

ISSN 1346-7328

国総研資料 第 813 号

平成 26 年 10 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.813

October 2014

平成 25 年度

道路調査費等年度報告

Annual Report of Road-related Research

in FY 2013

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 25 年度 道路調査費等年度報告

Annual Report of Road-related Research in FY 2013

概 要

本報告は、国土技術政策総合研究所において平成 25 年度に実施した道路調査費、地域連携推進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、地域連携推進事業費、年度報告、平成 25 年度

Synopsis

This report contains the results of the road-related research carried out by NILIM in FY 2013.

Keywords : Road-related Research, Annual Report, Fiscal Year of 2013

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 25 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「地域連携推進事業費」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おいては、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」のうち、平成 25 年度は、領域 5 を除く 9 つの「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ー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、「地域連携推進事業費」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 26 年 10 月

道路交通研究部長
道路構造物研究部長

森 望
真下 英人

平成 25 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

・新たな道路交通センサスに向けた調査	(道 路 研 究 室) … 2
・交通量常時観測体制の高度化・効率化	(道 路 研 究 室) … 4
・渋滞診断と対策の立案・評価に関する検討	(道 路 研 究 室) … 6
・プローブデータ利活用の高度化とデータ要件に関する検討	(道 路 研 究 室) … 8
・交通分析の高度化に関する検討	(道 路 研 究 室) … 10
・道路交通調査プラットフォームに関する検討	(道 路 研 究 室) … 12
・交通量常時観測データと社会経済の動向との関連分析	(建 設 経 済 研 究 室) … 14

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) … 16
・道路事業の多様な効果の算定手法に関する検討	(道 路 研 究 室) … 18

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

・道路に関する地理空間情報を用いた走行支援サービスに向けた検討	(情 報 基 盤 研 究 室) … 20
・道路の区間 ID 方式を用いた情報流通の実用化検討	(情 報 基 盤 研 究 室) … 22
・道路基盤地図情報の利用による道路管理業務の効率化に関する検討	(情 報 基 盤 研 究 室) … 24
・安全運転支援等に資する道路基盤地図情報の整備に向けた検討	(情 報 基 盤 研 究 室) … 26
・プローブ情報等の相互利用に関するシステム検討	(高度道路交通システム研究室) … 28
・ITS スポット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) … 30
・高速道路における交通円滑化システムの高度化に関する効果検証調査	(高度道路交通システム研究室) … 32
・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) … 34
・新たなモビリティに対応する道路交通システムの技術的課題調査	(高度道路交通システム研究室) … 36
・ITS を活用した特定の車両への走行支援に関する検討	(高度道路交通システム研究室) … 38
・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) … 40
・ITS を活用した大型車両の重量計測に関する検討	(高度道路交通システム研究室) … 42
・画像情報を用いた道路管理の効率化に関する適用性検討	(高度道路交通システム研究室) … 44
・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) … 46
・高齢者等歩行者の安全対策に資する技術の適用性検討	(高度道路交通システム研究室) … 48
・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) … 50
・海外展開向け ITS 技術のパッケージ化に関する研究	(高度道路交通システム研究室) … 52

・ 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) … 54
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)	
・ 道路構造物の津波被害メカニズムの解明及び要求性能に関する調査検討	(道路構造物管理研究室) … 56
・ 土工の地震被害メカニズムの解明及び要求性能に関する調査検討	(道路構造物管理研究室) … 58
・ 舗装の設計性能の設定手法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	(道路構造物管理研究室) … 60
・ 部分係数設計法の適用性拡大に関する調査検討	(道路構造物管理研究室) … 62
・ 構造解析手法に応じた安全率設定手法に関する調査検討	(道路構造物管理研究室) … 64
・ 初期品質の信頼性向上策及び実品質に基づく性能評価手法に関する調査検討	(道路構造物管理研究室) … 66
・ 複合構造の安全性評価技術に関する調査検討	(道路構造物管理研究室) … 68
・ 超高力ボルト摩擦接合継手の設計基準に関する研究	(道路構造物管理研究室) … 70
・ 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) … 72
・ 3次元 CAD データに関する検討	(情報基盤研究室) … 74
・ 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	(情報基盤研究室) … 76
・ 道路橋に作用する津波外力の検討	(地震防災研究室) … 78
・ 巨大地震を対象とした設計地震動の検討	(地震防災研究室) … 80
5. 領域 6 : 交通事故等から命を守る	
・ 我が国における交通安全施策における統計データ分析	(道路空間高度化研究室) … 82
・ 交通安全マネジメントの高度化に向けた検討	(道路空間高度化研究室) … 84
・ 車両挙動分析結果を活用した事故要因分析及び対策効果分析手法の検討	(道路空間高度化研究室) … 86
・ 面的交通安全対策の導入促進方策に関する検討	(道路空間高度化研究室) … 88
・ プローブデータを利用した危険箇所抽出等の高度化に関する検討	(道路空間高度化研究室) … 90
・ 生活道路対応型防護柵の性能要件の検討	(道路空間高度化研究室) … 92
6. 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	
・ 除雪の社会経済活動への影響に関する調査	(建設経済研究室) … 94
・ 地域活性化の効果の計測に向けた調査	(建設経済研究室) … 96
・ 道路の啓開、復旧に関する調査	(地震防災研究室) … 98
・ 大規模地震に備えた効率的な事前対策に関する調査	(地震防災研究室) … 100
・ 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	(地震防災研究室) … 102
7. 領域 8 : 大切な道路資産を科学的に保全する	
・ 道路構造物の点検・管理体系の最適化に関する調査検討	(道路構造物管理研究室) … 104
・ 道路構造物群の管理状態評価に関する調査検討	(道路構造物管理研究室) … 106
・ 既設道路橋の補修・補強設計基準に関する調査検討	(道路構造物管理研究室) … 108

8. 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) …110
・道路供用に伴う自動車からの二酸化炭素排出量変化の予測手法の高度化	(道 路 環 境 研 究 室) …112
・次世代自動車の普及による道路への影響に関する検討	(道 路 環 境 研 究 室) …114
・自動車排出ガス量の推計手法の合理化に関する検討	(道 路 環 境 研 究 室) …116
・道路環境影響評価における現地調査の合理化・定量化に関する検討	(道 路 環 境 研 究 室) …118
・環境調査・予測手法の効率化に向けたアセス図書等の共有・有効活用方策の検討	(道 路 環 境 研 究 室) …120
・沿道大気質予測手法の簡便化検討	(道 路 環 境 研 究 室) …122
・道路施設の一層の省エネ・再エネに向けた今後の技術開発の方向性整理	(道 路 環 境 研 究 室) …124
・道路交通騒音の現況把握手法の確立に関する検討	(道 路 環 境 研 究 室) …126
・猛禽類等に対する効果的な環境保全措置及び効率的なモニタリング手法の検討	(緑 化 生 態 研 究 室) …128
・街路樹の保全・再生手法に関する研究	(緑 化 生 態 研 究 室) …130

9. その他

・劣化を伴うコンクリート橋の検査・診断に資する非破壊検査技術に関する調査検討	(道路構造物管理研究室) …134
・道路橋定期点検の効率化に資する点検装置の検証法に関する研究	(道路構造物管理研究室) …136
・橋梁等における点検手法及び予防保全技術への要求性能設定手法に関する調査検討	(道路構造物管理研究室) …138
・道路橋のライフサイクルコストに係る実態調査及び分析等に関する調査検討	(道路構造物管理研究室) …140
・特殊車両走行経路違反判定模擬実験システムの開発支援業務	(高度道路交通システム研究室) …142
・車両走行状況のモニタリング方法に関する調査業務	(高度道路交通システム研究室) …144
・特定プローブ情報の収集・提供システムプロトタイプ構築業務	(高度道路交通システム研究室) …146

地域連携推進事業費

・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) …150
・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) …152
・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) …154

※目次以降の所属は、組織改編前の平成26年3月31日現在のもの

道 路 調 査 費

新たな道路交通センサスに向けた調査

Study for new road traffic census

(研究期間 平成 25～27 年度)

道路研究部 道路研究室
Road Department
Traffic Engineering Division

室長	高宮 進
Head	Susumu Takamiya
主任研究官	小塚 清
Senior Researcher	Kiyoshi Kozuka
研究官	橋本 浩良
Researcher	Hiroyoshi Hashimoto
研究官	山下 英夫
Researcher	Hideo Yamashita
部外研究員	山崎 恭彦
Guest Research Engineer	Takahiko Yamazaki

The authors collected and analyzed the information on surveys of road situation, traffic volume, travel speed, and traffic origin and destination, which constitute the road traffic census, in order to make the contents of the census more sophisticated and efficient. The authors collected information on several kinds of road situation data, methods for appropriately selecting traffic volume observation sites, and methods for introducing new items on travel speed, and analyzed the results. The authors also examined the applicability of information on movements of vehicles to traffic origin and destination surveys.

〔研究目的及び経緯〕

国土交通省は、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、道路交通センサス（本稿においては、次回以降の調査を「5 年に一度の調査」と呼ぶ。）を実施してきた。次回調査は平成 27 年度に予定されており、これを機に、国土交通省では、道路交通調査体系の再整理を検討している。

国土技術政策総合研究所では、本省と連携して道路交通調査体系の再整理を行うとともに、道路状況調査、交通量調査、旅行速度調査、自動車起終点調査（以下「OD 調査」という。）の効率的な実施方法の研究開発を行っている。

〔研究内容〕

平成 25 年度は、平成 27 年度調査を見据え、道路状況調査、交通量調査、旅行速度調査、OD 調査について、以下の検討を行った。

- ① 道路状況調査：道路施設現況調査などの類似する調査によって収集された道路構造データ（区間延長、車道幅員、車線数等）の利用可能性の検討
- ② 交通量調査：交通量を実測すべき箇所の選定の考え方の検討とその考え方に基づく箇所数の試算

- ③ 旅行速度調査：旅行時間信頼性指標値などの新たな整理項目の追加可能性の検討

- ④ OD 調査：カーナビ等から取得されるクルマの移動情報の利用可能性の検討

本稿では、平成 25 年度に重点的に検討を行った交通量調査について述べる。

〔研究成果〕

(1) 交通量を実測すべき箇所の考え方

5 年に一度の調査における交通量調査の目的として、「OD 調査の発生集中交通量照査」、「道路を賢く使う取組」、「全国的な交通指標値の算出」の 3 つを設定した。目的ごとに交通量を実測すべき箇所の選定の考え方を整理し、実測すべき箇所数を試算した。

1) 「OD 調査の発生集中交通量照査」のために実測すべき箇所

「OD 調査の発生集中交通量照査」には、OD 表を構成する B ゾーン（全国約 7,000 ゾーン）や将来交通量の予測に利用する集約 B ゾーン（全国約 1,000 ゾーン）の境を跨ぐ区間を実測すべきと考えられる。しかしながら、集約 B ゾーン境を跨ぐ区間だけでも全国で約 1 万あり、全てにおいて実測することは困難である。

そこで、本研究では、優先的に実測すべき区間を集

約 B ゾーン境を跨ぐ区間から選定することとした。
「OD 調査の発生集中交通量照査」という目的を踏まえ、集約 B ゾーン単位で全ての OD パターンを把握できる最小数の区間を選定した。具体的には、平成 17 年度の道路ネットワーク、平成 17 年度 OD 交通量を用いた交通量配分結果（交通量、OD 内訳、配分経路）をもとに、実測すべき区間を選定した。

一例として、群馬県における選定結果を図 1 に示す。群馬県では、18 個の集約 B ゾーンが設定されており、隣接県を含めると、その境を跨ぐ区間は 659 区間存在する。平成 22 年度センサスにおいて、「OD 調査の発生集中交通量照査」のために群馬県内で実測した区間は 174 区間であった。本研究では、図 1 に示す 21 区間を実測すれば、集約 B ゾーン単位で全ての OD パターンを把握できることがわかった。

2) 「道路を賢く使う取組」のために実測すべき箇所

「道路を賢く使う取組」の施策として、渋滞情報の提供などによる混雑区間から非混雑区間への経路誘導が考えられる。経路誘導の対象となる道路として、①規格が高い道路、②他の道路へ代替できる可能性がある道路、③混雑が著しい道路の 3 つを想定し、以下の条件で選定した。

- ・高規格幹線道路等（高規格幹線道路、都市高速道路、地域高規格道路、自動車専用道路）
- ・高規格幹線道路等と並行する一般国道
- ・DID 内の 4 車線以上の一般国道・主要地方道

その結果、「道路を賢く使う取組」のために実測すべき箇所として全国で計 6,413 箇所を選定した。

3) 「全国的な交通指標値の算出」のために実測すべき箇所

総走行台キロなどの全国的な交通指標値を算出するためには、全国の交通量データを整理しておく必要がある。平成 22 年度センサスでは、「路線推定」と「地域推定」の 2 つの推定方法を用いて、全国の交通量データを整理している。本研究では「地域推定」に着目し、12 時間断面交通量の推定方法について検討した。

「地域推定」における 12 時間断面交通量の推定は、全国を 15 の地域ブロック別、直轄・直轄以外の別、4 の沿道状況別のグループに分けて実施されている。具体的には、式 1 のとおりである

$$Q_{h22} = q_{h22-ave} \times Q_{h17} / q_{h17-ave} \quad (\text{式 1})$$

ここで、

Q_{h22} : 推定区間の平成 22 年度センサス 12 時間断面交通量

Q_{h17} : 推定区間の平成 17 年度センサス 12 時間断面交通量

$q_{h22-ave}$: 推定区間が属するグループの平成 22 年度センサス 12 時間断面交通量の平均値

$q_{h17-ave}$: 推定区間が属するグループの平成 17 年度センサス 12 時間断面

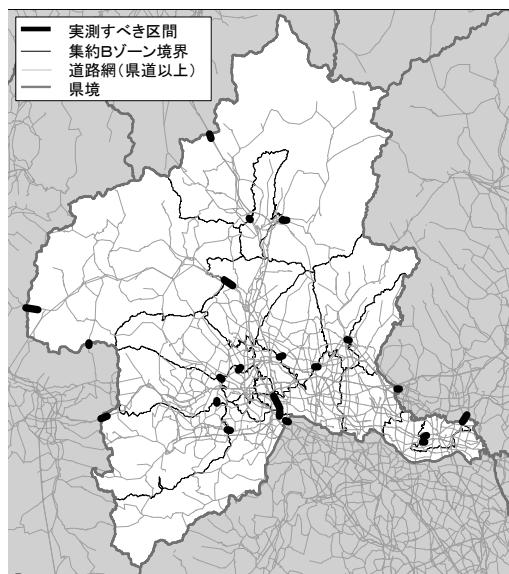


図 1 「OD 調査の発生集中交通量照査」のために実測すべき区間（群馬県）

交通量の平均値

式 1 は、推定区間の 12 時間断面交通量に、推定区間が属するグループの 12 時間断面交通量の平均値の伸率 ($h22/h17$) を乗じていることに等しい。そこで、本研究では、この伸率を一定精度で算出するために実測すべき箇所数を試算することとした。

具体的には、式 2 に示す統計式に基づき試算した。この際、「母集団の分散 (σ^2)」が未知であるため、標本不偏分散を用いた。また、周辺道路網の改変等により、伸率が大きく変化している区間が存在するため、伸率が 0.5 未満の区間、2.0 より大きい区間は対象外とした。

$$n \geq \frac{N}{\frac{(N-1)d^2}{Z^2\sigma^2} + 1} \quad (\text{式 2})$$

n : 実測すべき区間数

N : 母集団の数

Z : 信頼係数 (信頼度 95% の場合は 1.96)

σ^2 : 母集団の分散

d : 許容誤差

その結果、全てのグループについて、信頼度が 95%、許容誤差が 10% 以内で、伸率を算出するためには、全国で計 899 箇所実測する必要があることがわかった。

〔成果の活用〕

交通量調査の目的に応じた優先的に実測すべき箇所数等の選定を行った。

本年度の検討成果は、選定条件に一定の仮定を設定して得られたものである。このため、引き続き、選定条件を精査しながら、交通量調査に関する検討を進めていく予定である。

交通量常時観測体制の高度化・効率化

Making the constant observation of traffic volume more advanced and efficient

(研究期間 平成 23～25 年度)

道路研究部 道路研究室
Road Department
Traffic Engineering Division

室 長 高宮 進
Head Susumu Takamiya
主任研究官 小塚 清
Senior Researcher Kiyoshi Kozuka
研究官 橋本 浩良
Researcher Hiroyoshi Hashimoto
部外研究員 山崎 恭彦
Guest Research Engineer Takahiko Yamazaki

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 FY2013 included: (1) preparation of travel time data used in a traffic analysis for Regional Development Bureaus; (2) case analysis of the traffic characteristics of trunk roads using constant observation data; and, (3) annual renewal of traffic survey unit data that serve as fundamental data for collecting and analyzing constant observation data.

〔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。

本研究では、交通量や旅行速度（旅行時間）の常時観測データ（以下「常時観測データ」という。）の収集・加工方法、常時観測データを用いた道路交通状況の分析方法の研究開発を行っている。

〔研究内容〕

平成 25 年度は、(1) 旅行時間データの加工及び収集状況の整理、(2) 常時観測データを用いた幹線道路の交通特性の基礎集計等を行った。さらに、常時観測データの収集・分析の基礎データ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、(3) 交通調査基本区間・基本交差点データの年次更新を行った。

〔研究成果〕

(1) 旅行時間データの加工及び収集状況の整理

1) 交通調査基本区間単位の旅行時間データの加工

平成 25 年 2 月から平成 26 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（民間プローブデ

■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%	4%	60%
毎週	5%	55%	93%
1か月	45%	91%	99%

■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%	22%	92%
毎週	24%	89%	96%
1か月	76%	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%	2%	48%
毎週	1%	33%	75%
1か月	16%	68%	91%

※「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

図1 道路種別別の取得延長割合（平成 25 年 10 月・平日）

ータ）を、交通調査基本区間単位のデータに変換し、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パーセント間隔のパーセンタイル旅行時間データを作成した。

2) 旅行時間データの収集状況の整理

図1は、平成 25 年 10 月・平日を例に、交通調査基本区間単位の旅行時間データが上り下り両方向ともデ

ータ収集された延長割合を示している。表側はデータ取得頻度を、表頭は取得時間帯となっている。例えば、直轄国道では、毎日 24 時間毎時間のデータが作成可能な区間は 0%、1 週間（平日 5 日間）のデータを利用し毎週 24 時間毎時間のデータが作成可能な区間は 1%、1 か月（平日 20 日）のデータを利用し 24 時間毎時間のデータが作成可能な区間は 16%となる。

(2) 常時観測データを用いた幹線道路の交通特性の基礎集計

図 2 は、全国の一般国道を対象に算定した交通調査基本区間単位の平成 24 年度の損失時間の分布状況を示したものである。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。

図 3 は、東京 23 区を対象に平成 24 年 10 月平日の平均旅行速度別の延長割合を示したものである。東京 23 区では、どの時間においても、30～40%の区間で 20km/h 以下の低い旅行速度となっている。

図 4 は、平成 24 年度秋季（10 月）と冬季（2 月）の速度低下率（2 月/10 月）を示したものである。北海道、東北、北陸といった積雪寒冷地域で速度低下が著しい。

また、図 5 は、東京 23 区、大阪市などの大都市と、那覇市の混雑時平均旅行速度の月変動を比べたものである。那覇市の平均旅行速度は最も低くなっている。

引き続き、常時観測データを用いた幹線道路の交通特性の基礎集計を進め、我が国の道路交通特性を分析していくこととしている。

(3) 交通調査基本区間・基本交差点データの年次更新

常時観測データの収集・分析に活用する交通調査基本区間データについて、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・修正を行うとともに、更新・修正した交通調査基本区間データをもとに基本交差点データを作成した。

【成果の活用】

本研究成果を活用しながら、常時観測データを利用した道路における各種対策の立案、効果計測等の実施を支援していく予定である。また、近年の ICT の進展状況を取り込みつつ、常時観測データの収集・加工方法の改善方策の研究開発、道路交通状況の分析手法の研究開発を進めていく予定である。

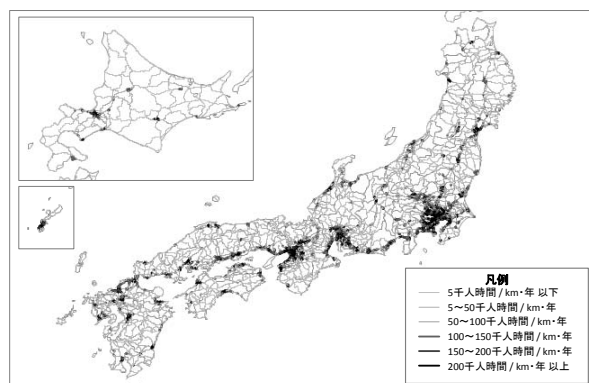


図 2 一般国道の損失時間の分布状況（平成 24 年度）

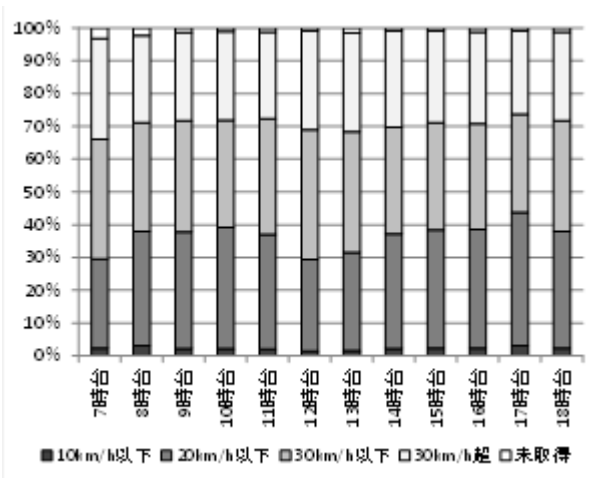


図 3 東京 23 区の平均旅行速度別延長割合（平成 24 年 10 月平日）

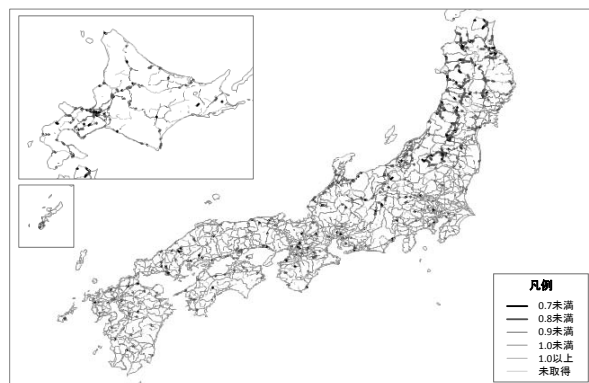


図 4 一般国道の混雑時・冬季速度低下率（平成 24 年度）

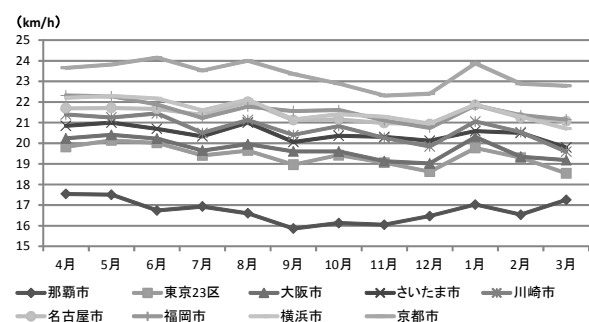


図 5 都市別の一般道の混雑時旅行速度の月別比較（平成 24 年度）

渋滞診断と対策の立案・評価に関する検討

Study on road traffic congestion diagnosis and on plan and evaluation of congestion mitigation measures

(研究期間 平成 23～25 年度)

道路研究部 道路研究室
Road Department
Traffic Engineering Division

室 長 高宮 進
Head Susumu Takamiya
研究官 橋本 浩良
Researcher Hiroyoshi Hashimoto
部外研究員 山崎 恭彦
Guest Research Engineer Takahiko Yamazaki

In this research, some methods were developed to identify traffic congestion locations using constant observation data. Work conducted in FY2013 included a study on methods for identifying major traffic congestion locations where travel speed reductions occur and a study on methods for identifying bottleneck intersections.

〔研究目的及び経緯〕

道路交通における諸課題の中でも、交通渋滞は大きな課題となっている。渋滞対策を効果的に進めるためには、道路交通データを利用して、①渋滞の起点となる箇所（以下「ボトルネック箇所」という。）の抽出、②ボトルネック箇所での渋滞の原因、発生頻度、程度、影響範囲など渋滞状況の詳細把握を行った上で、対策立案、対策実施、対策効果の評価を実施していく必要がある。

国土技術政策総合研究所では、地方整備局等が行う渋滞対策を支援することを目的として、交通量や旅行時間の常時観測データを用いたボトルネック箇所の抽出方法と渋滞状況の分析方法の研究開発を行っている。

〔研究内容〕

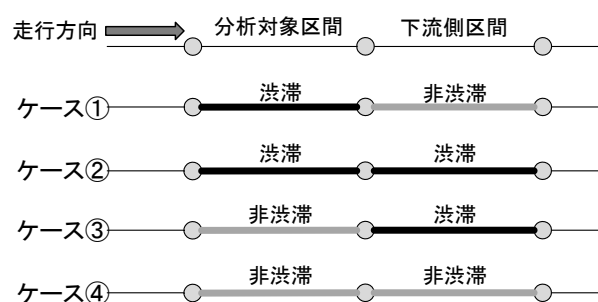
平成 25 年度は、各都道府県の渋滞箇所の抽出事例を収集し、各都道府県における渋滞箇所の抽出の考え方を整理した。また、研究期間を通じ検討を進めてきたボトルネック箇所とその影響範囲の特定方法について、広島県の主要渋滞箇所を対象に、その有効性の確認を行った。

本稿では、旅行時間の常時観測データ（民間プローブデータ）を用いたボトルネック箇所とその影響範囲の特定方法及びその有効性の確認結果について述べる。

〔研究成果〕

(1) ボトルネック箇所とその影響範囲の特定方法

ボトルネック箇所とその影響範囲の特定手順は以下の通りである。



	分析対象 区間	下流側の 区間	ポイント
①	渋滞	非渋滞	+1
②	渋滞	渋滞	-1
③	非渋滞	渋滞	0
④	非渋滞	非渋滞	0

図 1 ボトルネック指数の設定の考え方

STEP1 渋滞の発生確率の確認

デジタル道路地図区間（以下「DRM 区間」という。）毎に、分析対象期間・分析対象時間帯における渋滞の発生確率を確認する。本研究では、平均旅行速度が 20km/h 以下の状態を渋滞と定義した。分析対象期間を 1 年間、分析対象時間帯を 7 時台とした場合、7 時台に 20km/h 以下となった日数をデータ取得日数で除した値が、渋滞の発生確率となる。

STEP2 ボトルネック箇所とその影響範囲の特定

STEP 1 の結果より、渋滞の発生確率を確認した後、分析対象区間と分析対象区間の走行方向下流側区間と

の「渋滞」と「非渋滞」の組合せからボトルネック箇所とその影響範囲の特定を行う。

例えば、ある日時において、分析対象区間が渋滞し、走行方向下流側の区間が非渋滞であれば、分析対象区間が渋滞の先頭となっていると判定し「+1」、分析対象区間と下流側の区間がともに渋滞していれば、分析対象区間は下流側の渋滞の影響を受けていると判定し「-1」、その他は「0」、のポイントを付与する(図1)。次に、分析対象期間での「+1」の合計値と、「-1」の合計値をそれぞれデータ取得日数で除す。この値をそれぞれ「ボトルネック指数(+）」、「ボトルネック指数(-)」と定義する。

例えば、ボトルネック指数(+)が+0.8 であれば 80%の確率で当該区間が起点となる渋滞が発生していると考えられる。また、-0.8 であれば当該区間は 80%の確率で走行方向下流側区間の影響を受ける渋滞が発生していると考えられる。

(2) 有効性の確認

1) 分析対象箇所と分析対象時間帯と用いたデータ

分析対象箇所は、広島県道路交通渋滞対策部会において主要渋滞箇所を選定されている一般国道2号大正交差点付近(下流側1区間、上流側6区間)とした(図2)。分析対象時間帯は、渋滞の発生確率の高い7時台とし、分析対象期間は、平成23年度1年間(平日247日)とした。影響範囲を細かく確認するため、デジタル道路地図区間単位・1時間単位のデータを利用した。

2) 有効性の確認結果

STEP1 渋滞の発生確率の確認

分析対象期間における渋滞の発生確率・データ取得日数は、区間①が18%・232日、区間②が85%・235日、区間③が70%・230日、区間④が68%・234日、区間⑤が37%・234日、区間⑥が13%・184日、区間⑦が1%・206日となった(図3)。区間②の渋滞の発生確率が85%と高い。また、データ取得日は、最も少ない区間⑥でも184日と多くの日でデータ取得されていることから、分析に十分なデータが取得できていると考えられる。

STEP2 ボトルネック箇所とその影響範囲の特定

大正交差点に流入接続する区間②では、渋滞の発生確率が85%と高く、また、ボトルネック指数(+)が+0.71と高い。このことから、当該区間がボトルネック箇所となっていると考えられる。また、区間③～⑥については、ボトルネック指数(-)の値が低い(絶対値が大きい)ため、それぞれ走行方向下流側区間の渋滞の影響を受けていると考えられる(図3)。

図4は、一般国道2号と交差する他の路線・区間においても同様の分析を行った結果である。この図より、



図2 一般国道2号大正交差点の位置と分析方向

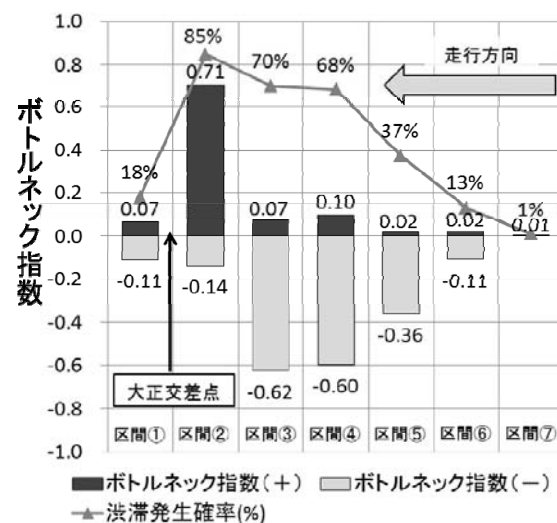


図3 大正交差点付近における渋滞の発生確率とボトルネック指数(平成23年度・平日・7時台)



図4 一般国道2号大正交差点の位置と分析方向

渋滞の影響は一般国道2号だけでなく交差する路線・区間にも及んでいることが分かる。

【成果の活用】

本稿で述べた方法の特徴は、「渋滞」と「非渋滞」の組合せから、ボトルネック箇所とその影響範囲を簡単に特定できることである。渋滞の影響範囲は、渋滞対策の検討時における検討対象範囲の設定などに有効な分析結果であると考えられる。

今後は、線形不良等による速度低下も含めた交通円滑化という観点から、交通状況の分析方法の研究開発を進めていく予定である。

プローブデータ利活用の高度化とデータ要件に関する検討

Study on development of the probe data utilization and data requirements

(研究期間 平成 24～25 年度)

道路研究部 道路研究室
Road Department
Traffic Engineering Division

室長
Head
主任研究官
Senior Researcher
研究官
Researcher

高宮 進
Susumu TAKAMIYA
関谷 浩孝
Hirotaka SEKIYA
諸田 恵士
Keiji MOROTA

This research examined the volume of data needed to accurately calculate average travel time using probe data, and summarized processing and summation methods of various traffic phenomena using probe data. Specifically, the research clarified the relationship between the volume of probe data and the precision of calculations on average travel time based on the results of a license plate scanning survey.

〔研究目的及び経緯〕

カーナビ等を利用して収集される自動車の移動情報（以下「プローブデータ」という。）は、自動車の旅行速度、経路、OD（起終点）の分析、交差点等での細かい交通挙動の分析に有効なデータである。近年、乗用車、貨物車、タクシー、バスなど多様な車種のプローブデータが大量に収集されるようになっている。

これら多様かつ大量のプローブデータを有効利用し、道路交通分析を行っていくためには、データの処理・加工方法などの分析方法を確立するだけでなく、分析目的に照らし、必要なデータの種類、データ量などの要件を整理しておく必要がある。国土技術政策総合研究所では、分析目的に照らし必要なプローブデータの要件について検討を行っている。

〔研究内容〕

プローブデータは、道路を走行する一部の自動車から得られるサンプルデータである。このため、平均旅行速度（平均旅行時間）、経路旅行時間などの指標値の確からしさを担保するためには、一定程度以上のデータ量が必要となる。平成 25 年度は、ナンバープレート読み取り調査（以下「NP 調査」という。）を行い収集した旅行時間データを用いて、旅行時間データのデータ量と平均旅行時間の信頼度の関係分析を行った。

〔研究成果〕

(1) 分析対象区間と分析方法

国道 16 号（川越市）、国道 463 号（さいたま市）の

表-1 分析対象区間と NP 調査期間

NO.	路線	市町村	車線数	区間延長(m)	交通量※(台/日)	沿道状況	NP調査期間
1	国道16号	川越市	4	597	54,752	市街部	H25.11.01 ～ H25.12.09
2	国道463号	さいたま市	4	587	15,932	平地部	H25.11.24 ～ H25.12.24

表-2 平均旅行時間の算定単位と分析対象期間

NO.	路線	旅行時間の算出単位		分析対象日※	NO.	路線	旅行時間の算出単位		分析対象日※
1	国道16号	1日	7時台	H25.12.19	2	国道463号	1日	7時台	H25.11.5
			7-8時台					7-8時台	
			7-18時台					7-18時台	
		1週間	7時台	H25.12.9			1週間	7時台	H25.11.18
			7-8時台	～				7-8時台	～
			7-18時台	H25.12.13				7-18時台	H25.11.22
		1か月	7時台	H25.11.25			1か月	7時台	H25.11.1
			7-8時台	～				7-8時台	～
			7-18時台	H25.12.20				7-18時台	H25.12.2

※分析対象期間の平日データを利用

デジタル道路地図区間を分析対象区間とした（表-1）。まず、分析対象区間両端において、NP 調査を行い、全車両の平均旅行時間を算定した。これを基準値とする。次に、別途設定する抽出率に応じて、サンプルデータの抽出と、そのデータによる平均旅行時間の算定を行い、基準値と比較する。旅行時間の算定単位、分析対象期間は表-2 の通りである。分析手順を以下に示す。

手順 1 データクリーニングと基準値の算定

収集した旅行時間データには、沿道施設への立ち寄り等による異常値が混入している可能性がある。このため、Z スコアを用いたデータクリーニングを行い、異常値と判別されるサンプルを除去した。Z スコアを

用いたデータクリーニングの方法は次の通りである。

ある時刻(c)に分析対象区間に進入した車両の旅行時間データを t_c とすると、その Z スコアは式(1)となる。

$$Z = \frac{t_c - \bar{t}}{v} \quad \text{式(1)}$$

ここで、

\bar{t} : 一定時間 h に観測された旅行時間の平均値

v : 一定時間 h に観測された旅行時間の不偏標準偏差

本研究では、一定時間 h を時刻(c)の直前 60 分、直後 60 分と設定し、直前 60 分から算定した Z スコア、直後 60 分から算定した Z スコアがともに 4 を越えた場合、 t_c を異常値と判別する。

データクリーニングの実施結果の例を図-1 に示す。データクリーニング後、分析対象とした旅行時間の算定単位毎に基準値を算定した。

手順2 データ量と平均旅行時間の信頼度の算定

抽出率を 0.005%~20% の間で 20 ケース設定し、ケース毎にランダムサンプリングによりサンプルデータの抽出と平均旅行時間の算定を 1,000 回繰り返した。得られた 1,000 個の平均旅行時間について、基準値 \pm 5% 以内のデータの割合を算定し、これを信頼度と定義して、抽出率と信頼度の関係分析を行った。

(2) 分析結果

国道 16 号の分析結果を図-2 に、国道 463 号の分析結果を図-3 に示す。1%の抽出率で算定した 1 日単位・7 時台の平均旅行時間は、国道 16 号では約 30%、国道 463 号では約 70%の信頼度となった。同じ抽出率の場合、国道 16 号に比べ、国道 463 号の方が、信頼度が高くなっている。

国道 16 号、国道 463 号の区間について、1 日単位・7 時台の分析に用いた旅行時間の分布を図-4 に示す。国道 16 号は 2 つの山の分布となっている。この区間には、区間端点に信号交差点が有り、信号で止まらない車両と信号で止まる車両の旅行時間の違いが分布に表れていると考えられる。国道 463 号の区間は信号交差点の無い区間であり、1 つの山の分布となっている。信号交差点の有無により、旅行時間の分布が大きく異なっていることが分かる。信号交差点の有無が、抽出率と信頼度の関係に大きく影響していると考えられる。

例えば、分析対象区間の延長を長くすれば、信号交差点の影響を小さくすることができる。しかしながら、分析単位が粗くなる。分析対象区間の考え方、信号交差点の影響を考慮しながら、抽出率と信頼度の関係を分析していく必要がある。

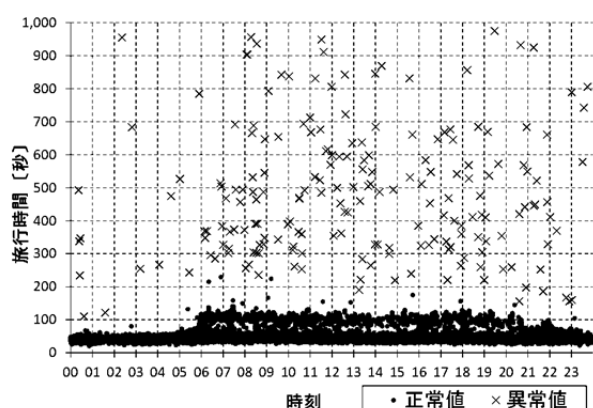


図-1 データクリーニングの実施結果（国道 16 号の例）

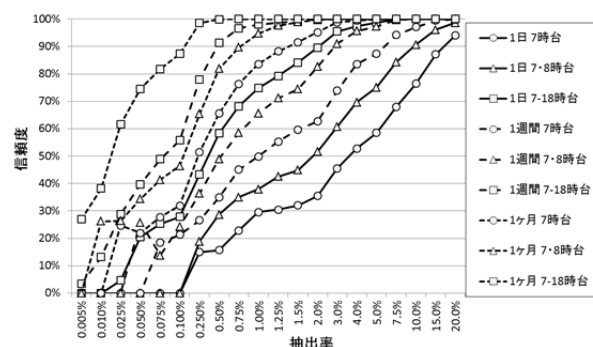


図-2 国道 16 号における抽出率と信頼度の関係

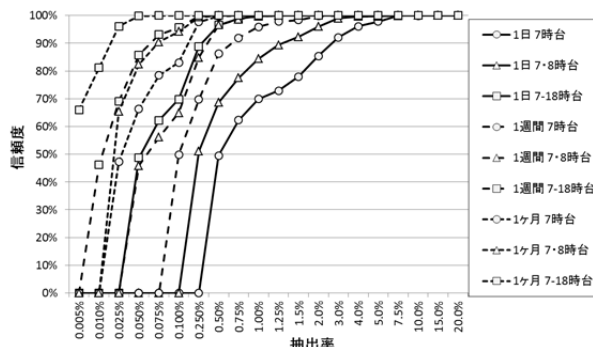


図-3 国道 463 号における抽出率と信頼度の関係

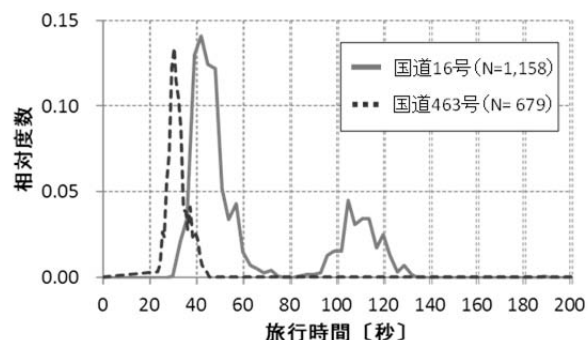


図-4 1 日単位 の 7 時台の分析に用いた旅行時間の分布

〔成果の活用〕

国土技術政策総合研究所では、本研究成果等を利用して、入手データレベルに基づく分析結果の信頼度判定法の検討を進めていく予定である。

交通分析の高度化に関する検討

Review of Sophistication of Traffic Situation Analysis

(研究期間 平成 24～25 年度)

道路研究部 道路研究室
Road Department
Traffic Engineering Division

室 長	高宮 進
Head	Susumu TAKAMIYA
研究官	橋本 浩良
Researcher	Hiroyoshi HASHIMOTO
研究官	今田 勝昭
Researcher	Katsuaki IMADA
研究官	山下 英夫
Researcher	Hideo YAMASHITA

There are some examples where entry/exit traffic to roadside stores affects the travel speed of the main flow-through traffic. Under this research, an impact analysis was conducted through a micro-traffic simulation, and effectiveness and feasibility of the method which used the simulation were clarified from a viewpoint of a technique for analyzing the impacts of roadside entry/exit traffic on the travel speed of the main flow-through traffic.

〔研究目的及び経緯〕

沿道商店等への出入交通（以下、「沿道出入交通」という。）が、本線通過交通の旅行速度に影響を及ぼす事例が散見されている。沿道状況に応じて影響の程度は異なってくるが、あらかじめ沿道状況の展開を予測して沿道アクセスの方式を制御しておくことが考えられる。ミクロ交通シミュレーション（以下、「シミュレーション」という。）は、時間的及び空間的に様々な条件下における交通状況を再現できるため、この影響の有効な分析手段の一つであるといえる。

本研究では、沿道出入交通が本線通過交通の旅行速度に及ぼす影響を予測する手法の確立に向けて、実道を対象とした影響分析をミクロ交通シミュレーションにより実施した。

〔研究内容〕

沿道出入交通が本線通過交通に及ぼす影響が大きい区間を対象に、出入口の集約化など、本線通過交通の影響への対策をシミュレーションで再現し、影響や対策効果の分析を行った。さらに、シミュレーションのパラメータ調整に必要な沿道出入交通に関する一般的な車両挙動の類似性を検証した。

〔研究成果〕

(1) 分析の準備

対象区間として、図 1 のような、上下分離された片側 2 車線の道路を 2 区間選定した。

次に、選定した 2 区間について、ビデオ観測、GPS 計測車両等による実態調査を行い、シミュレーション

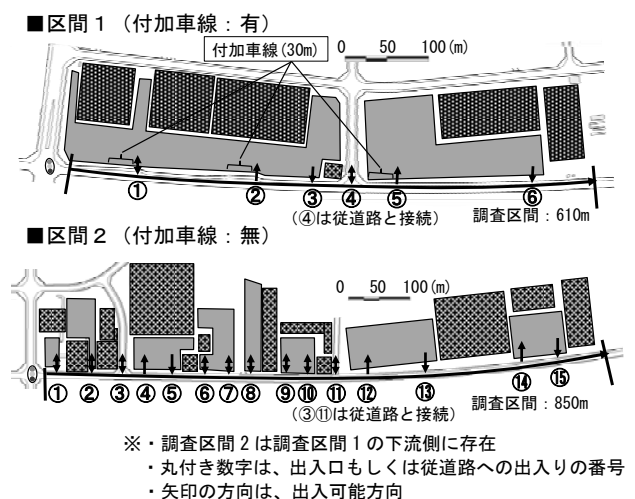


図 1 対象区間（国道 464 号千葉県印西市）

の実施に必要な本線交通量、沿道出入箇所別交通量、本線通過車両の区間平均速度、自由走行時の走行速度、本線流出（入）時の減（加）速度、関係する信号現示データなどを取得した。

特に、GPS 計測車両による主な調査としては、沿道出入に関する挙動を取得するため、被験者が運転する GPS を搭載した車両を 2 台連続して左側車線を走行させ、前車は沿道出入での挙動を取得するため出入口で流出させるとともに、後車はそのまま本線を通過させた。なお、2 台連続して左側車線を走行させたうちの後車の平均走行速度を示したものが図 2 であるが、付加車線が無い区間 2 において、出入口近傍で車両が速

度低下したことが分かる。

シミュレーションにおける現況再現性の確認は、過年度提案した手法で行った。具体には、主要なパラメータを調整した上で、車両挙動として沿道出入車両、本線通過車両それぞれの加減速状況の再現性を確認し、区間全体の交通状況として調査区間の区間平均速度などの再現性を確認した。

(2) 分析の実施

調査で観測された交通量（上流側交通量 1,595 台/時、うち 487 台/時は各出入口に流出）を用い、次の対策ケースにより、沿道出入交通の影響や対策の効果を分析した。

- ・ 出入口を信号交差点近くに集約
- ・ 出入口を信号交差点から遠ざけて集約
- ・ 出入口を無信号交差点に集約（アクセスコントロールをイメージしたもの） など

なお、ここでの集約は、シミュレーションにおいて、各出入口交通量の全てを 1 箇所の出入口にまとめることで対応している。

以降、区間 2 の分析について、述べる。

図 3 に集約位置を変化させたケースの区間平均速度を示すが、対策なしのケースと比べると、出入口を上流の信号交差点に近い位置に集約したケースのみ速度が高くなっている。

次に、出入口を信号交差点に近い位置に集約したケースを詳細に検証するため、調査区間より上流側の分析を実施した。シミュレーションでは、車両をランダムに発生させているが、調査区間内に流入できない車両は調査区間より上流側に滞留させている。このため、車両の発生からの分析が可能である。図 4 は、車両の発生から調査区間下流端までの全車両の平均所要時間を比較したものである。出入口を信号交差点に近い位置に集約したケースについては、調査区間より上流側で要した時間が大幅に増加していることが分かる。一方で、出入口を無信号交差点に集約したケースが、全体の平均所要時間が最も小さいことが分かる。これにより、今回の分析においては、出入口を信号交差点近くに集約することに、大きな課題があることが確認できた。

(3) 車両挙動における類似性の検証

沿道出入交通に関する一般的な車両挙動の類似性を検証するため、流入出車両の加減速挙動や自由走行速度などについて、過年度調査で得られた挙動も含め比較・整理した。図 5 から、減速を開始する位置や速度低下状況が類似していることが分かる。このような標準的な挙動を一般化すれば、シミュレー

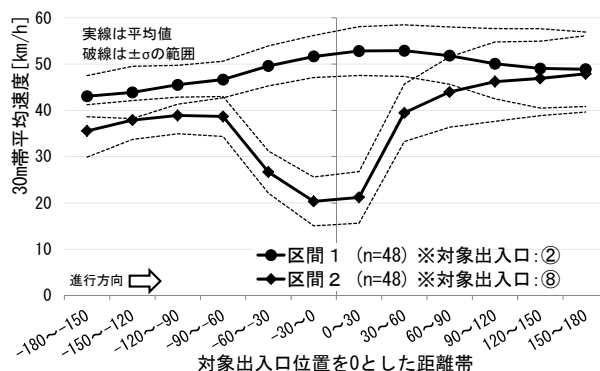


図 2 沿道出入の影響を受けた本線を通る GPS 計測車両の速度

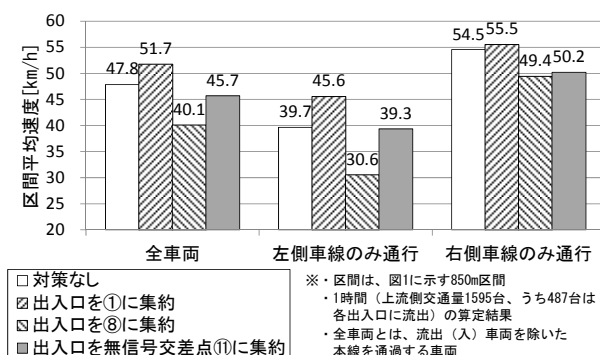


図 3 出入口集約ケースにおける区間平均速度

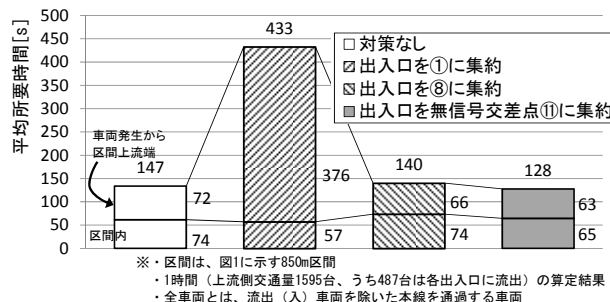


図 4 出入口集約ケースにおける所要時間（全車両）

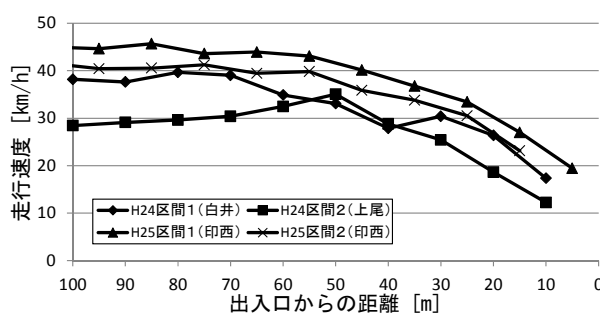


図 5 流出車両の減速挙動の比較

ションに必要な実態調査の簡略化が期待できる。

【成果の活用】

本研究で得られた成果及び知見は、今後の道路の計画・設計に利用していくことが考えられる。

道路交通調査プラットフォームに関する検討

Study on platform of road traffic data

(研究期間 平成 24～26 年度)

道路研究部 道路研究室
Road Department
Traffic Engineering Division

室長
Head
研究官
Researcher
部外研究員

高宮 進
Susumu TAKAMIYA
橋本 浩良
Hiroyoshi HASHIMOTO
山崎 恭彦

Guest Research Engineer Takahiko YAMAZAKI

高度情報化研究センター 情報基盤研究室
Research Center for Advanced
Information Technology
Information Technology Division

室長
Head
研究官
Researcher
部外研究員

重高 浩一
Koichi SHIGETAKA
今井 龍一
Ryuichi IMAI
田嶋 聡司

Guest Research Engineer Satoshi TAJIMA

This research aims at building a structure platform of road traffic data that collects and accumulates various road traffic data such as traffic volume and travel speed. In FY2013, the platform of road traffic data designed and established based the on document defining requirements prepared in 2012, and a trial operation was conducted for Regional Development Bureaus. Points for improvement were identified from the results of the trial operation and the platform was improved.

〔研究目的及び経緯〕

本研究は、交通量や旅行速度などの各種道路交通調査データを蓄積・管理し、共有するための道路交通調査プラットフォーム（以下「交通調査 PF」という）を構築するものである。

平成 25 年度は、平成 24 年度に作成した要件定義書に基づきマニュアル等の整備・設計・プログラミングを行い、交通調査 PF を構築するとともに、その有用性を確認するため地方整備局等職員を対象に試験運用を実施した。また、試験運用の結果から改善点を抽出し、交通調査 PF に反映した。

〔研究内容〕

1. 交通調査 PF の設計・プログラミング

「道路交通調査プラットフォーム要件定義書」に準じた必須機能の設計・プログラミングを実施した。

2. 交通調査 PF の試験運用

交通調査 PF の試験運用に必要なサーバや通信環境などの整備に併せ、初期データの登録や利用マニュアルを整備し、交通調査 PF の試験運用を行った。

3. 交通調査 PF の改善点の抽出・整理

試験運用の結果を踏まえ、交通調査 PF の管理者視点

からの本格運用を見据えたサービスの提供や交通調査 PF の運用環境などの改善点、交通調査 PF の利用者視点からの交通調査 PF の利便性・操作性などの改善点の抽出・整理を行った。

特に、交通調査 PF の操作性については、利用者による操作体験会を開催し、操作に迷う具体的箇所を客観的な視点で抽出するため、視線計測技術を利用した。操作時の視線の計測・記録を行い、ユーザインタフェースのレイアウトなどの改善点を確認した。

4. 交通調査 PF の改善点の反映

前節の改善点の抽出・整理を踏まえ、“システムの改善”／“運用ルールの改善”／“登録データの改善”の 3 区分で反映方法を検討し、「道路交通調査プラットフォーム要件定義書」、「交通調査 PF 設計書」、「交通調査 PF ソフトウェア」に対して改善を行った。

改善点の反映後、動作確認仕様書に準じて動作確認を実施し、要件定義書、設計書、プログラムを再整理した。

〔研究成果〕

1. 交通調査 PF の設計・プログラミング

構築した主な機能を以下に示す。

管理機能

システム管理者（国総研）が登録済みの各種調査データやログインアカウントの管理、データ登録状況やシステムの動作状況の確認等ができる機能。

登録・削除機能

データ管理者（国土交通省）が保有する各種調査データ（道路交通センサスデータ、交通量データ、旅行速度データ等）を登録・削除する機能。

検索・表示・出力機能

ユーザ（地方整備局等職員）が登録状況一覧表示、交通調査基本区間、常時観測地点、個別調査データの位置を表示する機能や登録済みの各種調査データを出力する機能。

機能構成を図-1に示す。構築にあたっては、開発作業を効率化する観点から、既存システムである道路管理用情報共有プラットフォームの開発成果を活用した。構築した交通調査 PF の画面遷移は図-2の通り。

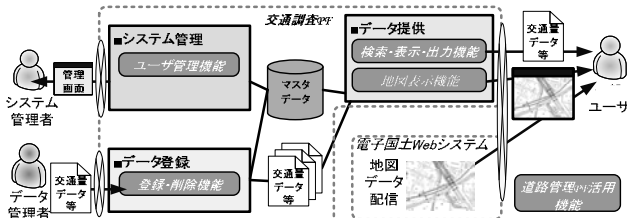


図-1 交通調査 PF の機能構成

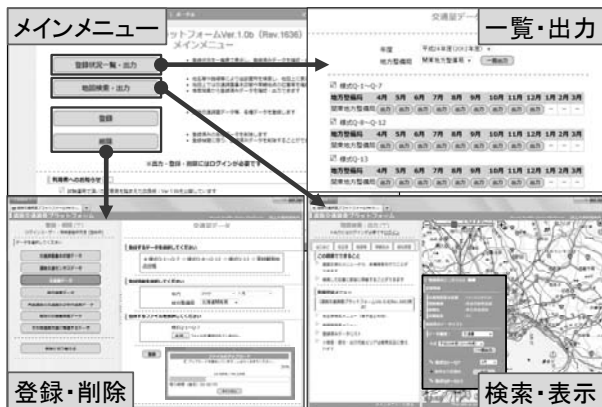


図-2 交通調査 PF の画面遷移

2. 交通調査 PF の試験運用

初期データとして以下の各種調査データを登録した。なお、対象エリアは全国で、交通量データと旅行速度データは月別に登録した。

- ・交通調査基本区間（全国）
- ・道路交通センサス
- ・交通量データ（トラカンデータ）
- ・旅行速度データ（プローブデータ）
- ・個別調査データ
- ・その他（DRM データ、各種要領類など）

利用マニュアル（管理者向け・利用者向け）をそれぞれ2種類（簡易版・詳細版）作成した。試験運用の

際、ポータルサイトを構築・活用し、利用者への案内、問合せ対応などを実施した。また、改善点の抽出のため地方整備局等職員にアンケートを実施した。

3. 交通調査 PF の改善点の抽出・整理

アンケートと操作体験会の結果から得られた主な改善要望を以下に示す。

“システムの改善”

- ① 交通調査基本区間等、地図上に表示する情報が見づらい
- ② 一覧・出力画面の表示が分かりにくい（ボタンの位置・年表記と年度表記の混在など）

“登録データの改善”

- ③ 常時観測（トラカン）地点等、地図上に表示する情報を充実させてほしい
- ④ 最近登録したデータを区別したい

“運用ルールの改善”

- ⑤ ファイル名が分かりにくい

上記以外に、他システムとの連携によるデータの可視化や登録作業の効率化について改善要望があった。

4. 交通調査 PF の改善点の反映

改善要望について、短期改善項目と中期改善項目に分けて改善スケジュールを整理した。短期改善項目として、交通調査 PF に反映した主な改善点を以下に示す。

- ① 交通調査基本区間の端点を表示
 - ②-1 一覧・出力画面の登録データを行毎に色分け
 - ②-2 登録画面とデータの管理を年度に統一
 - ③-1 地図上のシンボルクリックで詳細情報を表示（図-3）
 - ③-2 常時観測機器の稼働状況をアイコンで表示
 - ④ 直近30日の登録データに対し「NEW」を表示
 - ⑤ ファイル名をデータの内容に合わせた名称に統一
- 他システムとの連携については、中期改善項目として次年度対応することとした。

地図上の
シンボルクリックで
詳細情報表示



図-3 改善点の反映の例（詳細情報の表示）

【成果の活用】

今回構築した交通調査 PF を基に、交通調査データの集約・活用の効率化・迅速化を図るため、地方整備局の常時観測システムやプローブ情報活用システムと連携することで自動登録などを実現する予定である。

交通量常時観測データと社会経済の動向との関連分析

Relevant analysis of the continuously observed traffic volume and socio-economic trends

(研究期間 平成 20～25 年度)

総合技術政策研究センター 建設経済研究室
Research Center for the Land and Construction
Management, Construction Economics Division

室長	竹谷 修一
Head	Shuichi TAKEYA
主任研究官	松田 奈緒子
Senior Researcher	Naoko MATSUDA
主任研究官	竹本 典道
Senior Researcher	Norimichi TAKEMOTO

The present study aims to develop a method to explain socio-economic trends using traffic data and indexes. This paper deals with evaluation of the effects of the building distribution management system in the large-scale multi-use complex on traffic. As a result of traffic micro simulation model analysis, the building distribution management system reduces traffic jam and CO₂ amount of emission.

〔研究目的及び経緯〕

近年、客観的データによる科学的分析結果をもとに、道路事業の必要性や効果について分かりやすく説明することが求められている。このためには、時々刻々変動する交通量や旅行速度といった道路交通状況を効率的かつ詳細に収集するとともに、収集したデータを、地域の交通状況の把握、施策の立案・評価に有効活用していくことが重要である。また、道路整備によるアクセシビリティの向上は、地域の社会経済の動向を表す指標として利用できる可能性がある。以上のことから、国土技術政策総合研究所では、交通量常時観測点の交通量データや道路交通指標を用いて地域の社会経済動向の把握手法の開発を行っている。

本研究ではこれまでに、特定目的の社会経済指標に対して、特定の常時観測地点における交通量との関連分析を行い、交通量データにより動向の把握が可能性のある指標の抽出を行ってきた。その結果、一部地域における観光入込客数、東京港貨物取扱量、成田空港貨物取扱量・旅客数など、特定地域の社会経済指標との関連が確認された。また、広域的な社会経済指標との相関は得にくいことが明らかになった。これを踏まえて昨年度は、これまでに交通量との関連性がみられた社会経済指標のうち、比較的各地域で利用の可能性が高いと考えられる観光入込客数について、把握手法の検討を行った。

平成 25 年度は、アクセシビリティの向上に関する社会経済指標として物流に着目し、沿道土地利用の高度化時の公共貢献（車両マネジメント）を評価し、促進するための手法の検討を行った。ここでは、館内物流の取り組みについて紹介する。

〔研究内容〕

1. 事例調査

都内に立地する大規模複合施設における共同輸配送等による館内物流効率化のための取り組みに着眼し、3 施設のヒアリングによる事例調査を行う。

2. 館内物流による周辺交通への影響把握

ヒアリング調査結果を踏まえ、館内物流の取り組みによる周辺交通への影響を渋滞長、走行速度、交通量、CO₂削減量としたうえで、それぞれの計測方法を検討し、1 事例について実際の影響を試算する。

〔研究成果〕

館内物流 1 事例について周辺交通の影響を計測した主な研究成果の概要を以下に示す。

1. ヒアリングによる事例調査の結果

当該施設では、施設地下に物流センターが設置されている。この物流センターは、大手物流事業者が動線計画など設計段階から関与するとともに、開業後の館内物流の管理に際しては、テナントへの共同集配を一括して行うことで荷捌きの効率化を実現している。また、全搬出入車両の情報を事前に取得・管理し、施設保全やセキュリティ維持、CO₂負荷削減、配送車両の滞留時間短縮、搬入車両台数の削減を実現している。

2. 周辺交通への影響把握

館内物流の効率化によって改善が想定される渋滞長、走行速度についての影響を計測する方法として、ミクロ的な交通把握が考えられる。そこで、影響計測時に必要となるデータ、データ収集範囲、アウトプット、適用事例を踏まえ、個々の車両行動から交通量・渋滞

長・速度を推計可能なマイクロシミュレーションによる計測を行った。計測時には、発生交通量については大規模開発マニュアル、CO₂削減量については「道路投資の評価に関する指針（案）」を適用することとした。

ここでは、主にマイクロシミュレーションによる影響把握結果について紹介する。

a. 交通量等に関する条件設定

着車スペース・入館車両台数については、前述したヒアリングにより得られた結果に基づき表-1 のとおり設定した。交通量については、入館交通量のピーク時間（9～10 時）における簡易交通量調査を実施し、その結果と表-1 を踏まえて、貨物車及び乗用車の時間別交通量分布を設定した。設定に際しては、乗用車の交通量は昼間一定であると仮定して一律 220 台/時とし、さらに貨物車及び乗用車の発生間隔は乱数表により変化させて行った。なお、この交通量の設定は、事業者の実感に即したものであることを確認している。この他、周辺の 4 カ所の信号現示についても、現地調査結果に基づき設定した。

b. 車両、走行速度の条件設定

貨物車、乗用車の車両諸元及び走行速度は表-2 のとおり設定した。ただし、走行速度及び加減速については乱数表を用いて変化させた上で設定を行っている。

c. 分析結果

以上の条件に基づき、館内物流の効率化前後の渋滞長及び走行速度の変化を、マイクロシミュレーションを用いて試算した結果を図 1、2 に示す。

効率化を行っていない場合は、施設への街路及び右折レーン等での滞留が発生し、周辺の大通りまで渋滞が発生し、当該施設開業に伴い周辺交通への負の影響が生じる。一方、館内物流が効率化され、貨物車両の納入時間帯が分散された場合は、滞留は当該施設内にとどまり、右折レーンの混雑による滞留、及び、周辺交通への負の影響は生じないことが推定された。

表-1 ヒアリングにより得られた条件設定

着車	着車スペースは 2t 車ベースで 54 台分
	着車時間は最短 5 分、最長 60 分、平均 20 分程度
	一車室の回転率は 3 回転/時
入館車両台数	宅配車両は 30 台/日入館
	臨時車両は 100 台/日入館
	開業当時は、ピーク時 500 台/日入館
	現在は、400 台/日に分散して入館

表-2 車両諸元及び走行速度の条件設定

車両	貨物車は 2t トラック、長さ 6.2m、幅 2.0m
諸元	乗用車は普通自動車、長さ 4.11～4.76m、幅 1.5m
走行	公道は法定速度(±5km/h)
速度	施設館内は 10km/h(±5km/h)

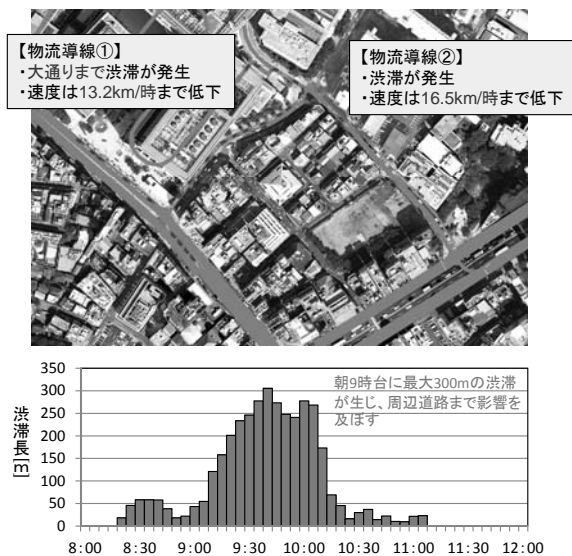


図-1 マイクロシミュレーション試算結果（事前）

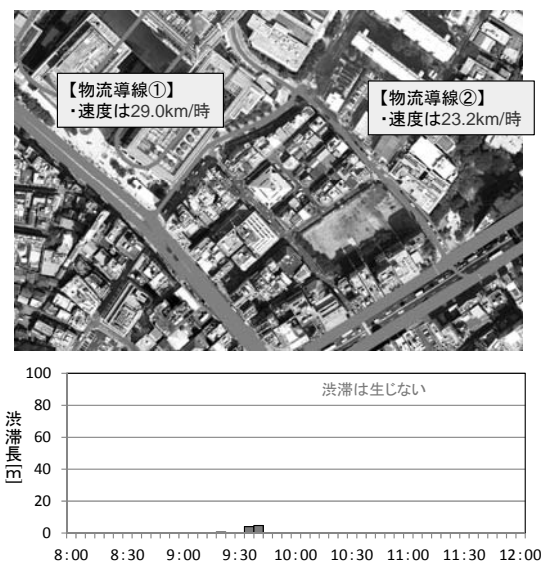


図-2 マイクロシミュレーション試算結果（事後）

また、大規模開発マニュアルに基づく発生交通量は 158 台/時であるのに対し、館内物流効率化後の交通量は 144 台/時（効率化前は 175 台/時）と減少している。CO₂削減量については 32.6%削減される結果となり、これらも館内物流効率化の効果が明らかとなった。

【成果の活用】

本研究により、再開発事業に伴う大型複合施設の建設により、納入車両が周辺道路へもたらす周辺交通への負の影響を解消する方法の一つとして、館内物流の効率化が有効であることが明らかになった。得られた成果、知見を活用することで、今後の同様の事例への活用につなげていきたい。

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)

道路研究部 道路研究室
Road Department
Traffic Engineering Division

室長	高宮 進
Head	Susumu TAKAMIYA
主任研究官	小林 寛
Senior Researcher	Hiroshi KOBAYASHI
研究官	今田 勝昭
Researcher	Katsuaki IMADA
部外研究員	中野 達也
Guest Research Engineer	Tatsuya NAKANO

What is requested from future road measures is to clarify the roles of roads in a region and to maintain expected functions of the roads. Such measures may include improving the designs and operational procedures that make effective use of limited road space. This research analyzed influence of lane width reductions at intersections and the relationship between road design and travel speed. The research also surveyed traffic volume and geometric designs of roundabouts.

〔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（円滑な旅行速度、安全な歩行者・自転車空間など）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、道路幾何構造基準の柔軟な設定の可能性を検討するため、交差点部における車線幅員の縮小に関する分析を行うとともに、期待する旅行速度を確保するために必要となる道路構造条件の明確化に向けた道路構造と旅行速度の関係分析を行った。また、道路の機能向上策の一つであるラウンドアバウトの交通容量及び幾何構造に関する調査を行った。

〔研究内容〕

1. 交差点部における車線幅員の縮小に関する分析

実道での実態調査により、交差点部における幅員縮小車線が、道路交通の安全性や円滑性に与える影響を分析した。

2. 道路構造と旅行速度の関係分析

道路交通センサス調査、プローブデータ、航空写真等を活用し、道路構造等と旅行速度の関係分析を行った。

3. ラウンドアバウトの交通容量及び幾何構造に関する調査

交通流シミュレーションにより歩行者等の交通がラウンドアバウトの自動車交通容量に及ぼす影響を分析するとともに、試験走路での走行調査により幾何構造の違いによる自動車通行の円滑性や安全性に関する分析を行った。

〔研究成果〕

1. 交差点部における車線幅員の縮小に関する分析

道路構造令で規定される車線幅員よりも車線幅員が縮小された交差点と、規定どおりの交差点を対象に、ビデオ観測を行い、自動車の走行速度、車線逸脱率、急減速の有無等を分析した。その結果、縮小車線に車両が存在する場合、縮小車線の隣接車線を走行する車両は、交差点直前の区間平均速度が低い傾向が確認できた。

2. 旅行速度と信号交差点密度の関係分析

信号交差点密度と旅行速度の関係分布から、旅行速度が平均より低い（高い）区間、平均的な区間をそれぞれ抽出し、航空写真等を用いて、沿道の駐車場台数、右折車線の有無、上り勾配など、旅行速度に影響を与える可能性のある道路構造等を区間毎に把握した。図1のとおり、沿道の駐車場件数や総駐車可能台数が多い程、旅行速度が平均より低い区間が多い傾向が把握できた。

3. ラウンドアバウトの交通容量及び幾何構造に関する調査

(1) 交通容量（適用可能条件）に関する調査

交通流シミュレーションを用いて、図2に示す条件の外径27mのラウンドアバウトを対象に、4枝から自動車交通量を入力し、横断歩行者数の変化による自動車交通容量を算定した。

図3に結果を示すが、歩行者なしの場合、約2000台/時において、いずれかの流入部で流入できない自動車が発生していることが分かる。また、交通容量は、横断歩行者数が0から100人/時に変化すると、約8%減少することが把握できた。

(2)幾何構造に関する調査

表1の各ケースについて、被験者による試験走路での走行調査を行い、車両挙動を取得するとともに、被験者へのアンケート（主観評価）を実施した。特に、車両挙動の結果を図4に示すが、中央島直径が小さく、かつ環道幅員が大きいほど、走行位置がラウンドアバウト中心に寄り、走行速度が高くなることが把握できた。

【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。特に、ラウンドアバウトについては、設計基準のとりまとめに向けて、今年度の調査結果を踏まえ、引き続き検討を進めていく。

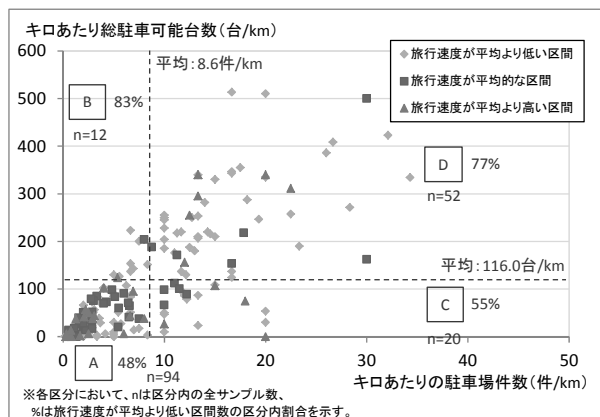


図1 駐車場件数と総駐車可能台数（1～2車線区間のみ）

表1 環道部の幅員構成の設定ケース

	ケース(1)	ケース(2)	ケース(3)	ケース(4)	ケース(5)
構造イメージ					
環道幅員	3.0m	4.0m	4.0m	5.0m	6.0m
エプロン	2.5m	1.5m	2.5m	1.5m	0.5m
中央島直径	14.0m	14.0m	12.0m	12.0m	12.0m
幅員構成の主旨	導流路幅員に基づいて仮設定した幅員構成	ケース(1)に対して、環道幅員を1.0m拡大、エプロン部を1.0m縮小	ケース(1)に対して、環道幅員を1.0m拡大	ケース(3)に対して、環道幅員を1.0m拡大、エプロン部を1.0m縮小	ケース(3)に対して、環道幅員を2.0m拡大、エプロン部を2.0m縮小

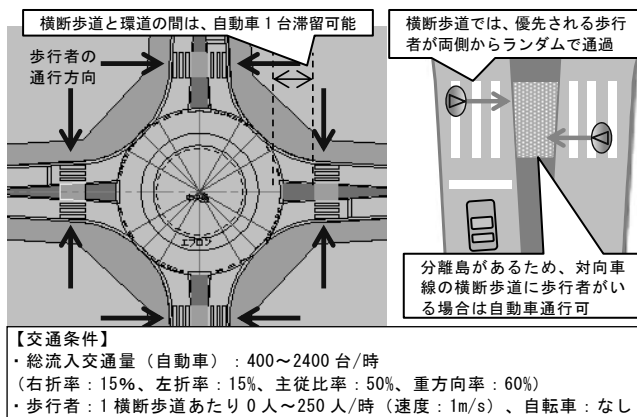


図2 シミュレーション条件

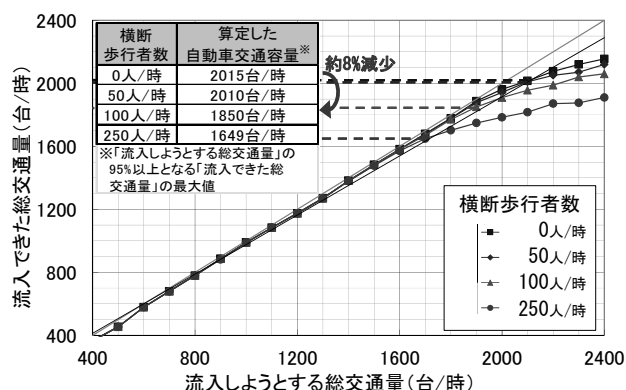


図3 歩行者交通量を変化させた自動車交通容量

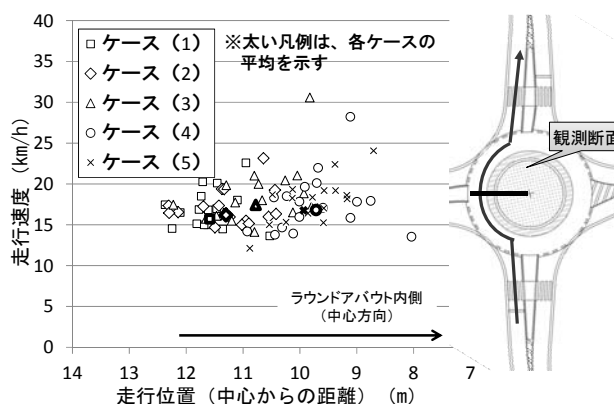


図4 直線走行時の車両の走行速度

道路事業の多様な効果の算定方法に関する検討

Study on methods to evaluate various impacts of road projects

(研究期間 平成 22～25 年度)

道路研究部 道路研究室
Road Department
Traffic Engineering Division

室長
Head
主任研究官
Senior Researcher
研究官
Researcher

高宮 進
Susumu TAKAMIYA
関谷 浩孝
Hirotaka SEKIYA
諸田 恵士
Keiji MOROTA

This research studied methods for estimating changes in travel time reliability index values associated with the implementation of road projects, in order to carry out a benefit evaluation of the effects on improving travel time reliability.

〔研究目的及び経緯〕

道路事業の目的、直接的・間接的効果に応じた評価を実施するため、道路事業がもたらす多様な効果の算定方法を確立する必要がある。

本年度は、整備効果として時間信頼性の向上を算定する場合を想定し、旅行時間データの取得日数と算定される時間信頼性指標値の信頼度（確からしさ）との関係分析を行った。また、時間信頼性向上効果の将来推計を行うことを目的に、混雑指標値と旅行時間との関係分析を行った。

〔研究成果〕

1. 時間信頼性指標値の信頼度の分析

旅行時間データの取得日数と時間信頼性指標値の信頼度との関係性について、延長が異なる3つの区間（概ね5km、10km及び20km）を設定し、分析を行った。

旅行時間データは、各区間における対象期間の同一時間帯の旅行時間である。この旅行時間データは、各区間に含まれるDRM区間の単位で日別時間帯別に整理した旅行時間を、各区間内で合計して算定した。

所定の評価対象日数のうち、一部の日でしか旅行時間データが取得できていないケースを想定し、算定される時間信頼性指標値（90パーセンタイル旅行時間及び標準偏差）が、基準値とどの程度異なるかを分析した。ここでの基準値は、全ての評価対象日で旅行時間データが取得できたケースでの時間信頼性指標値である。ここでは、評価対象日数内で何日分のデータを取得できたか（データ取得日数）を先に定め、それに対して欠測があった日を仮想的にランダムに生じさせ、

標本データセットを作成した。標本データセットは、データ取得日数別に1000セットずつ作成して、標本値とした。1000個の標本値のうち、基準値との差が真値の±5%以内（真値の95%～105%内）となる標本値の個数をカウントし、この割合を信頼度とした。

データ取得日数別に信頼度を算定し、これらの関係を図示したものが図-1である。図-1から、評価対象日数を60日とした場合に、例えば、90%の信頼度で90パーセンタイル旅行時間を得ようとする場合、必要となるデータ取得日数は34日、同じく、90%の信頼度で標準偏差を得ようとする場合、必要となるデータ取得日数は58日と言える。

評価対象日数120日、200日においても同様に、90%、95%及び99%の信頼度で90パーセンタイル旅行時間を得るために必要となるデータ取得日数を抽出し、図示したものが図-2(a)～(c)である。図-2(a)～(c)を比較す

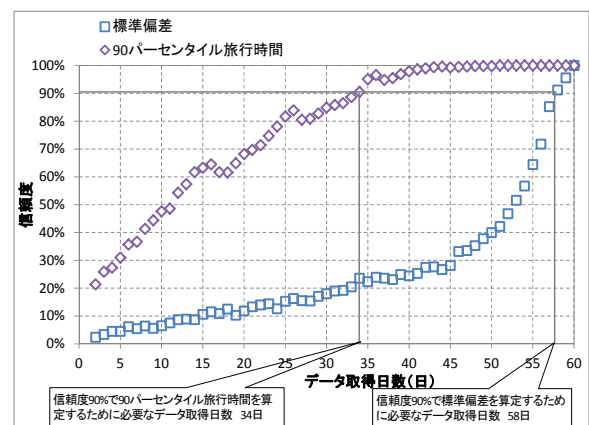


図-1 データ取得日数と信頼度の関係

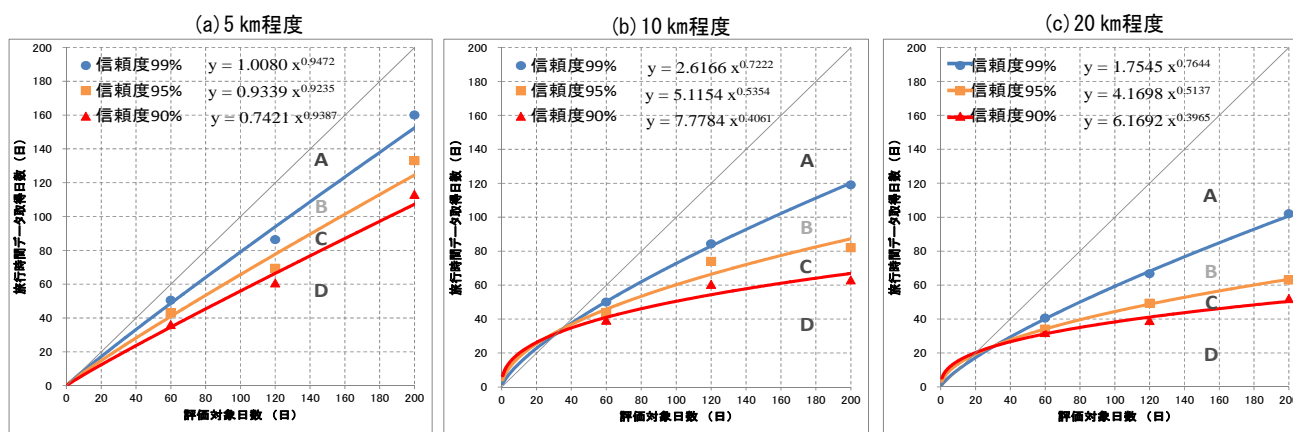


図-2 信頼度ランクの判定図 (90%タイル旅行時間)

ると、とくに評価対象日数200日においては、延長が長くなると、一定の信頼度で90パーセンタイル旅行時間を算定するために必要となるデータ取得日数が減少する傾向が見られた。

このように、評価対象日数と90パーセンタイル旅行時間の信頼度の関係を把握することにより、90パーセンタイル旅行時間を算定した場合に、その値が有する信頼度を判定することが可能となる。

2. 混雑指標値と旅行時間との関係分析

時間信頼性向上効果の推計方法を確立するため、プローブ旅行時間データとトラカンの交通量データを用いて、混雑指標値とパーセンタイル旅行時間との関係分析を行った。

交通調査基本区間を道路種別（自専道、一般道）に分類した上で、一般道については車線数（2車線、多車線）、信号交差点密度（大（2.13km/箇所以上）、小（2.13km/箇所未満））、及び延長（短（1.2km未満）、中、（1.2km以上2.4km未満）、長（2.4km以上））の12種類、自専道については信号交差点密度を除く6種類の計18種類に分類し、各分類に該当する交通調査基本区間を2区間（計36区間）選定した。その区間で平成24年9月～平成25年8月（1年間）において、データを入手できたすべての日の1時間帯の旅行時間データと交通量データを用いて、交通量と旅行速度の関係図（Q・V関係図）を作成した。このQ・V関係図から目視により臨界速度を読みとり、渋滞領域を判定して、渋滞領域内のデータを削除した。このデータを用い、交通量を混雑度（時間交通量／設計交通容量）に換算したうえで、混雑度と旅行時間の関係を散布図として作成した。加えて、混雑度を0.1毎に区分し、その区分毎に50、90、95パーセンタイル旅行時間を算出した。図-3に、「一般道、多車線、信号交差点（小）、延長（長）」の2区間のうちの1区間の混雑度と旅行時間の関係、

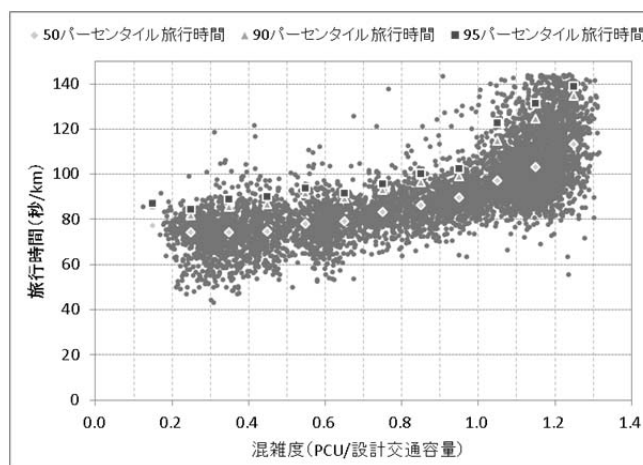


図-3 混雑度と旅行時間の関係

さらには50、90、95パーセンタイル旅行時間値を示す。

図-3では、混雑度1.0付近を変化点として、パーセンタイル旅行時間が急激に上昇する傾向が見られた。これにより、この区間周辺でバイパス事業が実施された場合には、この区間の交通量が減少することが考えられ、その結果、混雑度の低下、パーセンタイル旅行時間の短縮、さらには時間信頼性の向上が見込まれると考えられる。

このように、混雑度とパーセンタイル旅行時間の関係を明らかにすることにより、将来の交通量推計から混雑度が算定できれば、時間信頼性向上効果の推計が可能となると考えられる。

【成果の活用】

時間信頼性指標値の信頼度を分析した結果については、国総研資料No.790「時間信頼性指標値算定マニュアル」に反映されている。

道路に関する地理空間情報を用いた走行支援サービス に向けた検討

A study for Cruise-assist using Geospatial Information of road

(研究期間 平成 24～26 年度)

高度情報化研究センター
Research Center for Advanced Information Technology
情報基盤研究室
Information Technology Division

室長	重高 浩一
Head	Koichi SHIGETAKA
研究官	今井 龍一
Researcher	Ryuichi IMAI
研究官	井星 雄貴
Researcher	Yuki IBOSHI
部外研究員	松井 晋
Guest Researcher	Susumu MATSUI
部外研究員	木村 篤史
Guest Researcher	Atsushi KIMURA

In this study, the algorithm to render seamless of the fundamental geospatial data of road was devised, and while maintaining the positional accuracy we implemented a prototype. And we have verified the usefulness of the algorithm by using the actual fundamental geospatial data of road.

〔研究目的及び経緯〕

国土技術政策総合研究所では、道路構造を詳細に表現した大縮尺道路地図である道路基盤地図情報の整備を進めている。道路基盤地図情報は、道路管理の効率化を図るための地図としての利用に加え、民間の走行支援サービス等における利用が期待されている。しかし、現状の道路基盤地図情報は、図面単位で整備・蓄積されているため、走行支援サービス等で利用するにはシームレス化（接合・標定処理）が必要である。

〔研究内容〕

本研究では、道路工事による道路構造の更新に伴って生成された道路基盤地図情報をシームレス化された道路基盤地図情報に反映(更新)する技術を開発した。

（１）更新方法の全体イメージ

本研究に適用する道路基盤地図情報の更新方法および更新手順を図 1 および以下に示す。

１）完成図を用いた基礎的な処理

まず、工事後（更新対象）の CAD 形式の完成図を用いて概略位置情報を取り出し（図 1①）、道路基盤地図情報のデータ構造に準じた WebGIS の XML 形式に変換する（図 1②）。

２）更新箇所の道路基盤地図情報の品質チェック

次に、XML 形式に変換した道路基盤地図情報から地物（例えば道路中心線や道路面等）の数量等を自動算

出し、地物の抜けや要領の規定外レイヤに地物が格納されていないか等をチェックする（図 1③）。

３）既存の道路基盤地図情報及び周辺地形との整合性の確認

２）でチェック済の道路基盤地図情報を WebGIS 上で表示し、既存の道路基盤地図情報や周囲の地形（背景地図）との整合性を確認する（図 1④、⑤）。

４）更新レベルの判定および道路基盤地図情報の修正

道路基盤地図情報の精度（更新レベル）を確認する（図 1⑥）。更新レベルは 3 つに分類できる（自動差替え可能なレベル／軽微な修正で差替え可能なレベル／大きな修正が必要なレベル）。「自動差替え可能なレベル」とは、既存の道路基盤地図情報と新しい道路基盤地図情報の位置的整合について閾値を設定することで、機械的に処理が可能なレベルをいう。また、「軽微な修正で差替え可能なレベル」とは、機械的に処理は出来ないが、修正箇所や修正内容が明確となっているレベルをいう。さらに、「大きな修正が必要なレベル」とは、既存の道路基盤地図情報と新しい道路基盤地図情報との位置的整合の判断に目視による確認が伴う、または前後の道路基盤地図情報との関係等により修正内容を判読・判断しながら処理する必要があるレベルをいう。

更新レベルの判定において、軽微な修正で差替え可能なレベル（図 1⑦）、および大きな修正が必要なレベル（図 1⑧）と判定された場合は、道路基盤地図情報

の修正等を行うことで自動差替えが可能になる。

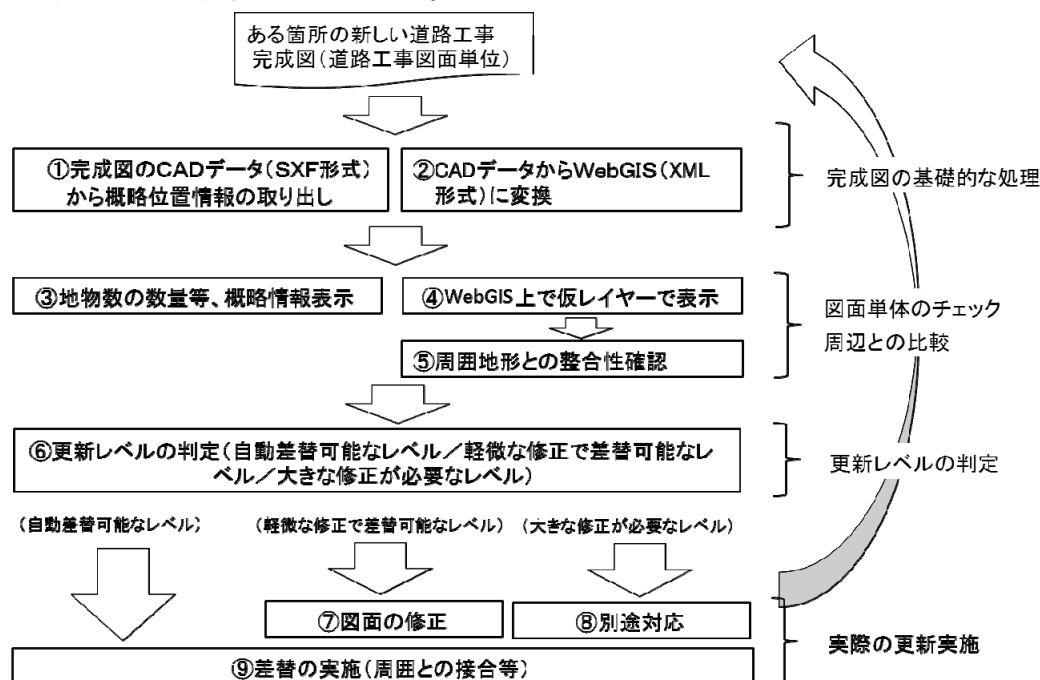


図1 更新方法および更新手順の全体概要

(2) プロトタイプによる更新の実施

道路基盤地図情報の更新方法には、地物単位の更新（変更箇所のための差替え）と、図面単位での差替えの2つの方法が想定されるが、本研究では、後者の方法を採用し、プログラム処理等により自動的に更新する機能を実装したプロトタイプを構築した。具体的には、道路工事で作成された道路基盤地図情報を更新データ、サーバに蓄積されているシームレス化済みの道路基盤地図情報を元データとし、更新データに合わせた元データの差し替え・更新の処理手順は次の①～⑤とした。

- ①更新範囲の特定
- ②更新範囲の元データの抽出
- ③抽出した元データのダウンロード
- ④ダウンロードしたデータと更新データの比較および更新・差し替え
- ⑤更新・差し替えたデータ（道路基盤地図情報）のアップロード

上記の処理手順のうち、④のシームレス化をサーバ側の機能、①～③および⑤をクライアント側の機能として実装し、更新のための図形形状の整合性の確認や図形の頂点端点の編集は一般的なGISの機能を活用し、更新の自動処理を実現した。

構築したプロトタイプを用いて、拡幅、歩道設置などの5種類の道路工事を想定し、図1の手順で道路基盤地図情報の更新を行い、更新方法の妥当性を検証した結果、5種類全ての工事について、道路基盤地図情

報を自動更新することができた。

なお、道路の拡幅工事の例を図2に示す。新しい道路基盤地図情報から更新箇所（赤丸の拡幅箇所）を特定後、既存の道路基盤地図情報の更新箇所に、新しい道路基盤地図情報の更新箇所のデータをはめ込み更新を行った。

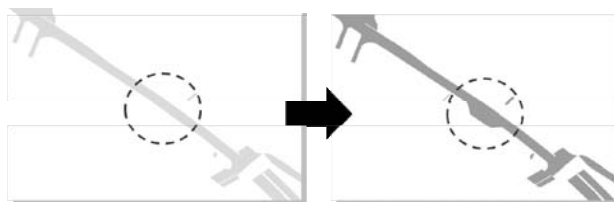


図2 更新の例（道路の拡幅）

【研究成果】

本研究では、道路工事による道路構造の更新に伴って生成された道路基盤地図情報をシームレス化された道路基盤地図情報に反映（更新）するアルゴリズムを考案し、プロトタイプを用いた検証により、アルゴリズムの妥当性を確認できた。

【成果の活用】

今後は、道路基盤地図情報に関連づけられている多様な道路関連情報を更新後の道路基盤地図情報に適切に継承する技術を研究する。

道路の区間 ID 方式を用いた情報流通の実用化検討

A Study for making circulation of information practical realization using
Road Section Identification Data set (RSIDs)

(研究期間 平成 22～26 年度)

高度情報化研究センター
Research Center for Advanced Information Technology
情報基盤研究室
Information Technology Division

室長	重高 浩一
Head	Koichi SHIGETAKA
研究官	今井 龍一
Researcher	Ryuichi IMAI
部外研究員	深田 雅之
Guest Research Engineer	Masayuki FUKADA
部外研究員	松井 晋
Guest Research Engineer	Susumu MATSUI

This study works on practical realization of "the Road Section Identification Data set (RSIDs)" of the location referencing method. This study redefined the rule of the RSIDs technique. And this study inspected conversion of mesh unit of the weather information by the RSIDs.

【研究目的及び経緯】

道路状況や交通規制等の道路関連情報を組織や分野横断的に共有・蓄積すると、既存の情報流通サービスの高度化や災害時等の情報共有の効率化に寄与することが期待できる。国土技術政策総合研究所では、道路の区間と参照点および参照点からの道程を元に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。)の方法論とともに、活用技術を研究している。

本研究では、ID 方式を用いて経緯度、路線名や距離標等の多様な位置表現の道路関連情報を異なる道路地図間で平常時・災害時等に効率よく交換・共有できる情報流通環境の構築を目的としている。

本年度は、都市高速道路の一部路線を対象にした道路関連情報の流通実験(情報配信システムの構築含む)により顕在化した課題への対応策を具体化し、情報配信システムの改良および規程の解説を充実させた。また、面(メッシュ)形式の道路関連情報を ID 方式に変換する技術検証を行い、その適用可能性を確認した。

【研究内容】

1. 都市高速の一部路線を対象にした情報流通実験

官民連携体制を構築し、平成 25 年 3 月から 5 月にかけて、阪神高速道路株式会社が保有する道路利用者の安全・安心に資する 3 つの道路関連情報を ID 方式に変換し、スマートフォン向けナビゲーションサービスや、WEB 地図サイトを通じて配信する実験を実施

した(図-1)。実験を通じて得られた ID 方式の技術的課題の対応策を具体化し、情報配信システムの改良を実施した。また、今回の実験で得られた知見をもとに ID 方式の解説を充実させた。

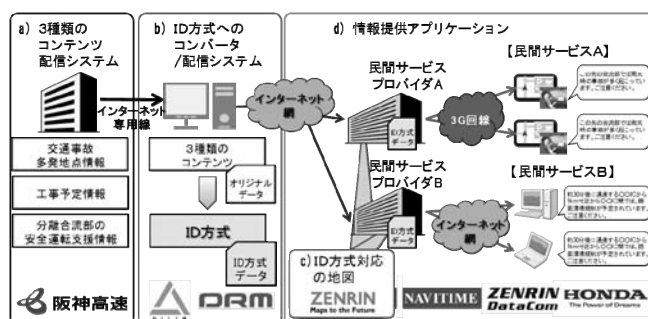


図-1 官民連携による情報配信実験の構成図

2. ID 方式を用いた道路関連情報の変換・可視化検証

過年度に実施した ID 方式を用いた道路関連情報の地図への重畳実験の成果¹⁾を踏まえ、今年度は新たに面(メッシュ)形式の情報を ID 方式に変換し、地図上で可視化する検証に取り組んだ。具体的には図-2に示すように、国土交通省が整備を進めている高精度かつリアルタイムな雨量観測情報である X バンド MP レーダーのサンプルデータを利用した。4 分の 1 地域メッシュ単位で集計されたサンプルデータを ID 方式に変換し、地図へ正しく重畳されるかを確認した。

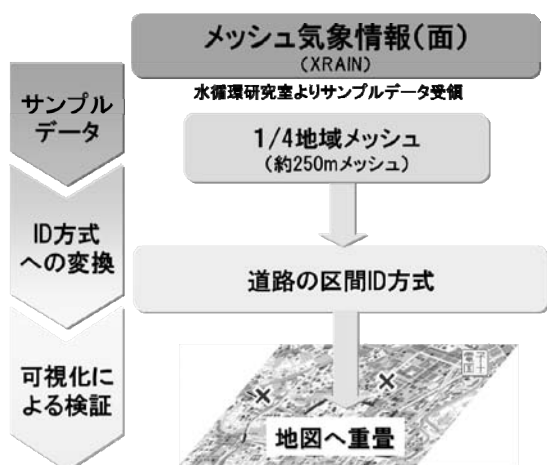


図-2 雨量観測情報の位置変換・可視化検証プロセス

〔研究成果〕

1. 都市高速の一部路線を対象にした情報流通実験

情報流通実験で顕在化した課題への対応策を具体化し、下記の情報配信システムの改良を実施した。

- ・ 区間からの距離による位置の表現に加え、区間比率による位置の表現を追加した。
- ・ 参照点内の位置参照精度を向上するため、参照点内の分岐との関係を加味した表現を追加した。
- ・ 配信情報の上下線を特定可能にするため、区間の方向を示す情報を配信する仕様とした。

さらに、既存 ID 方式では明確になっていなかった以下の解説を取りまとめた。

- ・ 複雑なジャンクションやインターチェンジの区間 ID、参照点 ID の設定方法および設定例
- ・ 1つの参照点で複数の参照点種別が示せる方法

2. ID 方式を用いた道路関連情報の変換・可視化検証

X バンド MP レーダーを ID 方式に変換した結果、2通りの方法が可能であることを確認した。

- ・ 情報を配信するメッシュに含まれる区間 ID、参照点 ID を抽出し、雨量観測情報に関連付ける。
- ・ 情報を配信するメッシュの境界にあたる道路(線分)の開始点及び終了点を区間 ID と参照点 ID からの距離に変換し、雨量観測情報に開始点と終了点を結ぶ線分を関連付ける。

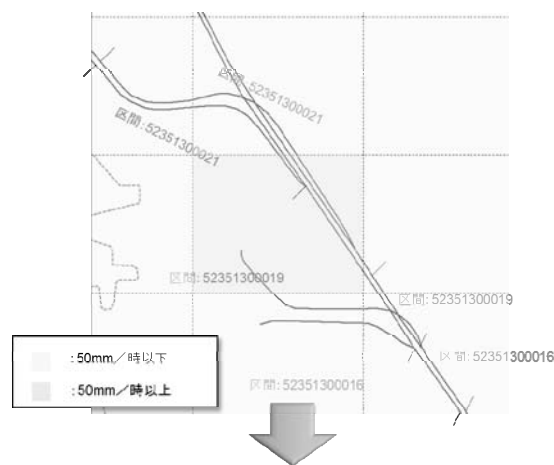
ID 方式に変換し地図へ重畳した結果を図-3 に示す。

2 通りの方法それぞれ正しく地図に位置表現されることを確認し、面形式のデータへの ID 方式の適用可能性が明らかになった。

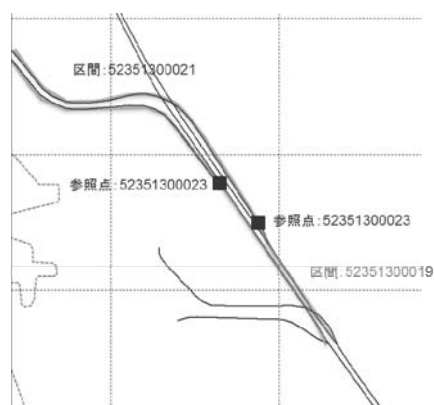
〔研究成果の活用〕

本研究を通じて、ID 方式を活用するための情報配信システムや基本的なルール of 解説をとりまとめた。また、面データへの ID 方式の適用可能性を明らかにした。

今後は、情報配信実験や活用技術の検討を継続し、ID 方式の実用化に向けて鋭意取り組んでいく。



1) 情報を配信するメッシュに含まれる区間 ID、参照点 ID を抽出



2) 情報を配信する道路(線分)の開始点及び終了点を抽出し、区間 ID と参照点 ID からの距離に変換



図-3 雨量観測情報の ID 方式への変換・可視化結果

〔参考文献〕

- 1) 有賀清隆, 今井龍一, 中條覚, 早川玲理, 重高浩一: 道路の区間 ID 方式を活用した異なる位置表現の道路災害情報の地図表示に関する考察, 土木計画学研究・講演集, Vol.47, 2013

道路基盤地図情報の利用による道路管理業務の効率化に関する検討

A study for sophistication of the road management using the fundamental geospatial data of road

(研究期間 平成 23 年度～)

高度情報化研究センター
Research Center for Advanced Information Technology Head
情報基盤研究室
Information Technology Division

室長	重高 浩一
Researcher	Koichi SHIGETAKA
研究官	今井 龍一
Researcher	Ryuichi IMAI
研究官	井星 雄貴
Researcher	Yuki IBOSHI
部外研究員	木村 篤史
Guest Research Engineer	Atsushi KIMURA
部外研究員	田嶋 聡司
Guest Research Engineer	Satoshi TAJIMA

This study shows mechanisms able to link various kinds of geospatial information used for road management and perform superimposition display on the fundamental geospatial data of road. And the Road Web Base Mapping System(prototype) supporting the road management by using a fundamental geospatial data was developed. It would permit spatial searching, statistical processing, analysis etc.

〔研究目的および経緯〕

国道事務所が行う道路管理業務は、行政相談、道路点検や舗装管理等多岐にわたる。これらの道路情報は、業務間で共用性の高い情報も多いが、現状では個別に管理されているため、情報共有・活用が課題となっている。各業務で扱われる様々な情報の多くは位置座標により地図と関連付けられる。例えば、舗装管理では、補修箇所を大縮尺の道路地図と関連付けると、補修履歴を面的に管理することが可能になり、戦略的な舗装管理に寄与する。

国土交通省では、平成 18 年度から大縮尺の道路地図である「道路基盤地図情報」の整備を進めている。道路基盤地図情報は、道路管理者にとって共用性の高い車道部等で構成される道路構造を、図形で表現した縮尺 1/1,000 以上の道路地図であり、道路工事完成図を用いて整備・更新される。道路工事完成図が納品されれば、道路基盤地図情報が生成されるため、地図としての鮮度が恒久的に確保される。

本研究では、道路管理業務の効率化を図ることを目的に、道路基盤地図情報を用いた道路管理業務支援システム「道路基盤 Web マッピングシステム」の検討を平成 23 年度から進めている。

〔研究内容〕

今年度は、過年度にとりまとめた道路基盤 Web マッピング機能要件定義書（以下、「機能要件定義書」という。）に準じて、地図検索等の共通機能および行政相

談機能（個別機能）のプロトタイプを開発し、関東地方整備局千葉国道事務所の道路管理者による試行試験を通じて、道路基盤地図情報の有用性および道路基盤地図情報を基盤とした道路基盤 Web マッピングシステムの操作性や各機能の有効性・有用性を評価した。また、さらなる道路管理業務の効率化のために、道路基盤地図情報と総点検実施要領（案）に準じた点検業務結果（以下、「点検業務データ」という。）との親和性を調査した。そして、評価結果を基にプロトタイプや機能要件定義書を洗練した。

1. 道路基盤 Web マッピングシステムの概要

道路基盤 Web マッピングシステムの特徴は、道路基盤地図情報を共通基盤として、道路管理に関する様々な情報を共有することである（図-1 参照）。

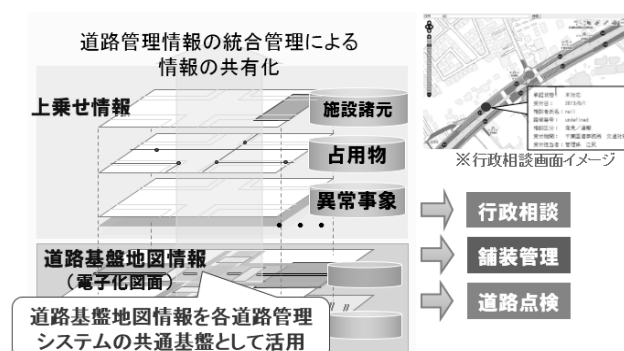


図-1 道路基盤 Web マッピングシステムのイメージ

道路基盤 Web マッピングシステムの機能イメージを図-2に示す。各業務の基盤として、地図検索等の共通機能やユーザーの管理機能等がある。この基盤に追加される形で各業務に特化した行政相談機能や舗装管理等の個別機能がある。

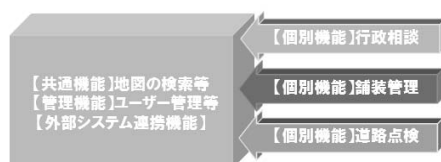


図-2 システムの機能イメージ

2. 試行試験の実施内容

試行試験は、行政相談機能のプロトタイプを用いて、千葉県道事務所の協力の下、実際の行政相談の窓口担当者、管理者を含めた7名の体験者により実施した。試行試験のシナリオは、道路管理者へのヒアリングを通じて実際の行政相談業務と近いものとした。道路基盤地図情報の利用による道路管理業務の効率化の評価は、試行試験後の体験者へのヒアリングにより行った。また、システムの評価は、試行試験後の体験者へのヒアリングおよび試行試験時のビデオ撮影および視線解析装置による体験者の目線の動きの解析結果(図-3参照)により行った。

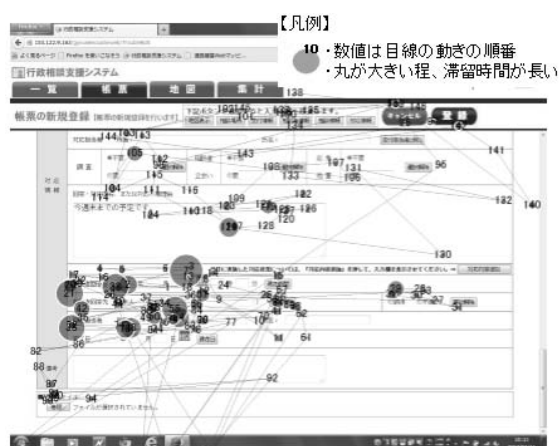


図-3 目線の動きの解析結果例

3. 道路基盤地図情報と点検業務データの親和性調査

道路基盤地図情報の各地物と点検業務データを関連付けられることができると、道路構造(地物)から点検データを視覚的に把握することができ、地物や範囲指定による点検業務データの検索が実現する。そこで、点検業務データと道路基盤地図情報の地物との対応付けができるかどうかを調査した。

【研究成果】

道路基盤 Web マッピングシステムのプロトタイプの開発、試行試験の実施結果および道路基盤地図情報と点検業務データとの親和性の整理結果を下記に示す。

1. プロトタイプの開発

道路基盤地図情報の利用による道路管理業務の効率化の有効性を明らかにするために、過年度に検討・作成した機能要件定義書に準じ、地名や地物名から地図上の位置を表示する地図検索機能等の共通機能および道路に関する要望を受付・整理する行政相談機能のプロトタイプを開発した(図-4参照)。



図-4 プロトタイプのイメージ(行政相談機能)

2. 試行試験の実施結果

試行試験後の体験者へのヒアリング結果から得たシステムを利用することによって期待される発現効果は以下のとおりである。

- ・ 道路面の劣化による亀裂や穴(ポットホール)の位置確認の作業の容易化
- ・ 道路管理者から修繕業者へ修繕箇所を伝える場合の情報共有の円滑化

また、システムの評価では、ビデオ撮影および視線解析装置による目線の動きからシステムの操作手順の精査を行った。

3. 道路基盤地図情報と点検業務データの親和性

点検業務データと道路基盤地図情報は、距離標を用いるとほぼ関連付けられることが分かった。

【成果の活用】

今後は、開発したプロトタイプを用いて、複数の国道事務所との意見交換を行い、道路基盤地図情報の活用および道路基盤 Web マッピングシステムの実用化に必要な改良事項を整理するとともに、点検業務データを活用するための機能要件定義書案の作成を鋭意進めていきたい。

安全運転支援等に資する道路基盤地図情報の整備に向けた検討

A study for creating method of the Fundamental Geospatial Data of Road for the safety driving support

(研究期間 平成 25～26 年度)

高度情報化研究センター
Research Center for Advanced Information Technology
情報基盤研究室
Information Technology Division

室長	重高 浩一
Head	Koichi SHIGETAKA
研究官	今井 龍一
Researcher	Ryuichi IMAI
部外研究員	松井 晋
Guest Researcher Engineer	Susumu MATSUI
部外研究員	深田 雅之
Guest Researcher Engineer	Masayuki FUKADA
部外研究員	木村 篤史
Guest Researcher Engineer	Atsushi KIMURA

The fundamental geospatial data of road is expected to use of the road management or the safety driving support. But there is a problem that take a much time to create the data of all roads for update of the paving work units. This study examines method of creating and updating the fundamental geospatial data of road with using existing resources by government-private sector 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、道路管理の効率化を目的に道路管理の各業務で供用性の高い 30 地物の道路構造を 1/500 または 1/1,000 で表現しており、地理情報システム (GIS) 等の共通基盤として利用ができる。また、工事完了直後に生成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するため、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、道路網の概成の早期実現が求められる。

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、2 カ年計画の官民共同研究を今年度より開始した。

本稿では、各機関保有の地図等を活用し、直轄国道の道路基盤地図情報の未整備区間や地方道の道路基盤地図情報を道路網として効率よく整備する手法の確立の検討状況を報告する (図-1)。

〔研究内容〕

本研究では以下の 4 つの項目を実施した。

(1) 道路基盤地図情報の整備に利用可能な既存資

源の整理

- (2) 既存資源による「道路基盤地図情報製品仕様書 (案)」への適応度の整理
- (3) 既存資源を活用した道路基盤地図情報の整備・更新手法の検討
- (4) 地図の試作による適用可能性の検証及び要領 (案) の作成

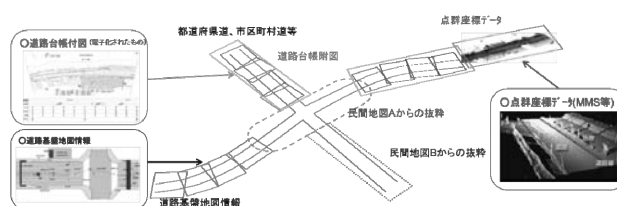


図-1 道路基盤地図情報の整備・更新のイメージ

〔研究成果〕

(1) 道路基盤地図情報の整備に利用可能な既存資源の整理

利用可能な情報は、電子地図、点群座標データ、航空写真、オルソ画像および移動計測車両を用いて撮影された画像データであった。その中でも、鮮度・精度・網羅性の観点から、電子地図および点群座標データを主要な既存資源として特徴を整理した (表-1)。この結果、電子地図および点群座標データは、精度、整備エ

リアおよび更新頻度のそれぞれに違いがあることが確認できた。

表-1 既存資源の特徴

既存資源名	既存資源の特徴		
	精度 (地図情報レベル)	整備 エリア	更新頻度
電子地図	<ul style="list-style-type: none"> ・地図情報レベル 2,500 程度 ・一部の政令指定都市は地図情報レベル 500 を確保 	<ul style="list-style-type: none"> ・広範囲 ・全国または特定市町村全域の各種道路種別を整備 	<ul style="list-style-type: none"> ・定期的 ・エリアによって更新周期が異なる
点群座標データ	地図情報レベル 500～1,000	<ul style="list-style-type: none"> ・限定的 ・特定路線や、特定エリアの一部を整備 	<ul style="list-style-type: none"> ・逐次更新 ・次回更新時期が不明な箇所も存在

（２）既存資源による「道路基盤地図情報製品仕様書（案）」への適応度の整理

道路基盤地図情報製品仕様書（案）で定義されている地物毎に、電子地図および点群座標データを用いた整備の可否（適応度）を共同研究者の意見も反映し、整理した（表-2）。表-2 から得られた知見は以下のとおりとなった。

- ・電子地図および点群座標データの双方を利用すると、基本地物すべての整備が可能
- ・道路基盤地図情報製品仕様書（案）で定義されているすべての地物に対しては、8 割以上の地物の整備が可能

なお、単一の既存資源では整備ができない 17 地物は、今後、電子地図や点群座標データに加えて、他の既存資源を利用して組合せた整備方法等の研究を進め、整備の可否を継続して確認していくことを今後の課題として整理した。

表-2 道路基盤地図情報製品仕様書(案)との適応度

既存資源名	適応度（既存資源を用いた整備可能地物数）		
	基本地物 (総数 30)	拡張地物 (総数 71)	全地物合計 (総数 101)
A) 電子地図	27	33	60
B) 点群座標データ	26	47	73
A) と B) の 双方利用	30	54	84

（３）既存資源を活用した道路基盤地図情報の整備・更新手法の検討

既存資源を活用した地物の整備手法を確立するため、電子地図と点群座標データそれぞれ単一の資源を利用した地物の整備方法、複数の既存資源（電子地図、点群座標データや航空写真等）を組合せ利用した地物の整備方法の下記 3 つのアプローチを考案した。（図-2）。

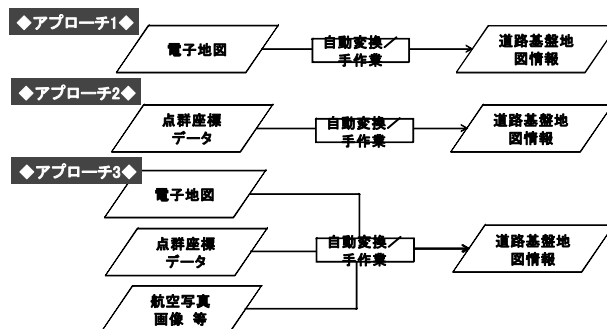


図-2 地物作成の3つのアプローチ

（４）地図の試作による適用可能性の検証及び要領（案）の作成

地図に求める精度、整備エリアおよび更新頻度は、利用場面によって様々である。表-1、2 の結果を踏まえ、要件を満足する道路基盤地図情報の精度レベルを設定し、各既存資源の相互補完した柔軟性の高い整備方法を考案した。図-2 に示すアプローチ 3 を先行して地図を試作して適用可能性を検証したうえで、「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)」(以下、要領(案)という。)として取りまとめた。

【成果の活用】

本稿は、共同研究の進捗として、既存資源の調査結果、整備方法の検討状況を報告した。来年度は、今年度の成果を活用し、下記の項目を引き続き検討し、「既存資源を活用した道路基盤地図情報の整備・更新要領」を取りまとめる。

- ・要領（案）に準じた地図を試作し、昨年度試作した地図と併せ技術的課題を抽出
- ・別途開発している道路基盤 Web マッピングシステム(プロトタイプ)に試作地図をインポートし、適用可能性及び技術的課題を抽出
- ・抽出された技術的課題に対する解決策を検討し、要領（案）を最終化
- ・道路基盤地図情報の整備・更新に際しての各機関保有地図の取扱い（有償・無償や利用制約等）を整理し、運用方法を検討

プローブ情報等の相互利用に関するシステム検討

A study of the interoperable system for probe data

(研究期間 平成 23～25 年度)

高度情報化研究センター
高度道路交通システム研究室
Research Center for
Advanced Information Technology
Intelligent Transport System Division

室長	金澤 文彦
Head	Fumihiko KANAZAWA
主任研究官	澤田 泰征
Senior Researcher	Yasuyuki SAWADA
主任研究官	鈴木 彰一
Senior Researcher	Shoichi SUZUKI
研究官	田中 良寛
Researcher	Yoshihiro TANAKA
部外研究員	佐治 秀剛
Guest Researcher	Hidetaka SAJI

National Institute for Land and Infrastructure Management (NILIM) has been studying about the method of applying the probe data to road management. Although, the ITS Spot service has just started since 2011. Therefore the amount of probe data is still low. Data fusion with public and private data is required. In this sense, NILIM has developed a system to mix two types of probe data to meet the requirement to being probe data reliable and covering nationwide road networks.

〔研究目的と経緯〕

国土技術政策総合研究所（以下、「国総研」という。）では、ITS スポット（路車間通信の無線アンテナ）を通じて車両の走行履歴や挙動履歴（以下、「道路プローブ情報」という。）を収集するシステムを開発し、それにより得られる道路プローブ情報を道路管理や一般利用者への情報提供に活用するための調査研究を行っている。

本研究では、民間テレマティクスサービス事業者において収集したプローブ情報（以下、「民間プローブ情報」という。）と、道路プローブ情報の統合利用のためのコンバータを作成し、統合の実証を行った。

また、対象となる車両の所有者了解のもと、事前に ITS スポット対応カーナビ等のセッティングを行うことで、個別の車両を特定したプローブ情報（以下、「特定プローブ情報」という。）を抽出することが可能となる仕組みを利用し、国で収集した特定プローブ情報を民間物流事業者に提供することにより、物流支援を行う実証実験を実施した。実証実験を通じて、特定プローブ情報の道路行政での活用、民間の物流管理等での活用における課題とその対応策を官民連携で検討し、実運用に向けての必要要件を整理した。

〔研究内容〕

1. 官民プローブ情報の統合（平成 23～25 年度）

道路プローブ情報及び民間プローブ情報の DRM パー

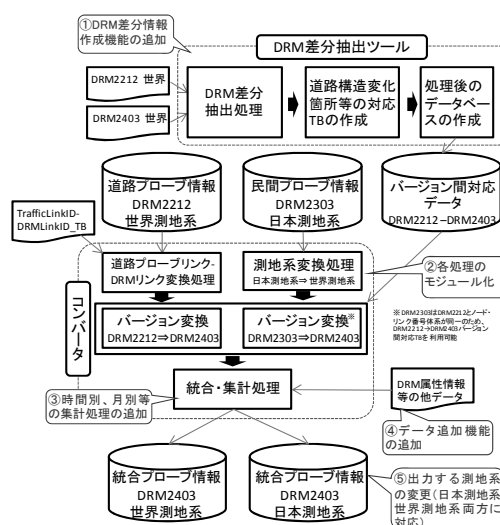


図1 プローブ統合コンバータの処理概要

ジョン更新スケジュールを考慮した統合パターンを整理した上で、整理した複数の段階の統合パターン（測地系変換、バージョン変換）に対応可能な統合コンバータを開発した（図1）。

開発した統合コンバータを用いて、道路プローブ情報と国総研が購入した民間プローブ情報の統合を行い、プローブ情報利活用システムに供している。

2. プローブ情報を活用した官民連携による物流支援（平成 23～25 年度）

国総研では、トラック輸送における情報施策による対策の一つとして、平成24年2月から平成26年3月まで、特定プローブ情報を活用した物流支援サービスに関する官民共同実証実験を九州地方で実施した。実証実験では、物流車両走行データの道路管理者及び民間事業者における効果を整理するとともに、実運用に向けて費用負担やセキュリティ確保のあり方、サービスの実運用に向けたシステム構築・運用の流れを明確にし、民間事業者への特定プローブ情報の提供の実運用に向けた具体案を作成した。

2.1 特定プローブの道路行政における活用方法の整理

道路管理の高度化・効率化のため、道路プローブ情報（個車を特定しない区間単位の平均旅行時間・旅行速度等）ではできない、特定プローブ情報（個車を特定した点群データ）ならではの活用が想定される場面を設定し、特定プローブ情報を集計した結果を道路行政に活かす方法について整理した（表1、2）。

表1 道路行政における活用場面と活用方法

活用場面	具体例
道路交通の実態把握 走行経路を含めた幅広い道路交通の実態把握に活用	①経路選択状況の分析 ②所要時間の信頼性評価 ③所要時間予測 ④IC勢力圏の把握
事故対策の支援 ヒヤリ事象での分析、速度データとの組み合わせにより幅広い事故分析に活用	⑤事故危険個所の抽出（道路種別、構造部別） ⑥事故危険個所の抽出（SA・PA部、IC部） ⑦事故危険個所の抽出（区間別、箇所別） ⑧事故要因分析（高速道路：渋滞区間） ⑨事故要因分析（高速道路：車線変更） ⑩事故要因分析（高速道路：線形不良箇所） ⑪事故対策効果（一般道：交差点部）
渋滞対策の支援 1台ごとの詳細な速度変化をとらえた渋滞要因の分析に活用	⑫ボトルネック位置の把握 ⑬信号待ち回数の把握 ⑭サグ部等高速道路における渋滞要因分析 ⑮織り込み交通による渋滞要因分析 ⑯渋滞時における迂回ルートの把握
道路管理の支援 リアルタイムでの走行状況の把握に活用	⑰災害事故等事象発生時の迂回状況の把握

表2 ITS スポット対応車載器普及時の活用場面

活用場面	車載器設置車両
ネットワーク全体の効率的な道路利用のための経路誘導	全ての車両
危険物積載車両の違反走行把握	危険物積載車両
特殊車両の利用経路把握による効率的な特車管理	特殊車両
大型車両の利用経路・頻度把握による構造物管理	大型車両
工事における建設発生土等運搬車両の経路・頻度把握	土砂等運搬車両
工事における建設発生土等の処理工程のモニタリング	土砂等運搬車両
観光客の行動分析、観光シーズンの渋滞モニタリング	レンタカー等

2.2 特定プローブ情報を用いたサービスの効果把握

物流事業者において特定プローブ情報の活用が想定される場面を設定し、実データを用いて効果検証を行い、効果を定量的に試算する方法、データの計測・取得方法に関する基礎資料をとりまとめた（表3）。

表3 物流事業における活用場面と効果把握

活用場面	効果検証結果
車両現在位置の把握	車両動態管理の支援が可能
到着時刻の予測	到着予測時刻の推定・共有等が実現データに基づく業務管理が可能
安全運転の支援	ヒヤリハット発生状況を活用した安全運転指導によりヒヤリハットの減少効果が確認
エコドライブへの支援	ドライバへの急発進発生状況の提示とエコドライブ指導により急発進回数の減少効果が確認
荷受け・積替え作業の効率化への支援	待機時間の短縮等、業務の効率化が可能
運行計画の定期的見直し	運行計画の定期的な最適化が可能
荷主の信頼性向上への支援	物流事業への信頼性向上が確認
荷物の債権債務確定支援	国際会計基準・着荷基準への対応支援が可能

2.3 官民連携物流支援サービスの実運用に向けた必要要件整理

特定プローブ情報を用いた官民連携物流支援サービスの実運用に向けた必要要件を整理し、情報提供の持続きや必要様式等について具体案を作成した（表4）。

表4 実運用に向けた必要要件の整理事項

必要要件	整理事項
当該サービス実用化に係るビジネスモデルの検討	・公共データ・民間データ提供事例の調査整理結果をもとに、参画が想定される機関の整理・ビジネスモデルを検討、役割と得られる効用を設定
行政手続きの透明化・様式化、民間の選定・連携に係る公平中立性の確保、費用負担整理	・公平中立性に留意し、官民の役割分担が明確になるよう行政手続きの流れをフロー形式で整理 ・各手続きの必要様式や要領について整理 ・費用負担の整理は、官民の効用を踏まえた配分を設定
特定プローブの配信システムの簡素化、迅速構築化の検討、運用時の変更事項・作業の定型化	・サービス利用者への効率性・安全性に配慮したインターネット方式による配信形態をとりまとめ ・車両更新や車載器付け替え時に変更となる車載器固有の仕分け情報申告、プローブ処理装置の設定修正等の運用時に発生する作業事項と官民の役割分担をとりまとめ
民間の経済活動への配慮	・公共・民間データ提供事例の調査整理結果をもとに、民間の経済活動に配慮した、道路管理者の利用規約や遵守事項等を整理
プローブ仕分け情報の提供や活用方法の定型化	・車載器固有の仕分け情報を利用者へ開示するための車載器への情報の添付方法、道路管理者への手続きについて整理
物流事業を支援するITSスポット関連機器が具備すべき機能整理	・物流事業者が事業で活用を期待する路側機の仕様や物流事業に求められる車載器の具備すべき機能について整理

〔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、ITS スポット共通基盤を活用した産学官連携サービス開発に関する共同研究における簡素型ITS スポットの機器仕様検討などへの反映を通じ、プローブ情報等の相互利用に寄与するものとする。

ITS スポットサービスの技術的課題に関する調査検討

Research on Technical Problems of ITS Spot under the Operation

(研究期間 平成 23-27 年度)

高度情報化研究センター
高度道路交通システム研究室
Research Center for
Advanced Information Technology
Intelligent Transport System Division

室長	金澤 文彦
Head	Fumihiko KANAZAWA
主任研究官	澤 純平
Senior Researcher	Jumpei SAWA
研究官	渡部 大輔
Researcher	Daisuke WATANABE
部外研究員	佐野 久弥
Guest Researcher	Hisaya SANO

ITS Spot services were launched nationwide in March 2011. The NILIM has promoted the reliability of the system of ITS Spot, smooth operation and deployment of ITS Spot service.

This research examines the technical subject on employment about ITS spot service of the highway which had the whole country developed, and performs investigation and examination required for offer of positive service, or the improvement of service.

〔研究目的及び経緯〕

国土技術政策総合研究所（以下、国総研）では、全国展開された高速道路上等の ITS スポットサービスについて、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・検討を行っている。

本研究は、ITS スポットサービスのうち首都高速道路におけるアップリンク通信に関する課題を調査するとともに、情報接続サービスに関する課題の調査及びポータルサイトコンテンツについての改良を行った。

〔研究内容〕

(1) 首都高速道路におけるアップリンク通信に関する課題の調査

現在運用されている ITS スポットサービスにおける技術的課題の抽出のため、首都高速道路を対象として、アップリンク通信に関する確認試験を実施した。

① 確認試験計画案の作成

2 種類の市販の ITS スポット対応車載器（カーナビ連携型、スマートフォン連携型）及び国総研が所有する車載器（試験用車載器、GPS 付き試作器）を車両に搭載して首都高速道路を走行し、首都高速道路管内に設置された ITS スポット（170 箇所）におけるアップリンクの可否を確認する試験計画案を作成した。試験において、試験用車載器の通信ログに加え、首都高速道路に設置されたセンター設備を用いて路側機の通信ログ、アップリンクログの収集、分析を行うこととし

た。

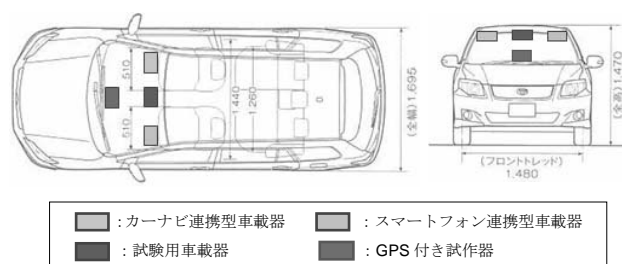


図1 車載器アンテナの設置位置

また、効率的かつ効果的に技術的課題の抽出ができるよう、走行条件、実施プロセスなどに留意した評価試験計画案を作成した。

② 確認試験の実施

確認試験計画に従い、試験を実施した。試験実施にあたっては走行計画を作成し、首都高速道路への説明、調整を行った。確認試験は8日間実施し、試験用車載器を用いた試験では、試験用車載器に具備されている機能を用いた受信電界強度の測定、提供情報の保存も同時に行った。

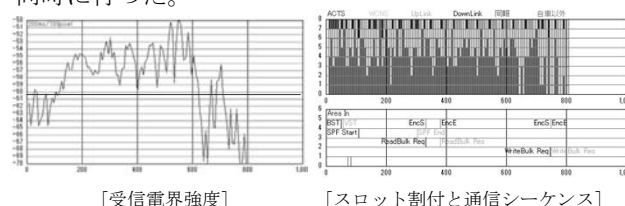


図2 試験用車載器で取得した通信ログの例

③ 追加確認試験の実施

②の確認試験でアップリンク通信の不具合の原因が特定できなかった箇所について、追加試験を1日実施し、原因特定に必要な通信ログ等のデータ収集を行った。

④ 試験結果の整理

②、③の結果について、図表等を用いて分かりやすく整理した。正常にアップリンクが行えなかった ITS スポットについては、通信ログ及び受信電界強度等の確認を行い、想定される原因を整理した。

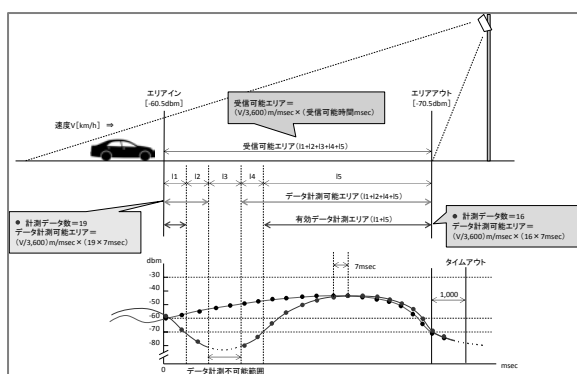


図3 アップリンク通信エリアの分析方法

(2) 情報接続サービスのポータルサイトコンテンツに関する課題の調査及び改良

① 情報接続サービスに関する課題の調査

情報接続サービスが運用されている箇所において、情報接続サービス対応カーナビを用いて車載器の動作状況、表示状況に関する調査を行った。

既設カーナビ向けポータルサイトについて、情報接続サービス対応カーナビ（1機種）を用いて車載器の動作状況、コンテンツの表示状況の確認を行い、課題の有無を整理した。

調査は、関東甲信越地方の談合坂 SA（下り）で2日間、市原 SA（下り）で1日間実施した。

調査にあつては LAN アナライザによる路側機側の通信ログと、中日本高速道路に設置されているセンター設備で収集される路側機のアクセスログを取得した。

調査した表示状況の結果やユーザの操作性、コンテンツの有用性を考慮する視点で、内容の拡充や改良が望ましいコンテンツを整理し、その改良案について提案を行った。

内容の拡充や改良が望ましいコンテンツの整理において、情報接続サービスコンテンツのアクセスログの整理分析を行い、各時期におけるコンテンツ分野別アクセス数等を整理し、分析した。

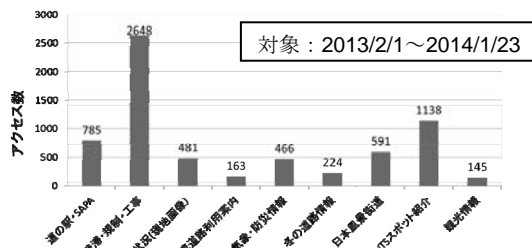


図4 コンテンツ分野別アクセス数の分析結果

② 既設カーナビ向けポータルサイトの改良

既設のカーナビ向けポータルサイトの改良を行った。改良にあたっては、過年度の研究で整理した ITS スポット対応カーナビの表示上の制約条件を考慮した。

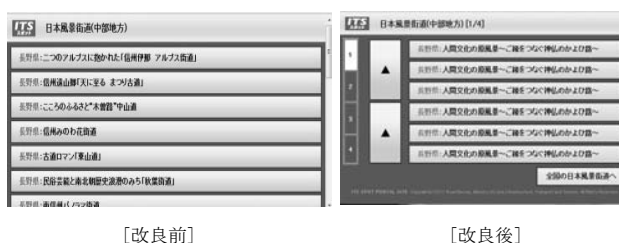


図5 日本風景街道の改良前後のメニュー画面

③ 情報接続サービスに関する通信ログの調査

①で取得した通信ログ及び過年度の情報接続サービス調査（合計9箇所）で取得した通信ログの分析を行い、通信上の課題を整理した。

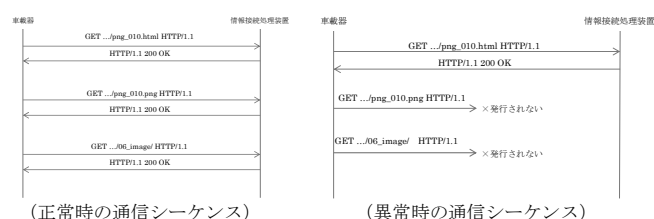


図6 談合坂 SA で取得した通信ログの調査結果

【成果の活用】

ITS スポットサービスに関する運用上の技術的課題の抽出、整理結果をもとに、運用技術検討ワーキングへの反映、情報接続サービスのポータルサイトの改良など ITS スポットに関する技術的な課題への対策に活用した。

高速道路における交通円滑化システムの高度化に関する

効果検証調査

Survey of verify effectiveness about improvement of traffic smoothing systems for expressway
(研究期間 平成 23～25 年度)

高度情報化センター ITS 研究室
Research Center for Advanced
Information Technology
Intelligent Transport Systems Division

室長
Head
主任研究官
Senior Researcher
研究官
Researcher
部外研究員
Guest Research Engineer

金澤 文彦
Fumihiko KANAZAWA
坂井 康一
Koichi SAKAI
鈴木 一史
Kazufumi SUZUKI
岩武 宏一
Koichi IWATAKE

In 2011, ITS spot is set approximately 1,600 locations on Japan's expressways. NILIM conducts study on traffic smoothing services. In this study, we look into implementation to lane utilization optimization information system, and we organize amount of the traffic congestions in Japan's expressway. Furthermore, we conduct questionnaire survey about traffic smoothing services to expressway users.

〔研究目的及び経緯〕

平成 23 年に全国の高速道路上を中心に、約 1,600 箇所に ITS スポット路側機が設置されたことを受け、国土技術政策総合研究所では、これらを活用した高速道路の交通円滑化を目的としたサービスの研究開発を行っている。渋滞の約 6 割を占める高速道路サグ部において、渋滞発生直前における追越車線への過度な交通集中に対し、これまで車線利用適正化システムを提案してきた。

本研究では、車線利用適正化情報提供システムの実装を行うとともに、全国の高速道路における渋滞発生量を整理し、車線利用適正化情報提供システムが全国に導入された場合の効果試算を行うとともに、高速道路利用者を対象とした車線利用適正化情報提供を含む交通円滑化サービスに関するアンケート調査を行った。

〔研究内容及び研究成果〕

1. 車線利用適正化情報提供システムの実装（平成 23 年度）

ITS スポットによる車線利用適正化情報提供システムの実運用を見据え、東名高速道路上り大和トンネル付近及び下り大和サグ付近の 2 箇所において、渋滞発生直前の交通状態を判定する装置及び ITS スポットからの情報提供コンテンツの実装を行った。図-1 は東名高速道路下り大和サグ付近における車線利用適正化システムについて示したものである。

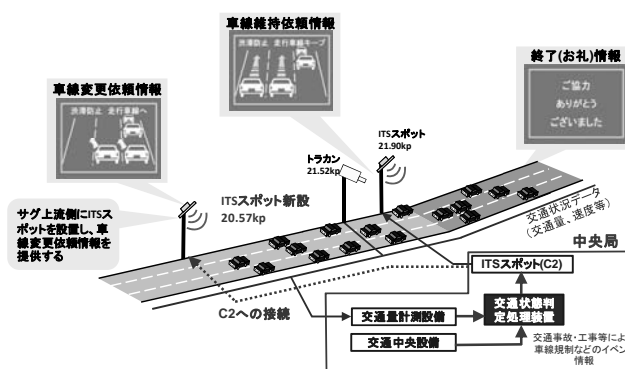


図-1 車線利用適正化システムの実装

2. 全国の高速道路における渋滞発生状況の検証（平成 24～25 年度）

全国の高速道路における渋滞量について、道路構造別に整理した。そのうち、車線利用適正化情報提供システム導入の候補としているサグ部をはじめとする 16 箇所における渋滞量の経年変化について、検証した(表-1)。特に、中央(上)小仏 TN(トンネル)では、平成 17 年から平成 23 年にかけて、2.3 倍増加している。

表-1 システム導入候補 16 箇所の渋滞量経年変化

			単位: [km・h]							
NO.	ボトルネック名	道路構造	平成 17年	平成 18年	平成 19年	平成 20年	平成 21年	平成 22年	平成 23年	
1	中央(上)小仏TN	トンネル入口部	2,987	2,267	3,778	3,364	4,670	5,478	6,726	
2	東名(上)大和TN	上り坂およびサグ部	1,782	1,936	891	1,596	3,011	3,568	5,056	
3	中国道(上)宝塚西TN	トンネル入口部	1,180	1,290	1,713	1,752	3,995	5,029	3,770	
4	関越道(上)高坂SA付近	上り坂およびサグ部	400	588	1,024	1,144	1,548	2,045	3,434	
5	中国道(上)宝塚東TN	トンネル入口部	979	571	1,226	1,882	2,754	4,116	3,132	
6	中央(上)深大寺BS付近	上り坂およびサグ部	630	723	730	1,084	2,005	3,043	2,693	
7	東名(下)大和BS、 大和TN、綾瀬BS	上り坂およびサグ部	821	831	690	843	1,074	1,148	2,491	
8	名神(上)一宮高架橋付近	上り坂およびサグ部	1,724	1,979	2,106	664	1,880	2,012	1,913	
9	関越道(上)戸田西IC付近	上り坂およびサグ部	1,059	1,904	1,921	2,470	3,495	3,992	1,789	
10	東名(下)戸田西IC付近	上り坂およびサグ部	57	106	2,806	1,030	820	2,692	1,636	
11	関越道(下)高麗川橋付近	上り坂およびサグ部	674	836	936	817	1,080	1,345	1,626	
12	関越道(下)花園IC	上り坂およびサグ部	463	875	862	1,248	1,465	1,929	1,264	
13	東名(下)川口西IC付近	上り坂およびサグ部	137	259	368	415	437	1,140	779	
14	東北道(下)岩舟JCT付近	上り坂およびサグ部	-	-	106	-	1,158	974	730	
15	中央(下)相模湖IC	上り坂およびサグ部	-	-	-	1,244	975	793	676	
16	中央(下)元八王子BS	上り坂およびサグ部	1,665	1,950	209	288	906	822	408	

※ハッチング凡例：前年より渋滞量減少：「青」、増加：「赤」

3. 車線利用適正化情報提供システムの導入候補箇所における情報提供位置内容の検討（平成 24～25 年度）

車線利用適正化情報提供システムの導入候補箇所 16 箇所において、情報提供位置及び提供内容について検討した。検討に当たっては、導入候補箇所における道路構造上及び渋滞発生直前の交通状況について整理し、課題を抽出した。導入候補箇所は、サービス区間内に分合流部やゆずりあい車線等が存在する等、複合的な道路構造を有している箇所が多く、車線利用適正化情報を提供した場合に合流車両等との錯綜に留意する必要があった。分合流部の存在や車線運用等の制約により、車線変更依頼を行うことが望ましくないと考えられる 6 箇所においては、代替的な方策として車線維持を行ってもらい情報提供を行うこととした。

また、車線利用適正化情報提供システムを新規導入する際に検討すべき項目、及びその対処方針等を取りまとめた技術指針案を作成した。

4. 車線利用適正化情報提供システムの導入効果試算

全国的高速道路サグ部 145 箇所に拡大した場合の導入効果について、マクロ的に試算を行った。表-2 は全国拡大した車線利用適正化システム導入による効果試算を示す。この効果試算において、追越車線から走行車線への移動率 5% で渋滞削減率は 7.6%、移動率 10% で 17.5%、移動率 15% で 29.2% という結果になった。

表-2 車線利用適正化システム導入による効果試算

移動率	渋滞損失 (台・h/年)	渋滞損失 (億円/年)	渋滞損失 削減量 (台・h/年)	便益 (億円/年)	渋滞損失 削減率
0%	17,627,916	448.4	-	-	-
5%	16,296,291	414.5	1,331,625	33.9	7.6%
10%	14,551,241	370.1	3,076,675	78.3	17.5%
15%	12,479,019	317.4	5,148,897	131.0	29.2%
最大	11,492,330	292.3	6,135,586	156.1	34.8%

※費用便益分析マニュアル(平成 20 年 国土交通省)の乗用車 40.10 円/台・分、普通貨物 64.18 円/台・分を用いて計算

※大型車混入率を 9.5% として計算(導入候補箇所の数値を参考に決定)

5. 高速道路利用者アンケート調査によるサービス受容性向上策検討（平成 25 年度）

サービス受容性向上策検討のため、渋滞が発生している休日の時間帯に高速道路サグ部を走行した高速道路利用者を対象に、東名高速道路下り海老名 SA で平成 25 年 12 月 14 日(土)、21 日(土)、22 日(日)の 3 日間、関越自動車道下り高坂 SA で平成 26 年 1 月 11 日(土)、12 日(日)、18 日(土)の 3 日間、アンケート調査を実施した。有効サンプル数は両 SA とともに、817 名だった。調査では、渋滞発生メカニズムの認知度や、受容性向上策や普及促進策に関するシナリオを実施したときの利用者協力意向を把握することとした。また、追越車線への交通集中を解消する方策であるキープレフト実行を促すために、広報方法やソフト施策、価格等の仮想条件を組み合わせ、変化させた SP(Stated Preference)調査用の設問を設定した。

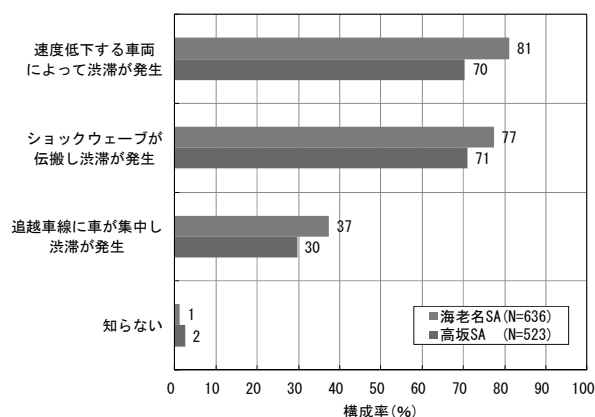


図-2 渋滞発生メカニズムの認知度(複数回答可)

サグ部の渋滞発生メカニズムの認知度については、他の要因に比べ、追越車線に車が集中することが渋滞発生要因であることがあまり認知されていない傾向があった(図-2)。また、周囲のキープレフト実行割合が増加すると、個人のキープレフト実行割合が減少するという傾向が見られた。

【成果の活用】

本研究の成果として、東名高速道路大和サグ部において、車線利用適正化サービスの運用が平成 26 年 1 月 8 日に開始された。また、本研究で得られた知見等は、全国でのシステム導入にあたっての基礎資料となると考える。

新たな通信技術を活用した協調 ITS に関する研究開発

Reserch on the cooperative ITS using new communication technology

(研究期間 平成 25～27 年度)

高度情報化研究センター
高度道路交通システム研究室
Research Center for
Advanced Information Technology
Intelligent Transport System Division

室長 金澤 文彦
Head Fumihiko KANAZAWA
主任研究官 澤 純平
Senior Researcher Junpei SAWA
研究官 渡部 大輔
Researcher Daisuke Watanabe
部外研究員 佐野 久弥
Guest Researcher Hisaya Sano

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

〔研究目的及び経緯〕

国土技術政策総合研究所では、今後、普及が見込まれる新たな通信技術等を利用した ITS 研究の方向性について検討を行っており、平成 24 年 9 月からは協調 ITS (Cooperative-ITS: 路車間通信、車車間通信等について通信形式やデータ形式などの整合を図り各システムが共通基盤で連携することで、様々な ITS サービスアプリケーションを実現するもの) に関する官民共同研究「次世代の協調 ITS 開発に関する共同研究」を立ち上げ、システムアーキテクチャやロードマップ、システム等の検討を行っている。

本研究は、道路行政の課題に対応した協調 ITS による新たなサービスの実現に向けた調査・検討を行うものである。

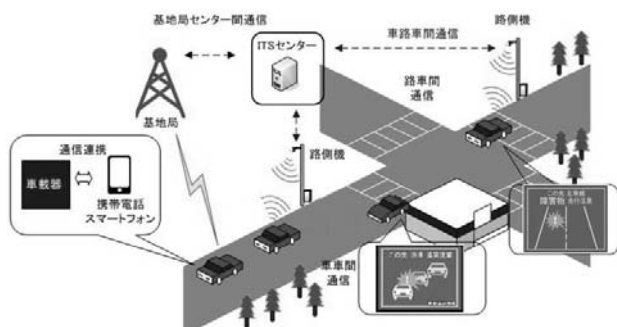


図 1. 路車間通信と車車間通信との協調(イメージ)

〔研究内容〕

1. 協調 ITS サービスの研究・開発の方向性検討

様々な協調 ITS によるサービスが想定される中、重点的に検討、開発を進めるサービスを決定するため、協調 ITS サービスの研究・開発の方向性の検討、整理

を行った。

表 1. 研究開発の方向性で分類した 5 テーマ

テーマ①	自動走行につながる高度な安全運転支援
テーマ②	車両関連情報・インフラ情報による道路交通の円滑化・快適性向上、道路管理の高度化
テーマ③	災害時における情報収集・提供
テーマ④	人の円滑・安全な移動の確保
テーマ⑤	民間サービスの市場創出

表 2. テーマ①における実用化目標年次

実現時期	基準	イメージ
ステップ 1 (2010 年代半ば頃)	高速道路上における 前後方向の協調制御	追突事故防止 車間距離適正化 による渋滞削減
ステップ 2 (2020 年代初頭頃)	左右方向の操舵も含めた協調制御	車線変更時・合流 時の事故防止、渋 滞削減
ステップ 3 (2020 年代初頭以降)	高度な運転支援システムに係わるサービス	自動走行による 事故防止・運転負 荷削減

検討にあたっては、欧米で検討されている協調 ITS のサービスや共同研究者からの提案などを基に 196 のサービスを検討、整理し、その中から、共同研究会議の議論の中で協調 ITS を活用することが特に有効と考えられた道路交通情報の提供や安全運転支援等の 35 サービスを「重点検討サービス」として選定した。また、「日本再興戦略」、「国家最先端 IT 国家創造宣言」等の政府戦略との整合性も考慮し、重点検討サービスを 5 つのテーマに分類するとともに、サービスの実用化目標年次を設定した。

2. 協調 ITS に関する概略システム案の作成

選定した重点検討サービスについて、主な要求事項（前提条件や機器に必要な機能）、システム構成と機能要素、情報フロー、メッセージ要件、セキュリティ要件等の検討を行った。

次に、1つの装置で様々なサービスを受けられることを考慮し、各サービスでシステム構成の共通化を図るとともに、各装置で共通化すべき機能やメッセージ、セキュリティ要件等を整理した。研究・開発の優先順位や実現可能な時期を考慮し、テーマ毎、サービスの実用化目標年次毎に必要な共通機能等を整理することとした。整理にあたっては、実用化のステップと実現に必要な技術的要件や機能の整合を図るよう留意した。

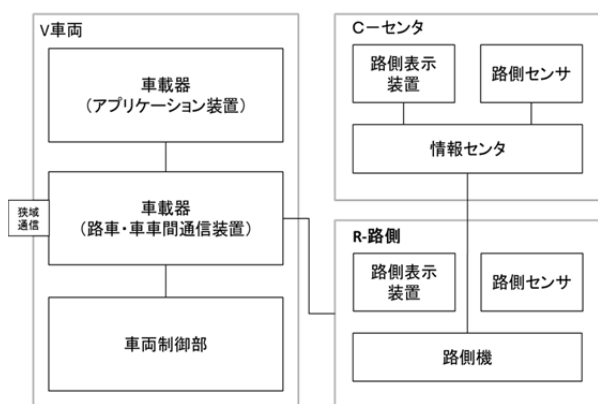


図2. 路車・車車間通信連携サービスのシステム構成

3. 協調 ITS による情報提供サービスに関する有効性調査

協調 ITS によるサービスの有効性を把握するため、サービスの被験者アンケートによる有効性調査を行った。採用したサービスは、場所や路線に応じた正確な情報を ITS スポットや携帯電話網から提供し、高速道路やSAの利用者が、スマートフォンで情報受信するものである。

各年齢層の男女から均等に集めた120名の被験者に対してコンテンツの提供を行い、「ドライバー」「同乗者」「バス利用者」の3つの利用シーンからコンテンツ毎にサービスの理解度、有効性、利用意向を確認した。

表3. 提供コンテンツの例

コンテンツグループ	提供コンテンツ	提供内容
ITS スポット情報		ITS スポットとの通信で得た道路交通情報等を提供。
主要渋滞ポイント		渋滞頻度の高い地点の統計情報を提供。

SAPA（施設内）情報		SAPA等の施設内情報等を提供するサービス。
-------------	--	------------------------

(1) 協調 ITS サービスの有効性調査結果について

「主要渋滞ポイント箇所の説明」のコンテンツの有効性に関して、「やや役立つ」以上の評価を下した被験者はドライバーや同乗者としては80%であったが、バス利用者としては55%に留まり、バス利用者からの評価が低く年齢による違いは見られなかった。

一方、「ITS スポット情報」のコンテンツ有効性に関して、「やや役立つ」以上の評価を下した被験者はドライバーとして93%、同乗者として92%、バス利用者としては51%であり、バス利用者としての評価が低い結果となった

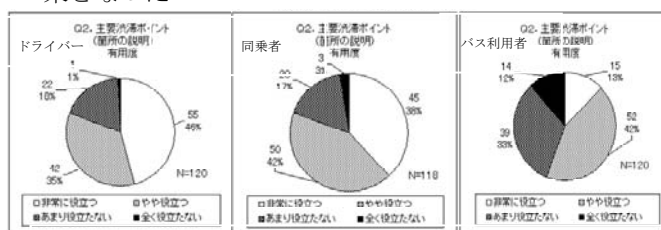


図3. 主要渋滞ポイントに対するコンテンツ有効性

(2) 利用意向について

本サービスにおける利用意向は、8割以上の被験者が「利用したい」「やや利用したい」と回答しており、多数の利用意向が確認された。

サービスの早期実用化については、9割の人が「強く望む」「出来れば望む」と回答しており、多くの人が早期の実現化を望んでいた。

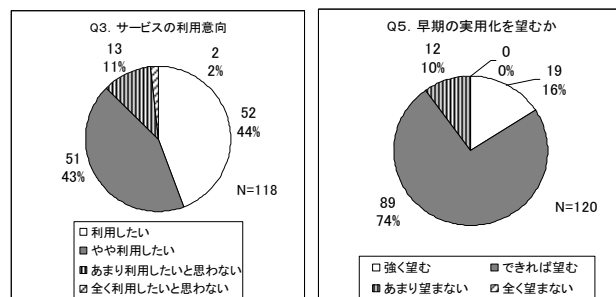


図4. サービスの利用意向と早期実用化希望

【成果の活用】

本研究で得られた成果は、次年度以降に共同研究で検討を予定している実用化すべきサービス検討やシステム開発、実証実験を進める上での基礎資料として活用される。

新たなモビリティに対応する道路交通システムの技術的課題調査

A study on technical issues of road transportation systems which respond to new mobility

(研究期間 平成 23～26 年度)

高度情報化研究センター
高度道路交通システム研究室
Research Center for
Advanced Information Technology
Intelligent Transport Systems Division

室長
Head
主任研究官
Senior Researcher
研究官
Researcher
研究官
Researcher

金澤 文彦
Fumihiko KANAZAWA
坂井 康一
Koichi SAKAI
鈴木 一史
Kazufumi SUZUKI
築地 貴裕
Takahiro TSUKIJI

The spread of emerging new mobility such as electronic vehicles (EVs) or personal mobility vehicles (PMVs) can lead to a variety of technical and institutional issues on conventional road infrastructure. In this research, next-generation ITS that responds to emerging new mobility is discussed in cooperation with academia to realize smarter road transportation system.

〔研究目的及び経緯〕

昨今の厳しい経済情勢・財政制約の下、既存交通インフラを有効に活用し交通サービスにおける移動の質を向上することが求められている。とりわけ、今後の少子高齢化社会の到来、エネルギー・環境制約、人々の価値観の多様化等により、交通サービスにおける移動の質に変化が生じ、これまでの時間・費用に加えて、安全・安心・健康・快適・環境を志向することで、専ら自動車を利用していた人が徒歩・自転車・公共交通等のモビリティに多様化するとともに量的にも増加すると予想される。このため、自動車のドライバーを中心とした ITS の研究開発から、歩行者・自転車等の人を対象とする ITS への拡大も期待されており、スマートフォン等の多機能情報通信端末の急速な普及は、これらモビリティにおける移動の質の向上を技術面で容易にするものと考えられる。

そこで本調査では、上記の背景を踏まえ、徒歩・自転車・自動車・公共交通を含む多様なモビリティや EV(Electronic Vehicle)、PMV(Personal Mobility Vehicle)等の新たなモビリティにおける移動の質を高める ITS のあり方について、学との連携を通じて検討することを目的とする。

平成 25 年度は、自動車よりコンパクトで小回りが利き、環境性能に優れる超小型モビリティに関し、一般的な車両との混在時におけるドライバーの安全・心理面への影響について、人間工学・心理学等の学術的知見を踏まえて研究を行った。

〔研究内容〕

1. 室内実験による安全・心理面への影響評価

超小型モビリティ運転時のドライバーの心理面への影響を調査するため、ドライビングシミュレータによる実験を行い、近赤外分光法（NIRS）を用いた脳血流測定、心電図を用いた心拍計測によりドライバーの心理状態の把握を行った。実験では、単純コースと複雑コースを用い、脳血流の変化と運転時の注意散漫度合い（運転ミス発生回数）との関係を分析した。

2. 屋外実験による安全・心理面への影響評価

実道における超小型モビリティ運転時のドライバーの心理面への影響を調査するため、公道での走行実験を行い、ドライバーの心理状態の把握を行った。実験では、超小型モビリティ単独での走行を行い、心拍計測から得られる交感神経・副交感神経指標の評価を行った。また、異なる車種（超小型モビリティ、大型車、普通車、バイク）による隊列走行を行い、車間距離からドライバーが感じるストレスを推定した。

〔研究成果〕

1. 室内実験による安全・心理面への影響評価

ドライビングシミュレータによる実験の結果、図-1 に示すように、運転を開始すると脳血流は減少し、ある一定時間が経過すると回復することがわかった。脳血流は一般的に、集中するほど減少し、注意が散漫になるほど増加する傾向があるとされている。図-2 に、脳血流減少時間と運転ミス回数との関係（被験者 9 名

の平均)を示す。図-2より、単純コースでは運転時間の前半と後半でミス回数に大きな変化は見られないが、複雑コースでは、運転時間の後半、脳血流が増加し、ミス回数が増加していることがわかる。なお、ここでは軽度のミスはカーブでの膨らみや縁石への乗り上げ、重度のミスは壁への接触としている。この結果から、脳血流が増加するほど運転時の注意の散漫度合いが高まることがわかった。

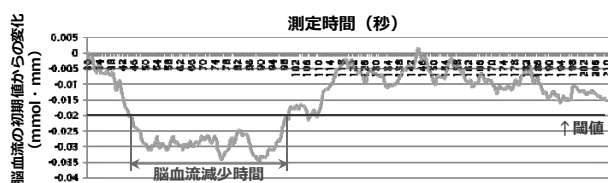


図-1 脳血流の測定結果の例

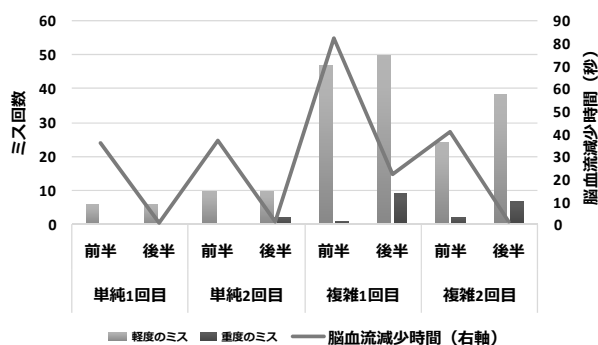


図-2 脳血流減少時間と運転ミス回数との関係

2. 屋外実験による安全・心理面への影響評価

公道において超小型モビリティ単独での走行実験を行い、被験者に心電計を取り付けて心拍を測定し、交感神経・副交感神経指標を算出した。結果を図-3及び図-4に示す(いずれも被験者20名の平均)。交感神経指標が高いほど被験者は緊張している状態にあり、副交感神経指標が高いほど被験者はリラックスした状態にある。図-3より、交感神経に関しては超小型モビリティ運転時、普通車運転時、休憩時で大きな差はなく、ドライバーの緊張状態は同じ状態であることがわかる。一方、図-4より、副交感神経は超小型モビリティ運転時、普通車運転時ともに休憩時に比して低く、リラックスしていない、すなわち緊張状態にあることがわかる。

異なる車種による隊列走行実験では、隊列パターン毎にGNSSを用いて車間距離を計測するとともに、被験者が快適と感じたときにボタンを押してその位置を記録する装置を用いて快適車間距離を測定した。図-5に普通車→超小型モビリティ→普通車の順の場合における速度と車間距離との関係を示す。図-5のような速

度・車間距離関係グラフをもとに、被験者の感じる快適車間距離を指数関数近似し、快適車間距離以下の走行時間割合を算出した。快適車間距離以下の走行時間割合が50%を超える場合を「高ストレス走行」と定義し、走行パターン毎に高ストレス走行割合を求めた結果を図-6に示す。図-6における「MEV→普通車」、「MEV→大型車」の結果より、超小型モビリティが大型車の後ろを走行する際は、超小型モビリティのドライバーがストレスを感じやすいことが示唆された。

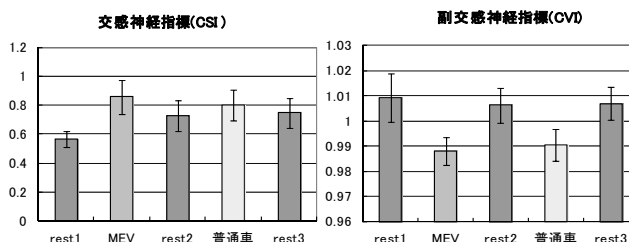


図-3 交感神経指標

図-4 副交感神経指標

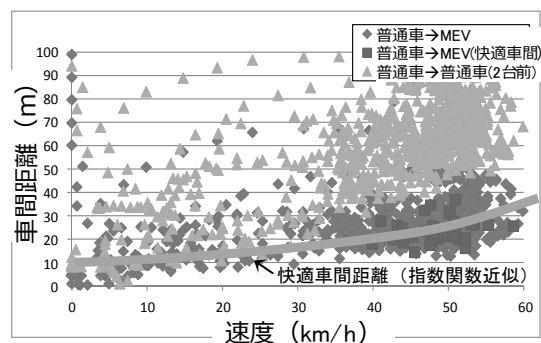


図-5 速度と車間距離との関係

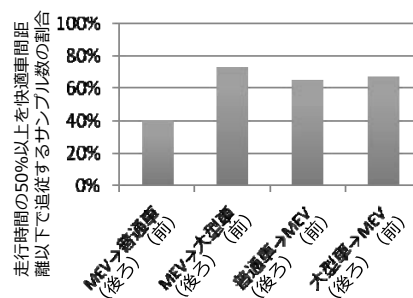


図-6 高ストレス走行割合

※MEV：超小型モビリティ

〔成果の活用〕

本研究で得られた成果を活用し、平成26年度は、超小型モビリティの安全・快適な移動を支援するITS技術(カーナビゲーションシステム)について検討を行う予定である。超小型モビリティの安全・快適な移動が実現し、超小型モビリティが地域の手軽な移動手段としての機能を担うことで、交通弱者である高齢者等の移動支援、環境負荷の低減、地域の活性化等に寄与することができると考えられる。

ITS を活用した特定の車両への走行支援に関する検討

Research on driving support system for heavy vehicles using ITS

(研究期間 平成 24～26 年度)

高度情報化研究センター
高度道路交通システム研究室
Research Center for
Advanced Information Technology
Intelligent Transport System Division

室長	金澤 文彦
Head	Fumihiko KANAZAWA
主任研究官	鈴木 彰一
Senior Researcher	Shoichi SUZUKI
研究官	築地 貴裕
Researcher	Takahiro TSUKIJI
部外研究員	佐治 秀剛
Guest Engineer	Hidetaka SAJI

The purpose of this study is to investigate and verify ITS technologies for monitoring and supporting the driving of 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]

本研究では、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両・重量車両の通行状況をモニタリングする方法・装置に関する調査検討を行うとともに、大型車両・重量車両の適切な走行を支援する技術の開発及び実展開を目指した調査検討を行っている。

平成 24 年度は、大型車両・重量車両の通行状況をモニタリングするための既存システム（特車許可・申請システム、車両重量自動計測装置（図-1））の整備状況を踏まえた上で、大型車両・重量車両の通行状況モニタリングに利用可能な ITS 技術について調査するとともに、大型車両・重量車両の適切な走行を支援するための基本技術となる、自車走行位置の把握機能、及び事前に定められた特定経路の情報を提供する機能等について、基礎的な検証実験を行った。

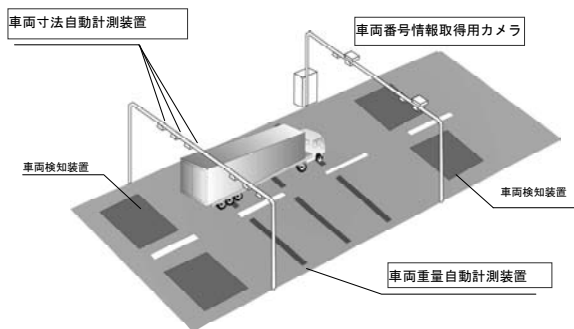


図-1 車両重量自動計測装置

[研究内容]

1. 画像解析を用いた大型車両の寸法計測・車種判別技術に関する調査

平成 25 年度は、車両重量自動計測装置で撮像された大型車両の全景画像（走行画像）を利用し、車両の寸法計測及び車種判別に適用可能と考えられる画像解析技術について、文献調査やインターネット調査、ヒアリング調査により情報収集を行い、その結果を整理した。調査対象とする画像解析技術は、公益社団法人精密工学会の画像応用技術専門委員会が発行している「画像応用分野マップ」等を参考に選定し、情報収集を行った。

また、精度検証実験計画を作成するとともに、走行画像データ、自動計測データ、許可データの情報を関連システムから収集し、表-1 に示す画像解析への影響要因情報を付加することで、実証実験向けの画像データを作成した。加えて、表-2 に示すように対象画像をレベル分けし、車両番号や運転者等に対してマスキング処理を行った。

表-1 画像解析に影響を与えると思われる要因

画像品質を低下させる要因	画像解析の障害となる要因
<ul style="list-style-type: none">・ 画像の鮮明度・ 天候・ 時間帯・ 撮影色（カラー／白黒）・ ハレーション・ 朝日西日の影響	<ul style="list-style-type: none">・ 車両の収まり具合・ 舗装色・ 車両色・ 積荷状態・ 他の車両との重なり・ 構造物、樹木、影との重なり

表-2 対象画像のレベル区分

区分	設定方法
1: 通常画像 (レベル1)	車両全体が鮮明に写っており、問題がない画像
2: 問題画像 (レベル2)	他の車両・構造物・樹木・影と重なる等、画像解析に一部影響を与えることが想定される画像
3: 問題画像 (レベル3)	車両の前部が写っていない、照度不足等、画像解析に大きな影響を与えることが想定される画像
4: 不可能画像 (対象外)	ハレーションが激しい、車両の一部しか写っていない、など、画像解析が不可能と思われる画像

2. 特殊車両に対する経路誘導技術に関する調査

既設の特殊車両通行許可関連システムから、許可経路情報を抽出し、これを用いて走行中の特殊車両のドライバに対し、当該車両が走行すべき経路へ誘導する情報を提供するシステム案を検討するとともに、機能、規模を限定した、走行経路表示実験システムの詳細設計を行い、タブレットPCを用いて図-2に示すような走行支援情報を表示するシステムを試作した。

また、作成した走行経路表示システムの有効性評価、受容性評価を行うため、特殊車両のドライバーを被験者とした実験を実施した。



図-2 走行経路表示実験システムの画面表示例

[研究成果]

1. 画像解析を用いた大型車両の寸法計測・車種判別技術に関する調査

文献等の調査結果を踏まえ、協力が得られたメーカー等9者にヒアリングを行い、その結果、以下を明らかにすることができた。

①車両寸法計測について

- ・現段階で、車両重量自動計測装置の全景画像を対象に、車両寸法を精度よく計測できるシステムはない。
- ・車両前部を捉えることにより車幅については計測可能と思われるが、車高・車長については計測が困難であると思われる。

②車種判別について

- ・車種の大分類であれば、ある程度判別できる可能性

はあるが、セミトレーラの細分類については車両後部が不明瞭なため判別は困難である。

③精度検証実験について

- ・精度検証実験は、数社の参加は見込めるが、実験費用の補助（一部補助含む）を必要とする者もある。

また、平成25年6月21日～9月20日の自動計測データを違反判定システムの車両情報処理サーバより取得し、画像解析への影響要因情報の付加、マスキング処理等を実施し、学習用車両6,428台、検証用車両31,950台の精度検証実験用のデータを作成した。

2. 特殊車両に対する経路誘導技術に関する調査

試作した走行経路表示実験システムを用いて、特殊車両のドライバ（3社、5名）及び運行管理者を被験者とした実験を実施した。また、以下の評価項目に沿ってデータを収集し、電子政府ユーザビリティガイドラインで紹介されている手法等を用いて有効性評価、受容性評価を行った。

（有効性）

- ・表示経路と実際に走行した経路の一致度
- ・許可経路を遵守する上での有効性
- ・許可経路を遵守する上で望ましい改善点

（受容性）

- ・画面に表示される許可経路の正確さ
- ・画面表示の見やすさ、分かりやすさ
- ・操作のしやすさ
- ・画面表示、操作方法で改善が望まれる点

その結果、従来の業務プロセス、経路確認方法と比較して、走行経路表示実験システムの利用は効果的であると評価された。また、ドライバからは、折進時に音声（ブザー音等でも可）での注意喚起があれば、さらに有用であるとの評価が得られた。

[成果の活用]

本年度得られた成果を活用し、次年度は、画像解析を用いた大型車両の寸法計測・車種判別技術に関する精度検証実験を行い、全国の車両重量自動計測装置への展開を検討していく予定である。また、走行経路表示実験システムで得られた成果を基に、既存の特殊車両通行許可関連システムから個別の許可経路情報を提供するために必要となるセキュリティ対策を明らかにするとともに、具体的な接続インタフェースを検討する。

これらにより、大型車両・重量車両の適切な経路の走行を支援する技術の実現を図り、道路法47条の特殊車両通行許可制度の効率的・効果的な執行に寄与することができると考えられる。

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)

高度情報化研究センター
高度道路交通システム研究室
Research Center for
Advanced Information Technology
Intelligent Transport System Division

室長
Head
主任研究官
Senior Researcher
研究官
Researcher

金澤 文彦
Fumihiko KANAZAWA
澤田 泰征
Yasuyuki SAWADA
田中 良寛
Yoshihiro TANAKA

National Institute for Land and Infrastructure Management (NILIM) has been studying about utilizing road traffic probe data collected from ITS Spot for road traffic management. We performed three examination about the system for collecting, totaling and storing road traffic probe data and about the method for utilizing the collected road traffic probe data to road traffic management and about system for a road administrator to utilize data directly. 2013 fiscal year we considered additional arrangement of ITS Spot and Data cleaning for the accuracy improvement of road traffic probe data and the collection of ideas for which a road administrator utilizes road traffic probe data. Moreover, creation etc. of the map display function of the road traffic probe data utilization system created in the last fiscal year were improved.

〔研究目的と経緯〕

国総研では、ITS スポット（DSRC 路側無線装置）を通じて ITS スポット対応カーナビから得られる道路プローブ情報を道路交通管理に活用するための調査研究を行っている。

本検討は、道路プローブ情報を収集、集計、蓄積するためのシステムに関する検討や、収集した道路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、道路管理者が直接データを利活用するためのシステムの検討を行うものである。

本年度は、データ必要数を考慮した一般道への ITS スポットの追加配置を検討するとともに、プローブ情報の精度向上のためのデータクレンジング、データ処理に関する課題の整理や、道路管理者が道路プローブ情報を活用する場面の設定及び集計方法事例の作成、H24 年度に作成したプローブ情報利活用システムについて、旅行速度データの地図表示機能の追加等のシステム改良を行った。

〔研究内容〕

1. ITS スポットの追加配置に関する検討

国土交通省では全国の高速道路を中心に ITS スポットを約 1,600 箇所設置して道路プローブ情報（走行履歴、挙動履歴）を取得している。

平成 25 年度は ITS スポットの一般道への追加配置を

検討するため、既設の ITS スポットで取得した日データを用いて、道路プローブ情報のカバー圏域、時間経過に伴う取得データ数の推移等を調査し、旅行速度調査や OD 調査（起終点調査）に必要なデータ数と現実的な ITS スポット対応カーナビの普及状況を考慮に入れて、関東地域における最適な追加配置案を作成した。

例えば、OD 調査に必要な関東地整管内 60,550OD ペアのうち、高速道路等に既設の ITS スポットから取得可能なペア数は 34,193 ペア（約 56.5%）であり、直轄国道に 573 基追加することにより、16,992 ペア（約 25.3%）の OD データが取得可能と算出された。（図 1）

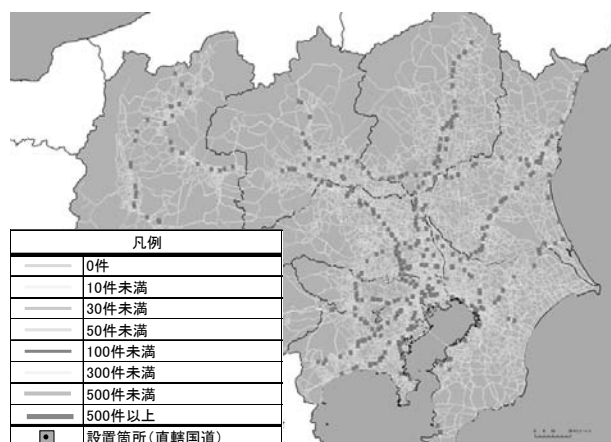


図 1 OD 調査に必要な ITS スポット追加配置案

2. プローブ情報の精度向上に関する検討

道路プローブ情報の利活用を促進するためには、データの信頼性確保が不可欠である。このため、交通事故危険箇所の抽出に挙動履歴情報を活用可能かな否かを判断することを目的として、データの精度向上に関する検討を実施した。

具体には、道路プローブ情報の挙動履歴から癖（偏り）のある ITS スポット対応カーナビを抽出し、偏りの傾向を確認した上で、メーカ 9 社を対象に原因確認（アンケート調査及びヒアリング調査）を実施した。

さらに、ITS スポット対応カーナビ毎のデータの癖（偏り）について、左右加速度の分布形の代表値に対してナビメーカ情報（メーカコード、型番、版数）により区分した加速度の分布形のバラツキの許容値を設定してデータクレンジングを行う方法など、収集した道路プローブ情報のデータクレンジング・補正方法等を整理した。また、データ保存の閾値設定やトリガなど、仕様上の課題を整理した。（図 2、図 3）

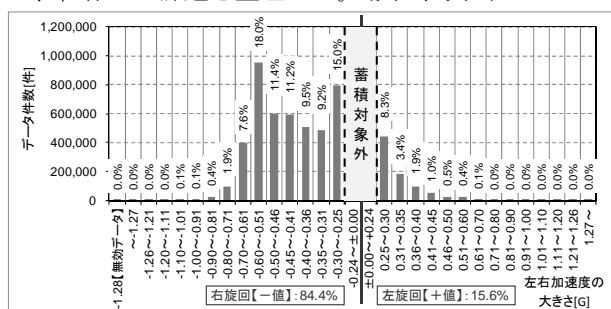


図 2 左右加速度の偏り例（現出荷分は改善済み）



図 3 データ保存閾値の誤り例（現出荷分は改善済み）

3. 道路プローブ情報の活用方法に関する検討

道路プローブ情報の活用を促進するため、活用事例案を作成し、アイデア集としてとりまとめた。

例えば、地図上に速度階級毎に着色した走行履歴をプロットし、時系列で整理することにより、従来、区間単位旅行時間・旅行速度では把握できなかった、渋滞発生から伸張、収束までの状況をビジュアルに表現することが可能であることを示した。（図 4）。

また、個人情報保護やプライバシーの問題等、道路プローブ情報の法律上の位置づけや、データ活用に関する課題等を弁護士 3 名から聴取し、法令上の制約と道路プローブ情報活用についての整合性を整理した。

2013 年 11 月 2 日（土）（3 連休初日）

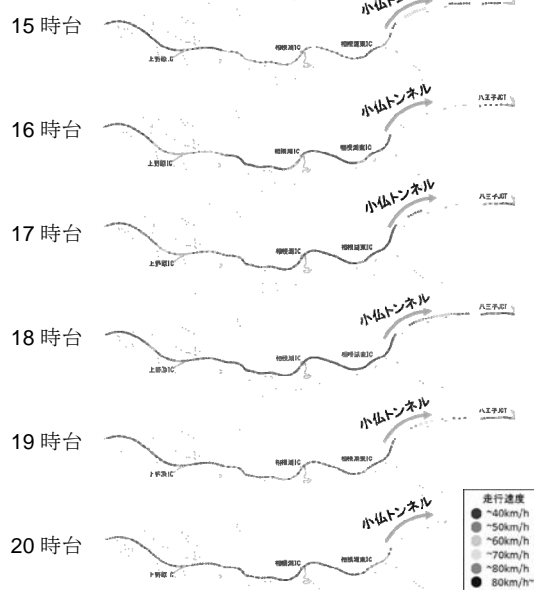


図 4 中央道小仏 TN 付近の渋滞発生状況

4. プローブ情報利活用システムの改良

国総研では、道路プローブ情報を職員が直接扱い交通状況の把握等の業務に活用できるよう、プローブ情報利活用システムを公開している。平成 25 年度は、旅行速度の地図表示機能等を実装した。（図 5）

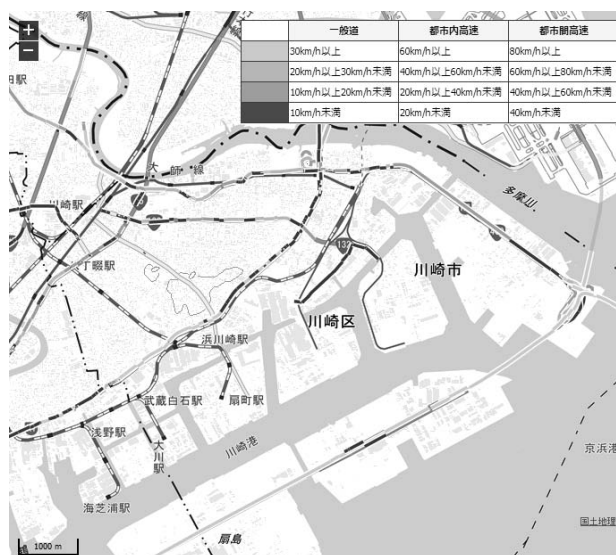


図 5 時間帯別月平均旅行速度の地図表示例

〔成果の活用〕

道路プローブ情報は、対応カーナビの普及によりデータ取得量が順調に増加しており、「分析をしたいがデータがない」という状況から脱しつつある。本研究で得られた成果については、道路管理者における道路プローブ情報の更なる活用に寄与するものと考えられる。

ITSを活用した大型車両の重量計測に関する検討

Examination about weight measurement of large-scale motorcar by making use of ITS

—重量車両の動的軸重の影響に関する研究—

Research on the influences for dynamic weight of large-scale motorcars

(研究期間 平成 25 年度)

道路研究部
Road Department

道路研究官
Research Coordinator for Road Affairs

稲野 茂
Shigeru Inano

道路研究室 主任研究官
Traffic Engineering Division Senior Researcher

小塚 清
Kiyoshi Kozuka

道路構造物管理研究室 主任研究官
Bridge and Structures Division Senior Researcher

大城 温
Nodoka Ohshiro

The various groups require deregulating a regulation for the weight of the car to internationalize the logistics. The purpose of this research is to estimate what kind of influence on the road structure by the traffic of the large semi-trailer form vehicles on the different suspension form, and to judge whether the regulation should be changed or not. On this research, the real large-scale motorcars ran on the test courses, and the biggest dynamic shaft weights were measured.

And it made a trial calculation about the influence that influenced to fatigue of the floor edition of the bridge beam the enlargement of the vehicles.

〔研究目的〕

近年、関係業界等から、セミトレーラ形式車両の軸重規制緩和要請が強まっているが、車両の重量増が橋梁等の道路構造物に及ぼす影響を適切に評価する必要がある。

一方、トレーラをけん引するトラクタの駆動軸においては、従来のリーフサスペンション（以下、リーフサス）方式に対して、乗員の疲労や積荷の損傷を軽減するためエアサスペンション（以下、エアサス）方式が多く採られるようになってきている。

本研究では、サスペンション特性の異なるセミトレーラ形式車両が道路構造物に及ぼす影響を評価することを目的として、実車を用いた走行試験を行い、車両の最大動的軸重を把握するとともに、車両の大型化が橋梁床版の疲労に及ぼす影響について試算したものである。

〔研究内容〕

- (1) セミトレーラ形式車両による走行試験
- (2) 橋梁床版への疲労影響の試算

〔研究成果〕

- (1) セミトレーラ形式車両による走行試験

トラクタ駆動軸のサスペンション形式、トレーラのフレーム剛性、積載条件を変化させた車両を国総研構内の外周路及び試験走路で走行させ、トラクタ駆動軸

の動的最大軸重を調査した。

①試験条件

ア) 試験車両及び積載条件

- ・サスペンション形式の異なるトラクタ（牽引車両）2種とフレーム剛性の異なる（低・中）トレーラ（被牽引車両）2種との組み合わせ。（計4車種）
- ・積載条件は、標準積載、前寄り積載、後寄り積載の3条件とした。積載に当たり、トラクタ後軸の静的軸重を、現行の海上コンテナ車の規制を踏まえて、リーフサスで10トン、エアサスで11.5トンとなるように設定した。

試験車両と積載条件との組み合わせを表－1に示す。

イ) 軸重計測区間

- ・計測区間を図－1に記載した。また、各区間の平坦性測定結果を図－2に記載した。

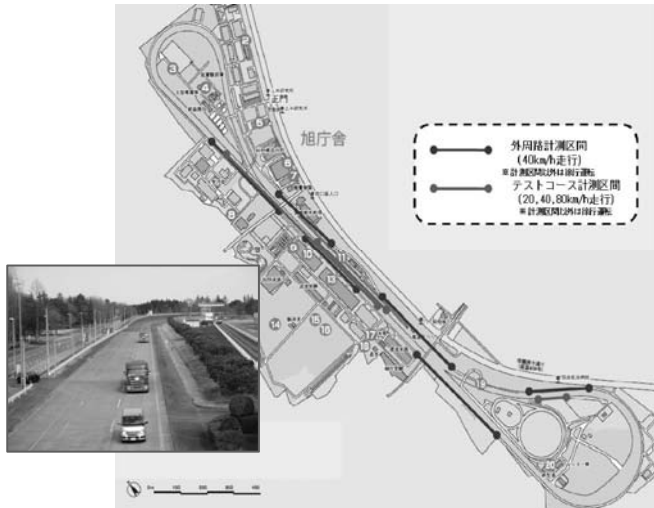
表－1 車両条件・積載条件一覧

ケース名	トラクタ	トレーラ フレーム剛性 (tf/m ² ・m ⁴)	積載条件	トラクタ軸重(tf)		トレーラ軸重(tf)			車両総重量 (tf)
				前軸	後軸	前軸	中軸	後軸	
ケース1	エアサス	低 (6,982)	標準	7.1	11.4	9.2	7.8	8.2	43.7
ケース2			前寄り	7.3	11.5	7.1	4.3	3.2	33.3
ケース3			後寄り	5.8	6.7	9.2	7.7	8.1	37.6
ケース4		中 (8,022)	標準	7.2	11.5	8.7	8.6	8.0	44.0
ケース5			前寄り	7.2	11.5	5.8	4.8	3.5	32.8
ケース6			後寄り	6.5	8.6	8.7	8.6	8.0	40.4
ケース7	リーフサス	低 (6,982)	標準	6.7	10.0	8.5	7.4	7.3	39.9
ケース8			前寄り	6.8	10.0	4.6	3.2	2.8	27.4
ケース9			後寄り	6.1	7.4	8.5	7.6	8.1	37.5
ケース10		中 (8,022)	標準	6.7	10.0	7.9	7.8	7.4	39.8
ケース11			前寄り	6.7	10.0	4.1	3.9	3.5	28.2
ケース12			後寄り	6.2	8.0	7.5	7.8	7.7	37.3

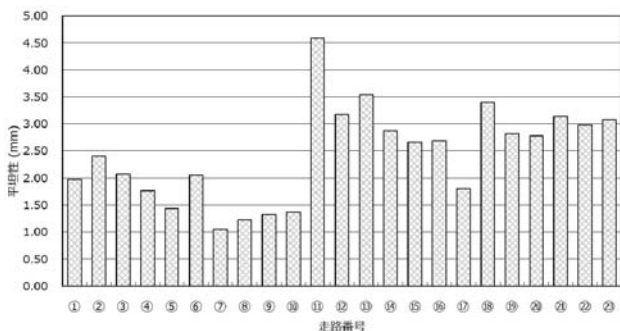
ウ) 走行速度・走行回数

- ・40km/h を基本とし、区間により 20km/h、80km/h でも走行。
- ・各ケースごとに3回走行。

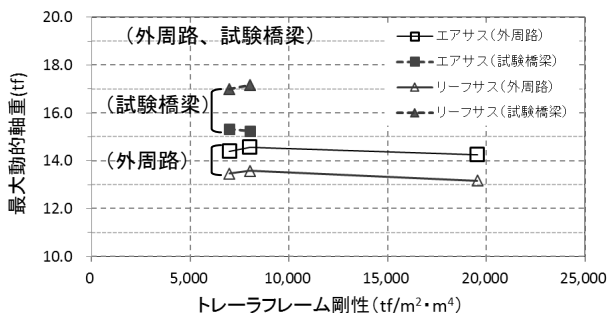
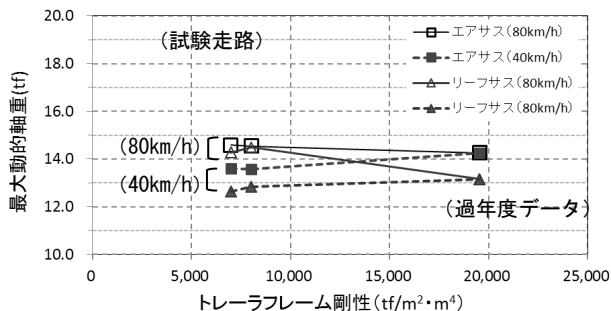
②試験結果



図－1 計測区間



図－2 各区間の平坦性測定結果



図－3 実験結果

標準積載の走行試験結果を図－3に示す。なお、H17年度における剛性の高いトレーラでの試験結果を併記した。

路面凹凸が比較的小さい試験走路では、静的軸重が大きいエアサス車の最大動的軸重が同条件のリーフサス車より大きくなっているが、速度が高く（80km/h）なるとその差は小さくなった。

一方、大きい段差（橋梁ジョイント部、約 20mm）が存在する試験橋梁部では、リーフサス車の最大動的軸重がエアサス車を逆転し、エアサスによる効果が顕著に現れている。

また、本試験の結果からは、トレーラのフレーム剛性と最大動的軸重値との間の明確な相関は得られなかった。振動モードなど他の要因を併せて考慮する必要があると考えられる。

（2）軸重増加による橋梁床版への疲労影響の試算

平成 22 年度道路交通センサスデータや軸重計測データ等を用いて、軸重規制を緩和した場合の橋梁コンクリート床版の疲労影響を試算した。

①試算ケース

- ・全国レベルで道路種別別に試算（高速自動車国道、一般国道（直轄）、一般国道（その他）、地方道の別）

②試算パターン

- ・パターン1：軸重規制を緩和せず、かつ全車両が法令を遵守する場合（過積載が出ず、かつ輸送量が変わらないよう交通量を調整）
- ・パターン2～4：パターン1をベースに、大型トラック、大型ダンプ、セミトレーラそれぞれで軸重規制を10トンから11.5トンへ緩和した場合
- ・パターン5：軸重規制を緩和せず、かつ現状と同様の過積載を含む場合

③試算結果

試算結果を表－2に示す。この結果から、パターン5での疲労損傷度（疲労破壊に至るまでの累積積荷回数をもとに、橋梁床版に蓄積される疲労ダメージを定量化したもの）が、他のパターン（1～4）と比べ卓越する結果となった。

また、大型車混入率が高い、高規格道路や直轄国道では他の道路に比べ疲労の影響が相当程度大きい傾向となった。

表－2 条件別累積疲労損傷度
（一般国道（直轄）ケース1の損傷度に対する比率）

	ケース1 （全車法令 遵守）	軸重規制緩和			ケース5 （現状再現 （過積載あり））
		ケース2 （大型トラック 緩和）	ケース3 （大型ダンプ 緩和）	ケース4 （セミトレーラ 緩和）	
高速道路	2.4	3.5	2.4	2.4	1577
一般国道（直轄）	1.0	1.5	1.0	1.0	656
一般国道（その他）	0.3	0.5	0.3	0.3	224
地方道	0.2	0.3	0.2	0.2	118

画像情報を用いた道路管理の効率化に関する適用性検討

Research on applications using image information for efficient road management

(研究期間 平成 25 年度～)

高度情報化研究センター
高度道路交通システム研究室
Research Center for
Advanced Information Technology
Intelligent Transport Systems Division

室長
Head
主任研究官
Senior Researcher
研究官
Researcher
部外研究員
Guest Researcher

金澤 文彦
Fumihiko KANAZAWA
鈴木 彰一
Shoichi SUZUKI
田中 良寛
Yoshihiro TANAKA
佐治 秀剛
Hidetaka SAJI

This study aims to propose a performance evaluation method of event detection systems using image processing and analyzing technology. As a part of preparation task image data collected by the patrol cars and an experimental vehicle were examined and edited into a set of performance evaluation image data.

[研究目的と経緯]

本研究は、近年民間で技術進歩が著しい、ドライブレコーダや安全運転支援用車載カメラにより得られる車載カメラ画像を用いて、道路管理の高度化・効率化の実現を目指すものである。よって、道路管理上、検知することが必要な落下物やポットホールなどの事象を、車載カメラの画像を解析し、検知する技術が重要となる。しかし、画像解析技術自体は民間競争領域と考えられるため、本研究では、画像解析を用いた事象検知技術が、本当に道路管理上「検知すべき事象」を検知できるか評価するための性能評価方法を確立することを目的としている。

H25 年度は、直轄国道における事象検知を念頭に、カメラ画像を用いた事象検知技術について、既存の性能評価方法に関する調査を行った。その上で車載カメラを搭載した実験車両及び巡回車両を用いて、検知すべき事象を「落下物」、「ポットホール」として、複数の条件下において画像データの収集を実施した。この収集した画像データを基に、車載カメラ画像を用いて道路管理の高度化・効率化を実現する事象検知技術の性能評価を行う際に基準として用いる性能評価用画像の試作を行った。

[研究内容]

1. 画像解析技術を用いた事象検知技術の性能評価方法に関する調査

評価用画像を用いた事象検知技術の性能を評価する方法の類似事例について、文献調査・インターネット

調査を行った。(表 1)

表 1 文献・インターネット調査事例一覧

区分	事例
人検出	IEEE PETS Benchmark Data
	INRIA Person Dataset
	Caltech Pedestrian Dataset
顔認識	NIST MBGC/MBE
	Face Detection Data Set and Benchmark
	CAS-PEAL face database
一般物体認識	TRECVID Semantic indexingタスク
	ImageNet大規模画像認識コンテスト(ILSVRC)
	パターン認識・メディア理解(PRMU)アルゴリズムコンテスト

また、道路上の「落下物」や「ポットホール」など検知する画像技術を定量的に評価することの実現可能性について、メーカ及び学識者へのヒアリング調査を実施した。

さらに、これらの結果を踏まえ、画像解析技術を用いた事象検知技術の性能評価用画像を試作するための仕様について整理した。(表 2)

表 2 性能評価用画像を試作するための仕様

大区分	区分	留意点
(1) 評価用画像の仕様	1) 画像のスペック	評価用画像で多様なスペックに対応できるように、収集する画像のスペックは全項目について高いレベルのほうを望ましいため、本業務では下記のスペックを満足することに留意して、機器(ドライブレコーダ)を選定 a) フレームサイズ: HD(1280×720ピクセル)程度、b) フレームレート: 30fps、c) ビットレート: 4000kbps程度
	2) 画像形式	車載カメラ画像を解析する場合には、移動の情報量がより多く細かい細かく取得できる動画形式のほうが望ましいため、本業務では、動画形式で整理
	3) フレームサイズ	落下物や路面損傷の場合は、基本的には車両直近の画像を対象とできるため、HD程度で十分であり、場合によりVGAでも可能。そのため、本業務では、HD以上で画像データを収集・整理し、VGAに変換したものも合わせて整理
	4) 画像の長さ	事例やヒアリング調査結果では、画像解析にあたっての画像の長さ(時間)は特に大きな制約条件とはなっていないことを踏まえ、本業務では、検知物が撮像された画像が取得できる長さを設定
(2) 評価用画像が備えるべき要件	1) 多様な学習用画像の提供	画像解析の精度を上げるためには、イレギュラーな条件を含む様々な画像を学習用(開発用)として提供することが望ましいことから、本業務では、地域特性や交通特性が異なる事務所・出張所の巡回車両で、長期間連続して画像データを収集
	2) 適切なメタデータの付加	学習用画像については、画像解析・システム開発に有用な、画像が有する条件を明記したメタデータ(検知物の種類、昼間・夜間の時間帯、天候、明暗、順光・逆光等)を付加することが望ましいため、本業務では、抽出した画像毎に上記を含むメタデータを合わせて整理

2.実験車両による画像データの収集作業

1.の調査結果を踏まえ、性能評価用画像を作成するために、車載カメラ等の機器を国総研実験車両に取り付け、検知物を設置した国総研試走路を走行し、画像データの収集を行った。

実験車両で収集する画像データの撮像条件

- ・時間帯（朝夕、昼間、日没後）
- ・走行速度（20km、40km、60km）
- ・検知物の種類（立方体、シート）
- ・検知物の大きさ（15cm、30cm、60cm）
- ・検知物の色（白色、茶色、黒色）
- ・検知時の道路線形（直線部、曲線部）
- ・検知物の配置（自車走行車線上、隣接車線上、1車線離れた車線上、検知物なし）

3.巡回車両による画像データの収集作業

2.で実験車両にて収集した画像データから各撮像条件における検知物の見え方や撮影時間による収集した画像データの容量を整理し、また巡回作業員が画像データの収集および保存作業を容易にできるよう検討した上で、図1に示す画像データを収集するための機器を国道事務所・出張所の巡回車両に取り付け、道路管理上「検知すべき事象」の画像データを収集した。

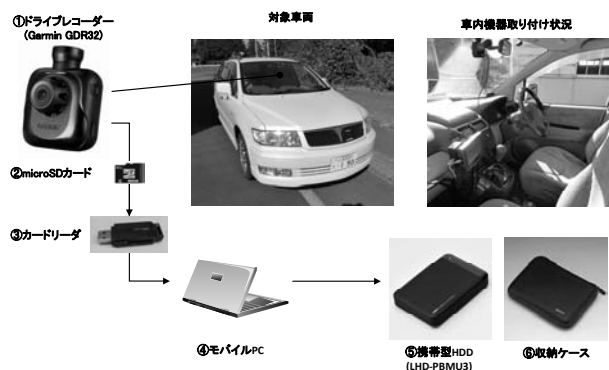


図1 画像データ収集用機器構成

対象の巡回車両は、3地域の10国道事務所・出張所における計14台の巡回車両とした。また巡回車両により収集される画像データ及び巡回記録の回収を行い、10事務所・出張所合計で、巡回延長1279.1km、延べ収集日数761日、延べ画像データ約7.0TB分の画像データを回収した。

4.性能評価用画像の試作

3.で収集した巡回車両における画像データおよび巡回記録から、検知物が画像データに含まれている部分を抽出し、緯度・経度や時刻などのドライブレコーダー

の撮影時の情報と合わせ、検知物の種類・大きさや周辺環境など検知対象の認識・判定に影響する可能性がある条件として考えられる特徴（表3）について整理し、その情報をそれぞれの画像データに付加し、性能評価用画像の試作を行った。

表3 分類すべき画像データの特徴

区分	画像の特徴
①対象物の種類	・検知物の種類（落下物、ポットホール）
②対象物の検知範囲（時間的・面積的）に関する特徴	・周辺環境（都市部、地方部、山間部、自専道）
	・検知時の道路線形（直線部、曲線部）
	・交通量の多寡（方向別車両台数）
	・走行道路の車線数
	・走行速度
③他の情報の多寡に関する特徴	・検知物の位置（自車走行車線上、隣接車線上、その他）
	・道路構造（一般部、トンネル、高架）
	・類似情報の混在（クッションドラム、路上駐車、ごみ等）
	・対向車の有無（主に夜間）
④対象物の大きさに関する特徴	・反射光の有無（主に夜間）
	・落下物の大きさ（15cm角の立方体程度、30cm角の立方体程度、60cm角の立方体程度、ポットホールの大きさ（15cm四方形程度、30cm四方形程度、60cm四方形程度、その他）
⑤対象物の鮮明さに関する特徴	・天候（晴天時、曇天時、降雨時、降雪時、積雪時）
	・時間帯（朝夕、昼間、日没後）
	・舗装種類（アスファルト、コンクリート）
	・検知物の色（白色、茶色、黒色、その他）
	・検知物への沿道建物等の影の被さり状況
	・逆光・順光
⑥対象物のデータ不足に関する特徴	・自然物か人工物の別
	・区画線（明瞭・不明瞭）

[今後の計画]

本研究で車載カメラを取り付けて画像データを収集している国道事務所・出張所の巡回車両については、来年度以降も引き続き画像等の収集を実施する予定である。また来年度に収集するデータも含め、試作した性能評価用画像については、さらに詳細な画像の特徴情報を付加し、性能評価用画像の作成を行う予定である。この性能評価用画像を用いて具体的な性能評価試験方法を検討する予定である。

(研究期間 平成 24～26 年度)

金澤 文彦
Fumihiko KANAZAWA
坂井 康一
Koichi SAKAI
鈴木 一史
Kazufumi SUZUKI
岩武 宏一
Koichi IWATAKE

-46-

今回の検討では、都市間高速道路(東名高速道路東京IC～三ヶ日IC)間において平成21年～23年に発生した事故及び首都高速道路全線にて平成23年、24年に発生した事故を対象に自律型安全運転支援技術とインフラ情報を組合せ活用した事故削減効果を検討した。

その結果、都市間高速道路においては、本線部での総事故件数の17%が削減対象となり、本線外においては46%であった。首都高速道路においては、削減対象となる事故は25%であった。

2. インフラからの情報提供実現可能性の検討

インフラからの情報提供の実現可能性について、検討した。検討に当たっては、支援を実現するために必要となる情報の収集/処理/提供の内容を整理した。検討に当たっては、実現方法に必要なインフラ設備内容を踏まえ、各支援方法の実現可能性を「整備の容易性」「法的課題」、情報提供、更新システムの考え方に関連する「関係機関調整」に着目し、評価し、実現可能時期を平成32年と設定した。そのなかで、実現できそうな支援内容として、道路構造情報などといった静的情報を提供する支援内容と規制情報(速度規制、車線規制、通行規制)や気象状況・路面状況(現状の収集情報)といった動的情報を提供する支援内容を提案した。

3. システム等の開発内容等の概略整理

システムの検討に当たって、実現手段の1つとして活用が想定される路車間通信システム(ITS スポット)の現状を整理した。その中で、自律型安全運転支援技術のためのインフラ情報を提供する仕組みの費用を検討するに当たり、システムを「情報収集部分」「情報処理/提供部分」「車両側区分」の3つに分けて、整備費用の検討に必要な一般的な考え方を整理した。

また、静的・動的な情報などを提供する「インフラからの情報提供による支援内容のタイプ」において整理した3つ内容と「走行車両への情報提供方法」の関係に対して、成立する各組合せを5つのシステムタイプに定義した。

4. 運転支援の高度化に資するインフラ施設の整備による効果試算

安全、円滑等の観点から、運転支援高度化の高度化に資するインフラ施設との連携により期待される社会的効果について試算の考え方を整理し、概略試算を行った。試算の考え方の整理に当たっては、効果の発現・波及過程を整理し、必要となるインフラ施設がどの程度改良・整備されることで、どの程度、効果の発現が期待されるかなどの効果発現に当たっての条件、必要となるインフラ施設の改良・整備の実現可能性等に留意した。また、概略試算については、必要となるイン

フラ施設の改良・整備費用について留意した。

技術と連携するインフラ施設として、縦方向の位置の特定に有効な距離標、縦方向の位置及び車線情報の把握に有効な路面標示、横方向の位置の特定に有効な白線に絞り、高度化したインフラ施設との連携によりサービスの改善が期待されるロジックを整理し、どのような交通事故削減の効果があるか検討した。表-2は交通事故削減効果のなかで、人的損失額に関する計測すべき指標について整理したものを示す。

表-2 人的損失額に関する計測すべき指標

分類	計測すべき指標	算出に用いるデータ	本調査における設定の考え方
箇所別	トンネルでの交通事故死者数	ITARDA公表の『交通事故統計 平成23年度版』	該当する箇所別の交通事故死者数が算出困難であるため、高速道路全体での交通事故死者数として扱う。
	高架下での交通事故死者数		
	山間部での交通事故死者数		
	高層ビル街での交通事故死者数		
	市街地での交通事故死者数		
時刻別	平塚での交通事故死者数		高速道路における昼の交通事故死者数として扱う。
	昼における交通事故死者数		高速道路における夜間の交通事故死者数として扱う。
	夜間における交通事故死者数		高速道路における朝、曇りでの交通事故死者数として扱う。
天候別	良天候における交通事故死者数		高速道路における雨、霧での交通事故死者数として扱う。
	降雨・霧における交通事故死者数		高速道路における雪での交通事故死者数として扱う。
	雪における交通事故死者数		車両速度別の交通事故死者数が算出困難であるため、高速道路全体での交通事故死者数として扱う。
車両速度	停車時における交通事故死者数		
	高速走行時における交通事故死者数		
	低速走行時における交通事故死者数		

5. 運転支援の高度化に資するインフラ施設整備シナリオ検討

運転支援の高度化に資するインフラ施設について、将来の自動車技術開発状況の見通しや、整備に当たっての技術開発要素等を含めた整備の実現性等に留意しつつ、整備シナリオの検討を行った。対象とした技術は「車線維持支援制御装置」、「配光可変前照灯」、「夜間前方視界情報提供装置」、「全車速域低速走行・車間距離制御装置」、「車両横滑り時制動力・駆動力制御装置」「後側方接近車両注意喚起装置」で、表-3に技術とインフラ施設の整備要件の検討対象を整理したものである。

表-3 人的損失額に関する計測すべき指標

連携する インフラ施設	自動車側の技術					
	車 線 制 御 支 援	配 光 可 変 前 照 灯	夜 間 前 方 視 界 情 報 提 供	全 車 速 域 低 速 走 行 ・ 車 間 距 離 制 御 装 置	車 間 距 離 制 御 装 置	後 側 方 接 近 車 間 注 意 喚 起 装 置
距離標		○	○	○	○	○
路面標示		○	○	○	○	○
距離標+路面標示		○	○	○	○	○
白線	○					○
白線+距離標						○
白線+路面標示						○
距離標+路面標示+白線						○

その中で、路面標示に関する整備シナリオについて、路面標示を高度化(塗料や素材変更、車線位置を示す路面標示の追加)した場合、自動車に搭載されたカメラなどの機器で検知することが機能することが可能となる。これにより、夜間事故の減少が期待できる。

【成果の活用】

本調査の成果は、運転支援の高度化に資する基礎的な資料として、活用されることが期待できる。

高齢者等歩行者の安全対策に資する技術の適用性検討

Applicability of Safety Countermeasure Techniques for Elderly Pedestrians

(研究期間 平成 25～26 年度)

高度情報化研究センター
高度道路交通システム研究室
Research Center for
Advanced Information Technology
Intelligent Transport System Division

室長 金澤 文彦
Head Fumihiko KANAZAWA
主任研究官 澤 純平
Senior Researcher Jumpei SAWAI
研究官 鈴木 一史
Researcher Kazufumi SUZUKI

The verification results of an in-pavement flash warning light system for crosswalk safety are discussed. The results show that the system has relatively high user acceptance and can promote drivers to pay attention to pedestrians more quickly than conventional system.

〔研究目的及び経緯〕

2013 年版交通安全白書によれば、平成 24 年中の交通事故死者数 4,411 名のうち、65 歳以上の高齢者の割合は 51.3%を占め、そのうち 49.0%が歩行中の事故となっており、高齢者等歩行者の事故対策は喫緊の課題となっている。そこで本検討では、高齢者等歩行者の横断時の認知・判断ミス、ドライバの歩行者見落とし等による歩行者事故の防止を目的として、歩行者の安全な横断を支援する技術について、様々な道路構造等に応じた適用可能性を実験的に検証することを目的とする。

平成 25 年度は、横断歩行者を自動検出し、路面に埋め込まれた LED 発光板を通じてドライバに注意喚起を行うシステム（図 1、以下、システム）について、国土技術政策総合研究所の試験走路内に実験環境を構築し、様々な道路構造等に応じたドライバ・歩行者に対するシステムの受容性を確認した。また、次年度に実施予定の実環境での実証実験に向けて、茨城県つくば市内の左折導流路交差点 2 箇所を対象に事故発生状況、交通状況等を把握した上で、システムによる実証実験の計画案を作成した。

〔研究内容及び成果〕

（1）試験走路での検証実験の概要

検証実験は、国土技術政策総合研究所構内の試験走路において、図 2 に示す道路構造形式 3 パターン（単路部の①標準横断、②二段階横断、③左折導流路横断）を仮設して実施した（図 3）。それぞれの道路構造形式について、道路構造形式に応じたシステムによる効果の違い、LED 注意喚起看板（図 3 左）と発光板による注意喚起手法の違い、昼夜に応じたシステムの効果の違い、横断歩行者の属性（高齢者／非高齢者）による

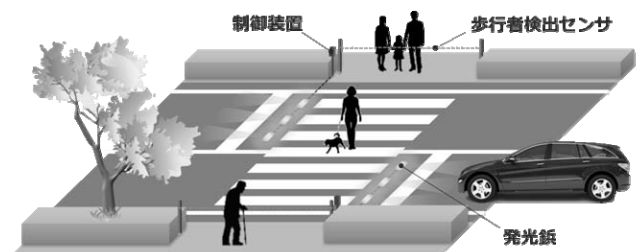


図 1 横断歩行者注意喚起システムの概要

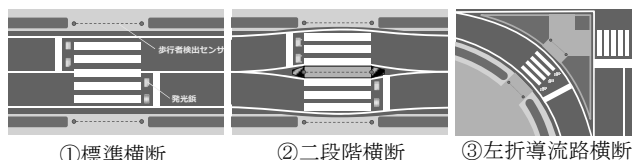


図 2 実験で想定した道路構造形式

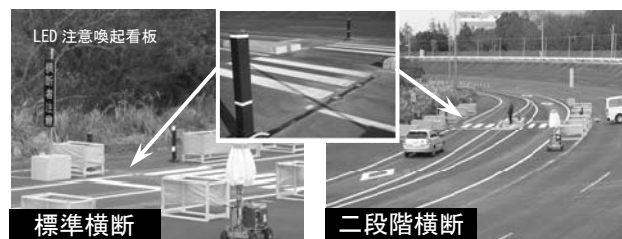


図 3 実験機器の設置状況と実験実施状況

表 1 検証項目

被験者	道路構造	システム有無	昼夜	被験者数
ドライバ	3 パターン (①②③)	2 パターン (有/無)	2 パターン (昼間/夜間)	25 名
横断歩行者	2 パターン (①②)	2 パターン (有/無)	1 パターン (昼間)	高齢者 12 名 非高齢者 12 名

効果の違い等をアイマークレコーダ、ビデオ観測、アンケート調査により検証した。実験にあたっては、実験に対する被験者の慣れや順序効果に留意してドライバ走行実験および歩行者横断実験を実施した。

（２）実験結果の概要

システムの設置によりドライバーは横断歩行者を早めに認知できる効果が期待される。図４は、システムの有無に応じたドライバーの横断歩行者認知タイミングを示したものである。図では横断歩行者を最初に認知（ドライバーの発話により確認）したときの横断歩道からの距離が長いほど、横断歩行者を早めに認知したことを意味する。既往の交通事故分析の知見では、ドライバーは右側からの横断歩行者の認知が遅れがちであることが指摘されており、図４からも右側から横断歩行者が現れる場合には認知が遅れている傾向がみられるが、システムが設置されている場合には、いずれの横断方向も認知の前に発光鉈が事前に発光することで認知が早まる傾向にある。また、システム設置による安心感を被験者となった歩行者・ドライバーにアンケート調査したところ（図５）、歩行者・ドライバーいずれも 70% 以上がシステム設置により安心と回答している。

発光鉈を活用した本システムでは、歩行者の速やかな認知をドライバーに促す効果が期待される。そこで、発光鉈および注意喚起看板の注視時間、横断歩行者を注視するまでの時間をアイマークレコーダデータにより比較した（図６）。２つのデバイスの注視時間をみると、注意喚起看板よりも発光鉈の方が注視時間は短くなっている。注意喚起看板の「横断者注意」という文字情報による注意喚起に比べて、発光鉈の単純な点滅による注意喚起の方がドライバーへの認知負荷が少ないものと推察される。また、横断歩行者を最初に視認するまでの時間は、路側の注意喚起看板に比べて発光鉈の方が短い。横断歩道の手前に設置されていることで視線移動が少ないことから、自然と横断歩行者に注意が向くようになるためと考えられる。

横断歩行者にとっての二段階横断の渡りやすさを確認したところ（図７）、不慣れなため渡りにくいとの回答が一部みられるものの、渡りやすいとの回答が大半を占めている。特に 65 歳以上の高齢者において非常に渡りやすいとの回答が 7 割近くを占めており、高齢者には横断時の負荷が少なかったためと考えられる。二段階横断による横断歩行者の認知・判断の適正化に関しては、今後詳細にデータ分析を行う予定である。

今後の課題として、道路構造改良が困難な場所において、本システムのような簡易な ITS による交通事故対策の適用条件を明らかにしていくことが挙げられる。

（３）実道での実験計画案の作成

システムを実道の左折導流路横断歩道に導入することを想定し、茨城県つくば市内の左折導流路の設置された信号交差点 2 箇所を対象に、現地での交通調査等を実施した上で、実験システムの機器構成案、機器等の配置設計図面、検証項目、スケジュール等を含めた実験計画案を作成した（図８）。

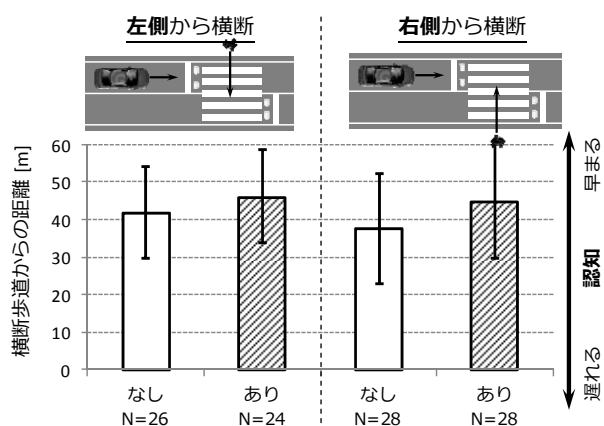


図４ システム有無別の横断歩行者の認知タイミング

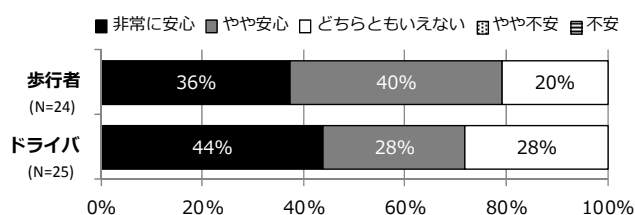


図５ システム設置による安心感のアンケート結果

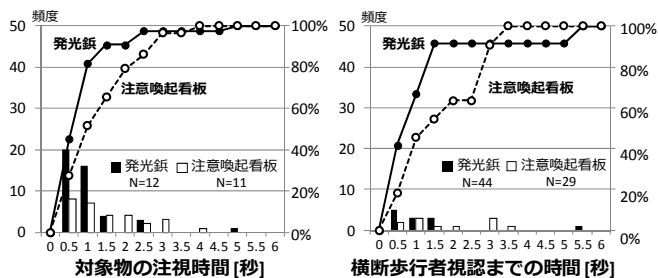


図６ 注意喚起手法の違いによるドライバーの注意確認状況

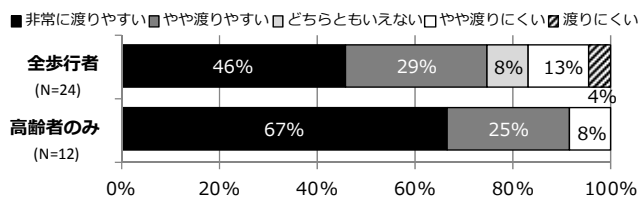


図７ 二段階横断の渡りやすさのアンケート結果



図８ 左折導流路交差点と実験時の機器配置イメージ

〔成果の活用〕

本研究の成果は、交差点および単路部における歩行者事故の対策メニューの一つとして活用される。

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 24～27 年度)

高度情報化研究センター
高度道路交通システム研究室
Research Center for
Advanced Information Technology
Intelligent Transport System Division

室長	金澤 文彦
Head	Fumihiko KANAZAWA
主任研究官	坂井 康一
Senior Researcher	Koichi SAKAI
研究官	鈴木 一史
Researcher	Kazufumi SUZUKI
部外研究員	岩武 宏一
Guest Researcher	Koichi IWATAKE

National Institute for land and infrastructure management has been studying about impact evaluation of ITS services. The objective of this study is to clarify the evaluation methods, the evaluation indicators, and the measurement methods for developing a new ITS evaluation guideline.

〔研究目的及び経緯〕

本検討では、高速道路を中心に全国的整備を行った ITS スポットサービスの有効性を全国のモニタ調査により把握するとともに、各種 ITS サービスの効率的な評価を支援するため、効果評価手法の体系的整理と効果評価手引きの作成に向けた検討を行う。また、地方整備局（以下、地整）等による ITS スポットサービスの改善効果の把握、ITS による安全運転支援および道路交通情報提供の効果試算等を行う。

平成 25 年度は、道路交通情報提供サービスによる時間短縮効果、安全運転支援サービスによる事故削減効果について、ITS スポットから収集される道路プローブデータ等を活用して定量的な試算を行った。また、平成 23 年度より開始された ITS スポットサービスのモニタ利用者に対するアンケート調査を通じて、サービスの有効性が持続していることを把握するとともに、利用者のサービスに対する満足度に寄与する要因を統計的手法により定量的な把握を行った。さらに、各種 ITS サービスの既往評価事例を収集し、学識経験者とのヒアリング結果を踏まえつつ、ITS サービスの効果の波及過程、評価指標、必要データとその計測手順等を整理し、現場担当者が ITS サービスの効果評価に際して参照可能な ITS サービスの効果評価の手引き（素案）の改訂を行った。

〔研究内容〕

（1）道路交通情報提供サービスによる時間短縮効果

ITS スポットサービスにおける道路交通情報提供サービス（経路選択情報を対象）による効果について、車載器の普及率に応じた年間を通じた全国レベルでの

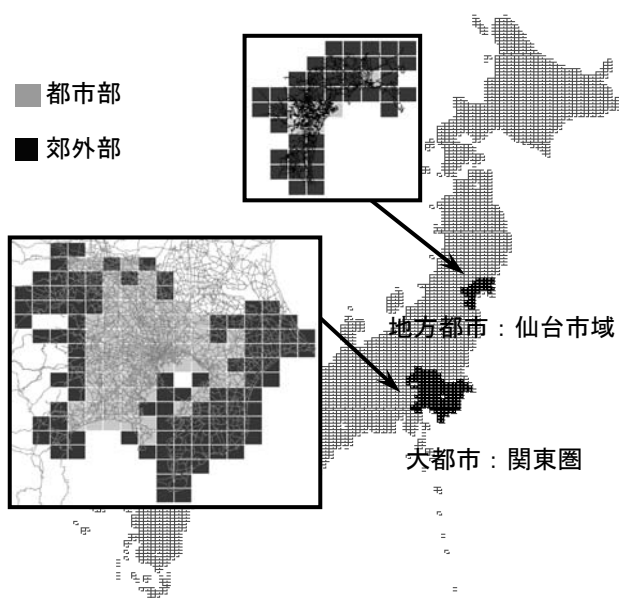


図 1 分析対象地域と各地域における都市部と郊外部の分類

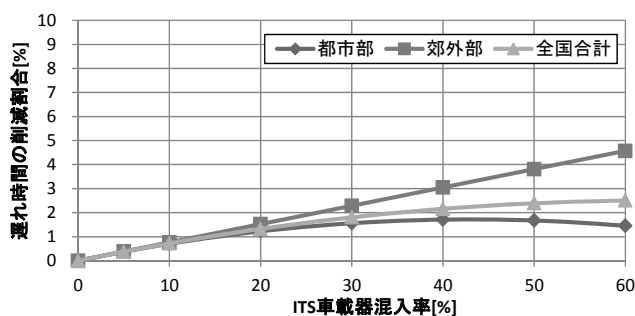


図 2 ITS 車載器搭載率に応じた遅れ時間の削減割合

時間短縮効果を試算した。試算にあたっては地域性を考慮するため、大都市の関東圏と地方都市の仙台市域を代表地域（図 1）として ITS スポット対応車載器の普及率に応じた遅れ時間短縮効果を交通シミュレーションにより試算し、これを全国に拡大することで遅れ時間の削減割合を試算した（図 2）。

（2）安全運転支援情報提供サービスの効果試算

ITS スポットサービスにおける安全運転支援サービスの安全性向上効果として、利用者の安心感に関する向上効果を生体反応、アンケート、貨幣換算等の手法から評価方法を整理した。

安全運転支援サービスの安全性の向上効果として、全国レベルでの年間を通じた事故削減効果を試算するため、既往の類似サービスによる事故削減効果等の実データを分析し、サービス毎の事故削減効果について、事故削減率として設定した。この事故削減率を実際の類型別の事故発生件数に適用し、事故削減数を効果として試算した。併せて ITS 車載器の普及率による効果を試算した。

（3）ITS スポットサービスのモニタ調査による評価

ITS スポットサービスの効果評価および改善策検討等を目的として地整が全国で 600 名程度を対象に、モニタ調査を実施している。本業務では、WEB アンケート調査の調査項目の作成を行った。具体的には、ITS スポットサービスの認知度、利用状況、役立ち度等の経年変化の把握、及び地域間比較、属性間比較、利用者満足度に寄与する要因分析に必要なデータ収集等の観点から設問を検討した。

サービスの認知度・利用経験に関する平成 25 年度までの過去 3 年間の調査結果を図 3 に示す。「広域での所要時間情報」「方面別の道路交通情報」は、2/3 以上がサービスを認知し、約 5 割がサービスを体験している。経年変化については、平成 23 年度から平成 24 年度にかけてはサービスを経験したモニタの割合が増加傾向にあったが、平成 24 年度から平成 25 年度にかけては、ほぼ横ばいの傾向にあり、サービスの浸透が一定段階にあることが窺える。

また、サービスの満足度に寄与する要因をより具体的に把握することを目的として、役立ち度とサービス

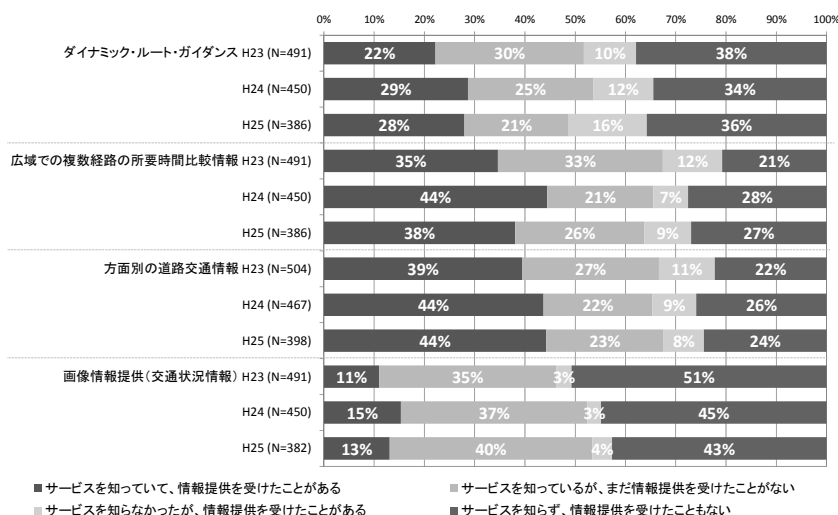


図 3 サービスの認知度・利用経験（道路交通情報・安全運転支援情報）

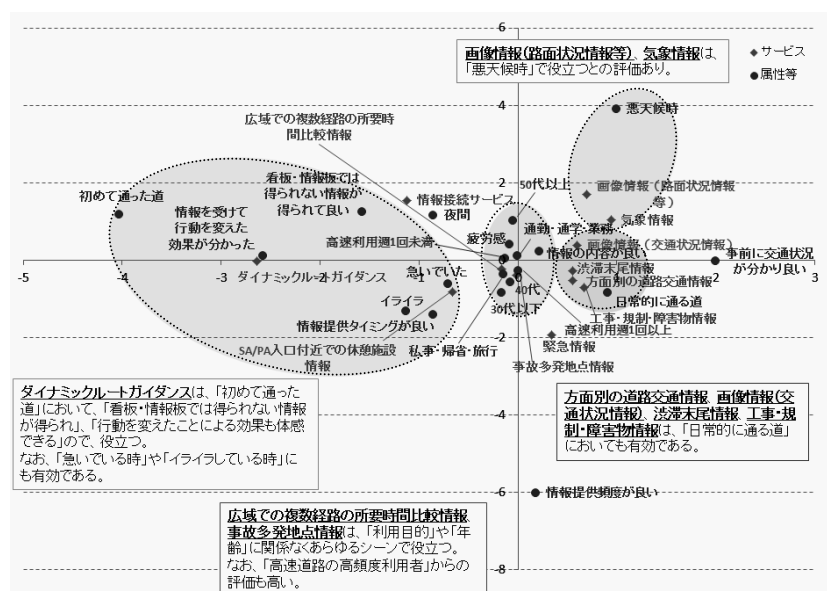


図 4 サービスが役立ったシーンのコレスポネンス分析結果

の提供シーンのクロス集計分析を実施し、特徴的な傾向を把握するとともに、コレスポネンス分析を実施してサービスと属性（各シーンの要素）の関係性をマッピングして、サービスの特徴別に分類した（図 4）。

（4）ITS サービスの効果評価手引き（素案）の改訂

過年度業務において作成された「ITS サービス効果評価の手引き（素案）」について、有識者ヒアリングの結果を踏まえ改訂を行った。具体的には、地域課題と施策メニュー一覧、効果の波及過程の整理を支援する手順書、ITS 適用事例、定時性や安心感向上効果について追加した。

【成果の活用】

本研究の成果は、道路管理者及び事業者が ITS サービス導入効果の評価に活用可能な効果評価手引きの作成を進める上で、基礎資料として活用する。

海外展開向け ITS 技術のパッケージ化に関する研究

Research on packaging of ITS technology for overseas implementation

(研究期間 平成 25～26 年度)

高度情報化研究センター
高度道路交通システム研究室
Research Center for
Advanced Information Technology
Intelligent Transport Systems Division

室長
Head
主任研究官
Senior Researcher
研究官
Researcher

金澤 文彦
Fumihiko KANAZAWA
鈴木 彰一
Shoichi SUZUKI
築地 貴裕
Takahiro TSUKIJI

The purpose of this study is to make some packages of ITS technology which will improve the collecting and analyzing process of traffic data and enhance the advanced road management in Asian countries in order to implement Japanese ITS technology overseas.

〔研究目的及び経緯〕

国土技術政策総合研究所では、これまでに開発した、車両走行情報等を道路管理の高度化に用いるための分析・活用技術に関し、アジア諸国への普及・展開を念頭に、調査・研究開発を行っている。

本研究では、我が国 ITS 技術の、アジアを中心とした海外への普及展開に向け、交通データの収集・分析から道路管理までをトータルに支援する ITS 技術パッケージを提案し、機能・ユーザインタフェース等の改善、仕様の作成を行うとともに、海外の若手技術者向けに、ITS 技術の導入に関するテキストを作成し公表することを目的としている。

過年度には、アジア諸国の道路計画・事業効果評価に簡易に活用できるプローブデータ分析システムの試作システムを作成した。

〔研究内容〕

1. 海外展開向け道路交通状況簡易分析システムの機能向上

1.1 試作システムの追加機能案の作成

過年度に作成したプローブデータ分析システムの試作システムを基に、追加機能案を 3 案検討した。比較の上、そのうちの 1 案を選定し、試作システムにモジュールとして追加するため、システム機能要件の検討及びシステム設計を行った。

1.2 道路ネットワークを要しない分析システムの設計

アジア地域におけるニーズ調査結果及び試作システムの既開発機能の内容等を踏まえつつ、既往の研究成果について、文献・インターネット調査等を行い、道路ネットワークデータを用いずに車両走行情報を分析し、道路管理の高度化のために活用する方法案を検討

した。その上で、試作システムにモジュールとして追加する前提で、システム機能要件の検討及びシステム設計を行った。

1.3 サンプルデータを用いた分析の試行

1.1 で作成した追加機能のシステム設計案、及び 1.2 で作成した道路ネットワークを要しない分析・活用方法を実現するシステム設計案に沿って、車両走行情報サンプルデータの処理・分析を試行した。

1.4 試作システムへの追加機能実装

1.1、1.2 を踏まえ、試作システムへの追加機能の実装を行った。プログラム作成にあたっては、主要なパラメータについて容易に変更できるよう留意した。

2. 海外展開向け ITS 技術の活用方法技術資料作成

日本の ITS 技術、サービスの海外展開を支援するために、外国政府関係者や若手技術者等に対して、ITS 技術の導入について解説する技術資料に求められる要件を検討するとともに、資料案（和文・英文）を作成した。

〔研究成果〕

1. 海外展開向け道路交通状況簡易分析システムの機能向上

1.1 試作システムの追加機能案の作成

過年度に作成したプローブデータ分析システムの試作システムを基に、アジア諸国での道路管理の高度化に活用することが可能な追加機能案を検討し、速度階段グラフ作成機能、ボトルネック箇所図作成機能、道路交通状況モニタリング図作成機能の 3 案を作成した。そのうち、速度階段グラフ作成機能について、試作システムにモジュールとして追加する前提で、システム

機能要件の検討及びシステム設計を行った（図-1）。

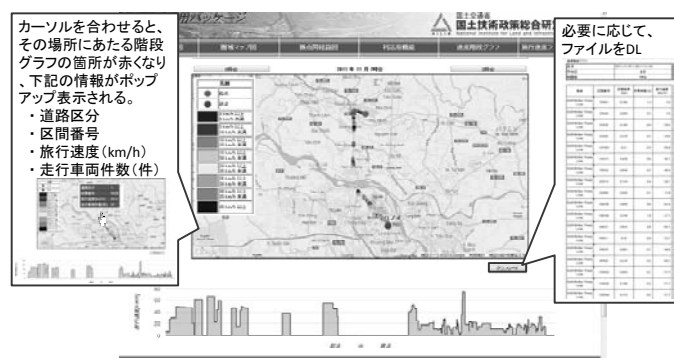


図-1 速度階段グラフのイメージ

1.2 道路ネットワークを要しない分析システムの設計

道路ネットワークデータを用いずに車両走行情報を分析する方法として、タクシー、スマートフォン、実験用プローブカー等により収集した車両走行情報を一定間隔のメッシュ単位で集計し、道路上の旅行速度や2地点間所要時間の算出、渋滞発生ポイントの明確化等を行う方法案を検討し、そのうち、メッシュによる速度ランク図作成機能について、システム機能要件の検討及びシステム設計を行った。

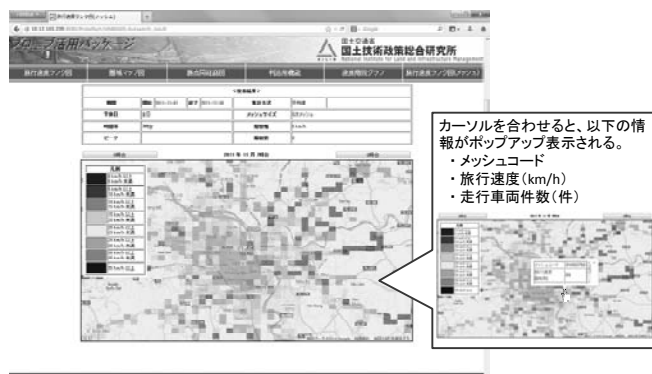


図-2 メッシュによる速度ランク図のイメージ

1.3 サンプルデータを用いた分析の試行

過年度にベトナム・ハノイ市で収集したサンプルデータを用いて、1.1 及び 1.2 で作成したシステム設計案に沿って、処理・分析を試行した。処理・分析にあたっては、車両台数、対象期間、拡大範囲（都市全体、地区全体、局所）等、サンプルデータを段階的に変化させ、各要素の影響を確認した。

1.4 試作システムへの追加機能実装

平成 24 年度に作成した試作システムに、1.1、1.2 で作成した追加機能案 2 機能（速度階段グラフ作成機能、メッシュによる速度ランク図作成機能）を実装した。また、過年度の研究成果における「時空間速度図作成機能」、「所要時間帳票作成機能」についても、実装を行った（図-3）。

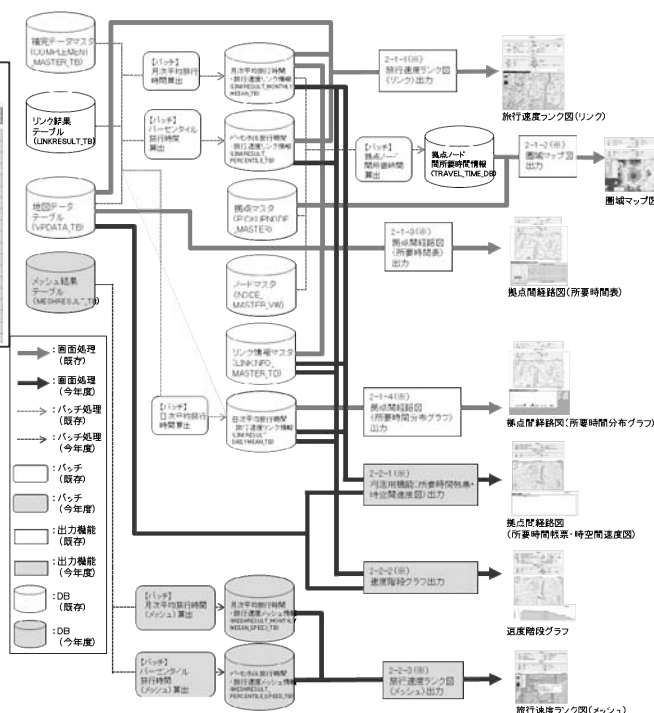


図-3 試作システムへの追加機能実装のイメージ

2. 海外展開向け ITS 技術の活用方法技術資料作成

日本の ITS 技術、サービスの海外展開を支援するために、外国政府関係者や若手技術者等に対して、ITS 技術を都市交通問題の解決や道路計画等の実務にどのように活用できるのかを、具体的な事例を交えながら解説する技術資料の案（和文・英文）を作成した（図-4）。さらに、作成した技術資料案について、学識経験者及びアジア諸国からの留学生へのヒアリングを行い、その結果を踏まえて資料を改良した。

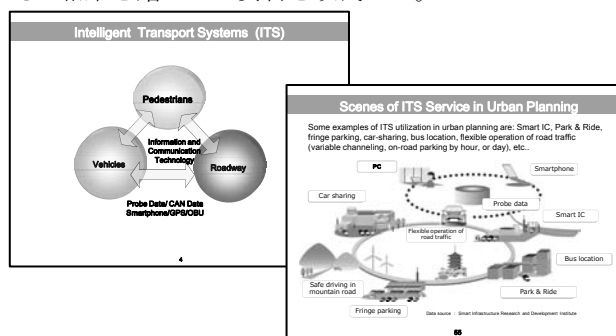


図-4 技術資料案の一例

〔成果の活用〕

本研究で得られた成果を活用し、道路交通状況簡易分析システム及び技術資料の海外（主にアジア諸国）での有用性をアピールしていくことで、日本の ITS 技術の海外展開に寄与することができると考えられる。

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

Research on ISO standardization activities related to intelligent transport systems

(研究期間 平成 25 年度)

高度情報化研究センター
高度道路交通システム研究室
Research Center for
Advanced Information Technology
Intelligent Transport System Division

室長	金澤 文彦
Head	Fumihiko KANAZAWA
主任研究官	坂井 康一
Senior Researcher	Koichi SAKAI
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 now 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^{*1} 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 ITS 技術に関する規格策定動向を把握し、日本の道路行政の方針・実態を踏まえた対応方針案を検討することにより、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. ITS 技術に関する規格策定動向調査

ITS 技術の規格策定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、国内外の規格策定動向を調査した。それらをもとに、国内外の規格策定の議論に対して、日本の道路行政の側面を踏まえた対応方針案の検討を行った。TC^{*2}204 内では現状 14 の WG^{*3} が活動中であるが、本稿では特に活動が活発である WG16(広域通信)、

WG5(自動料金収受)、WG7(商用車管理)について報告を行う。また、この検討を行うために、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）を開催した。

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 25 年度は、欧米当局との実務者会議(平成 25 年 5 月(電話会議)、6 月(東京)、7 月・9 月(電話会議)、平成 26 年 1 月(ワシントン DC)、3 月(電話会議))を通じて、プローブデータ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 7 つのワーキンググループ会合のうちの 3 つ(標準化 WG、安全アプリケーション WG、自動運転 WG(平成 25 年 1 月より日米欧三極体制))、及び 6 つの調和化活動分科会のうちの 2 つ(信号フェーズとタイミング、セキュリティポリシー)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、国際規格のドラフト案に含めるべき内容の抽出・整理を行った。

[研究成果]

1. ITS 技術に関する規格策定動向調査

1.1 プローブ情報システムに関する新規 WI^{※4} の提案

現在 ISO/TC204/WG16 では、プローブ情報システムのためのサブワーキングを組織し、国際規格策定に向けた議論を行っている。一方、欧州の規格策定組織である CEN^{※5} は、ITS に関するアクションプランに基づく統一規格による ITS 実現を目指し、欧州が主導する WG18 にて国際規格策定活動を開始している。そこで我が国は、これまで培ってきたプローブ情報システムの研究開発成果を活かし、率先して WG16 にてプローブ情報システム全体のサービスアーキテクチャの体系化に関する標準化作業を進めている。具体的には、自動車から収集されるプローブ情報を活用するサービスを網羅的に整理した上で、類似サービスごとに大分類し、必要に応じた下位層の分類を構築することで、サービスの特性に応じた体系化を行うことを目指している。日本から提案を行っているこの標準化作業項目は、2013 年 10 月の神戸会議で NP^{※6} 投票を行うことが合意され、投票の結果、2014 年 1 月に可決された。

1.2 WG5 の活動内容と国内動向

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準拠す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^{※7}、GNSS^{※8}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。2013 年度には、TS^{※9}として発行された自律型課金方式の項目が IS として発行されることが決定した。また DSRC-OBE と外部機器とのインタフェース定義の作業項目では、日本からの提案として、ITS スポットによる経路把握課金サービスの内容を Annex に追加するという意見を提出した。

1.3 WG7 の活動内容と国内動向

WG7 の主要なテーマは「規制を受ける商用車監視」である。2013 年度には、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 19 のパートのうち、“過積載罰則と徴収”だけが、自動料金収受(ETC)の内容に関係すると判断され、欧州各国からの反対により投票で否決された。そのため、名称を“重量貨物車両の行政による管理と取締り”に変更するなどして再度投票を行うことになった。当 WG での議論は、特車管理の観点から、国土交通省にとっても重要な項

目であり、ドラフトの内容を注視し、欧州独自の規格にならないよう日本からもコメントを出している。

2. ITS に関する欧米当局との共同研究

プローブデータに関する共同研究では、平成 24 年度に日米間で特定した 19 のプローブデータを活用したアプリケーションのうち、実現可能性、公共性、高速道路での利用可能性、国際規格の調和推進等の観点から、優先度の高い 7 つのアプリケーションを選定した。そのうち、共同研究において、さらに具体的な検討を行う 3 つのアプリケーション(表参照)を選定し、これまでの内容を 2013 年 11 月に評価報告書としてとりまとめた。また、日米欧三極での共同研究実施に向け、欧州が関心のあるアプリケーションについて議論を行った。

表 選定した 3 つのアプリケーション

アプリケーション	概要
① 道路交通管理指標(旅行時間、速度等)の把握に関するアプリケーション	時刻、位置、速度等のプローブデータを収集して混雑する区間や時間帯を把握し、道路計画の策定等に活用するもの。
② 車両走行速度の調和に関するアプリケーション	時刻、位置、速度、加速度等のプローブデータを収集して交通状況を把握し、推奨速度等の情報を提供することで、交通量の最大化や事故の削減を目指すもの。
③ 天候情報による道路管理業務支援アプリケーション	時刻、位置、速度、加速度の他に、CAN データより得られるワイパー・フォグランプ・ヘッドライト・ABS等の稼働状況や車載カメラ画像をプローブデータとして収集し、道路維持管理業務等に活用するもの。

ITS の効果評価方法に関する共同研究では、日米それぞれで用いられている ITS の効果評価指標・評価方法について整理を行い、これまでの内容を 2013 年 11 月に中間報告書としてとりまとめた。

欧米当局間の ITS に関する協力活動については、標準化 WG、自動運転 WG 等に参加し(平成 26 年 1 月(ワシントン DC)、他)、情報収集を行った。

また、広域通信技術に関する調査では、プローブデータに関する標準化動向及び新たな標準化項目について分析・検討を行った。

[成果の活用]

本調査で得られた成果は、日本の ITS 技術規格策立案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の確保に活用されている。

- ※1) WTO/TBT: World Trade Organization / Technical Barriers to Trade
- ※2) TC: Technical Committee
- ※3) WG: Working Group
- ※4) WI: Work Item
- ※5) CEN: European Standards Committee
- ※6) NP: New Work Item Proposal
- ※7) DSRC: Dedicated Short Range Communication
- ※8) GNSS: Global Navigation Satellite Systems
- ※9) TS: Technical Specification

道路構造物の津波被害メカニズムの解明及び

要求性能に関する調査検討

Study on the Damage Mechanism and Performance Requirement
for Highway Structures subjected to Tsunami Hazards

(研究期間 平成 24～25 年度)

道路研究部 道路構造物管理研究室

Road Department Bridge and Structures Division

主任研究官 白戸 真大

Senior Researcher Masahiro Shirato

部外研究員 川見 周平

Guest Research Engineer Shuhei Kawami

室長

Head

研究官

Researcher

玉越 隆史

Takashi Tamakoshi

横井 芳輝

Yoshiteru Yokoi

Highway bridges were damaged due to tsunami in the 2011 Great East Japan Earthquake. Accordingly, it is important to develop design tsunami force and safety evaluation criteria is one of the important problems. Thus, NILIM has studied such design norms seeking relationships between tsunami forces acting on the highway bridges and observed extents of damage using numerical tsunami simulation.

〔研究目的及び経緯〕

平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震では、津波により広い範囲で甚大な被害が発生した。道路橋でも上部構造や橋台背面土の流出、下部工の倒壊などの深刻な被害が見られた。一方で今後も巨大津波が発生する可能性はあると考えられており、道路橋の整備や管理にあたって津波の影響を適切に評価できる技術の確立が課題となっている。

本研究では、東北地方太平洋沖地震の被害実態を踏まえて道路橋の設計における津波の影響の評価手法を確立するために、津波の影響を受けたことが明らかな道路橋を対象に津波が橋に及ぼす影響の推定を行った。

〔研究内容及び研究成果〕

1. 架橋位置における津波特性の推算

本研究では、橋の上部構造に直接津波による水の力が作用した場合に、上部構造にはどのような影響が生じるのかを実際の被災形態との比較から推定する。そのため、はじめに外力条件として対象となる橋梁の各架橋地点における津波の状態を水理シミュレーションによって求める。対象地域は、道路橋の上部構造まで浸水したことが確認できる地域のうち、図面や現地調査の結果などから上部構造の形式や構造寸法などの諸元や被災形態が比較的確実に推定できる橋が多く存在する岩手県、宮城県、福島県の沿岸部から選定した。

これらの対象地域について、水理シミュレーションを実施し、対象とした橋梁の各架橋位置における津波

特性(流速、流向、水深、浸水高等)を推計した。図-1 に津波の浸水高と流速の推定結果を示す。浸水高については、東北地方太平洋沖地震以降に実施された各機関等における調査結果と水理シミュレーションにより推定した津波高の比を示している。ここで浸水高は、地表面または静水面からの津波高さ、流速は橋軸直角方向の流速を示しており、両者とも津波の一波目の押し波における最大値とした。図-1 より、8 割以上の橋梁位置で推定結果と現地調査結果の乖離は 30%程度までであり、水理シミュレーションによる津波特性の推定結果は概ね妥当であることが確認できた。

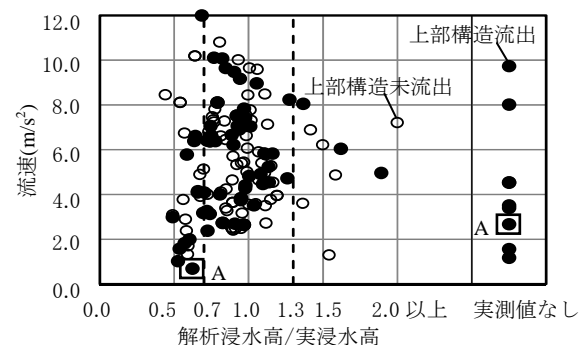


図-1 浸水高と流速の解析結果

2. 津波被害に対する評価手法の検討

(1) 津波作用力及び抵抗力の評価

橋の上部構造には、津波による水の作用によって、

①橋梁の断面形状や構造寸法などの影響によって橋軸

直角方向から橋の側面に働く静水圧と流体力の作用から生み出される水平力、②橋の断面形状などの影響によって水平方向から作用する流体力に起因して生み出される鉛直力、③没水体積に応じて生じる鉛直方向の浮力の3つの力が作用するものとした。一方、これに対して上部構造の抵抗機構としては、支承部が均等に抵抗する水平抵抗、鉛直抵抗、および橋軸直角方向に片方の端部の支承を中心とした回転運動に抵抗する回転抵抗の3つによるものとした。そして、調査結果から推定した実際の被災形態が各橋の抵抗と作用の関係から最も説明できるように調整する係数を回帰分析により推定することとした。この係数は、実際に橋桁が受けた作用力と実際に発揮された抵抗力のそれぞれに関連する効果や不確実性を実被害に応じて尤もらしく調整しているものである。係数に見込まれる、作用力及び抵抗力の効果やその内訳については、本手法では明らかではなく、今後の課題である。

（２）説明変数の抽出

水平方向及び鉛直方向の作用及び抵抗に影響のある要因を説明変数として抽出するため、桁高、張出長さ等の断面諸元と被害の相関関係を確認した。その結果、床版の張出長と被害の相関が高いことから、張出長/幅員を説明変数の候補の一つとした。また、一般に抗力係数や揚力係数は、抵抗体の断面形状に大きく依存すると考えられるため、桁高/幅員、幅員/径間長等の断面形状に関連するパラメータも候補とした。このように抽出された説明変数の候補を対象に多変量解析を行った。なお、目的変数は上部構造の流出の有無であり、多重ロジスティック回帰分析によって調整係数の推定を行う。説明変数の組合せの特定は、変数増加法によることとし、各説明変数の回帰係数を最尤法により算出した。

（３）被害実態との整合の確認

算定した津波作用力及び抵抗力による被害分析の結果を表-1及び図-2に示す。表-1は、被害判定的中率を示しており、津波作用力と抵抗力の大小関係と被害の有無が整合している橋梁の割合を示している。また、図-2は、横軸に水平方向、縦軸に鉛直方向に対して、津波作用力/抵抗力（安全率の逆数に相当）とし、

プロットしたものである。なお、プロットは、東日本大震災における実橋梁の上部構造の流出、未流出を区別した。

表-1より、上部工形式ごとの津波被害の的中率は約70%以上と高く、本研究による回帰分析で算出した調整係数を用いて作用力と抵抗力を算出し、その大小着目することで、東日本大震災における被害実態に即した津波被害の判別ができる可能性があることを確認した。

また、東日本大震災で流出した橋を対象とした被害判定では、コンクリート床版橋及び鋼鈑桁橋で90%以上、コンクリート床版橋で73%と全体の被害判定的中率よりも高く、津波被害を安全側に評価できることを確認した。他形式より被害断定的中率が低いコンクリート床版橋では、図-2より、実際に流出した橋のうち、被害判定が大きく外れている2橋が見られる(図中A)。この2橋は、図-1を見ると、比較的流速が遅いことから、提案した津波作用力の算定における適用条件の検証や津波特性を算出する解析精度を検証する必要があると考えられる。

【成果の発表】

国総研資料及び各種論文で発表予定。

【成果の活用】

津波の影響を受ける道路橋に対する技術基準の検討の参考資料として公開する。

表-1 津波被害の判定的中率

橋梁形式	被害判定的中率		
	全体	流出した橋梁	未流出の橋梁
コンクリートT桁橋	82 %	91 %	73 %
コンクリート床版橋	69 %	73 %	65 %
鋼鈑桁橋	78 %	100 %	58 %

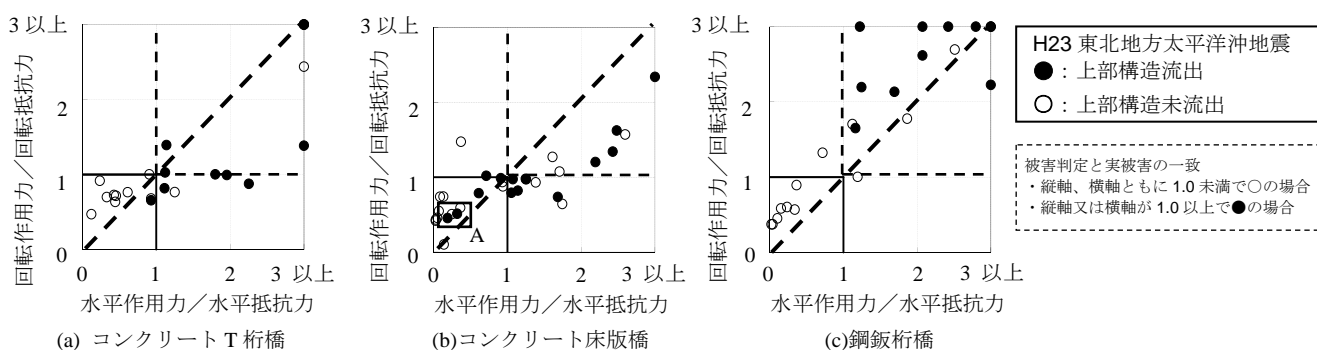


図-2 算出した作用力を用いた津波被害判定

土工の地震被害メカニズムの解明及び要求性能に関する調査検討

Study on damage to earth structures and performance requirements for rare-scale earthquakes

(研究期間 平成 24～26 年度)

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

室長
Head
主任研究官
Senior Researcher
研究官
Researcher

玉越 隆史
Takashi TAMAKOSHI
白戸 真大
Masahiro SHIRATO
宮原 史
Fumi MIYAHARA

NILIM studies performance requirements for earth structures to develop performance-based design standards. For the purpose of providing basic data for this study, this paper organized the contents of existing technological standards. Furthermore, this paper examined the damage condition and its causes of existing earth structures.

〔研究目的及び経緯〕

本研究は、道路の土工構造物（カルバート、補強土擁壁、軟弱地盤対策工）のより合理的な設計、施工、維持管理の技術基準を確立することを目的とする。平成 24 年度は、これまで顕著な地震被害を受けていない一方、大規模地震時の挙動について不明な点が多く、耐震性能の照査方法に統一的な基準が確立されていない従来の標準的な寸法を大幅に超えるボックスカルバート（以下「大型カルバート」という）について、盛土内にある場合の耐震性能照査法を提案した。平成 25 年度はカルバートに加えて、対象を補強土擁壁、軟弱地盤対策工にも拡張、道路機能確保の観点から各構造物等の具備すべき性能の水準や相互の整合性について既存の技術基準類の規定とその背景にある技術的根拠に関する情報を収集・分析した。

〔研究内容及び成果〕

1. 土工構造物に関する技術図書類の整理

現行の道路土工指針及び鉄道構造物等設計標準における規定とその根拠とされる技術資料の内容を、要求性能、照査項目、制限値・許容値、構造細目、施工における前提条件、維持管理における前提条件等の観点から整理を行い、既に平成 14 年より性能規定型の基準として体系化されている道路橋示方書と対比することで性能規定型基準として捉えた場合の問題点と課題について整理した。対象はカルバート、補強土擁壁、軟弱地盤対策工とした。

平成 14 年に性能規定型の設計体系に転換した道路橋示方書では、道路橋の設計・施工において求められる性能を全ての項目について明文化するとともに、そ

の要求性能が満たされるための条件や具体的な方法を全ての項目に関連づけて示す体系となっており、基準によって達成されるべき性能の水準とその技術的根拠が多く設計項目に対して明確化されている。そこで、本研究では、道路橋示方書に示される内容を以下の(A)～(D)の4項目に分類し整理した上で、この分類に倣って道路土工指針及び鉄道構造物等設計標準の内容を整理した。

- (A) 要求事項（達成すべき耐荷力機構等）
- (B) (A)が成立するための条件
- (C) (B)を確認するための照査方法
- (D) (C)が適用可能となるための前提条件

例えば、道路土工カルバート工指針（以下、カルバート工指針）の第4章には、カルバートの設計に当たって要求される性能及び性能照査に関する基本的な考え方が示されている。しかし、道路橋示方書においては各部材の要求性能が明確化されているのに対し、カルバート工指針に示される要求性能の内容はカルバート全体としての要求性能の例が示されているのみに留まり、カルバートを構成する各部材等の具体的な設計や施工に関する記述と要求性能との対応関係も明確ではないものが多い。そのため、指針の求める性能を満足するためには指針の他の章における記述や指針が参照する技術基準類などを全て満足することで必要な性能が得られているとみなされるものの、標準的でない条件では必要な性能を満足させるための方法が特定しがたく、性能の検証も困難となることが想定される。

本研究では、カルバート工指針以外の土工構造物についても同様の分析を行い、検証性のある形で要求性

舗装の設計性能の設定手法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 Performance Objectives for Pavement and Maintenance Standards for Concrete Pavement
(研究期間 平成 25～27 年度)

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

室長 玉越 隆史
Head Takashi Tamakoshi
主任研究官 大城 温
Senior Researcher Nodoka Oshiro
研究官 北村 岳伸
Researcher Takenobu Kitamura
研究官 石尾 真理
Researcher Mari Ishio

In order to establish performance evaluation method and maintenance standard for road pavement, NILIM has been studying on data collecting and recording method of pavement. NILIM compared and analyzed image data of Road Surface Measuring Vehicle with state of the real pavement.

〔研究目的及び経緯〕

これまで、主要な道路ではアスファルト系の舗装の採用が大半を占めてきており、セメントコンクリート舗装（以下「コンクリート舗装」という。）は、一般にアスファルト舗装に比べて耐久性に優れ、ライフサイクルコスト削減効果が期待できると考えられるものの、経年による劣化や損傷、あるいは補修や更新などの維持管理手法についての知見が少なく採用は限定的であった。

本研究は、これまでに蓄積されてきた全国のコンクリート舗装の設計、施工、維持管理に関するデータを収集・分析し、ライフサイクルを考慮したコンクリート舗装の適用条件の明確化と合理的かつ効率的な維持・管理手法の確立を目指すものである。

平成 25 年度は、国内外の関連の文献調査を行い、コンクリート舗装の維持管理性の評価方法について整理した。また、路面性状測定車で取得された画像データと実際の舗装の状態との対比を行い、変状の特徴とそれらを定量的に評価する方法について検討した。

〔研究内容及び研究成果〕

1. コンクリート舗装の維持管理性の評価方法

ライフサイクルを考慮したコンクリート舗装の適用条件を明確化するため、アスファルト舗装とコンクリート舗装の特徴について国内外の文献をもとに整理した。また、アスファルト舗装とコンクリート舗装の性能を比較するため、管理者や舗装会社へのヒアリング結果等を参考に、コンクリート舗装の長所および短

表-1 アスファルト舗装とコンクリート舗装の特徴の整理

評価項目		コンクリート舗装	アスファルト舗装
走行性	耐流動性	塑性変形がないため、流動わだち掘れを生じない。	流動わだち掘れを生じやすい。
	耐摩耗性	比較的大	比較的小
	骨材飛散抵抗性	比較的大	比較的小
	耐すべり	配合条件や施工条件に配慮が必要。	比較的影響は少ない。
	走行性	目地部に段差が発生し、走行性が損なわれるおそれあり。	健全な場合、影響は少ない。
騒音・振動	騒音・振動	目地部に段差が発生し騒音・振動が発生するおそれあり。	健全な場合、影響は少ない。
維持管理性	寿命	長い	短い
	補修工法・掘り返し	期間を要する。	期間が短い。
LCC、コスト	材料	安定	変動大
	管理費	頻繁なメンテナンスは不要	頻繁に必要
	LCC	安価となる場合が多い	高価となる場合が多い
	初期コスト	高価	安価
その他	材料供給	安定	変動大
	技術者	経験のある技術者が不足している。	経験豊富な技術者が多い。

所をアスファルト舗装との比較の観点で計14の評価項目について表-1に整理した。

既往の文献やヒアリングから、コンクリート舗装はアスファルト舗装と比較して寿命が長い一方で、損傷が発生し始めた後の補修補強方法や打ち替え時期などが課題であること、さらに損傷事例として、経年劣化でコンクリート舗装版の膨張目地の機能が低下もしくはなくなっていたことが原因で、目地部における隆起現象（ブローアップ）が生じた事例があることなど、

維持・管理手法については、様々な損傷の事例や原因の整理と合理的な維持管理方法が明確でないことが課題であることが明らかになった。

2. 路面性状測定車（画像データ）と実際の舗装状態

直轄国道のコンクリート舗装約 93km の路面測定車の調査結果より、4 箇所の現地調査箇所を選定し、コンクリート舗装の点検に関する路面性状測定車の適用性について検討及び評価した。

図-1 は、コンクリート舗装のひび割れを示したものである。同じ地点で(a)に示す現地の状況を(b)に示す路面性状測定車の画像データにおいてもおよその長さや幅を確認することができた。図-2～4 に示す角欠け、わだち掘れ、ポリッシング、目地材のはみ出し、段差、目地材の飛散についても同様に確認することができた。ただし、ひび割れ深さ、わだち掘れ、段差、については、路面性状測定車の画像データで損傷は確認できるものの、定量的な評価が難しいものもあった。また、図-4 に示すように、路面性状測定車の画像データでは、路面の補修跡が黒色となるため、損傷の確認が難しい損傷もみられた。



(a) 現地調査結果 (b) 路面性状測定車画像データ

図-1 ひび割れ

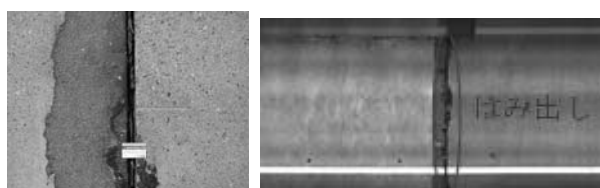


(a-1) 現地(角欠け) (a-2) 現地(わだち掘れ、ポリッシング)



(b) 路面性状測定車画像データ

図-2 角欠け(一部ひび割れ)、わだち掘れ、ポリッシング



(a) 現地調査結果 (b) 路面性状測定車結果

図-3 目地材のはみ出し

以上のことから、定量的な評価を含めて適用性が高いと判断できる破損等の種類は、「目地材のはみ出し・飛散」、「角欠け」、「ひび割れ」である。一方、路面性状測定車の調査結果からは、Z 軸方向（深さ方向）は確認できないことがわかった。

3. データベース化を考慮した点検結果の記録方法の整理

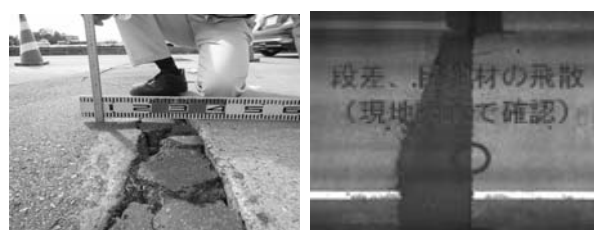
コンクリート舗装区間で実施する点検結果を、アセットマネジメントに資するデータベースの構築に活用することを念頭において、点検結果等の整理における留意点、記録方法を整理した。例えば、図-5に示すように鉄筋コンクリート舗装又は連続鉄筋コンクリート舗装それぞれに対して評価単位を設定するとともに、図-6に示すように定量的な評価方法について整理した。

【今後の課題】

コンクリート舗装における損傷事例や原因整理および合理的な維持管理法等の検討を進めていく。

【成果の活用】

点検基準等に反映する予定。



(a) 現地調査結果 (b) 路面性状測定車画像データ

図-4 段差、目地材の飛散

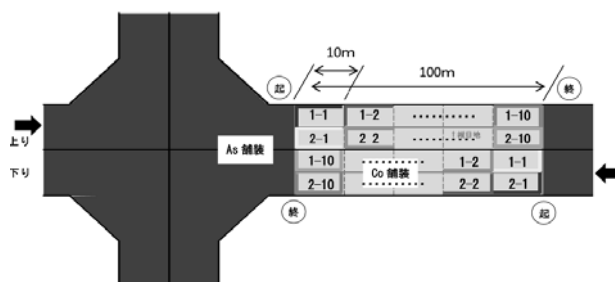


図-5 点検における版番号ごとの評価単位

角欠け率(%)=(角欠けの長さの累計(L1+L2+...))/(目地の長さ(L))×100

B: 角欠け幅(mm)

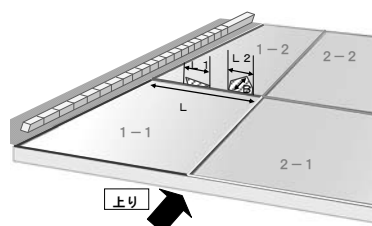


図-6 目地部の角欠けの損傷程度の定量的評価(例)

部分係数設計法の適用性拡大に関する調査検討

Study on the enhancement in applicability of partial factor design method

(研究期間 平成 23～25 年度)

道路研究部 道路構造物管理研究室

Road Department Bridge and Structures Division

主任研究官 白戸 真大

Senior Researcher Masahiro Shirato

交流研究員 山崎 健次郎

Guest Research Engineer Kenjiro Yamasaki

室長

Head

研究官

Researcher

交流研究員

Guest Research Engineer Shuhei Kawami

玉越 隆史

Takashi Tamakoshi

横井 芳輝

Yoshiteru Yokoi

川見 周平

To ensure required bridge performance based on reliability. NILIM has studied partial factor design bridge design specifications. The present study has tackled to enhance partial factor design for the use of rehabilitation design of existing structures where load factors change with traffic conditions, seismic risk, design reference periods, and so on.

〔研究目的及び経緯〕

我が国の道路橋の設計基準である「橋、高架の道路等の技術基準」(道路橋示方書)は、平成 13 年度の改定において性能規定型の概念が導入されたものの、耐荷力照査の基本書式は、従来の許容応力度設計法を踏襲し、設計で目標とする期間において橋の性能が満足されることの確からしさ等、道路橋の要求性能を合理的にかつ定量的に照査できる設計体系とはなっていない。そこで、国総研では、信頼性設計の考え方を基礎とする国際的技術基準の書式としての部分係数設計法の体系への転換を視野に必要な検討を進めている。

本研究では、現行基準による場合の耐荷力性能と同水準の性能に対応する部分係数の試算を行うとともに、それらを実際に橋梁設計に反映させた結果の分析によるコードキャリブレーションを行い、設計基準における荷重組合せ及び荷重係数の設定方法について検討した。また、一般化した荷重組合せ及び荷重係数の設定方法を用いて、交通特性や設計供用期間の変化が荷重係数に及ぼす影響について検討した。

〔研究内容及び研究成果〕

1. 荷重組合せ及び荷重係数の設定

(1) 対象橋梁

キャリブレーション対象とした橋梁形式は下記より鋼橋15橋、PC橋7橋の計22橋とした。

- ①従来から実績の多い形式(PC単純T桁橋等)
- ②実績が増えつつある新形式(鋼連続少数鈑桁橋等)
- ③部分係数法の導入に伴い各作用の影響度に大きな変化が予想される形式(温度変化の影響を受けやすい多点固定のラーメン橋等)

(2) 荷重シミュレーション

設計供用期間内に各断面に生じる断面力の極値をシミュレーションにより求め(以下、荷重シミュレーションという)、極値に対応する断面力が発生した瞬間の荷重組合せと荷重の大きさを求める。このとき、それぞれの荷重をその荷重の特性値で除すことで荷重係数が求まる。以下に設計供用期間として100年を仮定したときに100年の間に発生する断面力の極値分布を求めるための荷重シミュレーション手順を示す。

- ①100年間の間、指定した時間間隔に各荷重の確率モデルに従い荷重を載荷する。
- ②着目断面、着目断面力ごとに、100年間で最大値となる断面力とそのときの荷重組合せ及び各荷重による断面力を抽出する。
- ③①～②を1,000回実施する。
- ④着目断面、着目断面力ごとに、1,000個の最大値により100年最大値分布(極値分布)を作成する。

(3) 荷重シミュレーションにおける発生荷重

荷重シミュレーションに用いる荷重は、設計で考慮する期間(供用期間)内において、ほとんどその大きさが変動しない永続荷重と絶えず大きさが変動する変動荷重とする。

考慮する荷重のうち、死荷重(D)、土圧(E)、クリープ(CR)のように変動が少ないと考えられる永続荷重は、100年間で一定値とする。ただし、死荷重や土圧は、寸法や単位体積重量のばらつきを考慮し、確率密度関数を設定し、100年毎に確率値を更新する。

永続荷重の載荷と同時に温度の影響(T)、風荷重(W)、地震の影響(EQ)、雪荷重(SW)の各変動荷重は、実測データより確率分布を作成し、所定の時間間隔で同時に発生させて載荷する。また、変動荷重である活荷重(L)

は、全国 21 箇所にて調査した活荷重実態調査における統計データを基に、模擬車列を作成し、それを橋に載荷したときの着目断面の活荷重断面力を 1000 万回計算することで活荷重断面力の確率分布を作成した。なお、各変動荷重の発生頻度は、表-1 に示す通りである。

表-1 変動荷重の発生頻度

変動荷重	活荷重(L)	温度の影響(T)	雪荷重(SW)
発生頻度	2時間毎	2時間毎	10月～3月に2時間毎 (積雪地域)
変動荷重	風荷重(W)		地震の影響(EQ)
	季節風	台風	
発生頻度	1ヵ月に1回	6月～10月に3回	1年に12回 (M5.0以上)

(4) 荷重組合せ及び荷重係数の抽出

荷重シミュレーションの結果より、図-1 の(1)に上部工主桁の曲げモーメントについて、断面力 100 年最大値分布の非超過確率 95%の断面力と現行基準による断面力との比率の頻度分布、(2)に橋脚柱基部の曲げモーメントの断面力 100 年最大値分布の平均断面力と現行基準による断面力との比率の頻度分布を示す。図-1 より、上部工主桁のように鉛直力が卓越する断面力に対しては非超過確率 95%、橋脚基部のように水平力が卓越する断面力に対しては最大値分布の平均値が現行基準の断面力相当になることがわかった。このことから、荷重係数の検討は、鉛直力が卓越する断面力に対しては非超過確率 95%、水平力が卓越する断面力に対しては最大値分布の平均値となる断面力を用いることとした。また、この結果は現行基準の荷重組合せが橋梁間で荷重作用の安全性水準が異なっていることも示している。今後、新しい構造形式が出てくることも考えられる中で、橋梁によらず均質な安全性水準を付与できるような荷重組合せとなるように見直す必要性があることが示唆される。

そこで、新たな荷重組合せと荷重係数の特定を行うため、タスクストラ則を拡張した方法を提案した。荷重係数の集約結果の一例を表-2 に示す。表-2 より、活荷重の荷重係数は幅があり、架橋地点での交通実態を反映した設計ができる可能性がある。また、荷重組合せでは、現行基準には規定されていない組合せ(D+T+EQ+...)が橋梁に影響を及ぼすことを確認した。

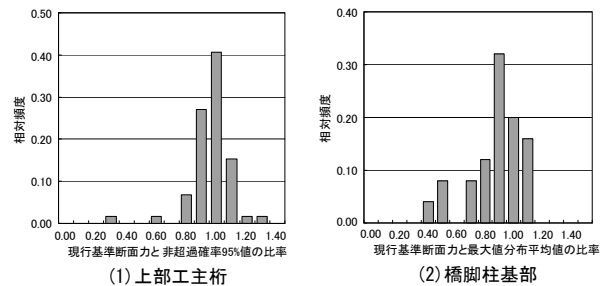


図-1 断面力 100 年最大値分布の傾向

表-2 荷重組合せと荷重係数の一例

組合せ	D	L	T	W	EQ	SW	CR
D+L	1.00~1.10	0.80~1.40					
D+L+C	1.00	0.90~1.30					1.00
D+L+T+W+C	1.00	0.50~0.60	0.40~0.6	1.2~1.4			1.00
D+L+EQ	1.00~1.10	0.10~0.80			0.60~1.10		
D+T+EQ	1.00		0.20		1.50		
D+L+T+EQ+CR	1.00	0.10~0.90	0.70~0.90		0.20~1.20		1.00

2. 大型車混入率及び設計供用期間の検討

現行基準では、設計上の目標期間 100 年を目安としているが、耐荷力等の照査に対して確率的な解釈と直接的に関係づけられていない。また、現行基準の活荷重は、橋の重要度と大型車交通量により A 活荷重又は B 活荷重を選択することとなっており、提案する方法を用いることで、より実態の交通特性に応じた活荷重を与えることが出来る可能性がある。

(1) 設計供用期間の荷重係数への影響

設計供用期間を 100 年、30 年、10 年と変化させて荷重シミュレーションを行ない、活荷重係数への影響を検討した。例として、鋼単純非合成板桁橋(支間長 34.2m)と鋼 3 径間連続非合成箱桁橋(支間長 41.8m+60.0m+30.8m)において、荷重シミュレーションから得られた各設計供用期間の活荷重係数を図-2 に示す。図-2 より、2 橋ともに設計供用期間を短くすると活荷重係数も低減している。この結果から、既設橋の補修補強設計などでは、想定する供用年数に応じた合理的な設計が可能となることを確認した。

(2) 大型車混入率の荷重係数への影響

大型車混入率を 50%、30%、10%と変化させて荷重シミュレーションを行い、活荷重係数への影響を検討した。例として鋼単純非合成板桁橋(支間長 34.2m)と鋼 3 径間連続非合成箱桁橋(支間長 41.8m+60.0m+30.8m)において、荷重シミュレーションから得られた各大型車混入率の活荷重係数を図-3 に示す。図-3 より、2 橋ともに大型車混入率が減少すると活荷重係数も低減している。したがって、交通実態に応じた合理的な設計が可能となるように、大型車交通量の違いによる活荷重係数を設定できる可能性があることがわかった。

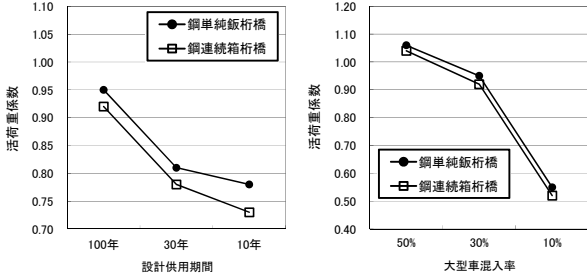


図-2 設計供用期間と活荷重係数

[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される予定である。

図-3 大型車混入率と活荷重係数

構造解析手法に応じた安全率設定手法に関する調査検討

Study on different safety factors as a function of structural analysis methods

(研究期間 平成 23～26 年度)

道路研究部 道路構造物管理研究室
Road Department Bridge and Structures Division
主任研究官 白戸 真大
Senior Researcher Masahiro Shirato
研究官 横井 芳輝
Researcher Yoshiteru Yokoi

室長 玉越 隆史
Head Takashi Tamakoshi
研究官 石尾 真理
Researcher Mari Ishio
部外研究員 水口 知樹
Guest Research Engineer Toshiki Mizuguchi

The application of the analysis with the constant shear flow panel and the edge members to design a highway bridge is proposed as reasonable and advanced method in comparison with the grillage analysis and FEM. And the evaluation of the structural redundancy of a highway bridge is analytically attempted.

〔研究目的及び経緯〕

設計の合理化・高度化等に資する新たな知見の導入促進等も目的の一つとして、平成 13 年に道路橋示方書が性能規定型の基準に改定されてから、従来の標準的な仕様によらない新しい橋梁形式や構造の道路橋の採用が検討される例も多くみられる。しかし、それまでの道路橋設計基準の許容応力度等の規定は、初等梁理論に基づいた格子解析を前提に、部材の載荷実験結果を公称応力で評価した結果などを用いて部材の破壊モードごとに構築されてきたものである。そのため、実務において FEM 等の高度な解析モデルを用いても、算出される応答値は 2 次応力の影響等も含まれた局所応力を含み、公称応力と異なることから、許容応力度と単純に比較することができない。

一方、近年の米国における落橋事故や我が国の損傷事例に基づけば、一部の部材の損傷や異常によって橋全体が不安定となったり、連鎖的に損傷範囲が拡大して橋全体が致命的な状態に至らないといった冗長性なども橋の性能として設計段階で意図して備えることも考えられる。そしてこの実現には、設計段階でより忠実に実際の部材の形状や 2 次応力の影響、構造細目の

効果などの構造特性を反映できる解析手法による橋全体の抵抗の状態の評価やそれらの前提としての許容される部材の限界状態の評価が行えることが不可欠であるが、定量的な評価手法や照査基準は確立していない。

以上より、本研究は、構造リダンダンシーを合理的に評価できる設計手法の確立を目的とするものである。

平成 25 年度は、格子解析モデルに対してより高度な解析モデルの活用を前提とした設計手法の確立の検討、及び構造リダンダンシーの体系化の検討を行った。

〔研究成果〕

1. 高度な解析を用いた合理的な設計手法

（１）解析手法の違いによる照査内容の特徴

格子解析を基本とした実務における橋梁設計のフローに対して、高度な解析手法である一定せん断流パネルを用いた解析（以下、せん断パネル解析という）、と FEM 解析の 2 つの解析手法をそれぞれ基本とした場合に想定される設計フローを対比させ、各手法の特徴と課題を整理した。設計対象は、各手法の相違の特徴が現れやすいと考えられた鋼連続合成 I 桁橋と鋼立体ラーメン橋とした。解析手法の特徴の概略を図-1 に示す。

その結果、格子解析を基本とする現在の設計においても、一つの格子解析モデルだけでは適切な照査が困難で別途解析モデルを作成するなどの対応を余儀なくされていた設計項目も多く、せん断パネル解析や FEM 解析を基本とすることで、効率的にこれらの照査が行えることがわかった。

FEM 解析では要素ごとの主応力や相当応力を直接解析結果として算出するため、要素分割により値が変化する。さらに、部材の破壊モードごとに評価する応力範囲が異なることも踏まえて、照査では算出した作用応力の後処理が必要になる。一方、せん断パネル解析

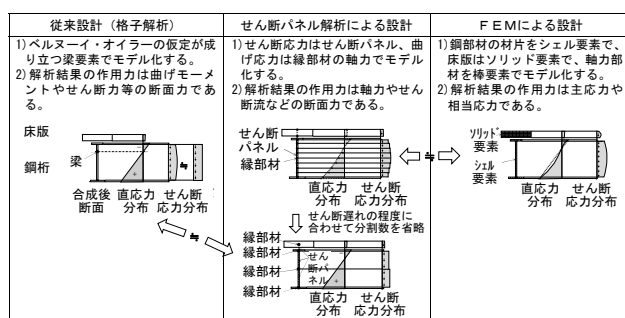


図-1 解析手法の理論と特徴の比較

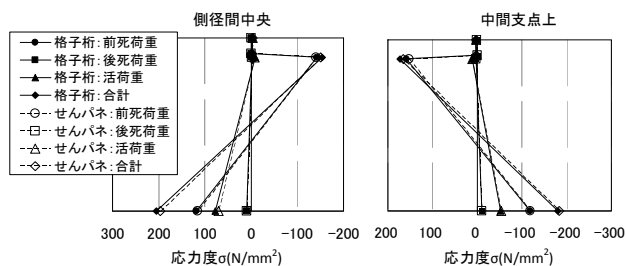


図-2 セン断パネル解析と格子解析の主桁応力度

では、格子解析と同様に、棒部材やせん断パネルに作用する断面力と変位のつりあい条件から算出した断面力を用いて、ベルヌーイ・オイラーの仮定などから断面に作用する直応力やせん断応力を求める。そのため、後処理を必要とせずに、格子解析と同等の作用応力度を算出することが可能であり、多くの照査項目でこれまでの許容応力度をそのまま適用して設計ができることがわかった(図-2 参照)。

(2) セン断パネル解析を用いた試設計

格子解析では考慮できない詳細な構造に対してせん断パネル解析による試設計を2つの橋梁形式で行い、鋼ニールセンローゼ橋のアーチリブと上支材接合部の格点部の結果を例として示す。格子解析では一般に棒部材を単純に共通節点で接合した解析モデルを用いて部材断面を決定し、格点部は詳細な応力算出を行わずに図面作成時に構造細目を決める。ここでは、詳細な作用応力状態を把握するため、図-3(a)に示す応力照査を行った。格子解析では、アーチリブと上支材それぞれの最適断面を単独で決めた後に、製作上の作業スペース確保のために、格点部におけるアーチリブ内部のダイヤフラム位置を上支材ウェブとずれた位置に配置した。そのため、降伏強度 355 N/mm² に対して最大 1997N/mm² と大幅に超過した作用応力度が発生した。耐荷力上の安全性は、部材の座屈や降伏など破壊モードごとの評価を行う必要があるものの、格子解析による各部材の最適設計だけでは、着目部位によって耐荷力上、不適切な構造となる危険性を示唆した。一方、図-3(b)に示すせん断パネル解析による試設計では、着目部位を詳細にモデル化するため、このような応力超過に設計計算段階で気づくことができる。その結果、作業スペース確保及び材片レベルの応力伝達の確実さを考慮して上支材をアーチリブと同じ梁高とするなどの定性的な配慮にとどまらず、具体的に局所応力のピークを低減させた構造を容易に決定することができた。

応力伝達が複雑な構造では、FEM 解析と同様に許容応力度との比較のための作用応力の後処理に関する検討が必要である。さらに、部材単独の照査について、要素分割を細かくして詳細な応力を算出している場合、FEM 解析と同様に2次応力の扱いなどを個別に検討す

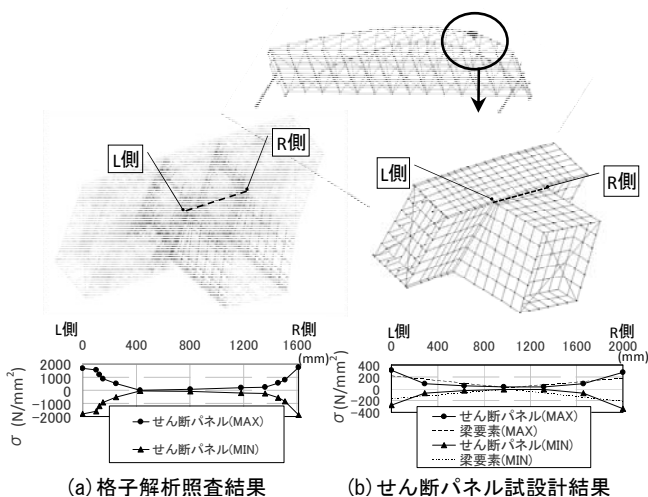


図-3 試設計結果(鋼ニールセンローゼ格点部)

る必要がある。しかし FEM 解析ではスカラップの形状等の全ての構造細目の影響までを幅広く考慮できるものの、細部構造が絞り込めない段階からの活用は手戻りが大きく、計算結果に影響する要素分割の方法などの統一的な要領の確立も困難が予想される。対して、せん断パネル解析ではフランジやウェブ、縦リブ等の薄肉断面間の応力伝達に関する許容値の設定に検討対象を容易に絞り込み、基準の前提とする設計手法として確立するまでの課題がはるかに少ないことが試算を通じて明らかにできた。

2. 構造リダンダンシーの評価

構造リダンダンシーへの配慮方法に関する基礎的検討として、安全工学等の知見から損傷した部材と同様な機能を有する部材への応力再配分などで機能が補われる補完性と、他の機能を有する部材による別な構造

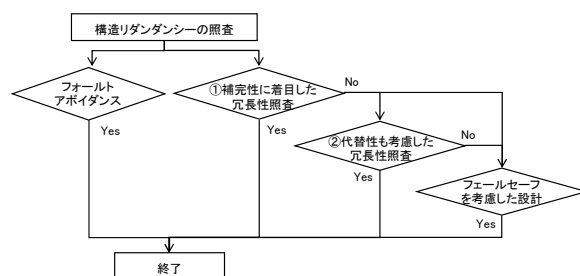


図-4 構造リダンダンシーの設計体系

特性が働く代替性等を図-4 のように体系化を試みた。

【今後の課題】

解析手法によらず適切な安全余裕が確保できるための普遍的な設計要領の確立、及び構造リダンダンシーの定量的評価基準の確立。

【成果の発表】

国総研資料及び各種論文で発表予定。

【成果の活用】

実務者のための設計ガイドラインや基準等に反映させる予定。

初期品質の信頼性向上策及び実品質に基づく性能評価手法に関する調査検討

Research on the improvement and evaluation method of construction quality for highway bridges
(研究期間 平成 24～26 年度)

道路研究部 道路構造物管理研究室
Road Department, Bridge and Structures Division
主任研究官 白戸 真大
Senior Researcher Masahiro SHIRATO
交流研究員 狩野 武
Guest Research Engineer Takeshi KARINO

室 長 玉越 隆史
Head Takashi TAMAKOSHI
研究官 小原 誠
Researcher Makoto OBARA

The construction quality of highway bridges is likely to be closely related to the reliability in durability. NILIM has examined the relationship between the reliability in the durability of highway bridges and the construction quality, seeking a method to evaluate the durability based on actual construction quality control and assurance results.

〔研究目的及び経緯〕

全国規模での道路橋の初回及び定期点検データの分析から、道路橋の施工品質がその耐久性に影響を持つ可能性が見られる。そのため国総研では、道路橋の初期品質が実品質の信頼性に及ぼす影響を明らかにするとともに、初期品質の向上策および向上により得られる実品質を反映した道路橋の性能評価の手法の確立を目指した調査研究を進めている。

本研究では、これらの検討に必要な基礎資料を得るため、PC橋について、コンクリート打設時の温度応力の残留、架設時荷重、クリープや乾燥収縮や鉄筋による変形拘束等の長期荷重の影響を考慮した3次元FEM解析及び2次元骨組み解析による試算を実施し、応力分布を比較した。

〔研究内容及び研究成果〕

コンクリート橋の早期ひび割れの有力な原因として若材齢時の温度応力やコンクリートの収縮が考えられたため、3次元FEM解析を用いてモデル橋梁に対してこれらの影響を評価した。FEM解析は、実際の施工条件に沿って、まずコンクリートの打設順序を再現した温度応力解析を行った後、その結果を引継ぎ、自重、PC鋼材の緊張、長期収縮、PCの緊張や収縮に対する鉄筋の変形拘束などを考慮した応力解析を実施した。

図-1～図-5に、コンクリート硬化時に発生する温度応力やそれがひび割れに与える影響（ひびわれ指数）

の解析結果を示す。条件によっては、応力が残留するとともに若材齢時に温度に起因するひび割れが生じる可能性が高い部分が生じる。桁自体を一本棒でモデル化する場合には、このような残留応力の影響は考慮しがたいが、一方で、3次元的には耐久性に影響を与える可能性のあるひび割れが生じる恐れがあることがわかる。

図-6に50年という長期間にわたる収縮の影響による応力度分布を示す。絶対値は小さいものの、長期荷重の影響でも床版中央部の応力が増加するが生じることがわかる。このような位置のひびわれは点検でも確認されるものであり、床版に耐久性に影響を与えるようなひび割れが長期荷重の影響でも生じ、実品質に影響を与える可能性が捉えられた。

次に、2次元骨組み解析でこれらの応力分布が再現出来るか、図-7及び図-8に示すように、通常設計計算で考慮するような橋軸方向についてだけでなく断面方向でも計算を行った。図-9～図-12に結果を示す。緊張力のモデル化手法の違いや、支点横桁付近のように接合部で応力分布が複雑になるところについては、断面方向の骨組み解析は応力を過小評価する傾向が見られた。

以上のように、通常の骨組み解析による桁の耐荷力照査や経験的な用心鉄筋の配置によるだけでは、初期品質及び長期に渡る実品質の向上が困難であり、必要

な応力制御を行えるような照査体系が初期品質の信頼性向上のために必要である。

[今後の課題]

クリープや架設時荷重等の影響については未解明の点が多く残されており、これらの解明が必要である。

[成果の発表]

国総研資料等に発表予定である。

[成果の活用]

道路橋示方書の改善の基礎資料となるものである。

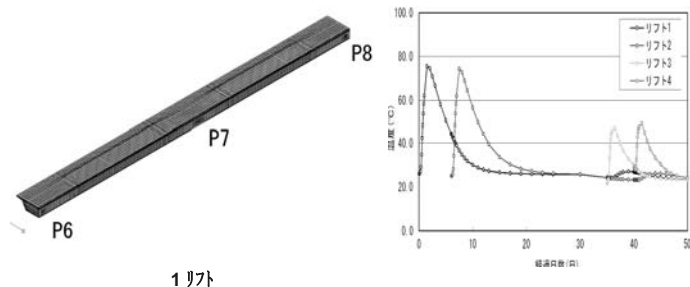


図-1 温度コンター図
(全体モデル)

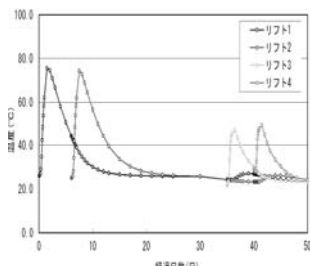


図-2 温度履歴図
(各リフト横桁部の温度 Max75°C)

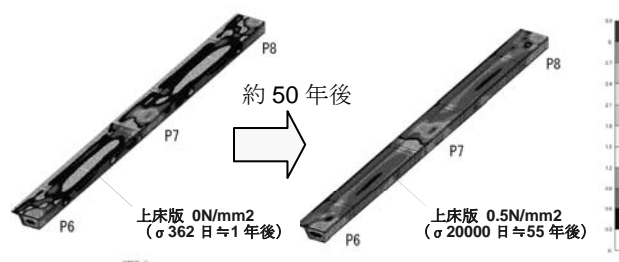


図-6 最大主応力度コンター図

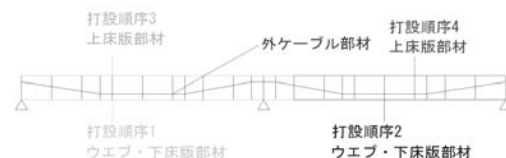


図-7 2次元骨組み解析モデル (橋軸方向の解析)

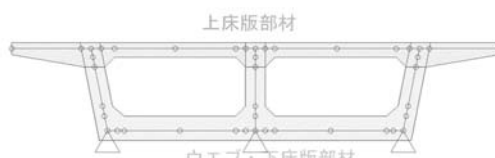


図-8 2次元骨組み解析モデル (断面方向の解析)

a) 2次元骨組み解析とFEM解析との比較 (橋軸方向)

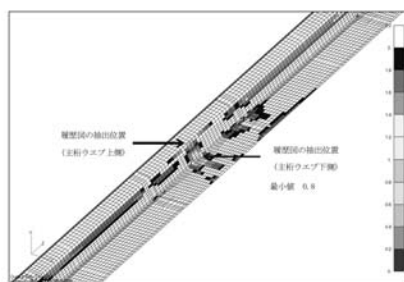


図-3 ひび割れ指数
(ウェブ下側 0.8→ひび割れ発生 95%)

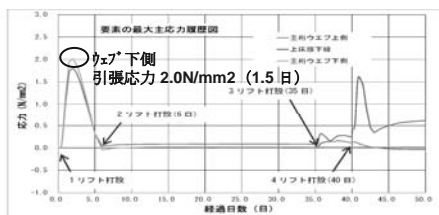


図-4 最大主応力履歴図

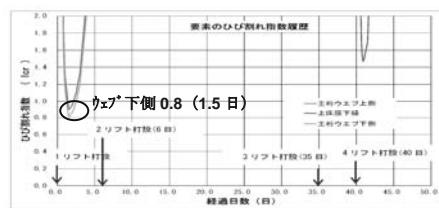


図-5 ひび割れ指数履歴図

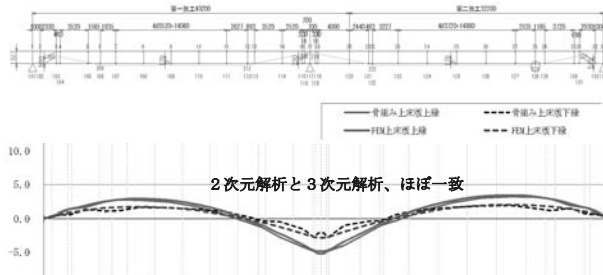


図-9 曲げ応力度の比較 (自重)

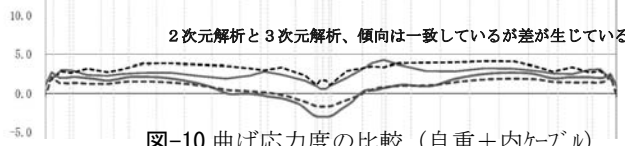


図-10 曲げ応力度の比較 (自重+内ケーブル)

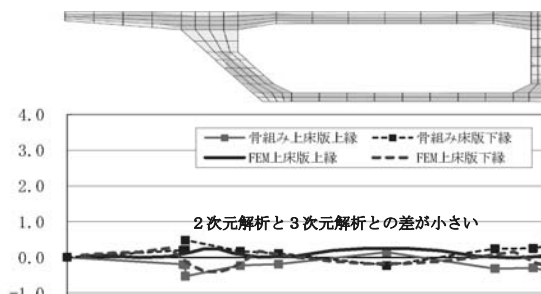


図-11 曲げ応力度の比較 (自重+内ケーブル) 支間中央断面

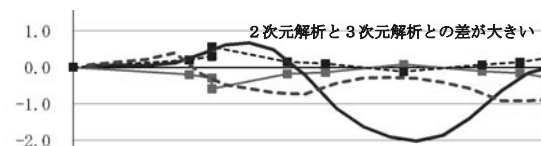


図-12 曲げ応力度の比較 (自重+内ケーブル) 支点横桁付近断面

複合構造の安全性評価技術に関する調査検討

Study on safety and reliability evaluation criteria for composite bridge structures

(研究期間 平成 25～28 年度)

道路研究部 道路構造物管理研究室
Road Department Bridge and Structures Division
主任研究官 白戸 真大
Senior Researcher Masahiro Shirato
交流研究員 山崎 健次郎
Guest Research Engineer Kenjiro Yamasaki

室長 玉越 隆史
Head Takashi Tamakoshi
研究官 横井 芳輝
Researcher Yoshiteru Yokoi
交流研究員 川見 周平
Guest Research Engineer Shuhei Kawami

In its 2002 revision, the Specifications for Highway Bridges which prescribes the design standards for highway bridges in this country, introduced new performance parameters and guidelines. With the introduction of performance based design standards, there has been a rise in the use of composite structures to make use of the material properties of steel and concrete. In this study, in order to perform a reliability evaluation for the girder and the deck of a composite girder that is well proven and has been used than in the past, we performed the Monte-Carlo Simulation in consideration of the vehicle column model, and examined combinations or variations of the load.

〔研究目的及び経緯〕

鋼とコンクリートの材料特性を生かす構造として鋼コンクリート複合構造の研究が進み、道路橋上部構造への適用事例も増加している。現状では道路橋に用いる場合の標準的な構造や照査法は確立しておらず、鋼橋とコンクリート橋の基準を準用して設計が行われているものの、両者の標準的な照査法を組み合わせる用いることには整合性の面で問題もあることから設計基準体系の整備が期待されている。

平成 25 年度は、道路橋示方書の鋼橋とコンクリート橋の基準体系を分析し、複合構造を適用するうえで、部材、連結、荷重分配やねじれ剛性確保のための横構・横桁の要求性能の明確化、体系化、及び信頼性確保の考え方の整合を図るべき事項を整理した。また、過去より用いられており、既の実績も十分ある合成桁の床版と桁の信頼性評価を行うために、車両列モデル等を考慮した作用荷重のモンテカルロシミュレーションを実施し、作用荷重のばらつきや組み合わせを把握した。

〔研究内容及び研究成果〕

1. 検討方針

道路橋の合成桁の床版は、主桁断面の一部としての作用の応力と床版としての応力を同時に受ける。このため、道路橋示方書では、床版としても不利になる載荷状態について応力を算出して照査を行うのに加えて、床版作用と主桁作用を同時に考慮した場合についても照査を行っている。このとき、それぞれの作用におい

て支配的となる活荷重の載荷状態が異なる。また、設計荷重に対応する荷重状態が実際に出現する確率などは交通量や橋梁規模によっても異なることが想定され、要求性能の水準には不明確な点がある。そこで、車両列モデル等を考慮したモンテカルロシミュレーションを実施し、信頼性の観点から合成桁の床版における安全性評価を行った。

本検討では、図-1に示すフローに従い主桁作用と床版作用の重ね合わせによる合成応力度を算出した。

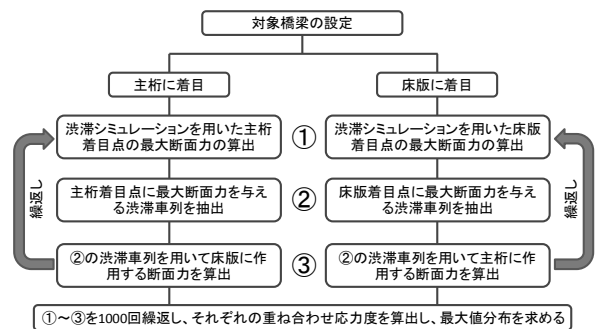


図-1 渋滞列シミュレーション方法

2. 渋滞列シミュレーション方法

本検討では、典型的な橋として、B活荷重で設計される鋼単純合成鈹桁橋を対象とし、着目断面は、主桁作用に対して道路橋示方書による断面力が最大となる支間中央部、床版作用に対して配力筋方向の曲げモーメントが最大となる床版支間中央部とした。

渋滞列シミュレーションは以下の条件にて行った。

①床版の上を走行させる車両列は、活荷重実態調査

(WIM)の統計データから、車両分布特性、車間距離、レーン内の車両位置の横ぶれを考慮し設定する。

②車両列の交通特性は、平均日交通32,000台、大型車混入率50%の道路で計測されたWIMデータに基づき、大型車混入率30%となるように調整し、モデル化する。

③活荷重の載荷方法は①,②で設定した十分に長い車両列から切り出して載荷する方法を用いる。

④渋滞を朝夕各1回と仮定した場合の100年に発生する渋滞回数は73,000回となることから、さらに統計的信頼性を考慮してそれを上回る10万回の載荷を行い、その最大値を着目点に与える車両列を求める。

⑤上記の計算を1,000回繰返し、1,000個の最大応答値を抽出し最大値分布を求める。

3. シミュレーション結果

(1) 断面力最大値分布

10万回の渋滞列シミュレーションを行い、主桁着目点又は床版着目点に最大断面力を与える渋滞車列を求めるだけでなく、主桁着目点に最大断面力が生じたときの床版着目点の断面力、また、その逆の場合の断面力を同時に求め、これを1,000回行った。図-2 a)は、主桁作用に着目した1,000個の断面力最大値分布であり、図-2 b)は同じ載荷状態のときの床版の断面力分布である。図中には、道路橋示方書で考慮される断面力も示している。床版作用に着目した断面力は道路橋示方書で与えられる断面力より小さい。

また図-3 b)より床版着目点に最も厳しい断面力を与える載荷状態のときも、床版作用に着目した断面力は道示で与えられる断面力よりも小さい。

(2) 重ね合わせ応力度の評価

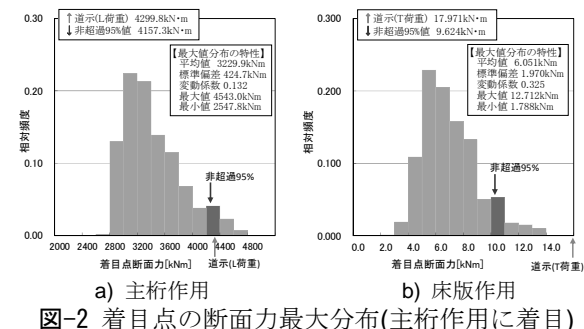


図-2 着目点の断面力最大分布(主桁作用に着目)

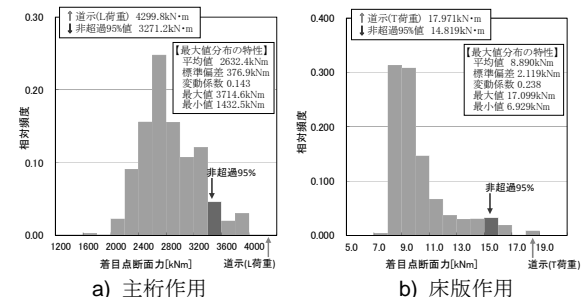


図-3 着目点の断面力最大分布(床版作用に着目)

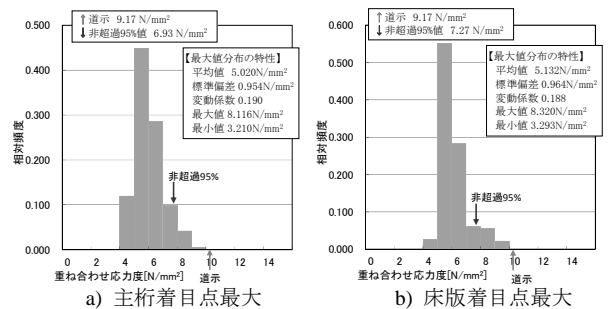


図-4 着目点の重ね合わせ応力度最大値分布

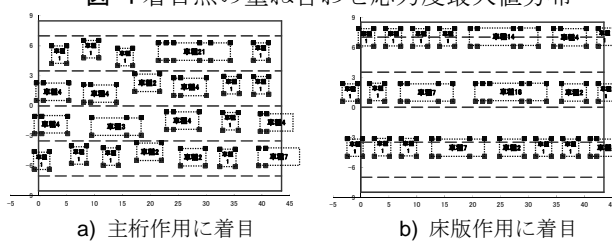


図-5 非超過確率 95%値の渋滞車列図

図-4には主桁着目点又は床版着目点に最大断面力を与える渋滞車列において、主桁作用と床版作用を重ね合わせたコンクリート圧縮応力度の分布を示す。道路橋示方書による重ね合わせ応力度は、シミュレーション結果の最大値よりも大きいことがわかる。

図-5には主桁作用と床版作用のそれぞれに着目した断面力最大値分布の非超過確率95%値の載荷状態となる渋滞車列を示す。主桁又は床版着目点に不利な状態を与える車列状態が異なることから、これらの作用が重なり同時載荷される状態とはならないと考えられる。着目点の断面力最大値分布において、非超過確率95%値による断面力を用いて主桁作用と床版作用の重ね合わせによるコンクリート圧縮応力度を算出した結果を図-6に示す。ここで道路橋示方書(L荷重)は主桁着目のL荷重の載荷状態を床版に作用させたときの応力度であり、道路橋示方書(T荷重)は床版着目のT荷重の載荷状態を主桁に作用させたときの応力度である。本橋の場合には、重ね合わせによる応力度は、主桁着目点が不利となる載荷状態の場合より床版着目点が不利となる載荷状態の場合の方が厳しい応力状態となった。

対象とする橋梁の諸元の範囲を変えて、多様な条件に対して検証を進めていく予定である。

〔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される予定である。

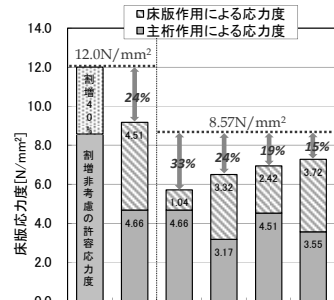


図-6 非超過確率 95%値による応力度

超高力ボルト摩擦接合継手の設計基準に関する研究

Study on Design Criteria for Frictional Grip Connection Joints with Super High Tension Bolts

(研究期間 平成 24～26 年度)

道路研究部 道路構造物管理研究室

Road Department Bridge and Structures Division

主任研究官 白戸 真大

Senior Researcher Masahiro Shirato

研究官 横井 芳輝

Researcher Yoshiteru Yokoi

部外研究員 山崎 健次郎

Guest Research Engineer Kenjiro Yamazaki

室長

Head

研究官

Researcher

部外研究員

Guest Research Engineer Toshiki Mizuguchi

玉越 隆史

Takashi Tamakoshi

石尾 真理

Mari Ishio

水口 知樹

The use of high-strength bolts (SHTB: Super High Tension Bolt) will enable to reduce the size of connections. It will also expect to improve construction qualities and to reduce construction cost in the connections. However, design guidance has not been established for the use in highway bridges yet. The present study has investigated the slip behavior of the SHTB joint performance by the FEM analyses and durability.

〔研究目的及び経緯〕

鋼道路橋の部材の接合に用いられる高力ボルトは、一般にその強度が高いほど必要本数を削減できる。そのため、継手部の小型化とボルト本数の削減によるコスト削減の観点からより高強度の高力ボルトの実用化が期待されている。しかし、道路橋の設計基準である道路橋示方書により現在規定されている強度 (F10T) より高強度のボルト (F11T, F13T) は、過去に突然脆性的に破壊 (遅れ破壊) したことを受けて、道路橋に対する使用が控えられてきた。近年、耐遅れ破壊性能に優れた F11T 以上の高強度の高力ボルト (以下、「超高力ボルト」という) が開発され、建築分野では建築基準法に基づき国土交通大臣の認定を受けて実用化されている。

超高力ボルトを道路橋に適用するに当たっては、主に①屋外で 100 年という長期耐久性が期待される環境の厳しさ、②施工方法、③継手部に求める施工品質や精度などの条件の 3 点で建築分野とは条件に相違があることから、上記①から③について適用性や適用条件を確認する必要がある。

国総研ではこれまで、これらの課題について産学とも共同研究を行うなど関係機関と連携して研究を進めてきた。このうち③に関しては、過年度までに摩擦接合継手を対象に、ボルト等級・ボルト径・接合面処理方法・母材板厚・母材材質・ β (すべり/降伏耐力比)・フィラーの有無・肌すき・多列・再組立の接合面処理方法などの条件と継手性能の関係についてパラメトリックに条件を変えた供試体実験を行ってきた。

平成 25 年度は、これらの実験で確認された継手部の

挙動の確認と実測されたすべり係数の検証のために、これまで実施した試験について FEM 解析を実施した。

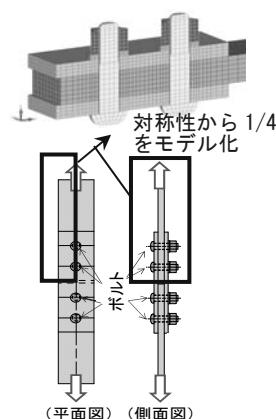


図-1 解析モデル
(標準すべり試験)

表-1 解析ケースの諸元

No.	パラメータ	径	孔径	列数	母材板厚
1	基本	M22	24.5	2	32
2	径	M22	24.5	2	28
9		M24	26.5	2	28
3	母材	M22	24.5	2	50
4	板厚	M22	24.5	2	75
10		M24	26.5	2	50
11		M24	26.5	2	75
5	列数	M22	24.5	8	75
6		M22	24.5	10	75
7	孔径	M22	24.5	12	75
8		M22	26.5	2	32
12		M24	28.5	2	28

〔研究成果〕

1. 標準すべり試験

図-1に示す継手試験体を上下方向に引張る、標準すべり試験法¹⁾による実験を FEM 解析で再現してすべり係数の比較を実施した。

試験ケースを表-1 に、試験と解析で得られたすべり係数を図-2 にそれぞれ示す。以下に、表-1 のパラメータごとに実験結果と数値解析結果を比較する。

(1) ボルト径

M22 と M24 を比較すると、解析では両者とも 0.48 で同じすべり係数を示した。実験でもそれぞれ 0.71 と 0.67 でほぼ同じ係数を示し、解析と同じく、ボルト径によってすべり係数は変化しなかった。なお、実験

と解析ではすべり係数の絶対値に差が生じており、接合面の処理性状の再現性に起因するものと考えられたが、原因は完全には突き止められなかった。一方、全てのケースで解析は実験を下回っており実験供試体で

再現している基準に則った施工品質の継手性能に対して解析は安全側の評価を与えているといえる。

解析では実験と同様に M24 と M22 ではすべり係数には明確な差はなく、F10T までの場合と同様に基準化にあたって、少なくとも M22 と M24 では同じすべり係数とできるものと考えられる。

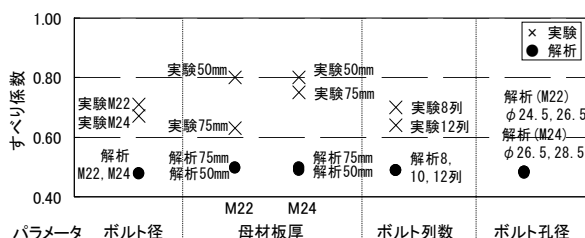


図-2 解析パラメータとすべり係数

(2) 母材板厚

母材板厚の相違(50mm と 75mm)の比較では、解析では、M22, M24 とともに母材板厚が大きい方がすべり係数が若干大きい結果となった。これは、 β が 0.32(50mm)→0.21(75mm)と小さくなるとともに、すべり荷重時の作用応力が低下し「ポアソン効果の影響で板厚が薄くなり、ボルトの軸力が抜けてすべり強度が低下する」割合が小さくなるという現象が忠実に反映された結果と考えられる。一方、実験では M22, M24 のいずれも板厚が大きい方がすべり係数が小さく両者の差がボルト径によっても大きく異なる結果となった。これは各ケースで生じている解析との差の原因と考えられる実験供試体の接合面処理効果のばらつきに比べて、ポアソン効果の影響は小さいためと考えられる。

なお実験に対して安全側の評価となっていると考えられる解析から得られたすべり係数に、板厚による相違はみられず、75mm までの厚板については 50mm の場合と同じすべり係数とできるものと考えられる。

(3) ボルト列数

解析では、8, 10, 12 の 3 種のボルト列数ですべり係数はほぼ同じ値となった。実験においても 8 列のすべり係数 0.70 に対して 12 列では 0.64 と 12 列の方がすべり係数が小さい結果となっているがその差は小さく他のケースにおける実験結果のばらつきと比べても 8 列と 12 列で有意なすべり係数の差はないものと考えられる。

以上より、少なくとも 12 列までであれば、8 列の場合と同じすべり係数を見込むことができる可能性が高いものと考えられた。

(4) 拡大孔

高力ボルト接合継手では、施工性の観点からボルト孔径を大きくすることが検討される場合がある。そのため M22 と M24 について、基準に定める孔径に対して直径 +2mm の拡大孔としたケースについて解析を実施し

た。結果は、すべり係数に明確な差は見られなかった。

図-3 に支圧応力が大きい M22 の拡大孔ケースについて、座金直下の連結板の相当応力分布図を示す。最大応力度は 329 N/mm^2 と降伏強度 355 N/mm^2 に対して小さく、ボルト導入軸力等施工のばらつきを考慮しても、+2mm までの孔径の拡大では母材と座金の接触部やその近傍で母材が降伏することによる継手効率の低下などの悪影響が生じる可能性は少ないものと考えられる。

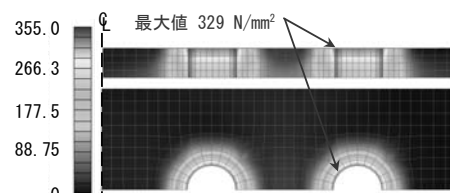


図-3 拡大孔における座金直下の相当応力分布図

2. 桁構造を対象とした FEM 解析

道路橋の継手では、標準すべりのような部材に一方の方向の引張りのみが作用することは少ない。そのため、過去に図-4 に示すように、鋼道路橋での実際の継手での使用状況下に近い環境(作用力)を模擬した桁曲げ試験を行っており、再現解析を行った。

図-4 に示すとおり、桁の曲げ変形の影響によって同じ下フランジでもボルト位置によって各ボルトの軸力変動に差が生じることが解析からも裏付けられた。また解析では実験における軸力変動がおおむね忠実に再現できており、連結部における各ボルトにかかる負荷の状況については、ボルト継手を適切にモデル化することで解析による推定が可能であることがわかった。

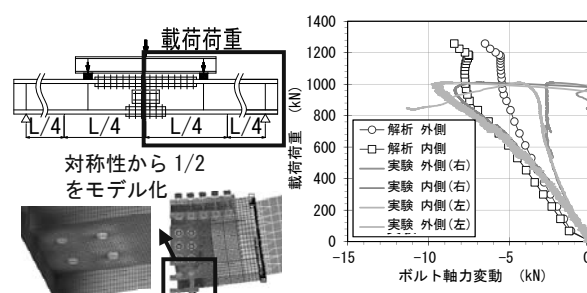


図-4 解析モデルとすべり直後の応力分布(桁曲げ試験)

【今後の課題】

実験が困難な大規模な継手やさらなる高強度のボルト継手の性能を解析によって精度よく評価できるためには、すべり係数の再現性の向上が不可欠である。

【参考文献】

- 1) (公社)土木学会：高力ボルト摩擦接合継手の設計・施工・維持管理指針(案)、平成 18 年 12 月

【成果の発表】

国総研資料及び各種論文で発表予定。

【成果の活用】

基準等に反映させる予定。

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 15～25 年度)

総合技術政策研究センター 建設マネジメント技術研究室
Research Center for Land and Construction Management
Construction Management Division

研究官 田嶋 崇志
Researcher, Takashi TAJIMA
部外研究員 白石 薫
Guest Researcher, Kaoru SHIRAISHI

室 長 森田 康夫
Head, Yasuo MORITA
主任研究官 大平 和明
Senior Researcher, Kazuaki OOHIRA
部外研究員 馬野 浩二
Guest Researcher, Koji UMANO
部外研究員 中村 啓史
Guest Researcher, Keiji NAKAMURA

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 objective of this study is to develop measures for generalization and smooth application of the bidding.

〔研究目的及び経緯〕

国土交通省直轄工事において、平成 17 年度に「公共工事の品質確保の促進に関する法律」が成立したことを契機に、総合評価落札方式を導入し、現在の総合評価落札方式の適用率は約 100% となっている。(図-1)

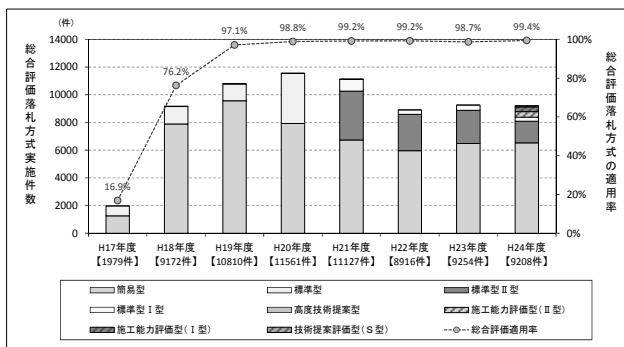


図-1 年度別・総合評価タイプ別実施状況(適用率・件数)

国土技術政策総合研究所では、国土交通省直轄工事における総合評価落札方式の運用上の課題改善に向けた検討を進めており、地方整備局等(北海道開発局、沖縄総合事務局含む)の総合評価落札方式適用工事を対象に、競争参加者・落札者等の動向や新たな施策の実施状況を調査し分析を行っている。

本稿では、平成 26 年 3 月に行われた「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 24 年度総合評価落札方式の実施状況等について述べる。

〔総合評価落札方式の実施状況〕

平成 24 年度の年次報告書では、タイプ別、工種別の詳しい分析を行い、より多角的な視点からの分析を行った。図-2 以降の集計対象工事は 8 地方整備局(港湾・空港を除く)としている。

① 1 工事あたりの競争参加者数

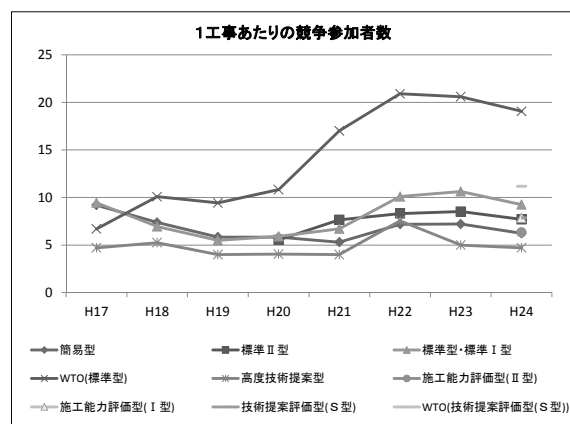


図-2 1 工事あたりの競争参加者数

図-2 では、平成 24 年度と総合評価落札方式の適用が本格拡大した平成 19 年の 1 工事あたりの競争参加者数を比較すると全体的に増加している。

②落札者の「落札率-調査基準価格率」と「技術評価点の得点率」

(1) 経年変化

図-3 の 4 枚が示す通り、平成 18 年度から平成 24 年度にかけて、徐々に落札率-調査基準価格率が 0 % に近付いており、価格についての競争が年々激しくなっていることが伺える。一方で技術評価点の得点率については経年変化では顕著な差は見られなかった。

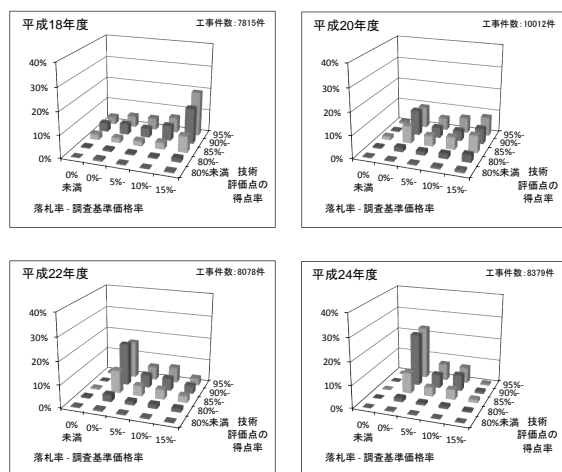


図-3 落札者の「落札率-調査基準価格率」と「技術評価点の得点率」(年度別)

(2) 工種別 (H24 年度)

図-4 では以下の 4 工種について分析する。一般土木、AS 舗装、鋼橋上部、PC のいずれも、1 工事あたりの工事金額が大きく、入札参加者も多い工種については、落札率-調査基準価格率が 0 % に張り付き、技術評価点の得点率も 90 % 以上が大半であることから、価格、技術の両面でより激しい競争の入札が行われていることが分かる。特に鋼橋上部、PC についてはその傾向が特に顕著である。

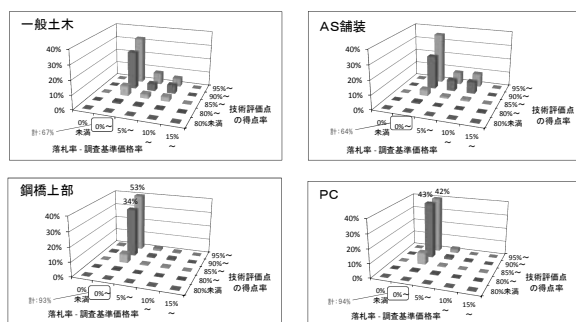


図-4 落札者の「落札率-調査基準価格率」と「技術

評価点の得点率」(工種別)

(3) 総合評価タイプ別 (H24 年度)

図-5 では以下の 4 タイプについて分析する。標準 I 型、WTO 標準型は、落札率-調査基準価格率が 0 % 付近へ集中している。特に WTO 標準型については技術評価点の獲得率が他のタイプに比べて高い。WTO 標準型は、一般的に工事規模が大きいこと、高い技術力が必要なこと、入札参加者が多いこと等から、価格面、技術面双方で、業者にとっては厳しい競争環境となっている。

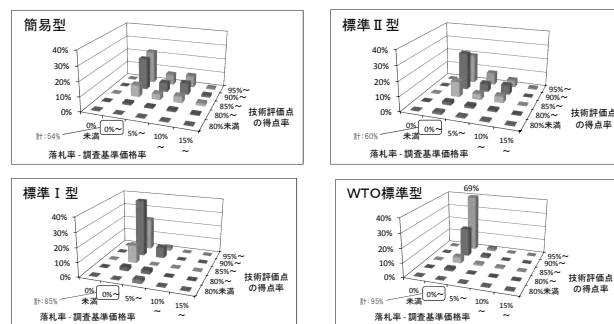


図-5 落札者の「落札率-調査基準価格率」と「技術評価点の得点率」(総合評価のタイプ別)

[今後の方針]

H25 年度からは総合評価タイプの二極化の本格実施が行われる。次回は工事成績評定点、事務手続きの簡素化について等の新旧総合評価タイプの効果検証や更なるフォローアップの検討などを今後行っていく予定である。

[成果の発表]

「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」(第 8 回：平成 26 年 3 月 11 日開催)において公表した。

(<http://www.nilim.go.jp/lab/peg/index.htm>)

[成果の活用]

検討成果は、上記懇談会の資料に反映された。また、本分析結果は各地方整備局等において活用されることを期待するものである。

3次元CADデータに関する検討

Examination on three dimensional CAD data

(研究期間 平成21～25年度)

高度情報化研究センター 情報基盤研究室
Research Center
For Advanced Information Technology
Information Technology Division

室長
Head
主任研究官
Senior Researcher
研究官
Researcher
部外研究員
Guest Research Engineer

重高 浩一
Koichi Shigetaka
青山 憲明
Noriaki AOYAMA
谷口 寿俊
Hisatoshi TANIGUCHI
藤田 玲
Rei FUJITA

Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism has been working on developing a technique to standardize and visualize 3D data. This research aimed to develop the technology for utilization and distribution of simple 3D-Data at phases of design, construction and maintenance in order to smoothly shift the phases from 2D to 3D-based.

〔研究目的及び経緯〕

建設事業では、CALS/ECの推進によって、調査設計業務や工事成果品の電子化、図面のCAD化等、電子データによる情報交換や共有、保管、データの再利用が図られている。しかし、現場の実態として、未だ紙の資料や図面を基に業務が行われており、抜本的な業務の効率化には至っていない。

製造業では、CAD、CAM等に3次元技術を導入することで、設計、製造の高度なシミュレーションや自動化を実現し、生産性向上に寄与している。一方、建設事業においては、3次元CADの導入・普及には至っておらず、3次元技術によって合理化された建設生産システムの導入による生産性の向上が喫緊の課題となっている。

本研究では、設計・施工・維持管理における業務の効率化を目的として、3次元CADによる設計、施工データの円滑な流通手法、および維持管理での利活用技術について検討と開発を行った。方針として、従来の2次元を基にした業務から3次元の利活用へ円滑に移行できるよう、簡易な3次元モデルや既存のCADソフトウェアによって3次元を活用できる技術の開発を目指した。以下に本研究の内容を示す。

〔研究内容〕

1. データ交換のための3次元モデル標準仕様(案)の運用を支援する技術資料の作成

本研究は、過年度に作成したLandXML1.2に準じた3次元設計データ交換標準(案)(以下、「データ交換標

準(案)」という)を基に、設計段階で3次元の形状モデルを再現でき、かつデータ作成の負担が軽減されるデータ作成方法、およびソフトウェア上における3次元モデルの取り扱いに関する具体的な運用ルールを「3次元設計データの作成方法と取り扱いに係る運用ガイドライン(案)」(以下、「3次元設計データ運用ガイドライン(案)」という)として取りまとめた。

2. 設計から維持管理における3次元データの流通と利活用方法に関する検討

今年度は、過年度に実施した設計段階における橋梁3次元データの流通と利活用の現場試行成果を用いて、施工段階における橋梁3次元データの流通と利活用の現場試行を実施した。また、現場試行の施工者、発注者を対象としたヒアリング調査を実施して、効果と担当者負担、関係制度およびソフトウェア等の課題を整理し、対応策を検討するとともに、「橋梁3次元データ流通に係わる運用ガイドライン(案)」を修正した。

3. 既設橋梁を対象とした維持管理に用いる簡易3次元モデルの作成

過年度は、新設の橋梁を対象として、橋梁の維持管理で必要となる各種情報を3次元モデルによって統合管理するシステムのプロトタイプを構築した。今年度は、既設橋梁を対象として、過年度作成したプロトタイプの機能を保持する簡易で安価な3次元モデルの作成方法について検討し、それら簡易な3次元モデルを使うことによる維持管理の効率化について整理した。

〔研究成果〕

主な研究成果の概要を以下に示す。

1. 3次元設計データの運用ガイドライン（案）

設計段階における3次元設計データのデータ作成および取り扱いとして、3次元設計データ運用ガイドライン（案）には、「利用目的に応じたデータ作成方法」、「3次元設計データの照査方法」、「統一的なデータの取り扱い方法」を記載した。また、国内ベンダのCADソフトウェアにおけるLandXMLの取り扱い状況から、横断形状は断面定義パターンを用いるものとした。異なるソフトウェア間においても、自由度の高い属性項目が統一的に取り扱われるよう入力ルールを記載した。

さらに、3次元設計データ運用ガイドライン（案）の効果、影響、課題、妥当性や実運用性の確認として、各業界団体（6団体）へ意見照会を実施し、修正の要否とその理由などを意見照会対応表として取りまとめた。

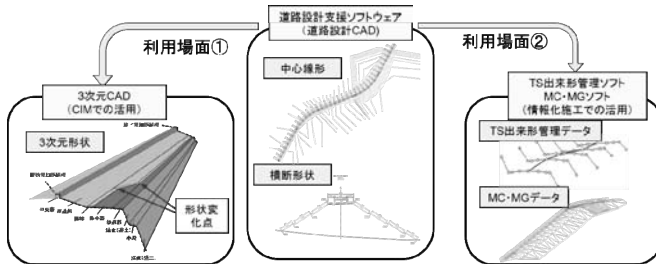


図-1 3次元設計データの取り扱いに関する運用ガイドライン(案)の適用範囲

2. 橋梁3次元データ流通に係わる運用ガイドライン

現場試行では、国総研が作成した「橋梁3次元データ流通に係わる運用ガイドライン(案)」に基づいた試行を実施した。

実施内容は、3次元データを用いた照査、設計から引き継いだ3次元座標値を基準とした下部工の施工、維持管理へ引き継ぐ監視用標点の設置、3次元データ（座標図）の更新である。

結果として、3次元座標図によって標高等が明記されていることから、設計照査が容易になることが確認できた。また、現場担当者の意見を基に運用ガイドラインについて「監視用標点の鉤には設置年月を記載する」と修正を行った。

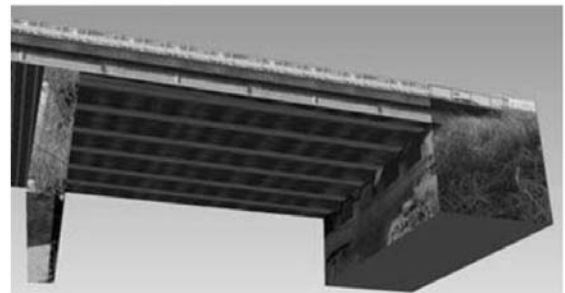
3. 既設橋梁の維持管理を対象とした簡易3次元モデルの作成

維持管理業務を通常点検・定期点検・維持管理計画策定、補修補強に区分した上で、それぞれの業務に対して現状の課題と3次元モデルの活用場面を抽出し、それぞれの目的に必要な3次元モデルの機能を整

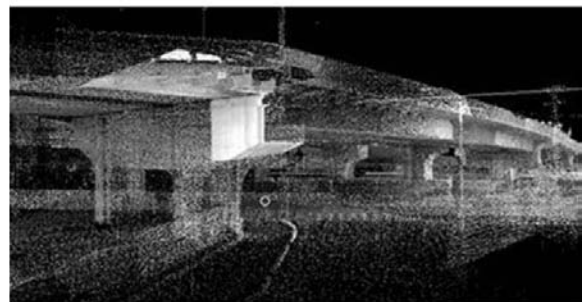
理した。

また、既設橋梁の空間的な位置関係を簡易かつ安価に表現できるモデル化技術を調査し、選定した10橋を対象として簡易3次元モデルのサンプルデータを作成した。

さらに、作成したサンプルデータに基づいて維持管理の担当者に、抽出した活用場面毎に3次元モデルによる業務改善効果についてヒアリングを実施し、その結果と、データ作成に費やした時間や費用等に基づいて各モデルケースを評価し、維持管理で役立つ3次元モデルについて整理した。



構造ブロックモデル



点群データ

図-2 既設橋梁の維持管理業務に活用する簡易3次元モデル(案)

〔成果の活用〕

「3次元設計データ運用ガイドライン(案)」は、設計段階および施工段階での土木構造物データモデルの作成と利活用に役立つと考える。「橋梁3次元データ流通に係わる運用ガイドライン(案)」については、現場試行によって座標図による3次元座標の流通が効果的である事を確認できた。既設橋梁の簡易3次元モデルを活用した維持管理では、今後現場での試行を通じてさらなる検証を実施していく。本成果が現場に反映されることで、業務の効率化や品質向上、維持管理の高度化に大いに貢献すると考える。

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 22～26 年度)

高度情報化研究センター
Research Center for
Advanced Information Technology
情報基盤研究室
Information Technology Division

室長 重高 浩一
Head Koichi SHIGETAKA
主任研究官 梶田 洋規
Senior Researcher Hiroki KAJITA
研究官 長山 真一
Researcher Shinichi NAGAYAMA

It is necessary to perform the making of three-dimensional design data to input into Intelligent Construction Systems effectively and to use three-dimensional measurement data output by Intelligent Construction Systems to increase an effect of Intelligent Construction. In this study, it is one that can form of management using the TS, as an extension of application engineering species, and the examination for the introduction to the buried structure (road buried object factory).

〔研究目的及び経緯〕

国土交通省で取り組んでいる情報化施工は、「3次元CAD技術(3次元設計データ)、3次元位置計測技術、建設機器技術」を活用し、生産性向上・品質確保・技術者判断支援などの効果を得ている。しかし、施工者が情報化施工に搭載する3次元設計データの作成など、不慣れな点もあり多大な手間を要している。また、施工時に取得できる電子データを後工程(維持管理など)で有効活用できていないため、導入効果が施工場面に限られている。そのため、情報化施工に搭載するデータの効率的な構築方法と情報化施工で取得したデータを後工程で有効利用し効果を得る方法の構築が望まれている。

国土技術政策総合研究所では、情報化施工技術の1つとして、3次元測量機器であるトータルステーション(TS)を用いた出来形管理について研究している。

本研究では、TSを用いた出来形管理の、適用工種の拡大として、埋設構造物(道路埋設物工)への導入に向けた検討を行うものである。

〔研究内容・研究成果〕

1. TSを用いた埋設物管理の計測手法構築に向けた検討

道路埋設物工への導入に向けて発注者(管理者)や施工者に対してヒアリング等でニーズ調査を行い、効率的な計測手法の要求精度と利用効果を整理した。

(1)要求精度

平面方向：±10cm

深さ方向：±5cm

(2)利用場面と効果

表1 利用場面と期待される効果

利用場面		期待される効果
管理者	工事発注	試掘の効率化、事故の減少、工事発注後の設計見直しの減少(埋設物の近接して構造物を設置する場合)
	維持管理	占用工事への周知により、作業の効率化が図れる。(占用物(新規)の位置決定、設置作業)
施工者	工事準備	位置が明確であれば、早期着工が可能となる、試掘の効率化、事故の減少
	施工	掘削作業のスピードアップ

2. 計測手法の検討

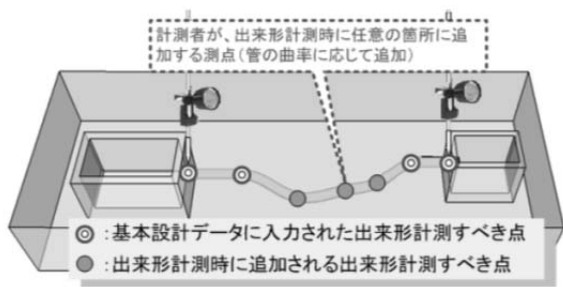
上記の精度と効果を得るため、計測手法を確立するための検討を行った。

(1)管路工等の計測手法構築に向けた整理

曲線部を、「TSを用いた出来形管理」で効率よく計測する手法について、「基本設計データに登録した2点の間に出来形管理用TSソフトウェア計測時に任意箇所を追加する方法(案1)」「(図1)と「基本設計データ作成時に出来形管理用基準の規格値を考慮し基本設計データ作成ソフトウェアが中間点を自動設定する方法(案2)」を比較し精度や作業手間と共に難易度等を整理した。ここでの基本設計データとは、発注図書を元に出来形管理用TSに入力するために作成した3次元データである。

1)作業性と計測精度

案1と案2の作業時間を比較すると、案1の方が少ない結果となっている。要因としては案1はデータの作成時に測点箇所数に応じて、横断構成を定義する必要がないことや出来形管理計測時に誘導の手間がないことがあげられる。



案1：基本設計データに登録した2点の間に出来形管理用TSソフトウェアで計測時に任意箇所を追加する方法

図1 計測手法案(例)

2)難易度

データ作成時には案1と案2に大きな難易度の違いは見られなかった。

出来形計測時では、案2では、現場で埋設管の敷設箇所が変更になり、設計データと計測場所が異なる場合に、設計値から乖離することにより現地でのTS操作が増えるため難易度が高くなるため、案1の方が容易である。

3)コスト

案1は現場で計測する箇所を追加する機能が必要になるためソフトウェアの開発コストがかかる。また、案2では現在運用されている基準・要領等で対応できるため安価となる。

以下に1)～3)の比較整理表(表2)を示す。

(2)小規模埋設物工事へ向けた検討

占用者の小規模工事は、費用と技術力がネックとなりTSの導入が困難と想定される。このため従来手法から簡易に施工管理データを構築する方法を検討した。

検討では、要素実験を行い、考案した3手法(図2)について作業性、計測精度、難易度、コスト等を比較検討した。

検討の結果、各方法ともにデータの構築は可能だが、作業性ではCAD等の知識が必要であることや、コストでは新たな機能のソフト開発が必要である等の課題を確認した。

3. 今後に向けて

本年度はTSを導入しない埋設物の施工管理データの簡易な構築方法を検討した。作業性に関して埋設物工事では日々の施工進捗が10m～20mと少ない場合もあり、TSでの出来形管理を行っても、機器設置等の時間を要するため従来手法よりも作業性の向上が難しい。また、座標管理のため工事基準点設置作業も増加する。しかし、TSによって正確なデータを取得できれば、試掘位置の目安が提示されて作業効率は向上し、また工事事事故の減少には有効だと考える。

本手法の確立に向け、今後、作業上および運用上での汎用性が高い工種に対応した計測手法による問題解決が必要であり、業界団体等の関係者に意見交換を進めながら、計測手法および要領等を検討していきたい。

表2 提案手法の比較整理

	案1：基本設計データに登録した2点の間に出来形管理用TSソフトウェアで計測時に任意箇所を追加する方法	案2：基本設計データ作成時に出来形管理用基準の規格値を考慮し基本設計データ作成ソフトウェアが中間点を自動設定する方法
概要	● 曲率と曲線長から要求精度を満たす計測頻度の目安を示すことによって、計測時の任意箇所の頻度を設定することができる	● 曲率と曲線長から要求精度を満たす計測頻度の目安を示すことによって、設計データ作成時に自動的に出来形管理箇所を任意の頻度を設定することができる
作業性	◎ 計測頻度4点では、案2に比べて3割程度作業時間が短くなる。計測頻度が増えるに従って、案2に対する効果は高い。	△ 計測頻度4点では、案2に比べて3割程度作業時間が掛かる。
難作業度の	○ ・現場で計測箇所が決定できるため、設計データ作成時の出来形計測箇所設定や計測時の誘導の負担が少ない。 ・現場の設置形状に合わせて変化点を計測すればよいいため、作業しやすい。	△ ・設計データ作成時の出来形計測箇所設定や計測時の誘導の負担がある。 ・設計データで決定した箇所に誘導する必要がある、管の線形を変更した場合の計測ができない場合も懸念される。
精計度測	◎ 適切な計測頻度で実施することで、20mm程度で計測可能	◎ 適切な計測頻度で実施することで、20mm程度で計測可能
調達性	△ 案1に対応する出来形管理用TSソフトが必要となる。これから開発が必要である。	○ 効率的なデータ作成のためには、ソフトウェアを修正する必要があるが、計測頻度の目安の頻度で曲線部の測点間隔を設定することで、現状のソフトウェアでも対応可能である。
運用の	△ 任意の計測位置によって、設計値が変化するため、想定する延長にならない場合もある。	△ 現場で埋設管の敷設箇所が変更になった場合に、設計時の計測箇所と異なるため、設計値の乖離する場合がある。
コスト	△ 実現するためには、データ交換標準(案)、要求仕様書等の修正が必要であり、ソフトウェア開発が必要である。	○ 実現するためには、計測頻度の目安に対して、自動的に測点を設定する機能が必要である。案1のソフト開発よりは軽微と考えられる。

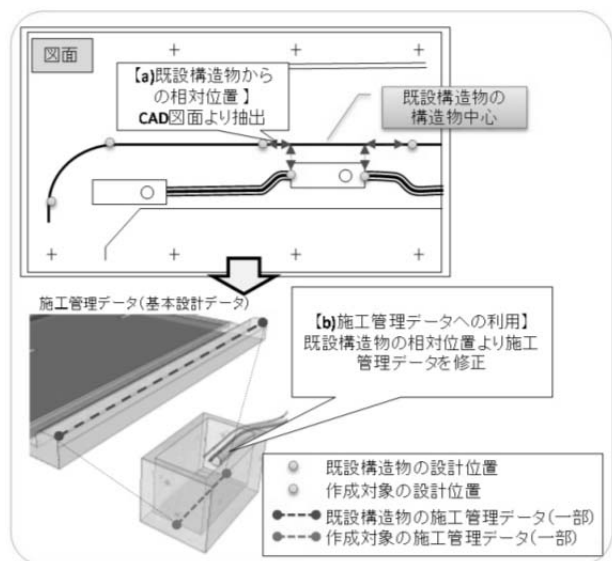


図2 考案した構築手法(1例)

道路橋に作用する津波外力の検討

Study on tsunami wave force acting on highway bridges

(研究期間 平成 24～26 年度)

危機管理技術研究センター地震防災研究室
Research Center for Disaster Management
Earthquake Disaster Prevention Division

室長 金子 正洋
Head Masahiro KANEKO
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

Damage to a large number of bridges by the 2011 Tohoku tsunami caused harmful effects on the disaster area. This study aims to investigate characteristics of tsunami action on highway bridges based on the experience during the Tohoku tsunami towards formulation of design tsunami load.

〔研究目的及び経緯〕

東日本大震災では多数の橋梁が被災し、特に津波による上部構造の流出は交通機能に大きく影響した。道路橋示方書Ⅴ耐震設計編（平成 24 年 2 月改定）では、桁下空間の確保など津波の影響を考慮した構造計画を行うことが規定された一方、津波の影響が避けられない場合に設計で必要となる具体的な津波作用は示されていない。本研究は、東日本大震災の被災事例の分析および津波作用の推定手法の検討を進めるとともに、設計に用いる津波特性の考え方、設定手法等の検討を行うものである。

25 年度は、各種観測記録や調査結果の再現性が向上するよう粗度係数の調整等を行った上で、東北地方太平洋沖地震津波の伝播・遡上解析を実施した。橋梁上部構造の流出には津波の波高と流速が影響するが、これらを津波伝播・遡上解析で算出するには波源・地形のモデル化等の負荷が大きい。そこで、波源からの距離や地形が波高と流速に影響する度合いをそれぞれ分析することにより、各地点の波高と流速を簡易に推定する手法の構築を試みた。

〔研究内容〕

1. 東北地方太平洋沖地震津波の伝播・遡上解析

津波遡上解析の対象地域は津波の影響を受けた道路橋が多く存在する地域を中心に、①分析に用いる動画が十分に揃っている地域（100 程度存在する数多くの動画記録の中から、波高、流速、波形の計測が可能な動画を抽出）、②断層からの位置関係をなるべく網羅するように（南北方向に偏りなく）選定する。③海岸地形特性、湾及び陸域の方向、形状特性を網羅するように 10 地域を選定した（図-1）。

解析条件は国土交通省「津波浸水想定の設定の手引き」に従って設定し、平面 2 次元解析による津波伝播遡上解析を行った。計算格子間隔は沖合から沿岸に向かって 810m→270m→90m→30m→10m と細かく設定した。東北地方太平洋沖地震津波に対して、藤井・佐竹モデル、東北大学モデル、内閣府モデルの 3 波源モデルが提案されているが、比較評価した結果、断層推定のインバージョンを津波波形のみでなく地殻変動や津波痕跡を含めた多くの資料を基に総合的に精度が高いと考えられる内閣府モデルを採用した（図-2）。解析結果は GPS 波浪計の観測結果や津波痕跡高と比較して実測記録の再現精度を整理した。

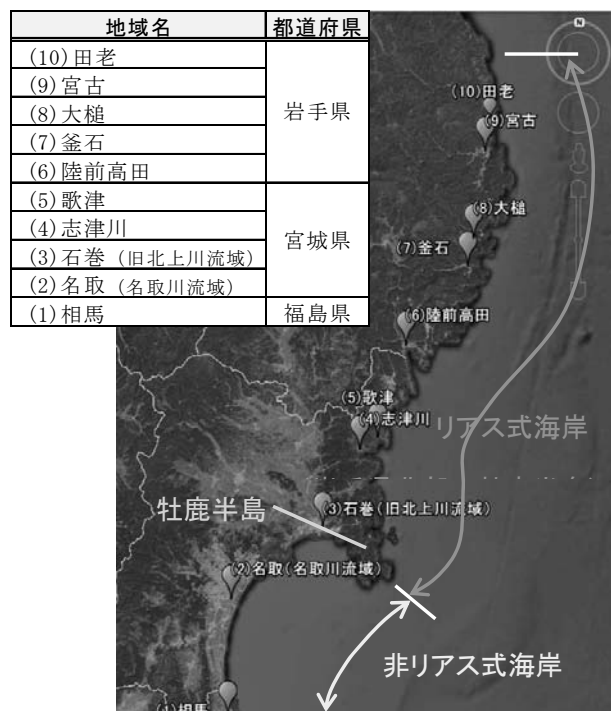


図-1 検討対象地域の選定

2. 津波の波高・流速の簡易評価法

津波痕跡データベース(<http://tsunami-db.irides.tohoku.ac.jp/>)の中から最大痕跡高が大きく、信頼度の高い痕跡数が十分な津波地震として、1707 年宝永地震津波、1896 年明治三陸地震津波、1944 年昭和東南海地震津波を選定し、1. と同様の方法で津波伝播・遡上解析を行った。その上で、湾口部での波高・流速の評価、湾内での波高・流速の増加率について、既往の研究や水理公式をもとに検討した。

〔研究成果〕

1. 東北地方太平洋沖地震津波の伝播・遡上解析

解析で得られる沿岸・陸域での津波高さは粗度係数に影響されるため、痕跡調査結果と解析結果が整合する粗度係数を地域ごとに設定した。整合性の指標として一般的である相田(1977)の幾何平均 K と幾何標準偏差 κ を用いた。いずれの指標も 1 に近いほど整合性が高いと評価される。表-1 に例を示すが、釜石では防波堤をモデル化することにより解析精度が大きく改善されている。この他、GPS 波浪計、浸水面積、動画記録と解析結果を比較し、波高、流速ともある程度の精度で再現できていることを確認した。

2. 津波の波高・流速の簡易推定式

湾口部の波高 H_0 の推定式としては、既往の研究とケーススタディの結果を参照して X が小さい領域では地震規模に依存する一定値に飽和、それ以外では $\log H_0 = aM' - b \log X - c$ の式形を採用した。ここで、 M' はすべりの鉛直方向のみ考慮した地震規模、 X は波源域からの距離である。係数 a , b , c は解析値に対する幾何平均 K と幾何標準偏差 κ が 1 に近くなる値を検討した結果、次式が得られた。解析結果と比較して図-3 に示す。

$$\log H_0 = 1.5M' - \log X - 9.68 \quad (1)$$

湾口部の流速 U_0 は、最大波高 η と水深 h による長波の流速式 $U_0 = \eta (g/h)^{1/2}$ と解析結果を比較した結果、図-4 のように、流速が大きいとやや推定式が大きいものの、ほぼ $\pm 0.5 \text{ m/s}$ の範囲に入ることがわかった。

湾内での波高増加率 A_H はグリーンの式 $A_H = (B_0/B)^{1/2} (h_0/h_1)^{1/4}$ をもとに、湾内の推定地点の水深 h をパラメータとして解析結果との整合性を検討した結果、 $h=10 \text{ m}$ の場合に最も整合性が高くなった。ここで、 B_0 と h_0 は湾口部の湾幅と水深、 B は推定地点の湾幅である。また、湾内での流速は、概ね湾口部の流速の 0.5 ～1.5 倍程度であるが、推定地点の背後に遡上域がある場合に湾口部の流速よりも 2.5 倍程度大きくなる傾向が得られた。

以上のように、ばらつきはみられるものの、湾口部での波高と流速は式(1)と長波の流速式で推定することができる。一方、湾内や遡上域での津波特性の変化はより複雑であり、今後も検討を進める必要がある。

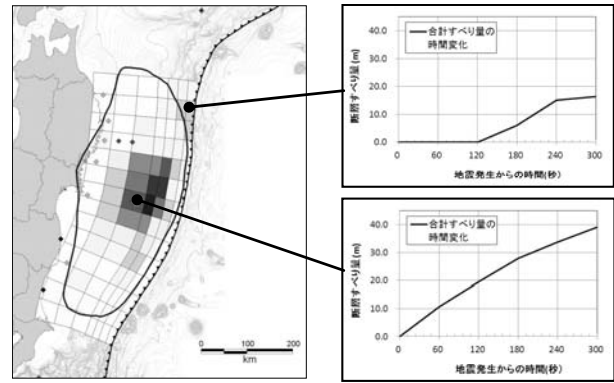


図-2 東北地方太平洋沖地震の津波波源モデル（内閣府）

表-1 粗度係数の設定例(*は防波堤を考慮したケース)

	$n=0.025$		$n=0.04$		$n=0.04^*$		$n=0.06$		$n=0.08$	
	K	κ	K	κ	K	κ	K	κ	K	κ
志津川	0.89	1.11	0.91	1.10			0.94	1.09	0.97	1.08
陸前高田	0.95	1.15	0.98	1.18						
釜石	0.61	1.29	0.62	1.27	1.04	1.25				

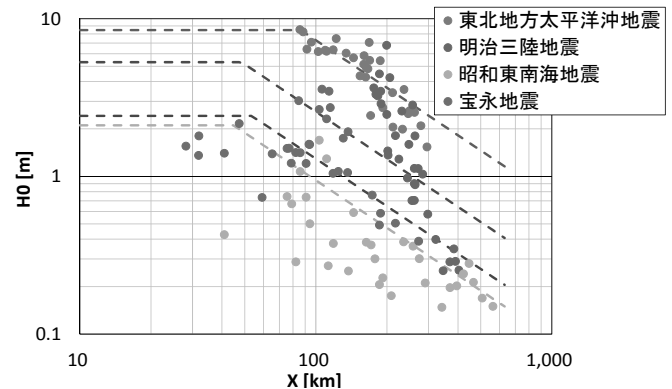


図-3 湾口部での波高の解析結果と推定式の比較

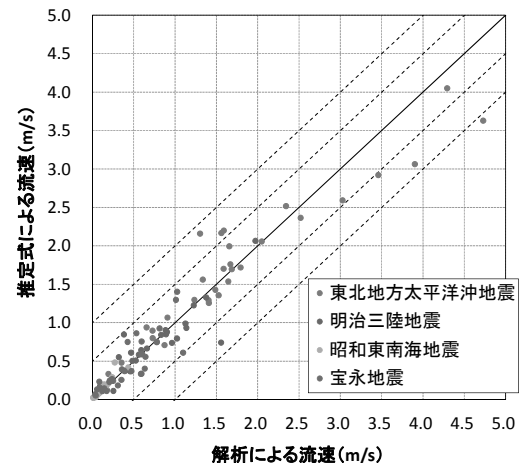


図-4 湾口部での流速の解析結果と長波の流速式の比較

〔成果の発表〕

巨大津波の基本特性の把握と対津波設計への活用、防災・減災に向けた研究成果報告会，2014.

津波越流後に交通機能が保持された道路橋の地震・津波応答再現解析，土木学会論文集 A1, Vol. 70, No. 4, pp. I_1043-I_1051, 2014.

巨大地震を対象とした設計地震動の検討

Study on design earthquake motion for giant earthquakes

(研究期間 平成 23～26 年度)

危機管理技術研究センター地震防災研究室
Research Center for Disaster Management
Earthquake Disaster Prevention Division

室長	金子 正洋
Head	Masahiro KANEKO
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
研究官	梶尾 辰史
Researcher	Tatsushi KAJIO

Giant earthquakes resulting from the Nankai trough and long active faults are under growing apprehension. This study aims to investigate characteristics of ground motion during the giant earthquakes and propose Level 2 earthquake motions taking account of the characteristics.

〔研究目的及び経緯〕

道路橋の耐震設計に用いる設計地震動に関して、大規模なプレート境界地震の発生を考慮した地域区分と地域別補正係数への改定が実施される一方で、南海トラフ巨大地震や長大活断層の活動による地震の発生も懸念されている。これら巨大地震については、既存の地震動推定手法の適用性が十分には検討されていないことから、本研究は国外の事例を参照しつつ検討し、設計地震動の改定案としてとりまとめることを目的とする。

25 年度は、地震動推定式の巨大地震への適用性を検討し一層の改良を図るとともに、内閣府が公表している南海トラフ巨大地震の基盤地震動から地表の地震動を試算し現行道路橋示方書のレベル 2 地震動と比較した。また、強震観測施設の維持管理を行い強震記録の取得を継続した。

〔研究内容〕

1. 地震動推定式の改良検討

過年度収集したデータに加え、2013 年 4 月 13 日に発生した淡路島の地震 (M6.3) 等の強震記録を収集・整理し、東北地方太平洋沖地震を含む巨大地震に適用可能となるよう、地震動推定式の改良を検討した。

地震動強度が地震規模とともに単純には増大しないことから、マグニチュードの 1 次の項に加えて 2 次の項を考慮した地震動予測式を作成した。

2. 南海トラフ巨大地震の地表地震動の推定

内閣府より南海トラフ巨大地震の工学的基盤面における推定地震動データを入手し、表層地盤の地震応答

解析により地表地震動を試算して現行道路橋示方書のレベル 2 地震動と比較した。

3. 強震観測施設の維持管理・観測記録の処理

強震観測施設が地震発生時に適切に道路施設の挙動を観測、記録できるように、機器の状態を良好に維持するための点検を実施した。感震器および収録装置の動作を点検するとともに、収録装置に保存されている観測記録を回収し、数値化などの一次処理を行った。

〔研究成果〕

1. 地震動推定式の改良検討

最近発生した新たな地震の強震記録を加えて計 3854 観測点で得られている 95175 記録を整理し、地震動強度や震源距離等の基準で回帰分析に用いる強震記録を選別した結果、136 地震の 13311 記録を用いることとした。最大加速度、最大速度、SI 値、計測震度の 4 指標を対象に、マグニチュードの 2 次の項を含む次の回帰モデルを用いた回帰分析を行い、地震動推定式を作成した。

$$\log_{10} Y = a_1 M_w + a_2 M_w^2 + a_3 D - bX + c_0 - \log_{10}(X + d \cdot 10^{0.5 M_w}) + c_1$$

ここで、 Y は地震動強度、 M_w はモーメントマグニチュード、 D は震源深さ [km]、 X は断層最短距離 [km]、 a_1 , a_2 , a_3 , b , c_0 , d は回帰係数、 c_1 は観測点ごとの揺れやすさを補正する係数である。

作成した地震動推定式による SI 値の推定結果と東北地方太平洋沖地震の観測値を比較したものが図-1 である。観測値のばらつきは大きいものの、推定式は観測値の平均的な傾向をよく表している。マグニチュードの 2 次の項がない従来の式はやや過大評

価の傾向がある。今回作成した地震動推定式はマグニチュード 7～8 級の地震の観測値にも良く適合しており、幅広い地震動予測に適用可能である。

2. 南海トラフ巨大地震の地表地震動の推定

南海トラフ巨大地震の際に強い地震動の発生が予測される中部地方から九州地方の太平洋沿岸地域で、ボーリング資料等が存在する地点を対象に地表地震動を推定した。

南海トラフ巨大地震の基盤地震動は、基本ケースと陸側ケースとよばれる 2 種類の震源モデルを用いた結果が公表されている。陸側ケースは震源域のなかでも強い地震動を生成する領域（強震動生成域）が陸側に寄って配置された震源モデルであり、基本ケースよりも強い基盤地震動が予測されている。表層地盤の地震応答解析に用いる入力波形は、基盤地震動の水平 2 成分を合成した速度波形の振幅が最大となる方向の合成波とした。

表層地盤の地震応答解析には、等価線形化手法と逐次非線形解析手法の 2 つの手法を用いた。2 つの手法で得られた結果に大きな違いはなかったが、後者の方がやや強い地表地震動となった。図-2 には逐次非線形解析手法で得られた結果の例を示す。ここではⅡ種地盤の 10 地点で推定した地表地震動を現行道路橋示方書のレベル 2 地震動と比較している。図の(a)は震源モデルが基本ケースの場合であり、推定した地表地震動は現行のレベル 2 地震動を少し超えている部分もあるがほぼ包絡されている。

一方、震源モデルが陸側ケースの図(b)では周期 1.5s 以上で現行のレベル 2 地震動を上回る地震動が推定されている地点も見られる。多くの地点では現行のレベル 2 地震動に包絡される程度の地震動となっていることから、特に強い地震動が推定された地点の地震動増幅特性等も踏まえつつ、設計地震動の改定必要性を検討する必要がある。

3. 強震観測施設の維持管理・観測記録の処理

強震観測施設の点検の結果、多くの箇所では感震器、収録装置とも良好な状態で稼働していることを確認した。不具合や劣化が見られた一部の機器については、状況に応じて修繕、更新を行った。一次処理後の観測記録はデータベースに保存し、振幅の大きい一部の記録は 1. の検討に用いた。

【成果の発表】

Preliminary analysis on seismic input loss at a pile foundation, Proceedings of the 29th US-Japan Bridge Engineering Workshop, pp. 341-349, 2013.

【成果の活用】

次期道路橋示方書の改定に反映

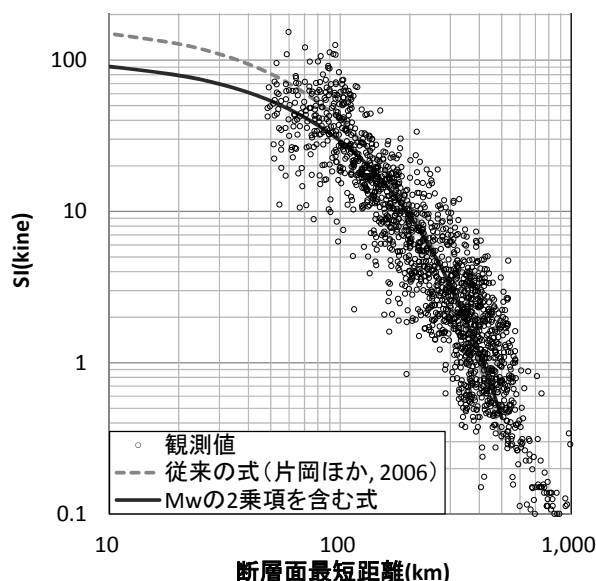
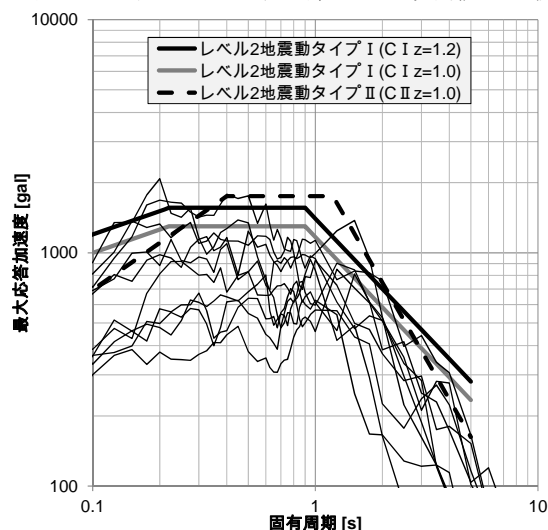
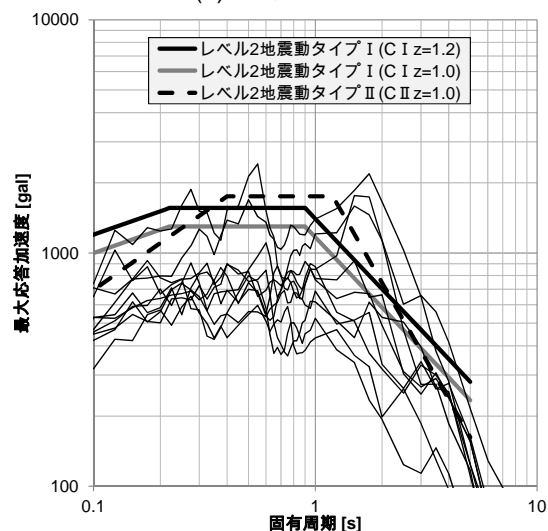


図-1 推定式と東北地方太平洋沖地震の観測値の比較



(a) 基本ケース



(b) 陸側ケース

図-2 南海トラフ巨大地震の地表地震動の推定結果と道路橋示方書のレベル 2 地震動の比較

我が国における交通安全施策における統計データ分析

Statistical Data Analysis for Traffic Safety Measures in Japan

(研究期間 平成 21～25 年度)

道路研究部 道路空間高度化研究室

Road Department

Advanced Road Design and Safety Division

室 長

Head

主任研究官

Senior Researcher

研究官

Researcher

部外研究員

Guest Research Engineer

部外研究員

Guest Research Engineer

藪 雅行

Masayuki YABU

大橋 幸子

Sachiko OHASHI

武本 東

Azuma TAKEMOTO

矢田 淳一

Junichi YATA

神谷 翔

Syo KAMIYA

主任研究官

Senior Researcher

研究官

Researcher

研究員

Research Engineer

部外研究員

Guest Research Engineer

池原 圭一

Keiichi IKEHARA

尾崎 悠太

Yuta OZAKI

木村 泰

Yasushi KIMURA

鬼塚 大輔

Daisuke ONIDUKA

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.

〔研究目的及び経緯〕

平成 25 年の交通事故死者数は、4,373 人となり前年よりも減少した。しかしながら、いまだ多くの人命が交通事故で失われている。本研究では、交通事故削減のための課題の抽出や、抽出した課題への対応方策の検討のため、近年の交通事故発生状況の傾向・特徴に関する分析を行うとともに、諸外国と日本の交通事故発生状況の比較を行った。

〔研究内容〕

近年の交通事故発生状況の傾向及び特徴に関する基礎資料を得るため、交通事故の発生状況の傾向・特徴に関する分析を行った。また、IRTAD Road Safety Annual Report などの国際的な交通事故データをもとに、諸外国と日本の交通事故発生状況の比較を行った。

〔研究成果〕

1. 諸外国と日本の交通事故発生状況の比較

図 1 に交通事故死者数の年齢別構成比、図 2 に交通事故死者数の状態別構成比を示す。諸外国と比べ日本は、高齢者及び歩行中の死者数の割合が高い。

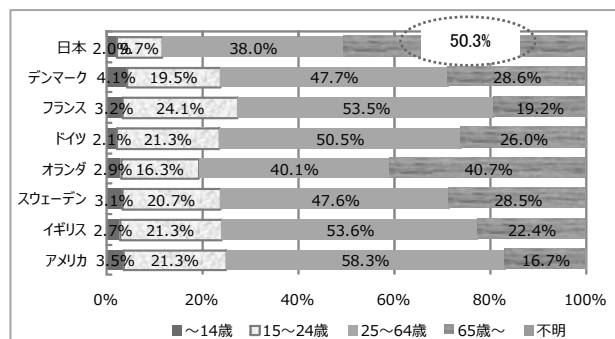


図 1 交通事故死者数の年齢別構成比【2011 年】

(IRTAD Road Safety Annual Report 2013)

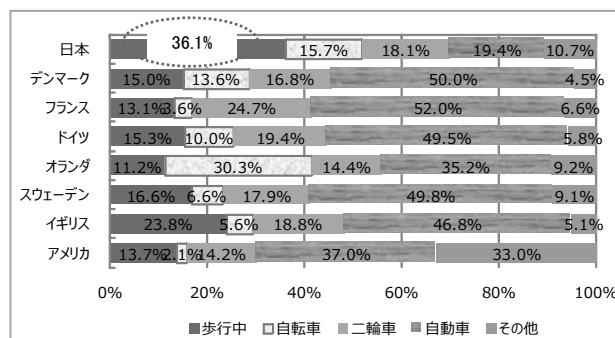


図 2 交通事故死者数の状態別構成比【2011 年】

(IRTAD Road Safety Annual Report 2013)

2. 国内の交通事故発生状況の分析

近年における国内の交通事故発生状況について、表1に示す6テーマ、全体で36項目の分析を行った。

表1 分析テーマと集計項目

集計テーマ	主な集計項目	項目数
i) 経年変動のテーマ	事故件数の集計： 事故類型別，当事者年齢別，状態別 社会動向の集計： 人口等の基本指標，交通安全施策等， 関連法令等，道路に関する基準等，自 転車に関する法令等，自動車の安全技 術等	9
ii) 生活道路のテーマ	危険認知速度，衝突地点別，事故類型別，歩道道区分別，当事者区分別	5
iii) 幹線道路のテーマ	発生個所別，道路形状別，中分施設構造別，事故類型別，路幅員別，平面曲線別（MICHIデータ活用），縦断勾配別（MICHIデータ活用）	7
iv) 高齢者のテーマ	当事者区分別，発生箇所別，道路構造別，信号種別，事故類型別	5
v) 自転車のテーマ	道路形状別，当事者区分別，衝突地点別，事故類型別，道路幅員別	5
vi) 歩行者のテーマ	危険認知速度別，衝突地点別，事故類型別，歩車道区分別，事故の程度別	5
合計		36

以降において、表1の集計項目のうち生活道路のテーマから危険認知速度、高齢者のテーマから発生箇所別の分析結果を紹介する。

1) 生活道路における危険認知速度と死亡事故率

図3は、生活道路で発生した人体車両事故において、危険認知速度（運転者が相手方の人を認め、危険を認知した時点の速度）と死亡事故率（死亡事故件数／死傷事故件数）との関係を年齢別に示したものである。30km/hを超えると高齢者の死亡事故率は急激に上昇することから、高齢社会において交通事故死者数を抑制するには、速度抑制対策の推進が必要と考えられる。

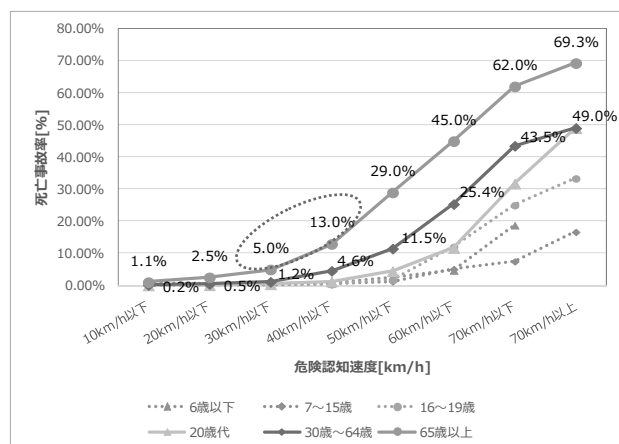


図3 危険認知速度と年齢別歩行者の交通事故死亡率
(2008年～2012年のITARDA事故統計データ)

2) 横断中死亡事故の発生箇所

図4は、近年の死亡事故件数の推移を示したものである。横断中の死亡事故は、車両相互に次いで多く、2011年では全事故の26%を占めている。

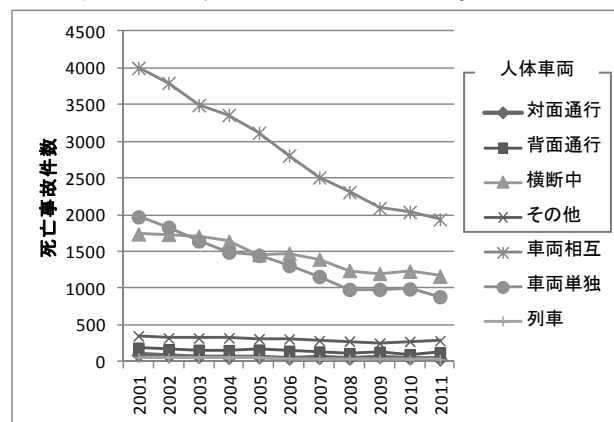


図4 死亡事故件数の推移（ITARDA事故統計データ）

2011年の横断中死亡事故は、1,166件発生しており、75歳以上は51%、65歳以上では69%を占める（図5）。

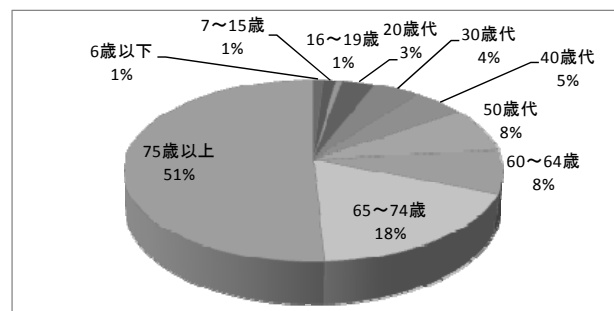


図5 横断中死亡事故の年齢別構成割合
(2011年のITARDA事故統計データ)

表2に横断中死亡事故の発生箇所の構成割合を示す。交差点は昼夜ともに市街地の幹線道路で多く、単路は特に夜間の幹線道路で多い。

表2 横断中死亡事故の発生箇所構成割合

	交差点(576件の内訳)				単路(590件の内訳)			
	昼	夜	市街地	非市街地	昼	夜	市街地	非市街地
生活道路	11.3%	1.7%	15.8%	4.2%	6.9%	1.7%	16.3%	4.9%
幹線道路	18.4%	5.7%	31.3%	11.6%	8.8%	5.3%	34.2%	21.9%

このような状況を踏まえると、交通安全対策としては、横断距離を短くする交通島の設置、夜間の横断歩行者を確認しやすくするための照明配置などが有効と考えられる。

【成果の活用】

本成果は、今後の交通安全施策を展開する際の基礎資料として活用が期待される。

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)

道路研究部 道路空間高度化研究室
Road Department
Advanced Road Design and Safety Division

室長
Head
研究官
Researcher
研究官
Researcher
部外研究員
Guest Research Engineer

藪 雅行
Masayuki YABU
尾崎 悠太
Yuta OZAKI
武本 東
Azuma TAKEMOTO
神谷 翔
Sho KAMIYA

In this study, the method of road safety evaluation based on observing the road structure which was carried out in foreign countries was tried.

In the result, 90% or more of the target roads were evaluated as relatively high safety road for vehicle user. The safety for intersection accidents or head-on collision was evaluated to be dangerous as compared with the safety for other types of accidents.

〔研究目的及び経緯〕

交通安全対策を効率的・効果的に推進するためには、的確な危険箇所抽出、正確な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、対策が必要な箇所を抽出する手法については、事故データを基に実施する手法が最も代表的なものとして用いられる。ただし、交差点等の箇所毎に見ると交通事故は稀な現象であり、事故が発生していなければ潜在的に危険な箇所であっても抽出されないといった課題がある。

そこで本研究では、既存の道路構造や沿道環境等から事故の危険性を評価する手法の開発を行っている。

今年度は、諸外国で利用されている道路構造から道路の危険性を評価する手法である「Star Ratings」を国内の幹線道路で試行し、試行結果と実際の事故発生状況との比較を行う等により、国内での活用可能性の検討を行った。

〔研究内容〕

「iRAP（国際道路評価プログラム）」が提案する「Star Ratings」とは、各利用者別（自動車、二輪車、自転車、歩行者）に道路の安全性水準を 5 段階の星の数で評価する手法である。星の数は道路構造等の評価指標によって得点化された Star Rating Score（以下 SRS という）により決定する。SRS が高いと星の数は高く、安全性が高いと評価される。また、SRS は

100m 区間毎に算定される。一連の SRS 算定までのフローを、自動車利用者を例に図-1 に示す。

また、フロー図より算定された SRS は、表-1 に示す各利用者別の閾値により、最終的な評価結果である星の数に換算する。

本研究では、多様な道路構造を有する茨城県内の国道 6 号（延長 100km）を対象に、「Star Ratings」を試行した。

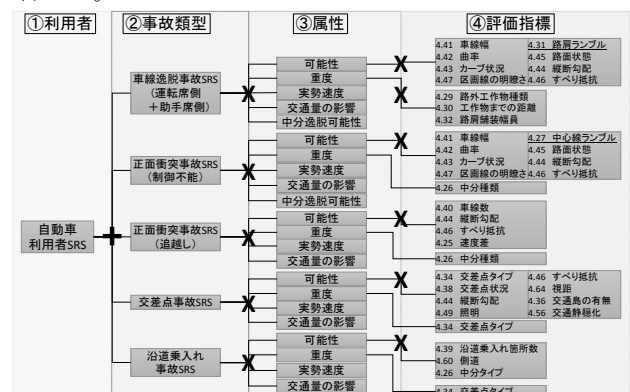


図-1 自動車利用者 SRS 算定モデルのイメージ図

表-1 各利用者別 SRS の星評価閾値

星評価	SRS (Star Ratings) の得点		
	自動車利用者と二輪利用者	歩行者	自転車利用者
5	0 to < 2.5	0 to < 5	0 to < 5
4	2.5 to < 5	5 to < 15	5 to < 10
3	5 to < 12.5	15 to < 40	10 to < 30
2	12.5 to < 22.5	40 to < 100	30 to < 60
1	22.5 以上	100 以上	60 以上

[研究成果]

1. Star Ratings の試行結果

図-2 に、自動車利用者の星評価に対する延長割合を示す。「星 3 個」以上の評価が 9 割を超え、比較的安全性が高く評価された。

図-3 に、自動車利用者の評価結果（SRS）に大きく影響している事故類型を把握するため、事故類型毎の評価結果の分布を示す。「交差点事故」と「正面衝突事故（制御不能）」の評価結果（SRS）が他の事故類型と比較して危険と評価された。

どの評価指標が区間の評価に影響するか把握するため、「評価指標毎の各区間の評価点÷評価指標毎の評価点毎の最高値」で算出される、各評価指標の最高点に対する各区間の点数の割合『評価点率』を定義した。図-4 は、自動車利用者の「交差点事故」における各評価指標の評価点率の分布を示したもので、導流路の有無や道路照明の有無、交通静穏化施設の有無、視距制限の指標で評価点率が高い傾向にあり、これらの指標により危険側に評価される結果となった。

なお、交通静穏化施設はハンプ等を指し、我が国の幹線道路には一般的に設置されないものである。

図-5 に、自動車利用者における星評価と事故件数（H14～23）の分布を示す。星評価が低くなる（危険と評価）につれて事故件数の中央値が多くなる傾向にあり、若干関係性が見られる。

しかし、図-6 に示す 100m 区間毎の SRS と事故件数の散布図では、決定係数 R^2 が 0.0621 と低いことから両者の間に相関は見られない。

[今後の課題]

算出された評価結果（SRS）と事故件数の間に明確な相関は見られなかった。その要因として「Star Ratings」では評価されない道路構造や日本特有の道路特性が事故件数に影響を与えると想定される。

今後は道路構造等に基づく道路の危険性を評価する手法を検討するため、事故に影響を与える道路構造の整理等を行う。

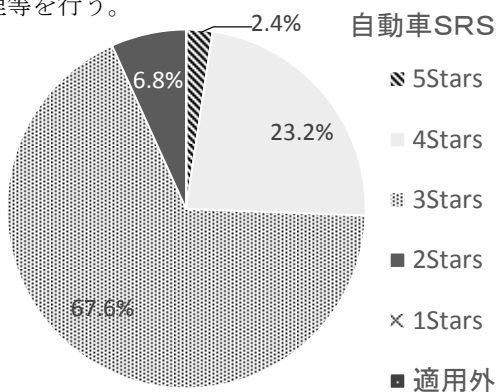


図-2 自動車利用者の星評価割合

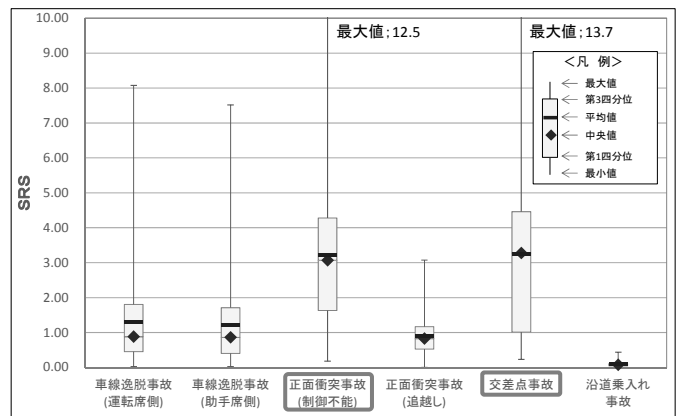


図-3 自動車利用者の星評価割合

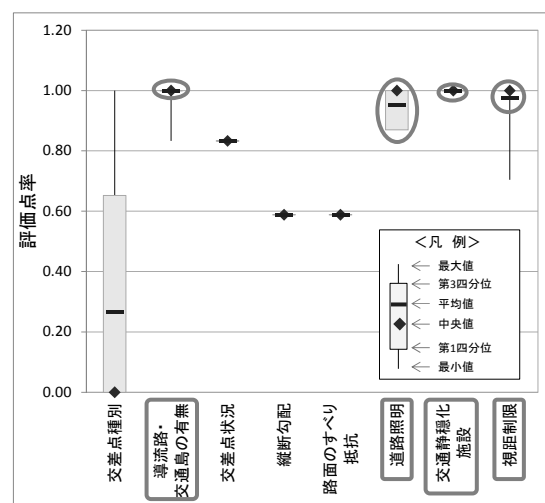


図-4 自動車利用者「交差点事故」の評価点率分布

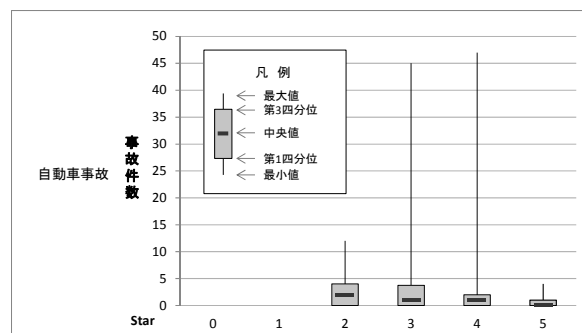


図-5 星の数と事故件数の分布

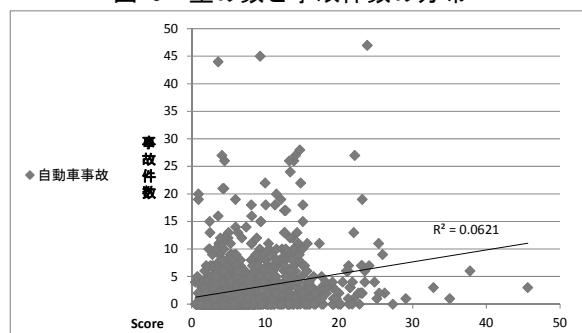


図-6 自動車事故における SRS と事故件数の散布図

車両挙動分析結果を活用した事故要因分析及び対策効果分析手法の検討

Research on early verification method for traffic safety countermeasure effectiveness based on traffic behavior observations
(研究期間 平成 23～25 年度)

道路研究部 道路空間高度化研究室
Road Department
Advanced Road Design and Safety Division

室長
Head
研究官
Researcher
部外研究員
Guest Research Engineer

藪 雅行
Masayuki YABU
尾崎 悠太
Yuta OZAKI
矢田 淳一
Jun-ichi YATA

In this study, the author examined the method to verify by observing the changes in the behavior of traffic before and after measures the effectiveness of traffic safety measures. As a result, the author can see the possibility of traffic behavior that can be applied as an evaluation index to verify the effect of the measures by comparing the changes in selected indicators of traffic behavior that matches the accident factor.

〔研究目的及び経緯〕

交通安全対策は、交通事故発生状況及び現地の道路交通環境等から事故要因を分析し、分析結果に基づく対策の立案、対策の実施、効果検証、追加対策の必要性の検討といったサイクルで実施される。交通安全対策の効果を早期に発揮するためには、正確な事故要因分析とそれに基づく的確な対策の立案の他、必要に応じて追加対策を早期に実施することが必要である。

上記のサイクルのうち、効果検証については、対策前後の事故データを比較する方法が一般的である。しかし、交通事故が稀な現象であることから、必要な事故データの収集に4年程度の期間が必要である。

そこで、交通安全対策の効果検証を早期に実現するための手法として、対策前後の交通挙動を比較することにより効果検証を行う手法の試行と適用性の検討を行った。

〔研究内容〕

1. 車両挙動分析による効果評価手法の試行

ここでは、自動車同士の追突事故に対して対策を実施した箇所において、対策前後に車両挙動をビデオ撮影し、その映像から車両挙動を計測し、効果評価の試行を行った。

効果評価を試行した箇所は、対策前、右折車線長が短いため、直進車線に右折車が滞留し、右折滞留車への追突事故が発生していた箇所である。この箇所では、右折車線を延長することにより右折滞留車の直進車阻害を解消することを目的として右折車線の延長を行った。

実施された対策の内容を踏まえ、以下の2つの指標について計測を行った。

・直進車の右折滞留車回避行動回数

直進車の右折滞留車回避行動回数は、右折車線からはみ出し直進車線に滞留する右折待機車を直進車が、停止や車線変更により回避する、又は車線をはみ出して回避する回数を計測するものである。右折滞留車の直進車阻害の解消を目的としていることから、その目的を直接評価する指標として計測した。

・車間距離÷接近速度

「車間距離÷接近速度」は追従する2車両の車間距離と接近速度(後続車の速度から前方車の速度を引いたもの)を連続的に計測するものである。ある瞬間における「車間距離÷接近速度」の値は、2車両がその瞬間と同方向に同じ速度で走行を続けた場合に、あと何秒で追突するかを示すものであり、追突事故の危険性を評価する指標として計測した。

上記に加え、走行速度等の基礎的な車両挙動も計測し、対策前後を比較することにより対策評価を試行した。なお、車両挙動の計測は対策前後それぞれ1時間分の映像を用いて行った。

2. 車両挙動分析による効果評価の手引き作成

最後に、車両挙動分析による効果評価の手法を「手引き」として整理した。「手引き」では、事故類型や対策の目的毎に使用する計測指標の例や、ビデオ画像の設置方法や車両挙動指標の計測方法を整理した。

[研究成果]

1. 車両挙動分析による効果評価の試行結果

図-1 に、対策前後の直進車の右折滞留車回避行動回数を示す。対策により右折滞留車回避行動回数は大幅に減少していることが分かる。

図-2 に、「車間距離÷接近速度」について、2 車両毎に連続して計測した 1 連のデータのうち最小値を、2 車両の組合せ毎に抽出し、その大きさ別の発生頻度を整理した。対策後、小さい値の発生回数が若干増加している。

上記の結果からは、対策の目的としていた右折滞留車の直進車阻害を解消することはできたものの、追突事故の危険性は高まったと考えられる。

図-3 には、対策前後の追突事故件数を示す。なお、対策前の事故データは 4 年分、対策後は 1 年分のデータを用い年平均の事故件数としている。図-2 で示した追突事故の危険性の評価結果と同様、事故についても、対策後、僅かではあるが増加している。

次に、「車間距離÷接近速度」について、小さい値が発生している箇所を確認するため、全てのデータから 2 秒以下の値を抽出し、発生箇所毎にその発生回数を整理した(図-4)。対策前は右折車線の開始位置付近で多く発生していた。一方、対策後は右折車線の開始位置付近では少なく、交差点手前で多く発生していた。

上記は、対策により解消しようとしていた右折滞留車による直進車阻害が要因で発生していた追突事故は危険性が減少したものの、右折滞留車による直進車阻害が減少したことにより、直進車がスムーズに走行できるようになり、走行速度が高くなり、新たに減速路面標示等の速度抑制対策が必要になったことがわかった。なお、対策前後で右折需要に大きな変化は見られなかった。

上記の通り、車両挙動分析による効果評価は、短期間に行うことができ、さらに対策の目的と事故の危険性の両面から対策を詳細に評価することが可能である。また、対策効果が得られなかった原因の把握、追加対策の方針決定に役立つ分析結果を得ることが可能である。

2. 車両挙動分析による効果評価の手引き作成

過年度において得られた知見及び本年度の試行結果を整理し、車両挙動分析による効果評価の手引きを整理した。また手引きに併せて、国総研で試行した効果評価を、事例集としてとりまとめて整理した。

[成果の活用]

本研究で作成した手引きについては、技術資料として道路管理者へ配布する予定である。

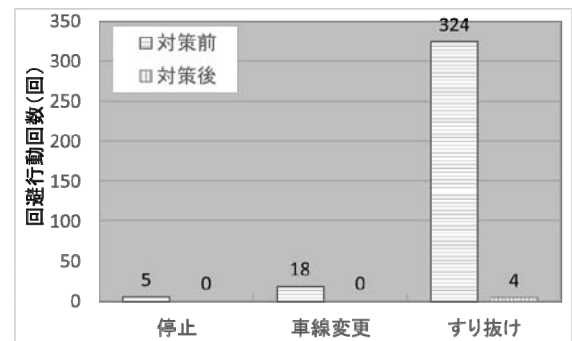


図-1 対策前後の直進車の右折滞留車回避行動回数

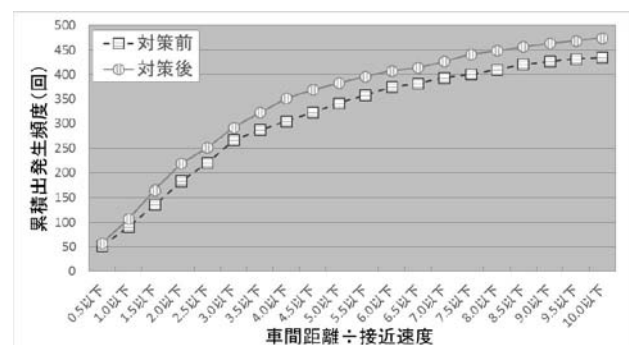


図-2 対策前後の「車間距離÷接近速度」の最小値の累積発生頻度

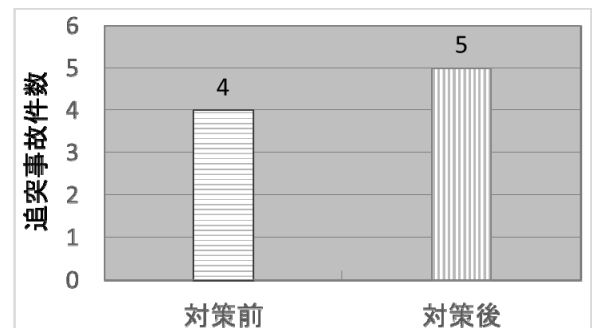


図-3 対策前後の追突事故件数

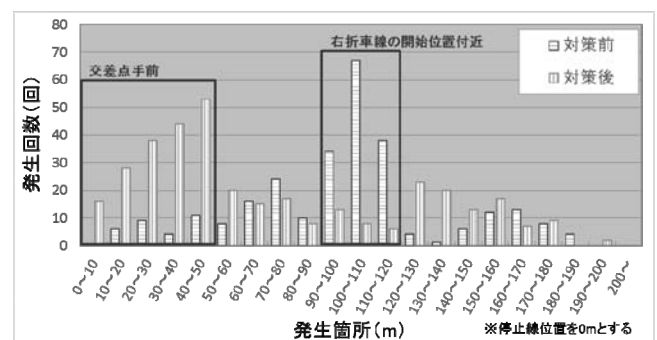


図-4 対策前後の「車間距離÷接近速度」(2 秒以下)の発生箇所毎の発生回数

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)

道路研究部 道路空間高度化研究室
Road Department
Advanced Road Design and Safety Division

室長	藪 雅行
Head	Masayuki YABU
主任研究官	大橋 幸子
Senior Researcher	Sachiko OHASHI
研究員	木村 泰
Research Engineer	Yasushi KIMURA
部外研究員	鬼塚 大輔
Guest Research Engineer	Daisuke ONIZUKA

To further the area traffic safety measures, this study analyzes the effect of traffic calming facilities on residential roads, and shows how to introduce area traffic safety measures by road and traffic conditions.

In the study, effective methods of improving side strips was analyzed by each road width. A social experiment of road safety measures on the school routes found the effects and problems of introducing traffic calming facilities. Furthermore, one of the methods that inhabitants could use to measure the changes of vehicle speeds effected by the traffic safety measures was suggested.

〔研究目的及び経緯〕

多様な利用者が快適に道路を利用するため、生活道路においては速度規制と連携した歩行空間の確保や自動車の速度抑制策など、面的な交通安全対策の実施が求められている。

面的交通安全対策の具体的な手法としては、路側帯の設置、拡幅、カラー化などの路側帯整備、狭さく、シケイン、ハンプなどの速度抑制施設の設置などが考えられる。これらの対策については、すでに設置例も多くあり、その効果の調査事例も見られるものの、体系的に整理されておらず、異なる道路状況に対し、それぞれどのような対策を導入することが適切かということとは示されていない。

そこで本研究では、生活道路における路側帯整備、速度抑制施設の設置について、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、面的交通安全対策導入の促進を目指すものとする。

平成 25 年度には、路側帯の設置、拡幅、カラー化や中央線抹消の効果を調査分析することとした。併せて、通学路の交通安全対策の社会実験を行い、速度抑制施設を中心とする対策導入の効果と課題を抽出することとした。さらに、整備後の効果把握を簡易にすることが、対策導入の促進に寄与すると考え、効果のうち速度の変化に着目し、簡易な速度計測方法の例を示すこととした。

〔研究内容〕

1. 路側帯整備

平成 25 年度に実際に路側帯の設置、拡幅、カラー化や中央線抹消等の路側帯整備を行った箇所、整備前後の車両速度、走行位置の変化をビデオ観測により調査した。また、アンケート調査により、路側帯整備効果に対する利用者の意識調査を行った。

2. 通学路交通安全対策の社会実験

茨城県つくば市において、通学路交通安全社会実験を実施し、面的な道路交通安全対策導入の課題、効果等を調査した。社会実験では、通過交通流入路線において、ハンプ、シケインの設置、狭さくと路面表示による入口対策、および、路側帯整備を行った。そのうえで、ビデオ観測による速度調査、観測車両による通過所要時間調査、通行車両への聞き取り調査、ハンプ設置時の騒音振動調査、地域住民・小学生・ドライバーへのアンケートによる意識調査を行った。

3. 簡易な速度計測方法の実験

簡易な速度計測方法の提案のため、構内実験により、ストップウォッチ、スピードガンを用いた速度計測を実施し、ビデオ観測との比較により、観測地点、区間長の違いによるばらつき等の差等を整理した。

[研究成果]

1. 路側帯整備

路側帯の設置、拡幅、カラー化の整備前後の調査分析の結果、以下のことが分かった。

- ・ 双方向通行で路側帯のカラー化やカラー化＋拡幅を行った道路で、30km/h 未満で走行する車両の割合が増加したことが確認された。
- ・ 路側帯整備による車両の走行速度は、路側帯の幅員やカラー化だけでなく、道路幅員も影響しており、同一の路側帯幅員でも、車道幅員が狭い方が、走行速度の低下が大きいことが確認された。
- ・ 路側帯整備による車両の走行位置は、路側帯の拡幅で走行位置が道路の中央寄りなることが確認された。また、本研究では、カラー化のみの場合、走行位置に与える影響が大きくないことも確認された。
- ・ 路側帯整備による歩行者の意識は、路側帯幅員が広い方が安心感は高くなる傾向があった。
- ・ 路側帯の幅は、1.4m 以上で約半数の利用者、1.7m 以上で約 8 割の利用者が適当であると感じていた。
- ・ 生活道路の利用者の約 8 割以上が、交通安全対策を必要であると感じていた。

以上より、路側帯のカラー化や拡幅は歩行者の安全確保に寄与すると考えられる。しかし、一方通行などの一部で速度が高くなることが確認されたこと等から、結果の利用には通行規制、道路幅員や交通量を加味する必要があると考えられる。

2. 通学路交通安全対策の社会実験

社会実験により、路側帯整備、シケインの設置、ハンプの設置、生活道路入口対策の効果を調査した(図-1)。その結果、通学児童の安心感の向上、対策実施箇所における車両の走行速度の低下、ドライバーの安全運転意識の向上などが確認された。

路側帯のカラー化については、通学児童及び地域住民を対象としたアンケートの結果から、通学児童の 73%、地域住民の 35%が「安心して歩けるようになった」と回答した。

シケイン設置区間では、車両同士のすれ違いの際の減速が確認されるとともに、ドライバーを対象とした住民アンケート結果から、シケイン設置により、78%のドライバーが気を付けて運転するようになったと回答した。

ハンプ設置区間では、約 9km/h の速度低下が確認されるとともに、ドライバーを対象とした住民アンケート結果から、91%のドライバーが「不快感が少なくなる速度で走行した」と回答した。

また、歩行者やドライバーからの意見として、シケインにおいて路側帯の幅員(一部 70cm)に対し不十分である、高さ 10cm のハンプにおいて衝撃が大きすぎるとの意見があったこと等を踏まえ、実際の対策ではこれらの意見を踏まえた対応を検討する必要があると考えられた。

流入部の狭さく、路面表示の設置に関して、当該区間走行中のドライバーを対象としたアンケート結果では、44%のドライバーが、「通学路だと認識し、いつもより注意して走行した」と回答した。



図-1 社会実験の様子

3. 簡易な速度計測方法の実験

交通安全対策を効率的に行うためには、住民との協働の中で対策を立案・実行し、効果の把握・検証を行う必要がある。そのため、道路管理者や地域住民が簡単に測定でき、一定の正確性を持つ測定方法を提示するための実験を行った。

ストップウォッチによる測定結果を、ビデオ観測と比較した結果、普通乗用車、中型自動車とも、測定区間長が 30m であれば、車両速度が 20km/h から 50km/h 程度の範囲で、その差の平均は 1km/h 程度と小さかった。測定区間長が 20m でも、車両速度が 20 km/h から 40km/h の範囲では、同様に差は小さかった。また、測定値のばらつきについても、20m 区間、30m 区間の測定では、10m 区間に比べ小さかった。

ハンディタイプのスピードガンは、機器により性能が異なるため、測定に利用する場合は、事前に機器の適用速度・条件などを確認し、路線に適した機器を使用する必要があることが確認された。

これらのことから、生活道路における車両の走行速度の測定には、ストップウォッチによる測定が有効であり、測定区間長は 30m 程度が望ましいと考えられた。また、車両の走行速度が主に 40km/h 以下であれば、20m 程度の測定区間長でもストップウォッチによる測定は有効であると考えられた。

[成果の活用]

本研究の成果は、国総研資料としてとりまとめ、地方整備局や地方自治体等の生活道路における道路交通安全対策実施の際の参考資料として用いられることを想定している。

プローブデータを利用した危険箇所抽出等の高度化に関する研究

Study on the advancement of traffic safety countermeasure using probe data.

(研究期間 平成 25～26 年度)

道路研究部 道路空間高度化研究室
Road Department
Advanced Road Design and Safety Division

室長
Head
研究官
Researcher
部外研究員
Guest Research Engineer

藪 雅行
Masayuki YABU
尾崎 悠太
Yuta OZAKI
矢田 淳一
Jun-ichi YATA

In this study, the method of road safety countermeasures using probe data is considered. In this paper, to consider the method for identifying black spots based on the probe data which shows that the sudden deceleration occurred, the characteristics of various probe data was investigated. As a result, it was shown that the situation in which data was collected is different by the data collection method.

〔研究目的及び経緯〕

交通安全対策を効率的・効果的に推進するためには、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。上記のうち、危険箇所抽出や効果評価は、事故データを基に実施する手法が一般的に用いられる。ただし、交差点等の箇所毎に見ると交通事故は稀な現象であることから、事故データによる分析を行うためには、データ収集に長い期間が必要となる。

近年、車両に一定以上の減速度が発生した位置や時刻、減速度の大きさを記録したデータを用いて、危険箇所抽出や対策効果検証への活用が試みられている。これをより的確に活用するためには、急減速データの特性を把握する必要がある。そこで本研究では、データ収集方法の異なる 2 種類の急減速データの収集される際の車両挙動等の特性を調査した。

〔研究内容〕

1. ドライブレコーダデータを利用した

各種急減速データが収集される状況の整理

ここでは、ドライブレコーダデータの前方向像を利用して、データ収集方法が異なる 2 種類の急減速データを想定し、それぞれが収集される状況を整理した。本研究で対象とした 2 種類の急減速データは、以下の 2 種類である。

- ・急減速データ(瞬間加速度) :
加速度計で計測した加速度が閾値を下回った際

に収集するデータ。

- ・急減速データ(平均加速度)

数秒間隔に計測する速度の差から算出する加速度が閾値を下回った際に収集するデータ。

上記の 2 種類のデータを想定し、ドライブレコーダデータの中から、上記のデータ収集方法でも急減速データとして収集されるデータを抽出した。その抽出したドライブレコーダデータの前方向像を確認し、急減速データが収集された時の急減速の原因や事故に至った場合に想定される事故類型等の状況を整理した。

2. 急減速データと事故発生状況の関係の整理

ここでは、急減速データの収集位置と、事故発生位置の関係について整理した。使用したデータは、本田技研工業が提供するカーナビサービスの過程で収集される急減速データ(以下、「急減速データ(カーナビ)」)であり、数秒間隔に収集される速度の差から算出した減速度が 0.2G 以上となった際の位置や急減速の大きさ等が整理されたデータである。

急減速データ及び事故データを、幹線道路を 200m～1,000m の延長で分割する事故分析区間毎に整理し、急減速と事故の発生箇所に相関を確認した。

〔研究成果〕

1. 各種急減速データが収集される状況

図-1 に、各閾値により収集された急減速データ(瞬間加速度)と急減速データ(平均加速度)について、段差や機器異常により抽出される“ゴミデータ”、信号交差点による停止等のための“危険性のない急減速”、事故

の回避行動等の”危険性のある急減速の3つに分類し、サンプル数の割合を整理した結果を示す。2種類の急減速データとも、危険性のある急減速は全体の30%～45%程度であり、閾値を低くすることにより、その割合が大きくなる。

図-2には、危険性のある急減速に着目し、仮に事故になっていた場合の事故類型別に分類し、サンプル数の割合を整理した結果を示す。比較として、平成24年に全国で発生した死傷事故の事故類型別の割合も示す。

急減速データ(瞬間減速度)は、事故件数と比較して正面衝突や車両単独事故の占める割合が大きく、追突事故の占める割合が小さい。その傾向は閾値が変化しても、大きな変化は見られない。

一方、急減速データ(平均減速度)は、閾値を変化させることにより、その割合が顕著に変化している。閾値が-0.25Gのように比較的高い場合は事故件数と比較して正面衝突や車両単独事故の占める割合が高いものの、閾値を低くすると、追突事故の割合が高くなることから分かる。

2. 急減速データと事故発生状況の関係

図-3は事故分析区間毎に急減速データ(カーナビ)を用いて整理した急減速発生回数と事故件数の関係を散布図に、図-4はある狭い範囲における急減速発生回数と事故件数を示したものである。散布図を見ると、急減速発生回数と死傷事故件数の関係については、ばらつきが大きく、関係性が見られないものの、ある狭い範囲に限定すると両者に一定の関係が見られる。

[成果の活用]

本研究では、引き続き急減速データの発生特性を

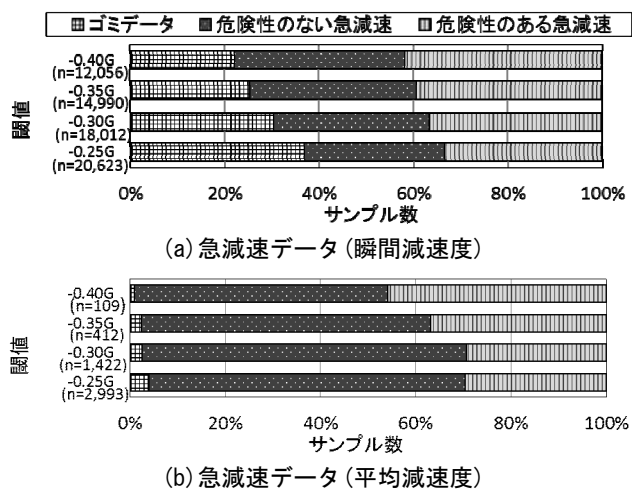


図-1 急減速データ種類別構成割合

整理し、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。

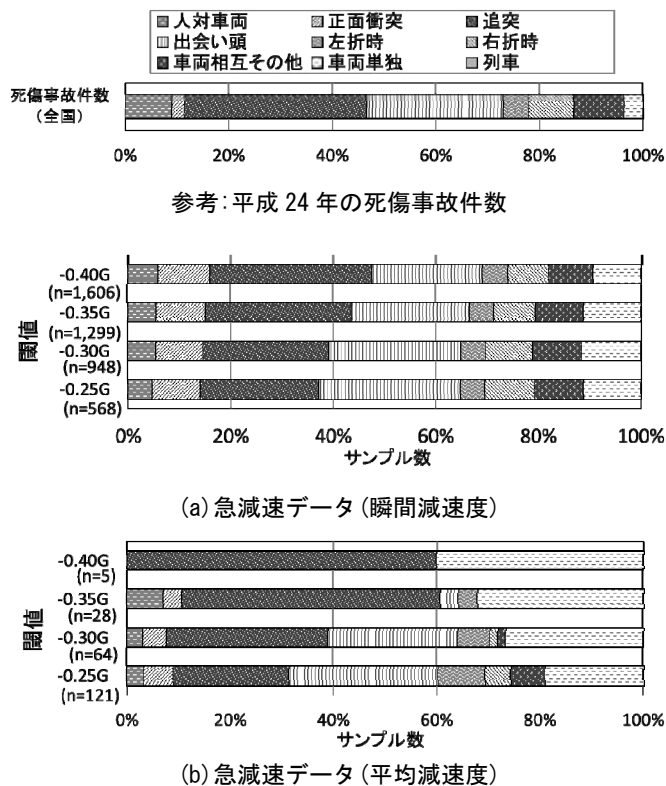


図-2 危険性のある急減速の事故類型別構成割合

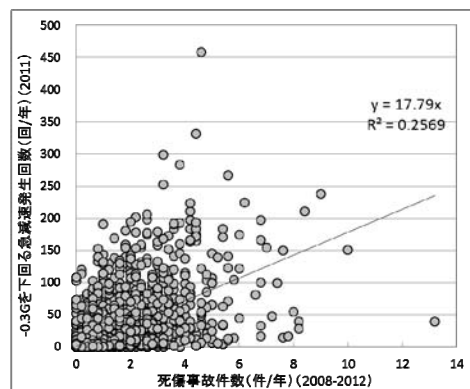


図-3 急減速発生回数と事故件数の関係

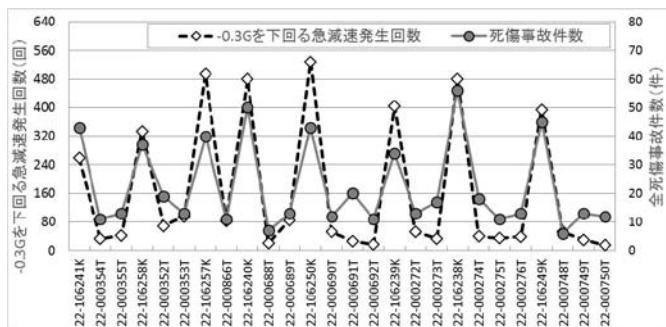


図-4 急減速発生回数と事故件数の関係

生活道路対応型防護柵の性能要件の検討

Study of Performance Requirements of Guard Fences for Residential Roads

(研究期間 平成 25 年度～)

道路研究部 道路空間高度化研究室
Road Department
Advanced Road Design and Safety Division

室 長 藪 雅行
Head Masayuki YABU
主任研究官 池原 圭一
Senior Researcher Keiichi IKEHARA
研究官 武本 東
Researcher Azuma TAKEMOTO
研究員 木村 泰
Research Engineer Yasushi KIMURA

This research project includes a survey legal status of various performance requirements in European and American standards for the guard fences. It also includes the collection of examples of present use and examples of measures taken consideration of scenic appearance, mainly concerning guard fences, as residential road safety countermeasures, and an organization of the structures and dimensions of guard fences suitable for use on residential roads.

〔研究目的及び経緯〕

生活道路では、面的速度規制と連携した歩行空間の確保等が求められ、生活道路で適切に機能する防護柵の性能要件の整理が必要となっている。本研究は、欧米の防護柵基準における性能要件等について調査し、法的位置づけを含めた整理を行うとともに、生活道路の安全対策としての防護柵等の活用事例、景観への配慮事例などを収集し、生活道路に適した防護柵の性能要件の整理を行うものである。

〔研究内容〕

本年度は、アメリカ、イギリス、フランスの防護柵基準類の法的位置づけ、性能確認の内容及び評価方法、維持管理の方法などについて調査した。また、生活道路に適した防護柵の性能確認の要件を検討し、実際に構造計算等を行うことにより、実現可能と思われる防護柵構造および寸法などを整理した。

〔研究成果〕

1. 欧米の基準類調査

欧米の基準類の体系について、アメリカとイギリスの例を図 1～2 に示す。なお、フランスは概ねイギリスと同じ体系となっている。アメリカでは、「路側設計指針」により防護柵設置の考え方が示され、「安全施設評価のための米国道路協会マニュアル」により防護柵の性能確認の内容等が示されている。イギリスでは、「道路・橋梁設計マニュアル (①)」により防護柵設置の考え方が示され、「道路防護施設パート I、試験方法

の一般規定 2010 (②)」により防護柵の性能確認の内容等が示されている。なお、前者の①は欧州各国で異なり、後者の②は欧州で統一規格となっている。

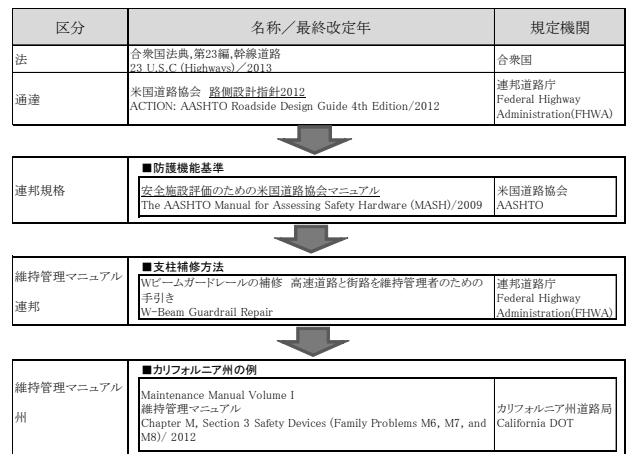


図 1 アメリカの防護柵基準類の体系

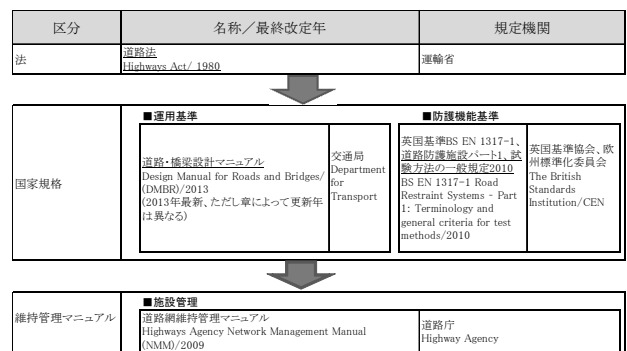


図 2 イギリスの防護柵基準類の体系

主な特徴としては、調査対象三カ国とも維持管理マニュアルが整備されていること、防護柵の性能確認は日本と同じように衝突試験を行っているものの、日本は全ての防護柵種別の試験を2車種で行っているのに対し、欧米では多様な車種で試験を行っていることを把握した。

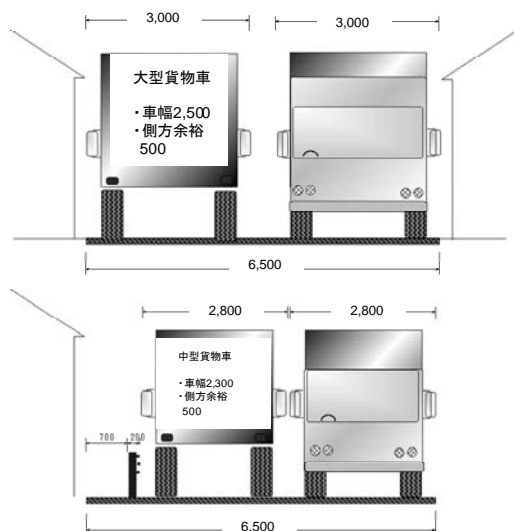
2. 生活道路に適した防護柵の検討

生活道路に適した防護柵構造の実現性を把握するため、「防護柵設置要綱」の付録に示されている「防護柵の構造設計」などをもとに構造計算を行い、実現可能と思われる防護柵構造および寸法を整理した。

1) 構造検討条件の設定

生活道路ですれ違い可能な車両を図3に整理する。ここで生活道路は、3種4級相当の道路幅員6.5mを想定した。道路幅員6.5mで歩道を設置しない場合は、大型貨物車でもすれ違い可能であるものの、防護柵と歩道を設置する場合には、すれ違い可能な車両は中型貨物車となる。当然ながら道路幅員が6.5mを下回るとすれ違い可能な車両は乗用車のみとなり、道路幅員4.0mでは、防護柵と歩道を設置する場合には一方通行となる。

■道路幅員6.5m（車線幅員2.75×2+路肩0.5×2）の場合：3種4級相当



■道路幅員4.0mの場合：3種5級相当、4種4級相当

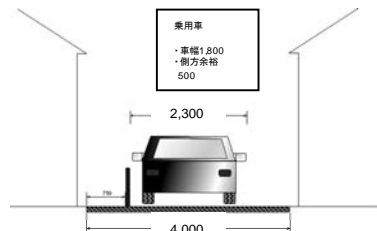


図3 生活道路におけるすれ違い可能な車両

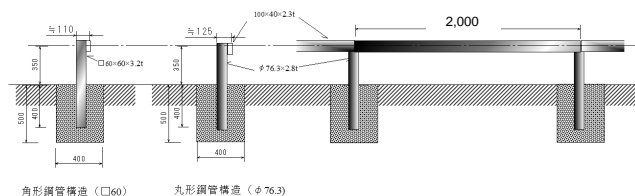
以上をもとに、構造検討条件における計算上の衝突車両の設定は、中型貨物車(8t)、乗用車(2t)、乗用車(1t)

とした。また、衝突速度は走行実態及び規制速度を踏まえ、乗用車は30、40、60km/h、中型貨物車は道路幅員の制約から徐行すると考えられ、「防護柵の設置基準」の速度低減の考え方を参考に20、30、40km/hとした。衝突角度は、一般的な急ハンドル時の歩道への進入角度などを踏まえ、5、10、15度とした。

2) 構造検討結果

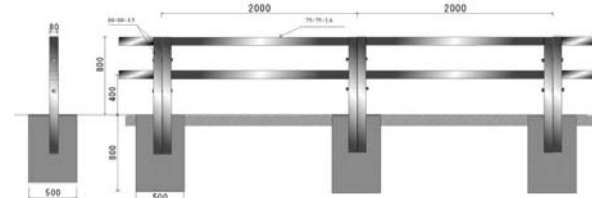
上記の構造検討条件をもとに、構造計算上、実現可能と思われる防護柵構造を図4に示す。なお、(A)の構造は従来の車両用防護柵をスケールダウンした「衝突車両を誘導する構造」であり、(B)の構造は生活道路では走行速度が低く防護柵へ衝突した際の乗員被害は小さいことを想定し、車両を誘導することなく「衝突車両を停止する構造」として検討した。

■(A) 衝突車両を誘導する構造



⇒強度性能：計算上は、「中型貨物車(8t)－衝突速度40km/h－衝突角度10度」までの条件で、車両が突破することなく誘導できた。
⇒乗員の安全性能：計算上は、「乗用車(1t)－衝突速度60km/h－衝突角度15度」の条件で、車内で発生する加速度は許容できる範囲となった。

■(B) 衝突車両を停止する構造



⇒歩車道境界に設置できる現実的な基礎ブロックの大きさを踏まえるとともに、車内で発生する加速度（乗員の安全性能）が許容できる範囲となるのは、計算上、「乗用車(1t)－衝突速度30km/h」の条件となった。

図4 防護柵構造の検討結果

図4に示した2つの構造と従来のガードパイプとの寸法及び概算コストの比較結果を表1に示す。

表1 防護柵構造の寸法及び概算コスト

	寸法(高さ×幅)	概算コスト比較
C種ガードレール	約700×約200	0.8
C種ガードパイプ	約800×約200	1.0
(A) 衝突車両を誘導する構造	350×約110～約125	0.8
(B) 衝突車両を停止する構造	800×80	1.9

【成果の活用】

本成果をもとに、次年度においては生活道路対応型防護柵の性能を確認する方法、生活道路の防護柵設置の考え方などをまとめる予定である。

除雪の社会経済活動への影響に関する調査

A Study on Effects to Socio-economic Activities by Snow Removal on Roads

(研究期間 平成 24～26 年度)

総合技術政策研究センター建設経済研究室
Research Center for the Land and Construction
Management, Construction Economics Division

室長	竹谷 修一
Head	Shuichi TAKEYA
主任研究官	竹本 典道
Senior Researcher	Norimichi TAKEMOTO
主任研究官	松田 奈緒子
Senior Researcher	Naoko MATSUDA

In order to make sustainable development in Japan, it is necessary to reduce the socio-economic influences of snowfall and to mitigate the handicap in winter in regions of snowfall and low temperature. This research is to investigate and consider the influences to road traffic and socio-economy in order to contribute to effective and efficient snow removal program.

〔研究目的及び経緯〕

1956 年の「積雪寒冷特別地域における道路交通の確保に関する特別措置法（雪寒法）」制定以降、道路管理者は冬期道路交通確保の取組を行ってきた。2013 年 11 月 12 日には雪寒法に基づく新たな雪寒五計を閣議決定し、併せて雪寒道路の指定を 21 年ぶりに見直したところである。これに先立ち行われた「冬期道路交通確保のあり方に関する検討委員会」では、降雪による走行速度の低下、定時性の減損による社会経済活動へ与える影響の拡大を指摘している。

本調査は、道路除雪を中心とした効率的で効果的な冬期の道路管理に資するため、積雪と道路除雪が交通及び社会経済に及ぼす影響を明確化するものである。

〔研究内容〕

本調査では、北陸地方整備局の協力を得て、冬期交通の状況、道路除雪の基準と実施状況を調査した。

1. 冬期交通の状況

北陸地方における通常期、冬期の積雪時及び無積雪時の 3 種類の交通状況を比較、分析するため、トラカンデータ、プローブデータ及び気象データを用いて、通常期及び冬期の走行速度の特徴を整理するとともに、都市間走行における降雪による速度変化の調査を実施した。

2. 道路除雪の基準と実施状況

国（北陸地方整備局）、県（新潟県、富山県、石川県）及び市町の新雪除雪出動基準の整理、除雪区間、除雪頻度等の除雪実施状況を調査し、道路管理者ごとの冬期道路管理の実態を明確化した。

〔研究成果〕

主な研究成果の概要を以下に示す。

1. 冬期交通の状況

直轄国道のトラカンデータから通常期と冬期の交通変化を分析した。冬期の走行速度は、通常期に比べわずかに低下する一方で、混雑の少ない路線においては走行速度のバラツキが大きくなる傾向にあり、冬期交通の定時性が損なわれている（図-1）。また、交通量は山地部等混雑の少ない路線で通常期と比べ減少する傾向が見られる。

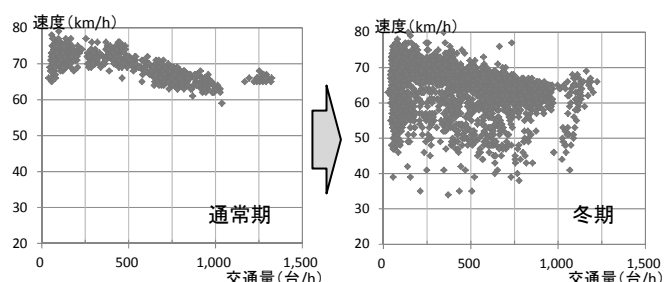


図-1 通常期と冬期の交通量と速度の関係

また、冬期における積雪時と無積雪時の交通変化の分析のため、日本海側と内陸部を結ぶ新潟県内の直轄国道（国道8号及び国道17号）を対象にし、除雪開始時刻、除雪車両速度、除雪ルートから、定点（トラカン地点）における除雪車両の通過時刻を推定し（図-2）、除雪前後の走行速度変化を分析した。その結果、道路除雪の直接的な効果として概ね2～3割走行速度が改善されることが明らかとなった（図-3）。また、除雪による大幅な走行速度改善事例として、早朝から通勤時の降雪のため除雪車がすぐには出動できず大きく走行速

度が低下した事例などを抽出し、除雪後の速度回復状況を分析した（図-4）。

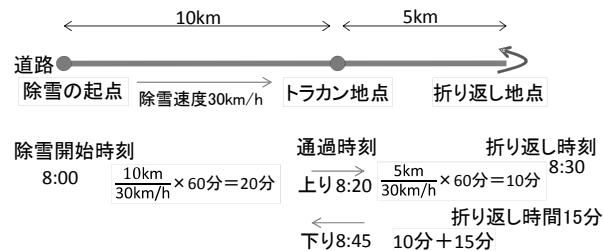


図-2 除雪日報からの除雪車通過時刻の推定イメージ

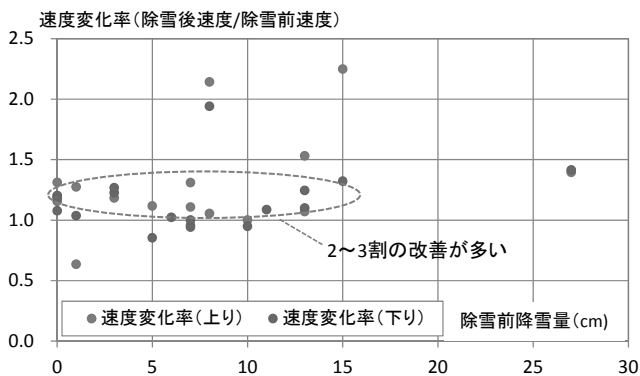


図-3 除雪前後の走行速度変化率

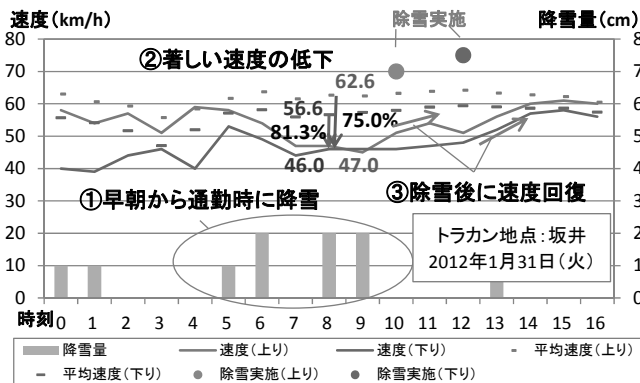


図-4 除雪により走行速度が改善した事例

2. 道路除雪の基準と実施状況

新雪除雪の実施基準は、直轄国道では5cm～10cm程度の降雪量が目安であり、さらに必要に応じ路面整正、拡幅除雪、運搬除雪、凍結防止剤散布が行われる。北陸管内の県及び市町は10cm以上の積雪が予想される場合であり、さらに路線の重要性に応じた優先順位を定めている場合がある（表）。

表 新雪除雪出動基準

対象道路 管理者	除雪 出動基準	交通量・幅員・ 時間帯の条件
国 北陸地方整備局	5～10cm	なし
県 新潟県	10cm	なし
富山県	10cm	なし
石川県	5～10cm	重点除雪路線：5cm 第1～3種路線：10cm
市町 長岡市	10cm	なし
砺波市	10cm	なし
津幡町	10cm	なし

また、直轄国道の除雪対象は管理延長のほぼ全てである。一方、県管理道（補助国道、県道）、市町道は除雪対象外の区間がある。特に市町道は対象外の割合が5割と高い（図-5）。これは、限られた人員や予算を有効活用するため、交通量が少なく道路ネットワークとして他に代替経路がある路線や先に人家がない路線を除雪対象から除外にしているためである。なお、県別でこの傾向に違いは見られなかった。除雪頻度は、国が「ほぼ毎日」であるのに対し、県と市町は「週3～4日程度」と低い。これらから、直轄国道の管理水準が特に高いことが確認された。

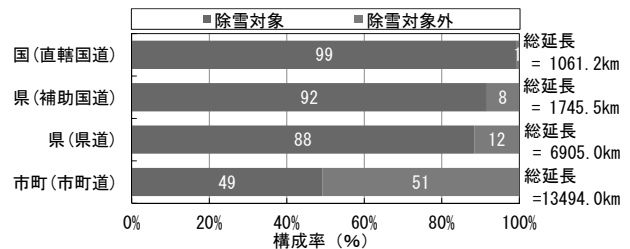


図-5 除雪対象道路の割合

使用機材も国と県、市町では異なる。除雪トラックは、高速で走行できる反面、小回りが効かないため幹線道路に適しており、主に国が使用している。除雪ドーザーやトラクタショベルは低速であるが小回りが効くため街路に適しており、県、市町で多く使われている。拡幅除雪のためのロータリー除雪車は、ほぼ全ての道路管理者が使用している。

また、道路管理者の意識では、道路除雪の効果として、国は「速度の上昇」、県と市町は「事故減少」を挙げている。除雪に影響する社会情勢の変化としては、どの道路管理者もオペレータの確保と高齢化を問題視している。

〔成果の活用〕

本調査でこれまで得られた成果および知見に、さらに道路除雪による社会経済便益の検討を加え除雪の社会貢献を定量的に示した上で、冬期における道路ネットワークの評価に活用する。

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)

総合技術政策研究センター 建設経済研究室
Research Center for the Land and Construction
Management, Construction Economics Division

室長	竹谷 修一
Head	Shuichi TAKEYA
主任研究官	松田 奈緒子
Senior Researcher	Naoko MATSUDA
主任研究官	竹本 典道
Senior Researcher	Norimichi TAKEMOTO

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〕

社会資本整備審議会道路分科会中間とりまとめにおいて、評価システムの充実が求められている。このためには、道路事業の目的、効果に応じた評価手法の更なる充実を図るため、道路事業がもたらす多様な効果を評価する手法を検討することが必要である。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 25 年度は、客観的評価指標について道路事業の効果に見合った評価指標の検討、国内外の事業評価の効果項目を整理した上で、製造品出荷指数等の既存のデータを利用した経済的效果の計測を行った。また、道路整備による救急医療施設へのアクセス向上に関する貨幣換算法について事例を整理し、精度向上のための課題を整理すると共に、ケーススタディとして救急車プローブデータを用いた計測を行った。

ここでは、救急医療施設へのアクセス向上に関する検討について紹介する。

〔研究内容〕

1. 事例調査

救急医療施設へのアクセス向上に関する貨幣換算法について、過去の道路整備事業で適用されている事例を整理する。

2. 精度向上方策の検討

抽出した事例を基に、道路整備事業における救急医療施設へのアクセス向上効果を貨幣換算化する際の精度向上について検討する。

3. 精度向上方策の検討及びケーススタディ

整理した理論上、実務上の課題について、精度向上方策を検討し、1 事例について実際に計測し効果を把握する。

〔研究成果〕

1. 事例調査

救急医療施設へのアクセス向上に関する貨幣換算法についての事例のうち代表的な救急医療改善効果の算定フローを図-1 に、算定式を図-2 に示す。ここで、疾患別の搬送患者発生率及び搬送時間（各市町村役場から最寄りの急性期対応病院まで）短縮 1 分あたりの救命率については、「道路整備による救急医療便益」¹⁾ において推定されたパラメータより試算している。

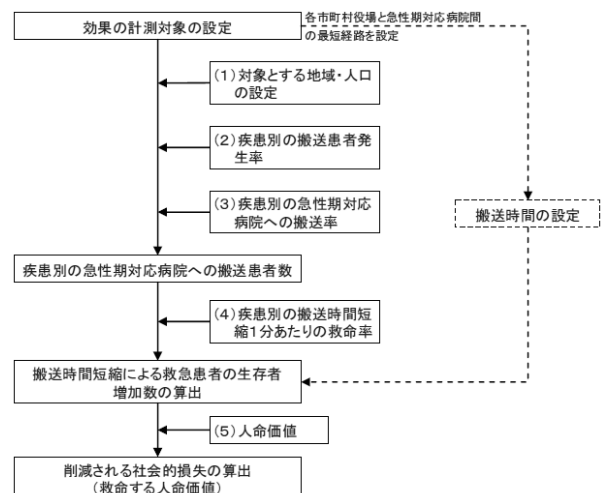


図-1 救急医療改善効果の算定フロー

◎救急医療改善効果（円／年）（搬送時間短縮により救命される人命数の貨幣評価値（円／年））

$$= \sum P \times A_i \times B_i \times C \times D_i \times E$$

P : 改善効果対象地域・地区の受益人口（万人）
A_i : 疾患別の搬送患者発生率（人／万人）
B_i : 疾患別の収容施設への搬送率（％）
C : 地区と収容施設間の搬送短縮時間（分）
D_i : 疾患別の搬送短縮時間 1 分あたりの救命率
E : 人命価値（2.26 億円／人）
i : 疾患別（疾患：急性心筋梗塞、脳梗塞、多発外傷、大動脈乖離）

図-2 救急医療改善効果の算定式

2. 精度向上方策の検討

事例を基に、道路整備事業における救急医療施設へのアクセス向上効果を貨幣換算化する際の精度向上に関する主な課題を表-1 に示す。

表-1 精度向上に関する課題

受益者対象の設定	
対象者	人口減、年齢構成比の変化により将来搬送患者数、搬送率は変化する可能性がある
患者発生率	「道路整備による救急医療便益」において推定された九州での実績を使用しているが、地域差がある可能性がある
搬送率	最短時間でアクセス可能な急性期病院への搬送を仮定しており、最寄りの病院以外への搬送、直送以外の搬送を考慮していない
生存者数増の算出	
搬送時間	冬期の速度低下や救急車の出動記録等も活用した分析が必要である
救命率関係式	「道路整備による救急医療便益」において推定された九州での関係式を使用しているが、地域差がある可能性がある

3. 精度向上方策の検討及びケーススタディ

表-1 に示した各課題について精度向上方策を検討した。患者発生率、救命率関係式に関する課題に対しては、「道路整備による救急医療便益」において推定された手法を他地域へ適用する（同様のデータを収集し同様に推定する）方法がある。また、搬送時間に関する課題に対しては、救急車プローブデータや出動記録を活用し、事業実施前後の実際の搬送時間を算定することで精度が向上する。ここでは、国土交通省関東地方整備局千葉国道事務所が 2010 年に収集した救急車プローブデータや出動記録を用いて搬送時間を算定し、救急医療施設へのアクセス向上に関する効果を把握した結果について述べる。

a. 対象道路事業

本ケーススタディの対象とした事業は、2010 年 8 月 22 日に本線開通した、延長約 13.4km の都市計画道路新港横戸町線である。周辺には、千葉県全域を対象とする第 3 次救急医療施設や第 2 次医療施設が位置する。

b. 対象地域、人口

対象地域は千葉市の 6 行政区とし、人口データは平成 22 年国勢調査（総務省統計局）を用いる。

c. 使用データ

使用した救急車プローブデータは、千葉市消防局の

24 か所の消防署の計 25 台の救急車に GPS 携帯電話を掲載し、走行ルート、所要時間を把握する。データ取得期間は 2010 年 7 月～11 月である。また、救急車の出動記録については、千葉市消防局の「救急車実務実施報告書」より時間経過や搬送医療機関に関するデータを把握する。

救急車プローブデータと出動記録のマッチングを行った結果、搬送速度が算出可能なデータは、事業実施前後において、各 272 サンプル、396 サンプルであった。このうち、搬送速度が 100km/h 以上、10km/h 以下の場合については、特異値として除外する。

d. 分析結果

以上のデータにより、図-1 の算定フローにおける事業実施前後の救急医療施設へのアクセス向上効果を把握した結果を表-2 に示す。

事業実施前後において、生存者増加数は 0.273 人/年増加し、この値に人命価値の原単位 2.26 億円/人を乗ずると、0.617 億円/年のアクセス向上便益が算定された。なお、中央区、若葉区においてマイナスの値になっているのは、搬送時間が事業実施前に比べ実施後が遅くなったためであるが、この要因としては時間帯、曜日による混雑状況の違いによるデータのバラつき等が考えられる。

表-2 アクセス向上効果試算結果

千葉市行政区	効果	
	生存者増加数（人/年）	便益（億円/年）
中央区	-0.009	-0.020
花見川区	0.141	0.319
稲毛区	0.082	0.186
若葉区	-0.231	-0.521
緑区	0.209	0.473
美浜区	0.080	0.180
千葉市計	0.273	0.617

【成果の活用】

本研究により、道路事業による救急医療施設へのアクセス向上に関する効果を把握する方法の一つとして、救急車の搬送時間について救急車プローブデータを用いて算定する方法を明確にした。推定値ではなく、実際のデータを利用することは、国民が理解し易い評価に資するものである。しかし、救急車プローブデータは容易に取得できないという課題を持つ。今後は、複数の地域で同様の分析を行い、現在行われている手法との関係の把握につなげる。また、患者発生率、救命率関係式についても全国的なパラメータ、関係式を算定し、より適正な効果の把握につなげたい。

参考文献

1) 藤本昭ら：道路整備による救急医療改善効果～経済性を編重しない道路整備効果説明方法の提案～、交通工学 Vol145, No. 5, 2010

道路の啓開・復旧に関する調査

Research on road clearing and restoration

(研究期間 平成 24～26 年度)

危機管理技術研究センター地震防災研究室
Research Center for Disaster Management
Earthquake Disaster Prevention Division

室長	金子 正洋
Head	Masahiro KANEKO
主任研究官	間瀬 利明
Senior Researcher	Toshiaki MABUCHI
主任研究官	木村 祐二
Senior Researcher	Yuji KIMURA

In this study, actions of corresponding institutions in the event of a disaster were showed on GIS. The roles of road supporting the activities of the institutions were changed by time zone and type of actions.

[研究目的及び経緯]

東北地方太平洋沖地震では地震及びその後の津波により道路機能が広い範囲で面的（ネットワーク全体）に被害を受け、道路啓開・復旧に当たっては、限られた資材、労力を効率的に注力することが求められた。

道路は災害時の対応行動を行う各機関にとって、連絡、輸送、移動等のために無くてはならないインフラであり、道路管理者には災害時に対応する機関等の要求に応じた迅速な啓開・復旧が求められる。

本研究では、広域で面的な被害が生ずる災害において道路啓開・復旧を効率的に行うための目標作成を目的としている。災害時に対応する諸機関が災害時の各フェーズで何を目的に、どのような行動を行うのか、また、その行動の中で道路がどのような役割を担っているのかを調査した。

[研究内容]

1. 災害対応行動の拠点に関する整理

人・物資の移動（拠点から拠点）をともなう災害対応行動に関する拠点の位置情報等を、岩手県の地域防災計画や東日本大震災の実績等により整理した。ここで災害対応行動は、防災基本計画における災害応急対策9分類のうち、「救助・救急、医療及び消火活動」、「緊急輸送のための交通の確保・緊急輸送」、「避難収容及び情報提供活動」、「物資の調達、供給活動」、「保健衛生、防疫、遺体の処理などに関する活動」、「応急復旧及び二次被害・複合災害の防止活動」について過年度整理を行った248種類の行動とし、拠点は重複を整理し関連する88種類の拠点を対象とした。例えば、達成する目的「救急救命」の対応では、起点側の拠点「消防本部」と終点側の拠点「被災現場」を対象とした。

1) 対象とする災害対応行動の整理

災害対応行動及び拠点（種類）について岩手県地域防災計画の記載事項等について、機能や目的に応じて一般的な拠点名称とする整理を行った。この際、他の地域でも適用できるように汎用性を考慮した。これにより災害対応行動数は248から193種類に、拠点種類数は88から65種類となった。例えば、拠点「県立病院」、「赤十字病院」、「大学病院」は、「DMAT指定医療機関」のように一つに集約した。

2) 拠点リストの作成

岩手県地域防災計画、関連するホームページ等から、拠点に関する情報（名称、住所、緯度・経度等）を収集、整理した。対象とする拠点には、県外からの応援等を考慮するため岩手県外の拠点も含めている。

整理は拠点（種類）毎に行い、延べ約17,000件の具体的な施設として一覧表形式で整理した。

2. 災害対応行動の拠点と道路ネットワークの位置関係の整理

1. で整理した拠点情報を用いて災害対応行動毎に被災地域や拠点密度等を考慮し、汎用性のあるGISソフト（以下「汎用GIS」という。）を使用し、拠点と道路ネットワークの関連を整理した。道路ネットワークに関するデータは、デジタル道路地図（以下「DRM」という。）を使用した。

1) 対象路線

対象とする道路は、緊急輸送道路を含む一般県道以上とし、DRMから対象とする道路を選定し、汎用GISに道路ネットワークを構築した。また、1. で整理した拠点を災害対応行動毎に、拠点の緯度・経度情報を用いて、汎用GIS上に設定した。

2) 被災地内・外に関する情報の整理

東日本大震災時の津波浸水区域をもとに被災地を設定し、拠点が被災地内外のいずれに存在するかによって、対象とする拠点を選定した。例えば、被災地内の病院は拠点の施設が被災していると考え対象外とした。

3) 拠点の集約化

緊急輸送道路網の評価を行う上で、拠点が数多く存在する避難所等は、全ての拠点と道路ネットワークとの関連づけを行うと全体像の把握が困難となる。そのため県内の拠点が概ね 100 件を超える場合は、複数の拠点を集約して代表拠点を設定した。集約する範囲の設定は、地方整備局等において道路ネットワーク評価を行う際に使用される、道路交通センサスの市町村を幾つかに分割したゾーン単位（Bゾーン）を活用した。

4) 拠点の汎用GIS上での設定

集約した代表拠点を含む全ての拠点を道路ネットワーク上の最も近い位置と関連づけ、これを拠点の道路ネットワーク上の位置として整理した。ここでは、1. で整理した 65 種類の拠点のうち「救助・救急、医療及び消火活動」、「緊急輸送のための交通の確保・緊急輸送」、「物資の調達、供給活動」に関する 33 種類の拠点を対象とした。

3. 災害対応行動と道路ネットワークの関連の整理

1. 及び 2. で整理した拠点情報を用いて災害対応行動毎に拠点の組み合わせを整理し、拠点間を連絡する役割から道路ネットワークを評価した。対象とする災害対応行動は、達成する目的（「救急救命」、「初期医療体制の確立」「緊急輸送活動」、「食料・生活用品の調達」）の対応である 48 種類とした。

1) 拠点の組合せの整理

拠点の組合せは、行政の管轄等の既存のエリア分け等を考慮し、移動に要する時間が最短となるように整理した。

2) 最短経路の表示

災害対応行動毎に、起点と終点の拠点の全ての組み合わせについて、拠点間を結ぶ道路ネットワークの最短経路を求め、最短経路を図－1（救命救急）、図－2（緊急輸送活動）のように重なりが多いほど太い赤線で汎用GIS上に表示した。重なりが多い区間ほど重要であると考えられる。また、県外からの支援等の行動は青線で表示した。

3) 目的別・時間帯別の最短経路の表示

今回検討した達成する目的の対応である災害対応行動を全てまとめ、時間帯（震災直後、3 日後まで、7 日後まで、4 週間後まで）毎の、最短経路の重なりを図－3（震災直後）のように汎用GIS上で表示した。

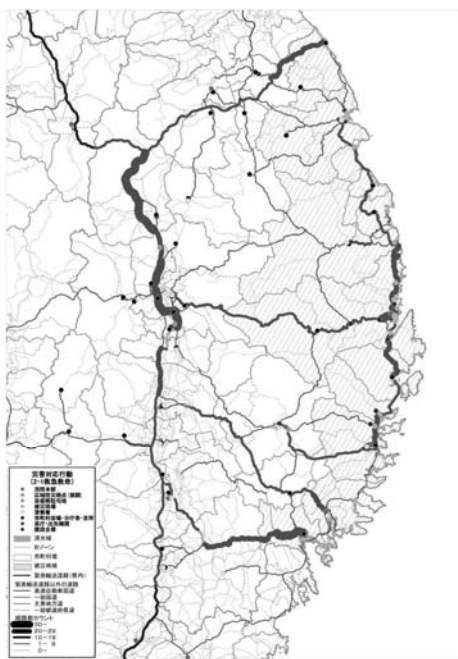
【研究成果】

地域防災計画を用いて、災害時の対応行動の拠点（起終点）を具体的に整理し、GISを用いて道路ネットワークと関連づけた。また、拠点間の最短経路を求め、それらを対応行動や時間帯毎に集約し、道路ネットワークの区間毎に重なりをの程度を整理した。この結果から、主に以下のことがわかった。

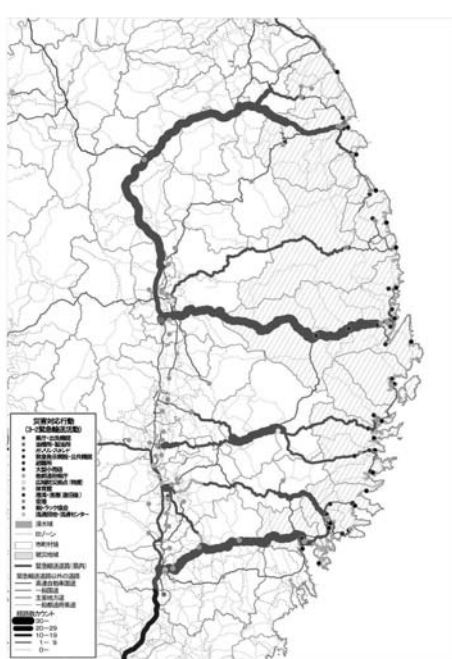
- ・災害対応行動により使用される道路に差がある。
- ・災害直後の道路啓開・復旧が重要である。
- ・汎用性の高いデータ整理手法により、全国の道路ネットワーク評価へ適用できる可能性がある。

【成果の活用】

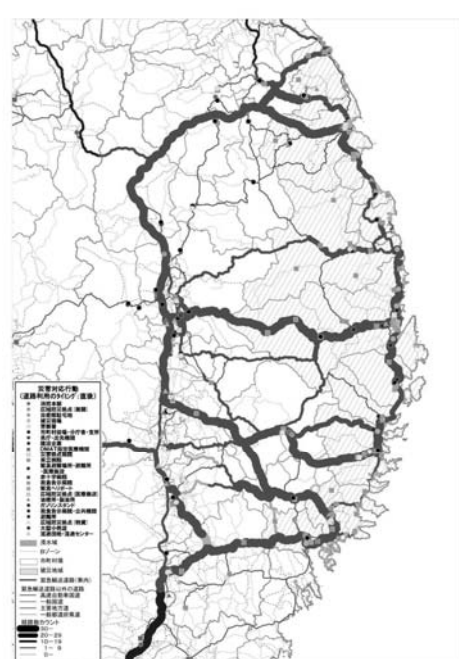
道路管理者が道路啓開・復旧を効率的に行うための基礎資料とする。



図－1 達成する目的『救命救急』における最短経路の重なり



図－2 達成する目的『緊急輸送活動』における最短経路の重なり



図－3 時間帯『震災直後』における最短経路の重なり

大規模地震に備えた効率的な事前対策に関する調査

Study on efficient precautionary measures against giant earthquakes

(研究期間 平成 25～26 年度)

危機管理技術研究センター地震防災研究室
Research Center for Disaster Management
Earthquake Disaster Prevention Division

室長	金子 正洋
Head	Masahiro KANEKO
主任研究官	木村 祐二
Senior Researcher	Yuji KIMURA
主任研究官	間瀬 利明
Senior Researcher	Toshiaki MABUCHI

The purpose of this study is to investigate the factors which paralyze traffic when a giant earthquake occurs. This study makes an analysis of the precautionary road structures which secure the traffic function of the road when a giant earthquake occurs.

〔研究目的及び経緯〕

東日本大震災では、事前の震災対策としての耐震補強が進められていた橋梁では地震動による致命的な被害が発生しなかったが、他の道路構造物等の被災により応急対応等に支障を来した事例が報告されている。

本研究では、南海トラフ巨大地震等の切迫する大規模地震に備え、重要路線の交通機能を確保するために必要な事前対策を効率的に実施する手法の検討を行う。検討の対象は、支障の影響度や復旧・事前対策のためのコストや時間が様々である各種交通支障要因全体とした。

25 年度は、大規模地震による交通支障要因の抽出と整理を行い、路線の交通機能を確保するために必要な道路構造物の性能について検討を行った。

〔研究内容〕

1. 大規模地震による交通支障要因の抽出と整理

道路震災対策便覧等の既存資料及び近年発生した震度 6 弱以上の地震の事例より、地震被害によって交通支障を発生させる可能性のある道路構造物等の支障要因と内容を網羅的に抽出した。また、道路構造物等の地震被害想定手法について事例収集・整理した。

2. 路線の交通機能確保に必要な性能の検討

1. で整理した大規模地震による道路構造物等の被災状況とこれに起因する交通支障内容を基に、主要な道路構造物における交通支障期間を考慮した道路構造物の性能について整理した。

〔研究成果〕

1. 大規模地震による交通支障要因の抽出と整理

事例収集の対象は、「芸予地震（2001 年）」、「新潟県

中越地震（2004 年）」、「能登半島地震（2007 年）」及び「東北地方太平洋沖地震（2011 年）」とした。これらについて、土木学会等の地震・道路被害との関連が深い学協会と一部関連性があると考えられる地域安全学会等から公開されている報文を約 4,500 件収集した。さらに、写真集及びインターネットを使った新聞記事等の収集を行い、道路交通に関連する 1,007 の被災事例を抽出した。抽出した 1,007 の支障要因毎の被災事例の割合を図-1 に示す。

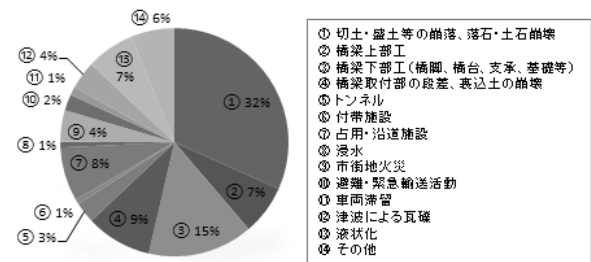


図-1 支障要因毎の被災事例の割合

収集した被災事例のうち、被災箇所と交通支障の内容が明確になっているものは 61 事例であった。これに現場状況写真から交通規制の内容を想定できる 42 事例を加え、規制期間と規制内容を整理し、復旧パターンの分類及び気象庁の推定震度分布図を用いた被災箇所の震度と交通支障内容の整理を行った。

さらに、地方整備局等の道路管理の担当者が、大規模地震への対応に活用し易いよう、被災震度、交通支障内容及び地震被害想定手法を支障要因毎に整理し、表-1 のようにまとめた。

表-1 被災事例に基づいた交通支障内容と被害想定手法

支障原因	被災事例に基づいた被災震度と交通支障内容					被害想定手法
	7	6 強	6 弱	5 強	5 弱	
盛土沈下	×	×	×	×	—	道路盛土の簡易耐震性評価法(案)(土木研究所 H15) 地震時盛土斜面の安定性評価手法による事例検討(土木学会地震工学論文集 H21)
盛土沈下 (液状化)	—	×	—	×	—	地震時の道路盛土の被害予測技術(土木研究所) 地盤の耐震調査法(道路震災対策便覧 H18)
高盛土の崩壊	×	×	×	—	—	盛土の耐震性判定(道路震災対策便覧 H18)
切土・斜面 の崩壊等	×	×	×	×	—	切土のり面・斜面の耐震調査(道路震災対策便覧 H18) 急傾斜地崩壊危険箇所点検要領(千葉県)
津波による 盛土被災	×	×	×	×	—	公共土木施設の地震・津波被害想定マニュアル(案)(国土技術政策総合研究所 H20)
橋梁上部工 の被災	×	×	×	—	—	自治体の地震被害想定における被害予測手法の調査(東京都防災会議 S53)
橋梁下部工 の被災	×	×	×	×	×	首都直下地震による東京の被害想定報告書(東京都防災会議 H24) 橋梁構造による耐震性判定(道路震災対策便覧 H18) 即時震害予測システム(SATURN)(国土技術政策総合研究所 H15)
橋梁取付部 (盛土段差)	×	×	×	×	—	地盤の耐震調査法(道路震災対策便覧 H18) 公共土木施設の地震・津波被害想定マニュアル(案)(国土技術政策総合研究所 H20)
トンネルの被災	×	—	—	—	—	トンネルの耐震調査法(道路震災対策便覧 H18) 秋田県地震被害想定調査報告書(秋田県 H9)
横断歩道橋 の被災	—	—	—	—	—	横断歩道橋の耐震調査法(道路震災対策便覧 H18)
地下横断歩道 の被災	—	—	—	—	—	地下横断歩道の耐震調査法(道路震災対策便覧 H18)
道路閉塞 (細街路等)	—	—	—	—	—	自治体の地震被害想定における被害予測手法の調査(埼玉県 H10) 首都直下地震による東京の被害想定報告書(東京都防災会議 H24)
沿道施設 の転倒	—	—	—	—	—	首都直下地震による東京の被害想定報告書(東京都防災会議 H24)
沿道建物の 倒壊	—	—	—	—	—	まちづくりに関する防災評価・対策技術の開発(国土技術政策総合研究所 H15)
浸水	—	—	—	—	—	津波浸水想定の設定の手引き(Ver.2.00)(国土交通省 H24) 首都直下地震による東京の被害想定報告書(東京都防災会議 H24)
市街地火災	—	—	—	—	—	首都直下地震による東京の被害想定報告書(東京都防災会議 H24) 防災アセスメント調査報告書、白井市地域防災計画(白井市 H25) まちづくりに関する防災評価・対策技術の開発(国土技術政策総合研究所 H15)
避難・ 緊急活動等	—	—	—	—	—	首都直下地震による東京の被害想定報告書(東京都防災会議 H24)
車両滞留 (渋滞)	—	—	—	—	—	首都直下地震による東京の被害想定報告書(東京都防災会議 H24)
津波瓦礫	×	×	—	×	—	津波堆積物処理指針(案)(廃棄物資源循環学会 H23) 災害廃棄物分別・処理戦略マニュアル(廃棄物資源循環学会 H23) 東南海・南海地震発生時の津波廃棄物発生量の推定手法に関する研究(河田恵昭外 H19) 東南海、南海地震の被害想定について(東南海、南海地震等に関する専門調査会 H15) 地震被害想定支援マニュアル(内閣府 H13) 水害廃棄物策定指針(環境省 H17) 震災廃棄物対策指針(厚生省 H10)
液状化	—	×	—	×	—	地盤の耐震調査法(道路震災対策便覧 H18) 首都直下地震による東京の被害想定報告書(東京都防災会議 H24) 宅地の液状化被害可能性判定に係る技術指針・同解説(案)(国土交通省 H25)
その他 (雪崩等)	—	—	—	—	—	※想定手法なし

×：全面通行止めが発生，—：該当事例無し

2. 路線の交通機能確保に必要な性能の検討

全面通行止めが発生した事例のうち、10 日間以上の交通規制が発生した 41 事例について、交通支障期間が長期に及ぶ要因を分析し、復旧パターンの整理結果から、交通支障期間を考慮した復旧のし易さ等の道路構造物の性能について検討を行った。

復旧性能が低いものとしては「高盛土」、「周辺の構

造物（擁壁等）に被害を及ぼす切土・斜面」、「橋梁上部工」、「トンネル」が挙げられ、これらの道路構造物については事前対策の優先度が高いと考えられる。

【成果の活用】

地方整備局等の道路管理の担当者が、大規模地震後における重要路線の交通機能確保に必要な事前対策メニューを検討する際の基礎資料として活用できる。

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 aiming for disaster mitigation against large-scale tsunami
(研究期間 平成 25～27 年度)

危機管理技術研究センター地震防災研究室
Research Center for Disaster Management
Earthquake Disaster Prevention Division

室長	金子 正洋
Head	Masahiro KANEKO
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 during tsunami only focus on the largest tsunami anticipated in the area. In this study, a road management manual aiming for tsunami disaster mitigation is proposed 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レベルの策定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の提案を行う。本年度は、道路施設管理者の津波災害対応マニュアル等に関する現況整理を行うとともに津波災害にかかる道路施設被害とその影響の整理を行った。また、津波災害対応を想定した道路管理のケーススタディを実施し、大規模津波を想定した道路管理マニュアルで踏まえるべき対応の流れとその範囲の検討を行った。

[研究内容]

1. 道路施設管理上の津波対応マニュアルの現況整理

道路施設の管理業務において、津波災害を想定した災害対応マニュアル(以下：津波対応マニュアル)の現況整理を行った。

対象は、直轄国道を管理する国土交通省の国道事務所および有料道路事業者(東日本高速道路(株)、中日本高速道路(株)、西日本高速道路(株)、首都高速道路(株)、阪神高速道路(株)、本州四国連絡高速道路(株)、名古屋高速道路公社、広島高速道路公社、福岡北九州高速道

路公社)とし、現在策定されている津波対応マニュアルの記述内容について比較整理するとともに共通する事項、特徴的な事項を整理した。

2. 津波災害にかかる道路施設被害とその影響の整理

東日本大震災の津波災害にかかる道路施設被害とその影響についての整理を行った。

対象は、津波来襲前として、地震発生直後の津波からの避難行動において道路施設の被害などが避難行動に及ぼした影響と、津波来襲後として、漂流物などによる道路施設への影響とした。

漂流物の影響では、道路上に堆積したガレキ撤去などの道路啓開・応急復旧に要した時間と漂流物により被害を生じた道路施設についての整理を行った。

3. 大規模津波を想定した道路管理のケーススタディ

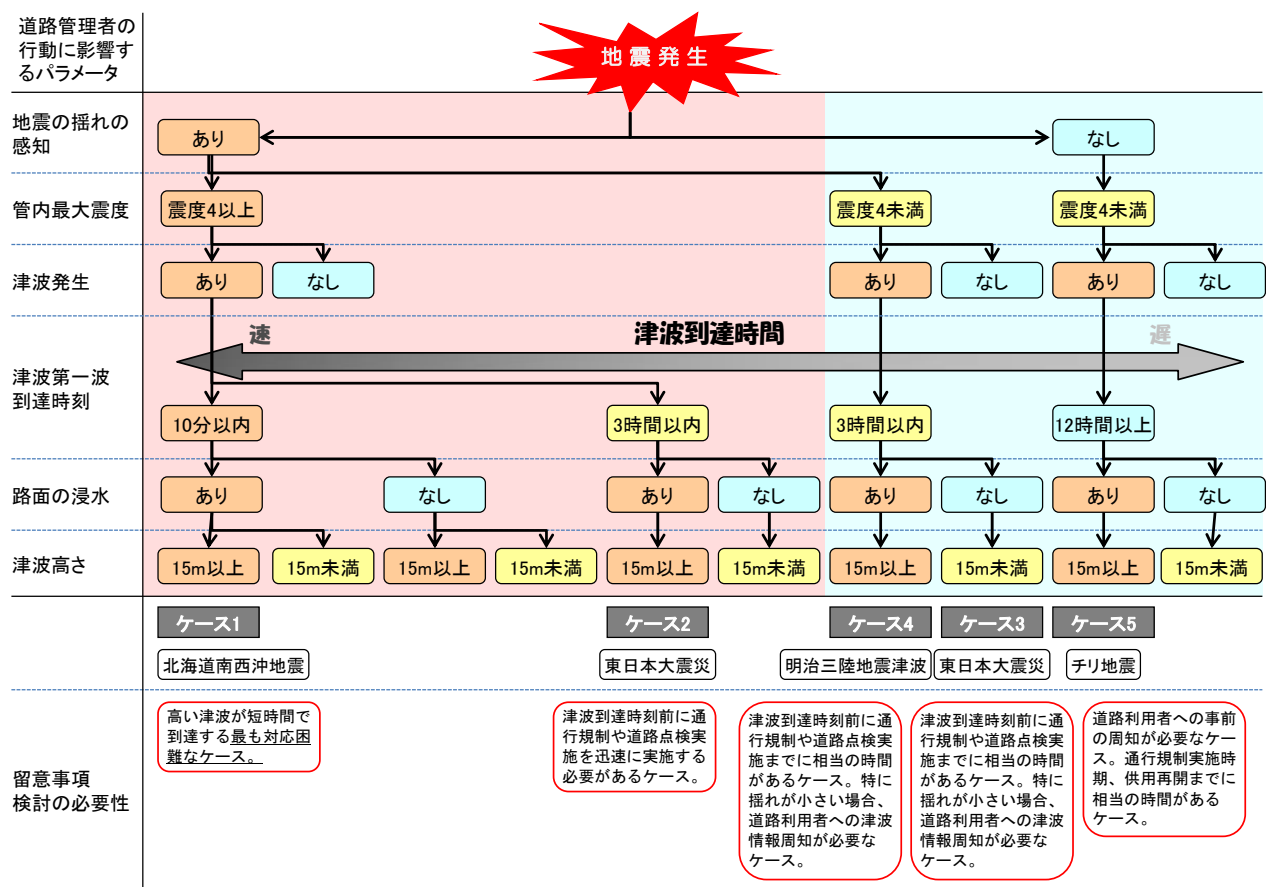
津波災害対応を想定した道路管理のケーススタディを実施し、大規模津波を想定した道路管理マニュアルで踏まえるべき対応の流れとその範囲を整理した。ケーススタディでは、津波来襲の時系列的な流れ、道路施設被害、これらを踏まえた道路管理を想定した。

ケーススタディの実施にあたっては、既存の津波対応マニュアル等に記載されている災害対応の現況を反映するとともに東日本大震災をはじめとする津波災害における事例・教訓・反省点を踏まえた。

[研究成果]

1. 道路施設管理上の津波対応マニュアルの現況整理

道路施設管理に用いられている、津波対応マニュアル等 98 件を収集し、カルテ形式で整理した。整理にあたっては、時系列を踏まえ表形式をするとともに、地震による被害の有無などの津波来襲前の避難への影響などを考慮した。



図ー1 ケーススタディの組み合わせの整理

取りまとめ結果より、特徴的な事項を整理し、津波対応マニュアルで留意すべき事項を抽出した。

2. 津波災害にかかる道路施設被害とその影響の整理

津波に起因した道路被害の事例として、新聞報道などから、道路被害事例13事例、橋梁被害事例28事例を収集した。これらより、道路啓開や供用再開に要した日数等を整理し、「被害による影響」、「啓開に必要な資機材」、「迂回路の必要性」等について整理し、今後の津波対応検討の基礎資料とした。

避難影響の面からは、津波に起因した道路損傷による避難阻害が明確な事例は3事例あり、孤立期間や人数等を整理した。また、地震後の道路渋滞に起因して避難が阻害され、被災した事例は2事例あった。

3. 大規模津波を想定した道路管理のケーススタディ

ケーススタディの検討では、津波による道路管理者の行動に影響を与えるパラメーターを図ー1に示すような形で整理し、その組み合わせにより検討対象とする5ケースを設定した。ケース1および2は、短時間で非常に高い津波が到達するケースであり、道路利用者および職員の安全確保に留意が必要となる。特にケ

ース1は、非常に短時間で津波が到達するため、最も対応困難なケースとなる。ケース3～5は、津波到達まで比較的時間がかり、道路管理者は、地震発生後の道路点検と津波による浸水を想定した通行規制のタイミングを判断するジレンマに陥ることが想定されるケースである。ケーススタディでは、各ケースの地震発生からの災害対応行動を時間経過によるシナリオ形式で想定し、現行マニュアルとの対比により課題となる事項を抽出した。また、ケーススタディにおける事象の変化と道路管理者の対応の特徴的な場面についてイラストを用いて表現した。

〔成果の活用〕

ケーススタディの結果から、南海トラフの巨大地震のように強い地震動と巨大な津波が想定されるケースへの対応と、遠方で発生する地震津波への対応のそれぞれを考慮した行動規範を整備しておくことで、津波災害対応の基本的な流れを押さえることが可能となる。

今後は、ケーススタディで課題としてあげられた事項への対応策の検討を行い、地方整備局などの津波対応マニュアルに反映させていく。

道路構造物の点検・管理体系の最適化に関する調査検討

Study on rationalization, standardization and advancement of inspection system for highway bridges

(研究期間 平成 24～25 年度)

道路研究部 道路構造物管理研究室	室長	玉越 隆史
Road Department Bridge and Structures Division	Head	Takashi Tamakoshi
主任研究官 大城 温	研究官	石尾 真理
Senior Researcher Nodoka Oshiro	Researcher	Mari Ishio
研究官 横井 芳輝	交流研究員	強瀬 義輝
Researcher Yoshiteru Yokoi	Guest Research Engineer	Yoshiteru Kowase

In order to assess the structural health of highway bridges including bridges managed by the local governments from the unified viewpoints effectively, NILIM conducted a study towards formulation of rational periodic inspection manual commonly used by the road administrators.

〔研究目的及び経緯〕

我が国の社会資本は、これまでに蓄積されてきたストックのうち高齢化したものの割合が急速に増加しつつある。そのため、限られた予算や人的資源の下で、これらの道路構造物の健全性を将来にわたり適切な水準に維持し、必要な道路ネットワークの機能を維持できる方策の確立が急務となっている。このためには、道路橋を含む様々な道路構造物の状態を確実に把握して重大事故を未然に防止するとともに、それらの情報に基づく将来予測を行うことで、対策の必要性や優先度の意志決定の最適化と予防保全の実現による構造物の維持管理にかかる負担の軽減が必要となる。道路橋については、橋梁定期点検要領（案）（平成 16 年 3 月）制定以降、5 年に一度の点検が実施され、同一要領による客観的なデータが蓄積されてきているため、これを分析することで損傷発生傾向やそれらの進行の傾向について把握することが可能となっている。一方で、トンネル及び土工構造物の点検では、構造物や斜面对策工等の単位で、補修や補強等の対策の必要性など、措置に関わる助言としての診断が記録されているものの、道路橋の「損傷程度の評価」のような各損傷の客観的な状態に関する記録はなされていない。経時的な損傷の遷移やそれに基づく将来予測、また、損傷発生傾向を把握し、得られた知見を設計基準の高度化や維持管理の合理化に反映していくためには、これらの構造物に関しても、道路橋と同様に客観的な状態を把握し、記録していく必要があると考えている。

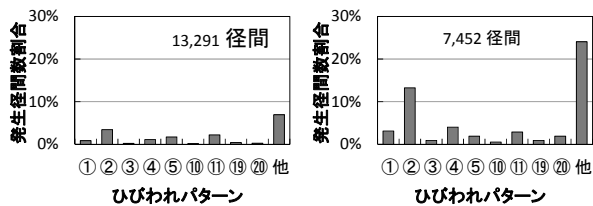
これらを踏まえ、本研究では、これまで蓄積されてきた点検データを用いて道路構造物の損傷の特徴の把握と損傷進行の傾向について整理をした。道路橋につ

いては、橋梁定期点検要領（案）に基づく複数回の点検データが整備されてきているため、これを用いた。トンネル及び土工構造物については、トンネル定期点検及び道路防災総点検の結果から、客観的データ取得のための最小記録単位の考え方、損傷種類、損傷程度の評価や分類区分の考え方について整理するとともに、既存の点検結果を客観的データに変換し、損傷発生状況の特徴の整理を試みた。

〔研究内容及び研究成果〕

1. 直轄道路橋の損傷進行等の特徴整理

全国の直轄道路橋（約 28,000 橋）で蓄積された定期点検のデータを用いて、主要な部材の主要な損傷を対象に損傷発生傾向及び劣化の進行の特徴を整理した。図-1 にコンクリート主桁の損傷発生傾向の分析の例を示す。ポステン PC 橋とプレテン PC 橋について、ひびわれパターンの発生比率を示している。ひびわれパターンは橋梁定期点検要領（案）において分類しているのもので、特徴的なものを抜粋した。図-2 にひびわれパターンを示す。プレテン PC 桁に比べてポステン PC 桁の方がひびわれの発生は顕著であり、ひびわれの発生パターンの傾向も異なることが分かる。②のひびわれは PC 鋼材やシースに沿ったひびわれであり、これらの腐食に起因するものと考えられる。また、④のひびわれはその性状からプレストレスの導入量に関連していることも示唆される。このように、損傷の種類だけでなく、その性状についてもパターン化して記録を行い、構造特性や施工方法等による発生傾向を把握することで、ひびわれ発生原因の解明及びそれに基づく設計の合理化、予防保全策の確立のための基礎データとなる可能性がある。



(a) プレテンPC桁 (b) ポステンPC桁

図-1 PC橋の主桁のひびわれ発生の特徴

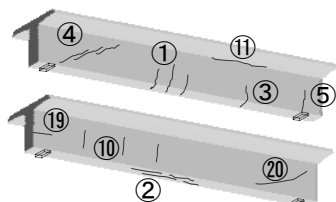
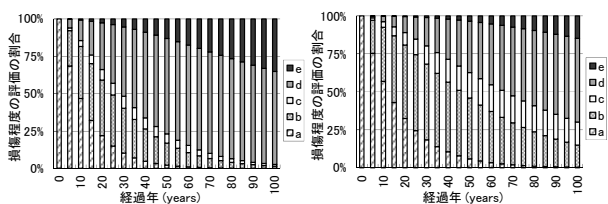


図-2 ひびわれパターン

図-3は、鋼板桁橋の主桁の腐食について、劣化の進行の特徴の分析の結果を示す。2回の点検データの損傷程度の評価の変化から得られる遷移確率を用い、損傷程度の評価の経年的な変化を推定したものである。なお、2回の点検間に補修がされているデータは除外している。桁端部と中間部で良好な状態である「a」の割合には大きな差はないものの、より深刻な状態のものの割合は桁端部の方が早い段階から急増する結果となっており、腐食環境の違いが伺える。このように、劣化の進行は同じ部材であっても、その部位によって進行の速度や傾向は異なることから、構造物の単位ではなく、より詳細な単位で状態を把握し、蓄積することが損傷の進行傾向や将来の状態を予測する上で重要であることが分かった。



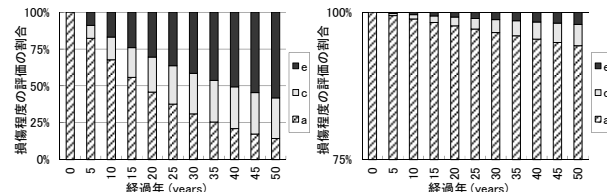
(a) 端部 (b) 中間部

図-3 損傷程度の評価の経年的推移（鋼板桁腐食）

2. トンネル及び道路土工構造物の点検に係る整理

トンネルの定期点検結果を用いて、橋梁定期点検要領（案）と同様に点検で取得したデータを使って、将来の状態予測や統計的分析が可能となるようにスパン毎かつアーチ部や側壁部などの部位により記録の単位を区分した。計30トンネルについて、この区分ごとに、損傷展開図及び損傷写真から読み取れる損傷をその程度に応じて、客観的データである「損傷程度の評価」に置き換えて、損傷の特徴の整理を試みた。一例として、図-4にNATM工法で施工されたトンネルについて

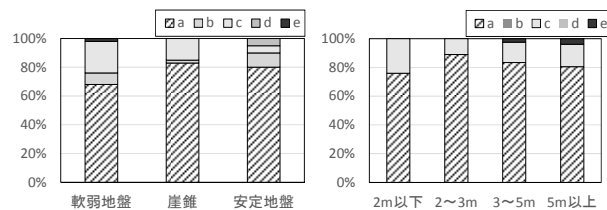
覆工の浮き・はく離・剥落に着目し、2回の点検データから推定した損傷程度の推移を示す。トンネル側壁部に比べアーチ部の方が損傷の進行が早い結果となった。このように、トンネルにおいても部位によって進行の速度や傾向は異なる可能性が示唆された。



(a) アーチ部 (b) 側壁部

図-4 トンネル覆工（NATM工法）のうき・はく離・はく落の損傷程度の経年変化

また、道路土工構造物についても、400箇所程度（斜面・切土：200箇所、盛土：200箇所）の道路防災総点検結果を用いて、トンネルと同様に、記録単位、損傷種類、損傷程度などの点検で取得すべきデータ区分の試案を作成した。また、その区分毎に損傷図や損傷写真から読み取れる損傷をその程度に応じて、客観的データである「損傷程度の評価」に置き換えて、損傷の特徴の整理を試みた。一例として、図-5に盛土の擁壁工のひびわれを対象に、基礎地盤種別及び擁壁高さの違いによる損傷発生傾向を整理した結果を示す。基礎地盤による違いでは、軟弱地盤上の盛土における擁壁でひびわれの発生は多くなっている。また、擁壁の高さについては、ひびわれの発生率に大きな違いは見られないものの、深刻な状態「e」のものは、擁壁高さが高いものの方が発生しやすい可能性があることが伺える。このように、土工構造物においても、構造物の損傷種類毎に客観的な状態の記録をすることで、劣化等の変状の把握を合理的に行い、経時的な損傷の特徴の把握により、予防保全や将来予測が行える可能性も出てくると考えられる。



(a) 基礎地盤の違い (b) 擁壁高さの違い

図-5 擁壁工（盛土）のひびわれの損傷特徴

〔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〕

定期点検要領(案)の改定等に反映。

道路構造物群の管理状態評価に関する調査検討

Study on the evaluation of the service and structural safety levels for the asset of highway structures
(研究期間 平成 24～26 年度)

道路研究部 道路構造物管理研究室
Road Department Bridge and Structures Division
主任研究官 大城 温
Senior Researcher Nodoka Oshiro
研究官 宮原 史
Research Fumi Miyahara
交流研究員 強瀬 義輝
Guest Research Engineer Yohiteru Kowase

室長 玉越 隆史
Head Takashi Tamakoshi
研究官 石尾 真理
Research Mari Ishio
研究官 横井 芳輝
Researcher Yoshiteru Yokoi
交流研究員 水口 知樹
Guest Research Engineer Toshiki Mizuguchi

NILIM has been developing a strategic maintenance approach for maintaining and managing road structures considering two functions of the road networks, traffic service and structural safety, which are subjected to and their present and future performance assessments. Models to estimate deterioration processes of road structures using bridge inspection database to develop the strategic maintenance approach was examined.

〔研究目的及び経緯〕

道路構造物群全体の合理的な維持管理施策を検討するなどの目的に対して、これを支援するための方法として様々な種類や構造的特徴を有する道路構造物の状態を統一的な観点から定量的に相対比較できる手法を検討している。

平成 25 年度は、過去に研究室で提案した道路橋の機能状態に関する定量的な評価値を定期点検のデータのみから機械的に算出する指標（以下「道路橋の総合評価指標」という。）について、実際の点検における技術者による診断結果との対比を行って指標の問題点の抽出と機械的な評価による橋の機能状態の推定の限界について検討を行った。また、道路橋毎の構造的な冗長性の設計や維持管理の優先度付けなどに反映させるための定量的な評価方法の検討を行った。具体的には代表的な道路橋形式に対して、各部材と橋全体の性能の関連性に着目してフォールトツリーアナリシス（以下「FTA」という。）を適用したリスク構造の分析を行った。

〔研究内容及び研究成果〕

1. 「道路橋の総合評価指標」の問題点と限界の整理

総合評価指標とは、橋梁点検において各部材の損傷程度を客観的に評価したデータのみから、供用性や安全性の観点から不可欠と考えられる3つの機能、「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指標を、それぞれ部材の重要度を勘案して算出するものである。平成25年度は、総合評価指標(耐荷性)と対策区分判定結果を対比し、指標の問題点の抽出と機械的な評価による橋の機能状態の推定の限界について整理した。

総合評価指標（耐荷性）の健全度別に対策区分を集計した結果を図-1に示す。指標の健全度が低い（30点未満）ほど、対策区分Cの割合が高く、指標の健全度が高い程対策区分Cの割合が少なくなる。総合評価指標と対策区分判定の結果の傾向は、概ね一致していた。

危険側に乖離している要因としては、横桁等指標算出時の部材影響度が低い部材において、破断や亀裂などにより対策区分判定がC以上と判定されていた。また、総合評価指標算出時に対象としていない「うき」への対策がなされていることがあげられる。これら、部材損傷は、他の総合評価指標（災害抵抗性・走行安全性）で考慮されている（部材影響度を高く設定）場合もあることから、概ね適用性はあると考える。一方、安全側となる要因としては横締め「定着部の異常」に対して実際には対策されていないことが要因であった。

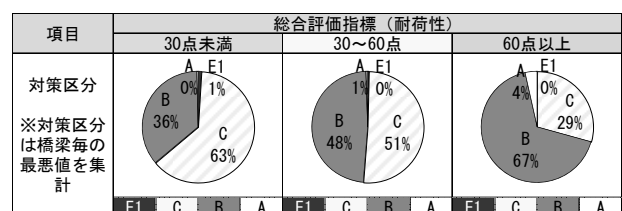


図-1 総合評価指標（耐荷性）と対策区分

2. FTAを適用した道路橋のリスク構造の分析

代表的な道路橋形式に対して、各部材と橋全体の性能の関連性に着目し、FTA を適用したリスク構造の分析を行った。

構築した FT 図の構造を図-2 に示す。頂上事象を「橋梁が致命的となる状態（対策区分 E1）」とし、部位・部材を階層とした中間事象を設定した。基本事象の確率 X_1 は、損傷の発生確率とし、確率は直轄定期点検データから 2 回の結果を抽出して、損傷種類、部材部位単位にマルコフ過程を前提にして状態遷移確率分布を求め、近似した劣化予測式を用いて経過年ごとのリスク発生確率を算出した。なお、データ数が少なく劣化予測式の信頼性が確保できない部材・損傷種類については（例えば、支間が異なる RC 床版など）、劣化予測式を作成するのに十分なデータとなる分類（例えば、全ての RC 床版）で発生確率予測式を設定した。基本事象を部材・損傷種類ごとの E1 発生確率とするため、劣化予測式等から定めた損傷程度 e に対し、対策区分 E1 となる割合を AND ゲートで結んだ FT 構造とした。

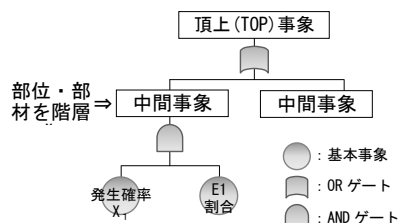
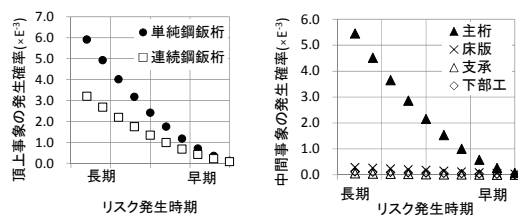


図-2 FT図の構造

単純 4 主桁桁 (2 橋分) と 2 径間連続 4 主鋼桁について頂上事象発生確率を比較した例を図-3(a)に示す。横軸の左側を長期、右側を早期(供用初期)に頂上事象が発生する確率として表している。早期の頂上事象の発生確率は同等であるが、経年により単純桁と連続桁に差が生じ、長期(100 年想定)で単純桁の発生確率が連続桁の約 2 倍程度となった。中間事象である部材の破壊確率 (図-3(b)) をみると、主桁の腐食による E1 発生確率が頂上事象の発生確率に大きく影響している。主桁の腐食発生確率と E1 発生割合は同じ値を用いているものの、腐食の進行が早い桁端部の数が単純鋼桁 4 箇所に対して連続鋼桁 3 箇所と少ないことから、頂上事象の発生確率が高くなっているためと考えられる。



(a) 頂上事象(単純橋と連続橋) (b) 中間事象(単純鋼桁)

図-3 事象発生確率の比較

単純鋼桁橋の主桁本数 2, 4, 6 本で比較した例を図-4(a)に示す。頂上事象の発生確率は 2 主桁が突出して高い結果となった。部材の破壊確率を比較すると(図-4(b))、2 主桁では図-3(b)の 4 主桁の場合と同様、主桁の基本事象の発生確率が大きく、その他の部材の影響は非常に小さかった。このことから主桁本数が少ないことが影響していた。また、本検討では、破壊による部材間の影響を考慮しない簡易な FT 図の構造としたが、実橋においては複数の部材が連鎖的に影響を及ぼす複雑な挙動も想定される。

図-5 に示す FT 図に主桁のみ考慮した確率、床版のみ考慮した確率、主桁と床版を考慮した確率を比較した結果、部材ごとの中間事象の発生確率が 2 桁以上異なると、頂上事象発生確率に及ぼす影響が非常に小さくなるため、影響が明らかに小さいと判明している部材については省略し、簡易な FT モデルにより算出することができる可能性を示した。

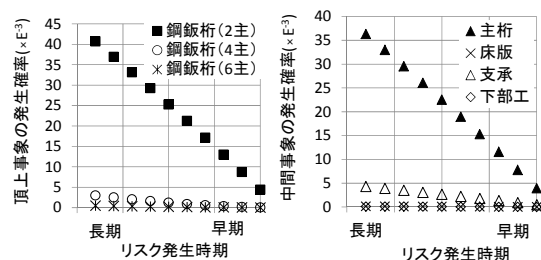
以上の試算結果から、FTA を適用したリスク構造として、点検データの母数が少なく構造条件別の基本事象の発生確率が得られていない場合、構造特性の違いを正確に反映した頂上事象の確率比較が困難な可能性があること、また、部材間の影響をリスク構造へ反映する方法が課題として残された。

【今後の課題】

リスク水準を構造物の一つの性能として定量的に評価できるための検討を引き続き進めていく予定である

【成果の活用】

点検基準等に反映する予定。



(a) 頂上事象(主桁本数 2, 4, 6 本) (b) 中間事象(6 主桁橋)

図-4 事象発生確率の比較

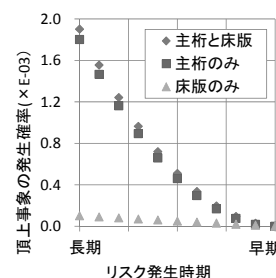


図-5 簡易モデルの検証(単純 4 主桁橋)

既設道路橋の補修・補強設計基準に関する調査検討

Research to Develop Design Standards for Repair and Reinforcement Works of Existing Highway Bridges

(研究期間 平成 23～25 年度)

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

主任研究官 白戸 真大
Senior Researcher Masahiro Shirato
研究官 石尾 真理
Research Mari Ishio
研究官 横井 芳輝
Researcher Yoshiteru Yokoi
交流研究員 水口 知樹
Guest Research Engineer Toshiki Mizuguchi

室長 玉越 隆史
Head Takashi Tamakoshi
主任研究官 窪田 光作
Senior Researcher Kosaku Kubota
研究官 宮原 史
Researcher Fumi Miyahara
交流研究員 強瀬 義輝
Guest Research Engineer Yohiteru Kowase
交流研究員 狩野 武
Guest Research Engineer Takeshi Karino

In order to evaluate the existing bridge performance and to carry out rational bridge maintenance, NILIM conducted fatigue durability tests and some non-destructive test for reinforced concrete slabs with steel plate bonding.

〔研究目的及び経緯〕

既設道路橋では経年により様々な劣化や損傷の事例が報告されてきている。一方、変状を生じている道路橋の残存耐荷力を適切に評価できる手法は確立しておらず、例えば鋼板接着工法によって補強された床版が抜け落ちるといった重大な損傷が報告され、上下面が舗装と補強鋼板に覆われて内部コンクリートが直接目視できない上、劣化過程において検知すべき事象が明確になっていないことが課題となっている。

平成 25 年度は、補強した RC 床版における点検方法と検知すべき事象の抽出を目的として、直轄国道における点検結果を分析するとともに、補強した既設橋の RC 床版に対して輪荷重走行試験機による疲労試験を実施した。また、各種の非破壊検査手法を適用して床版内部の破壊の発生や進行に対する検出特性について検証を行い、鋼板接着補強された RC 床版への適用上の課題を整理した。

〔研究内容及び研究成果〕

1. 直轄国道の点検結果の分析

国土交通省直轄国道の定期点検データ 22,815 橋から、床版に損傷が生じている橋梁を抽出し、橋年齢、橋種、橋長、補修補強工法、架橋環境（塩害地域、交通量等）などの各種条件に着目し、関連性のある変状（舗装、排水柵、伸縮装置の異常等）と床版の損傷形態（遊離石灰等）との関係を損傷図より整理した。一般に、RC 床版の損傷と床版以外の部材の損傷との関係が明確で

はないことや、補強済み床版においては腐食以外の損傷を記録している事例が少ないものの、図-1に示すように、舗装と床版下面の異常が生じている位置が同じである事例がみられた。すなわち、舗装にひび割れが生じており、さらに床版下面に異常（鋼板接床版のうき等）が生じている場合には、内部の床版コンクリートの損傷が疑える可能性がある。これらが、補強床版の検知すべき事象である可能性と、橋梁点検における正確な記録の必要性を示した。

2. 補強した既設橋RC床版の疲労試験

供試体は、1972(昭和 47)年より供用されていた実橋から切り出した RC 床版(長さ 4.5m, 支間 2m, 版厚 170mm)を加工した。疲労試験前に載荷試験を実施したところ、過年度実施した疲労試験により走行回数 20

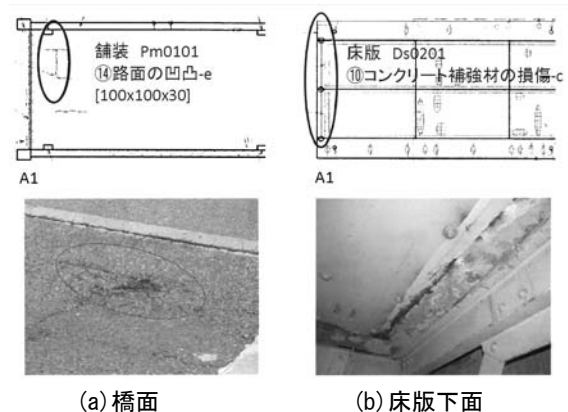


図-1 床版下面の損傷と関連性が疑われる損傷

89万回でも破壊しなかった既設床版と比較して2.5万回（重交通路線における1年間の交通量に相当）で破壊した貫通ひび割れが生じている既設床版と同等のたわみ量であった。この供試体に鋼板による補強を施工し、載荷荷重157kN（一定）で疲労試験を行った。

本研究においては、鋼板接着補強床版の損傷過程として、まず鋼板と床版コンクリートが剥離すると仮定し、剥離した状態からの疲労試験となるように、コンクリート面にワックスを塗布した上で樹脂接着を行い、アンカーボルトのみの固定とした。また、ひび割れにも樹脂が入らないようシールしている。

走行回数と床版中央たわみの関係を図-2に示す。走行開始後1万回でほぼ鋼板は剥離（約86%）し、11.5万回時点で端部のアンカーボルトが破断した。その後もたわみはゆるやかに増加し続けて、25万回で急激にたわみが増加し、破壊に至った。

試験後切断した結果を図-3,4に示す。ひび割れは床版コンクリート内部に配置している上側の鉄筋に沿って水平に進行していた。また、写真-1にみられるように水平ひび割れにより断面が小さくなることにより割れ、中には土砂化の兆候が見られる箇所もあった。重大な損傷が生じた実橋床版にも同様の損傷がみられた。

3. 変状の検知（各種非破壊検査の結果）

非破壊検査では、内部ひび割れや土砂化の発生や進行に着目し、検出特性の検証を目的として超音波試験（コンクリート中の伝搬速度を計測）と衝撃荷重載荷試験（重鎮落下によるたわみ計測）を行った。また、試験終了後に床版上面のたたき点検とレーダー探査を行い、切断結果と比較した。

超音波試験は、図-3に示す床版中央を跨ぐ3測線で計測した。図-5に示す試験結果では、特に①②断面付

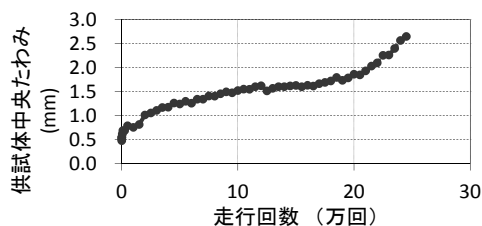


図-2 たわみの推移

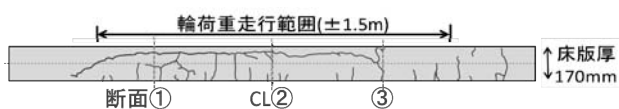


図-3 損傷図（橋軸方向）

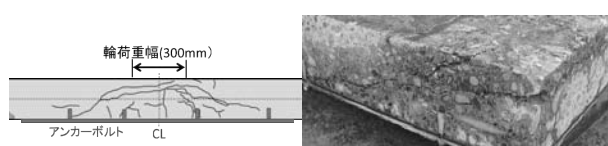


図-4 損傷図（橋軸直角方向①断面） 写真-1 内部損傷

近で走行回数19万回頃から急激にコンクリートの伝搬速度が低下した。断面①の損傷図（図-4）に示す内部ひび割れをとらえられる可能性を示した。衝撃荷重載荷試験による床版中央部の測定結果（図-6）は、床版下面のたわみ（図-2）と絶対値は異なるものの同様の傾向を示した。いずれの検査手法も、実橋ではあらかじめ健全とみなせるパネルとの相対比較となることが課題となる。

たたき点検と切断後の内部コンクリートの状態とを比較した結果を図-7に示す。深さが100mm程度の位置までの内部コンクリートの異状が概ね検知可能であった。電磁波レーダー結果では図-8に示すように上面からの厚さごとに変状範囲をとらえることができる可能性がある。いずれの検査もひび割れの存在する位置や方向、土砂化か否かなどの情報は得られないことが課題となる。

【今後の課題】

既設道路橋における、補修・補強部材の点検・検査手法の確立と、信頼性を確保した合理的検査手法の検討を進めていく。

【成果の活用】

点検基準等に反映する予定。

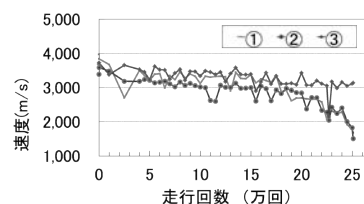


図-5 超音波試験結果

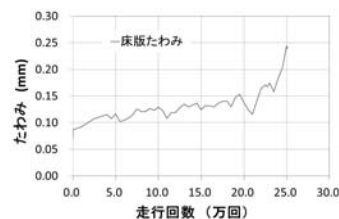


図-6 衝撃載荷試験結果

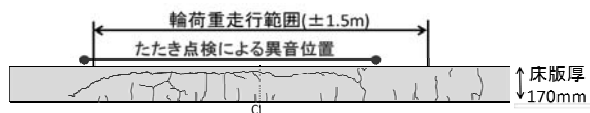
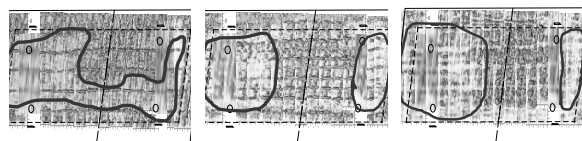


図-7 たたき点検異音位置とひび割れ位置との関係



(a) 上面～上側鉄筋下 (b) 鉄筋間 (c) 下側鉄筋上～鋼板

図-8 電磁波レーダー結果（平面図・上面より計測）

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

Elucidation of the reduction mechanism of carbon dioxide which a vehicle exhausts when it runs on various types of paved road

(研究期間 平成 25～27 年度)

道路研究部 道路環境研究室
Roadl Department
Road Environment Division

室長
Head
主任研究官
Senior Researcher
研究官
Researcher

角湯 克典
Katsunori KADOYU
小川 智弘
Tomohiro OGAWA
長濱 庸介
Yosuke NAGAHAMA

The mileage improvement and carbon dioxide emission of the vehicle may depend on the type of paved road and repair of that. This paper attempted to elucidate the reduction mechanism of carbon dioxide which a vehicle exhausts when it runs on various types of paved road.

〔研究目的及び経緯〕

日本における二酸化炭素排出量の約 19%は運輸部門が占めており、このうち約 88%は自動車から排出されている¹⁾。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や施策を講じている。

海外や国内において道路舗装の種類によっては大型車の燃料消費率が向上するという調査結果²⁾が示されている。したがって、道路舗装の種類別に二酸化炭素の排出量やその変動要因を解明することができれば、道路部門における新たな二酸化炭素の排出削減方策として期待できる可能性がある。また、道路舗装の種類だけでなく、損傷の違い（その種類や程度）による二酸化炭素の排出量やその変動要因を解明することで、舗装の適切な修繕による燃費の改善や、二酸化炭素排出量の削減効果が期待できる可能性がある。

そこで、このような要因を解明することを目的として、道路舗装の種類や損傷の違いによる自動車からの二酸化炭素排出量の変動特性試験を実施した。

〔研究内容〕

1. 二酸化炭素の測定方法

車載型の排ガス計測システムを試験車両に搭載し、走行中の二酸化炭素を含む排ガス量（CO、CO₂、THC、NO_x）、温度、湿度、大気圧及び車速等を 0.1 秒間隔で測定した（写真）。

2. 試験車両

排ガス計測システムが搭載可能な 2005 年新長期規

制適合車の中から、車両重量の違いによる二酸化炭素排出量の変化が把握できるよう、普通乗用車 1 台（排気量 3500cc）、ディーゼル貨物車 2 台（車両総重量 4.4t 及び 25t）を選定した。なお、ディーゼル貨物車には 10kg ごとに袋詰めされた砂袋を複数積載し、半積載や満積載の状態を再現した。

3. 試験箇所

縦断勾配や信号機の無い 300m の直線区間が確保できることを条件として、道路舗装の種類毎に舗装の損傷が発生している箇所及び未舗装の道路を選定した（表）。

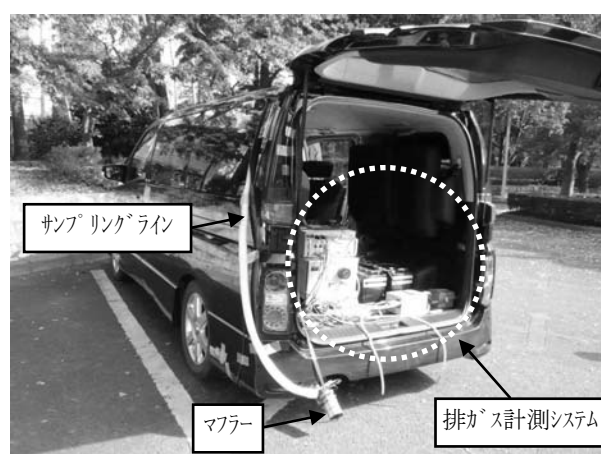


写真 排ガス計測システム

（マフラーから排出された排ガスは、サンプリングラインを通じて排ガス計測システムへ取り込まれる）

表 試験箇所

舗装の種類	試験箇所	損傷の程度(※)			
		ひび割れ [%]	わだち掘れ [mm]	平坦性 [mm]	維持管理 指数(MCI)
排水性舗装	①	0.06	6.74	1.51	7.79
	②	2.00	11.77	2.38	6.01
	③	17.07	16.26	2.33	3.94
密粒度舗装	④	0.43	5.04	1.30	7.47
	⑤	32.08	8.04	1.94	3.69
	⑥	14.01	32.80	1.72	2.90
	⑦	11.38	14.84	2.93	4.48
	⑧	37.60	11.35	3.96	3.36
SMA舗装	⑨	0.01	4.50	1.31	8.33
コンクリート舗装	⑩	0.32	5.47	1.22	7.76
未舗装(砂利道)	⑪	—	—	—	—

(※)ひび割れ、わだち掘れ及び平坦性は、路面性状測定車により測定

4. 試験内容

試験車両を設定速度(50km/h)まで加速させた状態で測定開始地点に進入させ、そのまま設定速度を維持した状態で300m先の測定終了地点まで走行した。

二酸化炭素を含む排ガス量やその他測定項目は、測定開始地点から終了地点までの走行中に測定した。なお、計測中はエアコン等電装品の使用は停止した。また、測定箇所は一般道路のため、他の通行車両を規制することができない。そのため、測定は朝・夕の混雑する時間帯を避けて3回実施した。

[研究成果]

測定結果(3回の平均値)を図に示す。維持管理指数(MCI)³⁾が「修繕が必要(3<MCI<5)」および「早急に修繕が必要(MCI≤3)」と評価された試験箇所は、一部を除き、同種類の舗装において「望ましい管理水準(MCI≥5)」と評価された試験箇所と比較して二酸化炭素排出量が増加する傾向が認められた。

以上より、損傷の無い舗装は、損傷の有る舗装よりも二酸化炭素排出量が抑制される可能性が考えられた。なお、現時点では測定箇所やデータ数が少ないため、より正確な分析を進めるためには、さらなるデータの蓄積が必要である。

[成果の活用]

成果については、今後さらなる検証を行い、道路舗装の種類による新たな二酸化炭素削減方策の検討や、二酸化炭素の排出削減に効果のある適切な舗装の維持修繕方法の検討に活用する予定である。

[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
- 2) 吉本徹: コンクリート舗装と重量車の転がり抵抗・燃費, コンクリート工学, Vol. 48, No. 4, 2010
- 3) 建設省道路局・土木研究所: 舗装の維持修繕の計画に関する調査研究, 第35回建設省技術研究会報告(昭和56年度), pp. 301-323, 1982

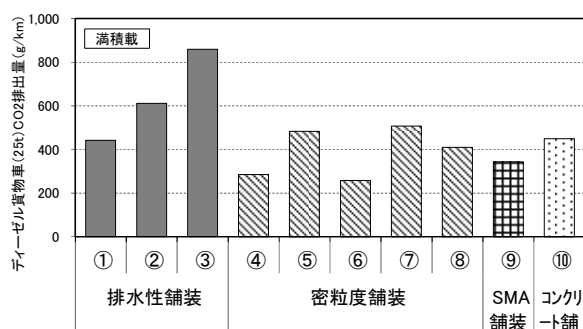
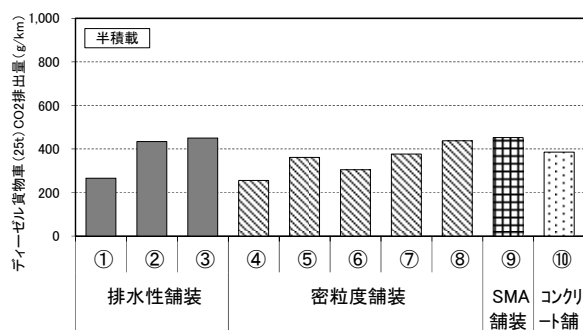
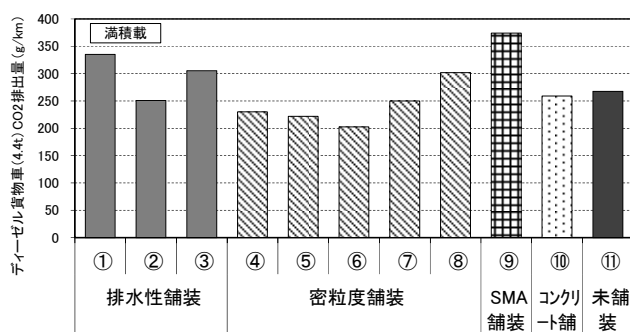
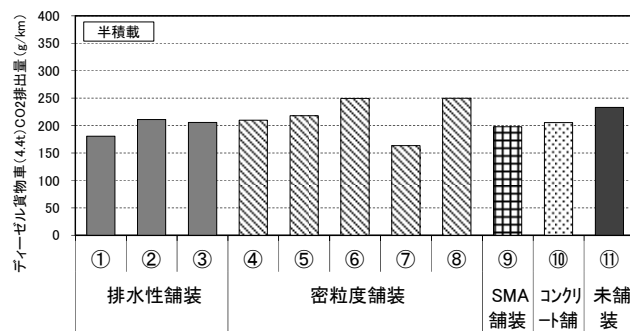
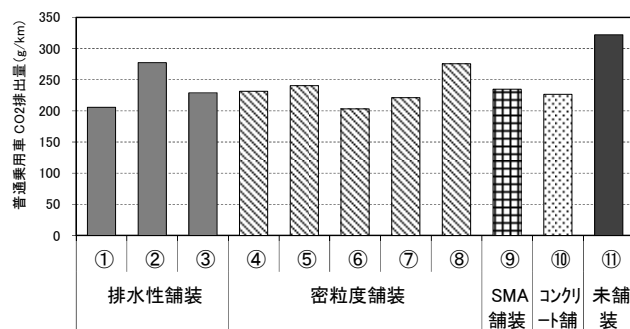


図 測定結果

(図中の①～⑪は、表1の試験箇所を示す)

道路供用に伴う自動車からの二酸化炭素排出量変化の 予測手法の高度化

Improvement of prediction methods change of CO₂ emissions from vehicles
as the effect of new road services

(研究期間 平成 22～25 年度)

道路研究部 道路環境研究室
Road Environment Division
Road Department

室長
Head
主任研究官
Senior Researcher
研究官
Researcher

角湯 克典
Katsunori KADOYU
小川 智弘
Tomohiro OGAWA
長濱 庸介
Yosuke NAGAHAMA

This study is aimed at improving methods predicting change of Carbon Dioxide (CO₂) emissions from vehicles on the effect of new services, using traffic survey data compared with conventional traffic estimation data.

〔研究目的及び経緯〕

道路事業の実施に伴う温室効果ガスの排出状況変化の予測手法開発は、これまで国内外の様々な行政又は研究機関により進められてきた。しかしながら、道路事業者が道路計画検討段階の実務で活用する手法としては未だ標準的な手法までは確立されていない。

本研究は、プローブデータ等の道路交通データを用いて個別道路事業箇所の供用前後における二酸化炭素（以下 CO₂）変化量等を試算することを試みた。あわせて、従来の交通量推計手法を用いて CO₂ 排出量を算出した結果と上記試算結果の比較・分析を行うことにより、予測手法の高度化に向けた各種の課題検討を進めた。

〔研究内容〕

1. プローブデータ等の道路交通データを用いた個別道路事業箇所の供用前後における CO₂ 変化量等の算出

個別道路事業箇所の供用前後における CO₂ 排出量等を算出するため、平成 23 年 4 月～平成 25 年 3 月までに供用した自専道及び直轄国道の事業から試算を行う事業の候補を選定した。選定した事業のうち、表-1「推計データ」で円印を付した 12 事業について過去の交通量推計データを入手した。また、表-1「実測データ」で円印を付した 9 事業については、道路交通データ（交通量、民間プローブ速度）を用いた供用前後 1 年の影響を比較した。

表-1 事例収集結果

No.	都道府県	路線名	区間	延長 (km)	供用 時期	推計 データ	実測 データ
1	北海道	道東自動車道	夕張IC～占冠IC	34.5	H23.10	○	○
2	栃木県	新 4 号国道石橋宇都宮バイパス	下蒲生第2跨道橋 ～上蒲生高架橋	1.0	H25.3	○	○
3	栃木県	新 4 号国道小山石橋バイパス	田川橋 ～下蒲生第1跨道橋	3.9	H25.4	○	○
4	富山県	国道470号能越自動車道	氷見北IC～瀧浦IC	5.7	H24.3	○	○
5	山梨県	国道139号都留バイパス	都留市法能～井倉間	3.2	H23.3	○	○
6	愛知県	国道23号名豊道路 豊橋バイパス	前芝IC～豊川為当IC	4.2	H24.10	○	○
7	京都府	国道478号京都縦貫自動車道 京都第二外環状道路	寄掛IC～大山崎JCT・IC間	9.8	H25.4	○	○
8	兵庫県	国道175号神出バイパス	神戸市西區神出町北 ～小東野間	2.2	H25.3	○	○
9	山口県	国道2号戸田拡幅	周南市戸田地内	2.0	H23.9	○	○
10	香川県	国道32号満濃バイパス	仲多度郡まんのう町羽間 ～まんのう町吉野下	1.2	H24.12	○	○
11	愛媛県	四国横断自動車道	宇和島市高串 ～西予市宇和町福生	16.3	H24.3	○	○
12	愛媛県	国道33号三坂道路	上浮穴郡久万高原町東明神 ～松山市久谷町大久保	7.6	H24.3	○	○
13	福岡県	東九州自動車道	清武JCT～清武南IC	1.2	H25.3	○	○
14	大分県	国道10号別大拡幅（別大地区）	高崎山地区	0.5	H24.2	○	○
15	沖縄県	国道58号名護東道路	伊差川IC～世富慶IC	4.2	H24.3	○	○

2. 従来の交通量推計手法を用いて CO₂ 排出量を算出した結果との比較・分析

交通量推計データを収集した 12 事業について、事業評価等で用いられている評価手法を用いた CO₂ 排出量、変化量等の算出を実施した。算出対象範囲は、昨年度の検討結果を踏まえ、①事業周辺 10km～30km の範囲、及び②整備有無により交通量±10%の影響が確認できる範囲の 2 種類とした。

〔研究成果〕

1. 道路交通データを用いた CO₂ 排出量の精度の確認

道路交通データを用いた CO₂ 変化量等の算出するにあたって、はじめにその精度を確認した。温室効果ガスインベントリオフィスの公表値をベースとして地域ブロック別・都道府県別の CO₂ 排出量を試算し、さらに幹線道路／非幹線道路に按分することで比較データを作成した。両者による算出値の比較を実施した結果を図-1 に示す。都道府県別では大都市部で乖離があったが、地域ブロック別で見ると概ね算出値・傾向ともに合致しており、精度が担保されていることを確認することができた。

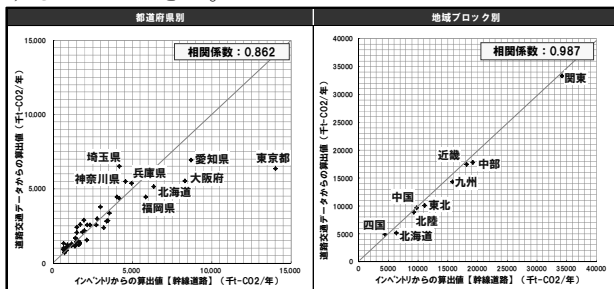


図-1 CO₂ 排出量の精度比較(地域ブロック、都道府県)

2. プローブデータ等の道路交通データを用いた個別道路事業箇所の供用前後における CO₂ 変化量の算出

道路交通データを収集した9事業を対象として CO₂ 変化量等の算出を実施した（表-2 参照）。比較対象とするデータとしては、供用前後1年の同月データを用いて、交通量、旅行速度、CO₂ 変化量等を比較した。

表-2 道路交通データによる CO₂ 変化量

No.	都道府県	路線名	区間	延長(km)	供用時期	CO ₂ 排出削減量(千t-CO ₂ /年)			
						110km/h	220km/h	330km/h	交通量
1	北海道	道東自動車道	夕張IC～占冠IC	34.5	H23.10	1.4	4.5	19.1	151.1
4	富山県	国道470号能越自動車道	水見北IC～瀬尾IC	5.7	H24.3	0.3	0.5	0.6	0.8
5	山梨県	国道139号都留バイパス	都留市法能～井倉間	3.2	H23.3				
6	愛知県	国道23号名豊道路 豊橋バイパス	前芝IC～豊川為当IC	4.2	H24.10	10.1	19.5	22.9	4.5
9	山口県	国道2号戸田拡幅	周南市戸田地区内	2.0	H23.9	0.7	0.0	1.5	14.5
10	香川県	国道32号高松バイパス	仲多度郡まんのう町羽間～まんのう町吉野下	1.2	H24.12	0.0	-0.1	-1.2	-1.4
11	愛媛県	四国横断自動車道	宇和島市高瀬～松山市久谷町大久保	16.3	H24.3	-17.4	-39.9	-46.9	-173.5
12	愛媛県	国道33号三坂道路	上野六郎久万高瀬町東明神～松山市久谷町大久保	7.6	H24.3	0.1	0.1	1.3	3.1
14	大分県	国道10号別大坂幅(別大地区)	高崎山地区	0.5	H24.2	3.5	10.8	15.9	24.2
15	沖縄県	国道58号名護東道路	伊差川IC～世富産IC	4.2	H24.3	0.0	1.1	1.2	-0.4

結果としては、旅行速度についてはある程度道路の供用による影響を確認できたが、交通量については、推定方法による変動や社会変動要因、データ取得状況などの供用以外の影響も含まれており、影響範囲は確認できなかった。また、交通量による影響が大きいため、CO₂ 変化量についても同様の結果となった。上記より、事業の供用による影響範囲を把握するためには道路交通データ単独では困難であり、交通量推計データ等を活用することが必要であることを確認した。

3. 交通量推計手法を用いて CO₂ 排出量を算出した結果との比較・分析

交通量推計データ及び道路交通データの両者による算出が可能な6事業（表-1の「推計データ」と「実測データ」の両方に円印を付したもの）について比較を実施した。

結果として、CO₂ 排出量については両者ともある程度傾向は一致したが、CO₂ 変化量については前章で記述した道路交通データ（特に交通量）の影響により、傾向は一致しなかった（図-2 参照）。

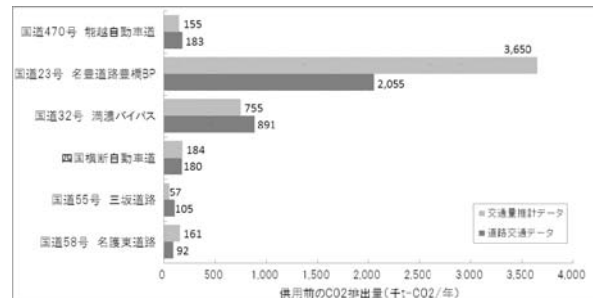


図-2 算出方法による比較(CO₂ 排出量)

また、収集した交通量推計データは基本的には H42 年将来時点のネットワークをベースにした整備有無の影響を検討しており、現況で事業を整備した際の影響範囲とは異なる。そのため、2事業について H22 年現況ネットワークをベースにした交通量推計を実施し、影響範囲や CO₂ 排出量やその変化量等を比較した。

各条件による事業の CO₂ 変化量を比較した結果を図-3 に示す。整備前のネットワークの状況により、交通量の影響範囲が変化する都留バイパスについては、CO₂ 変化量が異なる結果となった。このことより、CO₂ 変化量を分析する際の対象ネットワーク条件の影響の大きさを確認できたため、今後対象ケースを増やして、影響範囲や CO₂ 変化量の比較・分析に関する検討を進める必要がある。

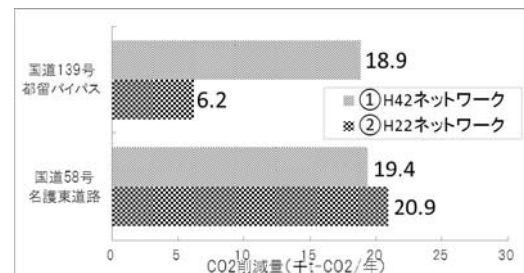


図-3 各条件による CO₂ 変化量の比較結果

〔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、今後、さらなる検証を行い、道路事業の CO₂ 排出量の予測手法の構築に向けた一助にすることを考えている。

次世代自動車の普及による道路への影響に関する検討

Research about the impacts of the next-generation vehicles on roads

(研究期間 平成 25 年度)

道路研究部 道路環境研究室
Road Department
Road Environment Division

室長
Head
主任研究官
Senior Researcher
研究官
Researcher

角湯 克典
Katsunori KADOYU
小川 智弘
Tomohiro OGAWA
長濱 庸介
Yosuke NAGAHAMA

This study aims to note current situation of next-generation vehicles in our country and to organize the impacts of the next-generation vehicles on roads.

〔研究目的及び経緯〕

日本における二酸化炭素排出量の約 19%は運輸部門が占めており、このうち約 88%は自動車から排出されている¹⁾。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や施策を講じている。

近年、電気自動車 (EV) やプラグインハイブリッド自動車 (PHV) などの次世代自動車の本格的な市場販売・普及が進展しつつある。地球温暖化・大気・騒音への自動車からの環境負荷は一定シェアを有している。このため、次世代自動車の普及は、自動車からの環境負荷にかなり影響を与えるものと推察されるが、その程度については、今後の次世代自動車の普及動向に大きく左右されるものと考えられる。

そこで本研究では、今後の次世代自動車の普及動向を判断する際の基礎資料として、国内外における次世代自動車の開発や利用、充電施設等の整備状況を調査し、それらの現状や課題について把握した。さらに、次世代自動車が普及することによる道路への影響や、道路施策として対応すべき事項について分析した。

〔研究内容・成果〕

1. 次世代自動車に関する現状と課題の把握

(1) 国内外における次世代自動車の普及に関する現状と課題の把握

国内および国外 (アメリカ、ドイツ、フランス) の次世代自動車の普及状況や充電施設の整備状況、関連技術等を把握した。

1) 国内

低炭素社会づくり行動計画では、2020 年に乗用車の販売台数の 2 台に 1 台を次世代自動車とすることが掲

げられている²⁾。これに対して、次世代自動車の普及推進のため、メーカーによる技術開発、各地域での充電施設の設置等が進められている。しかし、市場販売されている EV や PHV は従来車と比べて「価格が高い」、「航続距離が短い」、「充電時間が長い」、「充電インフラの整備が不十分」などの課題も多い状況である。

2) 国外

例えばフランスにおいては、2020 年までに次世代自動車 200 万台を目標とし、大都市圏における EV カーシェア、低公害車購入時の補助金、充電施設整備に向けた企業への充電施設設置義務法制度化の検討など様々な取り組みが行われている。2013 年では EV や PHV の販売台数に占める割合は、3.1%となっている³⁾。日本と同様に現時点では普及の初期段階にあるため、充電施設の整備推進、補助金制度による普及推進等が行われているが、「車両価格が高い」、「充電施設の設置が不十分」などの課題が多い。

他の国も同様に、次世代自動車の将来普及目標を掲げ、車両購入時の補助金や充電施設の整備等を進めている。

(2) 国内における EV 及び PHV の利用に関する現状と課題の把握

国内における EV や PHV の利用に関する現状と課題を把握するため、レンタカー会社、自治体、高速道路会社等にアンケートを実施した。

1) レンタカー会社

EV や PHV のレンタカー利用が少なく、中にはレンタカーとしての運用を中止した店舗もある。EV や PHV をレンタカーとして運用する上での課題・問題点としては、「導入費用 (車両価格及び充電設備) の高さ」、「EV の航続距離」、「充電施設の少なさ」が挙げられている。

2) 自治体

次世代自動車の普及モデル地域である「EV・PHV タウン」に選定された自治体では、充電施設の整備計画を立案しており、公共施設の他、民間事業者の充電施設の設置に対しても補助金を交付している。充電施設の整備にあたっての課題・問題点としては「導入費用や維持費用の負担」、「利用者の少なさ」、「利用見込みの見極めの難しさ」、「課金」、「充電待ちが発生した際のルールや制度づくり」、「設備導入の負担の大きさ」などが挙げられている。

3) 高速道路会社

各社ともニーズの高いとされる SA・PA から整備を始め、今後拡大整備していく方向である。料金制度は各社で統一されていない。充電施設の整備にあたっての課題・問題点としては、「導入費用が高い」、「充電待ち時間が長くなる箇所がある」、「電欠車両の処理に係る負担」などが挙げられている。

4) 自動車販売会社

各店舗に1台充電器を設置しており、補助を受けて無料開放している店舗もある。充電施設の運用上の課題・問題点としては「利用者が少ない」、「急速充電器を設置できるスペースがない」などが挙げられている。

5) コンビニエンスストア

充電器は無料開放している会社もあれば、店舗により運用方法（無料・有料、料金徴収方式）が違う会社もある。充電施設の運用上の課題・問題点としては「利用者が少ない」、「導入費用と維持費用の高さ」、「充電のための長時間駐車による駐車可能台数の減少」などが挙げられている。

6) 大規模商業施設

充電器の設置台数と利用台数は運営会社により差があるが、各社とも無料開放している。充電施設の運用上の課題・問題点としては、「利用者への情報提供面での課題（利用のしやすさ、場所のわかりやすさ）」などが挙げられている。

2. 次世代自動車の普及が道路分野へ与える影響と道路施策として対応すべき事項に関する分析

国内における次世代自動車の普及に関する現状と課題の把握結果を踏まえ、次世代自動車が普及することにより道路分野が受けると想定される影響と、道路施策として対応すべき事項について、i) 沿道環境、ii) 道路構造・道路施設、iii) まちづくり、iv) 燃料消費量の観点から分析した（図）。

i) 沿道環境

■道路分野が受ける影響

- ・大気質、騒音の改善による疾病の軽減、医療費・薬代の抑制
- ・住民のQOL(※)の高まり ※QOL: quality of life

■対応すべき事項

- ・次世代自動車の普及促進

ii) 道路構造・道路施設

■道路分野が受ける影響

- ・緩衝緑地や遮音壁、モニタリング施設が撤去可能となり、環境対策費の抑制や道路沿線の視認性が向上
- ・超小型モビリティの普及による道路空間の再配分や道路構造の見直しの必要性

■対応すべき事項

- ・緩衝緑地や遮音壁の撤去に向けた基準の作成
- ・超小型モビリティの普及に伴う道路構造の見直し

iii) まちづくり

■道路分野が受ける影響

- ・自動車の電源供給設備としての活用（発電・蓄電施設としての役割）
- ・超小型モビリティの物流活用による多頻度・少量型システムへの移行、横持ち積み替え地点の変更等

■対応すべき事項

- ・超小型モビリティを活用するための駐車、荷役、充電スペースのあり方や配置論の検討

iv) 燃料消費量

■道路分野が受ける影響

- ・自動車の低燃費化による燃料消費量の抑制（二酸化炭素排出量の削減）
- ・自動車走行技術（最適なルート選定、隊列走行）の進展による燃料消費量の抑制

■対応すべき事項

- ・自動車関係の税制に関する検討

図 国内において次世代自動車が普及することにより道路分野が受けると想定される影響と道路施策として対応すべき事項の一例

〔成果の活用〕

本研究で得られた知見については、今後の道路整備に関する施策を検討する際の基礎資料として活用する予定である。

〔参考文献〕

- 1) 国土交通省ホームページ：運輸部門における二酸化炭素排出量
http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/environment/sousei_environment_tk_000007.html
- 2) 環境省：低炭素社会づくり行動計画，2008年7月
- 3) 欧州電気・ハイブリッド自動車協会フランス支部：
<http://www.france-mobilite-electrique.org/>

自動車排出ガス量の推計手法の合理化に関する検討

Study on rationalization of estimation method of motor vehicle emission factors

(研究期間 平成 22～25 年度)

道路研究部 道路環境研究室
Road Environment Division
Road Department

室長
Head
主任研究官
Senior Researcher
研究官
Researcher

角湯 克典
Katsunori KADOYU
小川 智弘
Tomohiro OGAWA
長濱 庸介
Yosuke NAGAHAMA

This study is to estimate motor vehicle emission factor more rationally. The fuel efficiency of vehicles by real road traffic is larger than by catalog mode. The motor vehicle emissions and their variability characteristics by real road traffic were investigated by using on-board emissions measurement system. Using these results, more rational estimation method of motor vehicle emission factors in the future will be developed.

〔研究目的及び経緯〕

道路環境影響評価等に用いる NOx・CO₂ 等の自動車排出係数は、従来、室内におけるシャシダイナモ台上試験データに基づき算定してきた。しかし、実走行時の自動車排出ガス量は運転方法やエアコン等電装品使用状況、渋滞等の影響により室内試験データよりも大きくなる傾向にあることから、現在の排出係数では排出ガス量を過小評価する恐れがある。この課題解消に向け、車載型排出ガス計測システム等を活用した実走行時の排出ガス量調査データに基づき自動車排出係数を算定していくことが考えられる。

本研究は、車載型排出ガス計測システム及び簡易燃費計、燃料流量計を用いて、実走行時の自動車からの CO₂ 等排出量及びその変動特性に関する調査を実施しその実態を把握するとともに、将来における合理的な自動車排出係数の更新方法を検討するものである。

〔研究内容〕

平成 25 年度は、過年度実施の車載型排出ガス計測システム（OBS）を用いた実道路上自動車排出ガス量調査データを整理し、走行条件の違いによる二酸化炭素及び窒素酸化物排出量の変化や、自動車の排出係数に影響を与える要因の分析を行った。

OBS 試験対象車は表 1 のとおりであり、調査項目測定場所及び走行回数は表 2 のようになる。

平均旅行速度は道路交通センサス区間毎に算出したものを用い、同区間で平均した排出量との関係を整理した。

表 1 試験車両の諸元、排出ガス規制、低燃費性能

	ガソリン 乗用車	ディーゼル 重量車 1	ディーゼル 重量車 2
使用燃料	ガソリン	軽油	軽油
分類	乗用	重量車	重量車
乗車定員	5 人	2 人	3 人
車両重量	1,290 kg	4,910 kg	5,010 kg
車両総重量	1,565 kg	7,970 kg	7,795 kg
実験時重量	1,640 kg	5,970 kg	5,975 kg
総排気量	1,496 cc	7,790 cc	7,540 cc
変速機	CVT	MT	MT
初度車検	H22.8	H18.12	H24.6
排出ガス規制	H17 規制適合し、75% 低排出ガス認定	H15 規制に適合し、かつ H12 基準排出 PM75 % 低減レベルに適合	H21・22 規制に適合、PM10 % 低排出ガス認定
低燃費性能	H22 年度燃費基準 25% 向上達成	—	H27 年度燃費基準 25% 向上達成
走行距離	—	117,400km	—

〔研究成果〕

1. 走行条件の違いによる二酸化炭素及び窒素酸化物排出量試験調査データの整理・分析結果

センサス区間毎に平均化した場合、平均旅行速度別の排出量には大きなばらつきがあることを示した。このばらつきの要因を調べたところ、各々のセンサス区間の加速度が影響していることが判明した（図 1）。

表2 調査項目、測定種別と調査箇所一覧

道路種別	季節	エアコン条件	ガソリン乗用車	ディーゼル重量車 1,2
高速道路	春季	OFF	6 走行	—
	夏季	OFF	8 走行	4 走行
		ON	2 条件/各 8 走行	2 条件/各 4 走行
	秋季	OFF	6 走行	12 走行
	冬季	OFF	4 走行	4 走行
		ON	3 条件/各 4 走行	2 条件/各 4 走行
一般道路	春季	OFF	6 走行	—
	夏季	OFF	8 走行	4 走行
		ON	2 条件/各 8 走行	2 条件/各 4 走行
	秋季	OFF	6 走行	12 走行
	冬季	OFF	4 走行	4 走行
		ON	3 条件/各 4 走行	2 条件/各 4 走行
都心一般道路	夏季	OFF	6 走行	—
		ON	2 条件/各 6 走行	
	秋季	OFF	6 走行	
	冬季	OFF	6 走行	
		ON	2 条件/各 6 走行	

【ガソリン乗用車】

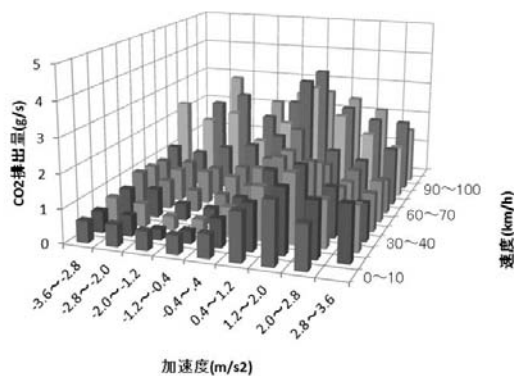


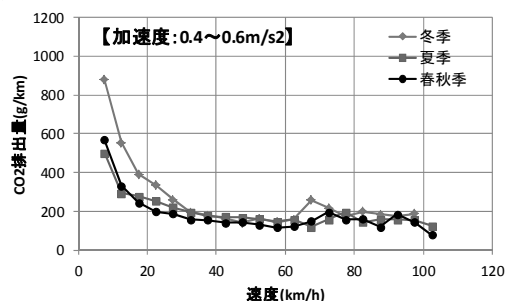
図1 加速度別の平均旅行速度と排出量の関係

2. 自動車の排出係数に影響を与える要因の整理・分析結果

速度加速度別に OBS 試験データを集計し、加速度毎の平均旅行速度と CO₂ 排出量の関係について、季節の違い及びエアコン使用条件の影響を分析した。ガソリン乗用車の CO₂ 排出量では、季節の影響は速度、加速度との関係性が小さく、平均として冬季は春秋の 1.4 倍、夏季は 1.1 倍となった。冬季暖房の影響は、速度が小さいほうが現れやすく、加速度が大きいとき

に影響がやや大きくなる傾向がみられた。夏季冷房の影響は、速度が小さいほうがやや現れやすいが、加速度との関係性は明確ではなかった (図 2 ②)。ディーゼル重量車に関しては、季節やエアコン使用条件の影響は小さくなっていた (表 3)。

①季節別の速度とCO2排出量の関係



②冷房設定温度別の速度とCO2排出量の関係

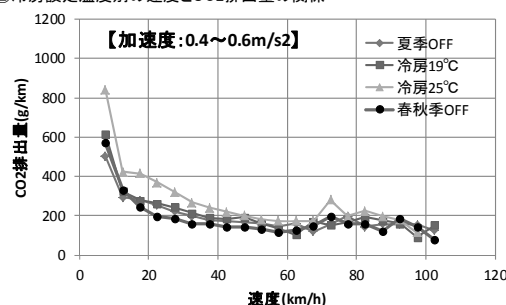


図2 条件別の CO₂ 排出量と速度の関係
(ガソリン乗用車)

表3 エアコン設定温度の影響 (春秋の比に対する比)

車種	暖房設定温度		冷房設定温度	
	25℃	31℃	25℃	19℃
ガソリン乗用車	1.6	1.4	1.5	1.3
ディーゼル重量車 1,2	1.0	1.0	1.0	1.0

これらの結果を基に、季節等の影響を加味した年間の排出係数を算定する場合、季節別の補正係数として表 4 のように整理した。

表4 季節の影響 (春秋の比に対する比)

車種	冬季	夏季
ガソリン乗用車	1.4	1.2
ディーゼル重量車 1,2	1.0	1.0

【成果の活用】

本研究での成果を取りまとめた上で、今後、将来の自動車排出係数の更新作業を進める。

道路環境影響評価における現地調査の合理化・定量化に関する検討

Study on Rationalization and Quantification of Field Survey for Road Environmental Impact Assessment
(研究期間 平成 25 年度)

道路研究部 道路環境研究室
Road Department
Road Environment Division

室長
Head
主任研究官
Senior Researcher
研究官
Researcher

角湯 克典
Katsunori KADOYU
井上 隆司
Ryuji INOUE
神田 真由美
Mayumi KANDA

For impact assessment on natural environment, detailed and exhaustive field surveys are implemented, spending a lot of time and cost. This study aims to rationalize methods of field surveys and conservation measures by collecting and analyzing assessment statements and survey reports of road projects conducted by government of Japan.

〔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（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。アセスは、最新の法制度等を反映しつつ、科学的かつ効率的に行うことが求められる。

現状の自然環境のアセスでは、動植物の希少種等を詳細・網羅的に把握するため、多大なコスト・時間をかけて現地調査を実施している。また、道路事業がそれらの希少種等へ及ぼす影響やそれへの対策（保全措置）の効果には、まだ多くの不確実性が存在し、必要な範囲や効率的な手法が必ずしも明確でないまま試行錯誤されている傾向にある。

本研究は、既存のアセスの評価書に見られる現地調査結果やそれに基づく影響予測・保全措置検討の状況、近年研究が進む動植物の分布モデルによる推定手法、効果が不確実とされる保全措置の全国の現場での実施状況等を収集・分析し、自然環境のアセス手法の合理化について検討した。

〔研究内容〕

1. 自然環境の調査手法の合理化の検討

近年、動植物の分布範囲を推定する様々なモデルが研究されている。それらの活用を視野に入れた合理化手法の検討にあたり、道路事業のアセスで必要とされる調査結果や分布範囲の精度等を踏まえた上で今後の方向性を明らかにするため、以下の検討を行った。

1.1 自然環境のアセス結果の整理・図化による検討

自然環境のアセス手法として、現状では、アセス法に基づく技術指針省令（主務省令）等を踏まえ、技術手法に次のように記述している。

- ・調査地域は、事業実施区域の端部から、動物は 250m、植物は 100m の範囲。希少種等の確認位置を基本に、それぞれの生態等から、生息・生育地の分布範囲を推定し、図示。（調査手法）
- ・前述の分布範囲と、道路構造との関係から、生息・生育地の消失・縮小、分断の程度を把握することにより、影響の程度を予測。（予測手法）

最近のアセス 5 事例の評価書について、全ての希少種等（のべ 1,158 種。「種」には植物群落を含む。猛禽類は調査手法の特殊性等により除く。）の、現地調査等での確認状況、分布範囲の推定、影響の程度の予測、保全措置の検討状況をそれぞれ抜粋し、一覧表に整理した。

また、推定した分布範囲の図示は、実際の評価書ではほとんど掲載されていなかった。そこで、前述の一覧表から、生態（移動性の大小）や保全措置等の観点で 12 種を選定し、(1) 現地調査での確認位置、(2) (1) と同じ植生（に分布すると推定）の範囲、(3) 事業による改変（予定）区域の重ね合わせ図を作成した。（下図）

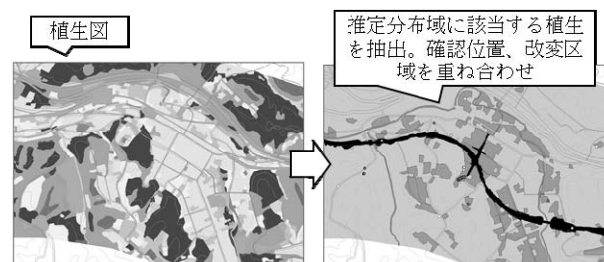


図 推定分布範囲と改変区域等の重ね合わせ図の作成

以上により、現地調査等の結果が、影響予測や保全措置の検討にどのように活用されているかを検討した。

1.2 動植物の分布モデルによる推定手法の収集・分析

近年研究や試行的実施が進められている、動植物の分布モデル(Species Distribution Modeling(SDM))による推定手法及びそれらの適用事例を収集・整理し、道路事業のアセスへの適用の観点から課題を抽出した。

1.3 自然環境のアセスの今後の方向性の検討

1.1～1.2の結果をもとに、自然環境のアセスの今後の方向性について学識経験者の意見を聴取し考察した。

2. 不確実とされる保全措置の実施状況の収集・分析

猛禽類への工事中の配慮、植物の移植、両生類の移設は、効果が特に不確実とされる。そこで、それらの知見の共有、保全措置の合理化等を図るため、全国の直轄道路事業等における関連する調査業務報告書(平成21～24年度)を収集し、学識経験者の意見聴取(グループ討議等)を踏まえて以下の分析等を行った。

2.1 猛禽類への工事中の配慮に関する収集・分析

収集事例から、工事中の事業における調査事例を抽出し、猛禽類への影響の検証結果等を分析した。

2.2 植物の移植、両生類の移設に関する収集・分析

収集事例から、保全措置の効率化・効果向上に資する取組を整理し、課題を抽出した。

[研究成果]

1. 自然環境の調査手法の合理化の検討

1.1 自然環境のアセス結果の整理・図化による検討

5事例の評価書において、現地調査により、のべ580種の存在位置が確認されていた。分布範囲の推定方法は詳細な記載が無かったが、それぞれの確認位置と同じ植生等に分布すると推定されていた。

影響の予測は、文献のみでの確認も含め、のべ618種で行われており、そのほとんどが「改変区域の周辺にも同様の自然環境が広く分布するため、影響は軽微」との趣旨の記載であった。保全措置の検討はのべ73種で行われていたが、確認位置や分布範囲の改変の程度とは必ずしも明確な関係が見られなかった。

即ち、存在位置の把握が網羅的に行われている一方で、それらの必要性が影響予測や保全措置の検討において必ずしも明確ではなかった。各アセスの現場において、存在位置を網羅的に求められるとともに、その後の検討において当該種の専門家等の意見を重視する傾向が見られた。

1.2 動植物の分布モデルによる推定手法の収集・分析

多変量解析や機械学習等に関するモデルによる12の手法と、それらの適用事例の論文を42収集した。道路事業のアセスへの適用にあたっては、いずれも、

メッシュサイズ(100～250m程度が必要)の粗さ、モデルを作成した地域外での適用の困難性等の課題があった。

1.3 自然環境のアセスの今後の方向性の検討

1.1～1.2の結果をもとに、学識経験者の意見を聴取し、自然環境のアセスの現状と今後の方向性を以下のようにとりまとめた。

- ・1.1で示された現状は、各アセスの現場において現時点での可能な手法にて取り組んだ結果である。
- ・自然環境のアセスを、今後一層科学的かつ効率的に実施するには、全種を全域で網羅的に扱う方法から、メリハリをつけて重要な箇所(コアエリア)を詳しく調査し保全措置を検討する方法へ転換することが望ましい。
- ・動植物の分布モデルは、対象種の存在位置を逐一予測することは現実的ではないが、コアエリアの抽出には有効な手段になり得る。
- ・コアエリアでの調査には、とるべき保全措置を検討するための、目的指向の手法が求められる。
- ・以上を実現する技術が開発・普及されれば、現地調査を合理化しつつ、有効な保全措置を担保するアセスの実施が可能となる。

2. 不確実とされる保全措置の実施状況の収集・分析

2.1 猛禽類への工事中の配慮に関する収集・分析

猛禽類の営巣に関する調査が166事業について行われており、そのうち工事中的についての調査は55事業であった。自然界においても、猛禽類の繁殖成否は各個体において様々であり、工事影響の検証において485件(巣・年)中463件で影響軽微とされ、他も不明又は他の要因による繁殖失敗とされていた。

2.2 植物の移植、両生類の移設に関する収集・分析

それぞれ、移植・移設前調査も含めて、85事業、21事業において実施されていた。そのうち、それぞれ65事業、18事業について、以下のように、効率化・効果向上に資する取組を整理し、課題を抽出した。

- ・周辺の生育株数等から、移植の意義のある対象種を絞り込む等、対象・モニタリング期間の精査等による効率化。実施の判断基準等が課題。
- ・移植・移設先の環境整備・創出等による、移植・移設の効果向上。コストや維持管理等が課題。
- ・工事業者との連携、地域住民との協働による効率化・効果向上。良好な関係構築等が課題。

[成果の活用]

「道路環境影響評価の技術手法」の今後の改定に向けて、自然環境のアセスの合理化手法を具体化する。

環境調査・予測手法の効率化に向けたアセス図書等の

共有・有効活用方策の検討

Study on Sharing and Effective Use of Environmental Impact Assessment Documents
for More Efficient Methods of Environmental Survey and Prediction

(研究期間 平成 24～25 年度)

道路研究部 道路環境研究室
Road Department
Road Environment Division

室長
Head
主任研究官
Senior Researcher
研究官
Researcher

角湯 克典
Katsunori KADOYU
井上 隆司
Ryuji INOUE
神田 真由美
Mayumi KANDA

Environmental impact assessment documents cannot be easily obtained because of voluminous books of paper and closure to the public after inspection, as a result of obeying the Environmental Impact Assessment Law. The purpose of this study is to produce browsing and search system of the documents and to prepare for effective use of information in them.

〔研究目的及び経緯〕

環境影響評価（アセス）図書（評価書等）は、環境影響評価法の規定に基づき、大部な紙の図書のみが作成されてきた（図-1 参照）。法改正後、平成 24 年度からは電子縦覧が義務付けられたが、いずれにせよ縦覧後は一般に公開されていないことが多く、過去の様々な事業のアセス図書の閲覧・参照が容易でないのが現状である。本研究は、アセス図書における膨大かつ多種多様な環境情報・図面・評価結果等を有効活用するため、アセス図書の閲覧・検索システムを整備するとともに、環境調査・予測手法の効率化等に向けて、これらの情報の共有体制を検討するものである。

過年度は、地方整備局の担当者等のニーズの把握、試作システムによる活用の試行等を実施した。これらを踏まえ、本年度はシステムの本格整備を行い運用した。さらに、システムを活用してアセス図書の記述内容の整理、各アセス案件に特徴的な事項の抽出を行い、それらについてもシステムへの搭載により利用者間で共有した。



図-1 アセス図書の例（左から要約書、評価書、資料編）

〔研究内容及び成果〕

1. アセス図書の閲覧・検索システムの構築

1.1 閲覧・検索システムの機能

地方整備局の担当者やアセス関係学識者等へのアンケート・ヒアリングにより、閲覧・検索システムのニーズ・利用形態を以下のとおり把握した。

- ①道路事業のアセスにおいて、事業者が、他の道路事業のアセス図書を閲覧・検索
- ②道路事業の実施時（事業化後）に、事業者が当該事業のアセス図書を閲覧
- ③アセスに関わる専門家等が、アセス図書に記載された学術的価値の高い情報を閲覧・入手

ここで、記載内容のいわゆるデータベース化や、位置情報の GIS データ化等、アセス図書の記載に何らかの加工をした 2 次情報を作成することとした場合、その作成や更新・維持に、相当の手間と費用が継続的に必要となる。ニーズに見合った仕様としては、目次又は記載事項整理表から該当頁へのジャンプ機能を持たせた PDF が閲覧できれば十分であり（図-2 参照）、検索も PDF に付属の機能を利用することで十分と考えた。

1.2 対象とするアセス図書及び電子化の手法

1.1 に述べた地方整備局の担当者等のニーズから、本システムの対象は、平成 11 年（アセス法施行）以降に公告された、法アセス（経過措置案件を含む）及び条例アセスの評価書とした。なお、2.1 に述べるとおり、本システムは、当面の間、国交省職員等に限定して運用することとしているため、対象とするアセス案件も直轄事業等（70 事業）とし、県・市事業は除いた。

前画面に戻る ホームに戻る ログアウト					
環境要素: 大気質 <input type="checkbox"/>					
影響範囲: 自動車の走行 <input type="checkbox"/>					
		図書頁	PDF		
			ファイル名	総頁数	表示頁
調査の結果	調査項目	8-1-1~42	8-1-1_自動車NO2・SF ₆ .pdf	40	1
	調査手法				1
	調査地点				2
	調査期間				2
	調査結果				4
予測の結果	予測項目	8-1-1~42	8-1-1_自動車NO2・SF ₆ .pdf	40	9
	予測手法				9
	予測地点				14
	予測対象時期				17
	予測条件				14
環境保全措置の検討結果	予測の結果	8-1-1~42	8-1-1_自動車NO2・SF ₆ .pdf	40	22
	環境保全措置の種類				36
検討結果の整理					
事後調査	事後調査の必要性	8-1-1~42	8-1-1_自動車NO2・SF ₆ .pdf	40	36
	事後調査の概要				
	事後調査の実施により環境影響の程度が著しいことが明らかとなった場合の対応方針				
事後調査の結果の公表方法					
評価結果	回避又は低減に係る評価	8-1-1~42	8-1-1_自動車NO2・SF ₆ .pdf	40	37
	基準等との整合性にかかる評価	8-1-1~42	8-1-1_自動車NO2・SF ₆ .pdf	40	37

図-2 記載事項整理表と本文該当頁との対応画面

また、電子縦覧された方法書・準備書も本システムに随時搭載した（3 事業）。

電子縦覧は始まって（平成 24 年度）まだ間もないことや、電子縦覧であっても印刷・検索不可等の設定がされているものもあるため、地方整備局における業務の電子納品等から入手可能な電子データを収集した（39 事業）。また、電子データの入手が困難なアセス図書（34 事業）は、紙媒体のスキニング及びOCR 処理により電子データとした。

なお、各アセス図書のシステムへの入力にあたり、入力支援ツールとして EXCEL のテンプレートを作成し、作業の効率化を図った。今後、新たに公告されるアセス図書については、事業者（地方整備局等）がテンプレートも同時に作成することにより、本システムへの入力の一層の効率化・迅速化が図られる。

1.3 システム稼働環境

運用における利便性及び安全性を考慮して、ネットワークはインターネット、サーバはクラウドサービスを利用することとし、SSL による暗号化を行った。

2. アセス図書の閲覧・検索システムの運用

2.1 利用者の管理

アセス図書は、法定の縦覧後の公開のルールが存在せず、現時点で一般には公開されていないデータであることから、本システムは、当面の間、国交省職員等に限定して運用することとする。そのため、利用希望者（193 名）にはログイン時のID・パスワードを付与するとともに、データの流出等の無きよう注意喚起した。

2.2 利用状況の把握

利用者ごとにログイン・閲覧・検索等の履歴（アクセスログ）を取得し、利用状況の把握を行った。平成 25 年 11 月 20 日～平成 26 年 1 月 31 日の 73 日間に、67 名が閲覧し、のべ 169 回の検索を行った。改良点等についてのアンケートを行い、可能なもの（利用上の

注意の明記等）は改良を行った。

3. 各アセス案件に特徴的な事項のシステム搭載

3.1 各アセス案件に特徴的な事項の抽出

システムの利用者が、自らの検討内容等に照らして参考となるアセス案件を容易に選択できるようにするため、システムに搭載した評価書 70 事業を対象に、システムの閲覧・検索機能を活用しながら、記述内容を整理し、各アセス案件に特徴的な事項を抽出した。

(1) 事業特性

道路種別・延長・車線数等は、アセス対象の要件を示す諸元である。道路構造は、土地改変等の環境に与える影響を検討する上で重要である。構想段階 P I の実施状況は、アセス前の段階での環境配慮を説明するものである。これらの重要な記述を一覧表に整理した。

(2) 地域特性

アセス図書に掲載の、事業実施区域周辺の様々な自然的・社会的状況のうち、法令等の規制対象地域の該当の有無を星取表に整理した。

(3) 項目選定

選定された項目を星取表に整理し、頻繁に選定される項目（主務省令第 21 条に定める参考項目等）と稀に選定される項目（例えば、換気塔、地下水等）を明確にした。

(4) 調査・予測・評価手法の選定

手法の記載箇所を抜き出して一覧表に整理し、頻繁に選定される手法（主務省令第 23 条に定める参考手法等）以外の手法を抽出して、強調文字で表示した。

(5) 調査・予測・評価の結果

結果の記載箇所を抜き出して一覧表に整理し、特徴的な記述（地域独自の目標との整合等）を抽出して、強調文字で表示した。

(6) 環境保全措置の検討結果及び事後調査

各項目における様々な環境保全措置について、検討の対象としたもの、採用したもの、事後調査の対象としたものを星取表に整理し、頻繁に採用されるものと稀に採用されるもの等を明確にした。

3.2 システムへの搭載

3.1 で整理した一覧表・星取表から、各アセス案件の閲覧に直接リンクできる画面をシステムに搭載した。また、星取表は EXCEL でダウンロードして、フィルター機能で同じ特徴を持つアセス図書を容易に把握できるようにした。以上により、アセスの特徴ごとに参考となるアセス案件を容易に特定することが可能となった。

〔成果の活用〕

本システムを継続的に運用・更新することにより、アセス図書及びその記載内容の特徴を関係者間で共有し、調査・予測手法の効率化に資する。

沿道大気質予測手法の簡便化検討

Study to develop the handier technique of the passage air quality concentration

(研究期間 平成 25～26 年度)

道路研究部 道路環境研究室
Road Environment Division
Road Department

室長
Head
主任研究官
Senior Researcher
研究官
Researcher

角湯 克典
Katsunori KADOYU
小川 智弘
Tomohiro OGAWA
長濱 庸介
Yosuke NAGAHAMA

In the estimation of the passage air quality concentration, a plume puff model has been used from the past. In the future, the vehicle emission quantity will reduce substantially by the regulation. This study aims to develop the handier technique of the passage air quality concentration.

〔研究目的及び経緯〕

自動車走行に係る沿道大気質濃度(=道路寄与濃度)の予測では、従来ブルーム・パフ式を用いてきた。しかし、アセス法施行後、約 10 年の蓄積(道路事例約 50 件)の中、道路寄与濃度により基準超過になった事案はなく、また自動車排ガス量自体が近年の規制強化により今後大幅削減すると見込まれる。

本研究は、これらの背景を踏まえ、道路事業実施による環境影響評価の合理化を図る観点から、沿道大気質予測のより簡便な手法の開発を目指すものである。

〔研究内容〕

沿道大気質予測において発生源排出量として入力する自動車排出ガス量と道路端における道路寄与濃度の予測結果の間には一定の関係性があり、一般的な地形や道路構造においては従来のブルーム・パフモデルによる大気質予測でなくとも統計的な手法や四則演算レベルの計算等より簡便な手法も採用可能であると想定される。

そこで、平成 25 年度は、既存の環境影響評価書における官民境界の濃度予測結果を用い、自動車 NOx 排出量と道路寄与 NO₂ 濃度の関係を調査した。

○使用した事例

- ・全国の道路建設に伴う環境影響評価書 33 事例
- ・一般構造の単路部
- ・供用後の自動車走行に係る予測結果

○道路構造別断面数

- ・平面：15、切土：20、盛土：86、高架：35 の計 156 断面

〔研究成果〕

主な研究成果の概要を以下に示す。

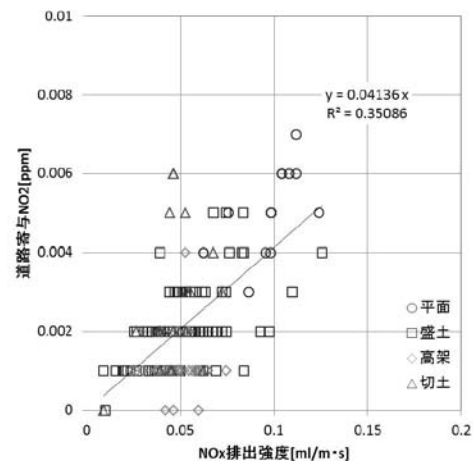
1. 排出量と官民境界における濃度の関係

NOx 排出量と道路寄与 NO₂ 濃度の間には概ね直線的な関係がみられた。(図 1 参照)

○原点を通る回帰式：

[道路寄与 NO₂ 濃度 (ppm)] = 0.0414 × [NOx 排出強度 (ml/m・s)]

○相関係数 = 0.59



NOx 排出強度	2010 年の日交通量に換算した場合	大型車 混入率 25%
0.05 ml/m・s	約 12,000 台/日	
0.10 ml/m・s	約 24,000 台/日	
0.15 ml/m・s	約 37,000 台/日	
0.20 ml/m・s	約 49,000 台/日	

*評価書により、予測結果の表示桁数が統一されていないため、ここでは小数 3 桁に揃えて扱うこととした。

図 1 官民境界における道路寄与 NO₂ 年平均濃度と NOx 排出量の関係

2. 道路構造別排出量と官民境界における濃度の関係

NO_x 排出強度と道路寄与 NO₂ 年平均値との関係を道路構造別に分析した（図2）。

平面構造と切土構造は類似した回帰式となった。これは、いずれも、排出源を、予測計算において予測地点（道路端若しくは法肩）を基準として 1m の高さに行っているためと考えられる。なお、切土構造はばらつきが大きかった。

盛土構造はややばらつきがある結果となった。これは盛土高さ及び道路端から官民境界位置までの距離が影響していることが考えられる。

高架構造ではばらつきが大きく、関係性がみられない結果となった。これは高架の予測地点が道路端から 1m の官民境界であることが多く、予測濃度が極端に小さいこと、高架道路の高さ（排出源高さに相当）が異なっていることによると考えられる。

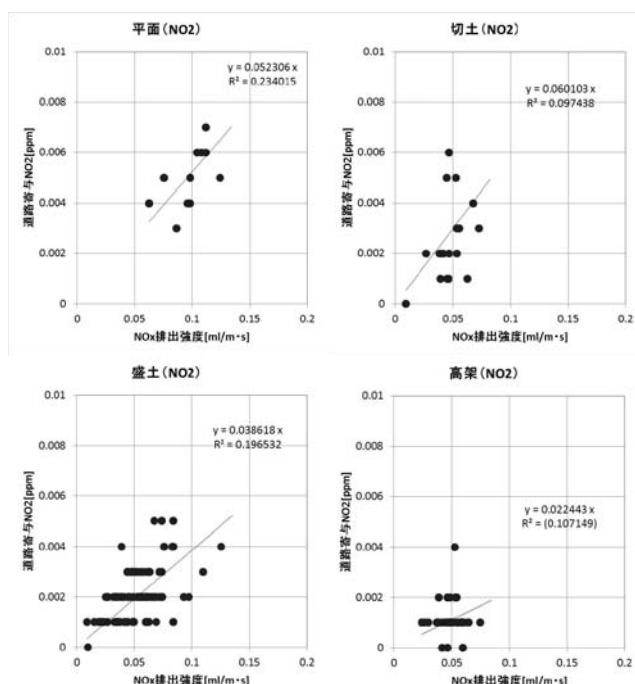


図2 道路構造別の道路寄与 NO₂ 年平均濃度と NO_x 排出量の関係

3. 道路寄与 NO₂ 濃度と NO_x 排出量の関係式の比較

道路構造別の回帰式を“道路寄与 NO₂ 年平均値と NO_x 排出量の関係式”として係数を比較すると、次のようになる。

$$[\text{NO}_2 \text{ 年平均値}] = a \times [\text{NO}_x \text{ 排出量}]$$

[NO₂ 年平均値] : NO₂ の道路寄与の NO₂ 年平均値 (ppm)

[NO_x 排出量] : 単位時間・単位距離あたりの NO_x 排出量 (ml/m・s)

$$a = \begin{cases} 0.0543 & \cdots \cdots \text{平面・切土構造} \\ 0.0655 & \cdots \cdots \text{盛土構造（道路端からの直線距離 5m未満）} \\ 0.0419 & \cdots \cdots \text{盛土構造（道路端からの直線距離 5m～15m 未満）} \\ 0.0342 & \cdots \cdots \text{盛土構造（道路端からの直線距離 15m未満）} \\ 0.0224 & \cdots \cdots \text{高架構造} \end{cases}$$

平面・切土の係数を基準とすると、盛土は 0.6～1.2 倍、高架は 0.4 倍の係数となる。これは、道路寄与 NO₂ 濃度と NO_x 排出量の関係式において“道路構造に対する補正係数”として取り扱うことができると考えられる。

盛土構造における関係式では、道路端からの直線距離「5m 未満」を基準とすると「5m～15m 未満」で 0.6 倍、「15m 以上」で 0.5 倍の係数となる。これは、盛土における道路寄与 NO₂ 濃度と NO_x 排出量の関係式において“盛土高さと道路からの距離に対する補正係数”として取り扱うことができると考えられる。

4. 関係式による道路寄与 NO₂ 濃度の計算値と実測値の比較

構造別に求めた関係式による道路寄与 NO₂ 濃度の計算値と実測値を比較すると、図3の結果となり、全データ（構造別に分けない）による場合の相関係数 0.59 より相関性が高くなった。

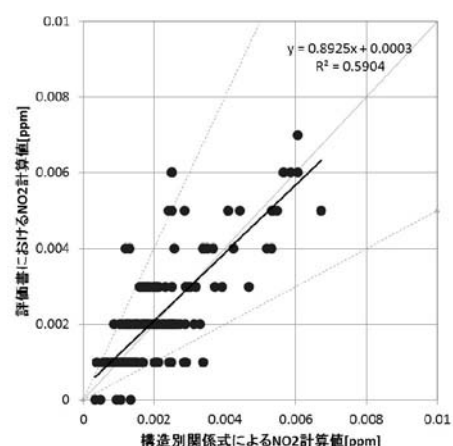


図3 道路寄与 NO₂ 濃度と NO_x 排出量の関係式による NO₂ 計算値と実測値の比較（構造別関係式を用いた場合）

【成果の活用】

本研究で得られた成果については、今後、さらなる検証を行い、予測手法の効率化の一助になると考える。

道路施設の一層の省エネ・再エネに向けた

今後の技術開発の方向性整理

Research on the future direction of technology development
for energy saving and utilizing of renewable energy in the field of road infrastructure
(研究期間 平成 25～26 年度)

道路研究部
Road Department
道路環境研究室
Road Environment Division

室長	角湯 克典
Head	Katsunori KADOYU
主任研究官	吉永 弘志
Senior Researcher	Hiroshi YOSHINAGA
研究官	木村 恵子
Researcher	Keiko KIMURA

In the field of road infrastructure, we have to expand energy saving and utilizing of renewable energy to promote a low carbon and recycling-oriented society. In this research we investigated opinion of road administrators and academic experts, technological trends of energy saving and renewable energy.

〔研究目的及び経緯〕

「第3次社会資本整備重点計画」（平成24年8月）において、「電力不足等による成長下振れや産業の空洞化を防止し、国民生活の安定を図るためにも、省エネルギー化の推進や再生可能エネルギーの導入等による低炭素・循環型社会の構築に向けた取組が必要」とされた。道路施設の運用・管理においても省エネルギー化の推進等が求められており、LEDをはじめとした技術が普及しているが、実績が無いために普及が進まない優良技術や、ニーズや市場規模が不明なために開発が進まない技術分野が残存している可能性がある。

本研究では、道路施設における電力消費量の削減に資するべく、道路施設の一層の省エネルギー化の推進および再生可能エネルギーの導入に向けた今後の技術開発の方向性を整理するために必要な情報を収集することを目的とした。具体的には、道路施設における電力需要量を推計し、省エネルギー化に資する技術および再生可能エネルギー技術に関するニーズを整理し、これら技術について、最新の技術動向を調査した上で、今後、道路施設へ導入が期待できる技術の方向性を検討した。

〔研究内容〕

1. 道路施設の電力需要特性

国内の道路施設における電力使用特性（時間変動）や電力需要量を把握するため、全国の国道事務所の電力使用量を調査した。

2. 省エネルギー化の推進および再生可能エネルギーの導入に関するヒアリング

道路施設における省エネルギー化に資する技術および再生可能エネルギー技術の導入動向について、先進的な技術や一般化された技術を先導的に導入している施設管理者へヒアリングを行った。

3. 技術開発の方向性検討

道路施設における電力需要量や電力利用形態の特性、技術開発の動向、道路管理者のニーズ、社会的な動向等を踏まえ、道路施設の電力消費量削減に資する、今後開発を促進すべき技術の方向性について検討した。

検討にあたっては、学識経験者と行政担当者からなる「道路施設における省エネルギーおよび再生可能エネルギー技術に関する検討会」を開催し、それぞれの見地からの意見を聴取した。

〔研究成果〕

1. 道路施設の電力需要特性

本調査の結果、道路施設のうち電力負荷が大きい施設は、道路照明、トンネル（照明および換気設備）、融雪設備（ロードヒーティング等）であった。調査結果に基づき、全国での電力需要量を推計した結果、直轄国道における電力使用の内訳は、道路照明 35%、トンネル 32%、ロードヒーティング 15%、排水設備、中継所、表示板等 10%、道の駅 8%となった。

また、積雪寒冷特別地域の事務所における融雪設備の電力需要は最大で 56%であった。

全国のトンネルの約 76.6%（箇所ベース）は延長 500m 未満であること、トンネルの照明設備および換気設備に関する設置条件の特徴を踏まえ、トンネル延長の階級（0～500m、500m～1000m、1000m 以上）ごとに電力消費量を整理した（図）。

2. 省エネルギー化の推進および再生可能エネルギーの導入に関するヒアリング

課題および対策案を導入段階ごとに整理した結果を表に示す。

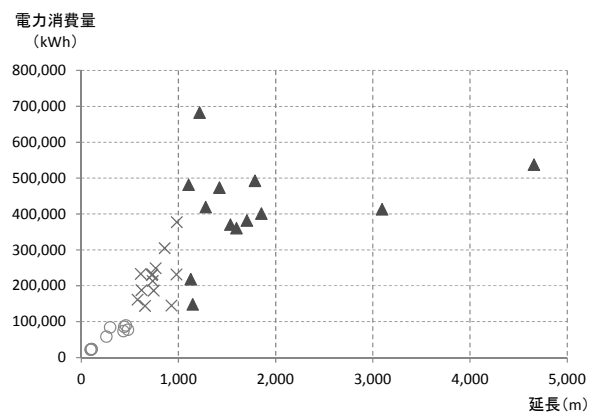
3. 技術開発の方向性検討

道路施設のエネルギー需要の特性、我が国のエネルギー政策の方向性等を踏まえて、課題を整理し、今後開発を促進すべき方向性について、次の 5 つのテーマ（案）を整理した。

- ① 需要特性に応じたエネルギーシステム構築のための研究・開発
- ② 次世代自動車普及にあわせた基盤整備のための研究・開発
- ③ 防災機能強化のための拠点におけるエネルギーシステム構築のための研究・開発
- ④ 国土強靱化に向けた道路全体でのエネルギーシステム構築のための研究・開発
- ⑤ 統合インフラ構築のための研究・開発

【成果の活用】

本研究で得られた成果については、さらなる検証を行い、道路施設において一層の省エネルギー化に資する技術および再生可能エネルギー技術の研究・開発推進に活かす予定である。



凡例 ○：0～500m、×：500m～1000m、▲：1000m 以上

図：トンネルの電力消費量

表：技術導入にあたっての課題・対策案

普及段階	実施段階	課題	対策案
開発	企画・設計	導入費用が高く、投資回収が見込めない	補助金、インセンティブ付与等による導入支援
		エネルギー削減（地球温暖化対策）以外のメリットが必要	防災機能強化、観光活性化、賑わい創出等の波及・副次的な効果
		法制度等による規制、手続きが煩雑	規制緩和、手続きの簡素化
		技術・ノウハウ不足	メーカー等との協働開発・実施
導入	運用	維持管理のための労力・費用負担が大きい 当初想定外の技術的欠陥等が発生する。	人件費等の費用削減のための自動化等の検討
			関連する技術的知見の集約
			技術改善のための改良費用等に対する補助金等の支援
普及	企画・設計	PR 前提ではない、合理的なエネルギーとしての判断が必要	合理的な判断の必要性
—	企画・設計	技術・ノウハウ不足	汎用性を高めるための技術標準化
—	企画・設計	エネルギー削減（地球温暖化対策）以外のメリットが必要	CSR による企業価値の向上

道路交通騒音の現況把握手法の確立に関する検討

Study on Analyzing Methods for Road Traffic Noise Situation

(研究期間 平成 22～25 年度)

道路研究部
Road Department
道路環境研究室
Road Environment Division

室長	角湯 克典
Head	Katsunori KADOYU
主任研究官	吉永 弘志
Senior Researcher	Hiroshi YOSHINAGA
研究官	木村 恵子
Researcher	Keiko KIMURA

This study aims to clarify the noise situation on roads under the control of Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism. It is also intended to obtain the knowledge needed to select the prior noise abatements and sites. The environmental quality standard achievement rate for noise in rooms has been estimated in fiscal 2010. The survey on operating conditions of the criteria in foreign countries, and discomfort for various RTN (road traffic noises) had been done in fiscal 2011. Noise, vibration, and low-frequency sound had been recorded on types of sound sources and measurement of psychological aspects by replaying the noise and vibration had been done in fiscal 2012. Collecting data to quantify the noise reduction by the new abatement measures and studies of noise rating methods based on roadside residents' actual perception had been done in fiscal 2013. The results of these studies showed the knowledge on the statistical situation of RTN in rooms, the cause of unpleasant RTN, and a new method to quantify the discomfort caused by RTN.

〔研究目的及び経緯〕

本研究は、道路交通騒音(RTN)の現況を把握するとともに優先的に実施する騒音対策方法及び対策箇所の選定に資することを目的としている。平成 22 年度は、屋内基準で評価した環境基準達成率を推定した。平成 23 年度は、海外における騒音基準の運用の実情及び RTN に対する不快感を調べた。平成 24 年度は、騒音・振動・低周波音の現地測定、及び騒音・振動に対する不快感にかかる心理学的測定を行った。平成 25 年度は、新しい視点での騒音対策方法、及び騒音対策効果を心理学的に評価する手法を検討した。

〔研究内容〕

(1) 屋内基準で評価した環境基準達成率の推定

国土交通省が管理している道路の騒音を屋内基準で評価した場合の現況を推計した。推計にあたっては、建物の遮音性能の実態調査を行った。建物内の騒音レベルは、屋外での騒音レベルを沿道騒音の面的評価結果から推計し、次に道路交通騒音に対する建物の遮音性能のばらつきを考慮して計算した。

(2) 海外における騒音基準の運用の実情の調査

海外での訪問調査により基準値の運用、及び都心部の住居等で基準値を超過している地点における道路管理者の対応等を調べた。調査対象はアメリカ(米)、フ

ランス(仏)、ドイツ(独)、イギリス(英)、中国(中)、韓国(韓)、スウェーデン(瑞)の7か国の18機関とした。

(3) 道路交通騒音に対する不快感の調査

騒音に対する不快感を把握することを目的として、沿道住民に対する簡易なアンケート調査を実施するとともに各種の心理測定を行った。

(4) 騒音・振動・低周波音の測定

橋梁継目及び路面での段差に起因する騒音が発生している箇所をGPSと振動加速度計を搭載した試験車両の走行記録に基づいて選定し、騒音・振動・低周波音を測定した。また、走行車両重量計が設置された路線で、車両重量、登坂、マフラー改造、及び加速に伴う騒音増加量の測定を行うとともに構内の試験走路で急加速による騒音増加量を測定した。

〔研究成果〕

(1) 屋内基準で評価した環境基準達成率の推定

環境基準の屋外値(昼 70dB、夜 65dB)を超過している家屋の割合は、昼間 9%、夜間 17%となった。建物の遮音性能の分布が屋外の騒音値によらないと仮定すると、環境基準の屋内値(昼 45dB、夜 40dB)を超過している割合は昼間 9%、夜間 13% (図 1) となった。

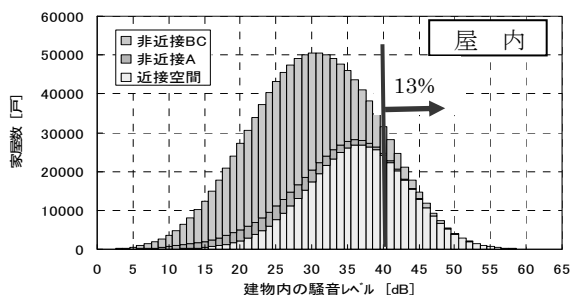


図1 屋内の騒音レベルの推計結果（夜間）

(2) 海外における騒音基準の運用の実情の調査

既設の道路で騒音の基準値または対策目標（以下、「基準値等」という。）を超過している場合は、予算内等の実行可能な範囲で騒音対策を講じていた（米、仏、独、中）。主な騒音対策は、独仏瑞では建物防音、米では遮音壁、韓では道路構造と交通流対策の総合対策であった。新設の道路において基準値等を超過することが見込まれる場合には対策を講じることが定められていたが、基準値を超過することを違法と定めている国はなかった。また、瑞では一般的な等価騒音レベルのみならず騒音レベルの最大値の基準が定められているが、最大値の基準が適用されるのは建築物の計画時であり、基準適合の判断は測定ではなく計算によって行われていることを把握した。

(3) 道路交通騒音に対する不快感の調査

アンケート調査の結果を図2に示す。住民が不快に感じている騒音のなかには、等価騒音レベル L_{Aeq} での評価にはなじまないものも含まれていた。心理学的測定の結果を図3, 4に示す。 L_{Aeq} が同じ値であっても、違法マフラー車両の高音・低音、及びブレーキ音が含

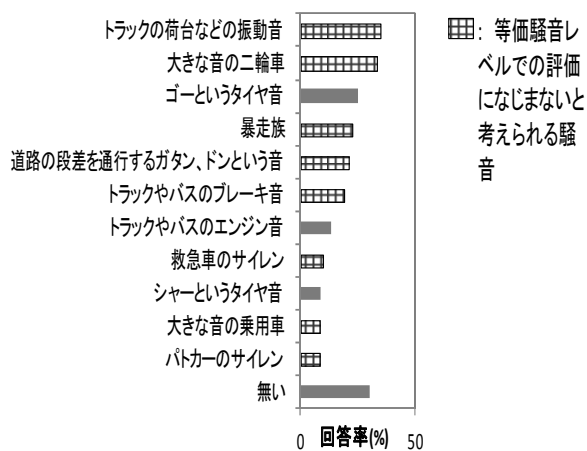


図2 沿道の住民が不快に感じる騒音例^{*1}

*1: 幹線道路から50m以内の居住者132名（男性49名、女性83名）（年齢20歳以上、60歳以上が半数）に対する調査

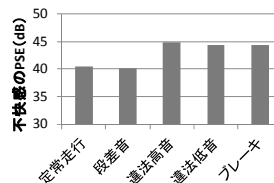


図3 $L_{Aeq}40\text{dB}$ の試験音に対する不快感（PSE）

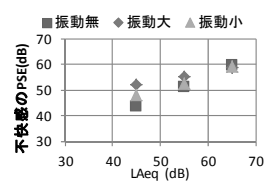


図4 振動の大きさが不快感（PSE）に与える影響

まれると4～5dB程度、不快感が大きくなること等が明らかになった。また、 L_{Aeq} が同じ値であっても、 L_{Aeq} が小さい条件（45dB）では振動レベルが増加すると騒音の不快感が大きくなること及び同じ振動レベルでも L_{Aeq} が大きい条件（65dB）では振動の影響がなくなること等が明らかになった。

(4) 騒音・振動・低周波音の測定

橋梁継目及び路面段差での騒音・振動・低周波音の測定では、ピークが生じる時刻は、段差を通過する時刻と一致せず、それぞれで異なっていること、騒音の卓越周波数500～800Hzは、平均的な道路交通騒音の卓越周波数800～1000Hzと比較して低いため、窓や壁で減衰しにくいので苦情の原因になることを把握した。さらに大型車の騒音が過積載、急加速により著しく増大することを現地調査及び構内試験により把握した。

（図-5）これらの騒音は、振動を伴うこと及び特定の周波数が卓越することなどから騒音対策による不快感の抑制効果は騒音計での測定値よりも大きいことを把握した。また、これらの騒音は穏やかな走行（エコドライブ）で抑制できると考察した。

〔成果の活用〕

調査結果は、国土交通省内で騒音政策を担当する関係部署に対して提示している。今後は、騒音対策を優先的に実施する箇所及び対策の選定手法を示す予定である。

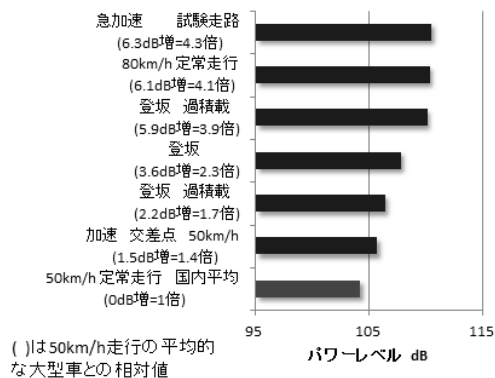


図5 大型車の走行条件と騒音発生量

猛禽類等に対する効果的な環境保全措置及び 効率的なモニタリング手法の検討

Research on effective step to environmental conservation and efficient monitoring methodology of raptors
(研究期間 平成 25～27 年度)

道路研究部 緑化生態研究室
Road Department
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 the first year, the authors construct prototype SDMs and predict the habitat quality of raptors in whole Japan.

【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・効果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。

そこで初年度は、既存情報を用いて猛禽類の営巣環境ならびに餌場環境を定量的に評価する手法の開発を目指し、1) 既存資料の収集・整理と、解析に必要なデータを整備し、2) 猛禽類の生息適地（営巣・餌場ポテンシャル）を予測する『生息適地モデル (Species distribution model)』を試作した。さらに3) 試作した『生息適地モデル』について、今後、道路事業において活用するための技術的課題について整理した。

【研究内容】

1. 既存資料の収集・整理とデータ基盤の整備

『生息適地モデル』は、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予測式を構築する。そのため精度の高い予測には、十分な数の生物の分布情報（猛禽類の営巣位置情報や餌生物の分布情報）に加え、予測対象

範囲の環境要素（植生、地形等）の情報が必要となる。生物情報については、全国の直轄道路事業等における調査業務報告書（平成 21～24 年度）約 500 事例を収集し、生物の確認位置情報を抽出した。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た。あわせて生物多様性保全基礎調査の結果（環境省生物多様性センター）を入手した。環境情報は、インターネット上で公開されている基盤地図（国土地理院）や植生図（環境省生物多様性センター）を入手した。これらを用いて、猛禽類の営巣・餌場適地の予測モデルの試作・検証・改良に必要な全国の生物情報及び環境要因のデータセットを GIS 上に統合した。また、データの解像度の効果を検証するため、用意するデータは 20×20km、10×10km、1×1km、100×100m の各メッシュスケールで集計した。

2. 猛禽類の生息適地モデルの試作

生息適地モデルの構築には、従来、判別分析や主成分分析が多用されてきたが、近年、データの確率分布型を考慮した手法（一般化線形モデル）や非線形モデル（一般化加法モデル）、ベイズ推定、機械学習を用いた解析手法などが考案されている。

猛禽類の営巣適地の予測には、確認位置情報（在情報）のみで比較的、精度の高い予測が可能な MaxEnt 法（機械学習の一種）を採用することとした。予測の対象は、頻繁に環境アセスメントの対象となる猛禽類 5 種（オオタカ、サシバ、ミサゴ、クマタカ、ハチクマ）とし、全国、地方、地域の 3 階層で行った。

猛禽類の餌場適地の予測には、既存資料から 1970

年代及び 1990 年代の東京地域の鳥類の在・不在情報が得られたため、在・不在情報及び時間変化を同時に扱う一般化線形モデルを用いた。予測の対象は、東京都の鳥類相全般とした。

3. 技術的課題の整理

猛禽類の生息環境や保全上重要な地域を、既存資料を用いて効率的に予測・把握する手法を開発する上での技術的課題について整理した。

〔研究成果〕

1. 既存資料の収集・整理

全国の直轄道路事業等における調査業務報告書（平成 21～24 年度）から生物情報を抽出した結果、猛禽類について 1800 箇所超の営巣位置情報を得た。一方で、地域によって情報量に偏りがあることがわかった。

2. 猛禽類の生息適地モデルの試作

猛禽類の営巣適地、餌場適地を予測する統計モデルを試作し、結果を図示した（図 1～3）。

図 1 は、東北以南におけるオオタカとサシバの営巣適地を 20×20 km の範囲ごとに予測したものである。オオタカは、東日本でポテンシャルが高い傾向があり、サシバは関東及び西日本で高い傾向が見られた。図 2 は、対象を関東地方に限定し、1×1km の範囲ごとにオオタカの営巣適地を予測した結果である。営巣適地は、

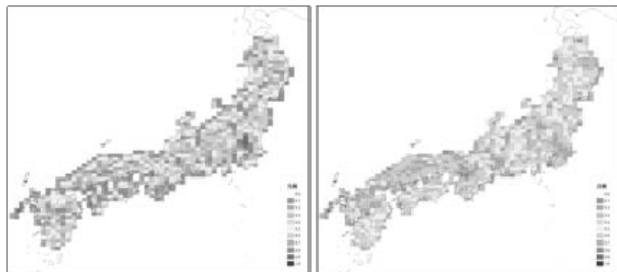


図-1 試作モデルによる営巣適地の予測結果

左図：オオタカの営巣適地、右図：サシバ。
赤いほどポテンシャルが高く、青いほど低い。

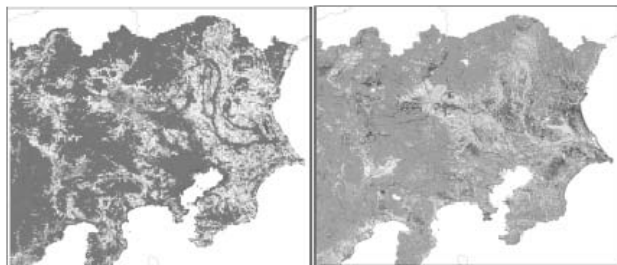


図-2 試作モデルによる営巣適地の予測結果

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）や畑地（右：茶色）、森林（右：緑色）が混在する地域に集中している。

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的景観を有した場所に集中していた。図 3 は、猛禽類の餌となる鳥類が多い環境を、東京都を対象に 1×1km の範囲ごとに予測した結果である。その結果、鳥類が多い場所（つまり猛禽類の好適な餌場環境：図 3 の赤色の場所）は、1970 年代から 90 年代、2010 年代にかけて急速に縮小していた。

3. 技術的課題の整理

1. ～ 2. を通じて、いくつかの課題も見えてきた。まず、希少種の生息情報の蓄積・公表状況には地域差があり、情報が不足する地域では正確な予測が行えない【課題 1. 地域的な偏り】。また、別の地域の情報で補完しようにも、ある地域で作成した生息適地モデルが、他の地域に当てはまらないことも多いことがわかった【課題 2. 空間的汎用性の欠如】。前者は、全国の生物情報を集約し（メタデータ化）、事業等に活用できる仕組みを構築すること、後者は、予測精度や予測の汎用性がどのような要因で変化するかを、数学的・生態学的見地から検証することが必要と考えられた。この検証には、予測の適合度合いを表す定量的指標（AUC、κ 係数等）を基にモデル比較を行い、最適な環境変数や一般性の有無、予測の限界を検証すること、現地調査と予測結果との整合性の検証が重要であることを示唆している。

〔成果の活用〕

予測モデルを活用することにより、環境アセスメントにおける生物調査の効率化（調査地点の絞り込み等）や環境保全対象地域の優先順位付けを定量的評価基準により行うことが可能になる。今後も本業務の成果を改良し、次回改訂の「道路環境影響評価の技術手法」に反映するとともに、事業現場に広く情報提供したい。

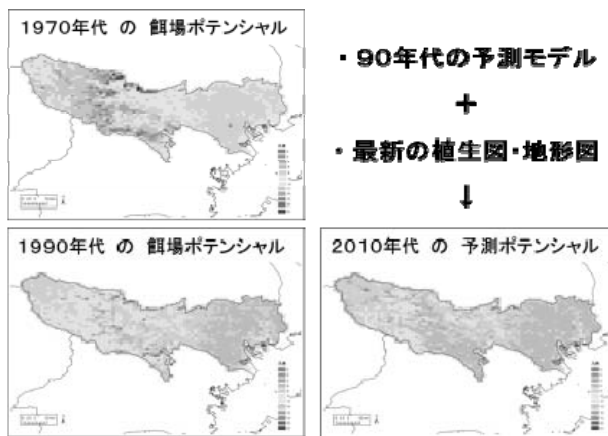


図-3 試作モデルによる餌場適地の予測結果

東京都の鳥類 31 種の生息ポテンシャルを重ね合わせている。鳥類の多い場所（赤色の場所）は、時代とともに縮小している。

街路樹の保全・再生手法に関する研究

Research on maintenance method of street trees

(研究期間 平成 25～26 年度)

道路研究部 緑化生態研究室
Road Department
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

By researching on thirty cases of maintenance of street trees sampled from all over Japan, the author grasped the maintenance method concretely. Moreover the author grasped changes of the local citizens' needs for street trees and tree planting policy of the road manager by consulting latest manuals about road tree planting.

【研究目的】

街路樹は、これまでの積極的な整備推進により、全国で平成4年に約478万本であったものが平成14年には約679万本と、10年間に約200万本の増加となった。しかし、平成24年では約674万本と一転して若干の減少傾向を示したことでわかるように、今後は大きく成長した街路樹の維持管理に重点がおかれていくことが予想される。

このような状況の中、街路樹が生育できる空間には制限があることから、その生育空間よりも大きく成長する樹種が植栽されている場合には、樹形縮小のための剪定や、樹勢維持・回復対策、倒伏や根上り対策等の保全対策が必要不可欠となる。

また、街路樹の植栽時から半世紀程度経過した都市では、周辺の土地利用が大きく変化していることもあり、街路樹の必要性を再確認したうえで、街路樹の整備方針を転換するなどの再考が求められている。

そのため、街路樹の必要性を再確認するためのニーズ変化の把握や、緑化機能を十分に発揮するための緑化方針を再考するための判断基準、その方針に対応する保全・再生手法の確立が必要となっている。

【研究内容】

1. 街路樹の保全・再整備に関する事例調査

歴史・文化的価値等が高い街路樹において保全対策が行われた事例、街路樹に生育上の問題点や植栽環境の変化等により再整備（更新）が行われた事例について、以下の項目について調査を行った。対象事例数は、保全事例が10ヶ所、再整備事例が20ヶ所とした（表-1）。

- ①街路樹整備の背景、現在の位置づけ
- ②街路樹における問題点
- ③具体的な保全方法とその効果

④住民等との合意形成

2. 道路緑化に対するニーズ変化と緑化方針の整理

過去10年程度に道路管理者がとりまとめた道路緑化に関するマニュアル等を収集し、それ以前にとりまとめられたものとの比較を行うことにより、街路樹に対する道路管理者の緑化方針や住民等のニーズ変化について把握した。

表-1 調査対象事例

種別	No.	市区町村	路線名（街路樹名）	樹種 (再整備の場合は従前)	概要
北海道 事例数1（保全：1、再整備：1）					
保 全-1		札幌市 南区	国道453号 真駒内地区	ポプラ	老木化
再整備-1		札幌市 中央区	札幌駅前通り	ハルニレ等	道路再整備
東北 事例数3（保全：1、再整備：2）					
保 全-2		仙台市 青葉区	定禅寺通	ケヤキ	住民参加の緑の活用
再整備-2		仙台市 青葉区	青葉通	ケヤキ	地下鉄整備・道路空間再編
再整備-3		仙台市 泉区	市道 山の寺幹線1号線 他	ブラタナス 他	街路樹マニュアルに基づく撤去
関東 事例数5（保全：1、再整備：4）					
保 全-3		栃木県 日光市	日光杉並木	スギ	特別史跡・特別天然記念物
再整備-4		東京都 多摩市	ひじり坂 他5路線	シラカシ 他	街路樹計画に基づく撤去
再整備-5		横浜市 泉区	いずみ野駅前通り	ソメイヨシノ	腐朽害
再整備-6		相模原市 中央区	県道57号 大蔵町線	ケヤキ	腐朽害・アセットマネジメント
再整備-7		長野県 御代田町	町道 雪窓向原線	サクラ・シラカバ	老木化
北 陸 事例数1（保全：0、再整備：1）					
再整備-8		福井県 福井市	足羽川 桜づつみ	ソメイヨシノ	豪雨被害・老木化
中部 事例数3（保全：2、再整備：1）					
保 全-4		愛知県 豊川市	御油の松並木	クロマツ	天然記念物
保 全-5		愛知県 一宮市 他	木曽川堤	サクラ	名勝・天然記念物
再整備-9		愛知県 豊田市	市道 豊田則定線	イチヨウ	道路改築（拡幅）
近 畿 事例数5（保全：2、再整備：3）					
保 全-6		京都市 左京区 他	第二疎水 他	サクラ	桜景観創造プロジェクト
保 全-7		大阪市 中央区 他	御堂筋	イチヨウ	イチヨウ保育管理計画
再整備-10		京都市 中京区 他	烏丸通	スズカケノキ	ユリノキ並木再生事業 他
再整備-11		京都市 左京区 他	二条通 他	イチヨウ 他	花の道づくり事業
再整備-12		兵庫県 姫路市	大手前通り	クスノキ・イチヨウ	道路改築
中 国 事例数2（保全：1、再整備：1）					
保 全-8		島根県 出雲市	県道161号 神門通り	クロマツ	道路再整備
再整備-13		広島県 福山市	宮通り	クスノキ	商店街再整備
四 国 事例数3（保全：1、再整備：2）					
保 全-9		香川県 高松市	中央通り	クスノキ	クスノキ維持管理マニュアル
再整備-14		香川県 高松市	国道11号	キョウチクトウ	中央分離帯の管理手帳
再整備-15		高知県 高知市	国道56号（土佐道路）	モミジバフウ	虫害（アメリカシロヒトリ）
九 州 事例数3（保全：0、再整備：3）					
再整備-16		福岡市 博多区	はかた駅前通り	ケヤキ	道路再整備
再整備-17		福岡市 小倉北区	大門木町線	ケヤキ	道路改築
再整備-18		大分県 大分市	市道富士見が丘地東2号線 他	トウカエデ 他	街路樹計画に基づく撤去
沖 縄 事例数3（保全：1、再整備：2）					
保 全-10		沖縄県 沖縄市	くすの木通り	クスノキ	道路改築
再整備-19		沖縄県 宜野座村	国道329号	ガジュマル	歩行障害他
再整備-20		沖縄県 北中城村	国道330号	ダイオウヤシ	老木・巨木化

[研究成果]

主な研究成果の概要を以下に示す。

1. 街路樹の保全・再整備に関する事例調査

事例結果を基に、保全・再整備の効果が確認された街路樹の保全及び再整備対策について、以下の項目毎に整理した。

1. 1 街路樹の問題把握及び対応方針

街路樹に生じた課題を把握する方法は、以下に示すような4つのタイプに分類された。

- ①街路樹巡回・パトロール
- ②定期的な調査の実施
- ③道路巡回・パトロール
- ④住民からの通報・苦情等

次の段階では、課題の発生原因を明らかにする必要があるが、この方法については樹木医など樹木の専門家による健全度診断の実施など課題把握のための調査が行われており、概ね図-1に示すようなフローによって課題発生の原因・要因が把握されていた。

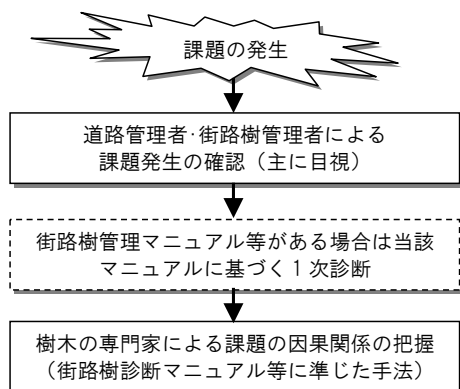


図-1 課題の原因・要因を把握する手順

街路樹に何らかの対策を講じる契機となる原因としては、「街路樹自体に起因する原因・要因」と「周辺環境に起因する原因・要因」に大別できた。

前者の「街路樹自体に起因する原因・要因」では、病虫害の発生などの「生育課題」や、倒木危険性や視認障害・根上りなどの「安全確保」面が挙げられ、後者の「周辺環境に起因する原因・要因」では「道路改変」や「管理手間」、「周辺環境」などに分類された。

以上を踏まえて、対応方針を決定する必要があるが、具体的には「保全」「再整備（再植栽を含む）」「撤去」の大きくは3つの選択肢の中から、街路樹の状況をはじめとする当該路線を取り巻くさまざまな要因を勘案し、複数の対策案が比較検討などされたうえで決定されることが多かった（図-2）。

対応方針や具体的な対策の内容を検討・審議する際の「手法・体制」は、4種類に大別された（表-2）。同時に、課題の発生した街路樹に何らかの対応策を講じる場合には、当該街路樹と密接に関わる人が多い沿道や地域の住民等との間でその対応方針や対応策について、あらかじめ合意を図ることが重要である（表-3）。

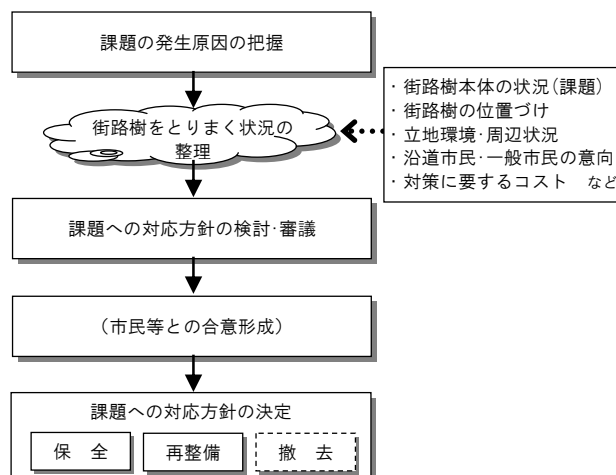


図-2 街路樹の課題への対応方針を検討する手順

表-2 課題への対応方針を検討する手法・体制

分類	特徴	適用例
検討会や委員会を開催して検討	長所 ・幅広い見地から意見を集めて検討することができ、方針選択のアカウンタビリティが高い （※住民代表等の参画に関する特徴については、次項を参照のこと）	・著名な街路樹等 ・複数路線に適用される管理計画の検討時等
	短所 ・会議開催に向けた各種の準備が必要 ・方針決定までに時間を要する	
（既に策定されている）管理計画・マニュアル等に基づく検討	長所 ・管理計画等は一定の検討を経ており、改めて会議等を開催することなく早急な方針決定が可能	・文化財等に指定される街路樹等 ・街路樹管理計画を策定した自治体の路線等
	短所 ・管理計画・マニュアルで想定している課題と実際に発生した課題の状況が合わないケースもある	
関係者による検討	長所 ・比較的短時間での検討・方針等の決定が可能	・道路改変等に伴って街路樹の取扱いに関する検討が必要な場合等
	短所 ・行政内部の関係者のみの場合は、方針選択のアカウンタビリティが問われる恐れもある	
（街路樹管理担当部局の）内部での検討	長所 ・もっとも早急な検討・方針等の決定が可能	・街路樹に関する住民等からの苦情に対応する場合等
	短所 ・方針選択のアカウンタビリティが問われる恐れもある	

表-3 住民等との合意形成を図る各手法

分類	具体例	特徴
検討会や委員会への住民等代表の参加	委員会 検討会 ワークショップ等	長所 ・住民等の意見が、対応方針や具体的対策へ直接的に反映されやすい ・街路樹の状況や課題に関して住民等と意識共有がすすみ、対策後の維持管理等に対する住民参画の契機となる可能性もある
		短所 ・複数回（比較的長期間）にわたる会議等への参画が必要 ・住民等代表の選定において公平性などの面から留意する必要がある。
アンケート等の実施による意見収集	アンケート パブリックコメント等	長所 ・より広く住民等の意見を収集することができる ・比較的短時間で意見の収集が可能
		短所 ・意見が総論的になりやすく、各論に対する意見の反映が困難になりがち
説明会の実施	住民説明会 工事説明会 近隣住戸への資料配布等	長所 ・対策を行う場所の直近の住民等関係者へ直接説明することができる
		短所 ・工事の直前に実施される場合には、住民等からの意見を対策等に反映することは難しい
情報提供	行政広報誌 インターネットサイト テレビ・新聞 現場での看板設置等	長所 ・もっとも広範に住民や道路利用者等へ対応方針や対策の内容を周知することができる
		短所 ・一方的な「お知らせ」となり、住民等からの意見を吸収し、対策等に反映することは難しい

1. 2 街路樹の保全対策

街路樹の保全において、既存の街路樹をより健全に生育させることを目的とした対策を分類・整理した（表-4）。

表-4 保全技術の分類と具体例

保全対策の分類	具体的対策の例
剪 定	切詰め剪定 枝抜き剪定（枝透かし） 切返し剪定（切戻し） 枝おろし剪定
病虫害防除	物理的切除 薬剤散布
生育基盤の改善	施肥 土壌改良 灌水桝等の設置
樹体保護	支柱設置 樹木保護蓋の設置・改善 路込み防止対策
その他	不定根発生措置 後継樹・補植木の植栽

①剪定

街路樹を健全に成長させ、維持していくために基本的かつ重要な作業である。街路樹の成長段階や目標とする樹形の如何、あるいは発生している課題に対応する形で適切な剪定手法を組み合わせる必要がある。

②病虫害防除

保全対策の対象となる街路樹は、植栽後、年数を経て老木化している樹木が多く、腐朽や虫害等の被害を受けているものも少なくない。これらの被害を治療し、樹勢を回復するために薬剤注入・散布や罹患部の物理的切除などさまざまな対策が講じられる。特に松並木の保全事例においてはマツクイムシの防除対策が保全対策の中でも重要性が高く、事例調査で取り上げた中では愛知県の御油の松並木が該当する。

③生育基盤の改善

街路樹の樹勢が衰退する要因の一つとして、植栽空間の減少や、樹木の成長による根系拡大により植栽桝が相対的に小さくなったことに起因するものがある。街路樹の回復・維持には植栽桝の拡大や土壌改良といった生育基盤の改善・改良が必要な場合が多い。

④樹体保護

街路樹の倒木や傾きを防止するため、支柱やケーブルを設置する対策や、車両や歩行者が樹木本体に衝突したり、樹木の生育上重要な根元周辺に立入ることを防止するための防護柵や踏圧軽減のための樹木保護板（グレーチング）を設置するなどの対策がある。

⑤その他

街路樹単体として見ると保全ではないが、一部の倒木や枯損木を伐採した後に補植木を植栽することは、街路樹景観の保全をめざす上では重要な保全対策である。また、このとき生物多様性の保全（地域遺伝子

の継承）の観点から、補植木となる後継樹をあらかじめ育成しておく取り組みが行われている事例もある。

1. 3 街路樹の再整備技術

街路樹の再整備においては、対策実施後に植栽される樹種が従前の樹種と同じかどうかといった視点も含めて分類・整理した（表-5）。また、それとあわせて行われる対策として生育基盤の改良も含めた。

表-5 再整備対策の区分と各対策の具体例

再整備対策の区分	対策の主な具体例
同じ樹種を新規植栽	若木の植栽 又は なるべく大きな樹木の植栽 地域遺伝子の保全に配慮した後継樹の植栽 など
樹種転換して新規植栽	高木の樹種を植栽 又は 中・低木の樹種を植栽 落葉樹の植栽 又は 常緑樹の植栽 花木の植栽／紅葉・黄葉の美しい樹種 など
街路樹の撤去	課題の大きな樹木から順次撤去（更新） 路線全体の街路樹を一斉に撤去（更新） など
生育基盤の改良	植栽桝の拡大をあわせて行う 土壌改良をあわせて行う など

①同じ樹種を新規植栽

一般的に「けやき通り」や「いちょう通り」など、街路樹の樹種名称が当該路線の愛称として使われ親しまれている場合がある。このような場合は、周辺住民等の道路名称への愛着を維持する観点や、名称変更に伴う道路利用者の混乱を避ける観点などから、樹種を変更せずに同じ樹種が再度植栽される場合がある。しかし、従前の街路樹に発生した課題が当該樹種の特性に起因するものである場合においては、生育基盤の改善など街路樹を取り巻く環境をあわせて改善しないと、数十年後には対策実施前と同じ課題が生じてしまうことも予想されるため、将来を見据えて必要な対策を組合わせて実施することを検討する必要がある。

②樹種転換

街路樹の抱えていた課題が、樹種を変更することによって解決することが見込まれる場合には、樹種を変更して植栽されることがある（写真-1）。この場合は、新たな植栽樹種を検討する際に、従前の街路樹の課題の解決に資する樹種を選択することが重要であることはもとより、新規に植栽する場合と同様に多様な視点から総合的に判断する必要がある。



（樹種：ダイオウヤシ）



（樹種：ビロウ）

写真-1 樹種転換の事例（巨木化による安全性の問題）

樹種転換を行う場合の樹種選定の視点としては、以下のように整理された。

- ・生育可能な空間規模に適応した樹種
- ・実施可能な維持管理の作業量に適応した樹種
- ・病虫害などの問題が発生しにくい樹種
- ・住民等の意向をふまえた樹種の選択

③街路樹の撤去

高度成長期などに整備された道路など、道路緑化を積極的に推進する視点から、歩道幅員が非常に狭い道路であっても高木が植栽されている場合や、山地部など道路周辺にも緑量が多い環境の中でも道路植栽が行われてきたケースがある（写真-2）。このような場合などにおいて、周辺住民等がある場合はその合意を得たうえで街路樹を撤去することが、安全快適な歩行者空間の形成や街路樹管理者の側からみた維持管理費の選択・集中に寄与する解決策の一つの選択肢である。



（樹種：ガジュマル）

（樹木：なし）

写真-2 街路樹の撤去事例（安全快適性の問題）

④生育基盤の改良

街路樹のより健全な生育のためには、より良好な植栽基盤への改善対策が必要である点については保全対策における視点と同様であるが、再整備の場合は樹木がいったん撤去されることから植栽基盤を根本的に改良することが可能かつ比較的容易であることが多く、再整備対策によって植栽された街路樹が将来に課題を生じないようにするためにも樹木の成長を考慮した形で植栽樹の拡大や土壌改良などを含む植栽基盤の改良を十分に行っておくことが望まれる。

2. 道路緑化に対するニーズ変化と緑化方針の整理

既往文献やインターネットを活用して、平成 15 年度以降に作成等された道路緑化方針や計画、道路緑化又は管理に係るマニュアル等を収集し、道路緑化機能、樹種選定・デザイン、維持管理、住民との連携について整理を行った。

①道路緑化機能

道路緑化の機能に関しては、平成 15 年以前から継続して高いニーズとして「景観向上機能」、「生活環境保全機能」、「交通安全機能」、「防災機能」があり、それ以降に特に求められるようになった機能として「ヒートアイランド等の都市環境の改善」、「都市内における自然再生等への寄与」、「CO2 吸収源対策」等がニ

ズとしてあげられた。

②樹種選定・デザイン

樹種選定に関しては、平成 15 年以前からの条件としてあった「道路空間規模に見合った樹種」、「地域特性に対応した樹種」、「気候及び気象条件に適した樹種」、「積雪地域にあっては冠雪害等を受けにくい樹種」、「不良土壌に対しては環境適応力の大きい樹種」、「姿が美しい樹種」、「活着しやすく成長良好な樹種」、「調達容易な樹種」に加えて、「住民意向を踏まえた樹種」、「対価に対して効果がわかる樹種」、「管理面を踏まえた樹種」等のニーズがあげられた。

また、緑化デザインに関しては、平成 15 年度以前では、植栽帯や植栽樹、分離帯等を中心とした植栽空間確保に関する規定が記載されていたが、それ以降では個々の道路空間特性に応じて個別に検討されるようになりつつある。

③維持管理

維持管理に関しては、平成 15 年度以前でも記載されていた街路樹の点検や診断等に関する内容が、平成 15 年度以降ではその記載割合が増加していた。街路樹の高木化や老齢化等を背景に、街路樹の点検や診断等に関するニーズが徐々に高まりつつあるものと考えられる。また、「管理台帳の整備」に対するニーズが増えており、計画的な維持管理を行う上で必要な基礎データの収集・管理を行うことが徐々に求められるものと考えられた。

④住民との連携

住民との連携に関しては、平成 15 年度以降において「計画段階・施工段階での住民等との連携」、「維持管理段階における住民との連携の充実」に関するニーズが向上していた。

⑤その他

平成 15 年度以降において新たに記載されている事項として「道路緑化事業に係る点検・評価・改善等」があり、今後はPDCAサイクル等を導入し、道路緑化の取組みに係る各段階での点検・評価を行い、必要な見直しを図っていくことが期待されつつあるものと考えられた。

また、「道路空間の再配分により街路樹等の保全・創出」、「道路空間と沿道空間が一体で創出されている緑」あげられ、賑わいの創出と一体的な街路樹の保全・再整備等に関する取り組み等の新たな道路緑化・管理手法に対応していくことが求められている。

【成果の活用】

本研究で得られた結果を踏まえ、街路樹の保全・再整備技術に関する検討を引き続き実施することで体系に整理し、事例紹介を含めたガイドラインとしてとりまとめる予定である。

劣化を伴うコンクリート橋の検査・診断に資する非破壊検査技術に関する調査検討

Research and Development on Quality Assurance Program for Nondestructive Testing Techniques and Devices for Distress in Highway Concrete Bridges

(研究期間 平成 25～26 年度)

道路研究部 道路構造物管理研究室
Road Department, Bridge and Structures Division
主任研究官 白戸 真大
Senior Researcher Masahiro SHIRATO
研究官 北村 岳伸
Researcher Takenobu Kitamura

室 長 玉越 隆史
Head Takashi TAMAKOSHI
研究官 小原 誠
Researcher Makoto OBARA
交流研究員 狩野 武
Guest Research Engineer Takeshi KARINO

A typical inspection method of visual inspection has a huge difficulty in evaluating the internal deterioration in concrete bridges and industry and academic parties have developed different types of nondestructive testing techniques and devices (NDTs). Bridge owners highly expect new standards for the evaluation of concrete bridge soundness using NDTs and associated performance requirements for NDTs are needed. Accordingly NLIM has evaluated NDTs to develop new inspection and evaluation manuals for deteriorated concrete bridges and a related quality evaluation norm for NDTs.

[研究目的及び経緯]

コンクリート道路橋の点検方法の基本である外観目視では、コンクリート内部の変状の把握には限界がある。既設橋の高齢化が進む中、事故を未然に防止し、予防保全による合理的な維持管理を実現するために非破壊によるコンクリート内部の変状把握手法の確立が強く求められている。

本研究は、P C 橋の塩害に係わる特定点検の高度化を実現するために、P C 橋を対象に、非破壊検査技術により内部の劣化を把握し、その結果に基づき健全度を評価するための点検・診断要領や、点検・診断要領にて求める非破壊検査技術の性能や性能検証法について調査するものである。

[研究内容及び研究成果]

(1) P C 橋の内部状態等を調査する非破壊検査技術に関する調査

P C 橋内部不具合状態や残存プレストレス量の評価への適用可能性のある既存の非破壊検査技術の原理や性能に関するカタログや技術資料を収集し、開発者がどのような検査精度の検証を行ったり、検査精度をどのような指標で評価しているのか分析した。また、非破壊検査による P C 橋内部不具合状態及び残存プレストレス量の調査事例を収集した。以上から、P C 橋の内部状態の評価に用いる観点からその性

能評価において課すべき仕様や諸元などの着目項目及び性能評価指標の候補となる要素を整理した。

鋼材の配置、鋼材の断面減少、グラウト充填不良、コンクリート中の空隙、プレストレス量などについての開発・調査事例が多い。また、多くは、不具合の有無の検出という観点で検証されていた。しかし、不具合は、平面方向にも深さ方向にも広がりを持つものであり、対象とする不具合別に大きさや位置についての検査精度が系統的にまとめられた調査はほとんどないことが分かった。また、不具合の位置やひろがりの推定精度が P C 橋の耐力や剛性の評価に与える影響については、過去に P C 鋼材の断面減少量について実験などが行われた事例があるが、加えて、その他の要因についても研究の充実が必要である。

(2) 非破壊検査技術による計測データの整理と撤去桁の残存強度の評価

1) 検証試験体の設定

新たに損傷を模擬した供試体を作成する方法もあるが、本研究では、実際に供用されていた橋梁から撤去された桁を検証試験体に用いることにした（写真-1, 2）。検査機器の性能検証プログラムの確立に資するように、非破壊検査調査要領と調査報告様式を

作成した。また、作業性の評価も行うものとし、作業時間、気象条件の影響、可搬性などの観点での評価事項を定めた。そして、以後、これらの要領等の検証を行った。



写真-1 供用当時の状況



写真-2 供試体の状況

2) 非破壊検査の実施

公募した各種の非破壊検査技術開発者に、調査要領と報告書様式にしたがった部材内部の状態評価を依頼した。撤去直後の状態、及び、後述のように桁に载荷を実施し、大きな損傷を生じさせた状態のそれぞれで調査を依頼した。また、試験体の特定の箇所を調査を指示した場合と、特に指示しない場合とでの調査を依頼した。調査を依頼するごとに、開発者間で均質な報告がなされるように調査要領と報告書様式の更新を図った。このような与条件の違いにより報告される結果に違いがあることが分析できた。

3) 载荷実験

非破壊調査後の試験体に対して、载荷実験を行った(写真-3)。損傷をあまり進展させない程度の载荷を行った試験体や破壊するまで载荷を行った試験体がある。

今後、非破壊検査結果に基づき内部損傷をモデル化したり、また、不具合の箇所や程度をパラメトリックに変えた場合の数値解析を行い、実験結果と比較することで、各種不具合ごとに求められる非破壊検査精度の把握を行う予定である。

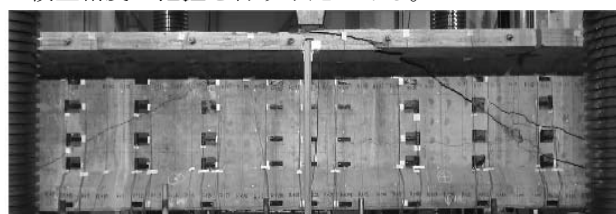


写真-3 载荷実験状況

4) 解体調査

供試体の内部損傷を進展させないように注意しながら、写真-4のように解体やコア抜きを行った。その結果に基づき、各種非破壊検査結果との照合を行い、検出性能の評価を行った。このとき、3次元座標による不具合中心位置と広がりベクトルを指標とする方法や、試験体を平面方向・奥行き方向のセグメントに分割し、ピクセルデータのような形で損傷をデジタル化とするなど、不具合の検出精度を定量化する方法の試行を行った。



写真-4 解体調査状況

【今後の課題】

- ① PC鋼材の損傷がPC橋の耐力に大きく影響することが既往の研究から指摘されているが、そのような非破壊検査技術についての検証の充実が望まれる。
- ② ひび割れについては、損傷の着目項目としてひび割れ長さや幅も大事であるが、耐力や耐久性上は、ひび割れが貫通しているのかどうかなどのひび割れ深さも大事である。しかし、非破壊検査によりひび割れ深さを判別する方法は十分でない可能性があり、今後、検証の追加が望まれる。
- ③ グラウトの充填不良についても、損傷の範囲や大きさの判別技術は十分でない可能性があり、今後、検証の追加が望まれる。
- ④ 一方で、いずれの項目も検査精度が耐力や剛性の予測値のばらつきに与える影響が明らかでないため、今後、载荷試験結果の分析を通じ、把握する必要がある。
- ⑤ 以上より、検査機器の性能検証プログラムの確立に資するよう、検証試験体の充実や、検証調査要領や報告書様式の充実を図っていくとともに、現状の非破壊検査技術の精度の把握に引き続き努める必要がある。

【成果の発表】

国総研資料及び各種論文に発表予定である。

【成果の活用】

PC橋の耐力評価マニュアル、非破壊検査技術評価マニュアルの基礎資料となるものである。

道路橋定期点検の効率化に資する点検装置の検証法に関する研究

Study on Validation Method of Bridge Inspection Equipment

(研究期間 平成 25 年度)

道路研究部 道路構造物管理研究室
Road Department Bridge and Structures Division
主任研究官 大城 温
Senior Researcher Nodoka Oshiro
研究官 石尾 真理
Researcher Mari Ishio
交流研究官 水口 知樹
Guest Research Engineer Tomoki Mizuguchi

室長 玉越 隆史
Head Takashi Tamakoshi
研究官 小原 誠
Research Makoto Obara
交流研究員 強瀬 義輝
Guest Research Engineer Yoshiteru Kowase
交流研究員 狩野 武
Guest Research Engineer Takeshi Karino

This study focuses on three technical problems in bridge inspection. First, verification experiments of the bridge inspection equipment for the invisible area from outside by the structural reason was performed. Second, the verification experiments of the technique to identify and record exact damage position in the bridge inspection and the technique to collate the current damage situation with past inspection data were performed. Third, the basic design of the examination vehicle to measure load bearing ability for damaged bridge was conducted.

〔研究目的及び経緯〕

道路橋の各種点検においては、主桁に設置された水道管等の添架物や、架橋環境や構造上などの問題から、近接目視が困難となる場合がある。この近接困難箇所等の解消に加え、点検記録の合理化・効率化、更には、発見した損傷をふまえた耐荷力性能の評価手法に関する検討が必要である。

平成 25 年度は、近接目視困難箇所を再現し、近接目視困難箇所を対象とする各種点検装置の検証実験を行った。また、実橋において、点検の合理化・効率化の観点から損傷位置の特定又は記録技術の検証実験を行うとともに、損傷した実橋の耐荷力性能を把握する試験車の基本設計を実施した。

〔研究成果〕

1. 近接目視困難箇所等における点検装置の検証

直轄国道 1 地方整備局管内橋梁の点検調書から、近接目視困難要因 15 種(狭隘部 10 種、近接不可 5 種)に分類し、このうち 10 種を再現した施設を製作した。この施設は、任意に狭隘程度(幅)の変更が可能であり、分析した全 2,766 橋のうち約 85%の近接困難橋梁を網羅している。施設内部にひび割れ等を模擬した損傷供試体(テストパターン)を設置し、点検装置 5 技術の検証実験を行った。図-1, 2 に施設の例を示す。

点検装置が有している機能を、アクセス性に関する項目 (Ⅰ 進入部の狭隘度、Ⅱ 進入深さ、Ⅲ 曲がり度) と、変状検知に関する項目 (① 解像度情報、② 色調情報、③ 範囲情報、④ 位置情報) で評価した結果を表-1

に示す。さらに、点検対象部材別の座標等の空間情報提示方法案を図-3 に示す。例えば橋梁カルテ等に記載した点検対象部材の空間情報と点検装置の機能におけるアクセス性及び変状検知機能とを照らし合わせることで、効率的な点検計画が可能となる。

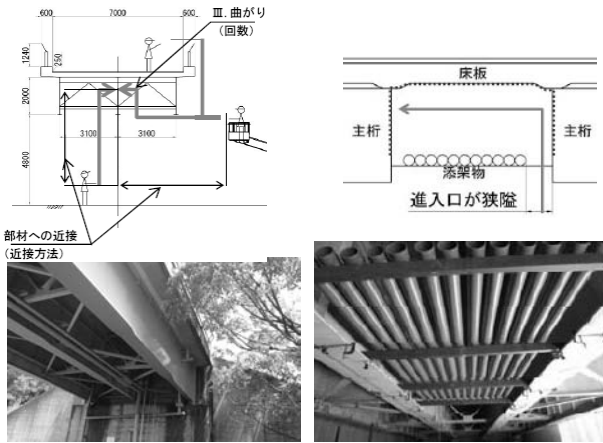


図-1 近接不可部 図-2 進入口狭隘部の検証施設

表-1 点検装置の機能の整理

点検技術	A	B	C	D	E
分類	近接不可部			狭隘部	
特徴	モニターから損傷の定量値を把握	多関節ロボットアームにより接近	アームによる接近	桁端部を面的にスキャンング	ファイバースコープで接近
アクセス性	Ⅰ 狭隘度	150mm以上	150mm以上	400mm以上	20mm以上
	Ⅱ 進入深さ	11.5m鉛直	4.8m鉛直	1.3m鉛直	10.0m水平
	Ⅲ 曲がり度	0回	0回	0回	0回
	近接方法	任意	地上	橋面	橋台、足場
変状検知	① 解像度	○	不可	△	○
	② 色調	○	○	○	○
	③ 範囲	不可	不可	△	○
	④ 位置	不可	不可	△	○

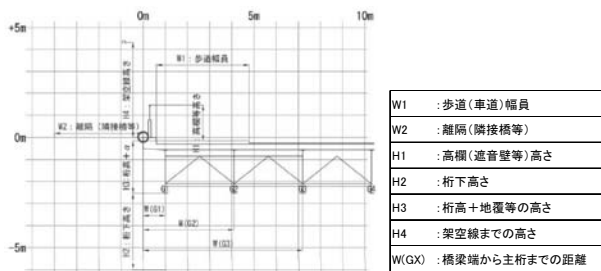


図-3 点検対象部材の空間情報

2. 損傷位置特定等点検記録の合理化・効率化技術の検証

写真-1 及び図-4 に示すように、部材数が少なく対象とする要素が大きいため損傷位置の特定が困難である、点検調査におけるひび割れのスケッチでは損傷位置や長さの把握、過去の点検結果との照合が困難であるなど、点検調査の作成や記録結果に対する課題を点検調査から網羅的に整理した。このような課題をふまえ、ひび割れや遊離石灰等が生じている部材があり、点検対象の要素が大きいのなどの条件を有する3箇所の実橋フィールド(実橋2箇所、所内のコンクリート部材1箇所)にて実証実験を行った。

検証結果は、技術の精度、適用限界、作業効率等を評価項目として整理した。精度は、定量値による評価の他、図-5 に示すように、点検対象箇所を100mmメッシュで分割し、一致した場合は「良」、一マスずれの場合においても「可」とする定性的な評価を行った。

対象部材までの距離が離れていても最小幅0.1mmの精度で検出可能な技術などが確認された。一方、現場作業以外で処理時間を要する技術や、微細なひび割れの取得や位置のズレ等により構造的に問題となる損傷かどうか判断が難しくなる場合がある等の課題が得られた。



写真-1 点検写真の例

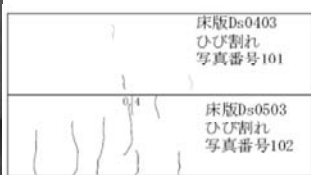


図-4 解析モデル

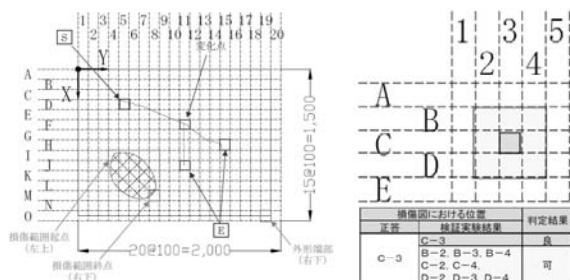


図-5 精度の評価方法

3. 耐力性能試験車の基本仕様の設定

損傷を受けた橋梁の耐力力を評価するため、現地で載荷試験等が行える耐力性能試験車(以下「試験車」という。)の基本仕様を設定した。試験車は、主として道路法に基づく一般制限値内で自走可能であること、試験車単体での載荷と計測が可能であること、載荷による主桁のたわみが計測可能であることを条件とした。

試験車単体での載荷計測方法を図-6 に示す。試験車のアウトリガーの伸縮により載荷位置を調整するとともに、積載した荷重を移動(A→B)させて生じる主桁のたわみ差を、試験車に搭載した高精度傾斜計により傾斜角(θ)測定が可能であることがわかった。

また、構造諸元の異なる8種類の橋梁を対象に数値解析を行い、搭載する傾斜計と試験車の載荷位置、重量等から算出した傾斜角との関係を算出するとともに、過去に損傷橋梁において実施された載荷試験結果から、実測と解析方法との乖離(舗装、地覆、高欄等のモデルの省略など)を踏まえて、一般的な橋梁に対応可能な耐力評価に必要な試験車の重量や載荷位置等の基本仕様を決定した。

【今後の課題】

橋梁カルテや点検調査における対象部材別の空間情報提示方法、点検困難箇所や点検記録の合理化・効率化に対応した点検技術の評価による開発促進が課題となる。耐力性能試験車については、架橋環境に応じた試験車の適用範囲の明確化、計測結果から合理的に耐力評価を行う方法、実橋への適用性の検証が課題である。

【成果の発表】

国総研資料及び各種論文で発表予定。

【成果の活用】

点検要領等に反映させる予定。

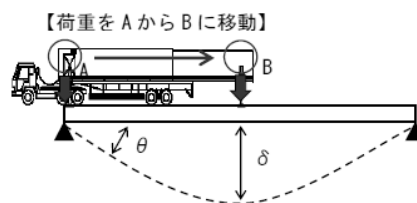


図-6 傾斜角を用いたたわみ計測



図-7 耐力性能試験車のイメージパース

グラウト充填不足（空洞）に着目し、損傷種別に対しての測定可否、損傷の位置、損傷の大きさの観点で各検査技術の適用性と精度を検証した。また、昨今のトンネル天井板の崩落事故をうけてあと施工アンカーの耐荷力性能の低下についても模擬供試体を製作し現状の非破壊検査技術で検知可能か検証した。結果、空洞やうきの損傷は形状が小さいものほど計測が困難であることが検証された。また、P C 鋼線（グラウト充填率模擬）は、4 技術で計測できたが、Y・Z 軸とくらべ X 軸の方向の整合性が低い傾向が見られ、長辺方向の長さ、座標の読み取りには限界があることが検証された。あと施工アンカーボルトについては、ボルト長を 2 技術で計測でき、比較的精度がよいことが検証された（図-4）。不具合（施工・材料・劣化）については、7 技術で計測できたが、どの技術も不具合の種類や程度の特定には至っていないことが検証された。



写真-2 模擬損傷供試体

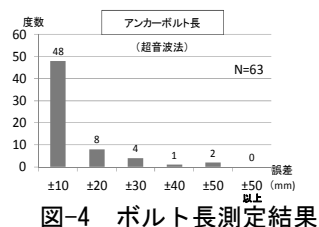


図-4 ボルト長測定結果

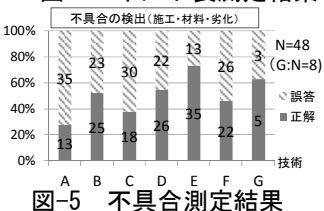


図-5 不具合測定結果

3. 第三者被害予防措置技術の要求性能の設定と性能確認試験

コンクリート片の落下事例（66件）、第三者予防措置点検結果（100橋）、既往文献（74論文）及び各機関の現行技術基準を整理して、現在の第三者予防措置技術に必要な要求性能（表-1）を設定し、コンクリート構造物のあらゆる部位・部材を想定した床版の供試体を製作して未確認の性能について検証実験を実施した。

表-1 第三者被害予防措置技術の要求性能

評価項目	検証内容	検証の有無
適用性	あらゆる部位（水平、鉛直、水切、隅角部等）、コンクリート片形状（円形、四角、三角）を想定した耐荷性試験	○
耐荷性	同上、補修材料の継手部の耐荷性試験、付着試験	○
耐久性	屋外暴露試験、養生温度、湿度を変更した耐荷性試験、ひび割れ抵抗性、塩化物イオンの透過性試験、プライマーひび割れ含浸材料試験	×
施工性	施工計画書の記載内容の確認、定期管理試験、日常管理試験の実施、付着試験	○
維持管理性	伸び性能（鉛直変位10mm以上における最大押し抜き強度）、再劣化部の検知、再補修部の耐荷性試験	○
使用材料	使用材劣の性能証明書、使用量	○

※耐久性試験については、コンクリート平板で試験可能で日数を要するため今回検証対象外とした。

文献および NETIS 登録技術の調査により、現在の第三者予防処置技術は、その目的と予防メカニズム、実

績により表-2 のように分類される。検証実験する予防措置技術は本研究で整理した現在の第三者予防措置技術に必要な要求性能に対し、満足度が高い表面被覆工法とした。

表-2 予防処置技術の分類

分類	概要	活用実績(%)
劣化部の除去+復旧	はつり落とし+断面修復	5.8
ネット系工法	ネット材をアンカーで固定	2.0
補強工法	鋼板や繊維による補強	5.0
表面被覆工法	有機系・無機系被覆材料による被覆	41.8
表面含浸工法	含浸材により劣化抑制	21.0
埋設型枠工法	せき板を構造物表面に設置	1.1
建設材料の改良	短繊維等をコンクリートに混入	23.3

今回の検証試験は実態調査から既設コンクリート構造物の様々な部位における適用性や耐荷性等を評価するために押し抜き試験を実施した。表-3 に押し抜き試験の条件を示し、図-6 に試験結果を示す。押し抜き荷重が No. 2 では No. 1 より低下しており、立ち上げ部ではシートは押し抜き変位に追従できず破れが発生していた。No. 3 では荷重にピークは見られず、一定荷重で変位が推移している。これは押し抜き部の 2 辺をあらかじめ切断し 2 辺支持条件としているため、変位の増加に伴う抵抗周長の増加がないためと考えられる（写真-4）。

表-3 押し抜き試験条件

試験番号	試験条件	押し抜き形状
No.1	標準試験 ※ 従来試験	φ100
No.2	出隅部模擬 水平面+鉛直面の立体構造	φ100
No.3	目地部模擬 2辺支持条件	□280x280



写真-3 押し抜き試験状況

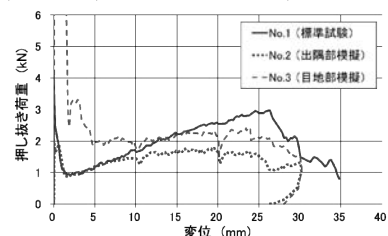


図-6 押し抜き試験結果
[今後の課題]

- ・コンクリート内部の変状についての非破壊検査技術による検出は信頼性の面で課題が多く、突発的なコンクリート片等の落下やあと施工アンカーの耐荷力性能の低下を確実に検知することには現状では限界があり、更なる技術開発が必要である。

- ・コンクリート片の落下に特化して、道路構造物で可能性の高い事象の規模や形態を発生部位との組み合わせによって絞り込み、これを模擬した試験方法によって既存の予防保全措置技術の性能評価を行った結果、対象とする事象によって必要性能に大きな差異があることが明らかになった。

【成果の活用】

基準等に反映させる予定。



写真-4 押し抜き試験状況
（目地部）

道路橋のライフサイクルコストに係る実態調査

及び分析等に関する調査検討

Study on rationalization, standardization and advancement of inspection system for highway bridges

(研究期間 平成 25 年度)

道路研究部 道路構造物管理研究室

Road Department Bridge and Structures Division

主任研究官 大城 温

Senior Researcher Nodoka Oshiro

研究官 横井 芳輝

Researcher Yoshiteru Yokoi

室長

Head

研究官

Researcher

交流研究員

Guest Research Engineer Yoshiteru Kowase

玉越 隆史

Takashi Tamakoshi

宮原 史

Fumi MIYAHARA

強瀬 義輝

NILIM has been studying a reliable method to estimate life-cycle-cost of road bridges, in order to make plans to maintain them strategically. For the purpose of providing basic data for this study, this paper conducted investigation of actual conditions of life-cycle-cost of road bridges. Furthermore, this paper programmed the BMS(Bridge Management System) which enables to estimate life-cycle-cost of road bridges based on deterioration prediction obtained from results of national bridge inspection.

〔研究目的及び経緯〕

全国には膨大な数の道路橋が整備されており、道路ネットワークの機能を担保するためには、確実に高齢化が進む道路橋資産群を限られた予算で将来にわたって合理的に維持管理していくことが求められる。このため、橋梁定期点検要領（案）（平成 16 年 3 月）に基づいた点検結果を用いて、時期の異なる 2 回の点検結果の推移から、将来の橋梁の状態を予測し、今後必要となる維持管理費及び将来の健全度を予測する手法について検討を行っている。材料や部材位置、架橋環境などの属性に応じた劣化の特性を把握し、それぞれの条件毎に劣化の進行の定式化を行ってきた。一方で、同一の属性のグループであっても劣化は全ての要素が一様に進行するものではなく、個々の橋梁の将来の状態には大きなばらつきを有することが明らかとなっている。将来の予測はあくまでもマクロ的な資産の状態推移に着目をしているものの、試算の信頼性の評価や改善のためには、個々の橋梁に着目し、実態との乖離の程度やその原因について把握する必要がある。

これらを踏まえて、本研究では、直轄道路橋 45 橋を対象に、供用開始から現在までに行われた維持管理行為とその費用の実態について調査した。また、この結果と直轄道路橋の点検データから得られた劣化特性を用いて予測した状態の推移や費用の発生傾向と比較し、ライフサイクルコストの算出にあたっての適用性と課題を整理した。

〔研究内容及び研究成果〕

1. 直轄道路橋の過去の補修等の維持管理行為の調査

道路橋の建設が計画されてから撤去更新されるまでの期間には表-1 に示す行為に対して費用が発生する。ライフサイクルコストとはこれら全ての費用を含むものとも定義できるが、本研究においては、劣化特性を用いた維持管理費用の試算結果との比較を行うことから、主に劣化に伴い発生する維持管理行為（表-1 の「○」に示す行為）をライフサイクルコストの算出の対象とした。対象は、現在までに実施された補修等の工事に関連する資料が比較的入手可能な 45 橋とし、補修内容、規模、金額を調査した。なお、補修内容と数量のみ明らかで、具体的な工事費が不明な場合は標準単価を用いて費用を算出した。この調査結果と 2. で述べる試算結果とを比較した。

表-1 建設～撤去更新までに発生する費用

時期	行為	LCC 算出対象
建設時	計画・設計	
	建設	
供用期間中	定期点検	
	通常点検	
	特定点検	
	異常時点検	
	計画・調査設計(詳細調査、補修補強設計)	
	補修・補強工事(劣化に伴う措置)	○
	補強工事(基準不適格の対応(耐震補強等))	
	改良工事(拡張等)	
撤去・更新	計画・調査設計(架替え設計)	
	架替え工事(劣化に伴う措置)	○
	架替え工事(河川改修、計画変更に伴う架替え)	
	撤去	○

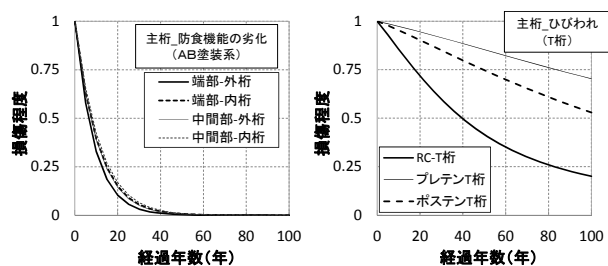
2. 劣化特性を用いた維持管理費用の試算

直轄道路橋の定期点検結果から推定した道路橋の劣化特性を用いて、各部材の劣化状態を推定し、設定し

た補修シナリオに応じて補修を行った場合の維持管理費を算出した。劣化特性はH25年4月時点までに得られた直轄定期点検要領（案）（平成16年4月）に基づく、同一要素の2回の点検データ（損傷程度の評価）を用いて得られる遷移確率を用いて算出した損傷程度の評価の期待値を劣化曲線として定式化したものとした。このとき、損傷程度の評価（a～e）は表-2により数値化して取り扱った。なお、2回の点検間に補修がされているデータは除外している。劣化曲線は、構造形式、部位、環境条件等毎に作成し、これらの違いによる劣化速度の違いが試算に反映されるように設定した。劣化曲線の例を図-1に示す。供用開始時（経過年数=0）においてすべての要素の損傷程度の評価が「a」であるとし、経年に従い劣化曲線に従って劣化するものとした。劣化により所定の閾値に達した時点で補修を行うものとし、補修費用は標準単価を用いた。補修シナリオは、予防保全シナリオと事後保全シナリオの2パターン設定し、損傷の種類にかかわらず、予防保全シナリオでは「c」、事後保全でシナリオでは「d」に達した要素を補修するものとした。なお、実際の橋梁では、他の部材の損傷との関連や足場、交通規制などを考慮して工事調整が行われるが、試算においては、これを考慮していない。

表-2 各損傷程度の評価の定量化

損傷程度	a	b	c	d	e
点数	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2



(a) 腐食の劣化曲線 (b) ひびわれの劣化曲線

図-1 設定した劣化曲線の例

3. 実態調査と試算結果の比較

図-2に鋼橋の実態調査と試算結果の比較例を示す。維持管理費用は、予防保全シナリオにより試算した結果と大差はなかった。補修の内容も主に塗装が繰り返されており、概ね整合している。ただし、試算では、補修塗装が比較的頻繁に計上されているが、これは、工事調整を考慮していないことが原因と考えられる。

図-3にコンクリート橋の実態調査と試算結果の比較例を示す。試算結果と実態とは大きな差が生じている。本橋は、ポステンT桁橋で、主に塩害による主桁の補修が維持管理費用の多くを占めている橋梁であった。一方で、試算では主桁に関する補修は行われないシナリオであり、補修内容に乖離が生じた。ポステン

T桁橋のひびわれに対する劣化曲線は、図-1(b)に示しているが、本橋の現時点の経過年数である44年時点では「b」程度の状態であることから試算では補修が計上されなかった。コンクリート主桁のひびわれのように、比較的良い状態で推移する場合と早期に悪い状態に推移する場合の二極化する傾向にある損傷については、今回設定した劣化曲線では乖離が生じる可能性が高いこと、また、損傷の種類や環境条件（塩害等）に応じて劣化特性のみならず、補修シナリオも異なる可能性があることが分かった。

以上より、実際の維持管理においては、工事調整による対策時期や個々の補修費用が条件により極めて大きな不確実性をもっている。このため、特定の橋の実態と標準化された条件で試算されるシステムの結果とには大きな乖離が生じ、個々の対策時期や費用の整合性を高めることには限界があることが確認できた。一方で、維持管理において見込まれる補修の発生傾向は、環境等の条件に応じてその傾向は整合している面もみられたことから、一定量以上のマクロ的な推計に着目すると、きめ細かな条件設定により諸条件や維持管理シナリオの相違による将来像の相対比較を行う際の有効な情報が得られる可能性も確認できた。

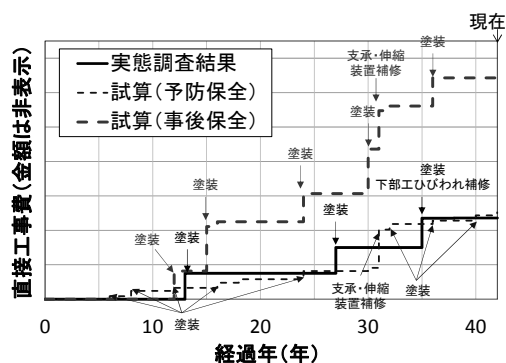


図-2 鋼橋のLCC試算の例

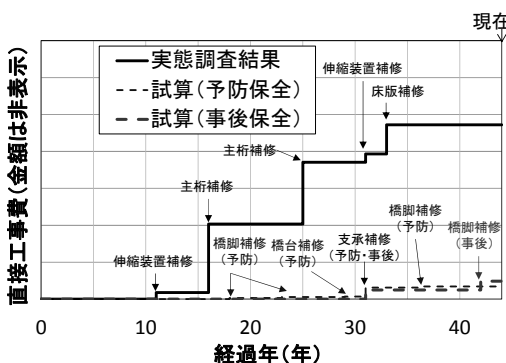


図-3 コンクリート橋のLCC試算の例

〔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。

特殊車両走行経路違反模擬判定実験システムの開発支援業務

Development of a prototype system monitoring heavy vehicles' routes

(研究期間 平成 25 年度)

高度情報化研究センター
高度道路交通システム研究室
Research Center for
Advanced Information Technology
Intelligent Transport Systems Division

室長
Head
主任研究官
Senior Researcher
研究官
Researcher
部外研究員
Guest Researcher

金澤 文彦
Fumihiko KANAZAWA
鈴木 彰一
Shoichi SUZUKI
田中 良寛
Yoshihiro TANAKA
佐治 秀剛
Hidetaka SAJI

To keep the existing road infrastructure in good condition, heavy vehicles must take appropriate routes. In this study, we have developed a prototype system monitoring heavy vehicles and detecting violations of rule on driving routes.

〔研究目的及び経緯〕

国土交通省は、「日本経済再生に向けた緊急経済対策」(平成 25 年 1 月 11 日閣議決定)に基づき、まちづくり・交通分野におけるエネルギー・環境問題への対応を進めることとしており、基幹的交通インフラ等の整備推進のため、ITS スポットを活用した経路把握・誘導社会実験を実施することとしている。

国土技術政策総合研究所では、本社会実験の一部として、特殊車両の走行経路違反を模擬判定する実験システムを構築し、必要となるデータの収集を行うこととしている。

本研究では、特殊車両の走行経路違反を模擬判定する実験システム(以下、「実験システム」という。)について、システムの概略設計、既設システムとの接続試験方法の検討、システム構築、接続試験を実施した。

〔研究内容〕

1. システムの概略設計

特殊車両走行経路違反の模擬判定方法を検討した上で、システムの機能要件定義を行い、システムの概略設計を実施した。また、システム動作確認試験の計画を作成した。

2. 既設システムとの接続試験方法の検討

接続試験に必要な既設システム(ITS スポットシステム及び特殊車両の許可重量違反判定システム等)について調査するとともに、接続試験により確認をすべき項目、各項目の確認のための接続試験方法を検討するとともに、接続試験計画及び接続試験ツールを作成した。

3. システム構築

関東地方整備局舎に、実験システムを構築し、動作確認試験を実施した。

4. 接続試験の実施

2. で作成した接続試験計画及び接続試験ツールを用いて、既設システムとの接続試験を実施した。

〔研究成果〕

主な研究成果の概要を以下に示す。

1. システムの概略設計

1.1 特殊車両走行経路違反の模擬判定方法の検討

全国の高速道路上を中心に配備されている ITS スポットから得られる車両経路データ(以下、「特定プローブデータ」という。)及び、特殊車両の許可違反判定システムから得られる重量計測データ、車両番号認識結果、許可証情報等を用いて、特殊車両の走行経路違反判定(車両重量に応じた許可経路を走行しているか否かの判定)を模擬する実験システムについて、特殊車両走行経路違反の模擬判定方法を検討した。具体には、既設システムの仕様等を踏まえ、以下の事項に留意し検討した。

- ・違反判定に用いるデータ(重量、特定プローブデータ、許可証情報等)
- ・ITS スポットシステムでの抽出用 ID を複数の特定プローブ活用システムから受信し、全国各地の ITS スポットシステムへ配信する機能及び全国各地の ITS スポットシステムで抽出・送信される特定プローブデータを受信し複数の特定プローブ活用システムへ配信する機能(以下、「抽出 ID・配

- ・重量計測データ（重量計測箇所通過の有無、重量計測箇所通過時刻、重量計測結果の車両識別情報）と特定プローブデータ間のひもづけ・照合方法
- ・違反判定方法の各案を適用すべき対象、単位、タイミング、評価指標
- ・違反判定方法の判定精度の評価
- ・模擬にあたり違反判定方法の比較や違反判定対象とする特定プローブデータの抽出方法の比較をするために設定変更可能とするパラメータ等

1.1 の検討結果を踏まえ、実験システムと接続する既設システムについて、データフォーマット、処理タイミング、データ出力形式等について調査した。

1.1、1.2 の検討・調査結果を踏まえ、実験システムに求められる機能要件を定義した。具体には、実験システム内の各機能の処理内容、処理速度、処理・保存データ量、システム内他機能や既設システムとのインタフェース要件、データ保存フォーマット、表示・出力フォーマット等について整理した。なお、本実験におけるモニタ車両台数は 10,000 台、重量計測箇所は 50 箇所とした。

1.3 の機能要件定義を踏まえ、実験システム（抽出 ID・配信先管理機能を含む。以下同じ。）の概略設計を行った。具体的には、1.3 で定義した機能要件を満たす機器仕様を明らかにするとともに、各機能で実施する処理部のプログラム、画面等のユーザインタフェース、既設システムとの接続に必要な機器及び設定について設計した。

1.1～1.4を踏まえ、実験システムの動作確認試験方法を検討した。具体的には動作確認を行うべき項目、状況を検討するとともに、それぞれの項目に対する確認試験方法を明らかにした。

1.5 を踏まえ、実験システム動作確認試験計画を作成した。さらに、1.1 における検討結果を踏まえ、実験車両による走行を行い、ITS スポットシステムで収集される特定プローブデータ以外の経路データを収集し、動作確認試験を実施するための試験用データを作成した。

2.1 接続試験方法の検討

について検討するとともに、接続試験により確認すべき項目、各項目の確認のための接続試験方法を検討した。

2.1 を踏まえ、接続試験計画を作成した。また、接続試験ツールを作成するとともに、試験用データを作成した。

3.1 実験システムの構築

1.6 で作成した実験システム動作確認試験計画、試験用データを用いて、3.1 で構築した実験システムの動作確認試験を実施した。

3.で構築した実験システムに対し、2.2 で作成した接続試験計画及び接続試験ツールを用いて、既設システムの接続試験を実施した。

1～4. の整理結果を踏まえ、特殊車両経路違反判定システムの実運用システムを整備する際のシステム仕様案を検討するとともに、動作確認試験計画、接続試験計画をとりまとめた。

平成 25 年 5 月の道路法改正の附帯決議では、ITS 技術の活用による特殊車両通行許可手続きの簡素化や、運転者も含めた運送事業者の負担を軽減する方策を検討することとされている。今後は、本研究で構築した実験システムにより、ITS スポットで得られる特定プローブデータを特車許可制度等の道路行政の効率化に活用するための、加工・分析方法の検討を行う。

車両走行状況のモニタリング方法に関する調査業務

Research on methods monitoring vehicles' running condition

(研究期間 平成 25 年度)

高度情報化研究センター
高度道路交通システム研究室
Research Center for
Advanced Information Technology
Intelligent Transport Systems Division

室長
Head
主任研究官
Senior Researcher
研究官
Researcher
部外研究員
Guest Researcher

金澤 文彦
Fumihiko KANAZAWA
鈴木 彰一
Shoichi SUZUKI
築地 貴裕
Takahiro TSUKIJI
佐治 秀剛
Hidetaka SAJI

The purpose of this study is to investigate methods monitoring heavy vehicles' running condition, to create an overall concept for monitoring, and to try to utilize some kinds of data in order to develop a technology monitoring heavy vehicles' running condition.

〔研究目的及び経緯〕

国土交通省は、「日本経済再生に向けた緊急経済対策」（平成 25 年 1 月 11 日閣議決定）に基づき、まちづくり・交通分野におけるエネルギー・環境問題への対応を進めることとしており、基幹的交通インフラ等の整備推進のため、ITS スポットを活用した経路把握・誘導社会実験を実施することとしている。国土技術政策総合研究所では、本社会実験の実施にあわせ、大型車両の走行状況（経路、重量、走行時間帯、速度等）を把握するモニタリングの全体像を検討するとともに、モニタリングデータの活用方法を検討することとなった。

本研究では、ITS スポットを活用した大型車両走行状況のモニタリング方法について、必要機能の検討、全体像案の作成、施設等配備計画の作成、モニタリングデータの活用方法の試行等を実施した。

〔研究内容〕

1. 必要機能の検討

ITS スポットを活用した大型車両走行状況のモニタリングの全体像案を作成するため、関連する法令の調査・分類、関連施策動向の調査、関連技術動向の調査・分析を行った。その上で、モニタリングの利用ケースを作成し、利用ケース毎に目的を実現するために必要となる機能要件、モニタリング対象車両、必要データを明らかにするとともに、必要機能構成図を作成した。

なお、ITS スポットから収集されるプローブデータのうち、個別車両を特定せず、経路や重量、車種等を特定しないデータは、既に収集されており、利用でき

る状態にあることから、本研究では以下の 2 パターンを対象とした。

- ①個別車両を特定するデータ
- ②個別車両は特定しないが、匿名化した状態で経路、重量、車種等は特定するデータ

2. モニタリング全体像案の作成

ITS スポットを活用した大型車両走行状況のモニタリングを実施する際に必要となる装置要件の検討及び障害時対応方法の検討を行った。また、関係者の役割分担と費用分担のスキームを検討するとともに、個人情報保護対策の調査・検討を行った。さらに、今後、継続的に多くの人が各利用ケースのモニタに登録できるよう、モニタ確保策を作成した。

3. 施設等配備計画案の作成

1、2 の結果及び、既存調査結果等から得られる特定の車両（走行に許可を要する大型車両等）の交通流動特性、許可経路の実態などを踏まえ、各利用ケースの目的毎に、路側設備、センター設備、情報通信インフラ等の施設配備が必要な箇所、数量、規模等を検討し、施設等配備計画案を作成した。

4. モニタリングデータの活用方法の試行

具体的施策への支援が可能となる、モニタリングデータの活用方法を検討し、以下のとおり整理した。

- ・道路のアセットマネジメントに用いるための大型車両の走行経路分析
- ・ミッシングリンクにおける大型車両の走行経路分析

- ・災害時における大型車両の走行経路データのリアルタイム活用
- ・大型車両の首都圏 3 環状等環状道路利用状況分析

また、以下の項目の分析・表示の試行を実施した。

- ・車両重量自動計測装置と走行経路の紐付けによる経路上の橋梁の通過車両重量・台数の把握
- ・ミッシングリンク区間における大型車両の走行経路、速度、所要時間の把握
- ・緊急輸送路での大型車両の速度状況の把握
- ・主要港湾を起点とした大型車両の道路利用状況把握

〔研究成果〕

主な研究成果の概要を以下に示す。

1. 必要機能の検討

関連する法令及び関連技術動向の調査結果を踏まえ、モニタリングの利用ケースとして、表-1 に示す 8 つの利用ケース（道路局主管の利用ケース 5 つ、これらを応用利用するケース 3 つ）を作成した。

表-1 モニタリング利用ケース

利用ケース	目的
利用ケースⅠ	特殊車両に関する違反車両の指導・警告
利用ケースⅡ	土砂等運搬大型自動車による輸送の安全性に関する行政指導
利用ケースⅢ	危険物積載車両による水底トンネルにおける災害の防止・軽減
利用ケースⅣ	料金施策の検討、料金施策の実施、施策実施の効果検証
利用ケースⅤ	道路政策への活用
応用利用ケースⅥ	旅客自動車運送事業者の輸送の安全性に関する行政指導
応用利用ケースⅦ	貨物自動車運送事業者の輸送の安全性に関する行政指導
応用利用ケースⅧ	事業者側の労務管理、コンプライアンス対応

2. モニタリング全体像案の作成

ITS スポットを活用した大型車両走行状況のモニタリングを実施するためのモニタリング全体像案を作成した上で、今後、継続的に多くの人が各利用ケースのモニタに登録できるよう、モニタ登録方法、ASL-ID 把握方法を検討した。モニタ登録については、以下の方法を検討し、利用ケース毎に最適な方法及び登録に必要となる情報等について整理した。

- ・特車通行許可申請と合わせてモニタ登録する方法
- ・オンラインでのモニタ登録システムを構築する方法
- ・車載器セットアップ店で登録する方法

3. 施設等配備計画案の作成

1、2 の結果及び、既存調査結果等から得られる特定

の車両（走行に許可を要する大型車両等）の交通流動特性、許可経路の実態などを踏まえ、図-1 に示す施設等配備計画案を作成した。

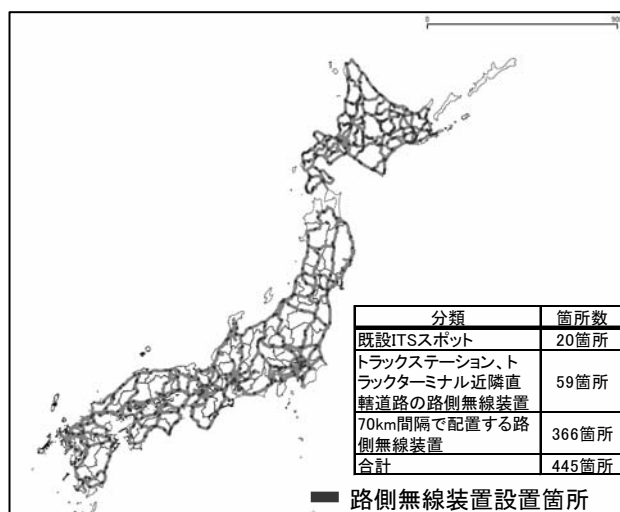


図-1 路側設備の配置方針

4. モニタリングデータの活用方法の試行

具体的施策への支援が可能となる、モニタリングデータの活用方法を検討した上で、モニタリングデータの活用方法の試行を行い、図-2 に示すミッシングリンクにおける大型車両の走行状況分析結果等の出力形式案を作成した。

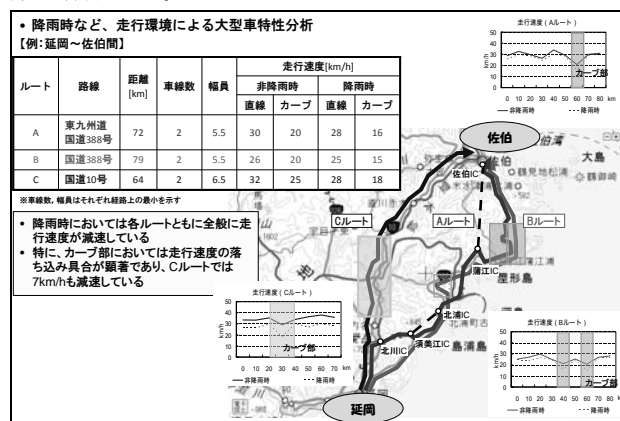


図-2 ミッシングリンクにおける大型車両の走行状況分析イメージ

〔成果の活用〕

本年度得られた成果を活用し、次年度以降は、プローブ情報を用いた大型車両の走行状況確認技術に関する調査・検討を行い、走行状況確認システムの機器仕様案等の作成を行っていく予定である。

これらにより、大型車両の走行状況をモニタリングする技術を実現し、道路法 47 条の特殊車両通行許可制度の効率的・効果的な執行に寄与することができると考えられる。

特定プローブ情報の収集・提供システムプロトタイプ構築業務

Development of specific probe data collection and provision prototype system

(研究期間 平成 25 年度)

高度情報化研究センター
高度道路交通システム研究室
Research Center for
Advanced Information Technology
Intelligent Transport System Division

室長
Head
主任研究官
Senior Researcher
研究官
Researcher
部外研究員
Guest Researcher

金澤 文彦
Fumihiko KANAZAWA
澤田 泰征
Yasuyuki SAWADA
田中 良寛
Yoshihiro TANAKA
佐治 秀剛
Hidetaka SAJI

National Institute for Land and Infrastructure Management (NILIM) has been studying about the method of applying the probe data to road management. Although, the ITS Spot service has just started since 2011. In this study, we have developed a specific probe data collection and provision system, we studied the method of sharing data in the public and private sectors.

〔研究目的及び経緯〕

国土交通省では、全国の高速度道路本線上を中心として約 1,600 箇所にて ITS スポット（路車間通信用の無線アンテナ）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、市販の ITS スポット対応カーナビから送信される道路プローブ情報（走行履歴等）を道路側で収集可能である。また、対象となる車両の所有者了解のもと、事前に ITS スポット対応カーナビ等のセッティングを行うことで、個別の車両を特定したプローブ情報を収集し、活用することが可能となる。この個別の車両を特定したプローブ情報を特定プローブ情報という。

国土技術政策総合研究所（以下、「国総研」という。）では、特定プローブ情報を活用した産学官連携サービスの開発を目的に、ITS スポットによるプローブ情報システムの技術的事項の評価を実施している。

本研究では、特定プローブ収集・提供システムプロトタイプ構築、プローブ情報の官民共用方法の整理を行った。

〔研究内容〕

1. 特定プローブ収集・提供システムプロトタイプ構築（平成 25 年度）

国総研では平成 24 年度までに中日本高速道路株式会社川崎管制センター他 2 箇所に特定プローブ収集装置を設置しており、必要に応じて装置に蓄積された特定プローブ情報をオフラインで取得することが可能となった。

また、「ITS スポット共通基盤を活用した産学官連携サービス開発に関する共同研究」（以下、「共同研究」という。）の中で、特定プローブ情報を活用した物流支援サービスの調査開発に取り組んできた。

平成 25 年度は、中部地方をフィールドに、官が収集した特定プローブ情報を民間事業者へ提供し、物流支援サービスに関する簡易実験を実施した。具体的には、複数の道路管理者の管轄を跨いで共同研究者が運行する車両 20 台程度について、特定プローブ情報を官が収集し、民間に提供するシステムのプロトタイプを構築し、動作確認を実施した。

2. プローブ情報の官民共用方法の整理(平成 25 年度)

1. 成果を踏まえ、プローブ情報の官民共用方法に関する整理を実施した。

〔研究成果〕

主な研究成果の概要を以下に示す。

1. 特定プローブ収集・提供システムプロトタイプ構築 1.1 特定プローブ収集・提供システムに求められる機能の整理

物流支援サービスの簡易実験を実施するため、特定プローブ情報を高速道路会社管制センターに設置されているプローブ収集装置から、民間事業者の外部システムに提供する仕組みを構築した。高速道路会社管制センターと民間事業者の外部システムを直接接続することは、高速道路会社のセキュリティポリシー上困難であることから、実験では特定プローブ収集装置と外

さらに、効率の良いシステム案を選定するため、「同一機能を複数で開発しないこと（多重投資回避）」や、「スケールメリットの高い構成（負荷分散や拡張性）」等の視点を留意事項として設定し、機能を適切に配置した。

地域連携推進事業費

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4～）
Study on “packaged price estimation method”

総合技術政策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	山口 達也
Head	Tatsuya YAMAGUCHI
主任研究官	山口 武志
Senior Researcher	Takeshi YAMAGUCHI
積算技術係長	大野 真希
Chief Official	Masaki OHNO
研究官	永島 正和
Researcher	Masakazu NAGASHIMA
部外研究員	中原 敏晴
Guest Researcher	Toshiharu NAKAHARA

The Ministry of Land, Infrastructure and Transport must promote efficiency of estimation. Therefore we try a new “packaged price estimation method”. We are going to enlarge coverage 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。公共調達制度の一部である積算の効率化は、受発注者の負担やコストの軽減に繋がり、最終的に社会資本を利用する国民にも効果が及ぶ。

こうした背景から、国土交通省では、積算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（以下「施工パッケージ単価」という）で計上する新たな積算方式に取り組むこととした。

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」を試行導入するための検討、資料作成を行うものである。

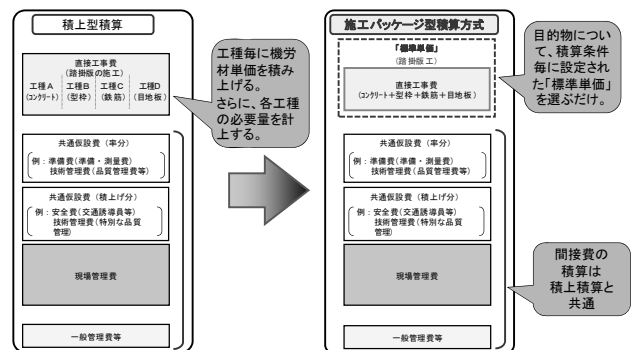
平成23年度は制度設計および63の施工パッケージの積算基準等を作成し、平成24年10月より試行を開始した。平成24年度は146の施工パッケージの積算基準等を作成し、平成25年10月から適用を拡大した。平成25年度はさらなる適用工種拡大に向けた分析・検討を行った。

【研究内容】

1. 施工パッケージ型積算方式について

施工パッケージ型積算方式とは、直接工事費の積算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

単価を用いて計上し、共通仮設費、現場管理費及び一般管理費等の間接費を従来の積上積算方式と同じ率式等を用いて計上する積算方式である。なお、価格の透明性を確保するため、標準単価、標準単価から積算単価への補正方法、補正に必要な機労材構成比及び機労材代表規格も公表している（図－1、2）。



図－1 施工パッケージ型積算方式の積算体系

2. 新規施工パッケージ化分析対象

平成23年度は、3工事区分（道路改良、舗装、築堤護岸）の主要工種のうち85の歩掛について分析し、63の施工パッケージを作成した。平成24年度は、6工事区分（道路維持、道路修繕、河川維持、河川修繕、砂防堰堤、電線共同溝）の主要工種のうち174歩掛について分析し、146の施工パッ

平成 25 年度については、6 工事区分（道路維持、道路修繕、河川維持、河川修繕、砂防堰堤、電線共同溝）の 45 工種 137 歩掛を対象に検討・分析を行った（図－3）。



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で積算の簡素化などを行うものである（図－４）。具体的には、以下の手順で行う。

- なお、検討にあたっては歩掛が削除されても積算に支障が無いよう配慮し、各地方整備局等に意見照会を行いながら分析を進めた。



各地方整備局、北海道開発局、沖縄総合事務局の各事務所に
 において平成 24 年度に施工パッケージ型積算方式により発
 注した工事から約 600 件を抽出し、受発注者それぞれに平成
 25 年 5 月～6 月にアンケート調査を実施したので参考まで
 に記載する。主な調査結果は、以下に示すとおりであり、受
 注者から概ね良い評価が得られている（図－5）。試行開始
 後半年間での評価であり、土工や舗装工等の個別工種につい
 ての評価は見受けられない。引き続き現場の意見等を踏ま
 え、試行を進めていきたい。

- 当初積算については、受注者は半数程度が手間が軽減されたと答えた一方、従前の積算方式に慣れている発注者は、受注者ほど効果を感じていない。
- 価格の透明性については、標準単価や補正式が公表されていることから、受発注者ともに半数程度が価格の透明性が高まったと感じている。
- その他、標準単価が公表されているため単価協議や変更協議については、円滑になったとの印象をいずれも受注者の方が感じている。

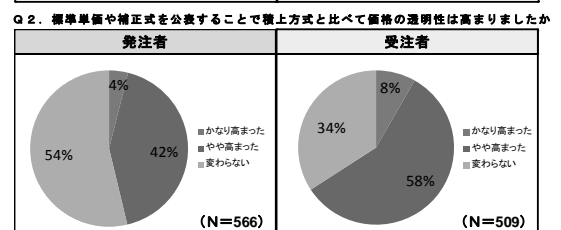


図-5 アンケート結果

今年度施工パッケージ化分析した結果については、次年度以降標準単価および機労材構成比の設定を行い、試行を開始する予定である。

-151-

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～)

総合技術政策研究センター 建設システム課
Research center
for Land and Construction Management,
Construction system Division

課長	山口 達也
Head	Tatsuya YAMAGUCHI
課長補佐	市村 靖光
Deputy Head	Yasumitsu ICHIMURA
研究官	鈴木 敦
Resercher	Atsushi SUZUKI
部外研究員	遠藤 健司
Guest Resercher	Kenji ENDO

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 data between the United States and Japan was studied for FY2013, 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]

関東地方整備局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。

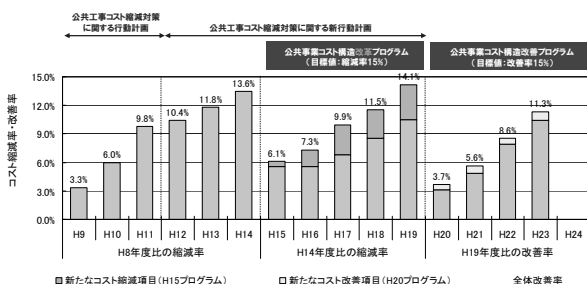


図-1 コスト削減・改善の実績

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を受けたことから、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、2013 年度より内外価格差調査を実施した。

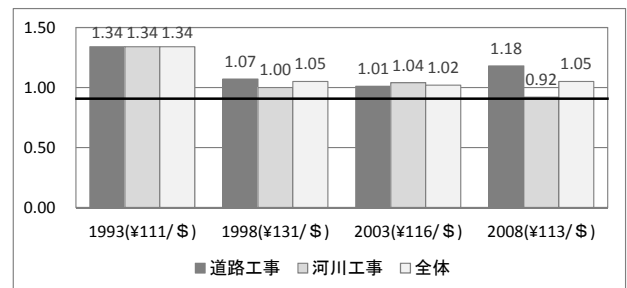


図-2 過年度の内外価格差調査結果の推移

[研究内容]

本研究は、2013 年度に実施した日米内外価格差調査結果をもとに、1990 年代以降の建設工事の価格の日米の価格差の問題を中心に経済指標の推移と合わせて整理、分析した。具体的には、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。

[研究成果]

主な研究成果の概要を以下に示す。

1. 日米内外価格差を巡る経済指標の変化

内外価格差が課題となる直前の1980年以降の経済環境の変化を概観するため、日米のGDPや物価、経常収支、為替レート並びに購買力平価を整理して図-3に示す。

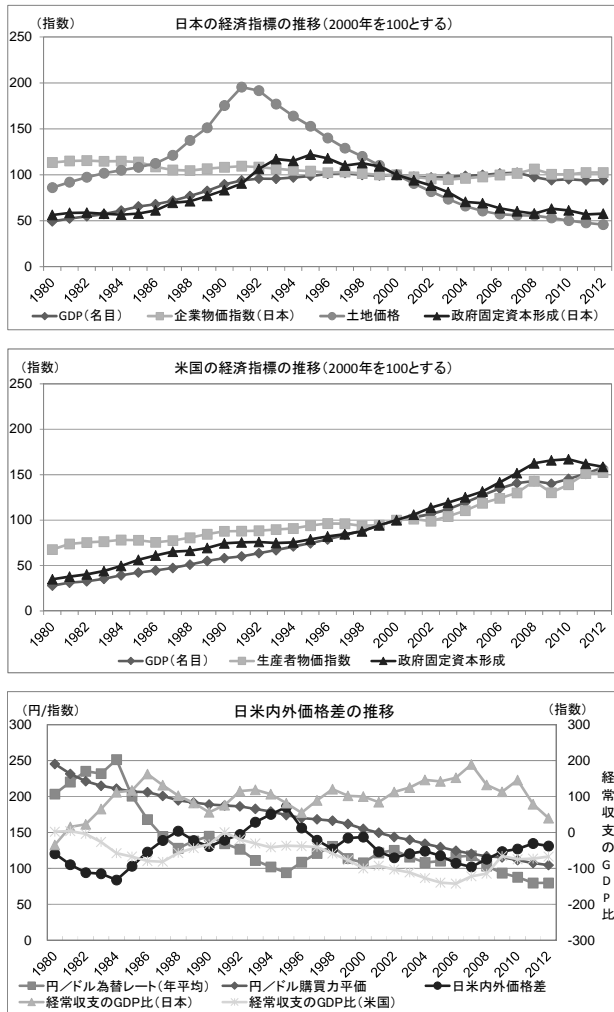


図-3 日米内外価格差と経済指標の推移

日本の経済指標については、GDP、土地価格及び政府固定資本形成はバブル崩壊まで拡大し、それ以降は一定若しくは減少している。

米国の経済指標については、1980年以降安定的に拡大を続けており、リーマンショック時に一時的に減少したが、それ以降は再度拡大傾向にある。

日米内外価格差（購買力平価／為替レート×100、左縦軸）については、プラザ合意以降拡大し、1995年にピークに至っている。それ以降は2007年まで減少し内外価格差が解消されたが、2008年以降は再び拡大している。

2. 機労材費の日米比の推移

主要な機労材費について、日米比較を行った結果を表-1～3に示す。

労務費については、日本が全般的に低くなっているが、資材・建設機械についてはばらつきがみられる。これは、日本と米国における工事内容の違いが影響していると考えられる（例：日本ではAs舗装が主だが、米国ではCo舗装が主）。

次に、経年的に比較した結果を図-4に示す。

今回の調査において、労務費と資材費の内外価格差が拡大している傾向がみられた。資材費については東日本大震災の影響が大きいと考えられ、労務費については近年の単価引き上げにより内外価格差解消に近づくものと考えられる。

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	14,600	19,322	0.76
鉄筋工	17,917	43,432	0.41

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)	10,536	13,129	0.80
砕石 (m3)	3,270	2,067	1.58
鉄筋 (t)	64,660	106,923	0.60
アスファルト (t)	101,191	46,673	2.17

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	4,035	1.34
バックホウ (42kW 4.8AD 0.8m3)	4,390	5,688	0.77

※₁ 日本：全国平均、米国：代表6都市平均

※₂ 98円/\$で換算（2012年度平均値）

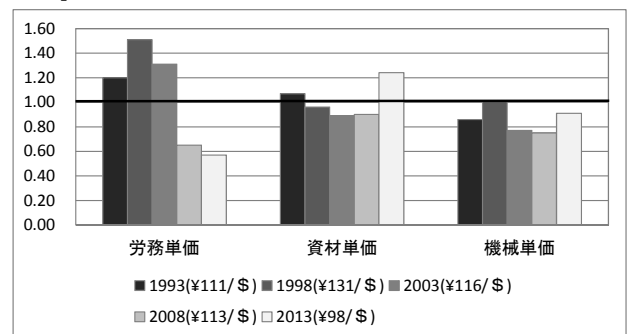


図-4 機労材費の経年変化

[成果の活用]

本調査において、近年経済指標の動向と同様に、建設コストも要素別にみると、内外価格差にばらつきがあることがわかった。

これをもとにして、今後は工事総価における内外価格差の調査を行い、適切なコスト縮減が行われているか検討していきたいと考えている。

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 the Kanto area

(研究期間：平成 24～27 年度)

総合技術政策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 山口 達也
Head Tatsuya YAMAGUCHI
課長補佐 市村 靖光
Deputy Head Yasumitsu ICHIMURA
研究官 梅原 剛
Researcher Takeshi UMEBARA
部外研究員 遠藤 健司
Guest Researcher Kenji ENDOH

Design faults do not decrease. So 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〕

近年、設計成果の品質低下が指摘されるなか、国土交通省においても、表－１に示す様々な品質確保対策を行ってきた。また、平成 22 年度からは、三者会議（工事目的物の品質確保を目的として、発注者・設計者・施工者の三者が集い、設計意図の伝達および情報の共有化を図る会議）において発覚した設計不具合の状況調査を継続的に実施している。

平成 24 年度の調査では、三者会議にて施工着手前に修正された不具合は、三者会議を実施した工事の約 47%において発見されており、依然として不具合が多い。そのため、今後不具合を減らしていく努力が必要であるものの、不具合件

数を集計するような現行の調査データだけでは分析困難であり、個々の事例を確認し、不具合の詳細な内容や発生要因、工程やコストへの影響等まで調査する必要があると考え、実際に三者会議で指摘された事例に関して、具体的にその内容を一つ一つ検証し、設計ミスを防止する体制、方策等を検討することとした。

〔研究内容〕

1. 不具合事例に関する三者会議議事録の検証

（1）調査概要

不具合事例の検証においては、三者会議の議事録を用いて、議事録の内容が設計の不具合であるか否か、また不具合であれば、各々の不具合事例に関してその発生原因や修正設計の必要性の有無、工程への影響等の観点から分類分けを行った。さらに、類似の不具合事例を集約し、発生件数や工程への影響度からのリスク分類も行った。なお、三者会議の議事録資料のみでは不明な事項等については、三者会議参加者へのヒアリング調査およびアンケート調査を行い補足した。

表－２に、分析対象とした三者会議議事録の内訳を示す。

表－１ 品質確保のための具体的取り組み

プロセス	取り組み項目	取り組み概要
業務発注	①適正な履行期間の設定、履行期限の平準化	・早期発注および適正な履行期間の確保に努め、履行期限の年度末集中による受注者の作業時間・照査時間の不足によるミスの発生を回避。
業務履行	②条件明示の徹底	・詳細設計業務発注時に、業務履行に必要な設計条件（基本条件や協議の進捗状況、賃料等）を発注者が確認し、適切な時期に受注者に明示。 ・条件明示チェックシート（案）（7工種）の活用。
	③受発注者のコミュニケーション円滑化 ・合同現地踏査の実施 ・業務スケジュール管理表の活用 ・ワンデーレスポンスの実施	・業務着手段階において、受発注者で合同現地踏査を実施し、設計条件・施工の留意点、関連事業の情報、設計方針の明確化・共有を図る。 ・受発注者で役割分担、着手日及び回答期限を定め、合意した業務スケジュール管理表を活用。 ・受注者により設計条件に関する質問・協議があった際は、その日のうちに回答。なお、検討に時間を要する場合は、回答可能な日を通知。
	④受注者による確実な照査の実施	・照査技術者自身による照査報告。 ・照査体制の強化（赤黄チェックの実施）。

※下線部は、本年度追加した取り組み

表－２ 分析に使用した三者会議議事録内訳

工 種（設計業務）		工事(事例)数	議事録内容数
道路設計	道路設計	8	46
	一般構造物設計	1	7
	電線共同溝設計	1	16
橋梁設計	橋梁設計	25	327
	橋梁拡幅設計	2	20
	橋梁補強設計	5	35
（合計）		42	451

表－3 不具合の分類定義（一例）

分類	小分類	定義
技術的判断ミス	設計（構造）条件設定ミス	旧基準の適用、対象工種以外の基準の適用、基準の規定事項を満足していない、必要な荷重条件が設定されていない、地盤定数が不適切であった、構造モデルの設定が不適切であった等
	現場（構造）条件設定ミス	現地測量等の調査不足、地形・地質等の調査不足、埋設物・支障物件の調査不足等による検討不足等
	現場（施工）条件設定ミス	工程計画や仮設計画の不備、実施工への配慮不足等に伴うミス（想定した施工法では施工できない等）
単純ミス	設計計算ミス	設計条件と設計計算の入力値の不整合等
	図面作成ミス	計算書と図面の不整合等（部材、鉄筋等の干渉を含む）
	数量計算ミス	数量計算における過不足等

(2) 調査結果

①不具合事例の整理

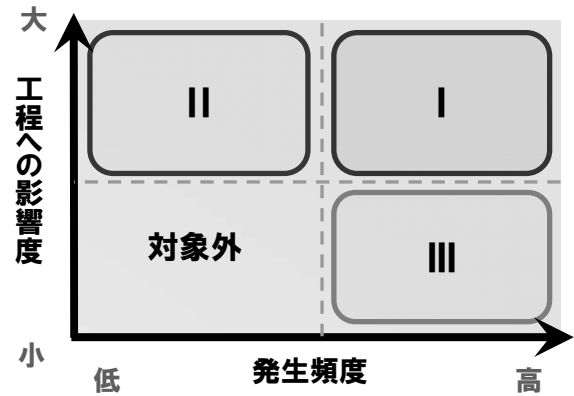
実際に三者会議で指摘された道路設計、橋梁設計に関する事例（451件）のうち、設計の不具合に関するものが290件（64%）を占めており、その他の36%は、設計上の確認事項等であった。また、不具合と判定した290件に関して、表－3に示す不具合分類を定義づけ、整理した。

また三者会議で指摘された事例のうち、設計者、施工者の認識の違いにより、設計の不具合として挙げられている事例があるかどうかに関して、ヒアリング調査により確認したが、施工者が指摘した事例はすべて設計者も不具合との認識であった。ただ、施工者からは、不具合ではあるが、「PC鋼材と鉄筋の干渉等に関しては、現場合わせでないと図面が反映できないと思われるため、現場でのやりとりで十分対応可能ではないかと考えている。」との意見もあった。

②リスク分類の整理

上記の結果を用いて、工程への影響と発生頻度の関係を図－1に示すⅠ～Ⅲの分類に整理した。なお、工程への影響、発生頻度ともに小さいものは、対象外とした。また、工種毎に特徴が異なると考えられるため、今回はデータ数の多いPC上部工（188件）のみを対象とし、整理した（表－4参照）。

発生頻度が高く、工程への影響が大きいⅠのグループには



図－1 分類整理イメージ図

設計（構造）条件設定ミスに分類される「桁の鉄筋量不足に関する不具合」、「縦断勾配が考慮されていない等のPC鋼材の配置に関する不具合」や、設計計算ミスに分類される「桁端荷重やセメント種類などの入力値のミス」などが散見された。また、発生頻度は低いが工程への影響が大きいⅡのグループには、現場（構造）条件設定ミスに分類される「変位制限装置のアンカーバーの設置位置に関する不具合」などが見受けられた。さらに、発生頻度は高いが、工程への影響はそれ程ないⅢのグループには、図面作成ミスに分類される「PC桁もしくは取り付け部（床板と排水構造物、PC桁と支承等）の鉄筋干渉や部材干渉に関する不具合」が目立っていた。

これらの結果を受け、工程への影響度の高いⅠ、Ⅱのグループに関しては、より多くの事例を集めるとともに、再度同一のミスを引き起こすことのないよう、三者の役割分担を考慮して設計上の留意点を取りまとめた事例集の作成等を検討していきたい。また、Ⅲのグループに関しては、条件明示ガイドラインや詳細設計照査要領などに記載項目等を追加し、ミスの防止に努める対策を行っていく必要がある。

最後に、今回は橋梁上部工（なかでもPC上部工）に関して、リスク分類の整理を行ったが、今後は、工種を拡大し、調査していく必要があると考えている。

表－4 PC上部工（188件）の三者会議議事録内容の分類整理結果

図-1の分類	件数	代表的な事例			
		三者会議議事録内容（施工者の指摘事項）	発生原因	修正設計・構造再計算の必要性	工程への影響
Ⅰ	64	主桁に使用するセメントの種類において、特記仕様書と異なったもので電算入力しており、解析結果に影響がある。	設計計算ミス	あり	大
Ⅱ	8	排水桁の接続方法に不備があり、架設時に排水桁を損傷する恐れがあるため、工法の変更が必要である。	現場（施工）条件設定ミス	あり（施工計画修正）	大
Ⅲ	116	スターラップが主方向PC鋼材と橋軸方向鉄筋に干渉する。PC鋼材位置、橋軸方向鉄筋を考慮した鉄筋加工形状に変更したい。	図面作成ミス	なし	小

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of NILIM

No.813

October 2014

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