

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.1329

September 2025

令和6年度

道路調査費等年度報告

Annual Report of Road-related Research
in FY 2024

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

令和 6 年度 道路調査費等年度報告

Annual Report of Road-related Research in FY 2024

概要

本報告は、国土技術政策総合研究所において令和 6 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 6 年度

Synopsis

This report contains the results of the road-related research carried out by NILIM in FY 2024.

Key Words : Road-related Research, Annual Report, Fiscal Year of 2024

ま え が き

この年度報告は、令和6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7年9月

道路交通研究部長

吉田 秀範

道路構造物研究部長

七澤 利明

令和6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

OD 交通量逆推定手法等を活用した常時観測 OD の取得に関する研究 ^{※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
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 ^{※1}	(道 路 研 究 室)	5
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)	7
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)	9

2. 交通安全

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)	11
生活道路における交通安全対策の普及を図るための手法に関する調査	(道路交通安全研究室)	13
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)	15
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)	17
交通安全対策検討における通学路等のデジタル情報の利用システム作成 ^{※2}	(道路交通安全研究室)	19

3. 高度道路交通システム (ITS)

自動運転サービスを道路側から支援するための交通安全対策等についての実証実験 ^{※3}	(高度道路交通システム研究室)	21
一般道路における自動運転を実現するための調査研究 ^{※1}	(高度道路交通システム研究室)	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 ^{※1}	(道路交通安全研究室)	25
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)	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

4. 空間活用

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)	31
道路管理設備における低炭素化技術に関する調査 ^{※1}	(道 路 環 境 研 究 室)	33
道路環境影響評価の技術手法の改定に向けた調査 ^{※1}	(道 路 環 境 研 究 室)	35
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)	37
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)	39
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)	41
街路樹の円滑で計画的な更新手法に関する研究	(緑 化 生 態 研 究 室)	43
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)	45

5. 施策提案（基礎的基盤的研究 等）

道路事業の多様な効果の把握・評価に関する研究※ ¹	(道 路 研 究 室)	47
xROAD プラットフォーム拡充※ ²	(道 路 研 究 室)	49
ICT によるデータを用いた冬期交通障害検知に関する調査	(道路交通安全研究室)	51
道路環境影響評価の技術手法の改定に向けた調査	(道 路 環 境 研 究 室)	53
道路事業の生産性向上に資する入札契約方式に関する研究	(社会資本マネジメント研究室)	55
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)	57
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)	59
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)	61
道路整備の生産効果に関する調査	(建設経済・環境研究室)	63
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)	65

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

大型車の通行実態をふまえた活荷重係数の検討	(橋 梁 研 究 室)	67
(研究課題名:特殊車両の通行手続きに関する限度算定要領見直しに向けた検討)		
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)	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
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)	75
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)	77
道路橋の維持管理計画の継続的改善に関する調査検討	(橋 梁 研 究 室)	79
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	(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点検法及び設計・施工法に関する調査検討※ ¹	(構 造 ・ 基 礎 研 究 室)	83
大型カルバート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	(構 造 ・ 基 礎 研 究 室)	85

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)	87
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)	89

9. 道路の地震防災・減災対策

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)	91
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)	93
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)	95
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)	97

地域連携道路事業費

5. 施策提案（基礎的基盤的研究 等）

土木工事の施工・監督・検査等の効率化に向けた新技術認証方法等の調査※ ¹	（社会資本システム研究室）	99
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6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5年度当初予算の標記の研究課題を令和6年度に継続して得た結果をまとめたもの

※² 令和5年度補正予算の標記の研究課題を令和6年度に継続して得た結果をまとめたもの

※³ 令和4年度補正予算の標記の研究課題を令和5年度、令和6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7年度に継続して実施しているため、令和7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6年度当初予算、ただし*は令和6年度補正予算）

1. 円滑なモビリティ

- | | |
|------------------------------------|-------------|
| 常時観測データを利用した渋滞分析・予測に関する調査 | (道 路 研 究 室) |
| 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) |

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 | (道路交通安全研究室) |
|-------------------------|-------------|

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) |
| 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 | (高度道路交通システム研究室) |
| 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 | (高度道路交通システム研究室) |
| 新たな ETC2.0 プローブデータ処理システム※ | (高度道路交通システム研究室) |
| 特殊車両モニタリング高度化の検討 | (高度道路交通システム研究室) |
| 次世代路車協調技術（次世代 ITS）（特車）※ | (高度道路交通システム研究室) |

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 | (道路交通安全研究室) |
| 多様な手法による無電柱化の推進に関する調査 | (道 路 環 境 研 究 室) |
| 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※ | (道 路 環 境 研 究 室) |
| 道路管理設備における低炭素化技術に関する調査 | (道 路 環 境 研 究 室) |

5. 施策提案（基礎的基盤的研究 等）

- | | |
|-----------------------|-------------|
| xROAD プラットフォーム拡充 | (道 路 研 究 室) |
| 道路データプラットフォームの機能拡充検討※ | (道 路 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) |
|---------------------------------------|-----------------|

道 路 調 查 費

1. 円滑なモビリティ

OD 交通量逆推定手法等を活用した 常時観測 OD の取得に関する研究

A study on the real-time acquisition of Origin-Destination traffic flow using an estimation method

(研究期間 令和 3 年度～令和 6 年度)

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

室 長 土肥 学
Head DOHI Manabu
主任研究官 山下 英夫
Senior Researcher YAMASHITA Hideo
研 究 官 瀧本 真理
Researcher TAKIMOTO Masamichi

The National Institute for Land and Infrastructure Management has been developing an estimation method for OD traffic flow. In this study, the authors investigated and verified a measure to calibrate the ETC2.0 probe data to enhance the accuracy of the estimation.

〔研究目的及び経緯〕

国土交通省では、5 年に 1 度の全国道路・街路交通情勢調査（以下「道路交通センサス」という。）により、ある特定の起終点間の交通量（以下、「OD 交通量」という。）を把握している。一方、絶えず変化する交通状況を踏まえた適切な道路施策の立案のためには、5 年に 1 度の調査にとどまらず、常時の OD 交通量を把握できることが望ましい。ETC2.0 プローブ情報や常時観測交通量データの収集体制が構築されデータが充実してきた昨今においては、リアルタイム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てきており、国土技術政策総合研究所では、これらのデータを活用して常時 OD 交通量を逆推定する手法について検討を行っている。

ETC2.0 プローブ情報は一部の車両から収集されるサンプルデータであり、常時 OD 交通量推定手法の検討にあたっては、サンプルデータが推定精度に及ぼす影響を考慮する必要がある。本研究では、OD 交通量推定手法の精度向上を目的として、1) 日単位の OD 交通量推定手法の検証、2) 時間単位の OD 交通量推定手法の検証を行った。

〔研究内容〕

(1) OD 交通量推定モデルの概要

OD 交通量推定に用いるモデルの概要を図-1 に示す。モデルには日単位の OD 交通量を逆推定する日モデルと、時間単位の OD 交通量を逆推定する時間モデルがある。日モデルはある起点の発生交通量を未知数とし、ETC2.0 プローブ情報や常時観測交通量データから得られるそれらの交通の目的地選択確率、リンク利用率、及び断面交通量等の情報から、日発生交通量及び日 OD 交通量を求めるモデルである。時間モデルは、日モデ

ルで求めた日 OD 交通量と時間別のリンク利用率、及び時間別の断面交通量等の情報から、未知数である時間変動係数及び時間 OD 交通量を求めるモデルである。

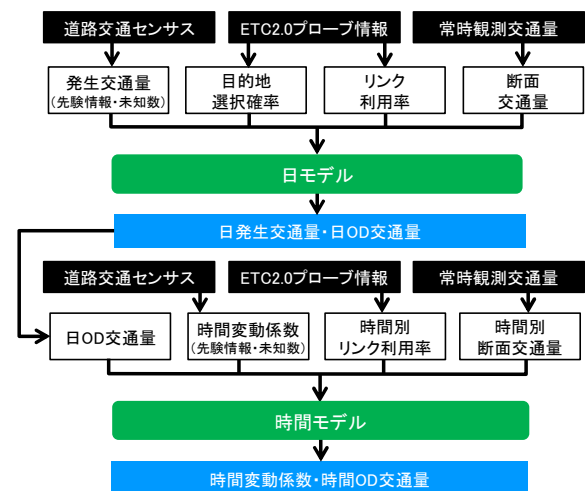


図-1 OD 交通量推定モデルの概要

(2) 検証内容

1) 日単位の OD 交通量推定手法の検証概要について

R3 道路交通センサスにより取得された各ゾーンの発生交通量の値を基礎値とし、R3 道路交通センサスの区間交通量及び ETC2.0 プローブ情報から得られる経路情報等を利用して、より確からしい各ゾーンの発生交通量を未知数として推定しその再現性を検証するとともに、令和 4 年 10 月時点の OD 交通量推計の実効性について検証した。推定手順については推定時間の縮小化を図る観点から①全国規模での広域推定、②地方ブロック単位での狭域推定の 2 段階推定で実施した。日単位の OD 交通量推定を行った際の主な設定条件を表-1 に示す。

表-1 日単位の OD 交通量推定の主な設定条件

項目	設定条件
対象地域	広域推定 都道府県・地方ブロック単位、 狭域推定 近畿地方・関東地方の4パターン
対象時点	現況再現検証として R3 センサス実施日 (R3.10) と、推定精度検証として R3 センサス実施期間とは異なる令和4年10月時点)の2パターン
対象車種	小型車、大型車の2パターン

2) 時間単位の OD 交通量推定手法の検証

R3 道路交通センサスにより取得された時間変動係数の値を基礎値とし、1)で推定した OD 交通量、R3 道路交通センサスの一般交通量調査結果、及び ETC2.0 プローブ情報から得られる経路情報を利用して、OD 交通量の24時間の時間変動係数を推定した。時間単位の OD 交通量推定を行った際の主な設定条件を表-2 に示す。

表-2 時間単位の OD 交通量推定の主な設定条件

項目	設定条件
対象地域	近畿大都市圏、関東大都市圏の2パターン
対象時点	現況再現検証として R3 センサス実施日 (R3.10) と、推定精度検証として R3 センサス実施期間とは異なる令和4年10月時点の2パターン
対象車種	小型車、大型車の2パターン

【研究成果】

1) 日単位の OD 交通量推定の検証概要について

本推定結果について、実測値との比較分析を行った。広域推定については、全国を対象とした広域推定のエリアとして、都道府県・地方ブロック単位のゾーンを対象にした推定を行った結果、表-3 のとおり、若干の差異はあるものの、推定誤差の %RMS (実値の平均値に対する Route Mean Square : 二乗平均平方根との比率) は概ね 30%以下であり、概ねリンク交通量の推定精度は良好であり確からしい発生交通量が推定可能であることを確認した。

表-3 日単位 OD 交通量の広域推定結果

車種	実値・推定値	発生交通量		リンク交通量					
		交通量(千台)	%RMS	交通量(千台)			%RMS		
				合計	高速道	一般道	合計	高速道	一般道
小型車	R3 実値	544	—	254	190	64	—	—	—
	推定値	549	19.7%	242	176	66	14.0%	14.4%	6.6%
	R4 実値	544	—	266	201	66	—	—	—
	推定値	544	23.1%	234	176	66	31.3%	32.4%	11.4%
大型車	R3 実値	374	—	183	152	31	—	—	—
	推定値	324	18.3%	184	153	32	11.1%	10.3%	8.3%
	R4 実値	374	—	187	157	30	—	—	—
	推定値	325	18.7%	189	157	31	56.6%	53.0%	8.4%

狭域推定についても、広域推定の地方ブロック単位の推定結果を用いて、関東、近畿を対象にした推定を行った結果、表-4~5 のとおり、いずれの地方においても若干の差異はあるものの、%RMS は概ね 30%以下であり、概ねリンク交通量の推定精度は良好であり確からしい発生交通量が推定可能であることを確認した。ほか対象日や対象車種の違いも確認し本推定手法が常時の日単位 OD 交通量推定に適用できる旨を確認した。

2) 時間単位の OD 交通量推定の精度向上方策の検証

本推定結果について、実測値との比較を行った。対象

表-4 日単位 OD 交通量の狭域推定結果 (関東地方)

車種	実値・推定値	発生交通量		リンク交通量					
		交通量(十万台)	%RMS	交通量(十万台)			%RMS		
				合計	高速道	一般道	合計	高速道	一般道
小型車	R3 実値	243	—	237	224	13.3	—	—	—
	推定値	220	14.6%	235	221	14.5	18.2%	18.0%	18.8%
	R4 実値	243	—	241	228	13.2	—	—	—
	推定値	229	14.2%	238	224	14.6	18.1%	17.9%	19.9%
大型車	R3 実値	29.8	—	72	69	3.0	—	—	—
	推定値	25.1	23.6%	77	74	3.0	30.2%	29.7%	31.2%
	R4 実値	29.8	—	73	70	3.0	—	—	—
	推定値	25.6	23.1%	76	73	2.8	28.8%	28.4%	30.1%

表-5 日単位 OD 交通量の狭域推定結果 (近畿地方)

車種	実値・推定値	発生交通量		リンク交通量					
		交通量(十万台)	%RMS	交通量(十万台)			%RMS		
				合計	高速道	一般道	合計	高速道	一般道
小型車	R3 実値	133	—	142	135	6.7	—	—	—
	推定値	133	9.0%	142	135	6.8	15.8%	16.1%	6.1%
	R4 実値	133	—	147	140	6.6	—	—	—
	推定値	137	16.2%	143	136	7.5	18.9%	18.9%	17.5%
大型車	R3 実値	15.3	—	56	55	1.6	—	—	—
	推定値	13.7	20.3%	56	55	1.4	23.1%	22.8%	32.5%
	R4 実値	15.3	—	61	60	1.6	—	—	—
	推定値	15.3	20.8%	50	49	1.5	40.0%	39.7%	35.5%

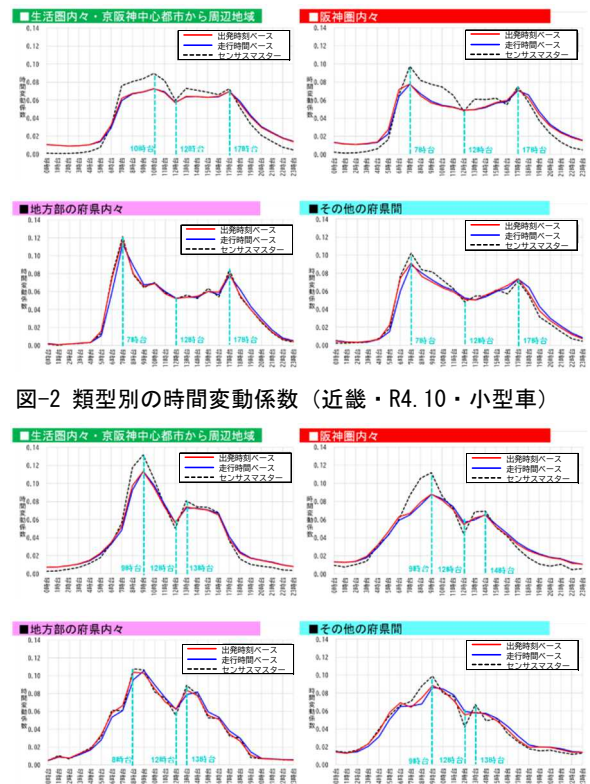


図-2 類型別の時間変動係数 (近畿・R4.10・小型車)

図-3 類型別の時間変動係数 (近畿・R4.10・大型車)

地域や対象日、対象車種の違いを確認し、図-2~3 のとおり、各エリアで車種特性の異なる時間変動係数を推定できるとともに、本推定手法が常時の時間単位 OD 交通量推定として適用できることを確認した。

【成果の活用】

本成果を活用し、道路交通施策の立案に活用可能な常時 OD 交通量推定手法並びに精度確保・向上策についてとりまとめるとともに、常時 OD 交通量の推定結果の利活用が図られるよう、新たな調査研究に繋げていく。

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 structure to ensure service level according to the role of road

(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
Head DOHI Manabu
主任研究官 田中 良寛
Senior Researcher TANAKA Yoshihiro
主任研究官 河本 直志
Senior Researcher KAWAMOTO Naoyuki
交流研究員 長嶋 右京
Guest Research Engineer NAGASHIMA Ukyo

The authors analyzed the effect of traffic at unsignalized intersections for travel speed on arterial roads by using traffic microsimulation. In addition, the authors organized knowledge on geometric structure requirements for flexible use of shoulders and entire cross sections to realize people-centric street spaces.

〔研究目的及び経緯〕

我が国の道路ネットワークは、一般道路における旅行速度が道路種別に関係なく低水準に留まり、高速道路との間を構成する中間的な旅行速度（おおむね60km/h）を確保する道路が少ないことが課題として挙げられ（図-1）、自動車の通行機能を重視する道路が求められている。一方で、アクセス・滞留機能を重視する道路においては、人々が滞在し交流できる空間に回帰させることが求められている。本研究では、それぞれの道路の役割に応じたサービス水準（旅行速度等）や多様な機能が確保できる幾何構造要件の確立に向けて、知見の整理を行っている。

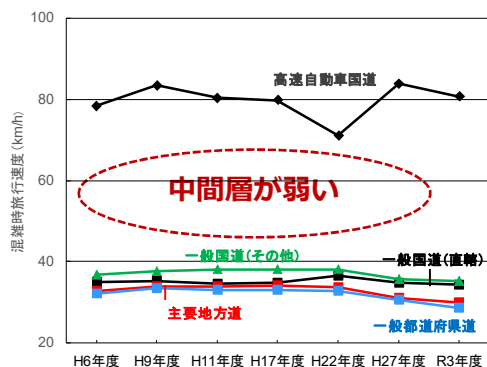


図-1 道路種別別の混雑時旅行速度の比較（全国道路・街路交通情勢調査結果を元に作成）

本稿では、一般道路におけるサービス速度 60km/h の構造要件の定量化を目指し、無信号交差点の流入交通量や、箇所数、接続部の構造の変化が幹線道路の旅行速度に与える影響について、交通マイクロシミュレーションを用いて分析整理した結果を報告する。また、人中心の道路空間の実現に向け、路肩や全断面の柔軟な活用のための幾何構造要件に関する知見の整理を実施した結果を報告する。

一シオンを用いて分析整理した結果を報告する。また、人中心の道路空間の実現に向け、路肩や全断面の柔軟な活用のための幾何構造要件に関する知見の整理を実施した結果を報告する。

〔研究内容と成果〕

1. 無信号交差点の流入交通量等が幹線道路の旅行速度に与える影響の分析

主道路を走行する交通流全体の旅行速度に対し、無信号交差点における流入入車両が与える影響を、交通シミュレーションを用いて分析した。シミュレーションにおいて構築した道路区間を図-2に示す。両端に信号交差点を持つ2kmの道路区間の中に無信号交差点を等間隔に配置した。

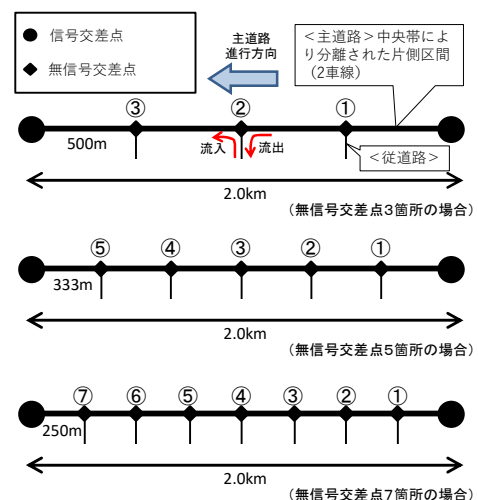


図-2 構築した道路区間のイメージ

※本報告は令和5年度当初予算の標記の研究課題を令和6年度に継続して得た結果をまとめたものである。

無信号交差点の臨界ギャップ（主道路を連続して走行する2台の車両が交差点を通過する際の車頭時間（ギャップ）のうち、従道路から主道路流入に利用される確率と断念される確率が等しくなる値）、追従ギャップ（従道路側から連続して複数台が同一のギャップに流入することのできた場合の追従車頭時間の平均値）、流出および流入の遅れ時間については、過年度の現地調査結果をもとにパラメータを設定した（表-1）。なお、「分合流構造」のパラメータは、過年度に図-3のような構造を持つ無信号交差点で現地調査を行った結果をもとにしている。

また、車両の自由走行速度については車両間のばらつきを設け、平均60km/h、標準偏差6km/hとした。

表-1 無信号交差点におけるパラメータ目標値

項目		目標値 (分合流構造)	目標値 (通常)
臨界ギャップ(秒)		4.4	6.4
追従ギャップ(秒)		4.3	5.5
遅れ時間(秒)	流出	0.4	2.8
	流入	0.4	1.8

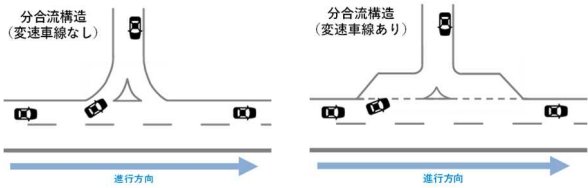


図-3 分合流構造のイメージ

まず、無信号交差点がすべて「通常」の接続部である場合に、流出入交通量、無信号交差点の箇所数を変化させた場合の主道路の平均旅行速度を図-4に示す。流出入交通量の違いによる主道路旅行速度の差が大きい、無信号交差点の箇所数の違いによる差は小さい傾向であった。

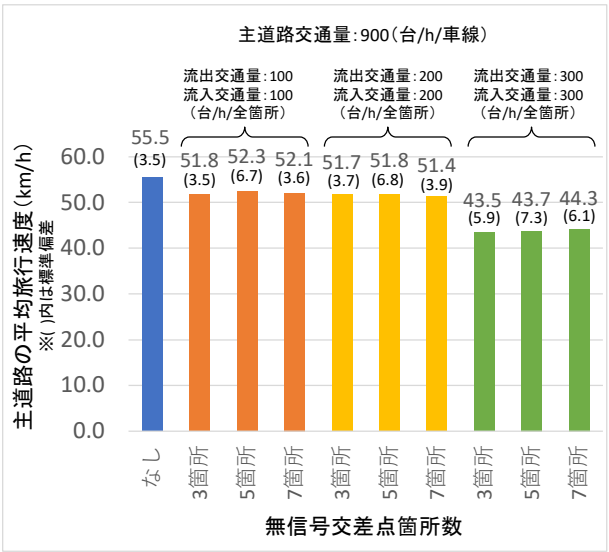


図-4 流出入交通量、無信号交差点の箇所数の変化と主道路の平均旅行速度

次に、無信号交差点が3箇所の場合で、流出交通量及び流入交通量がそれぞれ3箇所合計で300台/hの場合に、一部の無信号交差点を「分合流構造」の接続部とした場合の主道路の平均旅行速度を分析した。3箇所の無信号交差点のうち、「分合流構造」とする箇所数は、1箇所（図-2の②）、2箇所（図-2の①③）、3箇所（図-2の①②③）とした。分析結果を図-5に示す。「分合流構造」の接続部が増えるほど速度が向上し、3箇所全てを「分合流構造」とした場合に平均旅行速度が約6km/h向上した。

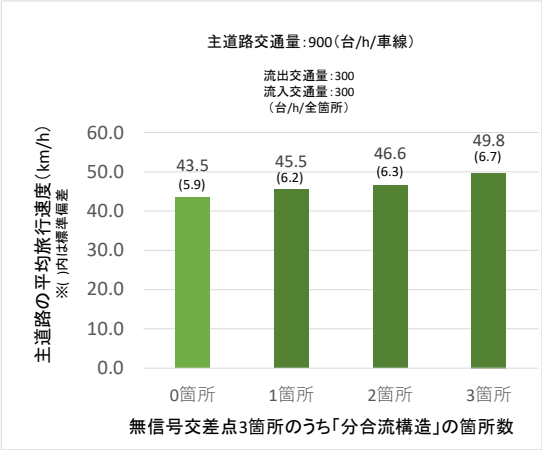


図-5 無信号交差点の「分合流構造」の箇所数の変化と主道路の平均旅行速度

2. 人中心の道路空間の実現に向けた道路幾何構造要件に関する知見の整理

路肩等の柔軟な利活用、歩行者と車両が共存する賑わい空間の国内外事例について、既存文献を中心に抽出を行い、幅員構成や設置施設等の状況を整理した上で、道路空間の柔軟な利活用のための横断面構成や確保すべき幅員について考察を行った。

表-2は抽出した事例の一部を整理したものである。滞留スペースや荷捌きスペース、自転車道、植樹帯等の多様な機能を同時に導入する場合においては、官民境界から車道部までの幅員がより広く確保されている傾向がある。

表-2 抽出事例の一部

	総幅員 (m)	再配分前		再配分後		生み出された 車道部以外の 幅員(m)	官民境界から車道部までの空間	
		車道部 幅員(m)	車線数	車道部 幅員(m)	車線数		幅員(m)	設置施設
札幌市シャワー通り	10.9	5.5	2	3.5	1	2	4	歩道、荷捌きスペース
渋谷公園通り	20	9	2	7	2	2	7.5	歩道、植樹帯、荷捌きスペース
京都四条通	22	15	4	9	2	6	6.5	歩道、バス停
鳥取駅前太平線	27	17	4	7	2	10	14.5	歩道、広場、バス停
松山花園町通り	37.8	25	6	13.5	2	11.5	12.2	歩道、荷捌きスペース、植樹帯、自転車道
大阪御堂筋	44	23	6	12	4	11	16	歩道、滞留スペース、自転車道、植樹帯、荷捌きスペース
名古屋桜通り	50	34	8	28	6	6	11	歩道、植樹帯、自転車道

〔成果の活用〕

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

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
Road Traffic Department Road Division

室長 土肥 学
Head DOHI Manabu
主任研究官 山下 英夫
Senior Researcher YAMASHITA Hideo
研究官 瀧本 真理
Researcher TAKIMOTO Masamichi

The National Institute for Land and Infrastructure Management has been conducting a study to improve the efficiency of traffic data collection and optimize the method of integrating and analyzing the data on a nationwide basis. In this paper, the authors describe the results of drafting the 2025 Road Traffic Census guideline and developing automatic tools to check the calculation parameter sheets.

〔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た交通量の把握を行っている。また、常時観測体制の強化や交通量データの迅速な集約化を通じて、交通状況の迅速な情報提供に向けて取り組んでいる。

国土技術政策総合研究所（以下、「国総研」という。）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。

本調査では、令和 7 年度に実施を予定している全国道路・街路交通情勢調査の一般交通量調査について、交通量調査、旅行速度調査、道路状況調査の改善事項について検討し、調査実施要綱の更新案を作成した。また、交通量常時観測について、常時観測交通量データの欠測値及び特異値の処理・補完や常時観測区間以外の区間の交通量の推定に用いるパラメータを整理した様式の入力内容のチェックを自動的に実施するためのツールを開発した。さらに、全国の幹線道路ネットワークを対象とした交通調査基本区間データベースの更新、AI 画像解析による交通量観測における車種別交通量の補正方法の検討及び交通量計測ツールの作成、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等を実施した。

本稿では、一般交通量調査実施要綱案に関する検討、交通量算定様式のチェックツールの開発について報告する。

〔研究内容及び研究成果〕

(1) 一般交通量調査実施要綱案に関する検討

a. 交通量調査に関する検討

令和 3 年度調査の結果公表後に道路管理者を対象として実施したアンケート調査を踏まえ、一部の道路管理者を対象に機械観測の詳細な実施状況についてヒアリングを行うとともに、交通量の自動計測手法に関する民間企業等の技術開発の状況について情報収集を行った。

道路管理者が機械観測を導入・促進する際の参考となるよう、機械観測の各手法ごとに、適用条件や具体的な実施方法、観測準備に必要な情報を整理した参考テキストの案を作成した。参考テキスト案の一部を図-1 に示す。

	ビデオ映像 (自動計測)	ビデオ映像 (人目計測)	可搬式ラザル (レーザー)	可搬式ラザル (振動計)
観測 イメージ				
計測 原理	既設の CCTV や仮設したビデオカメラで車両を撮影して、画像解析する	既設の CCTV や仮設したビデオカメラで車両を撮影して、人が目視で計測する	車両に赤外線等を発射し、遮断・反射を検出する	車両が通行する際に発生する振動を検知・分析する
設置箇所	高所、地上付近	高所、地上付近	地上付近	地上
計測可能 な車種数	4車種 (4車種以上可能な場合がある)	カメラの設置方法による	2車種 もしくは、 中央分離帯有りの 4車種	2車種 もしくは、 4車種
計測 時間帯	昼間 12 時間 (光量によっては 24 時間)	昼間 12 時間 (光量によっては 24 時間)	24 時間	24 時間
計測車種	2車種 (4車種が可能なものがある)	2車種 (映像によって 4車種も可能)	2車種	2車種

図-1 機械観測の各手法とその特徴

b. 旅行速度調査に関する検討

ETC2.0 プローブ情報のデータ量が増加していることを踏まえ、令和 7 年度調査では、旅行速度の時間変化をよりきめ細かく把握できるように、1 時間帯別の旅行速度を調査項目として新規追加することについて検討を行った。

ETC2.0 プローブ情報の 1 時間帯別のデータ取得状況

※本報告は令和 5 年度当初予算の標記の研究課題を令和 6 年度に継続して得た結果も含めてとりまとめたものである。

を確認するため、ETC2.0 プローブ情報（様式 2-1、令和6年8月、平日）を用いて、24時間もしくは昼間12時間の全ての時間帯で車種別（小型・大型）に1件以上のETC2.0プロブ情報を取得できる交通調査基本区間の割合を算出した。なお、一般交通量調査の旅行速度調査では3ヶ月間で3件以上取得できた区間を公表対象とするが、本調査では1ヶ月分のデータを用いているため、1件以上取得できた区間の割合を算出している。

算出の結果、高速自動車国道・都市高速道路・一般国道（直轄）・一般国道（その他）では、24時間（7～翌7時）の全ての時間帯で、車種別（小型・大型）に取得できる区間数が5割以上となっていることを確認した（図-2）。

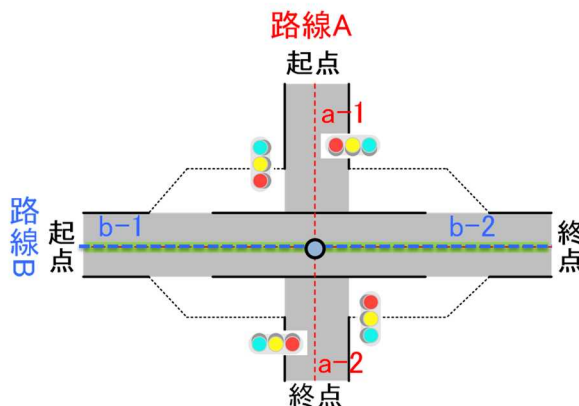
高速自動車 国道	都市高速 道路	一般国道 （直轄）	一般国道 （その他）
92%	97%	87%	59%

図-2 ETC2.0 プロブ情報の取得区間数割合

c. 道路状況調査に関する検討

令和3年度調査までは、信号あり・信号なし別の1kmあたりの交差点箇所数は調査しているが、令和7年度調査では、基本区間の端点における接続状況（平面・立体、信号の有無等）を全国的に把握できるようにするため、基本区間両端部の接続状況を調査項目に新規追加することについて検討した。

着目する基本区間について、同じ路線の隣接する基本区間（起点側、終点側）との接続状況を、平面接続（信号交差点、信号のない交差点、ラウンドアバウト）、立体接続（オーバース、アンダーパス）の分類で調査する案を整理した。「接続状況区分」設定の一例（一般的な立体交差）を図-3に示す。



上記の『接続状況区分』は、以下のとおりとなる。

- 路線A 基本区間a-1 終点 「1:平面接続-信号交差点」
- 基本区間a-2 起点 「1:平面接続-信号交差点」
- 路線B 基本区間b-1 終点 「4:立体接続-オーバース」
- 基本区間b-2 起点 「4:立体接続-オーバース」

図-3 「接続状況区分」の設定例（一般的な立体交差）

(2) 交通量算定様式のチェックツールの開発

交通量算定様式は、常時観測交通量データの欠測値及び特異値の処理・補完、常時観測機器の機差補正や常時観測区間以外の区間の交通量の推定に用いるパラメータを整理したものである。交通量算定様式については、常時観測点の新設や新規道路の供用等を反映するため、各地方整備局等にて年次更新を行っている。

従前は、各地方整備局等による年次更新の提出結果を国総研にてチェックし、そのチェック結果を踏まえて各地方整備局等が修正を行うという作業を繰り返していた。そこで今般、交通量算定様式（常設トラカン、画像認識型）のチェックツールを開発して、各地方整備局等の担当者が当該ツールを用いて自ら入力エラーを確認・修正できるようにすることで、従来の提出・チェックの工程を減らして更新作業を効率的に行えるようにした。チェックツールには、未入力・規則外、当該様式内での整合性、様式間の整合性の観点からチェックを実行する機能を実装した（表-1）。

表-1 交通量算定様式のチェックの観点

分類	チェックの観点
未入力・規則外	主キー項目の未入力・規則外 属性項目の未入力・規則外
当該様式内での整合性	交通調査基本区間番号の重複 交通調査基本区間番号と交通量調査単位区間の組合せの重複 「常時観測点コード」の重複 「常時観測点コード」と「関連常時観測点コード」の組合せの重複 「常時観測点コード」と「基準常時観測点コード」の組合せの重複 交通調査基本区間番号と「平日・休日コード」の組合せの重複 「観測フラグ」と「基準年月日」の整合性
様式間の整合性	交通調査基本区間番号の重複 交通調査基本区間番号の有無の整合性 交通調査基本区間番号と交通量調査単位区間の組合せの整合性 「常時観測点コード」の有無の整合性 「常時観測点コード」と交通調査基本区間番号の組合せの整合性 「車種区分フラグ」の一致 「補正係数」の一致 「補正係数設定日」の一致 常時観測区間と推定区間の重複・設定漏れ

なお、交通量算定様式（常設トラカン）の更新・チェック作業の流れは図-4のとおりである。

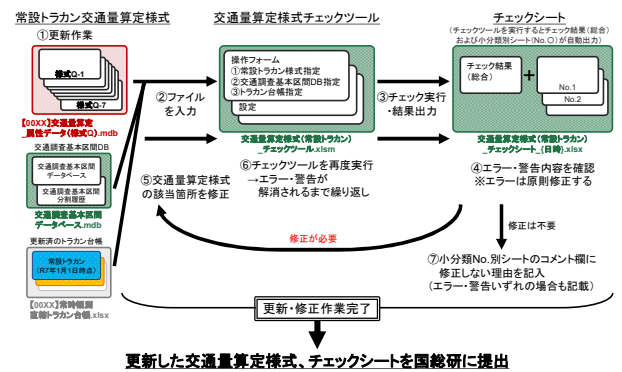


図-4 交通量算定様式の更新・チェック作業の流れ

〔成果の活用〕

本調査の成果を活用して、令和7年度に一般交通量調査実施要綱が調査実施主体である各道路管理者に配付される予定である。また、常時観測体制における交通量算定様式の更新作業の効率化のため、各地方整備局等における確認・修正においてチェックツールが使用される。

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
Road Traffic Department
Road Division

室 長 土肥 学
Head DOHI Manabu
主任研究官 山下 英夫
Senior Researcher YAMASHITA Hideo
研 究 官 瀧本 真理
Researcher TAKIMOTO Masamichi

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な日毎・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、日単位の OD 交通量推定についてケーススタディを行いつつ、ETC2.0 プローブ情報では取得できていない OD データについて、センサス OD データを用いて補正する方法を検討するとともに、OD 交通量推定結果の情報提供ツール開発に向けた要件定義を行った。

〔研究内容〕

(1) 日単位の OD 交通量推定のケーススタディ

1) ETC2.0 プローブ情報の OD データと道路交通センサス OD データの特性・違いの把握と補正方法検討

過年度より検討を進めてきた常時観測 OD 交通量逆推定手法では、ETC2.0 プローブ情報から得られるリンク利用率を使用し推定を行っている。ETC2.0 プローブ情報は、専用機器を装着した車両のみから収集するサンプルデータであり、それを利用して取得するリンク利用率には偏りがあることが懸念される。そこで、まず ETC2.0 プローブ情報から得られる OD データの特性、並びにセンサス OD データとの違いについてデータ分析を行うこととした。また、その分析結果を踏ま

えて、ETC2.0 プローブ情報 OD データでは十分取得できていない OD データについてセンサス OD データ等を用いて補正する方法について検討するものとした。検討にあたっては、過年度より構築してきた常時観測 OD 交通量の逆推定手法に組み込み可能な方法を採用するようにした。

2) OD データの補正方法を適用した日単位 OD 交通量推定のケーススタディ

1)の把握・検討結果を踏まえ、日単位 OD 交通量推定のケーススタディを表-1 に示す 13 ケースで実施した。

(2) 検証内容 OD 交通量推定結果の情報提供ツール開発に向けた要件定義

(1)の OD 交通量推定結果について、道路管理者等へ Web 上で情報提供するツールの開発に向けた要件定義を行った。要件定義は、要求されるサーバの形式やスペック、情報提供手法（図並びに表による閲覧方式、時期が異なる複数の OD 交通量データの比較表示方式、ダウンロードデータ様式）等に関する整理を実施した。

表-1 日単位 OD 交通量のケーススタディ概要

項目	設定条件
対象地域 ・対象時期	広域推定 :3 ケース ・全国(R3 冬期/R4 秋期/R5 秋期) 狭域推定 :10 ケース ・東北地方、九州地方(R4 秋期) ・関東地方、近畿地方(R3 冬期/R4 秋期/R5 秋期) ・中部地方(R4 秋期/R5 秋期)
対象車種	小型車、大型車の2パターン
目的地選択率 ・リンク利用率	検討した欠測補正した拡大係数補正を適用した ETC2.0 プローブ情報から算出
観測リンク 交通量	常時観測交通量の平均値を使用 (B ゾーン境界付近の R3 センサス交通調査基本区間)

[研究成果]

(1) 日単位の OD 交通量推定のケーススタディ

1) ETC2.0 プローブ情報の OD データと道路交通センサス OD データの特性・違いの把握と補正方法検討

図-1 に示すとおり、R3 秋期の ETC2.0 プローブ情報 OD データと道路交通センサス OD データの取得状況等を比較したところ、OD ペア数では小型車・大型車とも、ETC2.0 プローブ情報のみに出現する OD のほうがセンサスのみに出現する OD よりも多い傾向であった。センサスのみに出現する OD については小型車のほうが多く、その補正効果は小型車のほうが影響大となる可能性がある。また、センサスのみ出現する OD は長距離トリップに多いが、OD ペア数そのものはそれほど多くはないことを確認した。

この結果を踏まえ、センサス OD データのみに出現する OD の影響を補正する方法を検討した。具体的には、図-2 に示すとおり、R3 センサスにのみ出現する OD ペアについて、OD 交通量逆推定の拡大係数補正に用いる「ETC2.0 のサンプル交通量を要素とする行列A」の別行として挿入するものとした。また、センサス OD には通過する道路リンク情報(経路情報)がないことから、当該 OD ペアに類似の OD ペア(例えば O か D が隣接するゾーンの OD 等)における ETC2.0 経路情報を用いて補完した上で、拡大係数を算出した。

2) OD データの補正方法を適用した日単位 OD 交通量推定のケーススタディ

1)の補正を導入し日単位 OD 交通量を推定した結果、地方ブロック毎の狭域推定各ケースにおいて、目的地選択率の推定値はセンサスに近づくことが確認でき、確からしい値が推定できた(図-3 上段参照)。特に、小型車のほうでセンサス OD に近づく傾向がみられた。過年度の拡大係数補正の結果(図-3 下段参照)と比べても、目的地選択率の推定値はセンサスに近づくことが確認でき、より確からしい値が推定可能となった。

13 のケーススタディを実施した結果、得られた主な知見は下記のとおりである。

- 一 広域推定・狭域推定とも、R4 秋期だけでなく、R3 冬期・R5 秋期でも一定の精度で OD 交通量を推定できることが確認できた。
- 一 断面交通量では大型車よりも小型車の断面交通量の推定精度のほうがよくなることが確認できた。
- 一 断面交通量の推定精度は、小型車のほうが観測値との誤差が小さく、大型車は全体(一般道と高速道路)としては補正前と比べて推定精度が高まったものの、一般道のみでは補正前の推定精度には及ばなかった。

(2) 検証内容 OD 交通量推定結果の情報提供ツール開発に向けた要件定義

道路管理者等へ Web 上で OD 交通量推定結果を情報提供するためのツール開発に必要な要件定義書(案)について整理した。定義書(案)には情報提供手法や要求されるサーバ・スペック等についてとりまとめた。

[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る予定である。

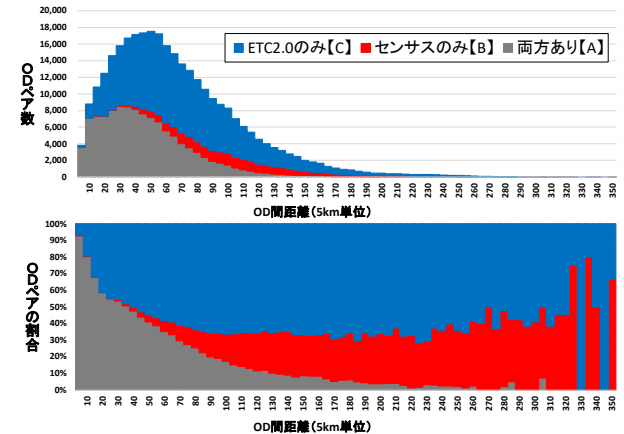


図-1 OD 間距離別の OD データ出現状況 (小型車)

<ETC2.0のサンプル交通量を要素とする行列>

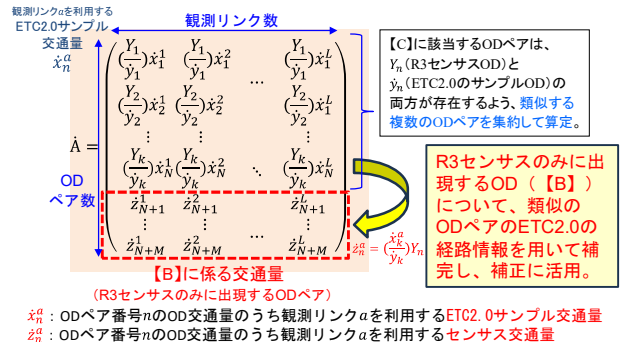


図-2 センサスのみに出現する OD ペアの補正方法概要

【拡大係数補正前】

【拡大係数補正後】

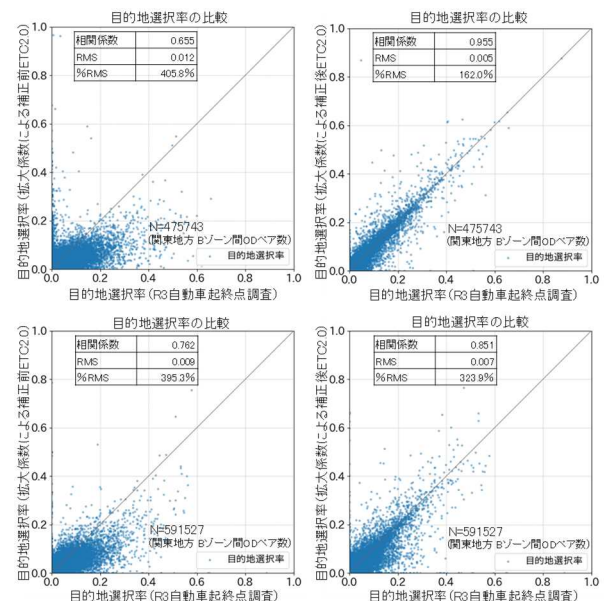


図-3 目的地選択率の相関図 (R4 秋・関東・小型車)

(横軸：観測値(センサス)、縦軸：推定値)

【上段：本年度結果、下段：過年度結果】

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
Road Traffic Department
Road Division

室 長 土肥 学
Head DOHI Manabu
主任研究官 河本 直志
Senior Researcher KAWAMOTO Naoyuki
主任研究官 田中 良寛
Senior Researcher TANAKA Yoshihiro
交流研究員 長嶋 右京
Guest Research Engineer NAGASHIMA Ukyo

The authors aim to reflect recent traffic conditions in road planning and design methods. The authors analyzed the fluctuation characteristics of traffic volume and the maximum achievable traffic volume by lane, using continuous traffic volume observation data.

〔研究目的及び経緯〕

令和 5 年 10 月に国土交通省道路局がとりまとめた「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・設計手法に関する研究を行っている。

本年度は、令和 5 年度の常時観測交通量データを用いて、全国の直轄国道における観測地点について沿道状況別に交通量の変動特性を整理するとともに、片側 2 車線・片側 3 車線の高速道路区間における車線別の実現最大交通量及び車線利用率を分析した。

〔研究内容と成果〕

1. 交通量の変動特性の整理

交通量の変動を表す指標として代表的なものに、月間係数、曜日係数、時間係数がある。それぞれの指標の算定方法など概要を表-1 に示す。

道路を設計する際の交通量の検討にあたり、交通量の変動特性も必要に応じて考慮できるよう、令和 5 年度の 1 年分の全国の直轄国道 1,076 地点の常時観測交通量データを用いて、前述の係数を、道路交通センサスの代表沿道状況の区分を参考に、人口集中地区（170

地点）、その他市街部（146 地点）、平地部（474 地点）、山地部（284 地点）の 4 つの沿道状況別に整理した結果を図-1～図-3 に示す。

表-1 交通量の変動を表す基本的な指標の概要

指標	指標の特徴	指標値の算定方法
月間係数	1ヶ月単位の交通量の変化を表す。	ある月の月平均日交通量 / 年平均日交通量
曜日係数	1週間を周期とした曜日毎の交通量の変化を表す。	ある曜日の日交通量 / 当該1週間の週平均日交通量
時間係数	1日の中での1時間毎の交通量の変化を表す。	ある時間の時間交通量 / 日交通量

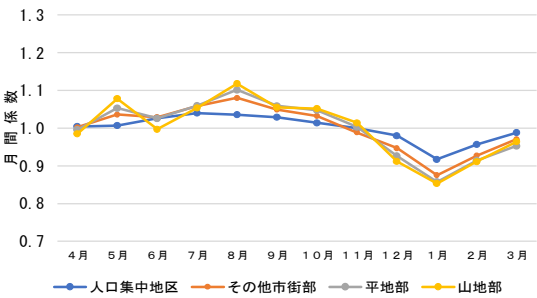


図-1 月間係数

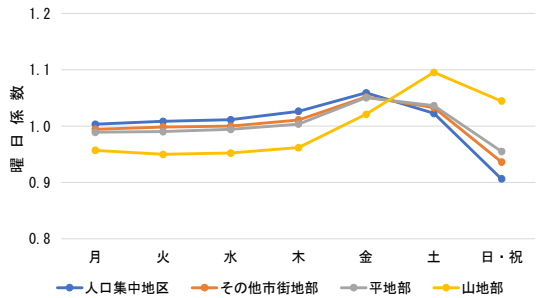


図-2 曜日係数

月間係数(図-1)は、人口集中地区以外では5月や8月の値が大きくなっている。1月は全ての沿道状況で値が小さくなっている。月間の変動は山地部が最も大きく、平地部、その他市街部、人口集中地区の順に変動は小さくなる傾向になっている。

曜日係数(図-2)は、人口集中地区、その他市街部、平地部では金曜の値が最も大きく、山地部では土曜日が最も大きい傾向であった。

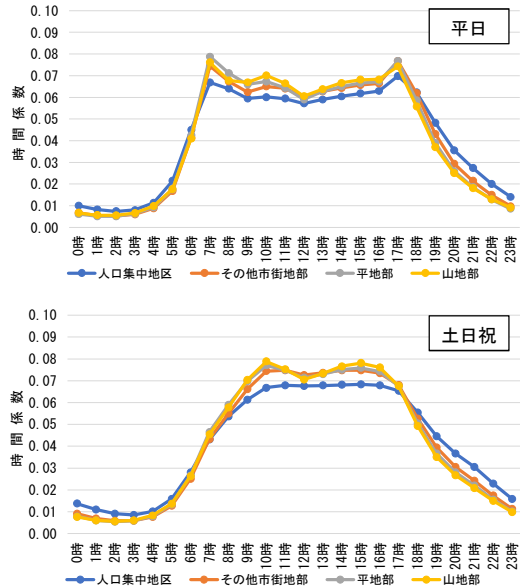


図-3 時間係数(上:平日、下:土日祝)

平日の時間係数(図-3上)は、いずれの沿道状況においても、7時台と17時台に値が大きくなっている。また、人口集中地区のピーク時の値については、他の沿道状況よりも小さい傾向である。土日祝の時間係数(図-3下)は、昼間のピークに向けてなだらかに推移している。特に山地部では、12時台に値が小さくなる傾向がある。

2. 車線別の実現最大交通量の分析

交通容量の基準値の見直しの必要性について検討するため、片側2車線・片側3車線の高速道路区間における、車線別の実現最大交通量や車線利用率について近年の傾向を整理した。具体的には、令和5年度の1年分の全国の高速道路1,873地点の車線別の常時観測交通量のデータを用いて、車線別(片側2車線区間の走行車線、追越車線、及び片側3車線区間の第1走行車線、第2走行車線、追越車線)及び片側の車線合計の交通量上位5地点を抽出するとともに、各地点の最大交通量時の車線利用率を整理した。

表-2に、車線合計交通量上位地点の車線合計最大交通量を示す。乗用車換算台数の5地点平均は、片側2車線区間で3,745pcu/時、片側3車線区間で5,806pcu/時となっている。ここで、多車線道路の基本交通容量は1車線当たり2,200pcu/時であり、1980年代前半に

おける我が国の実現最大交通量の観測結果をもとに定められている。今回の5地点平均を基本交通容量の車線数倍(片側2車線区間:4,400pcu/h、片側3車線区間:6,600pcu/h)と比較すると、片側2車線区間では15%、片側3車線区間では12%低い結果となった。このことから、車線合計の交通容量を1車線当たりの基本交通容量の車線数倍として求めることは実態に即さない可能性がある。

表-2 車線合計交通量上位地点の車線合計最大交通量

		車線合計 最大交通量 (台/時)	大型車 混入率 (%)	乗用車 換算台数 (pcu/時)	5地点平均 (pcu/時)
片側2車線 区間	1位地点	3,424	6	3,588	3,745
	2位地点	3,421	35	4,259	
	3位地点	3,399	20	3,943	
	4位地点	3,394	4	3,503	
	5位地点	3,377	2	3,431	
片側3車線 区間	1位地点	5,268	15	5,900	5,806
	2位地点	5,235	17	5,947	
	3位地点	5,155	21	6,021	
	4位地点	5,143	8	5,472	
	5位地点	5,115	14	5,688	

表-3に、車線合計交通量上位地点の車線合計交通量最大時の車線利用率を示す。5地点平均に着目すると、片側2車線区間では追越車線が走行車線より利用率比で1割程度大きく、片側3車線区間では追越車線が第2走行車線より利用率比で2割程度大きい状況となっている。

表-3 車線合計交通量上位地点の車線合計交通量最大時の車線利用率

	片側2車線区間		片側3車線区間		
	走行車線	追越車線	第1走行車線	第2走行車線	追越車線
1位地点	46%	54%	26%	32%	42%
2位地点	50%	50%	26%	34%	40%
3位地点	44%	56%	26%	34%	41%
4位地点	56%	44%	28%	31%	41%
5位地点	41%	59%	30%	32%	38%
5地点平均	47%	53%	27%	33%	40%

表-4に、車線別の交通量上位地点の最大交通量を示す。5地点平均に着目すると、片側2車線区間、片側3車線区間ともに内側車線ほど最大交通量が大きくなる傾向にある。

表-4 車線別の交通量上位地点の最大交通量

	(単位:台/時)				
	(片側2車線) 走行車線	(片側2車線) 追越車線	(片側3車線) 第1走行車線	(片側3車線) 第2走行車線	(片側3車線) 追越車線
1位地点	1,906	2,118	1,852	1,978	2,245
2位地点	1,745	2,054	1,816	1,877	2,238
3位地点	1,708	2,053	1,788	1,790	2,166
4位地点	1,705	2,038	1,777	1,778	2,134
5位地点	1,598	2,036	1,774	1,731	2,124
5地点平均	1,732	2,060	1,801	1,831	2,181

【成果の活用】

本研究の成果は、今後、技術基準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

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
Road Traffic Department
Road Safety Division

室 長	大橋 幸子
Head	OHASHI Sachiko
主任研究官	島崎 秋伸
Senior Researcher	SHIMAZAKI Akinobu
研 究 官	村上 舞穂
Researcher	MURAKAMI Maho
交流研究員	中村 孝一
Guest Research Engineer	NAKAMURA Koichi
交流研究員	前田 大樹
Guest Research Engineer	MAETA Daiki

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 report on a method for identifying accident-hazardous spots based on the opinions of road users and research on near-miss detection using AI technology.

〔研究目的及び経緯〕

幹線道路においては、特定の区間に事故が集中する傾向がある。そのため、これらの区間を特定し集中的な対策を行うことが事故の削減に効果的である。この際、区間の特定、事故要因の特定、対策の実施、のサイクルを重ねるとともに、その手法の改善を続けることが求められる。

区間の特定については、平成 15 年より事故危険箇所としての指定と対策の実施を繰り返しているが、箇所の抽出基準は見直され続けている。国総研では、事故件数だけでは特定されづらい危険箇所の抽出に向け、道路利用者意見を箇所抽出に活用する方法についての検討を行うこととした。

また、事故対策の選定にあたっては、事故要因の特定が必要となる。要因特定には、事故に至る経緯を把握することが望ましいが、現在利用可能な情報は断片的なものにとどまる。そこで、映像により実際の状況あるいはヒヤリハット状況を確認することが有効と考えられたが、事象を抜き出す作業に長時間を要した。そのため、これを簡易に実施できるよう、路側カメラからヒヤリハット状況を自動で抽出する方法について検討を行うこととした。

事故対策については、さらに、事故要因に応じて効果的な対策を選定することも重要である。これまで実施されてきた事故危険箇所の抽出、対策の選定と実施に関する情報は事故対策データベース（事故対策 DB）として蓄積されている。これらの情報は、道路管理者に個別に参照され事故対策の選定等に活用されているものの、総合的に処理して活用される仕組みとはなっ

ていない。そのため、本研究において新たな活用方法を検討することとした。

〔研究内容〕

(1) 箇所抽出への利用者意見の活用方法の検討

本研究では、既存の道路利用者意見投稿サイトの情報を活用することを想定し、交差点・区間ごとに事故率等の道路の特徴と意見の投稿数の関係について分析を行い、箇所抽出の候補となる意見数の閾値を設定する方法を検討した。

(2) 事故要因特定への路側カメラ映像の活用手法検討

交差点の事故が多く、また、交差点は単路区間に比べ場所を特定して調査しやすいため、本研究では交差点を対象とした。そのうえで、AI 画像認識技術を用いて路側カメラ映像からヒヤリハット部分を自動で抽出するモデルを 3 つ作成した。3 つの抽出モデルは、機械学習によるモデル、車両等の挙動（速度等）にヒヤリハットと判定する閾値（PET 等）を設定したルールベースモデル、車両等の物体間の関係にヒヤリハットと判定する閾値を設定したルールベースモデルとした。この 3 つのモデルについて、再現率等の抽出精度、動画抽出の絞り込み率や判定可能な画質や撮影画角等の適用範囲の観点から性能を比較し、最適なモデルを用いてツールを開発した。

(3) 事故対策に関する蓄積データの活用検討

事故対策 DB について道路管理者の協力を得て情報を更新するとともに、事故対策 DB を利用する道路管理者にアンケートを行い、利用実態、追加が望まれる機能等についての調査を行った。そのうえで、今後の機

能改良に向けた整理を行った。

〔研究成果〕

(1) 箇所抽出への利用者意見の活用方法の検討

意見数と事故発生率の関係を図-1に示す。なお、事故発生率の閾値は、A基準条件（死傷事故率100件/億台キロ以上、重大事故率10件/億台キロ以上、死亡事故率1件/億台キロ以上）を参考に設定するものとした。その結果、意見が多く挙げられている箇所は、重大事故率や死亡事故率が平均的に高いことが確認されたため、意見数の閾値として設定可能であることを確認した。

設定した意見数の閾値から抽出する方法を試行し、抽出箇所を、A基準を満たす箇所、A基準の一部のみ満たす箇所で分類したところ、A基準の一部のみ満たす箇所が一定程度あり、A基準のみでは抽出できない危険箇所を抽出できる可能性が考えられた。

(2) 事故要因特定への路側カメラ映像の活用手法検討

3つのモデルの検出精度を表-1に示す。ルールベース：速度等の再現率が76.0%と最も高かった。

今回ツールとして開発するにあたり、ヒヤリハットが映る動画を効率的に抽出する観点から表-2に示す項目に対する評価を行い比較した。この結果、ルールベース：PET等は、作業の効率性と画角等の影響、ツール実行時の設定手間が機械学習より低いものの、ヒヤリハット検出・物体の重なり等の影響・ヒヤリハット検出理由の把握において、高い評価が得られた。これらの結果を踏まえ、ルールベース：PET等を映像抽出ツールのモデルとして選定した。

さらに、本ツールが別の交差点においても適用可能を確認するため、新たな箇所を設定の上、ヒヤリハットの検出を一部試行した。この結果、半数程度のヒヤリハットを検出でき、絞り込み率も4割程度の結果を得られたため（図-2）、現場での映像確認の効率化に寄与する可能性のあるツールと考えられた。ただし、撮影動画の画角や画像状態により精度に影響が出るため、活用時は注意が必要であることが分かった。

(3) 事故対策に関する蓄積データの活用検討

事故対策DBについて、アンケート結果を図-3に示す。対策検討での活用に期待が高いことなどが分かった。これらの結果を踏まえ、事故対策DBの新たな活用方法のため、目的別検索機能の利便性向上や連携機能の追加等システム改良案をとりまとめた。

〔成果の活用〕

箇所抽出への利用者意見の活用方法については、今後の全国の事故危険箇所の選定基準の設定に活用される予定である。事故要因特定への路側カメラ映像の活用手法については、抽出ツールを全国の直轄事務所に提供できるよう改良を行う予定である。事故対策に関

する蓄積データの活用については、今年度成果を踏まえて事故対策DBの改良を実施する予定である。

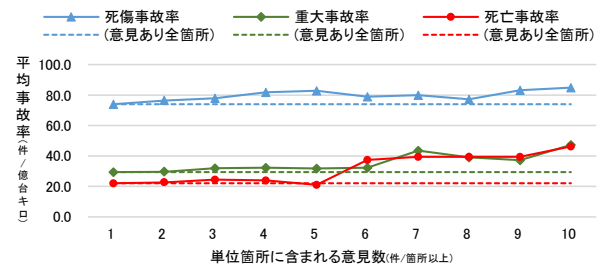


図-1 意見数と事故発生率の関係

表-1 検出精度

モデル	再現率	絞り込み率
機械学習	50.0%	40.0%
ルールベース：速度等	76.0%	48.0%
ルールベース：PET等	69.0%	49.0%

表-2 モデルの比較結果

項目	機械学習	ルールベース：速度等	ルールベース：PET※等
ヒヤリハット検出 (再現率で評価)	△	○	○
作業の効率性 (絞り込み率で評価)	○	△	△
画角等の影響	○	×	△
物体の重なり等の影響	△	△	○
ヒヤリハット検出理由の把握	×	○	○
ツール実行時の設定手間	○	×	△

※PET (Post Encroachment Time)：二者の動線が交差するときの交差点の通過時間差



図-2 検出できたヒヤリハット (例)

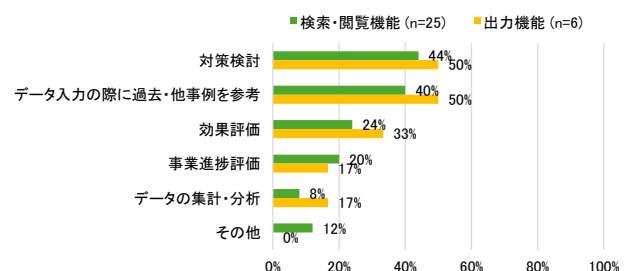


図-3 事故対策DBに関するアンケート結果

生活道路における交通安全対策の普及を 図るための手法に関する調査

Research on methods to promote traffic safety countermeasures on residential roads

(研究期間 令和 4 年度～令和 6 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

研究官 村上 舞穂

Researcher MURAKAMI Maho

交流研究員 黒澤 明史

Guest Research Engineer KUROSAWA Akifumi

主任研究官 藤田 裕士

Senior Researcher FUJITA Yuji

交流研究員 上野 宇悠

Guest Research Engineer UENO Takaharu

In this study, investigated the speed-reducing effect of physical devices, and driving experiment on chicanes, and investigation of construction methods for humps at intersections, and explaining how to suppress through traffic.

〔研究目的及び経緯〕

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、道路管理者と警察が連携しながら、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」が進められている。

地方公共団体の道路管理者からは、物理的デバイスの効果的な設置方法や施工方法、課題や効果を住民等へ分かりやすく説明する手法に関する知見を求める声があるため、以下の調査・研究を行うこととした。

〔研究内容〕

①物理的デバイスの設置効果に関する分析

物理的デバイスについて、種類（ハンプ、狭さく等）の違い等に応じた設置効果を明らかにするため、ビデオ調査結果から各種デバイスの速度抑制効果等进行分析した。

②屈曲部の構造に関する検討

屈曲部は、小型自動車に十分な減速を促す構造であるとともに、普通自動車が通行可能である必要がある。

屈曲部の張り出し部にゴム製ポールを用いる場合、普通自動車が通行できるよう、見通し幅（屈曲前後の車道幅員の重なり幅）を広くする必要があり、小型自動車に十分な減速を促せないなどの課題があった。そのため、普通自動車が徐行して乗り上げながら通行できる段差（以下、「エプロン」という。）を用いることで、見通し幅を狭めて小型自動車に十分な減速を促す設計手法を検討し、その有効性等を検証した。

③交差点ハンプの施工方法等に関する分析

生活道路同士の交差点部へのハンプの設置は、交差

する両方の道路の速度を抑制できることや、沿道住宅等の出入口を避けて設置できることなどの利点があるものの、その施工方法等に関する情報が十分に整理されていないため、先行事例を分析し、施工方法のポイント等を整理した。

④抜け道交通抑制効果の説明手法に関する検討

生活道路に進入する交通を抑制するためには、周囲の幹線道路の渋滞対策等が効果的であるものの、その効果把握のためには、現地観測や煩雑な分析が課題となっていたことから、国総研で開発した生活道路分析ツールを活用し、幹線道路の対策による抜け道交通抑制効果を簡易に分かりやすく説明する手法を検討した。

〔研究成果〕

1. 物理的デバイスの設置効果に関する分析

物理的デバイスを設置した 10 箇所におけるビデオ調査結果を分析したところ、ハンプは、設置後の 30km/h 超過割合が概ね 1～3 割程度に抑制できることが明らかになった。一方、狭さくは、ハンプほどの抑制効果はなかった（表-1）。

表-1 物理的デバイスの種類別の 30km/h 超過割合

調査事例の分類			設置前	設置後
a	ハ ン プ	単 独	51.2%	13.4%
b			31.8%	5.7%
c			62.1%	34.6%
d		連 続	80.4%	10.8%
e	狭 さ く	併 用 ハ ン プ	57.7%	9.1%
f			58.3%	9.7%
g	狭 さ く	片側単独	82.4%	66.1%
h		片側交互	52.5%	32.8%
i		両側単独	85.9%	78.8%
j		両側連続	93.6%	81.8%

※物理的デバイス直前 10m と直後 10m の各速度の調和平均

2. 屈曲部の構造に関する検討

ゴム製ポールを用いた屈曲部（見通し幅 2.0m）、エプロンを用いた屈曲部（見通し幅 1.5m、1.0m、0.5m）の計4コース（表-2 及び図-1）において、小型自動車 11 名、普通自動車 3 名、一般原動機付自転車（第一種）3 名、特定小型原動機付自転車 3 名、自転車 3 名（以下、後者 2 つの車種を「自転車等」という。）による走行を行った。原付と自転車等について、コース 1 は、屈曲部の張り出しを避ける／避けない走行の 2 通りを試行、コース 2～4 は、エプロンを避ける／避けない・横からエプロンに乗る／横からエプロンを降りるそれぞれの走行について、順方向及び逆方向の走行を行った 8 通りを試行しており、結果は各コースの平均値である。

走行速度については、エプロンを用いて見通し幅を 0.5m まで縮小した場合（コース 4）は、ゴム製ポールを用いた見通し幅 2.0m の場合（コース 1）に比して有意な速度抑制が見込めることが明らかになった（表-3）。

コース 4 については、小型自動車や普通自動車の危

表-2 実験に用いたコース

	構造	見通し幅
コース 1	ゴム製ポール	2.0m
コース 2	エプロン	1.5m
コース 3	エプロン	1.0m
コース 4	エプロン	0.5m

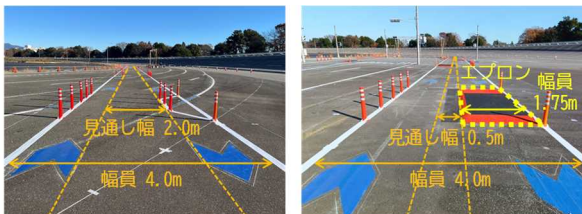


図-1 実験走路の例（左：コース 1、右：コース 4）

表-3 走行速度

	小型自動車	普通自動車
コース 1	29.1km/h	23.6km/h
コース 2	31.8km/h	16.2km/h
コース 3	27.2km/h	11.3km/h *
コース 4	21.4km/h *	10.0km/h *

*コース 1 に対して有意な速度抑制（5%有意水準）

※屈曲部の起終点間の平均速度の中央値のデータ

表-4 被験者へのアンケート結果

	小型 自動車	普通 自動車	自転車等	
	危険感			エプロン乗上意向
コース 1	0.55	1.33	1.25	—
コース 2	0.45	1.33	1.58	+0.08
コース 3	1.00	1.00	1.60	−0.08
コース 4	2.45	2.67	1.33	+0.17

※危険感値は 0～4（0：危険を感じなかった、1：わずかに危険を感じた、2：やや危険を感じた、3：危険を感じた、4：とても危険を感じた）
※エプロン乗上意向は -2（避ける）～+2（避けない）

険感がやや高いものの、自転車等の危険感値はコース 2 や 3 に比べて低かった（表-4）。これは、エプロンの幅員が広いほど、自転車等が自動車と輻輳せずにその上を通行できることに起因しているものと考えられる。

3. 交差点ハンプの施工方法等に関する分析

交差点ハンプの施工方法等について、先行事例を分析し、工夫事例（図-2）や施工手順の例（抜粋）（図-3）等を取りまとめた。

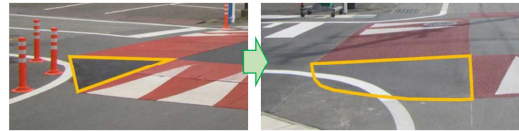


図-2 交差点ハンプの隅切り端部の処理の工夫事例

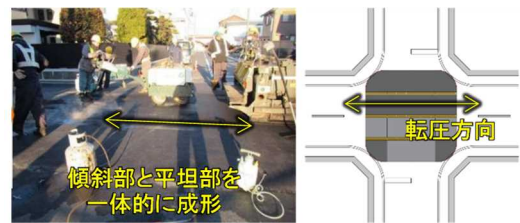


図-3 交差点ハンプの施工手順の例（抜粋）

4. 抜け道交通抑制効果の説明手法に関する検討

幹線道路の整備事例を題材に、生活道路分析ツールを用いて、供用前後の生活道路の交通の分担率の変化（図-4）、経路別所要時間の変化を視覚的に分かりやすく説明する手法を検討し、その作成方法や留意点を取りまとめた。

【効果事例 3】②幹線道路の整備により生活道路及び北側幹線道路の交通が減少



図-4 抜け道交通の抑制効果に関する説明資料の作成例

〔成果の活用〕

研究内容①②④については、道路管理者の参考となるよう参考情報を整理し、周知していく予定である。

研究内容③については、ホームページで公表している「ハンプの施工に関する参考資料（案）」（国土技術政策総合研究所道路交通研究部道路交通安全研究室）へ反映していく予定である。

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 factor of traffic accidents over recent years based on the data analysis using traffic accident databases. This analysis derives trends and characteristics of traffic accidents using to road conditions, type of accident, persons involved, and so on.

〔研究目的及び経緯〕

令和 6 年の交通事故死傷者数は 347,058 人（前年比 21,215 人減）、うち重傷者数は 27,285 人（前年比 351 人減）、死者数は 2,663 人（前年比 15 人減）となり、前年より減少はしているものの近年は横ばい傾向となっている（図-1）。第 11 次交通安全基本計画（計画期間：令和 3 年度～令和 7 年度）では、重傷者数を 22,000 人以下、死者数を 2,000 人以下とすることを目標としており、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、今後の道路交通安全施策の立案や実施に資するよう、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 5 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の分析し概況を把握した。それに加え、交差点での重大事故の発生割合が高いことに着目し、一般交差点とラウンドアバウトでの交通事故の特徴の違いや交差点の右折事故における車道幅員別・道路形状別の事故発生状況を分析した。また、特に安全確保が求められる高齢者や子ども・歩行者及び自転車の事故に着目し、年齢層別の夜間事故発生状況や、生活道路における通行目的別の事故発生状況について分析した。

本稿では、このうち一般交差点とラウンドアバウトでの交通事故の特徴の違い等について紹介する。

〔研究成果〕

(1) ラウンドアバウトの整備前後の事故発生件数

平成 17 年～平成 28 年に整備された全国 25 箇所のラウンドアバウトを対象として、整備前後 5 年間の交通事故発生件数（図-2）を確認した。対象交差点 25 箇所のうち、対象期間内に事故が発生していたのは 11 箇所であった。事故件数の合計値は整備前が 21 件、整備後が 13 件となっており、ラウンドアバウト整備後の事故件数は 4 割程度の減少がみられた。また、事故のうち重傷事故数は整備前及び整備後いずれも 2 件で、死亡事故は発生していなかった。

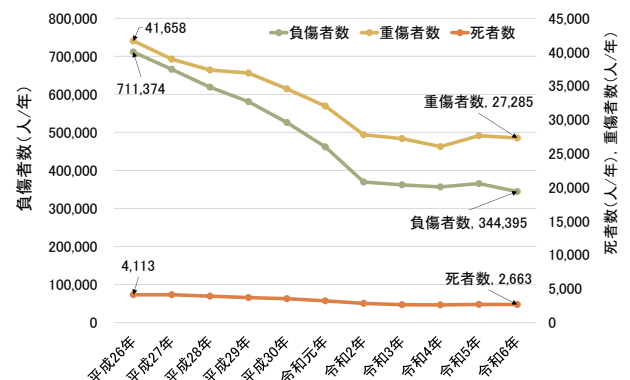


図-1 交通事故死傷者数等の推移

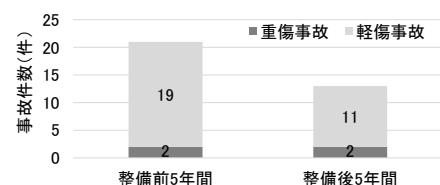


図-2 ラウンドアバウト整備前後 5 年間の事故発生件数

(2) 一般交差点とラウンドアバウトでの交通事故の特徴の違い

平成29年～令和5年までの計7年間の交通事故データより、一般交差点とラウンドアバウトでの交通事故について集計を行った。

まず、ラウンドアバウトと一般交差点における死亡事故・重傷事故・軽傷事故の割合(図-3)より、一般交差点の死亡事故割合が0.7%、重傷事故割合が10.6%であるのに対して、ラウンドアバウトでは死亡事故割合が0%、重傷事故割合が4.0%であり、ラウンドアバウトの方が死亡事故及び重傷事故の割合が低い。また、1当危険認知速度(第1当事者(交通事故に関連した者のうち過失が重い者、過失が同程度の場合は被害の最も軽い者)が相手を認識して危険を認知した時点の走行速度)が30km/h以下の割合は、一般交差点の事故が約8割であるのに対しラウンドアバウトの事故では約9割であり、ラウンドアバウトを走行する車両の走行速度が高くないため、死亡事故及び重傷事故の割合が低いと考えられる。

次に、事故類型別の事故発生状況(図-4)より、ラウンドアバウトでの事故は車両相互が最も多く全体の約9割を占めている。車両相互の事故に絞って事故類型の内訳を確認(図-5)すると、ラウンドアバウトでの事故は出会い頭が65.7%、一般交差点での事故も出会い頭が57.7%といずれも最も多かった。ただし、ラウンドアバウトと一般交差点は道路構造だけでなく交通ルールも異なることに留意する必要がある、ラウンドアバウトは交差点内に進入する時に出会い頭の事故が発生していると考えられる。

また、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、2当当事者種別の事故発生状況(図-6)より、一般交差点では2当当事者(交通事故に関連した者のうち、過失がない者かより軽い者、過失が同程度の場合は被害がより重い者)が自転車の事故が29.2%、歩行者の事故が13.2%であるのに対し、ラウンドアバウトでは自転車の事故が14.7%、歩行者の事故が6.7%であり、ラウンドアバウトでは2当当事者が自転車及び歩行者の事故が少ない傾向にある。

さらに、1当年齢別の事故発生状況(図-7)より、1当年齢が50歳以上の割合が、一般交差点での事故の50.1%に対し、ラウンドアバウトでの事故は79.7%であり、一般交差点と比較してラウンドアバウトにおける事故は1当年齢が高い傾向にあるといえる。

これらの結果より、ラウンドアバウトにおける事故の特徴として、死亡・重傷事故件数の割合が低いことや、歩行者及び自転車に関連する事故が少ないこと、比較的年齢の高いドライバーによる事故の割合が高いことが挙げられる。ラウンドアバウトの通行方法を認知していないドライバーに向けて、路面表示や標識等で通行方法を周知することで、ラウンドアバウトでの事故

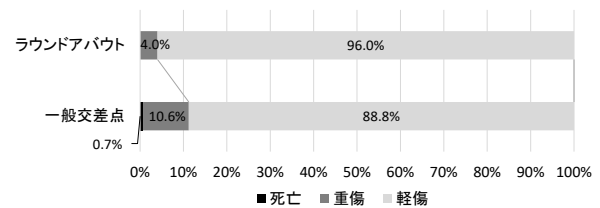


図-3 ラウンドアバウトと一般交差点における死亡事故・重傷事故・軽傷事故の割合

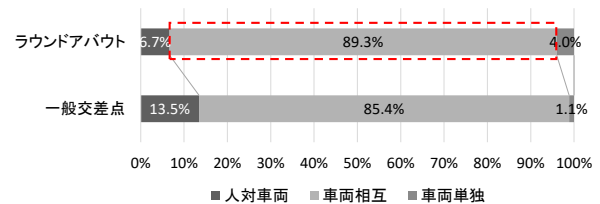


図-4 ラウンドアバウトと一般交差点における事故類型別の事故発生状況

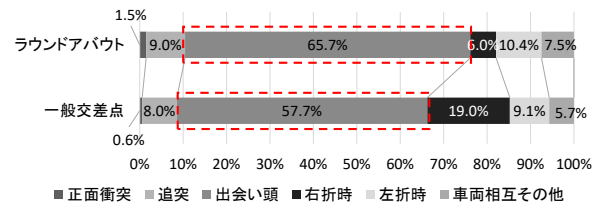


図-5 ラウンドアバウトと一般交差点における事故類型別(車両相互のみ)の事故発生状況

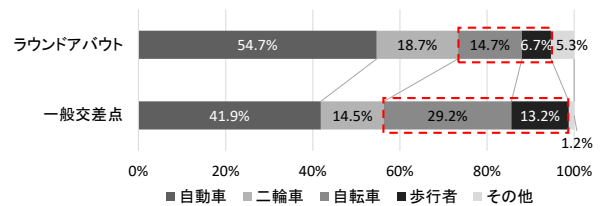


図-6 ラウンドアバウトと一般交差点での2当当事者種別の事故発生状況

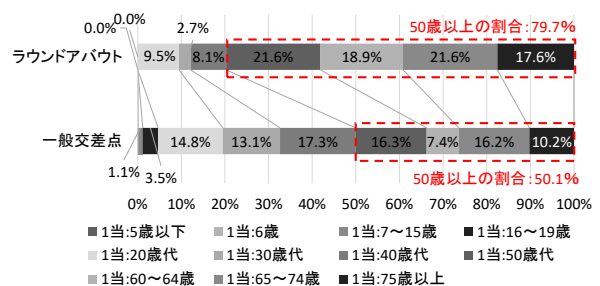


図-7 ラウンドアバウトと一般交差点での1当年齢別の事故発生状況

の発生をさらに抑えることができ、効果的な交通安全対策として活用できると考えられる。

【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。

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
Head
主任研究官
Senior Researcher
研 究 官
Researcher

大橋 幸子
OHASHI Sachiko
池原 圭一
IKEHARA Keiichi
久保田 小百合
KUBOTA Sayuri

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〕

国土交通省では、交通安全施設に関する技術基準やガイドライン等を作成しており、道路交通安全研究室では、防護柵、視線誘導標、道路標識、道路照明等の交通安全施設に求められる性能や設置のあり方などを検討している。

交通安全施設のうち視線誘導標の技術基準は、直近（昭和59年）の改訂から40年弱が経過している。現在では、この基準で対象としているデリニエーターのみではなく、それ以外の各種施設（道路鋸、線形誘導標示板（矢印板）、スノーポールや障害物表示灯等）も多く使用されている（以下「視線誘導等のための施設」という。）。また、反射面の素材はリフレクターや反射テープ、あるいは発光体（LED等）が使用される場合もある。これら実態を踏まえ、各現場で視線誘導等のための施設を効果的に選択、設置及び維持管理する際の参考となるよう、技術的知見の再整理が求められている。

また、交通安全施設のうち防護柵の設計条件、構造要件及び設置方法の検討にあたっては、様々な道路交通の条件を想定して多くの実車衝突実験を行ってきた。一方で、近年は一部の民間による防護柵の開発・改良において、衝突シミュレーション（防護柵への車両衝突に伴う非線形性の現象を解析する3次元シミュレーション）により事前検証を行った上で、最終的な防護柵性能の確認を実車衝突実験により行っており、今後様々な道路交通の条件に対応した防護柵の設置のあり方などの検討にあたり、効率的で効果的な検討方法として衝突シミュレーションの活用が期待される。

本調査は、交通安全施設のうち視線誘導標及び防護柵について、交通安全施設に求められる性能、設置のあり方などをとりまとめるものである。

〔研究内容〕

令和6年度は、夜間の視線誘導標の見え方の確認があまり実施されていない状況を踏まえて、昼間に確認

できる施設の状態と夜間の見え方の関係等に関する知見をとりまとめた。

また、今後の衝突シミュレーションの活用に向けた必要な知見を得るため、令和6年度はシミュレーションの試行とシミュレーションモデルのパラメータ調整を行い、シミュレーションの再現性を確認した。

〔研究成果〕

1. 視線誘導等のための施設に関する知見の整理

デリニエーター、反射シート、道路鋸（縁石に設置）及び線形誘導標（矢印板）を対象に、設置環境の違いによる反射面の劣化状況の特徴を把握するための調査を行った。調査対象エリアは、環境条件が異なる3つのエリア（①海岸に近接、②凍結防止剤を散布、③一般的な環境）を設定した。各エリアで設置後の年数が経過した対象施設が調査可能であり、交通量ができるだけ同程度となることなどを踏まえて、調査区間を選定した。調査は、昼間に徒歩で反射面の劣化状況を確認し、異常な状態であった施設の夜間の見え方を記録（写真及び車内からビデオ撮影）した。調査結果として、表-1の項目及び内容を整理した。

調査結果をもとに、昼間の点検のみにより、夜間の見え方による管理を行うための目安とするため、施設別・変状の種類別に、昼間の状態に対する夜間の見え方を整理した（図-1）。本年度までの調査では40%程度までの変状であれば、夜間も見える結果であった。

表-1 整理項目及び内容

整理項目	整理内容
i. 夜間の見え方に影響を与える異常な状態（昼間の状況）	・破損 ・ひび割れ ・変形 ・変色（黒ずみ、曇り、その他） ・取付状況の異常（向きの不備等） ・その他
ii. 異常な状態の程度	例：変色面積〇%以上
iii. 異常な状態と視認性の写真	昼間及び夜間の状況（写真）
iv. その他	・更新の要否 等

夜間見えづらい					
異常の種類	異常なし	異常な状態の程度と夜間の見え方の関係			
		40%未満	40～60%	60～80%	80%以上
破損			(事例なし)	(事例なし)	
ひび割れ			(事例なし)	(事例なし)	(事例なし)
変色 (曇り)			(事例なし)	(事例なし)	(事例なし)
変色 (黒ずみ)			(事例なし)	(事例なし)	
変色 (錆)				(事例なし)	(事例なし)

異常の種類	異常なし	異常な状態の程度と夜間の見え方の関係			
		40%未満	40～60%	60～80%	80%以上
破損				(事例なし)	
ひび割れ			(事例なし)	(事例なし)	(事例なし)
変色 (黒ずみ)			(事例なし)		(事例なし)
変色 (内部破損)		(事例なし)	(事例なし)		
変色 (汚れ)		(事例なし)	(事例なし)	(事例なし)	

図-1 昼間の状態に対する夜間の見え方の例
(上段：デリニエーター、下段：道路鈎)

2. 防護柵の衝突シミュレーションの再現性確認

衝突シミュレーションの再現性を確認するため、同じ衝突条件でシミュレーションを2回試行した。1回目の試行では、過去に行った実車衝突実験の結果との比較を行い、シミュレーションモデルのパラメータを調整した。その後、2回目の試行において、最終的なシミュレーションの再現性を確認した。

(1) シミュレーションの試行とパラメータの調整

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、1回目のシミュレーションを試行した。試行条件を表-2に示す。衝突条件aは、「防護柵の設置基準(以下「基準」という。)」で規定された種別Aの強度(車両が衝突したときに突破されない衝撃度の大きさ。種別Aは130kJ以上。)に相当し、衝突条件bは、種別Aの1.1倍の強度となっている。

衝突条件a及びbの試行結果を実車実験結果と比較すると、それぞれ防護柵の変形量には大きな違いはな

表-2 シミュレーションの試行条件(衝突条件)

衝突条件 a	-	車両重量	20t
	-	衝突速度	50.3km/h
	-	衝突角度	15度
	-	衝撃度	130.8kJ
衝突条件 b	-	車両重量	20t
	-	衝突速度	40km/h
	-	衝突角度	20度
	-	衝撃度	144.4kJ

いものの、車両が防護柵に衝突し、防護柵が車両を受け止めた後に車両が防護柵から離脱するときの角度が大きくなる結果となった。特に衝突角度と衝撃度が大きい衝突条件bはその傾向が顕著であり、実車実験で離脱角度が6度であるのに対し、シミュレーションは16.35度となった。基準では衝突角度の6割以下と規定されていることから、衝突条件bの離脱角度は12度以下が規定値となる。

以上の結果などを踏まえ、シミュレーションの再現性を高めるために車両モデルのパラメータの調整を行った。シミュレーションの車両挙動を詳細に確認すると、図-2に示すように柵が最大変形する付近で実車実験よりタイヤ切れ角が大きくなっていると考えられ、車両モデルのステアリング機構のパラメータを調整することとした。具体的には、ステアリング機構のバネ要素の規制を狭めていくことで実車実験結果に合うように調整を行った。なお、ガードレールモデルに関しては、適度な防護柵変形量となっていたことから、パラメータの調整は行わないこととした。

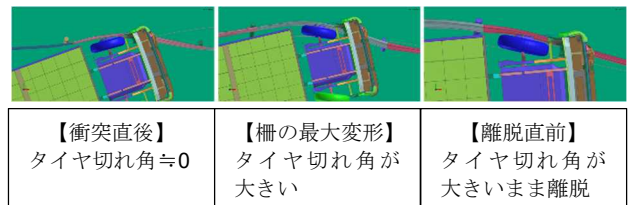


図-2 シミュレーションの車道挙動

(2) シミュレーションの再試行

車両モデルのパラメータを調整した後、衝突条件a及びbの2回目のシミュレーションを試行した。タイヤ切れ角が小さくなるように調整したことから、再試行では衝突条件aもbも衝撃度が防護柵に伝わりやすくなり、防護柵変形量が若干大きくなったものの、離脱角度は大きく改善する結果となった。表-3に衝突条件bの結果を例示する。再試行の離脱角度は16.35度から5.25度となり実車実験の6度に近い結果となり、シミュレーションの高い再現性を確認できた。

表-3 シミュレーションの試行及び再試行結果

	基準の 規定値	実車 実験 結果	シミュレーション結果	
			試行	再試行
最大進入行程, m (防護柵変形量)	1.10m 以下	0.47	0.51	0.59
離脱速度, km/h	24km/h 以上	28.30	34.16	33.35
離脱角度, deg	12deg 以下	6.00	16.35	5.25

【成果の活用】

視線誘導等のための施設は、設置目的を踏まえた適切な設置や実行性が高く計画的な維持管理する際に、道路管理者の参考となるよう技術資料をまとめる予定である。また、防護柵の衝突シミュレーションは、様々な設置条件でのシミュレーションを試行し、シミュレーションの活用可能性を検討する。

交通安全対策検討における 通学路等のデジタル情報の利用システム作成

Creation of a system for using digital information such as school routes in consideration of traffic safety measures

(研究期間 令和 5 年度～令和 6 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 島崎 秋伸
Senior Researcher SHIMAZAKI Akinobu
研 究 官 村上 舞穂
Researcher MURAKAMI Maho
交流研究員 中村 孝一
Guest Research Engineer NAKAMURA Koichi

This study investigates methods to superimpose digital data such as traffic accident data, ETC 2.0 probe information, and school routes, which are useful data for planning traffic safety measures, on maps on the system.

〔研究目的及び経緯〕

交通安全対策の立案にあたっては、道路の属性に関する様々な情報を参照している。特に生活道路の交通安全対策を立案する場合には、ETC2.0 プローブ情報から得られた車両速度や急減速発生箇所、過去の事故等の情報をデジタルで地図上に重ね合わせ、対策に関する議論を行っている。

ETC2.0 プローブ情報の分析にはスキルや経験、手間を要することから、国総研では、その分析を自動で行い地区内の車両速度や急減速を地図上に表示させるシステム（以下、「生活道路分析ツール」という）を提供してきた。この生活道路分析ツールを用いて、国による自治体の生活道路交通安全対策の支援が進められている。しかし、このシステムでは、ETC2.0 プローブ情報の分析結果や事故データ等特定のデータを重ねることができるものの、任意のデータを重ねることはできなかった。生活道路の交通安全対策検討においては、車両速度、急減速、事故の他に、通学路等、議論に有用なデータが様々にあると考えられ、これらを地図上に簡易に重ね合わせることができれば、より効率的に、効果的な対策を選定することにつながると考えられる。そのため、本研究では、生活道路分析ツールにおいて、任意の GIS データを重ね合わせ、かつ、簡易に操作できるよう改良を行うこととした。

一方で、道路の属性情報の一部は体系的にデジタル化されておらず、例えば通学路については自治体が保有する情報を個別に利用しているのが現状である。こ

のような有用性の高い情報が多くデジタル化され、位置情報を持った形で共通かつ簡易に利用できれば、さらに有効な交通安全対策の立案につながると考えられる。しかし、デジタル化にどの程度の注力が可能かは自治体により異なり、一律にデジタル化の方法を示すことは難しい。そこで本研究は、通学路情報を対象に共通的なデジタル化の手法を提案することとした。

これらの研究成果を合わせることで、交通安全対策検討における通学路等の多様な情報の利用を推進し、交通事故の削減に資することを目指す。

〔研究内容〕

(1) 生活道路分析ツールの改良

生活道路分析ツールは、ETC2.0 プローブ情報や事故データをサーバからダウンロードし、データを地図上に表示させるツールである。全国の直轄事務所等がオンラインで利用可能なシステムとなっており、ETC2.0 プローブ情報や GIS の知識がない利用者でも、例えば図-1 のように急減速発生箇所と事故発生箇所の情報を表示できる。

本ツールについて、通学路等幅広くデータを扱えるようにするため、新たに扱うデータ形式を選定し地図上に表示できるよう改良した。併せて、現状のツールの課題についてもアンケートにより調査し、対応方法を整理した。

※本報告は令和 5 年度補正予算の標記の研究課題を令和 6 年度に継続して得た結果をまとめたものである。



図-1 生活道路分析ツールの利用例

(2) 通学路情報のデジタル化の方法の整理

本研究では、「交通安全施設等整備事業の推進に関する法律」に基づき特定交通安全施設等整備事業を実施すべき道路の指定における通学路を対象とすることとした。この指定時に各自治体は通学路の情報を整理していると考えられることから、本研究ではまず各自治体における通学路情報のデジタル化の状況を調査することとした。そして、デジタル化の方法を分類し、パターンごとの地図上での判別性等を調査した。そのうえで、広く自治体が対応可能で視覚的に使いやすい通学路情報の整理方法について考察しとりまとめた。

【研究成果】

(1) 生活道路分析ツールの改良

扱うデータについて、交通安全上の課題をわかりやすく説明するために用いられるかという観点を考慮し、shape 形式、CSV 形式、GeoJson 形式のデータを選定し、これらを扱えるよう改良した。併せて、多くのデータを重ね合わせた際に用途に応じて任意のデータを確認しやすく修正できるよう、データをパワーポイントに出力する機能を追加した。

また、現状のツールに関して利用者を対象に実施したアンケート調査結果(図-2)では、機能として十分との回答が半数以上を占めていた。一方で、データ量抑制の観点から設けている分析可能地区数の制限が、利用の制約となっていると考えられる意見も複数あり、システムの更なる性能の確保が求められているとも言えた。

(2) 通学路情報のデジタル化の方法の整理

各自治体における通学路情報のデジタル化の状況のアンケート調査結果を表-1 に示す。作成方法としてはスキャンした地図を下図として電子データ上で作成(位置情報なし)した自治体が多かった。また、自治体の職員が外部に委託せずに直接作業を行うケースが 7 割程度を占めていることも分かった。

調査結果をもとに、デジタル化への移行を想定し、現在の自治体の実態等を踏まえ、通学路情報の作成方法について、以下の段階的な方針を設定した。

ツールの機能

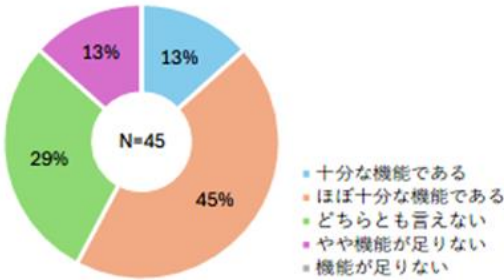


図-2 アンケート調査結果(生活道路分析ツール)

- ① 電子データとして作成する(手書き情報を極力廃止)
 - ② 位置情報を持つ電子データとして作成する(GIS データ)
 - ③ 位置情報を持つ電子データで、他の地理空間情報(DRM-DB)と連携したデータとして作成する
- そのうえで、作成にあたり満たすべき要件を整理することとし、実際のデータを用いて判別性、視認性等を調査した結果、道路密度や地図の縮尺等が影響することや、指定道路自体の密度も影響すること等が分かり、これらを考慮した要件を設定した。これらを踏まえて共通的な方法を取りまとめ、「交安法指定道路のデジタルデータ作成マニュアル(案)」を作成した。

表-1 通学路情報のデジタル化の状況の調査結果

作成パターン		回答数	割合
1	紙の地図上に、手書きで作成	190	20%
2	スキャンした紙地図を下図として、電子データ上で作成【位置情報なし】	373	39%
3	デジタル地図を下図として、電子データ上で作成【位置情報なし】	87	9%
4	デジタル地図を下図として、電子データ上で作成【位置情報あり】	69	7%
5	デジタル地図を下図として、電子データ上で作成【DRMリンク付け】	4	0%
6	その他	48	5%
7	わからない	183	19%
0	回答なし	4	0%
合計		958	100%

【成果の活用】

生活道路分析ツールについては、引き続き全国の直轄事務所等で交通安全対策の検討等に利用される予定である。通学路情報のデジタル化の方法については、今後、特定交通安全施設等整備事業を実施すべき道路の指定が行われる際に参考とされるよう周知する。

3. 高度道路交通システム (ITS)

自動運転サービスを道路側から支援するための交通安全対策等についての実証実験

Field operational tests on traffic safety measures to support automated driving services from road infrastructure side

(研究期間 令和5年度～令和6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 松原 朋弘
Senior Researcher MATSUBARA Tomohiro
研 究 官 山本 大貴
Researcher YAMAMOTO Daiki

This study examined the effectiveness of Cooperative Intelligent Transport Systems (C-ITS) in automated driving logistics services on expressways. A plan of field operational test (FOT) and an evaluation method of the FOT were developed. This information will be used for a creation of technical specifications.

〔研究目的及び経緯〕

近年、物流件数の増加や貨物自動車運送事業での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、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、現状の自動運転技術は、車両単独では実道のドライバーの運転を代替可能なレベルに達していない。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道路インフラ側からの支援(路車協調)について、様々な研究を行ってきた。

令和5年度からは、新東名高速道路において自動運転トラックを対象として、合流支援情報提供システムや先読み情報提供システムの実験機器を整備し、令和6年度には実証実験を開始した。また、これらのシステムの実現性を検証するため、実証実験を評価するための評価指標や当該評価に必要なデータ取得方法を含む実験計画を策定し、実験結果の分析・評価を実施している。なお、実験車両(自動運転トラック)は、公募により選定された自動車メーカーが貸与する形で実施している。

本稿では、新東名高速道路での実証実験の概要と令和6年度に国総研として実施した研究内容を紹介する。

〔研究内容・成果〕

(1) 先読み情報提供システム

先読み情報提供システムは、路側カメラ等により車両単独では検知できない道路前方の事象(落下物、故障車等)を検知し、本線上流部を走行する自動運転トラックに情報提供することで、余裕をもって事象を回避するための走行を支援する(図-1)。

当該システムの実証実験区間は、新東名高速道路の本線区間(浜松SA～駿河湾沼津SA)である。自動運転トラックに対して、既設のITSスポットで提供されている路上障害情報、および760MHz帯V2X通信(ITS Connect)で提供されている同様の情報を先読み情報として提供した。その後、情報提供された自動運転トラックが制御(車線変更、減速等)を行った際の車両挙動

を分析・評価し、システムによる情報提供の有効性を検証することが目標である。実験結果の評価は、「快適性(自車の車両挙動の変化量)」、「安全性(自車と本線後方車との潜在的衝突可能性)」、「円滑性(自車の事象対処に伴う本線交通への影響)」の観点から実施する。

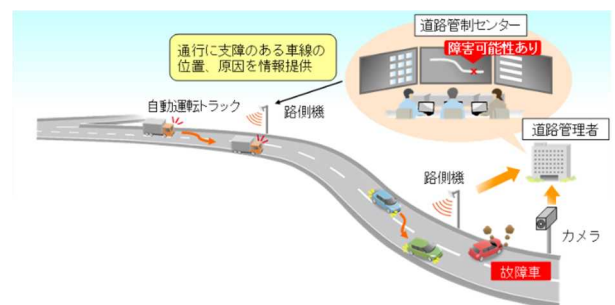


図-1 先読み情報提供システム (イメージ)

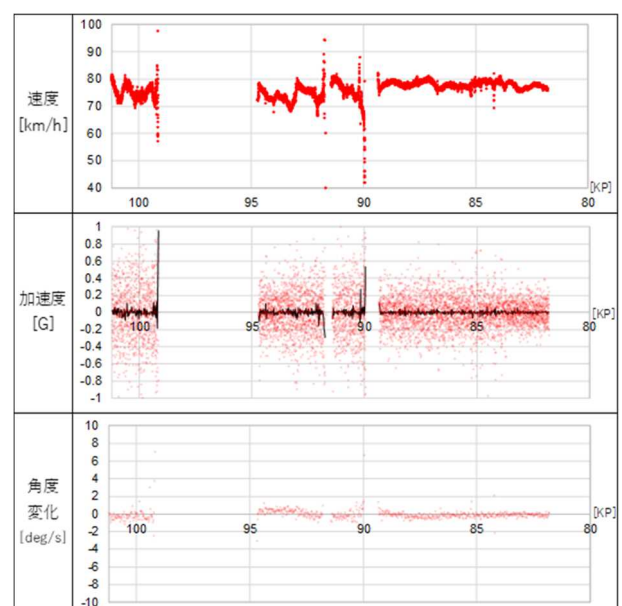


図-2 自動運転トラックの車両挙動サンプルデータ
(上段：速度、中段：加速度、下段：角速度)

※本報告は令和4年度補正予算の標記の研究課題を令和5年度、令和6年度に継続して得た結果をまとめたものである。

なお、評価用のデータとして、自動運転トラックに搭載した RTK-GNSS 受信機の測位情報や、車載センサにより検知された情報を活用した。

令和6年度は、事象遭遇時の自動運転トラックの車両挙動データを取得（走行回数は約100走行）しており、図-2に示しているのはそのうち1車両の1走行分のサンプルデータである。令和6年度は先読み情報が自動運転トラックの制御に活用されたケースが少なかったため、令和7年度以降は走行回数を増やして、情報提供の有効性の検証に必要なデータ収集を継続する予定である。

（2）合流支援情報提供システム

合流支援情報提供システムは、本線上流部に設置した車両検知センサが本線車の速度、位置等を検知し、合流車（自動運転トラック）に連続的に情報提供することで、余裕を持った本線合流を支援する（図-3）。

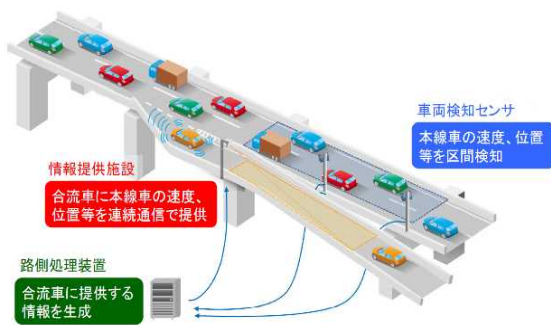


図-3 合流支援情報提供システムの概要

当該システムの実証実験箇所は、新東名高速道路（駿河湾沼津 SA～浜松 SA 間）の合流部付近である（浜松 SA 上り、遠州森町 PA 下り、駿河湾沼津 SA 下りの合流部付近）。情報提供施設等の実験機器のスペックや、実験機器の設置位置等は、過年度に国総研が作成した合流支援情報提供システムの技術仕様を踏まえて決定している。その後、自動運転トラックに対して、5.8GHz 通信と 760MHz 通信を用いて、本線車の速度、位置等を合流支援情報として提供した。

なお、合流支援情報提供システムは、開発段階であるため、システムの有効性に加えて、システムの技術的な成立性（エラー発生回数や電波強度等）についても実証実験を通じて検証する予定である。また、システムの有効性の評価は、先読み情報提供システムと同様に、「快適性」、「安全性」、「円滑性」の観点から実施する（表-1）。評価用データとして、自動運転トラックに搭載した RTK-GNSS 受信機の測位情報に加えて、合流区間に設置された俯瞰カメラの映像を取得した（図-4）。

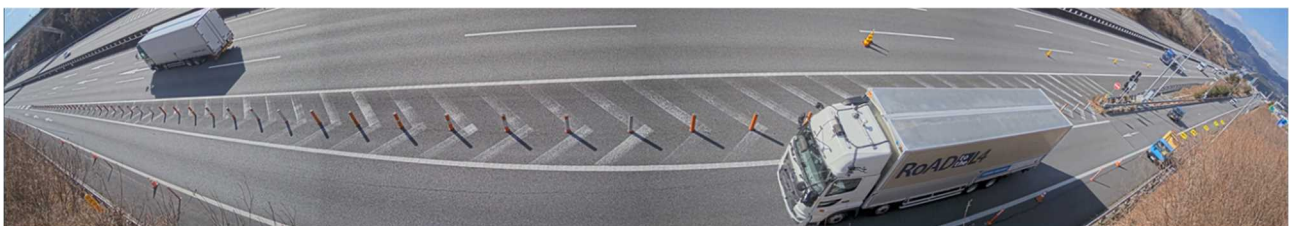


図-4 俯瞰カメラによる合流部での交通状況把握

表-1 合流支援情報提供の有効性の評価基準・指標

評価基準	評価指標	
快適性	速度	自動運転トラックの速度
	加速度	自動運転トラックの加速度
	角速度	自動運転トラックが旋回する際の角度変化量
安全性	TTC	自動運転トラックと本線車が速度と走行方向を維持している時、後方車が前方車に追いつくまでの時間
	PICUD	自動運転トラックが急減速した際、後方車が遅れて急減速して停車した時の相対位置
円滑性	回避行動	自動運転トラックの本線合流前後において、本線車が回避するためにに行った車線変更
	減速度	自動運転トラックの本線合流前後における本線車の減速度
	本線交通の乱れ	自動運転トラックの本線合流前後の本線に発生する乱れ

令和6年度は、自動運転トラックによる合流支援情報の受信試験を実施した。令和7年度においては、本実験の実施に向けて、通信試験結果を踏まえた実証実験計画書の修正等を行うとともに、他路線（東北自動車道等）での実証実験に向けた基礎資料とするためのデータ収集・分析を実施していく予定である。

【成果の活用】

国総研では、今回の実証実験結果をもとに、自動運転トラック向けの路車協調システムの技術仕様を作成する予定である。また、実証実験を通じて得られた結果・知見をもとに、自動運転車両の普及を見据えた交通への影響の分析等についても、継続的に研究を実施していく。

【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所、2023.3

一般道路における自動運転を実現するための調査研究

Research for realization of automated driving in general roads

(研究期間 令和2年度～令和6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 松原 朋弘
Senior Researcher MATSUBARA Tomohiro
研 究 官 山本 大貴
Researcher YAMAMOTO Daiki

The purpose of this study is to summarize the technological tasks for automated driving in general roads.

〔研究目的及び経緯〕

自動運転では、自動運行車の自車位置を正確に特定し、その位置に応じた車両制御を行う必要がある。特に一般道においては、さまざまなモビリティが行き交うことから、より多くの制御の判断を実施するため、制限速度や車両の通行帯、停車位置等の把握すべき情報も多く、より正確な位置の特定が求められる。自動運行車の自車位置の特定を補助するために、自動運行補助施設（路面施設）では、路面下に電磁誘導線、磁気マーカ、RF タグを埋設することで、自動運行車への情報提供を行なうことができる。

一方で、舗装内に埋設することが求められる当該施設については、舗装への一定の影響があることが想定される。現時点では路面施設の運用は、用途と期間が限定された実証実験での実績が主であり、道路管理者が長期にわたって維持管理を行った実績もない。

そこで、道の駅赤来高原（島根県飯石郡飯南町）付近の直轄国道及び町道において、路面施設の一つである電磁誘導線の設置による舗装への影響を把握することを目的として、設置前後で経年的な舗装調査を実施した。

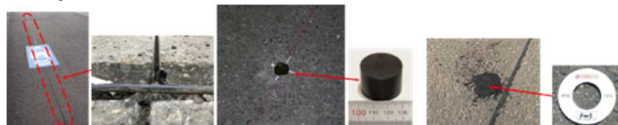


図-1 実証実験で用いた路面施設の事例
(左：電磁誘導線、中：磁気マーカ、右：RF タグ)

〔研究内容〕

道の駅赤来高原付近の直轄国道と町道において、「舗装構造評価調査（たわみ調査）」、「路面画像撮影調査（ひび割れ調査）」、「路面横断形状調査（わだち掘れ調査）」の3つの調査を実施した。

（1）舗装構造評価調査（たわみ調査）

舗装構造評価には、舗装構造評価装置(Falling Weight Deflectometer: FWD)を用いた。当該装置では、路面に衝撃荷重を加えた際のたわみ量を複数のセンサーにて計測することで、載荷箇所（測点）から2mまでの路面のたわみ形状を測定できる。測定した

たわみ形状から、支持力や舗装内部の状態なども把握できる。したがって、舗装に傷をつけずに内部の状況を把握し、舗装の健全度を評価することができる。これにより、継続的な状況調査を容易に実施することが可能である。

FWD 調査の調査区間は、道路種別（国道/町道）、舗装の厚さを考慮して選定した（図-2の区間①～区間⑦）。各区間での調査箇所は、電磁誘導線の設置位置である外側車輪位置（Outer Wheel Path: OWP）、外側車輪位置と内側車輪位置の中間位置（Between Wheel Path: BWP）を基本とするとともに、一部区間は比較対象として反対車線側も調査した。調査箇所数は7区間、18測線（86点）である。



図-2 FWD 調査 調査区間

（2）路面画像撮影調査（ひび割れ調査）

路面画像撮影には、路面性状測定車を使用した。当該装置では、レーザライン光を照射することで、路面の凹凸やひび割れの窪みによって生じる光線の変形を進行方向へ一定距離間隔（4mm 間隔）で撮影（キャプチャリング）し、捉えた画像からひび割れ状況を取得することが可能である。レーザ光は太陽光の影響を受けず計測が可能であることから、日照状況の影響は受けないものの、水などに吸収されやすいことから、路面が乾燥した状況での撮影とした。

ひび割れ状況の評価は、20mの区間において路面に

対するひび割れ箇所の割合をもとに、損傷状況を調査した。調査箇所は、設備設置時のひび割れ状況や道路種別を踏まえて、比較対象を含めた8つの箇所を選定している（図-3の区間①～区間⑧）。



図-3 路面画像撮影調査 調査区間

（3）路面横断形状調査（わだち掘れ調査）

路面横断形状の測定は、『舗装調査・試験法便覧（平成31年版）（公益社団法人 日本道路協会、平成31年3月）』に基づき、ハンディプロファイラを使用して取得した。計測箇所については、FWD調査と同じとしている。

【研究成果】

（1）舗装構造評価調査（たわみ調査）

区間①（国道54号）でのたわみ量の計測結果を示す（図-4）。区間①は、設置前の舗装の損傷が少なかった区間であり、2020年4月の設置時からのOWPとBWPの値に大きな差が確認されなかった区間となる。

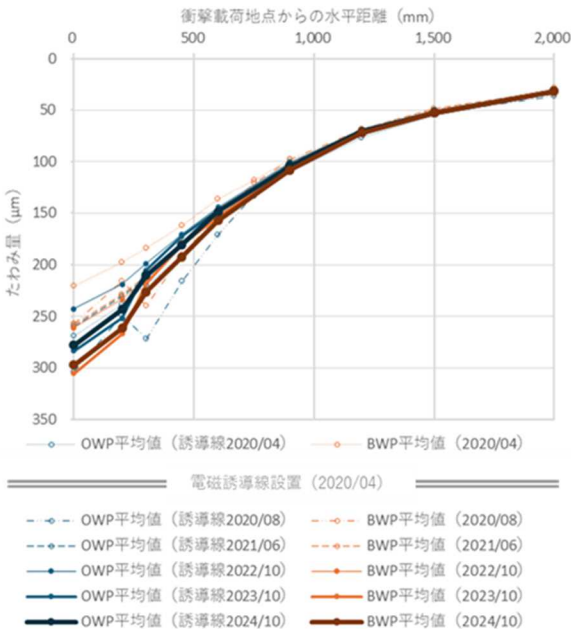


図-4 たわみ量の推移（区間①：国道54号）

各年度の計測値は2m間隔の3つの測点の平均値であり、年度毎に増減が見られるが、計測精度のばらつき程度であることから、損傷が進行している傾向はないと考えられる。そのほかの区間においても、電磁誘

導線設置箇所の劣化が著しい箇所は確認されておらず、ただちに悪影響を及ぼす事象は確認されなかった。

（2）路面画像撮影調査（ひび割れ調査）

区間①（国道54号）でのひび割れ率の計測結果を示す（図-5）。区間①は、電磁誘導線設置前のひび割れ率が0.0%であった区間であるが、設置後においても、路面に著しいひび割れは確認されず、ひび割れ率は0.0%であった。なお、電磁誘導線が設置されていない箇所においてもひび割れが大きな進行は確認されず、その他の電磁誘導線設置区間においても、著しいひび割れの進行は確認されていない。

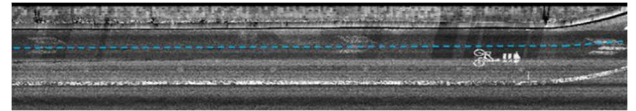


図-5 ひび割れ展開図（区間①：国道54号）
（電磁誘導線設置箇所：破線）

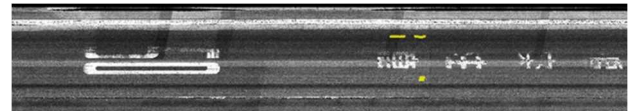


図-6 ひび割れ展開図（区間⑧：国道54号）
（電磁誘導線非設置箇所 ※実線がひび割れ）

（3）路面横断形状調査（わだち掘れ調査）

区間①（国道54号）での横断形状図を示す（図-7）。電磁誘導線が設置されている車線の中央線から路肩手前の白線までの断面を計測した。

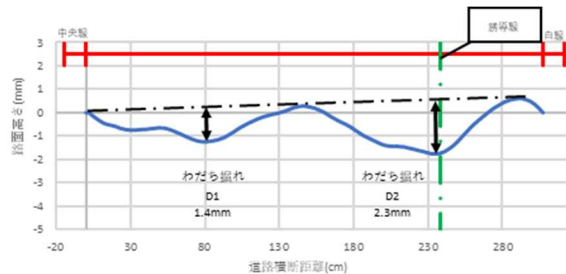


図-7 路面横断形状（区間①：国道54号）

電磁誘導線部でのわだち掘れ量は、国道54号でいずれの測線においても設置後で5mm程度と、いわば初期わだちレベルの軽微な範囲であった。また、国道54号以外も含めて、わだち掘れが著しく進行していないことを確認し、他の調査と同様に誘導線設置による影響は確認されなかった。

【成果の活用】

本成果は、電磁誘導線の設置後、約4年半の時点での舗装への影響調査結果である。電磁誘導線の設置に伴う舗装への影響を評価するには、舗装のライフサイクルにわたるモニタリングが必要であり、今後も調査を継続する予定である。また今後は、本調査に加えて、道路管理者が電磁誘導線を含めた路面施設の維持管理を行う際の実績データを積み重ねることで、路面施設の点検要領等にも知見を反映していく予定である。

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 road space that contributes to traffic safety, taking into account the inclusion of
autonomous driving mobility service vehicles on general roads

(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

研究官 村上 舞穂

Researcher MURAKAMI Maho

主任研究官

Senior Researcher

交流研究員

Guest Research Engineer

藤田 裕士

FUJITA Yuji

前田 大樹

MAETA Daiki

In this study, it conducted on-site surveys of the road traffic environment and the occurrence of manual intervention along the routes of autonomous driving mobility services, and used the survey results to examine methods for evaluating whether the road traffic environment is suitable for the introduction of autonomous driving mobility services from the perspective of their impact on manual intervention and the smoothness of general traffic.

〔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。政府は、限定地域における無人自動運転移動サービスについて、2025 年を目処に 50 か所程度、2027 年を目処に 100 か所以上を実現することを目指している。

一方、国土交通省では、自動運転移動サービスが安全かつ円滑に走行できるよう道路空間に必要な施設や設備についての技術的検証を目的とした実証実験を行うなど、政府目標の実現に向け取り組みを進めている。

こうした中、国土技術政策総合研究所では、道路交通環境が複雑なまちなかの一般道での自動運転移動サービスに着目し、自動運転車両が安全かつ円滑に走行するための道路交通環境側での課題への対応（交通安全対策）を目的とした研究に取り組んでいる。

〔研究内容〕

令和 5 年度は、自動運転移動サービスのルート上の道路交通環境と自動運転を継続できず手動により操作が行われる状態（以下、「手動介入」という。）の発生状況に関する現地調査を行った。そのうえで、調査結果を活用し、自動運転移動サービスの導入に適した道路交通環境であるかを、手動介入の発生しにくさの観点から評価する手法（以下、「手動介入評価手法」という。）や一般交通の円滑化への影響の観点から評価する手法（以下、「交通円滑性評価手法」という。）について検討を行った。

現地調査では、まちなかの一般道で自動運転移動サ

ービスが展開されている 10 路線の走行経路を対象に、図-1 に示すように単路および交差点毎に、交差点の見通しの良し悪し、横断防止柵の有無、路上駐車の有無等の道路交通環境を調査した。また、各路線 10 便の自動運転移動サービスの車両に同乗するとともに、車両の前方および後方にドライブレコーダーを設置し、手動介入の発生状況や要因となった事象の調査を行った。

↓ 単路部と交差点部に分割(データは往路復路を別々に取得)

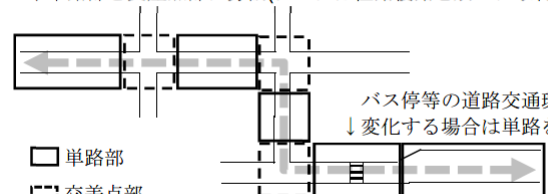


図-1 区間設定の考え方

手動介入評価手法については、10 路線各 10 便の現地調査結果を用い、手動介入が発生しない確率を目的変数、道路交通環境データを説明変数としてロジスティック回帰分析を行い、道路交通環境を要因とした手動介入が発生しない確率を推計する評価式を作成した。

交通円滑性評価手法については、自動運転移動サービスの導入により一般車両の平均旅行速度がどの程度低下するかを自動運転車両の最高速度、バス停の形式や設置間隔、道路の車線数や交通量等を変えた 540 ケースでの交通流シミュレーションにより推計した。

〔研究成果〕

1. 調査結果の整理

10 路線各 10 便の手動介入発生状況について、図-2

に示すように要因の構成割合を整理するとともに、図-3に示すように発生状況や詳細な要因を地図上に重ね合わせた資料を整理した。その結果を用いて、関係する地方公共団体へのヒアリングを実施し、対策の必要性を検討するための参考情報として、当該整理方法が有用であることを確認した。

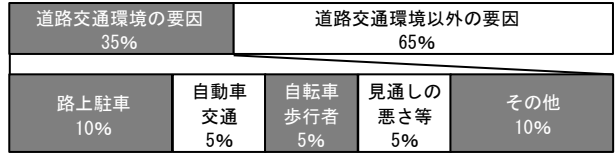


図-2 手動介入の発生要因割合を示したグラフ (例)



図-3 手動介入の発生状況を整理した地図 (例)

2. 手動介入評価手法

手動介入が発生しない確率を求める評価式は、ロジスティック回帰分析により作成した。この分析は、複数の要因(説明変数)から、2値の結果(目的変数)の発生確率を予測する統計手法で、式-1で表される。

$$P = \frac{1}{1 + e^{-(\beta + \alpha_1 X_1 + \alpha_2 X_2 + \alpha_3 X_3 + \dots)}} \dots (式-1)$$

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…)

この式における回帰係数(正の値は手動介入が発生しない確率を増加させ、負の値は同確率を減少させる)や切片の値を算出するため、現地調査結果を基に道路交通環境に関する説明変数候補を整理し、P値や想定される回帰係数の正負の整合の確認等により、説明変数を表-1の通り選定した。その結果、交差点であれば、信号連携・スマートポールの設置、右折現示かつ右折車線の設置、単路であれば、自動運転車両が通行することを示すピクトグラムの設置、横断防止柵やガードレールの設置、歩道の整備、幅員狭小区間の車線拡幅、路上駐車対策等を行うことで、手動介入が発生しない確率を高められる可能性が示唆された。また、これらに対応する説明変数(有: 1、無: 0)を評価式に代入すれば、対策の効果を試算することが可能であり、例えば、右折経路上の交差点に右折現示かつ右折車線を設けることで、手動介入が発生しない確率が81%から86%へ、路上駐車が無くなることで同確率が84%から90%へ向上すること等を示すことができる。

表-1 説明変数および回帰係数の選定結果

説明変数(有：1、無：0)	回帰係数	切片
交差点部（全車両共通）		
見通しの悪い交差点	-0.22	1.42
信号連携・スマートポール	1.47	
右折現示かつ右折車線	0.41	
単路部（カートかつ電磁誘導タイプ）		
沿道出入り箇所あり	-0.47	5.74
路上駐車あり	-0.39	
制限速度（km/h）	-0.14	
歩道あり	0.61	
単路部（乗用車かつGPS・3次元地図）		
沿道出入り箇所あり	-1.80	0.26
路上駐車あり	-0.34	
歩道あり	0.56	
横断防止柵・ガードレールあり	0.22	
単路部（バスかつGPS・3次元地図）		
自動運転車ピクトグラムあり	1.17	2.16
横断防止柵・ガードレールあり	0.49	
1車線区間（幅員狭小）あり	-3.00	
路上駐車あり	-0.52	

3. 交通円滑性評価手法

交通流シミュレーションにより推計を行った結果、自動運転車両の混入により一般交通の平均旅行速度が低下することや、バスベイ形式の停留所の設置によりそれを抑えられることが示唆された。例えば、表-2の通り一般車両の旅行速度が50km/hの2車線道路に最高速度17km/hの自動運転車両を10分間隔で走行させる条件で、一般車両の交通量が900台/hである場合は、平均旅行速度が83%(①)まで低下するものの、区間内の停留所を全てバスベイ形式とすることで、同速度が93%(⑦)までの低下に抑えられる可能性が示唆された。

表-2 バスベイ設置割合ごとの一般車速度低下割合^{※1}

	交通 量 (台/h)	バスベ イ設置 割合 ^{※2} (%)	一般車両の平均速度 (km/h)		自動運転 混在による 一般車両の 速度低下 割合(%)
			自動運転 混在なし	自動運転 混在あり	
①	900	0	21.8	18.0	83
②	500	0	27.3	25.4	93
③	900	10	21.8	19.5	89
④	500	10	27.3	25.7	94
⑤	900	50	21.8	20.3	93
⑥	500	50	27.3	26.2	96
⑦	900	100	21.8	20.2	93
⑧	500	100	27.3	26.2	96

※1 算出条件: バス停間隔 430m、自動運転車最高速度 17km/h、車線数 2、便数 3台/0.5h、信号 2箇所/km、沿道出入 14箇所/km、路上駐車なし
※2 停留所の設置間隔を 430m (10路線の現地調査結果の中央値)、シミュレーション区間の延長を 2.0km と設定し、区間内に設置される最大の停留所数 5箇所に対するバスベイ型停留所の設置割合

【成果の活用】

自動運転移動サービスの走行空間の課題把握や対策効果の試算といった実務への活用を見据え、本研究の成果をガイドライン等の技術資料へ反映するなど、走行空間整備手法の一部として活用することを検討していく予定である。

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4年度～令和6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 松原 朋弘
Senior Researcher MATSUBARA Tomohiro
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 Transportation System）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、国際連携・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 ITS 分野に係る専門委員会（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）等に参加し、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、の表 1 に示す ITS に関する各ワーキンググループ（以下「WG」）やサブコミッティー（以下「SC」）を対象に、我が国の技術の国際標準化に向けた作業状況を把握するため、以下（1）（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に対する Web 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情報収集を行うことで、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 WG/SC への参加

表-1 に示す各 WG/SC のうち、道路に係る 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 対象 ITS 関連 SC/WG 及び国内分科会

TC	SC	WG	分野	ワーキンググループ名称	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	ナマディックデバイス	ナマディックデバイス国内分科会
		18	ITS	協調システム	協調システム国内分科会
		19	ITS	モビリティインテグレーション	モビリティインテグレーション
		20	ITS	ビッグデータと AI	ビッグデータと AI 国内分科会
268	2		スマートシティ	持続可能なモビリティと輸送	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 関連技術の標準化に影響を及ぼす可能性がある以下の 5 項目について、海外、特に米国・欧州・中国の技術動向を調査し、取り纏めた。

（1）高速道路でのトラックの自動運転

我が国では、高速道路でのトラックの自動運転の実現に向けた路車協調型自動運転の施策・研究開発が進められているが、特に米国等では日本の 5.8GHz 帯規格とは異なる 5.9GHz 帯 ITS 専用周波数による路車協調が普及してきていることから、これが日本に与える影響を考察した。また、欧州の自動運転物流プロジェクトである「MODI」について調査を行った。

・「MODI」

名称：MODI (A leap towards SAE L4 automated driving features)

期間：2022年10月1日～2026年3月31日

費用：27,992,880 ユーロ

コーディネート：ITS Norway

MODI は、欧州の国境を越えたプロジェクトであり、CCAM (Cooperative, Connected and Automated Mobility: 協調型、コネクティッド、自動運転モビリティ) ソリューション導入により、ロジスティクス・チェーンを大幅に改善することを目的としている。以下の5つのユースケースを対象とし、8か国34組織の官民パートナーシップで構成されている。

<ユースケース>CCAM 車両により、

1. 港湾での現在の物流業務を実施 (ロッテルダム・オランダ)
2. 高速道路から港湾の限定エリアに接近 (ハンブルク・ドイツ)
3. ハブからハブへ大型車両で走行 (ヨーテボリ・スウェーデン)
4. EU の国境から港湾へ走行 (モス・ノルウェー)
5. ロッテルダムからオスロへ通しで走行



図-1 MODI プロジェクトの対象地域

(2) 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が、韓国やシンガポールでは、車載器とスマートフォンが連携して情報提供またはプローブデータを収集する技術が普及してきているため、開発企業へのヒアリング等を通じて、日本に与える影響を考察した。

(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おり、この参考とするため、米国、欧州における技術動向を調査した。

(4) 電気道路システム

持続可能な社会の実現に向けた脱炭素モビリティ構築のために構想されている自動物流道路では、内燃機関によらない電動型車両の導入が重要である。電動型車両が長距離を走行する場合、大容量バッテリーの搭載が必要となることや充電の時間的ロスなどが課題となる。道路空間を有効活用しつつこの課題を解決するためには、走行中給電機能を備えた電気道路システム

の導入が有効と考えられる。そのため、米国、欧州における電気道路システムの技術動向を調査した。

(5) 道路課金

今後の ICT 技術の進歩により GNSS 技術を使った新たな課金システムなどの普及や、コネクテッドカーや自動運転車の普及に伴う道路課金を取り巻く周辺環境の変化が想定される。そのため、我が国の将来の様々な道路課金の可能性を見据え、米国、欧州、シンガポール、ニュージーランドにおける最新の技術動向（通信、センサ、データ処理など）を調査した。

3. 国内事例の発信

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、自動運転の実現・高度化の観点から道路が備えるべき機能を整理するとともに、「自動運転サービス支援道（合流部や道路前方方向の工事規制等の情報を収集・提供する等、自動運転の実現や高度化に資するインフラ施設が備わった道路）」が設置される。また、6車線区間で交通量に余裕がある区間や時間帯では、自動運転車優先レーンを設置する（図-2）。なお、自動運転サービス支援道は、2024年～2026年にかけて新東名高速道路と東北自動車道の6車線区間で実証実験を実施し（図-2）、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、合流支援情報、先読み情報（落下物情報、工事規制情報）を提供するシステムについて、有効性を検証する実証実験を実施し、システムの技術仕様を作成する予定である（図-3）。

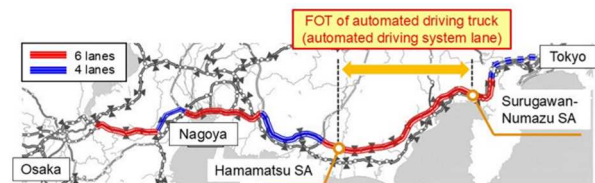


図-2 新東名自動運転トラック実証実験箇所

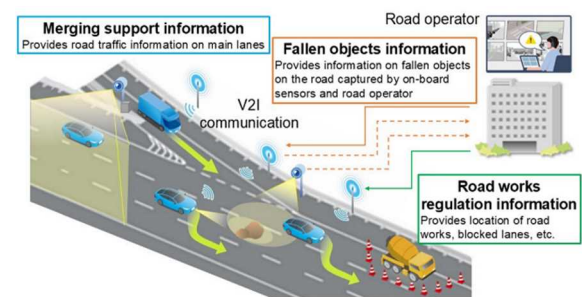


図-3 合流支援情報/先読み情報実証実験のイメージ

〔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、PIARC などにおいて、事例紹介、レポート作成等に活用され、我が国の ITS 関連技術の国際展開に寄与する。

ETC2.0 オープン化のためのシステム構築

System development for ETC2.0 probe data to third parties

(研究期間 令和4年度～令和6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 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 research involves the advancement of a system that comprehensively processes ETC2.0 probe data from all over Japan. Specifically, the project 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、新システムに実装する機能のうち、マップマッチング機能の精度を検証した結果を示す。

〔研究内容・成果〕

ETC2.0 プローブデータは「前回の測位点から 200m 走行した地点」と「進行方向が 45 度以上変化した地点」を車載器で測位し、それを測位点とし蓄積するものである（図-1）。マップマッチングとは、これらの測位点列がどの道路上に位置したかを推定することを行う。これにより、道路交通の状況把握等を行うことが可能となる。

新システムに実装するマップマッチング機能のアルゴリズム（以下「国総研アルゴリズム」という）では、測位点のうち、進行方向が 45 度以上変化した地点（以下「屈曲点」という）が交差点に位置すると仮定し、2 点の屈曲点ごとに経路推定を実施する（図-2）。屈曲点を用いることで、右左折した交差点間で区切った単位（点群グループ）で経路推定処理（表-1）が可能となり、高速かつ精度の高いマップマッチングの実現を目指している（図-3）。

ここで、連続する 3 点の測位点で進行方向が 45 度以上変化する地点（屈曲点）は、車両が右左折した交

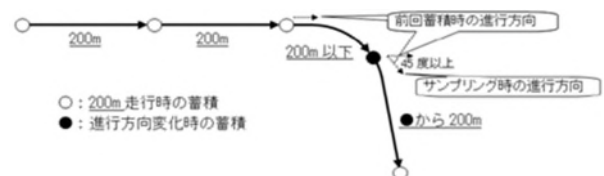


図-1 ETC2.0 プローブデータの蓄積イメージ



図-2 国総研アルゴリズムのイメージ

表-1 国総研アルゴリズムのフロー

1	進行方向が 45 度以上変化した際に発生した屈曲点をそれぞれ始点と終点に設定
2	この始点と終点の間にて最短経路探索により候補経路を推定
3	中間における各測位点と候補経路との位置を比較し、候補経路の妥当性を確認・選定

(注1) 候補経路の精度が低い場合、再度別の候補経路の探索を行い、妥当性を確認する処理を繰り返す。

(注2) 最短経路探索は、各リンクを規制速度で通過した所要時間により実施する。

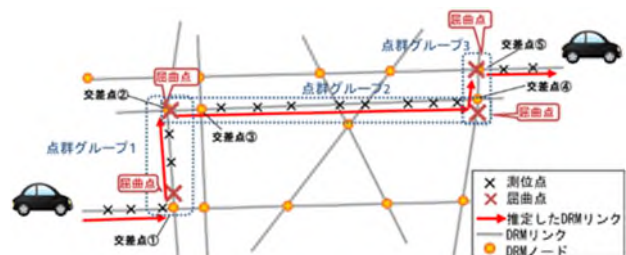


図-3 国総研アルゴリズムによる屈曲点の発生

	カーナビ連携型車載器		GPS付き発話型車載器	
	一般車用		一般車用	業務支援用
起終点削除	車載器で削除		車載器で削除	削除しない
機器構成				
プローブ情報の生成方法	①GPS・自律航法で測位 ②カーナビ地図(DRMリンク)にマッチング ③マッチング位置をアップリンク		①GPSで測位 ②GPS測位位置をアップリンク	
特徴	○ナビ地図(DRMリンク)にマッチングさせるためダブルデック等の複雑な構造でも位置を推定 ○GPS電波が届かないトンネル部等でも自律航法により位置を推定		○GPS電波が届かないトンネル部等ではデータが生成されない ○高層ビル街等ではGPS電波の反射波により位置精度が低下する	

図-4 車載器の種類と特徴

差点と仮定しているが、測位精度の影響を受け、屈曲点が正しく取得されず、正しくマップマッチングされない可能性がある。以下では、屈曲点が正しく取得されない事象を(1)測位点が交差点と一致せず未取得となるケースと(2)GPS測位の影響を受け誤取得となるケースに分け、正しくマップマッチングされたかを検証した結果を示す。なお車載器はカーナビ連携型(以下「ナビ連」という)と、単体で動く発話型車載器(以下「発話型」という)に分類され、プローブ情報の生成方法が異なる(図-4)。以下の検証では車載器の種類に分類し整理した。

(1) 測位点が未取得となるケース

2021年10月におけるETC2.0プローブデータを用いて、表-2に示す交差点を対象に検証した。

表-2 対象とした交差点

No.	住所	交差点名称
1	岩手県盛岡市	盛岡南IC入口交差点(西)
2	福島県福島市	舟場町交差点(西)
3	宮城県岩沼市	藤浪交差点(北)
4	青森県青森市	東バイパス環7入口交差点(南)
5	埼玉県熊谷市	上之(南)交差点(東)

対象とした交差点(5箇所)における屈曲点未発生率を表-3に示す。少数割合(0%~1.71%)の車両において、測位点が未取得であることを確認した。しかし、全ての未取得箇所において、正しい経路にマップマッチングしたことを確認した(一例について、図-5に示す)。なお、ナビ連と発話型との明確な差異は確認されなかった。

表-3 屈曲点の未発生率

交差点	右左折	①通過車両台数		②屈曲点未発生台数		③屈曲点未発生率(②÷①)	
		発話型	ナビ連	発話型	ナビ連	発話型	ナビ連
No. 1	右折	1311	592	0	1	0.00	0.17
	左折	339	157	0	0	0.00	0.00
No. 2	右折	2531	3109	0	0	0.00	0.00
	左折	750	726	1	0	0.13	0.00
No. 3	右折	2955	2713	22	1	0.74	0.04
	左折	117	4	2	0	1.71	0.00
No. 4	左折	16	10	0	0	0.00	0.00
No. 5	左折	242	112	2	3	0.83	2.68



図-5 マップマッチング結果(交差点 No. 1: ナビ連)



図-6 誤マップマッチングが確認された区間における所要時間

(2) 測位点が誤取得となるケース

GPS測位の精度は、GPS信号が遮られる高架構造(例:高層ビル街や高架高速道路に並走する一般道)で低下すると考えられる。本稿では、2021年10月(1週間)におけるETC2.0プローブデータを用いて、大黒埠頭周辺等の3箇所の区間を対象とした。

本節では、45度以上の角度変化が起き得ない直線区間で、測位点の誤差により屈曲点と判定された点(以下「誤屈曲点」という)の発生件数を確認した。(1)と同様に、誤屈曲点発生件数の通過車両台数に対する割合を確認した結果は、0%~9.5%であった。このうち、仙台港北IC周辺では誤屈曲点(交差点付近で測位点2点が逆方向、当該2点で誤屈曲点と判定)により、正しい経路付近の誤った経路にマップマッチングしたと考えられるケースを確認した(図-6)。

国総研アルゴリズムは、所要時間を最小にする経路推定を屈曲点間で行うため、正しい経路周辺の所要時間が正しい経路の所要時間よりも短い場合、誤ってマップマッチングする可能性がある。このため、正しい経路の周辺における所要時間も確認する必要がある。

正しい経路(図中の紫線)と誤った経路(図中の点線)の所要時間を比較すると、正しい経路の16.5秒よりも、誤った経路の50.1秒(正しい経路よりも長い所要時間)にマップマッチングされているため、誤ってマップマッチングされたと考えて妥当である。今後は、誤屈曲点による誤ったマップマッチングの影響を評価する必要がある。なお、ナビ連は発話型と比較し測位精度が高く、誤屈曲点の発生割合は低いことを確認した。ナビ連は、道路ネットワークを考慮しているためと考えられる。

【成果の活用】

本稿で検証したマップマッチング機能を用いることで、より精度の高い区間の平均旅行速度を把握した上で、交通安全対策や渋滞対策等の立案が可能となる。

4. 空間活用

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 6 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	一丸 結夢
Head	HASHIMOTO Hiroyoshi	Senior Researcher	ICHIMARU Yumu
主任研究官	根津 佳樹	交流研究員	小西 峻太
Senior Researcher	NEZU Yoshiki	Guest Research Engineer	KONISHI Ryota

In order to further promote utility pole removal, it is important to reduce the cost and increase the speed of work required to eliminate utility poles from the streets through the use of various work methods. In this study, we examined methods to estimate the number of conduits, etc. required in order to achieve common-use cable tunnels in conjunction with road projects. In addition, we also examined examples of efforts to shorten construction periods and the installation of permanent work zones, and summarized the results.

【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や事業期間の短縮を図りつつ無電柱化を推進している。このため、国土技術政策総合研究所では、無電柱化事業における合意形成の円滑化、道路新設に併せた電線共同溝整備（以下「同時整備」という。）の推進、管路材に係る新技術の開発の促進を目的として、「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。)の内容充実、同時整備の効果に関する検討、管路材の要求性能の明確化を行っている。

令和 5 年度、令和 6 年度は、ガイドの内容充実に向け、地上機器の設置や迂回配線に係る合意形成の課題や工夫を調査した。また、同時整備のコスト縮減効果等を試算した。さらに、管路材の要求性能の明確化に向け、電線共同溝整備マニュアル等における管路材の要求性能に係る規定の整理を行った。

【研究内容】

1. 地上機器の設置や迂回配線に係る合意形成の課題や工夫の調査

現行の合意形成ガイドに、地上機器の設置や迂回配線に係る合意形成の課題や工夫を追加するため、表-1 に示す 14 事例を選定し、これらを対象にヒアリングを行い、上記の課題や工夫を整理した。

2. 同時整備のコスト縮減効果等の試算

道路事業と併せた電線共同溝整備に関するガイドラインに基づき、「同時整備を実施した場合」と「同時整備を実施しない場合」の手順・施工内容を整理し、実際の電線共同溝整備済区間（1 区間）の

表-1 ヒアリング対象事例

ヒアリング対象事例	
a) 道路区 域内の 地上機 器	① (一) 三輪山線 三輪工区事業
	②無電柱化事業 (道修町通再生プロジェクト)
	③四条通歩道拡幅事業
	④河原町地内無電柱化事業
	⑤環状第二号線新橋・虎ノ門地区第二種市街地再開発事業
	⑥千代田区バリアフリー歩行空間の整備事業
b) 道路区 域外の 地上機 器	①市道柳町線無電柱化事業
	②さいたま市スマートホーム・コミュニティ街区整備事業
	③宇佐市街なみ環境整備事業
	④市道末広町線整備事業
c) 裏配線	①街なみ環境整備事業
	②鶴岡公園内堀周辺道路修景事業
	③県庁緑町線沿線地区整備事業
	④祐徳稲荷神社社門前地区観光地域振興無電柱化事業

道路構造等を参考に、検討モデルケース（延長、幅員、管路断面など）、昼間施工、夜間施工等の条件を設定した。設定した条件をもとに、同時整備によるコスト縮減効果等を試算した。

3. 電線共同溝整備マニュアル等における管路材の要求性能に係る規定の整理

現在運用されている管路材の要求性能（要求性能項目、試験項目、試験方法、合格基準）の規定を把握するため、「電線共同溝管路材試験実施マニュアル（案）（平成 11 年 1 月）」(以下「H11 マニュアル」という。)、電線共同溝試行案（平成 12 年 1 月）、JIS に記載されている管路材の要求性能に関する内容を整理した。これらの記載内容から、H11 マニュアルと地

方整備局等のマニュアルの性能に係る規定を比較整理した。

〔研究成果〕

1. 地上機器の設置や迂回配線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結果を基に「合意形成ガイド」の記載内容充実を想定して、「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（表-2）。調査結果から、地上機器の設置位置を地元地権者等に承諾を得るためには、一般の方でもイメージできるような資料等を用いて、関係者が協力して協議をすることが合意形成を図る工夫点として把握することができた。

表-2 合意形成における課題や工夫の整理表（例）

事業の段階 (ヒアリング結果 による再分類)	調整事項	調整方法	主な関係者	合意形成の課題	課題に対する工夫点
ア) 地上機器の設置	地上機器の設置位置の調整	電線管理者にて、地上機器設置の候補位置を作成し、まちづくり協議会が地権者との調整を実施。	電線管理者 地元協議会 地権者 等	歩道幅員が約2.0mと狭く、歩行者の妨げになり、設置が困難なため、民地内設置への合意が必要。	電線管理者にて、地上機器設置の候補位置を作成。道路管理者がサポートの上、まちづくり協議会が地権者との調整を実施するなど、関係者で連携し、説得力のある資料等で地権者の承諾を得た。
	地上機器の設置位置の調整	市が地権者に、地上機器移設先等について説明を実施。移設の承諾書頂く際は電線管理者が同行し合意形成を実施。	電線管理者 地権者 等	歩道拡幅後に地上機器を移設する計画のため、地上機器の移設先について地権者の合意が必要。	地上機器移設先の試掘調査等を行い、既設埋設状況を見る化して説明することで、合意を得ることができた。

2. 同時整備のコスト削減効果等の試算

設定した検討条件に基づき、整備費用、施工期間等の試算を実施し、定量的な効果を整理した（表-3）。整理結果から、同時整備をした場合、整備費用の削減（5～10%程度）、施工期間の短縮（12～13%程度）、交通規制期間の短縮（90%以上）の効果が見込まれた。また、同時整備による社会的な効果として、関係者別（地域住民・地権者、道路利用者、道路管理者等）での定性的な効果を整理した（表-4）。

表-3 同時整備の定量的な効果（例）

	A. 同時整備を実施した場合	B. 同時整備を実施しない場合	同時整備の効果
・管路本数多い ・昼施工	整備費用：約361千円/m 施工期間： 315日 規制期間： 28日	整備費用：約392千円/m 施工期間： 357日 規制期間： 357日	8%程度削減 12%程度短縮 90%以上短縮
・管路本数少ない ・昼施工	整備費用：約317千円/m 施工期間： 251日 規制期間： 28日	整備費用：約332千円/m 施工期間： 288日 規制期間： 288日	5%程度削減 13%程度短縮 90%以上短縮
・管路本数多い ・夜施工	整備費用：約407千円/m 施工期間： 315日 規制期間： 28日	整備費用：約450千円/m 施工期間： 357日 規制期間： 357日	10%程度削減 12%程度短縮 90%以上短縮
・管路本数少ない ・夜施工	整備費用：約355千円/m 施工期間： 251日 規制期間： 28日	整備費用：約375千円/m 施工期間： 288日 規制期間： 288日	5%程度削減 13%程度短縮 90%以上短縮

表-4 同時整備の社会的効果（例）

関係者	社会的効果（定性的効果）
地域住民・地権者	・前面道路の規制期間の短縮 ・掘削・埋め戻し工事期間の短縮 ・工事騒音の発生期間の短縮 ・営業損失の縮減 等
道路利用者	・車線規制・歩道規制に伴う渋滞混雑の低減
道路管理者	・道路整備との一括発注とすることによる、発注回数の減少、工事間調整回数の減少
電線管理者	・一体的な施工による、工事間調整回数の減少、施工期間の短縮

3. 電線共同溝整備マニュアル等における管路材の要求性能に係る規定の整理

H11 マニュアルと地方整備局等のマニュアルとの関係を把握するため、各マニュアルの要求性能項目（試験方法）を整理した。その上で、H11 マニュアルと地方整備局等のマニュアルの性能規定を比較整理した。これらの整理から、地方整備局等における管路材の試験項目や試験方法、合格基準に関する記載を把握し、各マニュアル間で共通する事項、異なる事項を整理した。この結果から、地方整備局等のマニュアルはH11 マニュアルに記載の管路材、要求性能項目を参照し、作成されていることが分かった。一方で、H11 マニュアルで参照している JIS について確認したところ、更新されている JIS があることが分かった。また、地方整備局等マニュアルは独自で現場実態等に則した要求性能を規定していることも分かった。例えば、北海道開発局のマニュアルでは、H11 マニュアルには記載のない角型多条電線管の試験が規定されている。また、中国、四国、九州地方整備局では、合成樹脂管を使用用途（電力・通信）別に試験を規定していることが分かった。このことから、管路材の要求性能の明確化に向け、H11 マニュアルの古い記載の時点更新、地方整備局等マニュアル独自で採用されている要求性能の統一・統合の検討を行うことが必要と考える。

〔成果の活用〕

合意形成、同時整備の検討については、引き続き、調査、検討に取り組み、自治体担当者が円滑に無電柱化事業を行えるよう努める。

管路材の要求性能については、JIS の時点更新、地方整備局等マニュアル独自で採用されている要求性能の統一・統合の検討を行い、H11 マニュアルの更新素案を作成する予定である。この成果により管路材の技術開発、コスト削減につながるよう努める。

道路管理設備における低炭素化技術に関する調査

Research on low-carbon technology for road management equipment

(研究期間 令和 5 年度～令和 6 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
Head HASHIMOTO Hiroyoshi
主任研究官 澤田 泰征
Senior Researcher SAWADA Yasuyuki
主任研究官 根津 佳樹
Senior Researcher NEZU Yoshiki

The Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (MLIT) announced 'Decarbonization Policies for Road Traffic, Ver. 1.0' in December 2024. To realize carbon neutrality, MLIT is actively enhancing efforts to achieve roads with low-carbon life cycles. For this purpose, the reduction of CO₂ emissions over the entire life cycle of a road, from construction to management, is promoted by positively adopting innovative technologies.

The National Institute for Land and Infrastructure Management (NILIM) has been conducting research and studies on the low-carbon technologies in road administration, focusing on the whole low-carbon life cycles of roads.

In FY2024, case studies were conducted on the introduction of low-carbon road lighting and snow-melting facilities as examples of low-carbon technologies in the road management field. Challenges in the introduction, management, and operation of these facilities as well as possible measures for addressing these challenges were summarized.

〔研究目的及び経緯〕

国土交通省では、令和 6 年 12 月に「道路分野の脱炭素化政策集 Ver1.0」を公表し、カーボンニュートラルを目指して、道路のライフサイクル全体の低炭素化などの取組を積極的に進めることとしている。道路のライフサイクル全体の低炭素化については、新技術を積極的に取り入れつつ、建設から管理までのライフサイクル全体の CO₂ 排出量の削減を推進することとしている。

国土技術政策総合研究所では、道路のライフサイクルのうち、道路管理分野の低炭素化技術について、技術開発動向や開発技術の実務への適用動向に関する調査を行っている。

令和 6 年度は、道路管理分野の低炭素化技術について、道路照明と消融雪設備を対象に調査を行い、導入時、導入後の管理・運用時の課題点、対処方針案について整理した。

〔研究内容〕

文献や WEB サイトで公開されている情報等により、道路照明と消融雪設備を対象に、低炭素化技術の実務への導入事例を収集し、収集した技術の中から CO₂ 二酸化炭素排出量削減量が大きいと期待される 10 事例を選定して事例概要を作成した。

選定にあたり、道路照明ではセンサー利用等により明るさを制御する技術に、消融雪設備では電気以外の熱エネルギーを用いる技術に着目した。事例概要の作成項目は、「技術概要」、「導入実績」、「低炭素への寄与

(期待する効果等)」等とした。

次に、選定技術について、開発メーカーへのプレヒアリングを行い、主に課題点の抽出の観点から現地調査・道路管理者等へのヒアリングの対象とする 6 事例を抽出した。抽出事例について、現地調査・ヒアリングを行い、事例毎に導入時、導入後の管理・運用時の課題点、対処方針案を整理した。

〔研究成果〕

1. 抽出事例と現地調査・ヒアリング結果

現地調査・ヒアリングの対象として抽出した事例は表-1 の通りである。現地調査・ヒアリングの実施にあたり、ヒアリング内容、提供依頼資料等について事例毎にまとめ、ヒアリング先に事前送付するとともに、現地調査票として事例毎に調査項目等を整理しておくことにより効率的に調査を実施した。

調査結果は事例毎にヒアリング議事録、写真を中心として調査結果にとりまとめた。図-1、図-2 に調査写真等の例を示す。

調査の結果、各技術の導入の経緯や計画・設計時、施工時、管理・運用時の利点や課題が整理できた。例えば僅少交通量のトンネルにおける照明制御システムは、交通センサーの活用により、交通のない時間に入り口照明の減光で節電する設備となっているため、交通量が少なくトンネル外が明るいほど節電効果が大きくなる。そのため導入により大きな節電効果の期待できるトンネルは限られたものとなる。地中熱ヒートパイプは、動力や制御装置不要で、地中と路面の温度差が大きく

表-1 事例の抽出結果

設備	分類	技術名称	導入箇所 (ヒアリング先)
道路照明	車両検知による調光技術	僅少交通量のトンネルにおける照明制御システム	国道158号下山トンネル (福井河川国道)
	スマートライティング技術	スマート道路照明ソリューションズ	埼玉県白岡市全域 (白岡市役所)
	スマートライティング技術	スマート街路灯	東京都杉並区
	給電方式に関する技術	直流給電方式を用いたトンネル照明システム	国道185号休山トンネル (広島国道)
	自然光採光の技術	太陽光採光システム「ひまわり」	新東名高速道路 清水PA
消融雪設備	ヒートパイプ技術	地中熱ヒートパイプ	国道8号新潟バイパス 井天ICランプ部 (新潟国道)
	熱交換技術	ヒートポンプレス下水熱利用融雪システム	新潟市役所前バスターミナル歩道
	ヒートポンプ技術	空気熱利用ヒートポンプシステム	国道116号 新潟西バイパス 新通ICランプ部
	電気ヒーティング技術	TAIYO SHEET	国道45号松島町左坂 (仙台河川国道)
	降雪センサー技術	降雪検知器	新潟県新発田市全域の県道 (新潟県庁、新発田地方振興局)
太字は現地調査・ヒアリングの対象			



図-1 現地調査写真の例
(スマートライティング技術)



図-2 現地調査写真の例
(地中熱ヒートパイプ技術)

なるとヒートパイプ内の作動液の蒸発と凝集により路面に熱が移動して融雪を行うため、設置後はメンテナ

ンス不要で長期間効果を発揮する設備となっていた。一方で設置時にはヒートパイプを集熱用に地中深く埋設するための多数の縦坑の掘削が必要となることから初期費用が大きく、施工が長期化することから新設時以外には適用が難しい。

他の技術についても適用条件が限られたり初期費用が大きくなったりするといった課題がみられた。

2. 導入促進に向けた課題と対処方針案の整理

現地調査・ヒアリングで抽出された課題に加え、技術の実務展開を図る際に想定される課題を検討し、道路照明及び消融雪設備への低炭素化技術の導入促進に向けた導入時、導入後の管理・運用時の課題点、対処方針案を整理した。この例を表-2に示す。

導入時の課題点として、各技術に共通して、初期費用が大きくなる点が抽出された。道路照明の車両検知による調光については、カメラの不具合等、不検知の影響を考慮した設備設計時・運用時の安全面の配慮が必要となること等が課題点として抽出された。

地中熱ヒートパイプ等の未利用熱源を活用した消融雪設備は、熱源の特性からくる適用条件の違いを考慮した計画・設計が行われている。それぞれの技術の適用条件を明確にし、適切に使い分けることが必要なことが課題点の一つとなっている。

実務展開を図る際に想定される課題点としては、交通センサーを活用した照明制御システムのトンネル以外のへ適用拡大があげられる。

これらの課題点に対して定性的な対処方針案を整理した。

表-2 課題点と対処方針案の整理結果の例

技術名称	段階	課題点(抜粋)	対処方針案(抜粋)
僅少交通量のトンネルにおける照明制御システム	導入時	・適用条件が限られる ・初期費用が高い	・消費電力が削減される条件の整理 ・長期的なトータルコストでの比較検討
	管理時	・カメラの不具合による車両の不検知	・点検方法の検討・整理
地中熱ヒートパイプ	導入時	・集熱用縦坑の掘削本数が多く施工が長期間 ・初期費用が高い	・設備の導入が優位となる具体的条件の整理 ・長期的なトータルコストでの比較検討
	管理時	・設備全体が埋設されているためメンテナンスフリー(設備を直接点検できない)	・融雪状況又は路面温度のモニタリング

〔成果の活用〕

調査結果は、実務において低炭素化技術の導入を検討する際の参考資料として活用される予定である。

道路環境影響評価の技術手法の改定に向けた調査

Research for revision of technological method for road environmental impact assessment

(研究期間 令和 5 年度～令和 6 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	一丸 結夢
Senior Researcher	OHKOUCHI Keiko	Senior Researcher	ICHIMARU Yumu
交流研究員	檜垣 友哉		
Guest Research Engineer	HIGAKI Yuya		

The purpose of this research is to enhance the content of a technological methods used to assess the environmental impact of road projects. The authors investigated the sound power level of vehicle noise as vehicles drive over drainage asphalt pavement, and identified technical methodologies items of environmental impact assessment that need to be revised.

〔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。

本研究課題では、技術手法の内容を更新・充実させていくため、自動車走行騒音に関する調査、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 5 年度、令和 6 年度においては、自動車走行騒音に関する調査として、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。）算出の効率化のため、2 種類の算出方法（最大騒音レベル法と二乗積分法）を比較・分析し、最大騒音レベル法を用いて問題ないことを確認するとともに、排水性舗装における騒音低減効果の持続性を確認するためパワーレベルの測定を行った。

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として、環境保全措置事例集（国総研資料第 721 号、国総研資料第 906 号）の更新事例の整理等を行った。

〔研究内容・成果〕

1. パワーレベル算出方法に関する分析

騒音レベルの測定データから個々の自動車のパワーレベルを算出する方法には最大騒音レベル法と二乗積分法の 2 種類がある。最大騒音レベル法は、最大騒音レベル ($L_{A, Fmax}$) が測定できればパワーレベル ($L_{WA, Fmax}$) が算出できるため二乗積分法に比べて多数のデータを低コストで得ることが可能である。一方で、測定点が音源に近く、特大車両のように音源が点音源と見せない場合は誤差が大きくなる。

過年度に測定した 10 箇所合計約 2,000 台のデータを対象に 2 種類のパワーレベル算出方法の比較分析を行った。

最大騒音レベル法により算出したパワーレベル ($L_{WA, Fmax}$) と二乗積分法により算出したパワーレベル

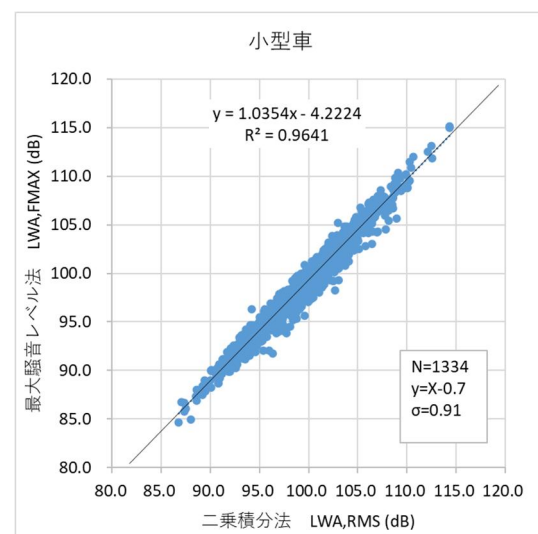


図-1 最大騒音レベル法と二乗積分法の対応の例

※本報告は令和 5 年度当初予算の標記の研究課題を令和 6 年度に継続して得た結果をまとめたものである。

($L_{WA, RMS}$) の対応を車種別に図示した。図-1 に小型車の例を示す。3 車種ともに $L_{WA, Fmax}$ と $L_{WA, RMS}$ は概ね $y=x$ の関係にあり、決定係数が 0.95 以上と相関も高い。また、算出法の違いによるレベル差 ($L_{WA, Fmax} - L_{WA, RMS}$) と速度の関係、レベル差と測定点と音源 (車線中心) までの距離との関係も分析した。これらの分析の結果、パワーレベルの算出方法は最大騒音レベル法を用いて問題ないことが確認できた。

2. パワーレベルの測定

近年の舗装耐久性向上に伴い、自動車専用道路においては、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、表-1 に示す 4 箇所においてパワーレベルを測定した。騒音低減効果の持続性を確認するためには、長期間のモニタリングが必要となるため今後も測定を継続し、分析を行う予定である。

表-1 R5 年度パワーレベル測定箇所

路線 測定箇所名 (同一地点での測定回数)	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
R16 神奈川県横須賀市馬堀海岸(2)	18.7	11	34	100
R1 滋賀県甲賀市水口町(2)	7.7	108	25	108
R10 宮崎県日向市財光寺(新規)	0.6	58	30	97
R41 愛知県丹羽郡扶桑町(新規)	0.6	34	14	160

3. 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

道路事業においては、動物、植物、生態系の保全に配慮して取り組んでいる。保全すべき動物、植物の種は多く、種ごとに生態の多様性が高いことや、密猟・盗掘防止の観点から保全対策の好事例が共有されづらいことから、現場ごとに工夫して保全対策に取り組んでいる。そこで、動物、植物、生態系の環境保全措置の事例を調査し、最新の科学的知見を踏まえ、効果的な保全手法を環境保全措置事例集 (国総研資料第 721 号、国総研資料第 906 号) としてとりまとめ、現場への共有を図っている。前回の事例集公表から約 8 年が経過し、更なる事例が蓄積されたこと、近年活用されてきている新しい技術が採用されている事例が増えてきたことから、事例集の更新を見据え、最新版環境保全措置事例集の更新事例を整理した (表-2)。

最新版環境保全措置事例集に掲載する種の選定については、地方整備局等が実施した環境調査業務等の報告書を用いて、国総研資料第 906 号の公表以降、新たに保全対象種として注目される種や、環境 DNA やリモートセンシング等の新技術の適用により調査精度の向上や動物に対する調査圧 (個体採取、踏みつけ、繁殖阻害等、現地調査により調査地域に生息・生育する生物

へ与える負の影響のこと。) の低減が図られるなど、最新の知見の取り込みにより環境保全措置の確実性の向上や効果的な実施が期待される種を優先して選定した。

また、環境保全事例集の更新にあたり、各地方整備局等へアンケートを実施し、事例の記載様式への要望、情報共有に向けた課題の確認等を行った。最新版環境保全措置事例集の内容の拡充に関する意見として、「代表的な種への保全措置の選択フローを掲載してほしい」、「法面対策として散布する種子の選定が容易となる資料にしてほしい」等があった。

環境保全措置事例の一覧、事例の記載様式と記載例及び今後の課題等についての意見を伺うことを目的として、学識経験者等へのヒアリングを行い、学識経験者からの意見と最新版環境保全措置事例集への反映内容を整理した (表-3)。

表-2 掲載予定の環境保全措置事例

分類群	事例集 906 号	時点更新 事例	記載内容 拡充事例	新規掲載 種の事例
哺乳類	12 種	3 種	5 種 (7 件)	1 種
猛禽類	9 種 (25 件)	7 種 (12 件)	4 種 (11 件)	4 種 (6 件)
鳥類	7 種	2 種	3 種	4 種
両生類・爬虫類	11 種 (12 件)	4 種 (5 件)	2 種	1 種
魚類	6 種	1 種	2 種 (4 件)	4 種
昆虫類	5 種	3 種	2 種 (3 件)	2 種
底生動物	1 種	1 種	1 種 (2 件)	3 種
その他	3 種	1 種	0 種	2 種
植物	34 種	4 種	0 種	16 種
生息・生育環境	9 分類 9 件	5 分類 5 件	4 分類 9 件	1 分類 2 件
新技術	-	-	-	12 件
地域連携	-	-	-	16 件

表-3 学識経験者等の主な意見の反映内容 (抜粋)

学識経験者等の主な意見 (事例集の構成等への意見)	最新版環境保全措置 事例集への反映内容
ネイチャーポジティブな道路づくりやグリーンインフラ等、まちづくりと一体となった道路づくりの事例をコラム等に取り入れると良い。	「地域連携の取り組み」の章等で事例やコラム等に取り入れることを更新作業に係る留意点に記載した。
「保全対象を特定の種や分類群に限定しないもの」は、記載内容がわかる見出しとした方が良いと考える。	「保全対象を特定の種や分類群に限定しないもの」は「保全対象種・種群を包括した近年の環境保全措置」とした。

【成果の活用】

本調査の成果は、今後の技術手法の更新・充実に向けた基礎資料とするものである。最新版環境保全措置事例集については、道路事業において動物、植物、生態系の環境保全措置を検討する際に活用されることが期待される。

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 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	根津 佳樹
Head	HASHIMOTO Hiroyoshi	Senior Researcher	NEZU Yoshiki
主任研究官	澤田 泰征	交流研究員	小西 峻太
Senior Researcher	SAWADA Yasuyuki	Guest Research Engineer	KONISHI Ryota

With the aim of achieving carbon neutrality in road traffic, efforts were examined regarding improvement in the usability of power feeding facilities that are necessary for popularizing electric vehicles. In this examination process, a fact-finding survey was conducted on the use of charging facilities, and private businesses' systems for providing information on charging facilities were checked toward developing measures for delivering information on charging facilities (Proposed).

〔研究目的及び経緯〕

国土交通省では、カーボンニュートラルの実現に向けた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、道の駅等への給電施設の設置支援や案内の充実といった給電施設の利便性向上に取り組んでいる。

国土技術政策総合研究所では、給電施設の利便性向上に資する取り組みとして、給電施設の利用平準化を目的に、充電待ち時間等の情報の提供方策（以下「情報提供方策」という。）の作成に取り組んでいる。

〔研究内容〕

令和 6 年度は、給電施設の情報提供方策の作成を見据え、以下を実施した。

(1) SA/PA における給電施設の利用実態調査

給電施設の利用状況、課題及びニーズの把握を目的として、SA/PA における給電施設の利用実態調査を行った。

(2) 情報提供方策（案）の作成

SA/PA における給電施設の利用実態調査を踏まえ、情報の収集加工手法及び提供手法をそれぞれ複数案検討した。検討した内容を踏まえ、実際に給電施設を運用している民間事業者や ITS スポットのシステムを構築・管理している民間事業者などにヒアリングを行った。ヒアリング結果を踏まえ、情報の収集加工手法及び提供手法について、実現に向けた課題、想定される作業期間、概算費用等を比較整理した。整理結果から、短期的に実現可能な情報の収集加工手法及び提供手法を抽出し、情報提供方策（案）を作成した。

〔研究成果〕

(1) SA/PA における給電施設の利用実態調査

利用実態調査箇所を選定に先立ち、全国の SA/PA における給電施設の設置状況（基数など）、給電施設が設置されている前後の SA/PA との位置関係、本線交通量等を整理した。整理結果を踏まえ、以下の条件を満たす利用実態調査箇所を 2 区間選定した（表-1、図-1、図-2）。

- 複数の給電施設が設置されている SA/PA を抽出
- 抽出した SA/PA と給電施設が設置されている前後の SA/PA が近接（概ね 30km 程度）

表-1 利用実態調査箇所（2 区間）

番号	路線名、上下線	区間
区間①	新東名・東名高速道路 上り	清水 PA—駿河湾沼津 SA—足柄 SA—鮎沢 PA
区間②	新東名高速道路 下り	掛川 PA—浜松 SA—長篠設楽原 PA

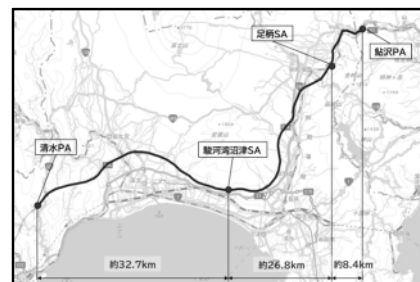


図-1 利用実態調査区間①

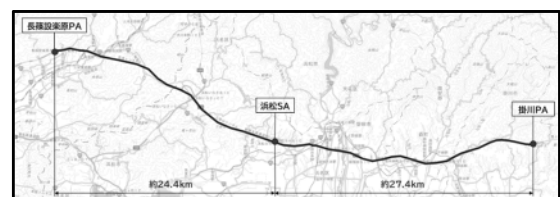


図-2 利用実態調査区間②

※本報告は令和 5 年度当初予算の標記の研究課題を令和 6 年度に継続して得た結果をまとめたものである。

選定した調査箇所において、平日・休日の給電施設の利用状況についてビデオ調査を行った。ビデオ調査から確認できた給電施設の利用状況の一例を図-3、図-4に示す。

○現地調査まとめ

- ・平日は給電施設の目立った混雑は見られない。
- ・休日はSAに設置された給電施設では半数以上のマスが使用されるなど混雑が見られる。

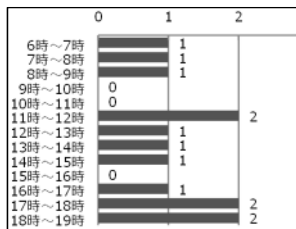


図-3 給電施設の利用台数
(掛川 PA・休日)

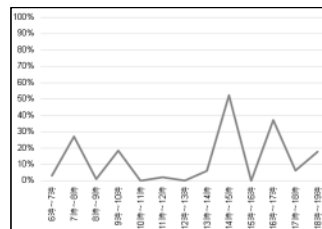


図-4 給電施設の占有率
(掛川 PA・休日)

合わせて、選定した調査箇所の給電施設利用者に対して、アンケート調査（現地アンケート：86 サンプル、Web アンケート：140 サンプル）を実施した（図-5）。アンケート調査の結果、SA/PAの給電施設に関する充電待ち時間等の情報提供について、ニーズがあることを確認した。

○アンケート調査まとめ

- ・約半数が高速道路利用時において、一定の残量を下回った段階で給電施設を探していた。
- ・半数以上が充電残量 40%未満の状態では給電開始し、6割以上が充電残量 80%以上の状態で給電を終了していた。
- ・半数以上が出発地から給電するまでの走行距離は 200km 未満であった。
- ・回答者の約 3 割が、給電施設の情報不足に関して不便に感じており、約 2 割が、給電施設の混雑について不便に感じている。
- ・7割以上が車両に ETC2.0 を搭載している。

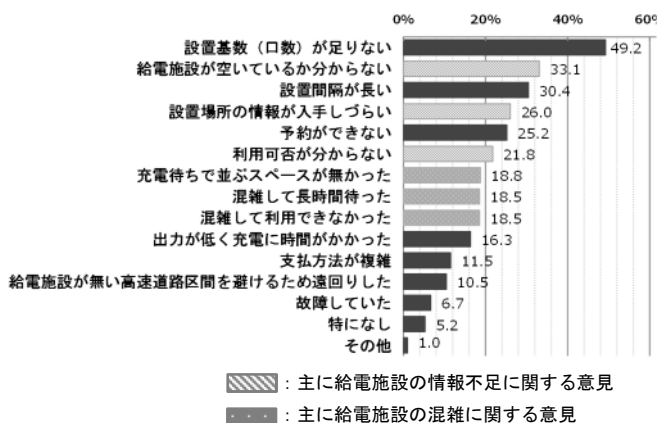


図-5 高速道路の給電施設で不便に感じること
(複数回答可)

(2) 情報提供方策（案）の作成

検討した情報の収集加工手法及び提供手法の複数案から、来年度以降の実証実験を想定し、短期的に実現可能と考えられる情報提供方策（案）を作成した（表-2、図-6）。

表-2 情報提供方策（案）

①収集段階	②加工段階	③提供段階
情報の収集 ・給電施設の口別の利用有無を取得 ・AIカメラ、車両センサーの利用により収集（設置場所や施工性で検討）	情報の加工 ・給電施設の状態整理 ・提供できる情報内容に処理 ・車両の有無から、利用台数、満空状況を把握（5分おきに更新） ・把握情報から提供情報を決定 ・ETC2.0のコードフォーマットに変換（ローカル情報として送信）	情報の提供 ・上流を走行する車両に対し情報を提供 ・提供方法により、提供可能な情報を選定 ・ITSスポット経由によりETC2.0搭載車へ情報提供 ITSスポット通過ごとに情報更新 【ナビ連動型】 カーナビ上に満混空状況を図で表示 【発話型】 音声で案内

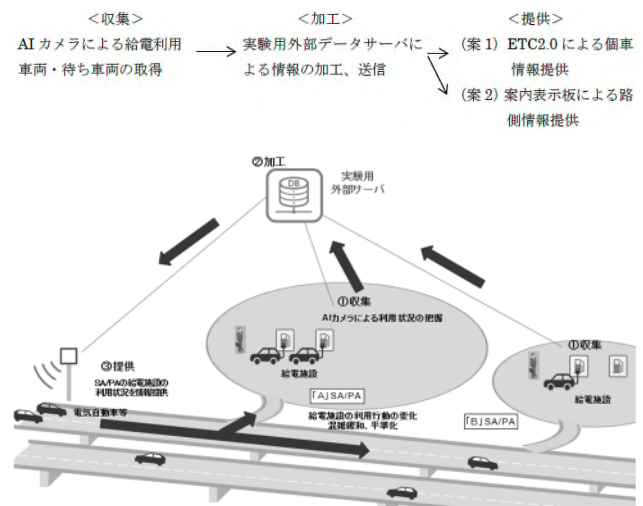


図-6 情報提供方策（案）イメージ

〔成果の活用〕

本成果を踏まえて、今後関係機関（NEXCO等）と詳細な調整を図り、実証実験を行う予定である。実験結果により、情報提供方策（案）の効果や改善に向けた課題を明確にし、給電施設の利便性向上に向けた情報提供方策を作成する。作成した情報提供方策を全国のSA/PA、道の駅等で展開することで、給電施設の利用平準化による利便性向上につなげていきたい。

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

A manual was compiled on procedures for determining carbon dioxide emission factors for large cars and for small cars, based on the expected popularization of next-generation vehicles and improvements in vehicle performance. Based on the manual, carbon dioxide emission factors were calculated for each vehicle type (i.e., passenger car, heavy-duty truck, medium-duty truck, or light-duty truck) and for each fuel type (i.e., gasoline or diesel). Carbon dioxide emission factors for gasoline and diesel vehicles were confirmed to be lower than before at every travel speed and those factors for hybrid vehicles were confirmed to be lower than those for gasoline and diesel vehicles and tended to be independent of travel speed.

〔研究目的及び経緯〕

国土交通省では、令和 6 年 12 月に「道路分野の脱炭素化政策集 Ver. 1.0」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おり、自動車交通による CO2 排出量の推計や、道路施策による CO2 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、自動車走行時の二酸化炭素排出量の推計方法の作成に取り組んでいる。

令和 6 年度は、大型車、小型車の 2 車種別の排出係数の算定を見据え、車種区分別の燃費特性/電費特性を把握し、排出係数の算定を行った。

〔研究内容〕

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）を整理した。令和 6 年度は主に図-1 の③、④の内容について実施した。

1. 車種区分別の燃費特性/電費特性の把握

車種区分別の燃費特性/電費特性を把握するため、走行調査を実施した。走行調査を行う車両は、過年度の成果を踏まえて、表-1 に示す、使用燃料別、車種別に区分した 13 車種区分ごとに選定した。走行調査にて取得したデータより、1 秒ごとの速度、加速度、燃料消費量（電気自動車は電力消費量）等の関係を整理し、速度、加速度別の燃料消費量を走行モードにあては

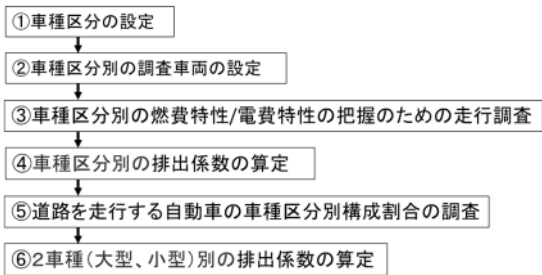


図-1 排出係数の算定手順

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	○	○	○	

め、車種区分別の燃費特性/電費特性を把握した。

2. 車種区分別の排出係数の算定

1. で把握した燃費特性/電費特性に基づき、車種区分別に排出係数を算定した。この際、高速道路、一般道路の別に算定を行った。また、電気自動車は、走行時は二酸化炭素を排出しないものの、車両に供給する電気の発電時には、二酸化炭素を排出する。そのため、従来の走行時のみの二酸化炭素排出量に着目した排出係数と、燃料精製段階から自動車走行時までの二酸化炭素排出量に着目した排出係数の 2 つを算定した。

〔研究成果〕

1. 車種区分別の燃費特性/電費特性の把握

表-1 で示した 13 の車種区分別に、レンタルが可能な車両を車種区分別にメーカー、車両重量帯 (500kg 単位)、燃費値で分類し、分類別の代表車両を計 81 台選定した。走行調査は、幅広い速度、加速度データを取得する観点から、混雑時と非混雑時が含まれる区間と時間を選定した。収集データは、1 秒ごとの速度、燃料消費量等とした。収集データを基に、高速道路、一般道路の別に、加速度帯別に速度と燃料消費量の関係式を推計した。土研モード、JARI モードの各走行モードの速度と加速度を関係式にあてはめ、燃費特性/電費特性を整理した。高速道路の関係式は自専道の走行モードに、一般道路の関係式は一般道の走行モードに用いた。

結果、例えば乗用車類のガソリン車の場合、一般道路で、旅行速度が 50km/h 付近で燃料消費量が下限となった (図-2 左)。高速道路の場合は、旅行速度が 60km/h ~80km/h 付近で燃料消費量が下限となり、それ以降なら増加傾向となった (図-2 右)。同じ旅行速度でも道路により加減速や走行速度の幅など走行特性が異なることから、一般道路と高速道路で異なる傾向となったと推察される。

2. 車種区分別の排出係数の算定

1. で把握した燃費特性/電費特性を用いて、車種区分別に排出係数を算定した。新たに車種区分を追加した電気自動車に対応するため、従来の自動車走行時の排出係数 (Tank to Wheel) とともに、関係基準類を参照し、図-3 の通り燃料精製段階から自動車走行時までの排出係数 (Well to Wheel) を算定した。

結果、「Tank to Wheel」については、既往研究の排出係数算定時と同じ車種構成比として算定すると、例えば小型車類の場合、概ね既往研究の排出係数より小さくなる傾向となった (図-4)。また、速度と燃料消費量の関係と同様に、一般道路より高速道路の方が下限となる速度帯が大きいことが確認された。

電気自動車を含めて燃料区分別に比較可能となる「Well to Wheel」については、例えば乗用車の場合、ガソリン・軽油、ハイブリッド、電気自動車の順に排出係数は小さくなることが確認された (図-5)。特にハイブリッド、電気自動車は低速度帯で排出係数が小さく、ガソリン・軽油との差が大きい傾向となった。また、ハイブリッド、電気自動車は速度依存性が小さく、特に電気自動車は速度が変化しても排出係数はほとんど変化しないことが確認された。

〔成果の活用〕

今後、道路を走行する自動車の車種区分別構成割合の調査を行い、大型車、小型車の 2 車種区分別の排出係数を算定する予定である。また、道路施策による CO2

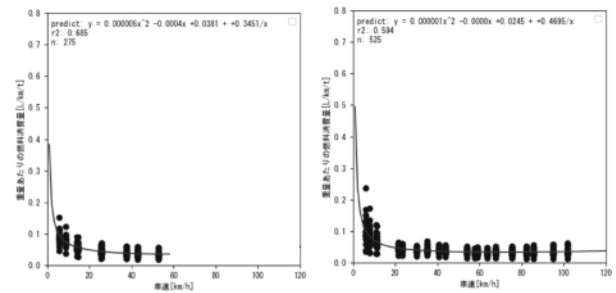


図-2 速度と燃料消費量の関係
(左：ガソリン車・一般道、右：ガソリン・高速道路)

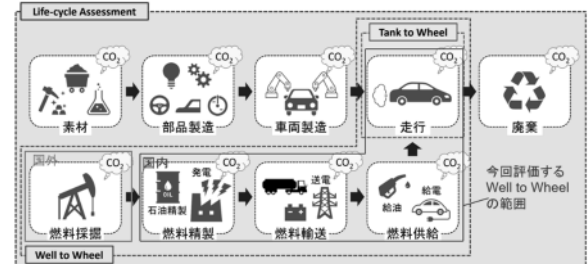


図-3 「Tank to Wheel」と「Well to Wheel」の評価範囲の違い
(税制全体のグリーン化推進検討会資料に加筆)

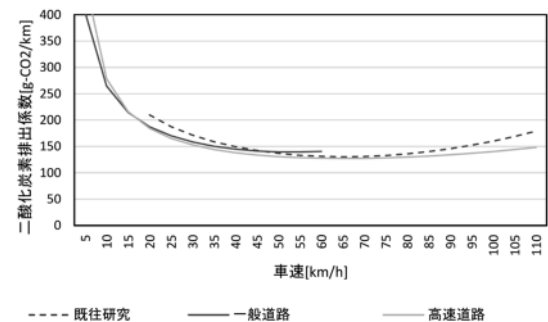


図-4 「Tank to Wheel」での排出係数 (g-CO2/km) の試算結果 (小型車の例)

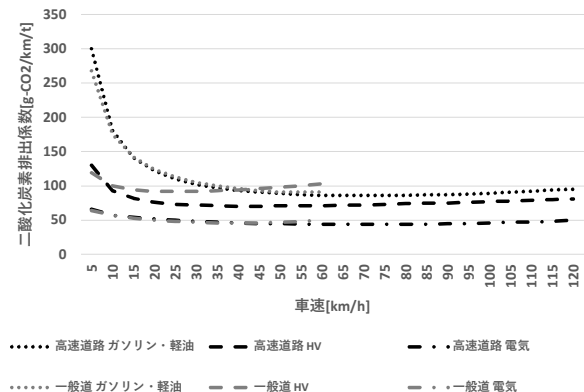


図-5 「Well to Wheel」での燃料区分別の排出係数 (g-CO2/km/t) の試算結果 (乗用車類の例)

排出量削減効果の推計・評価を的確に行えるよう、自動車走行時の二酸化炭素排出量の推計手法の検討に取り組む予定である。

〔参考文献〕

- 1) 環境省 税制全体のグリーン化推進検討会 第 2 回 (令和 2 年 11 月)

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	交流研究員	小西 峻太
Head	HASHIMOTO Hiroyoshi	Guest Research Engineer	KONISHI Ryota
主任研究官	大河内 恵子	交流研究員	檜垣 友哉
Senior Researcher	OHKOUCHI Keiko	Guest Research Engineer	HIGAKI Yuya
主任研究官	根津 佳樹		
Senior Researcher	NEZU Yoshiki		

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 FY2024, a literature review of domestic and international examples of roads with priority for pedestrians will be conducted to identify innovations and issues in the utilization of road space.

[研究目的及び経緯]

国土交通省では、道路政策のビジョン「2040 年、道路の景色が変わる」にて、道路を人々が滞在し交流できる空間に回帰することを提示している。「道路空間を街の活性化に活用したい」等、道路の利活用への新たなニーズを実現するため、“ほこみち”制度を 2020 年 11 月に創設するなど、人中心の道路空間の構築の実現に向けた取組が進められてきたところである。令和 6 年 6 月には、『「人中心の道路空間」のあり方に関する検討会』が設置され、歩道に加えて、路肩等の柔軟な利活用、歩行者が優先される道づくりに関する議論が進められている。

国土技術政策総合研究所では、路肩等の柔軟な利活用や歩行者優先道路の導入を技術面から支えるため、国内外の利活用事例から歩車道境界部の構造や交通規制の運用方法などを調査し、道路の利活用の技術的知見としてとりまとめている。

令和 6 年度は、歩行者優先道路の導入事例を調査し、それぞれの特徴に応じた道路構造や規制に関する工夫や課題、計画から管理までの各段階における道路管理者の役割や関わり方に関する工夫や課題を整理した。

[研究内容]

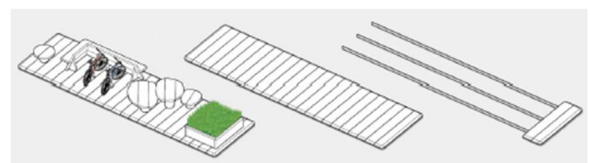
歩行者優先道路の取組事例について、海外 10 箇所程度、国内 10 箇所程度を選定し文献調査を実施した。事例選定にあたっては、人が滞在するための滞留空間を創出している取組、緑陰形成による景観向上や賑わい空間づくりなど快適な道路空間を創出している取組、トランジットモール、カーブサイドマネジメントなど利便性を向上させている取組について、取組主体（道路管理者、まちづくり部局、民

間）、取組効果（車両の流入／速度の抑制、人流増加等）に着目して選定した（表-1、表-2）。国内事例 10 箇所のうち 5 箇所について現地調査及び道路管理者等へのヒアリングを実施した（表-2）。

[研究成果]

海外の取組事例調査結果の中から、スウェーデン・イエーテボリの事例を紹介する。イエーテボリでは、地域住民等がアイデアを出し合い、意見を反映させた木製モジュールをユニット化し、道路に設置する Street Moves というプロジェクトを実施している。Street Moves は、2020 年に首都ストックホルムで始まっており、図-1 に示すような組み立て式のユニットを道路に設置する取組である。スウェーデンでは、2030 年までに全ての道を持続可能で健全かつ活気に満ちた街路にすることを目指しており、取組は全土の自治体にも広がっている。Street Moves を導入することにより、道路を改変することなく、道路空間の利活用を迅速かつ低コストで開始することが可能となる。

わが国においても、ユニット化された施設を設置することで、ニーズに合わせて形態を調整することが可能となり、道路空間に設置する場合の有効な手段となり得る。



出典：Street Moves Manual

図-1 Street Moves のモジュール

表-1 海外調査対象事例

Noa	事例名称	国	都市
1	ストロイエ等	デンマーク	コペンハーゲン
2	フラン・ブルジョワ通り	フランス	ストラスブール
3	サウスアラム通り、ブラーエ通り	スウェーデン	イエーテボリ
4	ランプラス通り	スペイン	バルセロナ
5	リーズの歩行者優先区域	イギリス	リーズ
6	ピュシ通り、セーヌ通り	フランス	パリ
7	マリアヒルファー通り	オーストリア	ウィーン
8	フレーデンベルク広場とその周辺道路	オランダ	ユトレヒト
9	ブレーマー通り	ドイツ	ボームテ村
10	ハウプト通り	ドイツ	ハスラッハ

表-2 国内調査対象事例

No	事例名称	所在地	現地調査
1	平和通買物公園	北海道旭川市	
2	八王子西放射線ユーロード	東京都八王子市	
3	仙台東一番丁通り	宮城県仙台市	
4	調布駅周辺まちなかウォークابل	東京都調布市	○
5	金沢堅町商店街	石川県金沢市	
6	立川サンサンロード	東京都立川市	
7	三条通り	奈良県奈良市	○
8	松本中心市街地 ほこみち群	長野県松本市	○
9	桜町本通り	愛知県豊田市	
10	伊勢おほらい町通り	三重県伊勢市	○
11	大宮停車場大成線	埼玉県さいたま市	○

国内事例の現地調査結果から調布駅周辺まちなかウォークابل及び大宮停車場大成線を紹介する。

調布市都市計画地区計画では、京王線の地下化に伴い、駅前空間としてふさわしい空間づくりを進めるため、沿道建物の壁面の位置を制限している。写真-1のように北側3m以上、南側0.5m以上を壁面後退させることにより、民地と道路が一体となった広幅員の歩行空間を確保し、民地と道路の一体化とともに駅前広場と接続させ、広い利活用空間を創出している。利活用空間と幹線道路への接続部は、可動式のボラードを設置し、一般車両の進入を制限していた。沿道店舗は民地側をオープンカフェとして利用しており、店の賑わいが道路空間にしみ出し、活気のある空間を形成していた。

大宮停車場大成線の駅前区間は、さいたま市のまちづくり方針の中で「歩行者シンボル軸」と位置づけられており、バリアフリー化や歩行空間をできるだけ確保することが求められていた。そのため交通規制を一方通行に変更し、車両通行空間を減少させ、道路空間の再配分を行っている。歩車道境界部の段差を25cmから5cmに減少させ、車両の進入防止及び歩行者の乱横断防止のため、チェーン付きのボラードが設置されている（写真-2）。人が滞在するための空間を創出している取組として、歩車道境界のボラードは着脱可能になっており、イベント時等に道路空間を一体的に活用できるように工夫されていた（写真-2）。また、コンセントボックス付きの街路灯を設置しており、イベント時等に使用できる電源が確保されていた（写真-3）。イベント等で利活用を想定して、予め着脱可能なボラードや電源を整備することで、今後の柔軟な利活用を促進することが期待できる。

いずれの事例も、沿道関係者と丁寧な合意形成を重ねた上で、事業を進めていた。



写真-1 民地と一体となって広い空間を確保



写真-2 着脱可能なチェーン付きボラード



写真-3 照明柱に設置されたコンセントボックス

〔成果の活用〕

本研究の成果は、路肩等の活用や歩行者優先道路の導入を支える技術資料としてとりまとめる予定である。

街路樹の円滑で計画的な更新手法に関する研究

Study on smooth and systematic renewal method of street trees.

(研究期間 令和5年度～令和6年度)

社会資本マネジメント研究センター 緑化生態研究室 室 長 飯塚 康雄
 Research Center for Infrastructure Management Head IIZUKA Yasuo
 Landscape and Ecology Division 交流研究員 森岡 千恵
 Guest Research Engineer MORIOKA Chie

In this study, the effects of street tree renewal were assessed through follow-up surveys, and the approximate renewal periods for each tree species were identified. Policies, plans, and specific examples established by road administrators were collected and organized, and key points for implementation were derived.

【研究目的及び経緯】

道路緑化においては、街路樹の経年的な成長により大径木化や過密化することで見通し阻害や根上り等の道路交通に支障となる問題が発生している。この対策としては枝葉の剪定や除伐等が行われているものの、今後さらに成長する街路樹において緑化機能を維持しつつ維持管理費用の適正化を図るためには計画的な更新も重要となっている。また、更新時に伐採に反対する住民等との調整が進まない事例も発生しており、この対応策も必要となっている。

本研究は、街路樹を計画的に更新する手法について国内外の実施事例などを調査することで適切な技術手法を導き出すとともに、合意形成における配慮事項をあわせてとりまとめることとしている。

【研究内容】

現状の道路空間に植栽されている街路樹における更新時期の目安を把握するため、街路樹の伐採実態調査として、伐採本数の多い2樹種を対象とし、路線全体植栽数における伐採数・伐採割合を分析した。また、過去に更新された街路樹の改善効果を確認するため、国内20路線における更新事例の追跡調査を行い、課題の解消状況、維持管理の変化、樹種変更による影響等について、現地および管理者へのヒアリングにより把握した。

道路管理者が作成した街路樹の更新計画や維持管理計画を整理・分析し、街路樹更新において検討すべき項目ごとに要点をとりまとめた。

【研究成果】

(1) 街路樹の伐採実態に関する調査

街路樹の更新時期の目安の把握を目的とし、現状の道路空間における植栽条件のもとで街路樹が樹勢衰退や枯死、倒木危険等の理由により伐採された際の樹木形状を街路樹点検結果から整理したうえで、全植栽木における出現度数を分析した。分析対象は、東京国道事務所より提供された街路樹点検結果7,892本のうち、伐採対象とされた130本の中で、伐採本数が多いプラタナス(54本)とハナミズキ(26本)を選定した。

プラタナスの幹周り毎の植栽本数と伐採本数の関係より、形状階層は幹周り70～80cmを最頻値とする左

右均等型の形態を示した。このうち伐採本数が増加する幹周り70cm以上から植栽本数が減少し始める幹周り100cm迄が更新時期の目安と考えられた(図-1)。

ハナミズキの幹周り毎の植栽本数と伐採本数の関係より、形状階層は幹周り30～45cmを最頻値とする台形型の形態を示した。このうち、伐採本数が増加する幹周り20cm以上から植栽本数が減少する幹周り50cm迄が更新時期の目安と考えられた(図-2)。

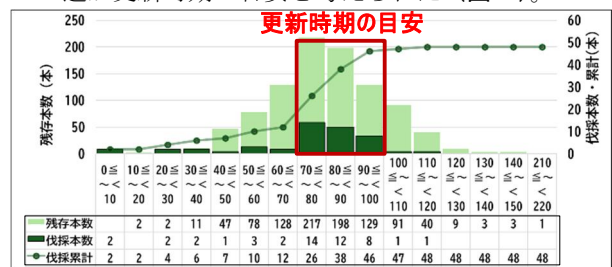


図-1 プラタナスの幹周りごとの植栽本数と伐採本数との関係

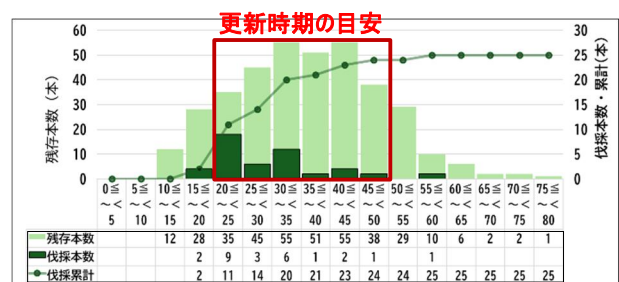


図-2 ハナミズキの幹周りごとの植栽本数と伐採本数との関係

(2) 更新を行った街路樹のモニタリング調査

事例調査は、街路樹更新を過去に実施した国内の20事例を対象とした。以下に整理結果を示す。

① 更新の契機となった課題の解消状況

更新の契機となった全ての課題は多くの事例で概ね解消され、樹木の良好な生育が確認できた。ただし、サクラ類等の成長の早い樹種では更新後10年以上経過すると、新たに根上り等の課題が発生した事例もみられた。鳥害については対策が難しく、引き続き課題を抱えている事例が多い。(3事例)。

② 維持管理の変化

維持管理面では、植栽木を小型の樹種に変更した事例では、維持管理作業の負担が減り、費用も削減できていた(3事例)。維持管理を地元と協力している事

例では、担い手となる住民の高齢化が進み、住民側の管理継承が困難となる課題がみられた（2事例）。

③樹種変更の影響

維持管理作業を軽減する目的からハナミズキを導入した事例では、生育状況の悪い個体がみられた（3事例）。

(3) 街路樹の更新計画に関する要点整理

道路管理者が作成した街路樹の更新計画や維持管理計画（40文献）を主な対象として、検討すべき項目ごとに共通的な考え方や代表的な事例、特徴的な取り組み等を以下のように整理した。

① 更新樹種の選定

更新樹種の選定に際しては、当該街路樹の植栽時と比べて、当該路線の交通状況、地下部の占用物、沿道の土地利用や居住者の属性等が変化していることがあるため、現状及び将来的に求められる緑化機能や維持管理について十分な検討を行い、可能な範囲で地域住民等の意見も含めて行う必要がある。沖縄県の事例では、①道路規格及び周辺状況、②気候条件、③樹種の特性、④植栽・維持管理、⑤景観・緑陰形成の5項目を樹種選定の検討要素とし、選定の考え方が示されていた（図-3）。

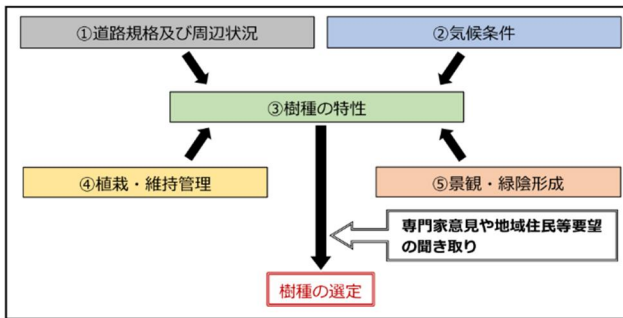


図-3 街路樹の定量的価値の解説例（沖縄県）

出典：「街路樹植栽・維持管理ガイドライン」p49（沖縄県 2024.3）

②植栽配置

街路樹の植栽地は、安全かつ快適な交通の確保と緑化機能の発揮を前提に配置を検討する。植栽間隔は、対象路線・区間における街路樹の将来像を踏まえたなかで、樹冠の広がりやを考慮して設定する必要がある。

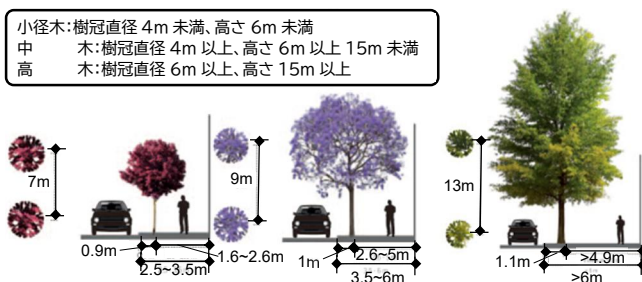


図-4 植栽間隔の目安（バルセロナ）

出典：「Street Tree Management in Barcelona」p22-21（2021.11）一部を訳修正

海外事例では、歩道幅員等に応じて街路灯や信号機等の道路施設との離隔距離が示されていた。（図-4）

③植栽基盤

植栽基盤は、街路樹の生育の基幹となる根系が十分に伸長・肥大成長できるよう、植栽樹種ごとに異なる根系の成長特性に適した広さと深さを確保する。また、植栽基盤に用いる土壌は街路樹の生育に必要な物理性と化学性を有することが求められていた。

多くの事例では、植栽基盤の構成や必要な深さ、植栽樹の形状等が具体的に示されていた。

④住民との合意形成

地域住民等との合意形成は、街路樹の更新に対するステークホルダーの立場や意見を反映し、地域に根差した街路樹としての機能を継続的に発現させるための調整等を行うものであり、街路樹の更新を円滑に実施していく上でも更新の各段階において積極的に実施することが望ましいとされていた。

事例では、地域住民等が積極的に街路樹のあり方を検討するためのワークショップ等を主催し、自治体がそれを支援する取り組みもみられた（写真-1）。また、イベント等を活用して街路樹に対する市民の愛着心を醸成する取り組みもみられた。



写真-1 検討会の開催状況（三田市）

出典：「あかしあ台リング道路街路樹のありかた検討会のご報告」p2（あかしあ台リング道路街路樹のあり方検討会 2022.5）

⑤更新後の維持管理

更新の目的や道路・沿道周辺の状況、気象条件等を勘案して、管理目標を設定し、適正な維持管理を実施するための維持管理計画を策定するものとされていた。維持管理にあたっては、地域住民や企業等と十分な調整及び合意形成を図りながら、協働による管理体制を構築することが効果的とされていた。

事例では、維持管理におけるボランティアの活用や、イベントを活用して啓発活動等を実施しているもの、スポンサーや寄付の募集、ネーミングライツを活用して企業や市民の参画を得ているものがみられた。

〔成果の活用〕

本結果は、街路樹を円滑に更新するための技術資料としてとりまとめる予定である。

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 緑化生態研究室 室長 飯塚 康雄
Research Center for Infrastructure Management Head IIZUKA Yasuo
Landscape and Ecology Division 交流研究員 森岡 千恵
Guest Research Engineer MORIOKA Chie

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〕

本研究は、道路緑化において求められる緑化機能や植栽環境に適合する樹種の選定方法と植栽樹種に適した植栽空間や植栽配置の設計方法について検討を行うとともに、樹木の良好な生育期間を長期化するための維持管理方法と剪定や更新等で伐採された植物発生材の有効活用について検討することで、カーボンニュートラルに寄与する道路緑化手法をとりまとめることを目的としている。

令和6年度は、道路緑化に活用可能な樹種の基本情報と、植栽や維持管理上の留意点について、既存文献や樹木生産者のヒアリング等により整理した。樹木の形状や成長特性に適合した植栽基盤の整備方法について、文献や海外の事例等をもとに整理した。植物発生材の有効活用に関する国内の事例調査を行い、活用方策・事業化の要点や効果・課題について整理した。

〔研究内容〕

(1) 道路緑化に活用可能な樹種の把握

道路緑化に活用される樹種を対象として樹種ごとの樹木形状、成長特性、樹種特性に関する図鑑や街路樹植栽の指針、論文等の情報を収集・整理し、一覧表として整理した。上記に加え、近年に品種改良されている高木についても、樹木生産者へのヒアリング等により成長特性を把握して整理対象とした。これらの樹種については、樹種ごとに特徴の解説や樹木写真、道路空間における活用方法を加え「道路緑化木の活用ガイドシート」としてとりまとめた。

(2) 樹木の成長特性に適合した植栽基盤の検討

道路空間内の植栽地において、植栽する樹木の樹高区分（樹高15m以上、10～15m、5～10mの3段階）に適合した植栽基盤の整備方法（深さ・容量）について、街路樹の健全育成に配慮した海外での整備事例より得られた植栽基盤の深さと容量を整理した。

(3) 植物発生材の有効活用に関する事例調査

街路樹等から発生する剪定枝や伐採木等の有効活用を行った事例について、道路管理者や事業者へのヒアリングにより、有効活用の具体的な内容や事業化の要

点、効果や課題等をとりまとめた。

〔研究成果〕

(1) 道路緑化に活用可能な樹種の把握

対象樹種は、国総研資料「わが国の街路樹Ⅸ」に掲載されている208樹種（高木102樹種、中木31樹種、低木58樹種、つる植物7種、地被類8種、笹竹類2種）とした。さらに、品種改良樹種として、近年利用されている樹種や将来的な利用が想定される樹種を33樹種追加した。これらの樹種について、文献等から表-1に示すような基本情報を収集・整理した。

次に、対象樹種の道路空間における大きさや道路空間との適合性、緑化機能や成長に伴い懸念される交通への支障等について、既往研究等より得られた対象木の基本情報や評価基準をもとに設定した。

これらを「道路緑化木の活用ガイドシート」（図-1）としてとりまとめた。

表-1 樹種特性の整理項目および整理方法一覧

区分	整理項目	整理方法
樹木形状	樹木形状タイプ	円錐形・卵円形・球形・盃形・枝垂形・ヤシ形
成長特性	樹高(m)、枝張り(m)、胸高周(cm)、根元周(cm)	
樹種特性	花・実・葉・幹	鑑賞対象となりえる開花・結実・紅葉の時期や特徴的な色・形状、樹皮の剥離等
	特性	樹木特性（枝の密度や性状、幹の性状、つる植物の伸長特性、生育に適する気候や土壌 pH 等）
	根	根系型
	腐朽・落枝のしやすさ	
	アレルゲン物質	
	農作物に影響を及ぼす病原菌等	
	環境耐性	
	気候区分(自然分布)	
	気候区分(植栽可能地域)	
	外来種	配慮の必要性の有無
病虫害	病虫害の種類	枯死等に至る強い病虫害等が発生する樹種



図-1 道路緑化木の活用ガイドシート(例:イチヨウ)

表-2 海外事例における植栽基盤の深さ及び容量の記述

文献名,発行年	深さ (cm)	容量 (m ³)		
		樹高 15m 以上	樹高 10~15m	樹高 5~10m
Green Infrastructure Design Standards (アメリカ・ワシントン DC, 2014)	110	42	28	約 17
STREET DESIGN MANUAL CITY OF DALLAS (アメリカ・ダラス, 2019)	90	25.5	10.2	2.7
Design and Construction Landscaping (カナダ・エドモントン, 2017)	—	—	17	11
Strassenbaumkonzept Leipzig 2030 (ドイツ・ライプツィヒ, 2019)	60	16		
Street Tree Management in Barcelona (スペイン・バルセロナ, 2011)	100	約 1.5	約 1	約 1
STANDARD DESIGNS AND GUIDELINES FOR GREEN INFRASTRUCTURE PRACTICES (アメリカ・ニューヨーク, 2022)	120	—	—	—
Plant beds in Stockholm city (スウェーデン・ストックホルム, 2017)	—	15		
Trees and Sidewalks Operations Plan (アメリカ・シアトル, 2015)	—	42.5	28.3	17.0
Street Tree Planting Design Manual (オーストラリア・ユーススウェーデン州, 2021)	60~100 (中央値 80)	—	—	—
UP BY ROOT : Healthy Soils and Trees in the Built Environmen (ISA, 2008)	90	34.0	22.6	11.3
事例の平均	96	26.8	17.3	11.4

(2) 樹木の成長特性に適合した植栽基盤の検討

海外事例に示される必要な植栽基盤深さは、樹高の区別を設けずに平均で 96cm であった。植栽基盤容量は平均で、樹高 15m 以上で 26.8m³、樹高 10~15m で 17.3m³、樹高 5~10m で 11.4m³ の値を得た (表-2)。

(3) 植物発生材の有効活用に関する事例調査

国内の 10 事例より得られた植物発生材の有効活用事例としては、「木工製品」、「燃料」、「土壌改良材」、「マルチング材」、「木材の配布・売却」がみられた。これらの製造手順、事業化の要点、効果、課題を事業段階 (試行・運用・単発) と合わせて、表-3 に示すようにとりまとめた。

表-3 植物発生材の有効活用事例

木工製品		(試行段階)
事例概要	伐採した街路樹を家具メーカーが家具や木工製品に加工する	
製造手順	伐採→乾燥→製材→製品化→販売	
事業化の要点	家具メーカーとの連携、製品の強度試験	
効果	廃棄物削減、アップサイクルの推進	
課題	市場販路の拡大、製品の安定供給	
燃料		(運用段階)
事例概要	剪定枝をチップ化し、バイオマス発電の燃料として利用する	
製造手順	剪定→チップ化→発電所へ搬入→燃焼→発電	
事業化の要点	発生材の安定供給、発電・チップ化施設の確保	
効果	CO ₂ 削減、再生可能エネルギーの利用	
課題	季節変動による供給の不安定さ、品質の安定化	
土壌改良材		(運用段階)
事例概要	剪定枝をチップ化したうえで発酵させ、堆肥や土壌改良材として利用する	
製造手順	剪定→チップ化→発酵→堆肥化→販売	
事業化の要点	販路の拡大、品質管理	
効果	化学肥料の削減、環境に優しい農業の推進	
課題	季節変動による供給の不安定さ、堆肥の需要減少	
マルチング材		(運用段階)
事例概要	剪定枝をチップ化し、マルチング材として利用する	
製造手順	剪定→チップ化→販売	
事業化の要点	発生材の安定供給、品質管理	
効果	雑草抑制、土壌保護等環境保全への貢献	
課題	供給と需要のバランス調整、品質の安定化	
木材の配布・売却		(単発)
事例概要	伐採した街路樹を有償または無償で配布	
製造手順	伐採→広報→申し込み→配布・売却	
事業化の要点	廃棄物として扱わないための法的整理	
効果	処分費の削減、市民の薪購入負担の軽減	
課題	配布条件の明確化、広報の徹底	

[成果の活用]

本結果は、今後とりまとめ予定の道路緑化マネジメント手法に関する技術資料に活用する。

5. 施策提案（基礎的基盤の研究 等）

道路事業の多様な効果の把握・評価に関する研究

Study on grasping and evaluating various effects of road projects

(研究期間 令和 3 年度～令和 6 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

河本 直志

Head DOHI Manabu

Senior Researcher

KAWAMOTO Naoyuki

主任研究官 田中 良寛

交流研究員

長嶋 右京

Senior Researcher TANAKA Yoshihiro

Guest Research Engineer NAGASHIMA Ukyo

In order to accumulate knowledge that will contribute to the enhancement of effectiveness measurements of road projects, the authors compiled basic data related to the evaluation of the appropriateness of road network use, and tried calculations of the evaluation indices.

〔研究目的及び経緯〕

国土交通省では、公共事業の効率性及びその実施過程の透明性の一層の向上を図るため事業評価を実施しており、国土技術政策総合研究所では、よりの確な評価の実施に向け、道路整備による多様な効果の評価に資する基礎データの収集、事業実施の効率性等を評価する手法に関する研究を行っている。

〔研究内容・成果〕

本研究では道路整備による効果の評価にあたり、道路ネットワークが機能階層的に利用されているかどうかを評価する手法を検討することを目的とする。評価指標の候補として都市単位の道路種別ごとの混雑時旅行速度に着目し、複数の都市を対象に試算を行った。その上で、指標の値と道路ネットワークの特徴との関連性を分析するとともに、新規路線の開通前後での指標の値の変化を分析することで、指標の有効性について考察を行った。

(1) 検討条件

本研究では、令和 3 年度の全国道路・街路交通情勢調査（道路交通センサス）の箇所別基本表を用いた。分析対象範囲として、全国 52 都市（県庁所在地及び、政令指定都市）を選定し、6 区分（高規格幹線道路・都市高速道路・一般国道（直轄）・一般国道（その他）・主要地方道・一般都道府県道）ごとの旅行速度を整理した。旅行速度は現状の交通実態をもとに評価するため、混雑時旅行速度を用いることとした。また、混雑時旅行速度は上下線の低い方を用いて区間距離で重みづけして集計した。

(2) 各都市の混雑時旅行速度の動向

混雑時旅行速度を整理した 52 都市の道路ネットワーク利用特性について、以下の 3 観点を検討した。

a) 観点 1: より高規格の道路種別ほど旅行速度が大きくなっている都市

一般国道（直轄）（一般道路に分類される道路種別のうち、都市間移動を主に担う、より高規格な道路種別）のサービスレベル（旅行速度）が高い状態であれば、この観点到該当することとした。観点 1 の傾向が顕著な都市 A の旅行速度の分布を図-1 に示す。箱ひげ図を見ると一般国道（直轄）の混雑時旅行速度の平均値は 52 都市平均より高い傾向を示す。都市 A の一般国道（直轄）には地域高規格道路が含まれており、高い速度帯の区間が平均値を押し上げている可能性が考えられる。また、一般国道（直轄）における信号交差点密度が 1 箇所/km 未満と比較的少ない区間の道路延長構成率は、全国値が 30%であるのに対し、都市 A は 64%と高く、一般国道（直轄）の混雑時旅行速度を高くする要因として考えられる。

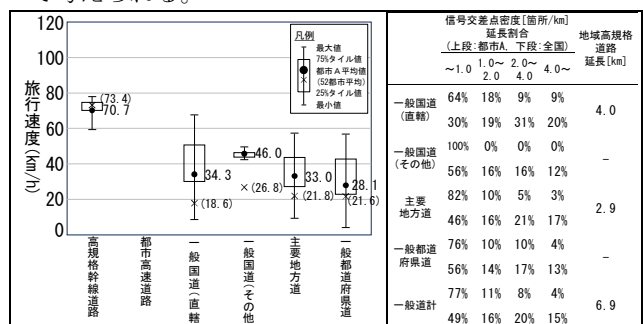


図-1 都市 A 旅行速度・信号交差点密度・地域高規格道路延長

b) 観点 2: 道路種別間で旅行速度が二極化している都市

旅行速度の中間領域（40～60km/h の帯域）を担う道路が少なく、高速道路と一般道路の間で旅行速度に乖離が見られる状態（高規格幹線道路における旅行速度 25%タイル値より一般国道（直轄）の旅行速度 75%タイル値が小さく、それらの差が大きい場合）であれば、この観点到該当することとした。観点 2 の傾向が最も顕

著な都市Bの旅行速度の分布を図-2に示す。一般道路の道路種別の混雑時旅行速度の平均値はいずれも20km/h 台と低い。特に一般国道（直轄）の値は低く、信号交差点密度が2箇所/km以上と比較的高い区間が100%を占めていることが、旅行速度の低下の原因の一つとなっていることが考えられる。

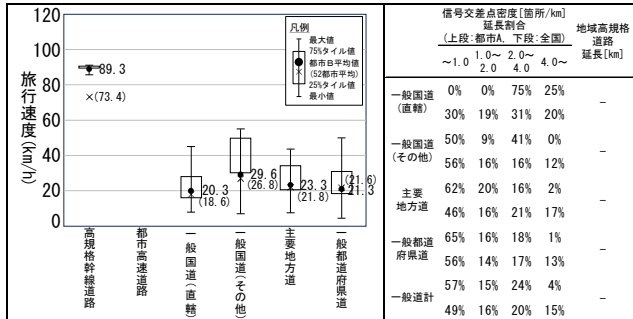


図-2 都市B旅行速度・信号交差点密度・地域高規格道路延長

c) 観点3: 道路種別の規格の高低と旅行速度の大小の関係性が明確でない都市

一般道路に分類される4つの道路種別についてヒエラルキー(階層性)が見られない状態(一般国道(直轄)の混雑時旅行速度よりそれ以外の一般道路の混雑時旅行速度が大きく、それらの差が大きい場合)であれば、この観点に該当することとした。観点3の傾向が最も顕著な都市Cの旅行速度の分布を図-3に示す。一般国道(直轄)より一般国道(その他)の混雑時旅行速度の平均値が大きく、それらの差も約18km/hと大きい傾向であり、道路種別の規格の高低との関係が逆転する結果となる。一般国道(その他)には地域高規格道路が16.2km含まれており、一般国道(直轄)の旅行速度との差がより大きくなる要因として考えられる。

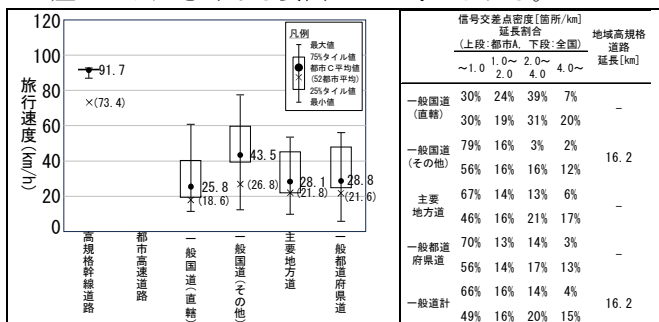


図-3 都市C旅行速度・信号交差点密度・地域高規格道路延長

(3) 新規路線開通による混雑時旅行速度の変化

平成27年度と令和3年度の道路交通センサスの調査結果を比較し、52都市の中から調査年度間に新規路線開通した都市を選定し、新規路線開通による道路種別ごとの混雑時旅行速度の変化および道路種別での機能階層性の変化について分析を行った。

新規路線開通前後を比較した結果を表-1に示す。各道路種別の旅行速度の変化は概ね±5km以下であることがわかる。また、道路種別の規格の高い順に旅行

速度が大きくなる状態に改善されるような変化は、一部の都市で若干の改善傾向が見られたものの、他の都市では見られず、一定の傾向も確認できなかった。都市全体の道路から旅行速度を集計する場合、開通路線による影響に対して母集団となる路線数が相当多いため、新規路線とのネットワーク上の関係が薄い路線の影響を受けてしまうことが考えられ、分析・評価手法の改良が必要であると考えられる。

表-1 新規路線開通による旅行速度・階層性の変化

		平均混雑時旅行速度 [km/h]					
		高規格幹線道路	都市高速道路	一般国道(直轄)	一般国道(その他)	主要地方道	一般都道府県道
都市①	H27	93.2	-	23.7	42.9	29.3	26.9
	R3	91.7	-	25.8	43.5	28.1	28.8
	増減	-1.5	-	2.1	0.6	-1.2	1.9
都市②	H27	83.1	-	27.6	37.9	28.4	22.3
	R3	81.4	-	27.1	38.4	30.8	23.0
	増減	-1.7	-	-0.5	0.5	2.4	0.7
都市③	H27	88.3	-	24.2	41.1	23.4	26.5
	R3	88.1	-	23.5	38.8	23.0	26.5
	増減	-0.2	-	-0.7	-2.3	-0.4	0.0
都市④	H27	94.6	-	25.5	26.1	28.0	26.2
	R3	91.2	-	20.7	24.6	27.1	25.1
	増減	-3.4	-	-4.8	-1.5	-0.9	-1.1
都市⑤	H27	90.3	-	25.5	29.4	29.2	25.3
	R3	84.9	-	27.4	28.8	26.7	23.2
	増減	-5.4	-	1.9	-0.6	-2.5	-2.1
都市⑥	H27	85.7	-	29.0	27.7	27.9	28.1
	R3	82.1	-	27.9	26.2	26.0	25.5
	増減	-3.6	-	-1.1	-1.5	-1.9	-2.6
都市⑦	H27	59.6	57.1	17.3	17.1	15.7	16.4
	R3	54.2	62.2	16.3	16.1	14.7	15.3
	増減	-5.4	5.1	-1.0	-1.0	-1.0	-1.1
都市⑧	H27	79.8	49.0	20.4	32.1	23.5	20.3
	R3	85.6	50.5	18.2	31.3	21.4	18.4
	増減	5.8	1.5	-2.2	-0.8	-2.1	-1.9
都市⑨	H27	70.2	-	32.5	44.0	36.6	28.9
	R3	70.7	-	34.3	46.0	33.0	28.1
	増減	0.5	-	1.8	2.0	-3.6	-0.8
都市⑩	H27	88.9	-	21.6	27.6	26.5	23.6
	R3	85.0	-	19.8	26.5	24.3	21.4
	増減	-3.9	-	-1.8	-1.1	-2.2	-2.2
都市⑪	H27	74.8	-	17.4	20.6	26.8	22.7
	R3	77.4	-	17.8	21.6	26.1	22.6
	増減	2.6	-	0.4	1.0	-0.7	-0.1
都市⑫	H27	56.9	43.5	16.2	19.2	17.8	16.0
	R3	75.0	47.1	14.2	17.5	16.7	15.0
	増減	18.1	3.6	-2.0	-1.7	-1.1	-1.0
全国値(52都市)	H27	80.3	39.2	21.7	27.7	22.8	22.4
	R3	73.4	38.7	20.2	26.8	21.8	21.6
	増減	-6.9	-0.5	-1.5	-0.9	-1.0	-0.8

※ハッチングは新規路線開通した路線の当該道路種別を示す

【成果の活用】

本研究では、道路ネットワークが機能階層的に利用されているかどうかを評価する手法の検討を行った。

都市単位の道路種別ごとの混雑時旅行速度について分析した結果、信号交差点密度の大小や道路種別内における地域高規格道路の存在が道路種別毎の混雑時旅行速度に影響を及ぼす可能性があることから、道路種別による機能階層性の評価には留意が必要であることを確認した。一方、新規路線開通による旅行速度改善効果が道路の機能階層性や旅行速度に対して有意な変化までもたらすことまでは確認できなかった。

引き続き、道路事業評価に関する新たな知見を蓄積することにより、多様な効果を用いた評価の実施に寄与することが期待される。

xROAD プラットフォーム拡充

Expansion of the functions on the platform about xROAD

道路交通研究部

Road Traffic Department Research Coordinator for Digital Transformation of Road Systems

道路交通研究部 道路研究室

Road Traffic Department

Road Division

道路情報高度化研究官

室 長

Head

主任研究官

Senior Researcher

研 究 官

Researcher

(研究期間 令和6年度)

関谷 浩孝

SEKIYA Hirotaka

土肥 学

DOHI Manabu

山下 英夫

YAMASHITA Hideo

瀧本 真理

TAKIMOTO Masamichi

The Road Bureau of MLIT has developed "Road Data Platform", which enables the consolidation and the utilization of basic road-related data, and creates data to meet the needs of road administrators. The authors have developed "Road Data Viewer", which overlays traffic volume, travel speed, and fundamental geospatial data of roads on a map, and have been conducting trial operations by road administrators since summer 2024.

〔研究目的及び経緯〕

国土交通省では、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などを旨とし、道路管理・行政手続きのデジタルトランスフォーメーション（DX）を進める施策として「xROAD」の取組みを推進している。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、各道路管理者等のニーズに合わせた様々なデータの活用を円滑に実施できるようにするため、「道路データプラットフォーム」を構築している。道路データプラットフォームは、デジタル道路地図等を基盤として、道路に関する複数のデータベースやアプリケーション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」、「道路データビューア」、「データ連携基盤」の3つで構成されるものである（図-1）。

本研究では、過年度に構築した道路データプラットフォームの拡充を図るため CCTV データの追加を行うとともに、2024年8月より開始した道路管理者による試行運用を踏まえて、利用者ニーズを踏まえた機能拡充について検討し、それらの結果を踏まえた機能拡充を実施した。

〔研究内容〕

道路データプラットフォーム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 CCTV データの追加並びに機能拡充に関する検討結果を踏まえた更新を実施し、これら設計書に基づき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実装するため、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し、これらを実装した。本研究で拡充した「CCTV

データ」、「道路データプラットフォームの操作性等の改良」の主な内容について紹介する。

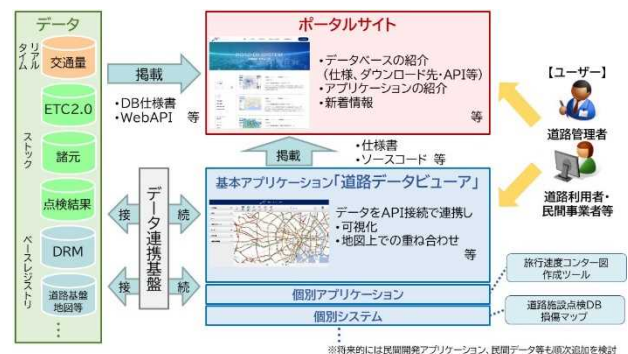


図-1 道路データプラットフォームの構成

〔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データプラットフォームが連携するデータベース等は、下記のとおりである。

- ①交通量データ（常時観測交通量）
- ②旅行速度データ（ETC2.0 平均旅行速度）
- ③OD 交通量データ（全国道路・街路交通情勢調査 自動車起終点調査（OD 調査）結果）
- ④道路属性データ（重要物流道路、代替・補完路）
- ⑤全国道路施設点検データベース
- ⑥全国道路基盤地図等データベース
- ⑦デジタル道路地図（DRM）データベース

本研究ではこれらに加えて新たに接続連係するデータベースとして「⑧CCTV データ」を追加した。具体的には、全国約 1.2 万箇所における CCTV の各種諸元データや画像等を追加連携した（図-2）。データ接続方式に

については、諸元データについては中間データベースを活用し、画像については国交省内 LAN での接続連携とした。

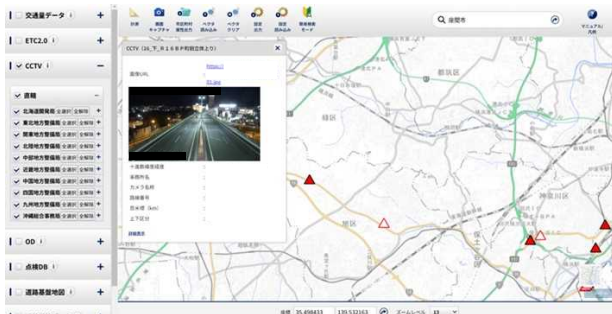


図-2 道路データビューアにおける CCTV データ表示例

2. 試行運用を踏まえた道路データプラットフォームの機能拡充

過年度に構築した道路データプラットフォームについて、クラウド上において動作可能とす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、2024年8月から道路管理者（国）による試行運用を開始した。試行運用中の本システムの表示例を図-3～4に示す。使用するクラウドサービスは「政府情報システムにおけるクラウドサービスの利用に係る基本方針」を参考に、「ISMAP クラウドサービスリスト」から選定した。試行運用に必要な構成は、開発環境及び試験環境を含め1vCPU、4GB メモリ相当の仮想サーバ20台程度、128GB メモリ、2TB ディスク容量相当のデータベースと設定した。この試行運用を実施する中で、道路データプラットフォームの操作性等に関して改良すべき事項についての道路管理者のニーズ把握を実施した。ニーズ把握の実施方法は、1)道路管理者からの本システムに関する問合せ内容の分析、2)道路管理者への意見聴取結果の分析、とした。その上で、改良ニーズが多い内容について、各々、実現可能性や改良可能な内容とニーズとの合致性、技術的難易度、開発・運用コスト、調整の難易度等の視点で比較評価し、改良内容を決定した。本研究で実施した操作性等の改良内容は下記のとおりである。

- ー交通量データにおける高速自動車国道（新直轄方式区間）の別表示機能
- ー地理院地図のスタイリングルール（彩色等）に従って作成した Geojson 形式ファイルをデータビューア上でも同様に適用して表示させる機能
- ー一般公開用データビューアのデータ表示項目追加（交通量データ（OD 含む）、施設点検データ、道路の属性データ、道路基盤地図情報等データ、国土地理院データに加えて、新たに ETC2.0 データ（一部）を追加
- ー交通量データの API 機能追加
- ー交通量データ及び ETC2.0 データの地物表示ズーム

レベルの変更

- ーデータビューアにおける表示地図上での凡例表示機能の追加
- ーデータビューアにおける表示地図の全画面表示機能の追加
- ーデータビューアにおける各種データの表示選択対象の一括選択・解除機能の追加
- ーデータビューアに Geojson 形式ファイルを読み込んだ結果を地図表示する際に、地図中心点をファイル中の最初の地物にあわせる機能
- ーデータビューアに読み込む Geojson 形式ファイル中に URL が含まれる場合、当該 URL のハイパーリンクを付与する機能
- ー旅行速度コンター図作成アプリケーションにおけるコンター図及びボトルネック図の表示範囲をデータ選択した全ての時間帯へ変更

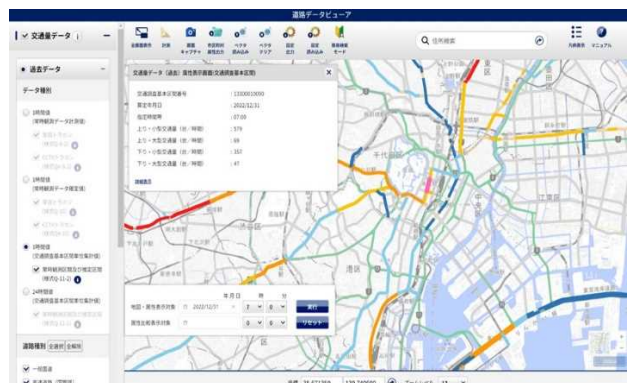


図-3 道路データビューアにおける交通量の表示例

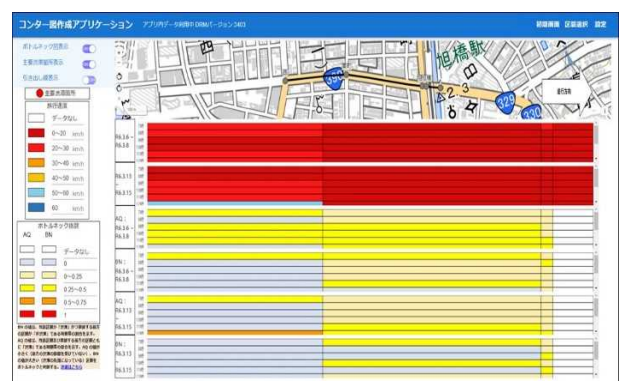


図-4 旅行速度コンター図作成アプリケーションの表示例

【成果の活用】

データ追加と機能拡充を行った道路データプラットフォームは、既に省内運用を進めている。「xROAD」の更なる推進を図るため、更なるデータ・機能拡充を図り、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。

ICT によるデータを用いた冬期交通障害検知に関する調査

Study on detection of traffic disruption in winter using data from ICT

(研究期間 令和2年度～令和6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
Head
主任研究官
Senior Researcher
研究官
Researcher
交流研究員
Guest Research Engineer

大橋 幸子
OHASHI Sachiko
池原 圭一
IKEHARA Keiichi
久保田 小百合
KUBOTA Sayuri
中村 孝一
NAKAMURA Koichi

In this study, to improve the efficiency of the detection of stuck vehicles in winter, detection trials were performed based on time-series variations in the ETC2.0 probe information.

〔研究目的及び経緯〕

近年、短期間の集中的な大雪が局所的に発生するようになり、それに伴って発生する幹線道路上の大規模な車両滞留や長時間の通行止めが大きな問題となっている。このような冬期の交通障害は、降雪が少ない地域においても度々発生しており、社会経済活動のみならず人命にも影響を及ぼすことが危惧されている。立ち往生車が発生する前や直後に、道路管理者において迅速な対応が可能であれば被害の軽減が期待できる。

本調査は、走行車両の挙動の変化、それに起因する交通流の変化から、冬期交通障害発生前の予兆の把握や発生を検知の手法を作成するものである。

〔研究内容〕

冬期交通障害の発生は、登坂不能や再発進不可による立ち往生、スリップによる交通事故、吹雪等による視程不良等、様々な要因がある。このうち「登坂不能や再発進不可による立ち往生」は突発的に発生するものではなく、車両全体の速度が徐々に低下していく中で発生すると考えられる。本調査は、この速度低下をETC2.0プローブ情報で捉えることにより、発生前の予兆の把握及び発生を検知を試みたものである。なお、本調査では ETC2.0 プローブ情報はリアルタイムに得られると仮定した。

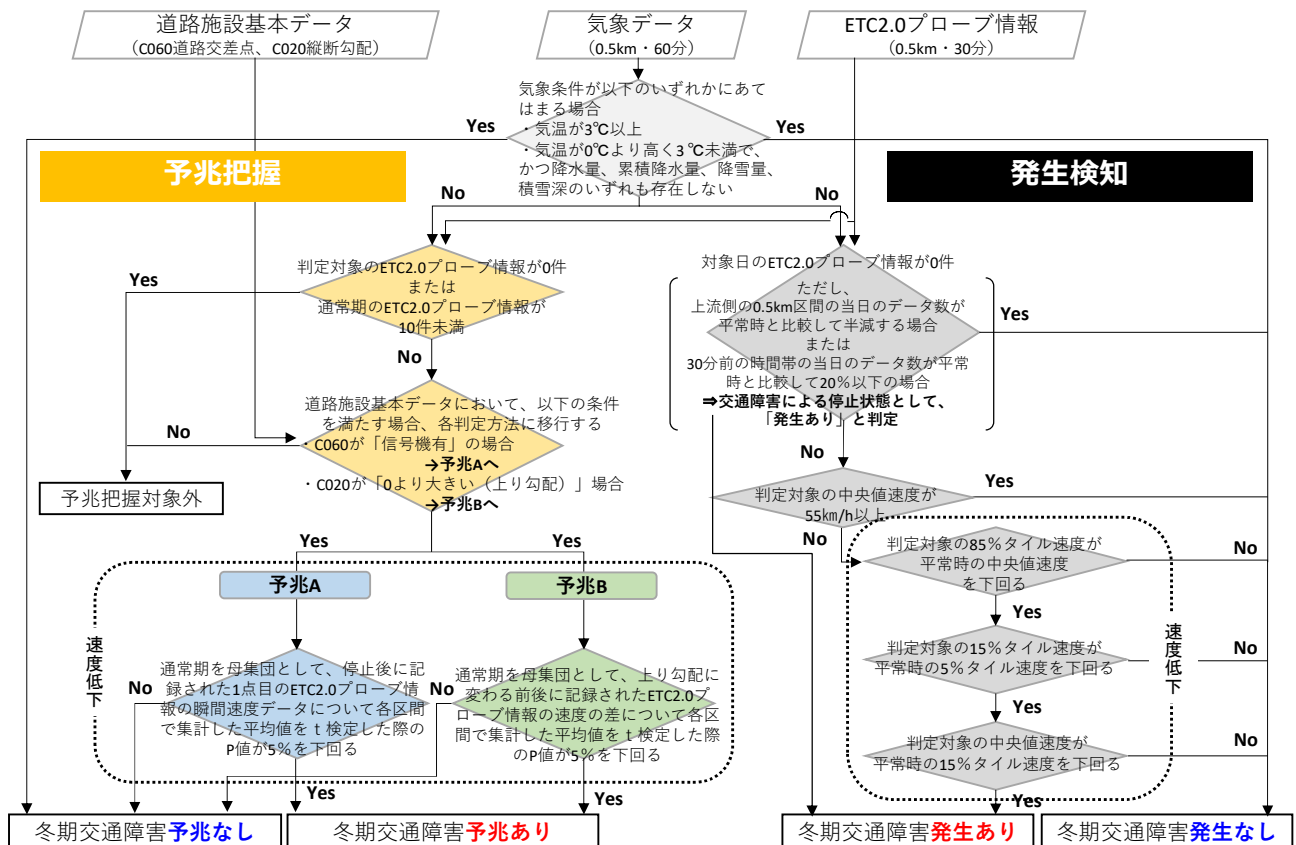


図-1 冬期交通障害の予兆把握・発生検知の手法

〔研究成果〕

1. 冬期交通障害を把握する手法の作成と試行

1) 手法の作成

過年度までに整理した冬期交通障害の予兆把握の指標と閾値から予兆の有無を判定するためのフローを作成し、過年度に作成した検知フローと組み合わせて、**図-1** のとおり予兆把握・検知の手法を作成した。また、本手法の各適用条件や使用するデータ等について、**表-1** 及び**表-2** のとおり整理した。

冬期交通障害の予兆把握は、冬期交通障害の発生前に車両全体の走行速度が低下していく中で、通常とは異なる走行状況となった場合を捉えるものである。本調査では予兆として、「信号交差点で停止後の加速が緩やかになる状況（予兆A）」と「上り勾配部での速度低下が大きくなる状況（予兆B）」の2つを設定している。一方、冬期交通障害の発生検知は、発生した冬期交通障害をいち早く発見するものである。

2) 手法の試行

令和元年度～令和3年度に発生した冬期交通障害の事例を用いて、**表-3** に示す条件において、1) で作成した手法により予兆把握及び発生検知を試行した。試行結果を**表-4** に示す。予兆Aの把握及び発生検知では少ない見逃しで判定できた。予兆Bの再現率は少し低かった。なお、これら手法は見逃しを少なくすることを優先して作成したものであり、適合率は10～30%程度

表-1 予兆把握の適用条件、使用するデータ等

適用範囲・適用条件	・区間：予兆Aは「信号交差点」、予兆Bは「0%よりも大きい上り勾配部」の道路構造に適用される。 ・時間帯：冬期交通障害発生時まで（発生後に速度が回復することで、再適用可）。
使用するデータ	気象データ（気温、降雪等）、ETC2.0 プローブ情報（様式1-2）、道路施設基本データ（道路交差点、縦断勾配）
分析単位	1単位＝0.5km、30分
判定対象期間	12～3月の冬期
通常期の設定	判定対象期間と同年度の10月のうち、冬期開始後に「冬期交通障害の発生リスクのある気象条件」を除いた同区間、同平日、同時間帯
判定方法	判定対象期間（冬期）と通常期の速度または速度差の有意差検定による

表-2 発生検知の適用条件、使用するデータ等

適用範囲・適用条件	区間：道路構造などの場所を選ばずに適用可能。ただし、当該区間の近くで気象データを取得できない場合は不可。
使用するデータ	気象データ（気温、降雪等）、ETC2.0 プローブ情報（様式1-2）
分析単位	1単位＝0.5km、30分
判定対象期間	12～3月の冬期
平常時の設定	判定対象期間の前年度の12～3月のうち、「冬期交通障害の発生リスクのある気象条件」を除いた同区間、同曜日、同時間帯
判定方法	判定対象期間（冬期）と平常時の速度の比較による

であった。

2. 速度低下情報を活用するための課題の整理

1. は発生前の予兆と発生の有無を判定する手法を作成したものであり、この判定の途中で得られる車両の速度低下の情報は、冬期交通障害の発生リスクが徐々に高まっている状況が速度に現れたものと考えられる。この速度低下情報は、道路管理者が大雪時や冬期交通障害発生時に各種対応を行う際に参考となる有益な情報である。今後、この速度低下情報を広く活用するために、見逃しや誤検出があった区間や時間を確認し、手法の活用の際に課題となる状態を整理した（**表-5**）。なお、予兆把握及び発生検知の両手法から得られる速度低下情報を補い合うことにより、これら課題の一部は解決できる可能性があり、手法全体として、冬期交通障害の発生リスクが高い状況を、より良く把握できると考える。

〔成果の活用〕

本調査で作成した予兆把握及び発生検知の手法から得られる冬期交通障害に繋がる可能性のある車両の速度低下情報について、課題を踏まえたうえで、道路管理者や道路利用者への効果的な提供方法を検討する予定である。

表-3 試行の条件

試行する延長・期間	・延長：冬期交通障害発生箇所の前3.5km＋発生箇所を含む0.5km＋後1.0km＝計5.0km ・期間：冬期交通障害発生時間の発生前3日＋発生時間を含む発生後0.5日＝計3.5日
判定結果の正解・不正解の判断	・予兆把握…当該指標による速度低下（予兆）を確認後に、60分を超える予兆ありの判定の断絶がなく、冬期交通障害が発生している場合を正解とした。 ・発生検知…ETC2.0 プローブ情報を用いて作成したタイムスペース図等から判断した「交通への影響の有無」を正解・不正解とした。

表-4 試行結果

冬期の恒常的な降雪や積雪の有無と地域	予兆A		予兆B		検知	
	再現率	適合率	再現率	適合率	再現率	適合率
全国	88%	31%	51%	16%	75%	24%

再現率：実際の発生に対して、見逃さずに「発生あり」の判定ができた割合

適合率：「発生あり」の判定のうち、誤って「発生あり」とすることなく、判定ができた割合

表-5 課題となる状態

見逃し	視程障害や交通事故等の突発的な交通障害 短時間・短区間の交通障害 夜間に交通量が減少する区間 幅員が広い路線・登坂車線がある区間 急カーブ等の局所的に速度が低い区間 上り勾配のある信号交差点の区間 信号交差点直後の上り勾配の区間 交通量が少ない時間
誤検出	近隣道路が通行止めとなる場合 気温が低い信号交差点の区間

道路環境影響評価の技術手法の改定に向けた調査

Research for revision of technological method for road environmental impact assessment

(研究期間 令和5年度～令和6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	一丸 結夢
Senior Researcher	OHKOUCHI Keiko	Senior Researcher	ICHIMARU Yumu
交流研究員	檜垣 友哉		
Guest Research Engineer	HIGAKI Yuya		

The purpose of this research is to enhance the content of a technological methods used to assess the environmental impact of road projects. The authors investigated the sound power level of vehicle noise as vehicles drive over drainage asphalt pavement, and identified technical methodologies items of environmental impact assessment that need to be revised.

〔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。

本研究課題では、技術手法の内容を更新・充実させていくため、「自動車走行騒音に関する調査」及び「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6年度においては、自動車走行騒音に関する調査として「道路交通騒音の予測モデル（一般社団法人日本音響学会）」（以下「ASJ RTN-Model」という。）の更新内容を踏まえた「技術手法（自動車の走行に係る騒音）」の改定案作成と、排水性舗装における騒音低減効果の持続性を確認するため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。）の測定を行った。また、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として、動物、植物、生態系の環境保全措置事例集（最新版）の作成等を行った。

〔研究内容・成果〕

1. 技術手法（自動車の走行に係る騒音）の改定案作成
令和6年4月にASJ RTN-Modelが更新されたため、

更新内容の整理を行うとともに、環境影響評価等で騒音レベルの予測計算を行う場面を想定し、表-1に示す予測ケースでASJ RTN-Model2018、ASJ RTN-Model2023それぞれの等価騒音レベルを試算し、結果を比較整理した。

表-1 予測ケースの概要

No	道路種別	形状、壁高等	計算方式 結果出力
1	平面道路	遮音壁なし	断面計算 断面コンター
2		標準型遮音壁 2～5m	
3		R型遮音壁 3+0.5R～3+5R	
4	切土道路	深さ5m(法面1:1.0) 法肩遮音壁0m,5m	
5	盛土道路	高さ5m(法面1:1.5) 法肩遮音壁0m,5m	
6	高架道路	路面高さ10m 遮音壁0m,5m(高欄含む)	
7	高架/平面併設部	高架・平面とも4車線 高欄のみ遮音壁0m,5m	
8	トンネル抗口部	トンネル延長1,000m 遮音壁0m,5m(無限長)	断面計算 平面コンター
9	インターチェンジ部	ETC料金所 遮音壁なし 一般料金所 遮音壁なし	平面計算 平面コンター

ASJ RTN-Modelの更新内容と試算結果を踏まえた技術手法（自動車の走行に係る騒音）の改定案を作成した。技術手法では、騒音予測の参考手法としてASJ RTN-Modelを用いることとしているため、技術手法の主な改定内容は騒音レベルの予測計算や、保全措置の効果の

計算に当たっての留意事項等に関するものとなっている。改定案の作成に当たっては、学識経験者等から意見聴取を行い、意見を改定案に反映させている。

2. パワーレベルの測定

一般道における排水性舗装による騒音低減効果の持続性を確認するため、表-2 に示す3箇所においてパワーレベルを測定した。騒音低減効果の持続性を確認するためには、長期間のモニタリングが必要となるため、今後も測定を継続し、分析を行う予定である。

表-2 R6 年度パワーレベル測定箇所

路線 測定箇所名 () :同一地点での測定回数	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
R202 福岡県福岡市西区福重(2)	12.7	7	42	155
R10 宮崎県日向市財光寺(2)	1.5	45	42	100
R41 愛知県丹羽郡扶桑町(2)	1.5	58	38	138

3. 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

動物、植物、生態系の環境保全においては、保全すべき動物、植物の種は多く、種ごとに生態の多様性が高いことや、密猟・盗掘防止の観点から保全対策の好事例が共有されづらいことから、現場ごとに工夫して保全対策に取り組んでいる。そこで、動物、植物、生態系の環境保全措置の事例を調査し、最新の科学的知見を踏まえ、技術手法の参考資料として、効果的な保全手法を環境保全措置事例集（国総研資料第721号、国総研資料第906号）としてとりまとめ、現場への共有を図っている。近年の世界的な潮流や国の施策、蓄積された知見や事例等を踏まえて、更新版環境保全措置事例集を作成した。構成は表-3 に示すとおりで、更新にあたり、法令等の経緯や地域連携や種子の活用技術等の項目を新設した。

動物、植物、生態系の調査手法は分類群によって様々で、実施には膨大な作業量とコストが生じる。また、トラップ等の設置地点の選定など、個人の経験によって、調査結果の精度にばらつきが生じる。近年、道路環境影響評価の現場においても、リモートセンシングによる環境情報の把握、生物種分布モデルを用いた動植物の生息・生育適地解析、環境DNAを用いた生物調査等が行われ、調査の効率化や精度の向上が図られる事例が増えていた。このような背景から、道路環境影響評価において近年活用されている5つの技術（図-1）について、特徴や留意点を整理し、事例を交えて記載した。

更新版環境保全措置事例集の作成にあたり、7名の学識経験者にヒアリングを実施した。

表-3 更新版環境保全措置事例集の構成

第1章 本事例集について	
1.1	自然環境の保全に関する法令の経緯
1.2	道路事業における施策と自然環境保全の関係
1.3	事例集の目的
1.4	事例集の構成と使い方
第2章 動物、植物、生態系に対する環境保全の取り組みを進めるための基本的な考え方	
2.1	道路事業が動物、植物、生態系へ与える影響
2.2	動物、植物、生態系に対する環境配慮の概要
2.3	環境保全措置の実施後の対応（順応的管理）
2.4	自然環境保全における地域との連携
第3章 環境保全のための技術と考え方	
3.1	希少猛禽類を対象とした環境影響評価手法
3.2	哺乳類に対する道路横断施設の設置と事後調査手法
3.3	植物の移植における種子の活用技術
3.4	地域生態系の保全に配慮した法面緑化工
3.5	近年活用されている技術
第4章 環境保全措置の事例	
4.1	生息・生育環境
4.2	哺乳類
4.3	鳥類（猛禽類）
4.4	鳥類（猛禽類以外）
4.5	両生類・爬虫類
4.6	魚類
4.7	昆虫類
4.8	底生動物
4.9	その他の動物
4.10	植物

アンダーラインは新規追加項目を示す。

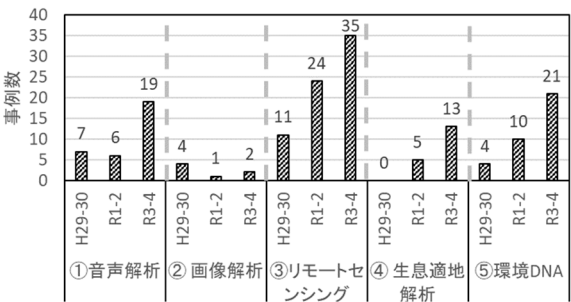


図-1 道路事業における各技術の活用事例数

【成果の活用】

本調査の成果を用いて技術手法（自動車の走行に係る騒音）（令和7年度版）については国総研資料として公表予定であり、事業者が環境影響の調査・予測・評価の実施する際の手引き書としての活用が期待される。また、更新版環境保全措置事例集は技術手法の参考資料の位置づけで国総研資料第1***号として公表しており、動物・植物・生態系に関する環境保全措置の検討の際に活用されることが期待される。

Study on improvement of productivity on the bidding and contracting system
(研究期間 令和4年度～令和6年度)

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
研究官	木村 泰	交流研究員	深田 桃子
Researcher	KIMURA Yasushi	Guest Research Engineer	FUKADA Momoko

「研究目的及び経緯」

これに対し、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できる技術提案・交渉方式が規定された。技術提案・交渉方式は、施工者の提案を活かした効率的な施工技術や、施工段階でのリスク発現を抑制するための工夫を取り入れやすく、建設生産向上への寄与が期待されている。(図-1)

国土技術政策総合研究所は、技術提案・交渉方式等の多様な入札契約方式の適用支援、フォローアップを継続し、改善手法の研究を行っている。令和6年度は、技術提案・交渉方式の適用による効果の把握に向けた

[研究内容·研究成果]

技術提案・交渉方式の適用効果を把握するため、発注者及び施工者にアンケート調査を実施した。

アンケートの回答があった発注者は24件(橋梁3件、橋梁補修8件、トンネル5件、河川構造物4件、砂防4件)、施工者は24件(橋梁4件、橋梁補修8件、トンネル4件、河川構造物5件、砂防3件)であった。表-1に設問内容を示す。

表-1 アンケート 設問内容

	設問内容
1	技術提案・交渉方式で実施したことで、総合評価落札方式で実施した場合より、工事や変更手続きの手戻りが少なくなったと想定できる
2	技術提案・交渉方式を採用したことで、総合評価落札方式で実施した場合より工期が短くなったと想定できる
3	総合評価落札方式では工事が困難であったと想定され、技術提案・交渉方式でなければ実施が難しかったと想定できる

主なアンケートの調査結果を表-2に示す。

発注者・施工者双方、3つの設問全てにおいて技術提案・交渉方式を適用したことにより、効果を得ることができたと回答したのは過半数を超える結果となった。特に施工者においては、「そう思う」・「ややそう思う」

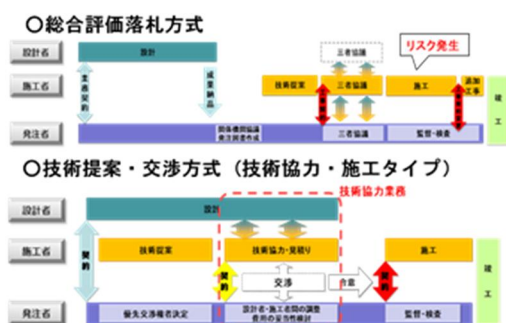
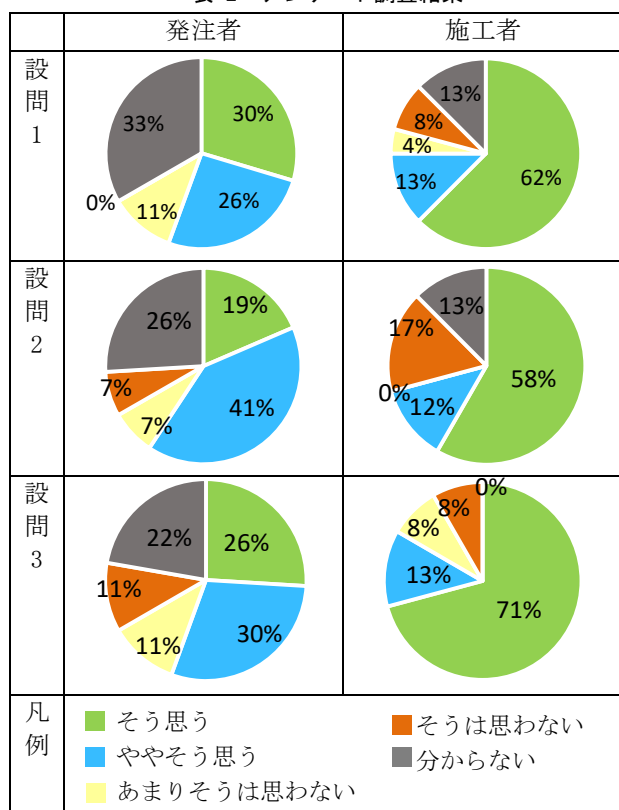


図-1 各種方式 手続きフロー

を合わせると7割を超えている。これは、実際に工事が進むにあたり、過去の経験から協議等の変更手続きが少なくなったことがより実感されるためと考えられる。

一方、効果を発現できなかった工事もあるため、今後適用工事の検討等行う必要がある。

表-2 アンケート調査結果



(2) 総合評価落札方式を用いた工期短縮効果分析

これまで国総研が実施した技術提案・交渉方式のヒアリングにおいて、施工者より「仮に総合評価落札方式で工事を実施していたら、施工中にリスクが発生し、工期や工事費が増大していた可能性が高い」という意見が多数あった。(1)のアンケート結果にも示されておりである。

技術提案・交渉方式の適用により、仮に総合評価落札方式で発注されていた場合と比較して、どの程度の工期短縮効果があったかを把握することは難しいため、アンケート調査によって推計した。また、その推計結果の妥当性の確認のため、総合評価落札方式による同程度の規模・同工種の工事について、発生リスクごとの工期延期を施工者へのアンケート調査によって把握した。

具体には、技術提案・交渉方式適用工事において、技術協力業務の中で施工者側からの提案によりリスク発

生を抑制した事例、総合評価落札方式適用工事においては、施工中にリスクが発生した事例、これらに対して標準設計と比較した実際の工期について施工者に調査した。対象は、技術提案・交渉方式においては、(1)のアンケート調査と同様の21工事とした。総合評価落札方式においては、技術提案・交渉方式と同程度の規模、同じ工種の39工事（橋梁工事10件、橋梁補修工事17件、トンネル工事9件、ダム工事3件）を対象とした。

表-3に技術提案・交渉方式の施工短縮日数および総合評価落札方式の施工延伸日数の平均値をそれぞれ工事規模毎・工種毎に示す。ここで言う平均値は、各工事の合計施工短縮日数を工事件数で除した値である。

結果を見ると、技術提案・交渉方式を適用したことにより、標準設計から施工日数を短縮出来ていることが分かる。全体で見ると、工事規模が大きい工事の方がより多く施工日数を短縮していることが分かる。橋梁に関しては、工事規模が小さい方がより施工日数を短縮しているが、対象件数が少ないため確かな結果とはいえない。また、総合評価落札方式の工期延期の結果をみると、技術提案・交渉方式よりも大きな値となっており、技術提案・交渉方式を適用したことによる工期短縮の効果は過大な結果ではないと推察される。

表-3 延べ工期延伸・短縮日数

日数	工事費30億円以下		工事費30億円以上	
全体	↑短縮	47	180	
	↓延伸	314	318	
		N=23	N=15	N=16
橋梁	↑短縮	328	175	
	↓延伸	120	238	
		N=5	N=1	N=5
橋梁補修	↑短縮	34		
	↓延伸	374		
		N=17	N=7	

: 技術提案・交渉方式
 : 総合評価落札方式

【成果の活用】

技術提案・交渉方式の効果の把握に向け引き続き検討を行う。本研究の成果は、技術提案・交渉方式の効果に関する国総研資料として活用される予定である。

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
主任研究官
Senior Researcher
主任研究官
Senior Researcher
研究官
Researcher
研究官
Researcher
交流研究員
Guest Research Engineer
交流研究員
Guest Research Engineer
交流研究員
Guest Research Engineer
交流研究員
Guest Research Engineer

杉谷 康弘
SUGITANI Yasuhiro
吉永 弘志
YOSHINAGA Hiroshi
山中 勇樹
YAMANAKA Yuki
今津 亘一
IMAZU Koichi
矢野 祥吾
YANO Shougo
五十嵐祐一
IGARASHI Yuichi
池田 誠
IKEDA Makoto
北森 邦明
KITAMORI Kuniaki
辻村 舜
TSUJIMURA Syun

The objectives of this research are to optimize as-built management for various types of work, and to establish a method for utilizing BIM/CIM data for inspection, repair, and renewal of road-related facilities.

In FY2024, we verified the feasibility of using a laser scanner to measure the sprayed thickness of vegetation base material on slopes and the lining thickness of tunnels. In addition, a prototype BIM/CIM model of a road drainage system was developed to improve the maintenance management of road-related machinery and equipment.

[研究目的及び経緯]

国土交通省では、建設現場の生産性を向上させ、魅力ある建設現場の実現を目指す i-Construction において「ICT の全面的な活用」の推進を行い、3次元計測技術を用いた出来形管理要領(図-1。以下、「出来形管理要領」という。)等の基準類を整備している。また、インフラ分野のDX推進に伴い、道路排水設備等の道路関係機械設備におけるBIM/CIMの活用が見込まれている。

本研究は、ICT 活用工事の基準類について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と及び機械設備や供用後の点検結果等の情報を可視化・共有化することにより、施設管理者だけでなく機械設備

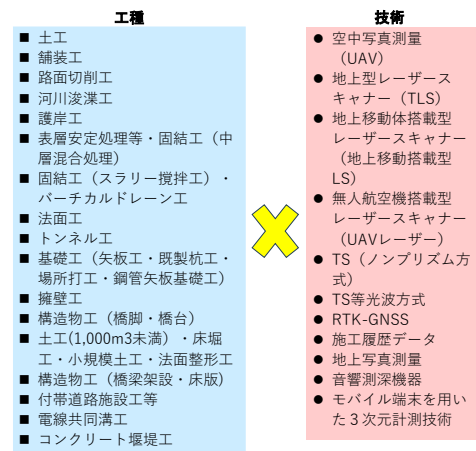


図-1 3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案)の工種と計測技術

の新設時に3次元モデルを作成し、合わせて設備諸元の点検業務受注者や修繕・更新工事受注者の業務を効率化することを目的としている。

令和6年度は、ICT活用工事の基準類を改善するため、レーザーによる点群の3次元計測機器（以下、「レーザースキャナー」という。）による厚さの出来形管理等の実現可能性について試験した。また、道路排水設備をモデルとして、BIM/CIMモデルを試作した。

【研究内容・研究成果】

1. ICT活用工事の基準類改善

出来形管理要領では、法面工の延長、幅及び高さ並びにトンネルの覆工コンクリート工の基準高、幅、高さ及び延長が3次元計測による測定項目の対象となっている。しかし、法面の植生工及び吹付工の厚さ並びにトンネル覆工厚は対象外である。厚さについては計測面に凹凸があるため評価が困難であることが要因である。令和6年度は、レーザースキャナーによる法面工及びトンネル工における厚さの計測について試験フィールドで試験した。図-2はトンネル覆工厚の計測事例である。また、トンネル覆工については背面空洞・かぶりの非破壊検査の試験も行った。



図-2 トンネル覆工厚の模擬計測

2. ICTを活用した道路関係機械設備の維持管理の高度化

道路関係機械設備の新設時に3次元モデルを作成することにより、従来の2次元図面を使用するより設備の構造理解や説明が容易になる。

道路関係機械設備に関するBIM/CIMモデルの作成方針は下記の通りとした。

国土交通省管理の機械設備については、機械設備が完成すると設備諸元や供用後の点検結果を既存のデータベースである機械設備維持管理システムに蓄積す

ることとしている。道路関係機械設備の維持管理に関する情報は、設備諸元だけでなく、供用後の点検結果や運転時間等の情報も重要になるため、3次元モデルに情報を持たせるのではなく、BIMツールを使用して機械設備維持管理システムに蓄積された情報をダッシュボード化することにより可視化することとした。3次元モデルに直接紐付ける属性情報は、装置・機器・部品名称とした。

可視化する情報は、「施設情報（路線名・緯度・経度等）」「設備情報（設備諸元等）」「点検整備情報（点検結果等）」「運転情報（運転時間）」「点検整備費用情報（点検整備費用等）」「故障情報（故障内容、整備内容等）」とした。

過年度に2次元図面から3次元モデルを作成した道路排水設備を含む5設備について、設備に関する情報をBIMツールにより可視化した。今後、3次元モデルをダッシュボードに取り込むことにより、より情報共有を効率化できるものと思われる。

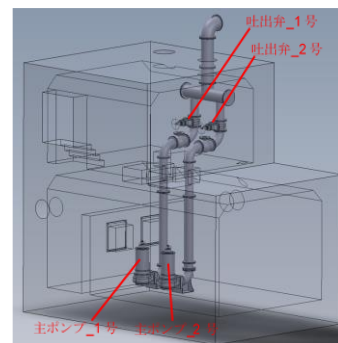


図-3 A道路排水設備の3次元モデル

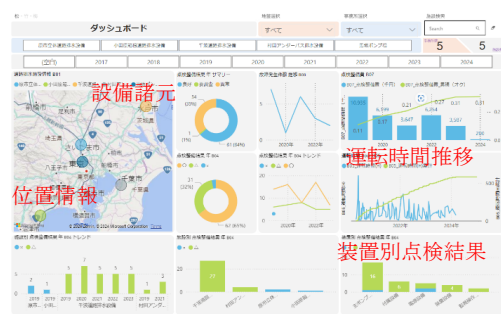


図-4 道路排水設備のダッシュボード

【成果の活用】

ICT活用工事の基準類改善検討の成果については令和7年度末の基準類の改定において活用する予定である。道路関係機械設備のBIM/CIMモデル作成手法は、令和7年度にBIM/CIM取扱要領（機械設備編）に反映予定である。

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	西村 徹	主任研究官	大手 方如
Head	NISHIMURA Toru	Senior Researcher	OOTE Masayuki
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 System¹）を用いて、全国の直轄国道の点群及び画像データを取得している。

これらのMMSで取得されたデータ（以下、「MMSデータ」という。）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。そこで、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 参照）一方、MMSデータは各地方整備局等において、「シ

ーン」²という単位で取得されているため、既存システムもMMSデータをシーン単位で保管管理している。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、データ延長は数百メートルから数十キロメートルである。このデータを道路管理等に活用する場合、“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。これらの課題を解決するために、本研究では、既存システムには無い「合成処理システム」について検討を行った。

[研究内容]

合成処理システムに必要とされる機能は以下の①～④に整理されたため、これらの機能について機能要件を検討した。また、新規で開発する必要がある②、③、④の機能についてはアルゴリズムを検討

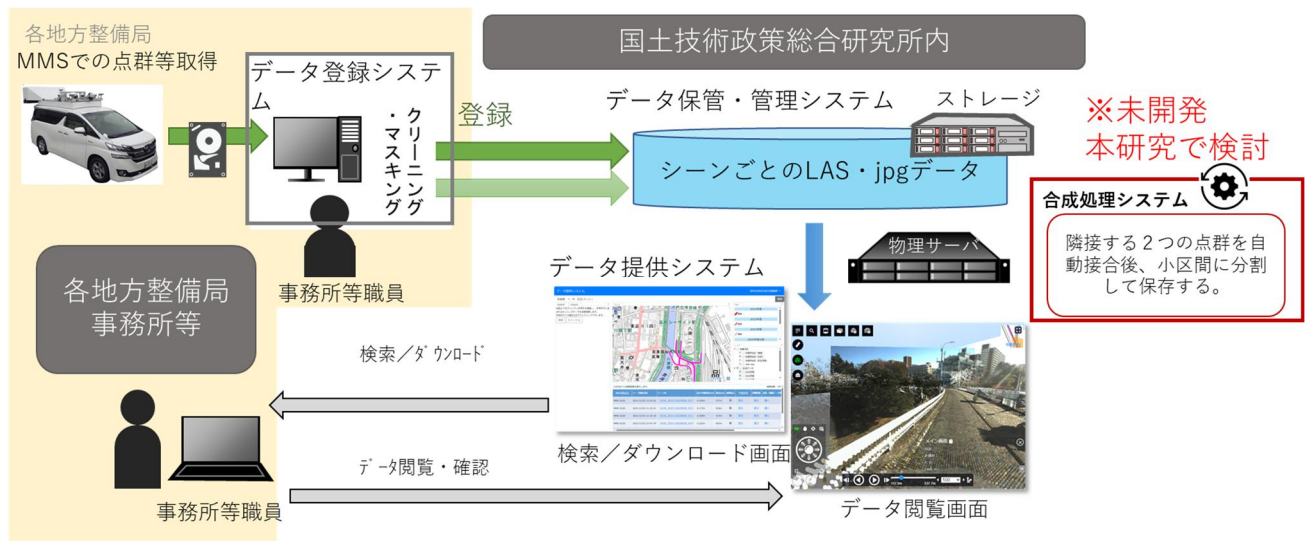


図-1 既存システムシステム構成図

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。

表-1 2つの点群を自動接合前後の較差の比較

取得箇所	抽出した 柱状物 (本)	重ね合わせ処理前 データ間較差			重ね合わせ処理後 データ間較差		
		水平 (cm)	高さ (cm)	進行方向 (cm)	水平 (cm)	高さ (cm)	進行方向 (cm)
都市部	177	325	145	130	3	2	5
自動車専用道	44	5	60	20	3	2	5
山間部	57	20	4	15	5	2	7
郊外	162	2	20	10	5	2	5
トンネル	21	300	50	200	100	20	40

し、試行及び評価を行った。

① シーンデータダウンロード機能

図1に示したクラウド上に構築されるシーンデータ保管・管理システムに定期的に接続し、新たに登録されたMMSデータがあった場合には、当該データをダウンロードする。

② MMS点群データの接合処理機能

ダウンロードしたシーン毎のMMSデータ内の点群データについて自動的に接合処理を行う。

2つの点群の接合する手法として、ICP法とRANZAC法を併用する手法を検討した。この手法を用いて、都市部、自動車専用道、山間部、郊外、トンネルの5箇所において目視で比較的ズレが大きいシーンを選定し、本稿で検討を行った手法により接合を行った結果、トンネル以外の箇所では2つの点群を接合した時の較差を7cm以下にできることが分かった。(表-1参照)

③ 新旧点群データの重なり防止機能

2つの点群データを接合すると重なる領域が生じるが、データ取得時期が離れている2つの点群データを接合した場合、2つの点群データを取得するまでの間に地物等が移設されてしまう可能性がある。この場合、接合された点群データに2つの地物等の点群が写り込むので、当該データを道路管理等に利用する際に不都合を生じる。よって、点群が重なっている領域については、新旧どちらかのデータを削除する必要がある。そこで、計測時期の異なるデータを接合する場合、新しい領域の点密度が、閾値未満且つ、古い領域の点密度が閾値以上の場合のみ新しいメッシュを自動削除する。その他の場合では古いメッシュを自動削除することとした。

④ 接合したMMS点群データの分割機能

接合したMMS点群データを分割する方法としては、利用者がMMS点群データをGIS上に表示して利用することを想定して、GISの背景地図として利用されるこ

とが多い国土基本図郭に準ずることとした。具体的には地図情報レベル500(縦300m×横400m)の図郭内に100m×100mで分割された12個の点群が隙間なく配置される分割方法となっている。なお、②、③の行程で処理されたデータは自動的に分割される。

⑤ データ保管・管理システムへのデータ登録機能

上記②、③、④の工程で処理されたデータを「データ保管・管理システム」へ自動登録を行う。

[研究成果]

合成処理システムに必要となる各機能について検討し要件定義書を作成した。また、合成処理システムに必要な機能の内、新規開発する必要がある機能のうち、② MMS点群データの接合処理機能については、検討を行ったアルゴリズムによって、2つの隣接するMMSデータの点群を10cm以下の精度で接合できることが分かった。また、③ 新旧点群データの重なり防止機能については、データ取得時期の異なる2つの点群を接合した後に、どのような条件で新旧データのどちらかを消去するかを整理した。

④ 接合したMMS点群データの分割機能については、分割方法として、GISの背景の地図として利用されることが多い国土基本図図郭に準じることとした。また、点群データを伝送する際にネットワークの負荷を勘案して、点群データは100m×100mで分割することとした。

[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、各地方整備局等々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。

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	西村 徹	主任研究官	光谷 友樹
Head	NISHIMURA Toru	Senior Researcher	MITSUTANI Yuki
研究官	夜久 将司		
Researcher	YAKU Masashi		

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」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（図-1）。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機能の開発

道路基盤地図管理システムでは道路工事完成図と合わせて、工事管理ファイル（index_c.xml）も収集しており、道路基盤地図管理システム画面では、道路基盤地図と工事完成図や工事管理ファイルの情報は位置情報で紐付けられ、容易に参照できるようにインターフェイスが設計されている一方で、外部システムより道路基盤地図情報を取得する場合には、この機能が使用できず、単に地図上に道路基盤地図を描画するだけであった。そのため、各地物がどの事務所が発注した、どの時期の工事において作成されたか、といった情報を得ることができないことが課題であった。地図上に表示された地物の属性情報に必要な情報を紐付けることで、道路管理業務の効率化・高度化が期待できる。そのため、本研究では、工事管理ファイル（index_c.xml）および図面属性ファイル（.SAF）の情報と地物の属性情報とを紐付けることを検討した。

(2) 道路工事完成図の品質確認手法の検討

道路基盤地図は、電子納品・保管管理システムより道路工事完成図を自動取得し、道路基盤地図に変換するプログラムを作成し、道路基盤地図を整備してきた。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り、データの品質が課題となっていた。正しい位置にないデータについては、すべて目視で確認し、非表示化する対応を行ったが、量が膨大であるため、確認が追いつかないことから、電子納品・保管管理システムからのデータ取得を一時停止しており、道路基盤地図の整備が進められない状況であった。その

ため、本研究では取得した道路工事完成図の品質確認手法について検討を行った。

〔研究成果〕

(1) 地物の諸元情報を配信する API 機能の開発

諸元情報を配信する地物は距離標、測点、車道部、歩道部、植栽、島、車道交差部の7地物とした。配信する地物の諸元情報の例を表-1に示す。配信方法については、WMS 機能 GetFeatureInfo 関数もしくは WFS 機能 GetFeature 関数の2通りの方法について比較検討を行った。GetFeatureInfo 関数では、指定した座標範囲に複数の地物が含まれる場合でも1つの地物の属性情報しか得られないことが判明し、GetFeature 関数を用いて API 機能を実装した。

表-1 地物の諸元情報の例（距離標の場合）

roadno	路線番号
cd_currentoldnew	現旧新区分
cd_updown	上下区分
cd_initial	接頭文字
kp	距離標(km 単位)
cd_kind	KP 種別
latitude	緯度
longitude	経度
tp	高さ
fiscalyear	発注年度
conno	工事番号
conname	工事名称
address_code	所在地の都道府県コード 及び市区町村コード
address	所在地
startday	工期開始日
endday	工期終了日
class1	発注者-大分類
class2	発注者-中分類
class3	発注者-小分類
class_code	発注者コード
contract	受注者名
roadcode	路線番号
distance1	距離標（図面中の最小値）
distance2	距離標（図面中の最大値）
kpkind	種別

(2) 品質に課題のあるデータへの対応

道路工事完成図の品質確認手法について、国土地理院より提供されている「公共測量成果検査支援ツール」の使用や独自ツールの構築等の手法について、作業時間・開発コストの観点から検討した。これらの手法については、開発コスト等に課題があることが明らかとなったことから、今年度は以下に示す既存ツールと目視による確認を実施し、作業時間等を確認した。具体的には道路工事完成図を品質確認のための仮登録用データベースを構築し、品質確認用の GIS データを作成

して、GIS ソフトウェア上で、地理院地図を背景図として表示させ、目視での確認を行った。確認の結果を表-2に示す。概ね4割で正しい位置に表示されていることが確認できた一方で、約6割は数メートル程度のずれが生じていた。ただし、この中で国土地理院提供の全国最新写真（シームレス）とは一致する場合もあり、本研究では、数メートルずれた場合も道路基盤地図管理システムへの登録対象とすることとした。

表-2 道路工事完成図の品質確認結果

地理院地図と一致	43%
地理院地図より数メートルずれている ※国土地理院提供の全国最新写真（シームレス）とは一致する場合を含む	55%
地理院地図の道路と全く重なっていない ※未供用で道路が地理院地図に反映されていない場合を除く	2%

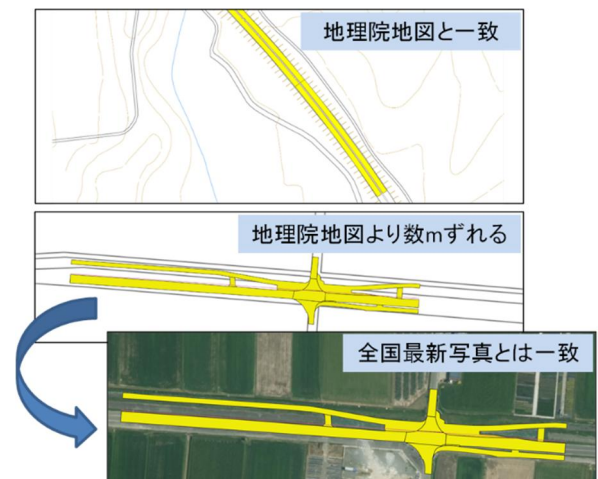


図-2 道路工事完成図の品質確認の例

〔成果の活用〕

本研究で品質確認した道路基盤地図については、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。また、地物の諸元情報を配信する API については、今年度の開発を踏まえ、配信する諸元情報の充実を図り、道路基盤地図情報の利便性を向上させるため、現状では諸元情報に含まれていない情報（構造物の施設名等）を外部のシステムから取得し、配信する方法について検討を行う予定である。道路基盤地図の品質確認については、目視での確認は作業負担が大きいいため、今年度の品質確認結果を踏まえ、効率的に判別する方法を検討する予定である。

道路整備の生産効果に関する調査

A study on the productivity gains from road infrastructure development

(研究期間 令和5年度～令和6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

交流研究員

村上 順也

Senior Researcher

FUSE Jun

Guest Research Engineer

MURAKAMI Junya

室長

富田 興二

Head

TOMITA Kohji

As a means of realizing sustainable economic growth despite various social problems such as depopulation, focus can be placed on the development of roads that have potent stock effects. The National Institute for Land and Infrastructure Management (NILIM) has been engaging in research that aims to clarify the economic impact of road development. This paper shows the results of analyses on the degree to which road development increases gross prefectural product, as well as the economic effects of road development on each industry.

〔研究目的及び経緯〕

道路は、国土の骨格をなす重要な社会基盤として、国民生活の豊かさや質の向上に貢献してきた。しかし、近年、人口減少、高齢化、自然災害の激甚化、急速な技術革新など道路をとりまく環境は劇的に変化している。これらの変化で生じる社会課題の中にあっても、持続的な経済成長を実現するため、社会全体の生産性向上につながるストック効果の高い道路の整備・強化に重点的に取り組む必要がある。

このため、国土技術政策総合研究所では、道路のストック効果を広範囲な視点から実証するため、道路整備が経済全般に及ぼす影響に関する研究を行っている。令和6年度は、道路整備が経済全般に及ぼす影響を把握することを目的に、道路整備による県内総生産の押し上げ効果及び個別産業への経済効果の分析を行った。

〔研究内容〕

道路整備による県内総生産の押し上げ効果及び個別産業への経済効果の分析にあたり、道路整備及び経済に関する都道府県パネルデータを用いることとした。

道路整備に関するデータとしては、道路が整備されるという状況を表す何らかの評価指標が必要になる。評価指標には、道路を利用したアクセスの状況を指標化した数値や道路への投資額、道路の延長といった数値が用いられることが多い。本研究では、一般化費用と地域人口の影響を把握できるよう都道府県間の交通近接性（以下「ACC」という。）及び道路のストック量の影響を把握できるよう国道延長（高速自動車国道と一般国道の合計延長）を道路整備の評価指標として分析に用いた。一般化費用は式-1、ACCは式-2により求めるものとし、 i はACCを算出する都道府県、 j はその

他の都道府県、 GC_{ij} 、 t_{ij} 、 C_{ij} は i - j 間の一般化費用、所要時間、走行費用、 w は時間価値、 pop は人口である。

$$GC_{ij} = w \times t_{ij} + C_{ij} \quad (\text{式-1})$$

$$ACC_i = \sum_j \frac{pop_j}{GC_{ij}} \quad (\text{式-2})$$

経済に関するデータとしては、（独）経済産業研究所が作成しているR-JIPデータベースから、都道府県別産業別の付加価値、民間資本ストック及び総労働時間を用いた。

これら道路整備及び経済に関するデータを用いて、生産関数を推定することで、道路整備による経済効果を分析した。分析対象期間は、1995年～2018年とした。

推定する生産関数は、道路整備を考慮した式-3のコブ・ダグラス型の生産関数を想定した。ここで、 Y_{it} は都道府県 i 、 t 年の県内総生産又は産業別の付加価値、 K_{it} は都道府県 i 、 t 年の民間資本ストック、 L_{it} は都道府県 i 、 t 年の総労働時間、 G_{it} は都道府県 i 、 t 年のACC又は国道延長、 δ_i は都道府県 i の地域固定項、 ε_t は t 年の時間固定項である。

$$\ln Y_{it} = \alpha \ln K_{it} + \beta \ln L_{it} + \gamma \ln G_{it} + \delta_i + \varepsilon_t \quad (\text{式-3})$$

また、ACC及び国道延長の係数に係る制約として、ACC等を生産要素の一つとして想定する不払い要素型（ $\alpha + \beta + \gamma = 1$ ）とACC等は民間資本や労働を通して間接的に生産に寄与すると想定する環境創出型（ $\alpha + \beta = 1$ ）の2つの考え方がある。本分析では、これら2つの制約それぞれを適用して回帰分析を行うことで推定した。

表-1 生産関数の推定結果（道路整備と県内総生産の関係）

	ACC : G	国道延長 : G	民間資本 : K	労働 : L	サンプル数	調整済み R2	DW 比
不払い要素型	0.183*** (0.030)	-	0.233*** (0.024)	0.584*** (0.027)	1128	0.963	1.704
	-	0.108*** (0.032)	0.268*** (0.024)	0.623*** (0.028)	1128	0.962	1.703
環境創出型	-0.016 (0.057)	-	0.313*** (0.021)	0.687*** (0.021)	1128	0.961	1.718
	-	-0.268*** (0.053)	0.321*** (0.020)	0.679*** (0.020)	1128	0.962	1.739

※***, **, *は有意水準1%, 5%, 10%で有意になることを示す。括弧内の数値は標準誤差。
※国道延長は、高速自動車国道延長と一般国道延長の合算。

なお、先行研究の一例として、内閣府では、GDP や社会資本、民間資本、労働のデータを用いて、コブ・ダグラス型の生産関数を推定している¹⁾。この推定の結果は、社会資本の係数約0.1、民間資本の係数が約0.3、労働の係数が約0.5となっており、この係数を本分析におけるベンチマークとして結果の評価を行った。

【研究成果】

(1) 道路整備による総生産の押し上げ効果の調査

生産関数の推定結果を表-1に示す。不払い要素型を想定した推定においては、全ての係数が有意水準1%で有意になることが示された一方で、環境創出型ではACCの係数のみが統計的に有意ではなかった。また、ベンチマークとした内閣府の先行研究との比較において、不払い要素型は各係数が概ね先行研究の数値と同程度である一方で、環境創出型はACC及び国道延長の係数が負の値であり、先行研究とは大きく異なる値となった。これらのことから、本分析においては、ACC等を生産要素の一つとして想定する不払い要素型の方が環境創出型よりも妥当であると判断した。これ以降は、不払い要素型での推定から得られた結果を示す。

生産関数の推定から得られた係数は、各変数に対する県内総生産の変化率すなわち弾力性を表している。このことから今回の推定結果では、県内総生産に対するACC弾力性は0.183、国道延長弾力性は0.108となる。これは、ACC又は国道延長が1%変化すると県内総生産が0.183%又は0.108%変化することを意味する。さらに、国道延長弾力性を用いて、国道延長の限界生産性を求めた結果、国道整備1kmあたり約8億円程度の県内総生産を向上させる効果があることを確認した。

(2) 道路整備による個別産業への経済効果の調査

R-JIPにて分類されている31産業別に、(1)と同様の生産関数にて推定して得られた県内総生産のACC弾力性及び国道延長弾力性を図-1に示す。なお、統計的に有意でなかった6産業（食料品、繊維製品、パルプ・紙・紙加工品、輸送用機械、印刷業、卸売業）は、グラフから除いている。

ACC弾力性又は国道延長弾力性について、両者に大

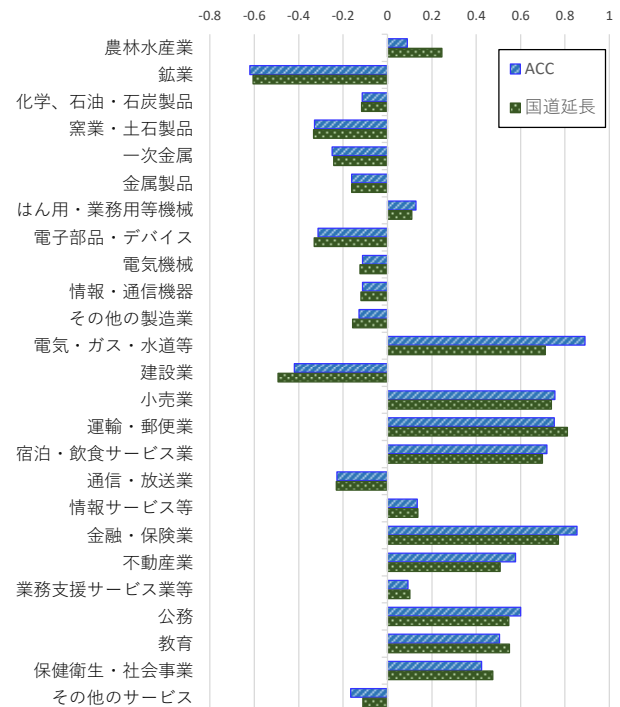


図-1 産業別のACC弾力性及び国道延長弾力性

きな差は見られず、第2次産業では負の値が多い一方で、第1、第3次産業では正の値が多くなった。特に電気・ガス・水道・廃棄物処理業、小売業、運輸・郵便業、宿泊・飲食サービス業、金融・保険業で0.5以上の高い値となった。道路整備による経済効果として、都道府県間の移動が容易になることで輸送関連の総生産が増加したり、地域経済全般が活性化することで金融関連の総生産が増加したりする可能性が示唆された。第2次産業が負の値となった理由については、各産業における生産性向上に寄与する要素の中で、道路整備による都道府県間の輸送効率化の影響が小さかった可能性がある。また、本分析に用いたデータ、分析期間及び分析方法に改良の余地があると考えられる。

【成果の活用】

今回の研究で得られた知見等を活用し、引き続き、道路整備が経済全般に及ぼす影響についての研究を行う予定である。

1) 平成25年度年次経済財政報告（経済財政政策担当大臣報告）

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 交流研究員 村上 順也

Senior Researcher FUSE Jun Guest Research Engineer MURAKAMI Junya

室長 富田 興二

Head TOMITA Kohji

This study aims to encourage road users to change their behavior by showing them how avoiding driving during heavy snowfall can keep vehicles from becoming stranded in snow on roads. For this purpose, the paper introduces traffic simulation results on the difference between the time lost to road users from heavy snowfall when some of them avoid travel in response to the road administrator's request not to drive and the time lost to road users from heavy snowfall when none of them avoid travel because the road administrator makes no such request.

〔研究目的及び経緯〕

国土交通省では、大雪時において「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」を基本的な考え方とし、予防的な通行規制・集中除雪及び出控え・迂回の呼びかけ等の道路交通確保対策を行っている。本研究は、大雪時の道路交通確保対策についての道路利用者等の理解を促進し、出控え等の行動変容を促すため、道路交通確保対策の効果を定量的に把握するものである。

令和 6 年度は、大雪時に道路交通確保対策を行った際の交通を再現した道路交通シミュレーションを行い、道路交通確保対策の有無による道路利用者の損失時間の違い等を試算した。

〔研究内容〕

シミュレーションの対象区間は国道 8 号の一部区間 4.8km (新潟県見附市内) とし、使用ソフトはミクロシミュレーションソフト VISSIM、実施時間は 13 時間とした。シミュレーションケース及び条件イメージを図-1 に示す。分析対象とする道路交通確保対策は、不要不急の外出を抑えるように道路管理者や気象庁などが行う呼びかけ (以下「出控えの呼びかけ」という。) 及び事故等が発生する前に通行止めを行う予防的通行規制を対象とした。これらの対策の実施有無などを組み合わせ 5 つのケースを設定した。出控えの呼びかけについてはシミュレーション開始から 3 時間実施、予防的通行規制は開始から 2 時間後に 1 時間実施するものとした。発生交通量、出控える交通量及び車両の走行速度などの条件は、実際に対策を行った事例の参考に設定した。走行速度については、雪の影響により変わるものであることから、雪の影響なし、影響中、影響大の 3 つパター

ンを作成し、時間経過とともに影響度合いが変化するものとした。降雪が少→多→なしと変化するものと仮定し、シミュレーション開始から 2 時間は雪の影響中、3 時間目は影響大、4 時間目から 5 時間目は影響中、6 時間目以降は影響なしとした。ただし、予防的通行規制を行っ

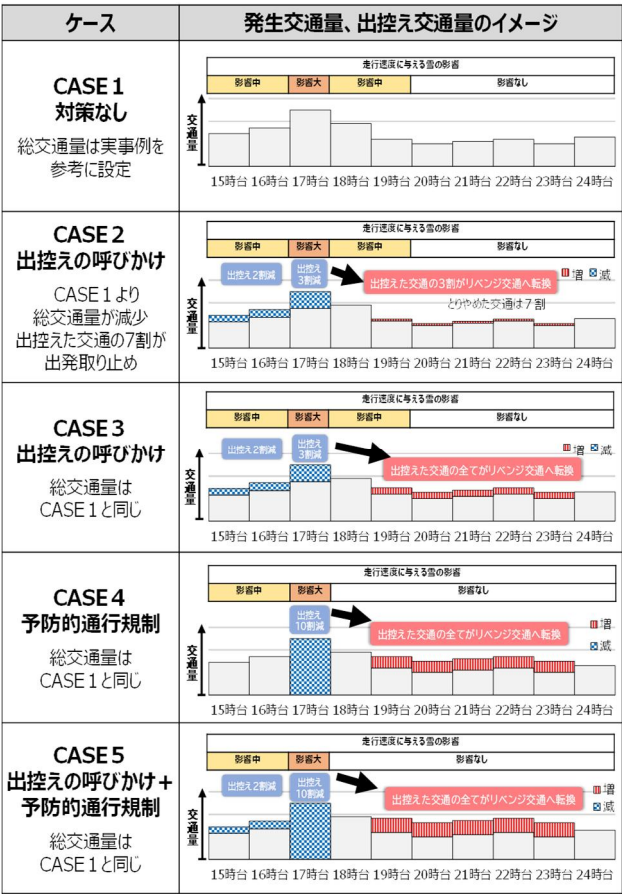


図-1 シミュレーションケース及び条件イメージ

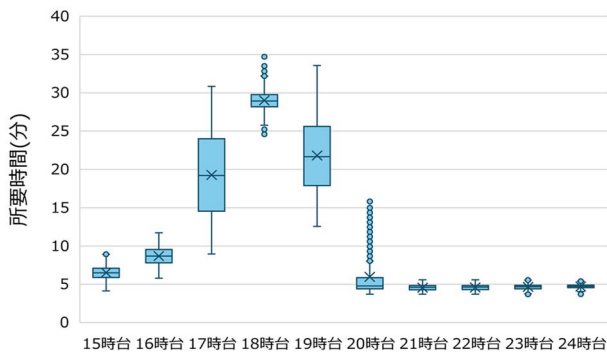


図-2 時間帯別の所要時間 (CASE1)

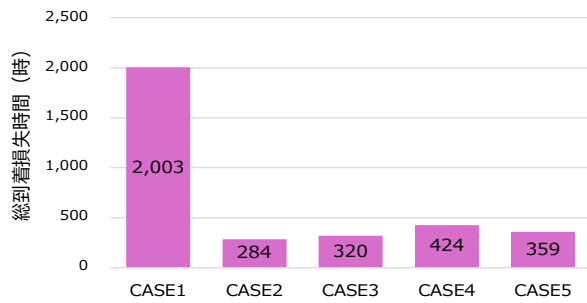


図-4 CASE 毎の総到着損失時間

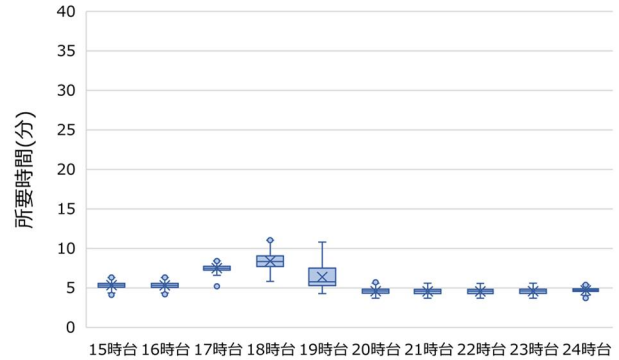


図-3 時間帯別の所要時間 (CASE3)

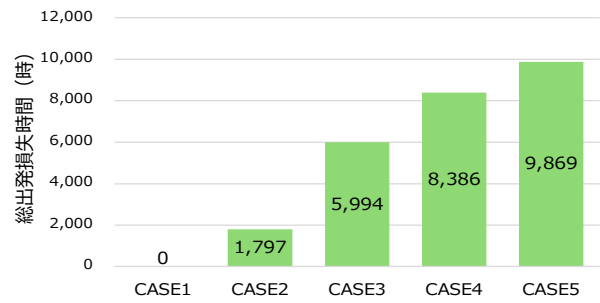


図-5 CASE 毎の総出発損失時間

た場合は、通行規制に集中除雪を行うものとして、4時間目以降は影響なしとした。

[研究成果]

シミュレーションを行い、車両毎の所要時間、出控えにて待機した時間、時間単位の発生交通量及び流出交通量、滞留長の時間変化、渋滞が解消するまでの時間等の結果を得た。

車両毎の所要時間は、時間帯別に整理しており、総交通量が同じCASE1とCASE3の結果を図-2と図-3に示す。対策を実施していないCASE1では、最大所要時間が30分程度である一方で、出控えにより発生交通量が分散されたCASE3では、多少渋滞が発生したものの最大所要時間が10分程度となっている。このことから、総交通量が同じ場合であっても出控えの呼びかけを行うことで、所要時間が20分程度短縮されたことが分かる。

各CASEにおける損失時間を比較するため、到着が遅れたことによる到着損失時間、出発が遅れたことによる出発損失時間を算出した。到着損失時間は、各車両の所要時間から遅れない場合の所要時間を引いたものとし、出発損失時間は、各車両の出発した時刻から本来出発するはずの時刻を引いたものとした。さらに、これら各車両の損失時間をCASE毎に合計したものを総到着損失時間、総出発損失時間とした。

CASE毎の総到着損失時間を図-4に示す。対策を行っていないCASE1と対策を行った他のCASEとを比較すると、どの対策であっても到着損失時間を8割程度減少させることを確認した。対策内容は同じだが総交通量が異なるCASE2とCASE3を比較すると、総交通量が1

割程度少ないCASE2では、損失時間が1割程度減少した。また、対策内容は異なるが総交通量が同じCASE3とCASE4を比較すると、通行規制を行ったCASE4では損失時間が3割程度増加している。CASE4で損失時間が増加した要因は、通行規制前に渋滞が発生していたことに加え、通行規制中に発生するはずであった交通量がその後の時間に発生したことで、通行規制後も渋滞が発生したためである。

CASE毎の総出発損失時間を図-5に示す。出発損失時間は、出控えした車両の量に比例するため、出控えした車両の最も多いCASE5が一番多くなった。CASE2は総交通量が減少しているため、損失時間が少なくなっているものの、出発することを取り止めた車両があるということに留意する必要がある。

CASE毎に到着損失時間と出発損失時間を合計すると、対策を行ったCASEの出発損失時間が多いことから、対策を行っていないCASE1よりも対策を行ったCASEの方が合計した損失時間が多くなる。ただし、到着損失が発生している時間は渋滞中の運転時間である一方で、出発損失が発生している時間は自宅等での待機時間であると想定でき、時間価値やドライバーストレスなどが異なる。このため、損失時間を評価する際には、到着損失と出発損失の特性を踏まえて、評価する必要があると考える。

[成果の活用]

今後、本研究で得られた道路交通確保対策の有無による道路利用者の損失時間等を用いて、道路利用者等に対策効果を示していくとともに、引き続き、効果の定量的把握に関する研究を進めていく予定である。

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

大型車の通行実態をふまえた活荷重係数の検討

Investigation of truck traffic loading on road bridges

(研究期間 令和 6 年度)

道路構造物研究部 橋梁研究室

Road Structures Department Bridges and Structure Division

室長
Head
研究官
Researcher

白戸 真大
SHIRATO Masahiro
石尾 真理
ISHIO Mari

主任研究官
Senior Researcher

横井 芳輝
YOKOI Yoshiteru

The Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism works to strengthen the performance of the national truck logistics network with the growth of the global market. Road bridges in Japan are subjected to intense truck loading, and this study evaluates the truck traffic loads on several bridges that carry extensive truck traffic. The latest measurement result showed an increasing trend of truck traffic on a weight range of approximately 28 to 44 tons, and probabilistic live load simulations indicate that the simultaneous loading of such large vehicles can have more significant impacts on the cross-sectional load of bridges than the rare loading situation of excessively heavy trucks.

〔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ための対応を進めている。一方で、物流車両の増加や車両大型化などによる大型車の車両頻度や重量の増加は、道路構造物の安全余裕や疲労耐久性に影響を与える。

そこで、本研究では、橋が受ける活荷重の状況を調査している。2024 年度は、2023 年に行った交通状況の計測結果に基づき、大型車の車両同時載荷状況を確率的に模擬するシミュレーションを行い、橋の断面力に与える影響を評価することで、大型車の交通の最近の状況や今後の変化が道路橋の安全余裕に与える影響を分析した。

〔研究内容〕

(1) 活荷重計測結果

本研究では、ある工業地域内の同一の主要幹線道路にある、物流車両が多い、A 橋と E 橋での活荷重の計測結果を用いて、橋が受ける活荷重の状況を評価する。A 橋と E 橋は、同一の路線上の橋であり、互いに近距離に位置する。ただし、A 橋と E 橋での計測年度は異なり、A 橋では 2023 年に、E 橋では 2004 年²⁾である。計測手法は両橋とも同じで、BWIM¹⁾と呼ばれる手法で連続する 72 時間の計測をしている。

両橋で計測された交通状況から車両の構成比率と重量分布を整理した結果を図-1 及び図-2 に示す。図-1 の横軸は計測された車種を 21 種類に分類したものである。車種番号 1 が約 3t 以下のいわゆる小型車であり、2 以後が大型車になる。2004 年と比較して比率が増えた車種番号 2, 7, 12 は、表-1 に示すように、物流車両

表-1 車両タイプ (例)

車種	軸数	イメージ図	主な車	制限値	車種	軸数	イメージ図	主な車	制限値
2	2軸		単車、普通トラック、バス、トラクタ	20t	7	4軸		単車、セミトレーラ	29t
4	3軸		普通トラック	20t	12	5軸		セミトレーラ	44t

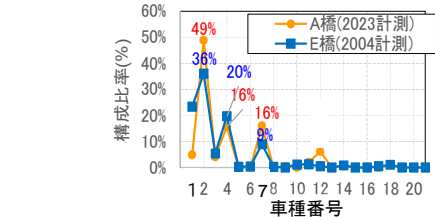


図-1 車種構成比率(実測結果)

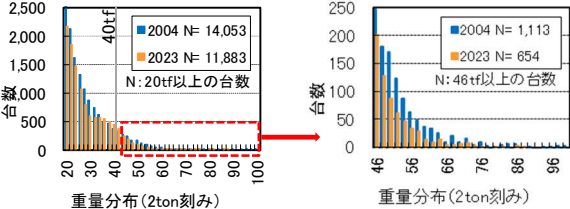


図-2 車両重量分布比較

を多く含み、分類 12 は国際海上コンテナ車を含むトレーラーに対応する。

図-2 の横軸は車両重量、縦軸は台数を示している。従来比率の大きかった 20t から 30t の重量帯の車両台数は減少傾向にあるものの、40t 付近の重量帯では車両台数が増えている。また、50t を超える車両の台数も減少している。非常に重い車両の台数が減少していることは、橋にとっての負荷も減少している可能性がある。一方で、40tf 付近の通過車両が増加しているとすれば、理論的には、渋滞時などにおいて、40t 車の連行、並走の確率も高くなっているとも言え、橋にとってはすでに活荷重の状況が厳しくなっている可能性もある。

(2) 活荷重シミュレーションの方法と検討ケース

車両構成の変化が橋の受ける活荷重の変化に与える

影響を把握するために、シミュレーションを行う。大型車両の同時載荷による橋面上の車両の合計重量の影響を把握できるように、支間長が比較的長い橋を対象に検討を行うものとし、鋼単純鋼床版箱桁橋（支間長75m）をシミュレーションの対象とした。活荷重シミュレーションの方法は文献3)のとおりである。概要を次の①～④に示す。

- ① 車種分布の確率モデルを作成する。道路橋の設計活荷重に関連する既往のシミュレーション結果³⁾と比較しやすいように、車種番号1の比率を70%に、大型車である車種番号2から21までは相互の比率を変化させず合計比率が30%になるように、車種構成比率を調整した。車種ごとの車両重量の確率分布は、計測結果の車両重量分布に基づき与える(図-3)。
- ② 対象橋梁の橋面上の車列を確率的に与える(モンテカルロシミュレーション)。①で設定した確率モデルを用いて、一台ずつ車種と車両の重量を確率的に与え、橋面に置く。これを繰り返すことで、橋面上に車列を並べる。
- ③ ②で並べた車列の状況に対して、対象橋梁の断面力を計算する。
- ④ 上記②③を繰り返し、断面力の100年最大値を求める。100年は、技術基準において、橋の設計において標準として想定しなければならない期間である。断面力100年最大値を過小評価することの無いように、最大値分布の非超過95%を以て断面力100年最大値の特性値とする。
- ⑤ 断面力の100年最大値の特性値を現行設計荷重の断面力で除した値を活荷重係数とする。

支間中央(支間1/2点)の曲げモーメント、支間1/4点の曲げモーメント、端支点のせん断力について、荷重係数を算出した結果を図-4に示す。構造力学上、支間中央の曲げモーメントは橋面上のすべての車両の重量の総和の影響が、端支点では支点近傍の大型車両単体の重量の影響が表れやすい。支間中央の曲げモーメントに着目すると、2004年及び2023年のいずれの計測結果に基づいても、自動車の同時載荷状況やその他作用との組合せも考慮して設定された荷重係数はほぼ同じ結果であった。

また、支点に近づくほど、2023年の計測結果に基づくシミュレーションの荷重係数のほうが小さくなる傾向がある。

図-5に支間中央の曲げモーメントの100年最大値の特性値に対応する車両列の状況を示す。2004年の計測結果に基づくシミュレーションでは、相当な重量の大型車1台が出現している一方でその他の大型車両は25t程度である。2023年の計測結果に基づく場合には、橋面上に40t程度の大型車が複数台密集し、連行、並走している様子が見られる。すなわち、結果的な荷重係数の計算値にはさほど変化は見られなかったものの、2004年と2023年では、計測された車両構成が変化することで、橋にとっての活荷重環境は変わっていると見るべきである。2023年には40t程度よりも極端に重

い車両は減っている一方で40t程度の車が連行、並走する傾向がシミュレーション上でも見られたことから、今後の物流の活発化により40t程度の重量帯の車両数が増加する場合、その並走、連行により橋にとっては活荷重に対して厳しい荷重状況になることが想定される。

【研究成果】

橋梁研究室が行った活荷重計測の結果によれば、2004年に比べて2023年には極端に重い車両の頻度が減っている一方で、40t程度の車両の増加が見られた。シミュレーションの結果からは、車両構成の変化にかかわらず橋の断面力に与える影響はさほど変わっておらず、現在、設計活荷重強度を急ぎ見直す必要性は低い一方で、今後の物流車両の増加の状況に応じて活荷重環境が厳しくなることも想定すべきであることが分かった。今回の検討は、限られた路線での計測結果に基づいていることもあり、引き続き、継続的な活荷重の計測、調査が必要である。

【成果の活用】

本研究成果は、道路橋の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) 道路橋の交通特性評価手法に関する研究, 国総研資料第188号, 2004. 7.
- 2) 道路橋の設計自動車荷重に関する試験調査報告書 国総研資料第295号, 2006. 1.
- 3) 道路橋の設計状況設定法に関する研究, 国総研資料第1031号, 2018. 07.

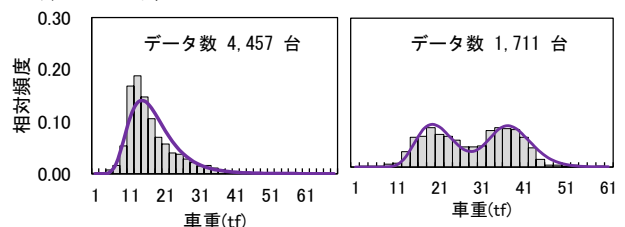


図-3 車種ごとの車両重量の確率モデルの例

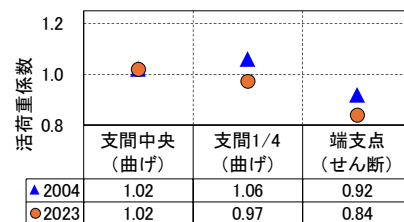


図-4 活荷重係数の算出結果(100年最大)

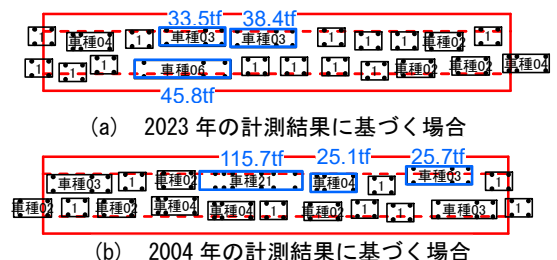


図-5 曲げモーメントの100年最大値を与えた車両列の例

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
Head SHIRATO Masahiro
主任研究官 横井 芳輝
Senior Researcher YOKOI Yoshiteru
交流研究員 白石 悠希
Guest Research Engineer SHIRAIISHI Yuki

Our previous studies showed that bridges that reduce the number and weight of structural members tend to behave more complex and the thermal gradient load effect could prevail in the cross-sectional stress, causing stresses and damage in actual bridges. This year, we analyzed the thermal gradient measurement records and detailed monitoring data at several bridges. We have eventually proposed a thermal gradient model and the related verification items and methods to be incorporated into design specifications for all types of road bridges.

〔研究目的及び経緯〕

道路橋示方書が性能規定化されて以降、高強度材料やケーブルの活用、少部材化が進んでいる一方で、従来形式の橋では見られなかった、上部構造の立体的な挙動に伴う応答が従来よりも卓越し生じたと考えられる損傷が見られている。そこで、本研究では、多様な形状、形式の橋の提案がなされたときにも性能を的確に評価できるように、様々な向きや分布の外力に対して橋が所定の立体構造を保てることを照査する方法の開発を進めている。過年度までの研究では、橋の上下左右のウェブやフランジ間の温度差、さらに箱桁であればウェブ・フランジと内部の隔壁等との間の温度差が、上部構造に3次元的に複雑な変形を生じさせ、局所的な損傷を引き起こしている可能性が高いことを明らかにした。今年度は、供用中の箱桁橋の温度計測のモニタリングデータを分析し、様々な向きや分布の外力に対して上部構造が立体形状を保持し、局所的な二次応力等が十分小さいことを照査するための荷重の追加事項や照査項目について提案した。

〔研究内容〕

(1) 温度勾配の特性値の提案

温度勾配の特性値を提案するために、国総研が行ったモニタリング結果に加えて、他の管理者で行われた上部構造での温度計測結果を収集した。収集できた温度計測結果の概要を表-1及び表-2に示す。収集できたものは箱桁での計測結果であった。現在、技術基準では、上床版とその他部位の温度差の特性値が示されており、コンクリート構造の場合は5度が見込まれている。しかし、計測結果からは、箱桁の左右のウェブでも同等の温度差が観察された。また、左右の温度差は季節により変化し、冬季の方が夏季に比べて左右の温度差が大きい。また、時間帯によっても変化し、明け方から午前中にかけての方が午後から夜間よりも温度差が大きくなった。夜間に橋全体の温度が低下した状態で、明け方に日射を片側から受けることで大きな温度差が生じる傾向が表れ、かつ、冬季の方が夜間の橋全体の温度の低下が大きいことが理由として考えられる。過

去の研究では、桁橋においても同様の報告がされている¹⁾。

最も大きな温度差を観測しており、計測期間も長いA橋における、上床版と隔壁、及び、ウェブと隔壁の温度差の最大値を表-3に示す。隔壁温度は外気温の変化に連動して変動するが、日射の影響を受けないため1日間の温度の変化量は小さい。一方、上床版やウェブは日射の影響を受け、温度が上昇する。また、下フランジも隔壁と同様に日射の影響を受けにくい部材であり、上床版やウェブとの温度差が生じていた。収集した計測結果や現在の技術基準の規定も考慮すれば、温度勾配の特性値として、隔壁や下フランジに対して、上床版と片側のウェブ面に温度差として常に+15度から+30度を見込むのがよいと考えられる。また、上部構造の立体挙動に厳しい状態をもれなく考慮するためには、

表-1 橋梁の諸元と計測時期

橋梁名	構造形式	平面形状	架橋方向	計測時期 (計測期間)
A橋	波形鋼板ウェブ	曲線	南西-北東	2021/9/1～2024/12/14 (1201日間)
B橋	波形鋼板ウェブ	曲線	南東-北西	2021/9/14～2021/11/12 (60日間)
C橋	複合トラス	曲線	南西-北東	【夏季】 2015/8/26～2015/8/28 (3日間) 2015/12/7～2015/12/9 【冬季】 2016/1/13～2016/1/15 (6日間)
D橋	鋼箱桁	曲線	南西-北東	2022/6/13～2022/6/30 (18日間)

表-2 左右ウェブ間の最大温度差と計測日時

橋梁名	左右ウェブ間の 最大温度差	計測日時
A橋	35.6℃	2024/1/17 11:00
B橋	9.2℃	2021/11/7 16:10
C橋	【夏季】 6.8℃ 【冬季】 8.4℃	2015/8/26 17:00 2015/1/15 11:45
D橋	11.5℃	2022/6/29 18:45

表-3 隔壁との最大温度差

上床版	南東側 ウェブ	隔壁	温度差	計測日時
35.2℃	-	20.5℃	14.7℃	2024/5/5 16:00
-	41.2℃	3.5℃	37.7℃	2024/1/17 11:00

太陽の軌道と橋の軸線の方角の相対関係によらず、ウェブの温度差は、左側のみ見込む、右側のみ見込む2ケースを常に考慮するのがよいと考えられる。

(2) 照査項目の提案

図-1に示すように、仮想の波形鋼板ウェブ橋を、シェル要素等を用いてモデル化し、永続作用及び片側のウェブのみに+15度を組み合わせて与えたときの応力状態を計算した。なお、実際の波形鋼板ウェブ橋でも見られるように、隔壁とウェブは一体化せず、隙間を設けた。

計算結果を図-2に示す。上下床版における橋軸方向応力の分布を見ると、床版軸（橋軸直角方向）に沿って直線的にはならず、端部に向かうにつれ直線分布よりも応力度が大きい側へ乖離していき、そりねじりのような応答をしていると考えられる。設計で想定するような、橋軸直角方向の曲げ変形や上部構造図心軸まわりの純ねじりのような挙動からの乖離が見られる。

また、図-3に模式化するように、計算結果では、温度に応じてウェブの鋼板が橋の断面の高さ方向に変形する一方で隔壁は温度変化を受けないので、断面内で変形が生じる。そして、下床版に対してウェブが首を振るように変形し、ウェブと下床版の接合部に局所応力が発生する。実際の橋でもウェブが首を振るような変形をしているならば、材料の収縮など他の要因と重なることで接合部の損傷の可能性が高まる。実橋にて写真-1(a)に示すような接合部の損傷が見られている例はこれに符合していると考えられる。

また、ウェブが高さ方向に延びると、図-2に見られるように、床版と隔壁の間で引張り応力が生じ、隔壁や床版にも局所応力が生じている。実際にも写真-1(b)のような損傷がみられるのと符合する。隔壁と桁の結合度が低下し、断面のそり変形に対する拘束が低下することが懸念される。

橋の各部の耐荷力の特性値は棒や版などの供試体に単純な荷重を行った載荷試験結果を公称応力ベースで整理したデータに基づいて設定されている場合が大半である。そこで、橋の各部の耐荷性能の照査に当たっては、立体的挙動に伴うそり変形や局所変形による二次応力が無視できる程度まで小さくなるように、橋の断面の立体的な抵抗機能を確保しなければならない。たとえば、橋軸方向のせん断応力を受けるウェブ・下フランジの接合部の耐荷機構は、健全なコンクリートに囲まれた状態で単純せん断を受けることを前提とした実験結果などに基づいている。このような耐荷機構なので、分布しているひび割れがコンクリート内部に進行している状態でせん断を受けることになれば、場合によっては、期待する接合強度が発揮されない可能性が生じ得る。

以上から、次の1)から4)を設計基準に含めることが有効と考えられる。1)立体的に変形しようとする上部構造の断面形状を保持することを要求性能として明確化すること、2)立体挙動に厳しい荷重条件を橋ごとに検証すること、そして、少なくとも温度勾配については、これまで設計で考慮されていた床版とその他部分の温度差だけでなく、ウェブ間の温度差も考慮する必要があること、3)上部構造のそり変形を拘束し純ねじりに近い変形状態となるように、かつ、断面内のずり変形を拘束するように、左右ウェブ・上下フランジと一体化された隔壁が適当な間隔で設置されていること、4)

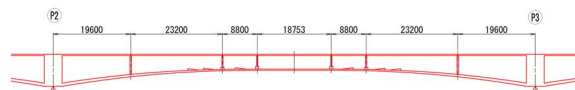


図-1 モデル化橋梁

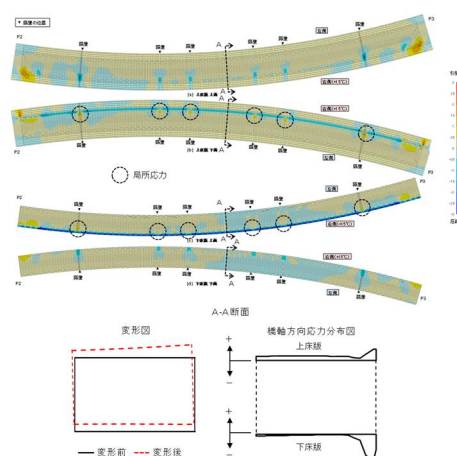


図-2 上下床版の橋軸方向応力コンター図

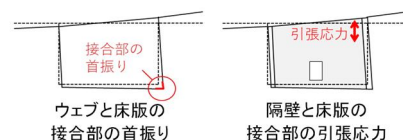
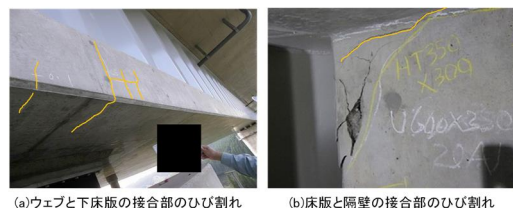


図-3 断面変形の模式図



(a)ウェブと下床版の接合部のひび割れ (b)床版と隔壁の接合部のひび割れ

写真-1 断面変形の模式図

桁断面と内部の隔壁の挙動差に起因するウェブ、フランジの局所応力を緩和するための剛性遷移区間が、適切な区間長で設置されること。

【研究成果】

本研究では、今後も提案が見込まれる様々な形式、構造の橋に対しても性能を的確に評価するための照査基準を調査した。そして、波形鋼板ウェブやトラスウェブのような特殊なウェブと外ケーブルを有するポストテンション形式の上部構造で見られた損傷の原因を調べるなどを通じて、上記の1)から4)を橋一般の照査基準に含めることがよいことを提案した。

本研究は、不具合が確認されたことを受け検討されたものである。しかし、このような事態は本来避けられるのがよく、本研究からは、今後の橋梁形式の開発では、当該構造物に実際生じ得る最も不利な挙動を把握するための荷重の載荷方法も含まれるべきと言える。

【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。

【参考文献】

1) 例えば、猪又稔：PC格子げた橋の温度差による二次応力について、コンクリート工学 第22巻、第6号、1984、pp12-21 など

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 横井 芳輝
Head SHIRATO Masahiro Senior Researcher YOKOI Yoshiteru
主任研究官 手間本 康一 研究官 吉延 広枝
Senior Researcher TEMAMOTO Kouichi Researcher YOSHINOBU Hiroe

To reduce life cycle costs, NILIM has been developing a comprehensive durability design format based on reliability. As part of this study, we investigated the influence of different investigation methods for environmental conditions on the reliability of evaluating the corrosion protection performance of weathering steel. The field observation data obtained at several bridges demonstrated that the reliability should be improved with additional investigations to the conventional airborne salt accumulation measurement, especially depending on the height of bridges.

[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、100年という期間を予め想定し、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。これを実現する手段は様々考えられるが、環境条件や調査法、材料の違いが橋の耐久性能の違いに与える影響を信頼性に基づいて比較する方法の体系化は十分でない。そこで、国総研では、信頼性に基づいて耐久性能を評価し、設計やライフサイクルコストの評価に反映する方法の開発に取り組んでいる。令和6年度は、耐候性鋼材の防食機能を例に、調査法の違いが耐候性鋼材の減耗量の予測信頼性に与える影響を分析した。

[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。一般に、腐食に与える影響が特に大きいと考えられる、海からの飛来塩分量に基づいて、このような防食機能の成立性が判別される。しかし、実際のさびの発達は、塩分以外にも濡れ時間や乾湿の繰り返

しの程度、鋼材の濡れ時間の累積などにも大きく依存する。これらは、周辺地形に応じた遮蔽、風の滞留・通過の状況、交差物件の違いなどに応じた地上の湿潤環境の違いが影響すると言われている。

そこで、本研究では、海岸からの距離が2km以内と比較的海の近くに位置する耐候性鋼橋12橋のさびの特性、架橋条件を比較し、防食機能の予測の信頼性を検討するための基礎資料を得る。

2. 調査結果

(1) 桁の腐食減耗量

表-1に、調査対象橋梁について、桁端部と中間支点部に分けてさびの状態を整理した結果を示す。また、橋梁計画段階で計測された塩分計測の結果も示した。なお、空欄は、該当する計測を行っていないことを示している。表中、実桁と記載されているのは、電磁膜厚計で桁のさび厚を計測した結果から、経験式を用いて腐食減耗量に換算した値である。また、ワッペンと記載されているのは、図-1に示すように、桁の断面のウェブ両面の下側、下フランジの上下面（上面についてはウェブを跨いだ2箇所）に貼り付けた耐候性鋼材製の試験片のことである。桁断面内のウェブと

表-1 腐食減耗量と腐食卓越面

橋梁名	塩分量 (計画時・12 か月平均) [mdd]	桁下環境 (河川・池)	桁端部					中間支点部					地上	
			桁下高 [m]	実桁(66か月)		ワッペン(24か月)		桁下高 [m]	実桁(66か月)		ワッペン(24か月)		鋼球(24か月)	
				腐食卓越面	減耗量 [mm]	腐食卓越面	減耗量 [mm]		腐食卓越面	減耗量 [mm]	腐食卓越面	減耗量 [mm]		
A橋	0.022	河川	8	下フランジ(下面)	0.263	下フランジ(下面)	0.038	12	下フランジ(下面)	0.098			0.040	
B橋	0.009	池	2	下フランジ(下面)	0.167	下フランジ(上面)	0.051	単径間						
C橋	0.024	<水無川>	7					10	下フランジ(下面)	0.118	下フランジ(下面)	0.033	0.041	
D橋		<小河川>	5			下フランジ(上面)	0.031	5			下フランジ(上面)	0.028		
E橋		河川	20			下フランジ(上面)	0.025	14			下フランジ(上面)	0.027		
F橋	0.122	<田園>	1			下フランジ(上面)	0.046	20			下フランジ(上面)	0.067	0.036	
G橋	0.026	<小河川>	11			下フランジ(上面)	0.025	12					0.027	
H橋	0.012	池	0.5			下フランジ(上面)	0.013	単径間						
I橋	0.020	<小河川>	16	* 小河川・・・ 河幅が概ね20m以下の河川と定義している。				17			下フランジ(上面)	0.027	0.020	
J橋	0.016	<小河川>	2					21			下フランジ(上面)	0.031	0.018	
K橋		<小河川>	4					6			下フランジ(上面)	0.020		
L橋		河川	11					11.5			下フランジ(上面)	0.023		

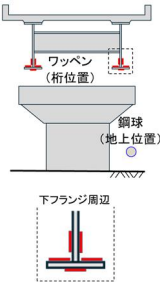


図-1 試験体設置状況

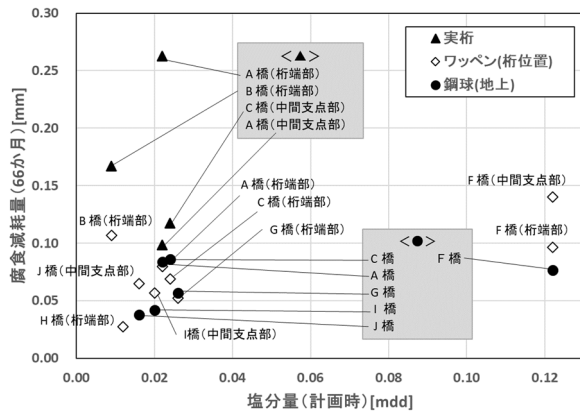


図-2 桁の腐食減耗量と塩分量

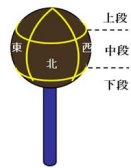


図-3 鋼球の測点分割

表-2 鋼球の腐食方向と塩分の飛来方向

塩分の飛来方向	A 橋	C 橋	F 橋	G 橋	I 橋	J 橋
鋼球の腐食卓越方向(水平)	西	西	西	南	南	南
鋼球の腐食卓越方向(鉛直)	上段	下段	下段	下段	中段	下段
桁下高[m]	8(6.5)	10	20	11	17	21

()は、比較的近接する河川堤防天端からの高さ

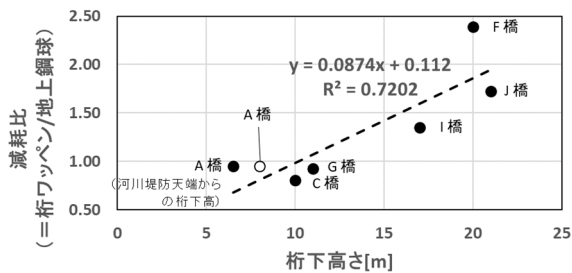


図-4 減耗比(=桁/地上)と桁下高さ

フランジ、また、ウェブであれば海側面・山側面、フランジであれば上面・下面で腐食減少量を比べたときに、どの板のどの面で最も板厚が減少していたのか整理した結果を、腐食卓越面として示した。

表中に、多くの橋は、既往の研究でも多く報告されているように下フランジの上面で腐食が卓越していたが、A、B、C橋では下フランジの下面で腐食が卓越し、他の橋よりも減耗量が大きかった。なお、A橋、B橋では、実桁とワッペンの両者の腐食減耗量を計測しているが、減耗量は異なり、実桁の方が明らかに腐食減耗量は大きい。また、B橋では、腐食卓越面も異なっている。実桁とワッペンでは、温度や濡れ時間が必ずしも一致しないことが原因と考えられる。

図-2に、腐食減耗量と橋梁計画時点で計測された飛来塩分量の関係を示す。暴露期間の異なる計測値を比較するために、広く用いられる経験式($Y=A \cdot X^{0.73}$ 、 Y :腐食減耗量(mm)、 X :暴露期間(年)、 A :腐食パラメーター)を用いて、24か月の計測値を66か月相当に換算した。ワッペンの結果どうしを比較すると飛来塩分量に応じて腐食量が増加しているようにも見えるが、ばらつきも大きい。

(2) 地上の鋼球暴露試験結果との比較

12橋のうち6橋にて、橋脚近くに、地面から1.0mの高さに耐候性鋼製の鋼球試験体を設置し、24か月暴露した。この試験は、国総研が提案しているものであり、図-3に示すように、腐食環境の空間的な特性を球体の面の方向別(上中下の3層×4方位=12方向)の腐食特性として把握しようとするものである。表-2に、鋼球の腐食卓越方向を示す。表中の塩分の飛来方向とは、海岸方向および周辺地形から推察したものである。鋼球暴露試験の結果からは、実際の塩分の卓越方向と地形からの推察が異なっている可能性がある。橋梁計画時点の塩分計測は通常一方向に対して行うが、計測方法を適切に設定するためには、鋼球暴露試験などを事前に行うことが有効と考えられる。

また、鋼球暴露試験では、鋼球の下段で腐食が卓越していたものも多く、地上の湿潤環境が表れている可能性が考えられる。図-4に、地上位置と桁位置の腐食量の比と桁下高さの関係を整理した。桁下高さが10mを下回るとき鋼球暴露試験と桁の腐食量は同等であった。表-1では、A橋からC橋は他の橋と比較して減耗量が大きく、腐食卓越面も異なることが確認された。これは、地上近くの風環境や湿潤条件が反映された可能性が考えられる。A橋では河川堤防を跨いだ径間で観測を行っており、桁と地盤面の距離の最小値は小さく、地上の条件を受けやすかった可能性がある。一方、桁下高さが大きくなると、桁位置での減耗量は地上位置で行った鋼球暴露の減耗量よりも大きくなっている。桁下高さが大きい橋梁では、地上から受ける湿潤の影響よりも風によって飛来する塩分の影響が支配的になっていると考えられる。

以上から、耐候性鋼橋の耐久性能の信頼性の評価には、塩分計測の方向や地上の湿潤環境の違いを考慮した調査も行うことで、現行の基準よりも耐候性鋼材の適用範囲が広がることも考えられる。また、桁下高さが大きくなると、地上位置での調査だけでなく、別途の調査法を組み合わせないと信頼性が相対的に劣る可能性が考えられた。

【研究成果】

地上部での飛来塩分調査に加えて、桁下高さによっては地上部の鋼球暴露試験を加えたり、風況の調査を組み合わせることで耐候性鋼橋におけるさびの長期の発達の予測信頼性が向上する見込みが得られた。今後、信頼性に基づいた長期の減耗量の照査法や、調査法別の部分係数を考慮する方法について引き続き調査を行う予定である。

【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 and Study on Performance Standardization of Design Criteria for Road Appendage

(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
Head SHIRATO Masahiro
主任研究官 手間本 康一
Senior Researcher TEMAMOTO Kouichi
研究官 青野 祐也
Researcher AONO Yuya

In the design of pedestrian bridges, the partial factor design, which recognize as more suitable method to evaluate structural performance than global safety factor design, has yet to be established. We tackled to clarify issues to apply partial factor design for highway bridges to pedestrian bridges via trial design calculation this year. The result indicated that a refined model, not a lamped beam model, should be used to evaluate the cross-sectional forces at the connection with a gap of geometry and rigidity between structural elements such as the connection of crossing beams and staircase beams or a new partial factor to correct the cross-sectional force for the partial factor design for pedestrian bridges.

〔研究目的及び経緯〕

道路橋の設計基準では、多様な構造や新技術に対応できる照査基準として、荷重や材料のばらつきに応じてきめ細かく安全余裕を考慮できるように、従来の許容応力度法（全体安全率法）に代えて部分係数法が導入されている。横断歩道橋の設計基準も部分係数法に移行できるように橋梁研究室では研究を進めている。

横断歩道橋が供用中に置かれる外力の組み合わせの状況は、死活荷重を除く自然外力についての統計値は道路橋と同じである。したがって、設計で考慮する荷重組合せも、基本的には道路橋と同じ荷重組合せになる可能性が高いと考えられる。一方で、階段部や階段部上下部接続部など、構造上、主要構造部位の向きや剛性の急変部を有するという横断歩道橋特有の構造的特徴がある。部位によっては、応力集中の影響が大きかったり、斜め方向の作用に対して複雑な抵抗特性を示す可能性があり、構造解析の方法によっては、部位ごとの応答の評価の信頼性が変化し、道路橋の設計で用いる部分係数値では不足が生じる可能性がある。

そこで、本研究では、道路橋の設計に用いる部分係数の横断歩道橋の設計への適用性に関して、横断歩道橋の特有の構造に着目し、荷重の作用方向や応答解析モデルの違いが各部の応答に与える影響を調べた。

〔研究内容〕

対象とした横断歩道橋の形状とそれに対して応答を算出するための3種類のモデルを図-1に示す。横断歩道橋特有の立体形状の例として、道路を横断する通路桁の部分とそれに直交する階段桁を有する構造とした。

外力に対して応答を算出するモデルには、従来の設計に用いられている、実際には複数の主方向・横方向の部

材からなる通路部や階段部を等価な曲げ剛性を有する1本棒でモデル化する「①集約梁モデル」の他に、各部材のウェブ位置に軸線を置いた棒でモデル化した「②格子モデル」、シェル要素を主体とした「③FEMモデル」の計3つのモデルを設定した。

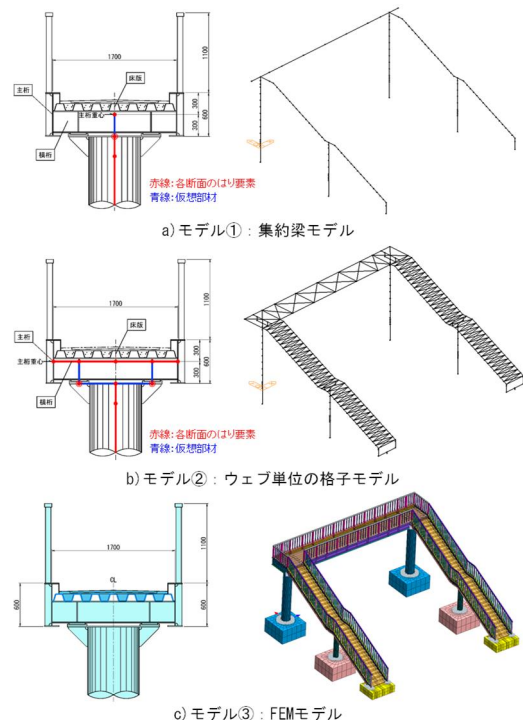


図-1 構造解析モデル

また、過去には、多くの場合において階段桁と通路桁への接続には、図-2(a)に示すようなフックが用いられていたが、耐震性の観点からも応力集中が生じる可能性があること、また、維持管理の観点からも、フックなど接続部材に腐食、き裂が生じた事例もあるなど弱点であ

ることが認識されている。そこで、最近の補修補強では図-2(b)のように剛結された事例もある。本検討では、今後の構造の動向も考慮するため、フックの場合と剛結構造の場合の両者を検討する。



図-2(a) フック構造の例



図-2(b) 剛結構造の例

まず、③FEMモデルを用いて、通路部分に対しての橋軸方向、橋軸直角方向及び斜方向それぞれの荷重漸増解析を実施した。図-3に示すとおり、フックの場合も剛結の場合も、「通路桁と階段桁の接続部」などの部材接続部では局所的に断面力や応力が大きくなっている。

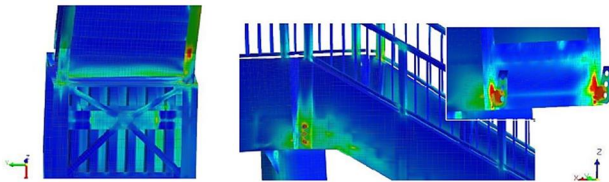
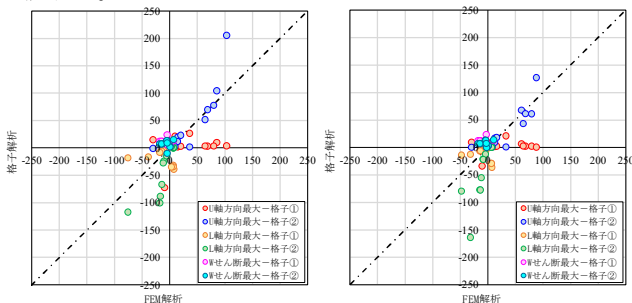


図-3 通路桁と階段桁接続部のミーゼス応力コンター図

次に、死荷重と地震の影響の組み合わせで、かつ、地震荷重の載荷方向については、従来の設計で採用している橋軸方向（通路桁方向、0度及び180度）に加え、斜方向（45度）にも載荷した。図-4に載荷方向毎・モデル毎の算出応力を比較した。フック構造及び剛結構造ともに、0度及び180度方向に地震の影響が考慮されるときには、②格子モデルと③FEMモデルの応答値の相関は高く、①集約梁モデルに比べてばらつきが小さい。これらに対して、①集約梁モデルは、2本の主桁や横桁などを一つに集約した一本棒に置き換えている影響で、接続部におけるねじれ剛性や向きや剛性の急変に対する応力分布が的確に再現できず、断面力や局所応力を過小評価する。



a) 載荷方向0度

b) 載荷方向45度

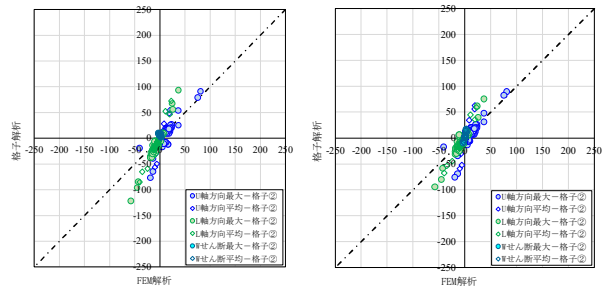
図-4 載荷方向別の応答値（剛結構造、荷重組合せ⑨～⑪）

（※荷重組合せ：⑨D+TH+EQ、⑩D+EQ、⑪D+EQ）

また、45度方向に地震の影響が考慮されるときには、②格子モデルでの上フランジ部材などにおいて③FEMモデルの応答値よりも小さくなるという通路桁方向（0度）の載荷と比べて異なるという特徴がある。したがっ

て、横断歩道橋の設計では、橋軸及び橋軸直角方向に載荷するだけでなく構造毎に不利になる角度での載荷条件の基準化の必要性を精査する必要がある。

次に、設計では構造部材と見込まれない鋼製の高欄も構造部材として考慮した場合も計算した結果を図-5に示す。設計だけではなく、既設橋の性能の評価を考えたときには、横断歩道橋の耐荷力に寄与する部材を適切に見込むことも合理的と考えられる。図-1に示すように横断歩道橋の通路や階段は中路式であり、かつ、鋼部材であることから材料としての信頼性が明らかな高欄を構造部材として見込むことで構造全体としての断面二次モーメントを大きくすることができる。そこで高欄を1ウェブを有する部材として、②格子モデルに立体的に組み込んだ。計算結果では、③FEMモデルと比較してもほぼ遜色なく断面力が得られており、既設橋の補修補強設計を考えても、設計基準にて②格子モデルを標準にすることが合理的と考えられる。



i) ②モデル(二次部材なし)

ii) ②モデル(高欄等を考慮)

図-5 階段部接続部の応答値（対FEMモデルとの相関）

【研究成果】

通路桁、階段桁ともに中路式という特殊な形状であり、ねじれ剛性も小さいことから、立体的な形状を直接考慮できるモデルを用いることが、部分係数法のような信頼性に基づく設計法の適用においては適切と考えられる。

抵抗係数が公称応力を用いて実験結果等を整理した結果に基づいているという観点や、③FEMモデルとの結果の比較からも②格子モデルが適当なモデルと考えられた。また、図-5に示すように、実際には高欄や床版等の二次部材なども各構造の断面二次モーメントやねじり剛性に相当寄与し、横断歩道橋の応答に相当な影響を与えることから、横断歩道橋特有の構造を踏まえた性能を評価する上でも、従来よく用いられていた①集約梁モデルではなく、基準において、立体的な形状を反映できるモデルである②格子モデルを標準にすることを検討する必要があることが分かった。

また、通路桁方向及び斜方向の載荷の結果からは、今後、形状や方向の検討ケースを追加して確認する必要があることが分かった。

【成果の活用】

本研究で得られた成果は、横断歩道橋の部分係数法や限界状態法の検討や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。

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
Bridge and Structures Division

室長
Head
主任研究官
Senior Researcher
交流研究員
Guest Research Engineer

白戸 真大
SHIRATO Masahiro
横井 芳輝
YOKOI Yoshiteru
清水 集平
SHIMIZU Shuhei

The seismic retrofit for existing arch and truss bridges sometimes needs extensive work. The retrofit can be improved by introducing the performance-based design concept that follows the latest design specifications and allowing some plasticity of chosen structural elements. This study has proposed a performance-based seismic retrofit design flow for road bridges, breaking structural members down into notional functional components and satisfying the functional requirements as components with allowing some plasticized members. The trial seismic retrofit design for an arch bridge has shown the reduction of the strengthening materials and the effectiveness of the proposed flow.

〔研究目的及び経緯〕

アーチ橋やトラス橋が橋数に占める割合は大きくないが、橋の規模も大きく、耐震補強としては大掛かりとなる。そこで、より効果的に補強箇所や補強量を評価できる耐震補強の検討の進め方を確立することが期待される。今年度は、平成29年道路橋示方書（以下、H29道示という）における限界状態設計法の体系を用いて橋の耐震補強設計をする方法の一般化を目的に、アーチ橋を例に、上部構造の荷重伝達機構を橋毎に評価、設定し、塑性化を許容する部材や形態を設定する方法を検討した。

〔研究内容〕

1. 提案する耐震補強フロー

H29道示では、橋の耐荷性能に対する照査は限界状態設計法で行うことにされた。しかし、上部構造については個々の部材が弾性状態に留まるようにすることが標準とされており、これを耐震補強に適用すると、図-1上段のような耐震補強の検討手順になる。一般的な桁橋は、平面的な形状であり、桁高は高くなく、上部構造断面方向の剛性も大きいので、耐震補強で断面が大きく変わることは少ない。一方で、アーチ橋やトラス橋のように立体的な主構造を有する橋では、向きや役割の異なる部材が3次元的に構成され、上部構造として立体的に変形する。各部材には単純な曲げ、せん断変形が生じるのではなく、軸力も変化しながら曲げやせん断力を受ける。そこで、多くの部材断面の塑性化や局部座屈が想定され、これらの箇所毎に着目して補強を施すと耐震補強も大規模になる。

これを合理的なものとするために、本研究では、耐震補強の検討手順として図-1下段のようなものを考えた。第一に、上部構造の構成を、荷重を支持、伝達する

役割に応じた概念的なコンポーネントに分解し、部材単位では塑性化等をしてコンポーネントとしての役割を果たすように補強することを含めた。部材によって、その塑性化が、上部構造として形状を保ち、荷重を下部構造まで伝達する能力の低下に与える影響は異なり、上部構造の立体的な形状に起因するため、関係性は複雑である。また、部材が荷重を支持、伝達する能力の変化は、曲げ引張降伏、曲げ圧縮降伏、せん断降伏などの塑性化の形態や、部材の細長さによっても大きく変わる。そこで、部材損傷が上部構造全体に与える影響を直接評価する代わりに、より小さい単位としてのコンポーネントを単位とし、コンポーネントの役割の継続性に与える影響で評価することを提案した。たとえば、部材が塑性化などしても隣接部材間で補い合えばコンポーネントの役割に大きな影響は生じない。

第二に、コンポーネントが役割を果たせない状態としない最低限の補強範囲から少しずつ補強範囲を広げていき、所要の水準で役割を果たせる状態としていくというフローとした。ある断面を補強することが周辺部材の断面力分布に与える影響も補強箇所毎に異なり、計算上降伏する断面を一度に全て補強するよりも、合理的な耐震補強につながる可能性がある。

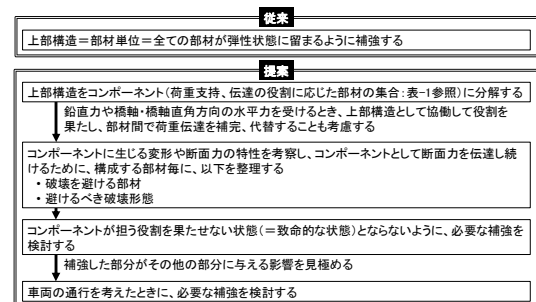


図-1 耐震補強フロー

2. 実証

本研究では、S31 道示基準を満足するように諸元を設定した橋長 240m の 3 径間連続鋼逆ランガー橋（図-2）を対象に提案フローの効果の検証を行うことにした。

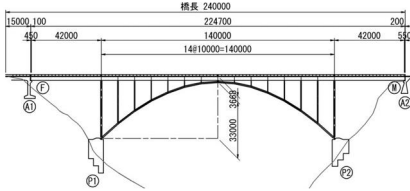


図-2 橋梁一般図

まず、提案するフローに従い、表-1 にまとめたように、上部構造を役割毎の概念的なコンポーネントに分解した。そして、コンポーネントの各部材が受ける断面力の変化や塑性化の進行の特性を整理した上でコンポーネントとしての補強方針をまとめた。これらはある程度試行錯誤的に行ったものである。アーチ橋は形式も部材構成も様々であり、橋梁毎にコンポーネントを適切に設定する必要がある。

表-1 上部構造のコンポーネントの役割等

コンポーネント	役割、断面力、補強方針等
床版・床組・補剛桁構造	橋面からの鉛直荷重を支持するだけでなく、アーチ主構とともに、橋軸方向には主として軸力として、橋軸直角方向には曲げモーメントやせん断力を端支柱上の支点まで伝達する。及び、端支柱を介してアーチ支点まで伝達する役割を果たす。床組と補剛桁が協働して軸方向圧縮力を伝達できるように諸元が必要であり、部材を補強するか、軸力を伝えられるように縦桁や補剛桁を追加などが考えられる。一方で、橋面荷重を必要支圧位置に伝達できる範囲であれば、断面の曲げ引張部分が塑性化しても最低限の荷重支持ができるものと考えられる。また、本橋の場合、アーチリブがバスケットハンドル型であり、上部構造全体としてのねじり剛性が高いため、アーチクラウン部付近の床組には大きな曲げ、せん断変形が生じる可能性があるが、床組として形状を保持するためにはアーチクラウン部付近の床組を弾性に保つのがよいと考えられる。一方で、これ以外の床版や横桁は、上部構造に作用する水平力に対して床版と補剛桁が最大強度を発揮できる範囲であれば、部分的に塑性化しても落橋などの致命的な状態には至らないと考えられる。
端支柱構造	床版・床組・補剛桁構造の端支点となり、床版・床組・補剛桁構造を支持するとともに、断面力を直接アーチアバットまで伝達する役割を果たす。支点として機能が低下すると床版・床組・補剛桁構造が不安定となるため、機能の低下を避ける必要がある。また、基本的に圧縮力を受ける構造であり、局部及び全体座屈が生じると急激に不安定になる。したがって、基本的には弾性範囲内に留める必要がある。
中間支柱構造（アーチクラウン部）	床版・床組・補剛桁構造の鉛直力や橋軸・橋軸直角方向水平力をアーチクラウン部に伝達する役割を有する。床版・床組・補剛桁構造が橋軸直角方向の水平力を受けるときに最も曲げモーメントが大きくなる中間部の支点として機能するとともに、せん断スパンが短く、最も大きな水平力が作用する可能性がある。床版・床組・補剛桁構造とアーチ主構の相対位置を確保するための節となる。したがって、基本的に弾性範囲内に留める必要があると考えられる。
中間支柱構造（アーチクラウン部以外）	床版・床組・補剛桁構造の中間支点として機能し、床版・床組・補剛桁構造からの鉛直力や水平力をアーチ主構に伝達する役割を担う。中間支柱が塑性化し、支点としての機能が低下する場合、床版・床組・補剛桁構造、中間支柱構造、端支柱構造の荷重分担の負担が大きくなる。床版・床組・補剛桁構造、中間支柱構造（アーチクラウン部）、端支柱構造が不安定にならない程度に損傷や機能の喪失を許容できる可能性がある。
アーチ主構構造	支柱を支持し、アーチアバットまで力を伝達する役割を有する。アーチアバット近傍では圧縮力が卓越することやアーチアバットへ円滑に力を伝達するために、形状を保つことが重要であることから、局部座屈等を生じさせず、弾性限界に留めるのがよいと考えられ、アーチクラウン部も同様と考えられる。一方で、それ以外の区間においては、曲げが卓越する領域もみられると考えられる。その場合には、曲げ圧縮側では降伏、局部座屈を避ける必要がある一方で、曲げ引張側が塑性化しても、アーチ軸線形状が保たれる範囲内であれば、地震中も地震後もアーチ構造としての荷重伝達は可能と考えられる。

表-1 に従い補剛桁、アーチリブ及び支柱を補強する前後の断面の状態を図-3 に、橋軸方向及び橋軸直角方向の荷重漸増解析結果を図-4 に示す。アーチリブと端支柱及びアーチクラウン部周辺の支柱や補剛桁を補強することで上部構造の耐荷力が改善される。一方で、支柱の一部が局部座屈したり降伏したりすることで、補剛桁に引張降伏の領域も生じたままになっているが、下フランジ付近のみであり、変形性能を有する断面の降伏形態であったためである。

図-5 に、最低限の補強と最終的に地震後の緊急車両等に対する供用も考えた補強をすることを考えたとき

の諸元を示す。なお、補強諸元の比較を容易にするため、部材追加ではなく、当て板補強を前提に、補強範囲を示した。供用も考えると、中間支柱も補剛桁の支点として機能できるように、当て板補強に加えて部材追加などの補強が必要であると考えられ、その分補強量が変わってくる。これを許容応力度法で耐震補強する場合、二次部材である横構や横支材の存在を無視し、補強しないということも行われるが、補剛桁や支柱等の塑性化などは検討されないという点で、ここで試した方法による場合とでは補強量に違いが出てくる。

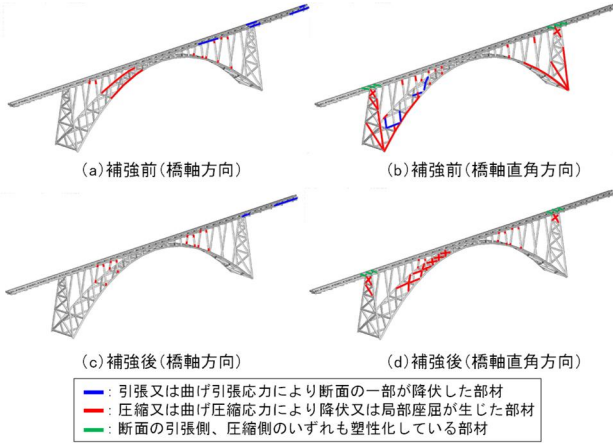


図-3 荷重漸増解析結果（損傷図）

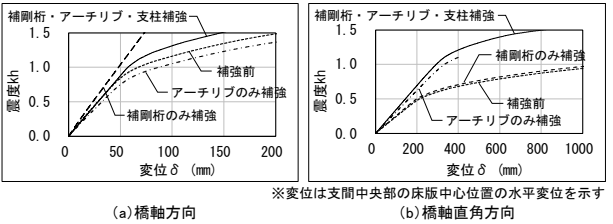


図-4 荷重漸増解析結果（k-h- δ 関係）

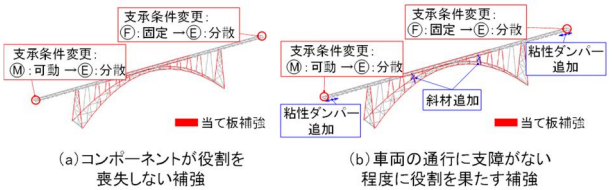


図-5 耐震補強形態

3. まとめ

このように、上部構造を部材の集合ととらえ、鉛直・水平荷重をアーチアバットまで伝達するにあたって必要な役割と関連付けたコンポーネントに分解し、コンポーネント単位で役割が満足できるように補強方針を立てること、また、致命的な状態にならないように補強した上で、軽微な路面の復旧などで車両の通行が可能であるように補強するという手順を経ることで、合理的な補強諸元が見出せることを実証した。アーチ橋やトラス橋の形式は複数あり、表-1 のような上部構造の分解や補強方針の一般化が今後の課題である。

【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する予定である。

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 rationalization of bridge maintenance and management methods

(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
Head SHIRATO Masahiro
主任研究官 岡田 太賀雄
Senior Researcher OKADA Takao
交流研究員 恵良 将主
Guest Research Engineer ERA Masakazu

This year, we tested a simple AI-based data analysis method and tracked down the time-histories of the behavior of a heavily damaged bridge to evaluate the potential of the use of AI and monitoring technology in bridge management. Many studies tested structural monitoring and AI to identify the abnormality of road bridges in lieu of ordinary bridge inspections, but the effectiveness of such technology has yet to be proved. The result herein has shown that the AI-based data analysis and the bridge damage observation record have good coincidence with each other, validating the combination of structural monitoring and AI should be a promising research field in bridge management.

〔研究目的及び経緯〕

限られた資源で道路構造物の管理を行うことを考えれば、措置が望ましいと考えられる橋であっても詳細な調査や対策の着手が遅れる場合も想定される。そこで、性能は回復させないまでも進行を遅らせる程度の対応や、落橋等最悪の事態が避けられるような応急的な対応までは行う一方で、状態に更なる変化があれば通行を制限するなどの対応ができるように、常時状態を監視することで、他の橋の修繕を優先する場合も出てくると考えられる。

このような場合、監視する箇所や、変位やひずみなどの監視する指標・閾値は、詳細な調査にまで着手できない中で限られた情報から設定せざるを得ない。そこで、監視の確実性を高めるためには、限られた情報から定める閾値のみに頼ることなく、時々刻々変化する計測結果から状態の変化の兆候を探すことも考えられ、AIの活用への期待もある。

そこで、本年度は、監視におけるAIの活用の可能性を調べるために、損傷を受けた実橋の観測結果をAIに学習させ、状態の変化を検知することを試みた。

〔研究内容と研究成果〕

1. 対象橋梁の管理概要

対象とした橋梁は、橋長300mのPC4径間連続箱桁橋である。供用後38年目において、第一径間を中心に、PCケーブルの破断や広範囲での腐食が確認された。調査が順次進められ、道路管理者は架け替えを決定し、現在では架け替えが完了している。架け替えま

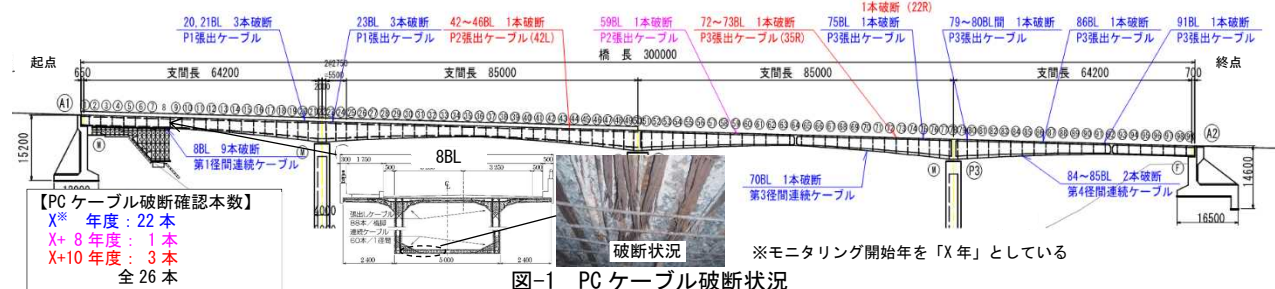
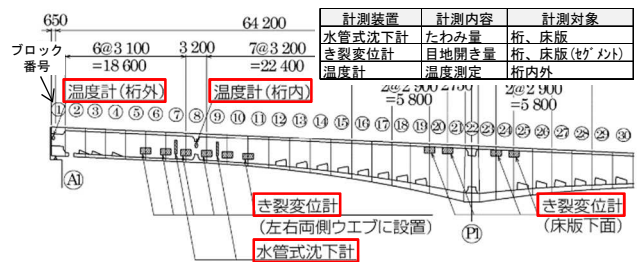


図-1 PCケーブル破断状況



※PCケーブルの破断が多かった第一径間を中心に実施

図-2 モニタリング内容と計測位置

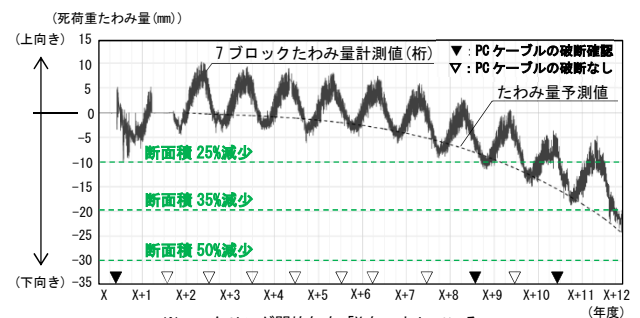


図-3 たわみ量(沈下計)の計測値

での約10年間、突発的な落橋を防ぐための対策は行われたものの、損傷を有したまま、モニタリング下で供用された。

モニタリングの概要を図-2, 3に示す。図-3に第一径間第7ブロックでのたわみ量(沈下計)の計測値を

示す。モニタリング開始年をX年としている。緑色の横線は、FEM解析を用いて、径間全長にわたって断面内すべてのPCケーブルの断面積の割合を一律に減少させたときの計算値である。そして、道路管理者は、黒い破線で示すように、毎年なたわみ量計測値を外挿して予測値を更新し、緑色の横線と比較していた。

しかし現実の腐食は必ずしも断面内、又は、全長にわたって一様ではない。セグメントの継目など、いずれかの断面で局所的に進行すること考えられ、計算値以上に局所的には腐食量が多い断面が存在し得る。そこで、実際の管理では、図-3下に示すように、部分的ではあっても毎年度ケーブルの状態を調査していた。調査の結果、図-1、3下に示すように断続的に様々な箇所破断が確認された。加えて、図-4に示すように、温度変化とセグメント継目間の目地開き量の履歴ループ形状も分析されていた。その結果、箇所毎に挙動にばらつきが見られた。そして、箇所によっては、PC桁のような直線的な履歴性状から、RC桁のような逆S字状やループ形状に見えるような性状への変化が見られた。以上から、X+10年目からは、特殊車両の通行の制限や追加の補強が行われた。結果としては、架け替えまでの間、無事供用されたものの、監視の閾値の設定には課題を残したとも言える。しかし、詳細な非破壊検査が開発されたとしても状態の把握には限界があり、損傷が大きい場合、調査・構造計算に頼るだけとはならないことも想定される。

2. AIによる異常検知の試行

(1) 分析方法・手法の選定

まずは、最も単純に、各時刻歴データ内で異常を検知することを試みることにした。斜面防災やダム管理などの他分野でも適用が試された、LSTM (Long Short Term Model) を適用した。予測モデル構築手順を図-5に示す。1か月前までの時系列データを学習させ、その後の1か月のデータが予測値と適合するかどうかを調べる。様々なデータを複合的に扱い、データどうしの関係性も含めた分析ではないことに注意する。

(2) 分析結果

最もたわみが大きかった第一径間第7ブロックのたわみ量を目的変数(出力値)とした。予測にあたっては、目的変数となるたわみ量と説明変数(入力値)となる桁内温度を学習させた。説明変数とは目的変数に対して何らかの原因となっている変数を言う。温度は、計測も容易であり、かつ、自動車の走行に比べてもある程度定常的に変化する量であることから選択した。学習後は説明変数である桁内温度のみ入力すれば、目的変数であるたわみ量の予測値が出力される。

たわみ量の予測値と計測値の比較を図-6から8に示す。図-6から8は、緊張力が低下しPC桁からRC桁のような挙動に変化したと考えられる時期(図-7)、それよりも前(図-6)、図-7よりも後で、更に緊張力が低下しRC桁化が進行していると考えられる時期(図-8)の3時期に対応する。グラフの赤線は予測値、青線は観測値を示している。図-7では、X+6年末ごろから予測値と観測値がずれ、たわみ量の増加が予測値よりも大きかった。図-8でも、X+10年1月以降の予測値と観測値にずれが見られ、これ以後の期間でPCケーブルの破断が生じていた可能性を疑うことができそうである。図-3下を見ると、図-8の結果と符合するように、

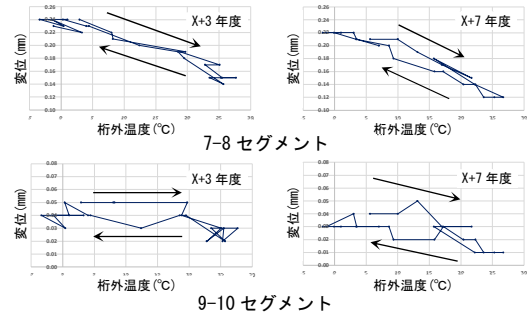


図-4 セグメントの温度-目地開きの履歴

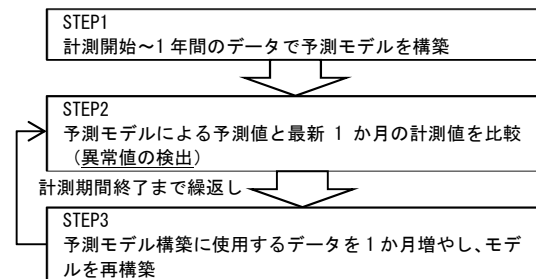


図-5 予測モデルの構築手順

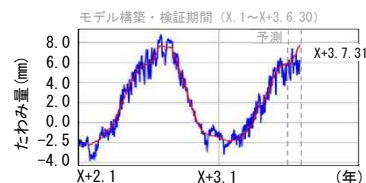


図-6 たわみ量の予測値と計測値の比較 (X+3.7.31 時点)

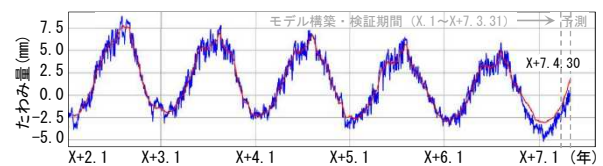


図-7 たわみ量の予測値と計測値の比較 (X+7.4.30 時点)

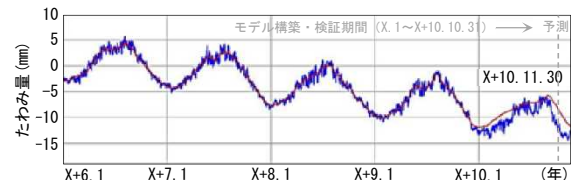


図-8 たわみ量の予測値と計測値の比較 (X+10.11.30 時点)

実際にもケーブルの破断が確認されている。履歴形状がPC桁特有の直線状の形状であった時期の結果である図-6においても、X+3年7月末の予測値と観測値にずれが見られる。図-3下に示すように、ケーブルの破断は確認されていないものの、図-7、8の結果からは、ケーブルに含まれる素線の破断進行が疑える。

3. まとめ

モニタリングデータから異常を分析する方法として、AI技術の活用が期待できることが分かった。実際に本橋でも行われたように、橋の状態の評価には様々なデータや調査結果を突き合わせた工学的な判断が必要である一方、たとえば詳細な調査、分析の必要性を判定するうえでこの程度のAIの活用でも参考になると考えられるものであった。道路橋の監視におけるAIの活用について、研究を進める価値があると考えられる。

【成果の活用】

本研究で得られた成果は、モニタリング技術を検討する際の技術資料等にて活用される。

道路橋の維持管理計画の継続的改善に関する調査検討

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

(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 Traffic Department Road Division

室長 白戸 真大
Head SHIRATO Masahiro
研究官 石尾 真理
Researcher ISHIO Mari

主任研究官 岡田 太賀雄
Senior Researcher OKADA Takao

Road structure management faces challenges such as the deterioration and the increase in live loads, and many road administrators consider the life cycle cost of their assets as one of the key parameters in the decision-making in management. This year, we analyzed the difference in deterioration characteristics of structural members when they are repaired or not. Statistical analysis results show that the deterioration of repaired ones tends to develop faster than that of non-repaired ones. Earlier inspection records also indicate that the re-deterioration is likely to occur when the sources of the deterioration were not removed sufficiently. Further study is needed to clarify how to incorporate these statistical tendencies into long-term management plans.

〔研究目的及び経緯〕

国総研では、将来の維持管理費の推定（以下、「LCC」という。）等に活用できるように、国が管理する道路橋の定期点検にて記録している損傷程度の評価（損傷の位置、種類、外観を記号化して記録するもの）のデータを用いて、部材種別ごとと損傷の種類ごとの遷移確率を作成し、公表している¹⁾。これは、過去の修繕履歴の有無によらない統計的なデータである。一方で、補修・補強された橋梁に再劣化が生じている例が散見されるとの指摘もある²⁾。修繕履歴のある部材とない部材で劣化特性が異なるのであれば、修繕が適切に行われるように修繕の計画を立てる必要があるし、統計的に明らかに劣化特性が異なるのであれば LCC を評価する際にも考慮する必要性が生じる。

そこで本研究では、国が管理する道路橋の損傷程度の評価の記録を用いて、補修・補強の有無と損傷の進展の傾向の違いの関係を統計的に分析した。

〔研究内容〕

分析には、2004(H16)年度以降に行われた3回分以上の記録を用いる。代表的な部材（主桁、床版、橋台）と損傷の種類（腐食、亀裂、ひびわれ、剥離・鉄筋露出、うき、漏水・遊離石灰）を分析の対象とする。

損傷程度の評価は、図-1に示すように、部材をさらに細分割した要素と呼ばれる単位で、材質や損傷の種類を記号化して記録するとともに、損傷の程度を、面積や深さ、間隔などの数値等で区分が決められたa～eの記号で記録するものである。aは損傷なし又は軽微な損傷、eは損傷程度が大きい。損傷程度は、損傷種類ごとに外観の区分のしやすさを考慮して設定されており、損傷種類が異なるとき、損傷程度の区分が同じ

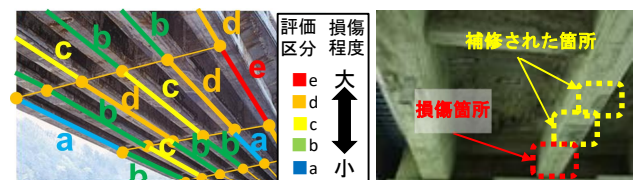


図-1 直轄点検の点検単位
(イメージ)

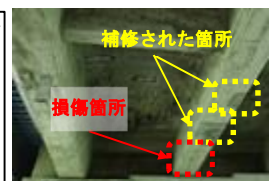


図-2 点検記録
(損傷程度悪化となる)

でも、劣化の進展の度合いや、損傷が部材の強度や耐久性に与える影響は同じでない。

膨大なデータを扱うことから、以下の手順により分析を行った。

- 1) 鋼板や炭素繊維シートなどでコンクリート部材の表面が被覆された場合には、部材表面が見えず、部材そのものの状態のデータが得られていない場合も多いため、分析対象から除外する。
- 2) ある要素に着目したときに、いずれの損傷種類についても i 回目点検から $i+2$ 回目点検の間に一度も損傷程度が回復していない（損傷程度の変化がないか、より悪い損傷程度に移行する）要素は「補修・補強なし」要素、いずれかの損傷の種類で損傷程度が回復している要素（よりよい損傷程度に移行する）は「補修・補強あり」要素とみなす。
- 3) 「補修・補強あり」要素のうち、損傷の種類ごとに、 $i+1$ 回点検時から $i+2$ 回目点検時の損傷程度の遷移を整理する。

このようなデータ整理の方法をとることから、図-2に示す例のように、要素長が大きいときなどには、実際には同じ要素内で補修・補強された箇所と補修・補強されていない箇所が混在し、補修・補強された箇所は健全でも補修・補強されなかった箇所でも損傷程度が

悪化した場合、当該要素は、「補修・補強あり」として集計される。これは、補修・補強時における補修範囲の設定や損傷要因の除去が十分でないことが原因である可能性があり、補修・補強した部材の劣化として扱ってよいものと考えた。

分析対象とした全ての部材、及び、全ての損傷の種類が同様の傾向であったことから、本稿では例として、鋼橋主桁の「腐食」について整理した結果を示す。遷移確率を求め、初期をaとしたときの桁中間部の100年間の状態を計算した結果を図-3に示す。「補修・補強あり」の要素の方が劣化する確率が大きく、損傷程度がaで無くなるまでの平均の期間(aの割合が50%まで減少するまでの期間)は、「補修・補強なし」の要素では25年、「補修・補強あり」の要素では10年となる。また、損傷程度が相対的に大きなdに達するまでの平均の期間(dの割合が50%になるまでの期間)で比較すると、「補修・補強なし」の要素では100年以上であるが、「補修・補強あり」の要素では50年となる。

補修・補強の有無についてi+2回目の損傷程度の割合を比較すると、「補修・補強あり」の方が損傷程度が大きくなった要素数の割合(図-4赤枠・赤字)が高く、損傷程度が2段階以上大きくなった要素の割合も高い(図-4赤字括弧)。端部と中間部の要素数の比率を比較したところ、端部の損傷程度の方が大きくなる要素の割合が高い(図-5青枠・青字)。すなわち、補修・補強された橋については、補修補強後の経過観察を注意して行う必要があること、また、一旦損傷が見られた場合には、劣化が加速化する危険性が高いことが分かる。

再劣化が見られた橋について、写真とデータから、腐食の進行要因と再劣化の要因を調べた。一例を図-6, 7に示す。i回目点検時に桁端部で主桁及び支承の腐食が見られ、i+1回目点検までの間に塗装塗替がされ、i+1回目点検時には、同じ桁端部の主桁に腐食が生じ、i+2回目点検時にはさらに進行している。一方で、全ての点検時に、腐食の他に伸縮装置からの漏水の存在も記録されている。すなわち腐食環境は変わらないまま、補修後早期に腐食が進行した可能性が考えられる。以上からは、補修・補強の有無による統計的な劣化特性の違いは、構造物特有の物理的性質ということではなく、原因の除去に課題を有しているものと考えられる。修繕の計画を行う場合には、適切な調査や内容となるように、原因の調査や除去・改善のための対策についても費用等を考慮することで、結果的に再劣化の可能性が抑えられ、ライフサイクルコストの改善にもつながると考えられる。

【研究成果】

定期点検データの分析から、修繕にあたっては、損傷要因の除去を適切に行うことが重要であることが分かった。このことは、損傷の要因をできるだけ減らす、予防保全の重要性も示唆している。今後、このような統計的な傾向を長寿命化修繕計画の策定に反映させる

方法についてさらに検討を進める。

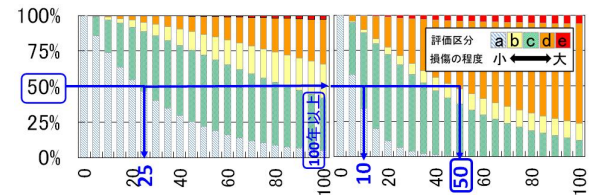
【成果の活用】

道路橋の修繕計画策定・更新のための技術資料の提案にあたって活用する。

【参考資料】

- 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. 9.
- 2) 国土交通省 HP: 道路技術小委員会

https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/s204_dourogiyutsu01.html



(a) 補修補強なし (b) 補修補強あり

図-3 鋼橋主桁【腐食】中間部

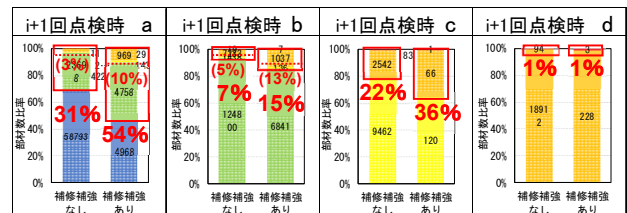


図-4 i+2 回目の損傷程度 補修・補強の有無比較
(鋼橋主桁【腐食】)

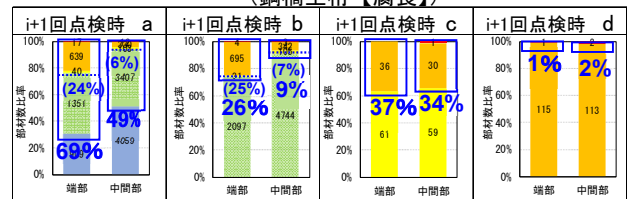
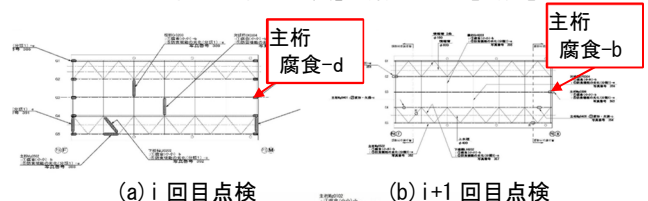


図-5 i+2 回目点検時の部位比較 端部と端部以外の比較
(鋼橋主桁【腐食】)

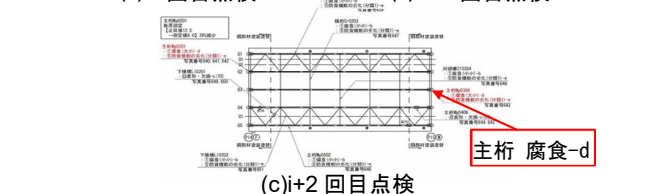


(a) i 回目点検 (b) i+1 回目点検 (c) i+2 回目点検

図-6 直轄点検「写真」鋼橋主桁【腐食】



(a) i 回目点検 (b) i+1 回目点検



(c) i+2 回目点検

図-7 直轄点検「損傷図」鋼橋主桁

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

Study on the application of partial factor format to evaluating the load bearing performance of damaged members

(研究期間 令和3年度～令和6年度)

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

室 長 白戸 真大
Head SHIRATO Masahiro
主任研究官 横井 芳輝
Senior Researcher YOKOI Yoshiteru
交流研究員 白石 悠希
Guest Research Engineer SHIRAIISHI Yuki

Design standards for road bridges are often applied to the repair of existing bridges, but there are no technical standards for the rehabilitation and retrofitting design of existing bridges, which deal with different distress characteristics and have a variety of repair methods. In previous years, we proposed modifiers to correct the resistance factors used in new construction design in consideration of different distress characteristics in existing structural members and different variabilities of repair materials. This year, we have examined design load models to evaluate the localized stresses caused by the shortage of the three-dimensional rigidity in existing bridges.

〔研究目的及び経緯〕

道路橋の設計基準は既設橋の修繕にも適用されることが多い。しかし、損傷の箇所や程度、多様な補修補強材料の特性に応じて部分係数を補正する方法論には確立されたものがない。そこで、過年度までに、損傷の位置や分布、補修補強に用いる材料のばらつきを考慮して、新設設計で用いる抵抗係数を補正するための新たな部分係数を提案した。一方、補修補強範囲は損傷範囲と同じではなく、損傷の要因が除去されるように決定する必要がある。応力集中が問題になる場合、橋の変形形状を改善するための補修補強範囲の検討も必要になる。本年度は、既設橋の立体的な剛性不足に起因する損傷に対して適切に応力状態を評価し、構造を改善する範囲を評価するための設計荷重の載荷方法を検討した。

〔研究内容〕

(1) 立体的な剛性の不足に起因する損傷例

鋼橋では、主桁間のたわみ差がコンクリート床版の疲労に影響を与える、あるいは鋼部材や接合の二次応力が鋼部材の疲労の原因となることがある。また、図-1に示すような鋼・コンクリート複合橋では、図-2に示すように、部材接合部にて、応力集中や二次応力が原因の損傷が生じることがある。当初設計では、主桁や主構に発生する断面力に着目して活荷重などが載荷される。しかし、上部構造断面の変形、二次応力の発生を軽減するために必要な立体的な剛性を確保するための構造詳細や横つなぎ材については、局所的な応力を生じさせるような荷重の載荷方法を検討して設計せず、過去の経験などに基づき配置されることも多い。そこで、本年度は、既設橋について、上部構造断面の立体的な剛性を確保し、二次応力や局所的な応力集中等が生じさせないための構造の改善、たとえば、断面剛性や

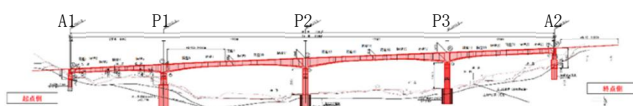
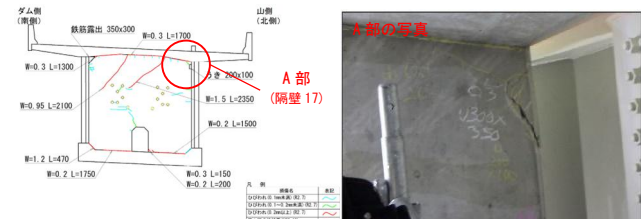
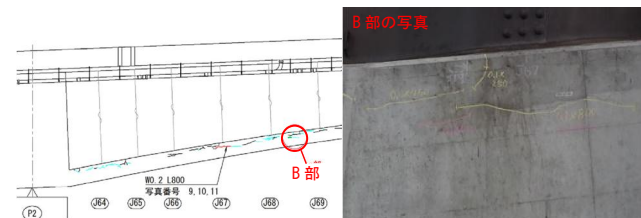


図-1 検討対象の複合橋の一般図



(a) 隔壁と上床版接合部の損傷



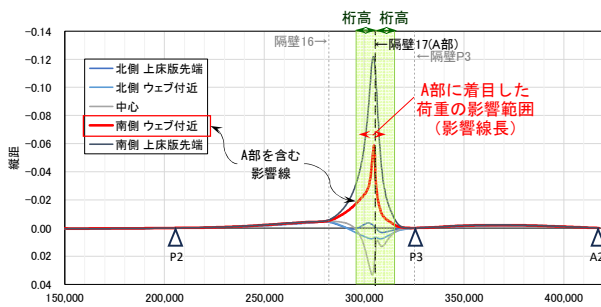
(b) 隔壁と下床版接合部の損傷

図-2 複合コンクリート橋における損傷事例

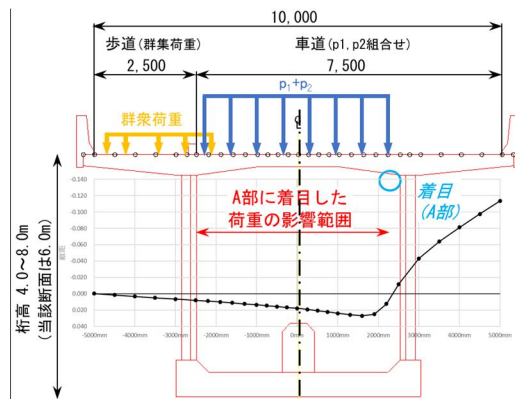
横つなぎ材の設置形態の改善を行う修繕設計のための荷重条件の決定方法について検討した。

(2) 立体的な剛性の不足が懸念される橋の挙動の検討

図-1に示す波形鋼板ウェブ橋を対象に検討する。波形鋼板ウェブ橋は、一般的なコンクリート箱桁橋に比べてウェブ剛性が小さい。また、外ケーブル構造を用いることでケーブル定着部や偏向部などでの応力集中も大きくなるだけでなく、ケーブル偏向部からの集中的な荷重伝達により上部構造断面に変形が引き起こされやすい。図-2に対象橋梁における隔壁と下床板、及び、隔壁と上床版の接合部の損傷を示す。たとえば、隔壁と上床版を接合する鉄筋のうち隔壁隅角部付近に配置される鉄筋には引張応力が生じるため、隔壁コンクリートの損傷原因となりうる。また、鋼板ウェブと下床版を接合するコンクリートには、橋の断面に対する面内変形による応力が生じ、ひび割れが生じた可能性も考えられる。これらの損傷の進行を防ぐためには、様々な外力に対して断面形状を保持し、二次応力や局所応力が生じないように構造の改善を行うことも考え



(a) A部の応力に着目した橋軸方向影響線



(b) A部の応力に着目した直角方向影響線

図-3 有限要素解析による影響線

られることから、本研究では、特に活荷重による応答に着目した検討を行った。

橋の応答の評価には有限要素解析を用いた。鋼板をシェル要素で、コンクリート床版や隔壁をソリッド要素でモデル化した。そして、図-2(a)に示す隔壁隅角部(A部)のコンクリートに生じる引張主応力が最大となるような活荷重を載荷する範囲を調べた。図-3に有限要素解析で得られた、A部に生じる引張主応力の影響線を整理した。図-3(a)は、橋軸方向の影響線である。着目箇所への影響が大きい範囲を影響線長と定義すると、その長さは当該断面の桁高と同程度である。一般に設計計算にて算出する主桁の曲げモーメントやせん断力に関する影響線の長さ(影響線長)に比べると、非常に短いことが分かる。図-4に、A部に最も大きな引張主応力を発生させた活荷重の載荷形態を示す。主桁の応力に着目した場合、橋軸直角方向に全幅員で活荷重が

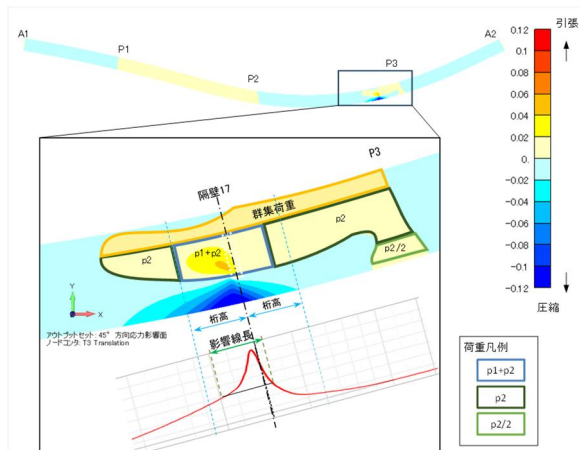


図-4 A部の引張応力が最大となる活荷重分布

載荷されたときに桁に生じる断面力は大きくなるが、A部の引張主応力のような隔壁周りの二次応力については桁断面の中心線に対して活荷重の位置が偏るときが最も厳しい応力状態を生じさせる。また、図-4に示すように、A部の応力状態が最も厳しくなるときの活荷重の分布は、中心線に対して偏っているだけでなく、隔壁を跨いで千鳥状になっている様子が見られる。図中には、隔壁から前後に桁高分の長さの区間も示した。A部の引張主応力に影響の大きい範囲に大型車が載荷されている。

以上のように、桁の曲げやせん断に対して厳しくなるような荷重の載荷方法だけでなく、損傷要因となるような二次応力や局所応力に着目して、最も厳しくなる荷重の載荷方法を橋ごとに検討することで、効果的な補修補強案の選定につながる可能性があることが確認できた。たとえば、今回対象にしたような波形鋼板ウェブ橋の損傷で言えば、隔壁の前後の一定区間に補強リブを細かく追加するなど、上部構造断面の立体的な剛性の向上や応力分散が可能な構造とすることで、活荷重が偏る状況に対しても応力状態の改善が図られると考えられる。一方で、既存隔壁の間を埋めるように新たな隔壁を等間隔で追加しても応力の改善に効果的でない可能性がある。

(3) 荷重シミュレーション

国総研資料 1031 号と同様に、確率過程に基づいて車両列を載荷する荷重シミュレーションを実施し、A部の発生応力について、100 年最大値が生じるときの車両の載荷状況を模擬させた。シミュレーションは複数回実施した。図-5に、得られた車両の分布例を示す。隔壁の直上に大型車が載荷され、かつ、その同じ車線で車両数が多く、反対車線(断面右側)で少ないという、隔壁及びその近傍に T 荷重や L 荷重が偏り載荷される状況が確率的にも生じることが確認できた。

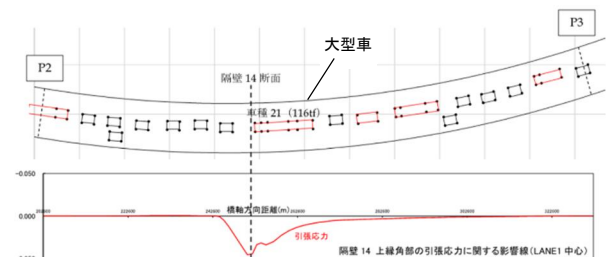


図-5 100 年最大値分布において活荷重係数が最大となったときの車両列スナップショット

【研究成果】

波形鋼板ウェブ橋を対象に、隔壁周りに着目した荷重載荷を行った結果、主桁に着目した場合と異なり影響線長が短く、局所的かつ桁中心から偏った荷重の載荷が最も厳しくなった。ここで対象にした以外の橋梁形式でも、隔壁周りの床版や鋼部材の疲労などが生じる場合も多い。隔壁周りに着目した影響線は、橋種に関わらず影響線長は短い場合も多く、また、断面の立体的な変形に着目すると偏り載荷が厳しい載荷条件となり得る。本研究では、橋毎に、着目する損傷状態の要因となる荷重状態を再現するように検討を行うことで、効果的な補修補強範囲を検討することが分かった。

【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。

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点検法及び設計・施工法に関する調査検討

A Study on rational method for inspection, design and construction of road tunnels

(研究期間 令和 3 年度～令和 5 年度)

道路構造物研究部 構造・基礎研究室

Road Structures Department

Foundation、 Tunnel and Substructures Division

室 長

Head

主任研究官

Senior Researcher

研 究 員

Researcher

藤田 智弘

FUJITA Tomohiro

澤村 学

SAWAMURA Manabu

藤原 茜

FUJIWARA Akane

The purpose of this study is to improve the efficiency of tunnel maintenance and rationalize tunnel design. we analyzed the periodic inspections results of road tunnel, and investigated the relationship between design and construction conditions and damage in road tunnels.

〔研究目的及び経緯〕

国土技術政策総合研究所では、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・維持管理手法に関する研究・検討を行っている。本研究では、道路トンネル定期点検（以下、「定期点検」という。）の信頼性向上及び合理化の手法に関する検討に必要な基礎資料を得るため、定期点検結果の分析を行った。また、設計・施工に起因して生じている変状を把握するため、建設後早期に発生した変状と設計・施工の条件との関係性について分析を実施した。

〔研究内容及び研究成果〕

1. 道路トンネル定期点検結果の分析

今年度は 2 巡目（令和 1～4 年度）に定期点検を実施したトンネルのうち山岳工法により施工された 329 施設を対象として定期点検結果の分析を実施した。分析においては、変状種類、建設後の経過年数、塩害影響度、附属物等の設置環境と異常発生数の関係等について分析した。

附属物等の取付状態の異常（がたつき、亀裂、変形・欠損、腐食、緩み・脱落、破断）の有無の判定において、腐食が多い（図-1）ことから、附属物等の設置環境が異常の発生に影響を及ぼす可能性があることに着目し、トンネル内における附属物等の設置位置及び塩害による影響の有無と延長 1 km あたりの異常の発生数の関係を分析した（図-2）。附属物等の設置位置は、坑口から 50m の範囲を坑口部、それ以外の範囲を一般部とした。塩害による影響の有無は、道路橋示方書・同解説を参考に、トンネルの設置位置と海岸線からの距離により塩害の影響が激しい及び影響を受ける場合を「塩害の影響あり」、それ以外を「塩害の影響なし」とした。図-2 の附属物等の設置位置と異常発生数の関係では、設置位置が坑口部の場合で異常が多く発生している傾向であった。また、塩害による影響の有無と異常発生との

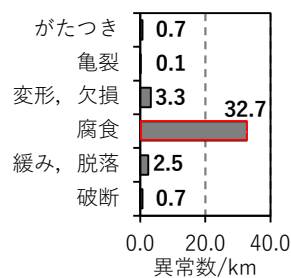


図-1 取付状態の異常種別毎の異常数

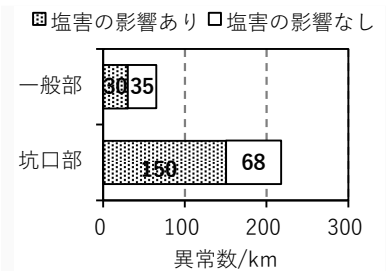


図-2 設置環境と異常発生数の関係

係に着目すると、一般部では塩害の影響の有無による傾向の違いは見られないが、坑口部においては、塩害による影響がある場合は塩害による影響がない場合よりも異常が多く発生している傾向であった。このように、附属物等の設置環境は、異常の発生に影響を与える要因となる可能性がある。重点的に点検する必要がある附属物等の設置環境を把握することで、点検の効率化に寄与する可能性があることが示唆された。

2. 道路トンネルにおける設計・施工段階の条件と変状の発生との関係性に関する分析

定期点検の結果によると、建設後 5 年以内に変状が生じるトンネルが全体の 8 割近くを占めている。そのため、これらの変状の多くは設計あるいは施工に起因して生じている可能性があると考えられる。

そこで、本研究では、変状の発生要因となる設計・施工の条件を明らかにするため、建設後早期に発生した変状の発生と地質及び施工に関する情報との関係性を調査した。調査の対象施設は、直轄国道における 45 施設とし、2010 年以降に山岳工法で建設されたトンネルで、2 回目の点検が完了しているものの中から無作為に抽出した。

本研究では、1 巡目および 2 巡目の定期点検の結果から得られる変状に関する情報と施工図書から得られる設計・施工の条件（地質名・岩石グループ・支保パタ

ーン・補助工法の使用区分・インバートの設置区分・鉄筋の使用区分・断面形状・覆工コンクリートの材料特性)との関係性について、覆工の1打設長(以下、「スパン」という。)毎に整理した。本稿では、結果を抜粋して以下に示す。

(1) スパン内での位置と変状の発生の関係

トンネル覆工の厚さが変わらない条件では、覆工断面が大きい場合は断面が小さい場合と比較して、自重により天端部に発生する引張応力が大きくなる。自重に対しても断面の違いに応じた所要の安全余裕が確保できているものの、締め固め不足等の施工に起因する様々な要因が組み合わさることで、断面が大きい場合は天端部に変状が発生しやすくなる可能性がある。そこで、断面の大きさに着目し、スパン内の位置毎の変状の発生状況を確認した。なお、本稿では、覆工コンクリートに生じた変状の発生について分析するため、定期点検においてⅡb判定と同等かそれよりも悪い状態であると判定された変状のうち、覆工コンクリートに発生した材質劣化、外力、漏水の変状を対象とした。

スパン内での変状の発生位置を確認するにあたって、対象の45施設に対し、点検調査における1スパン毎の変状展開図を縦断方向、横断方向ともに1.5mずつのブロックに分割した上で、各ブロックの変状の発生の有無について整理し、変状に位置情報を付与し、分析を実施した。

図-3に45施設の全スパン内での各位置における変状の発生頻度を示す。赤色が濃いほど変状の発生頻度が高いことを示している。分析対象としたスパンは、分割したブロック数が同一となるようにスパン長が9mより大きく10.5m以下の2763スパンとし、そのうちトンネル周長が16.5mより大きく19.5m以下の1128スパンを図-3(a)、トンネル周長が19.5mより大きく22.5m以下の1635スパンを図-3(b)に示した。図-3(a)では、天端部よりも目地部に多く変状が発生しているのに対し、周長が長くなる図-3(b)では、目地部だけでなく、天端部にも多く変状が発生している。以上から、周長が大きい、すなわち断面が大きい場合は、天端部に曲げ引張が作用しやすくなる等の理由から、変状が生じやすくなる可能性があることが示唆される。

(2) 鉄筋の有無と変状の発生の関係

トンネル覆工コンクリートには、一般に無筋コンクリートを用いるが、土被りの小さな土砂トンネル、坑口部等では、将来の荷重の変化や状況の変化に備えるため鉄筋等で補強することが多い。鉄筋を使用している区間は鉄筋を使用していない区間に比べ、荷重が作用しやすいが、鉄筋の引張抵抗により作用に対する抵抗力も大きくなる。このことから、鉄筋を使用していない区間と鉄筋を使用している区間では、変状の発生数に違いがある可能性があると考え、鉄筋の有無と変状の発生との関係を比較した。

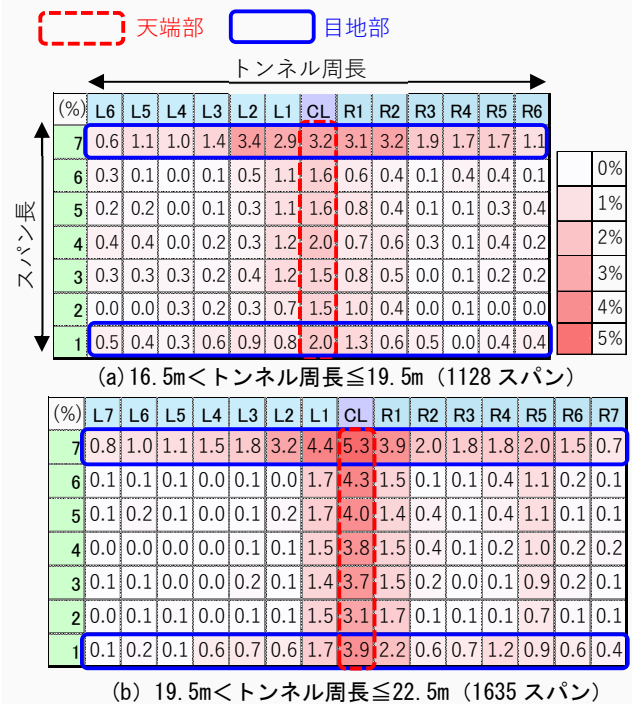


図-3 スパン内での各位置における変状の発生頻度 (9m < スパン長 ≤ 10.5m)

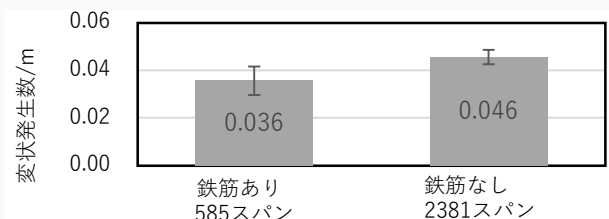


図-4 鉄筋の有無と変状の発生の関係 (棒は平均値、上下バーは95%信頼区間)

鉄筋を使用している区間と使用していない区間の延長1mあたりの変状発生数の平均を図-4に示す。このとき、スパンの一部のみに鉄筋が入っている場合や繊維補強コンクリートが用いられている場合については対象から除いている。鉄筋が入っている区間の延長1mあたりの変状発生数の平均値は0.036であり、鉄筋が入っていない区間の変状発生数の平均は0.046であった。両者の95%信頼区間が重なっていないため、鉄筋の有無と変状の発生には有意差があると考えられる。以上から、今回の分析においては、鉄筋が入っている区間は入っていない区間に比較して変状の発生が少ないことが確認できた。ただし、今回は建設後10年以内のトンネルを対象としており、鋼材腐食による劣化進行等の長期的な劣化については調査出来ていない。

以上(1)(2)のように、本研究では建設後早期に発生した変状と設計条件及び施工条件との関係性について分析した。

【成果の活用】

本研究成果や今後の検討結果等を踏まえて、更なる設計・施工・維持管理の合理化の提案につなげていく予定である。

大型カルバート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

Investigation of maintenance management methods and reliability design for required performance
of large culverts

(研究期間 令和5年度～令和6年度)

道路構造物研究部 構造・基礎研究室

Road Structures Department Foundation, Tunnel and Substructures Division

室長	藤田 智弘	主任研究官	飯田 公春
Head	FUJITA Tomohiro	Senior Researcher	IIDA Kimiharu
主任研究官	佐土原 一也	交流研究員	赤井畑 浩樹
Senior Researcher	SADOHARA Kazuya	Guest Research Engineer	AKAIHATA Hiroki

In this study, research and investigation are being conducted to improve the efficiency and sophistication of periodic inspections of sheds, large culverts, and other structures. We are also studying rational design methods for large culverts in accordance with their performance requirements.

In FY2023, we collected and organized the results of periodic inspections and analyzed the data concerning the diagnosis of inspections in order to obtain the basic data necessary for the study of methods to improve the reliability and rationalization of periodic inspections of sheds and large culverts. In addition, in order to introduce a design method considering the reliability of large culverts, etc., the influence of the way of setting the load dispersion of active load and impact due to soil cover on the stresses generated in the top plate of box culverts was examined.

〔研究目的及び経緯〕

本研究ではシェッド、大型カルバート等の定期点検の効率化・高度化のための調査・検討を行っている。また、大型カルバート等の要求性能に応じた合理的な設計法に関する検討を行っている。

令和5年度は、シェッド、大型カルバートの定期点検の信頼性向上及び合理化の手法に関する検討に必要な基礎資料を得るため、定期点検結果を収集・整理し、点検の診断に関するデータ分析を行った。また、大型カルバート等の信頼性を考慮した設計法を導入するために、土被りによる活荷重や衝撃の荷重分散の設定の仕方がボックスカルバートの頂版に生じる応力に及ぼす影響を検討した。

〔研究内容及び研究成果〕

1. シェッド、大型カルバート定期点検結果の整理分析

(1) 定期点検結果の整理

令和元～4年度に実施した2巡目定期点検（シェッド、大型カルバート）のうち、健全性の診断の区分（以下、「区分」という。）と施設数の関係を整理した。このうち都道府県別で地方公共団体（都道府県・政令市等及び市区町村）が管理するシェッドの区分の比較のために1巡目および2巡目の施設数を整理した結果を図-1に示す。施設数としては北海道や東北、北陸地方に集中している。全国的な区分としてはIが少なく、II、IIIが多数を占める状況で、IVも何件か確認されている。また、1巡目で区分IIやIIIだったとしても修復などの措

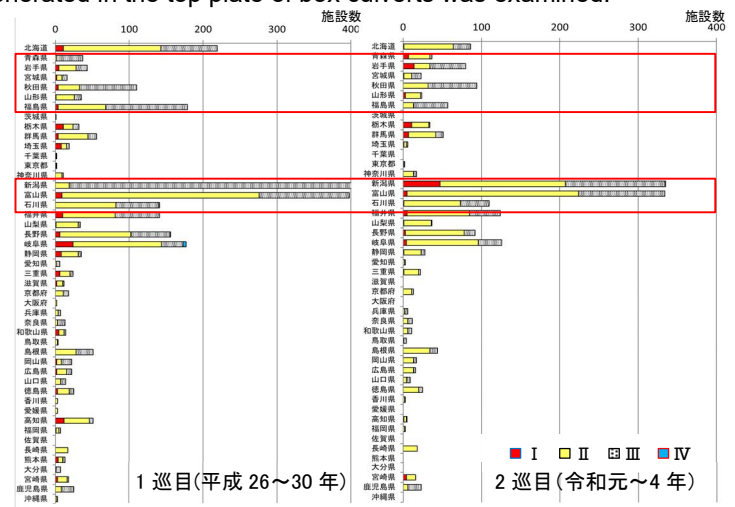


図-1 都道府県別区分の施設数の変化(シェッド)

置を行うことで2巡目には区分が改善され減少している場合や、一部の都道府県ではIIやIIIの割合が増加しているところも散見される。

(2) 定期点検結果の分析

例えば図-1において、比較的施設数が多く、自然環境が比較的同程度と見られる東北地方や北陸地方に着目し傾向を確認すると、区分の割合で一定の傾向は確認されずばらついていることがわかる。そこで、定期点検の記録様式内にある所見欄の記載内容に着目し検証することとした。比較対象は施設数が同程度で、IIおよびIII判定の割合が異なる2県を対象とした。その所見欄の記述を以下に示す。

A県所見：『コンクリート部材にひびわれや剥離・鉄筋露出が見られる。また、谷側柱には架設用の金具と思

※本報告は令和5年度から令和6年度へと継続して実施した研究の成果を令和5年度研究成果としてまとめたものである。

われる部材が露出し腐食している。予防保全の観点から補修を行うのが望ましい。』

B 県の所見：『主梁・横梁・柱部に遊離石灰析出物を伴うひびわれが局所にみられる。また、支承部では、竣工時のモルタルが劣化し土砂化している。今後、凍害および外的要因により損傷が発展する恐れがあるため、速やかに防水対策を含めた補修が必要である。』



図-2 A県の事例



図-3 B県の事例

いずれの所見も、状態の把握において部材や接合単位での異常や変状（客観的な事実）は示されており、点検自体の質の違いによる影響は少ないと考えられる。一方で、点検時点で有する構造物としての安全性、変状の原因の推定やこれを踏まえた次回定期点検までに遭遇する状況を想定し、どのような状態になる可能性があるのかといった評価などに関する記載がないため、区分の診断根拠が十分には読み取れないなど、記載すべき状態を適切に記載していない例や、同じ様式内では明確に記載されていないものの他の様式や備考欄には記載がある例も散見された。

管理者が適切な健全性の診断を行うためには、シェッド、大型カルバートを構成する要素において、それぞれ求められる役割を果たせる状態かどうかを見立てることが重要である。シェッドを例にすると上・下部構造、支承部といった構成要素とその部材群が次回点検までに想定する状況において荷重を支持・伝達できる状態であるかどうかを見立てることとなる。この見立てを明確に記載する記録様式を整備することで、点検時における記録の質の向上が期待でき、さらに点検において十分な技術的評価が行われたことの証明にも繋がると考えられる。

2. ボックスカルバートの設計で考慮する作用とその条件に関する検討

(1) 荷重分散の影響の検討

信頼性を考慮した設計法を実現するために、技術基準の性能規定化に向けた研究を進めている。性能規定化における設計状況の設定にあたっては、作用要因に基づいて設計用の作用（以下「設計作用」という）を設定する際に考慮すべき条件を明確化することが重要である。道路盛土の内部に設置されるボックスカルバートでも、その構造特性を踏まえて設計作用を設定する必要がある。

ボックスカルバートの設計作用の設定において考慮すべき条件を検討する一環として、土被りによる活荷重や衝撃の荷重分散の設定の仕方がボックスカルバートの頂版に生じる応力に及ぼす影響を検討した。

分析対象としたボックスカルバートは、表-1に示す内空幅の異なる2種類の構造である。

これらは、現行のカルバート工指針¹⁾に基づき設計したものであるが部材照査の結果によると、①中央部の曲げモーメント②隅角部のせん断力が、許容応力度に対して最も余裕が小さい状態であることが確認された。このため、今回の検討においては、現行指針と同様に後輪を頂版の支間中央に載荷する状況さらに隅角部

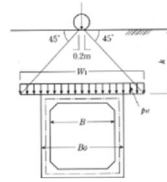
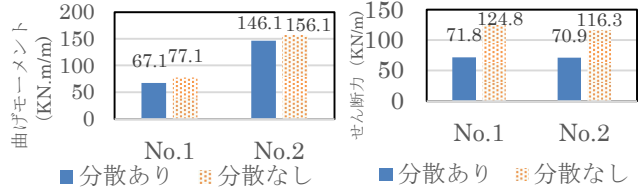


図-4 作用のイメージ

表-1 解析モデル

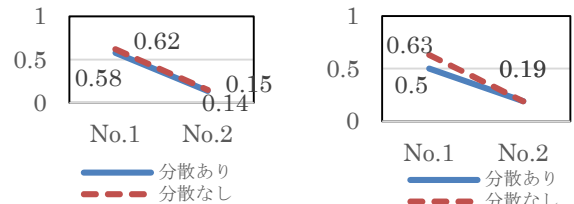
No.	内空諸元 (m)		縦断方向延長 (m)	土被り (m)
	内空幅	内空高		
1	6.5	6.0	10.0	0.5
2	14.0	6.0	10.0	0.5



a) 頂版中央曲げモーメント

b) 隅角部せん断力

図-5 断面力の比較



a) 頂版中央曲げモーメント

b) 隅角部せん断力

図-6 死荷重と活荷重の合計に占める活荷重の割合

に載荷する状況の2ケースの状況を想定して検討を行った。なお、前後輪の間隔については車両制限令に基づく6.5mとしている。また、分散を考慮する場合、現行指針にあるとおり接地幅0.2mで45度の分角とした(図-4)。

(2) 解析結果と活荷重の影響の比較、考察

解析結果を図-5, 6に示す。分散の有無による影響は活荷重のみに着目すると、中央曲げモーメントは、それぞれ10kN・m/m程度、隅角部せん断力はそれぞれ50kN/m程度、分散なしが分散ありに対して増加している。特にせん断力については分散の有無で倍程度の差が生じている。また、死荷重と活荷重の合計に占める活荷重の割合に着目すると、No.1では分散の有無で4%または13%の差が生じているが、No.2では両者に差が殆どない。解析結果から、土被りとなる地盤の条件のばらつきなどの影響により、仮に現行指針で想定しているような荷重分散が得られなかった場合には、頂版に生じる断面力を過小評価する可能性があることが示唆される。特にせん断力については、内空幅が小さい構造条件になれば、その影響が大きく現れている。

このように、ボックスカルバートにおいて活荷重の分散の影響を考慮する際には、カルバートの内空幅に応じた適切な設計を行う必要があることを確認した。

【成果の活用】

ボックスカルバートやシェッドなどの法定点検における記録の質を改善するため、記録様式の見直しを行う予定である。また、ボックスカルバートの頂版に生じる応力に及ぼす影響については今後の検討結果を踏まえて、信頼性を考慮した設計法の導入につなげていく予定である。

参考文献 1) 公益社団法人日本道路協会

道路土工—カルバート工指針(平成21年度版), 2010

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3年度～令和6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

鍬 淳司

Head KUWABARA Masaaki

Senior Researcher

KUWA Junji

主任研究官 大津 智明

Senior Researcher OOTSU Tomoaki

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 specific road earthwork structures once every five years.

In this research, we analyzed the results of the first round 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3年度から令和6年度に研究を行った。令和3年度から令和4年度においては盛土の被災形態の分析を行い、令和5年度から6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。なお、令和4年度に xRoad の本運用が開始されたことから、これによる定期点検のとりまとめ及び分析を開始し、最終年においては1巡目（平成30年度から令和4年度）の定期点検結果について、道路土工構造物の変状等の傾向や健全性診断に関する分析をするとともに、これまでの研究結果を踏まえた今後の課題について整理を行った。

〔研究内容〕

道路土工構造物技術基準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定義されており、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健全性の診断を行うこととしている。各道路管理者が定期点検結果を登録する全国道路施設点検データベースから取得した点検データ、切土10,762件、盛土（河川隣接区間を除く）8,431件、盛土（河川隣接区間）10件、擁壁（河川隣接区間）20件の計19,223件点検データについて、これらを対象として建設経過年数と判定区分や変状の関係について分析を行った。

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が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ず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）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）

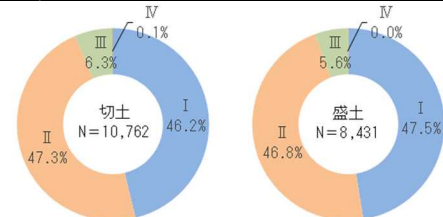


図-1 切土及び盛土の判定区分の割合

(1) 切土及び盛土の判定区分の状況

図-1は、切土及び盛土の各判定区分の割合を示したものである。切土・盛土ともに、判定区分Ⅰ及びⅡがそれぞれ4割強を占め、判定区分Ⅲが6%程度、判定区分Ⅳが0～0.1%程度である。

(2) 建設経過年数と判定区分及び変状等の関係

図-2は、切土及び盛土それぞれの建設経過年数毎に判定区分の割合を示したものである。各判定区分の割合について、経年的な変化は特に認められないため、建設経過年数と判定区分には相関がない可能性が高い

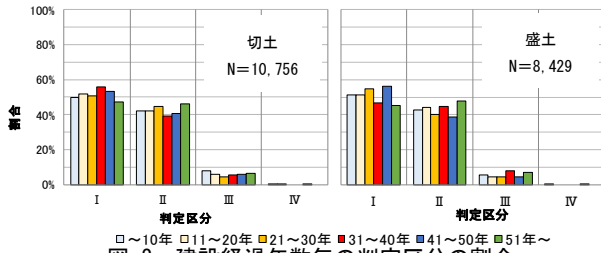


図-2 建設経過年数毎の判定区分の割合

表-2 建設経過年数毎の変状有りの施設の割合（切土）

割合の順位	建設経過年数					
	～10年	11～20年	21～30年	31～40年	41～50年	51年～
1	排水施設 28.4%	排水施設 30.1%	排水施設 23.1%	排水施設 20.1%	排水施設 18.5%	Co吹付、石・ブロック張 16.5%
2	切土のり面 21.9%	切土のり面 21.6%	切土のり面 16.7%	切土のり面 16.9%	切土のり面 13.9%	排水施設 15.2%
3	植生 20.0%	植生 15.6%	Co吹付、石・ブロック張 13.0%	Co吹付、石・ブロック張 12.6%	Co吹付、石・ブロック張 13.9%	切土のり面 14.0%

表-3 建設経過年数毎の変状有りの施設の割合（盛土）

割合の順位	建設経過年数					
	～10年	11～20年	21～30年	31～40年	41～50年	51年～
1	排水施設 34.3%	排水施設 33.6%	排水施設 31.0%	排水施設 27.3%	排水施設 27.5%	排水施設 25.4%
2	盛土のり面 23.5%	盛土のり面 17.8%	盛土のり面 18.9%	路面 22.2%	路面 19.5%	路面 20.1%
3	植生 10.1%	路面 13.3%	路面 15.1%	盛土のり面 18.7%	盛土のり面 14.7%	盛土のり面 13.8%

と考えられる。

表-2及び表-3は、盛土及び切土の建設経過年数と変状の関係について示したものである。切土・盛土ともに変状は排水施設に生じている割合が最も多く、切土では建設経過年数が50年を超えるとCo吹付、石・ブロック張に変状が生じている割合が最も多くなっている。

(3) 判定区分と各指標との関係

点検記録様式の記載項目を対象に、判定区分と相関がある要素の検討を行った。施設の高さ、のり面勾配及び災害履歴については、判定区分との相関が認められた。図-3～図-5は、相関が認められた項目と判定区分の関係を示したものである。判定区分と施設の規模（高さ）との相関については、切土・盛土ともに、高さが高くなるにつれて判定区分Ⅰの割合が減少し、判定区分Ⅱ～Ⅲの割合が増加する傾向が認められる（図-3）。判定区分とりのり面勾配との相関については、切土では急勾配になるにつれて判定区分Ⅰの割合が減少し、判定区分Ⅱ～Ⅲの割合が増加する傾向が認められるが、盛土ではのり面勾配と判定区分の明確な相関は認められない（図-4）。被災履歴は、点検記録様式に記載の被災履歴の有無のみを集計しているため、具体的な被災内容等の詳細は確認できないが、被災履歴有りの方が被災履歴無しと比較して、判定区分Ⅰの割合が少なく判定区分Ⅱ～Ⅲの割合が多い傾向が認められる（図-5）。図-6は、切土及び盛土の判定区分とりのり面の変状種類の関係を代表例として示したものである。例えば崩壊

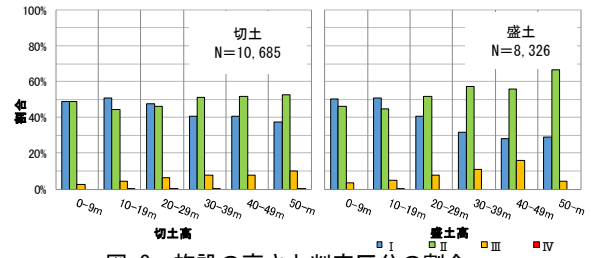


図-3 施設の高さと判定区分の割合

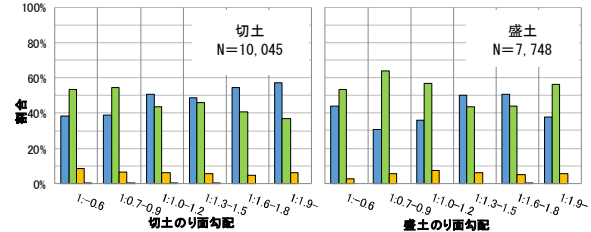


図-4 のり面勾配と判定区分の割合

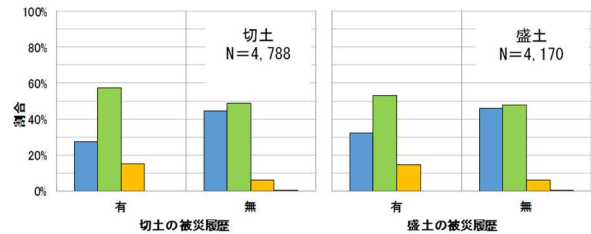


図-5 被災履歴の有無と判定区分の割合

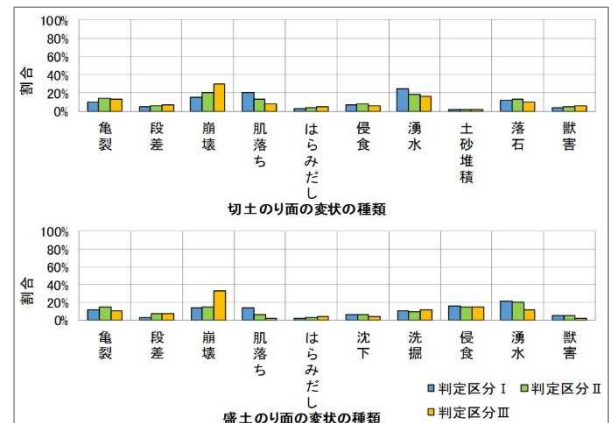


図-6 変状の種類別判定区分の割合

については、判定区分ⅠからⅢに向かって割合が増加する傾向が認められる。なお、崩壊には軽微なものも含まれている。

【研究の成果】

建設経過年数と判定区分との相関は認められなかったが、施設の種類によっては、建設経過年数が施設の変状の有無に影響を与える可能性があることが判明した。また、道路土工構造物の性能を評価していくうえで、少なくとも施設の高さ、のり面勾配、被災履歴の有無、変状の種類は重要な情報になることが判明した。

【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。

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

Research on design and maintenance management methods according to the required performance of pavement

(研究期間 令和4年度～令和6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	堀内 智司
Head	MATSUMOTO Koji	Senior Researcher	HORIUCHI Satoshi
主任研究官	若林 由弥	交流研究員	山本 尚毅
Senior Researcher	WAKABAYASHI Yuya	Guest Researcher	YAMAMOTO Naoki

In this research, we started a "fixed-point survey" to periodically collect data on pavement performance for the same sections of national highways under various conditions. Furthermore, with the aim of establishing a design method that predicts and evaluates changes in pavement performance from information of the physical properties of materials and service conditions, we organized the contents of the US design guideline that have already been used in US, and evaluated their applicability to Japan.

〔研究目的及び経緯〕

現行の道路舗装の技術基準が2001年に発出され、舗装に要求される性能を規定することで材料や設計・施工方法等を限定しない性能規定化がなされた。しかし、基準で確認することとされている性能指標と、その指標が本来指し示す性能や、その性能が保持される期間との関係が必ずしも明確になっていないことから、今までにない性能を有した舗装や高耐久な材料を使用しライフサイクルコストの観点で優れた舗装といった優れた新技術が設計で適切に評価されておらず、現場への導入が進んでいないという課題がある。また、舗装は基盤となる原地盤や構造物（橋梁床版や盛土）の上に構築されるものであるため、舗装の性能やその性能が保持される期間について、これら基盤との関係についても整理が必要である。特に、橋梁上やトンネル内といった特殊部の舗装については、供用に伴う性能変化の調査研究が十分になされておらず、検討のための基礎データも不足している。

本研究では、舗装の性能の経時変化と外部要因の関係把握、その結果に基づく設計法の見直しを目的として、様々な条件の直轄国道の同一区間を対象に、定期的に路面性状等の供用性のデータを取得する「定点調査」を2023年度より開始し、2024年度は2年目の調査を実施した。さらに、材料の物性値や供用条件などの情報から舗装の供用後の性能変化を予測し評価する「力学的理論設計法」の実用化を目指し、先行して運用されている米国の設計指針の内容を整理し、日本への適用性について検討した。

〔研究内容〕

定点調査の実施にあたり、69区間の調査箇所を選定と調査項目の整理を行い、初期調査を開始した。

さらに、2005年に米国道路交通運輸行政官協会（AASHTO）により公開された、「力学的経験的舗装設計指針（MEPDG）」の内容を整理し、設計入力値や評価する項目などについて、日本で適用する際の課題について検討した。

（1）定点調査の実施

表-1に定点調査の実施区間数を示す。調査対象区間は69区間で、各地域の新設または修繕後間もない路線から、土工上のアスファルト舗装及びコンクリート舗装、橋梁上のアスファルト舗装、トンネル内のコンクリート舗装の区間をそれぞれバランス良く選定した。この69区間を5年で1巡するよう、毎年約14区間を対象に追跡調査を実施する。すなわち同一区間については、5年おきに追跡調査を実施する。

表-1 定点調査の実施区間数

地域	土工部		橋梁		計
	As	Co	As	Co	
北海道	1	1	3	2	7
東北	2	3	1	1	7
関東	3	0	2	3	8
北陸	1	2	3	2	8
中部	3	1	2	2	8
近畿	2	1	1	2	6
中国	2	2	2	2	8
四国	2	2	2	2	8
九州	3	2	2	2	9
計	19	14	18	18	69

As：アスファルト舗装、Co：コンクリート舗装

表-2 定点調査の調査項目

調査項目		土工部		橋梁	トンネル
		As	Co	As	Co
規制無し 調査 (300m)	路面画像 (対象区間全体)	○	○	○	○
	電磁波レーダ (1路線につき1測線)	-	-	○	-
規制有り 調査 (100m)	ひび割れ展開図 (調査面積全体)	○	○	○	○
	横断プロファイル (10mおきに1測線)	○	-	○	-
	縦断プロファイル (3測線)	○	○	○	○
	目地材の劣化状態調査 (全ての目地)	-	○	-	○
	FWD調査 (5mにつき1箇所)	○	○	-	○
	すべり抵抗値 (DTテスト)	○	○	○	○
	きめ深さ (CTメータ)	○	○	○	○

As：アスファルト舗装、Co：コンクリート舗装

表-2に定点調査の調査項目を示す。現在、舗装の点検においては、アスファルト舗装についてはひび割れ率、わだち掘れ量、IRIの3指標が代表的な指標として用いられているが、将来的な指標の見直しの可能性やその検討のための基礎データを収集する観点から、それらの指標を算出する元データとなる路面画像やひび割れ展開図、縦横断のプロファイルのデータを取得する。加えて、コンクリート舗装については、目地の劣化に伴う損傷が多く発生していることから目地の劣化状態についても確認する。さらに、すべり抵抗や路面のテクスチャの経時変化を確認するために、全区間ですべり抵抗値ときめ深さについて取得する。

橋梁上以外の舗装では、舗装の支持力を評価するためにFWD（舗装たわみ測定装置）による調査を実施する。一方、橋梁上の舗装では、床版まで水を浸入させない観点から、電磁波レーダ調査を行い、舗装内部の水分や舗装と床版の間の空隙などを把握する。

2023年度より定点調査を開始し、現時点で27区間の初期調査が完了している。いずれも新設または修繕後間もない区間であるため、特に損傷は生じていない。

（2）米国の舗装設計ガイドラインの内容整理

MEPDGは、力学解析モデルを用いて算出された舗装の応答を、米国連邦道路局（FHWA）が保有する膨大な舗装の長期供用データを用いてキャリブレーションした劣化予測モデルを用いて性能変化を予測する手法を示しており、物性値の異なる新技術を用いた舗装の劣化も予測することができるという観点で、設計法の構築にあたり大いに参考になる。

図-1にMEPDGにおける設計の流れを示す。設計にあたり、設計入力値として、設計対象地域の気象条件やその条件下における材料の物性値、交通荷重条件を整理し、弾性解析により舗装に生じるひずみや応力といった応答を算出する。さらに算出された応答を舗装劣化モデルに入力し、設計期間内におけるひび割れ、わだち掘れなどの進行を予測し、それらが許容値を満

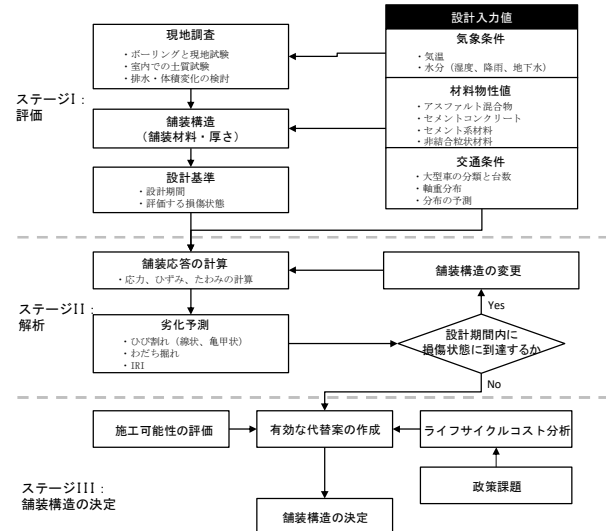


図-1 MEPDGにおける舗装設計の流れ

足するような舗装構造を求める。上記の流れで舗装構造案を複数作成し、ライフサイクルコストや施工性などの観点から、最終的な舗装構造を決定する。

設計入力値は非常に膨大かつ複雑であるが、入力レベルを1から3まで3段階で設定し、レベル3では代表値での簡易的な入力も可能とすることで、現場の設計レベルに応じた設計が可能となっている。現行の日本の設計においては、例えば設計輪荷重を49kNで換算した輪数で代表させるなど、レベル3相当の情報しか考慮できておらず、また舗装構造の決定にあたっては、路床支持力と大型車交通量のみを入力変数としているため、例えば気温や湿度などの地域特性や、材料特性などを十分に設計に反映できていない。さらにMEPDGでは、様々な破壊モードの予測をしているのに対し、現行の日本の設計では限られた破壊モードしか対応していないことも課題として考えられる。

【研究成果】

本研究では、劣化予測のための基礎データ取得を目的に全国69区間を対象とした定点調査を開始し、2024度は2年目の調査を実施した。さらに、米国の設計指針の内容を整理した結果、現行の日本の設計体系では設計入力値の情報や想定する破壊モードが少ないことなどが明らかになった。

【成果の活用】

定点調査について、今後も継続調査を実施するとともに、工事完成図書から材料などのデータも収集し、劣化予測のための基礎データを整理していく。さらに設計入力値である交通荷重や材料の物性値などの取得方法や劣化予測式の検討を進め、技術基準類に反映していくことにより、材料の物性値や供用条件から供用後の性能変化を予測する設計法の実用化を図り、新技術の現場実装を支援していく。

9. 道路の地震防災・減災対策

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 8 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
Head

上仙 靖
JOSEN Yasushi

研 究 官
Researcher

石井 洋輔
ISHII Yosuke

This study is to further improve and rationalize seismic verification methods for road structures. This study will investigate the input conditions and responses used in the verification of road structures.

〔研究目的及び経緯〕

道路構造物の耐震照査は、実際の地震の影響を踏まえて作用を設定し、対象構造物の特性をモデル化して応答を算出することが一般的である。そのため、照査基準においては、応答算出を行うために考慮する地震動特性、および対象構造物の振動特性等について、説明性や信頼性が一定精度で求められる。一方、道路橋の照査基準である道路橋示方書では、それらの特性が陽に示されているとは限らず、一連の照査体系に考慮している特性について、信頼性や説明性を一層向上させる必要があると考えられる。

そこで本研究では、地震観測データや構造物の振動モニタリング等の実観測データを基に、地震の特性や構造物の振動特性を把握し、耐震照査で考慮する作用や入力方法、構造物の減衰特性、地盤振動特性および解析手法の検証を行う。

R6 年度は、令和 6 年能登半島地震を踏まえ、能登半島地震で観測された地震動の特性を評価するとともに、地震応答解析を用いて道路橋への影響を検討した。

〔研究内容〕

1. 観測地震動の特性の評価

本項目は、2003 年 10 月～2024 年 9 月までに発生した主な被害地震で観測された記録をとりまとめ、観測記録から地震動の特性を評価した。

地震動の特性の評価を行うため、平成 16 年(2004 年)新潟県中越地震、平成 19 年(2007 年)能登半島地震、平成 19 年(2007 年)新潟県中越沖地震、平成 20 年(2008 年)岩手・宮城内陸地震、平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震、平成 28 年(2018 年)熊本地震前震および本震、平成 30 年北海道胆振東部地震、令和 6 年能登半島地震(2024 年 01 月 01 日 16 時 10 分に発生(以下、「本震」という))を対象に、それら

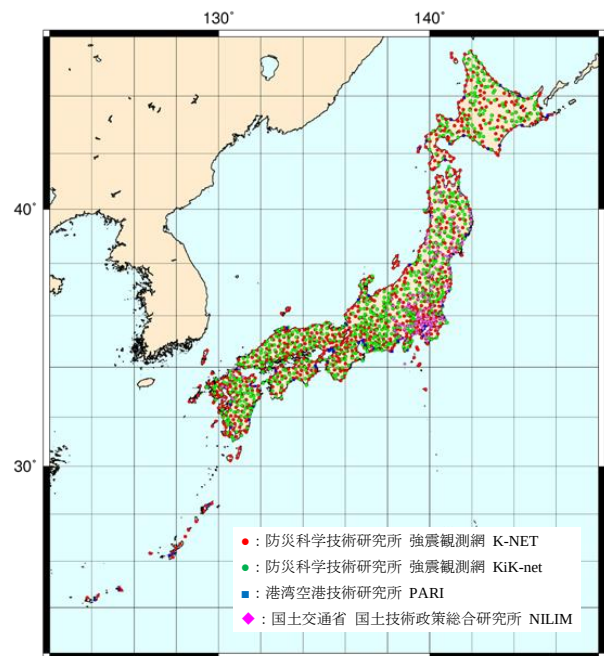


図-1 観測記録の整理を行った観測地点

の地震において、図-1 に示す防災科学技術研究所(K-NET、KiK-net) および国土交通省(地震計 NW、港湾)の観測地点で観測された地震記録(約 5 万記録)を整理した。そして、観測記録から非超過確率 90%のスペクトルを作成し、確定論に基づく地震動推定手法(片岡・他(2006))(以下、「評価式」という)との比較を行った。

具体的には、水平方向の地震観測記録に対して、水平方向 2 成分合成した加速度応答スペクトル(減衰 5%)を求めた。非超過確率 90%のスペクトルの作成には、計算した加速度応答スペクトルに対して、対数平均と対数標準偏差(σ)を求め、各周期で求めた加速度応答のばらつきが正規分布に従うと仮定し、非超過確率 90%と 10%となる値($\pm 1.64\sigma$)を求めた。また、

表-1 地震動の繰返し作用の影響評価の検討ケース

No	地盤種別	対象橋梁	地震	強震動観測地点	本震の卓越成分	連続地震数
1	I 種	I	新潟県中越地震	妙見堰 (国交省)	EW成分	2
2				K-NET小千谷 (NIG019)	EW成分	2
3				K-NET仙台 (MYG010)	NS成分	2
4				能登半島地震	NS成分	3
5					EW成分	3
6					EW成分	4
7					NS成分	4
8					EW成分	1
9					NS成分	1
10					EW成分	1
11					NS成分	1
1	II 種	F G H	東北太平洋沖地震	K-NET岩沼 (MYG015)	EW成分	2
2				K-NET古川 (MYG006)	NS成分	2
3				K-NET石巻 (MYG010)	NS成分	2
4			熊本地震	Kik-net益城 (KMMH16)	EW成分	5
5				K-NET熊本 (KMM006)	EW成分	3
6			能登半島地震	K-NET正院 (ISK002)	EW成分	2
7				K-NET正院 (ISK002)	EW成分	1
1		A B D E F	東北太平洋沖地震	K-NET石巻 (MYG010)	EW成分	2
2				加勢川水門 (国交省)	HB成分	2
3			熊本地震	K-NET熊本 (KMM006)	EW成分	3
4			能登半島地震	K-NET正院 (ISK002)	EW成分	2
5				K-NET穴水 (ISK005)	NS成分	4
6					EW成分	4
7				輪島市鳳至町 (気象庁)	NS成分	3
8					EW成分	3
9				K-NET正院 (ISK002)	EW成分	1
10				K-NET穴水 (ISK005)	EW成分	1
11				輪島市鳳至町 (気象庁)	EW成分	1

加速度応答スペクトルの対数平均を非超過確率 50% のスペクトルとした。

なお、評価式により地震動を推定する際に使用した地震規模 (Mw) は各地震の値とし、距離は 5km とし、地盤種別は II 種地盤とした。

2. 観測地震動の道路橋の耐震性への影響評価

本項目は、1. で整理した過去の被害地震で観測された地震動および地震動の同地点の繰返し作用が、道路橋の耐震性に与える影響を検討した。評価に用いる地震記録は、震度 6 弱程度の地震記録が観測され、かつ同地点で震度 5 弱以上が複数回観測された地震記録を選定し、その観測記録を道路橋の耐震照査に用いるモデル (9 橋) に入力してそれぞれの応答特性を評価した。検討ケースを表-1 に示す。

【研究成果】

1. 観測地震動の特性の評価

本項目では代表して、令和 6 年能登半島地震で観測された地震動の特性を評価した結果を示す (図-2)。

図-2 は、加速度応答スペクトル (減衰 5%) であり、細線は各観測記録、太点線は非超過確率 90% および 10%、太実線は非超過確率 50% (対数平均値) の加速度応答スペクトルである。そして、太破線は片岡・他 (2006) による推定結果である。

図-2 より、非超過確率 90% のスペクトルと評価式による推定結果は、全体的に調和的である。また、非超過確率 50% (対数平均) のスペクトルより、評価式によるスペクトルがやや大きい傾向にあった。また、

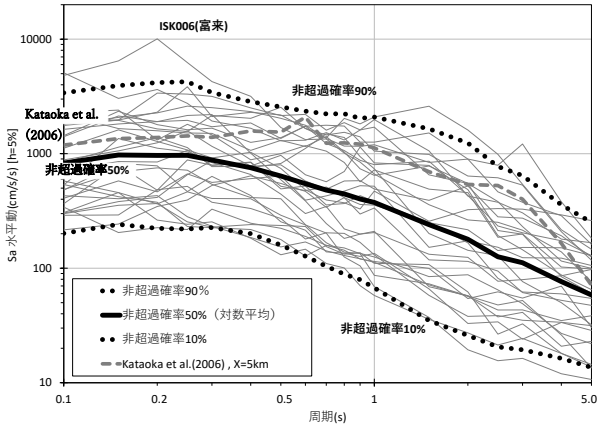


図-2 令和 6 年能登半島地震で観測された地震動の評価

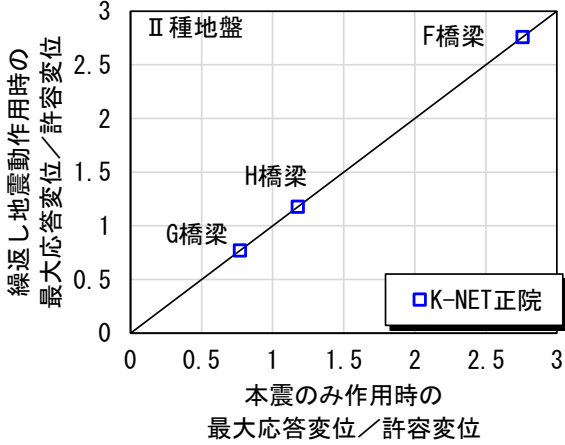


図-3 能登半島地震で観測された繰返し地震動の影響

本検討で用いた地震観測記録の最大加速度は、令和 6 年能登半島地震で観測された K-NET の ISK006 (富来) であり、評価式の推定結果を大きく上回っている。

2. 観測地震動の道路橋の耐震性への影響評価

本稿では代表して、令和 6 年能登半島地震において、II 種地盤で観測された地震動を橋のモデルに入力した結果を示す (図-3)。

図-3 は、K-NET の ISK002 (正院) において、令和 6 年能登半島地震の本震のみの観測記録を作用させたケースと、本震と 2024 年 01 月 01 日 16 時 06 分に発生した地震で観測された記録をつなぎ合わせて連続して作用させたケースについて、最大応答変位と許容変位の比をそれぞれ評価した。

図-3 より、3 橋それぞれ、本震のみと前震を考慮した場合の解析結果には差がほとんどなく、道路橋モデルに対する地震動の繰返しの作用の影響は小さいことが考えられる。

【成果の活用】

道路構造物の技術基準に規定されている設定値等に本成果を反映し、一層の合理化に貢献する。

道路リスクアセスメントの活用方策に関する調査

Research on measures to utilise 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
Road Structures Department
Earthquake Disaster Management Division

室 長 上仙 靖
Head JOSEN Yasushi
研 究 官 可児 滉大
Researcher KANI Kodai

Guidelines for Road Risk Assessment against Natural Disasters were tentatively compiled. In this research, we risk assessments were carried out and the results of the assessments were analysed which have suffered from past disasters.

〔研究目的及び経緯〕

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、災害に対して強靱な道路ネットワーク整備の加速化・深化を推進している。

国総研では、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）」（以降、「要領（案）」という。）の原案をとりまとめ、令和4年3月に第16回道路技術小委員会にて審議されたところである。

本研究では、道路網マネジメントにおけるリスク評価の有効な活用方法の検討を行うための基礎資料として、リスク評価を定量化するための構造物単位の信頼度を仮定し、ネットワークの信頼度を計算した。計算結果を災害時の道路通行に対する信頼性分析と仮定して、その結果の分析を行った。本稿ではそれらの結果について報告する。

〔研究内容〕

これまでに被災事例を対象に要領（案）に基づく道路のリスク区分（表-1）によるリスク評価を行っている。同じリスク区分に対し相対比較が可能となるよう定量化を図るため、災害時にも道路通行可能であるかに関して、安全側を1として1～0の範囲で指標（以降、「信頼度」という）を設定することとし、リスクIについて0.9と仮定した。続くリスクII、リスクIIIについては、各リスクにおいて想定している復旧日数に合わ

表-1 道路のリスクの区分

I	通行規制が生じない可能性が高いと認められる。
II	一時的に通行止めになる可能性があるが、一定期間内に一定の規制で通行できる可能性が高いと認められる。
III	通行止めとなる可能性が高いと認められる。

表-2 各リスク区分に対応する構造物単位の信頼度

	信頼度（等比）	信頼度（等差）
I	0.9	0.9
II	0.3	0.6
III	0.1	0.3

せて等比に信頼度を落としたものと、比較として等差に信頼度を落としたものとして表-2に示すように仮定し、信頼度分析を行った。

信頼度分析の方法については、図-1の通り、1区間の構造物に関して計算を行う。ルート上にある構造物に対しそれぞれのリスク評価に応じた信頼度を当てはめ、1本のルート上に構造物があれば乗算、ルートが分岐し、並列する箇所については、両ルートが通行できなくなる場合を除く計算を行い、ネットワークの信頼度を算出した。

図-1の単一の構造物のような基礎的な仮想ルートを設定し、ルート状況、構造物数、各構造物のリスク評価をパラメータとして変更し、リスク評価の変化が、信頼性分析に与える影響について検証を行った。

（1）直列配置の式

ルート内の構造物数を1, 3, 5, 10, 15, 20箇所設定した6ケースを検討する。それぞれ直線上に同じリスク評価を直列に配置して計算する。リスクII、リスクIII評価のルートについて1カ所ずつリスクI評価に変動させて傾向を確認する。

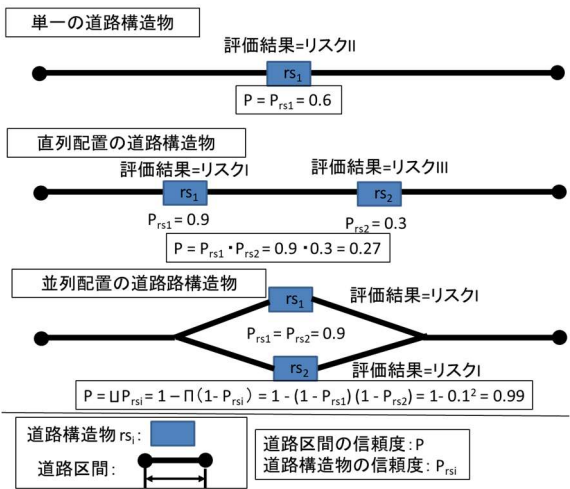


図-1 構造物単位によるネットワークの信頼性評価式（等差）

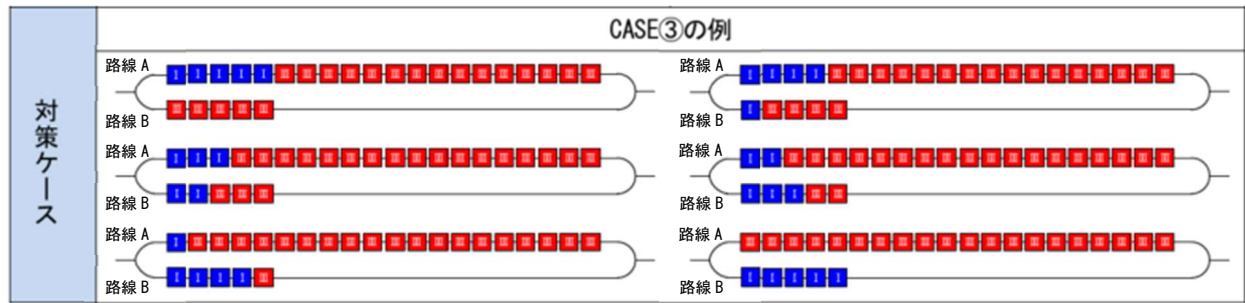


図-2 並列配置の対策ケースの例
(赤：リスクⅢ 青：リスクⅠ相当の対策)

(2) 並列配置の式

構造物数を20カ所設定した路線A、構造物数を1, 3, 5, 10, 15, 20箇所設定した路線Bを並列させた6ケースを検討する。図-2の通り、路線Bにて検討する構造物数に応じた対策ケースを設定し、各対策状況に応じた並列ルート全体の信頼度への影響を確認する。

【研究成果】

(1) 直列配置の式

直線上に同リスクを直列に配置し計算した結果と構造物数との関係を表数軸で表示したものが図-3である。また、リスクⅡ、リスクⅢについて、1カ所ずつ修正していった際の信頼度を計算し、構造物数との関係を表数軸で表示したものが図-4である。

検討の結果、信頼度はべき乗則で値が小さくなる

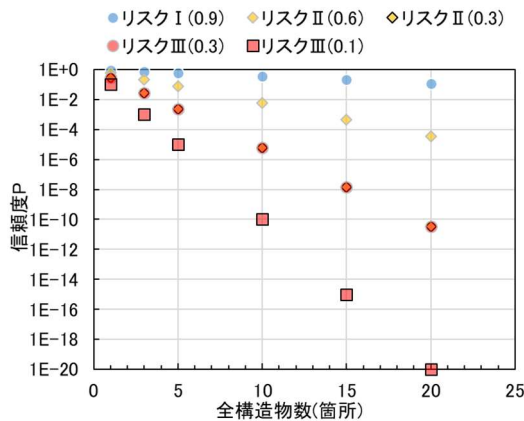


図-3 構造物と信頼度(対数表示)の関係

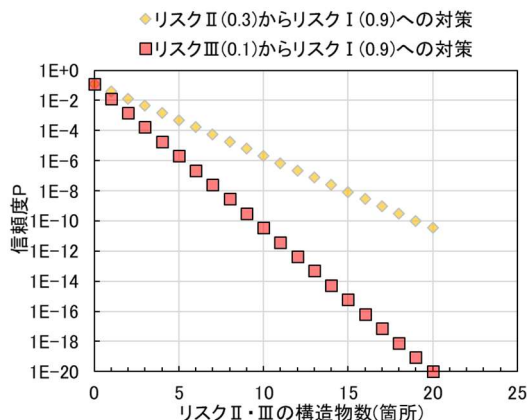


図-4 リスクⅡ・Ⅲの構造物数と信頼度(対数表示)の関係

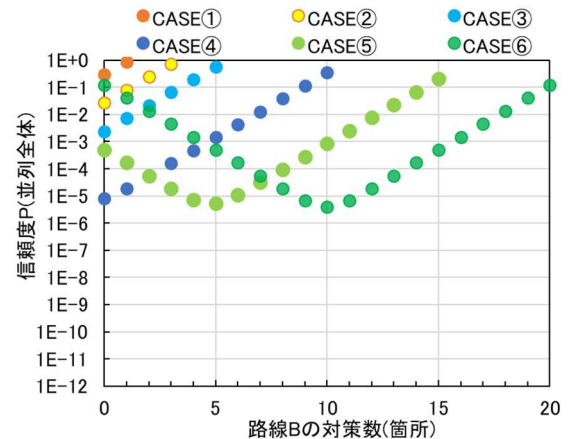


図-5 路線Bの構造物対策数と信頼度(対数表示)の関係

ことから、対数軸で表示することで線形性を示した。また、対策箇所が増えると線形的に信頼度が上がることを確認した。

(2) 並列配置の式

路線A、路線B並列の式について路線Bの対策状況に応じた信頼度を示したものが図-5である。

検討の結果、2路線で均等に対策するよりも、片側路線を集中的に対策する方が、並列したネットワーク全体の信頼度が高くなる上、片側路線を全線対策することで、信頼度は大幅に向上することが示された。同時に構造物の少ない路線を優先的に対策する方が、信頼度の上がり方が大きく、対策の効率が良いことが示された。

(3) まとめ

本研究にて、構造物の対策状況に応じたネットワークの信頼度を算出した。算出した結果から、ルートごとの相対的な信頼度の比較は可能と考えられる。

【成果の活用】

本研究の成果を、ネットワーク内の複数のルートの相対評価に用いる可能性は考えられる。一方で1つの構造物のリスクをどのように設定するか、また、信頼度の値そのものをどのように扱うかについては課題である。

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
Head
交流研究員
Guest Research Engineer

上仙 靖
JOSEN Yasushi
徳武 祐斗
TOKUTAKE Yuto

主任研究官
Senior Researcher

梅原 剛
UMEBARA Takeshi

When a large-scale disaster occurs, the damage is enormous, the distribution is wide, and it may take a lot of time to grasp the damage situation. Therefore, for the purpose of quickly grasping the damage situation of road facilities due to earthquakes, heavy rain disasters, etc., an efficient method of grasping the damage situation using remote sensing technology is studied.

〔研究目的及び経緯〕

道路管理者は、地震や豪雨等による大規模災害が発生すると、ただちに体制を構築し、道路パトロールにより道路施設の被害状況を把握することとなるが、休日や深夜など勤務時間外に発生した場合や被害が甚大で広範囲にわたる場合、被災状況の把握に多大な時間を要することもある。そこで、地震や豪雨災害等による道路施設等に関する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、リモートセンシング技術のなかでも日本のLバンド衛星（ALOS-2）に着目し、衛星を用いて道路状況を観測することにより抽出可能な道路被災事象や規模等を整理するとともに、道路被災事象を抽出する際に用いることが可能となる解析手法についての検討を実施してきた。本年度は、衛星についてはALOS-2を活用した道路状況把握に関するタイムラインを整理するとともに、無人航空機については道路被災情報共有の迅速化を目的に、無人航空機を活用した被災情報の集約・共有システムの開発を行った。

〔研究内容〕

(1) 衛星を活用した道路状況把握のタイムライン

ALOS-2に関する文献調査及び宇宙航空研究開発機構（JAXA）へのヒアリングにより、ALOS-2を活用した道路被災状況把握タイムラインを整理した。

(2) 無人航空機を活用した被災情報の集約・共有システムの開発

無人航空機を活用した調査に着目し、道路被災箇

所の状況を迅速かつ分かりやすく、遠隔地の災害対策本部等に情報共有できるよう、無人航空機を活用した被災情報の集約・共有システムの開発を行った。

〔研究成果〕

(1) 衛星を活用した道路状況把握のタイムライン

図-1にALOS-2を活用した道路被災状況把握に関するタイムライン（最短及び最長ケース）を示す。図に示すとおりALOS-2の観測は0時と12時の2回に限定され、オーダー期限は観測の約3時間前とな

		ALOS-2 緊急観測	
DAY	時刻	最短ケース一例	最長ケース一例
Day1	15:00		
	16:00		
	17:00		
	18:00		
	19:00		
	20:00	発災	0時観測オーダー期限
	21:00		発災
	22:00		
	23:00		
Day2	0:00	観測～データ受領 解析	(観測不可)
	1:00	↓ 情報提供	
	2:00		
	3:00		
	4:00		
	5:00		
	6:00		
	7:00		
	8:00		12時観測オーダー期限
	9:00		
	10:00		
	11:00		
	12:00	観測～データ受領 解析	
	13:00	↓ 情報提供	
	14:00		
	15:00		
	16:00		
	17:00		

図-1 ALOS-2のタイムライン

る。また、観測からデータ受領まで1時間、解析に1時間、情報提供までに1時間を要し、最短でも発災から情報提供までに6時間程度を要することが確認できた。以上より8時もしくは20時に発災した場合においては、最短での速報提供が可能となり、効率的に道路状況調査が実施できることがわかった。一方で実運用での活用となると、発災後、直ちに道路パトロールによる把握を実施することとなるため、夜間での視認が困難となる20時以前に発災した場合や落橋、大規模な土砂災害により通行不可能となった場合等の限定的な活用とならざるを得ないこともわかった。

(2) 無人航空機を活用した被災情報の集約・共有システムの開発

無人航空機を活用した調査は、一般的に被災地まで赴き調査が実施されているが、令和4年12月の航空法の改正により、有人地帯での目視外飛行が可能となり、道路のような長距離区間における遠隔地からの調査が実現しつつある。一方で現地と遠隔地との被災情報の共有には、以下の課題がある。

- ① 遠隔地へのリアルタイム映像配信は通信環境により画像が粗くなる。
- ② 搭載カメラのSDカード映像は鮮明だが、大容量のデータから重要画像を抽出し、地図上に落とししてわかりやすく共有するには時間を要する。

これらの無人航空機での取得情報の共有上の課題を解決し、遠隔地にある災害対策本部等に有用な情報を提供できるようにするため、遠隔地へのリアルタイム映像配信だけでなく、無人航空機上にAI処理装置を搭載（図-2）し、撮影映像を飛行しながら取り込み、リアルタイムでAI処理により道路被災箇所を抽出する機能、またAI処理により抽出され

た道路被災箇所位置及び被災状況の高解像度静止画を地上PCに伝送し、高解像度静止画とともに地図上に表示させる機能（図-3）を持たせたシステムを検討・開発した。

本システムを用いることで、撮影データの転送から被災情報と地図情報とのマッチングまでの時間を要する工程の自動化が実現し、情報共有の時間短縮・データ整理の効率化が図られると考えられる。

〔成果の活用〕

今後、本成果で得られた知見や開発したシステムを用いて災害時の道路状況把握調査を試行し、現場ニーズにあった改良を実施したうえで、リモートセンシング技術を用いた道路状況把握調査マニュアル（案）として取りまとめる予定である。

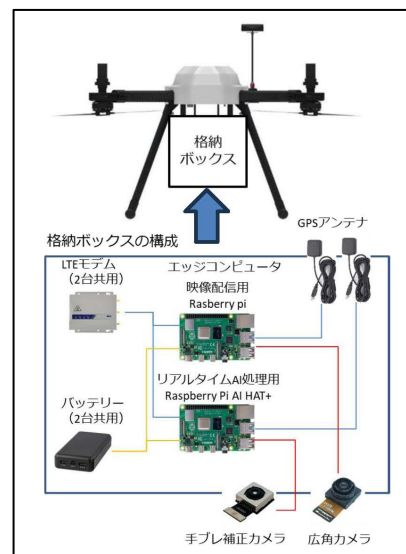


図-2 UAV搭載ボックスの機器構成の一例



図-3 検知データの表示画面イメージ

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 road traffic conditions during 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
Road Structures Department
Earthquake Disaster Management Division

室 長 上仙 靖
Head JOSEN Yasushi
研 究 官 山本 真生
Researcher YAMAMOTO Masaki

The purpose of this research is to consider the estimation method of road traffic conditions during disasters by using prove data such as controller area network data and ETC2.0 prove information. In this year, the NILIM collected and reviewed thesis related the detection of road traffic conditions during disasters by using prove data, and analyzed detection of cases that roads are closing by disasters using ETC2.0 prove 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。国土交通省を含めた道路管理者においては、道路管理の高度化を図り、地震や豪雨等の大規模災害発生時の対応をより適確なものとする必要があると考えられる。災害対応において道路管理者は、CCTV等の予め設置された機器による点の情報より、道路状況の把握を行っているのが現状である。一方、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）にあらゆる道路上の線情報として収集されており、これらの情報はCANデータと呼ばれている。また国土交通省では、専用の車載器を搭載した車両から、車両位置や速度の情報をETC2.0プローブ情報として収集しており、こちらも道路上の線情報として収集される。

大規模災害が発生した際にCCTV等の点情報だけでは、道路の被災箇所や通行止めにつき箇所を全て把握することは困難であると考えられる。そのため、本研究では、災害時の道路管理を支援するために、線情報であるCANデータやETC2.0プローブ情報を活用して道路状況を推定または把握する手法について検討を行っている。本稿ではそれらの成果について報告する。

〔研究内容〕

今年度は交通異常の事象検知分析に関する論文収集・整理、及びETC2.0プローブ情報を用いた道路の通行止め箇所における事象検知の分析を行った。

(1) 文献整理

まず始めに関連する研究の現状を把握すべく、CANデータを含めた道路を走行している車両から得られるプローブデータを用いて災害発生時や交通事故などによる交通異常の事象検知分析に関する論

文を収集し、整理した。

(2) プローブデータ分析

令和6年能登半島地震における道路の被災箇所のうち、3箇所を対象に発災前後1時間のETC2.0プローブデータの速度データ及び挙動履歴データ（ヨー角速度、前後・左右加速度）を用いた分析を行った。発災前のデータがない場合は、日平均速度やその他の時間帯の平均速度などを用いることとした。

分析対象箇所は道路上の被災箇所が密なエリアとし、ETC2.0プローブデータの走行履歴データの取得状況を整理した。道路上の被災箇所が密な2次メッシュを対象に、走行履歴データの位置情報のプロットを3次メッシュ（概ね1km四方）単位で集計し、レコード数を可視化した。能登半島地震は、2024年1月1日16時10分に発生したことから、発生直前の15時台、1時間後の17時台の2時点で整理した。

被災がありその前後で取得されたプローブデータの減少が顕著な「のと里山海道」と、被災はあったもののプローブデータの減少が少なかった「国道160号（七尾市）」を対象に分析を行った。選定した3区間を図-1に示す。

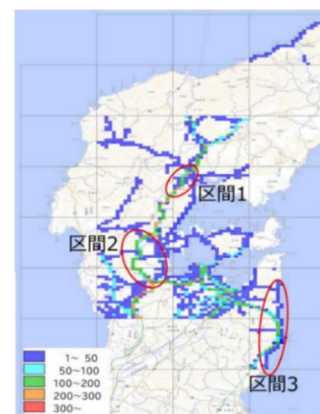


図-1 分析対象区間

【研究成果】

(1) 文献整理

収集した文献について、概要を整理した。さらに使用しているデータや事象毎に収集した文献を、「気象災害」、「地震」、「工事・事故・渋滞等、交通異常全般」の3つの交通異常の種類に応じて分類した。

分類ごとに内容を整理し、それぞれの交通異常に対してこれまでどのような研究がされてきたのかについて整理した。

(2) プローブデータ分析

① サンプル走行台数

ETC2.0 プロブ情報として取得されたデータから、分析対象3区間毎に、2024年1月1日の時間帯別（15分間隔）のサンプル走行台数を整理した（図-2 参照）。なおサンプル走行台数では、各区内でのサンプル走行台数のばらつきを平均化するため、データ提供車両の総走行距離を区間長で除す方法で算出している。のと里山海道上の区間1、区間2は日中から1時間あたり数台～十数台のデータが取得できており、午前中の下り方向は時間あたり10台以上のデータが取得できている。国道160号は1時間あたり1～2台程度である。地震が発生した16時以降は、いずれの区間もほとんどデータが取得できていない。

区間1、区間2について、地震発生により、ETC2.0 搭載車両の通行が不可になったことでデータ取得が行われなかったことが想定される。区間3については、地震発生後もデータの数は少ないが取得ができていることから、完全に通行ができない状態ではなかったことが想定される。

② 速度分布

分析対象区間の速度分布を整理した。図-3 に区間1（のと里山海道（別所岳 SA～穴水 IC・上り））の速度分布、図-4 に区間3（国道160号（富山県境～百海漁港・上り））の速度分布を示す。地震が発生した16:10頃の交通状況を把握するため、15分間隔の速度データを生成し、地震発生後の1時間のうち、特に16:00～16:15の交通状況を地震発生前の時間帯の交通状況と比較を行った。

のと里山海道上の区間1は、地震発生前の時間帯は、60km/h以上で走行している。地震が発生した時間帯（16:00～16:15）には、60km/h以上の区間と20km/h以下や20km/h～30km/hの区間が混在している。地震発生に伴い、走行中の車両は安全確保のため停車・減速したものと想定される。16:00～16:15以降は、のと里山海道の道路崩壊や通行止めにより、車両が走行できなくなったことが想定される。

区間1ののと里山海道は自動車専用道路であり、通常時の速度が高いことから、異常発生時の速度低下が顕著であり検出しやすい可能性があることがわかった。

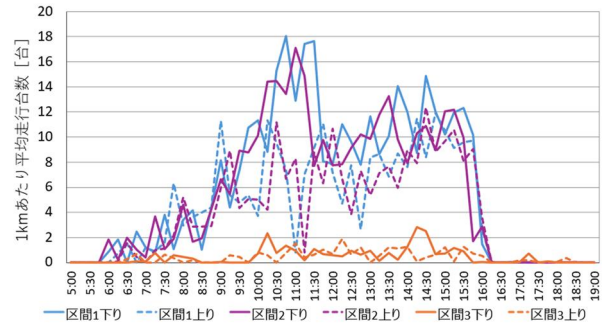


図-2 時間帯別単位区間長あたり平均走行台数

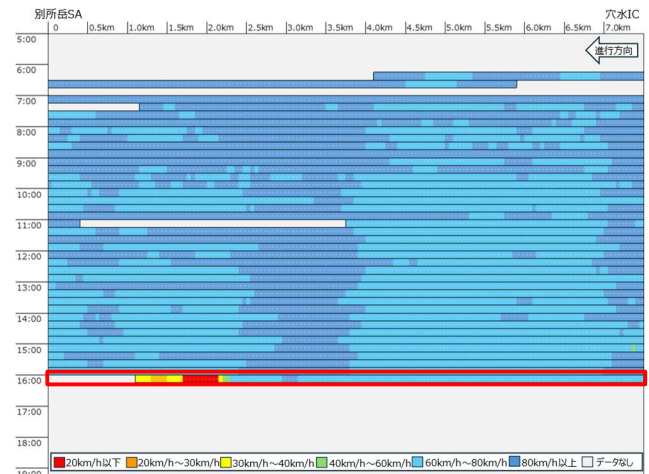


図-3 区間1（上り）の速度分布



図-4 区間3（上り）の速度分布

対して区間3の国道160号は一般道であり、走行速度が低く信号停止や沿道施設への入出庫等、通常時から低速度での走行が混在するため、速度の変化だけから異常発生時の速度低下であると判断するのは困難であることが確認できた。

以上より、プローブデータの取得状況や速度分析から、場合によっては道路の異常を検知することは可能であると考えられる。

【成果の活用】

本研究の成果は、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。

地域連携道路事業費

5. 施策提案（基礎の基盤の研究 等）

土木工事の施工・監督・検査等の効率化に向けた 新技術認証方法等の調査

Research into new technology certification methods, etc., aimed at improving the efficiency of civil engineering construction, supervision, inspection, etc.

(研究期間 令和 4 年度～令和 5 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 DivisionRoad

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
Senior Researcher	ICHIMURA Yasumitsu	Researcher	OOTANI Amane

In order to ensure construction quality and realize work style reform, the National Institute for Land and Infrastructure Management is investigating new technology certification methods to improve productivity in the acquisition of construction-related data, stage confirmation, and completion inspection

〔研究目的及び経緯〕

建設業界では、受発注者ともに技術者の人員不足が顕著となっており、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、工事関連データの取得、段階確認、竣工検査の場面における生産性向上に向けた取組を行っている。

建設生産プロセスの各場面において、民間企業の開発した有用な新技術を、発注者の定める基準類の適用も含めて迅速に建設現場に実装し、国土交通省のインフラ整備全体の生産性向上を着実にすすめることが重要になっている。

〔研究内容〕

本調査は、遠隔監視や連続的な施工データ取得、AI 技術等を監督・検査に適用し、品質管理の効率化を図ることを目的に、生コンクリートの品質管理のうち、スランプ計測に関する技術の基礎情報収集と課題の整理を行うものである。

生コンクリートの施工段階は、製造（生コン工場）、運搬、打設（荷卸し現場）に大きく分類される。今回の調査ではこの 3 つの段階における計測技術に関する技術情報を収集し、現場実装に向けた課題の整理を行った。

〔研究成果〕

(1) 製造段階（生コン工場）

a. 技術の概要

生コン工場での計測技術は、製造時の練り混ぜ画像をスランプの実測値と併せて AI 学習させることにより画像からスランプ値を推定する技術である。学習の画像データ数を増やすことにより推定精度の向上を図ることができる。B 社はこれに加えて、ミキサ内の音響データも取得し判定を行っている（表－1）。

表－1 生コン工場の計測技術

	A 社	B 社
計測手法	AI 画像計測	AI 画像計測
技術概要	生コンの練混ぜ画像と、それに対応するスランプ実測値を学習させた AI を構築し、その AI が未知の生コンの練混ぜ画像からスランプ、スランプフローを予測。	AI の深層学習（ディープラーニング）を利用し、 ①ミキサ内の練り混ぜ画像データ ②練り混ぜ後のホッパー内の画像データ ③練り混ぜ中ミキサの音響データ これら 3 つから即座に判定
計測に用いるデータ	ミキサ練り混ぜ撮影画像	ミキサ練り混ぜ撮影画像 ミキサ練り混ぜ時音響データ 積み込みホッパー内の画像
計測データ取得頻度	・測定値取得頻度 1 回/秒 練り混ぜ終了前数十秒の平均で、各混練バッチの測定値とする。	・測定値取得頻度 1 回/秒 練り混ぜ終了前 5 秒の平均で、各混練バッチの測定値とする。

b. 課題

後述する技術を含め、得られる計測結果は予測値であるために現場の受け入れ検査での適用は難しいが、運用方法によって計測技術の活用を検討することも考えられる。

製造から、運搬、現場施工までを一貫してリアルタイムにデータの見える化が可能となれば、今後の普及

に繋がると考えられる。

(2) 運搬時

a. 技術の概要

アジテータ車のドラムに取り付けたプローブセンサーや電子制御アジテータ車の装備でドラム駆動圧を取得し計測することでスランプ値を推定する（表－2）。

表－2 運搬時の計測技術

	C社	D社
計測手法	アジテータ車搭載プローブ	アジテータ車ドラム駆動圧
技術概要	ドラム内に設置されたプローブセンサーにより、ドラム内の圧力及び温度を計測し、スランプ、スランプフローおよび温度を推定する。	アジテータ車のドラム内で生コンを攪拌する際に、ドラム駆動用油圧機器へかかる負荷からスランプ値を算出。 生コン投入後～打設前までの運搬中のスランプ推定値を出力。
計測に用いるデータ	プローブセンサ計測の圧力	アジテータ車ドラム駆動用油圧機器へ作用する負荷
計測データ取得頻度	・測定値取得頻度 1回/10～30秒 ドラム1回転(センサ最下部で計測)直近2回分の平均値で測定値を出力	・測定値取得頻度 1回/秒 240秒分の移動平均で測定値を出力

b. 課題

いずれの技術も幅広いコンクリートに活用できる推定技術であるが、計測車両への機器取り付けが必要となり多くの車両へ取り付けるなど、設備投資にコストを要する。

(3) 荷卸し時

a. 技術の概要

荷下ろし時の計測技術は、各施工会社が自社の受入れ品質管理に活用することで取り組み、開発された技術が多い（表－3）。

各計測技術は、コンクリート打設後の初期欠陥発生リスクが高い施工性の悪いコンクリートを検知し排除する品質管理を目的としたものであり、画像によるスランプ推定値は、リアルタイムでデータを取得し規格外のコンクリートを検知してアラートを出し目視で状況確認するとともに、スランプ試験でスランプ値を確認する等の従来の測定と併用した運用がされている。

数秒毎にデータ取得しアジテータ車1台毎のスランプ値を計測する。各技術で、分析、評価の着目点は異なるが、受入れ時にアジテータ車シュートを流下する生コンを撮影して画像を分析することによりスランプ推定する方法は同様である。なお、現場での撮影環境や画像取得の状況がスランプ推定精度に影響を及ぼす。

表－3 荷卸し時の計測技術

	E社	F社	G社
計測手法	画像データからスランプを計測	画像データからスランプを計測	画像データからスランプを計測
技術概要	荷卸し時にシュートを流下するコンクリートの動画画像を取得し、この画像から検出した流速・流量とシュート角度を含む写り方の設定値から、AIがあらかじめ取得したシュート流下画像データベースに基づいて自動的にスランプ値を判断。	荷卸し時にシュート流下するコンクリートをビデオカメラで撮影。AIによって測定範囲を自動で認識、最初の流れ出しの勾配の変化に着目し判定。 データはクラウドで共有し、遠隔にて状況を適宜確認、施工性の悪いコンクリートを検知すると、パトランプの点灯とアラートを発信。	荷卸し時にシュート上を流下するコンクリートの凹凸などの表面性状の変化をシュート上のコンクリートの流動状況の画像から、AI（畳込みニューラルネットワーク）によりスランプを推定。
計測に用いるデータ	シュート荷下ろし撮影画像（流速、流量、シュート角度）	シュート荷下ろし撮影画像（流下角度、シュート角度）	シュート荷下ろし撮影画像（生コン表面の凹凸などの表面性状）
計測データ取得頻度	・測定値取得頻度 1回/2秒毎（クラウド送信） （生コン車1台毎の測定値を出力）	・測定値取得頻度 1回/1～5秒毎（流下角度による） （最初の流れ出しの勾配の変化に着目し判定、生コン車1台の測定値とする）	・測定値取得頻度 1回/秒 （生コン車1台毎の測定値を出力）

b. 課題

検査に用いるためには、基準や検査要領が必要となる。

全量計測すると全ての計測値について規格値への適合が要求されるため、信頼性指標（一定の不良確率の許容や95%の信頼範囲等）等の全量データの取り扱いの検討が必要と考えられる。

(4) まとめ

当該技術の開発は、不良なコンクリートを早期に検知して排除することによるコンクリートの品質向上や、建設産業人口の減少による担い手の確保が困難になりつつあることを見据えた品質管理の効率化に繋がることが期待される。しかしながら、各技術は試行段階であり、現場実装をしていくためには、試行結果の検証、基準や検査要領などの整備が必要となる。

〔成果の活用〕

本成果を踏まえて、現場実装に向けた基準や要領などを整備していくほか、引き続きコンクリート工の生産性向上を目的とした品質管理の最適化に向けた施策の検討を行っていく予定である。

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
特任研究官	市村 靖光	研究官	大谷 周
Senior Researcher	ICHIMURA Yasumitsu	Researcher	OOTANI Amane

The National Institute for Land and Infrastructure Management is investigating ways to improve the quality of concrete construction by reviewing the current construction supervision process, extracting areas where productivity and quality control can be improved, and investigating ways to optimize the process based on feedback from clients and contractors.

〔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、コンクリート工に関する品質管理方法について、現行の工事監督プロセスを整理し、生産性向上・品質管理の効率化が可能な項目の抽出を行い、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するものである。

〔研究内容〕

本研究では、コンクリート工の各施工段階で重複実施されている各種試験・検査の整理や、画像解析といった新技術の適用等により、コンクリート工における品質管理を効率化することを目的として、整理した品質管理の効率化案について、関係者（発注者、製造者、施工者等）にヒアリングを行い、実運用に向けた課題の整理等を行った。

〔研究成果〕

(1) 現行の品質管理基準及び規格値(案)の整理

コンクリートの施工は、33項目の品質管理基準及び規格値(案) (JIS マーク表示をされたコンクリートの場合は書類の確認で良い項目を含む) によって管理されている。この品質管理の実施者を「製造者」、「施工者」、「発注者」毎に整理した(表-1 (33項目

のうちの一部を抜粋))。

表-1 品質管理基準の整理 (一部抜粋)

工種	試験項目	実施者			施工段階	試験目的	品質管理実施者
		製造者	施工者	発注者			
1.セメント・コンクリート(転圧コンクリート・コンクリートダム・覆工コンクリート・吹付けコンクリートを除く)	スランブ試験	○	○	○	・施工前 ・施工中	スランブを測定し規格適合を確認	施工者

(2) 品質管理の効率化項目の抽出

① 各段階で重複している項目

施工段階において、製造者・施工者が重複して実施している試験項目を整理した(表-2)。このうち、スランブ試験、空気量測定は製造から荷下ろし地点までに品質変化が生じる場合も想定されるが、塩化物総量規制、コンクリートの圧縮強度及び曲げ強度については、製造から完了までのプロセス全体で1回の試験実施も可能であると考えられる。

表-2 各段階で重複して実施されている項目

試験項目	実施者			施工段階	試験目的	品質管理実施者
	製造者	施工者	発注者			
塩化物総量規制	○	○	○	・施工前 ・施工中	塩化物総量の規格適合を確認	施工者
スランブ試験	○	○	○	・施工前 ・施工中	スランブを測定し規格適合を確認	施工者
コンクリートの圧縮強度	○	○	○	・施工前 ・施工中	圧縮強度を測定し規格適合を確認	施工者
空気量測定	○	○	○	・施工前 ・施工中	空気量を測定し規格適合を確認	施工者
コンクリートの曲げ強度試験	○	○	○	・施工前 ・施工中	曲げ強度を測定し規格適合を確認	施工者

② 建築工事との比較

建築分野におけるコンクリート工は、「建築工事標準仕様書・同解説 JASS5 鉄筋コンクリート工事」（日本建築学会）（以下、「JASS5」という）に基づき品質管理が行われる。土木の品質管理方法と異なる項目を整理した（表－3）。

表－3 JASS5 との比較（異なる箇所のみ）

試験項目	JASS5	品質管理基準及び規格値(案)	
		試験時期・頻度	概要
塩化物総量規制	・JIS マーク表示製品については、当該工場において実施されている品質管理のための試験結果によって受入検査における合否の判定を行うことができる。	【コンクリートの打設】 ・午前と午後にまたがる場合：午前1回コンクリート打設前に行い、その試験結果が塩化物総量の規制値の1/2 以下の場合は、午後の試験を省略することができる。（1試験の測定回数は3回とする）	【小規模工種】 （1工種当りの総使用量） ・50㎡未満の場合：1工種1回以上の試験、またはレディー・ミックスコンクリート工場の品質証明書等のみとすることができる。 ・50㎡以上の場合：50㎡ごとに1回の試験を行う。 ・骨材に海砂を使用する場合：「海砂の塩化物イオン含有率試験方法」または設計図書の規定により行う。 ・用心鉄筋等を有さない無筋構造物の場合：省略可能
単位水量測定	・JIS マーク表示製品については、当該工場において実施されている品質管理のための試験結果によって受入検査における合否の判定を行うことができる。	・100㎡/日以上の場合：2回/日（午前1回、午後1回）以上 ・重要構造物の場合は重要度に応じて：100㎡～150㎡ごとに1回及び荷重し時に品質変化が認められたとき → 測定回数は多い方を採用。	示方配合の単位水量の上限値は、粗骨材の最大寸法が20mm～25mmの場合は175kg/㎡、40mmの場合は165kg/㎡を基本とする。

塩化物総量規制と単位水量測定の品質管理について、JASS5 ではコンクリートの製造管理記録での確認を行うこととなっており、土木の品質管理と比較して効率的であると考えられる。

③ 新技術の活用

品質管理に関する技術開発は、各種試験項目で行われている（表－4）。

表－4 各試験における新技術の技術数

種別	試験項目	技術数
材料	骨材のふるい分け試験	3技術
製造（プラント）	細骨材の表面水率試験	1技術
施工	単位水量測定	2技術
	スランプ試験	2技術
	コンクリートの圧縮強度試験	3技術
	空気量測定	1技術
施工後試験	ひび割れ調査	4技術
	強度測定（微破壊・非破壊）	4技術

各段階で多数の新技術が開発されているが、従来方法よりコストの負担が多くなる場合は、実施者負担となる。

④ 目的物の規模や重要度

コンクリートは、橋梁下部工等の重要構造物のほか、重力式擁壁等の小規模構造物においても使用されるが、施工段階における品質管理はいずれも同じ方法で行われる（表－5）。

小規模構造物の場合、施工後の試験は実施しなくても良いこととなっている。しかしながら先述の通り施工段階においては、重要構造物と同様の試験項目により品質管理が実施されている。小規模構造物であっても無筋構造物である場合においては、施

工段階の試験をコンクリート製造時の試験結果を確認することで一部効率化を図ることが可能であると考えられる。

表－5 品質管理項目（施工～施工後）

種別	試験項目	構造物の規模	
		重要構造物	小規模構造物
施 工	塩化物総量規制	○	○
	単位水量測定	○	○
	スランプ試験	○	○
	コンクリートの圧縮強度試験	○	○
	空気量測定	○	○
施工後試験	ひび割れ調査	○	×
	強度測定（微破壊・非破壊）	○	×
	配筋・かぶり計測	○	×
	非破壊・微破壊検査	○	×
	強度測定（微破壊・非破壊）	○	×

※小規模構造物：品質管理基準及び規格値(案)における小規模工種に該当するもの

⑤ ヒアリング

②～④を基に品質管理方法の効率化に向けた項目を抽出し、製造者・施工者・発注者へヒアリングにより課題の抽出を行った（表－6）。

表－6 ヒアリング結果概要

種別	試験項目	効率化(案)	課題意見
施 工	塩化物総量規制	工場試験で管理	責任の所在が不明確
	単位水量測定	製造管理記録での確認	納入書への記入は実質困難 納入書へ記載するための設備投資（現状は記入するようになっていない）
	スランプ試験	品質管理項目からの除外（施工性の管理にする）	過大な管理を要求される恐れ。 スランプ試験だけでなくとも効率化の効果が小さい。
	コンクリートの圧縮強度試験	工場試験で管理	責任の所在が不明確
	空気量測定	工場試験で管理	責任の所在が不明確
施工後試験	ひび割れ調査	新技術の活用	費用負担が生じる
		新技術の活用	費用負担が生じる

施工者からは、工場で実施出来る試験結果を品質管理として活用することに対して肯定的な意見もあったが、製造者や発注者からは、責任の所在が不明瞭になる等の意見もあった。

⑥ まとめ

コンクリートの品質管理方法は、JASS5 の仕様や代替となる新技術などを活用することにより、効率化が可能であると考えられるが、生コンクリートは練り混ぜ開始から硬化まで、時間とともにその性状を変化させていくことから、責任の所在を明確にすることが効率化に向けた課題であるという意見が多くあった。

【成果の活用】

今年度の結果を踏まえ、今後も関係者（発注者、製造者、施工者等）からの意見聴取を行い、品質管理基準の見直しを視野に入れた検討を引き続き実施していく予定である。

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

Road Traffic Department Road Division

室長	堤 達也	主任研究官	櫻井 真
Head	TSUTSUMI Tatsuya	Senior Researcher	SAKURAI Makoto
研究官	渡邊 健一	交流研究員	有光 統仁
Researcher	WATANABE Kenichi	Guest Research Engineer	ARIMITU Norihito

Survey on cost estimates and actual construction status for maintenance and repair work

〔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の推進等により労働生産性の向上を図るとともに、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の把握を行い、積算基準や運用方法の見直しに向けた基礎調査を実施した。

〔研究内容〕

北海道開発局、地方整備局、沖縄総合事務局において令和4～5年度に不調・不落工事となった維持・修繕工事の情報を収集した。また、令和6年度施工中の工事に対してヒアリングまたはアンケートを実施し、課題の抽出と整理及び改善方法についての検討を行った。

(1) 不調・不落工事件数（令和4～5年度分）

各地方整備局等において、令和4～5年度に発生した不調・不落工事を踏まえ、ヒアリング・アンケート対象者を抽出するために各区分の整理を行った（表-1、図-1）。不調・不落の件数は全体で195件であり、これらを下記の①～③に分類した。

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 不調・不落件数（工事種別毎）

工事種別	通年維持	維持	修繕	計
一般土木工事	0	1	3	4
アスファルト舗装工事	0	0	2	2
造園工事	5	1	0	6
電気設備工事	0	6	2	8
法面処理工事	0	1	3	4
塗装工事	0	1	2	3
維持修繕工事	44	46	34	124
河川しゅんせつ	0	2	0	2
機械設備工事	0	3	0	3
通信設備工事	0	3	24	27
受変電設備工事	0	1	2	3
橋梁補修工事	0	0	9	9
計	49	65	81	195

維持修繕工事において、不調・不落工事件数が最も多く全体の約64%を占めた。

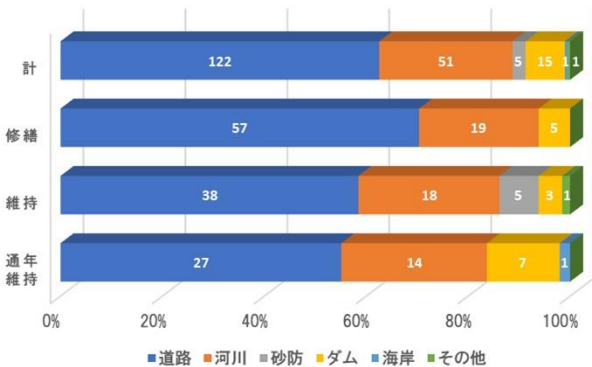


図-1 不調・不落件数（事業区分毎）

道路事業での不調・不落が最も多く、全体の約

63%を占めた。

(2) ヒアリング・アンケート調査（令和6年度施工中工事）

不調・不発発生工事の種別、分類（通年維持工事、維持工事、修繕工事）、事業（河川、ダム、砂防、道路、公園等）、地域（地方、市街地等）を踏まえ、令和6年度施工中の工事から工事種別が全て網羅できるように対象者の選定を行い（表-2）、調査に協力が得られた受注者に対してヒアリングまたはアンケートを依頼した。設問は、

- ①技術者に関すること（人員の確保等）
 - ②規模の小さい工事（作業）に関すること
 - ③施工箇所点に関すること
 - ④通年維持工事の複数年契約に関すること
 - ⑤天候による緊急作業・出勤に関すること
- など、維持修繕工事に特化した項目とした。

表-2 ヒアリング・アンケート調査抽出件数

工事種別	ヒアリング				アンケート			
	通年維持	維持	修繕		通年維持	維持	修繕	
一般土木工事	0	0	0	0	4	0	0	4
アスファルト舗装工事	0	0	0	0	3	0	0	3
造園工事	1	1	0	0	4	3	0	1
電気設備工事	2	0	2	0	0	0	0	0
セメント・コンクリート舗装工事	1	0	0	1	0	0	0	0
法面処理工事	1	0	0	1	0	0	0	0
塗装工事	2	0	2	0	0	0	0	0
維持修繕工事	11	8	0	3	46	37	1	8
機械設備工事	3	0	0	3	6	0	0	6
通信設備工事	1	0	1	0	2	0	1	1
受変電設備工事	0	0	0	0	2	0	0	2
橋梁補修工事	1	0	0	1	11	0	0	11
計	23	9	5	9	78	40	2	29

【研究成果】

ヒアリング・アンケートの主な意見は、(1)～(5)のとおりである。

(1) 技術者に関すること（人員の確保等）

- ・ 夜間作業は、発注者、関係機関、地元等の調整は日中であるとともに日中作業がある工事もあり、体制の確保が難しい。
- ・ 施工箇所が点に在る場合は、それぞれに担当技術者や下請け業者を手配するケースが多く、人員確保が困難である。
- ・ 働き方改革、労働条件より人員確保が困難。
- ・ オペレータ等専門技能者の確保が難しい。
- ・ 交通誘導員の確保が難しい。
- ・ 技術者交替の条件を緩和して欲しい。

(2) 規模の小さい工事（作業）に関すること

日当たり作業量を下回るような小規模作業については、費用に乖離が生じるという意見が多くあった。小規模の目安は除草工の場合、道路事業では10,000㎡未満、河川事業では維持工事と修繕工事では、その規模にもばらつきがあった。舗装関係（補修、打換え、切削オーバーレイ等）もばらつきはあるが、概ね2,000㎡未満の場合に積算との乖離が生じるとの意見が多かつ

た。作業期間は、1日未満、1週間未満、2週間未満など幅広い回答結果となった。

表-3 小規模作業と感じる数量

項目	事業区分	小規模な数量の規模	単位	摘要
除草工	道路	100 ～ 10,000	㎡/箇所 未満	維持
	河川	30,000 ～ 1,000,000	㎡ 未満	維持
	河川	3,000	㎡/箇所 未満	維持
	河川	10,000	㎡/日 未満	維持
	河川	30,000	㎡/箇所 未満	修繕
	砂防	1,500	㎡ 未満	維持
	ダム	50 ～ 100,000	㎡/箇所 未満	維持
舗装関係		10 ～ 2,000	㎡/箇所 未満	

(3) 施工箇所点に関すること

- ・ 施工箇所が広域（同一市町村でない等）に点在する場合は、別班の班編制が必要、移動時間がかかる、施工量の低下なども考慮いただきたい。
- ・ 箇所が多すぎると対応できない。
- ・ 点在型積算においても箇所の規模が小さいと経費があわない。

(4) 通年維持工事の複数年契約に関すること

複数年契約を希望する回答が多く、年数は2年間が多い結果であったが、以下の意見もあった。

- ・ 1年以上の緊急作業・出勤体制確保は負担。
- ・ 1年以上の拘束は若手育成とならない。
- ・ 長期契約で受注出来なかった場合は、次回入札参加時に人員を確保できない可能性がある。
- ・ 長期契約の場合は、人員配置替えや入札参加条件の技術者の同種工事の工事実績に影響がある。

(5) 価格(単価)等に乖離を感じている項目

発注者の積算における労務・機械等は1年間を通して同じ単価を採用し、材料単価は入札月の単価を採用して積算を行っているが、単価採用月と実際に材料を調達する時期がずれた場合、価格に乖離が生じる場合がある。

表-4 価格に関する主な意見

労務費関連	・ 交通誘導警備員単価
材料費関連	・ 材料費（Co、As）が物価資料とあわない場合がある。
変更契約への対応	・ 天候に伴う応急作業・出勤の待機行為が支払い対象となっていない場合がある。
間接工事費等	・ 施工箇所点（通年維持工事に適用されない） ・ 輸送費（作業量が小さいと機械の回送費が捻出出来ない） ・ 道路除草の安全に対する経費 ・ 技術者複数名配置を踏まえた工事価格 ・ 他業種依頼となる作業（例：機械設備の土工）等

【成果の活用】

維持・修繕工事特有の課題に関する意見から実情を把握することが出来た。これらを踏まえ、維持・修繕工事の適切な工事費用を積算するための方策を検討していく。

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of NILIM

No. 1329

September 2025

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