

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.1162

September 2021

道路橋の設計における諸課題に関わる調査（2018-2019）

Survey on the common issues of bridge design

国土交通省 道路局 国道・技術課

国土技術政策総合研究所

北海道開発局

東北地方整備局

関東地方整備局

北陸地方整備局

中部地方整備局

近畿地方整備局

中国地方整備局

四国地方整備局

九州地方整備局

内閣府 沖縄総合事務局

国立研究開発法人 土木研究所

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan

道路橋の設計における諸課題に関わる調査（2018-2019）

国土交通省 道路局 国道・技術課
国土技術政策総合研究所
北海道開発局
東北地方整備局
関東地方整備局
北陸地方整備局
中部地方整備局
近畿地方整備局
中国地方整備局
四国地方整備局
九州地方整備局
内閣府 沖縄総合事務局
国立研究開発法人土木研究所

概要

北海道開発局や沖縄総合事務局を含む国土交通省の各地方整備局等は、基準類を適確に運用し、道路橋の設計、施工、維持修繕を円滑に進めるために、それぞれ設計要領等の内規や技術資料を定めている。これらは、それぞれの地方整備局等がそれぞれの課題やニーズも踏まえながら検討、策定している一方で、標準化の観点からは、統一できる内容は、できるだけ統一を図ることが求められている。

そこで、国土交通省の各地方整備局等は、2018年より、今後、それぞれが設計要領等の内規や技術資料の改定、策定をするにあたっての諸課題、及び、解決の方向性を共有することを目的に、基準類の原案を作成する国土交通省本省や国土技術政策総合研究所及び（国研）土木研究所と共同で調査を行っている。本資料は、このうち、平成29年に大幅に改定された橋、高架の道路等の技術基準の内容に対応するために、整備局等の内規（設計要領、技術資料等）の内容を充実すべき事項について検討を行った結果についてまとめたものである。

キーワード： 道路橋、道路橋示方書、設計要領

Survey on the common issues of bridge design (2018–2019)

| | |
|---|---|
| Minister of Land, Infrastructure, Transport and Tourism | National Highway and Risk Management Division |
| | National Institute for Land And Infrastructure Management |
| | Hokkaido Regional Development Bureau |
| | Touhoku Regional Development Bureau |
| | Kanto Regional Development Bureau |
| | Hokuriku Regional Development Bureau |
| | Chubu Regional Development Bureau |
| | Kinki Regional Development Bureau |
| | Chugoku Regional Development Bureau |
| | Shikoku Regional Development Bureau |
| | Kyusyu Regional Development Bureau |
| Cabinet Office | Okinawa General Bureau |
| | Public Works Research Institute |

Synopsis

Regional development bureau, Hokkaido regional development bureau of MLIT and Okinawa general bureau, etc., develop their own technical standard and design guidelines to smooth the bridge design, construction, maintenance. These criteria are examined and formulated by each Regional Development Bureau, etc., taking into account their respective issues and needs. From the viewpoint of standardization, it is required to unify the contents as much as possible.

Therefore, regional development bureaus of MLIT are conducting a joint survey from 2018 with the Headquarters of MLIT, NILIM and PWRI to share various issues of revising and formulating common codes of practice. This report summarizes the results of the survey.

Key Words : highway bridge、Specifications for highway bridges、 design guidelines

道路橋の設計における諸課題に関わる調査 目次

| | 頁 |
|---|----|
| 1. 委員会名簿 | 1 |
| 2. はじめに | 7 |
| 3. 設計、施工、修繕にて適用又は参考とする図書類とその適用上の課題の整理 | 8 |
| 4. 平成29年道路橋示方書改定後の課題の整理 | 14 |
| 5. リスクの観点を考慮した形式選定の方法に関する試行錯誤的な研究 | 17 |
| 6. まとめ | 50 |

1. 委員会名簿

橋、高架の道路等の技術基準改定に伴う設計要領検討委員会

委員会_委員構成（2018 年度）

| | | | |
|-----|-------|-----------------------------|---------|
| 委員長 | 白戸真大 | 国土技術政策総合研究所道路構造物研究部橋梁研究室 | 室長 |
| 委員 | 和田圭仙 | 国土交通省道路局国道・技術課 | 課長補佐 |
| 〃 | 山中重泰 | 国土交通省北海道開発局建設部道路建設課 | 道路技術専門官 |
| 〃 | 小山田桂夫 | 国土交通省東北地方整備局道路部道路工事課 | 課長補佐 |
| 〃 | 松澤尚利 | 国土交通省関東地方整備局道路部道路工事課 | 課長補佐 |
| 〃 | 岩崎義一 | 国土交通省北陸地方整備局道路部道路工事課 | 課長補佐 |
| 〃 | 吉川昌宏 | 国土交通省中部地方整備局道路部道路工事課 | 課長補佐 |
| 〃 | 芦谷次郎 | 国土交通省近畿地方整備局道路部道路工事課 | 課長補佐 |
| 〃 | 藤原康史 | 国土交通省中国地方整備局道路部 | 建設専門官 |
| 〃 | 中野晴樹 | 国土交通省四国地方整備局道路部道路工事課 | 課長補佐 |
| 〃 | 後川英樹 | 国土交通省九州地方整備局道路部道路工事課 | 課長補佐 |
| 〃 | 中山実 | 内閣府沖縄総合事務局開発建設部建設工務室 | 室長補佐 |
| 〃 | 七澤利明 | 国土技術政策総合研究所道路構造物研究部構造・基礎研究室 | 室長 |
| 〃 | 上仙靖 | 土木研究所構造物メンテナンス研究センター | 上席研究員 |
| 〃 | 大住道生 | 土木研究所構造物メンテナンス研究センター | 上席研究員 |
| 〃 | 古賀裕久 | 土木研究所先端材料資源研究センター | 上席研究員 |
| 〃 | 西弘明 | 土木研究所寒地土木研究所寒地構造チーム | 上席研究員 |

（敬称略）

橋、高架の道路等の技術基準改定に伴う設計要領検討委員会

幹事会_委員構成（2018 年度）

| | | | |
|-----|---------|-----------------------------|----------|
| 幹 事 | 後 藤 宏 行 | 国土交通省北海道開発局建設部道路建設課 | 橋梁係長 |
| 委 員 | 佐々部 智 文 | 国土交通省道路局国道・技術課 | 橋梁係長 |
| 〃 | 千 葉 修 市 | 国土交通省東北地方整備局道路部道路工事課 | 構造係長 |
| 〃 | 山 本 伸 之 | 国土交通省関東地方整備局道路部道路工事課 | 構造第一係長 |
| 〃 | 阿 部 良 司 | 国土交通省北陸地方整備局道路部道路工事課 | 構造係長 |
| 〃 | 柴 田 秀 史 | 国土交通省中部地方整備局道路部道路工事課 | 構造第一係長 |
| 〃 | 奥 村 信太郎 | 国土交通省近畿地方整備局道路部道路工事課 | 構造係長 |
| 〃 | 井 上 泰 介 | 国土交通省中国地方整備局道路部道路工事課 | 構造係長 |
| 〃 | 岡 田 和 美 | 国土交通省四国地方整備局道路部道路工事課 | 道路分析評価係長 |
| 〃 | 鶴 田 健太郎 | 国土交通省九州地方整備局道路部道路工事課 | 構造係長 |
| 〃 | 伊 佐 充 | 内閣府沖縄総合事務局開発建設部建設工務室 | 施工企画係長 |
| 〃 | 岡 田 太賀雄 | 国土技術政策総合研究所道路構造物研究部橋梁研究室 | 主任研究官 |
| 〃 | 猪 狩 名 人 | 国土技術政策総合研究所道路構造物研究部橋梁研究室 | 主任研究官 |
| 〃 | 宮 原 史 | 国土技術政策総合研究所道路構造物研究部構造・基礎研究室 | 主任研究官 |
| 〃 | 澤 田 守 | 土木研究所構造物メンテナンス研究センター | 主任研究員 |
| 〃 | 大 島 義 信 | 土木研究所構造物メンテナンス研究センター | 主任研究員 |
| 〃 | 坂 本 佳 也 | 土木研究所構造物メンテナンス研究センター | 研究員 |
| 〃 | 吉 田 英 二 | 土木研究所構造物メンテナンス研究センター | 研究員 |
| 〃 | 中 村 英 佑 | 土木研究所先端材料資源研究センター | 主任研究員 |
| 〃 | 秋 本 光 雄 | 土木研究所寒地土木研究所 | 主任研究員 |

（敬称略）

橋、高架の道路等の技術基準改定に伴う設計要領検討委員会

委員会_委員構成（2019 年度）

| | | | |
|-----|-------|-----------------------------|-----------|
| 委員長 | 白戸真大 | 国土技術政策総合研究所道路構造物研究部橋梁研究室 | 室長 |
| 委員 | 岡田太賀雄 | 国土交通省道路局国道・技術課 | 課長補佐 |
| 〃 | 神馬強志 | 国土交通省北海道開発局建設部道路建設課 | 道路技術専門官 |
| 〃 | 瓜生和幸 | 国土交通省北海道開発局建設部道路維持課 | 特定道路事業対策官 |
| 〃 | 田口秀美 | 国土交通省東北地方整備局道路部道路工事課 | 課長補佐 |
| 〃 | 岩渕賢一 | 国土交通省東北地方整備局道路部道路管理課 | 道路構造保全官 |
| 〃 | 菊池正彦 | 国土交通省関東地方整備局道路部道路工事課 | 課長補佐 |
| 〃 | 阿部稔 | 国土交通省関東地方整備局道路部道路管理課 | 道路構造保全官 |
| 〃 | 岩崎義一 | 国土交通省北陸地方整備局道路部道路工事課 | 課長補佐 |
| 〃 | 櫻井直樹 | 国土交通省北陸地方整備局道路部 | 道路構造保全官 |
| 〃 | 桑原良輝 | 国土交通省中部地方整備局道路部道路工事課 | 課長補佐 |
| 〃 | 竹内秋宏 | 国土交通省中部地方整備局道路部道路管理課 | 道路構造保全官 |
| 〃 | 沼勝雄 | 国土交通省近畿地方整備局道路部道路工事課 | 課長補佐 |
| 〃 | 藤原康史 | 国土交通省中国地方整備局道路部 | 建設専門官 |
| 〃 | 福永孝敏 | 国土交通省中国地方整備局道路部 | 道路構造保全官 |
| 〃 | 中野晴樹 | 国土交通省四国地方整備局道路部道路工事課 | 課長補佐 |
| 〃 | 鵜林保彦 | 国土交通省九州地方整備局道路部道路工事課 | 課長補佐 |
| 〃 | 井本真樹男 | 国土交通省九州地方整備局道路部道路管理課 | 道路構造保全官 |
| 〃 | 大城吉一 | 内閣府沖縄総合事務局開発建設部建設工務室 | 室長補佐 |
| 〃 | 那覇出 | 内閣府沖縄総合事務局開発建設部道路管理課 | 道路保全企画官 |
| 〃 | 七澤利明 | 国土技術政策総合研究所道路構造物研究部構造・基礎研究室 | 室長 |
| 〃 | 上仙靖 | 土木研究所構造物メンテナンス研究センター | 上席研究員 |
| 〃 | 大住道生 | 土木研究所構造物メンテナンス研究センター | 上席研究員 |
| 〃 | 古賀裕久 | 土木研究所先端材料資源研究センター | 上席研究員 |
| 〃 | 葛西聡 | 土木研究所寒地土木研究所寒地構造チーム | 上席研究員 |

（敬称略）

橋、高架の道路等の技術基準改定に伴う設計要領検討委員会

幹事会_委員構成（2019 年度）

| | | | |
|-----|---------|-----------------------------|----------|
| 幹 事 | 後 藤 宏 行 | 国土交通省北海道開発局建設部道路建設課 | 橋梁係長 |
| 委 員 | 佐々部 智 文 | 国土交通省道路局国道・技術課 | 橋梁係長 |
| 〃 | 加 藤 一 之 | 国土交通省北海道開発局建設部道路維持課 | 保全係長 |
| 〃 | 千 葉 修 市 | 国土交通省東北地方整備局道路部道路工事課 | 構造係長 |
| 〃 | 鈴 木 伸 也 | 国土交通省東北地方整備局道路部道路管理課 | 道路保全企画係長 |
| 〃 | 山 本 伸 之 | 国土交通省関東地方整備局道路部道路工事課 | 構造第一係長 |
| 〃 | 吉 田 太 郎 | 国土交通省関東地方整備局道路部道路管理課 | 専門員 |
| 〃 | 阿 部 良 司 | 国土交通省北陸地方整備局道路部道路工事課 | 構造係長 |
| 〃 | 柴 田 秀 史 | 国土交通省中部地方整備局道路部道路工事課 | 構造第一係長 |
| 〃 | 水 谷 龍 二 | 国土交通省中部地方整備局道路部道路管理課 | 道路保全企画係長 |
| 〃 | 田 中 富 博 | 国土交通省近畿地方整備局道路部道路工事課 | 舗装係長 |
| 〃 | 井 上 泰 介 | 国土交通省中国地方整備局道路部道路工事課 | 構造係長 |
| 〃 | 遠 藤 圭 一 | 国土交通省中国地方整備局道路部道路管理課 | 道路保全企画係長 |
| 〃 | 沖 田 康 平 | 国土交通省四国地方整備局道路部道路工事課 | 構造係長 |
| 〃 | 横 山 了 | 国土交通省九州地方整備局道路部道路工事課 | 構造係長 |
| 〃 | 樋 口 友 和 | 国土交通省九州地方整備局道路部道路管理課 | 道路保全企画係長 |
| 〃 | 川 崎 正 和 | 内閣府沖縄総合事務局開発建設部建設工務室 | 施工企画係長 |
| 〃 | 塩 澤 健 志 | 内閣府沖縄総合事務局開発建設部道路管理課 | 構造物保全係 |
| 〃 | 中 尾 勝 | 国土技術政策総合研究所道路構造物研究部橋梁研究室 | 主任研究官 |
| 〃 | 大 西 諒 | 国土技術政策総合研究所道路構造物研究部橋梁研究室 | 研究官 |
| 〃 | 藤 田 智 弘 | 国土技術政策総合研究所道路構造物研究部構造・基礎研究室 | 主任研究官 |
| 〃 | 澤 田 守 | 土木研究所構造物メンテナンス研究センター | 主任研究員 |
| 〃 | 大 島 義 信 | 土木研究所構造物メンテナンス研究センター | 主任研究員 |
| 〃 | 坂 本 佳 也 | 土木研究所構造物メンテナンス研究センター | 研究員 |
| 〃 | 吉 田 英 二 | 土木研究所構造物メンテナンス研究センター | 研究員 |
| 〃 | 櫻 庭 浩 樹 | 土木研究所先端材料資源研究センター | 研究員 |
| 〃 | 秋 本 光 雄 | 土木研究所寒地土木研究所 | 主任研究員 |

（敬称略）

□検討グループ体制

| | | | | |
|-----------|----------|-------|------|-------|
| 道路橋示方書第Ⅰ編 | 【代表】北海道 | 後藤 | 国総研 | 中尾、大西 |
| 道路橋示方書第Ⅰ編 | 【代表】中部地整 | 柴田 | 国総研 | 中尾、大西 |
| 道路橋示方書第Ⅱ編 | 【代表】近畿地整 | 田中 | 四国地整 | 沖田 |
| | 土研 | 坂本 | | |
| 道路橋示方書第Ⅲ編 | 【代表】北陸地整 | 阿部 | 沖総局 | 川崎 |
| | 土研 | 大島、櫻庭 | | |
| 道路橋示方書第Ⅳ編 | 【代表】東北地整 | 千葉 | 中国地整 | 井上 |
| | 国総研 | 藤田 | 土研 | 吉田 |
| 道路橋示方書第Ⅴ編 | 【代表】九州地整 | 横山 | 関東地整 | 山本 |
| | 土研 | 澤田 | | |
| その他 | 【代表】北海道 | 後藤 | 国総研 | 中尾、大西 |
| | 寒地土研 | 秋本 | | |

2. はじめに

道路橋の設計、施工は、道路法や道路法施行規則などの法令を満足するように行われねばならない。そのため、国土交通省では、「橋、高架の道路等の技術基準（通称：道路橋示方書）」を定めている。道路橋示方書は性能規定化されており、主に共通編では信頼性も含めた、求める性能とその検証方法が、また、主にその他の編では性能を満足させるために広く受け入れられる材料、設計式や構造の細目などが規定されている。

近年、道路橋示方書は大幅に改定されて、たとえば、道路橋示方書には、橋が供用中に性能を満足することができるように架橋位置を選定すること、設計、施工、維持管理の前提条件を定めることが規定されるなど、橋梁計画の段階から橋の性能を満足するための検討が充実されている。また、耐荷性能の検証のために構造や部材等の限界状態を明確にすることやその再現性についての信頼性を評価し、満足させることを求める体系が導入されている。

これらの運用にあたっては、様々な解説もされているが、架橋位置や形式の選定など、道路管理者が事業毎に設定するものも多く、その質の確保が課題である。また、道路管理者は、たとえば必要に応じて定めのない材料等を用いる場合には、橋、構造、部材等として、信頼性も含めて、道路橋示方書が求める具体的な運用に関わる橋の性能を満足する必要があるが、その質の確保も課題である。

以上のように、設計の過程は、複数の選択肢を案出したうえで意思決定をすることの連続であり、選択肢の選定やそこからの選択、つまり客観性の保持や質の確保が課題である。特に平成 29 年には道路橋示方書では性能規定化の体系が深化し、運用の参考となる、これまでにない技術資料の充実の期待が大きい。

道路管理者によっては、注意点や標準的な運用の考え方を、設計要領や図集などの名称の図書としてまとめていることもある。国土交通省の各整備局等が有する要領等は、それぞれの整備局等がまとめ、また位置づけや運用方法も決められていることから、相互に、内容は必ずしも同じでない。一方で、標準化という観点で見ればできるだけ内容を統一しておくことも有用と考えられる。

そこで、道路管理者である国土交通省の各地方整備局・北海道開発局・沖縄総合事務局と、基準原案の策定に関わっている国土技術政策総合研究所や土木研究所は、平成 29 年の道路橋示方書改定を受けて、合同で、道路管理者が事業毎に決定する事項の課題を整理し、これらの意思決定の質の確保と実務への便を鑑みた留意点や標準となり得る考え方を整理することにした。検討にあたっては、幹事を国総研橋梁研究室と整備局等の代表が務めるとともに、各地方整備局等の代表者らからなる委員会形式を設置して行った。

本資料はこの委員会の2018年度及び2019年度の検討結果をまとめたものである。また、整理した結果は、各整備局等が本研究の内容を中期的には要領等の基本的な内容が同一のものとなって行くよう、整備局等が要領等を定めるときの参考となるように、マニュアル様式で成果をまとめた。体裁はマニュアルの形を取っているが、以上の経緯のもとで調査成果をまとめたものであり、あえて言うまでもないが、基準のごとく扱う性質の報告書ではないことを念のために記載しておく。

3. 設計、施工、修繕にて適用又は参考とする図書類とその適用上の課題の整理

技術基準の適正な運用のために、課題を整理し、また、参考にできる技術資料を検討するうえで、委員会では、まず、既存の基準類や技術図書類が、どのような内容を示すものであるのか、また、技術基準との関係でどのように位置づけられるのかを整理した。そして、そのうえで、新たに充実すべき情報を整理した。

国が通知する技術基準や調達等に関連する技術情報、日本道路協会等の図書等の関係性の整理を試みたものが図-3.1である。

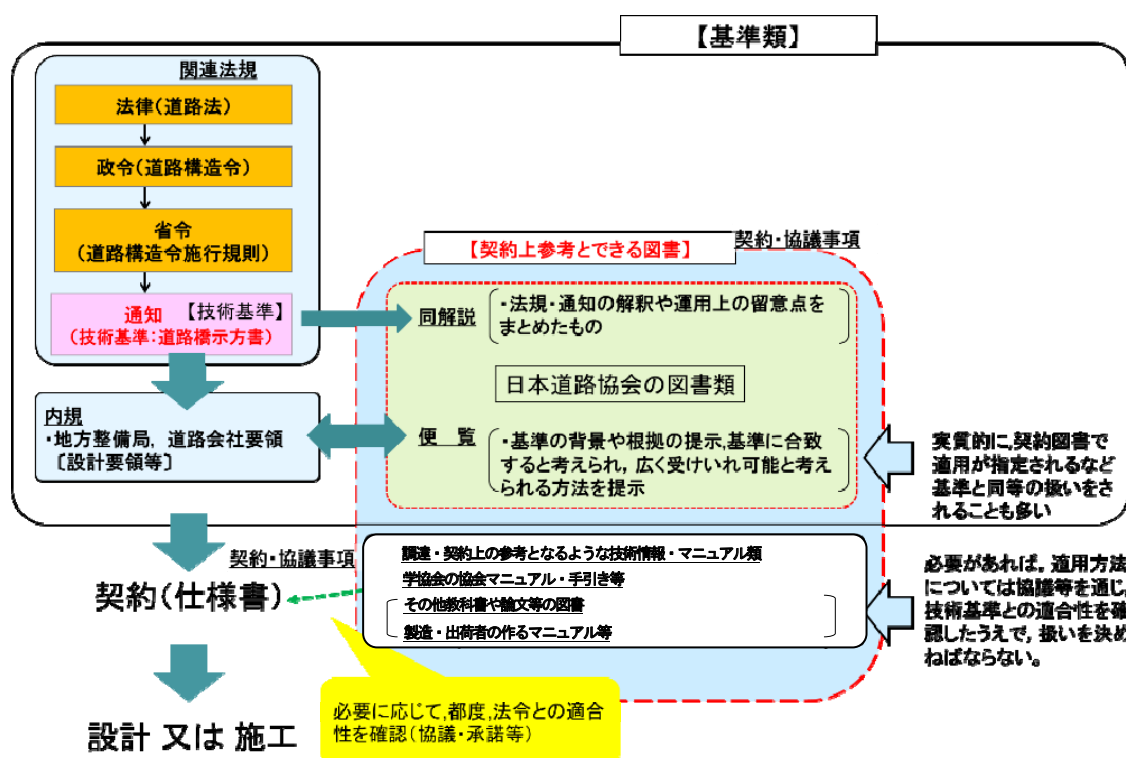


図-3.1 技術基準類とその他の技術資料の関係

法令を満足する道路橋を整備するにあたって、法令に適合する道路橋の性能を規定する必要がある、「橋、高架の道路等の技術基準（道路橋示方書）」が定められている。この技術基準は、法令とは図-3.2 に示すような関係があり、橋、高架の道路等の技術基準は、法令の解釈基準と位置づけられる。換言すれば、橋、高架の道路等の技術基準は、道路法に基づく道路の道路橋を整備するうえで、構造安全性に関して達成する必要がある要求性能を工学的・定量的に定めている。

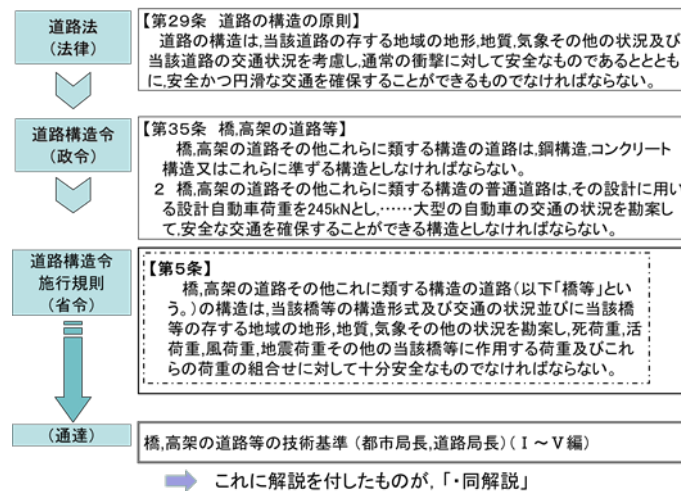


図-3.2 道路法の関係法令と橋、高架の道路等の技術基準や道路橋示方書・同解説の関係性

大まかには、以下の内容が含まれる。

- 設計状況として考慮する作用の組み合わせの信頼性水準、設計状況毎に求められる橋の状態やその達成水準などの要求性能及び必要に応じてその選択肢
- 標準となる性能の検証体系
- 上記の2点を満足し、かつ、過不足なく橋の性能を満足させるために検討が必要な事項と、多くの場合に適当と考えられる性能の達成方法。後者は、部材等の単位での抵抗特性の観点で求められる性能の定量的な提示も兼ねている。
- 性能を達成するためには、道路の重要度、リスクの抽出、施工の計画や前提条件、維持管理の計画や前提条件を設計の最初に検討し、これらを架橋位置の選定、構造形式の選定、橋の断面構成に反映させる必要があること。

橋や部材等の性能の達成手段について、多くの場合に適当と考えられる方法以外を用いる場合には、対象とする規定及びその上位、下位の規定が、平成29年の改定では基準の条文構成が刷新されている。求める事項をすべて満足させるように検討することが明確にされた。概念を図-3.3に示す。道路橋示方書の性能検証体系に沿って、基準の適合性を評価することになる。

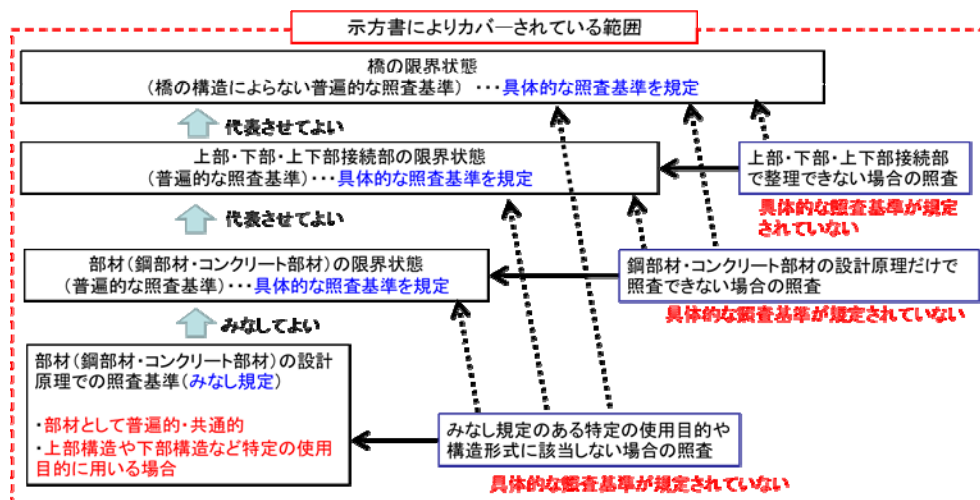


図-3.3 基準に記載のない事項を用いるときの適合性の検証に関する概念図

これを適正かつ適切に運用するにあたっては、基準の企図や技術的背景に関する理解が欠かせない。そのための理解に資する解説書が準備されており、日本道路協会が出版する道路橋示方書の解説がそれにあたる。「道路橋示方書・同解説」という図書名で出版されており、枠書きには「橋、高架の道路等の技術基準」が写されたうえで、解説が付されている。また、日本道路協会では、道路橋示方書に適合した橋を設計、施工するためのその具体的な検討手順のうち、道路橋示方書に適合する方法として確立されたと考えてよい標準的な方法や構造詳細を設計・施工便覧として整備している。そのため、これらは事実上基準と一体で扱われることが多い。各地方整備局等でも同解説や便覧を契約図書等で基準と同等のものとして位置づけ、これらも満足するように設計、施工を進めている。そこで、法令に基づく技術基準である「橋、高架の道路等の技術基準」は当然として、同解説や設計、施工便覧は、「道路橋示方書・同解説」と一連で扱われるものとして、本資料では基準類と呼ぶことにする。

なお、基準類では、土木工学、たとえば構造力学、鋼構造、コンクリート構造、材料力学、橋梁工学、土質力学や土質工学などのごく基本的な事項まで規定されない。それは、土木構造物の設計は、土木工学一般であつたり、さらに、橋梁であれば橋梁工学の専門知識を有する者が行うことを当然としているからである。また、現地の特性や管理の前提条件に大きく依存するような調査、地盤の評価、架橋位置や形式の選定などについては、留意点等や運用の基本原則が示されるが、具体的な位置、形式が規定されていない。現地で特性や管理の前提条件に応じて、適切に決定すべきものであるからである。

このほか、国土交通省では、契約、調達の円滑化や事業の効率的な執行という観点からの参考図書類の充実も図られている。たとえば、個別の検討や協議・承諾等で関係者が共通認識を有し、実務の便を図ることを意図し、形式選定、部材形状などをまとめた、過去でいう標準設計や現在で言うガイドラインの類である。このほか、新しい材料や施工技術等について、これらの使用を検討するにあたって、知っておくといふ技術的な特徴をまとめた参考資料の類もある。これらは共通仕様書等では、基準ではなく参考図書として位置づけられることが多い。最新の知見の情報提供を目的とされているなどそれぞれの文書の目的や位置づけに沿って作成されているものであるが、することを前提としていない場合も多い。すなわち、契約図書に記載されている内容を道路橋の性能を満足するように用いるためには、別途図-3.1に記載のとおり、橋、高架の道路等の技術基準等との適合性を個別に検証したり、又は、その品質や特性を把握したうえで、基準が求める性能等に適合するような橋や部材等が達成できるように、参考図書の用い方を個別に検討し、その過程を記録に残さねばならない。したがって、図-3.1では、調達、契約に関する技術情報をまとめた参考図書類は、基準類の枠の外に記載している。共通仕様書等には記載されていても、都度、その適用の範囲や方法について協議を行うことという理解である。これに類似するものとして、学協会の図書類などがある。これらは橋、高架の道路等の技術基準と一連で作成されている図書ではなく、それぞれの図書の作成者の意図、位置づけで作られた図書である。共通仕様書等での記載の有無にかかわらず、参考にする場合には図-3.1で言う基準類に適合するように参考にすることが求められる。

検査についても、設計したものが所定の再現性で想定どおりの性能を発揮するために特に必要な事項については、技術基準やその他基準類でも具体の言及がされており、たとえば便覧では、検査頻度、項目、管理値などを設定するうえで参考となる技術情報が記載されていることが多い。一方で、これとは別に、契約上、設計や施工が適正に履行されたことを確認するための検査項目がある。また、これらの検査は、同じ検査項目や管理値で両者を兼ねることもしばしば行われる。これらを模式化したものを図-3.4に示す。

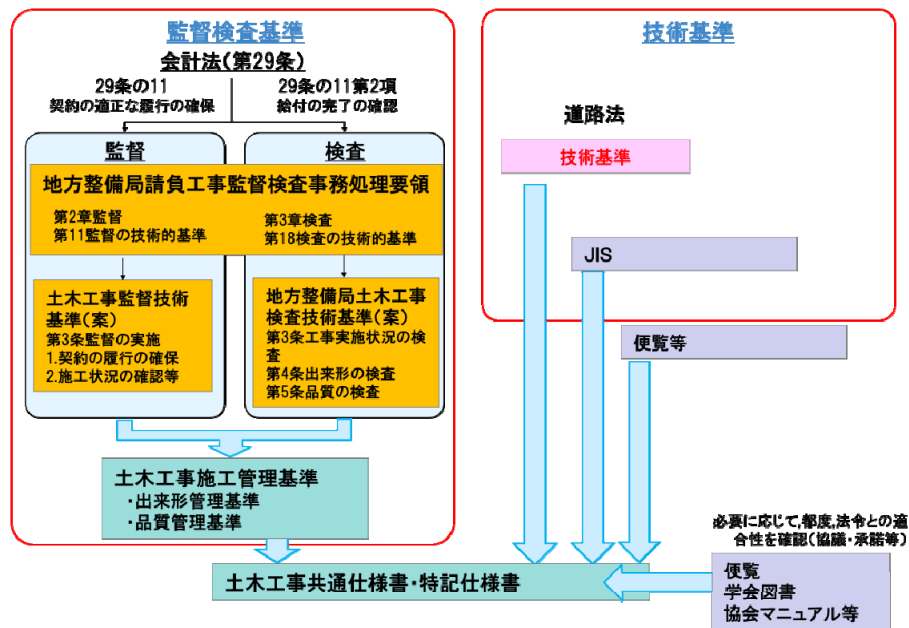


図-3.4 検査に関わる基準類の体系

図-3.1に模式化したように、各地方整備局等によっては、設計要領、参考資料、ガイドラインと呼ばれる独自の要領等をまとめている場合がある。本資料では、各地方整備局等の定める要領類について調べて表-3.1にまとめた。また、主な内容や目次について表-3.2にまとめた。これらを見れば、要領として図書をまとめていない整備局等もあれば、まとめている場合でもその内容の選択はまちまちである。要領類としてまとめられている図書の内容を見てみると、基準類、その他参考にできる図書などの情報をまとめた参考資料が多いことが分かる。その中では、技術基準を満足しつつも構造詳細の標準化を行っているような場合もある。似たようなものに、路線や地域の特徴を考慮して、橋や部材の耐荷性能については既に基準等にある事項を満足させつつ、耐久性能の確保や維持管理の確実性や容易さの観点から試行的な取り組みを進めている場合がある。ただし、形式の選定などでは、まだ設計、施工、及び、維持管理経験の浅い形式が情報として紹介されていたりする場合もあれば、一方で、そのような形式を用いるときの注意点が示されている場合もあったりなど、各地方整備局等によって記載の色合いが違っている。また、部材の形状、配筋などの標準化についても、整備局によって違いがある。技術基準が求める性能を満足していればいずれでもよいが、可能な範囲で標準化できるところは標準化することは、実務の効率化やミスの防止などにつながると期待される。

表-3.1 各地方整備局等の定める要領類

| | |
|----------|--------------------------|
| ・北海道開発局 | 道路設計要領（第3集 橋梁） |
| ・東北地方整備局 | 設計施工マニュアル（案）〔道路橋編〕 |
| ・北陸地方整備局 | 新設橋梁の設計時留意点（案）、設計要領〔道路編〕 |
| ・関東地方整備局 | なし |
| ・中部地方整備局 | 道路設計要領（設計編） |
| ・近畿地方整備局 | 設計便覧（案） 第3編 道路編 |
| ・中国地方整備局 | 土木工事設計マニュアル 第3編 道路編（作成中） |
| ・四国地方整備局 | 設計便覧（道路編） |
| ・九州地方整備局 | 土木工事設計要領 第Ⅲ編 道路編 |
| ・沖縄総合事務局 | 土木工事設計要領（第2編 道路編） |

表-3.2 各地方整備局等の定める要領類の主な内容・目次構成

| 北海道開発局 道路設計要領（第3集 橋梁） | 東北地方整備局 設計施工マニュアル（案） | 北陸地方整備局 設計要領（道路編） | 中部地方整備局 道路設計要領（設計編） 第5章 橋梁 |
|--|--|--|--|
| 第1編 道路橋 第1章 総則 第2章 上部工 第3章 下部工 第4章 深礎基礎 第5章 土留工・仮締切工 第6章 仮橋 第7章 橋梁付属物 第8章 現橋拡幅の設計（下部構造） 第9章 橋梁補修 第10章 その他 付属資料 第2編 コンクリート 第1章 一般 第2章 コンクリートの品質 第3章 レディーミクストコンクリート 第4章 寒中コンクリート 第5章 海洋コンクリート 第6章 流動化コンクリート 第7章 コンクリート部材の塩害対策 参考資料 | 第1編 橋梁計画 第2編 橋梁一般 第3編 耐震設計 第4編 鋼橋 第5編 コンクリート橋 第6編 下部構造 第7編 基礎構造 第8編 補修・補強 | 9-1 適用 9-2 橋梁一般 9-3 耐久性の検討 9-4 上部工 9-5 下部工 9-6 付属物 9-7 橋梁補修・補強設計 | I. 基本コンセプト ①単純・連続構造 II. 中部知見 ①橋梁形式選定の方法 ②橋種選定 ③盛りこぼし橋台設計時の留意点 III. 設計標準 5-1 橋梁新設 5-1-1 基本事項 5-1-2 使用材料、共通事項 5-1-3 上部構造（鋼橋） 5-1-4 上部構造（コンクリート橋） 5-1-5 下部構造 5-1-6 基礎構造 5-1-7 耐震設計 5-1-8 橋梁付属物 5-2 橋梁保全 5-2-1 基本事項 5-2-2 耐震補強 |
| 近畿地方整備局 設計便覧（案） 第3編 道路編 | 四国地方整備局 設計便覧（道路編） | 九州地方整備局 土木工事設計要領（第Ⅲ編 道路編） 第2章 橋梁設計 | 沖縄総合事務局 土木工事設計要領（第2編 道路編） 第2章 橋梁設計 |
| 第6章 橋梁上部工 第7章 橋梁下部工 第10章 基礎工 第14章 交通安全施設 第16章 耐震補強 | 第6章 橋梁上部工 第7章 橋梁下部工 第10章 基礎工 第14章 交通安全施設 第16章 耐震補強 | 第1節 橋梁計画 第2節 橋梁設計 第3節 耐震設計 | 第1節 橋梁計画 第2節 橋梁設計 第3節 耐震設計 |

また、別の類として、たとえば過去には合成床版や橋脚の耐震補強などの新しい構造等についても、各整備局でも、そのための条件や検証手順について調査研究の成果の範囲で技術情報をまとめていることもあった。規定にない材料を用いた構造や部材等としての信頼性の水準を確保するための耐荷力や制限値などは、個別の案件では、それに特定した検討をし、基準が求める信頼性も含めた要求性能を満足するように（たとえば安全側となるように扱うことで）、基準との適合性を満足させることはできるかもしれない。しかし、広く、一般に適用可能な耐荷力式や制限値を道路管理者が独自に追加するべきではなく、技術基準の改定等によって、共通に対応を図るべき事項になる。このような、規定のない構造や材料を用いるにあたっての取り扱いの一般ルールについては、地方整備局等の要領等では明示されていないことが課題として認識された。

以上から、委員会では、以下の方針で、参考となる資料を検討することにした。

- 方針 1. 調査の実施、架橋位置や形式の選定等など、現地及び事業毎の条件に大きく依存する事項についても、その検討の過程はできるだけ客観的であることが求められる。そこで、検討の過程について品質の確保、向上を図ること。
- 方針 2. 橋や部材等の耐久性のばらつきを減らしたり、また、維持管理を確実、かつ、容易なものとする事で耐久性の信頼性向上を図るにあたって、検討の観点の充実を図るもの、または、最も適当とは言えないかも知れないが、現状の経験の範囲で共通化を図ること。
- 方針 3. 形状や寸法、構造の詳細など、橋や部材等の耐荷性能の観点からは多くの選択肢があるものの、標準化をすることが実務の便となるものについて、できるだけ共通化を図ること。
- 方針 4. 技術基準に定めのない事項については、道路橋示方書に定めのある事項と比較検討を行うにあたって、当該事項の特徴を明らかにするための着眼点の充実を図ること。なお、個別技術の性能の検証は基本的には提案者が行うべきものであることから、本資料では、各地方整備局等が個々の材料や工法についての要領化を行うことは想定しない。
- 方針 5. 上記方針 1～4 については、修繕についても充実を図ること。

このうち、2018 年から 2019 年には、平成 29 年の道路橋示方書の改定に早急に対応する観点からは、方針 1～4 について先行して検討を行うことにした。

4. 平成 29 年道路橋示方書改定後の課題の整理

前章で整理した検討方針 1～4 について、平成 29 年の道路橋示方書の改定に伴って対応すべき課題を整理した。

(1) 方針 1 について

平成 29 年の道路橋示方書の改定では、架橋位置や形式の選定にあたっては、橋の性能に影響を与える要因を整理し、考慮して行うこと、また、設計にあたっては設計、施工、維持管理に関わる前提条件を明らかにすることが求められるようになった。

一方、過去には、技術基準においても道路橋に求める機能等を設定することに関する規定が少なかった。架橋位置や形式の選定も、実績に基づく支間、施工方法などに基づき候補を抽出することから始めることが多く、したがって、以下のような改善が必要と考えられた。

- (ア) 各地方整備局等有する要領類では、架橋位置固有の条件を設定するための着眼点が整理されていないこと。
- (イ) 劣化や災害も考慮したとき必ずしも設計計算等では反映できない状況に対しても、架橋位置や形式の選定という設計のできるだけ早い段階で配慮しておくことで、施工時の安全性や、維持管理の確実性や容易さを、より容易に実現できるようにすること。
- (ウ) 条件や仮定の設定、さらにそれに基づく意思決定は、その時点の情報で行わざるを得ないが、あとから情報が追加で明らかになったときの対応の容易さを考慮し、意志決定しておく必要がある。たとえば、形式選定時点で設定している地盤条件等が、後の調査や工事の過程で変更が必要になるなどしたときに、対応が容易でない構造について、架橋位置の選定や形式選定の最初の時点で、それを避けることも可能にする余地を作るかどうかを検討し、意思決定に反映することなどが考えられる。
- (エ) 当該地点の要求に叶うにも係わらず、実績が少ない構造形式などが候補として挙がりにくい可能性があることについて、この可能性を小さくすること。
- (オ) 少部材化や材料の高強度化が進められ、様々な部材配置の構造の提案や新しい材料等の活用が提案される中で、その検討にかかる課題等を整理し、形式選定等へ反映させることの観点の有無や程度について、ばらつきを減らすこと。

そこで、以下の検討を行った。

まず、(ア) について、劣化や災害などに起因して生じた維持管理の課題について議論したうえで、架橋位置や形式の選定の段階で考慮しておくのがよい項目や観点を整理することを試みた。委員の経験等に基づく範囲のものであり、必ずしも系統的・網羅的とは言えないことは、将来の研究に期待するところとした。

また、同じく (ア) について、橋の形式毎の構造の特徴についても、実績の整理ではなく、橋の形式選定で考慮すべき設計や施工の留意事項をまとめることにした。

次に、(イ) から (エ) について、思考実験を行った。架橋位置や形式の選定の段階で考慮すべき項目や観点は多岐にわたる。特に、橋に求める性能についても、どこまでを必須で求めるとするのかなどについては、それが架橋位置や形式の選定結果や経済性に与える影響も関係しそうである。そこで、劣化や災害も考慮したとき、必ずしも設計計算等では反映できない状態や状況に対してもできるだけ早い段階で具体的な条件を設定し、形式選定を進めることの可能性や課題の把握のために、架空の橋を設定し、試行錯誤

的な思考実験を行った。その一部は、今後、同種の研究を行うときの参考になるように、5. に、研究の記録として残した。思考実験の結果、多岐にわたる項目や観点について、どの程度まで考慮するか否かで、抽出される架橋位置や形式が変わることが確認できた。したがって、最初にできるだけ条件を明確化して架橋位置や形式の選定を始めることで上記の課題を解決できる可能性が見いだされた。一方で、架橋位置や形式の選定の途中では、条件設定の違いが結果に与える影響について試行錯誤するという過程を意識的に設ける必要があると考えられた。

これらの思考実験結果も踏まえて、設計要領案の中では、架橋位置や形式の選定について、手順の設定や考慮すべき事項の設定などの注意点や参考となる情報をまとめた。特に注意したのは以下の点である。

- 要求性能を明らかにしたうえで、それを満足する複数の当初案の提示
- 絞り込みにあたっての客観性の確保
- 新しい提案、その他追加調査の必要性などが後から与える影響（リスク）の考慮

具体的には、調査・計画編として、橋の形式選定を行うにあたっての橋梁計画における基本条件、架橋位置特有の条件を抽出し、設定した条件の不確実性によって構造形式や構造諸元が大きく影響を受ける項目をリスクとして整理し、リスクを考慮した橋の形式選定を行うこととした。

なお、5. に残した研究の記録は、「設計要領等の改定項目（案）」における形式選定に関わる事項をまとめるにあたっての試行錯誤的な検討であり、今後、同種の検討を行うときの参考になるように収録したものである。そのまま実務の参考にできるものではないし、参考にされることを意図してまとめてもない。実務で参考にする場合には、この点を理解して参考の仕方から含めて十分に注意されたい。

(2) 方針2について

平成29年道路橋示方書では、維持管理の前提条件を整理したうえで、それに適合するように各部材等の設計耐久期間や耐久性の達成方法を設計する。また、この信頼性を高めるために、耐久性のばらつきをできるだけ減らせるように曝露条件等についてもできるだけ制御すること、状態の確認や診断、修繕が確実にできることと、できるだけこれを容易に行えることを考えて、部材配置や形状等を設計することにされた。

しかし、部材配置や形状の設計において、これらの観点をどの程度検討し、反映させるのか、また、それを記録にどのように残すのかについては、未だ実務上でも試行錯誤されており、ばらつきがあることが課題として考えられた。

したがって、実務の便を図るためには、参考にできる資料の充実を図ること、少なくとも検討や配慮を行うのがよい事項や着眼点についての共通化を試みた。

具体的には、構造計画編として、道路橋を計画し設計するにあたり、架橋環境に順応した構造形式の設計を行うにあたっての留意事項を、総則、上部構造、上下部接続部、下部構造、付属物等の章構成で整理した。

(3) 方針3について

部材の形状、配筋などの標準化についても、各地方整備局等によって違いがあることが分かった。基準を満足していればいずれでもよいともいえるが、可能な範囲で、最も適切な方法を模索したり、また、標準化できるところは標準化することは、実務の効率化やミスの防止などにつながると期待される。そこで、

各地方整備局等の運用を比較整理し、共通化を図れるところはできるだけ標準化を図ることにした。

また、平成 29 年道路橋示方書で新たに基準や解説が充実された事項について、実務上の課題を整理して、同じく、運用上共通化を図れるところはできるだけ標準化を図ることを試みた。

具体的には、共通仕様・標準編として、橋梁の詳細設計における上部構造、上下部接続部、下部構造、付属物および新技術の採用等にあって、材料及び各部材の諸元を決定するにあたって留意すべき事項及び道路橋示方書・同解説や各種便覧等に示された内容を整理した。

(4) 方針 4 について

平成 14 年の改定以来の性能規定の抜本的な見直しが図られ、従来の道路橋示方書とは異なる性能の検証体系となり、前述のように、具体的な仕様等の定めのないものを用いる場合は、信頼性も含めて、基準が求める橋の性能に適合するように用いることを明らかにするものとされた。そして、これらの検討の過程は設計図書に適切に記録することが求められた。しかし、各地方整備局等有する要領類では、過程等の記録項目や着眼点が定められていないことが課題として考えられた。

したがって、平成 29 年道路橋示方書・同解説に解説される、参考にする様々な図書類の内容の適用の方針やその根拠、また、新しい技術を検討するときの手順や着眼点をまとめ直すことにした。

また、道路橋示方書に定めのある事項と比較検討を行うにあたっては、そもそも当該事項の特徴を道路橋示方書に定めのある事項と比較できるように整理することが求められる。この点については、力学的、橋梁工学的な観点からの比較が主になる。そこで、過去に国総研が研究した「新技術評価のガイドライン（案）平成 22 年 9 月：国総研資料第 609 号」を活用することにし、この見直しは今後の検討に委ねることにした。

5. リスクの観点を考慮した形式選定の方法に関する試行錯誤的な研究

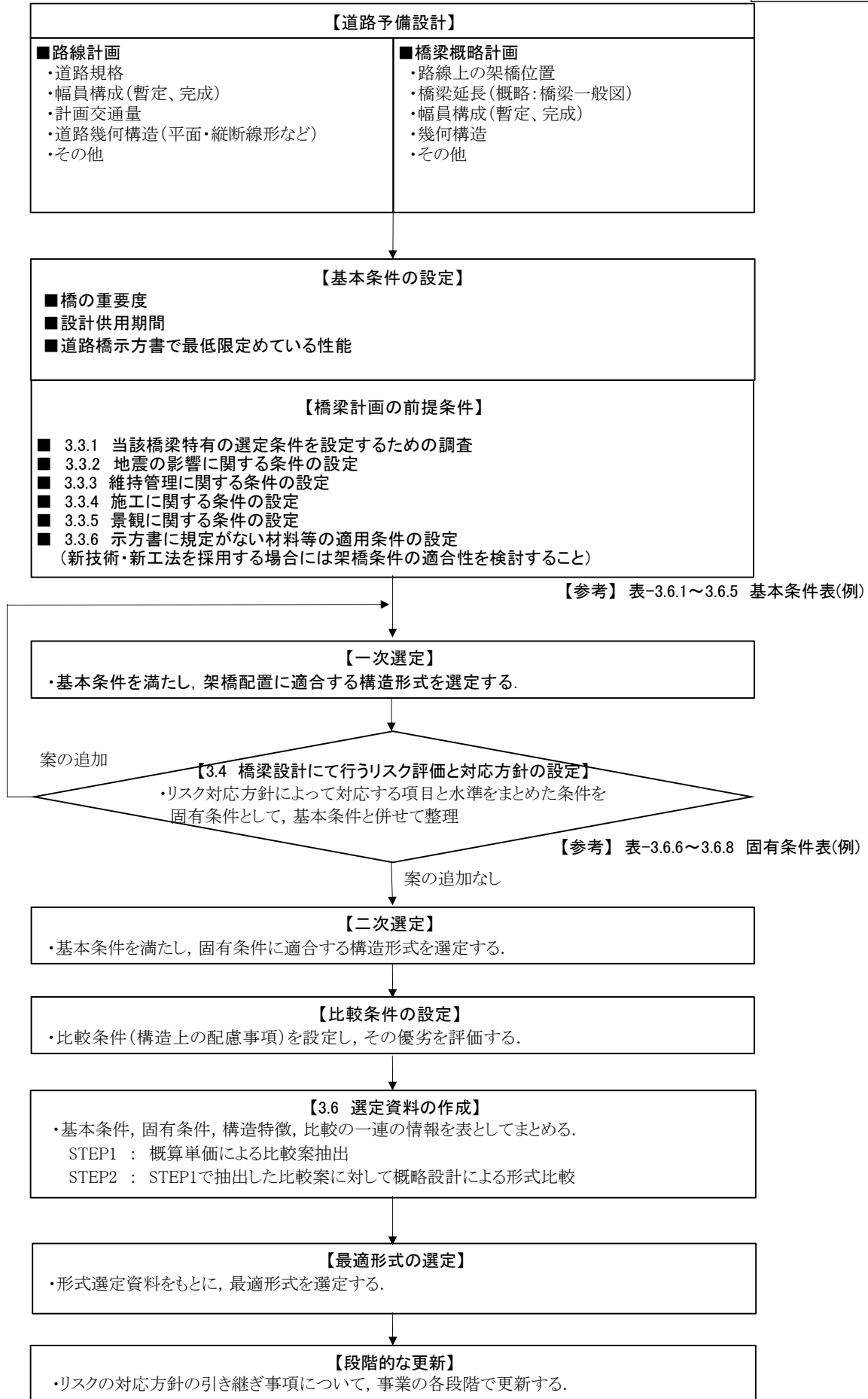
本章は、「設計要領等の改定項目（案）」における形式選定に関わる事項をまとめるにあたっての試行錯誤的な思考実験の一部を、研究の記録として、今後、同種の検討を行うときの参考になるように収録したものである。そのまま実務の参考にできるものではないし、参考にされることを意図してまとめてもいないので、注意されたい。

(1) 目的

「設計要領等の改定項目（案）」における形式選定に関わる事項をまとめるにあたって、架空の橋を設定し、試行錯誤的な研究を行った資料として残したものである。**参考資料 5-1** では山岳橋、**参考資料 5-2** では高架橋とし、異なる条件による、橋梁の形式選定の一次選定、リスク評価、二次選定、最適形式の選定の例を示すことを目的とした。

(2) まとめ

本検討は試行錯誤的な検討であり、そのまま実務の参考にできるものではないし、参考にされることを意図してまとめたものではないが、今後、同種の検討を行うときの参考になるように収録したものである。参考にする場合には、この点を理解して参考の仕方から含めて十分に注意されたい。



1. 基本条件

1.1 橋梁計画の前提条件

| 項目 | 設計条件 | 橋の形式選定での配慮 |
|-----------------|---|--|
| 1.1.1 橋の重要度 | <p>(1) 社会・経済活動上の位置づけ</p> <p>(2) 防災計画上の位置付け</p> <p>(3) 路線の代替性</p> <p>(4) 耐震設計上の橋の重要度</p> | <p>(1) ～(3) に対して、第1次緊急輸送であること、また同規模の迂回路が存在しないことから、平常時・災害時ともに橋梁の規制は極力避ける。ただし、点検や修繕のために予め計画した短期間の交通規制（片側交互通行）は許容する。</p> |
| 1.1.2 設計供用期間 | <p>100年</p> | - |
| 1.1.3 架橋位置特有の条件 | | |
| (1) 路線条件 | <p>1) 交通状況（将来交通量、大型車交通量など）</p> <p>2) 将来計画（拡幅予定、付属施設の設置など）</p> <p>3) 交差物件</p> <p>4) 路線上の架橋位置</p> | <p>-</p> <p>-</p> <p>河川氾濫域及び町道を避けた下部構造配置計画とする。</p> <p>平面線形は以下のコントロールポイントを選定しており、橋梁位置でのルート変更は困難。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・沢部への縦断占用を回避、墓地を回避、砂防指定区域への影響を回避、神社を回避 |

| 項目 | 設計条件 | 橋の形式選定での配慮 |
|---|-----------------------------|--|
| (2) 自然環境条件 | 日本海沿岸部 I で20kmを超えない地域 | 鋼橋は塗装仕様を基本とする。飛来塩分量を測定して無塗装使用なお、耐候性鋼材の選定には、飛来塩分量を測定して無塗装使用の適否を検討する必要がある。 |
| 1) 腐食環境 (地理的条件, 飛来塩分など) | 積雪寒冷地域 | 1 (5) 1) 施工工期の制約条件 に影響。 |
| 2) 気象条件 (温度, 積雪, 降雨量, 風況など) | 山岳橋梁 急峻地形 | ・支持地盤の傾斜および急峻地形に対する斜面変状のリスク |
| 3) 地形・地質条件 (軟弱地盤, 液状化が生じる地盤, 斜面崩壊などの発生, 断層など) | 山岳橋梁 | ・地質調査に対する質・量の不足による杭長及び橋台高変更のリスク |
| 4) 地盤変動 | 沢地形 橋梁区間に護岸設置 | - |
| 5) 河相 (流況, 過去の流心や河床の変動など) | 地下水 水位は支持層位置 | - |
| 6) 地下水 (水位, 地質など) | 近傍で大規模な地震履歴はなし | - |
| 7) 気象などの過去の記録 (過去の地震, 津波遡上高さなど) | 墓地, 神社あり | 橋梁計画のコントロールポイントとして設定 |
| (3) 周辺環境 | 地下埋設物 (ガス, 上下水道, 史跡, 文化財など) | - |
| 1) 既存物件 (住宅, 病院, 商業地, 墓地, 防風林, 水源, 温泉) | 架空物なし | - |
| 2) 地下埋設物 (ガス, 上下水道, 史跡, 文化財など) | 利水状況なし | - |
| 3) 架空条件 (電線類など) | 架橋位置から5kmの位置にJIS認証工場あり | - |
| 4) 利水状況他 (舟運, 漁業, 利水 (工業, 農業など) など) | 埋戻し土は現地発生材を使用 | - |
| (4) 使用材料の条件特性及び製造に関する条件 | 制限を受ける施設なし | - |
| 1) コンクリートプラントの条件 (立地条件, 設備, 品質管理体制など) | 架橋位置までの土工区間は整備済み | - |
| 2) 使用材料の条件 (材料の採取地, 量, 質, コンクリートの配合など) | 架橋位置までの土工区間は整備済み | - |
| (5) 施工に関する条件 | 架橋位置までの土工区間は整備済み | - |
| 1) 関連法規 (騒音, 振動, 資材運搬, 施工などに関わる法規について制限など) | 有毒ガス等の発生なし | - |
| 2) 運搬路 (道路条件, 支障物件, 迂回路, 航路, 水深など) | | |
| 3) 作業環境 (作業空間, 掘削土などの処理, 電気・給排水など) | | |
| 4) 有毒ガス, 酸素欠乏空気など (有毒ガスの種類と発生状況, 酸素欠乏空気の状態) | | |

| 項目 | 設計条件 | 橋の形式選定での配慮 |
|------------------|--|--|
| 1.1.4 維持管理に関する条件 | <p>迂回路なし</p> <p>迂回路の建築限界と桁下との離隔は4m程度</p> <p>通常時 近接目視による5年ごとの定期点検 緊急時 遠望及び近接目視</p> <p>点検時などの維持管理の近接性</p> <p>支承部の近接性</p> <p>山間部で桁下からの接近が困難</p> <p>除雪計画あり，路面凍結防止剤およびすべり止め材の散布</p> <p>上部構造：更新計画なし，塗装塗替あり 支承構造：更新計画なし 下部構造：更新計画なし</p> <p>施工工期の設定</p> <p>急峻地形での架設方法</p> <p>冬季施工</p> <p>河川条件</p> <p>景観性（デザイン）への配慮</p> | <p>同規模の迂回路が存在しないことから，平常時・災害時ともに橋梁の規制は極力避ける。ただし，点検や修繕のために予め計画した短期間の交通規制（片側交互通行）は許容する。緊急時ににおける車両の通行を可能とするために，段差防止構造を設置。</p> <p>上部工及び下部工検査路の設置。桁端部に維持管理スペースの確保。</p> <p>近接目視点検は片側交互通行による交通規制。</p> <p>第1次緊急輸送道路であるため，近接困難な部位をできるだけ少なくする。 上部工及び下部工検査路，吊足場設置用の吊金具の設置。</p> <p>第1次緊急輸送道路であるため，上部工及び下部工検査路の設置。桁下高及び支承取替時のジャッキアップスペースの確保。</p> <p>吊り足場の設置。</p> <p>コンクリート表面については，凍結防止剤散布による塩化物の進入を考慮して耐久性の検討を行う。</p> <p>塗装塗替（耐久期間45年） 伸縮装置・舗装・防水層（耐久期間30年）</p> <p>下部工施工，上部工架設，橋面工までの工事着工から供用開始までを2年と設定。</p> <p>送出し工法・押出し工法・張出し架設工法を採用する。</p> <p>コンクリート打設，塗装など施工時温度に制約がある工種は，11月～3月の期間は防寒養生とし工期設定を行う。</p> <p>河川氾濫域での施工の場合は，非出水期のみとする。</p> <p>当該橋梁にはシンボルとしての役割は考慮しない。</p> |
| 1.1.5 施工に関する条件 | <p>1) 施工工期</p> <p>2) 架橋位置特有の施工の条件</p> | |
| 1.1.6 景観に関する条件 | | |

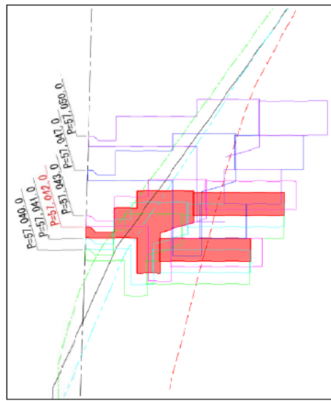
1.2 要求性能

| 項目 | 設計条件 | 橋の形式選定での配慮 |
|--|-----------------------------------|--|
| <p>1.2.1 道路橋示方書で最低限定めている性能</p> <p>(1) 耐荷性能</p> <p>(2) 耐久性能</p> | <p>橋の耐荷性能 2</p> <p>設計耐久期間100年</p> | <p>伸縮装置や支承などの供用期間中の維持管理行為による補修や部材等の更新を前提とする部材については、100年を超えない範囲で設定。</p> |

基本条件を満たし、架橋配置に適合する構造形式を選定する。

- ・橋の橋台位置の案として、道路予備設計で設定された架橋位置で、基本条件に適合する橋台位置を設定する。

- ・橋の橋台位置の案として、道路予備設計で設定された架橋位置で、基本条件に適合する橋台位置を設定する。
- ・橋台位置は、総工事費（上部工費、下部工費、土工費〔擁壁、盛土、舗装など〕のトータルコスト）を予備検討により算定・決定した。

[illegible]

- 基本条件の1.1.3_(1)_3) 交差物件より、河川氾濫域および町道を避けた橋脚位置を設定する。

支間割は、1 径間および 2 径間が考えられるため、総工事費（上部工費、下部工費、土工費、舗装など）の「トータルコスト」を予備検討により算定し 2 径間案を採用した。

(1) および (2) の検討結果から選定された、架橋配置を図1に示す。

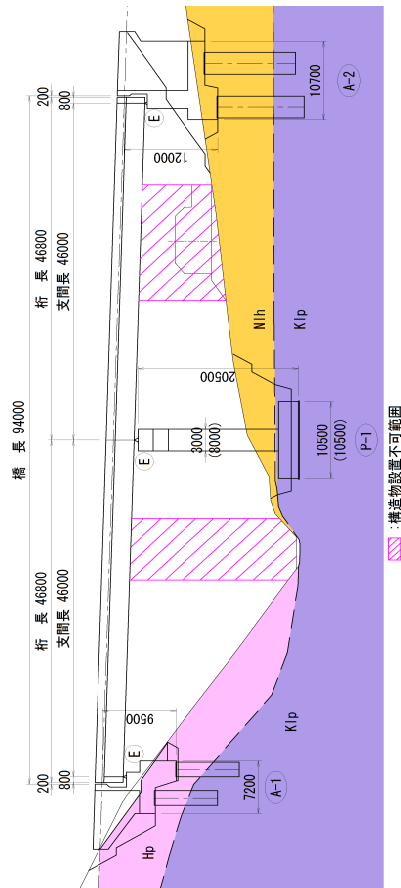


図1 架橋配置の検討結果

| 表1 第1次工、本間通廊に施工する工法形式 | | 施工の前提条件 ^{*1} | 施工工期の制約 ^{*2} | 維持管理に関する条件 ^{*3} |
|-----------------------|----------------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|
| 第1案 | 鋼橋 | R C床版連続 I 桁橋 | 送り出し工法により施工可能 | 橋梁維持・管理用施設を設置する事で、対応可能(検査路等) |
| 第2案 | | R C床版連続箱桁橋 | " | " |
| 第3案 | | 鋼床版連続 I 桁橋 | " | " |
| 第4案 | | 鋼床版連続箱桁橋 | " | " |
| 第5案 | リ コ ン ト ク 橋 | ポストテンション方式 2径間連続 P C 箱桁橋 | 張出し架設工法により 施工可能 | " |
| 第6案 | | ポストテンション方式 トラースメン P C 箱桁橋 | " | " |

*2: 工事着工から、2箇年で供用開始する。施工時温度に制約を受ける工種は、冬季間(11月～3月) 防寒養生を行う。

*3: 迂回路がないため、平常時・災害時ともに橋梁の規制は極力避ける。

斜面変状のリスク評価は象眼 1 であるため、象眼 2 以下するための対応方法を検討する。

・低減案：斜面変状に対する抵抗性が優れると考えられる基礎形式として、組杭の深礎基礎を適用し、更に斜面安定対策として、抑止杭を実施する。なお、低減案による対策を実施した場合にも、斜面変状に伴う橋台の変位等のリスクは完全に回避されない点に留意する必要がある。

- (1) 橋台位置（橋長）の検討

- ## (2) 橋脚位置(支間割)の検討

(3) 基本条件を満たす架橋配置の検討

- [illegible]

【回避案】斜面変状の影響を受けない位置に橋台を配置

橋長 103000

桁長 55000
支間長 55000

桁長 46800
支間長 46000

200 800 200 800

E

2000

3000 (8000)

20500

12000

10700

11400

10500 (10500)

K(lb)

K(tp)

N(lh)

N(tp)

A-1

A-2

斜面変状

構築物設置不可範囲

図4 架橋配置の検討結果（回避案）

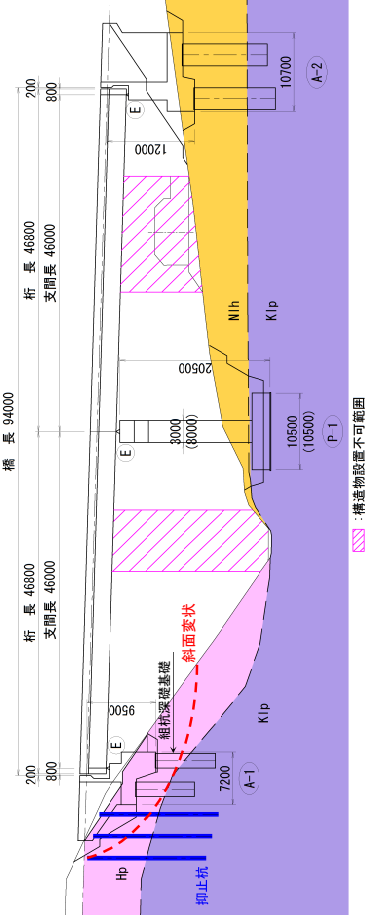
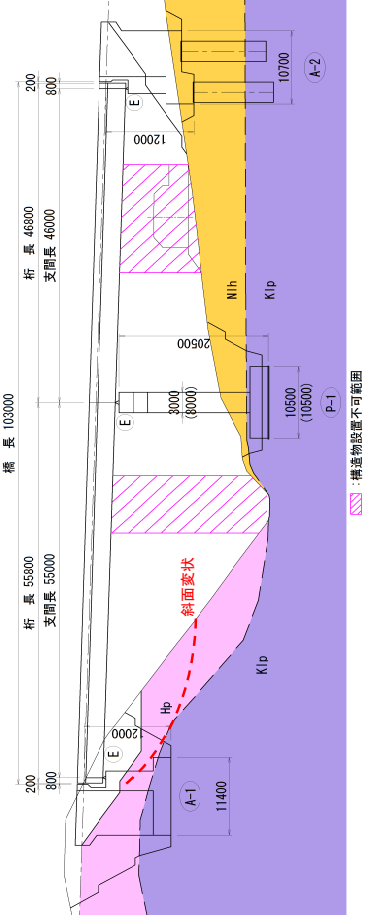
【二次選定】

基本条件を満たし、固有条件に適合する構造形式を選定する。

基本条件、固有条件（リスク評価と対応方針）、架橋配置に適合する構造形式を選定する。

『2. 固有条件（リスク評価と対応方針）』で、リスク評価が象限1であった斜面変状のリスクに対する対応方法を選定した。

表2 基本条件、固有条件、架橋配置に適合する構造形式

| | 斜面変状のリスクに対する対応方法 | 橋 長 | 構造形式 | 施工の前提条件*1 | 施工工期の制約*2 | 維持管理に関する条件*3 |
|------|---|------|------------------------------|--------------------|---------------------|----------------------------------|
| 第1案 |  <p>【低減案：斜面変状の作用に対して影響を受けにくい構造とする】－組杭基礎基礎＋抑止杭</p> | 94m | R C床版連続 I 桁橋 | 送り出し工法により 施工可能 | 施工可能 (予備検討により確認) | 橋梁維持・管理用施設を設置する 事で、対応可能(検査路等) |
| 第2案 | | | R C床版連続箱桁橋 | " | " | " |
| 第3案 | | | 鋼床版連続 I 桁橋 | " | " | " |
| 第4案 | | | 鋼床版連続箱桁橋 | " | " | " |
| 第5案 | | | ポストテンション方式 2径間連続 P C 箱桁橋 | 張出し架設工法により 施工可能 | " | " |
| 第6案 | | | ポストテンション方式 T ラーメン P C 箱桁橋 | " | " | " |
| 第7案 |  <p>【回避案：斜面変状の影響を受けない位置へ橋台を設置する】－橋長の延伸(A1橋台位置を変更)</p> | 103m | R C床版連続 I 桁橋 | 送り出し工法により 施工可能 | 施工可能 (予備検討により確認) | 橋梁維持・管理用施設を設置する 事で、対応可能(検査路等) |
| 第8案 | | | R C床版連続箱桁橋 | " | " | " |
| 第9案 | | | 鋼床版連続 I 桁橋 | " | " | " |
| 第10案 | | | 鋼床版連続箱桁橋 | " | " | " |
| 第11案 | | | ポストテンション方式 2径間連続 P C 箱桁橋 | 張出し架設工法により 施工可能 | " | " |
| 第12案 | | | ポストテンション方式 T ラーメン P C 箱桁橋 | " | " | " |

*1：架橋位置特有の施工条件で、傾斜地へのベント・支保工の設置がない工法を選定する。

*2：工事着工から、2箇年で供用開始する。施工時温度に制約を受ける工種は、冬期間(11月～3月) 防寒養生を行う。

*3：迂回路がないため、平常時・災害時ともに橋梁の規制は極力避ける。

2. 固有条件（リスク評価と対応方針）

| リスク項目 | 当該橋梁に対するリスクの有無 | リスク発生原因 | リスク発生に至る段階 (施工時、供用後、または両者など) | リスク評価 | | | | 対応方針 | | 引き継ぎ事項 | | | |
|--|----------------|-------------------|---------------------------------|---|-------------|---------------------------|-------------------------|------|---------|-----------------------------------|---|--------------|--|
| | | | | 発生の可能性・頻度 | 工費・工期に与える影響 | | リスク評価 | | 対応段階 | | 対応方法 | 対応費用、その効果 | |
| | | | | | 構造物 | 社会に与える影響 | 基本 | 変更 | | | | | |
| 2.1 標準的な調査設計施工によっても払拭できない不確実性 | | | | | | | | | | | | | |
| (1) 示方書に記載のない事項を採択するにあたって、橋の耐荷性能の観点からの検証 | 無 | 無 | 無 | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| (2) 設計状況として考慮しない状況のうち、津波、断層変位、地盤土砂災害、水害、液状化、噴火 | 有 | 支持地盤の傾斜が想定される急峻地形 | 供用後 | 急峻な地形で橋台位置の支持層深度が変化する地盤であり、地震などによって斜面の崩壊が生ずる可能性がある。 | 小 | 斜面変状に伴う作用力によって下部工に変状が生じる。 | 供用後に斜面変状が生じた場合、通行止めとなる。 | 大 | 小・大＝象限2 | 第1次緊急輸送道路、同規模の迂回路が存在しないため、象限1＝象限2 | 【リスクの回避・低減】 ・回避として斜面変状の影響をうけない箇所に橋台を配置した橋長延伸案 ⇒象限4 ・低減として組杭深礎基礎＋抑止杭とする。 ⇒象限4 形式選定時にリスクの回避・低減を行うことから、詳細設計時に対応することはない。 形式選定時にリスクの回避・低減を行うことから、施工時に対応することはない。 形式選定時にリスクの回避・低減を行うことから、施工時に対応することはない。 【リスクの低減】 低減案の組杭深礎基礎＋抑止杭は、斜面変状を動態観測などによりモニタリングする。 ⇒象限4 | 費用＝小 効果＝大 | 【リスクの低減】 急峻な地形で支持層深度が変化する地盤であり、地震などによって斜面の崩壊が生ずる可能性がある。 リスク低減案の組杭深礎基礎＋抑止杭を選定した場合には、供用後に動態観測などにより斜面変状を行う。 |

| リスク項目 | 当該橋梁に対するリスクの有無 | リスク発生原因 | リスク発生に至る段階 (施工時、主供用後、または両者など) | リスク評価 | | | | 対応方針 | | 引き継ぎ事項 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------|--|----------------------------------|---|--------------------|-------------------|-------------------------|------|--------------|--------|--|--------------|---|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--------------|--|--|--|--|
| | | | | 発生の可能性・頻度 | 工費・工期に与える影響 構造物 | 社会に与える影響 | リスク評価 | | 対応方法 | | 対応費用、その効果 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | 基本 | 変更 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.2.2 橋梁計画の前提条件で、計画時点での限定された情報量等による不確実性 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (1) 地質調査に対する質・量の不足による杭長および橋台高の評価違い | 有 | 河川両岸及び河床のみでの地質調査であるため、支持地盤の傾斜が想定される急峻地形での地質調査量の不足。 | 施工時 | 橋台位置の支持層深度が変化する地盤で詳細な調査結果がないことから、基礎工形状に対する評価違いが起きる可能性がある。 | 大 | 杭長の変更などの対策が必要となる。 | 施工時に対応した場合、道路供用開始が遅延する。 | 小 | 大・小 ＝象限 3 | - | 【リスクの低減】 支持層を安全側に推定することで杭長の見込み違いを低減した。 ⇒象限 4 | 費用＝小 効果＝小 | 【リスクの低減】 河川両岸および河床のみで地質調査を行っているため、杭長に対する評価違いが起きる可能性がある。 詳細設計時には詳細な地質調査を行い杭長や橋台高の見込み違いを低減し、施工時には支持層を確認し杭長および躯体高の変更を行う。 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | 形式選定時 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | 詳細設計時 | | | | | | | | | | | | 費用＝小 効果＝大 | | | | |
| | | | | | | | | | | | 施工時 | | | | | | | | | | | | 費用＝大 効果＝大 | | | | |
| (2) 軟弱地盤の程度や範囲の見立ての不足による軟弱地盤対策の方法や範囲の評価違い ・構造物やその施工に与える影響 ・周辺構造物や家屋等と与える影響 | 無 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 【リスクの低減】 詳細設計時の地質調査を受け施工時に支持層を確認する。支持層の見込み違いが発生した場合は杭長の変更を行う。 ⇒象限 4 | - | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (3) 継続的な協議等、何らかの理由による線形や下部工位置の変更 | 無 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

3. 比較条件の設定

| 項目 | 構造上の配慮事項 | 比較条件の優位性 |
|----------------------------------|--|--|
| 3.1 施工の確実性および容易さ | | |
| (1) 交通への影響を極力小さくするために、規制期間を短縮できる | 本思考実験では検討しない。 | 本思考実験では検討しない。 |
| (2) 架設ヤードなど施工ヤードが小さい | 本橋の架橋位置は急峻地形であり、かつ河川があることから固定支保工は適用できず、適用できる架設工法により施工性に差が生じるため、比較条件とする。 | ○：張出し架設は2径間目の町道から資材供給が可能であり小規模の施工ヤードとなる。 △：送出しは橋台背面に約100m程度の比較的大規模なヤードとなり、先行して橋台背面に構築する必要がある（全体工事工程に制約が生じる）。 |
| (3) 施工時及び供用後の騒音、振動が少ない | 本思考実験では検討しない。 | 本思考実験では検討しない。 |
| 3.2 維持管理の確実性および容易さ | | |
| (1) 支承数による点検の容易さ | 災害時等に速やかな交通確保を行うために支承の健全性の点検や補修が必要であるが、桁形式により点検や補修の必要性が生じる支承数に差が生じるため、比較条件とする。 | ○：相対的に支承数が少ない箱桁やラーメン桁 △：相対的に支承数が多い鉸桁 |
| (2) 床版補修・取替えが容易に可能な構造 | 床版の構造形式により、材料劣化や疲労耐久性の低下に伴う補修・取替えが生じる可能性や施工性の難易度に差が生じるため、比較条件とする。 | ○：鋼床版の補修は縦リブの溶接部など現道交通への影響が比較的軽微。PCコンクリート桁はW/Cが低く耐久性が高いため取替えの事例がない。（北海道実績） △：合成桁は床版取替え時に主桁補強や床版支持の縦桁などが必要となる可能性がある。 |
| 3.3 構造上の補完性・代替性 | | |
| (1) 崩壊など橋の致命的な状態の回避 | 地震等によって想定を超える作用が生じた場合に、橋の構造形式により致命的な損傷（落橋など）に至る可能性に差が生じるため、比較条件とする。 | ○：ラーメン構造は、橋台による支持機能が低下した場合でも落橋などの致命的な損傷に至る可能性が低い。 △：桁橋構造は、橋台による支持機能が低下した場合には落橋などの致命的な損傷に至る可能性がある。 |
| (2) 橋の機能の回復が困難となる可能性 | 地震等による被災時に、機能回復の難易度に差が生じるため、比較条件とする。 | ○：桁橋構造の上下部接合部は、支承の交換となるため相対的に難易度は低い。 △：ラーメン構造は、柱頭部に損傷が生じた場合、座屈した鉄筋の復旧の難易度は高い。 |

注 優劣を○△×の順で評価

◆比較条件の要点

本橋は第1次緊急輸送路で同規模の迂回路が存在しない路線の位置付けの中で、急峻地形に対する斜面変状のリスクがある橋梁であることから、比較条件のうち、(1) 崩壊など橋の致命的な状態の回避 を最も重要視する比較条件とする。

4. 構造特徴表

| 構造形式 | | 構造の特徴 | | | | |
|------|-----------|-----------|--|---------------------------|---|--|
| | | 力学的な構造の特徴 | 道示に記載のない技術の特徴と検証が必要事項 | 施工工程、施工スペース、資機材など施工に関わる特徴 | 補修補強等のための近接性に関する特徴 | |
| 鋼橋 | プレートガーダー系 | 連続I桁橋 | I形断面の主桁を幅員に応じて並列に配置する構造である。主桁を複数の主桁で連結し、荷重を複数の主桁で負担する。また、主桁の横倒れや、風や地震などの水平方向の荷重に抵抗できるように対傾構や横構を配置する。 床版は、RC床版、鋼コンクリート合成床版、PC床版などがあり、鋼桁で支持される。 | 道示に記載のない見込み。 | 支間割に対しての適用性（構造の成立性）が過去の実績から高いと判断できる。曲線に対しては主桁を直線配置し床版の張出量による調整、または曲線桁による対応が可能である。 ベントの設置が困難であるため、主桁を背面の道路上で組立て、橋軸方向に送り出して据え付ける送出し工法による架設とする。 | 床版への近接には上部工検査路、 支承部への近接には下部工検査路を設置し、主桁端部に切欠きを設け下部工上での横断方向への横移動を可能とする。 |
| | | 連続箱桁橋 | 上フランジ・下フランジとウェーブで囲まれた箱形断面の主桁を並列に配置する構造である。曲げ剛性及びねじり剛性が高いことから、長支間の橋や曲線橋への適用性が高い。 床版は、RC床版、鋼コンクリート合成床版、PC床版などがあり鋼桁で支持される。 | 今回は生じない見込み。 | 支間割に対しての適用性（構造の成立性）が過去の実績から高いと判断できる。曲線に対しては主桁を直線配置し床版の張出量による調整、または曲線桁による対応が可能である。 ベントの設置が困難であるため、主桁を背面の道路上で組立て、橋軸方向に送り出して据え付ける送出し工法による架設とする。 | 床版への近接には上部工検査路、 支承部への近接には下部工検査路を設置し、主桁端部に切欠きを設け下部工上での横断方向への横移動を可能とする。 |
| | 鋼橋 | 連続I桁橋 | I形断面の主桁を幅員に応じて並列に配置する構造である。主桁を複数の主桁で連結し、荷重を複数の主桁で負担する。また、主桁の横倒れや、風や地震などの水平方向の荷重に抵抗できるように対傾構や横構を配置する。 床版は鋼板の下面を縦リブと横リブで補剛した構造であり、床版としての機能に加えて桁の上フランジの機能も期待する構造である。 | 今回は生じない見込み。 | 支間割に対しての適用性（構造の成立性）が過去の実績から高いと判断できる。曲線に対しては主桁を直線配置し床版の張出量による調整、または曲線桁による対応が可能である。 ベントの設置が困難であるため、主桁を背面の道路上で組立て、橋軸方向に送り出して据え付ける送出し工法による架設とする。 | 床版への近接には上部工検査路、 支承部への近接には下部工検査路を設置し、主桁端部に切欠きを設け下部工上での横断方向への横移動を可能とする。 |
| | | 連続箱桁橋 | 上フランジ・下フランジとウェーブで囲まれた箱形断面の主桁を並列に配置する構造である。曲げ剛性及びねじり剛性が高いことから、長支間の橋や曲線橋への適用性が高い。 床版は鋼板の下面を縦リブと横リブで補剛した構造であり、床版としての機能に加えて桁の上フランジの機能も期待する構造である。 | 今回は生じない見込み。 | 支間割に対しての適用性（構造の成立性）が過去の実績から高いと判断できる。曲線に対しては主桁を直線配置し床版の張出量による調整、または曲線桁による対応が可能である。 ベントの設置が困難であるため、主桁を背面の道路上で組立て、橋軸方向に送り出して据え付ける送出し工法による架設とする。 | 床版への近接には上部工検査路、 支承部への近接には下部工検査路を設置し、主桁端部に切欠きを設け下部工上での横断方向への横移動を可能とする。 |

| 構造形式 | 構造の特徴 | | | |
|------------------|---------------------------|---|---|---|
| | 力学的な構造の特徴 | 道示に記載のない技術の特徴と検証が必要事項 | 施工工程、施工スペース、資機材など施工に関わる特徴 | 補修補強等のための近接性に関わる特徴 |
| コンクリート橋 場所打ち桁 | ポストテンション方式 2径間連続PC箱桁橋 | 箱桁橋は、上床版・下床版とウェブから構成された断面形状を有し、上・下床版で曲げモーメントによる圧縮応力に抵抗できること、PC鋼材など補強材の配置が容易であること、また、ねじり剛性が大きく荷重分配が良好であるなどの断面特性を有し、曲線桁への適用性も高い。 | 支間割に対しての適用性（構造の成立性）は、過去の実績から高いと判断できる。曲線に対しては主桁を直線配置し床版の張出量による調整、または曲線桁による対応が可能である。 ベントの設置が困難であるため、カンチレバー工法による架設とする。なお、柱頭部(12m)は、ブラケット支持工、桁端部（10m程度）は、吊り支保工により施工する。 | 下床版に検査孔を設けることで、箱桁内へ近接する。桁内の移動は、中間横桁・中間支点横桁に開口を設けることで対応する。 張出しスラブや下床版下面については、あらかじめ吊足場設置のためのアンカーを設置し、近接可能とする。 支承部への近接には下部工検査路を設置する。 |
| | ポストテンション方式 TラマーメンPC箱桁橋 | 箱桁橋は、上床版・下床版とウェブから構成された断面形状を有し、上・下床版で曲げモーメントによる圧縮応力に抵抗できること、PC鋼材など補強材の配置が容易であること、また、ねじり剛性が大きく荷重分配が良好であるなどの断面特性を有し、曲線桁への適用性も高い。 ラマーメン橋であるため、中間橋脚について支承が不要となる。また、橋軸方向の地震時の曲げモーメントが低減できる可能性がある。 不静定構造であるため、一部の部材が損傷した場合にも構造物が不安定状態となる可能性が低い。 | 支間割に対しての適用性（構造の成立性）は、過去の実績から高いと判断できる。曲線に対しては主桁を直線配置し床版の張出量による調整、または曲線桁による対応が可能である。 ベントの設置が困難であるため、カンチレバー工法による架設とする。なお、柱頭部(12m)は、ブラケット支持工、桁端部（10m程度）は、吊り支保工により施工する。 | 下床版に検査孔を設けることで、箱桁内へ近接する。桁内の移動は、中間横桁・中間支点横桁に開口を設けることで対応する。 張出しスラブや下床版下面については、あらかじめ吊足場設置のためのアンカーを設置し、近接可能とする。 支承部への近接には下部工検査路を設置する。 |

概略設計を行う比較案を抽出するために、m²単価などの概算単価を用いて事業費を算出

概略設計を行う比較案を抽出するために、m²単価などの概算単価を用いて事業費を算出

概略設計を行う比較案を抽出するために、m²単価などの概算単価を用いて事業費を算出

5.2 概略設計による経済性、固有条件の事業費比較

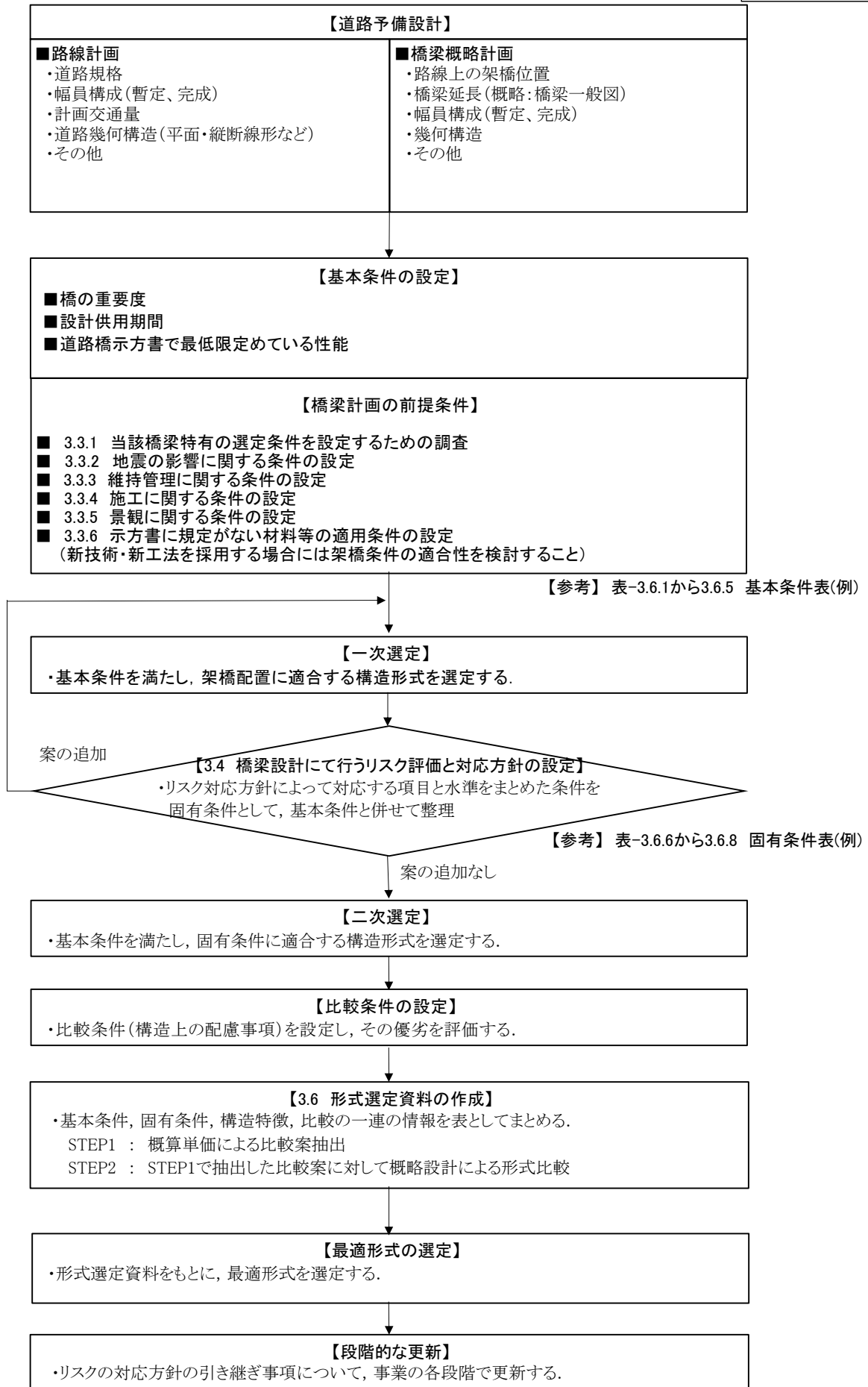
5.1で抽出した比較案に対して概略設計を行い、事業費の精度を上げて形式比較

| 経済性 | | 斜面変状リスクの低減案（植根深掘+抑止杭） | | | | 斜面変状リスクの回避案（橋長延伸） | | | | | |
|-----------|----------------|-----------------------------------|---------|-------------------|---------|-------------------|-------------|-------------------|-------------|--|--|
| | | 第1案 | | 第6案 | | 第7案 | | 第12案 | | | |
| | | 2径間連続鋼鉄桁橋 | | ポストテンション方式ラーメン代橋桁 | | 2径間連続鋼鉄桁橋 | | ポストテンション方式ラーメン代橋桁 | | | |
| 初期建設費 | 上部工 | 橋長 | 94.0m | 橋長 | 94.0m | 橋長 | 103.0m | 橋長 | 103.0m | | |
| | | 支間割 | 2@46.0m | 支間割 | 2@46.0m | 支間割 | 55.0m+46.0m | 支間割 | 55.0m+46.0m | | |
| | | 費用(千円) | 274,000 | 費用(千円) | 303,000 | 費用(千円) | 307,000 | 費用(千円) | 339,000 | | |
| | | 工期 | 8ヶ月 | 工期 | 8ヶ月 | 工期 | 8ヶ月 | 工期 | 8ヶ月 | | |
| | | 製作費、橋面工 | | | | | | | | | |
| | 下部工 | 架設費 | 71,000 | | 79,000 | | 80,000 | | 88,000 | | |
| | | 躯体費 | 67,000 | | 70,000 | | 66,000 | | 69,000 | | |
| | | 仮設費(土工費) | 10,000 | | 10,000 | | 9,000 | | 10,000 | | |
| | | 工期 | 1ヶ月 | 工期 | 1ヶ月 | 工期 | 1ヶ月 | 工期 | 1ヶ月 | | |
| | | 基礎工 | 114,000 | | 119,000 | | 113,000 | | 119,000 | | |
| 維持管理費 | 好養工(抑止杭) | 費用 | 40,000 | 費用 | 40,000 | 費用 | | 費用 | | | |
| | | 工期 | 2ヶ月 | 工期 | 2ヶ月 | 工期 | | 工期 | | | |
| | | 小計 | 576,000 | 小計 | 621,000 | 小計 | 575,000 | 小計 | 625,000 | | |
| | | 塗装塗替 2回 (45年毎) | 55,000 | | 0 | | 59,000 | | 0 | | |
| | | 伸縮装置交換 3回 (30年毎) | 29,000 | | 29,000 | | 29,000 | | 29,000 | | |
| | 定期点検 20回 (5年毎) | 補装・防水層 3回 (30年毎) | 77,000 | | 77,000 | | 85,000 | | 85,000 | | |
| | | 定期点検 20回 (5年毎) | 20,000 | | 20,000 | | 20,000 | | 20,000 | | |
| | | 小計 | 181,000 | | 126,000 | | 193,000 | | 134,000 | | |
| | | 費用 | 757,000 | 費用 | 747,000 | 費用 | 768,000 | 費用 | 759,000 | | |
| | | 工期 | 24ヶ月 | 工期 | 24ヶ月 | 工期 | 22ヶ月 | 工期 | 22ヶ月 | | |
| 費用や工期のリスク | 要因 | 設計で想定していない斜面変状に対する動態観測などのモニタリング費用 | | | - | | | - | | | |
| | | リスク | - | | | - | | | - | | |
| | | 詳細設計時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 施工時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 使用後(100年) | - | | | - | | | - | | |
| | 費用や工期のリスクその2 | 要因 | - | | | - | | | - | | |
| | | リスク | - | | | - | | | - | | |
| | | 詳細設計時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 施工時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 使用後 | - | | | - | | | - | | |
| 事業費(予測) | 最小(経済性のみ) | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | | 詳細設計時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 施工時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 使用後 | - | | | - | | | - | | |
| | | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | 最大(経済性+固有条件) | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | | 詳細設計時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 施工時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 使用後 | - | | | - | | | - | | |
| | | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| 比較条件 | 最小(経済性) | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | | 詳細設計時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 施工時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 使用後 | - | | | - | | | - | | |
| | | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | 最大(経済性+固有条件) | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | | 詳細設計時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 施工時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 使用後 | - | | | - | | | - | | |
| | | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| 事業費(予測) | 最小(経済性) | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | | 詳細設計時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 施工時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 使用後 | - | | | - | | | - | | |
| | | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | 最大(経済性+固有条件) | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | | 詳細設計時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 施工時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 使用後 | - | | | - | | | - | | |
| | | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| 比較条件 | 最小(経済性) | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | | 詳細設計時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 施工時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 使用後 | - | | | - | | | - | | |
| | | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | 最大(経済性+固有条件) | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | | 詳細設計時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 施工時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 使用後 | - | | | - | | | - | | |
| | | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| 事業費(予測) | 最小(経済性) | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | | 詳細設計時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 施工時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 使用後 | - | | | - | | | - | | |
| | | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | 最大(経済性+固有条件) | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | | 詳細設計時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 施工時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 使用後 | - | | | - | | | - | | |
| | | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| 比較条件 | 最小(経済性) | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | | 詳細設計時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 施工時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 使用後 | - | | | - | | | - | | |
| | | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | 最大(経済性+固有条件) | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | | 詳細設計時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 施工時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 使用後 | - | | | - | | | - | | |
| | | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| 事業費(予測) | 最小(経済性) | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | | 詳細設計時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 施工時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 使用後 | - | | | - | | | - | | |
| | | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | 最大(経済性+固有条件) | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | | 詳細設計時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 施工時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 使用後 | - | | | - | | | - | | |
| | | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| 比較条件 | 最小(経済性) | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | | 詳細設計時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 施工時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 使用後 | - | | | - | | | - | | |
| | | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | 最大(経済性+固有条件) | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | | 詳細設計時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 施工時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 使用後 | - | | | - | | | - | | |
| | | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| 事業費(予測) | 最小(経済性) | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | | 詳細設計時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 施工時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 使用後 | - | | | - | | | - | | |
| | | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | 最大(経済性+固有条件) | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | | 詳細設計時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 施工時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 使用後 | - | | | - | | | - | | |
| | | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| 比較条件 | 最小(経済性) | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | | 詳細設計時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 施工時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 使用後 | - | | | - | | | - | | |
| | | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | 最大(経済性+固有条件) | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | | 詳細設計時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 施工時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 使用後 | - | | | - | | | - | | |
| | | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| 事業費(予測) | 最小(経済性) | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | | 詳細設計時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 施工時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 使用後 | - | | | - | | | - | | |
| | | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | 最大(経済性+固有条件) | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | | 詳細設計時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 施工時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 使用後 | - | | | - | | | - | | |
| | | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| 比較条件 | 最小(経済性) | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | | 詳細設計時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 施工時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 使用後 | - | | | - | | | - | | |
| | | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | 最大(経済性+固有条件) | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | | 詳細設計時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 施工時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 使用後 | - | | | - | | | - | | |
| | | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| 事業費(予測) | 最小(経済性) | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | | 詳細設計時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 施工時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 使用後 | - | | | - | | | - | | |
| | | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | 最大(経済性+固有条件) | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | | 詳細設計時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 施工時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 使用後 | - | | | - | | | - | | |
| | | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| 比較条件 | 最小(経済性) | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | | 詳細設計時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 施工時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 使用後 | - | | | - | | | - | | |
| | | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | 最大(経済性+固有条件) | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | | 詳細設計時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 施工時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 使用後 | - | | | - | | | - | | |
| | | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| 事業費(予測) | 最小(経済性) | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | | 詳細設計時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 施工時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 使用後 | - | | | - | | | - | | |
| | | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | 最大(経済性+固有条件) | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | | 詳細設計時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 施工時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 使用後 | - | | | - | | | - | | |
| | | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| 比較条件 | 最小(経済性) | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | | 詳細設計時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 施工時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 使用後 | - | | | - | | | - | | |
| | | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | 最大(経済性+固有条件) | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | | 詳細設計時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 施工時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 使用後 | - | | | - | | | - | | |
| | | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| 事業費(予測) | 最小(経済性) | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | | 詳細設計時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 施工時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 使用後 | - | | | - | | | - | | |
| | | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | 最大(経済性+固有条件) | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | | 詳細設計時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 施工時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 使用後 | - | | | - | | | - | | |
| | | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| 比較条件 | 最小(経済性) | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | | 詳細設計時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 施工時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 使用後 | - | | | - | | | - | | |
| | | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | 最大(経済性+固有条件) | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | | 詳細設計時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 施工時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 使用後 | - | | | - | | | - | | |
| | | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| 事業費(予測) | 最小(経済性) | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | | 詳細設計時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 施工時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 使用後 | - | | | - | | | - | | |
| | | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | 最大(経済性+固有条件) | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | | 詳細設計時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 施工時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 使用後 | - | | | - | | | - | | |
| | | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| 比較条件 | 最小(経済性) | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | | 詳細設計時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 施工時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 使用後 | - | | | - | | | - | | |
| | | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | 最大(経済性+固有条件) | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | | 詳細設計時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 施工時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 使用後 | - | | | - | | | - | | |
| | | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| 事業費(予測) | 最小(経済性) | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | | 詳細設計時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 施工時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 使用後 | - | | | - | | | - | | |
| | | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | 最大(経済性+固有条件) | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | | 詳細設計時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 施工時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 使用後 | - | | | - | | | - | | |
| | | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| 比較条件 | 最小(経済性) | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | | 詳細設計時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 施工時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 使用後 | - | | | - | | | - | | |
| | | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | 最大(経済性+固有条件) | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | | 詳細設計時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 施工時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 使用後 | - | | | - | | | - | | |
| | | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| 事業費(予測) | 最小(経済性) | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | | 詳細設計時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 施工時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 使用後 | - | | | - | | | - | | |
| | | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | 最大(経済性+固有条件) | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | | 詳細設計時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 施工時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 使用後 | - | | | - | | | - | | |
| | | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| 比較条件 | 最小(経済性) | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | | 詳細設計時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 施工時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 使用後 | - | | | - | | | - | | |
| | | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | 最大(経済性+固有条件) | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | | 詳細設計時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 施工時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 使用後 | - | | | - | | | - | | |
| | | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| 事業費(予測) | 最小(経済性) | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | | 詳細設計時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 施工時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 使用後 | - | | | - | | | - | | |
| | | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | 最大(経済性+固有条件) | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | | 詳細設計時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 施工時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 使用後 | - | | | - | | | - | | |
| | | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| 比較条件 | 最小(経済性) | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | | 詳細設計時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 施工時 | - | | | - | | | - | | |
| | | 使用後 | - | | | - | | | - | | |
| | | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | 最大(経済性+固有条件) | 費用や工期のリスク | - | | | - | | | - | | |
| | | 詳細設計時 | | | | | | | | | |

6. 段階的な更新

現時点では、①形式選定時における各時点の対応方針を記載している。②詳細設計時には、①形式選定時に決定した対応方針の履行が基本となるが、履行できなかった場合は、その後の事業段階において対応方針が変更となることから、対応方針の再検討を行い更新すること。

| | 対応方針 | | | |
|--------|-------|--|-------------------------------------|-----|
| | 形式選定時 | 詳細設計時 | 施工時 | 供用後 |
| ①形式選定時 | | 詳細な地質調査を実施して支持層深度を把握し、条件の精度を確保して設計すること で杭長の見込み違いを低減する。 ⇒象限 4 | 詳細設計時の地質調査を受け施工時に支持層を確認する。 ⇒象限 4 | — |
| ②詳細設計時 | | | | |
| ③施工時 | | | | |
| 事業段階 | | | | |



1. 基本条件
1.1 橋梁計画の前提条件

| 項目 | 設計条件 | 橋の形式選定での配慮 |
|-----------------|--|---|
| 1.1.1 橋の重要度 | (1) 社会・経済活動上の位置づけ (2) 防災計画上の位置付け (3) 路線の代替性 (4) 耐震設計上の橋の重要度 | (1) ～(3) に対して、第1次緊急輸送であること、また同規模の迂回路が存在しないことから、平常時・災害時ともに橋梁の規制は極力避ける。ただし、点検や修繕のために予め計画した短期間の交通規制（片側交互通行）は許容する。 - - - |
| 1.1.2 設計供用期間 | 100年 | - |
| 1.1.3 架橋位置特有の条件 | | |
| (1) 路線条件 | 1) 交通状況（将来交通量，大型車交通量など） 2) 将来計画（拡幅予定，付属施設の設置など） 3) 交差物件 4) 路線上の架橋位置 | 将来交通量 7,800台/日 大型車交通量 2,000台/日以上 将来計画なし 鉄道（将来計画なし） 橋梁計画のコントロールポイント 鉄道を跨ぐ橋長計画とする。 ・市街化が将来的に進んだ場合は，交差する新たな路線を計画するリスクあり 平面線形は以下のコントロールポイントを避けて決定しており，橋梁位置でのルート変更は困難。 ・架橋位置から起点側約300m，終点側約300mまでは道路改良済み 橋台位置は，橋梁の維持管理上必要な桁下余裕高として，桁下から地上まで2.0mを確保。 |

| 項目 | 設計条件 | 橋の形式選定での配慮 | |
|------------|---|---|---|
| (2) 自然環境条件 | 1) 腐食環境 (地理的条件, 飛来塩分など) 2) 気象条件 (温度, 積雪, 降雨量, 風況など) 3) 地形・地質条件 (軟弱地盤, 液状化が生じる地盤, 斜面崩壊などの発生, 断層など) 4) 地盤変動 5) 河相 (流況, 過去の流心や河床の変動など) 6) 地下水 (水位, 地質など) 7) 気象などの過去の記録 (過去の地震, 津波遡上高さなど) | 太平洋沿岸部で2kmを超える地域 (太平洋から100km超) 普通地域 平地部橋梁 平地部橋梁 交差する河川はなし 地下水位は支持層位置 近傍で大規模な地震履歴はなし | 鋼橋は耐候性鋼材仕様を基本とする。 - |

| 項目 | 設計条件 | 橋の形式選定での配慮 |
|------------------|---|---|
| 1.1.4 維持管理に関する条件 | 迂回路なし | 同規模の迂回路が存在しないことから、平常時・災害時ともに橋梁の規制は極力避ける。ただし、点検や修繕のために予め計画した短期間の交通規制（片側交互通行）は許容する。緊急時における車両の通行を可能とするために、段差防止構造を設置。 |
| | 迂回路の建築限界と桁下との離隔は0.8m以上確保 | 上部工及び下部工検査路の設置。桁端部に維持管理スペースの確保。 |
| | 通常時 近接目視による5年ごとの定期点検 緊急時 遠望及び近接目視 | 近接目視点検は片側交互通行による交通規制。 |
| | 点検時などの維持管理の近接性 | 第1次緊急輸送道路であるため、近接困難な部位をできるだけ少なくする。 上部工及び下部工検査路、吊足場設置用の吊金具の設置。 |
| | 支承部の近接性 | 第1次緊急輸送道路であるため、上部工及び下部工検査路の設置。桁下高及び支承取替時のジャッキアップスペースの確保。 |
| | 検査路からの接近が可能 | - |
| | 積雪寒冷地ではない | - |
| | 上部構造：更新計画なし 支承構造：更新計画なし 下部構造：更新計画なし | 伸縮装置・舗装・防水層（耐久期間30年） |
| 1.1.5 施工に関する条件 | 施工工期の設定 | - |
| | 上部工架設はき電停止中に実施。 | 送出し工法・押出し工法、クレーン架設工法を採用する。 |
| 1.1.6 景観に関する条件 | 景観性（デザイン）への配慮 | 当該橋梁にはシンボルとしての役割は考慮しない。 |

1.2 要求性能

| 項目 | 設計条件 | 橋の形式選定での配慮 |
|--|-----------------------------------|--|
| <p>1.2.1 道路橋示方書で最低限定めている性能</p> <p>(1) 耐荷性能</p> <p>(2) 耐久性能</p> | <p>橋の耐荷性能 2</p> <p>設計耐久期間100年</p> | <p>伸縮装置や支承などの供用期間中の維持管理行為による補修や部材等の更新を前提とする部材については、100年を超えない範囲で設定。</p> |


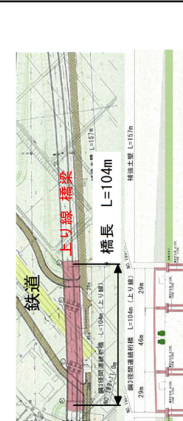
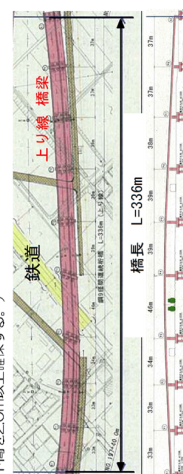
【一次選定】

基本条件を満たし、架橋配置に適合する構造形式を選定する。

(1) 橋台位置（橋長）の検討

- 橋の橋台位置の案として、道路予備設計で設定された架橋位置で、基本条件に適合する橋台位置を設定する。
- 基本条件の1.1.3_(1)_(3) 交差物件より、鉄道を跨ぐよう配置する。また、基本条件1.1.3_4)路線上の架橋位置より、最小の桁下空間を2.0m以上確保できる位置とする
- 橋台位置は、総工事費（上部工費、下部工費、土工費、舗装など）の「トータルコスト」を予備検討により算定し決定した。

【橋台位置の検討例】

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----|-----|-----|-----|------|------|------|--|-----|-----|-----|-----|------|------|--|---|-----|-----|-----|-----|------|------|--|
| CASE1：橋長 L=48.0m 鉄道線路のみを橋梁化する橋台位置の案（最短橋長案） | | | | | | | | CASE2：橋長 L=104.0m 付替道路を橋梁下に設けられる橋台位置の案 | | | | | | | | CASE3：橋長 L=336.0m 盛土を最小とした橋台位置を設定した案（最短橋長案） | | | | | | | |
| ・鉄道交差部のみを橋梁とする。 | | | | | | | | ・鉄道交差部と市道交差部2箇所を橋梁とする。 | | | | | | | | ・盛土を最小とする橋台位置を設定した橋梁とする。 （桁下高を2.0m以上確保する。） | | | | | | | |
|  | | | | | | | |  | | | | | | | |  | | | | | | | |
| ・橋梁工事費（単位：百万円） | | | | | | | | ・橋梁工事費（単位：百万円） | | | | | | | | ・橋梁工事費（単位：百万円） | | | | | | | |
| 上部工 | 下部工 | 仮設工 | 擁壁工 | 架梁工 | 地盤改良 | 総工事費 | | 上部工 | 下部工 | 仮設工 | 擁壁工 | 架梁工 | 地盤改良 | 総工事費 | | 上部工 | 下部工 | 仮設工 | 擁壁工 | 架梁工 | 地盤改良 | 総工事費 | |
| 511 | 129 | | 12 | 247 | 143 | 59 | 1101 | 668 | 234 | 12 | 183 | 114 | 0 | 1211 | | 1328 | 501 | 12 | 0 | 0 | 0 | 1841 | |

(2) 支間割りの検討

- (1) で設定された橋長に対して、基本条件に適合する支間割りを設定する。
- 考えられる支間割は、調査条件から1径間案を採用する。

(3) 基本条件を満たす架橋配置の検討

- (1) および (2) の検討結果から選定された、架橋配置を図1に示す。

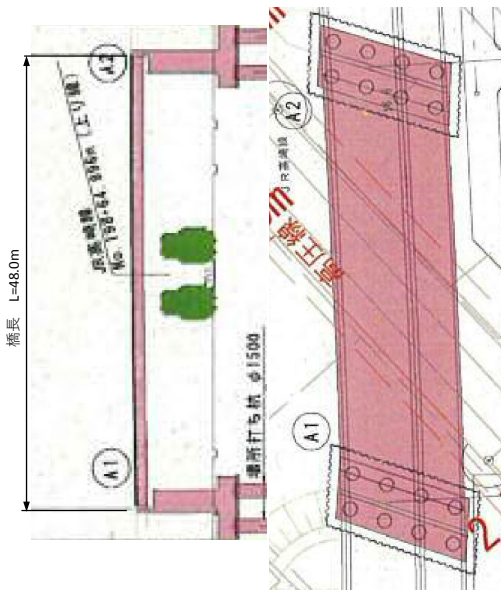


図1 架橋配置の検討結果

(4) 基本条件および架橋配置に適合する構造形式の選定

- (3) で設定された架橋配置に適合する構造形式を、表1に示す。

表1 基本条件、架橋配置に適合する構造形式

| 第1案 | 構造形式 | | 桁高制限 ^{*1} | 施工工期の制約 ^{*2} | 維持管理に関する条件 ^{*3} |
|-----|--------------|--------------|--------------------|-----------------------|------------------------------|
| | 単純鋼桁橋 (RC床版) | 単純鋼桁橋 (RC床版) | | | |
| 第2案 | 単純鋼桁橋 (RC床版) | 単純鋼桁橋 (RC床版) | 適用可能 | 送出し架設工法により施工可能 | 橋梁維持・管理用施設を設置する事で、対応可能(検査路等) |
| 第3案 | 単純鋼桁橋 (RC床版) | 単純鋼桁橋 (RC床版) | 適用可能 | 適用可能 | 適用可能 |
| 第4案 | 単純鋼桁橋 (RC床版) | 単純鋼桁橋 (RC床版) | 適用可能 | 適用可能 | 適用可能 |
| 第5案 | 単純鋼桁橋 (RC床版) | 単純鋼桁橋 (RC床版) | 適用可能 | 適用可能 | 適用可能 |
| 第6案 | 単純鋼桁橋 (RC床版) | 単純鋼桁橋 (RC床版) | 適用可能 | 適用可能 | 適用可能 |
| 第7案 | 単純鋼桁橋 (RC床版) | 単純鋼桁橋 (RC床版) | 適用可能 | 適用可能 | 適用可能 |

*1：道路縦断勾配および鉄道建築限界を満足し、かつ、桁下の維持管理余裕高を確保できる桁高2.4m 以下となる形式を選定する。

*2：き電停止中(3 時間)以内に架設可能な形式を選定する。鋼橋については、送り出し架設 (押し出し架設) 、クレーン一括架設が可能、鉄道上の架設工法として、実績、経済性から一般に送り出し架設が優れる。コンクリート橋については、支保工架設は3 時間での支保工設備の設置撤去が困難、架設桁架設は3 時間での架設桁設備の設置撤去が困難、送り出し架設 (押し出し架設) は送り出し速度が遅く3 時間での架設が困難、クレーン一括架設は桁重量が重く困難となる。

*3：迂回路がないため、平常時・災害時ともに橋梁の規制は極力避ける。

【交差道路新設のリスクに対する対応】

交差道路の新設に対するリスク評価は、象限1であるため、象限2以下とするための対応方法を検討する。

交差道路の新設に対するリスクの対応方法について、『2. 固有条件（リスク評価と対応方針）』に基づき、【低減案：中間橋長案、および最長橋長案】について検討する。

【リスクの低減案】

・ 中間橋長案：交差する市道部も高架区間として検討する。

・ 最長橋長案：基本条件1.1.3_4)路線上の架橋位置より、最小の桁下空間を2.0m以上確保できる位置として検討する。

(1) 橋長の検討

- ・ 中間橋長案については、一次選定のCASE2とする。
- ・ 最長橋長案については、一次選定のCASE3とする。
- ・ 橋台位置は、総工事費（上部工費、下部工費、土工費〔擁壁、盛土、舗装など〕のトータルコスト）を予備検討により算定し決定している。

(2) 橋脚位置（支間割）の検討

(1) で設定された橋長に対して、基本条件に適合する橋脚位置を設定する。
基本条件の1.1.3_(1)_(3) 交差物件より、鉄道および市道を避けた橋脚位置を設定する。
支間割は、複数の案が考えられるため、総工事費（上部工費、下部工費、土工費〔擁壁、盛土、舗装など〕のトータルコスト）を予備検討により算定しを採用する支間割を決定した。

(3) 基本条件を満たす架橋配置の検討

- (1) および (2) の検討結果から選定された、架橋配置を図3および図4に示す。

【中間橋長案】

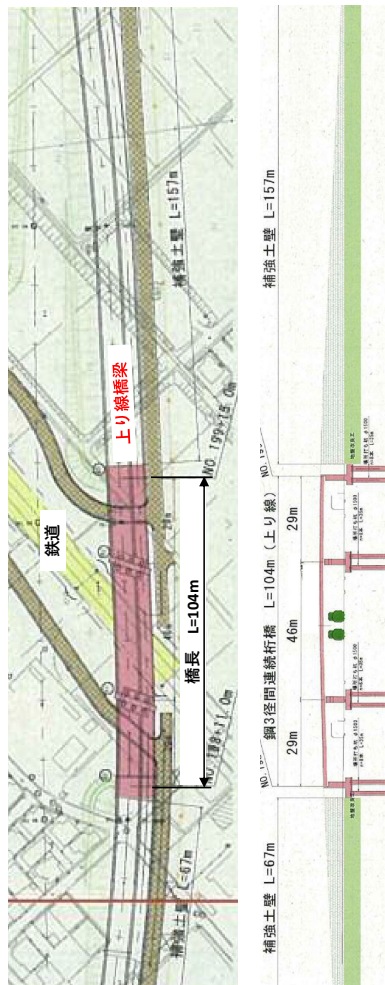


図3 架橋配置の検討結果（低減案：中間橋長案）

【最長橋長案】



図4 架橋配置の検討結果（低減案：最長橋長案）

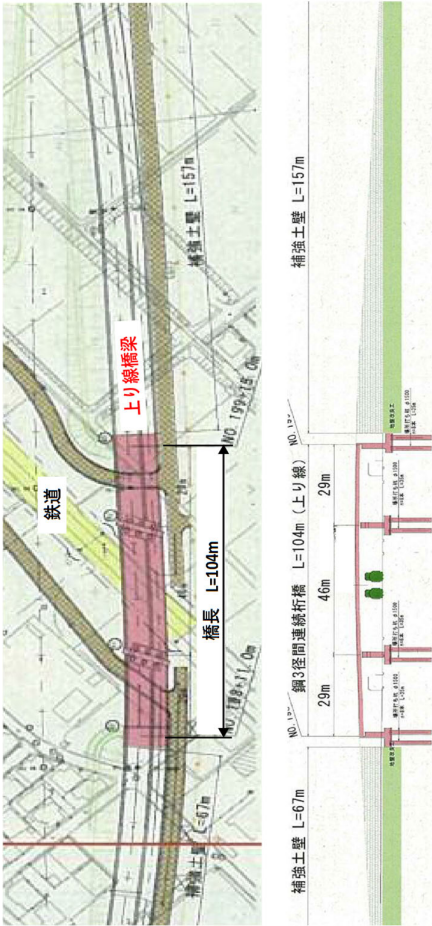
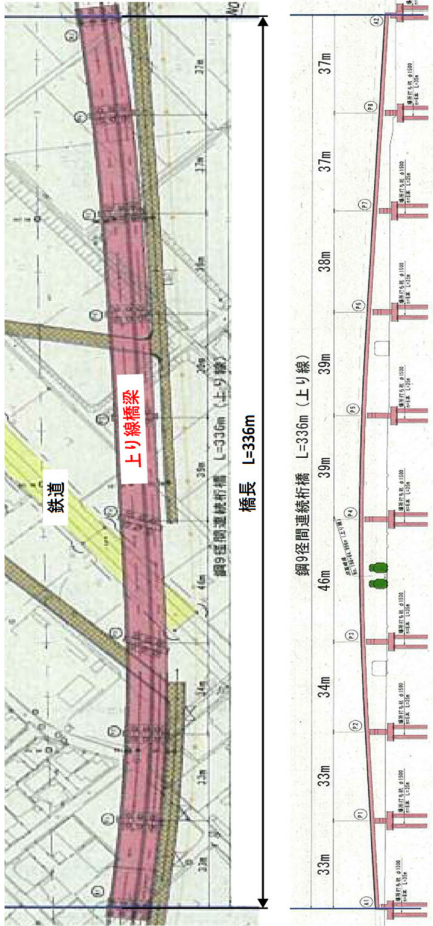
【二次選定】

基本条件を満たし、固有条件に適合する構造形式を選定する。

基本条件、固有条件（リスク評価と対応方針）、架橋配置に適合する構造形式を選定する。

『2. 固有条件（リスク評価と対応方針）』で、リスク評価が象限1であった斜面変状のリスクに対する対応方法を踏まえ、基本条件、架橋配置に適合する構造形式を選定した。

表2 基本条件、固有条件、架橋配置に適合する構造形式

| | 斜面変状のリスクに対する対応方法 | 橋 長 | 構造形式 | 桁高制限 ^{*1} | 施工工期の制約 ^{*2} | 維持管理に関する条件 ^{*3} |
|------|---|------|--------------------|--------------------|-----------------------|------------------------------|
| 第1案 | <p>【低減案：中間橋長案】</p>  | 104m | 3径間連続鋼桁橋 (RC床版) | 適用可能 | 送出し架設工法により施工可能 | 橋梁維持・管理用施設を設置する事で、対応可能(検査路等) |
| 第2案 | | | 3径間連続鋼桁橋 (RC床版) | " | " | " |
| 第3案 | | | 3径間連続鋼床版版桁橋 | " | " | " |
| 第4案 | | | 3径間連続鋼床版版桁橋 | " | " | " |
| 第5案 | | | 3径間連続鋼版桁橋 (合成床版) | " | " | " |
| 第6案 | | | 3径間連続開断面箱桁橋 (合成床版) | " | " | " |
| 第7案 | | | 3径間連続鋼細幅箱桁橋 (合成床版) | " | " | " |
| 第8案 | <p>【低減案：最長橋長案】</p>  | 336m | 9径間連続鋼桁橋 (RC床版) | 適用可能 | 送出し架設工法により施工可能 | 橋梁維持・管理用施設を設置する事で、対応可能(検査路等) |
| 第9案 | | | 9径間連続鋼桁橋 (RC床版) | " | " | " |
| 第10案 | | | 9径間連続鋼床版版桁橋 | " | " | " |
| 第11案 | | | 9径間連続鋼床版版桁橋 | " | " | " |
| 第12案 | | | 9径間連続鋼桁橋 (合成床版) | " | " | " |
| 第13案 | | | 9径間連続開断面箱桁橋 (合成床版) | " | " | " |
| 第14案 | | | 9径間連続鋼細幅箱桁橋 (合成床版) | " | " | " |

*1：道路縦断勾配および鉄道建築限界を満足し、かつ、桁下の維持管理余裕高を確保できる桁高2.4m以下となる形式を選定する。

*2：き電停止中(3時間)以内に架設可能な形式を選定する。鋼橋については、送り出し架設(押し出し架設)、クレーン一括架設が可能。鉄道上の架設工法として、実橋、経済性から一般に送り出し架設が優れる。コンクリート橋については、支保工架設は3時間での支保工設備の設置撤去が困難、架設桁架設は3時間での架設桁設備の設置撤去が困難、送り出し架設(押し出し架設)は送り出し速度が遅く3時間での架設が困難、クレーン一括架設は桁重量が重く困難となる。

*3：迂回路がないため、平常時・災害時ともに橋梁の規制は極力避ける。

2. 固有条件（リスク評価と対応方針）

| リスク項目 | 当該橋梁に対するリスクの有無 | リスク発生原因 | リスク発生に至る段階 (施工時、供用後、または両者など) | リスク評価 | | | | 対応方針 | | | 引き継ぎ事項 |
|--|----------------|-----------|---------------------------------|-----------|-------------|----------|-------|------|------|---------------|--------|
| | | | | 発生の可能性・頻度 | 工費・工期に与える影響 | | リスク評価 | 対応段階 | 対応方法 | 対応費用、 その効果 | |
| | | | | | 構造物 | 社会に与える影響 | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| 2.1 標準的な調査設計施工によっても払拭できない不確実性 | | | | | | | | | | | |
| (1) 示方書に記載のない事項を採択するにあたって、橋の耐荷性能の観点からの検証 | 無 | 新工法の採用は無し | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| (2) 設計状況として考慮しない状況のうち、津波、断層変位、地盤土砂災害、水害、液状化、噴火 | 無 | 災害は無し | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

| リスク項目 | 当該橋梁に対するリスクの有無 | リスク発生原因 | リスク発生に至る段階 (施工時、供用後、または両者など) | リスク評価 | | | | 対応方針 | | 引き継ぎ事項 | |
|--|----------------|---------|---------------------------------|--|--|---------------------------|--------------|------|-------|---|--------------|
| | | | | 発生の可能性・頻度 | 工費・工期に与える影響 | | リスク評価 | | 対応段階 | | 対応方法 |
| | | | | | 構造物 | 社会に与える影響 | リスク評価 | | | | |
| | | | | | | | 基本 | 変更 | | | |
| 2.2 橋梁計画の前提条件で、計画時点での限定された情報等による不確実性 | | | | | | | | | | | |
| (1) 地質調査に対する質・量の不足による杭長および橋台高の評価違い | 地質調査は十分な量を実施 | 無 | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| (2) 軟弱地盤の程度や範囲の見立ての不足による軟弱地盤対策の方法や範囲の評価違い ・構造物やその施工に与える影響 ・周辺構造物や家屋等に与える影響 | 軟弱地盤は無し | 無 | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| (3) 継続的な協議等、何らかの理由による線形や下部工位置の変更 | 交差道路の新設 | 有 | 供用後 | 当該市は人口が増加していることと、新設道路が市街地が形成されることが予想されることから、新たな交差道路が計画される可能性がある。 | 推進工法によるボックスカルバート構築、または土工部の撤去・橋梁架設など、工費が多くなる。 | 橋梁形式とした場合、通行止め等の供用制限が生じる。 | 大・大 ＝象限 1 | - | 形式選定時 | 【リスクの低減】 橋梁計画で、経済的となる最短橋長案のほかに、最長橋長案、中間橋長案を抽出。 ⇒象限 3 | |
| | | | | | | | | | 詳細設計時 | - | 費用＝小 効果＝大 |
| | | | | | | | | | 施工時 | - | |
| | | | | | | | | | 供用後 | ・最短橋長案は、推進工法によるボックスカルバート構築、または土工部の撤去・橋梁架設。 ⇒象限 2 ・中間橋長案および最長橋長案は、交差道路の施工基面高を下げることでアンダー化。 ⇒象限 4 | |

3. 比較条件の設定

| 項目 | 構造上の配慮事項 | 比較条件の優位性 |
|----------------------------------|--|---|
| 3.1 施工の確実性および容易さ | | |
| (1) 交通への影響を極力小さくするために、規制期間を短縮できる | 本思考実験では検討しない。 | 本思考実験では検討しない。 |
| (2) 架設ヤードなど施工ヤードが小さい | 各案共に土工部では擁壁工+地盤改良工、橋梁部では上部工・下部工の施工が生じるため、施工ヤードについては差が生じない。 | 本思考実験では検討しない。 |
| (3) 施工時の騒音、振動が小さい | 各案共に土工部では擁壁工+地盤改良工、橋梁部では上部工・下部工の施工が発生するため、騒音、振動の影響については差が生じない。 | 本思考実験では検討しない。 |
| 3.2 維持管理の確実性および容易さ | | |
| (1) 点検の容易さ | 災害時等に速やかな交通確保を行うために、擁壁工や支承の健全性の点検や補修が必要であるが、橋長案および桁形式により点検や補修の必要性が生じる擁壁延長や支承数に差が生じるため、比較条件とする。 | ○：擁壁は徒歩による点検が可能で相対的に支承数が少ない最短期長案 △：相対的に支承数が多い中間橋長および最長期長案 |
| (2) 床版補修・取替えが容易に可能な構造 | 床版の構造形式により、材料劣化や疲労耐久性の低下に伴う補修・取替えが生じる可能性や施工性の難易度に差が生じるため、比較条件とする。 | ○：鋼床版の補修は縦リブの溶接部など現道交通への影響が比較的軽微。 △：RC床版や合成床版は床版取替え時に主桁補強や床版支持の縦桁などが必要となる可能性がある。 |
| 3.3 構造上の補完性・代替性 | | |
| (1) 崩壊など橋の致命的な状態の回避 | 地震等によって想定を超える作用が生じた場合に、橋の構造形式により致命的な損傷（落橋など）に至る可能性に差が生じるため、比較条件とする。 | ○：跨線部が連続桁橋は、支持機能が低下した場合でも落橋などの致命的な損傷に至る可能性が低い。 △：跨線部が単純桁橋は、橋台による支持機能が低下した場合には落橋などの致命的な損傷に至る可能性がある。 |

注 優劣を○△×の順で評価

◆比較条件の要点

本橋は交差物件が鉄道であり、落橋した場合の交通ネットワークに与える影響が大きいことから、比較条件のうち、(1) 崩壊など橋の致命的な状態の回避 を最も重要視する比較条件とする。

4. 構造特徴表

| 構造形式 | | 構造の特徴 | | |
|-----------------|------------------|-----------|---|--|
| | | 力学的な構造の特徴 | 道示に記載のない技術の特徴と検証が必要事項 | 構造の特徴 |
| 鋼橋 プレートガーダー系 | コンクリート床版 合成床版 | 連続I桁橋 | I形断面の主桁を幅員に応じて並列に配置する構造である。主桁を中間横桁で連結し、荷重を複数の主桁で負担する。また、主桁の横倒れや、風や地震などの水平方向の荷重に抵抗できるように対傾構や横構を配置する。 床版は、RC床版、鋼コンクリート合成床版、PC床版などがあり、鋼桁で支持される。 | 道示に記載のない技術の特徴と検証が必要事項 今回は生じない見込み。 |
| | | 連続箱桁橋 | 上フランジ・下フランジとウェブで囲まれた箱形断面の主桁を並列に配置する構造である。曲げ剛性及びねじり剛性が高いことから、長支間の橋や曲線橋への適用性が高い。 床版は、RC床版、鋼コンクリート合成床版、PC床版などがあり鋼桁で支持される。 | 今回の実施 支間割に対しての適用性（構造の成立性）が過去の実績から高いと判断できる。曲線に対しては主桁を直線配置し床版の張出量による調整、または曲線桁による対応が可能である。 ベントの設置が困難であるため、主桁を背面の道路上で組立て、橋軸方向に送り出して据え付ける送出し工法による架設とする。 |
| | 鋼床版 | 連続I桁橋 | I形断面の主桁を幅員に応じて並列に配置する構造である。主桁を中間横桁で連結し、荷重を複数の主桁で負担する。また、主桁の横倒れや、風や地震などの水平方向の荷重に抵抗できるように対傾構や横構を配置する。 床版は鋼板の下面を縦リブと横リブで補剛した構造であり、床版としての機能に加えて桁の上フランジの機能も期待する構造である。 | 今回の実施 支間割に対しての適用性（構造の成立性）が過去の実績から高いと判断できる。曲線に対しては主桁を直線配置し床版の張出量による調整、または曲線桁による対応が可能である。 ベントの設置が困難であるため、主桁を背面の道路上で組立て、橋軸方向に送り出して据え付ける送出し工法による架設とする。 |
| | | 連続箱桁橋 | 上フランジ・下フランジとウェブで囲まれた箱形断面の主桁を並列に配置する構造である。曲げ剛性及びねじり剛性が高い。床版は鋼板の下面を縦リブと横リブで補剛した構造であり、床版としての機能に加えて桁の上フランジの機能も期待する構造である。 | 今回の実施 支間割に対しての適用性（構造の成立性）が過去の実績から高いと判断できる。曲線に対しては主桁を直線配置し床版の張出量による調整、または曲線桁による対応が可能である。 ベントの設置が困難であるため、主桁を背面の道路上で組立て、橋軸方向に送り出して据え付ける送出し工法による架設とする。 |

概略設計を行う比較案を抽出するために、m2単価などの概算単価を用いて事業費を算出

概略設計を行う比較案を抽出するために、mZ単価などの概算単価を用いて事業費を算出

| 最短期間長案 | | | | | | | | | | | | | | 中間期間長案 | | | | | | | | | | | | | | 最長期間長案 | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|--------|---|--------|------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|-----------|--------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 第1案 | | 第2案 | | 第3案 | | 第4案 | | 第5案 | | 第6案 | | 第7案 | | 第8案 | | 第9案 | | 第10案 | | 第11案 | | 第12案 | | 第13案 | | 第14案 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 車純鋼板桁橋 (合成床版) | | 車純鋼板桁橋 (合成床版) | | 車純鋼板桁橋 (合成床版) | | 車純鋼板桁橋 (合成床版) | | 車純鋼板桁橋 (合成床版) | | 車純鋼板桁橋 (合成床版) | | 車純鋼板桁橋 (合成床版) | | 車純鋼板桁橋 (合成床版) | | 車純鋼板桁橋 (合成床版) | | 車純鋼板桁橋 (合成床版) | | 車純鋼板桁橋 (合成床版) | | 車純鋼板桁橋 (合成床版) | | 車純鋼板桁橋 (合成床版) | | 車純鋼板桁橋 (合成床版) | | | | | | | | | | | | | | | |
| 橋長 | 費用(千円) | 橋長 | 費用(千円) | 橋長 | 費用(千円) | 橋長 | 費用(千円) | 橋長 | 費用(千円) | 橋長 | 費用(千円) | 橋長 | 費用(千円) | 橋長 | 費用(千円) | 橋長 | 費用(千円) | 橋長 | 費用(千円) | 橋長 | 費用(千円) | 橋長 | 費用(千円) | 橋長 | 費用(千円) | 橋長 | 費用(千円) | 橋長 | 費用(千円) | | | | | | | | | | | | |
| 273,000 | 10ヶ月 | 302,000 | 10ヶ月 | 401,000 | 10ヶ月 | 430,000 | 10ヶ月 | 394,000 | 10ヶ月 | 385,000 | 10ヶ月 | 390,000 | 10ヶ月 | 396,000 | 10ヶ月 | 390,000 | 10ヶ月 | 396,000 | 10ヶ月 | 390,000 | 10ヶ月 | 396,000 | 10ヶ月 | 390,000 | 10ヶ月 | 396,000 | 10ヶ月 | 390,000 | 10ヶ月 | | | | | | | | | | | | |
| 121,000 | 6ヶ月 | 133,000 | 6ヶ月 | 119,000 | 6ヶ月 | 131,000 | 6ヶ月 | 117,000 | 6ヶ月 | 120,000 | 6ヶ月 | 121,000 | 6ヶ月 | 124,000 | 6ヶ月 | 124,000 | 6ヶ月 | 124,000 | 6ヶ月 | 124,000 | 6ヶ月 | 124,000 | 6ヶ月 | 124,000 | 6ヶ月 | 124,000 | 6ヶ月 | 124,000 | 6ヶ月 | | | | | | | | | | | | |
| 390,000 | 12ヶ月 | 390,000 | 12ヶ月 | 390,000 | 12ヶ月 | 390,000 | 12ヶ月 | 390,000 | 12ヶ月 | 390,000 | 12ヶ月 | 390,000 | 12ヶ月 | 390,000 | 12ヶ月 | 390,000 | 12ヶ月 | 390,000 | 12ヶ月 | 390,000 | 12ヶ月 | 390,000 | 12ヶ月 | 390,000 | 12ヶ月 | 390,000 | 12ヶ月 | 390,000 | 12ヶ月 | | | | | | | | | | | | |
| 59,000 | 2ヶ月 | 59,000 | 2ヶ月 | 59,000 | 2ヶ月 | 59,000 | 2ヶ月 | 59,000 | 2ヶ月 | 59,000 | 2ヶ月 | 59,000 | 2ヶ月 | 59,000 | 2ヶ月 | 59,000 | 2ヶ月 | 59,000 | 2ヶ月 | 59,000 | 2ヶ月 | 59,000 | 2ヶ月 | 59,000 | 2ヶ月 | 59,000 | 2ヶ月 | 59,000 | 2ヶ月 | | | | | | | | | | | | |
| 843,000 | 30ヶ月 | 884,000 | 30ヶ月 | 969,000 | 30ヶ月 | 1,010,000 | 30ヶ月 | 868,000 | 30ヶ月 | 963,000 | 30ヶ月 | 955,000 | 30ヶ月 | 1,094,000 | 30ヶ月 | 1,187,000 | 30ヶ月 | 1,372,000 | 30ヶ月 | 1,460,000 | 30ヶ月 | 1,361,000 | 30ヶ月 | 1,460,000 | 30ヶ月 | 1,342,000 | 30ヶ月 | 1,477,000 | 30ヶ月 | | | | | | | | | | | | |
| 伸縮装置交換 3回 (30年毎) | | 21,000 | | 21,000 | | 21,000 | | 21,000 | | 21,000 | | 21,000 | | 21,000 | | 21,000 | | 21,000 | | 21,000 | | 21,000 | | 21,000 | | 21,000 | | 21,000 | | | | | | | | | | | | | |
| 鋼索・防木腐 3回 (30年毎) | | 43,000 | | 108,000 | | 43,000 | | 43,000 | | 43,000 | | 43,000 | | 43,000 | | 43,000 | | 43,000 | | 43,000 | | 43,000 | | 43,000 | | 43,000 | | 43,000 | | | | | | | | | | | | | |
| 定期点検 2回 (5年毎) | | 20,000 | | 20,000 | | 20,000 | | 20,000 | | 20,000 | | 20,000 | | 20,000 | | 20,000 | | 20,000 | | 20,000 | | 20,000 | | 20,000 | | 20,000 | | 20,000 | | | | | | | | | | | | | |
| 小計 | | 84,000 | | 149,000 | | 84,000 | | 84,000 | | 84,000 | | 84,000 | | 84,000 | | 84,000 | | 84,000 | | 84,000 | | 84,000 | | 84,000 | | 84,000 | | 84,000 | | | | | | | | | | | | | |
| 合計 | | 927,000 | | 968,000 | | 1,118,000 | | 952,000 | | 1,047,000 | | 1,039,000 | | 1,234,000 | | 1,322,000 | | 1,549,000 | | 1,737,000 | | 1,496,000 | | 1,496,000 | | 1,477,000 | | 32ヶ月 | | | | | | | | | | | | | |
| 費用 | | 927,000 | | 968,000 | | 1,118,000 | | 952,000 | | 1,047,000 | | 1,039,000 | | 1,234,000 | | 1,322,000 | | 1,549,000 | | 1,737,000 | | 1,496,000 | | 1,496,000 | | 1,477,000 | | 32ヶ月 | | | | | | | | | | | | | |
| 要因 | | 市街地の拡大により将来的に交通道路を新設、 推進工法によるボックスカルバート構築、または上工部の確立・橋梁架設など。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| リスク | | 市街地の拡大により将来的に交通道路を新設、 推進工法によるボックスカルバート構築、または上工部の確立・橋梁架設など。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 詳細設計時 | | 市街地の拡大により将来的に交通道路を新設、 推進工法によるボックスカルバート構築、または上工部の確立・橋梁架設など。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 施工時 | | 市街地の拡大により将来的に交通道路を新設、 推進工法によるボックスカルバート構築、または上工部の確立・橋梁架設など。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 供月後 | | 市街地の拡大により将来的に交通道路を新設、 推進工法によるボックスカルバート構築、または上工部の確立・橋梁架設など。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 供月後 | | 市街地の拡大により将来的に交通道路を新設、 推進工法によるボックスカルバート構築、または上工部の確立・橋梁架設など。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 供月後 | | 市街地の拡大により将来的に交通道路を新設、 推進工法によるボックスカルバート構築、または上工部の確立・橋梁架設など。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 供月後 | | 市街地の拡大により将来的に交通道路を新設、 推進工法によるボックスカルバート構築、または上工部の確立・橋梁架設など。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 供月後 | | 市街地の拡大により将来的に交通道路を新設、 推進工法によるボックスカルバート構築、または上工部の確立・橋梁架設など。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 供月後 | | 市街地の拡大により将来的に交通道路を新設、 推進工法によるボックスカルバート構築、または上工部の確立・橋梁架設など。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 供月後 | | 市街地の拡大により将来的に交通道路を新設、 推進工法によるボックスカルバート構築、または上工部の確立・橋梁架設など。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 供月後 | | 市街地の拡大により将来的に交通道路を新設、 推進工法によるボックスカルバート構築、または上工部の確立・橋梁架設など。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 供月後 | | 市街地の拡大により将来的に交通道路を新設、 推進工法によるボックスカルバート構築、または上工部の確立・橋梁架設など。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 供月後 | | 市街地の拡大により将来的に交通道路を新設、 推進工法によるボックスカルバート構築、または上工部の確立・橋梁架設など。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 供月後 | | 市街地の拡大により将来的に交通道路を新設、 推進工法によるボックスカルバート構築、または上工部の確立・橋梁架設など。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 供月後 | | 市街地の拡大により将来的に交通道路を新設、 推進工法によるボックスカルバート構築、または上工部の確立・橋梁架設など。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 供月後 | | 市街地の拡大により将来的に交通道路を新設、 推進工法によるボックスカルバート構築、または上工部の確立・橋梁架設など。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 供月後 | | 市街地の拡大により将来的に交通道路を新設、 推進工法によるボックスカルバート構築、または上工部の確立・橋梁架設など。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 供月後 | | 市街地の拡大により将来的に交通道路を新設、 推進工法によるボックスカルバート構築、または上工部の確立・橋梁架設など。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 供月後 | | 市街地の拡大により将来的に交通道路を新設、 推進工法によるボックスカルバート構築、または上工部の確立・橋梁架設など。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 供月後 | | 市街地の拡大により将来的に交通道路を新設、 推進工法によるボックスカルバート構築、または上工部の確立・橋梁架設など。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 供月後 | | 市街地の拡大により将来的に交通道路を新設、 推進工法によるボックスカルバート構築、または上工部の確立・橋梁架設など。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 供月後 | | 市街地の拡大により将来的に交通道路を新設、 推進工法によるボックスカルバート構築、または上工部の確立・橋梁架設など。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 供月後 | | 市街地の拡大により将来的に交通道路を新設、 推進工法によるボックスカルバート構築、または上工部の確立・橋梁架設など。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 供月後 | | 市街地の拡大により将来的に交通道路を新設、 推進工法によるボックスカルバート構築、または上工部の確立・橋梁架設など。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 供月後 | | 市街地の拡大により将来的に交通道路を新設、 推進工法によるボックスカルバート構築、または上工部の確立・橋梁架設など。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 供月後 | | 市街地の拡大により将来的に交通道路を新設、 推進工法によるボックスカルバート構築、または上工部の確立・橋梁架設など。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 供月後 | | 市街地の拡大により将来的に交通道路を新設、 推進工法によるボックスカルバート構築、または上工部の確立・橋梁架設など。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 供月後 | | 市街地の拡大により将来的に交通道路を新設、 推進工法によるボックスカルバート構築、または上工部の確立・橋梁架設など。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 供月後 | | 市街地の拡大により将来的に交通道路を新設、 推進工法によるボックスカルバート構築、または上工部の確立・橋梁架設など。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 供月後 | | 市街地の拡大により将来的に交通道路を新設、 推進工法によるボックスカルバート構築、または上工部の確立・橋梁架設など。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 供月後 | | 市街地の拡大により将来的に交通道路を新設、 推進工法によるボックスカルバート構築、または上工部の確立・橋梁架設など。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 供月後 | | 市街地の拡大により将来的に交通道路を新設、 推進工法によるボックスカルバート構築、または上工部の確立・橋梁架設など。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 供月後 | | 市街地の拡大により将来的に交通道路を新設、 推進工法によるボックスカルバート構築、または上工部の確立・橋梁架設など。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 供月後 | | 市街地の拡大により将来的に交通道路を新設、 推進工法によるボックスカルバート構築、または上工部の確立・橋梁架設など。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 供月後 | | 市街地の拡大により将来的に交通道路を新設、 推進工法によるボックスカルバート構築、または上工部の確立・橋梁架設など。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 供月後 | | 市街地の拡大により将来的に交通道路を新設、 推進工法によるボックスカルバート構築、または上工部の確立・橋梁架設など。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 供月後 | | 市街地の拡大により将来的に交通道路を新設、 推進工法によるボックスカルバート構築、または上工部の確立・橋梁架設など。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 供月後 | | 市街地の拡大により将来的に交通道路を新設、 推進工法によるボックスカルバート構築、または上工部の確立・橋梁架設など。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 供月後 | | 市街地の拡大により将来的に交通道路を新設、 推進工法によるボックスカルバート構築、または上工部の確立・橋梁架設など。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 供月後 | | 市街地の拡大により将来的に交通道路を新設、 推進工法によるボックスカルバート構築、または上工部の確立・橋梁架設など。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 供月後 | | 市街地の拡大により将来的に交通道路を新設、 推進工法によるボックスカルバート構築、または上工部の確立・橋梁架設など。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 供月後 | | 市街地の拡大により将来的に交通道路を新設、 推進工法によるボックスカルバート構築、または上工部の確立・橋梁架設など。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 供月後 | | 市街地の拡大により将来的に交通道路を新設、 推進工法によるボックスカルバート構築、または上工部の確立・橋梁架設など。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 供月後 | | 市街地の拡大により将来的に交通道路を新設、 推進工法によるボックスカルバート構築、または上工部の確立・橋梁架設など。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 供月後 | | 市街地の拡大により将来的に交通道路を新設、 推進工法によるボックスカルバート構築、または上工部の確立・橋梁架設など。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 供月後 | | 市街地の拡大により将来的に交通道路を新設、 推進工法によるボックスカルバート構築、または上工部の確立・橋梁架設など。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 供月後 | | 市街地の拡大により将来的に交通道路を新設、 推進工法によるボックスカルバート構築、または上工部の確立・橋梁架設など。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 供月後 | | 市街地の拡大により将来的に交通道路を新設、 推進工法によるボックスカルバート構築、または上工部の確立・橋梁架設など。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 供月後 | | 市街地の拡大により将来的に交通道路を新設、 推進工法によるボックスカルバート構築、または上工部の確立・橋梁架設など。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 供月後 | | 市街地の拡大により将来的に交通道路を新設、 推進工法によるボックスカルバート構築、または上工部の確立・橋梁架設など。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 供月後 | | 市街地の拡大により将来的に交通道路を新設、 推進工法によるボックスカルバート構築、または上工部の確立・橋梁架設など。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 供月後 | | 市街地の拡大により将来的に交通道路を新設、 推進工法によるボックスカル | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

5. 形式選定資料
5.1 概算単面による経済性、固有条件の事業費比較

| 最長橋長案 | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|--|
| | 第15案 | | 第16案 | | 第17案 | | 第18案 | | 第19案 | | 第20案 | | 第21案 | |
| | 9径間連続鋼桁橋 (RC床版) | 費用(千円) | 工期 | 費用(千円) | 工期 | 費用(千円) | 工期 | 費用(千円) | 工期 | 費用(千円) | 工期 | 費用(千円) | 工期 | |
| 初期建設費 | 橋長 | 336.0m | 橋長 | 336.0m | 橋長 | 336.0m | 橋長 | 336.0m | 橋長 | 336.0m | 橋長 | 336.0m | 橋長 | |
| | 費用(千円) | 1,946,000 | 18ヶ月 | 2,112,000 | 18ヶ月 | 2,803,000 | 18ヶ月 | 2,112,000 | 18ヶ月 | 2,785,000 | 18ヶ月 | 2,691,000 | 18ヶ月 | |
| | 下部工・基礎工 | 544,000 | 24ヶ月 | 599,000 | 24ヶ月 | 533,000 | 24ヶ月 | 587,000 | 24ヶ月 | 523,000 | 24ヶ月 | 554,000 | 24ヶ月 | |
| | 橋梁工・地盤改良工 | 0 | 0ヶ月 | 0 | 0ヶ月 | 0 | 0ヶ月 | 0 | 0ヶ月 | 0 | 0ヶ月 | 0 | 0ヶ月 | |
| | 面東工 | 0 | 0ヶ月 | 0 | 0ヶ月 | 0 | 0ヶ月 | 0 | 0ヶ月 | 0 | 0ヶ月 | 0 | 0ヶ月 | |
| | 小計 | 2,450,000 | 42ヶ月 | 2,711,000 | 42ヶ月 | 3,336,000 | 42ヶ月 | 3,596,000 | 42ヶ月 | 2,635,000 | 42ヶ月 | 3,235,000 | 42ヶ月 | |
| | 伸縮装置交換 3回 (30年毎) | 21,000 | | 21,000 | | 21,000 | | 21,000 | | 21,000 | | 21,000 | | |
| | 舗装・防水層 3回 (30年毎) | 296,000 | | 296,000 | | 754,000 | | 754,000 | | 296,000 | | 296,000 | | |
| | 定期点検 20回 (5年毎) | 24,000 | | 24,000 | | 24,000 | | 24,000 | | 24,000 | | 24,000 | | |
| | 小計 | 341,000 | | 341,000 | | 799,000 | | 799,000 | | 341,000 | | 341,000 | | |
| 合計 | 2,791,000 | 42ヶ月 | 3,052,000 | 42ヶ月 | 4,135,000 | 42ヶ月 | 4,395,000 | 42ヶ月 | 2,976,000 | 42ヶ月 | 3,638,000 | 42ヶ月 | | |
| 費用や工期のリスクその1 | 市街地の拡大により将来的に交通道路を新設、交通道路の施工基礎面高を下げることでアンダー化。 | | | | | | | | | | | | | |
| 固有条件 | リスク | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | 継続的な協議等、何らかの理由による撤却や費用負担の発生等(交通道路の新設) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | 施工時 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| | 使用後 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 事業費(予見) | 最小(価格低め) | 象限4 | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 | |
| | | 20,000 | 2ヶ月 | 20,000 | 2ヶ月 | 20,000 | 2ヶ月 | 20,000 | 2ヶ月 | 20,000 | 2ヶ月 | 20,000 | 2ヶ月 | |
| | | 2,791,000 | 42ヶ月 | 3,052,000 | 42ヶ月 | 4,135,000 | 42ヶ月 | 4,395,000 | 42ヶ月 | 2,976,000 | 42ヶ月 | 3,638,000 | 42ヶ月 | |
| | | r=3.01 | | r=3.29 | | r=4.46 | | r=4.74 | | r=3.21 | | r=3.86 | | |
| 比較条件 | 順位 | 15 | 17 | 20 | 21 | 16 | 19 | 18 | | | | | | |
| | 最大(価格低+固有条件) | 2,811,000 | 44ヶ月 | 3,072,000 | 44ヶ月 | 4,155,000 | 44ヶ月 | 4,415,000 | 44ヶ月 | 2,996,000 | 44ヶ月 | 3,596,000 | 44ヶ月 | |
| | | r=2.24 | | r=2.45 | | r=3.31 | | r=3.52 | | r=2.39 | | r=2.87 | | |
| | | 15 | 17 | 20 | 21 | 16 | 19 | 18 | | | | | | |
| 評価 | 維持管理の難易性及び容易さ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | |
| | 床版補修・取替えの容易さ | △ | △ | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | △ | △ | △ | △ | △ | |
| | 橋梁など国の政策的な対応の必要性・代替性 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| | | | | | | | | | | | | | | |

5.2 概略設計による経済性、固有条件の事業費比較

5.1で抽出した比較案に対して概略設計を行い、事業費の精度を上げて形式比較

| 最短橋長案 | | | | | | | | | | 中間橋長案 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|---|--|----------|-----------|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------------|------|--|--|--|---------------------|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 第1案 | | | | | 第5案 | | | | | 第8案 | | | | | 第12案 | | | | | | | | | | | | | | |
| 単純鋼板桁橋 (RC床版) | | | | | 単純鋼板桁橋 (合成床版) | | | | | 3径間連続鋼板桁橋 (RC床版) | | | | | 3径間連続鋼板桁橋 (合成床版) | | | | | | | | | | | | | | |
| 橋長 | | | | | 橋長 | | | | | 橋長 | | | | | 橋長 | | | | | | | | | | | | | | |
| 費用(千円) | | | | | 費用(千円) | | | | | 費用(千円) | | | | | 費用(千円) | | | | | | | | | | | | | | |
| 工期 | | | | | 工期 | | | | | 工期 | | | | | 工期 | | | | | | | | | | | | | | |
| 経済性 | 初期建設費 | 上部工 | 製作費、橋面工 | 214,000 | 8ヶ月 | 237,000 | 8ヶ月 | 463,000 | 10ヶ月 | 513,000 | 10ヶ月 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 架設費 | 56,000 | 2ヶ月 | 62,000 | 2ヶ月 | 120,000 | 2ヶ月 | 133,000 | 2ヶ月 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 躯体費 | 42,000 | 1ヶ月 | 40,000 | 1ヶ月 | 83,000 | 4ヶ月 | 80,000 | 4ヶ月 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 仮設費(土工費) | 6,000 | 1ヶ月 | 6,000 | 1ヶ月 | 12,000 | 1ヶ月 | 11,000 | 1ヶ月 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 基礎工 | 71,000 | 4ヶ月 | 69,000 | 4ヶ月 | 142,000 | 7ヶ月 | 137,000 | 7ヶ月 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 維持管理費 | 補強工 | 266,000 | 5ヶ月 | 266,000 | 5ヶ月 | 182,000 | 3ヶ月 | 182,000 | 3ヶ月 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 地盤改良工 | 137,000 | 7ヶ月 | 137,000 | 7ヶ月 | 93,000 | 5ヶ月 | 93,000 | 5ヶ月 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 湧水工 | 65,000 | 2ヶ月 | 65,000 | 2ヶ月 | 0 | 0ヶ月 | 0 | 0ヶ月 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 小計 | 857,000 | 30ヶ月 | 882,000 | 30ヶ月 | 1,095,000 | 32ヶ月 | 1,149,000 | 32ヶ月 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 合計 | 941,000 | 30ヶ月 | 965,000 | 30ヶ月 | 1,230,000 | 32ヶ月 | 1,284,000 | 32ヶ月 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 固有条件 | 要因 | 市街地の拡大により将来的に交差道路を新設、橋梁架設など、推進工法によるボックスカルバート構築、または土工脚の撤去・橋梁架設など。 | | | | | | | | | | 市街地の拡大により将来的に交差道路を新設、交差道路の施工基面高を下げることでアンダー化。 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | リスク | - | | | | | | | | | | - | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 詳細設計時 | - | | | | | | | | | | - | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 施工時 | - | | | | | | | | | | - | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 使用後(100年) | 象限2 | | | | | | | | | | 象限4 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 事業費(予測) | 最小(経済性のみ) | 800,000 | 12ヶ月 | 800,000 | 12ヶ月 | 20,000 | 12ヶ月 | 20,000 | 12ヶ月 | 20,000 | 12ヶ月 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 941,000 | 30ヶ月 | 965,000 | 30ヶ月 | 1,230,000 | 32ヶ月 | 1,284,000 | 32ヶ月 | 1,284,000 | 32ヶ月 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | r=1.00 | r=1.03 | r=1.03 | r=1.31 | r=1.36 | r=1.36 | r=1.36 | r=1.36 | r=1.36 | r=1.36 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 2 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 比較条件 | 最大(経済性+固有条件) | 1,741,000 | 42ヶ月 | 1,766,000 | 42ヶ月 | 1,766,000 | 42ヶ月 | 1,250,000 | 44ヶ月 | 1,304,000 | 44ヶ月 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | r=1.39 | r=1.41 | r=1.41 | r=1.00 | r=1.04 | r=1.04 | r=1.04 | r=1.04 | r=1.04 | r=1.04 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 | 4 | 4 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 順位 | ○ | ○ | ○ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 評価 | 維持管理の難易性及び容易さ | ○ | ○ | ○ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 床版補修・取替えの容易な構造 | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | △ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 構造上の補完性・代替性 | △ | △ | △ | △ | △ | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 事業費について、リスクを考慮しない経済性(初期建設費+維持管理費)では、第1案が最も優位となる。一方、リスクを考慮した経済性では、第8案が最も優位となる。比較条件では、連続桁橋である第8案、第12案が地震が生じた際の落橋など橋の致命的な状態の回避に対して優位である。総合的に判断し、第8案および第12案は、落橋など橋の致命的な状態の回避で優位である。当該地区は人口増加が見込まれるため、将来的な市街地形成による交差道路の新設が行われる可能性が高いと判断し、建設当初からリスクを“低減”した第8案が優位と考える。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - | | | | | | | | | | - | | | | | | | | | | 優位 | | | | | | | | | |

6. 段階的な更新

現時点では、①形式選定時における各時点の対応方針を記載している。②詳細設計時には、①形式選定時に決定した対応方針の履行が基本となるが、履行できなかった場合は、その後の事業段階において対応方針が変更となることから、対応方針の再検討を行い更新すること。

| | | 対応方針 | | | |
|------|--------|-------|-------|-----|---------------------------------|
| | | 形式選定時 | 詳細設計時 | 施工時 | 供用後 |
| 事業段階 | ①形式選定時 | | — | — | 交差道路の施工基面高を下げることでアンダー化. ⇒象限4 |
| | ②詳細設計時 | | | | |
| | ③施工時 | | | | |

6. まとめ

検討の成果は、「設計要領等の改定項目（案）」として、要領等の様式でまとめた。枠書きは、検討を行う際の要点であったり、記録に残すべき事項の目次となり得る事項であり、枠書きの外には、設計図書等に具体的に記載すべき事項とその留意点の例示を想定し、それぞれまとめることを試みた結果である。各地方整備局等では、これらの検討の経緯を踏まえたうえで、独自に要領等を定める場合や個別の事業で検討を行うにあって参考にされることを期待するものである。

設計要領等の改定項目（案）

設計要領等の改定項目（案）の位置づけ

設計要領等の改定項目（案）を用いるにあたっては、その位置づけや取り扱いは各道路管理者が決めるものである。この参考資料を、ただちに基準のごとく扱われることまでは想定した内容の精査までは行っていない。

設計要領等の改定項目（案）

1. 調査・計画編

| | | |
|-----------------------------|----|----|
| はじめに | 1- | 1 |
| 1章 総則 | 1- | 5 |
| 2章 調査・対外協議 | 1- | 11 |
| 2.1 調査 | 1- | 11 |
| 2.2 対外協議 | 1- | 12 |
| 2.2.1 道路 | 1- | 12 |
| 2.2.2 鉄道 | 1- | 13 |
| 2.2.3 河川 | 1- | 13 |
| 2.2.4 その他 | 1- | 15 |
| 3章 橋の形式選定 | 1- | 16 |
| 3.1 橋の形式選定の基本事項 | 1- | 16 |
| 3.2 橋梁計画の前提条件 | 1- | 22 |
| 3.2.1 一般 | 1- | 22 |
| 3.2.2 橋の重要度 | 1- | 23 |
| 3.2.3 設計供用期間、設計耐久期間、作用の評価期間 | 1- | 24 |
| 3.3 架橋位置特有の条件 | 1- | 25 |
| 3.3.1 当該橋梁特有の選定条件を設定するための調査 | 1- | 28 |
| 3.3.2 地震の影響に関する条件の設定 | 1- | 30 |
| 3.3.3 維持管理に関する条件の設定 | 1- | 31 |
| 3.3.4 施工に関する条件の設定 | 1- | 32 |
| 3.3.5 景観に関する条件の設定 | 1- | 32 |
| 3.3.6 示方書に規定がない材料等の適用条件の設定 | 1- | 32 |
| 3.4 橋梁計画にて行うリスク評価と対応方針の設定 | 1- | 33 |
| 3.4.1 リスク項目の抽出 | 1- | 33 |
| 3.4.2 リスクの項目に対する対応方針の検討 | 1- | 36 |
| 3.5 形式選定の手順 | 1- | 42 |
| 3.5.1 基本条件の設定 | 1- | 42 |
| 3.5.2 一次選定 | 1- | 42 |
| 3.5.3 リスク評価と基本条件の追加 | 1- | 42 |
| 3.5.4 二次選定 | 1- | 42 |
| 3.5.5 比較条件の設定 | 1- | 42 |
| 3.6 選定資料の作成 | 1- | 43 |
| 3.7 段階的な更新 | 1- | 57 |
| 3.8 橋の形式毎の特性及び留意事項 | 1- | 58 |
| 3.8.1 一般 | 1- | 58 |
| 3.8.2 鋼橋 | 1- | 59 |
| 3.8.3 コンクリート橋 | 1- | 66 |
| 3.8.4 複合構造を用いた橋 | 1- | 72 |
| 3.8.5 下部構造 | 1- | 75 |
| 3.8.6 基礎構造 | 1- | 77 |

設計要領等の改定項目（案） 目次

| | 頁 |
|--|-------|
| 4 章 道路橋示方書に橋や部材等に適用するにあたって性能の達成手段に関する具体的な規定がない材料等の扱い | 1- 86 |
| 4.1 一般 | 1- 86 |
| 4.2 橋や部材等の耐荷性能の観点からの評価 | 1- 89 |
| 4.3 橋や部材等の耐久性能の観点からの評価 | 1- 93 |
| 4.4 検討結果と橋としての性能との関係づけに関する注意点 | 1- 94 |
| 4.5 多様な参考図書類の扱い | 1- 95 |
| 5 章 設計図書に記載すべき事項 | 1- 96 |
| 2. 構造計画編 | |
| はじめに | 2- 1 |
| 1 章 総則 | 2- 2 |
| 1.1 設計一般 | 2- 2 |
| 2 章 上部構造 | 2- 8 |
| 2.1 鋼橋 | 2- 8 |
| 2.1.1 一般 | 2- 8 |
| 2.2 コンクリート橋 | 2- 16 |
| 2.2.1 一般 | 2- 16 |
| 2.2.2 プレストレストコンクリート橋 | 2- 18 |
| 3 章 上下部接続部 | 2- 21 |
| 3.1 支承部 | 2- 21 |
| 3.1.1 支承部の維持管理について | 2- 21 |
| 3.2 遊間及び伸縮装置 | 2- 22 |
| 3.2.1 伸縮装置 | 2- 22 |
| 4 章 下部構造 | 2- 24 |
| 4.1 橋台 | 2- 24 |
| 4.1.1 橋台背面アプローチ部 | 2- 24 |
| 5 章 付属物等 | 2- 25 |
| 5.1 排水計画 | 2- 25 |
| 5.1.1 排水計画の留意事項 | 2- 25 |
| 5.1.2 維持管理性への配慮 | 2- 25 |

3. 共通仕様・標準編

| | | |
|-------------------------|----|----|
| はじめに | 3- | 1 |
| 1 編 上部構造 | | |
| 1 章 鋼橋 | 3- | 2 |
| 1.1 一般 | 3- | 2 |
| 1.1.1 構造解析 | 3- | 2 |
| 1.1.2 材料 | 3- | 2 |
| 1.1.3 接合部 | 3- | 6 |
| 1.1.4 防せい防食 | 3- | 6 |
| 1.1.5 疲労 | 3- | 7 |
| 1.2 床版 | 3- | 7 |
| 1.2.1 一般 | 3- | 7 |
| 1.2.2 コンクリート系床版 | 3- | 7 |
| 1.2.3 鋼床版 | 3- | 8 |
| 1.3 鋼桁及びコンクリート系床版を有する鋼桁 | 3- | 8 |
| 1.3.1 一般 | 3- | 9 |
| 1.3.2 フランジ | 3- | 10 |
| 1.3.3 腹板 | 3- | 10 |
| 1.3.4 横構、対傾構 | 3- | 10 |
| 1.3.5 補剛材 | 3- | 11 |
| 1.4 構造細目 | 3- | 11 |
| 1.5 施工 | 3- | 12 |
| 2 章 コンクリート橋 | 3- | 13 |
| 2.1 一般 | 3- | 13 |
| 2.1.1 材料 | 3- | 13 |
| 2.1.2 接合部 | 3- | 14 |
| 2.1.3 防食 | 3- | 15 |
| 2.1.4 疲労 | 3- | 15 |
| 2.2 床版 | 3- | 15 |
| 2.3 プレストレストコンクリート橋 | 3- | 15 |
| 2.3.1 フランジ、ウェブ | 3- | 16 |
| 2.3.2 横桁、隔壁 | 3- | 16 |
| 2.3.3 定着部 | 3- | 16 |
| 2.4 鉄筋コンクリート橋 | 3- | 16 |
| 2.5 施工 | 3- | 16 |
| 3 章 複合構造橋 | 3- | 20 |
| 3.1 一般 | 3- | 20 |

2 編 上下部接続部

| | | |
|---------------------|----|----|
| 1 章 支承部 | 3- | 22 |
| 1.1 一般 | 3- | 22 |
| 2 章 落橋防止システム | 3- | 23 |
| 2.1 一般 | 3- | 23 |
| 3 章 遊間及び伸縮装置 | 3- | 23 |
| 3.1 遊間 | 3- | 23 |
| 3.2 伸縮装置 | 3- | 23 |
| 3.2.1 伸縮量 | 3- | 23 |
| 3.2.2 積雪寒冷地における配慮事項 | 3- | 24 |

3 編 下部構造

| | | |
|----------------------|----|----|
| 1 章 一般 | 3- | 25 |
| 1.1 設計水位、浮力 | 3- | 25 |
| 1.2 土圧 | 3- | 25 |
| 1.3 側方移動 | 3- | 25 |
| 1.4 地質調査 | 3- | 25 |
| 1.5 構造細目 | 3- | 25 |
| 2 章 橋台 | 3- | 26 |
| 2.1 一般 | 3- | 26 |
| 2.1.1 一般 | 3- | 26 |
| 2.1.2 構造細目 | 3- | 26 |
| 2.2 逆T式橋台 | 3- | 27 |
| 2.3 ラーメン式橋台 | 3- | 27 |
| 2.4 箱式橋台 | 3- | 27 |
| 2.5 盛りこぼし橋台 | 3- | 28 |
| 2.6 橋台部ジョイントレス構造 | 3- | 28 |
| 2.7 パラペット | 3- | 28 |
| 2.8 ウイング | 3- | 28 |
| 2.9 橋台背面アプローチ部 | 3- | 29 |
| 2.9.1 踏掛版 | 3- | 29 |
| 3 章 橋脚 | 3- | 30 |
| 3.1 一般 | 3- | 30 |
| 3.2 鉄筋コンクリート橋脚 | 3- | 30 |
| 3.2.1 一般 | 3- | 30 |
| 3.2.2 構造細目 | 3- | 30 |
| 3.3 鋼製橋脚 | 3- | 30 |
| 3.3.1 一般 | 3- | 30 |
| 3.3.2 鋼製橋脚の使用材料の留意事項 | 3- | 30 |
| 3.3.3 構造細目 | 3- | 31 |
| 3.3.4 鋼製橋脚と基礎の接合部 | 3- | 31 |

設計要領等の改定項目（案） 目次

| | 頁 |
|------------------|-------|
| 4 章 基礎構造 | 3- 32 |
| 4.1 杭基礎 | 3- 32 |
| 4.2 深礎基礎 | 3- 34 |
| 4.3 ケーソン基礎 | 3- 34 |
| 4.4 鋼管矢板基礎 | 3- 34 |
| 4.5 地中連続壁基礎 | 3- 34 |
| 4 編 付属物 | |
| 1 章 一般 | 3- 35 |
| 1.1 付属物等の前提条件 | 3- 35 |
| 2 章 排水計画 | 3- 37 |
| 2.1 排水装置 | 3- 37 |
| 2.1.1 排水樹 | 3- 37 |
| 2.1.2 排水管 | 3- 37 |
| 2.1.3 排水流末 | 3- 37 |
| 2.2 床版防水 | 3- 38 |
| 2.2.1 一般 | 3- 38 |
| 2.2.2 防水層の設計 | 3- 38 |
| 3 章 点検施設 | 3- 40 |
| 3.1 検査路 | 3- 40 |
| 3.1.1 一般 | 3- 40 |
| 3.1.2 目的 | 3- 40 |
| 3.1.3 配置計画 | 3- 41 |
| 3.2 吊金具 | 3- 43 |
| 4 章 防護柵 | 3- 44 |
| 5 章 中央分離帯転落防止網 | 3- 45 |
| 5.1 目的 | 3- 45 |
| 5.2 転落防止網の設置の考え方 | 3- 45 |
| 6 章 落下物防止柵 | 3- 46 |
| 6.1 分類 | 3- 46 |
| 6.2 設計条件 | 3- 46 |
| 6.3 設置箇所及び設置範囲 | 3- 47 |
| 6.3.1 設置箇所 | 3- 47 |
| 6.3.2 設置範囲 | 3- 49 |
| 7 章 橋歴版 | 3- 50 |

5 編 コンクリートの剥落に対する事前対策

| | | | |
|-----|-------------|----|----|
| 1 章 | はく落防止対策 | 3- | 51 |
| 1.1 | 一般 | 3- | 51 |
| 1.2 | 適用範囲 | 3- | 51 |
| 1.3 | はく落防止対策工の選定 | 3- | 52 |
| 1.4 | はく落防止対策工の評価 | 3- | 52 |

付録 1 新技術評価のガイドライン

| | | | |
|-----|-----|----|---|
| 1 章 | 総論 | 4- | 3 |
| 2 章 | 共通編 | 4- | 9 |

付録 2 道路橋の耐久性の信頼性向上に関する研究 5- 1

付録 3 コンクリート片落下防止対策の性能試験法（案） 6- 1

1. 調査・計画編

はじめに

本編は、道示Ⅰ〔1.7 及び 1.8〕他に規定される橋の計画を適切に実施するにあたって、検討の流れや具体的な留意点についてまとめたものである。

また、橋の設計にあたっては、道示Ⅰ〔1.8〕に規定されるとおり、橋の設計の前提とする維持管理の条件や施工の条件、設計の手法、構造設計上の配慮すべき事項や反映方法を総合的に検討する必要がある。これらの検討は、計画段階から行っておく必要がある。そこで、本編では、これらの事項についても、計画の各段階で適宜考慮するにあたっての具体的な留意点をまとめている。

この参考資料は、今後、地方整備局等が設計要領など、基準の運用に関連した技術的な参考資料を策定するにあたって、検討の基礎となる項目を体系的にまとめたものである。枠書きと補足の体裁はとっているものの、この参考資料そのものが新たな技術基準、標準仕様書等の類いの文書ではない。活用にあたっては、各地方整備局において、内容を精査するとともに、位置づけを決定する必要がある。

この参考資料では、枠書きには、基準の運用にあたって留意すべき点及び検討を行うのがよい事項を提案している。また、実務の便を図るために、基準を満足させるためには様々な選択肢があり得るものの多くの場合には標準的な考え方として扱える事項を提案している。また、枠外には、その枠書きの趣旨を補足している。

語尾の意味

| 末尾に置く字句 | 意味の区別 |
|-----------------|--|
| …する。 …標準とする。 | 道路橋示方書や各種基準類などの明確な根拠に基づく規定。 したがって、特に理由がない限りは当該規定に則ることを基本とする。 |
| …できる。 | 道路橋示方書や各種基準類などには明記された規定がない、または複数の選択肢がある場合など、別途検討を行ったうえで設計するのがよいもの。 |

道路橋示方書の目次構成を表-1 に、設計の基本方針を表-2 に示す。道路橋示方書の条文体系では、橋の設計は、大きく分けて次の3つの過程からなり、また、相互に関係する。(以下、□内は道路橋示方書の条文番号)

(1) 性能や条件の設定

まず、橋の重要度、橋が置かれる不利な状況を想定するために必要な期間や、維持管理や施工の前提条件を決定する過程である〔1.4～1.6 並びに 1.8.1(6)及び(7)〕。道路橋では、前提となる橋梁計画さらにはその前提条件によって設計内容や当該橋に求められる性能が異なってくる。これらは、条文の記述だけでは確定しない様々な条件や意思決定も含まれる。たとえば、以下のような事項について、要求事項や条件を

具体的に設定することが考えられる。

①橋の重要度

- ・路線の社会・経済的な位置づけ
- ・防災計画の位置づけ

②当該橋における災害や劣化に対する点検や修繕作業の前提条件や制約条件

- ・迂回路の有無
- ・交差物の特性
- ・平時、緊急時における規制のし難さ
- ・環境に与える影響

③その他当該橋に固有の架橋条件

（２）架橋位置や形式・形状の選定

次が、架橋位置を選定する過程や、橋の形式の選定や部材等の配置や材料を選定する過程〔1.7 及び 1.8.3〕である。上記のとおりに設定した前提条件や性能を満足するように、架橋位置や形式の選定を行い、また、部材は配置なども含めた橋の形状の概略を決定する。前述のとおり、道路橋の設計において実現する橋の性能の内容や水準は、計算だけで決定されるものではない。橋が置かれる最も不利な状況には、広義には事故や災害も含まれるなど、供用中に橋が遭遇する状況は多岐にわたり、その全てを外力やその組み合わせで置き換えることは困難である。事故や災害を偶発作用とみるかどうかは議論となるところだが、〔2.1〕にて規定される少なくとも考慮すべき荷重組み合わせでは考慮しきれない状況もあることを認めたうえで、これらについては、架橋位置の選定や形式の選定〔1.7〕及び構造や部材は配置の設計〔1.8.3〕において考慮しなければならないことが明確にされている。

具体的に考慮すべき例としては、たとえば、以下の①、②が挙げられる。

①下部構造の設置位置や支間割りなどの平面位置や高さに与える影響

- ・地滑り
 - ・下部構造位置周辺地盤の安定
 - ・上方から橋面や下部構造を土砂が覆うような事象
- ・津波やその漂流物
- ・断層変位
- ・交差物件の特性

②できるだけ粘り強く、自立性が高い構造形式になっているかどうか

たとえば、道路橋示方書の解説で〔1.7.1、1.7.2、1.7.5、4.1.4〕は、変状等に対してもできるだけ粘り強い構造としつつ、地滑り、津波やその漂流物、断層変位などに対しては、基本的には、これらの影響を避けられる平面位置、高さを架橋位置として選ぶことを基本的な方針とするのがよいことが記載されている。粘り強い構造という点では、条文〔1.8.3〕では、橋毎に、部材等の状態を適時確認できるようにどのような工夫ができるかを具体的に検討したうえで、橋毎に、橋の重要度や架橋位置、交差物件との関係からどのようなことをどこまで行うのかを決定することが求められている。具体的な手段としては、一部の損傷で橋の致命的な状態に至らないようにしたり、一部の損傷による影響範囲を拡大させないようにするための部材配置や部材の追加をすることや、確実に修繕や更新ができるように予め部材等を配置することが例示されている。

表-1 I 共通編の章構成

| 章立て | 備考 |
|---|---------------------|
| 1 章 総則 1.1 適用の範囲 1.2 用語の定義 1.3 設計の基本理念 1.4 橋の重要度 1.5 設計供用期間 1.6 調査 1.7 計画 1.7.1 架橋位置と形式の選定 1.7.2 交差物件との関係 1.8 設計 1.8.1 設計の基本方針 1.8.2 設計の手法 1.8.3 構造設計上の配慮事項 1.9 設計図等に記載すべき事項 1.10 施工 | 1.8.1 にて性能の基本的事項を規定 |
| 2 章 橋の耐荷性能に関する基本事項 3 章 設計状況 4 章 橋の限界状態 5 章 橋の耐荷性能の照査 | 構造の安全性に関わる要求性能 |
| 6 章 橋の耐久性能に関する基本的事項と照査 | 耐久性に関わる要求性能 |
| 7 章 橋の使用目的との適合性を満足するために必要なその他検討 | その他必要な性能 |

表-2 I 共通編 1.8.1 設計の基本方針

| |
|--|
| (1) 設計にあたっては、橋の耐荷性能、橋の耐久性能、その他使用目的との適合性の観点から橋の性能を適切に設定し、これらを満足させなければならない。 (2) 橋の耐荷性能を満足するために、設計供用期間中の交通の状況、地形、地質、気象その他の状況に対して、橋が落橋等の致命的な状態に対して安全な状態であること、及び、状況に応じて必要な橋の機能を満足する適切な状態にあることを、それぞれ所要の信頼性で実現できるように設計する。 (3) 橋の耐久性能を満足するために、経年的な劣化を考慮し、所要の橋の耐荷性能が設計供用期間末まで確保されていることが所要の信頼性で実現できるように設計する。 (4) 橋の設計にあたっては、橋の使用目的との適合性を満足するために、通行者が安全かつ快適に使用するために必要な性能、道路橋の損傷経験等も踏まえて付与しておくのがよい性能等のその他必要な性能について検討し、適切に設計に反映させるものとする。 (5) 2 章以降に従って設計する場合には、(1)を満足するとみなしてよい。 (6) 橋の設計にあたっては、橋の性能の前提とする維持管理の条件を定めなければならない。 (7) 橋の設計にあたっては、橋の性能の前提とする施工の条件を定めなければならない。 |
|--|

(3) 構造の詳細の決定

最後に、具体的に橋にとって不利な状況やそれに対して求める機能や確実性を想定し、橋の耐荷性能等を満足できる構造の詳細を決定する過程がある〔1.8.1(1)～(4)及び 1.8.2、並びに、2 章以後〕。架橋位置や橋の形式、概略形状を選定したあとで、詳細構造の決定を行う。橋の耐荷性能、耐久性能、橋の使用目的との適合性を満足するために必要なその他検討に関する性能を満足した橋を設計するために、橋全体や部材の評価を行うために用いる設計の手法や構造設計上の配慮事項などへの対応方針を決定する。その後、それぞれの性能を満足するように、部材断面諸元の決定を行う。橋の性能を上部構造、下部構造、及び、上下部接続部に分けて照査できるように橋の形式や形状が適切に選定されていれば、それぞれの構造単位で、部材等の設計を進めることになる。

この過程で見直しが必要であれば、橋の耐荷性能を達成するのは絶対ではあるが、設計の前提条件や当該橋固有として求める性能やその達成水準、架橋位置、橋の形式・形状にも遡って見直す必要が出てくる。そこで、詳細な計算を始める前に、設計方針を明らかにしておくことや、設計の過程で初めて明らかになってくるかもしれないリスク要因に対して影響を受けにくいように架橋位置や構造形式等を検討する必要がある。

1 章 総則

- (1) 構造物の配置や架橋位置および橋の形式の選定を行うにあたっては、橋が供用期間中に遭遇し得るリスク要因やそれが事業に及ぼし得る影響を適切に整理し、架橋位置や形式の選定及びその後の調査、設計、施工の前提条件に反映させることとする。
- ・橋長の設定（橋台位置）
 - ・支間割の設定（橋脚位置）
 - ・下部構造、基礎構造形式の検討
 - ・上部構造形式の検討
 - ・調査、設計、施工時点で必要な対応の引継ぎ
- (2) 影響の評価にあたっては同格の迂回路の存在など、道路ネットワークにおける路線の位置付けや代替性なども考慮して行うのがよい。
- (3) 整理するリスク要因や影響は、次の観点で分類し、整理するのがよい。
- ・豪雨・洪水による流出や洗掘、津波や漂流物、周辺領域・周辺地盤に起因する災害（落石・崩壊、岩盤崩壊、地すべり、土石流等）、雪崩などの自然災害が橋の機能・損傷や安定に与える影響
 - ・上記の複合的要因
 - ・冠水、波浪・越波、強風、地吹雪・豪雪等などの自然要因が通行の規制や除雪等の道路管理に与える影響
 - ・橋への落雷に伴う火災、橋面や路下での車両等の火災など
 - ・車や船舶などの衝突
 - ・地盤調査等、調査の情報量が増えるにしたがって明らかになり得る事項が対策等の費用、工期に与える影響
 - ・新しい材料や技術の適用等に関して、実現性や採用後の維持管理に与える影響

【解説】

昨今の災害を踏まえ、道路の耐災害性の向上の取り組みや、既存の道路についても災害リスク箇所を把握しマネジメントすることの重要性が指摘されており、そのあり方の検討も始まっている。

たとえば、

<https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/sdt/pdf/t01.pdf>

<https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/content/001362315.pdf>

など。

このような中で、これから整備する道路については、災害に対するリスクを把握し、そのマネジメント方針を定めた上で、構造物の配置や架橋位置および橋の形式の選定を検討し、リスクマネジメントの点でも良好なストックを形成することが重要になると考えられることから、枠書きを提案した。

災害時はもとより、通常の状態においても求められる機能を十分に発揮すること、また、不幸にして何らかの損傷が生じた場合であっても十分粘り強く、丈夫な橋であることが念頭に置かれた設計がされるようにしたうえで、維持管理の確実さと容易さについても、道路ネットワークにおける路線の位置付けや代

替性なども十分に考慮し、不測の事態に対する配慮の範囲を検討する必要がある。

これらは、災害だけに限らず、地盤調査など、不完全な情報の範囲で様々な意思決定を行わねばならないことのリスクも含む。たとえば、路線計画や予備設計の段階では、地盤調査等の情報量が限られることが少なくない一方で、その情報が増えたときには、土工区間と橋梁区間の設定など架橋位置の選定の妥当性の再評価、軟弱地盤や斜面崩壊の対策の必要性、支持層の見直しや基礎形式の見直しなどが必要になることは常にリスク要因として想定され、これらのリスク要因が、工事費用や期間に大きく影響することがないようにするか、予め影響することも理解したうえで、様々な意思決定を行っておくことが合理的な事業の実施につながると考えられる。

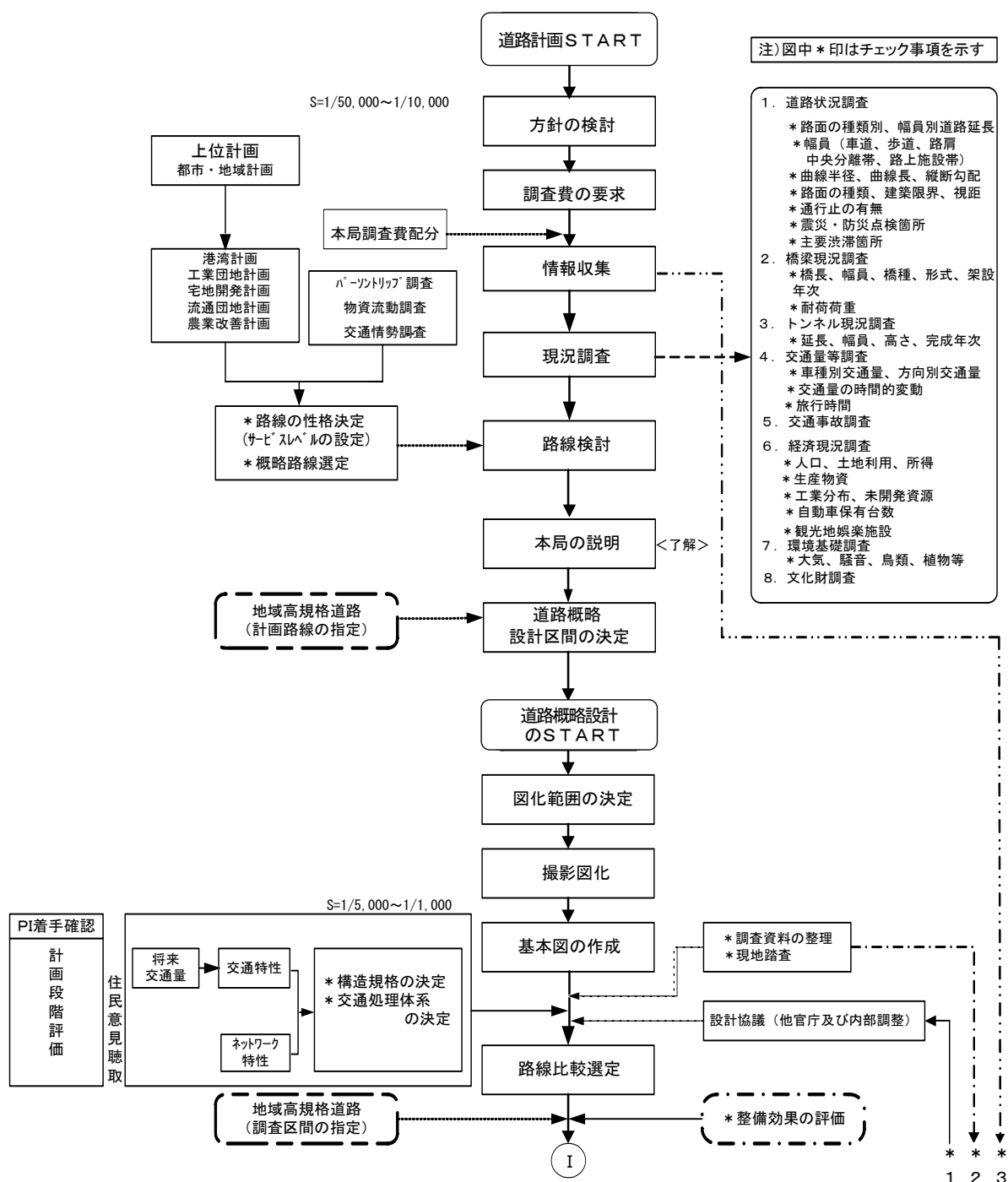
以上から、梓書きのとおり、リスク要因の把握と対応を整理することを求めることを提案した。

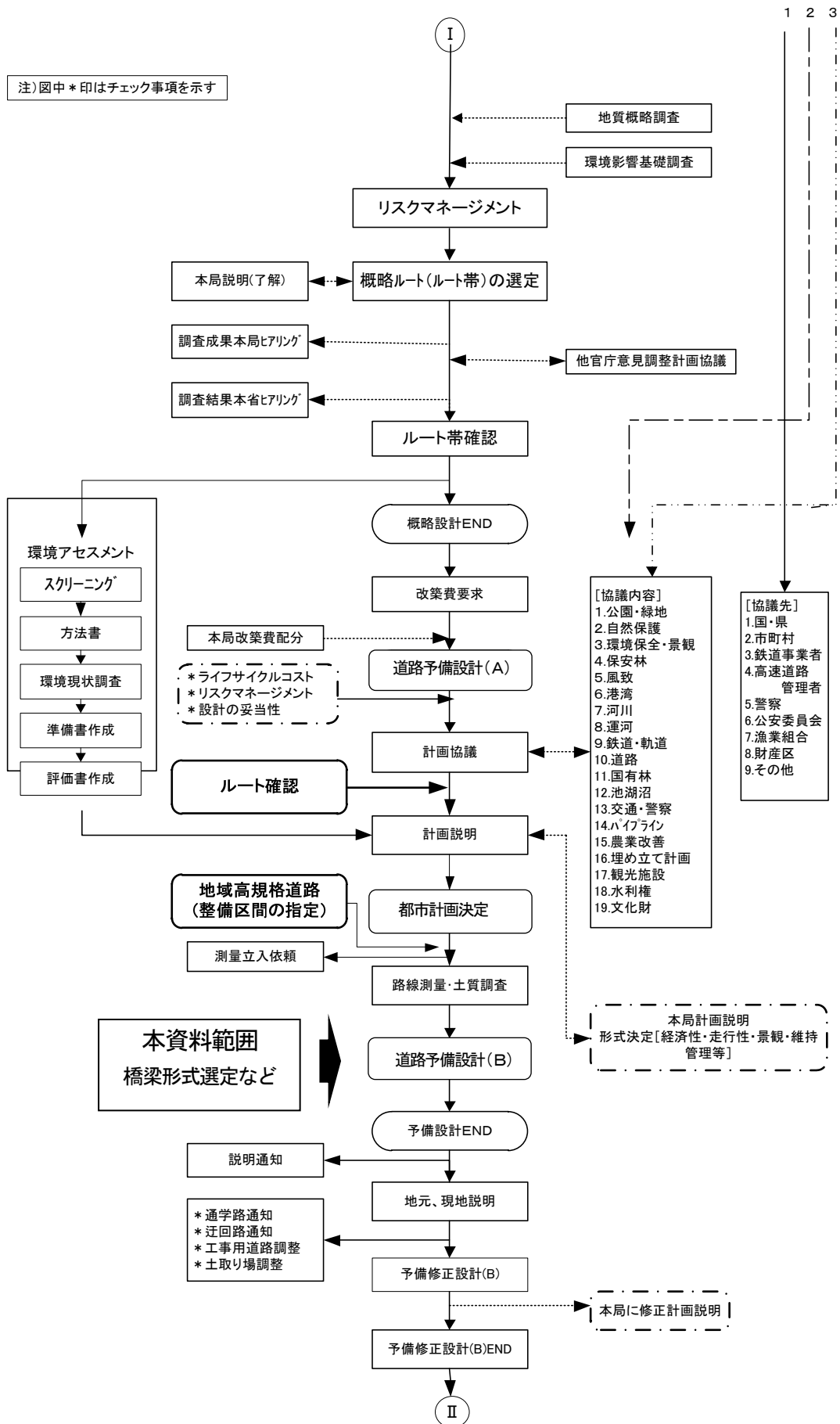
橋梁アプローチ部も含めて、適切に評価を行う必要がある。

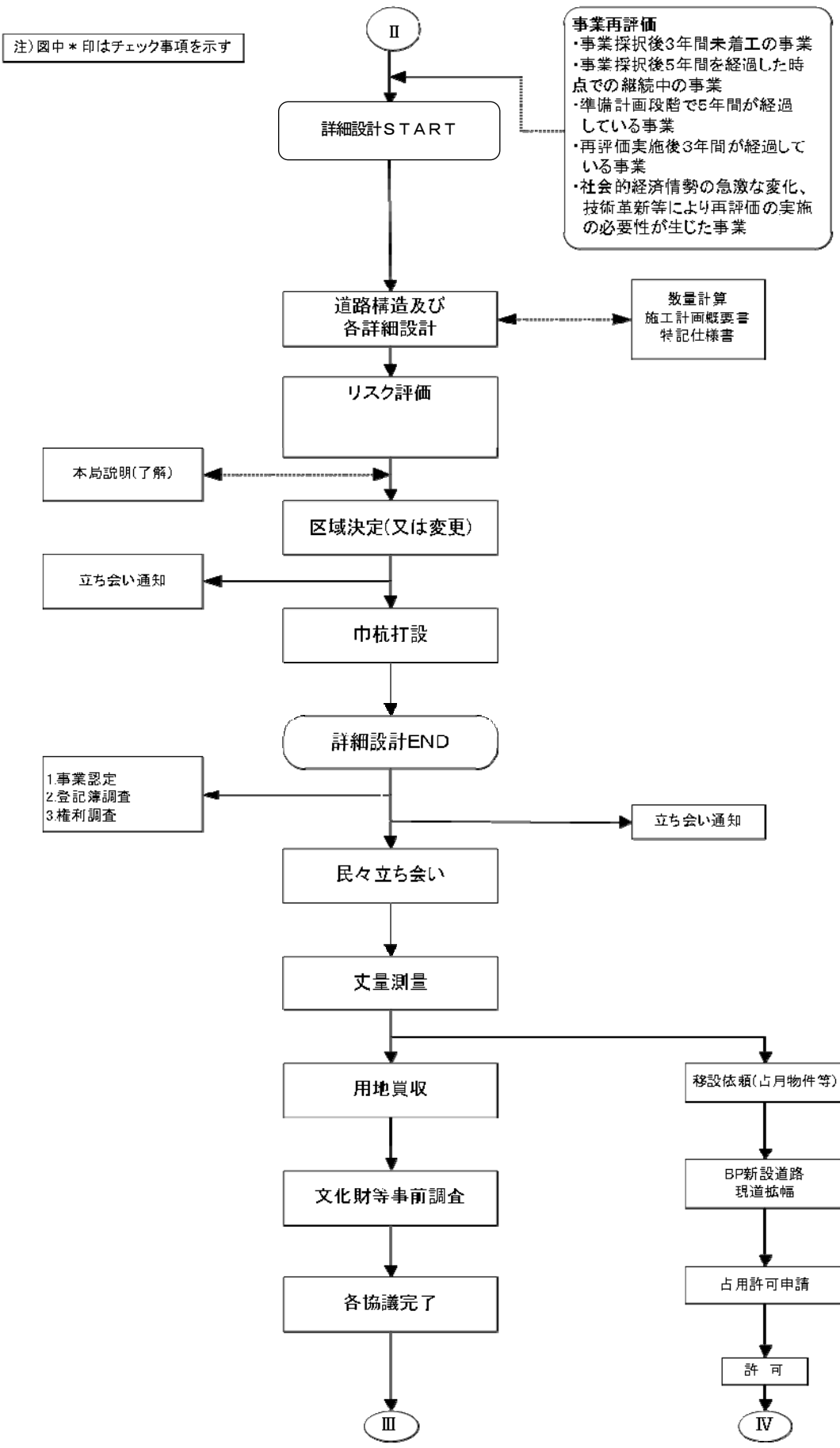
これまでの一般的な道路事業の流れを以下に示す。

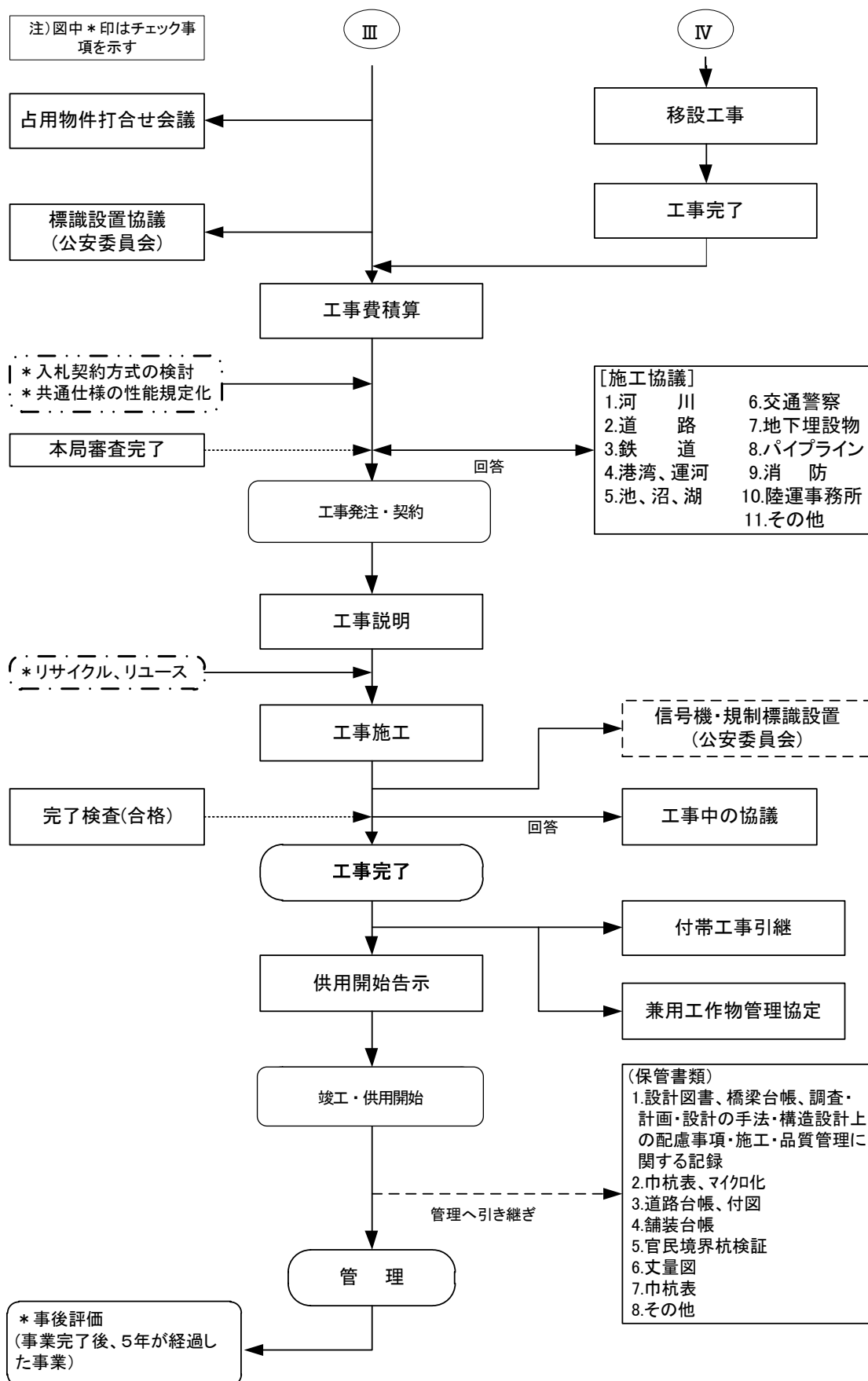
各段階において（１）から（３）の検討を行う必要がある。

出典：近畿地方整備局 設計便覧を一部改変









2章 調査・対外協議

2.1 調査

橋の適切な設計、施工、維持管理を行うため、基準類に規定される必要な調査を実施する。たとえば以下のものがある。

1) 架橋環境条件の調査

- ・地盤調査
- ・地下水調査
- ・有害ガス等の調査
- ・河相調査
- ・利水状況調査
- ・気象・地形条件
- ・腐食環境、疲労環境
- ・路線条件
- ・近接施工の場合の調査（既存物件・地下埋設物）

など

2) 使用材料の特性及び製造に関する調査

- ・コンクリート製造プラント
- ・使用材料（じん性等の機械的性質、化学組成、形状寸法等の特性など）
- ・市場性

など

3) 施工条件の調査

- ・自然現象
- ・現場状況等
- ・現場周辺環境
- ・作業環境
- ・運搬路等

など

4) 維持管理条件の調査

- ・環境条件
- ・使用条件
- ・管理条件

など

2.2 対外協議

2.2.1 道路

橋梁計画、施工計画にあたっては交差道路の管理者と十分に協議を実施し、道路構造、交差条件、制約条件、配慮事項を確認する。

【解説】

(1) 交差道路の協議にあたっては、「道路構造令」に準拠し、その交差条件について道路管理者に提示して協議を実施する。

(2) こ道橋の計画においては、交差物件の維持管理に必要な空間を確保することとし、計画に必要な事項については、計画に先立ち事前に交差物件管理者と十分打合せのうえ、橋梁計画を行う。

橋下余裕高については、補修補強などの維持管理に際して、足場工の設置や点検車に必要な空間を確保するためのものであり、主桁の下フランジと交差物件との離隔ではないことに注意が必要である。橋下余裕高は、鋼橋、PC 橋のいずれも点検車などが入る高さが必要であるが、定期点検や補修補強工事が無理なく実施できるように、橋毎に具体的に検討し決定する。極力多くの橋下余裕高を確保できるよう検討するのが望ましい。

なお、桁下余裕高を、定期点検や補修補強工事が無理なく実施できるように設定した場合、橋梁前後の取付道路の延長が延びたり、盛土高が高くなることが考えられるため、必要に応じて下記の条件について検討が必要となる。

- ① 交差道路との擦り付け
- ② 取付道路の土留構造
- ③ 基礎地盤の変状

(3) こ道橋の計画においては次の項目について整理する。

- ① 交差物件の現況幅員及び建築限界
- ② 確保すべき空間（断面）
- ③ 周辺道路の整備計画
- ④ 迂回路の有無
- ⑤ 橋梁点検時の通行止め可否
- ⑥ 地下埋設物
- ⑦ その他

(4) 上部構造形式及び付属物の配置計画においては、将来のメンテナンスに配慮する。

維持管理の作業空間を確保する必要がある。詳細設計や維持管理のために、作業空間の決定根拠を整理する必要がある。

2.2.2 鉄道

橋梁計画、施工計画にあたっては交差する鉄道の管理者と十分に協議を実施し、交差条件、制約条件、配慮事項を確認する。

【解説】

(1) この線橋の計画においては、交差物件の維持管理に必要な空間を確保することとし、計画に必要な事項については、計画に先立ち事前に交差物件管理者と十分打合せのうえ、橋梁計画を行う。

橋下余裕高については、補修補強などの維持管理に際して、足場工の設置や点検車に必要な空間を確保するためのものであり、主桁の下フランジと交差物件との離隔ではないことに注意が必要である。橋下余裕高は、鋼橋、PC 橋のいずれも最低限、点検車が入る高さを考えながら、定期点検や補修補強工事が確実に実施できるように、鉄道下での維持管理ということで橋毎に具体的に検討し特に慎重に決定する。極力多くの橋下余裕高を確保できるよう検討するのが望ましい。

なお、桁下余裕高を、定期点検や補修補強工事が無理なく実施できるように設定した場合、橋梁前後の取付道路の延長が延びたり、盛土高が高くなることが考えられるため、必要に応じて下記の条件について検討が必要となる。

- ① 交差道路との擦り付け
- ② 取付道路の土留構造
- ③ 基礎地盤の変状

(2) この線橋の計画においては次の項目について整理する。

- ① 交差物件の現況幅員及び建築限界
- ② 確保すべき空間（断面）
- ③ 電化や複線化等の整備計画
- ④ 地下埋設物
- ⑤ き電停止可否
- ⑥ その他

(3) 上部構造形式及び付属物の配置計画においては、将来のメンテナンスに配慮する。

維持管理の作業空間を確保する必要がある。詳細設計や維持管理のために、作業空間の決定根拠を整理する必要がある。

2.2.3 河川

橋梁計画、施工計画にあたっては交差河川の管理者と十分に協議を実施し、河川管理施設等構造令などに準拠した交差条件、制約条件、配慮事項を確認する。

【解説】

(1) 河川を横過する橋梁の計画にあたっては、以下の規定に準拠する。

- ① 「河川管理施設等構造令」
- ② 「工作物設置許可基準」
- ③ 「国土交通省 通達」

④ その他

(2) 河川を横過する位置は、以下に示す洪水時に複雑な流れを呈する箇所を可能な限りさけることが望ましい。

- ① 狭窄部、分合流部、水衝部、湾曲部などの河川流況が変化する区間
- ② 河床変動の大きな区間（河床変動の変化点）
- ③ 旧破堤地点、旧河川跡

(3) 河川改修計画の有無、既存河川施設との整合、及び河川管理上の条件等については、計画に先立ち事前に河川管理者と十分打合せのうえ、橋梁計画を行う。

(4) 計画高水量・高水位及び改修計画断面等の取り扱い

- ① 工事実施基本計画に基づき、直轄河川では河川改修計画、また、補助河川は河川改良工事全体計画に基づき計画する。
- ② 上記計画のない河川は、管理者との協議により計画条件を決定する。
- ③ 水圧の設定に必要となる、最大流速、河床低下量、洗掘深さを加味した水深については、河川管理者との協議により決定する。

(5) 河川橋梁は、河川条件を次の事項について整理する。

- ① 現況断面
- ② 改修計画断面
- ③ 計画河床勾配
- ④ 計画高水量
- ⑤ 計画高水流量
- ⑥ 橋下余裕高
- ⑦ 基準径間長
- ⑧ 斜角
- ⑨ 河積阻害率
- ⑩ 最深河床
- ⑪ 橋脚根入れ深さ
- ⑫ 堤防構造
- ⑬ 施工時水位、施工可能期間
- ⑭ 下部構造施工方法、上部構造架設工法
- ⑮ その他

(6) 橋下余裕高については、補修補強などの維持管理に際して、足場工の設置や点検車に必要な空間を確保するためのものであり、主橋下フランジと交差物件との離隔ではないことに注意が必要である。橋下余裕高は、鋼橋、PC 橋のいずれも点検車などが入る高さが必要であるが、定期点検や補修補強工事が無理なく実施できるように、橋毎に具体的に検討し決定する。

なお、定期点検や補修補強工事が無理なく実施できるように、橋下余裕高に余裕を持たせた場合、橋梁

前後の取付道路の延長が延びたり盛土高が高くなることが考えられるため、必要に応じて下記の条件について検討が必要となる。

- ① 交差道路との擦り付け
- ② 取付道路の土留構造
- ③ 基礎地盤の変状

(7) ダム湖などに架橋する場合の橋下高については、ダム管理者と協議する。

2.2.4 その他

橋梁計画、施工計画にあたっては交差物件の管理者等と十分に協議を実施し、交差条件、制約条件、配慮事項を確認する。

【解説】

(1) 橋梁の計画においては、交差物件（占用物件等）管理者等との協議結果による必要な条件を満足することとし、計画に必要な事項については、計画に先立ち事前に交差物件管理者と十分打合せのうえ、橋梁計画を行う。

(2) その他の対外協議としては、次の項目が考えられる。

- ① 道路交通法
- ② 都市公園法
- ③ 砂防法
- ④ 景観法
- ⑤ 文化財保護法
- ⑥ 道路法
- ⑦ 環境影響評価法
- ⑧ 各種条例

3章 橋の形式選定

3.1 橋の形式選定の基本事項

道示Ⅰ〔1章〕の各条文の内容やその趣旨を踏まえて、設計や施工の前提条件や橋に求める性能を明らかにしたうえで、これらの条件を満足する架橋位置、形式、構造の選定を行う。次のような観点を盛り込み、選定方法を検討する。

- A) 路線計画、橋梁概略計画に基づき、橋梁計画の前提条件、架橋位置特有の条件に含まれる具体的な条件を明らかにしたうえで、このうち、当該橋梁の要求性能として必須とする条件を基本条件とする。そのうえで、基本条件を満足するものを複数選定する。(以下、1次選定という)
- B) 計画時点では避けられない情報等の不確実性もあるなかで架橋位置や形式の選定にあたって仮定、設定した条件について、それらが後から変更になった場合に構造形式や構造諸元が大きく影響を受ける項目(以下、リスク項目という)と、影響及び対応方針を明らかにする。そして、1次選定を行ったもののうち、リスクの対応方針に適合するものを複数選定する。(以下、2次選定という)
- C) 最終的に、経済性の評価を行うとともに、A)やB)の比較では考慮していない比較項目の着眼点と、経済性の評価と合わせた比較方法を適切に検討し、総合的な比較により、架橋位置や形式の選定を行う。
- D) なお、具体的な性能の照査方法に関する知見が少ない材料、部材・接合、形式などを用いるときには、道路橋示方書が求める手順により橋の性能を満足できるように設計するための検討に要する技術レベル、費用、期間などを適切に想定する。

【解説】

本章では、平成29年に改定された道路橋示方書の趣旨に則り、架橋位置や形式の選定の考え方をまとめている。

平成29年に改定された道路橋示方書では、架橋位置や形式の選定は、道路橋の性能を満足させるための前提条件として明確に位置づけられている。そこで、架橋位置や形式の選定は、当該橋梁では必ず考慮しなければならない条件や要求事項(以下、基本条件という)と、基本条件は当然満足するなかで、経済性に大きな影響を与えない範囲でできるだけ配慮するのがよい事項を整理することから始める必要がある(上記A)に相当)。ただし、基本条件とその他の条件の区別をする中で、何までを基本条件とするのかによって、選ばれる架橋位置や形式の候補が異なることもあり得るので、それらについては予備的な検討を行うなどの過程が必要になる。

また、特に架橋位置の選定は、地盤条件などとも密接に関係するので、各種の災害に対する対応の条件にも関係したり、後の地盤調査や工事のときに明らかになる条件も多い。そこで、基本条件とその他の条件の区別、災害やその時点での情報の範囲で様々な条件設定をせざるを得ないことの不確実性については、幅広にそれらの不確実性を抽出し、架橋位置や形式の選定の条件としてそれらの不確実性への対応を含める場合、含めない場合で、比較検討結果がどのように変わり得るのか、検討するプロセスが必要である(上記B)に相当)。

ここまでくれば、いずれの架橋位置や形式を選んでも、基本的には、求める条件(基本条件)に合致した橋が選ばれる。そこで、経済性やできるだけ配慮すべき条件について、適切な比較検討を行うための方法を検討し、選定を行う(上記C)に相当)。

以上のような形式選定を行うことで、以下の効果が期待できる。

- ・劣化や災害も考慮したとき、必ずしも設計計算等では反映できない状態や状況に対しても、架橋位置

や形式の選定という設計のできるだけ早い段階から対応を取ることで、施工時の安全性や、維持管理の確実性や容易さを、より容易に実現できるようにすること。

- ・事業の進捗管理をより適切に行うために、条件や仮定の設定、さらにそれに基づく意思決定は、その時点の情報で行わざるを得ないことについて、あとから様々な情報が追加で明らかになったときの対応の反映の程度も、詳細設計や工事に移る前に認識されるようにすること。たとえば、形式選定時点で設定している地盤条件等が、後の調査や工事の過程で変更が必要になるなどしたときに、対応が容易でない構造について、架橋位置の選定や形式選定の最初の時点で、それを避けることも可能にする余地を作ること。
- ・当該地点の要求に叶うにも係わらず、実績が少ない形式などが候補として挙がりにくい可能性があることについて、これらの可能性を小さくすること。

橋の形式選定を行う上で設定する性能には、橋の耐荷性能、橋の耐久性能及び橋の使用目的との適合性を満足するために必要なその他性能の3つの性能がある。

また、平成29年の改定における主な改定点は以下のとおりであり、これらの主旨も形式選定において適切に考慮されねばならない（道路橋示方書まえがきより）。

- ① 橋の構造形式や使用材料の多様化も踏まえれば、橋梁形式や上部構造の主たる使用材料によって大別するのではなく、鋼部材とコンクリート部材をどのように組み合わせた場合にも橋として求められる性能を明確にするように、編構成の見直しがなされた。その結果、Ⅰ編から順に、Ⅰ 共通編、Ⅱ 鋼橋・鋼部材編、Ⅲ コンクリート橋・コンクリート部材編、Ⅳ 下部構造編、Ⅴ 耐震設計編とされた。
- ② 各条文が要求性能とそれを満足する標準的な検証手法の組合せで構成されるだけでなく、橋全体としても性能の評価が可能であるように、橋全体系として求める性能が明確化され、橋全体系の性能を照査するための上部構造、下部構造等の性能の検証方法、さらには、上部構造、下部構造等を構成する部材等の性能の検証手法も階層的に要求性能と標準的な検証手法の組合せとして規定された。
- ③ 橋の耐震性能という概念が発展的に解消され、橋の性能を構成するものとして、橋の耐荷性能、橋の耐久性能及び橋の使用目的との適合性を満足するために必要なその他性能の3つの性能が規定された。これにより、災害時はもとより、通常の状態においても求められる機能を十分に発揮すること、また、不幸にして何らかの損傷が生じた場合であっても十分粘り強く、丈夫な橋であることが念頭に置かれた設計がされるようにしたうえで、維持管理の確実さと容易さについても、道路ネットワークにおける路線の位置付けや代替性なども十分に考慮し、不測の事態に対する配慮の範囲を検討することが明確にされた。
- ④ 新たな材料や構造の採用が今後増加することも期待し、橋の耐荷性能を評価するために、橋の限界状態が新たに規定された。
- ⑤ 標準としての設計法は、部材単位で荷重支持能力と構造安全性の確保を行う従来の設計法を踏襲した。しかし、新たな材料や構造の採用が今後増加することも期待し、荷重や抵抗値のばらつきも考慮したうえで設計状況に対して橋や部材の限界状態を超えないことを確実に達成できるように、従来の許容応力度法が廃止され、部分係数法が導入された。
- ⑥ 限界状態設計法や部分係数法の導入に伴い、鋼部材、コンクリート部材の荷重体系、設計体系が統一された。また、設計で想定する品質が確保されるように、各編の適用の範囲が見直された。複合構造についても、全編の規定を適切に適用することで設計が可能であるようにされた。

- ⑦ 地震の影響による大規模な斜面崩壊による橋台の沈下等の事例が存在したため、耐震設計において、できるだけ地盤変動の影響を受けない位置に架橋位置を選定することが標準とされた。
- ⑧ 多様な曝露環境に対して耐久性を事前に検証することが困難な新しい技術についても、修繕、交換の可能性も考慮しながら採用を検討できるように、維持管理と一体で耐久設計を行うことが明確にされた。交換も前提にしながら部材ごとに設計耐久期間を定められること、維持管理方法と耐久性確保の方法を一体で実施し、必要な耐久性を確保することが明確化された。
- ⑨ プレキャスト化などの流れを受け、コンクリート部材の接合部の要求性能が明確にされた。また、これにより、複合構造の接合部においては、鋼、コンクリート部材の接合部の規定をそれぞれ参照し、設計することができるようになった。

以上の主旨を鑑みれば、橋は災害時はもとより、通常の状況においても求められる機能を十分に発揮、また、不幸にして何らかの損傷が生じた場合であっても十分粘り強く、丈夫な橋であることが念頭に置かれた形式の選定や設計がされる必要がある。加えて、維持管理の確実さと容易さについても、道路ネットワークにおける路線の位置付けや代替性なども十分に考慮し、不測の事態に対する配慮の範囲を検討し、その前提条件を明らかにし、それを満足するように形式の選定や設計がされるのがよい。

また、道路管理者の架橋位置の選定や形式の選定のプロセスにおいては、リスクが適切に考慮されていることを確認することが求められる。実際には、架橋位置、形式、支間割り、部材配置等の設定の検討が進むにつれ決まってくる事項も多く、行きつ戻りつしながら、対応方針や構造設計上の配慮をどこまで行うのかも決まってくる。また、路線によっては、設計状況（荷重の組み合わせ）の中では考慮されないリスクをある程度受け入れる場合もあれば、そうでない場合も決まってくることになる。したがって、これまでの架橋位置の選定のルーチンにおいて、これらの検討を反映させ、設計図書に残すプロセスが必要であろう。

橋の形式選定の流れを図-3.1.1に示す。これらの前提条件をあらかじめ明確にした上で、前提条件にかなう形式同士を比較し、最適な形式を選ぶようにする。たとえば、多様な曝露環境に対して耐久性を事前に検証することが困難な新しい技術についても、修繕、交換の可能性も考慮しながら採用を検討できるように、維持管理の前提条件を整理するときに、そのようなことが可能であるか確かめておくことになる。

以下に、その項目を示す。(3.3 架橋位置特有の条件参照)

A) 架橋位置の選定や構造形式、部材配置の決定では、複数の選択肢があるなかで、一つ一つの橋について、架橋条件や交差物件、劣化または災害により万が一重大損傷が生じた場合の社会的影響度や復旧性についての条件をどの程度に留めるべきなのかと、それを実現するための費用も検討するというプロセスである。そして、候補となる橋梁形式を複数案抽出するときには、条件に対する対応方針に適合できる架橋位置、下部構造位置、構造形式の中から選ぶ。そして、それらから、最終的に、経済性や施工の現実性や容易さなどの観点で形式を絞りこむ。これに対して、たとえば、適用支間と施工性で形式を絞り込んだあとで詳細設計に入り、最後に条件の洗い出しと対策を検討しているのは、比較的容易にできたはずの条件の軽減がし難い下部構造の位置や上部構造の形式を選んでしまっていたことが明らかになる可能性が出てくるので、ここで提案するプロセスでの選定の方が望ましいと考えられる。

B) 形式選定はその時点で判明している限られた情報の範囲で行うものなので、その後判明した（するかもしれない）情報による影響を受け難いように行うことが望ましい。また、道路橋の場合、長期の供用期間を想定することが当然の構造物であり、その間に橋が置かれる状況の可能性は多岐に渡る。基準では、全ての橋について具体的に荷重の組み合わせとして考慮すべき標準とする設計状況が規定されているものの、外力として扱うのではなく、計画上できるだけ避けることが合理的と考えられる自然由来又は人為的な状況もある。後者については、架橋条件に応じてできるだけ網羅的に把握し、対応方針を設計条件として設定する必要がある。そこで、形式選定にあたっては、橋毎にリスク要因を設定することが必要になる。なお、リスク要因には、自然的要因もあれば人為的要因もあり、自然災害（地震や断層変位、津波・高潮、土砂・斜面災害、水害、噴火など、いわゆるハザードマップに関連するもの）地盤条件の推定・設定の不確実性などがある。

C) A)やB)のように形式選定の時点で満足することが必須である条件、C)のように、A)やB)のように必須とは言わないまでも形式選定の時点でできるだけ配慮するのがよい条件など、橋の設計で考慮する条件を形式選定や詳細設計にどのように反映させるかについては、適切な検討が必要である。

また、C)の比較項目については、A)B)の比較の観点と重複することがないようにする。たとえば、耐震性や維持管理性について設計の前提条件をあらかじめ決めて、A)B)の過程においてそれらを満足する構造だけに絞り込んでいるとすれば、満足しているものの中での優劣の比較は経済性で行われることになる。それにもかかわらず、C)にてさらに耐震性や維持管理性の項目を立てることは、重複した評価を行うことになってしまうので、避けるように。

C)の比較検討項目については、たとえば、道示 I [1.8.3] に規定されている構造設計上の配慮事項を対象に、各形式等の適合性の度合いについて定性的に優劣をつけることが考えられる。構造上の配慮事項は、当該橋の重要度、架橋位置特有の条件、施工の条件、維持管理の条件に基づいて検討されるものであるが、これらの条件の詳細について、基本条件として既に構造設計にて必須なものとして反映されているものについてはここでは扱わない。構造設計上できるだけ配慮するのがよいとした事項について、ここでの比較項目とする。

(例)

- ・施工の品質確認の確実性
 - ・施工品質の確認の確実性は、品質確認が可能か否か、可能な場合は、その方法の精度に基づいて優劣を定性的に評価するなど。
- ・維持管理の確実性
 - ・近接し、点検・調査を行ったり、修繕を行うことが可能か否か、及び、その難易度に基づいて優劣を定性的に評価するなど
 - ・交換等の確実性が求められる部材等について、交換を行うことが可能か否か、可能である場合には、その難易度に基づいて優劣を定性的に評価するなど。
- ・構造上の補完性・代替性
 - ・崩壊など橋が致命的な状態となる可能性及び橋の機能の回復、構造上の補完・代替が困難となる可能性に対して配慮されているか否かにより、優劣を定性的に評価するなど。

- ・ただし、主要な部材の荷重伝達経路の多重性・代替性の確保、損傷の影響範囲の限定化などは、設計において当然配慮、反映されるべき事項であり、その優劣は、比較項目とするかどうかも含めて検討すること。
- ・その他適当な比較項目を設定する。

D) 新しい技術を用いるときには、その性能の検証にかかる費用や時間も橋の形式選定において適切に考慮する必要がある。新しい材料や技術を道路橋示方書に適合するように用いるための具体的な検討や評価内容にどのような事項があるかは、**1. 調査・計画編 4章 道路橋示方書に橋や部材等に適用するにあたって性能の達成手段に関する具体の規定がない材料等の扱い**を参考に見積もるのがよい。

道路橋示方書では、達成すべき要求性能の規定は、様々の異なるレベルや性質の性能が重層的に規定されているため、新たな材料や構造によって達成されと考えられる性能と、示方書の種々の規定や、それが意図する要求性能との相互の関係を、もれなく確認する必要がある。

新しい材料や技術の活用を検討するにあたっては、影響するすべての性能や設計条件などについて、その橋として道路橋示方書に適合するような使い方、又は、部材等の単位で道路橋示方書に適合させる設計を行うための検討の内容、難易度、期間の見通しを評価する。

図書、論文などを参考にする場合には、道路橋示方書との適合性について把握したうえで参考にできる範囲で参考にするとともに、詳細設計を行うにあたって道路橋示方書への適合性について検討が必要になる事項について明らかにする必要がある。

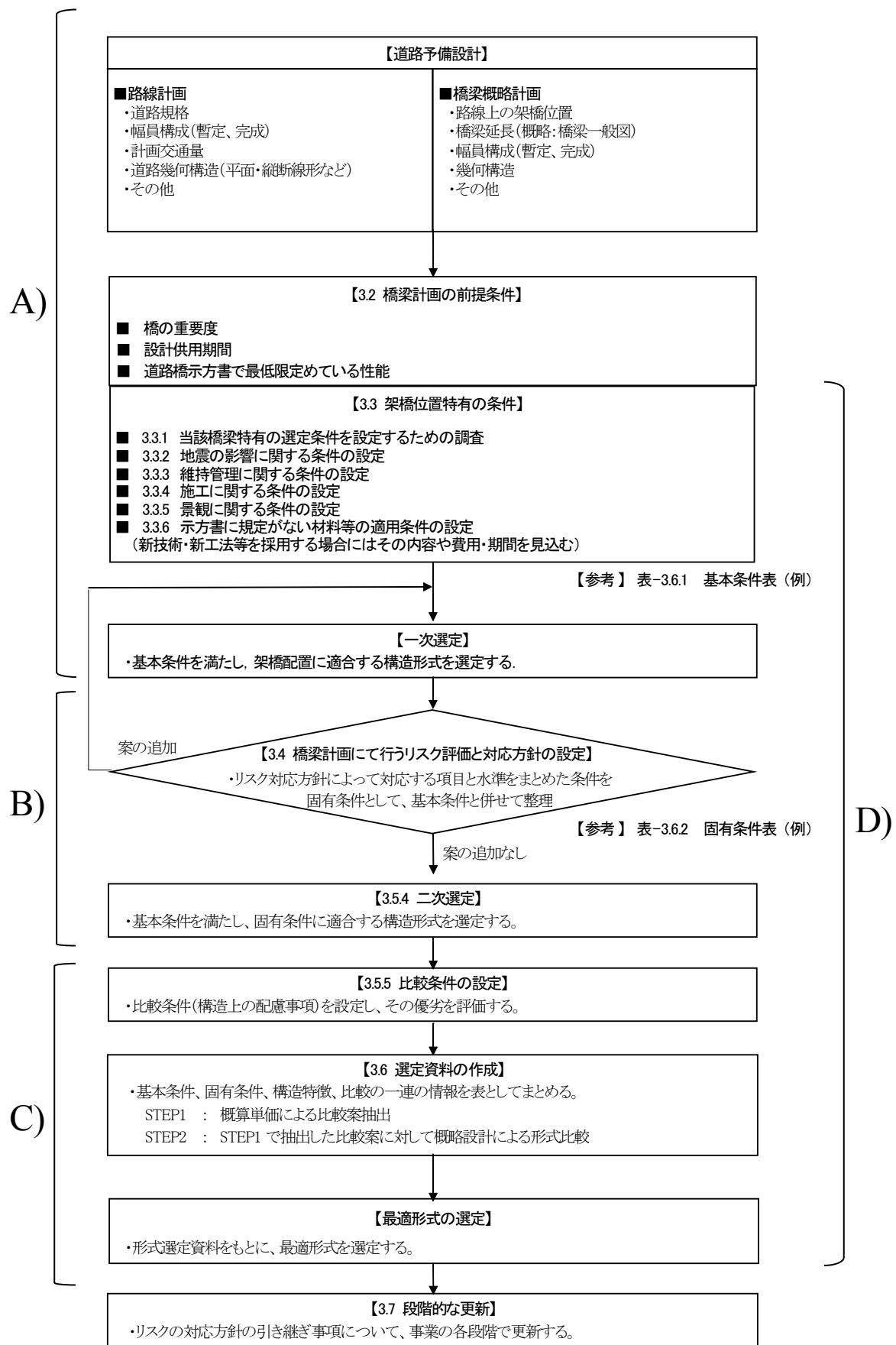


図-3.1.1 橋の形式選定の流れ

3.2 橋梁計画の前提条件

3.2.1 一般

(1) 橋梁計画においては、橋の重要度、架橋位置特有の条件、維持管理に関する条件、施工に関する条件、景観に関する条件などを前提条件とする。

(2) 橋の形式選定等に考慮する具体の前提条件を整理するために橋が計画される路線に期待される役割について具体的に整理しておく。たとえば、下記を参考に、災害時と平常に分けて、役割や道路管理上の制約条件を整理するとよい。

○ 災害時については、当該橋の損傷による２次災害の可能性、物流などの経済・社会活動上の位置付けなどの観点から、稀に生じる大地震などの災害時にあっても極力供用性が損なわれないことが求められるなど特に重要と考えられる路線にある。

平常時については、物流などの経済・社会活動上の位置付けなどの観点から補修や補強のために供用性が制限されることが特に許容され難い路線にある。

○ 災害時については、当該橋の損傷による２次災害の可能性、物流などの経済・社会活動上の位置付けなどの観点からは、あらかじめ計画しておくことで稀に生じる大地震などの災害時などの際に供用性が損なわれることも許容され、他の同等以上の性能を有する代替え路線によりその機能が補完されるものとする路線にある。

平常時については、物流などの経済・社会活動上の位置付けなどの観点から補修や補強のために供用性が制限されることが特に許容され難い路線にある。

○ 災害時については、当該橋の損傷による２次災害の可能性、物流などの経済・社会活動上の位置付けなどの観点からは、あらかじめ計画しておくことで稀に生じる大地震などの災害時などの際に供用性が損なわれることも許容され、他の同等以上の性能を有する代替路線によりその機能が補完されるものとする路線にある。

平常時については、あらかじめ計画しておくことで、点検、補修や補強のために供用性が損なわれることもある程度許容される路線にある。

(3) 橋の形式選定においては、必ず満足しておかなければならない性能や条件について適切に設定しなければならない。

また、構造上の配慮事項についても、形式選定を行ううえで非常に重要であるため、その設定は橋梁計画の前提条件を踏まえて、具体的かつ詳細に行う。

【解説】

設計の前提となる条件を設定するにあたっては、平時、災害時のそれぞれにおいて、道路の一部としての橋の機能が損なわれたときに社会経済活動に与える影響や緊急輸送に与える影響を想定し、条件を整理することが有効である。また、これらは交差物件や周辺道路ネットワークの位置付けと密接に関係する。そこで、橋の各種条件を検討にするにあたっては、平時、災害時の区分、また、橋の機能が損なわれたときに道路機能に及ぼす影響、交差物件や第三者に及ぼす被害の影響の観点を取り入れるとよい。

たとえば、点検、維持行為による通行の規制はもちろん望ましいものではないが、必要に応じてやむを得ない規制を前提にすることで部材等の形式の選定の結果が変わり得る。このような検討を行うにあたっては、道路の経済・社会活動上の位置付けを整理しておかねばならない。また、整理にあたっては、災害下を念頭にした緊急輸送に求められる道路の機能と、これ以外のいわば平常時において、車線の規制等が当該道路の交通や周辺道路の交通に与える影響にわけて考えるとよい。

平常時において、物流などの経済・社会活動上の位置付けなどの観点から、点検、補修や補強のために供用性が制限されることが特に許容され難いか、可能な範囲で制限もあり得る路線であるのか考慮するとよい。

災害時においては、たとえば、稀に生じる大地震や津波などの災害時にあっても極力供用性が損なわれないことが求められるなど特に重要と考えられる路線もある。一方で、地震動については2次災害の可能性を考えればこれと同様であっても、その後の通常の供用を確保する観点や、津波などの2次災害に対しては、地域防災上の位置付け、当該橋の損傷による物流などの経済・社会活動上の位置付けなどの観点からは、あらかじめ計画しておくことで供用性が損なわれることも許容され、他の同等以上の性能を有する代替路線によりその機能が補完され得る場合もあるだろう。このように、単に災害、又は、地震とひとくくりにせずに、条件を細分化することで、より適切に橋に求めるかどうか、検討するとよい。

3.2.2 橋の重要度 : 道示 I [1.4]

- (1) 橋の重要度に関連して、一般に明示しておくことが必要となる条件等については、以下のものがある。
- 1) 物流等の社会・経済活動上の位置付け
 - ・道路区分
 - ・物流ネットワーク上の位置付け
 - 2) 防災計画上の位置付け
 - ・緊急時の位置付け
 - 3) 路線の代替性
 - ・迂回路の有無（通常時・災害時） ※1)、2)で示す各位置付けと同等以上の迂回路
 - ・周辺道路網に対して、本橋が迂回路となる可能性とそのときに求められる条件など
- (2) 橋の重要度は、橋の性能や構造設計上の配慮事項、維持管理の条件など様々な設計内容と密接に関わってくるため、設計にあたっては道路管理者の設定する条件を確認するとともに、設計との関わりについて明確にする。なお、その結果については、設計の前提となる条件として、設計計算書に記述する。

【解説】

(1) 橋の重要度については、物流等の社会・経済活動上の位置付けや防災計画上の位置付け等の道路ネットワークにおける路線の位置付けや代替性に応じて、一時的にでも供用性が失われることが特に許容され難いような条件に対しては、橋や構造の形式の選定段階から十分な配慮が必要である。（道示 I P26）
一般に明示しておくことが必要となる条件等の詳細については、以下のものがある。

- 1) 物流等の社会・経済活動上の位置付け
 - ① 道路区分
 - ・道路の種級区分
 - ② 物流ネットワーク上の位置付け
 - ・重要物流道路及び重要物流道路の代替・補完路
 - ・重さ指定道路

- ・高さ指定道路
- ・国際物流基幹ネットワークの整備計画

2) 防災計画上の位置付け

① 緊急時の位置付け

- ・緊急輸送路（第1次～3次）の指定の有無
- ・緊急輸送道路の整備計画
- ・津波警戒計画の指定の有無
- ・地域防災計画（地震、津波、水害、風害、雪害、高波、高潮災害、土砂災害など）
- ・耐震設計上の橋の重要度

3) 路線の代替性

① 迂回路の有無（通常時・災害時）

- ・迂回路の制約条件（建築限界、重量規制など）

② 周辺道路網に対して、本橋が迂回路となる可能性とそのときに求められる条件など

- ・本橋が迂回路となった場合の制約条件（建築限界、重量規制など）

3.2.3 設計供用期間、設計耐久期間、作用の評価期間 : 道示 I [1.5]

- (1) 橋の設計供用期間は 100 年を標準とする。部材等の設計耐久期間によらず、橋や部材等の耐荷性能の照査に用いる作用等の組み合わせは道示 I [3 章] による。
- (2) 部材等の設計耐久期間は 100 年を標準とする。

【解説】

橋の耐久性能は、作用効果の時間的な累積と関係付けて捉えられている。条件によっては部材等を積極的に交換することで確実な長寿命化を合理的に達成するような設計も期待できることから、道示 I [6 章] では、部材等の耐久性能を評価するにあたっては、作用の累積の影響を評価する期間として、橋における個別の部材等の設計耐久期間を橋の設計供用期間とは別に設定し、用いることも可能とされている。詳細は、道示 I [6 章] の解説を参照のこと。

耐久性について、部材等の設計耐久期間は、必ずしも 100 年である必要は無い。しかし、道路橋示方書に具体的に照査方法が規定されている方法は、部材等の設計耐久期間に対して 100 年を満足できるように規定されていると考えられることから、枠書きでは、部材等の設計耐久期間は、標準は 100 年とした。

一方で、積極的に部材等の交換を行うことが維持管理を合理的にするような橋の開発も期待されること、また、新技術については実際の施工、使用環境下での耐久性能の検証は、実績を積みながら明らかになることも多いことを考えると、今後の技術開発等を考えたときに、部材によっては、設計耐久期間を 100 年よりも短くする余地が残されている必要があると考えられる。たとえば、耐久性に関しては、実際の施工品質、曝露環境を再現した試験を事前に行うことも困難であることによる。道路橋示方書に具体の照査方法がない方法を用いる場合でも、道示 I [1.8.3(2)4] の解説のとおり、設定した範囲での信頼性や再現性は求められるのでデータ等の裏付けが存在する必要があること、不具合等の確認や評価の方法、修繕、交換等の方法を予め検討し、成立性を確保できるような使い方であるなどの配慮が求められることに留意する必要がある。

なお、このような新技術についても、部材等の耐荷性能（破壊の過程が明らかであり限界状態で代表できること、並びに、その原理や再現性は信頼性に関わるものであり、道示の既に規定がある耐荷力式や部

分係数を適用するための条件が明らかであること) については、道示に記載の方法と同等以上の信頼性が確認されることは必須であり、維持管理の確実性や容易さでその信頼性を補えるものではない。

3.3 架橋位置特有の条件 : 道示 I [1.8 及び 7.1]

| |
|--|
| 架橋位置特有の条件を設定するにあたっては、路線の特有の事項もあらかじめ整理しておく。 |
|--|

【解説】

構造上の配慮事項は、道示 I 等、道示の各編の構造設計上の配慮事項の条文及び解説から優劣を比較する項目を網羅的に抽出するのがよい。

以下に、構造設計上の配慮事項の項目を示す。また、各項目の配慮事項の例を表-3.3.1 に示す。

これらを参考に、橋梁計画の前提条件などを踏まえて、当該橋の特徴を考慮して配慮事項に対する対応を検討し、構造の詳細を設定する。

1) 施工の確実性および容易さ

3.3.4 施工に関する条件の設定により設定された条件のもとで、配慮事項を検討する。

施工品質確認に対する観点がある。

2) 維持管理の確実性および容易さ

3.3.1 当該橋梁特有の選定条件を設定するための調査、3.3.3 維持管理に関する条件の設定により設定された条件のもとで、配慮事項を検討する。

点検・調査の方法、更新・修繕の実施方法、耐久性能の確保に対する観点がある。

3) 構造上の補完性・代替性

橋が致命的な状態となる可能性に対する観点とする。

4) 経済性

初期建設費、維持管理費、更新費、ライフサイクルコストなどの指標がある。

表-3.3.1(a) 構造設計上の配慮事項の例

| | | 共通編 | 鋼 橋 |
|---|------------|--|--|
| 施工の確実性および容易さ | 施工条件 | | |
| | 施工品質確認 | <ul style="list-style-type: none"> ・設計で前提とする施工品質が満足されていることを、確実かつ容易に確認することができる構造とするための配慮 ・耐荷力や耐久性が得られるための設計の前提条件が満足されることを確認できるように、設計時点から十分な配慮 ・施工品質の確認方法の想定 ・施工品質の確認の可能な構造および施工手順 | <ul style="list-style-type: none"> ・標準的な施工及び品質管理を行うことができる構造 ・溶接継手を用いる場合、溶接施工、段階的なプロセス管理及び製作後の非破壊検査が適切に行える構造 |
| 維持管理の確実性および容易さ | 点検・調査の方法 | ①設計供用期間中の点検および事故や災害時における橋の状態を評価するために行う調査及び計画的な維持管理を適切に行うことができる構造とするための配慮 ・維持管理設備、点検施設等の設置 | <ul style="list-style-type: none"> ・検査路の設置 ・点検検査路の妨げとならない部材配置 ・ケーブル定着部や桁端部での点検空間の確保 |
| | 更新、修繕の実施方法 | ①一時的にでも供用が失われることが特に許容されない条件の場合には、特定の部材に対して設計供用期間中の更新の許容 具体的な補修や部材更新の方法について設計の段階で明確にする。 ・補修や更新の時期を判断する方法 ・点検や調査の方法 ・供用状態に応じた施工の確実性や道路機能への影響 ②供用制限が困難な橋の場合には、直接荷重を支える床版や支承については、補修や更新が確実かつ容易に実施できるように構造設計上の配慮を行う。 | <ul style="list-style-type: none"> ・床版取替えやケーブル交換時を考慮した設計 |
| | 耐久性能の確保 | ①継手の位置や補鋼材の位置関係、接合部等への設計上不要な仮補強材や鉄筋の配置が局所的な応力状態へ与える影響が設計で想定する応力条件から乖離を生じさせることも考慮した連結や接合位置や構造詳細の検討を行う。 ②耐久性能を満足するための設計の前提条件と部材各部における局所的な応力性状や曝露環境との乖離を小さくすることができる細部構造とするための配慮を行う。 ③水の排出・滞留状態が耐久性のばらつきの要因になることに対する構造細部の配慮 | <ul style="list-style-type: none"> ・確実な排水のための排水勾配や排水孔の設置 ・伸縮装置からの漏水を考慮した桁端部の防水処理対策 ・耐候性鋼材使用の場合、ち密なさび層を形成するための対策 |
| 橋の一部の部材および接続部の損傷、地盤変動等の可能性に対する構造上の補完性・代替性 | | ①橋の致命的な状態となる可能性に対する、補完性または代替性を考慮した部材の配置 ・補完性や代替性の確保と機能回復の容易さとの関係に配慮する。 ②一旦発生すると制御困難な現象の防止対策 ・つり橋、斜張橋などたわみやすい橋やケーブル部材などの風や雨などによる振動の防止対策 ③一部の損傷が橋の安全性に与える影響を拡大させない 別途の部材等の設置などフェールセーフ機能の付与 | |

表-3.3.1(b) 構造設計上の配慮事項の例

| | | コンクリート橋 | 下部構造 | 耐震設計 |
|---|------------|---|---|--|
| 施工の確実性および容易さ | 施工条件 | | | |
| | 施工品質確認 | <ul style="list-style-type: none"> ・グラウト充填状況やかぶり確認が容易 ・目視しやすい継手位置の設定 ・プレキャスト部材の活用 | <ul style="list-style-type: none"> ・目視しやすい躯体の継手位置の設定 ・コンクリート打設に問題となるような過密配筋の回避 ・施工不可能な鉄筋の干渉は回避 | <ul style="list-style-type: none"> ・落橋防止構造等に溶接継手を用いる場合は、鋼橋と同様に検討し、適切な施工品質が確保できる構造 |
| 維持管理の確実性および容易さ | 点検・調査の方法 | <ul style="list-style-type: none"> ・検査路の設置 ・点検空間の確保 ・点検や交換の容易さと耐荷特性を考慮したケーブル構造の選択 | <ul style="list-style-type: none"> ・桁端部の点検が可能な構造 ・橋台背面アプローチ部の維持管理の方法 | |
| | | <ul style="list-style-type: none"> ・点検などの維持管理が困難な部位をできるだけ少なくすること ・支承部に容易にアプローチすることができる ・支承部の状態の確認などが行えるための空間の確保 | | |
| | 更新、修繕の実施方法 | <ul style="list-style-type: none"> ・ケーブル部材の交換時の検討 ・内ケーブルと外ケーブルの併用 ・予備孔および付加的な外ケーブル設置の検討 ・支承部の支承の交換および維持管理の検討 ・床版の更新や修繕の実施方法の検討 | <ul style="list-style-type: none"> ・支承の交換に対する橋座の設計時の配慮 | <ul style="list-style-type: none"> ・地震後の損傷に対して点検と修復の容易さに配慮した構造の検討と計画 ・支承部周辺の維持管理の確実性及び容易さの配慮 ・付帯物も含めた橋を構成する部材の損傷や破片の落下による第三者被害に対する対策の配慮 ・制震装置などの補修や更新に配慮した構造の検討 |
| | | <ul style="list-style-type: none"> ・補修補強等のときにアプローチすることの確実性及び容易さの達成のし易さ ・上部、上下部接続部、下部・基礎を対象とする箱断面では、内面・外面があることも加味した点検口の設置などの配慮 ・支承の応急対策が行えるための空間の確保 | | |
| | 耐久性能の確保 | <ul style="list-style-type: none"> ・確実な排水のための排水勾配や排水孔の設置 ・伸縮装置からの漏水を考慮した桁端部の防水処理対策 | <ul style="list-style-type: none"> ・橋座の排水勾配 | |
| 橋の一部の部材および接続部の損傷、地盤変動等の可能性に対する構造上の補完性・代替性 | | <ul style="list-style-type: none"> ・容易に全体の安定性の喪失しない構造 ・主要部材が損傷した場合の代替性や補完性の確保 | <ul style="list-style-type: none"> ・複数列の杭基礎、組杭深礎基礎の採用 ・橋台背面アプローチ部の踏掛版の設置 ・洗掘対策としての根入れの確保 ・橋台アプローチ部に接続する擁壁を適切に配置 | <ul style="list-style-type: none"> ・部材に塑性化が生じる可能性を有し、その部材が塑性化すると橋に重大な影響を与える場合の補完性や代替性に対する配慮 ・たとえば、上部構造から慣性力を基礎へ伝達する部材や、橋脚を介さず上部構造から慣性力を基礎へ伝達する部材が対象となる。 ・上部構造の慣性力が橋脚柱の図心から大きく偏心しない構造とする配慮 |

3.3.1 当該橋梁特有の選定条件を設定するための調査 : 道示 I [1.7]

(1) 当該橋梁の形式や構造の選定にあたって、「地震の影響に関する条件」「維持管理に関する条件」「施工に関する条件」「景観に関する条件」「示方書に規定がない材料等の適用に関する条件」の条件を設定することを標準とする。

(2) (1)を設定するため架橋予定地点及びその周辺特有の状況に関する調査を行う。

【解説】

3.3.2 以下に従い、「地震の影響に関する条件」「維持管理に関する条件」「施工に関する条件」「景観に関する条件」「示方書に規定がない材料等の適用に関する条件」の条件について当該橋梁特有で、かつ、具体的な条件を設定するため、必要となる調査項目の例を以下に示す。

1) 路線条件

- ・交通状況（将来交通量、大型車交通量など）
- ・将来計画（拡幅予定、付属施設の設置など）
- ・交差物件（道路、鉄道、河川など）

□道路と交差または並行する場合

- ① 道路現況（道路規格、道路平面・縦横断線形、道路幅員、建築限界など）
- ② 将来計画（改良計画の有無、都市計画決定の有無、計画断面など）
- ③ 地下埋設物（既存占用物件の位置・形状、移設の可否、計画占用物件の位置・形状など）

□鉄道と交差する場合

- ① 鉄道現況（線路種別、線路等級、軌道幅、軌道構造、建築限界、車両限界など）
- ② 改良または線増計画、電化計画の有無
- ③ 近接施工上の制約条件（架設工法、防護方法、架設可能時間など）

□河川を横過する場合

- ① 河川現況（横断面形状、縦断勾配、高水流量、高水位など）
- ② 河川改修計画の有無（計画断面形状、計画縦断勾配、計画高水流量、計画高水位、管理用道路など）
- ③ 施工可能期間と施工条件

- ・制約条件（用地境界条件など）
- ・除雪及び滞留車両への対応計画

2) 自然環境条件

- ・腐食環境（地理的条件、飛来塩分、有害物質など）
- ・気象条件（温度、積雪、降雨量、風況など）
- ・地形・地質条件（軟弱地盤、液状化が生じる地盤、斜面崩落などの発生、断層など）
- ・地盤変動
- ・河相（流況、過去の流心や河床の変動など）
- ・地下水（水位、水質など）
- ・気象などの過去の記録（過去の地震、津波遡上高さ、火山活動、火砕流の災害記録など）

など

なお、土砂災害、洪水、津波や火山のハザードマップなどの少なくとも行政が発表している災害情報に関しては条件として確認して反映させること。

3) 周辺環境

- ・既存物件（住宅、学校、病院、商工業地、墓地、神社仏閣、防雪林、水源地、温泉など）
- ・地下埋設物、占用物、ライフライン（ガス、上下水道、史跡、文化財など）
- ・架空条件（電線類など）
- ・利水状況他（舟運、漁業、利水（工業、農業など）など〔現状、将来計画〕）
- ・動植物、生態系（自然林、湿原、国立公園、国定公園、鳥獣保護区など）

など

4) 使用材料の条件特性及び製造に関する条件

- ・コンクリートプラントの条件（立地条件、設備、品質管理体制など）
コンクリートの調達環境（運搬時間など）によっては、現場でのコンクリート打設に影響を与える可能性がある。
- ・使用材料の条件（材料の採取地、量、質、コンクリートの配合など）

など

5) 施工に関する条件

- ・関連法規（騒音、振動、資材運搬、施工などに関わる法規についての制限など）
- ・運搬路（道路条件、支障物件、迂回路、航路、水深など）
運搬路によっては、部材や資機材などの運搬に制約がかかる場合がある。
- ・作業環境（作業空間、掘削土などの処理、電気・給排水など）
作業空間によって、架設工法の選定などに制約がかかる場合、また、工期設定に制約がかかる場合がある。
- ・自然環境、現場周辺環境（気象、水文、海象、歴史環境、生活環境など）
- ・有害ガス、酸素欠乏空気など（有害ガスの種類と発生状況、酸素欠乏空気の状況）
- ・仮設・架設環境（非出水期間の状況、ベント・支保工設置状況、架設・施工ヤードの状況）
- ・廃棄物処理場（土捨て場等掘削土処理、産業廃棄物処理場の状況）

など

6) 景観に関する条件

- ・利水状況（水源地、温泉など）
- ・史跡
- ・国立公園、自然保護区など

3.3.2 地震の影響に関する条件の設定

- (1) 橋の建設地点の地形・地質・地盤条件、立地条件、橋の構造条件、地域の防災計画等の各種条件を考慮して、地震の影響を考慮する事象や条件を設定する。
- (2) 塑性化する部材の配置は、地震後の調査及び損傷していた場合の応急復旧及び恒久復旧について考慮して決定する。

【解説】

3.3.1 当該橋梁特有の選定条件を設定するための調査などを考慮して地震の影響に関する条件を設定する。

(1) 地震の影響については、地震動で代表される。しかし、これだけでなく、架橋位置周辺の斜面等の安定、地盤の流動化の発生や基礎地盤の変状などによる地盤の永久変位、断層の変位や津波などがあり、懸念すべき事象とその発生の可能性の程度、また、それが発生したときに橋に与える影響を考慮する必要がある。少なくとも、以下の観点について検討を行い、設計するのがよい。

- 1) 地盤調査結果等に基づき、地盤条件及び地盤の振動特性を十分に把握する。特に軟弱地盤に架設される橋、液状化・流動化が生じる可能性のある箇所に架設する橋、急傾斜地に架設する橋、地盤特性が著しく変化する箇所を横断する橋では、入念な調査を行い、この結果を構造計画に反映させる必要がある。
- 2) 地震時に不安定となることが予測される斜面等では、地盤調査結果に基づいて下部構造の設置位置を十分に検討するとともに、その影響ができるだけ小さくなるよう構造設計において考慮する。
- 3) 津波の影響を受ける可能性がある地域においては、その地域の防災計画と一体となった道路計画とすることが重要であり、道路橋の設計においては当該路線に求められる性能に応じて、適切な構造計画を検討することが重要である。構造計画の考え方の例としては、津波に関する地域の防災計画等を参考にしながら津波の高さに対して橋下空間を確保すること、避難スペースとして利用可能なように昇降しやすい階段等を設けること、津波の影響を受けにくいような構造的工夫（フェアリングの設置、上部構造下面に空気が溜まりにくい構造等）を施すこと、仮に上部構造が流出しても下部構造への影響を軽減することで復旧しやすいように構造的配慮すること等がある。さらに、橋台背面土の流出が生じにくいウィング形式を採用する他、河川護岸の整備など、面的な対策との整合を図る必要がある。
- 4) 耐震設計においては、構造部材の塑性変形能及びエネルギー吸収能を高めて、橋全体系としてエネルギー吸収能に優れた構造となるように配慮するのがよい。構造部材の地震時保有水平耐力、塑性変形能及びエネルギー吸収能を高めて地震に耐える構造とするか、免震橋等の採用により長周期化及び土工部接続部でのエネルギー吸収により地震力を低減する構造とするかについて、地形・地質・地盤条件、立地条件等を考慮して適切に選定する必要がある。
- 5) 支承部の破壊による上部構造の落下を防止する観点では、慣性力を複数の下部構造に分担させる構造やラーメン構造の採用も検討するのがよい。この際、下部構造に分担させる慣性力が少数の橋脚に過度に偏ることがないように配慮するのがよい。
- 6) 橋の耐震性能の確保のために特別な配慮が必要となる可能性がある構造形式はできるだけ避けるように配慮する。たとえば次のような構造等が該当する。
 - ① 過度に斜角の小さい斜橋
 - ② 過度に曲率半径が小さい曲線橋
 - ③ 上部構造等の死荷重により大きな偏心モーメントを受ける橋脚構造

- 7) 軟弱粘性土層のすべりや砂質地盤の液状化、液状化に伴う流動化等、地盤の変状が生じる可能性のある埋立地や沖積地盤上では、調査や構造計算で適切に考慮するだけでなく、水平剛性の高い基礎を選定したり、地盤の変状を受けにくい構造形式の採用を検討するのがよい。
- 8) 多径間の橋において、連続桁と単純桁を比較すると連続桁のほうが相対的に落橋しにくいことから、連続桁（連続構造）の検討をまず行う。ただし、下部構造の設置位置等によってスパン割に制約が生じる場合には、連続桁が構造的に不合理になる場合がある。また、連続桁の径間数が多くなりすぎると温度変化やクリープ等の影響による伸縮量が大きくなり、施工品質の確保にあたって留意する必要がある。
- (2) 塑性化する部材の配置においては、地震後の調査及び損傷していた場合の応急復旧及び恒久復旧等について考慮しなければならない。地震後に求められる橋の機能とは、道路ネットワークにおける路線の位置付けや代替性、架橋位置、周辺状況に応じて異なるものである。たとえば、緊急輸送という使用目的を達成するためには、橋の状態を速やか、かつ確実に確認することが必要であり、そのためには、調査の実施や損傷していた場合には応急復旧及び恒久復旧の実施が適切にできるようにしなければならない。また、ダム湖や水深の深い河川や海上に架かる橋等の場合には、水中にある柱基部に塑性化が生じると、地震後の損傷の発見及び修復が著しく困難になる。
- このように、塑性化する位置、範囲及び塑性化の程度は、架橋地点の制約条件等を踏まえた損傷の発見及び修復の方法についても事前に十分検討し、総合的に判断する。
- また、道示V〔2.5(9)〕に各構造物間の接合部において、設計の前提となる条件を明確化するように規定されているので、接合部の設計については、これも満足させる必要がある。

3.3.3 維持管理に関する条件の設定 : 道示I〔1.8〕

橋の形式選定において前提とする維持管理に関する条件を設定する。

経済性に関しては、構造物の連続性を考慮してある一定の区間単位で最小となるように検討する。ライフサイクルコストを最小化する観点から、単に建設費を最小にするのではなく、点検管理や補修等の維持管理費を含めた費用がより小さくなるよう検討する。

【解説】

3.2.2 橋の重要度、3.3.1 当該橋梁特有の選定条件を設定するための調査などを考慮して維持管理に関する条件を設定する。

たとえば、近接困難な部位をできるだけ少なくするための対応の一つとして、支承部に十分な空間を確保することが考えられるが、橋梁規模や路線の重要度等に応じて、それらの必要性の有無を検討する。

- ・交差物件などから定まる維持管理上の制約条件
- ・点検・調査方法（通常時、緊急時）
- ・被災時の修繕方法（作業空間、作業場の制約など）
- ・維持作業計画（除雪、凍結防止など）
- ・維持管理計画（第三者被害の防止、部材更新の制約条件など）

なお、除雪については、除雪作業の方法に応じた計画が必要となる場合があるため、条件を明確にしておく必要がある。

設計供用期間中の更新及び修繕の実施方法を検討しておく部材として、少なくとも、床版、ケーブル部材が標準とされており検討する必要がある。

個々の橋のみに着目して経済性を考慮しても、橋を含む区間や路線全体としては経済性に優れたものにならないこともある。そのため、当該橋のみならず関連する道路区間などの全体として道路に求められる機能についてリスクなども考慮して総合的に経済的となるように配慮することが必要である。また、ライフサイクルコストを算出し、それを評価するにあたっては、算出結果の信頼性を考慮する観点から、たとえば、ライフサイクルコストの算出に関わる個々の要因が含むばらつきが算出結果に与える影響や感度なども把握すること。

3.3.4 施工に関する条件の設定

橋の形式選定において前提とする施工の工期などの条件を設定する。

【解説】

施工に関する条件として、3.3.1 当該橋梁特有の選定条件を設定するための調査のほか、養生などを勘案した品質確保のために必要な期間を十分に設定する。たとえば、コンクリート工を含むとき、工期の設定は工期内における現場作業日数や人員それらの必要余裕、資材料の調達コストや交通誘導等が場所打ち部材とプレキャスト部材の選定に影響を与えるため、施工の条件としての扱いを検討しておく必要がある。

3.3.5 景観に関する条件の設定

橋の形式選定において前提とする景観の条件を設定する。

【解説】

景観は、3.3.1 当該橋梁特有の選定条件を設定するための調査などを考慮し、橋の形式選定の時点で考慮すべき事項を条件として設定する。なお、必ず設定する条件ではなく、架橋条件によって景観性が求められる場合に設定するものである。

3.3.6 示方書に規定がない材料等の適用に関する条件の設定

橋の形式選定において、一般的でない形式や構造・材料などを用いる場合などには、単純に実績などによることがないようにし、以下について検討したうえで、検討に要する内容とか期間等の見通しを評価する。

- ・形式選定を行う時点で道路橋示方書に具体的な定めのない事項についてなど、道路橋示方書への適合性について検討が必要になる事項について検討に要する内容とか期間等の見通しを評価する。
- ・図書、論文などを参考にする場合には、道路橋示方書との適合性について把握したうえで参考にできる範囲で参考にとともに、詳細設計を行うにあたって道路橋示方書への適合性について検討が必要になる事項について検討に要する内容とか期間等の見通しを評価する。

【解説】

新しい材料や技術と道路橋示方書との適合性は、道路橋示方書における設計の基本理念を満足することを確認する。具体的な検討内容を見積もるにあたっては、新技術評価のガイドライン（案）[5.3]を参考にするのがよい。この場合、道路橋示方書では、達成すべき要求性能の規定は、様々の異なるレベルや性質の性能が重層的に規定されているため、新たな材料や構造によって達成されると考えられる性能と、示方書の種々の規定や、それが意図する要求性能との相互の関係を、もれなく確認する必要がある。

3.4 橋梁計画にて行うリスク評価と対応方針の設定

3.4.1 リスク項目の抽出

- (1) 架橋位置や形式の選定にあたって仮定、設定した条件について、情報の不確実性が懸念され、かつ、後から変更になった場合に構造形式や構造諸元が大きく影響を受ける項目（以下、リスク項目という）を網羅的に抽出する。
- (2) 一般論としては少なくとも以下の項目を含めておくといよい。
- ① 現時点での調査内容に起因するもの
 - ・ 示方書に記載のない事項を採択にするにあたって、橋の耐荷性能の観点からの検証
 - ・ 標準的な地盤調査に対する質・量の不足に起因する下部構造の位置や寸法の評価違い
 - ・ 支持層の設定
 - ・ 軟弱地盤や転石や被圧水などの存在
 - ・ 斜面对策の必要性の有無
 - ・ 軟弱地盤対策の必要性の有無
 - ・ 軟弱地盤の程度や範囲の見立ての不足による軟弱地盤対策の方法や範囲の評価違い
 - ・ 構造物やその施工に与える影響
 - ・ 周辺構造物や家屋等に与える影響
 - ・ 交差物件や周辺の土地利用等に係わる継続的な協議等、何らかの理由による線形や下部構造位置の変更
 - ・ 遺跡・史跡の存在
 - ② 周辺条件に係わる情報の不足
 - ・ 下部構造位置や不安定になったときに橋に影響を与える位置にある斜面の不安定化
 - ・ 豪雨、土砂災害により橋が受ける影響
 - ・ 工事中に周辺環境に与える影響
 - ・ 地下水の枯渇、汚濁
 - ・ 水源の枯渇、汚濁
 - ・ 天然記念物や遺跡
 - ・ 振動
 - ・ 騒音
 - ・ 供用中に周辺環境に与える影響
 - ・ 同上
 - ③ 地域の防災計画やハザードマップ
 - ・ 設計状況として考慮しない状況のうち、津波、断層変位、地盤土砂災害、水害、噴火等について、地域の防災計画や内閣府のハザードマップマニュアルなどに従って地方公共団体等が作成したハザードマップ等が提示されている事項。
 - ④ 過去に他の道路構造物等で起きた事故や災害等の事例
 - ・ コンクリート片の落下
 - ・ 地震による道路の被災
 - ・ 雪崩による橋梁流出
 - ・ 波浪による橋梁流出

- ・台風および越波による道路の被災
- ・火災による上部構造の被災
- ・吊り下げ物の落下
- ・津波や漂流物
- ・周辺領域・周辺地盤や基礎地盤で生じ得る地盤災害（落石・崩壊、岩盤崩壊、地すべり、土石流等）
- ・水害
- ・車両や船舶の衝突
- ・落雷による上部構造の被災

⑤ 材料、構造の不適合による早期劣化等の可能性

- ・骨材のポップアウト
- ・耐候性鋼材
- ・支間と脚高等のバランスから考えられるコンクリート部材に残る残留応力の制御、長期荷重と温度と地震の組み合わせの厳しさ
- ・飛来塩分や凍結融解剤などの腐食、塩害環境

など

【解説】

標準的な内容を調査設計施工で考慮したとしても払拭できない不確実性には、災害や事故等がある。また、地盤調査は段階的に行われることも多く、質や量などに応じて、判断が変わることもある。そのため、下部構造位置や支持層の深さが変更になったり、地滑り等の対策が必要になったりすると、費用や工期などにも大きく影響を与える。そこで、不確実性の要因とそれが事業や維持管理に与える影響の度合いについて、網羅的に把握し、形式選定等の時点で対応方針を決定しておくことが重要となる。

橋梁計画の前提条件は、架橋位置や形式選定に与える影響が大きいため、計画時点での限定された情報量等による不確実性を考慮する。なお、計画時点での、限定された情報量による不確実性には、以下のものがある。

・調査の質、量に基づく条件等の設定

道路橋示方書では、架橋環境条件の調査、使用材料の特性および製造に関する調査、施工条件の調査、維持管理条件の調査が規定されている。橋梁計画では、これらの調査結果に基づいて、橋梁計画の前提条件を設定するが、橋梁計画時点で調査が不十分な前提条件は不確実性があるため、その不確実性が架橋位置や形式選定に与える影響をリスク項目とする。

特に地形・地質条件の設定のために実施する地盤調査は、下部構造位置や形式など架橋位置や形式選定に大きく影響を与えるので、計画時点での調査の質と量によって、不確実性が大きくなることに留意し、検討時点での調査結果から想定される不確実性を考慮して事象を想定するのがよい。

また、軟弱地盤や海岸沿いの侵食、河川による侵食についても同様に、想定される不確実性を考慮して事象を想定するのがよい。文献等により調査した条件は、その調査の範囲等を明確にする。

・協議等に基づく条件の設定

交差物件を管理する機関との協議が不足している場合は、道路線形、下部構造の位置や形状、上部構造形式および施工法など架橋位置や形式選定が変更となる可能性があるため、リスク項目とする。

・防災、減災に係わる条件

- ・地方公共団体等が作成したハザードマップなどを参考に、地域において懸念される事象の種類、頻度、橋に与える影響を検討し、リスク項目として取り上げる必要性を検討するとよい。このとき、地

域の防災計画との整合性についても確認しておくのがよい。

- ・災害については、様々な予測式などが提案されていたり、様々な調査研究が進行中である場合も多い。
いずれも、科学的・統計的にも確定的に予測結果を扱えるものではないので、様々な情報を扱う方針も適切に検討しておく必要がある。たとえば、地域の防災計画等で考慮されている情報の範囲なども参考にして検討するとよい。
- ・過去に他の道路構造物等で起きた事故や災害に係わる項目
 - ・供用中に様々な事故が生じており、再発防止を図れるように、道路構造物はもちろんのこと、架橋位置や構造の特徴に応じて他分野の参考にすべき事例もないかなど、幅広く項目を考えるのがよい。
- ・耐久性の信頼性に係わる項目
 - ・これまでには、構造物の安全性に直接は関係しない可能性があっても、供用後の比較的早い時期に劣化や損傷が顕著に表れた事例がある。たとえば、国総研資料第1121号「道路橋の耐久性の信頼性向上に関する研究」では、様々な事例が紹介されているため、参考にとするとよい。

3.4.2 リスクの項目に対する対応方針の検討

- (1) 抽出したリスク項目に対して、対応の方針を決める。
- (2) 方針の検討の方法に標準的なものではなく、個別に方法を検討する。このとき、検討にあたって参考にできる観点として、以下のものが挙げられる。
 - ・たとえば、架橋位置や形式の選定に反映させる事項や、その後の設計や施工の中で対応すべき事項、設計や施工、又は、供用後に事象が起きた時点で対応する事項などにわけたうえで、それぞれ対応方針を整理することが考えられる。
 - ・たとえば、各リスク項目に対して、設計、施工、供用の期間においてそれが生じる可能性・頻度と、その項目が生じたときの対応に必要な予算や期間や社会に与える影響の関係で評価し、対応方針を整理することが考えられる。
- (3) 地盤に係わるリスク、豪雨・洪水、津波・漂流物など、構造形式の選定においてできるだけ配慮することでその影響を低減できるリスク項目や、架橋位置の選定によってそれが避けられるリスク項目については、影響を低減できる構造形式の選定や、リスク項目を避けられる架橋位置などによる対応を取ることを基本的な対応方針とする。

【解説】

(1)(2) リスク項目に対する対応方針の検討にあたっては、様々な分野で行われているリスク分析の方法論を参考にすることも考えられるので、以下に紹介する。

大きく分けると、リスクの程度の評価の検討と、評価結果に基づく対応方針の検討の2つの過程に分かれる。

まず、リスクの程度の評価の過程になる。ここでは、リスクの程度を、表-3.4.1 のとおり、象限 1～4 の4区分に分けて考えときの例を示す。リスクの象限は、橋の重要度等を考慮して必要に応じて変更することも考えられる。そして、表-3.4.2 のように、各リスク項目に対する象限の分類は、発生原因や発生に至る段階も考慮し、行うことが考えられる。リスクの象限は、基本的には生じたときに構造物や社会に与える影響と生じる頻度によって決定されるものであるが、橋の重要度等を考慮して変更することができる。たとえば、橋梁が通行止めとなった場合は社会に与える影響が大きい「大」、噴火による火砕流の生じる頻度が「小」の場合は「象限2」となるが、路線の重要度として第1次緊急輸送道路であるととともに同規模の迂回路が存在しない路線の場合は「象限1」に変更することも考えられる。

なお、リスク項目の事象が発生した場合の構造物の損傷状態や道路の性能の低下がもたらす社会に与える影響を評価するための具体的な数値指標の例があるわけではない。そこでは、たとえば、表-3.4.3 のように、道路機能の回復までの期間と費用を念頭に、評価することが考えられる。

表-3.4.1 頻度と影響とリスクの象限の関係

| | | 生じたときに与える影響 | |
|-------|---|-------------|-----|
| | | 大 | 小 |
| 生じる頻度 | 大 | 象限1 | 象限3 |
| | 小 | 象限2 | 象限4 |

表-3.4.2 リスク評価

| リスク項目 | 発生原因 | 発生に至る段階 (施工中、供用中、 または両者など) | リスク評価 | | |
|-------|------|----------------------------------|---------------|--------------------|---------|
| | | | 発生の可能性・ 頻度 | 工費・工期・社 会に与える影響 | リスク評価 |
| 斜面崩壊 | | | 大 | 大 | 大・大＝象限1 |
| ・・・ | | | 小 | 大 | 小・大＝象限2 |
| ・・・ | | | 大 | 小 | 大・小＝象限3 |
| ・・・ | | | 小 | 小 | 小・小＝象限4 |
| ・・・ | | | ・・・ | ・・・ | ・・・ |

表-3.4.3 工費・工期・社会に与える影響、構造物の状態と、影響度の関係の目安

| 影響度 | 工期・費用・社会に与える影響 | 構造物の状態 |
|-----|--|---|
| 大 | <ul style="list-style-type: none"> ・道路機能回復までに長期間を要し、機能回復に多額の費用が必要となる状態。 ・人命や財産を脅かす状態。 | <ul style="list-style-type: none"> ・構造物の修復に長期間を要するような変状や、場合によっては撤去し再構築しなければならない状態。 |
| 小 | <ul style="list-style-type: none"> ・道路機能回復までに比較的短期間で、機能回復に所要の費用が必要となる状態。 ・人命や財産を脅かす可能性がある状態。 ・道路機能が確保される状態。 | <ul style="list-style-type: none"> ・損傷が限定的で橋としての機能回復が速やかに行い得る状態で、応急および恒久復旧で対応できる状態。 ・修復を必要としないか、軽微な修復でよい変状が生じている状態。 |

次は、リスク評価結果も参考に、各リスク項目についての対応方針を決めるという過程に移る。その対応に係わる費用や時間も加味し、リスク評価が象限1になるものを無くしたり、また象限2、3のものについても、さらに下位の象限とできるかどうかを検討し、最終的な対応方針を決める。このとき、下記の項目を検討し、決定することが考えられる。

- ・対応する段階（形式選定時、詳細設計時、施工時、供用後）ごとに取り得る対応方法を検討する。
- ・対応方法は、費用や効果、または確実性を比較できるような複数案を基本とする。
- ・概算費用や期間（X）を検討する。
- ・対策後の発生頻度、発生したときの影響、その積であるリスクの変化（Y）を検討する。
- ・XとYの関係を検討する。

最終的に、各リスク項目について、総合的判断により、対応の有無、対応する場合の対応段階や対応方法を決定することになる。そして、対応しない場合にはその判断の経緯を、対応する場合は対応段階や対応方法を、形式選定から予備・詳細設計、施工、管理への引き継ぎ事項としておく。

参考までに、道路事業において地質リスクの評価を行い、事業計画に反映させた例を紹介しておく。

すさみ串本道路事業（紀南河川国道事務所）

近畿自動車道紀勢線（和歌山県田辺市～和歌山県西牟婁郡すさみ町）では、切土工事施工中に、調査・設計段階における標準的な調査手法では予測が困難な地質要因により斜面崩壊が発生し、対策のため工事費の増加や工事進捗の遅延が発生した。そのため、すさみ串本道路事業では、地質条件に起因して法面崩壊等が発生するリスクを「地質リスク」と捉え、調査・設計段階で評価を行った。

(1) 地質リスク要因の抽出

当該箇所で発現する可能性がある地質リスクとして、以下の 7 要因を整理した。

- ① 法面・自然斜面の不安定化に関わる事象
- ② 土石流、土砂水流入に関わる事象
- ③ 落石に関わる事象
- ④ 支持地盤の不確実性に関わる事象
- ⑤ 沈下、液状化に関わる事象
- ⑥ 地下水、土壌汚染に関わる事象
- ⑦ トンネル施工に関する特有の事象

(2) リスクランクの設定

可能な限り定量的に評価するため、既往文献を参考に「影響度」×「発生確率」でマトリクス表を設定した。

「影響度」は、要因毎に「費用」、「期間」、「安全」、「環境」の 4 項目のうち関係する項目について、事象が発生した際の影響の大きさや補修の程度をもとに設定した。

「発生確率」は、近接道路の変状事例分析結果をもとに「発生のしやすさ」として設定した。

表－1 リスクランク設定のマトリクス

| | | 発生確率 | | |
|-----|----|------|---|----|
| | | 小 | 中 | 大 |
| 影響度 | 特大 | B | A | AA |
| | 大 | B | B | A |
| | 中 | B | B | A |
| | 小 | C | B | B |

(3) リスクランクと対応方針の設定

一般的なリスクマネジメントでは、リスクへの対応として、「移転」、「回避」、「低減」、「保有」があるが、「移転」は保険をかけるなどの対応であり、PFI 事業等を除けば道路事業への適用は困難であるため、「回避」、「低減」、「保有」について設定した。

(4) リスクランクの設定

(5)

表－2 発生しやすさの設定例

| 分類 | 評価項目の例 | 発生しやすさ | | |
|---------------|------------------------|---------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| | | 小 | 中 | 大 |
| ①法面・自然斜面の不安定化 | すべり面となる地質構造(流れ盤、クサビ崩壊) | 節理面等が0～40°程度の流れ盤構造 | 層理面等が0～40°程度の流れ盤構造。断層・節理面の組み合わせあり | 破砕帯等の弱面が0～40°の流れ盤構造。周辺に変状履歴あり |
| ②土石流、土砂水流入 | 最急渓床勾配 | 30°未満 | 30～40°未満 | 40°以上 |
| ③落石 | 計画位置での落石実績 | 落石は無い | 落石が数個認められる | 新しい落石が多数認められる |
| ④支持地盤の不確実性 | 空中写真及び地形判読 | 崩壊地形が判読される | 地すべり地形、リニアメントが判読される | 旧河道跡や断層破砕帯の存在が判読される |
| ⑤沈下、液状化 | 周辺地形 | 台地 | 平野部・埋没谷 | 背後湿地・三角州、沼、池、氾濫原、砂丘間低地がある |
| ⑥地下水、土壌汚染 | 地質性状過去の履歴 | 硫化鉱物や熱水変質帯が見られる箇所周辺 | 硫化鉱物の挟在や熱水変質帯が見られる | 鉱山跡、ズリ等がある。酸性水(赤水)が発生している |
| ⑦トンネル施工 | 地山の状況(切羽崩壊) | 亀裂の発達した地山である | 亀裂が著しく発達した地山(付加体等)断層等が横断する | 断層破砕帯がトンネルと並走する。流れ盤構造である |

(6) 地質リスク評価

1) 予備設計段階における地質リスク評価

盛土区間では、軟弱地盤が分布する可能性は低く、土石流の痕跡も見られなかったため、想定される事象から、地質リスク要因として「⑤沈下、液状化に関わる事象」を抽出した。地質リスク要因の「発生しやすさ」、「影響度」の評価根拠を下表に示す。

表－3 「発生しやすさ」の評価根拠

| 地質リスク要因 | 評価項目 | 発生しやすさ | | |
|------------------|------------|------------------|---------------------------------------|--|
| | | 小 | 中 | 大 |
| ⑤沈下、液状化に関わる事象 | 周辺地形 | 台地 | 平野部・埋没谷 | 後背湿地・三角州、沼、池、氾濫原、砂丘間低地がある |
| | 盛土の規模 | 低い盛土(3m未満) | 中程度の盛土(3～15m) | 高盛土(15m以上) |
| ④支持地盤の不確実性に関わる事象 | 空中写真及び地形判読 | 崩壊地形が判読される | 地すべり地形、リニアメントが判読される | 旧河道跡や断層破砕帯の存在が判読される |
| | 地表踏査 | 地質状況が露頭等で現地確認できる | 崖錐堆積物や植生等で地質状況が確認できない | 複雑な地質構造が懸念される箇所であるが、現地踏査で地質状況が確認できない |
| | 既往調査結果 | 単純な地質構造である | 断層破砕帯や硬軟が異なる地層の境界が存在し、その分布状況の調査が十分である | 断層破砕帯や硬軟が異なる地層の境界が存在し、その分布状況の調査が十分ではない |

表－4 「影響度」の評価根拠

| 評価項目 | 発生しやすさ | | |
|-------------------------|---|--------------------------------------|--|
| | 小 | 中 | 大 |
| 費用 | 軽微な対策(追加予算90百万円未満)で対応可能 | 対策のために追加予算(90百万円以上)が想定される | 隣接する構造物の形式変更等が必要となり、追加予算(300百万円以上)が想定される |
| 期間(施工時) | 手戻りがほとんどなく、対策による工事遅延は1ヶ月未満 | 対策のため1年未満の工事遅延が発生 | 対策のため1年以上の工事遅延が発生 |
| 期間(維持管理) | 車線規制が比較的容易(完成4車線等)。あるいは十分な交通量が確保できる迂回路がある | 車線規制が困難(暫定2車線、ランプ部、渡り線がない、緊急進入路がない等) | — |
| 安全(引き込み沈下等による周辺への影響) | 圍場などで近接構造物がない | 保全対象となる近接構造物がある | 保全対象となる近接構造物が多くある |
| 安全(橋台接続部等における段差による交通支障) | 少ない | 多い | — |

以上の結果を表-1 のリスクランク設定のマトリクスに当てはめると、地質リスクの評価結果は「B」となる。

2) 詳細設計段階における地質リスク評価

予備設計段階で実施した地質リスクの評価結果について、詳細設計段階でさらなる調査を実施し、見直し（再評価）を行った。

本区間については、不等沈下のリスクが想定されていたが、地表踏査の結果、ボーリング調査は不要と判断した。また、周辺のボーリング調査結果から不等沈下の原因となる軟弱粘土層の分布は想定されないことから、本区間における不等沈下のリスクは極めて低いと判断した。

以上より、地質リスクを「B」から「C」に変更した。

(3) たとえば津波や断層変位への対応は、道路橋示方書にも解説されているとおり、津波の高さや流速、断層変位量を推定してそれを外力として作用させるような検討が求められるということではない。それらを避けられるように構造物の位置や高さを計画することが第一である。特定の条件を設定して特定の要求事項を満足させるように設計計算することは否定されないが、外力の形状や大きさ、それが橋に与える影響の推定は不確実性が大きい。したがって、そのような検討をしない場合でもした場合でも、外乱に対して鈍感である構造形式を計画することが望ましい。そのうえで、必要なら、先のような、特定の条件と要求事項を設定した設計計算をすることも考えられる。

地盤変動や斜面崩落などについては、橋の性能低下や機能の喪失などの事象の影響度が大きいので、その影響を回避したり、低減する観点から、橋長、支間割、基礎構造形式、上部構造形式などの架橋配置や、橋の形式を検討するのがよい。

また、架橋位置の交差物件による制約条件、地形・地質条件が明確でない場合には、その条件の変動を想定して複数の条件を設定し、橋長、支間割、基礎構造形式などに着目して橋の形式を検討するのがよい。

地形、地質条件の不確実性に対する橋台の配置の対応方針は、以下を参考とするのがよい。

1) 斜面上に直接基礎を設ける場合の留意事項

斜面上の直接基礎の位置については、支持地盤の状況や地表面の長期の変位安定性、地山の掘削土量等を考慮して適切に設定する必要がある。ただし、その評価は難しく、長期的な移動、沈下、傾斜への対応の観点からは深礎基礎を選択することも視野に入れ、さらに地震や豪雨による斜面変状に対しては、より影響を受けにくくするには、直接基礎ではなく、単列でない組杭の深礎基礎を選定することが有利となる。

2) 斜面変状及び断層変位が橋に及ぼす影響を最小化するための留意点

斜面変状及び断層変位が生じると考えられる場合の橋の構造計画及び橋の耐震設計に関して、特に留意すべき点は以下のとおりである。なお、ここでいう斜面変状及び断層変位とは、それぞれ以下を指す。

- ・斜面変状：地震などによって斜面の崩壊やゆるみに伴う地盤の変位が生じている状態
- ・断層変位：地震の震源断層における相対変位が地表近くに到達して生じる地盤の相対変位

2)-1 斜面変状が生じると考えられる場合の橋の構造計画及び橋の耐震設計に関する留意点

- ① 斜面変状の発生の有無・規模・範囲を推定するための山地部における地形・地質・地盤調査

- ・架橋位置及び周辺斜面の災害履歴や地すべり土塊の分布、地層構成・地質構造などを調査する。
 - ・平地部に比べて地盤構成が複雑である場合が多いため、調査位置や数量を増やすとともに、十分な調査深度を確保する。
 - ・上記調査を踏まえ、支持層の長期的な安定性を適切に評価する。
- ② 斜面変状の種類・範囲とそれに応じた下部構造の設置位置、形式・形状の選定等（i、iiの順に検討し、i又はii（a、bとも）を満たす）
- i) 斜面変状が生じると考えられる箇所への下部構造の設置を避ける。（基礎の直下の強度だけでなく、広い範囲の地層や亀裂等を調査して設置位置を選定）
- ii) やむを得ず斜面変状が生じると考えられる箇所に下部構造を設置せざるを得ない場合には、それを選択することとなるが、3.4.1および3.4.2においてそのリスクが受け入れ可能かどうか適切に評価する必要がある。
- a) 通常橋を支持するには十分な強度を有していても、地震時に斜面変状が生じると考えられる層に基礎を支持させない。（基礎の直下の強度だけでなく、広い範囲の地層や亀裂等を調査して設置位置を選定）
- b) 斜面変状に伴う作用に対して変形が生じにくいなど抵抗特性の優れた基礎形式・形状を選定する。（なお、斜面変状が生じると考えられる箇所に下部構造を設置する場合、斜面安定施設による斜面安定対策は、道路土工構造物技術基準等に基づき別途実施する必要があるが、地盤の変状が無いものとして基礎を設計するためには、基礎本体と比べて十分な信頼性が得られるように設計・施工できるように、適切に検討を行う必要がある。）

2)-2 断層変位が生じると考えられる場合の橋の構造計画及び橋の耐震設計に関する留意点

① 活断層の位置等の調査

- ・文献等に基づき、活断層の位置等を調査する。

② 橋の位置、橋梁形式・構造の検討（i、iiの順に検討し、i又はiiを満たす）

- i) 活断層を避ける橋の位置となるよう計画する。
- ii) やむを得ず i)によれない場合には、これを受け入れることも選択肢となるが、3.4.1および3.4.2において、そのリスクが受け入れ可能かどうか適切に評価する必要がある。断層変位の影響を受けにくくするとともに、仮に断層変位の影響によって橋に機能的な損傷が生じても、できる限り早期に復旧することが可能な橋梁形式・構造の選定、下部構造の設置位置等に配慮する。

3.5 形式選定の手順

3.5.1 基本条件の設定

基本条件は、一般に、橋梁計画の前提条件、および橋の要求性能として設定する。

【解説】

橋梁計画の前提条件は、3.2に示す橋の重要度、設計供用期間、架橋位置特有の条件、維持管理、施工、景観、構造に関する条件としてよい。

橋の要求性能は、耐荷性能、耐久性能、使用目的に対する適合性など道路橋示方書に定められている性能とする。

3.5.2 一次選定

一次選定では、基本条件を満たす橋を選定する。

【解説】

一次選定では、施工、維持管理、構造の条件を満たす橋が選定されるように留意する。

必要に応じて構造計算など予備検討を実施するとよい。

基本条件を満たさないものも理由とともに整理しておく。

3.5.3 リスク評価と基本条件の追加

リスク項目の抽出、評価、対応方針の検討を行い、リスク対応方針によって対応する項目と水準をまとめた条件を固有条件として、基本条件と合わせて整理する。

3.5.4 二次選定

基本条件を満たし、固有条件、構造物配置、架橋位置に適合する構造形式を選定する。

3.5.5 比較条件の設定

比較条件を設定する。比較条件は、構造上の配慮事項とし、その優劣を評価する。

【解説】

比較条件は、構造上の配慮事項で要求された事項とする。

構造上の配慮事項は、当該橋の重要度、架橋位置特有の条件、施工の条件、維持管理の条件に基づいて検討され、橋の構造として具現化される。比較条件では、その具現化された構造に対して、構造上の配慮事項としての達成状況を優劣で評価する。

以下に、その項目を示す。(3.3 架橋位置特有の条件参照)

- ・施工の品質確認の確実性および容易さ

施工品質の確認の確実性は、品質確認が可能か否か、可能な場合は、その方法の精度に基づいて優劣を評価することが考えられる。

施工品質確認の容易さは、必要となる費用を指標として、初期建設費用として計上し、経済性で優劣を評価することが考えられる。

なお、施工の費用は初期建設費とし、経済性で評価することが考えられる。

- ・維持管理の実施の確実性および容易さ

維持管理の確実性は、点検・調査、更新・修繕が可能か否か、可能である場合には、その精度に基づいて優劣を評価することが考えられる。

維持管理の容易さは、点検・調査、更新・修繕に必要な費用を指標として維持管理費とし、経済性で優劣を評価することが考えられる。

- ・構造上の補完性・代替性

崩壊など橋が致命的な状態となる可能性及び橋の機能の回復、構造上の補完・代替が困難となる可能性に対して配慮されているか否かにより、優劣を評価することが考えられる。

なお、主要な部材の荷重伝達経路の多重性・代替性、損傷の影響の限定化などは当然考慮すべき事項であり、比較項目とはしない。

- ・経済性

初期建設費＋維持管理費（点検費用含む）の大小が比較の優劣となる。

3.6 選定資料の作成

形式選定案の整理は、基本条件、リスク対応、構造特徴、比較の一連の情報を表などとしてまとめる。このとき、以下の事項も明らかになるようにまとめること。

- ・基本条件の抽出や選定の過程やリスクの抽出や対応方針の決定の過程
- ・リスク項目への対応について、設計、施工、維持管理の各段階に引き継ぐべき事項

【解説】

条件設定、当該橋梁の固有条件、構造の特徴を踏まえ、比較した結果をまとめたものがあるとよい。それぞれについて、どのような内容を記載すべきかについて以下 1)～3) に示す。

1) 基本条件表および固有条件表

設計条件である。リスクについては、前段の整理として、それぞれのリスク項目について、対応方針に則って対策等を行ったあとに残るリスクの程度を大・小で表示する。

基本条件表の例を表-3.6.1から表-3.6.5に、固有条件表の例を表-3.6.6から表-3.6.8にそれぞれ示す。

表-3.6.1 基本条件表(例)

| 項目 | 設計条件 | 橋の形式選定での配慮 |
|-----------------|--|--|
| 1.1.1 橋の重要度 | (1) 社会・経済活動上の位置づけ (2) 防災計画上の位置付け (3) 路線の代替性 (4) 耐震設計上の橋の重要度 | (1) ～(3) に対して、第1次緊急輸送であること、また同規模の迂回路が存在しないことから、平常時・災害時ともに橋梁の規制は極力避ける。ただし、点検や修繕のために予め計画した短期間の交通規制（片側交互通行）は許容する。 |
| 1.1.2 設計供用期間 | 100年 | - |
| 1.1.3 架橋位置特有の条件 | | |
| (1) 路線条件 | 1) 交通状況（将来交通量、大型車交通量など） 2) 将来計画（拡幅予定、付属施設の設置など） 3) 交差物件 4) 路線上の架橋位置 | - - - 河川氾濫域及び町道を避けた下部構造配置計画とする。 平面線形は以下のコントロールポイントを避けて決定しており、橋梁位置でのルート変更は困難。 ・次部への縦断占用を回避、墓地を回避、砂防指定区域への影響を回避、神社を回避 |

※上記は表の形式例を示すものであり、記載内容を制約するものではない。

表-3.6.2 基本条件表(例)

| 項目 | 設計条件 | 橋の形式選定での配慮 |
|-------------------------|--|--|
| (2) 自然環境条件 | <p>1) 腐食環境 (地理的条件, 飛来塩分など)</p> <p>2) 気象条件 (温度, 積雪, 降雨量, 風況など)</p> <p>3) 地形・地質条件 (軟弱地盤, 液状化が生じる地盤, 斜面崩壊などの発生, 断層など)</p> <p>4) 地盤変動</p> <p>5) 河相 (流況, 過去の流心や河床の変動など)</p> <p>6) 地下水 (水位, 地質など)</p> <p>7) 気象などの過去の記録 (過去の地震, 津波遡上高さなど)</p> <p>1) 既存物件 (住宅, 病院, 商工業地, 墓地, 防風林, 水源地, 温泉)</p> <p>2) 地下埋設物 (ガス, 上下水道, 史跡, 文化財など)</p> <p>3) 架空条件 (電線類など)</p> <p>4) 利水状況他 (布運, 漁業, 利水 (工業, 農業など) など)</p> | <p>鋼橋は塗装仕様を基本とする。 なお, 耐候性鋼材の選定には, 飛来塩分量を測定して無塗装使用の適否を検討する必要がある。 1 (5) 1) 施工工期の制約条件 に影響,</p> <p>・支持地盤の傾斜および急峻地形に対する斜面変状のリスク</p> <p>・地質調査に対する質・量の不足による杭長及び橋台高変更のリスク</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>橋梁計画のコントロールポイントとして設定</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p> |
| (3) 周辺環境 | <p>日本海沿岸部Ⅰで20kmを超えない地域</p> <p>積雪寒冷地域</p> <p>山岳橋梁 急峻地形</p> <p>山岳橋梁</p> <p>沢地形 橋梁区間に護岸設置</p> <p>地下水位は支持層位置</p> <p>近傍で大規模な地震履歴はなし</p> <p>墓地, 神社あり</p> <p>地下埋設物の事前調査によりなし</p> <p>架空物なし</p> <p>利水状況なし</p> | |
| (4) 使用材料の条件特性及び製造に関する条件 | <p>1) コンクリートプラントの条件(立地条件, 設備, 品質管理体制など)</p> <p>2) 使用材料の条件 (材料の採取地, 量, 質, コンクリートの配合など)</p> | <p>架橋位置から5kmの位置にJIS認証工場あり</p> <p>埋戻し土は現地発生材を使用</p> |

※上記は表の形式例を示すものであり, 記載内容を制約するものではない。

表-3.6.3 基本条件表(例)

| 項目 | 設計条件 | 橋の形式選定での配慮 |
|------------------|---|---|
| (5) 施工に関する条件 | <p>1) 関連法規 (騒音, 振動, 資材運搬, 施工などに関わる法規)についての制限など)</p> <p>2) 運搬路 (道路条件, 支障物件, 迂回路, 航路, 水深など)</p> <p>3) 作業環境 (作業空間, 掘削土などの処理, 電気・給排水など)</p> <p>4) 有毒ガス, 酸素欠乏空気など (有毒ガスの種類と発生状況, 酸素欠乏空気の状態)</p> | <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p> |
| 1.1.4 維持管理に関する条件 | <p>1) 平常時, 緊急時に期待される役割 (迂回路の有無, 迂回路になり得る道路など)</p> <p>2) 交差物件などの維持管理上の制約条件</p> <p>3) 点検方法 (通常時, 緊急時)</p> <p>4) 被災時の修繕方法 (作業空間, 作業場の制約など)</p> <p>5) 維持作業計画 (除雪, 凍結防止など)</p> <p>6) 維持管理計画 (部材更新など)</p> | <p>同規模の迂回路が存在しないことから, 平常時・災害時ともに橋梁の規制は極力避ける。ただし, 点検や修繕のために予め計画した短期間の交通規制 (片側交互通行) は許容する。</p> <p>緊急時における車両の通行を可能とするために, 段差防止構造を設置。</p> <p>上部工及び下部工検査路の設置。桁端部に維持管理スペースの確保。</p> <p>近接目視点検は片側交互通行による交通規制。</p> <p>第1次緊急輸送道路であるため, 近接困難な部位をできるだけ少なくする。</p> <p>上部工及び下部工検査路, 吊足場設置用の吊金具の設置。</p> <p>第1次緊急輸送道路であるため, 上部工及び下部工検査路の設置。桁下高及び支承取替時のジャッキアップスペースの確保。</p> <p>吊り足場の設置。</p> <p>コンクリート表面については, 凍結防止剤散布による塩化物の進入を考慮して耐久性の検討を行う。</p> <p>塗装塗替 (耐久期間 45 年)</p> <p>伸縮装置・舗装・防水層 (耐久期間 30 年)</p> |

※上記は表の形式例を示すものであり, 記載内容を制約するものではない。

表-3.6.4 基本条件表(例)

| 項目 | | 設計条件 | 橋の形式選定での配慮 |
|----------------|-----------------|---------------|--|
| 1.1.5 施工に関する条件 | 1) 施工工期 | 施工工期の設定 | 下部工施工，上部工架設，橋面工までの工事着工から供用開始までを2年と設定。 |
| | 2) 架橋位置特有の施工の条件 | 急峻地形での架設方法 | 送出し工法・押出し工法・張出し架設工法を採用する。 |
| | | 冬季施工 | コンクリート打設，塗装など施工時温度に制約がある工種は，11月～3月の期間は防寒養生とし工期設定を行う。 |
| | | 河川条件 | 河川氾濫域での施工の場合は，非出水期のみとする。 |
| 1.1.6 景観に関する条件 | | 景観性（デザイン）への配慮 | 当該橋梁にはシンボルとしての役割は考慮しない。 |

※上記は表の形式例を示すものであり、記載内容を制約するものではない。

表-3.6.5 基本条件表(例)

| 項目 | | 設計条件 | 橋の形式選定での配慮 |
|-------------------------|----------|--------------|--|
| 1.2.1 道路橋示方書で最低限定めている性能 | (1) 耐荷性能 | 橋の耐荷性能 2 | 伸縮装置や支承などの供用期間中の維持管理行為による補修や部材等の更新を前提とする部材については、100 年を超えない範囲で設定。 |
| | (2) 耐久性能 | 設計耐久期間 100 年 | |

表-3.6.6 固有条件表(例)

| リスク項目 | 当該橋梁に対する リスクの有無 | リスク発生原因 | リスク発生段階 (施工時、 供用後、または両者 など) | リスク評価 | | | | 対応方針 | | 引き継ぎ事項 | | |
|--|--------------------|---------|--------------------------------------|--|-------|---------------------------|-------------------------|--|------------------|---|----------------------------------|--|
| | | | | 工費・工期に与える影響 | リスク評価 | | 対 応 段 階 | 対応方法 | 対応費用、そ の効果 | | | |
| | | | | | 構造物 | 社会に与える影響 | | | | | 基本 | 変更 |
| | | | | | | | | | | | | |
| 2.1 標準的な調査設計施工によっても払拭できない不確実性 | | | | | | | | | | | | |
| (1) 示方書に記載のない事項を採択するにあたって、橋の耐荷性能の観点からの検証 | 新工法の採用は無し | 無 | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| (2) 設計状況として考慮しない状況のうち、津波、断層変位、地盤土砂災害、水害、液状化、噴火 | 地盤土砂災害(斜面変状) | 有 | 供用後 | 急峻な地形で橋台位置の支持層深度が変化する地盤であり、地震などによって斜面の崩壊が発生する可能性がある。 | 小 | 斜面変状に伴う作用力によって下部工に変状が生じる。 | 供用後に斜面変状が生じた場合、通行止めとなる。 | 第1次緊急輸送道路、同規模の迂回路が存在しないため、象限を上げる ＝象限1 | 小・大＝象限2 大 | 【リスクの回避・低減】 ・回避として斜面変状の影響をうけない箇所 に橋台を配置した橋長延伸案 ⇒象限4 ・低減として組杭基礎 ⇒象限4 形式選定時にリスクの回避・低減を行うことから、詳細設計時に対応することはない。 形式選定時にリスクの回避・低減を行うことから、施工時に対応することはない。 【リスクの低減】 低減案の組杭基礎 ＋抑止杭は、斜面変状を動態観測などによりモニタリングする。 ⇒象限4 | 費用＝小 効果＝大 費用＝大 効果＝小 | 急峻な地形で支持層深度が変化する地盤であり、地震などによって斜面の崩壊が発生する可能性がある。 リスク低減案の組杭基礎＋抑止杭を選定した場合には、供用後に動態観測などにより斜面変状のモニタリングを行う。 |

※上記は表の形式例を示すものであり、記載内容を制約するものではない。

表-3.6.7 固有条件表(例)

| リスク項目 | 当該橋梁に対する リスクの有無 | リスク発生原因 | リスク発生 段階（施工 時、供用 後、または 両者など） | リスク評価 | | | | 対応方針 | | | 引き継ぎ事項 | | | |
|---------------------------------------|--------------------|---------|--|-----------|---|--------------|-------------------|-------------------------|------|---------------|--------|---|----|--------------|
| | | | | 発生の可能性・頻度 | 工費・工期に与える影響 | | リスク評価 | 対応 段階 | 対応方法 | 対応費用、 その効果 | | | | |
| | | | | | 構造物 | 社会に与える 影響 | | | | | | 基本 | 変更 | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.2 橋梁計画の前提条件で、計画時点での限定された情報量等による不確実性 | | | | | | | | | | | | | | |
| (1) 地質調査に対する質・量の不足による杭長および橋台高の評価違い | 杭長および橋台高の評価違い | 有 | 河川両岸及び河床のみでの地質調査であるため、支持地盤の傾斜が想定される急峻地形での地質調査量の不足。 | 施工時 | 橋台位置の支持層深度が変化する地盤で詳細な調査結果がないことから、基礎工形状に対する評価違いが起きる可能性がある。 | 大 | 杭長の変更などの対策が必要となる。 | 施工時に対応した場合、道路供用開始が遅延する。 | 小 | 大・小 ＝象限3 | - | 【リスクの低減】 河川両岸および河床のみで地質調査を行っているため、杭長に対する評価違いが起きる可能性がある。 詳細設計時には詳細な地質調査を行い杭長や橋台高の見込み違いを低減し、施工時には支持層を確認し杭長および躯体高の変更を行う。 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 費用＝小 効果＝小 |
| | | | | | | | | | | | | | | 費用＝小 効果＝大 |
| | | | | | | | | | | | | | | 費用＝大 効果＝大 |
| | | | | | | | | | | | 施工時 | 【リスクの低減】 詳細設計時の地質調査を受け施工時に支持層を確認する。支持層の見込み違いが発生したら杭長の変更を行う。 ⇒象限4 | | |
| | | | | | | | | | | | 供用後 | 【リスクの低減】 施工時に支持層の確認を行うことか ら、供用後に対応することはない。 | | |

※上記は表の形式例を示すものであり、記載内容を制約するものではない。

表-3.6.8 固有条件表(例)

| リスク項目 | 当該橋梁に対する リスクの有無 | | リスク発 生原因 | リスク発生に 至る段階 (施工時, 供用 後, または両者 など) | リスク評価 | | | | | 対応方針 | | | 引き継ぎ事項 |
|---|-------------------------------|---|-------------|---|---------------|-------------|--------------|-------|----|------------------|------|---------------|--------|
| | | | | | 発生の可能 性・頻度 | 工費・工期に与える影響 | | リスク評価 | | 対 応 段 階 | 対応方法 | 対応費用, その効果 | |
| | | | | | | 構造物 | 社会に与える 影響 | 基本 | 変更 | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| (2) 軟弱地盤の程度や範囲の見 立ての不足による軟弱地盤対策 の方法や範囲の評価違い、 ・構造物やその施工に与える 影響 ・周辺構造物や家屋等に与え る影響 | 無 軟弱地盤は無 し | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| (3) 継続的な協議等、何らかの 理由による線形や下部工位置の 変更 | 無 前後の道路お よび構造物は 完成済み | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

※上記は表の形式例を示すものであり、記載内容を制約するものではない。

2) 構造特徴表

- ・当該形式を形式選定に含めた意義、当該形式の力学的な特徴、主要部材や橋の耐荷性能に直接影響を与える部材、製品等で道示や便覧に記載のない技術の特徴と検証が必要となる事項とその扱い、工事・工程・施工スペース・資機材など施工に関わる特徴、補修補強等のための近接性に関わる特徴をそれぞれの案について要領よく記載する。
 - ・また、リスク対応をするにあたっての、詳細設計、施工の各段階への引き継ぎ事項を明確する。橋の耐荷性能に直接関係するような、新形式、新技術を用いるためにクリアしなければならないハードルも設計段階、施工段階にわけて記述する。
 - ・優劣を記載するものではなく、優劣は次の比較表で表現する。
 - ・前提表に含まれている事項は達成できるので、それについて二重に記載しないこと。
 - ・たとえば、軽量だから耐震性が高いなどの短絡的かつ盲目的な記載をしないこと。
 - ・また、既に維持管理の確実性の項目で見込んだものについて、再度記載しないこと。
- 構造特徴表の例を表-3.6.9 および表-3.6.10 に示す。

表-3.6.9 構造特徴表 (例)

| 構造形式 | | | 構造の特徴 | | | |
|--------|-----------|---------|--|------------------------|---|---|
| | | | 力学的な構造の特徴 | 道示に記載のない技術的特徴と検証が必要な事項 | 施工工程、施工スペース、資機材など施工に関わる特徴 | 補修補強等のための近接性に関する特徴 |
| 鋼 橋 | コンクリート床版 | 連続 I 桁橋 | I 形断面の主桁を幅員に応じて並列に配置する構造である。主桁を中間横桁で連結し、荷重を複数の主桁で負担する。また、主桁の横倒れや、風や地震などの水平方向の荷重に抵抗できるように対傾構や横構を配置する。床版は、RC 床版、鋼コンクリート合成床版、PC 床版などがあり、鋼桁で支持される。 | 今回は生じない見込み。 | 支間割に対しての適用性（構造の成立性）が過去の実績から高いと判断できる。曲線に対しては主桁を直線配置し床版の張出力による調整、または曲線桁による対応が可能である。ベントの設置が困難であるため、主桁を背面の道路上で組立て、橋軸方向に送り出して据え付ける送出し工法による架設とする。 | 床版への近接には上部工検査路、支間部への近接には下部工検査路を設置し、主桁端部に切欠きを設け下部工上の横断方向への横移動を可能とする。 |
| | | | 上フランジ・下フランジとウェブで囲まれた箱形断面の主桁を並列に配置する構造である。曲げ剛性及びねじり剛性が大きいことから、長支間の橋や曲線橋への適用性が高い。床版は、RC 床版、鋼コンクリート合成床版、PC 床版などがあり鋼桁で支持される。 | 今回は生じない見込み。 | 支間割に対しての適用性（構造の成立性）が過去の実績から高いと判断できる。曲線に対しては主桁を直線配置し床版の張出力による調整、または曲線桁による対応が可能である。ベントの設置が困難であるため、主桁を背面の道路上で組立て、橋軸方向に送り出して据え付ける送出し工法による架設とする。 | 床版への近接には上部工検査路、支間部への近接には下部工検査路を設置し、主桁端部に切欠きを設け下部工上の横断方向への横移動を可能とする。 |
| | プレートガーダー系 | 連続 I 桁橋 | I 形断面の主桁を幅員に応じて並列に配置する構造である。主桁を中間横桁で連結し、荷重を複数の主桁で負担する。また、主桁の横倒れや、風や地震などの水平方向の荷重に抵抗できるように対傾構や横構を配置する。床版は鋼板の下面を縦リブと横リブで補剛した構造であり、床版としての機能に加えて桁の上フランジの機能も期待する構造である。 | 今回は生じない見込み。 | 支間割に対しての適用性（構造の成立性）が過去の実績から高いと判断できる。曲線に対しては主桁を直線配置し床版の張出力による調整、または曲線桁による対応が可能である。ベントの設置が困難であるため、主桁を背面の道路上で組立て、橋軸方向に送り出して据え付ける送出し工法による架設とする。 | 床版への近接には上部工検査路、支間部への近接には下部工検査路を設置し、主桁端部に切欠きを設け下部工上の横断方向への横移動を可能とする。 |
| | | | 上フランジ・下フランジとウェブで囲まれた箱形断面の主桁を並列に配置する構造である。曲げ剛性及びねじり剛性が大きいことから、曲線桁への適用性が高い。床版は鋼板の下面を縦リブと横リブで補剛した構造であり、床版としての機能に加えて桁の上フランジの機能も期待する構造である。 | 今回は生じない見込み。 | 支間割に対しての適用性（構造の成立性）が過去の実績から高いと判断できる。曲線に対しては主桁を直線配置し床版の張出力による調整、または曲線桁による対応が可能である。ベントの設置が困難であるため、主桁を背面の道路上で組立て、橋軸方向に送り出して据え付ける送出し工法による架設とする。 | 床版への近接には上部工検査路、支間部への近接には下部工検査路を設置し、主桁端部に切欠きを設け下部工上の横断方向への横移動を可能とする。 |

※上記は表の形式例を示すものであり、記載内容を制約するものではない。

表-3.6.10 構造特徴表 (例)

| 構造形式 | 構造の特徴 | | | |
|---------|--------------------------|---|-------------|---|
| | 力学的な構造の特徴 | 道示に記載のない技術 の特徴と検証が必要な 事項 | 構造の特徴 | 補修補強等のための近接性に関わ る特徴 |
| コンクリート橋 | ポストテンション方式 2径間連続PC箱桁橋 | 箱桁橋は、上床版・下床版とウェーブから構成された断面形状を有し、上・下床版で曲げモーメントによる圧縮応力に抵抗できること、PC鋼材など補強材の配置が容易であること、また、ねじり剛性が大きく荷重分配が良好であるなどの断面特性を有し、曲線桁への適用性も高い。 | 今回生じない見込み。 | 下床版に検査孔を設けることで、箱桁内へ近接する。桁内の移動は、中間横桁・中間支点横桁に開口を設けることで対応する。 張出しスラブや下床版下面については、あらかじめ吊足場設置のためのアンカーを設置し、近接可能とする。支承部への近接には下部工検査路を設置する。 |
| | 場所打ち 箱桁橋 | 箱桁橋は、上床版・下床版とウェーブから構成された断面形状を有し、上・下床版で曲げモーメントによる圧縮応力に抵抗できること、PC鋼材など補強材の配置が容易であること、また、ねじり剛性が大きく荷重分配が良好であるなどの断面特性を有し、曲線桁への適用性も高い。 ラーメン橋であるため、中間橋脚について支承が不要となる。また、橋軸方向の地震時の曲げモーメントが低減できる可能性がある。 不静定構造であるため、一部の部材が損傷した場合にも構造物が不安定状態となる可能性が低い。 | 今回は生じない見込み。 | 下床版に検査孔を設けることで、箱桁内へ近接する。桁内の移動は、中間横桁・中間支点横桁に開口を設けることで対応する。 張出しスラブや下床版下面については、あらかじめ吊足場設置のためのアンカーを設置し、近接可能とする。支承部への近接には下部工検査路を設置する。 |

※上記は表の形式例を示すものであり、記載内容を制約するものではない。

3) 比較表

- ・基本条件やリスク対応項目や程度の平仄を揃えた案を公平に比較できるよう作成する。
- ・工期、費用と見込み違いを考えて選ぶ。

見込み違いとは、設計条件の変動や不確実性により想定と異なる事象が生じること。例えば、支持層の深さ、地層の傾斜等がある。

- ・標準的な調査、現時点で想定される情報かつ設計基準で求められる性能の達成の範囲の費用を積算要領等によって積算する。これを基本費用・工期と呼ぶ。また、それを超える対応を行うための費用を適切に積算する。これをリスク対応費用・工期と呼ぶ。
- ・LCC は比較可能な程度に計算する。またこのとき、道示 I [1.3] (P11) などに留意する。
比較表の例を表-3.6.11 に示す。

3.7 段階的な更新

リスクの対応方針の引き継ぎ事項については、事業の各段階で更新する。

なお、リスク対応表は、実際の対応のための調査などを行った結果に基づいて、これも更新し、必要に応じて見直すことができる。

表-3.7.1 段階的な更新表（例）

| | | 対応方針 | | | |
|------|--------|-------|--|---|-----|
| | | 形式選定時 | 詳細設計時 | 施工時 | 供用後 |
| 事業段階 | ①形式選定時 | | <p>詳細な地質調査を実施して支持層深度を把握し、条件の精度を確保して設計することで杭長の見込み違いを低減する。 ⇒象限 4</p> | <p>詳細設計時の地質調査を受け施工時に支持層を確認する。支持層の見込み違いが発生したら杭長の変更を行う。 ⇒象限 4</p> | — |
| | ②詳細設計時 | | | | |
| | ③施工時 | | | | |

※上記は表の形式例を示すものであり、記載内容を制約するものではない。

3.8 橋の形式毎の特性及び留意事項

3.8.1 一般

本節は、代表的な橋の形式、新技術を用いた橋でも複数の実績があるものについて、構造の特徴・概要、耐荷力の特徴、設計上の留意点、および施工上の留意点について記載する。

なお、ここに記載している以外の形式については、新技術として評価するなど、適切に検討したうえで採用することができることに留意する。

【解説】

設計上の留意点には、道路橋示方書の規定の基本的な事項、橋の採用にあたっての確認事項の観点から主な事項を記載した。

橋桁に共通する事項は、以下に示すとおりである。

- ・橋桁には、単純桁・連続桁がある。単純桁は支間中央で下側が引張状態、連続桁は支間中央の下側と支点部で上側が引張状態となる。連続桁では、断面の上側、下側ともに引張状態となることに対する橋桁の適合性に配慮する必要がある。
- ・道示Ⅰ [5.2] に解説されるとおり、現在の設計法でも、未解明な部分もあることから、これまでに十分に実績がある支間長や径間数を基本とする。実績を上回る支間長や径間数とする場合には、道路橋示方書で要求される耐荷性能、耐久性能、使用の目的との適合性を満たし、施工品質を確保できることを検証する必要がある。
- ・橋のライフサイクルコストは、架橋地点の自然環境、各部材の設計耐久期間、橋の形状、足場条件、近接の方法、点検方法などを考慮して算定する。

3.8.2 鋼橋

3.8.2.1 一般

鋼橋には、桁橋、トラス橋、アーチ橋、ラーメン橋、斜張橋、および吊橋等がある。

3.8.2.2 鋼桁橋

(1) 構造の特徴・概要

- ・鋼桁橋の主桁は、充腹の I 形断面、 π 形断面及び箱形断面を基本とする。
- ・床版は、鋼床版、コンクリート系床版がある。

(2) 耐力の特徴

- ・曲げモーメント、せん断力および軸力、ねじりモーメントを充腹の I 形断面、 π 形断面及び箱形断面の主桁で抵抗する耐力機構を有する桁構造。
- ・多主桁の場合、分配横桁により断面力を各主桁に分配する主桁・横桁で構成される格子構造。
- ・箱形断面は曲げ剛性やねじり剛性が大きく、長支間や曲線桁で採用される構造。
- ・鋼床版桁は、鋼板の下面を縦リブと横リブで補剛した構造であり、床版としての機能に加えて桁の上フランジの機能も期待する構造。

(3) 形式選定にあたって知っておくべき設計上の留意点

- ・断面形状などが特殊な場合には、耐力機構などに対し個別の検討を行う必要がある。
- ・主桁と床版が一体となって抵抗する耐力機構とする鋼桁は、コンクリート系床版を有する桁として、3.8.2.3 による。

(4) 形式選定にあたって知っておくべき施工上の留意点

- ・鋼材の接合にあたっては、桁断面の形状や架設工法の種類、施工段階によって仕口の状態が異なるため、適用箇所、施工性及び継手面の状態に応じた接合の方法を考える必要がある。
- ・コンクリート系床版の施工にあたっては、床版の収縮や、施工段階ごとに荷重および抵抗断面が変化するため、設計で想定した施工順序や施工条件に基づいて施工する必要がある。

【解説】

(1)

- ・支間長、斜角については、過去の実績のみを参考にするのではなく、必要に応じて構造計算などを行いその適用性について検討を行う。
- ・鋼桁橋には I 桁橋と箱桁橋がある。
- ・I 桁橋は、I 形断面の主桁を幅員に応じて並列に配置する構造である。主桁を中間横桁で連結し、荷重を複数の主桁で負担できるようにしたものを格子桁という。また、主桁が横倒れしたり、風や地震などの水平方向の荷重に抵抗できるように対傾構や横構を設置する。なお PC 床版・合成床版を用いた少数主桁橋では、対傾構・横構が設置されていないため、床版および横桁により水平方向の荷重に抵抗する依存度が増す。
- ・箱桁橋は、曲げ剛性及びねじり剛性が大きなことから、長支間の橋や曲線橋に用いられる。

3.8.2.3 コンクリート系床版を有する桁橋

(1) 構造の特徴・概要

- ・コンクリート系床版を有する桁橋は、鋼の主桁と、床版を接合して桁とした構造。
- ・鋼主桁は、充腹のI形断面、 π 形断面及び箱形断面を基本とする。
- ・コンクリート系床版には、RC床版、鋼コンクリート合成床版、PC床版などがある。

(2) 耐力の特徴

- ・主桁と床版のずれ止めの方法によらずそれぞれ一定の合成効果がある。設計計算では、主桁と床版をスタッド等のずれ止めによって接合して床版と主桁が一体として抵抗する合成作用を完全合成とした耐力機構として耐力性能を満足するようにすることと、合成効果がなくても耐力性能を満足するようにすることの設計を適切に組み合わせて、諸元を決定する。

(3) 形式選定にあたって知っておくべき設計上の留意点

- ・床版形式の選定にあたっては、上部構造の構造特性、床版の構造特性、施工条件などを踏まえて選定する。ずれ止めは、床版コンクリートの硬化過程においてコンクリートを拘束するので、床版コンクリートの状態を所要のものとするためには、床版の設計や施工において、適切かつ安全側に合成の効果を見込む必要がある。
- ・斜橋や曲線橋に合成桁を用いる場合は、斜橋では端部回転軸の違いやたわみ差による床版のねじり、曲線橋では桁ねじり等により、床版に大きな付加的な力が作用することがあるので慎重に配慮するのがよい。

(4) 形式選定にあたって知っておくべき施工上の留意点

- ・コンクリート系床版の施工にあたっては、施工段階ごとに作用荷重および抵抗断面が変化するため、設計で想定した施工順序や施工条件に基づいて施工する必要がある。
- ・プレストレスを導入する連続合成桁の場合、応力調整を伴う現場の施工管理に十分注意する必要がある。

【解説】

(1)

- ・近年、構造の簡素化等を目的として、対傾構、横構及び横桁の一部又は全部を省略した構造が検討される場合がある。このような構造では、従来の構造に比べれば、例えば横荷重に対して、床版が抵抗することになるなど、床版の分担する荷重が大きくなることが考えられるなど、床版に係る負担が大きくなる。これに対して、具体的な床版の要求性能が示されているわけでないが、耐力性能及び耐久性能、並びに橋の立体的な機能の確保の観点から、床版は、横方向部材を省略していない場合と同等の性能を有するように設計する必要がある。
- ・道路橋示方書に規定されていないずれ止めには例えば、孔あき鋼板ジベル（PBL）などがある。しかし、道路橋示方書に適合する、具体的な耐力方式や部分係数、設計耐久期間を満足させるための設計法などに標準的な考え方が確立されているわけではないので、個別に検討が必要となる。
- ・100%または0%でなく、その中間的な合成効果を見込む方法については、方法やその信頼性には定まった知見はない。そこで、100%の場合、0%の場合を適宜組み合わせ、フランジやウェブ、床版コンクリートに厳しくなるような応力状態を考慮していくことが考えられる。

合成効果を活かせるような桁構造にすることの課題として、架設中又は床版を打ち替えるにあたって桁の不安定化による事故などが挙げられている。一方で、これが合成桁、非合成桁という名称をつける

ことで、橋がそのとおりにしか挙動をしないという誤解にもつながるという弊害があったことも否定出来ない。

たとえば、近年、桁の大断面化が進んだり、桁の連続化が進み、スタッドが密に配置されることが多くなるにつれ、その弊害が大きくなりつつあることが認識されてきた。たとえば、スラブ止めを用いる場合でも、配置が密になるほど、コンクリートの収縮や温度の影響などに対してスラブ止めが床版の挙動を拘束する度合い、換言すれば、床版に引張応力を発生させる度合いが大きくなっていると考えられる。したがって、設計の前提条件となる床版の有効断面を確保することの信頼性のばらつきを低減させるためには、結果的にはスラブ止めを用いる場合であっても、コンクリート系床版の設計には合成効果を適切に見込んだ設計を行うことが有効になると考えられる。

一方、基準での対応を見ると、平成 13 年の橋、高架の道路等の技術基準（H14 道示）からは、鋼桁の設計は、合成桁、非合成桁という設計法の区分ではなく、コンクリート系床版を有する桁構造として統合された。すなわち、合成桁や非合成桁という名称によらず、コンクリート系床版は、その荷重効果を適切に把握し、必要な状態を満足できるように設計することが求められるようになってきている。

スタッドについては疲労耐久性について、任意の設計耐久期間を満足させるための照査法も確立されている。

その他の注意点を以下にまとめる。

- ・ 曲線橋、斜橋では、直橋であるときに比べて、コンクリートの収縮や温度差・温度変化の影響、桁同士のたわみ差などから床版が受ける応力状態は複雑である。したがって、極端に小さな曲線半径や斜角を有しないように計画することを基本とする。また、その上で、床版や桁を一定せん断流パネルでモデル化するなど、影響線載荷も容易であり格子モデルと同等に照査式に直接対応する公称応力を直接捉えるだけというだけでなく、2 次的な応力分布についても同時に考慮できるようなモデルで検討することも有効と考えられる。なおシェル要素などでは、公称応力を評価し直す必要があることに注意する。
- ・ 架設時の応力変化に対して、桁が不安定になり横倒れ座屈を起こす可能性があるので、架設ステップに応じた適当な仮補強と施工の成立性について、設計時点から検討しておくことが重要である。
- ・ 床版の補修や打ち替えを念頭において、施工中の安全性も含めたその実現性について予め検証したうえで必要に応じて予め措置を行うこと。

3.8.2.4 トラス橋

(1) 構造の特徴・概要

- ・トラス橋は、主構にトラス構造を用いた橋梁である。
- ・細長い、比較的軽量の部材を組み合わせ、長大な構造を作ることができる。
- ・トラス構造を用いることで、剛度が高く、構成している各部材が軽量で、さらに受ける風圧が少ないなどの特徴があるため、吊り橋や斜張橋の補剛桁として用いることもある。

(2) 耐荷力の特徴

- ・軸引張および軸圧縮を受ける部材および接合部で耐荷力を保持する構造。
- ・主構は、横構、対傾構、橋門構とともに立体的な耐荷機構を確保。

(3) 形式選定にあたって知っておくべき設計上の留意点

- ・部材および接合部の設計を行う。
- ・横方向の部材を適切に配置し、ねじれ剛度を確保する。なお、これによらない場合には、側方への座屈、全体系の挙動が床版の応力に与える影響など二次応力の影響についても適切に検討する必要がある。
- ・長大スパンの連続トラス橋やカンチレバートラス橋においては、支点付近の部材の曲げ応力が大きくなるので2次応力について適切に考慮する必要がある。
- ・ダイヤモンド型など横構の組み方によっては、弦材に付加応力が作用するため、注意する必要がある。
- ・積雪寒冷地においては、上弦材や上横構から路面への落雪が生じるため、その対策を検討する。

(4) 形式選定にあたって知っておくべき施工上の留意点

- ・設計で想定した架設および施工を実施し、施工時の安全性を確保する。

【解説】

- (1) 単にトラスといった場合、それは軸方向力を受ける部材だけで構成された構造全般であるトラス構造を指すことになるが、橋の主構造がトラスで構成されているものを対象とする。

3.8.2.5 アーチ橋

(1) 構造の特徴・概要

- ・アーチ橋とは、その主構造がアーチ又は補剛アーチから成り立つ構造である。
- ・下路式のアーチ橋には、アーチリブと補剛桁とをそれらの両端で剛結する補剛アーチ橋が用いられる。
- ・補剛アーチ橋には、その構造特性から、ランガー橋、ローゼ橋、タイドアーチ橋などの形式がある。

(2) 耐荷力の特徴

- ・アーチ橋は、鉛直荷重の作用をアーチリブの圧縮力で伝達し、支点には水平反力が生じる耐荷機構を有する構造である。

(3) 形式選定にあたって知っておくべき設計上の留意点

- ・アーチ構造を構成する部材は、軸方向力のみを受ける部材又は軸方向力と曲げモーメントを受ける部材として設計する。その際の座屈長については、支間長が長く変位が大きくなる場合は検討が必要である。
- ・アーチ部材の変形が曲げモーメントに及ぼす影響（幾何学的非線形性）を考慮する必要がある。
- ・上路式のアーチ橋のアーチリブの支点には、鉛直反力に加えて水平反力が作用するため、良好な支持地盤が必要である。
- ・アーチ橋は、立体挙動するものであり、鉛直荷重に対しても、アーチ面内だけでなく面外座屈が生じたり、側方荷重に対しても曲げ、ねじれが生じる。また、アーチの配置と床組みの配置によっては、ねじれなども生じる。横方向部材の適切な配置を行い、二次応力を小さくすること、座屈強度を高めることが必要となる。
- ・積雪寒冷地においては、下路式アーチ橋のアーチ部材や上横構から路面への落雪が生じることから、その対策を検討するのがよい。

(4) 形式選定にあたって知っておくべき施工上の留意点

- ・設計で想定した架設および施工を実施し、施工時の安全性を確保する必要がある。

【解説】

- ・アーチ橋は、アーチ構造により鉛直力が軸方向圧縮力に変換されるためアーチ部材に生じる曲げモーメントが小さくなることから、長支間の橋梁に適用することが可能である。
- ・支承数が少なく支承規模も大きなことから、地震時に落橋に繋がることのないように十分な検討が必要である。また、一般に架設規模が大きくなるため、計画段階から精度の高い検討を行う必要がある。
- ・補剛アーチ橋には、アーチ部材に圧縮力のみを受け持たせるランガー橋、アーチ部材に圧縮力とともにせん断力、曲げモーメントを受け持たせるローゼ橋、ローゼ橋の補剛桁の曲げ剛性を無視しうる程度に細くしたタイドアーチ橋がある。
- ・ローゼ橋の垂直材をトラス状に配置したトラスランガー橋、ローゼ橋の垂直材をケーブルでトラス状に配置したニールセンローゼ橋がある。ニールセンローゼ橋は橋梁全体の剛性が向上するが、架設時のケーブルの応力調整には精度が求められる。これらのうち、ケーブル部材を用いた橋は、ケーブル構造としての設計を行う。ケーブルの定着部は、狹隘部や埋め込み部になりやすく、状態を確認できるように構造の詳細の配慮が求められる。
- ・支間の大きいアーチ系橋の断面力は、変位の影響を考慮した有限変位理論により求める必要がある。

3.8.2.6 ラーメン橋

(1) 構造の特徴・概要

- ・ラーメン橋は、主桁と橋脚や橋台を剛結し上下部構造が一体となって荷重に抵抗する構造である。構造力学上は、力のつり合い方程式の数より未知反力の数の方が多い不静定構造であり、部材には軸力、せん断力、曲げモーメントが作用する。
- ・主桁支間長と橋脚高さにより、剛結部に作用する断面力が変化する構造であり、支間長と橋脚高さの比に極端な差がない場合に採用されることが多い。

(2) 耐荷力の特徴

- ・ラーメン橋は、桁と柱という異なる種別の部材を剛結した構造であり、隅角部には大きな曲げモーメントおよびせん断力が作用するとともに応力の方向が急変することから、薄肉構造である鋼構造の場合には、隅角部の接合方法やせん断遅れの影響などに留意する必要がある。

(3) 形式選定にあたって知っておくべき設計上の留意点

- ・部材および隅角部など、ラーメン橋の構造各部の設計を行う必要がある。
- ・通常のラーメンの概念を大きく超える場合、例えば、張出長が大きい場合、高さが非常に高い場合、長さ、断面等の寸法比、梁・柱などの剛度比が非常に大きい場合等には、別途十分に検討を行うのがよい。
- ・鋼製のラーメン構造の設計において、基礎構造の回転及び相対移動が予想される場合は、その影響に留意しなければならない。

(4) 形式選定にあたって知っておくべき施工上の留意点

- ・設計で想定した架設および施工を実施し、施工時の安全性を確保する必要がある。

【解説】

(1) ラーメン橋の隅角部には連続桁の中間支点と同様に鉛直荷重により負の曲げモーメントが生じるため、桁部分の正の曲げモーメントが減少し、桁高を低くすることが可能である。

(3)

- ・鋼製の上部構造とコンクリートの下部構造による一体構造のように、鋼部材とコンクリート部材の接合部を有する構造形式については、構造特性を適切に評価するとともに、橋の要求性能を考慮して構造各部の性能検証を行う必要がある。これらの構造のうち、橋台部ジョイントレス構造に関しては**本編 3.8.4.2 橋台部ジョイントレス構造**による。
- ・柱部材が単独の基礎構造で支持されるラーメン構造では、基礎の不同沈下や水平移動により不静定力が発生する。また、基礎構造の変形によってもラーメン構造に発生する不静定力が変化する。基礎構造の沈下量や水平移動量は、基礎形式や設計の対象となる地盤により大きく異なるため、各地盤の性状を十分に把握して、その影響を考慮して設計する必要がある。

3.8.2.7 ケーブル構造を用いた橋

(1) 構造の特徴・概要

ケーブル構造を用いた橋には、以下の橋がある。

- ・斜張橋 主塔から斜めにケーブルを張り、ケーブルで桁を斜めに吊って支持する構造である。構造力学上は、ケーブル定着点で弾性支持された連続梁として扱うことができる高次不静定構造である。連続桁には、ケーブル水平力により軸力が作用する。
- ・吊り橋 主塔からケーブルを渡して両端をアンカレイジで固定し、ケーブルからハンガーにより桁を支持する柔構造であることから、変形を考慮した有限変形理論を用いた設計を行う必要がある。

(2) 耐荷力の特徴

- ・ケーブル部材からの作用力を桁や塔などにケーブル定着構造を介して伝達する構造で、ケーブル部材、ケーブル定着部、および、その他の構造各部で、それぞれ耐荷性能を確保することが求められる。

(3) 形式選定にあたって知っておくべき設計上の留意点

- ・構造各部がケーブル部材からの作用力に対して安全であることはもちろん、構造各部が有する強度のバランスを適切に設定したうえで設計を行う。
- ・ケーブル部材の耐久性はケーブルと定着部、それぞれで確保する必要がある。
- ・有害な変形や振動が生じないように設計する必要がある。
- ・風雨による振動が問題とならないように耐風設計を行う必要がある。
- ・橋としてケーブル部材の損傷などに対して耐荷性能を確保できるように代替性や補完性に配慮する必要がある。
- ・ケーブル定着部の防食及び点検方法については、設計段階で検討を行う必要がある。

(4) 形式選定にあたって知っておくべき施工上の留意点

- ・設計で想定した架設および施工を実施し、施工時の安全性を確保する必要がある。
- ・架設中の振動対策についての必要性について、検討しておく必要がある。
- ・架設過程における構造検討、ケーブル張力の精度管理などが必要である。
- ・ケーブルは現場における不注意な取扱いによってその性質が著しく損なわれることが考えられるので、施工時の取扱いには十分に配慮する。

【解説】

(3)

- ・ケーブル部材の制振対策が必要となる場合があるので注意が必要である。振動対策としては、桁や塔などの部材断面を工夫することや、ケーブル部材に減衰を付加するためのダンパー構造の設置やケーブル表面形状の変更による対策など、多くの事例があり、「道路橋耐風設計便覧（日本道路協会）」が参考となる。
- ・ケーブルの防食方法については、経済性だけでなく、実績や維持管理性も含めた検討が必要である。
- ・目視点検だけではケーブルの劣化・損傷を把握できないことを踏まえ、防食及び点検方法を設計段階で検討しておく必要がある。
- ・積雪寒冷地においては、ケーブルや主塔から路面への落雪が問題となることから、維持管理上留意する必要がある。

3.8.3 コンクリート橋

3.8.3.1 一般

- (1) コンクリート橋には、桁橋、アーチ橋、ラーメン橋、斜張橋、大偏心外ケーブル構造、波形鋼板ウェブ橋および複合トラス橋等がある。
- (2) プレキャストセグメント、プレキャスト桁や部材を組み合わせ、これらの形式の橋を架設することも可能であり、形式選定において適切に反映するのがよい。

【解説】

コンクリート橋の形式選定の検討にあたっては、これまでは、規模が大きくなるほど、場所打ちコンクリート部材のみを検討対象としていたことが多いが、様々なプレキャスト化に係る技術も近年技術が確立してきた。プレキャスト化に係る技術の適正な活用による事業の効率化に資するよう、基本的にはプレキャスト部材の活用についても比較検討するのがよい。たとえば、予備設計段階からプレキャスト部材を用いた橋梁形式を、選定の比較対象とすることが重要である。また、設計にあたっては、要求性能や設計条件、留意事項等の確認を行い、プレキャスト部材と場所打ちコンクリート部材等、どの部材の活用が適切か比較検討を行い、判断することが必要である。

プレキャスト部材を活用した形式の特徴は、たとえば、「コンクリート橋のプレキャスト化ガイドライン 平成30年6月 橋梁等のプレキャスト化及び標準化による生産性向上検討委員会」にまとめられている。

3.8.3.2 コンクリート桁橋

- (1) 構造の特徴・概要
- ・コンクリートの桁橋は、主桁と床版を単体的に製作し桁とした構造と、主桁と床版を接合して製作し桁とした構造がある。
 - ・主桁の断面形状にはT形断面、箱断面、コンクリート主版断面がある。
 - ・鉄筋コンクリート構造とプレストレストコンクリート構造がある。
- (2) 耐荷力の特徴
- ・鉄筋コンクリート構造とプレストレストコンクリート構造がある。
 - ・プレストレストコンクリート構造は、一般に、プレストレスの存在を前提にコンクリートが全断面で抵抗する耐荷機構を発揮できるように設計・施工する構造である。
- (3) 形式選定にあたって知っておくべき設計上の留意点
- ・プレストレスを導入した上で、全断面で抵抗しない耐荷機構を設定する場合には、プレストレストコンクリート構造と同様に、想定する耐荷機構が成立するように検討する必要がある。
 - ・張出し、押出し施工など、施工時と完成時で応力状態が変化する場合には、その影響を考慮する必要がある。
 - ・鉛直、水平方向の腹圧力についても、適切に考慮する必要がある。
 - ・外ケーブルを用いる場合は、桁本体の動きと外ケーブルの動きは独立するため、そのことが橋のそりやねじり挙動に与える挙動を適切に見込む必要がある。
- (4) 形式選定にあたって知っておくべき施工上の留意点
- ・プレストレストコンクリート構造におけるプレストレス力は、プレストレス導入直後、死荷重作用時、

活荷重作用時と施工段階を想定しているため、施工は設計での想定に基づいて行うことを基本とするのがよい。

- ・張出し架設工法や押出し架設工法など、施工時と完成時で構造系が変化する場合には、施工段階を想定して応答値を算定しているため、施工は設計での想定に基づいて行うことを基本とするのがよい。

【解説】

- ・定期点検結果によれば、ポストテンション橋では、初期変状が多いことから、施工時に適切な配慮が必要になる。
- ・「国総研資料 第1046号 プレストレストコンクリート橋における初期変状の影響評価と対策に関する共同研究（その2）」では、近年の橋梁定期点検結果等から、供用年数の比較的新しいポストテンション橋に生じている、ひび割れや変形等の変状（初期変状）の主たる要因および初期変状を抑制するための対策について研究が実施されており、4章においてひび割れの種類と主要因毎に留意点および対策案が提案されている。

(1)

(a) 鉄筋コンクリート桁

- ・鉄筋コンクリート橋には、T桁橋とコンクリート主版を用いた桁等の橋があり、架設は支保工架設である。
- ・T桁は、全断面を一体として施工し、T桁の上フランジ部分が床版を形成する構造である。コンクリート主版を用いた桁では、充実床版と中空床版があり、T桁よりも桁高を低くすることができる。

(b) プレストレストコンクリート桁

- ・プレストレストコンクリート桁には、プレテンション方式とポストテンション方式がある。

1) プレテンション桁

- ・プレテンション方式の橋梁には、T桁橋とスラブ桁橋があり、工場において、橋桁の製作及びプレストレスの導入を行い、現場に搬入して架設する橋梁である。
- ・プレテンション橋にはT桁橋とスラブ桁橋があり、JIS A 5373 附属書Bの推奨仕様B-1において、T桁橋の支間長は18～24m、斜角は90～70°、スラブ桁橋の支間長は5～24m、斜角は90～60°と記載されている。スラブ桁橋の支承部は、狭隘な空間となるため、確実な点検が難しい他、交換には交通への影響も大きなことから、採用にあたっては維持管理について留意する必要がある。
- ・プレストレス導入によるそりを考慮した設計及び製作とする必要がある。
- ・T桁橋は、スラブ桁橋と比較して主桁間隔が広いことため主桁本数を少なくすることが可能な構造であり、水道管や通信ケーブルなどの添架物を主桁間に設置することが容易である。
- ・スラブ桁橋は、桁間隔を狭くし多数の主桁を配置することから、桁高を低くすることができる。また、桁間の接合部に配筋が不要な構造である。

2) ポストテンション桁

① ポストテンション方式の工場製作桁橋

- ・T桁橋、スラブ桁、合成桁橋がある。
- ・ポストテンション方式の工場製作桁橋は、工場で運搬可能なプレキャストセグメントに分割して製作し、それを現場にて一体化して架設する橋梁であり、工期の短縮や少人化、省力化が可能である。
- ・T桁橋は、工場で作成した主桁を並べ、上床版の間詰めコンクリートを現場打設し、横締めPC鋼材を緊張することにより一体化する構造である。

- ・スラブ桁橋は、T 桁橋と比較して断面性能が高く、桁高を低くすることができる。また、桁間の接合部に配筋が不要な構造である。
- ・合成桁橋は I 型、T 型、U 型の断面を有する主桁を架設した後に、上床版コンクリートを現場打設する構造である。たとえば PC コンボ橋などに代表されるように、T 型や U 型断面の場合、プレキャスト PC 板を用いて床版支間を広くすることで主桁の本数を少なくするとともに、上部構造の死荷重を軽量化することが可能である。また、床版はプレキャスト PC 板を埋設型枠として利用することにより床版用の足場や型枠の簡素化が可能であり、現場作業の省人化が図られる。プレキャスト部材を活用した形式は、たとえば、「コンクリート橋のプレキャスト化ガイドライン 平成 30 年 6 月 橋梁等のプレキャスト化及び標準化による生産性向上検討委員会」、「PC コンボ橋の設計計算例 令和 3 年 1 月 (一社) プレストレスト・コンクリート建設業協会」を参考にするとよい。
- ・U コンボ橋と呼ばれる形式のような U 型断面桁にプレキャストセグメントを適用する場合、セグメントは、開断面で運搬されることが一般的であるため、運搬時のウェブの開きやねじれに対して構造的な検討を行う必要がある。
- ・製作時・運搬時・架設時の転倒防止の対策が必要である。また、PC 合成床版の場所打ち部は、主桁および PC 板の拘束の影響を受けて、コンクリートの硬化時の収縮によるひび割れが発生しやすく、コンクリート打設後の養生を適切な方法で一定期間行うなど十分配慮する必要がある。これらを参考に初期変状抑制対策の実施について検討を行う必要がある。

② ポストテンション方式の現場製作桁橋

- ・T 桁橋、I 桁橋（合成桁橋）、箱桁橋および中空床版桁橋がある。
- ・ポストテンション方式の現場製作桁橋は、架設現場付近のヤードにて主桁を製作し、それを架設する橋梁である。
- ・T 桁橋は、主桁を下フランジのないストレート断面とすることで鉄筋加工や型枠加工を簡素化し、施工性の向上を図っている。
- ・I 桁橋は、床版を場所打ちコンクリート部材とする合成桁橋である。
- ・箱断面桁では、断面内の PC ケーブルの配置方法には、内ケーブル方式、外ケーブル方式、内外併用ケーブル方式がある。外ケーブル方式は点検が可能であり、偏向部や定着部の構造によっては交換も可能であることから、設計段階において維持管理性を踏まえた配置計画を行う必要がある。
- ・中空床版橋は、自重の軽減とプレストレスの導入効率の向上を目的として円筒型枠が埋設されたコンクリート主版を用いた構造である。

(3)

- ・プレストレスを導入した上で、全断面を有効としない耐荷機構を設定する場合は、鉄筋を配置するとともに応力状態を制御する必要がある。一般に、コンクリートの引張抵抗を無視した抵抗機構とすることが安全側となる。環境条件などの特性も考慮して個別に検討する必要がある。
- ・T 桁橋および I 桁橋は、合成前に載荷される主桁自重・プレストレス・床版自重・間詰コンクリートおよび横桁自重には主桁で抵抗し、床版施工後に載荷される後死荷重及び活荷重に対しては、主桁と床版が一体となった合成断面で抵抗する。このように、施工段階によって作用荷重、抵抗断面などが変化するため、予め施工順序や施工条件を想定して設計する必要がある。また、主桁の上フランジの

幅が狭く、ウェブが薄くて桁高が大きい場合には、架設時の安全性について十分な検討が必要となる。

- ・鉛直、水平方向の腹圧力は、桁の変状の原因になることが指摘されている。また、これと、そり、ねじり、乾燥収縮などが組み合わせられることで変状が生じることは点検結果からも明らかになってきている。個別の橋毎に検討方法が考える必要があるので、これらについて一般的と言える検討方法は無く、形式を選定するときには、これらに対して適切に設計が行われるように、費用、工期に反映させる必要がある。

(4)

- ・T桁橋は、上フランジ幅が広く重心位置が高いため、転倒に留意する必要がある。

3.8.3.3 アーチ橋

(1) 構造の特徴・概要

- ・アーチ橋とは、その主構造がアーチ又は補剛アーチから成り立つ構造である。
- ・アーチ橋には、開腹式アーチおよび閉腹式アーチがある。

(2) 耐荷力の特徴

- ・アーチ橋は、鉛直荷重の作用をアーチリブの圧縮力で伝達し、支点には水平反力が生じる耐荷機構を有する構造である。

(3) 形式選定にあたって知っておくべき設計上の留意点

- ・アーチ構造を構成する部材は、軸方向力のみを受ける部材又は軸方向力と曲げモーメントを受ける部材として設計する必要がある。
- ・アーチ部材の変形が曲げモーメントに及ぼす影響（幾何学的非線形性）を考慮する必要がある。
- ・上路式のアーチ橋のアーチリブの支点には、鉛直反力に加えて水平反力が作用するため、良好な支持地盤が必要である。
- ・アーチリブの断面形状は、スパンライズ比、アーチ軸線、コンクリート強度、施工方法などを考慮して設計する必要がある。
- ・積雪寒冷地においては、下路式アーチ橋のアーチ部材や上横構から路面への落雪が生じることから、その対策を検討する必要がある。

(4) 形式選定にあたって知っておくべき施工上の留意点

- ・設計で想定した架設および施工を実施し、施工時の安全性を確保する必要がある。

3.8.3.4 ラーメン橋

(1) 構造の特徴・概要

- ・ラーメン橋は、主桁と橋脚や橋台を剛結し上下部構造が一体となって荷重に抵抗する構造である。構造力学上は、力のつり合い方程式の数より未知反力の数の方が多い不静定構造であり、部材には軸力、せん断力、曲げモーメントが作用する。

(2) 耐荷力の特徴

- ・張出し架設を行うときに、左右の張出しのバランスを適切に配慮することで、何らかの理由で端支点

が移動しても自立性が高い構造にできる可能性が高い。

(3) 形式選定にあたって知っておくべき設計上の留意点

- ・主桁支間長と橋脚高さにより、剛結部に作用する断面力が変化する構造であり、支間長と橋脚高さの比に極端な差がないようにする必要がある。
- ・ラーメン構造の接合部は、ラーメン構造の耐荷機構を保持するために隣接部材の性能を確保できるように設計することが必要となる。
- ・ラーメン構造を支持する基礎は、その応答の評価の不確実によって、上部構造や柱の断面力の見込みが大きく変わらないように、適切な寸法や剛性を与えることが必要となる。

(4) 形式選定にあたって知っておくべき施工上の留意点

- ・設計で想定した架設および施工を実施し、施工時の安全性を確保する必要がある。

【解説】

(3) ラーメン構造の場合、上下部、基礎構造が一体となっているため、基礎の変位の影響で上部構造にも不静定力が生じることから、その影響を適切に考慮する必要がある。フーチングを有さない基礎構造など、地盤変位の影響が顕著となる場合には、地盤調査に応じて橋脚や主桁の照査に用いる部分係数を調整するなどの特別な検討が必要となる。しかし、現時点では標準的な方法は定められていないため、地盤変位の影響が支配的とならない基礎構造とすることを標準とした。

(4) 「国総研資料 第 1046 号 プレストレストコンクリート橋における初期変状の影響評価と対策に関する共同研究（その 2）」では、近年の橋梁定期点検結果等から、供用年数の比較的新しいポストテンション橋に生じている、ひび割れや変形等の変状（初期変状）の主たる要因および初期変状を抑制するための対策について研究が実施されており、4 章においてひび割れの種類と主要因毎に留意点および対策案が提案されている。

3.8.3.5 ケーブル構造を有する橋

(1) 構造の特徴・概要

ケーブル構造を用いた橋には、以下の橋がある。

- ・外ケーブル構造桁橋 主桁の桁高の範囲内に外ケーブルを配置した構造の橋である。
- ・斜張橋 連続桁を中間支点到立てた主塔から斜めにケーブルを張り、ケーブルで斜めに吊って支持する構造である。

(2) 耐荷力の特徴

- ・ケーブル部材からの作用力を桁や塔などにケーブル定着構造を介して伝達する構造で、ケーブル部材、ケーブル定着部、および、その他の構造各部で、それぞれ耐荷性能を確保する。

(3) 形式選定にあたって知っておくべき設計上の留意点

- ・橋桁を構成するケーブル部材、主桁、主塔など各部材が所要の耐荷性能を有し、橋としての耐荷性能を満足するように設計する必要がある。

1) 外ケーブル構造桁橋

- ・箱桁内にケーブルを配置した箱桁及び桁高内かつフランジの有効幅内にケーブル部材を配置した T 桁については、一般にケーブル部材をコンクリート部材の一部として扱う。ただし、軸力の保持や部材の変形によるケーブル軸力の増加に対する安全性に懸念がある場合には、実験などにより安全性を確認する必要がある。

2) 大偏心外ケーブル構造、斜張橋

- ・ケーブルの伸びや形状の変化による構造物への影響を考慮して設計する必要がある。
- ・ケーブル定着構造及び偏向部は、ケーブル張力を主桁へ伝達するため、十分な剛性を確保した構造とし、偏向部でケーブルを滑らせない構造とする必要がある。ケーブルやケーブル定着部の疲労設計は、鋼橋・鋼部材編によるのがよい。
- ・風によるケーブル構造の振動に配慮しなければならない。
- ・橋としてケーブル部材の損傷などに対して耐荷性能を確保できるように代替性や補完性に配慮する必要がある。

(4) 形式選定にあたって知っておくべき施工上の留意点

- ・設計で想定した架設および施工を実施し、施工時の安全性を確保する必要がある。
- ・架設中の振動対策についての必要性について、検討しておく必要がある。
- ・架設過程における構造検討、ケーブル張力の精度管理などが必要である。
- ・ケーブルは現場における不注意な取扱いによってその性質が著しく損なわれることが考えられるので、施工時の取扱いには十分に配慮する。

【解説】

(2)(3)

- ・ケーブル構造の設計は、道示Ⅲ〔13 章ケーブル構造〕による。大偏心外ケーブル構造には、塔を用いるものもあれば、支間中央近傍で主桁の下方に外ケーブルを配置した形式などもあり、これら大偏心外ケーブル構造を含めて主桁コンクリートの外側にPC鋼材を配置してプレストレスを与えた構造全般を外ケーブル構造と称している。これまでエクストラードード橋と呼ばれていたような構造についても、ここで規定する大偏心外ケーブル構造として扱う。大偏心外ケーブル構造は、支間長 200m 以下の場合には、斜張橋よりも経済的で有利となることが多い。

外ケーブル構造を有する桁橋は、外ケーブルを桁高の範囲内に配置した場合、ケーブルの偏心量に制限があるために桁橋等では支間の長大化に伴い配置本数が増え、必要鋼材量も増加する。そこで、外ケーブルを桁高の範囲外に偏心配置し、より効果的に主桁にプレストレスを与える大偏心外ケーブル構造の検討が始まった。特に、中間支点上で主塔を設け、橋面上方に外ケーブルを偏心配置するとともに、活荷重による応力振幅が小さくなるように斜材の角度を小さくする構造は、エクストラードード橋と呼ばれることも多い。エクストラードード橋の検討が始まった時には、斜張橋とは異なる形式として扱われ、斜材には、斜張橋のケーブルの安全率でなく、従来PC桁のPC鋼材の安全率が適用されていた。

しかし、平成 29 年の道路橋示方書では、ケーブル部材の応答に着目し、死活荷重比率と応力振幅に応じた安全余裕を確保できるよう部分係数が規定され、ケーブル構造の形状等によらず、ケーブル部材の安全余裕が統一的に確保できるようになっており、力学的には、斜張橋、いわゆるエクストラードード橋、そして外ケーブル構造など、ケーブル部材を単独で使用する場合のケーブル構造に特段の区別を行う必要はなくなっている。

- ・ケーブルの防食方法については、経済性だけでなく、実績や維持管理性も含めた検討が必要である。
- ・積雪寒冷地においては、ケーブルや主塔から路面への落雪が問題となることから、維持管理上留意する必要がある。

(4) ケーブル構造の橋は、完成系の構造検討に加えて、架設過程における構造検討、ケーブル張力の精度管理などが必要である。

3.8.4 複合構造を用いた橋

3.8.4.1 一般

複合構造を用いた橋には、鋼とコンクリートの複合構造を用いた、波形鋼板ウェブ橋、複合トラス橋などがある。

道示Ⅱ、道示Ⅲの両者を満足させるように設計する必要がある。

【解説】

複合構造を用いた橋の設計や施工にあたっては、構造や材料によっていずれかの編にのみよればよいということではなく、鋼橋・鋼部材編とコンクリート橋・コンクリート部材編の両者やその他の全ての編も適用し、性能を満足させるために最も適当な方法で設計される必要がある。

3.8.4.2 波形鋼板ウェブ橋

(1) 構造の特徴・概要

- ・箱桁形式の主桁をもつ PC 橋のうちウェブ部分に波形に加工された鋼板部材が用いられ、波形鋼板のウェブと上下フランジまたは床版である上下のコンクリート床版とはずれ止め等によって接合され、断面は合成箱桁として一体化されている橋桁である。
- ・架設工法は、固定支保工、押し出し架設、片持架設などが可能である。

(2) 耐荷力の特徴

- ・箱桁断面内の上下フランジに対してウェブの軸方向剛性を小さくすることで、導入されるプレストレス力が効率的に上下フランジに導入されることを意図した構造である。

(3) 形式選定にあたって知っておくべき設計上の留意点

- ・道示Ⅰ〔8.11〕の解説に示されるとおり、温度の差、作用のさせ方について個別に検討する必要がある。
- ・断面のせん断変形、そりやねじりに対する設計については、道示Ⅱの規定も参考に、隔壁の配置間隔や断面の充実率および剛性等について適切に設計する必要がある。特に、外ケーブルを用いる場合については、偏向具を兼ねる場合があるため、これらの応力についても適切に評価し設計する必要がある。また、曲線橋の場合には、荷重の種類によっても、応力の向きが変わることと、プレストレスの導入の方向などの相互作用が隔壁や床版に生じる変形、応力に与える影響など、橋の立体挙動を適切に捉えられる荷重の組み合わせや構造を検討する必要がある。
- ・ウェブの設計は、道示Ⅱの規定を満足する必要がある。
- ・接合部の設計は、道示Ⅲ〔7章〕及び道示Ⅱの規定を適切に満足する必要がある。

(4) 形式選定にあたって知っておくべき施工上の留意点

- ・設計で想定した架設および施工を実施し、施工時の安全性を確保する。波形鋼板の据え付け精度の確保や形状の保持、施工中の作用に対する安全性を確保するため、仮固定用の治具や仮設用対傾構を設置する際には、架設中の各段階における照査を実施する必要がある。

【解説】

(1)(2) 箱桁のウェブを波形鋼板に置き換えた複合構造橋であり、自重の軽減により下部構造および基礎構造への負担の軽減が期待でき、また、軸方向剛性が低いためプレストレス力を効率よく上下床版に導入することが期待される構造である。また、立体的な挙動に対して安全側に状態を評価したり、断面形状を保

持するための構造の詳細を決定したりするための方法には、確立したものがないため、個別に検討する必要がある。

(3) 断面のせん断変形、そりやねじりに対する設計は、コンクリートの箱桁と同じにはならないが、これを行うために具体的に参考になる設計はない。したがって、解析モデルから荷重の載荷状況に至るまで、道路橋示方書にすでに具体的に示されているものに加えた必要な検討を個別に検討することになり、そのための時間、費用等を形式選定の段階においても適切に考慮し、反映しておくのがよい。

(4) 桁の応力状態が、完成状態と異なる場合には、各段階で安全性を検討する。また、鋼板ウェブと上下フランジの接合部では、残留する応力に配慮し、施工時応力状態に対する検討を行う。

3.8.4.3 複合トラス橋

(1) 構造の特徴・概要

- ・箱桁形式の主桁をもつPC橋のうちウェブ部分を鋼管等のトラスで置き換えた構造である。
- ・架設工法は、固定支保工、片持架設などが可能である。

(2) 耐力の特徴

- ・箱桁断面内の上下フランジに対してウェブの軸方向剛性を小さくすることで、導入されるプレストレス力が効率的に上下フランジに導入されることを意図した構造である。

(3) 形式選定にあたって知っておくべき設計上の留意点

- ・道示Ⅰ〔8.11〕に示されるとおり、温度の差、作用のさせ方について個別に検討する必要がある。
- ・断面のせん断変形、そりやねじりに対する設計については、道示Ⅱの規定も参考に、隔壁の配置間隔や断面の充実率および剛性等について適切に設計する必要がある。特に、外ケーブルを用いる場合については、偏向具を兼ねる場合があるため、これらの応力についても適切に評価し設計する必要がある。また、曲線橋の場合には、荷重の種類によっても、応力の向きが変わることと、プレストレスの導入の方向などの相互作用が隔壁や床版に生じる変形、応力に与える影響など、橋の立体挙動を適切に捉えられる荷重の組み合わせや構造を検討する必要がある。
- ・ウェブの設計は、道示Ⅱの規定を満足する必要がある。
- ・接合部の設計は、道示Ⅲ〔7章〕及び道示Ⅱの規定を適切に満足する必要がある。

(4) 形式選定にあたって知っておくべき施工上の留意点

- ・設計で想定した架設および施工を実施し、施工時の安全性を確保する。鋼トラス部材の据え付け精度の確保や形状の保持、施工中の作用に対する安全性を確保するため、仮固定用の治具を設置する際には、架設中の各段階における照査を実施する必要がある。

【解説】

(1) 自重の軽減により下部構造および基礎構造への負担の軽減が可能である。コンクリート箱桁に比べると桁高が大きくなるほど重量低減効果が大きい。

(2) ウェブ部分のトラスは、軸方向剛性が低いためプレストレス力を効率よく上下床版に導入することが可能であるとともに、せん断力に対してはトラス機構によって抵抗する。設計や施工にあたっては、構造や材料によっていずれかの編にのみよればよいということではなく、鋼橋・鋼部材編とコンクリート橋・コ

ンクリート部材編の両者やその他の全ての編も適用し、性能を満足させるために最も適当な方法で設計される必要がある。また、立体的な挙動に対して安全側に状態を評価したり、断面形状を保持するための構造の詳細を決定したりするための方法には、確立したものがないため、個別に検討する必要がある。

(3) 断面のせん断変形、そりやねじりに対する設計は、コンクリートの箱桁と同じにはならないが、これを行うために具体的に参考になる設計はない。したがって、解析モデルから荷重の載荷状況に至るまで、道路橋示方書にすでに具体的に示されているものに加えた必要な検討を個別に検討することになり、そのための時間、費用等を形式選定の段階においても適切に考慮し、反映しておくのがよい。

(4) 施工時の桁の応力状態が、完成状態と異なる場合には、各段階で安全性を検討する。また、鋼管と上下床版の接合部では、施工時応力状態に対する検討を行う。

3.8.5 下部構造

3.8.5.1 橋台

- (1) 橋台は、橋梁の両端にあって上部構造からの荷重を支持するとともに、背面の土からの土圧及び自重を基礎構造に伝える構造物である。
- (2) 橋台の形式は、逆 T 式、箱式、ラーメン式、盛りこぼし橋台などがあり、構造高、上部構造形式、荷重、地形、地質などの条件に応じて選定する。

【解説】

(2)

1) 逆T式橋台

躯体自重が小さく背面土の重量で安定を保たせる構造であり、背面土の施工も容易である。形状が単純であり、高さ 15m 程度までの規模の橋台において多く採用される形式である。ただし、構造高が高い場合には必ずしも経済的とは限らないため、箱式橋台などと比較のうえ選定する必要がある。

2) 箱式橋台

橋台全体を多室箱形形状とし、その上部に頂版を載せる構造である。一般に、箱内部は、直接基礎の場合には基礎底面のせん断抵抗力を増すため土を充填し、杭基礎の場合には基礎に作用する荷重を軽減するため、中空にすることが多い。高さ 15m 程度を超える規模の橋台において採用される。

3) ラーメン式橋台

躯体部分をラーメン構造とした形式で、橋台位置に交差道路などがある場合に、橋台内に交差道路などを通すことによって橋長を短縮することが有利となる場合に採用される。道路、河川などの交差条件に応じて、内空空間を適切に確保する必要がある。

4) 盛りこぼし橋台

盛土高の高い区間に橋台を設置する場合、橋台は非常に大規模なものになることから、杭基礎を用いて橋台規模を小さくした構造である。

留意点については、「高盛土部の橋台形式に関する検討（その1～その2）報告書：昭和 62 年～昭和 63 年（財団法人高速道路技術センター）、欽明路高架橋の盛りこぼし橋台の設計：平成 3 年 11 月橋梁 Vol.27（中村雅彦、大本英輝）、高盛土の橋台形式に関する技術検討報告書：平成 9 年～平成 13 年（財団法人高速道路技術センター）、(株)高速道路総合技術研究所 道路研究部橋梁研究室）橋台部ジョイントレス構造の設計法に関する共同研究報告書（その2）整理番号第 388 号」を参照のこと。

3.8.5.2 橋台部ジョイントレス構造

- (1) 橋台部ジョイントレス構造は上部構造と下部構造を剛結し、伸縮装置および支承を設けない構造である。
- (2) 橋台部ジョイントレス構造には温度変化などに伴い生じる上部構造の変形に対して、橋台および橋台基礎の剛性により拘束する門型ラーメン構造、橋台基礎の変形により追従するインテグラルアバット構造がある。

【解説】

(1) 橋台部ジョイントレス構造は、上部構造と下部構造が剛結されているため、地震時に落橋しにくい構造であるが、施工時と完成時で構造系が変化するため、適切に考慮して設計を行う必要がある。斜角や曲線を有する場合には、上部構造および下部構造にねじりが発生するため、ねじりの影響を適切に考慮して設計する必要がある。

一般に、支承と伸縮装置を設置しないことから伸縮部からの漏水による劣化を想定する必要はない。

(2) 橋台部ジョイントレス構造は、上部構造と下部構造を剛結した不静定構造であるため、断面力の算出にあたっては、温度変化の影響、クリープ、乾燥収縮、プレストレストコンクリート橋の場合にはプレストレスト力などの影響を適切に考慮しなければならない。

インテグラルアバット構造は、橋台背面の地盤が抵抗することが適用の前提条件であることから、橋台背面アプローチ部は、地盤抵抗を確実に発揮させる構造とすることが求められる。

3.8.5.3 橋脚

- (1) 橋脚は、橋梁の両端を支持する橋台を補完するために橋梁の中間に設置し、上部構造からの荷重を基礎構造に伝える構造物である。橋梁の橋下空間を分割することから、架橋位置の条件に応じて上部構造形式と併せて、設置位置や設置基数を決定する。
- (2) 橋脚の柱の断面形状には、一般に矩形、小判形及び円形がある。
- (3) 橋脚の形式は、一般に単柱式、多柱式、ラーメン式があり、構造高、上部構造形式や幅員、地形などの条件に応じて選定する。

【解説】

(2) 河道内に橋脚を設置する場合には、橋脚の断面形状はできるだけ細長い小判形状のものとし、その長辺の方向は洪水が流下する方向と同一とする。ただし、洪水が流下する方向が一定でない箇所に橋脚を設ける場合等には、円形の断面形状が採用される。

(3) 市街地などで交通車両の視界を大幅に遮らないようにしたり、橋下空間を大きく確保する必要がある場合などには、ラーメン式が採用される。また、橋脚高が高い場合には、RC 柱部を中空断面として自重低減を図る形式が有利になる場合もある。

鋼製橋脚は、市街地など狭隘な空間に設置される T 型橋脚、大規模な交差点上に計画される高架橋上部構造を支持するラーメン橋脚などがある。

鋼・コンクリート複合橋脚は、鉄筋コンクリート柱に鋼製横梁を接合したものや、コンクリートに埋め込まれた鋼管と外周に配置された鉄筋によって複合構造を構成する構造である。接合部の規定を含めて、鋼部材編及びコンクリート部材編の規定を適切に満足させるように設計・施工を行う必要がある。

3.8.6 基礎構造

3.8.6.1 直接基礎

(1) 構造の特徴・概要

直接基礎は、上部構造及び下部構造に作用する荷重を直接支持地盤に伝えることができる浅い剛体基礎として扱える基礎構造である。

(2) 耐荷機構

直接基礎は鉛直荷重と水平荷重に対して、地盤の抵抗力のみで抵抗させる。

(3) 形式選定にあたって知っておくべき設計上の留意点

- ・直接基礎は、洗掘・浸食が生じたときに、不安定化（沈下、傾斜）につながりやすい。
- ・直接基礎の支持層としては、砂層及び砂れき層においては十分な強度が、粘性土層では圧縮のおそれのない良質な層が必要とされる。このため、一般には、沖積世の新しい表層には支持させない。
- ・均等係数の大きい均質な砂層を支持層とする直接基礎では、施工時の土留めの施工・撤去の際に、過剰間隙水圧が上昇し、地盤が緩む場合がある。
- ・斜面上の直接基礎は、斜面崩壊等が生じたときに、変位、安定の観点で影響を受けやすい。
- ・永続作用支配状況及び変動作用支配状況における照査を満足する場合には、レベル2地震動を考慮する設計状況における安定照査を省略できるが、フーチングに対する耐荷性能の照査は行う必要がある。

【解説】

(2) 地盤の鉛直支持力は、支持地盤の種類、地盤のせん断強度、基礎の平面形状および根入れ深さなどから決まる。また、地盤の水平抵抗力は、基礎底面と地盤のせん断抵抗、基礎側面と地盤のせん断抵抗、基礎前面の地盤抵抗があるが、水平荷重は、基礎底面と地盤のせん断抵抗力のみで抵抗させることが原則である。ただし、水平荷重を基礎底面地盤と根入れ部分の前面地盤との共同で分担させる場合には、両者の分担割合について十分検討する必要がある。

(3) 直接基礎の設置にあたっては、洗掘などにより安定性が低下することのないよう留意しなければならない。

3.8.6.2 杭基礎

(1) 構造の特徴・概要

- ・杭基礎は比較的深い位置に支持地盤がある場合に、上部構造および下部構造に作用する荷重を杭を介して支持地盤に伝える基礎構造である。
- ・杭基礎の工法には、場所打ち杭工法、打込み杭工法、中掘り杭工法、プレボーリング杭工法、鋼管ソイルセメント杭工法、回転杭工法がある。

(2) 耐荷機構

荷重は、杭のみで抵抗させることを原則とし、鉛直荷重は杭の先端支持力と周面摩擦力により、水平荷重は杭前面の水平地盤抵抗により抵抗させる。杭の先端部分が支持層に支持されているか否かにより、その支持機構の違いから支持杭基礎と摩擦杭基礎に大別される。このため、摩擦杭基礎の場合には、鉛直荷重は杭の周面摩擦力のみで抵抗させる。

(3) 形式選定にあたって知っておくべき設計上の留意点

- ・圧密沈下が生じると考えられる地盤を貫いて打設される杭では、杭周面に下向きに作用する負の周面摩擦力を考慮する必要がある。
- ・打込み杭では、口径が大きくなると、先端閉塞効果について別途確認が必要になる。
- ・軟弱地盤においてオールケーシング工法を用いる場合、杭径の細りが生じた例がある。
- ・軟弱地盤においては、周辺の土工事、施工機械の移動、杭の打設に伴う土圧バランスの変化により、基礎の施工中に杭の移動、傾斜、沈下が生じる例がある。
- ・支持層は十分な厚さを有している必要があるが、やむを得ず薄い支持層に杭を支持させる場合には、これを考慮して杭の先端支持力の評価を行う必要がある。
- ・打込み杭では、均質な砂あるいは砂れきの場合において粒径が揃っていて締め固まり難いような地盤条件の場合や大口径になる時には先端の閉塞効果について、別途検討が必要になる場合がある。
- ・プレボーリング杭工法を用いる場合で、レベル 2 地震動を考慮する設計状況において基礎の塑性化を考慮する設計を行う場合には、あらかじめレベル 2 地震後にソイルセメント柱が有効でなくなった場合も想定して、永続作用支配状況及び変動作用支配状況における安定照査及び部材照査を行う必要がある。

【解説】

(1) 杭基礎は剛体とみなせる厚さを有するフーチングに、杭を剛結する構造とすることを原則とする。場所打ち杭の工法には、オールケーシング工法、リバース工法、アースドリル工法があり、工法によって施工可能な地盤条件、杭長、支持機構も異なることから検討が必要である。

既製コンクリート杭、鋼管杭の施工方法には、打込み工法（打撃工法）、中掘り杭工法（セメントミルク噴出攪拌方式、最終打撃方式）があり、既製コンクリート杭を用いたプレボーリング杭工法、鋼管ソイルセメント杭を用いた鋼管ソイルセメント杭工法及び鋼管杭を用いた回転杭工法がある。工法によって施工可能な地盤条件、杭長、支持機構も異なることから検討が必要である。

杭基礎の施工はドライな状態で行う必要があるため、河川内橋脚の施工においては仮締切りなどを行う必要があり、採用においては河川条件などを検討する必要がある。

(2) 供用期間中に橋脚や橋台を通して伝わる上部構造等からの荷重を支えるためには、基礎は長期的に安定して存在し、所要の強度・変形特性を有する地層に確実に荷重を伝達できる構造とする必要がある。このため、道路橋示方書では支持層に支持させること（支持杭基礎）を基本としている。ただし、支持層として評価できる層が地中深くにしか存在しないような条件では、支持層への支持が施工上困難であったり、著しく不経済となったりする場合がある。このような場合には、著しい地盤沈下が生じないことおよび将来とも予想されないこと、杭の根入れ長が杭径の 25 倍（杭径 1m 以上の杭については 25m）程度以上であること、粘性土地盤においては、杭の根入れ長の 1/3 以上が過圧密地盤に根入れされており、また、有効土被り応力と主荷重による増加応力の和が圧密降伏応力を超えない場合には、支持杭と同じ安全率が採用できる周面摩擦抵抗により荷重を支える摩擦杭基礎とする場合がある。

(3) プレボーリング杭工法を用いる場合で、レベル 2 地震後にソイルセメント柱が有効でなくなったことを想定する場合には、ソイルセメント柱が有効でなくなる範囲の目安として、杭頭から $1/\beta$ 程度（ここに、基礎の特性値 β を算定する際の k_H は、地震の影響を含む場合の値とする。）とすればよいことが既往の研究により確認されている。永続作用支配状況及び変動作用支配状況においては、この範囲の摩擦抵抗及び

水平抵抗を無視して、安定照査及び部材照査を行う。

杭基礎の設計上の留意点は、杭工法や杭種に応じて数多くの事項があるので、道示Ⅳや杭基礎設計便覧を参照すること。

3.8.6.3 ケーソン基礎

(1) 構造の特徴・概要

- ・ケーソン基礎は、底部を開放したコンクリートの筒状の基礎本体を地上で構築し、その筒内の地盤を掘削しながら地中に沈下させていくことにより構築する柱状体の基礎構造である。
- ・ケーソン基礎には、施工方法により、オープンケーソン工法、ニューマチックケーソン工法がある。

(2) 耐荷機構

鉛直荷重は、基礎底面地盤の鉛直地盤反力のみで抵抗させる。水平荷重は、基礎底面地盤の鉛直地盤反力とせん断地盤反力、前面地盤の水平地盤反力、側面地盤の水平せん断地盤反力および周面地盤の鉛直せん断地盤反力で抵抗させる。

(3) 形式選定にあたって知っておくべき設計上の留意事項

有効根入れ深さ L_e が基礎幅 B との比 (L_e/B) が $1/2$ 以下の場合には、ケーソン基礎の工法で施工されても安定に関しては直接基礎の設計法を適用する必要がある。

【解説】

(1) 断面剛性が大きく、高い水平抵抗力和鉛直支持力が期待できる構造である。

河川内施工では、ケーソンを地中に落とし込む箇所に、締め切り鋼矢板等で囲った内側に土砂を入れて人工の島（築島と呼ぶ）を設け、それを施工基面とする必要がある。

オープンケーソン工法は、地上で構築したケーソン本体の内部の地盤を掘削しながら徐々にケーソンを沈下させ、所定の支持層まで到達させる工法である。なお、自重だけでは沈下させられない場合が多いので、グラウンドアンカーなどによって沈下のための反力を確保することが多い。また、掘削～沈設の後、基礎先端部に底版コンクリートを打設して、柱状体基礎としての構造体を構築する。

ニューマチックケーソン工法は、最下段の箱状のケーソン下部に底版コンクリートとで仕切られた作業室を設け、作業室内に圧縮空気を送り込み、この気圧により水や泥の流入を防止して、土を掘削しながらケーソンを沈下させ、所定の支持層まで到達させる工法である。施工には、作業室内の加圧や減圧を行う設備などの特殊な機械設備を備える必要があるとともに、作業室からの掘削土砂の搬出や資材の搬入のための作業孔が必要である。また、高気圧下での作業となるため、作業員の労働安全衛生管理には十分な配慮が必要である。

(3) L_e/B が $1/2 < L_e/B < 1$ のケーソン基礎についても、少なくとも以下のいずれかの条件に該当する場合には直接基礎の挙動に類似することから、直接基礎として安定に関する設計を行うのがよい。

- ・根入れ部前面の抵抗が期待できない場合
- ・レベル2地震動を考慮する設計状況において、基礎底面の浮上りや前面地盤の降伏により、ケーソン基礎が降伏を超える場合

3.8.6.4 鋼管矢板基礎

(1) 構造の特徴・概要

- ・鋼管矢板基礎は、鋼管矢板の継手管を相互にかみ合わせて井筒状に閉合させる基礎構造である。
- ・鋼管矢板の打設工法には、中掘り工法と打込み工法がある。
- ・鋼管矢板基礎の施工方式には、仮締切兼用方式、立上がり方式および締切方式がある。

(2) 耐荷機構

鉛直荷重は、基礎底面地盤の鉛直地盤反力、基礎外周面および内周面の地盤の鉛直せん断地盤反力で抵抗させる。水平荷重は、基礎底面地盤の鉛直地盤反力とせん断地盤反力、前面地盤の水平地盤反力、側面地盤の水平せん断地盤反力ならびに外周面および内周面地盤の鉛直せん断地盤反力で抵抗させる。

(3) 形式選定にあたって知っておくべき設計上の留意事項

- ・鋼管矢板基礎の設計にあたっては、継手管部の強度及び剛性を考慮して、このずれ変形を適切に考慮できる方法により、応答値を算出する必要がある。
- ・各鋼管矢板は、隣接する鋼管矢板と接合しながら打設することになるので、動的支持力などによる打ち止め管理が困難であること、平面寸法が大きく支持層の不陸が容易に想定されることから、打ち止め管理のために平面上で密な地盤調査が必要になる。
- ・変動作用支配状況において鉛直支持力が厳しくなるような配置で使われた例は少ない。一方で、中打ち杭が必要になる場合、外周部と中打ち杭の荷重分担について別途検討が必要になることがある。

【解説】

(1) 鋼管矢板基礎は、大断面の柱状体基礎となるため、杭基礎に比べて曲げ剛性と鉛直支持力が大きく、大きな荷重を支持することが可能な構造である。仮締切兼用方式は、基礎本体の鋼管矢板を仮締切工として兼用するため、仮締切工を施工し、その内部に基礎を構築するのに比べて工期が短く、また占有面積が小さいという長所があることから、河川内の基礎に用いられる場合が多い。

(3) 仮締切兼用方式の鋼管矢板基礎については、永続作用支配状況及び変動作用支配状況において、仮締切時の残留応力を考慮する必要がある。

3.8.6.5 地中連続壁基礎

(1) 構造の特徴・概要

地中連続壁基礎は、隣接する地中連続壁間を継手を用いて連結し、平面形状が閉合断面になるように築造し、その頭部に頂版を設けた基礎構造である。橋台では、側方移動対策も兼ねて、地中壁を閉合せず、多列壁基礎として用いられた例もある。

(2) 耐荷機構

鉛直荷重は、基礎底面地盤の鉛直地盤反力、外周面および内周面地盤の鉛直せん断地盤反力で抵抗させる。水平荷重は、基礎底面地盤の鉛直地盤反力とせん断地盤反力、前面地盤の水平地盤反力、側面地盤の水平せん断地盤反力、外周面および内周面地盤の鉛直せん断地盤反力で抵抗させる。

(3) 形式選定にあたって知っておくべき設計上の留意事項

有効根入れ深さ L_e が基礎幅 B との比 (L_e/B) が 1 以上である基礎を対象としている。 L_e/B が 1 未満の場合には、ケーソン基礎と同様に直接基礎としての設計する条件に該当する場合には、安定に関しては直接基礎の設計法を適用する必要がある。

【解説】

(1) 近年、連壁の 1 エレメントを並行に配置した壁式基礎の検討が行われ、橋台の側方移動対策や基礎の耐震補強等に一部利用されてきている。このような壁式基礎は平面形状が閉合断面になるような基礎とは異なるため、道路橋示方書の規定をそのまま適用することはできないものの、共通点も多いことから、適用の際にはその構造特性等を十分に検討したうえで、道路橋示方書の規定を準用することができる。

(2) 地中連続壁本体の自重は、まだコンクリートが固まらない状態で作用するため、基礎底面の鉛直地盤反力のみで抵抗させる。橋台や橋脚からの鉛直荷重、頂版の自重および頂版上の土の重量に対しては外周面および内周面の鉛直せん断地盤抵抗を考慮できる。

3.8.6.6 深礎基礎

(1) 構造の特徴・概要

- ・深礎基礎は、深礎工法により構築される基礎構造である。
- ・深礎工法は、地下水位が低い比較的堅固な地盤において土留めを用いて地盤を掘削し、支持層を目視等で直接確認し、気中と同様の施工条件および施工管理にて鉄筋コンクリートを構築する工法である。
- ・土留構造には、自立性の低いまたは湧水のある地盤などで適用されるライナープレート等の土留材を用いる場合と、自立性の高い地盤で適用されるモルタルライニングや吹付けコンクリートを用いる場合がある。

(2) 耐荷機構

鉛直荷重は、基礎底面地盤の鉛直地盤反力のみで抵抗させる。水平荷重は、基礎底面地盤の鉛直地盤反力とせん断地盤反力、前面地盤の水平地盤反力で抵抗させる。ただし、自立性の高い地山で基礎周面地盤のせん断抵抗を期待できる土留構造を用いる場合には、基礎側面地盤の水平せん断地盤反力および周面地盤の鉛直せん断地盤反力も考慮できる。

(3) 形式選定にあたって知っておくべき設計上の留意事項

- ・斜面安定対策で想定する傾斜崩壊等の範囲にかかるなどの斜面の変状の影響が想定される個所に組杭深礎基礎を設置する場合は、斜面の変状の影響を受けにくくするために、橋軸方向及び橋軸直角方法のどちらにも複数列となる組杭構造とするのが一般的である。
- ・地盤反力係数や地盤反力度の上限値等については、斜面での実験等に基づいているため、道路橋示方書に示される深礎基礎の規定は 10 度以上の斜面上に設置される深礎基礎が適用条件とされている。
- ・10 度未満の斜面や水平地盤に設置される深礎基礎については、ケーソン基礎等の設計法も参考にして、道路橋示方書に規定される深礎基礎や他の基礎と同等の性能が確保されるよう設計する必要がある。

【解説】

過去には地震後に安定性が懸念されたこと、および斜面上での施工となることから、施工中の安全性の確保の観点から入念な地質調査を計画する必要がある。

鉄筋の組み立てに当たって、その安全性を確保するため、適切な措置をとる必要がある。

(1) 深礎基礎には、ケーソン基礎や地中連続壁基礎と同様に単体の柱状体構造とする柱状体深礎基礎と、複数の深礎杭をフーチングで剛結した組杭構造とする組杭深礎基礎がある。柱状体深礎基礎は、下部構造躯体の軸方向鉄筋が確実に定着できるような寸法であることや躯体の剛性に比して十分な大きさを有することが必要であることから、基礎径はこれまでの実績も考慮して 5m 以上を目安とされている。組杭深礎基礎は、掘削や支持層状況の確認、基礎本体の構築を孔内で行うため、安全性や施工性を考慮する必要がある。

あることから、基礎径はこれまでの実績から 2m 以上が用いられている。土留材は原則として撤去せず、ライナープレートを用いた場合は周囲にモルタル等を注入して空隙を充てんする。

法面の施工になるため、施工中の安全性の確保の観点からも入念な地質調査が求められる。

(2) 調査について

斜面崩壊等の発生が考えられる地形・地質では、過去より山地部の斜面崩壊等によって落橋などの甚大な被害が生じていることから、道示Ⅳ〔2.4.1〕に規定しているように特に留意して調査を行う必要がある。

地盤調査は、一般に基礎の直下のみで実施するが、過去の被災事例では橋の上方からの斜面崩壊等により落橋等が生じるパターンもあることから、道示Ⅳ〔2.4.1〕に規定しているように、基礎の直下に限らず橋の上方も含めた周辺の斜面等についても実施する必要がある。

(3) 下部構造の設置位置について

調査の結果、橋に影響を与える斜面崩壊等が生じると判断された場合は、道示Ⅳ〔3.1〕に規定しているように、斜面崩壊等の影響を受けない箇所に下部構造を設置することが標準となる。

(4) 仮設構造の選定・施工について

竹割り型土留め構造やその設計法は、背面からの斜面のすべり作用等に対する抵抗を考慮したものではない。したがって、竹割り型土留めは安定した斜面上において適用するとともに、施工時に動態観測を行い想定外の作用土圧等が確認された場合には、施工を中断するなどして適切な対応を行う必要がある。

以下に最近の事故事例を紹介する。

■深礎基礎の施工時の事故事例

国道 41 号片掛地区のり面崩落による竹割り工の崩壊について

○概要

令和 2 年 4 月 10 日 12 時 33 分、富山市片掛地区でのり面保護施設施工中ののり面(斜面長さ:約 40m、幅:約 20m)が崩落した。また、のり面の崩落により、橋梁下部構造(ニューマチックケーソン)の施工及び供用時の土留めのために構築した竹割り工(高さ:約 18m)が崩壊し、竹割り工内部が崩土で埋まった。



のり面崩落の状況



竹割り工崩壊の状況

○のり面変状の経緯

当初は崩壊したのり面にのり面保護施設施工の計画は無かったが、竹割り工施工時より竹割り工施工のための仮設構台の支柱の沈下、竹割り工のクラックや国道 41 号の道路路肩に開口亀裂等が発生したことから、鉄筋挿入、のり枠やアンカー等ののり面保護施設が施工された。パイプひずみ計および地盤伸縮計によるのり面の計測は、のり面保護施設施工前の平成 30 年 12 月から開始し、台風 19 号等の降雨の影響と考えられる変動が継続して観測されており、最終的にはのり面保護施設施工のために仮設構台張り出し部を撤去した直後にのり面の変動が加速して崩壊に至った。

■法面の崩落

◆2018/12/13
国道路肩に開口亀裂発生

○竹割り工の施工（約18m掘削）

⇒仮設構台支柱に沈下

法面が緩み国道路肩に開口亀裂

竹割り工にクラック

(2019/3/12確認)



法面对策工を実施
・鉄筋挿入工
・法枠・アンカー工

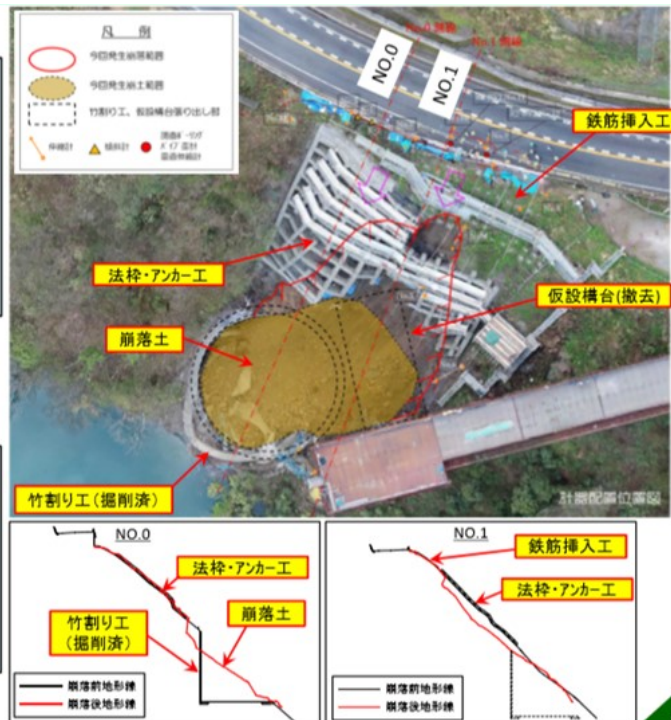
◆2020/4/10（12時33分）
法面崩落

○仮設構台張り出し部の撤去

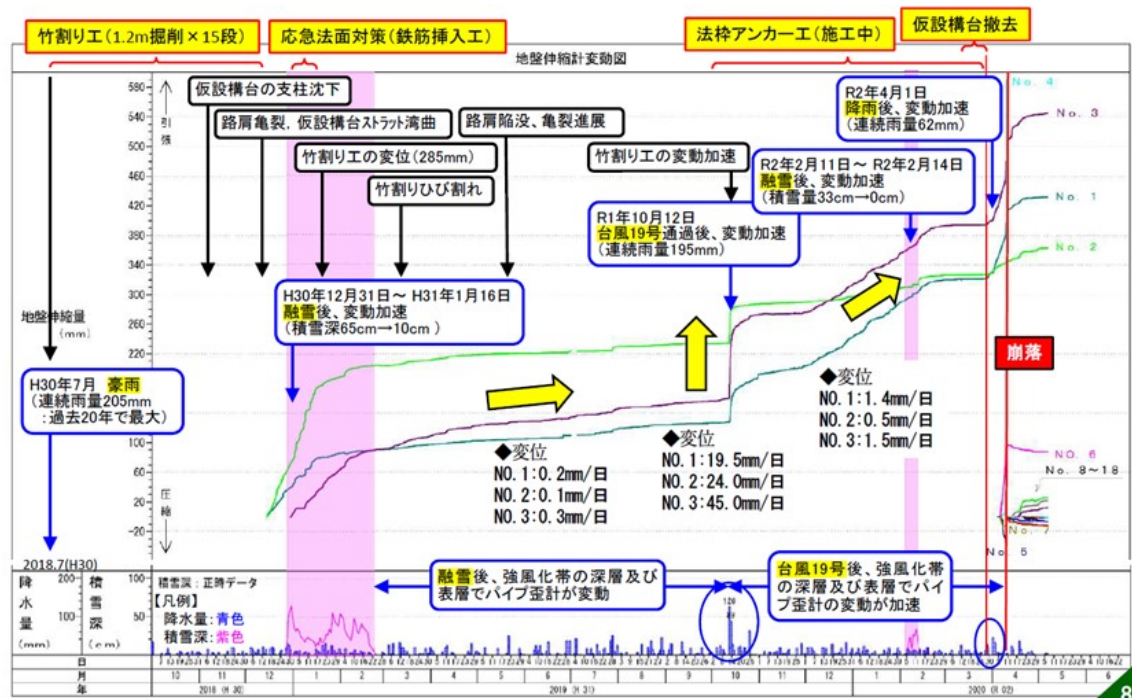
⇒法面末端部が崩落

段丘堆積物が法面下方に変動

法面が崩落



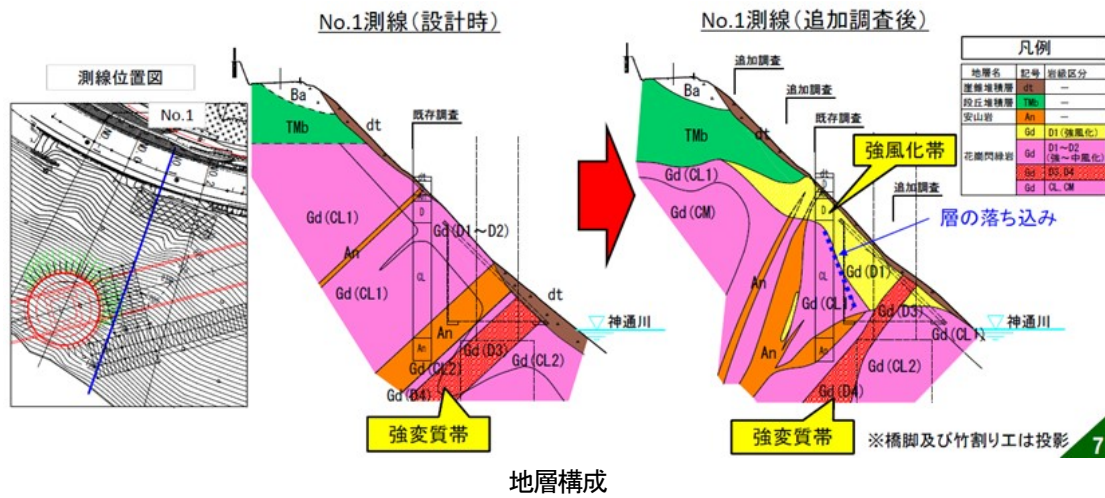
被災概要



経時変化

○地層構成

設計時は、既存調査結果から地形勾配にあわせて均一な厚さで風化の程度が異なる表層(D1～D2)が分布するとしていたが、崩壊後の追加調査や他断面との連続性を考慮した総合解析を行った結果、強風化(D1)と評価されるとともに、竹割り工周辺で落ち込むように層厚が厚いことが明らかとなった。また、法面下部の強変質帯(D3、D4)も、分布の方向及び層厚が設計時の想定とは異なり断面毎に複雑に変化していた。



4章 道路橋示方書に橋や部材等に適用するにあたって性能の達成手段に関する具体の規定がない材料等の扱い

4.1 一般

- (1) 性能を満足させるための具体の照査式との達成手段が道路橋示方書に規定されていない材料や構造を用いるにあたっては、道路橋示方書共通編 1.8.2 に従い、橋や部材等としての性能を満足するよう、説明性のある手段を用いて設計する必要がある。
- (2) 性能を説明、検証するにあたっては、必要な検討項目を抽出する。なお、各検討項目に対する検討方法の選定については、少なくとも「付録1 新技術評価のガイドライン」に適合したものとなるようにする。

【解説】

(1) 橋、高架の道路等の技術基準（道路橋示方書）は、法令の規定に対して、達成水準を含めた要求性能や条文によってはその選択の考え方、及び、標準的な性能の達成方法を規定している。また、標準的な性能の達成方法は、信頼性を含めた達成水準を具現化する役割も担っている。各条が性能規定化されており、要求性能と見なし規定の一連からなる条文体系を取っているので、支間長が200m以上か未満かによらず、性能（信頼性を含む）を満足するように、みなし規定の方法（性能が達成されるとみなせる標準的な方法）については適切な代替案を受け入れられるようになっている。

道路橋示方書の各条文は要求性能とそれを満足する標準的な検証手法の組合せで構成されるだけでなく、橋全体としても性能の評価が可能であるように、橋全体系として求める性能が明確化され、橋全体系の性能を照査するための上部構造、下部構造等の性能の検証方法、さらには、上部構造、下部構造等を構成する部材等の性能の検証手法も階層的に要求性能と標準的な検証手法の組合せとして規定されている。ただし、たとえば道示Ⅰ〔8.2〕に規定される活荷重のように、要求性能とみなし規定の一連からなる条文体系を取っていない条もあり、この場合は、規定そのものが道路橋の要求性能そのものとなる。

また、道示Ⅰ〔3.3(2) (3)〕の解説のように、支間長が大きくなる、これまででない構造の特徴があるなどの場合には、「少なくとも考慮する事項」以上に考慮すべき事項がないかを検討し、必要かつ適切な事項を追加することが必要な場合も想定される。また、道示Ⅰ〔5.2(12)〕の解説では、耐荷性能の照査について、「少なくとも照査する事項」に加えて、「橋によっては個別に照査事項や方法を設定する」ものとされている。なお、道路橋示方書の解説では、たとえば過去に経験のある形式でも経験に乏しい規模で大規模化する場合などの特殊な構造について、着眼点の設定にあたっての留意点が記載されている。

道路橋示方書では、照査方法の具体がないなどの新しい技術については、個別の案件ごとに、その性能の評価方法やそれに基づく設計の方法を都度検討することを基本としている。現時点では、道路橋示方書に適合するように部分係数を評価するための手順は一般化されておらず、常に、案件毎に個別に検討を行う必要がある。また、性能を評価することには、その適用の方法も評価することが含まれる。

個別に性能を評価し、設計に適用するにあたって普遍的に求められる要件そのものは、道示Ⅰ〔1.8.2〕に規定されている。理論的な妥当性を有する手法、実験等による検証がなされた手法等適切な知見に基づいて行われる必要があるとされている。また、同解説では、要求性能が満足されることの証明は、理論的な妥当性や実験等による検証等適切な知見に基づく必要があることが述べられている。

たとえば、部材等の耐荷性能の観点では、実際の架橋条件や施工条件を忠実に再現できる載荷実験を行って、性能を確認する方法について、実験をしてみるだけでなく、その再現性を担保するために、実験結果を再現するための施工管理方法の検討を行うべきであることが注意されている。また、新しい二次製品

については、破壊形態、強度や変形能、耐久性能などの性能が確認された範囲で用いることが必要であることが述べられている。

いずれも、実際の橋として用いる場合の耐久性や耐震性について事前に検証できる範囲にも限界があることなどから、維持管理の確実性の観点で特に注意し、その適用方法を考えることなどが注意されている。これについても、道示Ⅰ [1.8.2] の解説では、採用を行う部材、箇所・方向などの選択を吟味し、その不確実性が部材の耐荷性能の観点から致命的にならないようにすることや、交換や修繕の方法を予め計画しておくことなどの例が挙げられている。

構造解析手法についても、標準的な手法によらないときには、まず、その目的を明らかにすることが解説されている。次に、耐荷力式や部分係数、それと構造等の詳細については実験等を背景に一連で規定されているものもあることなども配慮し、部分的にその数値解析を適用することが部材等の規定の前提条件などに適合するかどうかを考慮することが解説されている。また、最終的に、数値解析結果の解釈や適用の方法について、個別に検討する必要があることなどが注意されている。

以上のような個別の注意の他に、同解説では、道路橋示方書の条文間の関係性についても解説されている。橋としての要求性能の証明にあたっては、条文間の関係性も考慮したうえで行う必要があることが述べられている。換言すれば、新技術として、材料、構造や施工法などの様々な提案が期待されるが、この解説のとおり、いずれも、道路橋示方書が求める性能や信頼性の測り方や条文間の関係にも忠実に、部材等、及び、橋としての性能や信頼性の観点から、相互の関係性も含めてその妥当性の工学的根拠を明らかにする必要がある。そこで、令和2年に改定版が出版された鋼橋やコンクリート橋の設計便覧では、たとえば材料の提案を例に、表-4.1.1に示す4つの評価が全て必要であることと検証項目の例が示されている。

表-4.1.1 鋼橋設計便覧やコンクリート橋設計便覧における材料等の評価段階と評価項目の例

| |
|---|
| (1) 材料としての評価 |
| 1) 機械的性質（部材として耐荷性能及び耐久性能を評価するための前提となる信頼性） |
| ・応力ひずみ関係の再現性 |
| ・時間依存性挙動（クリープ、リラクゼーション等）の再現性 |
| ・物理化学的特性（温度依存性、乾燥収縮等）の再現性 |
| ・載荷速度依存性の再現性 |
| ・繰り返し載荷に対する挙動と再現性 |
| ・材料間の相互作用（付着特性等）に対する再現性 |
| 2) 寸法・施工精度 |
| ・硬化時間・加工形成時（切削・折り曲げ等の特性） |
| ・検査方法 |
| 3) 化学的性質 |
| ・化学的安定性（劣化機構の明確化） |
| ・耐火特性 |
| 4) 定着・継手の場合 |
| ・継手機構の明確さと再現性 |
| ・荷重変位関係の再現性 |
| ・繰り返し作用に対する挙動と再現性 |
| (2) 部材等の評価 |

| |
|--|
| <p>1) 部材耐荷機構</p> <ul style="list-style-type: none"> ・部材としての耐荷機構の明確化 ・部材断面力に対する破壊に至るまでの挙動と再現性 ・耐荷機構に基づく限界状態の設定 <p>2) 耐久性</p> <ul style="list-style-type: none"> ・繰り返し作用に対する部材としての挙動と再現性 ・疲労設計・防食設計を行うために必要な知見の有無 |
| <p>(3) 特定の部材としての評価</p> <p>柱や床版等、特定の部材で用いる場合に求められる特性</p> |
| <p>(4) 部材の使い方の評価</p> <p>(1) から (3) の検討を行ったうえで、実際の長期の使用や長年の間の多様な外力及び環境条件における経験がない場合における適用方法など（何らかの変状等が生じた場合でも橋の性能が急変しないような箇所で使用することの配慮や、交換できるようにしておくといった配慮など）</p> |

(2) 道路橋の設計手法に求められる要件そのものは、共通編1.8.2に規定されている。しかし、要件を満足させるための検討項目や方法に確立されたものはない。そこで、各要件について、性能を説明するための項目は案件毎に個々に検討する必要がある。また、各項目の説明にあたっては、道示が求める性能や信頼性の測り方に忠実に、部材等、及び、橋としての性能や信頼性についての工学的根拠を明らかにする必要があり、方法論も案件後に個々に検討する必要がある。

これらの検討では、検討項目や検討方法の度合いについて協議する必要がある。そこで、国土技術政策総合研究所を中心に、新しい提案を用いたときの部材等の性能を検証する基本的な流れや、検証のアプローチ手法や具体の検証方法の流れをまとめようとする取り組みが行われ、国総研資料第609号「道路橋の技術評価手法に関する研究－新技術評価のガイドライン（案）－」（2010）としてまとめられている。平成14年の道路橋示方書の改定の後に作られたものであるが、内容は、普遍的な事項によっており、現在でも十分に参考になるものである。

なお、使用実績も参考にされることも多いが、それが直接的に限界状態の再現性や実施工・実環境下の耐久性を代表するものとはならない場合も多いと考えられる。実績が何に関する検証の補助となるのかを明確にし、参考の仕方も明らかにしたうえで、実績やそれに関連する内容を調べる必要がある。

4.2 橋や部材等の耐荷性能の観点からの評価

部材等の耐荷性能の観点からは、技術基準に規定のない材料や構造の性能の評価は、少なくとも次の観点から行う。

- ・材料の性質、棒や版等の部材一般としての一般的な性能、特定の部材種別として求められる性能について、これらの相互関係が体系的に把握できるように評価を行う。
- ・当該材料や構造を用いた部材等について、限界状態とそれを評価するための特性値を定義できるように評価を行う。たとえば、断面力の増加に関する荷重支持機構や損傷形態の発現やその再現性が明らかにされるように、評価を行うことが考えられる。
- ・設計において、部材の履歴特性に応じたエネルギー吸収を考慮する場合にも、塑性化していても、その限界状態を超えない限りは載荷履歴によらず、部材等の状態が想定されたものに留まることが確認できるように、評価を行う。
- ・接合部の性能も一般部と同様に明らかにされるように評価を行う。
- ・構造系によっては、立体的な挙動に対して安全側に状態を評価したり、断面形状を保持するための構造の詳細を決定できるように、道路橋示方書の全編の規定を参考に評価を行う。

【解説】

橋の耐荷性能は、橋が遭遇する状況に対して、安全性を確保し、かつ、その状況で求める橋の機能を満足する適切な状態のそれぞれについて必要な信頼性が確保されることと捉えている。そのために、橋があるべき状態やその限界、及び、落橋等の致命的な状態が避けられる限界の状態を具体的に想定することが規定された。新技術の観点から言えば、どのような形式、材料や部材を用いた橋でも、その性能の照査を行うための方法が規定されたこととなる。また、ある特定の荷重条件に対して損傷しないことを証明するだけでは性能の照査の必要十分条件にならないことも明らかにされた。限界状態を具体的に想定することということは、部材等が破壊に至るまでや橋が落橋に至るまでの過程が明らかでなく、一部の部材等に損傷が生じ、剛性や支持力が低下していく過程が制御（設計）されない構造については、性能の照査を直接行うことはできないとも言える。また、点検の確実性の観点で見れば、壊れ方が分からないものについて診断を下すことはできないということにもなり、そのような構造は避けるべきということになる。

しかし、直接的に橋全体系の損傷過程を評価するための評価方法は確立されていないし、新技術に関する実際の提案は部材単位、材料単位であることが大半なことを考えれば、常に直接的に橋全体系で損傷過程を評価しなければならないことも無理がある。

そこで、道路橋示方書の条文構成からも明らかなように、道路橋示方書では、材料の性質を保証したうえで、それを用いた棒や版部材が満足すべき性能やその達成手段の標準的な考え方、その棒部材や版部材を特定の部材種別（桁、橋脚、床版、タワーなど）に用いるときの部材種別として満足すべき性能やその達成手段の標準的な考え方、又は、棒部材等を接合してトラス、アーチなどの耐荷メカニズムを発揮させるための性能や標準的な達成手段が規定されている。このような条文構成がとられているからこそ、規定のない材料や構造等についても、材料の観点、部材一般の観点、部材種別の観点、橋としての観点での一連の検証を行う道筋が明確になっている。

以上からは、橋としての性能を評価するにあたって、標準的には、ごく一般的な設計の手順を取れる。まず、上部構造、下部構造、及び、上下部接続部の構造毎の設計をそれぞれ適切に行うことで橋全体としての性能を満足させられるように、橋全体系の形式等を設計する。次に、上部構造、下部構造、上下部接続部のそれぞれについても、各部材について適切に設計することで、構造単位での性能を満足させるように、部材配置等を行う。そして、最終的には、全ての部材の性能を満足するように設計するという手順で

ある。このとき、材料については、部材を構成する要素なので、部材等の設計ができるように選定し、適切に用いることが前提である。鋼部材やコンクリート部材については、構造力学に基づいてその限界状態の特性値と制限値からなる照査基準の設定がされ、さらにはこれらを主桁、柱、床板など特定の目的を有する部材として用いるときに特有の照査基準も設定されている。また、ある階層について、新たな技術を用いる設計をとするときは、その階層で求められる要求性能を満足させるだけでなく、その上位、下位の階層の規定とも齟齬がないように設計することが求められる。

上部構造、下部構造、上下部接続部を区分するにあたって、形状等で分けることが適切でないこともある。道示Ⅰ〔1.2.1(2)〕の解説では、主桁と橋脚と基礎が一体化されるような構造について、基礎と地盤の相互作用の影響を見込む構造の範囲を適切に評価する必要性が示されている。主桁等について、地盤のばらつきの影響を考慮する必要性や考慮方法によっては、個別に部分係数等を検討することも考えられるが、その検討方法には一般的な考え方が定まっていないので、注意を要する。境界条件自体も設計・構築される構造体である部分を上部構造と考えるとよい場合が多い。このとき、これらの構造間で、作用や応答を相互に伝達する一方で、地盤に起因する不確実性を上部構造に直接影響させない役割を担う部分が上下部接続部として整理できる場合も考えられる。

道路橋示方書において、性能とは、信頼性を含めた概念である。案件毎に性能を評価するにあたって、部材等の場合、多くの実験を行うことは期待できず、当該案件に求められる条件を吟味し、実験等のケースを決定することになる。統計的なデータが不足することが否めない点については、それを補う工夫が求められる。たとえば、道示Ⅰ〔1.8.2〕の解説に例が示されているように、材料、部材一般、部材種別という過程での検証を経たうえで、実際の材料、施工手順や管理を模した実大の実験等を行うことなどが考えられる。実際の橋では多様な状況に置かれることが想定されることから、実験等のケースを決定したり、実験等の結果に基づいて設計を行うためには、材料の機械的性質や化学的性質が明らかであることが重要である。

単調載荷、繰り返し載荷、持続載荷など、外力の与え方を変えたときの応力ひずみ関係の再現性などは、その材料等の使い方を考えるうえで必要となる。また、圧縮、引張の応力ひずみ関係について、それぞれの応力下での材料の性質に依存して部材等の挙動を制御するにあたっては、それぞれ保証されていなければならない。引張強度にも期待するようなコンクリート材料を用いて、引張を受けるときの応力ひずみ関係の性質に依存して部材の挙動を制御する場合には、コンクリート材料とは言え、その応力ひずみ関係がとり得るばらつきの幅、繰り返し載荷による変化、持続載荷による変化などが引張側でも保証される必要がある。たとえば、この検討には、鋼材の応力ひずみ関係の保証方法などが参考にできる場合も考えられる。

道示Ⅰ〔9.1〕の解説にあるように、材料としての性質が明らかだけでなく、部材中にその材料を用いるときの条件が明らかになっていなければならない。たとえば、高強度の鋼材をコンクリートに埋め込むにあたっては、付着特性や定着構造についても一体で上記のような検証が行われ、それぞれの挙動と再現性が材料として保証されなければならない。そのように保証された材料を用いるからこそ、部材レベルで載荷試験等を行った結果の再現性に目安を持つことができることになるが、そうでないならば、材料のばらつきのあらゆる可能性を検討しなければならないので、橋の設計は困難になる。

なお、部材等の性質の中には、明確に要求されていないものの広く一般に明らかにすることが求められる性質も含まれる。たとえば、有害物質の有無や耐火性などが含まれる。

信頼性はいずれも材料等のばらつきを統計的に考慮すればよいということではない。道路橋示方書は、

限界状態という概念と部分係数という概念を導入している。限界状態が明らかであることは、求める状態に留まることの信頼性を制御でき、また仮に変状が生じた場合に構造全体に与える影響を考察することができるようにするに必要な概念である。また、部分係数は、その再現性を定量的に評価するために必要な概念である。道示Ⅰ〔1.8.2〕の解説に記載のとおり、施工手順までも再現して実際の部材を試験的に再現した供試体を用いて、その部材特有の載荷状態や単調又は繰り返し載荷を与えることで、限界状態の設定や損傷後の調査、診断に必要な知見が得られると考えられる。

耐荷機構を確実に発現させるには、構造等の詳細の設計の段階にも依存しており、部材や接合部の範囲での荷重分担が明確であることが重要である。ただし、外力の増加に対して状態が替わる（限界状態を超える）と荷重分担のメカニズムが替わるということは差し支えないが、その場合も、変化したあとの荷重分担が明確であることが必要である。たとえば、プレストレストコンクリート構造は、全断面のコンクリートが有効となるようにプレストレスを導入する構造であるが、それでも、破壊形態を制御するため、ひび割れが生じる可能性に対して分散ひび割れが生じるように鋼材を別途配置することにしていたり、曲げと軸力を受けるときにはコンクリートの圧壊が先行しないようにしたうえで、最低限のスターラップなどを配置することで圧壊が生じたとしてもその脆性挙動の程度にも配慮されている。このように、規定のない材料や構造等を用いるときには、その部材が壊れないことを保証するだけでなく、壊れたとしたときの挙動までの説明性にまで配慮されている必要がある。これらの説明性は、抵抗係数や部材・構造係数の適用と密接に関係することに注意する。

この他、材料によっては、載荷速度や温度への依存性などもあり、これらの条件についても、部材等としての性能を評価する項目や方法に反映させる必要性を検討する。

接合部も、部材一般と同様に検証される必要がある。ただし、耐荷機構という観点では、たとえば道示Ⅲ〔7章〕のように、部材どうしと接合の間の損傷位置・順序や形態が明らかにされる必要がある。これは、強度に比率を付けるということではなく、部材同士及び接合の損傷形態と再現性が明確であればよいことを意味している。

なお、道路橋示方書の体系に適合させつつ、新たな部分係数を提案するための方法論は確立されていない。道示Ⅰ〔5.2〕の解説のとおり、調査・解析係数については、橋の応答の評価などで様々な計測や検討を行ったとしても標準的な0.90よりも大きくすることは想定されないので、その趣旨を反映して設計する。また、抵抗係数や部材・構造係数についても値そのものを調整する方法はないので、すでに具体的に照査方法や構造細目などが規定された方法における抵抗係数や部材・構造係数の適用性を検討することが合理的である場合が多いと考えられる。

道示Ⅴ〔2.4.6(5)2〕で「部材等の構造条件に応じた、部材等の耐力、非線形履歴特性及び破壊形態が考慮できる適切な知見に基づいた方法による」とされている。これまでの研究では、履歴の効果を見込んだうえで、その経路の最大を評価し、それと、荷重変位曲線上に定義される限界状態を比べることが、その部材等が履歴をたどる過程中、その部材等や橋の状態は常に安全側にあることが明らかであることを指す、実験などの研究開発がされている例が多い。履歴の効果を見込むには、部材等の挙動を履歴モデルで考慮したり、等価線形剛性と減衰定数で考慮したり、荷重変位曲線と適切な減衰の設定で考慮したり等様々な方法があり得るが、履歴の効果の扱い方と橋や部材等の状態、限界状態の関係性が明らかで、かつ、応答の最大の再現性を説明できることが必要になる。履歴が温度や速度やひずみなど、様々な条件に依存する場合にも、その程度について制御されることが必要になる。

なお、耐震設計で、一般に、橋の応答は橋軸及び橋軸直角方向で評価されるが、これは3次元的な挙動

を評価するための代表的な方向を示しているものと考えられる。したがって、仮にこれらの代表方向について橋の状態（応答）を評価するとしても、橋が3次元的に挙動することと齟齬が無いように履歴の影響を考慮できるように、部材等の配置を検討する必要がある。

材料から部材一般、部材一般から部材種別という観点で検討を進めた最後には、橋としての検討が必要になる。たとえば、3.8.4.2 波形鋼板ウェブ橋や3.8.4.3 複合トラス橋でも記述しているとおり、鋼・コンクリート複合構造について、橋の立体的な挙動に対して安全側に状態を評価したり、断面形状を保持するための構造の詳細を決定したりするための方法には、確立したものがない。道示I〔3.1〕〔3.3〕のとおり、橋の立体的な構造特性から生じる内力等が重なることで構造物の性能に与える影響や、道示I〔4.4〕その結果生じ得る二次応力の影響をできるだけ小さくできるような構造の詳細について、橋毎に検討する必要がある。活荷重についても、道示I〔8.2〕の解説に記載のとおり、ウェブの部材構成などによっては、接合部などに最も厳しくなるような活荷重の形状や載荷方法を別途検討する必要がある可能性もある。隔壁等の設計も、薄肉部材の設計も参考に、集中力に対する力の伝達が可能であるように隔壁や取り付け部の剛性等を検討したり、せん断変形、そりねじりに対しても断面形状の保持や立体的な応答の制御という観点で形状や配置に注意する必要がある。

また、実際には、材料や製品などについては、強度を発揮するための使用条件が明示されず、使用する側がこれを検討することが求められる場合もある。耐荷メカニズムやその発揮の原理を調べ、使用条件を検討するとともに、使い方についても慎重に判断する。

4.3 橋や部材等の耐久性能の観点からの評価

部材等の耐久性能の観点からは、技術基準に規定のない材料や構造の性能の評価は、少なくとも次の観点から行う。

- ・ 耐久性確保の方法が分類できるように、耐久性を確保するためのメカニズムに関する情報が明らかにされている。
- ・ 部材等の設計耐久期間を設定するために、適用条件、耐久性を確保する方法のメカニズム、前提とする維持管理、試験結果など、必要な情報が明らかにされている。
- ・ 腐食、疲労だけでなく、必要に応じて、部材等の耐荷性能に影響を及ぼす材料等の劣化の種類が明らかにされている。

【解説】

多様な曝露環境に対して耐久性を事前に検証することが困難である。しかし、修繕、交換の可能性も考慮しながら採用を検討できるように、維持管理と一体で耐久設計を行うこと。道路橋示方書では、交換も前提にしながら部材ごとに設計耐久期間を定められること、維持管理方法と耐久性確保の方法を一体で実施し、必要な耐久性を確保できるようにされている。

図-4.1.1に概念を示すとおり、橋の耐荷性能を担保するために見込む部材については、本編3.2.3にて、部材等の設計耐久期間としては100年を標準とすることを規定している。しかし、設計耐久期間は100年未満だからといって適用できないということない。たとえば、平均すれば一定年以上が期待できる、少なくとも一定年未満で交換に至るような深刻な経年劣化になる可能性は考えにくいなど、部材等の耐久性能について、設計耐久期間の設定に必要な情報が提供される必要があるし、その根拠は、材料等の性質や劣化メカニズムに基づいて、既存の材料や構造等との比較などから確認が可能であるように提供される必要がある。このとき、設計耐久期間の達成に何らかの維持管理行為が前提になる場合には、その情報も提供される必要がある。

耐久設計の対象として腐食、疲労などが考えられるが、この他にも有機物では紫外線劣化、加水分解なども考えられるなど、材料や製造の特徴に応じて、考慮する劣化事象も異なることに注意する。

複数の方法に対して、部材等の設計耐久期間を比較するときには、適切な比較となるような比較方法を検討する必要がある。

なお、部材等の設計耐久期間の評価については、耐荷性能とは異なり、現地の環境条件や局所的な環境・応力に対する曝露条件への依存性が高いと考えられる。また、施工条件の違いが、耐久性の違いとして現れることも十分に考えられる。そのため、部材等の設計耐久期間の評価の信頼性の確認は、長年かつ多数の現場適用事例を要する。そこで、耐久性確保の方法に応じて、適用する部材の種類や配置、維持管理の方法の現実性を考慮して、不確実性を織り込んだ適用方法を検討する必要がある。

- 部材単位での耐久性は必ずしも100年でなく、供用の条件が許せば、構造に工夫の余地を与えるもの。
- 耐久性に関する実績やデータが乏しい材料も、部材の設計耐久期間を控えめに設定するとともに、「挽回」できるように設計することで採用可能に。

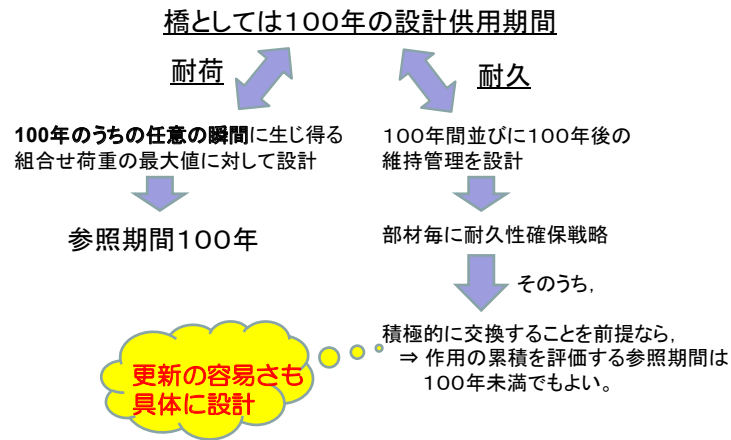


図-4.1.1 橋の耐久性能と部材の耐久性能

4.4 検討結果と橋としての性能との関係づけに関する注意点

- (1) 耐荷性能、耐久性能の検証を行った条件を再現できるように、施工を行う必要がある。
- (2) 新しい形式、材料や構造の適用にあたっては、事前に検証できる事項には限界があることを認識し、適用の方法について検討する必要がある。

【解説】

(1) たとえば、床版の輪荷重走行試験では、小型の試験体で、死荷重の影響は小さいが、実際に床版を打設するにあたっては、たわみ性が大いとい、自重が大いこととで変形が生じる。その結果、たとえばコンクリートが用いられていれば、コンクリートが若材齢でひび割れるなどで、試験条件と異なる状態の構造が施工されてしまい、結果的に性能の保証がなされなくなる。

また、材料を充填するなどにおいても、試験と実際では、規模や詳細が異なるので、小型の試験体での充填性の検証や施工管理手法の検証が直接比較できないことも考えられる。

このように、検討で考慮した条件が満足されるように、適用範囲や施工管理の方法などを検討する必要がある。

(2) 実際には、外力の組み合わせを想定することにも限界があるし、災害に代表されるように様々な作用をすべて外力モデルに置き換えることもできない。耐久性に関しても、実際の施工品質と曝露条件を再現して実験室で性能を検証することは不可能である。そこで、計算や実験等による性能の直接の検証とは別に、万が一のときにも橋の安全性が著しく低下しないような部材配置等の様々な工夫や、必要なときに状態を確認・修復するための設備等の設置の対策を検討し、他の様々な条件も考えたときに必要であればそれらを実施できることが規定された。必ず行うというのではなく、対応を取る必要があるかどうかも含めて、検討することになる。

4.5 多様な参考図書類の扱い

道路橋示方書に規定しない事項について、必要に応じて関連する図書等を参考に検討することもできるが、道路橋示方書の条文間関係や各条文の趣旨に適合するように参考にする必要がある。

【解説】

国が通知する技術基準や調達等に関連する技術情報、道路協会等の図書等の関係性の整理を試みたものが図-4.1.2である。技術基準（道路橋示方書）を満足することは当然として、これに加えて、契約図書に様々な図書を参考図書として列挙することも多い。しかし、それらの図書は、必ずしも道路橋示方書への適合性が確認されたものでないこともある。道路橋示方書への適合性を都度確認するか、道路橋示方書に適合するような適用の方法を検討する必要がある。

参考にしようとする図書は、道路橋示方書の実現しようとする橋の性能やその検証の体系、記載事項の前提となる力学条件などと一致していないこともある。この点に注意して、設計図書には、参考にした図書の図書名を残すだけでなく、必要に応じて、具体的な適用の仕方や適用の範囲について記載を残すのがよい。

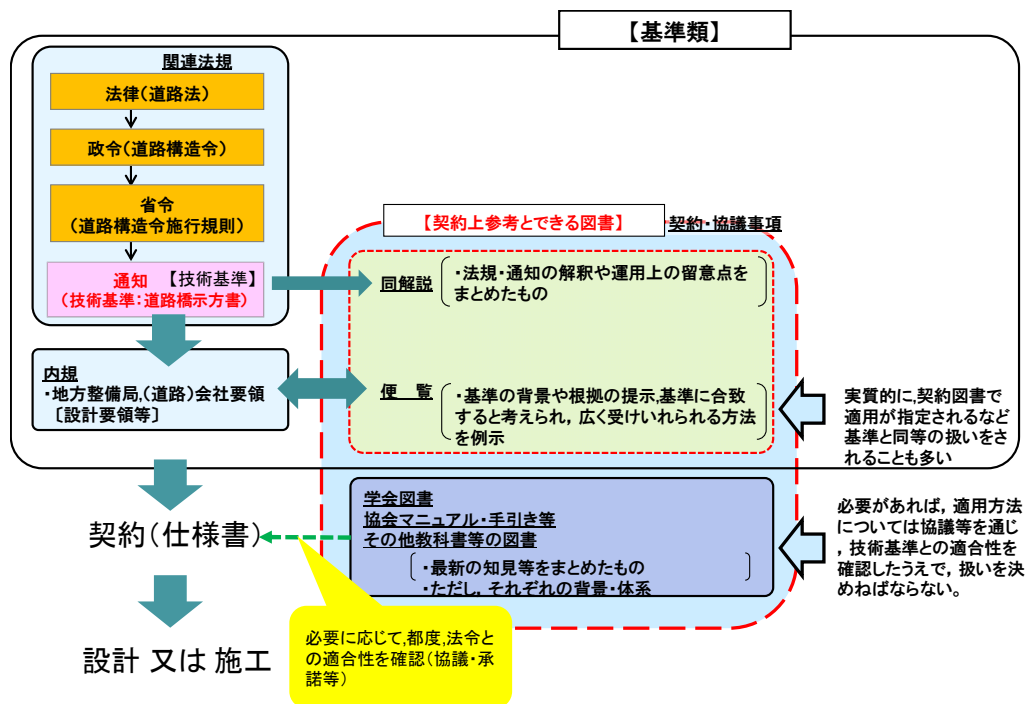


図-4.1.2 技術基準類とその他の技術資料の関係

5章 設計図書に記載すべき事項

設計図書に記載すべき事項については、道示 I [1.9] による。

【解説】

設計図書に記載すべき事項については、道示 I [1.9] に少なくとも記載すべき事項とその理由が解説されている。それらの事項に加えて適用示方書について記載することとしたが、道路橋示方書はその時代毎の背景を踏まえて改定がされており、適用示方書によっては考慮されている事項が異なることがある。道示 I [1.9(4)] だけでは適用示方書が特定できない場合もあることから、適用示方書についても記載することとした。また、地震等による被災時や維持管理に不可欠な情報を確実に引き継ぐことができるように、橋の概要を「設計条件表」として橋梁一般図に記載する。なお、次の表は参考として具体的な例を示したものであり、各道路管理者において適宜、必要に応じて追加修正して活用いただきたい。

追加項目（例）

- ・ 関連業務名（〇〇測量業務・〇〇地質調査業務）
- ・ 降雨強度（〇〇mm/hr）
- ・ 桁高、桁高スパン比（桁高：〇. 〇m、桁高スパン比：1／〇〇）
- ・ 各部材の設計耐久期間（伸縮装置〇〇年、排水管〇〇年）
- ・ 排水管・排水柵の規格（VP〇〇、FRP）
- ・ コンクリート水セメント比（〇〇%）
- ・ 添架物（添架物：ダクタイル鋳鉄管 D〇〇、管理者：〇〇市水道局）
- ・ 既設埋設物（No.〇〇付近：〇〇管）

設計条件表（参考）

| | | | | | | | |
|------------|-------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|--|-------------------------------|--------------------------|--|
| 基本事項 | 路線名 | | | 〇〇バイパス | | | |
| | 架橋位置 | | | 〇〇〇〇（緯度〇〇° 〇〇' 〇〇" 経度〇〇° 〇〇' 〇〇"） | | | |
| | 橋名 | | | 〇〇橋 | | | |
| | 設計業務名 | | | 〇〇設計業務 | | | |
| | 設計年月日 | | | 令和〇〇年〇月 | | | |
| | 設計会社名 | | | 〇〇〇コンサルタント | | | |
| | 適用示方書 | | | 道路橋示方書・同解説 平成29年11月 | | | |
| 前提条件 | 架橋位置特有の条件 | | | 法令等協議の有無（河川、砂防、自然公園、保安林、文化財等） 自然環境に関する条件等（貴重動植物に関する条件等） | | | |
| | 維持管理に関する条件 | | | 補修等々緊急時における交通規制条件等（側道規制可） | | | |
| | その他条件 | | | 無し | | | |
| 橋梁 基本条件 | 道路規格・重要物流道路指定・高さ制限・重量制限 | | | 第1種 第3級 ・重要物流道路・高さ制限なし・重量制限なし | | | |
| | 耐震設計上の橋の重要度 | | | B種の橋 | | | |
| | 計画交通量・大型車計画交通量 | | | 15,000台/日 ・ 2,500台/日 | | | |
| | 設計速度 | | | V=80km/h | | | |
| | 橋長 | | | L=200,000m | | | |
| | 桁長 | | | L=199,000m | | | |
| | 支間長 | | | L=39.1m+60.0m+60.0m+39.1m | | | |
| | 幅員 | 全幅員 | | W=10.819m | | | |
| | | 有効幅員 | | W=10.00m | | | |
| | 平面線形 | | | R=∞ | | | |
| | 縦断勾配 | | | 2.500% | | | |
| | 横断勾配 | | | 1.500% | | | |
| | 斜角 | | | (A1)0° 00'00", (A2)0° 00'00" | | | |
| | 形式 | 上部構造 | | | 4径間PC箱桁橋 | | |
| | | | | | 逆T式橋台 | | |
| | | 下部構造 | 橋台 | | 張出し橋脚 | | |
| | | | 橋脚 | | 直接基礎 | | |
| | | 基礎工 | 橋台 | | 直接基礎 | | |
| | 橋脚 | | 直接基礎 | | | | |
| | 塩害対策区分とその対策 | | | 無し | | | |
| | 耐荷性能 | | | 耐荷性能2 | | | |
| 固有周期 | レベル1 | 地域区分 | | A2地域 | | | |
| | | 橋軸方向 | | 〇〇(s) | | | |
| | | 橋軸直角方向 | | 〇〇(s) | | | |
| | | タイプⅠ | 橋軸方向・橋軸直角方向 | | 【橋軸】 〇〇(s)・【橋軸直角】 〇〇(s) | | |
| | | | 橋軸方向・橋軸直角方向 | | 【橋軸】 〇〇(s)・【橋軸直角】 〇〇(s) | | |
| | | タイプⅡ | 橋軸方向 | | K _h =〇〇 | | |
| | 橋軸直角方向 | | K _h =〇〇 | | | | |
| | レベル2 | タイプⅠ | 橋軸方向・橋軸直角方向 | 【橋軸】 K _h =〇〇・【橋軸直角】 K _h =〇〇 | | | |
| | | タイプⅡ | 橋軸方向・橋軸直角方向 | 【橋軸】 K _h =〇〇・【橋軸直角】 K _h =〇〇 | | | |
| | 設計水平震度 | レベル1 | 橋軸方向 | | A1：免震(E)、P1～P3 免震(E)、A2：免震(E) | | |
| 橋軸直角方向 | | | A1：固定(F)、P1～P3 固定(F)、A2：固定(F) | | | | |
| 橋軸方向 | | | A1：免震(E)、P1～P3 免震(E)、A2：免震(E) | | | | |
| 橋軸直角方向 | | | A1：固定(F)、P1～P3 固定(F)、A2：固定(F) | | | | |
| 支承形式 | | 免震支承 | | | | | |
| せん断ひずみ | | 常時：70%、レベル1：150%、レベル2：250% | | | | | |
| 落橋防止構造 | | 無し | | | | | |
| 横変位拘束構造 | | 無し | | | | | |
| 使用材料 | | 制震装置（〇〇ダンパー：〇〇依存性が高い） | | | | | |
| 施工方法及び手順 | | 橋脚鉄筋（軸方向）継手を設けない範囲 h=〇〇m（橋脚基部からの距離） | | | | | |
| 耐震設計に関する事項 | 施工品質（施工精密度、検査基準） | | ゴム支承（せん断ひずみ定数）等個調性 〇〇kN/mm±10% | | | | |
| | 維持管理 | | 地震時塑性化部材：柱の基部、伸縮装置（レベル2地震） | | | | |
| | 適用技術基準 | | 技術論文、図書名 | | | | |
| | 伸縮装置 | | 鋼製伸縮装置。伸縮量：〇〇mm、遊間(20℃)：〇〇mm | | | | |
| | 防護柵形式 | | たわみ形状防護柵（種別B） | | | | |
| 荷重条件 | 設計活荷重 | | B活荷重 | | | | |
| | 舗装厚 | | 80mm | | | | |
| | 付属物（遮音壁等） | | 無し | | | | |
| | 添架物 | | 上水道、NTT | | | | |
| | 支持層 | | 砂礫層 | | | | |
| 地形・地質 | 地盤種別 | | I種地盤 | | | | |
| | 耐震設計上の地盤面 | | フーチング下面 | | | | |
| | 地盤の液状化 | 液状化の有無 | | 液状化なし | | | |
| 液状化層(FL値) | | — | | | | | |
| 材料の条件 | 使用材料 | 上部構造 | コンクリート | 鋼材 | — | | |
| | | | | 形式 | PC箱桁：PC床版 | | |
| | | | 床版 | 材料(コンクリート、鋼材) | PC箱桁：〇〇N/mm2、鋼材SD345 | | |
| | | | | 地覆・壁高欄 | 材料(コンクリート、鋼材) | σ _{ck} =24N/mm2 | |
| | | 下部構造 | コンクリート | 設計基準強度 | σ _{ck} =30N/mm2 | | |
| | | | 鉄筋 | | SD345（〇〇継手） | | |
| | | 基礎工 | コンクリート | 設計基準強度 | σ _{ck} =30N/mm2 | | |
| | | | 鉄筋（鋼材） | | SD345 | | |
| | 防食 | 防食仕様 | | — | | | |
| | | 防水層 | | 〔塗膜系防水層〕 | | | |
| | 施工の条件 | 施工方法 | | 架設工法 | | | |
| | 維持管理の条件 | 検査路設置位置 | | 上部構造 | | | |
| | | | | 下部構造 | | | |
| 点検方法 | | 主桁 | | 高所作業車 | | | |
| | | 支承部 | | 下部構造検査路、高所作業車 | | | |
| | | 下部構造 | | 下部構造検査路、高所作業車 | | | |

※ [] 標記は、想定している工法・材料を示す

2. 構造計画編

はじめに

本編は、道路橋を計画し、設計するにあたり、架橋環境に順応した構造形式の設計を行うにあたっての留意事項をまとめたものである。

枠書きで記載されている事項は、形式選定や部材形状・配置の検討において、常に考慮するのがよい技術的な観点である。様々な選択肢があったり、他の条件との関係から選択は一つに決めることはできないものが大半である。一方で、どのように、また、他の条件と合わせて考えたときにどの程度考慮することにしたのかを設計図書に残し、意思決定の過程を明らかにしておくのがよい。なぜなら、これらの情報は、施工や維持管理への引き継ぎ事項を整理するうえでの背景の一つとなる事項と考えられるためである。

また、整備局等での工夫の例などに基づき、細部構造の例も紹介することにした。国総研資料 第1121号（道路橋の耐久性の信頼性向上に関する研究）にに掲載している。いずれも、現時点での一例であるとともに、今後の実績等について見直されていくものとなる認識である。

1 章 総則

1.1 設計一般

- (1) 橋の各部の部材等の配置や形状の検討にあたっては、不測の事故や災害時に部材等の状態を確認し、必要に応じて修繕を行うことの確実性、及び、容易さの両者について評価する。また、必要に応じて、構造上の配慮をしたり、点検施設等を設置するなど、対策を取るものとする。
- (2) 劣化損傷要因に対する構造的対応として、耐久性阻害因子または、耐荷性に影響を及ぼす可能性を少なくするようにおよび、予防保全が可能であるように、以下の考慮をする。
- 1) 耐久性阻害因子を少なくするように配慮するのがよい項目
 - ① 対象とする構造物・部材に対する耐久性の阻害要因を未然に防止する対策
 - ② 対象とする構造物・部材に対する耐久性の阻害要因を排除、または抵抗する対策
 - 2) 耐荷性に影響を及ぼす可能性を少なくするように配慮するのがよい項目
 - ① フェールセーフの確保
 - 3) 予防保全が可能ないように配慮するのがよい項目
 - ① 深刻化する前に変状が確認できる
 - ② 部分的補修ができる
- (3) 防護柵等の付属物や添架物の配置や取り付けにあたっては、上記(1)及び(2)に準じて、検討を行う。

【解説】

(1) 1) 定期的に近接目視する必要がある部位、または、不測の事故や災害時に橋の状態に関する部材等を速やかに確認し、橋や部材の状況を適切に把握するために、目視点検がしやすいよう点検施設（検査路、吊金具など）、維持管理施設や添架物件（防護柵、中央分離帯転落防止網、落下物防止柵など）の設置について、配慮しなければならない。

定期的に点検する必要がある部位、または、不測の事故や災害時に橋の状態に関する部材等の状況を実に把握するために、点検や調査が容易にできる構造等について、考慮しなければならない。

以下には代表的な留意点を示すが、この他にも橋梁定期点検要領(平成31年3月 国土交通省道路局 国道・技術課)を参考にするなど耐久性や維持管理の確実さや容易さのバラつきをできるだけ小さくするよう橋の細部に至るまでの構造に配慮を払うようにする。

(1) 2) 架橋環境や使用条件による劣化、不測の事故・災害により損傷を受けた部材の補修・補強・耐荷力の向上・更新の方法、供用状態に応じた施工の確実性について、考慮しなければならない。

維持管理のための 1)アクセスがしにくい、2)近づいても狭くて進入ができない、3)近づけたのに埋め込まれたりすることで直接状態が確認できない、4)移動性が悪いなどの構造は避けるべきである。以下に事例を示す。

① アクセスがしにくい

目的の箇所にアクセスが困難な事例を写真-1.1.1 に示す。下部構造に設置された検査路において、上部工へアクセスする昇降用の検査路しかない場合、下部構造の横断方向や支承本体を点検する際には橋梁点検車を準備せざるを得ない。また、主桁の間に添架物が設置されている場合、床版を隠すように添

架物が並んでいると点検者が進入することが困難な場合がある。他にも、桁下空間が狭い、トラス橋のように構成する部材が多い、箱桁内で人が届かないような個所を点検する場合に点検施設が準備されていない、箱桁のマンホールが橋座面との間が狭隘で進入が困難な事例等がみられた。

以上より、点検通路の連続性が確保されていない、添架物等の部材の配置によって点検時のアクセス性が低下する場合がある。



(a) 横断検査路の不足



(b) 検査路の未設置



(c) 横断検査路の不足



(d) 狭隘な桁下空間



(e) トラス下弦材の確認困難



(f) 添架管位置の配慮不足



(g) 箱内上部の確認困難



(h) マンホールが開かない



(i) 桁端部の点検開口部

写真-1.1.1 アクセスがしにくい事例

② 近づいても狭くて進入できない

目的の箇所に近づいても狭くて進入できない事例を写真-1.1.2 に示す。桁端部と胸壁との隙間が狭い事例、桁下面と橋座との隙間が狭い事例がみられ、いずれも支承部や桁下面の状況、桁端部の腐食等の近接目視が困難となる。桁端部は伸縮装置からの漏水、橋座面の滞水、通気性の条件等により、塗装劣化、腐食が局部的に発生しやすい場所であり、定期点検や緊急点検の際に近接目視のための点検空間の確保及び補修・補強・更新のための空間の確保が必要な場所である。

また、横桁上部と床版との隙間が無く、塗膜（防食機能）の状況を目視ができない事例、横桁と主桁との狭隘部にボルトが設置されて腐食状況が確認困難な事例、ゲルバー一部では隙間が狭く変状の確認困

難な事例がある。

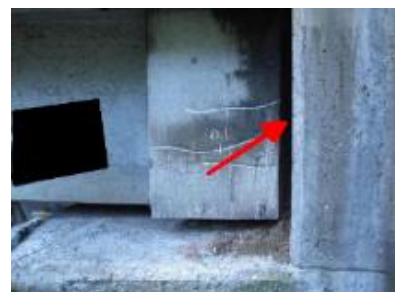
定期点検において、局所的な損傷も含めて状態の把握が必要であるが、進入できるための空間が確保されていないと適切な状態の把握ができないと考えられる。



(a) 桁端部と胸壁の離隔が狭い



(b) 桁下面と橋座の離隔が狭い



(c) 桁端部と胸壁の離隔が狭い



(d) 桁端部の進入困難



(e) 添架物で進入困難



(f) 添架物で進入困難



(g) 横桁上面の目視困難



(h) 狭隘部のボルトの目視困難



(i) ゲルバー部の目視困難

写真-1.1.2 近づいても狭くてアクセスできない事例

③ 近づけたのに埋め込まれたりすることで直接状態が確認できない

定着部保護キャップにより、グラウト状態やPC ケーブル、落橋防止システム（鋼材）の状態が目視できない事例がみられた。定着部からの漏水やさび汁の発生の損傷が発生した場合、定期点検や緊急点検において近接目視の必要があるが、グラウトキャップや保護キャップにより確認ができない。以上より、狭隘箇所や部材の密集箇所、部材が保護されている箇所について外観目視が難しい場合がある。



(a) 内部の状態確認が困難



(b) 内部の状態確認が困難



(c) 定着部保護キャップ内の目視が困難



(d) 定着部保護キャップ内の目視が困難

写真-1.1.3 外観目視が困難な事例

④ 移動性が悪い

個々には近づけても断面から断面への移動性が悪いと、維持管理性が劣ることになる。移動性が悪い事例を写真-1.1.4 に示す。落橋防止システムが点検通路と干渉しており移動性が悪い、安全性（手すりが不連続）が低い事例がみられた。

他には、検査路に位置する横桁の開口が小さく移動性が悪い事例がみられた。橋軸方向の移動経路となる検査路の延長上に位置する横桁等の開口は、定期点検や緊急点検において移動の障害となる場合がある。また、箱桁内に入る場合等でも、たとえばマンホールが重かったり、小さかったりすると移動性が悪くなると考えられる。



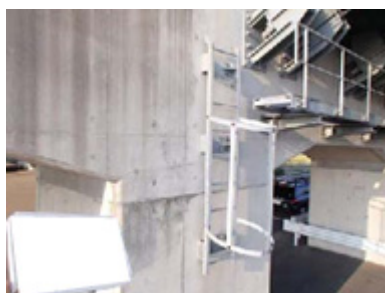
(a) 検査路と付属物の輻輳



(b) 検査路上に付属物



(c) 検査路の横断性が悪い



(d) 検査路入口に付属物



(e) 横桁の開口が小さい



(f) 開口部に添架物が設置



(g) 検査路に添架物



(h) マンホールが重い・小さい



(i) 昇降部に手掛けがない

写真-1.1.4 移動性が悪い事例

(2) 1) 対象構造物・部材に対する耐久性の阻害要因を未然に防止する対策、対象構造物・部材が阻害因子を排除または抵抗する対策を考慮するのがよい。

対象構造物・部材に対する耐久性の阻害要因を排除または縮減する対策として、橋梁付属物等の仕様に対して考慮するのがよい。付属物については、①部材（本体、付属物の両方）の耐久性向上に対する阻害因子を未然に防止するために付属物の機能に直接関わる対策（排水管の材質、管径など）、②部材に対し耐久性向上に対する阻害因子の排除などに関する対策（伸縮装置の非排水構造や清掃など）がある。

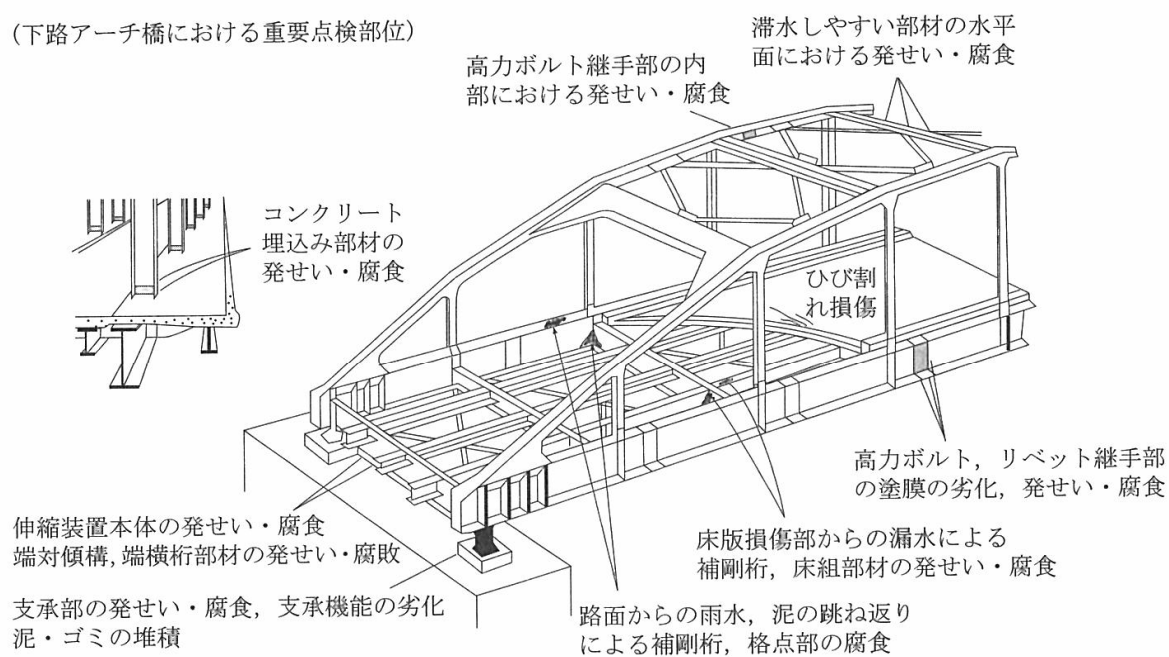
(2) 2) 設計にあたり、一部部材の損傷等が原因で、橋梁が致命的な状態とならないように配慮するのがよい。

(2) 3) 定期的な点検や、不測の事故・災害により損傷を受けた部材の状態を把握するが、既に発生していた損傷の進行性や新たに生じた損傷が深刻化する前に、変状が確認できるよう配慮するのがよい。

損傷劣化が発生した場合、交通の確保、補修期間の短縮の観点から、その部材全体でなく部分補修できることが求められる。

たとえば、鋼橋における部材位置の腐食箇所については留意する。

(下路アーチ橋における重要点検部位)



注: 海岸地域に位置する橋に関しては床組部材の発せい・腐食をチェックすること。

出典：鋼道路橋防食便覧 平成 26 年 3 月 (日本道路協会)

2章 上部構造

2.1 鋼橋

2.1.1 一般

鋼橋の上部構造及び鋼部材等の設計は道示Ⅱの規定による。なお、構造設計上、点検及び修繕等が困難となる箇所をできるだけ少なくするものとし、設計供用期間中の更新及び修繕等の維持管理が確実に行えるように配慮する。

【解説】

鋼橋の桁端部等は、局所的な腐食環境の悪化により防食機能の低下が懸念されるため、構造細部の検討に加えて、耐久性の信頼性向上を考慮した供用期間中の点検及び修繕等の維持管理が確実に行えるように構造設計しなければならない。以下に配慮すべき項目を示す。

(1) 箱桁のマンホールや横桁の開口部は、その設置（高さ、点検施設や添架物件との関連など）や大きさについて、マンホールの用途、たとえば点検通路のみ、排水管等付属物の取替、外ケーブル再緊張等の資材搬入、点検器具の搬入など、その用途に応じた開口形状とする必要がある。開口の大きさについては、実証実験から点検通路のみの場合は、幅 600×高さ 800mm 以上を確保するものとし、用途に応じて決定する。点検通路と開口部の高さの差は 400mm 以下とし、それを上回る場合は、ステップを設置する。ただし、横桁など高さの低い桁に開口を設ける場合は、高さ 600mm を確保し、幅は 800mm 以上確保することが望ましい。

(2) 近接目視や非破壊検査等も考慮した空間が確保できるように配慮するのがよい。特に湿潤環境となりやすい桁端部や、部材が近接する支承周りは十分な配慮が必要である。また、点検性を考慮し、横桁形式を構造上可能な場合は対傾構にて設計することとする。但し、対傾構にて耐荷性の確保が困難な場合には、I 形断面（フルウェブ）の横桁構造とする。実証実験より、桁端部や桁下（支承周り）の点検が可能な空間として、図-2.1.1、図-2.1.2 に示す点検空間の例を確保するのがよい。

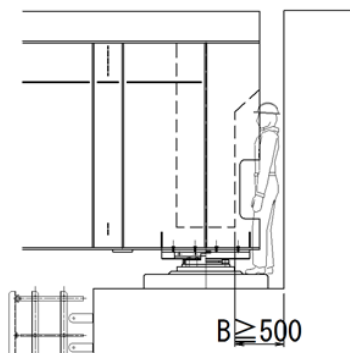


図-2.1.1 桁端部の点検空間の例

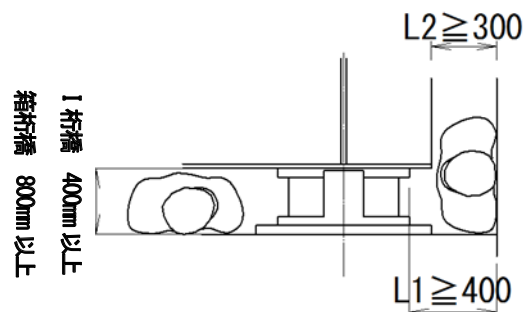


図-2.1.2 桁下（支承周り）空間の例

(3) 構造特性上、近接目視ができない場合は、目視に変わる点検法を検討提案するものとする。

床版と横桁間の鏡を使用した点検イメージを図-2.1.3に示す。ただし、目視と同等の損傷把握が可能な方法とする必要がある。

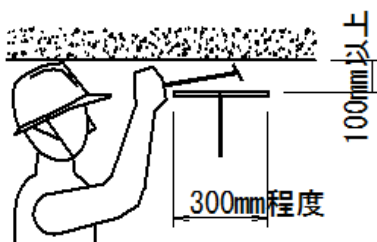


図-2.1.3 点検法と空間（鏡による点検）の例

(4) 橋の主構造と同等の耐久性の確保が困難な部材（支承、伸縮装置等）は、供用期間中の補修を考慮するのがよい。また、作業の確実性のために、ジャッキアップのための桁等補強対策を事前に行う。現地でジャッキアップポイント及び荷重の確認ができるよう、写真-2.1.1に示す表示例を参考にすること。



写真-2.1.1 ジャッキアップポイント等表示の例

また、地震の影響による損傷や、架橋環境等により更新が必要な場合に、その作業のしやすい構造に配慮するのがよい。鋼箱桁の場合は、支承に比べてフランジ幅が広いいため、更新のための資機材設置・作業空間としてアンカーホール削孔用のコアドリル設置を想定して、図-2.1.4に示すとおり、下部工天端との離隔をI桁橋は400mm以上、箱桁橋は800mm以上確保するのがよい。なお、支承高さが低く橋座部において支承取替え時のジャッキアップスペースを確保できない場合は、台座コンクリートを高くとり等、維持管理が確実に行えるように配慮する。

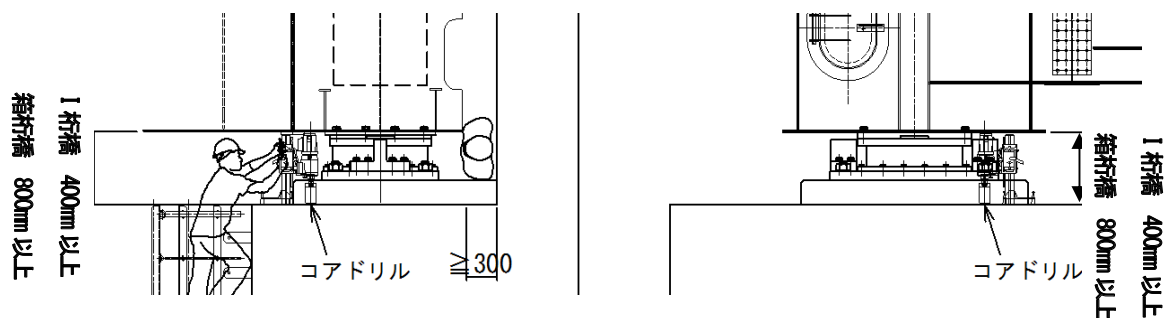


図-2.1.4 更新に必要な支承部空間の例

(5) 桁端部の漏水対策として、非排水構造の伸縮装置を標準とする。なお、止水ゴムや弾性シーリング等の止水材が損傷した場合でも、確実に伸縮装置からの漏水を防ぐ必要があるため、樋等を設ける二次排水構造とすることが望ましい。また、路面部の止水だけではなく地覆部にも止水構造を設けるとともに、地覆や壁高欄の遊間などの不連続部からの漏水が生じないように、導水地覆を設けるなどの配慮をしなければならない。

(6) 橋座面の滞水防止対策として、橋座部には排水勾配を付けるものとし、必要に応じて排水溝、排水管による導水処理を行う。

(7) 現場継手部の隙間より雨水が浸入し、桁内に滞水が生じないように、ウェブについて隙間や添接板周辺をシール等で塞がなければならない。また、鳥の侵入防止も兼ねて、現場溶接時のスカーラップも同様にキャップ等で塞ぐ必要がある。

(8) マンホールの蓋の周辺から桁内部に水が浸入し、滞水が生じないように、蓋の周辺にはパッキン等を設け、止水性の高い構造としなければならない。

マンホール付近に散水をした簡易実験の結果に基づき、マンホール部の止水性を高める対策としては、蓋上部に水切り板を設置する構造に加え、気密性の高いパッキンを使用することや蓋構造を外開きにすることが望ましい。

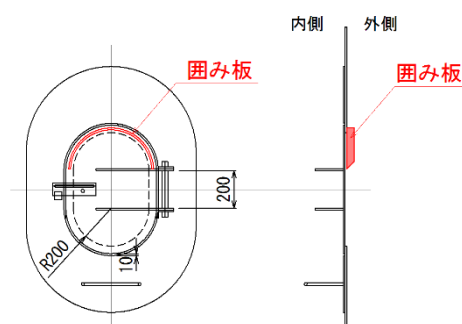


図-2.1.5 マンホール部の止水の例

(9) ハンドホール部の止水対策として、上フランジ上面に止水板を設け、箱桁内部に水が流入し難い構造とするとともに、蓋の周辺にはパッキンやシール等を施し、止水性の高い構造としなければならない。また、鋼床版等の場合は、舗装等への影響に配慮し別途補強板を設けて、ハンドホール内への水の浸入を防止するのがよい。

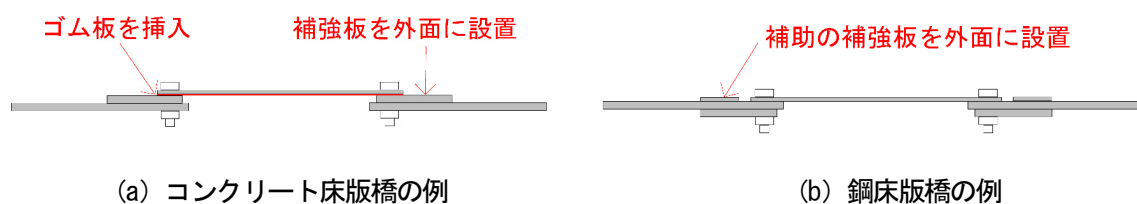


図-2.1.6 ハンドホール部の止水の例

(10) 箱桁内部に排水管を設ける場合、万が一それらが破損・脱落した場合、滞水が生じる可能性がある。そのため、そのような事態を回避するために、箱桁内部に排水管を設置しないことを基本とする。ただし、止むを得ず内部に設置する場合は、鞘管などを設け滞水が生じない構造とする。

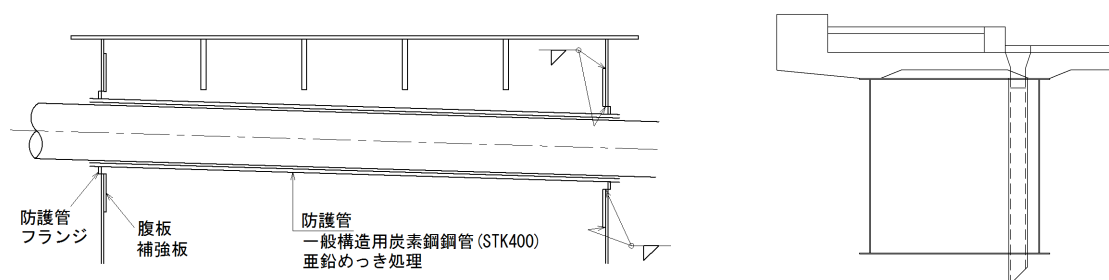


図-2.1.7 箱桁内配管の漏水対策の例

(11) 伸縮装置からの漏水や桁遊間から吹き込んだ雨水が箱桁端部に滞水し、腐食の要因となっている事例が見受けられる。よって、そのような事態を回避するために水切り板や導水板を設けるとともに、水抜き孔を設け滞水が生じない構造とするのがよい。また、桁端部における水切り(導水板)の例として、伸縮装置からの漏水を桁遊間側に排除する例を図-2.1.8、図-2.1.9に示す。さらに、塗装の増し塗りや重防食塗装を採用し防食機能を向上させるのがよい。

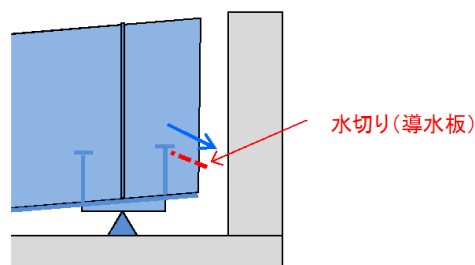


図-2.1.8 桁端部の導水の例

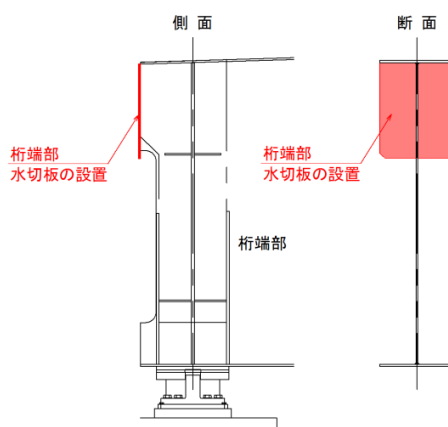


図-2.1.9 桁端部(上部)の導水の例

(12) 現場継手部やハンドホール部の止水性が損なわれた場合に備えて、現場継手部近傍には、水抜き孔を設けるとともに、確実に排水されるように導水板を設けなければならない。導水板と水抜き孔とは、可能な限り近づけた配置とすることでコーナー部への滞水に配慮する。また、導水板と縦リブの取合い構造には縦リブに半円の開口を設け、貫通する構造（図-2.1.10(a)）と縦リブに導水板を溶接する構造（図-2.1.10(b)）の2種類があるが、簡易実験の結果から貫通する構造（図-2.1.10(a)）の方が望ましい。



図-2.1.10 縦リブと導水板の取合い

(13) 箱桁上フランジ上面は、床版の損傷や空間の結露により滞水が生じ、上フランジの腐食原因となる。また、現場継手部の隙間からそれらが桁内に侵入し滞水を生じることがある。そのため、縦断勾配の低い側の現場継手部手前や床版コンクリート打下し部手前には、水抜きを設けるのがよい。

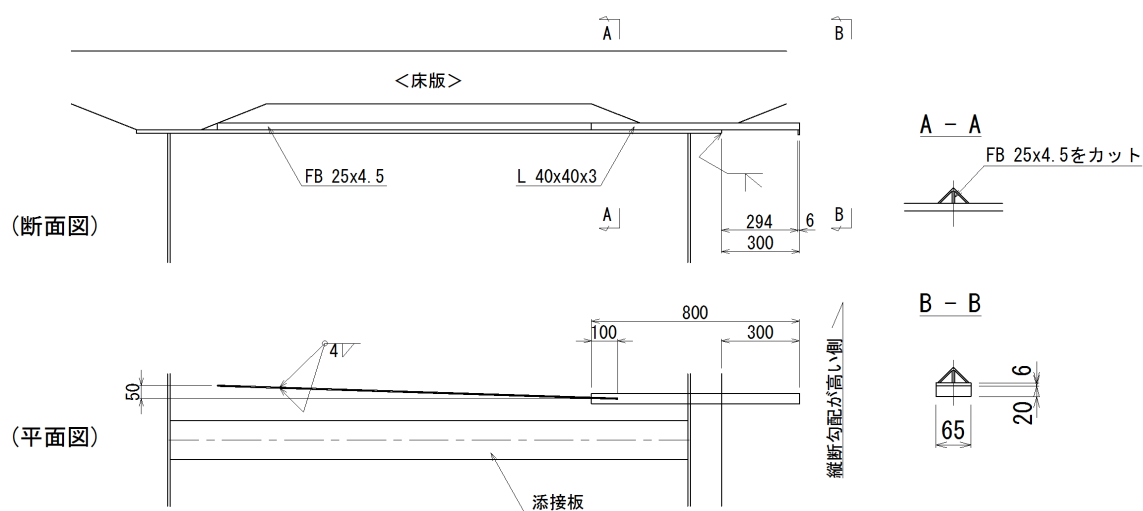


図-2.1.11 箱桁上面の導水の例

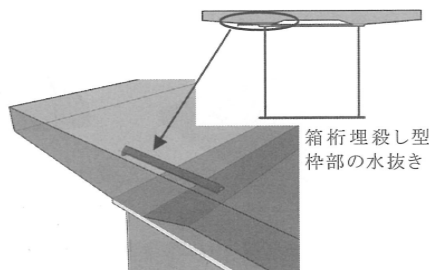
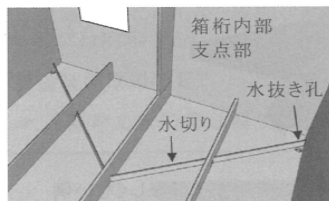


図-2.1.12 箱桁内部の水切り例

図-2.1.13 床版埋殺し型枠部の水切り例

出典：鋼橋の品質確保の手引き 2011.3 (土木学会)

(14) 部材（ブラケット下フランジ）の水切りとして、伝い水が桁等の腐食に影響しないように、水切り板を設置するのがよい。設置位置は、主桁への影響を回避するため桁下フランジから離れた位置とする。

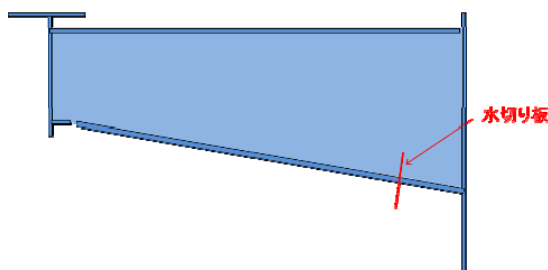


図-2.1.14 水切りの例

(15) 環境条件により湿潤状態になりやすい箇所は、機能低下を考慮した防せい防食を施すことが望ましい。

i) 防せい防食方法として塗装を施す場合

伸縮装置の損傷等により湿潤状態となりやすい鋼橋の桁端部、及び表面の凹凸形状によって湿潤状態となりやすい添接部、主桁の下端部については、腐食による機能低下を防ぐため図-2.1.15 及び図-2.1.16 に示す範囲について塗装を増塗りすることが望ましい。なお、塗装増塗り部の仕様は、こば面も含め桁部はC-5系塗装、添接部はF-11系塗装とし、主桁の内・外側ともに下塗りを1層多く施すものとする。

また、水切り（導水板）も同様に下塗りを1層多く施すものとする。

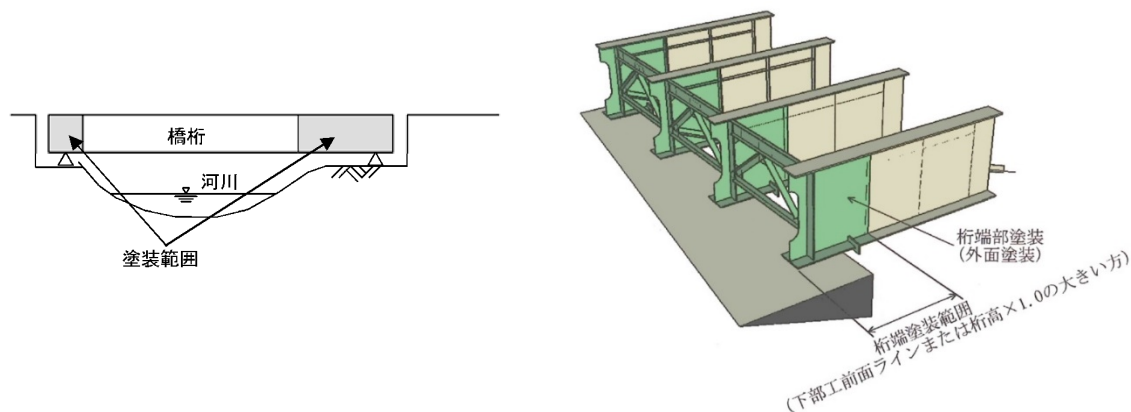


図-2.1.15 桁端部の塗装増塗り範囲

出典：耐候性鋼橋梁の手引き 2013.4 (日本橋梁建設協会)

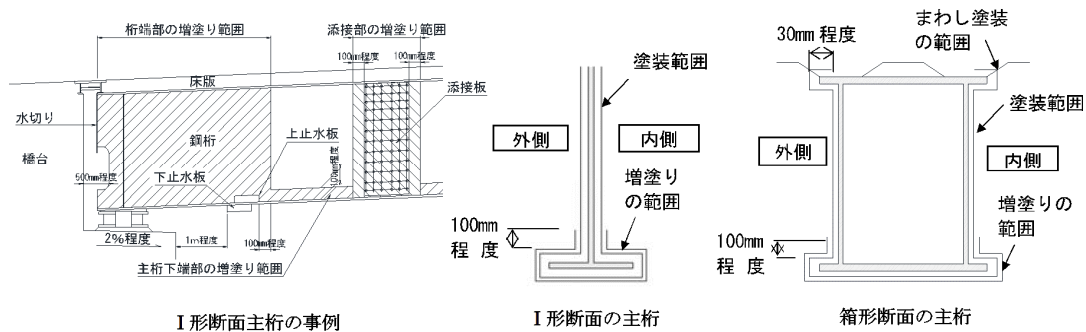


図-2.1.16 桁端部、添接部、主桁下端部の塗装増塗り範囲

出典：橋梁の長寿命化に向けた設計の手引き（案） 2013.3

ii) 防せい防食方法として耐候性鋼材を使用する場合

桁端部については、一般的に風通しが悪く、橋座部の滞水等により湿潤状態になりやすい。そのため、耐候性鋼材を使用する場合は、緻密なさび層（保護性さび）が形成されにくいいため、桁端部に塗装等の防せい防食を施すことが望ましい。なお、塗装等の範囲は、図-2.1.17 に示す範囲に加え、図-2.1.18 に示す地形条件等により緻密なさび層が形成されにくい箇所とする。なお、桁端部に施す塗装は C-5 系を標準とする（箱桁の場合は外面塗装を C-5 系、箱桁内面を D-5 系とする）。

また、凍結防止材散布地域の工夫として路面からの飛散影響範囲の確認を行い、地山と鋼桁の距離や並列橋との距離に留意する必要がある。図-2.1.19（'16 Design Data Book:（一社）日本橋梁建設協会：参照）

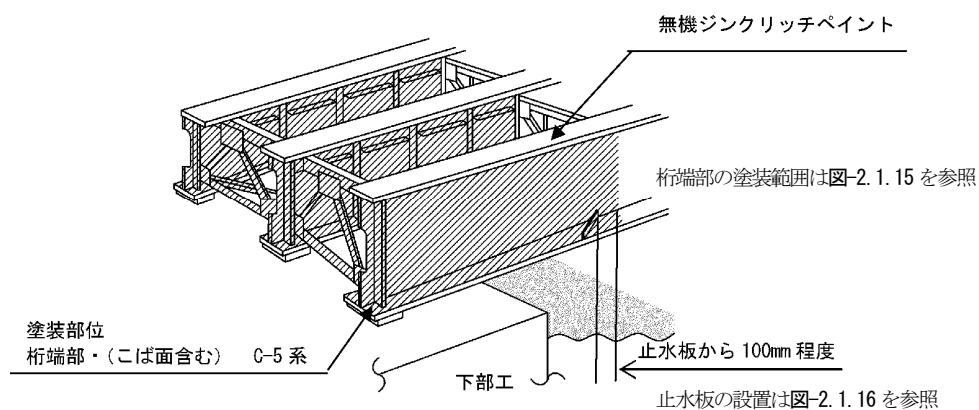


図-2.1.17 緻密なさび層が形成されにくい箇所の塗装範囲

出典：橋梁の長寿命化に向けた設計の手引き（案） 2013.3

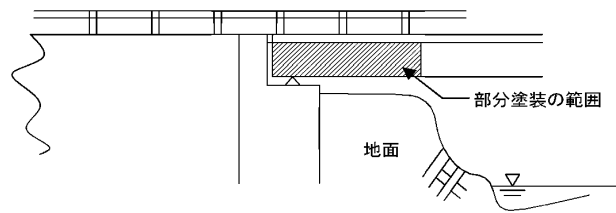


図-2.1.18 地形条件等により緻密なさび層が形成されにくい箇所の例

出典：橋梁の長寿命化に向けた設計の手引き（案） 2013.3

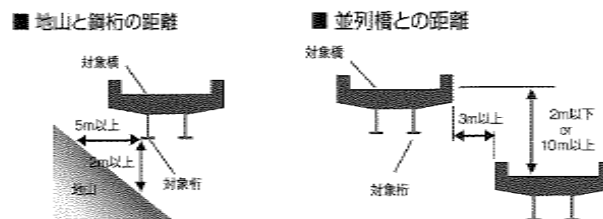


図-2.1.19 凍結防止剤散布地域の工夫

出典：'16 Design Data Book （日本橋梁建設協会）

(16) 吊足場計画の確認

点検の確実性のため検査路が多く付けられるケースが増えてきているが、補修や塗装の塗替時の吊足場計画の確認が抜ける場合があり、『点検』、『補修』、『塗替』における吊足場用金具の設置計画を熟慮し、設置に際しては、検査路に重ねることが無いように留意すること。

2.2 コンクリート橋

2.2.1 一般

- (1) コンクリート橋の上部構造及びコンクリート部材等の設計は道示Ⅲの規定による。
- (2) 設計では、道示Ⅲ〔3.8.2〕の規定に従い、構造設計上実施できる事項を検討し、必要に応じて構造設計に反映させる。このとき、維持管理の確実性や容易さの観点について検討する。

【解説】

(1) コンクリート橋の上部構造の設計は道示Ⅲの規定によるほか、複合構造橋も含めコンクリート部材一般の設計も道示Ⅲの規定による。なお、コンクリート橋における鋼部材の設計は道示Ⅱの規定、耐震設計に関する事項は道示Ⅴの規定による必要がある。

(2) 設計にあたっては、設計で前提とする施工品質の確認が容易であること、一部の部材が損傷することで構造物全体の安定性が失われないこと、点検や修繕が困難な箇所を排除すること、更新が確実に行えること、耐荷性能・耐久性能の前提とする状態と実際の乖離を小さくすることなどの観点に対して、構造設計上の配慮を行うかどうかの検討を行うこととされている。

支承部は滞水や塵埃等が堆積しやすいにも関わらず、点検や交換が困難となる場合が多く、橋の他の部材と同等の耐久性を確保するために十分な配慮が必要な箇所である。さらに、大規模な地震に対しては損傷を生じる可能性もある。そのため、少なくとも支承部においては、供用中の補修や更新等について、構造設計上の考慮を行うかどうかの検討を行う必要がある。なお、大規模地震等で支承部の被災が懸念され、早急に橋の供用性を判断する必要がある場合には、支承部に容易に近づき状態を確認できることに加えて、被災した場合に応急対策などが行えるための空間が確保されていることも重要である。図-2.2.1～図-2.2.3に点検空間の確保例を示す。なお、橋座部の桁下高さについては、**3. 共通仕様・標準編 3編 下部構造 2章 橋台 2.1.2 構造細目**を参照すること。さらに、既設橋の支承の交換や被災時の応急対策では、主桁の仮支持のために主桁の補強が必要になる場合もあることから、ジャッキアップによる作用荷重に対して、設計の段階であらかじめ補強やジャッキアップポイント等の表示の必要性について検討するのがよい。

1) PC プレテンション桁の場合

PC プレテンション桁で、桁高が0.8m未満でパッド型や帯状のゴム支承の場合は、桁や胸壁を切り欠くのは困難である。その場合には、図-2.2.1 a)のように切欠きは設けなくてよい。桁高0.8m以上の場合には、ポールカメラ等で点検できるように桁の切欠きを設置する。



図-2.2.1 PC プレテンション例

出典：東北地方整備局 設計施工マニュアル（案）〔道路橋編〕 平成28年3月

2) PC ポストテンション T 桁の場合

PC ポストテンション T 桁の場合は、図-2.2.2 に示すように切欠きを設置するものとするが、桁高が低い場合の切欠き高は、確保できる高さとしてよい。

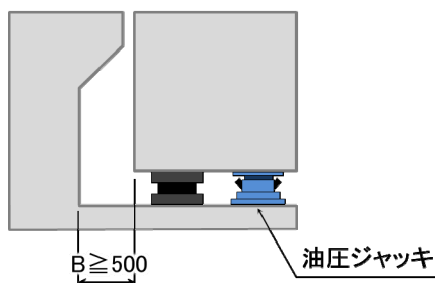


図-2.2.2 PC ポストテンション T 桁の例

出典：東北地方整備局 設計施工マニュアル（案）〔道路橋編〕 平成 28 年 3 月

3) PC 場所打ち桁（箱桁、中空床版橋）の場合

PC 場所打ち桁の場合は、図-2.2.3 に示すように胸壁を切欠く場合と、桁端部を切欠く場合の 2 種類があるが、桁高や PC 鋼材の定着に留意して適宜決定する。なお切欠き高は、目視点検を考慮した高さを確保することが望ましい。

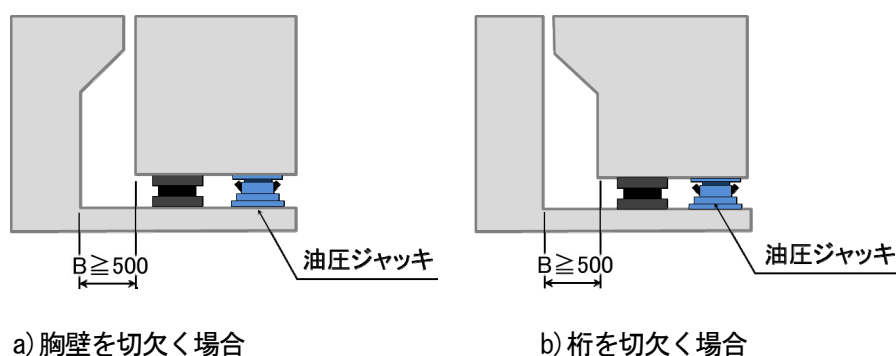


図-2.2.3 PC 場所打ち桁の例

出典：東北地方整備局 設計施工マニュアル（案）〔道路橋編〕 平成 28 年 3 月

桁端部は、伸縮装置の排水機能の劣化等による漏水に起因する損傷が発生しやすい部位であるが、主桁や横桁と胸壁までの遊間が小さく通気性が悪い環境にあり、また直接目視確認できない場合が多く、点検及び補修を行うことが困難な部位でもある。このため、架橋環境や伸縮装置の止水効果が低下した場合におけるフェールセーフとしての役割を考慮し、あらかじめ桁端部の劣化損傷抑制対策の有無について検討するのがよい。

新設における桁端部の劣化損傷抑制対策としては表面保護工法の実績が多く、「コンクリート標準示方書・維持管理編（土木学会）」では表面処理工法として、表面被覆工法と表面含浸工法の二つが示されている。

「寒地土木研究所報告第 133 号」にて示される表面含浸工法の特徴を下記に挙げる。

- ・少ない工程でかつ短期間で施工が行えるため、簡便で安価
- ・材料が液状のため、隅角部や狭小部での施工ムラが生じにくい
- ・施工範囲を劣化の発生・進行が懸念される特定の部位に限定することが可能であり、効率的な対策が行える
- ・コンクリートの質感・外観を大きく変えることがないため、施工後も目視による日常点検・維持管理が可能
- ・材料を被せる被覆材とは異なり、材料を含浸させる工法であるため、コンクリート表面では紫外線劣化を受けても、含浸部では紫外線の影響をほとんど受けない

表面含浸工法に用いられる含浸材は、コンクリート表層部に吸水防止層を形成して、水分や劣化因子の侵入を抑制するシラン系と、コンクリートへのアルカリ付与や表層部、脆弱部などの強化あるいは緻密化を主目的としたけい酸塩系に大別されるが、含浸材の種類を選定する際には、施工時も含め現地の条件や使用目的等を整理し、その適用性や経済性等も考慮し選定することが必要である。なお、表面含浸材の種類による適用性については、「表面保護工法設計施工指針（案）表面含浸工法マニュアル」（土木学会、コンクリートライブラリー119）や「けい酸塩系表面含浸工法の設計施工指針（案）」（土木学会、コンクリートライブラリー137）が参考となる。

2.2.2 プレストレストコンクリート橋

2.2.2.1 一般

- | |
|--|
| <p>(1) プレストレストコンクリート部材の耐久性能の確保は、道示Ⅲ〔6 章〕による。</p> <p>(2) 部材断面の照査位置は、支点付近、断面力の最大ならびに最小位置、部材寸法の変化位置のほか、必要な位置において検討を行う。</p> <p>(3) 鋼材の定着部については、PC 鋼材を曲げ上げて上フランジ上面に定着してはならない。</p> <p>(4) 場所打ち中空床版橋の断面の最小寸法は、道示Ⅲ〔14.4.1(6)〕による。</p> <p>(5) ポストテンション方式のコンクリート橋における桁端充実断面部に対しては、プレストレス力が全断面で有効とならない範囲を適切に定め、その範囲に対して設計で前提とする状態が確保できるよう、適切に施工方法を選定するとともに、構造設計上の配慮を行う。</p> <p>(6) 耐久性に関する設計の信頼性を向上させるために、ひびわれの発生、拡大を極力避けることができるよう、設計の段階においても持続荷重や集中荷重並びに施工中の各段階で生じる残留応力の一連の重なりについて適切に検討を行う。また、施工時にも必要に応じて適切に検討の見直しを行う。</p> |
|--|

【解説】

(1) プレストレストコンクリート部材では、内部鋼材の防食及び疲労に対して、耐久性能を確保する必要がある。道示Ⅲ〔6.2〕では、標準的な内部鋼材の防食方法として、かぶりによる方法が規定されている。なお、塩害（凍結防止剤の影響を含む）に対する耐久性能の信頼性を高めるため、構造設計上の配慮事項として、

1.0 (D+L+PS+CR+SH+E+HP+U)

の荷重組合せに対してコンクリートの引張応力を生じさせないという方法がとられる場合もある。

(3) PC 鋼材の定着部を上縁に定着した場合、橋面からの水が定着部切欠きに溜まる恐れがあることから、PC 鋼材の定着部を上縁では定着しないこととされている。

(4) 場所打ちコンクリート中空床版橋の断面の最小寸法は、図-2.2.4 のとおりとする。なお、これらの数値は性能を確保するために必要な部材寸法の最小値を示すものであるため、パイプレータの挿入や組み立て筋のかぶり確保などの施工性を考慮して断面厚さを定めるのがよい。

※工場製作：工場で製作するプレキャスト製品を示す。

現場製作：現場付近の製作ヤードなどで製作することを示す。

場所打ち：工場や現場付近の製作ヤードなどではなく、架橋地点で直接製作することを示す。

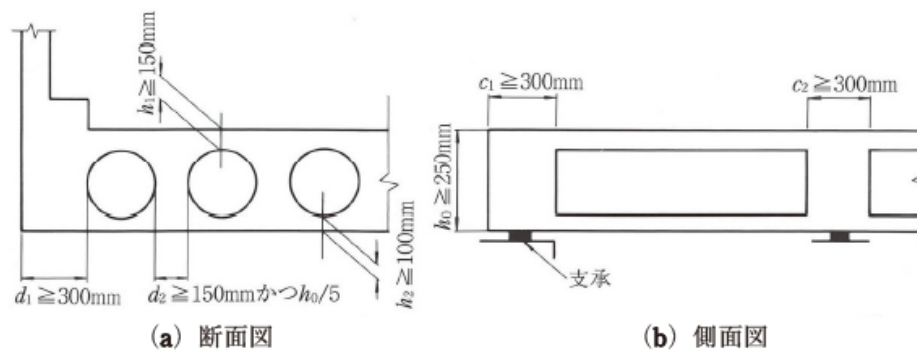


図-2.2.4 中空床版橋の断面の最小寸法

出典：道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編 平成 29 年 11 月

(5) ポストテンション方式のコンクリート橋における桁端部充実断面は、プレストレス力の有効とならない範囲においてひび割れが生じやすく、支承部の荷重支持などの設計で前提とする状態が確保されない可能性が高い。そのため、設計段階においても状態が確保されるよう配筋を行うなど適切に設計上の配慮を行う必要がある。特に、桁高が小さく断面諸元から PC 鋼材の配置が 1 段配置などに制約される場合、プレストレス引張応力及び桁自重の影響と推察されるひび割れが桁端 RC 部に発生する可能性がある。そのため、プレストレス力の有効とならない範囲を適切に定め、設計で前提とする状態が確保できる施工方法を選定するとともに、適切に構造設計上の配慮を行う必要がある。

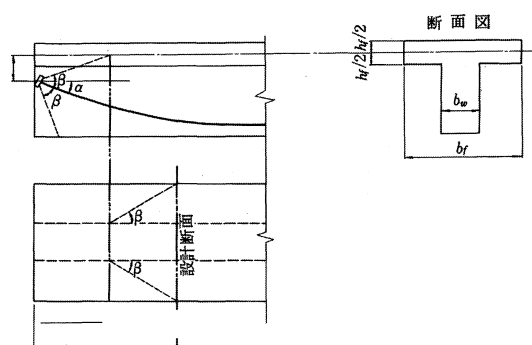


図-2.2.5 プレストレス力のひろがり

出典：道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編 平成 29 年 11 月

(6) 国総研資料 第910号、第1046号、第1068号にまとめられているように、国土交通省が行っている定期点検の結果によれば、供用年数が比較的短いPC橋においてもひびわれの発生が数多くの橋で認められる。このようなPC橋の変状の原因は、設計や使用材料、施工時の内力などが複合的に影響していることがわかっている。そこで、梓書きは設計の段階からこれらの影響を考慮して、細部構造や施工手順、管理方法などについて検討することを求めたものである。具体的な内容はこれらの国総研資料を参考に橋毎に検討するのがよい。

3章 上下部接続部

3.1 支承部

3.1.1 支承部の維持管理について

(1) 支承やその他支承部を構成する部材等を設計するにあたっては、設計耐久期間によらず、橋の設計供用期間中の支承部の点検、交換、支承部の損傷時の措置方法について検討を行い、支承部及びこれらが取り付けられる上下部構造の設計に反映しなければならない。具体には、少なくとも 1) から 3) の観点について、検討を行い、設計に反映する。

- 1) 平常時・地震時に点検を行う必要があるため、支承に容易に近づくための空間の確保。
- 2) 支承の点検・交換に必要なスペースの確保。
- 3) 支承部の交換や被災時の応急対策時の仮支持点の検討。

(2) 維持管理に確実に引き継ぐため、検討した内容が正確に理解できるように必要な情報を設計概要としてとりまとめる。

【解説】

(1) 支承部は、滞水や塵埃等が堆積しやすいにも関わらず、維持管理がしにくい場所となることが多く、大規模な地震に対しては損傷を生じる可能性がある。そのため、設定した設計耐久期間によらず、支承部の交換や損傷時の措置方法も含めた維持管理の方法について検討を行い、これを設計に反映させることを原則とする。

2) 3) 一般に仮支持の方法は、a) から d) が考えられる。

- a) 主桁を橋座で受ける。
- b) 横桁を橋座で受ける。
- c) 下部構造にブラケットを設けて主桁を受ける。
- d) ベントを設けて主桁を受ける。

橋梁形式、現地状況等を考慮して仮支持方法について検討を行い、桁及び受け点の補強等を含め、あらかじめ対策をしておくことが合理的であれば、設計に反映する必要がある。

(2) 具体的に検討した維持管理の方法及び設計に反映した情報は、維持管理で不可欠な情報であるため、設計概要にとりまとめなければならない。特に、支承交換等の仮支持については、検討した仮支持方法、あらかじめ対策を施した内容、施工時に追加すべき検討・対策が正確に理解できるようにとりまとめる必要がある。

3.2 遊間及び伸縮装置

3.2.1 伸縮装置

3.2.1.1 一般

- (1) 道示 I [10.3.1] に規定する性能を満足するよう、適切な構造及び材料を選定する。
- (2) 設計耐久期間によらず、橋の設計供用期間中の点検、交換、伸縮装置部の損傷時の措置方法について検討を行い、伸縮装置及びこれらが取り付けられる構造の設計に反映する。

【解説】

(1)(2) 伸縮装置部は、輪荷重が直接載荷されることから騒音、振動の発生源の一つであり、供用性に極めて重大な影響がある。そのため、設置箇所において要求される性能を総合的に判断して決定する必要がある。伸縮装置は、支承部と同様に橋の構成部材の中でも維持管理が行いにくい場所となることが多く、清掃、点検、補修、取り替え等の維持管理を確実かつ容易に行えるよう十分に考慮する必要がある。また、輪荷重が直接載荷されることから、橋梁部材で早期に劣化損傷が発生すること考えられるため、設計耐久期間に関わらず交換を前提とした検討を行う必要がある。そのため、取り替えの際の交通規制が道路ネットワークに与える影響も考慮し、耐久性の高い構造・材料の選定をしたり、車線毎に更新できる構造としたりする等の配慮が必要である。

伸縮装置の設計・施工は、伸縮装置の特徴を踏まえて、走行安全性・平坦性、耐久性、水密性、騒音・振動への配慮、すべり抵抗の観点より、当該橋梁の適合性の高いものを選定する。なお、製品ジョイントは、製品ごとにアンカーや切り欠き等の構造が決まっているため、施工時に不具合が生じないよう、伸縮装置を設置する上部構造又は下部構造の配筋、後施工範囲（切り欠き形状）等を設計段階で配慮するのがよい。なお、平成 29 年道路橋示方書から伸縮装置に求める性能として、路面として求められる水準以上のすべり抵抗性を有することが新たに規定された。このことから、伸縮装置の表面形状により走行安全性が低下すると判断した場合は、すべり抵抗が確保できる表面処理を施すなどの配慮が必要である。この場合、最低限の性能として、舗装路面のすべり抵抗性試験による最低値（BPN で 40 以上）を準用するものとする。

橋の設計供用期間中の点検、交換、伸縮装置部の損傷時の措置方法について検討を行い、伸縮装置及びこれらが取り付けられる構造の設計に反映する必要がある。また、特に地震時の損傷により緊急車両の通行が難しくなるタイプの伸縮装置を採用する場合には、地震後の緊急対応とあわせて検討する必要がある。

3.2.1.2 構造上の配慮事項

- (1) 伸縮装置の止水に対する構造上の配慮事項として、1)から4)を標準とする。
- 1) 雨水等の侵入に対して水密性を有するものとし、構造は非排水構造とする。なお、二次止水構造とすることが望ましい。
 - 2) 非排水構造の回復措置や点検は、橋面あるいは桁下から容易に行える構造とする。
 - 3) 止水した流入水が主桁や橋座等に影響が及ぼさないように、導水する構造とする。
 - 4) 地覆部を含めた止水構造とする。
- (2) 後打ちコンクリートは、少なくとも1)の検討を行う。
- 1) 伸縮装置と床版が一体となるようコンクリートの充填不良が発生しにくい構造とする。
- (3) 積雪寒冷地においては、雪が詰まった状態での自動車荷重の繰返し作用による影響や凍結防止剤による影響等に配慮して設計する。

【解説】

- (1) 1) 2) 桁端部の損傷は、伸縮装置部からの漏水が原因であることが多いため、伸縮装置の止水対策は重要である。

一般的に止水ゴムや弾性シーリング等が止水材として用いられるが、永続的ではない。そのことに留意して樋等を設ける二次止水構造とすることが望ましい。また、止水効果が永続的でないことから、伸縮装置を取り替えることなく、止水効果だけの回復措置や点検等が容易に行える構造を検討する必要がある。なお、伸縮装置部の止水対策を施しても、必ずしも確実な止水効果が得られるとは限らない。そのため、橋座部の排水勾配の確保、端部塗装等、各編に規定されている事項は施す必要がある。

3) 二次止水構造として、樋等を設けた場合も主桁や橋座等に影響を及ぼさないように、導水する構造とすることがある。

4) 伸縮装置からの漏水を防止するためには、地覆部を含めた止水構造とすることがある。また高欄の隙間からの漏水を防止するため、鋼板等の跳水板の設置をしなければならない。

- (2) 1) 伸縮装置からの漏水の原因として後打ちコンクリートの充填不足がある。後打ちコンクリートの充填不足は、路面水の進入経路になる他、伸縮装置本体のガタツキの原因にもなるため、鉄筋を確実に配筋するとともに、後打ちコンクリートの充填不良が発生しにくい構造を検討する必要がある。

また、後打ちコンクリート打設において、捨て型枠を在置することにより、目視点検が困難になっているケースがある。そのため、後打ちコンクリートの型枠は、撤去可能なものとするのがよい。さらに、後打ちコンクリートの舗装側は、滞水しやすいため床版防水の端部処理を特に入念に施工する必要がある。

伸縮装置の取り替えが困難にならない構造とし、3.2.1.1 のとおり、伸縮装置は交換を前提とする部材であるため、後打ちコンクリートの強度を過度に上げたり、不必要に過密鉄筋にしたりすることは、伸縮装置の交換時の支障になる可能性がある。また、主桁もしくは床版より高強度のコンクリートを用いた場合、地震時の損傷が主桁もしくは床版にまで達する可能性があるため、いたずらに強度を上げることは避けた方がよい。

4章 下部構造

4.1 橋台

4.1.1 橋台背面アプローチ部

4.1.1.1 踏掛版

| |
|---|
| 新設橋梁及び架け替え橋梁については、橋台背面部の盛土および路盤沈下による走行性の低下を防ぐため、踏掛版を設置することを標準とする。 |
|---|

【解説】

橋台背面部においては、裏込め土砂の圧密等による沈下だけではなく、地震時の橋台の振動に伴う沈下や、液状化に伴う沈下等の変状が生じる可能性がある。

常時における走行車両や橋台への衝撃を低減するための配慮に加え、地震後の円滑な道路交通の確保のため、橋台背面部においては、踏掛版を設置するものとする。

なお、軟弱地盤において踏掛版設置後に地盤の残留沈下等により、空洞の発生が想定される場合は、別途対策を行うこととする。

5章 付属物等

5.1 排水計画

5.1.1 排水計画の留意事項

排水計画では、伸縮装置、排水設備、床版防水、地覆、桁端部などの構造各部の排水が確実に行える構造とするほか、単独対策ではなく、橋梁全体の排水計画として排水が確実に行える構造とする。

5.1.2 維持管理性への配慮

排水計画は、供用期間中に確実に機能が保持されるよう維持管理の計画と整合させ、予定する点検などの維持管理計画によって確実にその状態が把握できるものとするとともに、適切な措置ができるような維持管理しやすい計画とする。

排水施設を計画する際は、その他付属物の全体配置計画を確認し排水機能や点検計画に問題が生じないか確認する。

3. 共通仕様・標準編

はじめに

本編は、道路橋詳細設計において、上部構造、上下部接続部、下部構造、付属物および新技術の採用等にあって、材料及び各部材の諸元を決定するにあたって留意すべき事項及び道路橋示方書・同解説や各種便覧等示された内容を整理したものである。

橋を構成する諸元の決定に関しては、架橋地点での環境や施工条件により、安全性、耐久性、維持管理の確実性と容易さの確保を行ううえで重要である。

各章において、枠書きで記載されている事項は、標準的に行うべき事項を記載し、基本とする内容であり、その決定根拠や考え方を解説に記載している。各道路管理者の定める要領等において必ずしも同一のものとなっていないものもあるが、中期的には同一のものとなるよう調査・研究を継続的に進め、各章の内容もより充実させていくものである。

1 編 上部構造

1 章 鋼橋

1.1 一般

1.1.1 構造解析

鋼橋における構造解析は、道示Ⅱ〔3.7〕の規定による。なお、断面力算出に用いる仮定鋼重と仮定剛度は、実際値との照査を行うものとし、その差が大きい場合は仮定を修正し再設計する。

【解説】

構造解析における仮定鋼重と実鋼重の差及び仮定剛度と実剛度の差は、その差が大きい場合には断面力などに影響を及ぼすため、極力小さくする必要がある。そのため、これまでの設計における構造解析の実態を考慮して仮定鋼重と実鋼重の差は 5%程度以下、仮定剛度と実剛度の差は支間平均で 10%程度以下とすることが望ましい。なお、主桁の剛度の算定は、格点間の平均値とし、格点間に主桁断面が変化する場合はその長さに比例する重みを付けた荷重平均により剛度を求めるものとする。

1.1.2 材料

使用する材料は、道示Ⅱ〔1.4〕の規定による。なお、気温が著しく低下する地方に使用される場合は、鋼種の選定に特に注意する。

【解説】

気温が著しく低下する地方に架設される橋では、特に低温靱性に注意して鋼種の選定を行う必要がある。橋の耐荷性能を確保するうえで引張力を受ける溶接構造部材に使用する鋼材には、その地方における最低気温を考慮して適切な靱性を確保する。

気温が著しく低下する地方における鋼材の使用板厚については、独立行政法人 土木研究所 寒地土木研究所が、低温下での靱性について実験を行っている(1.1.1)。この実験は、低温化での靱性に関して研究報告の少ない板厚40mmを超える厚鋼板と厚鋼板同士の開先溶接継手部を対象とし、低温下での靱性についてシャルピー衝撃試験が行われた。その結果、厚鋼板（母材）は極低温下でも高い靱性を呈したが、厚鋼板同士の開先溶接継手部は低温下において靱性の低下が認められたと報告されている。北海道開発局では、この実験結果に基づき、表-1.1.1に示す気温が著しく低下する地方における板厚による鋼種選定表を整理している。そこでは、板厚40mm以下の鋼種選定は従来通りとし、板厚40mmを超え溶接継手を有する構造に対して、極低温下で使用する場合に制約を設けている。気温が著しく低下する地方の架橋では、これらの研究も、適宜参考にし、適切に鋼種の選定を行う。ただし、その研究時期からは、たとえば、道示Ⅱ〔1.4.2〕に示されるSBHSは実験されておらず、具体的な扱いは示されておらず、個別に検討を行う必要がある。

表-1.1.1 気温が著しく低下する地方における板厚による鋼種選定標準

| 鋼 種 | | 板 厚 (mm) | | | | | | |
|----------------------------|--|------------|----|----|----|----|----|-----|
| | | 8 | 16 | 25 | 32 | 40 | 70 | 100 |
| 溶 接 構 造 用 鋼 | 非溶接構造用鋼 JIS G 3101 | | | | | | | |
| | SS400 | | | | | | | |
| | JIS G 3106 (溶接構造用 圧延鋼材) | SM400A | | | | | | |
| | | SM400B | | | | | | |
| | | SM400C | | | | | | |
| | | SM490YA | | | | | | |
| | | SM490YB | | | | | | |
| | | ※ SM520C | | | | | | |
| | | ※ SM570 | | | | | | |
| | JIS G 3114 (溶接構造用 耐候性熱間 圧延鋼材) | SMA400AW | | | | | | |
| | | SMA400BW | | | | | | |
| | | SMA400CW | | | | | | |
| | | SMA490AW | | | | | | |
| | | SMA490BW | | | | | | |
| | | ※ SMA490CW | | | | | | |
| | | ※ SMA570W | | | | | | |

●印は標記板厚を含む。

※印は、低温下でのじん性実験で対象とした鋼種

凡例

| 選定条件 | |
|------------------------------------|-----------|
| ・最低気温－25℃以上の地域の主要部材 | ----- |
| ・最低気温－35℃以上～－25℃未満の地域で圧縮応力を受ける主要部材 | ----- |
| ・最低気温－45℃以上～－35℃未満の地域で圧縮応力を受ける主要部材 | ----- |
| ・最低気温－35℃以上～－25℃未満の地域で引張応力を受ける主要部材 | - · - · - |
| ・最低気温－45℃以上～－35℃未満の地域で引張応力を受ける主要部材 | ----- |
| ・二次部材 | ----- |

注) 1. 表-1.1.1は、気温が著しく低下する地方における鋼橋の鋼種選定に適用する。使用板厚は1mmきざみを標準とする。

2. 引張応力を受ける主要部材に板厚40mmを超える鋼種を用いる場合は、図-1.1.1 鋼種選定フロー図によるものとし、特に、表-1.1.1の着色部の鋼種選定には注意を要する。

3. 主要部材に開先溶接継手を用いる場合、母材強度以上の溶接材料を選定することを標準とする。

4. 板厚が8mm未満の鋼材は道示Ⅱ〔5.2.1及び11.8.4〕による。

5. JIS G 3106のうち、本表に掲載の無い鋼種は、道示Ⅱ〔1.4.2〕による。

出典：北海道開発局 道路設計要領

表-1.1.2 板厚による鋼種選定標準

| 鋼種 | | 板厚 (mm) | | | | | | | |
|---------|----------------------------------|---------|---|----|----|----|----|----|-----|
| | | 6 | 8 | 16 | 25 | 32 | 40 | 50 | 100 |
| 非溶接構造用鋼 | SS400 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| 溶接構造用鋼 | SM400A SM400B SM400C | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | SM490A SM490B SM490C | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | SM490YA SM490YB SM520C | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | SBHS400 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | SM570 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | SBHS500 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | SMA400AW SMA400BW SMA400CW | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | SMA490AW SMA490BW SMA490CW | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | SBHS400W | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | SMA570W | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| | SBHS500W | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |

注) 板厚が8mm未満の鋼材は道示Ⅱ [5.2.1及び11.8.4] による。

出典：道路橋示方書・同解説Ⅱ鋼橋・鋼部材編 平成29年11月

表-1.1.3 設計に用いる温度変化範囲

| 地域 | 温度変化 (°C) |
|-----------------|-----------|
| －45°C以上～－35°C未満 | －40～＋40 |
| －35°C以上～－25°C未満 | －30～＋40 |
| －25°C以上 | －20～＋40 |

出典：北海道開発局 道路設計要領

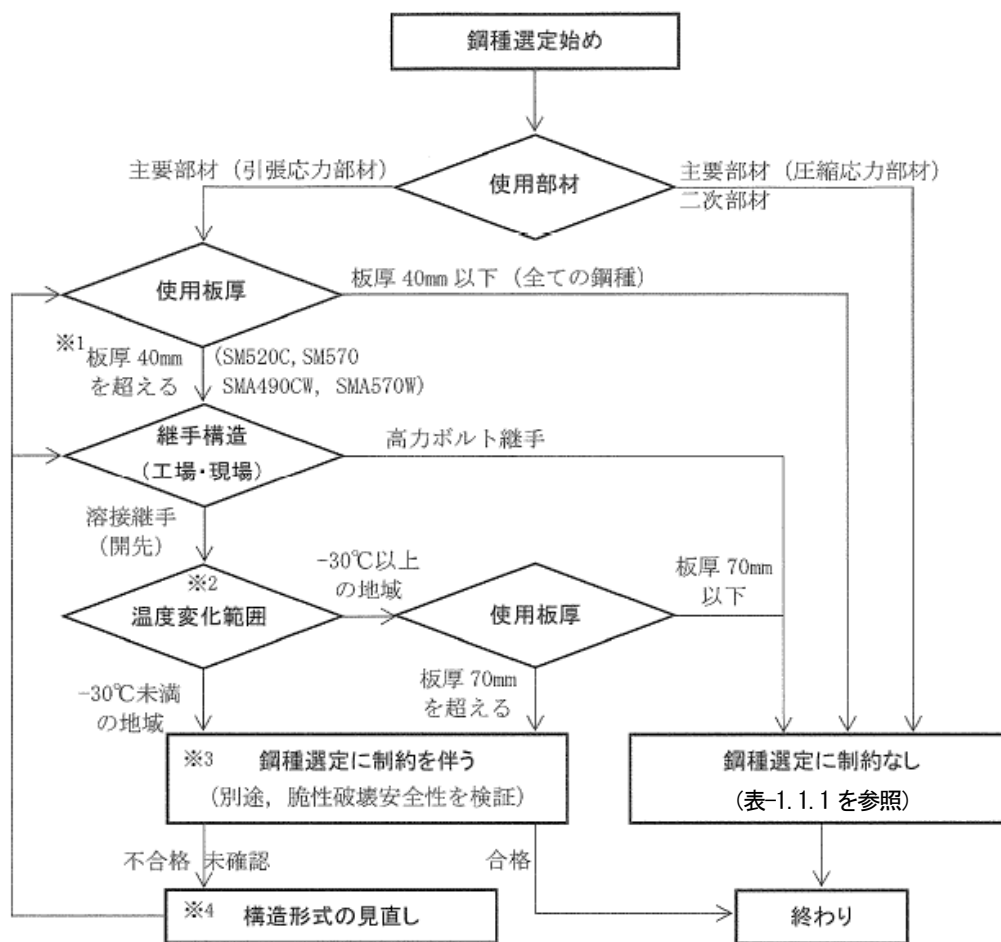


図-1.1.1 鋼種選定フロー図

出典：北海道開発局 道路設計要領

※1 低温下での靱性実験^{1.1.1)}では、引張張力を受ける主要部材に用いる板厚40mmを超える鋼種の使用実績から、SM520C、SM570、SMA490CW、SMA570Wを対象とした。ただし、板厚40mmを超える他の鋼種において、別途、脆性破壊に対する安全性が検証されている場合は使用してもよい。

※2 温度変化範囲とは、表-1.1.3 設計に用いる温度変化範囲を示す。

※3 鋼種選定に制約を伴うとは、日本溶接協会 WES3003 規格の靱性判定において、架橋地点の最低遭遇温度に相当する遷移温度を満たすことであり、破壊試験や溶接施工試験により溶接金属部の靱性を検証する必要があることを示す。具体的には、採用しようとする鋼種と同材質・同板厚の供試体を用いて、実際に施工する溶接条件により溶接金属部の試験片を作成し、シャルピー衝撃試験を実施する。この実験により得られた遷移温度が架橋地域の最低気温に対して、WES3003規格の判定式で合格となる場合に、計画した厚鋼板に対する開先溶接継手の採用を許容するものである。低温下での靱性実験^{1.1.1)}の結果から、厚板溶接部の靱性向上には、低温溶材の使用や施工管理面での対策が効果的である傾向が得られているので、これらの手法を参考にするとよい。(平成24年1月 北海道における鋼道路橋の設計および施工指針 PI-13)

※4 構造形式の見直しとは、溶接継手（工場及び現場）の回避や継手位置の発生応力の低減等を示す。

参考文献

1.1.1) 独立行政法人 土木研究所 寒地土木研究所：鋼材の靱性能に関する研究、2010 年

1.1.3 接合部

鋼部材の接合部は、道示Ⅱ〔9 章〕の規定による。現場継手は、溶接継手及び高力ボルト継手を標準とし、適用箇所、施工性、経済性、維持管理性等を十分に検討したうえで、最適な接合方法を決定するものとする。

【解説】

(1) 溶接継手

現場における溶接継手は、美観、継手位置の自由度、厚板にも対応可能などの長所を有する反面、電力設備や防風設備など大がかりな設備が必要であること、作業期間が高力ボルト継手に比べ長い、熱による変形が生じる等の短所があるため、施工に際しては品質確保に十分な注意が必要となる。

溶接による現場継手の適用箇所は、鋼床版桁のデッキプレート・U リブ、鋼製橋脚の柱・梁部の接合に用いられる場合が多い。

(2) 高力ボルト継手

現場における高力ボルト継手は、現場作業が容易、作業期間が短い、誤差吸収の容易さ、熱による部材の変形が生じない等の長所を有する反面、美観、ボルト頭の塗膜の劣化、板厚・本数の制限等の短所があるため、接合方法は、これらの特徴を考慮してその施工性を十分検討したうえで適用する必要がある。

現場継手の接合方式は、原則として高力ボルト摩擦接合によるものとする。連結用材料の径及び種類は、トルシア型高力ボルト M22 (S10T、S14T) を標準とし、専用締付機で施工できない箇所は、高力ボルト M22 (F8T、F10T) を標準とする。但し、高力ボルトに溶融亜鉛メッキを施す場合は、F8T を使用する。

1.1.4 防せい防食

鋼橋の防せい防食は、道示Ⅱ〔7 章〕の規定による。

【解説】

鋼橋の防せい防食方法は、塗装、耐候性鋼材の使用、溶融亜鉛めっき、金属溶射を標準とし、詳細については「鋼道路橋防食便覧」を参考にすること。なお、防せい防食を施す場合の構造設計に際しては、下記に留意するものとする。

(1) 漏水・滞水対策、異種金属接触腐食や隙間腐食等の局部腐食対策等、防せい防食法に応じて確実に本来の性能が発揮できるように、細部構造の形状及び材料の組合せ等について適切な配慮が必要である。

(2) 防せい防食法に所定の機能を発揮させるためには、部材角部の面取りを行う等、施工に配慮した構造設計を行う必要がある。なお、溶融亜鉛めっきの構造設計にあたっては、亜鉛めっき槽による部材寸法の制限や、めっき時のやけ、変形に対する材料や構造上の配慮が必要である。

(3) 桁や鋼製橋脚の梁に足場の吊り元用のピースを設置するなど、維持管理に配慮した設計を行う必要がある。

1.1.5 疲労

鋼部材の疲労設計は、道示Ⅱ〔8章〕の規定による。

1.2 床版

床版の設計は、道示Ⅱ〔11章〕の規定による。

1.2.1 一般

本編は、鋼桁で支持されたコンクリート系床版の設計に適用する。

1.2.2 コンクリート系床版

コンクリート系床版（鉄筋コンクリート床版、プレストレストコンクリート床版、鋼コンクリート合成床版及びPC合成床版）の設計は、道示Ⅱ〔11.2～11.7〕の規定による。

(1) プレキャスト床版や鋼コンクリート合成床版では、下記の点について注意して設計する。

- ・床版内で接合部を有することから、道示ⅡやⅢの接合の規定を満足するように設計する。また、接合により一体となった床版が要求性能を満足するように設計する。
- ・部材単体での変形特性や上部構造として組み込まれた際の接合部での荷重伝達機構についてあらかじめ検証し、道示Ⅱ〔11.1〕に規定される耐荷性能及び耐久性能を満足する床版構造であることを確認する。

(3) 床版のハンチは、床版と支持桁との結合部の応力が円滑に伝わる構造とし、施工性の観点からハンチ量は一定とするのが望ましい。

【解説】

(1) プレキャスト床版

プレキャスト床版の設計・施工にあたっての主な留意事項は次のとおりである。

- i) 接合部から水分や塩化物イオンが浸透しやすくなるなどの特徴があるため、接合部の疲労や鋼材の腐食等に対する耐久性能を確保する。
- ii) 接合部は、接合部の限界状態を定めるとともに、連結して一体となった部材の限界状態との関係を明らかにしたうえで、一体化した部材が床版としての耐荷性能を満足することを確認する。

なお、プレキャスト床版の継手に双対の鉄筋をループ状に重ねた継手を用いる場合には、本編

2.1.2 接合部の解説を参考にするものとする。

- iii) プレキャスト床版は工場製作であることから同形状の床版を多数枚製造することが生産性及び経済性に優れるため、斜角が90°に近く直線形状に近い線形条件で使用する事が望ましい。
- iv) プレキャスト床版の運搬・吊上げの作業においては、部材に大きな曲げや、ねじれが生じないように、支持点の位置や支持方法に注意して行う。

(2) 鋼コンクリート合成床版

鋼コンクリート合成床版の設計・施工にあたっての主な留意事項は次のとおりである。

- i) 継手部が一般部と同等の耐荷性能及び耐久性能を有していることを確認する。特に、鋼部材とコンクリートを結合するずれ止めの溶接部や、鋼板、形鋼等の取付部及び開口部における鋼部材は疲労の

影響を考慮する。

- ii) 使用するコンクリートは、コンクリート打設後の乾燥収縮が底鋼板により拘束されるため、コンクリート収縮対策の実施を標準とする。
- iii) 鋼板パネルの吊上げ及び運搬時は、パネル本体に大きな曲げ、ねじれ、振動等が生じないように支持点の構造及び支持方法に注意する。
- iv) 供用後、ひび割れ部から底鋼板までの雨水の浸入を防止するため、防水層の敷設や舗装内導水・排水材の設置等、確実な止水処理を行う。また、内部に水が浸入した場合にも滞水が生じないようにするものとし、滞水防止対策として、鋼板パネルに沿って全長に導水パイプを設置する。なお、積雪寒冷地においては、凍結防止剤の散布による塩害、凍害等の損傷事例が報告されているため、採用に際しては、その影響について十分に注意する。
- v) 供用中の維持管理作業が効率的に行えるように、床版内部での滞水を確認可能とするなどの、維持管理の確実性に配慮した構造細目や使用材料を検討することが望ましい。

なお、鋼コンクリート合成床版は、底鋼板を有するため床版コンクリート下面のひびわれ状況を直接目視できないため、鋼板パネルには勾配が最も低い側の床版端部にモニタリング孔をパネル毎に一箇所以上設置するものとする。また、供用中の日常点検に際し、点検項目や点検箇所を予め明らかにするなど、維持管理計画を策定するものとする。

(3) 床版のハンチ

鉄筋コンクリート床版のハンチ量は 80mm 以上を標準とする。なお、鉄筋コンクリート床版の場合、現場での型枠作業およびハンチ量の管理、配筋作業の省力化の観点より、ハンチは 1 橋梁内において一定するのが望ましい。また、上フランジの下端にすりつける床版ハンチの構造には、型枠の組立等の施工性がよいことから、図-1.2.1(a)に示す形状が標準的に用いられてきたが、上フランジ板厚面とコンクリートの付着切れが生じ易い。そのため、付着切れにより界面の防食機能が劣化し、「ひびわれ」、「うき」、「剥離」などの損傷が見られる。そこで、上フランジと床版ハンチの構造は、ハンチ内に上フランジを埋め込まずにフランジ上面からハンチを立ち上げる、図-1.2.1(b)に示す構造を標準とする。

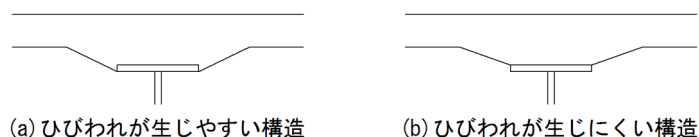


図-1.2.1 上フランジと床版ハンチの取り合い

出典：付録2 道路橋の耐久性の信頼性向上に関する研究

1.2.3 鋼床版

鋼床版の設計は、道示Ⅱ [8.5 及び 11.8] の規定による。

1.3 鋼桁及びコンクリート系床版を有する鋼桁

鋼桁及びコンクリート系床版を有する鋼桁の設計は、道示Ⅱ [5 章、13 章、14 章] の規定による。

1.3.1 一般

- (1) 設計にあたって、下記の条件を予め明らかにし、満足させる。
- 1) 橋の耐荷性能の照査にあたっては、桁断面として見込んだ床版が、道示Ⅰ〔3.3〕に規定される偶発作用支配状況における作用の組合せ⑩に対し、どのような状態に留まることを求めるのか予め明らかにしておくこと。
 - 2) 床版の更新、修繕が確実に行える構造であること。加えて、必要に応じて、床版の更新、修繕が容易であるように配慮されること。
- (2) 架設時の仮設備等も含めた自重の変化、コンクリートの収縮やクリープの影響、桁と床版の温度差などに対して床版の施工の各段階の状態を評価し、施工品質の確保にも留意した上で、コンクリートの打ち込み範囲や順序などの条件を定める。架設時応力が残留する場合は、橋の耐荷性能の照査においてそれぞれの作用の組み合わせ下における橋の状態の評価において、その残留応力を考慮する。
- (3) 完成系の橋の耐荷性能の照査において、設計時点で想定する架設手順が架設時点で変わるときには、1.5に規定のとおり、橋の性能を満足できるように、必要に応じて設計を見直す必要がある。

【解説】

(1) 鋼道路橋設計便覧においては、道路に求める機能や災害や劣化などに対する橋の管理の方針に依存し、個別の橋の設計において設定することが必要な設計条件も含まれている。コンクリート系床版を有する鋼桁の設計において少なくとも条件設定が必要な項目を表-1.1.4に示す。個々の橋の架橋位置の特性や路線の特性に加えて、国が管理する道路に期待される道路の機能や役割等を踏まえて、予め必要な条件設定を行ったうえで設計を進める必要がある。

表-1.1.4 コンクリート系床版を有する鋼桁の設計において少なくとも条件設定が必要な項目

| 項目 | 関連する便覧の記載箇所 |
|---|------------------------------|
| 偶発作用支配状況での床版コンクリートの状態 | 鋼道路橋設計便覧4.3.2(3)5) |
| ずれ止めの選定 | 鋼道路橋設計便覧7.5.1 |
| 橋の使用目的との適合性を満足するために必要なその他の性能の設定並びに構造の選定及び部材配置にあたっての配慮 | 鋼道路橋設計便覧 1.6 鋼道路橋設計便覧 2.3 |
| 床版の補修及び更新に対する配慮 | 鋼道路橋設計便覧2.3.4(3) |

コンクリート系床版を桁断面として見込めるように設計するとき、桁の耐荷性能の照査に用いる床版部分の鉄筋の応力度の制限値は道路橋示方書Ⅱ〔14.6.2(4)〕に規定されている。鋼道路橋設計便覧4.3.2.5) 床版の横荷重の照査では、当該規定は永続及び変動作用支配状況において、耐荷性能の前提に影響する過大なひび割れの発生を防ぐことを意図したものであること、桁の断面の一部としての作用として偶発作用支配状況における横荷重を考慮する場合の制限値については、床版に生じるひび割れや応力をどの程度に留めるかも含め、個別に検討する必要があることが示されている。

また、道路橋示方書Ⅱ3.8.3.4)では、設計供用期間中の更新及び修繕の実施方法について検討しておくことが望ましい部材として少なくとも床版については標準とされ、床版の更新及び修繕が確実にできる構造とすることが構造上の配慮事項として規定されており、個別に検討するものとされている。

鋼道路橋設計便覧7.2.3では、コンクリート系床版を有する鋼桁の設計において、鋼桁の架設時やコン

クリート系床版の打込み時など、架設段階や時間の経過に沿った床版の状態や鋼桁の耐荷性能を検討する場合には、作用の生起順序を考慮して抵抗断面を決定するとともに、必要に応じて残留する架設時応力などを考慮し、部材等を所要の状態に留めるよう設計することが必要となるとされている。したがって、施工の各段階でどのような状態が求められるのかを明確にする必要がある。設計段階では必ずしも施工の詳細な条件が決まらないが、なお、施工の詳細な条件が決まった段階で大幅な手戻りが生じないよう、設計段階で想定が可能な範囲で検討する必要がある。

一方で、施工時には諸般の事情から設計時点とは異なる条件で床版の打設を行うこともある。その場合には橋の耐荷性能の再検討が必要になる。そのため、設計時点での、床版の打設順序、その他設計時点で想定する架設順序などを設計図書に記載しておく必要がある。

1.3.2 フランジ

フランジの設計は、道示Ⅱ〔13.3〕の規定による。

1.3.3 腹板

腹板の設計は、道示Ⅱ〔13.4〕の規定による。

1.3.4 横構、対傾構

横構、対傾構の設計は、道示Ⅱ〔10章〕の規定による。なお、横構の設計は、部材に作用する横荷重（風荷重、地震の影響）を支承部に円滑に伝えることができる構造とする。

【解説】

横構、対傾構は、橋の立体的な機能を満足するために、橋の断面形の保持、上部工全体としての剛性の確保、横荷重の支承部への円滑な伝達を図るために設置する部材である。

近年、採用事例の多いプレキャストコンクリート床版や鋼コンクリート合成床版等を用いた少数主桁橋や長支間床版を有するトラス橋などにおいて、横構、対傾構を省略する場合がある。このような構造では、主として床版が横荷重に対して抵抗することになるが、道路橋示方書では床版が備えるべき横方向の抵抗については規定していない。そのため、床版が横構、対傾構を省略していない場合の床版と同等の耐荷性能と耐久性能を有し、かつ橋の立体的な機能を確保していることを個別に検討する必要がある。また、横構、対傾構を省略する場合には、床版施工前の鋼桁架設時の全体横倒れ座屈が生じるなどの恐れがあるため、十分な検討が必要である。

横構、対傾構に関しては「鋼道路橋設計便覧」によること。

1.3.5 補剛材

補剛材の設計は、道示Ⅱ〔13.4 及び 13.7〕の規定による。

1.4 構造細目

鋼部材の構造細目は、道示Ⅱの各章に規定される内容を満足するものとする。

1.5 施工

上部構造の施工は、道示Ⅱ〔20 章〕の規定による。なお、施工は、設計の前提条件及び設計段階で定めた事項等を満足するように行う。ただし、施工条件等により、設計の前提条件及び設計段階で定めた事項等を満足しない場合には、適用しようとする施工方法で橋の性能が確保されていることを検証し、必要に応じて設計を見直したうえで施工方法を定める。

【解説】

施工にあたっては、製作、現場施工の各工程において施工管理を適切に行い、設計で前提とする施工品質を確保するとともに、現場施工時における構造形の安全性の確保に努める必要がある。構造の場合には、鋼材の溶接や防食、コンクリート系床版の施工の良否が、鋼材部の疲労、腐食、コンクリートのひび割れ等、供用後の耐久性に多大な影響を及ぼす可能性が高い。したがって、施工品質の確保に関しては、架設設計、解体設計、床版工、床版防水などについて留意する必要がある。なお、安全性の照査等、詳細については「鋼道路橋施工便覧」によること。

2章 コンクリート橋

2.1 一般

2.1.1 材料

設計の前提となる材料の条件は、道示Ⅲ〔1.4〕による。

施工に関する材料の条件は、道示Ⅲ〔17.6〕による。

2.1.1.1 コンクリート

- (1) コンクリートに関する品質、規格については、道示Ⅰ〔9.2〕による。
- (2) 使用材料の特性及び製造に関する調査については、道示Ⅲ〔2.2〕による。
- (3) コンクリートの圧縮強度の特性値については、道示Ⅲ〔4.1.3〕による。
- (4) コンクリートに関する定数等は、道示Ⅰ〔8.5 及び 8.6〕、並びに道示Ⅲ〔4.2.3 及び 5.1.1(4)〕による。
- (5) 過密配筋の設計によりコンクリートの充填不足が想定される場合は、高流動コンクリートの使用を検討する。

【解説】

- (1) 設計に用いる特性値等に影響を与えるような配合（セメント種類、スランプ、スランプフロー、空気量、塩化物含有量、粗骨材、細骨材、混和材料等）とする場合には、設計図書に明記する必要がある。

乾燥収縮や自己収縮による初期不良が生じる恐れのある部位等では、コンクリートに空隙やひび割れが生じる可能性が高くなる。このような場合には、無収縮モルタルや膨張コンクリート等の使用を検討するのがよい。これまで、「間詰めコンクリートを有するプレストレストコンクリート T 桁橋の間詰め部や横桁部」、「型枠セパレータのコーンに除去タイプを用いる際の跡穴部」、「地覆や剛性防護柵」、「プレキャスト PC 床版相互の継手部」等において膨張コンクリートが用いられた実績がある。採用にあたっては、十分な養生期間の確保が必要であること等に留意する必要がある。なお、膨張コンクリートは、これまで収縮補償コンクリートとして用いられている実績がある。

- (3) フライアッシュを用いたコンクリート等では、材齢 28 日以降の長期の強度増進が期待できるが、採用にあたっては十分な養生期間の確保が必要であること等に留意する必要がある。

2.1.1.2 鋼材

- (1) 鋼材に関する品質、規格については、道示Ⅰ〔9.1〕による。
- (2) 鋼材の強度の特性値については、道示Ⅲ〔4.1.2〕による。
- (3) 鋼材に関する定数等は、道示Ⅲ〔4.2.2 及び 5.1.1(3)〕による。
- (4) PC 鋼材のグラウト材料は、道示Ⅲ〔17.6.6〕による。

2.1.2 接合部

接合部は、道示Ⅲ〔7章〕による。

【解説】

接合部の設計は、道示Ⅲ〔7章〕に従い設計することとなる。接合部の設計では、接合部の限界状態を定めるとともに、連結して一体となる部材の限界状態と接合部の限界状態との関係を明確にすることが求められる。また、耐荷性能の前提となる耐久性能が確保されている必要がある。たとえば、コンクリート箱桁におけるウェブとフランジの接合部等、標準的と考えられる接合部構造については、これまでの設計における構造細目を満足することで、接合部として必要な性能を満足していると考えられる。しかし、必ずしもすべての構造に対して具体的な照査基準が与えられているわけではない。たとえば、道示Ⅲ〔7.6〕には、双対の鉄筋をループ状に重ねた継手を用いた接合部が規定されているが、具体的な照査基準は示されていない。そのため、採用にあたっては、鉄筋による継手としての性能、コンクリートと鉄筋とによる明確な耐荷機構、接合部としての限界状態を明らかにするとともに、一体化した部材の耐荷性能及び耐久性能を満足するよう、適切に接合部を設計する必要がある。このとき、以下の観点に注意する。

1) 耐荷性能

- ・接合部における耐荷機構を明確にする（継手部の抵抗機構と部材としての抵抗機構）
- ・接合部の限界状態と、連結して一体となった部材の限界状態との関係を明確にする

2) 耐久性能

- ・かぶり等により内部鋼材の防食を行う
- ・接合部に疲労の影響が生じないことを確認する

なお、プレキャスト床版の接合部に双対の鉄筋をループ状に重ねた継手を適用する場合、上記にある継手としての性能を確認したうえで、輪荷重走行試験等により床版として求められる性能が発揮されることを確認する必要がある。このとき、継手としての性能が確認された応力状態と床版接合部内での応力状態が異なる場合には、継手部における鉄筋の形状、配置、部材の寸法等に対して、実験等で安全性が確認された範囲内で用いることとなる。

2.1.3 防食

内部鋼材の防食は、道示Ⅲ〔6.2〕による。

【解説】

内部鋼材の防食としては、かぶりを増加させる方法、塗装鉄筋の使用、コンクリート表面塗装の実績が多い。また、電気防食による方法、ステンレス鉄筋などの高耐食性材料の使用、また、プレストレストコンクリート構造に関しては、塗装 PC 鋼材など被覆鋼材も採用され始めている。このような道路橋示方書には規定されていない材料であっても道示Ⅰ〔6.2〕の規定に従い、適用技術の性能や特徴を適切に評価して耐久性確保の考え方とそれが成立する根拠を明確にしたうえで、所要の耐荷性能・耐久性能が満足されるときみなせる場合には使用することが可能である。たとえば、ステンレス鉄筋の場合、道路橋の部材として用いる場合の設計上の定数及び力学特性など、部材の設計に必要な部分係数等が示されていないため、明確な照査基準が道路橋示方書には規定されていない。そのため、必要とされる部材としての耐荷性能の信頼性が得られるよう、**1 編 4 章 道路橋示方書に橋や部材等に適用するにあたって性能の達成手段に関する具体の規定がない材料等の扱い**を参考に適切に設計する必要がある。

いわゆる内ケーブルによるプレストレストコンクリート部材の場合、最外縁鉄筋に対して必要なかぶり等を確保したうえで、部材の特性や周辺環境を考慮して、最外縁鉄筋より内側にあるシースを非鉄シースとすることもできる。この場合には、道示Ⅰ〔6.2〕に規定される方法Ⅰとして、シース外側のかぶりコンクリートより侵入する塩化物イオンに対して、シースそのものの腐食発生の可能性が排除されるとともに、シース内にある緊張材に対しては、かぶりによる耐久性確保策に加え、補助的な効果も期待できる。具体的な適用例としては、凍結防止剤散布路線や塩害環境使用が考えられる。なお、非鉄シースを使用する際には、非鉄シースと鋼製シースでは設計で用いる摩擦係数が異なることに留意する必要がある。

コンクリート表面に供給される塩化物イオンには、海洋より飛来する塩化物イオンの他に、路面凍結防止剤（融雪剤）として散布される塩化物イオンがある。したがって、路面凍結防止剤等を使用する橋及びこれに隣接する橋については、路面排水の漏水、車両による飛散等に起因する塩化物イオンの侵入も考慮して、かぶり等を検討するのがよい。

なお、凍結防止剤散布については地域の特殊性が強いため、各地方整備局にて上記に追加して検討する必要がある。

2.1.4 疲労

コンクリート部材の疲労は、道示Ⅲ〔6.3〕による。

2.2 床版

コンクリート桁で支持された床版は、道示Ⅲ〔9 章〕による。

2.3 プレストレストコンクリート橋

プレストレストコンクリート橋は、道示Ⅲによる。

2.3.1 フランジ、ウェブ

コンクリート桁のフランジ及びウェブは、道示Ⅲ〔10.3〕による。

2.3.2 横桁、隔壁

コンクリート桁の横桁及び隔壁は、道示Ⅲ〔10.4〕による。

2.3.3 定着部

プレストレストコンクリート構造におけるPC鋼材の定着部の配置と定着具付近の補強は、道示Ⅲ〔5.3.2〕による。

【解説】

設計で想定した定着工法は、プレストレス計算に使用される各種諸数値、切欠き形状、かぶり等に影響するため、設計図書に記載する。

2.4 鉄筋コンクリート橋

鉄筋コンクリート橋は、道示Ⅲによる。

2.5 施工

- (1) グラウトの施工は、道示Ⅲ〔17.13〕による。
- (2) 場所打ち中空床版橋では、コンクリート打設時の浮き上がり防止対策を施す。
- (3) コンクリートは、打込み後の一定期間、その部位に応じた適切な方法で十分な湿潤養生を行う。また、施工時及び施工後の初期変状によるひび割れに対する適切なひび割れ抑制対策を行う。
- (4) ポストテンション方式のコンクリート橋における桁端充実断面部に対して、設計段階における前提条件が実際の条件と異なる場合には、設計で前提とする状態を確保できるよう、施工方法について再度検討を行う。

【解説】

(1) グラウトホース周囲のコンクリートは、施工により弱点となりやすいため、適切なあと処理及び防水処理を行う必要がある。グラウトホース切断部のあと処理については、密実なあと埋めに加えて、防水工を施すことを標準とし、グラウトホース切断部のあと処理を確実にを行う旨を設計図に明示する必要がある。

(2) 中空床版橋の中空部上側の厚さは150mm以上としているが、コンクリート打設時に円筒型枠に浮力が生じて浮き上がることにより、版厚不足によるひび割れが発生する場合があるため、施工および管理にあたっては、以下に留意する必要がある。

1) 施工時の円筒型枠の浮き上がり防止の対策

円筒型枠の浮き上がりの原因とその対策例を表-2.5.1に示す。

表-2.5.1 円筒型枠の浮き上がりの原因とその対策例

| | 原因 | 対策例 |
|---------------------|--|---|
| ナットのゆるみ | ボイドの固定にはバンド等が使用され、型枠支保工に固定されているが、パイプレーターの振動などによりナットがゆるみ、バンド等が外れることがある。 | バンド等を固定しているナットをダブルナットにする。 |
| ボルトの切斷 | バンド等と型枠支保工をつないでいるボルトが切れる。 | コンクリート打設時の浮力に抵抗できるように、ボルト径を大きくするか、バンド等の配置間隔を小さくする。 |
| 型枠ごとの浮き上がり | バンド等が型枠支保工ではなく、合板やその下の鋼管などに固定されている場合には、型枠ごと浮き上がる可能性がある。 | コンクリート打設前に、型枠支保工の下部にしっかり固定されているかチェックする。 |
| コンクリート打設時の過大かつ急激な浮力 | コンクリート打設の際、スランプの大きいコンクリートを使用したり、1回の打設高を高くしすぎると型枠にかかる側圧が大きくなるばかりでなく、ボイドの浮力が急激に作用する。 | 1回の打設高を大きくしないように配慮する。特にスランプの大きいコンクリートを使用する場合には注意が必要である。 |

2) 円筒型枠の固定

円筒型枠の一般的な固定方法と作業手順を以下に示す。（図-2.5.1～図-2.5.3参照）

i) 橋軸直角方向の移動制御（等断面桁の場合）

下バンドと補強FBを組み合わせた独立型横移動防止タイプである。

- ① 補強FBと下バンドを止めたボルトに取り付け円筒型枠を据え置く。
- ② 上バンドと下バンドをボルト・ナットにより所定の位置に固定する。

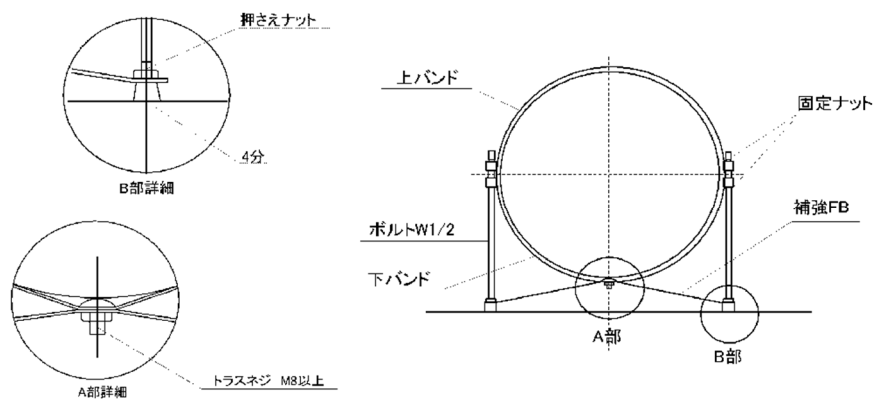


図-2.5.1 等断面桁の例

出典：中部地整 道路設計要領（設計編）

ii) 橋軸直角方向の移動制御（変断面桁の場合）

- ① 補強FB、下バンドにより円筒型枠をセットする。
- ② 横移動防止パイプを溶接した上バンドを取付後、異形鉄筋 D13 を横移動防止パイプに挿入し付属ネジで固定する。
- ③ 全体的な横振れ制御のため、型枠に固定する。

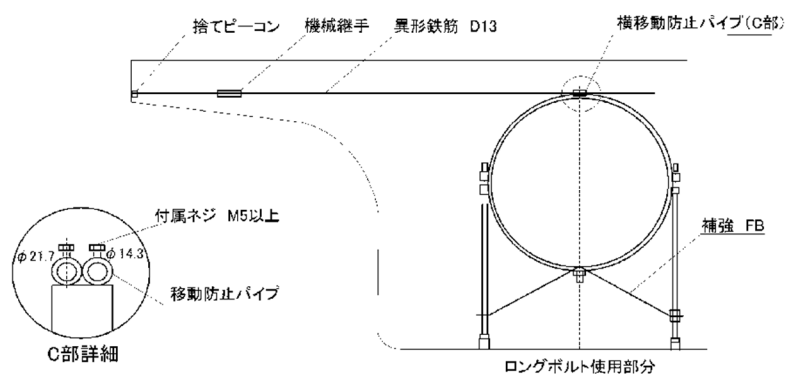


図-2.5.2 変断面桁の例

出典：中部地整 道路設計要領（設計編）

iii) 橋軸方向の移動制御（円筒型枠の橋軸方向の移動防止）

- ① 円筒型枠端部を移動防止パイプ2箇所取付バンドによりセットする。
- ② 異形枠鉄筋 D13 を移動防止パイプに挿入する。
- ③ 付属ネジで固定する。

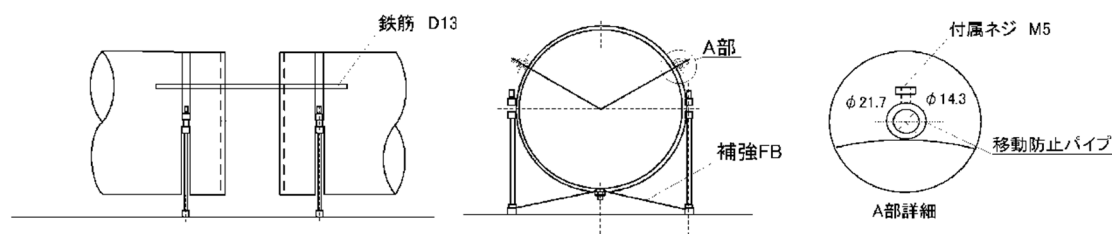


図-2.5.3 橋軸方向の移動制御

出典：中部地整 道路設計要領（設計編）

3) 所要の床版厚さが確保されているかのチェック

対策例：円筒型枠の天端に検尺棒などを取り付け、所定の床版厚の位置にマーキングを行い、床版厚を確認する。

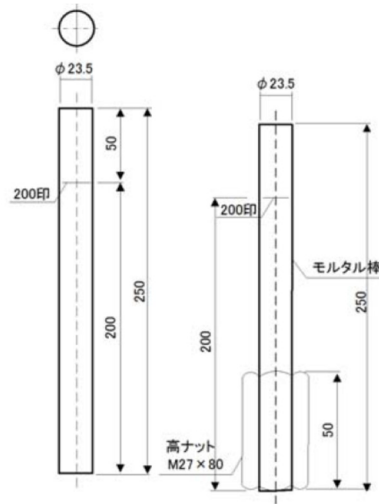


図-2.5.4 検尺棒

出典：中部地整 道路設計要領（設計編）

4) 円筒型枠からの水抜き穴の確保

対策例：設置個所は一般に縦断勾配が低い側に1個所設置することを標準とする。一般的に塩ビ管やグラウトホースが用いられ、その径は点検用ファイバースコープ等の挿入を考慮してφ20～30mm程度とする。完成後に水が底板に伝わらないように、水抜き穴は、底板のコンクリート面で止めるのではなく、コンクリート面より2、3cm出す。これは、円筒型枠の浮き上がりチェックも兼ねる。

5) 円筒型枠内部の点検への配慮

ファイバースコープなどにより、円筒型枠内部の点検を適宜実施できるようにしておくといよい。

(3) コンクリートが所要の強度、耐久性、水密性等を確保し、乾燥収縮などによる有害なひび割れを生じないようにするためには、セメントの水和反応を十分に進行させる必要があり、打込み後は日光の直射や風の影響等で水分の逸散を生じやすいので、打込みや仕上げと並行して養生の準備を進めるとよい。

(4) ポストテンション方式のコンクリート橋における桁端部充実断面は、プレストレス力が有効とならない範囲においてひび割れが生じやすく、支承部の荷重支持などの設計で前提とする状態が確保されない可能性が高い。そのため、設計段階においても状態が確保されるよう配筋を行うなど適切に設計上の配慮を行う必要がある。また、施工段階においては、設計段階で想定した条件と実際の相違を確認するとともに、設計で想定した条件と実際とが異なる場合には、設計で前提とする状態が確保されるよう、実際の条件に合わせて施工方法を検討する必要がある。ポストテンション橋桁端部の充実断面部におけるひびわれ抑制対策が検討された事例としては、たとえば中部地方整備局「PC 橋の長寿命化に向けた長期保証の取り組み事例について」がある。

3章 複合構造橋

3.1 一般

複合構造は、道路橋示方書の全ての編を満足するように設計する。

【解説】

複合構造橋は、鋼部材、コンクリート部材などの部材の特性と、上部構造、下部構造などの構造の特性に応じて、道路橋示方書の関連するすべての編を適用して最も適切な方法で設計しなければならない。既存の様々な図書を参考するだけでは必要十分な設計となるとは限らないので、道路橋示方書の関連する事項についての個別な検討が欠かせない。

道示Ⅰ〔3.3〕及び同解説のとおり、従来形式の橋とは異なり、橋の立体的な挙動特性から生じる内力が重なることの影響を適切に考慮できるように、作用の組み合わせについても、複数の変動作用の同時載荷や、長期荷重や施工に起因する残留応力、温度差の影響の与え方について、個別の検討が必要であるかどうかも含めて検討する必要がある。

たとえば、ケーブルからの腹圧力等、時々刻々変化する断面せん断変形、そり・ねじり変形、それらに伴う接合部の二次応力などの影響が、偏向部などでだけでなく、橋の各部に現れるので、橋の各部にとって厳しい状況を特定にするにあたって、各作用の載荷モデル・方法の検討についても適切に行う必要がある。道示Ⅰ〔5.2〕に解説されるように、主方向又は横方向に非対称性が高いケーブル構造では、上部構造のねじりに対して最も不利になるようにL荷重の載荷方法について特別な扱いをする必要性を検討することや、道示Ⅰ〔8.10〕に解説されるように、複合構造に対する一般的な温度変化の範囲は示されていないが、環境条件と部材の材質・寸法を適切に考慮すること、左右のウェブの温度差の影響も含めて温度の分布や値についても検討の方法に標準的なものがないことについても、個別に検討をすることになる。なお、断面のせん断変形やそり・ねじりは、活荷重に対して検討すればよいということではなく、影響がある作用を適切に組み合わせて検討する必要がある。

また、個々の作用についての検討だけでなく、上記のとおり、橋の各部にとって厳しい組み合わせについても、個別の検討が必要であるかどうかも含めて検討する必要がある。

加えて、特に曲線橋の場合には、荷重の種類によっても、そり、ねじりによる応力の向きが変わることも想定され、プレストレスの導入の方向などの相互作用によっては、隔壁や床版に生じる変形、応力に対してプレストレスが不利に作用することも懸念される。関連して、架設中の断面剛性が低いことに起因する架設中の断面形状や縦断・横断勾配等を保持するための拘束の方法とそれが橋の応力状態に与える影響や、架設方法により部材間でコンクリートの打設時期は異なる場合に生じる外部拘束に起因する残留応力の影響、施工中と完成系でねじり等の向きが変わることなどについても注意が必要である。このような架設時の橋の応力状態の変化や残留に関しては、後に点検や修繕を行うときに必要な情報となるので、施工中に適切に計測、管理し、工事図書として記録に残しておくのがよい。

また、道示Ⅰ〔4.3〕及び同解説のとおり、これまでのコンクリート橋とは剛性が異なったりすることも考えても、断面のせん断変形やそり・ねじり変形に対して一定の抵抗を有するように橋としての立体機能を確認するための部材を配置するなど、棒部材と仮定して作用断面力を算出したり、強度の算出を行ったりすることができる前提条件が担保されるような構造とするための設計が行われることになる。また、断面のせん断変形やそり・ねじりについて計算を行った場合でも、できるだけ二次応力が小さくなるような形状や接合構造となるような配慮が必要になる。たとえば、隔壁形状や間隔については、鋼橋の設計も参考に、①断面変形による二次応力を小さくできること、②集中力に対する力の伝達を考慮して、隔壁の

形状や、隔壁がとりつく橋本体側における集中荷重作用点の構造や反力を取れるだけの剛性の付与、③計算上は顕著とならないそりやねじりに対しても断面の形状保持や立体的な応答の制御という観点を適切に考慮して、設計する必要がある。

接合については、今回、道路橋示方書Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編での新たな規定がされており、鋼とコンクリートの接合についても規定されていることに留意し、設計する必要がある。

2 編 上下部接続部

1 章 支承部

1.1 一般

| |
|-------------------------------------|
| 支承形式は、「道路橋支承便覧〔2.4〕」の観点で検討した上で選定する。 |
|-------------------------------------|

【解説】

設計で前提とした施工の条件やその他の必要な性能を満足する各部の状態を設計図書等に明らかにし、最終的に維持管理段階に引き継がれるべき各種の記録などの情報なども施工に確実に引き継がなければならない。

2章 落橋防止システム

2.1 一般

落橋防止システムについては、道示V〔13.3〕の規定による。

3章 遊間及び伸縮装置

3.1 遊間

- (1) 遊間量は、道示I〔10.2〕及び道示V〔13.2.1〕の規定により算出するものとする。
- (2) 遊間量の余裕量は、橋の規模や施工誤差等の条件に応じて定めるものとする。
- (3) 設計で前提とした余裕量等の諸条件は、設計図等に明示し施工に確実に引き継ぐものとする。

【解説】

(2)(3) 従前の道路橋示方書の解説には、余裕量の目安となる数値があったが個別の条件によって異なり一律に設定できるものではないことから改定された道路橋示方書の解説には数値は示されていない。施工誤差に関しては、土木工事施工管理基準及び規格値（国土交通省）の値を参考にしたり、また、道路橋示方書の解説にあった数値を参考に橋毎に余裕量を設定する必要がある。それらの値や従前の道路橋示方書の解説に記載のあった数値等を参考に、橋梁ごとの条件に応じて設定する必要がある。なお、設計で前提としている諸条件が満足されるよう施工するために、余裕量については施工に確実に引き継がなければならない。また、設計で前提とした施工の条件やその他の必要な性能を満足する各部の状態を設計図書等に明らかにし、最終的に維持管理段階に引き継がれるべき各種の記録などの情報なども施工に確実に引き継がなければならない。

3.2 伸縮装置

3.2.1 伸縮量

- (1) 伸縮量は、道示I〔10.3.3〕及び道示V〔13.2.2〕の規定により算出するものとする。
- (2) 伸縮量の余裕量は、橋の規模や施工誤差等、実状に応じて定めるものとする。
- (3) 設計前提とした余裕量等の諸条件は、設計図等で明らかにし施工に確実に引き継ぐものとする。

【解説】

(2)(3) 3.1 遊間と同様の考え方である。なお、伸縮装置に関しては、余裕量だけでなく基準温度、コンクリートの材齢等も設計で前提とした条件であるため、施工に確実に引き継がなければならない。また、設計で前提とした施工の条件やその他の必要な性能を満足する各部の状態を設計図書等に明らかにし、最終的に維持管理段階に引き継がれるべき各種の記録などの情報なども施工に確実に引き継がなければならない。

3.2.2 積雪寒冷地における配慮事項

- (1) 伸縮装置の形式選定は、必要伸縮量を基本として、耐久性、平坦性（走行性）、排水性、水密性（止水性）、施工性、維持管理性および経済性等を考慮して形式を選定する。
- (2) 積雪寒冷地域において、鋼フィンガージョイントを選定する場合は形式により伸縮装置隙間に雪が押し込まれる影響を検討する。
- (3) 雪荷重を考慮する地域にあつては、除雪作業に配慮した構造を検討する。

【解説】

(1) 水密性（止水性）が低下し伸縮装置からの漏水により桁端部周辺部材への変状が多く発生していることから、水密性を有する構造を選定するとともに、止水材は十分な防水性、耐久性を有するものを採用することが望ましい。特に積雪寒冷地域において、凍結防止剤を散布する路線で伸縮装置からの塩分を含んだ漏水により、鋼部材の腐食やコンクリート部材の塩害あるいは塩害・凍害の複合劣化などの損傷が著しくなる傾向があることから、二次止水機能を有する構造を採用することが望ましい。

(2) 鋼フィンガージョイントは、フィンガー状のフェースプレートフランジプレートに乗せて支持させる支持式と、支持させない片持式がある。片持式では冬期にフィンガー間に雪や土砂が堆積、凍結する状況において通行車両の輪荷重が止水材を押し込み、止水材や支持金具が破壊することで止水機能が低下する事例が確認されている¹²⁾。

なお、道路橋示方書ではそれを荷重として扱い、何らかの設計計算を行い対応することは困難と考えているので荷重として与えていないが、必要に応じて構造上の配慮をしておくのがよい。

(3) 雪荷重を考慮する地域にあつては、除雪作業時のスノーブラウ接触に起因する損傷対策として、スノーブラウ防護材または誘導板を取り付けることが望ましい。スノーブラウ誘導板は、有効幅員の中にあるリブ間隔に留意し、設置間隔を検討する。また、伸縮装置の構造が中央分離帯等により上下線で分離されている場合は、進行方向の前面側のみの設置でもよい。

参考文献

- 3.2.1) 東北地方整備局：設計施工マニュアル(案) [道路編]、2016.3
- 3.2.2) 東北地方整備局道路部、東北技術事務所：東北地方における道路橋の維持・補修の手引き(案)【改訂版】、2017.8

3編 下部構造

1章 一般

1.1 設計水位、浮力

設計水位、浮力は、道示Ⅰ〔8.9〕による。

1.2 土圧

土圧は、道示Ⅰ〔8.7〕による。

1.3 側方移動

側方移動は、道示Ⅳ〔8.6〕による。

1.4 地質調査

地質調査は、道示Ⅳ〔8.6〕による。

【解説】

(1) 支持層の傾斜・方向に関する留意事項

既往の地質横断面図において、地表面と中間層や支持層の傾斜方向が異なっている場合、中間層や支持層の傾斜が間違っていることも考えられる。このような場合は、周辺の地形（山地の傾斜方向、海岸線の方
向、河川流下方向等）を確認のうえ、追加地質調査を行い、地層、支持層の傾斜を確認するのがよい。

1.5 構造細目

- (1)下部構造の構造細目は、道示Ⅲ、道示Ⅳ、道示Ⅴの各章に規定される内容を満足する。また、**2章コンクリート橋 2.1.1.1 コンクリート**に準拠する。
- (2)下部構造のコンクリートの設計基準強度は 30N/mm^2 を標準とする。
- (3)過密配筋の設計によりコンクリートの充填不足が想定される場合は、構造の諸元を再検討するとともに、高流動コンクリートの使用も検討するなど、施工性と品質の確保に必要な対応を行う。

【解説】

道示Ⅳ〔6.2〕にも解説されているとおり、下部構造においては、SD345を用いる場合でも設計基準強度 30N/mm^2 のコンクリートを選定するのが望ましいとされていることや実績を踏まえて、今回コンクリートの設計基準強度を 30N/mm^2 を標準とすることを提案した。

施工性及び品質確保の観点から、高流動コンクリートや強度の高い鉄筋も検討するのがよい。

2章 橋台

2.1 一般

2.1.1 一般

橋台の設計は、道示Ⅲ、道示Ⅳ、道示Ⅴの規定による。

2.1.2 構造細目

橋台の構造細目は、道示Ⅳの各章に規定される内容を満足する。

【解説】

(1) 橋台の形状寸法に関する留意事項

- ・橋台の全高(H)は 0.1m 単位を原則とするが、設計計算モデルに用いる橋台の全高(H)については 0.5m 単位に丸めてもよい。これは、ボーリングの N 値データが 1m ピッチでしかないなどの地盤条件設定状況に対して、過度に細かい単位での設計計算は時間を要するだけで意味が薄いことを考慮したものである。特に、設計最終段階で求められる査高と当初想定値との差異により、全体系の再解析に至る手戻りが発生すると影響が大きいことから、設計計算上は全高を 0.5m 単位に丸めてもよいこととした。
- ・フーチング幅(B)について、橋軸方向は 0.5m 単位、橋軸直角方向は 0.1m 単位を原則とするが、杭基礎のうち最小杭間隔で幅が決定される場合、または障害物、用地境界などによりフーチング幅が決定される場合は 0.1m 単位とする。
- ・橋台の全高およびフーチング幅以外の各部材寸法は、原則として 0.1m 単位とする。

(2) 橋座部の設計にあたっての留意事項

a) 橋座面の滞水対策

橋座面の滞水対策として、雨水の浸入による桁端部及び支承部の劣化の促進を防ぐため、橋座部には排水勾配を付けること。なお、橋座部の排水勾配は 1～3%程度とし、躯体前面側に排水することを標準とする。

b) 橋座部桁下高さ

橋座面の環境対策として、高さの低い支承を有する鋼橋の場合には、台座コンクリートを設け、風とおしをよくするなど設計上留意すること。

橋座部の台座高さは 100mm 以上とし、桁下高さは支承更新時のジャッキアップ機材の作業空間等も踏まえ、I 桁橋 400mm 以上、箱桁橋 500mm 以上確保することが望ましい。

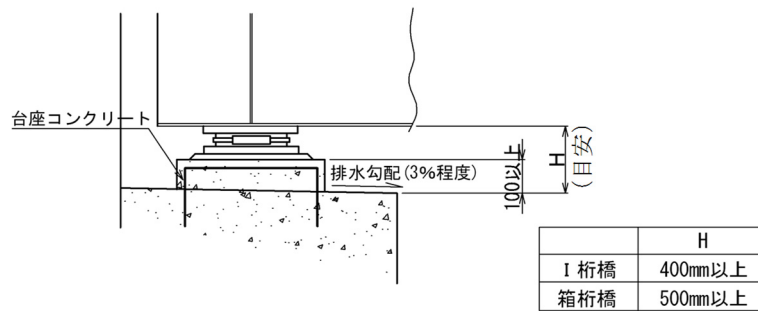


図-2.1.1 橋座部の設計例

出典：中国地方整備局 土木工事設計マニュアル

2.2 逆T式橋台

逆T式橋台の設計は、道示Ⅳ〔7.4〕による。

2.3 ラーメン式橋台

ラーメン式橋台の設計は、道示Ⅲ〔15章〕による。

2.4 箱式橋台

箱式橋台の設計は、道示Ⅳ、道示Ⅲによる。

【解説】

(1) 箱式橋台の設計上の留意事項

- ・ 上部構造反力、自重および土圧などによる全体としての曲げモーメントおよびせん断力は、前壁の一部を圧縮フランジ、後壁の一部を引張フランジおよび隔壁(あるいは側壁)をウェブと考えた T 形ばりによって受け持たれると考え、前壁や後壁などは土圧等を主部材部である T 形ばりに伝達する部材とみなして設計する。
- ・ 蓋版は自重、上載土重量および活荷重をうける橋軸直角方向に連続の全辺単純支持の版とみなして設計する。
- ・ 後壁、前壁および側壁は施工時および完成時に偏土圧および地震力を受ける版として設計する。
- ・ 橋台内に水が残留することは構造および機能上、避ける必要があり、このための水抜き孔を設けるとよい。

2.5 盛りこぼし橋台

盛りこぼし橋台の設計は「高盛土部の橋台形式に関する検討（その1～その2）報告書、欽明路高架橋の盛りこぼし橋台の設計、高盛土の橋台形式に関する技術検討報告書」によるものとする。

【解説】

(1) 盛りこぼし橋台の採用にあたっての留意事項

山岳地域で盛土高の高い区間に橋台を置く場合、橋台は非常に大規模なものになるので、杭基礎で支持された逆T式の小橋台を設けた方が経済的となる場合がある。しかし、この形式は盛土の物性値により影響を強く受け、フーチング下面より下方の盛土部分において基礎構造に作用する土圧についても未解明な点があるので、この形式を採用する場合には、良好な地盤上の盛土部の縁端部に設置し、盛土材料の物性、盛土の施工管理等に十分な検討を行わなければならない。また基礎構造は杭基礎として現地盤中の支持層で確実に支持させるものとし、地形、地盤条件を考慮して十分安全性を検討する必要がある。

参考文献

2.5.1) 高盛土部の橋台形式に関する検討（その1～その2）報告書：昭和62年～昭和63年（財団法人高速道路技術センター）

2.5.2) 欽明路高架橋の盛りこぼし橋台の設計：平成3年11月橋梁Vol.27（中村雅彦、大本英輝）

2.5.3) 高盛土の橋台形式に関する技術検討報告書：平成9年～平成13年（財団法人高速道路技術センター）

2.6 橋台部ジョイントレス構造

橋台部ジョイントレス構造は、道示IV〔7.8〕による。

【解説】

(1) 橋台部ジョイントレス構造の設計にあたっての留意事項

- ・橋台部ジョイントレス構造の設計にあたっては『橋台部ジョイントレス構造における鋼-コンクリート接合構造の設計・施工手法に関する共同研究報告書（その2）』を参考にすること。

参考文献

2.6.1) 橋台部ジョイントレス構造における鋼-コンクリート接合構造の設計・施工手法に関する共同研究報告書（その2）：平成29年8月（(国研) 土木研究所、大阪工業大学、(一社) 日本橋梁建設協会）

2.7 パラペット

パラペットの設計は、道示IV〔7.4〕による。

2.8 ウイング

ウイングの設計は、道示IV〔7.4〕による。

2.9 橋台背面アプローチ部

橋台背面アプローチ部の設計は、道示Ⅳ〔7.9〕による。

2.9.1 踏掛版

踏掛版の設計は、道示Ⅳ〔7.9〕の規定による。

3章 橋脚

3.1 一般

橋脚の設計は、道示Ⅲ、道示Ⅳ、道示Ⅴの規定による。

3.2 鉄筋コンクリート橋脚

3.2.1 一般

鉄筋コンクリート橋脚の設計は、道示Ⅳによる。

3.2.2 構造細目

構造細目は、道示Ⅳの各章に規定される内容を満足する。

【解説】

(1) 橋脚の形状寸法に関する留意事項

数量の丸めについては橋台に準じるものとする。

3.3 鋼製橋脚

3.3.1 一般

鋼製橋脚は、道示Ⅱ、道示Ⅳ、道示Ⅴによる。

3.3.2 鋼製橋脚の使用材料の留意事項

鋼製橋脚に SM570、SMA570W、SBHS400、SBHS400W、SBHS500 及び SBHS500W を用いる場合は、道示Ⅴ〔9.4〕に規定されている限界ひずみは適用できない。SM570、SMA570W、SBHS400、SBHS400W、SBHS500 及び SBHS500W を採用する場合は、鋼材の機械的性質及び塑性履歴特性も影響も十分に把握したうえで、実験等により鋼製橋脚の耐力及び変形能や、その信頼性、再現性を把握する必要がある。

【解説】

SM570、SMA570W、SBHS400、SBHS400W、SBHS500 及び SBHS500W を用いた鋼製橋脚の水平耐力や塑性変形能に関する研究はいずれも少なく、特に実際の鋼製橋脚と同様の縦リブ配置等の構造諸元を有する供試体を用いた実験データは非常に少ない。道示Ⅴ〔9.4〕に規定される限界ひずみを用いて塑性変形能を評価すると過大評価する可能性があることが指摘されている。そのため、これら構造用鋼材を使用した鋼製橋脚に塑性化を期待する設計を行う場合は十分に注意する必要がある。特に、SBHS500 及び SBHS500W はより一層慎重に検討する必要がある。

3.3.3 構造細目

鋼製橋脚の構造細目は、道示Ⅴ〔9.5〕に規定される内容を満足する。

3.3.4 鋼製橋脚と基礎の接合部

鋼製橋脚と基礎の接合部は、道示Ⅲ〔7章〕及び道示Ⅴ〔9.6〕による。

【解説】

鋼製橋脚と基礎の接合部は、共通編を満足するように設計する。

そのために、部材単位、かつ、上部構造、下部構造、上下部接続部の単位で性能を満足させることで、橋の性能を満足させるように設計する場合には、道路橋示方書の関連するすべての編を適用して最も適当な方法で設計しなければならない。

4 章 基礎構造

4.1 杭基礎

| |
|--------------------------|
| 杭基礎の設計は、道示Ⅳ〔10 章〕の規定による。 |
|--------------------------|

【解説】

(1) 岩盤に対する杭の支持力に関する取り扱いについて

道示Ⅳ〔10 章〕においては、岩盤に対する杭の支持力に関して明確に支持力推定式が示されておらず、一般的な支持層の選定法や極限支持力度の評価法が明らかとなっていない。そのため、岩盤への杭基礎の支持を検討する場合は、「杭基礎設計便覧」の参考資料 4 を参考とするとよい。

(2) 場所打ちコンクリート杭の鉄筋かごの計画に際しての留意事項

「場所打ちコンクリート杭の鉄筋かご無溶接工法 設計・施工ガイドライン」に基づき設計して、設計図面を作成する。

(3) 中掘り杭工法（コンクリート打設方式）の支持力に関する取り扱いについて

当該工法の採用にあたっては、「中掘り杭工法（コンクリート打設方式）の取り扱いについて」の事務連絡（国土交通省 都市局・道路局、令和 2 年 1 月 29 日発出）に基づき行うとともに、コンクリート打設方式を用いる場合の支持力の設定等に関する留意点については、「杭基礎設計便覧」の参考資料 4 を参考とするとよい。

参考文献

4.1.1) 杭基礎設計便覧（令和 2 年 9 月）：公益社団法人日本道路協会

4.1.2) 場所打ちコンクリート杭の鉄筋かご無溶接工法 設計・施工に関するガイドライン：一般社団法人日本基礎建設協会

4.1.3) 中掘り杭工法（コンクリート打設方式）の取り扱いについて：事務連絡 国土交通省 都市局・道路局（令和 2 年 1 月 29 日）

中掘り杭工法（コンクリート打設方式）による杭の設計・施工について

中掘り杭工法のうち、杭先端部の内部にコンクリートを打設するコンクリート打設方式を用いた場合、道路橋示方書Ⅳ下部構造編（以下、道示Ⅳ）10.5.2（4）2）ii）に規定する式(10.5.4)に用いる杭先端の極限支持力度の特性値 q_d に、表-10.5.2 の場所打ち杭工法の値を用いることができる条件は以下の通りである。

なお、杭先端において既製杭と打設コンクリートの一体性が不十分であれば、想定する先端支持力が得られないことに注意して慎重に施工する必要がある。

- 1) 杭先端部の内部に水中でコンクリートを打設する場合のコンクリートの強度は道示Ⅳ 5.2.6 に規定する表-5.2.2 に従って定めること。また、打設にあたっては、道示Ⅳ 15.8.8 の規定に従うこと。
- 2) 杭体内部に打設するコンクリートの強度及び充填範囲並びに杭体内側の構造は、設計で想定する杭先端の極限支持力度の特性値 q_d に相当する力が作用した場合に、杭体と充填したコンクリートとの一体化が確保されていることが確認された構造であること
- 3) 支持層内の掘削にあたっては、道示Ⅳ 15.7.10(4)の規定に従い、以下の条件を満足すること。
 - i) 道示Ⅳ 15.7.10(5)
 - ii) 地下水以下の掘削や不透水性層下の高い水頭を有する地下水のある場合等で、ボーリングによる孔底崩壊防止策として孔内注水を行う等、場所打ち杭（オールケーシング工法）における先端地盤の乱れを最小限に留める対策と同程度に先端地盤の乱れを最小限に留める対策を行うこと
 - iii) 掘削の際に拡径を行う場合は、杭径以上の拡大掘りを行わないとともに、オーガ駆動装置の電流値の増加による確認に加え拡翼の事実が痕跡として残る機構を設け記録する方法など、所定の範囲で掘削されていることが確認できる施工管理方法が用いられていること
- 4) 沈設にあたっては、道示Ⅳ 15.7.10(7)の規定に従うとともに、掘削の際に拡径を行う場合は、所要の根入れが確保される位置まで掘削した後、杭体底面に掘削くずやスライムが残らないように除去した上で、杭体を沈設すること
- 5) 孔底処理にあたっては、道示Ⅳ 15.8.6 の規定に従うとともに、コンクリート充填区間の杭体内を清掃・洗浄し、掘削くずやスライムの除去等を行われ、これらが適切になされていることが確認できること。ずれ止めを設置する場合は、ずれ止めが破損していないことが確認できること。確認にあたっては、例えばカメラ等を用いればよい。

以 上

4.2 深礎基礎

深礎基礎の設計は、道示IV〔14 章〕の規定による。

4.3 ケーソン基礎

ケーソン基礎の設計は、道示IV〔11 章〕の規定による。

4.4 鋼管矢板基礎

鋼管矢板基礎の設計は、道示IV〔12 章〕の規定による。

4.5 地中連続壁基礎

地中連続壁基礎の設計は、道示IV〔13 章〕の規定による。

4 編 付属物

1 章 一般

1.1 付属物等の前提条件

付属物等は、橋が所要の性能を発揮するうえで重要な設備等であることから、橋の設計段階で付属物等の形式・施工性・安全性・維持管理などを検討する。

付属物等の検討においては、付属物本体のほかに、橋本体への設置方法とその状態に留意しなければならない。これは、設置方法が不適切であれば、付属物等がその機能を発揮できず橋が所要の性能を発揮できないだけでなく、第三者被害などの重大事故につながるからである。

付属物等をコンクリート部材に対してアンカーを用いて設置する場合にあと施工アンカーを使用する場合には以下の事項に留意する。

- (1) 本体構造の性能に影響を与えないような使い方をする。
- (2) 製品に規定されている強度発揮の前提条件を遵守する。
- (3) 所要の強度を発揮するために必要なコンクリート部材の前提条件を確認する。
- (4) 現地状況や使用する製品の特徴に応じて必要な確認を行う。

【解説】

(1)あと施工アンカーを使用する場合には、以下の事項について留意しなければならない。なお、埋め込みアンカーについても、共通する事項について留意しなければならない。

- ・鋼材長不足
- ・斜め削孔
- ・鋼材破断
- ・鋼材腐食
- ・充填不足
- ・硬化不良
- ・付着不良
- ・削孔径大
- ・削孔長深
- ・拡張不足

(2) 製品に規定されている強度発揮の前提条件を遵守すること。

- ・製品の許容荷重や材料強度
- ・製品の許容荷重や材料強度の根拠
- ・製品の適用条件
- ・施工管理方法や試験方法

など

(3) 所要の強度を発揮するために必要なコンクリート部材の前提条件を確認すること。

- ・設置位置のコンクリートのかぶり厚さや配筋状況
- ・コンクリートの劣化の有無

など

(4) 現地状況や使用する製品の特徴に応じて必要な確認を行うこと。

- ・現地状況や使用環境

など

2章 排水計画

2.1 排水装置

車両の走行安全性を確保するために橋面の滞水は避けることが必要であり、排水装置は、橋面の水を速やかに外部へ排出する計画とすることが重要である。

2.1.1 排水柵

排水柵の設置間隔は20m以下を基本とするが、道路の幅員や勾配等設置条件によって異なるものであるため、必要に応じて計算により設置間隔を決定する。

縦断勾配および片勾配の関係で橋面が凹になる場合には、必ずその凹部の最低部に排水柵を設けることとし、その前後3～10m程度離しかつ床版等への影響を考慮した位置に1箇所ずつ設けることが望ましい。また、伸縮装置近くに排水柵を設けて伸縮装置への流入量を極力減じる等配慮する。

2.1.2 排水管

排水管の材質は、硬質塩化ビニール管を標準とするが、積雪寒冷地及び衝撃や振動を受けやすい箇所では、一般構造用炭素鋼管を使用するなど排水管の劣化や破損により橋本体に深刻な悪影響を及ぼさないよう配慮する。なお、標準以外の材料を用いる場合は、要求される特性を有するとともに安定した品質が確保されていることを確認する。

2.1.3 排水流末

排水管の末端は、一般の河川上の橋梁で排水を垂れ流して処理する場合は、排水管からの排水が橋本体に飛散し腐食するなどの悪影響を及ぼさないよう排水管の末端処理を行う。また、桁端部では、排水管等から橋面水が橋座に流れ込まないようにするとともに、下部構造周辺では、土砂洗掘に留意し流末処理を適切に検討する。

また、排水装置の配置は排水管の損傷等の事態を想定して、橋体、落橋防止システム及び付属物（検査路・添架物等）に対して影響のない箇所に計画するのが望ましい。箱桁や鋼製橋脚の内部に配管する構造を計画する場合は、漏水があった場合でも内部に滞水しにくいように水抜きを設けるなどの漏水対策を施すものとする。

2.2 床版防水

2.2.1 一般

- | |
|--|
| (1) 橋面舗装をアスファルト舗装とする場合は、橋梁の床版全面に防水層を設置する。 (2) コンクリート床版の車道部及び歩道部（マウントアップ構造の場合も含む）は全面に施工する。 (3) 鋼床版は基層にグースアスファルトを施工する場合を除き、コンクリート床版と同様とする。 |
|--|

【解説】

- (1) 橋面舗装をコンクリート舗装とする場合は防水層を設置しないが、舗装コンクリートと床版コンクリートと一体の構造となるように、両者を同時に打設する等の施工上の配慮が必要となる。
- (2) コンクリート床版に雨水等が浸透すると、床版内部の鉄筋や鋼材を腐食させるばかりでなく、コンクリートの劣化を促進し、床版の耐荷力や耐久性に著しく悪影響を及ぼす。また、歩道部の床版と舗装の間には、碎石や砂が充填されていることが多いが、舗装面から浸透した雨水等がこの部分に滞水すると、床版に影響を及ぼす可能性がある。
- (3) 鋼床版の基層にグースアスファルトを用いることで床版防水の役割を果たすことができるが、基層にグースアスファルトを用いない場合は、鋼床版上に滞水することにより床版そのものが腐食するなど、床版の耐荷力や耐久性に悪影響を及ぼす原因となるため、防水層を設けることとした。

2.2.2 防水層の設計

- | |
|--|
| (1) 床版防水は床版、床版防水層、舗装、排水設備が一体となって機能するものとする。 (2) 防水層の選定 床版防水層は、道路の重要性や橋の構造、床版の種類や供用環境、施工環境を勘案したうえで選定する。 (3) 施工範囲 防水層は、床版の車道部及び歩道部（マウントアップ構造の場合も含む）全面に防水工を施工する。防水層の立ち上げ処理等の端部処理方法は、「道路橋床版防水便覧」を参照すること。 (4) 排水処理 防水層上に溜まった水は、舗装と床版を劣化させる原因となるので、排水枡への水抜孔および導水パイプの適切な配置により、速やかに排除する。防水層上の排水形状等については、「道路橋床版防水便覧」を参照すること。 |
|--|

【解説】

- (1) 床版防水は、床版の性能を低下させる劣化因子を抑止し、かつ橋面に滞留する雨水などを速やかに排水するなど、橋梁構造物全体として最適に機能するように設計する必要がある。
- (2) 床版防水層は、シート系床版防水層（流し貼り型、加熱溶着型、常温粘着型）、塗膜系床版防水層（アスファルト加熱型、ゴム溶剤型、反応樹脂型など）など、様々な種類の防水材が存在している。
- (4) 防水層からの漏水は、狹隘部や舗装のつなぎ目および歩車道境界部の防水層の一体化が困難な箇所、伸縮装置付近や排水枡および地覆端部の転圧不足箇所、防水層の立ち上げ部等で生じていることが多い。これらの箇所では、複雑な形状に追従し易い防水材料の選定をするとともに、適切な目地や防水層の立ち上げ方法等を十分に検討して漏水が生じないよう配慮する。

また、防水層上に雨水が滞水すると舗装の損傷を誘発し、ひいては防水層の損傷につながるため、縦断・横断勾配、歩道構造等を考慮し、滞水が生じにくい排水枘や床版水抜きパイプの配置等の排水計画を行う。

3章 点検施設

3.1 検査路

3.1.1 一般

道路橋に設置する検査路について、検査路設置（使用）の目的を達成するために、検査路の配置計画の策定、検査路の設計および維持管理を行う。

【解説】

個々の橋梁毎に必要な時期に、維持管理計画に基づく初期の点検活動および保守活動を明確にしたうえで、個々に設置の必要性や構造・寸法を検討することとしているため、必ずしも画一的な検査路とはならない。したがって、使用目的との整合性を図り、過不足のない検査路整備を行うのがよい。

3.1.2 目的

検査路は、上部構造、支承、伸縮継手、落橋防止システム、下部構造および付属物（排水設備など）について、必要な箇所を必要な時期に、維持管理計画に基づく点検活動および保守活動が確実かつ容易に行えることを目的として設置する。

【解説】

橋梁の点検体系は、通常点検、定期点検、中間点検、特定点検、異常時点検、詳細調査および追跡調査で構成されている。これらの点検のうち、近接目視を原則とする場合や詳細調査、追跡調査においては、通常足場が必要となり、地震後の異常時点検においては、支承部などへの迅速な近接が必要となる。一方、適切な点検計画の立案や足場架設計画の立案の際には現地踏査が必要となり、検査路はこの現地踏査時の通路としても有用である。とくに、河川橋、跨線橋、跨道橋などでは、迅速な点検活動や保守活動を行ううえで、検査路の整備が有用である。

上部構造検査路、下部構造検査路および昇降設備は、通常点検時に伸縮装置の異常段差や路面の異常が確認された際に、その損傷状況を橋梁下面から目視確認する場合に有効である。下部構造検査路と昇降設備は、近接目視を原則とする定期点検や地震後の異常時点検などにおいて、支承、橋座面への近接に有用である。また、単に通路としての機能だけでなく、点検活動や保守活動に直接利用できる場合もある。

なお、検査路を点検活動や保守活動の足場とする場合には、作業内容を考慮して、構造、設置位置および設置条数を十分に検討する必要がある。つまり、点検活動および保守活動が確実かつ容易に行えるよう、近接手段を含む維持管理方法を踏まえ、必要な箇所に検査路を設置するのがよい。

検査路については、橋の置かれる状況、将来を含む橋の状態、将来に渡るリスク低減についての最新の知見に基づき見直されるべきものであり、構造特性および架橋位置などの条件をもとに、検査路と橋梁点検車などの他の点検施設などを経済性を含めて総合的に検討し、設置の要否を判断することが必要である。

3.1.3 配置計画

(1) 検査路は、個々の橋梁の架橋条件、構造特性などを考慮して、点検活動または保守活動を適切に行うために以下に示す事項が達成できるよう配置する。

- ・検査路のみで、必要な箇所容易にアクセスでき、必要な作業が行えるものとする
- ・点検活動または保守活動が検査路以外の手段を利用し、または併用することによって容易に行える。

(2) 橋梁毎に行われる点検活動を前提として、安全性、確実性、効率性、経済性の観点から検査路の設置計画を立てるものとする。また、検査路を活用して行う保守活動を特定し、検査路の配置計画に反映させる。

【解説】

(1) 本節にしたがって計画される検査路の設置位置や構造については、橋の規模や架橋環境によって橋梁毎に異なるものとなるため、一般的な配置計画を示すことはかえって画一的な対応による不経済・不合理なものとなる恐れもあるので示していない。

点検活動または保守活動の適切性を検討するうえで参考となる事項について、代表的なものを以下に列記する。

1) 常設検査路の設置範囲

- ・5年毎の定期点検で近接すべき箇所へのアクセス
- ・地震後の緊急点検において、迅速に供用性を判断するために、近接することが不可欠な部位の点検方法とその容易さ
- ・設計において地震時に塑性化することを考慮した部位
- ・当該橋の耐荷力（供用性、余震に対する構造安全性）上重要な部位

2) 交差物件との関係

- ・鉄道や他の道路との交差箇所に対する、5年毎の定期点検で近接すべき箇所へのアクセス性
- ・橋梁架橋位置の土地利用条件（検査路アクセス箇所の管理敷地、用地の確保状況）

3) 交通規制、構造特性など

- ・点検、保守活動の交通規制（片側交通規制、通行止めなど）方法
- ・点検活動の障害物（遮音壁、落下物防止柵など）の状況
- ・橋梁の構造特性（小数主桁などの張出しの長い床版など）

4) 足場用吊り金具

- ・常設検査路の設置は不要と判断し、仮設足場で対応する場合、足場用吊り金具を事前に設置することが重要。この際、吊り金具の防せい防食に留意。

また、容易なアクセスについては、点検活動、保守活動が満足にできることを前提として、常設検査路以外の検査路、梯子、高所作業車、橋梁点検車などを適切に組み合わせるのがよい。

1) 橋台へのアクセス

- ・法面などを利用した橋台背面からの歩行通路の確保。この場合、適切な駐車スペースも合わせて検討する必要がある。

2) 橋脚へのアクセス

- ・降下型昇降設備の場合、駐車スペースから設備までの安全通路の確保が必要である。
自動車専用道路では、橋梁上に監査歩廊の設置も必要となる場合があり、地上からの登り型設備との比較が必要である。

- ・登り型昇降設備へのアクセスでは、橋梁下の状況（異常時の状態）を想定し安全な通路の確保または車輛（点検車、資器材運搬車、連絡車）による進入の可否についても検討する必要がある。

3) その他

- ・アクセス路については、進入路と進出路の2系統を確保しておくことが望ましい。

(2) 点検活動を検討するうえで、前述の(1)に示した事項を参照しつつ、橋梁毎に行われる点検活動においては、次の考慮すべき点に留意して配置計画を検討するのがよい。

1) 定期点検

5年に1度の頻度を標準として、すべての部材、部位に近接することが求められることから、点検作業の効率性のみならず長期的な経済性についても十分検討したうえで、合理的な配置計画を立てることが必要である。

2) 特定点検

設置計画には、少なくとも次の特定点検について、必要に応じて考慮しなければならない。

- ・コンクリート橋の塩害に関する特定点検要領（案） H16.3 国道・防災課
- ・道路橋のアルカリ骨材反応に対する維持管理要領（案） H15.3 国道・防災課
- ・橋梁基礎の洗掘に係る点検実施要領 H19.10 国道・防災課
- ・附属物（標識、照明施設等）点検要領（案） H31.3 国道・技術課
- ・橋梁における第三者被害予防措置要領（案） H28.12 国道・防災課

3) 異常時点検

地震時は、橋梁の健全性や安全性の評価について、予定する時間内に適切に行えなければならない。とくに大規模地震では、足場・点検車などの手配に支障が生じる場合もあり、点検の確実性の確保が必要である。

異常気象時においても、地震時と同様に配慮しておくことが重要である。

4) 通常点検

損傷の早期発見のために高頻度で行われる巡回点検であり、必ずしもすべての部材に高度に近接することは行わず、第三者被害や重大な異常を早期に発見することを主眼に行われるものである。このため、通常点検で発見可能な損傷と部位をあらかじめ特定したうえで、当該部位への近接が容易となるよう考慮しなければならない。

3.2 吊金具

鋼橋の足場用吊金具は、構造形式・施工性・安全性・維持管理・景観を考慮し設置の有無や箇所を検討する。また、吊金具の取付方法で溶接継手を用いる場合は、すみ肉溶接サイズを4mm以上とする。

【解説】

(1) 溶接継手

吊金具のすみ肉溶接サイズは、4mm以上とするが、荷重条件等により計算をとまなう場合は、道示Ⅱによること。

(2) 設置例

設置間隔は、Aタイプは足場の許容載荷荷重等を考慮して1.8m以下、Bタイプは型わく材の許容載荷荷重等を考慮して1.0m以下とするのがよい。

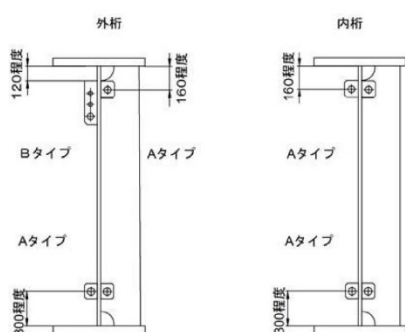


図-3.2.1 桁高が1.8m未満の場合

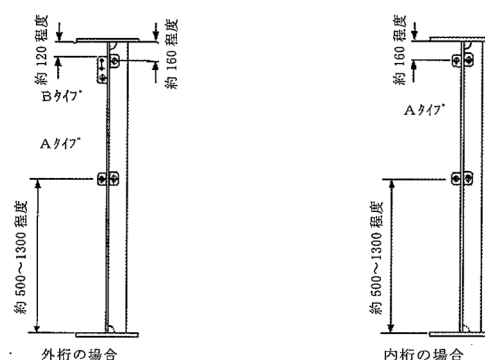


図-3.2.2 桁高が1.8m以上の場合

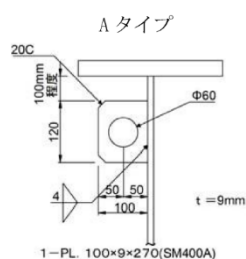


図-3.2.3 吊り金具タイプA

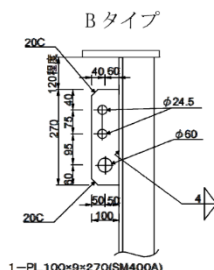


図-3.2.4 吊り金具タイプB

出典：足場工・防護工の施工計画の手引き（鋼橋架設工事用） 平成30年4月改訂版
（日本橋梁建設協会）

コンクリート橋の場合は、吊足場設置用として先付けアンカーなどの設置を検討するのがよい。なお、材質としては耐久性を考慮したセラミックなどが望ましい。

4 章 防護柵

防護柵は、「防護柵の設置基準・同解説（平成 28 年）」による。

5章 中央分離帯転落防止網

5.1 目的

中央分離帯転落防止網は、橋梁及び高架上において発生した事故等で避難する人が、中央分離帯側の防護柵の外側に避難しようとして転落したり、土工部の中央分離帯を歩行して誤って転落する事故を防止するために設置する。なお、交差道路上等では落下物防止も兼ねるものとする。

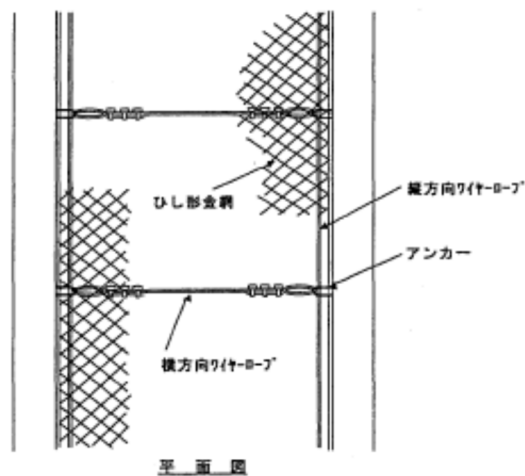
5.2 転落防止網の設置の考え方

橋梁及び高架上の中央分離帯に、人の転落する恐れのある間隙がある場合には転落防止網を設けるものとし、転落防止網を設置できない場合には、現地の状況等を考慮し必要な対策を講じる。

その際、転落防止網を定着するアンカーは、劣化等による落下を防止するため、かぶりにのみ定着せずに、アンカーの埋め込み先端が内部の鉄筋部に到達させる必要がある。また、落下物防止対策と兼用する場合は、落下物の重量に耐えられる性能を有するものとする。

【解説】

転落防止網の対応例を以下に示す。なお、アンカーは、取り付けや耐久性を含め設置位置を検討するとともに、あと施工アンカーの設計上の留意点については4編 付属物 1章 一般 1.1 付属物等の前提条件を参照すること。



出典：四国地方整備局 設計便覧（道路編）

6章 落下物防止柵

6.1 分類

落下物防止柵の種類は、その目的により次の二種類に分類するものとする。

- (1) 落下物防止柵（鉄道部）：鉄道を跨ぐ跨線橋に設置する。
- (2) 落下物防止柵（道路部）：道路を跨ぐ跨道橋および高架橋に設置する。

【解説】

本章で扱う施設は橋梁路面外に土、石、空かん類その他の車両の積載物等が下方の鉄道、道路（高架橋の側道を含む）、民家等へ落下し、被害を及ぼすことを阻止するために橋梁路面の路側帯に設置するものである。

これらの施設の設置高さは路面から、鉄道部用落下物防止柵は 3.0m、道路用落下物防止柵は 2.0m を基本とするが、鉄道部用落下物防止柵は鉄道管理者との協議により決定する必要がある。

6.2 設計条件

荷重設計条件は以下によるものとする。

- (1) 落下物防止柵（鉄道部）：路面より 3m の高さに質量 300kg(3,000N)の積荷が 60km/h、入射角 15°で水平に衝突する荷重とする。

この条件のもとで衝突した部材については塑性変形を許容するものとする。

- (2) 落下物防止柵（道路部）：想定される物品等を適切な荷重に置き換えて設計する。

【解説】

落下物防止柵の設置にあたっては、本線道路利用者及び本線道路に近接する道路、鉄道及び沿道地域などに対して被害が及ぶことのないよう疲労耐久性や冗長性を考慮すること、及び点検や補修等の維持管理に配慮した構造とすることが重要である。

なお、必要に応じて更なる落下対策として二重の安全対策を施すものとする。

- (1) 落下物防止柵（鉄道部）の高さ・荷重については、「NEXCO 設計要領」より算出することが多い。
- (2) 落下物防止柵（道路部）の荷重については、「道路橋耐風設計便覧 日本道路協会」の遮音壁より 2,000N/m² とすることが多い。

6.3 設置箇所及び設置範囲

6.3.1 設置箇所

- (1) 落下物防止柵（鉄道部）の設置箇所
- 1) 鉄道と交差あるいは近接する箇所
- (2) 落下物防止柵（道路部）の設置箇所
- 1) 高速自動車国道、自動車専用道路と交差あるいは近接する箇所
- 2) 一般国道あるいは主要県道と交差あるいは近接する箇所
- 3) 民家を跨ぐ、あるいは近接する区間
- 4) その他、特に設置が必要と認められる区間

【解説】

- (i) 落下防止柵（道路部）の設置は原則として上記(2) 1)～4)の場合とするが、以下の場合は、設置の可否について十分検討するものとする。
- ・交通量が特に少ない一般国道あるいは主要県道の場合
 - ・移管先の道路管理者と協議したうえで意向を確認した場合
- (ii) 落下防止柵は、鉄道、道路、人家等に対する防護を目的としている。なお道路にあるジャンクション橋、インターチェンジ橋等の橋梁も道路の一部である。
- (iii) 落下物防止柵の設置箇所に遮音壁が設置される場合、設置する遮音壁が落下物防止柵に求められる性能（6.2 設計条件）を満足することが確認された場合においてのみ、双方の機能を兼用できるものとする。
- (iv) 近接する区間とは下記の d の値よりも対象施設が本線道路等に近接している箇所をいう。

$$d = V_o \sqrt{\frac{2(H+3)}{g}} \sin 15^\circ$$

H＝対象施設の基面から本線道路等の路面までの高低差(m)

d＝本線道路等の端から対象施設の端までの距離(m)

V_o＝落下物の路外逸脱速度(m/sec) (値は、P3-55 参照)

g＝重力加速度(9.8m/sec²)

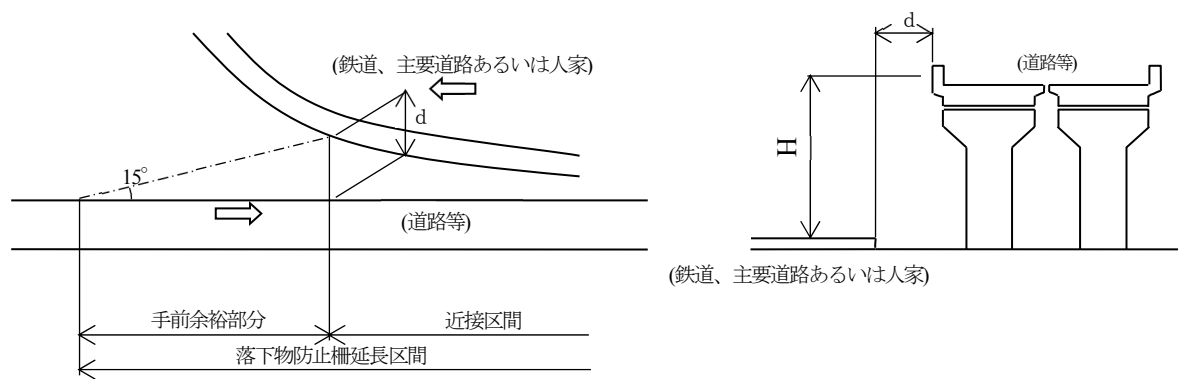


図-6.3.1 近接箇所

出典：北海道開発局 道路設計要領

(v) 落下物防止柵設置箇所は、中央分離帯側も検討するものとする。なお、中央分離帯部の開口幅が狭く、落下物防止柵の設置が非効率となる場合は、開口部を閉塞する等別途検討するものとする。その際に網を使用する場合は、網目寸法が 56mm 以下を標準とする。

出典：北海道開発局 道路設計要領

6.3.2 設置範囲

落下物防止柵の設置範囲は、対象施設と交差または近接している部分に、各々の進行方向の手前余裕部分を加えた範囲とする。

【解説】

手前余裕部分とは図-6.3.1、図-6.3.2に示す部分をいう。

手前余裕部分長 ℓ は次のように表される。

$$\ell = V_o \sqrt{\frac{2(H+3)}{g}} \left(\cos 15^\circ + \frac{\sin 15^\circ}{\tan \alpha} \right)$$

$$\text{但し } \alpha = 90^\circ \text{ の場合 } \ell = V_o \sqrt{\frac{2(H+3)}{g}} \cdot \cos 15^\circ$$

ここに V_o = 落下物の路外逸脱速度(m/sec)

H = 対象施設の基面から本線道路等の路面までの高低差(m)

α = 対象施設と本線道路等の交差する角度

(但し近接の場合は $\alpha = 90^\circ$ として計算する)

g = 重力加速度 = 9.8 m/sec^2

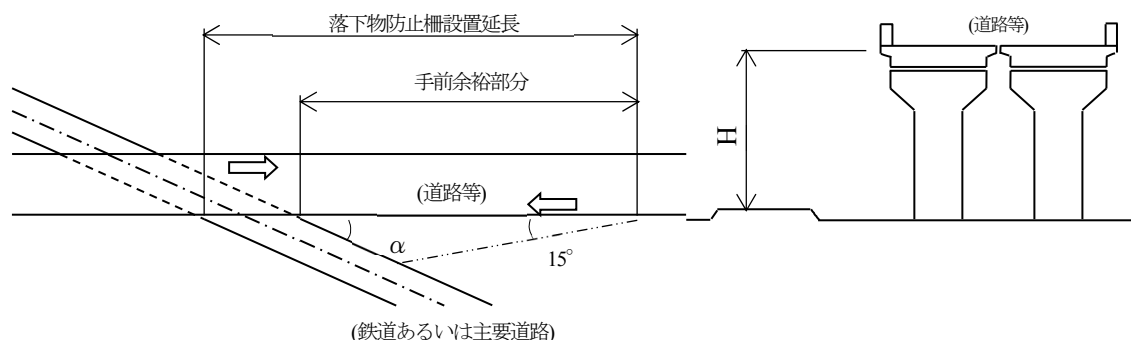


図-6.3.2 設置延長

出典：北海道開発局 道路設計要領

落下物の路外逸脱速度は、下表のとおりとする。

| 道路の区分 | 設計速度 | 防護柵種別 | 衝突速度 | 路外逸脱速度 | |
|--------------------|-----------|-------|--------|--------|---------|
| 高速自動車国道 自動車専用道路 | 80km/h 以上 | SB | 65km/h | 52km/h | 14m/sec |
| | 60km/h 以下 | SC | 50km/h | 40km/h | 11m/sec |
| その他の道路 | 60km/h 以上 | A | 45km/h | 36km/h | 10m/sec |
| | 50km/h 以下 | B | 30km/h | 24km/h | 7m/sec |

※衝突速度を、「防護柵の設置基準・同解説（平成28年）」より、設計速度（重大な被害が発生するおそれのある区画）から選定される防護柵種別を基に設定した上で、それに基づき路外逸脱速度は、衝突速度より低くなるため衝突速度に低減率0.8を考慮し算定することが多い（防護柵設置要綱S47 路外逸脱時の推定速度）。

7章 橋歴版

橋歴板の仕様は、「土木工事共通仕様書」による。

5編 コンクリートの剥落に対する事前対策

1章 はく落防止対策

1.1 一般

はく落防止対策は、橋梁を構成するコンクリート部材の一部が落下して第三者に与える被害を予防することを目的とする。

【解説】

本項に基づく措置は、コンクリート部材の一部が落下することによる第三者被害の重大性に鑑み、橋梁に対してこの予防策を講じることにより第三者被害の軽減を図ることを目的に実施する。

このため本項での対策は、コンクリート部材の一部（コンクリート片）の落下防止を対象としている。したがって、塩害やアルカリ骨材反応によってコンクリート部材全体が著しい損傷を受けて全面的なはく落防止対策等が必要な場合は、別途対策を検討する必要がある。

はく落防止対策を計画する上での調査方法や適用範囲については以下の文献を参考にするのがよい。

参考文献

- 1.1.1) 「橋梁における第三者被害予防措置要領（案）国土交通省 道路局 国道・防災課」（以下、第三者被害予防措置要領）
- 1.1.2) 国総研資料 第 953 号 「コンクリート片落下による第三者被害の予防措置技術の性能試験法に関する調査検討 国土交通省 国土技術政策総合研究所」

1.2 適用範囲

適用範囲は、コンクリート部材の一部が落下する可能性のある全ての部位とする。

【解説】

対象橋梁は、

- ① 桁下を道路が交差する場合
- ② 桁下を鉄道が交差する場合
- ③ 桁下を公園あるいは駐車場として使用している場合
- ④ 近接して側道又は他の道路が併行する場合

等、第三者被害の危険性が想定される橋梁とする。

適用範囲は第三者被害予防措置要領の「付録-Ⅰ 第三者被害を予防するための点検対象範囲」を参考にするのがよい。

1.3 はく落防止対策工の選定

はく落防止対策工は、耐荷性・耐久性・施工品質の確保・維持管理の確実性及び容易さを検討の上、経済性を考慮し対策工を選定する。

【解説】

はく落防止対策工には、構造物の構築後にコンクリート表面に設置する後付けタイプ、コンクリート打設時に型枠内面に張り付ける先付けタイプ、コンクリートに繊維を混入するタイプがある。跨線橋などの場合は施工が困難であるなど、交差条件や施工条件により経済性や施工性に優劣が生じるため、各種性能と併せて施工性も考慮の上、タイプの選定を行うのがよい。

コンクリート片落下事例の調査結果から設定したはく落防止対策に求められる性能の構成要素は以下の通りである。

① 耐荷性

- ・はく落防止対策を設置する構造物で想定される部材の形状・位置や様々な形状および規模のコンクリート片に対して、所要の耐荷力を有していること。

② 耐久性

- ・はく落防止対策が経年的な劣化を生じて、はく落防止性能等の所要の性能が確保できること。
- ・措置対象構造物の供用期間中に、鋼材腐食を助長させる劣化因子の侵入に対して所要の抑制または防止性能を有すること。

③ 施工品質の確保

- ・施工条件(様々な部材の形状や環境条件)に対応した施工が可能であること(適用性を有すること)。
- ・はく落防止性能等の所要の性能を確保できることの前提となる所要の施工品質が確実に得られること。

④ 維持管理の確実性及び容易さ

- ・点検時等、構造物の状態を把握するための調査等が確実にかつ合理的に行えること。
- ・過去の事例の調査により、はく落防止対策を実施した場合でも、コンクリート片の落下が生じる場合があることが確認された。そのため、はく落防止対策を行った場合でも、打音点検により、変状を確認できることや、コンクリート中の水が落下防止対策に作用した場合に外観目視等によって変状を確認できること。

1.4 はく落防止対策工の評価

(1)はく落防止対策工は、耐荷性・耐久性・施工品質の確保、維持管理の確実性及び容易さを試験などにより評価する。

(2)試験法は、「コンクリート片落下による第三者被害の予防措置技術の性能試験法に関する調査検討(国土技術政策総合研究所資料 国総研資料 第953号 平成29年3月)」などを参考に適切に設定する。

【解説】

はく落防止対策の耐荷性能を確認するため、押し抜き試験は標準部以外に落下防止対策の耐荷力の抵抗機構に合わせて、ハンチ部、端部、角部、間詰め部で実施する。

施工品質の確保のため、はく落防止対策の接着試験を実施する。また、維持管理性については、うき、滞水、ひび割れ等の検知性、はく落防止対策補修後の接着性について実施するとよい。

付録 1 新技術評価のガイドライン（国総研資料 第 609 号）

1 章 総論

1 新技術評価の背景

道路橋の建設にあたって、近年、技術提案型の契約方法の導入・普及もあり、工費や工期が縮減できるなどの理由から「新技術」の採用を検討する場合が増加している。

ここでいう、新技術とは当該橋の設計施工にあたって要求性能の拠り所として適用される技術基準類（我が国の道路橋の場合には基本的な要求性能については、道路構造令を補完するものとして国土交通省より道路局長、都市整備局長の通達として周知されている「橋・高架道路等の技術基準」（以下「道路橋示方書」という）に準じることが一般である。）の規定内容だけでは技術基準の求める要求性能への適合性を容易に判断することができないか、判断するにあたっての工学的根拠や検証手法が必ずしも一般化されておらず個別条件毎に慎重な検証作業が不可避であるものを指している。

実務関係者の技術基準類の位置づけ、およびそれらが本質的に求めている要求性能の水準や信頼性、あるいは道路橋のような社会インフラの設計において少なくとも厳密に守られるべきそれら要求性能達成の確実性に対する社会的要請についての理解不足や不十分な認識があると、これらの新技術の評価にあたって十分な性能検証が行われないまま実構造物が設計・施工されてしまう危険性がある。

例えば、設計・施工上の不具合や性能検証の妥当性に関する疑義、目的工作物としての要求に対する適合性に関する係争事例について国土技術政策総合研究所と独立行政法人土木研究所が技術相談で対応する事例の数も近年特に増加の傾向が顕著であり、それらの中には単に応答値の算出手法を例示したに過ぎない既存の設計技術書を、当該構造物が満足すべき要求性能の水準を規定したものであるところの技術基準類と混同して理解するなど、基準に定める所要の性能を満足するために行われるべき設計行為が適切に行われなかったことに起因するものも多く含まれている。

例えば技術基準に基づく性能照査という行為に対する認識不足や無理解に起因する不適切な技術評価が行われる場合の代表的な例には次のようなものが挙げられる。

- ・ 設計に用いる許容値や施工品質等が基準化されていない新しい材料の使用
（例：高強度コンクリート、高強度鉄筋、FRP、アルミニウムなどの非鉄材料など）
- ・ 照査に用いる許容値や安全率の規定の前提とできる応力等の算出式や手法についての具体的な記述が、基準に示されていない構造
（例：鋼コンクリート合成床版、スタッドジベル以外のずれ止め構造など）
- ・ 基準の規定の前提条件（適用範囲、細部構造、施工方法、材料や施工の品質）との不一致（逸脱）があるもの。
（例：コンクリート床版の支間長、部材等の省略、溶接方法、板厚、鉄筋径など）

このように単純に遵守すべき基準類に従うだけでは性能が保証されない場合、単に何らかの仮定条件のもとで外力に対する応答値や生じうる現象及び挙動を推定することは様々な解析等の手法を用いることが可能ではあるものの、当該構造物が遵守すべき技術基準類が達成を求める要求性能（想定する外力に対して構造物がどの程度の確からしさでどのような機能（状態）となるのか）が満足されうと見なせるかどうかについては、構造物設計の本質的目的として個々の条件を適切に反映して個別に検証される必要がある。

現行の道路橋示方書は、平成29年の改定において、平成13年から導入している条文単位での性能規定化はそのまま引き継いだうえで、さらに、橋全体系、上部構造・下部構造・上下部接合部、部材、材料の単位で、求められる性能を階層化して規定するという、性能の階層化が行われている。併せて、各階層において、外力と抵抗の関係における安全性や荷重支持機能の信頼性を設計時点で明確化することが求められている。これらすべての性能規定化構造が一連となって構成されたことが、今回の最大の改定点である。従って、基準に具体的な定めのない材料や構造、解析手法なども、その性質や強さ、信頼性などの品質が保証されればよいことに留まらず、橋全体の性能との関係性を明らかにした性能の説明が求められる。

基準類の性能規定化では、要求性能が明示的かつ定量的であり、かつ性能照査の手法が確立している場合には、それらを基準の一部として規定することで様々な提案に対しても基準適合性の検証性が確保されるものの、これまで道路橋示方書を適用することで実現されてきた様々な橋の性能の多くについては、それを具体的な工学的指標で明示することは困難であり、多様な代替え案に対して基準の要求との適合性を検証する手法も確立していなかった。そのため、従来のほとんどの規定内容をそのまま基準の要求を満足できる標準解として位置づけて規定し、それに忠実による場合においては改めて性能を検証する必要はないものという規定手法を採用してきた。

しかし、現行の道路橋示方書（平成29年）では、限界状態設計法と部分係数設計法を用いることで、新しい材料や構造の採用にあたって検証すべき事項が明確にされた。その結果、基準体系上、要求性能さえ満足されるならば自由な設計が可能となっており、標準解によらない場合には、それによって影響を受ける様々な項目について所定の要求性能が満足されることを検証することが求められる。

検証にあたって、要求性能が基準上検証可能な工学的指標で定量的に示されていない場合に対しては、標準解との相対比較において「少なくとも標準解として規定されている手法と比較して同等またはそれ以上の性能が着目した観点において得られると考えることができる」という証明を行うことが有力な検証手法となりうるものの、どういった観点に着目し、どのような方法で同等性を証明するのかについても現在のところ統一的なものはない。このため、それぞれの条件に応じて関係者間の合意に基づいて判断されているのが実状であり、検証毎にそのレベルが異なるなど妥当性の判断基準に幅が生じる可能性も考えられる。道路法上の道路橋において同じ技術基準（道路橋示方書）を適用しながら、実態として実現する橋の性能に大きな乖離が生じることは避けなければならない、かつ最低限の必要性能とその水準は確保されている必要がある。

以上のような実状を踏まえて、本研究では、道路橋示方書によってこれまで実現してきた代表的な形式の橋やそれを構成する部材の性能について再評価を行い、道路橋示方書の記述を単純に解釈するだけでは道路橋示方書が求める要求性能への適合性が容易に判断できないような場合に対して、個別に性能検証を行う際の留意点や検証方法構築の基本的な考え方についてとりまとめた。

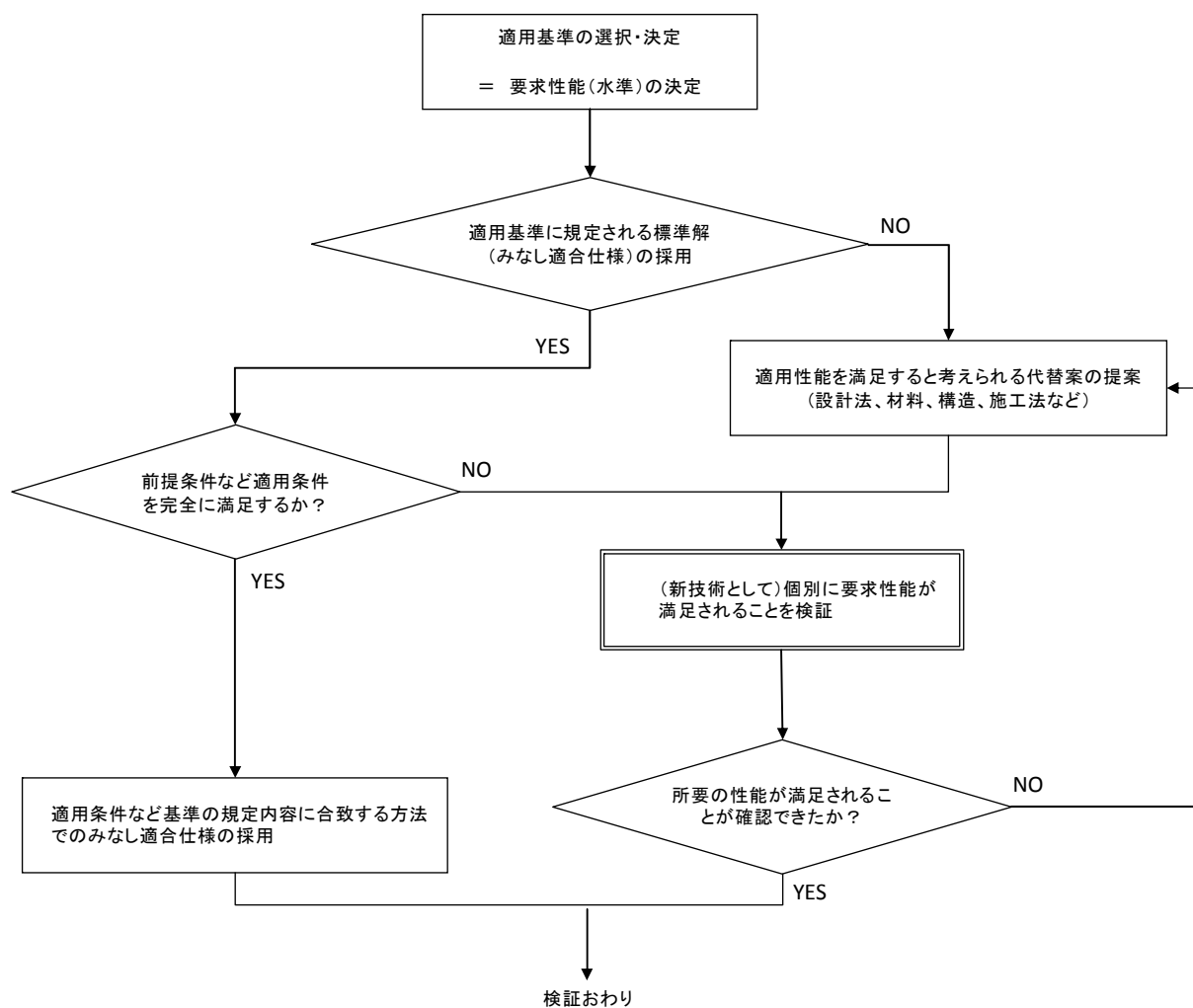


図-6.1.1 性能照査の基本的な流れ

2 ガイドラインの位置付け

本ガイドラインは、道路橋示方書に準じた道路橋の設計・施工を行う場合を適用条件として、道路橋示方書の記述を単純に解釈するだけでは道路橋示方書が求める要求性能への適合性が容易に判断できないような場合に対して、個別に性能検証を行う際の留意点や検証方法の構築に関する基本についてガイドラインとして主な項目や着眼点をできるだけ普遍的で実務の参考とできることを意識してとりまとめたものである。第2章は、新技術として個別検証すべきか否かの判断、個別検証が必要と考えられた場合に必要となる検証計画の立案から検証作業に至るまでの注意点や着眼点などについて道路橋で過去に実際に例のある構造や材料から抽出し、ガイドラインの型式で体系的にとりまとめた。

実際の性能照査にあたっては、当該橋に求められる性能だけでなく、架橋環境や入札契約上の制約条件など様々な条件が関連するため、本ガイドラインに言及された事項のみをまた個々に例示した方法によって忠実に実施することで必ずしも性能照査が完了できることが保証されているものではない。そのため道路橋示方書を適用基準として建設される道路橋について、性能検証の必要性や実際の検証を行う場合には、本ガイドラインを参考にしつつも、あくまで個々の条件に照らして要求性能を満足することの検証可能性の判断や具体的な検証計画の立案・実行を行わねばならないことに注意が必要である。

なお、本ガイドラインの適用を想定している設計・施工は、「道路橋示方書・同解説 平成29年11月(社)日本道路協会」を適用基準として採用または準用したものである。

3 ガイドラインの構成

本ガイドラインの共通編である2章の基本的な構成と記述の考え方は次の通りである。

■ガイドライン本文

新技術評価にあたって考慮されるべき事項や観点について、できるだけ普遍的な内容で記述したものである。

要求性能や技術評価の概念等の基本事項と、新技術評価方法へのアプローチ及び具体の要求事項に対する検証方法の例示の構成とし、活用の便を図り主な内容を枠囲いに示した。

なお、本ガイドラインはいわゆる政省令や告示あるいは通達といった法的あるいは組織規定などのようにそれ自体が何らかの拘束力をもつような位置づけはなく、あくまで近年道路行政の場面において様々に行われてきた技術評価の実績と道路橋示方書の規定に関する既往の研究成果等の分析から代表的な事例や評価の観点についてとりまとめたものである。そのため道路橋の建設や管理における技術的な検証に必要な事項が必ずしも網羅されているわけではないことに注意が必要である。

■解説

ガイドライン本文の内容を補足し、解説したもの。先述のようにガイドライン本文同様に解説に行政的あるいは法的な何らかの位置づけがあるわけではなく、その意味においてはガイドライン本文と何ら相違はない。とりまとめにあたって本文が煩雑になるのを防ぐ意味で、条文としては出来るだけ普遍的な表現とした記述を行い、それらが抽象的・普遍的表現になるなどにより意味するところが正確に伝わりにくい場合もあるため、解説として内容を補足したものとなっている。

■具体的な技術評価事例

ガイドライン各項目に対し、現行道路橋示方書に示す標準的な仕様等の対応によらず性能を新たに検証する場合に考慮されるべき事項の内、主なものについて、当該規定の根拠や背景に照らして具体的な例を示したものである。その多くは本ガイドラインの作成にあたって分析に用いた具体的な技術評価事例を参考にとりまとめたものである。

■参考事例・参考資料

「具体的な技術評価事例」に関する参考となる技術資料のうち代表的なものを紹介するとともに、これらと類似または同種の事項について、実際に現行基準による以外に具体的に性能を検証した事例や照査方法を紹介したもの。例示と一体となって、このような当該技術の評価の参考になる各種の技術資料については、できるだけ広範に入手して事前に理解しておくことが適切な評価に有効である。

以上のような考え方で本ガイドラインは、新技術評価にあたって考慮されるべき事項や観点について、普遍性のある表現で体系的に項目立てしてとりまとめている。これは、様々な新技術においては、既存の基準類によるだけでは十分に性能の評価ができないと考えられる内容は多岐にわたり、それらを可能な限り包含するためには普遍的な表現で評価の観点を示す必要があると考えられることを考慮したものである。

一方、普遍性はあるものの抽象的な表現のみでは、実務にたずさわる技術者にとっては対象技術に該当する評価すべき具体の項目が対象として認識されない懸念が大きい。そのため、本ガイドラインではでき

るだけ具体の事例を紹介することとしたが、これらは近年主として直轄事業に関する実際の道路橋の設計・施工の実務において技術的な評価が行われたものから代表的なものを選択したものであり、例示と評価の観点としてあげられている普遍的表現の項目を対比して対象技術に当てはまる可能性のある評価項目をできるだけ漏れなく抽出することが必要である。

2 章 共通編

1 新技術評価の基本

- (1) 道路橋の設計や施工にあたって用いる様々な技術の採否の検討にあたっては、当該技術が道路橋示方書などの当該事業に適用される技術基準の定めにより所要の性能があることが確認できるかどうか確かめなければならない。
- (2) 採用しようとする技術の適用可能性の評価にあたっては、道路橋示方書などの適用基準による要求性能との関係を明確にしたうえで、それらを満足することを検証しなければならない。
- (3) 適用基準において、評価すべき性能について具体的・定量的な要求が明確化されていない場合には、適用基準の解釈として当該技術で達成しようとする目標性能をできるだけ明確に設定した上でそれが満足されることを確認しなければならない。

- (1) 社会資本である道路橋の設計にあたっては、満たされるべき要求性能が適用基準によって規定されることになる。したがって、技術の評価では、適用基準の求める要求性能が満足されることを確認することとなる。

このとき、道路橋示方書等の適用基準の求める性能を満足する状態が、当該技術や構造におけるどのような状態であるのかについては一概ではなく、性能照査に先立ってそれぞれの技術や構造の特性に応じて個別に性能照査における評価の対象となる状態を予め設定する必要がある。

- (2) 現行の道路橋示方書には、I 共通編 1. 5 で、設計にあたって常に念頭に置く必要がある事項が規定されている。

これらは、定量的に基準との適合性を証明することが困難なものも含めて、設計基準としての道路橋示方書の最も上位の要求性能を条文として規定するために設けられたものである。

したがって、新しい技術の性能評価にあたっては、必ずこれらを念頭に置いて道路橋示方書などの適用基準の要求する性能との整合が図られるようにする必要がある。逆に外力に対する応答や断面設定など様々な設計項目についてそれぞれが適切に構築されたものであっても、その設計・施工の結果得られる道路橋についてこれらの事項について常に念頭において十分な配慮がなされたとは認められない場合には、適用基準に適合したものとは言えない。

このように、達成すべき要求性能を規定する技術基準では、様々な異なるレベルや性質の性能が重層的に規定されているのが一般である。そのため新しい技術の性能評価にあたっては、それによって達成されると考えられる性能と、関連する技術基準の様々な規定内容およびそれが意図する達成すべき要求性能との相互の関係についてももれなく確認することが重要である。

道路橋示方書において「設計の基本理念」として規定された 7 つの基本的事項は次の通りである。

■使用目的との適合性

橋が計画どおりに交通に利用できる機能のことであり、通行者が安全かつ快適に使用できる供用性などを含む。

■構造物の安定性

死荷重、活荷重、地震の影響などの荷重に対し、橋が適切な安全性を有していること。

■耐久性

橋に経年的な劣化が生じたとしても使用目的との適合性や構造物の安全性が大きく低下することなく、所要の性能が確保できること。

■施工品質の確保

使用目的との適合性や構造物の安全性を確保するために確実な施工が行える性能を有すること。

これには、施工中の安全性も有していなければならない、またこれが確保されやすいように必要な構造細目への配慮を設計時に行うことも求められる。構造細目の配慮などの相違によって左右される施工の良し悪しは耐久性に及ぼす影響が大きいことを常に認識し、品質の確保に努めなければならない。

■維持管理の容易さ

供用中の日常点検、材料の状態の調査、補修作業等が容易に行えることであり、これは耐久性や経済性にも関連する。また被災時や不測の変状に対しても橋の状態を速やかかつ容易に判断できるようにすることも適切な維持管理には重要であるため配慮することが求められる。

■環境との調和

橋が建設地点周辺の社会環境や自然環境に及ぼす影響を軽減あるいは調和させること、及び周辺環境にふさわしい景観性を有すること等である。

■経済性

経済性に関しては、単に建設費を最小にするのではなく、点検管理や補修等の維持管理費を含めたライフサイクルコストがより小さくなるようにすることも重要であり、当該橋の事業に対する要求に応じて適切な考慮が求められる。

- (3) 道路橋示方書など一般に適用される技術基準では、具体的な部材や構造の設計に必要な要求性能が全ては直接的・定量的に示されていない場合も多いが、その場合にも適用されるべき規定に対する関係者間の合意としての解釈として、対象技術や要求性能の特性に応じて求められる性能をできるだけ具体的に設定した上で、所要の性能があることを検証する必要がある。

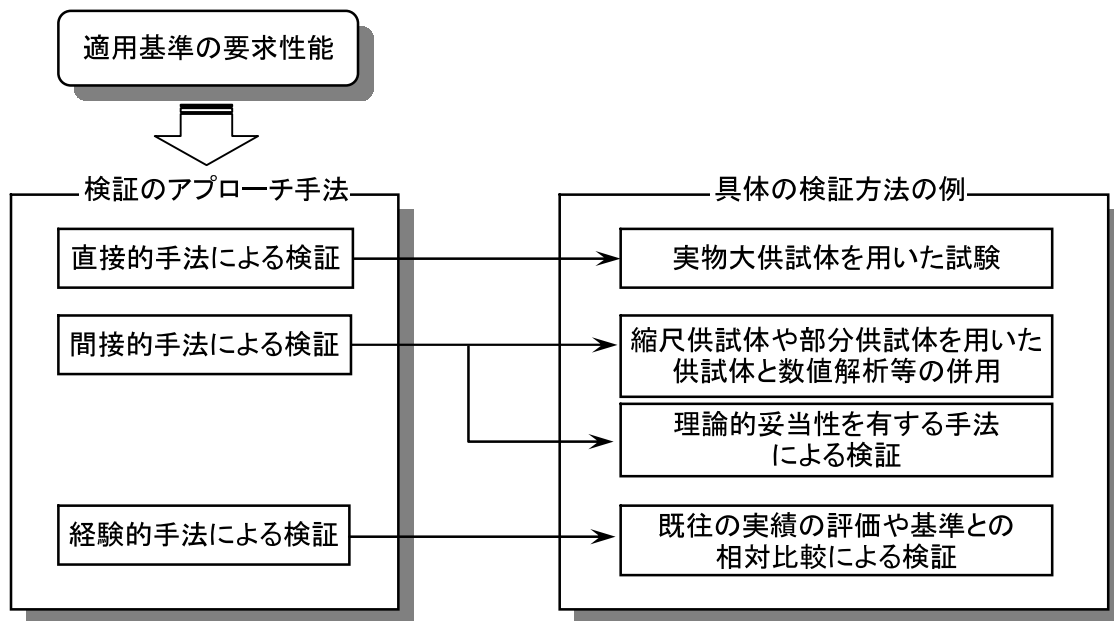
このとき、設定する目標性能は必ずしも絶対的かつ定量的なものだけではないが、従来より適用基準の要求を満足するものとして一般的に認められてきた技術との相対比較によって少なくとも相対的に同程度以上の性能が得られることを照査することも可能である。

2 評価の手法の選択

性能の評価にあたっては、一般に以下の方法により所要の性能が満足されることを検証することができる。

- 1) 直接的方法：実物大供試体によるなど実橋における条件と同等とみなせる実験的方法等により性能を確認する方法。
- 2) 間接的方法：・実橋における条件を模擬した実験や解析により実橋における性能を推定する方法。
・工学的知見に基づいておりかつ理論的妥当性を有する手法により検証を行う方法。
- 3) 経験的方法：適用基準に示されるみなし適合仕様との合致を確認するなど、経験的に性能を満足するとみなせる構造などとの比較により性能を推定する方法。

図－2. 1 に一般的な評価の方法を示す。これらは必ずしも並列する概念ではなく、様々なレベルで組み合わせられて用いられる。着目する規定や性能の観点に応じて実橋の条件に対する検証としての適切な手法を用いるとともに、そのアプローチが妥当な手段であることもあわせて説明されなければならない。



図－2. 1 検証手法と具体的方法の一般的な関係

1) 新しい技術の多くは実現しようとする実橋スケールでの実績がないことがほとんどであり、仮に実橋への適用実績があったとしても、構造の条件や相似則、外力の条件などが厳密には同じでなくそれらの実績によっては採用しようとする条件において性能が満足されることを十分には証明できないことが多い。

実物大スケールによる実験では、縮小模型実験に比べて相似則などを実橋の条件に一致させることが容易で信頼性の高い結果が得られやすい。しかしコストが嵩むことや実験装置の制約などから実施困難な場合が多く、ある程度縮小した模型や部分模型によらざるを得ないことが一般的である。一方実物大に近い大型の模型実験を行う場合でも実験装置や設備の制約から外力の条件や支持条件まで実橋の条件や基準の前提となっている条件と完全に一致させることは困難な場合

も多い。そのため実験や過去の採用実績の知見を用いて性能の評価を行う場合にも、採用しようとする実験等の条件と実橋の関係について様々な観点から詳細に比較を行い、結果に及ぼす影響を考慮したうえで合理的な方法による必要がある。

2) 道路橋示方書Ⅰ共通編 1. 5 で規定されるように、設計にあたっては理論的な妥当性を有する手法、実験等によって検証された手法等による必要がある。

実橋による多数の実績や実橋と同等とみなせる実物大の実験による検証などである程度その性能が明らかな場合はそれらの知見に基づいて容易に性能の検証が行える場合が多いが、新技術の多くは実績が少なく、また実橋の様々な条件を忠実に再現できる実物大などの大規模な実験等は困難な場合が多い。このような場合には評価しようとする性能のみに着目した要素実験や解析的手法などによって性能の評価を行うことも可能である。

このとき着目した性能に対しては安全側の評価となるようなモデル化や実験条件としても、着目しない他の条件に対しては危険側の評価となることもあるため、当該技術全体の性能評価計画の全体を事前に確認し、適切な評価ができるものとなるように計画する必要がある。

また、縮尺モデルによる実験では、それらの物性や応答などの全てのパラメータの相似則を等しく満足することは困難であることが多い。そのため評価しようとする挙動や着目している応答などに対して少なくとも安全側の評価ができるように相似関係を満足することが重要である。

さらに実際の構造の一部を取り出すことになる場合には、縮尺モデル供試体の支持条件や境界条件を、全体系の中にあって実橋では生じることになる挙動を適切に再現できるようにする必要がある。

道路橋示方書などの技術基準では、要求性能を規定するための手段の一つとして、応答値の算出手法そのものを規定している場合も多い。これは道路橋のような複雑な構造物では所要の性能を直接的に定量化することが困難な場合が多く、その場合には定式とともに許容値などの安全余裕を規定しなければ、基準の求める満足されるべき要求性能の最低水準が達成されない恐れもあるからである。一方、技術基準の性格から要求性能を規定するために不可欠でない限り、様々な設計技術に関する定式や設計要領などについては触れられていない。

このような事情から、新しい技術や材料、工法による場合については技術基準に規定されている応答値の算出式や許容値などの安全余裕の確保策がそのまま適用できないか、準用できる類似のものが基準にはない場合も多い。そのような場合には、学協会のまとめた技術資料や当該技術の研究・開発段階で見出された工学的知見に基づいて導かれた応答の算出手法などを用いて設計（性能照査）を行うことが検討されることも多い。そのような場合には、予め適用しようとする手法の理論的妥当性を検証することで、基準に求める要求性能が得られることの確認を行う必要がある。技術資料や学術論文などに示される手法や定式については、その性格から技術基準のように外力に対する応答が得られることの確からしさなどの確実性、信頼性についてまで明確にはされていないか、その水準は技術基準とは一致しないことがほとんどである。そのため実設計に用いる場合には、単純にそれを用いるのではなく技術基準が求める要求性能を得られるような方法（例えば、理論的妥当性を有する手法で適当な修正を行うなど）でこれを用いなければならない。

3) 適用基準によっては、要求性能が満足されるものとして具体的な仕様が規定されている場合がある。これらの中には都度の検証を省略できるようにすることで実務の便に配慮したものだけでなく、定量的に具体的な要求性能を示すことが困難な規定項目や検証手法が確立していない事項

に関して経験的に性能が確かめられているものを標準解として示すことで基準の適用性を確保したものも多い。

経験的に確立された構造細目などの規定との関係を定量的に示すことは一般に困難であるが、一方でそれらの規定の根拠となった実験や構造細目と規定の要求性能の内容や水準とのかかわりに着目することで、規定の内容と完全に形式等が一致しない技術であっても明らかに要求性能を満足するか、着目する性能について規定の方法より少なくとも同等以上の性能が得られる可能性が高いと判断できるものもある。

なお、既存の技術基準等に表示されている以外の解析手法により要求性能を満足するかどうか確認する際には、これらが実橋の条件、実橋との違い、耐荷機構等確認するポイント、検証内容を踏まえた上で適切に照査を行えるモデル化であることを検証しなければならない。

解析手法により照査を行う際には、用いようとする新しい技術の耐荷機構、照査項目である力学的挙動や物理現象（疲労、ひび割れ、座屈等）を踏まえて適切な条件で実施しなければならない。解析結果は、実橋の有する性能の照査との関係において、定量的に評価できるものでなければならない。なお、モデル化の検証方法として実験との整合を図ることも手法のひとつである。

例えば、解析時に使用するモデルは、着目する部位の応答（応力、変位等）が適切に得られるような要素設定（ソリッド・梁・シェル等の要素特性、要素分割方法、モデル化範囲、境界条件など）を適切に行うとともに、床版と鋼桁とを接続するずれ止め等の荷重伝達機能を境界条件として適切に設定することが必要である。また、採用した解析方法により算定された応力度や変形等の値と、実橋レベルの試験結果との整合性を確認しておく必要がある。

3 技術評価の観点

- (1) 新技術の性能評価にあたっては、道路橋示方書などの適用基準の規定によることで達成すると考えられる要求性能とそのための規定内容のうち、その技術の採用によって影響をうけると考えられる規定や性能について予め特定し、考えられる影響を特定する必要がある。
- (2) 適用基準への適合性について個別に評価が必要となる場合の代表的なものには以下の観点がある。
- 1) 基準の規定に対する範囲の逸脱（物理特性や荷重条件など）
 - 2) 基準の規定と異なる（あるいは規定に定めのない）特性の材料や構造の採用
 - 3) 基準の規定と異なる（あるいは規定に定めのない）設計原理や力学的機構などの採用
 - 4) 基準の規定と異なる（あるいは規定に定めのない）施工条件の設定
 - 5) 基準の規定と異なる（あるいは規定に定めのない）維持管理条件の設定

- (1) 道路橋示方書を適用することで実現される様々な橋の性能については、耐震性能や耐久設計上の目標など定性的ながらも記述があるものはあるものの、多くの場合部材や構造単位毎の規程は応力度の制限（許容応力度）などの工学的な指標で明示されているものの、それらが組み合わされた結果とした橋全体や構造全体として達成されるべき性能については普遍的あるいは定量的には示されていない。

また、各条文の多くは「要求性能」と「それを満足するとみなせる標準解（いわゆる「みなし仕様規定」）」の対で規定されており、条文毎に標準解によらず要求性能を満足させる代替解を用いることが可能な基準構造となっている。このときある条項について標準解によらない場合に、当該条項での要求性能を満足しても、当該条項以外の条項で規定される要求性能や橋全体の性能が必ずしも満足されない可能性もある。そのため、直接的に適用基準の要求性能への合致が証明できない場合や、標準解との関係が明確でない技術の採用にあたっては、適用基準全体を通じて当該技術の採用によって個別に検証が必要となる要求性能項目を予め抽出して、橋全体として所要の性能がもれなく達成されるように検証計画を立てる必要がある。

- (2) 条文に示した 1) から 5) は、基準との逸脱の有無を判断するための一般的な観点について挙げたものである。多くの技術的事項や基準の規定は複合的な内容を含んでおり、かつ要求性能と規定内容の対応関係も単純ではない。一方、基準からの（大小にかかわらず）逸脱の程度や内容も多岐にわたるためそれらを過不足なく系統立てて整理することは困難であるものの、ここでは過去に国土技術政策総合研究所で関わった道路橋の主として設計・施工に関する技術提案とそれに対する基準との適合性の評価事例や設計施工にあたって道路橋示方書の基準上の解釈に関する技術相談実績について再評価を行う中で抽出された、技術基準の規定からの逸脱に関する判断上の観点となった事項を普遍的な表現でまとめたものである。

適用基準の内容との整合性が容易に判断できない場合について、これらの項目に照らして技術の内容について詳細を確認することで、当該技術が基準による以外の個別の検証が必要か否かの判断が行える場合が多い。

4 基準の規定に対する範囲の逸脱

4.1 一般

- (1) 基準の規定の前提となっている適用条件・範囲に対して逸脱がある場合には、その程度によらず、規定の適用可否について評価する必要がある。また規定の適用にあたっては所定の性能が得られるような方法によらなければならない。
- (2) 規定の前提となっている適用条件・範囲に対して逸脱が生じる場合の代表的なものには以下のものがある。
- 1) 規定の設定時の根拠となっているデータ等の範囲や前提とした構造細目などと当該条件に乖離や不整合がある場合
 - 2) 規定の設定時に用いられた手法や規定が設計で用いられることを想定している手法（実験・解析）と異なる方法で得られた数値等の採用を行う場合

- (1) 道路橋示方書など技術基準類の規定の多くは、規定化にあたって、そのもととなった実験結果等のデータや解析等手法の特徴なども考慮して、所要の安全率等の性能が確保されるように規定が適用可能である条件が設けられている。このため例えば当該基準に同じまたは類似の規定がある技術を用いる場合であっても、その適用条件が基準の前提と乖離している場合には、新しい技術としてその規定の適用可否や適用するにあたっての前提条件が満足されるかどうかなどを個々に検証する必要がある。

なお、基準類には適用範囲等の適用条件は示されていても、それらの根拠や設定の経緯については規定そのものを構成するものではないため条文のみならず解説等の補足説明にも明らかにされていない場合が多い。そのような場合には当該基準類の設定に関連のある研究成果や同じ基準類の旧版などに参考となる情報が記されている場合もあるので参照するのがよい。一方、規定設定の明確な根拠など参考となる情報が十分に得られない場合には、それを復元することは一般に困難である。

なお、このような場合でも、基準等に要求性能に対する具体的な標準解が示されている場合には標準解との相対比較による方法などで性能評価が可能である場合もある。

新技術の多くは、従来からある材料や構造を組合せたものも多く、現行道路橋示方書など既存の基準に規定化されている個々の要素技術の考え方を利用することは有効である。一方で、現行の規定を準用する際には、個々の適用範囲が限られているので、適用には注意が必要である。そこで、新技術評価を行う際には、第一に適用の範囲を逸脱していないかどうか、逸脱した場合には、何が適用範囲を逸脱しているのかを明確にすることが必要である。

- (2) 規定の前提となっている適用条件・範囲に対して逸脱が生じる場合は多岐にわたるケースが想定できるが、代表的には条文に示す2ケースに分類できる。

「1) 規定の設定時の根拠となっているデータ等の範囲や前提とした構造細目などと当該条件に乖離や不整合がある場合」のデータ等には、単純に実験装置や計測条件などの相違以外にも、規定の前提となった実験の（供試体等の）規模の相違についても相似則の成立性や供試体の製作誤差・初期不整の程度、残留応力の条件など様々な範囲の逸脱が生じうることに注意が必要である。

基準には要求性能を満足できるとみなせる標準解として構造細目等が規定されている場合があるが、その場合も部材寸法や応力状態、拘束条件、施工方法などについて規定が適用できる前提

として特定の条件範囲が存在する場合がほとんどであるため、単純に同種・類似の構造や形状にただけでは基準から逸脱し、所要の性能が保証されない場合があるので注意が必要である。

「2) 規定の設定時に用いられた手法や規定が設計で用いられることを想定している手法（実験・解析）と異なる方法で得られた数値等の採用を行う場合」については、1) と重複する場合もあるが、解析モデルの条件や解析理論、実験原理などが異なる場合には、規定の許容値や制限値などがそのまま適用できない場合があるなど範囲の逸脱となる場合がある。図-4. 1 に性能評価手法の設定の流れのイメージを示す。なおこのようなフローで性能評価方針を決定していく過程の各段階で適切な判断を行うためには、段階毎および評価しようとする技術の内容に応じて、適当な当該技術に関連した工学的知見や技術基準の内容に関する専門的な知識を有していることも重要となる。そのため必要に応じて専門家の見解を参考にするなど各段階の適切な判断が行えるための条件を整えること、あるいはそのような条件整備が必要かどうかについて適当な判断ができる技術評価に関わる適切な意志決定体制を用意しておくこともまた重要である。

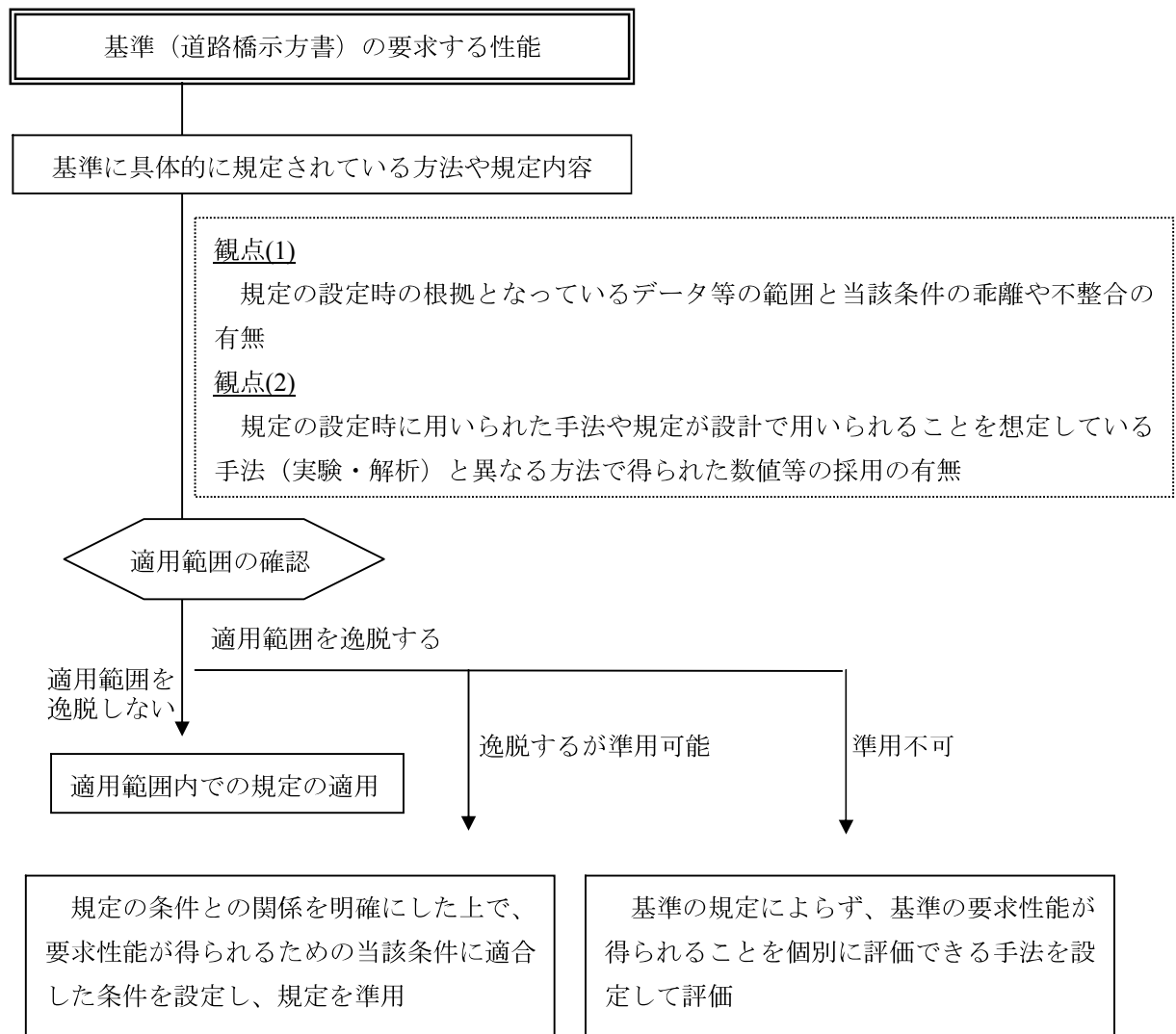


図-4. 1 適用範囲の逸脱と性能評価手法設定の流れの関係

4. 2 規定の前提、根拠となったデータ範囲等との乖離または不整合

4. 2. 1 細部構造が適用基準と異なる場合

採用しようとする細部構造が適用基準に示されるものと一致しない場合には、関連する適用基準や類似の細部構造との関係について、それらの前提となった種々の条件なども含めて比較検討を行うなどにより、それらの構造の採用の妥当性について検討を行い、所要の性能が満足されることを検証しなければならない。

技術基準における細部構造（あるいは構造細目）の規定については、一般に、例えば局所的な応力状態や施工性など定量的な評価が困難なものであっても経験的に性能が満足されるとみなすことができる構造等をそれらの前提となった種々の条件が満足される前提で規定している。

したがって、採用しようとする細部構造が適用基準に示されるものと一致しない場合には、関連する適用基準や類似の細部構造との関係について、それらの前提となった種々の条件なども含めて詳細な検討を行って適用の是非について検証することが必要である。また所要の性能が満足されるとして採用する場合にも、前提となる諸条件について性能との関係を明確にしてそれらを考慮する必要がある。

これは、ある構造部位に技術基準で前提としている細部構造と異なる構造（技術）を適用しようとする場合のほか、ある構造部位に対する規定を異なる構造部位に用いようとする場合にも当てはまる。技術基準に示される細部構造の規定は、ある特定の条件に対してのみ有効なものが多く、僅かでも条件が異なる場合には意図した性能が得られない可能性もある。そのため準用にあたっては細目構造の条件に照らして適切な根拠や手法によりその効果について検証することが必要である。

4. 2. 2 基準に規定のある細部構造を適用の前提条件と異なる条件で採用する場合

採用しようとする細部構造が適用基準に示されるものと一致する場合でも、適用条件が当該基準での前提と一致しない場合には、前提条件の相違がその細部構造の性能に及ぼす影響について明らかにするなど、それらの構造の採用の妥当性について検討を行い、所要の性能が満足されることを検証しなければならない。

技術基準における細部構造の規定については、一般に、例えば局所的な応力状態や施工性など定量的な評価が困難なものであっても経験的に性能が満足されるとみなすことができる構造等をそれらの前提となった種々の条件が満足される前提で規定している。

したがって、採用しようとする細部構造が適用基準に示されるものと一致する場合でも、採用しようとする条件が、その細部構造が規定されている当該基準の前提条件（材種、寸法、応力の大きさや合成応力の条件など）とは一致しない場合がある。その場合、構造は同じであっても発揮される性能に相違が生じる場合があるため、適用条件の不一致がその細部構造の性能に及ぼす影響について明確にするとともに、当該条件における構造の適用の是非や適用条件の適切性について検証することが必要である。

4. 3 規定の前提、根拠となった手法（実験・解析）との乖離または不整合

設計で採用しようとする部材等の応答値が、適用基準の許容値等の設定に用いられた手法（実験・解析）と異なる手法で得られている場合や、規模等の条件が基準の根拠となった手法の前提と一致しない場合には、それらの相違が許容値等との比較による安全率の確保等の性能に及ぼす影響について明らかにするなど、それらの採用の妥当性について検討を行い、所要の性能が満足されることを検証しなければならない。

技術基準に規定される許容値や制限値には、一般化にあたって、ある限られた条件で行われた実験や解析あるいは計測等の結果を用いたデータを根拠として設定されたものも多い。そのため、それらとの比較に用いる設計計算から得られる応答値は、基準の規定と比較可能な条件を満足している必要がある。

実験方法や数値解析の条件（モデル化手法や解析理論、境界条件など）が規定の前提と異なる場合には、その影響を考慮し、例えば許容値を適切に低減して比較するなど所要の性能が確保されるようにする必要がある。

なお、実験や解析の手法の同等性を厳密に評価することは困難な場合が多い。このような場合でも同じ条件での応答をそれぞれの手法によって求め、それらを比較することで両者の相違や同等性について間接的に評価することができる場合もある。

4. 4 具体の事例

事例（高力ボルトの使用本数が規定の範囲を超えている場合）

■新しい技術要素

高力ボルト摩擦接合継手の採用にあたって、1 ボルト線上の本数を 8 本を越えて配置した。

■関連する道路橋示方書の規定

〔Ⅱ鋼橋編 6. 1. 1〕 高力ボルト摩擦接合では、1 ボルト線上に配置するボルト本数を 8 本程度以下にすることが望ましいとされている。

■技術評価において留意すべき点の例

道路橋示方書のボルト本数の制限は、既往の実験から多列化によるボルトの応力分担の不均一性による効率低下を考慮したものとなっている。

■技術評価の着目点の設定例

例えば、所要の継手性能が発揮されることを、以下の観点で評価する。

- ① 想定されるボルト軸力の不均一性の程度とその影響が実物大実験や解析等により明らかにされ、かつそれらを考慮して所要の継手の耐荷力特性が得られるようボルトの許容値、摩擦係数、締め付け管理の方法などが設定されていることを確認する。
- ② ボルト軸力の不均一性の程度とその影響が実際に適用しようとする条件と同程度となるような実大の実験を、基準を満足する継手条件のものとあわせて行い、結果のばらつきなど信頼性を適切に考慮して許容値等を設定する。このとき同じ条件で行った基準を満足する継手との結果の相対比較を行って妥当性を検証する。

連結長やボルト本数は継手のボルトそれぞれに作用する力の配分に大きく影響する。道路橋示方書に規定のある設計法は、各ボルト線を一つのボルト継手と捉えてそれぞれが分担する応力に対してボルト線毎にボルトが協働して抵抗するものと仮定している。

一方、1 ボルト線上あたりのボルト本数が増えすぎるとボルト位置毎の応力分担は著しく不均等になることが実験で確認されていることから、高力ボルト摩擦接合では、8 本程度以下で用いられることを前提に規定化されている。また 8 本を越える場合について高力ボルト摩擦接合において継手効率、継手性能とそれらに関わる様々な要因（素地性状、ボルト間隔、肌隙、締め付け順序と締め付け力など）との関係については実大実験の実績も少なくほとんど知見は乏しい。

そのような中で、道路橋示方書では使用ボルトの条件とともに 8 本までを念頭に、ボルトの締め付け効率、摩擦係数などに配慮して所定のボルト継手の性能が得られるためのボルトの締め付け施工方法、継手部の処理について規定されている。

したがって、8 本を越えるボルトの協働を用いる場合には、ボルトの応力分担の不均一の程度をそれらと密接に関連している種々の項目（ボルト間隔、締め付け方法（順序、導入軸力）、摩擦係数、縁端距離など）との関係において検証し、所要の継手性能が得られるようにする必要がある。

なお、ここに示す事例の内容は、検証方針の立案から検証実施までの流れなど検証計画の構築の参考となるべく断片的な例示を示したものに過ぎないので、事例の記述をそのまま準用すれば同種の事象の検証ができるという訳ではないことに注意が必要である。

【参考文献】

- 1) 日本鋼構造協会：合理化桁に関するデザインマニュアル、H12.3
- 2) 高速道路調査会：鋼橋の併用継手・厚板現場溶接の設計と施工、H14.3

事例（床版支間長の制限など道路橋示方書の適用範囲を逸脱する場合）

■新しい技術要素

床版支間が道路橋示方書に設計曲げモーメント式などの断面力が示されている範囲を越える長支間構造。

■関連する道路橋示方書の規定

〔Ⅱ鋼橋編 8. 2. 4〕〔Ⅲコンクリート橋編 7. 4. 2〕 道路橋示方書に規定される設計用断面力（設計曲げモーメント式など）は、RC 床版の床版支間長は 4m 以下、PC 床版の床版支間長は 6m 以下に適用範囲が制限されている。

■技術評価において留意すべき点の例

例えば、道路橋示方書の設計用断面力（設計曲げモーメント式など）は、適用範囲に対する理論式に対して経験等を勘案した安全率を付与し単純化された定式化がなされている。

■技術評価の着目点の設定例

例えば、道路橋示方書の規定による場合と同程度の安全余裕が確保されることを、以下のような観点で評価する。

- ① 道路橋示方書の根拠と同様の考え方（荷重載荷の方法、モデル化の条件など）に対して得られる理論的断面力に対して、道路橋示方書による場合と同程度の安全余裕（設計値と理論値との差）が付与されることを確認する。
- ② 上記による場合と同程度の安全性が確保される耐荷力・疲労耐久性を有していることを大型供試体による実験・実測などにより確認する。

道路橋示方書では、コンクリート系の床版に対する規定には、床版設計に用いることのできる断面力が示されている。これらの規定は、表－4. 1 に示すように、様々の構造系や解析モデルの条件を前提として解析的に得られる断面力に対して、経験的にある程度の余裕量を見込んで設定されている。

したがって、規定の設計手法を準用するにあたっては、表－4. 1 に示すように多岐にわたる項目について基準の前提との関係を明確にしたうえで、その影響を適切に考慮した設計が行われる必要がある。技術提案に対する評価においてはこれらの項目に対して具体的に確認することで基準の準用の可否、あるいは代替設計法による場合にはその妥当性についてある程度、検証することが可能である。

なお、ここに示す事例の内容は、検証方針の立案から検証実施までの流れなど検証計画の構築の参考となるべく断片的な例示を示したものに過ぎないので、事例の記述をそのまま準用すれば同種の事象の検証ができるという訳ではないことに注意が必要である。

表－4. 1 道路橋示方書曲げモーメント式を準拠する場合の確認項目の例

| 道路橋示方書用の前提事項 | 確認事項 |
|--|---|
| 2 辺単純支持版または 1 辺固定支持・他辺自由無限版とみなせること | 辺長比が 1 : 2 以上の版であること |
| 等方性版とみなせること | RC 床版と同程度の I_x / I_y 比を有していること |
| 最も不利な状態となるよう活荷重の影響を考慮すること | 道路橋示方書に規定する活荷重を幅員方向に台数に制限なく載荷することなど。 |
| 道路橋示方書で想定する衝撃の影響を考慮すること | RC 床版と同程度の平坦度を有していること |
| 輪荷重の分布は、アスファルト舗装を通して、床版全厚の 1/2 面まで 45° の角度で分布すること | 50mm 以上の舗装厚を確保していること |
| 理論式または解析の仮定と実際の構造との違いや、床版を施工するときに生じる床版厚や配筋の誤差に対する余裕量が 10～20% であること | 解析精度や施工誤差が RC 床版での余裕量と同等以上を確保していること |
| 支持げたの本数、間隔、剛性等に起因する不等沈下の影響がないこと | 道路橋示方書で想定する RC 床版を有する多主鈑げた型式の場合と安全余裕が同程度以上確保されると認められること |

なお、現行道路橋示方書の設計断面力の規定の考え方の根拠などについては、「道路橋示方書・同解説Ⅱ鋼橋編 昭和 48 年 日本道路協会」に詳述されており参考にできる。

【参考文献】

- 1) 高尾孝二：鋼道路橋鉄筋コンクリート床版の曲げモーメント計算法、橋梁と基礎、1985.3
- 2) 土木研究所：コンテナ積載トレーラー荷重の検討資料、土木研究所資料 420 号
- 3) 富澤雅幸・山本晃久・八部順一・江頭慶三：床版支間部設計曲げモーメントの試算について、土木学会第 59 回年次学術講演会講演概要集、CS8-028、pp261-262、H19.9

事例（床版の曲げモーメント式的前提条件との整合性が不明な場合）

■新しい技術要素

鋼コンクリート合成床版など、鉄筋以外の補剛材などの鋼部材が床版内部に配置されたコンクリート系の床版構造

■関連する道路橋示方書の規定

道路橋示方書では、コンクリート系床版として床版コンクリート内部には鉄筋と P C 鋼材のみが配置された構造についてのみ構造細目や具体の許容値、設計断面力の算出方法などが規定されている。

■技術評価において留意すべき点の例

例えば、道路橋示方書の設計用断面力（設計曲げモーメント式など）は、等方版に対する活荷重の荷重に対応する解析値に対してある程度の安全余裕を考慮したものとして与えられている。

■技術評価の着目点の設定例

例えば、上記に対しては床版内部の鋼部材やそれらと床版コンクリートの合成の程度などを詳細に考慮した解析や大型供試体に対する荷重試験により、設計で考慮する荷重状態に対して、道路橋示方書に規定のある RC 床版と同程度の等方性（ I_x / I_y 比）を有していることを確認する。

道路橋示方書では、コンクリート系の床版に対する規定には、床版設計に用いることのできる断面力が示されているものの、これらの規定は、種々の構造系や解析モデルの条件を前提として解析的に得られる断面力に対して、経験的にある程度の余裕量を見込んで設定されている。（S48 道路橋示方書）

しかし、鋼コンクリート合成床版などの新しい床版構造には剛性の高い鋼材が一方向に卓越して配置される場合などのように、道路橋示方書の断面力式の算出根拠となった等方版に比べて橋軸方向と橋軸直角方向で剛性が異なるなどの異方性をもつものもある。

この場合、同じ荷重条件に対して等方性版とは 2 方向の応力分担率が異なり等方版モデルで算出された断面力式をそのまま準用した場合、確保される安全余裕の程度が異なってくる可能性がある。このような場合に基準の規定を用いるには、その根拠や考え方との整合性についても確認する必要がある。

なお、ここに示す事例の内容は、検証方針の立案から検証実施までの流れなど検証計画の構築の参考となるべく断片的な例示を示したものに過ぎないので、事例の記述をそのまま準用すれば同種の事象の検証ができるという訳ではないことに注意が必要である。

【参考文献】

- 1) 高尾孝二：鋼道路橋鉄筋コンクリート床版の曲げモーメント計算法、橋梁と基礎、1985.3

※ 相対する 2 辺が単純支持された長方形版（直交異方性または等方性）を格子状の主桁に弾性支持したモデルにより断面力を算定。RC 床版の橋軸方向及び橋軸直角方向のたわみ性状が実験値とともに算定されている。

- 2) 土木研究所：コンテナ積載トレーラー荷重の検討資料、土木研究所資料 420 号

※ 25ton 照査に用いた T 荷重の根拠となる車両形式毎の車軸重量が示されている。

- 3) 土木研究所他：道路橋床版の輪荷重走行試験における疲労耐久性得評価手法の開発に関する共同研究報告書（その 5）、pp207-221、2001.3

事例（基準の元となった実験供試体のスケールが実橋と異なる場合）

■新しい技術要素

鋼とコンクリートの複合構造において、道路橋示方書に規定のないずれ止めによる接合部が用いられている場合。

■関連する道路橋示方書の規定

道路橋示方書には、スタッドによる場合についてのみ構造細目や具体の許容値、計算値の算出方法などが規定されている。

■技術評価において留意すべき点の例

例えば、ずれ止めによる鋼とコンクリートの接合部では応力伝達機構や鋼とコンクリートの相互作用などを解析的に求めることが困難な場合が多く、実験的にその性能を検証することとなる場合がある。また、採用しようとする構造に対して縮小供試体による実験で検証を行う場合に、ずれ止め効果に関連する鋼とコンクリートの相互作用の力学的機構にかかわる縮尺の関係（相似則）が適切に換算されないと適切に実橋の挙動を推定することはできない。

■技術評価の着目点の設定例

例えば上記のような観点に対して

- ① 検証する項目毎に、性能評価で用いる工学的指標の相似則を明確にし、すべての相似則を同時に満足させることが困難な場合には、クリティカルとなる要因の相似則を優先し、それ以外の項目については安全側となるように設定する。
- ② 実橋で用いようとする条件を再現した実大規模の実験を行い、適用しようとする条件の範囲内では所要の性能が得られることを結果のばらつきも含めて評価する。

例えば、ずれ止めなどの継手構造では、作用力の向きや複合の条件、コンクリートによるずれ止めの拘束条件などがその性能に大きく影響する。そのためこれらを可能な限り実際の構造にあわせて実験となるよう注意する。

例えば、近年採用が検討されることの多い穴あき鋼板ジベルでは、穴あき鋼板が合成されるコンクリートとの一体が損なわれない条件において初めて適切に機能が発揮される。そのため内外の技術規準類に定められている本接合の規定はずれ止め鋼板にコンクリートが押しつけられた状態が維持されたままジベル方向に作用力が働く方法の実験が元となっている。したがって鋼板とコンクリートの拘束が保証されない条件の部材や作用力がジベル配置方向と異なるような条件に対してはこれらの規定はそのまま用いることができない場合がある。

なお、ここに示す事例の内容は、検証方針の立案から検証実施までの流れなど検証計画の構築の参考となるべく断片的な例示を示したものに過ぎないので、事例の記述をそのまま準用すれば同種の事象の検証ができるという訳ではないことに注意が必要である。

【参考文献】

- 1) 鉄道技術総合研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説（鋼とコンクリートの複合構造物）、2002.12
- 2) 高嶋豊・増子康之・春日井俊博・佐々木保隆・鹿浦純一：急速施工への適用を目指した鋼製橋脚と杭基礎との接合部に関する実験的研究、構造工学論文集、Vol.51A、2005.3

事例（基準の規定を異なる構造部位に用いようとする場合）

■新しい技術要素

橋脚のはりやパラペットなど厚い版構造に対して、せん断耐力におけるディープビーム効果を見込もうとする場合。

■関連する道路橋示方書の規定

Ⅲコンクリート橋編では、ディープビーム効果を考慮した許容値の算出方法が示されていない。Ⅳ下部構造編では、フーチング及びケーソン頂版を対象とした許容値の算出方法が規定されている。

■技術評価において留意すべき点の例

例えば、橋脚のはりやパラペットとフーチングや頂版では構造、支持条件、配筋等の細目構造が異なる。Ⅳ下部構造編に示された許容値の算出方法に関する規定は、フーチング等の構造を模した供試体の実験及び解析に基づき設定されており、異なる細目構造を有する部位にそのまま適用はできない。

■技術評価の着目点の設定例

例えば、上記のような観点に対して、

- ① 対象となる構造部位の細目構造と同じ条件を有する知見や実験などの検証に基づき、ディープビーム効果を見込む。
- ② 様々な剛性と形状寸法の構造に対して詳細な解析を行って耐荷力機構や破壊に至るまでの各部の応答の傾向を把握し、既存の照査式や許容値の適用限界との関係を推定するとともにその結果を構造細目や設計モデルに反映して安全側の結果が得られるように配慮する。

技術基準の中では、許容値の設定や基本とする応答値算出方法として規定されている設計法の設定にあたって、その理論的背景や根拠に応じて適用可能な範囲が限定されるものがほとんどである。

例えば、コンクリート部材では断面の形状寸法や配筋構造、荷重載荷位置などによっても部材としての耐荷力機構が異なってくるため、剛域の範囲やハンチ構造によっても応力状態が異なってくるラーメン構造の接点部、梁高が支間に比して大きくせん断変形の影響が梁の応力分布に大きく影響するディープビームやコーベルといった構造区別を設けてそれぞれ性能照査に用いる応答値の算出方法や前提として満足すべき構造細目等が一体となって規定されている。類似の構造型式を用いる場合でいずれの構造に該当するか不明な場合や構造細目の条件が一致しない場合には、荷重に対する部材内部の鉄筋の応力分担状況や破壊に至るまでの挙動などに様々な相違が生じる可能性もあるため、規定にある方法で確実に安全側に設計できると考えられるものによるか、基準の方法によらず実験や詳細な解析に検討を行って構造の特性を把握した上で個別に鉄筋配置や部材断面の設計を行うことが必要となる。

なお、ここに示す事例の内容は、検証方針の立案から検証実施までの流れなど検証計画の構築の参考となるべく断片的な例示を示したものに過ぎないので、事例の記述をそのまま準用すれば同種の事象の検証ができるという訳ではないことに注意が必要である。

【参考文献】

- 1) 土木研究所：橋梁基礎のフーチングおよび頂版の耐力に関する実験的研究、土木研究所資料、第 3483 号、1997.3
- 2) 土木研究所：フーチングの設計および補強方法に関する実験的研究、土木研究所資料、第 3550

号、1998.3

- 3) 独立行政法人土木研究所：ディープビームやフーチングのせん断耐力に関する研究、土木研究所資料、第 3841 号、2001.11
- 4) 白戸真大・川本篤志・福井次郎・幸左賢二：上面側が引張りになる場合のフーチングのせん断耐力算定式、構造工学論文集、Vol.48A、 2002.3

5 基準の規定と異なる特性の材料や構造の採用

5. 1 一般

- (1) 基準の規定と異なる特性の材料や構造を用いることによる逸脱がある場合には、その程度によらず、規定の適用可否について評価する必要がある。また規定の適用にあたっては所定の性能が得られるような方法によらなければならない。
- (2) 基準の規定と異なる特性の材料や構造であるために基準からの逸脱が生じる場合の代表的なものには以下のものがある。
 - 1) 基準に規定のある種類の材料や構造であるが、規定されている以外の特性を用いる場合や、規定されている範囲を越えてその特性を用いる場合
 - 2) 基準に規定のない材料を用いる場合

- (1) 道路橋示方書などの技術基準では、許容値や安全率にかかわるさまざまな規定について、特定の材料や構造の特性に対して得られた知見から設定されている場合がほとんどである。そのため設計値の算出や許容値との対比などの設計にあたって規定の前提となった材料と異なる材種や同じ材種であっても品質レベルやその信頼性が異なる場合には規定をそのまま適用することが適切でない場合がある。

そのため規定の前提と異なる種類の材料を用いる場合には、基準の適用に当たってその可否を判断しなければならない。

5. 2 基準で規定する範囲外の材料等の特性を用いる場合

基準に規定のある種類の材料や構造の特性を用いるものの、その適用条件が規定の適用範囲やその前提となった条件の範囲を越えるなど規定の範囲外となる可能性がある場合には、採用しようとする範囲において所要の安全率等の性能が得られることを、その材料や構造の条件に対応して検証しなければならない。

道路橋示方書などの技術基準では、許容応力度などの安全率に関する事項や許容値と比較される応答値の算出手法、あるいはそれらの前提となる施工の条件などの規定に関して、材料や構造の特性についてある範囲を前提として定められているのが一般的である。

このため、基準に規定のある材料や構造を用いる場合でも、採用しようとする使用条件、設計で考慮される力学的挙動などが規定の想定範囲と異なる場合には、当該条件において基準による場合と同様の確実性で所要の安全率が確保されることなど、所定の性能が得られることを検証する必要がある。

なお、従来規定化の元となった材料や構造では、JIS 等の規格によるなどによって、機械的性質などの特性の「ばらつき」の程度や傾向などを考慮して所要の特性が得られる確実性（＝信頼性の程度）を見込んで許容値や寸法などの適用範囲の上限や下限を設定している。したがって、基準に示す許容値や特性値を安易に外挿したり補完して準用しても忠実に基準による場合とは異なり意図した性能が確実に得られない可能性がある。

JIS 等の規格そのものも品質データの蓄積や、多数の実験結果に対する統計的な理解に基づいて規定化の検討が行われていることが一般である。このような場合には、規定内容の信頼性が保証される条件として、力学的特性などに一定の適用範囲等の条件が存在する。逆に異なる材料であってもそれらが満足している公的規格がある場合には双方の内容を比較することでも品質水準などの評

価は可能である場合がある。道路橋示方書のように要求性能を満足する材料とみなせる具体の材料そのものが規定されている場合にも、それとの相対比較によっても検証が可能である。

なお、JIS などの公的な材料規格では品質のばらつきがある一定の水準に保証されるが、許容応力度などそれぞれの構造物等の技術基準の安全率の元となる機械的性質や特性の閾値については規定されていない場合がある。この場合規格にない特性については品質が直接的には保証されていないことになる。

5. 3 基準に規定のない材料を用いる場合

基準に規定のない材料を用いる場合には、基準の材料に関する規定との関係を明らかにするとともに、材料の機械的性質や強度などの材料特性のみならず、設計で用いようとする設計手法、施工方法など関連する事項について基準の要求性能が満足される条件を明確にし、所要の性能が得られることを検証しなければならない。

道路橋に使用する材料は、主に鋼材やコンクリートなどである。橋の設計は、使用材料の特性や品質をあらかじめ想定した上で行われるため、使用材料は、所要の特性を有するとともに安定した品質が確保されていることが使用上の前提条件となる。

近年では、製作、施工の合理化や経済性、あるいは耐久性等の性能向上を目的に、新しい材料の使用が提案されている。このような材料を橋に適用するにあたっては、それらの特性が構造物の性能に及ぼす影響を試験等によって確認するとともに、品質についても JIS 等の規格と同等であることを証明したり、その信頼性の程度を考慮して適切な許容値を設定するなど基準の要求性能が得られることを確認しなければならない。

例えば、JIS 等の公的規格にない材料を使用するような場合には、鋼材の場合を例とすると、降伏点または引張強さ等の機械的性質や、形状や寸法などの幾何学的条件などの変動に関する情報などをもとに JIS 等の規格による場合と同程度の信頼性で所定の性能が得られるように許容値や品質、施工等の条件を設定するなどが必要となる。

鋼やコンクリートのような一般的な材料でも、機械的性質等の性能は、必ずしも公的規格等だけでは保証されない、各種の添加材や合金成分、熱処理などの材料製造プロセスなどが複雑に関係して実現している。したがって、同種の材料であっても、強度特性（高強度、高じん性、加工性）などが基準にない範囲のものの採用にあたっては、異種の材料の場合と同様に基準による場合との関係について慎重に評価する必要がある。

5. 4 具体の事例

事例（道路橋示方書に規定のない材料の特性値の設定及び品質確認を行う場合）

■新しい技術要素

鋼材として、道路橋示方書に示される規格より高性能（例：高強度）の種類のもが用いられている場合。

■関連する道路橋示方書の規定

〔I 共通編 3. 1〕 鋼材は、強度、伸び、じん性等の機械的性質、化学組成、有害成分の制限、厚さやそり等の形状寸法等の特性や品質が確かなものであることが求められており、JIS 規格にある材料を中心に、要求事項を満足するとみなせる材料の種類とそれらに対する許容値等が定められている。

■技術評価において留意すべき点の例

例えば、JIS 等の規格では、材料規格についてはそれを満足することで機械的性質、化学組成や成分、形状寸法等の特性や品質についてばらつきの程度も含めてある水準が確保されることが保証されるように定められている。またそのために必要に応じて検査方法や合否判定基準が規格の一部を構成している。

道路橋示方書に規定する以外の材料を道路橋に適用するにあたっては、単に機械的特性が満足する場合があるということではなく、その確実性など品質のばらつきの程度も含めて道路橋示方書に定める材料による場合と同程度の信頼性で所要の性能が得られることが求められるため、これらを確認する必要がある。

■技術評価の着目点の設定例

例えば、鋼材について降伏点または引張強さ等の機械的性質や、板厚寸法や形状等の許容差等について品質のばらつきの程度を根拠となるデータとともに評価し、類似の材料で JIS 等の規格に従うものとの相対比較を行って設計で用いる特性値や許容値を定める。

品質のばらつきの程度が大きい材料や、供給実績が少なく信頼性のある根拠データが十分に確保できない場合には、JIS 等の道路橋示方書に定めのある規格品によるよりも安全率を大きくとったり、製作・施工段階における品質確認の頻度や数量を増やしたりすることで所要の特性をが得られるよう信頼性を向上させることも有効である。

鋼材は、強度、伸び、じん性等の機械的性質、化学組成、有害成分の制限、厚さやそり等の形状寸法等の特性や品質が確かなものであることが求められており、現行の道路橋示方書においては、JIS 規格に準じた材料特性を基に、これらの要求事項を満足するような個々の特性値が定められている。

コンクリートは、強度、変形性能、耐久性や施工に適するワーカビリティ等の特性や品質が確かなものであることが求められており、そのためには材料の選定、配合及び施工の各段階において適切な配慮をすることを前提に、特性値を定めている。

近年では、製作、施工の合理化や経済性、あるいは耐久性等の性能向上を目的に、新しい材料の使用が提案されている。このような材料を橋に適用するにあたっては、それらの特性が構造物の性能に及ぼす影響を試験等によって確認するとともに、品質についても JIS 等の規格と同等であることを確認しなければならない。

道路橋示方書においては、橋の構成部材あるいは橋梁全体の耐荷力等の前提として、初期不整量や部材の製作精度等が定められているため、単に JIS 等の規格と同等であることを確認するのみで

なく、道路橋示方書の施工に定める諸規定との整合性を確認する必要がある。

一方で、国外規格に基づく材料のように、JIS によらない材料を使用するような場合には、降伏点または引張強さ等の機械的性質や、板厚寸法や形状等の許容差等のばらつきに関する相当量のデータを基に、信頼性における特性値を設定する必要がある。

また、設計計算に用いる物理定数は、使用する材料の特性や品質を考慮した上で、適切に設定する必要があるが、実物大試験等により確認される実応力状態と設計で仮定する物理定数から導出される応力との整合性を確認する必要がある。物理定数の設定にあたっては、供用中に想定されるクリープやひび割れ発生等の経年変化や劣化等の状況を考慮し、適切な値を設定する必要がある。

これら材料の特性が基準に示されるものと異なる場合には、設計に用いる許容値などの設定に際し、この違いを考慮して同等の性能を確保する必要がある。例えば、高強度鉄筋は従来の鉄筋に比べて降伏や破断までの伸び性能が異なるため、耐震設計における許容塑性率の設定などにあたってはこれを考慮して、通常の鉄筋と同等の安全余裕が確保されるようにしなければならない。

なお、ここに示す事例の内容は、検証方針の立案から検証実施までの流れなど検証計画の構築の参考となるべく断片的な例示を示したものに過ぎないので、事例の記述をそのまま準用すれば同種の事象の検証ができるという訳ではないことに注意が必要である。

【参考文献】

- 1) 日本道路協会：鋼道路橋施工便覧、S 60.2
- 2) 土木研究所：高強度材料を用いた鉄筋コンクリート橋脚の耐力・変形性能の評価に関する研究（その 1：正方形断面を有する橋脚）、土木研究所資料、2006.2
- 3) 仲谷邦博・木村祐司・上田善史・山脇正史：高強度鉄筋 SD490 を使用した七色高架橋の計画と設計（上）、橋梁と基礎、1999.11
- 4) 仲谷邦博・木村祐司・上田善史・山脇正史：高強度鉄筋 SD490 を使用した七色高架橋の計画と設計（下）、橋梁と基礎、1999.12

事例（基準の規定の範囲外の特性をを用いる場合）

■新しい技術要素

一般構造用圧延鋼材（SS 材）などの溶接構造用として規格されていない鋼材を溶接して用いる場合。

■関連する道路橋示方書の規定

〔I 共通編 3. 1〕 使用鋼材について、強度、伸び、じん性等の機械的性質、化学組成、有害成分の制限、厚さやそり等の形状寸法等の特性や品質が確かな材料を使用することが基本的に規定されている。一般構造用圧延鋼材（SS400）を溶接部材に用いることは規格上は材料の溶接性が保証されないことから道路橋示方書では認めておらず、溶接性を個別に確認した上で溶接構造への適用を検討する場合についての確認方法は示されていない。

■技術評価において留意すべき点の例

例えば、SS400 材の化学成分から、溶接性の保証されている材料との比較を行うことで溶接施工性についてはある程度推定できる。しかし溶接施工性については様々な成分組成が影響することから既存の溶接に対する割れ感受性評価手法なども参考にして使用条件との対比を行う。

■技術評価の着目点の設定例

例えば、SS400 材のミルシートに記載がある C、Mn、Si などの化学成分に着目して P_{CM} 値、 C_{eq} 値などの溶接われ感受性の観点から SM400 材との比較を行うとともに、実際の溶接条件に近似した条件での溶接施工性試験を行い、健全な溶接が行える条件を設定するで溶接性を評価することも可能である。

国内で一般に供給される SS400 材の多くの化学成分は SM400 材の規格を満足している。また SS400 材のミルシートに記載のある C、Mn、Si の 3 元素成分のみから近似的に算出される P_{CM} 値、 C_{eq} 値によってある程度の精度で溶接感受性が評価できるとの研究報告もある。このような既存の技術的な知見を参考に評価を行うとともに、条件によっては同じ材料と溶接条件によって事前に施工性試験を行って所要の品質が得られる施工条件を見出すことで適切に施工できる場合もある。

なお、ここに示す事例の内容は、検証方針の立案から検証実施までの流れなど検証計画の構築の参考となるべく断片的な例示を示したものに過ぎないので、事例の記述をそのまま準用すれば同種の事象の検証ができるという訳ではないことに注意が必要である。

【参考文献】

- 1) 日本道路協会：鋼道路橋施工便覧、S60.2

6 基準の規定と異なる設計原理や力学的機構などの採用

6. 1 一般

- (1) 基準の規定の前提となっている設計計算の手法や解析理論などの設計原理と異なる手法で設計計算が行われる場合、および部材や構造等の応答の力学的機構（メカニズム）や物理現象などが規定の前提と異なることによる逸脱が生じる場合には、その程度によらず、規定の適用可否について評価する必要がある。また規定の適用にあたっては所定の性能が得られるような方法によらなければならない。
- (2) 基準の規定と異なる設計原理や力学的機構などを用いることによる逸脱が生じる場合の代表的なものには以下のものがある。
 - 1) 基準の規定と異なる許容値や制限値を設定する場合
 - 2) 基準の規定と異なる部材や構造の力学的特性による場合
 - 3) 基準の規定と異なる設計法による場合

- (1) 道路橋示方書などの技術基準に定められている許容値や安全率に関する事項などでは、それを定めるにあたって用いられた構造解析手法やモデル化手法、解析理論などと異なる方法で算出された応答値に規定を当てはめることで所要の安全率が確保されないなどの適正な評価が行えない場合がある。このような場合には、規定を適用しようとする部材や構造等の応答の算出に当たって、規定の前提となっている手法と同じ手法によるか、手法の違いが結果に及ぼす影響について適正に評価して性能の検証を行わなければならない。

また構造モデルが同じであっても例えば方向の異なる応力の発生状態となるなど構造の抵抗機構や物理現象が規定の前提と異なる場合には、許容値などがそのまま用いることができない。このような場合には、実際に想定される応力状態や力学的機構・物理現象に対応して適切な安全率等の性能が得られることを評価しなければならない。

6. 2 基準の規定と異なる許容値や制限値

- (1) 基準の規定と異なる許容値や制限値を設定することによる逸脱がある場合には、その程度によらず、規定の適用可否について評価する必要がある。また規定の適用にあたっては所定の性能が得られるような方法によらなければならない。
- (2) 基準の規定と異なる許容値や制限値などを用いることによる逸脱が生じる場合の代表的なものには以下のものがある。
 - 1) 基準に規定されていないか、規定の前提となっていない照査手法を用いた場合の許容値や制限値
 - 2) 基準に規定にない構造による場合、あるいは規定と異なる方法で構造細目を用いる場合の許容値や制限値

技術基準に示されている許容値は、その根拠となったデータの前提条件として構造形式、部材の形状や寸法、材料の種類や特性、外力の頻度、応答の算出や計測の方法、環境作用の条件など様々な要因との関連を考慮して規定されている場合が多い。

このため既存の基準等に定めのない新しい材料を用いる場合や、規定のない応力状態などの条件下に対して用いる場合などで新たに許容値や制限値を設定する必要がある場合には、基準に適合した場合考慮されることとなる様々な要因に対する安全余裕が同じように得られるように許容値や制

限値を適切に設定した上で用いなければならない。

また、実験等の計測値に対して、数値解析で得られた応答などを当てはめる場合には、再現性の限界の問題から単純に比較することができない場合がほとんどである。そのような場合には着目する性能の観点に応じて安全側の評価となるような比較方法としなければならない。

例えば、鋼部材の溶接継手の疲労耐久性については、継手形式毎にパターン化された小型供試体による多数の疲労試験結果を根拠に公称応力との関係で整理された疲労強度によって評価することが行われる。しかし実構造の中で用いられる溶接継手では、必ずしも公称応力のような平均的な応力状態とはならない場合も多い。また通常の棒要素による骨組み解析からは溶接継手に作用する変動応力の状態が疲労耐久性評価の観点からは十分な精度で導きだせないことも多い。このような場合には有限要素解析など、より詳細に応力状態が把握できる解析手法を用いることもできるものの、解析結果からは継手強度の規定の前提となった継手近傍位置での平均的な応力にはなっていないため、あらためてそれらの結果から継手強度との対比に用いることのできる平均的な応力への換算を行うか、その応答値から所要の疲労耐久性が満足されるかどうかを継手強度との対比以外の方法によって判断する必要がある。

6. 2. 1 基準に示されていない照査手法に対する許容値

基準に規定されていないか、規定の前提となっていない照査手法を用いて設計を行う場合には、それらに対する許容値や制限値を当該照査手法に応じて適切に設定する必要がある。

このとき基準に示される前提の異なる照査手法による許容値や制限値を準用する場合には、照査手法の相違が算出される設計値の相違として影響する程度を把握して必要な安全余裕等が確保されるようにしなければならない。

技術基準に示されている許容値は、その根拠となったデータの前提条件として「構造形式、部材寸法、材種、材料強度、外力の頻度、耐久性」との関連などの要因を考慮し、規定されている場合が多い。このため、道路橋示方書に示される同様の構造や材料が採用されていても、その前提条件を満たさない部材を照査する場合には、基準に見込まれているものと少なくとも同等の安全側の結果になることが保証できるような許容値としなくてはならない。

また、部材の要求品質の程度に応じた安全余裕を見込み、基準と同等の品質レベルが達成されるような許容値を採用しなくてはならない。

6. 2. 2 規定にない細部構造の用途や材料に対する許容値

基準の規定にない構造による場合、あるいは規定と異なる方法で構造細目を用いる場合には、それらに対する許容値や制限値を当該構造細目に応じて適切に設定する必要がある。

このとき基準に示される構造細目に対する許容値や制限値を準用する場合には、構造や応力状態などそれらの適用条件の相違を把握した上で許容値や制限値が当該構造細目に対して適切なものであることを確認する必要がある。

部材や構造の性能によっては、設計計算による応力や変形などの工学的な指標のみによってそれを実現することが保証できない場合や、合理的な工学的指標による評価手法が確立していない場合などがあり、基準にある部材の形状や構造細目であることが性能の前提とされているものがある。

このような構造細目の実現によって性能が保証されている場合、これと同等の性能を確保できることを定量的に照査する手法が確立していないことが多く、基準にない構造細目を用いた場合や、基準の想定と異なる応力状態や外力に対するなどの用途に基準の構造細目を適用する場合には、その構造によって所要の性能が得られることを検証する必要がある。

構造細目による規定化が行われているものの多くは、設計計算などで工学的指標による合理的な性能評価が困難であるため、性能照査にあたっては採用しようとする構造細目と規定の構造細目の相違に着目して規定との関係を明確にすることで相対的に所要の性能が得られることを検証せざるを得ない場合も多いと考えられる。このとき着目している構造細目が他の部材や構造部位の応力状態などに関係がある場合には、着目していない他の部材部位に想定しない応力集中が発生するなどの悪影響が現れる可能性があるため、その影響範囲を見極める必要がある。

また、わずかな構造や寸法の相違によって、施工品質に関わる事項について影響が生じることもあるので注意が必要である。

例えば、鋼部材の溶接では、板厚や溶接施工姿勢、溶接施工時の部材拘束の程度などの条件が疲労耐久性を大きく左右する溶接品質に影響する可能性がある。またコンクリート部材においても応力集中箇所の補強鉄筋や用心鉄筋の配置など部材形状や寸法の相違によっては制約を生じるなどの影響も考えられる。

6. 3 基準の規定と異なる部材や構造の力学的特性（耐荷力機構など）を用いる場合

- (1) 基準の規定と異なる部材や構造の力学的特性を用いることによる逸脱がある場合には、規定の適用可否について評価する必要がある。また規定の適用にあたっては所定の性能が得られるような方法によらなければならない。
- (2) 基準の規定と異なる部材や構造の力学的特性を用いることによる逸脱が生じる場合の代表的なものには以下のものがある。
 - 1) 性能の照査で対象となる部材や構造の力学的特性が規定の前提と異なる場合
 - 2) 性能の照査で対象となる部材や構造の状態が基準の規定と異なる場合や、規定の根拠となった範囲を越える領域である場合
 - 3) 性能を確保のための抵抗機構に規定の方法とは異なる機構や物理特性などを用いる場合

技術基準の規定では、応力や変形等の応答算出の手法や様々な許容値や制限値が、照査対象となる部材や構造の特定の力学的特性に基づいて定められているものがほとんどである。さらにそれらの力学的特性を前提として所要の性能が満たされるか否かの評価基準である種々の許容値や制限値が定められている。

そのため、基準に定めのある許容値や制限値を適用することとしても、評価に際して基準の想定と異なる力学的特性による応答であったり、弾性挙動の限界であるなどの力学的特性の観点からみて当該部材や構造の状態が基準の想定と異なる場合には、基準をそのまま準用することで適当な安全余裕が確保されないおそれがあるため注意が必要である。

6. 3. 1 性能照査の対象の部材や構造の状態が基準の定めと異なる場合

性能の照査で対象となる部材や構造の状態（荷重や支持条件など）が基準の規定と異なる場合や、部材等の設計応答の算出に基準に示された計算手法を用いる場合において、計算手法の前提となる条件が基準と一致しない場合には、基準に示された許容値や安全率などの適用にあたって、それらの前提となっている部材や材料の抵抗機構や応答特性などについて基準の前提との関係进行评估して、これを適切に考慮しなければならない。

技術基準が求める性能の水準としての許容応力度や安全率の設定においては、部材等が荷重等に対してどのような耐荷力機構で抵抗し、最終的にどのような破壊形態をとるのか、およびそのような現象が再現される信頼性などが考慮されている。そして弾性挙動しうる限界の状態や変形が大きくなり安定を喪失する限界の状態などの想定する状態に達するまでの安全余裕を確保する観点から許容値や安全率が設定されている。

そのため、基準に示された許容値や安全率などを適用するにあたっては、基準化の前提となった部材や材料の抵抗機構や応答特性などが適用しようとする部材や構造のそれらとどのような関係にあるのかを確かめなければならない。

また、技術基準に規定される慣用的な解析手法や照査方法の前提となるモデル化については、その他の関連項目における安全率の設定や、構造物や部材の線形性などの状態、施工の条件（施工方法、品質要求、検査基準など）や構造細目と相互に関係している場合が多い。したがって、適用基準と同様の慣用法による設計を行う場合においても、その手法の前提となる条件を基準におけるものと整合しているかどうか確認しなければならない。

6. 3. 2 性能照査の対象とする部材や構造の力学的特性が異なる場合

性能の照査で対象となる部材や構造の力学的特性が規定の前提と異なる場合には、基準に示された許容値や安全率などの適用にあたって、力学的特性の相違がそれらに及ぼす影響について評価し、適切に考慮しなければならない。

技術基準が求める性能の水準としての許容応力度や安全率の設定においては、部材や構造それぞれが想定する外力にどのような力学的特性にもとづいて抵抗するのか、およびそれらの特性とその挙動の信頼性が考慮されているのが一般である。

そのため、想定する破壊の形態や支配的な応力の方向や組み合わせ、主たる部材の抵抗機構などが適用しようとする基準の許容値等の前提と異なると所要の安全率が得られないだけでなく実際には想定と異なる破壊等の挙動を生じる危険性がある。

したがって、このような場合には、力学的特性の相違がそれらに及ぼす影響について評価したうえで、荷重条件、許容値、安全率等を適切に設定しなければならない。

6. 3. 3 性能確保のための抵抗機構に規定の方法とは異なる機構や物理特性などを用いる場合

性能を確保するための様々な抵抗機構に規定の前提として用いられている方法とは異なる機構や物理特性などを用いる場合には、基準に定められる照査式や許容値を遵守しても所要の性能が得られない場合がある。そのため用いようとする方法の特性に応じて基準による場合との関係を明らかにして所要の性能が満足されるよう適切な許容値を設定するなど、基準の方法との相違を適切に考慮しなければならない。

例えば、耐候性鋼材の裸使用やコンクリート部材の塩害に対するかぶり厚の確保などの耐久性能確保に関する技術基準の規定では、求める耐久性能の水準については、外力等の作用に対して部材や材料がどのような劣化メカニズムで変化を生じて耐荷力等の性能を喪失する現象なのか、あるいはそれに対してどのような材料特性などの抵抗機構で耐久性能を確保するとみなしているのか、といった現象の理解とそれらの想定する事象が生じることの信頼性を考慮して規定化がなされている。

したがって、例えば使用材料が基準の前提となったものと異なったり、環境遮断の方法や腐食抵抗のメカニズムが異なる防食方法を用いる場合には、必要かぶり厚さや適用環境の制限など様々な条件が基準のものとは異なってくる。

このように基準の前提となっている物理現象や劣化メカニズム、それらの過程が再現される確からしさなどについて基準の前提との関係を明らかにした上で所要の性能が得られることを確認する必要がある。特に限られた実験データや特定の作用にのみ着目した性能評価しか行われていない材料や工法の採用を検討する場合には、実橋の条件との関係を慎重に検討する必要がある。

このような観点は耐久性能に限らず、耐荷力に関しても同様であり力学的挙動、安定条件など様々な現象や抵抗機構が基準化のために用いられており、新技術、新工法の採用にあたっては前提条件の相違に注意が必要である。

6. 4 具体の事例

事例（継手強度等級が明確な溶接継手形状と異なる場合）

■新しい技術要素

「鋼道路橋の疲労設計指針」にない形式の溶接継手を用いる場合。

■関連する道路橋示方書の規定

道路橋示方書には疲労耐久性の照査に関する定量的で直接的な規定はないものの、「鋼道路橋の疲労設計指針」では各種の継手形式に対して疲労強度等級[3. 2]がそれらの前提となるアンダーカット量など施工品質・溶接品質等の条件とともに示されている。

■技術評価において留意すべき点の例

例えば、継手形式毎の強度等級についてはその適用範囲（板厚範囲、応力の方向、仕上げの有無・程度、きずや欠陥の寸法などの溶接品質など）が密接に関連するため、それら条件が既往の技術基準等に示す条件と完全に適合するかどうかを確認する必要がある。

■技術評価の着目点の設定例

例えば、応力条件や形式、板厚等の条件ができるだけ近似している継手形式のものに対する継手強度等級に対して、条件の相違を考慮して十分な余裕を確保するとともに疲労耐久性の向上に有効と考えられる良好な溶接品質が得られるよう配慮する。

このとき、できるだけ同じ条件で両者ともに疲労試験や詳細な数値解析を行って、疲労耐久性や発生応力の両者の相違に関するデータを把握することも参考になる。

鋼道路橋の疲労耐久性を照査する場合、「鋼道路橋の疲労設計指針 平成 14 年日本道路協会」が一般に用いられる。そこでは既往の実験等で得られた知見を元に溶接継手の形式毎に変動応力振幅と許容される変動回数の関係（継手強度等級）が示されており、疲労耐久性の照査では設計供用期間に想定される各継手に対する変動応力振幅の大きさと頻度に対してそれらを適用することとなる。このとき継手形式毎の強度等級についてはその適用範囲（板厚範囲、板厚差、応力方向、仕上げの有無・程度、きずや欠陥の寸法などの溶接品質など）が詳細に定められており、それら条件に完全には適合しない継手については形状等が近似していても継手強度等級が同じであるとは限らない。

このように一見わずかな相違であっても内容によっては性能に大きな影響があらわれることも多く、規定との合致性については慎重に判断する必要がある。

例えば以下に示す継ぎ手の例では、部材軸が直交する右の形式については実験データも豊富にあり、疲労設計指針にも強度等級が示されている。一方部材軸が斜角をもって交わる形式については交差角やルートフェース部の角度や隙間の大きさなど疲労耐久性にかかわる条件也多岐にわたり継手強度等級は疲労設計指針にも示されていない。



写真-1-1 マクロ試験結果（直ウェブ）

写真-1-2 マクロ試験結果（斜めウェブ）

図-6. 1 疲労設計指針に疲労強度等級の設定がない溶接継手の例（斜めウェブ）

なお、ここに示す事例の内容は、検証方針の立案から検証実施までの流れなど検証計画の構築の参考となるべく断片的な例示を示したものに過ぎないので、事例の記述をそのまま準用すれば同種の事象の検証ができるという訳ではないことに注意が必要である。

【参考文献】

- 1) 日本道路協会：鋼道路橋の疲労設計指針、H14.3

事例（基準に規定のない力学的機構の協働を用いる場合）

■新しい技術要素

一つの作用力に対してメカニズムの異なる複数の抵抗機構による抵抗を期待する場合。

■関連する道路橋示方書の規定

道路橋示方書では、ほとんどの規定において、メカニズムの異なる複数の抵抗機構を併用してもちいる設計手法やそのような条件下での許容値は定められていない。抵抗機構が異なる場合にはそれぞれの分担や弾性挙動の限界、あるいは破壊に至るまでの挙動などについて明確でない場合がほとんどであり、データもほとんど得られていないことから現実性の観点からも規定化が困難な状況にある。

■技術評価において留意すべき点の例

例えば、複数の抵抗機構が近接して用いられている場合、作用力や計算応力の設計モデル上の仮定と想定される実構造物での抵抗挙動の相違について検討し、一つの作用力に対して複数の異なる力学的抵抗機構が協働することにならないかどうか確認する。設計上の前提として機能を分離していても実際には協働してしまう場合がある。

■技術評価の着目点の設定例

例えば、上記のような観点に対して、

- ① 完全に一方の機構しか機能しない場合と、最も不利な条件で協働してしまう場合の両方について設計を行いいずれであっても性能が満足されるかどうかを確認する。
- ② 物理的に協働し得ない構造に変更するか、着目する作用に対しては一方の抵抗への寄与が極めて小さくなるような構造とした上でこれを無視する。

抵抗機構が異なる場合にはそれぞれの分担や弾性挙動の限界、あるいは破壊に至るまでの挙動などについて明確でない場合がほとんどであり、データもほとんど得られていないことから現実性の観点からも規定化が困難な状況にある。

そのため、信頼性の水準も含むところの要求性能を規定している技術基準では、(1)同時に働く複数の作用力に対して一つの抵抗機構による抵抗を期待する場合、(2)一つの部材の中の主たる抵抗方向や抵抗させる機能を分離した上で異なる抵抗機構を併用する場合については規定されている場合もあるものの、(3)複数の抵抗機構を同じ作用に対して協働させることについては一般に想定していない。

道路橋示方書の場合にも、(1)については例えばⅡ鋼橋編 4.3、(2)については例えばⅡ鋼橋編 17.6 など一部規定があるものの、(3)については例えばⅡ鋼橋編 6.1.2 にあるように、極めて例外的な条件以外ではそのような抵抗機構を想定した規定化は行われていない。

特に設計上の前提として機能を分離していても実際には協働してしまう場合があるので、自ら設定する設計上の仮定にかかわらず、各作用力に対して全ての部材のそれぞれが実際にはどのように抵抗することになるのかを推定した上で、構造的に協働する可能性がある場合には問題がないことを検証しなければならない。

事例（基準にない高強度材料採用の場合）

■新しい技術要素

基準に許容値などが定められていない高強度鉄筋をコンクリート部材に用いる場合。

■関連する道路橋示方書の規定

道路橋示方書の材料の基本的な特性に関連する規定の多くは、実績や実験の結果を重要な根拠として定められている。そして例えばⅢコンクリート橋編においては、鉄筋コンクリート構造に対して設計基準強度 30N/mm^2 までのコンクリートに対してしか許容応力度は示されておらず、各編の部材設計に関する規定に対しても基本的にこの範囲までを前提とした規定がなされている。

■技術評価において留意すべき点の例

例えば、高強度の鉄筋を用いる場合、鋼材としての弾性係数は強度に依存せずほぼ同じであるため、鉄筋の塑性化までに生じる伸び量は低強度の場合に比べて大きくなる。鉄筋コンクリート部材の場合、鉄筋の伸びはコンクリートと鉄筋の付着力やコンクリートのひび割れに関係してくることから鉄筋の応力に対する安全余裕だけでなく、鉄筋コンクリート部材の設計に用いられる各種の定式などで前提としている鉄筋とコンクリートの一体的挙動の限界や確実性に対する影響についても考慮する必要がある。

■技術評価の着目点の設定例

例えば、上記のような観点に対して、基準の根拠となった実験と同様の手法による実験を行うことで基準による場合との関係づけを着目すべき挙動や現象毎に把握する。

V耐震設計編 10.3において、鉄筋コンクリート橋脚の水平耐力および水平変位の算出に関する規定がなされている。それらの規定は、**V耐震設計編 参考資料 8.3**に示されるような縮尺模型による交番載荷実験と解析的検討の結果を踏まえてなされたものであり、載荷履歴と破壊性状、許容される水平変位などには、繰り返し載荷の中で生じる主鉄筋の塑性化領域までの伸びや座屈などの挙動、かぶりコンクリートを含む躯体コンクリートのひび割れの発生状況が大きく関わっていることが確認されている。ここで例えば、主鉄筋のみを高強度化すると鉄筋が塑性化するまでの伸び量が異なるためコンクリートのひび割れ進展状況、かぶりコンクリートの剥離時期や範囲などにも実験結果とは同じにならない可能性がある。このように基準にない材料を用いる場合には着目している特性以外の材料特性の影響により関連する様々な知見がそのままでは用いることができないなどの影響が生じることもあるため、着目している特性以外の特性についても検討を行い適切な手法で採用できるための条件と性能評価の方法については慎重に検討する必要がある。

なお、ここに示す事例の内容は、検証方針の立案から検証実施までの流れなど検証計画の構築の参考となるべく断片的な例示を示したものに過ぎないので、事例の記述をそのまま準用すれば同種の事象の検証ができるという訳ではないことに注意が必要である。

事例（従来の多主桁形式で必要な対傾構、横構が省略されている場合）

■概要

少数主げたの鋼橋において合理化の観点から対傾構や横構の省略が検討される場合がある。

■関連する道路橋示方書の規定

〔Ⅱ鋼橋編 7. 1〕 橋を主桁または主構面に着目した平面構造物として解析する場合は、主げたまたは主構間に対傾構、横構を設けるのが原則である。横構を省略した場合には構造によっては、全体横倒れ座屈に対する安全性の確認が必要である。

■技術評価において留意すべき点の例

例えば、次のような観点がある。

- ① 横桁や横構を全て省略した 2 主桁橋を採用した事例では、全体横倒れ座屈に対する安全性の他、橋の立体的機能として、橋の断面形の保持、橋の剛性の確保、横荷重の支承への円滑な伝達等の機能を有していることを、床版との結合条件（剛結、ジベル結合）の違いに配慮して検証する。
- ② 架設時には、床版剛性を考慮しない状態で、鋼桁の座屈安定性を確認する。
- ③ 耐震性評価では、床版との結合条件により、動的応答特性に変化がないことを確認する。

■性能評価の着目点の設定例

例えば、上記のような観点に対して、

- ① 床版と主桁とで形成される断面で橋全体の変形性能や断面保持、横荷重に対する荷重伝達機構等を評価して水平作用に対する抵抗機構を検証。
- ② 架設時の座屈安全性について系毎に、十分確保されていることを検証。
- ③ 横桁の有無による振動特性を把握してその影響を評価。

構造の簡素化を目的として横桁及び対傾構・横構の一部あるいは全部を省略し、床版に主桁間の荷重分配作用を考慮した設計を行う場合があるが、このような構造では横荷重に対して床版が抵抗することになるため、橋の断面形の保持、剛性の確保、支承への荷重伝達機能等に着目し、特に床版の安全性や耐久性に問題がないこと及び橋が立体的に機能できることについて十分な検討が必要である。また、架設時には、床版の機能を期待できないため、鋼桁の全体座屈に対する安全性照査が必要である。

なお、ここに示す事例の内容は、検証方針の立案から検証実施までの流れなど検証計画の構築の参考となるべく断片的な例示を示したものに過ぎないので、事例の記述をそのまま準用すれば同種の事象の検証ができるという訳ではないことに注意が必要である。

【参考文献】

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 Ⅱ鋼橋編 12.7 ポニートラス、H14.3
- 2) 高橋昭一・橘吉宏・志村勉・伊藤博章：水平荷重に対する 2 主桁橋ホロナイ川橋の構造検討、土木学会第 3 回合成構造の活用に関するシンポジウム講義論文集 1995.11

7 基準の規定と異なる施工条件の設定

7.1 一般

- (1) 基準に規定された施工時の安全性に関する照査式や許容値等の適用にあたっては、適用する架設条件について規定の前提との関係性を評価し、所定の性能が得られるように、これを適切に考慮しなければならない。
- (2) 適用する施工条件が基準の規定と異なることによる基準からの逸脱の例には、以下の場合などがある。
- 1) 完成系と架設系で構造特性が異なる場合
 - 2) 完成系と架設系で要求品質が異なる場合
 - 3) 施工段階に対する要求水準（性能）が異なる場合

- (1) 基準における施工時の安全性に関する規定は、一般には、施工時における外力等の作用、完成時と異なる架設時の構造系において部材や材料がどのようなメカニズムで耐荷力等の性能を喪失し、その過程が再現される信頼性などを考慮したうえで、種々の品質管理の要求水準などが前提となって定められている。例えば、道路橋示方書においても、橋の施工時の安全性を確保するために、施工方法や施工中の構造を適切に考慮して必要な検討を行うことを規定している。

したがって、新技術を適用するにあたり、施工中の想定される結合条件の変化に対し、断面力の変動が架設系の構造に影響の無いことを確認する等、それらの前提条件が満たされているかを明確にし、基準から逸脱する場合には、所要の性能が得られるように、施工条件を適切に反映させなければならない。

- (2) 適用する施工条件が基準における規定の前提条件と異なる場合について、代表的な例を示した。

道路橋示方書のような技術基準には、完成系における性能要求とそれを達成するために必要な設計上の安全率の確保策などの規定、それらの設計の前提となる施工の条件が示されている。

一方、架設工法や手順、使用機材などの架設手段は、道路橋の建設工事にかかる契約において完成目的物を得るための手段に過ぎないことから過度に制約を設けることの不合理性を排除するために請負契約者の任意によれることとすることが一般である。そのため架設の各段階において確保されるべき安全余裕の程度などの架設系の性能については技術基準によるだけでは必ずしも一定水準が確保され得ない。

しかし架設工法によっては、架設時応力の完成系での残留、一時的な応力によるコンクリートのひび割れの発生、仮設材の鋼部材への溶接による疲労耐久性への悪影響など基準と異なる条件や基準では想定していない条件となることから、意図せず完成時点で潜在的に基準の要求を満足しないものとなる危険性がある。そのためここに例示したように、基準と異なるかあるいは基準では想定しない条件が架設段階で生じる場合には、それらを設計で適切に考慮して橋梁完成までの全過程を通じて実際に生じる条件を前提に最終的に必要な性能を満足する橋が実現するとみなせるかどうかという観点で施工の条件等を評価する必要がある。

7. 2 完成系と架設系で構造特性が異なる場合

完成系と架設系で構造特性が異なる場合、架設時の構造特性が基準における規定の前提と異なる点を明確にし、それらの相違点を考慮した安全性、耐久性、品質等の照査を行う等により、適用する架設条件の採用の妥当性について検討を行い、所要の性能が満足されることを保証しなければならない。

既に実績のある構造形式の場合でも、新しい施工条件を適用する場合には、その施工方法や施工段階で部材等に生じる応力状態などが基準における規定の前提と異なる点を明確にし、それらの相違点を考慮した設計手法や許容値等の安全率等の妥当性について評価しなければならない。また、それらの施工条件の違いが完成形に及ぼす影響として、従来の構造形式や架設方法と同等の安全余裕と品質が確保されることも評価しなければならない。

例えば、道路橋示方書では、設計時に考慮した施工法又は施工順序と異なる方法を用いる場合について、橋の施工時の安全性を確保するために、施工方法や施工中の構造を適切に考慮して必要な検討を行うことを規定している（Ⅱ鋼橋編 17. 7. 1）。そのためには、施工中に想定される部材の結合条件の変化に対し、断面力の変動が架設系や完成系の構造に影響のないことを確認する必要がある。具体的には、次のような項目に着目して適用の妥当性など当該技術の性能の検証を行うことが必要となる。

- ・設計の前提条件（施工段階毎の構造系、荷重条件）との整合
- ・架設時の安定性

7. 3 完成系と架設系で要求品質が異なる場合

完成系と架設系で要求品質が異なる場合、架設時の要求品質が基準における規定の前提と異なる点を明確にし、それらの相違点を考慮した安全性、耐久性、品質等の照査を行う等により、適用する架設条件の採用の妥当性について検討を行い、所要の性能が満足されることを保証しなければならない。

架設系は、部材が不安定な状態である場合が多く、発生する断面力が部分的に完成系よりも大きくなる場合がある。基準における規定と異なる施工方法を採用する場合、完成系と架設系それぞれにおいて要求される品質を照査し、架設系における一時的な応力や残留応力により悪影響を及ぼさないよう、適用する架設条件の採用の妥当性について検討を行い、所要の性能が満足されることを保証しなければならない。

7. 4 施工段階に対する要求水準(性能)が異なる場合

基準における規定で前提とされていない構造や材料を採用する場合、完成後に要求される性能を確保するために、構造や材料の特性を考慮して、施工時における要求水準（品質確保基準）を個別に検討し、設計に反映すると共に、施工段階において遵守する必要がある。

基準における規定で前提としている構造や材料と異なるものを用いる施工方法を採用する場合、標準的な構造や材料に対しての適用を前提とした施工品質の管理水準をそのまま当てはめるのではなく、その構造や材料の特性に照らして、施工時における要求水準（品質確保基準）を設計の段階で個別に検討し、その要求水準を満足するための設計や品質管理手法を明らかにした上で、それを設計に反映するとともに、施工段階において遵守する必要がある。

7. 5 具体の事例

事例（完成系と架設系で構造特性（構造系）が異なる場合）

■概要

鋼製ラーメン橋の架設において、中間橋脚上の暫定支承を用いた主桁の仮置き状態から完成系の剛結状態に移行する際、構造系の変化に伴う不静定力によって床版コンクリートが影響を受けることが懸念されたため、施工順序の検討を行った。

■関連する道路橋示方書の規定

【Ⅱ鋼橋編 17. 7. 1】 鋼橋の架設は、設計の前提とした架設工法及び架設順序によって施工することを基本としている。設計時に考慮した架設工法又は施工順序と異なる方法を用いる場合には、改めて架設時の応力及び変形について検討し、安全を確かめなければならないことを規定している。

■技術評価にあたって留意すべき点の例

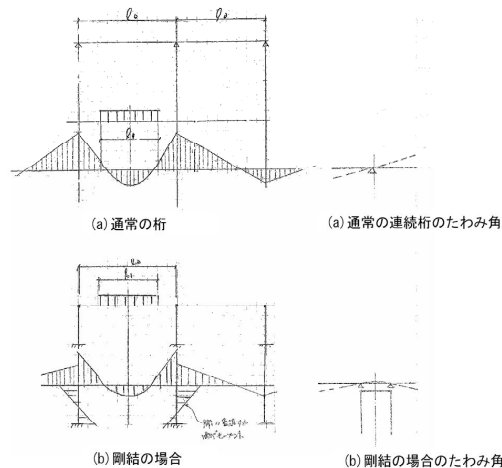
例えば、ラーメン橋の中間橋脚上における上部構造の支持条件が、架設中の暫定支承を用いたピン結合から完成系のラーメン構造へと変化する場合、断面力の変化によって構造が影響を受けないための対策を講じる必要がある。

■性能評価の着目項目の設定例

例えば、中間橋脚を剛結とした連続構造の場合には、先行して打設した床版コンクリートに、施工途中で剛結とした不静定力による応力が導入されるため、打設順序を変えた試算を行って影響が回避できる方法であることを確認する。

【解説】

橋脚と上部工の支持条件の違いにより、発生断面力及びたわみ角は異なる。このような構造特性変化の時期を施工段階をも適切に考慮した試算により、影響の検証を行う必要がある。



図ー7. 1 ラーメン橋の結合条件の変化に伴う曲げモーメントと主桁のたわみ角

なお、ここに示す事例の内容は、検証方針の立案から検証実施までの流れなど検証計画の構築の参考となるべく断片的な例示を示したものに過ぎないので、事例の記述をそのまま準用すれば同種の事象の検証ができるという訳ではないことに注意が必要である。

【参考文献】

- 1) 高尾孝二：鋼道路橋鉄筋コンクリート床版の曲げモーメント計算法，橋梁と基礎，1985.3

事例（完成系と架設系で構造特性（材料特性）が異なる場合）

■概要

鋼コンクリート合成床版では、構造部材である下鋼板を型枠として兼用するが、打設コンクリートの材料特性が打設時から完成系にかけて変化するために、打設時に下鋼板が負担した死荷重による残留応力が床版の性能に及ぼす影響が懸念される。

■関連する道路橋示方書の規定

〔Ⅱ鋼橋編 8. 1. 2〕〔Ⅲコンクリート橋編 7. 2〕 従来の規定にしたがって設計・施工されてきた RC 床版、鋼床版、PC 床版に対しては、その実績に裏付けられたみなし仕様が規定されている。しかし、鋼コンクリート合成床版については、近年施工実績のある代表的な床版形式として、設計にあたっての主な注意事項の列举にとどめられている。

■技術評価において留意すべき点の例

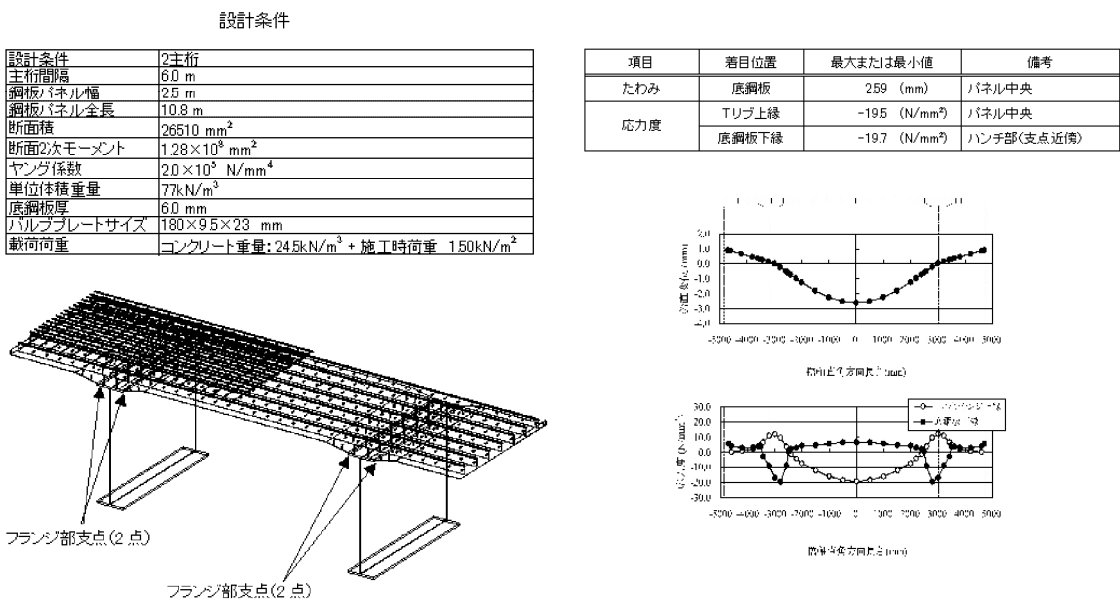
種々の型式のある鋼コンクリート合成床版については、耐荷性や劣化のメカニズムに不明な部分も残されており、長期の耐久性に関する実績も乏しい。例えば、鋼コンクリート合成床版の下鋼板は、施工の合理化の一環として床版コンクリート打設時の型枠として用いられる場合が多いが、打設時のコンクリートの流動体としての荷重作用に対して、下鋼板やそれが接続する部材に応力が発生する。これらの応力はコンクリート硬化後も下鋼板や連結された部材に残留すると考えられるため、完成系の性能を照査する際、その影響を考慮しなければならない。

■性能評価の着目項目の設定例

例えば、上記のような観点に対して完成系の部材の照査にあたって、架設段階毎の応力変化の状態とその影響を考慮した詳細な解析的検討をもとにその影響を評価する。

【解説】

鋼コンクリート合成床版の架設後にコンクリートを打ち込むことによって様々な種類の応力及びたわみが発生する。設計にあたっては必要な精度でその影響が考慮できる解析手法によって施工の各段階における構造系の変化や応力状態を考慮して完成時点までおよび完成状態での床版の応力を正確に把握して性能照査に反映することも可能である。



なお、ここに示す事例の内容は、検証方針の立案から検証実施までの流れなど検証計画の構築の参考となるべく断片的な例示を示したものに過ぎないので、事例の記述をそのまま準用すれば同種の事象の検証ができるという訳ではないことに注意が必要である。

【参考資料】

- 1) 鋼コンクリート合成床版の評価マニュアル、本稿 p.228～

8 基準の規定と異なる維持管理条件の設定

8.1 一般

- (1) 基準に規定された耐荷性や耐久性に関する照査式や許容値などの適用にあたっては、適用する維持管理条件に関する規定の前提条件との関係を整理し、所要の性能が得られるように、これを適切に評価しなければならない。
- (2) 維持管理条件が規定の前提条件と異なることによって基準から逸脱する場合としては、以下が考えられる。
 - 1) 維持管理手法が一般的な手法と異なる場合
 - 2) 維持管理において想定すべき損傷や劣化のメカニズムが基準と異なる場合
 - 3) 維持管理段階に対する要求水準（性能）が基準と異なる場合

- (1) 基準における耐荷性や耐久性に関する規定は、一般には、当該構造物に適用する維持管理手法、性能に影響を及ぼすとして想定される損傷や劣化のメカニズム、使用性を確保するとともに点検や補修・補強が容易であるための要求水準等が前提となって定められている。I 共通編 1.5 には維持管理条件として、供用中の日常点検、材料の状態の調査、補修作業等が容易に行えることとして規定されている。したがって、新技術を評価するにあたり、適用する維持管理条件がこれらの前提条件を満足している範囲を明確にし、満足していない部分に対しては、規定と同等の性能を有することを検証することにより、新技術が所要の性能を満足するように、維持管理条件を適切に評価しなければならない。
- (2) 適用する維持管理条件が規定の前提条件と異なることによって基準から逸脱する場合について、具体例を示した。

8.2 維持管理手法が一般的な手法と異なる場合

適用する維持管理手法が基準における規定の前提と異なる場合、いずれの手法によっても同等の耐荷性や耐久性を確保できることを実証する等して、その維持管理手法の採用の妥当性について検討を行い、新技術が所要の性能を満足することを保証しなければならない。

8.1(2)で示した基準から逸脱する場合のうち、維持管理手法が一般的な手法と異なる場合について規定したものである。

維持管理手法としては点検方法、点検頻度、損傷度の判定方法、対策区分の判定方法、補修及び補強工法などが含まれるが、これらのいずれかが基準における規定の前提と異なる場合、当該構造物が所要の性能を満足できない状態に陥ることが懸念される。そのため、適用する維持管理手法によった場合について、当該構造物に要求される耐荷性や耐久性を検証することにより、一般的な手法によった場合と同等の性能を確保できることを保証する必要がある。

8. 3 維持管理において想定すべき損傷や劣化のメカニズムが基準と異なる場合

想定される損傷や劣化のメカニズムが基準における規定の前提と異なる場合、いずれのメカニズムによっても損傷や劣化の進行が同様となることを実証する等して、その損傷および劣化のメカニズムの採用の妥当性について検討を行い、新技術が所要の性能を満足することを保証しなければならない。

8.1(2)で示した基準から逸脱する場合のうち、維持管理において想定すべき損傷や劣化のメカニズムが基準と異なる場合について規定したものである。

損傷や劣化のメカニズムは、使用材料、使用条件、周辺環境などによって支配されるが、これらのいずれかが基準における規定の前提と異なる場合、当該構造物が所要の性能を満足できない状態に陥ることが懸念される。そのため、想定される損傷や劣化のメカニズムに基づいて、損傷や劣化の進行を検証することにより、基準における規定の前提とされるメカニズムによった場合と同等の性能を確保できることを保証する必要がある。

8. 4 維持管理段階に対する要求水準（性能）が基準と異なる場合

維持管理段階に対して設定する要求水準（性能）が基準における規定の前提と異なる場合、いずれの維持管理段階においても要求される耐荷性や使用性を確保できることを実証する等して、その要求水準（性能）の採用の妥当性について検討を行い、新技術が所要の性能を満足することを保証しなければならない。

8.1(2)で示した基準から逸脱する場合のうち、維持管理段階に対する要求水準（性能）が基準と異なる場合について規定したものである。

維持管理段階に対する要求水準（性能）は、各段階における使用条件や維持管理計画等を総合的に考慮して設定されるが、各段階に対する要求水準（性能）が基準における規定の前提と異なる場合、当該構造物が所要の性能を満足できない状態に陥ることが懸念される。そのため、各段階において所要の耐荷性や使用性を確保できることを検証することにより、基準と同等の性能を確保できることを保証する必要がある。

8. 5 具体の事例

事例（維持管理手法が一般的な手法と異なる場合）

■概要

鋼コンクリート合成床版の採用にあたり、損傷特性が不明であるとともに維持管理手法が確立されていないことに対し、載荷試験等により損傷特性を把握するとともに、その特性を考慮した補修対策を提示した。

■関連する道路橋示方書の規定

【Ⅰ 共通編 1. 5】 橋の設計にあたって考慮すべき事項のうち、維持管理条件に関するものとして、使用目的との適合性、構造物の安全性、耐久性、維持管理の容易さ、経済性が挙げられる。しかし、鋼コンクリート合成床版の場合、自動車荷重下での経年的な損傷・劣化機構が不明な上に、床版下面が鋼板で覆われているため、床版内部のコンクリートの状態を直接確認することが困難である。

■技術評価において留意すべき点の例

例えば、鋼コンクリート合成床版の損傷特性を明らかにした上で、内部コンクリートの各種性能も保証できる適切な維持管理手法を提示する。

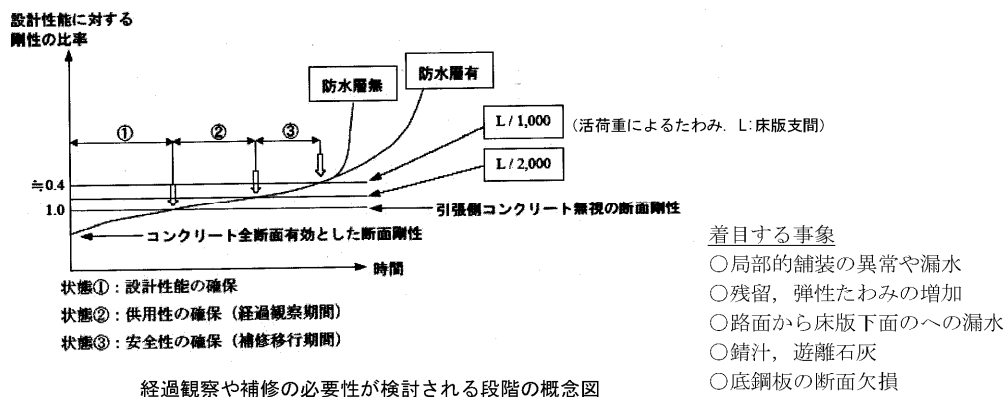
■性能評価の着目項目の設定例

例えば、上記のような観点に対して、

- ① 輪荷重移動載荷試験等により経年的な機能劣化に伴って生じうる変状を推定。
- ② 生じうる各劣化段階毎に変状検知と補修が行いうることを検証。
- ③ 想定される変状が現れた場合の耐荷力性能を推定するとともに復旧方法とその間の供用可能条件を試算。

【解説】

輪荷重移動載荷試験結果より当該床版構造の損傷特性を推定し、得られた載荷回数－たわみ量関係から設計段階に劣化段階を照査する指標を決定し、それらを実橋の条件に対して換算した経年的な推定シナリオに基づいて変状の発見や補修補強の必要性の判断など具体的な維持管理段階の行為に対する判定基準や調査要領などの維持管理計画を作成する。



図－8. 1 輪荷重移動載荷試験に基づく照査指標の設定

事例（維持管理において想定すべき損傷や劣化のメカニズムが基準と異なる場合）

■概要

耐候性鋼材を無塗装で使用する際は、耐候性鋼材の発錆特性が飛来塩分量のみならず、地形や凍結防止剤の影響も受けることに對し、それらの腐食要因も考慮して適用可能性を評価する。

■関連する道路橋示方書の規定

〔Ⅱ鋼橋編 5.2〕 鋼橋の部材の防錆防食の一手法として耐候性鋼材を挙げ、例えば JIS-G-3114 に規定する溶接構造用耐候性熱間圧延鋼材については、原則として所定の方法で計測した飛来塩分量が 0.05mdd (NaCl : mg/100cm²/day) を超えない地域では一般に無塗装で用いることができるとしている。

■技術評価において留意すべき点の例

例えば、耐候性鋼材の保護性さびの形成は飛来塩分量のみならず、付着塩分量、乾湿、構造形式、凍結防止剤などの影響を受けるので、これらの条件の組合せによっては異常さびが発生することが懸念される。そのため、設計時点で構造、地形条件などを考慮し、必要な対策を検討するとともに、点検方法や不具合が生じた場合の対応方法等について明らかにする必要がある。

■性能評価の着目項目の設定例

例えば、上記のような観点に対して、

- ① 飛来塩分量や海岸線からの離隔のみならず、構造形式や架橋位置における地形等を考慮し、その適用性について総合的に評価する。
- ② 供用中の異常さびの発生に備え、塗装への変更等の対策方法を検討する。
- ③ 定期点検やさび厚測定等の具体の当該橋用の維持管理計画を策定する。

【解説】

耐候性鋼材の無塗装での使用は、鋼材表面に発生する腐食進行速度が比較的小さい保護性さびによって腐食減肉が抑制されることにより、供用期間中の性能を確保する方法である。そのため、同方法の採用にあたっては、鋼材の使用環境において想定される全ての腐食原因を考慮して、期待する保護性さびが発生することを確認するとともに、その状況を把握するための点検計画の整備と、予期せぬ異常さびの発生に対する対応策を検討しておくことにより、基準における規定の前提とされるメカニズムによった場合と同等の性能を確保できることを保証する必要がある。

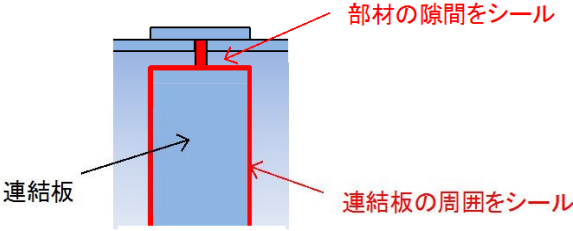
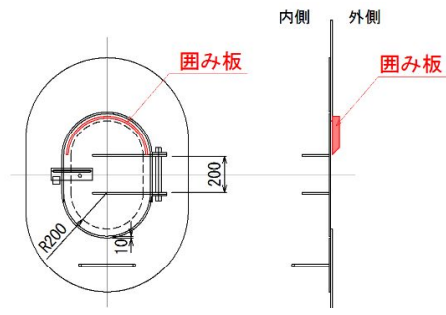
なお、ここに示す事例の内容は、検証方針の立案から検証実施までの流れなど検証計画の構築の参考となるべく断片的な例示を示したものに過ぎないので、事例の記述をそのまま準用すれば同種の事象の検証ができるという訳ではないことに注意が必要である。

付録 2 道路橋の耐久性の信頼性向上に関する研究

(国総研資料 第 1121 号)

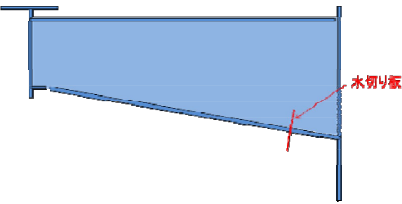
| | |
|-----------|--|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 鋼部材の対策 |
| 小項目 | 状況（来させない） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例 1：桁端部の防食対策】</p> <p>桁端部は伸縮装置や排水装置からの漏水のような水環境の見込み違いの他に、塵埃の堆積や糞害、および凍結防止剤の散布などによる防食環境の見込み違いが生じ易い。よって、これらの影響によって、鋼材の腐食が促進されることがないようにするのがよい。例えば、以下のような配慮が考えられる。</p> <p>1) 塵埃の堆積，鳥害，糞害 塵埃の堆積，鳥害，糞害を防ぐため、桁端のマンホールには蓋を設ける工夫がある。</p> <p>2) 凍結防止剤 寒冷地のような凍結防止剤を散布する地域においては、凍結防止剤の巻き上げにより、鋼材の腐食が促進されることがないように、計画時において交差道路や隣接橋梁との隔離を十分確保するのが望ましい。</p> <div style="text-align: center;"> <p>（山に迫った橋の場合） （並列橋の場合）</p> </div> <p>図-1 凍結防止剤の影響を受ける桁の配置</p> <p>【例 2：桁端部の漏水対策】</p> <p>1) 伸縮装置 伸縮装置は、止水性が損なわれた場合の漏水に備えるため、流末処理をするのが望ましい。また、路面部の止水だけではなく地覆部にも止水構造を設けるとともに、地覆や壁高欄の遊間などの不連続部からの漏水が生じないように、導水地覆を設けることが考えられる。</p> <p>2) 排水装置 上部工の縦断勾配が低い側の伸縮装置の手前には排水装置を設ける工夫がある。また、橋台背面部にも排水装置を設け、背面からの漏水が滞水しない構造とすることも考えられる。加えて、上部工排水装置は屈曲部を少なくし、やむを得ず屈曲部を設ける場合は、支持材を追加するなど脱落による漏水が生じない構造とすることが望ましい。</p> |
| 参考図書 | 図-1：「鋼道路防食便覧」日本道路協会，平成 26 年 3 月 |

| | |
|-----------|--|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 鋼部材の対策 |
| 小項目 | 状況（来させない） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例 1：桁端部の防食対策】</p> <p>桁端部は伸縮装置や排水装置からの漏水のような水環境の見込み違いの他に、塵埃の堆積や糞害、および凍結防止剤の散布などによる防食環境の見込み違いが生じ易い。よって、これらの影響によって、鋼材の腐食が促進されることがないようにするのがよい。例えば、以下のような配慮が考えられる。</p> <p>1) 塵埃の堆積，鳥害，糞害 塵埃の堆積，鳥害，糞害を防ぐため、桁端のマンホールには蓋を設ける工夫がある。</p> <p>2) 凍結防止剤 寒冷地のような凍結防止剤を散布する地域においては、凍結防止剤の巻き上げにより、鋼材の腐食が促進されることがないように、計画時において交差道路や隣接橋梁との隔離を十分確保するのが望ましい。</p> <div style="text-align: center;"> <p>（山に迫った橋の場合） （並列橋の場合）</p> </div> <p>図-1 凍結防止剤の影響を受ける桁の配置</p> <p>【例 2：桁端部の漏水対策】</p> <p>1) 伸縮装置 伸縮装置は、止水性が損なわれた場合の漏水に備えるため、流末処理をするのが望ましい。また、路面部の止水だけではなく地覆部にも止水構造を設けるとともに、地覆や壁高欄の遊間などの不連続部からの漏水が生じないように、導水地覆を設けることが考えられる。</p> <p>2) 排水装置 上部工の縦断勾配が低い側の伸縮装置の手前には排水装置を設ける工夫がある。また、橋台背面部にも排水装置を設け、背面からの漏水が滞水しない構造とすることも考えられる。加えて、上部工排水装置は屈曲部を少なくし、やむを得ず屈曲部を設ける場合は、支持材を追加するなど脱落による漏水が生じない構造とすることが望ましい。</p> |
| 参考図書 | 図-1：「鋼道路防食便覧」日本道路協会，平成 26 年 3 月 |

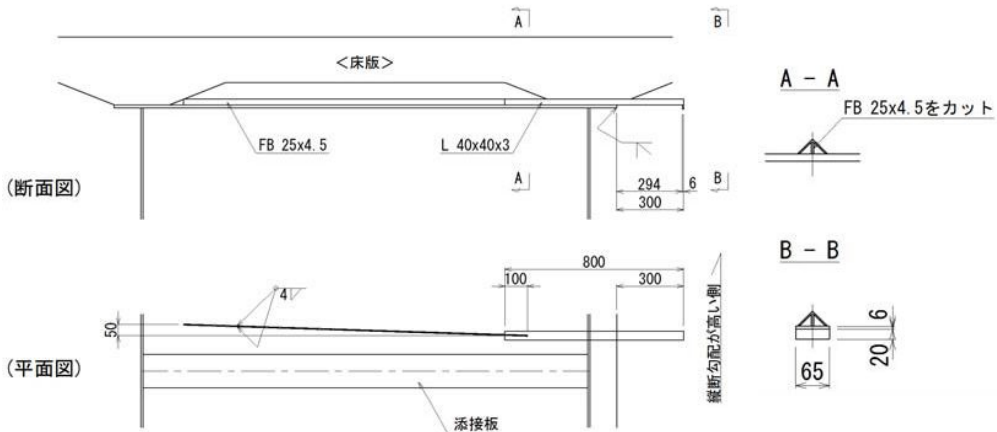
| | |
|-----------|---|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 鋼部材の対策 |
| 小項目 | 状況（来させない） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例3：桁内部の漏水対策】</p> <p>1) 現場継手部の止水</p> <p>現場継手部の隙間より雨水が浸入し、桁内に滞水が生じないようにするのがよい。 例えば、ウェブについて隙間や添接板周辺をシール等で塞ぐ、現場溶接時のスカーラップも同様にキャップ等で塞ぐことが考えられ、鳥の侵入防止にもなる。</p>  <p>図-2は、現場継手部の止水構造を示す断面図である。中央には「連結板」とラベルされた部分が描かれている。その上部と左右の側面には、隙間を埋めるための「シール」が施されている。赤い矢印とラベルで「部材の隙間をシール」と「連結板の周囲をシール」と説明されている。</p> <p>図-2 現場継手部止水の例</p> <p>2) マンホール部の止水</p> <p>マンホールの蓋の周辺から桁内部に水が浸入し滞水が生じないように、止水性の高い構造とするのがよい。例えば、蓋の周辺にパッキン等を設けることも考えられる。</p> <p>マンホール付近に散水をした簡易実験の結果では、マンホール部の止水性を高める対策としては、蓋上部に水切り板を設置する構造に加え、気密性の高いパッキンを使用することや蓋構造を外開きにするなどの効果が大きいことがわかっている。</p>  <p>図-3は、マンホール部の止水構造を示す断面図と平面図である。断面図（右側）は「内側」と「外側」を示し、蓋の周辺に「囲み板」が設置されている。平面図（左側）は、蓋の形状を示し、半径「R200」と、蓋の厚さ「10」と、蓋の径「200」が記載されている。</p> <p>図-3 マンホール部の止水の例</p> |

| | |
|-----------|---|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 鋼部材の対策 |
| 小項目 | 状況（来させない） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>3) ハンドホール部の止水</p> <p>ハンドホール部においては、桁内部に水が流入し難い構造とするとともに、蓋の周辺は止水性の高い構造とするのがよい。例えば、補強板は上フランジ上面に設け、桁内部に水が流入し難くする、蓋の周辺にはパッキンやシール等を施し、止水性の高めることも考えられる。また、鋼床版等の場合は、舗装等への影響に配慮し別途水切り板を設けてハンドホール内への水の浸入を防止することも考えられる。</p> <div data-bbox="539 705 1268 1153"> <p>(a) コンクリート床版橋の例</p> <p>(b) 鋼床版橋の例</p> </div> <p>図-4 ハンドホール部の止水の例</p> <p>4) 桁内排水管の漏水対策</p> <p>箱桁内部に排水管を設けると、それらが破損、脱落した場合、滞水が生じる可能性があるため、そのような事態を回避する構造とするのがよい。そのためには、箱桁内部に排水管を設置しないことが考えられる。止むを得ず内部に設置する場合は、箱桁内部に水が浸入しない構造とするのが望ましい。例えば鞘管などを設けてその中に排水管を通すことが考えられる。</p> <div data-bbox="406 1478 1396 1736"> </div> <p>図-5 箱桁内配管の漏水対策の例</p> <p>【例4：一般部の漏水対策（伝い水の防止）】</p> <p>床版やブラケットなどからの伝い水が下フランジの上面や添接板周辺に滞水し、予期せぬ腐食の原因となることがあるため、これらを防止する配慮を行うのがよい。例えば水切り等を設置することが考えられる。</p> |

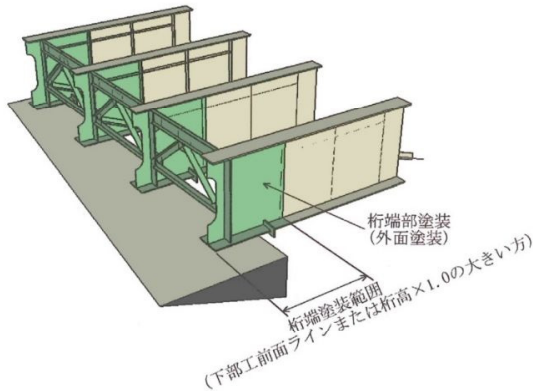
| | |
|-----------|--|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 鋼部材の対策 |
| 小項目 | 状況（来させない） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例5：桁端部の環境改善】</p> <p>1) 支点部の水切り板</p> <p>雨掛かり部の主桁下フランジを伝わった水が橋座部に滞水しないようにするのがよい。例えば下フランジの支点前後に水切り板を設置することが考えられる。</p> <p>水切り板(止水板)を模した検証実験の結果では、水切り板の高さは20mm程度あれば機能し、その取付構造についても、フランジ全周にわたり囲う構造ではなくとも排水できることが確認されている。詳細の取付構造については、フランジ端面からの溶接代の確保や溶接による角落ちなど製作性に配慮した構造とするのが望ましい。</p> <div data-bbox="478 840 1356 1153"> </div> <p style="text-align: center;">図-6 下フランジ水切りの例</p> <p>2) 箱桁端部の滞水対策</p> <p>伸縮装置からの漏水や桁遊間から吹き込んだ雨水が箱桁端部に滞水し、腐食の要因となっていることから、そのような事態を回避するための配慮を行うのがよい。例えば水切り板や導水板を設けるとともに、水抜き孔を設け滞水が生じない構造とすることが考えられる。桁端部における水切り(導水板)の例を図-7、伸縮装置からの漏水を桁遊間側に排除する例を図-8に示す。さらに、塗装の増し塗りや重防食塗装を採用し防食機能を向上させることも考えられる。</p> <div data-bbox="454 1680 901 1937"> </div> <p style="text-align: center;">図-7 桁端部の導水の例</p> <div data-bbox="917 1500 1372 1926"> </div> <p style="text-align: center;">図-8 桁端部（上部）の導水の例</p> |

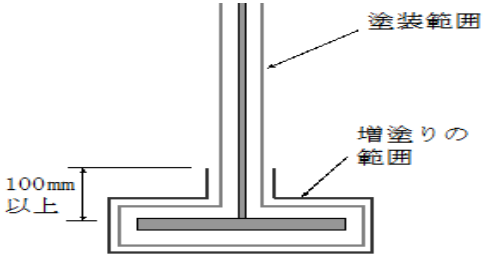
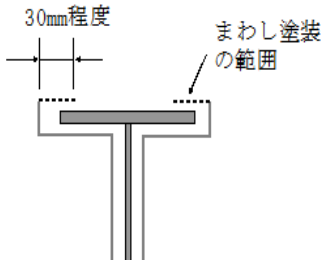
| | |
|-----------|---|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 鋼部材の対策 |
| 小項目 | 状況（来させない） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例 6：一般部の環境改善】</p> <p>1) 部材（ブラケット下フランジ）の水切り</p> <p>伝い水が桁等の腐食に影響しないようにするのがよい。例えば水切り板を設置する工夫がある。設置位置は、主桁への影響を回避するため桁下フランジから離れた位置とするのが望ましい。</p>  <p>図-9 水切りの例</p> |
| | |

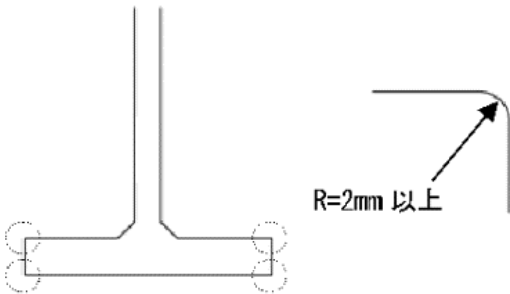
| | |
|-----------|---|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 鋼部材の対策 |
| 小項目 | 状況（来ても滞留させない） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例 1：箱桁内部の環境改善】</p> <p>1) 箱桁内部の滞水対策</p> <p>現場継手部やハンドホール部の止水性が損なわれた場合に備えるのがよい。例えば、現場継手部近傍には、水抜き孔を設けるとともに、確実に排水されるように導水板を設けることも考えられる。導水板と水抜き孔は、可能な限り近づけた配置とすることでコーナー部への滞水に配慮する工夫がある。また、導水板と縦リブの取合い構造には縦リブに半円の開口を設け、貫通する構造（図-1（a））と縦リブに導水板を溶接する構造（図-1（b））の 2 種類があるが、簡易実験の結果では貫通する構造（a）の方が排水性が良いことがわかっている。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  <p>(a) 開口を導水板が貫通</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(b) 導水板を縦リブに溶接</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">図-1 縦リブと導水板の取合い</p> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">  </div> <p style="text-align: center;">写真-1 箱桁内導水の例</p> <p>2) 桁内部の通気性の確保</p> <p>結露を防止するため通気孔を設けることが考えられる。なお、通気孔を設ける場合は、桁内への鳥などの侵入防止についても併せて検討することが望ましい。</p> |

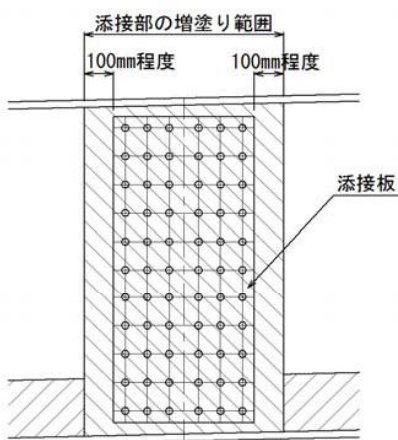

| | |
|-----------|---|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 鋼部材の対策 |
| 小項目 | 状況（来ても滞留させない） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>3) 箱桁上フランジ上の滞水対策</p> <p>箱桁上フランジ上面は、床版の損傷や空間の結露により滞水が生じ、上フランジの腐食原因となる。また、現場継手部の隙間からそれらが桁内に侵入し滞水を生じることがある。そのため、箱桁上フランジ上の滞水を防止する配慮を行うのがよい。例えば、縦断勾配の低い側の現場継手部手前や床版コンクリート打下し部手前には、水抜きを設ける工夫が考えられる。</p>  <p>図-2 箱桁上フランジ上の水抜きの例</p> <p>【例2：桁端部の環境改善】</p> <p>1) 橋座の排水勾配の設置</p> <p>伸縮装置や排水装置では、漏水対策をするのがよい。それらが機能を損失し漏水が生じた場合でも、橋座上に滞水が生じないように、下部工天端および杓座モルタルには排水勾配等を設ける工夫がある。</p> <p>2) 桁端部および桁下空間の確保</p> <p>橋座部に滞水が生じても湿気がこもらないように、通気性を確保するのがよい。方策としては、橋台部を張出し構造とすることや桁端部に切欠きを設け空間を確保することが考えられる。桁下空間についても、桁端部と同様に橋座面の滞水等の影響により湿潤な状態になりやすいため、支承台座を設ける等により隔離を確保することが考えられる。また、こうした桁端部空間の確保は、点検時の作業性や通行性も改善できることから維持管理性の向上にも有用である。なお、空間については点検性も考慮決定することが望ましい。</p> |

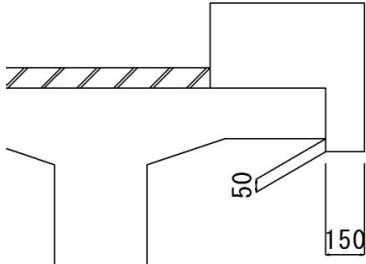
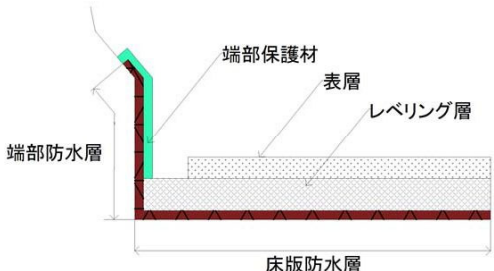
| | |
|-----------|--|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 鋼部材の対策 |
| 小項目 | 状況（来ても滞留させない） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例3：継手部の環境改善】</p> <p>鋼部材の継手部では腐食させないように滞水させないのがよい。鋼部材の塗装は健全に見えても、連結板や補剛材などの材片が密集した箇所周辺では、滞水等の影響により塗装が劣化し、錆や腐食が進行している例が多く見られる。定期点検の結果においても、トラス形式橋梁のボルト継手部の腐食が報告されている(写真-2 参照)。</p> <p>検証実験では、連結板の縁端形状を図-3 のように両勾配タイプとすることで、水平タイプよりも滞水量が少なくなることがわかっている。</p> |
| | <div data-bbox="692 824 1114 1149" data-label="Image"> <p>A photograph showing a close-up of a bridge's steel joint. The steel plate around the bolts is heavily rusted and corroded, contrasting with the green-painted steel beams. A small white label with Japanese text is visible in the lower-left corner of the photo.</p> </div> <p>写真-2 連結板周辺の腐食事例</p> <div data-bbox="683 1249 1129 1630" data-label="Diagram"> <p>A technical cross-sectional diagram of a gusset plate. It shows a 40mm thick plate with a double-sloped (mountain) top edge. The diagram includes dimensions: a total width of 400mm, a central section of 380mm, and side flanges of 10mm. Vertical dimensions show a total height of 85mm, with 75mm for the main body and 10mm for the top flange. A 3x3 grid of bolt holes is shown in the center, with a 240mm spacing between the center lines of the holes. The bottom edge is flat.</p> </div> <p>図-3 縁端形状を両勾配（山形）にした連結板の例</p> |

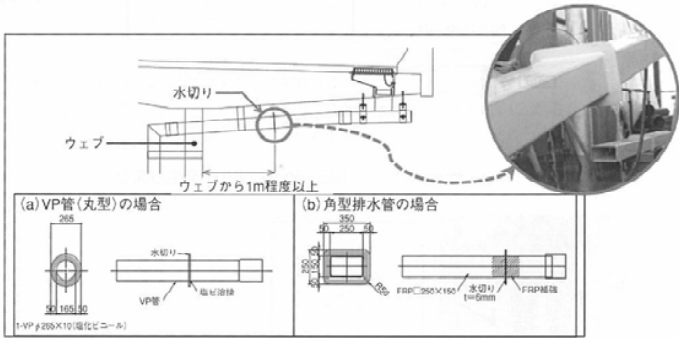
| | |
|-----------|---|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 鋼部材の対策 |
| 小項目 | 抵抗（より抵抗する） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例 1：桁端部の防食環境の改善】</p> <p>1) 桁端部、掛け違い部など塗り替え困難部の増し塗、重防食系塗装</p> <p>桁端部は局所的に腐食が進行する可能性があることから、必要に応じて防食環境の改善を図るのがよい。例えば桁端部塗装を行うことが考えられる。その場合、一般に塗装桁での桁端部等は、図-1 に示す範囲について防食対策を行うなどの工夫がある。耐候性鋼材を使用した場合には、その腐食環境により図-1 に示す範囲より広く下部工の前面ラインより支間側の最初の補剛材の範囲までとしている場合もある。</p>  <p>図-1 桁端部の増し塗り範囲</p> <p>2) 凍結防止剤対策</p> <p>凍結防止剤を散布する地域においては、凍結防止剤の散布が鋼材の腐食を促進することがないように配慮するのがよい。特に耐候性鋼材を用いた橋梁における桁端部などには、塩分の堆積が予想されることから重防食系塗装の採用などが考えられる。</p> |
| 参考図書 | 図-1：「耐候性鋼橋梁の手引き」（一社）日本橋梁建設協会，平成 25 年 4 月 |

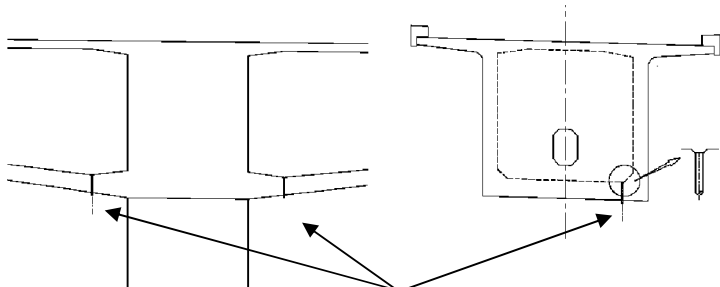
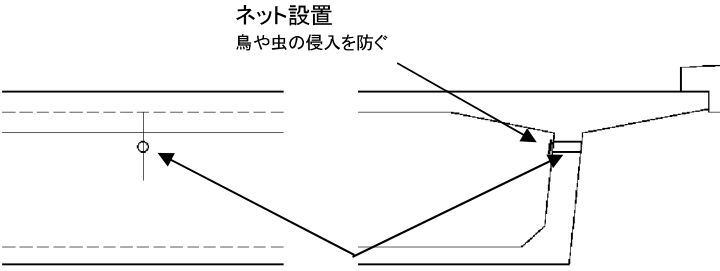
| | |
|-----------|---|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 鋼部材の対策 |
| 小項目 | 抵抗（より抵抗する） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例 2：一般部の防食環境の改善】</p> <p>1) 増し塗り</p> <p>主桁下フランジおよびウェブ下端は、他の部位と比べ湿潤環境になりやすく塗装の劣化が進行しやすい部位となるため、局所的な劣化にならない防食環境が確保されているのがよい。例えばあらかじめ塗装膜厚を厚くすることも考えられる。</p>  <p>図-2 下フランジ増し塗りの例</p> <p>2) 上フランジ角部とコンクリート境界部のまわし塗り</p> <p>上フランジの床版コンクリートとの境界部となる角部は、防錆上の弱点となり発錆する事例がみられることから、必要に応じて防食環境の改善を検討するのがよい。初期の防錆対策として、図-3 に示す範囲をまわし塗装する工夫が考えられる。鋼板とコンクリートの境界部の防食浸入深さは、鋼波型ウェブ橋を対象とした腐食促進試験では、最大で 16mm 程度との試験データ^{※1}がある。</p>  <p>図-3 上フランジまわし塗りの範囲</p> |
| 参考図書 | <p>「設計要領 第二集 橋梁建設編 7 章鋼橋」東日本・中日本・西日本高速道路株式会社，平成 28 年 8 月</p> <p>※1 貝沼重信・細見直史・金仁泰・伊藤義人：「鋼構造部材のコンクリート境界部における経時的な腐食挙動に関する研究」，土木学会論文集 No.780/1-70,97-114,2005.1</p> |

| | |
|-----------|--|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 鋼部材の対策 |
| 小項目 | 抵抗（より抵抗する） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>3) 格点構造の環境改善</p> <p>トラス橋やアーチ橋の格点構造は、狭隘で滞水や堆砂が生じ易いため、維持管理の容易性を考慮して、局所的な腐食が生じないように配慮するのがよい。</p> <p>【例3：一般部の防食対策】</p> <p>一般部は、桁端部のように常時に水環境にさらされる箇所ではないが、雨水の影響や鋼材とコンクリートなど異種材料の境界面において、予期せぬ防食機能の低下を招くことがあるため防食対策を検討するのがよい。また、部材の取り合い部や連結部は狭隘で凸凹なため滞水や塵埃の堆積などが生じ易く、防食環境の見込み違いも生じ易い。よって、以下のような配慮が考えられる。</p> <p>1) 部材角部のR加工</p> <p>部材の角部は、塗装施工時に膜厚が確保しにくいいため防錆上の弱点となりやすい。角部の形状と膜厚の関係については、直角・1C面取り・R加工の形状にて各々膜厚を比較した場合、R加工された角部の確保がされやすいことが定期点検結果の蓄積によりわかっている。主桁下フランジ等の雨水や橋梁下の水分の影響を受けやすい部位は塗装膜厚の確保を目的に、曲面加工を施す工夫が考えられる。</p>  <p style="text-align: center;">図-4 角部のR加工</p> |

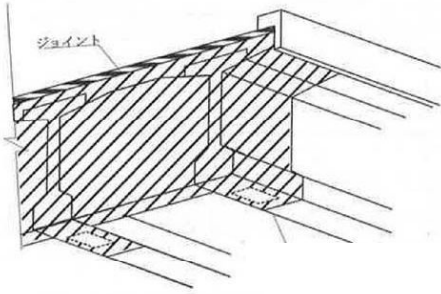
| | |
|-----------|--|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 鋼部材の対策 |
| 小項目 | 抵抗（より抵抗する） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>2) 連結部の増し塗り</p> <p>高力ボルト現場継手部は、添接板やボルトの角部の塗膜厚が確保しにくく防錆の弱点となり易い。また、添接板やボルトの周囲に滞水や塵埃の堆積が生じ易いことから、防食耐久性に配慮するのがよい。例えば増し塗りなどを行う工夫が考えられる。</p>  <p>図-5 添接部の増し塗り範囲</p> |
| | <p>3) 上フランジと床版ハンチとの取り合い</p> <p>上フランジの下端にすりつける床版ハンチの構造には、型枠の組立等の施工性がよいことから、図-6(a)に示す形状が標準的に用いられてきたが、上フランジ板厚面とコンクリートの付着切れが生じ易い。そのため、付着切れにより界面の防食機能が劣化し、「ひびわれ」、「うき」、「剥離」といった損傷が見られる。これらの損傷を発生し難くするために、上フランジと床版ハンチの構造は、ハンチ内に上フランジを埋め込まずにフランジ上面からハンチを立ち上げる、図-6(b)に示す構造とすることが考えられる。</p>  <p>図-6 上フランジと床版ハンチの取り合い</p> |

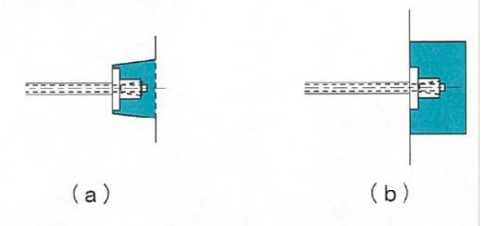
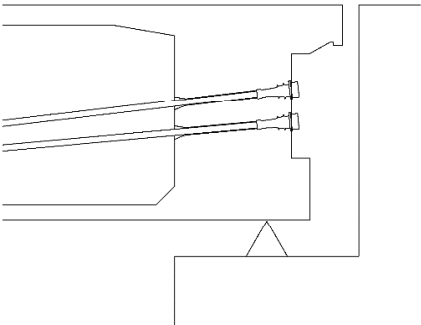
| | |
|-----------|--|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | コンクリート部材の対策 |
| 小項目 | 状況（来させない） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例 1：伝い水の処理（地覆部、桁端部）】</p> <p>床版、地覆、支柱、ブラケット等からの伝い水によって、コンクリート部材に劣化を進行させるため、伝い水について設計時に配慮するのがよい。水切りおよび地覆形状などで伝い水の侵入しにくい構造とすることが考えられる。例えば、地覆水切り部の寸法（幅B、高さH）や地覆天端の排水勾配を適切に設定する工夫がある。また、地覆部の打ち継ぎ部の処理を適切に実施するのがよい。</p> <p>地覆の水切り形状についての検証実験によって、図-1 に示すように水切り幅 150 mm、水切り高さ 50 mmを確保すれば、水切り部から桁への伝い水は防止できることが確認されている。また、水切り下面の勾配を設けなくても伝い水を防止できることが確認されている。ただし、検証実験では風の影響を検討していないため、風の影響に関しては留意して検討する。</p>  <p>図-1 水切り及び地覆構造の例</p> <p>【例 2：橋面防水（排水桝、橋面防水工）】</p> <p>コンクリート床版における疲労・塩害といった変状は、雨水や凍結防止剤の影響により著しく劣化が促進されるおそれがあるため、床版の耐久性を向上させるためには適切に橋面防水を行うのがよい。図-2 に橋面防水の例を示す。</p> <p>排水桝を適切に設定し舗装面の滞水を防ぐと共に、舗装面に浸透した路面排水が床版等への浸水を防止するためには橋面防水を適切に設置することに配慮する。特に縦断勾配のサグ部、横断勾配の変化区間は舗装面、床版面に滞水しやすいため注意する必要がある。また、防水層の端部（地覆や伸縮装置の立上り箇所）や、排水桝や床版パイプとの接続箇所、端部の地覆や縁石の立上げ部は、紫外線などの影響により劣化しやすいことから、適切な排水設備もあわせて計画する。例えば端部保護材を設置するなどの工夫がされた例がある。</p>  <p>図-2 橋面防水の例</p> |

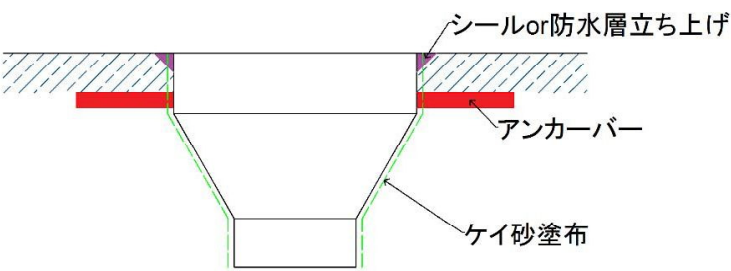
| | |
|-----------|---|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | コンクリート部材の対策 |
| 小項目 | 状況（来させない） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例 3：排水管外面からの伝わった水が桁内へ侵入するのを防止】</p> <p>排水管外面からの伝い水が桁内へ浸入し、コンクリート部材の劣化を促進させる場合がある。不測の漏水に対して、排水管を伝った水が桁内に浸入することを防ぐのがよい。例えば伝い水が桁内に浸入しにくい構造とするのが望ましい。図-3 に水切り板を設置した事例を示す。水切り板から落下した水が桁面にかかることを防ぐため、水切り板をウェブから 1m 程度以上離す工夫がある。</p>  <p style="text-align: center;">図-3 排水管外面から伝い水を桁内に浸入させない構造例</p> <p>【例 4：排水管からの漏水の防止（排水管の損傷を防止）】</p> <p>排水管からの漏水に対しては、排水管に損傷が発生しないように配慮するのがよい。また、機能の損失があった場合でも、他の部材に大きな影響を及ぼさないように配慮した配置にすると共に迅速に対応できる構造とすることが考えられる。特に箱桁内の外ケールなどの重要部位の上部には排水管などの設置は避ける工夫がある。</p> |

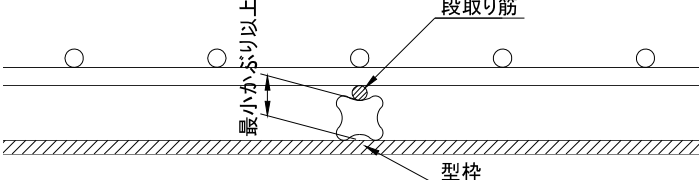
| | |
|-----------|---|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | コンクリート部材の対策 |
| 小項目 | 状況（来ても滞留させない） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例 1：支承部の滞水を防止するための措置（排水勾配、水抜きパイプ等）】</p> <p>支承部に滞水すると劣化を促進するため、滞水を防止する構造とするのがよい。</p> <p>【例 2：箱桁内の滞水を防止】</p> <p>箱桁内部等は、箱桁内へ引き込んだ排水管の破損や伝い水による水の浸入、結露等による滞水を防止するのがよい。例えば、内部底面には排水勾配を設け、図-1 に示すように滞水が懸念される一番低い箇所に水抜き孔を設置することが考えられる。水抜き孔の大きさは、床版の水抜き孔と同じく直径 30～60mm 程度（40mm 以上を推奨）とする工夫がある。水抜き孔を設置する場合は、適切に排水処理を行う。</p>  <p>箱桁内の一番低い箇所に VP 管等で水抜きを設置</p> <p>図-1 主桁内部の水抜きの例</p> <p>【例 3：通気性の確保（結露防止）】</p> <p>箱桁内は温度および湿度の上昇を抑え結露などを防止するのがよい。例えば、図-2 に示すように適切な通気口を設けることが考えられる。通気口には鳥や虫が箱桁内部へ侵入しないようにネットなどを設置するとともに通気口の大きさは適切に設定することが望ましい。なお、通気口の大きさについてはスターラップとの取合いについて配慮する。また、通気口内に直接鳥が侵入しないように併せて検討することが望ましい。例えば、外側に通気口としての機能を損なわないスリットまたはメッシュ状の蓋を設ける。通気口の設置箇所については、配置間隔および設置箇所数などを検討する。</p>  <p>ネット設置 鳥や虫の侵入を防ぐ</p> <p>通気口設置 雨水が入らないように床 版付け根に設置</p> <p>図-2 主桁内部の通気口の例</p> |


| | | | |
|-----------|--|---|-------|
| | | 頁 | 2 / 2 |
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 | | |
| 中項目 | コンクリート部材の対策 | | |
| 小項目 | 状況（来ても滞留させない） | | |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例４：塩化物が付着しにくい形状】</p> <p>塩害対策地域では、箱桁や中空床版などの塩分が桁の表面に付着しにくい形状が有効である。一方で、腐食因子を取り込まないようにするため箱桁などで密閉状態とする事が考えられるが、一旦箱桁内に侵入した腐食因子を除去することが困難となる。また、密閉状態では通気がなく長期にわたって湿潤状態となる。以上から、一度腐食因子が箱桁に侵入した場合を踏まえると、密閉状態となるような構造は必ずしも腐食環境改善とはならないため、避けるのがよいと考えられる。</p> | | |

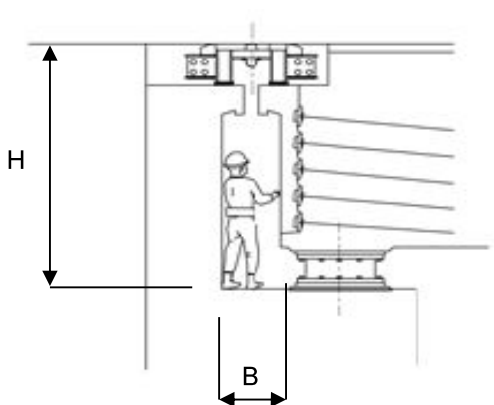
| | |
|-----------|---|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | コンクリート部材の対策 |
| 小項目 | 抵抗（より抵抗する） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例 1：桁端部等の表面保護】</p> <p>コンクリート部材の桁端部で局所的に劣化しないように配慮するのがよい。図-1 のように桁端部においては、伸縮装置部などから凍結防止剤や飛来塩分を含んだ漏水や伝い水等の浸水が生じる可能性があることから、桁端部で劣化抑制について対策されている例もある。</p>  <p>コンクリート橋</p> <p>図-1 桁端部イメージ図</p> <p>【例 2：角欠けの防止】</p> <p>角欠けが生じると劣化因子が侵入しやすくなるため、角欠けが生じにくい構造とするのがよい。例えば部材端部では面取りなどを行う工夫が考えられる。</p> <p>【例 3：箱内滞水に対する表面保護】</p> <p>桁内の滞水を防止する対策とあわせて劣化抑制について対策を検討するのがよい。</p> |
| 参考図書 | 「設計要領 第二集 橋梁建設編 11 章防水工及び表面保護工」東日本・中日本・西日本高速道路株式会社，平成 28 年 8 月 |

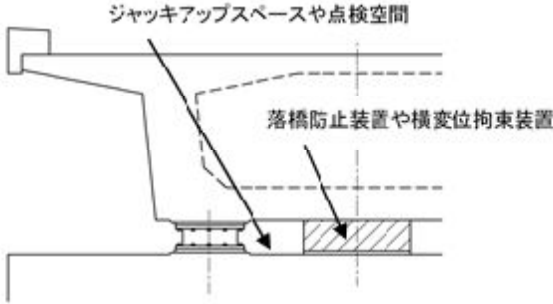
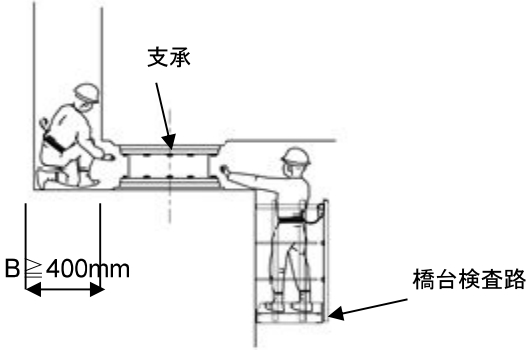
| | |
|-----------|--|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | コンクリート部材の対策 |
| 小項目 | 抵抗（より抵抗する） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例4：定着具の箱抜き部の後埋め方法】</p> <p>図-2 に示すような定着具後埋め部では、後埋めコンクリートのはく離やひび割れが懸念されることから、後埋めコンクリート部の形状、打継面処理の方法、使用するコンクリートの種類および補強筋を検討することが望ましい。</p> <p>なお、定着具を露出させる例としては、図-3 に示すような外ケーブル定着具があるが、水切りにより定着具への水の浸入を防ぐとともに、防食性に優れた定着具を使用するのが考えられる。</p> <div style="text-align: center;">  <p>(a) (b)</p> <p>図-2 定着具後埋めの例</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>図-3 外ケーブル定着の例</p> </div> <p>【例5：定着部の後施工コンクリートのひび割れ防止】</p> <p>定着部の後埋めコンクリートは、P C 鋼材定着具を防錆する役割がある。コンクリートにひび割れが生じると、雨水等が浸入して定着具が腐食する原因となるので、ひび割れ対策を行うのがよい。</p> <p>例えば設計段階での対応として、定着切欠き部にあらかじめ埋込み金具を配置しておき、用心鉄筋等を継いで後埋めコンクリートを主桁と機械的に密着させることなどが考えられる。</p> <p>施工段階での対応としては、後埋めコンクリートはできる限り収縮が小さいコンクリートとするのが望ましい。打継面には適切な目粗しを実施し、打設前には打継面に十分に吸水させておくことが望ましい。また、後打ちコンクリートの表面部は、塩分等の劣化因子の侵入を抑制する目的として措置しておくのがよい。</p> <p>定着部は、箱抜きしてコンクリートを充填するのが一般的であるが、むしろ点検の確実性、維持管理の容易さの観点からはグラウトキャップを露出させた状態にしておき、定期的にグラウトキャップを取り除いて定着具を点検し、グラウトキャップを付け直すような管理方法も考えられる。</p> |

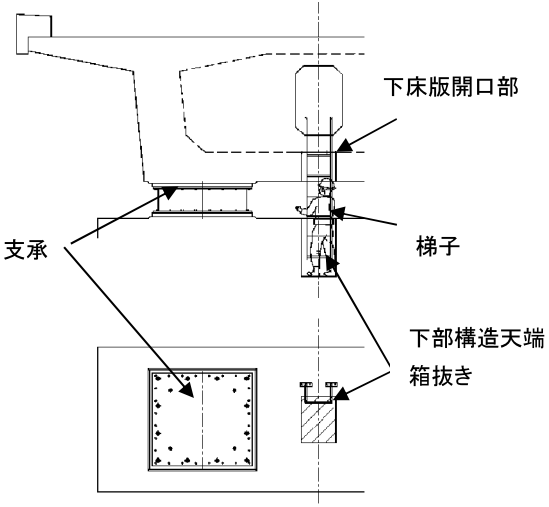
| | |
|-----------|--|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | コンクリート部材の対策 |
| 小項目 | 抵抗（より抵抗する） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例6：コンクリート打継方法（打ち継ぎ面の処理、漏水対策）】</p> <p>施工時に生じる以下のコンクリート打継面から漏水のおそれがあるため、適切な防水対策を行うことが望ましい。例えば、各打継面の対策として以下のようなものが提案されている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・分割施工時に生じるコンクリート打継面 打継面の処理方法（目粗しなど）、吸水防止材の使用 ・プレキャスト桁間詰め床版の打継面 打継面の処理方法（目粗しなど）、吸水防止材の使用、膨張材の使用 ・作業孔等の開口部 打継面の処理方法（目粗しなど）、吸水防止材の使用、膨張材の使用 ・排水桝、床版パイプ周辺箇所 排水桝とコンクリートの付着向上の事例を図-4に示す。 ・地覆立ち上がり部 床版部と地覆打継部を想定した検証実験により、打継面に勾配を設けても打継部からの漏水を防止できないことが確認されている。このことから、床版部との地覆の打継方法については、降雨強度より推察される床版部の滞水量より推測される水深以上の位置とするのがよい。  <p>図-4 排水桝とコンクリートの付着向上の事例</p> |
| 参考図書 | 「2012 年制定コンクリート標準示方書[施工片]」公益社団法人土木学会，平成 25 年 3 月 |

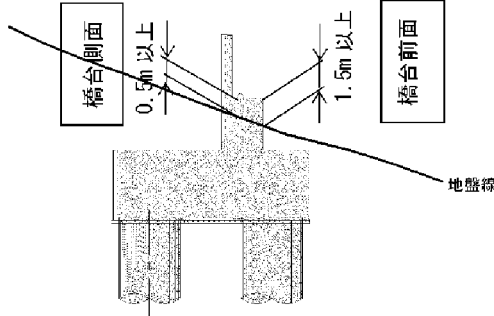
| | |
|-----------|--|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | コンクリート部材の対策 |
| 小項目 | 抵抗（より抵抗する） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例7：最小かぶりの確保】</p> <p>腐食環境では鉄筋等の鋼材腐食が問題となる。コンクリート構造物の長期耐久性を確保するためには鋼材腐食に対して配慮するのがよい。</p> <p>鉄筋のかぶりが不足していると、所定の耐久性が確保できないばかりか、コンクリートの充填不良などの初期欠陥にも繋がるため、構造物の所定の性能を確保するためには、かぶりの確保が重要となる。</p> <p>例えば鉄筋スペーサーを用いて、かぶりを確保する場合、特に底面ではスペーサーを付けた鉄筋のかぶりが確保されても、水切りのために配置した切込み部においてかぶりが確保されていない場合や、スペーサー取り付け部以外の鉄筋のかぶりが確保されていない場合もある。これを防止するため、図-5 に示すように最外面の鉄筋に直交して、かぶりの内側に段取り筋を配置し、段取り筋にスペーサーを取り付ける方法が考えられる。また段取り筋を使用することで、鉄筋の組立が容易になるという利点もある。</p> <p>設計図面において段取り筋が図示されていることが望ましいが、考慮されていない場合、施工段階において検討を行うことが必要となる。ただし、段取り筋についても、最小かぶりの確保が必要なことから、場合によっては鉄筋の有効高さを変える必要があり、設計上の検討を要することに留意する。</p> <div style="text-align: center;">  <p>図-5 最小かぶりを確保する方法の例</p> </div> |


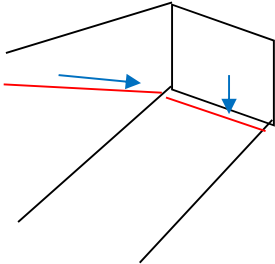
| | |
|-----------|--|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | コンクリート部材の対策 |
| 小項目 | 抵抗（より抵抗する） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例 8：間詰め床版部の漏水対策】</p> <p>間詰め床版部には漏水対策を行うのがよい。床版間詰め部はプレキャスト部材に両側を拘束されるため、コンクリートの収縮によって橋軸直角方向のひび割れが発生しやすく、ひび割れから漏水する場合がある。また床版間詰め部と主桁との境界面から漏水することもある。</p> <p>漏水対策としてはコンクリートの収縮を低減することが効果的である。施工条件等から、適切な対策について検討するのが望ましい。</p> <p>【例 9：横桁のひび割れ等対策】</p> <p>横桁ハンチ部にはコンクリートの収縮が主因と考えられるひび割れが発生する恐れがあるため、ひび割れ幅を極力小さくするのがよい。補強筋を配置する等の対策を検討するのが望ましい。</p> <p>【例 10：附属物の防錆対応】</p> <p>塩害劣化の損傷が著しい地域では、コンクリート部材以外の支承や壁高欄などにも塩害劣化が生じている場合がある。そのため、橋梁の一部を構成する附属物も含めて対策するのがよい。写真-1 に支承の塩害対策例を示す。</p> <div data-bbox="539 1099 1182 1451">  <p>防錆処理</p> </div> <p>写真-1 支承の塩害対策例</p> |

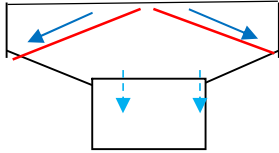
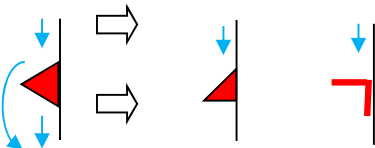
| | |
|-----------|--|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | コンクリート部材の対策 |
| 小項目 | 抵抗（見つけて直せる・是正できる） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例 1：桁端部（橋台胸壁との空き）の環境改善】</p> <p>桁端部は滞水や塵埃が生じやすく、湿潤環境の改善が求められる箇所であるため、胸壁との離隔を適切に確保するのがよい。特に桁端部はP C鋼材定着具や支承構造などが配置される重要な部位であるため、維持管理しやすい構造とするのが望ましい。</p> <p>桁端部のひび割れ調査を実施するために確保したほうがよい空間寸法として、構造高 H（桁高＋支承高）に対する必要な桁遊間寸法 B（検証実験より得られた結果）を以下に示す。（図-1 参照）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・構造高 H2000mm 以上では、$B \geq 500\text{mm}$ ・構造高 H2000mm 以下（実験では H=1500mm で検証）では、$B \geq 600\text{mm}$  <p>図-1 桁端部の構造の例</p> |

| | |
|-----------|---|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | コンクリート部材の対策 |
| 小項目 | 抵抗（見つけて直せる・是正できる） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例 2：支承部空間の確保】</p> <p>図-2 に示すような支承部空間においても、桁端部と同様に、橋座面に砂や土砂溜まり、そして滞水等の影響により湿潤な状態になりやすい。支承部の空間には特に橋梁を支える支承構造、落橋防止システムなど重要な部位が多いことから、離隔を確保するとともに、近接しやすい構造とするのがよい。</p>  <p>図-2 支承部の空間確保の例</p> <p>検証実験により、図-3 に示すように、支承点検のための桁端側の必要な桁遊間寸法 B は 400mm 以上を確保するのが望ましい。</p>  <p>図-3 端支点の桁下空間確保と点検状況の例</p> |

| | |
|-----------|--|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | コンクリート部材の対策 |
| 小項目 | 抵抗（見つけて直せる・是正できる） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>また、図-4 に示すように、支承の点検を目的として、下床版に開口部を設け、下部構造天端に箱抜きを設置する事例もある。このときには、箱抜き下部には滞水防止のための排水パイプ等で水抜きを設けておく工夫が考えられる。</p>  <p>図-4 中間支点横桁の桁下空間確保と点検状況の例</p> |
| 参考図書 | 「設計要領 第二集 橋梁建設編 6章支承及び付属物」東日本・中日本・西日本高速道路株式会社，平成28年8月 |

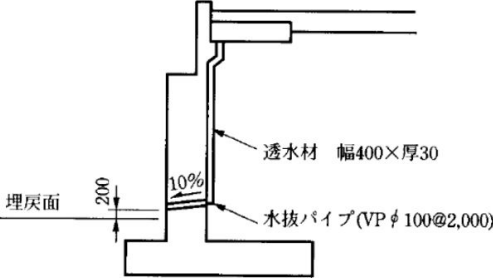
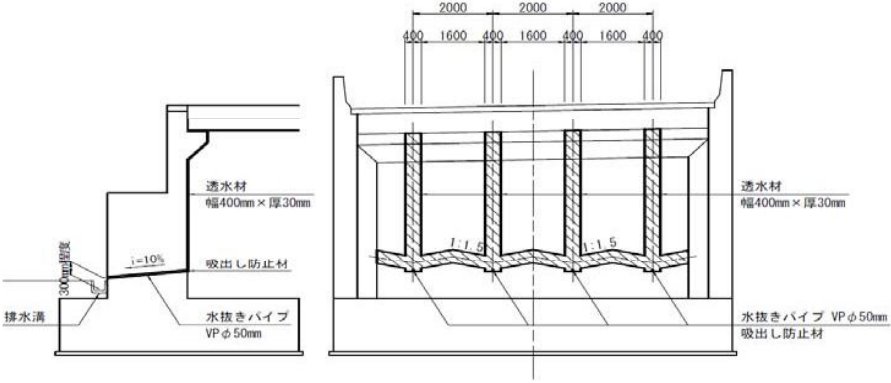
| | |
|-----------|---|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 下部構造の対策 |
| 小項目 | 状況（来させない） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例 1：橋座位置と土工法面との位置関係】</p> <p>土工法面と橋座の高低差が小さい場合には、土工法面の土砂が橋座面に流入することが懸念される事から、土砂流入を回避できるような高低差を設けることが望ましい。なお、高低差を 0.5m 以上と設定している例もある。</p>  <p>図-1 橋座位置と土工法面との離隔の例</p> |
| | <p>参考図書 図-1：「橋梁の長寿命化に向けた設計の手引き（案）」中部地方整備局道路部，H25.3</p> |

| | |
|-----------|--|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 下部構造の対策 |
| 小項目 | 状況（来させない） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例2：伝い水の処理】</p> <p>雨水等は構造物の形状や表面の状況に応じて、ある特定の経路を伝い、滞水する恐れがある。この経路と滞水箇所は、湿潤な環境下に置かれ、構造物の劣化が顕著となる。耐久性を向上するためには、原因となる伝い水を早期に遮断する必要がある。伝い水の経路の遮断方法として、水切りを設ける方法が採用されている例がある。</p> <p>1) 梁部下面</p> <p>橋脚の橋座面からの伝い水は、梁部側面から梁下面に伝う。梁下面が比較的緩い勾配である場合には、伝い水が流れ落ちずに湿潤状態に保たれることがある。この場合、梁下面の劣化が進行することから、早めに伝い水を流すことが望ましい。このため、梁下面の手前に水切りを設ける工夫が考えられる。橋座面に水切りを設ける場合には、排水を確実にを行うものとし、土砂の堆積等により排水機能を損なう恐れのある場合には、定期的な清掃の実施などの対策を実施するのが望ましい。</p> |
| | <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p style="text-align: center;">図-2 梁部の処理の例</p> |

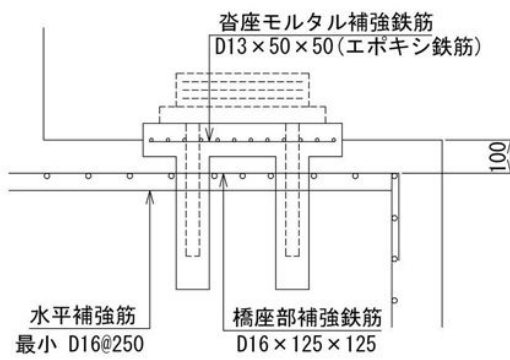
| | |
|-----------|---|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 下部構造の対策 |
| 小項目 | 状況（来させない） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>2) 梁部側面</p> <p>梁部の伝い水は、形状に沿って橋脚へと流れる。橋脚耐震補強を実施されている下部工においては、既設橋脚と補強部との境界に伝い水が浸入し、劣化を進行させることになる。これを防止するため、梁部の伝い水を柱頭部で外側へ導く水切りを設ける工夫がある。水切りの設置箇所は鉛直面であることから伝い水が水切りを乗り越えてしまうことが考えられるため、水切りの形状や配置に留意することが望ましい。図-3 に配置例を示す。</p>  <p>図-3 梁部水切りの例</p> <p>3) 胸壁</p> <p>胸壁部は、伸縮装置からの漏水により伝い水が生じ、橋座部の帯水や、胸壁部を湿潤状態にすることがある。このため、胸壁部の伝い水は、早めに外側へ排水することが望ましい。水切りの形状や配置については、梁部側面と同様に水切り形状と配置に留意することが望ましい。</p> <p>鉛直壁面に設置する水切り形状は、伝い水が水切りを乗り越えにくいように水切り面が壁面に対して直角となるような形状とするのがよく、伝い水が水を乗り越えたとしても壁面に伝わらないようにすることが望ましい。なお、水切り接着面は伝い水の浸入を防止する工夫も検討する。</p>  <p>図-4 壁部水切りの例</p> |

| | |
|-----------|--|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 下部構造の対策 |
| 小項目 | 状況（来ても滞留させない） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例 1：橋座面の環境改善】</p> <p>横からの雨水やかけ違い部の漏水等により橋座面へ流れ着いた雨水などは、橋座面に滞水すると橋座の支承や台座などの劣化を進行させる恐れがある。また、雨水などと合わせて橋面の土砂が流れ着いた場合には、滞水と合わせて土砂が堆積し、橋座面が湿潤環境となることがあることから、流れ着いた雨水や堆積土砂を早期に橋座より外へ流出するのがよい。</p> <p>1) 橋座の排水経路の確保</p> <p>橋座面には沓座モルタルや支承台座など突起物があることから、これらの突起により排水経路を遮断しないように、排水経路を確保することが望ましい。特に橋座面は土砂やゴミの堆積なども多く、排水幅が狭い場合には、排水詰まりを起こしやすいことから、適切な排水路幅を確保するか、排水経路を見直した形状を計画する。</p> <p>なお、適切な排水路幅の目安は、ゴミ（空き瓶）が詰まらないように、空き瓶径の 1.5 倍を想定し 150mm とすることも考えられる。</p> <p>図-1 橋座排水経路の確保の例</p> |
| 参考図書 | 「道路設計要領-設計編-」国土交通省中部地方整備局，2014 年 3 月 |

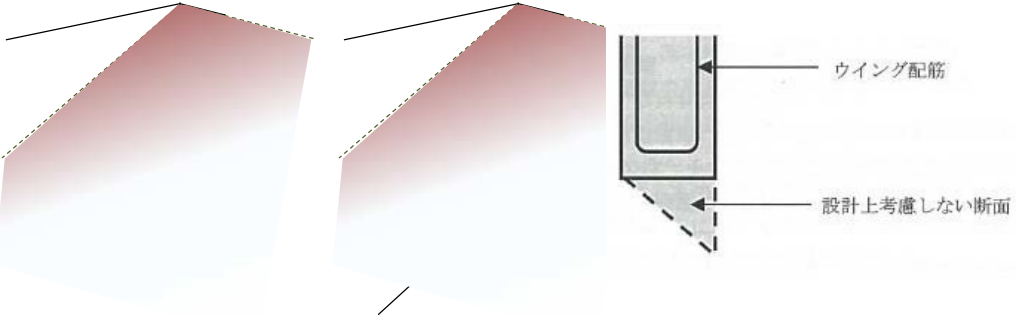
| | |
|-----------|--|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 下部構造の対策 |
| 小項目 | 状況（来ても滞留させない） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>2) 橋座の排水勾配の確保</p> <p>橋座面は土砂堆積が多いことから土砂を含む伝い水が排水できる勾配を確保するのが望ましい。また、排水勾配は、前述の排水経路に配慮して設定するとよい。</p> <p>3) 橋座の祖度係数低減を目的とした表面処理</p> <p>海岸地域など橋座への土砂堆積が多い地域においては、特に橋座の排水性能を強化することも考えられることから、前述の排水勾配の確保に合わせて、祖度係数低減を目的とした表面処理を施すことも行われている例もある。</p> <p>対策を施しても、土砂堆積が免れない状況や、塩分を含んだ伝い水の滞水が免れないときには、洗浄が行われている例もある。</p> <p>従って、この洗浄作業を容易かつ効果的に行うため、洗浄水の経路を確保した橋座計画を行う事も検討しておくとい。</p> <div data-bbox="437 882 1414 1120"> </div> |
| | <p>図-2 洗浄水経路確保の例</p> |
| 参考図書 | 「土木工事設計要領第三編」国土交通省九州地方整備局，平成 28 年 4 月 |

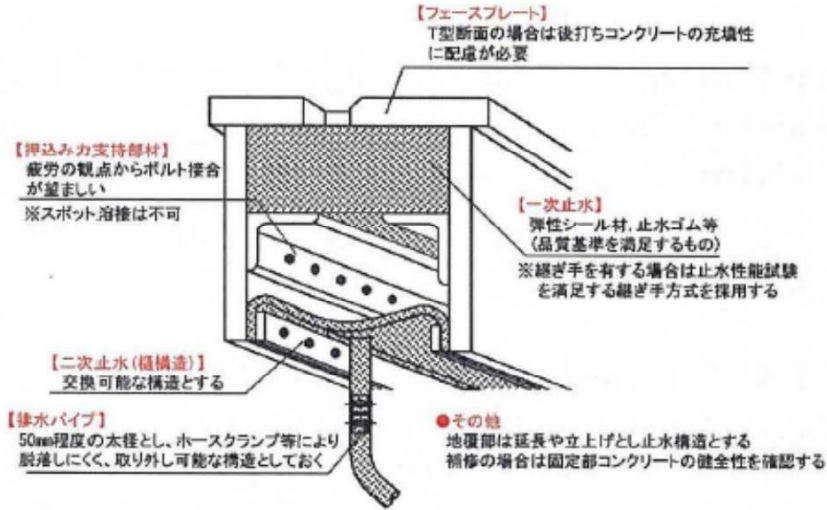
| | |
|-----------|--|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 下部構造の対策 |
| 小項目 | 状況（来ても滞留させない） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例 2：橋台背面の排水性能の確保】</p> <p>橋台背面の排水を確実に行う。そのために裏込め排水工を設けるとともに、排水パイプを設置するとよい。以下に、裏込め排水工の例を示す。</p>  <p>図-5-III-59 橋台背面処理</p> <p>図-3 橋台背面処理例</p> <p>水抜きパイプ：VP φ 50-2.0mピッチ</p> <p>透 水 材：幅400mm×厚30mm×必要長さ（橋台背面の排水標準図）</p>  <p>図-4 橋台背面の排水処理【参考図】</p> |
| 参考図書 | <p>図-3：「道路設計要領-設計編」国土交通省中部地方整備局，2014 年 3 月</p> <p>図-4：「土木工事設計要領第三編」国土交通省九州地方整備局，平成 28 年 4 月</p> |



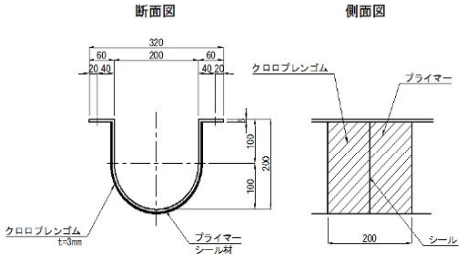
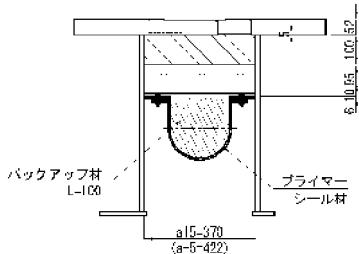
| | |
|-----------|--|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 下部構造の対策 |
| 小項目 | 抵抗（より抵抗する） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例 1：表面処理の配慮】</p> <p>滞水や雨水などに交じった塩分などが部材に接しないことが望ましい。例えば、湿潤状態になりやすい部位においては、表面含浸材を塗布するなどの表面処理を施す工夫も考えられる。図-1 に表面処理を行う範囲の事例を示す。</p> <p>【橋台】 【橋脚】 【a 部】</p> <p>図-1 橋台・橋脚における表面処理範囲の例</p> <p>【例 2：支承モルタル・台座の環境改善】</p> <p>湿潤な環境においても、支承が滞水しないように、支承モルタル・台座の環境改善を図る目的で適切な高さを確保することが望ましい。</p> <p>【例 3：凍結防止剤散布箇所のかぶり確保】</p> <p>積雪寒冷地など、凍結防止剤散布の影響を受ける、パラペット・橋座などは、内部鉄筋の腐食を考慮し、海岸線の塩害対策区分を参考に、かぶりを 90mm とするのがよい。</p> |
| 参考図書 | <p>例 1：「橋梁の長寿命化に向けた設計の手引き（案）」中部地方整備局，H25.3</p> <p>例 3：「道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編」公益社団法人 日本道路協会，H29.11</p> |

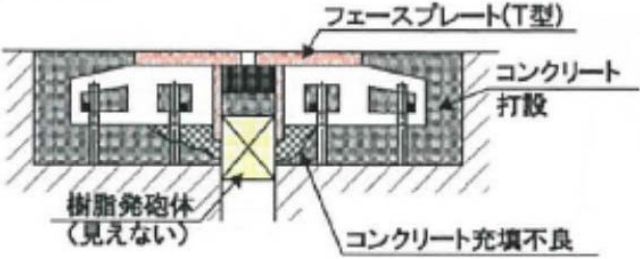
| | |
|-----------|---|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 下部構造の対策 |
| 小項目 | 抵抗（より抵抗する） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例 4：支承モルタル・台座の環境改善】</p> <p>支承モルタル・台座は、比較的ひび割れが生じやすいことから、ひび割れにくい構造とするのがよい。例えばひび割れ防止筋を配置する工夫が考えられる。ひび割れ防止筋を配置する場合、かぶりを確保するため、沓座を大きくすることが考えられる。橋座スペースが狭く沓座を大きくできない場合には、防錆に優れた鉄筋を採用することも検討する。</p>  <p>図-2 ひびわれ防止筋の配置事例</p> |
| 参考図書 | 図-2：「平成 31 年度北海道開発局道路設計要領 第 3 集橋梁 第 2 編コンクリート橋」国土交通省北海道開発局，平成 31 年 4 月 |

| | |
|-----------|--|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 下部構造の対策 |
| 小項目 | 抵抗（より抵抗する） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例5：乾燥収縮目地部の損傷が生じにくい】</p> <p>Vカット目地部は、想定以上のひび割れ進行により、部材の劣化損傷の進行が懸念される。このため、ひび割れが進行した場合においても、部材の損傷が進行しないようにするのがよい。例えば、Vカット目地部の劣化損傷に配慮した構造の例を以下に示す。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ひび割れ発生により内部鉄筋の腐食が進行しないように、Vカット目地周辺の鉄筋においてエポキシ樹脂塗装鉄筋等の防錆処理を事前に施工工夫が考えられる。 なお、Vカット目地部のエポキシ樹脂塗装鉄筋を一般部とは別に配置する場合には、Vカット目地から必要かぶり＋鉄筋定着長の長さのエポキシ樹脂塗装鉄筋を配置することが考えられる。 2) Vカット目地部のひび割れ進行においても、背面の土砂流出が生じないようにシーリング材を併用することが望ましい。 3) 部材長が大きく伸縮量が過大になると想定される場合には、内部に止水材を配置することも考えられる。 <p>【例6：新旧部材の接合部の損傷が生じにくい】</p> <p>新旧部材の接合部は、隙間からの劣化因子の浸入により、劣化損傷が進行する恐れがある。このため、隙間が生じないような対策だけでなく、隙間が生じた場合においても劣化因子が侵入しにくい構造が望ましい。接合部の構造の例を以下に示す。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 新旧打ち継ぎ目の付着力を高めるため、打ち継ぎ目部の事前処理にチッピングを施すことが望ましい。 2) 新旧打ち継ぎ目の鉄筋には、防錆処理対策を実施することが望ましい。 3) 新設コンクリートの乾燥収縮による打ち継ぎ目部の局部応力の発生を防ぐため、新設コンクリートには、収縮対策について検討する。 |

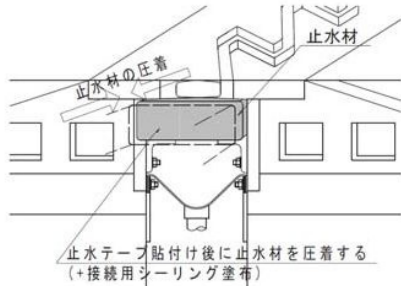
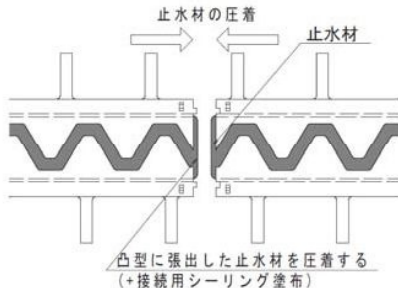
| | |
|-----------|---|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 下部構造の対策 |
| 小項目 | 抵抗（より抵抗する） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例7：施工不良が起きにくい】</p> <p>構造物の劣化損傷は、施工品質のばらつきによるものも多く見られる。例として以下の対策が考えられる。</p> <p>1) 過密配筋の防止</p> <p>鉄筋の純間隔は、道路橋示方書に規定されているが、重ね継手部や鉄筋交差部では、実配筋で純間隔が確保されていないことがある。このため、骨材の流れるスペースが確保されているか、確認を行うことが望ましい。このような過密配筋となる場合には、高流動コンクリートを使用する場合のワーカビリティについて検討するのがよい。</p> <p>2) パラレルウイング下部の空隙対策</p> <p>パラレルウイング下面の形状は、水平にした場合、ウイング下面の転圧を行いくく、空隙が生じやすくなり、橋台背面の土砂を流出する可能性が高くなる。対策として、転圧しやすい底面を傾斜形状にすることも考えられる。</p>  <p>図-3 ウイング下面対策の例</p> <p>3) RC巻き立て構造は、部材厚が薄く、既設構造に収縮を拘束されることから、ひび割れが発生しやすい。これを防止するには以下の対策が考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> 鉄筋の配筋について、太径を使用し鉄筋間隔を広げるのではなく、出来るだけ細径を使用し、鉄筋間隔をせばめる。 コンクリートに膨張剤を添加し、収縮によるひび割れ発生を防止する。 コンクリート打設後、適切な養生を行なう。 |

| | |
|-----------|---|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 附属物等の対策（伸縮装置） |
| 小項目 | 状況（来させない） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例1：伸縮装置の非排水化への配慮】</p> <p>鋼道路橋の桁端部、特に積雪寒冷地では、伸縮装置の止水材が脱落し、塩分を含んだ漏水が主桁に流れ込み、著しい減肉を伴う腐食による主桁の孔食や座屈などの損傷が見られている。また、コンクリート橋や下部工でも伸縮装置から漏水すると、桁端は湿潤環境となり、著しい剥離・鉄筋露出やうきが生じることとなる。</p> <p>このため、伸縮装置は、桁端からの漏水により湿潤環境とならないよう、非排水構造とするとともに、高い耐久性を有しかつ、非排水機能の回復措置が容易な構造とすることが望ましい。なお、橋梁形式、環境条件、交通条件等に応じた適切な非排水型の伸縮装置を選定するのがよい。</p> <p>ここで、伸縮装置のうち、鋼製フィンガージョイント及び製品ジョイントについて、次頁以降の①～⑥の条件を満たす場合は上記を満足するものと考えられる。非排水型伸縮装置の構造概要を図-1に示す。</p>  <p>図-1は、非排水型伸縮装置の断面構造を示す。主要な構成要素と注釈は以下の通りである。</p> <ul style="list-style-type: none"> 【フェースプレート】：T型断面の場合は後打ちコンクリートの充填性に配慮が必要 【押込み力支持部材】：疲労の観点からボルト接合が望ましい ※スポット溶接は不可 【一次止水】：弾性シーラ材、止水ゴム等（品質基準を満足するもの） ※継ぎ手を有する場合は止水性能試験を満足する継ぎ手方式を採用する 【二次止水（継構造）】：交換可能な構造とする 【排水パイプ】：50mm程度の太径とし、ホースクランプ等により脱落しにくく、取り外し可能な構造としておく ●その他：地覆部は延長や立上げとし止水構造とする 補修の場合は固定部コンクリートの健全性を確認する |
| 参考図書 | 「新設橋の排水計画の手引き（案）」国土交通省東北地方整備局，H26.10 |

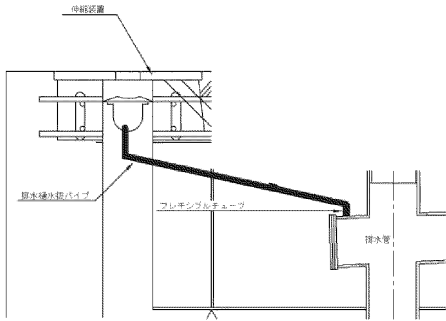

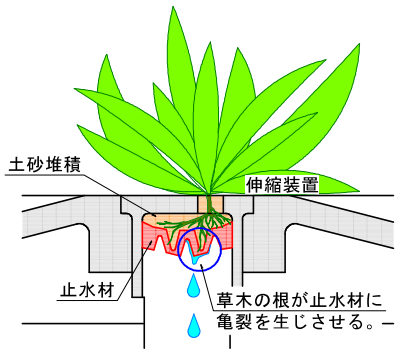

| | |
|-----------|---|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 附属物等の対策（伸縮装置） |
| 小項目 | 状況（来させない） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>①止水材は、温度変化や車両の走行による伸縮・回転、あるいは雨水の浸入などに対して、十分な防水性・耐久性を有するものであること。</p> <p>伸縮装置の止水材（シール材及びバックアップ材）は、防水性・耐久性を確保する品質とするとともに、継ぎ目から漏水しないよう接続することが望ましい。</p> <p>②一次止水機能に漏水があっても、二次止水機能により漏水を防止できること。</p> <p>伸縮装置は、二重止水による非排水構造とする工夫が考えられる。一次止水に漏水が生じた場合でも、そのバックアップとして二次止水を設けることは、橋梁の保全上重要であることから、止水機能は一次止水と二次止水を設けることが望ましい。</p> <p>なお、伸縮装置供試体による載荷試験によると、支持金具が脱落しなければ、シール材が完全に剥がれて止水機能を喪失しないという破壊特性となっているが、設計耐用期間中にシール材が剥がれる可能性も考えられることから、二重止水構造が望ましい。</p> <p>伸縮装置の二重止水は、排水樋を設ける構造、バックアップ材の二重化等、適切な二重止水構造を選定することが望ましい。</p> <p>伸縮装置の樋は、継ぎ目から漏水する場合（写真-1(a)参照）があるため、継ぎ目から漏水しないよう接続するのがよい。樋は継ぎ目部の劣化、土砂の堆積等による端部の脱落等により漏水しやすいため、当てゴムより部分的な補強等（図-2参照）、フェールセーフとして漏水対策を行うことが望ましい。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p style="text-align: center;">(a) 樋の継ぎ目部からの漏水 (b) 樋の端部からの漏水</p> <p style="text-align: center;">写真-1 伸縮装置の樋からの漏水例</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p style="text-align: center;">(a) 樋の継ぎ目部の補強例 (b) 樋の端部の補強例</p> <p style="text-align: center;">図-2 伸縮装置の樋の補強例</p> |
| 参考図書 | <p>「新設橋の排水計画の手引き（案）」国土交通省東北地方整備局，H26.10</p> <p>田村、菊地、千葉：「道路橋における漏水対策の検討について」平成 26 年度 東北地方整備局 管内業務発表会資料，平成 26 年 6 月</p> |

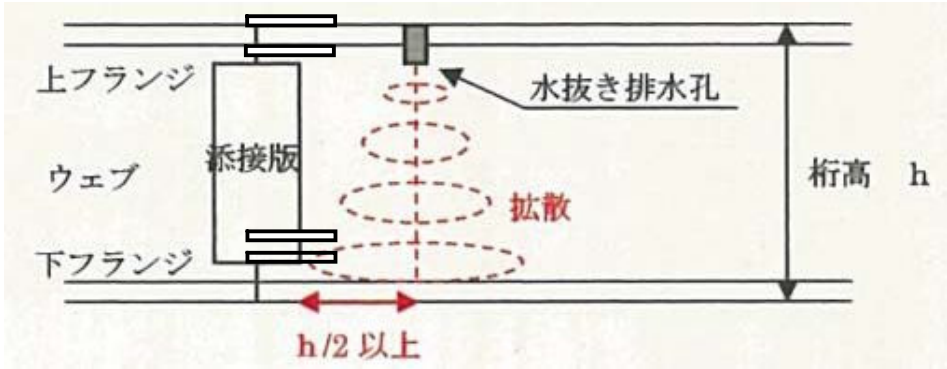

| | |
|-----------|--|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 附属物等の対策（伸縮装置） |
| 小項目 | 状況（来させない） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>③後打コンクリート部にコンクリートの充填不良が発生しにくい構造であること。</p> <p>現地調査の結果から、伸縮装置の止水材とは別に、後打ちコンクリートの充填不良部が原因となつての漏水事例も確認されている。後打ちコンクリートの充填不良は橋台背面からの路面排水の進入経路となる他、伸縮装置本体が十分に固定されないことから、伸縮装置本体のガタツキや後打ちコンクリートの陥没が生じやすく、走行安全性にも支障をきたす可能性がある。</p> <p>例えば、樹脂発泡体を捨て型枠とした場合、充填不良が生じたとしても不具合が発見しにくい他、将来的にも目視による漏水箇所の特定が困難となるなど維持管理上の問題も残るため可能な限り型枠（施工後撤去）による施工で、桁下側から後打ちコンクリートを確認できるようにする工夫も考えられる。</p> |
| |  <p>図-3 後打ちコンクリートの損傷例</p> |
| 参考図書 | 「新設橋の排水計画の手引き（案）」国土交通省東北地方整備局，H26.10 |


| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|--|-----------|------------|------------|------|----|-----|---------|------------|----|-----|-----|------------|-------------------|------|--------|------------|-----|---------|------|---------|------------|---------|-----------|------|--------|------------|-----|--------|------|--------|------------|--------|----------------|-----|-----------|------------|-----------|-------|-------|------------|-----------|--------|------|------------|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 中項目 | 附属物等の対策（伸縮装置） | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 小項目 | 状況（来させない） | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 配慮が必要な項目例 | <p>④地覆・歩車道境界から漏水が生じない構造であること。</p> <p>橋面から桁下への漏水を防止するため、伸縮部だけでなく、地覆部を含めた止水対策を行うのが望ましい。</p> <p>伸縮装置の端部から漏水しないよう、歩車道境界部や地覆立ち上がり部の構造は、伸縮装置端部を境界部材の天端まで立ち上げる構造や、伸縮装置を外側まで配置する構造等、漏水対策をする工夫が考えられる。</p> <div><div><p>【地覆部直角立ち上げの例】</p></div><div><p>（例）地覆部直角立ち上げ写真</p></div><div><p>【地覆外端まで配置した例】</p></div></div> <p>図-4 伸縮装置の端部処理の例</p> <p>地覆の目地は、接着材のみでなくバックアップ材を併用する等、脱落しにくい構造とすることが考えられる。</p> <p>地覆目地は、経年劣化による変形・欠損が生じない材料、部材厚とすることが望ましい。特に、耐用年数の長い伸縮装置は、シーล材が厚いものが多いことから、目地材を厚くする工夫がされている例もある(事例では50mm 以上)。参考に目地材（シーล材及びバックアップ材）の品質規格を表-1 に示す。</p> <p>表-1(a) 目地材（シーล材）の品質規格（参考）</p> <table><tr><td>項目</td><td>条件</td><td>規格値</td><td>試験方法</td></tr><tr><td>比重</td><td>20℃</td><td>1.1±0.2</td><td>JIS K 8530</td></tr><tr><td>硬度</td><td>20℃</td><td>8±5</td><td>JIS K 6253</td></tr><tr><td rowspan="4">最大引張応力 (N/mm2)</td><td>-20℃</td><td>0.3 以上</td><td rowspan="4">JIS A 5756</td></tr><tr><td>20℃</td><td>0.08 以上</td></tr><tr><td>水中浸漬</td><td>0.08 以上</td></tr><tr><td>200 時間ウェザ-</td><td>0.08 以上</td></tr><tr><td rowspan="4">破断時伸び (%)</td><td>-20℃</td><td>500 以上</td><td rowspan="4">JIS A 5758</td></tr><tr><td>20℃</td><td>600 以上</td></tr><tr><td>水中浸漬</td><td>600 以上</td></tr><tr><td>200 時間ウェザ-</td><td>600 以上</td></tr><tr><td>50%圧縮強度(N/mm2)</td><td>20℃</td><td>0.07±0.05</td><td>JIS K 6767</td></tr><tr><td>復元性試験 (%)</td><td>50%圧縮</td><td>90 以上</td><td>JIS K 6262</td></tr><tr><td>引張・圧縮繰返試験</td><td>7000 回</td><td>異常なし</td><td>JIS A 5758</td></tr></table> | 項目 | 条件 | 規格値 | 試験方法 | 比重 | 20℃ | 1.1±0.2 | JIS K 8530 | 硬度 | 20℃ | 8±5 | JIS K 6253 | 最大引張応力 (N/mm2) | -20℃ | 0.3 以上 | JIS A 5756 | 20℃ | 0.08 以上 | 水中浸漬 | 0.08 以上 | 200 時間ウェザ- | 0.08 以上 | 破断時伸び (%) | -20℃ | 500 以上 | JIS A 5758 | 20℃ | 600 以上 | 水中浸漬 | 600 以上 | 200 時間ウェザ- | 600 以上 | 50%圧縮強度(N/mm2) | 20℃ | 0.07±0.05 | JIS K 6767 | 復元性試験 (%) | 50%圧縮 | 90 以上 | JIS K 6262 | 引張・圧縮繰返試験 | 7000 回 | 異常なし | JIS A 5758 |
| | 項目 | 条件 | 規格値 | 試験方法 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 比重 | 20℃ | 1.1±0.2 | JIS K 8530 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 硬度 | 20℃ | 8±5 | JIS K 6253 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 最大引張応力 (N/mm2) | -20℃ | 0.3 以上 | JIS A 5756 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20℃ | | 0.08 以上 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 水中浸漬 | | 0.08 以上 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 200 時間ウェザ- | | 0.08 以上 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 破断時伸び (%) | -20℃ | 500 以上 | JIS A 5758 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 20℃ | 600 以上 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 水中浸漬 | 600 以上 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 200 時間ウェザ- | 600 以上 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 50%圧縮強度(N/mm2) | 20℃ | 0.07±0.05 | JIS K 6767 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 復元性試験 (%) | 50%圧縮 | 90 以上 | JIS K 6262 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 引張・圧縮繰返試験 | 7000 回 | 異常なし | JIS A 5758 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 参考図書 | 「新設橋の排水計画の手引き（案）」国土交通省東北地方整備局，H26.10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

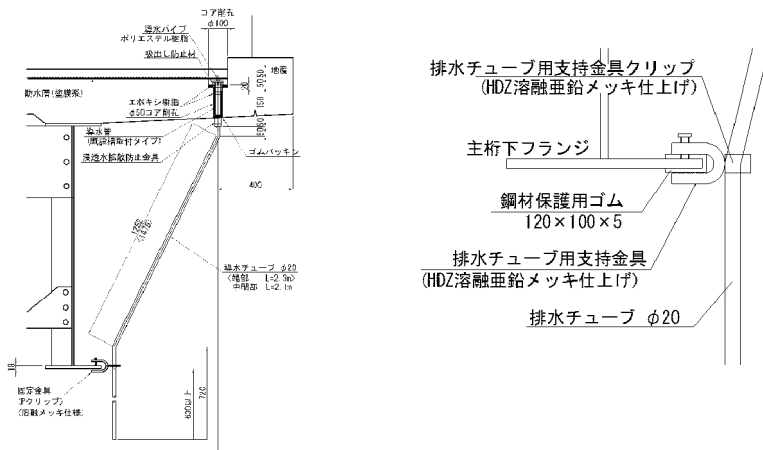
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|--|--------------------------------------|----------|------------|------|------------|-----------------|----------|------------|--------|--------|-----------|-------|-----------|--------|-------------|--------|--------------|--------|--------|-------|
| 中項目 | 附属物等の対策（伸縮装置） | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 小項目 | 状況（来させない） | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 配慮が必要な項目例 | <div>表-1(b) 目地材（バックアップ材）の品質規格（参考）</div> <table><tr><th>項目</th><th>温度条件</th><th>規格値</th><th>試験方法</th></tr><tr><td>密度 (kg/m3)</td><td rowspan="7">JIS K 6400 に準ずる</td><td>85.0±6.8</td><td rowspan="7">JIS K 6400</td></tr><tr><td>硬さ (N)</td><td>450±55</td></tr><tr><td>反発弾性率 (%)</td><td>60 以上</td></tr><tr><td>圧縮弾性歪率(%)</td><td>3.0 以下</td></tr><tr><td>繰返圧縮残留歪率(%)</td><td>1.5 以下</td></tr><tr><td>引張強さ (kN/m2)</td><td>120 以上</td></tr><tr><td>伸び (%)</td><td>50 以上</td></tr></table> <p>また、図-5 に示すような止水材に継手を設ける場合は、図面に継ぎ手部の止水構造の細目を記載し、継ぎ手方法を明確化しておくことが望ましい。</p> <div><div><p>(a) 止水テープ貼り付け後に圧接による接合</p></div><div><p>(b) 凸型止水材圧接による接合</p></div></div> <p>図-5 止水材の接合例</p> | 項目 | 温度条件 | 規格値 | 試験方法 | 密度 (kg/m3) | JIS K 6400 に準ずる | 85.0±6.8 | JIS K 6400 | 硬さ (N) | 450±55 | 反発弾性率 (%) | 60 以上 | 圧縮弾性歪率(%) | 3.0 以下 | 繰返圧縮残留歪率(%) | 1.5 以下 | 引張強さ (kN/m2) | 120 以上 | 伸び (%) | 50 以上 |
| | 項目 | 温度条件 | 規格値 | 試験方法 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 密度 (kg/m3) | JIS K 6400 に準ずる | 85.0±6.8 | JIS K 6400 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 硬さ (N) | | 450±55 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 反発弾性率 (%) | | 60 以上 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 圧縮弾性歪率(%) | | 3.0 以下 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 繰返圧縮残留歪率(%) | | 1.5 以下 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 引張強さ (kN/m2) | | 120 以上 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 伸び (%) | | 50 以上 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 参考図書 | 「新設橋の排水計画の手引き（案）」国土交通省東北地方整備局，H26.10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | |
|-----------|---|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 附属物等の対策（伸縮装置） |
| 小項目 | 状況（来させない） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>地覆目地は側面から漏水しないよう、図-6(a)に示すとおり、上面だけでなく側面まで覆う（逆コの字）の形状とすることが考えられる。</p> <p>地覆目地は外力に抵抗するとともに、地覆上部からの水分の流入を防止するため、カバープレートの設置を検討することが望ましい。例えば、地覆のカバープレートは変形し難い鋼板とし、スライド可能な構造とした上で、地覆にアンカー等で固定する工夫がある。</p> <div data-bbox="683 656 1102 952"> </div> <p>(a) 地覆の目地処理の例</p> <div data-bbox="523 1055 1259 1361"> </div> <p>(b) 伸縮装置のカバープレートの例</p> <p>図-6 地覆の目地処理の例</p> <div data-bbox="480 1473 1326 1821"> </div> <p>図-7 伸縮装置のカバープレートの例</p> |
| 参考図書 | 「新設橋の排水計画の手引き（案）」国土交通省東北地方整備局，H26.10 |

| | |
|-----------|--|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 附属物等の対策（伸縮装置） |
| 小項目 | 状況（来させない） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>⑤止水材の排水流末は、桁・橋座などに影響しないよう導水された構造であること。</p> <p>伸縮装置の二重止水として排水樋を設ける場合、排水パイプを設けることが望ましい。</p> <p>さらに、排水パイプの流末処理は、桁や杓座に影響がないよう（写真-2 参照）に導水するものとし、近傍の排水管へ確実に導水するか、または、構造物にかからない場所まで導水し排水することが望ましい。</p> <p>排水樋は将来の維持管理を考慮し、交換可能な構造とすることが望ましい。また、排水パイプの詰まり対策として、構造上支障がなければ、50mm 程度の太径を採用することも考えられる。なお、ホースクランプ等により、取り替えが容易な構造する工夫がある。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>図-8 パイプの処理の例</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>写真-2 排水パイプのない例</p> </div> </div> <p>⑥橋面の伸縮装置、集水桝の土砂だまり対応</p> <p>地覆部（壁高欄や歩車道境界の立ち上がり）に土砂が堆積し、伸縮装置内部に土砂が溜まる場合がある。土砂が堆積することにより、草木が繁茂し伸縮装置のバックアップ材の損傷に繋がることから、定期的な清掃を実施することが望ましい。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>(a) 損傷の概要</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(b) 損傷状況の例</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">図-11 伸縮装置の土砂詰まり状況</p> |
| 参考図書 | 「新設橋の排水計画の手引き（案）」国土交通省東北地方整備局，H26.10 |

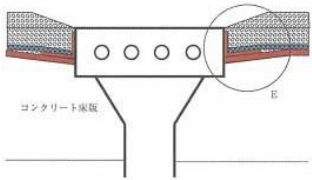
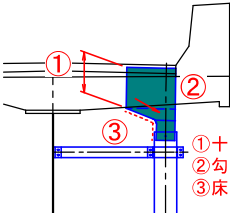
| | |
|-----------|--|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 附属物等の対策（橋面防水工） |
| 小項目 | 状況（来させない） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例1：スラブドレーンの設置位置】</p> <p>主桁の腐食状況の現地調査結果から、導水管のない床版水抜き孔の排水は、直径が桁高程度の円錐状に拡散していることから、主桁のウェブや下フランジに排水が掛からないような構造とするのがよい。</p> <p>例えば、床版水抜き孔の位置は、排水桝などの阻害要因がなければ、ウェブおよび下フランジの添接部から離して設置するのが望ましい。桁高の 1/2 程度以上離して設置する工夫が考えられる。なお、例2及び例3に示す通り適切に導水処理を行うことが望ましい。</p>  <p>図-1 スラブドレーンと添設版の離隔の例</p>  <p>写真-1 床版水抜き孔の影響により層状錆が発生した耐候性鋼材の例</p> |
| 参考図書 | 「道路橋床版防水便覧」日本道路協会，H19.3 「新設橋の排水計画の手引き（案）」国土交通省東北地方整備局，H26.10 |

| | |
|-----------|---|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 附属物等の対策（橋面防水工） |
| 小項目 | 状況（来させない） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例2：排水パイプの取り付け方法】</p> <p>構造物に排水がかからない構造とするのがよい。例えば、スラブドレーンには、排水パイプを設け、排水管へ確実に導水するか、また、構造物にかからない場所まで導水し排水することが望ましい。排水パイプは、主桁等に金具で固定する工夫が考えられる。固定金具は、耐腐食性に優れる材料の使用についても検討し、他部材との電位差による錆発生の原因とならないような材質を選定することが望ましい。</p> <p>スラブドレーンと排水パイプとの接合部は、排水パイプが脱落しないよう確実に接合できる方法を検討することが望ましい。</p> <div data-bbox="475 770 1308 1279">  </div> <p>写真-2 排水パイプの脱落例</p> |
| 参考図書 | 「道路橋床版防水便覧」日本道路協会，H19.3 「新設橋の排水計画の手引き（案）」国土交通省東北地方整備局，H26.10 |

| | |
|-----------|--|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 附属物等の対策（橋面防水工） |
| 小項目 | 状況（来させない） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>床版水抜き孔には排水パイプを設け、排水パイプは出来るだけ短い距離で垂直に横引き排水管等に導くのが望ましい。排水パイプの材質についてはフレキシブルチューブを用いることが多いが、フレキシブルチューブ自体を長い距離で用いる場合や横引きして用いることは、勾配が逆勾配となること、凍結や土砂等のつまりにより損傷する可能性があるため注意する必要がある。そのような場合は、塩ビ管等にて導水管を計画することも考えられる。</p> <p>また、支持金具を設ける場合、排水パイプからの漏水が支持金具を伝わって主桁にかからないよう、排水管側に排水が流れるよう支持金具の勾配を傾ける工夫がある。</p> <p>排水パイプからの排水が主桁や下部工にかかり損傷が生じることがあるため、流末処理を適切に行うのがよい。例えば排水パイプは排水管に接続し、下部工に沿って桁下に導水する工夫が考えられる。この場合、排水が下部工にかからないよう留意する。</p> <p>排水パイプで排水を垂れ流す場合、排水パイプは排水管と同様下フランジより 600mm 以上の長さを確保することが望ましい。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;">  </div> |
| 参考図書 | 「道路橋床版防水便覧」日本道路協会，H19.3 「新設橋の排水計画の手引き（案）」国土交通省東北地方整備局，H26.10 |

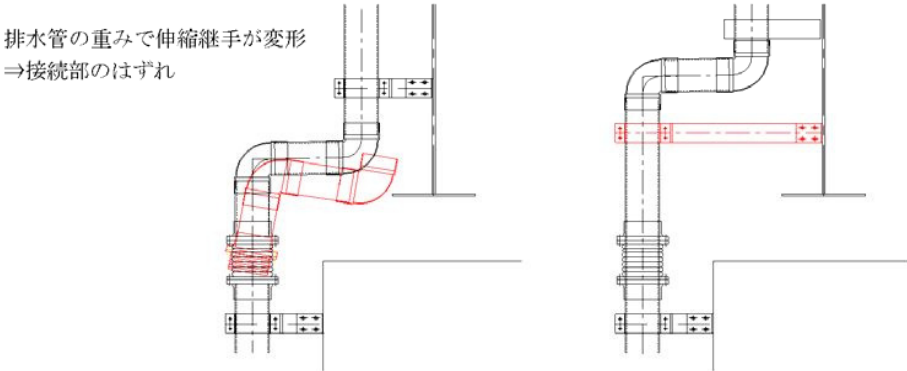

配慮が
必要な
項目例




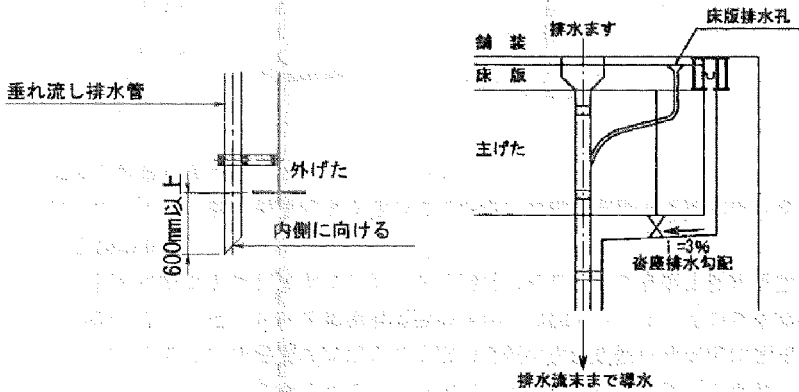
| | |
|-----------|--|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 附属物等の対策（排水柵） |
| 小項目 | 状況（来ても滞留させない） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例1：周辺の防水処理】</p> <p>排水柵周辺は、排水柵側面と床版との間からの漏水により、床版下面の損傷が確認される。また、舗装端部は転圧作業において重機が端部まで近接し難く、入念な締固めが困難な部分であることから、十分な止水性を確保することが難しく、排水管を通じた床版下面への漏水が発生している。</p> <div data-bbox="486 611 1319 889" data-label="Image"> </div> <p style="text-align: center;">図-1 排水柵周辺の損傷状況</p> <p>床版の防水工上面に滞水する雨水等を床版内部に浸透させないよう配慮するのがよい。例えば、排水柵の側面に水抜き孔を設ける工夫が考えられる。</p> <p>排水柵の周りから床版下面に漏水しないよう、防水層の立上げ処理、シール材等により確実に止水処理を行うのが望ましい。また、上柵と受け柵の分離した構造を採用し、受け柵の高さを床版下面以下に設置することにより防水層の連続化を可能とする工夫がある。橋面防水工の導水パイプは、排水柵側面に孔を開けて接続するとよい。</p> <div data-bbox="486 1216 1295 1758" data-label="Image"> </div> <p style="text-align: center;">図-2 排水柵周辺の防水処理の例</p> |
| 参考図書 | 「鋼橋付属物の設計の手引き(改訂第2班)」(一社)日本橋梁建設協会, 平成25年3月 |

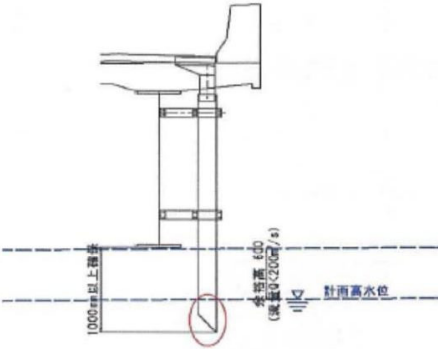
| | |
|-----------|---|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 附属物等の対策（排水桷） |
| 小項目 | 状況（来ても滞留させない） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例 2：排水桷の土砂だまり対応】</p> <p>排水桷の形状、グレーチングとの取り合いが悪く土砂が落下しにくく土砂が溜まる場合がある。土砂溜りに対する排水桷の形状については、深さや勾配の知見が無く今後の課題となるが、桷底に十分な排水勾配を確保し、床版下面まで排水桷下面を露出させ、堆砂しにくくするといったことが考えられる。</p> <p>グレーチング蓋の土砂詰まりによる橋面の滞水が原因となる排水装置付近の床版の損傷が確認される。定期的な排水桷の清掃による滞水の防止、水の浸入を防止するために端部の止水処理、排水桷の形状や二次コンクリート範囲の見直しによる排水桷下面の空隙を防止する等の対策を実施することが望ましい。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;"> <p>排水桷周囲の床版防水工</p>  <p>図-3 排水桷付近の止水処理方法（案）</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>①十分な深さを確保 ②勾配を確保 ③床版コンクリートへの漏水を防止</p> <p>図-4 排水桷の構造改良（案）</p> </div> </div> |
| 参考図書 | 「設計施工マニュアル（案）[道路橋編]」東北地方整備局，平成 28 年 3 月 |

| | | | |
|-----------|---|---|-------|
| | | 頁 | 1 / 1 |
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 | | |
| 中項目 | 附属物等の対策（排水桝） | | |
| 小項目 | 抵抗（見つけて直せる・是正できる） | | |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例１：周辺の防水処理】</p> <p>排水桝からの漏水による床版部分打ち換えを考慮し、排水桝周辺の防水及び舗装の転圧が確実に出来るように、排水桝の設置位置を検討するのがよい。検討する場合、通行車両の走行安全性も考慮することが望ましい。</p> | | |

| | |
|-----------|---|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 附属物等の対策（排水管） |
| 小項目 | 状況（来させない） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例1：排水管の接続】</p> <p>排水管の接続部が支持金具の近くに無い場合には、スリーブ管のズレ等の不具合が発生していることから、排水管がずれて漏水しないようにするのがよい。</p> <p>例えば、支持金具の近くにスリーブを配置することが望ましい。特に橋台、橋脚に沿う配管については、出来る限り接合部に近後した位置に支持金具を配置する工夫が考えられる。また、樹脂パイプ等による継手部を設けない排水方法も考えられる。</p> <div data-bbox="414 665 892 994"> <p>スリーブ管のズレ (V型の場合)</p> <p>スリーブ管のズレ</p> <p>支持金具</p> <p>支持金具</p> </div> <p>図-1 支持金具と排水管接続部の位置関係</p> <div data-bbox="461 1072 922 1415"> </div> <div data-bbox="938 1072 1377 1415"> </div> <p>写真-1 排水管のズレ事例</p> |
| 参考図書 | 「鋼橋付属物の設計の手引き(改訂第2版)」(一社)日本橋梁建設協会, 平成25年3月 |

| | |
|-----------|--|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 附属物等の対策（排水管） |
| 小項目 | 状況（来させない） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>管と管の接続部が破損、または排水管と排水桝出口との固定ができていないことによる脱落が原因となり、排水管からの漏水が確認されている。損傷原因としては、温度変化による桁移動、振動、重み等による可撓管の脱落が発生することから、これらの損傷原因を防止する構造を検討するのがよい。例えば、伸縮継手管の採用や上下2点での支持方法を採用することが考えられる。</p> <div data-bbox="438 616 1348 985"> <p>排水管の重みで伸縮継手に変形 ⇒接続部のはずれ</p>  </div> <p style="text-align: center;">図-2 排水管の支持方法</p> <p>排水管の鋼床版溶接部での腐食による破損、排水管の床版貫通部での腐食による破損で漏水する場合がある。床版貫通による箱桁内への排水管の設置により、漏水による主桁本体の損傷に直結すること、外観目視による損傷の把握が困難であることから、箱桁内への排水処理の設置は実施しないことが望ましい。但し、景観等の配慮からやむを得ず箱桁内に排水管を設置する場合は、鞘管を設け滞水が生じない構造とする工夫が考えられる。</p> <div data-bbox="451 1346 1391 1653">  </div> <p style="text-align: center;">写真-2 箱桁内滞水の例</p> |

| | |
|-----------|--|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 附属物等の対策（排水管） |
| 小項目 | 状況（来させない） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例2：排水管の流末処理】</p> <p>垂れ流し排水管では、部材に排水が掛からないようにするのがよい。例えば、下フランジ下面から 600mm 以上下げる工夫もある。但し、凍結防止剤を含んだ排水管からの水が風に流され、下フランジ等に腐食等が発生する事例が見られる。また、床版水抜き孔からの排水についても、同様である。</p> <p>排水桷・床版水抜き孔からの排水を確実に流末処理するために、例えば排水管は横引きし、下部工に沿って桁下に導水する工夫も考えられる。この場合、排水が下部工にかからないよう留意する。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">    </div> <p>写真-3 下フランジ損傷例 写真-4 排水管流末処理の不良事例</p> <p>排水管から排水を垂れ流す場合、排水管は図-3 に示すように下フランジより 600mm 以上の長さを確保することが望ましい。</p> <p>また、耐候性橋梁の場合、排水が主桁にかからないよう排水管先端を下フランジから 1m 程度下げる等の工夫が考えられる。しかし、河川橋の場合、流量から定まる桁下余裕高さは 600mm であり 1m を確保することが困難な場合もあることから、600mm 以上を確保することが望ましい（次頁の図-4）。</p> <div style="text-align: center;">  <p>図-3 排水管の流末処理例</p> </div> |
| 参考図書 | 「新設橋の排水計画の手引き（案）」国土交通省東北地方整備局，H26.10 |

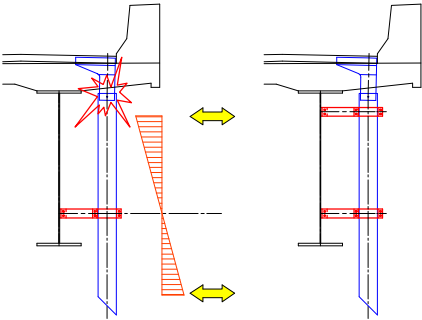

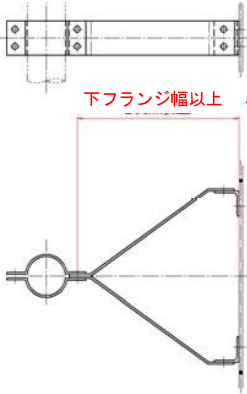
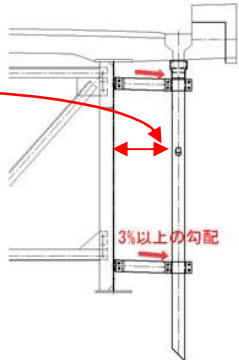
| | |
|-----------|--|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 附属物等の対策（排水管） |
| 小項目 | 状況（来させない） |
| 配慮が必要な項目例 |  <p>図-4 排水管の長さで計画高水位との関係</p> <p>排水管からの排水が、下部工にかかると損傷の原因となる。このため、排水管の流末処理は下部工にかからないようにするのがよい。例えば、下部工下段まで導水しエルボ管を取り付け処理する工夫もある。また、流末が地盤の場合、洗掘防止にも配慮することが望ましい。</p> <p>排水管からの漏水により下フランジなどの腐食を防止するために、下フランジから外れた位置に排水管を設置することが望ましい。</p> |
| | |

| | |
|-----------|---|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 附属物等の対策（排水管） |
| 小項目 | 状況（来ても滞留させない） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例1：横引管の勾配】</p> <p>横引管を設け排水する場合は排水処理に不具合が生じないような構造とするのがよい。例えば、横引き管の勾配が緩い場合、土砂堆積や滞水等が生じ、排水処理に不具合が生じることが考えられる。勾配は3%以上が望ましいが、排水計算にて、計画雨量を十分に流下できる勾配とすることが望ましい。</p> <p>図-1 横引き排水管の勾配</p> |
| | <p>参考図書 「鋼橋付属物の設計の手引き(改訂第2班)」(一社)日本橋梁建設協会, 平成25年3月</p> |

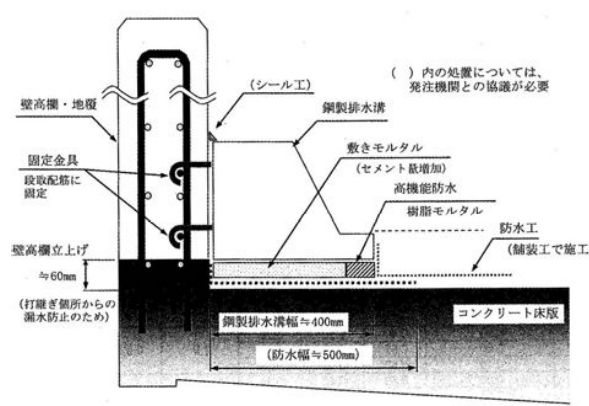
| | | | |
|-----------|--|---|-------|
| | | 頁 | 1 / 1 |
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 | | |
| 中項目 | 附属物等の対策（排水管） | | |
| 小項目 | 抵抗（より抵抗する） | | |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例 1：排水管の材質】</p> <p>排水管は環境条件等を含めて材質を選定するのがよい。冬期凍結に対する強度等を考慮して一般構造用炭素鋼鋼管（STK400）が用いられているが、排水管を流れる橋面水には凍結抑制剤の代表的な成分で鋼材の腐食促進因子である塩化ナトリウムが含まれているため、排水管の多くでは腐食や変形・欠損が発生している。また、重量が重く、更新は容易ではない場合がある。</p> <p>このため、排水管の材質は腐食が生じることがなく内部の再塗装が不要であり、塗装材料の入手が容易で、軽重であることから、施工性と点検・補修・部材更新という維持管理に優れる硬質塩化ビニル（VP 管）を使用することも検討するのがよい。</p> <p>但し、冬期の凍結による影響が著しく排水管に強度面に対する配慮が必要な場合、硬質塩化ビニル管の耐久性が問題となる場合もあるため、溶融亜鉛メッキを施した一般構造用炭素鋼鋼管等を検討するのがよい。</p> <p>【例 2：排水管の形状・寸法】</p> <p>排水管は排水のボトルネックを作らない形状とするのがよい。内部に断面は原則として円形、その内径は 200mm を基本とし、急激な屈曲は避けるのが望ましい。なお、管径は鉛直管、横引き管ともにφ200、250 等を使用することが望ましい。従来は鉛直管でφ150、横引管でφ200 以上としていたが、管径の変化による排水のボトルネックを作らないため、φ200 とされている場合もある。</p> <p>また、屈曲部の最小曲げ半径は、管径の 3 倍以上確保するのが望ましい。曲げ半径を 3 倍以上確保できない場合、FRP 加工補強やエルボ管を用いることも考えらえる。</p> | | |
| 参考図書 | <p>例 2：「鋼橋付属物の設計手引き（改訂 2 版）」（一社）日本橋梁建設協会，平成 25 年 3 月</p> <p>例 2：「新設橋の排水計画の手引き案」国土交通省東北地方整備局，平成 26 年 10 月</p> | | |


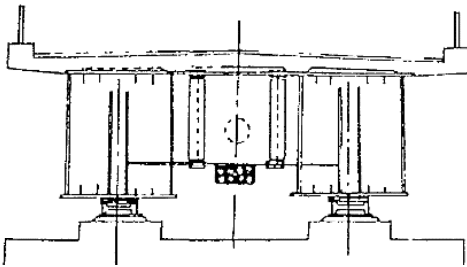
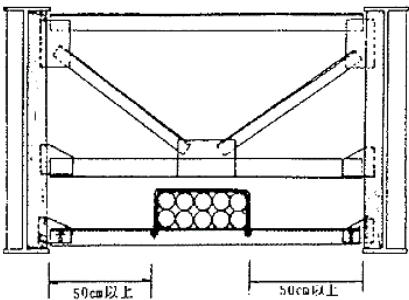
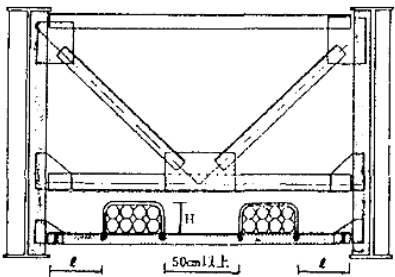
| | |
|-----------|--|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 附属物等の対策（支持金具） |
| 小項目 | 状況（来させない） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例１：支持金具からの伝い水】</p> <p>排水装置からの漏水や伝い水により、主桁等の構造部材が腐食する原因となることがあるため、構造部材が漏水の影響を受けないよう配慮するのがよい。</p> <p>支持金具の腐食により、主桁の損傷を助長している。支持金具からの伝い水が、主桁鉄筋の腐食の原因となっている。例えば、排水管からの漏水が支持金具を伝わって主桁にかからないよう、支持金具に排水勾配を設ける工夫も考えられる。</p> <div data-bbox="756 701 1117 1097"> </div> |
| | <p>図-1 支持金具に排水勾配を持たせた例（耐候性橋梁の場合）</p> |
| 参考図書 | 「橋梁設計要領 第7章橋梁附属物編」岐阜県県土整備部道路建設課，令和元年7月 |

| | |
|-----------|---|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 附属物等の対策（支持金具） |
| 小項目 | 抵抗（より抵抗する） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例 1：支持金具の材質】</p> <p>支持金具の材質によって異種金属同士で発錆しないようにするのがよい。支持金具は、構造物に溶接される部材(取付金具)を除いて、溶融亜鉛メッキ処理されたものを使用することが多い。ステンレスボルト・ナットはメッキ部材等との電位差による錆発生の原因となるため使用しないことが望ましい。</p> <p>また、防錆に配慮してステンレスボルト・ナットを使用する場合は、メッキ部材との間に絶縁処理を行うことが望ましい。</p> <div data-bbox="687 707 1118 999" data-label="Image"> </div> <p>写真-1 異種金属の腐食事例 (ステンレスボルトと亜鉛メッキされた支持金具)</p> |
| | <p>参考図書</p> <p>写真-1：「国総研資料 第 829 号 道路構造物管理実務者研修（橋梁初級Ⅰ）道路橋の定期点検に関するテキスト」国土交通省国土技術政策総合研究所，平成 27 年 3 月</p> |

| | |
|-----------|---|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 附属物等の対策（支持金具） |
| 小項目 | 抵抗（より抵抗する） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例2：支持金具の設置】</p> <p>一部の支持金具が損傷したとしても、排水管が脱落しないようにするのがよい。排水管1本につき、1箇所の金具では以下のように不安定となるため、例えば2箇所以上の金具で支持する工夫が考えられる。</p>   <p>図-1 支持金具の不具合による排水管の脱落</p> <p>排水管と床版の接合部から漏水による主桁への水がかりを防止するため、主桁等構造物の直上には、排水管接合部(伸縮継手)を設けないことが望ましい。</p> <p>また、排水管からの漏水により下フランジの腐食を防止するために、下フランジから外れた位置に排水管を設置するとよい。</p> <p>排水管の支持金具の間隔は、硬質塩化ビニール管(VP)の場合、以下のように工夫された事例がある。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・VP200 横引き管：1.5m～2.0m、縦引き管：2.0m～2.5m ・VP250 横引き管：1.5m～2.5m、縦引き管：1.5m～2.0m  <p>図-2 排水管接合部の離隔</p>  <p>図-3 排水管支持金具形状の例</p> |

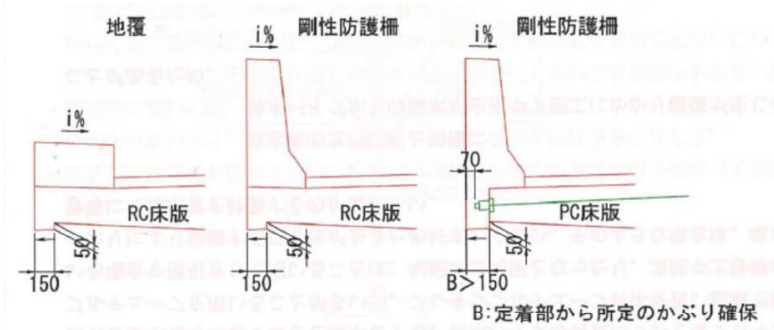
| | |
|-----------|--|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 附属物等の対策（支持金具） |
| 小項目 | 抵抗（より抵抗する） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例3：支持金具の設置】</p> <p>主桁等に支持金具を設置する場合は、設置箇所で腐食が生じないようにするのがよい。面外ガセットプレートによる排水管の取り付け方法は、面外ガセットプレート上の滞水等の主桁腐食の原因、疲労亀裂の原因となることから、採用は極力避けることが望ましい。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p style="text-align: center;">図-4 面外ガセットプレートによる排水管の取り付け</p> |

| | |
|-----------|--|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 附属物等の対策（鋼製排水溝） |
| 小項目 | 状況（来させない）、抵抗（より抵抗する） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>●状況（来させない）</p> <p>【例 1：境界部の止水対策】</p> <p>土砂溜りによる橋面の滞水により、鋼製排水溝と地覆や壁高欄、床版、舗装との境界から雨水が浸入させないようにするのがよい。境界面からの浸水による地覆の劣化の原因となることから、境界部の止水対策を実施することが望ましい。併せて日常的な清掃による土砂堆積を防止し、橋面の滞水を防止する工夫も考えられる。</p>  <p>図-2.4.1 止水に配慮した鋼製排水溝設置例（壁高欄）</p> <p>図-1 橋面排水の例</p> <p>●抵抗（より抵抗する）</p> <p>【例 1：防錆処理】</p> <p>鋼製排水溝は腐食させないように配慮するのがよい。鋼製排水溝の防錆処理は、亜鉛めっきで対応する箇所が多いが、凍結防止剤の散布等、特に防錆に配慮する場合にはより抵抗する方法を検討することが望ましい。</p> |
| 参考図書 | 図-1：「鋼付属物の設計手引き（改訂 2 版）」（一社）日本橋梁建設協会，平成 25 年 3 月 |

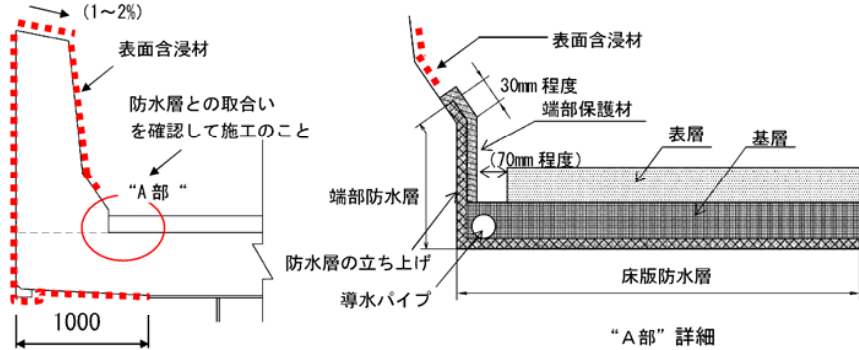
| | |
|-----------|---|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 附属物等の対策（添架物） |
| 小項目 | 状況（来させない） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例1：添架物の設置】</p> <p>支持金具の設置位置によっては本体構造（鋼、コンクリート）への腐食等につながるため、支持金具の設置位置に配慮するのがよい。例えば、主構造には直接設置を避ける工夫も考えられる。</p>  <p>写真-1 添架物の支持金具の例</p> <p>○悪い例（主部材への直接添架）</p>  <p>○東北地方整備局の設置方法</p>   <p>○占用物を添架する場合は両側に塗装作業スペースを50cm以上とり桁間隔の$\frac{2}{3}$以上の管理スペースを確保すること。（占用物添架巾は桁間隔の$\frac{1}{3}$以内とする。$\frac{1}{3}$以上の場合は認められない。）</p> <p>○占用物を分けて添架する場合は50cm以上はなして添架するものとし、全体で桁間隔の$\frac{2}{3}$以上のスペースを確保すること。</p> <p>○管理スペースは$H \leq 30\text{ cm}$のとき$\ell = 30\text{ cm}$以上、$H > 30\text{ cm}$のとき$\ell = 50\text{ cm}$以上確保する。</p> |
| | <p>図-1 添架物の設置方法の例</p> |
| 参考図書 | 図-1：「道路橋計画設計資料」東北地方整備局，平成17年5月 |


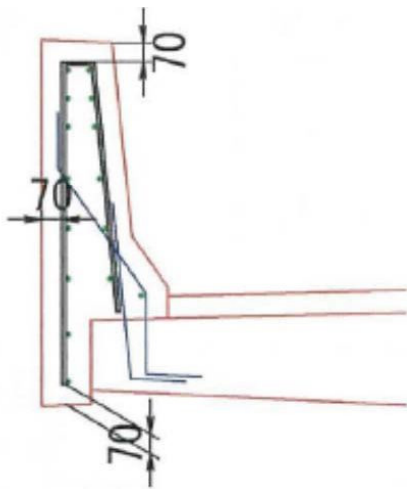
| | |
|-----------|--|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 附属物等の対策（添架物） |
| 小項目 | 抵抗（見つけて直せる・是正できる） |
| 配慮が必要な項目例 | <div> <div> <p>【例1：添架物の設置】</p> <p>点検や管理のため、添架物の両側に管理用スペースを確保するのがよい。例えば、500mmを確保することが望ましい。</p> <div>  </div> <p>写真-2 添架物の取付状況の例</p> <p>情報 BOX 等の附属物の橋座への配置が原因となる橋座面の滞水、湿潤による支承周辺の損傷が確認される。維持管理、日常点検の支障や土砂だまり、湿潤環境の原因となることから、堅壁前面等へ設置することも考えられる。また、添架物からの伝い水の防止対策として土中部で排水する等の対策も有効である。</p> <div>   </div> <div> <p>写真-3 添架物の鋼部材の腐食</p> <p>写真-4 添架物による箱桁内部の排水</p> </div> </div> <div>  <p>図-2 添架物の滞水土砂溜まり対策の例</p> </div> </div> |

| | |
|-----------|--|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 附属物等の対策（地覆・壁高欄） |
| 小項目 | 状況（来させない） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例1：床版との打ち継ぎ目処理】</p> <p>床版と後打ち地覆等の接触面から、地覆外側に水が浸透し地覆部の鉄筋腐食によるコンクリート剥落が生じないように打設処理を適切に実施することが望ましい。また、橋面防水工の劣化が生じ路面排水が打ち継ぎ目部を通して漏水した場合でも、橋外への水の浸透を防ぐため、地覆部の鉄筋腐食によるコンクリート剥落を防止する構造として、地覆と床版の打ち継ぎ目に段差を設けて施工する事例がある。なお、実証実験により、床版端部の立ち上がりを経た場合で漏水が防止できることがわかっている。</p> <p>図-1 地覆部打ち継ぎの例</p> |

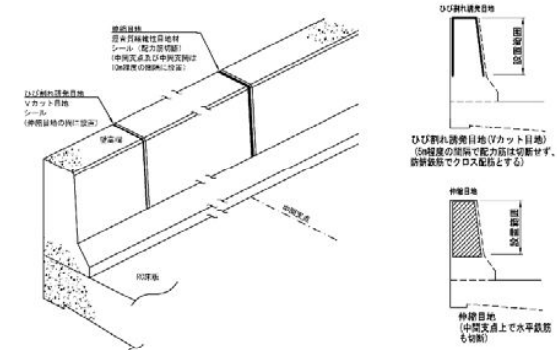
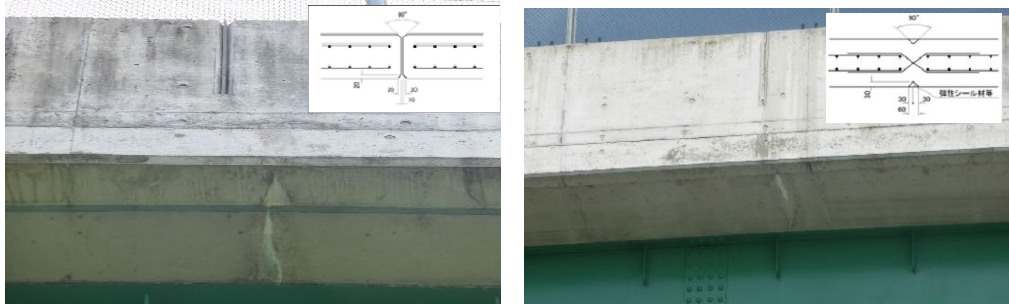
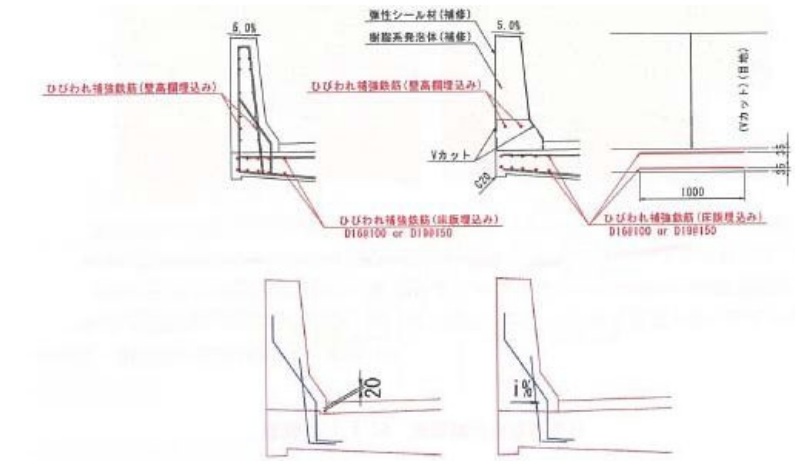
| | |
|-----------|---|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 附属物等の対策（地覆・壁高欄） |
| 小項目 | 状況（来させない） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例2：水切りの設置】</p> <p>雨水等による伝い水が床版や主桁に影響しない構造とするのがよい。例えば、地覆下面には水切りを適切に設置することが望ましい。</p> <p>水切りはコンクリートのかぶりを確保するため、コンクリート部材を切り欠くのではなく、地覆等により部材を取り付ける構造とするのが望ましい。水切りの高さは、従来の15mm～30mmは効果が無い事例もあるため、実証実験を踏まえ水切り高さは50mm程度、水切り幅は150mm程度とすることが望ましい。</p>  <p>図-2 地覆の水切りの例</p> |

| | |
|-----------|---|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 附属物等の対策（地覆・壁高欄） |
| 小項目 | 状況（来させない） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>プレテン床版橋については、水切り兼用の地覆コンクリートを主桁下フランジ下面よりも 50mm 長くし、水切り機能を確実なものとするのが望ましい。</p> <p>※凍結融解作用によるコンクリートの剥落対策として、R加工も有効である。</p> <p>図-3 プレテン床版橋の地覆下部の水切り例（改良版）</p> |
| 参考図書 | 「新設橋の排水計画の手引き（案）」国土交通省東北地方整備局，H26.10 |

| | |
|-----------|--|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 附属物等の対策（地覆・壁高欄） |
| 小項目 | 状況（来させない） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>壁高欄天端には、滞水しないようにするのがよい。例えば、2%程度の排水勾配を橋面側に向けて設置するのが望ましい。</p> <p>地覆・壁高欄に対して、凍結抑制剤の散布など水環境が悪化する可能性がある場合には、塩害の影響を受けにくい対策を検討する。地覆・壁高欄のコンクリートに高炉セメントを用いる場合は水セメント比を55%以下、普通セメントを用いる場合は50%以下の制約を設けている事例がある。</p> <p>また、含浸材塗布やコンクリート塗装による表面保護が行われている例がある。その効果については実橋でのデータの積み重ねが期待されている。含浸材塗布やコンクリート塗装の設置範囲は、飛散によるコンクリート面に接することが懸念される地覆・壁高欄の水切り及び床版下面位置とするのがよい。床版下面は巻き込みを考慮し、張出床版の先端から1000mmまでの範囲として工夫している事例もある。</p>  <p style="text-align: center;">図-4 壁高欄含浸材塗布範囲の例</p> |
| 参考図書 | 図-4：「橋梁設計要領 第7章橋梁附属物編」岐阜県県土整備部道路建設課，令和元年7月 |

| | |
|-----------|--|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 附属物等の対策（地覆・壁高欄） |
| 小項目 | 抵抗（より抵抗する） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例1：鉄筋のかぶりの確保】</p> <p>地覆・壁高欄では、かぶり不足が原因となる鉄筋の腐食によるかぶりコンクリートの欠損が確認される。鉄筋の腐食は、耐荷力の低下の原因となること、コンクリート片の落下は、第三者被害の発生の原因となることから、適切なかぶりを確保するのがよい。</p> <p>例えばスペーサーの配置、水環境が影響しないよう適切なかぶり 70mm を確保する工夫が考えられる。</p> <p>塩害等の影響により対策を実施する場合は、防錆鉄筋などとの組み合わせることも考えられる。</p> <div data-bbox="438 745 1388 1057">  </div> <p>写真-1 壁高欄のはく離コンクリートはく離の例</p> <div data-bbox="662 1137 1070 1624">  </div> <p>図-1 壁高欄かぶりの確保例</p> |
| 参考図書 | 「設計要領 第二集 橋梁建設編 2 章共通」東日本・中日本・西日本高速道路株式会社，平成 28 年 8 月 |

| | |
|-----|-----------------|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 附属物等の対策（地覆・壁高欄） |
| 小項目 | 抵抗（より抵抗する） |


| | |
|-----------|--|
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例 2：初期ひびわれの制御】</p> <p>温度変化、乾燥収縮によりひびわれが生じやすいため、ひびわれの制御を行うのがよい。例えば伸縮目地及びひび割れ誘発目地を設ける工夫が考えられる。設置箇所は中間支点上と支間部には 10m 程度ごとに伸縮目地（完全目地）を設置し、その間に V カットなどのひび割れ誘発目地を設けることや、V カット部に設けるクロス筋は、水との接触の可能性が高いため防錆鉄筋とすることが望ましい。</p> <p>壁高欄伸縮目地部で発生したひびわれが床版ひびわれを誘発することがあるため、壁高欄の目地付け根部にひびわれの進展を防止する補強筋を配置する事例がある。</p> |
| | <div>  <p>図-2 壁高欄目地の例</p> </div> <div>  <p>写真-2 膨張目地部に生じたひびわれの例</p> </div> <div>  <p>図-3 壁高欄目地部の補強鉄筋の例</p> </div> |
| | <p>参考図書 「設計施工マニュアル（案）[道路橋編]」東北地方整備局，平成 28 年 3 月</p> |

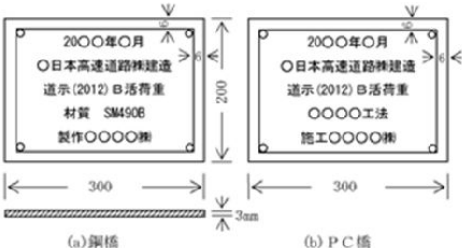

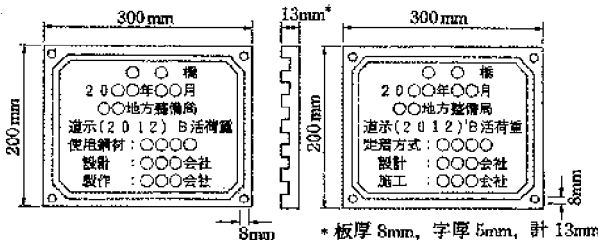
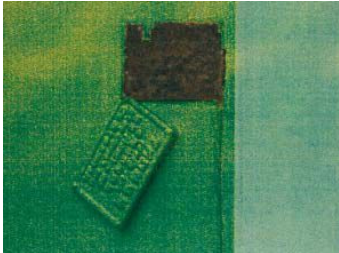
| | | | |
|-----------|---|---|-------|
| | | 頁 | 1 / 1 |
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 | | |
| 中項目 | 附属物等の対策（照明柱などの台座） | | |
| 小項目 | 状況（来ても滞留させない）、抵抗（より抵抗する） | | |
| 配慮が必要な項目例 | <p>●状況（来ても滞留させない）</p> <p>【例１：滞水対策】</p> <p>台座に滞水しないよう、勾配などを設けるとよい。</p> <p>●抵抗（より抵抗する）</p> <p>【例２：鉄筋のかぶりの確保】</p> <p>照明柱などの台座のかぶり不足による鉄筋の腐食による損傷は、台座を定着する床版の損傷に発展することから、適切にかぶりを確保するのがよい。例えばスペーサーを設置する工夫も考えられる。</p> | | |

| | |
|-----------|--|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 附属物等の対策（高欄・横断防止柵） |
| 小項目 | 状況（来させない）、状況（来ても滞留させない） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>●状況（来させない）</p> <p>【例１：支柱部の腐食対策】</p> <p>高欄・防護柵の支柱の中に水を侵入させないようにするのがよい。柱頭部キャップや柵の隙間の防水性が低いと雨水が漏水し、腐食により破断する場合がある。このため、シール材による防水処理を行うことが考えられる。また、水が侵入した場合でも支柱下端に排水孔を設ける工夫で対策することも考えられる。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="text-align: center;">(a) 腐食箇所 (b) 高欄全景</p> <p style="text-align: center;">写真-1 高欄支柱の滞水による腐食状況</p> <p>支柱に水が集まり、壁高欄と支柱設置付近で湿潤環境となる。特に支柱埋め込みタイプは、境界部の腐食、腐食孔からの水の浸入が原因となる支柱本体の損傷の原因となることから、支柱埋め込みタイプは極力採用しないことが望ましい。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="text-align: center;">写真-2 防護柵基部腐食の例</p> <p>●状況（来ても滞留させない）</p> <p>【例２：ボルトの仕様】</p> <p>防護柵の柵の下面にあるボルトが脱落しないようにするのがよい。伝い水が集まり雨水が常時地覆などに落下する可能性がある。このため、ボルト頭は皿ボルトにする等、凸凹が極力無い構造を採用し、水を滞留させないようにすることが望ましい。</p> |

| | |
|-----------|---|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 附属物等の対策（高欄・横断防止柵） |
| 小項目 | 抵抗（より抵抗する） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例1：支柱部の腐食対策】</p> <p>支柱部は腐食しにくいように材質に配慮するのがよい。アルミニウムは一般的に使用される鋼材よりイオン化傾向が高い卑な金属であることから、雨水が滞水した環境で地覆内部の鉄筋等の鋼材と接すると、異種金属接触腐食が発生する。このため、同種金属とするか、防食（シーリング処理を含む）や絶縁処理を施す工夫が考えられる。また、コンクリートの強アルカリ性に接すると腐食性物質が膨張して地覆コンクリートの損傷に発展するため、支柱のコンクリート埋め込みは避けることが望ましい。</p>  <p>写真-1 支柱基部の損傷例</p> |

| | | | |
|-----------|---|---|-------|
| | | 頁 | 1 / 1 |
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 | | |
| 中項目 | 附属物等の対策（遮音壁・落下物防止柵） | | |
| 小項目 | 抵抗（より抵抗する） | | |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例１：遮音壁の材質】</p> <p>遮音壁は劣化しにくいように材質等に配慮するのがよい。例えば表面処理方法等は、設計計算により確認し、環境条件等により設定するのが望ましい。</p> <p>【例２：ベースプレートの設置等】</p> <p>落下物防止柵等の支柱ベースプレートの設置位置について配慮するのがよい。例えば地覆・壁高欄の目地位置を避け、目地や桁端部付近は支柱のアンカーボルトのかぶりを確保して設置する工夫が考えられる。</p> <p>傾斜を有している壁高欄天端へのベースプレート設置時にはうきが生じないように、モルタル等により平坦性を確保することが望ましい。</p> <p>附属物の取り付けボルトは、ナットを締めることができるように必要な長さを確保することが望ましい。</p> | | |

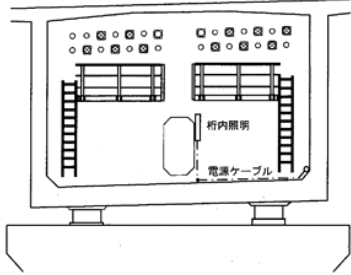
| | |
|-----------|--|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 附属物等の対策（落橋防止システム） |
| 小項目 | 抵抗（より抵抗する）、抵抗（見つけて直せる・是正できる） |
| 配慮が必要な項目例 | <p>●抵抗（より抵抗する）</p> <p>【例１：落橋防止システムの材質】</p> <p>落橋防止システムは劣化しにくいように材質等に配慮するのがよい。例えば表面処理方法等は、設計計算により確認し、環境条件等により設定するのが望ましい。</p> <p>●抵抗（見つけて直せる・是正できる）</p> <p>【例２：漏水対策】</p> <p>落橋防止システムを下部構造に設置する場合には、配置が煩雑にならないよう配慮するのがよい。伸縮装置からの漏水による桁座や堅壁に設置された落橋防止構造や耐震装置の腐食が確認される。支承周りの維持管理性からも橋座への配置は望ましくない。また、堅壁前面へ設置する場合には、水切り等の設置により漏水の影響を受けない対策を検討するのがよい。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p style="text-align: center;">写真-1 落橋防止システム等の取り付け改善</p> |

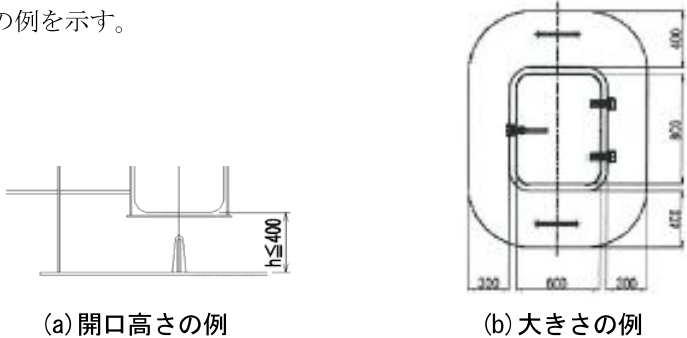
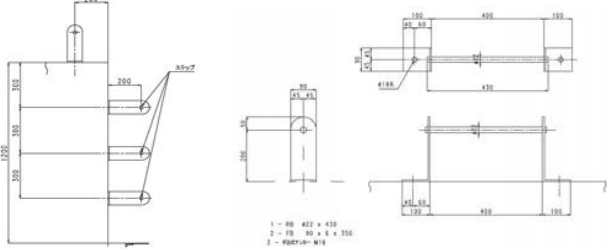
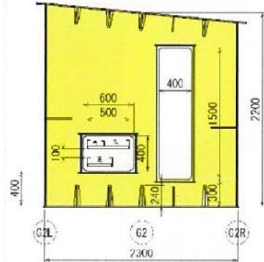
| | |
|-----|---|
| 大項目 | 耐久性の信頼性向上 |
| 中項目 | 附属物等の対策（橋歴板） |
| 小項目 | 抵抗（より抵抗する） |
| | <div>【例1：橋歴板の材質】</div> <p>橋歴板が劣化しにくよう材質に配慮するのがよい。橋歴板は鋳物用道合金地金が使用されている場合がある。また、軽量である耐候性フィルムにより被覆したアルミニウム板を用いた場合もある。設置場所や環境によって、適切な材料を選定するのがよい。</p> <div>   </div> <p style="text-align: center;">図-1 橋歴板（アルミニウム板）の例</p> <div>【例2：橋歴板の設置】</div> <p>橋歴板が落下しないように設置方法について配慮するのがよい。橋歴板の材質は鋳物用道合金地金を使用しており重量が重く、設置の不具合等による落下が生じた場合、第三者被害の危険性や、重量構造物であるため盗難の危険性が高い。また、橋歴板の損失により橋梁諸元の確認が不能となることが考えられる。</p> <p>また設置の際には、適切な設置箇所を選定することが望ましい。</p> <div>   </div> <p style="text-align: center;">道路橋示方書の橋歴板の例</p> <p style="text-align: center;">橋歴板の脱落事例</p> <p style="text-align: center;">図-2 橋歴板の例</p> |

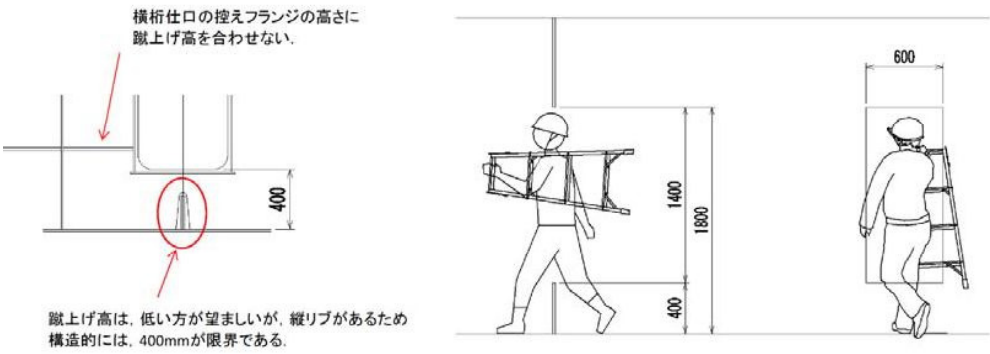
配慮が
必要な
項目例

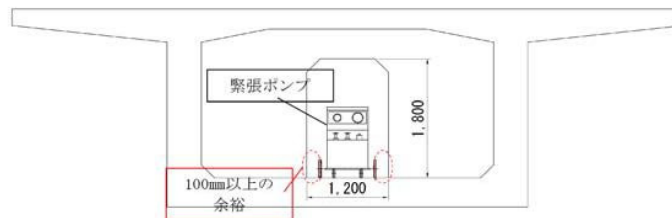
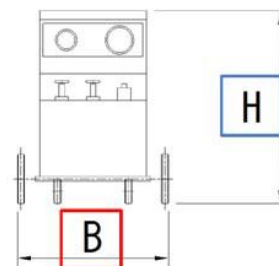
| | |
|-----------|---|
| 大項目 | 点検性 |
| 中項目 | 点検がしやすい |
| 小項目 | 外観目視が容易に出来る |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例1：アクセスのしやすさ】</p> <p>1) 動線の連続性を確保した点検施設の設置やルート計画の作成</p> <p>点検や状況確認のための動線が考慮され連続性が確保された点検施設を設置するのがよい。</p> <p>架橋条件（渡河橋・跨線橋等）や点検車両の進入等を踏まえ、下部工から上部工への移動や、掛け違い部での桁下空間に配慮した付属物点検への配慮、点検施設から点検対象までの距離、支障物や段差等移動の連続性が確保された構造設置位置を検討することが望ましい。以下に、配慮することが望ましい項目を示す。</p> <p>i) 点検通路の連続性の確保</p> <p>構造特性、架橋条件、点検着目点を考慮した点検ルート計画を作成し、点検ルートの連続性を確保することが望ましい。</p> <p>隣り合う径間への連続性を確保する場合、下部工に設置する点検通路は、写真-1 に示すようにコの字又は、コの字型で設置する例がある。但し、橋座面の作業性が確保された場合は、点検通路から橋座面への昇降設備を確保及び転落防止対策をした上で、一面設置とする例もある。なお、用地制約がある場合は設置範囲について適宜判断する。</p> <div data-bbox="678 1046 1128 1312" data-label="Image"> <p>A photograph showing a U-shaped inspection walkway installed on the lower structure of a bridge, providing access to the underside of the bridge deck.</p> </div> <p>写真-1 下部工点検通路の設置イメージ</p> <p>下部工から上部工への連続性を確保するため、すべての橋台に昇降設備を設置するという例がある。多径間の橋梁は、桁下への点検車両等の進入も考慮した上で、図-1 に示すような点検ルートを適宜設置することも考えられる。</p> <div data-bbox="684 1516 1123 1800" data-label="Image"> <p>A 3D schematic diagram illustrating a continuous inspection route from the lower structure to the upper structure of a bridge. Red arrows indicate the path, showing how the route connects different spans and levels.</p> </div> <p>図-1 下部工から上部工への連続性確保のイメージ</p> |

| | |
|-----------|---|
| 大項目 | 点検性 |
| 中項目 | 点検がしやすい |
| 小項目 | 外観目視が容易に出来る |
| 配慮が必要な項目例 | <p>ii) 点検通路の附属物等の位置関係</p> <p>落橋防止システム等の附属物は、点検時の動線の妨げとならないよう、その配置に留意する。図-2 及び写真-2 に、落橋防止システムが点検動線の支障となった例を示す。</p> <div data-bbox="555 548 1262 817" data-label="Image"> <p>点検通路と落橋防止装置の配置関係を示す図。点検通路（中央）と落橋防止装置（左右）の位置関係が示されています。点検通路の幅が狭くなる可能性があります。</p> <p>点検通路と落橋防止装置の配置関係を示す図。点検通路（中央）と落橋防止装置（左右）の位置関係が示されています。点検通路の幅が狭くなる可能性があります。</p> </div> <p>図-2 点検通路と附属物の関係例</p> <div data-bbox="434 891 1372 1254" data-label="Image"> <p>点検通路と落橋防止装置の取合いを示す写真。点検通路（左側）と落橋防止装置（右側）の取合いが示されています。点検通路の幅が狭くなる可能性があります。</p> </div> <p>写真-2 検査路と落橋防止装置との取合い</p> <p>iii) 検査位置における点検対象までの距離</p> <p>点検対象物に近接目視できるよう、点検設備の設置位置に配慮することが望ましい。例えば、橋軸方向に設置する点検通路は、床版の損傷が懸念される大型車の走行車線下とするなど、設置位置に配慮する。また、広幅員の橋梁では、点検車の能力を考慮した設置位置を検討することが考えられる。</p> <p>iv) 支障物や段差等の少ない構造対応</p> <p>点検通路には、配管等附属物の設置や段差など移動に支障がないことが望ましい。</p> |

| | |
|-----------|---|
| 大項目 | 点検性 |
| 中項目 | 点検がしやすい |
| 小項目 | 外観目視が容易に出来る |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例1：アクセスのしやすさ】</p> <p>v) 箱桁内の足場</p> <p>桁高の高い(3m程度以上)箱桁内部は、鋼床版やダイヤフラム等の疲労亀裂が懸念される部位や定着部等へアクセスするために、着目点を明確にした点検計画を立案し、点検通路（足場）の設置に配慮するのが望ましい。図-3 に PC 箱桁内の足場設置の例を示す。</p>  <p>図-3 PC 箱桁内の足場設置の例</p> |
| | <p>vi) 使用条件を踏まえた橋梁下の点検通路計画</p> <p>橋軸方向の点検通路は各径間で 1 条ずつ設置する例があるが、全部材で確実な点検ができるようにするには、点検車で点検可能な範囲以外に点検通路を設置することが考えられる。また、跨線橋等で桁下の建築限界とのクリアランスが小さく、点検車の利用が困難な場合は、全桁間に点検通路を設置することも考えられる。</p> |
| 参考図書 | v)：「設計要領 第二集 橋梁建設編 6 章支承及び付属物」東日本・中日本・西日本高速道路株式会社，平成 28 年 8 月 |

| | |
|-----------|--|
| 大項目 | 点検性 |
| 中項目 | 点検がしやすい |
| 小項目 | 外観目視が容易に出来る |
| 配慮が必要な項目例 | <div> <div> <p>2)マンホール等開口部の位置や大きさ</p> <p>箱桁のマンホールや横桁の開口部は、その設置（高さ、点検施設や添架物件との関連など）や大きさについて、マンホールの用途、たとえば点検通路のみ、排水管等附属物の取替、外ケーブル再緊張等の資材搬入、点検器具の搬入など、その用途に応じた開口形状とすることがよい。また、鋼桁とPC 桁では構造特性が異なるから、その必要開口寸法も異なることが想定される。</p> <p>i)鋼桁の場合</p> <p>開口の大きさについては、実証実験から点検通路のみの場合は、幅 600×高さ 800mm を確保することが望ましいが、用途に応じて決定するとよい。</p> <p>点検通路と開口部の高さの差は、400mm 以下とすると移動性が低下し難く、その高さを上回る場合は、ステップを設置する工夫がある。図-4 に開口位置、大きさ及び図-5 にステップの例を示す。</p> </div> <div>  <p>(a) 開口高さの例</p> <p>(b) 大きさの例</p> <p>図-4 マンホールの位置大きさ</p> </div> <div>  <p>図-5 ステップの例</p> </div> <div>  <p>図-6 点検通路と添架物を分離した例</p> </div> <div> <p>ただし、横桁など高さの低い桁に開口を設ける場合は、高さ 600mm を確保し、幅は 800mm 以上確保するという工夫もある。</p> </div> </div> |

| | |
|-----------|---|
| 大項目 | 点検性 |
| 中項目 | 点検がしやすい |
| 小項目 | 外観目視が容易に出来る |
| 配慮が必要な項目例 | <p>(参考) 横桁・タイヤフラム等の開口大きさに関する実証実験の結果</p> <p>1) 中間マンホール</p> <p>a) B (幅) については、最大幅である 600mm の評価が高く、脚立を持った場合は評価も下がる傾向にある。</p> <p>b) H (高さ) については 1300 mm 以上のケースの評価が良いが、h (蹴上高さ) が 400 mm 以上であれば 1200 mm でも評価が良い。</p> <p>c) h (蹴上高さ) は、低い方の評価が良いが 300 mm と 400 mm では大きな差が無い。ただし、500 mm になると極端に評価が下がる。</p> <p>d) 総合的には 500x1500 (h=400mm) が最も評価が高く、脚立を有する場合でも 600x1300 (h=500mm) よりも良い評価となった。</p> <p>蹴上高さは 400mm 以下とし、開口高は歩面から 1800 mm 以上、幅は 600 mm 以上確保するのが望ましい。ただし、開口率 $\rho < 0.40$ を満足しない場合は、H より B を狭める方が良い。</p> <div style="text-align: center;">  <p>横桁仕口の控えフランジの高さに蹴上げ高を合わせない。</p> <p>蹴上げ高は、低い方が望ましいが、縦リブがあるため構造的には、400mm が限界である。</p> </div> <p>図-7 推奨する中間ダイヤフラムの構造</p> <p>2) 桁端マンホール</p> <p>a) 400 x 600 は、実橋・模型に関わらず評価が低い。</p> <p>b) 400 x 600 は、特に模型の場合に取っ手が無く体を支えることができない。 開口の上部に取っ手が無ければ侵入が困難。また、安全帯等が障害となりやすい。</p> <p>c) 600 x 800 では上記 a)、b) の状況を回避できる。 桁端マンホールサイズは 600 x 800 を標準とし、止む得ない場合のみ 400 x 600 とするのがよい。また、その場合は周辺に取っ手等を設け出来るだけ侵入し易いような配慮が必要である。</p> <p>この他、マンホール部に求められる項目として開閉式の蓋構造について、点検時の作業性に関し、蓋の軽量化や蓋をボルト固定しているために作業性が悪化するなどの意見があり、点検作業を効率的に行うためには配慮すべき事項と考える。</p> |

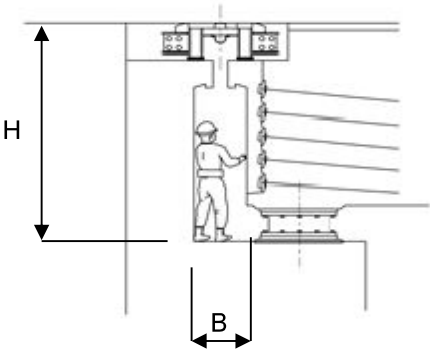
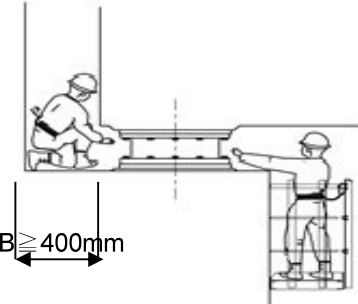
| 大項目 | 点検性 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|---|--------|------|------|------|------|-----|---------|-------|-----|-----|-----|-----|--------|-----|-----|-----|-----|---------|-------|-----|-----|-----|-----|--------|-----|-----|-----|-----|---------|-------|---|-----|---|-----|--------|---|------|---|------|---------|-------|-----|-----|-----|-----|--------|-----|------|-----|------|---------|-------|-----|-----|-----|-----|--------|-----|------|-----|------|---------|-------|---|-----|---|-----|--------|---|------|---|------|---------|-------|-----|-----|-----|-----|--------|-----|------|-----|------|
| 中項目 | 点検がしやすい | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 小項目 | 外観目視が容易に出来る | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 配慮が必要な項目例 | <p>ii)PC 桁の場合</p> <p>PC 橋では、鋼橋に比べて横桁幅が大きいいため通過が困難となる場合が多い。実証実験から端部横桁の開口部の大きさは、幅 800mm×高さ 800mm が通過し易く、或いは幅 600mm×高さ 800mm あるいは幅 800mm×高さ 600mm でも通過に支障が少ないとわかっている。</p> <p>外ケーブルを有する PC 箱桁橋の中間横桁の開口部は、外ケーブルの緊張ポンプが通過できる寸法を確保するのが望ましい。表-1 に外ケーブルの定着工法の緊張ポンプの寸法の例を示す。</p> <div></div> <p style="text-align: center;">図-8 中間横桁の開口部の例</p> <p style="text-align: center;">表-1 外ケーブルの定着工法の緊張ポンプの寸法の例</p> <p style="text-align: right;">単位：mm</p> <table><tr><th>緊張材</th><th></th><th>A工法</th><th>B工法</th><th>C工法</th><th>MAX</th></tr><tr><td rowspan="2">12S15.2</td><td>幅 (B)</td><td>574</td><td>783</td><td>550</td><td>783</td></tr><tr><td>高さ (H)</td><td>770</td><td>956</td><td>960</td><td>960</td></tr><tr><td rowspan="2">12S15.7</td><td>幅 (B)</td><td>588</td><td>783</td><td>550</td><td>783</td></tr><tr><td>高さ (H)</td><td>940</td><td>956</td><td>960</td><td>960</td></tr><tr><td rowspan="2">15S15.2</td><td>幅 (B)</td><td>-</td><td>875</td><td>-</td><td>875</td></tr><tr><td>高さ (H)</td><td>-</td><td>1075</td><td>-</td><td>1075</td></tr><tr><td rowspan="2">19S15.2</td><td>幅 (B)</td><td>588</td><td>875</td><td>550</td><td>875</td></tr><tr><td>高さ (H)</td><td>940</td><td>1075</td><td>960</td><td>1075</td></tr><tr><td rowspan="2">19S15.7</td><td>幅 (B)</td><td>588</td><td>875</td><td>550</td><td>875</td></tr><tr><td>高さ (H)</td><td>940</td><td>1075</td><td>960</td><td>1075</td></tr><tr><td rowspan="2">22S15.2</td><td>幅 (B)</td><td>-</td><td>875</td><td>-</td><td>875</td></tr><tr><td>高さ (H)</td><td>-</td><td>1075</td><td>-</td><td>1075</td></tr><tr><td rowspan="2">27S15.2</td><td>幅 (B)</td><td>588</td><td>875</td><td>550</td><td>875</td></tr><tr><td>高さ (H)</td><td>940</td><td>1075</td><td>960</td><td>1075</td></tr></table> <p>注) 複数のポンプが選択できる場合は、外寸の大きい方を表示している。</p> <p style="text-align: center;">【緊張ポンプ形状一覧】</p> <div></div> <p style="text-align: center;">図-9 緊張ポンプ寸法の例</p> <p>なお、箱桁の下床版の開口寸法は、資機材、点検器具の搬入を確認して検討するのがよい。</p> | 緊張材 | | A工法 | B工法 | C工法 | MAX | 12S15.2 | 幅 (B) | 574 | 783 | 550 | 783 | 高さ (H) | 770 | 956 | 960 | 960 | 12S15.7 | 幅 (B) | 588 | 783 | 550 | 783 | 高さ (H) | 940 | 956 | 960 | 960 | 15S15.2 | 幅 (B) | - | 875 | - | 875 | 高さ (H) | - | 1075 | - | 1075 | 19S15.2 | 幅 (B) | 588 | 875 | 550 | 875 | 高さ (H) | 940 | 1075 | 960 | 1075 | 19S15.7 | 幅 (B) | 588 | 875 | 550 | 875 | 高さ (H) | 940 | 1075 | 960 | 1075 | 22S15.2 | 幅 (B) | - | 875 | - | 875 | 高さ (H) | - | 1075 | - | 1075 | 27S15.2 | 幅 (B) | 588 | 875 | 550 | 875 | 高さ (H) | 940 | 1075 | 960 | 1075 |
| | 緊張材 | | A工法 | B工法 | C工法 | MAX | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 12S15.2 | 幅 (B) | 574 | 783 | 550 | 783 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 高さ (H) | 770 | 956 | 960 | 960 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 12S15.7 | 幅 (B) | 588 | 783 | 550 | 783 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 高さ (H) | 940 | 956 | 960 | 960 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 15S15.2 | 幅 (B) | - | 875 | - | 875 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 高さ (H) | - | 1075 | - | 1075 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 19S15.2 | 幅 (B) | 588 | 875 | 550 | 875 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 高さ (H) | 940 | 1075 | 960 | 1075 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19S15.7 | 幅 (B) | 588 | 875 | 550 | 875 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 高さ (H) | 940 | 1075 | 960 | 1075 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22S15.2 | 幅 (B) | - | 875 | - | 875 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 高さ (H) | - | 1075 | - | 1075 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27S15.2 | 幅 (B) | 588 | 875 | 550 | 875 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 高さ (H) | 940 | 1075 | 960 | 1075 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

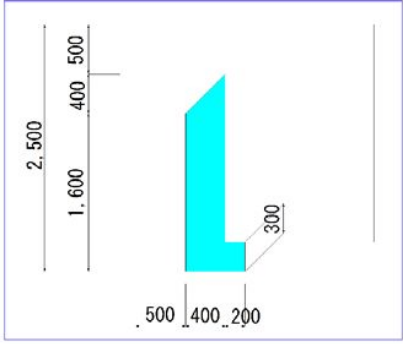
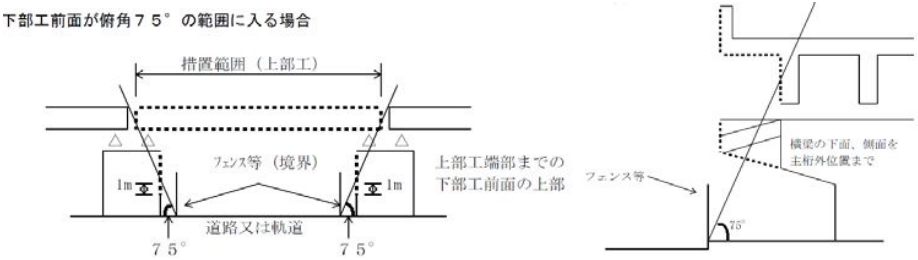
| | |
|-----------|---|
| 大項目 | 点検性 |
| 中項目 | 点検がしやすい |
| 小項目 | 外観目視が容易に出来る |
| 配慮が必要な項目例 | <p>3) 橋梁下への作業車のアクセス性</p> <p>架橋条件によっては、足場の設置が困難な場合や、高所作業車等による点検が効率的な場合があるため、橋梁下への作業車のアクセス性を確保することも考えられる。この場合も、全ての部材が近接目視できることに留意し、近接目視が困難な部材がある場合は、その他の点検法を検討することが望ましい。</p> <p>4) 現在位置が把握できる表示</p> <p>箱桁内部等、現在位置や部材位置の把握が困難となるような場合は、現在位置、点検部材位置が確認出来るよう、ペイント等により適切に表示する工夫が考えられる。</p> <p>なお、部材(要素番号)は、橋梁定期点検要領（平成 31 年 3 月国土交通省道路局国道・防災課）といった各種点検要領を参考に付番するとよい。</p> <div data-bbox="563 869 1236 1064" data-label="Image"> </div> <p>図-10 橋脚番号等表示の例</p> <p>5) 箱桁内の明かり環境の確保</p> <p>箱桁内が暗く、点検時において照明を持ち込むことが困難となるような場合は、橋梁設計時から照明施設を設置することを検討するのが望ましい。</p> |

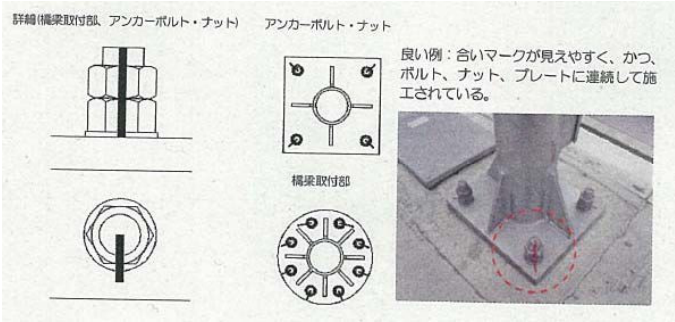
| | |
|-----------|---|
| 大項目 | 点検性 |
| 中項目 | 点検がしやすい |
| 小項目 | 外観目視が容易に出来る |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例2：近接目視が行いやすい】</p> <p>1) 点検空間が確保されていること</p> <p>近接目視や非破壊検査等も考慮した、空間が確保できるよう配慮するのがよい。特に湿潤環境となりやすい桁端部や、部材が近接する支承周りは十分な配慮が必要である。また、点検性を考慮し、横桁形式を検討するのが望ましい。</p> <p>鋼橋およびPC橋における部材（部位）毎に、点検に必要な空間の工夫例を以下に示す。</p> <p>i) 鋼橋の場合</p> <p>実証実験より、桁端部や桁下（支承まわり）の点検が可能な空間として、図-11～図-13に示す空間を確保するのが望ましい。</p> <div data-bbox="718 784 1077 1142"> </div> <p>図-11 桁端部の点検空間の例</p> <div data-bbox="670 1232 1133 1534"> </div> <p>図-12 桁下（支承まわり）空間の例</p> <div data-bbox="734 1635 1085 1859"> </div> <p>図-13 横桁と床版の空間（鏡による点検）の例</p> |

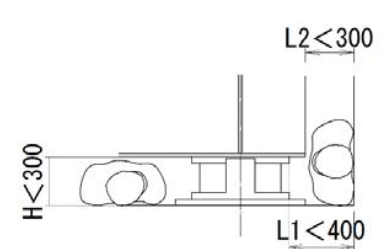
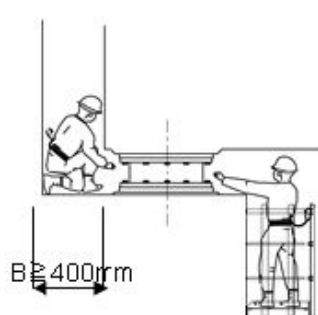
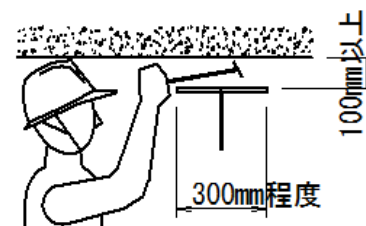
| | |
|-----------|---|
| 大項目 | 点検性 |
| 中項目 | 点検がしやすい |
| 小項目 | 外観目視が容易に出来る |
| 配慮が必要な項目例 | <p>(参考) 横桁上フランジ狭隘部の点検に関する検証実験の結果</p> <p>点検時の姿勢と鏡（インスペクションミラー）により認識できる範囲をまとめると図-14のとおりとなり、RC床版下端と横桁上フランジの離隔としては100mm以上が望ましいことがわかった。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;"> <p>1) 姿勢1</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>2) 姿勢2</p> </div> </div> <p>※片眼であればいずれも400mm程度は見える。</p> |

図-14 横桁狭隘部検証結果

| | |
|-----------|---|
| 大項目 | 点検性 |
| 中項目 | 点検がしやすい |
| 小項目 | 外観目視が容易に出来る |
| 配慮が必要な項目例 | <div> <div> <div>ii)PC 橋の場合</div> <div> <div> <div>桁端部のひび割れ調査を可能とするための空間を確保するのがよい。例えば、検証実験により構造高 H（桁高＋支承高）に対する必要な空間寸法 B は以下のとおり確保すること工夫がある。（図-15 参照）</div> <div> <div>・ 構造高 2000mm 以上では、$B \geq 500\text{mm}$</div> <div>・ 構造高 2000mm 以下（実験では H=1500mm で検証）では、$B \geq 600\text{mm}$</div> </div> <div> <div>なお、プレテンション方式中空床版橋など桁高が低く、桁端から直接目視点検できない場合には、鏡やファイバースコープなどで点検できるように、桁遊間や桁下空間の確保を検討するのが望ましい。</div> <div>  </div> </div> <div>図-15 桁端部の空間の例</div> <div> <div> <div> <div>支承点検のための桁端側の必要な桁空間を確保するのがよい。例えば、空間寸法 B を 400mm 以上確保することが望ましい。</div> <div>  </div> </div> <div>図-16 支承点検空間の例</div> </div> </div> </div></div></div></div> |

| | |
|-----------|---|
| 大項目 | 点検性 |
| 中項目 | 点検がしやすい |
| 小項目 | 外観目視が容易に出来る |
| 配慮が必要な項目例 | <p>2) 添架物件の配置の配慮</p> <p>添架物件によって、背面部などの部材が目視できなくなることがないように、添架物件の配置について配慮するのがよい。</p> <p>点検に必要な空間として、点検対象と添加物件あるいは横変位拘束構造等の突起物との離隔は 400mm 以上確保するのが望ましい。</p>  <p>図-17 必要空間の例（検証実験時の空間寸法）</p> |
| | <p>3) 表面処理等での配慮</p> <p>第三者被害防止等を目的とした、被覆等を含む表面処理の実施においては、部材自体の状況確認が目視観察できるよう配慮するのがよい。また、補修補強時においても、同様に配慮するのがよい。なお、表面処理等を行った箇所について図中に明記する等、施工範囲がわかるように工夫するとよい。</p> <p>コンクリート片の剥離による第三者被害予防の範囲は、第三者被害予防措置範囲の下部工、主桁、地覆、床版が考えられる。</p> <p>国総研資料第 953 号「コンクリート片落下による第三者被害の予防措置技術の性能試験法に関する調査検討」では、落下物防止対策に求められる性能の構成要素について言及されており、参考資料として「コンクリート片落下防止対策の性能試験法（案）」が作成されているので参考とすることが望ましい。</p>  <p>図-18 施工範囲のイメージ</p> |
| 参考図書 | 図-18：「橋梁における第三者被害予防措置要領（案）」国土交通省 道路局 国道・防災課，平成 28 年 12 月 |

| | |
|-----------|--|
| 大項目 | 点検性 |
| 中項目 | 点検がしやすい |
| 小項目 | 外観目視のみで状態の確認ができる |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例1：目視により状態調査ができる】</p> <p>1) 表面処理等の配慮 第三者被害防止を目的とした、被覆等を含む表面処理の実施においては、処理範囲を明示するのがよい。また、部材自体の状況確認ができるよう配慮するのがよい。</p> <p>2) PC ケーブル等の定着部の処理 PC ケーブルや落橋防止システムの定着部の処理（後施工コンクリートやキャップ）は、外観目視確認ができるよう配慮するのがよい。</p> <p>3) 外ケーブル等の腐食 外ケーブル等の保護管および定着部の処理（キャップ）は、外観目視確認ができるよう配慮するのがよい。 例えば外ケーブルの仕様は、直接目視確認ができるようにエポキシ被覆ストランドを採用する場合がある。また外ケーブルの定着体は二重管構造の採用等、取替え可能な構造とする工夫が考えられる。</p> <p>4) 普通ボルトのゆるみ等 落橋防止システムや附属物（標識、照明や遮音壁等）のアンカーボルトのゆるみ等を目視確認出来るようにするのがよい。塗装仕様でないボルトは、マーキング（合いマーク）により、ゆるみ等目視確認できるようにする工夫が考えられる。</p>  |
| 参考図書 | 図-1：「附属物（標識、照明施設等）点検要領」国土交通省 道路局 国道・技術課，平成31年3月 |

| | |
|-----------|--|
| 大項目 | 点検性 |
| 中項目 | 状態が確実に把握できる |
| 小項目 | 外観目視できない箇所の調査ができる |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例1：より多くの内容が調査できる】</p> <p>1) 触診、打音による点検</p> <p>実証実験より鋼橋の場合は触診や打音による点検のため、高さ方向 300mm 以上、水平方向 400mm 以上の空間を確保するのがよいことがわかっている。</p> <p>支承部や桁端部での近接目視が困難な遊間の例を図-1 に示す。</p>  <p>図-1 近接目視点検が困難な空間の例</p> <p>一方、実証実験より PC 橋の場合は桁端部まで横桁があることから、支承部の打音検査が可能とするために、桁遊間の寸法は 400mm 以上であることが推奨される。</p>  <p>図-2 PC 橋における支承部の点検可能寸法の例</p> <p>2) 鏡等による点検</p> <p>構造特性上、近接目視ができない場合は、目視に変わる点検方法を検討する。</p> <p>床版と横桁間の鏡を使用した点検イメージを図-3 に示す。ただし、自らの目視と同等の健全性の診断を行うことができる情報が得られると判断できる方法とする必要がある。</p>  <p>図-3 点検法と空間（鏡による点検）の例</p> |

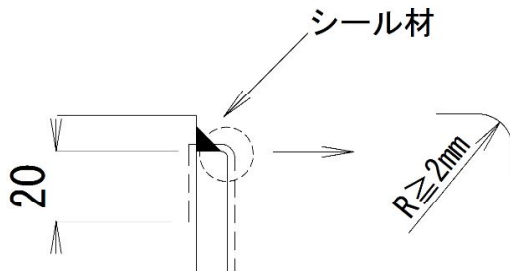
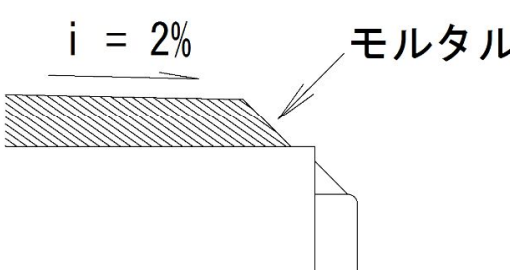
| | | | |
|-----------|--|---|-------|
| | | 頁 | 2 / 2 |
| 大項目 | 点検性 | | |
| 中項目 | 状態が確実に把握できる | | |
| 小項目 | 外観目視できない箇所の調査ができる | | |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例2：調査が容易にできる】</p> <p>1) 足場用吊り金具の設置</p> <p>点検時に必要となる足場の事前対応として、跨道橋や跨線橋、桁下高さ等により吊り足場が設置できるように、吊り足場金具(インサート等)の設置を検討するのがよい。この場合、中空床版橋の円形型枠直下の部材が薄い箇所等、構造的に不利な箇所への設置や腐食防止、かぶり確保等に配慮することが望ましい。</p> <p>2) 部材番号の明示</p> <p>地震時等の緊急点検などにおいても、部材番号(点検位置)が容易に確認できるとよい。</p> <p>3) 点検ポイントと点検動線の設定</p> <p>地震時等に留意すべき点検重点ポイントを設定しておくことも検討するのがよい。支承部は地震の影響が現れやすい部位の一つであり、支承まわりの変状は慎重に確認する必要がある。</p> <p>上部構造は、桁の損傷形態・部位により落橋や崩壊につながる可能性がある事象は見落とさないように確実に把握する必要がある。また、下部工は地震時に損傷が生じやすい部位であり、その性状や程度によって耐荷力や安定に及ぼす影響が大きく異なるため、変状の全体を把握する必要がある。これらの確認把握のため、橋梁基部への移動経路、点検部位と点検方法、点検部位への近接方法、点検部位間の移動経路など、適切な維持管理が行えるよう配慮するのが望ましい。</p> <p>4) 常設足場の設置</p> <p>跨線橋等で点検毎に足場や点検車を設置することが困難な場合は、全桁間に点検通路を設置することや常設足場を設置することなど工夫することが考えられる。</p> | | |

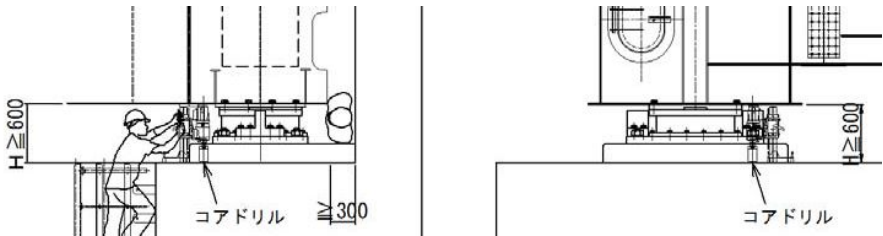
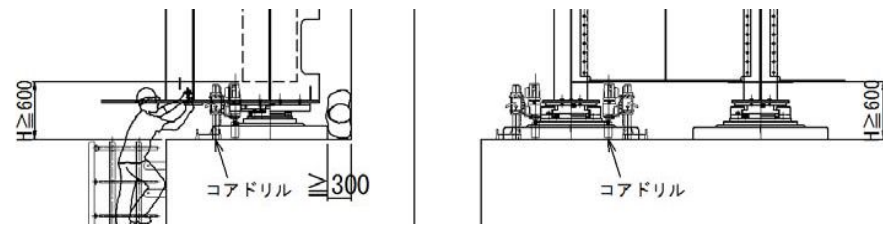
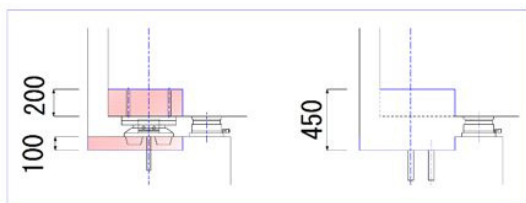
| 大項目 | 維持管理性（補修・補強・更新） | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|--|---------|-----|-------|--|----|----|----|---------|-----|-----|--------|----|-----|----|--------|-----|-----|
| 中項目 | 補修ができる | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 小項目 | — | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例１：補修が容易】</p> <p>地震の影響による損傷や、架橋環境による劣化等により補修が必要な場合に、その作業のしやすい構造に配慮するのがよい。</p> <p>1)補修のための空間確保（支承部の作業空間）</p> <p>補修のための空間確保（作業のための空間）について、P C 橋の場合、支承部の点検調査には桁遊間 400mm 以上で支障なく実施可能であるが、補修などの作業性を考慮すると 600mm 以上確保するのが望ましい。</p> <p>2)補修のための空間確保（床版と横桁間の作業空間）</p> <p>横桁上フランジと RC 床版の離隔距離について、塗装の塗替えの作業性に配慮するのがよい。ケレンに用いられるツールについては、一般に手動で行なう場合ワイヤーブラシやマジックロンなどが用いられることがある。また、電動ではカップブラシが用いられる例が多く、使用するツールにより必要離隔は異なることとなる(写真-1 参照)。参考として、図-1 に各ツールの必要離隔寸法を示す。</p> <div><div></div><div></div><div><div>a) マジックロン</div><div>b) カップブラシ</div></div></div> <p style="text-align: center;">写真-1 塗替え時の使用ツールの例</p> <div><p style="text-align: center;">RC床版</p><p style="text-align: center;">a</p><p style="text-align: center;">横 桁</p></div> <table><tr><th colspan="2" rowspan="2">ツール</th><th colspan="2">a(mm)</th></tr><tr><th>最低</th><th>理想</th></tr><tr><td rowspan="2">手動</td><td>ワイヤーブラシ</td><td>100</td><td>120</td></tr><tr><td>マジックロン</td><td>80</td><td>120</td></tr><tr><td>電動</td><td>カップブラシ</td><td>200</td><td>220</td></tr></table> <p style="text-align: center;">図-1 ツール別必要離隔(参考)</p> <p>塗替え時の作業性から考えた RC 床版下端と上フランジ上端の必要離隔は、連結部の塗り替え空間を考慮した 110 mm以上を確保する工夫が考えられる。</p> <div><div>・塗り替え必要空間 80 (mm)</div><div>・ボルト頭 (M22 S10T) 14 (mm)</div><div>・連結板 9 (mm)</div></div> <p style="text-align: center;">80 (mm) + 14 (mm) + 9 (mm) = 103 (mm) ⇒ 110 (mm) 以上</p> | ツール | | a(mm) | | 最低 | 理想 | 手動 | ワイヤーブラシ | 100 | 120 | マジックロン | 80 | 120 | 電動 | カップブラシ | 200 | 220 |
| | ツール | | | a(mm) | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 最低 | 理想 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 手動 | ワイヤーブラシ | 100 | 120 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | マジックロン | 80 | 120 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 電動 | カップブラシ | 200 | 220 | | | | | | | | | | | | | | |

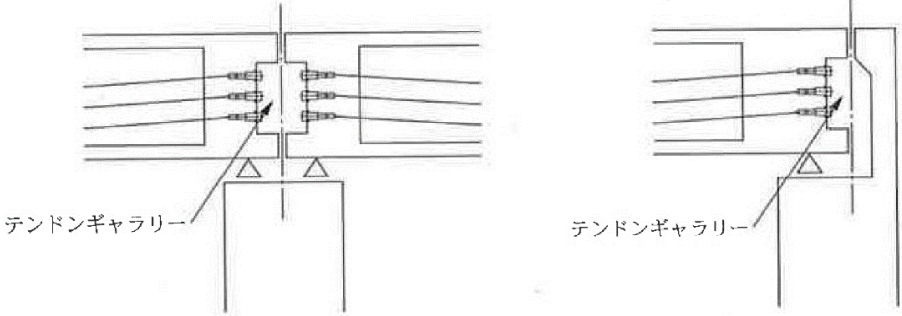
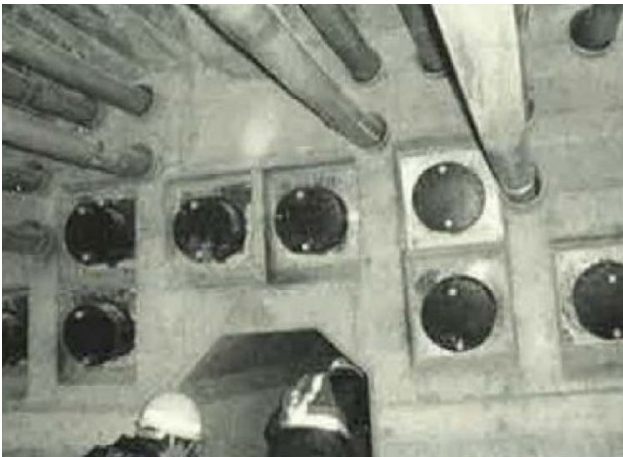
| | |
|-----------|---|
| 大項目 | 維持管理性（補修・補強・更新） |
| 中項目 | 補修ができる |
| 小項目 | — |
| 配慮が必要な項目例 | <p>3) 資機材設置のための空間確保</p> <p>ジャッキアップは、主桁及び横桁で行うことができるよう考慮するのがよい。また、ジャッキの設置位置は橋座面があるが、構造形式、落橋防止装置等により、橋座面とできない場合は、ブラケット形式とすることも検討するのがよい。ジャッキアップ用の補強等は、後述する例3の図-4を参考に示す。ジャッキアップスペース（橋座幅、構台設置）として、P C 橋では、反力の大きさにもよるが、支承の前面に 300～400mm 程度のスペースがあれば、橋座面から直接ジャッキアップが可能となる。フラットジャッキ等を使用すれば、図-2 に示すとおり、高さ方向の空間は 150mm 程度あればジャッキアップは可能である。</p> <div data-bbox="719 772 1286 1068" data-label="Image"> </div> <p>図-2 設置位置と空間の図</p> <p>ブラケットとして、山留材を利用した事例を図-3 に示す。取付は後施工アンカーによる事例が多いが、事前に山留材の孔ピッチにあわせてフォームコネクタを埋設しておけば有効利用できる。この場合は、現地でも耐荷力等が分かるよう、表示するのがよい。</p> <div data-bbox="754 1299 1227 1563" data-label="Image"> </div> <p>図-3 ブラケット形式の例</p> |

| | |
|-----------|---|
| 大項目 | 維持管理性（補修・補強・更新） |
| 中項目 | 補修ができる |
| 小項目 | — |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例 2：補修技術が確立している】</p> <p>地震の影響による損傷や、架橋環境による劣化等により補修が必要な場合に、補修の判断、補修技術が確立していることが求められる。</p> <p>1) 補修の必要性の判断方法</p> <p>補修が必要となる変形量、摩耗量などの判断が数値的に明らかなものは、設計図書に一覧表等を整理し保存するのが望ましい。</p> <p>2) 供用状態に応じた施工の確実性</p> <p>供用状態に応じた補修法が確立しており、設計時に想定した、維持管理方法の施工時に必要となる維持管理設備や補強等で、当初から構造等対応しないものは、施工時の参考とするため、設計図書に関連資料として整理し保存するのが望ましい。</p> |

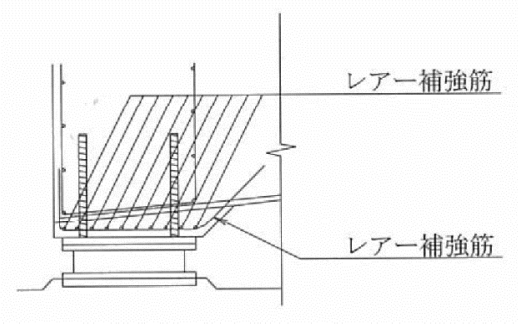
| | |
|-----------|---|
| 大項目 | 維持管理性（補修・補強・更新） |
| 中項目 | 補修ができる |
| 小項目 | — |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例3：効果的な補修ができる】</p> <p>橋の主構造と同等の耐久性の確保が困難な部材（支承、伸縮装置等）は、供用期間中の補修を考慮するのがよい。また、定期点検等の事例より、以下について配慮するのがよい。</p> <p>1)作業性と品質の確保</p> <p>作業の確実性のために、ジャッキアップのための桁等補強対策を事前に行うことも考えられる。また、現地でジャッキアップポイント及び荷重の確認ができるよう、これらを表示するのが望ましい。</p> <div data-bbox="683 712 1120 1115"> </div> <p>図-4 補強の例（主桁、横桁）</p> <div data-bbox="534 1173 1324 1456"> </div> <p>図-4 ジャッキアップポイント等表示の例</p> <p>PC橋の場合、ウェブの軸線上、あるいは、マッシブな横桁部で支持することで、ジャッキアップのために特別な補強は必要としない場合が多い。ただし、現地条件等により本来の支承位置から大きく離れて、支間中央よりで支持をするような場合は、負曲げの影響や、作用せん断力に対して部材の安全性を確認しておくのが望ましい。</p> |

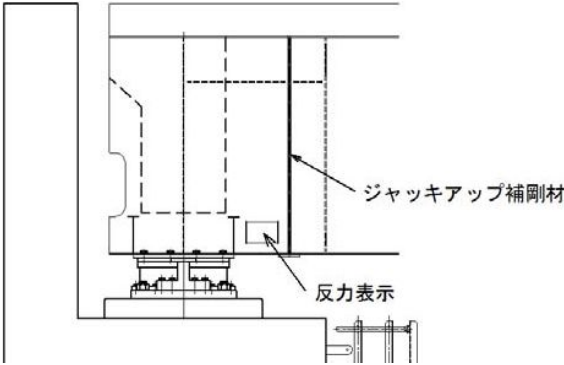
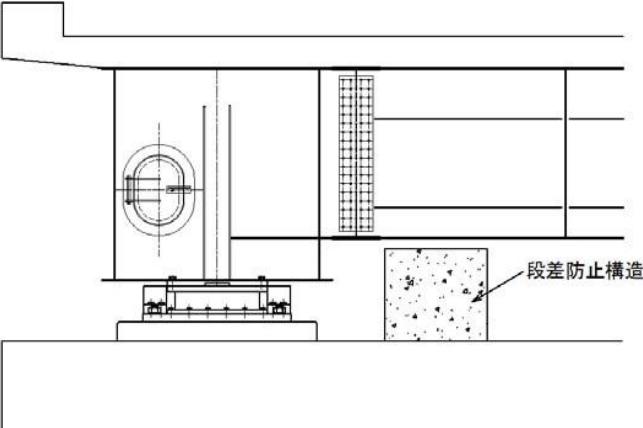
| | |
|-----------|---|
| 大項目 | 維持管理性（補修・補強・更新） |
| 中項目 | 補強ができる |
| 小項目 | — |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例１：補強が容易】</p> <p>架橋環境（特に交通状況）等の変化により、補強が必要となる場合は、補強がしやすい構造に配慮するのがよい。</p> <p>【例２：補強技術が確立している】</p> <p>１）補強材の防食対応（橋脚鋼板巻立て等）</p> <p>耐震補強として実績の多いRC 橋脚の鋼板巻立て補強については、定期点検結果から以下について考慮するのが望ましい。</p> <p>i) 鋼板巻立ての防食環境の対策</p> <p>鋼板巻立てのコーナー部及び上端部は腐食が多く見られるため、板コバ面の R 処理、外面塗装のまわし塗りを行い、さらに境界部をシールする工夫が考えられる。</p>  <p>図-1 防食処理の範囲</p> <p>ii) 鋼板巻立ての水環境の対策</p> <p>鋼板巻立て上端部の滞水により鋼板の腐食が発生しやすいため、モルタル等で排水勾配を設ける工夫が考えられる。</p>  <p>図-2 滞水防止の仕様、範囲</p> |

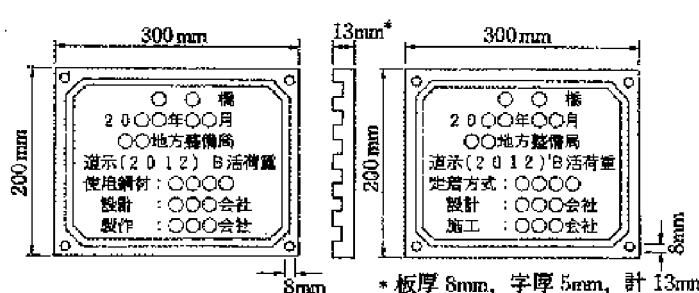
| | | 頁 | 1 / 2 |
|-----------|---|---|-------|
| 大項目 | 維持管理性（補修・補強・更新） | | |
| 中項目 | 更新ができる | | |
| 小項目 | — | | |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例1：更新が容易】</p> <p>地震の影響による損傷や、架橋環境等により更新が必要な場合に、その作業のしやすい構造に配慮するのがよい。</p> <p>1) 更新のための空間確保</p> <p>支承を更新する場合、アンカーボルトの打ち替えが必要となることがある。</p> <p>鋼箱桁の場合は、支承に比べてフランジ幅が広いいため、更新のための資機材設置・作業空間としてアンカーホール削孔用のコアドリル設置を想定して、下部工天端との離隔を 600mm 以上確保するのが望ましい。</p>  <p>図-1 更新に必要な支承部空間の例（鋼箱桁）</p> <p>鈑桁の場合は、フランジ幅に比べて支承幅が広いため、アンカーホール削孔時にコアドリルとフランジが干渉する場合は少ないと考えられる。しかし、支点上横桁や巻き立てコンクリートと干渉する可能性もあるので、それらと下部工天端との離隔を 600mm 以上確保しておくのが望ましい。</p>  <p>図-2 更新に必要な支承部空間の例（鋼鈑桁）</p> <p>PC 橋では、既設支承撤去後、高さ方向に 450mm の空間で削孔を行った事例もある。ただし、コアドリルによる削孔ではなく、ウォータージェットにより斜めに削孔を行った事例である。</p>  <p>図-3 PC橋の支承取替空間の事例</p> | | |

| | |
|-----------|--|
| 大項目 | 維持管理性（補修・補強・更新） |
| 中項目 | 更新ができる |
| 小項目 | — |
| 配慮が必要な項目例 | <p>PC 橋で外ケーブルを取替えてできる構造とする場合には、作業空間を確保するのがよい。取替時の設計検討を行ったうえ、あらかじめ取替え可能なケーブル定着具や偏向具を使用する工夫が考えられる。また、ジャッキ空間の確保、ジャッキ・ケーブルの搬入口の設置、ジャッキおよびポンプの移動・セット設備の設置および予備孔の設置など設計段階に十分な検討を行うことが望ましい。</p> <p>図-4 は桁端部における外ケーブルのテンドンギャラリーの例であり、定着具を設置するための作業空間を確保する必要がある。桁端部に緊張するための十分な空間がない場合、写真-1 に示すように柱頭部などからの緊張を行うことを考慮する必要があるが、緊張ジャッキが取り付けられるようにケーブル配置に配慮する。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">  </div> <p style="text-align: center;">図-4 桁端部における外ケーブルテンドンギャラリーの例</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">写真-1 柱頭部における外ケーブル配置の例</p> |

| | | | |
|-------------------|--|---|-------|
| | | 頁 | 2 / 2 |
| 大項目 | 維持管理性（補修・補強・更新） | | |
| 中項目 | 更新ができる | | |
| 小項目 | — | | |
| 配慮が 必要な 項目例 | <p>【例２：更新技術が確立している】</p> <p>地震の影響による損傷や、架橋環境等により更新が必要な場合に、更新の判断、確実な技術が確立していることが求められるため、設計段階で検討を行い、その記録を保存するのがよい。</p> <p>１）更新の必要性の判断方法</p> <p>更新が必要となる変形量、摩耗量などの数的判断について、設計段階で明らかにし、設計図書に保存するのが望ましい。</p> <p>２）供用状態に応じた施工の確実性</p> <p>供用状態に応じた施工法について、設計段階で想定される状態や施工法を整理し保存するのが望ましい。</p> <p>【例３：効果的な更新ができる】</p> <p>橋の主構造と同等の耐久性の確保が困難な部材（支承、伸縮装置等）は、供用期間中において効果的な更新ができるよう検討することが望ましい。</p> | | |

| | |
|-----------|---|
| 大項目 | 耐荷性に影響を及ぼす可能性が少ない |
| 中項目 | リダンダンシー（構造的冗長性）の確保 |
| 小項目 | 不静定 |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例 1：主桁レアーの構造配慮】</p> <p>支承を水平に設置するためにレアーを設ける際には施工性を考慮するとよい。レアーの 高さは、地震時の水平力に対してできるだけ低いことが望ましいが、あまり低すぎると補 強鉄筋がけたの鉄筋と錯綜し、コンクリートの充填性を阻害することがあるので、レアー は鉄筋により十分な補強することが望ましい。</p>  <p>図-1 レアーの補強例</p> |
| | <p>参考図書 「道路橋支承便覧」 公益社団法人日本道路協会，平成 30 年 12 月</p> |

| | |
|-----------|---|
| 大項目 | 耐荷性に影響を及ぼす可能性が少ない |
| 中項目 | リダンダンシー（構造的冗長性）の確保 |
| 小項目 | バックアップ・フェールセーフ |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例1：支承部補剛材】</p> <p>支承が機能を喪失した場合、あるいは支承を交換する際などに、支点上補剛材の代わりに上部工反力を受け持つ部材を予め設けることも検討するのがよい。</p>  <p>図-1 支承（ジャッキアップ）補剛材の例</p> <p>【例2：段差防止構造】</p> <p>支承が機能を喪失した際、路面に大きな段差が生じることを回避し、道路交通の走行に支障を与えないようにすることも検討するのがよい。。</p>  <p>図-2 段差防止構造の例</p> |
| | |

| | |
|-----------|---|
| 大項目 | 予防保全が可能 |
| 中項目 | 深刻化するまえに変状が認識できる |
| 小項目 | 変状が確認しやすい |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例1：遠望目視でも、損傷確認ができる】</p> <p>日常点検では事前の準備により梯子や橋梁点検車などにより近接目視が可能であるが、大規模地震等の災害時においては橋梁点検車の手配が不可能であることも想定されるため、災害時の遠望目視の範囲や各部材の確認方法を事前に計画しておくのがよい。</p> <p>【例2：記録の方法】</p> <p>変状の把握では、現地での目視により状態を確認するとともに、直近の定期点検結果を入手し、損傷発生時期の推定や劣化進行程度の参考とするのがよい。</p> <p>配筋等のコンクリート内部状況に関して、設計図書や現地での詳細調査で把握するとよい。このとき、施工時に承諾を得て追加した鉄筋（ひび割れ防止筋や組立筋など）について情報が残されていれば、より内部状況を正確に把握することが可能となる。</p> <p>現地にて対象橋梁の概要を把握するためには、施工年、適用示方書、活荷重、使用鋼材など最低限必要な事項が記載された橋歴板があるのが好ましい。</p>  <p>図-1 橋歴板の例</p> |

| | | | |
|-----------|--|---|-------|
| | | 頁 | 1 / 1 |
| 大項目 | 予防保全が可能 | | |
| 中項目 | 部分補修ができる | | |
| 小項目 | 損傷劣化の補修が部分的にできる | | |
| 配慮が必要な項目例 | <p>【例１：外ケーブルの取替対応】</p> <p>外ケーブルの定着体は二重管構造の採用等、取替え可能な構造とするのがよい。また、外ケーブル取替の際には、あらかじめ新設ケーブルの配置が行えるように、予備孔を設けておくのが望ましい。予備孔には、本孔と同様に補強筋を配置するのが望ましい。</p> <p>【例２：コンクリート床版の取替対応】</p> <p>コンクリート床版の取替は、交通に与える影響や取替施工に伴う仮設材の設置、桁の補強等の施工時に想定される補強や交通規制について、検討を行っておくのがよい。</p> <p>【例３：附属物（伸縮装置、支承、排水管等）の取替対応】</p> <p>供用期間中に補修や更新が想定される部材（伸縮装置、支承、排水管等）は、施工の確実性や道路機能への影響を検討し、取替を行うための作業空間の確保等を行うのがよい。</p> | | |

付録3 コンクリート片落下防止対策の性能試験法（案）

（国総研資料 第 953 号）

総論

1. 目的

道路橋においてはコンクリートの品質劣化が原因となり、うき・剥離等の損傷が生じ、放置しておくとコンクリート片が落下し、高架下の利用状況によっては、第三者被害を及ぼす恐れがある。そのため、第三者被害予防を目的として実施する特定点検では、第三者被害の可能性のある損傷について打音検査を実施し、異常が発見された場合には、叩き落とし等の応急措置を行う事を定めている。

コンクリート片の剥落は、一見して健全に見えるコンクリートから落下することも報告されており、いつ、どこで落下するかを特定することは非常に困難であるため、打音検査が実施出来ない場合等においては、事前に落下防止対策を講じることを求めている。

落下防止対策にはシート系や塗膜系など様々な種類のものが開発されているものの、落下防止対策を実施した橋梁においても、剥離や落下等の事例が報告されている。

コンクリート片落下防止対策の性能試験法（案）（以下「本試験法」という）は、これまでに発生したコンクリート片の落下事故事例や落下防止対策の剥離等の事例を踏まえ、実施する落下防止対策の適用条件や性能を確認するための試験方法を定めたものである。本試験法は、端部や角部、ハンチ部、間詰め部等の実構造物を想定した供試体を製作し、押し抜き試験や接着試験、うきの検知、滞水やひび割れの検知試験を行うことで、落下防止対策の性能や維持管理性を確認することを目的に実施するものである。

2. 試験法の構成

本試験法は、〔試験編〕と〔供試体製作編〕により構成しており、実構造物を想定した供試体を製作し、試験を実施する事を通じて性能を確認することとしている。

〔試験編〕は、押し抜き試験、接着試験、うき検知試験、滞水検知試験、ひび割れの検知試験の内容を記載し、実施する落下防止対策の性能を確認する事を目的としている。

〔供試体製作編〕は、コンクリート版の製作、押し抜き圧子の作製、滞水検知用スリットの作製、落下防止対策の設置を記載し、実施する試験の供試体の製作方法を記載している。

なお、供試体は、実施する試験の内容に応じて検討し、適切に定める必要がある。

3. 結果の活用

本試験法によって得られた内容は、製造者等から示された落下防止対策の性能が、実橋でどの程度が確保されるか確認することを目的とする。

試験で得られた結果は、実施する落下防止対策の初期の性能の確認及び、補修の適否や補修後の性能、維持管理における留意事項の把握等に活用するものとする。

目次

[試験編]

| | |
|---------------------|------|
| 1. 目的 | 6-7 |
| 2. 適用範囲 | 6-7 |
| 3. 引用規格 | 6-7 |
| 4. 用語の定義 | 6-7 |
| 5. 試験の種類 | 6-9 |
| 6. 試験概要 | 6-10 |
| 7. 押抜き試験 | 6-11 |
| 7.1. 試験対象 | 6-11 |
| 7.2. 供試体 | 6-11 |
| 7.3. 試験装置 | 6-11 |
| 7.4. 試験方法 | 6-12 |
| 7.5. 報告 | 6-13 |
| 8. 接着試験 | 6-14 |
| 8.1. 試験対象 | 6-14 |
| 8.2. 供試体 | 6-14 |
| 8.3. 試験装置 | 6-14 |
| 8.4. 試験方法 | 6-14 |
| 8.5. 報告 | 6-15 |
| 9. うき検知試験 | 6-16 |
| 9.1. 試験対象 | 6-16 |
| 9.2. 供試体 | 6-16 |
| 9.3. 使用機材 | 6-16 |
| 9.4. 試験方法 | 6-16 |
| 9.5. 報告 | 6-16 |
| 10. 滞水検知試験 | 6-17 |
| 10.1. 試験対象 | 6-17 |
| 10.2. 供試体 | 6-17 |
| 10.3. 試験装置 | 6-17 |
| 10.4. 試験方法 | 6-17 |
| 10.5. 報告 | 6-18 |
| 11. ひび割れの検知試験 | 6-19 |
| 11.1. 試験対象 | 6-19 |
| 11.2. 供試体 | 6-19 |

| | |
|------------------|------|
| 11.3. 試験装置 | 6-19 |
| 11.4. 試験方法 | 6-19 |
| 11.5. 報告 | 6-20 |

[供試体製作編]

| | |
|----------------------------|------|
| 1. 目的 | 6-22 |
| 2. 適用範囲 | 6-22 |
| 3. 引用規格 | 6-22 |
| 4. 用語の定義 | 6-22 |
| 5. 供試体概要 | 6-24 |
| 5.1. 供試体の計画 | 6-24 |
| 5.2. 供試体の構成 | 6-25 |
| 5.3. 試験位置の計画 | 6-26 |
| 6. コンクリート版の製作 | 6-29 |
| 6.1. 使用材料 | 6-29 |
| 6.2. コンクリート版の形状および配筋..... | 6-29 |
| 6.3. 押抜き圧子用型枠、模擬うきの設置..... | 6-30 |
| 6.4. コンクリート打設..... | 6-31 |
| 7. 押抜き圧子の作製 | 6-32 |
| 8. 滞水検知試験用スリットの作製 | 6-35 |
| 9. 落下防止対策の設置 | 6-36 |
| 9.1. 標準仕様の確認 | 6-36 |
| 9.2. 設置条件の記録 | 6-36 |
| 9.3. 設置範囲 | 6-37 |
| 9.4. 落下防止対策の設置..... | 6-40 |

[付録]

| | |
|--------------------------------|------|
| 1. 試験結果の整理様式（押抜き試験）の例 | 6-43 |
| 2. 試験結果の整理様式（接着試験）の例 | 6-44 |
| 3. 供試体構造図、配筋図、落下防止対策割付図の例..... | 6-45 |
| 4. 押抜き圧子の作製例 | 6-52 |
| 5. 落下防止対策の作業記録表の例 | 6-57 |

試 験 編

1. 目的

道路構造物の老朽化に伴い、道路橋のコンクリート部材におけるコンクリート片落下などの第三者被害を予防するための対処として、事前に落下防止対策を講じる方法がある。落下防止対策はコンクリート部材の下面や側面に設置され、コンクリート片が落下した場合には、落下防止対策によってコンクリート片が支えられることで、第三者被害を予防するものである。

これまでのコンクリート片の落下事例等から、コンクリート片は様々な形状や大きさで落下し、コンクリート部材の端部や角部等の落下する部位も多様であることが確認されている。このような様々な落下事象に対する落下防止性能は、適用するコンクリート部材の形状や状態などによって影響を受けることが考えられ、あらかじめそれらに対する特性を把握したうえで適用する必要がある。

また、コンクリート部材にはコンクリート片の落下以外にも、ひび割れやうき、ひび割れを伴った漏水等の様々な変状が発生する場合がある。コンクリート部材に設置された落下防止対策の表面から、点検によってこれらの変状を発見できるかどうかについて把握しておくことは、変状に対する適切な対策を計画できる等、維持管理上の観点から重要である。

【試験編】は、落下防止対策を実構造物に適用するにあたって、様々なコンクリート片の落下事象に対する落下防止性能や維持管理性について、把握しておいた方がよいと思われる特性を把握することを目的とした各種試験方法について定めたものである。各種試験によって得られた結果は、実際の道路橋のコンクリート部材に落下防止対策が設置された後にその維持管理に反映すべきものである。

2. 適用範囲

本試験法は、コンクリート片の落下を防止する目的で使用する表面被覆やシート等を対象とする。

3. 引用規格

本試験法では次に掲げる試験法を参照している。参照にあたっては、その最新版を適用する。

JSCE-K 533-2013 コンクリート片の剥落防止に適用する表面被覆材の押抜き試験方法（案）

JSCE-K 531-1999 表面被覆材の付着強さ試験方法（案）

4. 用語の定義

この試験法で用いる主な用語の定義は、次による。

- 落下防止対策

構造物のコンクリート片の落下を防止することを目的として構造物の底面または側面に設置する塗膜またはシート等。

- 実構造物を想定した供試体（以下、供試体）

ハンチや端部、角部を有するコンクリート版へ落下防止対策を施工した供試体であり、【試験編】で規定される各種試験を実施するためのもの。

- コンクリート版

落下防止対策を施工するためのコンクリート製の版（落下防止対策を設置する前の供試体）。

- ・ 標準仕様
落下防止対策に用いる各工法（製造者）が定める施工条件や施工方法。
- ・ 押抜き圧子
押抜き試験において、落下防止対策に直接荷重を伝える円形、三角形、四角形の平面形状を有した柱状のブロック。平面形状によってそれぞれ円形圧子、三角形圧子、四角形圧子（長方形圧子、正方形圧子）と呼ぶ。
- ・ 圧子中心
押抜き圧子の平面形状において、円形圧子では円の中心、三角形圧子では正三角形の重心、四角形圧子では対角線の交点。
- ・ 供試体上面
構造物の上側を想定した面
- ・ 供試体下面
構造物の下側を想定した面
- ・ 標準部
供試体下面の平坦な部位
- ・ 端部
供試体の上下面と1つの側面からなる部位
- ・ 角部
供試体の上下面と2つの側面からなる部位
- ・ 入隅部
供試体の2つの面が内向きに入りあってできる角の部分。
- ・ 出隅部
供試体の2つの面が外向きに出あってできる角の部分。
- ・ 圧子接合部
コンクリート版と圧子を接合している部分で、コンクリート版と圧子はこの部分で一体となっている。
- ・ 模擬補修部
落下防止対策が経年劣化等で剥がれた場合や、うき等が生じて落下防止対策の一部を除去し、その上から補修を行うことを模擬した部分。
- ・ 模擬うき部
コンクリート内部に鉄筋の腐食膨張などによる剥離によってうき（水平方向の薄い空洞）が生じていることを模擬した部分。

5. 試験の種類

本編に規定する試験一覧を表 1 に示す。すべて実施するのが望ましいが、設置条件によっては一部の試験を省略してもよい。

表 1 試験一覧

| 試験 番号 | 試験の種類 | 試験位置 | 落下防止 対策の処理 | 押抜き圧子 形状 |
|----------|----------|---------------------|---------------|-----------------|
| 1 | 押抜き試験 | JSCE-K 533-2013 に従う | | |
| 2 | | 標準部 | － | ○ (100mm) |
| 3 | | 標準部 | － | △ (83mm) |
| 4 | | 間詰め部 | 2 辺切断 | □ (270 × 990mm) |
| 5 | | 間詰め部 | 2 辺切断 | □ (270 × 270mm) |
| 6 | | ハンチ部 | － | ○ (100mm) |
| 7 | | 端部 | 立上げあり | ○ (100mm) |
| 8 | | 端部 | 立上げなし | ○ (100mm) |
| 9 | | 角部 | 2 面立上げ | ○ (100mm) |
| 10 | | 角部 | 1 面立上げ | ○ (100mm) |
| 11 | | 角部 | 立上げなし | ○ (100mm) |
| 12 | | 材料継手部 | ラップ | ○ (100mm) |
| 13 | | 模擬補修部 | ラップ | ○ (100mm) |
| 14 | 接着試験 | 標準部 | － | － |
| 15 | | 模擬補修部 | ラップ | － |
| 16 | うき検知試験 | 模擬うき部 | － | － |
| 17 | 滞水検知試験 | 模擬滞水部 | － | － |
| 18 | ひび割れ検知試験 | 曲げひび割れ部 | － | － |

6. 試験概要

(1) 押抜き試験

標準部に加えて、端部や角部等の各部、模擬補修部に施工された落下防止対策の押抜き試験を行うことで、それぞれの部位における落下防止対策の耐荷力を確認する。また、様々な形状のコンクリート片が生じることも考え、円形、三角形、四角形の押抜き圧子を用いて耐荷力を確認する。

押抜き試験は、表 1 に示す試験一覧のうち、試験番号 1～13 の試験について実施する。試験番号 1 については JSCE-K 533-2013 に規定される「コンクリート片の剥落防止に適用する表面被覆材の押抜き試験方法（案）」に従って実施すればよい。試験番号 2～13 の試験についてはすべての試験を実施することを基本とするが、落下防止対策の適用を想定する構造物を十分に考慮したうえで不要と判断される場合には試験の一部を省略することができる。

(2) 接着試験

各部に施工された落下防止対策の施工品質を確認するために接着試験を行う。接着試験は一般部、模擬補修部において実施する。ただし、落下防止対策実施後の補修等を想定していない場合は模擬補修部での試験を省略することができる。

(3) うき検知試験

落下防止対策設置後にうきが発生した場合を想定した試験である。供試体にあらかじめうきを模擬し、打診棒を用いた打音試験により落下防止対策実施前後のうきの検知度合いについて比較を行う。

(4) 滞水検知試験

落下防止対策設置後にひび割れ等から落下防止対策に水が作用した場合を想定した試験である。供試体にあらかじめ貫通ひび割れを模擬したスリットを作製し、供試体上面から貫通ひび割れに注水した場合の落下防止対策上からの滞水検知の可否、滞水による落下防止対策の変状（染み出し、はがれ、ふくれ等）の出方、または、変状の兆候が現れ難いという特性を有するのかを確認する。

(5) ひび割れ検知試験

落下防止対策設置後に構造物にひび割れが発生した場合を想定した試験である。落下防止対策を施工した供試体に対して曲げ载荷を行って供試体にひび割れを導入し、落下防止対策上からのひび割れ検知の可否、落下防止対策のひび割れ追従性を確認する。

7. 押抜き試験

7.1. 試験対象

押抜き試験は表 1 の試験番号 1～13 に対して実施する。ただし、試験番号 1 については、JSCE-K 533-2010 に従って実施すればよい。ここでは、試験番号 2～13 の押抜き試験を対象とする。

7.2. 供試体

供試体は、本試験法の[供試体製作編]で製作した供試体を使用する。

7.3. 試験装置

試験装置は、載荷装置、荷重計測装置、変位計測装置より構成されるものとする。載荷装置及び載荷要領の例を図 1 に示す。

1) 載荷装置

- ・ 載荷装置は、供試体に押抜き荷重を与える加力装置と、その反力を支えるための架台から構成される。
- ・ 載荷装置は、押抜き試験によって大きな変形を生じない剛性の高いものでなければならない。
- ・ 加力装置は、加力用の載荷ジャッキと荷重計測装置、荷重を鉛直、均等に押抜き圧子に伝えるための球座、載荷板から構成される。
- ・ 加力装置は、供試体に配置された押抜き圧子に鉛直に載荷できるように、加力位置を移動できるものでなければならない。
- ・ 架台は、 $1900 \pm 5\text{mm}$ のスパンで供試体を水平に設置し、載荷によって供試体の沈下や浮き上がりを生じないものでなければならない。
- ・ 架台の高さは、供試体下面での計測や観察が可能な高さとしなければならない。
- ・ 架台の供試体を設置する支点は、載荷試験による供試体の回転変位を拘束しない支持条件としなければならない。

2) 荷重計測装置

- ・ 荷重計測装置は、押抜き圧子に加えられた鉛直荷重を正確に記録できるものとする。
- ・ 荷重計測装置は、想定される最大荷重を十分上回る容量を持ち、計測精度が所定の精度を有するものとする。特に指定がない場合は、容量 20kN 以上、100 分の 1kN まで計測可能な荷重計測装置を用いてもよい。

3) 変位計測装置

- ・ 変位計測装置は、押抜き圧子の鉛直変位を、正確に記録できるものとする。
- ・ 変位計測装置は、想定される最大変位を十分上回る容量を持ち、計測精度が所定の精度を有するものとする。特に指定がない場合は、容量 100mm 以上、50 分の 1mm まで計測可能な変位計測装置を用いてもよい。
- ・ 押抜き圧子の鉛直変位は、供試体上面と載荷板の相対変位を押抜き圧子の鉛直変位とみなしてよい。
- ・ 変位計測装置は 2 箇所設置することを基本とするが、押抜き圧子の傾き等が懸念される場合は、計測箇所数及び計測位置を適切に設定し、圧子の鉛直変位を記録するものとする。

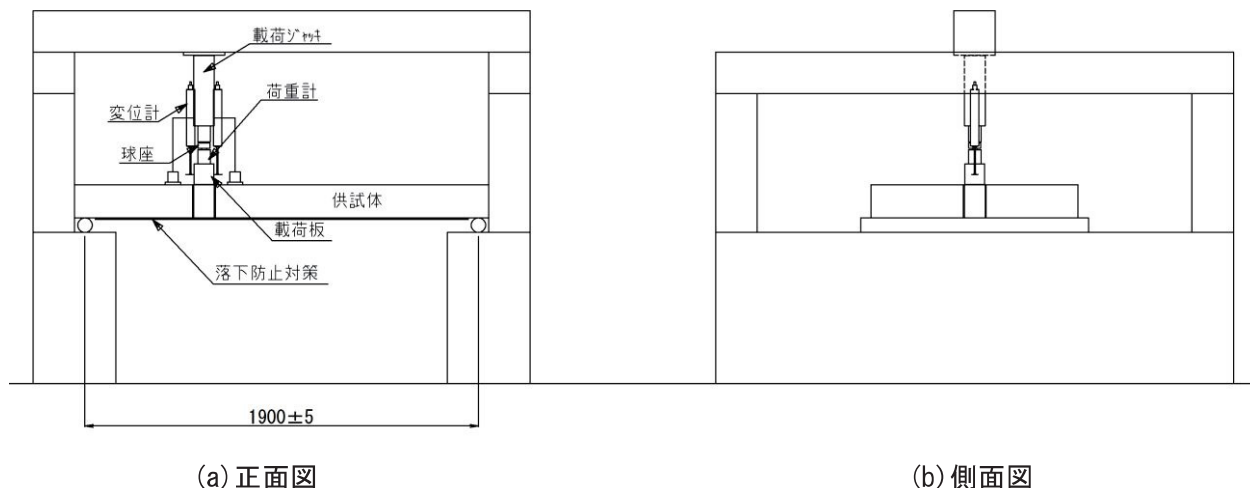


図 1 載荷装置及び載荷要領の例

7.4. 試験方法

(1) 試験の条件

試験を実施する空間の温度及び湿度は、落下防止対策を適用する構造物を考慮して適切に設定するものとするが、それによることが困難又は不合理な場合は、気温及び湿度の変動が小さい場所で実施するものとする。

(2) 供試体の設置

- ・ 支点間の距離を $1900 \pm 5\text{mm}$ とし、落下防止対策を設置した面が下面となるように、供試体を架台に設置する。
- ・ 押抜き圧子上面に加力装置を設置する。圧子上面に不陸があり荷重が不均一になる可能性がある場合は、圧子と載荷板の間に石膏やゴム板等の不陸調整材を設置する。
- ・ 圧子の自重によって圧子接合部が破壊する恐れのある場合は、押抜き荷重が落下防止対策に作用するまで、圧子の下面に設置された落下防止対策上から圧子を支持する等の処置を講じる。
- ・ 変位計測装置を設置する。

(3) 試験手順

試験手順は、JSCE-K 533-2010 5. 試験方法と同様の方法を標準とする。以下に試験手順と、押抜き試験での荷重-変位曲線の例を図 2 に示す。

- ・ 荷重および変位は 0.05kN 毎に記録する。
- ・ 1mm/min の速度で供試体と圧子接合部が破壊するまで載荷する。
- ・ その後 5mm/min で載荷し、最大荷重を測定する。
- ・ 最大荷重に対して 50%程度まで低下したら載荷終了する。
- ・ 10、20、30、40mm の各変位において載荷を一時中止し、剥離範囲を供試体にマーキングするとともに押抜き荷重を記録し、写真を撮影する。
- ・ 変位が 50mm となる、または、剥離範囲が隣接する試験に影響を与える範囲に達する、塗膜の損傷が明確で押抜き荷重の増加が期待できない場合には、その時点で試験を終了する。

- ・ 載荷途中で落下防止対策に何らかの変状が生じた場合は、その時点で載荷を一時中止し、荷重と変位を記録するとともに、変状の状況を記録する。
- ・ 載荷終了後、破壊形態（塗膜の破れ、繊維の破断等）を目視により観察し、写真等で記録する。

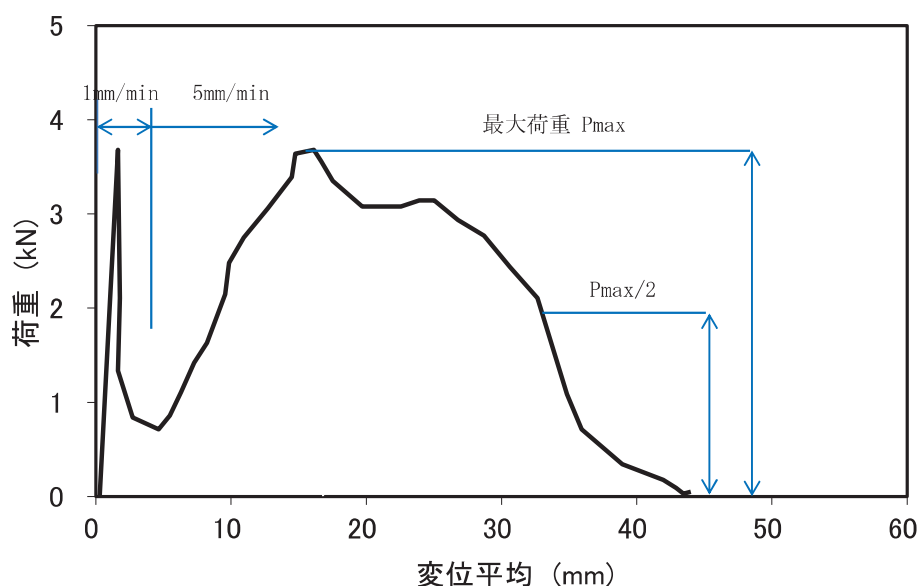


図 2 荷重-変位曲線の例

(4) 結果の整理

結果の整理は以下のとおり行う。

- ・ 荷重と変位の測定結果から、荷重-変位曲線を作図する。
- ・ 荷重-変位曲線より、変位が 10mm 以上における最大荷重及び最大変位を求める。
- ・ 供試体のマーキングから剥離範囲図を作成し、剥離周長、剥離範囲（最大剥離長さとそれと直交する方向の長さ）を求める。

7.5. 報告

報告事項は以下のとおりとする。報告はすべての押抜き試験結果について行うものとする。

- ・ 試験を行った落下防止対策の工法名と製品名
- ・ 荷重-変位曲線
- ・ 剥離範囲図
- ・ 剥離周長、剥離範囲（最大剥離長さとそれと直交する方向の長さ）
- ・ 破壊形態
- ・ 試験年月日
- ・ 気温、湿度

8. 接着試験

8.1. 試験対象

接着試験は表 1 の試験番号 14、15 に対して実施する。

8.2. 供試体

供試体は、本試験法の[供試体製作編]で製作した供試体を使用する。

8.3. 試験装置

試験装置は、引張用治具と引張装置で構成されるものとする。

1) 引張用治具

- ・ 引張用治具は、載荷時に変形しない剛性を有したものでなければならない。
- ・ 引張用治具の接着面は、平坦なものでなければならない。
- ・ 引張用治具は、引張荷重を均等に接着面に伝えられる面積を有したものをを用いることとし、特に指定がない場合は、40mm×40mm の接着面を有する引張用治具を用いてもよい。

2) 引張装置

- ・ 引張装置は、引張用治具を供試体面に対して鉛直方向に載荷できるものでなければならない。
- ・ 引張装置は、引張荷重の測定機能を有しているものをを用いることを基本とし、それによらない場合は、引張荷重を正確に記録できる測定装置も用いるものとする。
- ・ 引張装置は、想定される最大荷重を十分上回る容量を持ち、計測精度が所定の精度を有するものとする。特に指定がない場合は、容量 10kN 以上、100 分の 1kN まで計測可能な引張装置を用いてもよい。

8.4. 試験方法

(1) 試験の条件

試験を実施する空間の温度及び湿度は、落下防止対策を適用する構造物を考慮して適切に設定するものとするが、それによることが困難又は不合理な場合は、気温及び湿度の変動が小さい場所で実施するものとする。

(2) 供試体の設置

- ・ 落下防止対策を設置した面が下面となるように、供試体を架台上に設置する。
- ・ 架台の高さは接着試験が実施できる適切な空間を確保できる高さとする。

(3) 試験手順

試験状況の例を図 3 に示す。

- ・ 供試体試験箇所引張用治具を接着剤で取り付け、支柱等によって下側から引張用治具を固定し 24 時間静置する。
- ・ 引張用治具の外周に沿って切れ込みを設ける。この時、切れ込み深さは供試体のコンクリート版位置まで達する深さとする。

- ・ 引張装置を取り付け、供試体面に対して鉛直方向に引張力を作用させ、最大引張荷重を測定する。
- ・ 載荷終了後、破壊箇所（接着剤の破壊、落下防止対策の破壊、コンクリート版の破壊）を目視により観察する。

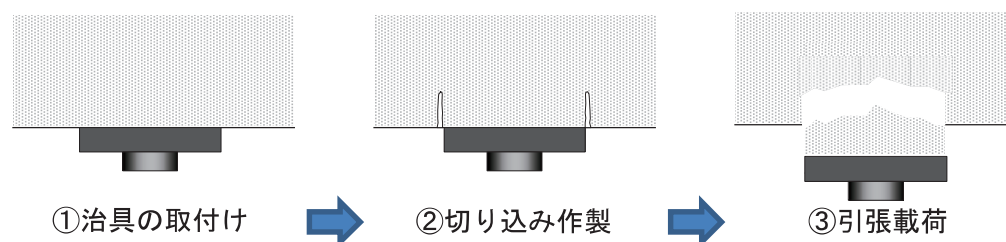


図 3 試験状況の例

(4) 結果の整理

結果の整理は以下のとおり行う。

- ・ 接着強さを次式により算出する。
- ・ 3箇所 の平均値を試験結果とする。

接着強さ $=T/A$

ここに、 T : 最大引張荷重 (kN)

A : 上部引張用鋼製治具の接着面積 (mm²)

8.5. 報告

報告事項は以下のとおりとする。

- ・ 試験を行った落下防止対策の工法名と製品名
- ・ 接着強さ
- ・ 破壊箇所
- ・ 試験年月日
- ・ 気温、湿度

9. うき検知試験

9.1. 試験対象

うき検知試験は表 1 の試験番号 16 に対して実施する。

9.2. 供試体

供試体は、本試験法の[供試体製作編]で製作した供試体を使用する。

9.3. 使用機材

試験には点検ハンマーや打診棒またはそれに類する打音検査用の器具を使用する。ここでは、打音検査用器具を点検ハンマーと表記する。

9.4. 試験方法

(1) 試験の条件

試験を実施する空間の温度及び湿度は、落下防止対策を適用する構造物を考慮して適切に設定するものとするが、それによることが困難又は不合理な場合は、気温及び湿度の変動が小さい場所で実施するものとする。

(2) 供試体の設置

- ・ 落下防止対策を設置した面が下面となるように、供試体を架台上に設置する。
- ・ 架台の高さは実際の点検を想定した高さとする。特に指定がない場合は吊足場上の中腰作業を想定して 1.5m 程度としてよい。

(3) 試験手順

模擬うきの検知試験は、落下防止対策設置前と設置後で実施する。

- ・ 落下防止対策の設置前に、供試体の模擬うき部に対して、点検ハンマーを用いて打音検査を行い、実際に異音を確認された範囲をマーキングして記録及び写真撮影する。
- ・ 落下防止対策の設置後に、落下防止対策設置前に異音を確認された付近に対して、点検ハンマーを用いて打音検査を行い、実際に異音を確認された範囲をマーキングして記録及び写真撮影する。この時、落下防止対策の設置前に使用した器具と異なる種類の器具を使用してはならない。
- ・ 落下防止対策設置前後の打音検査で確認された異音の範囲を比較する。

9.5. 報告

報告事項は以下のとおりとする。

- ・ 試験を行った落下防止対策の工法名と製品名
- ・ うきの検知範囲図及び写真
- ・ 試験年月日
- ・ 気温、湿度

10. 滞水検知試験

10.1. 試験対象

滞水検知試験は表 1 の試験番号 17 に対して実施する。

10.2. 供試体

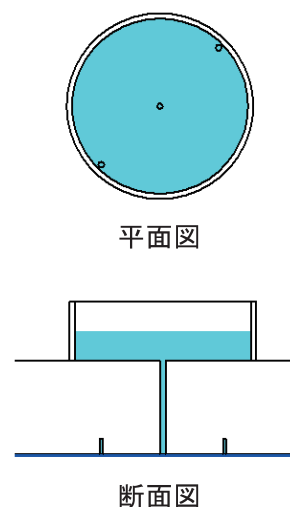
供試体は、本試験法の[供試体製作編]で製作した供試体を使用する。

10.3. 試験装置

試験装置は、スリットを設けた位置の供試体上面に円筒枠による貯水部を設けたものとする。試験装置の例を図 4 に示す。



(a) スリット作製状況（供試体下面）



(b) 試験装置

図 4 試験装置の例

10.4. 試験方法

(1) 試験の条件

試験を実施する空間の温度及び湿度は、落下防止対策を適用する構造物を考慮して適切に設定するものとするが、それによることが困難又は不合理な場合は、気温及び湿度の変動が小さい場所で実施するものとする。

(2) 供試体の設置

- ・ 落下防止対策を設置した面が下面となるように、供試体を架台上に設置する。
- ・ 架台の高さは滞水検知試験が実施できる適切な空間を確保できる高さとする。

(3) 試験手順

- ・ 貫通ひび割れを模擬したスリットを設置した位置の供試体上面に、スリットの範囲がすべて囲まれるように高さ 100mm 程度の円筒枠を設置する。
- ・ 止水材等を使用して円筒枠と供試体上面の隙間から水が漏れないようにする。

- ・ 円筒枠の 50mm 程度の高さまで水が溜まるように供試体上面から注水する。
- ・ 注水開始時刻を記録し、注水直後、1 時間後、6 時間後、24 時間後の落下防止対策の変状（染み出し、はがれ、ふくれ等）を観察する。
- ・ 変状が確認できた場合は、変状を記録及び写真撮影するとともに、注水からの経過時間を記録する。

10.5. 報告

報告事項は以下のとおりとする。

- ・ 試験を行った落下防止対策の工法名と製品名
- ・ 変状が生じた範囲図及び写真
- ・ 変状が生じた時間
- ・ 試験年月日
- ・ 気温、湿度

11. ひび割れの検知試験

11.1. 試験対象

ひび割れ検知試験は表 1 の試験番号 18 に対して実施する。なお、ひび割れ検知試験では供試体に曲げ载荷によってひび割れを発生させるため、その他の試験結果に影響を及ぼさないように最後に実施する。

11.2. 供試体

供試体は、本試験法の[供試体製作編]で製作した供試体を使用する。

11.3. 試験装置

試験装置は、押抜き試験で使用した载荷装置を使用する。载荷装置及び曲げ载荷要領の例を図 5 に示す。

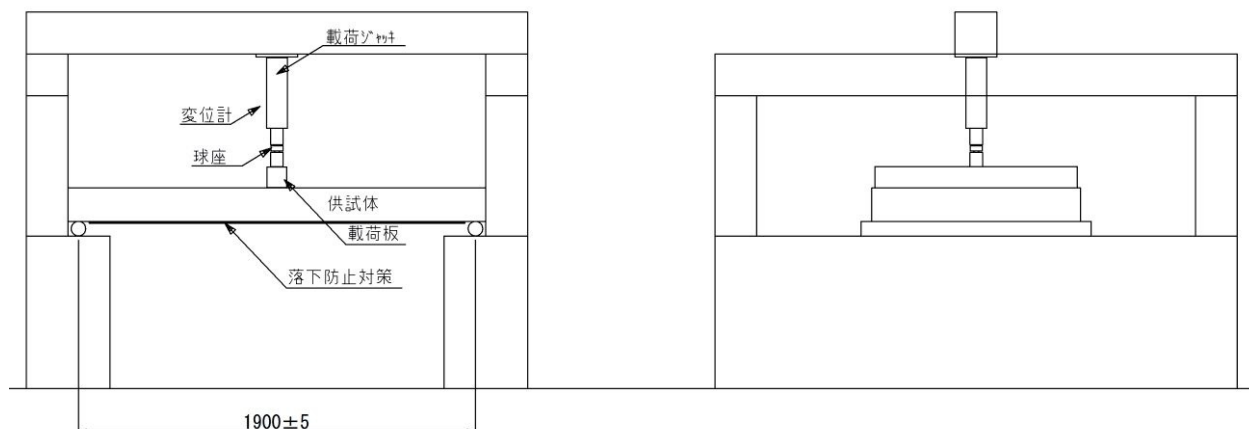


図 5 载荷装置及び曲げ载荷要領の例

11.4. 試験方法

(1) 試験の条件

試験を実施する空間の温度及び湿度は、落下防止対策を適用する構造物を考慮して適切に設定するものとするが、それによることが困難又は不合理な場合は、気温及び湿度の変動が小さい場所で実施するものとする。

(2) 供試体の設置

- 支点間の距離を $1900 \pm 5\text{mm}$ とし、落下防止対策を設置した面が下面となるように、供試体を架台に設置する。
- 供試体の支間中央に加力装置を設置する。供試体上面に不陸があり荷重が不均一になる可能性がある場合は、供試体と载荷板の間に石膏やゴム板等の不陸調整材を設置する。

(3) 試験手順

- 供試体の支間長及び载荷位置から、あらかじめ 0.2mm 程度のひび割れを発生させる荷重を計算によって求める。

- ・ 計算によって求めた荷重まで曲げ载荷を行い、供試体下面にひび割れを発生させる。
- ・ 供試体の側面からひび割れが発生していることを確認したのち、荷重を保持した状態で落下防止対策上からのひび割れ検知の可否を確認する。
- ・ 落下防止対策上からひび割れを確認できた場合は、ひび割れ追従性（落下防止対策のひび割れの有無）を目視観察によって確認する。
- ・ 落下防止対策にひび割れが発生した場合は、ひび割れ幅と長さを計測し、ひび割れ図とともに記録する。
- ・ ひび割れ確認終了後、除荷してひび割れ発生箇所の落下防止対策を除去する。
- ・ 除去した位置のひび割れ幅と長さを計測し、ひび割れ図とともに記録する。
- ・ 落下防止対策除去後の観察結果と落下防止対策上からの観察結果を比較する。

11.5. 報告

報告事項は以下のとおりとする。

- ・ 試験を行った落下防止対策の工法名と製品名
- ・ 落下防止対策上から確認したひび割れ幅、ひび割れ長さ、ひび割れ図
- ・ 落下防止対策除去後に確認したひび割れ幅、ひび割れ長さ、ひび割れ図
- ・ 試験年月日
- ・ 気温、湿度

編 作 製 体 試 供

1. 目的

本編では、[試験編]で実施する各種試験を漏れなく実施かつ試験結果を評価できるような供試体を製作するためのものである。実験結果の解釈に必要な供試体の計画、製作方法、製作条件や施工条件を把握するための記録について規定したものである。

2. 適用範囲

[試験編]で定められた各種試験で用いる実構造物を想定した供試体（以下、供試体）の製作方法を規定したものである。JSCE-K 533-2013 の試験で用いる供試体はその規定に従って製作するものとし、本編の適用範囲外とする。

3. 引用規格

本試験法では次に掲げる規格を引用する。この引用規格は、その最新版を適用する。

JSCE-K 533-2013 コンクリート片の剥落防止に適用する表面被覆材の押抜き試験方法（案）

JSCE-K 531-1999 表面被覆材の付着強さ試験方法

4. 用語の定義

この試験法で用いる主な用語の定義は、次による。

- 落下防止対策

構造物のコンクリート片の落下を防止することを目的として構造物の底面または側面に設置する塗膜またはシート等。

- 供試体

ハンチや端部、角部を有するコンクリート版へ落下防止対策を施工した供試体であり、[試験編]で規定される各種試験を実施するためのもの。

- コンクリート版

落下防止対策を施工するためのコンクリート製の版（落下防止対策を設置する前の供試体）。

- 標準仕様

落下防止対策に用いる各工法（製造者）が定める施工条件や施工方法。

- 押抜き圧子

押抜き試験において、落下防止対策に直接荷重を伝える円形、三角形、四角形の平面形状を有した柱状のブロック。平面形状によってそれぞれ円形圧子、三角形圧子、四角形圧子（長方形圧子、正方形圧子）と呼ぶ。

- 圧子中心

押抜き圧子の平面形状において、円形圧子では円の中心、三角形圧子では正三角形の重心、四角形圧子では対角線の交点。

- 供試体上面

構造物の上側を想定した面

- 供試体下面

構造物の下側を想定した面

- 標準部

供試体下面の平坦な部位

- 端部

供試体の上下面と1つの側面からなる部位

- 角部

供試体の上下面と2つの側面からなる部位

- 入隅部

供試体の2つの面が内向きに入りあってできる角の部分。

- 出隅部

供試体の2つの面が外向きに出あってできる角の部分。

- 圧子接合部

コンクリート版と圧子を接合している部分で、コンクリート版と圧子はこの部分で一体となっている。

- 模擬補修部

落下防止対策が経年劣化等で剥がれた場合や、うき等が生じて落下防止対策の一部を除去し、その上から補修を行うことを模擬した部分。

- 模擬うき部

コンクリート内部に鉄筋の腐食膨張などによる剥離によってうき（水平方向の薄い空洞）が生じていることを模擬した部分。

5. 供試体概要

5.1. 供試体の計画

実構造物を想定した供試体（以降、供試体）は、[試験編]で規定される表 2 の各種試験のすべてまたは必要に応じて一部を実施できる形状、寸法及び試験に使用する押抜き圧子等が適切に配置されるように計画する。さらに、適用を想定する実構造物の環境条件や施工条件を可能な限り再現した状況で落下防止対策の施工が行えるように計画する。

表 2 試験項目一覧

| 試験番号 | 試験の種類 | 試験位置 | 落下防止対策の処理 | 押抜き圧子形状 |
|------|----------|-----------------------|-----------|-----------------|
| 1 | 押抜き試験 | JSCE-K 533-2013 にしたがう | | |
| 2 | | 標準部 | － | ○ (100mm) |
| 3 | | 標準部 | － | △ (83mm) |
| 4 | | 間詰め部 | 2 辺切断 | □ (270 × 990mm) |
| 5 | | 間詰め部 | 2 辺切断 | □ (270 × 270mm) |
| 6 | | ハンチ部 | － | ○ (100mm) |
| 7 | | 端部 | 立上げあり | ○ (100mm) |
| 8 | | 端部 | 立上げなし | ○ (100mm) |
| 9 | | 角部 | 2 面立上げ | ○ (100mm) |
| 10 | | 角部 | 1 面立上げ | ○ (100mm) |
| 11 | | 角部 | 立上げなし | ○ (100mm) |
| 12 | | 材料継手部 | ラップ | ○ (100mm) |
| 13 | | 模擬補修部 | ラップ | ○ (100mm) |
| 14 | 接着試験 | 標準部 | － | － |
| 15 | | 模擬補修部 | ラップ | － |
| 16 | うき検知試験 | 模擬うき部 | － | － |
| 17 | 滞水検知試験 | 模擬滞水部 | － | － |
| 18 | ひび割れ検知試験 | 曲げひび割れ部 | － | － |

5.2. 供試体の構成

供試体は、落下防止対策、コンクリート版、押抜き試験部で構成される。供試体各部の名称を図 6、押抜き圧子の配置例を図 7、押抜き試験部の例を図 8 に示す。

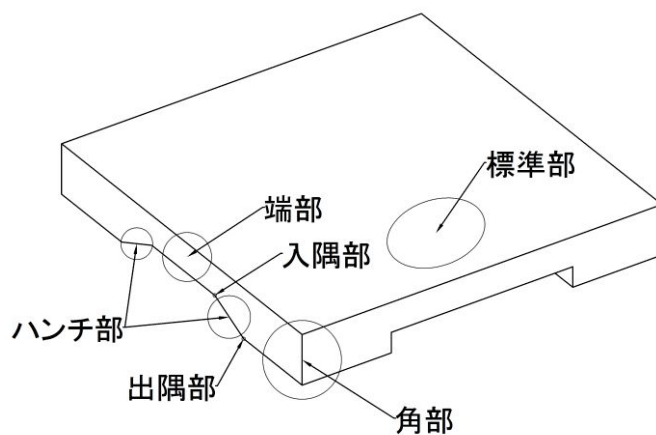


図 6 供試体各部の名称

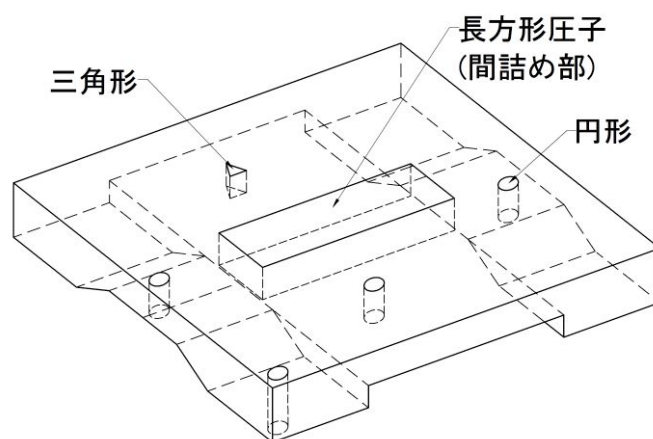


図 7 押抜き試験部の例

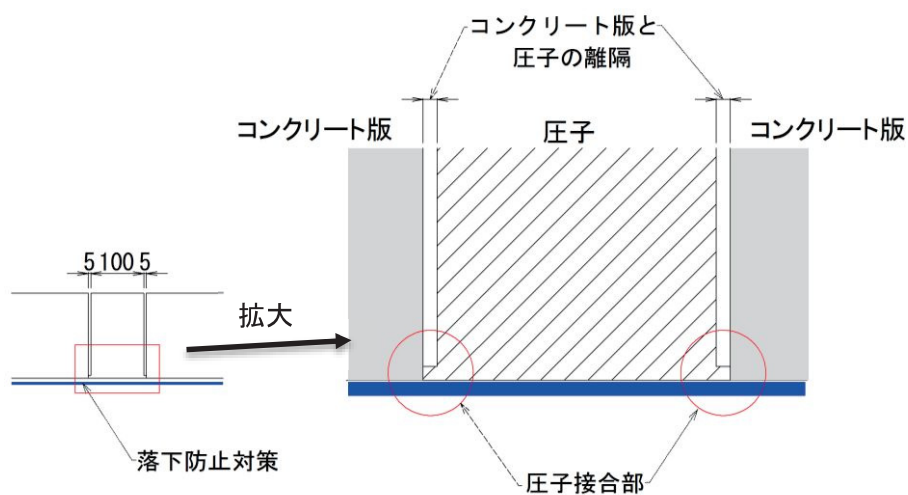


図 8 押抜き試験部の詳細（断面図）

5.3. 試験位置の計画

(1) 押抜き試験位置の設定

押抜き試験の実施位置は表 2 の試験位置に従って適切に設定する。各部の試験位置は次に示す通りとする。なお、押抜き試験では、押抜き変位と共に落下防止対策の剥離範囲が増加していくことが予想されるため、試験間での間隔は、想定される落下防止対策の剥離範囲が重ならないように設定する（図 9）。剥離範囲が不明な場合は、圧子を中心として 450mm の範囲を剥離範囲としてよい。

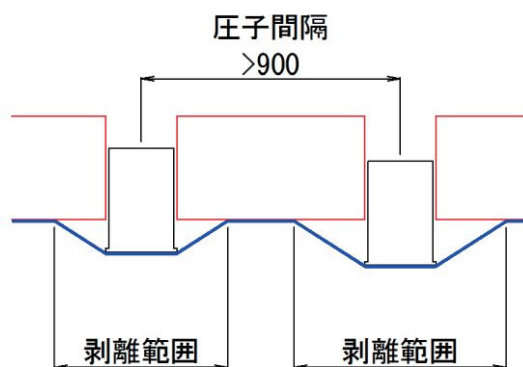


図 9 圧子間隔の例

1) 標準部、間詰め部

標準部と間詰め部の試験位置は、押抜き試験による剥離範囲が、ハンチ部や端部、角部等の供試体形状の影響を受けない位置に設定する。

2) ハンチ部

供試体ハンチ部の入隅から圧子中心までの距離を 60mm を標準とする。

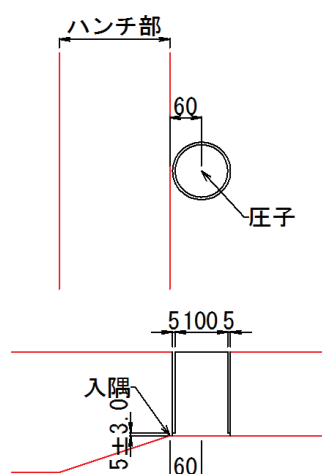


図 10 押抜き試験位置（ハンチ部）

3) 端部、角部

供試体側面から圧子中心までの距離を 85mm とする。

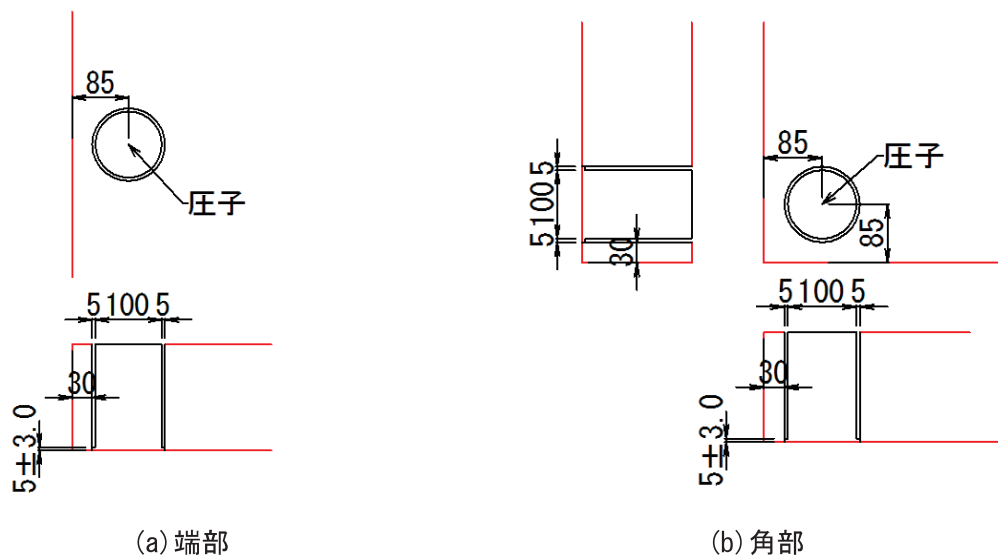


図 11 押抜き試験位置（端部、角部）

4) 材料継手部

落下防止対策の材料をラップさせて施工した部分とし、圧子中心の位置はラップ幅の中央位置とする。入隅から圧子中心までの距離を 60mm とする。材料継手部の位置は、実構造物への適用した場合に想定される位置に設定することを基本とするが、材料継手部がどの位置となるか不明な場合は、ハンチ部に設定するものとする。

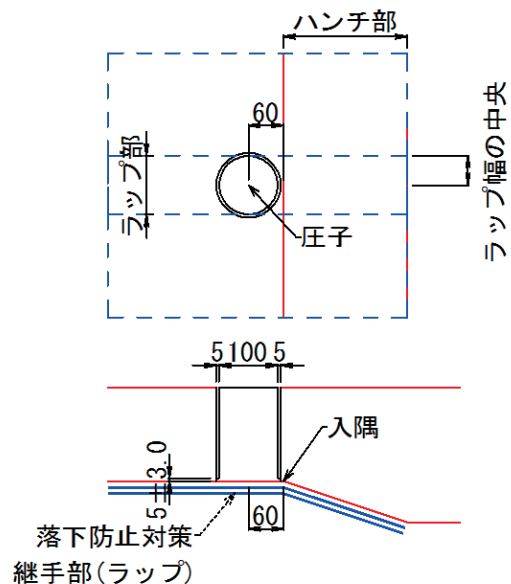


図 12 押抜き試験位置（材料継手部）

5) 模擬補修部

落下防止対策の模擬補修を行った切欠き部から圧子中心までの距離を 75mm とし、その直角方向は切欠き部の中央位置とする。切欠き部は 100×100mm を標準とする。

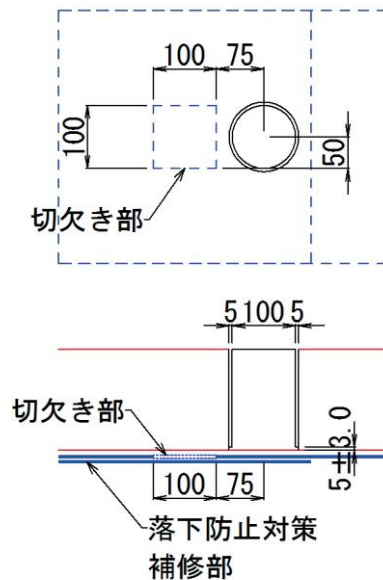


図 13 押抜き試験位置（模擬補修部）

(2) 接着試験位置の設定

接着試験の実施位置は、標準部と模擬補修部とし、それぞれ 3 箇所実施する。3 箇所の間隔は引張装置の仕様に従って適切に設定する。なお、引張装置に求める仕様は[試験編]を参照する。模擬補修部では、図 14 に示すように落下防止対策のラップ範囲で実施する。接着試験箇所の大きさは 40×40mm、切り欠き部は 100×100mm を標準とする。

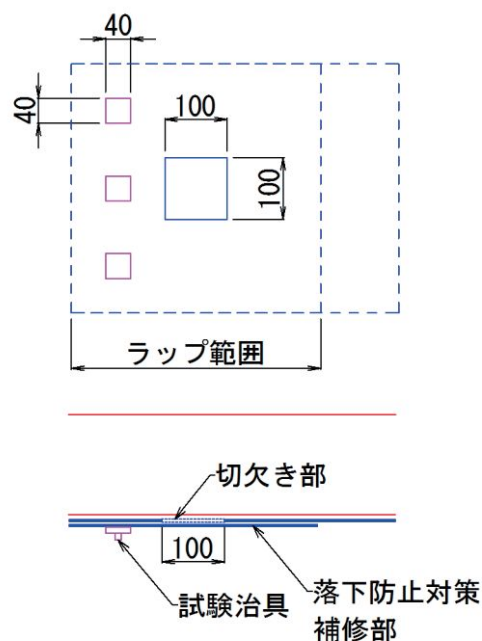


図 14 接着試験位置（模擬補修部）

6. コンクリート版の製作

6.1. 使用材料

コンクリート版に使用する材料は原則として落下防止対策を適用する構造物と同等の強度のコンクリートおよび鉄筋を使用する。それによることが困難又は不合理である場合は、以下の材料を使用してよい。

- ・コンクリート： $\sigma_{ck}=24\text{N/mm}^2$
- ・鉄筋：SD345 D13

6.2. コンクリート版の形状および配筋

(1) コンクリート版の形状

コンクリート版の形状は、落下防止対策を適用する構造物の形状等を考慮して適切に設定するものとするが、それによることが困難又は不合理である場合は、以下の方法を参考にしてよい。コンクリート版の形状の例を図 15、図 16 に示す。

- ・コンクリート版はハンチあり、ハンチなしの2種類とする。
- ・コンクリート版の幅は2000mmを基本とし、長さ（奥行き）は各種試験実施位置を考慮して適切に設定する。
- ・コンクリート版の厚さは160mmを基本とする。
- ・ハンチの傾斜は高さ：幅が1:3を基本とする。
- ・端部、角部の側面は底面に対して鉛直に立ち上げる。

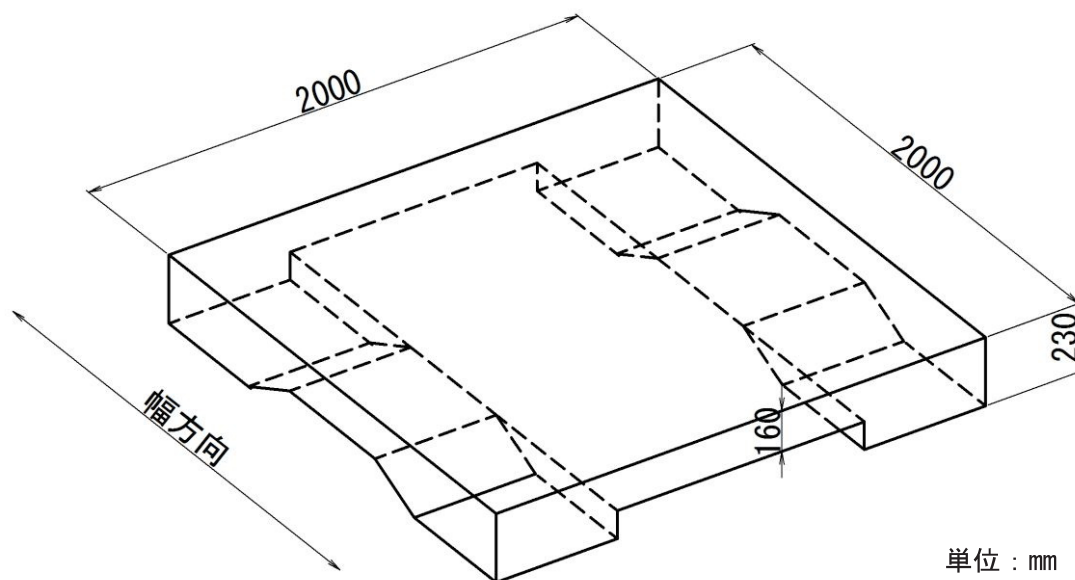


図 15 コンクリート版の形状寸法の例（ハンチあり）

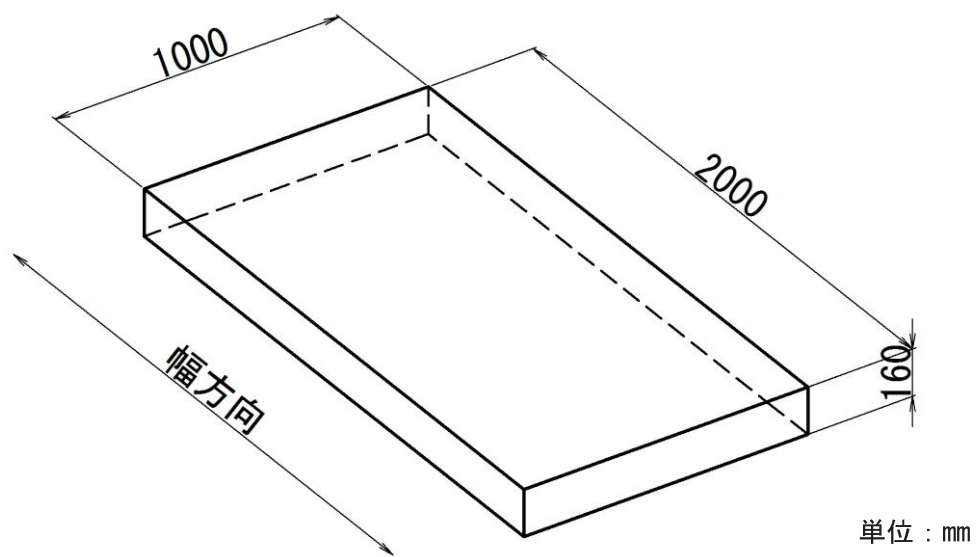


図 16 コンクリート版の形状寸法の例（ハンチなし）

(2) 配筋

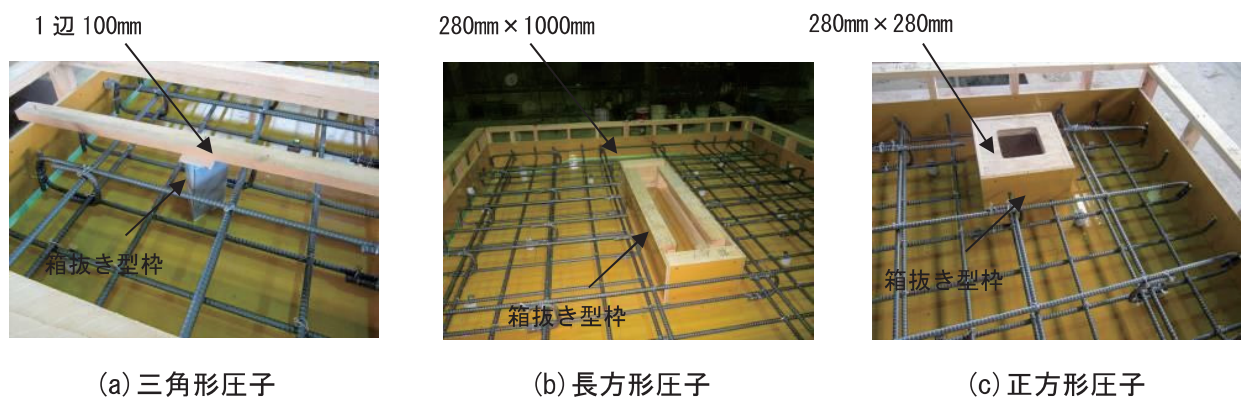
コンクリート版の配筋は、落下防止対策を適用する構造物を考慮して適切に設定するものとするが、それによることが困難又は不合理な場合は、以下の方法としてよい。

- ・ 押抜き圧子と干渉しない配筋とする。
- ・ 鉄筋は格子状に上下に 2 段配置するものとし、上段鉄筋の中心間隔は 300mm 以下、下段鉄筋の中心間隔は 150mm 以下を標準とし、鉄筋のかぶりは 30mm 以上とする。

6.3. 押抜き圧子用型枠、模擬うきの設置

(1) 押抜き圧子用型枠

三角形圧子と四角形圧子については、コンクリート版打設後に作製が困難であるため、コンクリート打設前に押抜き圧子部にあらかじめ箱抜き型枠を設置するものとする。箱抜き型枠の設置例を写真 1 に示す。



(a) 三角形圧子

(b) 長方形圧子

(c) 正方形圧子

写真 1 箱抜き型枠設置例

(2) 模擬うき

模擬うきはコンクリート版下面の鉄筋のかぶり部分に設置する。模擬うきの範囲は 400mm×200mm とし、厚さ 5mm 程度の空洞を設けるものとする。空洞の作製が難しい場合は、空洞をプラスチック板等のコンクリートと剛性が異なる材料で模擬するものとし、以下に示す方法を参考にし、てよい。模擬うきの製作例を図 17 に示す。

- ・ 模擬うきをプラスチック板と発泡シート（両方とも厚さの目安は 3mm 程度）で模擬する。
- ・ プラスチック板と発泡シートを貼り合わせる。
- ・ プラスチック板と発泡シートをコンクリート版下面最外縁の鉄筋の外側に水平に固定する。その際、打設時のコンクリートの重みで模擬うきが変形しないように、プラスチック板側を供試体上面側にする。
- ・ コンクリート打設時は、模擬うき部の下面に気泡が残らないように注意する。
- ・

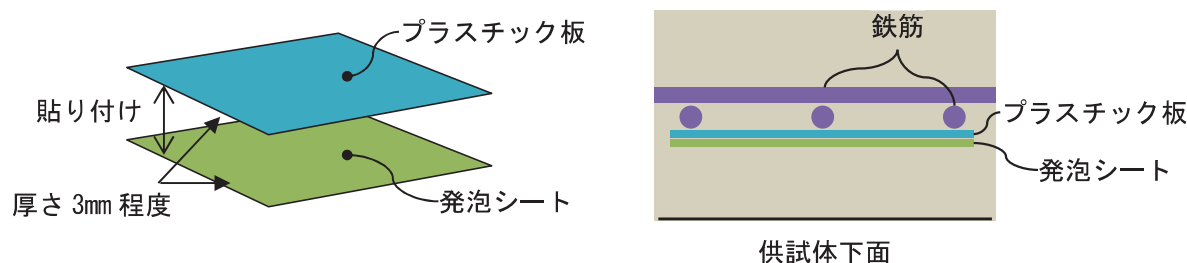


図 17 模擬うきの製作例

6.4. コンクリート打設

コンクリート打設時は、箱抜き型枠がずれたり、模擬うき部が変形したりしないように注意して打込み及び締固めを行う。押抜き圧子の上面には押抜き試験実施時に载荷用の载荷治具を設置するため、平坦に仕上げる。なお、上面仕上げ時に、試験に影響しない位置に吊り上げ用の治具を設置する。

7. 押抜き圧子の作製

(1) 押抜き圧子の形状寸法

押抜き圧子は押抜き試験において落下防止対策に直接荷重を伝達するものであり、落下防止対策との接触面積が耐荷力に影響を及ぼす。試験結果の相互比較を行うことを基本として、次に示す平面形状とする。圧子は、押抜き試験によって圧子自身に過度の変形や破壊が生じず、圧子を鉛直に押すことができる高さとする。ここで示す断面図は、圧子の高さをコンクリート版の厚さと同じ寸法にした場合の例である。

1) 円形圧子

円形圧子は、直径 100mm の円柱とする。円形圧子は載荷時に供試体側面に接触しないような離隔を設けるものとし、5mm を基本とする。供試体との接合部の厚さは 5 ± 3.0 mm とする。

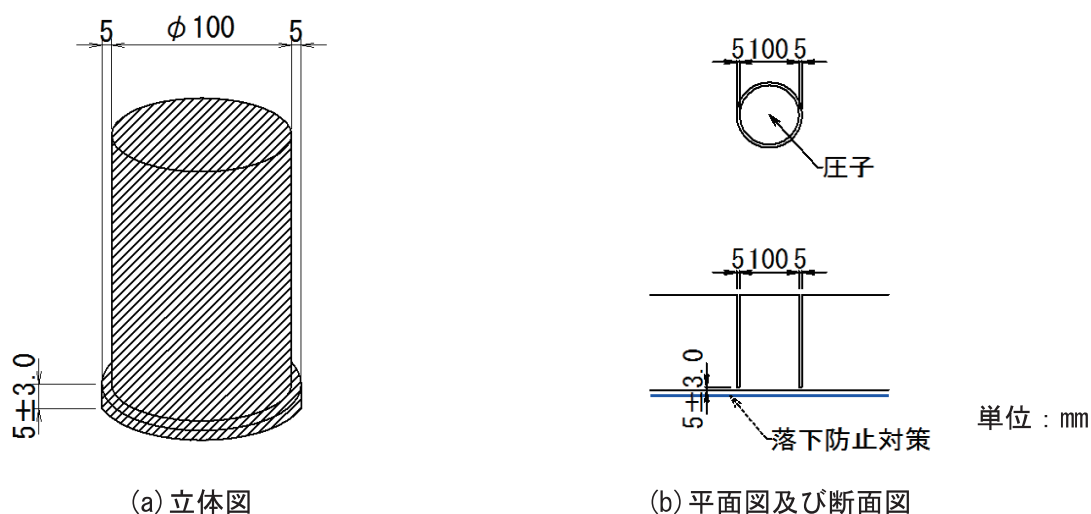


図 18 円形圧子の形状寸法

2) 三角形圧子

三角形圧子は、1 辺が 83mm 程度の正三角形の角柱とする。三角形圧子は載荷時に供試体側面に接触しないような離隔を設けるものとし、5mm を基本とする。供試体との接合部の厚さは 5 ± 3.0 mm とする。

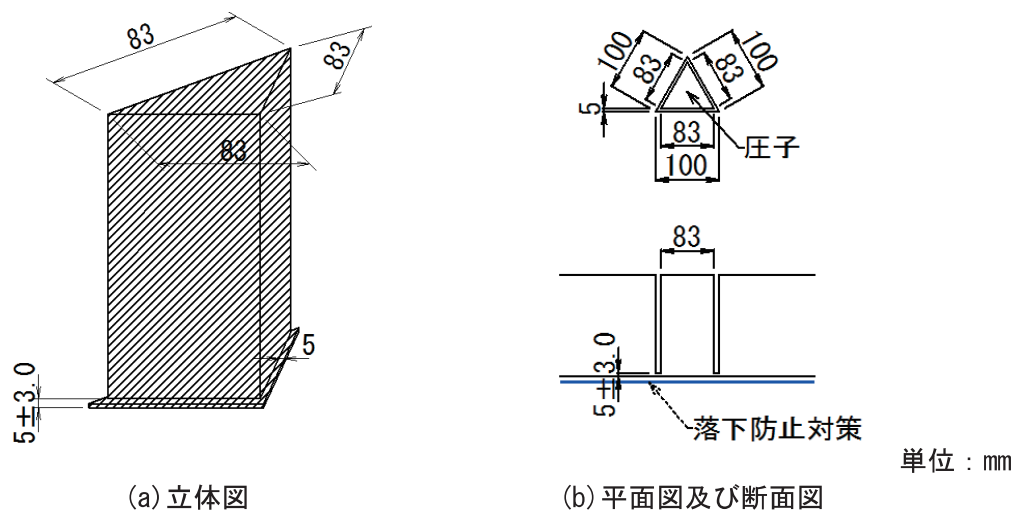
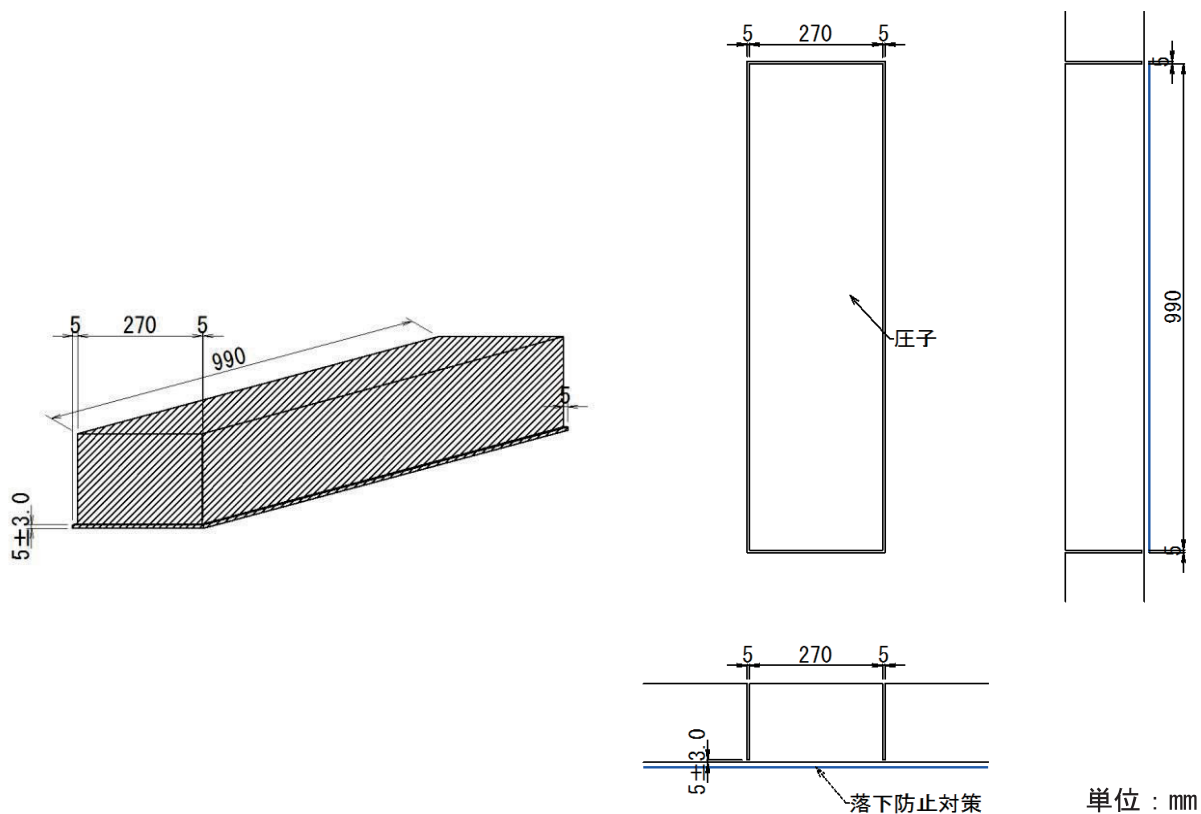


図 19 三角形圧子の形状寸法

3) 四角形圧子

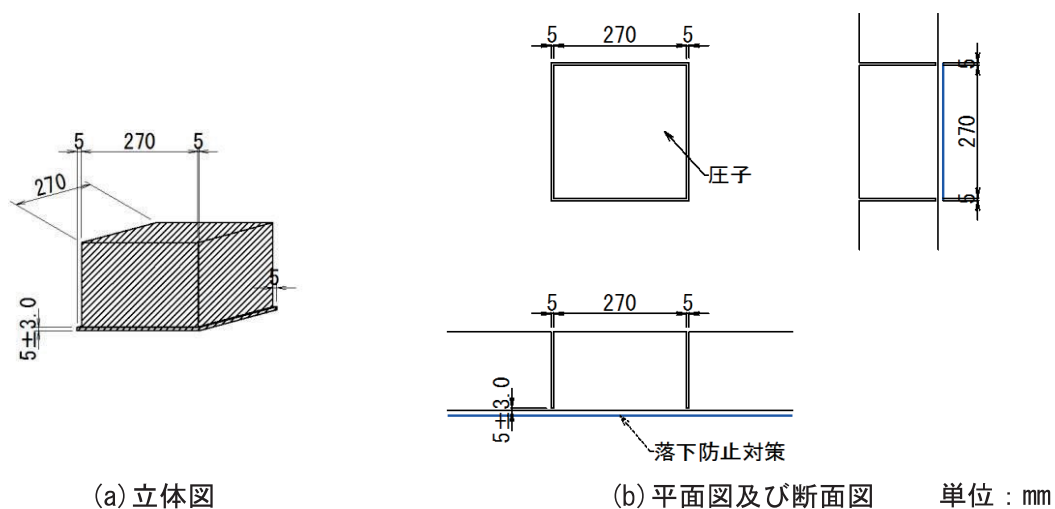
四角形圧子は、短辺が 270mm、長辺が 990mm の長方形の角柱と 1 辺が 270mm の正方形の角柱とする。四角形圧子は載荷時に供試体側面に接触しないような離隔を設けるものとし、5mm を基本とする。供試体との接合部の厚さは 5 ± 3.0 mm とする。



(a) 立体図

(b) 平面図及び断面図

図 20 長方形圧子の形状寸法



(a) 立体図

(b) 平面図及び断面図

図 21 正方形圧子の形状寸法

(2) 押抜き圧子の個数

押抜き圧子の個数は[試験編]で押抜き試験を実施する箇所数に従って定める。

(3) 押抜き圧子の材質

押抜き圧子の材質は、押抜き試験によって圧子自身に過度の変形や破壊が生じない材質とし、コンクリート版と同じ配合のコンクリートを用いることを基本とする。コアを削孔して圧子を作製するような場合において、圧子接合部（図 22）を断面修復材等を使用して成型する場合は、コンクリート版と同等以上の強度を有する材料を用いる。

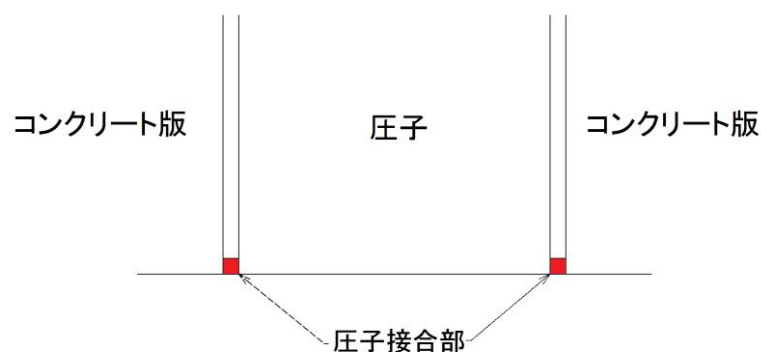


図 22 押抜き圧子接合部

(4) 押抜き圧子の作製

押抜き圧子は図 18～図 21 に示した形状寸法となるように作製する。押抜き圧子は押抜き試験時にコンクリート版の壁面と接触しないように、一定の離隔を設ける。押抜き圧子の作製例は付録に示す。

8. 滞水検知試験用スリットの作製

滞水検知試験に用いる貫通ひび割れを模擬したスリットは供試体上面から注水した水が、落下防止対策の内側（裏面）に到達するようにしなければならない。作製方法の例を以下に示す。

- ・ スリットは、鉄筋と干渉しない位置に作製する。
- ・ 供試体用コンクリート版の下面からコンクリートカッターを使用して、幅 3mm 程度のスリットを設ける。
- ・ スリットの間隔は 100mm とし、コンクリート版幅方向に 3 本、その直角方向に 3 本設ける。
- ・ スリットの深さは 25mm 程度とし、最外縁の鉄筋を損傷させない深さとする。
- ・ コンクリート版の下面側から、 $\phi 10\text{mm}$ 程度のコンクリートドリルでスリットの交点部から上向きに供試体上面まで 3～5 箇所削孔する。

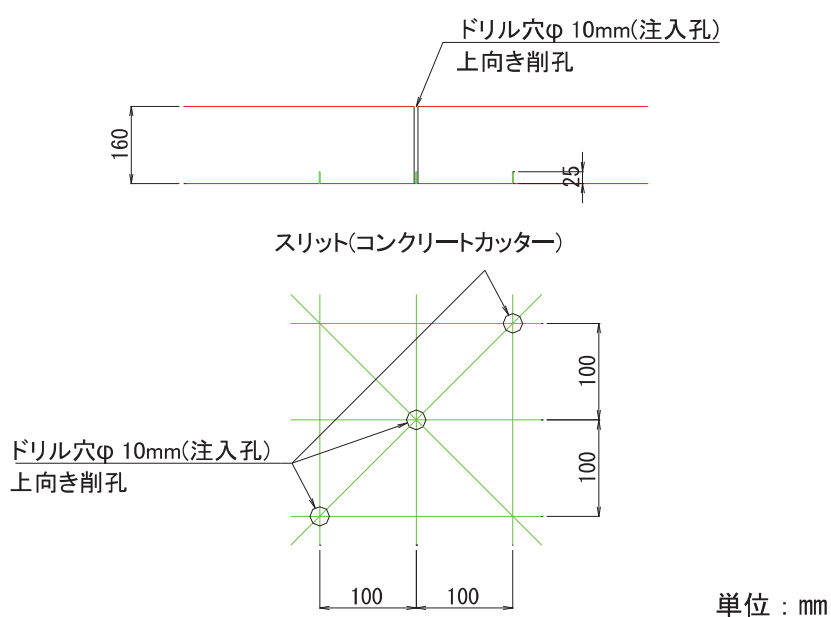


図 23 漏水検知試験用スリットの作製方法の例



写真 2 漏水検知試験用スリットの作製状況

9. 落下防止対策の設置

9.1. 標準仕様の確認

落下防止対策の標準仕様（製造者が定める基本的な施工条件や施工方法）は落下防止対策に用いる工法等によって異なる。ここでは、落下防止対策の設置を行う前に、表 3 に示す項目について落下防止対策の標準仕様を確認する。

表 3 落下防止対策の標準仕様確認項目

| 確認項目 | | 確認内容 |
|------|-------------|--------------------------|
| 施工条件 | 使用工具 | 使用工具の一般性または特殊性 |
| | 設備の配置スペース | 作業に必要な設備の配置スペース（作業ヤード） |
| | 橋下施設への影響の有無 | 標準施工方法に基づき記録 |
| | 大型重機の必要性 | 施工機材の一般性または特殊性 |
| | 熟練技術者の要否 | 作業の一般性または特殊性 |
| | 特殊材料使用の有無 | 使用材料の一般性または特殊性 |
| 施工方法 | 前処理の方法 | 脆弱層、汚れ、油分、レイタンス、段差等の除去方法 |
| | 形状処理 | 目違いや段差の修整方法、出隅および入隅の処理方法 |
| | 曲げ半径 | 出隅の面取り半径、面取りの処理方法 |
| | 材料継ぎ目 | ラップまたは突合せ等標準仕様、継ぎ目の処理方法 |
| | ラップ長 | 材料継ぎ目のラップ長の標準仕様 |
| | 割付け | 標準部、端部、角部、ハンチ部への割付け方法 |

9.2. 設置条件の記録

落下防止対策の設置では、標準仕様に従って落下防止対策が設置されたことを記録する。設置条件の記録は表 4 に示す項目のほか、標準仕様で定められた項目について記録する。

表 4 施工時の記録項目の例

| 記録項目 | 記録内容 |
|------------|--------------|
| 気温 | 工程毎の気温 |
| 湿度 | 工程毎の湿度 |
| コンクリート版含水率 | プライマー施工前の含水率 |
| 材料使用量 | 各種材料の計量値、膜厚等 |
| 施工時間 | 工程毎の施工時間 |
| 養生時間 | 工程毎の養生時間 |

9.3. 設置範囲

落下防止対策は 5.3 試験位置の計画で設定した試験位置をカバーするように設置しなければならない。施工範囲は押抜き試験で想定される剥離範囲以上とし、複数の試験位置を同時に施工しても構わない。試験位置別の落下防止対策の設置範囲を以下に示す。

1) 標準部

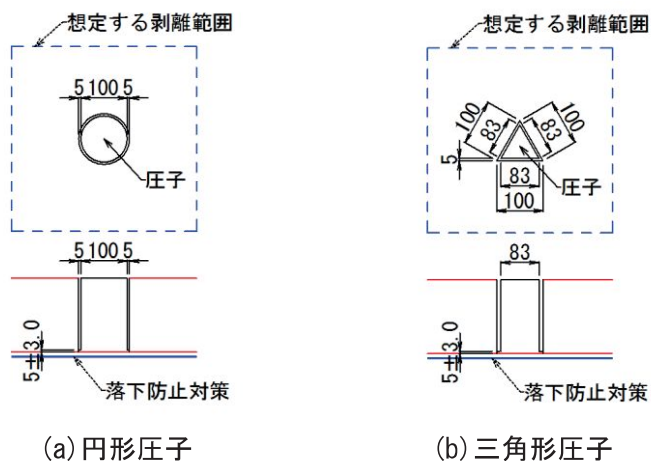


図 24 施工範囲（標準部）

2) 間詰め部

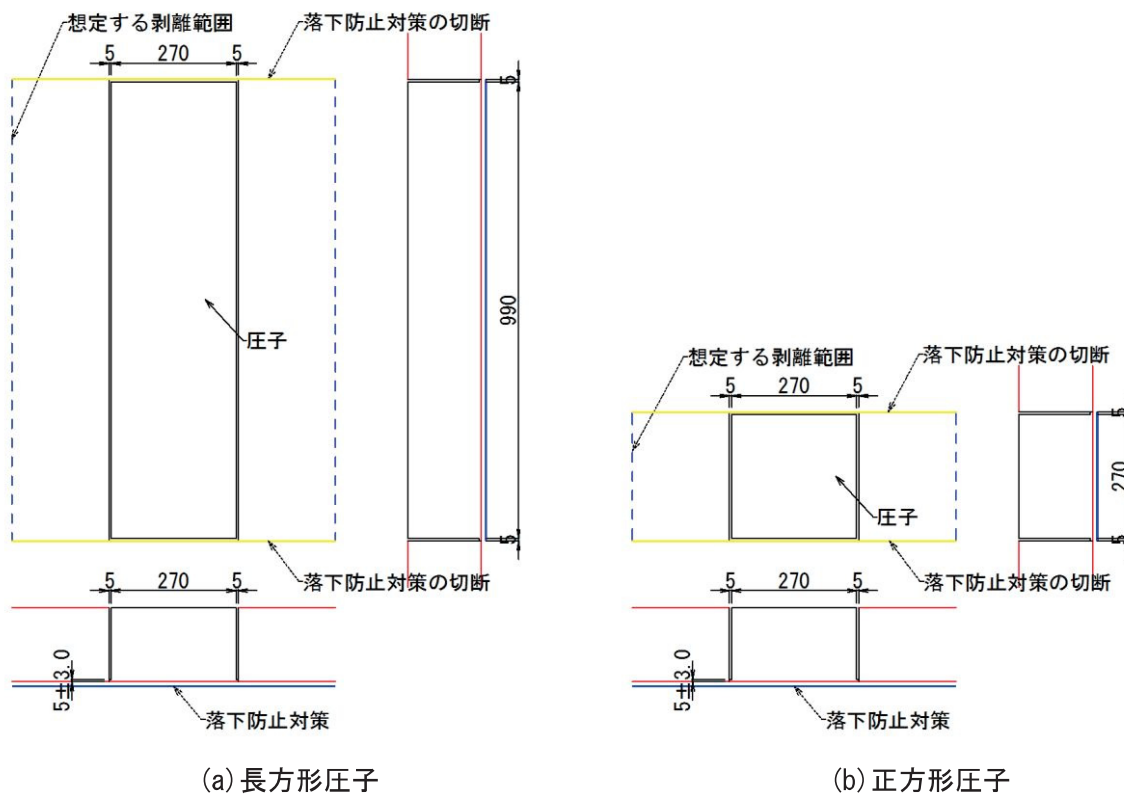


図 25 施工範囲（間詰め部）

3) ハンチ部

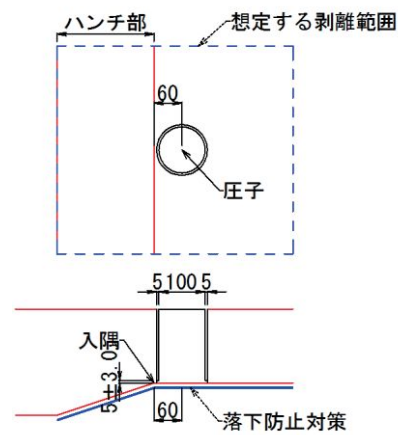
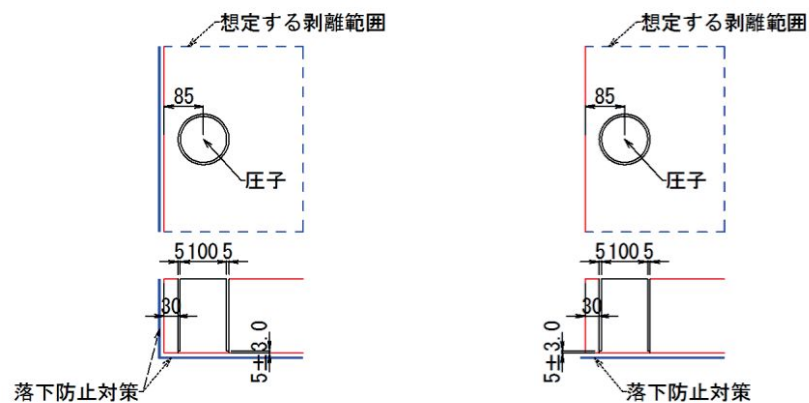


図 26 施工範囲（ハンチ部）

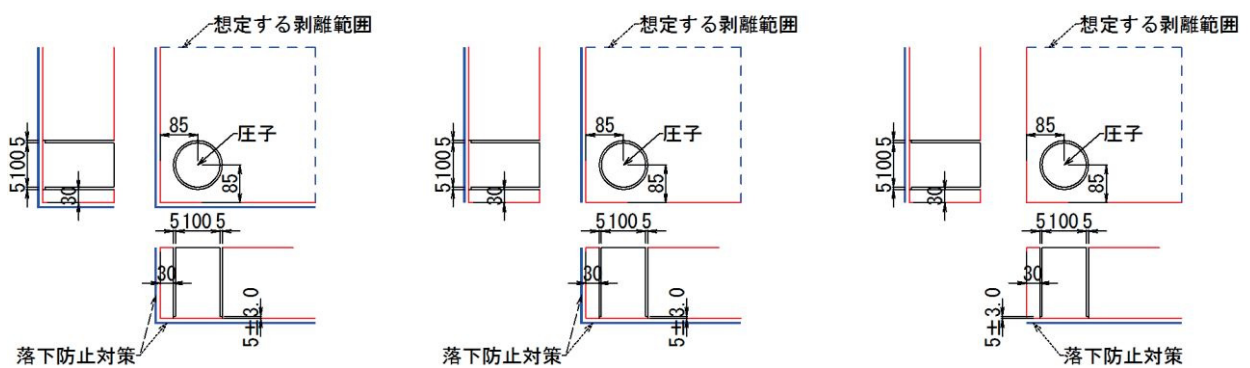
4) 端部、角部



(a) 立ち上げあり

(b) 立ち上げなし

図 27 施工範囲（端部）



(a) 2面立ち上げ

(b) 1面立ち上げ

(c) 立ち上げなし

図 28 施工範囲（角部）

5) 材料継手部

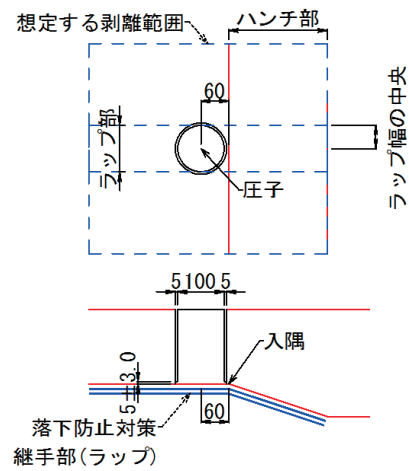


図 29 施工範囲（材料継手部）

6) 模擬補修部

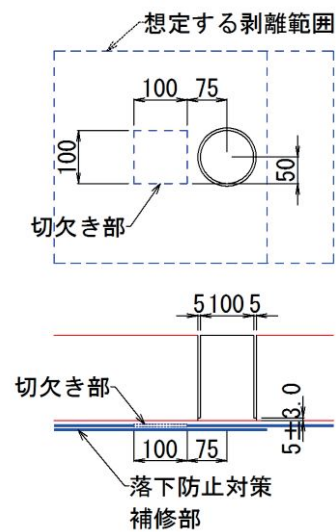


図 30 施工範囲（模擬補修部）

9.4. 落下防止対策の設置

(1) 設置条件の設定

供試体への落下防止対策の設置は、適用する構造物の条件（気温、湿度、作業姿勢等）を可能な範囲で模擬して実施する。設置時の作業姿勢が不明な場合は、吊足場上の中腰作業を想定して、コンクリート版下面までの高さを1.5m程度としてよい。作業例を写真1 写真3に示す。



(a) 施工状況（架台設置）



(b) 養生時

写真 3 落下防止対策の作業例

(2) 継手部およびハンチ部、角部の処理

ハンチ部や端部、角部、材料継手部の処理方法（角部の面取り寸法、材料ラップ長、断面変化、折り曲げ等）については、落下防止対策の標準仕様に従って行う。落下防止対策の処理方法の例を写真4に示す。



(a) 角部面取り状況



(b) ハンチ部、角部処理方法

写真 4 落下防止対策の処理方法の例

(3) 模擬補修部の作製

落下防止対策を最終工程まで実施した後、局所的な損傷を模擬した100mm×100mmの切り欠きを施工する。切り欠き部全体を覆うように落下防止対策の補修を行う。補修方法及び補修範囲は落下防止対策の標準仕様に従う。補修状況の例を写真5に示す。



(a) 100×100 の切り欠き



(b) 切り欠き部に対する施工(補修)

写真 5 補修状況の例

付 録

1. 試験結果の整理様式（押抜き試験）の例

付表 1 試験結果の整理様式（押抜き試験）の例

試験年月日：

気温：

湿度：

工法名：

技術名：

| 試験 番号 | 測定項目 | 観測① | 観測② | 観測③ | 観測④ | 観測⑤ | 終了時 | はく離範囲図 |
|--------------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------|
| 試験 体 名 | 押抜き変位 (mm) | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | | |
| | 押抜き荷重 (kN) | | | | | | | |
| | 剥離周長 (mm) | | | | | | | |
| | 剥離範囲 (mm) | | | | | | | |
| | 押抜き変位 (mm) | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | | |
| | 押抜き荷重 (kN) | | | | | | | |
| | 剥離周長 (mm) | | | | | | | |
| | 剥離範囲 (mm) | | | | | | | |
| | 押抜き変位 (mm) | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | | |
| | 押抜き荷重 (kN) | | | | | | | |
| | 剥離周長 (mm) | | | | | | | |
| | 剥離範囲 (mm) | | | | | | | |
| | 押抜き変位 (mm) | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | | |
| | 押抜き荷重 (kN) | | | | | | | |
| | 剥離周長 (mm) | | | | | | | |
| | 剥離範囲 (mm) | | | | | | | |
| | 押抜き変位 (mm) | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | | |
| | 押抜き荷重 (kN) | | | | | | | |
| | 剥離周長 (mm) | | | | | | | |
| | 剥離範囲 (mm) | | | | | | | |
| | 押抜き変位 (mm) | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | | |
| | 押抜き荷重 (kN) | | | | | | | |
| | 剥離周長 (mm) | | | | | | | |
| | 剥離範囲 (mm) | | | | | | | |
| | 押抜き変位 (mm) | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | | |
| | 押抜き荷重 (kN) | | | | | | | |
| | 剥離周長 (mm) | | | | | | | |
| | 剥離範囲 (mm) | | | | | | | |

2. 試験結果の整理様式（接着試験）の例

付表 2 試験結果の整理様式（接着試験）の例

| | | | | | | | |
|-----|--|--|--|-----|--|--|--|
| 工法名 | | | | 技術名 | | | |
|-----|--|--|--|-----|--|--|--|

| 供試体名 | 測定位置 | No. | 接着強さ(N/mm ²) | 破断場所 | |
|------|------|-----|--------------------------|------|--|
| | 標準部 | 1 | | | |
| | | 2 | | | |
| | | 3 | | | |
| | | 平均 | | | |
| | 補修部 | 1 | | | |
| | | 2 | | | |
| | | 3 | | | |
| | | 平均 | | | |

| 供試体名 | 接着試験前 ① | 供試体名 | 接着試験前 ② | 供試体名 | 接着試験前 ③ |
|------|---------|------|---------|------|---------|
| | | | | | |

| 供試体名 | 接着試験後 ① | 供試体名 | 接着試験後 ② | 供試体名 | 接着試験後 ③ |
|------|---------|------|---------|------|---------|
| | | | | | |

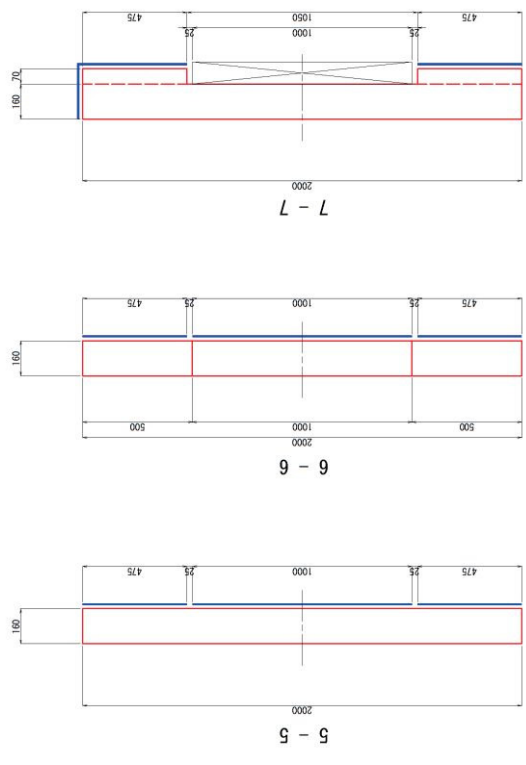
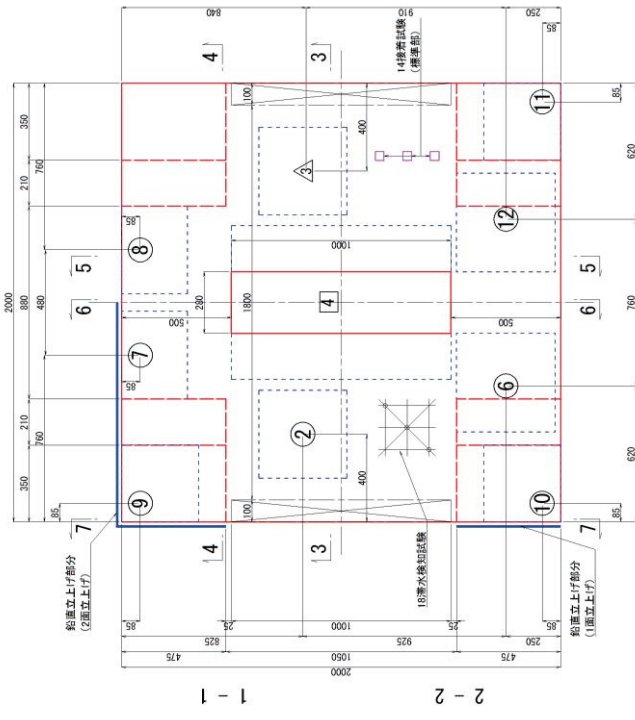
| 供試体名 | 接着試験前 ① | 供試体名 | 接着試験前 ② | 供試体名 | 接着試験前 ③ |
|------|---------|------|---------|------|---------|
| | | | | | |
| 供試体名 | 接着試験後 ① | 供試体名 | 接着試験後 ② | 供試体名 | 接着試験後 ③ |
| | | | | | |

3. 供試体構造図、配筋図、落下防止対策割付図の例

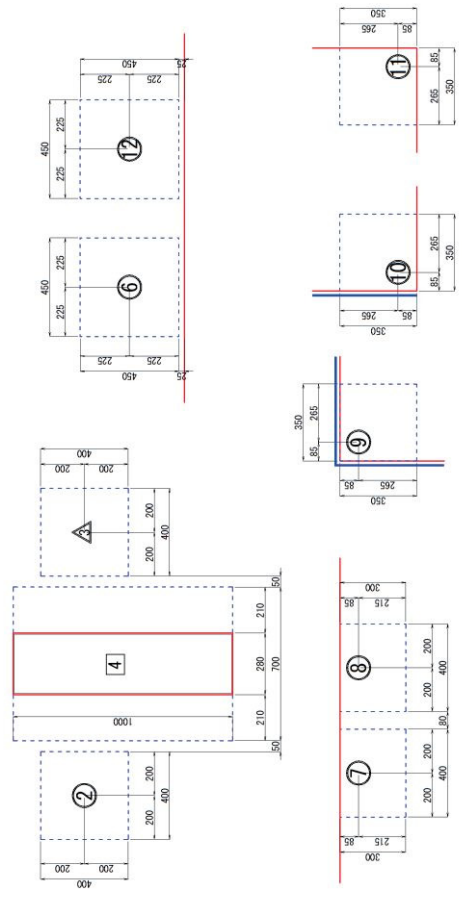
図中の数字は付表 3 の試験番号に対応する。なお、試験番号 18 は、すべての試験が終了してから供試体に曲げ載荷によるひび割れを発生させて実施する試験であるため、図中へは表記していない。

付表 3 試験項目一覧

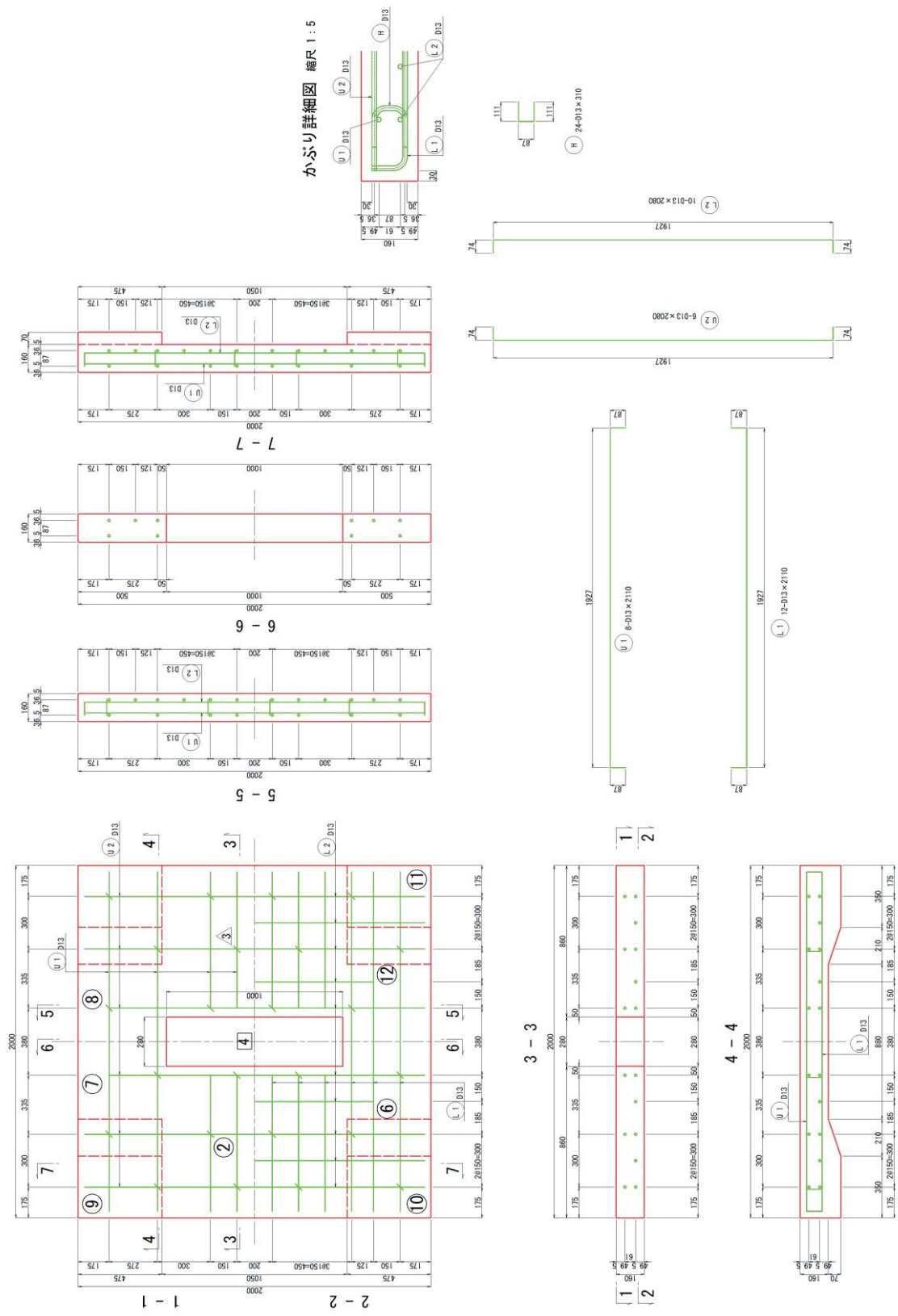
| 試験番号 | 試験の種類 | 試験位置 | 落下防止対策の処理 | 押抜き圧子形状 |
|------|----------|-----------------------|-----------|-----------------|
| 1 | 押抜き試験 | JSCE-K 533-2013 にしたがう | | |
| 2 | | 標準部 | － | ○ (100mm) |
| 3 | | 標準部 | － | △ (83mm) |
| 4 | | 間詰め部 | 2 辺切断 | □ (270 × 990mm) |
| 5 | | 間詰め部 | 2 辺切断 | □ (270 × 270mm) |
| 6 | | ハンチ部 | － | ○ (100mm) |
| 7 | | 端部 | 立上げあり | ○ (100mm) |
| 8 | | 端部 | 立上げなし | ○ (100mm) |
| 9 | | 角部 | 2 面立上げ | ○ (100mm) |
| 10 | | 角部 | 1 面立上げ | ○ (100mm) |
| 11 | | 角部 | 立上げなし | ○ (100mm) |
| 12 | | 材料継手部 | ラップ | ○ (100mm) |
| 13 | | 模擬補修部 | ラップ | ○ (100mm) |
| 14 | 接着試験 | 標準部 | － | － |
| 15 | | 模擬補修部 | ラップ | － |
| 16 | うき検知試験 | 模擬うき部 | － | － |
| 17 | 滞水検知試験 | 模擬滞水部 | － | － |
| 18 | ひび割れ検知試験 | 曲げひび割れ部 | － | － |



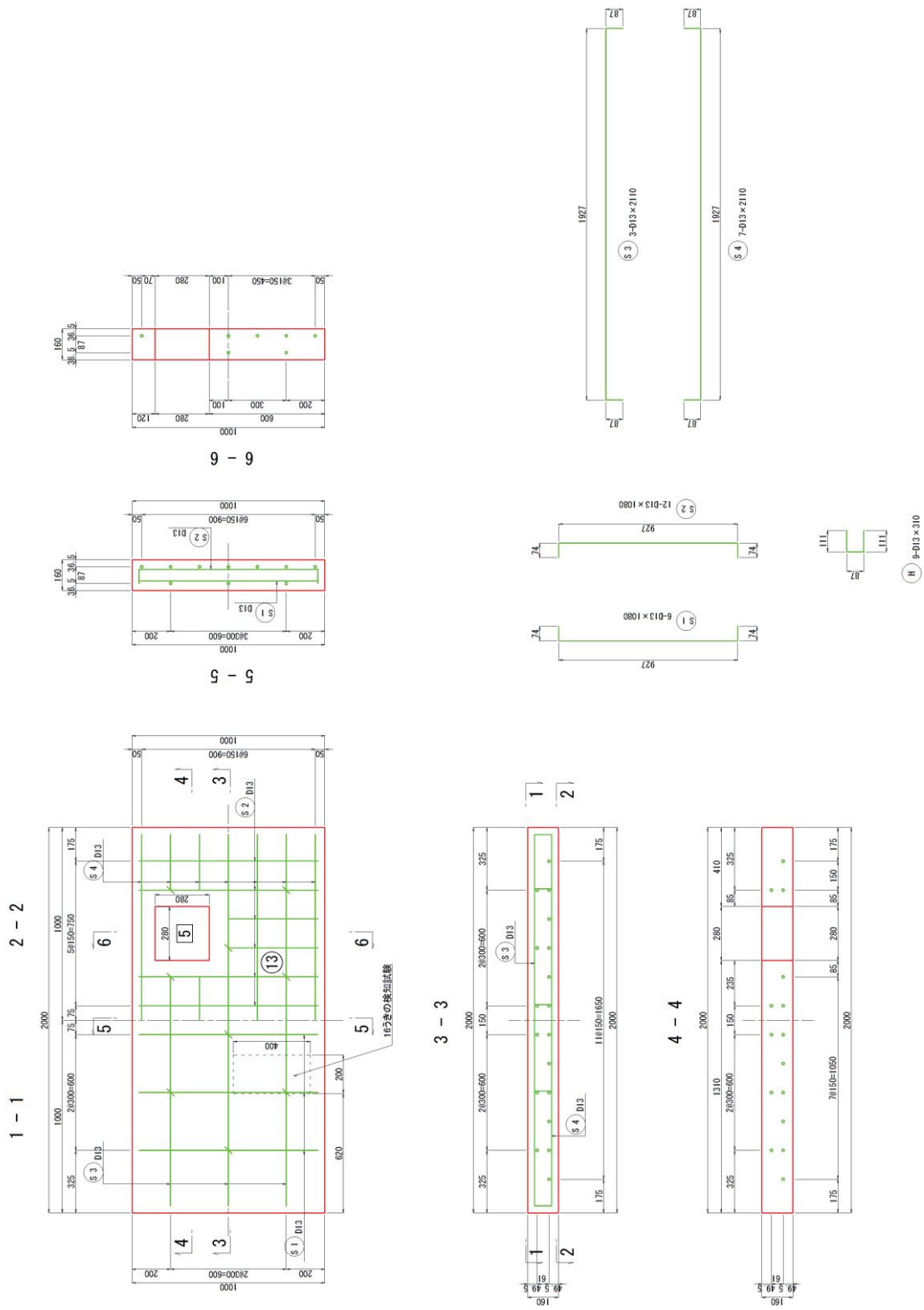
剥離制限範囲



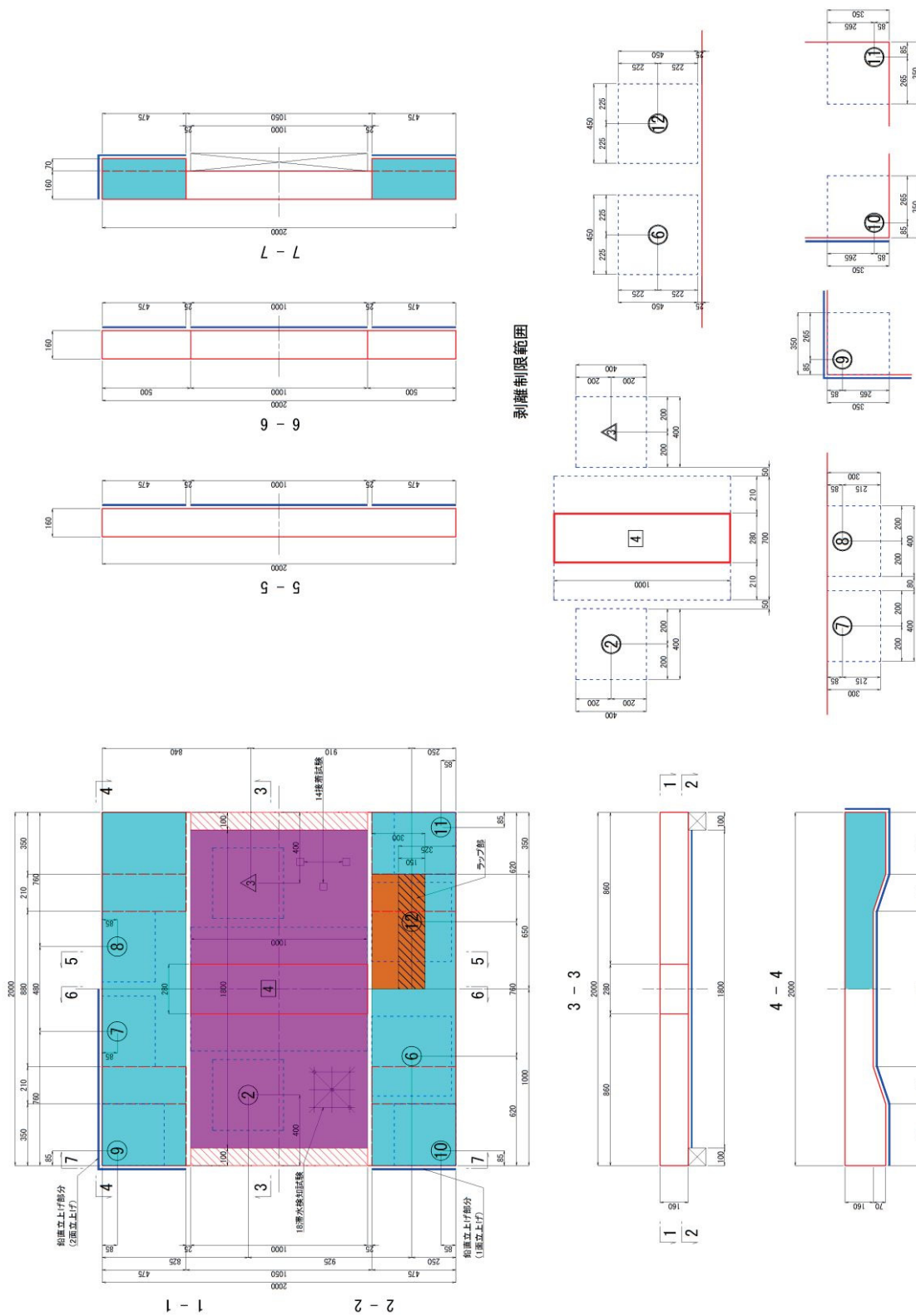
付図 1 供試体 (その 1) 構造図の例



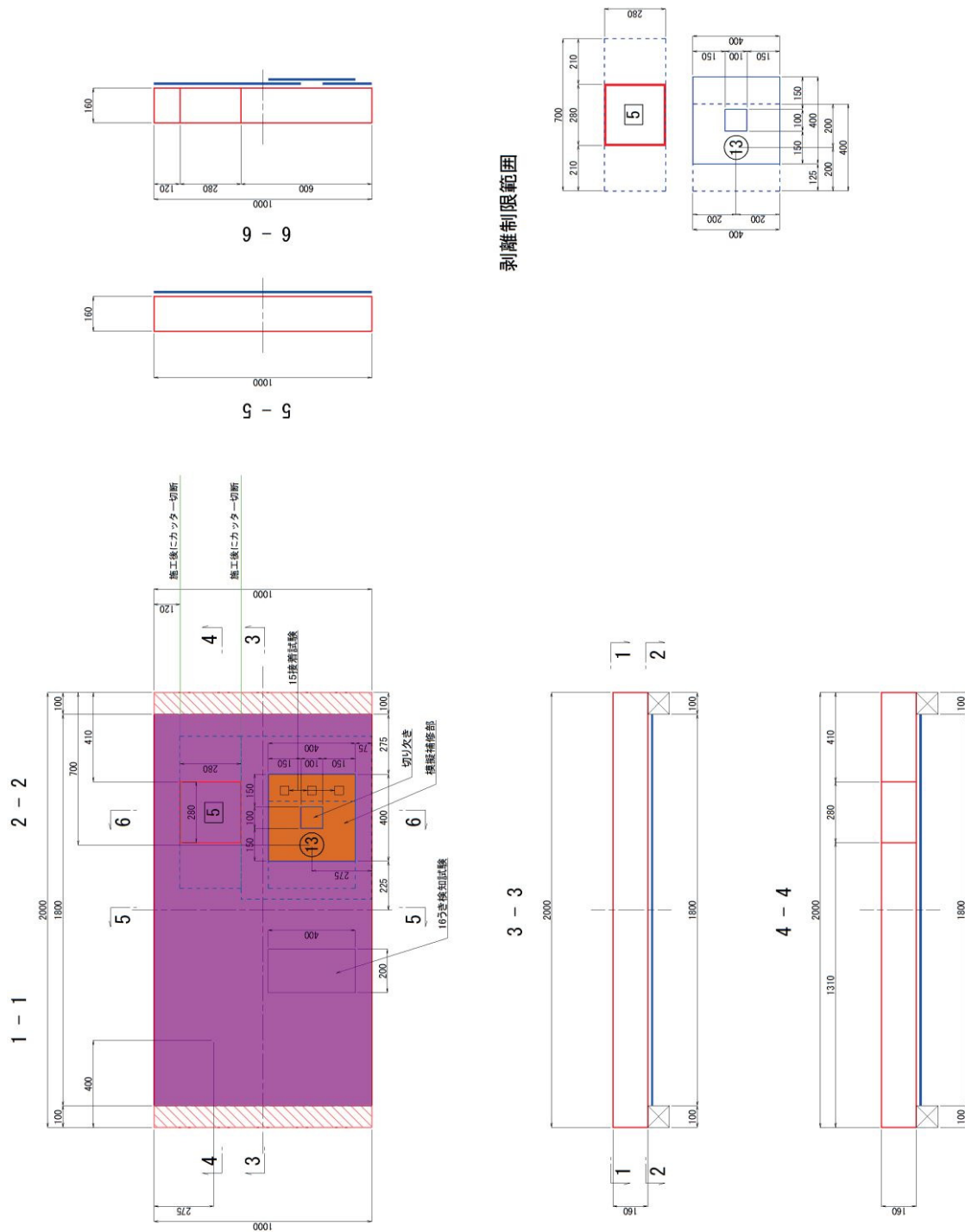
付図 2 供試体（その 1）配筋図の例



付図 4 供試体（その 2）配筋図の例



付図 5 落下防止対策割付け例（供試体その 1）



剥離制限範囲

付図 6 落下防止対策割付け例（供試体その 2）

1) 円形圧子

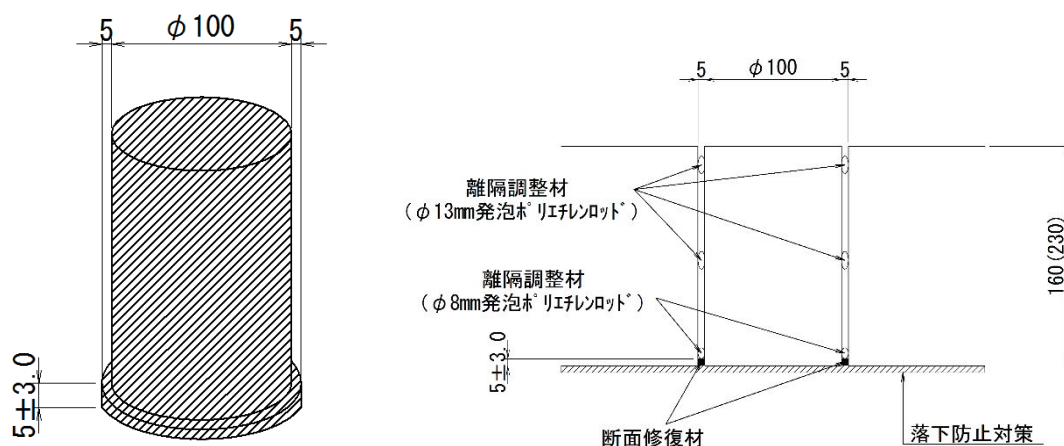
①所定の載荷位置にφ100mmの圧子（貫通コア）を設ける。コア削孔はドライコンクリートカッターを使用し、落下防止対策施工面の反対面（上面側）より行う。

③供試体本体との離隔を均等にするための離隔調整材（１重目）を供試体上面側からコア中心部付近に設置する。

⑤供試体本体とコアを固定する断面修復材を施工するための離隔調整材を供試体下面側から設置する。

⑦断面修復材を供試体下面とコアの隙間に充填する。

⑧断面修復材施工面が平坦となるように仕上げる。



付図 7 円形圧子とその固定方法



①貫通コアの採取



②復旧コバ受け



③離隔調整材 (φ13mm)
上面側より1重目設置



④離隔調整材 (φ13mm)
上面側より2重目設置



⑤離隔調整材 (φ8mm)
下面側より設置



⑥離隔調整材設置位置調整



⑦離隔調整材設置位置計測
底面より5mm確保



⑧断面修復材充填
左官作業



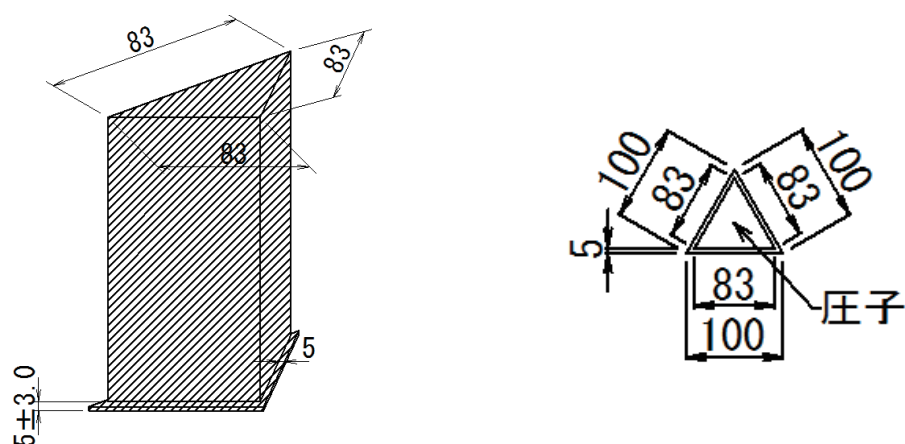
⑨断面修復材充填完了

付写真 1 円形圧子の作製手順

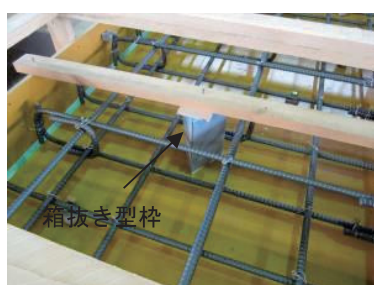
2) 三角形圧子

三角形圧子とその固定方法を付図 8、作製手順を付写真 2 に示す。三角形圧子はコア削孔ができないため、三角形の箱抜きを設けて後打ちコンクリートにより作製する。

- ①コンクリート打設前の型枠に箱抜き用型枠を設置する。
- ②コンクリート打設後箱抜き型枠を撤去する。
- ③圧子の形状は正三角形とし、1 辺の長さを 100mm とした発泡型枠を作製する。
- ④箱抜きと圧子の隙間を確保するため、箱抜きの周面に厚さ 5mm の発泡型枠を取付ける。発泡型枠の周囲には、撤去を容易にするために厚さ 0.2mm 程度のアルミ板等を挿入しておく。なお、供試体本体と圧子を固定するため、発泡型枠は底面から 5mm 浮かせて固定し、後打ちコンクリートを打設する。
- ⑤後打ちコンクリート打設後に発泡型枠を撤去する。



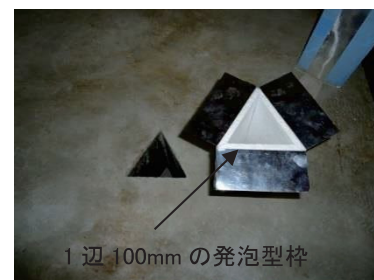
付図 8 三角形圧子とその固定方法



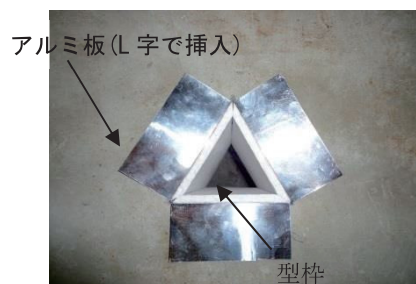
①箱抜き型枠の設置



②箱抜き型枠の撤去



③1 辺 100mm の圧子用型枠の作製



④発泡型枠の設置



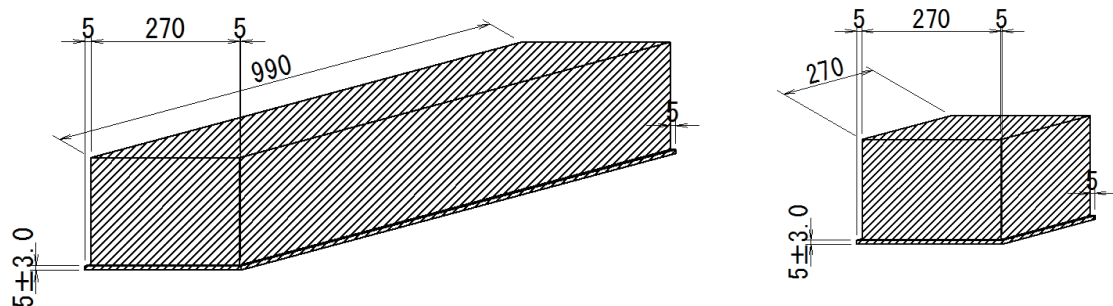
⑤発泡型枠の撤去

付写真 2 三角形圧子の作製手順

3) 四角形圧子

三角形圧子とその固定方法を付図 9、作製手順を付写真 3 に示す。コア削孔ができないため、箱抜きを設けて後打ちコンクリートにより作製する。

- ①コンクリート打設前の型枠に箱抜き用型枠（280mm×1000mm、280mm×280mm）を設置する。
- ②コンクリート打設後箱抜き型枠を撤去する。
- ③箱抜きと圧子の隙間を確保するため、箱抜きの周面に厚さ 5mm の発泡型枠を取付ける。発泡型枠の周囲には、撤去を容易にするために厚さ 0.2mm のアルミ板を挿入しておく。
- ④供試体本体と圧子を固定するために発泡型枠を型枠底面から 5 ± 3.0 mm 浮かせて設置する。
- ⑤後打ちコンクリート打設後に発泡型枠を撤去する。

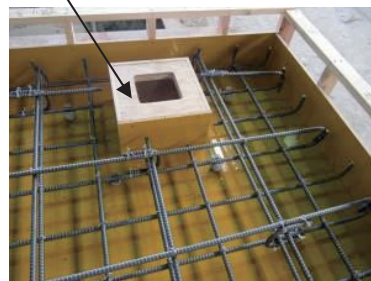


付図 9 四角形圧子とその固定方法

280mm × 1000mm



280mm × 280mm



①箱抜き型枠の設置

②箱抜き型枠の撤去

型枠およびアルミ板



③発泡型枠の設置

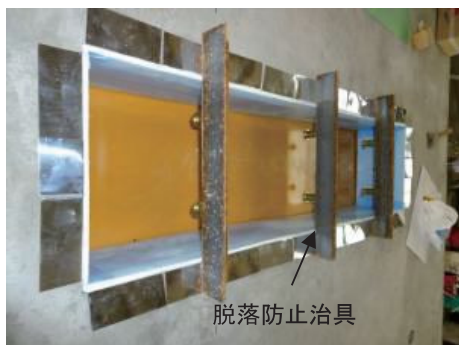
④底部 5 ± 3.0 mm の確認

⑤発泡型枠の撤去

付写真 3 四角形圧子の作製手順

4) 押抜き圧子の脱落防止治具の設置

硬化後圧子部の自重によって押抜き圧子が脱落する可能性がある場合は、圧子部上面に脱落防止治具設置用のインサートを設置して脱落を防止する。押抜き試験実施時以外は脱落防止用治具で常時圧子を固定する。脱落防止治具設置例を付写真 4 に示す。



脱落防止治具設置状況（打設前）



脱落防止治具（長方形圧子）



脱落防止治具（三角形圧子）



脱落防止治具（正方形圧子）

付写真 4 脱落防止治具設置

5. 落下防止対策の作業記録表の例

付表 4 落下防止対策の作業記録表の例

| 日付 | | 平成 年 月 日 () | | 記録者 | 所属 | |
|--------------|--------|------------------------|----|-----|-----|-----|
| 天候 | 気温 | ℃ | 湿度 | | % | |
| 供試体 A | 工程 | チェック項目 | | | | |
| | | | | | 記 録 | 備 考 |
| | 施工前 | 施工面に異物や支障物があるか | | | | |
| | | 施工面に目違いや段差があるか | | | | |
| | | 施工面が湿潤しているか | | | | |
| | | 設備の配置スペースは | | | | |
| | | 橋下施設への影響はあるか | | | | |
| | | 大型重機が必要か | | | | |
| | 下地処理工 | 使用工具 | | | | |
| | | 脆弱層、汚れ、油分、レタックスは除去できたか | | | | |
| | | 段差は修整されているか | | | | |
| | | 出隅の面取り半径は | | | R＝ | mm |
| | | 入隅の処理方法は | | | | |
| | | 下地調整材の使用量 | | | | kg |
| | | 下地調整材の膜厚 | | | | mm |
| | | 特殊材料使用の有無 | | | | |
| | | 施工時間 | | | | 分 |
| | | 作業性 | | | | |
| | プライマー工 | 使用工具 | | | | |
| | | 施工時の気温は | | | | ℃ |
| | | 結露はないか | | | | |
| | | 施工時の含水率は | | | | % |
| | | プライマーの吸い込みは著しくないか | | | | |
| | | 使用量 | | | | kg |
| | | 特殊材料使用の有無 | | | | |
| | | 施工時間 | | | | 分 |
| | | 養生時間 | | | | 時間 |
| | | 作業性 | | | | |
| | 中塗り工 | 使用工具 | | | | |
| | | 施工時の気温は | | | | ℃ |
| | | 結露はないか | | | | |
| | | プライマーは指触乾燥しているか | | | | |
| | | ピンホールはないか | | | | |
| | | インターバルは適切か | | | | |
| | | 膜厚 | | | | mm |
| | | 使用量 | | | | kg |
| | | 特殊材料使用の有無 | | | | |
| | | 継ぎ目部の施工方法は | | | | |
| | | メーカー仕様のラップ長が確保できているか | | | | cm |
| | | 割付け方法は基本案と相違ないか | | | | |
| | | 施工時間 | | | | 分 |
| | | 養生時間 | | | | 時間 |
| | 上塗り工 | 使用工具 | | | | |
| | | 結露はないか | | | | |
| | | 塗膜に浮き、はがれ、気泡はないか | | | | |
| 膜厚 | | | | mm | | |
| 仕上用塗料の漏れはないか | | | | | | |
| 使用量 | | | | kg | | |
| 特殊材料使用の有無 | | | | | | |
| 施工時間 | | | | 分 | | |
| 養生日数（試験開始まで） | | | | 日 | | |
| 作業性 | | | | | | |
| 熟練技術者の要否 | | | | | | |

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of N I L I M

No.1162

September 2021

編集・発行 ©国土技術政策総合研究所

本資料の転載・複写の問い合わせは
〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地
企画部研究評価・推進課 TEL 029-864-2675