ISSN 1346-7328
国総研資料　第1358号
令 和 8 年 9 月

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.1358　　September 2026

令和７年度
道路調査費等年度報告

Annual Report of Road-related Research
in FY 2025

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

国土技術政策総合研究所資料
第 1358 号　　2026 年 9 月

Technical Note of NILIM
No.1358　　September 2026

令和７年度

道路調査費等年度報告

Annual Report of Road-related Research in FY 2025

概要

本報告は、国土技術政策総合研究所において令和７年度に実施した道路調査費、地域連携道路事業費に関する調査・研究の結果をとりまとめたものである。

キーワード ： 道路調査費、地域連携道路事業費、年度報告、令和７年度

Synopsis

This report contains the results of the road-related research carried out by NILIM in FY 2025.

Key Words : Road-related Research, Annual Report, Fiscal Year of 2025

ま　え　が　き

この年度報告は、令和７年度に国土技術政策総合研究所（国総研）において、「道路調査費」及び「地域連携道路事業費」によって実施した研究の結果をとりまとめたものである。

研究課題は、以下の政策テーマについて道路局から国総研に示されたリクワイアメントに基づき、設定されたものである。

１　円滑なモビリティー
２　交通安全
３　高度道路交通システム（ITS）
４　空間活用
５　施策提案（基礎的基盤的研究　等）
６　道路橋・附属物等の長寿命化・耐災害性向上のためのマネジメントとコスト縮減
７　道路構造物（下部工・トンネル・大型カルバート等）の構造・維持管理・対災害性の高度化
８　道路土工構造物（盛土・切土）、舗装の構造・維持管理・対災害性の高度化
９　道路の地震防災・減災対策

多岐にわたる研究課題により得られた結果の概要を、年度報告に集約して公表することにより、道路の整備・管理・研究開発に携わる方々に有用な情報を提供し、道路の更なる進化を期待するものである。国総研の道路関係の取組みにご理解を深めていただき、ご意見等を賜れば幸いである。

令和８年９月

道路交通研究部長　　小林　寛
道路構造物研究部長　　七澤　利明

令和７年度　道路調査費等年度報告

目　　次

道路調査費

１．　円滑なモビリティー

常時観測データを利用した渋滞分析・予測に関する調査※1	（道　路　研　究　室）	1
道路の役割に応じたサービス水準の確保のための道路幾何構造に関する調査※1	（道　路　研　究　室）	3
道路データプラットフォームを活用した常時観測 OD 交通量の逆推定ツール開発	（道　路　研　究　室）	5
ICT や AI 等を活用した各種道路交通データ収集の高度化・効率化に関する調査	（道　路　研　究　室）	7
道路データプラットフォームの機能拡充検討※2	（道　路　研　究　室）	9
道路のパフォーマンス向上に向けた道路交通状況の把握・評価に関する研究	（道　路　研　究　室）	11

２．　交通安全

視覚障害者の安全かつ円滑な誘導方法に関する検討※1	（道路交通安全研究室）	13
交通安全施設の適切な設置及び維持管理方法に関する調査	（道路交通安全研究室）	15
交通安全施策に関する事故データ分析	（道路交通安全研究室）	17
生活道路における効果的な交通安全対策の実施手法に関する調査	（道路交通安全研究室）	19
幹線道路における交通事故の要因分析等に関する調査	（道路交通安全研究室）	21

３．　高度道路交通システム（ITS）

一般道での自動運転移動サービス車両の混入を考慮した交通安全に資する道路空間の検討※1	（道路交通安全研究室）	23
一般道での自動運転移動サービス車両の混入を考慮した交通安全に資する道路空間の検討	（道路交通安全研究室）	25
高速道路における自動運転の路車協調システム実証実験※1	（高度道路交通システム研究室）	27
ETC2.0 オープン化のためのシステム構築※2	（高度道路交通システム研究室）	29
特殊車両モニタリングの高度化の検討※2	（高度道路交通システム研究室）	31
ITS の研究開発及び国際標準化に関する海外動向調査	（高度道路交通システム研究室）	33
ETC2.0 プローブデータのオープン化に向けた基礎調査	（高度道路交通システム研究室）	35

４．　空間活用

自転車活用推進に向けた自転車通行空間の走行環境改善に関する調査※1	（道路交通安全研究室）	37
自転車活用推進に向けた自転車通行空間の走行環境改善に関する調査	（道路交通安全研究室）	39
多様な手法による無電柱化の推進に関する調査※1	（道 路 環 境 研 究 室）	41
電動車等の普及を見据えた道路交通の GX 推進に向けた調査※2	（道 路 環 境 研 究 室）	43
人中心の道路空間の構成や運用に関する調査	（道 路 環 境 研 究 室）	45

電動車等の普及を想定した自動車走行時の CO2 排出量の推計方法の作成　（道 路 環 境 研 究 室）　47
道路緑化樹木の効率的な点検・診断方法に関する研究　（緑 化 生 態 研 究 室）　49
カーボンニュートラルに寄与する道路緑化マネジメントに関する研究　（緑 化 生 態 研 究 室）　51

５． 施策提案（基礎的基盤的研究 等）

ＩＣＴによるデータを用いた冬期道路管理に資する情報及び対策に関する調査　（道路交通安全研究室）　53
道路環境影響評価の円滑な実施に向けた調査　（道 路 環 境 研 究 室）　55
トンネル工事における技術提案・交渉方式の適用効果に関する考察　（社会資本マネジメント研究室）　57
災害時等における道路交通量の抑制に関する調査　（建設経済・環境研究室）　59
物流施策の経済効果に関する調査　（建設経済・環境研究室）　61
道路管理のための点群データの効率的な管理手法に関する研究　（社会資本情報基盤研究室）　63
道路管理データと連携した道路基盤地図管理システムの高度化に向けた研究　（社会資本情報基盤研究室）　65
多様な工事での ICT 施工の最適化・高機能化と ICT を活用した維持管理の高度化に関する調査　（社会資本施工高度化研究室）　67

６． 道路橋・附属物等の長寿命化・耐災害性向上のためのマネジメントとコスト縮減

大型車が道路橋に与える影響に関する調査　（橋 梁 研 究 室）　69
部分係数法を活用した高耐久技術の開発に向けた調査検討　（橋 梁 研 究 室）　71
道路附属物等の設計基準の性能規定化に関する調査検討　（橋 梁 研 究 室）　73
道路橋の維持管理方法の省力化・合理化に関する調査検討　（橋 梁 研 究 室）　75
道路橋の修繕計画策定手法に関する調査検討　（橋 梁 研 究 室）　77
道路橋の構造合理化・少数部材化に関する調査検討　（橋 梁 研 究 室）　79
高度な数値解析技術を用いた性能評価方法に関する調査検討　（橋 梁 研 究 室）　81

７． 道路構造物（下部工・トンネル・大型カルバート等）の構造・維持管理・対災害性の高度化

トンネルの合理的な維持管理及び性能規定設計に関する調査検討※1　（構 造 ・ 基 礎 研 究 室）　85
大型カルバート等の性能規定化及びメンテナンスの高度化・効率化に関する調査検討 ※1　（構 造 ・ 基 礎 研 究 室）　87
橋梁下部構造等の信頼性設計に関する調査検討※1　（構 造 ・ 基 礎 研 究 室）　89

８． 道路土工構造物（盛土・切土）、舗装の構造・維持管理・対災害性の高度化

盛土・切土等の要求性能に対応した維持管理手法及び信頼性設計に関する調査検討 ※1　（道 路 基 盤 研 究 室）　91

９． 道路の地震防災・減災対策

リモートセンシング技術を活用した災害時の道路状況把握に関する調査　（道路地震防災研究室）　93
道路リスクアセスメントの活用方策に関する調査　（道路地震防災研究室）　95
道路構造物の耐震照査法の信頼性向上に関する調査　（道路地震防災研究室）　97
CAN データの活用による災害時の道路状況推定に関する調査　（道路地震防災研究室）　99

地域連携道路事業費

５．　施策提案（基礎的基盤的研究 等）

土木工事における施工・監督・検査等の最適化に向けた検査技術に関する調査　（社会資本システム研究室）　101
土木工事の生産性向上に向けた効率的な積算体系の運用を実現する検討調査　（社会資本システム研究室）　103

以上は、「道路調査費」及び「地域連携道路事業費」の令和７年度当初予算（審議会等公募型委託研究等を除く）の標記の研究課題で得た結果をまとめたものである。

ただし、※を付した研究課題は、次のとおり前年度以前から継続して実施したものである。

※1 令和６年度当初予算の標記の研究課題を令和７年度に継続して得た結果をまとめたもの

※2 令和６年度補正予算の標記の研究課題を令和７年度に継続して得た結果をまとめたもの

なお、以下の研究課題は、令和８年度に継続して実施しているため、令和８年度道路調査費等年度報告に結果を掲載予定である。

道路調査費（令和７年度当初予算、ただし※は令和７年度補正予算）

１．　円滑なモビリティー

道路の役割に応じたサービス水準の確保のための道路幾何構造に関する調査	（道　路　研　究　室）
道路データプラットフォームの機能拡充※	（道　路　研　究　室）

３．　高度道路交通システム（ITS）

一般道路における自動運転を実現するための調査研究	（高度道路交通システム研究室）
高速道路での路車協調による自動運転を実現するための研究	（高度道路交通システム研究室）
ETC2.0 新システムの開発※	（高度道路交通システム研究室）

４．　空間活用

無電柱化の効率的な整備促進に関する調査	（道 路 環 境 研 究 室）

７．　道路構造物（下部工・トンネル・大型カルバート等）の構造・維持管理・対災害性の高度化

トンネルの合理的な維持管理及び性能規定設計に関する調査検討	（構 造 ・ 基 礎 研 究 室）
大型カルバート等の性能規定化及びメンテナンスの高度化・効率化に関する調査検討	（構 造 ・ 基 礎 研 究 室）
橋梁下部構造等の信頼性設計に関する調査検討	（構 造 ・ 基 礎 研 究 室）

８．　道路土工構造物（盛土・切土）、舗装の構造・維持管理・対災害性の高度化

盛土・切土等の要求性能に対応した維持管理手法及び信頼性設計に関する調査検討	（道 路 基 盤 研 究 室）
舗装の要求性能に対応した設計及び維持管理手法に関する調査検討	（道 路 基 盤 研 究 室）

道　路　調　査　費

１．円滑なモビリティー

常時観測データを利用した渋滞分析・予測に関する調査

Study on traffic congestion analysis and prediction using constant observation data

（研究期間　令和５年度～令和７年度）

道路交通研究部　道路研究室
Road Traffic Department Road Division

室長	土肥　学	主任研究官	田中　良寛
Head	DOHI Manabu	Senior Researcher	TANAKA Yoshihiro
交流研究員	田邉　周		
Guest Research Engineer	TANABE Shu		

The purpose of this study is to realize road traffic management based on congestion prediction. This study compiled a guidebook for road administrators on congestion prediction methods using AI models.

［研究目的及び経緯］

国土交通省では、道路交通の円滑化のために、既存の道路ネットワークの有効利用を目的とした道路交通マネジメントの検討を行っている。国土技術政策総合研究所では、道路交通マネジメントに活用することを目的に、常時観測により得られた交通量や旅行速度のデータを用いた渋滞予測手法の開発を行っている。本研究では、AI モデルを用いて短時間先の道路の渋滞状況を予測する手法（以下、「AI 渋滞予測手法」という。）を開発し、具体の作業手順を体系的に整理した。

［研究内容］

渋滞予測においては、交通データが有する時系列的な変動特性をモデルに組み込むことが重要である点を踏まえ、時系列データの特徴抽出に秀でた深層学習手法である LSTM（Long Short Term Memory）を用いて将来の旅行速度を予測するモデルを開発した。

開発した手法の社会実装を図る上で、必ずしも AI に精通していない道路管理者の技術的・心理的障壁を低減することが最重要と考え、実務者向けに具体の作業手順を体系的に整理した技術資料を作成した。

［研究成果］

（１）AI 渋滞予測手法の開発[1)]

AI を用いて渋滞予測を行った既往事例（サービス提供中 3 事例、サービス導入検討中 3 事例、実証実験段階 3 事例、研究段階 8 事例）に着目し、AI 渋滞予測手法の開発要件を整理した。

着目事例において「予測目的」は、「道路利用者への情報提供により行動変容を促し交通需要の分散を図る」、「特定路線・箇所における交通管制への活用」に大別された。

渋滞の「予測指標」は、「所要時間（4 事例）」、「渋滞発生有無（3 事例）」、「渋滞長（2 事例）」、「交通需要（2 事例）」、「交通量（2 事例）」、「旅行速度（1 事例）」、「その他（2 事例）」がみられた。

「予測対象範囲」は、渋滞発生の影響が大きい箇所や一部区間に絞って予測する事例が大半であった。研究段階では広範囲の予測に取り組んでいる事例もあるが、一般に予測対象範囲が広域になるほど負荷が増大し演算時間が延びることから、予測対象範囲は予測目的等に応じて設定することが効率的と考えられる。

「予測間隔」は、最も短時間な事例で 5 分間隔、最も長時間な事例で 60 分間隔であった。その他、15 分間隔、30 分間隔の事例がみられた。5 分間隔は車両感知器の設置が密な都市高速あるいは首都圏の一部高速道路において検討中或いは研究段階の事例であった。

「予測期間」は、最も短い事例で予測時点から 10 分先、最も長い事例で 1 週間先を予測する事例がみられ、60 分以上先の予測では精度低下が確認された。

着目した既往事例の整理結果を踏まえ、**図-1**、**表-1** のとおり渋滞予測モデルを開発した。開発した渋滞予測モデルは、予測実施時刻を起点に 15 分間隔で 60 分先まで旅行速度を予測可能である。また、予測指標として多用される所要時間は、本モデルにより予測される旅行速度から算出可能である。

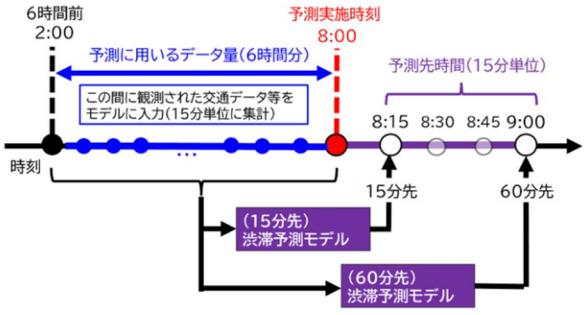


図-1 渋滞予測モデルの概要（予測実施時刻を 8:00 とした場合の例示）

表-1 渋滞予測モデルで取り扱う主な特徴量

特徴量	使用データ（取得元）
旅行速度（km/h）	ETC2.0 プローブ情報 ・過年度同月・同曜日・同時間帯 ・予測実施時刻の前 6 時間分　等
交通量（台）	車両感知器データ（直轄・警察） ・過年度同月・同曜日・同時間帯 ・予測実施時刻の前 6 時間分　等
降水量（mm/h）	気象庁 HP のスクレイピングにより取得 ・予測箇所の過去の降水有無、降水量 ・予測実施時刻の前 6 時間分　等
曜日等	－

※本報告は令和６年度当初予算の標記の研究課題を令和７年度に継続して得た結果をまとめたものである。

（２）作業手順の体系的整理および作業内容の具体化

1）予測の前提の明確化（**図-2** ①～④）

渋滞の特徴を把握し、他の方法との相違を踏まえた上でAIの適否を判断する手順を整理した。

統計解析では、説明変数と目的変数の関係が明確であり、シミュレーションにおいても、入力変数（パラメータ）と出力変数（シミュレーション結果）の関係が明瞭であることから、原因と結果の説明力が高い。一方で現実を模擬した近似関数によるモデルをあらかじめ定式化する必要があることから、様々な要因が複雑に絡む事象の分析への適用が難しい場合がある。

AIではデータの学習により規則性を見出してモデルを生成するため、あらかじめモデル構造を明確に定めにくい複雑な事象の分析への適用性は高いものの、深層学習等により生成されたモデルは構造がブラックボックスであり、因果関係の説明が困難である。

表-2に示すとおり要因の影響を明確に説明したい場合や施策の因果関係を検証したい場合は統計解析やシミュレーションが有効であり、実務では目的に応じた使い分け、或いは組合せての活用が望まれる。

AI渋滞予測が適切と判断した場合について、渋滞予測モデルを構築する上での要求仕様等（予測目的、予測対象範囲、予測間隔、予測対象時点（年月日・時間帯等）、予測精度）の設定手順を整理した。

2)予測モデルの構築（**図-2** ⑤～⑨）

モデル構築条件の設定方法、モデルの構築方法、モデルの精度検証方法の手順を整理した。

モデル構築条件の設定に先立ち交通状況等の基礎集計を実施した上で、「予測に用いるデータ量」（**図-1**の例では予測実施時刻の前6時間分）、「学習期間」、「学習範囲」等を設定する手順を整理した。基礎集計にあたっては、渋滞発生区間と周辺区間の旅行速度の相関関係等から影響範囲、時間帯を把握する手順等を整理した。次いで、モデル構築条件に応じたデータセットの具体的な作成手順を整理した。

モデルの構築方法では、パラメータを①学習データ量に応じて変更するもの、②精度検証をしながら調整するものに大別した上で、②の精度検証方法の手順を整理した。「区間単位で予測した旅行速度の精度検証」の一例として、**表-3**に渋滞発生有無の精度検証に用いる指標を示す。この他、旅行速度や所要時間の予測値と実測値のずれを評価するRMSE(二乗平均平方根誤差)、R^2（決定係数）を用いる手順を整理した。

3)予測結果の活用（**図-2** ⑩～⑫）

予測結果の出力や再学習の手順等を整理した。AIは再学習により精度向上が期待される。再学習方法は2つに大別される。既存モデルの継続学習は再学習の負荷が小さく様々な既存道路への適用が有効である。但し、過学習等の恐れがあり、既存道路網を前提に構築されたモデルが継続されることから、新規道路供用など交通状況が変化した場合には予測精度が劣化するおそれがある。一方、全データから再学習する方法は、道路網に変化が生じた場合や既存モデルの精度劣化がみられた場合などに有効であるものの、計算負荷が大きく頻繁な刷新は困難である。実務においては目的に応じた手法選定が望まれる。

［成果の活用］

表-1に示すデータのリアルタイム入手により短時間先の渋滞予測が可能となり、道路利用者への情報提供により行動変容を促し交通需要の分散を図る等、道路交通マネジメントへの活用が期待される。

［参考文献］

1） 杉山ほか，道路交通マネジメントに適用するAI渋滞予測手法の開発・精度向上検討，土木技術資料 Vol.66 No.6，（一財）土木研究センター

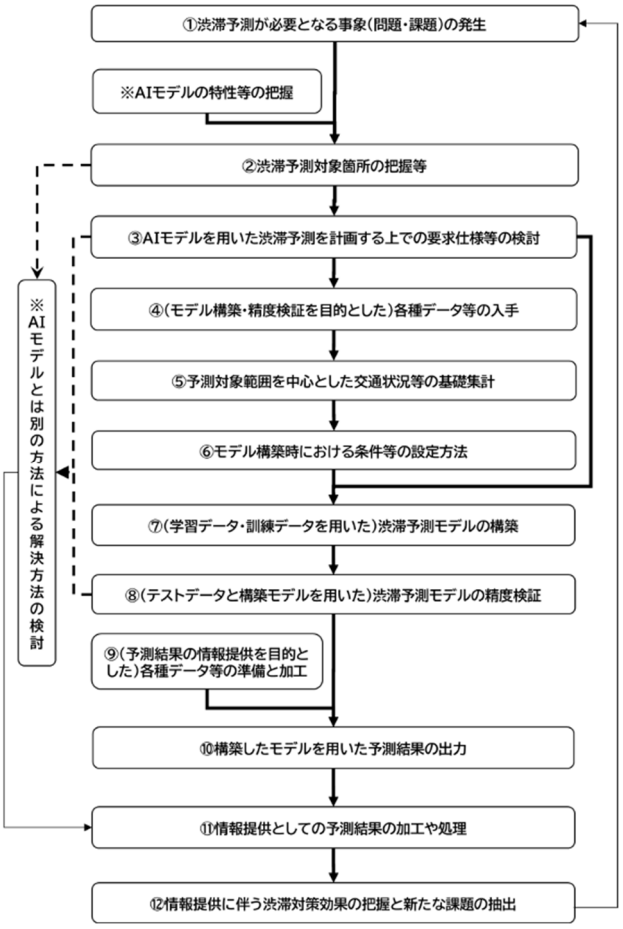


図-2 AIモデルを用いた渋滞予測の全体フロー

表-2 解析方法の適性に応じた渋滞対策における活用例

解析方法	因果関係の説明性	複雑な事象への適用性	適性の高い用途例
統計解析	高	低（式での表現が困難）	渋滞原因の抽出
シミュレーション	高（仮定を誤ると低）	低（モデル構築が困難）	渋滞対策の効果の事前検証
AI解析	低	高	渋滞発生の予測

表-3 渋滞発生有無の精度検証に用いる指標

指標	内容	備考
正解率	予測の当たりやすさ	非渋滞が95%の道路なら 全部「非渋滞」と予測するだけで 正解率95%（0.95）
適合率	誤報の多寡	渋滞と100回予測して、 実際に渋滞したのが80回だった →適合率80%（0.80）
再現率	見逃しの多寡	実際には渋滞が100区間あったが、 80区間しか渋滞と予測できなかった →再現率80%（0.80）
F値	誤報と見逃しのバランス	適合率と再現率の調和平均 →上の場合F値0.80

道路の役割に応じたサービス水準の確保のための道路幾何構造に関する調査

Study on road geometric design to ensure levels of service according to road function

（研究期間　令和５年度～令和７年度）

道路交通研究部　道路研究室		室長	土肥　学
Road Traffic Department Road Division		Head	DOHI Manabu
主任研究官	田中　良寛	交流研究員	二木　健人
Senior Researcher	TANAKA Yoshihiro	Guest Research Engineer	FUTAKI Kento

To clarify the geometric design requirements for next-generation large vehicles operating on public roads, NILIM conducted experiments on a test track to verify the relationship between vehicle speed and lane width.

［研究目的及び経緯］

国土交通省では、道路の幾何構造の一般的な基準である道路構造令を定めており、道路政策を取り巻く情勢の変化を反映した改正を適宜行っている。道路法第29条第2項（令和7年10月施行）において道路の脱炭素化に配慮することとされたが、脱炭素化に資する電動化車両は電池等により積載量が圧迫されることから、従来と同等の積載量を確保するため車両の大型化が検討されている。また、道路構造令における車道部幅員に関する規定は昭和30年11月から翌年2月の実道実験の結果等を根拠とする一方、70年以上を経て車両性能や計測技術は大きく進化している。このような状況を踏まえ、次世代大型車両の公道走行時の幾何構造要件を整理するため、試験走路において実車走行実験を実施し、走行速度と車線幅員の関係を確認した。

［研究内容］

次世代大型車両の車幅を 2.55m と想定し、幅員を5cm 縮小した車線を試験走路に仮設した上で、普通自動車（車幅 2.5m）を用いた実車走行実験を実施した。実験では、被験車両に設置した GNSS 受信機により各走行パターンにおける走行位置を測位した。（**表-1**）

［研究成果］

表-2 に実験結果の概要を示す。凡例における「車道部幅員」とは車線幅員に道路の一般的な横断面構成要素である路肩や中央帯側帯を加えた幅員を指す[1)]。

車線幅員 3.45～2.95m では、路肩等へはみ出す場合（**表-2** における○）のはみ出しは概ね区画線幅に収まる程度であり、次世代大型車の通行に概ね支障はないと考えられる。車線幅員 2.70m では、②追越走行において中央帯側帯（0.25m）へのはみ出し（最大 0.20m）が大きく、③すれ違い走行においても路肩（0.50m）へのはみ出し（最大 0.27m）が大きいことから、円滑な走行はやや困難と考えられる。

⑥待避所すれ違い走行では、大半の被験車両が待避所幅員を大きくはみ出しており、次世代大型車同士のすれ違いは困難と考えられる。通過側と待避側のはみ出し幅の多寡には相関関係がみられ、待避所幅員を 0.80m 増加させることにより、次世代大型車同士が路肩にはみ出さずすれ違い可能と考えられる。

表-1　実験条件の概要

走行パターン	①自由走行、②追越走行、③すれ違い走行、④平面交差すり抜け、⑤停止車両すり抜け	⑥待避所すれ違い
車線幅員(m)	3.45、3.20、2.95、2.70※1	4.90※2
走行速度(km/h)	80、60、50※1	徐行※2
被験車両	普通自動車（車幅 2.5m×車高 3.8m×車長 12m）上限相当の市販車	
被験者	被験車両と同型車両を普段運転する運転歴 3 年以上の者	

※1 ①～⑤において道路の種級区分と設計速度および車線幅員の対応関係に合致するように設定[1)]
※2 ⑥のみにおいて設定[1)]

表-2　実験結果の概要

走行パターン	車線幅員(m)				
	3.45	3.20	2.95	2.70	4.90
①自由走行	◎	◎	◎	○	
②追越走行	○	○	○	※3	
③すれ違い走行	※4	◎	○	○	
④平面交差すり抜け走行	※5	※5	○	○	
⑤停止車両すり抜け走行	◎	◎	※6	※6	
⑥待避所すれ違い走行					×

【凡例】◎:車線幅員に収まる　○:車道部幅員に収まる
×:車道部幅員に収まらない

※3 2.70m は片側 1 車線道路（第 3 種第 4 級）の規格のため対象外
※4 3.45m は主に多車線道路（第 1 種第 1～2 級、第 2 種第 1 級、第 3 種第 1 級）の規格のため対象外
※5 一般道（第 3 種第 2 級以下）で右折車線を設けるため 0.25m 縮小した幅員を想定したため対象外
※6 多車線道路と分離片側 1 車線の第 1 種の道路を想定したため対象外

①自由走行

被験車両単独で試験走路の第2車線を走行させ、車線幅員ケースごとに走行位置を整理した。

幅員 3.45m～2.95m では多少変動はあるものの右側へはみ出す車両はみられないが、2.70m では約半数が右側にはみ出して走行している結果であった。

幅員 2.70m で車線をはみ出す車両がみられる一方、はみだし幅が中央帯側帯幅（最小 0.25m）に収まっていることから、通行に概ね支障は無いと考えられる。

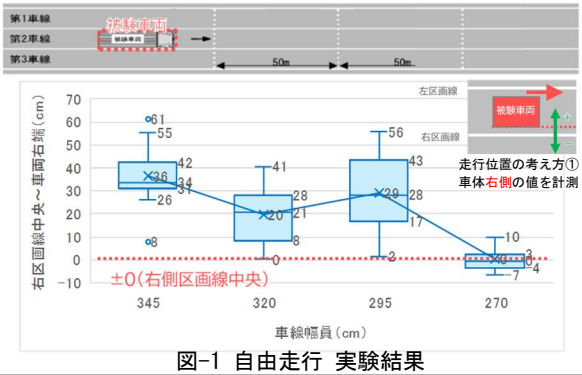


図-1 自由走行 実験結果

※本報告は令和６年度当初予算の標記の研究課題を令和７年度に継続して得た結果をまとめたものである。

②追越走行

多車線道路における追越走行を想定し、被験車両に被追越車両の右側を走行させた。

自由走行より右寄りを走行しており、被追越車両の影響を受けているものと考えられるものの、幅員が最も狭い 2.95m でも四分位範囲のはみ出し幅は 7cm で区画線幅（10cm）に収まっていることから、通行に概ね支障は無いと考えられる

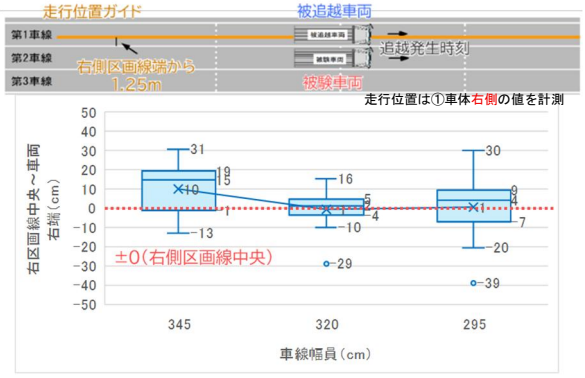


図-2 追越走行 実験結果

③すれ違い走行

片側 1 車線道路におけるすれ違い走行を想定し、被験車両に第 2 車線を走行させ、対面車両を被験車両と同速度で第 3 車線を逆向きに走行させた。

幅員 3.20m～2.95m では概ね車線内で走行しているものの、2.70m では最大で 27cm はみ出していた。路肩（最小 0.50m）等を含む「車道部幅員」の中では走行可能だが、円滑な通行はやや困難と考えられる。

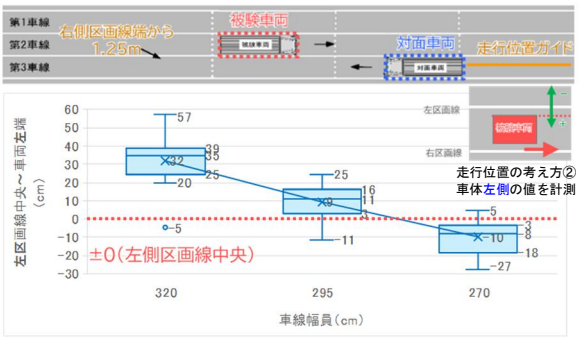


図-3 すれ違い走行 実験結果

④平面交差すり抜け走行

右折車線に見立てた第 2 車線の中央に停止車両を設置し、被験車両に第 1 車線を走行させた。

概ね車線内を走行しており車線をはみ出す車両もはみ出し幅は最大で 7cm と区画線内に収まる範囲であることから、通行に概ね支障は無いと考えられる。

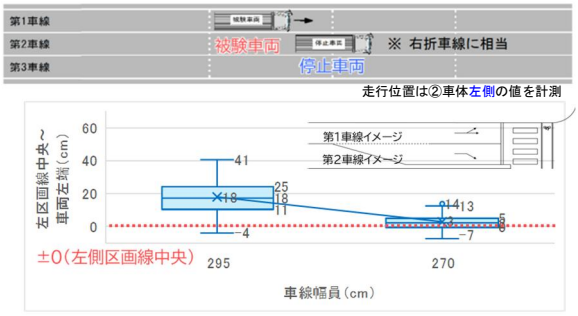


図-4 平面交差すり抜け走行 実験結果

⑤停止車両すり抜け走行

路肩に見立てた第 1 車線に停止車両を設置し、第 2 車線に被験車両を走行させた。

全てのケースで停止車両を避けて右側車線にはみ出したものの、隣接車線幅員に収まっていることから、通行に概ね支障は無いと考えられる。

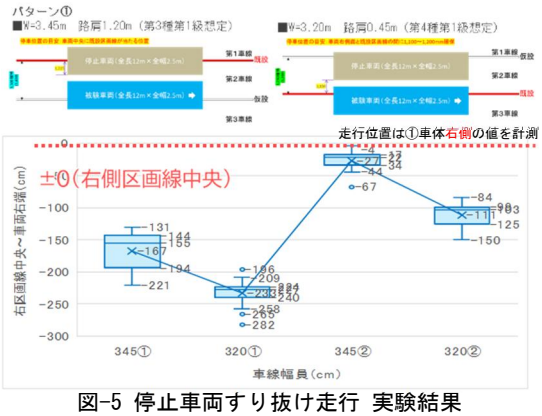


図-5 停止車両すり抜け走行 実験結果

⑥待避所すれ違い走行

双方向から被験車両を走行させ、幅員 2.55m の次世代大型車 2 台が幅員 5.00m の待避所ですれ違う状態を想定して実験を実施した。

図-6 は、待避側及び通過側の車両について、各々の左区画線からの走行位置を同時に示したものである。大半の車両が車線をはみ出しており、はみ出し幅が路肩幅員（0.50m）を超過していることから、次世代大型車同士のすれ違いは困難であると考えられる。待避側と通過側のはみ出し幅には相関関係（R^2=0.66）があり、回帰直線と縦軸及び横軸の交点の値から、待避所幅員を 0.80m 増加させることにより、路肩にはみ出さずすれ違い可能になると考えられる。

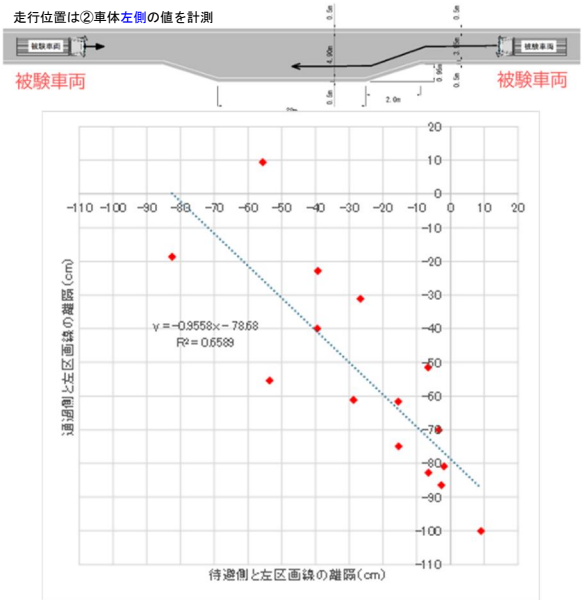


図-6 待避所すれ違い走行 実験結果

［成果の活用］

次世代大型車両（車幅 2.55m）を想定した道路幾何構造基準の検討への活用を予定している。

［参考文献］

1) 道路構造令の解説と運用、公益社団法人日本道路協会、pp.179,206,233 および 617、2021.3

道路データプラットフォームを活用した
常時観測 OD 交通量の逆推定ツール開発

Development of the application for estimating the real-time acquisition of Origin-Destination traffic flow using Road data platform

（研究期間　令和６年度～令和８年度）

道路交通研究部　道路研究室	室　　長	土肥　学
Road Traffic Department	Head	DOHI Manabu
Road Division	主任研究官	尾崎　悠太
	Senior Researcher	OZAKI Yuta
	研　究　官	伊原　岳宏
	Researcher	IHARA Takehiro

The National Institute for Land and Infrastructure Management is developing the application for estimating the real-time acquisition of Origin-Destination traffic flow using Road data platform. The estimated data will assist road traffic management by various road managers.

［研究目的及び経緯］

国土交通省では、時々刻々と変化する交通状況に応じた高度な道路交通マネジメントの展開を目指している。ETC2.0 プローブ情報や常観交通量データが充実してきた昨今においては、常時の交通量や車両走行履歴等を把握することが可能になったことを踏まえ、国総研では、交通マネジメントの実施に必要となる日毎・時間毎に変化する OD 交通量を把握するための OD 交通量逆推定手法の開発に関する研究を行っている。

本年度は、令和 3 年度道路交通センサス調査結果と ETC2.0 プローブ情報（OD データ、経路情報）等を用いて、任意の日付の日単位及び時間単位の OD 交通量推定についてケーススタディを行った。そのうち、時間単位の OD 交通量については、推定に使用する時間変動係数の基礎値の設定方法を検討するために基礎値の設定方法等が推定結果に及ぼす影響を確認する等、種々の検討を行った。ここでは、時間単位の OD 交通量推定のケーススタディの結果を示す。

（目的関数）

$$\frac{1}{(\alpha)^2\sum_T\sum_a(v_a^{T*})^2}\sum_a\sum_T\left(\sum_{ij}P_{a,ij}^T\hat{E}_k^TQ_{ij}-v_a^{T*}\right)^2+\sum_k\frac{1}{(1)^2\sum_T(E_k^{T*}Q_k)^2}\sum_T\left(\hat{E}_k^TQ_k-E_k^{T*}Q_k\right)^2\rightarrow Min$$

（制約条件）

$$\sum_T\hat{E}_k^T=1\qquad\hat{E}_k^T\geqq 0$$

$\hat{E}_k^T$：T時間帯の類型kの時間変動係数（未知数）
Q_{ij}：ODペア i j 間での日別OD交通量
$P_{a,ij}^T$：T時間帯のOD交通ijのうちリンクaの利用率
v_a^{T*}：T時間帯のリンクaの観測交通量(上下別)
Q_k：類型kの日別OD交通量
E_k^{T*}：T時間帯の類型kの時間変動係数(基礎値)
α：重み係数

図-1　時間単位の OD 交通量推定モデル

［研究内容］

時間単位の OD 交通量推定は、別途推定する日単位の OD 交通量、及び ETC2.0 プローブ情報や常時観測交通量を使用し、推定を行う。推定を行うのは時間変動係数であり、日単位 OD 交通量と推定した時間変動係数により推計する断面交通量と、観測交通量とが近づくよう推定を行うものである。推定モデルは図-1 の通りである。

推定式の第一項は、別途推定した日単位 OD 交通量に時間変動係数を乗じ、さらにリンク利用率を乗じて算出した各道路断面の時間帯別交通量と、実際に観測される各道路断面の時間帯別交通量の差分を算出する項である。この差分ができるだけ小さくなるように時間変動係数が推定される。一方、第二項は、推定結果を安定させるため、設定した時間変動係数の基礎値と推定値の差が大きく生じないようにする項である。確からしい推計結果を得るために必要な項である一方で、推定結果が当初設定した時間変動係数の基礎値等に影響を受ける可能性がある。そこで、基礎値の設定方法など第二項の設定方法が推計結果に与える影響を確認するため、第二項の設定方法を変えて時間単位の OD 交通量の推計を実施し、その結果を比較した。比較は、第二項における時

間変動係数の基礎値、及び重み係数を変化させ、**表-1** に示す 5 パターンで実施した。

推定の対象は、近畿大都市圏の令和 3 年秋とした。なお、時間変動係数の基礎値は、OD の組み合わせにより、OD を 4 つの類型（①生活圏内々及び京阪神中心都市から周辺地域間、②阪神圏内々、③地方部の府県内々、④その他の府県間）に分類し、分類毎に 1 つのものを設定している。

表-1　第二項の設定方法

パターン	時間変動係数の基礎値	重み係数 α
A	【基礎値 a】令和 3 年全国道路・街路交通情勢調査の結果に基づき設定	1／2
B	【基礎値 a】令和 3 年全国道路・街路交通情勢調査の結果に基づき設定	1／4
C	【基礎値 b】令和 3 年秋季平日の ETC2.0 プローブ情報に基づき設定	1／2
D	【基礎値 b】令和 3 年秋季平日の ETC2.0 プローブ情報に基づき設定	1／4
E	―　（第二項を使用しない）	

［研究成果］

図-2 に、OD の類型毎に設定した基礎値、推計結果を示す。パターン E は、第二項を使用しないため、基礎値の影響を受けないものであり、条件によっては最も確からしく精度の高い推定結果が得られると考えられる。①生活圏内々及び京阪神中心都市から周辺地域間、②阪神圏内々、④その他の府県間の推定結果を見ると、基礎値 a、b 共に基礎値そのものと比較し、推定結果がパターン E の時間変動係数に近づくことからも、それが確認できる。

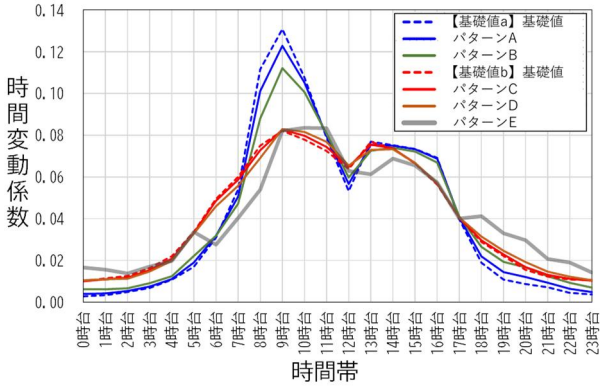
一方で、パターン E については、③地方部の府県内々の推計結果に見られるよう、一般的な時間変動係数に見られる傾向とは異なる時間変動係数となるといった推定結果の不安定さが伺える。

基礎値の設定方法に着目すると、基礎値 a と比較し、基礎値 b による推計結果が、パターン E に近く、より精度の高い推計結果が得られていると考えられる。

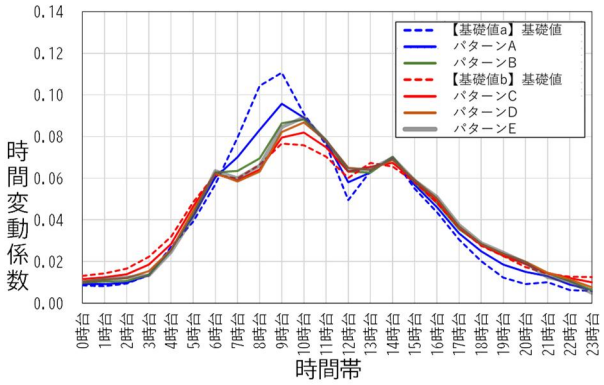
また、重み係数に着目すると、重み係数を小さくすることにより、推計結果が、パターン E に近づく傾向が見られた。

［成果の活用］

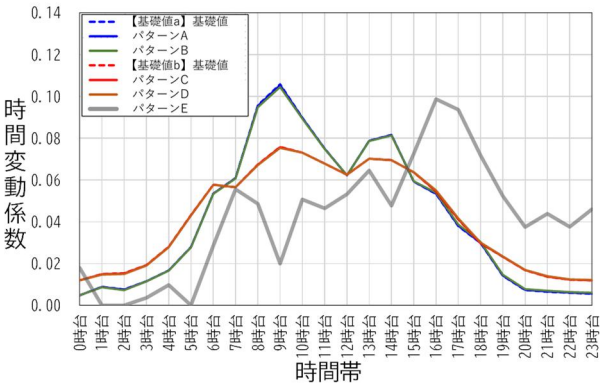
本成果を活用したケーススタディを継続しつつ、道路交通施策の立案に活用可能な OD 交通量の推定結果をとりまとめ、情報提供できるようにとりまとめていく予定である。



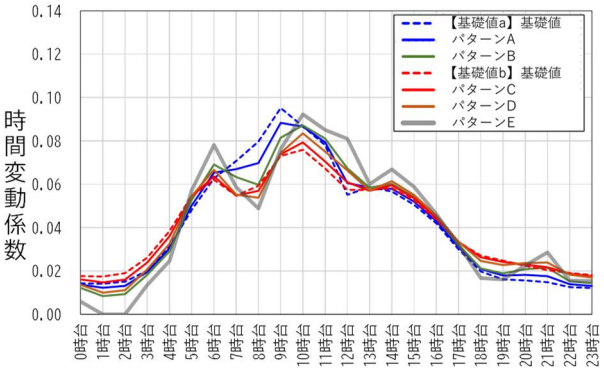
①生活圏内々及び京阪神中心都市から周辺地域間



②阪神圏内々



③地方部の府県内々



④その他の府県間

図-2　時間帯の OD 交通量推定結果の比較

ICT や AI 等を活用した各種道路交通データ収集の高度化・効率化に関する調査

A study on advancement and optimization of road traffic data collection using ICT and AI

（研究期間　令和４年度～令和７年度）

道路交通研究部　道路研究室	室　　長	土肥　学
Road Traffic Department	Head	DOHI Manabu
Road Division	主任研究官	瀧本　真理
	Senior Researcher	TAKIMOTO Masamichi
	主任研究官	尾崎　悠太
	Senior Researcher	OZAKI Yuta
	研究官	伊原　岳宏
	Researcher	IHARA Takehiro

This study aims to improve the efficiency of traffic data collection and to optimize the methods for integrating and analyzing the data on a nationwide basis. This study compiled information to efficiently select survey locations for the 2025 Road Traffic Census.

［研究目的及び経緯］

国土交通省では、全国道路・街路交通情勢調査や常時観測等を通じて交通量を把握している。また、常時観測体制の強化や交通量データの迅速な集約を通じて、迅速な交通情報の提供に向けて取り組んでいる。国土技術政策総合研究所では、全国道路・街路交通情勢調査や常時観測データの効率的な収集方法や全国的な集約・分析方法の高度化に関する研究開発を行っている。

本研究では、令和７年度に実施している全国道路・街路交通情勢調査の一般交通量調査について、交通量や旅行速度の調査箇所の選定を支援するための資料や調査結果整理要領の作成、調査結果集計様式のエラーチェック機能改修を行った。また、AI 画像解析による交通量計測ツールの操作性や機能向上を目的とした改修及び交差点部における交通量観測への適用性の検討、道路交通データを一元的に収集・蓄積・提供する道路交通調査プラットフォームの運用・改修等を実施した。

本稿では、一般交通量調査における交通量や旅行速度の調査箇所選定の支援、AI 画像解析技術を用いた交通量計測ツールの改修・交差点部における交通量計測への適用性の検討、道路交通調査プラットフォームの機能改修について報告する。

［研究内容及び成果］

１．一般交通量調査における調査箇所選定の支援

一般交通調査の「交通量調査」において交通調査の観測を行う区間を選定する際の観点の１つとして、前回の一般交通量調査以降に、周辺道路ネットワークに変化があった区間が挙げられる。本研究では、交通量調査を実施する区間（交通量調査単位区間）ごとに、前回調査以降に新規供用された区間や分割された区間（分割は主に新規路線との接続を理由に行われるため、周辺道路ネットワークに変化があると想定されることから条件として選定）を含んでいるかなどの情報を「交通状況変化要因フラグ」として表示し、優先的に交通量観測を行う必要性があることを示した。

【交通状況変化要因フラグ】※図-1 にイメージ図を示す

①新規供用区間：前回調査以降に新規供用した交通調査基本区間を含む交通量調査単位区間

②道路網改変区間：前回調査以降に分割した交通調査基本区間を含む交通量調査単位区間

③上記の周辺区間：上記①及び②の区間の起終点に接続する別路線の交通量調査単位区間

また、「旅行速度調査」では ETC2.0 プローブ情報からの旅行速度算出を基本とするが、プローブ情報の取得が見込めない区間は実走等の調査が必要となるため、直近のプローブ情報の取得状況を整理し、道路管理者における追加調査の検討を補助する資料を作成・配布した（図-2）。

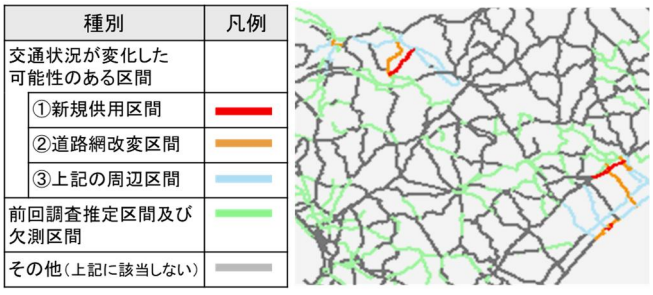


図-1 交通状況変化要因フラグ

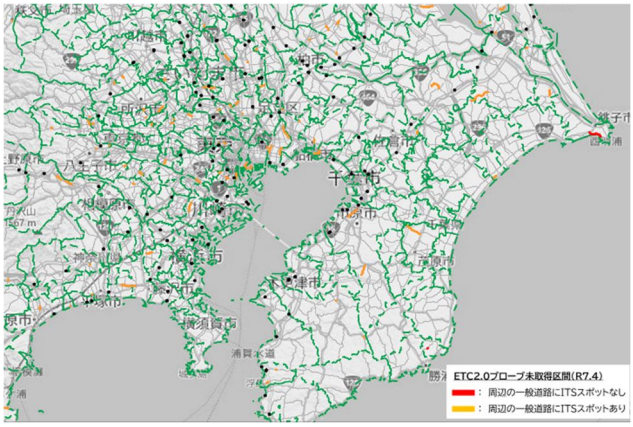


図-2　ETC2.0 プローブ情報の取得状況の例

２．AI 画像解析技術を用いた交通量計測ツールの改修及び交差点部における交通量観測への適用性の検討

令和７年度全国道路・街路交通情勢調査では、機械観測の促進のため、CCTV カメラや可搬型カメラの映像から AI 画像解析により車両検出・車種判別を行った結果をその映像上に表示するとともに、車両検出・車種判別の結果を上下別・車種別に計測するツール(以下、「交通量計測ツール」)を道路管理者へ配布した。

本研究では、交通量計測ツールの機能向上を目的として、交通量計測ツールの利用者のニーズを把握したのちに優先順位を踏まえて改修項目を整理し、ツール本体の改修を実施した（**表-1**、**図-3**)。

また､現行の交通量計測ツールは単路部での計測を想定しているが、交差点部における計測への適用性を検討した。本研究では基礎的な検討として、右左折直進の進行方向別の計測を試行し、可視化した車両軌跡をもとに、車両軌跡の密度が高い領域に計測線を設定するケースを設定する等、計測精度の向上を図った（**図-4**)。試行の結果、車両軌跡の密度が高くとも車両が重なって見える箇所を避けて計測線を設定することで検出率が向上したほか、電柱等で遮られる箇所や右左折等車両の角度が変化する箇所では検出が途切れやすいことが判明した。

３．道路交通調査プラットフォームの機能改修

「道路交通調査プラットフォーム」は、道路管理者が収集・活用する道路交通調査に係わる最新データを一元的に管理し、関係者とのデータ交換やデータ管理の煩雑さを解消する事を目的としたシステムである。本研究では、交通調査基本区間の更新時等における利便性向上を目的として、過去の交通調査基本区間・基本交差点、常時観測地点(常設トラカン､CCTV トラカン)の位置・属性情報を地図上に表示する機能（**図-5**）を追加した。これにより、ユーザーは選択した区間の時系列な変化及び隣接区間との接続関係の容易な参照が可能となり、道路管理者が交通調査基本区間を更新する際等の作業負担の軽減の一助となることが期待される。

表-1　交通量計測ツールの主な改修内容

車両検出・車種判別の分析(AI が映像から車両を検出・判別する工程)の推定終了時間を表示する機能
交通量の計測線の設定画面上に車両の検出状況及び分析結果表上の車両の進行方向との対応を表示する機能
目視による観測結果を入力することで、その結果を踏まえてAIによる計測結果を補正できる機能



図-3　計測線の設定画面の表示例

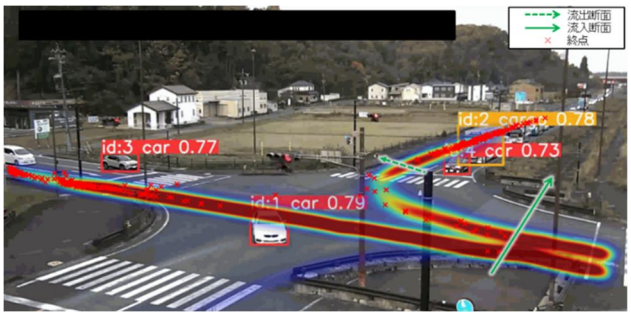


図-4　車両軌跡の可視化、計測線設定の例



図-5 地図検索・出力画面の表示例

［成果の活用］

本調査の成果である調査様式等を活用して令和７年度一般交通量調査を実施した。次年度調査結果のとりまとめ・公表を予定している。また、改修を行った交通量計測ツール、道路交通調査プラットフォームについては、今後の各種調査の効率化のため、各地方整備局等に展開を予定している。

道路データプラットフォームの機能拡充検討

Enhancement of Features of the “Road Data Platform”

（研究期間　令和７年度）

道路交通研究部　道路情報高度化研究官　関谷　浩孝
Road Traffic Department　Research Coordinator for Digital Transformation of Road Systems　SEKIYA Hirotaka
道路交通研究部　道路研究室
Road Traffic Department　Road Division

室　　長	土肥　学	主任研究官	尾崎　悠太
Head	DOHI Manabu	Senior Researcher	OZAKI Yuta
主任研究官	瀧本　真理	研究官	伊原　岳宏
Senior Researcher	TAKIMOTO Masamichi	Researcher	IHARA Takehiro

As part of “xROAD,” NILIM developed the “Road Data Platform” in cooperation with the Road Bureau of MLIT, which enables the consolidation and utilization of basic road-related data and creates data to meet the needs of road administrators. In this study, NILIM developed the “Road Data Viewer,” which overlays traffic volume, travel speed, and fundamental geospatial data on a map, and has been operating for general users since May 2025.

［研究目的及び経緯］

国土技術政策総合研究所では、国土交通省道路局と連携し、道路利用のサービスの質を高め、国民生活や経済活動の生産性を向上させること等を目指し、「xROAD(クロスロード)」と称して道路管理・行政手続きの DX を推進している。xROAD の一環として、データ連携の基盤となる「道路データプラットフォーム（以下、「道路 DPF」）」を構築し、2025 年 5 月より一般公開している。道路 DPF は、デジタル道路地図等を基盤として、道路に関するデータや個別アプリケーション等を連携させて利活用するための基本システムであり、「ポータルサイト」[1)]、「道路データビューア」[2)]、「データ連携基盤」の 3 つで構成される（**図-1**）。

本研究では、過年度に構築・改良した道路 DPF の更なる高度化を図るため、連携するデータの追加を行うとともに利用者のニーズを踏まえた機能改良、道路交通状況の簡易確認ツール（ダッシュボード）の開発を実施した。

［研究内容］

道路 DPF の構築に必要となる基本設計書及び詳細設計書について、本研究で実施した「連携する道路関係データの追加」、「道路 DPF の機能拡充」、「道路交通状況の簡易確認ツール（ダッシュボード）の開発」を踏まえた更新を実施し、これら設計書に基づき道路 DPF のプログラムを更新した。本システムをクラウドサービス上で稼働させるため、プログラムの動作環境及びファイルのアップロード環境を整備・実装した。以降にて本研究で実施した主な内容について紹介する。

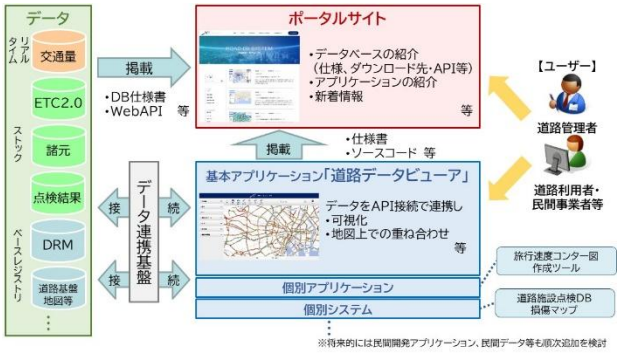


図-1　道路データプラットフォームの構成

［研究成果］

１．連携する道路関係データの追加

過年度に構築した道路 DPF が連携するデータ等として、交通量データ（常設トラカン、CCTV トラカン）、旅行速度データ（ETC2.0 プローブ情報）、CCTV データ（静止画、各種属性等）、OD データ（R3 道路交通センサス）、施設点検データ、道路基盤地図情報等データ、道路属性データ（重要物流道路等の区間指定状況）、DRM データ（デジタル道路地図）、国土地理院地図データがある。本研究ではこれらに加えて次のデータを連携した。

①大型車誘導区間及び重さ・高さ指定道路等の区間指定データ（**図-2 上**）
②主要渋滞箇所データ（**図-2 下**）
③事故多発地点データ
④ロードキルデータ

大型車誘導区間及び重さ・高さ指定道路等の区間指定データは、道路管理者が指定した特殊車両の通行に

※本報告は令和６年度補正予算の標記の研究課題を令和７年度に継続して得た結果をまとめたものである。

係る指定状況等を表示するものである。また、ロードキルデータは、直轄国道におけるロードキル（動物が轢死する事故）の発生状況および対策状況をそれぞれ表示するものである。

２．道路 DPF の機能改良

過年度に構築した道路 DPF について、クラウドサービス上で稼働させるための各種準備や関係機関との事前調整、運用前周知等の作業を経て、2025 年 5 月から一般公開を開始した。また、過年度に把握した、道路 DPF の操作性等に関する道路管理者からの要望のうち、要望が多い内容について操作性等の改良を実施した。ここで実施した主な改良の内容を**表-1** に示す。「市区町村単位の一括出力を複数データで可能とする機能」であれば、選択した市区町村における交通量データおよび OD を対象に CSV ファイルまたは GeoJSON ファイルでの一括出力を可能とした（**図-3**）。

３．道路交通状況の簡易確認ツール（ダッシュボード）の開発

地方整備局等の道路管理者が各々所管する範囲の道路交通状況について、一画面で包括的に状況を確認できるダッシュボード形式の個別アプリケーションを国土交通省内向けに開発した。このダッシュボードについては、道路 DPF のデータ連携基盤から各種の道路関係データを取得し、選択箇所及びその周辺の地図のパネル表示、交通量・旅行速度・渋滞損失時間の 3 項目をグラフ化してパネル表示することができるほか、これらのグラフの種類やパネル配置のカスタマイズ、スクリーンショットの出力（png ファイル）やデータの出力（csv ファイル）が可能である（**図-4**）。集計した結果等を可視化することにより、通常とは異なる交通量や旅行速度の状況等を場所を問わず容易に確認するためのツールとして活用され、より一層の道路行政の DX 化を推進することを想定している。

［成果の活用］

本研究で追加したデータ及び改良した機能は、公開可能なものは一般向けに提供開始しており、道路交通状況の簡易確認ツール（ダッシュボード）については省内向けに実装されている。「xROAD」を更に推進するため、より一層のデータ・機能改良を図り、様々な利用者にとって使い易くかつ有益なシステムにしていく。

［参考文献］

1) 道路データプラットフォーム　ポータルサイト
https://www.xroad.mlit.go.jp/
2) 道路データプラットフォーム　データビューア
https://view.xroad.mlit.go.jp/

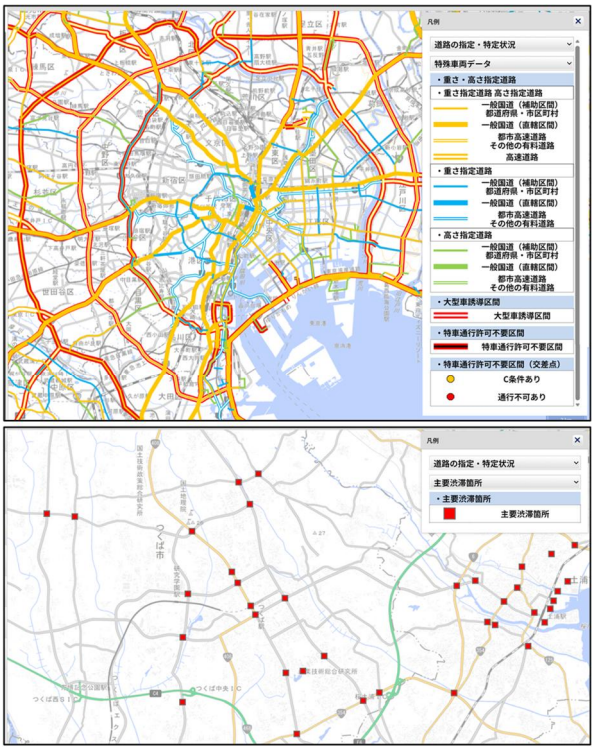


図-2 追加したデータの表示例
（上：大型車誘導区間データ等、下：主要渋滞箇所データ）



図-3 データー括出力機能による出力例

表-1　道路データプラットフォーム（データビューア）の主な改良内容

複数のデータ（レイヤ）選択時に一括出力する機能
市区町村単位の一括出力を複数データで可能とする機能
交通量データ（常設トラカン、CCTV トラカン）を表形式ファイルで出力する機能
OD データの円のサイズがトリップ数に応じて変更される機能



図-4 ダッシュボードの表示例

道路のパフォーマンス向上に向けた道路交通状況の把握・評価に関する研究

Research on grasping and evaluating road traffic conditions to improve road performance

（研究期間　令和６年度～令和８年度）

道路交通研究部　道路研究室		室　　長	土肥　学
Road Traffic Department　Road Division		Head	DOHI Manabu
主任研究官	河本　直志	交流研究員	長嶋　右京
Senior Researcher	KAWAMOTO Naoyuki	Guest Research Engineer	NAGASHIMA Ukyo
交流研究員	田邉　周	交流研究員	二木　健人
Guest Research Engineer	TANABE Shu	Guest Research Engineer	FUTAKI Kento

NILIM aim to reflect recent traffic situation in road planning and design methods and develop methods to evaluate traffic conditions on road networks. NILIM analyzed the impact of road structure on capacity, using continuous traffic volume observation data, and analyzed road utilization rates by road hierarchy, using the ETC2.0 probe data.

［研究目的及び経緯］

国土交通省道路局が令和 5 年にとりまとめた「WISENET2050・政策集」の中で、時間的・空間的に偏在する交通需要や渋滞に対して、データを活用したパフォーマンス・マネジメントにより、ボトルネック対策を効率的・効果的に実施し、高規格道路ネットワーク全体のサービス向上を実現していくことが示されている。また、ボトルネック対策を含む道路の計画・設計においては、近年では、経年的な交通容量低下といった新たな知見への対応が求められている。こうした中、国土技術政策総合研究所では、道路のパフォーマンス向上に資するため、近年の交通実態を反映した道路の計画・設計手法や、ボトルネック対策等の事業実施による道路ネットワークの交通状況の改善効果を把握・評価する手法に関する研究を行っている。

本年度は、令和 6 年度の常時観測交通量データや ETC2.0 プローブ情報等を用いて、道路構造等による交通容量への影響分析を実施するとともに、道路ネットワークの交通状況を把握する指標として、「道路階層別の道路利用率」を ETC2.0 プローブ情報から抽出される OD トリップをもとに整理し、トリップ延長等の違いによる傾向を分析した。

［研究内容と成果］

1. 道路構造等による交通容量への影響分析

道路構造等による交通容量の補正率の見直しの必要性について検討するため、令和 6 年度の 1 年分の全国の高速道路及び直轄国道（上下別計 5,823 地点）の常時観測交通量データを用いて、地点ごとに大型車混入率の階層別に QV 図（交通量－速度関係図）を整理し、交通容量相当の交通量が出現している QV 図を分析対象として最大交通量を算定し、大型車混入率、車線幅員、側方余裕幅、沿道状況による最大交通量の感度分析を行った。分析対象の QV 図は、**表-1** の区分に基づき 1,080 のグループに分け、最大交通量の感度分析は、感度分析の対象とする指標以外の指標の区分が同一のグループ群ごとに、QV 図のサンプル数が一定程度確保されているものを対象に実施した。

表-1　QV 図のグループ分けの指標の概要

指標	区分	区分数
大型車混入率	0%～10%、10%～20%、20%～30%、30%～40%、40%以上	5
車線幅員	3.00m～3.25m、3.25m～3.50m、3.50m以上	3
側方余裕幅	0.50m～0.75m、0.75m～1.25m、1.25m以上	3
沿道状況	人口集中地区、その他市街部、平地部、山地部	4
高速道路・一般道路の別	高速道路、一般道路	2
車線数	片側1車線、片側2車線、片側3車線	3
	区分数の積	1,080

本稿では、一般道路の車線幅員についての感度分析結果を示す。

表-2 に、車線幅員の異なる QV 図グループの平均最大交通量を示す。車線幅員が減少するにつれ、平均最大交通量も減少する傾向になっている。また、各 QV 図グループの最大交通量の分布状況は**図-1** のようになっている。グループ群 No.1 では、平均値のほか、最大値、75%タイル値、25%タイル値も車線幅員が減少するにつれ減少する傾向であるが、最小値はあまり変化がない傾向になっている。グループ群 No.2 では、平均値のほか、最大値と 75%タイル値も車線幅員が減少するにつれ減少する傾向であるが、25%タイル値と最小値は車線幅員が 3.50m 以上から 3.25～3.50m に減少する際にやや増加し、さらに 3.00～3.25m に減少する際に大きく減少する傾向になっている。

表-2　車線幅員の違いによる平均最大交通量の変化

グループNo.	大型車混入率	側方余裕幅	沿道状況	車線数	車線幅員 3.50m以上	車線幅員 3.25～3.50m	車線幅員 3.00～3.25m
1	10～20%	0.75～1.25m	人口集中地区	片側2車線	2,117 (8)	1,763 (5)	1,576 (2)
2	20～30%	0.75～1.25m	人口集中地区	片側2車線	2,341 (7)	1,894 (3)	1,317 (2)

単位：台/時、（）内はQV図グループのサンプル数

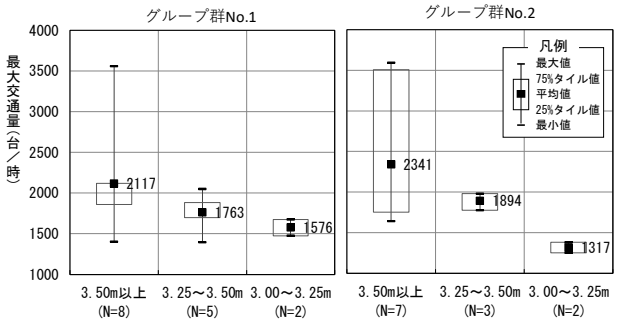


図-1　QV 図のグループの最大交通量の分布状況

表-3　車線幅員の違いによる平均最大交通量の変化（推定により最大交通量を算出した QV 図を対象）

グループNo.	大型車混入率	側方余裕幅	沿道状況	車線数	車線幅員 3.50m以上	車線幅員 3.25～3.50m	車線幅員 3.00～3.25m
3	0～10%	0.75～1.25m	人口集中地区	片側2車線	2,030 (26)	1,275 (19)	1,429 (6)
4	0～10%	0.75～1.25m	平地部	片側1車線	1,276 (37)	1,258 (20)	824 (1)
5	0～10%	0.75～1.25m	山地部	片側1車線	1,381 (26)	1,049 (9)	785 (2)
6	0～10%	1.25m以上	人口集中地区	片側2車線	1,549 (26)	1,181 (19)	1,322 (7)
7	10～20%	0.75～1.25m	人口集中地区	片側2車線	1,906 (26)	1,272 (15)	1,373 (6)
8	10～20%	1.25m以上	人口集中地区	片側2車線	1,469 (25)	1,152 (19)	1,232 (7)
9	20～30%	1.25m以上	人口集中地区	片側2車線	1,376 (22)	1,223 (13)	1,127 (7)

単位：台/時、（）内はQV図グループのサンプル数

感度分析の対象とする QV 図のサンプルを増やし、分析の精度を向上させるため、交通容量相当の交通量は確認できないが、高い交通量が十分に観測できており、交通容量相当の交通量が推定可能な QV 図を対象に、同様の分析を行った。その結果を**表-3** に示す。概ね、車線幅員が減少するにつれ、平均最大交通量も減少する傾向であるが、車線幅員が 3.25～3.50m から 3.00～3.25m に減少する際に、グループ群 No.3,6,7,8 では平均最大交通量の増加傾向が見られた。また、**表-2,3** の結果に共通して、車線幅員が 3.50m 以上から 3.25～3.50m に減少する際には、平均最大交通量は減少する傾向が見られた。現行基準においては、車線幅員が 3.25m 未満の場合に交通容量の補正を行うこととされているが、上記の傾向を踏まえると、車線幅員 3.25m 以上の道路も含めた交通容量の補正手法の検討が必要である可能性が考えられる。

2. 道路階層別の道路利用率の分析

道路ネットワークの交通状況を把握する指標として、道路階層別の道路利用率（OD トリップの道路階層ごとの延長比率）を想定した場合に、目標とする値等の検討に資するため、全国の 1 週間分の ETC2.0 プローブ情報から抽出される OD トリップをもとに道路階層別の道路利用率を整理し、トリップ延長等の違いによる傾向を分析した。

本分析における道路の階層設定は、「道路の交通容量」（(公社) 日本道路協会、令和 7 年 7 月）における記載（**表-4**）を基に設定した。また、この階層設定に基づく各階層の道路延長比率を**図-2** に示す。

表-4　本分析における道路の階層設定

道路階層	代表的な道路種別	出入制限
A	高速道路・自動車専用道路	完全制限
B	地域間連絡道路	完全制限
		部分制限
C	幹線道路	部分制限
		なし
D	補助幹線道路	なし
E	生活道路・細街路	なし

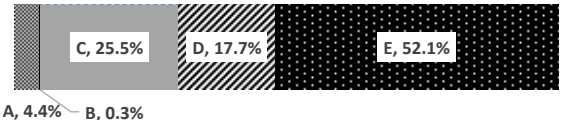


図-2　各階層の道路延長比率

上記の階層設定を基に、トリップ延長の距離帯別に道路階層別の道路利用率を整理した結果を**図-3** に示す。0～30km の距離帯では階層 C 以下の利用が中心であり、階層 C は 10～15km の距離帯をピークにそれより長い距離帯では道路利用率は減少する傾向である。階層 A は距離帯が増加するにつれ道路利用率も増加する傾向であり、30km 以上の距離帯では階層 C を上回り、階層 A が利用の中心となっている。階層 B は距離帯によらず道路利用率は小さく、これは**図-2** に示すように全道路延長に対する階層 B の比率が 0.3%と小さいことが影響していると考えられる。

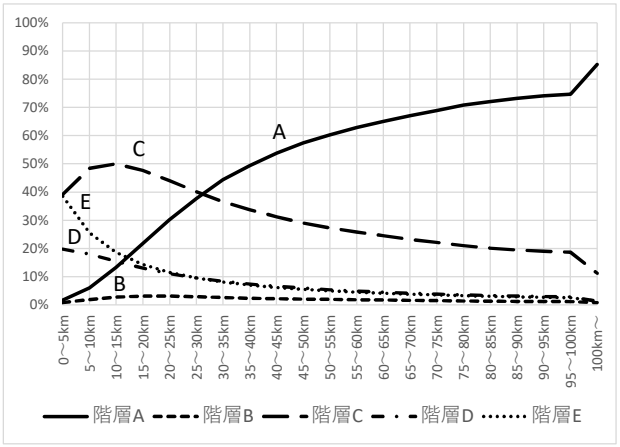


図-3　トリップ延長の距離帯別の道路階層別の道路利用率

［成果の活用］

本研究の成果は、今後、技術基準・マニュアル等の改訂に資する基礎資料として活用する予定である。

２．交通安全

視覚障害者の安全かつ円滑な誘導方法に関する検討

Study on method of tactile indication for traffic safety and smooth mobility for people with visual impairments

（研究期間　令和５年度～令和７年度）

道路交通研究部　道路交通安全研究室
Road Traffic Department Road Safety Division

室長	大橋　幸子	主任研究官	池原　圭一
Head	OHASHI Sachiko	Senior Researcher	IKEHARA Keiichi
主任研究官	山下　英夫	交流研究員	黒澤　明史
Senior Researcher	YAMASHITA Hideo	Guest Research Engineer	KUROSAWA Akifumi

In order to traffic safety and smooth mobility for people with visual impairments, this study considers how to install tactile indications on railroad crossings and street corners.

［研究目的及び経緯］

国土交通省では、道路空間のユニバーサルデザインの推進に向けた検討を進めており、令和５年度には踏切における視覚障害者の誘導対策について検討を行った。国土技術政策総合研究所（以下「国総研という。」）においても、令和５年度には踏切道での視覚障害者誘導用ブロック等の設置に関し、誘導表示面等の構造を変えた複数パターンについて、視覚障害者等を対象とした評価実験を実施した。それらの成果として、令和６年１月に「道路の移動等円滑化に関するガイドライン」（以下「ガイドライン」という。）が改訂された。

また、ガイドライン改訂後、視覚障害者が交差点横断時に方向定位を誤らないよう配慮する観点から、隅切のある歩車道境界における誘導対策の検討が進められている。国総研においても、令和６年度以降、当該箇所における視覚障害者の横断待機や横断行動に関する課題と対応策を整理するため、それら行動等における視覚障害者の意見を収集する調査を行った。

［研究内容］

隅切のある歩車道境界や歩道巻込部における視覚障害者誘導用ブロックの設置方法については、ガイドラインにおいて**図-1** に示す３例が提示されている。これらを参考に、視覚障害者から意見を収集するための模型（**図-2**）を作成した。視覚障害者にはこの模型を触察してもらい、横断待機から横断開始、横断歩道を渡り終えるまでの一連の行動を確認しながら、対面方式で意見収集を行った。また、横断歩道手前に設置されることがあるボラードに関しても併せて意見を収集した。

［研究成果］

視覚障害者による模型の触察において、線状ブロック（方向表示用）の基本的な使われ方としては、以下の歩き方をする人が多いことがわかった。

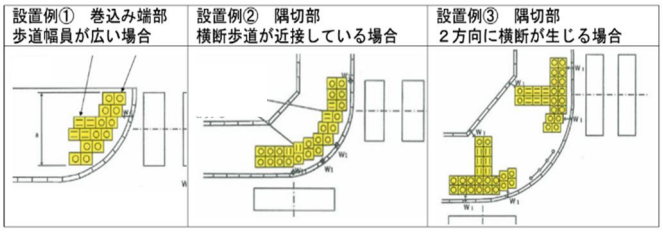


図-1　ガイドラインの設置例



図-2　触察模型

・線状ブロックの側方を歩く

・線状ブロックに片足を乗せて歩く

また、信号待ちにおける立ち位置については、点状ブロック（位置表示用）手前で停止し、その位置からそのまま直進して横断を開始する人が多いことがわかった。理由を尋ねたところ、隅切のある歩車道境界の段差は横断方向と直交しておらず、段差のみで横断方向を判断することが難しいためであることが示された。そのため、横断方向を定める際には、線状ブロックをたどる際に体の向きを一定方向に固定し、その向きのまま進行するという歩行行動をとる人が多かった。

この他にも、模型の触察等から次に示す課題等を把握した。

※本報告は令和６年度当初予算の標記の研究課題を令和７年度に継続して得た結果をまとめたものである。

○線状ブロックの屈曲に関する課題

写真-1 に示すように、横断歩道直前で線状ブロックが屈曲している場合、体の向きを正しい方向に固定しにくくなる。その結果、渡り始めのわずかな向きのずれが、渡り終わりの時点では大きなずれとなり、歩道ではなく車道側へ逸脱してしまうおそれがある。このことから、以下の事項を把握した。

・横断歩道直前では、線状ブロックを屈曲させない配慮が必要であること
・直進方向に体の向きを固定するために必要な線状ブロックの長さについて検証する必要があること



写真-1　横断歩道直前で屈曲した線状ブロック

○白杖の振り幅と歩行空間の必要性

白杖は肩幅程度、あるいは肩幅よりやや広い幅で左右にスライドしながら使用する人が多いことが確認された。上記の線状ブロックの使われ方を踏まえても、視覚障害者が安心して歩行するためには、線状ブロックの上だけでなく、その両側に障害となるものは設けず、一人分の通行幅を確保する必要がある（**写真-2**）。

さらに、歩道内や歩車道境界に設置されたボラード等についても、同様の考えから線状ブロックとの十分な離隔を確保して設置することが求められる（**写真-3**）。



写真-2　線状ブロック近くまで植木等がせり出す状況



写真-3　線状ブロックとボラードとの十分な離隔

○ボラード設置における周知の重要性

視覚障害者の歩行にとって、ボラードは邪魔な存在であるという意見が多く見られた。しかし、ボラードが車両の進入を防止し、信号待ちをする人々の安全を守る目的で設置されている場合があることを知ると、安全確保の観点からその必要性について多くの理解が得られた。これらのことから、ボラードの設置理由や設置場所について、より一層の周知を図ることが重要であると考えられる。

○視覚障害者のバリアを低減するための留意点

横断歩道手前に設置されるボラードについて、視覚障害者の移動時におけるバリアを低減する観点から、配置、設置間隔、色彩に関する留意点を整理した。

まず配置に関しては、ボラードと柵を組み合わせることで、安全に横断できる場所と、進入や横断が危険な場所とを明確に示すことが有効であるとする意見が多く示された。

次に設置間隔に関しては、実物模型を用いて 1.0m、1.2m、1.5m の間隔を体験してもらった結果、比較的広い間隔が望ましく、1.2m ないし 1.5m が好まれる傾向が見られた。線状ブロックは 1 枚あたり幅 30cm であり、横断歩道手前の直近に線状ブロックが 1 列設置されている場合、その両側でボラードとの離隔を仮に 45cm とすると、ボラードの設置間隔は 1.2m がよいと思われる。同様に線状ブロックが 2 列の場合には、設置間隔は 1.5m となる。ただし、これらの考えの妥当性については、今後さらなる検証が必要である。

色彩に関しては、ロービジョン者に対し、3D 画像を用いて黄色系（黄色、クリーム色、パールホワイト）と景観色系（ダークグレー、オフグレー、グレーベージュ）のボラードの見え方を確認し、順位付けを行ってもらった。その結果、1 位の評価は全体的に分散し、同一色であっても上位評価と下位評価が混在する傾向が見られた。一方、黄色系と景観色系を比較すると、視覚障害者誘導用ブロックの色に近い黄色系の方が視認しやすいと感じる人が多い結果となった。ただし、黄色のボラードは、横断中に背後の視覚障害者誘導用ブロックと同化し、存在を認知しにくくなる場合があることも確認された。これらのことから、ボラードは安全確保のために必要である一方で、視覚障害者にとっては支障物となり得る要素でもあるため、設置にあたっては交差点周辺の環境を踏まえつつ、色彩や塗料の工夫、発光体の追加などに配慮した整備を行い、できるだけ早期に（一歩分でも早く）その存在を認知できるようにすることが重要である。

［成果の活用］

本成果は、専門家による検討会において、課題の整理と対応策の検討を行うための基礎資料として活用する予定である。

交通安全施設の適切な設置及び維持管理方法に関する調査

Study on method of appropriate installation and maintenance management of traffic safety facilities

（研究期間　令和６年度～令和８年度）

道路交通研究部　道路交通安全研究室
Road Traffic Department Road Safety Division

室長	大橋　幸子	主任研究官	池原　圭一
Head	OHASHI Sachiko	Senior Researcher	IKEHARA Keiichi
主任研究官	山下　英夫	交流研究員	黒澤　明史
Senior Researcher	YAMASHITA Hideo	Guest Research Engineer	KUROSAWA Akifumi

In order to summarize appropriate installation and maintenance methods for traffic safety facilities, this study gathers the technical knowledge on nighttime visibility required for traffic safety, and collects knowledge on the use of 3D simulation for the efficient and effective study of guard fences.

［研究目的及び経緯］

車両用防護柵は、主として進行方向を誤った車両が路外や対向車線、歩道等へ逸脱するのを防止し、あわせて車両乗員の障害や車両の破損を最小限に抑えつつ、車両を正常な進行方向へ復元させることを目的としている。今後、より多様な道路交通条件下での設置・活用が求められることから、車両用防護柵の性能向上や構造改良の必要性はさらに高まると考えられる。

これまで防護柵の開発・改良においては、乗員の安全性能や車両の逸脱防止性能等を確認するため、実車による衝突実験が行われてきた。しかし、所定の性能を満足しない場合、実験を複数回繰り返す必要があり、時間的・経済的負担が大きいという課題があった。

近年では、実験回数の削減など開発効率の向上を目的として､3 次元シミュレーションを用いた非線形解析を事前検証に取り入れる動きがある。今後も様々な道路交通条件に対応した防護柵の開発・改良を推進するためには､3 次元シミュレーションを効果的かつ効率的な検証手法として活用することが求められる。また、防護柵の設計条件、構造要件、設置方法を基準等に適切に反映するためにも、その活用に関する知見の蓄積が必要である。

本研究では、防護柵の性能検証手法としての 3 次元シミュレーションの試行を行い、その活用可能性について検討することを目的としている。令和 6 年度は、シミュレーションモデルのパラメータ調整について検討した。適切なパラメータ設定により衝突時及び衝突後の車両挙動の再現性が向上することを確認した。令和 7 年度は、令和 6 年度の成果を踏まえ、実車実験では十分に検討されてこなかった防護柵の設置方法について、3 次元シミュレーションを試行した。

［研究内容］

本研究は、鋼製防護柵協会との共同研究として行っている。令和 7 年度は、曲線部、異種別防護柵の接続部、延長の短い防護柵を対象に 3 次元シミュレーションを試行し、車両と防護柵との衝突挙動に関する基礎的な知見を得た。

(1) 曲線部の 3 次元シミュレーション

防護柵の性能確認は、「防護柵の設置基準（以下「基準」という。)」に基づき、防護柵を直線状に設置して衝突実験を行っている。これまで曲線状に設置された防護柵の衝突挙動は十分に把握できていないため、直線部と曲線部の衝突挙動を比較するための 3 次元シミュレーションを試行した。

(2) 異種別防護柵の接続部の 3 次元シミュレーション

基準では、異なる種別の防護柵を隣接して設置する場合は、原則として車両を誘導する防護柵の面を連続させるものとしている。この誘導面を連続させる接続部の構造について、車両の誘導状況を把握するための 3 次元シミュレーションを試行した。

(3) 延長の短い防護柵の 3 次元シミュレーション

防護柵は車両衝突時の荷重を長手方向へ分散させる構造であるため、その性能を十分に発揮するための設置延長を確保する必要がある。基準では設置が必要な区間の前後に各々20m 程度延長して設置することを原則としている。これは大型貨物車のような重量車の衝突を想定して設定されたものであり、重量車の衝突を想定しないのであれば設置延長は短くすることができると考えられる。重量車よりも軽い車両を想定した場合に必要となる設置延長を把握する参考とするため、重量の軽い車両と短い設置延長の防護柵との 3 次元シミュレーションを試行した。

［研究成果］

(1)曲線部の３次元シミュレーション

曲線部の道路線形は、道路構造令の第１種･第２級の道路区分を参考に、設計速度を 80km/h として最小曲線半径、車道幅員、路肩幅員を設定した（ただし、最小曲線半径は車道の中心線でなく、右カーブの左路側の防護柵の位置で設定したため、若干厳しい平面線形の条件となっている)。また、曲線部の片勾配は 10%とした。

基準の衝突条件（**表-1**）において、ガードレールモデル（種別Ａ）と大型貨物車の車両モデル（20t）を使用し、曲線部と直線部のシミュレーション解析を行った結果を**表-2** に示す。

表-1　曲線部の衝突条件

種別Ａの衝突条件 （衝撃度 130kJ 以上）	－　車両重量　20t －　衝突速度　50.3km/h －　衝突角度　15deg －　衝 撃 度　130.8kJ

表-2　曲線部と直線部のシミュレーション解析結果

	基準の既定値	曲線部	直線部
最大進入行程,m （防護柵変形量）	1.10m 以下	0.35	0.49
離脱速度,km/h	30.2km/h 以上	45.8	44.5
離脱角度,deg	9.0deg 以下	8.9	7.4

曲線部と直線部の解析結果を比較すると、曲線部の方が防護柵変形量は若干小さくなり、車両が防護柵から離脱する時の速度と角度は曲線部の方が若干大きくなった。これらの差は、曲線部には片勾配が 10%あることから、少ないながらも斜面の重力の影響を受けた結果であると考えられる。衝突挙動をアニメーションで比較しても、曲線部として特筆すべき挙動はみられないことを確認した。

(2)異種別防護柵の接続部の３次元シミュレーション

基準では、高速自動車国道（設計速度 80km/h 以上）において、一般区間には種別Ａの防護柵が設置され、重大な被害が発生するおそれのある区間には種別 SB の防護柵が設置される規定となっている。両区間の接続部には、**図-1** のような種別の異なるガードレール同士を接続した構造を採用した事例があり、その接続構造付近での車両の誘導状況の把握を行った。衝突条件は表-3 のとおり設定し、シミュレーション解析は、種別Ａ⇒SB への接続部を含む箇所への衝突と種別 SB⇒Ａへの接続部を含む箇所への衝突の両方向から行うこととした。この際、シミュレーションによる条件設定の容易性を活かし、防護柵変形量が最大となると考えられる衝突位置を事前に把握し、その位置に接続部がくるように衝突位置を設定した。

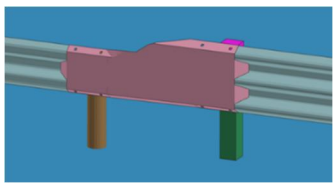


図-1　接続部の構造

表-3　接続部の衝突条件

種別Ａ⇒SB への接続部	種別 SB⇒Ａへの接続部
－　車両重量　20t －　衝突速度　50.3km/h －　衝突角度　15deg －　衝 撃 度　130.8kJ ※種別Ａの衝突条件（衝撃度 130kJ 以上）とした	－　車両重量　20t －　衝突速度　73.6km/h －　衝突角度　15deg －　衝 撃 度　280.0kJ ※種別 SB の衝突条件（衝撃度 280kJ 以上）とした

表-3 に示す２つの条件でシミュレーション解析を行い、車両挙動をアニメーションで比較したところ、両条件とも車両は突破せずに接続部で車両を誘導できることを確認した。参考として、種別Ａ⇒SB への接続部の解析結果を種別Ａの一般部と比較したものを表-4 に示す。

表-4　一般部と接続部の解析結果（種別Ａ⇒SB）

	基準の既定値	接続部	一般部
最大進入行程,m （防護柵変形量）	1.10m 以下	0.51	0.49
離脱速度,km/h	30.2km/h 以上	40.0	44.5
離脱角度,deg	9.0deg 以下	11.4	7.4

表-4 における基準の規定値は、一般部の規定であり接続部を評価する規定ではないものの、離脱角度は規定より大きくなることを確認した。接続部付近の支柱間隔は、Ａ種は 4m、接続部は 1m、SB 種は 2m であり、構造面からも最適な支柱間隔等を検討し、衝撃吸収の面からも連続性を高めることにより、車両の誘導性は向上できる可能性があると考えられる。

(3)延長の短い防護柵の３次元シミュレーション

歩道が設置されている日常生活圏内の道路（例えば、道路構造令の第４種・第３級）を想定し、ガードパイプモデル(種別Ｃ)と、乗用車の車両モデル(1t と 1.8t)及び中型車の車両モデル（8t）を使用してシミュレーション解析を行った。ガードパイプの設置延長は、３段階設定（4m、8m、12m）し、車両の誘導性を確認した。衝突条件を**表-5** に示す。衝突角度は道路幅員等を踏まえて車両が道路外へ逸脱する現実的な角度を設定した。

表-5　延長の短い防護柵の衝突条件

乗用車　1t 及び 1.8t	中型車　8t
－　衝突速度　30km/h －　衝突角度　15deg	－　衝突速度　30km/h －　衝突角度　10deg

シミュレーション解析の結果、乗用車は 1t と 1.8t ともに設置延長 4m 以上で車両を誘導し、中型車（8t）は設置延長 8m 以上で車両を誘導した。これらのことから、シミュレーション結果から得られた必要な設置延長は、設置区間の前後に少なくとも、乗用車の場合は 4m、中型車の場合は 8m となった。

［成果の活用］

引き続き次年度においても、様々な設置条件等による３次元シミュレーションを試行し、その活用可能性を検討する予定である。

交通安全施策に関する事故データ分析

Analysis of Traffic Accidents Data related to Traffic Safety Measures

（研究期間　令和５年度～令和７年度）

道路交通研究部　道路交通安全研究室
Road Traffic Department
Road Safety Division

室長　大橋　幸子
Head　OHASHI Sachiko
主任研究官　池原　圭一
Senior Researcher　IKEHARA Keiichi
研究官　村上　舞穂
Researcher　MURAKAMI Maho
交流研究員　黒澤　明史
Guest Research Engineer　KUROSAWA Akifumi

This study looks at the changes in traffic accidents over the years and the factors of traffic accidents over recent years based on the data analysis using traffic accident databases. This analysis derives trends and characteristics of traffic accidents with respect to road conditions, types of accidents, persons involved, and so on.

［研究目的及び経緯］

近年の交通事故件数・死者数・死傷者数は横ばい傾向が続いているが、交通安全基本計画の基本理念において時代のニーズに応える交通安全の取り組みが求められており、さらなる交通事故削減に向けた取り組みが必要である。

本研究は、交通安全上の課題抽出、課題解決策の検討、課題解決策の効果計測等を行い、今後の道路交通安全施策の立案・効果的な交通安全対策実施に資するよう、近年の交通事故発生状況の傾向・特徴に関する事故データ分析を行うものである。

［研究内容］

（公財）交通事故総合分析センターが管理する交通事故に関するデータベースなどをもとに、交通事故発生状況の経年変化や道路形状別、事故類型別、当事者種別別などの近年の交通事故発生状況について集計・整理を行った。

本年度は、令和 6 年の交通事故発生状況及び長期的な交通事故発生状況、諸外国の交通事故発生状況を分析し概況を把握した。それに加え、近年普及が進んでいる電動キックボードに関連する交通事故の特徴分析や、特に安全確保が求められる歩行者及び自転車の事故に着目して子どもの自転車事故・生活道路上の歩行者事故の特徴分析を行った。また、車両単独事故における防護柵と道路線形との関連性についても分析を行った。

本稿では、このうち長期的な交通事故発生状況と子どもの自転車事故の特徴を分析した結果について一部紹介する。

［研究成果］

(1)長期的な交通事故発生状況

昭和 41 年からの死傷事故件数、死者数、負傷者数及び昭和 45 年からの重傷者数（**図-1**）より、死傷事故件数と負傷者数は、昭和 40 年半ばと平成 10 年半ばにピークを迎え、その後は減少傾向が続いているが、令和 2 年以降は減少率が鈍化し令和 5 年まで横ばい状態が続き、令和 6 年は減少していることが分かる。重傷者数は昭和 50 年代前半に大きく減少したがその後少し増加し、平成 10 年代以降は減少傾向である。死者数は平成に入ってからは減少傾向にある。

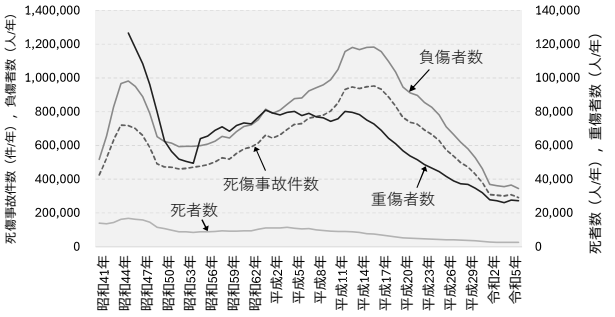


図-1　死傷事故件数、死者数、負傷者数、重傷者数の推移

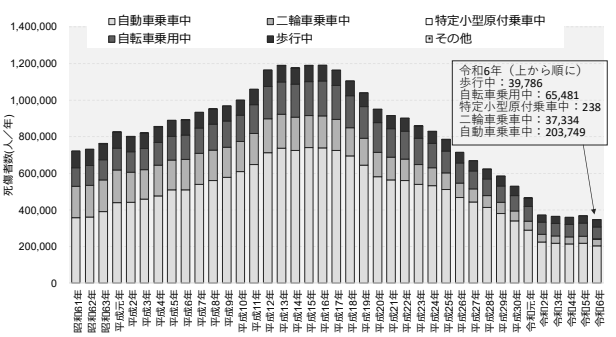


図-2　当事者別死傷者数構成割合

昭和 61 年以降の当事者別死傷者数の推移（**図-2**）は、全体的に平成 10 年半ばにピークを迎えている。平成 17 年以降はどの当事者も減少傾向であり、特に二輪車乗車中の減少が顕著である。構成割合で見ると、常に自動車乗車中が高い割合を占めており、平成 28 年以降は

自転車乗用中と歩行中についてやや増加傾向が見られる。

(2)子どもの自転車事故に関する特徴分析

近年の子ども（高校生以下）が関連する自転車の交通事故発生状況を把握するため、平成 27 年～令和 5 年の事故データを用いて集計・分析を行った。

ⅰ)子どもの年代別の自転車事故件数

第 1 当事者（1 当）・第 2 当事者（2 当）のいずれかが幼児（未就学児）／小学校低学年／小学校中学年／小学校高学年／中学生／高校生である自転車事故の発生件数を集計したところ、高校生の自転車事故件数が突出して多いことが分かった。子どもが関連する自転車事故は、子どもが 2 当となるケースが多く、1 当・2 当の事故で大きな傾向の違いも見られなかったことから、以降は子どもが 1 当のケースと 2 当のケースを合わせて集計した結果を示す。

ⅱ)子どもの年代別の事故類型別事故件数割合

次に、事故類型に着目して年代別に集計を行った結果を示す（**図-3**）。事故類型別では車両相互の事故件数が圧倒的に多く、そのうち約半数を高校生が占めており、次いで中学生が多い。

上記の結果より、小学生～高校生の車両相互事故に着目し、詳細な事故類型別事故発生状況（**図-4**）を確認すると、以下の傾向が見られた。

・小学生～高校生とも出会い頭事故が突出して多い。
・小学生、中学生、高校生はいずれも同じような傾向が見られたが、年齢が上がるにつれて左折時・右折時事故が増加傾向にある。

ⅲ)小学生～高校生の自転車事故の発生場所に関する特徴分析

ⅱ）にて小学生～高校生の事故類型別事故件数で特徴がみられた、出会い頭事故と左折時・右折時事故について、事故が発生した場所の交差点規模、歩車道区分、信号の有無を集計したところ、以下の傾向が見られた。（**図-5**、一部のみ掲載）

・出会い頭事故は、中小規模の交差点に集中している。特に、死亡事故は小学校低・中・高学年の中×中交差点、小学校高学年の小×中交差点、高校生の中×中交差点が多く、重傷事故はどの学年も小×小交差点が多い傾向にある。
・左折時・右折時事故は、学年を問わず、中×中交差点の歩道あり・信号ありに集中している。

ⅳ)まとめ

高校生以下の子どもが関連する自転車事故について、車両相互事故が多くを占めており、小学生～高校生は車両相互事故のうち出会い頭事故が多い傾向が見られ、年齢が上がるにつれて左折時・右折時事故が増加していることが分かった。成長に伴い、自転車での活動範囲が広がり、自転車乗車時の速度が出やすくなることが事故の要因の 1 つとなっていると推測される。

子どもに関連する自転車事故を減らすためには、単路での対策として自転車の通行位置の明確化、交差点対策として優先道路を明示するための路面標示の強調・注意喚起看板の設置や見通しの確保、車両が速度を落とすための対策として物理的デバイスの設置等が挙げられる。また、自転車通行空間の整備を適切に進めることで、自動車・歩行者と自転車の錯綜が減り、自転車事故の削減に繋がると考えられる。

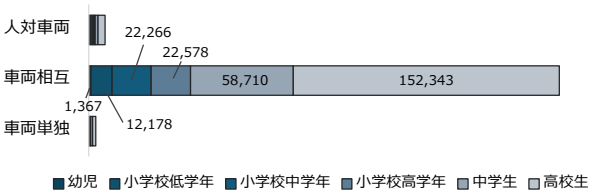


図-3 年代別･事故類型別自転車事故発生件数

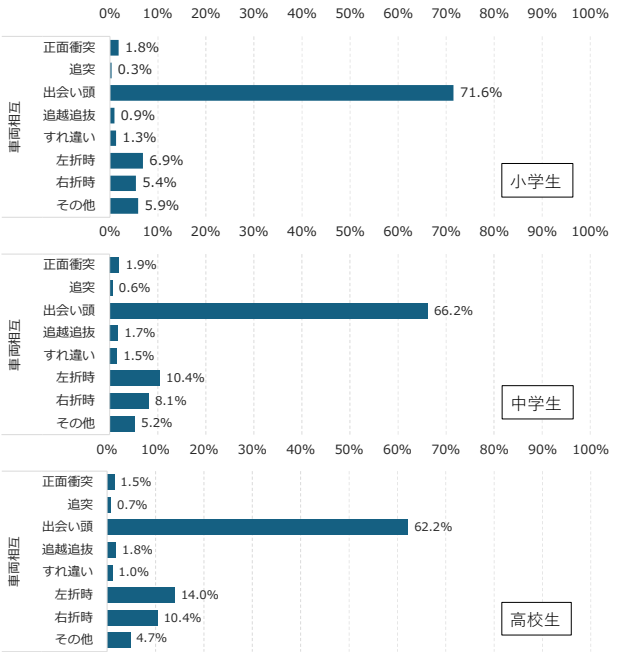


図-4 事故類型別自転車事故発生件数割合
（車両相互･小学生／中学生／高校生）

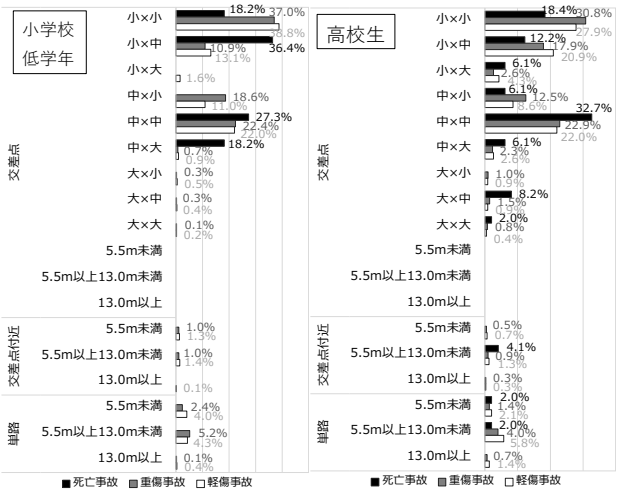


図-5 道路形状×道路幅員別自転車事故件数の構成割合
（出会い頭･小学校低学年／高校生）

［成果の活用］

本成果は、今後の交通安全施策を展開する際の基礎資料として活用する予定である。今後も引き続き交通事故発生状況の経年変化や近年の事故の傾向・特徴に関する整理を行う。

生活道路における効果的な交通安全対策の実施手法に関する調査

Survey on methods for implementing effective traffic safety measures on residential roads

（研究期間　令和７年度～令和９年度）

道路交通研究部　道路交通安全研究室
Road Traffic Department Road Safety Division

室長	大橋　幸子	主任研究官	藤田　裕士
Head	OHASHI Sachiko	Senior Researcher	FUJITA Yuji
主任研究官	山下　英夫	交流研究員	黒澤　明史
Senior Researcher	YAMASHITA Hideo	Guest Research Engineer	KUROSAWA Akifumi
交流研究員	森澤　亮太		
Guest Research Engineer	MORISAWA Ryota		

The National Institute for Land and Infrastructure Management provides technical support to local government road administrators to promote traffic safety measures for residential roads, including Zone 30 Plus. This research aims to create a simplified procedure manual (draft) for traffic safety measures on local roads, enabling municipalities with limited staffing for road traffic safety measures to implement them with minimal burden.

［研究目的及び経緯］

国土交通省と警察庁は、生活道路における人優先の安全・安心な通行空間の整備の更なる推進を図るため、最高速度 30km/h の区域規制とハンプ等の物理的デバイスとの適切な組合せによる交通安全対策である「ゾーン 30 プラス」を進めている。

国土技術政策総合研究所では、地方公共団体の道路管理者に対し、ゾーン 30 プラスをはじめとした生活道路の交通安全対策を推進するために必要な技術支援を行っている。

本研究では、道路交通安全対策に関する職員の体制に制約がある自治体が、少ない負担で取り組めるよう、生活道路における交通安全対策の簡易手順書（案）の作成等を行っている。

［研究内容］

(1) 生活道路における交通安全対策の簡易手順書（案）の作成

ゾーン 30 プラス整備計画の策定経験のある／ない市町村へのヒアリング調査の結果や、国土技術政策総合研究所における既往の研究成果、道路管理者における取組事例を踏まえ、生活道路における交通安全対策の簡易手順書（案）を作成した。

(2) ゾーン 30 プラスの対象区域の設定方法についての検討

ゾーン 30 プラスの対象区域の設定を容易に行えるようにするため、市町村内の生活道路の歩行者または自転車の関連する事故データを可視化して、ゾーン設定の方法を試行した。

［研究成果］

(1) 生活道路における交通安全対策の簡易手順書（案）の作成

ゾーン 30 プラス整備計画の策定経験のある市町村 23 団体と、策定経験のない市町村 6 団体を対象として、**表-1** の項目についてヒアリング調査を行った。

表-1　市町村へのヒアリング項目

整備計画の策定経験のある市町村	整備計画の策定経験のない市町村
・整備のきっかけ・後押し・工夫 ・物理的デバイスの種類・設置位置 ・ゾーン30プラスを展開する上での課題 ・職員体制 ・簡易手順書に掲載すべき情報 ・ハンプ設置の概算費用 ・公開資料の活用状況 ・ハンプ設置にあたり工夫した点	・職員体制 ・生活道路の課題把握の方法 ・物理的デバイスの設置に必要な支援 ・簡易手順書（素案）のわかりやすさ ・交通安全対策を進めるために必要な支援

ヒアリング調査では、以下に関する情報に対するニーズが確認された。

- ハンプの設置に要する費用
- ハンプの施工方法
- 勾配のある道路へのハンプの設置
- ハンプへの進入前の注意喚起看板・路面表示
- 近隣自治体におけるハンプ設置事例
- ハンプによる騒音・振動・トラブル
- 降積雪地域における物理的デバイスの設置

ヒアリング調査で得られた意見・情報等を踏まえ、生活道路における交通安全対策の簡易手順書（案）を作成した。簡易手順書（案）の構成を**表-2** に示す。また、作成したページの例を**図-1** に示す。

当該手順書には、生活道路の交通安全対策を行う際の課題把握、対策検討、対策実施、効果検証の手順とその際に参考となる資料を載せるほか、近隣自治体にお

けるハンプ設置事例や、先行事例で役立った支援・後押しなどを紹介するものとした。

表-2　簡易手順書（案）の構成

本編	参考資料
1. 物理的デバイスとは	資料１　生活道路の交通安全対策に関する問い合わせ先
道路管理者による物理的デバイスの設置	資料２　交通安全対策の基礎知識
法令、技術基準等	資料２-１　交通安全対策の基礎知識
物理的デバイスの設置位置	資料２-２　ハンプの騒音・振動に関する計測事例
物理的デバイスの効果	資料２-３　近隣の自治体でハンプを設置しています！～ハンプ設置事例紹介～
ハンプの設置に要する費用の目安	
ハンプの騒音・振動	資料２-４　勾配のある道路へのハンプ設置事例
ゾーン30プラスについて	資料２-５　ハンプ進入前の標識、路面表示
2.ゾーン30プラスの実施手順	資料２-６　ハンプの施工に関する参考資料
3.整備を効率的に進めるための連携・支援	資料２-７　ハンプの維持管理について
4.地域の課題把握	資料２-８　降積雪地域における物理的デバイスの設置に関する参考資料（案）
1)課題把握におけるデータの活用	
2)データを活用した課題把握事例	資料３　データ及びデータを用いた課題等の可視化資料
3)ヒヤリハット情報を活用した課題把握	資料３-１　都道府県警察による交通事故可視化データ
4)交通事故とヒヤリハット情報の重ね合わせ	資料３-２　道路データプラットフォームを活用した交通事故、交通情報の可視化
5.対策の検討	
6.対策の実施	資料３-３　警察庁事故オープンデータを用いた交通事故発生箇所の地図化マニュアル
1)社会実験・体験会	
2)ゾーン入口対策	資料３-４　ETC2.0プローブデータ他を用いた課題把握地図（国道事務所から提供）
3)ハンプの設計に関する参考	
4)ハンプの施工に関する参考資料について	資料４　生活道路における死傷事故発生件数
5)降積雪地特有の管理事例について	資料５　ゾーン30プラス推進に関する事務連絡
6)ハンプの視認性のための路面表示・着色	資料６　社会資本整備総合交付金と防災・安全交付金
7.効果検証	
8.ゾーン30プラス整備計画の策定手続	
9.国の補助制度や交付金	



図-1　簡易手順書（案）の作成ページの例

(2) ゾーン 30 プラスの対象区域の設定方法についての検討

生活道路の歩行者または自転車の関連する死傷事故件数（以下、「事故件数」という。）が異なる市町村について、人口規模別に 3 段階、事故件数の規模別に 3 段階の計 9 市町（**表-3**）を対象として抽出して検討した。

表-3　対象とする計 9 市町

		人口規模		
		上位	中位	下位
事故件数規模	上位	A市 14.5万人/321件	D市 5.4万人/68件	G町 2.2万人/18件
	中位	B市 16.2万人/232件	E市 5.2万人/45件	H町 2.3万人/9件
	下位	C市 16.6万人/158件	F市 4.9万人/23件	I市 2.1万人/5件

警察庁のオープンデータ（2019 年から 2023 年の 5 年間）を用いて、市町村内の事故データを可視化・集計した。可視化・集計の方法については、地図上に発生箇所をプロットする方法、地図上にカーネル密度推定によるヒートマップを描画する方法、500m程度のメッシュ単位で集計する方法の 3 通りを実施した（**図-2**）。

作成した可視化・集計資料を用いて、対象の市町の街区状況に対応して、事故件数が「多い」と見なすゾーン（ゾーン 30 プラスの対象区域候補）がどの程度生じるか検証した。なお、ゾーンは、幹線道路、鉄道、河川を跨がない範囲で設定した。事故が多いとみなす事故件数を、3 件～10 件まで変化させたところ、各市町におけるゾーン設定数は**図-3** のとおりとなった。事故が多いとみなす件数を 3 件以上とすると、人口規模が上位及び中位の群でいずれの市町も事故が多いと見なすゾーンが確認された。一方、人口規模が下位の群では事故が多いとみなすゾーンは確認されなかった。今回のように過去 5 年分のデータを用いると、ゾーンが確認できない場合もあるものと考えられる。実際のゾーン設定においては、上記の結果を参考にしつつ、地域や交通の状況等に応じて別の方法を用いることも考慮しながら、ゾーンを設定することが望ましい。

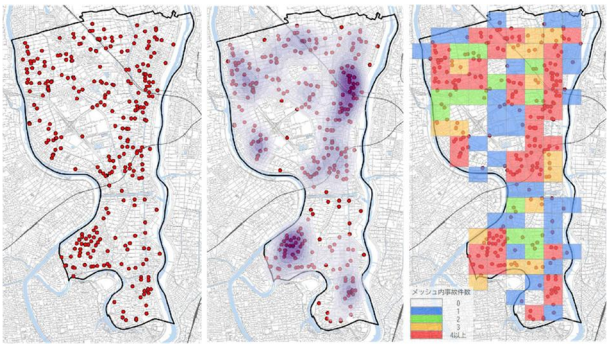


図-2　3 つの方法による事故発生状況の可視化
（左：プロット図、中：ヒートマップ、右：500m メッシュ）

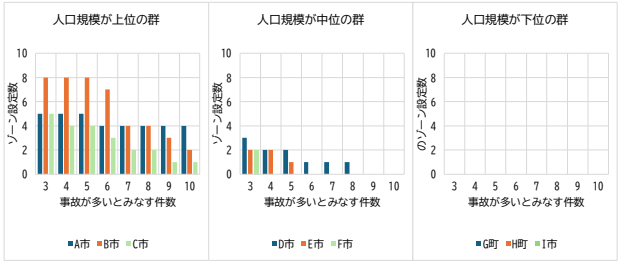


図-3　事故が多いとみなす件数を変化させた場合のゾーン設定数

［成果の活用］

生活道路における交通安全対策の簡易手順書は、ゾーン 30 プラス等の生活道路の交通安全対策を進めるため、市町村の職員を中心として、都道府県の職員や地元住民等にも読んで活用していただけるよう、周知する予定である。

ゾーン 30 プラスの対象区域の設定方法は、上記の簡易手順書に取り入れることにより、市町村の職員がゾーン 30 プラスの整備計画を作成する際に必要となる情報として活用いただく予定である。

幹線道路における交通事故の要因分析等に関する調査

Survey on factor analysis of traffic accident on arterial roads

（研究期間　令和４年度～令和７年度）

道路交通研究部　道路交通安全研究室	室　　長	大橋　幸子
Road Traffic Department	Head	OHASHI Sachiko
Road Safety Division	主任研究官	島﨑　秋伸
	Senior Researcher	SHIMAZAKI Akinobu
	研　究　官	村上　舞穂
	Researcher	MURAKAMI Maho
	交流研究員	前田　大樹
	Guest Research Engineer	MAETA Daiki
	交流研究員	塚越　俊介
	Guest Research Engineer	TSUKAGOSHI Shunsuke

This study in order to reduce traffic accidents on arterial roads, we will examine methods for identifying accident-hazardous spots and analysis of accident factors. This paper reports on research on near-miss detection using AI technology and exploration of the use of accumulated data about traffic accident prevention measures.

［研究目的及び経緯］

道路管理者は、交通事故の要因分析に基づき事故対策を選定・実施しているが、さらなる交通事故の削減に向けては、道路上の危険要因を特定するための技術の向上や早期の対策の効果評価、危険要因に対応した効果的な対策を選定するための手法の発展が求められる。

危険要因特定については、ヒヤリハット場面の活用に着目した。過年度に路側カメラ映像からヒヤリハット場面を自動抽出するツール（図-1）を開発しており、膨大な動画内からヒヤリハット場面を探す作業を自動化することで大幅の省力化が期待される。本研究では、本ツールの実用化に向け、実務での事故要因特定への使いやすさについて調査を行うこととした。

交通事故対策の効果評価についても、ヒヤリハット場面の活用に着目した。対策効果の評価で主に用いられる交通事故は発生頻度が低い一方、ヒヤリハットはより高頻度で発生するため、短期間で多くのサンプルを収集でき、より迅速な効果評価ができるようになると考えられる。このことを踏まえ、前述のツールを交通事故対策の効果評価に活用できるかについて検証することとした。

事故対策の効果的な選定手法については、事故対策データベースシステム（事故対策 DB）に蓄積された事故危険箇所で発生した事故の要因分析結果や実施された対策工種に関する情報に着目した。これらの情報は、各道路管理者が事故対策の類似事例等を参照する際に活用されているものの、事故要因や対策工種の組み合わせごとに事故件数を細分化すると各組み合わせの事故件数が少なく、対策前後の事故件数の比較等により対策効果を定量的に把握することは困難であった。しかし、近年になり対策後の事故件数データがある程度蓄積され、対策効果を定量的に評価できる可能性が高まっている。このような状況を踏まえ、事故対策 DB の蓄積データを集計及び整理し、対策効果分析への活用について検討した。



図-1　ツールによるヒヤリハット抽出イメージ

［研究内容］

(1) 危険要因特定への路側カメラ映像の活用

本ツールの事故要因特定への使いやすさに関する調査では、交通安全対策を行う実務者（直轄事務所職員及び委託業者）3 組に対してヒアリング調査を行い、実務を想定した際のツールの使いやすさや省力化効果、課題等について把握した。また、ヒアリング結果から読み取れる現場のニーズを踏まえ、分析目的に応じたヒヤリハット抽出条件の設定方法についても整理した。

(2) 対策の効果評価への路側カメラ映像の活用

交通安全対策の効果評価に関する調査では、事故対

策が行われた交差点の動画から抽出したヒヤリハット場面について、物体間距離や加速度等の対策前後の変化と、実際の事故データや対策内容から期待される効果との関係を調査することで、路側カメラ映像の活用性を確認した。

(3)事故対策に関する蓄積データの活用

事故対策 DB について、現場状況や事故要因別に対策効果を分析するため、事故発生過程や事故要因といった条件と対策工種の組み合わせごとに、対策前と対策後の事故件数等を整理した。

［研究成果］

(1)危険要因特定への路側カメラ映像の活用

ヒアリング調査の結果、特定のヒヤリハット主体の組み合わせ（自動車×歩行者等）の事故が多い箇所等、対策箇所によって着目すべきヒヤリハットが違うことが想定されるため、把握したい事象に合わせて抽出条件を変更できると良いという意見等が得られた。そこで本研究では、急減速発生状況を把握したい場合、急減速以外の挙動も考慮して把握したい場合、歩行者に着目したヒヤリハットを把握したい場合、自転車に着目したヒヤリハットを把握したい場合の 4 つの場面において、それぞれに適した抽出条件の設定案を提示した。

(2)対策の効果評価への路側カメラ映像の活用

対象とする交差点では、ゼブラ帯の設置等による交差点のコンパクト化と信号機設置が行われ、車両の速度抑制効果や自動車と歩行者・自転車の錯綜防止効果が期待される（**図-2**）。

結果として、対象交差点では、ヒヤリハット発生時に自動車と歩行者・自転車の物体間距離が対策前に比べ大きくなったことが確認された。信号機設置による自動車と歩行者等の錯綜防止効果を捉えることができたと考えられる。また、車両速度の上昇も確認された。交差点のコンパクト化による交通の整流化により車両交通がスムーズになった可能性が示唆された。

このように、本ツールを用いて対策前後でヒヤリハットの性質を比較することで、対策効果を定量的に示すことができる可能性が確認できた。



図-2　対象交差点の対策前後状況

(3)事故対策に関する蓄積データの活用

事故対策 DB に蓄積されたデータの活用に向け、まず、道路区分×事故発生過程・要因×対策工種の分類別リスト（14,634 項目）を作成した。各分類に対し対策実施箇所数、対策前後の事故件数、対策による事故の増減率を算出し、さらに、箇所数が 3 箇所以上の項目を対象に、事故件数のばらつきを表す標準偏差を算出し、整理した。これにより、実績値に基づいた事故の増減率や、標準偏差の大きさを比較しやすくなり事故削減効果が高くかつ確実性の高い対策工種の選定が可能になると考えられる。整理したリストから、右折事故の中で交差点が大きいために速度が出やすいことが原因と考えられる事故の場合を事例として、対策箇所数と事故の増減率を**図-3** に整理した。この図から、対策箇所数が 10 箇所以上と広く採用されている対策工種は、一定の事故削減効果があることが読み取れる。また、この中では交差点のコンパクト化が最も箇所数が少なく、事業費などの面からも導入条件が厳しいと考えられるものの、事故の削減効果は最も高い結果となっている。これらのことから、事故対策 DB に蓄積されたデータから事故削減効果を定量的に把握できれば、工種間の費用対効果の比較がしやすくなり、道路管理者が対策工種を選定する際に役立つことが示唆される。ただし、これはあくまで一例での結果のため、全体の傾向としては今後詳細に分析する必要がある。

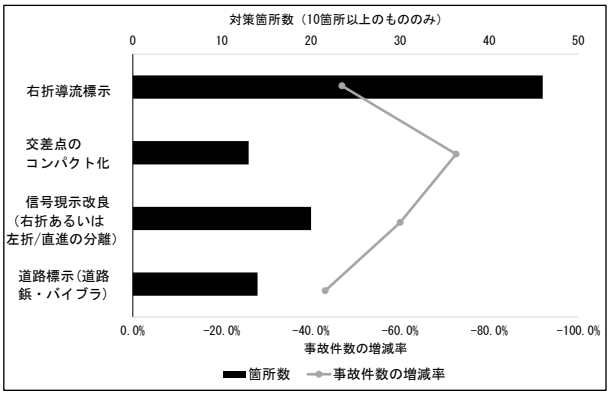


図-3　対策箇所数と事故増減率(右折事故・速度要因)

［成果の活用］

危険要因特定、対策の効果評価への路側カメラ映像の活用手法については、本研究のヒアリング調査から得たニーズをもとに本ツールを全国の直轄事務所に提供できるよう活用方法の検証を行うほか、抽出精度等の改良を継続的に行う予定である。事故対策に関する蓄積データの活用については、本研究で得られた成果を踏まえ、道路管理者が、実際の事故増減率等による事故削減効果の評価に基づいて事故対策工種を選択できるよう、効果的な分析方法等について検討する予定である。

３．高度道路交通システム（ITS）

一般道での自動運転移動サービス車両の混入を考慮した交通安全に資する道路空間の検討

Study on Safer Road Space Considering the Traffic including Automated Mobility Service Vehicles on Street

（研究期間　令和５年度～令和７年度）

道路交通研究部　道路交通安全研究室	室　　長	大橋 幸子
Road Traffic Department	Head	OHASHI Sachiko
Road Safety Division	主任研究官	藤田 裕士
	Senior Researcher	FUJITA Yuji
	研　究　官	村上 舞穂
	Researcher	MURAKAMI Maho
	交流研究員	前田 大樹
	Guest Research Engineer	MAETA Daiki

This study examines methods for analyzing the results of demonstration experiments related to the development of Road Space for Automated Mobility Service operations, and for quantitatively evaluating the relationship between the probability of manual intervention in Automated Mobility Service operations and the road traffic environment.

［研究目的及び経緯］

近年の人口減少や運転手不足を背景に地域公共交通の維持・確保が課題となっており、その解決策として自動運転の活用が期待されている。こうした中、国土交通省では、デジタル田園都市国家構想総合戦略等の政府目標で示されている地域住民の移動手段確保等に向け、自動運転移動サービスの実装のための走行空間実証実験等に取り組んでいる。また、国土技術政策総合研究所では、一般道での自動運転移動サービスを考慮した道路交通安全対策に関する研究を行っている。

本研究では、(1) 自動運転移動サービスの走行空間整備に関する実証実験結果の比較分析、(2) 手動介入の発生しにくさの観点から自動運転移動サービスの走行空間を評価する手法の検討について実施した。

［研究内容］

(1) 走行空間実証実験結果の比較分析

令和 6 年度に全国 8 箇所で実施された自動運転移動サービスの走行空間実証実験結果を活用し、自動運転移動サービス 1 便当たりの手動介入発生回数の対策実施前後での差を算出した。そのうえで、対策の主目的（歩行者のはみ出し、路上駐車、歩行者の乱横断）ごとに、異なる対策どうしの手動介入抑制効果を比較した。

(2) 手動介入評価手法の検討

歩行者や自転車等の様々な交通が混在するまちなかの一般道でバス型の車両を用いた自動運転移動サービスを導入している 26 路線について、単路部・交差点部の各区間に分け、走行経路上の道路交通環境を現地調査するとともに、各路線 10 便における手動介入発生状況について車両への同乗（実証実験結果がある場合は、その調査結果を活用）により調査を行った。その上で、手動介入の発生有無（有：0、無：1）を目的変数、道路交通環境の特徴有無（有：1、無：0）を説明変数としたロジスティック回帰分析を行うことで、手動介入発生と道路交通環境の関係性を分析した。また、その結果を用いて、手動介入の発生しにくさの観点から自動運転移動サービスの走行空間を評価する手法を構築した。

［研究成果］

(1) 走行空間実証実験結果の比較分析

各地域における対策実施内容と手動介入発生回数（対策前、対策後、増減）の一覧を**表-1** に示す。

まず、地域 A の「歩行者はみ出し注意を示す看板および自動運転車の通行を示すピクトグラム」と地域 B の「路肩カラー舗装」について、実証実験で調査された「自転車・歩行者の影響による手動介入」を対象に集計し、対策実施前後の変化を比較した。結果、地域 A では 56.5%、地域 B では 71.0%の減少がみられ、いずれの地域においても手動介入発生回数が減少したことが分かった。

次に、地域 C の「自動運転車の通行を示すピクトグラム（**図-1**）」と地域 D①の「歩車道境界の注意喚起付きカラーコーン」、地域 E の「自転車専用通行帯と第二通行帯の境界部へのゴム製ポール（**図-2**）」について、実証実験で調査された「路上駐車の影響による手動介入」を対象に集計し、対策実施前後の変化を比較した。結果、地域 C では 100%、地域 E では 71.2%の減少がみられ、両地域とも手動介入発生回数が減少したことが分かった。一方、地域 D①は 33.3%の増加（総発生回数では対策前が 1 回、対策後が 2 回のためほぼ横ばい）となった。

最後に、地域 D②の「中央分離帯への仮設の横断防止柵」と地域 D③の「歩車道境界への仮設の横断防止柵」、地域 F の「歩車道境界への車両用防護柵（ガードパイプ）」について、実証実験で調査された「自転車・

※本報告は令和６年度当初予算の標記の研究課題を令和７年度に継続して得た結果をまとめたものである。

表-1　各地域の対策内容および手動介入発生回数の一覧

地域	対策実施内容		1便当たりの手動介入発生回数（回/便）		
			対策前	対策後	増減
A	歩行者のはみ出しによる手動介入を抑制する対策	歩行者はみ出し注意の旨を記載した看板および自動運転車の通行を示すピクトグラム	0.476 （10回/21便）	0.207 （6回/29便）	-0.269 **56.5%減**
B		路肩カラー舗装	0.100 （7回/70便）	0.029 （1回/35便）	-0.071 **71.0%減**
C	路上駐車による手動介入を抑制する対策	自動運転車の通行を示すピクトグラム（図-1）	0.024 （11回/442便）	0.000 （0回/136便）	-0.024 **100%減**
D①		注意喚起付きカラーコーン	0.003 （1回/324便）	0.004 （2回/466便）	+0.001 **33.3%増**
E		自転車専用通行帯と第二通行帯の境界部へのゴム製ポール（図-2）	0.174 （15回/86便）	0.050 （8回/160便）	-0.124 **71.2%減**
D②	歩行者の乱横断による手動介入を抑制する対策	中央分離帯への仮設の横断防止柵	0.006 （2回/313便）	0.002 （2回/1369便）	-0.004 **66.7%減**
D③		歩車道境界への仮設の横断防止柵	0.003 （2回/648便）	0.000 （0回/932便）	-0.003 **100%減**
F		歩車道境界への車両用防護柵（ガードパイプ）	0.688 （152回/221便）	0.000 （0回/85便）	-0.688 **100%減**



図-1　ピクトグラム



図-2 ゴム製ポール

歩行者の影響による手動介入」を対象に集計し、対策実施前後の変化を比較した。結果、地域D③および地域Fでは100%、地域D②では66.7%の減少がみられ、いずれの地域でも手動介入発生回数が減少したことが分かった。

（2）手動介入評価手法の検討

26路線各10便の調査結果をもとにロジスティック回帰分析を行い、回帰係数が想定される正負と矛盾せず、有意性（$p<0.05$）が確認された説明変数を**表-2**に示す。この結果、単路部であれば、「自動運転車の通行を示すピクトグラムが設置されている場合」や「片側2車線以上である場合」、「制限速度30km/h以下で歩道と横断防止柵がある場合」に手動介入が発生しにくくなり、「幅員狭小区間（2車線未満）である場合」や「路上駐車車両がある場合」は手動介入が発生しやすくなることが示唆された。交差点部であれば、「信号連携・スマートポールがある場合」や、「右折経路上において右折矢印信号現示かつ右折専用車線がある場合」、「直進経路上において直進方向が優先道路である場合」に手動介入が発生しにくくなり、「右左折経路上において右左折先の横断歩道がある場合」は手動介入が発生しやすくなることが示唆された。

また、説明変数の有無や回帰係数および切片の値を回帰式（**式-1**）に代入すれば、手動介入が発生しない確率を推計することが可能となる。例えば、車道と歩行者通行空間が分離されていない制限速度30km/hの片側1車線区間（説明変数が全て「無し：0」）の手動介入が発生しない確率は88%となるのに対し、自動運転車の通行を示すピクトグラムを設置する（「自動運転車の通行を示すピクトグラムあり」の説明変数のみ「有り：1」とする）ことで、同確率が94%へ向上することや、歩道と横断防止柵を設置する（「制限速度30km/h以下で歩道と横断防止柵あり」の説明変数のみ「有り：1」とする）ことで、95%へ向上することなどを示唆している。

$$P=\frac{1}{1+e^{-(\beta+\alpha_1X_1+\alpha_2X_2+\alpha_3X_3+\cdots)}} \quad \cdots(式-1)$$

P：手動介入が発生しない確率　X：説明変数（道路交通環境）

α：回帰係数　β：切片　e：自然対数の底（≒2.718…）

表-2　回帰分析により得られた説明変数

説明変数	回帰係数	p値
■単路部		
自動運転車の通行を示すピクトグラムあり	0.803	p<0.01
片側2車線以上	0.529	p<0.01
制限速度30km/h以下で歩道と横断防止柵あり	1.011	p<0.01
幅員狭小区間（2車線未満）	-0.884	p<0.01
路上駐車車両あり	-0.873	p<0.01
切片：2.017		
■交差点部		
信号連携・スマートポールあり	1.149	p<0.01
右折経路上において右折矢印信号現示かつ右折専用車線あり	0.467	p<0.01
直進経路上において直進方向が優先道路	0.921	p<0.01
右左折経路上において右左折先の横断歩道あり	-0.500	p<0.01
切片：1.424		

［成果の活用］

自動運転移動サービスの導入を検討している団体に、(1)は手動介入の要因に応じた対策を検討する際の参考資料として、(2)は手動介入が発生しやすい区間の抽出や対策の優先順位付けの参考資料として活用されることを予定している。

一般道での自動運転移動サービス車両の混入を考慮した交通安全に資する道路空間の検討

Study on Safer Road Space Considering the Traffic including Automated Mobility Service Vehicles on Street

（研究期間　令和５年度～令和７年度）

道路交通研究部　道路交通安全研究室	室　　長	大橋 幸子
Road Traffic Department	Head	OHASHI Sachiko
Road Safety Division	主任研究官	藤田 裕士
	Senior Researcher	FUJITA Yuji
	研　究　官	村上 舞穂
	Researcher	MURAKAMI Maho
	交流研究員	前田 大樹
	Guest Research Engineer	MAETA Daiki

This study examines methods for analyzing the results of demonstration experiments related to the development of Road Space for Automated Mobility Service operations, and for quantitatively evaluating the relationship between the probability of manual intervention in Automated Mobility Service operations and the road traffic environment.

［研究目的及び経緯］

近年の人口減少や運転手不足を背景に地域公共交通の維持・確保が課題となっており、その解決策として自動運転の活用が期待されている。こうした中、国土交通省では、デジタル田園都市国家構想総合戦略等の政府目標で示されている地域住民の移動手段確保等に向けて、自動運転移動サービスの実装のための走行空間実証実験等に取り組んでいる。また、国土技術政策総合研究所では、一般道における自動運転移動サービスを考慮した道路交通安全対策に関する研究を行っている。

本研究では、(1) 手動介入の発生しにくさの観点から自動運転移動サービスの走行空間を評価する手法の検討、(2) 車載カメラ映像を用いた手動介入発生状況の分析について実施した。

［研究内容］

(1) 手動介入評価手法の検討

歩行者や自転車等の様々な交通が混在するまちなかの一般道において、乗用車型の車両を用いた自動運転移動サービスが導入されている 2 路線を対象とし、単路部・交差点部の各区間に分けた上で、走行経路上の道路交通環境を現地調査するとともに、各路線 10 便における手動介入発生状況について車両への同乗により調査を実施した。

その上で、手動介入の発生有無（有：0、無：1）を目的変数、道路交通環境の特徴有無（有：1、無：0）を説明変数としたロジスティック回帰分析を行うことで、手動介入の発生有無と道路交通環境の関係性を分析した。また、その結果を用いて、手動介入の発生しにくさの観点から自動運転移動サービスの走行空間を評価する手法を構築した。

(2) 車載カメラ映像を用いた手動介入発生傾向分析

まちなかの一般道を走行する自動運転バスの車載カメラ映像（2 路線計 246 便分）を活用し、路上駐車を追い越す場面における「路上駐車車両と車道外側線の離隔」や、自転車を追い越す場面における「自転車と車道外側線の離隔」を計測した上で、手動介入発生率との関係を分析した。本研究で活用した車載カメラ映像の例を**図-1** に示す。



図-1　車載カメラ映像の例（路上駐車を追い越す場面）

［研究成果］

(1) 手動介入評価手法の検討

調査結果をもとにロジスティック回帰分析を実施し、回帰係数が想定される正負と矛盾せず、有意性（$p < 0.05$）が確認された説明変数を**表-1** に示す。この結果、単路部であれば、「歩道がある場合」や「横断防止柵や車両用防護柵がある場合」、「中央分離帯がある場合」に手動介入が発生しにくくなり、「幅員狭小区間（2 車線未満）である場合」や「路上駐車車両がある場合」は

手動介入が発生しやすくなることが示唆された。また、交差点部であれば、「無信号交差点である場合」は手動介入が発生しやすくなることが示唆された。さらに、説明変数の有無や回帰係数および切片の値を回帰式（**式-1**）に代入することで、手動介入が発生しない確率を推計することが可能となる。例えば、**表-2** に示す通り、車道と歩行者通行空間が分離されていない片側1車線区間（説明変数が全て「無し：0」）での手動介入が発生しない確率は 58%（a）となるが、歩道を整備する（「歩道あり」の説明変数を「有り：1」とする）ことで同確率が 69%（b）へ向上すること、それに加え横断防止柵を設置する（「歩道あり」と「横断防止柵や車両用防護柵あり」の説明変数を「有り：1」とする）ことで同確率が 83%(c)へ向上すること等を示唆している。

表-1　回帰分析により得られた説明変数

説明変数	回帰係数	p 値
■単路部		
幅員狭小区間（2 車線未満）	-1.290	p<0.01
歩道あり	0.479	p<0.01
路上駐車車両あり	-0.286	p<0.05
横断防止柵や車両用防護柵あり	0.763	p<0.01
中央分離帯あり	2.933	p<0.01
切片：0.331		
■交差点部		
無信号交差点	-3.371	p<0.01
切片：5.326		

$$P=\frac{1}{1+e^{-(\beta+\alpha_1X_1+\alpha_2X_2+\alpha_3X_3+\cdots)}} \quad \cdots(式\text{-}1)$$

P：手動介入が発生しない確率　X：説明変数(道路交通環境)

α：回帰係数　β：切片　e：自然対数の底(≒2.718･･)

表-2　手動介入が発生しない確率の推計例

幅員狭小区間（2 車線未満）	歩道あり	路上駐車車両あり	横断防止柵や車両用防護柵あり	中央分離帯あり	手動介入が発生しない確率
0	0	0	0	0	58%-a
0	1	0	0	0	69%-b
0	1	0	1	0	83%-c

（2）車載カメラ映像を用いた手動介入発生傾向分析

路上駐車を追い越す場面における「路上駐車車両と車道外側線の離隔」と「手動介入発生率」の関係を分析した結果を**図-2** に示す。結果、路上駐車車両右端が車道外側線（自転車通行帯がある場合は車両通行帯境界線）より内側（車道中心側）にあれば手動介入発生率が約 100%となること、外側（路肩側）にあれば 0m 以上 0.25m 未満で約 50%、0.25m 以上で約 20%まで低くなることが分かった。よって、路上駐車による手動介入を抑制する対策として駐停車帯を整備する際は、路上駐車車両と車道外側線（自転車通行帯がある場合は車両通行帯境界線）の間に 0.25m 以上の余裕を確保できるよう整備するのが有効であることが示唆された。次に、自転車を追い越す場面における「自転車と車道外側線の離隔」と「手動介入発生率」の関係を分析した結果を**図-3** に示す。結果、自転車のタイヤ位置が車道外側線（自転車通行帯がある場合は車両通行帯境界線）より外側（路肩側）0.75m 未満にあれば手動介入発生率が 75%となること、0.75m 以上 1m 未満では 50%、1m 以上では約 15%まで低くなることが分かった。よって、自転車を追い越す際の手動介入を抑制するには、自転車が車道外側線（自転車通行帯がある場合は車両通行帯境界線）より 1m 以上の余裕を確保して走行できるように道路空間を整備するのが有効であることが示唆された。例として、自転車通行帯と第二通行帯の間へのゴム製ポールの設置による側方余裕確保や、自転車ナビラインの明示による走行位置の誘導等が考えられる。

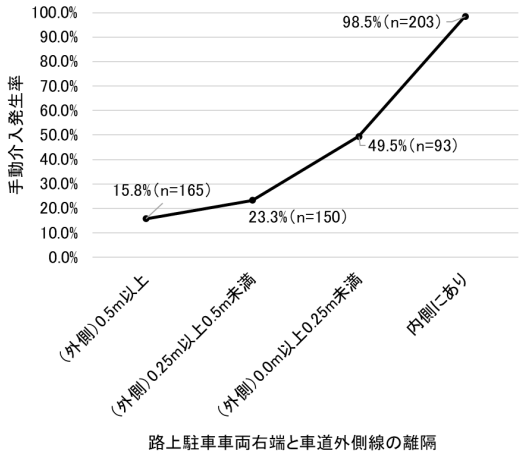


図-2　路上駐車を追い越す場面における「路上駐車車両と車道外側線の離隔」と「手動介入発生率」の関係

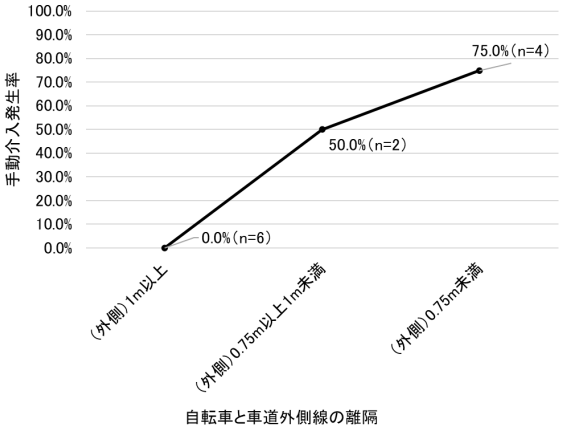


図-3　自転車を追い越す場面における「自転車と車道外側線の離隔」と「手動介入発生率」の関係

［成果の活用］

自動運転移動サービスの導入を検討している団体に、(1) は手動介入が発生しやすい区間の抽出や対策の優先順位付けの参考として、(2) は路上駐車を追い越す際に発生する手動介入の対策案の検討の参考として活用されることを想定している。

高速道路における自動運転の路車協調システム実証実験

Field Operational Test of Vehicle to Infrastructure System for Automated Driving on Expressways

（研究期間　令和６年度～令和７年度）

道路交通研究部　高度道路交通システム研究室
Road Traffic Department Intelligent Transport Systems Division

室長	中川　敏正	主任研究官	鈴木　大健
Head	NAKAGAWA Toshimasa	Senior Researcher	SUZUKI Daiken
主任研究官	松原　朋弘	研究官	山本　大貴
Senior Researcher	MATSUBARA Tomohiro	Researcher	YAMAMOTO Daiki

This study examined the effectiveness of Vehicle to Infrastructure System for automated driving logistics services on expressways. It contributes to social implementation of automated driving trucks on expressways.

［研究目的及び経緯］

近年、物流件数の増加やドライバー不足の深刻化等により、輸送能力の不足が懸念されている。こうした中で、持続可能な物流を確保していくためには、少ないドライバーでも物流サービスの提供が可能な環境整備を進めていく必要がある。自動運転は、輸送の省力化・無人化に寄与し、これらの社会課題の解決に大きく貢献することが期待されている。一方、高速道路での大型車の自動運転については、車両特性上の理由により、合流部での本線合流や道路前方の支障物の回避など、車両単独では走行上のリスクを軽減することが困難な場面がある。そのため、国総研では、高速道路での安全・円滑な自動運転の実現のための路車協調システムについて、様々な研究を行っている。

本稿では、国総研が開発した自動運転トラック向け路車協調システムと当該システムの実現性を検証するための実証実験の概要を紹介する。

［研究内容］

(1) 自動運転トラック向け路車協調システムの開発

国総研では、官民共同研究により普通車を対象とした路車協調システムを開発してきた。具体的には、高速道路の合流部付近での本線車両の情報を合流車に提供する「合流支援情報提供システム」、道路前方の路上障害情報を本線車に提供する「先読み情報提供システム」である。一方、大型車は加速性能が低いことや車線変更に長い走行距離を要することから、普通車向けのシステムでは、安全・円滑な自動走行の支援をすることは困難である。

そこで、国総研では、普通車向けの路車協調システムの技術仕様をもとに、大型車の車両特性を踏まえた自動運転トラック向け路車協調システムを開発し、技術仕様を取り纏めた（**図-1**）。当該システムは、特に以下の点について普通車向けシステムを改良したものである。

- 大型車は加速性能が低く、延長が短い連結路では加速による速度調整は難しいことから、連結路での速度調整方法を「減速調整」に変更
【合流支援情報提供システム】
- 大型車は車線変更に長い走行距離を要するため、路上障害事象を起点とした情報提供位置を明確化
【先読み情報提供システム】

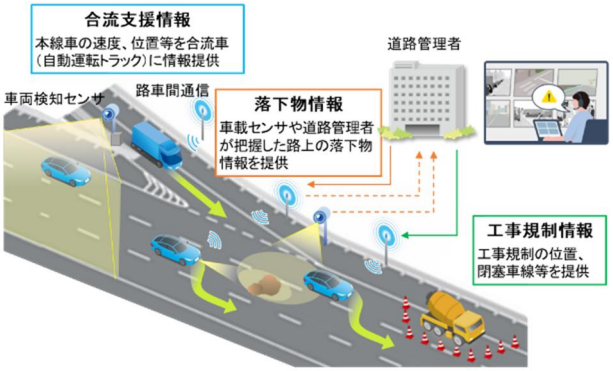


図-1　自動運転トラック向け路車協調システム

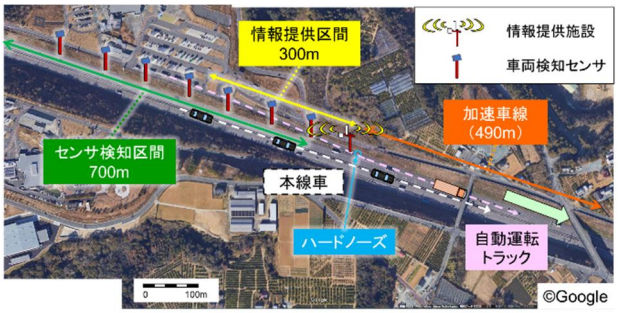


図-2　機器配置レイアウト（浜松 SA（上り））



図-3　合流支援情報提供システムの機器
（左：車両検知センサ、右：情報提供施設）

※本報告は令和６年度当初予算の標記の研究課題を令和７年度に継続して得た結果をまとめたものである。

(2) 新東名高速道路での自動運転トラック実証実験

自動運転トラック向け路車協調システムの有効性を検証するため、新東名高速道路での実証実験を実施した。ここでは、合流支援情報提供システムに関する実証実験の概要を紹介する。実験箇所は、新東名高速道路の浜松 SA（上り）、遠州森町 PA（下り）、駿河湾沼津 SA（下り）の合流部である。本線の路側に車両検知センサ、連結路の路側に情報提供施設を設置した（**図-2**、**図-3**）。センサ検知区間は、国総研が作成したシステムの技術仕様をもとに設定した。情報提供施設は、車両検知センサが検知した本線車の速度、位置、車間時間等の情報を 0.1 秒間隔で自動運転トラックに提供した。その後、自動運転トラックや本線車の走行データをもとに、自動運転トラックの車両挙動、自動運転トラックと本線車との潜在的な衝突危険性、本線合流による本線交通流への影響を分析・評価した。

［研究成果］

自動運転トラックの速度と加速度の事例を、**図-4** に示す。横軸はハードノーズからの距離であり、マイナス側は連結路、プラス側は加速車線及び本線である。本線合流区間（合流開始から合流終了までの区間）での自動運転トラックの加速度は、合流支援ありでは加速度の絶対値とばらつきが小さい。合流支援情報の提供により、自動運転トラックがより適切なタイミングで加速を開始した結果、本線合流開始時に適切な速度を維持できていたことが示唆される。

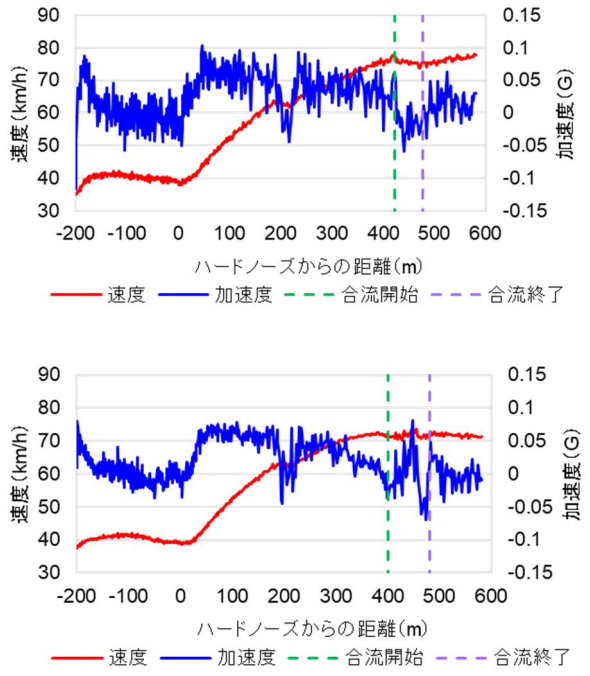


図-4　自動運転トラックの速度と加速度の例
（上：合流支援あり、下：合流支援なし）

また、自動運転トラックと本線後方車との衝突余裕時間（Time-to-Collision: TTC）を断面毎に集計した結果を**表-1** に示す。全サンプル数に占める危険域（本実験では 0～20s に設定）とされるサンプル数の割合は、合流支援ありでは 40%であり、合流支援なしと比較して大きく低下した（サンプル数は車両数）。TTC は後方車との車間距離と相対速度から算出されることから、合流支援情報の提供が、自動運転トラックの合流タイミングの調整に寄与していることが示唆される。

表-1　TTC が危険域であったサンプル数の割合

合流支援の有無	サンプル数（全数）	サンプル数（0s～20s）	割合
合流支援あり	75	30	40.0%
合流支援なし	15	14	93.3%

さらに本線後方車の回避行動の発生状況を**図-5** に示す。回避行動とは、自動運転トラックの本線後方車が自動運転トラックを回避するために行った車線変更である。回避行動の発生割合は合流支援ありでは 4%であり、合流支援なしに比べて大きく低下している。自動運転トラックへ合流支援情報を提供することにより、自動運転トラックが本線交通流に影響の少ない形で本線合流ができたことが示唆される。

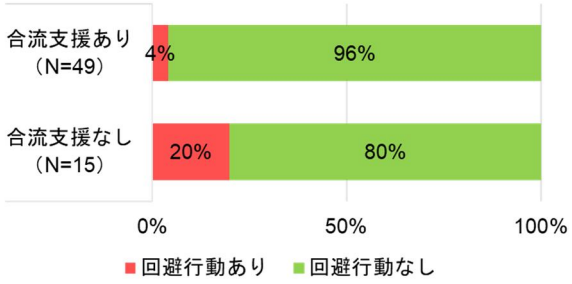


図-5　回避行動の発生割合（浜松 SA（上り））

［成果の活用］

近年、自動運転の車両技術の進展は目覚ましく、自動運転車両が走行可能な環境や交通条件も大きく拡大している。このため、自動運転の早期の社会実装のためには、車両技術と連携した路車協調システムの開発が求められている。今後も、東北自動車道をはじめとした他路線での多様な道路交通環境での実証実験の蓄積を通じて、自動運転トラック向け路車協調システムの実用化を行い、高速道路での自動運転トラックの社会実装に貢献していく予定である。

［参考文献］

1) 次世代の協調 ITS の実用化に向けた技術開発に関する共同研究報告書、国土交通省国土技術政策総合研究所・道路交通研究部高度道路交通システム研究室、2023.3

ETC2.0 オープン化のためのシステム構築

System development for open data of ETC2.0 probe data

（研究期間　令和 7 年度）

道路交通研究部　高度道路交通システム研究室	室　　長	中川　敏正
Road Traffic Department	Head	NAKAGAWA Toshimasa
Intelligent Transport Systems Division	主任研究官	今野　新
	Senior Researcher	KONNO Arata
	研　究　官	杉山　貴教
	Researcher	SUGIYAMA Takayuki
	交流研究員	森　洸斗
	Guest Research Engineer	MORI Hiroto

This paper reports the advancement of a system that processes ETC2.0 probe data comprehensively from all over Japan. Specifically, it will improve processing efficiency and map matching.

［研究目的及び経緯］

国土交通省では、道路交通の状況・課題把握や施策評価等のために活用している ETC2.0 プローブデータを処理するシステム（以下「ETC2.0 プローブデータ処理システム」という。）について、更なる利便性向上を目指している。

国土技術政策総合研究所（以下「国総研」という。）では、ETC2.0 プローブ情報をより利便性の高い情報とすることを目的に、新たな ETC2.0 プローブデータ処理システム（以下「新システム」という）を構築し、必要な機能の開発を行っている。

本稿では、車載器の普及台数の増大も見据え、データ処理の効率化に関する検証結果を示す。

［研究内容・成果］

現行の ETC2.0 プローブデータ処理システム（以下「現行システム」という）では、路側機が整備された基本道路を対象に統計処理を行っている。しかし、近年の細道路における交通事故件数の減少割合は、基本道路と比較すると小さく、通学路も含めた細道路における分析ニーズが高まっている。細道路を含めた統計処理では、基本道路のみを対象とした場合に比べ、データ量が非常に大きくなり処理に負荷がかかる。このため、新システムでは、細道路も含めた統計処理を効率的に行うためのアルゴリズムを開発している。

統計処理の前段階にて、ETC2.0 に対応した車載器の GPS（Global Positioning System）機能により測位された点が、どの道路上に位置したかを推定する処理（以下「マップマッチングという」）が含まれる。マップマッチングでは、Digital Road Map（DRM）区間等を単位としている。基本道路の DRM リンク数は約 162 万本であることに対し、細道路も含めた全ての道路の DRM リンク数は約 607 万本であり、約 4 倍に増大する（**図-1** を参照）。

このため、効率的なマップマッチングのアルゴリズムを開発するとともに、必要となるサーバの調達・据付を実施し動作環境を整備した。以下では、車載器の普及台数の増大も考慮し、新システムにおけるマップマッチングの対象について、細道路も含めた全道路に拡大した際の処理速度の検証結果を報告する。

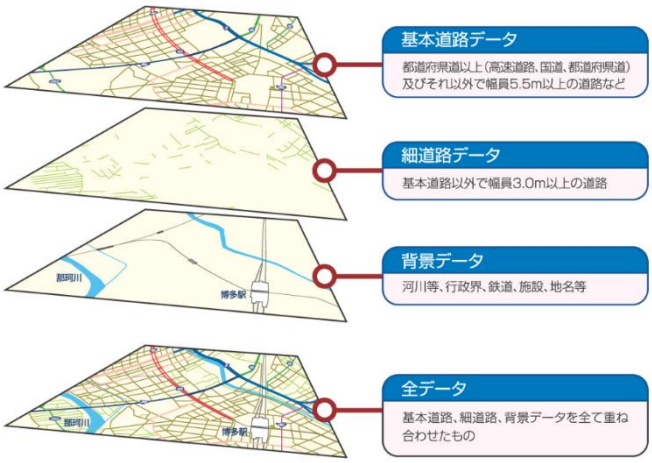


図-1　DRM データにおける道路構成

（出典：日本デジタル道路地図協会ホームページ）

(1)現時点の普及台数の処理速度

令和 6 年の ETC2.0 普及台数は約 1200 万台である。各地方整備局等および各高速道路会社等（首都高速道路株式会社は除く。）と接続している新システムが受信するデータは、約 800 万台分となっている。

約 800 万台を対象として、新システムにおけるマップマッチング（対象は全道路に拡大）の処理速度を計測した結果、5 分間に受信するデータの処理を 5 分以内で終えることを確認した。現行システム（対象は基本道路に限定）では、5 分間に受信するデータを 5 分以内に処理している。このため約 800 万台というデータ量においては、新システムは細道路へ拡大した処理を追加時間なく実現していることになる。

(2)将来の普及台数における推定処理速度

本稿では、機器更新の目安を 8 年後とし令和 14 年

※本報告は令和 6 年度補正予算の標記の研究課題を令和 7 年度に継続して得た結果をまとめたものである。

における ETC2.0 普及台数に対する処理速度を推定する。直近 3 年の普及台数の増大から回帰式を求めると、令和 14 年時点における ETC2.0 普及台数は約 2,700 万台であり、約 2.3 倍に増大する。

現在の新システムの動作環境において、約 2,700 万台分のデータに対する処理速度を線形近似により推定した結果、5 分間を超過することを確認した。検証により、ETC2.0 プローブデータを扱う動作環境の特性上、短い時間間隔で高頻度な処理を行っていることから、サーバ増強による効果が限定的であることを明らかにした。

そこで、新システムが出力する DRM 区間等の単位における平均旅行速度の算出に支障が無い前提において、新システムが受信するデータを間引くことによる影響を検証した。ここで「平均旅行速度の算出に支障が無い」とは、平均旅行速度の値が相対誤差 10%に収まることとした。母集団偏差が未知の場合、必要となる最小サンプル数は t 分布を用いて、信頼水準と変動係数（標準偏差を平均値で除した値）により求められる。信頼水準を 90%とし、変動係数を既往研究に基づき 0.20 とする場合、単位時間あたりの必要サンプル数は 13 台となる。現行システムでは、15 分単位および 1 時間単位で統計処理されていることから、1 時間の間には 52 台が必要サンプル数となる。このため、1 時間単位で検証する場合、車両が 52 台以上通過する DRM 区間の、全国の DRM リンク数に対する割合（以下「カバー率」という。）が評価指標となる。算出条件は**表-1** のとおりであり、様式 1-2 でアップリンクされた時間帯、様式 2-1 でマップマッチングされた DRM リンクの台数を集計した。DRM 区間の道路種別（高速道路、都市高速、国道等）毎のカバー率を算出した（**図-2** を参照）。表中の数値は、道路種別毎の総 DRM リンク数を示す。

表-1　算出条件

対象データ	ETC2.0 プローブデータ （様式 1-2、様式 2-1）
日付	2024 年 8 月 8 日（木）
対象時間帯	7 時台
単位	DRM 種別（路側機種別）
間引き パターン	a.高速道路 50% b.高速道路 50%と国道 50% c.高速道路 80%と国道 65%

	間引きパターン	道路種別の内訳 高速道路 [38,473]	都市高速 [8,490]	国道 [105,061]	補助国道 [88,980]	都道府県道 [363,093]	その他一般道 [15,564]	カバー率 [619,661]
R6 実績値	間引きなし	59.3%	69.8%	64.6%	31.6%	24.4%	50.1%	35.7%
	パターンa	46.3%	60.1%	62.8%	25.6%	19.3%	38.9%	30.3%
	パターンb	43.3%	56.3%	44.1%	13.7%	9.3%	19.5%	18.8%
	パターンc	26.0%	35.1%	27.7%	3.9%	2.4%	4.3%	8.9%
R14 相当値	間引きなし	75.6%	82.1%	80.6%	53.3%	42.2%	81.0%	53.9%
	パターンa	66.5%	76.3%	79.7%	49.6%	39.3%	73.9%	50.7%
	パターンb	63.7%	73.1%	69.8%	37.5%	28.6%	57.8%	40.4%
	パターンc	45.5%	58.7%	60.0%	23.2%	16.0%	31.3%	27.3%

図-2　間引きパターン毎のカバー率(R6 と R14 時点)

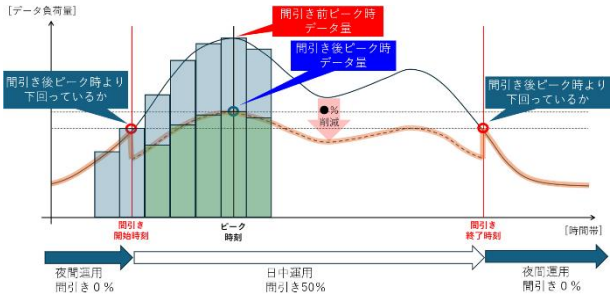


図-3　時間帯に応じたデータ間引き方法

ここで、新システムのマップマッチングにおいて、ETC2.0 プローブデータをアップリンクした路側機が高速道路上か国道上かにより、処理を分けていることに留意する（経路がより複雑な国道では、高速道路より約 2 倍の処理量となっている）。

算出の結果、令和 6 年の間引き無しのカバー率(約 36%)と、令和 14 年の間引きパターン b（約 40%）が同程度であり、普及の増大は間引きパターン b で一定程度相殺することが可能であることを明らかにした。

また、昼間と夜間のような時間帯に応じて間引き方法を変更することによる影響も検証した。動作環境としては、間引く前のデータ量が、間引く時間中のピーク量を超過しないことが条件となる（**図-3** を参照）。**表-1** の条件では、間引きパターン b を適用した結果、適用時間帯を 6 時から 20 時までと設定した場合、当該条件を満たすことを確認した（**図-4** を参照）。

［成果の活用］

本稿で得たデータ処理の効率化に関する知見を用い、車載器の更なる普及により増大するデータを適切に処理することが可能となる。

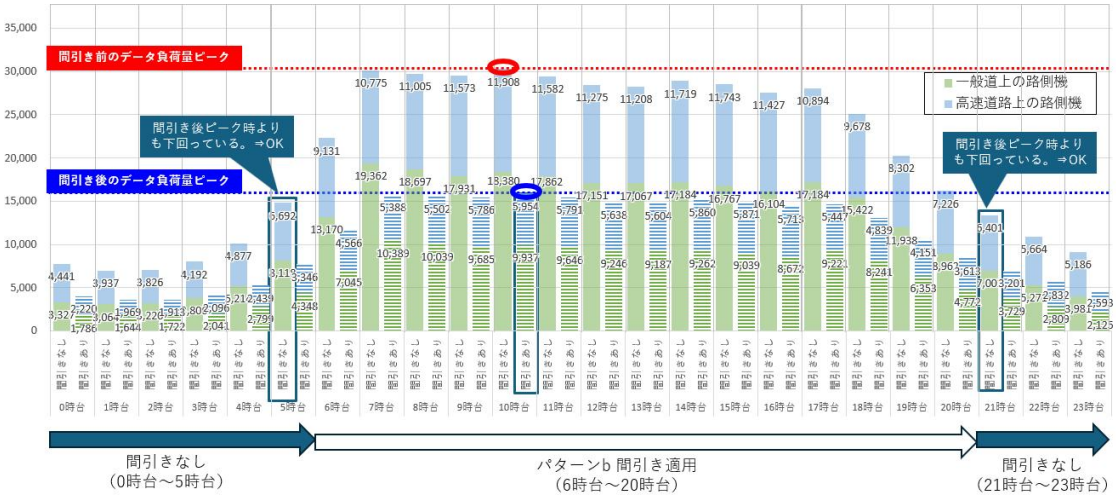


図-4　“パターン b”で間引いたデータ量（時間帯別）（対象：R14 相当量）

特殊車両モニタリングの高度化の検討

A study on advancement of monitoring of overweight vehicles

（研究期間　令和６年度～令和７年度）

道路交通研究部　高度道路交通システム研究室
Road Traffic Department Intelligent Transport Systems Division

室長	中川　敏正	主任研究官	鈴木　大健
Head	NAKAGAWA Toshimasa	Senior Researcher	SUZUKI Daiken

NILIM developed a system for obtaining vehicle weight data using ETC 2.0 system and conducted communication tests at a test track.

［研究目的及び経緯］

国土交通省では、次世代の ITS（高度道路交通システム）について、交通課題の解決を超え、世界に裨益する新たな価値を創造するための施策・サービスを産学官の議論を通じて具体化し、その実現に必要となるシステムが具備すべき機能を整理し、仕様としてとりまとめることとしている。この取組の一環として、緊急性や社会的関心の高い社会課題を解決するために取り組むべきサービスを抽出し、産学官の連携により現在の要素技術でも実現が可能な「先行プロジェクト」を設定し、実証実験を実施、道路行政・民間の双方の視点から次世代 ITS のシステムが具備すべき機能を整理している。

国土技術政策総合研究所では、上記の「先行プロジェクト」のひとつである「大型車の通行適正化」において、特殊車両の重量を車載型重量計（On-Borad Weighing：OBW）を用いて計測し、特殊車両の重量モニタリングや通行の適正化に用いるための仕組みを検討している。

本研究では、OBW で取得した車両重量情報を ETC2.0 システム（路側機・車載器）の機能を改良して道路管理者側で取得するシステムを考案し、当該重量情報の通信試験を実施した。

［研究内容］

特殊車両の通行を適正化し、道路構造物劣化の要因である重量超過車両の通行を削減するためには、道路管理者が通行する特殊車両の重量情報を把握できることが望ましい。現在、道路管理者が車両重量情報を把握する手法として、取締基地や自動重量計測装置（WIM）での計測がある。一方、これらの手法については計測場所が限定されるという制約がある等の課題がある。

そこで、現行の ETC2.0 システムを改良し、特殊車両に設置された OBW で取得された車両重量情報を ETC2.0 車載器を介してアップリンクさせることで、道路管理者が当該情報を効率的に取得することが可能になると考え、以下に示すシステムの試作・通信試験を実施した。

(1) 車両重量情報送信システムの試作

現行の ETC2.0 システムにおいては、車両の走行履歴情報や挙動履歴情報を車載器にて取得・蓄積して路側機にアップリンクできる機能を有する。一方、OBW で記録される車両重量情報をはじめとする“外部機器で取得された情報”を取り込んでアップリンクする機能を有していない。そこで、既存の ETC2.0 車載器を改造し、外部機器で取得された車両重量情報を取り込み、走行履歴情報と組み合わせて保存した上で、路側機にアップリンクできる機能を追加した。なお、今回の通信試験においては、OBW の実機ではなく OBW の模擬機を用いた（図-1）。

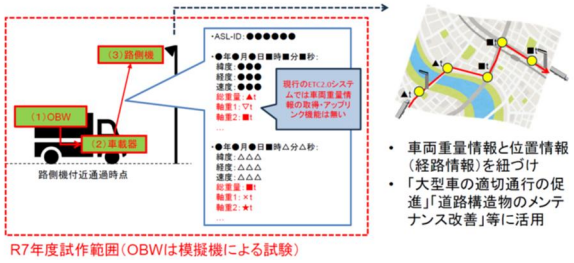


図-1　車両重量情報送信システム（イメージ）

(2) 試験走路における通信試験

今回試作したシステムの動作検証や、車両重量情報の取得が ETC2.0 の各種システムに与える影響の検討のため、国総研の試験走路における通信試験を行った。

1) 通信試験の概要

※本報告は令和 6 年度補正予算の標記の研究課題を令和 7 年度に継続して得た結果をまとめたものである。

a) 車両（単車）に車両重量情報送信システムを積載する。
b) 国総研試験走路において、試験条件（ケース）に従って上記車両を走行させる。
c) OBW の模擬機から車両重量情報を出力し、ETC2.0 車載器を経由して試験走路に設置された路側機にアップリンクする。

2) 試験走路におけるレイアウト

国総研試験走路において「荷捌き地点」を設定し、各地点で車両重量情報を変更することとした（**図-2、図-3**）。

3) 試験条件（ケース）

通信試験においては、「OBW の機種（出力される重量情報）」、「荷捌き地点」、「重量情報の記録方法」、「走行速度」を組み合わせて、以下に示す試験ケースを設定した（**表-1**）。

表-1　試験ケース

パラメータ1：OBWの機種（出力される重量情報）	パラメータ2：荷捌き地点	パラメータ3：重量情報の記録方法	走行回数
①軸重計測方式：軸数＝4	①荷捌き-A	①生成	2
	②荷捌き-AB	①生成	2
	③荷捌き-ABC	①生成	2
		②1秒	2
		③10秒	2
②軸重計測方式：軸数＝6	①荷捌き-A	①生成	2
	②荷捌き-AB	①生成	2
	③荷捌き-ABC	①生成	2
		②1秒	2
		③10秒	2
③加速時換算方式	①荷捌き-A	①生成	2
	②荷捌き-AB	①生成	2
	③荷捌き-ABC	①生成	2
		②1秒	2
		③10秒	2
④荷重計測方式	①荷捌き-A	①生成	2
	②荷捌き-AB	①生成	2
	③荷捌き-ABC	①生成	2
		②1秒	2
		③10秒	2
パラメータ1～3の組み合わせで計20パターン（各パターンで40km/h・60km/h各1回走行）			40

［研究成果］

設定された試験ケースごとに通信試験を行い、取得された重量データを整理した。その結果、計画通りにデータが取得されていること、位置情報と組み合わせることで「車両重量情報付きの走行履歴」を再現できることを確認した（**図-4**）。一方で、重量情報を頻繁に記録するケースにおいては蓄積データ量が早期に増大することから ETC2.0 システムにおけるアップリンク容量を超過し、試験走路一周分（約 6km）においても走行履歴情報の一部が正しくアップリンクされない事象が確認された。今後、道路管理者における車両重量情報のユースケース（案）を設定し、当該ユースケースの実現に必要となる車両重量情報の項目・精度・タイミングや、必要なデータ取得を可能とするシステム改修などを整理する必要がある。

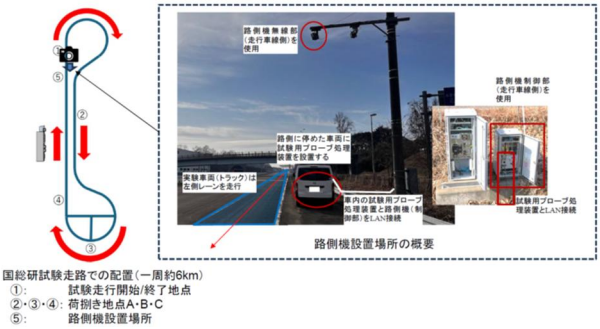


図-2　試験走路におけるレイアウト



図-3　走行中の実験車両（左）

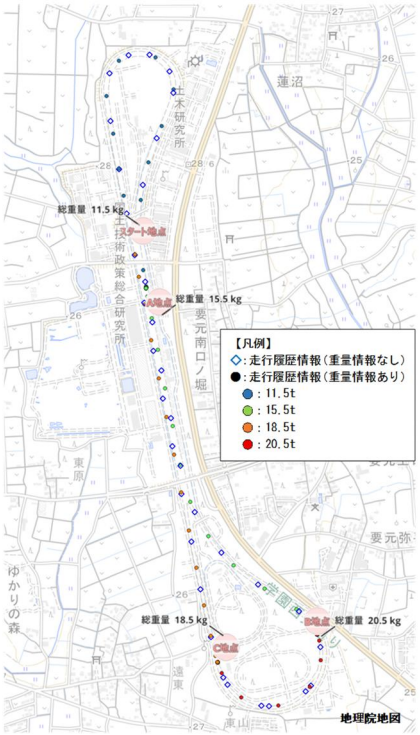


図-4　重量情報つき走行履歴の図化（一例）

［成果の活用］

OBW により取得される重量情報を道路管理者が活用するためのユースケース（案）を整理し、OBW に関するリクワイアメントの設定や、OBW 情報とのデータ連携を実現するための特殊車両関連システムの基礎的要求事項を整理する予定である。

ITS の研究開発及び国際標準化に関する海外動向調査

Survey of overseas trends in ITS R&D and international standardization

（研究期間　令和７年度～令和９年度）

道路交通研究部　高度道路交通システム研究室
Road Traffic Department
Intelligent Transport Systems Division

室　　長　中川　敏正
Head　NAKAGAWA Toshimasa
主任研究官　鈴木　大健
Senior Researcher　SUZUKI Daiken
主任研究官　今野　新
Senior Researcher　KONNO Arata
研　究　官　山本　大貴
Researcher　YAMAMOTO Daiki
研　究　官　杉山　貴教
Researcher　SUGIYAMA Takayuki
交流研究員　森　洸斗
Guest Research Engineer　MORI Hiroto

NILIM conducts the international activities about ITS by collecting information on overseas efforts related to ITS and introducing efforts in Japan.

［研究目的及び経緯］

国土交通省では、我が国の高度道路交通システム（ITS: Intelligent Transport Systems）の技術開発促進や関連産業の国際競争力向上を目指し、同分野における本邦技術の国際標準化の推進や国際協調の活動に取り組んでいる。

そうした中、国土技術政策総合研究所(以下「国総研」) では、国際標準化機構（ISO: International Organization for Standardization）の専門委員会（TC: Technical Committee）である ISO/TC 204 及び ISO/TC 268 の状況を調査するとともに、我が国の国内動向を踏まえた ITS 技術の国際標準化推進の活動を行っている。また、諸外国の ITS・自動運転に関する取組の最新動向を収集するとともに、道路関係の国際機関（PIARC）等に参画し、ITS・自動運転に関する我が国の取組を紹介することを通じて、ITS・自動運転に関する国際活動を継続的に実施している。

［研究内容・成果］

１．国際標準化状況の調査

ISO/TC 204 および ISO/TC 268 において、表-1 に示す各ワーキンググループ（以下「WG」）やサブコミッティ（以下「SC」）を対象として、ITS 技術の国際標準化に向けた動向を把握するため、以下の（１）及び（２）を実施した。

（１）国内分科会への参加及び委員へのヒアリング

表-1 に示す 13 の WG に対応する国内分科会の委員へのヒアリングを実施するとともに、各 WG の国内分科会に参加して情報収集を行うことで、我が国の ITS 技術の国際標準化の実現に向けて必要な作業項目の国内での進捗状況を把握した。

（２）ISO 関連の WG/SC への参加

表-1 に示す各 WG/SC のうち、道路に関係する TC204/WG5、WG7、WG8、WG16、WG17、WG18、WG19 および TC 268/SC 2 に参加し情報収集を行い、標準化作業項目の進捗状況を把握した。

表-1　ITS 関連の SC/WG 及び国内分科会

TC	SC	WG	分野	ﾜｰｷﾝｸﾞｸﾞﾙｰﾌﾟ名称	対応する国内分科会
204		1	ITS	ｼｽﾃﾑ機能構成	ｼｽﾃﾑ機能構成国内分科会
		5	ITS	自動料金収受	自動料金収受国内分科会
		7	ITS	商用貨物車運行管理	商用貨物車運行管理国内分科会
		8	ITS	公共交通	公共交通国内分科会
		9	ITS	交通管理	交通管理国内分科会
		10	ITS	旅行者情報	旅行者情報国内分科会
		14	ITS	走行制御	走行制御国内分科会
		16	ITS	通信	通信国内分科会
		17	ITS	ﾉｰﾏﾃﾞｨｯｸﾃﾞﾊﾞｲｽ	ﾉｰﾏﾃﾞｨｯｸﾃﾞﾊﾞｲｽ国内分科会
		18	ITS	協調ｼｽﾃﾑ	協調ｼｽﾃﾑ国内分科会
		19	ITS	ﾓﾋﾞﾘﾃｨｲﾝﾃｸﾞﾚｰｼｮﾝ	ﾓﾋﾞﾘﾃｨｲﾝﾃｸﾞﾚｰｼｮﾝ
		20	ITS	ﾋﾞｯｸﾞﾃﾞｰﾀと AI	ﾋﾞｯｸﾞﾃﾞｰﾀと AI 国内分科会
268	2		ｽﾏｰﾄｼﾃｨ	持続可能なﾓﾋﾞﾘﾃｨと輸送	ｽﾏｰﾄ交通国内分科会

２．ITS 関連の技術動向の調査

我が国の ITS 関連技術の国際標準化に影響を及ぼす可能性がある以下の３項目について、海外の技術動向を調査した。

（１）協調型自動運転

我が国では、協調型自動運転（自律型自動運転をベースに、路車間/車車間通信により、車載センサ検知外の情報を補うことで、より安全でスムーズな制御を可能とする自動運転）に関する施策・研究開発が活発に行われている。

欧州では、路車協調型の自動運転 CCAM プロジェクト（Connected, Cooperative and Automated Mobility）が研究開発段階（フェーズ 1）を 2024 年

に終え、2025 年から 2027 年までは大規模実証段階（フェーズ 2）に移行しており、この中で道路管理者の役割が「物理的な道路建設・維持管理」から「自動運転の運行設計領域（Operational Design Domain：ODD）を支援するデジタルインフラの提供」へと再定義されている。また、物流に関するプロジェクトである MODI においては、2026 年 2 月時点で 8 か国の 34 者（物流企業、車両メーカ、研究機関、道路管理者）が 2026 年の完了に向けて自動運転トラックによる拠点間運行や、自動運転トラックと自動フォークリフトが連携する無人荷役の実証などを進めている。米国では、ドライバー不足や運転時間規制（Hours of Service：HOS）の厳格化を背景に、特定の高速道路区間において、自動運転トラックの安全運行を支援する取組や自動運転トラックの開発に関する企業間競争が進んでいる。

上記のような海外における協調型自動運転の取組を対象として、道路インフラの要件の整理や道路インフラの支援レベル（Infrastructure Support Levels for Automated Driving：ISAD）による分類を行い、我が国の取組に与える影響を考察した。

（２）自動運転分野での C-V2X

我が国では、C-V2X（Cellular V2X：携帯電話用の無線通信回線を使用した V2X 通信を行うための通信規格）による自動運転の実現に向けた施策・研究開発が進められている（**図-1** を参照）。一方で、C-V2X の将来的な普及を見据えた、道路管理者としての役割や道路管理者による提供が望ましいサービス等については、十分な検討がなされていない。

欧州では、MODI プロジェクトにおいて、路車間や車車間では DSRC 通信、地図情報更新では C-V2X 通信を使用するハイブリッド通信が採用されている。米国では、2024 年に「V2X 展開加速化計画」を発表し、5.9GHz 帯を CV2X へ使用する技術規則を制定した（2025 年 2 月施行）。

上記のような海外における自動運転分野の C-V2X の取組を対象として、実証事例や使用されている通信方式を調査し、我が国の取組に与える影響を考察した。

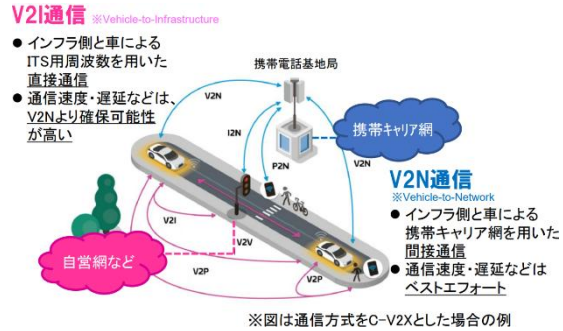


図-1　C-V2X に関する概要

（第 3 回自動運転インフラ検討会の資料を基に作成）

（３）自動運転のための物理／デジタルインフラ

我が国では、自動運転の実現に向けた物理インフラ（走行空間、標識、区画線等）、デジタルインフラ（通信、センサ、高精度地図等）に関する施策・研究開発が進められている。

欧州では、MODI プロジェクトにおいて、ISAD により物理／デジタルインフラの整備状況を定量的に評価している。米国では、自動運転システムの ODD を拡張するため、工事規制情報をクラウド経由でリアルタイム配信するためのデータ交換（Work Zone Data Exchange：WZDx）の標準仕様を策定している。海外における上記のような取組を調査した。

３．国内事例の発信

PIARC の技術委員会やレポート、日米・日欧の関係者会合などにおいて、国内の ITS・自動運転に関する取組として、「レベル４自動運転トラック実証実験」に関して以下のような発信を行った。当該実証実験に際しては、自動運転トラックの社会実装に向けて、自動運転トラック向け路車協調システム（合流支援情報、落下物情報、工事規制情報）を整備済である。また、夜間帯に限定して、自動運転車優先レーンも設置済である。なお、自動運転トラックの実証実験については、2024 年～2025 年に新東名高速道路（**図-2**）、2026 年に東北自動車道で実証実験を実施し、その後は全国への展開を想定している。

国総研では、レベル４自動運転トラックを対象として、路車協調システムを開発し（**図-3**）、当該システムによる情報提供の有効性を検証する実証実験を実施済である。これらの実験結果も踏まえて、システムの技術仕様を作成する予定である。

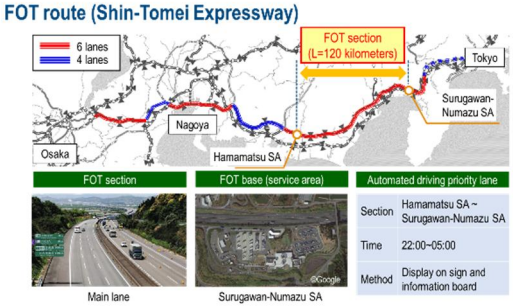


図-2　新東名高速道路での実証実験区間

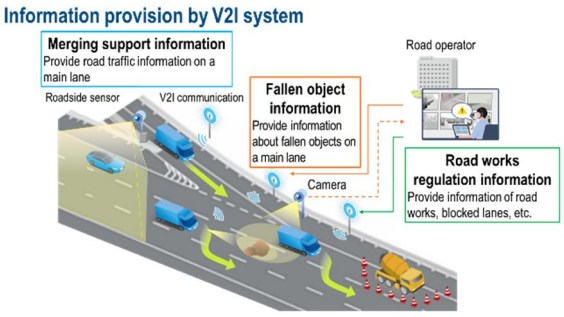


図-3　自動運転トラック向け路車協調システム

［成果の活用］

国際標準化状況の調査の成果は、日本の ITS 関連技術の国際標準化に係る全体の基本方針や個別分野の重要課題の方向付けを行う会議（インフラステアリング委員会）で提示した。また、ITS 関連の技術動向の調査の成果は、我が国の施策を検討する上での基礎的情報として活用が期待できる。さらに国内事例の発信の成果は、我が国の ITS 関連技術の国際展開に寄与する。

ETC2.0 プローブデータのオープン化に向けた基礎調査

A basic survey for open data of ETC 2.0 probe data

（研究期間　令和７年度～令和８年度）

道路交通研究部　高度道路交通システム研究室
Road Traffic Department Intelligent Transport Systems Division

室長	中川　敏正	主任研究官	鈴木　大健
Head	NAKAGAWA Toshimasa	Senior Researcher	SUZUKI Daiken
研究官	杉山　貴教	交流研究員	森　洸斗
Researcher	SUGIYAMA Takayuki	Guest Research Engineer	MORI Hiroto

NILIM conducted a survey to identify the challenges and the issues related to data structures and data-sharing methods of ETC 2.0 probe data for future open data to local governments.

［研究目的及び経緯］

国土交通省は、道路上に ETC2.0 路側機を整備し、ETC2.0 車載器を装着した車両に蓄積されたデータを取得している。当該データは、車両の情報、走行履歴、挙動履歴で構成されており、個別の車両が特定できないよう処理されたデータ(以下「ETC2.0 プローブデータ」という。）については、道路管理者（国土交通省及び高速道路会社）が渋滞対策、交通安全対策、災害時通行実績の把握等に活用している。また、地方公共団体等を対象とした ETC2.0　プローブデータのオープン化に向けた各種検討を進めているところである。

国総研では、過年度に地方公共団体における ETC2.0 プローブデータの利活用ニーズ、当該ニーズを踏まえたデータの具体的な活用方法等について官民共同研究で調査してきた。令和 7 年度は、地方公共団体自身による ETC2.0 プローブデータの利活用を見据えて、データの貸与・利活用面での実務的課題を抽出するための基礎調査を実施した。

［研究内容］

現状では、ETC2.0 プローブデータの集計・分析の実施者が国土交通省及び高速道路会社に限定されているが、将来的には地方公共団体等に対して当該データを貸与し、地方公共団体等による集計・分析、政策課題解決への利活用を可能とする「オープン化」が検討されている。他方で、地方公共団体に対してはこれまで ETC2.0 プローブデータは貸与していないため、地方公共団体への適切なデータ貸与方法、地方公共団体が集計・分析する際に生じる課題については明らかとなっていなかった。そこで、ETC2.0 プローブデータ利活用意向のある地方公共団体等を「調査協力者」として公募し、選定された団体にデータを貸与し、各団体における集計・分析において生じた課題を調査することとした（図-1）。具体的な調査手法は以下のとおりである。

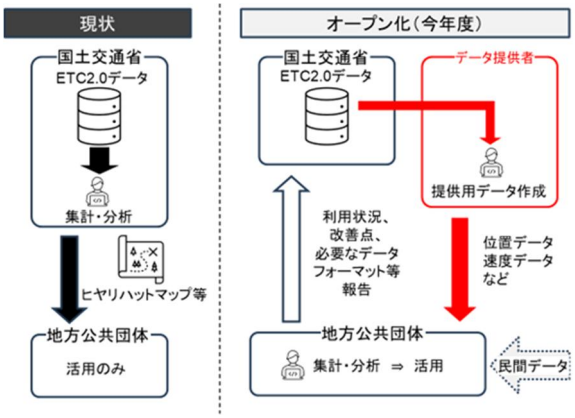


図-1　オープン化試行のイメージ

(1) 調査協力者の公募

令和 7 年 6 月から 8 月にかけて、ETC2.0 プローブデータ利活用意向のある地方公共団体等を公募した。公募における主な参加条件は以下の通りである。

1) 地方自治法に規定する普通地方公共団体または特別地方公共団体であること。または、地方公共団体を代表者とする共同体であること（観光地域づくり法人、大学等の研究機関等との共同参加も許可することとした。）

2) 代表者となる地方公共団体が、プローブデータを利活用した実績があること

3) ETC2.0 プローブデータの利活用のための予算・体制が確保されていること

4) ETC2.0 プローブデータを用いて作成した成果について、国交省に無償で提出すること

5) 国交省によるヒアリング調査に協力すること

公募の結果、22 の地方公共団体等から申請があり、国土交通省における審査の結果、令和 7 年 9 月に全て

の団体を調査協力者に採択した（**表-1**）。

表-1　調査協力者

団体名（共同体による参加の場合は代表となる地方公共団体名）	
山形県　山形市	静岡県　浜松市
茨城県　日立市	京都府　京都市
埼玉県　さいたま市	兵庫県
千葉県　市原市	岡山県　津山市
東京都　世田谷区	広島県　廿日市市
東京都　葛飾区	香川県
東京都　武蔵野市	福岡県
神奈川県　鎌倉市	福岡県　北九州市
神奈川県　箱根町	福岡県　宗像市
山梨県	熊本県　熊本市
岐阜県　高山市	大分県　由布市

(2) ETC2.0 プローブデータの貸与

調査協力者に採択された地方公共団体等とデータの取扱い等に関する協定を締結した上で、各地方公共団体等の用途に応じたデータを作成し、無償で貸与した。貸与したデータは、令和２年１月から令和７年３月までのデータを基本とし、一般財団法人 ITS サービス高度化機構を介して必要なデータを格納した SSD を地方公共団体に郵送した。

(3) ヒアリング調査

令和８年１月と２月に、全ての調査協力者に対してヒアリング調査を行い、各地方公共団体等の分析結果や、データ・貸与手法等に関する課題や改善要望を調査した。また、調査協力者向けのヒアリング調査に先立って、国土交通省の委託業務にて ETC2.0 プローブデータの集計実績のある建設コンサルタント等にヒアリング調査を行い、調査協力者向けヒアリング調査の計画の参考とした。

なお、調査協力者向けのヒアリング調査の主な調査項目は以下の通りである。

1) データの利活用ニーズ（今回の活用方法、今後利活用が期待される施策分野）
2) 提供するデータの内容・形式（分析で生じた課題、データ内容等への改善要望等）
3) データ提供に係る手続き（今回の貸与手法への所感、データへの支払い意思額）
4) 今回のデータ利活用実績（分析体制、費用等）
5) 民間プローブデータの活用実績

［研究成果］

調査協力者向けヒアリング調査で寄せられた主な結果・課題・改善要望等は、以下の通りである。

(1) データの利活用ニーズ

道路整備計画への活用が多く挙げられた。市道整備計画検討に際して活用可能な定量的評価指標作成の需要が多く、速度低下箇所や急ブレーキ多発箇所の可視化等、渋滞や事故箇所の交通状況の把握が試みられていた。また、道路計画検討に留まらず、観光地の流動・渋滞分析を踏まえた観光客誘致・経路誘導、公共交通サービス改善に向けたバス路線における基礎調査、物流車両の経路分析などへの利活用も確認・提案された。

(2) 提供するデータの内容・形式

現時点では高規格道路や国道・都道府県道等のみで整理されている「区間別の統計データ（走行台数、時間別平均速度等）」について、地方公共団体の主な分析対象となる市町村道も含めた網羅的な整備・提供ニーズが寄せられた。また、地方公共団体の職員自身の操作による基礎的な集計・分析・図化を可能とする「ダッシュボード」（**図-2**）の整備要望が多く寄せられた。



図-2 ダッシュボード例 [1)]

(3) データ提供にかかる手続き

本調査では、データを格納した SSD を郵送する形でデータを貸与したが、国土交通省からの貸与や調査協力者間のデータの共有に時間を要したことから、オンラインでのデータ提供の要望が多く寄せられた。また、地方公共団体においては、道路整備関連経験に乏しい職員が活用する場面も想定されることから、データにかかる丁寧な説明、専門用語の解説、他の地方公共団体でのデータ活用事例の提供に関する要望が多いことが確認された。

［成果の活用］

本調査で把握した課題及びそれを踏まえた改善案を整理し、令和８年度実施予定の継続調査や、今後のオープン化本格運用時の実施手法の設定、ETC2.0 プローブデータの改善等に活用していく予定である。

［参考文献］

1) 都市交通調査プラットフォーム
https://ptplatform.mlit.go.jp/visualize-tool/graph.html（閲覧日：2026 年 3 月 11 日）

４．空間活用

自転車活用推進に向けた自転車通行空間の走行環境改善に関する調査

Survey on improving the Running environment of Bicycle traffic spaces to promote bicycle use

（研究期間　令和６年度～令和８年度）

道路交通研究部　道路交通安全研究室
Road Traffic Department Road Safety Division

室長	大橋　幸子	主任研究官	藤田　裕士
Head	OHASHI Sachiko	Senior Researcher	FUJITA Yuji
主任研究官	山下　英夫	交流研究員	森澤　亮太
Senior Researcher	YAMASHITA Hideo	Guest Research Engineer	MORISAWA Ryota

NILIM is conducting research on improving the riding environment of bicycle traffic spaces to promote the use of bicycles. This study describes the results of a study on the cross-sectional configuration when bicycle lanes and parking and stopping spaces are provided together.

［研究目的及び経緯］

国土交通省と警察庁は、自転車活用推進計画で掲げられている「自転車事故のない安全で安心な社会の実現」などの目標の達成に向け、安全で快適な自転車利用環境創出に取り組んでいる。また、国土技術政策総合研究所では、自転車通行空間の安全性向上に関する研究を行っている。

本研究では、自転車専用通行帯と駐停車スペースを併設させる際の余裕幅を考慮した横断面構成に関する検討を行った。

［研究内容］

駐停車需要の多い路線では、自転車専用通行帯上に駐停車する車両が発生し、これらの駐停車車両を避けて自転車が通行することがあり、自転車の安全な通行が阻害されているなどの課題が生じている。これまで、「安全で快適な自転車利用環境創出ガイドライン」で自転車専用通行帯と駐停車スペースを併設させる例示がなされているが、技術的な知見が十分にはないため、駐停車スペースと自転車専用通行帯の間の余裕幅の定量的な目安については明らかにされていない。

そこで、自転車専用通行帯と駐停車スペースを模した実験施設において、配置や余裕幅、幅員等の条件が異なる全 10 ケース（**図-1、写真-1**）を構築し、路上駐停車スペースに車両を停車させて乗降する実験や路上駐停車車両の側方を自転車で通過する実験を行い、車両の停車位置や乗降時のドアの開放幅、自転車の通過位置等を計測した。また、車両の駐車しやすさや乗降のしやすさ、路上駐停車車両の側方を自転車で追い越す際の自転車利用者の危険感や今後の利用意向等については、被験者アンケートにより把握した。

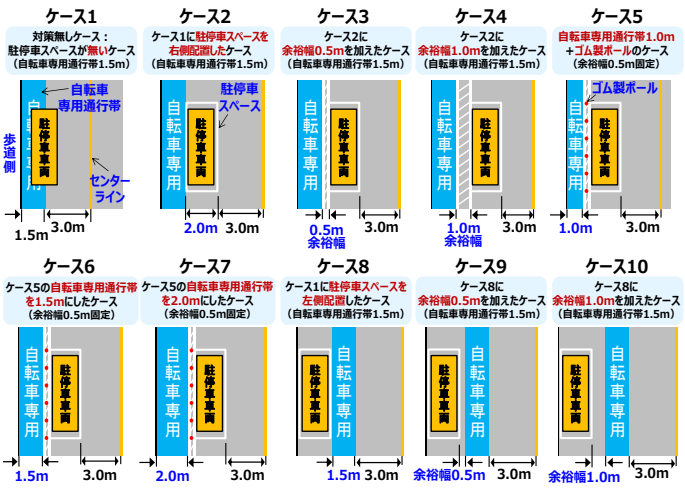


図-1　実験ケース

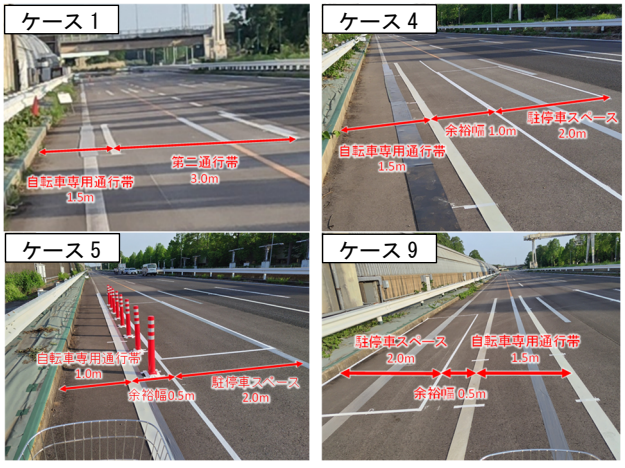


写真-1　実験走路の例

※本報告は令和６年度当初予算の標記の研究課題を令和７年度に継続して得た結果をまとめたものである。

［研究成果］

アンケートの結果、駐停車車両からの乗降のしやすさについては、運転席からは、全ケースにおいて半数以上が「乗り降りしやすい」、「やや乗り降りしやすい」との回答（**図-2**）だったが、助手席からは、ゴム製ポールを設置したケース 5～7 について、「やや乗り降りしにくい」、「乗り降りしにくい」の回答が半数近くあった（**図-3**）。

路上駐停車車両の側方を自転車で追い越す際の自転車利用者の危険感については、自転車専用通行帯と第二通行帯が接する、ケース 1、ケース 8～10 において、約半数が「やや危険」や「危険」と回答していた（**図-4**）。一方で、自転車専用通行帯と第二通行帯が接せず、路上駐停車スペースとの間にも離隔が確保されているケース 3～7 については、半数以上が「安心」や「やや安心」と回答しており、危険に感じる被験者はほとんどいなかった。また、ケース 5 のような通常の自転車専用通行帯の幅員より狭い場合であっても、ゴム製ポールが設置されることで、危険感を感じずに通行できることが分かった。

今後同じ状況の場合、自転車専用通行帯を通行したいかを問うたところ、ケース 1、8、9 を除き、ほとんどの被験者が自転車専用通行帯を通行したいとの回答であった（**図-5**）。

以上の結果から、ケース 3～7 のいずれかであれば、9 割以上の自転車利用者が自転車専用通行帯を利用する可能性が示唆される。ここからは、余裕幅の定量的な目安について、自転車専用通行帯の右側（車線側）に駐車スペースを設置する場合と、自転車専用通行帯の左側（歩道側）に駐停車スペースを設置する場合に分けて整理する。

まず、自転車専用通行帯の右側（車線側）に駐停車スペースを設置する場合のうち、ゴム製ポールを設置しないケース（ケース 3、4）を比較すると、余裕幅を 50cm から 100cm に拡げることによる大きな改善が見られないため、余裕幅 50cm 以上が目安になると考えられる。また、余裕幅 50cm のスペースにゴム製ポールを設置するケース（ケース 5～7）は、自転車専用通行帯の幅員を 200cm に拡大しても 100cm に縮小しても大きな差異が見られないため、自転車専用通行帯の幅員を局所的に 100cm に縮小することが考えられる。

自転車専用通行帯の左側（歩道側）に駐停車スペースを設置する場合（ケース 8～10）は、余裕幅の違いにより、自転車利用者の今後の利用意向が大きく変化するため、余裕幅 100cm 以上が目安になると考えられる。

［成果の活用］

本成果は、ガイドラインへの反映を検討するなど、自転車専用通行帯と駐停車スペースを併設させる際の参考情報として、活用する予定である。

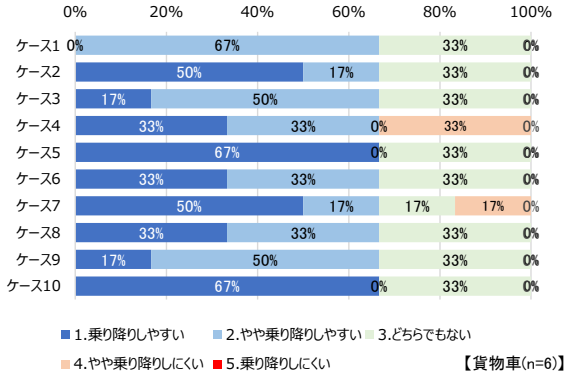


図-2　運転席からの乗降しやすさ｜貨物車

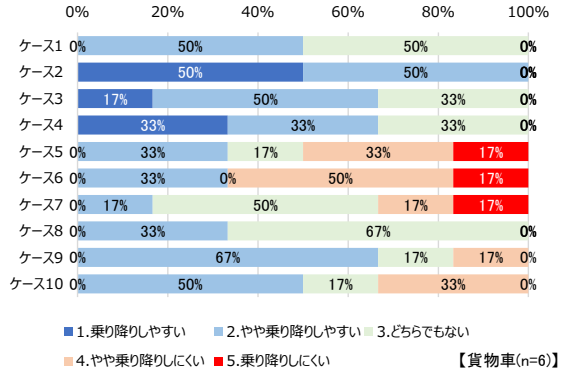


図-3　助手席からの乗降しやすさ｜貨物車

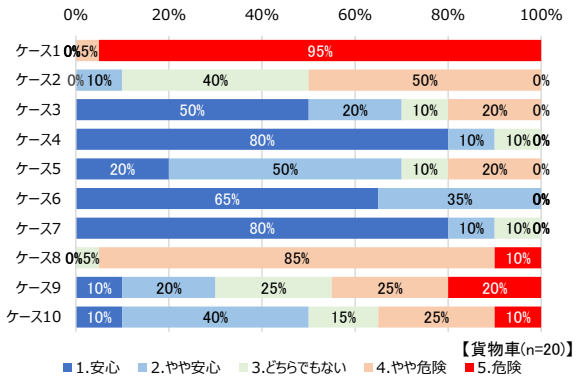


図-4　自転車利用者にとっての危険感｜貨物車

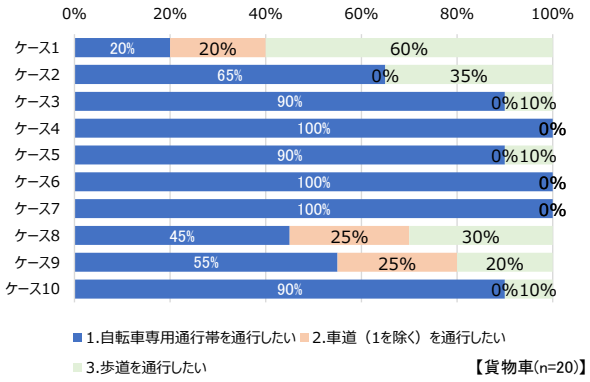


図-5　自転車利用者の今後の利用意向｜貨物車

自転車活用推進に向けた自転車通行空間の走行環境改善に関する調査

Survey on improving the Running environment of Bicycle traffic spaces to promote bicycle use

（研究期間　令和６年度～令和８年度）

道路交通研究部　道路交通安全研究室
Road Traffic Department Road Safety Division

室長	大橋　幸子	主任研究官	藤田　裕士
Head	OHASHI Sachiko	Senior Researcher	FUJITA Yuji
主任研究官	山下　英夫	交流研究員	森澤　亮太
Senior Researcher	YAMASHITA Hideo	Guest Research Engineer	MORISAWA Ryota

This study presents case studies on the consensus-building process when developing bicycle traffic spaces through road space reallocation, as well as research findings on the safety of automobiles when rubber pole are installed between dedicated bicycle lanes and the second vehicle lane.

［研究目的及び経緯］

国土交通省と警察庁は、自転車活用推進計画で掲げられている「自転車事故のない安全で安心な社会の実現」などの目標の達成に向け、安全で快適な自転車利用環境創出に取り組んでいる。また、国土技術政策総合研究所では、自転車通行空間の安全性向上に関する研究を行っている。

本研究では、道路空間再配分による自転車通行空間整備を行う際の合意形成プロセス等についての事例分析を行い、その結果をとりまとめた。また、自転車専用通行帯の停車抑制対策について、ゴム製ポールの有無や高さ、設置間隔が自動車の走行性等に与える影響を検証する走行実験を行った。

［研究内容］

(1) 道路空間再配分による自転車通行空間整備を行う際の合意形成プロセス等についての事例分析

道路空間再配分により自転車通行空間を整備した先行事例を調査し、「道路空間再配分による自転車通行空間の整備事例集」としてとりまとめた。

(2) 自転車専用通行帯の停車抑制対策に関する走行実験

自転車専用通行帯と第二通行帯の間にゴム製ポール等を設置することで、自転車専用通行帯上に停車車両が発生しにくくなり、自転車通行の安全性が向上することが見込まれる一方、第二通行帯上を走行する自動車の走行性等が低下する可能性がある。

そこで、自転車専用通行帯と第二通行帯の間の区画線上にゴム製ポールを設置した道路を模した走路を全12ケース（**表-1**）構築し、走行実験と実験時に運転席から撮影した映像を用いたアンケート調査により、小型自動車及び普通自動車の走行性等を検証した。

表-1　実験ケース

	ゴム製ポール		第二通行帯の幅員
	高さ	設置間隔	
1	80cm	なし	3.25m
2		3m	
3		10m	
4		なし	3.00m
5		3m	
6		10m	
7		なし	2.75m
8		3m	
9		10m	
10	40cm	10m	3.25m
11			3.00m
12			2.75m

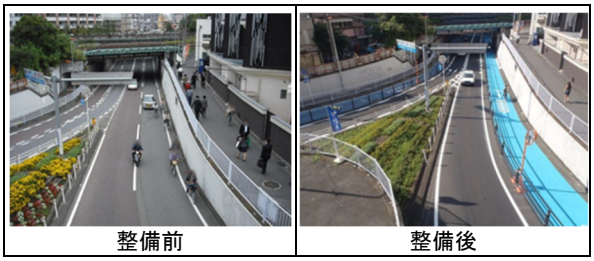
［研究成果］

(1) 道路空間再配分による自転車通行空間整備を行う際の合意形成プロセス等についての事例分析

今回調査した事例では、自転車通行空間の幅員確保のために、車線数の変更、車線や路肩の幅員の変更、歩道幅員の変更、植栽帯の縮小等を行うにあたって、様々な工夫が行われていた。

車線数の変更（**写真-1**）をする際は、①方向別交通量の調査に基づく混雑度や交差点需要率の算出、②車線数を減少する社会実験等、各事例とも周辺地域での渋滞が発生しないこと等を検証していた。

また、植栽帯を縮小する際は、①住民アンケートや検討会での議論、②樹木医による調査を行い移植や伐採を判断等、各事例とも丁寧な対応が行われていた。



整備前　整備後

写真-1　車線数を変更した事例

(2) 自転車専用通行帯の停車抑制対策に関する走行実験

ゴム製ポールを設置した場合、走りやすさが低下する傾向がみられた（**図-1**）ものの、走行位置（**図-2**）や平均速度（**図-3**）の大きな変化はみられなかった。また、自転車専用通行帯に進入して路上駐停車しようと思わなくなる傾向がみられた。

自転車を追い越す際の危険感は、高さ 80cm のゴム製ポールでは低減したものの、高さ 40cm のゴム製ポールでは未設置の場合と変わらなかった（**図-4**）。また、高さ 80cm のゴム製ポールは気づきやすいものの、高さ 40cm のゴム製ポールは普通自動車からやや気づきにくい傾向がみられた（**図-5**）。

走行実験結果と映像アンケート結果は、概ね同様の傾向であるが、走行実験より映像アンケートの方が、高さ 40cm のゴム製ポールに気づきにくい傾向、走りやすいと答える傾向がみられた（**図-6**）。

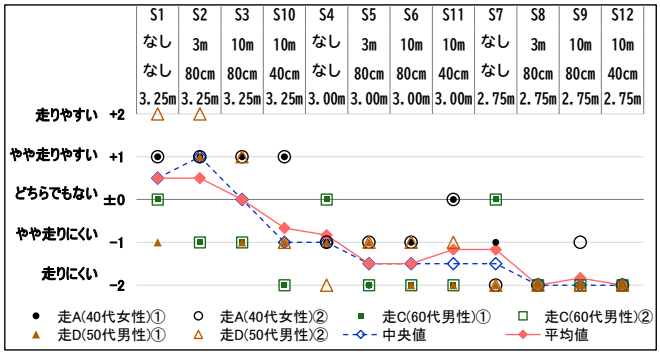


図-1　走りやすさ｜走行実験（普通自動車）

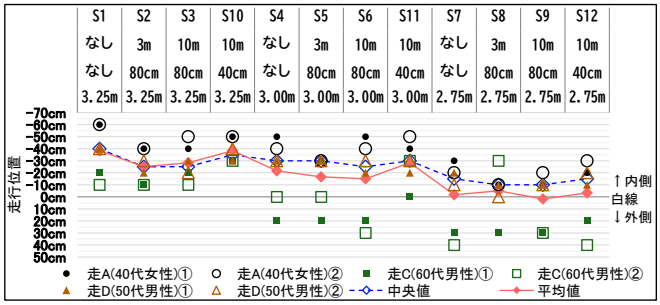


図-2　走行位置（普通自動車）

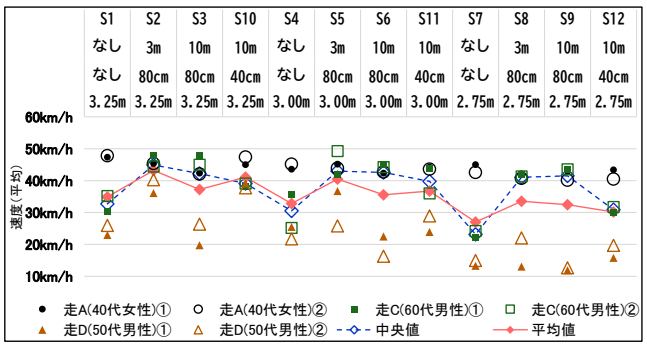


図-3　走行速度（普通自動車）

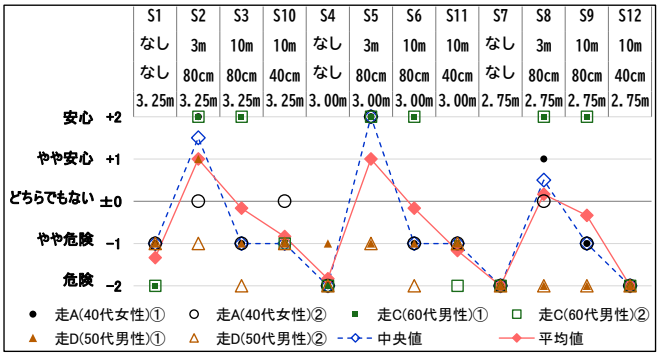


図-4　自転車を追い越す際の危険感（普通自動車）

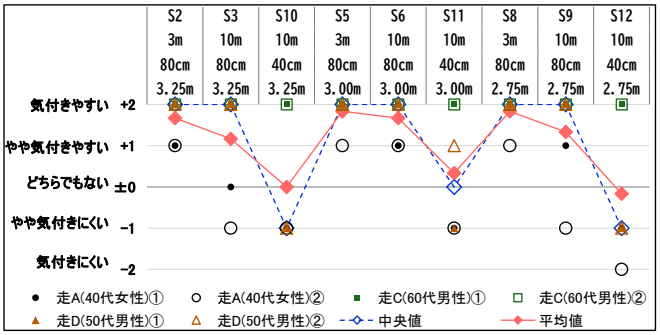


図-5　ポールの気づきやすさ（普通自動車）

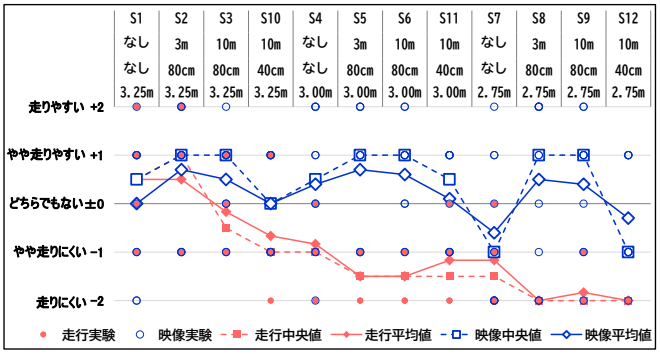


図-6　走りやすさ｜走行実験と映像調査の比較（普通自動車）

［成果の活用］

本成果のうち(1)は、国総研資料として刊行したところであり、道路空間再配分による自転車通行空間整備を検討する道路管理者にご活用頂く予定である。

(2)は、自転車専用通行帯の停車抑制対策を検討する際の参考情報となるよう、ガイドライン等へ反映する予定である。

多様な手法による無電柱化の推進に関する調査

Research on promotion of utility pole removal by various methods

（研究期間　令和５年度～令和７年度）

道路交通研究部　道路環境研究室
Road Traffic Department Road Environment Division

室長	橋本　浩良	主任研究官	澤田　泰征
Head	HASHIMOTO Hiroyoshi	Senior Researcher	SAWADA Yasuyuki
主任研究官	大河内　恵子	主任研究官	長濵　庸介
Senior Researcher	OHKOUCHI Keiko	Senior Researcher	NAGAHAMA Yosuke
主任研究官	根津　佳樹		
Senior Researcher	NEZU Yoshiki		

In accordance with the Act on Promoting the Elimination of Utility Poles, the Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (MLIT) formulated a new promotion plan in 2021 and has since been advancing utility pole removal by reducing project costs and accelerating implementation.

In FY2025, to enhance the “Consensus Building Guide” with respect to supporting local governments that have no prior experience in utility pole removal or common-duct projects, MLIT conducted hearing surveys with local governments and examined policies for revising the Guide. National Institute for Land and Infrastructure Management has been conducting a study to improve the efficiency of traffic data collection through the entire road space. In this paper, the authors describe the results of verifying the accuracy of AI image recognition technology for observing traffic volume.

［研究目的及び経緯］

国土交通省では、「無電柱化の推進に関する法律」に基づき令和３年に新しい無電柱化推進計画を策定し、無電柱化事業の徹底したコスト縮減、事業の更なるスピードアップを図りつつ無電柱化を推進している。

国土技術政策総合研究所では、事業のさらなるスピードアップを目的として、「無電柱化事業における合意形成の進め方ガイド(案)」（以下「ガイド」という。）を作成し、合意形成の円滑化を促進している。

ガイドの内容をさらに充実させるため、令和７年度は、電柱の撤去（以下「抜柱」という。）の早期実施に係る合意形成の課題や工夫を調査した。併せて、電線共同溝事業未経験の地方公共団体や経験の少ない地方公共団体（併せて、以下「未経験地方公共団体等」という。）の支援方策を検討するため、未経験地方公共団体等が抱える課題の調査等を行った。

［研究内容］

1. 抜柱の早期実施に係る合意形成の課題や工夫の調査

地方公共団体は、着実に電線共同溝事業に着手し、整備を進めている。一方で、電線共同溝の整備後も抜柱されていない場合があり、無電柱化の効果が速やかに発現していない路線が存在しており、無電柱化効果の速やかな発現に向け、抜柱の早期実施が求められている。このため、抜柱の早期実施に取り組んでいる地方公共団体を４団体選定し、以下に示す設問内容についてヒアリングを行った。

■ヒアリングでの設問内容

設問1. 未抜柱に関する現状
- (1)未抜柱の理由区分
- (2)未抜柱の平均的な期間、要因
- (3)未抜柱の理由区分別の、具体的な課題
- (4)電線管理者における電柱撤去工事の現状

設問2. 早期抜柱に向けた工夫
- (1)該当する理由区分の、早期抜柱の工夫
- (2)該当しない理由区分の、早期抜柱の工夫

設問3. 電線及び電柱の撤去予定時期等の公表の状況
- (1)通達の認知、公表状況

設問4. 関係者間の情報共有
- (1)通達の認知、会議等の開催状況
- (2)地方ブロック協議会での情報共有の状況

設問5. その他

2. 未経験地方公共団体等の課題の調査

無電柱化の推進に向け、未経験地方公共団体等の支援が求められている。初めて無電柱化事業を行う地方公共団体からは、「事業の流れや概要は把握できるものの具体的な手続き、進め方がイメージできない」という意見もある。未経験地方公共団体等が抱えている具体的な手続きの課題や進め方の課題を把握するため、5つの地方公共団体を選定し、以下に示す設問内容についてヒアリングを行った。

※本報告は令和６年度当初予算の標記の研究課題を令和７年度に継続して得た結果をまとめたものである。

■ヒアリングでの設問内容
設問1. 無電柱化推進計画の策定状況
(1)策定の背景、経緯
(2)無電柱化推進計画の策定部署及び関係部署
(3)上位計画における、無電柱化事業の位置づけ
(4)策定時の課題、事前情報が無く困った事項等
設問2. 無電柱化事業の実施について
(1)無電柱化事業の実施状況
(2)無電柱化事業路線の事業期間
(3)無電柱化に関する情報収集源や相談窓口
(4)事業段階毎の課題、事前情報が無く困った事項等
(5)事業が円滑に進んだ事項、改善可能な事項
設問3. 合意形成ガイドについて
(1)認知、認知の理由、活用
(2)当ガイドの追加及び修正に関する要望

［研究成果］

1. 抜柱の早期実施に係る合意形成の課題や工夫の調査

ヒアリングで得られた情報を元に「無電柱化事業における段階（路線選定、設計、施工)」毎に課題や工夫を整理した。整理した課題や工夫の例を**表-1** に示す。

調査結果から、路線選定段階での課題や工夫はなかった。設計段階・施工段階では、民地への引込みに用いる支線や支柱の位置に関する沿道の地権者との調整、道路管理者の行う電線共同溝工事の工区と電線管理者が行う抜柱工事の工区の調整などに時間を要していることが分かった。地権者との調整、道路管理者と電線管理者との調整のいずれにおいても、できる限り早い段階から調整を始め合意形成を図ることが重要であること、地権者との調整においては、道路管理者と電線管理者が協力して協議を進める工夫が行われていることなどが分かった。

2. 未経験地方公共団体等の課題の調査

1. と同様、「無電柱化事業における段階（路線選定、設計、施工)」毎に課題を整理した例を**表-2** に示す。

調査結果から、無電柱化推進計画についての知識や情報がない、事業工程の構築ノウハウがないなど無電柱化事業の手続きや進め方に関する基礎知識を十分に把握できていないために生じる課題が多く見られた。また、事業経験のある団体でも 1. に示したような合意形成の課題を経験していることが分かった。

未経験地方公共団体等の支援のためには、ガイドの内容充実に併せ、無電柱化事業の手続きや進め方の解説を追加することも有用と考えられる。

［成果の活用］

今後、抜柱の早期実施に係る合意形成の課題や工夫、未経験地方公共団体等の課題を踏まえ、ガイドの改訂内容を検討し、内容充実を図る予定である。

ガイドが活用され、道路管理者と沿道地権者との調整や電線管理者との調整に係る合意形成の円滑化が進めば、無電柱化事業のさらなるスピードアップが実現するものと考えられる。

表-1 抜柱の早期実施に係る合意形成の課題や工夫の例

	内容	ヒアリング結果		
		未抜柱の課題	早期抜柱の工夫	
			道路管理者の関わり	関係者との調整
設計段階	地権者との調整	・連系柱の支線・支柱設置に係わる沿線民地の承諾が得られない（住宅・駐車場の出入口、美観上等）。	・詳細設計時の対策： →連系柱位置の決定の際、支線・支柱の設置が困難な場所は避ける。 →連系柱の位置の確定後、支線・支柱の設置に関係する地権者へ説明、内諾を得る。	－
	道路管理者と電線管理者との調整	・電線共同溝工事の工区と抜柱工事の工区の調整に時間を要す場合がある。	・工区単位での抜柱の実施の工夫： →仮連系管路の整備により調整を実施。仮連系管路：工区境の電柱に仮設の立上げ管を整備。	・工区単位での抜柱の調整： →電線管理者と事前調整を行い、抜柱の条件を確認。 →調整により、複数工区をまとめて抜柱するケースもある。
施工段階	地権者との調整	・電線管理者が調整を行っても、地権者と合意を得ることができない状況がある。	・「電線管理者による調整」への対策： →道路管理者と電線管理者とが連携して交渉。 →課題への対応策や早期抜柱に向けたロードマップを整理し、合意形成の進捗を図る。	－
	道路管理者と電線管理者との推進体制	・道路管理者と電線管理者による早期抜柱に向けた調整。	－	・「工程調整」への対策： →道路占用者会議で進捗状況の情報共有。 →抜柱状況の見える化を検討。残柱状況や各段階の進捗を把握・管理するなど。

表-2　未経験地方公共団体等の課題の例

無電柱化事業の段階	内容	課題
路線選定段階	情報不足	・無電柱化推進計画についての知識や情報がない。 ・県内の事例が少なく、参考資料も乏しい状況。
	計画策定	・関係機関及び関係課意見のとりまとめ及び調整の労力が必要。 ・通信事業者も経験が少なく、時間を要した。
	整備目標の設定	・職員数が限られ、同時に複数の路線を整備することは困難。
	事業化時の事業工程	・事業全体の事業工程の構築のノウハウが乏しい。
設計段階	設計条件の整理	・将来的に入線可能性がある事業者も考慮する必要がある。どこまでを対象とするかわからない。
	商店街所有物の移転の調整	・商店街の架空線が電柱を利用しているため、無電柱化の際の取扱いが課題。商店街も、所有物の現状を十分に把握していない。
	地権者との費用負担の調整	・民家等へ引込む際の民地との契約や費用負担などの情報がない。
	電線管理者との費用負担の調整	・予備設計段階での、特に引込設備（民地側）の費用負担について、電線管理者との協議が難航した ・負担が大きく、合意までの時間を要した。
施工段階	警察との調整	・警察との交差点協議や信号設置協議が必要であり、信号機の図面がなく、現地調査をしながら対応するなど調整が大変であった。
	施工計画（交通規制計画）の立案	・該当路線は温泉街のメイン通りで店舗が並ぶ沿道状況である。交通規制内容の住民との合意が課題。 ・観光地のため、お盆、当地域のお祭りの期間及び冬期(1月～3月)は休工し、通行止めを解除する必要があった。

電動車等の普及を見据えた道路交通の GX 推進に向けた調査

Study for promoting road traffic GX in anticipation of the spread of electric vehicles.

（研究期間　令和 6 年度～令和 7 年度）

道路交通研究部　道路環境研究室		室　　長	橋本　浩良
Road Traffic Department		Head	HASHIMOTO Hiroyoshi
Road Environment Division		主任研究官	根津　佳樹
		Senior Researcher	NEZU Yoshiki
		主任研究官	澤田　泰征
		Senior Researcher	SAWADA Yasuyuki

At the National Institute for Land and Infrastructure Management, research is being conducted on ways to provide information to users using ITS, including information on the usage status of power supply facilities. Recently, a draft method for providing information, involving the collection, processing, and provision of information, was created. Based on the created draft method for providing information, a demonstration experiment was conducted, and taking the results into account, a proposal for information provision measures aimed at next-generation ITS was developed.

［研究目的及び経緯］

国土交通省では、電気自動車等の次世代自動車の普及促進のため、高速道路のＳＡ／ＰＡ、道の駅等における給電施設の設置支援や案内に取り組んでいる。また、次世代自動車を対象とした給電施設に関する情報提供など、次世代 ITS の検討を進めている。

国土技術政策総合研究所では、次世代 ITS の実現に向け、ITS を活用した給電施設に関する情報提供サービスを具体化するための情報提供方策を作成している。

令和 7 年度は、給電施設に関する情報の収集から加工、提供までの情報提供方策素案を作成し、作成した素案に基づく実証実験を通して、ITS を活用した情報提供の有用性と課題を把握し、情報提供方策案を作成した。

［研究内容］

（1）給電施設に関する情報提供の実証実験

令和 6 年度までに作成した情報提供方策素案を基に、詳細スケジュールを作成し、実証実験を実施した。まず、モニター車両を対象に、給電施設の利用状況等に関する仮想の情報を作成の上、ETC2.0 による情報提供を模擬した実験を行った。次に、一般車両を対象に、新東名・東名高速道路（上り）の清水 PA、駿河湾沼津 SA、足柄 SA、鮎沢 PA の給電施設の利用状況をカメラで把握の上、上流に設置した案内表示板を用いて提供する実験を行った（**図-1、図-2**）。

（2）情報提供方策案の作成

実証実験の結果及び ETC2.0 や民間アプリなどの技術・システム動向を踏まえ、情報の収集から提供までの情報提供方策案を作成した。情報提供方策案は短期的に実装可能なものから中長期的に実装が想定されるものまで、各技術の進展段階に応じて、複数案作成した。

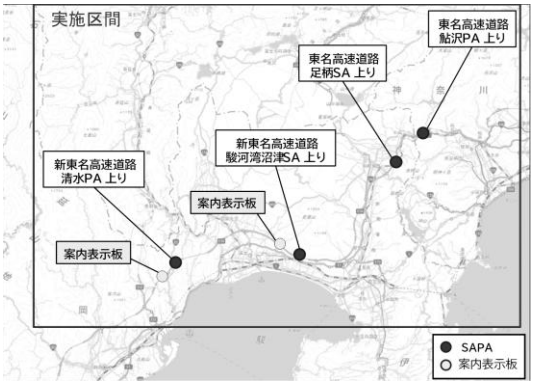


図-1　実証実験の実施区間

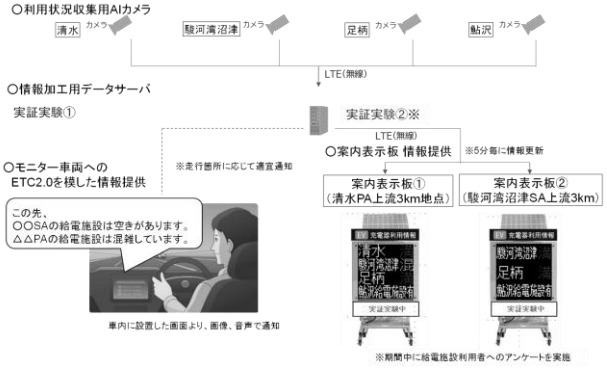


図-2　実証実験の実施概要

［研究成果］

（1）給電施設に関する情報提供の実証実験

実証実験は、給電施設の利用状況の取得精度が問題ないか、情報提供により利用者の満足度や行動変容が期待できるか、今後の情報提供としてどのような情報が望ましいか、など情報提供の有用性及び課題を把握する観点で実施した。2 つの実証実験は、

※本報告は令和 6 年度補正予算の標記の研究課題を令和 7 年度に継続して得た結果をまとめたものである。

令和 8 年 1 月～3 月に実施している。

1 つ目のモニター車両に対する実験では、情報の種類（混雑状況や空き台数、待ち時間など）、提供手段（画像、画像＋音声）、提供のタイミングを組み合させた様々なパターンの情報提供を行っている。モニターへのアンケート調査により、情報のわかりやすさ、情報提供の満足度、給電先の決定等にどのように影響するかを把握した。

この結果、混雑情報が利用状況情報や待ち時間情報よりも給電先の変更に大きく影響すること（**図-3**）、から、情報のわかりやすさが行動変容につながりやすいことを確認した。また、情報提供のタイミングとして施設手前 8km(到着の 5 分程度前)が最も適切と回答する者が多いことなどがわかった。

2 つ目の一般車両に対する実験では、4 箇所の給電施設の実際の利用状況を、給電施設上流 2 箇所に設置した案内表示板を用いて情報提供している。提供情報の正確性や通信速度といった情報通信の精度を確認するとともに、アンケート調査により、情報のわかりやすさ、情報提供の満足度、給電先の決定等にどのように影響するかを把握した。

この結果、情報提供前は利用の少なかった鮎沢 PA では、情報提供期間中、利用時間が増加したこと（**表-1**）、案内表示版による情報提供を認知した者の内 2 割程度が情報提供を参考に行動したこと（**図-4**）などがわかった。情報提供による利用者の行動変容が期待できると考えられる。

(2) 情報提供方策案の作成

作成した情報提供方策案の内、中期、長期の例は、以下の通りである。

【中期】カーナビやスマートフォンを通してサーバと常時接続が実用化された社会を想定した。出発時に利用者が目的地を設定すると、想定経路、経路上の給電施設全体の空き状況、車両の充電残量等の情報から、経路上の空きのある給電施設を自動で予約して、情報提供する方策である（**図-5** 上）。

【長期】路車間の常時相互通信、自動運転、走行中給電技術が実用化された社会を想定した。車両側の AI が、給電可能箇所やその空き状況、走行経路から、走行中や待機中に給電施設を自動判断し、情報提供する方策である（**図-5** 下）。

[成果の活用]

実証実験から得られた技術的知見及び作成した情報提供方策案は、次世代 ITS が具備すべき機能の検討に活用される予定である。給電施設の利用状況に関する情報が提供されることで、給電施設の待ち時間の減少が期待される。

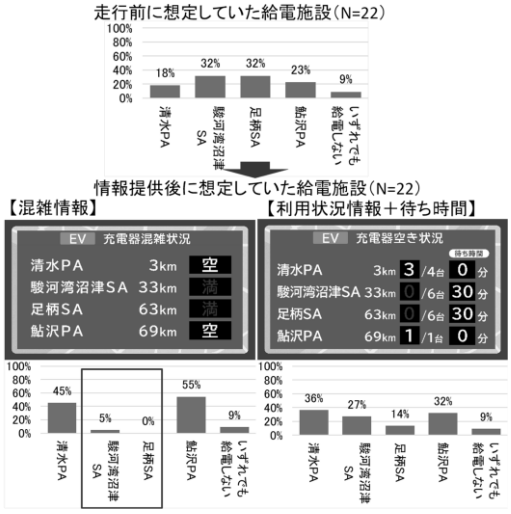


図-3　情報提供内容の違いによる給電利用施設の変化

表-1　給電施設の利用時間（占有率）の変化

	平日	休日	全日
清水PA(期間前)	2.5	4.8	3.2
清水PA(期間中)	2.8	2.9	2.8
駿河湾沼津SA(期間前)	4.6	7.7	5.5
駿河湾沼津SA(期間中)	5.8	9.0	7.1
足柄SA(期間前)	4.3	9.4	5.8
足柄SA(期間中)	5.2	10.9	7.5
鮎沢PA(期間前)	2.3	2.1	2.2
鮎沢PA(期間中)	2.0	6.1	3.7

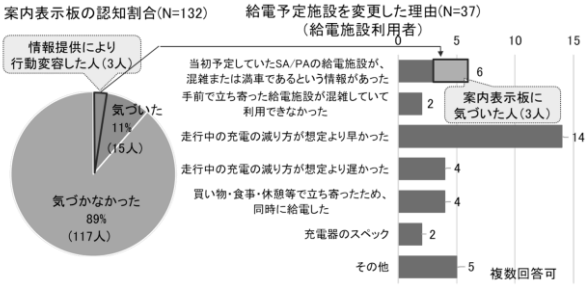


図-4　案内表示板の認知率及び給電先の変更理由

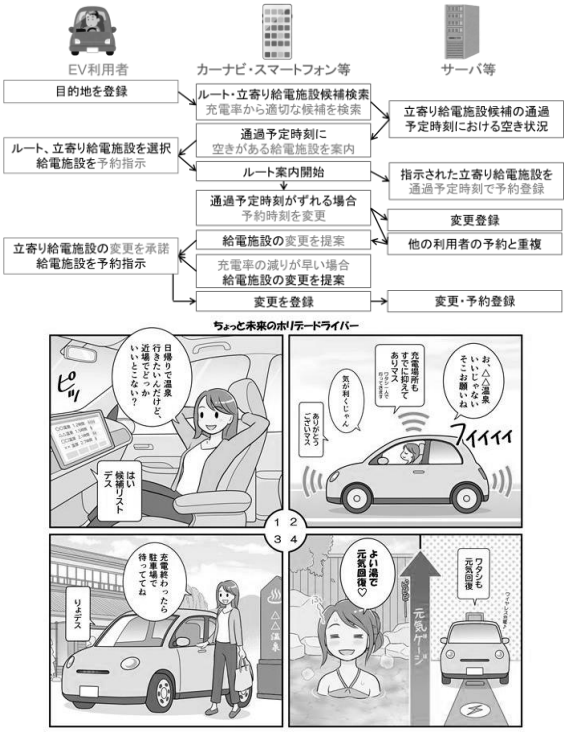


図-5　次世代 ITS を見据え作成した情報提供方策例

人中心の道路空間の構成や運用に関する調査

Survey on the configuration and management of people-centered road space

（研究期間　令和５年度～令和７年度）

道路交通研究部　道路環境研究室
Road Traffic Department Road Environment Division

室長	橋本　浩良	主任研究官	大河内　恵子
Head	HASHIMOTO Hiroyoshi	Senior Researcher	OHKOUCHI Keiko
主任研究官	長濵　庸介	交流研究員	林　勇朔
Senior Researcher	NAGAHAMA Yosuke	Guest Research Engineer	HAYASHI Yusaku

The purpose of this study is to identify technical issues in the use of road space to achieve people-centered streets and to examine ways to address these issues. In this study, a literature review was conducted on domestic and international cases.

［研究目的及び経緯］

国土交通省では、人中心の道路の実現に向け、歩道と路肩等の柔軟な利活用方策や、道路全断面が歩行者優先で通行できる道路（以下「歩行者優先道路（仮）」という。）の導入方策に関する議論が進められている。

人中心の道路の取組を検討するにあたり、参考となる情報や知見が少ないことが取組を進める際の課題となっていると考えられる。そこで、国土技術政策総合研究所では、歩道や路肩等の柔軟な利活用及び歩行者優先道路（仮）の導入を技術面から支えるため、取組の工夫、技術的課題と対応策、取組効果の把握方法などの調査に取り組んでいる。

令和 7 年度は、歩道や路肩等の柔軟な利活用事例の追跡調査、歩行者優先道路（仮）の取組に関する事例調査等を実施した。

［研究内容］

1. 歩道や路肩等の柔軟な利活用事例の追跡調査

歩道や路肩等の柔軟な利活用を継続して実現させている要因、課題及びその解決策を明らかにすることを目的として、過去に国土技術政策総合研究所が調査した、歩道や路肩等の柔軟な利活用事例 27 箇所の追跡調査を実施した（**表-1**）。

調査では、文献やｗｅｂ等で公表されている情報を元に、現在の利活用の状況を確認した。また、5 箇所の事例を対象に、現地調査及び道路管理者等へのヒアリングを実施した。

2. 歩行者優先道路（仮）の取組に関する事例調査

歩行者優先道路（仮）の取組実態を把握することを目的として、国外 7 箇所の事例を調査した（**表-2**）。

調査では、文献やｗｅｂ等で公表されている情報を元に取組の内容を確認した。

表-1　追跡調査対象事例

No	事例の名称	No	事例の名称
1	葺合南 54 号線（神戸市）	15	駿府ホリノテラス（静岡市）
2	さっぽろ わざわざわストリート（札幌市）	16	キャッセン大船渡（大船渡市）
3	さやもーる（高崎市）	17	宮城野通（仙台市）
4	さっぽろシャワー通り（札幌市）	18	牧之通り（南魚沼市）
5	松山市ロープウェー通り（松山市）	19	柏の葉（柏市）
6	花園町通り（松山市）	20	丸の内仲通り（東京都千代田区）
7	国道 8 号 敦賀空間再整備（敦賀市）	21	西新宿地区（東京都新宿区）
8	京都四条通（京都市）	22	新虎通り（東京都港区）
9	ハニカムスクエア（静岡市）	23	うめきた地区（大阪市）
10	KOBE パークレット（神戸市）	24	市道駅前太平線（鳥取市）
11	ハレマチ通り（岡山市）	25	大宮停車場大成線（さいたま市）
12	三休橋筋（大阪市）	26	県道津停車場線（津市）
13	市道末広町線（宮古市）	27	市道福山駅西町線（福山市）
14	OPEN NUMAZU PARKLET（沼津市）		

表-2　歩行者優先道路（仮）の調査事例

No	事例の名称（道路名）	所在地（国・都市）
1	メンケベルク通り など	ドイツ・ハンブルク
2	ウェストポートロード×W 40th St	アメリカ・カンザスシティ
3	ノイハウザー通り	ドイツ・ミュンヘン
4	オックスフォード・ストリート	イギリス・ロンドン
5	コールマルクト通り	オーストリア・ウィーン
6	カール・ヨハン通り	ノルウェー・オスロ
7	ヴァーツィ通り	ハンガリー・ブダペスト

［研究成果］

1. 歩道や路肩等の柔軟な利活用事例の追跡調査

いずれの事例においても、社会実験もしくは常設といった形で取組みを継続していた。また、中には内容を改良・発展させて、工夫しながら取組みを続けている事例も見られた。

改良・発展させて工夫しながら取組みを続けている事例として「柏の葉」の取組を紹介する。駅前広場における高木（ケヤキ、モミジバフウ）の植樹や、歩道のインターロッキングやウッドデッキ等への変更により、周辺景観との調和を図った道路空間となっている。また、歩道にはソファ型やベンチ型のファニチャーやプランター、屋外用照明スタンドに加え、イベント用の電源や散水栓を設置している。

イベントの例として、マルシェの開催や冬季のイルミネーションなどが挙げられる（**写真-1**）。マルシェは、「みんなでつくる、みんなのマルシェ」をキーワードに、平成 20 年から企業やまちづくり団体主導のプロジェクトとして開始された。今では、住民主体の継続的なイベントとして取り組まれている。

また、令和 4 年にまちの声を集めて見えるようにするプラットフォームを導入した。オンラインで意見が投稿できる仕組みを立ち上げ、街の課題や住民のアイデア・希望を可視化し、それをプロジェクトに活用している工夫も見られた。



写真-1　イルミネーション（柏の葉）

紹介した事例の追跡調査から、取組みの継続には、幅広い関係者との協働が有効であると考えられた。

2. 歩行者優先道路（仮）の取組に関する事例調査

整理した歩行者優先道路の事例のうち、最近の国外の取組み事例として、オックスフォード・ストリートの事例を紹介する（**表-3**）。

オックスフォード・ストリートは、マーブル・アーチからトッテナム・コート・ロード駅を結ぶ約 2km のストリートで、多くの店舗が連なっている。その一部の区間を歩行者専用道路とする計画が令和 7 年 6 月に発表された。

歩行者空間の拡幅のほかに、広い横断歩道、緑地・椅子などの整備、バス路線の迂回・バス停移設、夜間に限定した配送車の通行などの案を計画している。

計画が発表された令和 7 年 9 月には、将来の歩行者天国化をイメージした、1 日限定のトラフィック・フリー・イベント「This is Oxford Street」が開催された。イベントの結果、調査対象となった通りの店舗の約 70%が、通常の日曜日と同等かそれ以上の売上を報告し、道路への来場者数が約 50%増加、周辺駅の乗客数が約 25%増加していた。

紹介した事例の調査から、取組みの実現には景観向上、賑わいづくり、交通への影響、交通安全対策など、多方面から検討することが重要であると考えられた。

［成果の活用］

成果は、歩道や路肩等の活用や歩行者優先道路（仮）の導入を支える技術資料としてとりまとめ、道路管理者が人中心の道路の取組を検討する際に活用される予定である。

表-3　歩行者優先道路（仮）の取組に関する事例調査結果（オックスフォード・ストリート）

項目		内容
取組箇所の立地状況		中心市街地／目抜き通り
制限速度		20mph（約 32km/h）　※現在
交通規制		車両通行禁止　※計画段階
取組区間		オーチャード・ストリート ～ グレート・ポートランド・ストリート
道路構造	幅員構成	【現状】幅員約 20～25m／車道約 10～14m＋両側歩道　【計画】歩道拡幅等
	歩車道境界の形状	【現状】歩道と車道に段差あり　【計画】車道を既設の歩道と同じ高さに上げる
設置施設		【人が滞在するための空間を創出している取組】※計画中（具体の仕様や配置は今後決定） ベンチ、腰掛け、可動式ストリートファニチャ、植栽、緑陰空間、仮設・常設イベント対応設備、オープンカフェ
歩行者の満足度向上に関する取組	緑陰形成による景観向上や賑わい空間づくり	緑陰形成による景観向上や賑わい空間づくりとして、並木や大型プランターの設置等を検討
	カーブサイドマネジメント	荷捌き時間帯の限定運用を検討、緊急・管理車両動線の整理を検討
国内の取組に参考となる内容		社会実験のイベントに、アート、食、音楽、遊び、文化、コミュニティなどの多様な要素を取り込むことで、多くの人々の関心を集めている。
参考文献		・TRANSPORT FOR LONDON HP https://haveyoursay.tfl.gov.uk/oxford-street-transport-highways ・MAYOR OF LONDON LONDON ASSEMBLY HP https://www.london.gov.uk/events/oxford-street

電動車等の普及を想定した自動車走行時の CO2 排出量の推計方法の作成

Study of methods to estimate carbon dioxide emissions while driving, based on the assumption of the spread of electric vehicles.

（研究期間　令和 5 年度～令和 7 年度）

道路交通研究部　道路環境研究室	室　　長	橋本　浩良
Road Traffic Department	Head	HASHIMOTO Hiroyoshi
Road Environment Division	主任研究官	根津　佳樹
	Senior Researcher	NEZU Yoshiki
	主任研究官	澤田　泰征
	Senior Researcher	SAWADA Yasuyuki

The Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism is working on initiatives such as the functional differentiation of high-standard roads and traffic management based on data. There is a need for methods to accurately estimate CO_2 emissions from automobile traffic and to estimate and evaluate the effects of road policies on reducing CO_2 emissions. The National Institute for Land and Infrastructure Management is engaged in developing a method for estimating CO_2 emissions from automobile travel, considering the spread of next-generation vehicles. This fiscal year, with a view to estimating CO_2 emissions from road policies, we calculated CO_2 emission factors for two vehicle types, large and small vehicles, and conducted a trial estimation of CO_2 emissions from road policies.

［研究目的及び経緯］

国土交通省では、令和 7 年 10 月に「道路分野の脱炭素化政策集　Ver.2.0」を公表し、高規格道路への機能分化やデータに基づく交通マネジメントなどに取り組むこととしている。自動車交通による二酸化炭素排出量（以下「CO_2排出量」という。）の推計や、道路施策による CO_2 排出量削減効果の推計・評価を的確に行う手法が求められている。

国土技術政策総合研究所では、次世代自動車の普及を踏まえた、自動車走行時の CO_2排出量の推計方法の作成に取り組んでいる。

令和 7 年度は、大型車・小型車の 2 車種別の二酸化炭素排出係数（以下「排出係数」という。）の算定、自動車走行時の CO_2排出量の試算を行った。

［研究内容］

1.　2 車種別の排出係数の算定

大型車、小型車の 2 車種別の排出係数を算定するため、既往研究（国総研資料第 671 号）を参考に、排出係数の算定手順（**図-1**）を作成した。**図-1** の内、令和 6 年度までに①～④を行い、令和 7 年度は⑤の調査及び⑥の算定を実施した。

道路を走行する自動車の車種区分別構成割合を、統計資料から得られる保有台数や稼働率等を用いて、**表-1** の 13 車種区分別に算定した（この算定方法を以下「統計調査法」という。）。また、高速道路、一般道路の計 5 箇所を対象に、走行する車両のナンバープレート調査（**写真-1**）を実施し、5 箇所平均の車種区分別構成割合を算定した（この算定方法を以下「NP 調査法」という。）。統計調査法と NP 調査法を比較し、統計調査法の妥当性を確認した。

統計調査法により算定した車種区分別構成割合と車種区分別の排出係数を用いて、高速道路、一般道路に分けて 2 車種別の排出係数を算定した。

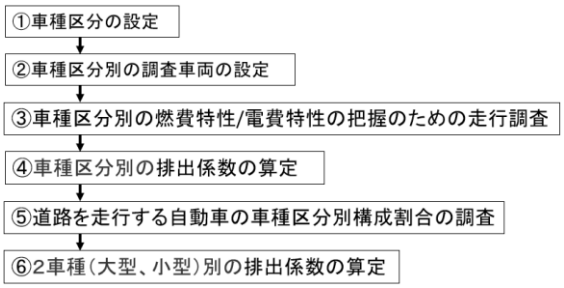


図-1　排出係数の算定手順

表-1　13 車種区分の一覧

燃料区分		ガソリン	軽油	ハイブリッド	電気
乗用車類		○		○	○
貨物車類	軽量	○	○	○	○
	中量	○	○	○	
	重量	○	○	○	

2.　二酸化炭素排出量の試算

道路施策による CO_2排出量の削減量の推計に向け、算定した 2 車種別の排出係数を用いて、道路整備事業等 5 つの事例を仮定し、CO_2排出量を試算した。

［研究成果］

1. 2 車種別の排出係数の算定

統計調査法、NP 調査法から得られた車種区分別の構成割合（小型車）は**表-2** の通りである。両者の車種区分別の構成割合は概ね同程度であった。小型車においては、乗用車が約 90%を占めていること、乗用車の中でもガソリン・軽油及びハイブリッドが大半であることなどを確認した。また、統計調査法に比べ NP 調査法は、乗用車のガソリン・軽油の構成割合がやや小さく、ハイブリッド車の構成割合がやや大きい結果となった。両者の差は、統計調査法に用いた統計資料（令和 3 年全国道路・街路交通情勢調査及び令和 6 年度末時点の自動車保有車両数統計書）と NP 調査の実施年月（令和 7 年 12 月）の違いによる、ハイブリッド車の普及動向に起因する可能性がある。

統計調査法は、NP 調査法と概ね同程度の構成割合であり一定の妥当性が確認できたこと、統計資料を基に車種区分別の構成割合の更新が容易なこと、NP 調査法に比べコスト面で優位であることから本研究では統計調査法を用いることとした。

小型車の排出係数の算定結果を**図-2** に示す。一般道路と高速道路では一般道路の排出係数が大きい結果となった。また、一般道では 45～50km/h 付近で、高速道路では 60～70km/h 付近で排出係数が最も小さくなる結果となった。今回用いた車種区分別構成割合は、一般道路と高速道路同じ割合であり、分けて算定し、結果の検証を行う必要がある。併せて、**図-1** に示す算定手順それぞれの項目の検証を進める予定である。

2. 二酸化炭素排出量の試算

道路整備事業を仮定し、整備前後の自動車走行時の CO_2 排出量を試算した。今回の試算では、交通量は全国道路・街路交通情勢調査結果を、旅行速度は ETC2.0 プローブ情報を用いた。

道路整備事業を仮定し、対象自治体（当該自治体）、当該自治体及び近接する周辺自治体（当該・周辺自治体）を試算範囲とした結果を**図-3** に示す。この結果では、当該自治体では CO_2 排出量は増加し、当該・周辺自治体では減少した。当該自治体は新たな道路整備により交通量が増加したためと考えられる。当該・周辺自治体では、仮定した道路整備事業により、周辺道路から交通が転換し、道路ネットワーク全体では渋滞緩和、旅行速度が向上したためと考えられる。

試算範囲の設定が、CO_2 排出量の算定結果に影響することから、今後の自動車走行時の CO_2 排出量の推計方法の検討においては、試算範囲の設定方法についても検討を進めていく必要がある。

［成果の活用］

引き続き、大型車、小型車の 2 車種区分別の排出係数の検証及び CO_2 排出量の推計方法の作成を行う。道路管理者が道路施策の評価へ活用することで、実態に応じた CO_2 排出量の推計が可能になることが期待される。



写真-1　NP 調査の様子

表-2　統計調査法及び NP 調査法による車種区分別の構成割合算定結果（小型車）

（%）

車種				統計調査法		NP調査法	
小型車	乗用	ガソリン					
		軽油		48		44	
		ハイブリッド		39		44	
		電気		1	87	0	89
	貨物	ガソリン	軽量	3		2	
			中量	3		3	
			重量	0		0	
		軽油	軽量	0		0	
			中量	4		3	
			重量	2		2	
		ハイブリッド	軽量	1		1	
			中量	0		0	
			重量	0		0	
		電気	軽量				
			中量				
			重量	0	13	0	11

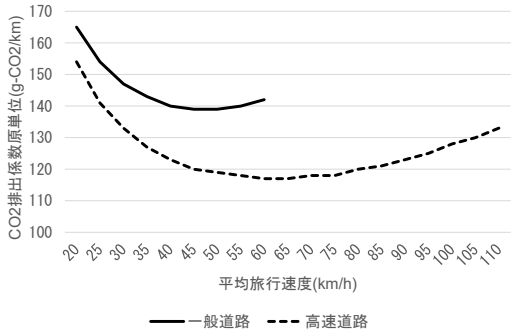


図-2　小型車の排出係数の算定結果

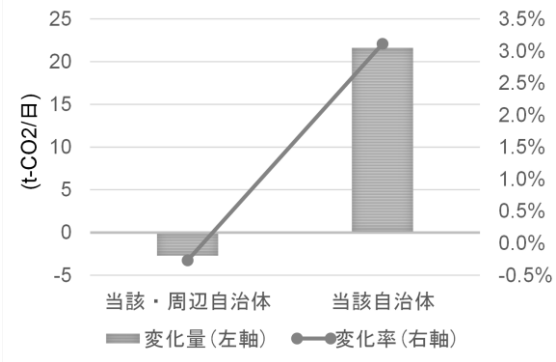


図-3　道路整備事業(仮定)の整備前後（R3/H27）における範囲別の CO_2 排出量の変化量及び変化率

道路緑化樹木の効率的な点検・診断方法に関する研究

Study on efficiency inspection method of street trees.

（研究期間　令和７年度～令和８年度）

社会資本マネジメント研究センター　室長　小島　孝文
緑化生態研究室　Head　KOJIMA Takafumi
Research Center for Infrastructure Management　主任研究官　久保田　小百合
Landscape and Ecology Division　Senior Researcher　KUBOTA Sayuri

This research investigates databases useful for maintenance, efficient inspection techniques, and improvements in the technical skills of road administrators.

［研究目的及び経緯］

道路緑化樹木は、美しい景観形成、沿道環境の保全、道路利用者の快適性の確保等の多くの機能を有しており、これら機能を発揮させることによって、道路空間や地域の価値向上に寄与している。一方で、国土交通本省道路局が令和 7 年 4 月に公表した倒木や落枝等による事故に関する調査では、国・都道府県・市町村が管理する道路において、令和 3 年 4 月～令和 6 年 11 月に 801 件の事故（うち人身事故 33 件）が発生しており、その主な要因は腐朽・病害や台風・強風によるものであった。また、同調査においては、点検の実施状況も調査しており、点検のうち近接目視で行う定期巡回の実施率は 43%であった。この理由としては、道路及び交通の状況、沿道の土地利用状況等の違いに加え、人員や予算の制約等が考えられる。

道路緑化樹木が健全に生育し、求められる機能を発揮するためには、適切な維持管理を前提に、点検により樹木の状況を把握して、対策の検討・実行や日常の維持管理に活かすことが重要であると考えられる。

本研究は、道路緑化樹木の健全な生育のために、①点検を含む適切な維持管理に繋がるデータベースの整備、②従来の点検を補助または効率化する技術の活用、③道路管理者等の技術力向上に関する技術情報をとりまとめるものである。

［研究内容］

令和 7 年度は、①点検を含む維持管理に役立つ道路緑化のデータベースに関する調査と、②従来の点検の補助や効率化に資する技術の調査及び試行を実施した。

［研究成果］

1. 維持管理に役立つ道路緑化のデータベース

道路緑化に関するデータとしては、樹種名や位置、植栽時の樹木の規格等が把握できる普遍的な基礎情報（直轄国道でいえば道路台帳のうち並木調書）、及び生育の過程で実施される点検の結果や点検を受けた対応等の維持管理に関する経年的な情報がある。これら情報は別々に管理され、また、経年的な変化を容易に確認できる状況にないことが多い。このため、これらの情報を一元的に統合して管理できるデータベース（本稿では「統合データベース」という。）の登録項目の考え方等を検討した。

まず、**表-1** の左側に示す資料及び考え方にて掲載や登録されている情報を抽出し、その項目や対象としている道路緑化の範囲（高木、中木、低木、地被植物や草花等）、管理単位（面積、本数、個別等）を整理した。さらに、**表-1** の右側に示す選定の考え方にて、統合データベースへの登録可能性がある項目を絞り込んだ。

次に、道路緑化に関する統合データベースを管理している 2 道路管理者、道路施設について全国的なデータベースを構築・運用している 1 事業者を対象に、統合データベースへの登録可能性がある項目や整備、導入にあたっての課題や懸念事項等についてヒアリングを実施した。

ヒアリング結果のうち道路管理者 2 者に共通した回答として、地図上での樹木の位置情報の表示は、緊急対応や問合せ時等において素早い対象の把握・共有や説明に役立つとの意見があった。一方で課題としては、情報の正確性の観点から登録者を限定しており、デー

表-1 統合データベースへの登録可能性がある項目の考え方

	項目の抽出の考え方（調査した情報）	項目の選定の考え方
基礎情報	（基本とした項目） ・「関東地方整備局 補助台帳事務取扱要領」に示される道路台帳（附属調書）のうち「並木調書」及び「緑地・植栽調書」 ・「道路工事完成図等作成要領」に基づく各地整等の道路施設基本データ（MICHI）のうち「E230 植栽」 ・道路施設点検データベース （追加した項目） ・国、地方自治体のガイドライン、マニュアル等の点検項目 ・維持管理の効率化及び道路緑化樹木の健全性に寄与する*と考えられる項目	・維持管理の効率化及び街路樹の健全性に寄与する*と考えられる項目を選定した。 ・国土交通省の道路データプラットフォームのうち道路施設点検データベースの項目を参考とした。 ・その他道路に関する基本情報を選定した。
維持管理の情報	（基本とした項目） ・国総研資料第 1059 号　街路樹の倒伏対策の手引き第 2 版【別冊】街路樹の点検・診断の項目 （追加した項目） ・国、地方自治体 9 機関のガイドライン、マニュアル等の点検項目 ・維持管理の効率化及び街路樹の健全性に寄与する*と考えられる項目	

*工事の発注、基準・同解説に基づく管理、国土交通本省依頼の調査等に関連する項目

タベースの登録が最新の現地の情報に追いつけないことが挙げられていた。なお、2 者ともデータベース使用者の意見を吸い上げて改善する仕組みが取られていた。また、統合データベースの登録項目については、樹齢の項目やメモが残せる機能があると良いのではないかといった意見の他、ヒアリングで提示した登録可能性がある項目の方が細かい、国と地方自治体では管理方法が異なるため（項目の必要性等を）一概には言えないといった意見があった。このため、各登録項目の具体的な活用方法を示すことにより、各道路管理者で必要な登録項目を判断する参考になると考えられる。

2. 従来の点検の補助や効率化に資する技術

NETIS や論文を含む Web 検索により、概ね 10 年程度以内に開発や製品化された、従来の点検手法の補助や効率化が見込まれると考えられる技術を調査した。調査した 22 の技術について、技術の概要、開発段階、開発国・開発者、活用事例・導入実績、対象とする部位と計測等の内容、作業者の属性等を整理した。

次に、**表-2** に示す観点にて、22 の技術から 5 技術を選定し、**表-3** に示す条件の樹種を対象に、令和 7 年 12 月から令和 8 年 2 月にかけて、国土技術政策総合研究所構内において選定した技術の試行を実施した。試行は各技術の有効性の評価・比較ではなく、活用場面や留意事項を整理することを目的として行った。したがって、本稿で示した技術を推奨するものではなく、活用にあたっては、各技術の特性や限界を十分に理解することが重要と考えられる。結果を**表-4** に整理した。なお、実際の道路上での試行等により知見を蓄積することで、より良い活用方法が示せると考えられる。

表-2　試行する技術の選定の観点

観点 1	国土交通本省の調査[1]より、事故の発生要因は、腐朽・病害と強風（台風、その他強風）で多いことから、腐朽・病害を発見できる技術や耐風性や樹体の揺れを把握できる技術
観点 2	樹木の上部（高所）や地下部（根）等の従来の方法や技術では点検が難しい部位を点検できる技術
その他	①樹木に過度な負担がかかると考えられる技術は除く ②道路上で実施不可能と考えられる技術は除く

表-3　試行の対象とした樹木の条件

必須条件	（試行であり、安全性の確保の観点から）国土技術政策総合研究所構内（以下）に植栽されている樹木
選択条件	以下のいずれかに該当する樹種 ・事故の多い樹種（国土交通本省の調査[1]のうち被害本数が 10 本以上） ・街路樹の植栽本数の多い樹種（街路樹の樹種別植栽本数（高木）上位 10 種[2]に含まれる樹種）

［成果の活用］

本成果は、点検時に見落としの多い着眼点や留意事項等について、今後、整理する結果を踏まえ、効率的かつ効果的な点検を含む維持管理に資する技術資料としてとりまとめる予定である。

［参考文献］

1）国土交通省道路局：倒木事故に関する全国調査の結果について，2025.4.
https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/ryokuka/kekka.html　（2026.3.26 閲覧）
2）国土技術政策総合研究所：国総研資料第 1246 号 わが国の街路樹 Ⅸ，2023.6.
https://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn1246.htm　（2026.3.26 閲覧）

表-4　試行した技術の選定理由と想定される活用場面や活用にあたっての留意事項

試行した技術	試行した樹種と本数	選定理由（**表-2** に示す観点）		想定される活用場面	活用の留意事項（一部）
樹木上部と周辺状況を撮影する技術	サクラ類：10 本 ユリノキ：10 本	通常巡回（車両）や定期巡回（徒歩）では視認しづらい／従来の方法（双眼鏡）では点検に時間がかかる樹木上部（高所）	観点 2	視点の変更が可能な全方位画像により樹木を特定しながら、樹木の上部（高所）のみに着目して効率的に点検する	・樹皮の色が暗い・複雑な樹形では異状の発見が難しい場合がある ・撮影画像のデータ量が大きい
画像を用いて AI により点検・診断する技術	サクラ類：3 本 ケヤキ　：3 本 ハナミズキ：3 本 トウカエデ：3 本 クスノキ：3 本 ユリノキ：3 本 アカマツ：2 本	事故の発生要因である腐朽・病害を発見	観点 1	街路樹に着目した定期巡回において、道路管理者が短時間で樹木の状況を把握して記録を蓄積する	・対象樹種が限られる ・点検・診断の結果は、撮影した画像の範囲や、画像で把握できる異状（例えば樹体の激しい揺れは把握できない）に限られる
傾きをモニタリングする技術	ユリノキ：3 本 サクラ類：1 本 ハナミズキ：2 本	事故の発生要因である強風について樹体の傾きを把握	観点 1	対策の検討に際し、特に保全したい樹木について、連続した経過観察により即時にリスクを把握できることを前提に、除伐以外の選択肢をとる	・異状のうち傾斜のみを対象としている（腐朽等による異状が傾斜に表れれば把握可能）
引張して安定性を把握する技術	ユリノキ：2 本	事故の発生要因である強風について耐風性を把握	観点 1	対策の検討に際し、特に保全したい樹木について、従来の点検・診断結果に加えて対策内容の判断材料としたり、風圧軽減のための剪定の参考とする	・引張するための作業スペースが必要となる（用いる技術や当該道路状況によっては通行規制が必要となる場合がある） ・道路管理者のみでは測定結果の判断が難しい
電磁波により地下埋設物を探査する技術	ユリノキ：1 本 イチョウ：1 本	弱点の把握が難しい根系について、工事の際は弱点が発生しないようにする	観点 2	街路樹及びその周辺での工事における根系への配慮にあたり、埋設管路の位置等を特定することにより、事前に配慮事項を検討する	・対象範囲の通行規制が必要となる ・水分量の違いが測定結果に影響するため、土壌に水分が保持される雨天直後は調査不可である ・専門の技術者による測定及び分析が必要である

カーボンニュートラルに寄与する道路緑化マネジメントに関する研究

Study on road greening management contributing to carbon neutrality.

（研究期間　令和６年度～令和７年度）

社会資本マネジメント研究センター	室長	小島　孝文
緑化生態研究室	Head	KOJIMA Takafumi
Research Center for Infrastructure Management	主任研究官	久保田　小百合
Landscape and Ecology Division	Senior Researcher	KUBOTA Sayuri

The purpose of this study is to establish road greening methods that contribute to carbon neutrality. This year, the author organized basic information on road planting trees through literature and case studies, collected and analyzed methods for preparing planting bases suitable for the shapes and growth characteristics of trees, and organized case studies on effective utilization methods for plant-derived materials.

［研究目的及び経緯］

『道路法等の一部を改正する法律（令和７年４月16日公布、同10月１日施行)』では、基本理念として、「道路の脱炭素化の推進等により環境への負荷の低減に配慮」することが位置付けられた。この施行に伴い、国土交通本省では『道路脱炭素化基本方針（令和７年10月)』を策定した。また、同じく国土交通本省において『都市における緑地の保全及び緑化の推進に関する基本的な方針（令和６年12月)』を告示した。これらの方針においては、カーボンニュートラルやネイチャーポジティブ等にも着目しており、二酸化炭素固定機能や自然環境保全機能などの機能を有する道路緑化の役割も期待されていると考えられる。

道路緑化が機能を発揮するためには、当該道路空間に求められる機能を把握し、地上部（幹・枝）のみならず地下部（根）も含めて、当該道路空間への樹種の適応性を判断して植栽する樹種を選定する必要がある。また、道路緑化の機能を長期的に発揮するためには、日常的な維持管理による健全な育成に加えて、植栽地及びその周辺で行われる工事や人為的な悪影響（土壌の踏み固め、人工物の放置、傷害等）から樹木を保護することも必要である。

本研究は、道路及び交通の状況に加えて道路緑化に求められる機能を踏まえ、道路緑化の健全な育成のための計画・設計・施工・管理の各段階において道路管理者に役立つ技術情報を樹種別に整理するものである。

［研究内容］

令和７年度は、樹種の選定や日常的な維持管理に役立つ情報として、道路緑化に用いられる樹種の道路空間への適応性及び根系の特性に応じた植栽基盤の整備方法を整理した。また、周辺で工事等を実施する場合に役立つ情報として、樹木の保護方法を整理した。

［研究成果］

1．道路緑化に用いられる樹種の道路空間への適応性

道路緑化に用いられる208樹種（高木102種、中木31種、低木58種、つる植物７種、地被類８種、笹竹類２種）について、過年度の調査に加えて文献調査及び写真撮影を実施し、さらに有識者３名へのヒアリングにより、**表-1**に示す道路緑化に用いる樹種に関する情報を整理した。

なお、⑲植栽環境への適応性については、樹種を選定する際の参考となるよう、地域特性及び道路幅員の組み合わせ（**図-1**）により15タイプの植栽環境を設定し、**表-2**に示す観点及び樹種の特性に関する情報から、15タイプへの適応性を樹種別に整理した。

表-1 道路緑化に用いる樹種に関する情報

	整理項目
樹木の基礎情報	①樹種名／学名／分類 ②樹種番号／生活形／自生種 or 外来種 ③写真 ④樹木の大きさ（成長速度） ⑤植栽地域（原産地） ⑥環境耐性　⑦剪定耐性 ⑧樹形タイプ　⑨根系タイプ ⑩剪定時期　⑪季節変化
道路空間への適応性に関する情報	⑫道路幅員 ⑬懸念される道路への影響 ⑭道路緑化機能 ⑮計画時の注意点　⑯設計時の注意点 ⑰施工時の注意点　⑱維持管理時の注意点 ⑲植栽環境への適応性

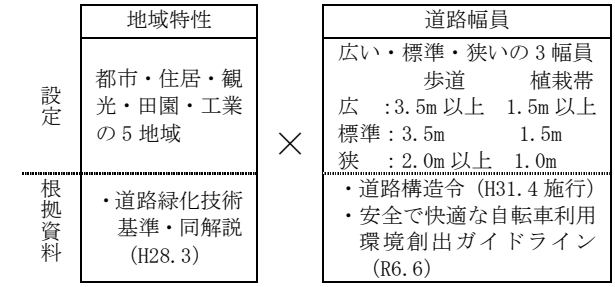


図-1 植栽環境の設定

表-2 適応する樹種を整理する観点

観点	整理に用いる樹種の特性に関する情報
樹木等の良好な生育の確保	当該道路空間に適応可能な樹木形状（樹高、根元周）
道路緑化に求められる機能	当該地域に求められる道路緑化の機能
維持管理の量	極端な維持管理（剪定）の必要性、植栽地域への影響

2. 根系の特性に応じた植栽基盤の整備方法

根系の特性に応じた植栽基盤の整備にあたっては、根の伸張深さ及び広がりに加え、土壌の容量を把握する必要があり、これらについて文献調査した。なお、1の高木 102 種については、根の伸張深さ（垂直分布）及び根の広がり（水平分布）による根系タイプを調査している（**表-1** に示す⑨）。

健全な根の伸張に必要な「土壌の深さ」は、根系の特性のうち主に垂直分布（浅根型・中間型・深根型）が影響するものと考えられる。複数の文献から浅根型は60cm、中間型は 80cm、深根型は 90cm を最小値の目安として土壌の深さを設定することが考えられる。

健全な根の広がりに必要な「土壌の範囲（植栽地の幅）」は、根系の特性のうち主に水平分布（分散型・中間型・集中型）が影響するものと考えられる。養分や水分の吸収と関係が深いとされる細根の 50%が分布する範囲の目安及び樹木の成長量に関する知見から、幹からの距離が集中型で 2.7～4.9m、中間型で 5.3～6.4m、分散型で 6.4～7.3m を最低限の目安として土壌の範囲を設定することが考えられる。しかしながら、道路における植栽地には制約があることに留意が必要である（特に横断方向の幅）。

健全な樹木の生育に必要な「土壌の容量」は、根系の特性ではなく、植栽する樹木の樹種及び目標樹形により決まるものである。必要な土壌の容量を把握する方法として、a.樹木が必要とする水分量から土壌量を算出する方法、b.樹木の樹高と幹直径から算出する方法、c.樹木の樹冠面積と幹直径から算出する方法の 3 つがあり、いずれかの方法を用いて必要な土壌の容量を設定することが考えられる。

上述の必要な土壌の深さ・範囲・容量の設定の考え方を踏まえて、**図-2** に植栽基盤の整備の考え方を整理した。また、植栽基盤の整備にあたり土壌の容量を確保する方法に加えて、植栽基盤が抱える課題とその対応策について、国内外のガイドラインや事例等の調査から整理した（**表-3**）。

3. 工事等における樹木の保護方法

樹木を保護する方法について、日本を含む 6 か国の基準やガイドライン等の資料から、制定の背景、適用範囲、担当部署、関連する法令や基準等とともに、当該資料において推測されている樹木への影響とその部位を整理した（**表-4**）。なお、日本以外の国や都市の資料では、道路に限定された樹木ではなく、開発及び建設に関係する樹木全般を対象としていた。

また、同資料に事例調査を加え、樹木への悪影響が推測される部位別に工事の各段階における樹体の保護対策を整理した（**表-5**）。

［成果の活用］

本成果は、各情報の整理にあたっての考え方や実行性等に関する道路管理者等へのヒアリングを踏まえて、技術資料としてとりまとめる予定である。

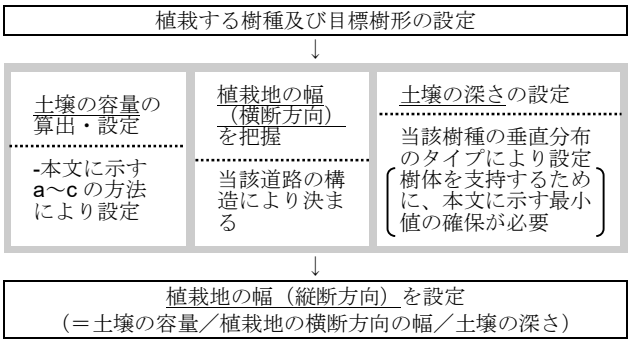


図-2 植栽基盤の整備の考え方

表-3 植栽基盤の課題とその対応策

課題	対応策	
全般	設計時の考え方	・舗装下に植栽基盤を整備する設計工夫や技術を組み合わせる ・更新時に植栽基盤を確保する ・根系の成長範囲に留意した植栽基盤を確保する
土壌圧縮	耐圧構造の導入	・舗装下に耐圧性の資材を設置し、そこに土壌を充填することで、土壌の締め固めを防止する
	耐圧土壌の導入	・石材、肥料、バイオ炭等を混ぜ合わせた土壌を用いて、根の伸長に必要な空隙を確保する（土壌が締め固まらない）
土壌の容量不足	耐圧構造の導入	・舗装下に耐圧性の資材を設置し、そこに土壌を充填することで、土壌容量を確保する
	耐圧土壌の導入	・石材、肥料、バイオ炭等を混ぜ合わせた土壌を用いて、土壌容量を確保する（土壌は荷重に耐える）
	根系の誘導	・近隣の公共緑地に根系を誘導する
根系と地下埋設物等との競合	根系の制御	・根系遮断シート内に良好な土壌を充填し、根系が地下埋設物等と接触しないようコントロールする

表-4 推測される樹木への影響とその部位

部位	地上部(幹枝)	地下部(根系)	植栽土壌
樹木への影響	A幹・枝の物理的損傷 B 葉の生育阻害	C 根の物理的損傷 D 根の乾燥による損傷	E 物理的な根系生育阻害 ・土壌の固結 ・土壌の酸素不足 ・土壌の水分不足 F 化学的な根系生育阻害

表-5 工事の各段階における樹木の保護対策

段階	地上部(幹枝)	地下部（根系）	植栽土壌
計画設計	・樹木保護計画の作成 ・樹木保護区域の設定	・保護フェンス等の設置 ・警告の表示	
施工	A幹・枝への対策［幹保護材やフェンスの設置］ A 接触事故後の対策［剥離箇所の治療］ B 樹冠への対策［工事機械の排ガスの放出方向の調整］	C 掘削、管路設置等の対策［掘削、地下公共設備の設置の規制］ C・D掘削時の根系への配慮［太い根は切らない］	E 土壌の締固め対策［車両の移動・駐車の規制］ E 盛土等の対策［縦穴の設置］ E 雨水浸透阻害対策［防水材の使用禁止］ F 土壌汚染対策［車両の洗浄や整備による汚染の禁止］
	※アルファベットは**表-4** の樹木への影響に対応する ※［］内は対応策の例		

５．施策提案（基礎的基盤的研究 等）

ＩＣＴによるデータを用いた冬期道路管理に資する情報及び対策に関する調査

Survey on information and countermeasures that can contribute to winter road management using ICT data

（研究期間　令和７年度～令和９年度）

道路交通研究部　道路交通安全研究室
Road Traffic Department Road Safety Division

室長	大橋　幸子	主任研究官	池原　圭一
Head	OHASHI Sachiko	Senior Researcher	IKEHARA Keiichi
主任研究官	山下　英夫	交流研究員	塚越　俊介
Senior Researcher	YAMASHITA Hideo	Guest Research Engineer	TSUKAGOSHI Shunsuke

The National Institute for Land and Infrastructure Management is examining information that will be useful for road administrators to make quick and accurate decisions in timelines for ensuring road traffic flow. This study aims to propose indicators and their implementation methods that can be used in the practical aspects of winter road management by examining indicators that are considered effective as benchmarks for preventative road closures.

［研究目的及び経緯］

国土交通省では、冬期道路交通確保対策検討委員会の提言である「大雪時の道路交通確保対策中間とりまとめ（2021 年 3 月改定）」に基づき、大規模な車両滞留を徹底的に回避することを基本的な考え方として、道路ネットワーク機能への影響を最小化できるよう、各種取り組みを実施している。

国土技術政策総合研究所では、道路交通確保のためのタイムラインにおいて道路管理者が迅速かつ的確な判断を行うために有用な指標について検討している。

本研究は、一部の地方整備局を対象として、予防的通行止めのメルクマールとして有効と考えられる指標候補案を抽出した上で、全国の地方整備局等への適用性を検証し、冬期道路管理の実務において活用可能な指標とその運用方法を提案するものである。

［研究内容］

(1) 積雪期における速度低下状況による区間のランク付け

冬期の道路交通障害（スタック）に対する脆弱性を客観的かつ定量的に評価するため、積雪期・非積雪期の平均旅行速度を比較し、積雪による速度低下の程度に応じて区間をランク付けした。このランク付けに応じて、予防的通行止めのメルクマールとなる指標の閾値を設定するのに活用することを想定している。

(2) 予防的通行止めのメルクマールとしての指標候補案の整理

スタック発生時・非発生時のそれぞれについて、気象に関する 15 の指標を設定して試算を行い、閾値を変化させながら、スタックの発生時・非発生時における閾値の超過率を評価することにより、有効と考えられる指標を抽出した。

［研究成果］

(1) 積雪期における速度低下状況による区間のランク付け

北陸・関東・近畿地方整備局管内における計 33 区間を対象として、ETC2.0 プローブ情報を用いて、令和 4～6 年度の積雪期（12 月～2 月）と非積雪期（10 月）の月平均旅行速度を算出した。その上で、積雪期（3 か月×3 年の計 9 か月）のうち、10 月の月平均旅行速度からの速度低下率が最も大きい 3 か月を抽出し、当該 3 か月の平均旅行速度を算出して、対応する非積雪期（10 月）の平均旅行速度からの速度低下率により設定したところ、「ランク０」（0%以上）、「ランク１」（－5～0%）、「ランク２」（－10～－5%）、「ランク３」（－10%以下）の４段階にランク付けできた（**表-1**）。

表-1　速度低下状況のランク付け

ランク付け	区間数			
	北陸（23区間）	関東（4区間）	近畿（6区間）	合計（33区間）
ランク０	3	3	0	6
ランク１	10	0	6	16
ランク２	9	1	0	10
ランク３	1	0	0	1

(2) 予防的通行止めのメルクマールとしての指標候補案の整理

北陸・関東・近畿地方整備局管内の予防的通行規制区間における過年度のスタック（北陸：11 件、関東：5 件、近畿：3 件）を対象として、当時の気象データを

用いて、スタック発生・非発生時の気象条件を把握するため、降雪や気温に関する以下の計 15 の指標を設定した。

・降雪量（1 時間、3 時間、6 時間、12 時間、24 時間）
・積雪深
・連続降雪時間（1cm/h、3cm/h、5cm/h）
・気温（1 時間、3 時間平均、6 時間平均、12 時間平均、24 時間平均）
・気温 0℃未満継続時間

なお、北陸地方整備局については国土交通省のテレメータのデータを、関東・近畿地方整備局については気象庁が公開しているデータを使用した。

スタック発生時（スタック発生前の 24 時間帯）、スタック非発生時(スタック発生後の 24 時間帯×3 日分)のそれぞれについて、指標値を試算するとともに、閾値を超過していたかを確認した（**図-1**）。

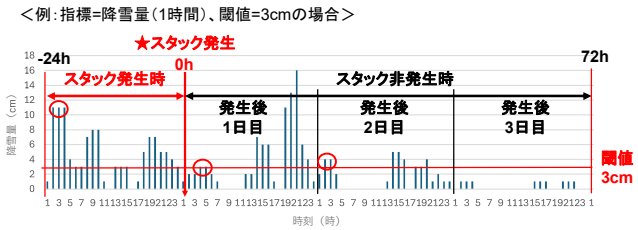


図-1 分析対象期間と降雪量

さらに、閾値を変化させつつ、同様の確認を繰り返すことにより、スタック発生時・非発生時における閾値の超過率を整理した。整理結果の例を**表-2** に、それをグラフ化したものを**図-2** に示す。ここで、スタックの発生時に高い比率で閾値を超過し、スタックの非発生時に低い比率で閾値を超過するような指標が、有効な指標であると考えた。すなわち、各閾値における超過率の差分の平均値が大きい正の値であるほど有効な指標となる。

各指標について、超過率の差分（平均値）を、北陸・関東・近畿地方整備局ごとに整理したものを**表-3** に示す。ここで、各地方整備局において、超過率の差分（平均値）が 15 指標の上位 3 分の 1 となる 5 指標（太字の数字）を有効な指標と評価することとした。その結果、「降雪量 6 時間」は 3 つの地方整備局全てで有効であると評価でき、「降雪量 1 時間」「降雪量 3 時間」「連続降雪時間（1cm/h）」「連続降雪時間（3cm/h）」は 2 つの地方整備局で有効と評価できた。以上より、これら 5 指標を有効な指標として抽出した。

［成果の活用］

本研究で得られた、予防的通行止めのメルクマールとして有効な指標の抽出結果（北陸・関東・近畿地方整備局管内）をもとに、他の地方整備局管内でも当該指標が有効となるかを検証する予定である。

表-2 スタック発生時・非発生時における閾値の超過率の例
（降雪量 3 時間、北陸）

閾値（cm/3h）	スタック発生		スタック非発生		スタック発生-非発生（超過率の差分）
	超過数（件）	超過率	超過数（件）	超過率	
4	11	100%	28	85%	15%
5	10	91%	23	70%	21%
6	9	82%	21	64%	18%
7	8	73%	19	58%	15%
8	7	64%	17	52%	12%
9	5	45%	15	45%	0%
10	4	36%	12	36%	0%
11	4	36%	9	27%	9%
12	3	27%	6	18%	9%
13	3	27%	6	18%	9%
14	3	27%	6	18%	9%
15	3	27%	6	18%	9%
16	3	27%	6	18%	9%
17	3	27%	1	3%	24%
18	2	18%	1	3%	15%
19	2	18%	1	3%	15%
20	1	9%	1	3%	6%
21	1	9%	1	3%	6%
22	0	0%	1	3%	-3%
23	0	0%	1	3%	-3%
24	0	0%	1	3%	-3%
25	0	0%	1	3%	-3%
26	0	0%	0	0%	0%
				平均値	8%

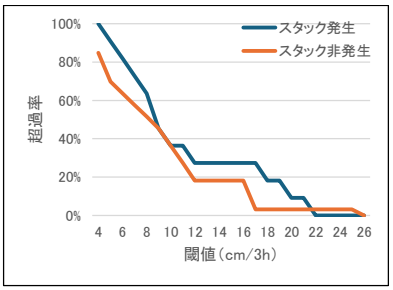


図-2 スタック発生時・非発生時における閾値の超過率の例
（降雪量 3 時間、北陸）

表-3 超過率の評価による有効な指標の抽出

指標	超過率の差分（平均値）		
	北陸	関東	近畿
降雪量（1時間）	**10%**	**15%**	17%
降雪量（3時間）	**8%**	**18%**	20%
降雪量（6時間）	**6%**	**18%**	**43%**
降雪量（12時間）	-1%	6%	**33%**
降雪量（24時間）	-10%	0%	**45%**
積雪深	-7%	-18%	**22%**
連続降雪時間（1cm/h）	**5%**	8%	**28%**
連続降雪時間（3cm/h）	**4%**	**17%**	3%
連続降雪時間（5cm/h）	3%	**20%**	0%
気温（1時間）	-5%	6%	19%
気温（3時間平均）	-2%	4%	19%
気温（6時間平均）	-13%	1%	19%
気温（12時間平均）	-6%	-6%	18%
気温（24時間平均）	-9%	-16%	19%
気温0°C未満継続時間	-10%	-22%	13%

数字（太字）：地整ごとの上位3分の1
枠線（太線）：抽出された5指標

道路環境影響評価の円滑な実施に向けた調査

Research for the smooth implementation of road environmental impact assessment

（研究期間　令和７年度～令和９年度）

道路交通研究部　道路環境研究室
Road Traffic Department Road Environment Division

室長	橋本　浩良	主任研究官	澤田　泰征
Head	HASHIMOTO Hiroyoshi	Senior Researcher	SAWADA Yasuyuki
主任研究官	大河内　恵子	主任研究官	長濵　庸介
Senior Researcher	OHKOUCHI Keiko	Senior Researcher	NAGAHAMA Yosuke

The purpose of this study is to improve the quality of technical methods used to assess the environmental impact of road projects. The authors measured the sound power levels of vehicle noise generated when vehicles drive on drainage asphalt pavement, assessed how these levels change over time, and examined measures to prevent roadkill of rare species.

［研究目的及び経緯］

わが国の一定規模以上の道路事業では環境影響評価法に基づく環境影響評価を実施している。道路事業者が環境影響評価を科学的・客観的かつ効率よく実施するため、国土技術政策総合研究所は、国立研究開発法人土木研究所と分担・協力し、環境影響評価を実施する際の、項目の選定、調査・予測・評価手法の選定、環境保全措置の検討を行う上で参照する手引き書として「道路環境影響評価の技術手法」（以下「技術手法」という。）を作成・公表している。これまで、環境影響評価の技術動向、事例の蓄積、道路事業者のニーズや法改正等を踏まえ、数度の技術手法の改定を行ってきた。

本研究では、最新の科学的知見を用いた効果的かつ効率的な環境影響評価を支援していくことを目的に、自動車走行騒音に関する調査や動物、植物、生態系に関する効果的な保全手法に関する調査を行っている。

令和７年度は、自動車走行騒音に関する調査として排水性舗装の自動車走行騒音の音響パワーレベル（以下「パワーレベル」という。）の測定をした。動植物の保全に関する調査として希少種のロードキル防止方策の検討等を行った。

［研究内容・成果］

1. パワーレベルの測定

自動車専用道路においては、近年の舗装耐久性向上に伴い排水性舗装による騒音低減効果がより長期間持続することが確認されている。一般道においても自動車専用道路と同様の傾向があるのかを確認するため、排水性舗装が敷設された一般国道４箇所においてパワーレベルを測定し、既存の測定結果と合わせ騒音低減効果の持続性を分析した。

パワーレベルの測定は令和２年度から行っており、これまでに同一地点で２回以上測定したデータを用いて、小型車を対象に経年比較した例を図-1 に示す。縦軸はパワーレベルの定数項（式(1)）の平均値、横軸が敷設後の経過年数である。 ここで、

$$a_{ijk}(V_0,y_{ij}) = L_{WA,ijk}(V_{ijk},y_{ij}) - b\log_{10}V_{ijk} \quad (1)$$

$a_{ijk}(V_0,y_{ij})$:調査箇所 i、調査年度 j の k 番目の自動車の L_{WA} の定数項

$L_{WA,ijk}(V_{ijk},y_{ij})$：パワーレベル L_{WA} の測定値[dB]

V_{ijk}：走行速度 [km/h]

y_{ij} :舗装敷設後の経過年数

表-1 令和７年度測定箇所

路線・測定箇所名 （ ）:地点の測定回数	舗設後の 経過年数(年)	取得データ数(台)		
		大型車	中型車	小型車
国道 41 号 愛知県丹羽郡扶桑町(3)	2.5	64	36	90
国道 10 号 宮崎県日向市財光寺(3)	2.6	52	44	113
国道 191 号 山口県萩市土原(3)	11.0	70	32	171
国道 58 号 沖縄県名護市宮里(2)	17.8	63	35	142

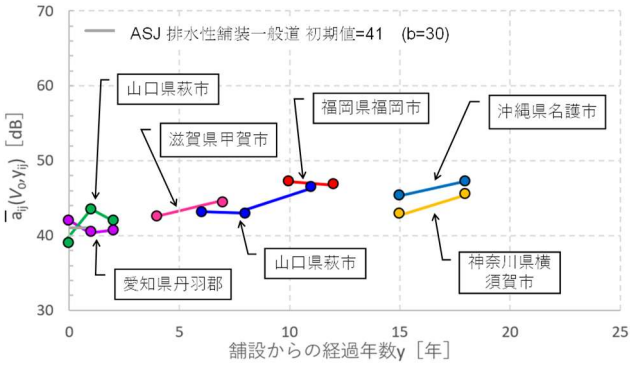


図-1　経年変化の状況（小型車）

b ：速度依存性を表す係数

図-1 より、舗設後に年月が経過とともに、パワーレベルの定数項が大きくなる傾向が見られた。排水性舗装の騒音低減効果の持続性を確認するため、継続的なモニタリングが必要となるため、今後も引き続き、測定を行い、分析を進める予定である。

2. 希少種のロードキル防止方策の検討

国土交通省では、ロードキル防止に向けたより効果的な対策を推進することとしており、北海道・沖縄などをモデル地区として、路面表示・道路標識等による認知強化に取り組んでいる。本研究では、沖縄地区と連携し、希少種のヤンバルクイナ及びケナガネズミの対策に取り組んでおり、動物接触事故データ等を分析し、動物注意の路面表示設置地点の検討等を行った。

まず、現状を把握するため、動物接触事故データからロードキルの発生傾向を分析した。月別のロードキル件数は**図-2** に示すとおりである。ヤンバルクイナは5月、ケナガネズミは10月が多かった。それぞれ繁殖期に当たることから活動が増え、ロードキルが発生しやすくなったと考えられる。また、時間帯別に整理すると、日の出とともに活動を開始するヤンバルクイナは朝に多く、夜行性のケナガネズミは朝と夜に多い傾向であった（**図-3**）。なお、動物接触事故データは事故発見日時のデータであるため、夜行性のケナガネズミについては朝に発見される事例が多いと考えられる。

次に、ETC2.0プローブ情報を用いて、自動車の走行速度、急挙動発生率のデータを整理するとともに、ロードキル件数、勾配、曲線半径、歩道の有無等の道路状況、既存のロードキル対策、交通事故件数等と合わせて、ロードキルが発生する可能性が高いと考えられる区間を路面表示の設置区間（案）とした。

路面表示設置地点については、現地調査を実施して検討した。現地調査では、設置区間（案）ごとに道路状況、交通状況、沿道状況等の現地調査を行い、現地でデータと現場状況を突き合わせながらロードキル発生要因を分析した。現地調査結果に基づき、過去のロードキル発生箇所からの制動停止視距の確保を基本に、ロードキル発生状況（ロードキルが連続した区間で発生しているか）、道路形状（カーブではないか）、沿道状況（対象動物が再度侵入し得る場所か）を考慮して、路面表示設置地点を整理した。

路面表示は沖縄県の有識者がデザインした図をベースに環境省・警察、地元自治体等の関係各所と協議した。国立公園内の制約を守りつつ、ヤンバルクイナ及びケナガネズミが薄明時や夜間にロードキルが多い特徴を踏まえ、走行車両から認知しやすいよう、色、形、材料等を工夫して設置した（**図-4**）。

引き続き、沖縄地区と連携の上、ロードキルの発生状況や交通状況などから、ロードキル防止方策の効果を確認する。

［成果の活用］

一般道における排水性舗装の騒音低減効果の持続性については、（一社）日本音響学会作成の道路交通騒音予測モデルの次回更新時に、パワーレベルモデル式へ反映させ、道路交通騒音の効果的な予測・評価と適切な対策実施を支援していく予定である。

希少種のロードキル防止方策については、引き続き、沖縄地区との取り組みを進め、ロードキル防止に向けた実践ガイドブック（仮称）として取りまとめ、道路管理者のロードキル対策を支援していく予定である。

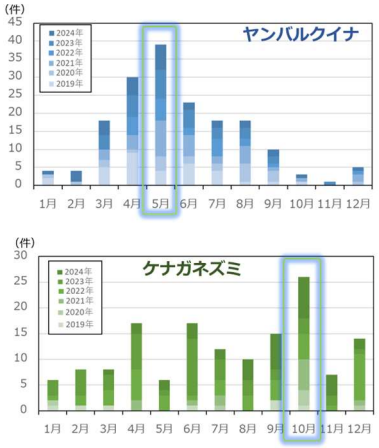


図-2　月別ロードキル発生件数

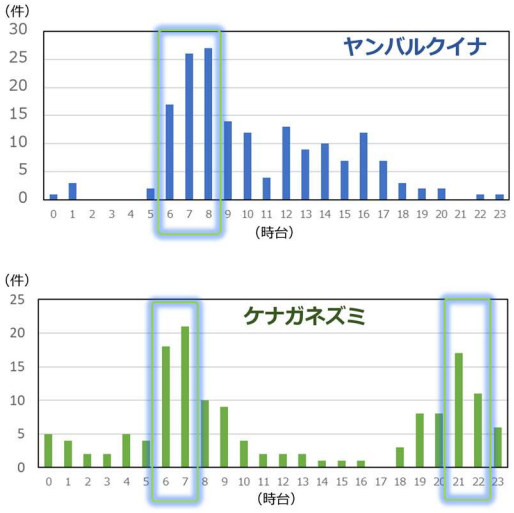


図-3　時間帯別ロードキル発生件数



図-4　路面表示デザイン

トンネル工事における技術提案・交渉方式の適用効果に関する考察

Consideration of the effectiveness of applying technical proposals and negotiation methods in tunnel construction

（研究期間　令和 7 年度～令和 9 年度）

社会資本マネジメント研究センター　社会資本マネジメント研究室
Research Center for Infrastructure Management
Construction and Maintenance Management Division

室長	松田　奈緒子	主任研究官	田嶋　崇志
Head	MATSUDA　Naoko	Senior Researcher	TAJIMA　Takashi
主任研究官	山谷　光幸	交流研究員	長崎　裕幸
Researcher	YAMAYA　Mitsuyuki	Guest Research Engineer	NAGASAKI Hiroyuki

This study investigated the current state of risk management in tunnel construction using technical proposal and negotiation methods and analyzed the application and effectiveness of technical proposal and negotiation methods by contractors.

［研究目的及び経緯］

平成 26 年 6 月の品確法改正により、仕様の確定が困難な工事において、調査・設計段階から施工者が関与し、工事中に発現する様々なリスクへの事前対処が可能となる技術提案・交渉方式（**図-1**）が新たに規定された。令和 7 年 12 月末現在、国土交通省直轄の 47 工事（港湾・航空関係を除く）に適用があり、トンネル工事には 10 件適用されている。

トンネルは地下深部に構築する細長い線状構造物であり、事前調査においてトンネル全長にわたりボーリング調査を密に行うことは非効率であり現実的ではない。さらに、日本は世界でも有数の複雑な地質条件を有していることから、トンネル工事は他の土木構造物と比較して、地質・土質条件に関係するリスク発現が多いとされている。

本稿では、地質・土質条件に関係するリスク発現が多いとされているトンネル工事について、技術提案・交渉方式を適用した場合のリスク対処に関する効果について調査・分析した結果を述べる。

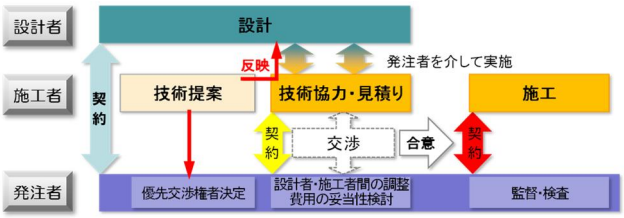


図-1　技術提案・交渉方式（技術協力・施行タイプ）

［研究内容］

令和 7 年 9 月末時点で工事完了もしくは大部分が完了し効果が確認できるトンネル工事 6 件を調査対象として、工事打合せ簿、工事関係者へのヒアリング等から施工者が工事着手前の設計段階に行ったリスク対処事例について調査、整理した。

［研究成果］

(1) リスク対処状況

技術提案・交渉方式を適用したトンネル工事のリスク対処状況を**図-2** に示す。比較対象として、総合評価落札方式を適用したトンネル工事（平成 28 年から令和 5 年までに完了した国土交通省発注の 15 件）のリスク対処状況も合わせて示している。

技術提案・交渉方式を適用したトンネル工事では、「地質・土質条件」、「河川水、湧水・地下水」のリスクに対処した割合が高く、総合評価落札方式を適用したトンネル工事のリスク発現状況と同様の傾向が確認でき、総合評価落札方式で発現しやすいリスクに対処していることが覗える。さらに、技術提案・交渉方式では「地中障害物」、「地元協議」のリスク対処割合も比較的高い値を示しており、これは、既設隧道との地中での干渉や都市部での工事等、特殊条件下での工事が多いためであると考えられる。このことから、設計段階から施工者の持つ知見やノウハウを活用する技術提案・交渉方式の特徴を示していると考えられる。

(2) リスク対処事例

リスク対処事例の内容を**表-1** に示す。リスク対処の具体的な内容として、最も対処頻度が高い「地質・土質条件」については、不良地山部に追加の地質調査を実施して地山等級及び支保パターンを見直し実施した事例、既設県道直下を低土被りで掘削するトンネルに

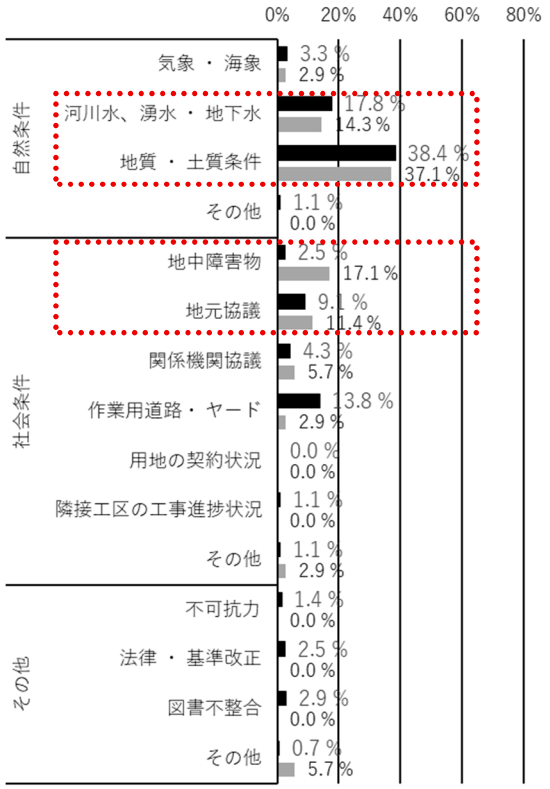


図-2 トンネル工事におけるリスク対処状況

対して、インバートストラッドを用いた早期断面閉合や鏡ボルトや長尺鋼管先受け工等の地山安定対策を実施して地山の安定性を確保した事例があった（図-3）。また、トンネル掘削中において、前方探査を実施して不測の不良地山部を早期に把握し、不良地山出現前に対策を検討・実施する事例もあった。これは、適用する対策は探査結果をもとに詳細検討を行うため、工事開始前にリスクを完全に対処することはできないが、工事を進めながらリスクに対処する事例となっている。

「河川水、地下水・湧水」については、物理探査により切羽前方の帯水状況を把握し、必要に応じて水抜き工を実施した事例、濁水処理設備の増設が可能となる仮設ヤード計画を実施した事例があった。仮設ヤード計画の事例は、技術提案時点では濁水処理設備の能力増強が提案されているが、工事契約前の段階では仮設ヤード計画となっている。これは、事前にトンネル湧水量を完全に予想することが困難であるため、濁水処理設備の最適な仕様を決定することはできないが、湧水量が増大した場合に円滑に濁水処理設備を増設できるようにするといったリスク対処がなされている。

このように、技術提案・交渉方式を適用したトンネル工事では、他の工種と比べ「地質・土質条件」、「河川水、湧水・地下水」について特に入念にリスクに対処しており、また、工事開始前に完全に対処ができない場合でも、事前にリスク対処法について計画しておくといった工夫がみられる。しかしながら、湧水によるロックボルトの定着不良等、実際に発現するか不明確なリスクについては、リスク発現後でなければ対処が困難な場合もあることに留意が必要と考えられる。

表-1 リスク対処事例（一部抜粋）

リスク区分	事例内容
気象・海象	坑外ずり仮置き場を追加し、雨天時等の場外ずり搬出中止時でも掘削を継続して**工程遅延を防止**
河川水、湧水・地下水	物理探査により切羽前方の帯水状況を把握し、必要に応じて水抜き工を実施して**突発湧水を防止**
河川水、湧水・地下水	濁水処理設備の増設が可能な仮設ヤード計画を実施し、**掘削中の湧水量の増大に対応**
地質・土質条件	不良地山部に対して追加地質調査を実施して地山等級の見直しを行い、**地山の不安定化を防止**
地質・土質条件	偏土圧が作用する区間に一次インバートを追加し、**トンネルの不安定化を防止**
地質・土質条件	前方探査や地質評価システムの採用により、不測の不良地質区間を早期把握し、**工程遅延を防止**
地中障害物	旧隧道閉塞工において、ロックボルトを追加打設し、閉塞材と旧隧道覆工、周辺地山を一体化することで、**地山の不安定を防止**
地元協議	坑口での騒音影響を考慮した仮設備計画を実施し、防音壁と防音扉を追加設置することで、**周辺住民への騒音・振動の影響を低減**
地元協議	資材仮置場の借地、土砂ピットの変更により、都市部に設置する防音ハウスのサイズを縮小し、**周辺住民への圧迫感や日照不良を抑制**
作業用道路・ヤード	急勾配による運搬制限を解消するため、工事用道路を追加設置して**工程遅延を防止**

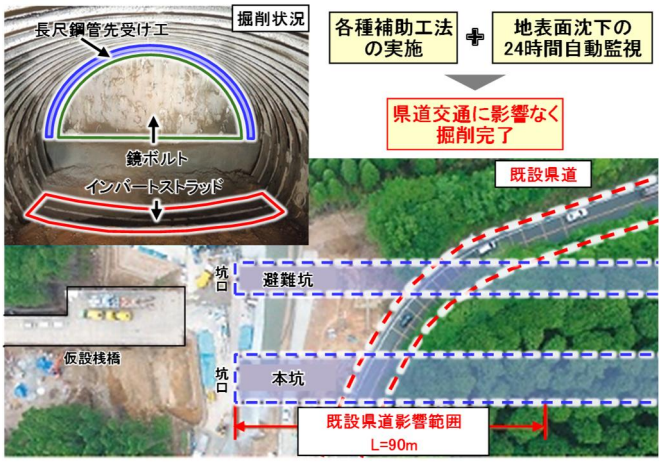


図-3 リスク対処事例説明図

出典）石川俊明他：ECI 方式を適用した山岳トンネル工事における BIM/CIM の実践、第 6 回 i-Construction の推進に関するシンポジウム

［成果の活用］

技術提案・交渉方式の適用効果として、トンネルのリスク対処効果について調査・分析した結果を述べた。本研究成果は、本方式の活用拡大のためにとりまとめる技術提案・交渉方式の効果に関する国総研資料の一部として活用する予定である。

引き続き、生産性向上等の寄与を目的とし、技術提案・交渉方式の効果の把握や課題への対応に関する検討を行うとともに、設計と施工の連携による工事のリスクへの対処に関する研究を実施する。

災害時等における道路交通量の抑制に関する調査

A study on the suppression of road traffic volume during disasters

（研究期間　令和４年度～令和７年度）

社会資本マネジメント研究センター　建設経済・環境研究室
Research Center for Infrastructure Management
Construction Economics and Construction Environment Division

主任研究官	布施　純	室長	富田　興二
Senior Researcher	FUSE　Jun	Head	TOMITA　Kohji

This study aims to encourage behavioral change among road users by demonstrating the benefits of refraining from driving during heavy snowfall to prevent vehicle stranding. Using traffic simulations that reproduce heavy-snow conditions, this paper estimates the economic losses incurred with and without road traffic–ensuring measures.

Economic losses are derived from the difference in time lost by road users between scenarios where they comply with governmental requests to avoid travel and where few users refrain. Presenting this reduction in economic loss is expected to promote greater compliance with such requests.

［研究目的及び経緯］

国土交通省では、令和 3 年に「大雪時の道路交通確保対策 中間とりまとめ」を改定し、大雪時には「人命を最優先に、幹線道路上での大規模な車両滞留を徹底的に回避すること」を基本方針として、予防的通行規制、集中除雪、出控えの呼びかけなど、冬期の道路交通確保対策を進めている。

本研究は、これらの道路交通確保対策に対する道路利用者等の理解を促し、出控えなどの行動変容につなげるため、その効果を定量的に把握することを目的として実施したものである。過年度に、冬期の交通状況を再現した交通シミュレーションを行い、出控えの呼びかけ及び予防的通行規制によって、ドライバーが回避した損失時間を算出している。令和 7 年度は、この損失時間を経済的に評価することを目的として、降雪時や渋滞時における交通の時間価値及び自宅等での待機時の時間価値に関する文献調査等を行い、冬期の出控えの呼びかけ等による経済損失の抑制効果を試算した。

［研究内容］

本研究では、大雪時に実施される出控えの呼びかけ及び予防的通行規制による経済損失の抑制効果を試算した。経済損失は、自動車の走行中及び自宅等での待機中という 2 つの時間について、それぞれ時間価値を設定し、「時間価値×損失時間×台数」により試算した。

走行中の時間価値は、文献調査から得られた結果を参考に設定した。具体的には、降雪時、渋滞時及び目的別の時間価値を評価している国内外の論文を調査し、個々の論文で示された数値を整理した。整理結果から、推定モデルの妥当性や変数の合理性が確認できるものを抽出した。これらを踏まえ、異なる文献の値を比較できるよう、費用便益分析マニュアル（令和７年８月 国土交通省道路局・都市局。以下「費用便益分析マニュアル」という。）の時間価値を非降雪時かつ非渋滞時の数値とし、この数値に冬期や渋滞時の増加割合を乗じて時間価値を設定した。

待機時の時間価値は、業務目的と非業務目的に分けて設定した。業務目的については、ドライバーをテレワーク可能な待機 A と、テレワーク不可で就業機会を喪失する待機 B に分類し、それぞれの金銭的損失を算出した。金銭的損失としては、待機 A は、自宅での就労継続が可能であることから、勤務中の自宅電気代を計上し、待機 B は、休業手当が支払われると仮定し、給与の減少分を計上した。また、テレワーク人口実態調査や交通量データから、待機 A、B の割合を推定し、加重平均したものに、自動車の平均乗車人数を乗じた値を待機時の時間価値とした。非業務目的については、走行中における業務目的と非業務目的の時間価値の比率を準用した。

損失時間及び走行台数は、冬期の交通状況を再現した交通シミュレーション（令和 6 年度実施）の結果を用いた。交通シミュレーションでは、出控えの呼びかけ等の有無により 5 つのケース（**表-1**）を設定し、ケース毎にドライバーの損失時間及び時間帯毎の走行台数等を算出している。この詳細は、「令和 6 年度 道路調査費等年度報告」を参照されたい。

表-1　交通シミュレーションのケース

ケース	対策実施内容 ※ケース②以外の総交通量は①と同じ
①	冬期道路交通対策の実施なし
②	出控えの呼びかけ（総交通量①より減少）
③	出控えの呼びかけ
④	予防的通行規制
⑤	出控えの呼びかけ及び予防的通行規制

［研究成果］

(1) 時間価値の設定

時間価値の設定結果を**表-2** に示す。

走行中の時間価値は、文献調査により次の傾向が確認された。降雪時の時間価値は非降雪時の 2.2 倍（小型車）及び 2.9 倍（大型車）となり、渋滞時は非渋滞時の 1.6 倍となる。また、非業務目的の時間価値は業務目的の 0.6 倍である。基準となる非降雪時かつ非渋滞時の時間価値は、費用便益分析マニュアルの値を採用し、小型車の場合は 43.74 円／台・分とした。この基準値に冬期や渋滞時の増加割合を乗じ、時間価値を設定した。

待機中の業務目的の時間価値は、待機 A と待機 B で次のように設定した。待機 A では、テレワーク時に使用するパソコン・照明・エアコンの電力使用量に、全国家庭電気製品公正取引協議会が定める「新電力料金目安単価（31 円/kWh）」を適用し、1 時間あたり 34 円とした。待機 B では、労働基準法第 26 条に定める休業手当の考え方を参考に、休業手当を賃金の 60%と仮定し、令和 6 年度賃金構造基本統計調査の平均賃金（359,600 円/月）の 40%を時間換算し、1 時間あたり 599 円とした。また、テレワーク実施率及び大雪時の交通量の変動から、待機 A と待機 B の車両比率をおおむね 2:1 と推定し、この比率により加重平均をした。さらに、この値に各時間価値に車両 1 台あたりの平均乗車人数 1.6 人を乗じた値を業務目的の時間価値として設定した。

非業務目的の時間価値は、走行中の業務・非業務の比率を準用し、業務目的の 0.6 倍とした。

表-2　時間価値（走行中は小型車・業務目的の数値）

条件		時間価値	設定の考え方
走行中	① 非降雪かつ非渋滞	43.74円/分･台	費用便益分析マニュアルの時間価値
走行中	② 降雪時	96.23円/分･台	①×2.2
走行中	③ 渋滞時	69.98円/分･台	①×1.6
走行中	④ 降雪時かつ渋滞時	122.47円/分･台	①+(降雪増加分[②-①]) +(渋滞増加分[③-①])
待機中	⑤ 業務目的	5.94円/分･台	本研究での算出結果 34円/h×2/3+599円/h×1/3=3.71円/分･人 3.71円/分･人×平均乗車人数1.6人=5.94円/分･台
待機中	⑥ 非業務目的	3.52円/分･台	⑤×0.6

(2) 経済損失抑制効果の試算

令和 6 年度の交通シミュレーション結果として、ケース毎の損失時間を**図-1** に示す。この損失時間及び設定した時間価値から、ケース毎の経済損失を試算した結果を**図-2** に示す。

図-1 の到着損失時間は、シミュレーション車両の所要時間から遅れがない場合の所要時間を引いた時間（渋滞中の運転時間）であり、出発損失時間はシミュレーション車両の出発時刻から本来の出発予定時刻を引いた時間（自宅等での待機時間）である。対策の実施によって到着損失時間は減少するものの、出発損失時間は増加する傾向が確認された。

一方、経済損失を比較すると、対策による移動抑制の効果が大きいことが示された。効果の大きさは、ケース③「出控え」が最も高く、以下、ケース②「出控え（総交通量減少）」、ケース⑤「出控え＆予防的通行規制」、ケース④「予防的通行規制」の順となった。ケース④、⑤と比較してケース②、③の損失抑制効果が高い結果となっているのは、移動を遅らせること（雪が強い時間帯を避けた移動）は損失抑制に有効であるものの、遅らせる車両が多く、雪がやんだ直後に多数の車両が同時に出発すると渋滞が発生し、損失抑制効果が低減することを示している。

以上より、本研究で設定した条件下では、対策を行うことでドライバーの損失時間自体は増えるものの、その内訳の大部分が自宅等での待機時間となるため、時間価値を用いて経済価値化すると、冬期の道路交通確保対策によって経済損失が大きく低減する可能性が示された。

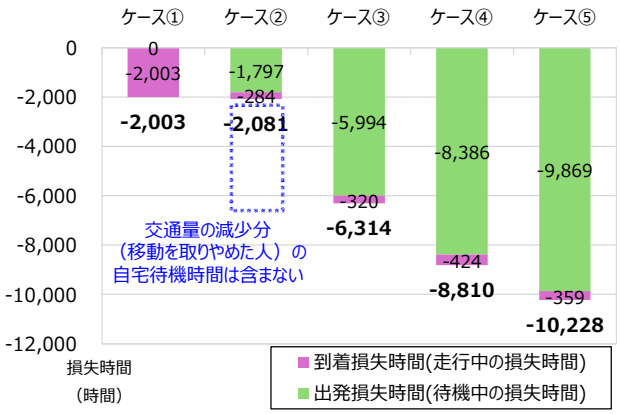


図-1　交通シミュレーションケース毎の損失時間

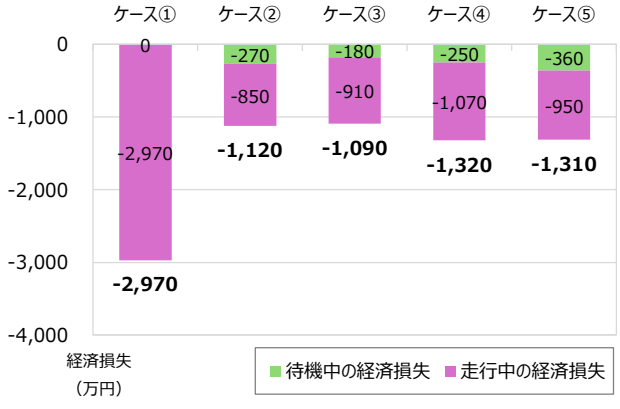


図-2　交通シミュレーションケース毎の経済損失

［成果の活用］

本研究におけるシミュレーション結果は 1 つの事例であり、条件が変われば結果は変動する。本研究で得られた知見は、冬期の道路交通確保対策に関する理解促進のための基礎的資料として活用されることが期待される。

物流施策の経済効果に関する調査

Research on the Economic Effects of Logistics Policies

（研究期間　令和７年度～令和９年度）

社会資本マネジメント研究センター　建設経済･環境研究室
Research Center for Infrastructure Management
Construction Economics and Construction Environment Division

主任研究官	布施　純	室長	富田　興二
Senior Researcher	FUSE　Jun	Head	TOMITA　Kohji

This study aims to propose a method for estimating the economic effects associated with the development of an Autoflow Road (automated logistics road). In this paper, we present the results of a literature review on the effects of logistics and provide a systematic organization of the various effects from a multifaceted perspective.

［研究目的及び経緯］

国土交通省では、物流分野が抱える輸送力不足への懸念や2050年カーボンニュートラルの実現に対応するため、物流の効率化や物流 DX･GX 等の施策を推進している。その中で、「高規格道路ネットワークのあり方 中間とりまとめ（社会資本整備審議会 道路分科会 国土幹線道路部会、令和５年10月）」において、自動物流道路（Autoflow Road）の構築に向けた検討の必要性が示されている。

自動物流道路は、道路空間に物流専用のスペースを設け、クリーンエネルギーを動力源とする無人化･自動化された輸送手段により貨物を運搬する新たな物流システムである。本システムが導入されることで、物流効率化、労働力不足対応、温室効果ガス排出削減など、多面的な効果が期待されている。

本研究では、自動物流道路の構築によって生じる経済効果の範囲と構造を整理するとともに、その推計手法を検討することを目的としている。令和７年度は、物流施策の評価や海外事例に関する文献調査を行い、自動物流道路の構築による経済効果を体系的に整理した。

［研究内容］

自動物流道路の経済効果を整理するための基礎資料として、「国内の公共事業に関する事業評価マニュアル」、「海外の公共事業の評価事例」及び「物流の経済効果に関する学術論文」を収集した。これらの資料を基に、①国土交通省の事業評価マニュアルの効果項目、②イギリスの事業評価制度の効果項目、③研究段階の物流施策の効果項目、④物流効率化と経済指標との関係、の４つの視点で整理した。

また、自動物流道路に類する事業であるスイスの Cargo Sous Terrain（CST）及びイギリスの Magway について文献調査し、各事業の事業効果として挙げられている項目とその内容を整理した。

さらに、これら公共事業、物流施策及び海外類似事例における効果項目を踏まえ、自動物流道路の構築による経済効果を抽出し、効果の帰着先（利益を受ける主体）を含め体系的に整理した。

［研究成果］

(1) 公共事業及び物流施策の評価に関する調査

①国土交通省の事業評価マニュアルの効果項目

国土交通省が所管する道路、港湾、鉄道、空港及び国際競争流通業務拠点の各事業評価マニュアルにおいて定められている効果項目を整理した。道路事業においては、走行時間短縮、走行経費減少及び交通事故減少のいわゆる三便益（利用者便益）が、貨幣換算手法が確立した評価項目として定着している。

一方、他のインフラでは、事業者の収益改善（供給者便益）、定時性や運行頻度の向上といったサービス品質に関する項目、さらには騒音低減等の環境面への効果なども、定量評価の対象として位置付けられている点が特徴である。これらの整理結果は、物流専用空間を有する自動物流道路の評価項目を検討する上で示唆を与えるものである。

②イギリスの事業評価制度の効果項目

英国の事業評価制度は、便益を貨幣換算の確実性に応じて、確立された貨幣換算効果、発展的な貨幣換算効果、示唆的な貨幣換算効果、非貨幣換算効果の４つに分類して評価している。確立された効果は費用便益比に計上され、走行時間短縮や事故減少がこれに該当する。一方、信頼性や集積の経済などの発展的な効果は、計測手法の確実性はやや低いものの重要性が高いため、補正後の費用便益比として追加的に評価される仕組みである。

貨幣換算の確実性に応じて効果を分類しつつ、多様な便益を柔軟に扱う英国の仕組みは、多面的な効果が期待されている自動物流道路の評価項目を検討する上で示唆を与えるものである。

③研究段階の物流施策の効果項目

国内の研究では、事業評価マニュアルに掲載されていない多様な効果が検討されている。内容は、時間信頼性や在庫削減などの物流の質に関する便益、災害時の供給網維持や心理的安心感といったレジリエンスの効果、ドライバーストレス軽減や労働生産性といった労働環境に関わる視点まで多岐にわたる。

これらの成果は、自動物流道路が有する定時性や無人化などの特性を評価する上で、事業評価マニュアルの評価項目を補完する視点となる。

④物流効率化と経済指標との関係

物流効率化がマクロ経済に与える影響について、文献調査で確認された主要な経済指標とその関係を整理した。指標は次の 3 つに分類した。

・マクロ経済の結果指標：GDP 成長率、国際貿易量、財政収入など、経済活動の結果として現れる指標。

・物流効率の構成要素・手段指標：生産性、競争力、物流パフォーマンス指数（LPI）（国単位で物流の効率性をスコア化したもの）など、効率化を達成するための手段や直接的なアウトプットを測る指標。

・貿易コスト・バリア指標：輸出入に要する時間や費用など、物流の非効率性を示す指標。

これらの指標を組み合わせることで、自動物流道路の効果が、LPI 向上を通じて輸出入コストの削減につながり、最終的に GDP 成長に寄与するという因果関係を示すことができる。

表-1 類似する海外事例の主な事業効果

事業	効果項目	概要
CST スイス	交通混雑緩和、道路ネットワーク負荷軽減	・道路・鉄道を補完することで道路等の混雑緩和 ・チューリッヒ市内のトラック走行距離が25%削減/日 ・高速道路の重量貨物交通が最大30%削減、混雑時間が5～10%短縮
	脱炭素、環境負荷の低減	・CSTは将来の電動・水素トラックと比較し、環境・気候影響が有意に低いと評価 ・温室効果ガスを年間18,400~31,500CO2-eq削減。 ・大気汚染物質やタイヤ摩耗のマイクロプラスチックを削減 ・地下化により騒音・土地占有の低減、都市部のスペース効率（用地節約）、事故減少など
	供給信頼性、レジリエンスの向上	・道路交通状況に左右されない安定した輸送経路と効率的な都市内配送を実現 ・ トラック走行量の削減、主要路線の交通量低減、渋滞減少により供給網全体の信頼性・レジリエンスの向上
	経済面の効果	（料金水準に関する言及も含めて記述なし）
Magway イギリス	交通混雑緩和、道路ネットワーク負荷軽減	・道路交通の負荷を軽減し、交通渋滞や事故の削減 ・道路上の貨物輸送回数を大幅に減少
	脱炭素、環境負荷の低減	・電力駆動で、環境負荷（CO_2排出など）を抑制 ・貨物車の交通量を削減し、大気汚染と混雑を緩和
	供給信頼性、レジリエンスの向上	・専用線内は、天候や渋滞に左右されずに運行可能 ・労働市場の変動に左右されない輸送能力を提供
	経済面の効果	・新規道路の建設コストとマグウェイの建設コストを比較し、インフラ整備費を最大約1/9低減可能と試算

表-2 自動物流道路の構築による経済効果

大分類	中分類	小分類	効果の帰着先
A 輸送効率化・物流生産性	時間・費用	貨物のリードタイム短縮	荷主・運送事業者
		走行(輸送)経費減少	運送事業者
		輸送時間の信頼性向上	荷主・運送事業者
		在庫削減・バッファ節約	荷主
	労働生産性	ドライバー不足の解消・人件費削減	運送事業者
		企業の生産性向上	荷主・物流施設
		ドライバーの負担・ストレス軽減	ドライバー
	インフラ維持	道路の維持修繕費の削減	道路管理者
	輸送サービス品質	運行頻度の向上	荷主
		貨物損傷の低減	荷主
B マクロ経済インパクト	国家経済・貿易	GDP・生産額の維持・増大	国民経済
		貿易効率化・国際競争力	輸出入企業
	地域経済活性化	地域間格差の是正	地域経済
		産業立地の集積・最適化	地域経済
	投資・財政	民間投資の誘発	民間セクター
		財政収入の増加	政府・自治体
	労働市場	労働供給の増加・最適配置	国民経済
C 安全安心レジリエンス	安全性	交通事故の減少	社会全体
	レジリエンス	災害時の供給網維持	地域・産業
		心理的不安の軽減	地域住民
D 環境・地域社会	環境負荷	GHG排出削減	地球環境
		大気質・騒音の改善	沿道住民
	道路交通・都市空間	一般交通の混雑緩和	一般ドライバー
		沿線土地利用の高度化	都市・地域
	その他	非利用価値	社会・将来世代

(2) 類似する海外事例の調査

CST 及びスイス連邦政府の公表資料、Magway が英国議会運輸委員会へ提出した書面証拠に基づき、各事業で示されている主な事業効果を整理した（**表-1**）。CST は民間事業であるため費用対効果は示されていないものの、ライフサイクルアセスメントに基づく環境優位性、交通混雑の緩和、システムの信頼性やレジリエンスが強調されている。一方、Magway は交通混雑緩和やゼロエミッション配送などの効果が提示されているものの、定量評価は見られず、定性的なコンセプト提示にとどまっている。

(3) 自動物流道路の経済効果の体系的整理

前節までの調査結果を踏まえ、自動物流道路の構築による経済効果を体系的に整理した（**表-2**）。

大分類 A「輸送効率化・物流生産性」では、自動物流道路を利用する荷主・運送事業者・道路管理者が得る直接的な便益を整理した。走行時間短縮、走行経費削減に加え、無人化や定時性に基づく労働生産性向上、在庫削減など、物流 DX に資する効果が含まれる。

大分類 B「マクロ経済インパクト」では、物流効率化による経済波及効果を整理した。物流コスト削減による GDP の増加や、アクセス性向上による産業集積など、中長期的な構造変化に関する効果が含まれる。

大分類 C「安全・安心・レジリエンス」では、平時・災害時の安全性に関する効果を整理した。既存道路の交通量減少による交通事故減少に加え、既存道路の代替輸送ルートとしての活用が期待されることから、災害時の供給網維持や住民の心理的不安の軽減といった効果が含まれる。

大分類 D「環境・地域社会」では、自動物流道路を直接利用しない市民や沿道環境に及ぶ外部効果を整理した。既存道路の交通量減少による渋滞緩和、GHG 排出削減など、環境・生活環境の向上効果が含まれる。

［成果の活用］

本研究の成果は、今後実施する自動物流道路の経済効果の推計手法を検討する際の基礎資料として活用する予定である。

道路管理のための点群データの効率的な管理手法に関する研究

Research on efficient management methods for point cloud data for road management

（研究期間　令和２年度～令和８年度）

社会資本マネジメント研究センター　社会資本情報基盤研究室
Research Center for Infrastructure Management Information Platform Division

室長	池田　武司	主任研究官	堀口　和希
Head	IKEDA Takeshi	Senior Researcher	HORIGUCHI Kazuki
研究官	山口　知記		
Researcher	YAMAGUCHI Tomoki		

The Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism collects the point cloud data on national highways for maintenance and management. NILIM developed a system to store and share the point cloud data for road administrators. In order to improve the convenience of the system, this research examined how to improve the system.

［研究目的及び経緯］

国土交通省各地方整備局・北海道開発局及び内閣府所属の沖縄総合事務局（以下、「各地方整備局等」という。）では MMS（Mobile Mapping System[1]）を用いて、全国の直轄国道の点群及び画像データ（以下、「MMS データ」という。）を取得している。

これらの MMS データは、データサイズが大きいことから各地方整備局等の内部共有ストレージに保管・共有することが困難であったため、国土技術政策総合研究所（以下、「国総研」という。）では、各地方整備局等が取得した MMS データのコピーを一括して保管・管理するためのシステム（以下、「既存システム」という。）を開発し、令和４年度から運用を行っている（**図-1**）。

一方、MMS データは「シーン[2]」という単位で取得されており、１シーンのデータは MMS 搭載車両が走行した車線毎に分かれており、データ延長は数キロメートル以上になる場合がある。このため、“車線毎のデータの座標にズレがある”、“１シーンのデータが長すぎる”といった課題がある。これらの問題を解決するため、隣接する点群データの誤差を補正して合成し、小区間に分割する手法を検討し、既存システムの改良を行うため、隣接する点群データを自動で合成・分割する処理を行うシステム（以下、「合成処理システム」という。）の検討を令和 6 年度に行った。だが、トンネルのような接合時に用いる特徴的な地物が少ない区間は自動合成において十分な精度が見込めない課題があった。

これを踏まえ、令和 7 年度は、自動合成の精度を向上させるため AI モデルを用いて点群を地物分類することで活用可能な地物の選定を行う検討を行った。有用な AI モデルの選定、地物分類の細別化や精度、教師データの作成等について検討を行い、合成処理システム改良に向けた検討を行った。また、プライバシー保護の観点から MMS データに映る表札の自動マスキング処理を行うため既存システムの改良検討を行った。

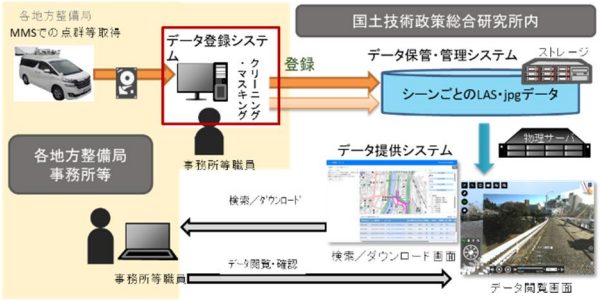


図-1　既存システム構成図

［研究内容］

① AI モデルを用いた点群の地物分類

合成処理システムの精度を向上させるため、点群を自動合成させる際に利用可能な地物について、点群から分類可能な AI モデルの調査を行った。

AI モデルで分類対象とする地物は、トンネルのような接合時に用いる特徴的な地物が少ない区間においても利用可能な地物も考慮して 19 種を設定し、19 種に入らない地物はその他として扱い、合計で 20 種の地物への分類を行った。地物の分類内訳を**表-1** に示す。

点群を地物に分類する AI モデルについては、31 件のモデルを対象に評価点（Score）算出を実施し、RandLA-Net、SQN、SuperPointTransformer（SPT）の 3 つを選定した。また、選定したモデルに対してオープンデータ（Stanford Large-Scale 3D Indoor Spaces

[1] 車両に LiDAR,カメラ,GNSS,IMU（慣性計測装置）を搭載し、位置情報付きの点群及び画像を同時に取得するシステム

[2] １シーンのデータとは MMS を搭載した車両が動き出してから停止するまでに取得した一連のデータを指す

Dataset)を用いて実験を実施し、その結果を**表-2** にまとめた。収集データの総延長に対する推論時間などの運用条件を考慮し、SPT が最も適していると判断し、評価用の点群データの地物分類を行った。目標値としては、IoU[3]は 60%以上、再現率・適合率は 70%を基準として地物毎の構成点数を考慮することとして評価を行った。

なお、地物分類を行うにあたり、19 種＋その他を AI モデルに学習させるため、点群データから手作業で地物毎に分類、タグ付けをした教師データを作成した。

表-1　地物の分類内訳

No.	地物名	No.	地物名
1	車道	11	中央分離帯
2	歩道	12	法面
3	信号	13	道路掲示板
4	標識	14	テレメータ（機側盤を含む）
5	道路照明	15	植栽
6	ガードレール	16	電柱等
7	歩道橋	17	建築物
8	橋脚	18	非常電話・押しボタン式通報装置
9	トンネル内換気(ジェットファン)	19	トンネル照明
10	ポラード	20	その他

② 表札の自動マスキング機能開発

プライバシー配慮の観点から、MMS データの登録を行う際に、画像データに写っている表札を従来の目視確認に加え、AI を用いて自動マスキングするための機能開発を行った。表札の検知は画像認識 AI の「YOLOv8」を用いた。検出漏れ防止を最優先とするため、目視によるチェックと併用する前提として、再現率 80%以上を目標値とし、評価用データ 500km 分を用いてマスキング機能の検証を行った。教師データとしては、画像認識 AI による補助を利用した上で、目視により既存の MMS データから約 3000 枚の表札を含む画像を収集した。

［研究成果］

SPT による地物分類を行った結果、目標値を満たした（抽出に成功した）のは「車道」、「トンネル内換気」、「建築物」の３つの地物であった。トンネル区間の合成処理の精度に関係する「トンネル照明」、「非常電話・通報装置」は目標値を満たせなかった。例を**図-2** に示す。目標値を満たせなかった要因としては、各地物の特徴がうまく抽出できず、「その他」として分類されてしまうことや、形状や特徴が類似する地物の絶対な整備量の不足（教師データの不足）が確認された。このため、教師データの分類体系を見直し、「その他」に含めていた「トンネル壁：水色」を新たな分類対象地物として定義するなどして、地物分類の精度向上が図られると考えられる。また、今回得られた結果を基に、トンネル区間での精度向上を目的として、「トンネル内換気」の点群情報を自動合成処理に活用するための手法について、合成処理システムの機能要件定義書を更新した。

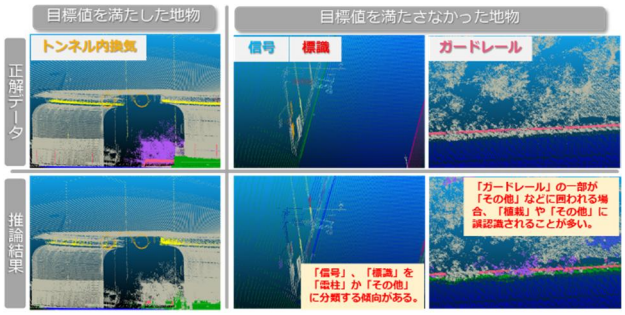


図-2　目標値を満たした／満たさなかった地物の例

表札の自動マスキングについては、YOLOv8 による検証の結果、再現率 90.99%を達成し、目標を満たす成果を得た。開発した自動マスキング機能については既存システムに今後搭載する予定であり、プライバシー保護の強化を行う予定である。

［成果の活用］

既存システムは道路管理等を目的として、各地方整備局等に利用されている。

本研究で作成した要件定義書に基づいて令和８年度末までに、既存のシステムの改良を行う予定である。

この改良により、点群データ単独で利用する際の利便性向上に加え、各地方整備局等等で構築されている道路管理用のプラットフォーム等での利用も期待される。

表-2　選定した AI モデルの評価

モデル	精度 mIoU(%)	推論時間(分)	推奨動作条件	教師データのファイル形式	タグ情報の付与方法	ファイル命名則	フォルダ構成	学習済み AI モデル	公表されている教師データ
SQN	53.4	15	対応可	PLY,独自 CSV 形式	point-wise 形式	Config 指定		なし	
RandLA-Net	55.8	9			同等				
SPT	49.9	1.5		PLY,H5,独自 CSV 形式					

[3] 予測した物体領域と正しい領域がどれだけ重なっているかを表す指標。重なり部分の面積を両領域の合計面積で割った値

道路管理データと連携した道路基盤地図管理システムの高度化に向けた研究

A study on advancement of road base map management system linked with road management data

（研究期間　令和５年度～令和８年度）

社会資本マネジメント研究センター　社会資本情報基盤研究室
Research Center for Infrastructure Management Information Platform Division

室長	池田　武司	主任研究官	光谷　友樹
Head	IKEDA Takeshi	Senior Researcher	MITSUTANI Yuki
研究官	田村　隆大郎		
Researcher	TAMURA Ryutaro		

The purpose of this study is to improve the quality of road base map data and to develop road base map management system in order to realize advanced road management.

［研究目的及び経緯］

国土交通省では、大縮尺道路地図である「道路基盤地図情報」（**図-1**）の整備を推進し、道路基盤地図情報を活用した道路管理等の高度化の実現に向けて取り組んでいる。道路基盤地図情報は、道路分野の DX 施策である道路データプラットフォーム（xRoad）におけるデータの一つとして位置づけられており、令和６年度より一般公開が開始され、交通量や構造物諸元等の道路データプラットフォームの各データとの API 連携等によるさらなる活用、道路管理業務の効率化への寄与が期待される。

国土技術政策総合研究所では、道路基盤地図情報の元データとなる道路工事完成図の収集を行い、道路基盤地図情報への変換を行うと同時に、道路基盤地図情報の活用を促進するための「道路基盤地図管理システム」等を開発・運用しており、道路管理者による実運用を通じて整備や活用に関する課題を分析し、基準類の整備やシステムの機能改良等を行っている。

本研究では、道路基盤地図情報等の品質向上や更なる活用を目的として、道路基盤地図情報に係わるシステムの機能について、検討および開発を行った。



図-1　道路基盤地図情報の例

［研究内容］

(1) 地物の諸元情報を配信する API 機能の改良

道路基盤地図管理システム（以下、本システム）では、外部のアプリケーションから座標範囲と地物を指定することで、道路基盤地図情報の個別の地物（車道部、歩道部、車道交差部等）の諸元情報（工事名、発注者名、路線名等）を配信する API 機能を有している。データ連携による道路管理等の高度化に向けて、現状では道路基盤地図情報に含まれない、構造物（橋梁、トンネル等）の施設名等（施設名、施設 ID、管理者等）の情報を公開されている外部のシステムから効率的に取得し、地物の諸元情報に追加し、配信する機能の検討を行った。

(2) データ提供機能の改良検討

本システムは、外部システムへデータ連携をしており、リクエストに応じてサーバ負荷が高まるという課題がある。今後さらに連携先が増加することが想定されることから、円滑にデータ提供を行うため、サーバ負荷を軽減する方策を比較検討した。

(3) 道路基盤地図情報の品質向上に関する検討

本システムは、電子納品・保管管理システムより道路工事完成図を取得し、道路基盤地図情報に変換するプログラムを作成し、道路基盤地図情報を整備してきた。しかし、道路工事完成図の付与座標の誤り等により、道路基盤地図に変換した際に、正しい位置に表示されないことがあるため、変換した道路基盤地図情報をすべて目視で確認した上で、表示位置のずれが大きいものについては、位置修正等の対応を行っている。道路基盤地図情報の品質確保を目的に、位置ずれ等のパターンを整理するとともに、パターン毎に想定される原因を整理・分析した。

［研究成果］

(1)外部システムとの連携方法に関する検討

地物の諸元情報について、外部のシステムから効率的に取得する方法の検討にあたっては、空間マッチング（道路基盤地図情報の地物図形（点・線・面）と道路構造物の位置情報の位置関係のマッチング）と属性マッチング（道路基盤地図情報が持つ属性情報（路線情報 等）と道路構造物の諸元情報のマッチング）を組み合わせる方法を検討した。

対象とする外部データベースは道路構造物の諸元や点検結果を有する「全国道路施設点検データベース」とし、属性情報については「地物種類」と「路線番号」に着目することとした。**図-2** に示すとおり、地物の周囲にバッファを作成、その範囲内で地物種類と路線番号を条件に一致させることで特定する手法が道路基盤地図情報に適用可能であることが分かった。

一方で、道路基盤地図情報の地物の図形が終点側にのみある等で構造物全体と一致しない場合には、基盤地図情報と点検 DB の情報が大きく離れている場合があることがわかった。そこで、**図-3** に示すとおり、DRM リンクも含めてバッファを作成してマッチングする方法を検討した。

(2)サーバ負荷を軽減した配信方法の検討

現在利用している WMS 配信はリクエストの度に画像を生成しておりサーバへの負荷が大きい。本研究では、キャッシュによる負荷分散を目的として、予め作成したタイル画像の静的な配信方法やリクエストに応じてタイル画像を作成する動的な配信方法について**表-1** のとおり比較検討を行った。タイル配信では、現在の WMS 配信環境と比較すると CPU 使用率が大幅に低く、サーバ負荷を十分軽減させることが確認され、**図-4** に示すとおりキャッシュを利用した動的ベクトル配信でその傾向は顕著であった。一方で、キャッシュを利用するためディスク（ストレージ領域）への負荷は高くなり、十分な保存領域が必要となる点が課題である。

(3)修正データに関する位置ずれ等の傾向分析

道路基盤地図情報の位置ずれの修正を行った約 500 件のデータを対象に修正前後の座標を比較した結果を**図-5** に示す。図は、北を 0 度としたときに時計回りに修正した角度が増えていき、グラフの中心から離れるほど長い距離を修正したことを示す。多くのデータが 0～5m または 5～10m の位置修正であり、全体として修正方向はばらついているが、南方向（約 180 度）に一定の距離間隔で位置修正をしたデータがある等の傾向があることが分かった。

［成果の活用］

本研究で品質確認した道路基盤地図情報については、全国道路基盤地図等データベース（https://road-basemap.mlit.go.jp/JapanRoadMapWeb/ 、一般財団法人国土技術センター提供）を通じて一般に公開されている。引き続き、外部システムとの連携方法、最適なデータ配信方法、データの品質向上等について検討し、システムの機能改良、高度化に向けた取り組みを行う予定である。

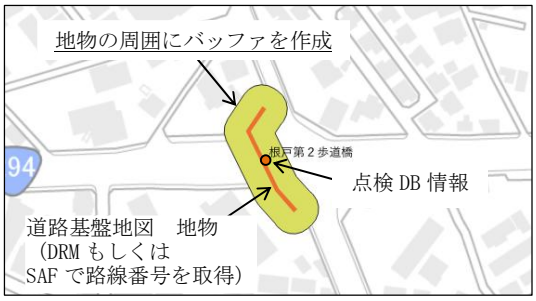


図-2　マッチング手法の検討

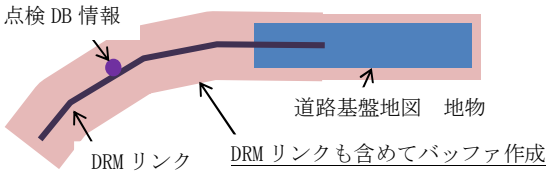
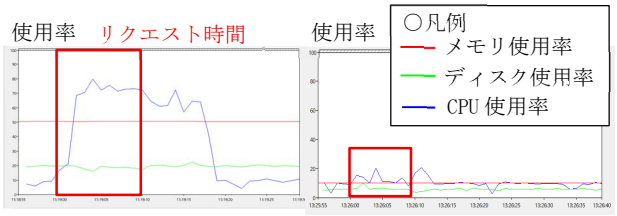


図-3　リンクを含めたマッチングの例

表-1　配信方法の比較検討

比較項目		静的配信	動的配信
WMS 配信	画像	—	現行方式
WMTS 配信	ラスタタイル	今回検討	今回検討
	ベクトルタイル	—	今回検討



(a)WMS 配信

(b)動的ベクトルタイル配信（キャッシュ作成済みの場合）

図-4　サーバ負荷確認結果

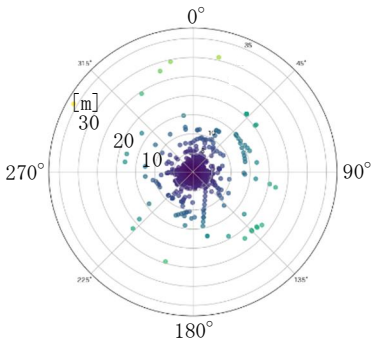


図-5　修正方向と修正距離

多様な工事での ICT 施工の最適化・高機能化と ICT を活用した維持管理の高度化に関する調査

Survey on Optimization and High Functionality of ICT Construction in Various Construction Projects and Advancement of Maintenance Management Using ICT

（研究期間　令和 6 年度～令和 7 年度）

社会資本マネジメント研究センター　社会資本施工高度化研究室
Research Center for Infrastructure Management Advanced Construction Technology Division

室長 Head	杉谷　康弘 SUGITANI Yasuhiro	主任研究官 Senior Researcher	桐井　健一 KIRII Kenichi
主任研究官 Senior Researcher	武田　直人 TAKEDA Naoto	研究官 Researcher	矢野　祥吾 YANO Shougo
交流研究員 Guest Research Engineer	五十嵐　祐一 IGARASHI Yuichi	交流研究員 Guest Research Engineer	北森　邦明 KITAMORI Kuniaki
交流研究員 Guest Research Engineer	辻村　舜 TSUJIMURA Syun		

This research aims to improve standards for ICT-based construction by optimizing as-built management for various types of work and extending their application to progress and quality management, while promoting the visualization and sharing of information on mechanical facilities through three-dimensional models.

In FY2025, outdoor verification was conducted on a surface-based thickness measurement method for sprayed vegetation base material on slopes using a terrestrial laser scanner (TLS), and a maintenance management dashboard was developed for road drainage facilities as a model case.

［研究目的及び経緯］

本研究は、ICT 活用工事の基準類について民間・地方公共団体等からの提案を募集し、多様な工種で出来形管理を最適化するとともに、高機能化して出来高管理・品質管理に活用できるようにすることを目的とする。さらに、機械設備の諸元および供用後の点検結果等に関する情報を可視化・共有化することにより、施設管理者、機械設備の新設時に 3 次元モデルを作成する設計・施工関係者、点検業務受注者ならびに修繕・更新工事受注者の業務効率化を図ることを目的とする。

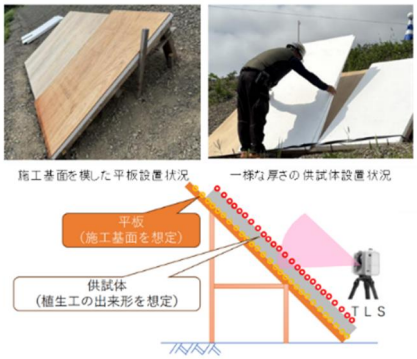
令和 7 年度は、ICT 活用工事の基準類の改善を目的として、法面工（植生基材吹付工）における厚さ管理について、地上型レーザースキャナー（以下、「TLS」という。）を用いた面的な植生基材吹付厚さ計測方法に関する屋外試験による実証を行った。また、道路排水設備を対象としたモデルケースとして、機械設備の維持管理に活用可能なダッシュボードを構築した。

［研究内容・成果］

1. ICT 活用工事の基準類改善

植生基材吹付厚さを TLS により計測する新たな出来形計測手法について、ICT 活用工事への適用を想定し、その有効性（従来手法に対する効果）および実用性（現場への適用性）を検証した。本手法は、吹付前後の法面を計測し、取得した点群データの法線方向の差分から植生基材吹付厚さを面的に算出するものである。従来手法と比較して、削孔や出来形計測に伴う人力作業の省力化に加え、法面上での高所作業の削減による滑落・転倒の未然防止など、安全性向上が期待される。

そこで、本計測手法の有効性および出来形管理における実用性を確認することを目的として、現場検証実験に先立ち、吹付厚さ算出結果の計測精度および本手法の現場適用性に関する確認試験を実施した（**図－1**）。



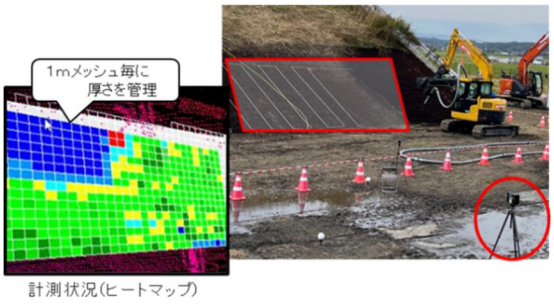
図－1 計測精度および現場適用性に関する確認試験

試験では、TLS を用いた計測において、計測精度が最も低下すると想定される現場条件下での性能確認を目的とし、直轄工事における法面施工のうち最も緩い勾

配である 1：2 を再現するよう、植生工の施工基面を模擬した平板（2m×3m）を設置した。また、最大計測距離については、使用する TLS の性能仕様に加え、出来形管理において植生基材吹付厚さを 1cm×1cm メッシュ相当の解像度で評価するために必要な計測点密度を確保することを前提として設定した。

平板を吹付前に計測した後、植生基材吹付厚さを模擬した一様な厚さ（50mm）を有する供試体（スタイロフォーム）を設置し、計測を実施した。計測値と供試体の既知厚さとの差を評価した結果、所要の計測精度である±6 mm 以内に収まり、本手法が所要の計測精度を満足することが確認された。

さらに、出来形不足を模擬した穴を複数設けて計測を行った結果、出来形不足部分をヒートマップ（厚さの差を色による表示する方法）として可視化できることが確認された。これにより、厚さ分布による高度な品質管理への寄与が期待でき、出来形管理手法としての実用性が示された。



図－2　TLS を用いた植生基材吹付工の計測試験状況

加えて、テストヤードにおいて植生基材吹付工の試験施工を実施したところ、人力による実測検尺値との差が認められなかった（**図－2**）。また、高所での人力作業を伴うことなく計測が可能であることから、安全性向上および省力化の観点において、現場への適用が可能である、すなわち、本手法の実用性が確認された。

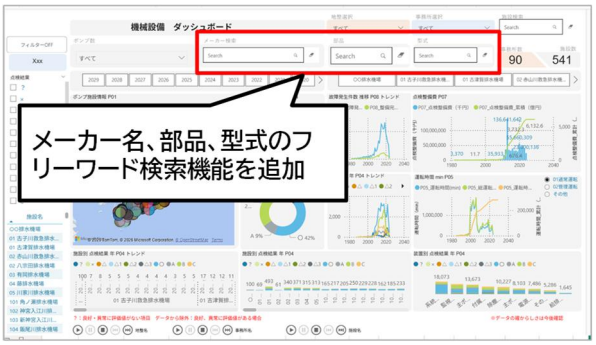
2. ICT を活用した道路関係機械設備の維持管理の高度化

前年度までの取組において、機械設備の維持管理情報を統合・可視化するためのダッシュボードを BI ツールにより作成した（**図－3**）。



図－3　道路排水設備のダッシュボード

BI ツールは各種データを自動集約・分析しグラフ等で表示する機能を有するソフトウェアである。既存データベースに蓄積されている道路排水設備の点検結果や計測データを表示した試行版ダッシュボードについて、各地方整備局へ意見照会を行った。その結果、BI ツールの機能で実現可能な意見を中心に、検索方法やグラフ表示内容の改善を行った（**図－4**）。



図－4　ダッシュボード検索機能追加結果

また、ダッシュボード上に 3 次元モデルを表示し、維持管理情報を属性情報としてモデルに紐付けて管理・参照する方法を検討した。これらの属性情報を適切に扱うため、**表－1**(1)～(3)に示す三つの利用目的を設定し、3 次元モデルの表現の細かさを示す指標である詳細度レベルについて検討を行った。その結果、モデルの再現性とダッシュボード操作性の両立が可能であり、かつ属性情報の紐付けにも支障がない詳細度として、詳細度 200 が適切であると判断した（**表－1**）。

表－1　利用目的に応じた
3 次元モデル詳細度の試行結果

詳細度	モデル再現内容	利用目的		
		(1)設備構成の把握	(2)施設構造の視覚的な説明	(3)故障リスクが高い箇所の把握
100	単純な形状のモデル	△ 装置レベルで 立体的に形状を把握でき、 装置の位置が分かる	△ 装置レベルで 立体的に形状を把握でき、 設備情報は 施設単位で閲覧できる。	○ 装置レベルで 立体的に形状を把握でき、 傾向管理グラフ、故障情報、点検結果を、 施設および測定箇所・ 設備単位で閲覧できる。
200	構造形式が分かる程度のモデル	○ 機器レベルで 立体的に形状を把握でき、 装置の位置および 機器のおおよその形状と 配置が分かる	○ 機器レベルで 立体的に形状を把握でき、 設備情報を 施設および設備単位で 閲覧できる。	○ 機器レベルで 立体的に形状を把握でき、 傾向管理グラフ、故障情報、点検結果を、 施設および測定箇所・ 設備単位で閲覧できる。
400	細部構造を正確に表現したモデル	× 動作が重く、ダッシュボード上で扱いづらい		

今後は、3 次元モデルとの連携を拡充し、マルチモーダル AI の活用等により、維持管理の一層の高度化と効率化をさらに進める予定である。

［成果の活用］

ICT 活用工事の基準類の改善については、法面工（植生基材吹付工）の厚さ管理について TLS を用いた面的な計測手法の実用性が認められたことから、「3 次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）」に本手法を追加した。

また、構築した機械設備ダッシュボードは、地方整備局にて道路関係機械設備を維持管理する際に活用される予定である。

６．道路橋・附属物等の長寿命化・耐災害性向上のための
マネジメントとコスト縮減

大型車が道路橋に与える影響に関する調査

Investigation of truck traffic loading on road bridges

（研究期間　令和 5 年度～令和 9 年度）

道路構造物研究部　橋梁研究室
Road Structures Department Bridges and Structure Division

室長	白戸　真大	主任研究官	今城　由貴
Head	SHIRATO Masahiro	Senior Researcher	IMAJO Yoshitaka
研究官	石井　洋輔	交流研究員	山形　佳敬
Researcher	ISHII Yosuke	Guest Research Engineer	Yamagata Yoshitaka

Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism works to strengthen the performance of the national truck logistics network in line with the growth of the global market. Road bridges in Japan are already subjected to heavy truck loading. For the future bridge and road network management, this study aimed to evaluate the trend between the truck traffic loads and fatigue damage to steel bridges, based on bridge inspection records and BWIM (bridge weigh-in-motion) records. These records suggested a possible correlation between the distribution of truck weights on bridges and the potential for fatigue crack in steel main girders.

［研究目的及び経緯］

国土交通省では、物流の更なる円滑化や産業の国際競争力の強化のために、道路ネットワークの物流機能の強化を進めている。たとえば、コンテナ用セミトレーラー車などのいわゆる特例 8 車種と呼ばれる車種について総重量に関わる通行条件を見直したり、国土交通大臣が指定する道路では国際海上コンテナ車が自由に走行できるようにするなどの取り組みを進めている。

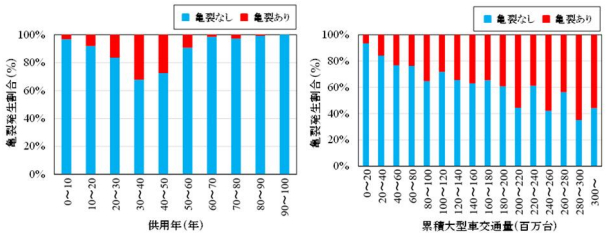
一方で、物流車両の大型化などによる総重量や軸重の増加は、道路構造物の安全余裕や疲労耐久性に影響を与える可能性がある。そこで、今年度は、直轄国道の鋼橋の主桁について、大型車の交通特性が疲労に与える影響を分析した。

［研究内容］

1. 大型車交通量と鋼桁の亀裂発生割合の関係性

国土交通省では、平成 16 年から 5 年に一度の定期点検にあわせて、いわゆる要素単位で損傷の有無、種類及び程度を記録している。そこで、まず、国土交通省の管理する道路橋の損傷の記録から、径間ごとに、供用開始年から、主桁に亀裂が記録されている径間では最初に記録された定期点検年までの年数を、主桁の亀裂の記録がない橋では最新の定期点検年までの年数（以下、供用年数という）を整理した。通行する大型車交通量の日平均などがあれば、年数に乗じることで、累積大型車交通量が概ね見積もれる。ここでは、主桁の亀裂が記録されている橋では最初に記録された定期点検年を、主桁の亀裂の記録がない橋では最新の定期点検年を評価年とし、評価年の前後で最も近い年度、かつ、同じ路線上で当該橋に最も近い地点の道路交通センサスで得られた車両のナンバープレートでの分類上のバス（平均重量 6t～15t 程度）及び普通貨物車（平均重量 3t～25t 程度）で当該橋の大型車の通行特性を代表させた。上下線が一体の橋では上下線の合計交通量を、上下線分離の橋では対応する方向の交通量を用いた。疲労耐久性に与える影響が大きいのは、これらの車両よりも総重量や軸重が大きな車両であると考えられるが、バスや普通貨物車が多い路線では、それよりも重量の大きな車両の通行も多いと考えた。同様に、実際には、供用開始年から評価年までの交通特性が一定でなかったり、平成 16 年から平成 20 年までの定期点検にて主桁の亀裂が記録されている場合には実際の亀裂の発生時期が平成 16 年以前である可能性もあるが、ここでは、それらの可能性は考慮せず、累積大型車交通量を計算した。

径間ごとの主桁の亀裂の有無について、供用年数、累積大型車交通量別に整理した結果を**図-1** に示す。前述のとおり、亀裂ありの場合には、その年に亀裂が確認されたものであり、実際の供用年数とは一致しない。**図-1**（a）から、供用年数が短い段階で主桁に亀裂を有する径間もあるが、供用年数が長くても亀裂がない径間がほとんどであることが分かる。一方で、**図-1**（b）から、累積大型車交通量の増加に伴い、主桁に亀裂を有する径間の割合が増加する傾向が見られた。物流量の増加が見込まれる橋では、対策の頻度が増加する可能性がある。



（a）供用年数別　　（b）累計大型車交通量別

図-1　主桁の亀裂発生割合

2. 車重分布の違いの影響

鋼材の疲労耐久性は、一般に作用応力の 3 乗に、繰返し回数の 1 乗に比例するとされている。物流機能の強化が鋼橋の疲労に与える影響を考えて道路橋のマネジメントを行っていくには、バスや普通貨物車よりも、総重量が重い車両の走行頻度を直接的に考慮して亀裂の発生の傾向の変化を評価できると有用と考えられる。

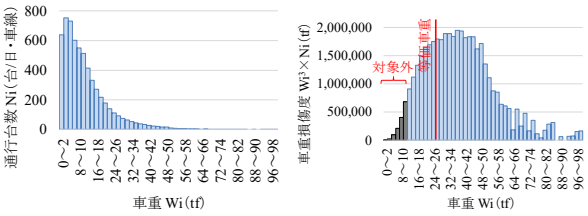
国総研では、これまで、直轄国道上の複数の橋で、橋梁部材のひずみ応答から通行車両の重量等を測定する BWIM（Bridge Weigh-in-Motion）という手法[1]を用いて、通行車両の車種、軸数、軸重及び総重量の 3 日間計測を行っている。その中から 18 路線を対象に、計測した橋と同じ路線上で概ね同じ車両が通行していると考えられる橋のうち、主桁の亀裂が記録された鋼橋を 8 橋、主桁の亀裂の記録がない鋼橋を 48 橋抽出した。

実際には、車両通行位置や上部構造の諸元や細部構造が各部の発生応力に影響を与えるが、ここでは、橋の各部の発生応力は単純に車両の重量に比例すると仮定した。そして、通行する大型車の重量等の特性を反映させ、累積大型車交通量が鋼橋の主桁の疲労に与える影響を整理した。ある橋の 3 日間計測された大型車の車両重量の頻度分布の頻度を基に、1 日・1 車線あたりの頻度分布を作成したものを**図-2**（a）に示す。鋼橋の疲労耐久性が車両重量の 3 乗に、かつ、当該重量の車両台数の 1 乗に比例するとして、頻度分布図の車両重量区分の重量の代表値W_i を 3 乗し、対応する頻度（台数）N_i を乗じることで求まる車重損傷度 $d_i = W_i^3 \times N_i$ が、その重量区分の車両全体が橋の疲労耐久性に与える影響を模擬すると仮定した。そのように求めた大型車の車重損傷度分布を**図-2**（b）に示す。車両重量ごとの頻度分布を積分した $D = \Sigma d_i$ が 1 日に橋が受ける車重損傷度となる。そして、これを車両の総通行台数 ΣN で除し、3 乗根をとった $W_{eq} = (\Sigma d / \Sigma N)^{1/3}$ を、この研究では等価車重と呼ぶ。

換言すれば、対象橋の疲労耐久性は、等価車重W_{eq}の 3 乗に、供用開始からの日数を乗じた累積大型車交通量 Y 年× 365 日×ΣNの 1 乗に比例すると仮定したことになる。本研究では、橋ごとに、Y として、供用開始年から、主桁の亀裂が記録されている橋では最初に記録された定期点検までの年数、主桁の亀裂の記録がない橋では最新の定期点検年までの年数を見込む。また、中型トラックやバスよりも大きな重量の車両に着目できるように、計測結果を参考に 12t 以上の車両を対象に等価車重と累積大型車台数を算出した。

橋ごとに、12t 以上の車両を対象にした等価車重W_{eq}と累積大型車台数、並びに、主桁の亀裂の記録の有無の関係を整理した結果を**図-3** に示す。図中の▲印、■印は、それぞれ、主桁の亀裂が記録されている橋、記録されていない橋に対応する。ここで選ばれた 18 路線の等価車重W_{eq}は結果として大差が無かった。一方、ほぼ同じ等価車重W_{eq}でも亀裂が発生するまでの累積大型車台数のばらつきは非常に大きい。このうち、**図-3** の左側に位置する 2 橋の亀裂パターンは**図-4**①に示す上側または下側のウェブギャッププレートと主桁の溶接部の亀裂であり、**図-3** の右側に位置する橋の亀裂パターンは、いずれも**図-4**②に示す垂直補剛材上端と主桁上フランジの溶接部の亀裂であった。

いわゆるS-N線に類似するように、それぞれの亀裂パターンごとに傾きが-1/3 乗の直線を示した。ばらつきは大きいが、線よりも左側では亀裂が生じていない橋も多い。データの充実が必要であるが、車両大型化に対して、橋ごとの車種の構成の変化と主桁断面構造を考慮して、疲労耐久性への影響の概略が把握できる可能性がある。



（a）通行台数分布　　（b）車重損傷度分布

図-2　車重別 BWIM 計測結果

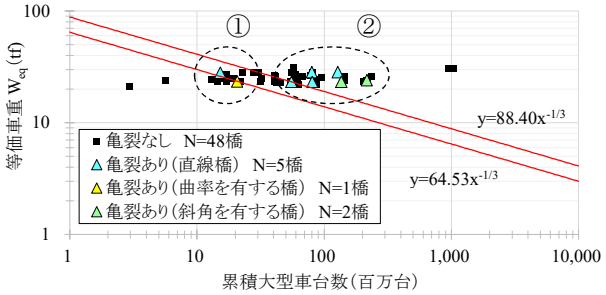


図-3　主桁の亀裂発生分布図
（12t 以上の車両を考慮したもの）

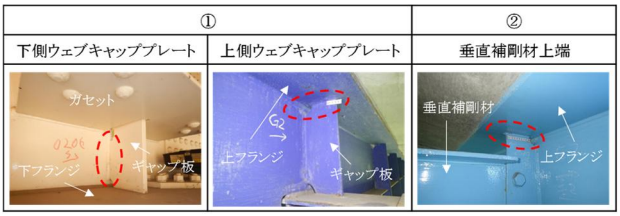


図-4　主桁の亀裂発生パターン

3. まとめ

ばらつきも大きいことやデータを追加して分析をすることで結果が変わる可能性があることも承知したうえで、車両の大型化や道路の物流の高度化も考慮して既設橋の維持管理計画を検討するにあたっては、大型車の等価車重、累積大型車交通量、主桁の構造の違いを考慮することがマネジメントにおいて有効と考えられる。

［成果の活用］

本研究成果は、道路橋の維持管理に係る技術基準の策定にあたっての基礎資料として活用する予定である。

［参考文献］

1）国土技術政策総合研究所：道路橋の設計自動車荷重に関する試験調査報告書、第 295 号, 2006. 1.

部分係数法を活用した高耐久技術の開発に向けた調査検討

Research on enhancing durability performance of road bridges based on reliability

（研究期間　令和６年度～令和８年度）

道路構造物研究部　橋梁研究室
Road Structures Department Bridges and Structure Division

室長	白戸　真大	主任研究官	松藤　洋照
Head	SHIRATO Masahiro	Senior Researcher	MATSUFUJI Hiroteru
主任研究官	横井　芳輝	研究官	福原　将吾
Senior Researcher	YOKOI Yoshiteru	Researcher	FUKUHARA Shogo

This study aims to introduce the partial factor design format for evaluating the durability performance of bridge structural members over time. This year, the feasibility of the S-N curve concept is tested for anti-corrosion life for weathering steel. This concept is usually used in fatigue testing and is comparable across different material and structural types and actions in a uniform way. The study used exposure specimens allocated to 41 different locations, some of which had been exposed for over 30 years. The data demonstrated the potential for applying the S-N curve concept to various anti-deterioration design types and showed that the time taken to reach a certain reduced thickness is related to airborne salt.

［研究目的及び研究経緯］

道路橋の設計では、耐久性能として、たとえば 100 年という期間を想定した経年の影響が耐荷性能に影響を与えないことの確実性の担保が求められている。耐久性を実現する手段は様々考えられるが、環境作用、使用材料および構造の違いが経年の影響の違いに与える影響を信頼性に基づいて比較する方法は体系化されていない。そこで、国総研では、信頼性に基づいて耐久性能を評価する方法や、設計やライフサイクルコストの評価に反映する方法論の開発に取り組んでいる。

部材等の耐久性能は、時々刻々更新される作用の継続的な影響を部材が受け続けるとき、耐荷力の評価の前提となる部材や材料の状態が維持される限界となるまでの時間の信頼性として定義できる。このような耐久性能のとらえ方は、すでに、疲労に対する耐久性能の評価で広く用いられている。ある期間に対して、時々刻々の応力範囲の変動の影響の累積は線形被害則により評価される。そして、**図-1** のように、被害の累積に対して疲労現象が生じないとみなせる限界は、一定の応力振幅を与えた要素試験データからデータのばらつきも考慮して設定される疲労設計曲線、いわゆる S-N 線により定義される。このような、累積効果の評価の信頼性とある累積効果に対する抵抗の信頼性が考慮できる考え方が腐食等、他の現象にも適用できれば、架橋位置の違い、材料の違い、構造の違いによる耐久性の違いを定量的に説明できるようになると考えられる。

そこで、今年度は、継続的に作用する飛来塩分に対して耐候性鋼材の板厚減少量が所要の値に至るまでの時間を対象に、いわゆる S-N 線のような設計曲線を設定することが可能かどうか検討した。

［研究内容］

1. 調査方法

鋼橋の防食方法の一つである耐候性鋼材は、普通鋼に合金元素が添加された鋼材を用い、鋼材表面に緻密なさび層を形成させ、以降のさびの進展を抑制するものである。50 年で片面 0.3mm、100 年で片面 0.5mm 以内に留まる場合には、耐荷性能に影響を及ぼさないとみなせるものとして、利用されている。

本研究では、実際の橋梁に設置した耐候性鋼材の暴露試験結果を用い、**図-2** に示すように各試験の板厚減

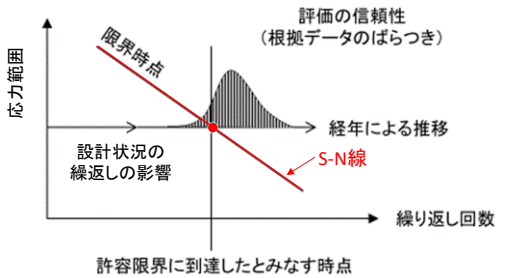


図-1　S-N 線を用いた耐久性能の評価の概念

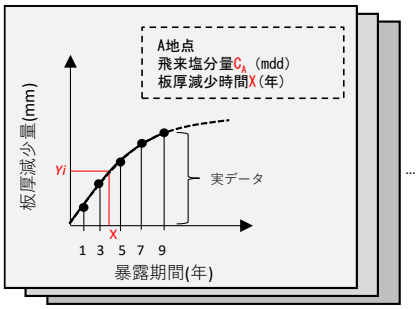


図-2　任意の想定板厚減少量 Y_i への到達期間 X の推定イメージ

少量と到達期間の相関式、並びに、相関式のパラメータ値と同地点で計測された飛来塩分量の関係を整理する。そして、1 日あたりの平均飛来塩分量を S、継続的な飛来塩分量下におかれるときに望ましくない板厚の減少量に至るまでの期間を N として、S-N 線を作成することを試みる。整理したデータは、全国 41 地点に設置した暴露試験体の内、飛来塩分量が 0.1mdd 以下の 30 地点の水平および垂直に設置した 2 枚の暴露試験体の板厚減少量である。30 地点の内、5 地点では暴露期間が 38 年間又は 39 年間、10 地点の暴露期間では 17 年間又は 18 年間及びその他の 15 地点では暴露期間が 9 年間であり、長期にわたる暴露試験結果を用いていることも本研究の特徴である。

板厚減少量と時間の関係はべき乗則に従うものと仮定し、経験式である式(1)で評価した。

$$X = aY_i^b \qquad \text{式(1)}$$

ここに、X：到達時間、Yi：想定板厚減少量、a、b：曝露試験データより回帰した係数である。各地点で得られた式から、板厚減少量 Yi=0.03mm に到達する時間 X を算出し、その地点の実測の 1 日あたりの飛来塩分量 C（mdd: $mg/dm^2/day$）との関係をプロットしたものを**図-3** に、Yi=0.05mm としたときもプロットしたものを**図-4** に示す。プロットにはばらつきがあるものの、概ね飛来塩分量が増加する（図の上側に行く）と到達時間が短くなる（図の左側に行く）傾向が見られた。

これらの結果を踏まえ、プロットの近似曲線が作用である 1 日あたりの飛来塩分量 C と板厚減少量 Yi が閾値に達するまでの日数の繰返しのいわゆる S-N 線に相当する近似式が成立するとして、式(2)のように表すことを試みた。

$$\ln X = m \ln C + K \qquad \text{式（2）}$$

m が傾きである。切片 K は減肉量の閾値によって変化し、かつ、材料の物性に関係する傾き m は一定値であると仮定した結果、図-3 及び図-4 に示すように、C に対するデータ数が比較的多い C=0.01-0.10mdd の範囲で式(2)の傾き m は−0.5 程度が最も適合性が良さそうなことが分かった（実線参照）。このように、飛来塩分量の累積的な効果を、疲労における S-N 線のように作用の規模と継続期間との関係として捉えて評価できることが分かった。

次に、片面の板厚減少量 Yi が 0.05mm に到達する時間の非超過確率が 97.7%（平均から 2σ）以上になるように K を調整した結果を**図-3** 及び**図-4** に点線で示す。また、**図-4** の各地点のプロット値の時間 X と実線から求まる時間 X の比のヒストグラムを**図-5** に示す。変動係数が 35%程度ある。これには、飛来塩分の計測や、片面計測量など計測面の誤差、及び、式(1)や式(2)のモデル化誤差などが含まれる。今後のこれらの誤差要因が与える影響を分析することで、たとえば、飛来塩分量の調査方法の違いを部分係数の違いとして考慮することができる。

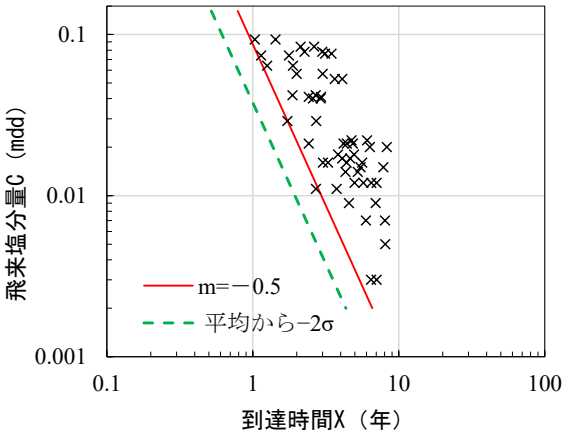


図-3　飛来塩分量 C と到達時間 X の関係(Yi=0.03 mm)

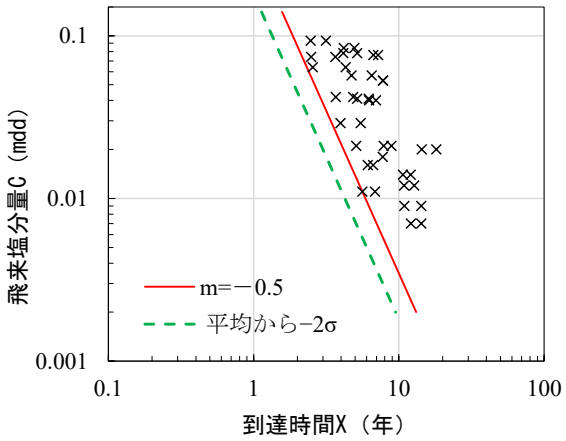


図-4　飛来塩分量 C と到達時間 X の関係(Yi=0.05 mm)

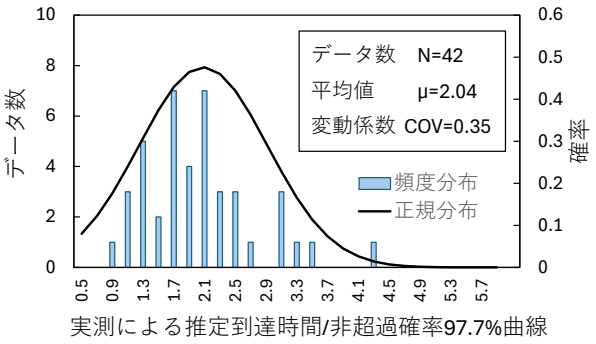


図-5　到達時間のばらつき

ことができる。

［研究成果］

耐候性鋼材については、時間的に継続または繰返しによる作用の影響の累積に対して、状態が維持される限界の時間を評価するための設計限界曲線が構築でき、信頼性に基づく普遍的な耐久性能の評価基準が設定できる見込みを得た。今後、道路橋の耐久性能の評価において評価の方法の構築に向けて、継続して調査する。

［成果の活用］

本研究で得られた成果は、道路橋示方書等、技術基準改定のための基礎資料として活用する予定である。

道路附属物等の設計基準の性能規定化に関する調査検討

Research on performance-based design for pedestrian bridges

（研究期間　令和６年度～令和８年度）

道路構造物研究部　橋梁研究室

Road Structures Department Bridges and Structure Division

室長	白戸　真大	主任研究官	松藤　洋照
Head	SHIRATO Masahiro	Senior Researcher	MATSUFUJI Hiroteru
主任研究官	横井　芳輝	研究官	福原　将吾
Senior Researcher	YOKOI Yoshiteru	Researcher	FUKUHARA Shogo

The aim of this study is to revise the current design code for pedestrian bridges, incorporating a performance- and reliability-based design format to facilitate the acceptance of alternative materials and structural types. This year, numerical analyses were conducted on a typical pedestrian bridge to evaluate the load distribution of its structural components. The results showed that staircase girders may play a significant role in resisting seismic actions. These results suggest the need for employing a limit state design format in the specifications to accommodate new types of structural member arrangement.

［研究目的及び経緯］

横断歩道橋は上部構造の重量が比較的軽く、橋脚に細径の円形断面の鋼管が用いられているものが多い。しかし、細径の鋼管については、地震の影響に対する塑性変形能の評価に関する知見が少ない。加えて、細径鋼管は曲率が大きく、維持修繕において、補強のために、たとえば鋼板を当て板したり巻き立てたりすることは難しい。

また、既設の横断歩道橋の階段は、一般に、フックやピンで歩廊桁に連結されている。これは、施工の容易さや、接合部の断面力を大きくしないことが念頭に置かれたものと考えられる。しかし、過去には、**図-1** に見られるように、地震において、連結部が損傷し、階段が脱落した事例も見られる。また、現在では、**図-2** に示すように、フックやピンによる接合部は腐食やきれつが生じやすく、耐久性上の弱点であることが認識されている。

このように、現行の基準で設計される標準的な横断歩道橋は、耐震性や耐久性が高い構造になっていない。そのため、横断歩道橋の構造の改善が実現されるように設計基準の性能規定化を進めていく必要がある。本研究では、設計基準の改定内容を検討するための基礎資料を得るために、よく見られる平面形状の一つを有する横断歩道橋を例に、水平力に対する横断歩道橋の各部の荷重分担の再評価を行う。



図-1　連結部の地震による被災事例



図-2　連結部の損傷事例

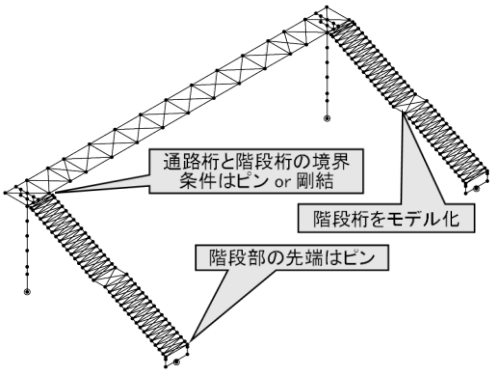


図-4　解析モデル

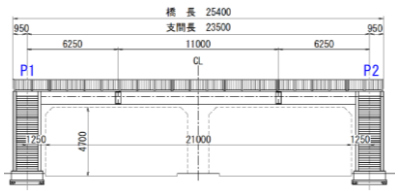


図-3　検討対象とした横断歩道橋



図-5　階段桁の先端

表-1　接合部の解析条件

	通路桁と階段桁の接続条件	通路桁と橋脚の接続条件
Case1	ピン	ピン
Case2	剛結	ピン

［研究内容］

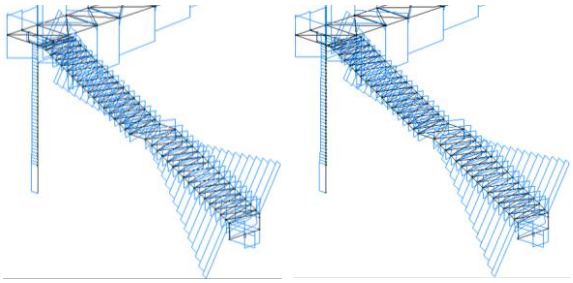
現行の基準に基づく設計では、地震の影響など横断歩道橋に作用する横方向力に対して階段部を抵抗要素として見込んでいない実態がある。これに対して、本研究では、歩廊桁と階段部の結合条件を変えながら、階段部が橋脚と共同して荷重を分担する度合いの変化を計算する。対象とする横断歩道橋を**図-3** に、解析モデルを**図-4** に示す。構造部材を骨組みでモデル化した。結合部の解析条件を**表-1** に示す。歩廊桁と階段部の結合条件の一つは、従来構造を模擬し鉛直方向に回転できるピン結合（Case 1）、もう一つは、実構造ではあまり採用されない剛結合（Case 2）である。剛結をすることで、階段桁の荷重分担を大きくできるだけでなく、腐食など耐久性上の弱点を無くせる可能性を考慮した。階段部のモデルについては、軸力が増加しウエブに局部座屈や全体座屈が生じる可能性も考慮し、一つの階段部に含まれる 2 つのウエブについて、それぞれのウエブを含む I 桁断面として梁要素でモデル化したうえで、それらを踏板及び蹴上げ板を横桁に見立てた梁要素で結合した格子構造とした。また、階段桁の先端は、**図-5** に示すように歩道上に設置された基礎コンクリートにアンカーボルトで接合されていることが多い。そこで、階段桁先端の境界条件は、計算上、階段桁からの軸力やせん断力は伝達される一方で、曲げモーメントが伝達されないように、ピン結合とした。

死荷重に加えて歩廊軸直角方向にレベル 2 地震動を想定した水平震度 1.75 を入力した静的解析で得られた橋脚基部及び階段桁の断面力分布を**図-6** 及び**図-7** に示す。これまでの設計では横断歩道橋の抵抗特性として考慮されていないが、計算上は、階段桁がピン結合される（Case 1）場合であっても、階段桁には軸力や曲げモーメントが生じており、荷重を分担している。**表-2** に、ケース間の最大断面力値を比較した。軸力はケース間でほぼ変わらない。階段桁の最大曲げモーメントは、剛結（Case 2）のとき、ピン結合（Case 1）のときよりも 21%小さい。また、橋脚基部の曲げモーメントは階段桁を剛結する Case 2 の方が 10%小さい。

レベル 1 地震動を想定した水平震度 0.2 を入力したときも、**表-2** に示すように、同様の傾向が見られる。

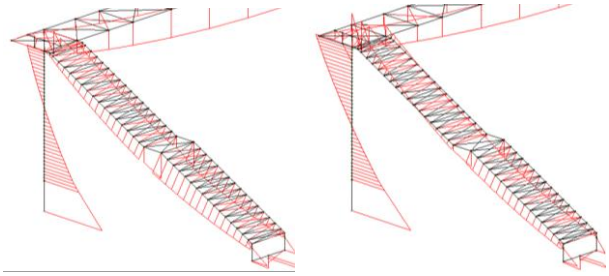
なお、歩廊部と階段桁の結合部における断面力や応力を見ると、レベル 1 地震動を想定した計算では、いずれのケースでも、材料が降伏に対して余裕があった。一方、レベル 2 地震動を想定した計算では、階段部がピン結合（Case 1）のとき、階段部と歩廊桁を結合するピンやフックが降伏する可能性が見られた。また、剛結合（Case 2）のときは、階段桁や剛結合の周りの鋼材が塑性化する計算結果になるが、歩廊補剛材の設置などにより対応が可能な範囲であった。剛結合の実用性が高いと考えられる。

以上の結果から、実態に近い荷重分担などにより合理的な構造が提案されるようにするためには、想定する状況に対して横断歩道橋の各部が機能を保持し、落橋等の致命的な状態に至らないことを直接評価する設計体系を導入することが有効であると考えられる。



a) Case1　　b) Case2

図-6　軸力分布図（レベル２地震動）



a) Case1　　b) Case2

図-7　曲げモーメント分布図（レベル２地震動）

表-2　解析による断面力の比較

断面力の比率 (Case2/Case1)	橋脚基部		階段桁	
	軸力	曲げﾓｰﾒﾝﾄ	軸力	曲げﾓｰﾒﾝﾄ
レベル1 地震動	100%	99%	104%	75%
レベル2 地震動	100%	90%	103%	79%

［研究成果］

横断歩道橋の設計基準の性能規定化を行うには、横断歩道橋ごとに、各部材の部材等の役割や機能を適切に設定し、限界状態を評価する体系を導入することの必要性が確認できた。一方で、ここでの検討は一方向の載荷しか考えていないが、横断歩道橋の平面形状は様々ある。そこで、平面形状などを考慮した適切な性能の検証がされるためには、荷重の載荷方向を決定するための方法論の確立が課題になると考えられる。

［成果の活用］

横断歩道橋等の設計に関する技術基準の改定の基礎資料として活用する。

道路橋の維持管理方法の省力化・合理化に関する調査検討

Study on labor-saving and advanced bridge condition data collection and rehabilitation

（研究期間　令和６年度～令和７年度）

道路構造物研究部　橋梁研究室
Road Structures Department Bridges and Structure Division

室長	白戸　真大	主任研究官	松藤　洋照
Head	SHIRATO Masahiro	Senior Researcher	MATSUFUJI Hiroteru
交流研究員	矢野　峻規		
Guest Research Engineer	YANO Toshiki		

Interventions for existing bridges are vital for maintaining bridge safety. It is important to develop comprehensive rules and practical standards for evaluating the performance of existing bridges with substandard materials, structural deficiencies and different types of reinforcing materials, such as additional cover plates and carbon fiber sheets. This year, we investigated overseas intervention technical standards and found that they are principally based on design codes, but with modifications for aspects of existing structures.

［研究目的及び経緯］

既設の道路橋の補修補強設計にあたっては、既設の構造・材料特性や存在する損傷等の考慮が適切となるように、一方で、すでにある橋の形状や材料を自由に入れ替えたりすることはできないので、信頼性の評価ができるだけ合理的なものであることが求められる。これらが適正に行われるためには、基準類を整備していく必要がある。今年度は、既設橋の性能評価のための基準類の検討の基礎資料として、部分係数法を用いた補修補強の技術基準類の研究や運用で先行しているイギリス（英）、スイス、ドイツ（独）の３か国の補修補強の技術基準の内容を調査した。

［研究内容］

各国の補修補強の技術基準の概要をまとめたものを**表-1** に示す。いずれも政府が定めたり、関与している技術基準である。

イギリス、スイスの基準は、新設から既設橋の性能の評価や補修補強までを網羅している。ドイツでは、補修補強における再計算とそのための調査を適用範囲とした基準が別途制定されているが、記載のない事項は新設橋の技術基準を適用するものとされている。

活荷重の特性値は、スイスとドイツは、既設橋に対しても新設橋と同じであるのに対して、イギリスは異なる。また、スイスの既設橋では、橋の構造や支間長に応じて部分係数 α を変えており、ドイツの既設橋では、交通量や交通種別に応じて使う特性値を変えている。

調査の規定にも、新設橋の設計基準との違いが見られる。たとえば、既設橋における材料の特性値の評価は、実際の強度サンプル値を反映した信頼性の評価に基づけることが明らかにされている。また、部材耐荷力を評価するにあたり、損傷の存在や現在との材料規格の違いは特性値に反映されている。加えて、スイスでは、古い構造用鋼材のばらつきを考慮した部分係数の補正もなされている。

補修補強材料のばらつきに応じて補修補強後の部材耐荷力のばらつきも変わるが、この点についての部分係数の補正等についての規定は見られない。このことからは、様々な補修補強材料や方法に対して、設計基準に規定のある耐荷力式や部分係数を適用するための前提条件としての調査、設計、施工の要求性能や標準が技術基準類とは別途に整備されていることが想定される。たとえばイギリスでは、補修補強材料や部材への設置方法ごとにマニュアル類が多く策定され、補修補強材料や方法の品質が確保されている。

疲労の影響については、各国とも評価期間が示され、建設当初を起点に、過去の交通の状況と現在の交通の状況を区別して扱う必要があるとされている。

［研究成果］

イギリス、スイス、ドイツの技術基準からは、既設橋の性能の評価や補修補強の技術基準は、新設橋の技術基準を基本に修正・追加するという規定化がされていた。一方、補修補強の方法は、他のマニュアル類に委ねられている可能性があることも分かった。また、各国とも、既設橋の性能の評価で考慮する活荷重の水準を明らかにし、併せて、規制の必要性の評価も規定している。既設構造物の延長に占める割合が圧倒的であるネットワークとして道路の性能の目標水準と、新たに構造を決定できる新設橋の設計における将来も見据えた目標の水準に違いがあることが伺える。

［成果の活用］

補修補強技術基準を策定するにあたって、規定方法や内容を検討するための活用が期待される。

表-1　海外基準の比較

項目	イギリス	スイス	ドイツ
基準名	Design Manual for Roads and Bridges (DMRB) ・CS454～CS456 , CS462，CS470 ・BS5400-10	原題：SIA269 － Bestehende Tragwerke 英訳：SIA269 Existing structures (Swiss Society of Engineers and Architects) ・SIA269：Bases for examination and interventions ・SIA269/1～SIA269/4 , SIA269/7	原題：Richtlinie zur Nachrechnung von Straßenbrücken im Bestand 英訳：Guideline for the recalculation of existing road bridges (Recalculation Guideline)
位置づけ	・政府との契約(License and Protocol Agreement)に基づいて、英国における主要な国道の道路管理者である National Highways が、管理区間に対して定める技術基準で、スコットランド他、国内の他の道路管理者も技術基準として位置付けて扱っている。 ・DMRB は、道路・構造物の計画から更新までを一貫した技術基準で、その中の Highway Structures & Bridges で橋の修繕設計に関する基準が整備され、その中で CS454～CS470 は補修補強に特化している。	・Swiss Society of Engineers and Architects（SIA）の学会としての技術標準であり、連邦道路局（Federal Roads Office）は ASTRA と呼ばれる道路の技術基準にて取り込み、運用している。 ・SIA260-267 が新設橋、SIA269 が既設橋を対象としている。	・Bundesministerium für Digitales und Verkehr（連邦交通・建設都市開発省）が発出している。BASt（連邦道路研究所）が技術指針としてまとめたもの。 ・既設橋のみを対象とした再計算のルールが整備されている。 ・建築物の維持管理において、現行の基準に基づいて設計・建設されていない既存の道路橋の耐荷重および耐久性の評価に適用される。
新設における信頼性設計の水準	新設橋の荷重は、EN 1991-2 に準拠する。 ・活荷重の Load Model 1 の特性値は以下とする。特性値に乗じる部分係数 α は 1.0 が基本。車両タンデム荷重を 1 列目 30t、2 列目 20t、3 列目 10t を載荷する。 ・活荷重の特性値は、再現期間 1000 年（50 年での超過確率 5%）としている。 ・1970 年代後半～1990 年代後半にかけて複数のヨーロッパ諸国で観測された実交通データを使用したシミュレーションによって検討している。　（出典）Designers' guide to Eurocode 1 より		新設橋の荷重は、DIN-Fachbericht 101 に従う。 ・活荷重の特性値及びその信頼性は EN 1991-2 に準拠するが、特性値に乗じる部分係数 α は 0.8 が基本。
補修補強設計で目標とする性能の水準	■設計状況・作用側 ・通常または制限された交通の活荷重の特性値は、既設橋の評価に用いる次の評価活荷重モデル(ALL; assessment live loading)のいずれかを用いる。 1) ALL モデル 1（載荷長が 20m 未満の場合） 2) ALL モデル 2（載荷長が 20m 以上の場合） ・評価に用いる作用は、作用の特性値 Q_k と部分係数 γ_{fL} から決定される（終局限界状態の評価での活荷重に乗じる部分係数は γ_{fL}=1.5）。 ・ALL モデル 1 は、評価活荷重のレベルに対応する車両モデルを検討対象とする。通常の交通状況では、32t～44t の車両タンデム荷重を検討、車両重量制限下では、その制限重量（26t,18t,7.5t）を検討する。 ・ALL モデル 2 は、載荷長に応じて等分布荷重と線荷重を載荷する。 ■抵抗・状態側 ・目標性能や限界状態は新設と同等であるが、抵抗側の部分係数は既設橋用を用いる。 ・抵抗側の部分係数 γ_m（材料強度に考慮する部分係数）は、材料強度の特性値に規格値を用いる場合と調査結果を用いる場合が規定されている。調査結果を用いる場合、既存構造物から得られる情報を用いて強度を推定することで不確実性が低減されるため、部分係数の値が緩和される。 ■信頼性指標 ・構造安全性の評価における目標信頼性指標は新設と同様で、目標信頼性指標 β=4.7（参照期間 1 年）	■設計状況・作用側 ・活荷重の特性値は新設橋と同様とし、特性値に乗じる部分係数 α を、橋の構造や支間長に応じて 1 車線目は 0.7～0.5、2 車線目は 0.5～0.4 にする。(SIA269/1) ・部分係数は、2003 年にスイス全土で収集された WIM による実交通データを使用し、参照期間を 15 年としたシミュレーションから得られた最大値の 99%フラクタイル値（再現期間 1500 年）としている。【出典】ASTRA 82001 より ■抵抗・状態側 ・目標性能や限界状態は新設と同等であるが、抵抗側の部分係数の一部は既設橋用に補正して用いる。 ・コンクリート部材の抵抗側の部分係数は、新設と同等である。鋼部材の抵抗側の部分係数は、鋳鉄や古い構造用鋼材における典型的なばらつきを考慮するものとして抵抗係数 γ_M を補正する係数 k_{fM} を規定している。 ■信頼性指標 ・目標信頼性指標（参照期間 1 年）は構造破壊が生じた場合のリスクに応じて β=4.7～3.1 で与えており、活荷重の部分係数 α は β=4.2 で検討される。	■設計状況・作用側 ・交通量や車種によって交通荷重を設定する。荷重の特性値は新設と同じとする。 LIM1：DIN-Fachbericht 101 の Lastmodell1 LMM：DIN EN 1991-2 の Lastmodell1 BK60/30：DIN 1072:1985 に準拠する BK60：DIN 1072:1967 に準拠する BK30/30：DIN 1072:1985 に準拠する ・LMM 荷重は、新設(EN1991-2)と車両タンデム荷重 TS は同様とし、等分布荷重 UDL は q_{1k}=12kN/m^2、q_{2k}=6kN/m^2、q_{3k}=3kN/m^2 としたもの。 ・BK60/30, BK60 ,BK30/30 については、60t と 30t の組合せ、60t のみ、30t の組合せの順で緩和される。 ■抵抗・状態側 ・目標性能や限界状態は新設と同等である。 ・目標とする荷重レベルにより検証クラス A～C に評価・分類し、A は段階 1、B は使用制限なしで段階 2～4、C は使用制限を前提に段階 2～4 を適用する。 段階 1：DIN EN 1992~1994, 1996 に準拠（新設相当） 段階 2：ガイドラインの特別規定を考慮する 段階 3：構造物上の試験結果を考慮する 段階 4：破壊確率を直接算定して安全性を検証する ・段階 2 および 3 は、鋼部材の抵抗側の部分係数に古い構造用鋼材におけるばらつきを考慮するものとして、新設とは異なる抵抗係数 γ_M が規定されている。 ■信頼性指標 段階 1：目標信頼性指標 β=4.7（参照期間 1 年） 段階 2～4：目標信頼性指標は明示されていない。
信頼性の評価のための参照期間 ・耐荷性能 ・耐久性能	■耐荷性能　新設時（EN 1990） ・設計供用期間は 100 年を標準としている。 ■耐荷性能　既設時（Hendy(2018)） （Reduced partial factors in UK standards for assessment of bridges and structures） ・設計期間 120 年を想定して、DMRB に規定された部分係数を検証しており、新設と同様と考えられる。 ■耐久性能 ・鋼部材の疲労は、特別な事情が適用されない限り、標準設計期間 120 年について評価するものとされ、過去の交通の状況を考慮することが求められている。	■耐荷性能　新設時（EN 1990） ・設計供用期間は 100 年を標準としている。 ■耐荷性能　既設時（SIA 269） ・構造物及びその構成要素の残存耐用年数と使用状況は、調査時または補修補強措置の計画時に定義する。 ■耐久性能 ・鋼部材の疲労について、き裂が存在するか疑われる場合、あるいは疲労計算に基づいて重要な箇所が特定された場合には、検査の間隔を定義する。中間検査の間隔は 6 ヶ月から 3 年の範囲が推奨される。 ・疲労耐久性の評価には過去の交通の状況を考慮することが求められている。	■耐荷性能　新設時（EN 1990） ・設計供用期間は 100 年を標準としている。 ■耐荷性能　既設時（Recalculation Guideline） ・耐荷性能の評価で考慮する期間は明示されていないが、目標とする荷重レベルを既設橋の使用期間に応じて低減することを認めていないことから、新設と同様と考えられる。 ■耐久性能 ・疲労耐久性の評価には過去の交通の状況を考慮することが求められている。
調査	1) 構造形式　　2) 構造の形状 3) 道路線形および車線、水平曲線形状 4) 構造部材の性状 5) 耐力算定に必要なパラメータ 6) 変状(distress)、損傷(damage)、または劣化(deterioration)の兆候を含む構造の状態。 7) 過去の補強の有無 8) 付帯設備による荷重・耐力の変化 9) 既知の損傷の進行　10) 路面状態カテゴリ	1) 荷重 ・死荷重は、幾何学的特性および単位体積重量を算定し、荷重の代表値を定義する。 2) 建設材料および地盤特性 3) 構造モデルおよび幾何学的特性 ・構造モデルは、構造挙動を現実的に反映し、状況下での構造挙動の予測に適している必要がある。情報が不十分な場合は、載荷試験による調査を行う。 ・幾何学的特性は、既存の寸法および状態調査で確認された劣化や不整合に基づいて更新する。 4) 終局耐力および変形能力 ・劣化や欠陥が終局耐力や変形能力に与える影響は、幾何学的特性や建設材料の調査を反映して考慮する。	1) 構造物データ、構造物台帳、構造物簿冊類（検査報告書を含む） 2) 検査済みの施工図および竣工図、検査済みの既存計算書及び関連する検査報告書 3) 過去に実施された再計算に関する資料 4) 過去に実施された各種調査報告書 5) 過去に実施された修繕、補強、改変などが行われた場合の施工記録・資料
材料の特性値および抵抗側の制限値	■基本ルール ・新設当時の設計基準の使用材料の規格や仕様と同等の特性値 ・構造からサンプルのテストを使用できる。コンクリートのテストはコア試験による。 ・鋼材の腐食による耐荷力への影響は、材料の特性値に反映する。 ■現行基準に無い、又は基準が異なる場合のみなし ・1939 年以前のコンクリートの圧縮強度は 15N/mm^2 ・1961 年以前の鉄筋の降伏強度は 230N/mm^2 ・鉄筋の腐食について、かぶりコンクリートの剥離は生じていないが縦方向のひび割れが鉄筋上に発生している場合は、付着応力を 30%低減する。 ・PC 鋼材の腐食について、局所的に断面積が 40%以上失われた場合はその鋼材を無効とみなす。 ■現行基準に無い、又は基準が異なる構造細目 ・鉄筋の定着については、有効定着長における定着耐力を求め、鉄筋の引張力または圧縮力の評価値が定着耐力を超えないことを規定している。	■基本ルール ・新設当時の設計基準の使用材料の規格や仕様と同等の特性値 ・構造からサンプルのテストを使用できる。コンクリートのテストはコア試験または非破壊試験による。 ・鋼材の腐食による耐荷力への影響は、材料の特性値に反映する。 ■現行基準に無い、又は基準が異なる特性値のみなし ・1939 年以前のコンクリートの圧縮強度は 15N/mm^2 ・1956 年以降の構造用鋼材は現行の特性値 ・1956 年以前の材料は、新設当時の資料から旧構造用鋼または鋳鉄を明確に識別できる場合、材料強度等の特性値の指定がある。 ・古い鋼材に対しては、典型的なばらつきを考慮するための抵抗側の部分係数 γ_M を補正する係数 k_{fM}。 ■現行基準に無い、又は基準が異なる構造細目 ・鉄筋の定着については、定着長の基本値を新設設計と同様に求めるが、少なくとも鉄筋径の 10 倍、かつ 100mm 以上としている。	■基本ルール ・材料が明確な場合、新設当時の設計基準の使用材料の規格や仕様、または試験成績と同等の特性値 ・材料が不明確な場合、構造からサンプルのテストを使用する。 ■現行基準に無い、又は基準が異なる特性値のみなし ・内部力（応力）の決定にあたっては、構造物の現状を考慮しなければならない。重大な損傷が判明している場合、その結果生じる内部力への影響を再計算に含まなければならない。 ・コンクリート用鋼材を材料特性に明確に割り当てられない場合、あるいは安全側にならない場合、及び 1953 年以前に建設された構造物については、指定された材料特性を適格な既存資料の調査によって検証する必要がある。 ■現行基準に無い、又は基準が異なる構造細目 ・既存の審査済み文章に記載された内部力は、構造系や剛性に関する仮定が DIN 技術報告書 102～104 に含まれる規定及び最新の技術基準に準拠する場合のみ使用できる。

道路橋の修繕計画策定手法に関する調査検討

Study on road bridge maintenance tactics to reduce life cycle costs

（研究期間　令和 6 年度～令和 9 年度）

道路構造物研究部　橋梁研究室	室　　長	白戸　真大
Road Structures Department	Head	SHIRATO Masahiro
Bridge and Structures Division	主任研究官	今城　由貴
	Senior Researcher	IMAJO Yoshitaka
	交流研究員	山形　佳敬
	Guest Research Engineer	YAMAGATA Yoshitaka

Repairs and reinforcements are an essential part for maintaining, restoring, or enhancing the load-bearing or durability performance of existing bridges. However, the need for repairs and reinforcements also suggests that the corresponding structural portion was originally susceptible to factors that could affect even the repairs and reinforcements. This study examined bridge inspection reports and tracked down the segmental data records regarding damage to cover plates and carbon fiber sheets and plates attached to concrete members. The records showed that the overall conditions are decent, though some deteriorated early on. In addition, some data indicated that the deterioration occurred sooner after repeated repairs. Accordingly, this study emphasizes the need for codes that ensure appropriate investigations and careful design for repairs and reinforcements.

［研究目的及び経緯］

道路橋のライフサイクルコストの縮減に向けて、国総研では、国が管理する道路橋の定期点検にあわせて記録している、いわゆる要素単位での損傷の有無、種類及び程度のデータを用いて、環境条件や部位の違いによる損傷の発生傾向や状態の遷移速度の傾向の違いを分析している[1)]。たとえば、防食方法の違いによる腐食劣化特性や床版防水の有無の違いによるコンクリート床版の疲労劣化特性の違いがデータから明らかになっており、道路橋の新設設計や維持修繕の検討にて参考にされている。

維持管理にあたっては、必要に応じて、部材の耐荷又は耐久性能の回復や向上を目的に補修・補強が行われる。補修・補強が行われるということは、もともと部材等に異常が生じやすい要因があった箇所であったり、応力状態が厳しい箇所であったりするため、補修・補強をしたのちに不具合が生じやすいことが予想される。

そこで、本研究では、国が管理する道路橋の定期点検にあわせて記録している要素単位での損傷の記録のうち、補修・補強材そのものの損傷に着目し、状態の遷移の特徴を把握することを試みた。

［研究内容］

分析には、2004 年から 2023 年までの記録を用いた。対象は、過去の維持修繕の記録上、適用例が多かった、コンクリート主桁へ設置された鋼板や炭素繊維材（以下、繊維という）とした。鋼板については 52 橋の 16,065 要素、繊維については 148 橋、26,623 要素が集計の対象となった。同じ部材の中で連続した鋼板や繊維が設置されていても、記録の単位である要素が異なればそれぞれ計上され、要素数と部材数は一致しない。**図-1** 及び**図-2** に損傷例を示す。これらの材料に対する損傷程度の区分を**表-1** に示す。いずれの材料も損傷程度は a, c, e の 3 段階である。a は損傷なし又は軽微な損傷であり、e に近づくほど外観での損傷の程度は大きい。記録にあたっては、写真による分類例とあわせて、これらの定性的な特徴を参照することで外観の違いを客観的に分類することが求められている。一方で、**表-1** の区分は補強効果と関係づけられたものでなく、また、分類にあたってそのような力学的な観点を含まないように注意がされている。したがって、ここで扱う記録は、記録者の違いによらず、実態の状態が写実的に記録されたものとして扱うことができる。

鋼板と繊維の状態と、設置からの経過年の関係を整理した結果を**図-3** 及び**図-4** に示す。ここでいう経過年は、補修・補強工事が実施された年度からの経過年数をいう。鋼板（**図-3**）は、最長で設置後 45 年程度経過しているものもあり、大部分は損傷程度が a である。一方で、設置後 10 年以内の要素が多く、また、設置後 20 年程度経過すると損傷程度が e である要素も一定程度見られる。中には設置後 5 年で損傷程度が e である要素も数パーセントある。設置後 20 年程度経過したものでは 10 から 15 パーセント程度で損傷程度 e が見られる。繊維（**図-4**）は、最長で設置後 20 年が経過しているものがあるが、設置後 15 年以内の要素が多い。ほぼ良好な状態が保たれているが、設置後 5 年以内に損傷程度が e である要素も、鋼板に比べ割合は低いものの、数パーセント見られる。

次に、たとえば、損傷程度が a から a、a から c、a から e、c から c、c から e など、同じ要素の状態の遷移のパターンを数え上げ、5 年後の遷移確率を求めた。鋼板についての結果を**表-2** に示す。表は横列の損傷程度に対し縦列の損傷程度に遷移する。前述のとおり、損傷程度が a から e に遷移する確率が一定程度あることが分かる。また、一度損傷程度が c になると、そのうち約 1/4（25.2 パーセント）は損傷程度が e に遷移する。

また、損傷程度が c から a、e から a、e から c に遷

移しているものは、前回の定期点検時点よりも状態が改善されたと解釈でき、補修・補強材である鋼板に何らかの異常が見られ、鋼板又は部材に何らかの措置がされたと考えられる。さらに、損傷程度が e から a 又は c に遷移している要素は 39 要素ある。そのうち損傷程度が e から c に遷移している要素は 12 要素あるが、これらについては、補修・補強材の劣化に対して、前回定期点検後に一時的には損傷程度が a になるように再措置がされ、その後 5 年経たずに損傷程度が c まで状態が遷移したとも考えられ、その場合は、再措置された要素のうち約 30 パーセント（=12/39）が 5 年経たずに状態が悪化したものと解釈できる。

同様に、繊維について、遷移の数え上げと遷移確率を算出した結果を**表-3** に示す。鋼板に比べると確率は小さいものの、損傷程度が a から e に遷移するものも見られる。同様に、損傷程度が e から c に遷移している要素があり、措置された要素のうち約 85 パーセント（=44/52）が、再措置後、時間を置かずに状態が悪くなっていると解釈できる。

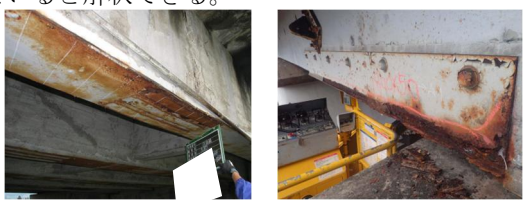


図-1　鋼板の損傷状況

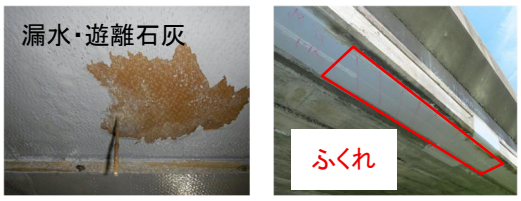
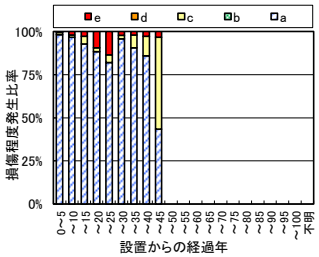


図-2　繊維の損傷状況

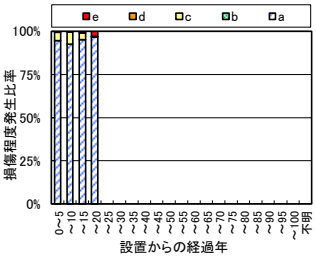
表-1　鋼板・繊維の損傷程度の評価区分

	区分	一般的状況
鋼板	a	損傷なし
	c	補修部の鋼板のうきは発生していないものの、シール部の一部剥離又は錆又は漏水のいずれかの損傷が見られる。
	e	次のいずれかの損傷が見られる。 ・補修部の鋼板のうきが発生している。 ・シール部分がほとんど剥離し、一部にコンクリートアンカーのうきが見られ、錆及び漏水が著しい。 ・コンクリートアンカーに腐食が見られる。 ・一部のコンクリートアンカーに、うきが見られる。
繊維	a	損傷なし
	c	補強材に、一部のふくれ等の軽微な損傷がある。 又は、補強されたコンクリート部材から漏水や遊離石灰が生じている。
	e	補強材に著しい損傷がある、又は断裂している。 又は、補強されたコンクリート部材から漏水や遊離石灰が大量に生じている。



経過年		0~5	~10	~15	~20	~25	~30	~35	~40	~45	~50	~55	~60	~65	~70	~75	~80	~85	~90	~95	~100	不明	計
要素数集計	a	7,751	5,399	551	683	340	459	135	128	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15,459
	b	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	c	110	75	27	16	18	9	11	17	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	299
	d	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	e	36	107	16	73	56	11	3	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	307
計		7,897	5,581	594	772	414	479	149	149	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16,065
発生比率%	a	98	97	93	88	82	96	91	86	43	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	96
	b	0	0	0	0	0	0	0	0	0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0
	c	1	1	5	2	4	2	7	11	53	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2
	d	0	0	0	0	0	0	0	0	0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0
	e	0	2	3	9	14	2	2	3	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2
計		100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100

図-3　鋼板の状態の実頻度分布



経過年		0~5	~10	~15	~20	~25	~30	~35	~40	~45	~50	~55	~60	~65	~70	~75	~80	~85	~90	~95	~100	不明	計
要素数集計	a	14,047	7,360	3,133	539	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25,079
	b	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	c	698	558	124	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,382
	d	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	e	92	24	30	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	162
計		14,837	7,942	3,287	557	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26,623
発生比率%	a	95	93	95	97	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	94
	b	0	0	0	0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0
	c	5	7	4	0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5
	d	0	0	0	0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0
	e	1	0	1	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1
計		100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100

図-4　繊維の状態の実頻度分布

表-2　鋼板の遷移確率

損傷程度の評価区分						遷移確率				
	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e
a	15,380	0	104	0	68	98.9%	0.0%	0.7%	0.0%	0.4%
b	0	0	0	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
c	52	0	183	0	79	16.6%	0.0%	58.3%	0.0%	25.2%
d	0	0	0	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
e	27	0	12	0	160	13.6%	0.0%	6.0%	0.0%	80.4%

表-3　繊維の遷移確率

損傷程度の評価区分						遷移確率				
	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e
a	24,982	0	406	0	51	98.2%	0.0%	1.6%	0.0%	0.2%
b	0	0	0	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
c	89	0	932	0	11	8.6%	0.0%	90.3%	0.0%	1.1%
d	0	0	0	0	0	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
e	8	0	44	0	100	5.3%	0.0%	28.9%	0.0%	65.8%

［研究成果］

補修・補強材が設置されている要素は、もともと異常が進行しやすい要因があると考えられる。ここでの分析結果から、措置後に直ちに状態が悪くなる場合もあったり、特に、再措置が行われているようなときには、再措置のあと高い割合で時間を置かずに再々劣化していることが明らかになった。ライフサイクルコストの縮減には、これらの事例を減らすことが必要不可欠であり、維持修繕計画を策定するにあたって、劣化原因の除去などを行うための補修・補強の調査・設計に必要な期間等を確保すること、また、施工の品質確保に必要な対応も想定することが必要と考えられる。また、補修・補強箇所に異常が見られたときには、早急に調査、対応をとることや、複数回修繕をしているような橋では維持修繕計画の策定の段階から早急に詳細な調査が行われるように計画することが有効と考えられる。

［成果の活用］

道路橋のアセットマネジメントに関する技術基準や補修補強の技術基準の策定に向けた技術資料として活用する予定である。

［参考文献］

1)　定期点検データを用いた道路橋の劣化特性に関する分析，国総研資料第 985 号，2017.

道路橋の構造合理化・少数部材化に関する調査検討

Study on the structural rationalization of reducing components for bridges

（研究期間　令和５年度～令和８年度）

道路構造物研究部　橋梁研究室	室　　長	白戸　真大
Road Structures Department	Head	SHIRATO Masahiro
Bridge and Structures Division	主任研究官	横井　芳輝
	Senior Researcher	YOKOI Yoshiteru
	交流研究員	山形　佳敬
	Guest Research Engineer	YAMAGATA Yoshitaka

NILIM examined the post-yield behavior of steel girders by conducting tests with large-scale specimens in cooperation with other institutes. This year, we proposed a new design criterion to ensure that steel girders remain serviceable even after yielding, based on these experiments. Using the proposed definition of the limit state of steel girders, we also evaluated the corresponding resistance factor. The result showed that the obtained resistance factor is equivalent to the one adopted in the present standard for the elastic limit state. This leads to a larger design resistance when the proposed limit state definition and resistance factor are combined.

［研究目的及び経緯］

道路橋は部材等の抵抗の集まりであることから、一部の部材が降伏しても、部材の役割、使用材料や断面諸元、塑性域の広がりの程度によって、橋の抵抗に与える影響は様々である。したがって、橋の構造によらず部材の降伏域での強度を活用するためには、断面の引張側の一部が降伏しても必要な剛性や復元力特性を保持し続けるようにしなければならない一方で、適切に断面の状態を制御できれば、道路橋の設計が合理化できる可能性がある。そこで、国総研では、鋼桁断面の引張側の一部で鋼材を塑性化させたときに、桁に顕著な残留変位が生じず、見かけ上の抵抗特性が変化しない限界の状態を評価するための評価式について研究を進めており、過年度までに大型供試体を用いた曲げ載荷試験を行っている。

本研究では、載荷試験結果を分析することにより、限界状態の定義、限界状態を代表する特性値の評価方法、特性値から設計値を評価するための部分係数の検討を行った。

［研究内容］

1. 実験に基づく限界状態の定義の提案

本研究で対象とする載荷試験の供試体は、国総研が実施した 9 体、産学官が実施した 4 体である。このうち、SM490Y の供試体が 7 体、SBHS500 の供試体が 5 体、フランジが SBHS500、ウェブが SBHS700 の供試体が 1 体である。また、コンクリート床版を有しないものが 5 体、有するものが 8 体である。

コンクリート床版を有する供試体の実験結果の例を**図-1** から**図-3** に示す。支間中央部のウェブの着目パネル（着色部）に曲げモーメントのみ生じさせるよう、2 点載荷がされている。載荷に伴う降伏域の拡大が把握できるよう、着目パネルに軸ひずみを計測する複数のひずみゲージが設置された。供試体には 1 方向の 3 回繰り返し漸増載荷がされた。鋼材の一部が塑性化し、残留ひずみが生じた状態で繰り返し載荷を受けるときの復元力特性を把握できるよう、載荷 1 回目に鋼材に残留ひずみを生じさせ、除荷・再載荷が繰り返された。

図-2 の横軸は支間中央部の鉛直変位と支点上の鉛直変位との相対差、縦軸は載荷点 1 点あたりの荷重である。**図-2** には、桁のひずみゲージから把握される降伏過程も示した。下フランジが最初に降伏し、その後、荷重が増加するにつれウェブへと降伏域が拡大する。**図-3** に、横軸は各繰り返しの載荷変位、縦軸は荷重を 0 まで低下させたときの残留変位をプロットした。ある載荷時変位量を超えると、それ以上の載荷に対しては残留変位が急増する。以上より、実験から、下フランジやウェブの降伏域の拡大と桁の残留変位が急増する点を関係づけることができれば、桁の限界状態の評価を一般化できる可能性がある。

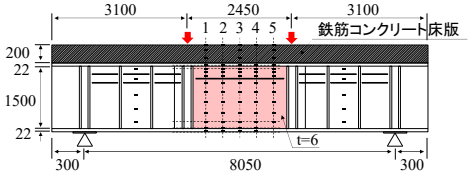


図-1　供試体形状及びひずみゲージ設置位置

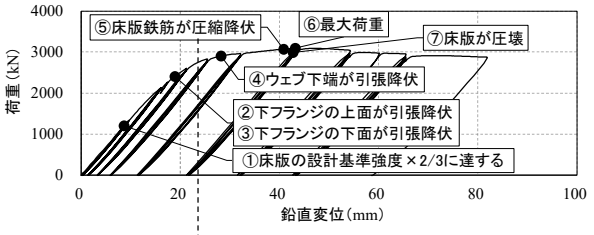


図-2　荷重変位曲線

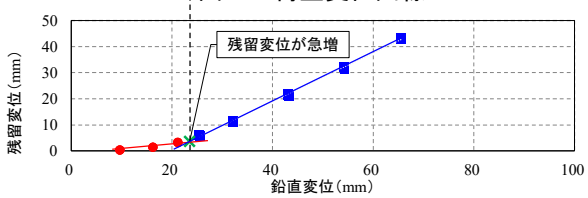


図-3　載荷変位と残留変位の関係

各供試体について**図-1** に示す断面番号 1 から 5 のひずみの計測値に基づいて、残留変位が急増するときの桁の降伏域を**図-4** のように評価する。**図-5** に、結果をフランジの鋼種別に示す。縦軸が 0%のとき、下フランジ下面から下フランジ上面またはウェブ下端までの範囲が降伏していることを示している。●印は残留変位が急増するときの桁の降伏域である。また、**図-3** の方法での残留変位の急増点の評価には誤差があることを考慮し、●印の荷重の＋5%、－5%の荷重における降伏域を求め、それぞれ×、▲印として示した。－5%の荷重では断面が弾性域にあり、▲印がプロットされない供試体が多い。●印のとき、大半のケースで下フランジ下面だけでなく下フランジの全板厚範囲で降伏している。＋5%の荷重に対応する×印は全ての供試体で降伏域が広がっている。

SM 材の供試体では、降伏域の高さがウェブ高さの 20%程度まで広がっているケースもある。SBHS 材に比べて材料の降伏比（降伏強度/引張強度）が低い SM 材では、材料が降伏したあとの塑性硬化の影響が表れ、断面内の降伏域が拡大しても桁の残留変形が増加しにくかったものと考えられる。また、ウェブ板の幅厚比や床版の有無によらず、残留変位が急増するときの断面内の降伏域の広がり方に違いは見られなかった。

以上より、実験によって降伏点と残留変位急増点が近いときもあれば、鋼種により傾向の違いがあるが、総じて、下フランジの幅、厚さの全面で降伏に至らないうちは桁の残留変位が急増せず、残留変位を急増させない限界の状態に対応する曲げモーメントは、実用上、下フランジ上面（ウェブ下端）までの範囲が降伏したときの曲げモーメントと定義できると考えられる。

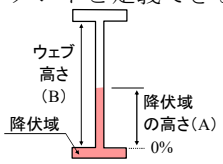
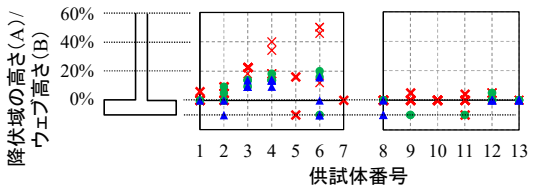


図-4　桁の降伏域の評価方法



（a）SM 材　　（b）SBHS 材

図-5　残留変位が急増するときの桁の降伏域

2. 抵抗係数の評価

抵抗係数の評価は、国総研が過去に提案している方法[1] を用いる。**図-6**に評価法の概念図を示す。ここでいうモデル誤差は、実験値/計算値をいう。また、ここでいう材料のばらつきは、引張側フランジの降伏強度のばらつきをいい、桁の残留変位が急増し始めるような状態では、引張側フランジの降伏挙動が桁の挙動を支配することを反映した。ただし、引張側フランジのみに着目することによる単純化することの不確実性として、**図-6**の α を0.01とした。実際の桁断面の応力状態は引張側と圧縮側のバランスによるため、圧縮側での剛性等のばらつきも桁断面の応力状態にばらつきをもたらすが、国総研での過去の研究[1] に基づくとその影響はさほど大きくないと考えられる。

図-3 のように評価した実験値に対して、下フランジ上面までの範囲が降伏したときの曲げモーメントを算出した計算値の比であるモデル誤差（実験値/計算値）を**図-7** に示す。計算値は、断面保持の仮定が成立するものとし、応力ひずみ関係は道路橋示方書[2] に規定されるものを用い、鋼材の材料強度は、材料試験を実施した供試体では材料試験結果より下降伏点、材料試験を実施していない供試体では、降伏応力はミルシートの値、ヤング係数は公称値として算出した。コンクリートのヤング係数や強度も、各供試体での圧縮強度試験結果に基づき与えた。**図-7** のとおり、鋼種の違いに対して、モデル誤差に違いは見られなかった。以上から、モデル誤差のバイアスは 1.0、変動係数は 10%と仮定する。

材料のばらつきについては、既往の統計的な調査結果[3] を参考に、鋼種によらず、バイアスは 1.0 または 1.2 と仮定し、変動係数は鋼材内の空間的な強度のばらつきも加味して 10%と仮定した。

以上の仮定から、**図-6** の評価方法により抵抗係数を算出すると、材料強度のバイアスを 1.0 とすれば抵抗係数は 0.76 に、1.2 とすれば抵抗係数は 0.91 となった。2017 年に改定された道路橋示方書[2] では、曲げモーメントを受ける鋼桁の設計降伏曲げモーメントを算出するときの抵抗係数として 0.85 が規定されているが、これと同程度の値となった。

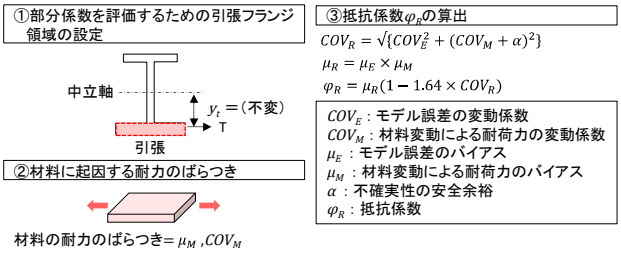
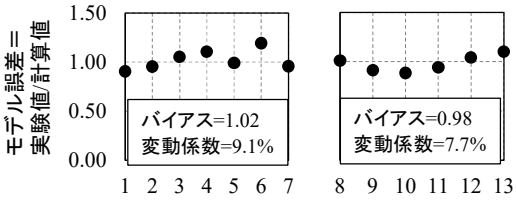


図-6　抵抗係数の評価方法



（a）SM 材　　（b）SBHS 材

図-7　モデル誤差

［成果の活用］

得られた成果は、2025 年に改定された道路橋示方書の基礎資料として活用されている。

［参考文献］

1）白戸真大，手間本康一：損傷を受けた部材の耐荷性能評価への部分係数法の適用に関する調査検討，国土技術政策総合研究所資料，第 1298 号，2024.
2）公益社団法人日本道路協会：道路橋示方書・同解説，Ⅱ鋼橋・鋼部材編，Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編，2017.
3）村越潤，梁取直樹，有馬敬育，清水英樹，小森大資：鋼材料・鋼部材の強度等に関する統計データの調査，土木研究所資料，第 4090 号，2008.

高度な数値解析技術を用いた性能評価方法に関する調査検討

Developing protocols of using refined numerical analyses to verify the bridge load-carrying performance

（研究期間　令和５年度～令和８年度）

道路構造物研究部　橋梁研究室
Road Structures Department Bridges and Structure Division

室長	白戸　真大	主任研究官	横井　芳輝
Head	SHIRATO Masahiro	Senior Researcher	YOKOI Yoshiteru
研究官	石井　洋輔	交流研究員	矢野　峻規
Researcher	ISHII Yosuke	Guest Research Engineer	YANO Toshiki

Seismic retrofitting for existing arch, truss, and cable-supported bridges can require extensive work. For example, the beam-to-column connections of thin-walled structural members in large-scale or complex bridges are often subjected to extensive stress concentrations. Hence we seek a design protocol that can reduce the retrofit work and ensure both smooth stress transitions and favorable failure modes. This study presents a principal design approach for pillar-to-cross beam connections in towers through a series of numerical analysis examples. These examples have demonstrated that the proposed design approach can facilitate the reasonable use of new materials, consistent with the reliability- and performance-based design principles of the national road bridge design code.

［研究目的及び経緯］

鋼製橋脚、鋼製主塔、鋼アーチにおける柱や主構と水平材の隅角部は、薄肉部材どうしの接合部であり、局所変形や二次応力の影響が顕著になる[1]。そこで、近年、柱と梁の隅角部の限界状態に関する実験的な研究が進んでいる。たとえば、適切な断面形状や板組構成で設計されるとき、隅角部の断面内で材料が一部降伏したのちも断面力の伝達が可能である状態にあることが明らかになってきている[2),3)]。また、鋼の柱部材や梁部材単体では、弾性域を超えたときの限界状態の評価について知見が蓄積され、知見の一部は設計基準に反映されている。

今年度は、高度な数値解析を用いてこれらの知見を活用し、構造の高度化・合理化が図れるよう、隅角部を有する構造の断面諸元等を決定するための設計の原則的な手順を検討した。

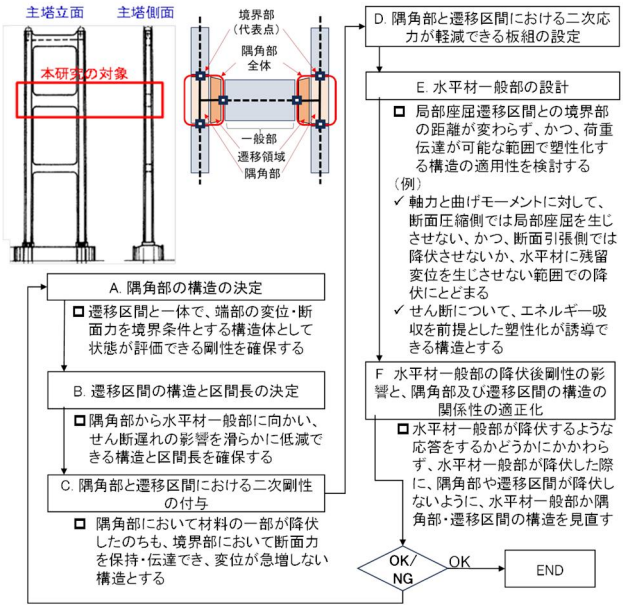


図-1　主塔の隅角部と水平材に求める性能と評価項目案

［研究内容］

1．主塔の各部の機能の整理と求められる状態

道路橋の設計基準である道路橋示方書では、部材・断面単位での塑性化が構造体としての機能や状態に与える影響を評価し、設計できるように、限界状態設計法が導入されている。具体的には、各部位の弾塑性挙動と部位ごとの限界状態どうしの関係性を明らかにし、構造体としての機能と荷重支持・伝達機構とを適合させることが求められる。しかし、実際の鋼製橋脚や主塔のフレーム構造について、耐荷機構上の役割に応じて限界状態を評価する単位となる部位・部材を適切に区分するための方法論や、担うべき役割を果たすために各部位・部材が留まるべき状態や避けるべき状態について、確立した考え方がない。そこで、本研究では、高度な数値解析を用い、前述のような塑性設計の新たな知見を活用して構造の高度化・合理化を図れるように、道路橋示方書の限界状態設計法の規定に適合する、鋼製主塔・橋脚の設計原則や手順をまず検討する。

(1) 各部の機能と求められる耐荷機構の整理

例として、**図-1** のような吊橋の門型の主塔の塔柱と中間水平材を構造体としての荷重・支持伝達機構を成立させる役割別の部位に分割する。役割別には、1) 主塔がフレーム構造としての耐荷力を発揮するために、塔柱と水平材の接合部として、断面力を伝達し、塔柱と水平材の軸線どうしの角度を保つための隅角部、2)

主塔間（すなわち隅角部間）の距離を保ち、主塔の変形を拘束するための水平材の一般部、3)応力集中が大きな隅角部と水平材の一般部を連結する遷移区間からなるものと捉えることができると考えられる。

(2) 機能を保持するための各部の限界状態の整理

構造体の中での各部位の役割が決まれば、その役割を発揮するための耐荷の状態も明らかにできる。

ケーブルからの大きな軸力を受ける塔柱に残留変形を残すことは、偏心荷重などに対してケーブル位置を保持する機能の低下につながる。そこで、塔柱の一部でもある隅角部も、基本的に弾性状態に留まり続けることが求められる。

遷移区間は、水平材としての役割と隅角部の役割を兼務するので、それぞれに求められる状態を満足する必要がある。加えて、水平材一般部に向かってせん断遅れの影響などによる二次応力を滑らかに低減させる役割を果たす構造であることが求められる。

水平材一般部は、役割からすれば、塔柱間の距離を保持できる範囲で断面の塑性化によりエネルギー吸収を行うことを前提にした構造にする余地がある。たとえば、せん断力の繰り返しに対してエネルギー吸収できる構造にすることが考えられる。一方、隅角部間の距離を保持するためには、遷移区間も水平材一般部も、曲げモーメントに対して断面の圧縮側で局部座屈が生じないようにする必要がある。断面の引張側でも、たとえ降伏を許容したとしても残留変形が顕著にならず、かつ、引張から圧縮へ応力状態が変化しても局部座屈や残留変形が生じない状態に留まる必要がある。

(3) 各部の限界状態どうしのあるべき関係性の整理

各部位の諸元は、それぞれで、求まる状態に留まるようにすることが基本的な考え方になるが、信頼性に基づいて部分係数が設定されていることからも類推できるように、たとえそれが小さい確率であっても各部で限界状態を超えることは生じ得る。遷移区間を含む隅角部も水平材も、設計上は弾性状態に留まるとみなせるとしても、弾性限界を超えたのちも望ましい塑性化の状態に留まり、かつ、隅角部、遷移区間および水平材一般部という区間どうしの状態の関係性が整合的であるとよい。区間どうしの状態の関係性を考えると、多くの鋼材は硬化特性を有することから、断面諸元によっては、塑性化後も耐力がある程度増大する可能性についても考慮し、相互の状態に与える影響を考慮しておくことが望ましいと考えられる。

そこで、各設計状況に対して弾性範囲に留めるか否かにかかわらず、水平材については、材料の降伏後、塑性変形によるエネルギー吸収が可能な構造としておくことで、遷移区間を含む隅角部に作用する断面力の増加に対しても塑性変形能で水平材一般部が荷重を伝達する役割を担保できると考えられる。逆に、遷移区間も含めた隅角部の構造の決定にあたっては、維持管理上も、残留変形が生じてしまうと、形状を戻すなどの対応がし難い部位であることを考える必要がある。そこで、各設計状況に対して水平材が弾性に留まるか否かにかかわらず水平材が塑性化し、水平材の耐力が増加することを仮定して隅角部の状態を評価するのがよいこと、並びに、隅角部の役割を考えると、たとえ隅角部で鋼材の一部が弾性限界を超えても、塔柱と水平材の軸線の角度が変わってしまったり、剛性が直ちに低下したりしない構造にすることが望ましいと考えられる。

(4) 限界状態設計法に基づく構造諸元の検討法の提案

以上について、主塔の構造体としての耐荷機構を成立させ続けるという目的に対して、役割に応じて部位と作用力に対して留まるべき状態、及び、構造諸元の決定手順を**図-1** に提案した。各部の機能や部材の役割、求める状態を整理し、各部どうしの状態の関係性を整理するという限界状態設計法を活用することで、従前よりも隅角部の構造を粘り強さの点や経済的な点で高度化・合理化できる可能性がある。

そして、**図-1** のような構造を実現するための構造解析では、様々な向きや組み合わせの作用を考え、かつ、塑性化も考慮した各部の状態を評価し、断面や板組を最適なものにする過程が必要になるので、棒・梁によるモデルで検討することは合理的でなく、高度な数値解析モデルを用いる必要がある。たとえば、隅角部周辺は、応力集中が生じ、かつ、応力方向が急変するので、二次応力が大きくなることは避けられない。加えて、実際の塔柱は、様々な方向から外力を受け、たとえば日射の向きなどによって塔柱の 4 面の温度にも差があることで複雑な挙動もすることも知られている。一方で、実際の構造の決定にあたっては、設計基準に示される制限値と比較できるような、断面力や公称値ベースでの応答値を算出できることも重要である。そこで、板組の検討にあたっては、既往の研究[1)]で提案される一定せん断流パネル解析で応力分布を評価し、塑性化も考慮した各部の限界状態の適切な誘導には有限要素解析を使い分けるなど、必要に応じて、複数の数値解析手法の適用を相互に繰り返すことが考えられる。

2．フィージビリティスタディ

有限要素解析を用いて、**図-1** のフローにしたがって検討を行うことで、隅角部や水平材の構造を合理化する余地が生じるかどうかを検証する。対象は、実際の橋の主塔を選び、諸元を調整したものである。**図-2** 及び**図-3** 並びに**表-1** に諸元の概略、使用鋼材、有限要素解析モデルを示す。この構造では、塔柱面から水平材の断面高さの 1/10 の位置に、塔柱と水平材の添接部が存在する。隅角部には、水平材端部に作用する曲げモーメントやせん断力による局所応力を緩和するためのフィレットを配置し、フィレットの脚長は、塔柱側、水

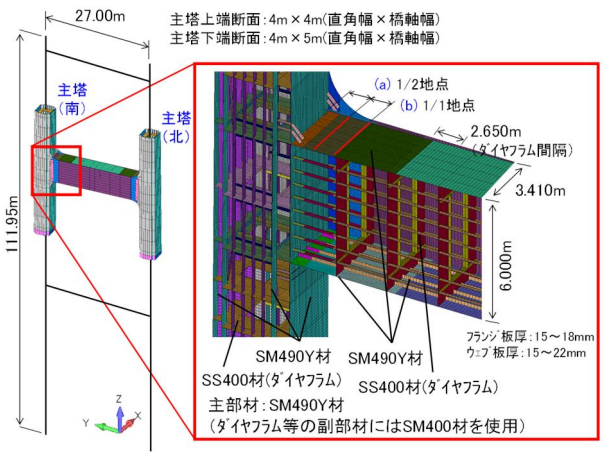


図-2　本研究で用いた解析モデル

表-1　使用した鋼材の材料係数

材質		SS400	SM490YA SM490YB	低降伏点鋼 LY225
ヤング係数	(N/mm²)	200000	200000	200000
ポアソン比	(-)	0.3	0.3	0.3
降伏応力	(N/mm²)	235	355	225

平材側で、それぞれのウェブ高さの 1/2 と 1/3 とした。水平材のフランジはウェブ内側で溶接される。いずれのケースにおいても水平材のウェブには垂直補剛材を断面高さの約 2.3 倍の間隔で配置している。

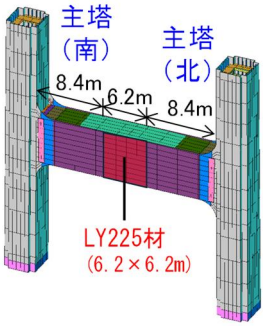


図-3　低降伏点鋼モデル

本研究では、水平材のウェブを普通鋼（SM490）のみで構成した基本ケースと、基本ケースに対して剛域部の板厚を増し、支間中央部で低降伏点鋼（LY225）に置き換えたケースの計 2 ケースを考えた。低降伏点鋼に置き換えたケースでは、隅角部の板厚を基本ケースの 2 倍とした。

有限要素解析モデルは、着目する中段の水平材、格点部及びこれに接続する塔柱の一部は非線形シェル要素で、それ以外は線形はり要素でモデル化した。水平材の添接部では、母材と添接板をそれぞれシェル要素でモデル化し、摩擦接合をモデル化するために、非線形ばね要素を配置した。鋼部材には初期たわみと残留応力を考慮した。塔柱基部は固定端とした。

実際の設計においては、前述のように、橋がおかれる状況下での複雑な応答をとらえるために、荷重の組合せや載荷方向に複数ケースを考慮する必要がある。しかし、本研究では、断面決定の原則の提案とその効果を検証することが目的なので、載荷ケースを単純化した。死荷重（鉛直荷重）を載荷したうえで、荷重漸増解析により、主塔北側から南側へ、橋軸直角方向に水平震度を増加させる。

図-1 の B に関連し、水平震度が 0.3 のときの水平材の上下フランジにおけるひずみ分布を**図-4** に示す。**図-4** の横軸は、水平材中央部からの距離である。図の複数のプロットは、上下フランジそれぞれの角部と中央部の応答を示している。また、**図-4** には、**図-2** に示した断面(a)(b)に対応する、端部からフランジ幅の 1/2 の位置及びフランジ幅位置を示した。水平材中央部で応答が小さく、そこから隅角部に近づくにつれて応力が滑らかに増加しているが、フィレットの配置範囲でもある断面高さの 1 倍から 1/2 倍から端部までの間では、応力状態が複雑で、急増・急減する。したがって、この構造では、**図-1** に定義する遷移区間として角部から断面高さの 1/2 から 1 倍を取り、その区間は隅角部の一部としての役割を果たす必要がある。そして、それより水平材中央部側の水平材一般部は、二次応力の影響が確実に小さく、応答において断面保持の仮定が成立し、信頼性を評価するための各種制限値等が明らかな梁部材とみなせる構造にすべきと考えられる。なお、この検討は、一定せん断流パネル解析でも同様に行える。

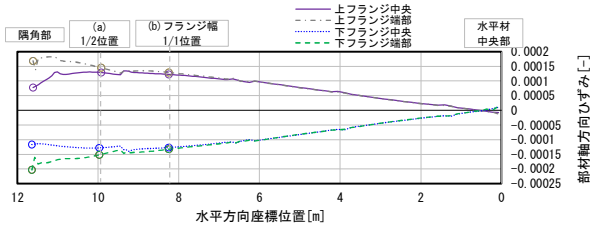
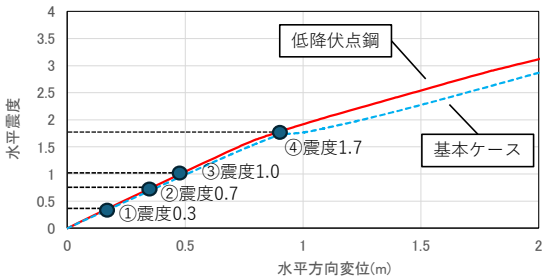
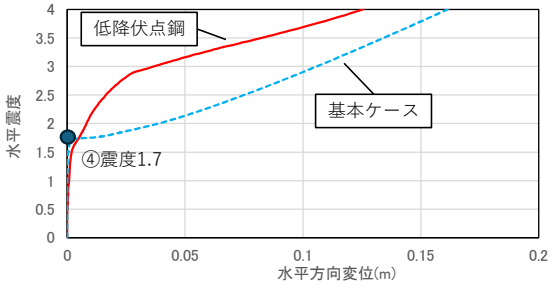


図-4　主塔水平材のひずみ分布（隅角部－水平材中央部）



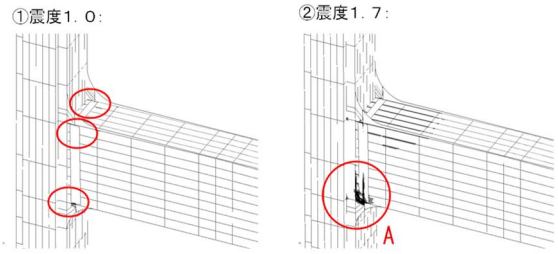
(a) 南側の塔柱頂部の水平変位



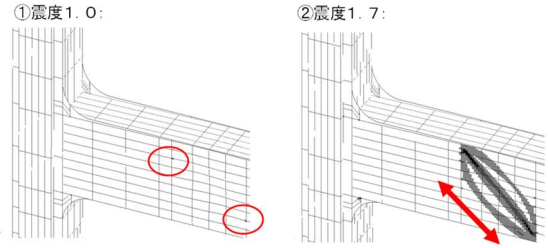
(b) 水平材端部間の軸方向の相対変位

図-5　２つの検討ケースの比較

図-5 に、両ケースの水平震度と塔頂部の水平変位の関係、(b)は水平震度と水平材一般部の両端図心位置間の相対変位（縮みを正、伸びを負）を示す。また、**図-6** には水平一般部に着目した相当塑性ひずみコンター図を、**図-7** に、基本ケースについて、隅角部の損傷の



(a) 基本ケース



(b) 水平材に低降伏点鋼を用いたケース

図-6　ひずみコンター図の比較

進展に着目した相当塑性ひずみコンター図を示す。

初めに、基本ケースについてみると、**図-5 (a)** の水平震度・塔柱変位関係では、水平震度が 1.7 に達したときに、水平震度が増加しないまま変位が急増し、その後、再び水平震度が増加し始める。また、**図-5 (b)** 水平震度・水平材端部間相対変位の関係では、水平震度が 1.5 を超えたあたりから、水平材端部間の距離が縮んでいる。前述のとおりこの構造では塔柱面から水平材の断面高さの 1/10 の位置に塔柱と水平材の添接部が存在するが、**図-6 (a)** や**図-7** のひずみ分布のとおり、水平震度が 0.3 のとき、添接部の丸印の部分で、遷移区間のウェブの下方部が降伏する。その後、**図-7** のとおり、水平震度の増加に伴い、添接部まわりで局所的に塑性化する箇所が増える。水平震度が 1.7 のときには、**図-6 (a)** および**図-7** の A 部で遷移区間の添接部でウェブのせん断座屈が、**図-7** の B 部（図 6 では裏側にあたる）で遷移区間の下フランジの局部座屈が生じる。したがって、遷移区間内での局部座屈により塔柱間の距離が変わり、フレーム構造としての剛性や形状が維持できなくなることが、**図-5** の水平震度・変位曲線上の挙動にも表れたと考えられる。一方で、水平材一般部では降伏が見られず、遷移区間に塑性変形が集中することは、**図-1** の F の観点で見れば、この構造は、各部の限界状態どうしの関係を見れば理想的ではない可能性を示している。

水平材の中央部のウェブの鋼材を低降伏点鋼 LY225 に置き換えたケースについて、**図-5 (a)** の水平震度・塔柱変位関係を見ると、基本ケースと同様に、水平震度 1.7 程度に達したところから水平震度変位曲線に顕著な非線形性が現れ始める。しかし、低降伏点鋼のケースでは、剛性の低下は明らかに小さく、水平震度は単

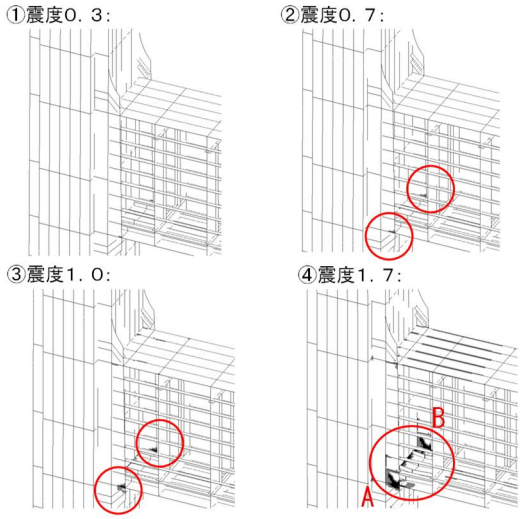


図-7　基本ケースの隅角部近傍のひずみコンター図

調に増加し続ける。**図-5 (b)** の水平震度・水平材端部間相対変位関係も同様の傾向がみられる。**図-6** に見られるように、低降伏点鋼のケースは、水平材のウェブにせん断座屈が発達し、塑性範囲が広がっていく様子が見られる一方で、隅角部は遷移区間も含めて弾性範囲に留まっている。**図-1** のような設計原則を定めることで、高度な数値解析を用いて多様な鋼材配置を検討し、各部の状態どうしの関係を適切に制御するという限界状態設計法のメリットを生かした設計を行えることが分かった。

3．まとめ

構造内の部位・部材ごとに荷重伝達機構上の役割や機能に応じた設計原則を明確にすることで、部位・部材単位での最近の実験的な研究成果や高度な数値解析を設計実務に取り込むために有効であることが示された。隅角部以外でも設計原則の充実が期待される。

［成果の活用］

得られた成果は、道路橋示方書等、技術基準改定のための基礎資料として活用された。

［参考文献］

1)　道路橋の鋼製橋脚隅角部の疲労設計法に関する研究−一定せん断流パネルを用いた解析法の検討ー，国総研資料第 296 号，2006.

2)　三島雄士，小野潔，西村宣男：鋼製ラーメン橋脚隅角部の弾塑性挙動およびフィレットの効果を考慮した設計法の提案，土木学会論文集 A1，Vol. 70，No. 1，pp. 31-50，2014.

3)　国土技術政策総合研究所：高強度材料の活用による橋梁構造の合理化に関する調査検討（令和 3 年度道路調査費等年度報告），国総研資料第 1221 号，pp. 41-42，2022.

７．道路構造物（下部工・トンネル・大型カルバート等）の構造・維持管理・対災害性の高度化

トンネルの合理的な維持管理及び性能規定設計に関する調査検討

Research on rational maintenance and performance-based design of tunnels

（研究期間　令和６年度～令和８年度）

道路構造物研究部　構造・基礎研究室	室　　長	藤田　智弘
Road Structures Department	Head	FUJITA Tomohiro
Foundation、Tunnel and Substructures Division	主任研究官	大﨑　義保
	Senior Researcher	OOSAKI　Yoshiyasu
	研　究　官	藤原　茜
	Researcher	FUJIWARA　Akane

This study analyzed the effects of tunnel deterioration on performance and the relationship between conditions around tunnel portals and the occurrence of slope disasters、and further organized information on conditions of existing road tunnels that are considered susceptible to seismic effects. As a result, insights were obtained that are necessary for reflecting these findings in technical standards and guidelines, for example, how to classify performance requirements based on tunnel characteristics.

［研究目的及び経緯］

道路トンネルについて、所要の信頼性を確保し、かつ合理的な設計・施工・維持管理を実現することが求められている。本研究では、道路トンネルに関する現行の技術基準の性能規定化について検討するための基礎資料を得ることを目的に、道路トンネルの変状が性能に与える影響に関する分析を実施した。また、坑口部が斜面災害に対してより安全になる位置の選定方法を検討するための基礎資料を得ることを目的に、トンネル坑口周辺の条件と斜面災害の発生との関係性について分析した。さらに、能登半島地震におけるトンネル覆工崩落をうけて、優先的に対策を実施すべき既設トンネルを抽出することを目的に、地震による影響を受けやすいと考えられるトンネルの特殊条件 [1]への既設トンネルの該当状況を整理した。

［研究内容］

1. 道路トンネルの変状が性能に与える影響に関する検討

道路トンネルに関する現行の技術基準（道路トンネル技術基準）は、性能規定化されておらず、仕様規定と性能との関係や構造細目が明らかになっていない。そこで、道路トンネルの現行の技術基準で示す仕様規定について、「構造物の安全性や安定」もしくは「利用者の安全性」のいずれにあてはまるかについて分類することや、道路橋の技術基準における３つの要求性能である耐荷性能、耐久性能及びその他使用目的との適合性を満足するために必要な性能に分類することにより、現行の技術基準の仕様規定と性能との関係及び各部材の変状が性能に与える影響を整理した。また、道路トンネルの特性を考慮した要求性能を設定するために変状の発生傾向を分析した。対象は２巡目（2019 年～2023 年）に「道路トンネル定期点検要領（平成 31 年３月国土交通省道路局国道・技術課）」に基づき定期点検が実施されたトンネルのうち、国管理の道路トンネルのうち、山岳トンネル工法により建設されたトンネル（以下、「NATM」）である 869 施設とした。

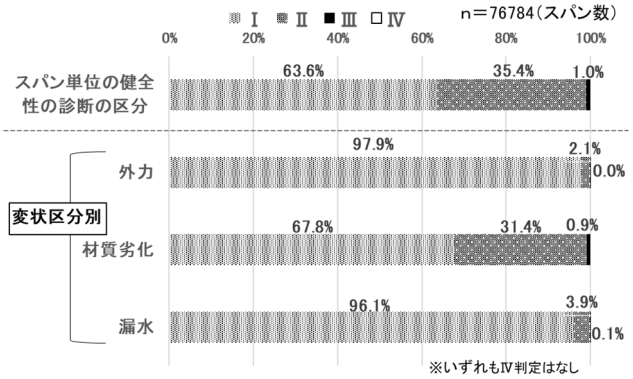


図-1　スパン毎の健全性の診断の区分（NATM）

覆工スパン（一打設長）毎の健全性の診断の区分について整理した結果を図-1 に示す。このとき、外力、材質劣化及び漏水の変状区分別にも整理を実施した。緊急措置段階であるⅣとなったスパンはなく、区分Ⅰ（健全）で 63.6%であり、区分Ⅱ（予防保全段階）で 35.4%区分Ⅲ（早期措置段階）は 1.0%であり、監視又は措置による対策が必要なⅡまたはⅢの区分となったスパンの割合は全体の 36.4%であった。ここで、変状区分別にみると、ⅡまたはⅢの健全性の診断の区分となったのは、材質劣化では 32.3%、漏水では 4.0%、外力で 2.1%となっている。材質劣化を性能に分類すると耐久性能と捉えることも可能であるが、うき、はく離による覆工コンクリートの落下の可能性を含む変状であることから、トンネルの特性を考慮すると道路利用者が安全に利用できる空間の確保を求めることがより分かりやすく、永続作用、変動作用において特別の注意なくトンネルを使用できる状態に留める等のためには「利用者の

※本報告は令和６年度当初予算の標記の研究課題を令和７年度に継続して得た結果をまとめたものである。

安全性」の観点から要求性能を規定していくことが重要であると考えられる。

2. トンネル坑口周辺の条件と斜面災害の発生との関係性に関する検討

近年、道路トンネルにおいては、豪雨等によりトンネルの坑口周辺で斜面災害が発生し、通行止めとなる事例が発生している。本検討では、斜面災害の発生リスクの高い既設トンネル坑口部の抽出精度の向上や、新設トンネルの坑口位置の選定における留意点をより充実させることを目的に、道路トンネルの坑口部における斜面災害が発生しやすい地形の特徴を調査した。

道路トンネル技術基準（構造編）・同解説では、**図-2** に示す地形とトンネル軸線の関係（以下「トンネル進入形式」）について、⑤谷部進入型は「自然災害が発生しやすい」と解説されている。また、②斜面斜交型と③斜面平行型も、道路横断方向に広く斜面を持つため、この 2 つのトンネル進入形式も自然災害が発生しやすい位置関係にあると考えられる。そこで、②斜面斜交型、③斜面平行型及び⑤谷部進入型を自然災害が生じやすいトンネル進入形式と仮定して整理した。対象は直轄管理の道路トンネルのうち、山岳工法で建設された 1、538 トンネルとした。なお、①斜面直交型、②斜面斜交型及び③斜面平行型は斜面の等高線との交差角度から、④尾根部進入型と⑤谷部進入型は等高線の形状から区分した。

全 1、538 トンネル（3、076 箇所の坑口）のトンネル進入形式を分類した結果、自然災害が生じやすいと考えられるトンネル進入形式は全体の約４割であった（**図-3**）。

一方で、対象の道路トンネルのうち、過去 10 年間にトンネル坑口部で斜面災害が発生したことを国総研が把握している 16 箇所のトンネル進入形式を整理すると、斜面災害が生じやすいと考えられるトンネル進入形式が被災坑口部の約 6 割を占めていた（**図-4**）。

この結果は、トンネルの路線選定において、坑口部が斜面災害に対してより安全になる位置を選定する際の基礎資料になると考えられる。

3. 既設道路トンネルにおける地震による影響を受けやすいと考えられるトンネルの特殊条件に関する検討

能登半島地震におけるトンネル覆工崩落をうけて、既設トンネルにおける補強等の対策を優先的に実施すべきトンネルを抽出した。

参考となる情報を得るため、既設トンネルが、既往の知見として示されている「地震による影響を受けやすいと考えられるトンネルの特殊条件 [1]（以下、「地震の影響を受けやすい条件」）」への該当有無を確認した。

まず、能登半島地震において被害を受けた中屋トンネルと大谷トンネルについて該当有無の判断に必要な設計時の地質情報や施工時の湧水等の状況について情報を整理し、条件に該当することを確認した。

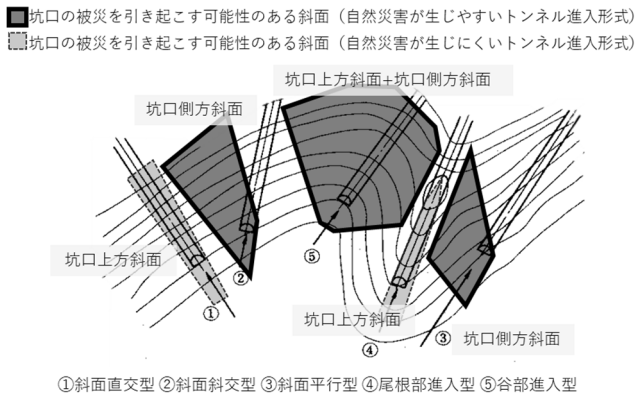


図-2　トンネル進入形式と災害要因となる斜面のイメージ

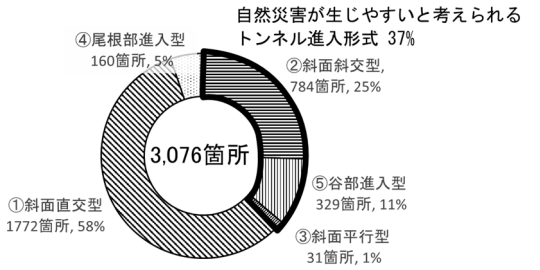


図-3　トンネル進入形式別の坑口の割合

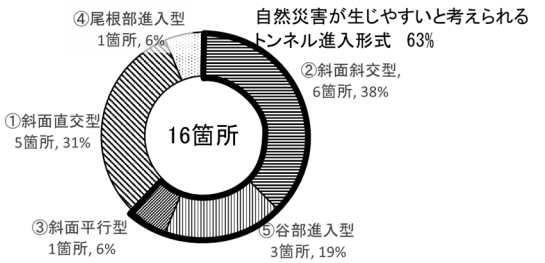


図-4　過去 10 年で斜面災害が発生したトンネル進入形式

次に、全国の道路トンネルから抽出した 45 トンネルを対象として、設計・施工段階の情報を整理し、スパン毎に地震の影響を受けやすい条件への該当の有無について分析を行った。その結果、地震の影響を受けやすい条件に該当すると考えられるスパンは全体の約 8%であることを確認した。ただし、既設トンネルでは、既にある構造物に対して地震時に覆工が崩落する可能性があるかどうかを個別に評価することが適切であるため、構造物の状態等をふまえて対策を実施すべきトンネルを抽出する手法を整理するとともに、覆工崩落対策工に求められる要件を提示することが急務であると考えられる。

［成果の活用］

本研究成果や今後の検討結果等を踏まえて、道路トンネルの設計・施工・維持管理の技術基準類への反映につなげていく予定である。

［参考文献］

1）砂金伸治、小出孝明、日下敦、吉岡知哉、岸田展明：土木研究所資料第 4358 号、山岳トンネルの地震時挙動と耐震対策に関する研究報告書、pp7-1～7-2、2017. 3.

大型カルバート等の性能規定化及び メンテナンスの高度化・効率化に関する調査検討

Research and study on performance-based design and advanced/efficient maintenance for large culverts

（研究期間　令和 6 年度～令和 8 年度）

道路構造物研究部　構造・基礎研究室	室　　長	藤田　智弘
Road Structures Department	Head	FUJITA Tomohiro
Foundation、 Tunnel and Substructures Division	主任研究官	佐土原　一也
	Senior Researcher	SADOHARA Kazuya
	研　究　員	濵宇津　拓巳
	Researcher	HAMAUZU Takumi

This study is conducting research and analysis aimed at introducing a performance evaluation method that takes reliability into account to meet the performance requirements of large culverts and similar structures. Additionally, the study is conducting research and analysis to enhance the quality and efficiency of periodic inspections of sheds, large culverts, and similar structures.

This fiscal year, as part of efforts to improve the guidelines for periodic inspections with the aim of optimizing technical evaluations to enhance the quality of periodic inspections, we analyzed the results of the second round of periodic inspections conducted from fiscal year 2019 to 2023. We organized data regarding trends in soundness rating classifications and analyzed the results of the third round of periodic inspections conducted in fiscal year 2024, focusing on the transition of soundness rating classifications since the first round of inspections and so on.

［研究目的及び経緯］

本研究では大型カルバート等の要求性能に対応する信頼性を考慮した性能評価手法の導入に向けた調査検討を行っている。また、シェッド、大型カルバート等の定期点検の質及び効率の向上のための調査検討を行っている。

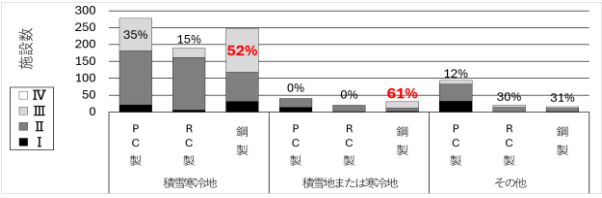
本年度は、定期点検の質の改善に資する技術的評価の適正化を目的とした定期点検要領の改定に関する検討の一環として、令和元～5 年度に実施した 2 巡目定期点検結果を分析し、健全性の診断区分の傾向等に関するデータを整理するとともに、令和 6 年度に実施した 3 巡目定期点検結果について 1 巡目からの健全性の診断区分の推移等について分析した。

［研究内容及び研究成果］

1. 2 巡目定期点検結果の整理分析

（１）シェッド等の定期点検結果の整理分析

シェッド等における変状の進行は一様ではなく、条件によって異なると考えられる。その中でも、環境条件や材質が施設の劣化に及ぼす影響に着目し、その関係性を明らかにするため、令和元～5 年度に実施した 2 巡目定期点検のうち国が管理するシェッド、シェルター（以下、「シェッド等」という）937 施設（一部施設においては、複数の構造形式や完成年度を有していることによる重複あり）を対象に、環境条件と材質の違いによって健全性の診断区分（以下、「区分」という）の分布がどのように変わるかを整理した。このうち、積雪地等での凍結防止剤の散布が鋼製シェッド等を著しく劣化させているのではないかと考え、「積雪寒冷地」「積雪地または寒冷地」「その他」に分類した環境条件と、PC 製、RC 製、鋼製に分類したシェッド等の材質別の区分の分布について分析した結果を**図－1** に示す。その結果、「積雪寒冷地」、「積雪地または寒冷地」においては PC 製や RC 製のシェッドに比べて鋼製シェッドの区分Ⅲの施設数の割合が比較的多い傾向にあることから、「積雪寒冷地」、「積雪地または寒冷地」における凍結防止剤の散布が鋼製シェッド等の劣化に一定程度の影響を及ぼしている可能性が示唆され、技術的評価の参考となる知見が得られた。



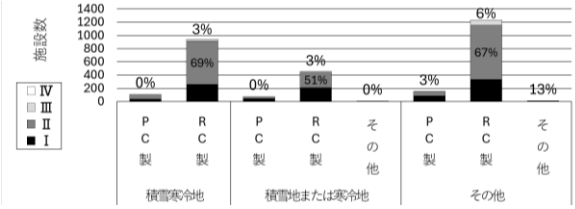
図－1　環境条件・材質別の区分の分布（シェッド等）

（２）大型カルバートの定期点検結果の整理分析

大型カルバートにおいても、変状の進行は一様ではなく、条件によって異なると考えられる。その中でも、環境条件や材質が施設の劣化に及ぼす影響に着目し、その関係性を明らかにするため、令和元～5 年度に実施した 2 巡目定期点検のうち国が管理する大型カルバート 2,975 施設を対象に、環境条件と材質の違いによっ

※本報告は令和 6 年度から令和 7 年度へと継続して実施した研究の成果と令和 7 年度に実施した研究成果をとりまとめたものである。

て、区分の分布がどのように変わるかを整理した。このうち、PC 製・RC 製が主として採用されている大型カルバートにおいては、積雪地等での凍結防止剤の散布が劣化に及ぼす影響は小さいのではないかと考え、「積雪寒冷地」「積雪地または寒冷地」「その他」に分類した環境条件と、PC 製、RC 製、その他に分類した大型カルバートの材質別の区分の分布について分析した結果を**図－2** に示す。その結果、「積雪寒冷地」、や「積雪地または寒冷地」に設置されている施設において区分Ⅲの施設数の割合が少ない傾向にあることから、「積雪寒冷地」、「積雪地または寒冷地」における凍結防止剤の散布が PC 製・RC 製が主として採用されている大型カルバートの劣化に及ぼす影響は小さい可能性が示唆され、技術的評価の参考となる知見が得られた。



図－2　環境条件・材質別の区分の分布
（大型カルバート）

（３）変状が物理的性能に与える影響について

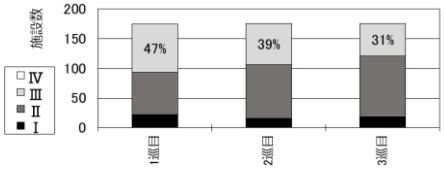
変状がシェッド・大型カルバート等の構造物としての性能に与える影響を明らかにするため、現行の設計で示す構造細目や照査項目等を耐荷性能・耐久性能、それら以外の性能をその他の性能として分類し、物理的性能と、変状の種類・程度・位置等を整理し、その変状が構造物のどの物理的性能に影響を及ぼすのかについて分析した。**写真－1** に示す大型カルバートの頂版・側壁にアルカリ骨材反応により生じた変状（亀甲状のひびわれ）を一例として、整理分析した結果を紹介する。アルカリ骨材反応によって頂版・側壁に発生したコンクリートの劣化やひびわれは、その程度や位置等によっては耐久性能を低下させる可能性がある。また、顕著な漏水を伴うひびわれや、かぶりコンクリートの浮き・剥離等は、その程度や位置等によっては耐荷性能を低下させる可能性がある。このように他の変状事例においても同様に整理分析を行い、変状の種類・程度・位置等と物理的性能への影響について明確化することで、定期点検時に将来の状態の推定を行う上で参考となる知見を取りまとめた。



写真－1　大型カルバートの変状状況
（左：頂版、右：側壁）

2. 3 巡目定期点検結果の整理分析

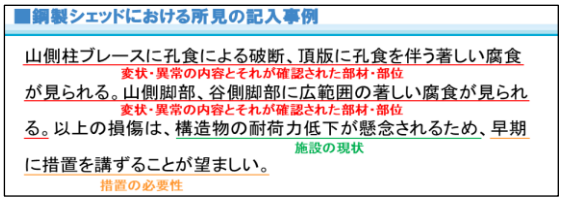
令和 6 年度に実施した 3 巡目定期点検のうち国が管理するシェッド等 175 施設、大型カルバート 644 施設を対象に、1 巡目、2 巡目からの区分の推移を分析した。このうちシェッド等の区分の推移について整理した結果を**図－3** に示す。シェッド等は、1 巡目から 3 巡目にかけて区分Ⅲが減少傾向を示していることが確認された。点検記録に添付された写真の判読を行ったところ、一部施設においては修繕の実施が確認され、それらの施設において区分が改善していることが認められた。



図－3　区分の分布の推移（シェッド等）

（２）所見欄の記載状況の整理

2 巡目までの定期点検においては、所見への技術的評価の記載が十分でない点検記録も多く、道路管理者が維持管理を行ううえで適切な判断が困難となっていることが課題となっていた。これらの課題を受けて令和 6 年 3 月に発出された「シェッド・大型カルバート等定期点検要領（技術的助言の解説・運用標準）」において、想定する状況に対してどのような状態となる可能性があるのかについての技術的な評価を記録することが必要としたうえで、区分の決定に大きく関わる技術的見解である所見として重要な記載項目を示しており、定期点検記録の質の改善が期待されている。以上の課題と経緯を踏まえ、所見の記載実態について整理した。その結果、一部点検記録においては所見に必要とされている項目の記載が十分ではなく、さらに、使用されている用語についてもばらつきが確認された。ここではそのうちの、所見の記載項目について着目し、**図－4** に示す鋼製シェッドにおける所見の記入事例をもとに所見の記載項目を整理すると、変状・異常の内容とそれが確認された部材・部位や施設の現状、措置の必要性などは記載されているものの、変状等の原因（推定）や次回点検まで及び将来における構造物の状態（推定）等の記載が十分でない。このように変状等の原因（推定）や次回点検まで及び将来における構造物の状態（推定）の記載が十分でない場合、道路管理者が次回点検までに行われることが望ましい措置等を適切に判断できず、重大な事故の発生につながるリスクが懸念されるため、変状等の原因（推定）や次回点検まで及び将来における構造物の状態（推定）等の記載を充実させ、道路管理者が維持管理方針および措置内容を合理的に判断できるようにすることが望ましい。また、前述したような所見の記載実態となっている要因としては、現状において技術的評価の参考となるような資料や、適切な所見の記載を行う上での手引き等が整備されていないことが一因である可能性がある。そのため、今後は変状事例集や所見作成の手引きを整備することで、定期点検の質の改善に資する、適切な技術的評価の実施や適切な所見の記載の参考となると考えている。



図－4　所見の記入事例（鋼製シェッド）

［成果の活用］

今回の研究成果は、シェッド、大型カルバート等の定期点検の質の改善に向けた定期点検要領改定の検討資料として活用する予定である。

［参考文献］

1）シェッド・大型カルバート等定期点検要領（技術的助言の解説・運用標準）、国土交通省 道路局、2024. 3

橋梁下部構造等の信頼性設計に関する調査検討

Research on Reliability Design of Foundation, Substructure, and Retaining Structure.

（研究期間　令和５年度～令和７年度）

道路構造物研究部　構造・基礎研究室　室　長　藤田　智弘
Road Structures Department　Head　FUJITA Tomohiro
Foundation, Tunnel and Substructure Division　主任研究官　上原　勇気
Senior Researcher　UEHARA Yuki
交流研究員　赤井畑　浩樹
Guest Research Engineer　AKAIHATA Hiroki

NILIM conducts research and studies on rational methods for the design, construction, and maintenance of road structures. In this study, research and investigations are carried out to rationalize performance evaluation methods for bridge substructures, aiming to ensure the required performance of bridges with an appropriate level of reliability. The results of the study shows that the average velocity of an S-wave (AVS), the angle between a bridge axis and a mountain, as well as the height of an embankment play a significant role in the degree of a vertical gap that occurs at road surface between a behind-abutment structure and a bridge approach section.

［研究目的及び経緯］

国土技術政策総合研究所では、道路構造物の合理的な設計・施工・維持管理手法に関する研究・検討を行っている。本研究では、橋を構成する下部構造について、橋の性能を所要の信頼性で確保するための性能評価法の合理化に向けた研究・検討を行っている。

令和７年度は、橋梁下部構造のうち橋台及び橋台躯体背面部の性能評価法の合理化に向けて、地震による路面に生じた異常の発生傾向と地形・地質条件及び構造条件との関係性を整理・分析した。

［研究内容及び研究成果］

令和 6 年能登半島地震（以下、R6 能登地震と略記）で震度 6 弱以上が観測された地域の 284 橋の内、橋台及び橋台躯体背面部 566 基を対象に、被災直後の道路管理者や国総研・土研による被災状況調査結果から路面に生じた異常等の被災状況を集計し、車両の通行機能への影響から階層化するとともに、WEB で公開されている地形・地質や構造に関する情報を判読し、路面に生じた異常等との関係性を整理した。

(1) 路面に生じた異常の傾向把握

路面に生じた異常を①橋台躯体背面部の路面と土工区間（橋梁接続区間）の路面との段差や凹凸、②割れや陥没、③横ズレによる車線幅員の不連続の 3 つに分類し、発生の有無を整理した。このうち、段差ありが示唆される橋台が 390 基、段差量まで整理できた橋台は 137 基であった。写真判読による相対評価により推定した段差量も含んでいるため、段差を 4 分類（300㎜ 程度以上、100～300㎜ 程度、100㎜ 程度未満、なし）に区分して集計した。

この段差量と車両の通行機能への影響を段差量と通行可能な速度等に関する文献[1]を参考に整理した。**表-1** に、文献に示される重量区分・段差量・速度区分の関係性を示す。

表-1　文献[1]に基づく段差量と速度区分の関係性

重量区分	段差量	速度区分
小型緊急車両（ｵﾌﾛｰﾄﾞ車）	0cm ～ 3cm	定常速度 (50km/h ～ 80km/h)
	3cm ～ 10cm	徐行速度 (15km/h ～ 20km/h)
	10cm ～ 20cm	停止速度 (0km/h ～ 10km/h)
	20cm ～	通行不可 (0km/h)
小型一般車両（小型貨物車）	0cm ～ 3cm	定常速度 (50km/h ～ 80km/h)
	3cm ～ 5cm	徐行速度 (15km/h ～ 20km/h)
	5cm ～ 15cm	停止速度 (0km/h ～ 10km/h)
	15cm ～	通行不可 (0km/h)
大型緊急/一般車両（大型ﾀﾞﾝﾌﾟﾄﾗｯｸ）	0cm ～ 3cm	定常速度 (50km/h ～ 80km/h)
	3cm ～ 15cm	徐行速度 (15km/h ～ 20km/h)
	15cm ～ 25cm	停止速度 (0km/h ～ 10km/h)
	25cm ～	通行不可 (0km/h)

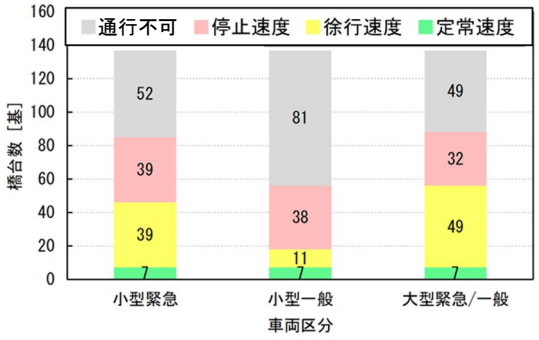


図-2　速度区分の集計結果

図-2 に、**表-1** の区分に基づく橋台 137 基分の整理結果を示す。機械的な整理であるが、今回の分析では、緊急車両に限定した場合、およそ 2/3 の橋で、車両の通行が可能であるとの評価になった。道路土工構造物技術基準[2]（以下、基準と略記）によると、新設の土工構造物は常時、降雨、地震動等の作用に対して要求性能１・２・３に対する限界状態を定めて設計することとされており、今回の分析の結果を基準に照らすと、分

※本報告は令和６年度当初予算の標記の研究課題を令和７年度に継続して得た結果をまとめたものである。

析対象のうち 2/3 の橋の土工区間で要求性能３に対する限界状態を超えていないと評価される結果となった。既設構造物においても物流等の社会・経済活動上の位置づけ、防災計画上の位置づけ等の道路ネットワークにおける路線の位置づけや代替性、道路土工構造物が損傷した場合の隣接する施設への影響等を考慮して性能を評価することが適切と考えられる。

(2)路面に生じた異常と地形・地質条件の関係性

1. 平均 S 波速度（AVS）との関係性

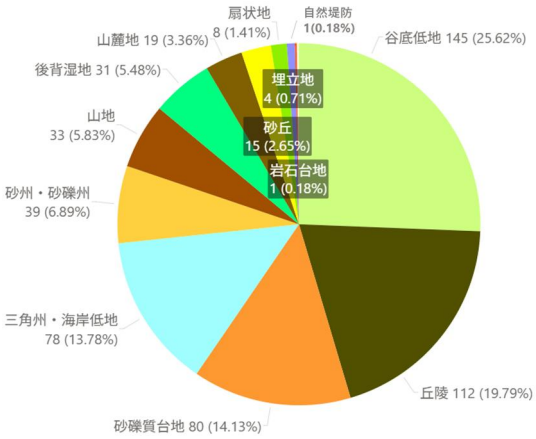


図-3　橋台の設置位置の地形・地質条件

WEB で公開されている地形･地質に関する情報と橋の設置位置との関係性を整理した。一例として**図-3** に、能登半島地域における（国研）防災科学技術研究所の J-SHIS マップ微地形区分に基づき橋台の設置位置の地質・地盤条件を整理したグラフを示す。今回の分析では、谷底低地が約 1/4 を占め、次いで丘陵地、砂礫質台地、三角州・海岸低地の順となっている。

図-4 に、J-SHIS マップ微地形区分に着目した整理結果を示す。今回の分析では、300mm 程度以上の段差が生じた割合は、砂丘･岩石台地を除けば三角州･海岸低地で最も多く、山地が最も少なかった。また、100～300mm 程度の段差を含めると、後背湿地が最も多い結果となった。J-SHIS マップ微地形区分に基づく、表層 30m の平均 S 波速度（以下、AVS）を調べると、三角州・海岸低地や後背湿地では AVS が小さく、山地では大きいことから、構造物への地震動の伝達条件が段差量に影響を及ぼしたと考えられる。

2. 橋軸方向と地山傾斜方向のなす角度との関係性

J-SHIS マップ微地形区分が山地部となる橋台設置位置のうち、橋台躯体背面部が盛土の条件の場合において､GIS 情報から盛土周辺の地山を含む地形条件を収集し、路面に生じた異常等との関係性を整理した。

図-5 に、橋軸方向と地山傾斜方向のなす角度に着目した整理結果を示す。今回の分析では、橋軸方向に近い 0～30° の条件と比較して、30° 以上の条件において、大きな段差量が生じる傾向が確認された。

(3)路面に生じた異常と構造条件（盛土高）の関係性

橋台及び橋台躯体背面部の構造条件を GIS 情報や定期点検調書の写真等から判読可能な範囲で収集し、路面に生じた異常と構造条件の関係性を整理した。

図-6 に、橋台躯体背面部が盛土の条件の場合における､GIS 情報等から推定される盛土高に着目した整理結果を示す。今回の分析では、盛土高が高くなるにつれて､大きな段差量が生じる傾向が確認された。中でも、件数は少ないものの､10.5m 以上となる場合の段差量は 300mm を超えるケースが多いことも確認された。

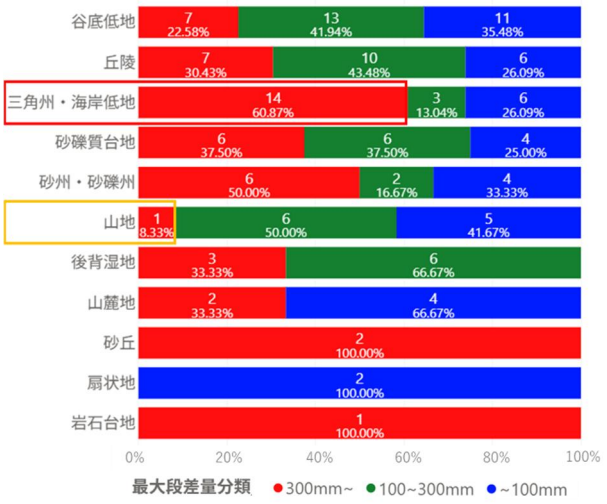


図-4　微地形区分と段差量の関係

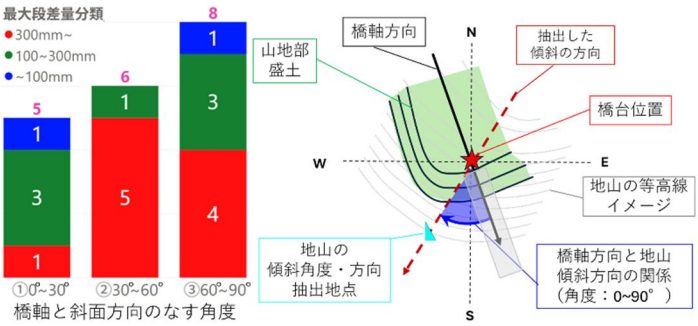
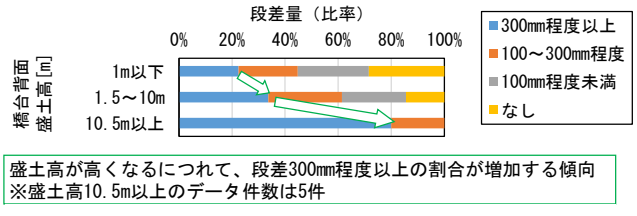


図-5　地形と段差量の関係性



盛土高が高くなるにつれて、段差300mm程度以上の割合が増加する傾向
※盛土高10.5m以上のデータ件数は5件

図-6　盛土高と段差量の関係

［成果の活用］

本成果を踏まえて、橋台及び橋台躯体背面部、橋梁接続区間の性能を適切に評価し、補修や新設の設計を行うための技術資料をとりまとめていく予定である。

参考文献

1）段差走行実験に基づく地震時の道路の性能評価及び交通運用，土木学会地震工学論文集，2007.
2）道路土工構造物技術基準，国土交通省，2025.

８．道路土工構造物（盛土・切土）、
舗装の構造・維持管理・対災害性の高度化

盛土・切土等の要求性能に対応した維持管理手法及び信頼性設計に関する調査検討

Research on management and reliability-design method for required performance of embankment and cut slopes

（研究期間　令和６年度～令和８年度）

道路構造物研究部　道路基盤研究室
Road Structures Department Pavement and Earthworks Division

室長	桑原 正明	主任研究官	道永　光夫
Head	KUWABARA Masaaki	Senior Researcher	MICHINAGA Mitsuo
研究官	雨宮　智久		
Researcher	AMEMIYA Tomohisa		
交流研究員	幸 哲也	交流研究員	玉那覇 聖芽
Guest Research Engineer	YUKI Tetsuya	Guest Research Engineer	TAMANAHA Satomi

According to the "Guideline for Inspection of Earthwork Structures" established in June 2018, road administrators are required to inspect the Road Earthwork structures once every five years.
In this research, we analyzed the results of two types of inspections of embankment and cut slopes, and considered what should be revised in the guideline to enable more efficient maintenance of road earthwork structures.

［研究目的及び経緯］

道路基盤研究室では、盛土・切土等の要求性能に対応した維持管理手法及び性能規定化をテーマに令和６年度から令和９年度にかけて研究を行っている。令和７年度においては道路土工構造物点検の質の向上に関する分析を実施した。

［研究内容］

道路土工構造物技術基準（平成 27 年 3 月）に定められた重要度の高い道路土工構造物のうち、切土高がおおむね 15m 以上の切土又は盛土高がおおむね 10m 以上の盛土、河川隣接区間の盛土及び擁壁は、特定道路土工構造物として平成 30 年度から令和 4 年度の期間で 1 巡目の定期点検が行われ、令和 5 年度から 2 巡目の定期点検が行われているところである。定期点検においては、**表-1** に示すⅠ～Ⅳの判定区分を用いて道路機能への影響を考慮し、健全性の診断を行うこととしている。

表-1　健全性の診断における判定区分

判定区分	判定の内容
Ⅰ 健全	変状はない、もしくは変状があっても対策が必要ない場合（道路の機能に支障が生じていない状態）
Ⅱ 経過観察段階	変状が確認され、変状の進行度合いの観察が一定期間必要な場合（道路の機能に支障が生じていないが、別途、詳細な調査の実施や定期的な観察などの措置が望ましい状態）
Ⅲ 早期措置段階	変状が確認され、かつ次回点検までにさらに進行すると想定されることから構造物の崩壊が予想されるため、できるだけ速やかに措置を講ずることが望ましい場合（道路の機能に支障は生じていないが、次回点検までに支障が生じる可能性があり、できるだけ速やかに措置を講じることが望ましい状態）
Ⅳ 緊急措置段階	変状が著しく、大規模な崩壊に繋がるおそれがあると判断され、緊急的な措置が必要な場合（道路の機能に支障が生じている、又は生じる 可能性が著しく高く、緊急に措置を講ずべき状態）

令和 7 年度時点で既に 2 巡目の定期点検が実施された道路土工構造物を対象として 1 巡目の定期点検結果との比較を実施し、健全性の推移の傾向を整理した。また、令和６年能登半島地震を踏まえた盛土のり面点検（以下、緊急のり面点検）の対象箇所と同一箇所の定期点検結果を比較し、定期点検の健全性診断と緊急のり面点検の結果の関係に着目した整理を行った。これらの整理結果をもとに、定期点検要領における健全性の診断に係る課題点の分析を行った。点検データは 1 巡目点検と 2 巡目点検で判定区分が変化した切土及び盛土 703 件（令和 7 年 10 月 30 日時点）の定期点検結果と、緊急のり面点検の対象盛土かつ定期点検が実施されている盛土 1,355 件の緊急のり面点検結果および定期点検結果のデータを分析に用いた。

(1) 1 巡目点検と 2 巡目点検と判定区分の変化に着目した分析

1 巡目点検時点の健全性が 2 巡目点検時点でどのように推移しているのかを具体に把握するため、1 巡目点検から 2 巡目点検にかけて判定区分が変化した盛土及び切土について、判定区分が変化した原因を整理した（**図-1**）。判定区分が向上した理由としては、対策工の実施や排水路の清掃等の措置によるものや、1 巡目の点検結果から変状に進展性が認められず評価を見直したものが主であった。判定区分が低下した切土及び盛土のうち 80%程度は経年変化によるものであるが、

※本報告は令和６年度当初予算の標記の研究課題を令和７年度に継続して得た結果をまとめたものである。

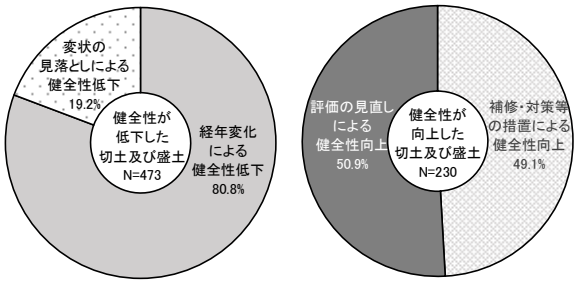


図-1　1 巡目点検から 2 巡目点検への判定区分の変化

20%程度は変状の見落としや切土及び盛土周辺の自然斜面の変状の見落としに起因すると考えられる判定区分の低下であった。また、災害に起因する突発的な変状の悪化による判定区分の低下も確認されたが、1%に満たないごく少数であった。

一部の調書からは、「現道への影響がない」「直ちに支障はない」と明記されているのにも関わらず、施設単体の変状（排水施設の損傷、吹付面の亀裂など）のみを根拠に判定区分を「Ⅱ（経過観察）」や「Ⅲ（早期措置）」に引き上げているケースがみられ、変状の進展性等と道路の機能への影響を踏まえた健全性の診断がなされていない場合があることが明らかになった。

(2) 定期点検の健全性と緊急のり面点検結果の関係

表-2 は最新の定期点検の判定区分と緊急のり面点検の現地踏査結果を比較している。定期点検では湧水に関する記載がなく、緊急のり面点検では湧水が確認された箇所は約 15%であった。これらは、定期点検時の天候条件（晴天続き等）により一時的に湧水が枯渇していたか、あるいはのり尻付近の湿潤状況等の確認が不十分であった可能性が示唆された。令和６年能登半島地震の盛土の被災事例と同様、水の影響は盛土の安定性に直結するため、定期点検においても湧水等の水の影響の確認が十分にできるように推奨される点検時期を示すことの必要性を確認した。

また、定期点検様式の所見欄では集水地形としての記載がなかったにもかかわらず、緊急のり面点検において集水地形と判定された箇所は約 88%であった。緊急のり面点検の対象が沢埋め盛土等に絞られているため集水地形に該当するものが多いのは当然の結果だが、定期点検においては、集水地形というリスクを把握したうえで管理されていなかった可能性があるということが明らかになった。外観に変状がなくとも、地形的に地下水が集まりやすい箇所は潜在的な崩壊リスクが高いため、旧地形図などにより地形を把握しておき、集水地形のような構造的なリスクがあることを点検者が認識するよう誘導するような点検要領へ改定する必要性を確認した。

表-3 は、最新の定期点検の判定区分と緊急のり面点検の簡易現地調査結果を比較している。定期点検で「Ⅰ（健全）」と判定されたが、緊急のり面点検の簡易現地調査結果では、「詳細調査」や「重点監視」が必要な段階であると評価された盛土が確認され、その数は簡易現地調査（Nd 値、水位確認）を実施した盛土のうち約 16%（120 件）であった。集水地形のような構造的なリスクがあるような箇所の盛土の点検では、従来の外観目視中心の点検だけでは、盛土内部の脆弱化や地下水位の上昇がとらえきれていないことを確認した。

表-2　定期点検の判定区分と緊急のり面点検の現地踏査結果の関係

緊急のり面点検結果 ＼ 定期点検の結果	全体件数※1	緊急のり面点検のみで湧水を確認		緊急のり面点検のみで集水地形を確認	
		件数	割合（%）	件数	割合（%）
Ⅰ（健全）	369	46	12.5	349	94.6
Ⅱ（経過観察）	863	145	16.8	800	92.7
Ⅲ（早期措置）	123	22	17.9	118	95.9
計	1,355	213	14.8	1267	87.7

※１現地踏査を実施した全体件数

表-3　定期点検の判定区分と緊急のり面点検の簡易現地調査結果の関係

緊急のり面点検の結果 ＼ 定期点検の結果	全体件数※2	A 詳細調査		B 重点監視		C 措置不要	
		件数	割合（%）	件数	割合（%）	件数	割合（%）
Ⅰ（健全）	168	47	28.0	73	43.5	48	28.6
Ⅱ（経過観察）	507	147	29.0	197	38.9	163	32.1
Ⅲ（早期措置）	66	21	31.8	25	37.9	20	30.3
計	741	215	29.0	295	39.8	231	31.2

※２簡易現地調査を実施した全体件数

［研究成果］

1 巡目点検から 2 巡目点検にかけて判定区分が低下した盛土及び切土を分析した結果、判定区分の低下の 80%程度が経年変化によるものであった一方、20%程度は一巡目点検における変状の見落としによるものであることがわかった。

定期点検の判定区分と緊急のり面点検結果の比較を行った結果、緊急のり面点検でのみ湧水が確認された箇所があること、緊急のり面点検の対象盛土において定期点検では集水地形としてリスクを把握したうえで管理されていない箇所があることなどから、従来の外観目視中心の点検だけでは不十分な可能性があるということが明らかになった。

［成果の活用］

今後も引き続き点検結果の分析を継続し、道路土工構造物点検要領の改定（案）に反映していく予定である。

９．道路の地震防災・減災対策

リモートセンシング技術を活用した
災害時の道路状況把握に関する調査

Study on road disaster investigation utilizing remote sensing technologies

（研究期間　令和４年度～令和９年度）

道路構造物研究部　道路地震防災研究室
Road Structures Department Earthquake Disaster Management Division

室長	岡田　太賀雄	主任研究官	梅原　剛
Head	OKADA Takao	Senior Researcher	UMEBARA Takeshi

When a large-scale disaster occurs, the damage is extensive and widely distributed, and it may take a considerable amount of time to grasp the overall damage situation. Therefore, to rapidly assess damage to road facilities caused by earthquakes, heavy rainfall disasters, and other events, efficient methods for damage assessment using remote sensing technology are being studied.

［研究目的及び経緯］

道路地震防災研究室では地震や豪雨災害等による道路施設等の被災状況の早期覚知及び被害の拡大や二次災害の防止を目的として、災害発生直後に適用可能なSAR 衛星等のリモートセンシング技術の効率的･効果的な活用方法に関する検討を実施している。

昨年度までは､SAR 衛星を用いた撮像画像を解析し道路被災状況調査を実施する際に、各解析手法から抽出可能な道路被災事象やその規模等の整理を実施してきた。土砂災害などの斜面の大規模で面的な被災を把握する場合とは異なり、線上の道路の局所的な変化を捉えることが求められることから､SAR 衛星による画像にその観測特性による画像内の歪みやそれに起因する判読不可能領域（**図-1**）が生じることに対して、その影響をより適切に考慮して解析結果を判読する必要がある。電波照射方向によっては斜面沿いの道路等はその影響を強く受ける可能性が考えられ、被災状況把握にあたり事前にそれらの影響を受けず衛星画像が活用可能な場所であることや可能な場合の照射方向などを把握しておくことが必要である。

本年度は、これらの点を踏まえた道路状況調査での活用方法について検討するために、事前に判読不可能領域のシミュレーションを行う方法について検討を実施した。

［研究内容］

大型 SAR 衛星（L バンド衛星、分解能 3.0m）、小型 SAR 衛星（X バンド衛星、分解能 0.5m）を用いて道路状況調査を実施する場合を想定し、地形、周辺環境、道路諸元等の条件が判読不可能領域に及ぼす影響を把握するために、事前のシミュレーションにおいて利用可能な地形データの違いが及ぼす影響を整理した。車線数（1～4 車線以上）、道路方向（東西、南北）、周辺環境（山間部、沿岸部、都市部）等の異なる路線を選定しシミュレーションを実施した。シミュレーションは、SAR 画像の幾何学的ひずみを特定するための地形視認性評価モデルの中でも広く用いられている「R-index」という評価指標で数値化し、その値を基に判読不可能領域を判定する方法[1]とした。地形等の情報においては、都市部では建物の高さ情報を含む DSM を使用し、地方部/山間部での L バンド衛星想定時には DEM（1m メッシュ）を、X バンド衛星想定時には植生の高さ情報を含む DSM を使用した。また、各路線について、大型 SAR 衛星は太陽同期軌道、小型 SAR 衛星は傾斜軌道を想定し、各々4 方向の電波照射方向に対して、入射角を 25～50 度の 5 度毎に変化させ、シミュレーションを実施した。さらに､シミュレーションで推定した判読不可能領域と SAR 衛星画像及び航空写真を比較し、妥当性の評価を実施するとともに、本結果を踏まえ SAR 衛星を用いた道路状況調査の活用における留意事項について整理した。

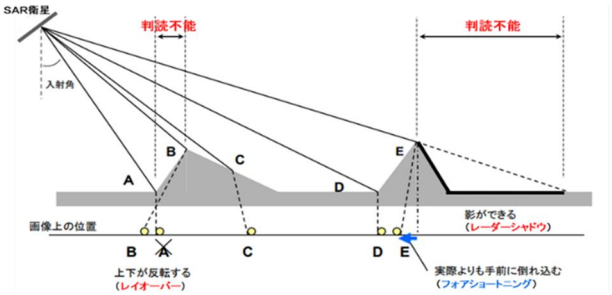


図-1　SAR 衛星画像による判読不可能領域

［研究成果］

シミュレーション結果と SAR 衛星画像及び航空写真を比較した結果を示す。シミュレーション結果の図の黒塗り部は判読不可能領域である。

図-2 に地方部 3 車線の開放道路における大型 SAR 衛星画像の例を示す。**図-2** は道路に平行する方向からの電波照射であることから周辺の植生などの影響を受けず、道路全体が見えていると考えられる条件である。

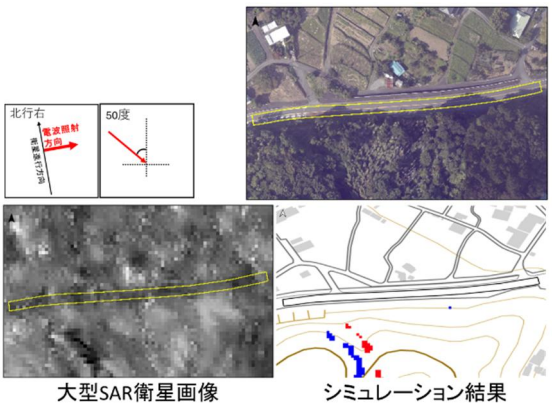


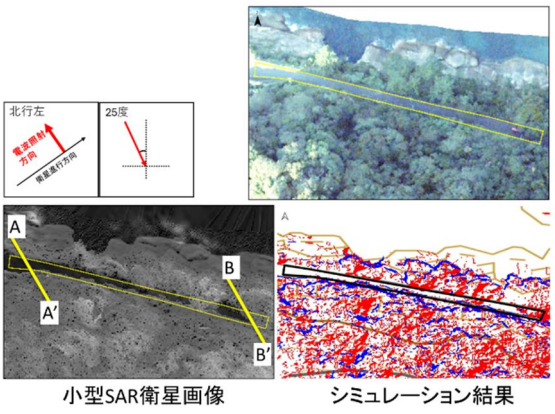
図-2　衛星画像とシミュレーション結果の比較
【地方部 3 車線開放道路、北行右 50 度】

シミュレーションでは道路上の判読不可能領域がない結果となっている。一方、衛星画像では、道路は本来、反射が低く画像上、黒く映るはずが、白い部分も散見される。分解能が 3m であることから周辺環境の影響を受けていると考えられる。周辺状況と道路面との境界が不明瞭であり、道路上に被災が生じているかどうかの判断が困難である。判読不可能領域が生じない撮像条件であっても、大型 SAR 衛星の強度画像のみでは道路状況調査の実施は困難であることが見てとれる。

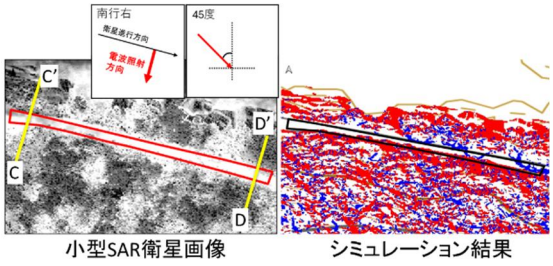
図-3 に地方沿岸部 1 車線道路における小型 SAR 衛星画像の例を示す。(a) は斜面背後からの照射であることから、道路南側のレイオーバーの影響が少ない条件であり衛星画像では一部の植生の反射が道路域にも現れている。また、シミュレーションでも道路上には植生の影響を受けた判読不可能領域はあるものの道路域の状況を再現できている。一方、(b) は道路に正対する方向からの電波照射であり、道路南側は崖のように垂直になっているため、衛星画像ではレイオーバーの影響を受け、道路全体が白く映っている。しかしながら、シミュレーションでは道路上のレイオーバーの影響を再現できていないことがわかる。このように R-index を用いたシミュレーションでは、建物や急斜面の倒れ込みが道路域に及ぶ影響については十分に再現できないことが確認された。

そこで、代表的な区間において電波照射方向に合わせた地形断面図を確認し、判読不可能領域が発生する地形および観測条件の確認を行った。**図-4** では、**図-3** に示す 4 断面を設定し、DSM、DEM、道路域を示した断面図に対して、衛星の電波照射のイメージを模した補助線（点線）を図示し、断面図内の障害物に実線がかかる場合はレーダーシャドウ、点線がかかる場合はレイオーバーとして整理した。**図-4** より、B 断面では実線及び補助線が DSM 線にかかり、道路上の植生の影響を受けている状況が、C、D 断面では補助線が DSM や DEM 線にかかり、急峻な斜面において倒れこみが発生している状況が見てとれ、衛星画像とも一致する。

以上より、SAR 衛星を用いた道路状況調査の活用にお



(a)　撮像条件：北行左 25 度



(b)　撮像条件：南行右 45 度

図-3　衛星画像とシミュレーション結果の比較
【地方沿岸部 1 車線道路】

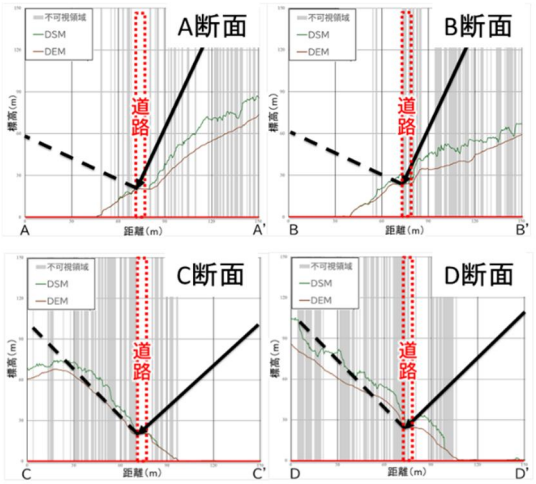


図-4　衛星画像と断面図の比較【地方沿岸部 1 車線】

いて、大型衛星を用いた道路状況の確認には限界があること、小型衛星を用いた判読不可能領域の事前のシミュレーションでは急峻な斜面や建物から倒れ込むレイオーバーの影響が再現できず過小となるため精度の向上を図る必要があることが分かった。一方で、主要な代表箇所では地形断面図を用いて判読不可能領域の事前の確認が可能であることが確認できた。

［成果の活用］

今後は衛星画像を蓄積していくとともに、多くの事例検証を実施し整理して、SAR 衛星を用いた道路状況調査手法（案）としてとりまとめる予定である。

［参考文献］

1) A Ren, T. et al.: An Improved R-Index Model for Terrain Visibility Analysis for Landslide Monitoring with InSAR, Remote Sensing, 13(10), 1938, 2021.

道路リスクアセスメントの活用方策に関する調査

Research on road management using road risk assessment

（研究期間　令和５年度～令和７年度）

道路構造物研究部　道路地震防災研究室	室　　長	岡田　太賀雄
Road Structures Department	Head	OKADA Takao
Earthquake Disaster Management Division	主任研究官	尾崎　悠太
	Senior Researcher	OZAKI Yuta
	研　究　官	明石　晴香
	Researcher	Akashi Haruka

Guidelines for Road Risk Assessment against Natural Disasters were tentatively compiled. In this study, we researched methods for efficiently collecting data such as the structural specification and shapes of road structures in order to efficiently conduct evaluations based on guidelines.

［研究目的及び経緯］

近年、我が国では大規模な地震や集中的な豪雨といった大規模災害が激甚化かつ頻発している。これらの大規模災害に対し、国土交通省では、発災後、1 日以内の緊急車両の通行の確保､1 週間以内の一般車両の通行の確保を目標に掲げ、災害に対して強靭な道路ネットワーク整備の加速化・深化を推進している。強靭な道路ネットワークの整備に向けては、道路ネットワークや道路構造物の耐災害性能を把握し、効率的に対策を実施していく必要がある。

国土技術政策総合研究所では、道路構造物の耐災害性能に着目した道路ネットワークの通行規制リスクを評価する手法に関する研究を行い､その成果として「道路リスクアセスメント要領（案）」（以下､「要領（案）」という。）の原案をとりまとめた。令和 4 年 3 月には第 16 回道路技術小委員会にて議論され、実装に向けて試行を行うとともに、効率的に実施できるようにリスク評価に必要なデータの連係を進めることとされている。

この要領（案）によるリスク評価には、橋梁や土工構造物等の道路構造物の設計基準や形状等の諸元、点検結果や自然斜面の形状等から道路構造物の被災リスクを評価し、道路ネットワークのリスクを評価するものである。これら道路構造物の諸元や自然斜面の形状等に関するデータは、踏査結果や施設台帳等の既存資料から入手することができるが、必ずしも全てがそろっているわけではなく、また多くはデータ連係が困難な PDF 等の資料であり､膨大なデータを効率的に扱い評価を行うことが困難な状況である。そこで､本研究では、要領（案）に基づくリスク評価を効率的に実施することを目的に、道路台帳の作成等のために別途収集された MMS データや、国土地理院が提供する数値標高モデル（以下､「DEM」という。）を利用したデータ収集方法の適用可能性について検証した。

［研究内容］

MMS データや、DEM を使用し、土工構造物の諸元及び自然斜面の形状計測を試行した。計測した項目は、要領（案）に基づくリスク評価を行う際に必要となる項目である盛土・切土の高さ及びのり面勾配等とし、のり面高さや勾配が異なる計 50 断面程度で試行した。

MMS データを利用する際は､データ処理を効率的に実施する観点から、点群をサンプリングし点群密度を下げて処理を行う方法が採用される場合がある。本研究では、サンプリングの影響を確認するため、点群データをランダムにサンプリングし、同じ断面で異なる点群密度となるデータで計測し、その結果を比較した。DEM は、干渉合成開口レーダー等による測量結果を基に、橋梁等の構造物を除去し、1m 又は 5m 四方のメッシュの重心の地表面の標高として整理したデータである。ここでは、1m メッシュ及び 5m メッシュの両方で整理した DEM を用いて、データ計測を試行した。

それぞれの計測結果について、レーザープロファイラ等により詳細に計測した盛土・切土の高さとのり面勾配（以下､「実高さ」「実勾配」という。）との差分を計測誤差として整理し、適用可能性について検証した。

なお､MMS データの場合、盛土自体が路面の下方にあるために MMS の構造上、盛土部の点群データが取得できない場合が多い。今回の試行では、盛土構造部 15 断面中 10 断面では盛土部のデータの取得ができていなかった。また､MMS データについては、のり面上に樹木等が存在する場合には、樹木で遮られることによりのり面を示す点群データが取得できない状況が多く見られたため､そのような樹木等によりデータ（点群）が取得できていない断面以外で計測を行った。

［研究成果］

図 1 に MMS データで計測した盛土及び切土の高さの計測誤差について、点群密度との関係を示す。高さは

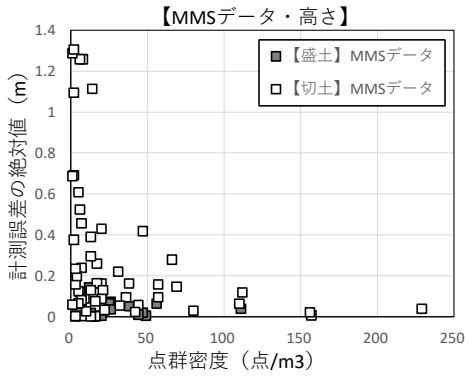


図１　盛土・切土高さの計測結果(MMS データ)

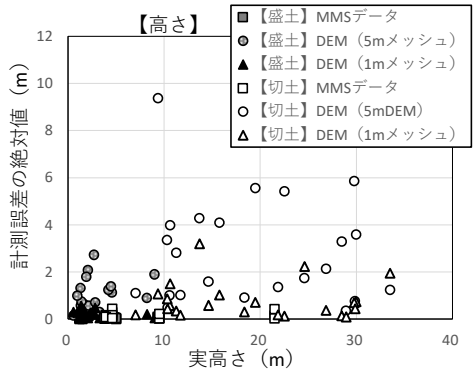


図２　盛土・切土高さの計測結果

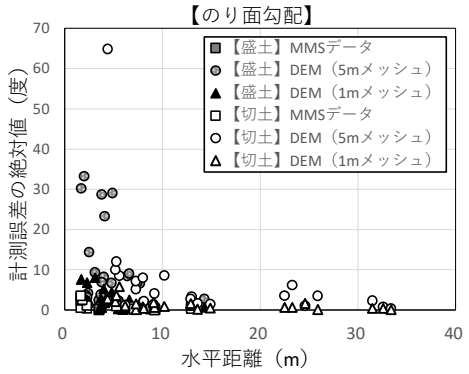


図３　のり面勾配の計測結果(水平距離との関係)

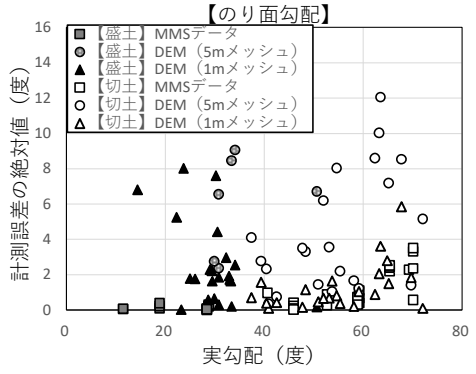


図４　のり面勾配の計測結果(実勾配との関係)

のり尻とのり肩の標高差から算出し、点群密度は標高差の算出に使用したのり尻とのり肩の位置で MMS データから算出した点群密度のうち、小さい方とした。点群密度が小さくなるにつれ、計測精度が低くなる傾向が見られたものの、点群密度 20 点/m^3 以上では±0.5m 程度の範囲内で計測することができていた。

MMS データは、路面との位置関係、樹木等の遮蔽物により、データ取得できない場合もあるものの、取得できた場合は、少ない誤差で計測ができる。ただし、サンプリング等により点群密度を下げる場合は、誤差が大きくなる可能性があるため留意が必要である。

以降、MMS データは誤差が±0.5m 程度以下となる点群密度 20 点/m^3 以上の計測結果を対象とした。

図 2 に盛土及び切土の高さの計測誤差について示す。盛土及び切土の実高さによらず、5m メッシュの DEM による計測結果は計測誤差が大きいケースが多く、1m メッシュの DEM による計測結果も比較的大きい計測誤差のケースも存在した。MMS データによる計測結果は、DEM と比較して誤差は小さい傾向にあった。

図 3 に盛土及び切土ののり面勾配の計測誤差と水平距離との関係を示す。5m メッシュの DEM による計測結果は計測誤差が大きいケースが多く、1m メッシュの DEM による計測結果も比較的大きい計測誤差のケースも存在した。DEM についてはどちらのメッシュであっても、高さによらず誤差が大きかったことから、水平距離が小さくなるにつれて、その誤差も大きくなる傾向が見られた。また、5m メッシュの DEM による水平距離 5m 以下の場合の計測では、特に誤差が大きかった。これは、メッシュ幅よりも小さい水平距離であるとともにのり肩側が擁壁などの場合、高さが低く変化したことによる。このような断面形状が急変する場合は 5m メッシュでは大きな誤差が生じることがわかる。一方、MMS データの計測結果は、DEM と比較して誤差は小さい傾向にあった。

図 4 に盛土及び切土ののり面勾配の計測誤差と実勾配との関係を示す。なお、図 3 で特に誤差の大きかった 5m メッシュの DEM による水平距離 5m 以下の計測結果は除外した。5m メッシュの DEM による計測結果は計測誤差が大きいケースが多い。1m メッシュの DEM の計測結果も計測誤差が大きくなるケースも見られたが、概ね±10 度以内の誤差に収まっている。MMS データの計測は、より小さい±5 度以内の誤差に収まっている。

これらの結果からは、点群密度が確保できれば MMS データによる計測は実高さ実勾配ともに誤差が少ないこと、また、DEM については水平距離 5m 以下の場合には 5m メッシュではそもそも計測が困難な断面があることや 1m メッシュでは実高さに誤差はあるものの、実勾配については比較的誤差が小さいことがわかる。

［成果の活用］

道路リスクアセスメント要領（案）の実装に向けたデータ取得方法として反映するため、今後は、それぞれのデータ取得方法の適用範囲等を整理し、これらのデータを組み合わせ、効率よくデータ収集する手法を引き続き検討する。

道路構造物の耐震照査法の信頼性向上に関する調査

Study on reliability improvement of seismic verification methods for road structures

（研究期間　令和６年度～令和 10 年度）

道路構造物研究部　道路地震防災研究室	室　　長	岡田　太賀雄
Road Structures Department	Head	OKADA Takao
Earthquake Disaster Management Division	研　究　官	若井　淳
	Researcher	WAKAI Atsushi

This study aims to improve the reliability of the dynamic seismic verification method for highway bridges, focusing on the damping parameters of its analytical model, for which no established basis for setting currently exists. The vibration characteristics of an entire bridge system identified from seismic observation records were compared with the eigenvalue analysis results of the design-stage numerical model, and the causes of the discrepancy between them were examined.

［研究目的及び経緯］

道路構造物の耐震設計法の合理化・高度化を行うためには、地震の影響による構造物の動的な影響を適切に考慮する必要がある。道路橋の耐震設計では、慣性力の影響を考慮するために、橋を設計振動単位に分割し、時刻歴応答解析により応答を算出する方法が一般的に用いられる。このとき、橋を構成する各部材の質量分布、剛性分布を設定し、下部構造の基礎部に加速度波形を入力することとし、基礎部の境界条件となる周辺地盤を考慮した水平、鉛直、回転バネで支持する方法でモデル化することが標準である。また、部材毎には部材内部の粘性減衰等を考慮するための減衰定数をそれぞれ設定し、基礎部については、逸散減衰、入力損失等の構造物と地盤の動的相互作用の影響も加味して地盤条件や基礎形式に応じて減衰定数を設定する方法が用いられているものの、どのような値を設定すればよいかについての標準的な考え方はない。こうした背景から、国土技術政策総合研究所では、地盤－橋梁構造全体系を対象とした多点振動観測システムを構築し、実橋梁における観測を継続的に実施している。

本検討では、実橋梁の観測記録に基づくシステム同定によって得られた橋梁全体系の振動特性を、設計段階で用いた動的解析モデルの復元版の固有値解析結果と比較し、両者の相違点についてその要因を推定した。なお、道路橋の耐震設計に用いる解析モデルでは基礎及び周辺地盤の影響を集約した地盤ばねとしてモデル化し、その位置に加速度波形を入力しているため、比較対象とするシステム同定結果は、地表記録を入力とし、橋梁全体系の応答を出力とした同定結果とする。また、基礎・地盤部が振動特性に及ぼす影響を把握するために、地表記録を入力した結果と橋脚基礎部を入力とした結果と比較した。

［研究内容］

本研究で対象とする橋梁は、2 連の 4 径間連続非合成鋼箱桁橋であり、全長は 470.7 m である。支承には積層ゴム支承が採用されており、地震時には水平力分散構造として機能する構造系となっている。また、道路橋示方書・同解説の地盤種別で I 種地盤に分類される地盤上に架設されている。

解析には、2022 年 3 月 16 日に発生した福島県沖の地震（Mj7.4、震源深さ 57 km）において取得された強震観測記録を用いた。対象橋梁の架設位置における地震動強さ指標は、震度 4、地表最大加速度 246 cm/s/s である。（**図-1**）。本橋梁では 1 連分の上部構造（橋長 234.5m）と橋脚が一体的に挙動する一つの設計振動単位を構成しており、その動的挙動を把握するため、上部構造（主桁）・橋脚上部・橋脚基部に合計 9 箇所に加速度計が配置されている。これらに加え、地盤の地震動特性を把握するため、近傍地盤についても地表および地中に各 1 点が設置されている（**図-2**）。

これらの観測記録に基づき、対象橋梁の振動特性（固有振動数、減衰特性、振動モード）を同定した。振動特性の推定にはシステム同定法を適用し、観測データの入力信号および出力信号から状態空間モデルを構築することで、観測記録から直接的に動的特性を抽出した。

比較対象は、設計時の動的解析モデルを 3 次元で復元したモデルとし、固有値解析を実施した。設計モデルでは、橋脚に 7%，ゴム支承に 2%，基礎・地盤バネには地震時の剛性低下等を考慮して 25%の減衰定数を与えている。ただし、同定解析結果と固有値解析から

得られた振動数には大きな差異が生じた。入力された地震動の大きさが十分ではなく、実際には水平力分散構造としての機能が得られず支承部で大きな振幅が生じていない可能性があることから、上部構造／橋脚上部の加速度フーリエスペクトル比のピーク振動数に基づいて、支承の剛性を変更することとした。

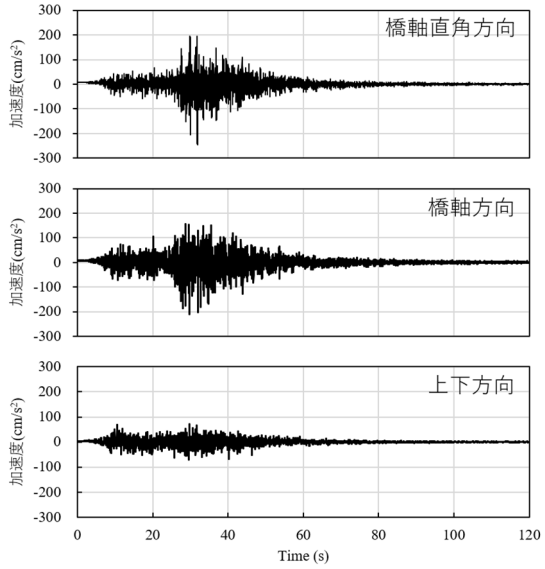


図-1　観測された加速度記録（図-2 に示す観測点 1）

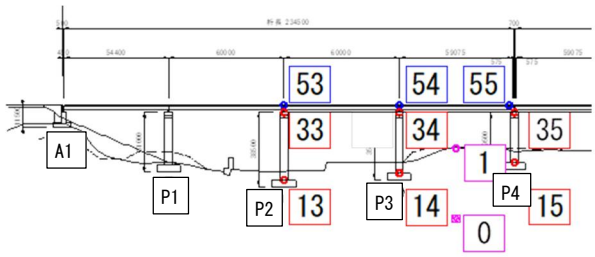


図-2　加速度センサーの配置

［研究成果］

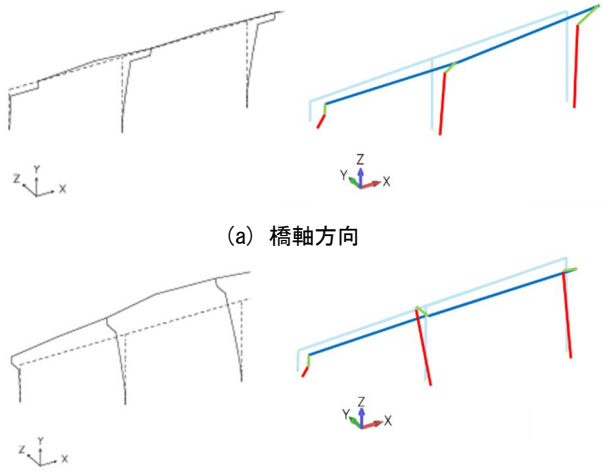
表-1 に、設計時の動的解析モデルによる固有値解析結果と、地表入力・全体系出力の条件で得られたシステム同定結果との比較を示す。また、**図-3** に得られた 1 次の振動モードの比較を示す。

設計モデルであるケース①と比較対象となる②を比べると概ね固有振動数や振動モードは再現できているが、減衰定数には差がある。設計モデルではゴム支承が支配的に振動するモードであり、その減衰定数に比較的近い値が得られているのに対して、入力される地震動が大きくなく、実際にはゴム支承に大きな振幅が得られていないことから、設計値よりも小さな減衰定数になったと考えられる。

また、同定解析において、橋脚基部の観測加速度を入力としたケース③と②を比べると、橋軸方向、橋軸直角方向いずれも、同じモード形状であり固有振動数は同程度であった。地盤条件がⅠ種地盤であり、地盤の剛性が橋と比べると相対的に高く、橋の振動特性には大きな影響がなかった可能性が考えられる。減衰定数については、ケース③の方が大きかった。橋の振動特性の評価に地盤の影響を排除した結果と比較することで、基礎・地盤が減衰定数に及ぼす影響を評価することを目的としたものの、基礎地盤がないモデルの方が、減衰定数が大きくなった。地盤による入力損失や逸散減衰の影響がない方が減衰定数は小さくなると考えられたが、逆の結果となった。地盤や橋が振動した結果としての橋脚基部の応答を入力とした加速度波形であったことから、それらの相互作用の影響が加味された入力であったため、基礎・地盤の影響を分離して評価することは困難であったと考えられる。

表-1　固有値解析結果とシステム同定結果の振動特性の比較

ケース		振動方向	固有振動数(Hz)	減衰定数(%)
①	固有値解析結果	橋軸	1.10	2.98
		橋軸直角	2.14	2.52
②	システム同定結果（地表）	橋軸	1.14	0.80
		橋軸直角	2.43	0.86
③	システム同定結果（橋脚基部）	橋軸	1.21	4.19
		橋軸直角	2.7	2.09



(a) 橋軸方向

(b) 橋軸直角方向

図-3　固有値解析結果（左）とシステム同定結果（右）のモード形状の比較．右側について，変形前は全体を水色で，変形後は橋脚を赤色，支承を緑色，桁部を青色で表示．

［成果の活用］

今後、異なる構造形式・地盤種別についても同様の比較を進め、動的解析モデルの諸元設定の妥当性を検証することで、道路橋の動的耐震照査法の信頼性向上を図る予定である。

CAN データの活用による災害時の道路状況推定に関する調査

Research on estimation of damaged road after disasters by using Controller Area Network data.

（研究期間　令和６年度～令和７年度）

道路構造物研究部　道路地震防災研究室	室　　長	岡田　太賀雄
Road Structures Department	Head	OKADA Takao
Earthquake Disaster Management Division	主任研究官	尾崎　悠太
	Senior Researcher	OZAKI Yuta
	研　究　官	明石　晴香
	Researcher	AKASHI Haruka

The purpose of this research is to consider the estimation method of damaged road after disasters by using probe data such as controller area network data and ETC2.0 probe information. In this year, the NILIM collected and reviewed thesis related the detection of road traffic conditions after disasters by using probe data, and analyzed detection of cases that roads are closed due to disasters by using ETC2.0 probe information.

［研究目的及び経緯］

近年、我が国では大規模な地震や集中的な豪雨といった大規模災害が激甚化かつ頻発している。国土交通省ではこれらの災害に対し強靭な道路ネットワーク整備の加速化・深化を推進している。

道路管理者による災害発生後の被災状況収集手段としては、現地確認や CCTV がある。一方、災害直後に入手可能な情報には、ETC2.0 プローブ情報がある。この他、自動車メーカ等で販売している車両には、車両位置、タイヤの回転や車両加速度等といった車両の動作に関わる数多くの情報が車両内部の Controller Area Network（以下、「CAN」という）に収集された CAN データと呼ばれるデータも収集されている。ETC2.0 プローブ情報など、個々の自動車から得られる情報は、広域かつ多量なデータを収集できるものであり、災害時の情報として収集が可能であるが、被災状況を把握するなど、災害時に道路管理者を支援するための情報としての活用方法は整理されていない。

そこで本研究では、ETC2.0 プローブ情報や CAN データ等の自動車に設置された車載器から収集したデータについて、これらを活用した災害時等における情報収集に関する事例や研究を収集するとともに、ETC2.0 プローブ情報を利用した被災箇所における交通状況分析を行い、交通障害の状況から被災箇所やその被害状況が推定できるかどうか検討を行った。

［研究内容］

(1) プローブデータ等を利用した交通状況等の情報収集に関する事例、研究の収集

プローブデータを活用した災害時等における情報収集に関する事例や研究の収集を行った。災害発生後の情報収集は、可能な限り広域にかつ即時的に情報を収集することが重要である。加えて、道路構造物の被害状況やそれに伴う交通障害の程度や、啓開や復旧の困難さが把握できる情報が得られると、その後の現地調査、道路啓開に役立てることができる。そこで、広域かつ即時的な情報収集が可能なものに加え、道路構造物や交通障害の程度（通行不可、一部通行不可、段差・凹凸等）が把握できる可能性のあるものについて、実際の活用事例や検討事例について収集を行った。

(2) ETC2.0 プローブ情報による災害前後の交通状況変化の分析

ETC2.0 プローブ情報で、交通障害の状況や道路構造物の被害状況等が広域的に把握できるかを検証するため、令和 6 年 1 月 1 日 16 時 10 分に発生した令和 6 年能登半島地震を対象に、地震発生前後のデータ収集状況等について比較を行った。データの比較は、能登半島全域を 100m メッシュに分割し、地震発生前後 1 時間の各メッシュでの走行履歴データと道路の被害状況について比較し、走行履歴の増減から交通機能が喪失するような大規模な被災の有無の確認が可能かや交通機能は喪失していないものの通行に影響を及ぼすような被災の有無の確認が可能か整理した。

［研究成果］

(1)　プローブデータ等を利用した交通状況等の情報収集に関する事例、研究の収集

a. プローブデータ

車両に設置されているセンサから収集する位置情報、速度、加速度等のデータであり、ETC2.0 プローブ情報やカーナビ等から収集するものである。プローブデータの多くは、多くの車両から、広域かつ即時的にデータ収集することが可能であり、その特徴を生かし、すでに災害直後に通行可能な道路を示す情報（通れたマップ）として使用されている。

b. ドライブレコーダデータ

ドライブレコーダデータは、車両に一定以上の加速度等が発生した際に、その瞬間の画像や前後数秒の車両前方の映像等を記録するシステムである。収集した映像を解析し、舗装のひび割れやポットホールの検知、加速度分析による IRI（平坦性）推定等への実装や、それに向けた検討がされている。

映像が収集できることから、道路構造物の被害状況や交通障害の程度等の把握も可能と考えられる。

現在使用されている多くのドライブレコーダは、個人で所有されているもののため、広くデータを収集することは困難であるが、車両が撮影した映像を随時クラウドへ自動送信することができるものも実装され始めている。

(2) ETC2.0 プローブ情報による災害前後の交通状況変化の分析

図-1 に能登半島全域において地震発生後 1 時間に収集された走行履歴データの数を 100m メッシュ毎に集計した結果を、道路の被害箇所と併せて示す。被害の大きかった能越自動車道等で、走行履歴データ数が 0 となるメッシュが連続しており、被害のある箇所を絞り込むためのデータとして活用できる可能性がある。一方で、道路の被害箇所が無い路線でも走行履歴データ数が連続して 0 となっており、他の理由による場合も含まれることから、走行履歴数が 0 かどうかだけでは被害箇所の推定はできないことがわかる。

図-2 に、構造物の被害があったメッシュを対象に地震前後の走行履歴数を示す。地震後、多くの箇所で走行履歴数が 0 となっていたものの、走行履歴データ数が増加または微減の箇所がみられた。当該箇所を詳細に確認すると、立体交差の箇所が多くみられ、被害のあった高架部を回避しランプ部を走行している状況（高架部の走行が 0 になり、ランプ部が増加）が見られた。立体交差の箇所は、高架部とランプ部を区分して走行履歴データ数を確認することで被災箇所を推定できる可能性がある。また、橋梁の支承部に損傷があるものの、ドライバーから明確に確認できる路面の段差等がなく走行している例も見られた。走行履歴データ数のみでは被災箇所を見逃す可能性があるため留意が必要である。

図-3 に、この地震で被害が多く、被災後の通行可否が記録として残っている土工構造物に着目し、被害があったメッシュを対象に地震前後の走行履歴データ数を示す。土工構造物の被害のあったメッシュは、通行可能な△や●でも、1 メッシュを除き走行履歴データ数が 0 となっていた。被災による通行可否の違いを走行履歴データ数のみで把握することは困難と考えられる。

以上の結果からは、被災箇所の把握にあたり、ETC2.0 プローブ情報によって概略を把握できる可能性はあるものの、ドライブレコーダで収集される映像情報等の他の情報と組み合わせる必要があると考えられる。また、橋梁については、路面では大きな変状が生じず、構造部材の損傷を見逃す可能性があるため、個別に判断する必要がある。

［成果の活用］

大規模災害発生時における道路状況把握手法の検討における基礎資料として活用していく予定である。

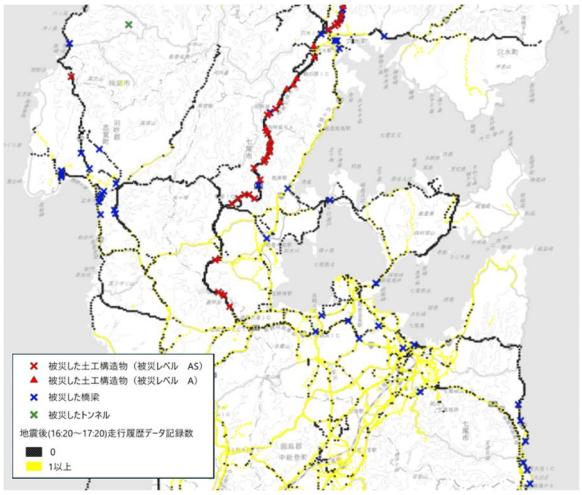


図-1　地震発生後 1 時間における走行履歴データ数

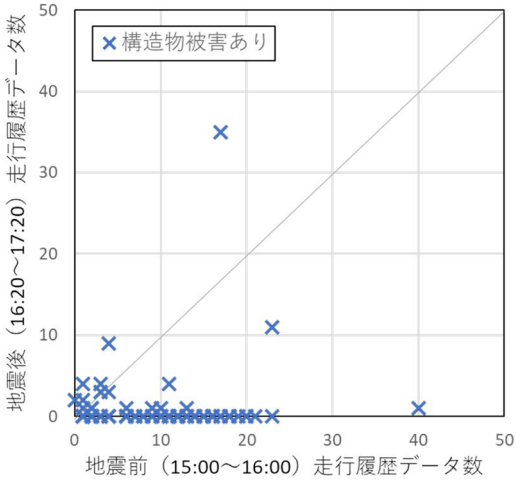


図-2　地震発生前後の各メッシュの走行履歴データ数

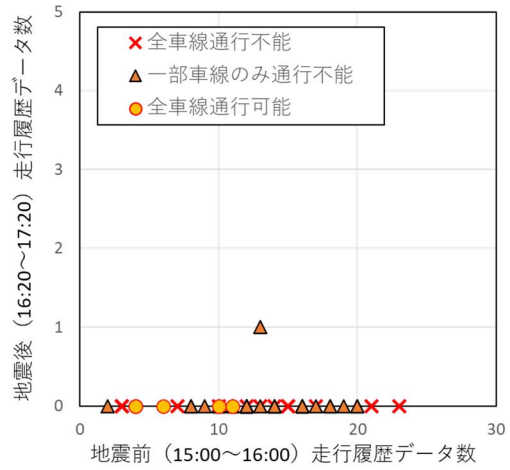


図-3　土工構造物の被害の大きさと地震発生前後の各メッシュの走行履歴データ数

地域連携道路事業費

５．施策提案（基礎的基盤的研究 等）

土木工事における施工・監督・検査等の最適化に向けた検査技術に関する調査

Research on inspection technology to optimize construction, supervision, inspection, etc. of civil engineering works

（研究期間　令和６年度～令和８年度）

社会資本マネジメント研究センター社会資本システム研究室
Research Center For Infrastructure Management,
Construction and Maintenance Systems Division

室長	堤　達也	主任研究官	櫻井　真
Head	TSUTSUMI　Tatsuya	Senior Researcher	SAKURAI　Makoto
特任研究官	市村　靖光	研究官	大谷　周
Special Researcher	ICHIMURA Yasumitsu	Researcher	OOTANI Amane

To streamline quality control, we investigated whether it was possible to reduce the labor involved in redundant tests and inspections of ready-mixed concrete, which are performed at each stage of the concrete construction process. We also collected and compiled a list of new technologies that can improve concrete quality control.

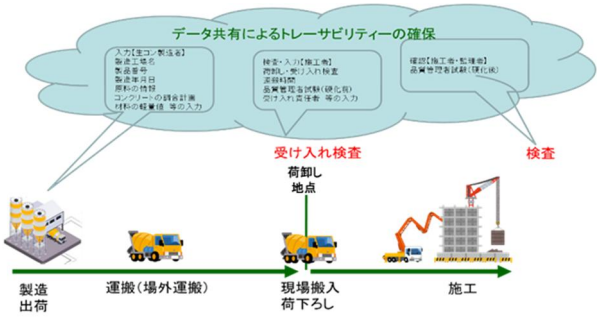
［研究目的及び経緯］

工事受発注者双方の人員不足の状況下でも工事品質を確保するとともに働き方改革を実現するために、建設生産プロセスの各場面において生産性向上のための効率化が求められている。

本研究では、これまでにコンクリート工に関する品質管理方法について、発注者や施工業者等への意見聴取を踏まえて最適化の可能性を検討してきた。

［研究内容］

本研究では、コンクリート工の施工プロセス（**図－１**）における各段階において実施されているレディーミクストコンクリート（以下、「生コン」という）の各種試験・検査の項目について、品質管理を効率化することを目的として、重複する試験の省力化が可能であるか検討を行った。また、コンクリート工の品質管理を実施することができる新技術等の情報を収集整理して一覧表にとりまとめた。



図－１　コンクリート工の施工プロセス

［研究成果］

(1)　プラントと荷卸し時の品質管理

生コンの品質管理は、製造するプラントにおける製品検査と施工者が荷卸し時に行う受入検査に大別され、その試験項目のうち、強度と塩化物含有量については、両者ともにそれぞれの規定に基づいて実施されている（**表－１**）。

表－１　生コン品質管理基準のための試験・検査

	プラントの製品検査		施工者の受入検査
項目	JIS A 5308		土木工事施工管理基準（案） 品質管理基準及び規格値（案）
	5. 品質	11. 検査	
強度	荷卸し地点において、想定する条件を満足しなければならない。	強度の検査における供試体は、工場出荷時に運搬車から採取した試料で作成してもよい。	荷卸し時または、プラント出荷時に運搬車から採取した試料
塩化物含有量		塩化物含有量の検査は、プラント出荷時でも、荷卸し地点での所定の条件を満足するので、プラント出荷時に行ってもよい。	検査は、原則としてコンクリート打設場所で行う。 ただし、監督職員が立ち会う場合は工場で行うことができる。
スランプ		---	荷卸し時
空気量		---	荷卸し時
単位水量	---	---	荷卸し地点

これらの品質管理結果を収集するため、直轄工事においてコンクリート工を施工している工事から調査対象工事（27 工事）を抽出して、品質管理結果の提供依頼を行った。

表－２　依頼先と資料

依頼先	資　料
施工会社	荷卸し時の受入検査結果
生コン製造会社	コンクリート製品検査表
工事発注者	工事報告書

(2)　品質管理データの分析

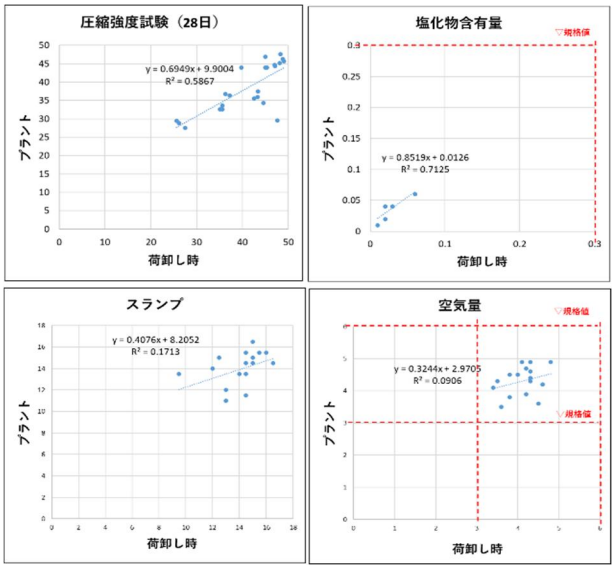
施工者は製品の検査として、荷卸し時に品質管理を実施しているが、プラントでは、JIS に規定されている管理のみを実施している。また、単位水量につ

いては、JIS には規定されていないため、工場での管理データを取得することが出来なかった。

表－３　収集データの内訳

工　種	工事件数	データ数				摘要
		強度	塩化物含有量	スランプ	空気量	
橋梁上部	1	8	5	8	8	
カルバート工	1	5		5	5	
トンネル覆工	2	8	2	2	2	
堰工	1	2		2	2	

プラントにおける検査結果と荷卸し時の受け入れ検査結果の相関を分析した結果、データを取得できた４つの品質管理項目のうち、強度と塩化物含有量については、統計的に正の線形関係が確認出来たが、スランプと空気量については確認出来なかった。



図－２　データ分析結果

スランプと空気量は、運搬時間の経過に伴い減少する品質変化が生じると考えられ、運搬時間でのグループ分けをするデータが不足していたほか、コンクリート用混和剤の影響も考えられることから、引き続きデータを取得して分析を行う必要があると考えられる。

(3)　認定工場の活用を踏まえた効率化案

JIS 工場※1および㊎工場※2では、品質を確保出来る仕組みが確立されていることと（2）での分析結果を踏まえ、これらの工場で製造された生コンについて、プラント出荷時の検査結果をもって荷卸し時の受け入れ検査とする置き換えを想定した効率化案を整理（**表－４**）し、関係機関にヒアリングを実施して課題整理を行った（**表－５**）。

※1　JIS マーク表示認証商品を製造している工場

※2　技術者（コンクリート主任技士等）が常駐しており、配合設計及び品質管理等を適切に実施出来る工場

表－４　効率化案

項目	内容	具体案
1 品質管理	1 圧縮（曲げ）強度試験、塩化物総量規制の試験	プラントでの製品検査結果を活用し、荷卸し時の試験を省略。
	2 スランプ試験	品質管理項目から除外（スランプはコンクリート打設作業の難易と効率、ワーカビリティー を調べる指標であるため「施工管理項目」とする）
	3 単位水量測定	JASS5（日本建築学会発行鉄筋コンクリート工事標準仕様書）を参考に配合計画書、納入書、製造記録で確認。
2 情報共有	4 各種品質管理証明書類等の情報	クラウド上で共有。
3 新技術の活用	5 新しい技術による品質管理・試験の代替	撮影画像を解析もしくはAI判定などによりコンクリートのスランプ全数計測を可とする。

表－５　ヒアリングでの主な意見を踏まえた課題

項目-内容	主な意見を踏まえた課題	製造者	施工者
1 － 1	・プラントでの検査は代表的な配合で行う事が一般的であり、受入検査の代用とすることは困難。	●	
	・施工者から過度な要求を求められることに対する懸念。	●	
1 － 2	・ＩＣＴ技術等の活用による規格値外れの頻発に伴う返品・廃棄の増加を懸念。	●	
	・運搬時間や外気温の影響によりスランプ低下が発生した場合に、施工者による流動化剤の後添加に関するルール作りが必要。	●	
1 － 3	・現場で実施する制度の低い試験結果で返品されることに違和感がある。	●	
	・納入書や計量記録による代替は、設備投資が必要。	●	
2 － 4	・セキュリティと改ざん防止に懸念。	●	
	・システム導入にはコストがかかる。	●	
	・統一的なシステムにならないと普及が進まない（メリットが薄い）。	●	●
3 － 5	・機器の公的認証や厳密な公正が必要になり、負担が大きい。		●
	・全数検査による廃棄ロス増加の懸念。		●
	・出荷時と到着時での検査結果の違いによる責任の所在が不明確になる。	●	
	・新しい技術を既存の規格値に当てはめず、新たな管理基準が必要。		●

製造者からは、強度試験等の品質管理項目の省略は困難との意見があった。施工者からは、新技術の活用において検査精度や管理基準の意見があった。

(4)　品質管理の新技術レビュー

生コンの品質管理の効率化に適用出来る新技術を調査し、技術情報の整理を行った（**表－６**）。

表－６　生コン品質管理の新技術

種別	試験区分	試験内容・材料等	技術数
材料	その他	骨材のふるい分け試験	3
製造（プラント）	その他	細骨材の表面水率試験	1
施工	必須	単位水量測定	3
施工	必須	スランプ試験	6
施工	必須	空気量測定	2
施工後試験	必須	ひび割れ調査	7
施工後試験	必須	強度測定	9
－	－	打設管理	13
－	－	非破壊試験、調査	6
－	－	温度管理	1
－	－	材料（膨張材）	1
合計			52

(5)　まとめ

今年度の調査においては、収集することが出来たデータ数が少なかったため、次年度以降もさらにデータを収集して分析の精度を向上させる必要がある。

［成果の活用］

今年度の調査結果を踏まえ、精度を向上させるために引き続きデータの収集と検討を行い、施工管理基準に反映する予定である。

土木工事の生産性向上に向けた
効率的な積算体系の運用を実現する検討調査

A study to realize the operation of an efficient cost estimation system to improve the productivity of civil engineering work

（研究期間　令和６年度～令和７年度）

社会資本マネジメント研究センター　社会資本システム研究室
Research Center For Infrastructure Management,
Construction and Maintenance Systems Division

室長	堤　達也	主任研究官	櫻井　真
Head	TSUTSUMI　Tatsuya	Senior Researcher	SAKURAI　Makoto
研究官	渡邉　健一	交流研究員	有光　統仁
Researcher	WATANABE Kenichi	Guest Research Engineer	ARIMITU Norihito

The Author identified the challenges in cost estimation for maintenance and repair work, which often involves single bidders and a high rate of unsuccessful bids, and compiled a list of points to consider when conducting cost estimation.

［研究目的及び経緯］

生産年齢人口の更なる減少が見込まれる中、i-Construction、インフラ分野のＤＸの推進等による労働生産性の向上や、入職者を確保するための労働環境の改善等が求められている。工事積算においても積算基準の改訂による適切な労務費の計上、週休２日補正、新技術活用における見積活用等に取り組んでいる。

本研究では、一者応札、不調・不落の割合が多い維持・修繕工事における積算上の課題把握及び改善方策の検討を行い、積算の実施等に向けた留意事項のとりまとめを実施した。

［研究内容］

令和６年度に実施した調査結果より把握した下記の課題に対して、その改善方策を検討するため、北海道開発局、各地方整備局、沖縄総合事務局（以下、「各地方整備局等」という。）より令和７年度履行中の維持・修繕工事をリストアップ（876 件）してアンケート調査を実施した。回答を得ることができた工事の発注者及び受注者に対してヒアリングを実施し、課題抽出及び改善方策の検討を行った。

課題①　小規模な作業に対する積算と施工実態の乖離
課題②　点在作業を含む工事の積算と施工実態の乖離
課題③　緊急作業における監理（主任）技術者の職務軽減
課題④　緊急作業（出動）の恐れのある場合の待機に対する積算と実態の乖離

(1) アンケート・ヒアリング調査

リストアップした工事を下記の①～③に分類及び 195 工事を抽出し、アンケート・ヒアリングを実施した。

①通年維持工事
維持工事の内、一定期間（年間等）、範囲（出張所管内等）において対象施設の機能及び構造の保持を目的とする日常的な行為を伴う工事（巡回、清掃、除草、応急処理等）

②維持工事
対象施設の機能及び構造の保持を目的とする工事（例：河道掘削、伐木、除雪のみ等）

③修繕工事
損傷した構造を当初の状態に回復させる工事（付加的に必要な機能、構造強化を目的とする工事）

表－１　アンケート回答数及びヒアリング実施件数

工事種別	対象	ｱﾝｹｰﾄ	ﾋｱﾘﾝｸﾞ
①通年維持工事	発注者	68	7
	受注者	110	8
②維持工事	発注者	14	－
	受注者	17	－
③修繕工事	発注者	24	6
	受注者	48	6
合計	発注者	106	13
	受注者	175	14
	計	281	27

［研究成果］

(1) アンケート・ヒアリング結果
主な意見等は、以下のとおりである。

（課題①）
- 「1 日未満で完了する作業の積算」にて運用されていない場合がある。
- 応急処理や標準歩掛等によらない標準から外れ

る作業について、見積対応等により実績変更がなされていない場合がある。
・ 作業員の拘束時間や協力会社等への支払い等を踏まえる必要がある。

(課題②)
・ 「施工箇所が点在する工事の積算」を適用した工事では、施工箇所毎に共通仮設費及び現場管理費を算出することから、諸経費率の対象に含まれる直接工事費が少ない場合には、適切な現場管理に必要となる費用が計上されない可能性がある。
・ 施工箇所間の離隔距離が大きい場合、現場間の移動に係る時間・費用が増加し、工事受注者への負担増加により適切な現場管理がなされない恐れがある。

(課題③)
・ 昼夜を問わず作業があり、分担しないと難しい。
・ 範囲が広く、監理（主任）技術者と現場代理人を兼務すると個人の負担が大きくなる。

(課題④)
・ 緊急連絡の第一受報者は、ほとんどの場合において監理技術者または現場代理人である。

(2) 施策の方向性の検討

課題①～④について、アンケート・ヒアリングより聴取された意見に対する今後の施策を検討し、留意事項として例示した。

(課題①) 小規模作業の積算の留意事項
・ 作業場所等を考慮して、日当たり標準作業量単位で作業指示を行う。ただし、緊急的・突発的な作業の場合を除く。
・ 計画的な施工と緊急的・突発的な作業を区分して整理する。
・ 応急処理や見積もりによる積算は、実態を踏まえて適切に行う。

(課題②) 施工箇所が点在する工事（修繕工事）

施工箇所が点在する工事を発注する場合は、下記の点に留意して発注ロットを決定する。
・１箇所あたりの工事規模（工事内容）
・１工事の施工箇所（点在箇所）数
・施工箇所間の距離
・工事全体の規模、工期設定

表－２ 受注者アンケートによる意識調査（参考値）

		施工箇所数	１箇所あたりの施工規模（直接工事費）	箇所間の離隔距離
道路	橋梁補修	3箇所	3,000万円以上	20kmまで
	舗装修繕	3箇所	1,000～2,000万円以上	10kmまで
	道路付属物補修	3箇所	1,000～2,000万円以上	10kmまで
	トンネル補修	3箇所	1,000～2,000万円以上	20kmまで
河川	護岸補修	4箇所	500～1,000万円以上	30kmまで

(課題③) 監理（主任）技術者の職務負担軽減

(ア) 現場立会（臨場）を必要としない作業

監理（主任）技術者の負担軽減の観点から、現場立会（臨場）を必須としない作業を例示。
・ 目的物の品質管理等が不要である作業。緊急であり迅速な対応が必須である作業（ただし、作業実施前に監理（主任）技術者に報告する）。
・ その他、受発注者間で協議し、現場立会（臨場）が不要と認める作業。

(イ) 緊急連絡体制構築のうえでの負担軽減

緊急作業に関する発注者からの受報体制構築の運用について例示。
・ 緊急連絡先の電話番号を固定し、監理（主任）技術者を含めた受注者の職員が輪番で担当する。
・ 現場代理人と監理（主任）技術者が兼務で、かつ、担当技術者が配置されていない工事においては、本社（本店）の社員を連絡受報者とすることも可能とする。

(課題④) 連絡体制確保に対する経費の積算上の扱い
・ 緊急作業のために待機等が必要になる場合には、監督職員は工事受注者に対して明確に指示を発出することを前提とし、待機開始時点から後片付けまでの時間を対象に実績で精算を行う。
・ 工事受注者に待機指示を発出したが最終的に作業（出動）しなかった場合でも、待機開始時点から待機解除時点までを設計変更の対象とする。
・ 受注者に対して連絡体制の確保（自宅待機）を指示した際、連絡体制の第一受報者を拘束したと判断される場合には、費用の計上を検討する。

[成果の活用]

今回の調査結果は、「発注者責任を果たすための今後の建設精算・管理システムのあり方に関する懇談会（維持管理部会）」において審議され、「維持・修繕工事の適切な積算の実施等に向けた留意事項」として、大臣官房技術調査課と連名にて関係機関へ通知された（令和８年３月）。

今後は、本通知のフォローアップを行っていく予定である。

国土技術政策総合研究所資料
TECHNICAL NOTE of NILIM
No. 1358　　September　2026

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