

道路構造物の計画的管理に関する試験調査

Study of strategic management of road structures

(研究期間 平成 18 年度)

道路研究部 道路構造物管理研究室
Road department Bridge and Structures division

室長 玉越 隆史
Head Takashi TAMAKOSHI
主任研究官 市川 明広
Senior Researcher Akihiro Itikawa
研究官 川間 重一
Researcher Shigeichi Kawama
研究官 武田 達也
Researcher Tatsuya Takeda

The future rising cost of maintaining these as they deteriorate is a concern. In light of these circumstances, a questionnaire survey was performed regarding bridges that have been reconstructed during the past ten years in order to collect basic data such as predicted bridge lifetime or reconstruction costs etc. in order to plan future maintenance.

[研究目的及び経緯]

現在、我が国の橋長 15m以上の道路橋は 14 万橋を超え¹⁾、今後これらの橋梁の老朽化に伴う将来の維持管理負担の増加が懸念されている。

道路構造物を計画的に管理するため研究室では構造物の実態調査を定期的に行っている。また、道路構造物をネットワークとして管理する方法については現在その手法が確立されておらず、これらを効率的に管理するための管理手法の検討を実施している。そこで、本年は管理・更新の実態調査として既設橋の架替実態に関する調査、ネットワークの性能を考慮した管理手法の基礎調査を実施した。

[研究内容]

既設橋の架替実態に関する調査については、これまで建設省技術研究会道路部門指定課題として昭和 42 年、52 年、61、H8 年の 4 回、10 年毎に実施されている^{2) 3) 4)}。平成 18 年度は前回調査から 10 年経過したことから、架替橋梁の基礎データを収集することを目的として調査を実施した。

本調査では、平成 8 年 7 月～平成 18 年 6 月までに撤去または架替工事に着手した橋長 15m 以上の橋梁のうち、国、都道府県、政令指定都市が管理するものを対象に道路管理者にアンケート調査を実施した。調査対象の橋梁は、橋長 15m 以上の全橋梁 14, 223 橋¹⁾のうち、市町村道と高速道路を除く 83, 088 橋であり全体の約 56%となっている。

主な調査項目は、①橋の属性(橋名、架設年等)、②架替理由(主な理由を 3 つまで) ③架替年次、④架替工事費とした。

[研究成果]

今回の調査により表-1 のとおり 1987 橋の橋梁が過去 10 年間に撤去もしくは架替が実施されていることが明らかとなった。その内訳は、鋼橋が 574 橋、RC 橋が 799 橋、PC 橋が 473 橋、混合橋が 37 橋、その他不明が 104 橋となり、コンクリート橋 (RC+PC) が鋼橋よりも多い結果となった。また、道路種別でみると、一般国道(指定区間)が 198 橋、一般国道(指定区間外)が 321 橋、主要地方道が 744 橋、一般都道府県道が 724 橋となっている。

新橋と旧橋の内訳では、旧橋では、RC 橋が約 4 割を占めているのに対して、新橋では RC 橋に代わって PC 橋が大幅に増加している。RC 橋については、コスト、維持管理等の面から PC 橋に架け替えられているものと考えられ、その結果 PC 橋の割合が大きく増えている

表-1 橋種別・道路種別架替橋梁数

道路種別 \ 橋種	鋼橋	RC橋	PC橋	混合橋	その他	不明	合計
一般国道(指定区間内)	60	61	62	6	2	7	198
一般国道(指定区間外)	83	155	52	7	4	20	321
主要地方道	213	308	173	10	9	31	744
一般都道府県道	218	275	186	14	8	23	724
合計	574	799	473	37	23	81	1987

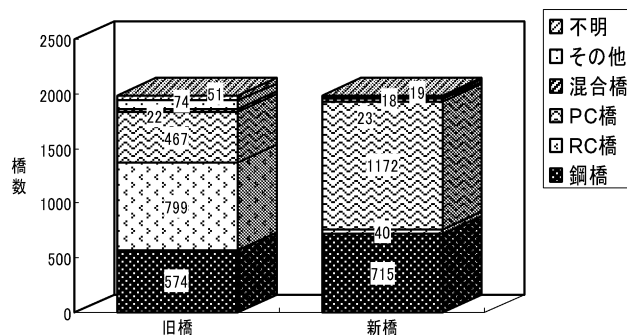


図-1 架替前後の橋種別内訳

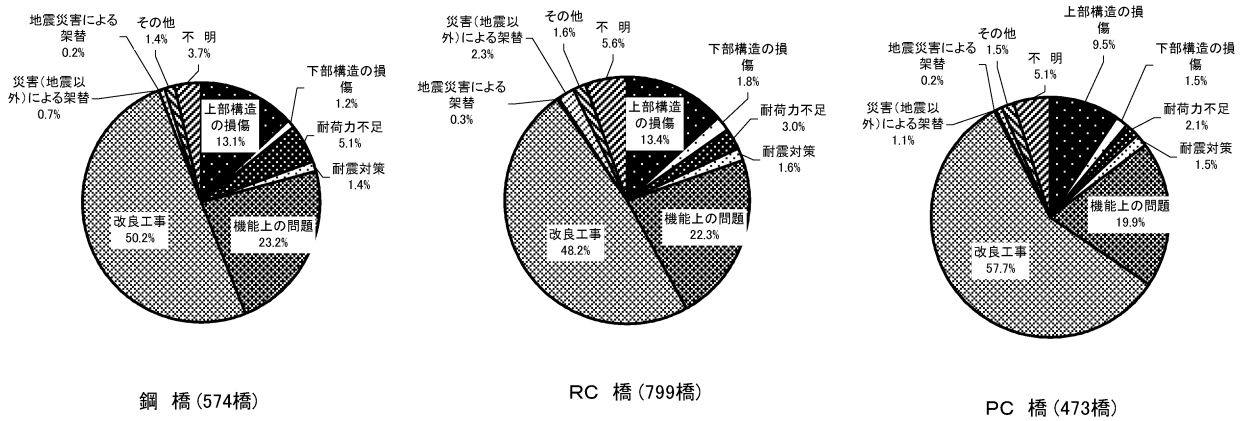


図-2 橋種別架替理由内訳

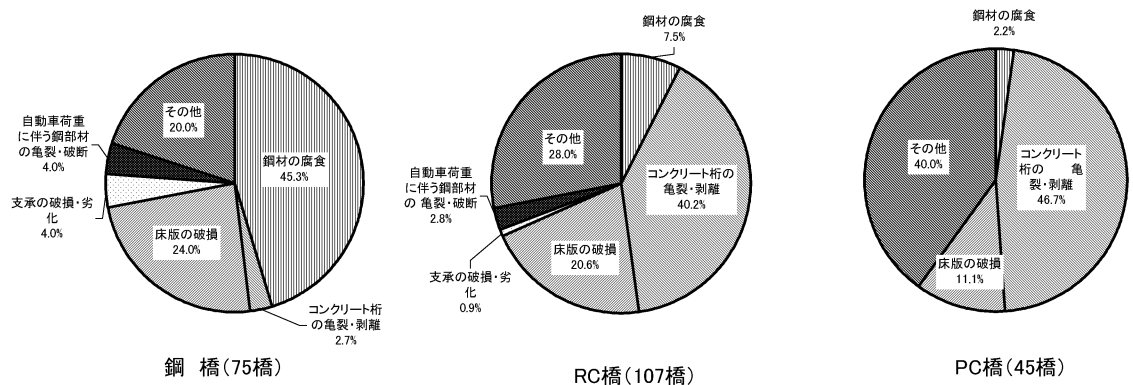


図-3 上部構造の損傷による架替理由の内訳

(図-1)。

また、架替に至った主な原因については、全橋種共通で、約5割が改良工事、約2割が機能上の問題であり、損傷等によるものは1~2割程度であった(図-2)。また、上部構造の損傷による架替理由の内訳では、鋼橋では約45%が鋼材の腐食によるもので、次に24%が床版の損傷によるものであった。コンクリート橋では、コンクリート桁の亀裂・剥離がRC橋で約40%、PC橋で約47%と一番多くなっており、次に床版損傷によるものがRC橋で約20%、PC橋で11%と多くなっていた(図-3)。

また、供用年別の架替橋梁数を見ると、供用後35

年~40年の間に架け替えられたものが一番多くなっている。また、架替理由の内訳では、比較的供用年数が少ないものは改良工事などによるものが多くを占めるのに対して、供用年数が長くなるにしたがって損傷によるもの架替の占める割合が多くなっている。(図-4)

[成果の発表]

本研究の成果は、国総研資料等で発表の予定である。

[成果の活用]

本成果は、今後の計画的管理における基礎資料として活用する予定である。

[参考文献]

- 1) 道路統計年報 2006 (国土交通省道路局)
- 2) 土木研究所資料第 2723 号「橋梁の架替に関する実態調査 (I)」
- 3) 土木研究所資料第 2864 号「橋梁の架替に関する実態調査 (II)」
- 4) 土木研究所資料第 3512 号「橋梁の架替に関する実態調査 (III)」

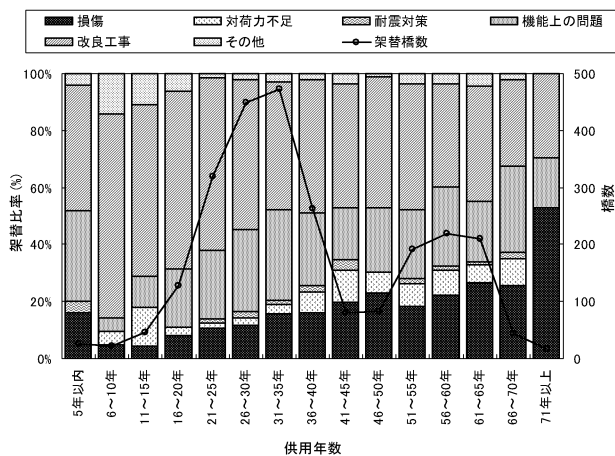


図-4 供用年数別の架替理由内訳

道路構造物の安全係数に関する試験調査

Study on safety factors for road structures

(研究期間 平成18年度)

道路研究部 道路構造物管理研究室
Road department Bridge and Structures division

室長 玉越 隆史
Head Takashi TAMAKOSHI
主任研究官 七澤 利明
Senior Researcher Akihiro ICHIKAWA
主任研究官 小林 寛
Senior Researcher Hiroshi KOBAYASHI
研究官 石尾 真理
Researcher Marie ISHIO

This research studied combinations of loads used for design in order to study a method of hypothesizing years of service to calculate design load coefficients based on probability.

[研究目的及び経緯]

現在、道路橋の設計基準が許容応力度設計法から部分係数設計法への転換についての関係各機関と連携しながら検討している。確率論的手法による安全性照査の考え方を示すことで、コスト削減の観点から提案される新技術の導入に役立つだけでなく、構造物の様々な条件に応じて最適な安全性を設定することができる可能性がある。

本研究は、設計供用年数を仮定し、確率論に基づいた設計活荷重係数の試算方法について検討することを目的として、荷重のデータを確率論的に分析するとともに、設計に用いる荷重の組合せに関する検討を実施した。

[研究内容及び研究成果]

1. 設計活荷重モデルの検討

構造物の安全性は、荷重と構造物の有する強度に含まれる不確定量の大きさによって決まる。活荷重に含まれる不確定要因とは、作用領域の大きさ(橋梁支間、幅員など)と、交通特性(混入率、交通量、渋滞など)等がある。これら要因の実態調査を実施し、各要因に含まれる荷重の不確定量について整理した。検討フローを図-1に示す。

(1) 交通特性、作用領域の不確定量

交通特性、作用領域等の不確定量を把握するため、3つの実態交通(重交通、中交通、小交通)について数値シミュレーションを実施し、現行設計荷重(B活荷重)比較したときの比率(以下、「荷重係数」という)を整理した。図-2は単純4主桁橋のモデルにおける荷重係数試算結果の例である。

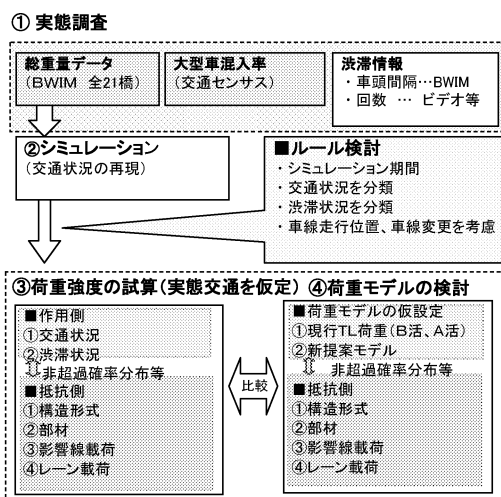


図-1 自動車荷重のばらつきに対する検討方針

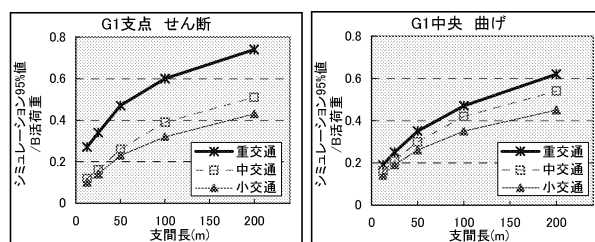


図-2 荷重係数試算結果(4主桁の場合)

いずれの橋梁モデルにおいても、支間が短い場合には、交通特性が異なっても荷重係数に大きな違いはないが、支間が長くなると交通特性ごとに荷重係数の違いが大きくなることがわかった。その他、径間数や幅員の影響についても検討を行った。

(2) 供用期間100年に対応する荷重係数の試算

供用期間100年に対応する荷重係数を算出するため、渋滞の頻度を仮定し、Nowakの手法(正規近似)を用

いて試算した。重交通路線の場合、供用期間 100 年を仮定した際の平均値では、荷重係数が 1.4~1.5、非超過確率 95%・99%では、1.6~1.8 であった。

(3) 活荷重モデルに関する検討

(1), (2)の結果を踏まえて、活荷重モデル 6 パターンを設定し、いくつかの橋梁について骨組み解析を行った。また、路肩荷重やレーン荷重の影響などに着目し、モデル化による荷重係数の特徴を整理した。その結果、B 活荷重で路肩分の重量を車線内に載荷するモデルが、部材の安全性において不確定量が小さく合理的であったが、曲げについては不確定量が大きい結果となった。

2. 衝撃影響の特性整理

活荷重に対する合理的な設計方法を確立するためには、橋梁の静的応答特性ばかりでなく、自動車が走行することによる橋の動的応答特性を適切に評価する必要がある。

衝撃係数の不確定要因としては、車両の重量や構造といった交通特性、路面性状、橋梁形式や部材などが考えられるが、衝撃係数を「車両の振動に起因する動的効果」ととらえ、橋梁の応答から分析することとした。検討のフローを図-3 に示す。平成 18 年度は、合理化の観点で今後採用が増加すると予想される新形式の橋梁形式 5 橋の動的応答波形データを分析し、静的載荷に対する試験車走行時の見かけ上の動的な倍率を計算し、現行の道路橋示方書の衝撃係数（計算値）と新形式の橋梁における衝撃係数（実測値）を比較した。

その結果、新形式の橋梁における衝撃のばらつきを確認した（図-4 参照）。

3. 荷重の組合せ方法の検討

荷重の組合せケースごとに部分係数を算定するに当たり、その組合せの最大値分布を算定する必要がある。組合せ荷重の最大値分布の表現に関する代表的な手法

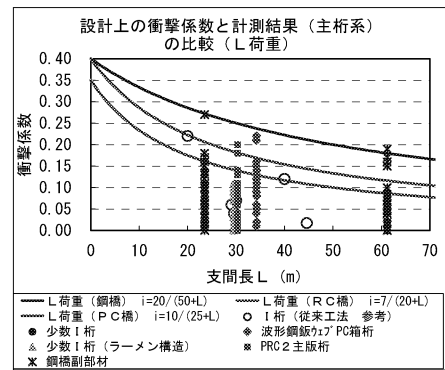


図-4 衝撃係数の測定結果

Turkstra's rule、Load Coincidence 法(以下「LC 法」という。)による 2 つの方法を用いて、供用年数を考慮した荷重作用の組み合わせ（死荷重 D、活荷重 L、温度荷重 T）について荷重係数の試算を行った。

Turkstra's rule とは、主となる荷重について供用期間中最大値とし、他の荷重は期間中起こりうる任意の値を取る。これらの組合せのうち最大となるもので、組合せ荷重の最大値を近似する手法である。

一方、LC 法とは、短時間発生する複数の荷重の組合せの最大値を確率分布に関する近似算定式、及び同時発生確率の近似式で求める手法である。

これらの手法を用いて主に温度の影響が支配的である構造形式(3 径間連続鋼床版箱桁橋)の橋梁で試算し、死荷重、活荷重、温度の組合せにより橋脚基部の荷重係数を算出した。結果、この構造形式の試算においては Turkstra 則と LC 法に大きな違いはなかった。

表-1 試算結果

書式	$\alpha(D+L+T)$		
	α	γ_L	γ_T
荷重係数 (非超過確率95%の場合)			
算出法	Turkstra	0.725	1.624
	LC	0.762	1.624

D:死荷重 L:活荷重 T:温度荷重 α :組合せ係数
 γ_D :死荷重係数(=1.0) γ_L :活荷重係数 γ_T :温度荷重係数

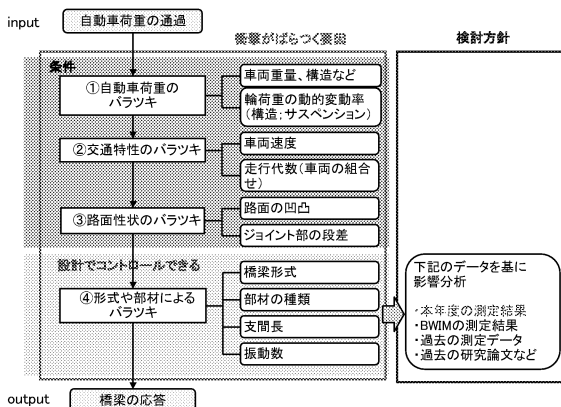


図-3 衝撃係数の検討方針

【研究の成果】

設計に用いる荷重とその組合せに関する検討を実施し、以下の項目が得られた。

- ・ 供用年数を仮定した確率論に基づいた設計活荷重係数を試算した。
- ・ 新形式橋梁における衝撃係数の実態を把握した。
- ・ 活荷重組合せの係数算出方法について整理ができた。

【今後の課題】

今後は、荷重の組合せ係数及び書式の検討を行うとともに、抵抗側との組合せによるキャリブレーション等を実施する予定である。

【成果の活用】

成果は、道路橋示方書の改訂作業に反映する。

コンクリート道路構造物の耐久性に関する試験調査

Study on durability of existing concrete members

(研究期間 平成 18 年度)

道路研究部 道路構造物管理研究室
Road department Bridge and Structures division

室長 玉越 隆史
Head Takashi TAMAKOSHI
主任研究官 七澤 利明
Senior Researcher Toshiaki Nanazawa
研究官 川間 重一
Researcher Shigeichi Kawama
交流研究員 平塚 慶達
Researcher Engineer Yoshisato Hiratsuka

In order to establish repairing or reinforcing methods of concrete members which have serious damages to originate in the alkaline-aggregate reaction(ASR), It is necessary to clarify the load-carrying capacity of the damaged concrete members. This research is loading capacity test which uses the actual structure for establishing the performance evaluation technique of the structure which deteriorates with ASR.

[研究目的及び経緯]

コンクリート構造物の耐久性を低下させる要因として、アルカリシリカ反応（以下「ASR」と略す）や塩害などがある。それらに対し、耐久性の確保のための手法をとりまとめるための、試験調査を実施している。コンクリート部材の耐久性に関する事例のうち、アルカリ骨材反応（以下「ASR」と略す）については損傷事例が各地で多数報告され、なかには内部鉄筋の破断が確認されたものもある（写真-1）。ASRによる損傷は橋梁の耐久性や耐荷力に重大な影響を及ぼすことが懸念され、特に耐荷力等の評価手法及び対策技術の確立は道路管理者にとって緊急の課題である。地上部については、損傷実態を踏まえ調査手法や補修補強の考え方がとりまとめられつつあるが、地中部については、ASRによる劣化状況がまだ明らかとなっていない。しかし、地中部のコンクリート部材の目視調査は、掘削を伴うため容易ではなく、簡易的な調査方法を確立す

ることが求められている。そこで本研究では、効率的な地中部コンクリート部材の ASR 調査手法の確立を目的として調査を実施することとした。

[研究内容]

地上部で ASR 反応が確認できている A 橋の橋脚（T型）を調査対象とした。既往の調査結果では、地上部のコンクリートにおいて、①網目状のクラック、②静弾性係数の基準値に対する低下、③促進膨張試験での膨張性が確認されている。

本研究では、地上部と地中部とで ASR 発生状況を比較するため、ケーソン（地中部）からコアを採取し、コアの目視観察及び一軸圧縮試験、SEM(走査電子顕微鏡)分析を実施した。地中部からのコア採取においては、試掘調査や地表からボーリング調査をする方法等が考えられるが、本研究では、地表からのボーリング調査の適用性の検討として比較のため、ボーリングで採取可能なφ40（小径）と併せてφ100の標準コア採取も実施した。コアの採取位置は図-1の通りである。



写真-1 ASRによる鉄筋破断の例

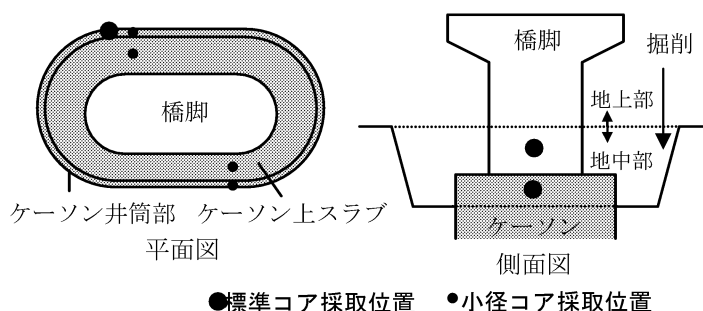


図-1 コア採取位置

[研究成果]

採取したコアをASRで見られる変状との有無を目視により確認した結果を表-1に示す。空隙内の白色析出物や反応環はどのコアからも確認された。一方、骨材内ならびに骨材周囲のクラックについてはコア径を大きくすることで発見しやすくなることが分かった。

表-1 コア側面観察結果

コア採取位置	コア径	白色析出物	骨材内のクラック	骨材周囲のクラック	骨材周囲が濡れている	反応環
ケーソン	井筒部	標準	あり	あり	あり	なし
	小径	あり	なし	なし	なし	あり
	上スラブ	小径	あり	あり	なし	なし
柱	地中部	標準	あり	あり	あり	なし

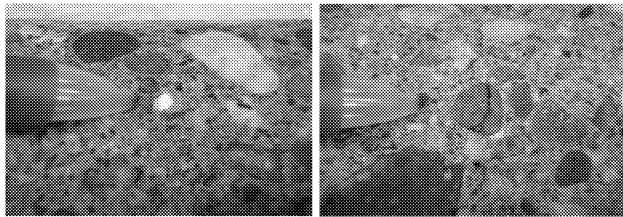


写真-2 コア側面の状況写真例

(左：空隙内の白色析出物、右：骨材内のクラック)

各部位の物性を比較するため、一軸圧縮試験及び静弾性係数試験を実施した結果を表-2に示す。また、図-2に示すように、健全なコンクリートの圧縮強度による弾性係数と比較すると、計測した弾性係数は基準値より大きく低下していることが分かった。これはASRにより劣化したコンクリートにおいて確認されているものと同様の現象である。

表-2 一軸圧縮試験・静弾性係数試験結果

コア採取位置		一軸圧縮強度 (N/mm ²)	静弾性係数 (×10 ⁴ N/mm ²)
地中部	ケーソン井筒部	24.2	13.6
	井筒部	20.2 ^{※1}	7.5 ^{※1}
地上部 ^{※2}	柱部	40.7	8.4
		38.9	8.2
	梁部	33.6	10.4
		24.0	8.8

※1：地下水位以下で採取したコア

※2：既往の調査試験結果

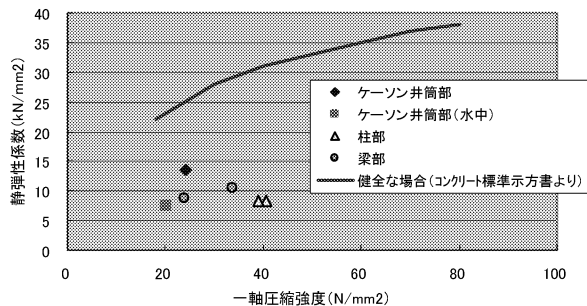


図-2 一軸圧縮強度と静弾性係数の関係

目視観察結果において白色析出物が確認されたコア

に対し、SEM-EDS(エネルギー分散形X線分析装置付き走査電子顕微鏡)分析によりアルカリシリカゲルの確認を行った。SEM画像を写真-3に示す。写真中において、網目模様(左：ゼリー状)や花びら模様(右：ロゼッタ状)が確認でき、典型的なアルカリシリカゲルの形態が確認された。また図-3に示すEDS分析は、Si成分率が高い結果が得られており、SEM画像とEDS分析結果の両者によって、白色析出物がアルカリシリカゲルであることを確認することができた。

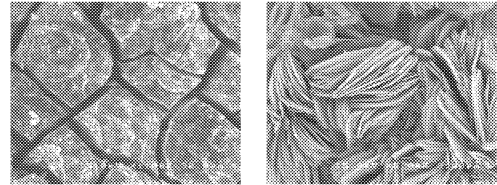


写真-3 白色析出物のSEM画像

(ケーソン上スラブから採取したコア試料)

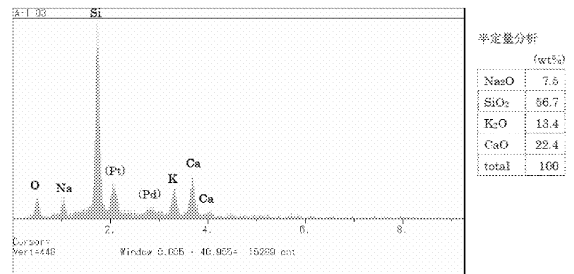


図-3 ゼリー状のゲルでのEDS分析結果

一方、地上部でASRが発生している橋脚の地中部に対してもASRの調査・試験を実施した。その結果、目視観察、一軸圧縮試験・静弾性係数試験、SEM-EDS分析において、地上部のコンクリートと同様にASRで一般によく見られる傾向が確認された。また、コア径が小さくなると確認できる変状に限られる可能性があることがわかった。

[今後の課題]

ボーリングで採取されたコアで、ASRに関する評価はある程度可能であるものの、より高い信頼性が得られる調査要領を確立する必要がある。また、採取したコアだけでは反応が明確に現れない場合も考えられるため、誤判定の危険性もある。従って今後は、調査部位・数量・コア径の設定法、採取されたコアを用いた診断手法、地中部の環境条件とASR発生状況の因果関係について検討を進める必要がある。

[成果の発表]

本研究の成果は、国総研資料としての刊行や、土木学会の投稿論文等にて発表予定である。

[成果の活用]

本研究成果は、各道路管理者にて実施されている既設橋梁の維持管理の参考となるものである。

鋼製道路構造物の耐久性設計に関する試験調査

Study of durability design of steel highway structures

(研究期間 平成 18 年度)

—一定せん断流パネルを用いた鋼製橋脚隅角部の応力算出法—

-The stress computing method of steel beam-to-column connections by the constant shear panel element.-

道路研究部	道路構造物管理研究室	室長	玉越 隆史
Road Department	Bridge and Structures Division	Head	Takashi Tamakoshi
主任研究官	七澤 利明	主任研究官	小林 寛
Senior Researcher	Toshiaki Nanazawa	Senior Researcher	Hiroshi Kobayashi
研究官	石尾 真理	交流研究員	木内 耕治
Researcher	Mari Ishio	Research Engineer	Koji Kiuchi

In this report, the technique that can quantitatively collate fatigue durability in a complicated structure on steel bridges must be established as quickly as possible. Therefore, this study inspected the applicability of the analytical technique by the constant shear panel element, and suggested an analytical fatigue design technique.

[研究目的及び経緯]

近年、鋼製道路橋においては、主桁及び主桁への部材の取付部、鋼製橋脚隅角部（以下、隅角部）などの様々な部位で自動車荷重が原因と考えられる鋼材の疲労損傷の発生が報告されている。現在までの厳しい交通実態を考慮し、平成 13 年 12 月の「橋・高架の道路等に関する技術基準」（以下、道路橋示方書）の改訂には疲労の影響を考慮することが規定され、関連する指針等が整備された。しかし、これらの指針等は、適用範囲が限定される等の課題が残されている。とくに、応力性状が複雑となる部位では具体的な基準がないため、FEM 解析等により詳細な応力性状の把握が行われる一方で、耐荷力設計より発生応力の推定により構造的工夫のみで設計される場合もあり、性能照査レベルに差異が生じる可能性のある状態である。また、FEM 解析は試行錯誤を重ねる設計段階で使用するには非効率で不経済な面があることが課題となっている。

このような状況を踏まえ、設計段階であることと詳細モデルによる解析でも実構造物の厳密な応力の把握には様々な要因から限界があることに着目し、設計段階として発生応力の推定が経済的かつ一定の精度で可能となる解析手法やモデル化の検討を行った。

[研究内容]

1. 研究概要

本研究では、部材が輻輳し通常行われる設計計算によっては応力性状の把握が困難な鋼製橋脚隅角部、ま

た構造解析係数や疲労照査に用いる解析モデルの概念が明確でないアーチ橋を対象に解析手法やモデル化の構築方法について検討を行った。

2. 隅角部における一定せん断流パネル解析の検証

隅角部では、過年度までに具体的な解析手法として、一定せん断流パネル解析の提案を行い、本手法が比較的簡素なモデル化で FEM 解析と同等の精度で隅角部の応力性状の把握が可能であることを試算検討により確認しまとめた¹⁾。本年度は、前述した成果をもとに実構造物における応力計測結果等と相対的な比較により、一定せん断流パネル解析の適用性の検証を行った。検証対象とした鋼製橋脚隅角部は、一般的な矩形柱及び円柱断面の隅角部や上部構造と剛結合された隅角部、当板を設置された隅角部とした。ここでは、その検証の一部として、矩形柱の隅角部（図-1 参照）について、図-2 に示す一定せん断流パネル解析モデル図で検証した結果を示す。図-3 にはフランジにおける軸方向応力分布図を示す。動的計測等の結果より、フランジ縁端部にはせん断遅れの影響による応力集中が生じている。一定せん断流パネル解析結果は、応力計測との载荷条件の違い等により発生応力の大きさの違いはあるが、応力集中を含めて全体的な応力性状を併せて表記した FEM 解析と同程度の精度で算出している。なお、公称応力や設計応力と乖離があることも分かる。したがって、モデル化の難易や解析精度を考えると、一定せん断流パネル解析が十分に有効な解析手法であると考えられる。

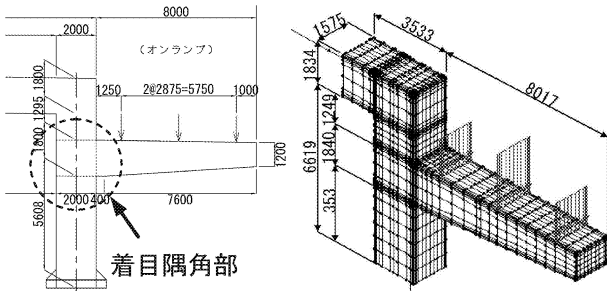


図-1 対象橋脚

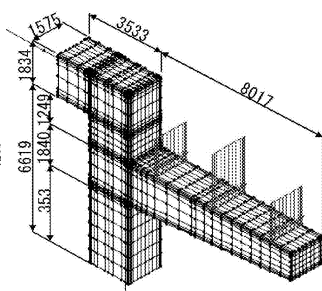


図-2 一定せん断流パネル解析モデル図

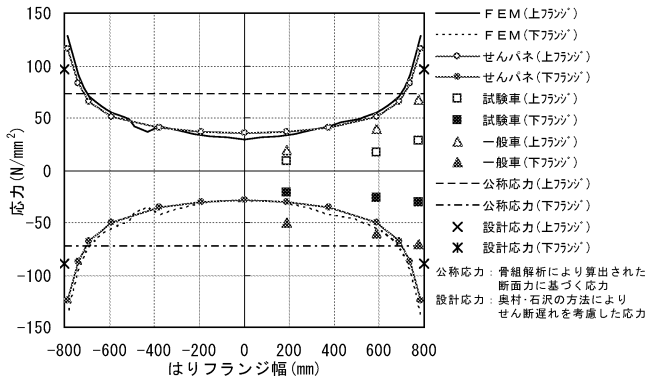


図-3 はりフランジ軸応力分布比較図

3. 鋼アーチ橋における解析手法の検討

アーチ橋の耐力設計では、一般的に主部材をモデル化し、設計上の安全性等の観点から様々な条件を仮定して骨組解析により行われる場合が多いが、疲労設計では必ずしも安全側の配慮となるとは限らない。過年度ではモデル化の相違が及ぼす影響を骨組解析による試算し、床版や支柱の結合条件が格点部の応力に大きく影響することが確認された。そのため本年度では、実橋を対象に格点部の応力性状の把握を目的に応力計測を行い、実発生応力との整合性が高いとされる FEM 解析により再現性の検討を行った。図-4 にガセット部の応力変動図を示すように、床版や格点部を適切にモデル化することで実発生応力を精度良く再現できていると思われる。一方で図-5 に FEM 解析による格点部の変形図及び最大応力図を示すが、フランジの面外変形により局部的な応力集中が発生しており、この局部的な性状を設計段階として合理的に把握できる解析手法も必要と考えられる。そこで、格点部を対象に応力に基づく疲労耐久性照査を行える計算応力の算出手法として、隅角部に用いた一定せん断流パネル解析を応用して検討を行った。解析モデルは、隅角部を参考に図-6 に示すようにモデル化を行った。図-7 にアーチリブ側のガセット部の最大応力時の軸応力分布図を示す。一定せん断流パネル解析は、ガセット縁部に生じる局部的な応力集中も含めて FEM 解析と同等の精度で全体的な応力性状を算出しているが、併せて表

記した骨組解析ではガセット縁部に乖離が見られる。したがって、応力による疲労耐久性照査を行うため計算応力の算出には、各部材の適切なモデル化や格点部に生じる局部的な応力を適切に算出できる解析手法が必要と考えられる。

[今後の課題]

応力度による疲労耐久性照査法の構築にあたっては、算出される応力評価方法や疲労設計荷重の検討等が今後の課題と考えられる。

[成果の発表]

研究成果は、国総研資料等で発表の予定である。

[成果の活用]

国総研資料は、各地整、自治体等に配布され、設計実務の参考資料として活用される。

[参考資料]

- 1) 玉越隆史, 中洲啓太, 石尾真理, 木内耕治: 道路橋の鋼製橋脚隅角部の疲労設計法に関する研究, 国土技術政策総合研究所資料, 第 296 号, 2006.1

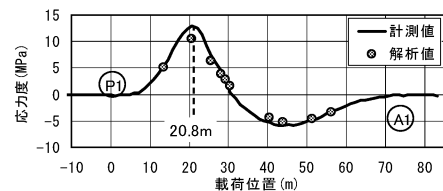


図-4 応力変動図(ガセット部)

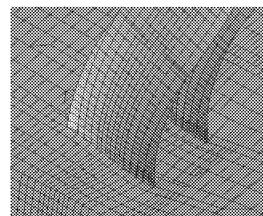


図-5 格点部変形図

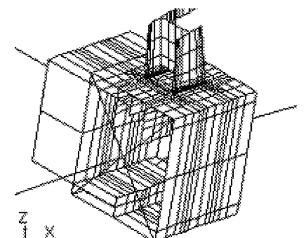


図-6 一定せん断流パネル解析モデル図

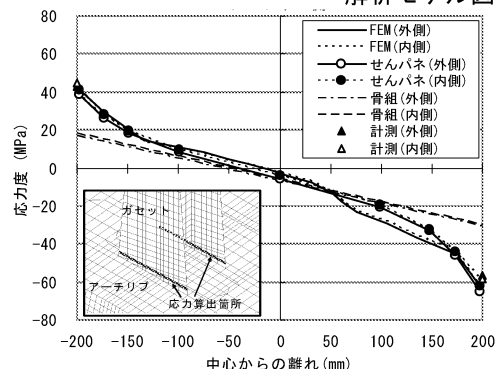


図-7 ガセット軸応力分布図

PC 道路橋の健全度評価に関する試験調査

Study of soundness performance evaluations of PC bridges

(研究期間 平成 18~20 年度)

道路研究部 道路構造物管理研究室
Road Department
Bridge and Structures Division

室長	玉越 隆史
Head	Takashi Tamakoshi
主任研究官	小林 寛
Senior Researcher	Hiroshi Kobayashi
主任研究官	武田 達也
Researcher	Tatsuya Takeda
交流研究員	古賀 友一郎
Research Engineer	Yuuichirou Koga

In order to systematically maintain road structures, it is important to appropriately clarify the soundness of structures. However it is not established method of inspecting items with the performance of prestressed concrete (PC) members. This measure was a basic survey of inspecting methods, which was performed by specifying prestressing for soundness evaluations of PC road bridges.

[研究目的及び経緯]

現在コンクリート構造物の健全性評価を行うための非破壊検査技術が盛んに開発されており、コンクリートのかぶり厚さ、配筋の状況、強度、等の計測が行える状況になりつつある。

PC 構造物においては、これら RC 構造物としての健全性評価項目以外に、プレストレスが健全性に大きな影響を与えており、ひび割れを生じている構造物(写真1)や火災等により損傷を受けた構造物(写真2)のように、何らかの要因で損傷を受けた PC 構造物において、健全度を評価するためには、プレストレス導入度の評価は欠かせない要素である。現在でもプレストレス導入度(PC 鋼材の破断を含め)を測定出来る技術がいくつか有るものの、構造物に対する多少の破壊をとまなうことや、精度についてはまだ実用段階とは言えない状況である。



写真1 ひび割れを生じている橋梁

そこで、本調査では、PC 道路橋の健全度を評価するためには必要不可欠なプレストレス導入度を、簡易に把握できる手法を開発する事を目的として、プレスト



写真2 火災により損傷を受けた橋梁

レス導入度の違いに着目した載荷試験および非破壊計測技術の検証を行った。

[研究内容]

PC 構造物の健全性評価を行うにあたり、特に RC 構造物と異なるプレストレスに特化し、プレストレス導入度が低下することで変化する事象に着目して、PC 梁供試体を使った曲げ載荷試験の破壊過程において生じる事象の観察を行った。とくに今までの梁破壊試験と異なるのは、同一断面積の PC 鋼材を設置しプレストレス度入量を変化させることと、破壊過程の詳細について検討を行う点である。

また現在使われている非破壊検査技術を用い、プレストレスの違いが計測値に反映される事象があるのか実際に先の梁供試体を使った計測を行い評価を試みた。

1) 供試体

供試体は $H \times W \times L = 0.5 \times 0.2 \times 7.6\text{m}$ の大きさで、PC 鋼材断面積は同一(1S17.8)とし、プレストレス導入度のみ100%,50%,10% (鋼材応力にして1110,555,110

N/mm²) に変化させた3体を作製し、プレストレス

導入度以外、配筋量等全て同一条件とした。

測定項目は主鉄筋、スターラップ、コンクリート表面のひずみ値を、ひずみゲージ、光ファイバーで計測し、変位計によりたみの計測を行った。

2) 荷重載荷試験

写真3に示す試験機において荷重載荷を行った。

終局状態までの荷重変位曲線を図1に、終局時のひび割れ状況を図2に示す。終局耐力は道示に示す仮定に基づき算出した値と大きな差はなく、プレストレス導

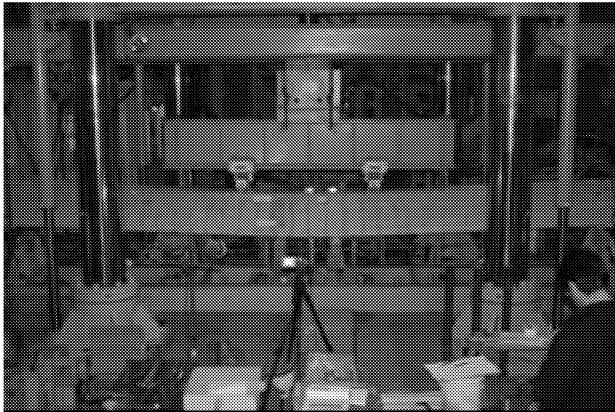


写真3 プレストレス 100%供試体載荷状況

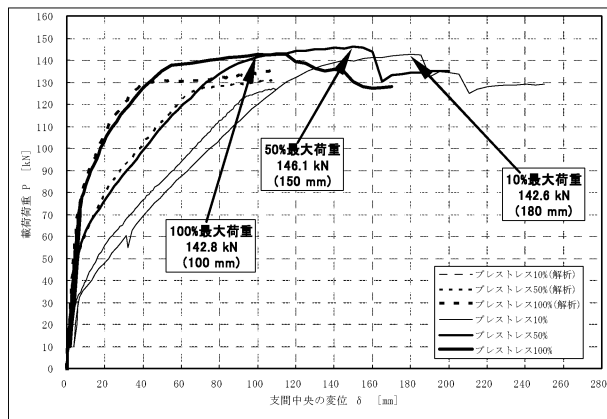


図1 プレストレス度の違いと荷重変位関係

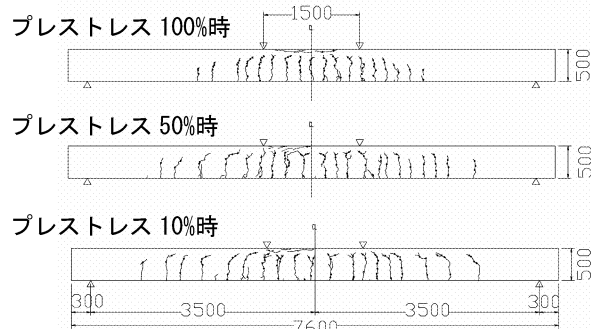


図2 終局時ひび割れ状況図

入度に関係なく3供試体ともほぼ同じ耐荷力を示したが、その荷重変位関係は図1に示す様に大きく違ったものとなった。

ひび割れの発生状況は、プレストレス導入度の高い供試体が狭い範囲に集中し、ひび割れ間隔が小さいのに対して、プレストレス導入度が低下するに従って、ひび割れの生じる範囲が広がり、その間隔も大きくなる傾向を示した。ひび割れの本数は、3供試体ともほぼ同数の20本であった。

3) 非破壊検査

衝撃弾性波および、超音波測定を使い様々な部位において計測を行った。今回特にプレストレス導入度ともなって有意な差異が現れたのは、衝撃弾性波によるPC鋼材定着部で送受信(図3参照)した応答スペクトル図4で、プレストレス導入度が高い物から順に卓越する応答スペクトルの周波数が高く、プレストレス導入度の低下にともない、卓越応答スペクトルの周波数も低くなり、その再現性も高かった。

[今後の課題]

今回の実験でプレストレス導入度が低下することで、構造物の挙動や応答がどう変わるのかが確認された。

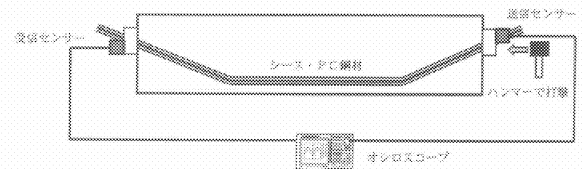


図3 衝撃弾性波測定 模式

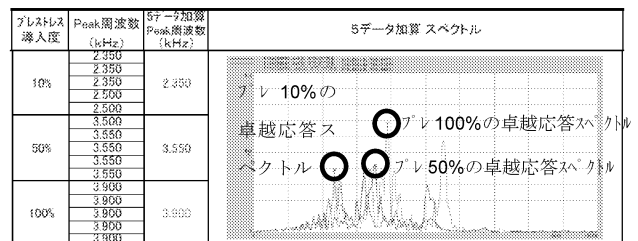


図4 衝撃弾性波による応答スペクトル

今後はこれら膨大なデータを詳細に分析することで供用下のPC構造物の健全度評価の可能性について検討する。また、使用荷重レベルで、実構造物においてどのように検知および計測する事が出来るのか、さらにそれらからプレストレス導入度をどう評価するのかといった観点から研究を進める必要がある。

[成果の発表]

成果の発表については、国総研資料及び各種論文等で発表の予定である。

[成果の活用]

PC構造物の健全性評価技術開発の基礎的な資料とする。

大型車通行に起因する道路構造物の振動評価に関する試験調査

Experimental study of the evaluation of vibration of road structures by heavy vehicles
(研究期間 平成18年度)

道路研究部 道路構造物管理研究室
Road department Bridge and Structures division

室長 玉越 隆史
Head Takashi TAMAKOSHI
主任研究官 市川 明広
Senior Researcher Akihiro ICHIKAWA
主任研究官 小林 寛
Senior Researcher Hiroshi KOBAYASHI
研究官 石尾 真理
Researcher Marie ISHIO

This research measured traffic vibration to evaluate traffic vibration at the bridge design stage, and analyzed the vibration propagation tendency of road bridges and ground.

[研究目的及び経緯]

平成17年度振動規制法施行状況調査によると道路交通振動による苦情件数は年間316件程度あり、様々な研究及び対策が行われている。しかしながら、交通振動問題は、発振源（構造種別、路面凹凸）や伝搬経路（地盤）及び受振点（家屋種別）が複雑に絡んでいるため、既設道路橋の対策には限界がある。したがって今後、建設されていく道路橋に関しては、設計段階から検討することが必要となっている。

平成18年度は、橋梁設計時の交通振動評価を行う際、考慮すべき項目、現象を抽出することを目的に、実橋を用いた走行車両による交通振動測定を実施し、構造物・地盤特性とその振動伝搬傾向の分析を行った。

[研究内容及び研究成果]

1. 調査概要

供用直前の橋梁を用いて橋梁及び地盤の振動測定を実施した。測定した振動測定箇所を表-1、図-1に示す。測定は、周辺の交通量が少なくなる夜間において実施し、入力荷重条件を明確にするために試験車による走行を行った。測定箇所は、桁中央及び橋脚下端、地盤上に振動計を配置した。測定位置を図-2～3に示す。

表-1 振動測定箇所の諸元

	P3付近	P7付近	P11付近
上部構造	5径間連続 PC中空床板橋 (P3~P4; 支間長30.11m)	3径間連続 鋼床版箱桁ラーメン橋 (P6~P7; 支間長42.0m)	4径間連続 鋼床版箱桁ラーメン橋 (P10~P11; 支間長51.35m)
支承形式	反力分散支承	剛結	剛結
下部構造	RC橋脚	鋼製橋脚	鋼製橋脚
基礎構造	場所打ち杭	オープンケーソン	オープンケーソン
地盤種別	I種地盤	I種地盤	II種地盤
地盤の卓越振動数	-	3.5Hz~4.0Hz	約1.8Hz

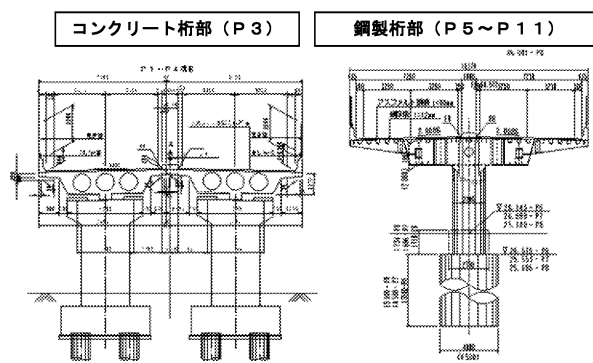


図-1 下部工緒元

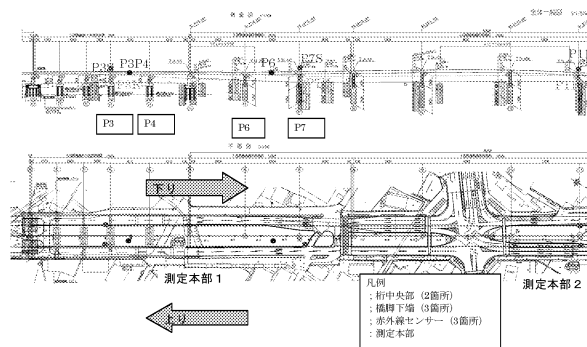


図-2 測定位置(橋梁側)

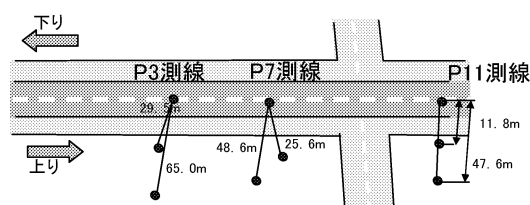


図-3 測定位置(地盤側)

2. 測定結果

(1) 橋梁諸元に関する検討

図-4 に橋梁の条件と橋脚下端の振動レベルとの関係を示す。P3 は、P7、P11 と比較して振動レベルが小さい傾向にある。これは、P3 橋脚、桁がコンクリート材料であることに対して、P7 及び P11 は橋脚、桁ともに構成部材であるからと考えられる。また、支間長は橋梁の固有振動数と関係があるため、支間長の違いが振動レベルに影響を及ぼしている可能性もある。

したがって、橋梁の材料や支間長が振動レベルを予測する上で重要なパラメータであると考えられる。

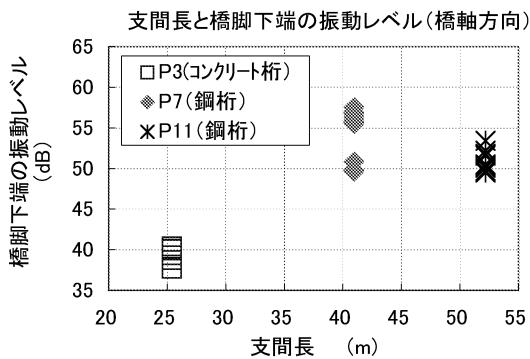


図-4(1) 橋梁諸元と橋脚下端の振動レベルの関係(橋軸方向)

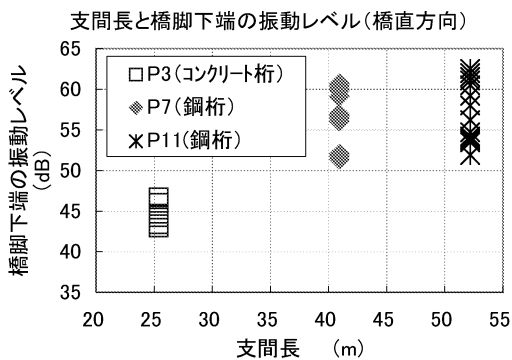


図-4(2) 橋梁諸元と橋脚下端の振動レベルの関係(橋直方向)

(2) 地盤種別の違い

地盤種別ごとに3方向成分の振動レベルをプロットした結果を図-5 に示す。II種地盤であるK橋P11測線は、I種地盤であるK橋P7及びK橋P3測線と比較して距離減衰の傾きが大きい傾向にある。これは、K橋P11測線の方が軟弱であるため、振動が早く減衰したものと考えられる。このことは地盤種別により距離減衰特性が区別できる可能性があることを示唆している。

一方、K橋P3測線とK橋P7測線はどちらもI種地盤であるが、減衰レベルの絶対値はK橋P3測線の方が小さくなっている。K橋P3及びK橋P7地盤の卓越振動数は3.5~4Hzであるのに対して、K橋P3橋脚下端

の卓越振動数も3.5~4Hzと共振する振動数帯であるのに対して、K橋P7橋脚下端の卓越振動数は3.8~4.6Hzと若干共振をはずれる振動帯域にあった。

また、A橋P16測線のように、地盤条件によっては距離により低減しない場合も見受けられ、一様に評価できないことが確認された。

したがって、今後は、地盤条件等を詳細に分析し、振動の伝搬特性について考察する予定である。

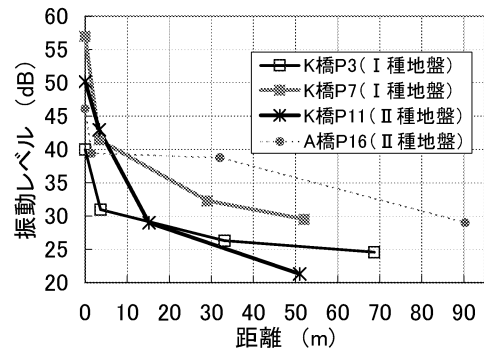


図-5(1) 地盤の振動レベルの距離減衰(橋軸方向)

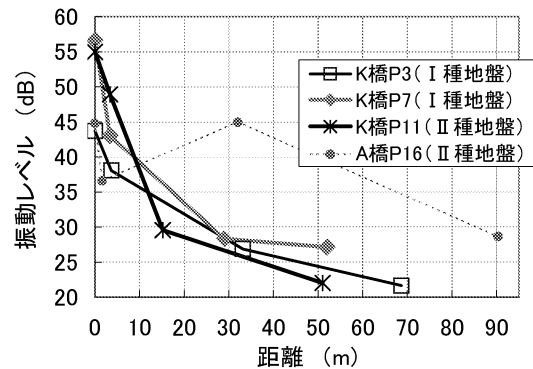


図-5(2) 地盤の振動レベルの距離減衰(橋直方向)

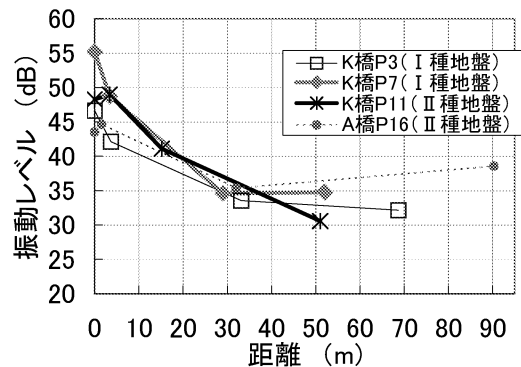


図-5(3) 地盤の振動レベルの距離減衰(鉛直方向)

【成果の活用】

成果は、振動設計便覧などといった道路橋設計にあたっての参考資料へ反映する。

効果的な耐震補強に関する検討

Study of effective earthquake reinforcement

(研究期間 平成 18 年度)

道路研究部 道路構造物管理研究室
Road department Bridge and Structures division

室長	玉越 隆史
Head	Takashi TAMAKOSHI
主任研究官	小林 寛
Senior Researcher	Hiroshi Kobayashi
研究官	川間 重一
Researcher	Shigeichi Kawama
交流研究員	平塚 慶達
Researcher Engineer	Yoshisato Hiratsuka

in this report, proposed a revised type of anchor bars that do not disturb existing re-bars and confirmed that they provide strength against design load by examining models for existing re-bars in the substructure.

[研究目的及び経緯]

道路橋示方書では、地震時におけるフェイルセーフ機構として落橋防止システムに関する規定を設けており、全国の橋梁において落橋防止構造が設置されてきた。既設橋脚へ落橋防止構造を設置する場合、アンカーボルトを定着させるために削孔を行う。施工に先立って内部鉄筋を探查するものの、機械の特性からかぶりが薄い1層目にある鉄筋しか把握することができない。そのため、アンカーボルトの定着長を満足させるときに、かぶりが大きい2層目より深い位置の鉄筋と干渉するおそれがある。このため、本研究では落橋防止構造にせん断力のみを作用させる構造とすることで、アンカーボルトの定着長を、表面から鉄筋を探查できる浅い範囲に押さえることが可能か検討し、新しい落橋防止構造を提案することとした。



写真-1 落橋防止構造

[研究内容]

本研究では、図-1に示すような鋼製ブラケットを取り付けた落橋防止構造を対象とした。図にはブラケット上面に作用する荷重とアンカーボルトに作用する引

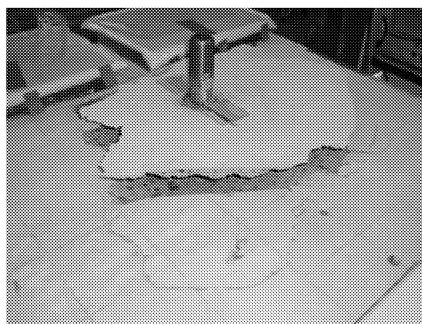


写真-2 要素試験破壊状況例 (CASE1)

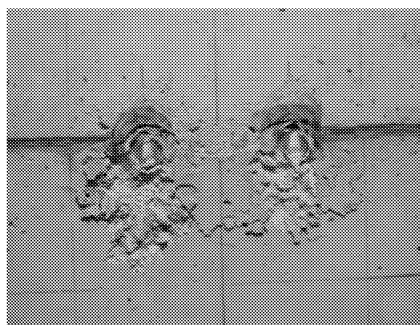


写真-3 要素試験破壊状況例 (CASE6)

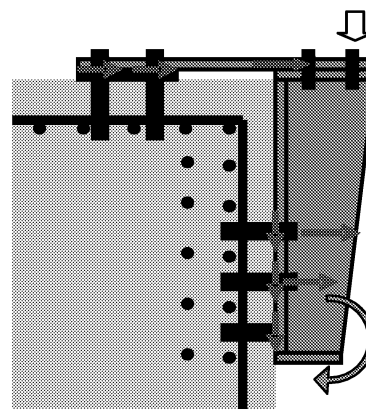


図-2 提案する落橋防止構造

抜き力を示している。アンカーボルトは、水平方向の矢印で示すような引抜き力に抵抗させるため、鉄筋探査の限界を超えた15Dの深さまで定着させる必要があるため、既設鉄筋へ干渉するおそれがある。

そこで、本研究では、鉄筋探査の可能な深さを考慮し、図-2に示すように、アンカーボルトの定着長を短くした落橋防止構造について、その耐荷力を実験的に検証することとした。落橋防止構造の載荷試験（以下「実構造試験」と略す）に先だって、アンカーボルトを1本または2本をコンクリートに定着させた試験

（以下「要素試験」と略す）を実施し、アンカーボルトに作用すると思われる軸力、あるいはせん断力を評価した。次に実構造試験をモデル化したFEM解析も併せて実施し、実構造試験においても、同様の性状が得られるか確認するとともに、各計測機器の位置に配慮した。さらに実物大の実構造試験を実施し、提案する設計手法により算出する耐力を上回ることを確認した。

【研究成果】

（1）要素試験

要素試験で用いた供試体の諸元および試験結果を表-1に示す。また、写真-2に引抜き試験の破壊状況、写真-3にせん断試験の破壊状況の一例をそれぞれ示す。実構造試験においては、鋼製ブラケットを固定している各アンカーボルトの挙動と要素試験結果を比較し、アンカーボルトの荷重の分担を確認することとした。試験の結果、短いアンカーボルトでもせん断に対しては、設計せん断耐力（例えばCASE3は109.2kN）よりも抵抗力があった。引き抜きに対しては、水平施工をした場合、設計耐力を下回ることが確認された。一方、せん断耐力の場合は施工方向に影響されることは特に確認されなかった。

表-1 要素試験供試体の諸元と試験結果

名称	試験種類	アンカーボルト			最大荷重 (kN)
		径 (mm)	間隔 (mm)	施工方向	
CASE1	引抜き	25	—	鉛直	55.5
CASE2		38	—	鉛直	114.6
CASE2'		38	—	水平	60.4
CASE3	せん断	25	—	鉛直	133.1
CASE3'		25	—	鉛直	120.3
CASE4		25	縦 100	鉛直	261.0
CASE5		25	縦 200	鉛直	253.4
CASE6		25	横 100	鉛直	270.6
CASE7		25	横 200	鉛直	263.0
CASE8		38	—	鉛直	265.6
CASE8'		38	—	水平	280.7

※定着長は全て150mm、充填剤はエポキシ樹脂を使用

（2）実構造試験

実構造試験では、各アンカーボルトの挙動と供試体の破壊性状を確認することとした。上部からの設計荷重は600kNであったが、実構造試験の結果、供試体-1は2,060kNで破壊に至り、供試体-2は2,100kNで試験を終了した。これより、アンカーボルトが短くても、設計で算出した耐力以上を有することが確認された。また、個々のアンカーボルトが負担する引抜き力およびせん断力は、各載荷荷重段階で鋼製ブラケットの中央および端部で差が確認された。

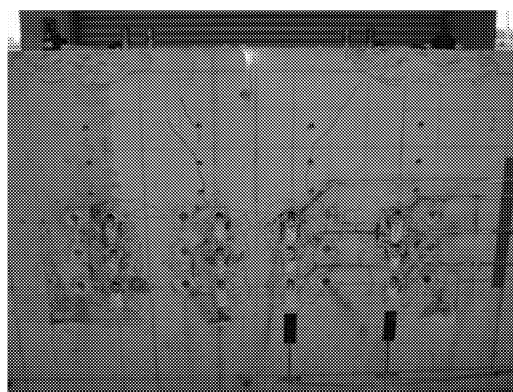


写真-4 実構造供試体の破壊状況

【今後の課題】

要素試験および実構造試験の結果を踏まえ、アンカーボルトに引張力が作用しない落橋防止構造について、設計手法の提案を行う。

【成果の発表】

本研究の成果は、国総研資料としての刊行や、土木学会の投稿論文にて発表予定である。

【成果の活用】

本研究成果は、各道路管理者にて設計されている既設橋梁の耐震補強設計の参考となるものである。

鋼橋の部分塗装補修に関する検討

Study on the partial repainting of steel bridges

(研究期間 平成 18 年度)

—鋼橋の桁端部における部分的な塗装方法に関する調査・検討—

—Research on the partial paint method in the beam end of steel bridges—

道路研究部 道路構造物管理研究室

Road Department

Bridge and Structures Division

研究官 川間 重一

Researcher Shigeichi KAWAMA

室長

Head

主任研究官

Senior Researcher

研究官

Researcher

玉越 隆史

Takashi TAMAKOSHI

市川 明広

Akihiro ICHIKAWA

武田 達也

Tatsuya TAKEDA

Paint film deterioration is localized at narrow parts such as the girder ends. By repainting them partially, it is expected to prolong repainting cycle of the whole bridge and to reduce bridge maintenance cost. This research was an experimental study for the partial repainting specification. As a result, the useful method was suggested in surface preparations and in repainting.

[研究目的及び経緯]

近年、膨大になった橋梁のストックを効率よく管理し維持管理費用を低減することが大きな課題となっている。鋼橋の場合その多くが塗装による防食方法を実施しており、塗装の塗り替え費用の抑制が鋼橋全体の維持管理費用の抑制につながると考えられている。

今回実施した方法は、橋梁全体の塗り替えではなく、塗膜劣化の著しい箇所のみを部分的に塗り替えることで、全体の塗り替えサイクルを長期化し、橋梁の維持費用を縮減する効果が期待されている。

鋼橋における塗膜の劣化は、桁端部等の狭隘部において集中して発生している。しかし、これまでの基準類においては、狭隘部における素地調整、塗装に関しての規定や手法は明記されておらず、一般部同様の手法で実施されていたため、狭隘部では十分な塗替効果が発揮されていない等の懸念が生じてい

た。

そこで、狭隘部における部分的な塗替塗装仕様を検討するために、橋梁の中でもっとも狭隘部となる桁端部を対象に実験を行った。

[研究内容と成果]

本研究では、橋梁の桁端部の塗替塗装を実施するにあたっての、素地調整方法、塗装方法について、実際の撤去橋梁の桁を用い、橋梁の桁端部を再現した試験体を作成し実験を実施した。

試験体は図-1 のとおり主桁間隔を 2000 mm、パラペットと端対傾構の間を 300 mm として下フランジの高さについては、170 mm と 270 mm の 2 段階とした。本試験体の狭隘部になる部分としては、端対傾構の裏側、下フランジ下面、対傾構等の取り付けガセット周辺と一般的な桁端部の狭隘部と同等であり、これらを試験の着目部位とした。

①素地調整方法の検討

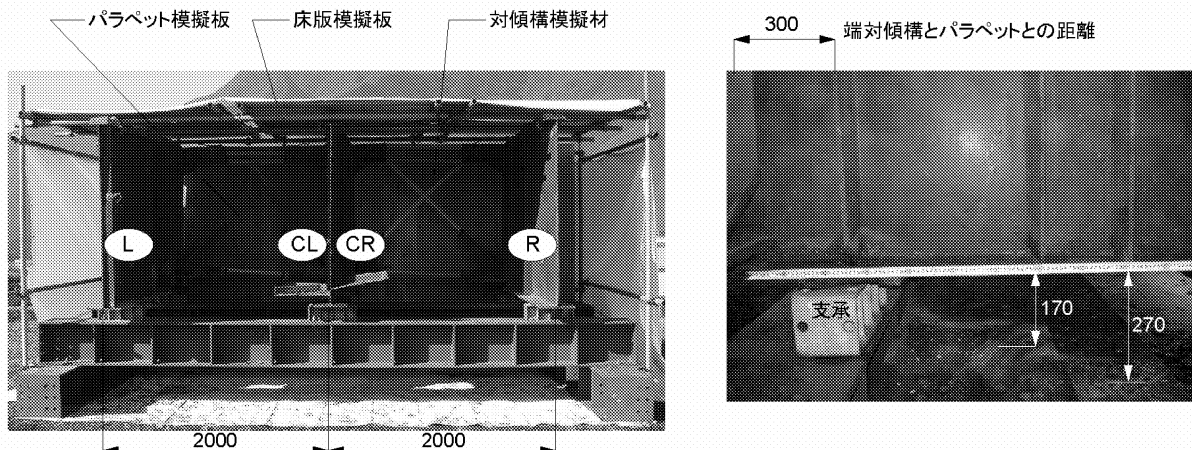


図-1 試験体状況

素地調整の方法については、図-1 の試験体の狭隘部において工法の異なる素地調整を実施し、作業効率と調整不良箇所との程度により素地調整方法を評価した。素地調整の比較工法としては、機械工具（手工具）、とオープンブラスト及びバキュームブラストをそれぞれ単独及び併用を取り上げた。

・機械工具のみ

機械工具では、ジェットタガネ、ロータリーグラインダなどの複数の工具を使用することにより狭隘部のさびや汚れを除去することができ、適切な素地調整が可能であった。しかし工具が入らない対傾構の下フランジ下面などについてはさびや汚れが残存し、適切な素地調整は困難であることが確認された(図-2 参照)。また、機械工具の場合は他の工法と比較して、手作業が主であることから作業効率に劣ることが明らかとなった。

・オープンブラスト

オープンブラストでは、機械工具と異なり手の入らない箇所でもノズルを向けることができれば、適切な素地調整が概ね可能であることが明らかとなった。ただし、作業員の目視が困難な箇所では、対象を確認しながらの作業が行えず、作業終了後に素地の確認を細目に行わなければならない効率の悪さや、ボルト頭部等ブラスト方向の影になる箇所では研削材が届かないため、さびや汚れが残存し、適切な素地調整が困難であることが明らかとなった(図-4 参照)。

・バキュームブラスト

バキュームブラストは、ブラストノズルのカップをブラスト面に密着する必要があるが、狭隘部では、カ

ップが入らない、ボルト等により密着できないことにより狭隘部の素地調整には不向きであることが確認された。

・オープンブラストと機械工具の併用

オープンブラストと機械工具を併用することにより、上記オープンブラスト単独による作業では困難であったブラスト方向の影になる箇所も機械工具によって補完することができ、狭隘部のほぼ全箇所において適切な素地調整が行えることが明らかとなった。

以上より、狭隘部の適切な素地調整を実施するためには、オープンブラストと機械工具を併用する方法が確実かつ効率的であることが明らかになった。

②塗装方法の検討

塗装方法については、素地調整同様図-1 の試験体を用いて、有機ジンクリッチペイントをスプレーとはけの2種類及びそれらを併用した合計3種類の方法で実施し検討を行った。

塗装についても、広範囲及び手の入らない狭隘部に効果的であるスプレーと、ガセット等複雑な構造部に確実に塗布することが出来るはけを併用することで適切な塗装が行えることが分かった。

[成果の発表]

本研究の成果は、国土技術政策総合研究所及び各種論文等で発表の予定である。

[成果の活用]

ここでの成果は、鋼道路橋の部分的な塗替塗装を対象とした部分塗装要領(案)を作成するための基礎的資料となる。



図-2 機械工具による施工後(ガセット裏)

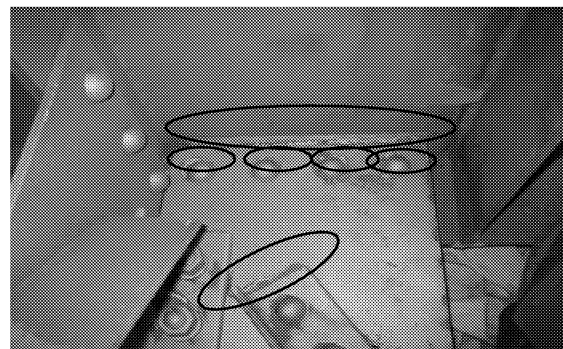


図-4 ブラストの素地調整困難部



図-3 ブラストによる素地調整状況



図-5 狭隘部の塗装状況

橋梁安全点検マニュアル作成

Preparing the bridge safety inspection manual

(研究期間 平成 18 年度)

道路研究部 道路構造物管理研究室

Road department Bridge and Structures division

主任研究官 小林 寛

Senior Researcher Hiroshi KOBAYASHI

研究官 武田 達也

Researcher Tatsuya TAKEDA

室長

Head

研究官

Researcher

交流研究員

Research Engineer

玉越 隆史

Takashi TAMAKOSHI

川間 重一

Shigeichi KAWAMA

平塚 慶達

Yoshisato HIRATSUKA

In this report, results of analysis of road bridge deterioration tendencies were summarized and proposals for methods of obtaining basic information about the soundness of road bridges were organized based on the Survey Guideline (Draft).

[研究目的及び経緯]

国土交通省では昭和 63 年に橋梁点検要領(案)を定め、損傷の種類や状態、またその損傷ランクなど維持管理上必要な情報が記録、収集されてきている。さらに平成 16 年に橋梁定期点検要領(案)を定め、概ね 5 年毎に行う近接点検によって橋の状態に関する基礎的情報を得る体制となった。点検にはその他にも異常時の点検や特定の事象に着目した特定点検、日常点検などがあり、維持管理ではそれらの情報を活用して変状の発見、監視および補修補強等の措置を行う体制となっている。一方、地方自治体等が管理する国道や地方道では、必ずしも定期的な点検が十分に行われていない場合もあり、管理する道路橋の健全度を評価するために必要な基礎的な情報すら得られていない場合がある。

我が国の道路橋は 1960 年代～1970 年代の高度経済成長期以降に大量に建設されており、これらの膨大な資産を限られた予算と人員で合理的に維持管理し、道路ネットワークの機能を将来にわたって確保していくためには、着実に高齢化していくこれらの橋梁の健全性などの状態について把握し、補修や補強等の対策を実施することが求められている。

こうした状況をふまえ、18 年度は、道路橋の劣化傾向等に関する分析結果をとりまとめるとともに、できるだけ少ないデータで信頼性の高い調査を提案することを目的に、道路橋の健全度に関する基礎的情報を得るための手法をとりまとめた。

[研究内容と成果]

(1)道路橋損傷データの統計的分析

道路橋の損傷の発生頻度や損傷が橋梁に及ぼす影響は、部材や部位によって大きく異なる。代表的な損傷

について劣化がどのように進行するのか、損傷の種類、損傷の発生位置、損傷進行の程度等について損傷傾向を分析し、橋梁全体の状態を代表できるデータの抽出方法を検討した。

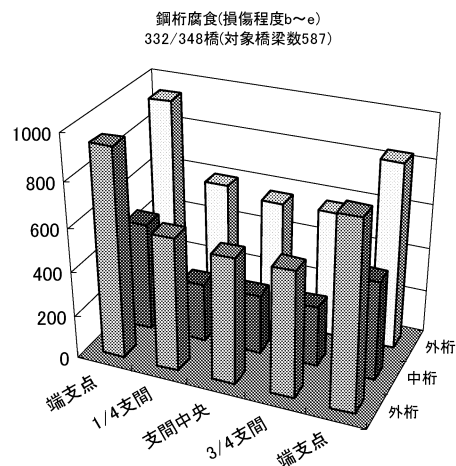


図 1 損傷データの分析例

調査項目の合理化に当たっては、直轄管理の道路橋に関する既存の定期点検の結果から、損傷のデータ数が多く、損傷頻度の高い部位を特定できると考えられる損傷について、損傷の度合いを b(軽度):1 点～e(重度):4 点と数値化して、損傷を分析した。図 1 に損傷データの分析例を示す。図は X、Y 平面に橋梁の平面区分における位置を視覚的に示し、縦軸(Z 軸)に損傷点数(分析対象橋梁で合計した点数)を示している。

既往の点検結果を分析した結果、従来から経験的に損傷が出やすいと考えられていた位置で、損傷発生率が高いなど特徴的な損傷パターンが設定できるものがあることが実証できた。このような分析結果を活用す

ると、全ての部材・部位で詳細なデータを取得できない場合でも、桁端部の損傷データを当該桁の代表値として評価すれば、少ないデータで効率的にかつある程度の信頼性で橋梁の概略の状態が把握できると考えられる。

(2) 道路橋の健全度に関する基礎調査要領(案)(仮称)の作成

本調査では、道路橋の性能の中でも特に重要であると考えられる安全性に関する項目に特化した調査手法に関する検討を行い、橋梁の安全点検マニュアルとして「道路橋の健全度に関する基礎調査要領(案)(仮称)」の原案を作成した。

表1 各目視調査の項目と評価方法

損傷の種類	評価方法	調査箇所	目視	計測	備考
腐食	a~e	桁端部		○	
亀裂	有・無	桁端部		○	
ボルトの脱落	有・無	全体	○		
破断	有・無	全体	○		
ひびわれ・漏水・遊離石灰	a~e	全体		○	
鉄筋露出	有・無	全体		○	
抜け落ち	有・無	全体	○		
床版ひびわれ	a~e	桁端部※		○	
PC定着部の異常	有・無	全体		○	
路面の凹凸	有・無	全体	○		
支承の機能障害	有・無	全体		○	
下部工の変状	有・無	全体	○		沈下・移動・傾斜・洗掘

※ 足場等の設置をせずに、橋台・橋脚等から近接して確認できる範囲。端部2パネル程度確認することが望ましい。

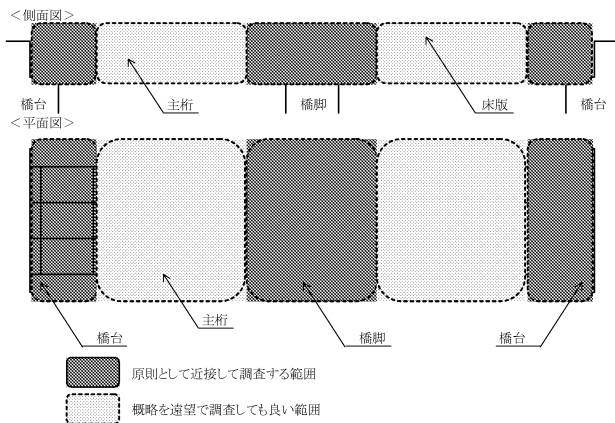


図2 近接して調査する範囲(鋼橋)

調査方法については

- ① 目視によることを基本とする。
- ② 桁端部や支承部およびその近傍の部材は、直近の橋台や橋脚からできるだけ近接して調査する。
- ③ 近接が著しく困難な調査箇所は、遠望目視と周辺の部材等の状況から推定する。

こととした。

各目視調査の項目と評価方法、調査箇所を表1に示す。また図2には鋼橋の近接して調査する範囲を、図3に橋梁定期点検要領(案)と道路橋の健全度に関する基礎調査要領(案)との調査項目・内容の比較を示す。

H16 直轄要領		本要領(案)		
鋼部材の損傷	腐食	桁端部 中間部	腐食	桁端部
	亀裂	桁端部 中間部	亀裂	桁端部
	ゆるみ・脱落		ゆるみ・脱落	
	破断	桁端部 中間部	破断	桁端部
	防食機能の劣化			
コンクリート部材の損傷	ひびわれ		ひびわれ	
	剥離・鉄筋露出		剥離・鉄筋露出	
	漏水・遊離石灰		漏水・遊離石灰	
	抜け落ち		抜け落ち	
	コンクリート補強材の損傷			
	床版ひびわれ	端部2パネル 中間部	床版ひびわれ	端部2パネル
うき				
その他	遊間の異常			
	路面の凹凸	伸縮継手部 その他	路面の凹凸	伸縮継手部 その他
	舗装の異常			
	支承の機能障害		支承の機能障害	
共通の損傷	その他			
	定着部の異常		定着部の異常	
	変色・劣化			
	漏水・滞水			
	異常な音・振動			
	異常なたわみ			
	変形・欠損			
土砂詰り				
損傷	沈下・移動・傾斜	下部工 支点	沈下・移動・傾斜	下部工 支点
	洗掘		洗掘	

図3 橋梁定期点検要領(案)と道路橋の健全度に関する基礎調査要領(案)との調査項目・内容の比較

以上を用いて、橋梁定期点検要領(案)と調査要領の点検費用を試算した結果、約35~70%程度のコスト削減が可能となった。

[成果の発表]

玉越隆史、小林寛、武田達也、平塚慶達：国総研資料「道路橋の健全度に関する基礎的調査に関する研究」2007.4. 予定

[成果の活用]

研究成果は、地方自治体の現場の維持管理業務の支援策となる。