

ISSN 1346-7328

国総研資料 第913号

平成 28 年 6 月

# 国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of

National Institute for Land and Infrastructure Management

No.913

June 2016

平成 27 年度

道路調査費等年度報告

Annual Report of Road-related Research

in FY 2015

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

平成 27 年度  
道路調査費等年度報告

Annual Report of Road-related Research in FY 2015

概 要

本報告は、国土技術政策総合研究所において平成 27 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、平成 27 年度

Synopsis

This report contains the results of the road-related research carried out by NILIM in FY 2015.

Keywords : Road-related Research, Annual Report, Fiscal Year of 2015

# ま え が き

本報告は、国土交通省国土技術政策総合研究所において、平成 27 年度に実施した道路関係調査研究の結果をとりまとめたものである。この道路関係調査研究には、「道路調査費」による試験研究及び「地域連携道路事業費」による試験調査がある。

「道路調査費」による試験研究課題については、行政ニーズに対応して設定された次に示す 10 の「政策領域」において研究に取り組んでおり、本報告ではこの領域毎に整理している。

- 領域 1 新たな行政システムの創造
- 領域 2 経済・生活に活力を生む道路ネットワークを形成し、有効利用を図る
- 領域 3 新たな情報サービスを創造し、利用者の満足度を向上させる
- 領域 4 コスト構造を改革し、道路資産を効率的に形成する（つくる）
- 領域 5 美しい景観と快適で質の高い道空間を創出する
- 領域 6 交通事故等から命を守る
- 領域 7 災害時における対応をスピーディかつ的確に支援する
- 領域 8 大切な道路資産を科学的に保全する
- 領域 9 沿道環境を改善し、良好な生活環境を創造する
- 領域 10 自然環境、地球環境を保全する

また、「地域連携道路事業費」による試験調査については、各地方整備局等からの依頼により実施しており、担当研究室ごとにまとめている。

平成 28 年 6 月

道路交通研究部長  
道路構造物研究部長

伊藤 正秀  
木村 嘉富

# 平成 27 年度 道路調査費等年度報告

## 目 次

### 道路調査費

#### 1. 領域 1：新たな行政システムの創造

- ・新たな道路交通調査に関する研究 (道 路 研 究 室) … 2
- ・ICT を活用した OD 等の交通データの把握手法に関する調査 (道 路 研 究 室) … 4
- ・常時観測データ収集の高度化・効率化に関する調査 (道 路 研 究 室) … 6
- ・交通円滑化施策における要因分析・対策立案の支援策に関する研究 (道 路 研 究 室) … 8
- ・道路整備の経済効果把握手法の比較調査 (建 設 経 済 研 究 室) … 10

#### 2. 領域 2：経済・生活に活力を生む道路ネットワークを形成し、有効活用を図る

- ・道路幾何構造基準の柔軟な設定等による効率的な道路機能向上策の検討 (道 路 研 究 室) … 12
- ・道路事業の実施効果の推計方法に関する検討 (道 路 研 究 室) … 14
- ・地域活性化の効果の計測に向けた調査 (建 設 経 済 研 究 室) … 16

#### 3. 領域 3：新たな情報サービスを創造し、利用者の満足度を向上させる

- ・路車間連携による交通円滑化システムの導入に向けた効果検証に関する研究 (高度道路交通システム研究室) … 18
- ・ETC2.0 サービスの技術的課題に関する調査検討 (高度道路交通システム研究室) … 20
- ・新たな通信技術を活用した協調 ITS に関する研究開発 (高度道路交通システム研究室) … 22
- ・プローブ情報の道路交通管理への活用に関する検討 (高度道路交通システム研究室) … 24
- ・ETC2.0 を用いた大型車両走行状況分析方法に関する検討 (高度道路交通システム研究室) … 26
- ・大型車の通行適正化に向けた重量計測技術の導入に関する調査 (高度道路交通システム研究室) … 28
- ・路車連携による安全運転支援システムの実用化に向けた検討 (高度道路交通システム研究室) … 30
- ・プローブ情報等を活用する交通シミュレーション共通基盤に関する研究 (高度道路交通システム研究室) … 32
- ・官民データ融合による物流支援等情報提供サービスに関する研究 (高度道路交通システム研究室) … 34
- ・ITS サービスの効果評価に関する検討 (高度道路交通システム研究室) … 36
- ・国際的動向を踏まえた ITS の研究開発・普及展開方策の検討 (高度道路交通システム研究室) … 38
- ・道路管理のためのビッグデータの収集・活用技術に関する研究 (高度道路交通システム研究室) … 40
- ・道路管理業務に資する道路基盤地図情報の整備に関する検討 (メンテナンス情報基盤研究室) … 42
- ・道路基盤地図情報の品質確保及び接合・標定に関する技術の実用化検討 (メンテナンス情報基盤研究室) … 44
- ・道路基盤地図情報を活用した道路管理支援システムの構築 (メンテナンス情報基盤研究室) … 46
- ・道路関連情報の交換・蓄積・活用環境の構築に関する検討 (メンテナンス情報基盤研究室) … 48



<b>4. 領域4：コスト構造を改革し、道路資産を効率的に形成する（つくる）</b>	
・道路構造物の信頼性に関する調査検討	(橋梁研究室) … 50
・部分係数設計法の信頼性向上に関する調査検討	(橋梁研究室) … 52
・高度な構造解析手法を用いた安全性及び耐久性評価法の基準化に関する調査検討	(橋梁研究室) … 54
・部材連結部の損傷制御及び信頼性に関する調査検討	(橋梁研究室) … 56
・土中構造物等の要求性能及び基準体系に関する調査検討	(構造・基礎研究室) … 58
・道路トンネルの要求性能及び維持管理に関する調査検討	(構造・基礎研究室) … 60
・盛土・切土・軟弱地盤対策工・自然斜面对策工の要求性能及び基準体系に関する調査検討	(道路基盤研究室) … 62
・舗装の要求性能及びコンクリート舗装の維持・管理基準に関する調査検討	(道路基盤研究室) … 64
・道路事業における総合評価落札方式の評価の実効性確保に関する検討	(建設マネジメント技術研究室) … 66
・インフラの老朽化対策や維持管理等を適切に進めるための調達システムの検討	(建設マネジメント技術研究室) … 68
・設計基盤地震動と地盤震動特性の評価手法の検討	(国土防災研究室) … 70
・CIMの導入に向けた3次元データの利活用に関する調査	(メンテナンス情報基盤研究室) … 72
・情報化施工に搭載するデータの効率的な構築及び取得データの利用に関する調査	(メンテナンス情報基盤研究室) … 74
<b>5. 領域5：美しい景観と快適で質の高い道空間を創出する</b>	
・沿道の無電柱化推進に関する調査	(道路環境研究室) … 76
・無電柱化推進に資する施工手法に関する調査検討	(構造・基礎研究室) … 78
・質の高い道路空間の再編・利用に係る計画手法に関する研究	(緑化生態研究室) … 80
<b>6. 領域6：交通事故等から命を守る</b>	
・道路交通安全施策に関する統計データ分析	(道路研究室) … 82
・交通安全マネジメントの高度化に向けた検討	(道路研究室) … 84
・交通安全事業の効率的推進を支援する方策に関する検討	(道路研究室) … 86
・面的交通安全対策の導入促進方策に関する検討	(道路研究室) … 88
・ビッグデータを利用した交通安全対策の高度化に関する検討	(道路研究室) … 90
・簡易な交通安全対策手法に関する検討	(道路研究室) … 92
<b>7. 領域7：災害時における対応をスピーディかつ的確に支援する</b>	
・降雪パターンの変化に対応した除雪体制評価のための社会経済調査	(建設経済研究室) … 94
・大規模災害に備えた効率的な事前対策に関する調査	(国土防災研究室) … 96
・大規模津波に対して減災を実現する道路管理に関する調査	(国土防災研究室) … 98
・災害発生時の被災規模等の早期把握技術に関する調査	(国土防災研究室) … 100
<b>8. 領域8：大切な道路資産を科学的に保全する</b>	
・道路構造物の総合的アセットマネジメントシステムの構築のための調査	(橋梁研究室) … 102
・既設道路橋の補修・補強設計基準に関する調査検討	(橋梁研究室) … 104
・補修補強設計に係わる部分係数に関する調査検討	(橋梁研究室) … 106
・道路構造物の健全性把握に関する調査検討	(橋梁研究室、構造・基礎研究室) … 108

- ・盛土・切土・軟弱地盤対策工・自然斜面对策工のリスクマネジメント手法に関する調査研究 (道路基盤研究室) …110
- ・舗装の管理状態評価に関する調査検討 (道路基盤研究室) …112

## 9. 領域9：沿道環境を改善し、良好な生活環境を創造する

### 領域10：自然環境、地球環境を保全する

- ・道路舗装の違いによる自動車からの二酸化炭素排出削減メカニズムの解明 (道路環境研究室) …114
- ・実測データを活用した道路供用等に伴う自動車からの二酸化炭素排出量変化のモニタリング手法に関する検討 (道路環境研究室) …116
- ・動植物の保全措置の効果把握と効率化に向けた検討 (道路環境研究室) …118
- ・騒音の抑制に関する新たな対策に関する検討 (道路環境研究室) …120
- ・沿道大気環境予測技術の高度化 (道路環境研究室) …122
- ・道路用遮音壁の維持管理における安全性・景観の向上 (道路環境研究室) …124
- ・道路事業用地内における土壌汚染の現状把握と発生抑制に関する調査 (道路環境研究室) …126
- ・猛禽類等の生息環境の定量的な把握手法及び効率的な環境保全措置の検討 (緑化生態研究室) …128
- ・街路樹の安全性向上に関する研究 (緑化生態研究室) …130

## 地域連携道路事業費

- ・関東管内土木工事の積算体系に関する検討調査 (建設システム課) …134
- ・関東管内道路工事における総合的なコスト構造改善の評価に関する調査 (建設システム課) …136
- ・関東管内土木工事における設計成果の品質確保に関する検討 (建設システム課) …138

# 道 路 調 查 費

# 新たな道路交通調査に関する研究

Study on new road traffic survey

(研究期間 平成 25 年度～27 年度)

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

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

高宮 進  
Susumu TAKAMIYA  
橋本 浩良  
Hiroyoshi HASHIMOTO  
田中 良寛  
Yoshihiro TANAKA  
松島 敏和  
Toshikazu MATSUSHIMA  
未成 浩嗣  
Koji SUENARI

The authors collected and analyzed the information on surveys of road conditions, traffic volume and travel speed, which constitute the road traffic census, in order to make the contents of the new road traffic survey more sophisticated and efficient. In fiscal 2015, the authors revised the guidelines of the road traffic census. In addition, the authors provide the tools and Web site to support the traffic survey of road traffic census.

## 〔研究目的及び経緯〕

国土交通省では、道路交通の現況と問題点を把握し、将来にわたる道路の整備計画を策定するための基礎資料を得ることを目的として、概ね5年に一度、全国道路・街路交通情勢調査を実施してきた。国土技術政策総合研究所では、本省関係者と連携して道路交通調査体系の検討を行うとともに、平成27年度が調査実施となる全国道路・街路交通情勢調査一般交通量調査（交通量調査、旅行速度調査、道路状況調査）の効率的な実施方法の研究開発を行ってきた。

平成27年度は、これまでの研究成果を踏まえ、全国道路・街路交通情勢調査一般交通量調査実施要綱の原案を作成した。作成した調査実施要綱に基づき、平成27年度全国道路・街路交通情勢調査一般交通量調査が実施された。

## 〔研究内容〕

平成27年度調査で実施した研究内容は以下の通りである。

- ① 交通調査基本区間データベースの更新
- ② 一般交通量調査実施要綱の原案作成
- ③ 一般交通量調査の実施を支援するツール類作成
- ④ 情報共有サイトの構築と運用
- ⑤ 調査結果のとりまとめ

## 〔研究成果〕

### （1）交通調査基本区間データベースの更新

全国道路・街路交通情勢調査の基本となる区間として、交通調査基本区間<sup>1)</sup>データベースを更新した。交通調査基本区間（約9万区間）は平成22年度調査以降、毎年4月1日現在時点で更新している。このため、実査を行う平成27年秋季までに交通調査基本区間の設定対象路線（一般都道府県道（指定市の主要市道を含む）以上：約19万km）において発生した道路の新規供用や廃止、移管等について、交通調査基本区間の変更対応表を整理した。併せて、更新した交通調査基本区間データベースをもとに基本交差点<sup>2)</sup>データを更新し、交通調査基本区間-デジタル道路地図（DRM）対応テーブルを作成した。

### （2）一般交通量調査実施要綱の原案作成

これまでの研究成果を踏まえ、全国道路・街路交通情勢調査一般交通量調査（交通調査基本区間設定要領、道路状況調査編、交通量調査編、旅行速度調査編、調査結果整理要領）実施要綱の原案を作成した。実施要綱は国土交通省より道路管理者（地方整備局等、高速道路会社、都道府県・指定市）に発出された。

### （3）一般交通量調査の実施を支援するツール類作成

各道路管理者が行う一般交通量調査と調査結果の整

理作業を支援する以下のツール及びツールの取扱説明書を作成した。

### 1) 調査単位区間設定ツール

実施要綱に従い、(1)で更新した交通調査基本区間データベースをもとに、道路管理者が、道路状況調査単位区間、交通量調査単位区間、旅行速度調査単位区間を設定し、結果を出力するツールを作成した。

### 2) 一般交通量調査結果入力ツール

道路管理者が、道路状況調査、交通量調査、旅行速度調査の結果を交通調査基本区間単位に整理する作業を効率化するツールを作成した。

### 3) 一般交通量調査マスターファイル作成支援ツール

道路管理者が、一般交通量調査結果を基にして実施する、交通容量設定表、交通量推定・昼夜率設定・年平均日交通量(AADT)推定表、旅行速度調査データ整理表の設定及び入力を支援するツールを作成した。

### 4) 一般交通量調査結果確認ツール

道路管理者が実施する、1)～3)で入力及び設定した結果の異常値や入力ミス等の確認を支援するため、調査結果の地図表示、順位表や集計表から異常値や入力ミスを確認するツールを作成した(図-1)。

### (4) 情報共有サイトの構築と運用

一般交通量調査の着実な実施、調査関係者の負担軽減、データ整理にあたってのトラブルを軽減するため、一般交通量調査の実施とデータ整理に関する情報を共有することを目的とした調査情報共有サイトを構築し、運用した(図-2)。

### (5) 調査結果のとりまとめ

各地方整備局等が作成した地域ブロック毎のマスターファイルを取りまとめ、エラーチェックを行い、全国のマスターファイルを作成した。

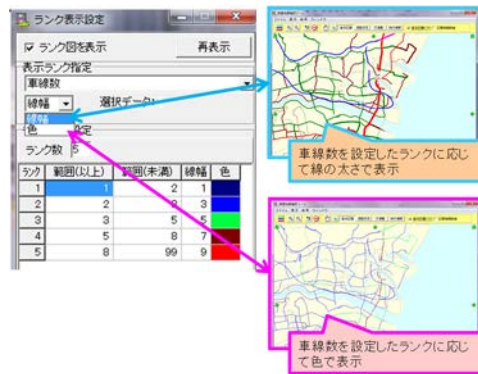
### [成果の活用]

これまでの研究成果を踏まえて作成した、交通量調査、旅行速度調査、道路状況調査それぞれの調査実施要綱に基づき、平成27年度全国道路・街路交通情勢調査一般交通量調査が実施された。

今後は、平成27年度調査の調査結果公表に向けて、引き続き調査結果の精査を進め、集計を確定させる。

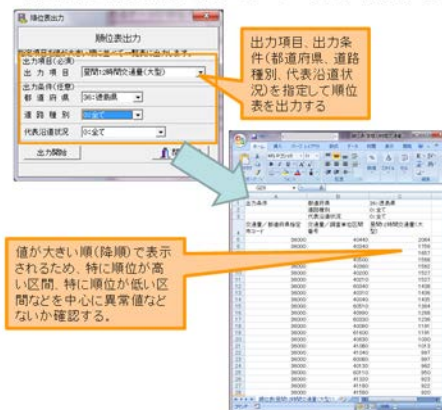
### [参考文献]

1) 国土交通省国土技術政策総合研究所:国土技術政策総合研究所資料第666号 交通調査基本区間標準・基本交差点標準, 平成24年1月



### 順位表出力

・指定項目の値を大きい順に並べて一覧表に出力する。



### 概数集計表

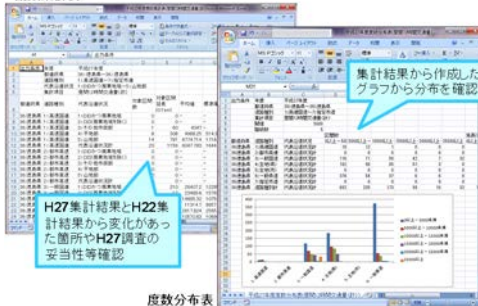


図-1 調査結果確認ツールの機能例



図-2 情報共有サイトの画面構成

# ICT を活用した OD 等の交通データの把握手法に関する調査

Study on techniques of grasping car OD using ICT technology

(研究期間 平成 27 年度)

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

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

高宮 進  
Susumu TAKAMIYA  
橋本 浩良  
Hiroyoshi HASHIMOTO  
田中 良寛  
Yoshihiro TANAKA  
松島 敏和  
Toshikazu MATSUSHIMA

In this study, using moving history data from car navigation systems, the way of grasping road traffic condition was considered. Focused on ETC2.0 probe information, characteristics and important notes of the data were systematically organized. And techniques of grasping OD data were considered from the viewpoint of practical use.

## 【研究目的】

国総研では、カーナビ、携帯電話などの機器から取得できる多様な移動履歴データ（以下「プローブデータ」という。）に着目し、道路交通状況の把握手法を研究開発している。本研究では、ETC2.0 プローブ情報について、その基本特性を整理するとともに、道路交通状況の詳細な把握のための分析手法を検討した。

## 【研究内容】

平成 27 年度は、高速道路・直轄国道上に設置されている ITS スポット・経路情報収集装置（以下「RSU」という。）を通じて収集される ETC2.0 プローブ情報の走行履歴情報に着目し、(1)ETC2.0 プローブ情報の基本特性の整理、(2)ETC2.0 プローブ情報による OD の把握手法の検討、(3)データクレンジング手法の開発を行った。本稿では、このうち(1)、(2)について報告する。

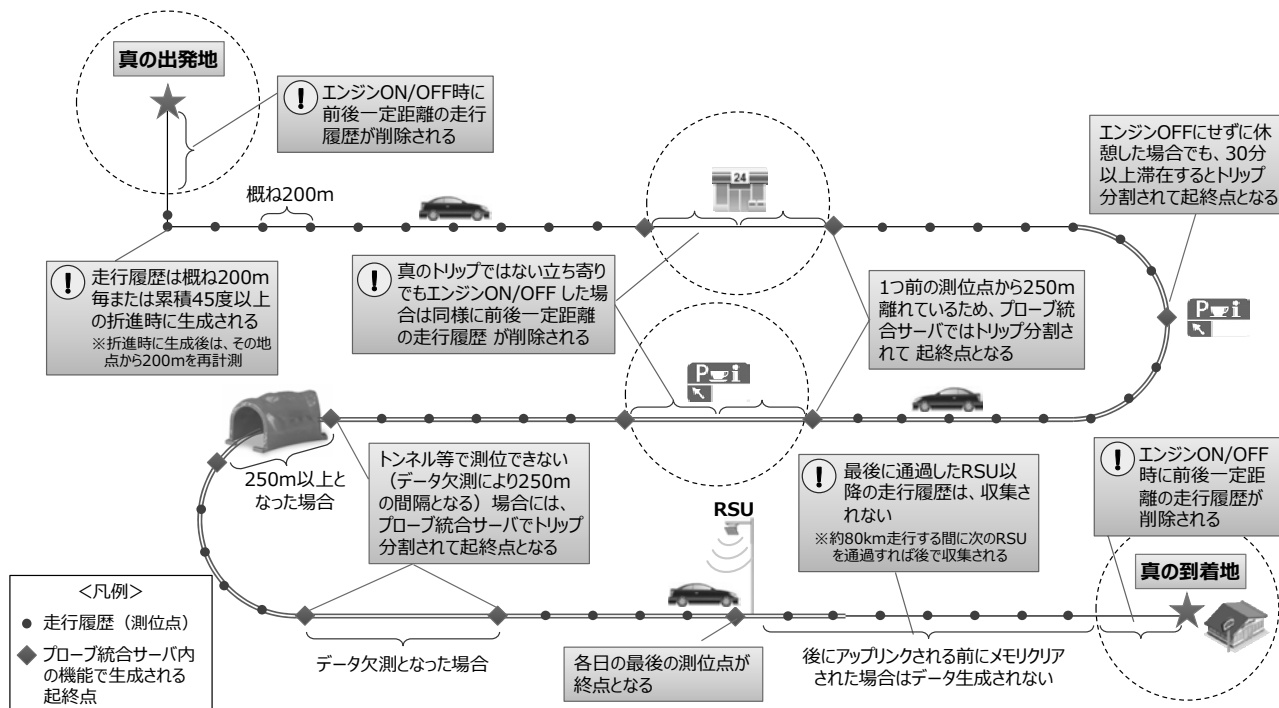


図 1 ETC2.0 プローブ情報の走行履歴情報の特徴と留意点

【研究成果】

(1) ETC2.0 プローブ情報の基本特性の整理

図1に示すように、ETC2.0プローブ情報を分析に用いる際に留意すべき基本特性を、プローブ統合サーバの機能と関連付けて整理した。

ETC2.0プローブ情報は、ETC2.0車載器搭載車両が、RSUを通過する際に収集される。測位点の間隔は概ね200mで、データ蓄積容量の制約により、収集可能な走行履歴情報は最大で80km程度となっている。また、エンジンのON/OFF地点の前後一定距離内の走行履歴情報はプライバシー保護のため消去される。

(2) ETC2.0 プローブ情報によるODの把握手法の検討

走行履歴情報における起終点については、プローブ統合サーバ上で、①走行履歴の2点間距離250m以上、②走行履歴の2点間時間差30分以上、③最終測位を受信後24時間経過のいずれかの条件を満たした際に、前後の測位点が前のトリップの終点、および後のトリップの起点として処理される。この処理により、トリップが細切れになることが確認されている(データ上30トリップ/日以上以上の車両が一定程度存在)。このため、プローブ統合サーバから出力されるデータのトリップの両端をそのままでは起終点とみなすことができない。

尤もらしいODを近似的に把握するために、走行履歴情報の測位点間の時間差と距離差に着目した移動滞留判別により、トリップの起終点を把握する手法を開発した。図2のフローに示すように、時間閾値未満の駐停車は、移動途中の立ち寄りとはみなし、前後をひとつのトリップとして扱う。時間閾値以上の駐停車地点は、トリップの起終点として扱い、これを真のODの発着地近傍と解釈する。

本手法は、図3の例のように、時間閾値を短くすると短時間の立ち寄り・休憩先が目的地とみなされ、時間閾値を長くすると短時間の滞留が立ち寄り・休憩とみなされるトレードオフの関係に留意が必要である。

図4は、時間閾値を60分に設定して全国の市区町村間ODを把握した結果を希望線図で表現したものである。本分析では、全国のマクロなゾーン間流動の把握を目的として、時間閾値を長めに設定している。たとえば、都市内交通などのマイクロな分析対象の場合、時間閾値を短くするといった分析上の配慮が必要になる。

このように、ETC2.0プローブ情報は、駐停車地点が立ち寄り地点なのか、目的地なのか不明であるため、分析目的に応じて(把握したい交通流動の特性に応じて)時間閾値を調整する必要がある。時間閾値の取り扱いについては、さらなる分析事例と知見の積み上げが必要であるため、ひきつづき検討を進める。

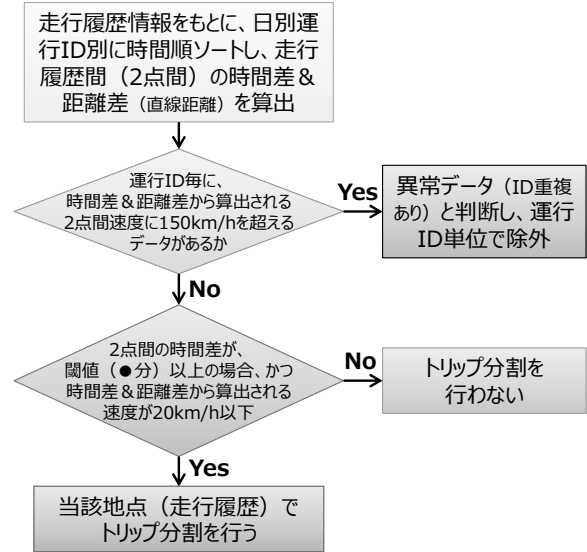


図2 OD把握(トリップの起終点判別)のフロー

	真の滞在時間10分の場合	真の滞在時間30分以上の場合
真のトリップ	本屋で「買物」  ×誤判定(ODとされない)	レストランで「食事」  ○正しく判定
トリップではない 立ち寄り・休憩	「出勤」の途中にコンビニに立ち寄り  ○正しく判定	「旅行」の途中にSAで休憩  ×誤判定(ODとなってしまう)

図3 移動滞留判別の留意点(時間閾値20分の例)

- ・平成27年6月17日(水)
- ・時間閾値60分
- ・N=125,874(トリップ/日)

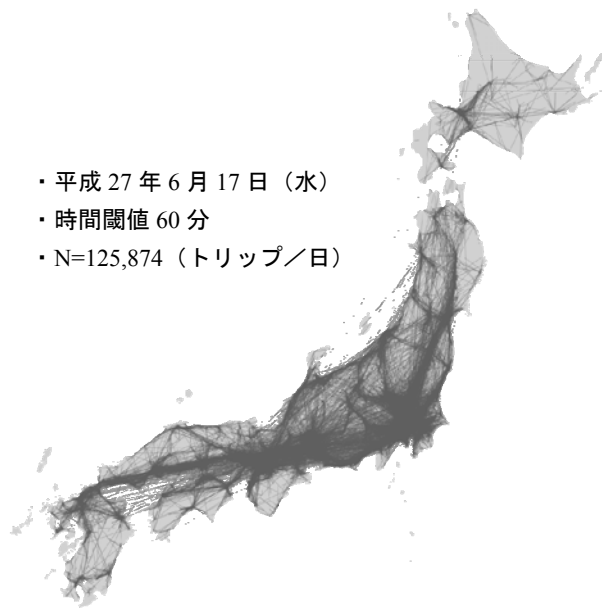


図4 OD把握の結果(市区町村間ODの希望線図)

# 常時観測データ収集の高度化・効率化に関する調査

Making the constant observation of traffic volume more advanced and efficient

(研究期間 平成 26 年度～27 年度)

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

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

高宮 進  
Susumu TAKAMIYA  
橋本 浩良  
Hiroyoshi HASHIMOTO  
田中 良寛  
Yoshihiro TANAKA  
未成 浩嗣  
Koji SUENARI

This research reviews measures to improve the efficiency and sophistication of methods for collecting, processing, and analyzing constantly observed data including traffic volumes and travel speeds. Work done in FY2015 included: (1) preparation of travel time data used in a traffic analysis for Regional Development Bureaus; (2) Improvement of lost time estimation algorithm of trunk roads; (3) Improvement of the estimation method of traffic flow of trunk roads.

## 〔研究目的及び経緯〕

国土交通省では、365 日 24 時間の交通量データ、旅行速度データの収集・利用を目標とする「道路交通データの常時観測体制」の構築を進め、これらデータを利用して、道路における各種対策の立案、効果計測等を実施していくこととしている。

国土技術政策総合研究所では、交通量や旅行速度の常時観測データの収集・加工・分析方法の高度化・効率化に関する研究開発を行うとともに、地方整備局等が行う常時観測データ収集を支援している。

## 〔研究内容〕

平成 27 年度は、(1)交通調査基本区間単位の旅行時間データの整理、(2)幹線道路における損失時間の算定方法の整理、(3)幹線道路における交通流動の推計手法の整理を行った。ここで、交通流動とは、発生集中交通量や分布交通量、OD ペア別の利用経路など、道路ネットワーク全体に関わる自動車の交通状況のことである。さらに、常時観測データの整理・分析基盤となる交通調査基本区間・基本交差点データについて、地方整備局等と連携し、道路ネットワークの改変等に伴う年次更新を行った。

## 〔研究成果〕

### (1) 交通調査基本区間単位の旅行時間データの整理

### 1) 交通調査基本区間単位の旅行時間データの加工

平成 27 年 4 月から平成 28 年 1 月の全国のデジタル道路地図区間単位の旅行時間データを用いて、以下 3 つの交通調査基本区間単位のデータを作成した。

- ①日別・時間別・方向別の旅行時間データ
- ②平休別・時間別・方向別の月平均旅行時間データ
- ③方向別の 5% 間隔の %tile 旅行時間データ

### 2) 旅行時間データの収集状況の整理

表 1 は、平成 27 年 10 月の平日において、旅行時間データが上り下り両方向とも収集された交通調査基本区間の延長割合である。例えば、高速自動車国道では、昼間 12 時間の 1 時間毎のデータが、毎日作成可能な区間延長割合が 33%、1 週間（平日 5 日間）のデータを

表 1 道路種別別の取得延長割合（平成 27 年 10 月・平日）

■高速自動車国道			
	1時間毎 24時間	1時間毎 昼間12時間	混雑時4時間と 非混雑時8時間に各1回
毎日	0%	33%	89%
毎週	20%	87%	100%
1か月	63%	99%	100%

■都市高速道路			
	1時間毎 24時間	1時間毎 昼間12時間	混雑時4時間と 非混雑時8時間に各1回
毎日	0%	70%	94%
毎週	52%	93%	95%
1か月	87%	96%	96%

■直轄国道			
	1時間毎 24時間	1時間毎 昼間12時間	混雑時4時間と 非混雑時8時間に各1回
毎日	0%	22%	71%
毎週	8%	65%	89%
1か月	39%	85%	95%

※「昼間12時間」…7時～19時、「混雑時」…7時～9時、17時～19時、「非混雑時」…9時～17時



集計することで作成可能な区間延長割合が87%、1か月(平日21日)のデータを集計することで作成可能な区間延長割合が99%であることを示している。

### (2) 幹線道路における損失時間の算定方法の整理

図1は、全国の一般道路における平成27年1月~12月の損失時間の算定結果である。東京、大阪、名古屋の都市で損失時間が多く発生していることが分かる。

表2は、平成27年4月~5月の民間プローブデータとETC2.0プローブ情報による曜日別の旅行時間データの取得延長割合である。直轄国道では、欠測値を直近一年間の蓄積データや類似時間帯のデータ、H22道路交通センサス値で補完することで、民間プローブデータ、ETC2.0プローブ情報ともに全曜日ではほぼ100%取得できることが分かる。これらデータ取得状況を考慮し、ETC2.0プローブ情報の利用と曜日別の細分化を可能とした損失時間の算定ツールの高度化を図った。

### (3) 幹線道路における交通流動の推計手法の整理

#### 1) 日単位の交通流動の推計手法の整理

日単位の交通流動を車種別に推計するため、OD交通流量逆推定手法の推定モデルを式(1)のとおり整理した。

$$\Phi = \frac{1}{(0.05/1.96)^2 \sum_a (v_a^*)^2} \sum_a [(\sum_{c_i} \sum_{d_j} \tau_c \hat{O}_c \alpha_{c_i} m_{cd} \beta_{d_j} P_{c_d}^a + \sum_{c_i} \sum_l (1-\tau_c) \hat{O}_c \alpha_{c_i} n_{cl} P_{cl}^a + \sum_k \sum_{d_j} \lambda_k S_k q_{kd} \beta_{d_j} P_{kd}^a + \sum_k \sum_l (1-\lambda_k) S_k r_{kl} P_{kl}^a) - v_a^*]^2 + \frac{1}{(0.2/1.96)^2 \sum_c (\hat{O}_c)^2} \sum_c [\hat{O}_c - \hat{O}_c^*]^2 \rightarrow \text{Min} \quad (1)$$

$$(1/1.2)O_c^* \leq \hat{O}_c \leq (1/0.8)O_c^*$$

- ここに、 $P_{a,ij}^T$  : OD交通流量  $ij$  のリンク  $a$  の利用率 (車種別)  
 $c_i$  : セントロイド  $c$  内の発生ノード  $i$   
 $d_j$  : セントロイド  $d$  内の集中ノード  $j$   
 $\tau_c$  : セントロイド  $c$  の OD 交通の内々率 (車種別)  
 $\alpha_{c_i}, \beta_{d_j}$  : ノード発生・集中分担率 (車種別)  
 $m_{cd}$  : セントロイド  $cd$  間の目的地選択率 (車種別)  
 $n_{cl}$  : セントロイド  $c$  から外部ノード  $l$  への目的地選択率 (車種別)  
 $\lambda_k$  : 外部ノード  $k$  から流入する OD 交通の外内率 (車種別)  
 $S_k$  : 外部ノード  $k$  からの流入交通量 (車種別)  
 $q_{kd}$  : 外部ノード  $k$  からセントロイド  $d$  への目的地選択率 (車種別)  
 $r_{kl}$  : 外部ノード  $kl$  間の目的地選択率 (車種別)  
 $v_a^*$  : リンク  $a$  の観測リンク交通量 (車種別)  
 $\hat{O}_c$  : 発生交通量 (車種別, 未知変数)  
 $\hat{O}_c$  : 総発生交通量 (車種別) ( $\hat{O} = \sum_c \hat{O}_c$ )  
 $O_c^*$  : 既存データによる発生交通量比率 (車種別) ( $= O_c^* / O^*$ )  
 $O^*$  : 総発生交通量 (車種別, 既存データ)  
 ※車種は小型、大型の2車種区分

#### 2) 時間単位の交通流動の推計手法の整理

時間単位の交通流動の推計は、日単位モデルと時間

単位モデルの整合をとるため、日単位モデルの推定結果を与件として、時間変動係数を推定する方法とした。整理した時間変動係数推定モデルを式(2)に示す。

$$\sum_n \sum_a \left( \sum_{kl} \sum_{i \in K} \sum_{j \in L} P_{a,ij}^T E_{kl}^T Q_{ij} - \hat{x}_a^T \right)^2 \rightarrow \text{Min} \quad (2)$$

- ここに、 $\sum_T E_{kl}^T = 1$   $E_{kl}^T \geq 0$   
 $x_a^T$  : T時間帯におけるリンク  $a$  の推計リンク交通量 (上下別・車種別)  
 $Q_{ij}$  : ODペア  $ij$  間での日単位 OD 交通量 (車種別)  
 $P_{a,ij}^T$  : T時間帯に OD 交通量  $Q_{ij}$  がリンク  $a$  を利用する確率 (リンク利用率) (車種別)  
 $E_{ij}^T$  : T時間帯 OD ペア  $ij$  間の時間変動係数 (車種別)  
 $q_{ij}^T = (u_{ij}^T - q_{ij}^{T-1}(C_{ij}^{T-1}/(2W)))/(1 - C_{ij}^T/(2W))$   
 $u_{ij}^T$  : 時間帯 T における OD ペア  $ij$  間の流れる交通量 (車種別) (逆推定モデルで求めた OD 交通量)  
 $q_{ij}^T$  : 時間帯 T に発生する OD ペア  $ij$  間の交通量 (車種別) (発時間補正 OD 交通量)  
 $W$  : 時間帯幅 (1時間 or 2時間)  
 $C_{ij}^T$  : 時間帯 T における OD ペア  $ij$  間の旅行コスト (所要時間) (車種別) ( $C_{ij}^T > W$  の時は、 $C_{ij}^T = W$ )

#### [成果の活用]

地方整備局等が行う常時観測データ収集を支援していくとともに、常時観測データを利用した道路交通分析の高度化を目的として各種研究開発を進める。

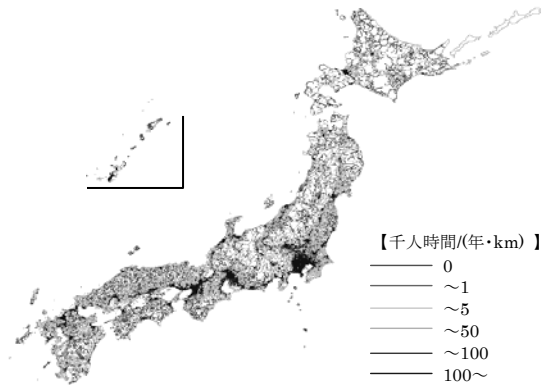


図1 損失時間算定結果(一般道路)

表2 道路種別別曜日別の取得延長割合(平成27年10月)

民間プローブデータ		曜日別					平日	曜日別		
		月	火	水	木	金		土	日祝	休日
一般国道(直轄)	取得	92%	82%	82%	85%	85%	92%	88%	91%	94%
	補完	16%	16%	16%	13%	14%	7%	10%	9%	6%
	データ無し	2%	2%	2%	2%	1%	1%	2%	0%	0%
一般国道(その他)	取得	73%	72%	72%	75%	75%	83%	76%	79%	84%
	補完	20%	21%	22%	19%	19%	13%	17%	16%	12%
	データ無し	7%	7%	6%	6%	6%	4%	7%	5%	4%
都道府県道等	取得	51%	51%	51%	53%	53%	60%	52%	54%	60%
	補完	25%	26%	25%	24%	25%	23%	23%	24%	22%
	データ無し	24%	23%	24%	24%	23%	17%	25%	22%	19%

ETC2.0プローブ情報		曜日別					平日	曜日別		
		月	火	水	木	金		土	日祝	休日
一般国道(直轄)	取得	53%	54%	56%	56%	56%	74%	58%	55%	72%
	補完	45%	44%	42%	42%	43%	25%	40%	44%	27%
	データ無し	2%	2%	2%	2%	1%	1%	2%	1%	1%
一般国道(その他)	取得	24%	25%	26%	27%	28%	43%	30%	27%	44%
	補完	65%	65%	64%	64%	64%	53%	65%	69%	51%
	データ無し	11%	10%	10%	9%	8%	4%	5%	4%	5%
都道府県道等	取得	16%	17%	18%	19%	19%	29%	18%	15%	26%
	補完	54%	54%	53%	52%	52%	54%	60%	66%	54%
	データ無し	30%	29%	29%	29%	29%	17%	22%	19%	20%

補完: 直近1年間の蓄積データ、類似時間帯データ、H22道路交通センサスのいずれかで補完

# 交通円滑化施策における要因分析・対策立案の支援策に関する研究

Study on congestion factor analysis and making alternatives for smoother road traffic

(研究期間 平成 26～27 年度)

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

室長	高宮 進
Head	Susumu TAKAMIYA
主任研究官	橋本 浩良
Senior Researcher	Hiroyoshi HASHIMOTO
研究官	田中 良寛
Researcher	Yoshihiro TANAKA
交流研究員	松島 敏和
Guest Research Engineer	Toshikazu MATSUSHIMA
交流研究員	末成 浩嗣
Guest Research Engineer	Koji SUENARI

In this study, the authors are developing methods for utilization of road traffic data such as probe data, traffic volume data, in order to help taking road traffic countermeasures. This paper describes the factor analysis method and effect measuring method of traffic congestion which was devised in FY2015.

## 〔研究目的及び経緯〕

国土交通省では、円滑かつ快適で、地域の活力向上にも資する道路交通サービスを実現するため、必要なネットワークの整備と合わせ、科学的な分析に基づく集中的な交通円滑化対策によるボトルネックの解消に取り組んでいる。国土技術政策総合研究所では、交通円滑化対策の効果的実施を支援するため、プローブデータや交通量データなどの道路交通データの利用方法に関する研究開発を行っている。

## 〔研究内容〕

平成 27 年度は、(1) 渋滞要因の把握のためのデータ分析手法、(2) 渋滞対策の実施効果の計測のためのデータ分析手法を検討した。

## 〔研究成果〕

### (1) 渋滞要因の把握のためのデータ分析手法の検討

渋滞対策の立案を行うためには、適切な渋滞要因の把握が必要となる。国土交通省土木設計業務等共通仕様書(案)による交通渋滞調査では、「交通渋滞実態調査マニュアル(案)(平成 2 年 4 月 建設省土木研究所)<sup>1)</sup>」に基づき、主に人手による現地観測によって特定の一日の調査を実施している。

一方、プローブデータをアップリンクする車載器の普及やビデオ観測機材の小型化・低価格化など、ICTの進展により、渋滞要因分析に有効な旅行速度、交通量、信号現示などの情報を、精度良く低コストで入手することが可能となってきている。

平成 27 年度は、つくば市内における事例分析をもと

に、プローブデータやビデオ観測データ等の渋滞要因分析への活用可能性を検討し、一般道を対象とした渋滞要因把握のためのデータ分析手法をとりまとめた。

### ① 渋滞要因候補の抽出

プローブデータを用いて要対策箇所候補(速度低下が顕著な箇所・進行方向・時間帯・曜日・季節等)を特定し、入手可能なプローブ以外のデータと併せて分析し、当該箇所の渋滞要因候補を抽出<sup>2)</sup>する(図-1)。

### ② 渋滞要因の特定

渋滞要因候補の検証に必要な既存データが不足する場合は、渋滞実態調査を実施し、現地観測データを取得する。現地観測は、対象箇所の時間帯別や平休日別などの旅行速度変動を踏まえ、渋滞実態把握に適した曜日や時間帯に実施する。

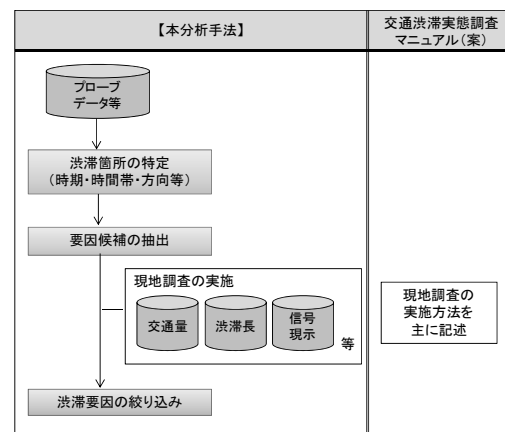


図-1 渋滞要因の抽出および特定のフロー

観測方法は、必要なデータや観測箇所を踏まえ、人手観測やビデオ観測（図-2）などから適切な方法を決定する。渋滞要因候補のうち、現地観測結果等から明らかに渋滞要因ではないと判断されるものを渋滞要因候補から除外し渋滞の主要因を特定する（図-1）。

## （2）渋滞対策の実施効果計測のためのデータ分析手法の検討

従来の渋滞対策事業実施効果計測では、事業実施箇所の状況変化のみに着目した効果計測が行われてきた。しかし、渋滞対策事業の効果・影響は、事業箇所のみではなく、上流側、下流側、並行箇所等に広く及んでいる可能性がある。

一方、プローブデータを用いることにより、場所や日時（期間）が限定的な人手観測では把握が困難な、広域的な交通状況の把握が可能となってきている。

平成 27 年度は、つくば市内等における事例分析をもとに、プローブデータ等による渋滞対策事業の影響区間の設定や、効果計測への活用可能性を検討し、一般道を対象とした渋滞対策の実施効果の計測のためのデータ分析手法をとりまとめた。

### ① 渋滞対策事業の影響区間の設定

事業実施前のプローブデータを用いて、事業箇所と周辺の関係性を分析し、事業実施により影響を受けた可能性がある箇所（事業箇所・上流<sup>3)</sup>・下流・並行）を設定する（図-3、図-4、図-5）。

### ② 渋滞対策効果の計測

事業箇所および①で設定した影響区間について、事業実施前後で平均旅行速度や旅行時間の標準偏差（ばらつき）などの指標を算定し比較する。各指標を時間帯別、平休日別、月別、季節別等の様々な区分で算定することにより、時間変動、月変動、日変動、季節変動等の様々な変動を捉えることが可能となる。この結果をもとに、速達性の変化や旅行時間の安定性・信頼性などの対策効果を計測・把握することが可能となる。

#### 【成果の活用】

より実効性のある渋滞対策の実施に向けて手法をマニュアル化し、実務展開を目指す。

#### 【参考文献】

- 1) 建設省土木研究所：土木研究所資料第 2970 号 交通渋滞の原因と対策に関する研究，平成 3 年 3 月
- 2) 田中良寛・橋本浩良・高宮進：プローブデータ等を利用した渋滞要因分析手法の開発，国総研レポート 2016，平成 28 年 4 月
- 3) 橋本浩良・水木智英・高宮進：プローブデータを利用したボトルネック交差点とその影響範囲の特定方法，土木学会論文集 D3（土木計画学），Vol.70, No.5, 平成 26 年 12 月



図-2 高所ビデオ撮影装置を使用した現地観測例

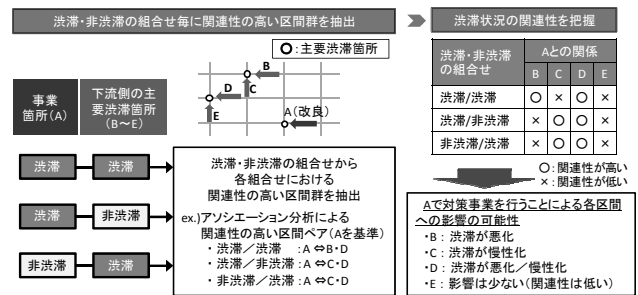


図-3 下流側における影響区間設定方法の概要

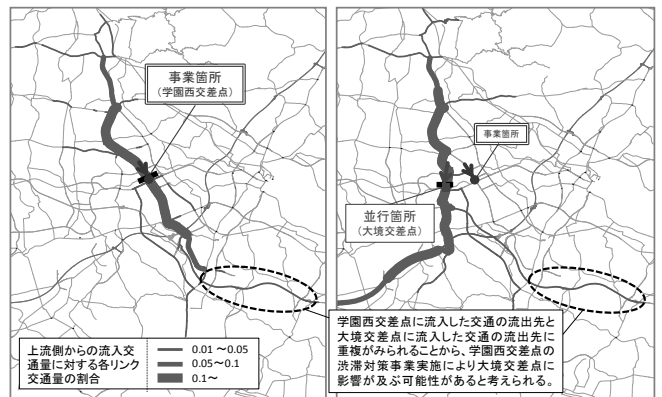


図-4 リンクフロー重複状況による影響区間(並行箇所)の絞り込み事例(つくば・学園西交差点改良)

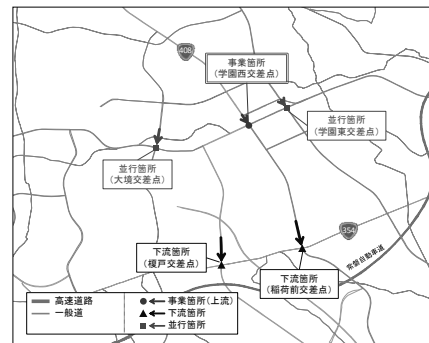


図-5 影響区間設定事例(つくば・学園西交差点改良)

# 道路整備の経済効果把握手法の比較調査

A Study on Effects to Socio-economic Activities by Road Construction

(研究期間 平成 26～28 年度)

防災・メンテナンス基盤研究センター 建設経済研究室  
Research Center for Land and Construction  
Management, Construction Economics Division

室長  
Head

北村 重治  
Shigeharu KITAMURA

In order to make sustainable development in Japan, it is necessary to estimate the socio-economic influences of road construction. This research is to investigate and consider the influences to socio-economic by means of macro-economic model as well as to study “Wider Impacts” to be estimated in Japan.

## 〔業務目的〕

本業務は、全国マクロ計量経済モデルのデータ更新により、道路投資の経済効果の把握を行うとともに、我が国における道路整備の広範な効果の計測方法を整理するものである。

## 〔業務内容〕

1. 道路投資の経済効果の把握
2. 道路整備の広範な効果の計測

## 〔業務成果〕

### 1. 道路投資の経済効果の把握

#### (1) 全国マクロ計量経済モデルのデータ更新と経済波及効果の把握

全国マクロ計量経済モデル（標準的なモデル及び改良モデルの2モデル）について、公表されている昭和55年度から平成26年度までの経済データを用いてパラメータを設定し、現況再現性の確認を行った。その上で、パラメータの設定を行ったモデルを用いて、所要時間の短縮によるアクセシビリティの向上を仮定し、道路投資による経済効果を整理した。

#### ① データ収集

全国マクロ計量経済モデルの構築に必要となる経済データ（GDP、人口、消費者物価指数等）及び道路による生活圏間所要時間データについて昭和55年度～平成26年度データを収集した。生活圏間の一般化費用を算定し、アクセシビリティ指標を整理した。

## ○アクセシビリティの算定

昭和55年度～平成26年度までの道路ネットワークデータより算出した各年次の生活圏所要時間と平成22年度国勢調査人口を用い、分析対象期間のアクセシビリティ（ACC）指標を算出した。

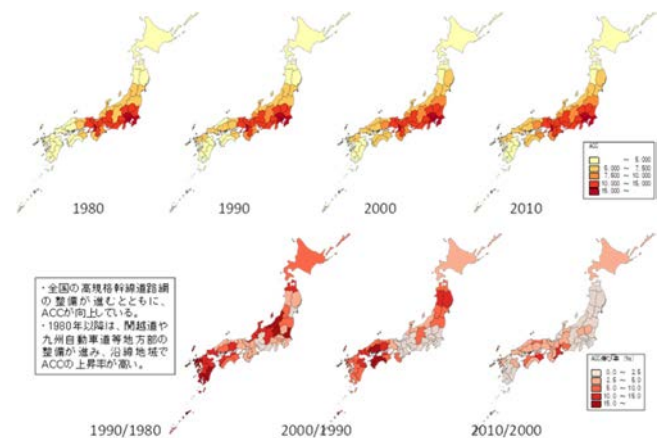


図1 分析対象期間のアクセシビリティの変化  
(上段：各県のアクセシビリティ  
下段：各県のアクセシビリティの伸率)

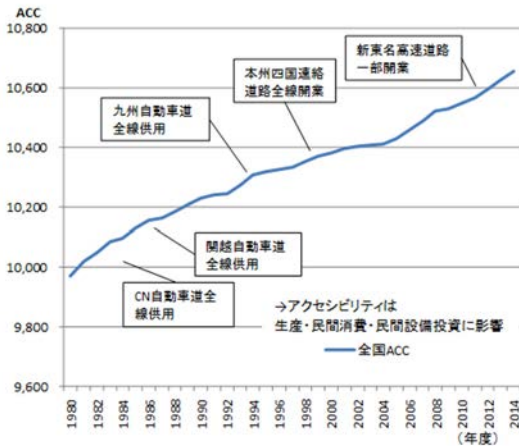


図1 分析対象期間のアクセシビリティの変化

## ②フロー効果・ストック効果の算定

最新のデータによるモデルの構造推定を踏まえ、改良モデルと標準的なモデルの乗数を比較し、その違いを把握する。ここでは、内閣府の試算と同様に、実質GDP比1%相当の実質公的固定資本形成を平成27年度(2015年度)から5年間継続的に増加させる設定のもとで、各乗数を推定した。

改良モデルの乗数は投資初年度で1.77となり、標準的なモデルの乗数(1.25)よりも大きくなる。これは、価格を内生化することにより、近年硬直的である金利上昇と弾力的な物価上昇による実質金利の低下によりクラウドディングアウトが抑えられる現象を捉えているためと考えられる。昨年度までのデータによる乗数と比較してほぼ同値であると言える。

1兆円の道路投資を行ったときのストック効果は、標準的なモデルでは2016年から10年で1.57兆円と算出される。従来の効果と同程度の効果を得る。標準的なモデルでは、ストック効果は逓増する。これは将来GDPが増加するためである。

改良モデルの効果の発現パターンは、将来に対して逓減する。これは供給が増えて、価格が変動するなど様々な要因が影響するためである。この挙動の要因については、今後分析の必要がある。

## 2. 道路整備の広範な効果の計測

我が国においては道路整備の効果を3便益で評価しているが、英国では3便益以外の広範な効果について計測方法を提示している。ここでは、英国の指針における広範な効果の算定方法について経済理論的に整理し、我が国における3便益以外の効果についての計測方法の整理を行う。

## ○「広範な効果」の整理

英国の指針における「広範な効果」(Wider Impacts)は、以下の項目で構成される。

WI1: 集積経済

WI3: 不完全競争市場における生産の変化

WI4: 労働市場への影響(労働供給・労働者の移動から生じる税収増加)

市場が不完全競争下にあるとき、企業が設定する生産量で財やサービスの価格が決定される。この時の価格は限界費用よりも高くなっており、消費者はその超過利潤分を余計に支払っていることとなる。交通整備により限界費用が低下し、財の供給が増加することで、消費者余剰は増加することになる。

先行研究より導出される広範な効果の一例は、下式となる。

$$B = -t_c(dp_t + (1-t)w \cdot dt) - t_f(dp_t + w \cdot dt) + p \cdot x_{ACC} \cdot dACC + \left(\frac{w}{\sigma-1}\right) dNL + \left(\frac{p_t + wT}{\sigma-1}\right) dt_f + t \cdot w \cdot dL_s$$

ここで、第1項:利用者直接便益(道路事業の3便益)、第2項:WI1(集積経済)、第3、4項:WI3(不完全競争市場における生産量増加)、第5項:WI4(労働市場への影響)。

## ○我が国における広範な効果の計測

以下に着眼し、圏央道を例に算定する。

- ・英国の指針における算定式と、本調査において提案する算定式による広範な効果の大きさを確認する。
- ・企業単位の取引データの活用により、広範な効果に違いが生ずるかを明らかにする。

推計結果は表1の通りである。( )内数値は、利用者便益に対する広範な効果の比率を示している。

表1 推計結果(圏央道)

	英国の定式化に基づく結果	地域特化の経済(基準ケース)	地域特化の経済(比較ケース)	都市化の経済(基準ケース)	都市化の経済(比較ケース)
総費用	33,012	33,012	33,012	33,012	33,012
利用者便益	50,280	50,280	50,280	50,280	50,280
レジャー/通勤交通	32,709	32,709	32,709	32,709	32,709
ビジネス交通	17,571	17,571	17,571	17,571	17,571
広範な効果	3,679 (7.3%)	14,097 (28.0%)	18,612 (27.1%)	5,992 (11.9%)	5,832 (11.6%)
WI1: 集積経済	2,051 (4.1%)	12,097 (24.1%)	11,612 (23.1%)	3,992 (7.9%)	3,832 (7.6%)
WI3: 不完全競争	1,581 (3.1%)	1,798 (3.6%)	1,798 (3.6%)	1,798 (3.6%)	1,798 (3.6%)
WI4: 労働市場への影響	47 (0.0%)	202 (0.4%)	202 (0.4%)	202 (0.4%)	202 (0.4%)

以上の通り分析したが、パラメータについては、産業別に設定していないため、今後のケーススタディにおいては産業別に精査する等の改良を行う必要がある。

# 道路幾何構造基準の柔軟な設定等による効率的な道路機能向上策の検討

Review of efficient measures for improving road functions by flexibly setting road geometrical design standards  
(研究期間 平成 25～27 年度)

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

室長  
Head  
研究官  
Researcher  
研究官  
Researcher  
研究官  
交流研究員  
Guest Research Engineer

高宮 進  
Susumu TAKAMIYA  
今田 勝昭  
Katsuaki IMADA  
河本 直志  
Naoyuki KAWAMOTO  
木村 泰  
Yasushi KIMURA  
上野 朋弥  
Tomoya UENO

For the examination of lane operation, the author arranged running performance of vehicles in uphill road, which is progressing in recent years, and evaluated safety of ending part of additional lanes which have different confluence type by field observation. In addition, about a roundabout, which is one of the good plans for functions of the road, the author analyzed traffic capacity on a basis of driving characteristics by observing vehicle behavior in actual road and traffic simulation.

## [研究目的及び経緯]

今後の道路施策においては、地域における道路の役割や位置づけを明確にし、期待される道路の機能を確保することが求められている。その対策としては、既存道路の機能を効率的に向上させる方策が有効であり、限られた道路空間を有効活用する構造や運用の改善等が考えられる。

本研究では、近年の車両走行性能の向上を踏まえた車線運用方法を検討するため、登坂部における車両の走行性能等を整理するとともに、現地観測調査を行い、付加車線末尾部で合流形式（左側・右側）が異なる場合における交通の安全性の評価を行った。また、道路の機能向上策の一つであるラウンドアバウトについて、実道における車両の走行挙動の観測や交通流シミュレーション等を行うことにより、車両の走行特性を踏まえた交通容量に係る分析等を行った。

## [研究内容]

### 1. 車線運用方法の検討に向けた調査

登坂部における車両の走行性能等の整理については、現在、一般的に走行している車両として、最新の保有台数における初度登録年を整理した上で、標準的とする年代を設定した。さらに、該当の年代に初度登録された車両のカタログ等を収集し、車両パラメータの整理等を実施した。付加車線末尾部での安全性の評価に

ついては、合流形式（左側・右側）や合流後の車線数が異なる合流部を6箇所選定し、選定箇所における合流時の車両挙動を観測し、合流時の特徴的な車両挙動等を把握した。

### 2. ラウンドアバウトの交通容量に係る分析

JR常陸多賀駅前のラウンドアバウトにおいて、大型車を3台走行させ（写真1）、一般車を含めた走行挙動を観測し、小型車・大型車別に交通容量に影響する車頭時間を整理した。また、得られた車頭時間を用いて交通流シミュレーションを行い、大型車の通行によるラウンドアバウトの交通容量の低減状況を分析した。



写真1 大型車の走行の様子

## [研究成果]

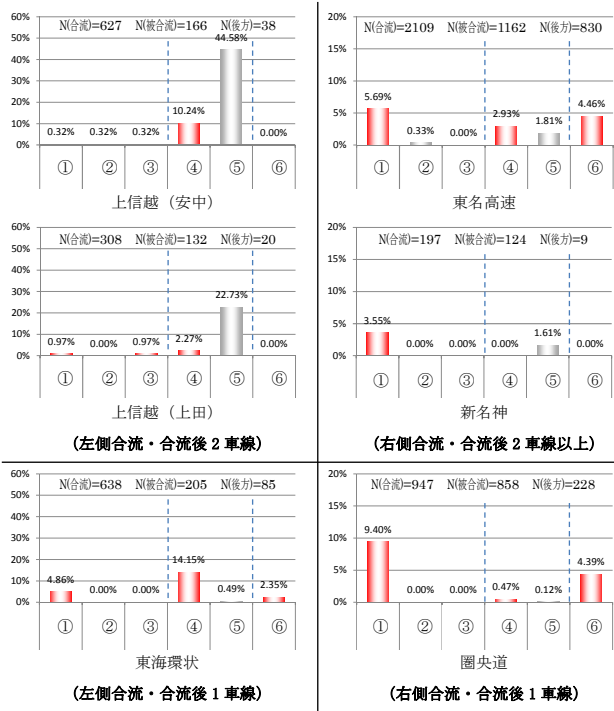
### 1. 車線運用方法の検討に向けた調査

現在の標準的な車両として、セミトレーラ（36t級）、普通トラック（25t級）、乗用車別の車両パラメータ（出力重量比、ギア段数、各ギア最大速度等）を設定する



とともに、当該車両の登坂性能曲線図等を作成した。

付加車線末尾部での安全性の評価における、合流時の特徴的な車両挙動として、図1のとおり整理した。なお、図1で示す、合流車両や被合流車両等の位置関係や状況については、図2のとおりとした。これによれば、合流形式が左側の場合、被合流車両の避走が発生する割合が高い、一方、合流形式が右側の場合、合流車両の減速と後方車両の減速の割合が高い、などが把握できた。



- 特徴的な運転挙動（グラフ横軸）の凡例
- ①：合流車両減速
  - ②：合流車両合流取りやめ
  - ③：合流車両左側追越
  - ④：被合流車両減速
  - ⑤：被合流車両避走
  - ⑥：後方車両減速

図1 合流部における特徴的な運転挙動の発生確率

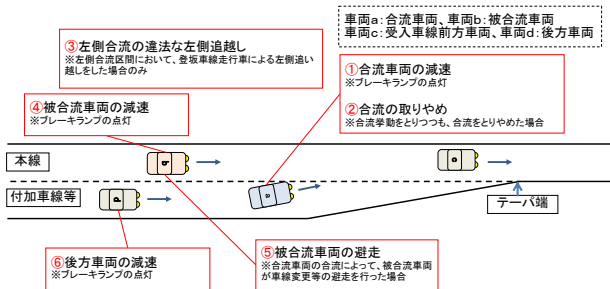


図2 合流部における特徴的な運転挙動

## 2. ラウンドアバウトの交通容量に係る分析

表1に、走行挙動の観測結果から、交通容量の算定に影響する車頭時間の一つである臨界流入ギャップを車種別に整理したものを示す。なお、臨界流入ギャップとは、環道への流入が可能な環道走行車両の最小車頭時間である（図3）。表1において、車種組合せ間の

臨界流入ギャップの大小関係を見ると、車種組合せ③と⑦について、小型車よりも大型車が流入する方が、ギャップが小さくなっており、想定する大小関係と異なる結果となった。

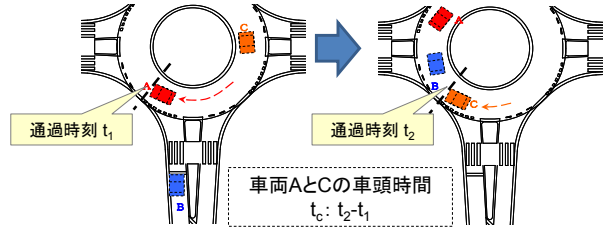


図3 臨界流入ギャップ ( $t_c$ )

表1 臨界流入ギャップの計測結果

車種組合せ	流入車	環道車		臨界流入ギャップ
		先行車	後続車	
①	小型	小型	小型	3.8秒
②	小型	小型	大型	6.2秒
③	小型	大型	小型	6.5秒
④	小型	大型	大型	10.3秒
⑤	大型	小型	小型	4.2秒
⑥	大型	小型	大型	6.7秒
⑦	大型	大型	小型	6.0秒
⑧	大型	大型	大型	11.1秒

次に、これらの車頭時間等を用いて交通流シミュレーションを行い、大型車混入率の変化によるラウンドアバウトの交通容量を試算したものを図4に示す。これによれば、大型車混入率が30%の場合には、0%の場合に比べ、約26%交通容量が低下することが確認された。

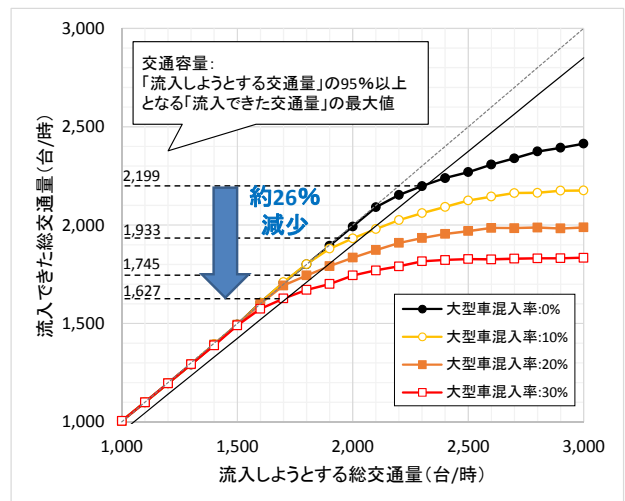


図4 ラウンドアバウトの交通容量の試算結果

[成果の活用]

本成果は、道路幾何構造基準の柔軟な設定に向けた道路計画・設計の基礎資料として活用することを予定している。

# 道路事業の実施効果の推計方法に関する検討

Study on methods to estimate operational impacts of road projects

(研究期間 平成 26～27 年度)

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

室長  
Head  
主任研究官  
Senior Researcher  
研究官  
Researcher

高宮 進  
Susumu TAKAMIYA  
橋本 浩良  
Hiroyoshi HASHIMOTO  
齋藤 貴賢  
Takayoshi SAITOU

This is a study that estimates and evaluates the effects of road projects. In FY2015, The authors extracted technical problems for applying travel time reliability to cost benefit analysis and examined methods to resolve those problems. The authors also examined methods to explain the process that the effects of road construction spread out.

## 〔研究目的及び経緯〕

道路事業には多様な効果が存在している。国土技術政策総合研究所では道路事業の目的、効果に応じた多様な評価手法を開発している。

本研究の目的は、道路整備による時間信頼性向上効果の算定手法の開発、道路整備の進展が社会経済活動に与えた効果の把握である。

## 〔研究内容〕

平成 27 年度は、時間信頼性向上効果を貨幣換算する場合と貨幣換算しない場合とに分けて、時間信頼性向上効果の算定手順を整理した。また、道路整備と社会情勢に関する資料の収集・整理を行い、道路整備効果の社会情勢への波及過程に関する説明性を検証した。

本稿では、道路事業の便益算定に利用することを想定して整理した「(1) 時間信頼性向上効果（貨幣換算あり）の算定手順」と「(2) 道路整備効果の社会情勢への波及過程に関する説明性の検証」について述べる。

## 〔研究成果〕

### (1) 時間信頼性向上効果（貨幣換算あり）の算定手順

便益算定に利用することを想定し、現行の費用便益分析で利用されている交通流の推計結果を利用する手順とした（図-1）。整理した算定手順を以下に示す。

#### （算定手順）

手順 1： 交通流の推計結果を利用し、OD 毎に利用経路を整理する。整理された利用経路毎に、混雑指数、信号交差点数、経路延長等、算定に用いるデータを整理する。

手順 2： 経路毎に時間信頼性指標値を算定する。

手順 3： 各経路を利用するトリップに対して、車種別

の時間信頼性価値原単位を乗じて、トリップ毎の余裕時間費用（旅行時間のばらつきによる損失額）を算定し、これを合算して、ネットワーク全体の総余裕時間費用を算定する。

手順 4： 道路事業が無の場合と有の場合の総余裕時間費用の差分を取ることで、時間信頼性向上便益を算定する。

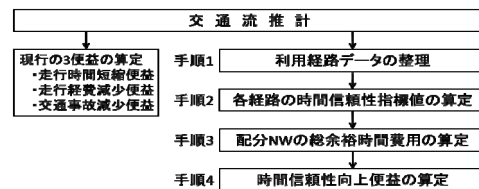


図-1 時間信頼性向上効果（貨幣換算あり）の算定手順

図-1 の手順 2 に関わる「1) 時間信頼性指標の設定」と「2) 時間信頼性指標値の推計」、手順 3 に関わる「3) 時間信頼性価値原単位の設定」について、検討結果を整理した。

### 1) 時間信頼性指標の設定

時間信頼性の評価対象は日々の旅行時間のばらつきの程度である。旅行時間のばらつきの程度を表す指標として、標準偏差と、%タイル値に基づく指標が用いられていることが多い。

標準偏差は旅行時間のばらつきの程度を表す数値の 1 つである。諸外国では、便益算定に標準偏差を用いている場合が多い（表-1）。

一方、%タイル値に基づく指標は道路利用者への情報提供に用いられる場合が多い（表-1）。例えば、95% タイル旅行時間は、20 回に 1 回程度の遅れとして説明されている。



本研究では、便益算定に利用することを想定し、標準偏差を選定した。

表-1 国外の実務で活用されている時間信頼性指標

指標	便益算定	サービス水準・情報提供
標準偏差	英国 ニュージーランド オランダ スウェーデン	
%tile 値	米国 (80%tile-50%tile)	英国 (On Time Reliability※) 米国 (95%tile) 米国 (Buffer Time 【95%tile-平均値】)

※On Time Reliability: 基準旅行時間を設定し、基準旅行時間以内でどの程度の割合で移動できたかを示す指標。

2) 時間信頼性指標値の推計

混雑指数(平均旅行時間/自由流旅行時間)、信号交差点数、道路種別別の経路延長から経路の標準偏差を推計する式を構築した。

$$SD = -4.136 + 3.261 CI + 0.008 S + 0.036 d_1 + 0.071 d_2 + 0.037 d_3$$

ここで、  
SD: 標準偏差 (分)  
CI: 混雑指数 (平均旅行時間/自由流旅行時間)  
S: 信号交差点数  
d<sub>1</sub>: 高速延長 (km)、d<sub>2</sub>: 都市高速延長 (km)、  
d<sub>3</sub>: 一般道延長 (km)

3) 時間信頼性価値原単位の設定

手順3で用いる時間信頼性価値原単位として、時間価値原単位に対する時間信頼性価値原単位の割合(時間信頼性比)を時間価値原単位に乗じた値を用いる。時間信頼性比に関連する国内外の実務・研究についてレビューを実施した上で、時間信頼性比の設定値について検討した。提案されている時間信頼性比は、設定対象・設定値ともにはばらばらであった(表-2)。現時点では研究途上の段階と考えられる。

このため、時間信頼性比を一意に定めることは適切でないと考え、時間信頼性価値原単位を時間価値原単位と同等(時間信頼性比=1.0)とした。今後の研究蓄積状況を踏まえ、時間信頼性比の設定値を再検討する必要があると考えられる。

表-2 国内外の実務・研究で提案されている標準偏差の時間信頼性比

	設定対象	時間信頼性比
英国	自動車旅客交通	0.8
	公共旅客交通	1.4
ニュージーランド	都市内交通	0.9
	乗用車	0.8
	商用車	1.2
オランダ	旅客交通(通勤)	0.4
	旅客交通(業務)	1.1
	旅客交通(その他)	0.6
	貨物交通(トラック)	0.4
スウェーデン	対象区分なし	0.9
	阪神高速	対象区分なし

(2) 道路整備効果の社会情勢への波及過程に関する説明性の検証

本州四国連絡橋の整備を対象に、道路整備効果の波及過程について仮説フローを設定し(図-2)、統計資料を用いて仮説検証を実施した。

データの制約により、仮説が説明できなかった項目があるものの、多くの項目で仮説が説明できた。

仮説が説明できた主な項目として、「4. 代替道路・交通機関の混雑緩和」→「5. 生活機会の拡大」について香川県兵庫県間の例を図-3,4に示す。香川県兵庫県間では、本州四国連絡橋の3ルートが開通した昭和60年から平成12年にかけて、フェリーによる輸送が減少し、高速道路輸送が増加している(図-3)。同時に乗用車ODが増加している(図-4)。本州四国連絡橋の整備により、香川県兵庫県間の移動手段がフェリーから高速道路利用にシフトし、生活機会が増大したと考えられる。

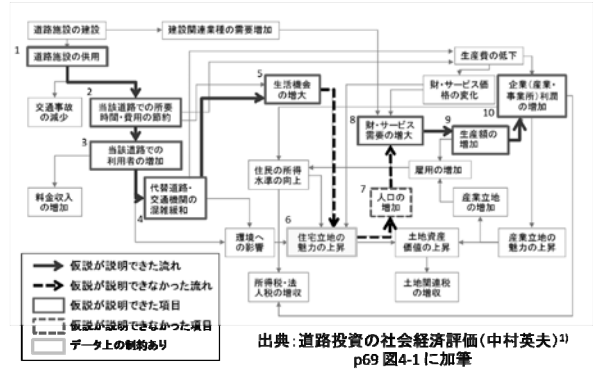


図-2 本州四国連絡橋の整備を対象とした仮説の検証結果

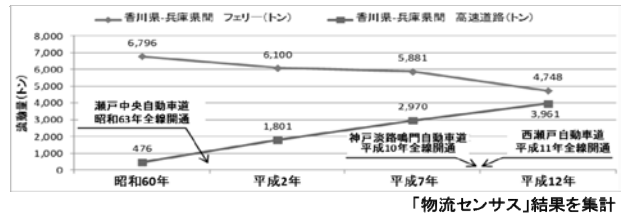


図-3 香川県-兵庫県間の流動量

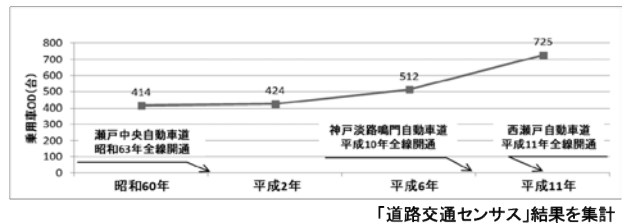


図-4 香川県-兵庫県間の乗用車 OD

【成果の活用】

本研究で得られた成果および知見については、さらなる検討・検証を加えたうえで、今後の道路事業の実施効果の推計や把握に利用していくことが考えられる。

【参考文献】

- 1) 中村英夫：道路投資の社会経済評価，道路投資評価研究会，平成9年

# 地域活性化の効果の計測に向けた調査

A study on evaluation of impacts of regional vitalization

(研究期間 平成 25 ~ 27 年度)

防災・マネジメント基盤研究センター 建設経済研究室  
Research Center for Land and Construction  
Management, Construction Economics Division

主任研究官 田島 明  
Senior Researcher Akira TAJIMA

The present study aims to develop a method to evaluate socio-economic effects of road projects. This paper deals with evaluation of the effects of access to the emergency medical facilities. Reducing transfer time was calculated by ambulance prove data, the number of the relieved people and the effect of exchange of money was evaluated.

## [ 研究目的及び経緯 ]

本研究では、道路事業の効果のうち地域活性化に着目し、個別事業の経済的影響、社会的影響を定量的に把握することを目的とする。

平成 27 年度は、過年度までに検討した救急医療施設へのアクセス向上効果の貨幣価値換算法に関する適用性・精度向上に向け、医療・消防関係者へのヒアリング等を踏まえ各種条件設定方法の見直しを検討した。さらに、費用便益分析への適用を見据え、将来の人口構成変化を見据えた将来便益の算定方法についても検討を行った。また、本検討を踏まえて見直した設定条件を基に、救急医療施設へのアクセス向上便益計測手法を取りまとめ、4 つのケースにおける定量的試算も行った

## [ 研究内容 ]

1. 救急医療施設へのアクセス向上に関する貨幣価値換算法の精度向上・適用性向上
  - ・貨幣価値換算法における各種条件の見直し
  - ・人口構成変化を考慮した将来便益算定手法の検討
2. 計測手法(案)の作成
  - ・計測手法(案)の取りまとめ
  - ・定量的効果の試算

## [ 研究成果 ]

1. 救急医療施設へのアクセス向上に関する貨幣価値換算法の精度向上・適用性向上

### (1) 貨幣価値換算法における各種条件の見直し

図 1 の救急医療施設へのアクセス向上効果に関する貨幣価値算定フローにおける a) ~ c) の 4 つの設定条件について、過年度の検討状況における課題を明らかにし、精度・適用性向上に向けた見直しを行った。検討にあたっては文献調査及び、医療・消防関係者へのヒアリング調査を踏まえて実施した。

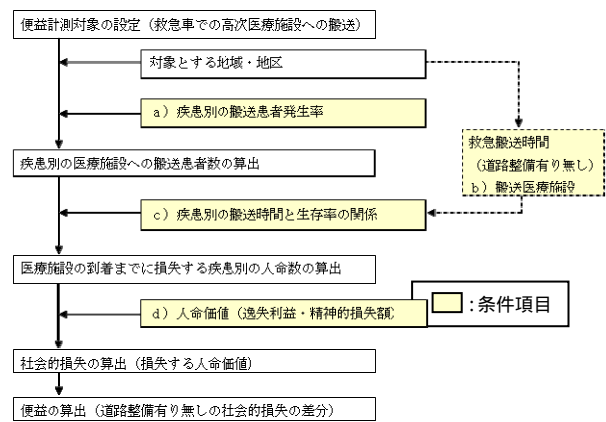


図 1 貨幣価値換算法の流れと条件項目

### a) 疾患別の救急搬送患者発生率

疾患別の救急搬送患者率では、過年度に消防庁の救急搬送統計と厚生労働省の患者調査の結果を元に設定していたが、対象疾患の定義のあいまいさ、全国値のみの整理であり地域特性の反映が課題となっていた。

そこで、本検討において、医療・消防関係者のヒアリング結果を基に、対象疾患のうち「急性心筋梗塞」を「虚血性心疾患」に、「多発外傷」を「重傷外傷」に定義を変更し、各種統計での疾病分類との整合を図った。また、患者調査の適用内容を見直し、精度向上を計るとともに、都道府県単位の値設定を可能にした。

表 1 患者発生率の見直し結果

疾患名	患者発生率
急性心筋梗塞等 (虚血性心疾患)	0.0449%
大動脈解離	0.0139%
脳梗塞	0.1422%
脳内出血	0.0579%
くも膜下出血	0.0161%
重傷外傷	0.0660%

### b) 疾患別の搬送時間と生存率の関係

疾患別の搬送時間と生存率の関係について、過年度は分析サンプル数が少なかったため、大動脈解離、重

傷外傷において有意な関係式を得られていなかった。そこで、昨年度の分析対象である北見赤十字病院のデータ年次追加を行うとともに、オホーツク地域の他の救急医療施設へのデータ提供を依頼し、サンプル数の増加を計った。このサンプルを基に、搬送時間と生存率の分析を行い、全ての対象疾患において、有意な関係式を得た。なお、サンプル数の増加により昨年度得られていた関係式についても決定係数を向上させることができた。統計的有意を得た関係式を表 2 に示す。

表 2 搬送時間と生存率の関係式

疾患	分類	分析結果			昨年度の検討		
		傾き	切片	決定係数	傾き	切片	決定係数
急性心筋梗塞等	軽傷+中等症+重症(40分以内)	-0.0070	1.0865	0.337	-0.0079	1.0911	0.234
	中等症+重症(40分以内)	-0.0079	1.0949	0.366	-0.0084	1.0987	0.254
	重症(40分以内)	-0.0129	1.0781	0.203	-0.0125	1.1250	0.148
	軽傷+中等症+重症(40分以内)	-0.0014	0.9511	0.034	-	-	-
大動脈解離	軽傷+中等症+重症(40分以内)	-0.0057	1.0729	0.150	-	-	-
	中等症+重症(40分以内)	-0.0064	1.0875	0.192	-	-	-
	重症(40分以内)	-0.0122	1.2072	0.283	-	-	-
脳梗塞	軽傷+中等症+重症(40分以内)	-	-	-	-0.0009	0.9370	0.033
	中等症+重症(40分以内)	-	-	-	-0.0009	0.9370	0.033
	重症(40分以内)	-0.0062	0.9801	0.391	-0.0034	0.9350	0.139
脳内出血	軽傷+中等症+重症(40分以内)	-0.0009	0.8735	0.018	-0.0050	0.8214	0.046
	中等症+重症(40分以内)	-0.0009	0.8724	0.018	-0.0050	0.8214	0.046
	重症(40分以内)	-0.0134	0.9617	0.142	-	-	-
くも膜下出血	軽傷+中等症+重症(40分以内)	-0.0032	0.8535	0.091	-0.0048	0.9277	0.206
	中等症+重症(40分以内)	-0.0036	0.8592	0.123	-0.0053	0.9346	0.243
	重症(40分以内)	-0.0071	0.9285	0.314	-0.0039	0.8766	0.213
重症外傷	重症(60分以内)	-0.0027	1.0033	0.248	-	-	-

c) 人命価値

過年度の検討では人命価値のうち、逸失利益の算定に用いる疾患別の患者年齢について、統計的根拠が得られていなかった。患者の疾患年齢について、厚生労働省の人口動態調査の結果を用いることで、統計的根拠に基づき、疾患別の逸失利益を算定した。

表 3 人命価値の見直し結果

対象疾患	逸失利益(億円)	精神的損失額(億円)
急性心筋梗塞等	0.11	2.23 億円
大動脈解離	0.10	
脳梗塞	0.07	
脳内出血	0.11	
くも膜下出血	0.15	
重傷外傷	0.14	

(2) 人口構成変化を考慮した将来便益算定手法の検討

現在、道路分野で用いられている費用便益分析では道路供用後の 50 年間で評価対象期間となっている。救急医療アクセス向上便益を費用便益分析への適用に向け、将来の人口構成を考慮した救急搬送患者発生率を設定した。具体的には、消防統計・患者統計より各疾患における性別・年齢別の発生率を算定し、その発生率を将来推計人口に乗じて、将来の患者数を推定した。

対象疾患患者数の将来の伸び率は、図 2 のとおりであり、人口、走行台キロが減少傾向にある中、高齢化により、2035 年まで増加傾向であることを把握した。

この患者数の伸び率を基に、対象疾患の伸び率を考慮した将来便益算定方法を設定した。

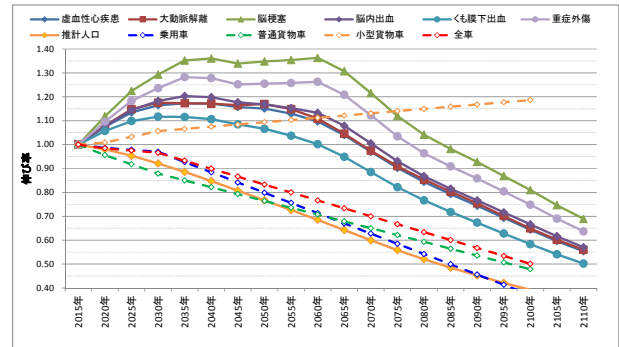


図 2 各疾患の将来患者数 (H27 を 1 とした伸び率)

2. 計測手法(案)の作成

(1) 計測手法(案)の取りまとめ

1. で検討した貨幣価値換算法について、便益計測者が参照可能な手順書として、計測手法(案)の取りまとめを行った。計測手法(案)については、便益計測範囲や算定の流れ、各種項目の定義・考え方を示すことで、便益計測時における誤りや算出精度の低下を防ぐものとした。また、対象地域の設定や搬送時間算定に用いる速度の設定については、便益計測者の算出状況に応じて選択できるように、複数の条件について提示し、それぞれのメリット・デメリットを整理した。

(2) 定量的効果の試算

(1) で取りまとめた計測手法(案)を基に、4つのケースを想定し、定量的効果の試算を実施した。便益計測エリアはそれぞれ市町村単位とメッシュ単位で試算した。また、搬送時間に用いる速度等についても、今後の便益計測者の参考となるよう複数の条件で実施した。

表 4 定量的効果の試算結果

地域分類	ケース内容	便益計測エリア	搬送時間に用いる速度	単年便益(億円)
都市部	バイパス	1) 市町村単位	a) センサ速度	5.4
			b) 推計速度	3.2
	2) 1km メッシュ単位	a) センサ速度	1.2	
		b) 推計速度	4.6	
地方部	バイパス	1) 市町村単位	a) センサ速度	1.3
			b) 推計速度	2.0
		2) 1km メッシュ単位	a) センサ速度	0.6
			b) 推計速度	3.4
	現道拡幅	1) 市町村単位	a) センサ速度	1.4
			b) 推計速度	1.8
		2) 1km メッシュ単位	a) センサ速度	1.8
			b) 推計速度	-0.4
	SIC	1) 市町村単位	a) センサ速度	1.9
			b) 推計速度	2.4
		2) 1km メッシュ単位	a) センサ速度	2.0
			b) 推計速度	2.5

さらに、費用便益分析への適用性を検証するため、既存 3 便益と同様の道路ネットワーク、速度、計測範囲とした場合の救急医療アクセス向上便益を算定し、オーダーチェックを実施した。その結果、アクセス向上便益は既存 3 便益の 7%~18%程度となった。

# 路車間連携による交通円滑化システム導入に向けた効果検証に関する研究

Research on Impact Analysis on Traffic Smoother System by Vehicle-Infrastructure Cooperation  
(研究期間 平成 26～27 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  
Head  
主任研究官  
Senior Researcher  
研究官  
Researcher  
交流研究員  
Guest Research Engineer

牧野 浩志  
Hiroshi MAKINO  
鹿野島 秀行  
Hideyuki KANOSHIMA  
福山 祥代  
Sachiyo FUKUYAMA  
吉村 仁志  
Hitoshi YOSHIMURA

ITS Division conducts a study on countermeasure for traffic congestion at expressways. This study focuses particularly on methods with vehicle-infrastructure cooperation, thus consists of an identification of bottleneck location/ factor analysis of traffic congestion using probe data generated by passing vehicles and a countermeasure using driving manner information provided as road operators' recommendation.

## 〔研究目的及び経緯〕

ITS 研究室では、高速道路単路部ボトルネックの渋滞解消に向けて、ボトルネックの位置特定から原因把握、対策選定、対策効果評価に至る一連のサイクルを ITS 技術の活用により効率的かつ効果的に実施する手法について研究を進めている。

本研究では、道路を賢く使う取組の一つとして、ETC2.0 プローブデータ等の観測データを活用して、ピンポイントでボトルネック位置や渋滞状況、渋滞原因を把握し、路車連携技術や ITS スポットを用いた情報提供により、多様で高度な交通円滑化対策を実施し、その効果を効率的に把握することを目的としている。

今年度は、渋滞対策の検討や対策効果を分析する上で必要となる車両挙動の詳細データを取得して特性の整理を行った。また、高速道路サグ部に設置している ITS スポットの稼働状況を把握し、車両挙動への影響分析も行った。

## 〔研究内容及び研究成果〕

### 1. 高速道路サグ部における車両挙動特性に関する整理（平成 27 年度）

東名高速道路下り大和サグ部（以下、大和サグ部という。）において取得可能な観測データを用いて、サグ部通過前後の車両挙動に関するデータを整理した。取得したデータは、平成 27 年 8 月から平成 28 年 2 月の

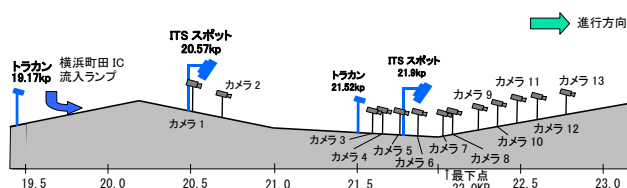
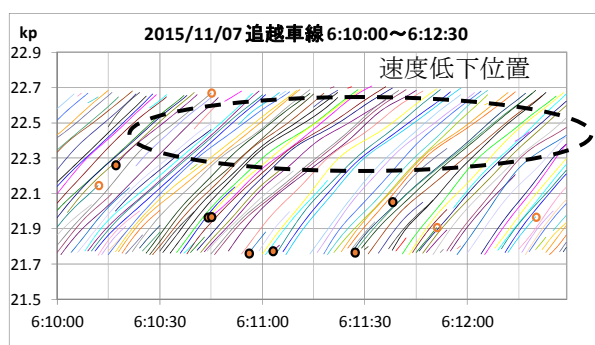


図 1 大和サグ部の路側ビデオ設置位置図



● : 追越車線への車線変更 ○ : 追越車線からの車線変更

図 2 ビデオ映像による時空間車両軌跡図(例)

車両感知器、ETC2.0 プローブの 30 日分のデータ、路側ビデオ映像データ（設置位置は図 1 参照）は渋滞が発生した 15 日分を分析対象とした。

まず車両感知器および ETC2.0 プローブデータを用いて速度変動図を作成し、速度低下位置や速度回復位



置を交通状態別（渋滞前、渋滞直前の臨界、渋滞中）に分析した。

次に渋滞発生日5日分のビデオ映像データを用いて車線別の時空間車両軌跡図（図2）を作成し、特徴的な交通現象を把握した。時空間車両軌跡図は、車線変更位置や車両個別の軌跡を時系列で把握できるため、速度低下位置や車線利用率の分析に有効である。分析した結果から、渋滞発生直前の臨界状態では追越車線の方が走行車線に比べて速度低下が大きいこと、追越車線へ車線変更する車両の割合が多く追越車線の利用率が高い傾向であることが分かった。

また、ETC2.0プローブから把握できる速度変動図を、ビデオ映像による速度変動図と比較すると、速度低下位置は概ね一致しており、速度低下位置や速度回復位置の渋滞原因分析の代替えとして活用可能であることが分かった（図3、図4）。さらに実施した渋滞対策の前後において、速度変動図を作成し、速度低下位置等の比較を行えば、対策効果の評価としても有効と考えられる。

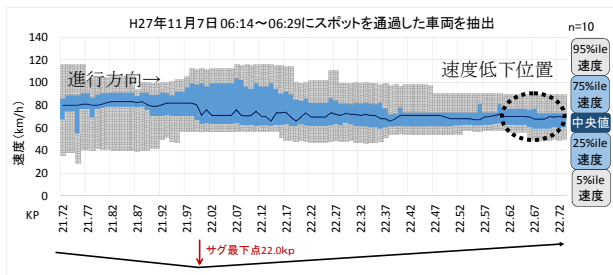


図3 ETC2.0 プローブによる速度変動図

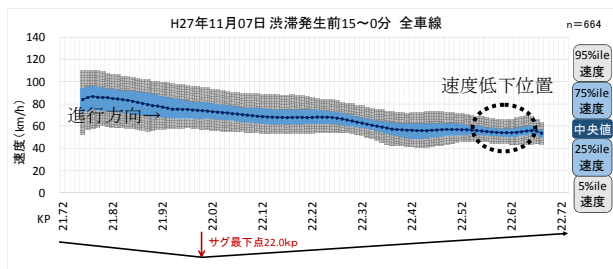


図4 ビデオ映像による速度変動図

## 2. 大和サグ部における ITS スポットの稼働状況の分析(平成 27 年度)

大和サグ部には国総研が設置した ITS スポットがあり、車線変更依頼情報（図5-(a)）および車線維持依頼情報（図5-(b)）を交通状態に応じて区間毎に提供する車線利用適正化サービスの運用を行っている。本サービスの稼働状況を、ログデータをもとに整理した上で、ITS スポットによる情報提供のありとなしで車両挙動

をビデオ映像で比較し、情報提供と行動変化の関係について考察を行った。

分析対象としたのは、ITS スポットに情報提供を行うか否かを判定する交通状態判定装置が「臨界」の場合とした。情報提供ありの車両は臨界時において、ETC2.0 対応車載器を搭載している車両を ETC2.0 プローブおよびビデオ映像データから推定した。また、情報提供なしの車両は、類似の交通状態である臨界時において ITS スポットの情報提供を行わない状態で車両を抽出した。

結果を表1に示す。車線変更依頼情報では、情報提供の有無により左車線へ変更した車両の割合に大きな差は見られないが、右車線へ変更する車両の割合は情報提供なしに比べ、ありの方が抑制されている。これは情報提供に逆らってまで車線変更を行うことはなく、抑止力がはたらいていると考えられる。

また車線変更依頼情報の有無で、評価対象区間の追越車線交通量を比較したところ、情報なしに比べ情報ありの方が約8%減少していることが確認された。



(a)車線変更依頼情報 (b)車線維持依頼情報

図5 ITS スポットから提供される情報

表1 車線変更依頼情報提供時の車線変更割合

情報提供の有無	車線変更パターン	車線別交通量 [台]	車線変更数 [台]	車線変更割合 [%]
ITS スポット 情報提供あり	追越→第二	168	11	6.5
	第二→第一	95	5	5.3
	第一→第二	33	3	9.1
	第二→追越	95	5	5.3
ITS スポット 情報提供なし	追越→第二	1323	75	5.7
	第二→第一	1130	98	8.7
	第一→第二	619	111	17.9
	第二→追越	1130	139	12.3

### 【成果の活用】

ETC2.0 プローブによる渋滞原因分析が、ビデオ映像による渋滞原因分析の代替えとして、利用可能と明らかになったことから、簡単に低コスト、短時間で渋滞原因分析が可能となる。また、車線利用適正化サービスの右車線抑止効果がみられたことから、効果的な渋滞対策の一つとして活用が期待できる。

# ETC2.0 サービスの技術的課題に関する調査検討

Investigation and examination about the technical subject of ETC 2.0 service

(研究期間 平成 23-27 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 System Division

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

牧野 浩志  
Hiroshi MAKINO  
小木曾 俊夫  
Toshio OGISO  
渡部 大輔  
Daisuke WATANABE  
広 正樹  
Masaki HIRO

The purpose of this study is to improve the reliability of ITS spot service. The authors conducted Field Operation Tests (FOT) in National highway of Kanto and Hokuriku area, to extract the technical problem of the uplink communication. In response to results, the authors arranged the correspondence plan proposal.

## [研究目的及び経緯]

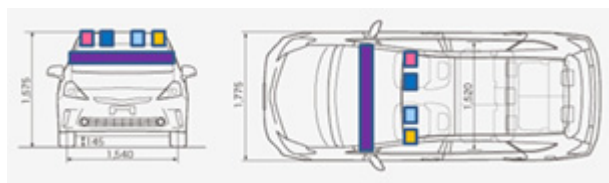
本研究は、全国展開された高速道路上等における ITS スポットサービス（平成 26 年 10 月より ETC2.0 に名称変更）について、運用上の技術的課題を検討し、確実なサービスの提供やサービスの改善に必要な調査・検討を行うものである。

平成 27 年度は、更なるプローブ情報の収集率向上に向けて、国総研試走路及び一般国道に設置された経路情報収集装置等において、現地条件等を確認の上、試験用車載器を用いた確認試験を行い、収集した通信ログ等を分析し、技術的課題やその原因、対応方針案等について整理した。また、プローブ情報に記録される挙動履歴の精度についても試走路にて確認を行った。

## [研究内容]

### (1) 経路情報収集装置の一般道での試験計画案作成

経路情報収集装置（車の走行履歴や挙動履歴等の情報を収集することに特化した路側機で、昨年からの一般道に整備された。）の通信環境を確認するための試験計画案を作成した。








車載機材	
	試験用車載器
	ITS スポット対応車載器（カーナビ連携型）
	ITS スポット対応車載器（スマートフォン連携型）
	ドライブレコーダ
	電界強度測定器

図 1 車載器アンテナ等の設置位置

2 種類の市販の ETC2.0 対応車載器（カーナビ連携型、スマートフォン連携型）、試験用車載器 1 台、試験用車載器の検証用 PC1 台、電界強度測定器 1 台、ドライブレコーダ 1 台を車に搭載（図 1）した上で、関東地方整備局管内と北陸地方整備局管内に設置されている 18 箇所の経路情報収集装置を対象に走行試験を行い、通信環境の分析を行うための一般道の試験計画案を作成した。

試験項目としては、経路情報収集装置の通信エリアが最適化されているのかを確認するため、車線毎の電界強度分布状況や試験用車載器通信ログの情報収集を設定した。

試験計画案の作成にあたっては、経路情報収集装置の通信状況の分析を効果的に行えるように、大型車のシャドウイング等による電波遮蔽ができるだけ起こらないようにすることや、経路情報収集装置の通信環境を詳細に検証するため、デジタルカメラで経路情報収集装置の設置環境を記録した上で、設置当初の完成図書の内容と比較・整理すること等に留意した。

### (2) 経路情報収集装置の一般道での試験の実施

前述の試験計画案にそって試験を実施した。

#### ① 国総研試走路における事前確認試験の実施

試験の事前確認として、国総研試走路において事前確認試験を実施して、市販の車載器（2 種類）、試験用車載器 1 台、試験用車載器の検証用 PC1 台、電界強度測定器 1 台、ドライブレコーダ 1 台等の試験で使用する機器の機能確認や機器調整を行い、一般道の試験実施の際に、不具合が生じないように準備した。

#### ② 一般道における走行試験の実施

一般道に設置されている 18 箇所の経路情報収集装置を対象に走行試験を実施した。

試験では各経路情報収集装置の通信エリア内の走行車線毎に、電界強度測定器による電界強度測定データ、試験用車載器による車載器通信ログを収集した。

試験の実施後には、各地方整備局から経路情報収集装置の路側機通信ログの収集と、アップリンク通信ログの収集を行った。

### (3) 経路情報収集装置の一般道での試験結果の整理

(2) の試験結果を整理した上で、経路情報収集装置等の通信環境における技術的課題やその原因の整理を行った。(図 2)

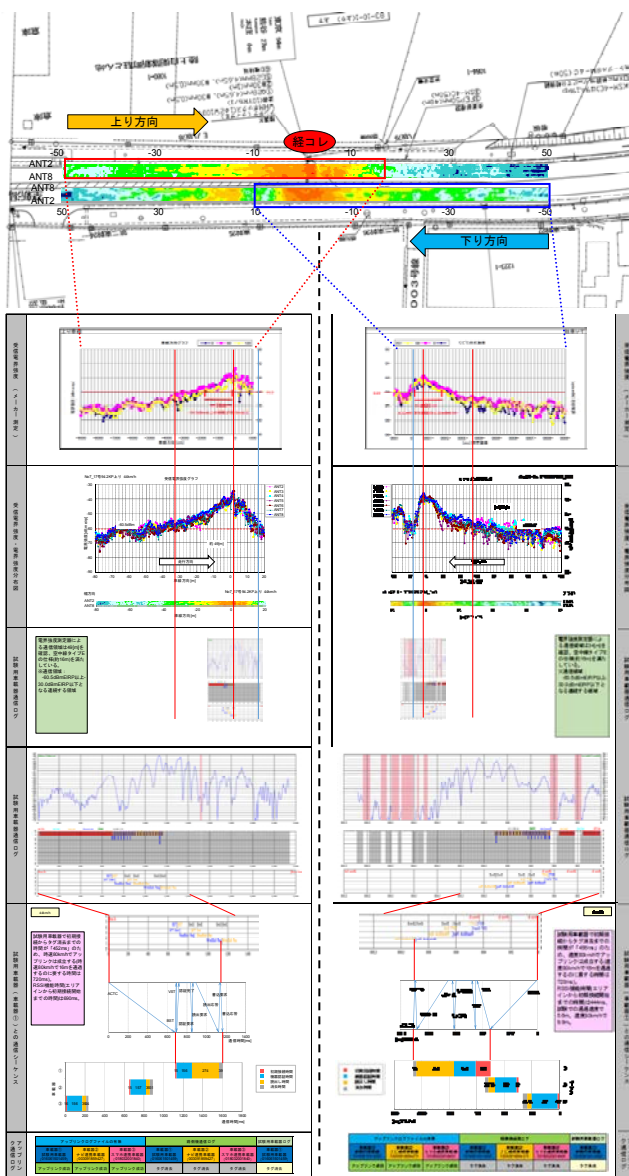


図 2 経路情報収集装置毎の整理例

試験結果の整理には、以下の内容を含めた。

- i. 経路情報収集装置のアンテナ設置位置、道路の周辺状況を整理した上で、経路情報収集装置が発射する電波の電界強度分布図を各車線で判別できるように作成した。
- ii. 試験用車載器通信ログ、路側機通信ログ、アップリンク通信ログの結果をとりまとめた上で、経路情報収集装置と各車載器の間で行われる各通信命令の所要時間が分かるように整理した。また、試験用車載器においては、試験用車載器に搭載された機能を利用して、各通信命令の送受信状況が分かるように図に整理した。その他、経路情報収集装置毎、車線毎、車載器毎にアップリンク通信成功率が分かるように一覧表に整理した。

経路情報収集装置の一般道の試験結果の整理にあたっては、箇所毎に図表等を用いて走行試験結果を分かりやすく整理し、問題箇所の抽出が容易にできることや、試験用車載器の収集情報から受信電界強度グラフを作成し、通信遮断エリアを抽出することにより、通信に与える影響を分析することに留意した。

### (4) 車載器の挙動履歴精度の検証

プローブ情報における挙動履歴（前後加速度、左右加速度、ヨー角速度）精度の検証のため、国総研試走路において模擬走行（交差点での右左折、車線変更や急制動など）を行った。カーナビ連携の車載器に記録され、路車間通信でセンター装置に送信されたプローブ情報と、車内計測器での挙動履歴の蓄積値等と比較し、挙動履歴の精度や異常値等の評価や各値の発生分布が確認できるようにとりまとめを行った。(図 3)

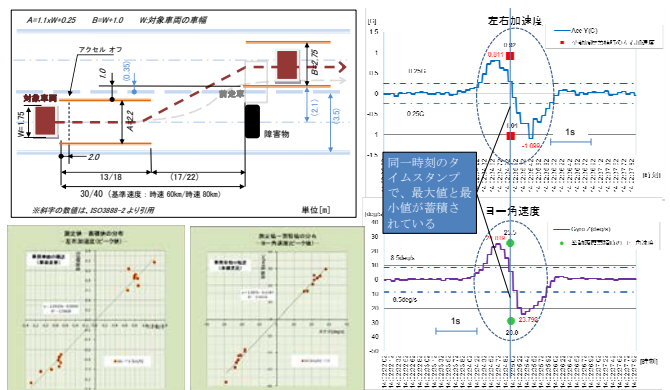


図 3 高速車線変更の挙動履歴の整理例

#### 【成果の活用】

本研究で得られた成果を活用し、経路情報収集装置個別の改善案について各道路管理者にフィードバックを行い、改善するよう促した。また、車載器の挙動履歴精度の検証で得られた傾向や特性について整理を行い、プローブ情報の分析を行う際に活用できるようにした。



# 新たな通信技術を活用した協調 ITS に関する研究開発

Research on the cooperative ITS using new communication technology

(研究期間 平成 25～27 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 System Division

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

牧野 浩志  
Hiroshi MAKINO  
小木曾 俊夫  
Toshio OGISO  
大竹 岳  
Gaku OHTAKE  
広 正樹  
Masaki HIRO

The purpose of this study is to investigate and examine cooperative ITS and to realize various ITS service applications that vehicles, infrastructure and mobile phone network cooperate on common platform.

## [研究目的及び経緯]

ITS 研究室では、欧米政府機関においても実証実験や国際標準化が進められている協調 ITS で実現すべきサービスや技術等について検討を行っている。

また、平成 24 年 9 月から次世代の協調 ITS 開発に関して官民共同研究を進めており、協調 ITS の各種装置の開発、相互接続試験、標準仕様の策定に向けた技術基準・技術仕様の策定を行うこととしている。

平成 27 年度は、路車間通信、車車間通信等の連携を利用した情報提供を行うことにより、交通渋滞や交通事故削減等に効果的な協調 ITS サービスの実験システムの検討に必要な基礎資料として、協調 ITS サービスの実験計画案等を作成した。

## [官民共同研究の体制]

官民共同研究は、共同研究者が一同に介する全体会合と、個別テーマについて集中的に議論するワーキンググループ (WG)、各 WG で横断的に議論する幹事会で構成され検討が行われている。官民共同研究の体制と各 WG で議論している検討内容は図 1 のとおりである。

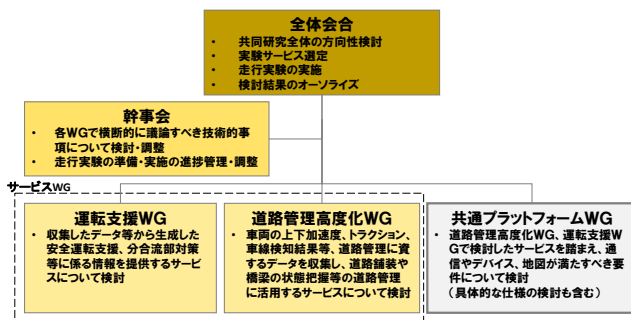


図 1 官民共同研究の体制

## [研究内容]

### 1. 協調 ITS サービスの社会的効果の整理

協調 ITS サービスの実現による社会的効果について、受益者を整理した上で、定量的な効果として試算した。

#### <ドライバに対するメリット>

車両単独では検知できない前方状況を、先読み情報として提供することで、事前の経路変更や車線変更が可能となり、ドライバの安全性や快適性の向上が期待される。表 1 にドライバが先読み情報を受け取ることが想定される頻度について、概算した結果を示す。

#### <道路管理者に対するメリット>

現在、道路管理者では、パトロールや通報による道路状況の把握に時間を要している。協調 ITS を活用することで、事象把握までの時間が短縮され、サービス品質の向上が期待される。道路管理者が協調 ITS を活用することで期待されるメリットの例を表 2 に示す。

#### <社会的メリット>

交通事故発生状況の経年変化から、自動車単独での削減が困難と考えられる交通事故の存在を把握した。このような事故に対して、検討している協調 ITS サービスで削減が期待できる部分に網掛けしたものを図 2 に示す。

表 1 ドライバがメリットを享受できる頻度の例

先読み情報	高速道路でメリットを享受できる頻度
工事、規制情報	5～6回の走行で1回
落下物情報	13回の走行で1回
故障車情報	16回の走行で1回
交通事故情報	33回の走行で1回
合流箇所における道路構造情報	
合流箇所における交通情報 (本線車再速度・位置、合流車再速度・位置)	1回の走行で4回
異常車再情報 (逆走)	23,700回の走行で1回



表 2 協調 ITS の活用で期待されるメリットの例

提供する先読み情報	メリット
落下物情報	
故障車情報	迅速な対応が可能となり、サービスの質が向上する。
交通事故情報	
渋滞情報	車線利用の平準化が可能となる。
路面情報	【路面凍結】凍結防止剤の散布範囲を確定でき、限定的な通行規制が可能となる。 迅速な対応が可能となり、サービスの質が向上する。
	【路面陥没】迅速な対応が可能となり、サービスの質が向上する。
天候情報 (ゲリラ豪雨、雪、風等)	迅速な対応が可能となり、サービスの質が向上する。
合流箇所における交通情報 (本線車両速度・位置、合流車両速度・位置)	車線利用の平準化が可能となる。
異常車両情報 (逆走)	迅速な対応が可能となり、サービスの質が向上する。

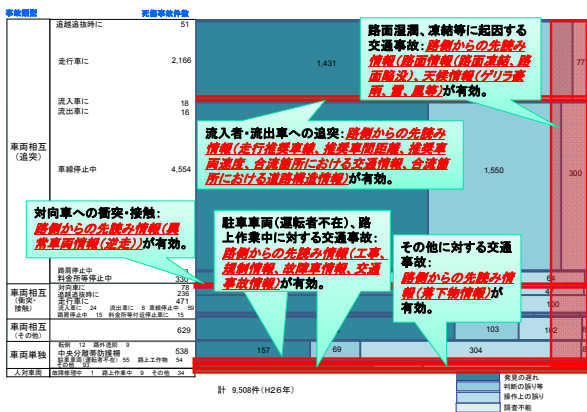


図 2 死傷事故に対する先読み情報の活用可能性の例

## 2. 協調 ITS サービスの実験計画案の作成

協調 ITS サービスの技術的実現性の検証を行うため、共同研究において、「分合流支援」、「先読み情報提供」、「道路管理高度化」、「逆走防止」の4つの協調 ITS サービスを選定し、要素技術を抽出した。なお、抽出した8つの要素技術は、図3のとおりである。

また、実験計画案の作成にあたって、実験場所を国総研内試走路と想定して、協調 ITS サービスを実現するために技術的検証が必要な項目の実験が効率的に行えるように整理を行った。技術的検証に際し必要な項目を整理し作成した実験計画案の一例を表3に示す。

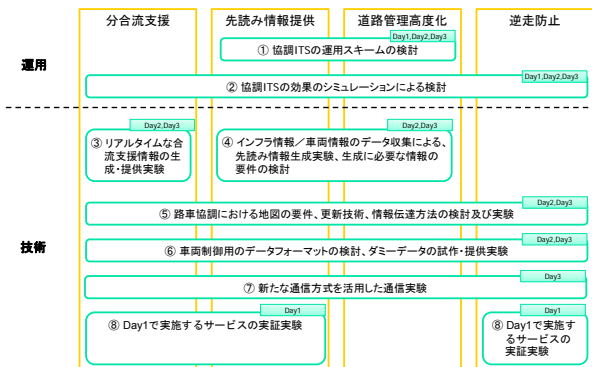


図 3 協調 ITS サービスにおいて検討すべき要素技術

表 3 協調 ITS サービスの検証案の一例

試験番号	試③-1
試験項目名	既存のデータフォーマットを活用した先読み情報提供
試験場	高速道路を覆った広域なコース
実験関係者	道路管理者：路側機の整備、情報の管理、試験場の提供 車両メーカー：車両の手配 車載器メーカー：車載器の手配、通信ログの解析 コーディネータ：ドライバの手配、被験者の手配、パトロール車の手配、記録(カメラ撮影等)
対象時期	Day1
検証事項 (案)	<ul style="list-style-type: none"> <li>ユーザ視点での提供された情報の評価</li> <li>提供される情報がユーザの感覚と合っているか</li> <li>提供される簡易図形情報がユーザにとって分かりやすいか</li> </ul>
概略図	
効率的な実験手順 (案)	<ol style="list-style-type: none"> <li>車両Aに車載器を装備する</li> <li>車両Aに被験者を乗車させる</li> <li>道路上に故障車を配置する</li> <li>パトロール車が道路上の故障車情報を取得する</li> <li>パトロール車が取得した故障車情報を道路管理者に送信できているか確認する</li> <li>道路管理者が車線単位での故障車情報を、路側機に送信できているか確認する</li> <li>路側機から車両Aに故障車情報を送信できているか確認する</li> <li>車両Aの車載器で故障車情報が受信できているか確認する</li> <li>被験者が表示された故障車情報をユーザ視点で評価する</li> </ol>

## 3. 協調 ITS サービスの実験長期工程案の作成

官民共同研究における議論の内容を踏まえて、協調 ITS サービスの実験長期工程案の作成を行った。

協調 ITS サービスの実験長期工程案については、国総研内試走路の実験、実施場所を限定した実道での試験運用、全国的な実展開までの期間における各サービス完成段階を時系列で整理したうえで、各サービス完成段階で検証すべき技術項目が分かるようにした。

なお、協調 ITS サービスの実験長期工程案の作成にあたっては、今後、民間で技術開発が想定される新情報通信技術、車両性能の高度化、センサの分解能の向上等の要素技術の進展も考慮して行った。



図 4 協調 ITS の実用化に向けたロードマップ

### [成果の活用]

官民共同研究の期間は、H27～ H28 年度の 2 年間となっており、来年度に国総研内試走路において実証実験を予定している。H27 年度の成果は、来年度に実施される実証実験等を効率的に進める上で基礎資料として活用される。

# プローブ情報の道路交通管理への活用に関する検討

Research on the practical use to road traffic management of probe data

(研究期間 平成 25～27 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  
Head  
主任研究官  
Senior Researcher  
研究官  
Researcher  
交流研究員  
Guest Research Engineer

牧野 浩志  
Hiroshi MAKINO  
鹿野島 秀行  
Hideyuki KANOSHIMA  
渡部 大輔  
Daisuke WATANABE  
水谷 友彰  
Tomoaki MIZUTANI

National Institute for Land and Infrastructure Management (NILIM) has been studying about utilizing ETC 2.0 probe data collected from ITS Spot for road traffic management. This study discusses the characteristics of the ETC 2.0 probe data and the methods of using the data. Moreover, this year NILIM tried precision inspection of the new probe unification server and trial of achievements index calculation and arrange automatic calculation system of achievement index based on ETC2.0 probe data.

## [研究目的と経緯]

本検討は、収集した ETC2.0 プローブ情報を道路交通管理へ活用するための方法に関する検討を行うものである。本年度は、平成 26 年度に改修を行った ETC2.0 プローブ統合サーバでの情報処理結果の精度検証を実施するにあたり、精度検証指標の整理を行うとともに、走行試験を実施し精度検証指標に基づいて検証を行った。また、挙動履歴情報の分析を行い、データ使用の際の留意事項等を記載した取り扱いマニュアル案を作成した。これらの精度検証と並行して、ETC2.0 プローブ情報を活用した道路行政の業績評価指標算出の試行として 60 事例を試算し、試算の際の課題と課題解決に向けての対応策を整理した。さらに、道路行政の業績評価指標の自動算出方法についても整理を行った。

## [研究内容]

### 1. ETC2.0 プローブ情報の精度検証

改修後のプローブ統合サーバにおける経路データ生成、マップマッチング、旅行時間算出等の処理の妥当性に関する検証を行うため、表 1 に示す整理（計 12 指標設定）を行った。点群データ、経路データ、挙動データ、旅行時間データ等、それぞれのデータ精度を確認する指標として、走行日および走行環境に着眼して表 1 に示す精度検証指標を整理した。

表 1 で整理した指標による精度検証を実施するため、高速道路および一般道における走行試験を実施した。

表 1 精度検証指標

区分	対象データ	設定した精度検証指標
走行日に着眼	走行履歴	アップリンク成功率
		走行履歴情報のアップリンク成功率
		運行 ID 付与成功率
		トリップ分割成功率
	挙動履歴	エンジン ON によるデータ秘匿率
	エンジン OFF によるデータ秘匿率	
走行環境に着眼	走行履歴	マップマッチング実施率
		マップマッチング正解率
		マップマッチング補正率
	リンク旅行時間	生成経路正解率
	旅行速度誤差率	
	挙動履歴	急減速誤差率



図 1 走行試験での走行経路の例（多摩ルート）

走行する道路は原則として関東地方整備局管内とし、のべ6,464km分以上のデータを収集した。走行したルートの一例（多摩ルート）を図1に示す。

## 2. 挙動履歴情報の分析

今後の利活用場面において、各地方整備局および事務所職員がデータを使用する際の留意事項等を整理し、挙動履歴情報取り扱いマニュアル案の作成を行った。挙動履歴情報取扱マニュアル案の内容（目次）を表2に示す。

## 3. ETC2.0プローブ情報を活用した道路行政の業績評価指標算出の試行

ETC2.0プローブ情報を活用した道路行政の業績評価指標について60事例を試算し、試算の際の課題と課題解決に向けての対応策を整理した。

生活道路の分析では、リンクにマッチングされないため、リンクから走行台キロや旅行速度が算出できない課題があり、走行履歴の2点間距離を積み上げる方法や、瞬間速度の平均値で区間速度を算出する対応策を整理した。

## 4. ETC2.0プローブ情報を活用した道路行政の業績評価指標の自動算出方法の整理

道路行政のPDCAサイクルに、ETC2.0プローブ情報を活用した道路行政の業績評価指標のモニタリングを定常業務として組み込むことを目的とし、各種業績評価指標のうち、「渋滞箇所の絞り込み」、「渋滞損失時間・渋滞損失額」、「時間信頼性評価指標」について、指標算出・モニタリング等を自動的に行うシステム化の方法について複数案検討を行った。また、各案の得失を整理した上で、最も優れた方法の実用化に向けた機能要件を整理した。

本整理において、組織階層によるニーズの相違、ETC2.0プローブ情報の特徴、既存の算出方法による算出結果との乖離、高速道路と一般道の渋滞特性、位置特性（KP、DRMリンク等）の相違、車種構成の偏り、各種指標算出に必要な外部データとの連携方法、外部データの入手タイミング、指標のスタンダードな表現方法、継続的なモニタリングの実施、リアルタイムかつビジュアルな表示等に留意した。また、整理した内容をもとに、業績評価指標算出システムの概略設計を行った。

### 【成果の活用】

ETC2.0プローブ情報は、直轄国道への路側機増設や車載器の普及促進キャンペーンなどによりデータ量が

増加していることから、道路管理への利活用ニーズが高まっている。本研究で行った道路行政の業績評価指標算出の試行で整理した60事例については、ETC2.0プローブ情報を道路行政の業績評価指標作成に利活用するにあたってのデータの特徴や留意事項を把握することができる。また、作成した挙動履歴情報取り扱いマニュアル（案）を活用することにより、道路管理者による走行履歴情報のみならず挙動履歴情報の道路状況分析への活用が見込まれる。これにより、事故防止等の安全対策に寄与するものと考ええる。さらに、道路行政の業績評価指標の自動算出システムを実装することにより、業績評価指標のモニタリングを定常業務として取り込むことが可能となる。

表2 挙動履歴情報取り扱いマニュアル案（目次）

目次構成	記載内容
1. 本マニュアルの目的	本マニュアルの目的について示す
2. 挙動履歴情報の概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>ETC2.0対応車載器で収集されるデータの種類や特徴についてテーブル定義等を用いて解説</li> <li>現在プローブ統合サーバに実装されている異常値判定機能について解説</li> <li>最近の挙動履歴情報の収集状況を地域別、道路種別別、ナビメーカ別、車種別に確認した結果を掲載</li> </ul>
2.1 ETC2.0対応車載器から収集される情報	
2.2 データの特徴	
2.3 プローブ統合サーバにおける異常値判定	
2.4 テーブル定義	
2.5 挙動履歴情報の収集状況	
3. 挙動履歴情報の利用方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>挙動履歴情報のデータの特性や利用する際の留意点について、実測データを例示しながら解説</li> </ul>
3.1 挙動履歴情報の位置の把握方法	
3.2 挙動履歴情報の収集範囲	
4. 異常データの除外方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>挙動履歴全体／メーカ別の異常値発生状況を示し、それを踏まえた異常値排除方法について具体的に解説</li> </ul>
4.1 挙動履歴から異常値を排除する方法	
4.2 メーカ毎の異常データの発生状況について	

表3 事例試算概要

No.	分類	事例数
1	GWの全国の直轄国道の交通状況分析	4
2	GWの全国の高速道路の交通状況分析	5
3	GWの東北道、常磐道の交通状況分析	4
4	GWの東名高速等の時空間速度図作成	1
5	お盆の高速道路の所要時間比較	1
6	渋滞傾向分析	1
7	交通安全対策前後の挙動履歴分析	1
8	生活道路の分析（通過、速度、挙動等）	3
9	生活道路の挙動履歴、走行履歴の分析	1
10	茨城、栃木水害関係の分析	4
11	京都四条通の分析	7
12	都市の分析（速度、トリップ長等）	9
13	宇都宮市の分析	4
14	那須観光地分析	8
15	圏央道（桶川北本-白岡菖蒲間）開通効果分析	8
	計	61

# ETC2.0 を用いた大型車両走行状況分析方法に関する検討

Study on analysis methods of heavy vehicles' traffic using ETC2.0

(研究期間 平成 26-27 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  
Head  
主任研究官  
Senior Researcher  
研究官  
Researcher  
交流研究員  
Guest Research Engineer

牧野 浩志  
Hiroshi MAKINO  
鈴木 彰一  
Shoichi SUZUKI  
築地 貴裕  
Takahiro TSUKIJI  
鹿谷 征生  
Yukio SHIKATANI

The purpose of this study is to investigate and verify analysis methods for heavy vehicles' traffic using ETC2.0, which is considered to have a significant impact on the life span of road infrastructure.

## 〔研究目的及び経緯〕

国土交通省では、「好循環実現のための経済対策」(平成 25 年 12 月 5 日閣議決定)に基づき、「競争力強化策」の一環として、交通・物流ネットワーク等の都市インフラ整備、ITS 技術の活用などによる渋滞対策等を推進することとしている。高度道路交通システム研究室では、上記対策等の一部として、ITS 技術を活用し、プローブ情報(ETC2.0 車載器から収集される自動車の走行履歴等を含むデータ)を用いた大型車両の走行状況確認技術の確立に取り組んでいる。

平成 26 年度は、特殊車両の走行経路違反模擬判定実験システム(以下、「実験システム」という。)から得られる実験データを用いて大型車両の走行状況を分析する手順案の作成・検証および実験システムの機能向上を図る方法の検討を行った。平成 27 年度は、実験システムにおける収集データの確認および整理、新たに設置された路側機の整備効果の確認、新たな ETC2.0 車載器のデータ形式活用のためのシステム要件の整理を行った。また、道路施設の維持管理等への活用方法の検討、大型車両の ETC2.0 車載器から収集した走行履歴データ(以下、「ETC2.0 大型車両データ」という。)を抽出・表示するツールの開発を行った。

## 〔研究内容及び成果〕

### 1. 実験システムによる走行履歴収集状況の確認

実験システムを用いて、モニタ車両(3,278 台)の走行履歴データを収集し、高速道路上の ITS スポットおよび平成 26 年度に新たに設置された路側機からの走行履歴データの収集状況(平成 27 年 4 月～11 月)を確認した(表 1)。

表 1 走行履歴データの収集状況

収集データ	データ量	
	ITS スポット	新たな路側機
走行履歴データ取得件数(件)	100,248,687	30,236,519
アップリンク件数(件)	1,717,003	338,152
ユニーク車両台数(台)	2,906	2,989
走行量(台キロ)	19,302,664	5,494,959

### 2. 新たな路側機の整備効果の検証

新たに設置された路側機の整備効果を検証するために、モニタ車両の運行記録と実験システムからの走行履歴データを照合し、高速道路上の ITS スポットから得られる走行履歴データのみを用いた場合と、新たな路側機から得られる走行履歴データを含めた場合について比較した。なお、照合にあたっては、運行記録の写し(3,278 台のうち、走行経路が確認可能な約 80 台)の、延べ 7 日分の運行記録と、実験システムからの処理結果としての走行状況(マップマッチングした経路、走行時間、距離)を用いた。

比較した結果、新たな路側機の整備により、走行経路の大部分が把握できるようになったことを確認した(表 2)。

表 2 新たな路側機の整備効果の確認

比較項目	運行記録に対する一致割合	
	ITS スポットのみ	ITS スポット+新たな路側機
走行時間ベース	20.9%	93.1%
走行距離ベース	30.8%	92.0%



### 3. 走行履歴への重量計測データ付加状況の確認

直轄国道上の特殊車両自動計測装置を通過したモニタ車両の走行履歴データに対して、重量計測データを付加したデータと、当該モニタ車両の運行記録を比較した。この比較により、運行記録上の車両の重量変化地点が正しく把握できている割合を確認した。

### 4. 新たなデータ形式活用のためのシステム要件検討

ETC2.0 車載器において新たに仕様化されたデータ形式（車載器電源 ON 時の情報、GPS 位置算出不能の情報、デッドレコニング機能の有無の情報、準天頂衛星への対応有無の情報、加速度作成方法の情報）について、実験システムでの活用方策を検討した。その上で、整理した活用方策を実験システムに反映させるためのシステム要件案を作成した。

### 5. 道路施設の維持管理等への活用方法の検討

道路維持管理等への活用に向けて、ETC2.0 大型車両データの分析目的、算出する指標、集計パターン、アウトプットイメージ等を検討した。検討にあたっては、ETC2.0 大型車両データに紐付いた重量計測データを元に、道路への負担度の指標となる累積軸数を試算した。また、分析を行う際の ETC2.0 大型車両データの処理方法（データ抽出、クレンジング、トリップ数集計等）を検討した。

### 6. ETC2.0 大型車両データの抽出表示ツールの開発

5.で検討した ETC2.0 大型車両データの活用方法やデータの処理方法を踏まえ、分析に必要な ETC2.0 大型車両データを抽出し、各種分析に共通的な編集を行うための機能要件を作成した。この機能要件をもとに、以下の 2 つのツールを開発した。また、試行した分析事例の手順を記した分析マニュアルを作成した。

#### ①プローブ情報抽出表示ツール（図 1）

本ツールの 3 つの主な機能を以下に示す。

- ・データ抽出機能：期間や範囲等の条件指定により、データを抽出・出力する
- ・データ集計機能：メッシュ単位等の集計条件の指定により、集計結果を出力する
- ・データ表示機能：抽出・集計結果を WEB サーバで地図、グラフ、アニメーション表示を行う（図 2 に地図表示イメージを示す）

#### ②プローブ情報フォーマット変換ツール

本ツールは収集したプローブデータをデータベー

スに登録するための 2 つの機能を有する。

- ・データ紐づけ機能：走行履歴と重量計測データ等を関連づける
- ・異常値排除機能：データ形式、緯度・経度、日付等の異常や重複するデータを取り除く

また、これらのツールを用いて、橋梁の維持管理計画に対して ETC2.0 大型車両データの活用可能性を検討するために、ETC2.0 大型車両データから推計する橋梁毎の累積軸数と、国土交通省の全国道路橋点検データ（交通量、部材、損傷程度等）との比較を行い、累積軸数と橋梁の損傷程度との相関分析を試みた。

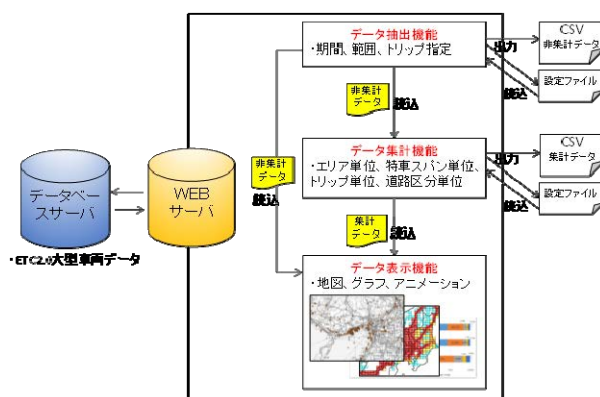


図 1 プローブ情報抽出表示ツール



図 2 地図表示イメージ（2次メッシュ）

#### 【成果の活用】

本年度の研究により得られた成果として、重量計測データを付加した走行履歴を把握できることから、特殊車両自動計測装置の追加設置候補箇所の検討等、今後の特殊車両通行許可制度の効率的・効果的な施策への展開に寄与できる。

また、開発したツールを利用することで、重量計測データと紐づけた走行履歴を用いて容易に様々な分析を行うことが可能となる。

# 大型車の通行適正化に向けた重量計測技術の導入に関する調査

Research on weight measurement technologies for proper road use by heavy vehicles

(研究期間 平成 27-28 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  
Head  
主任研究官  
Senior Researcher  
研究官  
Researcher  
交流研究員  
Guest Research Engineer

牧野 浩志  
Hiroshi MAKINO  
鈴木 彰一  
Shoichi SUZUKI  
築地 貴裕  
Takahiro TSUKIJI  
鹿谷 征生  
Yukio SHIKATANI

The purpose of this study is to investigate weight measurement technologies for proper road use by heavy vehicles, which is considered to have a significant impact on the life span of road infrastructure.

## 〔研究目的及び経緯〕

高度道路交通システム研究室では、持続可能で活力ある国土・地域づくりを推進するため、道路インフラへの影響が大きいとされている大型車の通行適正化および適正利用者に対する負担軽減・優遇を実現する方策について調査・研究を行っている。

平成 27 年度から平成 28 年度にかけては、現状の特殊車両通行許可制度の下で用いられている大型車の重量計測方法における課題の抽出を行うとともに、遵法車両への負担軽減・優遇と違反車両に対する取締り強化を同時に実現していくための大型車両走行管理施策案の検討等を行うこととしている。本調査では、特殊車両自動計測装置（以下、自動計測装置）における運用上の課題整理、大型車両走行管理方法の検討、大型車両走行管理に向け整備が必要となる装置の機能要件の検討等を行った。

## 〔研究内容及び成果〕

### 1. 自動計測装置における運用上の課題整理

現状、大型車の重量計測に用いられている、直轄国道上の自動計測装置における運用上の課題を調査・整理した。具体的には、自動計測装置による大型車の重量の把握状況、自動計測装置の故障要因・交換頻度・精度低下要因・ライフサイクルコスト、現行の装置機能仕様において改善が望まれる点、コスト削減の可能性等について、自動計測装置を管理している全ての地方整備局および自動計測装置製造メーカー（3 社）へのヒアリングにより調査し、整理した（表 1）。

表 1 自動計測装置における運用上の課題

分野	課題
故障	故障が発生しやすい
	故障の大半は重量計測センサ(軸重計)
復旧	復旧に時間がかかる
	復旧に費用がかかる
運用	設置・維持管理に費用がかかる
	計測データの活用が限定的
その他	更新計画策定・予算確保

## 2. 大型車の走行管理方法の検討

### (1) 大型車の走行管理の全体像の検討

1.の整理結果を踏まえ、遵法車両への負担軽減・優遇および違反車両に対する取締り強化を同時に実現していくための、大型車の走行管理の全体像を検討した。全体像の検討にあたっては、わが国における状況との類似性・差異に留意して、海外諸国（欧州委員会および豪州、韓国、チェコ、米国）における車載機器導入による大型車の管理施策の背景・根拠、および違反者の取締りにおける取締り権限や罰則の付与方法を参考にした（表 2）。

表 2 の海外諸国の参考事例をもとに、「道路の老朽化対策に向けた大型車両の通行の適正化方針」（国土交通省道路局平成 26 年 5 月 29 日）の基本方針にもとづき、大型車の走行管理方法の全体像案を以下のように整理した。

### 【基本方針】

通行許可の基準等の見直しと許可審査手続きの改善、

また違反取締や違反者への指導の強化

【大型車管理の全体像】

制限緩和等のインセンティブ付与車両の監視と悪質違反車両に着目した取締りの効率化

表 2 海外諸国における大型車の管理施策概要

国・地域	全体像の整理にあたっての参考事例
欧州	車載型重量計の導入による、走行中の車両重量の監視
豪州	車載器による、インセンティブ付与車両のモニタリング
韓国	法令遵守車両に対する電子利用可能な許可情報の提供
チェコ	自動計測装置の高精度化による、計測結果を用いて罰金を科す制度改訂の実施
米国	車載器装着車両の取締り基地への引き込み回避サービスの提供

(2) 大型車の走行管理方法の段階的導入計画案の検討

2.(1)で検討した大型車の走行管理の全体像を実現するための、段階的導入計画案を検討した。具体的には、進め方を3案（インセンティブ付与型、取締り強化型、罰則強化型）検討し、そのうちの1案（インセンティブ付与型）について、導入時期、関係者の役割分担等を明らかにしつつ、段階的導入計画案を検討した。なお、検討にあたっては、平成28年1月25日から導入している特車ゴールド制度にもとづく申請手続きの簡素化と許可期間の自動延長等による更新の簡素化が実施していることから、本施策が実現されたことを前提とした（図1）。

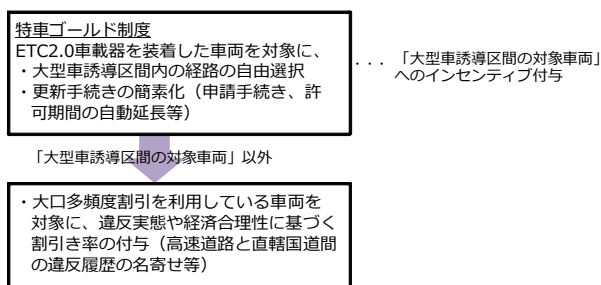


図 1 段階的導入計画案（インセンティブ付与型）

3. 整備が必要な装置の機能要件の検討

(1) 既存の自動計測装置の課題にもとづく改善要件

2.(2)で検討した段階的導入計画案を踏まえ、整備が必要となる車載型重量計、可搬型重量計、設置型重量計、データ集約装置等の施設について、重量計測および計測データの転送・集約方法等に関する機能要件を

検討した。なお、計測データの転送・集約方法に関する機能要件の検討にあたっては、転送に用いる通信方式、データ形式についても整理した。また、設置型重量計の重量計測に関する機能要件の検討にあたっては、1.の整理結果を踏まえ、既存の自動計測装置を更新する際に必要となる、あるいは不要となる機能要件についても整理するとともに、以下に示す機能、項目について、2.(2)で検討した段階的導入計画案に応じて段階的・効率的なシステム構築が可能となるよう、現行の自動計測装置における変更内容を検討した。なお、変更内容の検討にあたっては、重量計測の基準（海外：OIML R134-1・COST323、国内：高速道路会社の仕様書等）の事例を調査・整理し、反映した。

- ・車両総重量、軸重、軸距、軸数計測機能
- ・車両寸法（車長、車高、車幅）計測機能
- ・電光掲示板等による重量超過の警告表示機能
- ・車番認識による車両特定機能
- ・上記機能の検証方法
- ・設置箇所
- ・設置環境

(2) 自動計測装置の追加設置箇所・設置環境の検討

自動計測装置の追加設置候補箇所として、違反車両に対する取締りの効率性や環境面（迂回のみ難さ等）を考慮し、大型車交通量や引込み固定基地との位置関係などの条件を設定し、該当箇所を整理した（図2）。

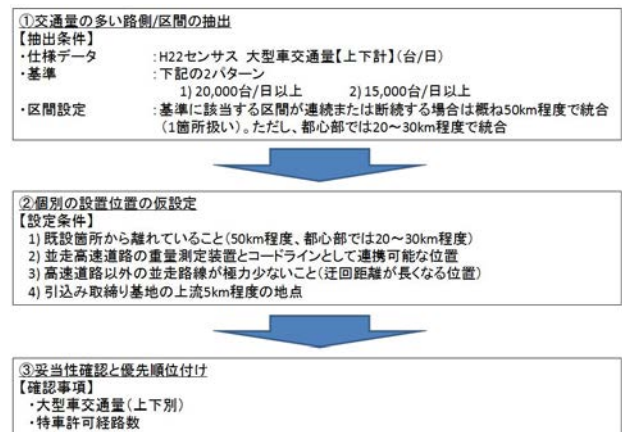


図 2 設置候補箇所の考え方

【成果の活用】

運用上の課題に基づく自動計測装置の機能要件の整理結果および大型車の走行管理方法の検討結果により、今後の大型車の走行管理に向けて、道路法に基づく特殊車両通行許可制度の効率的・効果的な施策への展開に寄与できると考える。

# 路車連携による安全運転支援システムの実用化に向けた検討

Validation of Driving Safety Support System by Using Vehicle to Infrastructure Cooperation

(研究期間 平成 25～27 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  
Head  
主任研究官  
Senior Researcher  
研究官  
Researcher

牧野 浩志  
Hiroshi MAKINO  
松田 奈緒子  
Naoko MATSUDA  
福山 祥代  
Sachiyo FUKUYAMA

This research examines the medium- to long-term requirement for function and efficiency of Cooperative ITS. The requirements for elemental technologies are also studied through four specific themes, safety driving support using connected vehicles, information provision by telematics devices, ACC for reducing traffic congestion and environmental recognition using on-vehicle camera.

## [研究目的及び経緯]

高度道路交通システム研究室では、道路インフラと自動車・情報通信技術の連携による運転支援の高度化に関する研究開発を行ってきており、その成果を基に平成 23 年以降 ETC2.0 サービスが実用化されている。一方、自動車技術の著しい進展により、自動車の高度な自律的安全運転支援技術をインフラ側が支援し、更に高度な道路交通システムを構築することが、安全運転や移動支援等の新たな解決策として期待されている。

一昨年度は、自動車の自律的安全運転技術の支援に必要なインフラ側からの情報提供について、基礎的な整理を行った。また、昨年度は、ETC2.0 サービスのうち安全運転支援サービスについて、ドライバーの運転行動に対する影響の検証を、公道実験、プローブデータにより実施したところである。

本年度は、高度な自動車技術を前提とする路車連携の中長期的な進展を見据えて、協調 ITS サービスの実現に必要な要素技術の機能・性能要件について整理するとともに、要素技術の具体化及び実証実験等を通じた有効性等の評価を行うことを目的として、東京大学生産技術研究所に委託して研究を行った。

## [研究内容及び成果]

### 1. 協調 ITS の中長期的な機能・性能要件

本検討では、協調 ITS サービスについて、交通サービスが大きく変化する将来像を考慮し、計画・設計論、運用技術、社会規範・制度等の関連条件を中長期的な観点から包括的に整理した。表 1 に示す 6 つの発展軸に基づき、ITS サービスの体系図と進化イメージを整

表 1 ITS 発展軸の 6 つの柱

人	移動支援の高度化(情報提供 等)
車	車両、運転操作の高度化(安全運転支援、自動運転 等)
物	物流の高度化(商品管理 等)
道	道路運用、事業運用の高度化(交通管制、車両運行管理、料金決済 等)
行政	行政支援の高度化(施設管理、道路・公共交通計画、施策立案 等)
情報	情報活用的高度化

表 2 個別テーマの選定

共通課題	今後着目していくべき視点	個別テーマ
センシング、データの統合	カメラでの情報収集	①車車間・路車間通信技術を活用した安全・円滑支援サービス
	車車間通信の活用	
データの分析、利活用	多様な周辺情報に対する情報の優先度	②テレマティクスを活用した次世代型ドライバー支援サービスの個別サービス
	安全性と円滑性等、複数の視点を考慮した車両制御	
異なる視点の評価	交通流の最適化(安全性、円滑性の両立等)	③ACC 活用を含む交通状況に応じた動的な運用施策による渋滞対策
	ドライバー認知力の向上	
システム処理内容の提示	見えない情報の表現方法	④協調的移動支援のための環境認識と視覚情報提示
	力覚等による提示方法	

理するとともに、自動運転や公共交通といった今後の重要課題を例に、展開シナリオや導入シーンの検討を通じて複合的な発展の方向性や課題整理を行った。

### 2. 要素技術の機能・性能要件の検討

協調 ITS の要素技術を具体的に検討するために、表



2のように4つの個別テーマを選定して研究を行った。

### 1) 車車間・路車間通信技術を応用した安全・円滑運転支援サービス

通信技術を活用した ITS サービスの構築手法をテーマとし、路面電車・自動車間の車車間通信型安全運転支援サービスを具体例として、機能・性能要件の検討を行った。車載器の普及・路側機の配備に関する普及シナリオを整理するとともに、サービスのプロトタイプを構築し、公道実証実験、ドライビングシミュレータ (DS) 実験、試験線実験、トレインシミュレータ実験を使い分ける効果評価手法について提案・検証を行った。実証実験を通じて、見通し不良箇所でのサービスの有効性と、効果評価手法の有効性が確認された。

### 2) テレマティクスを活用した次世代型ドライバー支援サービスの個別サービス

道路上の情報提供施設や運転支援情報が増加する中で、ドライバーが適切に協調 ITS サービスを受けるためには、車内のテレマティクス機器を通じて安全かつ正確にサービスの情報を受け取れる必要がある。本テーマでは、視覚と力覚による情報提示を対象として、車内での情報提供方法を検討した。要素技術の評価として、DS 実験を用いて、路上と車内、更に HUD (Head Up Display) での情報提示における運転行動への影響や見落とし状況の比較、力覚による操舵支援の効果分析等を行った。その結果、図2に示すように、警戒標識等道路に付随する路側の情報と行き先、車両速度等車両個別の情報を組み合わせて提示することが、テレマティクスの機能として求められることが示唆された。

### 3) ACC 活用を含む交通状況に応じた動的な運用施策による渋滞対策

サグ部における渋滞現象は人の運転挙動に大きく依存するため、前方車両追従時の加減速を自動的に行う ACC (Adaptive Cruise Control) の活用が渋滞緩和に寄与する可能性がある。このため、走行実験を行って ACC 及び人の追従挙動を把握し、両者の比較により交通流を安定化させる渋滞対策としての ACC 制御ロジックを提案した。サグ部の渋滞現象を定性的に再現する交通シミュレーションを構築し、渋滞対策 ACC 車両の混入率が高いほど大幅に渋滞発生割合を減らしうることを示した (図3)。さらに、路車間協調による動的な渋滞対策 ACC 車両の導入手法が有効であることが示唆された。

### 4) 協調的移動支援のための環境認識と視覚情報提示

協調 ITS においては、カメラなどの車載センサーにより交通・環境データを収集し、道路管理や後続車両への安全運転支援情報提供に活用することが期待される。このとき、収集データは目的に応じて精製・整理する必要があり、このための画像処理技術として、車載カメラ映像の振動の影響を補正する安定化と、民生



図1 路面電車運転シミュレータ

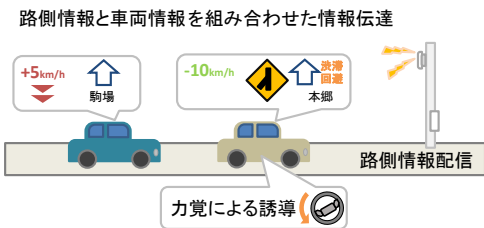


図2 HUDによる信号情報配信の再現と評価実験

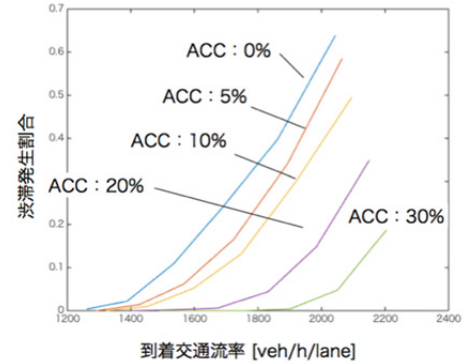


図3 渋滞対策用 ACC の混入率と渋滞発生割合の関係

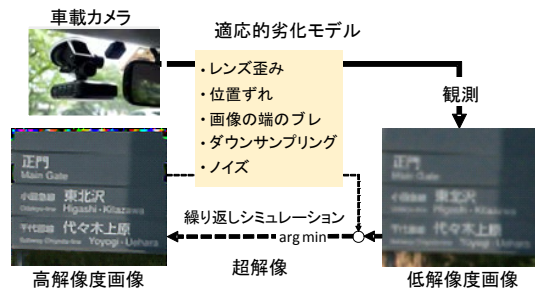


図4 カメラ画像の高精細化技術

品レベルのカメラと魚眼レンズによる画像の高精細化に関する開発を行った。また、実証実験を通じて、基本的な動作評価及び実用に向けた条件下での動作評価を行い、提案技術の効果を確認した。

### 【成果の活用】

本研究成果を用いた「高速道路サグ部等交通円滑化システム」の開発が産学官連携功労者表彰における国土交通大臣賞を受賞した。また、協調 ITS 官民共同研究において、サービス検討の基礎資料として活用する。

# プローブ情報等を活用する 交通シミュレーション共通基盤に関する研究

Study of data platform for traffic simulation using probe data

(研究期間 平成 26～28 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  
Head  
主任研究官  
Senior Researcher  
研究官  
Researcher  
交流研究員  
Guest Research Engineer

牧野 浩志  
Hiroshi MAKINO  
松田 奈緒子  
Naoko MATSUDA  
福山 祥代  
Sachiyo FUKUYAMA  
吉村 仁志  
Hitoshi YOSHIMURA

In this study, a prototype of traffic monitoring system using ETC2.0 probe data is developed. The indices for road network operation that express network performance and traffic demand are examined. Visualization methods for the indices based on the result output of the prototype are also studied.

## 〔研究目的〕

首都圏三環状道路の概成を目前に控え、道路ネットワーク機能を最大限に活かすための需要マネジメントが求められている。道路ネットワークの交通需要の平準化を実現するには、その時点の交通状態に応じた弾力的な道路運用が重要となる。このため、OD 構成や経路分担等を含むネットワークの交通状態を随時把握（モニタリング）するための手法の開発が必要である。

本検討は、ETC2.0 プローブデータ等を用いた交通状態モニタリングの手法及び指標を整理するとともに、昨年度作成した共通データ基盤に基づくモニタリングシステムのプロトタイプを構築することを目的とする。

## 〔研究内容及び成果〕

### 1. 道路ネットワーク運用のための交通状態モニタリング指標の整理

道路ネットワークの効率的な運用に必要となる交通状態を把握するためのモニタリング指標を、国内外の研究を対象とした文献調査により抽出した。さらに、運用施策の例として「経路・渋滞予測等情報提供」を取り上げ、需要分散施策の実施判断に必要な指標を検討した。需要分散のために把握すべき事項として、1) 道路ネットワークの中でどこに余裕があるか、2) 渋滞が発生している路線において、余裕のある路線に転換可能な交通需要がどの程度存在するか、3) 転換した場合に利用者はメリットを享受できるか、の3点が挙げられる。これらの評価指標として、1) に関して

表 1 モニタリング指標の比較

指標	ネットワークパフォーマンス把握		NW/道路の交通状態判定		容量に対する利用状況把握	数分単位集計値での評価
	マクロ	ミクロ	状態判定	スルーポイント把握		
集計 QK(MFD)	●		○	○	○	○
仕事率		●	×	○	○	○
流入台数	●		×	×	×	○
交通密度		●	○	×	○	○
速度	●	●	○	×	○	○
旅行時間	●	●	○	×	○	○
渋滞損失時間	●	●	○	×	○	○
変動損失時間	●	●	○	×	○	○
飽和時間数		●	○	×	○	×
渋滞発生時間		●	○	×	○	×
渋滞量	●		○	×	○	△
混雑度		●	○	○	○	×
総走行台キロ	●		×	○	×	○
サービス水準		●	○	×	○	○
計画水準		●	○	○	○	×

表 1 の整理を行い、マクロ的に全体を把握可能な集計 QK(あるエリアの集計交通流率と集計交通密度により道路ネットワークの交通状態を把握するための指標)を選定した。また、集計 QK との組合せにより有用性が高く、わかりやすいと考えられるミクロ指標として、交通密度、渋滞損失時間を検討に用いることとした。

以上の指標のうちマクロ指標である集計 QK は、セグメントの設定に結果が左右される。実測データを用いて、複数の単純なパターンでセグメント設定を変えた場合の指標の傾向を分析した結果、分割パターンによって得られる交通状態の特徴やその変化の仕方が異なり、交通特性や把握すべき内容に応じた適切なセグメント設定が非常に重要であることが確認された。

## 2. 交通状態モニタリング手法の整理

道路ネットワーク上の交通状態について、オンラインで収集した交通データ（ETC2.0 プローブデータ、車両感知器データ等）を逐次入力してその時点での交通状態をモニタリングする手法を検討した。既往のネットワーク交通シミュレーションの多くが車両感知器データを利用するものであるのに対し、本検討では車両感知器の交通量データと ETC2.0 プローブの走行速度データを融合する手法を採用し、車両感知器間の詳細な交通状態の再現を目指すこととした。車両感知器データとプローブデータの融合の考え方を図1に示す。

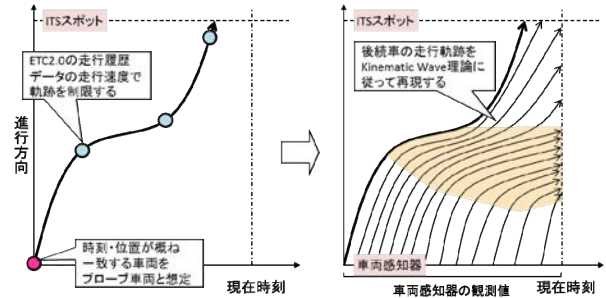


図1 ETC2.0 データと車両感知器データの融合手法

## 3. 交通状態モニタリングシステムプロトタイプ構築

2の検討結果を踏まえ、首都圏高速道路ネットワークを対象とした交通状態モニタリングシステムのプロトタイプを構築した。構築にあたって既存の商用交通シミュレータを活用することとし、その際、共通基盤としての汎用性を確保するために、整備する機能が一般的な商用交通シミュレータを用いた場合にも実現可能なことを確認した。今年度は、まず ETC2.0 プローブの速度データを導入する手法を検討することとし、シミュレーション上でプローブ該当車両を指定して経路・速度を制御する機能や、計算結果をもとに指標を出力する機能などを実装した（図2）。

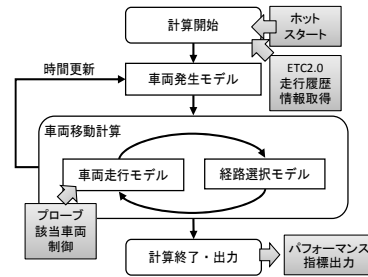


図2 モニタリングシステムの計算フロー

構築したプロトタイプにより得られたリンク旅行速度を、ETC2.0 データから作成した検証用のリンク旅行速度と比較し、渋滞状況の再現性を検証した結果、顕著な渋滞区間はおよそ再現されていることが確認できた（図3）。また、OD交通量を固定した条件下で各日の ETC2.0 プローブデータを入力して計算した結果、日々の渋滞状況の変化を再現できることが確認された。ただし、交通量に関する指標の再現性は低く、トラカン交通量の導入等により改善する必要がある。

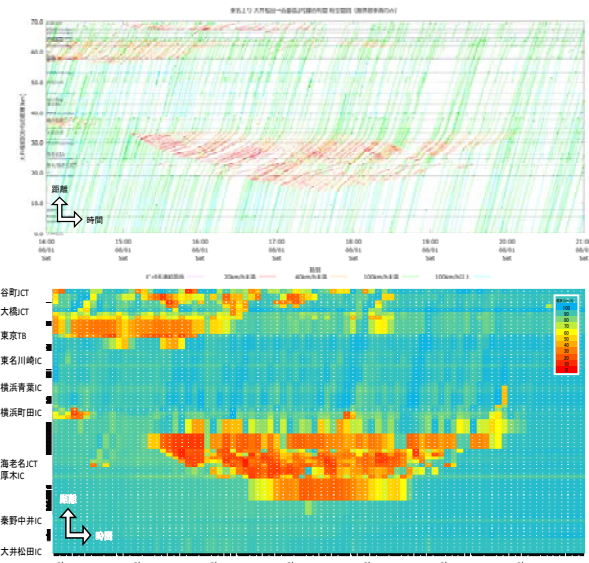


図3 時空間速度図の比較（上：ETC2.0 プローブ走行履歴情報、下：プロトタイプの計算結果）

## 4. モニタリング指標の可視化手法の整理

3で構築した交通状態モニタリングシステムのプロトタイプの出力データを用いて、1で「経路・渋滞予測等情報提供」を対象に選定したモニタリング指標を、GIS等のソフトを用いて可視化する手法を整理した。指標可視化の例を図4に示す。

### 【成果の活用】

本研究により、ETC2.0 プローブを用いたモニタリング手法の有効性や実現性が確認できた。道路管理者による渋滞状況等の道路交通状態の把握・理解や、道路ネットワーク運用方法評価等に関する支援に向けて、今後本成果に基づくシステム構築を検討していく。

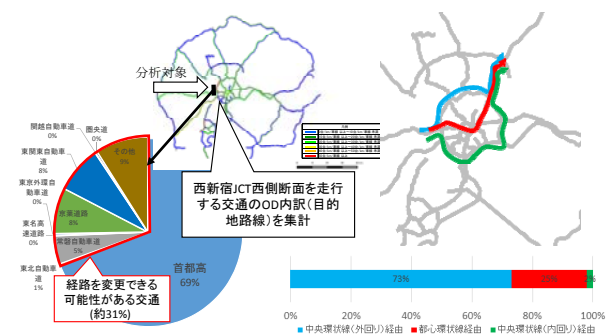


図4 可視化イメージ

# 官民データ融合による物流支援等情報提供サービスに関する研究

Research on the logistics support information services by public and private data fusion

(研究期間 平成 26～28 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  
Head  
主任研究官  
Senior Researcher  
主任研究官  
Senior Researcher  
研究員  
Researcher  
研究員  
Research Engineer  
交流研究員  
Guest Research Engineer

牧野 浩志  
Hiroshi MAKINO  
鈴木 彰一  
Shoichi SUZUKI  
松田 奈緒子  
Naoko MATSUDA  
築地 貴裕  
Takahiro TSUKIJI  
大竹 岳  
Gaku OHTAKE  
鹿谷 征生  
Yukio SHIKATANI

National Institute for Land and Infrastructure Management (NILIM) is conducting R&D on a logistic support system using ETC 2.0 probe data. NILIM was organized system specifications and interface specifications for sharing the probe data in public and private sector. And, the authors have compiled the operation rule of logistics support services.

## 〔研究目的と経緯〕

国土交通省では、経済産業省とともに、平成 25 年度に「総合物流施策大綱(2013-2017)」を策定している。同大綱では、産業活動と国民生活を支える効率的な物流の実現に向けた取組として、「ICT 等を活用した新しい物流サービスの創出の促進」、さらなる環境負荷の低減に向けた取組として、「ITS を活用した官民連携による貨物車交通のマネジメントについての検討」を、平成 29 年を目標年次として推進することとしている。

また、国土交通省では、平成 22 年度より、高速道路を中心として約 1,600 箇所にて ITS スポット（路車間通信の無線アンテナ）を設置している。ITS スポットでは、道路交通情報の提供のみならず、所有者了解のもと、事前に市販の ETC2.0 対応車載器等のセッティング等を行うことで、個別の車両を特定した ETC2.0 プローブ情報（以下、「特定プローブ情報」という。）を抽出・収集し、活用することが可能である。

ITS 研究室では、ETC2.0 プローブプラットフォームを活用した物流支援サービスの研究に取り組んでいる。図 1 に特定プローブ情報を活用した物流支援サービスの概要を示す。平成 27 年度は、車両動態管理等への活用を目的に、物流支援サービスの効果評価方法の整理・効果試算や ETC2.0 プローブを物流事業者等に提供

するためのプローブ情報中継システムのプロトタイプ構築を行い、社会実験を開始した。

一方、道路の老朽化対策は喫緊の課題であり、道路の劣化への影響が大きい大型車両の通行の適正化が求められている。国総研では、特殊車両（道路法第 47 条第 1 項の政令で定める最高限度又は同条第三項に規定する限度を超える車両）の適切な走行を支援する技術の開発及び実展開に向けた調査・研究を行っている。平成 27 年度は、走行中の特殊車両に対して通行を誘導すべき道路へ誘導・案内するサービスの実現に向けて、個々の車両の特殊車両通行許可情報を輸送事業者等に提供するための方法について検討を行った。

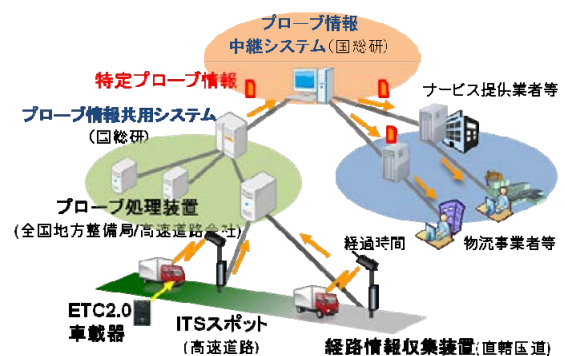


図 1 特定プローブ情報を活用した物流支援サービスの概要



【研究内容及び成果】

1. 物流支援サービスの効果及び評価方法の整理

民間で実施されている物流支援サービスの実態を把握し、物流支援サービスの効果を整理した上で、各効果の評価方法を整理した。

各種データを用いた定量的な評価が可能な指標に関しては、必要となるデータと分析方法を整理し、利用者や荷主等の意見による定性的な評価が可能な指標に関しては、質問内容や質問対象等を整理した。

表1 物流支援サービスの効果及び評価方法

効果項目	サービス項目									
	安全運転支援：急ブレーキ・急ハンドル発生回数の安全運転教育への活用			エコドライブ：急加速発生回数のエコドライブ教育への活用			走行履歴・動態管理：車両の運行実績の活用			
	作成	診断結果（レポート）の	ヒヤリハットマップ作成等による安全運転指導	音声・パトライトによる危険情報の通知	評価結果（レポート）の作成	輸送活動に伴うCO <sub>2</sub> 排出量算出	車両到着予測時刻の活用（荷受・積替作業）	適切な配車・運行管理	運行計画定期見直し	労務日報の作成
危険運転回数（ヒヤリハット回数）の減少	○	○	○	-	-	-	-	-	-	-
燃料消費量の減少	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-
燃料費の削減	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-
待機時間の短縮	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-
車両の運行効率向上・稼働率の向上	-	-	-	-	-	-	○	○	○	-
収集範囲（量）の検証	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

2. 物流車両の特定プローブ情報等を用いた効果の試算

1で整理した効果のうち、物流車両の特定プローブ情報等を用いて把握可能なものについて効果試算を行い、特定プローブ情報の利用による効果を定量的・定性的に評価した。収集範囲（量）の効果評価にあたっては、民間プローブデータを貸与し、本来想定すべき「簡素型路側機」での収集データの代用とした。

表2 対象サービスと効果の試算内容

効果項目	評価指標（定量）
1 危険運転回数（ヒヤリハット回数）の減少	急ブレーキ・急ハンドル回数
2 燃料消費量の減少	燃費
	アイドリング時間の累計値
	燃料消費量
3 燃料費の減少	燃料費
	CO <sub>2</sub> 排出量
4 待機時間の減少	車両の停車時間
5 車両の運行効率向上・稼働率の向上	走行距離
	走行速度

3. プローブ情報中継システムのプロトタイプ構築

社会実験参加者が特定プローブ情報を官のシステム

に指定し、官から社会実験参加者に指定された特定プローブ情報を提供する際、複数の社会実験参加者が官のシステムに直接アクセスすることはセキュリティ上望ましくない。そこで、官と社会実験参加者との間に設置するプローブ情報中継システムを構築した。

中継システムについて、官民接続処理装置及び利用システムとの連携の両方の視点から中継システムの担う内容を整理し、これらの機能、性能、安全性を確認するためのシステムとの接続を網羅的に抽出・確認するための対向試験を実施した。また、中継システムが官民接続処理装置及び利用システムと特定プローブ情報をやりとり出来ること等を確かめるために検証を実施した。

4. 特殊車両通行許可情報の提供方法の検討

走行中の特殊車両に対して通行を誘導すべき道路へ誘導・案内するサービスの実現に向けて、特殊車両通行許可情報のサンプルデータを実験参加者へ提供し、データ形式（6種類）の比較実験を実施した。実験による各データ形式の比較結果を表3に示す。また、実験結果を踏まえ、特殊車両オンライン申請システムの改修要件案を整理した。

表3 各データ形式の比較結果

比較項目	データ形式					
	i)	ii)	iii)	iv)	v)	vi)
①データ加工の容易性 ○：比較的容易（既存ロジックを活用） △：追加作業が発生 ×：多くの追加作業が発生	○	○	○	○	△	×
②データ加工の汎用性 ○：加工せず他の地図等への展開が容易 △：加工した上で他の地図等への展開が容易 ×：単体での使用は難しい	×	×	×	△	○	○
③サービスの実現性 ○：実現性が高い △：実現性に課題あり ×：実現性が低い	×	×	×	△	○	○
④提供データの地図表示精度 ○：精度が高い地図表示が可能 △：特車 DRM 程度の精度が可能 ×：精度が低い	△	△	△	○	△	○

i) 許可証上の経路情報、許可条件情報等を TKS 形式<sup>\*1</sup>で表現したデータ  
ii) i) に加え、許可経路上の中間交差点を補充したデータ  
iii) i) に加え、各特車交差点の緯度経度データを付加したデータ  
iv) ii) に加え、各特車交差点の緯度経度データを付加したデータ  
v) 許可証上の経路情報を KML 形式<sup>\*2</sup>で表現したデータ  
vi) 許可証上の経路情報を DRM 形式<sup>\*3</sup>で表現したデータ  
\*1 特殊車両オンライン申請システムで用いられているデータ形式  
\*2 三次元地理空間情報の表示を管理するためのデータ形式  
\*3 道路ネットワークを電子化して管理するためのデータ形式

【成果の活用】

本研究で得られた成果および知見については、平成28年から実施されている物流支援社会実験の運用方法、効果評価等に反映される予定である。また、今後の特殊車両通行許可情報を輸送事業者等に提供する仕組みの構築に活用される予定である。

# ITSサービスの効果評価に関する検討

A Study on impact Assessment of ITS services

(研究期間 平成 24 年度～平成 27 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 牧野 浩志  
Head Hiroshi MAKINO  
主任研究官 松田 奈緒子  
Senior Researcher Naoko MATSUDA  
研究官 築地 貴裕  
Researcher Takahiro TSUKIJI

The effectiveness of ETC2.0 information services has been studied by National Institute for Land and Infrastructure Management. This paper reports the effectiveness of traffic difficulty information services on Aomori traffic information.

## 〔研究目的及び経緯〕

2011年にITSスポットが全国の高速道路上を中心に設置され、ETC2.0情報提供サービスが開始された。ITS研究室では、ETC2.0情報提供サービスの利用状況や効果を把握するため、モニタアンケート調査（以下、モニタ調査）をH23年度よりH26年度まで毎年実施してきた。H26年度は、利用期間3年以上となる利用者に対し、満足度や改善に向けた課題の把握を目的としたモニタ調査を実施し、パス解析による利用者満足度等に対する影響要因の分析を行った。

一方、2011年に発生した東日本大震災等を踏まえ、ICT（Information and Communication Technology）を活用した防災・減災対策へのニーズが高まってきている。ITSの分野においては、災害時に各種災害情報の提供を行うなど、都市・地域交通における防災・減災機能の向上にも資する技術が必要とされている。本研究では、災害時に情報提供を行うことが可能なITS技術について提案・評価を行うことを目的に、青森県においてITS利交通情報提供サイトを通じて降雪時等の交通支障情報を提供し、実証実験等によりその有効性の評価を行った。

## 〔研究内容〕

青森市は、市域全体が豪雪地対策特別措置法に定める「特別豪雪地帯」に指定されており、冬季における雪に起因する道路の通行止めや渋滞は大きな社会的課題である。

これに対して青森県では、NPO法人青森ITSクラブが中心となって、道路管理者と交通管理者、交通事業者との協力関係を築き上げ、特に「航空」「鉄道」「航路」「バス」「車」の5つの交通機関に支障（遅延や欠



図-1 「あomor交通情報」における交通シビアリティの実装状況

表-1 2段階アラートにおけるレベルとその意味

レベル	アイコン	意味
1	!	当該交通機関の1か所に支障が生じていることを示す
2	!	当該交通機関の2か所以上に支障が生じていることを示す

表-2 交通シビアリティ指標のレベルとその意味

レベル	表示	意味
0	□□□□□	5つの交通機関のアラートレベルの合計が0 どの交通機関にも支障はない
1	■□□□□	5つの交通機関のアラートレベルの合計が1～2 少なくとも1つの交通機関に支障
2	■□□□□	5つの交通機関のアラートレベルの合計が3～4 少なくとも2つの交通機関に支障
3	■□□□□	5つの交通機関のアラートレベルの合計が5～6 少なくとも3つの交通機関に支障
4	■□□□□	5つの交通機関のアラートレベルの合計が7～8 少なくとも4つの交通機関に支障
5	■□□□□	5つの交通機関のアラートレベルの合計が9～10 少なくとも5つの交通機関に支障



航、運休、通行止め等)が生じていることを、アラートで示す「あおり交通情報」というウェブサイトを経営している。

本研究では、それぞれの交通機関にどの程度の支障が生じているのか、また総合的に県内の交通機関はどの程度麻痺しているのかをユーザに分かってもらうために、この各交通機関の出すアラートを、その支障の程度に応じて2段階で表示をする「2段階アラート」と、交通支障の程度を6段階で総合評価する指標「交通シビアリティ」を、H26年度の試行的運用を経て本格運用した(図-1)。

交通シビアリティ指標とは、「いま発生している交通機関の運行支障がどれくらい深刻か」を6段階レベル(赤表示)で表したもので、青森県内の交通機関の運行情報を総合的に判断し、レベル0~5の6段階で表示するものである。2段階アラート及び、交通シビアリティの意味は表-1、表-2に示す通りである。

#### [研究成果]

本研究では、交通シビアリティや2段階アラートの交通情報の効果評価を行うため、2015年11月4日~2016年1月31日にWebアンケート調査を実施した。調査の結果を以下に示す。

まず、今年度の冬季(2015年11月1日~2016年1月31日現在)の交通シビアリティの発出状況を図-2に示す。今年度は12月まで比較的穏やかな天候が続いたため、12月末までレベル3以上が発出されることはなかったが、1月に入るとレベル4~5の交通シビアリティも発出された。

3か月間に亘るWebアンケート調査の結果、251サンプルの回答を得た。「あおり交通情報」の利用頻度については、「年間を通じて何度も利用する利用者」が4割程度であり、「冬期に何度も利用する利用者」と合わせると、75%程度の利用者が冬期に多く利用していることが明らかになった。

2段階アラートが交通手段変更の判断の参考になるか、そして交通シビアリティが外出を控える判断の参考になるかどうかについては、図-3に示す通り、参考になるとの回答がいずれも7割程度となった。回答者の半数程度が天候の穏やかであった11月~12月に回答をしていることが、「どちらともいえない」との回答を導いたものと考えられるが、利用者の7割はこれらの指標を判断材料にして、場合によっては行動変容を起こすことが明らかになった。

2段階アラートや交通シビアリティ指標によって行動変容が生じた割合を図-4に示す。2段階アラートに関しては約10%、交通シビアリティに関しては約1%

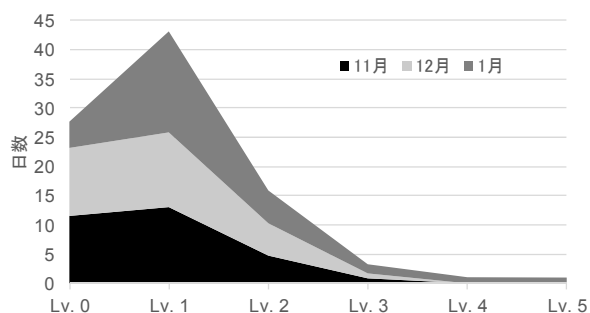


図-2 交通シビアリティのレベル別発出状況

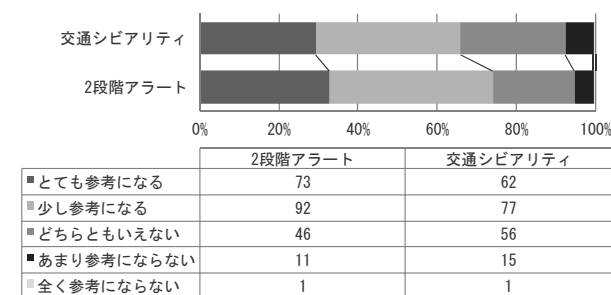


図-3 2段階アラートと交通シビアリティの参考度

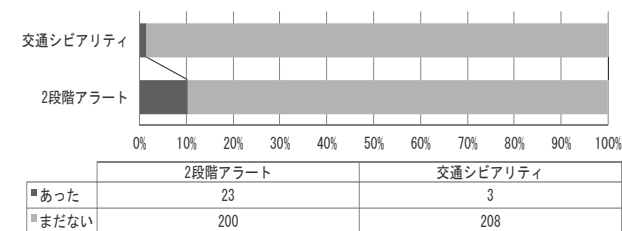


図-4 2段階アラートと交通シビアリティによって行動変容した割合

であり、高いとはいえない結果であった。これは、2015年12月までが比較的穏やかな気候であったこともあり、数を得ることができなかったことが要因として考えられる。データに不足はないか、交通シビアリティが真に必要な状況はいかなる場合か等を確認するため、引き続きモニタリングが必要である。

#### [成果の活用]

地域の交通状況を支障の程度によって重み付けを行い情報提供していくことについて、一定の有効性は確かめられたが、交通変容を促す真に必要な情報となり得るかは、引き続き調査・検討を行う。その結果をふまえて、今後、同手法についてETC2.0情報提供サービスにおける活用を検討する。また、各交通手段の情報や支障情報を交通情報に関するプラットフォームを構築し提供していく手法について他地域への展開を図り、都市・地域交通における防災・減災機能の向上を目指す必要がある。

# 国際的動向を踏まえた ITS の研究開発・普及展開方策の検討

Study on R&D and dissemination policy of ITS based on the international trends

(研究期間 平成 27 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	牧野 浩志
Head	Hiroshi MAKINO
主任研究官	鹿野島 秀行
Senior Researcher	Hideyuki KANOSHIMA
主任研究官	鈴木 彰一
Senior Researcher	Shoichi SUZUKI
研究官	渡部 大輔
Researcher	Daisuke WATANABE
研究官	築地 貴裕
Researcher	Takahiro TSUKIJI

The purpose of this study is to coordinate technologies and standards developed in Japan with international standards by investigating the international standardization activities and by researching ITS related projects underway abroad and in Japan.

## [研究目的及び経緯]

国土交通省が推進するスマートウェイは、路車協調システムであり、道路にインフラを整備する必要がある。したがって、基本的には政府がインフラ調達の主体となるが、WTO/TBT<sup>\*1</sup> 協定により、政府調達には既存の国際規格を用いることが求められるため、スマートウェイ技術の国際規格策定の重要性・必要性は高い。国際規格策定活動を行わなかった場合、調達コストの上昇（複数の規格に適合させるための二重の開発コスト）、貿易障壁（国際規格と異なる仕様による調達）、日本のシステムの海外普及に対する阻害（国際競争力の低下）といった負の影響が生じることが考えられる。

本調査は、上記のような事態を避けるため、国内外の ETC2.0 関連サービスの国際仕様化動向を把握し、国土交通省が推進する ETC2.0 サービスの国際標準規格案を検討することや欧米当局との共同研究により ITS 技術の国際的な調和化を行うことにより、日本が開発する技術や基準と、国際規格との整合性を確保していくことを目的としている。

## [研究内容]

### 1. ETC2.0 サービスの国際仕様化に関する調査

ITS 技術の国際標準規格に関する国際会議および国内会議での審議内容や最新の関連資料等の情報を収集することにより、国内外の ETC2.0 関連サービスの国際標準規格案動向を調査した。それらをもとに、日本で計画している ETC2.0 サービスの国際標準規格案の検

討を行った。TC<sup>\*\*2</sup>204 内では現状 12 の WG<sup>\*\*3</sup> が活動中である。中でも、ETC2.0 サービスの国際標準規格案に特に関係する WG5(自動料金收受)、WG7(商用車管理)での作業項目については、道路行政関係者等を招集した会議（インフラステアリング委員会等）での議論を踏まえ、対応案の検討を重点的に行った。

### 2. ITS に関する欧米当局との共同研究

高度道路交通システム研究室では、平成 22 年 10 月に締結された日米当局間の ITS 分野における協力に係る協力覚書及び平成 23 年 6 月に締結された日欧当局間の ITS 分野における協力覚書に基づき、ITS 技術及び ITS の国際的な調和化等について、欧米当局との間で共同研究及び情報交換を行っている。平成 27 年度は、欧米当局との実務者会議（平成 27 年 7 月（アナーバ、ボストン）、10 月（東京）、平成 28 年 1 月（ワシントン DC）、平成 27 年 4 月・平成 28 年 3 月（電話会議））を通じて、プローブデータ、自動運転に関する日米欧三極での共同研究及び ITS の効果評価方法に関する日米間での共同研究を行った。

また、欧米当局との共同研究及び情報交換に向け、欧米当局間の ITS に関する協力活動である 8 つのワーキンググループ会合のうち、Sustainability WG（持続可能性に関するワーキンググループ）について情報収集を行った。

さらに、TC204/WG16 において議論が進められている広域通信技術に関して、規格化されている内容を整理

するとともに、規定内容の比較、及び規格化されていない内容の抽出・整理を行った。

#### [研究成果]

### 1. ETC2.0 サービスの国際標準規格に関する調査

#### 1.1 WG5 の活動内容とETC2.0 サービスの国際標準化

WG5 は自動料金収受に関する情報、通信、制御システムを対象とするWGである。国内における主な活動方針は、日本のETCで使われている技術が国際規格に含まれるように意見提示することと日本やアジアのETCで使われている技術を国際規格として位置付けるために国際規格案を提案することである。

検討項目として、統合支払いシステム、DSRC※4、GNSS※5およびセルラー通信へのアプリケーションインターフェース、ICカードへの要求事項、セキュリティ、走行経路モニタリング等が対象となっている。

2015年度は、各国で利用されているEFC※6の未標準化部分を調査するとともに、新たな技術を用いたEFCの事例を整理する「将来の標準化作業へ向けた課金ポリシーと技術の調査」という項目及び「EFC支援による交通マネジメント」という項目について、ETC2.0サービスを盛り込んだ提案内容の検討および資料作成を行うとともに、新規作業開始提案を行った。その結果、2015年10月のTC204ボツダム総会でPWI※7として承認された。

#### 1.2 WG7 の活動内容とETC2.0 サービスの国際標準化

WG7の主要な標準化テーマは「規制を受ける商用車監視」である。

2015年度は、国土交通省が推進する「ETC2.0を用いた大型車両走行管理サービス」の国際標準化を「商用貨物車のオンライン運行管理の枠組みに関する標準化作業項目」のパート21:「路側センサーの活用による規制取締り強化」という項目として国際標準化を進めるために、国際標準規格案の内容検討および資料作成を行うとともに、各国の賛同が得られるよう活動を行った。その結果、正式にPWIとして承認されるとともに、2016年2月を期限としてNP※8投票が実施され、6ヶ国の参加を得て承認された。

国際標準規格制定の手順を図-1に示す。

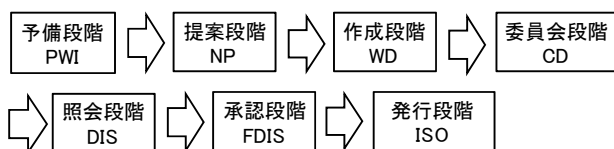


図-1 国際標準規格制定の手順

## 2. ITSに関する欧米当局との共同研究

### 2.1 プローブデータに関する日米欧共同研究

プローブデータに関する共同研究では、これまでに日米間で特定したプローブデータにより可能となる3つのアプリケーション（位置、速度等のデータを道路管理に活用するアプリ、速度等のデータをもとに推奨速度案内を行うアプリ、天候に関するデータを道路管理に活用するアプリ）について、3つに共通する以下の課題を日米欧共同で検討するとともに、最終報告書とりまとめに向けた調整や最新の情報交換を行った。

- ・データの不正操作、無許可データの配信等を防ぐためのセキュリティ確保
- ・共通のアプリケーションを実現するためのデータの規格の標準化
- ・アプリケーションの精度を確保するためのデータの品質保証
- ・データに含まれる個人情報の保護
- ・データの保管・アクセス方法
- ・データの所有権及び知的財産権

### 2.2 自動運転に関する日米欧共同研究

自動運転に関する共同研究では、重点的に検討を行う分野として、デジタルインフラ（地図）、次世代都市交通、効果評価、自動運転車両の路上使用適格性、ヒューマンファクターの5分野を特定し、各分野について2極または3極で検討を行っていくことで合意した。

### 2.3 ITSの効果評価に関する日米共同研究

ITSの効果評価方法に関する共同研究では、日米各々でこれまで用いられてきた効果評価の用語、指標について、共同で定義を行うための定義表を作成し、最終報告書案をとりまとめた。

#### [成果の活用]

本調査で得られた成果は、日本のETC2.0サービスの国際仕様化に活用するとともに、日本が開発する技術や基準と国際規格との整合性を確保していくために活用されている。

※1) WTO/TBT: World Trade Organization / Technical Barriers to Trade

※2) TC: Technical Committee

※3) WG: Working Group

※4) DSRC: Dedicated Short Range Communication

※5) GNSS: Global Navigation Satellite Systems

※6) EFC: Electric Fee Collection

※7) PWI: Preliminary Work Item (予備作業項目)

※8) NP: New Work Item Proposal (新作業項目提案)

# 道路管理のためのビッグデータの収集・活用技術に関する研究

Study on collection and utilization technology of big data for road management

(研究期間 平成 27～29 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 牧野 浩志  
Head Hiroshi MAKINO  
主任研究官 小木曾 俊夫  
Senior Researcher Toshio OGISO  
研究官 渡部 大輔  
Researcher Daisuke WATANABE  
交流研究員 水谷 友彰  
Guest Research Engineer Tomoaki MIZUTANI

This study did the design which are communication courses between National Institute for Land and Infrastructure Management and systems, etc. with Kanto Regional Development Bureau to build the traffic data DB processing system to forward and accumulate ETC2.0 probe information efficiently in national general Institute.

## [研究目的及び経緯]

高度道路交通システム研究室では、ETC2.0 プローブ情報等の道路に係るデータを効率的に保管・加工・修正するための技術、機器構成、運用体制の検討を行っている。

その中で解決すべき課題として、現在運用中の ETC2.0 プローブ統合サーバ（以下、「統合サーバ」という。）のデータ蓄積可能期間が 3 年間のため、将来的にデータを長期保存して道路管理者が利用していくために ETC2.0 プローブ情報のデータの転送・蓄積・共有方法の検討が必要である。

本研究では、ETC2.0 プローブ情報を効率的に転送・蓄積するための交通データ DB 処理システムを国総研内に構築するために、関東地整と国総研間の通信経路、システム等の設計を行った。

## [研究内容]

### 1. 分散処理データベースに関する最新動向調査

国内外におけるデータベースの分散処理の技術動向、DB の高速処理の技術動向を調査して、交通データ DB 処理システム（以下、「交通データシステム」という。）に適用可能と考えられる技術を下記の調査項目に従い整理した。

#### 【調査項目】

- ・ 技術の概要、利用する要素技術
- ・ 技術の実用化の段階（研究段階、実証段階、市販段階）
- ・ プローブ統合サーバや国土交通省内の通信ネットワークの状況を考慮したシステムの親和性

- ・ 技術を利用する際に求められるサーバ等の機器性能、技術を導入するにあたっての制約条件等
- ・ 期待される処理速度・処理の効率化、コストの概要

### 2. 学識者、電機メーカー技術者等へのヒアリング調査

交通データシステムが備えるべき要件を整理した上で、分散処理データベース技術の専門的知見を持つ学識者及び分散処理データベース技術を扱っている電機メーカー技術者等を対象にヒアリング調査を実施し、技術に対する実現可能性、妥当性の意見を収集した。

また、分散処理データベースに関する最新動向を調査し、各分散処理データベース技術において、検索の高速化、データ管理のしやすさ、データ処理の高速化の 3 つの視点で、分散処理データベース技術を分類、整理した。

ヒアリング調査の結果、ETC2.0 プローブ情報の処理には、大量データを効率的に処理可能でデータ増加に伴う性能低下が発生しにくい特徴のあるデータウェアハウス技術が適していることを確認した。

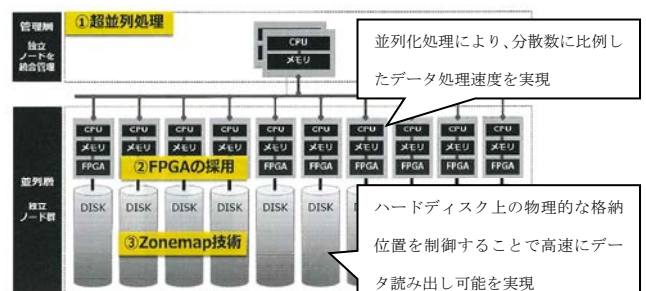


図 1 データウェアハウス技術の例

### 3. 道路系情報システムの現状整理

国土交通省が管理する道路系情報システムの全般について、各道路系情報システムの保有する情報項目やシステム間の関連性等を体系的に整理した。

また、道路系情報システムにおける交通データシステムの位置付け、果たすべき役割、道路交通情報の分析において他の道路系情報システムから収集すべき情報項目やデータ保有の計画等について整理した。

整理の結果、各種交通データの分析時に利用するデジタル道路地図や位置参照情報等は、各システム毎に重複保持していることやそれらの情報のバージョン等が異なるため、システム間のデータ連携の障害になっていることを確認した。

また、プローブ統合サーバ、プローブ情報活用システム、交通調査プラットフォームの3システムで保有する走行履歴、旅行速度等集計等のデータが重複管理されていることを確認した。この整理結果を用いて、今後は、デジタル道路地図等の基盤情報の共通管理や各交通データ分析関連システムの保有情報項目の再検討の必要であることを確認した。

### 4. 交通データシステムの通信経路及びデータ処理機能等に関する整理

ETC2.0 プローブ情報（車両の走行履歴、挙動履歴等）は、関東地方整備局に設置されている統合サーバに逐次蓄積されている。

ETC2.0 プローブ情報のデータを統合サーバから交通データシステムに転送するための通信経路の整理、交通データシステムに転送・蓄積されるデータ量の算定、交通データシステムのシステム構成、データ処理機能やデータ検索機能、情報セキュリティ機能等の整理を行った。

また、現在、統合サーバに蓄積されている ETC2.0 プローブ情報のデータ量の調査を行い、10年後の1000万台程度の車載器普及で想定されるデータ量の算定を行った上で、データ処理遅延等が発生することのないようにデータ処理機能の整理を行った。

通信回線については、平常時は、国土交通省の光通信回線を利用するが、障害発生時における通信継続のために国土交通省のマイクロ無線回線に切り替えて利用することも想定して整理を行うものとした。

### 5. 交通データシステムの設計

交通データシステムの各種機能に対して、分散処理データベース技術が適用可能な部分を抽出・整理し、交通データシステムの機能分担、負荷分担を適切に行い、処理要求が集中することによる処理の輻輳が起これにくいことやデータ量の増加に伴う段階的な設備構築、処理内容の拡充による段階的な機能アップが容易に可能なように設計を実施した。

交通データシステムの構成は図2のとおりである。各調査結果をふまえて、統合サーバから ETC2.0 データを逐次収集・転送して、分散処理用サーバで各種処理を実施後に高速データ検索可能なデータウェアハウスサーバと長期保存用のストレージにデータ蓄積するようなシステム構成とした。

#### [成果の活用]

本研究で得られた成果は、今後の ETC2.0 プローブデータの長期保存ストレージや高速データ処理のデータウェアハウスサーバ等の実装に活用する予定である。

また、本研究の成果は、ETC2.0 データ処理に関する検討会の基礎資料として活用された。



図2 交通データシステムの構成

# 道路管理業務に資する道路基盤地図情報の整備に関する検討

## A study for providing method of the Fundamental Geospatial Data of Road for road administration

(研究期間 平成 25 年度～平成 27 年度)

防災・メンテナンス基盤研究センター  
Research Center for  
Land and Construction Management  
メンテナンス情報基盤研究室  
Maintenance Information Technology Division

室長 重高 浩一  
Head Koichi SHIGETAKA  
研究官 鳥海 大輔  
Researcher Daisuke TORIUMI  
交流研究員 石田 大輔  
Guest Research Engineer Daisuke ISHIDA  
交流研究員 浅田 高史  
Guest Research Engineer Takafumi ASADA

The fundamental geospatial data of road is expected to use for the road administration. But there is a problem that takes a much time to provide the data of all roads. This study examined method for providing the fundamental geospatial data of the routes for oversize vehicles of the roads that are managed in local governments by using the result of government-industry joint research.

### [研究目的及び経緯]

国土交通省は、道路工事完成図等作成要領を舗装工事等に適用し、大縮尺道路地図の「道路基盤地図情報」を平成 18 年度から整備している。この道路基盤地図情報は、道路管理の各業務で共用性の高い 30 地物の道路構造を 1/500 または 1/1000 で表現しており、道路管理の効率化・高度化を目的に地理情報システム (GIS) 等の共通基盤として利用できる。また、工事完了後に整備される更新サイクルを確立しているのが特長である。しかし、全線の初期整備の概成には時間を要しており、現在の直轄国道の道路基盤地図情報の整備状況は約 3 割である。多様な利用シーンへの展開には、初期整備の早期概成が求められる。

この状況を受けて、国総研では、官民保有の電子地図、点群座標データや航空写真等の既存資源を活用した大縮尺道路地図の整備・更新手法の確立を目的として、平成 25 年度より 2 カ年計画の官民共同研究を実施した。具体的には、既存資源を活用した道路基盤地図情報の整備手法を考案し、同手法による道路基盤地図情報を試作した。また、試作した道路基盤地図情報を用いた道路管理者との意見交換会を通じて「既存資源を活用した道路基盤地図情報の整備・更新要領 (案)」を取りまとめた。

本年度は、これまでの成果を活用し、道路網としての道路基盤地図情報の整備にむけて、地方公共団体が所管する大型車誘導区間における道路基盤地図情報の整備手法を検討した。

### [研究内容]

本研究では、地方公共団体を対象に大型車誘導区間の図面の保有実態調査を行った。次に国、都道府県、政令指定都市の 3 組織にそれぞれ特殊車両通行許可申請業務に関するヒアリングを実施し、大型車誘導区間における大縮尺道路地図に必要な課題や要件を整理した。整理した結果を踏まえ 5 種類の作成手法から作成要領 (案) を取りまとめ、試作を行った。最後にこれらの研究成果を集約し、2 つの規程集 (製品仕様書、作成・更新要領) を取りまとめるとともに、今後道路管理者から道路基盤地図情報を収集・保管・管理する仕組みを検討した。

### [研究成果]

#### (1) 大型車誘導区間の地図の保有実態調査

地方公共団体 (都道府県・政令指定都市を中心とした 150 機関程度) を対象とする大型車誘導区間の地図の保有実態を調査した。その結果、大型車誘導区間のうち、SXF を含む CAD データを整備している延長割合が都道府県と市町村で約 30%であった。これらの CAD データを活用することで、大型車誘導区間の約 30%の部分については道路基盤地図情報の早期整備が可能であることが明らかになった。また、調査した機関のうち、約 50%が紙図面、約 20%が PDF による整備状況のため、これらの機関については、既成図数値化や新規図化を含む大縮尺道路地図の整備手法を検討する必要がある。



**(2) 大型車誘導区間の大縮尺道路地図に必要な要件の整理**

関東地方整備局東京国道事務所、千葉県、横浜市の3組織を対象にヒアリングを実施し、特殊車両通行許可申請の許認可事務における大縮尺道路地図に求められる要件を整理した。また、道路基盤地図情報を大型車誘導区間に適用するにあたり、最低限必要な地物として、基本地物16地物、拡張地物17地物を抽出した。また、地物数、地物の属性、縮尺の違い、整備の難易度を整理し、レベル1からレベル3までの3区分の整備レベルを考案した。なお、整備レベルの考案時に基本地物は、上述の16地物に加え、道路管理を行う上で最低限必要な4地物(道路中心線、測点、管理区域界、距離標)を加えた20地物としている。

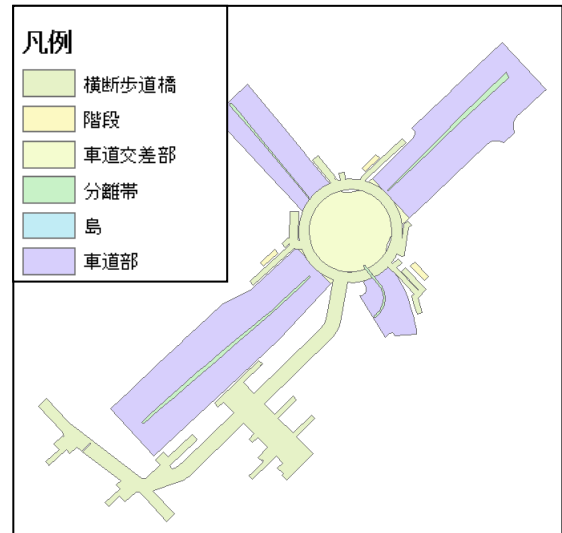


図-1 既成図数値化の試作結果(横浜市)

**(3) 大型車誘導区間の道路基盤地図情報の作成手法の整理**

大型車誘導区間における大縮尺道路地図の要件及び整備レベルに基づき、(ア)既成図数値化、(イ)車載型移動計測システム(MMS)による点群座標データを用いた図化、(ウ)現地測量による図化(補備測量)、(エ)大縮尺道路地図の整備・更新手法に関する共同研究成果を用いた図化、(オ)道路工事完成図を用いた5種類の整備手法について地物整備の可能性を検討し、試作を行った。(ア)既成図数値化で試作した結果を図-1に示す。

試作により得られた手法毎の知見に基づき、整備レベル毎の作成方法の組み合わせパターンを表-1に整理した。

表-1 整備レベル毎の作成方法の組み合わせパターン

	レベル1	レベル2	レベル3	
<b>地物 (大型車誘導区間)</b>	20 地物 (基本)	37 地物 (基本+拡張)	37 地物+高さ (基本+拡張)	
<b>地図情報レベル</b>	2500	1000	1000	
<b>作成方法</b>	ア) 既成図数値化	一部可	一部可	不可
	イ) 点群座標データを用いた図化	可	可	可
	ウ) 現地測量による図化(補備測量)	可	可	可
	エ) 共同研究成果を用いた図化	一部可	一部可	不可
	オ) 道路工事完成図を用いた図化	可	一部可	不可
<b>組み合わせパターン</b>	エ)	ア) + オ)	ア) + オ) + イ)	
<b>備考</b>	共同研究成果では電子地図等から作成される場合もあり工数が少なく早期に整備可能であるため。	要求する精度を満たす図面から整備するため。規定が存在する道路工事完成図を基本とするが未整備箇所は道路台帳附図の既成図数値化で整備。	高さ情報を付加するため左記+イ)とした。  ウ) で代替することも考えられる。	

表-2 本研究で取りまとめた追補(案)

**(4) 大型車誘導区間の道路基盤地図情報製品仕様等の作成**

前項までの検討結果を集約し、既存資源を活用した道路基盤地図情報の作成を想定した道路基盤地図情報(整備促進版)製品仕様書(案)および既存資源を活用した道路基盤地図情報整備・更新要領(案)をもとに、大型車誘導区間の道路基盤地図情報製品仕様書で追加する必要がある事項を追補する形で表-2のとおりまとめた。

仕様	追補(案)
<b>道路基盤地図情報(整備促進版)製品仕様書(案)</b>	追補1: 大型車誘導区間版(案)の整備レベルおよび整備地物 追補2: 大型車誘導区間版(案)で追加する属性
<b>既存資源を活用した道路基盤地図情報整備・更新要領(案)</b>	追補1: 大型車誘導区間版(案)の整備レベル毎の既存資源

**(5) 大型車誘導区間の大縮尺道路地図保管システム要件定義の整理**

道路管理者から大型車誘導区間の大縮尺道路地図を収集する仕組みについて検討を行った。また併せて保管・管理するシステムの要件定義を行った。既存の道路平面図等管理システムの機能の活用、改良または新たなシステムの構築の3案を検討した。

**【成果の活用】**

今後は、「既存資源を活用した道路基盤地図情報の整備・更新要領(案)」に基づいた整備により、地方公共団体所管の道路も含めた道路網としての道路基盤地図情報の整備促進に活用する予定である。

## 道路基盤地図情報の品質確保及び接合・標定に関する技術の実用化検討

Practical applications of ensuring quality, bonding and orientation of fundamental geospatial data of road

(研究期間 平成 27 年度～平成 29 年度)

防災・メンテナンス基盤研究センター  
Research Center for  
Land and construction Management  
メンテナンス情報基盤研究室  
Maintenance Information Technology Division

室長	重高 浩一
Head	Koichi SHIGETAKA
研究官	鳥海 大輔
Researcher	Daisuke TORIUMI
交流研究員	今別府 邦昭
Guest Research Engineer	Kuniaki IMABEPPU
交流研究員	石田 大輔
Guest Research Engineer	Daisuke ISHIDA

The fundamental geospatial data of road is expected the use of the road administration. But there is a problem of quality of the road management drawings before converting to fundamental geospatial data of road. In the present study, the authors improved the check program of data quality, to ensure the quality of fundamental geospatial data of road. When improving the check program, the authors sorted tasks in quality verification with utilizing the results of quality survey of data of road, and feedback from users of the check program.

### 〔研究目的及び経緯〕

道路基盤地図情報は、道路管理の各業務で共用性の高い 30 種類の道路構造を図形で表した大縮尺（1/500 または 1/1,000）の道路地図であり、将来の国道事務所での地理情報システム（GIS）等を用いた道路の維持管理業務や特車の許認可業務等において、共通の地図基盤としての利用が期待されている。また、道路基盤地図情報は自動車の走行支援サービスに資する道路構造データの元資料としての期待も大きい。

道路基盤地図情報は、道路工事毎に作成された完成平面図から生成されるため、図郭単位で蓄積がなされている。そのため、その利用にあたっては、道路基盤地図情報の各図面を座標系の正しい位置に標定して並べ、その後図面間をまたぐ図形の接合を行い、シームレスな地図へと加工する必要がある。

効率よく標定・接合を行うには、完成平面図が成果として納品される段階で、道路工事完成図等作成要領に則した品質が確保されなければならない。そのため、道路工事完成図等作成要領では、道路工事完成図等チェックプログラム（以下「チェックプログラム」という。）によるチェックと、目視によるチェックを行い合格したものを納品することと定めている。しかしながら実際に納品された完成平面図の約 8 割がチェックプログラムで何らかのエラーが見られる他、チェックプログラムでは検出できない位置情報の不備や地物の重複等が見つかっており、完成平面図の作成段階で

の品質確保に課題があることが分かった。

そこで国総研では、道路基盤地図情報の品質確保に向けて、チェックプログラムの改良を実施した。

### 〔研究内容〕

#### （１）品質確保における課題への対応策の検討

チェックプログラムを用いた完成平面図の品質確保に関わる作業項目および作業内容を整理し、課題の抽出と要因の検討とともに対応方策を検討した。

#### （２）チェックプログラムの改良

前項の対応方策を元にチェックプログラムを改良した。

#### （３）改良したチェックプログラムの効果検証

改良したチェックプログラムを実際に収集されている完成平面図に適用し、改良版のチェックプログラムの効果を確認した。

### 〔研究成果〕

#### （１）品質確保における課題への対応方策の整理

本研究では、納品された完成平面図に対するチェックプログラムのエラーおよびワーニングの抽出件数を整理した。その結果、完成平面図の約 8 割にエラーが抽出されている他、チェックプログラムで検出できない、地物の位置情報の不備や地物の重複等が約 2 割発生していることが分かった。その要因を検討し、全国の地方整備局との意見交換を行い、チェックプログラ

ムを用いた品質確保に関する課題と要因、および対応方を整理した。

#### A) チェックプログラムが使いづらい

現在、完成平面図の品質を確保するルールとして、平成 18 年から適用している「道路工事完成図等チェックプログラム」に加え、平成 26 年から適用している「完成平面図品質評価ツール」の 2 つのチェックプログラムに合格していることが必要となっている。しかしながら、チェックプログラム毎に対象ファイルや各種パラメータ等の設定を必要とするため、作業が繁雑となっており、使いづらいとの評価につながっていることが分かった。

また、道路工事完成図等作成要領では、「道路工事完成図等チェックプログラム」によるチェック結果のログのみを納品対象としており、「完成平面図品質評価ツール」によるチェック結果のログを納品対象としていない。このため、実際には「完成平面図品質評価ツール」によるチェックを実施していないケースも考えられることがわかった。

これらへの対応方策として、2 つのチェックプログラムの統合を実施し、作業の簡素化を図ることとした。

#### B) チェックプログラムで検出できない

現在のチェックプログラムでは抽出できなかった地物の位置情報の不備や地物の重複等のエラーを抽出できるように①チェック内容の補完、②地物間関係の妥当性、③エラー・ワーニングのカテゴリの修正の 3 点について改善することとした。

#### (2) チェックプログラムの改良

前項の課題を解決するため、チェックプログラムを下記のとおり改良した。

#### A) チェックプログラムの統合

「道路工事完成図等チェックプログラム」及び「完成平面図品質評価ツール」を統合し、「道路工事完成図等チェックプログラム Ver.3.0 (以下、「改良チェックプログラム」という。)」を開発した。統合にあたり、ファイルの入出力やパラメータの設定をプログラム間で引き継げるよう改良した。

#### B) チェック項目と内容の改善

チェックプログラムのうち、①チェック内容の補完、②地物間関係の妥当性、③エラー・ワーニングのカテゴリの修正の 3 点について改善した。主な改善内容は、表 1 のとおりである。

表 1 チェック項目の改善内容

チェック項目	改善内容	
追加チェックプログラムの補完	図形-属性間の整合性	判定精度の向上
	部分図の複数利用チェック	検出アルゴリズムの変更
	各種図形データのチェック	属性データに関係なくチェック
	線レイヤの折線、線分、円弧、クロソイド以外の地物のチェック	円弧と楕円弧を正しく判定できるよう改善
地物間関係の妥当性	地下横断歩道、横断歩道橋、停止線、区画線、橋梁、壁、道路支持地物、道路関連地物、植栽の重なり／内包チェック	SXF2.0 の面に対するチェックができるよう改善
	植栽の内包チェック	別途チェック機能と重複のため削除
エラー・ワーニングのカテゴリの修正	測点、距離標、区画線、停止線、壁、道路支持地物、道路関連地物の重なりチェック	一部をエラー判定ではなくワーニング判定へ変更

#### (3) 改良チェックプログラムの効果の確認

改良チェックプログラムは、平成 27 年 11 月 30 日以降に納品される完成平面図から適用を始めた。そこで、平成 28 年 2 月 29 日までに納品された 8 件の工事成果品について品質の検証を行った。

従来のチェックプログラムが適用されてきた際には、成果の約 8 割にエラーが含まれていたが、改良後の成果では、エラーが含まれた成果はなかった。またワーニングが検出された項目も、目視確認によりエラーではないことが分かった。

本研究の結果、納品される完成平面図の品質の向上に効果があったと考えられるが、引き続き、目視確認を必要とする検査手法が残ることが今後の課題である。

#### [成果の活用]

今後は、現場からの意見や整備の課題を反映し、道路基盤地図情報の品質確保と接合・標定に向けてプログラムを改良し、適用していく予定である。

# 道路基盤地図情報を活用した道路管理支援システムの構築

Road management support system using fundamental geospatial data of road

(研究期間 平成 27 年度～平成 29 年度)

防災・メンテナンス基盤研究センター  
Research Center for  
Land and Construction Management  
メンテナンス情報基盤研究室  
Maintenance Information Technology Division

室長	重高 浩一
Head	Koichi SHIGETAKA
研究官	鳥海 大輔
Researcher	Daisuke TORIUMI
交流研究員	石田 大輔
Guest Research Engineer	Daisuke ISHIDA
交流研究員	山岡 大亮
Guest Research Engineer	Daisuke YAMAOKA
交流研究員	浅田 高史
Guest Research Engineer	Takafumi ASADA
交流研究員	今別府 邦昭
Guest Research Engineer	Kuniaki IMABEPPU

This study examined the improvement of a daily management work in the Chiba National Highway Office by the information system using fundamental geospatial data of road and obtained the effect. By this experimental result, the requirement definition of this information system was improved.

## [研究目的及び経緯]

国道事務所の道路管理業務は、行政相談、道路点検や舗装管理等多岐にわたる。各業務で扱う道路情報の多くは位置座標により地図と関連付けられる。そのため、道路構造を詳細に表現した大縮尺の道路地図があると、様々な道路情報の関連付けが可能となり、業務間での情報共有・活用が実現する。

国土交通省は、直轄国道を対象に大縮尺地図である道路基盤地図情報の整備を進めており、道路管理の支援システムや走行支援サービスなどへの利用が期待されている。国土技術政策総合研究所では、道路関連業務における情報共有・業務支援の共通基盤として道路基盤地図情報を利用した道路管理支援システム(以下、「本システム」という。)の実用化を目指している。

本研究では、本システムの実用化へ向けて、本システムを国道事務所・出張所の実業務に活用する試行を行い、試行終了後にヒアリング等を実施した。その結果、道路基盤地図情報の有用性、データベースの連携効果など、本システムの有用性を確認した。さらに、得られた改良事項により、各種機能要件定義書の修正を実施した。

## [研究内容]

### 1. 試行環境の構築

試行の対象は千葉国道事務所船橋出張所管内の約

20km(国道 16 号の 146.17kp～165.50kp)とし、対象範囲の道路基盤地図情報および道路管理データを本システムに搭載した。道路管理データは、千葉国道事務所から借用した各種資料(台帳基図、調書附図、橋梁点検など)を電子化したもの搭載した(表-1, 図-1)。試行環境は、千葉国道事務所の管理第 1 課、管理第 2 課、交通対策課、船橋出張所に整備した。試行の実施にあたり本システムの操作説明資料、運用マニュアルを事務所職員向けに作成した。

表-1 本システムへ搭載した各種資料

レイヤ名	図形数	リンク資料内容	ファイル数	資料枚数	備考
行政相談箇所	357				
ビーコン	4	ビーコン調書	4	4	スキニング資料
防災施設	2	防災施設調書	2	2	スキニング資料
舗装	74	舗装調書	74	249	スキニング資料
標識	288	標識調書	288	572	スキニング資料
ITVカメラ	8	ITVカメラ調書	8	16	スキニング資料
情報BOX	13	情報BOX調書	13	13	スキニング資料
空洞陥没	1	空洞陥没調書	1		借用した電子データ
観測装置	11	観測装置調書	11	11	スキニング資料
冠水	1	冠水カルテ	1		借用した電子データ
橋梁点検	17	橋梁点検調書	17		借用した電子データ
立体交差	5	立体交差調書	5	6	スキニング資料
遮音壁	21	遮音壁調書	20	54	スキニング資料
照明	11	照明調書	11	22	スキニング資料
図郭	66	台帳基図	66	353	スキニング資料
	66	調書附図	66	340	スキニング資料
	66	舗装附図	66	134	スキニング資料
	31	台帳調書	31	94	スキニング資料
<b>総数</b>	<b>1042</b>		<b>684</b>	<b>1870</b>	



図-1 システム搭載イメージ

## 2. 評価項目・評価方法の整理

評価項目を整理するにあたり、千葉国道事務所と協議を行い、評価対象業務を選定し、評価対象業務の業務フローを作成した。次に、道路基盤地図情報の基本30地物について、各評価対象業務に必要な地物、地図情報レベル、更新頻度、地図接合部のズレを評価項目とした。また、本システムについて、データベースの連携効果や履歴情報の閲覧効果などを評価項目とした。

評価方法は、試行前後の業務フローの比較と、事務所職員に対する意見聴取とした。

## 3. 事務所職員への意見聴取

意見聴取は、管理第1課、管理第2課、交通対策課、船橋出張所、総務課、計画課、調査課、防災情報課、用地第2課に対し、アンケート調査とヒアリング調査により実施した。

### 【研究成果】

主な研究成果の概要を以下に示す。

## 1. 道路基盤地図情報の有用性評価

設定した評価項目ごとに道路基盤地図情報の有用性評価を行った。評価結果の概要は以下の通りである。

### ① 地物情報の評価

試行対象である「道路法第24条申請」対応業務や「占用物件の位置問合せ」対応業務では、基本30地物の全てが必要であった。業務により電線共同溝や照明等の、拡張地物も必要と評価された。

### ② 地図情報レベルの評価

全ての業務で地図情報レベルはレベル500もしくはレベル1000を必要とされた。特に、「道路法第24条申請」や「特殊車両審査」ではレベル500の地図が必要と評価された。

### ③ 更新頻度の評価

現況と異なる場合は、業務で利用できない。変更のあった箇所は即時更新が必要と評価された。

### ④ 接合部のズレの評価

今後システム化を進める上で、図面の接合は重要であるが、各評価対象種業務においては接合部のズレの影響は低いと評価された。

## 2. 本システムの有用性評価

設定した評価項目ごとに本システムの有用性評価を

行った。評価結果の概要は以下の通りである。

### ① データベースの連携効果

「管理平面図」をシステムで共有することで、各種業務で利用でき、図面の検索の手間が軽減されると評価された。また、路面状況が分かる現地画像データと連携し、状況確認ができると業務の効率化に有用であることも分かった(図-2)。



図-2 現地画像データでの確認イメージ

### ② 履歴情報の閲覧効果

道路基盤地図情報上で、道路法第24条の承認箇所や点検履歴を閲覧し、各種資料とも連携し、視覚的に確認できることが、業務の効率化に資すると評価された。

### ③ システム導入効果が期待される業務場面

システム導入後の業務フローを作成し、システム導入効果が期待される場面を抽出し、対応時間の短縮効果について検討した結果、「場所の特定」、「道路台帳図の確認」、「各種図面、資料の参照」などの場面で効果が確認できた。

### ④ システム導入効果が期待される機能及びデータ

導入効果が期待される機能・データは以下の通りである。

- ・地番による検索機能
- ・建物名や店舗名を具備した目標物検索データ
- ・本局へ提出する調書の出力(行政相談)
- ・1人の相談者で複数の要望があった際に、相談者情報入力を省略できる機能(行政相談)

以上を踏まえて各種機能要件定義書の修正を実施した。

## 3. まとめ

本研究の結果、道路管理業務に道路基盤地図情報を適用することで各種図面や帳票を迅速に検索・閲覧でき日常業務の効率化に寄与することを明らかにした。また、異なる業務間での各種資料やデータの連携、統一管理を実現することができ、道路管理業務の高度化・効率化にも有用であることを明らかにした。

### 【研究成果の活用】

今後は、本システムの実用化に向けて、各種データの整備・更新方法などの対応方を検討していきたい。

# 道路関連情報の交換・蓄積・活用環境の構築に関する検討

A Study to prepare the environment of exchange, storage and utilization about road-related information.

(研究期間 平成 27 年度～平成 29 年度)

防災・メンテナンス基盤研究センター  
Research Center for  
Land and Construction Management  
メンテナンス情報基盤研究室  
Maintenance Information Technology Division

室長	重高 浩一
Head	Koichi SHIGETAKA
研究官	鳥海 大輔
Researcher	Daisuke TORIUMI
交流研究員	浅田 高史
Guest Research Engineer	Takafumi ASADA
交流研究員	石田 大輔
Guest Research Engineer	Daisuke ISHIDA

This study works on Practical realization of “the Road Section Identification Data set (RSIDs)” and the fundamental geospatial data of road. In this study, a method of associating RSIDs and the fundamental geospatial data of road is devised and evaluated.

## 〔研究目的及び経緯〕

多様な道路関連情報を組織間や分野間で横断的に共有・蓄積することにより、既存の情報流通サービスの高度化や新たなサービスの実現が期待できる。このため国土技術政策総合研究所では、道路の区間と参照点とを用いて道路上の位置を特定し、異なる地図間でも送信者の意図する位置表現で道路関連情報が交換できる位置参照方式の「道路の区間 ID 方式」（以下、「ID 方式」という。）の実用化に取り組んでいる。一方、地図に関しては、道路管理の高度化・効率化や自動車の走行支援及び自動運転を見据えて、現在、官民において大縮尺道路地図の整備・検討が実施されている。具体的には、道路基盤地図情報や内閣府 SIP の「ダイナミックマップ」等が挙げられる。

ID 方式の既往研究では、ID 方式と道路ネットワークデータ（点・線で構成）の関連付け方法及び道路関連情報を用いた異なる地図間でのデータ交換についての検討を行った<sup>1)</sup>。この結果から大縮尺道路地図（点・線・面で構成）と ID 方式とを効果的に組み合わせることで、車線単位や地物単位レベルの情報の交換や蓄積、道路交通分析の高度化等が可能となる。

本研究では、大縮尺道路地図である道路基盤地図情報と ID 方式との関連付け方法を検討し、実用化への課題を整理する。

## 〔研究内容〕

### 1. 関連付け方法の具体的な利用シーンの整理

本研究では、大縮尺道路地図と ID 方式の具体的な利用シーンを整理した。まずは、下記の 3 つの既往調

査等の中で整理された利用シーンを対象に、ジオメトリとトポロジの両方の情報を必要とするサービスであるか、また、複雑な道路部位など様々な状況での適用が想定される利用シーンであるかという観点で、具体的な利用シーンを整理した。

- ・ 「平成 21 年度道路管理業務における道路基盤地図情報の利用手順に関する検討」にて検討された 3 分類 11 の道路基盤地図情報の利用シーン
- ・ 「次世代の協調 ITS 開発に関する共同研究」にて検討された 7 分類 196 の協調 ITS サービス
- ・ 「大縮尺道路地図の整備・更新手法に関する共同研究」にて検討された「走行支援サービスに資する地図の要件定義書（案）」に記載の 12 の要件。

### 2. 関連付け方法の具体化

大縮尺道路地図である道路基盤地図情報の基本地物及び拡張地物の計 100 地物を対象に ID 方式との関連付けが可能な地物を抽出し、その上で、3 種類の関連付け方法を整理した。

### 3. 関連付け方法の試行による実用化への課題整理

整理した道路基盤地図情報と ID 方式との関連付け方法を試行し、関連付けられた地図（shape 形式）を試作した。試行箇所は、阪神高速道路の環状線及び国道 16 号（各 3km 程度）とした。また、試行結果に基づいて、関連付け作業を実施する際の技術面やコスト面、関連付けられた地図を利用する際の有用性の観点で課題を整理した。



〔研究成果〕

1. 関連付け方法の具体的な利用シーンの整理

大縮尺道路地図ならではの詳細な車線や構造物の情報と ID 方式のネットワーク情報を関連付けることによって業務支援につながりそうな道路管理や交通計画等における利用シーンを選定した（表-1）。

表-1 選定した利用シーン

分類	利用シーン
道路管理	道路占用物件管理業務
	特車管理・指導取締
	除雪ガイダンス
行政相談	行政相談処理業務
交通計画	道路交通情報の蓄積・分析
安全運転の支援サービス	交差点危険警告
	分合流部における道路施設及び周辺車両の存在の危険警告
	有料道路での自動料金収受
	公共交通車両の監視と接近情報の提供及び専用車線の進入警告
	駐車場の空きマスへの案内

2. 関連付け方法の具体化

まずは、道路基盤地図情報の地物のうち、ID 方式との関連付けが可能と想定される地物を整理した。ID 方式の区間の関連付け対象は、道路基盤地図情報の道路中心線とし、参照点は、測点、距離標、車道交差点とした。次に、道路基盤地図情報と ID 方式との関連付け方法は、次の 3 種類にまとめた（図-1）。案 A 及び案 B は道路基盤地図情報の地物の属性に ID 方式の各 ID を関連付ける方法とし、案 C は道路基盤地図情報に新規レイヤーを作成し各 ID を関連付ける方法とした。なお、案 B は、ID の他に、道路中心線上の区間の端点から道路の区間 ID テーブル内に格納している参照点の位置（緯経度）までの角度と距離の情報もあわせて関連付けている。

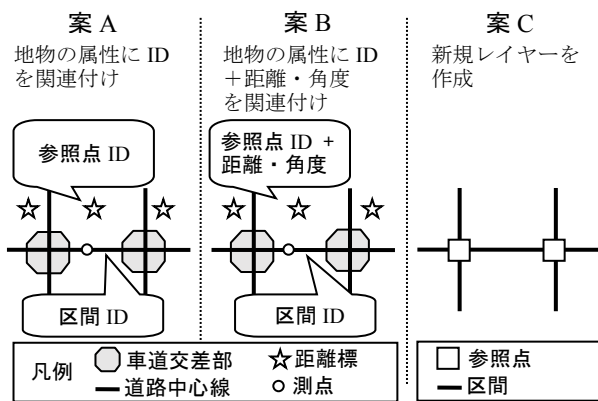


図-1 関連付け方法（イメージ）

3. 関連付け方法の試行による実用化への課題

3.1. 技術面での課題

道路基盤地図情報と ID 方式との関連付け方法を試行

し、実用化にむけた技術面の課題を確認した。今回の試行箇所に分岐合流部が含まれていたが、道路基盤地図情報では分岐合流部は道路交差点を作成しないことから、交差点を示す参照点との関連付けを行うために道路基盤地図情報の編集・加工が必要であることが確認できた。

3.2. コスト面での課題

道路基盤地図情報と ID 方式との関連付け方法の作業手順を図-2 に示すとおり 4 つの手順に整理し、一つの国道事務所管内（延長 300km と仮定）を整備した際の工数を試算した（図-2）。工数は、案 A が最も少なく、案 B 及び案 C に差異はなかった。

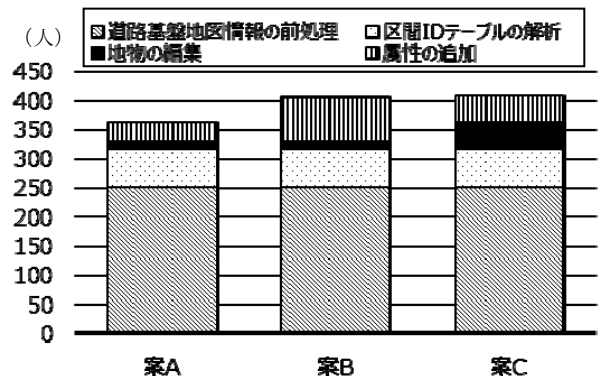


図-2 国道事務所管内を整備した際の工数（300km）

3.3. 地図更新に伴う関連付け作業の課題

地図更新に伴う関連付け作業の容易性に関する課題を整理し、関連付け方法を評価した。地図更新（追加・変更・削除）が発生した場合、更新箇所において、道路基盤地図情報と ID 方式の関連付けが再度必要となる。特に交差点での車道交差点の重心を用いる案 B 及び案 C については、交差点形状が変化していると重心位置が変わるため、区間の端点や参照点の属性情報（オフセット等）の変更箇所が多く発生することが想定される。この想定を踏まえば現時点では案 A の関連付け方法が地図更新における容易性が高いと考えられる。なお、今後は案 A 及び案 B、案 C について、地図更新に伴う関連付け作業を試行し、各案の作業の容易性等を評価する予定である。

〔研究成果の活用〕

本研究で得られた成果及び知見は、道路管理や走行支援、道路交通分析の高度化に寄与できるものであり、今後、各利用シーンでの活用を検討する。

〔参考文献〕

1) 中條覚, 今井龍一, 落合修, 石田稔, 平城正隆: 多様な道路情報の流通に即した位置参照方式に関する研究, 土木計画学研究・講演集, Vol143, 2011

# 道路構造物の信頼性に関する調査検討

Study on reliability of road structures

(研究期間 平成 26～28 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  
研究官  
Researcher

交流研究員  
Guest Research Engineer  
玉越 隆史  
Takashi TAMAKOSHI  
白戸 真大  
Masahiro SHIRATO  
宮原 史  
Fumi MIYAHARA  
松村 裕樹  
Yuuki MATSUMURA

NILIM studies reliability of road structures including non-structural members for the purpose of developing policies to prevent damage to third party. This paper specifies non-structural members attached to road structures, and divides them into some groups in terms of its risk of damaging to third party. Furthermore, this paper runs some numerical simulation to evaluate reliability of non-structural members and effect of the policies to improve reliability.

## 〔研究目的及び経緯〕

本研究は、道路構造物に統一的な信頼性の確保策の確立の一環として、これまで設計基準類において信頼性の観点から統一的な安全余裕付与方法が確立されていない「第三者被害防止」に着目した構造設計手法の実現性を検討するものである。

平成 27 年度は、平成 26 年度に収集した構造物の落下、転倒等に起因する事故事例を分析し、第三者被害防止に着目した構造設計手法の要件を整理した。また、標識・照明柱に着目して、第三者被害リスクの定量的な評価方法を検討した。

## 〔研究内容及び成果〕

### 1. 構造物の落下、転倒等に起因する事故事例の分析

第三者被害防止に着目した構造設計手法が具備すべき要件を抽出するためには、少なくとも過去に発生した構造物の落下、転倒等に起因する事故事例から、事故を防止する観点で設計において考慮すべき事項を抽出する必要がある。そこで、平成 26 年度に収集した計 72 件の事故事例の原因を分析した結果、少なくとも以下を考慮すべきとの認識を得た。

- 例えば強風が原因と指摘された標識・照明柱の倒壊等の事例が多数あることから、風荷重など、荷重のばらつきを考慮する必要がある
- 例えばトンネル天井板が落下した事故では天井板に打設された接着系ボルトに完成時点から強度が足りなかったことが指摘されたことから、強度のばらつきを考慮する必要がある

- 例えば基部の腐食が原因と指摘された標識・照明柱の倒壊等の事例が多数あることから、経年劣化を考慮する必要がある
- 例えば接続部品の局所的な腐食が原因と指摘された照明柱の倒壊等の事例があることから、経年劣化のばらつきを考慮する必要がある
- 例えばトンネル案内看板が落下した事故では一部の打込式のピンの損傷から連鎖的に事故に至った可能性も否定できないことから、一部の部材の損傷が構造系全体の致命的な状態に至りにくい性質（以下、リダンダンシーと呼ぶ）を考慮する必要がある  
なお、事故事例の原因となった損傷発生箇所には構造上近接目視が不可能であった箇所もあり、点検性も第三者被害リスクに影響することは明らかであることから、設計と連動して維持管理も考慮する必要がある。

### 2. 標識・照明柱を対象とした信頼性の試算

まずは道路橋など本体構造物と比較して構造が単純な標識・照明柱を対象に信頼性の試算を行って、信頼性の評価方法確立に向けた検討を行うこととした。1. より、事故の原因となった損傷発生箇所は不連続部に集中していることから、標識・照明柱の第三者被害リスクはこれら不連続部 1 つ 1 つの破壊確率、数、配置により決定されると考えられる。そこで、昨年度収集した標識・照明柱の設置事例を、用いられている接合部の種類と構造形式の観点から分類した 10 種類を試算対象とした。モデル化には、平成 26 年度と同じくフォールト・ツリー（以下、FT と呼ぶ）を用いることと

した。

ここで、標識・照明柱を接合部の組合せで表現するとすれば、接合部ごとにモデル化の方法を確立すれば、接合部を構成する部品の数などの詳細が異なっても、モデル化された接合部同士を組合せることで様々な標識・照明柱を容易にモデル化することができる。そこで、試算を行うに先立って、10種類の試算対象を、各部材、及び各部材の接合部（＝モジュール）、接合部を構成する部品（＝サブモジュール）に分解した。その結果、10種類の試算対象は、部品の数などの詳細が異なっても7種類のモジュール及び7種類のサブモジュールの組合せでモデル化できることを示した（図-1）。

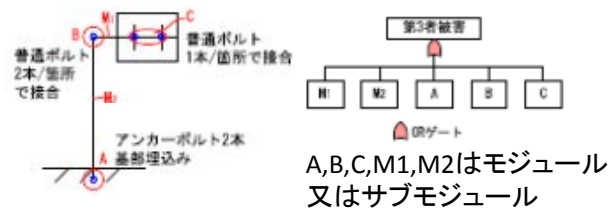


図-1 モデル化の例（逆L型標識柱）

以上でモデル化した標識・照明柱について、FTの頂上事象の発生確率及び信頼性指標  $\beta$  から現況の第三者被害リスクを試算するとともに、1.の着眼から想定されるリスク低減対策を行った場合を想定した以下のケースの試算を行った。なお、試算にあたっては風荷重と死荷重を考慮し、荷重と強度のばらつきや劣化速度は現実を大きく逸脱しないと考えられる範囲で設定した。また、市場単価を参考にそれぞれのケースに係る費用を算出し、費用対効果も試算した。

- ①耐荷力に関する破壊リスク低減効果の試算
- ②リダンダンシーに関する破壊リスク低減効果の試算
- ③耐久性に関する破壊リスク低減効果の試算
- ④フェールセーフに関する破壊リスク低減効果の試算

例えば②の試算結果（表-1）からは、費用の増加を伴わない対策によっても有意に破壊リスクを低減できる可能性があることが分かった。また、設計において構造比較の対象に挙がらないことも想定される、部品を信頼性が低いものに交換する一方で数を増やす対策もリスク低減の費用対効果が高い可能性があることが分かった。これらの試算結果からは、従来の耐荷力設計のみではリスクの観点からは最適設計とならない可

表-1 試算結果の一例（上記②の試算）

ケース	信頼性指標 $\beta$	費用(千円)
基本ケース	2.71	1,142
ボルトの数を増やす	2.77	1,143
ボルトを信頼性が低いものに交換する一方で数を増やす	2.80	1,142

能性があることが示唆される。

なお、時間軸を考慮した試算結果（図-2）を用いることで、例えば点検性を確保した構造とすること及び一定頻度で目視点検を行い必要に応じ措置をとることを前提に、点検時には信頼性が一定水準まで回復するとみなすなど、維持管理と連動して信頼性を制御することも可能であるといえる。

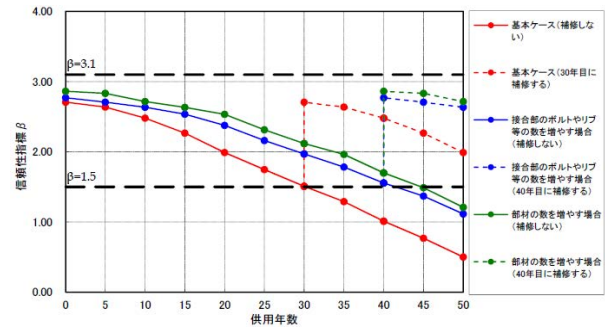


図-2 維持管理と連動した信頼性制御のイメージ

### 3. 第三者被害防止に着目した構造設計手法の検討

2.の結果から、本研究の方法で信頼性を評価することで、様々なリスク低減対策を行う場合の破壊リスクの相対比較が可能となり、その結果従来の耐荷力設計のみでは導くことができない最適設計や維持管理も考慮した最適信頼性制御施策を見出すことができる可能性がある。

一方、荷重や強度のばらつきや劣化速度には定量的な根拠データが無く、精度良く信頼性を評価するには限界もある。また、必ずしも定量的な試算を行わずとも、作成したFTの特徴から信頼性を定性的に評価し、第三者被害リスクの観点から避けるべき構造を見出すことができると考えられる。例えば、その接合部や部品の破壊がただちに第三者被害を引き起こす場合には、当該箇所に信頼性が制御できない材料が使用されないよう配慮すべきである。

以上を踏まえると、FTを用いて、避けるべき構造を定性的に絞り込むとともに、定性的な評価が困難な場合など必要に応じて信頼性を定量的に評価する体系が、第三者被害防止の観点から合理的と考えられる。

#### 【今後の課題】

道路橋等複雑な構造を有する本体構造物への応用を検討する。また、リダンダンシーの試算上の取扱は単純ではなく、合理的な取扱方法を引き続き検討する必要がある。

#### 【成果の発表】

各種論文で発表予定。

#### 【成果の活用】

道路構造物の安全率等の評価マニュアル案を策定する。また、技術基準類の改定に反映させる。

# 部分係数設計法の信頼性向上に関する調査検討

Study on the enhancement in the reliability of partial factor design method

(研究期間 平成 26～28 年度)

道路構造物研究部 橋梁研究室

Road Structures Department

Bridge and Structures Division

主任研究官

Senior Researcher

研究官

Researcher

交流研究員

Guest Research Engineer Mamoru MASAKI

白戸 真大

Masahiro SHIRATO

河野 晴彦

Haruhiko KOUNO

正木 守

室長

Head

研究官

Researcher

交流研究員

Guest Research Engineer Masayuki KUBOTA

玉越 隆史

Takashi TAMAKOSHI

宮原 史

Fumi MIYAHARA

窪田 真之

To ensure required bridge performance based on reliability, NILIM has studied partial factor design bridge design specifications. The present study has verified the validity of load combinations and load factors for secondary load.

## [研究目的及び経緯]

国土技術政策総合研究所では、信頼性設計の考え方を基礎とし、国際的技術基準の標準書式でもある部分係数設計体系への転換を視野に、道路橋の技術基準の見直しに必要な検討を進めており、過年度までに部分係数設計法における荷重組合せと各組合せに対応する荷重係数を提案した。提案は、多数の道路橋に対して、常時作用や間欠的な作用の特性をうまく捉え、実際の作用過程をかなり単純化した Borges-Castanheta (B-C) 過程という確率過程に従って荷重を同時載荷し、主要な部材の組合せ断面力 100 年最大値分布(極値分布)を求めた結果に基づくものである。道路橋は、様々な路線条件、環境条件、構造条件に対して設計されるため、多数の橋に対して検討した結果に基づくものではあるが、幅広く一般の橋に適用可能であるかどうかを検証し、信頼性の向上を図る必要がある。

そこで、橋の種類、形式に出来るだけ依存しない荷重組合せと荷重係数の評価法を考え、検証計算を実施し、過年度に提案した荷重組合せと荷重係数の妥当性の検証を行った。

## [研究内容及び研究成果]

### 1. 荷重組合せの計算方法

新たに行うシミュレーションは、B-C 過程に基づき、荷重を同時発生させて、荷重組み合わせのそのものの発生頻度及び荷重組み合わせ毎に含まれる各荷重の規模に関する頻度を調べた。これまでと最も大きく異なるのは、橋の各部の発生断面力の極値統計によらないという点である。シミュレーションは 2 時間を 1 単位

として、荷重同時発生を 100 年間(438000 単位)行い、このシミュレーションを 1000 回繰り返した。各単位で同時載荷される荷重の発生頻度と規模は、過年度までの方法と同様に、各荷重の統計量に基づき決定した。各種荷重の発生単位数と発生過程を表-1、各種荷重の平均値、標準偏差を表-2 に示す。変更した点は以下のとおりである。活荷重については、渋滞の発生単位数を 730~1460 単位まで変化させた複数の種類のシミュレーションを実施した。これは、渋滞の発生回数に応じて、その他の荷重との組み合わせパターンに変化が生じるかを調べるためである。

## 2. 計算結果

### (1) 荷重組合せと荷重係数の検証

渋滞発生時の活荷重と温度の荷重組合せ (D+L+T) に着目した時の現行基準値に対する比率の頻度分布を

表-1 各種荷重の発生単位数

荷重	発生単位数
永続作用	全単位
死荷重(D)	16.7%
活荷重(L)	(1年間730単位)
【渋滞時】	全単位
温度変化(T)	【強風】0.3%
	(1年間12単位)
変動作用	【無風】99.7%
風荷重(W)	(強風以外)
【季節風】	0.07%
風荷重(W)	(1年間に3単位)
【台風】	0.3%
地震(EQ)	(1年間に12単位)

表-2 各種荷重の平均値と標準偏差

荷重	平均値	標準偏差	上限値/下限値
死荷重(D)	1.000	-	-
活荷重(L)【渋滞時】	1.000	-	-
温度変化の影響(T)	20.285℃	8.217℃	5.900℃(下限)
	11.640℃	8.291℃	-2.700℃(下限)
風荷重(W)	0.304	0.065	-
地震の影響(EQ)	0.048	0.048	4.465(上限)

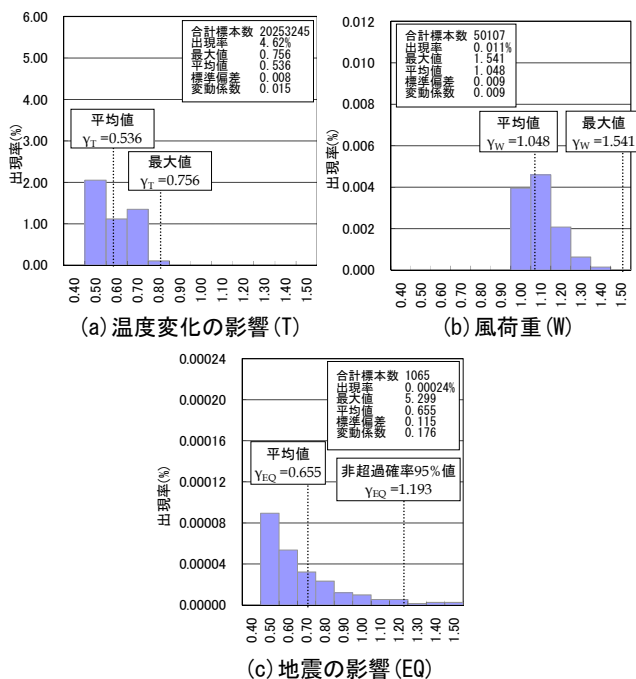


図-1 現行基準値に対する比率の頻度分布

図-1(a)、同様に活荷重と風荷重の荷重組合せ (D+L+W) に着目した場合を図-1(b)に示す。

図-1(a)より、温度荷重係数が0.4以上となるLとTの荷重組合せの出現率は4.62%であった。現行荷重を特性値としたときの温度荷重係数は平均で0.5程度、最大で0.8程度であった。また、図-1(b)より、風荷重係数が0.4以上となるLとWの荷重組合せの出現率は0.011%であり、風係数は平均で1.0程度、最大で1.5程度であった。過年度提案された荷重シミュレーションによって得られる荷重係数は、温度変化の影響を含む荷重組合せ (D+L+T) の温度荷重係数は0.2~0.9、風荷重を含む荷重組合せ (D+L+W) の風荷重係数は1.0~1.4となっており、図-1(a)、(b)の頻度分布から得られた比率の範囲と同様な傾向を示していることを確認した。

活荷重と地震の影響に関する荷重組合せ (D+L+EQ) に着目した時の現行基準値に対する比率の頻度分布を図-1(c)に示す。地震荷重係数が0.4以上となるときで整理すると出現率は0.00024%と非常に小さい。D+L+Wの組み合わせと比べてもその出現率はオーダーが異なり、設計実務において荷重組合せにD+L+EQの組合せを含める必要性は高くないと考えられる。

(2) 渋滞発生頻度を变化に伴う荷重組合せの变化

渋滞の1年間の発生単位数を730~1460単位まで変化させてシミュレーションを行い、活荷重と温度の組み合わせにおける温度荷重係数の变化を確認した。

様々な荷重組み合わせの中でも日々発生する荷重の組み合わせである (D+L+T) に着目し、発生頻度を整

表-3 温度変化の影響 (T) との組合せ状況への影響

分類条件	L	T	該当標本数	出現率	その他の荷重出現数	
					W	EQ
1年間に730単位 (1日平均2単位)		$0.4 \leq T$	20,253,245	4.62%	62,044	52,504
1年間に1,095単位 (1日平均3単位)		$0.4 \leq T$	30,012,452	6.85%	90,916	78,714
1年間に1,460単位 (1日平均4単位)		$0.4 \leq T$	38,766,992	8.85%	117,102	102,238

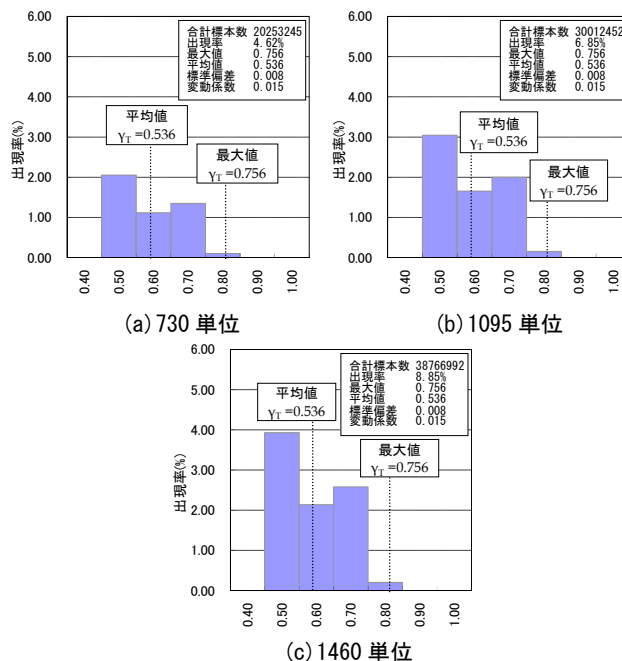


図-2 頻度分布の比較結果

理した結果を図-2に示す。温度荷重係数が0.4以上となったときに限って出現率を調べると、渋滞発生単位数 (活荷重発生頻度) が年730単位の場合は4.62%、年1095単位の場合は6.85%、年1460単位の場合は8.85%であり、渋滞発生単位数が増えるほど出現率は大きくなる結果であった。しかし、活荷重と同時載荷されたときの温度荷重係数値の頻度分布は、渋滞の発生単位を変えても変化は見られず、いずれのケースにおいても平均値は0.536、変動係数は1.5%、最大値は0.756であった。

以上の(1)及び(2)をまとめると、過年度に提案した荷重組み合わせや荷重係数は、設計において考慮すべきであることが確認された。

【今後の課題】

本検討では渋滞発生時の活荷重を確定値として設定したが、活荷重係数は交通流特性 (大型車混入率) によって変動することも確認されている。今後、活荷重係数と交通流特性の関係を検証し、大型車の通行頻度に応じた活荷重係数の設定が必要である。

【成果の活用】

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。



# 高度な構造解析手法を用いた安全性及び耐久性評価法の基準化に関する調査検討

Study on practical design norms for the strength and durability of bridges refined structural computation  
(研究期間 平成 26~28 年度)

道路構造物研究部 橋梁研究室

Road Structures Department

Bridge and Structures Division

主任研究官 白戸 真大  
Senior Researcher Masahiro SHIRATO  
研究官 河野 晴彦  
Researcher Haruhiko KOUNO

室長 玉越 隆史  
Head Takashi TAMAKOSHI  
研究官 宮原 史  
Researcher Fumi MIYAHARA  
交流研究員 正木 守  
Guest Research Engineer Mamoru MASAKI

Stronger reinforcement and concrete are developed to reduce the cost of high piers and refined design models are expected to understand the detailed limit states of RC columns that have different structural performance with materials used and the slenderness. This year, a new computation model have been sought for the moment-curvature relationship of RC columns. In comparison with experimental results, the proposed model can express five limit states relevantly accurately overall and sometimes on a safer side.

## [研究目的及び経緯]

道路橋の設計や施工において、高強度材料の検討例が増えつつある。道路橋示方書においてもこのような高強度材料の適用拡大が図られているが、実験的に部材としての性能が検証された範囲で適用条件が課せられている。そこでの適用範囲を超える条件となる場合には、その都度実験等によって性能を評価することが必要とされる。これらに対して、合理的な設計基準を確立するためには、実験的手法だけに頼ることなく構造物の各種限界状態やコンクリートの応力状態について精度よく推定できる高度な構造解析手法の確立が求められる。

本研究では、高強度鉄筋を使用した RC 構造の交番載荷実験結果に対して、様々な解析手法により再現解析を行うことで、各種損傷が発生する水平力と水平変位を精度よく推定できる解析手法を検討した。

## [研究内容及び研究成果]

### 1. 検討対象と解析手法

本検討では過年度に国土技術政策総合研究所や土木研究所が実施した RC 構造の正負交番載荷実験結果のうち、RC 橋脚 10 基、ボックスカルバート 1 基、組杭基礎 1 基を対象とした。RC 橋脚 10 基中、2 基について軸方向鉄筋に USD685、7 基について SD490 を使用し、SD490 を使用した RC 橋脚のうち 1 基は円形の橋脚である。交番載荷実験方法は、軸方向鉄筋の降伏

時の水平変位を基準変位 ( $\delta y$ ) として、載荷変位を  $\pm n \delta y$  ( $n=1, 2, 3, \dots$ ) とした変位振幅を各 3 サイクルずつ与える方法とした。

再現解析については、道路橋示方書 V 耐震設計編において耐震設計上の限界状態とされている「かぶりコンクリート剥落時」以降の損傷状態も捉えることができるように、コンクリートと鉄筋の応力-ひずみ関係やコンクリートの圧縮応力状態等をモデル化し、ファイバーモデル、M- $\phi$  モデル、格子モデルの解析手法を用いて検討した。

### 2. 検討結果

各種解析手法を用いた検討結果のうち、国総研が提案する構造解析モデルでの検討結果を示す。

#### (1) 国総研提案構造解析モデル

国総研の提案する M- $\phi$  モデル (以下、提案モデル)

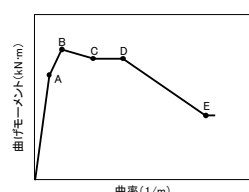


図-1 提案モデルの損傷過程の定義

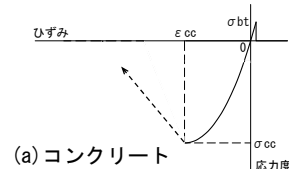


図-2 応力-ひずみ関係



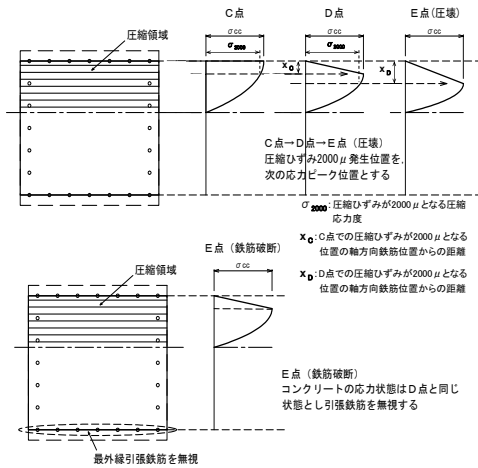


図-3 点C～Eの応力ブロック

は、部材の損傷過程を特徴づける損傷状態をできるだけ直接的に反映しようとするものであり、図-1の点A～Eで定義する損傷過程の(M、φ)をそれぞれ算出し、多段の折れ線にて表すモデルとした。M-φ関係を算出するためのコンクリートと鉄筋の応力-ひずみ関係(図-2)も、点A～Eの状態を捉えられるように工夫した。また、RC構造ではコンクリートの有効断面の損傷度が健全性に影響するため、M-φ関係上の点C～Eの損傷に対応するコンクリート有効断面等を直接的に再現出来るようなM-φ関係の算出法(図-3)を用いた。

## (2) 再現性の評価

水平力-変位関係と提案モデルで定義した点B～Eについて、実験結果と計算結果を比較した結果を図-4に示す。A-1～A-3は軸方向鉄筋にSD490を使用し、柱基部の軸圧縮応力度を1.0、2.5、3.5N/mm<sup>2</sup>に変化させた。B-1は軸方向鉄筋にUSD685を使用し、軸圧縮応力度は1.0N/mm<sup>2</sup>とした。実験値は実験で得られた水平力-水平変位関係の履歴ループの包絡線で表し、点B～Eも実験で確認されたタイミングを水平力-変位曲線上にプロットした。なお、実験ではコアコンクリートの損傷のタイミングを目視観察することは難しいが、できるだけ観察した結果を反映するとともに、水平方向鉄筋のフックの外れなどの損傷もコアコンクリートの損傷開始時とみなした。それでも供試体A-2、B-1では、その状態の発生点を求められなかった。

本検討では、提案M-φ関係による供試体状態の再現性の有無を、解析値の実験値に対する安全率(実験値/解析値)の数値とばらつきによって判断する。安全率が1.0よりも大きく安全側の評価であり、また、ばらつきが一定程度に収まれば再現性は高いと言える。安全率の算出結果を表-1に示す。提案モデルは、何れの供試体でも各損傷状態、すなわち点B～Eの水平力・水平変位座標をほぼ全ての点で安全側に再現でき

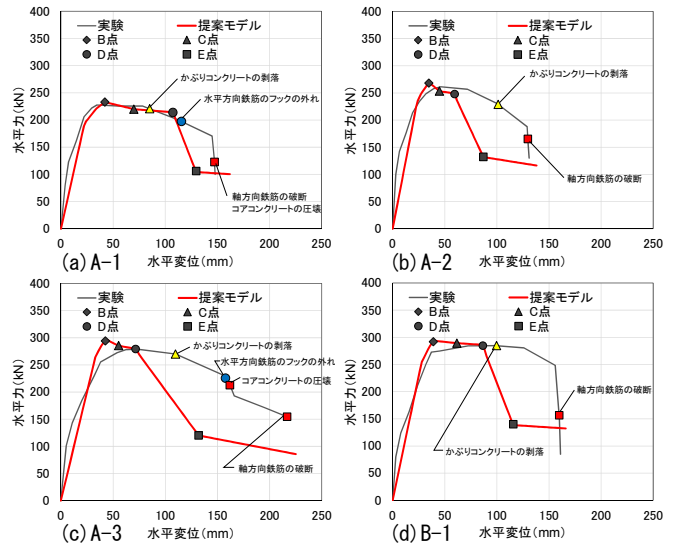


図-4 水平力-水平変位関係

表-1 各損傷状態の実験値に対する安全率

記号	損傷状態	水平力			水平変位			備考		
		A-1	A-2	A-3	B-1	A-1	A-2		A-3	B-1
B	最大水平力時	1.01	1.03	1.07	1.04	0.97	1.33	1.74	1.96	満示耐震性能3の限界状態に相当
C	かぶりコンクリート剥落時	1.00	0.90	1.07	0.98	1.22	2.25	2.45	1.62	
D	コアコンクリートの損傷開始時	0.92	-	0.91	-	1.08	-	2.66	-	水平力低下開始点
E	軸方向引張鉄筋破断時	1.16	1.25	1.17	1.12	1.14	1.49	2.49	1.38	

た。水平変位についての安全率は0.97～2.66でありばらつきは供試体によって異なった。軸方向鉄筋にUSD685を使用したB-1の水平変位の安全率のばらつき(1.38～1.96)は、SD490を使用したA-1(0.97～1.22)に比べて大きかった。より高強度の鉄筋を使用する場合、引張応力を受ける鉄筋降伏後の応力-ひずみ関係のモデル化に工夫が必要な可能性がある。軸圧縮応力度を1.0N/mm<sup>2</sup>としたA-1の水平変位の安全率は0.97～1.22であり、1.0に近い範囲であったが、軸圧縮応力度が2.5N/mm<sup>2</sup>のA-2、3.5N/mm<sup>2</sup>のA-3については、軸圧縮応力度が大きくなるほど精度は悪くなるが、安全率は大きくなる方向であった。

以上のように、本検討で用いた構造解析モデルを用いることで、破壊過程を特徴付ける損傷状態を直接的に評価するにあたって、条件によらず水平力、水平変位の両者ともに常に一定の幅で安全側(過小側)に評価できる可能性が示唆された。これは、地震時保有水平耐力法による耐震設計にて必要な安全率を設定する際に扱いやすいことが期待される。

## 【今後の課題】

柱基部軸圧縮応力度が特に大きい場合では現状のコンクリートの応力-ひずみ関係そのものの適用性に問題があることも考えられるため検討が必要である。

## 【成果の発表】

各種論文で発表予定である。

## 【成果の活用】

設計基準等への反映の基礎資料とする。

# 部材連結部の損傷制御及び信頼性に関する調査検討

Study on the damage control reliability of bridge joint fastened with bolts

(研究期間 平成 27-29 年度)

道路構造物研究部 橋梁研究室

Road Structures Department

Bridge and Structures Division

主任研究官 白戸 真大  
Senior Researcher Masahiro Shirato  
研究官 河野 晴彦  
Researcher Haruhiko Kouno  
交流研究員 窪田 真之  
Guest Research Engineer Masayuki Kubota

室長

Head

研究官

Researcher

研究員

Research Engineer

玉越 隆史

Takashi Tamakoshi

宮原 史

Fumi Miyahara

岡田 紗也加

Sayaka Okada

Road bridges were damaged by the fatigue because of heavy traffic these days. Since many cracks are found at welds caused by this large traffic volume, many workers would plan to stiffen damaged area by using stiffening plate. It seems that this method is rational, but actually, the members are not always flat, and, if not, they cannot fit plates at damaged parts because they cannot put the bolts there. Sometimes pipes shaped members are damaged and these pipes would be stiffened by using single-sided construction bolt because the workers cannot reach there though there are less study about the stiffening effect of this case. For this reason, the authors studied on the effect of stiffening plate method for pipes fastened with single-sided construction bolt.

## [研究目的及び経緯]

近年、交通量の増加に伴い、鋼橋の溶接部からの部材への疲労亀裂の進行が報告されている。疲労亀裂が生じた部材の補強方法としては、当て板補強が挙げられる。当て板補強では、高力ボルトで締め付けた添接板に摩擦により応力が伝達されることから補強効果を得る。

しかし、既設構造への補強では、作業者が部材の裏側に行くことが出来ない場合や手を締付箇所まで伸ばせないなどの構造上の制約を受ける場合などに直面することある。このような問題に対しては、片面から施工できる特殊なボルトが使用されることがあり、平面の部材には実績もある。

しかし管部材に当て板補強を行う場合もあるが、管部材は、その形状が曲面形状であるため、補強効果を得るためには、板同士が接触しており、ボルト締め付後に、ワッシャーやナットが部材に対して反力をとれ、ボルトに所定の軸力が導入されている必要があり、平面部材と同様に曲面部材にも一定の軸力が導入されている必要がある。

このような懸念項目に対して、曲面状の管部材に対して当て板補強を行う際のこの補強効果を明らかにすることとした。

本研究は疲労亀裂の生じた管部材への当て板補強

を想定し、その補強効果を検証するものである。



写真 1 管部材に生じた疲労亀裂

## [研究内容]

本研究では、疲労亀裂が生じた管部材に対し、当て板補強をする場合を模擬し、部材を連結板で接続し片面施工ボルトにて締め付けたケースにおいてすべり試験を実施する。

### (1) 試験体、塗装仕様

本研究では、図 1 に示すような管部材への当て板補強を想定して、図 2 に示す管部材  $t=9.3\text{mm}$ 、 $\Phi 267$  (STK400) と図 3 に示す連結板  $t=22\text{mm}$  (SS400)、平板部材  $t=12\text{mm}$  (SS400) を製作した。管部材と平板でのすべり試験を実施する理由は、ボルトの差異により軸力が低減されないか、試験体形状によってすべり係数が変化するか確認することを目的としている。今年度は平板すべり試験を実施した。当て板部材およ

び部材にはブラストによる1種ケレン、無機ジンクリッチペイントによる塗装をしている。

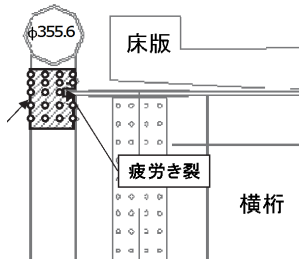


図1 管部材の当て板補強

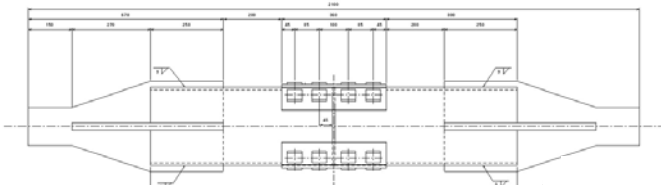


図2 管部材を模擬した試験体

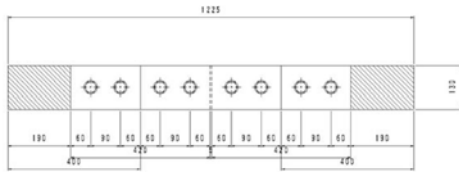


図3 平板試験体

(2)感圧紙による接触厚測定と考察

写真2は感圧紙(50~130MPa)による接触厚測定状況を示す。感圧紙は接触していた箇所に赤色の模様が生じる仕組みとなっている。感圧紙を挿入した状態で組立てを行い、供試体を分解して感圧紙を取り除き、接触圧を記録後、新しいボルトで再度組立てるものとしている。これより感圧紙によると座金形状範囲の圧力の影響範囲がわかる。写真3(左)をみると曲面部材では、写真3(右)に示す別途実施した平面部材の感圧試験結果と比較し、孔周りに均等な圧力がかかっておらず接触圧が偏っていると推定される跡が残っていることがわかる。曲面形状の当て板を行い、母材と肌隙が大きく生じているのであれば、孔周りに圧力が

生じた痕跡は残らない。曲面座金と当て板の間に一部肌隙が生じている可能性があるため、赤色模様が均等でないと考えられる。そのため、曲面座金と当て板と母材に生じる肌隙の可能性を考える必要がある。

肌隙が生じても当て板の補強効果がなくなるわけではない。例えば、高力ボルト摩擦接合継手の設計・施工・維持管理指針(案)では、肌隙1mm程度であればすべり耐力低減を見込めばよいといった、肌隙が生じることを想定した上ですべり耐力を確保する研究も紹介している。



写真2 感圧紙による接触圧測定

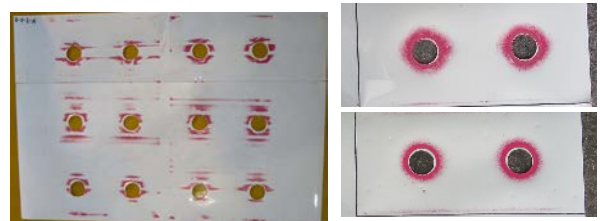


写真3 曲面と平面部材に対する接触圧の差異

(3)平板すべり試験結果

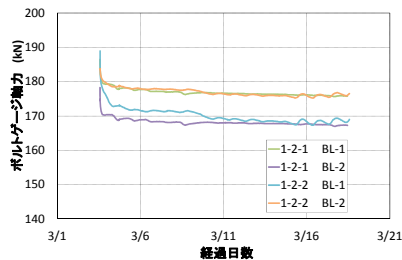


図4 ボルト軸力(F10T)

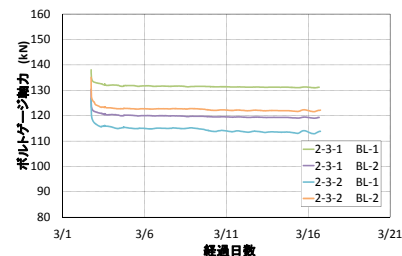


図5 片面施工ボルト軸力 [成果の活用]

F10Tと片面施工ボルトのすべり試験を実施した。双方ともすべり係数0.4を満足した。しかし片面施工ボルトの軸力保持はF10Tに比べて低く、ばらつくことがわかった(図4、図5)。

片面施工ボルトを管部材に適用すると、接触圧は均等に作用しないが、当て板と母材との摩擦(すべり係数)が確保されていることを今後確認し、補強方法を確立していく。

# 土中構造物等の要求性能及び基準体系に関する調査検討

Survey Study on required performance and standards system such as underground structures

(研究期間 平成 26 年度～28 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	間渕 利明
Head	Toshiaki MABUCHI
主任研究官	西田 秀明
Senior Researcher	Hideaki NISHIDA
主任研究官	高木 繁
Senior Researcher	Shigeru TAKAGI
研究官	西藤 淳
Researcher	Jun NISHIFUJI

The Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism is progressing with the formulation of design criteria that meet the performance requirements of roads. Technical criteria for road earthworks were introduced in 2015, and clarified the performance requirements for road earthworks. NILIM investigate the technical conditions that meet the performance requirements for road earthworks. This research will examine the design conditions and methods required for designs that meet the performance requirements for underground structures (culverts, retaining walls, etc.).

## [研究目的及び経緯]

本研究は、道路構造物のうち、土中構造物(カルバート、抗土圧を主目的とした擁壁、シェッド等)を対象として要求性能に対応した技術基準の整備のために必要となる設計条件や手法等に関する各種課題を明らかにすることを目的としている。

本年度は、カルバート、擁壁、シェッドを対象に、平成 27 年に制定された道路土工構造物技術基準で規定される要求性能に対応した設計に必要な設計条件・手法について検討した。具体には地震時における荷重モデルや評価法が構造諸元や応答特性に与える影響の分析、ボックスカルバートにおける耐震評価法の適用性の検証、土被り厚の小さいカルバートにおける活荷重の影響把握である。また、従来から多く用いられている構造・材料とは異なる特徴を有する土中構造物について事例収集及びその設計法等の整理を行った。

## [研究内容及び成果]

### 1. ボックスカルバートの設計法に関する検討

(1) ボックスカルバートの耐震性評価法の適用性に関する検討

大規模地震時におけるボックスカルバート（以下、カルバート）の耐震性評価を解析に基づき行うため、適用範囲や適用条件が明らかである解析方法の確立が必要である。このため過年度より、考慮する性能状態までの範

囲で設計上確実に安全側の評価を行うカルバートに生じる最大応答せん断ひずみ（ここでの「せん断ひずみ」は頂版と底版の変位差をカルバート高で除したもの）で評価する方法を検討している。

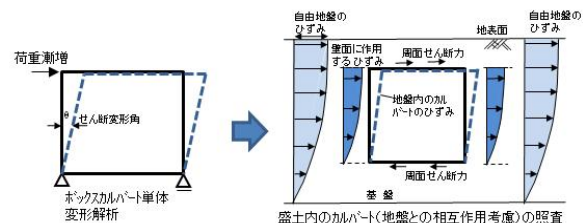


図-1 カルバートと地盤相互のひずみ評価

具体には、次の2つのアプローチで導出されるカルバート全体のせん断剛性-せん断ひずみ関係から、両者のせん断剛性・せん断ひずみがそれぞれ等しくなる時のせん断ひずみを最大応答せん断ひずみとする方法である。

- 1) カルバート本体に作用する水平荷重と層間変形角の関係から導出 (図-1 左)
- 2) 地盤・カルバート間のせん断剛性の違いを考慮したひずみ伝達特性式と、別途地震応答解析により求めた地盤に生じるせん断ひずみ・地盤剛性から導出 (図-1 右)

本年度は、主に土被り厚が小さいカルバートの適用性の検証を中心に検討を行った。解析は、様々な地盤上 (I



種、Ⅱ種、Ⅲ種地盤)の盛土内 ( $V_s=150\text{m/s}$ ,  $\gamma=18\text{kN/m}^3$ )に設置されたカルバートを想定し、土被り厚、函体の内空幅・高をパラメータとし、強い地震動を受けた場合の盛土地盤の応答変形、並びにカルバート・地盤の相互作用を考慮したカルバートの最大応答せん断ひずみを試算した。

その結果として荷重(せん断応力)～せん断変形角(せん断ひずみ)、相互作用を考慮したカルバート函体のせん断剛性変化(傾き)の一例を示す(図-2)。

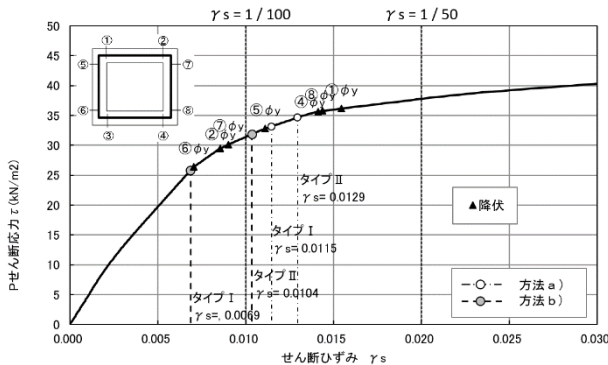


図-2 カルバート～地盤の相互作用を考慮した応答解析結果

ここで、地盤のせん断ひずみをカルバートのせん断ひずみに換算する際に、a)頂版と底版位置におけるひずみのみから算出した場合、とb)頂版と底版との間を深さ方向に層間分割し分割

深さ毎にカルバートのせん断ひずみを算出した場合、の2ケースを試算した。このうちb)のケースを試算したのは、土被り厚

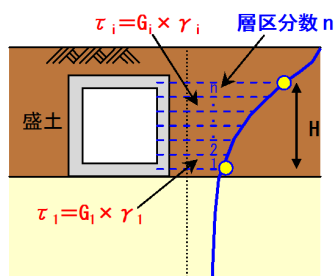


図-3 せん断ひずみの層間分割

が小さい範囲では深さ方向に対する地盤ひずみ増分の変化量が大きい為、a)のように上下端のみのひずみに着目したのでは、カルバートの変形を大きく見積もることの影響が大きいのである。

この結果、b)の方法により応答値が小さくなり、多くの試算ケースでは過年度の検討で目安とした構造安全性の限界(6/300)を下回った。この傾向は、実際の構造物で土被り厚が小さいカルバートで地震時の損傷事例が必ずしも多くないことも符合しており実状を反映した結果となっていると考えられる。なお、「道路土工-カルバート工指針(H22)」で、地震時に対する計算による照査を省略してよいこととされている一定規模以下のカルバートを対象に本評価法により試算した場合も、上記と同様に概ね構造安全性の目安を下回る結果となった。

## (2) ボックスカルバート頂版に対する土被り厚の影響検討

土被り厚が小さいカルバートでは、上部道路からの活荷重の影響がカルバート上載土による荷重に対して相対的に大きいと考えられるため、頂版の設計の際にこの影響を別途考慮する必要があることが考えられる。そこで、土被り厚が小さい場合のカルバートの設計における活荷重の影響の評価方法を検討するため、既往文献の収集、および土被り内部での分散効果の解析を行った。舗装内部での分散効果に関する解析は、土被り厚や材料物性値を変えた2次元弾性FEMにより実施した。図-4に解析結果のコンター図(鉛直応力度)の一例を示し、図-5には、土被り厚と頂版上面位置での最大鉛直応力度との関係を示す。

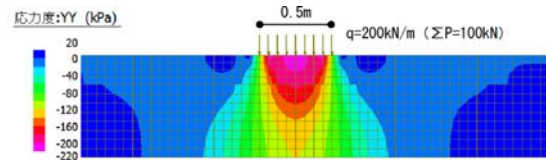


図-4 土被り内での応力度コンター図(2次元FEMによる)

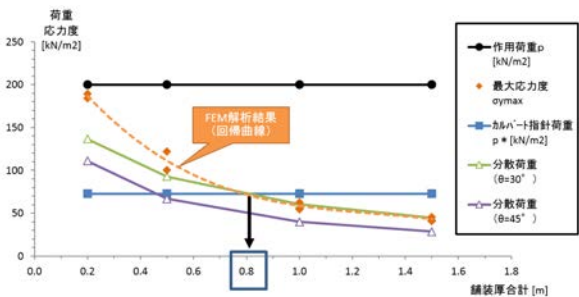


図-5 土被り厚とカルバート頂版上の最大応力度の変化

土被り厚が大きくなると、分散が進み頂版上に生じる最大鉛直応力度が低減することが判る。特に舗装厚が0.8mを超える程度となると、最大荷重は、カルバート工指針で用いられている単位幅あたりの活荷重以下の状態になる結果となった。

## 2. 抗土圧構造物の設計法に関する事例収集

従来の設計手法と異なる擁壁の構造形式や新しい材料を用いた擁壁の設計手法について、『荷重条件と評価方法』(常時・地震時における設計・施工時の土圧の種類と大きさ、載荷重、衝撃等)、『構造諸元決定要因』、『照査項目・手法』(設計モデル・算定方法)の収集整理を行った。

### 【今後の課題と成果の反映】

カルバート以外の道路土工構造物についても同様に、要求性能に対する設計法の確立のために、荷重等の設計条件や手法等に関する課題の検討が必要である。これらの検討成果は、道路土工構造物技術基準に定められた要求性能に対応した設計法として活用されることが期待される。



# 道路トンネルの要求性能及び維持管理に関する調査検討

Study on required performance and maintenance of road tunnel

(研究期間 平成 27～29 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  
主任研究官  
Senior Researcher

間渕 利明  
Toshiaki MABUCHI  
稲本 義昌  
Yoshiaki INAMOTO  
高木 繁  
Shigeru TAKAGI

In this study, efficiency and simplification of inspection method of the road tunnel, the development of design criteria of the evaluation of the concrete as well as the new performance of the road tunnel lining design of the way of the tunnel inspection of non- mountain tunnel, the road tunnel to the strange shape investigation for the purpose of development of selection methods and design methods of repair and reinforcement design, are studied.

## [研究目的及び経緯]

本研究は、道路トンネルの点検方法の効率化や簡素化、並びに新設道路トンネル覆工設計の性能を評価した設計基準の策定、道路トンネルの変状に対する補修・補強設計の選定方法や設計手法の策定を目的に調査、検討を行っている。

本年度は、直轄国道の道路トンネル定期点検結果の分析を行い、現状の点検手法の課題抽出と改善方法を検討した。また、新設道路トンネル覆工設計への限界状態設計法の適用性に関する検討や、覆工設計に用いる荷重の検討（設計の妥当性検証の為に応力等の詳細な計測を行っているB計測の結果を用いてFEM解析、フレーム解析、側壁の軸力に着目した釣り合い計算の3手法で支保工に作用する荷重の算定）を実施したものである。

## [研究の内容]

### 1. 道路トンネル点検結果の分析

平成 26 年度に定期点検を実施した直轄国道の 403 トンネルについて、トンネルのスパン毎の判定区分を変状内容、経過年数別で整理した（図-1、図-2）。

変状区分別では、周辺地盤からの「外力」と考えられるものが両工法ともほとんどがⅡb、Ⅰがで、材質劣化では矢板工法で対策を必要とするⅡa以上が約40%を占めており、漏水判定ではNATM工法でⅠがほとんどである。

総合判定は、両工法ともに材質劣化の判定に影響を受けている傾向がある。

経年年数別では、年数が長くなるにしたがい、判定

区分が悪くなる傾向がある。これは、変状区分別の総合判定が材質劣化の判定に影響していることから、経年劣化による影響であると考えられる。

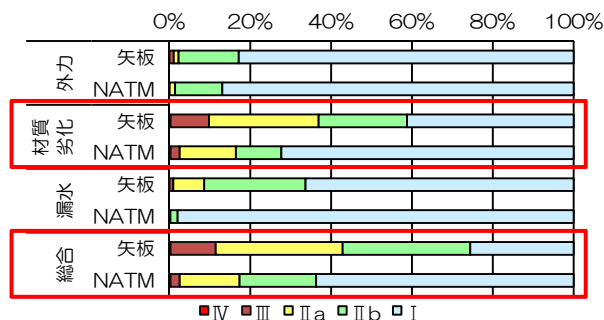


図-1 変状区分別のスパン判定割合

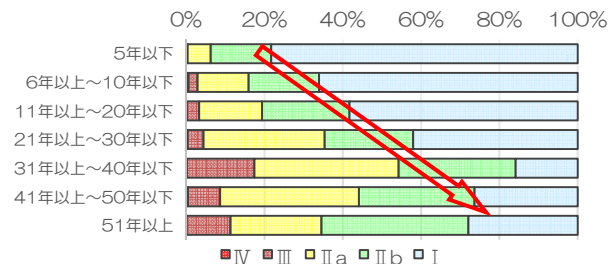


図-2 経過年数別のスパン判定割合

### 2. 道路トンネル覆工設計への限界状態設計法の適用性に関する検討

トンネル覆工の設計について、地盤条件（変形係数）、荷重条件（側圧係数）を変化させて、限界状態設計法と許容応力度法による設計の違いを明確にするための検討を行った。

各ケースの解析結果から限界荷重比（土荷重高さH / トンネル幅D）を算出した（図-3）。

設計法の違いによる限界荷重比は、許容応力度法と使用限界状態が同レベルで、終局限界状態では、許容応力度法の2~2.5倍の荷重に耐える結果となった。

側圧係数や地盤反力の違いによっても限界荷重が大きく変化するため、荷重や地盤定数に対する安全係数の設定時には留意する必要がある。

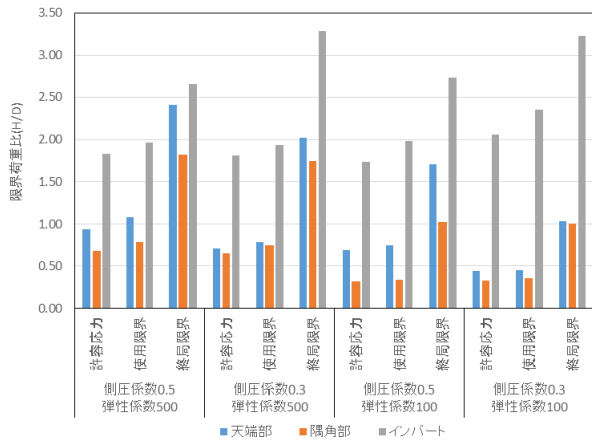


図-3 設計法と限界荷重比

また、今回の検討ケースでは、限界状態設計法の安全係数のうち材料係数が最も設計結果に影響を及ぼすことが確認できた。(図-4)

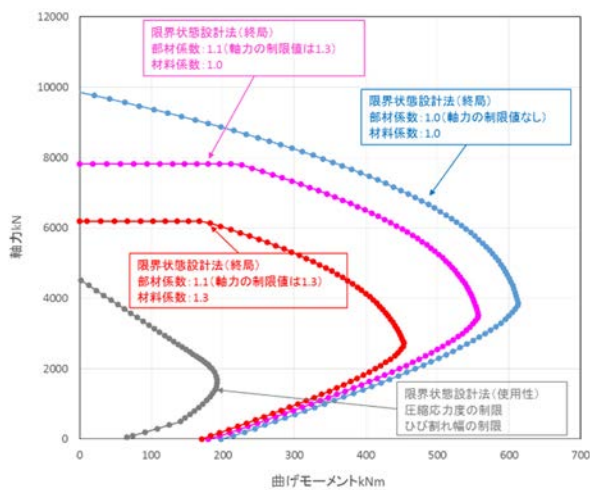


図-4 安全係数の影響

### 3. 道路トンネルの覆工設計に用いる荷重の検討

覆工の設計に用いる荷重の検討のため、実際に施工したトンネルのB計測結果を用いて、FEM解析、フレーム解析、釣り合い計算で支保工に作用する荷重を算定した。

今回の検討では、土被りが小さい場合全土被り荷重に近い場合もあり、土被りが深くなるに連れて全土被り荷重は作用していないことが確認できた(図-5)。

それぞれの断面の全土被りとB計測値を用いた釣り合い計算の換算高さ、フレーム解析値の土被り、FEM解析値の換算高さの関係を示している。(高さを断面

幅で除し、無次元化している)。(図-6)

近似線を比較すると、釣り合い計算に比べてFEM解析の換算高さは非常に大きく、フレーム解析の換算高さは同レベルであることがわかる。

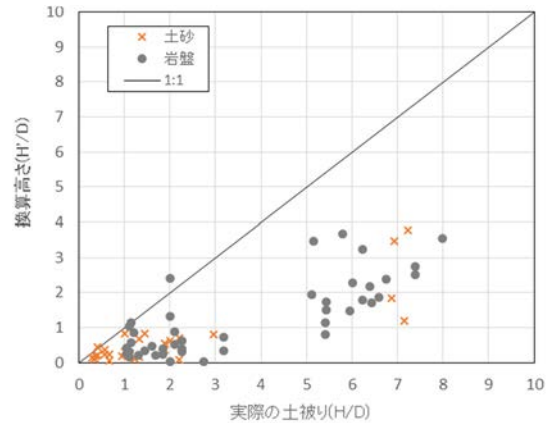


図-5 土被りと土圧換算高さ

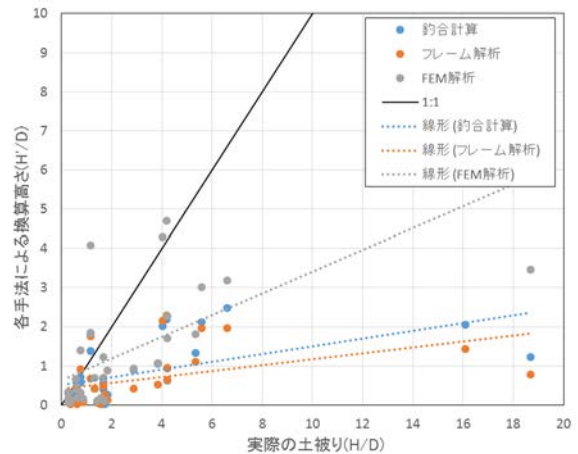


図-6 無次元化した土被りと換算高さ

#### [今後の課題]

道路トンネルの覆工設計に対する限界状態設計法の適用について、山岳トンネル特有の部材巻厚の変動やコンクリート打設時の環境による強度など、不確実性に対する安全率設定のための検討が必要である。

また、覆工設計に用いる荷重の検討から得られた支保工に作用している荷重が長期的に変動しないか、施工時の支保工の品質管理に留意し、覆工設計に使用する荷重を検討する必要がある。

#### [成果の発表]

各種論文等で発表予定である。

#### [成果の活用]

道路トンネル技術基準見直し、道路トンネル定期点検要領の改定へ反映させる。

# 盛土・切土・軟弱地盤対策工・自然斜面对策工の 要求性能及び基準体系に関する調査検討

Study on required performance and framework of guidelines for embankment, cut slope and countermeasures for weak ground and natural slope

(研究期間 平成 26 年度～28 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  
Head  
主任研究官  
Senior Researcher  
研究官  
Researcher

藪 雅行  
Masayuki Yabu  
谷川 征嗣  
Masatsugu Tanigawa  
榎本 忠夫  
Tadao Enomoto

The objective of this study is to establish the framework of the performance based design method for earth structures. In the second fiscal year, using in total 98 examples of road embankments and retaining walls with and without earthquake-induced damage in the past, and also those 11 cases from dynamic centrifuge model tests, a comparison between their seismic performances, which were evaluated along the current design guide book, and the actual degree of damage was conducted.

## [研究目的及び経緯]

盛土等の土工構造物の地震被害が依然として多く、また、耐震性照査結果と実際の被災程度の関係性はよく分かっていない。そこで、平成 27 年度は、計 98 断面の被災・無被災事例、計 31 ケースの遠心模型実験結果を用い、現行の道路土工—盛土工指針、擁壁工指針に示された耐震性照査法による照査結果と実事例・模型実験における被災程度に関連性について検討した。

## [研究内容及び研究成果]

表 1 に示す 4 つの地震を対象に被災・無被災事例を収集し、現地断面、土質条件、被災状況、推定最大加速度、地盤調査の有無等を整理した。

これらの事例のうち東北地方太平洋沖地震における盛土については、8 箇所(被災箇所 5 箇所、無被災箇所 3 箇所)でブロックサンプリング法による不攪乱試料、1 箇所で攪乱試料のみを採取するとともに、簡易動的コーン貫入試験、現場密度試験を実施した(計 9 箇所)。採取した試料に対して、三軸試験等の室内土質試験を実施した。次に、震度法およびニューマーク法による耐震照査を行い、得られた結果について分析した。

### 1. 室内土質試験結果及び原位置試験との関連性

#### 1.1 土質試験結果

不攪乱試料はネイルサンプリング法により、 $\phi$

170mm、h150mm の試料を採取した。採取場所は法肩付近または小段などで、採取深さは 50cm～100cm である。土質試験の結果を表 2 に示す。

表 1 被災事例等の整理結果一覧表

地震名	発生年	事例の主な場所	検討地点の最大加速度(gal)	断面数	
				盛土	擁壁
東北地方太平洋沖地震	2011年	岩手、宮城、福島 (R4、R6、R45、R49)	165～1335.4	63	7
能登半島地震	2007年	石川 (能登有料道路)	902.7～945.4	20	0
新潟県中越地震	2004年	新潟 (R8、R17)	153.1～840.7	3	4
兵庫県南部地震	1995年	兵庫 (第二神明道路)	686.83	1	0
合計				87	11

表 2 土質試験結果(東北地方太平洋沖地震の事例)

調査箇所	換算N値		乾燥密度		一軸圧縮		三軸圧縮(CD)		三軸圧縮(CUB)			
	N2	$\rho_{dmax}$	供試体	$q_u$	$c_d$	$\phi_d$	$c_{cu}$	$\phi_{cu}$	$c'$	$\phi'$		
R4-207.60	4.1	1.562	1.510	109.9	8.0	32.6	8.0	15.8	0	28.3		
R4-207.65	3.9	1.597	1.381	41.9	0	32.5	0	11.8	0	23.0		
R4-266.21	2.7	1.286	1.099	-	0	33.5	0	14.3	0	30.5		
R4-266.23	3.0	1.276	1.188	-	4.0	34.8	5.0	13.5	0	30.9		
R6-313.07	12.5	1.726	1.607	-	5.0	35.2	61.0	13.6	0	34.3		
R6-313.25	6.5	1.69	1.510	-	8.0	32.5	46.0	13.9	2.0	33.0		
R6-295.80	3.7	1.429	1.405	-	11.0	35.7	26.0	21.5	3.0	35.1		
R49-120.17	3.2	1.516	1.323	39.5	5.0	32.7	8.0	18.2	0	34.3		
R49-95.26		1.624				8.0	34.0					

### 1.2 原位置試験結果との関連性について

動的コーン貫入試験の Nd 値から換算 N 値(=Nd/2)を求め、その平均値と今回実施した土質試験結果との関係を図 1 に示す。粘着力 c は換算 N 値<5 の範囲で正の相関がみられる。内部摩擦角  $\phi$  と N 値の相関はほ

とんど見られないが、これは一般的な傾向と思われる。

図2は例として R6-313.25 断面の Nd 値の分布である。深さ 5m 程度の調査範囲内では深度方向に増大する傾向はみられない。したがって、盛土内の深度方向の地盤強度の分布としては概ね一定値であると考えてよいと思われる。

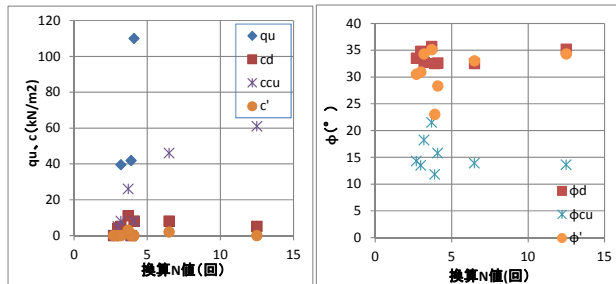


図1 換算 N 値と強度の相関

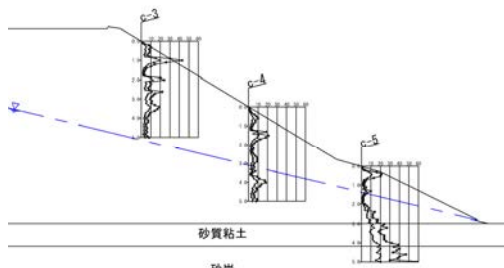


図2 R6-313.25 (無被害) の Nd 値の深度分布

## 2. 耐震性照査結果

### 2.1 土質定数の設定

東北地方太平洋沖地震に関する事例では、地域を表2に示すそれぞれの事例を含む複数のエリアに分割し、当該エリア内ではその事例の三軸 CD による土質定数を用いた。能登半島地震では土質試験 (CUB) が行われていたため、この結果を重視した。また、過年度成果より N 値データがある断面においては N 値から推定した。その他は表2に示した土質定数の平均値とした。模型実験に関しては、使用材料に対して実施した CD 試験結果による土質定数を用いた。

### 2.2 盛土の耐震性照査結果

図3は、盛土に関する事例解析ならびに模型実験解析による L2 地震時 Fs と NM 法による変位量の関係を示したものである。Fs < 1.0 の範囲で急激に変位量が増大する。

図4は、最大加速度と限界水平震度の関係を示したものである。同図の黒ラインは、道路土工盛土工指針に示されている最大加速度 800gal 程度のレベル2地震動に対応する水平震度は 0.2 程度で良いと考えられている根拠にしているラインである。ラインは概ね閾値になっていると判断される。しかし、このラインより上側にプロットされる大被害 (赤色) の事例もあり、今後精査が必要である。

### 2.3 擁壁の耐震性照査結果

図5は、擁壁の転倒に対する限界水平震度と最大加速度および被災程度の関係を示したものである。道路土工擁壁工指針に示される da/H=5% の点線ラインは概ね妥当であると判断される。

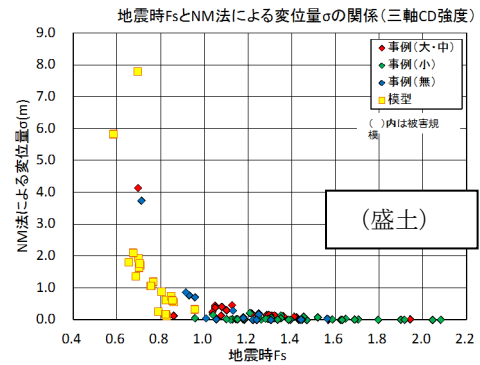


図3 L2 地震時 Fs と NM 法による変位量の関係

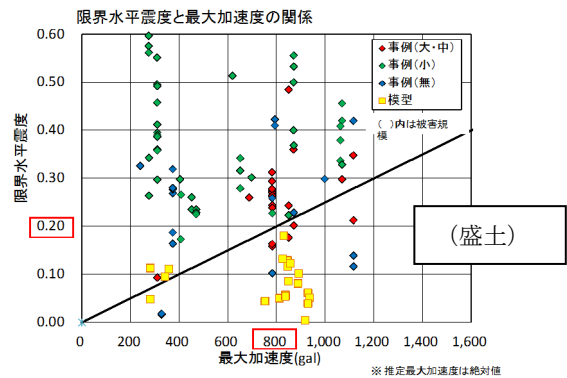


図4 限界水平震度と最大加速度及び被災度の関係

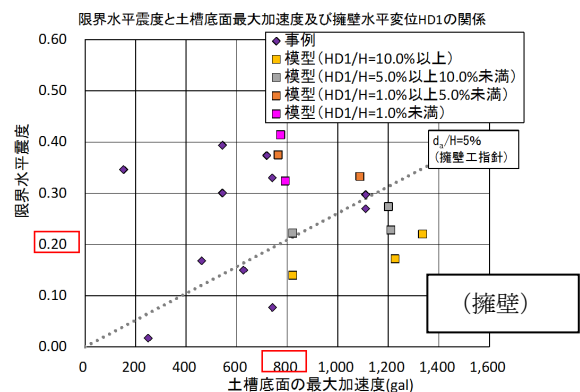


図5 限界水平震度と最大加速度及び被災度の関係

## 3. まとめ

例えば最大加速度 800gal 以上となるような大規模地震に対しては水平震度を 0.2 程度に設定すれば、盛土や擁壁の有害な変位以内に収まる結果が得られた。

[成果の発表] 第51回地盤工学研究発表会に論文投稿済み。

[成果の活用] 道路土工指針類に反映予定。



# 舗装の要求性能及びコンクリート舗装の維持・管理基準に関する調査検討

Research on applicability and method of evaluation about concrete pavement

(研究期間 平成 25～27 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  
Head  
研究官  
Researcher  
研究官  
Researcher

藪 雅行  
Masayuki YABU  
東 拓生  
Takuo AZUMA  
石原 佳樹  
Yoshiki ISHIHARA

The objective of this study is to consider about which point to be paid attention in the case of designing and building the concrete pavement in recent years. The author put document acquisition and hearing survey into effect to administrators who built concrete pavement in recent years. The result of the watch check was compared with IRI measured in this research. The author grasped a maintenance of a concrete pavement in order to grasp application properties of IRI (international roughness index) as management index.

## 〔研究目的及び経緯〕

コンクリート舗装は、アスファルト舗装に比べて耐久性が高い利点があるものの、初期コストが高い、破損した場合の補修が困難、路面下の占用工事等の掘り返しが困難等の理由から、近年ではわが国の道路舗装に占める割合は5%程度にとどまっている。

このような状況を踏まえ、本研究は各種舗装の適材適所での活用を図るため、日本国内で近年施工されたコンクリート舗装の実態調査を行い、コンクリート舗装の設計施工時の工夫等について検討するとともに、道路管理者からの資料収集及びヒアリングを行うことにより、コンクリート舗装の維持管理における留意点等について検討した。また、併せてIRI（国際ラフネス指数）の、日常的な管理指標としての適用性を検討した。

## 〔研究内容及び成果〕

### 1. コンクリート舗装の実態調査

概ね5年以内にコンクリート舗装の新設工事を実施した直轄国道のうち20区間（総延長：約26.5km）において、道路管理者及び施工業者へのヒアリング及び資料収集を実施し、併せて該当区間について現地踏査及び写真撮影を行った。

現地踏査では、コンクリート版の損傷を目視観察し記録するとともに、路面状態の写真撮影を行った。現地踏査が出来ない区間（直轄高速道路等）については、調査車両に設置したビデオカメラを用いて、路面状態を観察した。収集した情報と現地踏査の結果を踏

まえ、図-1のように整理した。調査箇所は新設施工区間であり、施工不良等による大きな損傷はみられなかった。しかし多くの箇所、施工後1年程度での早期の目地材飛散、目地材剥がれが確認され、道路管理事務所ではこれを問題点として認識していることがわかった。また連続鉄筋コンクリート舗装箇所での横びび割れは、構造的な特性であり損傷ではないが、これを問題点と認識している道路管理事務所もあった。

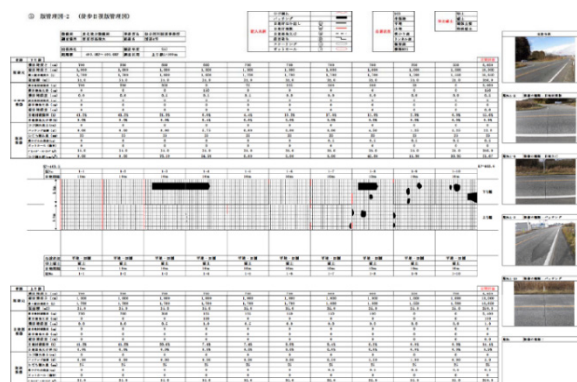


図-1 作成した舗装管理平面図の例

### 2. 効率的な維持管理手法の検討

#### 2-1. 路面性状データとの比較

全国の直轄国道のうち、特に損傷が著しいコンクリート舗装10区間（総延長：約1km）において、過去10年間の路面性状データから損傷度の経年的な変化を整理した。その結果、わだち掘れ量と平坦性には経



年的な変化がほとんど見られなかったが、ひび割れ度は特定の時期を境に急激に増加する傾向が見られるものがあつた。

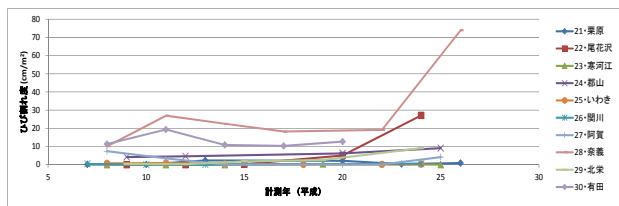


図-2 ひび割れ度の経年変化

### 2-2. 効率的な維持管理における留意点

対象区間において損傷により発生している問題や、維持管理の履歴・課題等に関して、道路管理者及び維持工事の請負業者にヒアリング及び情報収集を実施した。そのうち維持管理の履歴については、供用後30年以上経過している区間もあつたため、ほとんど保存されていなかった。ヒアリング等で収集した情報によれば、供用寿命の長さを期待してコンクリート舗装を採用する事務所が多い一方、補修工法の選定に資する資料を求める意見もあつた。

これらにより得られた情報と、国内外の文献調査結果等を踏まえると、

- ・海外においては、荷重が伝達されていない版間の段差に対し、バーステッチ工法（鉄筋を埋め込み、版同士を連結させる補修工法）を採用する例が見られる
  - ・縦ひび割れは構造的な破損であり、発生したら速やかに補修するのが望ましい
  - ・目地部の損傷は、雨水等の版下への侵入を引き起こし、路面の支持力低下の原因となるので、計画的な頻度で点検・補修を行うのが良い
- などが現場での維持管理における留意点として挙げられた。

### 3. 管理指標としての IRI の適用性に関する検討

2. で調査した区間のうち5区間において、路面プロファイルの測定と IRI の算出を実施した。この結果と路面性状データ及び目視による点検結果の関係を分析することで、コンクリート舗装の日常的な管理指標としての IRI の適用性について検討した。

算出した IRI と路面性状データを比較したところ、ばらつきが非常に大きかつたものの、路面性状値が悪くなるほど IRI が大きくなる傾向が見受けられ、そのうち平坦性ととの相関（図-3）が最も大きいことが確認された。

続いてばらつきを小さくするため、解析区間を分割した結果を図-4に示す。解析間隔を短くするほど、

IRI の値が突出しているのが見て取れる。

このデータと目視点検結果を比較した結果が図-5である。段差や目地部の補修位置で IRI の値が高くなっている箇所がいくつか見られ、解析区間を細分化することで局所的な損傷箇所を検知できる可能性が示された。

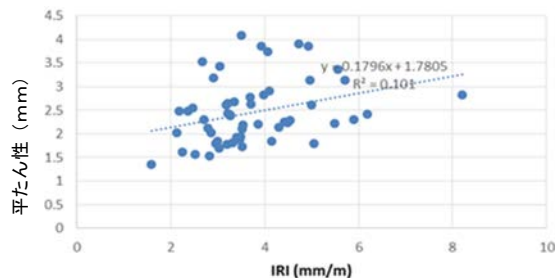


図-3 IRI と平均平坦性の関係

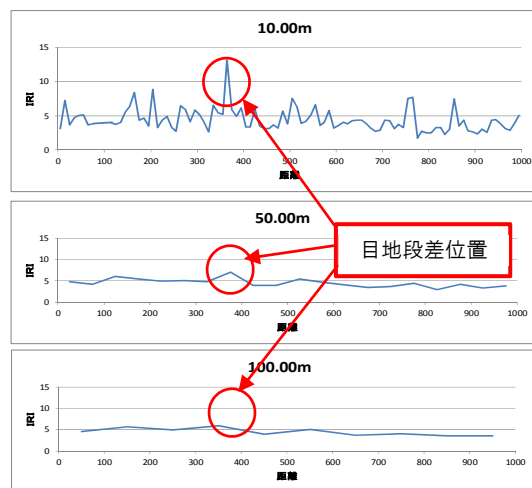


図-4 解析距離ごとの IRI 値の比較

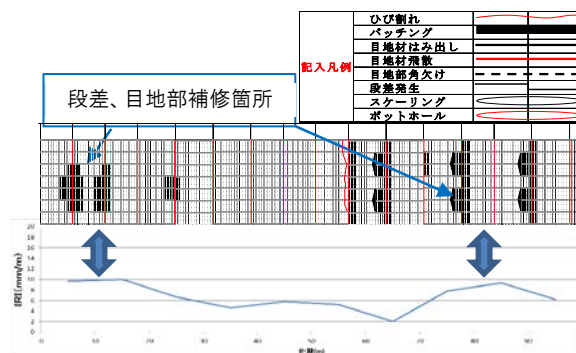


図-5 目視点検結果との比較

#### [成果の発表]

各種論文等で発表予定である。

#### [成果の活用]

本研究で得られた成果を踏まえ、さらに研究を進め、コンクリート舗装の適用性及び維持管理に関する技術資料としてとりまとめる予定である。

# 道路事業における総合評価落札方式の評価の実効性確保に関する検討

Study for the application of Overall Evaluation Bidding Method with Technical Proposal

(研究期間 平成 25～27 年度)

防災・メンテナンス基盤研究センター 建設マネジメント技術研究室

Research Center for Land and Construction Management Construction Management Division

室長 小川 智弘

主任研究官 富澤 成実

Head, Tomohiro OGAWA

Senior Researcher, Narumi TOMISAWA

主任研究官 小塚 清

研究官 大野 真希

Senior Researcher, Kiyoshi KOZUKA

Researcher, Masaki ONO

研究官 根津 佳樹

交流研究員 近藤 和正

Researcher, Yoshiki NEZU

Guest Research Engineer, Kazumasa KONDO

交流研究員 天満 知生

交流研究員 山地 伸弥

Guest Research Engineer, Tomo-o TENMA

Guest Research Engineer, Shinya YAMAJI

The overall evaluation bidding method with technical proposal has merits such as improvement of quality of infrastructures through the competition not only by price bidding but also by advantage of technical proposal. The object of this study is to develop measures for generalization and smooth application of the bidding.

## [研究目的及び経緯]

「公共工事の品質確保の促進に関する法律」の成立を契機に、国土交通省直轄工事においては、平成 17 年度より総合評価落札方式を拡大し、現在は、直轄工事のほぼ 100%で総合評価落札方式を適用している。また、調査・設計等業務においても、平成 19 年度より国土交通省発注業務で総合評価落札方式を導入し、プロポーザル方式と適切に役割分担しつつ、契約先選定へ企業・技術者の技術力を反映させる取組みを進めている。

国土技術政策総合研究所では、直轄発注の工事及び調査・設計等業務の入札・契約制度の課題改善のための検討を進めており、入札・契約に関するデータを地方整備局等から収集し、競争参加者・落札者等の動向や新たな施策の実施状況に関する調査・分析を行っている。

本稿では、平成 28 年 3 月に開催された「総合評価方式の活用・改善等による品質確保に関する懇談会」において公表した平成 26 年度の直轄工事における総合評価落札方式の実施状況を報告する。(平成 26 年度年次報告書)

## [研究内容及び成果]

### 1. 直轄工事における総合評価落札方式の実施状況

平成 26 年度の年次報告書では、実施状況、入札の状況、

技術評価の状況、総合評価の結果と落札者の特徴、総合評価の導入と工事成績評定点など多角的な視点からの分析を行った。

#### 1) 総合評価の契約タイプ別の実施状況

図-1 に示すとおり、平成 19 年度以降は、ほぼ全ての直轄工事で総合評価落札方式を適用している。

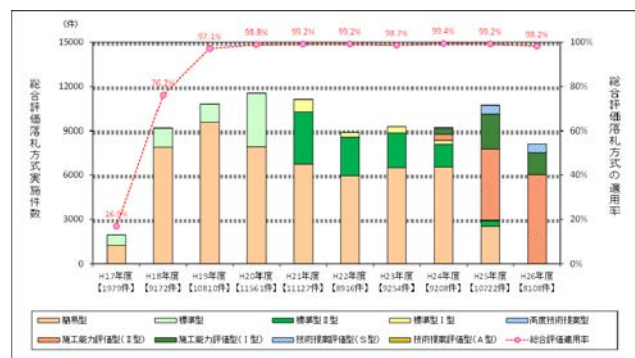


図-1 年度別・総合評価タイプ別実施状況 (適用率・件数)

平成 26 年度における総合評価落札方式の実施件数は、8,108 件となっており、実施状況の対象データは、港湾・空港関係工事を含む 8 地方整備局を対象とした。

契約タイプ別で最も多いのは、図-2 に示すとおり、施工能力評価型 II 型の 6,001 件で全体に占める割合は 74.0%。続いて施工能力評価型 I 型の 1,506 件(18.6%)で

ある。なお、技術提案評価型の件数は 587 件で全体の 7% であり、その内訳は、技術提案評価型(S型)が 99.7%を占め、技術提案評価型(A型)の適用は 2 件である。また、平成 25 年度から本格運用を開始した新しい総合評価(二極化)タイプ(施工能力評価型、技術提案評価型)の適用率は 99.8%となった。

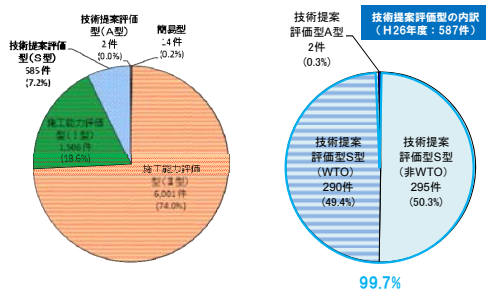


図-2 二極化のタイプ別適用件数の内訳

## 2) 競争参加者の状況

競争参加者数の平均は 6.2 者であり、図-3 で示すとおり、工事種別では「一般土木」「AS 舗装」「鋼橋上部」「PC」が多く、「維持修繕」「通信設備」「機械設備」では少なくなっている。また、総合評価の契約タイプ別では、WTO 技術提案評価型 S 型が平均 15.1 者と他のタイプに比べて著しく多くなっている。

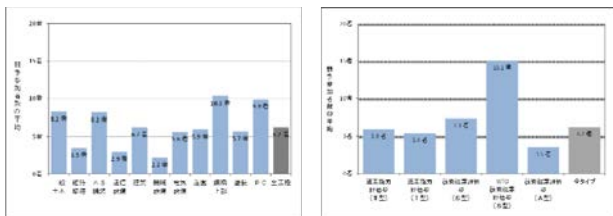


図-3 競争参加者数の平均(工事種別、総合評価タイプ別)

## 3) 技術評価点の状況(1位同点者数)

技術提案評価型(S型)では図-4 に示すとおり、規模が大きい WTO 工事で 1 位同点の割合が高く、特に「トンネル」「鋼橋上部」「PC」工事において 1 位同点が多い傾向にある。

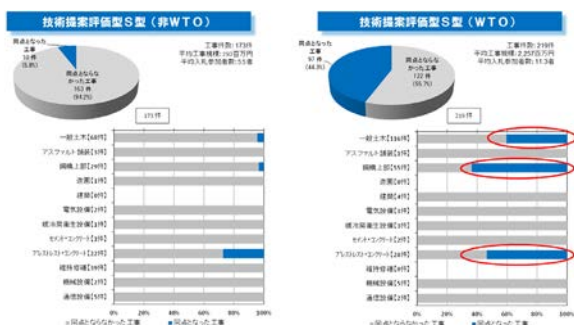


図-4 技術提案評価型における 1 位同点発生状況

## 2. 総合評価の結果と落札者の特徴

落札者の内訳は図-5 に示すとおり、全工事種別で見ると、最高得点で落札する企業の割合が 83%、最低価格で落札する企業の割合が 73%となっており、最高得点かつ最低価格の企業が落札する割合は 60%で最も高くなっている。

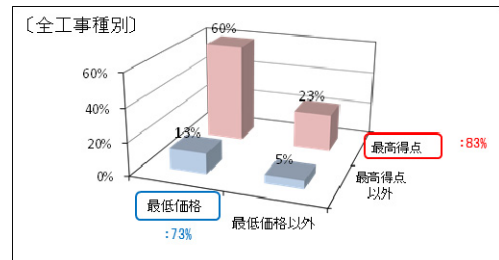


図-5 落札者の技術評価点と落札価格の関係

## 3. 工事成績評定点と技術評価点得点率の関係

工事成績評定点と技術評価点の得点率との関係を図-6 に示す。技術評価点の得点率が高い工事ほど、工事成績評定点の平均が高くなる傾向となっている。

このことから、入札の段階において技術評価点の得点率が高い企業ほど工事成績評定点が高いと言える。特に技術評価点の得点率が 90%以上の企業については、90%未満の企業と比べて工事成績評定点が 80 点以上の高評点を得る割合が多くなっている。

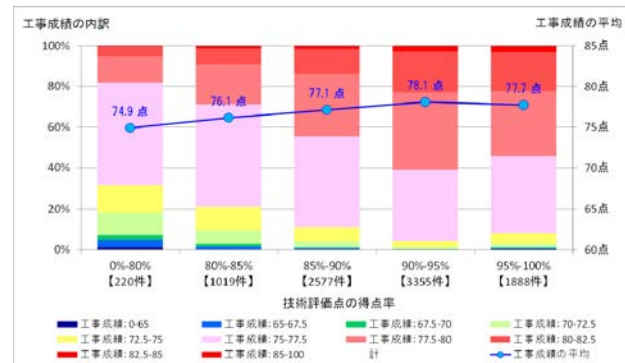


図-6 工事成績評定点と技術評価点得点率の関係

## [成果の活用]

本研究の成果を基礎として、「公共工事の品質確保の促進に関する法律」の基本理念に基づき、調達手法として適用している総合評価落札方式について、より良い方式の確立に向けて検討・改善を進めていく。

なお、分析成果は「総合評価方式の活用・改善等による品質確保に関する懇談会」(平成 27 年度第 1 回:平成 28 年 3 月 1 日開催)において公表した。(http://www.nilim.go.jp/lab/peg/sougou\_hinkakukon.html#26.03)

また、本省における基準類の作成、各地方整備局等の入札・契約制度検討のための基礎資料として活用される。

# インフラの老朽化対策や維持管理等を適切に進めるための調達システムの検討

Research on improvement of the procurement for the structural repairing and reinforcement works  
(研究期間 平成 26～27 年度)

防災・メンテナンス 基盤研究センター Research Center for Land and Construction Management 建設マネジメント技術研究室 Construction Management Division	室長 Head 主任研究官 Senior Researcher 研究官 Researcher 交流研究員 Guest Research Engineer	小川 智弘 Tomohiro OGAWA 富澤 成実 Narumi TOMISAWA 大野 真希 Masaki ONO 山地 伸弥 Shinya YAMAJI
---	---	--

This research was conducted to sort out the problems occurring during structural repairing and reinforcement design and works, to summarize the result of tender and the contracts related with these design and works, and to analyze those relations. Appropriate tender and contract methods were studied as the result of the research.

## [研究目的及び経緯]

近年、社会資本ストックの急激な老朽化対策として、戦略的な維持管理・更新を推進するために、長寿命計画の策定や予備的な修繕及び計画的な更新等、必要となる施策の確実な実施に向けた取り組みが進められている。

このインフラの老朽化対策として、維持管理を適切に進めるために、構造物の補修・補強設計並びに工事に適した調達システムに関する検討が必要となった。

本研究では、対策が急がれている構造物（道路橋）を対象として、「構造物（道路橋）の補修・補強設計並びに工事における課題の整理」、「構造物（道路橋）の補修・補強設計並びに工事の入札・契約の実施結果の集計・整理」を行った。更に整理した課題やその方向性を踏まえ、「設計」、「施工」の各プロセス間の連携を図るための仕組み・方法について、構造物の補修・補強設計並びに工事に適した入札・契約手法及び発注図書の詳細な記載方法の整理を行った。

## [研究内容及び成果]

### 1. 構造物（道路橋）の補修・補強設計並びに工事における課題の整理

具体的な課題の内容を把握するための聞き取り調査結果より、「不調・不落の発生状況」に関する課題では、設計者の意見として「工期が短い場合や対象橋梁数が多い業務の場合に入札参加を見送る」等があった。施工者の対策として「工区が複数の管轄に点在している場合や工期遅延の可能性がある協議未了の工事の場合

に参加しない」、発注者の対策として「競争参加者を増やすために地域要件を設定しないことや、工種を維持修繕から鋼橋上部に変更する」などの工夫をしていることがわかった。「契約後の大幅な設計変更の状況」に関する課題では、施工者の意見として「任意仮設が原則設計変更の対象とならないことから大きな課題として捉えてはいない」。「専門的技術や知識の不足による設計並びに施工不良の状況」に関する課題では、設計者の意見として「地元企業が施工する場合にアドバイザーを配置する仕組みが必要である」等があった。

### 2. 「設計」、「施工」の各プロセス間の連携を図るための仕組み・方法の整理

「工事の受注者が設計段階から関与する方式」、「設計の受注者が施工段階で関与する方式」、「設計と工事を一括して発注する方式」を基本として補修事業の分類と各方式の位置付けを図-1に整理した。

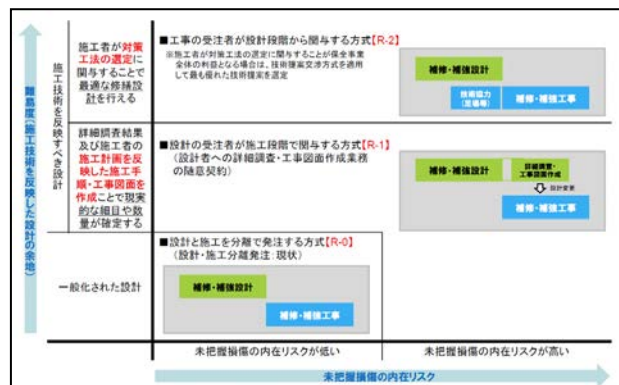


図-1 補修事業の分類と各方式の考え方



施工者が対策工法の選定に関与することで最適な設計を行える場合に「工事の受注者が設計段階から関与する方式」を適用する。例えば、施工場所、工期、コストの制約がある場合や損傷の程度が重大である場合が該当する。このような場合、一般化された対策工法に基づく設計では必ずしも最適な補修・補強が達成できない可能性もあるため、設計者が施工者の提案する対策工法を比較案に含めて最適な対策工法の選定を行うことが考えられる。

施工者の施工計画に基づき設計の見直しを行うことで現実的な細目や数量が確定する補修、未把握損傷の内在リスクが高く施工段階で相当程度の変更を余儀なくされる補修等に対し「設計の受注者が工事段階で関与する方式」の適用を検討する。本方式では、設計者が施工者の設置した足場を活用して詳細調査を実施の上、当初設計を見直し工事発注用図面を作成する。

「設計と工事を一括して発注する方式」としては、設計施工一括発注方式や詳細設計付き工事発注方式がある。「工事の受注者が設計段階から関与する方式」を適用すべき補修にあっては設計施工一括発注方式、「設計の受注者が工事段階で関与する方式」を適用すべき補修にあっては詳細設計付き工事発注方式の適用も考えられる。

### 3. 構造物（道路橋）の補修・補強設計並びに工事の発注図書の整理

競争参加資格（参加要件）、総合評価（加点点要件）、条件の明示・設計変更に係る条件明示の3項目を基本として、発注図書における具体的な記載内容に関する整理を行った。その結果を表-1に示す。

補修・補強設計では、同種実績の設定を構造に関する条件（工種・部位等）とし、工事では、難易度の高い工法や制約条件（交通規制等）を踏まえた同種実績を設定することを明記した。いずれの場合においても、要件を満たす技術者が少ない場合は、要件緩和を検討することとしている。

また、一般的な内容の設計並びに工事を対象に、比較的小規模又は高度な専門的技術を必要としない「設計の受注者が工事段階で関与する方式」、「設計と施工を分離で発注する方式」に関して、地方整備局等における構造物補修に関する工事情報の分析等から、工事発注時に必要な特記仕様書、数量総括表、設計図面について、明示すべき標準的事項を整理した。表-2に特記仕様書に明示すべき標準的事項を示す。

特記仕様書の作成にあたっては、表-2の記載項目について検討し、必要に応じて情報を適宜記載することとした。ただし、表中に【参考】と記載したものは、

工法指定につながるおそれがあるため、参考情報として必要に応じて記載し、同等以上の性能を有する他の材料や工法の採用が可能であることを明記することが望ましいとしている。

表-1 補修・補強設計並びに工事の発注図書への具体的な記載内容

①競争参加資格（参加要件）	技術的難易度に応じた工事種別の選択	補修・補強設計		補修・補強工事
		資格	業務内容	構造・形状
企業に求める資格、同種実績	同種実績	(競争参加資格要件において企業の資格は求めない)		
		<b>業務内容</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>必要に応じて、点検・診断業務の実績を付加</li> </ul> <b>構造・形状</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>鋼橋上部、PC、橋梁下部などの工種を指定</li> <li>鉄筋コンクリート構造物の防食工事の施工実績</li> <li>道路における鋼橋の補修工事の施工実績</li> </ul> <b>規模</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>原則設定しない（長大橋の補修・補強設計の合は例外）</li> </ul> <b>工法</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>難易度の高い補修・補強が含まれる場合は、当該工法の施工実績を設定</li> <li>橋梁の鋼製の支保脚工の施工実績</li> <li>道路橋のうち鋼橋主要部材の疲労亀裂補修工事の施工実績</li> </ul> <b>制約条件</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>当該発注工事における制約条件を考慮の上、条件を設定</li> <li>車線数が2車線以上の道路で、交通規制を伴った橋梁補修、補強又は新設工事の施工実績</li> <li>鉄道上（営業中）の工事の施工実績</li> </ul>	<b>構造・形状</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>鋼橋上部、PC、橋梁下部などの工種を指定</li> <li>鉄筋コンクリート構造物の防食工事の施工実績</li> <li>道路における鋼橋の補修工事の施工実績</li> </ul> <b>規模</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>原則設定しない（長大橋の補修・補強設計の合は例外）</li> </ul> <b>工法</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>難易度の高い補修・補強が含まれる場合は、当該工法の施工実績を設定</li> <li>橋梁の鋼製の支保脚工の施工実績</li> <li>道路橋のうち鋼橋主要部材の疲労亀裂補修工事の施工実績</li> </ul> <b>制約条件</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>当該発注工事における制約条件を考慮の上、条件を設定</li> <li>車線数が2車線以上の道路で、交通規制を伴った橋梁補修、補強又は新設工事の施工実績</li> <li>鉄道上（営業中）の工事の施工実績</li> </ul>	
配置技術者（加点点要件）	資格	<ul style="list-style-type: none"> <li>従来設定している資格要件に加えて、「公共工事に関する調査及び設計等の品質確保に関する技術者資格登録規定（第1回登録：平成26年度）」に基づく民間資格等の活用を積極的に検討</li> <li>道路橋点検士・構造物診断士（一級）・コンクリート構造診断士・プレストレストコンクリート技士・コンクリート診断士</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>企業に求める同種実績と同様の考え方で設定するもの、要件を満たす技術者が少ないことが見込まれる場合は、要件緩和を検討</li> <li>設定している評価項目に加えて、「施工計画」に関する技術提案を求めることも検討</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>工事で行う施工方法に関する技術提案を求めることが原則。</li> </ul>
②総合評価（加点点要件）	総合評価における評価項目			
③条件の明示	設計変更に係る条件の明示	<ul style="list-style-type: none"> <li>補修・補強設計の発注に際し、発注者は設計業務の与条件と成り得る現有情報の整理を行い、特記仕様書に明示の上で業務に必要な設計条件等について受発注者間で確認</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>契約書に基づき、以下の適切な手続きを実施</li> <li>設計図書に表示が明確でない場合の手続き</li> <li>設計図書に示された自然的又は人為的な施工条件と実際の工事現場が一致しない場合の手続き</li> </ul>

表-2 特記仕様書に明示すべき標準的事項

分類	項目	備考
条件明示	交通規制(通行止め・車線規制)	
	夜間施工 復旧方法(即日復旧・仮復旧) 足場の種類(移動足場、固定足場) 資機材の搬入路 干渉物の有無(架空線、検査路等の付属物) トンネルにおける漏水の有無 海岸付近における潮の干渉 特殊な試験等の有無 設計図書に明記されていなかった条件の扱い 条件変更時に設計変更にて対応する旨を明記 所収足場や降圧設備等、供用日数に関する条件を詳細(期間の根拠等)に明記	
共通事項	設計思想(要求性能) 交通規制について規制時間と規制方法(通行止め、片側交互) 夜間施工の有無 作業床の種類(固定足場、高所作業車)	
分類	項目	備考
個別の細別からの集約	既設構造物の情報	既設構造物に用いられている部材や床版等の情報(例)支承の規格、補強厚
	施工内容	各細別に含まれる作業内容や、作業指示【参考】(例)断面修復工に鉄筋防錆処理が含まれるか否か 塗装工における下地処理方法や重ね塗り回数
	材料(部材)の仕様・規格	付属物の取替等における、部材の重量等の情報(クレーン吊り重量等は施工計画に影響する)【参考】 塗装・溶射・注入材・繊維シート等の材料の仕様【参考】
	出来形・品質管理	塗装・金属溶射における膜厚管理方法 出来形管理の方法 品質管理(試験)の方法 試験施工の要否(普通は必要なので計上)

#### 【成果の活用】

本研究の成果を基礎として、構造物の補修・補強設計並びに工事に適した入札・契約手法について、比較的大規模で高度な専門的技術を必要とする方式に関して更に検証し、課題を整理したうえで、地方整備局等や地方自治体で運用しやすい制度の構築に向けて検討・改善を進めていく。



# 設計基盤地震動と地盤震動特性の評価手法の検討

Study on design bedrock earthquake motion and evaluation of ground shaking characteristics

(研究期間 平成 27～29 年度)

防災・メンテナンス基盤研究センター  
国土防災研究室  
Research Center for  
Land and Construction Management  
Disaster Prevention Division

室長	松本 幸司
Head	Koji MATSUMOTO
主任研究官	片岡 正次郎
Senior Researcher	Shojiro KATAOKA
研究官	梶尾 辰史
Researcher	Tatsushi KAJIO

Design bedrock earthquake motion is required for seismic design based on ground-structure earthquake response analysis. This study aims to study ground shaking characteristics during major earthquakes and propose design bedrock earthquake motions taking account of the characteristics.

## 〔研究目的及び経緯〕

道路橋示方書の設計地震動は、地盤条件による揺れやすさの違いを考慮するため、地盤の基本固有周期で分類される地盤種別ごとに設定されている。一方、施設が基盤面に建設される場合などでは、その地盤震動特性に応じた設計地震動を設定することにより、一層合理的に耐震安全性を確保することが可能と期待される。本研究は強震記録の分析により地盤震動特性を評価し、現行の地盤種別ごとの設計地震動と整合する基盤面の設計地震動を構造物への影響も踏まえてとりまとめることを目的とする。

27年度は、地盤地震応答解析手法による強震記録の再現性を比較・整理するとともに、強震観測点の地盤構造モデルを作成し、基盤地震動を算出して道路橋および他の構造物の設計地震動と比較した。

## 〔研究内容〕

### 1. 地盤地震応答解析手法による強震記録の再現

一般に最もよく用いられている SHAKE をはじめ、FDEL、DYNEQ およびこれら2つの手法をそれぞれ拡張した手法、計5つの地盤地震応答解析手法により、鉛直アレー観測の地表面で得られた強震記録から地中で得られた強震記録を再現することを試みる。その結果から、地中の記録の波形・スペクトルの再現性を比較・整理し、再現性の高い結果が得られた2つの手法を選定して次の基盤地震動の算出に用いる。

### 2. 基盤地震動の算出と設計地震動との比較

上記1. で選定した2つの手法により、地表面で強い揺れが観測された代表的な強震記録から、基盤面における地震動を逆応答解析により算出する。プレート境界型地震としては、2003年十勝沖地震(M8.0)、2011

年東北地方太平洋沖地震(M9.0)の2地震を対象とし、地盤情報を把握できる強震観測点で得られた12記録を選定した。また、内陸直下型地震としては、1995年兵庫県南部地震(M7.3)、2000年鳥取県西部地震(M7.3)、2004年新潟県中越地震(M6.8)、2007年能登半島地震(M6.9)、2007年新潟県中越沖地震(M6.8)、2008年岩手宮城内陸地震(M7.2)の6地震を対象とし、同様に26記録を選定した。

## 〔研究成果〕

### 1. 地盤地震応答解析手法による強震記録の再現

強震動の鉛直アレー観測記録として、震度6弱以上の強震観測記録が得られている観測点を対象とする。研究事例のある地点については、それを参照しつつ地盤モデルの設定を行った。10点で弱震記録での検証(震度4程度)も行った。

図-1に地盤地震応答解析の例を示す。逆応答解析には、SHAKEは適用困難である。全般にFDELとその拡張手法がよい傾向にあるが、液状化等により大

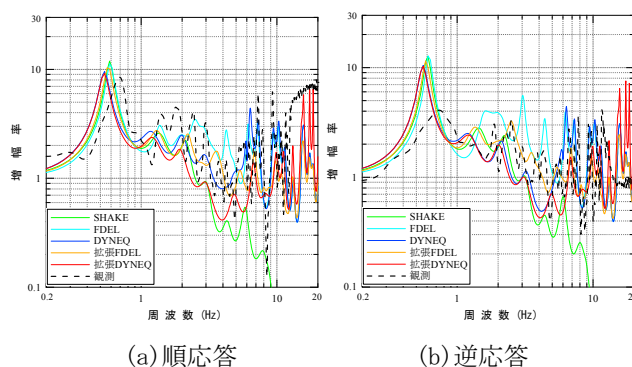


図-1 観測記録との比較例(1995年兵庫県南部地震)

大きく非線形化したような場合には DYNEQ とその拡張手法の方がよい。それぞれ元の方法より拡張手法の方が安定しているため、拡張 FDEL、拡張 DYNEQ の 2 手法を採用することとした。

## 2. 基盤地震動の算出と設計地震動との比較

地表での観測記録から逆応答解析により基盤地震動を算定した。比較の結果、拡張 DYNEQ よりも拡張 FDEL 法による結果の方が妥当と考えられるので、以降では拡張 FDEL 法による結果を示す。

S 波速度 400m/s 以上を工学的な基盤として、設計スペクトルを規定している「鉄道構造物等設計標準・同解説」、建築基準法、およびダム基礎岩盤での観測記録の統計分析によるダム距離減衰式により想定地震に対する応答スペクトルを算定する「大規模地震に対するダム耐震性能照査指針(案)・同解説」との比較を行う。ダムの距離減衰式としては、最新の H23 式の最短距離式を用い、プレート境界型で Mw8.0、内陸型で Mw7.0 として算定する。比較した結果を図-2 と図-3 に示す。

妥当性が低いと考えられる結果については、細い破線で示している。

基盤の S 波速度 ( $V_B$ ) が 600m/s 以上では、ダム式相当で、鉄道標準より小さく収まっている。プレート境界型地震では基盤速度が小さい観測点が少なく判断が難しいが、内陸直下型地震で見ると、基盤 S 波速度が小さい方が周期 0.5~3 秒で鉄道標準を上回る度合いが大きい傾向にあり、 $450 \leq V_B < 600\text{m/s}$  では概ね鉄道標準と同等と見なせると考えられる。

以上の算定結果と基盤設計スペクトルの関係を、以下にまとめる。

- ① 基盤地震動として、基盤 S 波速度が 400~600m/s での結果が概ね妥当と考えられる。ただし、深層増幅の影響等を含んでいる。
- ② 基盤 S 波速度が 600m/s を越える場合、深層の影響も小さく、十分に硬い条件での地震動と見なせる。
- ③ 短周期成分については逆応答での精度確保は難しく、ほぼ平坦になるものとして見なす必要がある。

### [成果の活用]

道路橋耐震補強便覧に反映する。

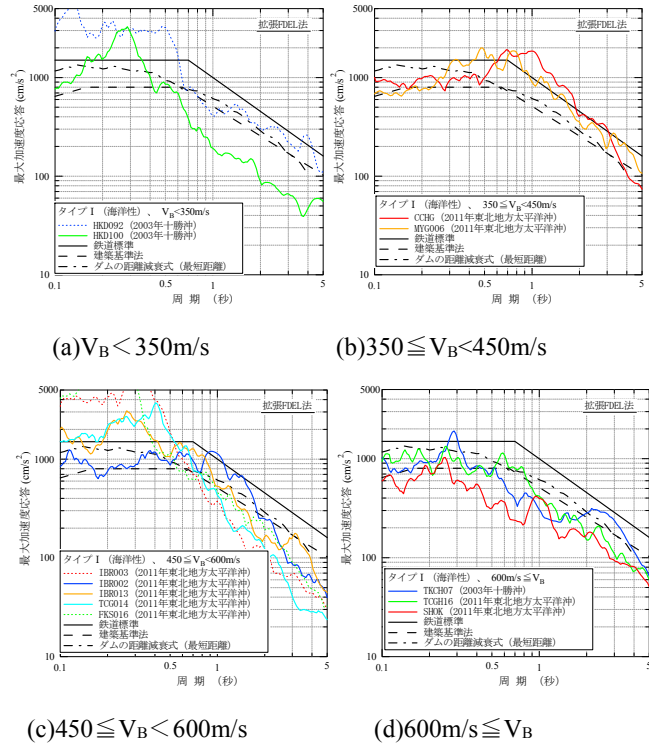


図-2 逆算した基盤地震動の加速度応答スペクトルと各種設計スペクトル等との比較（プレート境界型地震）

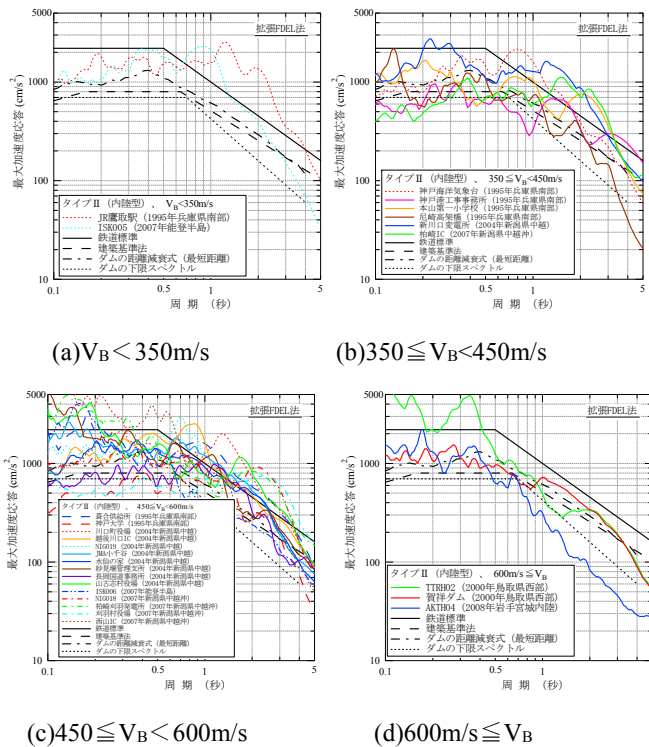


図-3 逆算した基盤地震動の加速度応答スペクトルと各種設計スペクトル等との比較（内陸直下型地震）

# CIM の導入に向けた 3 次元データの利活用に関する調査

Research on Utilization of Three Dimensional Data for Introduction of CIM

(研究期間 平成 26～28 年度)

防災・メンテナンス基盤研究センター  
Research Center for  
Land and Construction Management  
メンテナンス情報基盤研究室  
Maintenance Information Technology Division

室長	重高 浩一
Head	Koichi SHIGETAKA
主任研究官	青山 憲明
Senior Researcher	Noriaki AOYAMA
研究官	川野 浩平
Researcher	Kouhei KAWANO
交流研究員	山岡 大亮
Guest Research Engineer	Daisuke YAMAOKA

The Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism has been working on Construction Information Modeling (CIM) application, with the aim to improve our construction production system and the productivity using ICT technology. This research examines what kind of functions 3D models should have, how to create them, and how to add different types of information, for using in the maintenance phase of civil engineering structures.

## [研究目的及び経緯]

国土交通省では、インフラの安全安心と建設生産性の向上を図るために、3次元データを活用した建設生産システムを構築し、公共調達の品質向上、コスト縮減、維持管理の高度化を達成することを目標として、Construction Information Modeling (以下、CIM という。)の導入普及に取り組んでいる。

CIM は、コンピュータ上に作成した 3 次元の形状情報 (以下、3 次元モデルという。)に加え、材料・部材の規格、出来形・品質、点検結果等といった特徴や状態を示す情報 (以下、属性情報という。)を併せ持つ構造物データモデル (以下、CIM モデルという。)を利用することで、建設生産プロセス全体の効率化、高度化を図るものである。調査・設計の段階から CIM モデルを作成し、施工・維持管理へと流通・発展させる中で、各フェーズにおける計画検討、合意形成や意思決定支援等に利用することが想定されている。

CIM の効果を十分に発揮するためには、属性情報の円滑な蓄積と流通及び再利用が可能となる標準的な CIM モデルの整備が必要不可欠である。また、社会資本の老朽化に伴い、今後確実な増加が見込まれる維持管理業務での効果的な利活用方策が重要となる。しかし、特定の用途に即した 3 次元モデルの検討や整備は進められているものの、標準的な CIM モデルの整備には至っておらず、CIM の実践に必要なソフトウェアも不足しているのが現状である。また、3 次元モデルの利活用については、設計・施工段階での利活用が進み、そ

の有効性も確認されつつあるが、維持管理においては未だ十分な検証が行われていない。

そこで、本研究では、CIM の導入普及の推進を目的として、調査・設計から施工、維持管理の各フェーズで必要な属性情報、および 3 次元モデルの詳細度を調査し、CIM モデルの標準的な作成仕様 (案) を取りまとめるとともに、維持管理における CIM モデルの効果的な利活用方策について検討を実施するものである。以下に本研究の内容を示す。

## [研究内容]

主な研究内容を以下に示す。

### 1. 設計及び工事段階での CIM モデル標準化

本研究では、CIM の導入普及に向けて、道路・橋梁を対象とした CIM モデルの標準化に関する調査および検証を実施し、昨年度に作成した CIM モデル作成仕様 (案) を修正した。また、CIM モデル作成仕様 (案) の理解を深めるため、HP 等で公表するサンプルデータを作成した。

### 2. 維持管理における CIM モデルの高度利用

本研究では、まず、橋梁の点検業務やその結果を格納する全国道路橋データベース (以下、維持管理 DB という。)と、損傷等の点検結果を 3 次元モデル上に表現する方法とを調査した。次に、点検結果や損傷状況を CIM モデルに関連付けて可視化するための方策を整理することで、維持管理情報を統合管理できる CIM モデルの要求仕様に関する基礎資料を作成した。

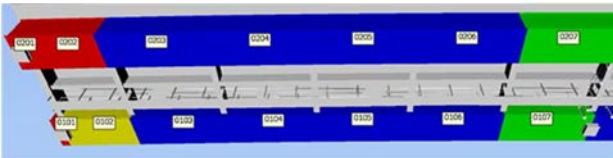
〔研究成果〕

主な研究成果の概要を以下に示す。

1. 維持管理での活用を想定した CIM モデル作成仕様  
(案) 橋梁編及び道路編

CIM モデル作成仕様に関する研究の成果として、まず、昨年度に作成した CIM モデル作成仕様(案) 橋梁編に記載した点検要素毎の分割モデルと属性情報の紐付け方法について検証し(図-1)、CIM モデル作成仕様(案) 橋梁編を修正した。次に、道路を対象として、橋梁と同様に維持管理段階における CIM モデルによる効率化が期待される活用場面を抽出し、それを実現するために必要な 3 次元モデル詳細度及び属性情報を設定し(表-1)、CIM モデル作成仕様(案)【検討案】道路編を作成した。

a) 点検要素毎に分割して属性付与した場合



b) 点検要素毎に分割せずに属性付与した場合

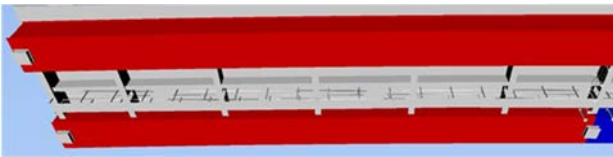


図-1 要素分割モデルと属性情報の紐付け

表-1 道路 3 次元モデルの作り込みレベルと付与すべき属性情報

段階	構成要素	3 次元モデル	属性情報
設計段階	土工	①中心線形、測点、基準点、横断の 3D 形状	線形名、土質、測点、基準点、横断構成点
	擁壁	②一般図モデル	工法、種別、形式、諸元
	函渠		
	地下埋設物	③中心線形、3D モデル	管理者名、測点、種類、歩車区分、管径、土被り
	地形	④5m メッシュモデル(地理院) ⑤90m メッシュモデル	位置情報(緯度経度)、住所、データ入手元
	交差点	⑥平面図、中心線計、3D ボリライン	道路施設基本データに準ず
施工段階	法面	⑦一般図モデル(中心線形、縦断図、横断図) ⑧面モデル ⑨ソリッドモデル	中心線形、測点、横断構成点、管理基準点、構造物諸元
	土工	①中心線形、測点、基準点、横断の 3D 形状 ②形状モデル(①で作成したモデル)+ボリライン ③ボクセルキューブ ④竣工モデル(LPを利用)	設計段階での属性情報を継承 起工測量データ、土質、施工日時、日施工量、改良の有無、改良材
	擁壁	⑤施工モデル	設計段階での属性情報を継承 変更があった場合は変更、更新 ひび割れ、漏水、欠損等の位置、大きさ
	函渠	⑥竣工モデル	
	地下埋設物	⑦中心線形、3D モデル ⑧竣工モデル	設計段階での属性情報を継承 変更があった場合は変更、更新 ひび割れ、漏水、欠損等の位置、大きさ
	地形	⑨LP 起工測量モデル	位置情報、住所、取得日、取得企業

2. 維持管理情報を統合管理できる CIM モデルの要求仕様に関する基礎資料

CIM モデルの高度利用に関する研究の成果として、まず、橋梁の点検業務において代表的な事例を調査し、損傷記録が構造物部材等に対してどのように関連づけられて表現されているかを整理した。また、損傷等の点検記録を 3 次元モデル上に表現する上で有用となる技術を既往文献により調査し、導入可能性の高い先端技術を抽出した。次に、維持管理 DB から点検結果のデータを部材単位で取得して CIM モデルの属性情報として受け渡す方法を調査し、維持管理 DB との連携を行う場合に CIM モデルが具備すべき要件を整理した。そして、実際に維持管理 DB から取得した点検結果を橋梁 3 次元モデルと紐付けて可視化することで、連携方法の作業手順を明らかにした(図-2, 図-3)。

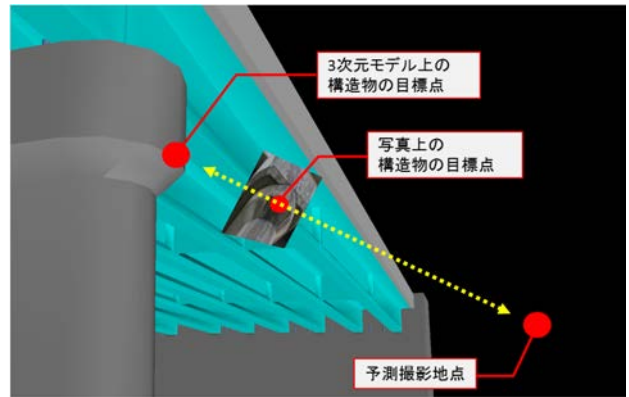


図-2 3 次元モデルと点検記録(損傷写真)の関係

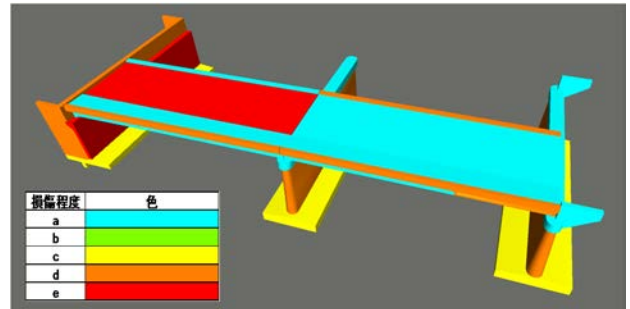


図-3 維持管理 DB の損傷度を反映した 3 次元モデル

〔成果の活用〕

「維持管理での活用を想定した CIM モデル作成仕様(案) 橋梁編及び道路編」は、産学官 CIM の検討において平成 28 年度迄に策定を予定している「CIM モデル作成ガイドライン」検討のための基礎資料となる。「維持管理情報を統合管理できる CIM モデルの要求仕様に関する基礎資料」は、実際に点検結果と 3 次元モデルの連携を確認できたことから、今後は資料の有用性について更なる検証を実施していく。



# 情報化施工に搭載するデータの効率的な構築及び取得データの利用に関する調査

Research on effective making Method of Input-data and Usage of Output-data for Intelligent Construction

(研究期間 平成 27 年度)

防災・メンテナンス基盤研究センター  
 Research Center for  
 Land and Construction Management  
 メンテナンス情報基盤研究室  
 Maintenance Information Technology Division

室長 重高 浩一  
 Head Koichi SHIGETAKA  
 主任研究官 近藤 弘嗣  
 Senior Researcher Koji KONDO  
 研究官 長山 真一  
 Researcher Shinichi NAGAYAMA

The authors studied the expansion of application engineering species and application technology of the can-shaped management using a three-dimensional surveying equipment. In addition, toward the realization of faceted can form management which is one of the efforts in the "i-Construction", the authors drafted the can-shaped management procedure using the UAV.

## 〔研究目的及び経緯〕

国土交通省では平成 25 年度に第二期情報化施工推進戦略上の課題の一つとしてトータルステーション（以下 TS）を用いた出来形管理の工種拡大をあげており、国土技術政策総合研究所では 3 次元測量機器を用いた出来形管理の適用工種・適用技術の拡大について研究している。

さらに、平成 27 年度に国土交通大臣が発表した i-Construction では、ICT の全面的な活用による生産性向上をターゲットの一つとしており、土工においてレーザースキャナや UAV を活用し、測量・計測の効率化を図るとともに、取得した 3 次元データを活用して施工や検査の効率化も図るなど、一連の生産プロセスの向上に取り組んでいくこととしている。

本研究では、情報化施工技術の 1 つである TS を用いた出来形管理の適用工種の拡大として擁壁工と埋設構造物への導入に向けた検討を行った。さらに、「i-Construction」の取り組みの 1 つである面的な出来形管理の実現に向けて、UAV を用いた出来形管理要領の素案作成等を行った。

## 〔研究内容・研究成果〕

### 1. 3次元座標計測機器を用いた出来形管理の擁壁工への工種拡大に向けた調査・整理

#### 1) 「TSを用いた出来形管理」による擁壁工の計測手法の考案

擁壁工のうち場所打擁壁工を対象に TS を用いた出来形管理手法を考案した。出来形管理項目は、従来と同様に幅、基準高、高さであるため、それらを管理する手法を考案した（図 1）。

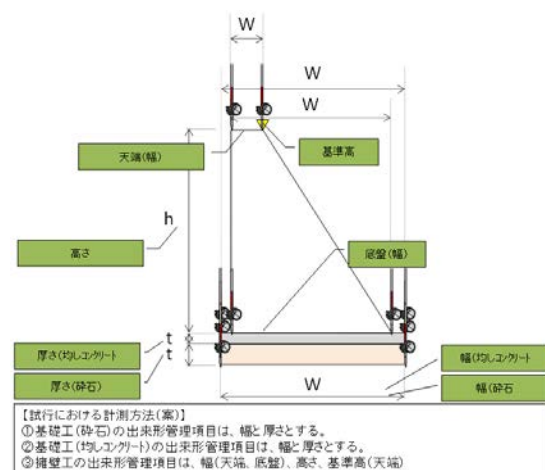


図 1 擁壁工の計測手法

### 2) 「TSを用いた擁壁工出来形管理」に関する効果

現地調査結果およびヒアリング結果から TS を用いた擁壁工出来形管理への適用に関する効果を試算した。主な結果を以下に示す。

従来手法と TS 手法と比較すると従来手法が 394 分、TS 手法が 340 分と計測時間が 1.4 割減少している。要因は、丁張計算や擁壁工事の出来形計測の作業時間が減少したためである（図 2）

### 3) 「TSを用いた擁壁工管理」の計測結果

擁壁工の出来形管理項目の幅、基準高、高さの計測結果について、従来手法と TS 手法との差異を検証した。

基準高、高さ、幅員（天端）の計測結果は、従来手法と TS 手法の差異が ±10mm 以内であった。幅員（底盤）の計測結果は、従来手法と TS 手法の差異が 40mm



以内であった。(図3)

天端(底盤)で、従来手法との差異が大きい箇所  
の要因は、擁壁の壁面にピンポールの中心が寄せきれ  
ないため、ピンポールの厚さ分(片側につき、ピンポ  
ールの直径)、広めに計測することが推察される。

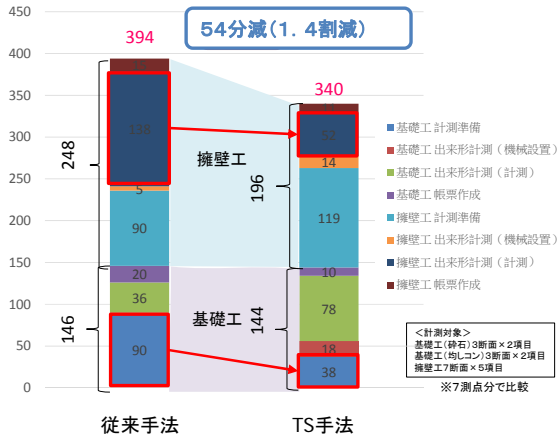


図2 時間短縮効果(擁壁工)

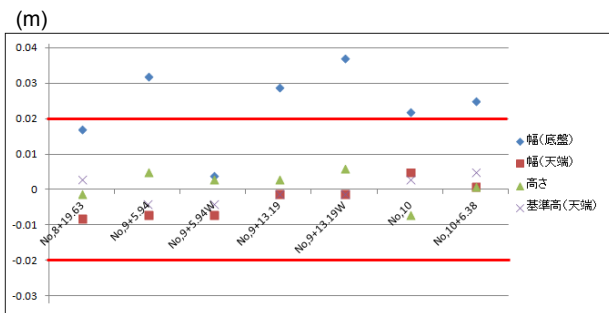


図3 計測結果の差異

## 2. 写真測量による埋設物の計測手法構築に向けた整理

写真測量を用いた埋設物の管理手法構築に向けて、計測手法の整理を行い、施工現場の条件(計測間隔、写真撮影場所等)を模擬した要素試験を実施した。要素試験の検証項目は、計測精度であり、ラップ率、被写体での画素寸法(解像度と距離の関係で決定)、埋設物へのマーキングの有無との関係を確認した、表1に要素試験結果を示す。

要素試験の結果、埋設物にはマッチングのためのマーキングを設置し、画素数は、31万画素以上、写真のラップ率が80%以上でモデル化ができた。TSとの差については、8mm~41mmとなり、計測精度50mm程度が可能だと考えられる。

表1 要素実験の結果

画素数	mm/pixel	ラップ率	TSとの差					
			マーキング無し			マーキング有り		
			X	Y	Z	X	Y	Z
16M(約1600万画素) 4608×3456	0.54mm	80%	—	—	—	41mm	8mm	22mm
		60%	—	—	—	—	—	—
0.3M(約31万画素) 640×480	3.90mm	80%	—	—	—	27mm	28mm	22mm
		60%	—	—	—	—	—	—

## 3. UAV写真測量における出来形管理の調査整理

空中写真測量(UAV)を用いた出来形管理要領(素案)の作成を行った。策定に向けては、TSとの特徴の違いの整理や、要領策定のポイントを整理した上で、素案を作成した(表2)。また、全国9地整等で調査されたUAV、LS、施工履歴データの計測結果をもとに、TSとの精度(高さ精度)の違いのとりまとめを行った。図4に、空中写真測量(UAV)の高さ精度(天端部)の検証結果を示すが、真値としたTSの高さと比較すると、おおむね、個々の計測値は、±100mm以内であり、標準偏差(1σ)は、15mm程度であった。この結果、3σ(正規分布における99.7%)をとると50mm程度となり、本調査における空中写真測量(UAV)の計測精度は50mm程度となった。なお、本検証では、法肩や法尻等の変化点は、評価の対象から除外している。

表2 空中写真測量(UAV)の出来形管理要領の改訂点

策定のポイント	解説
3次元データの契約図書化	3次元データによる施工・管理・検査を前提として、3次元設計データを契約図書に位置づける必要がある。
3次元計測基準の整備	利用目的に応じて求められる3次元座標の取得基準に沿って計測を行うため、計測機器の精度、取得点数の密度、データ処理手順等を定める必要がある。
3次元出来形管理基準	3次元計測により計測された多点情報を用いて、効率的な面的施工管理を実現するために、従来と同等の出来形品質を確保できる面的な管理基準・規格値を定める必要がある。
数量算出の3次元化	管理断面以外の位置を特定しない多点計測の取得結果を利用した数量算出を実現するために、平均断面法の他、3次元CAD等を用いた数量算出方法を定める必要がある。
3次元データでの納品	取得した3次元施工データをそのまま利用できる納品する方法を実現するために、3次元設計データと3次元管理結果、設計データの納品仕様を定める必要がある。
3次元モデルによる検査	3次元データの活用により検査の省力化と、納品される3次元データを用いた図や資料作成を省力化するために、システム等を利用した納品データの描画による判定が必要である。

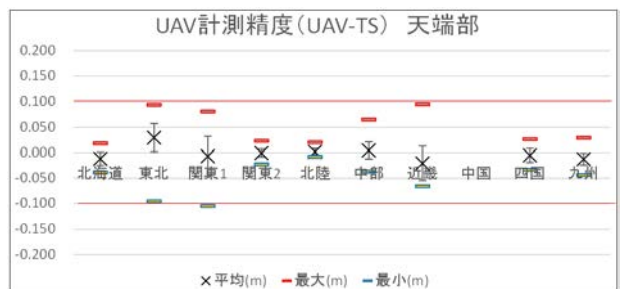


図4 UAV手法とTS手法の計測結果の差異

## 4. おわりに

TSを用いた出来型管理の擁壁工の出来形管理手法について、現場試行の結果、適用性を確認できた。しかし、実用化に向けて課題も確認されたため今後は課題への対応を図って行きたい。また、UAVについての精度検証ができた。それらの検討結果を基にして、TS出来形管理要領(素案)及びUAV出来型管理要領を作成した。

# 沿道の無電柱化推進に関する調査

Study on promotion measures of utility pole removal

(研究期間 平成 27 年度～28 年度)

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

室長  
Head  
主任研究官  
Senior Researcher  
研究官  
Researcher

井上 隆司  
Ryuji INOUE  
大城 温  
Nodoka Oshiro  
光谷 友樹  
Yuki MITSUTANI

For promoting further utility pole removal, this study aims to consider evaluation indicator of utility pole removal corresponding to policy purpose: the improvement of disaster prevention, formation of landscapes and tourism development, and ensuring safe and comfortable traffic spaces. And, an application is created for surveying and recording efficiently the current state of utility pole removal. In addition, hearing and bibliographic search about policy and technical standard of underground cables is conducted in advanced cities promoted utility pole removal in Western Europe, America and Asia.

## 〔研究目的及び経緯〕

国土交通省では、道路の防災性の向上、安全で快適な通行空間の確保、良好な景観の形成や観光振興等の観点から無電柱化を進めているが、ヨーロッパやアジアの主要都市では無電柱化が概成しているのに対して、日本の無電柱化率は立ち遅れている。無電柱化を推進するためには、技術的課題の解決とともに、政策目的に応じた事業効果の把握や適切な評価が必要である。

このため、国土技術政策総合研究所では、無電柱化の一層の推進のため、無電柱化を促進するための施策や技術的課題の研究を行っている。

本調査においては、技術的・社会的に可能な範囲で無電柱化の促進と低コスト化を図るため、無電柱化の進捗状況の効率的な把握方法や、政策目的に応じた指標を検討するとともに、無電柱化のコスト（維持管理も含む）に影響する技術基準・新技術等について海外調査を行った。

## 〔研究内容・成果〕

### 1. 施策目的に応じた達成度評価手法に関する調査

無電柱化の進捗による3種の施策目的（電柱等が倒壊し道路を寸断することを防止する「防災」の効果、無電柱化により歩道の有効幅員を広がることによる「安全・快適」の効果、景観の阻害要因となる電柱・電線をなくすことによる「景観・観光」への効果）の達成度を適切に示す指標を検討した。

検討にあたっては、既往文献類から、既往の評価指

標を確認し、整備効果等との関連性から活用可能な指標を抽出するとともに、達成度との適合性やデータ入手等の作業性を勘案した。施策目的毎にアウトプットに近い指標及びアウトカムに近い指標の2種類の指標を選定した（表1）。これらの指標について、5都市の一部地域において試算を実施し、指標の算出における課題を整理した。

表1 選定した指標

	指標の概要
防災	・緊急輸送道路における無電柱化進捗率
	・電柱の折損率と細街路の道路閉塞率に基づくリンク閉塞率
安全・快適	・バリアフリー特定道路における無電柱化進捗率
	・電柱阻害面積に基づく通行阻害改善率
景観・観光	・景観重要道路における無電柱化進捗率
	・視対象と視点場に基づき視点場阻害率（視点場からの視覚範囲内の道路に限定して評価）

## 2. 無電柱化の進捗状況の効率的な把握方法に関する調査

無電柱化における施策目的に応じた達成度等の評価や効果の算出にあたっては、一定エリアの面的な無電柱化の状況の把握や無電柱化率を算出する必要があるが、調査には多大な労力を要する。そのため無電柱化の状況を効率的に把握する方法を検討した。

GIS とインターネット上の地図・画像情報（google ストリートビュー）を組み合わせることで、無電柱化の状況を効率的に把握するツールを開発した。

上記の把握手法を用いて、人口、行政区域面積の大きさ等が異なる国内 20 都市において 1k m<sup>2</sup>程度のエリアの無電柱化率を算出した。1k m<sup>2</sup>あたりの算出に要した時間は平均 8 時間であった。

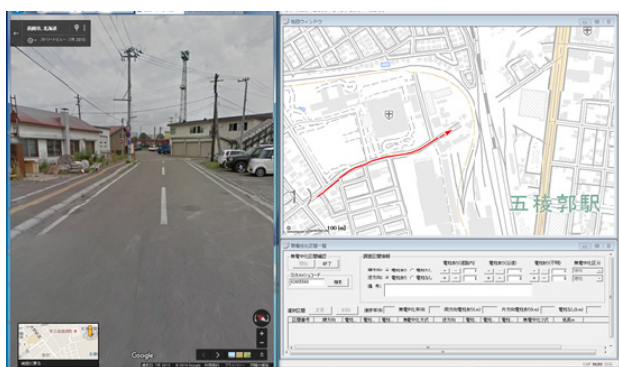


図 1 ツールによる作業の例

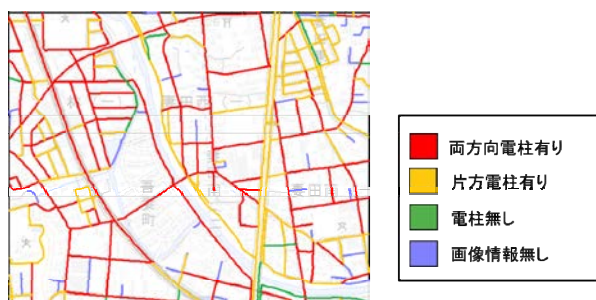


図 2 ツールによる無電柱化の把握の例

## 3. 無電柱化推進のための低コスト化技術・政策に関する海外調査

無電柱化が進捗しているドイツ・ハンブルク、アメリカ・ニューヨーク、台湾・台北の 3 都市について文献調査、および道路管理者、配電事業者、通信事業者を中心とした訪問調査、および埋設工事現場等の確認を含む現地踏査を実施した。また、イギリス・ロンドンとフランス・パリの 2 都市については文献調査を行った。主な調査項目は表 2 の通りである。

表 2 主な調査項目

工事における事故対策に関する事項
<ul style="list-style-type: none"> <li>・地中ケーブルの防護に関する基準・要領等</li> <li>・地中の埋設物の位置等のデータベース等の整備状況</li> <li>・その他工事事故の防止・抑制に関する事項（試掘等、掘削前の既存埋設物の検査 等）</li> </ul>
電線類の埋設に関する事項
<ul style="list-style-type: none"> <li>・電線類の埋設方法に関する基準・要領等</li> <li>・電線類の埋設位置に関する基準・要領等（電圧等による違い、歩道幅員等の地上条件 等）</li> <li>・電線類の埋設条件に関する基準・要領等（埋め戻し方法や材料、施工方法、施工管理基準 等）</li> </ul>
その他施工・維持管理コストに関する事項
<ul style="list-style-type: none"> <li>・電線類の埋設のための施工機材や施工技術等</li> <li>・占用工事に関する規制等</li> <li>・地中化の費用（工事費の詳細、費用の負担者 等）</li> </ul>

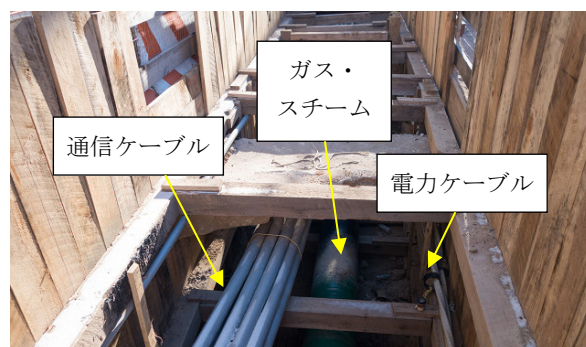


図 3 ニューヨーク市における電線類の地中化

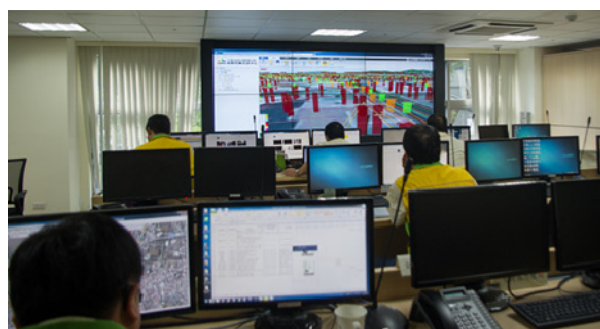


図 4 道路維持管理、地下埋設物の管理等を行う台北市の組織（Taipei City Road & Pipeline Information Center）

### 【成果の活用】

検討した施策目的に応じた達成度評価手法についてはストック効果の算出方法に、無電柱化率把握手法については既存の無電柱化データベースの改良にそれぞれ活用できるように更なる調査・研究を進める。

# 無電柱化推進に資する施工手法に関する調査検討

Survey study on construction techniques that contribute to the promotion utility poles removal

(研究期間 平成 27～28 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  
主任研究官  
Senior Researcher

間渕 利明  
Toshiaki MABUCHI  
西田 秀明  
Hideaki NISHIDA  
阿部 稔  
Minoru ABE

In order to establish the construction safety measures when cables are placed inside pavement at shallower level than the conventional case, method to confirm a buried position of cables and key points of construction were identified by document search and interviews.

## 〔研究目的及び経緯〕

電線類の地中化等による無電柱化は、道路の防災性の向上、安全で快適な通行空間の確保、良好な景観の形成や観光振興等の観点から望まれている。しかし、事業コストが高いこと等により我が国の無電柱化率は最も進んでいる都市でも7%程度と低い状態である。本研究では、このような背景を踏まえ、ケーブル等の埋設深さの浅層化や直接埋設等による施工コストの低減の可能性を検討するため、舗装機能に影響を与えない施工手法について検討を行うことを目的としている。

本年度は、低コスト化に資する手法としてケーブル等の浅層埋設や直接埋設等を導入した場合に、舗装打替えやケーブル等の更新の際の施工時安全対策に着目し、埋設位置の確認方法や施工時の留意事項等について文献調査及びヒアリング調査を実施し、現状及び課題について整理を行った。

また、ケーブル等の浅層埋設又は直接埋設の実施、並びに施工時に考慮すべき事項等について学識経験者等の意見を聴取し、今後の課題等を整理した。

## 〔研究内容及び成果〕

### 1. ケーブル等を浅層埋設又は直接埋設する際の施工時安全対策の調査・整理

#### (1) 埋設位置の確認方法

##### ①埋設物の埋設位置の探査方法

路面を掘削することなくケーブル等の埋設物の埋設位置を探査する方法について、インターネット検索等により既存技術（14 技術）及び異分野の探査技術（6 技術）を収集し、探査原理や適用範囲等の整理を行った。

既存の探査技術を探査原理で分類すると、レーダー探査、電磁誘導探査、音響探査に大別された（表-1）。探査原理が同じでも探査技術によって適用範囲等が異なっており、例えばレーダー探査でも探査可能な深度が1.5m程度のものや6m程度まで可能なものがあり、探査技術の選定には対象物や探査深度等の適用条件に留意が必要ながわかった。

表-1 探査方法の探査原理による分類

探査方法	探査の原理
レーダー探査	電磁波を地表から地中に向けて放射し、反射波を捉えることにより、埋設物の位置を特定する。
電磁誘導探査	埋設管等に電流を流し、発生する磁界を検知し、埋設物の位置を特定する。
音響探査	埋設管内に音響振動波を伝播させ、地中を通じて伝播してくる音響振動波と音響を検知し、埋設物の位置を特定する。

また、地下資源探査や不発弾探査等の異分野で使われている探査技術については、精度面及び探査可能な対象物の構造的違い等から、道路地下の埋設物件の探査への応用は難しいことがわかった。

##### ②埋設物の位置の記録・保存方法

埋設物の位置の記録・保存方法について、道路管理者と電線管理者にヒアリング調査を行い、現状の課題等を整理し、次のことが明らかとなった。

記録・保存方法については、一部で埋設物情報を一元化し道路管理者、電線管理者等が共有している事例があったが、ほとんどの地域で管理者毎に異なり統一はされていない。記録の内容については、何が埋設されているかは判るが埋設深さや平面位置



等は正確に把握できる精度ではない場合が多く、試掘により正確な位置の把握がなされていた。また、情報の更新時期については、埋設後すぐには行われていない場合もあった。

## (2) 施工時の留意事項

### ① 文献調査

埋設管路等の切断事故の防止対策について、各地方整備局等の無電柱化に関するマニュアル及びインターネット検索により整理を行った。

無電柱化に関するマニュアルでは、埋設シート、埋設鋏・埋設標示ブロック、防護板等が記載されているが、全ての整備局等で共通しているのは埋設シートのみであり、管理者により対策の方法には違いがある。

また、マニュアルに記載以外の事故防止対策の調査を行い、インターネット検索により抽出した5技術について対策の概要等を整理した(表-2)。

表-2 埋設物の事故防止対策

対策	対策概要
埋設物切断予防発色管	埋設物上に発色管を敷設し、切断による顔料の発色によって危険性を促し、管路等の位置を予見。
埋設標識シート(埋設位置探知機能付)	標識シートの機能に加え、シートにアルミニウム箔を使用し探査機により地表から埋設物の位置をキャッチすることが可能。
地下埋設物防護具	高強度繊維シートと鋼板を使用した防護具を、埋設されたケーブルや管路の上に敷き、管路等の切断を予防。
I C タグー体型シート	あらかじめ情報を入力した釘状のタグが一体化されたポリエチレン製シートを管の上部に敷設し、施工後に地上から読み取り機で深さ等を確認。
埋設管標示プレート	地中に埋設されている管路と地表のプレートを直接接続し、施工後様々な原因によって発生する標識の紛失や位置ずれを防止。

### ② ヒアリング調査

道路工事会社及び道路管理者にヒアリングを行い、切断事故防止のための施工時の留意事項、課題について整理した。

図面で示された埋設物の位置情報が実際の位置とずれている場合や埋設物の情報が不足している場合は、施工時のケーブル等の切断事故を防ぐため試掘により埋設物の位置の確認が必要である。この際、施工時の掘削等は、埋設物の位置が特定できる場合に比べて、余裕を見て範囲を広げて行う場合があることが明らかとなった。

ケーブル等を浅層又は直接埋設を行う場合には、次のことが課題としてあげられた。舗装修繕や埋設物のメンテナンス等で道路の掘削・埋め戻しを行う際に、ケーブル等の防護対策の実施や人力施工の増加が考えられ、作業効率の低下が懸念される。また、直接埋設の場合は、ケーブルの更新には道路の掘り返しが必要になることや、掘削工事等で管路方式に比べケーブルを損傷する危険性が高くなることが懸念され、適用にあたっては維持管理の観点にも考慮する必要がある。

## (3) ケーブル等の浅層又は直接埋設を行う際に考慮すべき施工に関する留意事項の整理

文献調査やヒアリング調査等から得られた現状及び浅層又は直接埋設を行う場合の課題を踏まえて、ケーブル等を浅層埋設や直接埋設を行う際に考慮すべき施工に関する留意事項を、ケーブル等を新たに敷設する場合及び既に敷設されている場合について、事前準備時、施工時、メンテナンス時の段階毎に整理した。この整理結果の抜粋を表-3に示す

表-3 浅層又は直接埋設する場合の留意事項(抜粋)

I. 事前準備時	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 地域の特性に応じた埋設方法の選定</li> <li>・ 浅層又は直接埋設されている箇所への探査の活用を検討</li> <li>・ 埋設物件の道路台帳等への的確な反映</li> </ul>
II. 施工時	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 明確な埋設物の標示による注意喚起の実施</li> <li>・ 施工後速やかな埋設物情報の更新</li> <li>・ 明確な防護方策の提示</li> <li>・ 直接埋設に適したケーブルの使用</li> </ul>
III. メンテナンス時	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ケーブルを保護する等の措置</li> <li>・ 作業方法の明確化</li> </ul>

## 2. 学識経験者等への意見聴取

ケーブル等の浅層埋設又は直接埋設の実施の可能性、並びに施工時に考慮すべき事項等について、学識経験者等6人から意見を聴取し、今後の課題整理を行った。

この中では、コスト比較の際は維持管理コストを含めたライフサイクルコストについても考慮すべきことや、施工時の埋設物損傷事故を避けるためには埋設物の位置の確実な把握が重要であることなどが整理すべき課題として提起された。

### [成果の活用]

電線等の埋設に関する通達や施工要領等に反映させる。



# 質の高い道路空間の再編・利用に係る計画手法に関する研究

Research on planning method of improvement in the quality of urban space through road reconstruction and street management

(研究期間 平成 26～28 年度)

防災・メンテナンス基盤研究センター  
Research Center for  
Land and Construction Management  
緑化生態研究室  
Landscape and Ecology Division

室長  
Head  
研究官  
Researcher

栗原 正夫  
Masao KURIHARA  
西村 亮彦  
Akihiko NISHIMURA

This study aims to figure out planning method of road reconstruction and street management which is effective for area development and improvement in landscape. In the second year, the authors collect information on 100 projects, which are classified into 10 groups according to their strategies. In order to establish practical criteria to evaluate the effect of road reconstruction and street management, the authors also carry out analysis on 30 case studies. According to its results, the authors propose a set of evaluation criteria which correspond to different types of project strategies.

## 【研究目的及び経緯】

近年、一体的な景観形成や地域振興の観点から、沿道の施設や公共交通機関等と連携した、公共空間としての道路の機能向上が求められている。こうした中、空間の再配分や沿道の修景を伴う道路の再整備が進められるとともに、道路空間を利用した多様なサービス、地域活動が全国各地で展開してきたが、その事業スキームについては十分な検証がなされていない。

本研究は、道路と他施設、市街地と郊外等を横断する複数事業の連携や、地域活動の効果的な活用等を通じて、地域づくりや景観形成を拡充できる、道路空間の再編・改築手法を提案することを目的とする。全国から道路空間の再編・改築事例を収集し、事業の組織体制、補助金・制度の活用、デザイン上の工夫、整備後の維持管理・運用方策等を明らかにした上で、各事業の計画手法と効果を検証する。

## 【研究の内容】

平成 27 年度は、全国における道路空間の再編・改築事例を 20 件収集し、各事業の経緯、実施体制、整備内容、関連事業、事業効果等を整理した。

本年度収集した 20 事例は、昨年度収集した 80 事例とともに、再編・利用の手法と目的の組み合わせに基づく類型化を行った上で、道路空間再編・利用の全体的な傾向と今後の課題を明らかにした。

また、上記 100 事例の中から道路を核とした地域づくりの事例を 30 件選出し、事業・主体・施設の連携手法と地域づくり上の効果を体系的に整理した。

## 【研究の成果】

### 1. 100 事例の収集・整理

近年における道路空間再編・利用の動向を把握するとともに、今後の参考となるアイデアやノウハウを抽出するべく、2000 年以降に供用した事業を中心に、汎用性・新規性の高い道路空間再編・利用の取り組みを選定し、平成 26 年度は 80 事例、平成 27 年度は 20 事例を対象に、情報収集を行った。

収集した 100 事例について、目的と手法の組み合わせに基づく類型化を行い、地域づくりの課題と再編・利用手法の対応関係に基づく 10 類型を抽出した。



図-1 道路空間再編・利用事例の 10 類型

## 2. 再編・利用がもたらす地域づくり上の効果

道路空間再編・利用事例と地域づくりの関係を整理するため、100 事例の横断的なレビューに基づき、道路空間再編・利用を通じて解決を図った地域づくり上の課題を 18 項目に整理した。各課題の相関関係を分析した結果、①都市基盤の改善、②活動・交流の振興、③暮らしやすさ・サービスの向上、④アイデンティティの形成の 4 つの課題解決の方向性を抽出した。

次に、道路空間の再編・利用が生み出す地域づくり上の効果を整理するにあたり、上記 18 課題の解決を目的とした代表的事例を各課題につき 1~3 件、計 30 件選定した。選定された各事例の事業評価に適用される評価指標を抽出した上で、先の地域づくりの方向性との対応関係を整理した。

### ① 都市基盤の改善

都市基盤の改善を志向する取り組みでは、その効果は交通、都市環境、防災・減災に係るものに大別された。主な評価指標としては、車両走行速度や渋滞量、交通事故件数、地価、地域イメージ、防災性能、防災・減災活動実施回数などが抽出された。



写真-1 旅行速度が約 2 倍へ増加（創生川通）

### ② 活動・交流の振興

活動・交流の振興を志向する取り組みでは、その効果は商業環境や都市の魅力・快適性に係るものがメインとなり、来訪者数、イベントの開催頻度・種類、歩行者回遊性等の評価指標が抽出された。



写真-2 小売販売額が約 3 倍へ増加（丸亀町商店街）

### ③ 暮らしやすさ・サービスの向上

暮らしやすさ・サービスの向上を志向する取り組みでは、その効果は生活環境や公共交通に係るものがメインとなり、居住人口や公共サービス利用者数といった基本的な指標に加え、市民健康度、就労率、収益のまちづくりへの還元率など、新しい地域づくりの課題に対応したユニークな評価指標が見られた。



写真-3 利用者が 35%増加（鹿島鉄道跡バス専用道）

### ④ アイデンティティの形成

アイデンティティの形成を志向する取り組みでは、その主な効果は住民意識や市民活動に係るものとなった。歩行者中心の街路整備に係る基本的な指標に加え、沿道建築物の修景件数、市民活動の頻度・種類、活動団体数等、住民意識の変化が生み出す効果を捉えるための評価指標が抽出された。



写真-4 沿道家屋の修景を促進（喜多方ふれあい通り）

### 〔成果の活用〕

収集した 100 事例について、ポイントとなる事項を示しながら、平面・断面構成、事業の経緯、実施・検討の体制、デザイン上の工夫、関連事業の内容等をまとめた事例集を作成し、道路行政関係者やコンサル等から広く参照される資料として、国総研 HP で公開することを予定している。

また、事例集とリンクする形で、道路空間再編・利用の事業化手法や、道路空間を核とした効果的な地域づくりを実践する上での留意点等を説明した手引きを取りまとめる予定である。

# 道路交通安全施策に関する統計データ分析

## Statistical Data Analysis for Road Traffic Safety Measures

(研究期間 平成 26 年度～28 年度)

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

室長  
Head  
主任研究官  
Senior Researcher  
研究官  
Researcher  
研究官  
Researcher

高宮 進  
Susumu TAKAMIYA  
池原 圭一  
Keiichi IKEHARA  
尾崎 悠太  
Yuta OZAKI  
木村 泰  
Yasushi KIMURA

This survey was the abstraction of challenges in order to reduce traffic accidents based on trends in and characteristics of the ways in which traffic accidents have occurred in recent years, and an analysis based on a traffic accident data base of trends in and characteristics of the primary ways in which traffic accidents have occurred in recent years carried out to study methods of reflecting the abstracted challenges in road traffic safety measures.

And, in this survey, developing the system which can summarize the data having positional information, for example traffic accident data or probe-car data, is studied.

### [研究目的及び経緯]

平成 27 年の交通事故死傷者数は 66 万 9,243 人（概数）となり、近年は減少傾向が続いている。ただし、交通事故死者数は 4,117 人となり、前年比で 4 人増であり 15 年ぶりに増加に転じた。本研究では、更なる交通事故削減のため、近年の交通事故発生状況の傾向・特徴に関する分析を行った。また、交通事故データやプローブデータを用いた危険箇所・エリアの抽出等を実施する際に利用するデータ集計システムの構築に向けた検討を行った。

### [研究内容]

近年の交通事故発生状況の傾向及び特徴を分析するため、交通事故データベースなどをもとに、交通事故の経年変化や、主に平成 26 年中の交通事故に関する道路状況別、事故類型別、当事者別などの集計を行い、経年変化や自転車などが関わる交通事故発生状況の傾向・特徴を整理した。

また、緯度経度等の位置情報を有する交通事故データやプローブデータを集計するシステムについて、プロトタイプを作成した。本集計システムについては、幹線道路における危険箇所や生活道路における危険エリアを抽出する際に利用することを想定し、その機能を設定した。具体的には、道路上に任意に設定した交差点・単路の区間内、又は幹線道路等を境界として任

意に設定したエリア毎に、データの集計が可能なシステムとした。また、集計する項目は、事故データを用いた事故件数、プローブデータを利用した急挙動発生回数や通過交通台数、走行速度の統計値等とした。

### [研究成果]

#### (1) 交通事故発生状況の傾向・特徴の整理

以下に本研究で実施した分析結果の例を紹介する。

交通事故件数（死亡・死傷）は減少傾向にある一方で、事故類型別に死亡事故割合（死亡事故件数／死傷事故件数）の経年変化（H16～H26）を見ると、車両単独事故の死亡事故割合は H24 頃から上昇傾向にある（図 1）。この増分は、65 歳以上の高齢者の車両単独死亡事故件数の増加に起因していること、また、その発生場所の特徴は、非市街地の幅員 9m 未満の単路で多いことが確認された。

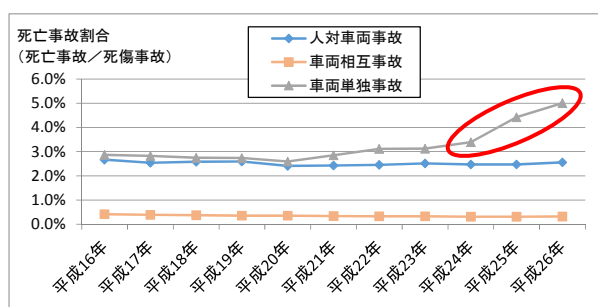


図 1 事故類型別の死亡事故割合の推移



自転車に関わる事故に関しては、交差点で多く発生している（主に自転車と自動車の事故）。そこで、交差点での自転車と自動車の進行方向別の事故件数を整理したところ、小規模道路（幅員 5m 未満）から中規模（幅員 5m 以上）または大規模（幅員 13m 以上）の交差点に進入する自動車が進路を左折する際、特に左からくる自転車との事故が多いことなどが確認された（図 2）。

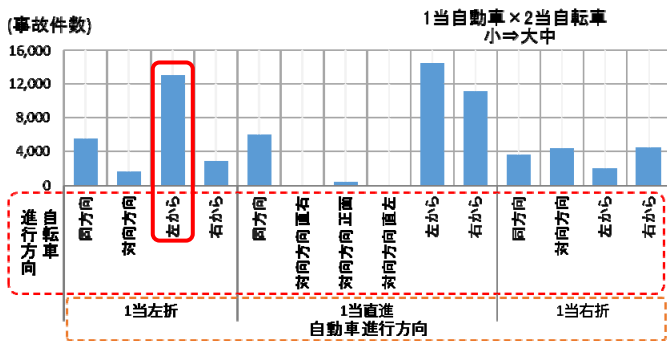


図 2 自動車が進路を左折する際、左からくる自転車との事故が多いことなどが確認された

### (2) データ集計システムのプロトタイプ作成

本研究において作成したシステムは、大きく「交差点・単路区間・エリアの設定」を行うシステムと「事故データ・プローブデータの集計」を行うものに分けられる。

「交差点・単路区間・エリアの設定」を行うシステムは、電子地図上で任意に、交差点・単路区間・エリアを設定するものである。このシステムには、デジタル道路地図等を本システムに取り込むことにより、交差点等の設定案を自動で生成する機能を持たせている。この設定案と電子地図や航空写真を確認しながら、交差点の形状や単路区間の延長、エリアの範囲を調整することにより、交差点等を設定する。図 3 にはシステムにより自動作成した交差点等の設定案を、図 4 には調整後の設定結果を示す。交差点の範囲を右折レーンの設置延長を考慮して拡大する、鉄道等を境界に生活道路のエリアを分割するといったことが可能である。

「事故データ・プローブデータの集計」は、上記で設定した交差点等の範囲毎に、その内部で発生した事故の件数や、通過交通の台数等を集計するシステムである。図 5 には、設定した交差点・単路区間・エリア毎の事故件数を集計した結果を示す。本システムでは事故件数の他、ETC2.0 プローブ情報を利用した各交差点・単路区間・エリア内の急減速発生回数等を集計することができる。

### 【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

資料として活用が期待される。また、データ集計システムについては、試行を通じて効果的な使用方法の整理、機能の充実等を行う予定である。

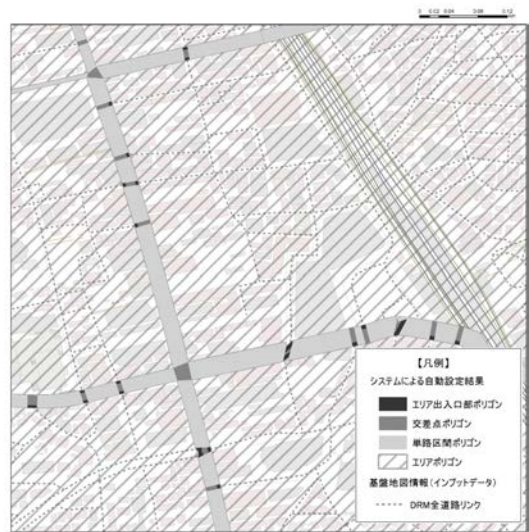


図 3 システムで自動作成した交差点等の設定案

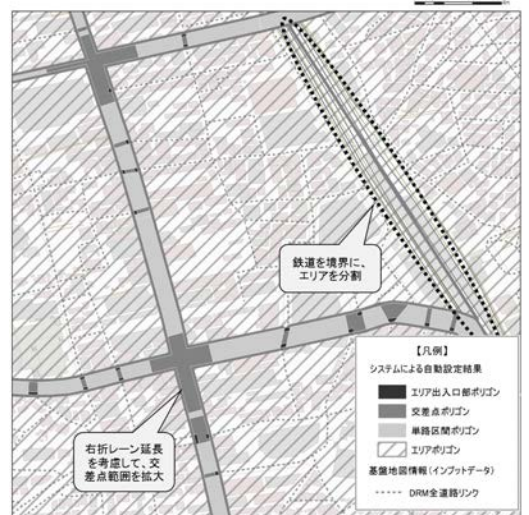


図 4 交差点等の範囲の手動調整

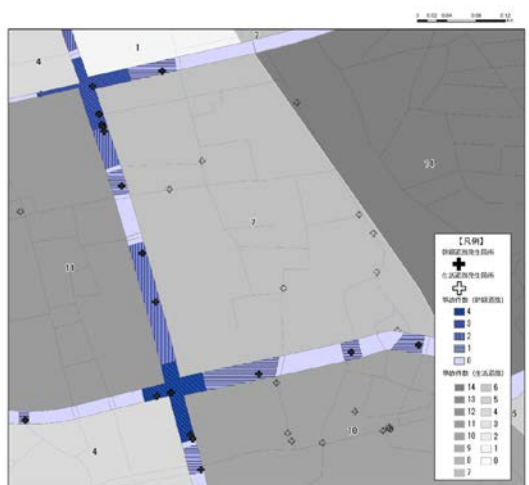


図 5 事故件数の集計結果

# 交通安全マネジメントの高度化に向けた検討

Study on the advancement of traffic safety management

(研究期間 平成 25～27 年度)

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

室長  
Head  
研究官  
Researcher

高宮 進  
Susumu TAKAMIYA  
尾崎 悠太  
Yuta OZAKI

In this study, the method of road safety evaluation based on observing the road structure and traffic situation is considered.

In this paper, for non-intersection, analyzing relations between the characteristic of road structure and traffic situation and the risk of the accident was conducted. And, the method of road safety evaluation based on observing the road structure and traffic situation is arranged.

## 〔研究目的及び経緯〕

道路管理者による交通安全対策を効率的・効果的に実施するためには、的確な危険箇所抽出、事故要因分析とそれに基づく的確な対策立案・実施、早期の対策効果検証と必要に応じた追加対策の早期実施が必要である。これらのうち、幹線道路において交通安全対策が必要な箇所を抽出する危険箇所抽出については、事故データを基に事故の危険性が高い箇所を抽出する方法が最も代表的なものとして用いられる。ただし、交差点等の個別箇所毎に見ると交通事故は稀な現象であり、短期間の事故データでは、本来事故の危険性が高い、潜在的な危険箇所を見落とす可能性がある。

そこで本研究では、道路幾何構造や交通状況等から交通事故に対する危険性を評価し、どのような交通事故に対する危険性があるかを診断する手法について検討を行っている。

## 〔研究内容〕

本研究においては初年度に、国外で利用されている道路構造に基づき交通事故に対する危険性を評価する手法を試行した。その結果、国内での適用に向けては、本手法には評価項目に含まれない交差点形状の違いや沿道環境等も評価項目として取り入れる必要があることがわかった。そこで、昨年度は、交差点における交通状況や道路幾何構造等と交通事故に対する危険性の関係を整理した。

そして本年度は、以下の内容を実施した。

### 1. 単路部における交通状況等と交通事故に対する危険性の関係整理

単路部における事故の多発区間等における現地調査、及び単路部における交通状況や道路幾何構造等と交通

事故に対する危険性の関係を整理した。

### 2. 交通状況等から交通事故に対する危険性を評価・診断する手法の整理

これまでの研究成果等から、交通状況等から交通事故に対する危険性を評価・診断する手法を整理した。

## 〔研究成果〕

### 1. 単路部における交通状況等と交通事故に対する危険性の関係整理

はじめに、茨城県を対象に事故の発生状況を地図上で確認し、単路部における事故の多発区間を明確にした。その結果から、「単路部での正面衝突と車両単独事故が多発する区間は、直線後の急カーブか、カーブが連続する区間が多い」等の事故の多発区間における道路幾何構造等の特徴を整理した。

一方で、上記で整理した特徴を有する区間であっても、交通事故が多発していない区間も存在する。

そこで、整理した特徴を有する区間のうち、交通事故が多発する区間と多発しない区間で現地調査を実施した。現地調査は、道路幾何構造や沿道環境、交通状況等の目視確認に加え、走行速度の計測を実施した。

図には、共に直線後に急カーブ（カーブの曲線半径はほぼ同じ）のある2区間を走行した車両の走行速度プロフィールの例を示す。2区間のうち、一方は正面衝突事故や車両単独事故が多発する区間（多発区間）、他方は多発しない箇所（比較区間）である。走行速度については、計測対象とした車両それぞれが、カーブの手前からカーブを抜けるまでの走行速度を連続的に計測した結果を基に、カーブの起点から400m手前の走行速度を基準に、基準との差で示している。図より、



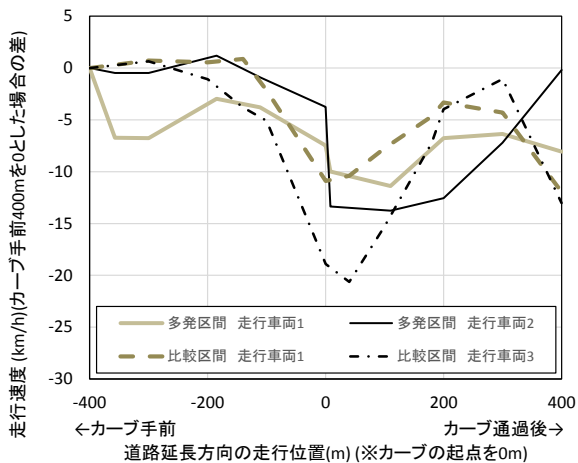


図 走行速度プロフィール

比較区間では、カーブへ進入する前に減速行動がとられている。一方で多発区間においては、カーブ手前の減速行動は、ほとんど見られず、その結果、カーブ中に急減速をする車両が多く見られた。このような、カーブ手前で十分な減速行動の有無が事故の危険性に影響を与えていると考えられる。

次に、両区間の現地の沿道環境等には、以下の特徴が見られた。

- ・多発区間は、カーブ直前からカーブ区間に樹木が立ち並んでいる。また、歩道が整備されているため、道路の幅員を広く感じる。
- ・比較区間は、沿道に住宅等が立ち並んでいる。また、歩道が無く圧迫感を感じ、幅員が狭く感じる。

上記から、比較区間においては、沿道出入りや歩行者の飛び出し、幅員が狭いことによる車線逸脱を、ドライバーが警戒したことにより、カーブ手前から徐々に減速を行ったと考えられる。

上記のような調査結果から、単路部における交通状

況等と交通事故に対する危険性の関係を整理した。

## 2. 交通状況等から交通事故に対する危険性を評価・診断する手法の整理

交差点等の個別箇所において、道路構造や交通事故を確認することにより、交通事故に対する危険性を評価し、危険性があるとされた箇所では、どのような交通事故が発生する可能性があるかを診断する手法を検討した。また、その手法の実施方法について整理した。

整理にあたっては、実施手順や留意事項の他、個別箇所において道路構造や交通状況を確認する際に使用するチェックリストを準備した。このチェックリストは、1の結果、過年度の調査結果に加え、交通事故に関する既往の文献を参考に作成した。

表には、作成したチェックリストの一例を示す。

チェックリストは「事故の危険性に影響を及ぼす道路構造の特徴」毎に、その道路構造により生じうる「危険な交通挙動・運転挙動」、その道路構造との組合せにより「安全性を低下させる交通状況」を整理した。更には「道路構造の特徴」及び「安全性を低下させる交通状況」の組み合わせにより「想定される事故類型・形態」を整理した。

このリストを使用し、個別箇所において道路構造や交通状況、及び両者の組合せを確認することで、交通事故に対する危険性の有無を確認することができる。さらには、想定される事故の形態も確認することができるため、その結果を対策の検討に利用することができる。

### 【成果の活用】

本研究で整理した手法は、試行の結果を踏まえ、さらに内容を充実させ、道路の安全性評価を実施する際の参考資料としてとりまとめる予定である。

表 チェックリストの例

大分類	中分類	小分類	事故の危険性に影響を及ぼす道路構造	危険な交通挙動、運転挙動	安全性を低下させる交通状況	想定される事故類型・形態													
						事故の内容・解説	対峙面通行中	横断中	衝突	追い越し	左折時	右折時	車道単独	正面衝突					
交差点	信号/無信号	交差点形状	<input type="checkbox"/> 停止線間距離が長い交差点 <input type="checkbox"/> 5枝以上の多枝交差点 <input type="checkbox"/> 斜め交差点 <input type="checkbox"/> 多車線同士の交差点 <input type="checkbox"/> くいちがいの交差点 などの影響で停止線間距離が長い交差点	<input type="checkbox"/> 信号切り替わり直前、赤信号の際に、交差点に進入または停止線をはみ出して停止している。または、急減速・急停止している	<input type="checkbox"/> 交通量が多い <input type="checkbox"/> 車両が連続的に交差点に進入する	前方車が黄信号への切替わり時に、進入するか停止するかを判断を迷い、急減速・急停止を行い、後続車が追突する。													
				<input type="checkbox"/> 対向する右折交通量が多い	直進車が黄信号への切替わり時に、安全に交差点を通過できると思い交差点に進入したが通過できず、対向右折車と衝突する。														
				<input type="checkbox"/> 交差道路側に信号待ちの歩行者がいる、且つ横断車と車両の信号提示が分離されていない	直進車が黄信号への切替わり時に、安全に交差点を通過できると思い交差点に進入したが通過できず、交差道路側の横断する歩行者と衝突する。														
				<input type="checkbox"/> 交差道路側に信号待ちの自転車がいる、且つ横断車と車両の信号提示が分離されていない	直進車が黄信号への切替わり時に、安全に交差点を通過できると思い交差点に進入したが通過できず、交差道路側の横断する自転車と衝突する。														
				<input type="checkbox"/> 交差道路側の交通量が多い <input type="checkbox"/> 信号待ちの交差道路側の車両が多い	直進車が黄信号への切替わり時に、安全に交差点を通過できると思い、交差点に進入したが通過できずに、交差道路側の自動車と衝突する。														
				<input type="checkbox"/> 交差点内の走行位置、右折時横位置が不安定である	-	交差点を右左折する際、交差点内の走行位置が不安定となり、交差道路側の中央分離帯に衝突する。													
				<input type="checkbox"/> 対向する直進車の交通量が多い	右折車が対向車の交通量増加を認知しづらく、衝突する。														

# 交通安全事業の効率的推進を支援する方策に関する検討

Study of the methods to support efficient performance of traffic safety measures

(研究期間 平成 26～27 年度)

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

室長  
Head  
主任研究官  
Senior Researcher  
研究官  
Researcher  
研究員  
Research Engineer

高宮 進  
Susumu TAKAMIYA  
大橋 幸子  
Sachiko OHASHI  
河本 直志  
Naoyuki KAWAMOTO  
川瀬 晴香  
Haruka KAWASE

Much research has been conducted on traffic safety measures based on observed data, but the traffic safety analysis based on the feeling of users has been little researched. This study focused on the traffic safety measures based on the observed data and feeling of users especially on residential roads. In this year, the survey about the persistence of effectiveness of traffic safety measures and the questionnaire survey about effect based on the traffic safety were conducted, focused on the phase of carrying out of measures and using roads after measures.

## [研究目的及び経緯]

交通安全事業の実施にあたっては、住民、道路利用者等の多様な主体と協働し、対策を効果的・効率的に推進していくことが望ましい。本研究では、生活道路を中心に、利用者の視点を取り入れた PDCA サイクルによる交通安全事業の推進手法を検討する。

平成 26 年度は、生活道路の交通安全対策立案時に着目し、地域との協働手法の提案を目指すものとし、つくば市内の一つの小学校通学路において対策立案のケーススタディを行った。

平成 27 年度は、対策実施から実施後の供用時に着目し、生活道路における交通安全事業の効果の持続性調査、交通安全対策による多面的な効果に関する調査を行った。そのうえで、生活道路を中心とした交通安全事業の進め方に関する知見をとりまとめた。

## [研究内容]

### 1. 生活道路における効果の持続性調査

つくば市が実施した交通安全対策について、過年度に対策が実施された箇所（図-1）を対象に、速度抑制効果、意識向上効果等を調査した。調査は、現地における走行状況調査と、沿道住民への意識調査により実施した。意識調査は、沿道世帯へのアンケート配布により行い、対策の効果や課題、及び対策直後からの効果の変化について質問した。



図-1 調査箇所

## 2. 交通安全対策による多面的な効果に関する調査

交通安全の向上が日常生活に与える健康面、福祉面、経済面等の多面的な効果を、WEB アンケートにより調査した。調査では、人々が感じる交通安全向上の多面的な効果を調査した上で、事故を起こしやすい属性（図-2）が感じる効果の傾向等を分析した。

## 3. 事業の進め方に関する知見のとりまとめ

利用者の視点を取り入れた PDCA サイクルによる交通安全事業の推進手法について、知見のとりまとめを行った。

### [研究成果]

#### 1. 生活道路における効果の持続性調査

車両走行状況を調査した結果、狭窄と凸部を設置した区間等で、対策による速度抑制の効果が確認された。また、平成 26 年度に対策が実施された箇所を対象にした沿道住民への意識調査結果では、区間により異なるが、対策直後から効果は変わらないという回答が多く見られる（図-3）など、効果が持続していることが確認された。

#### 2. 交通安全対策による多面的な効果に関する調査

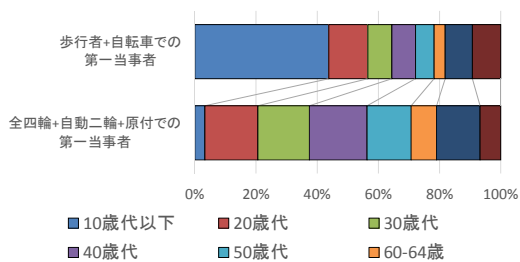
WEB アンケートでは、事故の起きやすい年代等を加味し、400 サンプルを収集した。結果からは、交通安全対策による事故の危険性の低下が、健康面、余暇面等でも効果をもたらす可能性が確認された（図-4）。

#### 3. 事業の進め方に関する知見のとりまとめ

利用者の視点を取り入れた PDCA サイクルによる交通安全事業の推進手法について、知見をとりまとめた。

### [成果の活用]

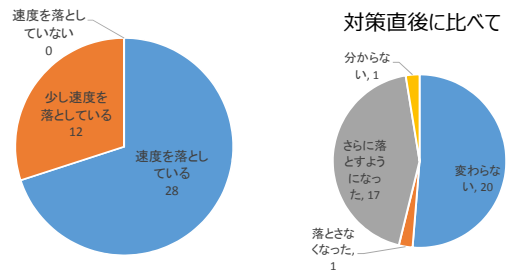
本研究の成果は、「凸部、狭窄部及び屈曲部の設置に関する技術基準」の検討の基礎資料とされた。また、今後生活道路の交通安全対策実施の際の参考資料としてとりまとめることを予定している。



ITARDA提供の平成26年交通事故データを使用。市町村道の死傷事故数より算出

図-2 事故を起こしやすい年齢構成

質問：狭窄ハンプについて（ドライバーの視点）  
対策により、速度を落として運転していますか。



質問：歩行部分の拡幅とカラー化について（ドライバーの視点）  
対策により、歩行者を優先させることを意識しますか。

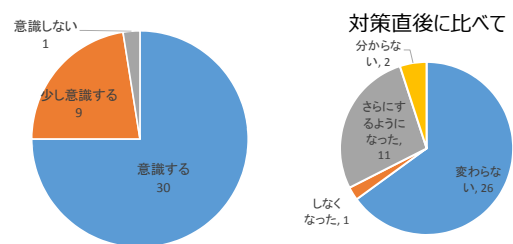
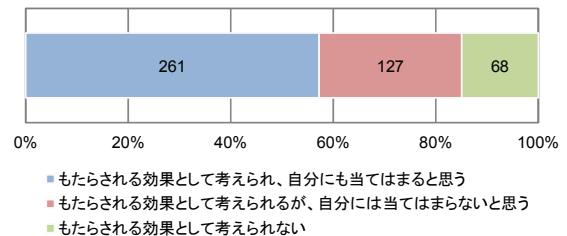


図-3 効果の持続性に関する意識調査結果の例

（安心して身近な道路が使えるようになった場合、）  
歩いたり、自転車での外出がしやすくなり、健康の維持や増進につながる



（安心して身近な道路が使えるようになった場合、）  
子どもが一人で外出しやすくなり、子どもの活動の幅が広がる

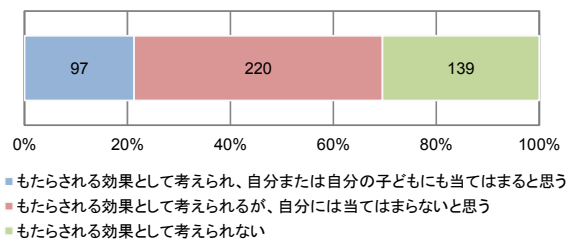


図-4 多面的な効果に関するアンケート結果の例

# 面的交通安全対策の導入促進方策に関する検討

Study of the methods to further the introduction of area traffic safety measures

(研究期間 平成 25～27 年度)

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

室長  
Head  
主任研究官  
Senior Researcher  
研究官  
Researcher  
研究員  
Research Engineer

高宮 進  
Susumu TAKAMIYA  
大橋 幸子  
Sachiko OHASHI  
河本 直志  
Naoyuki KAWAMOTO  
川瀬 晴香  
Haruka KAWASE

To further the area traffic safety measures, this study analyzes the effects of traffic calming facilities on residential roads, and shows how to introduce area traffic safety measures to road and traffic conditions. In the study, effective methods for improving side strips were analyzed by each road width. A social experiment of road safety measures on school routes found the effects and problems of introducing traffic calming facilities.

In this year, the driving experiments for analyzing the effect of humps, narrowings and chicanes were conducted on the institute's experimental road. And the vehicle behavior survey was carried out on residential roads with speed-control devices and colored side strips. Furthermore, based on these results, the technical standards for introducing traffic safety measures have been created.

## [研究目的及び経緯]

生活道路の交通安全向上のため、面的な歩行空間の確保や自動車の速度抑制など交通安全対策の実施が求められている。そこで本研究では、凸部、狭窄部、屈曲部等の速度抑制施設の設置や路側帯の整備等について、効果・影響を調査分析し、道路・交通状況に応じた整備手法を示すことで、面的な交通安全対策の導入促進を目指すものとした。

平成 25 年度には、路側帯の設置、拡幅、カラー化の効果の調査分析、通学路社会実験による速度抑制施設を中心とする対策導入の効果と課題の抽出、簡易な速度計測方法の例等を示した。

平成 26 年度は、スムーズ横断歩道や交差点狭さく等の幹線道路側で設置可能な対策についての実道調査と分析、構内実験による速度抑制施設の設置間隔の検討等を行った。

平成 27 年度は、構内実験による凸部及び屈曲部等の設置と走行状況と効果の調査分析、実道における凸部・狭窄部の走行状況と効果の調査分析、速度抑制施設の技術基準の策定の基礎となる知見のとりまとめ等を行った。

## [研究内容]

### 1. 凸部及び屈曲部設置の検討のための構内実験

凸部および屈曲部について、構内実験により、形状の違いによる効果の差を分析した。

凸部については、道路幅員約 6.0m、車道幅員約 4.0m の生活道路を模した実験走路(図-1)で、高さ(10cm、7cm)及び狭窄部(凸部上の道路幅員の狭窄)の有無が異なる凸部を設置し、被験者の走行による車両速度の調査と意識調査、騒音・振動調査、小型プロファイラによる形状の調査を実施し、結果を分析した。



図-1 実験用の凸部



屈曲部については、まず、既存の実験結果等をもとに車道部の見通し幅（屈曲前後での進行方向の道路の重なり）を1m、2m、3mと設定した上で、車両軌跡の確認により大型車（道路構造令での普通自動車）が走行可能な屈曲形状を設定した（図-2）。その上で、車道部の幅員が4.0m、見通し幅が前述の3種類となる実験用屈曲部を設置し（図-3）、被験者の走行による車両速度調査と意識調査を行い、結果を分析した。

## 2. 現道での交通安全対策調査

実際に交通安全対策が実施されている生活道路において、対策の効果を調査分析した。調査は、アスファルト舗装により設置された凸部の形状と走行状況分析、両側及び片側に張り出し部を設けた狭窄部における交通量と減速状況の関係分析等により実施した。

## 3. 速度抑制施設に関する知見のとりまとめ

凸部、狭窄部、屈曲部について、既存研究等をもとに、効果的な設置方法、適切な形状に関する知見をとりまとめた。

### [研究成果]

### 1. 凸部及び屈曲部設置の検討のための構内実験

凸部の走行実験を行った結果、高さ7cm、10cmの凸部を設置した走路で、凸部付近の走行速度が30km/h以下に抑えられたこと等を確認した（図-4）。また、狭窄部の有無による走行速度を比べたところ、狭窄を有する凸部の方が、走行速度が低い傾向にあった。騒音・振動については、凸部通過時の速度が低いほど、騒音・振動も低いこと等を確認した。

形状の異なる屈曲部では、見通し幅1m、2mでは、屈曲部での速度の低下が見られるとともに、区間にわたり速度が概ね30km/h以下になったことが確認された。見通し幅3mでは、屈曲部での明らかな速度の低下は確認されなかった（図-5）。

## 2. 現道での交通安全対策調査

アスファルト舗装による凸部の形状調査では、小型プロファイラにより、凸部の形状を把握した。狭窄部における交通量と減速状況の関係については、交通量が多い時間帯に減速する車両も多かった。また、減速する車両の割合と交通量の関係については、更なる検討が必要と考えられた。

## 3. 速度抑制施設に関する知見のとりまとめ

速度抑制施設については、凸部は高さ、傾斜部の縦断勾配と形状、平坦部の延長、狭窄部は車道幅員、屈曲部は見通し幅と屈曲長の関係を示すこととし、これらについて設置の留意事項等と併せてとりまとめた。

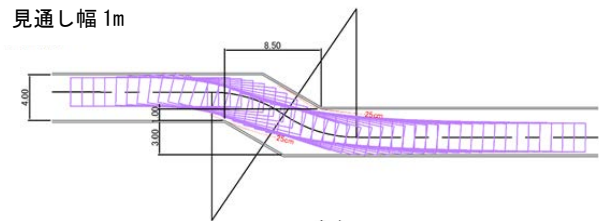


図-2 大型車が走行可能な屈曲部の形状の確認例



図-3 屈曲部の走行実験の様子

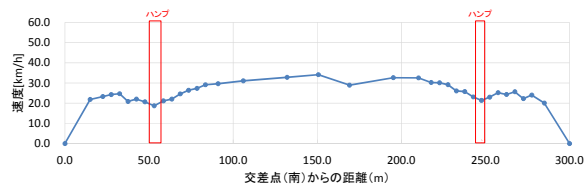


図-4 凸部の速度プロフィール例

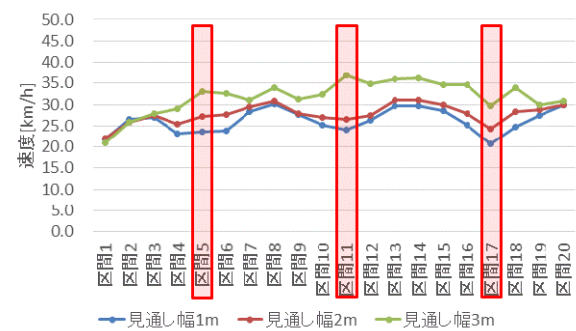


図-5 屈曲部の速度プロフィール

### [成果の活用]

本研究の成果は、「凸部、狭窄部及び屈曲部の設置に関する技術基準」策定の基礎資料として、また、現場における生活道路の道路交通安全対策実施の際の参考資料として活用される。



# ビッグデータを利用した交通安全対策の高度化に関する検討

Study on the advancement of traffic safety countermeasure using probe data.

(研究期間 平成 25～27 年度)

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

室長  
Head  
研究官  
Researcher

高宮 進  
Susumu TAKAMIYA  
尾崎 悠太  
Yuta OZAKI

In this study, the method using probe data for road safety countermeasures such as identifying black spots, analyzing accident factors and measurement of countermeasure effect is considered.

In this paper, to consider method of usage of probe data for road traffic safety, identifying hazardous area surrounded by arterial roads and evaluating the effect of road safety countermeasures were tried.

## 〔研究目的及び経緯〕

交通安全対策を効率的・効果的に実施するためには、危険箇所の的確な抽出、正確な事故要因分析とそれに基づく的確な対策の立案・実施が必要である。また、早期に効果評価をし、必要に応じて早期に追加対策を実施することも必要である。これら交通安全対策の各プロセスは主に交通事故データの分析を基に実施され、一定の成果を上げてきた。

最近では、カーナビ等から個々の車両の様々な挙動を示すプローブデータの収集が行われ、国土交通省においても ITS スポットにより、プローブデータの収集・蓄積を開始している。

そこで国土技術政策総合研究所では、これらプローブデータを交通安全対策へ活用することにより、より効果的で効率的な交通安全対策を展開するための手法について研究している。ここでは、ETC2.0 プローブ情報を利用して、生活道路で構成される地区の中から危険性の高い地区を抽出する手法について検討している。

## 〔研究内容〕

ETC2.0 プローブ情報には、車両の移動経路を点データとして収集したもの(走行履歴データ)、急減速等の特異な挙動が発生した際に収集したもの(挙動履歴データ)が含まれる。

ここでは、10km<sup>2</sup>程度の地域を対象に、25～50ha に分割した生活道路で構成される地区毎に、上記のデータを用いて、地区内を通り抜ける車両や、地区内を走行する車両の速度等を分析した。また、その結果に地区毎の事故の発生件数を加えて、試行的に地域の中から危険性の高い地区を抽出した。

## 〔研究成果〕

図 1 には、点線で囲んだ地域で収集された走行履歴

データ(黒点)の分布を示す。

生活道路では、地区内を通り抜ける車両、高い速度で走行する車両の存在が交通安全上の課題となる。

そこで、点線で囲まれた地域を、多車線で歩車道分離がされている道路を境界として、いくつかの地区に分割し、各地区を通り抜けた車両の台数(通過台数)を集計した(図 2 参照)。

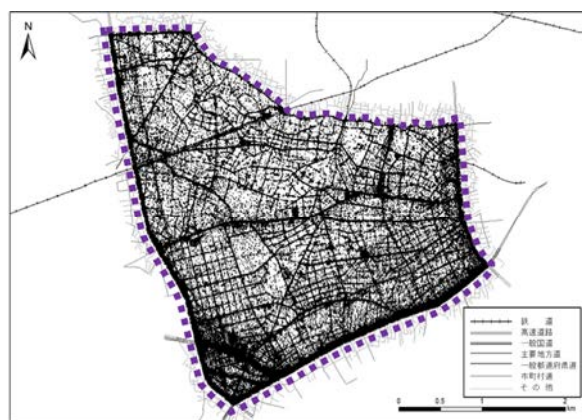


図 1 走行履歴データの分布

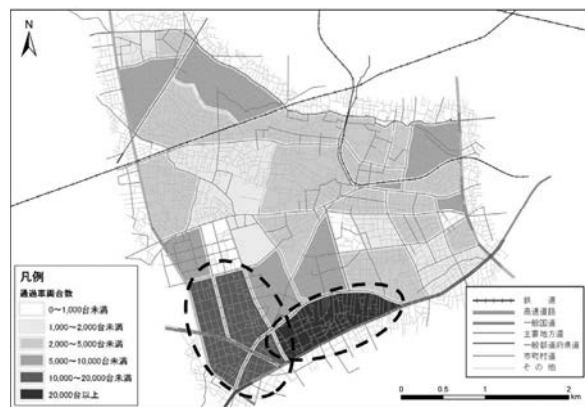


図 2 各地区を通り抜けた車両の台数

図3に、地区毎に、地区内を通り抜ける車両の走行速度の85%タイル値を分析した結果を示す。なお、走行速度については、走行履歴データの各点データに含まれる走行速度データを用いている。この車両毎に収集された地区内における幾つかの走行速度データの中から最も高い速度を、車両毎の代表走行速度としている。複数の車両の代表走行速度の分布から、各地区の走行速度の85%タイル値を算出している。

図4に、地区毎の事故件数を示す。事故件数は、各地区の交通量により大きく影響を受けるため、事故の危険性を示すには、走行台キロによる正規化も考えられる。この走行台キロについては、ETC2.0プローブ情報を利用して算出する方法も考えられる。しかし、ETC2.0プローブ情報については、ETC2.0専用車載器を搭載する一部の車両のみから収集したデータである。そのため、全ての車両に関連する交通事故を正規化する走行台キロとして利用するためには、別途、検証が必要である。

図5に、挙動履歴データを用いて分析した、地区毎の急減速発生回数を示す。ここで、急減速については、 $-0.25G$ 以下の加速度が生じた場合を急減速としている。急減速の発生回数についても、急減速の危険性を示すため、走行台キロによる正規化が考えられる。

そこで図6に、挙動履歴データを用いて分析した、地区毎の走行台キロ当り急減速発生回数の結果を示す。ここで用いる走行台キロは、同じETC2.0プローブ情報のうち走行履歴データから算出したものである。

図2～図6のそれぞれについて、破線で囲った地区で、通り抜ける車両の台数、走行速度の高い車両、急減速回数、事故件数がそれぞれ多いことがわかる。それぞれを比較すると、通過台数が多い地区や走行速度が速い地区であっても、事故や急減速の発生回数が多くない地区が見られる。

このことから、安全で安心な生活道路のための交通安全対策には、本稿で示したような種々の指標を組み合わせる必要があり、対策実施エリアを抽出する必要がある。ただし、上述の通り、ここで利用しているETC2.0プローブ情報は、ETC2.0専用車載器を搭載する車両のみから収集したデータである。収集されたデータから分析した交通状況が、どの程度十分に実際の交通状況を表現できているか等については、今後の検討課題である。

### 【成果の活用】

本研究では、引き続きプローブデータの交通安全対策への利用方法について検討を行い、道路管理者が交通安全施策にプローブデータを活用する際の参考資料となる技術資料としてとりまとめる予定である。

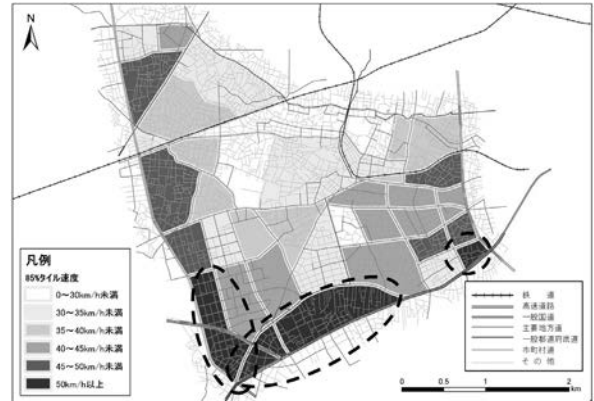


図3 各地区を通り抜けた車両の走行速度

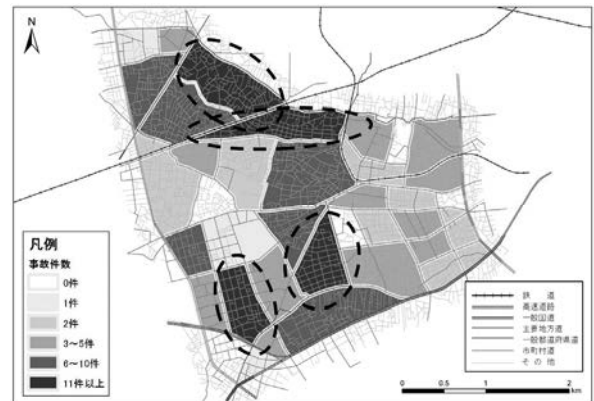


図4 各地区の死傷事故件数

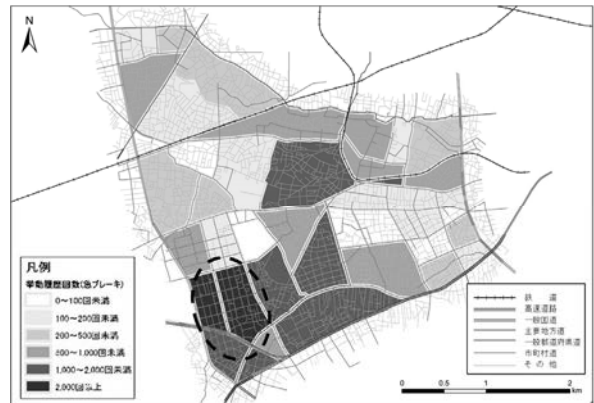


図5 各地区の急減速発生回数

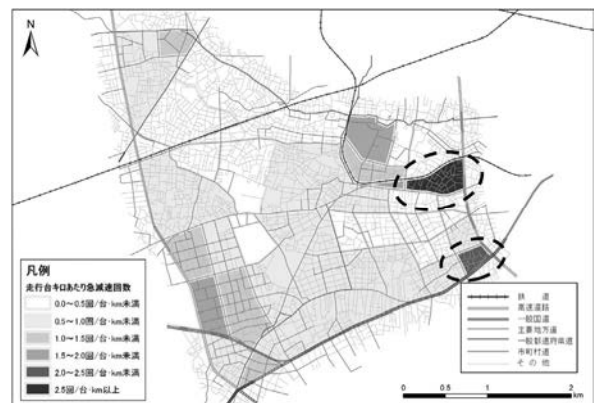


図6 各地区の走行台キロ当り急減速発生回数

# 簡易な交通安全対策手法に関する検討

## Study of simple traffic safety countermeasure methods

(研究期間 平成 27～28 年度)

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

室長  
Head  
主任研究官  
Senior Researcher  
研究官  
Researcher

高宮 進  
Susumu TAKAMIYA  
池原 圭一  
Keiichi IKEHARA  
木村 泰  
Yasushi KIMURA

Bollards, colored pavement, and other simple countermeasures are in wide use as traffic safety countermeasures on trunk roads and neighborhood roads. It has been pointed out that because the needs for these simple countermeasures have diversified, problems have occurred. For example, they are installed at locations where their functions are not necessarily needed or they stand out conspicuously against the surrounding scenery. In response to such circumstances, this research project will study appropriate essential conditions and installation conditions for simple countermeasures in order to implement them more effectively and more efficiently.

### [研究目的及び経緯]

幹線道路や生活道路の交通安全対策として、ポラード、カラー舗装等による簡易対策が広く活用されている。これら簡易対策に対するニーズは多様化していることなどから、必ずしも機能が求められていない場所に設置されていることや、周辺景観の中で目立ちすぎているなどの課題が指摘されている。こうした状況を踏まえ、本研究では、簡易対策をより効果的・効率的に活用していくため、簡易対策の適応要件、設置要件等の検討を行うものである。

### [研究内容]

本年度は、簡易対策のニーズ、有効性等の整理を行い、簡易対策を効果的・効率的に活用するための留意事項を整理した。また、生活道路内の防護柵について、その性能の考え方などをまとめる上で必要となる防護柵構造等に関する整理を行った。

### [研究成果]

#### 1. 簡易対策に関する検討

##### 1) ニーズ、有効性等の整理

簡易対策のニーズ、有効性等を整理するため、事故危険箇所（平成15年指定、全国3,956箇所、平成21年指定、全国3,396箇所）等の箇所別データのうち、簡易対策の用途に関する情報と簡易対策の効果に関する情報を用いて分析した。使用したデータは、簡易対策を含んだ箇所別データのうち、欠損データを除き、事

故件数の増減率のデータを有していた箇所別データを抽出し、用いた。そのデータ数及び内訳を表1に示す。

表1 対策工種別の箇所別データ数（抽出結果）

対策工種	抽出した箇所別データ数
ポストコーン	13件( 7.2%)
交差点のカラー化	56件( 31.1%)
舗装改良(車線のカラー化)	89件( 49.4%)
舗装改良(路側帯のカラー化)	4件( 2.2%)
ポラード	18件( 10.0%)
合計	180件(100.0%)

対策工種と事故件数の増減率との整理結果を図1に示す。180箇所中162箇所(90.0%)で対策後の事故件数は減少していた。

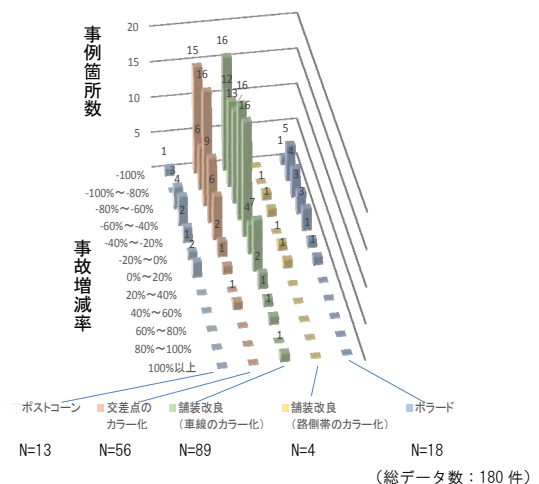


図1 対策工種別の事故件数の増減率

表2 対策工種別、事故削減効果別の簡易対策のニーズ（自動車を対象にした対策を例示）

【施設の対象：自動車】 簡易対策のニーズ		上段：対策工種、下段：事故削減効果																			
		ポストコーン				交差点のカラー化				舗装改良 (車線のカラー化)				舗装改良 (路側帯のカラー化)				ボラード			
		◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×	◎	○	△	×
単路部	車線の明示									8											
	路側帯の明示													1							
	車線からはみ出し抑制	1	9		1													1			
	カーブ手前の注意喚起									2			2								
	沿道出入りの明示													1							
交差点部	交差点手前の注意喚起					1	4			9	49	2	5	1	1						
	交差点位置の明示					9	25	1		1	2										
	交差点内の動線の明示						2			2	4		1								
歩車道境界	歩行空間への車両進入の抑制			1																12	
	歩車道区分の明示			1																11	
	歩行者のむやみな横断や車道へのはみ出しの抑制																				
箇所数 小計		1	9	1	1	9	31	1		11	56	2	8	2	1			13			
箇所数 合計		12				41				77				3				13			
		146																			

※事故削減効果：対策実施の前後で比較して『◎：事故がなくなった』『○：事故が減少した』『△：事故の件数に変化なし』『×：事故が増加した』

簡易対策のニーズを対象別（自動車、自転車、歩行者別）に整理した。対策の内容によっては、複数のニーズがあるもの、ニーズを判別できないものがあつたものの、簡易対策のニーズは自動車を対象にしたものが多くを占めていた。自動車を対象にしたニーズを対策工種別、事故削減効果別に整理したものを表2に示す。このうち、事故が増加した事例については、箇所別データをもとに対策の状況を確認すると、舗装改良（車線のカラー化）による対策とその他の減速路面標示などとの輻輳により、対策の意図がわかりにくくなっていることが懸念された。この他、維持管理面ではカラー舗装の摩耗による耐久性の問題、ボラードの補修の問題などが地方自治体へのヒアリングで指摘された。

2) 留意事項の整理

1)の整理結果と国内外の11の文献等をもとに、簡易対策の留意事項について検討し、次の事項を整理した。

<p>【簡易対策の留意事項】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>①対策のあり方に関して <ul style="list-style-type: none"> <li>○対策の過不足の再考</li> <li>○適切な交通安全施設への変更</li> <li>○同種の交通安全施設を用いるときの用途に合わせた使い分け</li> <li>○施設や対策の統合による分かりやすい安全対策の実施</li> <li>○ソフト対策の併用</li> </ul> </li> <li>②道路空間の構成に関して <ul style="list-style-type: none"> <li>○トータルデザインによる良好な道路空間の構築</li> </ul> </li> <li>③周辺住民との合意形成に関して <ul style="list-style-type: none"> <li>○沿道住民との協働による交通安全対策の実施</li> </ul> </li> <li>④道路施設整備の工法に関して <ul style="list-style-type: none"> <li>○より効果的な舗装工法への変更</li> </ul> </li> <li>⑤景観形成に関して <ul style="list-style-type: none"> <li>○周辺景観との調和</li> <li>○道路からの眺望の確保</li> <li>○近接する道路施設との調和</li> <li>○植栽の活用</li> </ul> </li> </ul>
---

2. 防護柵構造等に関する検討

生活道路内の防護柵について、その性能の考え方などをまとめる上で必要となる基礎構造、防護柵構造及び実車衝突実験を行う際の車両条件を整理した。

基礎構造に関しては、経済性と施工性を観点として設計法の得失を整理した。例えば、支柱の最大支持力Pmax=20kNの条件では、施工時の埋設物の影響と補修時に支柱のみを交換することを前提とした場合、幅55cm×奥行き45cm×高さ55cmの基礎が耐力限界となることなどを整理した。

防護柵構造に関しては、例えば、主として乗用車を誘導する際に機能する下段横梁の路面からの必要高さについて、既存構造を調査してその分布を整理した。その必要高さは、250mm以上450mm以下の範囲でなければならないことなどを整理した。

実車衝突実験を行う際の車両条件に関しては、車両総重量8トンを対象に、自動車諸元表等の公表情報をもとに重心高さを調査して分布を整理した。その重心高さは、平均的に0.9～1.0mの範囲となることなどを整理した。

【成果の活用】

簡易対策に関しては、次年度において機能面、景観面から対策時の留意事項をまとめる予定であり、その具体的な内容を整理する際に、本成果を活用する予定である。防護柵構造等に関しては、本成果をもとに、「防護柵の設置基準・同解説」の改訂に反映させる予定である。



# 降雪パターンの変化に対応した除雪体制評価のための社会経済調査

Study on socio-economic effects of the framework to remove snow on changing trend of snowfall

(研究期間 平成 27～28 年度)

防災・メンテナンス基盤研究センター 建設経済研究室  
Research Center for Land and Construction  
Management, Construction Economics Division

室長  
Head  
主任研究官  
Senior Researcher

北村 重治  
Shigeharu KITAMURA  
竹本 典道  
Norimichi TAKEMOTO

The disasters occur due to heavy snowfall recently. Because the trend of snowfall and the traffic environment change, the framework in winter is not enough to remove the snow on the road. On this study, the economic loss for traffic is evaluated and the advantages are declared on the different framework in winter. It is contributed to construct the ideal framework.

## 〔研究目的及び経緯〕

近年の降雪パターンや交通状況の変化のもと冬季におけるこれまでの道路除雪の体制では十分な対策・対応ができず、1000 台を超える立ち往生が発生するような大きな災害も発生している。本調査は、大雪災害時における除雪体制の違いによる道路交通に与える社会的経済損失を評価し、種々の除雪対策についてメリット・デメリットを整理し、今後のあるべき除雪体制の構築に資するものである。

## 〔研究内容〕

本年度は、降雪パターンの長期的トレンド変化を把握するため、文献調査及び過去 30 年分の気象データの整理を行った。その結果、降雪パターンは少雪化傾向であり、大雪の発生回数も減少傾向にあることがわかった。過去の大雪災害事例と気象データから災害の発生条件を整理し、大雪災害発生の潜在的な危険性の長期的変化を分析した。また、大雪災害時の被害項目を抽出し、経済損失を計測する項目について体系的整理を行い、交通障害に起因する経済損失項目について算定の考え方を明らかにした上で、算出可能な項目について必要な災害時の気象データ、交通データを収集し、経済損失の試算を行った。

## 〔研究成果〕

### 1. 降雪パターン変化と大雪災害発生リスクの整理

#### (1) 既往文献収集整理

気象庁 HP、日本気象学会、日本雪氷学会等から降雪・積雪の経年変化に関する記載があった 31 編の中から、降雪・積雪パターンの具体的記述のある 15 編の文献を整理した。15 編の文献では、最大積雪深の変化に

着目したものが 5 編と最も多く、その他積雪量、雪の降り方、大雪頻度が 2～3 編存在している。整理の結果、長期トレンドでは、雪の降り方は変化しており、降雪は減少傾向であることが把握された。

#### (2) 気象データにみる降雪パターン変化

既往文献を参考に、「年合計降雪量」、「年最大積雪深」、「雪の降り方」、「大雪頻度」の経年変化を検証した。検証では、気象庁より、北海道、日本海側、太平洋側、内陸から合計 27 地点を対象として選定し、降雪パターンの経年変化を分析した。使用データは、気象庁 HP より収集した。分析の結果、以下の点が把握された。

- ・ 近年、過去と比べていずれの地域でも降雪量は減少している(表-1)
- ・ 一般的に、降雪強度や大雪が増加している印象はあるが、熊谷や甲府、松江など一部地域で大雪がみられるのみであり、総じて雪の降り方は安定的となり、大雪も減少している

表-1 降雪パターンの長期的変化

項目	直近10年(2005～2014年)は			
	30～40年前 (1976～1984年) と比べて	20～30年前 (1985～1994年) と比べて	10～20年前 (1995～2004年) と比べて	
年合計降雪量	減少 (特に日本海側)	変化なし	変化なし	
年最大積雪深	減少 (特に日本海側)	変化なし	変化なし	
雪の降り方	降雪日数	減少	増加	増加
	降雪強度 (降雪日あたりの 平均降雪量)	減少 (特に北海道と 日本海側)	減少 (特に北海道と 日本海側)	減少 (特に北海道と 日本海側)
	日降雪量の 標準偏差	減少 (内陸の 一部除く)	減少 (内陸の 一部除く)	減少 (内陸の 一部除く)
大雪頻度	最大日降雪量	減少 (日本海側と内陸の 一部除く)	減少 (日本海側と内陸の 一部除く)	減少 (日本海側と内陸の 一部除く)
	大雪日数	減少	減少	減少



### (3)大雪災害発生リスクの整理

既存の大雪事例カルテ 105 事例の概要を整理すると、以下のとおりである。

- ・ 地域：北海道、東北、関東、北陸地方が多く、近畿地方以西は少ない
- ・ 道路種別：国道が 93 件と最も多い
- ・ 原因：積雪、吹雪といった 1 次被害が最も多く、2 次災害（人為的）のスタック、2 次被害（自然）の雪崩が次いで多い(図-1)
- ・ 時間：通行止め時間は、12 時間以内が 22 件、1 日以内が 15 件、3 日以内が 34 件、1 週間以内が 17 件と幅広い
- ・ 停滞台数：停滞台数は 18 件しか把握できておらず、100~500 台が多い

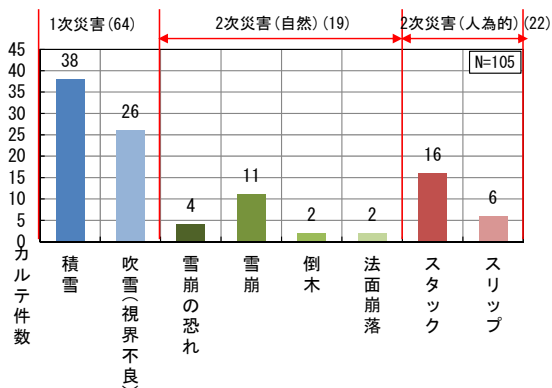


図-1 大雪事例カルテ記載の災害内訳

大雪災害発生リスクの分析では、雪関連データが観測されている気象庁観測地点 323 地点から、大雪事例カルテの対象地点に最も近い地点を抽出し、事例カルテ各地点の過去 30 年分の日別時間帯別気象データを収集した。収集した後、大雪事例カルテ記載の降雪量と比較し、妥当性を確認した。その上で、通行止め時刻の記載状況、事例に記載された災害地点と観測地点との距離等を考慮して、大雪事例カルテから大雪災害発生リスクの分析対象として 72 事例を選定した。

選定地点を対象に、大雪災害（通行止めと停滞）の発生条件と災害規模（通行止め時間）を分析した。分析の結果、積雪、雪崩・倒木、スタック・スリップを原因とした通行止めは、直前の合計降雪量やピーク時降雪量、降雪時間が一定の条件を満たすと発生する傾向を確認した。吹雪（視界不良）による通行止めは、合計降雪量と平均風速の関係で発生条件が決まり、降雪量が少なくても平均風速が大きい場合や、平均風速が小さくても降雪量が多い場合に発生することを確認した。また、何れの原因も通行止め時間は、通行止め発生後の降雪時間や最大降雪量、累積降雪量、最大風速等の関数で表現することができる。なお、停滞も通行止めと概ね発生条件は同様である。

これら発生条件をもとに、過去 30 年の気象データから通行止めが発生する条件にある日時と、通行止め時間を推定し、長期トレンドを分析した。その結果、全体的に通行止め発生確率は変化がないか低下傾向であり、通行止め時間は短くなる傾向であることを確認した。

### 2. 大雪災害の経済損失算定の考え方整理

大雪事例カルテの整理結果を踏まえ、経済損失計測に際し考慮すべき被害項目として、立ち往生、渋滞の発生、他のルートへの迂回、移動の取り止めの 4 つを設定した。これらについて、費用便益分析マニュアルに基づき、走行速度、走行経費、交通事故の観点から計測方法を整理した。(図-2)

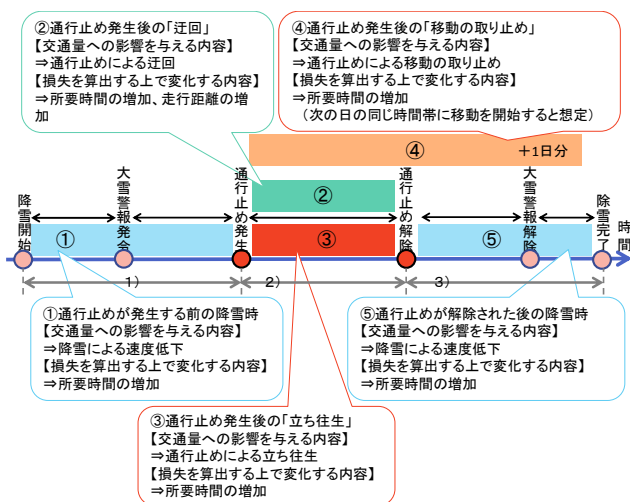


図-2 発生する経済損失の考え方

経済損失の算定に必要なデータ種類として、経路別交通量・走行時間（走行速度）、走行経費原単位、交通事故原単位の 3 つを設定し、当該データを把握するための調査方法を検討した。特に、経路別交通量・走行時間は、アンケート調査、プローブ調査、CCTV、人手調査、トラフィックカウンター調査、航空写真、衛星などの方法が考えられ、それぞれ理想的な条件下での観測方法を整理するとともに、現状実施可能な調査方法と比較し、経済損失の算定を行うことが可能かどうかについて整理した。その結果、理想的な条件下では、アンケート調査、プローブ調査、CCTV、人手調査、衛星など有用な調査はあるものの、これらの調査は、現状の調査技術、コストなどの制約を考えると、経済損失額の算定に必要なデータ収集は難しいことが把握された。一方で、トラカンデータは、迂回路がないなどの場面で活用が考えられること、ETC2.0 プローブデータは、車両識別 ID を分析に利用できれば算定が可能であることを確認した。

# 大規模災害に備えた効率的な事前対策に関する調査

Study on efficient precautionary measures against large-scale disaster

(研究期間 平成 25～27 年度)

防災・メンテナンス基盤研究センター国土防災研究室  
 Research Center for  
 Land and Construction Management  
 Disaster Prevention Division

室長 松本 幸司  
 Head Koji MATSUMOTO  
 主任研究官 稲沢 太志  
 Senior Researcher Futoshi INAZAWA

Causative factors of road traffic disruption by a large-scale earthquake and propagation of its effects especially in big cities were studied. In addition, road management action taken by road administrators under transition of weather condition in the past snow disaster were analyzed and actions to be taken against snow disaster are preliminarily organized in a timeline style.

## 〔研究目的及び経緯〕

道路交通を阻害する要因は多数存在するが、自然現象に起因したものは大規模地震や道路雪害などがあげられる。

このような大規模自然災害は様々な個別要因やそれらが複合する事象により発生し、要因毎により支障程度も異なる。そのため、これら要因とその支障程度を災害毎に整理し、それに対応した適切な行動様式を予め明確化しておくことが、大規模災害発生時における被害低減に極めて有効と考えられる。

本研究はこのような前提の基、大規模地震については過去の地震事例から大都市特有の交通障害要因の抽出、被害波及形態の整理、それに対応した道路管理対応事項等について検討した。また、道路雪害については、それが発生する気象データの分析、道路管理者へのヒアリングによる災害時の道路管理行動分析と改善案の抽出、道路雪害発生時の対応行動案（タイムライ

ン案）について検討した。

## 〔研究内容〕

本研究は過年度実施した大規模地震や道路雪害に関する個別要因の整理結果から以下の2項目について検討を実施した。

### (1) 大規模地震に関する検討

- ・大規模震災に対して過去の例から想定される道路交通障害とその波及様相の整理及び道路管理者の行動内容の検討

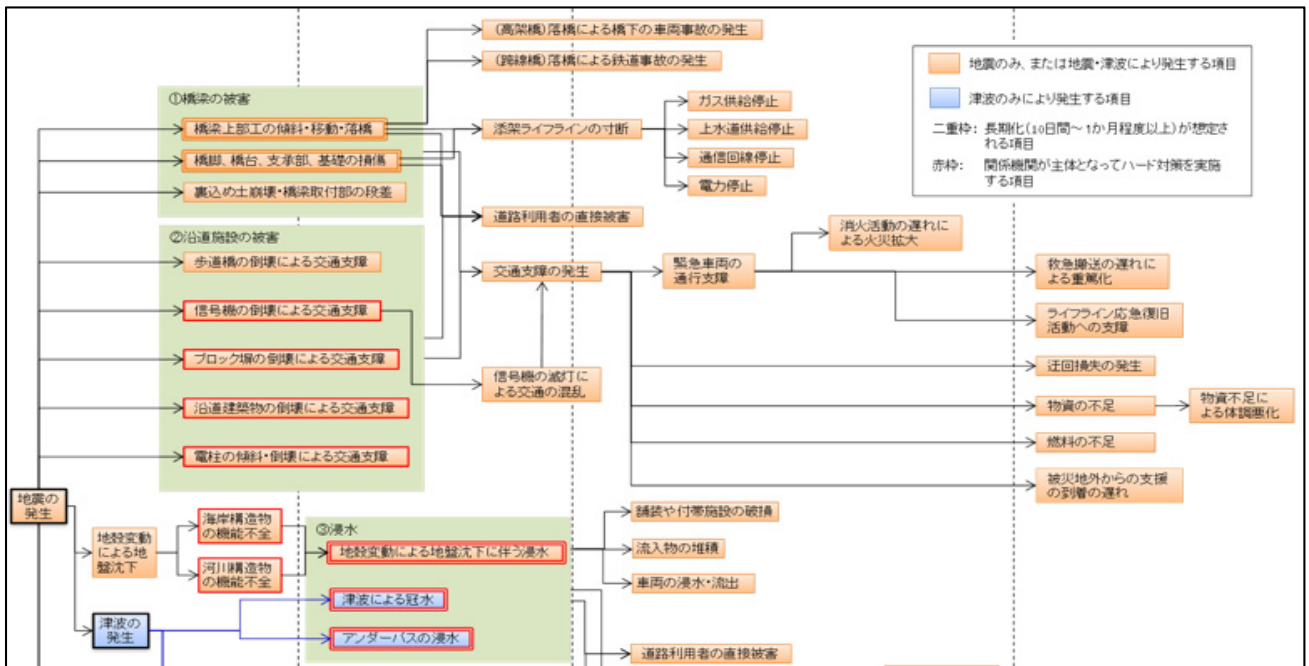
### (2) 道路雪害に関する検討

- ・道路雪害が発生する条件の整理、雪害発生予測時点前後において道路管理者が検討すべき行動タイムライン案の検討

## 〔研究成果〕

### 1. 大規模地震に関する検討

大規模震災は地震自体による被害と地域や状況によって発生する可能性がある津波による複合被害がある。



図－1 交通障害の波及様相（一部抜粋）

特に大都市においては、多数の建築物、住民、車両等が存在するためそれら要因が複雑に絡み合いさらに被害が拡大する恐れがある。そのため図-1のとおり都市部における大規模震災発生時における道路交通阻害要因の整理と、それらがどのように被害として波及するかをとりまとめた。

また、その結果から、道路管理者として事前に対応することが望ましい事項として落橋防止対策、橋梁耐震補強等（いずれもハード対策）、ハード対策を踏まえた避難路、迂回路の設定等について整理した。

## 2. 道路雪害に関する検討

### 2.1 道路雪害の発生条件に関する検討

過去に関東甲信越地方において道路雪害が発生した14事例から、その時点における気象状況を整理した。その結果、交通障害の発生は西高東低型や南岸低気圧型など、特徴を有する気圧配置状況下で多いことが整理された。このような気象条件下で発生する道路交通障害は連続した降雪状況で一定の積雪量となった時点で発生しており、当然の事ながら積雪量と道路交通障害の発生は密接に関係があることが推定される。

また、降雪と気象条件の相関については、関東甲信越における気象観測データ810事例の内、降雪が観測された283データの気象条件を整理した。その結果、降雪は平均気圧998.3hpa以下、平均気温-1.02度以下、平均風速3.7m/s以上において発生していた。さらに、このデータ（気圧、気温、風速）を説明変数とし降雪発生判断精度を判別分析式により検討した結果、的中率は約76%となった。

### 2.2 降雪形態の分析

図-2は2014年2月中旬に中部横断道で道路雪害が発生した地域の降雪量の状況について示したものである。これによると2月12日、14日の両日も新潟県高田市では、200ミリ前後の降雪を記録しているのに対して隣接する富山、長野等ではわずかな降雪量しか確認されていない。このデータを見る限り、近年の降雪は県内や隣接する極めて狭い地域においても降雪の状況が大きく異なっている一面を有している事が散見される。このことから、局所的に発生した道路雪害に対しては、近隣の整備局や隣接事務所から広域支援を行う体制を確保する事が道路雪害被害の軽減に重要な要因となると考えられる。図-3に雪害発生時における当該整備局と隣接整備局の支援体制の一案について示す。

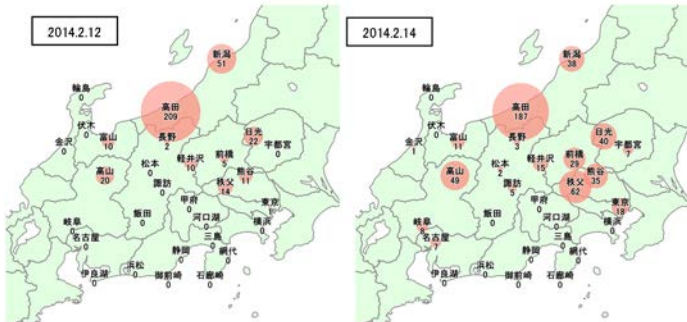


図-2 降雪状況

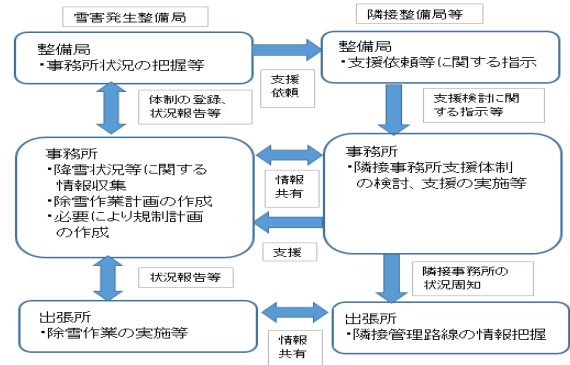


図-3 道路雪害時の支援体制例

### 2.3 雪害時における道路管理者の行動様式とタイムライン案検討

近年、局所的に発生する道路雪害に対して適切に対応するには、隣接整備局等による広域支援体制の構築が必要である。そのためには、隣接整備局管理路線等に関する面的な情報把握も必要となるため各種センサ等により得た道路状況や隣接整備局事務所体制等に関する情報共有を行う事が重要となる。また、予め発生する道路雪害を想定し、道路管理行動を策定しておく事により適切且つ迅速な道路管理行動が可能となる。そのため、整備局事務所に対して降雪時の道路管理行動（情報入手、対応意志決定、行動等）についてヒアリングを実施、その内容を行動分析し改善課題を踏まえ、降雪発生前～降雪発生後に至る期間における道路管理者がとるべき行動計画案として表-1に示すタイムライン素案を試作した。なお、本案は道路管理行動に関するタイムラインという考え方を示した素案の一例であり、これを実際の道路管理行動に適用する場合、道路管理を行う行政機関が中心となって作成を行うとともに、平成25年度に一部改定された「災害対策基本法」の内容反映等についても考慮し、実効性の高いものにしていく必要がある。

表-1 タイムライン案（一部抜粋）

時間	気象・被害予想	地方整備局	国道事務所・近隣整備局 隣接地域 未降雪地域
72h~	大雪に関する気象情報（道路発生までに大雪のおそれがある場合）		
48h~	大雪に関する気象情報（概略の対象地域や予想降雪量を示して大雪になる可能性に留意）	〇防災前から大雪に備えた対応状況について情報提供	〇事務所・出張所での体制確保 〇除雪業者への体制確保指示 〇降雪地域の国道事務所と除雪機材・人員等に際する情報共有 〇非降雪地域の国道事務所と除雪機材・人員等に関する情報共有 〇事務所・出張所の体制確保 〇降雪業者への体制確保指示
24h~	大雪に関する気象情報（大雪に関する可能性あり）	〇本部署気象予報室からの大雪に関する情報提供 〇大雪により将来的な影響が大きいと予想される場合に留意 〇降雪業者の体制確保 〇降雪機材・人員等の確保 〇降雪機材・人員等の確保	〇道路の小回り強化 〇除雪作業の実施 〇降雪地域の国道事務所と除雪機材・人員等に際する情報共有 〇降雪地域の国道事務所と除雪機材・人員等に際する情報共有 〇事務所・出張所の体制確保 〇降雪業者への体制確保指示
12h~	大雪に関する気象情報（大雪に関する可能性あり）	〇降雪機材・人員等の確保 〇降雪機材・人員等の確保	〇降雪地域の国道事務所と除雪機材・人員等に際する情報共有 〇降雪地域の国道事務所と除雪機材・人員等に際する情報共有 〇降雪業者への体制確保指示
0h	大雪発生 大雪に関する気象情報（実際の降雪となる場合）	〇警戒態勢 〇リエン要請による派遣 〇必要に応じてリエンの派遣 〇高速道路との通行止めやETCの解除、乗車待機解除等に関する情報提供 〇ドライバへの情報提供	〇降雪地域に降雪する場合は、降雪機材・人員等の確保 〇降雪地域の国道事務所への体制確保（移動開始） 〇降雪業者への体制確保指示 〇災害協定（建設業連合会）への協力を要請

#### 【成果の活用】

本成果を各地方整備局に提示することにより大規模災害発生時における被害の想定とそれによる適切な道路管理行動策定の参考として活用される事が期待できる。

# 大規模津波に対して減災を実現する道路管理に関する調査

Study on road management for disaster mitigation against large-scale tsunami

(研究期間 平成 25～27 年度)

防災・メンテナンス基盤研究センター  
国土防災研究室  
Research Center for  
Land and Construction Management  
Disaster Prevention Division

室長 松本 幸司  
Head Koji MATSUMOTO  
主任研究官 片岡 正次郎  
Senior Researcher Shojiro KATAOKA  
主任研究官 長屋 和宏  
Senior Researcher Kazuhiro NAGAYA

Current road management manuals against tsunami only focus on the largest tsunami anticipated in the area. In this study, guideline for road management manual for tsunami disaster mitigation is considered based on the crisis management level corresponding to scale and arrival timing of tsunami.

## [研究目的及び経緯]

国土交通省では、防災に関してとるべき措置及び地域防災計画の作成の基準となるべき事項を定め、防災対策の総合的かつ計画的な推進を図り、もって民生の安定、国土の保全、社会秩序の維持と公共の福祉の確保に資することを目的として「防災業務計画」を定めている。また、各現場では、所掌事務について適切に災害対応をするためのマニュアルや手引きなどを整備している。津波を想定した道路管理では、最大規模の津波を想定した対応が多く、津波の規模、到達時間などに応じたマニュアルとなっていない部分がある。

本調査では、津波の規模、到達時間に応じた危機管理を目的とした調査を行い、大規模津波に対して減災を実現する道路管理マニュアル作成参考資料の基礎的検討を行う。本年度は、津波災害を想定した道路施設管理対応タイムラインを検討するとともに実際の道路管理事務所を対象に道路津波対応マニュアルの試作を通じて道路津波対応マニュアル作成参考資料として整理した。

## [研究内容]

### 1. 津波災害を想定した道路施設管理対応タイムラインの検討

道路施設の管理業務における津波災害対応(以下、「道路津波対応」という)について、いつ、だれが、どのように、何をするかをあらかじめ明確にした災害対応のタイムライン(防災行動計画)を提案した。

タイムラインの検討にあたっては、既存の道路施設の管理業務における津波災害を想定した災害対応マニ

ュアルなどを踏まえつつ、特に、津波の規模と到達時間を組み合わせた災害シナリオ別にタイムラインを検討し、道路津波対応の規制開始のタイミングやその範囲などを網羅的に検討した。

### 2. 道路津波対応マニュアルの試作

南海トラフ地震による地震および津波による被害が想定される道路管理事務所を対象に、津波対応マニュアルの試作を行った。試作にあたっては、内閣府などから公表されている南海トラフ地震の震度分布、津波高に応じた道路管理を鑑みるとともに1. で検討した災害シナリオ別のタイムラインの流れを踏まえた。

### 3. 道路津波対応マニュアル作成参考資料の整理

道路管理者が、施設管理上の津波対応について検討し、津波対応マニュアルを作成する際に参考とすることができる、「道路津波対応マニュアル作成参考資料」を整理した。

参考資料には、1. で検討したタイムラインを記載するとともに2. の試作を踏まえ、津波対応マニュアルを作成する際の手順、用意すべき関連資料、調整すべき事項などについても記載するとともに、津波対応マニュアルの継続的な更新プロセスとして考慮すべき災害図上訓練についての実施方法の事例などを示した。

## [研究成果]

### 1. 津波災害を想定した道路施設管理対応タイムラインの検討

津波災害対応は、来襲が想定される津波の規模と地震発生時から津波到達までのリードタイムの長さによって、取るべき対応が異なる。南海トラフ地震など日



本近海で発生する地震(近地地震)による津波は、数分～数時間で到達するとともに地震による被害も発生する。一方、チリ沖地震など遠地で発生した地震(遠地地震)に伴う津波では、津波到達までに十数時間～1日程度の時間があるが、地震による施設被害はない。

遠地地震の場合、道路管理者として必要なオペレーションが可能となる時間が確保されるが、近地地震の場合は、リードタイムは数分～数時間と短いため、対応可能なオペレーションは限られる。しかし、近地地震でもリードタイムが数時間程度確保できる場合には、道路管理者はどの程度オペレーションを実施できるかのジレンマが生じる。

そのため、近地地震の例として東日本大震災を取り上げ、地震発生後に入手できる情報である、気象庁による「計測震度」、「津波警報・注意報」、「津波到達予想時刻」、「予想される津波の高さ」などに着目し、道路管理者がオペレーション可能なリードタイムを調査した。

これらを踏まえて提案する、タイムラインを図-1に示す。タイムラインのそれぞれの場面における対応案などについては、道路津波対応マニュアル作成参考資料で整理している。

## 2. 道路津波対応マニュアルの試作

津波対応マニュアルの試作を行う道路管理事務所の選定では、津波対応の具体的な検討が進んでいる事務所を対象とすることとし、南海トラフ地震の到達予想時間が極めて短い静岡国道事務所、南海トラフ地震発生から津波到達まで30分から2時間程度の時間的猶予がある宮崎河川国道事務所を選定した。

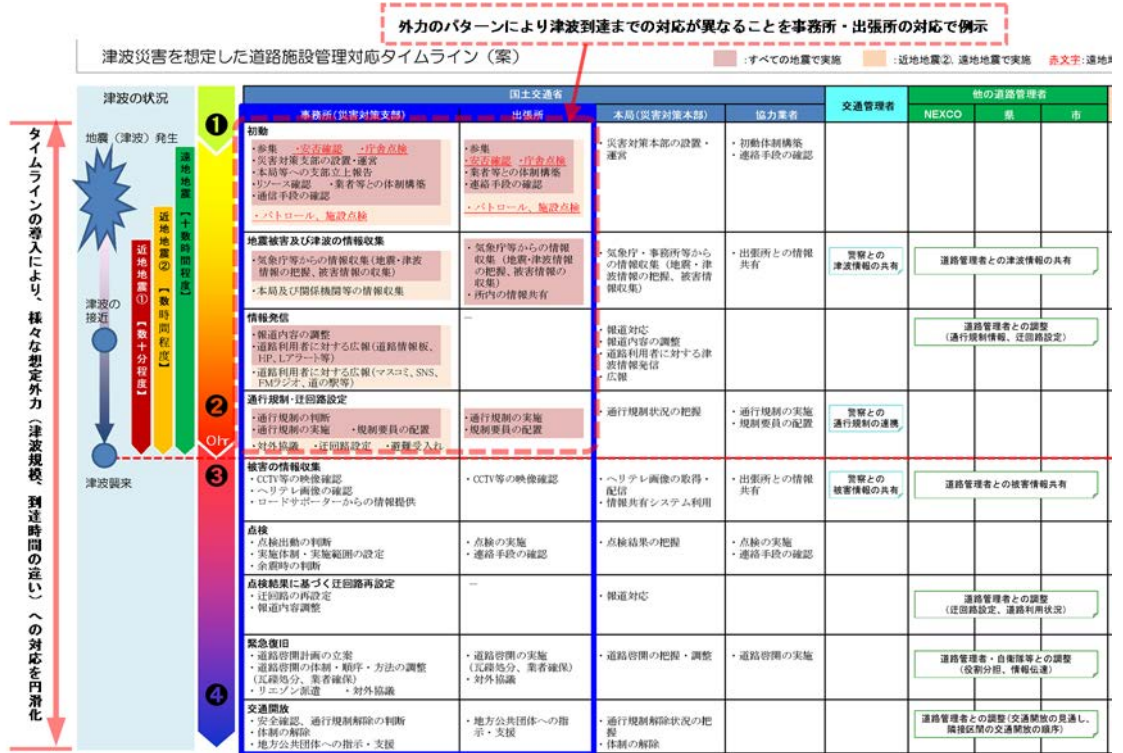


図-1 津波災害を想定した道路施設管理対応タイムライン

試作したマニュアルについてはそれぞれの事務所において活用されるように現行のマニュアルなどとの整合を図った。

## 3. 道路津波対応マニュアル作成参考資料の整理

整理した「道路津波対応マニュアル作成参考資料」では、既存の津波対応マニュアルの整理を踏まえた特徴的な記載事例について、その背景、効果などを記載するとともに東日本大震災をはじめとする近年に発生した地震災害などにおける道路施設管理に関する事例・教訓・反省点についても記載した。

特に、津波対応マニュアルに記載すべき事項のうち、普遍的なものについては、参考となる記載事例を示し、地域性を考慮する必要があるものについては、記載内容の検討に用いることができる既往の災害対応事例を示すこととし、津波対応マニュアルを作成する実務者にとって活用しやすい資料とした。

### [成果の活用]

津波を想定した道路管理では、最大規模の津波を想定した対応が多く、津波の規模、到達時間などに応じたマニュアルとなっていない部分があることから、これらを踏まえた、「道路津波対応マニュアル作成参考資料」を整理した。

今後、本資料が地方整備局などに配布、活用されることで、より実効性のある道路津波対応マニュアルの作成および改訂に寄与することを期待する。



# 災害発生時の被災規模等の早期把握技術に関する調査

Study on technologies of a damage survey on road in first stage after a disaster

(研究期間 平成 27～29 年度)

防災・メンテナンス基盤研究センター  
国土防災研究室  
Research Center for  
Land and Construction Management  
Disaster Prevention Division

室長 松本 幸司  
Head Koji MATSUMOTO  
主任研究官 神田 忠士  
Senior Researcher Tadashi KANDA  
研究官 梶尾 辰史  
Researcher Tatsushi KAJIO

Methods of analyzing CCTV image for picking up abnormal car movement are examined. When a traffic accident occurred, change of speed and mass of traffic could be detected by CCTV image analysis. Median speed of traffic in car probe data was similar to that obtained from CCTV image analysis. Hence, a stricken section on a road can be inferred from CCTV image analysis. In addition, methods to measure quantity of earth and sand on a road in a mudslide were classified.

## [研究目的及び経緯]

道路上で土砂崩落等の通行支障を伴う災害が発生した場合、被災箇所の位置や規模等の状況把握を早期に行ない、適切な初動対応を行う必要があるが、交通渋滞等のため職員の現場到着が遅れ、被災状況把握に時間を要する恐れがある。

本研究では、平常時の道路管理で用いている CCTV 等の技術を活用し、土砂崩落等の災害時での道路の被災発生や崩落土砂量の把握に資する技術の開発を目的とする。

## [研究内容及び研究成果]

### 1. CCTV 画像を活用した被災把握技術手法の開発

2008 年度から 2011 年度までに直轄国道で発生した道路斜面災害 115 件のデータを用いて被災位置と最寄りの CCTV との距離を分析したところ、CCTV の画角に入る可能性の低い 1,000m 以上の距離のものは 3 割を超えていたことが分かった(図-1)。したがって、被災箇所が直接見通せない場合に、通行車両の挙動の変化や、災害事象の起こりやすい気象等の間接的な情報を把握、組み合わせることで被災の有無・程度を推測する技術が必要となる。

一般的に、CCTV 画像を画像解析ソフトで解析すると、天候や時間帯により画像状況が大きく変化する

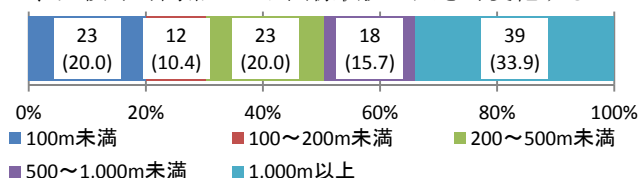


図-1 道路上の被災現場と CCTV との距離

※数字は箇所数、括弧書きは構成比。

ため、走行車両の捕捉率にばらつきが生じる恐れがある。そこで今回、奈良国道事務所から提供された名阪国道(片側 2 車線)の CCTV 画像を用い、明かり部に設置されている CCTV 画像を画像解析ソフトで解析し、無作為抽出により走行車両のデータを段階的に減少させ、走行速度変化の感度分析を行った。

その結果、走行速度の中央値は、走行車両のデータを 50%まで減少させても、全ての時間帯及び車線で±5km/h 程度の大きな変化のない測定が出来る結果となった。(図-2)

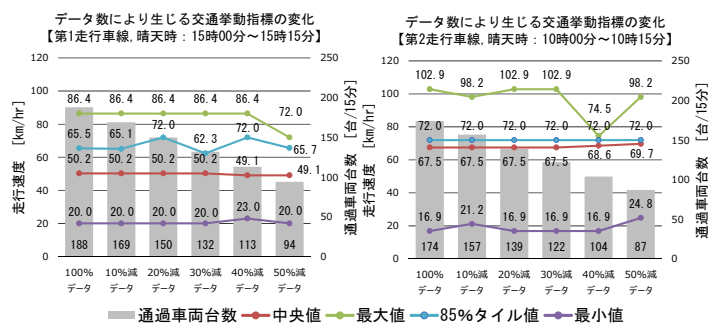


図-2 感度分析の結果(代表事例)

次に、CCTV 画像に写っていない箇所でも何らかの交通支障が発生したことを車両挙動の変化から把握出来るかを検証するため、前述の感度分析を行った名阪国道の同じ地点での CCTV 画像を用い、CCTV 設置箇所付近での交通支障発生時における走行車両の交通量・走行速度(中央値)の変化について分析した。

解析の結果、交通支障(この場合、交通事故)が発生した時刻の直後に第 1、第 2 車線ともに走行速度(中央値)の減少が見られた(図-3)。

また、首都高速道路山手トンネル(片側 2 車線)に

において、交通支障(この場合も交通事故)発生と同じ時間帯の民間プローブデータを解析した結果でも同様に交通支障発生地点より上流部での走行速度(中央値)の低下が見られた(図-4)。

以上から、現存する CCTV を有効活用した低コストの被災把握手法の開発へ向け、走行速度変化の把握や画像解析結果とプローブデータの整合性を確認した結果、走行車両の捕捉率が不十分であっても CCTV に写る車両挙動や道路プローブデータの解析により、CCTV 画像に直接写らない箇所の交通支障の発生状況把握に有効であることが分かった。

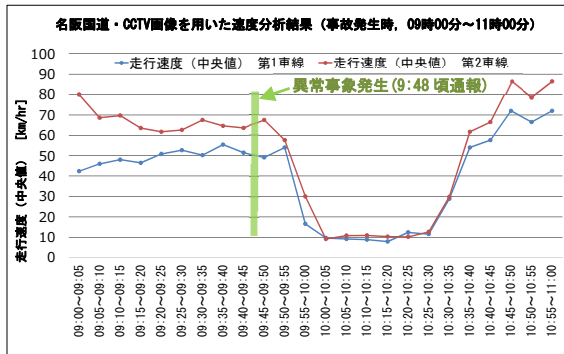


図-3 交通事故発生に伴う走行速度等の変化

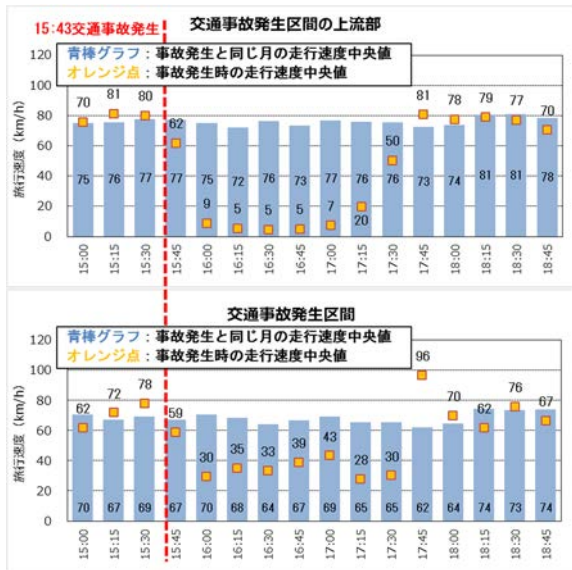


図-4 民間プローブデータによる走行速度の解析

## 2. 崩落土砂量の迅速な把握手法の整理

現在、UAV やレーザースキャナー等の 3 次元データを用いる ICT 技術が注目されており、これらの技術を活用し、土砂災害発生時における道路管理者の初動対応の迅速化に役立つ被災把握技術を検討した。

図-5 に示すように UAV やレーザースキャナー、CCTV 等を活用した画像処理は災害発生直後の風速や降雨降雪の有無などの気象条件により調査実施に対して大きな制約を受けるが、各技術の特徴に応じた活用方法を見出すことで災害発生時の崩落土砂量の把握技術において十分に活用できると考えられる。そこで、画像処理技術を初動対応の迅速化のために

広く使われているデジタルカメラの複数の静止画像から 3 次元モデルを作成する技術について検証した。この 3 次元モデルは専用ソフト上で形状寸法や面積・体積の計測が可能であるとともに、点群データへの変換も可能である。

3 次元モデルによる計測は災害発生直後の初動期における土砂量算定に有効であるが、図-6 及び表-1 に示すように計測対象物に対して水平方向の 180° の範囲で 6 パターン (撮影間隔  $\theta = 5^\circ \sim 30^\circ$  刻み) により撮影し、撮影枚数 N 枚の静止画から対象物の体積の計測精度を検証した結果、撮影間隔  $\theta$  が  $5^\circ$  から  $30^\circ$  と変化すると、対象物の体積の誤差率が 8.1% から 27.2% と変化しており、計測精度が使用する静止画像の数や画角、各画像の重複程度に大きく影響を受けた。この結果を踏まえ、各現場での被災条件に応じた効果的な画像撮影方法や画像処理の自動化等が課題として残った。



図-5 土砂災害発生時の各手法の活用可能時刻の例



図-6 複数の静止画像を用いた 3 次元モデル作成

表-1 3 次元モデル作成精度

$\theta$	$5^\circ$	$10^\circ$	$15^\circ$	$20^\circ$	$25^\circ$	$30^\circ$
撮影枚数(N)	36	18	12	9	8	6
誤差率 (%)	8.1	7.8	13.0	14.3	15.2	27.2

※ $35^\circ$  (5 枚) とした場合、画像結合点不足により作成不能

## 3. 今後の課題等

今後、走行車両の挙動を簡易に捉えるための捕捉率の設定や CCTV 画像情報と交通量、気象情報等と組み合わせることにより道路交通上の支障の発生や崩落土砂量等を推測する技術開発のために、CCTV 画像等の新たな活用方法を検討する。

# 道路構造物の総合的アセットマネジメントシステムの構築のための調査

Study to establish comprehensive asset management system for road structures

(研究期間 平成 26 年度～28 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

玉越 隆史  
Takashi TAMAKOSHI  
白戸 真大  
Masahiro SHIRATO

研究官  
Researcher  
研究員  
Research Engineer  
宮原 史  
Fumi MIYAHARA  
岡田 紗也加  
Sayaka OKADA

研究官  
Researcher  
交流研究員  
Guest Research Engineer

河野 晴彦  
Haruhiko KONO  
松村 裕樹  
Yuki MATSUMURA

NILIM has been developing a strategic maintenance and management approach for aging road structures that can evaluate and optimize the levels of movability and structural safety of roads. This study has created degradation characteristic data in combination standards and environmental conditions of the main member to major damage by using the stored inspection data. Using the deterioration characteristic data, performs the estimate of the life-cycle costs in multiple method, the results were compared.

## [研究目的及び経緯]

本研究は、ライフサイクルコスト（以下、LCC という）の推計信頼性を踏まえた信頼値活用手法の検討に必要な基礎資料を得るために、定期点検データの質や量、劣化曲線推定の不確実性、措置実施時期評価の不確実性などが、維持更新費用、次期の推定誤差に与える影響を整理する。

平成 27 年度は、主要な部材の主要な損傷に対して、橋梁形式、部位、架橋環境等を組み合わせた劣化パターンについて、損傷発生状況及び損傷進行状況の予測データの作成を行った。また、損傷程度毎の予防保全と事後保全の典型的な補修補強工法を設定し、直轄橋梁の過去の補修履歴データを用いて、補修補強目的、補修補強費及び工種ごとの単価のばらつきに着目した統計値を算出した。さらに 500 橋程度のそれぞれの橋について、予測データと補修補強単価を用いてライフサイクルコストの試算を行い、試算結果の比較によって、推計手法の特徴を整理した。

## [研究内容及び研究成果]

### 1. 劣化特性に関するデータ集の作成

本研究では、平成 26 年 4 月時点で蓄積された定期点検結果を基に統計分析を行い、各部材、橋軸および橋軸直角方向の部位、適用基準や環境条件などの属性を組み合わせた劣化パターンに対して 5 年以内の遷移確率行列、状態確率分布と劣化曲線を作成した。各部材

の劣化パターンは、要素単位以外に部材や径間などの単位で取得された点検結果にも対応するよう要素単位のデータを統合して部材、部位、径間、橋梁単位について作成した。

劣化曲線は、将来推計においてばらつきの影響を考慮できるように上位・中位・下位推計用劣化曲線として、状態確率分布をもとに、期待値および期待値周りのばらつきを求め数種の関数近似によって作成した。劣化曲線は、同時点損傷程度評点と同損傷程度評点への到達時間に着目して2種類作成した。(図-1)

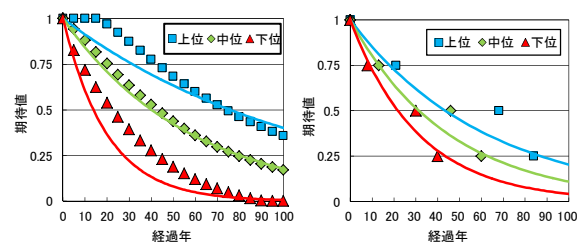


図-1 期待値曲線と上位下位推計用劣化曲線

(左：同じ時点の損傷程度評点の $\mu \pm \sigma$ 、

右：同じ損傷程度評点への到達時間の $\mu \pm \sigma$ )

### 2. 補修補強事例の分析

LCC の試算に必要な予防保全と事後保全の典型的な補修補強工法の設定のために、道路管理者が実際に LCC 試算に用いている仮定事例と直轄国道の道路橋で実際に用いられている工法を調査した。各補修補強工法の標準的な補修単価は、「建設物価土木コスト情



報」、「橋梁架設工事の積算」、「土木工事積算標準単価」等を基に設定した。また、直轄道路橋 468 橋を対象に、補修補強工事資料（数量表、図面、特記仕様書）を用いて、補修補強工種別の補修数量、仮設数量を整理し、標準的な補修単価から実際に掛かった補修費用を推計した。推計に用いるための補修補強単価として、一般的な橋梁を支間長 30m の桁橋とした場合の単価と実績数量の統計値から平均値及び標準偏差を仮定してばらつきを考慮した単価を算出した。このとき、各補修工法毎に橋面積、表面積、有効幅員あたりの費用に換算した。補修補強工事資料にトラス橋などの特殊橋梁が含まれている場合や複数橋梁の補修数量が一度に計上されている場合は、補修単価として異常値となるため除外した。

表-1 推計用補修補強単価

補修工法	再塗装 (Rc-I)	再塗装 (Rc-III)	ひびわれ注入工 (上部工)	断面修復工 (上部工)	ひびわれ注入工 (下部工)	断面修復工 (下部工)	伸縮装置取替工
単価の単位	円/橋面積 m <sup>2</sup>	円/橋面積 m <sup>2</sup>	円/橋面積 m <sup>2</sup>	円/橋面積 m <sup>2</sup>	円/表面積 m <sup>2</sup>	円/表面積 m <sup>2</sup>	円/有効幅員 m
一般的な橋梁を支間長30mの桁橋を仮定した場合の補修単価							
補修単価	24,500	10,700	13,000	33,000	13,000	66,000	252,000
実数量の統計値を基に算出した単価の平均値と標準偏差							
データ数	17	71	53	135	13	27	27
平均	11000	7700	2000	3700	1,300	1,500	300,000
標準偏差	12,000	6,400	4,100	6,600	780	6,100	160,000

### 3. LCC 算定の信頼性評価

劣化予測データと補修補強工法とその単価を用いれば、予防保全と事後保全の2つのパターンで将来推計を行い、健全度と累積費用 (LCC) の推移を計算できる。不確実性を考慮した将来推計手法は、遷移確率行列を用いてモンテカルロシミュレーション（以下、MCS という）を行う方法と1. で求めた上位中位下位推計用の劣化曲線を用いる方法が考えられる。

本研究では、直轄道路橋 468 橋を対象に、各部材毎と橋全体の 100 年間の LCC の推移を2つの方法で算出し、比較を行った。

MCS は、供用開始時点の損傷程度 a として、5 年後の損傷程度を確率的に予測することを 100 年間行う。この計算を 1 万回繰り返して遷移確率に基づいたあらゆる劣化過程による LCC を予測する。管理水準は、予防保全の場合では損傷程度 c 以下になった時点、事後保全の場合では損傷程度 d 以下に達した時点として補修を行い、損傷程度 a に回復させる。このとき、管理水準以下になった部材に対して補修費用を計上する。

劣化曲線による推計では、求めた上位中位下位推計用劣化曲線それぞれが管理水準に達した時点でその部材の損傷程度を a（期待値 1.0）に回復させて、補修費用を計上する。このとき、管理水準は MCS と同じ水準とした。

3 径間単純鋼合成鉄桁橋（4 主桁）橋長 66.6 m、支

間長 21.6 m、C 系塗装材料使用、非塩害地域に架設された新設橋梁に対して実施した試算結果を紹介する。試算では、鋼主桁、RC 床版、RC 下部工、鋼支承、鋼製伸縮装置の 5 部材で橋梁が構成されているものとし、これらの部材の LCC を予測した。表-2 に各部材の対象とする損傷および補修工法と各補修を行うために必要な仮設足場費用を加えた単価、1 回の補修に掛かる費用を示す。このとき、実数量に基づく単価は極めて大きなばらつきを有することから、確定的に一般的な桁橋を仮定した場合の補修単価（表-1）を用いた。下部工の補修単価は、全体の 30% を補修するものと仮定した。

表-2 各部材の補修工法及び補修費用

部材	鋼主桁	RC床版	RC下部工 (橋台・橋脚)	鋼製支承	鋼製伸縮装置
対象とする損傷	防食機能の劣化	ひびわれ	ひびわれ	機能障害	路面の凹凸
補修工法	再塗装工 (Rc-I)	炭素繊維接着工+橋面防水工 (塗膜系)	ひびわれ注入工+断面修復工	支承補修工 (溶射)	伸縮装置取替工
補修単価	29.7 (千円/橋面積m <sup>2</sup> )	69 (千円/橋面積m <sup>2</sup> )	24.2 (千円/表面積m <sup>2</sup> )	122.8 (千円/基)	252 (千円/延長m)
補修費用 (百万円)	17.7	41.1	5.92	2.9	8.1

図-2 に橋全体の MCS と劣化曲線による推計の比較を示す。管理水準は、損傷程度 d（期待値 0.25）とした。図から遷移確率行列を基にした MCS による推計では、50 年時点で、 $\mu$ 、 $\mu \pm 2\sigma$  を見ると、およそ 40 ± 30 百万の幅があり、大きくばらついていることがわかる。劣化曲線による推計では、MCS よりも大きくばらついており、50 年時点の上位下位推計結果は 4 倍以上の差がみられ、下位推計では、大きく乖離している。これは同じ速度で劣化する劣化曲線を何度もつなげたことが原因である。

以上から、道路橋の劣化過程のばらつきを考慮した推計では、将来の維持管理費を確定的に予測することはできないと考えられる。

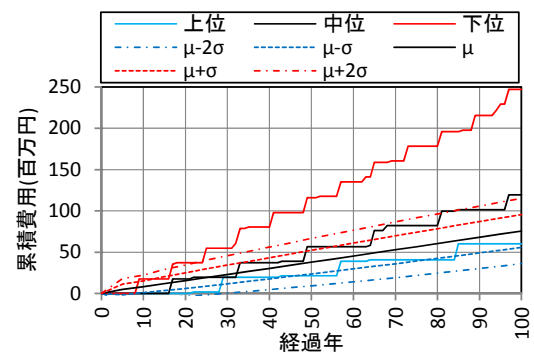


図-2 MCS と劣化曲線による推計の比較（橋全体）

【成果の発表】

国総研資料及び各種論文等で発表予定

【成果の活用】

橋梁マネジメントシステムの改良等への反映



# 既設道路橋の補修・補強設計基準に関する調査検討

Development of Design Standards for Repair and Reinforcement Works of Existing Highway Bridges  
(研究期間 平成 24～27 年度)

道路構造物研究部 橋梁研究室

Road Structures Department

Bridge and Structures Division

主任研究官 白戸 真大

Senior Researcher Masahiro Shirato

研究官 河野 晴彦

Researcher Haruhiko Kouno

室長

Head

研究官

Researcher

研究員

Research Engineer Sayaka Okada

玉越 隆史

Takashi Tamakoshi

宮原 史

Fumi Miyahara

岡田 紗也加

General principles and standards for investigation, design, and repair and reinforcement works have been desired recently with the rapid increase in the number of aging highway structures. This project has gathered basic scientific data to establish new standards for major investigation and repair works for decks and girders. Limit states of reinforced RC decks, test methods for the load bearing capacity evaluation of decks and girders, and the hot bending work standards for steel members through experiments and numerical simulations.

## [研究目的及び経緯]

高齢化の進展により我が国の道路橋では様々な劣化や損傷の事例が報告されている。既設橋の補修補強の増加が見込まれる中、調査法や代表的な補強原理に対する設計施工法の体系化を進める必要が高まっている。

損傷した橋梁の調査は目視や非破壊検査により行われることが多いが、耐荷性能の低下程度を評価するためには、目視情報に加えて、出来るだけ多角的かつ定量的に情報が得られるのがよい。また、補修補強設計では、損傷部材に対する補強材料の一体化や荷重分担の評価、また、補修補強後の点検方法など新設橋の設計とは異なる技術的課題に対処する必要がある。

本研究では、鋼板接着補強の RC 床板の点検や設計に必要な限界状態に関する実験、床板や桁の健全性評価のための合理的な耐荷力評価試験方法のフィージビリティスタディ、及び鋼部材の断面形状矯正を鋼材の機械的性質をできるだけ損なうこと実施するための施工条件に関する実験を実施した。

## [研究内容及び研究成果]

### 1. 既設RC床版の輪荷重走行試験

RC 床版の疲労損傷は、橋に生じる最も代表的な損傷の一つである。補強方法の一つとして、鋼板や炭素繊維を床板下面に接着するものがあり、製作した床版供試体に輪荷重走行試験機を用いて損傷を生じさせたいと、補強を行い、さらに輪荷重走行試験を行うことで、実験室レベルの検証では一定の補強効果が確認されている。しかし、既往の研究は、あくまでも輪荷重走行試験機で模擬損傷を与えた場合に対して実施され

たものであり、実際の供用・暴露状態で損傷を受けた床版に対する補強効果に関する定量的な実験データは蓄積されていない。そこで、本研究では、長期間供用されていた実際の道路橋から、ひび割れが同程度（幅、間隔）の部分をもつて3つに分けて切り出し、供試体 No. 1（鋼板なし）、No. 18（鋼板あり）および28（鋼板あり）とした。供試体 No. 18 は、鋼板接着が剥がれた状態を再現するため、試験前に床版下面に剥離剤を塗布後、鋼板補強を施した。

実験の結果（図-1）、無補強の供試体 No. 1 は、輪荷重走行回数が2万回で破壊に至ったのに対し、No. 18、28 は走行回数30万回においても破壊には至らなかった。すなわち、模擬損傷に対して検証されているように、実橋にて進行した劣化に対して鋼板接着補強の効果があることがわかった。ただし、供試体 No. 28 よりも No. 18 のたわみの進行が速かった。この結果は、鋼板の付着切れが生じているときには補強効果が低下することを示唆している。点検にて鋼板の浮きが確認されたときには床版およびアンカーの状態の把握を慎重に行う必要性が高いと考えられる。今後、炭素繊維を用いた場合なども含めて、さらなるデータの蓄積が課題である。

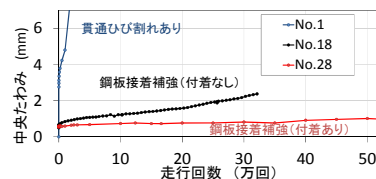


図-1 試験結果（床版中央たわみ）

## 2. 活荷重に対する耐荷力性能評価の検討

非破壊検査やサンプル採取だけでは部材内部の損傷状態すべてを定量的に把握することが困難であり、特に損傷が深刻であると想定される場合には、耐荷性能を評価するために橋上で载荷試験を行うことがある。現状では重量調整を行った大型車両を橋上に多数配置し、それらを連動させて载荷し、橋の応答を計測する方法がとられることが多いが、迅速性や容易さ等の課題も多い。そこで、極力橋梁側には計測機器等の設置を必要とせず、かつ重量調整を行った大型車を橋上に多数配置することなく载荷試験を実施できる試験車両について、フィジビリティを検討した。

まず、試験車両の基礎的要求性能と仕様を検討した。要求性能は、荷重载荷機能と载荷荷重計測機能を兼ね備えていること、また、車両メーカーからの聞き取り結果や過去の载荷試験事例を参考に、試験車の概要図は図-2のとおりとし、橋軸方向及び橋軸直角方向へアウトリガー張出し長を調整することに加えてトラバーサを移動させることで、4点のアウトリガー支点反力を調整しながら载荷する仕組みである。

次に、橋の数値モデルを作成し、試験車両により载荷したときの橋の挙動をシミュレーションした。実際に载荷試験が行われた橋梁を解析対象として、それぞれ载荷試験結果が模擬できるように橋の数値モデルを作成した。試験車両による载荷シミュレーションでは、橋に生じるたわみができるだけ大きくなるように各解析モデルの支間中央部に前方アウトリガーを配置し载荷した。解析対象橋梁及びたわみ計算値を表-1及び表-2に、A橋の試験車の载荷モデルと解析結果例（変位図）を図-3に示す。試験車の载荷荷重による発生応力は、鋼橋で常時の許容値の1/3程度、コンクリート橋で常時の許容値程度の発生応力であり、試験車1台のみで弾性挙動の把握は十分に可能であることを確認できた。しかし、D橋のように支間長が30mを大きく超える橋では試験車重量では応答が小さく、耐荷性能の評価に有用な試験結果が得られないことがわかった。

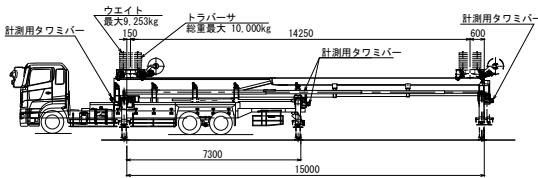


図-2 試験車の概要図

表-1 解析対象橋梁一覧

橋梁名	上部工形式	桁数	支間長 (m)	総幅員 (m)	測定の種類		測定値	
					静的载荷	動的载荷	ひずみ (μm)	たわみ (mm)
A橋	鋼3径間連続非合成桁	2主桁、2副桁	24.6+32.8+24.6	6.00	○	○	○	○
B橋	鋼単線鋼床版桁	2主桁	19.4	4.50	○	○	○	○
C橋	PRCS径間連続2主版桁	2主桁	30.3+3#31.0+30.3	11.55	○	○	○	○
D橋	PC4径間連続複桁	1主桁	64.2+2#65.2+64.2	10.00	○	○	○	○

表-2 試験車による再現可能性

橋梁名	解析対象支間 (m)	既往载荷試験		試験車による再現		検証結果
		トラック台数	解析結果	試験車台数	解析結果	
A橋	32.8	2台 (20.5t×2)	たわみ 9.42mm 発生応力 43.6N/mm <sup>2</sup>	1台 (前方アウトリガ反力 17.220t, 7.522t)	たわみ 10.66mm 発生応力 55.0N/mm <sup>2</sup>	再現可能
B橋	19.4	1台 (19.4t)	ひずみ 16.9μ	1台 (前方アウトリガ反力 12.033t, 12.033t)	ひずみ 25.0μ	再現可能
C橋	30.3	1台 (20.0t)	たわみ 6.65mm	1台 (前方アウトリガ反力 12.371t, 12.371t)	たわみ 1.07mm	再現不可

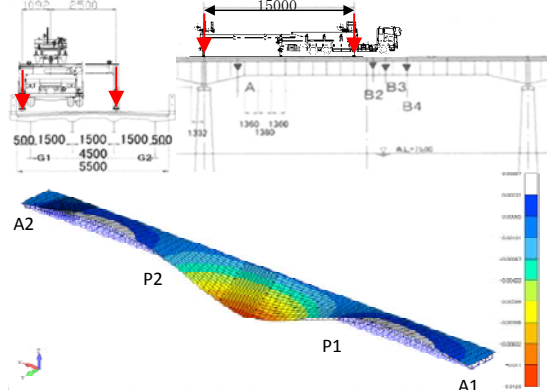


図-3 試験車载荷モデルと解析結果 (A橋)

## 3. 矯正加工を行った鋼材の機械的性質

通行車両の衝突等により鋼部材に生じた変形を、熱間加工等により矯正を行うことがある。しかし、矯正により鋼材の機械的性質が変化するならば、その程度によっては、耐荷力に対する安全率も見直さなければならなくなる。したがって、機械的性質を極力変化させないような施工基準の確立が必要である。

そこで、各種矯正方法が鋼材の機械的性質に与える影響を明らかにするため、鋼道路橋に一般的に多く用いられている溶接構造用圧延鋼材 (SM490Y材) の試験片を作成し、冷間曲げ加工 (内側曲げ半径200R) 後、加熱矯正 (900℃以下) または、冷間曲げ加工後冷間曲げ戻しを行った。これらの試験片及び未加工の試験片について引張試験を行い、比較した (表-3)。加熱矯正をした鋼材は、降伏点がJIS規格値を10%下回ったが、伸びの低下は見られない。また、冷間曲げ戻しをした鋼材は、降伏点と引張強度が高くなり伸びが低下した。今後、矯正に関する施工基準案を作成するためには、加熱温度等の違いが強度に与える影響について明らかにする必要があり、実験データの蓄積が課題である。

表-3 引張試験結果

試験体の種類	外観	破断面	降伏点または0.2%耐力 (N/mm <sup>2</sup> )	引張強さ (N/mm <sup>2</sup> )	伸び (%)
素材	AT	AT	396	534	49.1
加熱矯正後	HT	HT	320	519	51.5
冷間曲げ戻し後	MT	MT	451	576	43.0

[SM490YB JIS規格値]降伏点または0.2%耐力: 355N/mm<sup>2</sup>、引張強さ: 490~610N/mm<sup>2</sup>、伸び: 19%以上

### 【成果の発表】

国総研資料や論文等で公表。

### 【成果の活用】

点検基準に反映するとともに、補修補強設計に関する資料案を作成、反映する予定。

# 補修補強設計に係わる部分係数に関する調査検討

## Study on partial factor design for existing bridges

(研究期間 平成 27-29 年度)

道路構造物研究部 橋梁研究室

Road Structures Department

Bridge and Structures Division

主任研究官

白戸 真大

Senior Researcher

Masahiro SHIRATO

研究官

河野 晴彦

Researcher

Haruhiko KOUNO

交流研究員

正木 守

Guest Research Engineer Mamoru MASAKI

室長

玉越 隆史

Head

Takashi TAMAKOSHI

研究官

宮原 史

Researcher

Fumi MIYAHARA

交流研究員

窪田 真之

Guest Research Engineer Masayuki KUBOTA

The present study has been developing partial factor design formats for the assessment of existing bridges. To take advantage of partial factor design, the present study seeks a practical method to modify load factors with change of the reference period and statistical load characteristics at sites. This year, stochastic simultaneous loading simulation results are reexamined covering over more than 40 bridges with different types and sizes and single load factors for each load are resolved into load combination factors and load variation factors, so that a practical rule can be established with further study to modify load variation factors with site-specific load statistics or any reference period.

### [研究目的及び経緯]

国総研では、信頼性設計の考え方を基礎とし、国際的技術基準の標準書式でもある部分係数設計体系への転換を視野に道路橋の技術基準の見直しに必要な検討を進めている。過年度までに、Borges-Castanheira(B-C)過程という確率過程にしたがって荷重を同時載荷し、主要部材の組合せ断面力 100 年最大値分布(極値分布)を求めるシミュレーションを多様な道路橋に対して行い、荷重組合せ、及び荷重組合せごとの荷重係数を求めるコードキャリブレーションを実施した。コードキャリブレーションの過程では、ある組合せに対する個々の荷重係数値はばらつくが、提案した荷重係数は、平均的な値で代表して設定したものである。このように決定された荷重係数は、従来と同等の性能を有する諸元の橋が作られるように調整されたものになるが、荷重同士の組合せ頻度と荷重単体のばらつきの両者が一つの係数に含まれており、荷重単体のばらつきの違いが荷重係数に与える影響を見通しにくいものという欠点も有していた。

また、過年度には、想定する期間や大型車交通特性を変化させたときに、活荷重係数を始めとする荷重係数値が変化することも示した。これは、荷重の極値分布が変化することが主な理由と考えられる。すなわち、既設橋の補修補強設計においては、新設橋の設計に用

いる荷重係数をそのまま用いるのではなく、補修補強設計において想定する供用期間や架橋地点の交通特性に応じて荷重極値分布を評価し直すことで、架橋地点の特性を踏まえた部分係数を調整し、より合理的な設計を行える可能性がある。しかし、上述のように、一つの荷重係数が有する統計的性質には荷重の載荷頻度のばらつきと個々の荷重のばらつきが内包されるので、係数を調整しようにも、原理的には、例えば荷重極値分布のバイアスと変動係数等を用いて何らかの換算を行うような単純なものにはならず、実用的な調整ルールを一般化することが難しい。

既往の全体安全率設計法と比べて部分係数設計法では、不確実性の原因ごとに安全率を分解し、それぞれの部分係数を立てておくことで、各不確実性の統計的性質に応じた係数値の見直しを容易にできるというメリットがある。そこで、平成 27 年度は、これまで提案してきた荷重係数を、荷重の載荷頻度に依存する「荷重組合せ係数(仮称)」と、荷重単体の極値分布のバイアスと変動係数に依存する「荷重ばらつき係数(仮称)」に分解することを検討した。2 つの係数に分解することで、例えば、補修補強設計のために、架橋条件や補修補強設計条件に応じて荷重極値分布のバイアスと変動係数を見直し、「荷重ばらつき係数」を調整するプロセスの一般化を計れる可能性がある。

**[研究内容及び研究成果]**

荷重係数は、設計基準で与える荷重特性値に乘じるものであり、荷重の組合せに応じて、特性値よりも大きな荷重値を組み合わせたたり、小さな荷重値を組み合わせたたりするためのものである。荷重係数は一概にばらつきが大きい荷重で 1.00 を越えるというわけではなく特性値の統計的な性質にも依存する。

様々な諸元、形式を有する道路橋 42 橋を対象にシミュレーションを行って、各断面で断面力 100 年間最大値が生じたときの死荷重と活荷重の組合せを取り出し、現行基準で与えている死荷重、活荷重の値（すなわちそれぞれの特性値）で各々除した結果を図 1 に示す。死荷重係数と活荷重係数は、おおむね 1.00 付近にあるが、荷重係数値のばらつきは死荷重と活荷重とで異なっている。

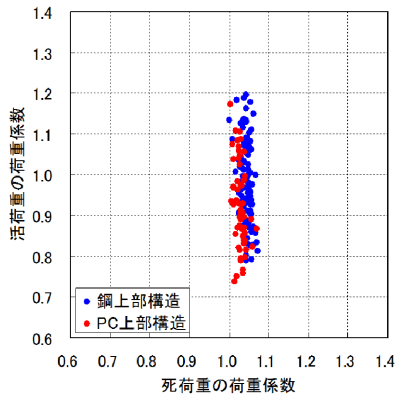


図 1 死荷重と活荷重の荷重係数

図 2 に、ある橋の死荷重のばらつきと活荷重極値分布を示す。死荷重と活荷重では、活荷重のばらつきの方が大きく、図 1 において、死荷重係数よりも活荷重係数のばらつきが大きいことに対応している。他の荷重組み合わせについても分析した結果、ある荷重組合せにおける各荷重係数値のばらつきは、もともとの荷重極値分布のばらつきに依存する傾向があった。したがって、荷重組合せを代表する係数である荷重組合せ係数と荷重単体のばらつき分を考慮する荷重ばらつき係数に分離できることがわかった。

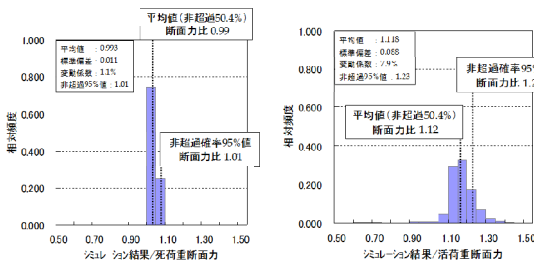


図 2 死荷重・活荷重断面力の極値分布

例えば、死荷重は常に組合せられるので、死荷重に対する荷重組合せ係数は 1.00 となるが、ばらつき分も考えると、死荷重を 1.05 倍しておくのが安全側と考えられる。他方、活荷重については、毎日渋滞が発生すると考えれば、渋滞時の活荷重と死荷重の組合せは日常的に発生するため、死荷重と活荷重の組合せにおける活荷重組合せ係数は 1.00 と仮定でき、図 1 を見ても、荷重ばらつき係数は 0.8-1.2 程度になる。

死荷重と活荷重の組合せの場合にはたまたま組合せ係数が 1.00 と仮定できるケースがあったが、荷重組合せ係数を常に 1.00 と想定するのが合理的でない場合もある。例えば、風荷重を含む組合せについては、他に組合せられる荷重の種類が増えるほど暴風の同時載荷頻度が小さくなるため、風荷重係数は小さくなった。しかし、想定する期間は同じであるので、風荷重のばらつきだけに着目し、風荷重ばらつき係数値は一定であるべきとも考えられる。

過年度までのシミュレーションで得られた個々の橋梁、個々の断面に対するコードキャリブレーション結果を見直し、荷重係数を荷重組合せ係数と荷重ばらつき係数に分解した結果を表 1 に示す。このように荷重係数を分解できたことで、想定する期間に応じ、荷重係数、すなわち荷重ばらつき係数の見直しが容易になるものと考えられる。例えば、風荷重については、地域毎の暴風・強風特性も異なるため、荷重組合せ係数は変えず、荷重ばらつき係数を調整するなどの活用が考えられる。

表 1 荷重組合せ係数と荷重ばらつき係数

荷重組合せ	状況	係数値											
		D		L		T		WS		WL		EQ	
		組合せ係数 <sub>yp</sub>	γ <sub>q</sub>	組合せ係数 <sub>yp</sub>	γ <sub>q</sub>	組合せ係数 <sub>yp</sub>	γ <sub>q</sub>	組合せ係数 <sub>yp</sub>	γ <sub>q</sub>	組合せ係数 <sub>yp</sub>	γ <sub>q</sub>	組合せ係数 <sub>yp</sub>	γ <sub>q</sub>
D		1.00	1.05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
D+L	永続作用が支配的、又は、これに準じる状況	1.00	1.05	1.00	1.25~1.30	—	—	—	—	—	—	—	—
D+L+SW		1.00	1.05	1.00	1.25~1.30	—	—	—	—	—	—	—	—
D+T	変動作用が支配的な状況	1.00	1.05	—	—	1.00	1.00	—	—	—	—	—	—
D+T+WS		1.00	1.05	—	—	0.75	1.00	0.75	1.25	—	—	—	—
D+L+T		1.00	1.05	1.00	1.25~1.30	0.75	1.00	—	—	—	—	—	—
D+L+WS+WL		1.00	1.05	1.00	1.25~1.30	—	—	0.50	1.25	0.50	1.25	—	—
D+L+T+WS+WL		1.00	1.05	1.00	1.25~1.30	0.50	1.00	0.50	1.25	0.50	1.25	—	—
D+WS		1.00	1.05	—	—	—	—	1.00	1.25	—	—	—	—
D+T+EQ		1.00	1.05	—	—	0.50	1.00	—	—	—	—	0.50	1.00
D+EQ	偶発作用が支配的な状況	1.00	1.05	—	—	—	—	—	—	—	—	1.00	1.00
D+CO		1.00	1.05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.00

**[今後の課題]**

荷重ばらつき係数の調整ルールの検討を行う必要がある。

**[成果の活用]**

補修補強設計の技術資料作成の基礎資料として活用する予定である。



# 道路構造物の健全性把握に関する調査検討

Study on soundness grasp of road structures

(研究期間 平成 27～29 年度)

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

研究官 河野 晴彦  
Researcher Haruhiko KOUNO

構造・基礎研究室  
Foundation, Tunnel and Substructures Division  
主任研究官 西田 秀明  
Senior Researcher Hideaki Nishida  
研究官 西藤 淳  
Researcher Jun NISHIFUJI

室長 玉越 隆史  
Head Takashi TAMAKOSHI  
主任研究官 白戸 真大  
Senior Researcher Masahiro SHIRATO  
交流研究員 松村 裕樹  
Guest Research Engineer Yuuki MATSUMURA

室長 間渕 利明  
Head Toshiaki MABUCHI  
主任研究官 阿部 稔  
Senior Researcher Minoru ABE

This project analyzes road structures inspection results to feedback into design standards, inspection standards, and asset management strategies. This year, the applicability of "general evaluation index" NILIM has proposed are tested. Based on the calculation results, when the relevant repair is conducted and the inspection result is improved, the index is also improved. However, when the inspection result is not improved because of re-deterioration, the index is not improved. Accordingly, the proposed general evaluation index can be used as one of the representative indices to measure the activity level of road administrators in road structure preservation.

## 【研究目的及び経緯】

本研究は、道路構造物の点検及び診断結果を分析し、設計基準や点検要領の改定、並びに資産管理への反映方法について検討するものである。

平成 27 年度は、平成 16 年以降定期点検結果が蓄積されている道路橋について、過年度国総研で提案した総合評価指標の実務での活用方法の実証的検討を行った。また、シェッド及び大型カルバートの平成 26 年度定期点検結果より、構造物の構造特性や設置環境特性から変状の発生傾向を整理した。

## 【研究内容及び成果】

### 1. 総合評価指標による道路橋の機能評価

過年度国総研が提案している道路橋の総合評価指標とは、橋梁定期点検において各要素単位での損傷程度客観評価データから、「交通荷重を安全に支持できることの信頼性」を表す耐荷性、「地震等の災害時に想定していた所要の安全性等の性能（緊急車両の通過、速やかな復旧など）が発揮されることの信頼性」を表す災害抵抗性、「日常的な利用において安全・快適な車両走

行が保証されることの確実性」を表す走行安全性を表す 3 種類の指標を、それぞれの指標に関連する部材の重要度を勘案して算出するものである。具体には、それぞれの性能に関連する部材の損傷程度に性能に関わる部材重要度に応じた重み係数を乗じることで損傷程度の評価点を計算し、100 点からの減点方式により各指標値を算出している。各指標値の評価区分は、60 点、30 点を閾値として健全（60 点以上）、要補修（30 点以上 60 点未満）、要緊急対策（30 点未満）の 3 つに区分することを提案している。これは、複雑な損傷等要因の複合評価から機械的に定量化する指標のため点差には厳密性を求めておらず、3 つの区分に判別することの精度を重視して重み係数等を調整し、区分している。

今年度は、補修履歴があり、かつ補修後に点検を実施した橋梁に着目して補修前後の総合評価指標を比較し（表-1）、補修内容と効果について分析を行った。

A 橋は、求める性能に対して必要な補修がなされたことで、損傷程度の評価が改善されたことが、各指標に反映された結果となっている。

B 橋は、防食機能の回復を主桁に実施したことによ

表-1 補修前後の総合評価指標の比較

橋梁諸元	橋梁形式	A橋		B橋		C橋		
		1975年	1976年	1971年	1972年	1966年	1967年	
架設年		1975年	1976年	1971年	1972年	1966年	1967年	
橋長		40.0m	40.0m	52m(2連)	52m(2連)	291.4m(10連)	291.4m(10連)	
総合評価指標	耐荷性	主に主桁の損傷程度評価に依存	69	97	36	82	49	55
	災害抵抗性	主に下部工・支承部の損傷程度評価に依存	0	89	6	56	0	52
	走行安全性	主に床版・伸縮装置の損傷程度評価に依存	87	100	53	59	56	58
	主な補修内容	主桁塗替塗装 ・支承補修 ・下部工断面修復 ・伸縮装置取替			主桁塗替塗装 ・床版断面修復 ・支承補修		主桁部分補修塗装 ・床版断面修復 ・支承取替	

り、耐荷性指標が回復している。同様に、防食機能の回復を支承にも実施したことで災害抵抗性指標が回復しているが、60点に達していない。これは、その後点検に至るまでに一部再劣化したことが反映されたものである。また、床版の補修を実施しているが、走行安全性指標が60点に達していない。これは、部分的な補修を行ったものの、その後点検に至るまでに、補修箇所以外で劣化が進展したことが原因である。結果として、状態の悪化が防げているが、逆に言えば、更なる範囲で予防保全的な補修を行っておけば、橋として状態の改善が図れた可能性もある。

C橋は、支承の取替、それに合わせた防食機能の回復を主桁支承周りで、また、床版の部分補修を実施したものである。補修前後の点検結果から指標値を求めて比較した結果は、B橋と同様であり、同様になった原因も同じであった。

以上より、総合評価指標値や区分の変化から、定期点検の結果を受けて適切に補修が行われたこと、また、予防保全の効果も計れる可能性があることがわかった。引き続き検証を進めることで、適切な補修補強を適時行っていることを計る指標としての総合評価指標の活用が可能か見極めていきたい。

## 2. シェッド・大型カルバートの損傷状況調査

平成26年度に直轄国道で行われた定期点検結果を用いてシェッド(129箇所)及び大型カルバート(224箇所)の健全度の分析を行った。

建設からの経過年数別の構造物の健全度の判定結果を図-1、2に示す。建設からの経過年数が長いほど、シェッドについては構造物の健全度がⅢと判定される割合が高くなっている。一方、大型カルバートについては健全度Ⅰの割合が小さく逆にⅡの割合が大きくなる傾向があるものの、シェッドほどⅢの割合の経年依存性は見られない。

部材別の健全度の判定結果を図-3、4に示す。シェッドでは主梁、頂版、壁・柱、受台が、大型カルバートではカルバート本体で、部材別の健全度がⅢの割合が10%程度以上と他部材と比較して大きくなっている。また、このうちPC構造のシェッド(47箇所)に着目

した部材別の健全度判定結果(図-5)をみると主梁、壁・柱で健全度Ⅲの割合が特に高くなっている。なお、RC構造では頂版で健全性が低いものが比較的多く、鋼構造では部材別で傾向が見られなかった。これらの分析より、構造形式等により部材毎の健全性の傾向が異なることが明らかとなった。

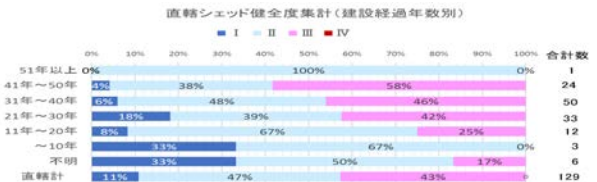


図-1 経過年数別健全度 (シェッド)



図-2 経過年数別健全度 (大型カルバート)

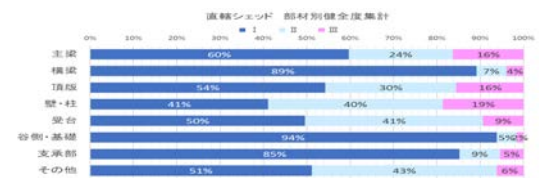


図-3 部材別健全度 (シェッド)



図-4 部材別健全度 (大型カルバート)

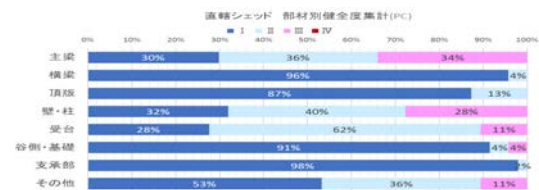


図-5 PC構造のシェッドにおける部材健全度

### [成果の発表]

国総研資料や各種論文で発表予定。

### [成果の活用]

定期点検要領の改定や設計基準原案の検討に反映。

# 盛土・切土・軟弱地盤対策工・自然斜面对策工の

## リスクマネジメント手法に関する調査研究

Study on risk management method for embankment, cut slope and countermeasures for weak ground and natural slope

(研究期間 平成 26 年度～28 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  
Head  
主任研究官  
Senior Researcher  
研究官  
Researcher

藪 雅行  
Masayuki Yabu  
谷川 征嗣  
Masatsugu Tanigawa  
榎本 忠夫  
Tadao Enomoto

The objective of this study is to establish the rational inspection method for earth structures in terms of the disaster management. In the second fiscal year, some important inspection points were summarized based on the past rain-induced disasters. In addition, by analyzing their precipitation data, it may be seen that both continuous and hourly rainfalls should be considered for detecting disaster of natural and cut slopes while the combination of the hourly rainfall data and the parameter taking water content of ground into consideration tends to be effective in predicting disaster of road embankments.

### [研究目的及び経緯]

これまでに建設された道路施設が今後急速に高齢化しつつある中、道路土工構造物は災害によっても損傷するため、道路ネットワーク機能とリスク管理の観点から維持管理手法の構築が必要である。このため、道路土工構造物の点検結果や維持管理実態、災害発生要因等の調査を行い、リスク低減の観点から合理的な維持管理手法を検討するものである。

今年度は、大雨によるのり面・斜面の災害事例から発生要因等を分析し、点検における対応を整理するとともに、災害発生と雨量指標との関係性を検証し、その適合性や今後の活用についての課題を整理した。

### [研究内容及び研究成果]

#### 1. 道路のり面等点検の実態

直轄国道では、図 1 のように巡回におけるのり面・斜面の着目点として、防災カルテ点検に準ずる内容をあげているが、パトロール車内からの目視、もしくは徒歩による路上からの目視で行う巡回では、確認可能な範囲が限定され、上部又は下方ののり面・斜面の一部では目視は困難と考えられる。

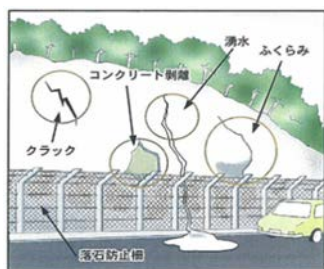


図 1 通常巡回の着目点例

#### 2. 道路のり面等災害の発生要因等の分析

平成 24～26 年度に発生した直轄国道の災害のうち 10 事例の発生要因等を分析するとともに、その結果及び平成 20～23 年度の直轄国道斜面災害の既往調査資料をもとに発生要因等を整理・分析した。災害発生要因は、以下の (A)～(C) が多い傾向がうかがえる。

- (A) 水が集まりやすく、かつ脆弱な地質
- (B) 急勾配やオーバーハングなど不安定な形状
- (C) 排水施設の集中、機能低下および機能不足

#### 3. 発生要因別の点検内容の検討

上記の 3 要因から異常を早期に発見することを目的に、通常巡回、定期巡回、異常時巡回やカルテ点検において、重点的に確認すべき事項を整理した。表 1 に「(A) 水が集まりやすく、かつ脆弱な地質が要因となる区間」の例を示す。

表 1 重点的に確認すべき事項

(A) 水が集まりやすく、かつ脆弱な地質の区間 (通常巡回・異常時巡回)	
模式図	
点検区間	■ 集水地形 ○ 谷状の自然斜面が道路に面する区間 (上図 1)

	<ul style="list-style-type: none"> <li>○上部に谷状自然斜面がある切土区間 (上図2)</li> <li>○切土脇に小規模な谷状自然斜面がある区間(上図3)</li> <li>※のり面・斜面尻に擁壁がある場合を含む</li> <li>■地形改変や土地利用</li> <li>○のり面・斜面上方に平地地があり、工業用地、宅地、墓地などに利用されている区間 (上図4)</li> <li>○のり面・斜面上方に道路がある区間 (上図5)</li> </ul>
点検範囲	○のり尻・斜面尻(擁壁含む)～路面
点検方法	○車中から遠望目視(異常を発見した場合は、停車し徒歩で写真撮影および位置記録)
点検項目	<ul style="list-style-type: none"> <li>○湧水・表流水の有無</li> <li>・のり尻・斜面尻の湧水</li> <li>・擁壁水抜き孔や目地からの湧水</li> <li>・日常的に湧水がある場合は、量やにごりの変化</li> <li>○土砂や小落石の有無</li> <li>○斜面上での土地の造成、道路構築等の改変や伐採行為(車中から確認可能な範囲)</li> </ul>
点検の考え方	<ul style="list-style-type: none"> <li>○通常巡回・異常時巡回では、車中から遠望目視可能な範囲と項目を基本に点検する。</li> <li>○湧水・表流水は、水が集まりやすい状況にあること、土砂や小落石は、地質・土質が脆弱であることを示唆しており、これらの変状は、降雨時などに崩壊が発生する兆候と考えられ、両方の変状が確認される箇所は特に注意を要する。</li> <li>○地形改変や伐採によって、水の流れが変わり、斜面に水が集まりやすくなることがある。また、上方の土地利用先の排水処理が不十分であった場合、その水が斜面に集中する可能性がある。加えて、中腹に道路がある場合は、路面排水が斜面に集中して流れ込む可能性がある。このため、地形改変や伐採、上方で土地利用が行われている箇所は、降雨後の湧水・表流水、土砂や小落石の有無を十分確認する必要がある。</li> </ul>
その他	○巡回結果は、その他巡回および防災カルテ点検と共有

#### 4. 道路災害発生と雨量の関係性の分析

平成 24～26 年度に発生した直轄国道の災害のうち 2. の 10 事例を含む 20 事例を対象として、災害降雨特性と斜面条件(斜面種別、災害要因)別の有効な雨量指標の分析・整理を行った。雨量指標は①時間雨量及び連続雨量、②土壌雨量指数、③実効雨量(半減期 1.5 時間、24 時間、72 時間)、④連続雨量及び連続雨量と時間雨量の組み合わせ雨量の併用法による雨量基準、⑤「国土交通省河川局砂防部と気象庁予報部の連携による土砂災害警戒避難基準雨量の設定方法(案)」の指標及び基準(土壌雨量指数、1 時間雨量)とした。図 2 に連続雨量と時間雨量の組合せ、図 3 に土壌雨量指数と時間雨量の組合せの分析例をそれぞれ示す。

分析の結果、災害降雨特性と斜面条件(斜面種別、災害要因)別の有効な降雨指標について、表 2、表 3 のような傾向が見られた。今後は災害事例の分析数を増やし、災害発生・発見時における土壌雨量指数や実効雨量等と災害発生の関係について、整理・検討が必要である。

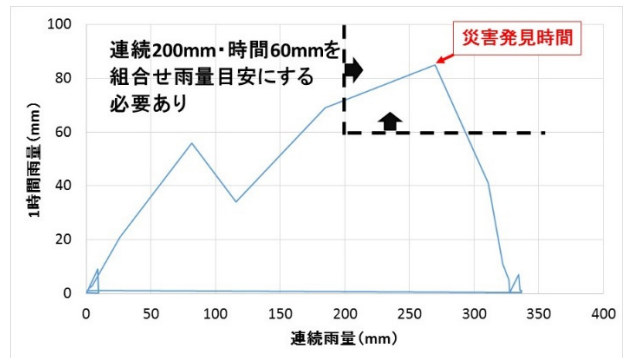


図 2 連続雨量と時間雨量の組合せの例

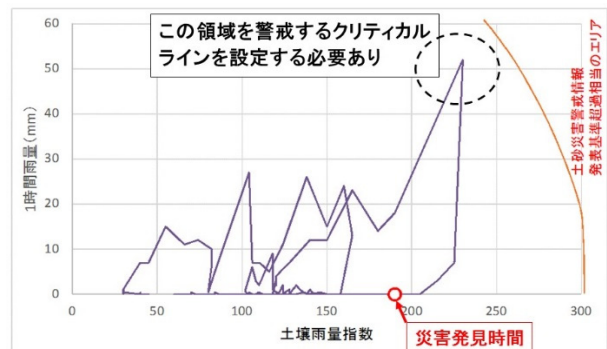


図 3 土壌雨量指数と時間雨量の組合せの例

表 2 降雨特性格別の有効な雨量指標

降雨特性	有効な雨量指標の考察
豪雨	・強度を増す豪雨、集中豪雨は、 <b>連続雨量と時間雨量の組合せ雨量指標</b> が有効
連続する長雨	・ <b>連続雨量や土壌雨量指数</b> が有効 ・後半に強度の大きい降雨では、 <b>連続雨量と時間雨量との組み合わせ</b> が有効
断続的長雨	・降雨休止中の斜面内水分量の評価が可能な <b>土壌雨量指数</b> が有効 ・後半に強度の大きい降雨では、 <b>土壌雨量指数と時間雨量との組み合わせ</b> が有効

表 3 斜面条件別の有効な降雨指標

斜面条件	有効な雨量指標の考察
自然斜面	・豪雨による災害が特徴的 ・ <b>連続雨量と時間雨量の組合せ</b> による警戒が有効
切土のり面	・降雨特性は多様 ・脆弱な切土や集水地形隣接切土は豪雨時の <b>連続雨量と時間雨量の組合せ</b> による適用 ・地すべり等脆弱箇所は長雨時の <b>土壌雨量指数</b> の適用
盛土	・構造物周りの盛土部、路肩崩壊 ・用地外の盛土(土捨て場等) ・後半に強い強度の降雨を伴う断続的長雨で被災 ・ <b>土壌雨量指数と時間雨量の組合せ</b> の適用

#### [成果の活用]

更に研究を進め、道路土工指針類の改訂に反映予定。



# 舗装の管理状態評価に関する調査検討

Research on management state evaluation of pavement

(研究期間 平成 26～28 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 藪 雅行  
Head Masayuki YABU  
研究官 東 拓生  
Researcher Takuo AZUMA  
研究官 石原 佳樹  
Researcher Yoshiki ISHIHARA

This research consider about long life technique of pavement and rational state evaluation method according to each type of characteristic of pavement.

In this study, the authors analyzed the features and degradation cause of early deterioration section of asphalt pavement based on the results of state investigation of the road surface. And the authors conducted structural survey of pavement in the actual road.

As a result, the authors found that the early deterioration of the pavement occurs in particularly cold areas. In addition, about 60% of the early deterioration section did not have the necessary performance, which is shown in the technical standards. The authors found that the early deterioration section has occurred reduction in rigidity and the outflow of the fine fraction of the roadbed and the roadbed, from the structural survey of pavement.

## [研究目的及び経緯]

社会資本整備審議会道路分科会建議「道路の老朽化対策の本格実施に関する提言」(2014年4月)においては、「舗装、照明柱等構造が比較的単純なものは、経年的な劣化に基づき適切な更新年数を設定し、点検・更新することを検討」とされた。これに伴い舗装の維持管理においては、舗装の「更新年数」を意識した維持管理を行うとともに、舗装の長寿命化による長期的なコスト削減を図ることが求められている。

これらを踏まえ、本研究は、各種舗装の特性等に応じた合理的な状態評価方法及び舗装の長寿命化手法について検討するものである。

## [研究内容]

### 1. 舗装の早期劣化区間の特徴、劣化要因の調査

アスファルト舗装については、劣化速度にばらつきが多く、補修を行っても早期に劣化が進行する早期劣化区間が存在する。舗装の平均的な更新年数を延ばしコスト削減を図るためには、こうした早期劣化区間の解消が必要である。

全国の直轄国道の路面性状調査データ及び舗装工事データに基づき早期劣化区間を抽出し、早期劣化に影響を及ぼすと考えられる各種道路条件について整理することにより、舗装の早期劣化区間の特徴、早期劣化に影響の大きい要因について整理を行った。

### 2. 舗装の早期劣化区間の構造調査

舗装の早期劣化区間のうち4区間について、たわみ量測定、コア採取及び室内試験を実施し、劣化が著しい箇所と比較的健全な箇所での舗装の内部構造を比較・分析することにより、舗装構造の面から早期劣化原因について検討するとともに、舗装の早期劣化を評価するために必要となる構造調査方法(調査項目)について検討した。舗装の構造調査は、表-1に示す直轄国道の4区間で実施した。区間選定にあたっては、①損傷形態(ひびわれ卓越、わだち掘れ卓越)による早期劣化要因の違い、②一般地域と雪寒地域による早期劣化要因の違いに着目し、車両走行範囲の中で劣化の著しい箇所(以下、非健全部という)と比較的健全な箇所(以下、健全部という)の両方がある区間から選定した(舗装構成は図-1のとおり)。

構造調査項目としては、現地においてFWDによるたわみ量測定を行うとともに、アスファルト混合物層のコア採取( $\phi 300\text{mm} \times 1$ 本、 $\phi 100\text{mm} \times 3$ 本)を行った。

表-1 構造調査箇所一覧

調査区間	経過年数	ひび割れ率(%)	最大わだち掘れ量(mm)	大型車交通量(台/日・方向)	一般/雪寒の区分
A	9	44.6	12	2,012	雪寒
B	7	43.3~48.0	9~11	1,042	雪寒
C	9	8.6	50	1,208	一般
D	7	47.0	9	1,898	一般

FWD によるたわみ量からは路床の CBR 及び残存等値換算厚  $T_{A0}'$  を算出するとともに、多層弾性理論に基づく逆解析により舗装各層の弾性係数を求めた。

またコア採取については、 $\phi 300\text{mm}$  削孔部において路盤・路床材料を人力掘削により採取するとともに、路盤及び路床の表面において簡易支持力測定（キャスポル試験）を実施し、CBR を計測した。採取したアスファルト混合物層のコアについては、圧裂強度試験を行うとともに、アスファルト抽出を行い骨材の粒度試験、針入度試験を行った。また、採取した路盤・路床材料の粒度試験を行った。

【研究成果】

1. 舗装の早期劣化区間の特徴、劣化要因の調査

全国の直轄国道の早期劣化区間について、路面性状調査データにより特徴を整理するとともに、舗装工事データにより舗装構成を確認し、等値換算厚  $T_A'$  及び必要等値換算厚  $T_A$  を算出し、両者の関係について検討した。

その結果、東北地整の大型車交通量 250~1,000 台/日に早期劣化が多く、一般地域より雪寒地域で早期劣化区間が多い傾向が見られた。また、早期劣化区間のうち約 4 割は、 $T_A'$  が  $T_A$  を満足しているにもかかわらず早期劣化が発生しており、このような区間は特に DID 地区に多い傾向が確認された。

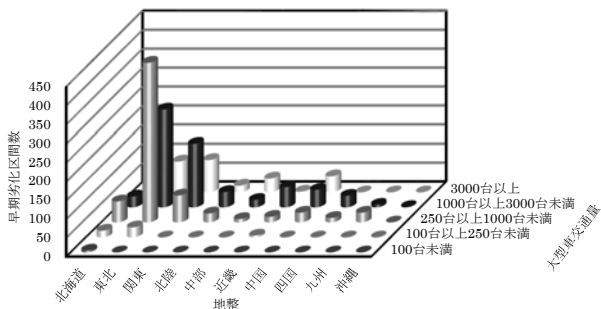


図-1 早期劣化区間の特徴

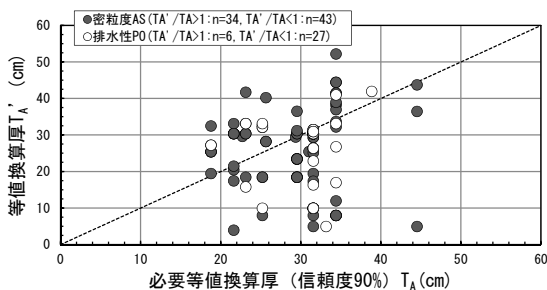


図-2 早期劣化区間の等値換算厚

2. 舗装の早期劣化区間の構造調査

図-3 に、FWD によるたわみ量及び算出した CBR、逆解析により算出した各層の弾性係数を示す。4 区間と

も非健全全部は健全全部と比較してたわみ量が大きく、アスファルト層の弾性係数が低い傾向を示している。一方、路盤の弾性係数及び路床の CBR については、積雪寒冷地域である調査区間 A と B については健全全部に比べて非健全全部が明らかに低い傾向が見られるが、一般地域である調査区間 C、D は非健全全部と健全全部の差が小さい傾向が見られる。

路盤材料の細粒分含有率を図-4 に示す。調査区間 A の路盤を除き、非健全全部は健全全部より細粒分含有率が低くなっており、路盤の細粒分の流出により粒子のかみ合わせのバランスの崩れが発生しているものと推測される。

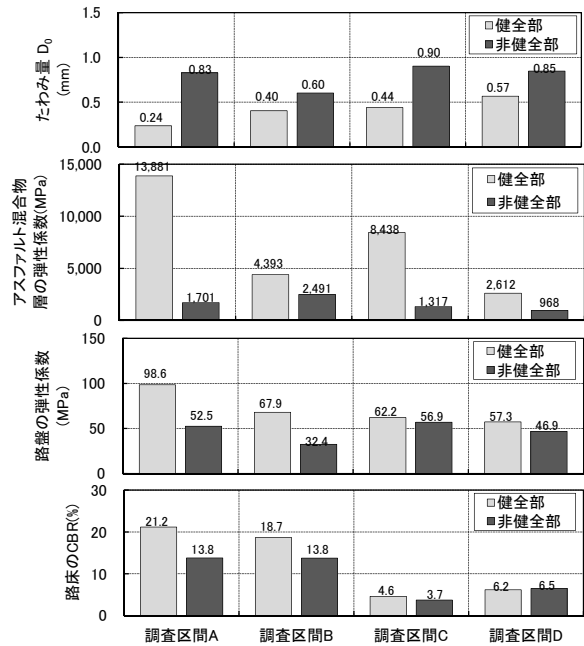


図-3 構造調査結果 (FWD 調査)

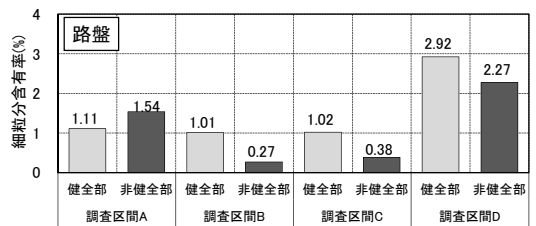


図-4 路盤の粒度試験結果 (細粒分含有率)

【成果の発表】

各種論文 (土木学会第 71 回年次学術講演会) 等で発表予定。

【成果の活用】

各種舗装の特性等に応じた合理的な状態評価方法及び舗装の長寿命化手法について今後さらに検討を進め、舗装の維持管理に関する技術資料をとりまとめる予定である。

# 道路舗装の違いによる自動車からの二酸化炭素排出削減メカニズムの解明

—路面性状の違いによる自動車からの二酸化炭素排出量の変動要因の把握—

Elucidation of the reduction mechanism of carbon dioxide which a vehicle exhausts when it travels on various types of paved road

(研究期間 平成 25～27 年度)

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

室長  
Head  
研究官  
Researcher

井上 隆司  
Ryuji INOUE  
長濱 庸介  
Yosuke NAGAHAMA

When the pavement of the road is damaged, fuel consumption and carbon dioxide emission of vehicles which travel on the road will be increased. This paper attempted to elucidate the mechanism of carbon dioxide emission of vehicles which travel on various types of paved road.

## 〔研究目的及び経緯〕

国内の二酸化炭素排出量の約 17%は運輸部門が占め、このうち約 86%は自動車から排出されている<sup>1)</sup>。こうした現状を受け、国や地方自治体では、自動車からの二酸化炭素排出量を削減するため、次世代自動車等の普及促進や交通流対策など、様々な角度から対策を講じている。一般的に、舗装路面が損傷することで自動車の燃費が悪化し、走行中の自動車からの二酸化炭素排出量は増加するものと考えられる。したがって、舗装の修繕は通行車両の安全性を向上させるだけでなく、環境負荷の低減効果も期待できる可能性がある。

そこで本研究では、道路舗装の損傷による自動車からの二酸化炭素排出量の変動要因を解明することを目的として、路面性状の異なる実道路における自動車からの二酸化炭素排出量について測定・分析を行った。

## 〔研究内容〕

平成 27 年度は、自動車からの二酸化炭素排出量の変動要因に関する知見を収集・分析し、過年度に実施した、路面性状の異なる実道路における自動車からの二酸化炭素排出量変動特性試験<sup>2)</sup>(実道路試験)のデータと比較することで、自動車からの二酸化炭素排出量の変動要因を整理するとともに、各変動要因の影響について把握した。

## 〔研究成果〕

(1) 自動車からの二酸化炭素排出量の変動要因に関する知見の収集・分析

二酸化炭素排出量や燃料消費量に影響を与える要因は、走行抵抗と走行以外の動力、その他の要因に分類されること、走行抵抗は転がり抵抗・加速抵抗・空気

抵抗・勾配抵抗で構成されること、転がり抵抗と路面性状は関係性を有していると考えられることを踏まえ、以下 3 つの観点より論文収集・分析を行った。

①燃料消費量・二酸化炭素排出量に及ぼす走行抵抗の影響度合い

②転がり抵抗と路面性状等の変動要因の関係

③燃料消費量・二酸化炭素排出量に及ぼす加速抵抗の変動要因(エンジン回転数、自動車交通流)

その結果、①では、燃料消費量・二酸化炭素排出量に及ぼす転がり抵抗の寄与率は約 20%～35%(車種や速度により異なる)と推計された。②では、転がり抵抗と速度の関係は正の関係にあり、逆に気温は負の関係にあること、タイヤ側の要因として、タイヤ温度や空気圧は負の関係にあるがトレッドの厚さは正の関係であること、路面側の要因として平坦性やたわみは正の関係にあるが路面温度は負の関係があること等が明らかとなった。③のうち、エンジン回転数については、トルクの状況にもよるが概ね燃料消費量等と正の関係にあることが明らかとなった。自動車交通流については、エコドライブ走行による効果が約 10～15%の改善となること、道路ネットワークの整備が約 2～11%の改善となることが明らかとなった。

(2) 自動車からの二酸化炭素排出量の変動要因の整理と影響度合いの把握

過年度に実施した、実道路試験<sup>2)</sup>の分析結果と上記(1)で得た知見を比較し、自動車からの二酸化炭素排出量の変動要因を整理し、各変動要因の影響について把握した。

実道路試験の分析は、二酸化炭素排出量と変動要因との関係を、①二酸化炭素排出量と転がり抵抗の関係、②転がり抵抗係数と変動要因の関係に分解して分析を

行い、①と②を繋ぎ合わせることで二酸化炭素排出量の変動要因を整理した。

①については、実道路試験のデータを分析したところ、転がり抵抗に起因する二酸化炭素排出量と転がり抵抗の関係が正の一次式で定量的に表すことができた（R-sq で 0.6～0.8）。この結果は、(1) で得た知見と同様の傾向を示していた（図 1）。

②については、路面性状の指標（ひび割れ、わだち掘れ、平坦性）のうち、わだち掘れ量についてのみ、転がり抵抗係数と路面性状（わだち掘れ量）の関係が正の一次式で定量的に表すことができた（R-sq で 0.6～0.9）。この結果は、(1) で得た知見と同様の傾向を示していた（図 2）。

①と②から二酸化炭素排出量と変動要因との関係を定式化し（表 1）、この式を適用して変動要因（わだち掘れ量）の影響度合いを、舗装種別・損傷内容別に整理した。排水性舗装よりも密粒度舗装の方が二酸化炭素排出量は少ないこと、わだち掘れが発生している舗装の二酸化炭素排出量が一番多く、損傷なしが最も排出量が少ない結果となった（表 2）。

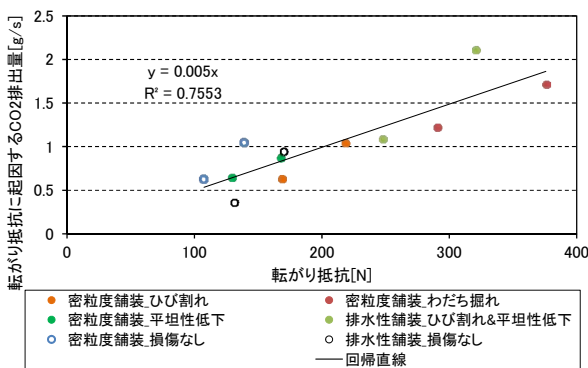


図 1 二酸化炭素排出量と転がり抵抗の関係  
(例：ディーゼル貨物車 車両総重量 4.4t の場合)

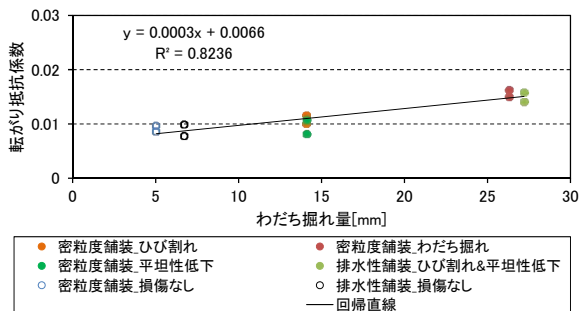


図 2 転がり抵抗係数とわだち掘れ量の関係  
(例：ディーゼル貨物車 車両総重量 4.4t の場合)

【成果の活用】

本成果は、舗装の維持・修繕がもたらす、燃料消費量や二酸化炭素排出量の削減という副次的な効果を把握する際の知見として活用できると考えられる。

【参考文献】

- 1) 国交省 HP：運輸部門における二酸化炭素排出量  
[http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/environment/sosei\\_environment\\_tk\\_000007.html](http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/environment/sosei_environment_tk_000007.html)
- 2) 長濱、小川、井上：舗装の供用性低下がもたらす自動車からの二酸化炭素排出量への影響、土木学会第 70 回年次学術講演会講演概要集、2015 年

表 1 二酸化炭素排出量とわだち掘れ量の関係式

車両	積載条件	二酸化炭素排出量とわだち掘れ量の関係式
ガソリン普通乗用車	—	CO2 = 0.0229x + 0.2033
ディーゼル貨物車 (車両総重量 4.4t)	半積載	CO2 = 0.0364x + 0.3234
	満積載	CO2 = 0.0469x + 0.4166
ディーゼル貨物車 (車両総重量 25t)	半積載	CO2 = 0.0707x + 0.6275
	満積載	CO2 = 0.0967x + 0.8584

CO2: 転がり抵抗に起因する二酸化炭素排出量 (g/s)  
x: わだち掘れ量 (mm)

表 2 実道路試験の条件別二酸化炭素排出量

車種	積載量	舗装種別	主な損傷	転がり抵抗 [N]	転がり抵抗に起因する CO2 排出量 [g/s]
ガソリン普通乗用車	—	排水性	無し	79.6	0.357
		排水性	ひび割れ + 平坦性低下	184.0	0.826
		密粒度	無し	71.0	0.319
		密粒度	ひび割れ	117.2	0.526
		密粒度	わだち掘れ	179.4	0.805
		密粒度	平坦性低下	117.3	0.526
ディーゼル貨物車 (最大積載量 4.4t)	半積載	排水性	無し	114.4	0.569
		排水性	ひび割れ + 平坦性低下	264.4	1.314
		密粒度	無し	102.0	0.507
		密粒度	ひび割れ	168.3	0.836
		密粒度	わだち掘れ	257.8	1.281
		密粒度	平坦性低下	168.5	0.837
	満積載	排水性	無し	148.0	0.733
		排水性	ひび割れ + 平坦性低下	342.0	1.693
		密粒度	無し	131.9	0.653
		密粒度	ひび割れ	217.8	1.078
		密粒度	わだち掘れ	333.5	1.650
		密粒度	平坦性低下	218.0	1.079
ディーゼル貨物車 (最大積載量 25t)	半積載	排水性	無し	611.3	1.103
		排水性	ひび割れ + 平坦性低下	1412.2	2.549
		密粒度	無し	544.7	0.983
		密粒度	ひび割れ	899.2	1.623
		密粒度	わだち掘れ	1377.0	2.486
		密粒度	平坦性低下	900.2	1.625
	満積載	排水性	無し	839.8	1.510
		排水性	ひび割れ + 平坦性低下	1940.2	3.487
		密粒度	無し	748.4	1.345
		密粒度	ひび割れ	1235.4	2.221
		密粒度	平坦性低下	1236.8	2.223



# 実測データを活用した道路供用等に伴う自動車からの二酸化炭素 排出量変化のモニタリング手法に関する検討

Examination about the technique of the monitoring of CO<sub>2</sub> emissions from vehicles with utilized the measured data

(研究期間 平成 26～28 年度)

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

室長  
Head  
研究官  
Researcher

井上 隆司  
Ryuji INOUE  
長濱 庸介  
Yosuke NAGAHAMA

Because improving the speed of vehicles by easing traffic congestion leads to the reduction of fuel consumption, road improvement and proper routes choice will contribute to the reduction of carbon dioxide emissions. However, a study on how to quantitatively grasp their effects is still under way.

In this research, it aims to develop methods that estimate carbon dioxide emissions from vehicles utilizing vehicle travel data.

## 〔研究目的及び経緯〕

COP21(気候変動枠組条約第21回締約国会議)が2015年11月30日から12月13日にパリで開催され、2020年以降の地球温暖化対策の法的枠組み(パリ協定)が採択された。COP21に向けて日本が提出した「約束草案」では、2030年度の温室効果ガスの削減目標を2013年度比マイナス26.0%としている。このうち運輸部門では、燃費改善や次世代自動車の普及、その他運輸部門対策(交通流対策の推進、公共交通機関の利用促進等)により、6,200万トンの二酸化炭素を削減することが目標とされている。

渋滞解消による自動車の速度向上は燃料消費量の削減に繋がるため、幹線道路の整備や適切な経路選択などの「道路を賢く使う取組」は二酸化炭素排出量の削減に貢献するものと考えられる。しかし、その効果を定量的に把握する方法については研究途上である。

本研究では、プローブデータ等自動車の走行データを活用した、自動車からの二酸化炭素排出量のモニタリング手法の構築に向けた研究に取り組んでいる。

## 〔研究内容〕

平成27年度は、道路情報(民間プローブデータ、トラフィックカウンターデータ及び道路交通センサ結果等)を用いて、自動車からの二酸化炭素排出量等の可視化を行った。

## 〔研究成果〕

## (1) 使用データ

二酸化炭素排出量の算出に用いた道路情報は、国土技術政策総合研究所の道路交通調査プラットフォームに格納されている、全国の平成22年度道路交通センサにおける交通調査基本区間単位の平成25年度及び平成26年度の2年間分のデータを使用した。

## (2) 可視化の方法

可視化の方法を検討するにあたり、データの処理時間の短縮化や、道路情報の新たなデータの追加および集計機能の追加等、将来の拡張性を考慮した。具体的には、あらかじめデータベースに必要となる各種データを格納しておき、GIS上へ必要なデータを取り込んで表示する構成とした(図1)。

## (3) 可視化したデータ項目

可視化するデータ項目は、全国の道路交通センサ対象区間における、単位道路延長当たりの年間二酸化炭素排出量、自動車台キロ当たりの年間二酸化炭素排出量、及び単位道路延長当たりの月別・平日休日別・時間別・上下線別・大型小型車別の二酸化炭素排出量を基本とした(図2、表1)。

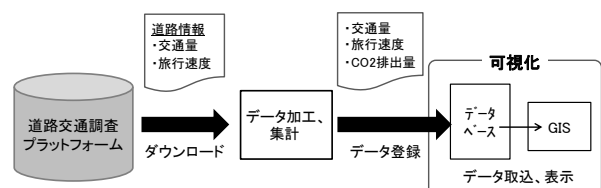


図1 可視化の方法

また、二酸化炭素排出量に変化が見られた場合に、その要因が分析・評価できるよう、二酸化炭素排出量の算出に用いた交通量および旅行速度の可視化が行えるように設定した他、メッシュ単位で道路を集約した場合における二酸化炭素排出量の可視化や、二酸化炭素排出量を過去の特定の時点と比較した場合における差分値の可視化が行えるように設定した(図3～図5)。

**【成果の活用】**

交通流対策等による二酸化炭素発生抑制効果进行评估する手法として活用することを予定している。

表1 可視化したデータ項目

データ項目	集計単位
二酸化炭素排出量	単位道路延長当たりの年間排出量
	自動車台キロ当たりの年間排出量
	単位道路延長当たりの月別平日休日別時間別上下線別大型小型車別排出量
交通量	月別平日休日別時間別上下線別大型小型車別交通量
旅行速度	月別平日休日別時間別上下線別旅行速度

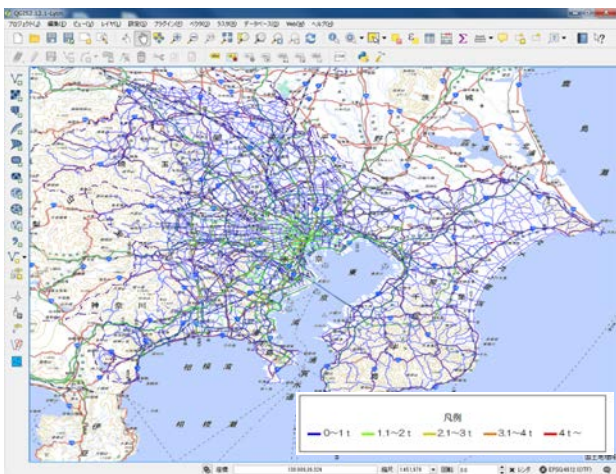


図2 単位道路延長当たりの二酸化炭素排出量の一例  
(平成25年11月0時台、上り、平日、小型車)

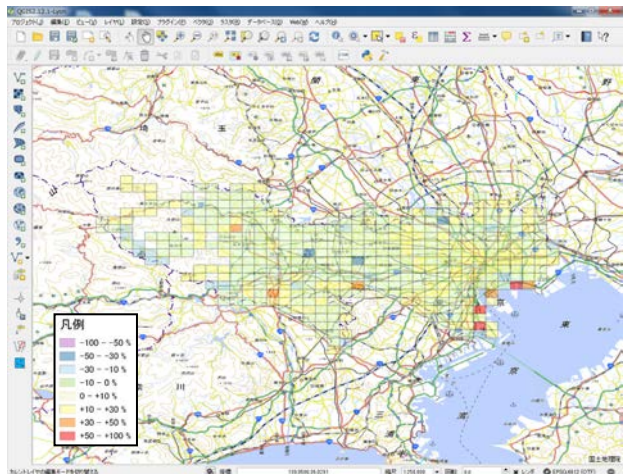


図4 二酸化炭素排出量の差分値の一例  
(2kmメッシュ表示、平成25年4月0時台に対する平成26年4月0時台の差分、上り、平日、小型車)

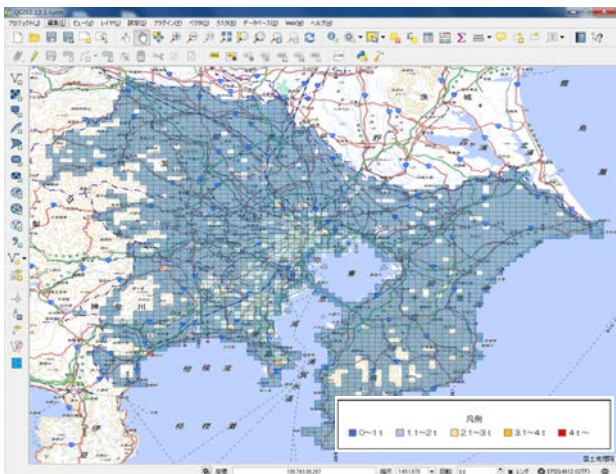


図3 メッシュ単位の二酸化炭素排出量の一例  
(2kmメッシュ表示、平成25年11月0時台、上り、平日、小型車)

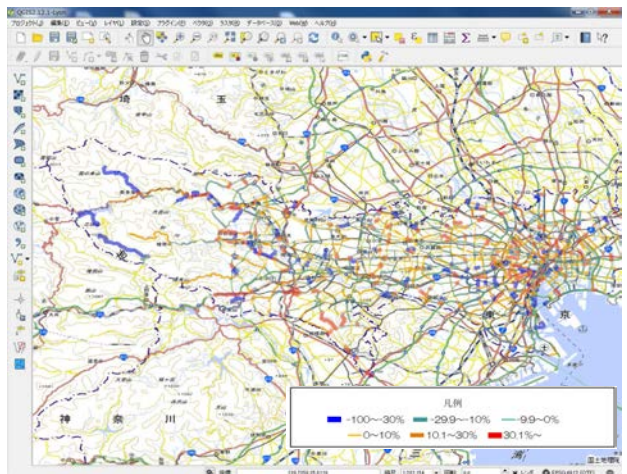


図5 旅行速度の差分値の一例  
(平成25年4月0時台に対する平成26年4月0時台の差分、上り、平日、小型車)

# 動植物の保全措置の効果把握と効率化に向けた検討

Study on Rationalization and Improvement of Wildlife Preservation Measures for Road Environmental Impact Assessment

(研究期間 平成 26～29 年度)

道路交通研究部 道路環境研究室 Road Traffic Department Road Environment Division	室長 Head 主任研究官 Senior Researcher 研究官 Researcher 研究官 Researcher 交流研究員 Guest Research Engineer	井上 隆司 Ryuji INOUE 大城 温 Nodoka OSHIRO 瀧本 真理 Masamichi TAKIMOTO 光谷 友樹 Yuki MITSUTANI 長谷川 啓一 Keiichi HASEGAWA
---	--	---

This study aims to rationalization and improvement of wildlife conservation measures. The study focuses on three topics. The first one is collecting and analyzing assessment statements and survey reports of national highway projects throughout Japan. The second is transplant method for *Cephalanthera*. The third is selection of translocation sites using species distribution model.

## [研究目的及び経緯]

国土技術政策総合研究所は、道路事業の環境影響評価（以下、「アセス」）を行う場合の一般的な手法をとりまとめた「道路環境影響評価の技術手法」（国総研資料第714号。以下、「技術手法」）を作成して、アセスの適切かつ円滑な実施を支援している。アセスでは、最新の法制度等を反映しつつ、科学的かつ効果的・効率的に行うことが求められる。

アセスで扱う環境要素のうち、動物、植物、生態系の自然環境分野は、調査及び環境保全措置の情報に対象となる希少種等の位置情報が含まれているため、情報の公開・共有が進まずに手法の改善が進みづらい状況にある。そこで本研究では、環境影響評価における自然環境分野の保全技術向上及び合理化を目的として以下の研究を行った。

- ・全国の環境保全措置の実施状況の整理・分析、環境保全のための取り組みに関する事例集作成
- ・移植困難種等の保全技術の検討
- ・動植物の分布推定モデルの環境保全措置検討での適用にむけた試行

## [研究内容]

### 1. 全国の環境保全措置の実施状況の整理・分析

環境保全措置の実施状況を横断的に収集・分析し、知見の共有、保全措置の合理化等を図るため、全国の

直轄道路事業における動物、植物、生態系についての調査、予測、環境保全措置の結果に関する資料を収集した。収集できた資料から必要な情報を抽出し、データベース化を行った。

また、収集した資料を用いて、道路事業者間で情報共有すべきと考えられた好事例をピックアップし、国総研資料第906号「道路環境影響評価の技術手法『13. 動物、植物、生態系』における環境保全のための取り組みに関する事例集（平成27年度版）」を作成した。

### 2. 移植困難種等の保全技術の検討

これまでの環境保全措置の実施結果より、環境保全措置技術の確立が喫緊の課題と考えられた、キンラン属および攪乱依存種を対象とした環境保全措置の実証実験を実施した。

### 3. 分布推定モデルの環境保全措置検討での適用の試行

効果的・効率的に自然環境分野の環境影響評価を進めるにあたり、活用可能なツールと考えられる分布推定モデルについて、環境保全措置検討における活用に向けて試行を行った。試行内容は両生類の移設先選定に用いることを想定し、過年度作成済みのGLMによる統計解析、人工知能のアルゴリズムを用いた機械学習モデルで推定した結果について、現地調査を実施して予測結果の検証を行った。



[研究成果]

1. 全国環境保全措置の実施状況の整理・分析

1.1 データベースの作成

自然環境関連の調査資料を収集した結果、過年度に収集済み分とあわせて、昭和52年から平成26年までの38年間計417事業1,196件の報告書が収集された。これらを取りまとめたデータベースを作成した。

1.2 環境保全のための事例集の作成

収集した資料から、他事業において参考となる好事例を抽出し、国総研資料第906号「道路環境影響評価の技術手法『13. 動物、植物、生態系』における環境保全のための取り組みに関する事例集（平成27年度版）」を作成した（表1）。

事例集の中では、道路事業の環境保全の考え方の概要を整理した上で、計116事例の保全事例の紹介・解説を行った（図1）。

表1 事例集の構成

はじめに：本資料のねらい
1 道路事業における動物、植物、生態系に対する考え方の概要
2 環境の把握技術と評価手法
3 環境保全のための取り組み事例
おわりに



図1 各事例のイメージ

2. 移植困難種等の保全技術の検討

これまでの道路事業における環境保全措置の結果から、特に保全技術の向上が望まれる移植困難植物（キンラン属）及び攪乱依存種（一～二年草等）を対象として、保全技術向上に向けた実証実験を実施した。キンラン属の実験は、効果的な株移植手法の検討の他、播種や林床管理による保全手法を検討した（図2）。攪乱依存種の実験は、表土移植による保全実験を実施した（図3）。



図2 株移植実験の様子



図3 表土移植実験の様子

3. 分布推定モデルの環境保全措置検討での適用の試行

過年度検討済みのGLMによる統計解析、人工知能のアルゴリズムを用いた機械学習モデルで推定した分布推定結果の検証を行った（図4）。

対象種は、アカハライモリとニホンアカガエルの両生類2種とし、移設先を選定する際に本モデルを使用することを想定した。両種ともモデルで分布可能性が高いと予測されたエリアは、現地でも良好な環境が確認された。よって、分布推定モデルを用いて調査範囲全体から移設候補地の絞り込みを行い、実際の状況を現地で選定する手法を取ることで、移設先検討の効率化と説明性の高い地点選定が可能と考えられた。

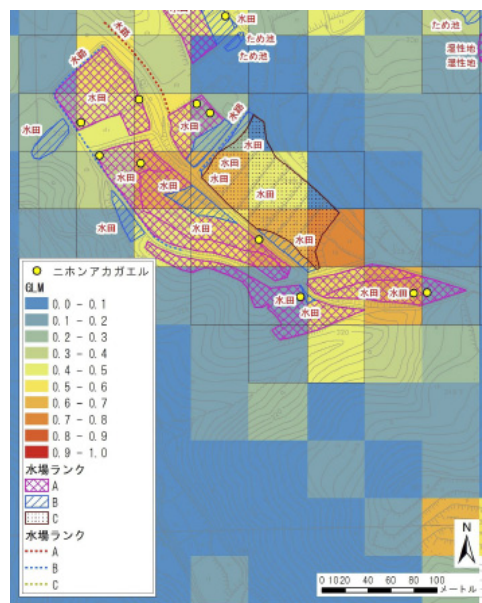


図4 分布推定モデルの検証結果例

[成果の活用]

国総研資料第906号「道路環境影響評価の技術手法『13. 動物、植物、生態系』における環境保全のための取り組みに関する事例集（平成27年度版）」の公表により、道路事業者間で好事例の共有が図れた。今後、「道路環境影響評価の技術手法」の改定に向けて、本研究成果等を踏まえ、自然環境のアセスの合理化を進める。



# 騒音の抑制に関する新たな対策に関する検討

Study on new noise abatement measures

(研究期間 平成 26～27 年度)

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

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

井上 隆司  
Ryuji INOUE  
吉永 弘志  
Hiroshi YOSHINAGA  
大河内 恵子  
Keiko OHKOUCHI  
長谷川啓一  
Keiichi Hasegawa

This study aims to find new noise abatement measures for road traffic noises ( RTN ) caused by sudden acceleration, heavy braking, speeding, expansion joints on bridges, and rutting in pavements, etc. Measurements of vehicles noise, speed, and acceleration in public roads, experiments on noise caused by temporary steps on road surface at test truck in NILIM, as well as preliminary study on enlightenment for noise abatement driving had been done in fiscal year (FY) 2014. Questionnaire surveys on requests by roadside residents for reducing noise and vibration, consideration of a method for estimating the reduction of road traffic noise through speed reduction, as well as measurements of attenuation due to tree groves were carried out in (FY) 2015. The results are as follows: The majority of the requests for reducing noise at 77 road offices were complaints about the noise and vibration caused by road damage. An experimental data on the relation among step height, speed, and noise had been acquired. RTN is estimated to be reduced by 3dB to 4 dB, if speed was reduced by 20 km/h. Additional attenuation of RTN due to tree, besides the attenuation due to the ground, is expected in greenbelt.

## 〔研究目的及び経緯〕

本研究は、急加速・急減速・規制速度超過・橋梁のジョイント・路面の轍等に起因して発生する道路交通騒音(RTN: road traffic noises)の新たな抑制策を見いだすことを目的としている。平成 26 年度は、公道における規制速度・走行状態別の騒音・速度・加速度の測定、国土技術政策総合研究所の試験走路における仮設の段差に起因する騒音の測定、および騒音を抑制する運転の啓発についての調査を行った。平成 27 年度は、騒音振動の抑制にかかる住民要望の調査、速度抑制による騒音低減量の予測、植樹帯における騒音の減衰量の測定解析、および今後の単体規制による騒音の変化の調査を行った。

## 〔研究内容〕

### (1) 騒音・速度・加速度の測定

騒音を抑制する運転等による騒音の低減量の予測に資することを目的とし、規制速度・走行状態別に騒音・速度・加速度を公道で測定した。

### (2) 段差に起因する騒音の測定

路面の凹凸に起因する騒音の定量化、延いては騒音抑制に資することを目的とし、国土技術政策総合研究所の試験走路において、仮設の段差に起因する騒音を測定した。

### (3) 騒音を抑制する運転の啓発についての調査

騒音を抑制する運転を啓発する方法の立案に資することを目的とし、ドライバーへの啓発に関連する文献調査、啓発の事例調査、広告代理店の担当者へのインタビュー調査、およびドライバーへのアンケート調査を行った。さらに、路上での表示によりドライバーに啓発する方法を試行した。

### (4) 騒音振動の抑制にかかる住民要望の調査

騒音振動の抑制にかかる相談・要望・苦情等に関しては、関係者の経験等の範囲で断片的に把握されていたが、全国を俯瞰した情報は不足していた。これらの情報を整理して関係者に提示することで、より合理的な騒音政策に資することを目的とし、全国の直轄道路の管理者を対象としたアンケート調査、および典型的

な事例の訪問調査を行った。

#### (5) 速度抑制による騒音低減量の予測

試験走路での6台の試験車のA特性音響パワーレベル  $L_{WA}$  の測定値、および公道での等価騒音レベル  $L_{Aeq}$  (総交通量 35,927 台) の測定値を分析し、速度抑制による騒音低減量を予測した。

#### (6) 植樹帯における騒音の減衰量の測定

植樹帯内の樹木による騒音の減衰量を計算する知見を得ることを目的とし、試験音源を使用した公園での測定(2箇所)、および公道での等価騒音レベル  $L_{Aeq}$  の測定(3箇所)を行い、測定値を解析するとともに文献値と比較した。

#### (7) 今後の単体規制による騒音の変化の調査

自動車騒音単体規制値の推移、および今後導入が予定されている加速走行騒音規制(R51-3)とタイヤ騒音規制(R117-02)の規制値を整理し、将来の騒音低減量を試算した。計算では規制値、タイヤ音・エンジン音別の騒音発生量を考慮し、計算方法は、交通マイクロシミュレーションおよび簡易計算の双方とした。

#### [研究成果]

##### (1) 騒音・速度・加速度の測定

加速走行のA特性音響パワーレベル(主としてエンジン音由来)  $L_{WA}$  は規制速度が40kmの道路では幹線道路の平均より小さいこと(図-1)等を把握した。

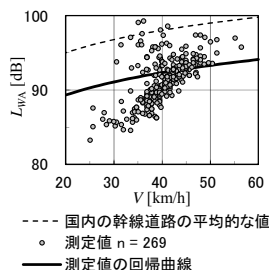


図-1 40km/h 規制の道路での加速騒音(乗用車)

##### (2) 段差に起因する騒音の測定

段差の高さ・走行速度と騒音の関係を車種別に把握した。路面の段差が大きくなると騒音は、大きくなること、平坦な路面との差(dB値)は、速度が大きくなっても大きく変化しないこと、および平坦な路面との差(dB値)は、乗用車・バスでは小さく、大型車では大きいこと等を把握した。

##### (3) 騒音を抑制する運転の啓発についての調査

ドライバーに対する啓発に関連する報文71件、啓発の事例27件の情報を収集した。また、公道において横断幕等での啓発を試行したが騒音値は変化しなかった。メディアや数量など広報の方法に課題が残

された。

#### (4) 騒音振動の抑制にかかる住民要望の調査

アンケート調査の結果(回答77事務所)を整理し、相談・要望・苦情等の件数は騒音と振動で同程度であること、騒音振動の発生要因は路面の劣化やジョイントが多いこと、および対策は路面の補修・切削オーバーレイ・段差の擦りつけ・橋梁のジョイント補修の順に多いこと等を把握した。訪問調査の結果、道路管理者は、住民との対話に努め、限られた予算をやりくりして対応している実情等を把握した。

#### (5) 速度抑制による騒音低減量の予測

加速時の騒音発生量について、到達目標速度を変数とし、国内の平均値(文献値)との差として整理した(図-2)。大型車類、および小型車類の加速時の騒音は、達成目標速度を10km/h下げると0.8dB、および1.9dB下がると予測した。また、公道での  $L_{Aeq}$  の測定値に基づき、速度を10km/h抑制すると1.3~2.5dB騒音が下がると予測した。これらを総合し、速度を20km/h抑制できれば騒音を3~4dB抑制できると試算した。この試算結果は、速度規制による騒音対策を実施した海外の事例(文献)の測定値と整合した。

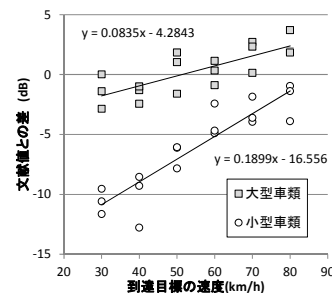


図-2 到達目標速度とA特性音響パワーレベルの文献値との差の関係

##### (6) 植樹帯における騒音の減衰量の測定

測定および解析では、幾何減衰・回折・地表面減衰・空気吸収等の影響を除外した。樹木による騒音の減衰量の母平均の95%信頼区間は-0.22 dB/m以上-0.04 dB/m以下と推定した。この値は、同じ尺度に換算した文献値(複数)の中間程度の値となった。

##### (7) 今後の単体規制による騒音の変化の調査

2040年には単路、および信号交差点の双方で等価騒音レベルが約3dB減少するとの予測結果になった。

#### [成果の活用]

報告書等としてとりまとめた調査結果は、省内で騒音政策を担当する関係部署に提示した。今後は、実務への反映に向けて補足調査等を実施する予定である。

# 沿道大気環境予測技術の高度化

Study to develop the advance technique of the roadside air quality prediction

(研究期間 平成 26～28 年度)

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

室長  
Head  
研究官  
Researcher

井上 隆司  
Ryuji INOUE  
瀧本 真理  
Masamichi TAKIMOTO

The case which the estimate and the evaluation of PM<sub>2.5</sub> are demanded concerning about the environmental impact assessment after the environmental standard of PM<sub>2.5</sub> has been announced is increasing. In this study, the author observed the air quality of the roadside and analysed dispersion and the source of the air pollutant.

## [研究目的及び経緯]

平成 21 年 9 月に微小粒子状物質 (PM<sub>2.5</sub>) の環境基準が告示された後、環境影響評価において、PM<sub>2.5</sub> の予測・評価が求められる事例が増えつつある。一方、中央環境審議会答申によると「その発生源は多岐にわたり大気中の挙動も複雑であることから、当面、科学的知見の集積が必要である。」とある。

本調査では、夏季を対象に、道路沿道で現地調査を行い、PM<sub>2.5</sub> を含めた大気質の距離減衰等拡散性状解析及び発生源由来解析を行ったものである。

## [研究内容]

大気質濃度等の現地調査は、道路構造が平面 (さいたま市、一般国道 16 号) と切土 (土浦市、一般国道 6 号) の 2 箇所において、8 月下旬～9 月上旬に実施した。調査期間はそれぞれ 1 週間とした。

現地調査項目は、以下のとおりである。なお、調査地点位置を図 1 に、成分分析の項目と方法を表 1 に示す。

- ① 沿道 0m、10m、30m、60m、100m、150m 地点及び風上側後背地の計 7 地点 (図 1 参照) での自動測定機による NO<sub>x</sub>、SPM 及び PM<sub>2.5</sub> の計測、米国の連邦標準測定法 (FRM) により捕集した PM<sub>2.5</sub> の成分分析 (イオン成分、元素成分、炭素成分)。
- ② 平面の沿道 0m 地点に設置した PM<sub>2.5</sub> 自動測定機の 1 時間スポット試料の成分分析 (イオン成分、元素成分)。
- ③ 沿道 30m もしくは沿道 60m 地点に設置した気象計による気象要素 (風向・風速、気温・湿度、日射量・放射収支量、降水量)。
- ④ 交通量観測及びビデオによる交通流の撮影現地調査結果から、次の項目を解析した。

## ① 距離減衰等拡散性状解析

主として、沿道 0m 地点の大気質濃度とその他の地点との関係に着目して距離減衰等拡散性状解析を行った。

## ② 発生源由来解析

大気中の微小粒子状物質の発生源由来解析には、レセプターモデルの一つである PMF (Positive Matrix Factorization) モデルを使用した。PMF モデルは、CMB (Chemical Mass Balance) モデルと異なり、発生源プロファイルと呼ばれる発生源粒子の成分組成情報が必要としないモデルである。

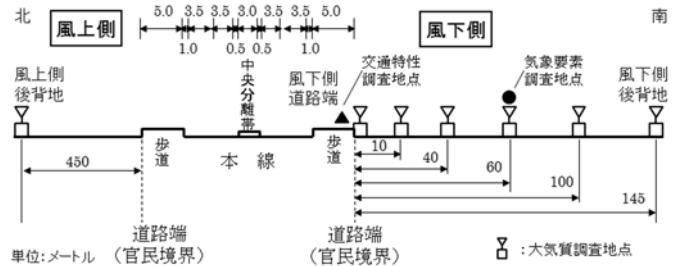


図 1 調査地点位置(平面)

表 1 成分分析の項目と方法

分析項目	分析方法
イオン成分	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ・NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ・Cl <sup>-</sup> ・Na <sup>+</sup> ・K <sup>+</sup> ・Ca <sub>2</sub> <sup>+</sup> ・Mg <sup>2+</sup> ・NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
元素成分 【日平均値】	Al・Si・Sc・Ti・V・Cr・Mn・Fe・Ni・Cu・Zn・As・Sb・Pb
元素成分 【1時間値】	主要元素 (Al・Si・Sc・Ti・Cr・Mn・Fe・Ni・Cu・Zn・Pb)
炭素成分	EC、OC、炭素成分のフラクション
	水溶性有機炭素

**[研究成果]**

現地調査結果及び解析結果の概要を以下に示す。

**1. 大気質濃度等の現地調査**

平面の沿道 0m 地点における NO、NO<sub>2</sub>、SPM 及び PM<sub>2.5</sub> の時刻変化を図 2 に示す。

NO は 9 月 6 日を除き 6~7 時に比較的濃度が高いスパイク状のピークがみられ、これは交通量が最も多い時間帯及び風速が弱い時間帯に対応している。

NO<sub>2</sub> は NO と同じ挙動を示すが、濃度は NO の約半分となっている。

SPM と NO は相関係数が 0.19 で関連性があるとは考えられない。しかし、SPM の時間変化をみると、NO が高濃度のスパイク状のピークをみせた時間帯には、SPM も同様に濃度が上昇をしている (図中の○印)。

このことは、SPM と NO は部分的には同じ発生源の影響を受けていることを示唆していると考ええる。

PM<sub>2.5</sub> は SPM とは異なり、濃度上昇のピークは確認されないが、9 月 6 日は多少濃度上昇がうかがえる。

**2. 距離減衰等拡散性状解析**

平面の沿道 0m 地点の NO 及び PM<sub>2.5</sub> 濃度と各調査地点の濃度との関係を図 3 に示す。

回帰式の傾きを距離減衰とみることができる。NO では沿道 30m 地点で 0.29 と沿道 0m 地点に比べて約 70% の濃度減少となっている。一方、PM<sub>2.5</sub> は NO のように明確な距離減衰を確認することができないが、沿道から 100m 地点では沿道 0m 地点に比べて PM<sub>2.5</sub> 濃度は約 20% 減少している。

**3. 発生源由来解析**

PMF モデル解析により得られた PM<sub>2.5</sub> の発生源別寄与率を図 4 に示す。本調査では調査地点それぞれにおける PM<sub>2.5</sub> の発生源特徴と発生源寄与率を同一レベルで評価するために、調査地点すべての成分情報を合わせて解析した。

その結果、バイオマス燃焼由来粒子の比率が 23.2% と最も高く、次いで自動車排出ガス由来粒子+道路粉じん由来粒子：21.7%、土壌由来粒子：19.4%、硫酸アンモニウム粒子+燃焼由来粒子：16.7%、海塩粒子：10.9%、硝酸塩粒子+燃焼由来粒子：8.2%であった。

**[成果の活用]**

今後、本研究で得られた成果と、過年度冬季に実施した現地調査の成果をあわせて分析を行うことで、PM<sub>2.5</sub> に関する知見の蓄積に寄与するとともに、大気汚染物質の予測手法の効率化の一助になると考える。

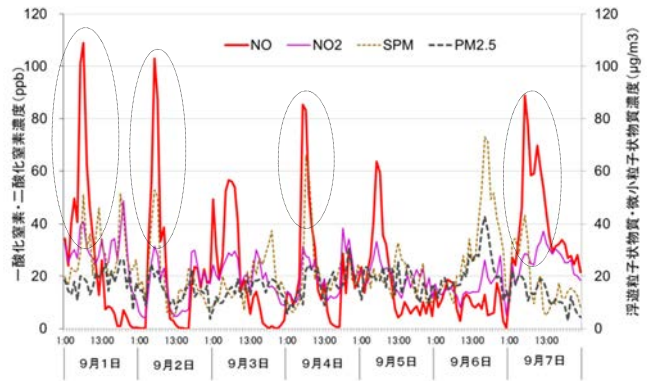
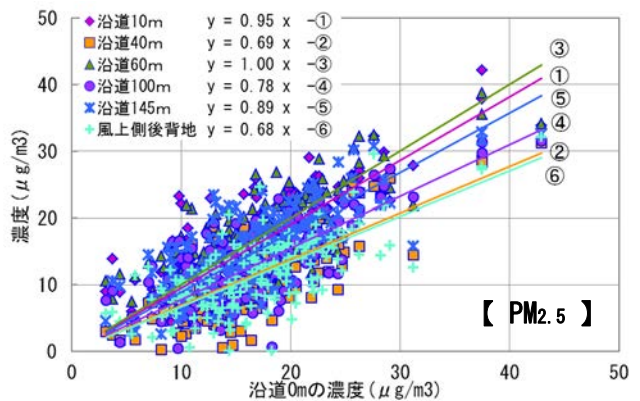
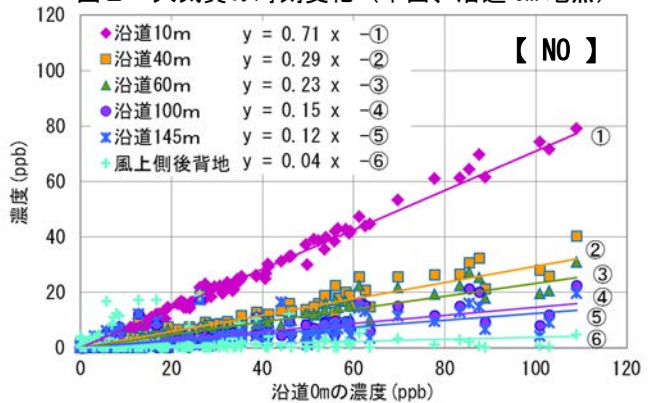


図 2 大気質の時刻変化 (平面、沿道 0m 地点)



※回帰式の傾きが沿道 0m に対する濃度の距離減衰を示す。

図 3 平面の大気質濃度の距離減衰及び相関

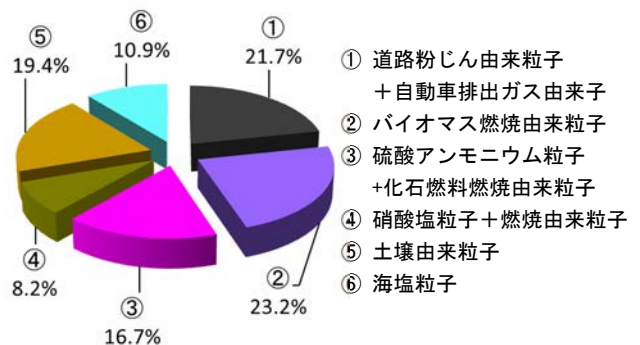


図 4 PM<sub>2.5</sub> の発生源別寄与率



# 道路用遮音壁の維持管理における安全性・景観の向上

Study on maintenance of road noise barriers for safety and landscape improvement

(研究期間 平成 27 年度～29 年度)

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

室長  
Head  
主任研究官  
Senior Researcher  
研究官  
Researcher

井上 隆司  
Ryuji INOUE  
吉永 弘志  
Hiroshi YOSHINAGA  
大河内恵子  
Keiko OHKOUCHI

This report has the purpose of clarifying the future issues about road noise barriers, summarizing the basic information on the preservation methods for making the roadside environment better by the understanding of current road noise barrier conditions and the opinions of scholars and experts.

## 〔研究目的及び経緯〕

道路交通騒音対策は、国道 43 号公害訴訟の最高裁判決(平成 7 年 7 月)を契機とし、単体規制の強化、排水性舗装の敷設、遮音壁の設置、新型遮音壁の技術開発等、多面的・総合的に進められてきた。遮音壁については、今後、経年変化対策の必要性が高まることを想定し、維持管理・更新に関する検討を進めていく必要がある。検討にあたっては、遮音壁の現状の把握、新設時の情報(設置プロセス・方法)の整理を行い、今後の課題を整理することが重要である。

本調査においては、直轄国道に設置された遮音壁の設置状況、および設置に至るまでの検討過程を整理し、学識経験者への意見聴取を行った。

## 〔研究内容・成果〕

### 1. 遮音壁に関する実態整理

平成 22 年の道路環境センサス集計結果に基づき、直轄国道の遮音壁設置状況等を整理した。遮音壁設置延長は、遮音壁が約 703km、新型遮音壁が約 61km、低層遮音壁が 108km、計 872km であった。遮音壁設置延長の上位 10 県は、表 1 に示すとおりである。また、遮音壁の都道府県別路線別設置延長が 50km 以上の路線は、国道 1 号(静岡県)、国道 302 号(愛知県)、国道 2 号(兵庫県)であった。

### 2. 遮音壁設置条件の整理

事業段階に応じた遮音壁の高さ・範囲・形式等の決定プロセスについて整理した。

#### (1) 事業段階に応じた遮音壁検討概要

遮音壁による騒音対策の検討については、騒音低減

効果、景観・圧迫感、日照障害、安全性、構造的な安定性、施工性、管理上の支障状況等を検討した上で、構造(設置高さ、範囲、形式等)を決定する。事業段階に応じた遮音壁検討概要は、図 1 に示すとおりである。

#### (2) 環境影響評価段階における検討内容

環境影響評価法に基づく環境影響評価事例(法アセス) 39 件、環境影響評価条例・要綱等に基づく環境影響評価事例(条例アセス) 17 件について整理した。法アセス段階では、20 件で代表断面での遮音壁高さに関

表 1 直轄国道の遮音壁設置延長の上位 10 県

都道府県	直轄国道の遮音壁設置延長 (km)			
	遮音壁 *1	新型 遮音壁 *2	低層 遮音壁 *3	計
愛知県	73.7	25.8	55.3	154.8
兵庫県	77.3	15.6	1.6	94.5
静岡県	63.9	0.1	0.4	70.6
埼玉県	44.8	1.7	0.0	65.6
岡山県	47.6	1.8	4.8	51.4
広島県	47.6	1.0	0.7	49.3
千葉県	47.7	0.1	1.3	49.1
神奈川県	41.0	0.4	0.0	41.4
福岡県	41.4	0.0	0.0	41.4
大阪府	25.0	12.6	2.7	40.3

\*1 騒音の伝搬を防ぐために、道路端等に設置される反射性または吸音性の壁面。

\*2 先端に吸音体や突起をとりつけることにより、同じ高さの通常遮音壁よりも、騒音低減効果を高めた遮音壁。

\*3 歩車道境界付近に設置される高さ 1 m 程度の遮音壁。

する検討が実施され、8 件で遮音壁の設置高さおよび設置範囲を含めた平面的な検討が実施されていた（表 2）。

表 2 環境影響評価書に基づく整理結果の概要

対象事例	遮音壁検討事例数			
	断面検討	平面検討	形式検討	計
法アセス (39 件)	20	8	0	28
条例アセス (17 件)	4	1	0	5

(3) 計画段階・設計段階における検討内容

計画段階・設計段階での道路交通騒音の予測・対策検討、遮音壁設計等の実績が多く、かつ、既設遮音壁の管理実績が多い横浜国道事務所、愛知国道事務所、名古屋国道事務所、兵庫国道事務所において、ヒアリングおよび台帳閲覧を行い、計画段階・設計段階における遮音壁検討に関する具体的な事例、遮音壁の維持管理に関する実態について整理した。各事務所の遮音壁の設置例を図 2 に示す。ヒアリング結果の概要は次のとおりである。

① 新設時の設置プロセス・方法

騒音対策は、道路端遮音壁を基本とし、必要に応じて、中央分離帯遮音壁、排水性舗装、高架裏面吸音板等を組み合わせて実施している。遮音壁の設置に際しては、騒音低減の観点に加え、沿道利用・商業施設への配慮、防犯対策、地域分断、他区間への波及影響についても総合的に判断している。

② 施工・管理上の課題、更新に際しての留意点

遮音壁については、現時点では、更新計画等の検討は行っていない。今後、遮音壁の著しい老朽化・劣化が顕在化する時点において、検討を行う必要があるものと認識している。

3. 学識経験者への意見聴取

道路交通騒音の変化を踏まえた遮音壁の更新方針、遮音壁を含めたより良好な沿道環境の姿等について、小林潔司教授（京都大学）、那須清吾教授（高知工科大学）、坂本慎一准教授（東京大学）へ意見聴取を行った。

〔成果の活用〕

本調査で得られた成果を踏まえて、遮音壁に関する今後の課題を以下のとおり整理した。

① 遮音壁の設置状況の現状把握

- ② 遮音壁の維持管理・更新の実態及び課題の把握
- ③ 遮音壁の点検要領の作成
- ④ 遮音壁の劣化の状況把握及び将来予測
- ⑤ 遮音壁のマネジメント手法の検討

課題に基づき、これからの遮音壁のあり方について具体的な検討を進めていく予定である。

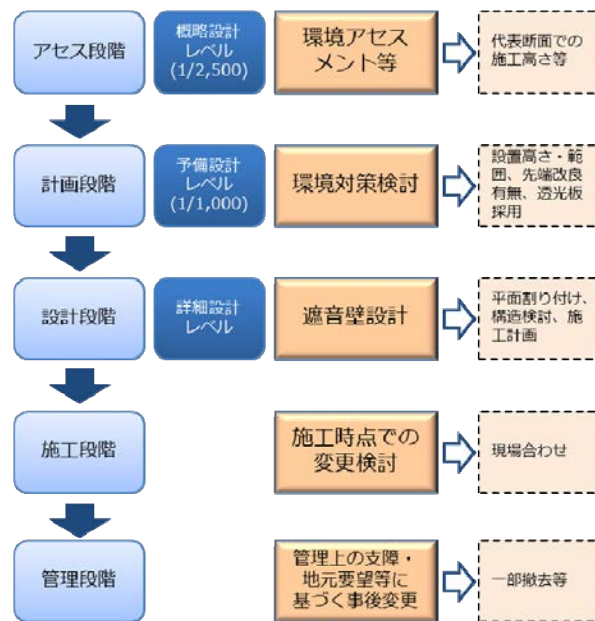


図 1 事業段階に応じた遮音壁検討概要



図 2 ヒアリング対象事務所管轄国道の遮音壁

# 道路事業用地内における土壤汚染の現状把握と発生抑制に関する調査

Study on Current Situation and Risk Reduction of Land Contamination in Road Project Sites

(研究期間 平成 27～29 年度)

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

室長  
Head  
主任研究官  
Senior Researcher  
研究官  
Researcher

井上 隆司  
Ryuji INOUE  
大城 温  
Nodoka OSHIRO  
光谷 友樹  
Yuki MITSUTANI

This study focuses on the risk of land contamination that causes to project delays and project cost increases. Questionnaire survey on examples of land contamination targeted at Regional Development Bureaus and Okinawa General Bureau. The results of survey provides current situation of land contamination in national road projects.

## [研究目的及び経緯]

平成 22 年に改正土壤汚染対策法が施行され、自然由来重金属等も法の規制対象とされたことにより、道路事業において重金属等の土壤汚染に遭遇するケースでは、対策の実施による事業の遅延や事業費の増大が発生している。

本調査では、道路事業において土壤汚染に遭遇することによる事業遅延や事業費増大につながるリスクについて、事業の各段階における調査方法や、土壤汚染遭遇後の対策方法等の現状を把握し、事業への影響の低減可能性を明らかにすること、また、土壤汚染対策法の適用外である粒径 2mm を超える「岩石」について、適切なリスク評価により環境影響を防止しつつ対策を合理化することが目的である。

## [研究内容]

### 1. 全国の直轄道路事業における実態調査

全国の地方整備局・北海道開発局・沖縄総合事務局の実施する道路事業における土壤汚染等の遭遇状況およびその対処状況について、アンケートを実施することにより把握した。

調査項目(表 1)としては、土壤汚染に遭遇した工種、汚染を把握した事業段階、検出された汚染物質等を把握することにより、土壤汚染の遭遇状況を把握するとともに、対策に要した費用や期間を調査し、土壤汚染が事業へ与える影響も把握した。なお、建設工事において事業進捗の影響を与えている土壤汚染には、土壤汚染対策法の適用外となっている岩(岩石)を対象とした事例が多く含まれる。岩石は土壤と異なり、

表 1 主な調査項目

調査項目	概要
工種	①道路(法面工)、②山岳トンネル、③シールドトンネル、④橋梁(下部工)、⑤その他
汚染を把握した事業段階	①事業計画段階、②環境影響評価段階、③調査・設計(用地買収含む)段階、④施工段階、⑤供用後、⑥その他
土壤汚染等の区分	①自然由来、②人為由来 ①土壤、岩石(土壤汚染対策法の対象外)、埋設廃棄物、その他 ①揮発性有機化合物(VOCs) ②重金属等、③農薬等、④油分、⑤ダイオキシン、⑥その他
土壤汚染対策の費用・期間	・汚染等の規模 ・汚染の対応に要した概算費用 ・汚染の対応を実施した時期 ・工期への影響期間
土壤汚染対策法適用の有無	①土壤汚染対策法 第 4 条 (3,000m <sup>2</sup> 以上の土地の形質変更) ②土壤汚染対策法 第 14 条 (区域指定の自主申請) ③廃棄物処理法 ④ダイオキシン類特別措置法 ⑤その他 ⑥適用なし
対策方法	①回避 ②廃棄 ③対策後に利用 ④無対策 ⑤その他

自然状態で塊状である場合が多いことや、構成鉱物・スレーキング特性等により有害性が大きく異なり、それらの評価方法には多くの課題があるとされている。このため、アンケート調査においては、対象物として土壌、岩石、それら両方、その他（埋設廃棄物等）といった項目についても情報収集・整理を行うこととして、調査票を作成した。

## 2. 土壌汚染の状況等にかかるデータの整理

アンケートの結果、「土壌汚染等の該当あり」と回答のあった事業について、事業における土壌汚染調査や対策にかかる情報を事務所等から収集し、分析のために事業ごとにデータを整理した。

### 【研究成果】

#### 1. 全国の直轄道路事業における実態調査

アンケート調査の結果、回答のあった 697 事業のうち、土壌汚染等に遭遇した事業は 81 事業（12%）であった（図 1）。また、遭遇した工種で最も多いのは山岳トンネルで 46 件、続いて道路（法面工）で 17 件、橋梁（下部工）で 10 件であった（図 2）。なお、「その他」には開削トンネル、切土、水路工、共同溝、河川改修、造成、他事業の残土処理が含まれていた。

土壌汚染の由来は、自然由来が 63 件と約 7 割を占め、人為由来も 24 件あった。これらの事例には、土対法の規制対象外の岩石が事例の過半数を占め、埋設廃棄物の事例も 1 割を超えていた（図 3）。汚染の原因物質は大部分が重金属等であり、他の物質が原因となった事例は少なかったが、それ自身が汚染物質ではないものの土壌中の重金属等を溶出させる要因となる酸性土が 7 件含まれていることが目立った（図 4）。

#### 2. 土壌汚染の状況等にかかるデータの整理

整理した事例から、事業の早い段階における土壌汚染等の把握により土壌汚染等の遭遇による事業への影響の回避・低減を図った事例、また、現実的なリスクの程度を考慮し適切な対応を行った事例という観点から参考となる情報を中心に抽出し、整理した。

### 【成果の活用】

調査した事例から参考となる取り組みを整理し、技術資料としてとりまとめるとともに、各事業段階で最低限実施すべき調査・配慮事項を体系的に整理することにより、合理的・効率的な土壌汚染調査・対策の技術ガイドラインを作成する予定である。

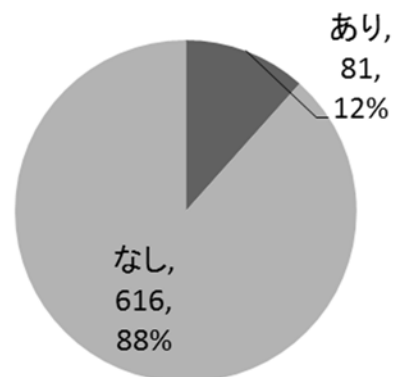


図 1 土壌汚染に遭遇した直轄道路事業の割合

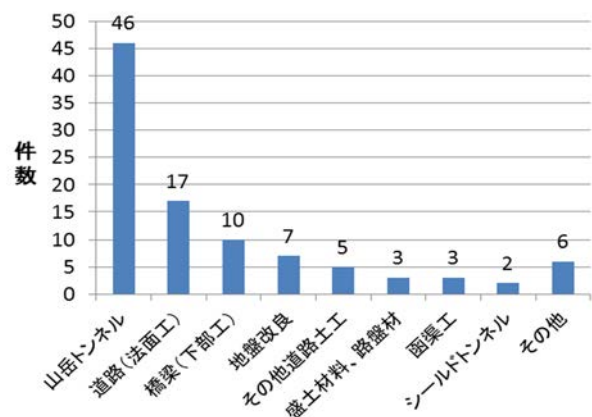


図 2 土壌汚染に遭遇した工種（複数回答あり）

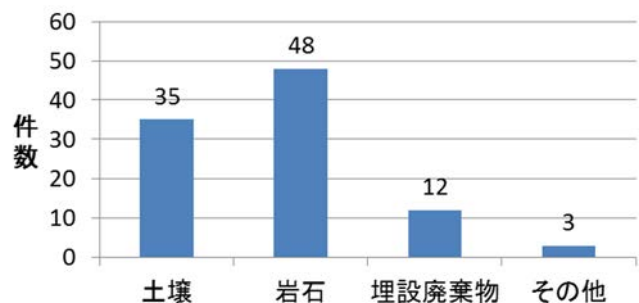


図 3 土壌汚染等の対象物（複数回答）

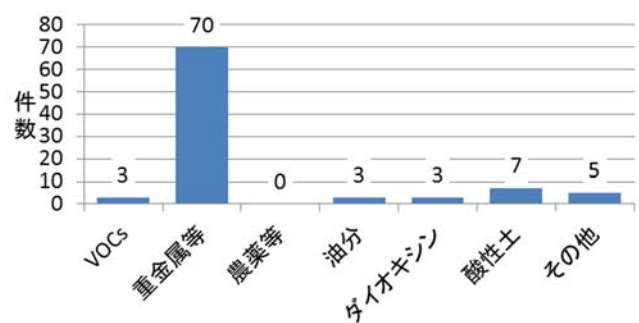


図 4 汚染の原因物質（複数回答）



# 猛禽類等の生息環境の定量的な把握手法

## 及び効率的な環境保全措置の検討

Research on developing technologies for habitat evaluation and a method of efficiently monitoring rare raptors

(研究期間 平成 25～27 年度)

防災・メンテナンス基盤研究センター  
Research Center for  
Land and Construction Management  
緑化生態研究室  
Landscape and Ecology Division

室長  
Head  
研究官  
Researcher

栗原 正夫  
Masao KURIHARA  
上野 裕介  
Yusuke UENO

This study aims to make improvements to the monitoring of raptors on environmental assessment, which takes a lot of cost and time. The authors try to construct “species distribution models (SDMs)” to estimate the raptor’s habitat conditions more effectively and quantitatively. The SDMs is derived from statistical analysis of the relationship between the position of distribution of raptors and environmental factors at the landscape level (e.g., vegetation, geography). In addition, new monitoring techniques for aerial animals are rapidly developing (e.g., Radar, thermal camera, bio-logging technologies, sound analysis). Thus, the authors will try to efficiently monitor raptors using these techniques and SDMs.

### 〔研究目的及び経緯〕

国土技術政策総合研究所では、頻繁に環境アセスメントの対象となる猛禽類について、効果的な環境保全措置と効率的なモニタリング手法の確立を目指している。猛禽類については、生息環境を定量的・効率的に把握するための手法が確立されておらず、道路事業においてもその保護・保全のために未だ多くの人員と期間を必要としている現状がある。また、各事業現場で実施されている各種調査についても、現場間で情報の蓄積・共有が十分に行われておらず、今後も調査が必要な情報と既存知見から予測可能な情報（調査の縮小が可能な項目）を峻別する必要性が生じていた。

これらをふまえ、本研究では3つのテーマに取り組んだ。まず、全国の道路事業での猛禽類の調査情報を網羅的に収集し、1) 全体を俯瞰したメタ解析を行うことで、道路事業が猛禽類の繁殖に及ぼす影響を明らかにするとともに、2) 猛禽類の生息環境の質を定量的に評価する『生息適地モデル (Species distribution model)』を試作した。さらに、3) 様々な先端技術を用いた効率的な猛禽類の調査手法について検討し、成果を事業者向けの技術資料（国総研資料）に取りまとめた。

### 〔研究内容〕

1. 道路事業が猛禽類の繁殖に及ぼす影響の定量評価  
全国の直轄道路事業における生物調査業務報告書

（平成 21～25 年度の事例 500 超）を収集し、工事の事業段階と猛禽類の確認位置・繁殖状況を抽出した。また既存の調査資料から、猛禽類の餌となる鳥類の生息状況に関する調査結果を収集し、統計解析を行った。

### 2. 猛禽類の生息環境の定量的評価手法の開発

生物種の分布/非分布情報と環境要因との関係を、GIS (地理情報システム) と統計的手法によって分析し、予測式を構築する『生息適地モデル』では、上記 1 の猛禽類の営巣位置に加え、対象範囲の環境 (植生、地形等) の情報が必要となる。そこで環境情報には、インターネットで公開されている基盤地図 (国土地理院) や植生図 (生物多様性センター) を活用した。解析には、MaxEnt 法 (機械学習) を用いた。

### 3. 新技術等を用いた猛禽類調査手法の効率化の検討

現状の道路事業における猛禽類調査は、目視による定点観察が主体であり、調査には多くの人員と期間を必要としている。また精度の高い調査には、経験豊かな調査員が必要である。これら猛禽類調査を効率化・高度化するため、動物調査等で開発・実証段階の新技術の中から、猛禽類調査への援用が見込まれる技術を収集・整理した。特に赤外線サーモカメラと位置追跡装置、船舶レーダー、音声解析について、実際に実用性と課題を検証した。

[研究成果]

1. 道路事業が猛禽類の繁殖に及ぼす影響の定量評価

道路事業では、オオタカ、サシバ、クマタカの猛禽類3種について、工事の有無による繁殖成功率の違いを検証した。その結果、工事なし（工事前の事前調査）と工事あり（着工後の調査）の間で、繁殖成功率（造巢開始後に雛が巣立ちまで至った成功巣数／全巣数）に統計的な有意差は無かった（図-1：オオタカ  $p=0.912$ 、サシバ  $p=1.000$ 、クマタカ  $p=0.340$ 、フィッシャーの正確確率検定）。このことから、工事の影響が懸念される繁殖地においても環境保全措置を実施することにより、工事前（自然界）と同等の繁殖成功率を維持できることが統計的に示された。

2. 猛禽類の生息環境の定量的評価手法の開発

全国 2650 か所超の猛禽類の営巣位置情報を収集整理し、猛禽類各種の生態的特性を考慮した予測モデルを構築した。例えばオオタカは、平地から中山間地にかけての森林周辺や、森林と水田・畑が細かく入り組んだ里山に生息する中型の猛禽類である。図-2 は、関東地方におけるオオタカの営巣適地を、1×1 km の範囲ごとに予測したものであり、営巣適地として標高がそれほど高くなく、水田と畑地、森林が混在する里山の景観を有した場所が選択されていた。同様の分析は、関東以外のオオタカや他種（サシバ、ミサゴ、クマタカ、ハチクマ）についても実施した。

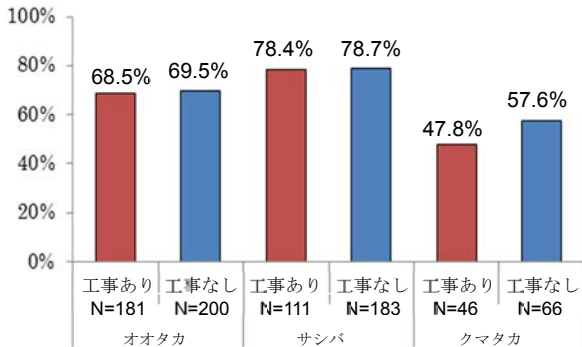


図-1 工事の有無と猛禽3種の繁殖状況の比較

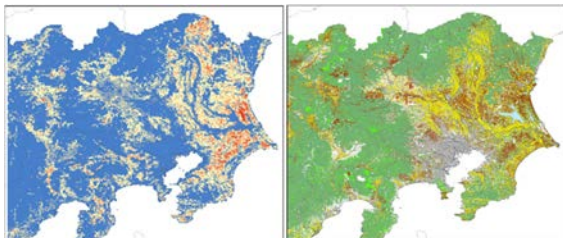


図-2 モデルによる営巣適地の予測結果（例）

左図：関東のオオタカの営巣適地、右図：植生図。  
営巣適地（左：赤色）は、水田（右：黄色）や畑（右：茶色）、森林（右：緑色）の混在地域に集中。

表 3-1-1-1 新技術の特徴を整理した国総研資料の一部	表 3-1-1-2 新技術の特徴を整理した国総研資料の一部
<p>表名：新技術の特徴を整理した国総研資料の一部 (1/2)</p> <p>表 3-1-1-1</p> <p>表名：新技術の特徴を整理した国総研資料の一部 (2/2)</p> <p>表 3-1-1-2</p>	<p>表名：新技術の特徴を整理した国総研資料の一部 (1/2)</p> <p>表 3-1-1-1</p> <p>表名：新技術の特徴を整理した国総研資料の一部 (2/2)</p> <p>表 3-1-1-2</p>

図-3 新技術の特徴を整理した国総研資料の一部

猛禽類調査における実用化の段階、技術の長所・短所、必要な準備などについて整理し、国総研資料に掲載した。

3. 新技術等を用いた猛禽類調査手法の効率化の検討

現状の猛禽類調査では、(1)個体の位置を確認する技術、(2)繁殖状況を確認する技術、(3)個体の生息を確認する技術、(4)個体を識別する技術、が求められており、これらに援用可能な 23 種類の新技術等を取り上げ、それぞれについて、猛禽類調査における実用化の段階（研究・開発～実用化段階）と技術の長所・短所、必要な準備と制約などの技術的課題を整理した（図-3）。また、実際の道路事業を想定し、飼育下のオオタカを野外に放鳥し、船舶レーダーと赤外線サーモカメラ、位置追跡装置による模擬調査を実施した。あわせて、猛禽類の生息判定を簡易に行うために、オオタカの営巣林内に IC レコーダーを設置・録音し、音声解析技術を用いた鳴き声の自動抽出と判別を試みた（図-4）。

[成果の活用]

本研究の成果は、平成 28 年春発行の国総研資料としてとりまとめた（図-3）。引き続き、事業現場に広く情報提供し、猛禽類調査の効率化と高度化につなげていきたい。

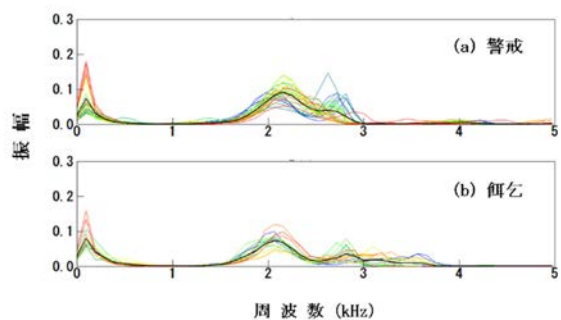


図-4 オオタカ音声の周波数解析の例

波形や特徴量の違いから自動判別法の開発を進めた。

# 街路樹の安全性向上に関する研究

## Study on maintenance method of street trees

(研究期間 平成 27～28 年度)

防災・メンテナンス基盤研究センター  
Research Center for  
Land and Construction Management  
緑化生態研究室  
Landscape and Ecology Division

室長 栗原正夫  
Head Masao Kurihara  
主任研究官 飯塚康雄  
Senior Researcher Yasuo Iizuka

In this study, after grasping the status of the fallen roadside street trees and branches, along with their growth status, the authors attempted to clarify why they fell. There are examined an effective way for road administrators to maintain street trees, along with a maintenance method to reduce the occurrence of falling street trees and branches.

### [研究目的及び経緯]

街路樹は、植栽後から長期間経過したことにより大径木化・衰弱化が見られるものが増加し、台風等の強風時には一部に倒伏や落枝による交通障害等が発生している。このような状況の中で、街路樹の点検により危険性が高い樹木を抽出し、剪定や伐採等の対策を行うことが着手され始められてはいるものの、今後は通常の維持管理時での対応策の実施や再整備にあたっての倒伏しにくい植栽方法等の確立が求められている。

本研究は、街路樹の倒伏・落枝の実態と不健全性（生育不良、樹体の構造上の異常等）の現状を把握することにより、それらの発生要因を明らかにすることで、道路管理者が街路樹の維持管理を効率的に行うための方法や倒伏・落枝を発生しにくい整備方法等について検討を行うことを目的としている。

### [研究内容]

#### 1. 街路樹の倒伏等の実態調査

街路樹の倒伏・落枝に関する実態について、過去の新聞報道と道路管理者へのヒアリング等により、倒伏・落枝の発生形態、樹種や樹木形状等の特徴を整理した。

#### 2. 街路樹の健全性に関する調査

関東地方整備局が過去に実施した街路樹点検データを収集し、街路樹の不健全性（樹勢不良、樹体の構造上の異常等）の現況を把握した。

#### 3. 街路樹の倒伏・落枝の発生要因の検討

上記の調査結果を照合することにより、街路樹の倒伏・落枝の発生に繋がる素因や誘因等について推測を行った。

### [研究成果]

#### 1. 街路樹の倒伏等の実態調査

街路樹の倒伏等に関する報道件数においては、過去10年間で増加傾向にあり、台風の襲来数との連動がみられないことから倒伏等の被害の増加とともに重大さにも影響されていることが考えられた（図-1）。

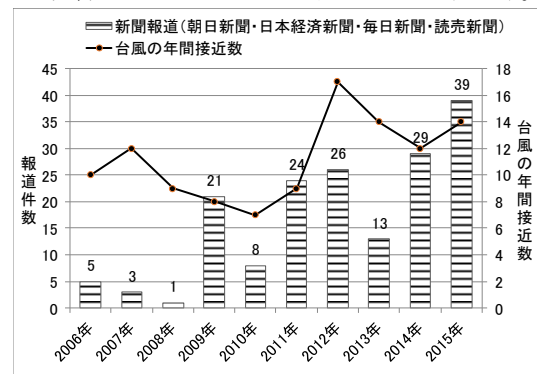


図-1 新聞報道件数<sup>1)</sup>と台風の年間接近数<sup>2)</sup>

1) 国立国会図書館蔵書検索・申込システム (NDL-OPAC)

2) 気象庁 HP (<http://www.data.jma.go.jp>)

また、道路管理者へのヒアリングや既存文献により倒伏等の実態を整理すると、以下の傾向が把握できた。

#### ①樹種

全国的には、ケヤキ、ニセアカシア、シダレヤナギ、プラタナス類、ハナミズキ等において被害が多発しており、これ以外に地域別では北海道、東北のナナカマド、関東、北陸のエンジュ、中部、近畿、九州のナンキンハゼ、沖縄のフクギ等があげられた（表-1）。

#### ②被害形態

被害形態では、傾斜が最も多く、次いで根返り（根ごと倒れた状態）、幹折れの順となっていた（図-2）。

表-1 地方別に被害が多くみられた主な樹種

地域	被害の多い樹種
北海道	ナナカマド、ニセアカシア、プラタナス類
東北	シダレヤナギ、ナナカマド、ハナミズキ
関東	ケヤキ、プラタナス類、エンジュ
北陸	ヤマボウシ、エンジュ、ハナミズキ
中部	ハナミズキ、ナンキンハゼ、ニセアカシア
近畿	ケヤキ、シダレヤナギ、ナンキンハゼ
中国	ケヤキ、ヤマボウシ、サクラ類
四国	シダレヤナギ、ヤマモモ、ケヤキ
九州	ナンキンハゼ、ケヤキ、ハナミズキ
沖縄	フクギ、リュウキュウマツ、ガジュマル

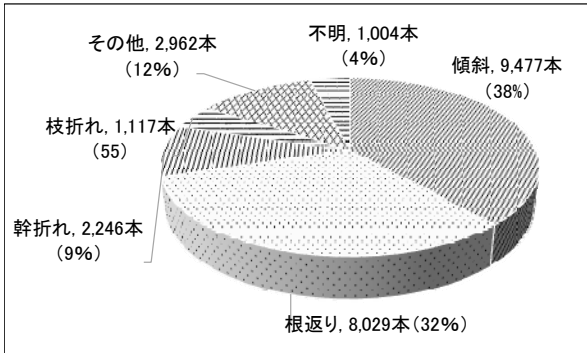


図-2 街路樹の被害形態

(平成16年における街路樹の台風被害データより集計)

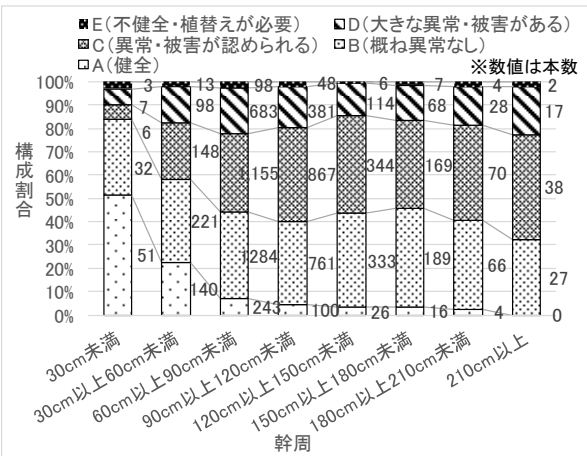


図-3 樹木形状(幹周)別の健全度

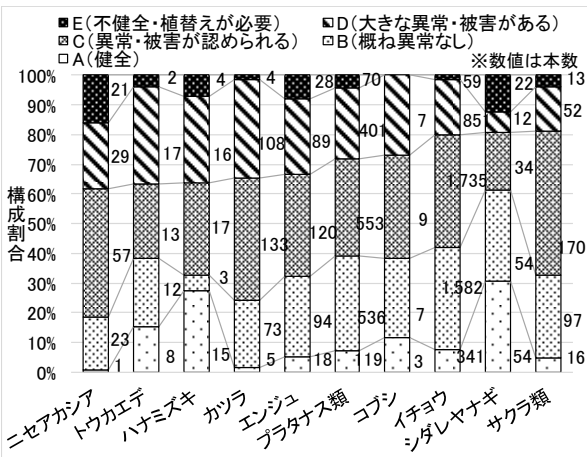


図-4 樹種別の健全度(不健全木が多い10種)

さらに、多発している樹種をみると、傾斜ではハナミズキ、根返りではニセアカシア、幹折れではプラタナス類、枝折れではナンキンハゼ等があげられた。

## 2. 街路樹の健全性に関する調査

### ①樹木形状別

樹木形状別では、大径木になるにしたがって不健全な状況を示す街路樹が増加している傾向がみられ、幹周60cm以上になると約60%以上で何らかの異常が認められていた(図-3)

### ②樹種別

樹種別では、ニセアカシア、トウカエデ、ハナミズキ、カツラ、エンジュにおいて、30%を超える割合で何らかの異常が認められていた(図-4)。また、ニセアカシア、シダレヤナギについては、植替が必要となるほどの異常が10%を超えて認められていた。

## 3. 街路樹の倒伏・落枝の発生要因の検討

街路樹が倒伏や落枝を発生する要因としては、素因として樹種特性、植栽環境、植栽工事、養生が、誘因として植栽管理、周辺工事、異常気象があげられた(図-5)。

また、被害形態別の発生要因としては、以下が推測された。

- ・傾斜/根返り：植栽基盤の整備不良による根系伸長不良、根系腐朽、支柱設置不良、周辺工事による根系切断等
- ・幹折れ：幹材の腐朽、穿孔虫による食害、支柱の結束不良、幹亀裂等
- ・枝折れ：枝材の腐朽、樹種特性(材の折れやすさ)、剪定不良等

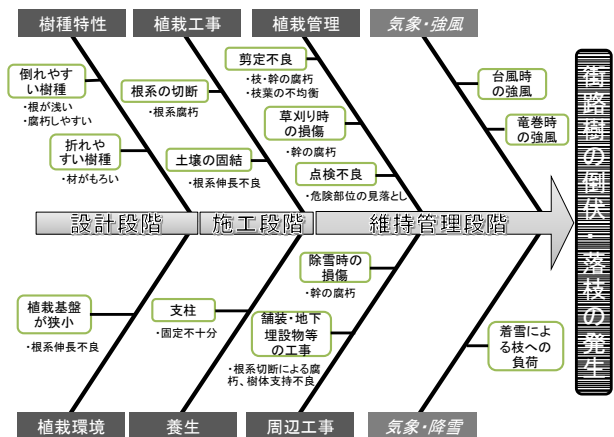


図-5 街路樹の倒伏・落枝の主な発生要因(推測)

### [成果の活用]

本調査の結果を基に、街路樹の倒伏・落枝の発生を最小限にするための整備方法(倒伏しにくい樹種、根系が十分に伸長できる植栽地構造等)や維持管理方法(落枝を防ぐための剪定、効果・効率的な点検、不健全木の適切な処置等)の検討を行う予定である。





## 地域連携道路事業費

# 関東管内土木工事の積算体系に関する検討調査

## Research on the estimation system of the public works in the Kanto area

— 施工パッケージ型積算方式に関する調査検討 — (研究期間：平成 21～27 年度)  
Study on “packaged price estimation method”

防災・メンテナンス基盤研究センター 建設システム課  
Research Center  
for Land and Construction Management  
Construction System Division

課長	古本 一司
Head	Kazushi FURUMOTO
主任研究官	杉谷 康弘
Senior Researcher	Yasuhiro SUGITANI
研究官	桜井 真
Researcher	Makoto SAKURAI
研究官	永島 正和
Researcher	Masakazu NAGASHIMA
交流研究員	大山 憲英
Guest Research Engineer	Norihede OOOYAMA
交流研究員	於本 正樹
Guest Research Engineer	Masaki OMOTO

The Ministry of Land, Infrastructure and Transport must promote efficiency of estimation. Therefore new “packaged price estimation method” has been examined and improved year by year.

### 【研究目的及び経緯】

工事の予定価格の算出方法として、従来より、機械経費、労務費、材料費を積み上げる積算方式（積上積算方式）を行ってきたが、積上積算方式は受発注者に多くの負担がかかっていた。こうした背景から、国土交通省では、積算の効率化を目的として、施工単位ごとに機械経費、労務費、材料費を含めた 1 つの単価で計上する新たな積算方式（以下「施工パッケージ型積算方式」という。）に取り組むこととした。

施工パッケージ型積算方式については、平成 24 年 10 月より試行を開始し、平成 25 年 10 月、平成 27 年 10 月に適用工種を拡大し、平成 28 年 10 月にも工種の拡大を予定している。

### 【研究内容】

施工パッケージ型積算方式とは、図-1 に示すように、直接工事費を施工単位ごとに機械経費、労務費、材料費を含めて設定した標準単価を用いて積算するものである。共通仮設費、現場管理費及び一般管理費等の間接費については、従来の積上積算方式と同じ率式等を用いて積算方式とする。本方式により、積算業務等の負担の軽減、価格の透明性の向上等が期待されている。

本研究は、新たな積算方式である「施工パッケージ型積算方式」を導入するために必要な基準類等の作成を行うものである。

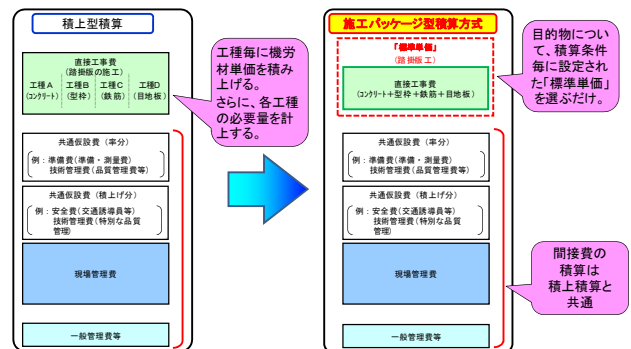


図-1 施工パッケージ型積算方式の積算体系

### 【研究成果】

#### 1. 施工パッケージの導入に係る検討

導入スケジュールを図-2 に示す。平成 28 年度 10 月に更に 85 パッケージの追加を予定しており、総計で約 400 パッケージが積算に使用される。これはこれまで積算時に使用されてきた歩掛の約 65%に相当する。

導入に当たっては、導入の前々年度までに施工パッケージ化分析を行い、前年度に標準単価を作成する。施工パッケージ化分析とは、施工パッケージの基となる積上積算の歩掛を分析して、価格差が小さい積算条件の設定を廃止し、条件区分の簡素化を行ったり、複数の歩掛を組み合わせて積算の簡素化などを行うものである。具体的には、「①積算条件の価

格感度分析及び設定」→「②作業土工控除に伴う適用範囲等の修正」→「③歩掛廃止による影響の有無の確認」→「④積算基準等の検討」の手順で行う。標準単価の作成は、上記④で作成した積算基準等を基に条件区分毎の単価を計算し、表-1のように、代表機材規格とその金額割合を設定する。現在約400施工パッケージに対して、約1万個の標準単価が設定されているが、一度設定した後も、物価変動(労務単価、材料単価、機械単価等)に対応して毎年度再計算を行っている。また、計算の根拠となった歩掛が施工実態と合わなくなった場合には計算根拠を修正して対応している。平成28年度に適用するパッケージについては、16パッケージについて施工実態に合わせた修正を行った。

また、導入後は受発注者に対してフォローアップ調査を行っており、それによって得られた改善意見に対して見直し等を行っている。本年度は適用範囲の記載の明確化や、ホームページで公表する標準単価一覧表の様式の改良等を行った。

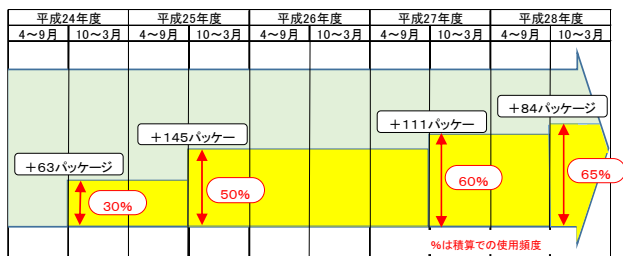


図-2 施工パッケージ型積算方式の導入スケジュール

表-1 標準単価の構成の例

No. 205 【表層(車道・路肩部)】  
 < 積算単位: m<sup>2</sup> >

条件区分				標準単価 (円)
平均厚さ	平均幅員	材料	瀝青材料種類	
45mm以上 55mm未満	1.4m以上	密度度アスファルト混合物 (20)	タックコート PK-4	1,625.0
代表機材規格				機材構成比 (%)
K				3.41
K1 アスファルトフィニッシャー [ホイール型] 舗装幅2.4~6.0m [排出ガス対策型 (第2次基準値)]				1.85
K2 タイヤローラ [普通型・排出ガス対策型 (第1次基準値)] 質量 8~20t				0.51
K3 ロードローラ [マカダム・排出ガス対策型 (第1次基準値)] 質量 10~12t				0.51
R				8.37
R1 普通作業員				3.03
R2 特殊作業員				1.72
R3 運転手 (特殊)				1.68
R4 土木一般世話役				0.60
Z				88.22
Z1 アスファルト混合物 密度度AS混合物 (20)				85.18
Z2 アスファルト乳剤 PK-4 タックコート用				2.51
Z3 軽油 1.2号 パトロール給油				0.45
Z4 -				-
S				-

## 2. フォローアップ調査について

各地方整備局、北海道開発局、沖縄総合事務局の各事務局において平成26年に施工パッケージ型積算方式を含む工事を発注・受注した担当者に対してフォローアップ調査を行った。実施時期は平成27年5月~6月で、発注者765件、受注者822件の回答を得た。フォローアップ調査の結果の代表的な回答は下記のとおりである。

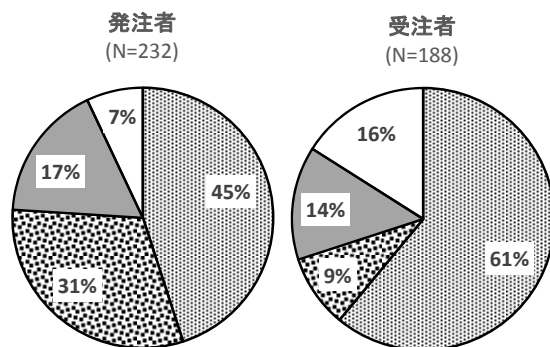
発注者に対して「施工パッケージ型積算方式により積算がやりやすくなったかどうか」を設問したところ、「かなりやりやすくなった」又は「やややりやすくなった」と回答した割合は39%であった。

受注者に対して「標準単価等を公表することで価格の透明性は高まったかどうか」を設問したところ、「かなり高まった」又は「やや高まった」と回答した割合は55%であった。

受注者に対して「当初積算(見積り)の手間は軽減したかどうか」を設問したところ、「かなり軽減した」又は「やや軽減した」と回答した割合は61%であった。

これらの回答結果から、導入の効果が浸透してきているものと推測され、平成27年10月及び平成28年10月の追加導入により、更に効果が出てくるものと思われる。

一方で、施工パッケージを導入した工種については、従来の標準歩掛が廃止されるため、図-3のような意見も出されており、積算に不都合が出ないように順次対応を行っている。



- 内訳(構成)が不明、施工日数等の把握が困難
- 柔軟な積算ができない、見積りの頻度が増加
- 単価の妥当性が確認しづらい、違算に気付かない恐れがある
- 技術力の低下

図-3 フォローアップ調査における改善意見

### 【成果の活用】

直轄工事では施工パッケージ型積算方式により、直接工事費の約65%で積算が行われ、地方自治体にも使用が広まっている。今後も改良すべきところは改良して、積算の合理化を進める。



# 関東管内道路工事における総合的なコスト構造改善の評価に関する調査

Investigation for evaluation of integrated cost structure improvement in road works of Kanto regional bureau  
(研究期間 平成 23 年度～)

防災・メンテナンス基盤研究センター  
建設システム課  
Research center  
for Land and Construction Management,  
Construction system Division

課長 古本 一司  
Head Kazushi FURUMOTO  
課長補佐 市村 靖光  
Deputy Head Yasumitsu ICHIMURA  
研究官 行野 芳紹  
Researcher Yoshitsugu YUKINO  
交流研究員 笹川 隆介  
Guest Reserch Ryusuke SASAKAWA  
Engineer

Road administration in Kanto regional bureau is tackling a cost structure improvement program in public works of MLIT. In this research, price difference in construction cost between the United States and Japan was studied for FY2015, as a means to determine whether or not construction costs have been adequately reduced. The results were compared and analyzed taking account of the change in the economic indicators as well as the results of a series of past studies, with a focus on the issues related to the price difference in construction costs between U.S. and Japan from 1990s onwards.

## [研究目的及び経緯]

国土交通省における道路行政では、これまでのコスト削減の取り組みに加え、行き過ぎたコスト削減は品質の低下を招く恐れがあることから、コストと品質の両面を重視する取り組みとした「国土交通省公共事業コスト構造改善プログラム」(平成 20 年度～平成 24 年度)に基づき、平成 20 年度から 5 年間で、15% (平成 19 年度比) の総合コスト改善を目標とした「総合的なコスト構造改善」に取り組んでおり、プログラム終了後もこれまでのコスト構造改善に向けた計画的な取り組みを、継続して実施している。

図-1 は、これまでのコスト構造改善実績を示す。

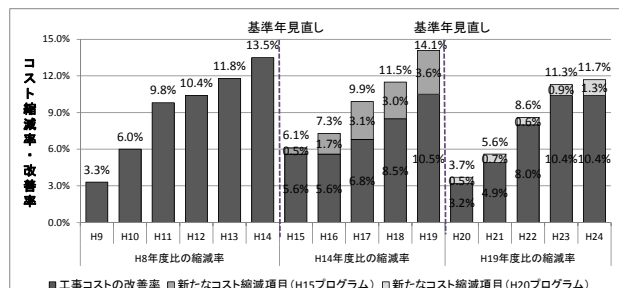


図-1 コスト削減・改善の実績

一方で、わが国では、プラザ合意以降の為替レートの急激な円高により内外価格差が拡大する中、国内の

建設工事の価格も欧米先進国と比較して著しく高いとの批判もあり、1993 年度より 5 年毎 (1998、2003、2008 年度) に日米の建設コストに関する内外価格差調査を行っている。過年度の調査からは、図-2 に示すとおり、内外価格差はある程度解消され、コスト削減施策の効果がみられる結果が得られた。しかし、近年リーマンショックや東日本大震災等により、建設コストを取り巻く状況は大きく変化しており、建設コストの現状を把握する必要性が高まってきたことから、2013 年度より内外価格差調査を実施した。

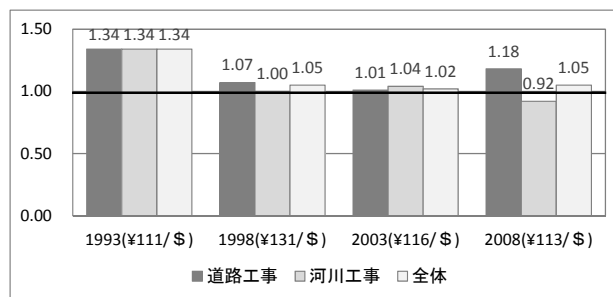


図-2 過年度の内外価格差調査結果の推移

## [研究内容]

本研究では、日米の経済指標 (為替レート、GDP、物価、購買力平価等) の変化を分析し、日米価格差の動向を考察するとともに、建設コストに関連する機労

材費（主要資材 7 品目、主要労務 5 職種、主要機械 5 機種 10 規格）について日米比較を行い、個別の要素別にその内訳の傾向を整理した。また、監督・検査プロセスの効率化によるコスト削減の可能性について検討するため、米国における監督・検査制度の調査、我が国への適用性について検討を行った。

【研究成果】

主な研究成果の概要を以下に示す。

1. 機労材費の日米比の推移

主要な機労材費について、為替レートを用いて日米比較を行った結果を表-1～3 に示す。

労務単価については、日本が全般的に低くなっているが、資材・機械単価については品名・機械の種類によってばらつきがみられる。

次に、経年的に比較した結果を図-3 に示す。

今回の調査において、労務単価と機械単価については日本が安く、資材単価は高いという傾向に大きな変化は見られなかった。

表-1 主要な職種の日米比較（円）

職種	日本	米国	日米比
普通作業員	16,013	32,949	0.49
鉄筋工	20,391	53,876	0.38
普通運転手	16,649	28,752	0.58

表-2 主要な資材の日米比較（円）

品名	日本	米国	日米比
セメント (t)	10,718	17,098	0.63
砕石 (m3)	3,439	2,369	1.45
生コンクリート (m3)	12,373	18,514	0.67
鉄筋 (t)	64,766	135,392	0.48
アスファルト (t)	92,819	59,905	1.55

表-3 主要な機械の日米比較（損料：円）

機械名	日本	米国	日米比
ブルドーザ (11AD W=10.9ADon)	5,140	5,218	0.99
バックホウ (41kW 7AD 0.28m3)	1,800	4,927	0.37

※1 日本：全国平均、米国：代表 7 都市平均  
 ※2 121 円/\$ で換算（2015 年度平均値）

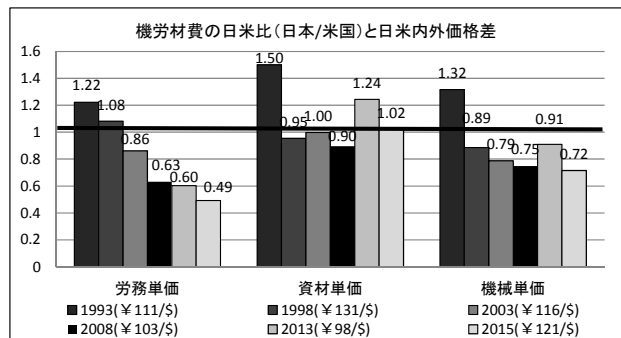


図-3 機労材費の経年変化

2. 米国における監督・検査制度

米国における監督・検査は CEI (Construction Engineering & Inspection) との名称で実施されており、一部の州政府等においては品質向上などを目的として、従来、発注者が担ってきた技術的役割の一部について外部委託が積極的に進められている。

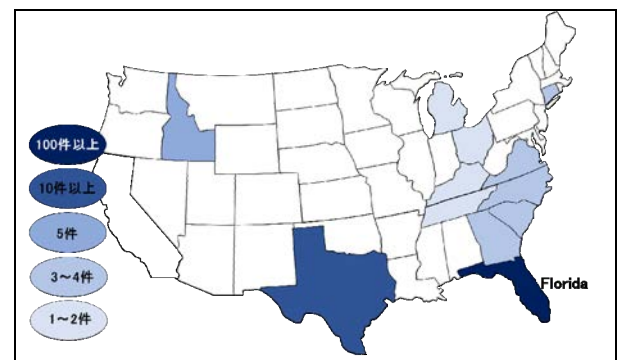


図-4 CEI 業務の外部委託状況

今回調査を行ったフロリダ州交通局(以下、「FDOT」という。)の CEI 業務は、工事契約に関わる管理、監視及び検査となっており、工事施工中の確認行為によってその都度、工事費用の支払いが行われるなど監督・検査の効率化、省力化が図られている。

なお、設計及び契約変更に関する責任や権限等については、工事を管轄する州交通局地域事務所の職員に委ねられている。

CEI 業務の効果としては、インハウスエンジニアの雇用によるコスト増や不足する特定分野の技術力の補完等がメリットとして上げられる一方、CEI 業務受注者の能力不足やインハウスエンジニアの技術力低下等がデメリットとしてあげられている。

【成果の活用】

本調査において、労務費及び資材費について内外価格差が減少していることが確認できた。

今後も定期的に内外価格差の調査を行い、適切なコスト削減が行われているか検証して行く。

監督・検査については、我が国でも職員の技術力低下など同様の課題があるほか、予決令により監督と検査の兼職が禁止されていることなど、制度をそのまま取り込むことはできないが、今回の調査で得られた知見を基に、第三者品質証明制度の見直しや、新たな監督・検査のあり方について検討を進めて行きたい。

# 関東管内土木工事における設計成果の品質確保に関する検討

Study on the improvement of detailed design quality control of public works  
in Kanto Regional Development Bureau

(研究期間：平成 24～平成 27 年度)

防災・メンテナンス基盤研究センター  
建設システム課  
Research Center  
for Land and Construction Management  
Construction System Division

課長 Head 古本 一司 Kazushi FURUMOTO  
課長補佐 Deputy Head 市村 靖光 Yasumitsu ICHIMURA  
研究官 Researcher 高野 進 Susumu KONO  
交流研究員 笹川 隆介 Ryusuke SASAKAWA  
Guest Research Engineer

It is important to secure quality of the design result. Therefore, the design fault was investigated and the improvement method for detail design quality control was examined.

## 【研究目的及び経緯】

2014 年 6 月に改正された品確法において「公共工事に関する調査及び設計の品質確保」第 24 条が新設されたことを受け、国土交通省では、建設生産システムの中でも上流段階に位置し、成果が事業全体の品質やコストに大きく影響を及ぼす設計業務において、より一層の品質確保に向けた取り組みを進めており、その中で受発注者がお互いの役割を確実に履行するための品質確保対策の検討を行っている。その一環として、2012 年度より「条件明示ガイドライン(案)」(以下、「本ガイドライン」という)が試行されており、本格導入に向けて、適宜改善をはかっていく必要がある。

本ガイドラインは、詳細設計業務の発注時に、発注者が受注者に対して業務履行に必要な設計条件等を確実に明示できているかを確認するものであり、運用の流れ(図-1 参照)を示した実施要領、明示条件を網羅した条件明示チェックシート(以下、「チェックシート」という)及び関係者別協議

事項リスト(案)(以下、「リスト」という)で構成されている。基本的には、図-1 に示すように、予備設計の受注者が条件明示チェックシート(案)を作成し成果品として納品する。発注者は内容の確認・追加を実施し、詳細設計の受注予定者に関連をさせ、確実な条件明示を実施する。対象工種は、①道路、②橋梁、③樋門・樋管、④排水機場、⑤築堤護岸、⑥山岳トンネル、⑦共同溝、⑧砂防堰堤の 8 工種である。

本研究では、本ガイドラインの運用実態と課題を把握するため、フォローアップ調査を行った。

## 【研究内容】

### 1. 調査概要

本研究では、以下の 2 つの調査を実施した。

- ①図-1 に示す各プロセスの運用実態とその課題の把握
- ②チェックシートの項目の過不足の把握及び簡素化、リストの見直しに向けて、改善の必要性が高いものについての意見収集

また、調査対象は以下の通りである。

発注者：本ガイドラインに係る設計業務を発注した経験のある事務所の設計担当者

受注者：本ガイドラインに関する業務を受注したことがある予備設計担当者、詳細設計担当者

収集意見数については、①運用実態の把握に関する意見は、発注者 91 件、受注者 47 件を得た。また、②チェックシートに関する意見は、発注者 100 件、受注者 128 件(予備設計担当者 46 件、詳細設計担当者 82 件)を得た。

なお、対象工種は①～⑦とする。⑧の工種は平成 26 年度より試行を開始しており、試行開始から間もないため、今回の調査では対象外とした。

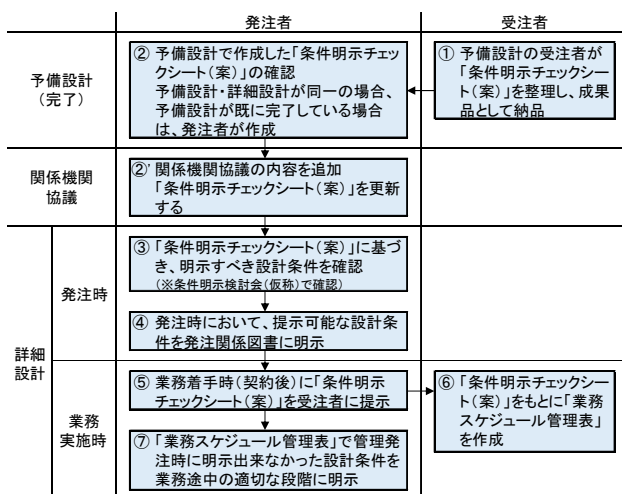


図-1 運用の流れ

## 2. 調査結果

### (1) 運用実態について

発注者からは、「受注者からの指摘で条件明示を追加していない」という回答が大多数であった(図-2参照)。また、受注者からは、「発注者から明示されたチェックシートの明示事項に過不足がない」という回答が約8割を占めていた(図-3参照)。これらより、本ガイドラインのチェックシートの明示事項は、概ね網羅的に設定されており、有効に活用されていることがわかった。ただし、関係機関協議事項や詳細な技術的評価等について、一部、条件明示が詳細設計発注時に十分ではなかったとの意見もあった。

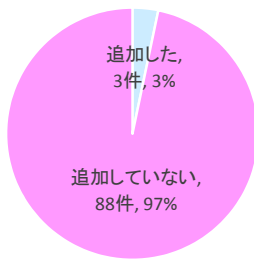


図-2 受注者からの指摘における追加事項

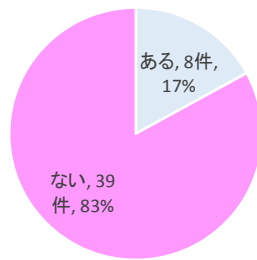


図-3 チェックシートにおける明示事項の過不足の有無

### (2) チェックシートについて

受発注者から得られた改善意見に対して、以下の基本方針に該当する改善意見の採用を原則とし、チェックシートの改善案を整理した。

- ①設計業務の品質向上に影響が大きく、改善が必要な項目
- ②複数の者から重複して同種の改善意見があった項目
- ③上記②の中で、特に具体的な改善案として意見が示された項目

上記①～③に基づき改善意見を整理した結果は表-1の通りである。

表-1 改善箇所数

対象	内容の改定項目数	重点項目の見直し項目数	新規追加項目数	合計
道路	4	4	0	8
橋梁	2	1	0	3
山岳トンネル	3	0	0	3
共同溝	0	0	0	0
樋門・樋管	0	0	0	0
排水機場	0	0	0	0
築堤護岸	0	0	0	0

また、改善内容の例を表-2、3に示す。

表-2 道路詳細設計の例

項目No	明示項目	内容No	主な内容
2	基本的な設計条件	17	用地境界は明確になっているか。

項目の細分化

2	基本的な設計条件	17	用地境界は明確になっているか。 <u>また、用地買収は完了しているか。</u>
---	----------	----	---

表-3 橋梁詳細設計の例

項目No	明示項目	内容No	主な内容
2	基本的な設計条件	16	地質ボーリングの位置は妥当か(各下部工位置に地質ボーリングが実施されているか)

重点項目※に変更

2	基本的な設計条件	16	地質ボーリングの位置は妥当か(各下部工位置に地質ボーリングが実施されているか)
---	----------	----	---

※重点項目：条件確定に時間を要する項目。条件未確定の場合は業務履行への影響が大きいため、早期の調整が必要となる。(該当箇所は網掛けで明示)

### (3) リストについて

受発注者から得られた改善意見の多くは、協議事項の不足に関する内容であった。協議事項の不足は工程に大きく影響すると考えられるため、全て採用することとした。その結果、改善箇所数は22箇所、全て道路系リストへの改善意見であった。そのため、河川系リストでも関係すると判断される内容については、意見はなかったものの、リストへ反映することとした。これにより、河川系リストの改善箇所数は14箇所となった。

### 【成果の活用】

本調査でとりまとめたチェックシート及びリストの改善案を、次年度早々に各地整等へ意見照会を行い、そこで上がった意見をもとに最終的なとりまとめを行う。これをもって、次年度第二四半期より公告される予備設計業務及び詳細設計業務に対して、本改善案を適用する予定である。

また、リストの明示不足が業務の遅延を招いているとの指摘もあり、原文に追記してほしい事項等の意見があったことから、今後も継続してフォローアップ調査等を行い、設計成果の品質確保に資するべく、本格運用に向けた検討を進める。加えて、必要に応じ適宜改善を実施していく予定である。

詳細情報はこちら

### 【参考】

1)条件明示ガイドライン(案)(土木設計)

[http://www.mlit.go.jp/tec/gyoumu\\_joukenmeiji.html](http://www.mlit.go.jp/tec/gyoumu_joukenmeiji.html)



---

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of NILIM

No.913

June 2016

---

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