

ISSN 1346-7328

国総研資料 第704号

平成 24 年 12 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. 7 0 4

December 2012

平成 23 年度

道路調査費等年度報告

Annual Report of Road-related Research

in FY 2011

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 23 年度  
道路調査費等年度報告

Annual Report of Road-related Research in FY 2011

概 要

本報告は、国土技術政策総合研究所において平成 23 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 23 年度

Synopsis

This report contains the results of the road-related research carried out by NILIM in FY 2011.

Keywords : Road-related Research, Annual Report, Fiscal Year of 2011



# 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23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10の「政策領域」のうち、平成23年度は、領域5を除く次に示す9つの「政策領域」において研究がなされており、本報告ではこれに基づき整理した。

- 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、担当研究室ごとに整理した。

平成24年12月

道路研究部長	森 望
高度情報化研究センター長	塚田 幸広

# 平成 23 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

- ・ 交通量常時観測体制の高度化・効率化 (道 路 研 究 室) … 2
- ・ 渋滞診断と対策の立案・評価に関する検討 (道 路 研 究 室) … 4
- ・ 道路交通情勢調査（一般交通量調査）結果のとりまとめ支援及び分析 (道 路 研 究 室) … 6
- ・ 交通量常時観測データと社会経済の動向との関連分析 (道 路 研 究 室) … 8

#### 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

- ・ 道路事業の多様な効果の算定方法に関する検討 (道 路 研 究 室) … 10
- ・ 都市間移動サービス向上のための道路改良方策調査 (道 路 研 究 室) … 12

#### 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

- ・ 道路基盤地図情報の維持更新・統合管理手法に関する検討 (情 報 基 盤 研 究 室) … 14
- ・ 道路基盤地図情報を活用した渋滞対策等の評価手法の検討 (情 報 基 盤 研 究 室) … 16
- ・ 共通位置参照方式の活用による効果検証分析 (情 報 基 盤 研 究 室) … 18
- ・ 道路情報の共有と情報提供の一元化に関する検討 (情 報 基 盤 研 究 室) … 20
- ・ 道路通信標準の高度化に関する検討 (情 報 基 盤 研 究 室) … 22
- ・ 電気自動車等充電施設に関する地理空間情報流通に関する検討 (情 報 基 盤 研 究 室) … 24
- ・ ITS を活用した産官学の連携によるサービスの実証 (高 度 道 路 交 通 シ ス テ ム 研 究 室) … 26
- ・ 新たな通信技術等の適用性検討 (高 度 道 路 交 通 シ ス テ ム 研 究 室) … 28
- ・ 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) … 30
- ・ 海外展開向け ITS 技術の研究開発・普及展開方策検討 (高 度 道 路 交 通 シ ス テ ム 研 究 室) … 32
- ・ ITS の中長期的なシステムのアーキテクチャ検討 (高 度 道 路 交 通 シ ス テ ム 研 究 室) … 34
- ・ 個々の車両・ドライバーのリクエストに応じた情報提供システムの開発 (高 度 道 路 交 通 シ ス テ ム 研 究 室) … 36
- ・ 国際的動向を踏まえた ITS の研究開発・普及展開方策の検討 (高 度 道 路 交 通 シ ス テ ム 研 究 室) … 38
- ・ キャッシュレス料金決済システムの具体化検討 (高 度 道 路 交 通 シ ス テ ム 研 究 室) … 40
- ・ ITS スポットの運用上の技術的課題に対する調査検討 (高 度 道 路 交 通 シ ス テ ム 研 究 室) … 42
- ・ 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) … 44
- ・ 路車間連携による道路交通円滑化対策に関する検討 (高 度 道 路 交 通 シ ス テ ム 研 究 室) … 46
- ・ 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) … 48
- ・ プローブ情報の道路交通管理への適用に関する検討 (高 度 道 路 交 通 シ ス テ ム 研 究 室) … 50
- ・ ITS による環境負荷に配慮した行動変容を促す情報提供手法に関する検討 (高 度 道 路 交 通 シ ス テ ム 研 究 室) … 52

<b>4. 領域4：コスト構造を改革し、道路資産を効率的に形成する（つくる）</b>	
・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) … 54
・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) … 56
・耐久性を喪失させる要因分析及び設計・施工時の対処方法に関する調査検討	(道路構造物管理研究室) … 58
・ボックスカルバートの耐震性能に関する検討	(道路構造物管理研究室) … 60
・道路構造物の津波被害メカニズムの調査及び津波に対する道路構造物の要求性能に関する調査検討	(道路構造物管理研究室) … 62
・道路事業における総合評価落札方式の技術評価の改善に関する検討	(建設マネジメント技術研究室) … 64
・3次元CADデータに関する検討	(情報基盤研究室) … 66
・3次元設計データの効率的な利用に関する調査	(情報基盤研究室) … 68
・情報化施工技術による埋設ガレキ等の管理技術に関する調査	(情報基盤研究室) … 70
・長大活断層地震を対象とした設計地震動の検討	(地震防災研究室) … 72
・道路構造物に作用する巨大地震の地震動・津波外力の検討	(地震防災研究室) … 74
<b>5. 領域6：交通事故等から命を守る</b>	
・我が国における交通安全施策における統計データ分析	
—交通事故発生状況に関する統計データ分析—	(道路空間高度化研究室) … 76
—諸外国の交通安全施策等に関する調査—	(道路空間高度化研究室) … 78
・効果的な交通安全事業を支援するための調査研究	
—交通安全対策の効果及び効果的实施方法に関する研究—	(道路空間高度化研究室) … 80
—交通安全マネジメントの効果的実施手法に関する検討—	(道路空間高度化研究室) … 82
・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) … 84
・生活道路における交通安全対策支援方策検討調査	(道路空間高度化研究室) … 86
<b>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</b>	
・豪雪時の官民連携対応策に関する調査	(建設経済研究室) … 88
・断層変位に対する道路交通機能の確保に関する調査	(地震防災研究室) … 90
・道路防災対策の効果計測方法に関する調査	(地震防災研究室) … 92
・震後の道路機能低下の想定手法に関する調査研究	(地震防災研究室) … 94
・道路管理者の震後対応能力の向上策に関する検討	(地震防災研究室) … 96
・被災後における道路復旧対策工法等に関する検討	(地震防災研究室) … 98
・地震後の道路管理者の対応に関する調査	(地震防災研究室) …100
・地震時における橋梁挙動観測網の整備	(地震防災研究室) …102
<b>7. 領域8：大切な道路資産を科学的に保全する</b>	
・道路橋点検体系の合理化・標準化・高度化に関する調査検討	(道路構造物管理研究室) …104
・道路橋の将来状態予測手法及び道路構造物群の機能状態評価手法に関する調査検討	(道路構造物管理研究室) …106
・損傷部材の性能評価試験及び既設道路橋の現有性能評価手法に関する調査検討	(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

- ・自動車交通に関するCO<sub>2</sub>排出モデルの構築 (道路環境研究室) …110
- ・ライフサイクルを通じた道路事業の低炭素化に関する調査 (道路環境研究室) …112
- ・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) …114
- ・大気質予測における数値解析モデルの適用可能性の検討 (道路環境研究室) …116
- ・道路事業の構想段階における環境調査・予測手法の検討 (道路環境研究室) …118
- ・道路事業の工事中・供用後における環境保全措置の効果把握に関する検討 (道路環境研究室) …120
- ・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) …122
- ・局地的な条件を考慮した沿道大気質調査・予測手法 (道路環境研究室) …124
- ・景観アセスメントシステムの改善に関する検討 (緑化生態研究室) …126
- ・道路緑化における効果的・効率的な施工・管理手法に関する研究 (緑化生態研究室) …128

## 9. その他

- ・「高強度材料」の一般橋梁も含めた適用性に関する調査研究  
—高強度鉄筋を用いたRC部材の基準化に対する検討— (道路構造物管理研究室) …132
- 超高力ボルトの摩擦接合継手の基準化に対する検討— (道路構造物管理研究室) …134

## 地域連携推進事業費

- ・関東管内建設工事中の騒音・振動・大気質に関する予測手法の検討 (道路環境研究室) …138
- ・福島県内樹上性哺乳類及び両生爬虫類の道路横断施設の開発調査 (緑化生態研究室) …140
- ・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) …142
- ・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) …144
- ・北東北圏域 危険事象検知システム開発検討調査 (高度道路交通システム研究室) …146
- ・長崎における制御情報を活用した道路交通状況の把握検討 (高度道路交通システム研究室) …148
- ・関東管内大型車による環境負荷の低減システムに関する効果検討調査 (高度道路交通システム研究室) …150

# 道 路 調 查 費

# 交通量常時観測体制の高度化・効率化

Making the continuous observation of traffic volume more advanced and efficient

(研究期間 平成 20 年度～ )

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

室長 上坂 克巳  
Head Katsumi Uesaka  
研究官 橋本 浩良  
Researcher Hiroyoshi Hashimoto  
部外研究員 水木 智英  
Guest Research Engineer Tomohide Mizuki  
主任研究官 門間 俊幸  
Senior Researcher Toshiyuki Momma

総合技術政策研究センター 建設経済研究室  
Construction Economics Division

This study was conducted to help the Regional Development Bureaus conduct continuous observation of traffic volume and travel time more efficiently. We investigated the status of travel time data collected in Regional Development Bureaus, and then created a data set for analysis and distributed it to them. We organized the functional requirements needed to build a system that makes the collection and utilization of traffic data more efficient.

## [研究目的及び経緯]

近年、地域における課題の大きな箇所を厳選し、重点的に対策を講じることに加え、客観的データの科学的分析結果をもとに、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の道路交通状況を、全国の幹線道路を網羅しつつ効率的かつ詳細に把握することが必要不可欠である。

以上のことから、国土技術政策総合研究所では、交通量や旅行速度の常時観測データの収集・加工方法の効率化・高度化に関する研究開発を行うとともに、地方整備局等が行う交通量や旅行時間の常時観測の実施支援を行っている。

## [研究内容]

平成 23 年度は、旅行時間データの収集状況の整理及び各地方整備局向けの分析用データの作成・配布を行うとともに、常時観測データの処理の自動化を目指す新たな常時観測システムの機能要件の検討等を行った。

## [研究成果]

### (1) 旅行時間データの収集状況の整理

平成 23 年 2 月から平成 24 年 1 月の旅行時間データを用いてデジタル道路地図区間（以下「DRM 区間」という。）単位のデータ取得状況を整理した。具体的な算出方法は以下の通りである。

各月及び 1 年間で、DRM 区間を昼間 12 時間（7～19 時）のデータ取得が 3 件以上、1～2 件、0 件の 3 区分に分け、それぞれ、地域ブロック別、都道府県別、道路種別にデータ取得延長割合を整理した。

道路種別別の整理結果を見ると、月の取得件数 3 件以上の割合は、高速自動車国道、都市高速道路ではほぼ 100%、一般国道（指定区間）では 80～90%となっている（図 1）。

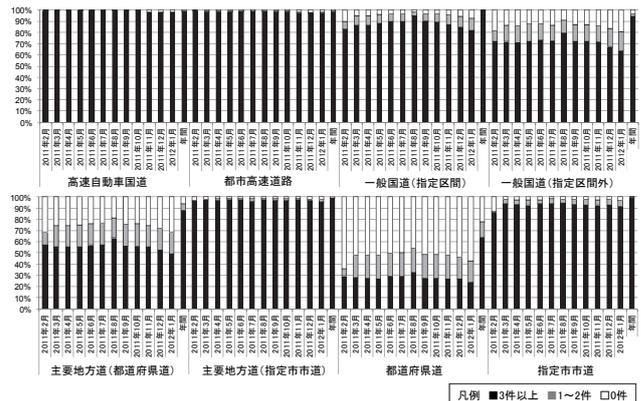


図 1 道路種別別のデータ取得延長割合

### (2) 各地方整備局向けの分析用データの作成

各地方整備局向けに、DRM 区間単位の旅行時間データを全国約 9 万の交通調査基本区間単位に加工し、分析用データを作成した。

さらに、平成 22 年度 1 年間分のデータを用いて、交通調査基本区間毎の基準旅行速度データ（全サンプル

の90%タイル旅行速度)を作成した。基準旅行速度は、混雑がなくドライバーが自由に走行できる状態の速度である。道路種別別の基準旅行時間の平均値を見ると、一般国道(指定区間)で63.8km/h、一般国道(指定区間外)で57.7km/h、主要地方道(都道府県道)で53.6km/h、主要地方道(指定市市道)で49.7km/hと規格の高い道路ほど速い速度となっている(表1)。

表1 道路種別別の基準旅行時間の平均値

道路種別	基準旅行速度 (km/h)
一般国道 (指定区間)	63.8
一般国道 (指定区間外)	57.7
主要地方道 (都道府県道)	53.6
主要地方道 (指定市市道)	49.7
都道府県道	50.6
指定市市道	49.0

### (3) 新たな常時観測システムの機能要件の検討

交通量や旅行時間の常時観測データの利活用を効率化・高度化するシステムは、以下の4つシステムにより構成される。

- ①交通量や旅行時間の常時観測データを蓄積・分析する基本となる区間の単位である交通調査基本区間を管理・更新するシステム
- ②全国に設置されたトラフィックカウンター(以下「トラカン」という。)の交通量データを収集・処理し、当該データを基に、交通調査基本区間単位の交通量データを算定・蓄積するシステム
- ③プローブデータから得られる旅行時間データを収集・蓄積し、交通調査基本区間単位の旅行時間データを算定・蓄積するシステム
- ④収集・蓄積した常時観測データの利活用を支援するシステム

常時観測データの利活用を効率化・高度化するシステムの全体像及び各データベースの配置と主な機能は図2の通りと考えられる。

これらシステムには、国土技術政策総合研究所、各地方整備局等、国土交通本省の役割を踏まえ、それぞれの行う常時観測データの利活用を支援するとともに、作業を効率化するための機能が求められる。

例えば、④収集・蓄積した常時観測データの利活用を支援するシステムにおいては、各地方整備局等は管内を対象とした分析を、国土技術政策総合研究所及び国土交通本省は全国を対象とした分析を行う役割を有している。この際必要と考えられる機能は表2に示す通りである。

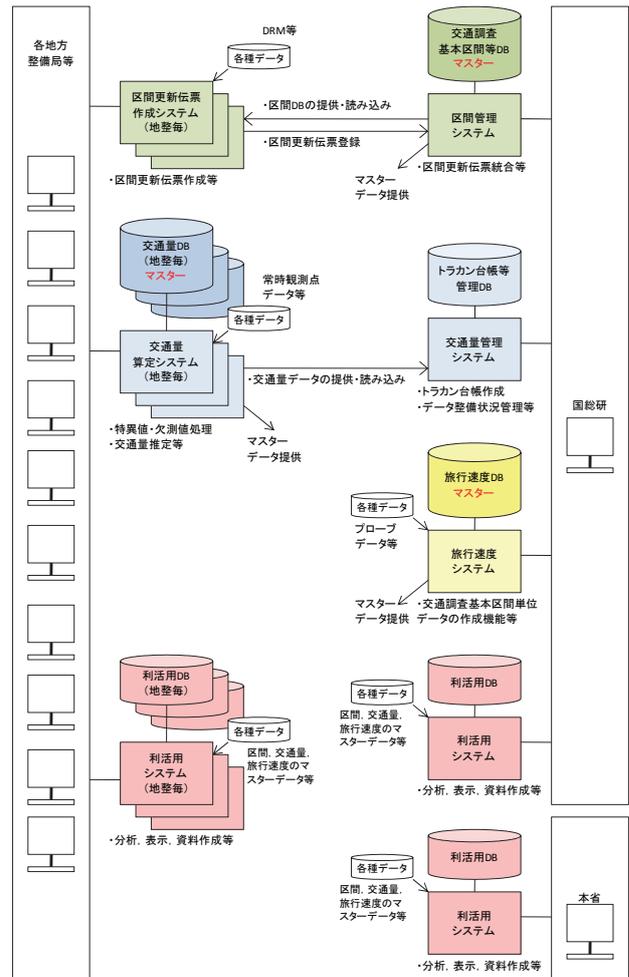


図2 システム及びデータベースの配置と主な機能

表2 利活用を支援するシステムの機能要件

必要と考えられる機能
マスターデータ検索・ダウンロード機能
データ読込機能
統計値・指標算出機能
検索・表示・出力機能
<ul style="list-style-type: none"> <li>・データ検索機能</li> <li>・データ表出力機能</li> <li>・地図出力機能</li> <li>・区間検索機能</li> <li>・グラフ出力機能</li> </ul>
定形レポート作成機能
データの保存・蓄積機能

### [成果の活用]

交通量及び旅行時間の常時観測は、平成23年度から本格実施が始まった。この取組を恒久化していくため、本研究成果を基に、交通量や旅行時間の常時観測データの収集・活用を効率化・高度化するシステムの構築を行う予定である。

# 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 plan and evaluation of countermeasures

(研究期間 平成 23 年度～ )

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

室長 上坂 克巳  
Head Katsumi Uesaka  
研究官 橋本 浩良  
Researcher Hiroyoshi Hashimoto  
部外研究員 水木 智英  
Guest Research Engineer Tomohide Mizuki  
主任研究官 門間 俊幸  
Senior Researcher Toshiyuki MOMMA

総合技術政策研究センター 建設経済研究室  
Construction Economics Division

We examined regional traffic conditions from continuously observed traffic data and established an index for analyzing traffic congestion. We also conducted case studies where we diagnosed congestion, devised countermeasures to address it, and evaluated the countermeasures. As a result, we developed a specific procedure to diagnose traffic congestion, which also indicates the challenges involved before applying the procedure in practice.

## [研究目的及び経緯]

近年、地域の交通課題の大きな箇所を厳選し、重点的に対策を講じることに加え、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、地域の交通課題の抽出、施策の立案・評価に有効活用していくことが重要である。

以上から、国土技術政策総合研究所では、幹線道路における交通量及び旅行時間の常時観測データ等を用いた地域の交通状況の把握並びに交通渋滞の分析及び対策立案のための実務的な方法に関する研究開発を行っている。本研究では、これらの研究に必要となる、地域の交通状況及び渋滞の詳細な状況を分析するための指標の設定と算定方法の整理、並びに渋滞状況とその発生原因の分析及び対策立案のケーススタディを行った。

## [研究内容]

### (1) 地域の交通状況の特徴を把握するための指標の設定と算定方法の整理

地域の交通状況の特徴を把握するために有効と考えられる指標を設定し、各指標について、地域レベル別に算定可能性、算定方法、標準的な値の整理を行った。

### (2) 道路の渋滞状況等を分析するための指標の算定方法の整理

道路の渋滞状況、発生原因の分析並びに渋滞対策の目標設定に有効と考えられる指標を設定し、各指標の算定方法、表現方法の整理を行った。

### (3) 渋滞状況の分析及び対策立案のケーススタディ

渋滞状況の分析及び対策立案のケーススタディを行い、実施手順を一般化するとともに、実務への適用に向けた課題を整理した。

## [研究成果]

### (1) 地域の交通状況の特徴を把握するための指標の設定と算定方法の整理

地域の交通状況を把握するための指標を設定した(表1)。

表1 地域の交通状況の特徴を把握するための指標

視点	指標	対象
整備水準	人口・保有台数あたりの整備延長	自動車、鉄道、バス、自転車、歩行
	輸送容量	自動車、鉄道
	バス優先・専用レーン設置率	バス
	自転車道設置率	自転車
	歩道設置率	歩行
	延長あたりのIC・駅設置数	自動車、鉄道
需要水準	人口	全交通
	発生集中交通量	自動車
	走行台数	自動車
	輸送人員	自動車、鉄道、バス
	交通手段分担	全交通
	物流輸送手段分担	全交通
サービス水準	損失時間	自動車
	平均旅行速度	自動車
	主要地点間の平均移動時間	自動車、鉄道
	時間信頼性	自動車
	主要地点間の平均移動コスト	自動車、鉄道
	高速移動路線・機関への勢力圏内入	自動車、鉄道
	口カパー率	自動車、鉄道
混雑度・混雑率	自動車、鉄道	
運行本数	鉄道	

(2) 道路の渋滞状況等を分析するための指標の算定方法の整理

道路の渋滞状況を把握するための指標を設定した(表2)。

表2 道路の渋滞状況の把握や原因分析に用いる指標

使用データ	指標	使用用途※
旅行速度	旅行速度-時間変動	◎状況、○原因
	旅行速度-曜日変動	◎状況、○原因
	旅行速度-季節変動	◎状況、○原因
交通量	混雑度(交通量/交通容量)	◎原因
	大型車混入率	◎原因
	混雑時平均旅行速度	○状況、○目標
旅行速度	旅行時間/基準旅行時間	○状況、○目標
	時間信頼性	○状況、○目標
	10km/hを下回る確率	○状況、○目標
	20km/hを下回る確率	○状況、○目標
	30km/hを下回る確率	○状況、○目標
交通量	平均交通量	○原因
	交通量-時間変動	○原因
	交通量-曜日変動	○原因
旅行速度と交通量等	特定リンクに着目した損失時間	○状況、○原因、○目標
	渋滞長の把握(区間間の相関関係)	○状況、○目標
	渋滞量の把握	○状況、○目標
	時間信頼性+渋滞	○状況、○目標
		○状況、○目標

※状況：渋滞・交通状況の分析、原因：渋滞の発生原因の分析、目標：渋滞対策の目標設定、◎：類型区分に用いる指標、○：類型区分の参考指標

(3) 渋滞状況の分析及び対策立案のケーススタディ

広島県を対象にケーススタディを行い、渋滞診断の具体的実施手順を一般化した(図1)。

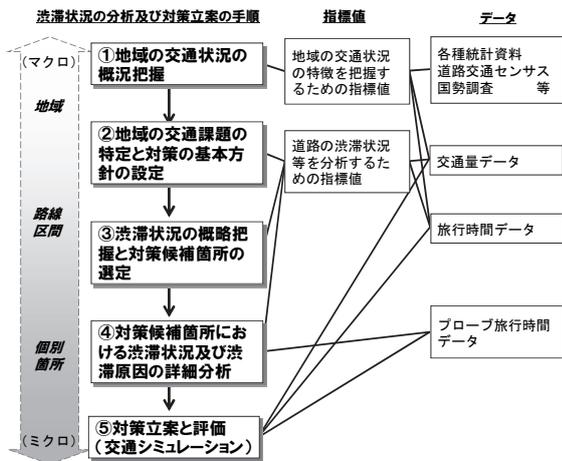


図1 渋滞状況の分析及び対策立案の手順

1) 地域の交通状況の概略把握

広島県における指定市一般市道の渋滞損失が、他地域に比べ大きく上回っていることを把握した(図2)。

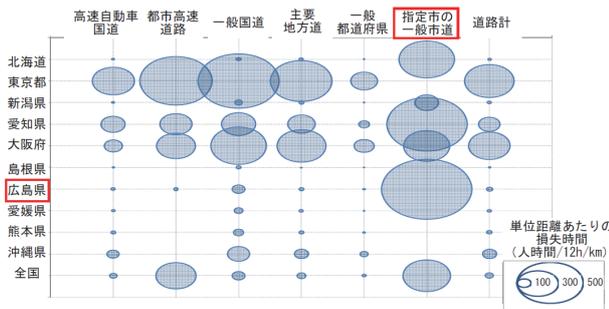


図2 地域別・道路種別別の損失時間の整理

2) 対策候補箇所の選定

広島市の一般国道を対象に市区別に旅行速度や損失時間を整理して順位付けを行い、分析の重要度が高い渋滞箇所(国道2号)を抽出・特定した。

3) 渋滞状況の詳細分析

特定の時間帯に着目し、平均旅行速度および隣接区間(交通調査基本区間)における旅行速度の日変動の相関係数を用いてボトルネック箇所及び渋滞範囲を把握した(図3)。



■平均速度 上り方向→

時間帯	24	23	22	21	20	19	18	17
7時台	39.1	16.4	23.1	13.5	21.0	15.4	9.0	22.5
8時台	40.0	8.0	17.3	11.6	14.5	17.2	12.4	13.8
9時台	65.8	45.7						
10時台	70.8	71.3						
11時台	72.8	61.1						
12時台	73.6	74.6	66.4	21.4	26.6	34.1	14.5	17.1

■隣接基本区間の相関係数

時間帯	24-23	23-22	22-21	21-20	20-19	19-18	18-17	17-16
7時台	0.26	0.91	0.39	0.11	0.19	0.41	0.02	-0.07
8時台	0.08	1.00	0.38	0.38	-0.02	0.30	0.06	-0.11
9時台								0.02
10時台								-0.19
11時台								-0.23
12時台	0.23							

図3 ボトルネック箇所と渋滞の影響範囲の把握 実務への適用に向けた課題としては次のようなことが挙げられる。

- ・指標が示す結果と現場で認知される実態との整合性の確認
- ・時系列で指標の変化を捉え、地域の状況をより詳しく把握できるようにするためのデータ整理
- ・分析精度を高めるための旅行時間データ・プローブ旅行時間データの蓄積

[成果の発表]

平成24年6月に京都大学にて開催される土木計画学研究発表会(春大会)において、本研究成果である常時観測道路交通データを用いた渋滞状況の動的変化に関する分析について、発表する予定である。

[成果の活用]

渋滞診断と対策の立案・評価に関する担当者会議を実施し、交通円滑化マネジメントの確立のための本格的な検討が実施されることとなっている。

# 道路交通情勢調査(一般交通量調査)結果のとりまとめ支援及び分析

Summarizing and analyzing the results of the road traffic census

(研究期間 平成 23 年度)

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

総合技術政策研究センター 建設経済研究室  
Construction Economics Division

室長 上坂 克巳  
Head Katsumi Uesaka  
研究官 松本 俊輔  
Researcher Shunsuke MATSUMOTO  
部外研究員 水木 智英  
Guest Research Engineer Tomohide Mizuki  
主任研究官 門間 俊幸  
Senior Researcher Toshiyuki Momma

The road traffic census is conducted almost every five years in order to understand the state of roads and road traffic throughout the country. In fiscal 2011, the results of the road traffic census conducted in fiscal 2010 were summarized and various examples of the use of the census results were studied.

## 〔研究目的及び経緯〕

全国道路・街路交通情勢調査(道路交通センサス)は、概ね5年に1度、全国の道路と道路交通の実態を把握するため実施される。平成22年度はこの実施年にあたり、新たな調査単位区間(交通調査基本区間)の導入、交通量観測箇所を選定目的の明確化、交通量の機械観測の推進、通信型カーナビ搭載車両の走行データの旅行速度調査への活用と昼間非混雑時の調査の実施、道路状況調査項目の見直し等の高度化及び効率化を行った。また、9～11月に一般交通量調査(交通量調査、旅行速度調査、道路状況調査)を全国的に実施した。

## 〔研究内容〕

平成23年度は、昨年度実施した道路交通センサスの結果のとりまとめを行い、国土交通省道路局と当所の連名で平成23年9月に記者発表を行うとともに、調査結果を活用した様々な事例検討を実施した。

## 〔研究成果〕

### (1) 道路交通センサスの結果のとりまとめ

- ① 一般交通量調査マスターファイルの作成  
一般交通量調査実施要綱に基づき、一般交通量調査の全調査項目の結果を整理したファイル(一般交通量調査マスターファイル)をとりまとめた。
- ② 箇所別基本表等の作成  
一般交通量調査実施要綱に基づき、一般交通量調査マスターファイルからの集計表(箇所別基本表、時間帯別交通量表、集計結果整理表)を作成した。

## (2) 記者発表

一般交通量調査をとりまとめ、平成23年9月に記者発表を行った。調査の主な概要は以下のとおりである。

- ① 全国一の交通量は首都高速湾岸線(辰巳JCT～新木場IC)で11.5万台/12h、1.1万台/hであった。
- ② 平均交通量は前回調査(平成17年度)から全体で2.6%減少した(図1)。
- ③ 前回調査(平成17年度)から、約2割の区間で断面交通量が増加し、約6割の区間で減少した。
- ④ 混雑時の平均旅行速度は35.1km/hでほぼ横ばいであった(図2)。

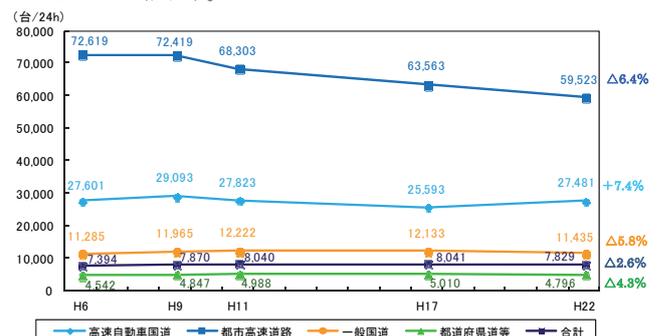


図1 道路種別別平均交通量の推移(全車種)

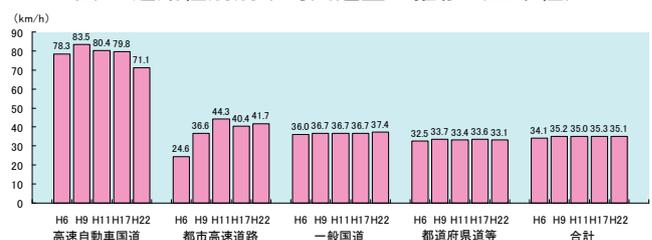


図2 混雑時旅行速度の推移(平日)

### (3) 調査結果の分析（利活用事例等）

一般交通量調査結果を用いて、調査結果の利活用方法の事例検討を行った。

#### ①道路時刻表の作成

一般国道1号～11号の全路線について、非混雑時旅行速度を使用して道路時刻表を作成した（表1）。一部の区間においては微修正が必要であったものの、概ね自動的に道路時刻表を作成できることが確認された。

表1 道路時刻表

下り方向 東京都中央区からの			市区町村名	区間距離	上り方向 大阪市北区からの			起点側接続路線等
距離	時間	所要時間			所要時間	距離	時間	
0.0	0.00	0.01	中央区	0.2	0.01	547.2	16:57	一般国道4号
0.2	0.01	0.01		0.3	0.01	547.0	16:56	一般国道15号
0.5	0.02	0.00		0.0	0.00	546.7	16:54	外濠環状線
0.5	0.02	0.01	千代田区	0.2	0.00	546.7	16:54	中央区・千代田区 境
0.7	0.03	0.00		0.1	0.00	546.5	16:54	丸の内環状線
0.8	0.04	0.00		0.2	0.00	546.4	16:53	丸の内環状線
1.0	0.05	0.01		0.2	0.00	546.2	16:52	錦町有楽町線
1.2	0.06	0.00		0.3	0.01	546.0	16:52	大手町環状線
1.5	0.07	0.01		0.4	0.01	545.7	16:50	皇居前東京停車場線
1.9	0.09	0.02		0.4	0.01	545.3	16:49	皇居前銀座橋線
2.3	0.12	0.01		0.4	0.01	544.9	16:48	日比谷豊洲埠頭東雲町線
2.7	0.13	0.00		0.2	0.00	544.5	16:48	白山祝田町線
2.9	0.13	0.01		0.4	0.01	544.3	16:45	一般国道20号
3.3	0.14	0.00		0.2	0.00	543.9	16:44	中央官街一七六号線
3.5	0.15	0.01		0.3	0.01	543.7	16:43	中央官街二四七号線
3.8	0.16	0.00	港区	0.0	0.00	543.4	16:42	千代田区・港区 境
3.8	0.16	0.04		1.3	0.04	543.4	16:42	外濠環状線
5.1	0.20	0.01		0.6	0.01	542.1	16:38	環状3号線
5.7	0.22	0.02		0.8	0.03	541.5	16:36	白山祝田町線

#### ②車道部の再構築が可能な区間の抽出及び妥当性の検証

代表断面の断面構成を評価できるように調査項目の変更を実施した道路状況調査の結果を用いて、既存の車道部を再構築することで自転車走行空間が整備可能な区間が抽出可能かどうかを検証するため、水戸市を対象としたケーススタディを実施した。自転車走行空間が整備可能な区間として抽出された区間に対して、道路台帳及び現地を確認を行った結果、水戸駅より半径5km以内においては、抽出結果が概ね妥当であることが確認された（図3）。

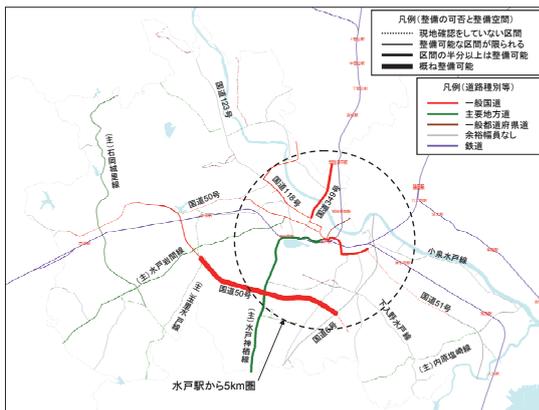


図3 余裕幅員の妥当性検証結果

#### ③自動車排出ガス量の算定

交通調査基本区間が市区町村境でも分割されていることや、混雑時（7,8,17,18時台）に加えて昼間非混雑時（9～16時台）を上下方向別に調査した平成22年度の旅行速度調査結果の特徴を活かして、道路1kmあたりの昼間12時間の市区町村別自動車排出ガス量の算定が可能であることが確認された（図4）。

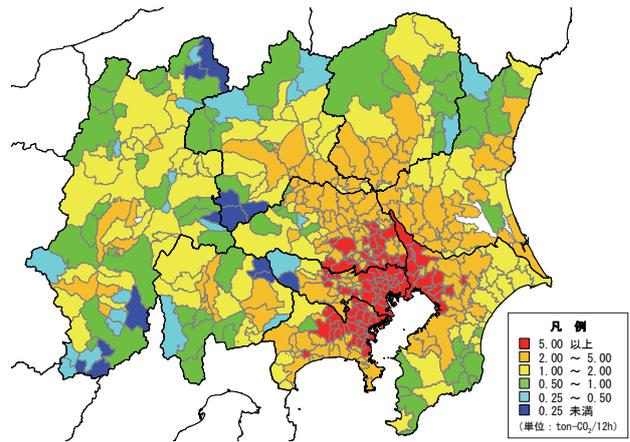


図4 道路1kmあたりの市区町村別CO<sub>2</sub>排出量

#### ④交差点単位の損失時間の分析の検証

交通調査基本区間の特徴を有効活用した道路交通センサス結果の分析事例として、関東地方整備局を対象に交差点単位の損失時間を集計した結果を示す（図5）。交通調査基本区間の導入により、交通量と旅行速度の調査結果を組み合わせた市区町村単位、交差点単位の集計・分析や、ネットワーク分析が非常に効率的に実施できることが確認された。

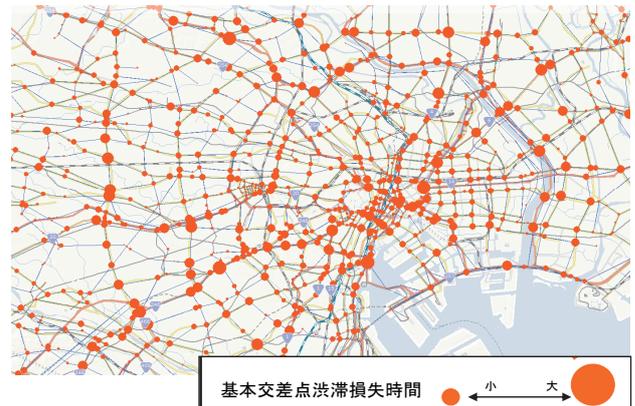


図5 交差点単位の分析事例<渋滞による損失時間>

#### [成果の発表]

- ・ 記者発表 ([http://www.mlit.go.jp/report/press/road01\\_hh\\_000207.html](http://www.mlit.go.jp/report/press/road01_hh_000207.html))
- ・ 国土交通省道路局 IR サイト (<http://www.mlit.go.jp/road/census/h22-1/index.html>)

#### [成果の活用]

平成22年度道路交通センサスの調査結果は、今後の道路の計画、建設、維持修繕その他の管理などについての基礎資料として活用される。

# 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 年度～ )

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

総合技術政策研究センター 建設経済研究室  
Construction Economics Division

室長 上坂 克巳  
Head Katsumi Uesaka  
研究官 橋本 浩良  
Researcher Hiroyoshi Hashimoto  
部外研究員 水木 智英  
Guest Research Engineer Tomohide Mizuki  
主任研究官 門間 俊幸  
Senior Researcher Toshiyuki Momma

By analyzing the correlation between socio-economic indicators and traffic volume data or traveler kilometer data, we attempted to understand the socio-economic conditions from traffic volume data. The results showed that for some indicators, it may be possible to grasp the socio-economic conditions from the traffic volume data.

## 〔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。

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を用いて地域の社会経済動向の把握手法の研究開発を行っている。

## 〔研究内容〕

平成 23 年度は、観光や物流等の特定目的の需要変動の分析のための交通量常時観測点の抽出と抽出結果の有効性の検証及び交通量データや走行台キロデータと地域の社会経済指標の動向を表す指標との比較分析を行った。

## 〔研究成果〕

### (1) 特定目的の需要変動分析のための常時観測点の抽出と抽出結果の有効性の検証

全国の直轄国道に設置されている交通量常時観測点の位置及びその交通量データの特性を踏まえ、観光や物流など特定目的の需要に伴う交通量が卓越していると考えられる常時観測点（以下「特定常時観測点」と

いう。）を抽出した。次に、特定常時観測点における交通量データ（平休の別、大型小型の別など）と観光や物流などの特定目的の社会経済指標との相関分析を行い、その有効性を検証した。設定した社会経済指標と交通量データの項目との関係は表 1 の通りである。

表 1 特定目的の社会経済指標と交通量データの項目

社会経済指標名	主な特定目的	交通量データの項目
景気動向指数	・景気の現状判断 ・景気の先行き判断	大型小型車種別 全日・24 時間
主要な港湾の取扱貨物量	・取扱貨物総量 ・コンテナ貨物量 ・その他貨物量	大型車 平日・24 時間
鉱工業生産指数	・鉱工業生産指数 (原指数、季節調整済)	大型車 平日・24 時間
観光客数	・入込観光客数	大型小型車種別 休日・昼間
東京中央卸売市場取扱高	・青果取扱総量 ・野菜取扱量 ・果実取扱量 ・鮮魚取扱量	全車種交通量 平日・夜間
GDP	・名目 GDP ・実質 GDP	全車種 全日・24 時間
主要な空港の取扱貨物量	・取扱貨物量	大型車 全日・24 時間
主要な空港の旅客数	・旅客数	大型小型車種別 全日・昼間
新車・中古車登録台数	・新車登録台数 ・中古車登録台数 ・保有台数	全車種 全日・24 時間

(交通量データと社会経済指標との相関分析の結果)

①特定地域の社会経済指標とは相関が得られる

各観光地の入込観光客数や成田空港旅客数など個別地域の人流の指標及び港湾の取扱貨物量や空港の取扱貨物量など特定地域の物流の指標は、当該地域の常時観測点の交通量データと比較的相関が得られた(図1)。

また、常時観測点が、当該地域の社会経済指標の拠点(観光地、物流拠点など)に近い地点ほど、また道路ネットワーク上、流入・流出時に通過する可能性が高い地点ほど、相関が高い傾向がある(図2、図3)。

よって、社会経済指標と交通量データとの相関を検証するに当たっては、指標の活動が行われる場所の近傍の観測点を設定する方が望ましい。

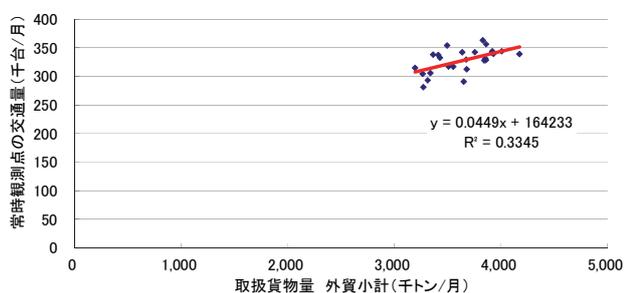


図1 東京港外貨物取扱量と常時観測点との相関

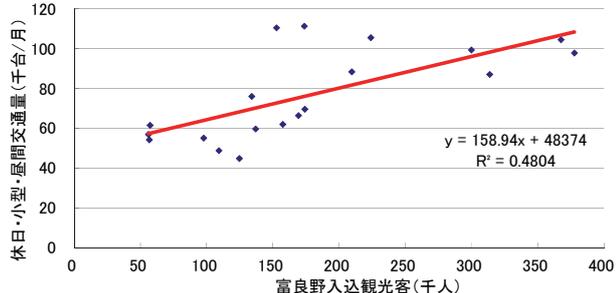


図2 富良野に近い観測点と入込観光客数との相関

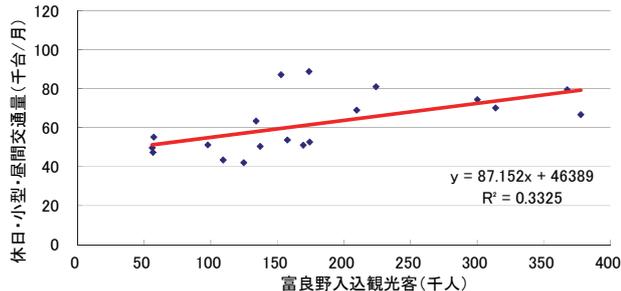


図3 富良野からやや離れた観測点との相関

②広域的な社会経済指標との相関は得にくい

景気動向指数や鉱工業生産指数、GDP、自動車保有台数など広域的な社会経済動向を示す指標とは相関が得られなかった。これら広域的な社会経済指標とは、年単位や長期系列で相関を再度検証する必要がある。

(2) 走行台キロと地域の社会経済指標の動向を表す指標との比較分析

地域ブロック別に、走行台キロと社会経済指標との単純相関分析を行った。分析に用いた走行台キロのデータ項目と社会経済指標との関係は表2の通りである。

表2 地域の社会経済指標と交通量データの項目

社会経済指標名	走行台キロデータの項目
家計消費支出	都道府県道・小型車 全日・昼間
コンビニエンスストア販売額	都道府県道・小型車 全日・昼間
大型小売業販売額	一般国道、都道府県道・小型車 全日・昼間
鉱工業生産指数	高速道路、一般国道指定区間・大型車 全日・24時間
公共工事受注高	一般国道、都道府県道・大型車 平日・24時間
設備投資額	全道路・全車種 全日・24時間

(走行台キロと地域の社会経済指標の動向を表す指標との相関分析の結果)

コンビニエンスストア販売額について、北海道、近畿、九州・沖縄地域で、高い相関が得られた。四国については一部月に異常値と考えられる走行台キロが存在しており分析対象外とした。今後、四国の異常値除去、他地域の異常値の確認など走行台キロの精査の後、再検証を行う必要があると考えられる(表3)。

その他、公共工事受注高は、他の社会経済指標と比べ相関が得られた。大型小売店販売額、鉱工業生産指数、設備投資は相関が得られなかった。

走行台キロデータの精査、長期間のデータを用いた分析を行うことで、分析結果の信頼性の向上を図る必要があると考えられる。

表3 コンビニエンスストア販売額と走行台キロとの相関係数(R<sup>2</sup>)

地域ブロック	相関係数 R <sup>2</sup>
北海道	0.3789
東北	0.1309
関東	0.0574
中部	0.0653
近畿	0.3700
中国	0.1940
四国	—
九州・沖縄	0.4112
全国	0.2415

[成果の活用]

今後、交通量常時観測点の交通量データを蓄積し、データ量を増やして再度分析・検証を行う必要がある。再度の分析・検証結果を踏まえ、交通量データを用いた地域の社会経済動向の把握手法として確立したい。

# 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 22～24 年度)

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

室長 上坂 克巳  
Head Katsumi UESAKA  
主任研究官 関谷 浩孝  
Senior Researcher Hiroataka SEKIYA  
研究官 諸田 恵士  
Researcher Keiji MOROTA

We researched how road-related projects are evaluated and what indicators are used to prioritize them in New Zealand. We found that projects are evaluated comprehensively from three criteria: “Strategic fit”, “Effectiveness” and “economic efficiency (B/C)”. Intersection improvement projects are evaluated based on the reduction in accidents calculated by a formula which has been derived from past accidents.

## 【研究目的及び経緯】

本研究では道路事業がもたらす多様な効果を算定する手法を開発することを目的としている。

本年度は、国外の道路防災事業や交差点改良事業等の採択可否判定プロセス、判定に用いる指標及び指標の算定方法について調査を行った。ここでは、ニュージーランド道路庁 (NZ Transport Agency) に対してヒアリングを行い、事業採択時の優先順位付けの方法、橋梁の耐震化事業における便益算定方法、及び交差点改良事業による交通事故削減効果の算定方法を調査した結果を報告する。

## 【研究成果】

### 1. 事業採択可否判定プロセス

ニュージーランドでは、各個別事業に対し、費用便益分析 (B/C) を含む多基準分析により 11 段階の優先順位付けを行い、採択可否判定を行っている。なお、B/C<1 の事業は採択しない。また、採択可否判定は、図 1 に示す I～III のプロセスで行っている。

#### I. 16 の事業分類 (activity class) への予算配分

国家政策文書 (Government Policy Statement:GPS) における政策目標に応じて、事業分類 (activity class) 毎の予算枠を設定している。なお、現行 GPS の政策目標は、主に「重大事故の減少」及び「渋滞緩和と貨物輸送効率の向上を通じた経済効果」である。

事業分類毎に設定される年間予算は上下限の枠が設けられており、災害等の想定外の事象による事業規模の変更にも対応可能な柔軟な予算設定となっている。

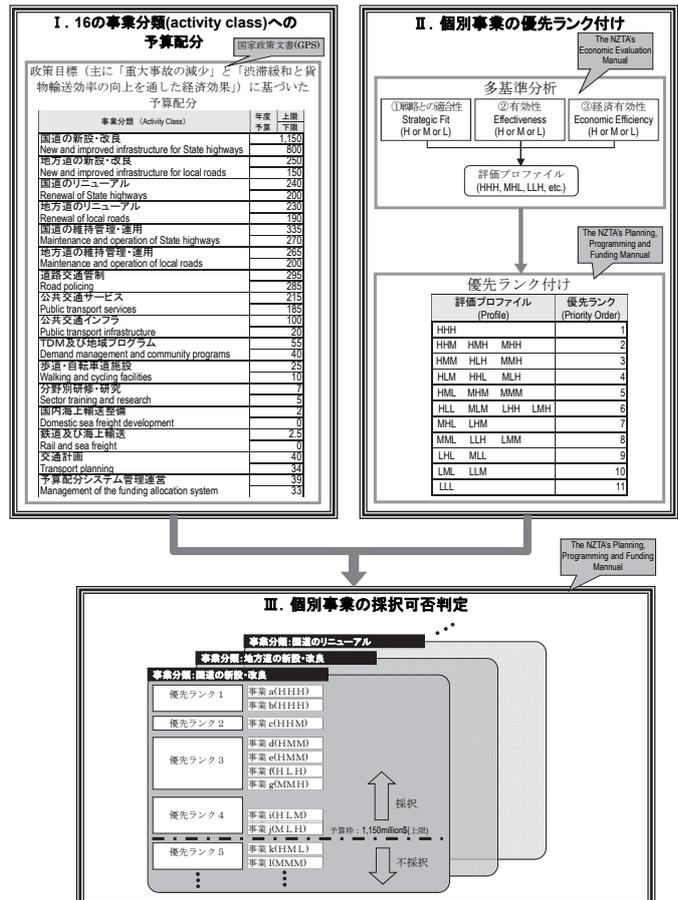


図 1 ニュージーランドの道路事業における採択可否判定プロセス

### II. 個別事業の優先順位付け

各個別事業を次の①～③の評価指標について、3段階

評価 (H =High, M =Medium, L =Low) を行った上で、11 のランクに優先順位付けする。

①戦略との適合性(Strategic fit)

国家的な政策と合致しているかどうか、交通安全対策に資するかどうかで評価する。

(例：国家的に重要な商業地区へのアクセス性を向上させる幹線道路の場合にH)

②有効性 (Effectiveness)

他の計画・戦略などとの相乗的な効果が見込まれるかどうかを評価する。

(例：交通モード間の連携を改善する場合にH)

③経済効率性 (B/C) (Economic Efficiency)

費用便益分析の結果に基づいて評価する。

(H :  $B/C \geq 4$  M :  $4 > B/C \geq 2$  L :  $2 > B/C \geq 1$ )

なお、①～③の評価結果に基づく 11 ランクの優先順位付けの方法は、表 1 に示すとおりである。

III. 事業の採択可否判定

事業分類 (activity class) 毎に、その予算枠内で、優先順位の高い事業から採択される。

2. 道路防災事業の便益算定

橋梁の耐震化事業における費用便益分析では、事業を実施しない場合の地震による倒壊 (不通になる) 確率を考慮し、発生する負の便益を解消する効果を便益に計上している。

倒壊確率の設定にあたっては、PGA (地表面最大加速度)、Zone Factor (地震地域係数) 及び橋梁の残存共用年数を考慮しており、地質学者へのヒアリングも行っている。

橋梁の耐震化事業による効果としては、交通途絶による迂回に伴う利用者の損失 (走行時間、走行経費の増加等) の解消とともに、発災後必要となる一時的な橋梁の設置費の削減が考慮される。これらの効果に倒壊確率を乗じ、便益を算定している。

3. 交差点改良事業の便益算定

交差点改良事業においては、交通事故の削減効果に

表 1 評価結果の優先ランク

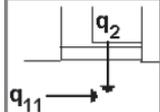
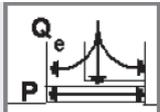
① 戦略との適合性	② 有効性	③ 経済効率性	評価プロ ファイル	優先ランク (バーが長いほど優先度高)
H	H	H	HHH	1
	M		HMH	2
	L		HLH	3
	H	M	HMH	2
	M		HMM	3
	L		HML	4
	H	L	HHL	4
	M		HML	5
	L		HLL	6
M	H	H	MHH	2
	M		MMH	3
	L		MLH	4
	H	M	MHM	5
	M		MMM	5
	L		MLM	6
	H	L	MHL	7
	M		MML	8
	L		MLL	9
L	H	H	LHH	6
	M		LMH	6
	L		LLH	8
	H	M	LHM	7
	M		LMM	8
	L		LLM	10
	H	L	LHL	9
	M		LML	10
	L		LLL	11

関する便益算定が行われている。便益算定のひとつの手法として、事故データベースに基づく事故予測式により、事故率の変化を算定する手法が用いられる。

事故予測式は、自動車同士の右折直進事故や横断中の歩行者と自動車の事故等、事故タイプごとに設定されている。表 2 は事故予測式の一例を示したものである。これらの式のパラメータは、CAS (Crash Analysis System) による事故履歴データをもとに回帰分析に行い推計される。CASとは、過去の事故データが蓄積されたデータベースである。

また、予測式に代入する交差点方向別別交通量は、現地交通量調査の結果や近傍箇所の交通量データ等を入力値とし、マイクロシミュレーションを行って設定している。

表 2 交差点部の事故予測式の例

事故タイプ	事故予測式
出会い頭 (自動車対自動車) 	$A = 1.06 \times 10^{-4} \times q_2^{0.36} \times q_{11}^{0.38}$ $A_T: \text{事故率} \quad q_2/q_{11}: \text{自動車交通量 (台/日)}$
歩行者対自動車 	$A = 3.22 \times 10^{-2} \times Qe^{-0.05} \times p^{0.03}$ $A: \text{事故率} \quad Qe: \text{流入交通量 (台/日)} \quad P: \text{横断歩行者交通量 (人/日)}$

# 都市間移動サービス向上のための道路改良方策調査

Study on structural improvements for improving the mobility services of interurban roads

(研究期間 平成 23 年度～)

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

室長	上坂 克巳
Head	Katsumi UESAKA
主任研究官	小林 寛
Senior Researcher	Hiroshi KOBAYASHI
研究官	山本 彰
Researcher	Akira YAMAMOTO
部外研究員	橋本 雄太
Guest Research Engineer	Yuta HASHIMOTO

There are calls to implement measures to improve service levels on interurban roads efficiently and effectively as well as at low cost, such as by efficiently using existing road space. This year, we estimated the service levels of interurban roads and compared the service levels in each region. We also collected good practices of road structures in order to improve mobility services.

## 〔研究目的及び経緯〕

我が国の都市間道路については、旅行速度等が欧米と比較して低い水準にあるものの、財政状況、地勢等から、新たに高規格の道路を大量かつ早期に整備していくことは困難な状況にある。したがって、既存道路内での工夫等、比較的成本をかけることなく、効率的かつ効果的にサービス水準の向上を図る対策へのニーズが高まっている。

以上のことから、国土技術政策総合研究所では、都市間道路のサービス水準指標の開発及びサービス向上に資する既存道路の道路構造改善方策に関する研究を行っている。本年度はこの一環として、全国の都市間道路のサービス水準の試算と地域間比較及びその影響要因に関する事例分析、並びにサービス向上のための道路構造の工夫事例の収集等を行った。

## 〔研究内容〕

### (1) 都市間道路のサービス水準の試算と地域比較

#### 1) 最短経路探索による都市間等の旅行時間の算出

全国 207 生活圏中心地の隣接ペア、本州 34 都府県庁所在地間ペアについて、平成 22 年度道路交通センサスの昼間 12 時間平均旅行速度等を用いて最短時間経路探索を行い、それぞれ高速道路を含む全道路を活用した経路（高速活用ルート）と一般道路のみを対象とした経路（一般道ルート）による旅行時間を算出した。

#### 2) 都市間道路のサービス水準の地域比較

選定した都市間道路について、旅行速度や快適性指

標等のサービス水準の地域比較や、信号交差点密度と旅行速度の関係など旅行速度の特性について分析した。

### (2) サービス水準に影響を及ぼす要因の事例分析

#### 1) サービス水準と道路種別に関する概略分析

経路選定で抽出した路線を対象に、道路種別（道路構造令の道路種級区分など）の旅行速度の特性を分析した。

#### 2) 旅行速度に影響する道路構造に関する詳細分析

平均旅行速度と道路構造要因の関係において特徴的な 50 経路を抽出し、区間毎に交通状況と道路構造の把握が可能な道路詳細カルテを作成した。これにより、旅行速度と道路構造との関係や課題について分析した。

#### 3) 道路管理者へのヒアリング及び現地調査

道路構造上の工夫が認められる 5 区間について、道路管理者へのヒアリング調査及び実走調査を行った。

### (3) サービス水準向上のための工夫事例等の収集整理

#### 1) 国内における工夫事例の収集整理

道路構造上の工夫に関する事例収集を行い、その一部について、目的・内容・効果を整理した。

#### 2) ラウンドアバウト等海外基準の収集整理

米・英・独等の 5 ヶ国について、ラウンドアバウトや 2+1 車線道路等の設計基準を整理した。

#### (4) 震災による交流圏の変化の状況の整理

総合交通分析システム (NITAS) を用いて、東日本大震災による交通網の寸断が東北地方の主要都市の交流圏に及ぼした影響について分析した。

[研究成果]

(1) 都市間道路のサービス水準の試算と地域比較

1) 最短経路探索による都市間等の旅行時間の算出

都府県庁所在地間の 1, 122 ペア、隣接生活圏の 904 ペアについて、高速活用及び一般道ルートを選定した。

2) 都市間道路のサービス水準の地域比較

平均旅行速度の結果 (図 1) では、三大都市圏のほか、三陸沿岸や近畿・四国地方の太平洋側等で旅行速度の低い地域が存在した。なお、平均旅行速度 60km/h 以上の隣接生活圏ペアは全体の 3 割程度であった。

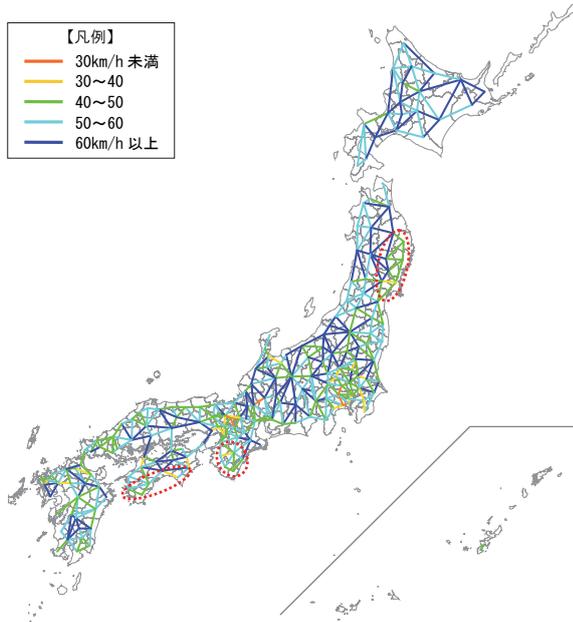


図 1 都市間平均旅行速度の地域比較 (隣接生活圏間高速活用ルート)

(2) サービス水準に影響を及ぼす要因の事例分析

1) サービス水準と道路種別に関する概略分析

道路構造令において、同種の道路では上位の級ほど設計速度は高く設定しているものの、同種内における級別での速度階層はみられなかった (図 2)。特に第 1 級や第 2 級において速度の低下やばらつきがみられた。

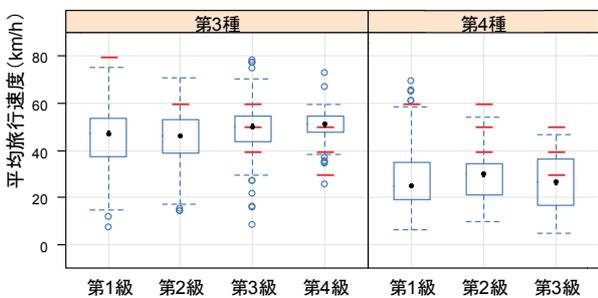


図 2 道路種別平均旅行速度 (第 3 種、第 4 種道路) ※都府県庁所在地間高速活用ルートで選定された路線を対象

2) 旅行速度に影響する道路構造に関する詳細分析

作成した道路詳細カルテから、サービス水準に影響

を及ぼす道路構造上の要因として、①信号交差点密度や②アクセスコントロールの有無、③交通量が多くない 2 車線道路での付加車線の有無などが明らかになった。また、カルテから旅行速度の連続性に課題がみられ、特に高速道路へ接続する一般道路のサービス水準の低さが問題として挙げられた。

3) 道路管理者へのヒアリング及び現地調査

2 車線道路における付加追越車線の設置経緯や、道路空間再配分の考え方等について回答を得られた。

(3) サービス水準向上のための工夫事例等の収集整理

1) 国内における工夫事例の収集整理

建設コンサルタント等へのアンケートを行い、84 社からの回答を得た。記者発表資料も合わせて収集し、道路空間再配分による車線数増加例 (路肩や高架下の投雪帯を活用した例)などを工夫事例として整理した。

2) ラウンドアバウト等海外基準の収集整理

英国の DMRB マニュアル、米国の HCM 等を用いてラウンドアバウトの設計基準等について整理した。

(4) 震災による交流圏の変化の状況の整理

仙台市の例 (図 3) では、震災による変化 (図: 左上→左下) は、太平洋側における南北方向の交流圏の縮小が顕著であった。震災直後から震災半年後の変化 (図: 左下→右下) は、東北道・三陸道等の復旧によって、震災前とほぼ同じ交流圏に回復した。

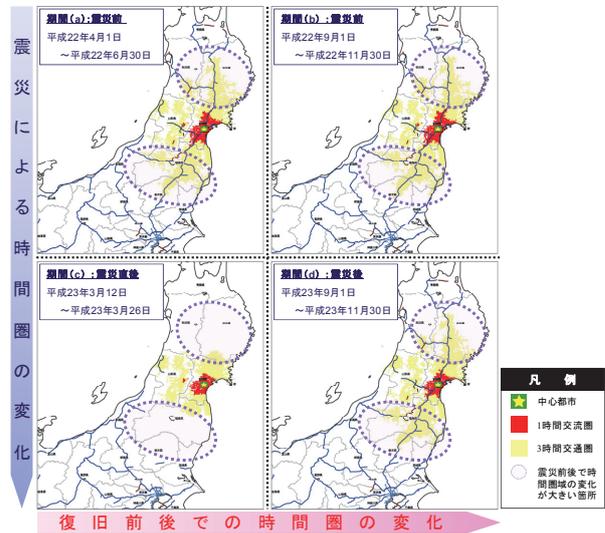


図 3 震災前後の交流圏の変化 (仙台市、道路モード)

[成果の活用]

本成果は、性能照査型道路設計を踏まえた、適切な道路階層及びその性能目標の設定の際の基礎資料として活用する。また、道路詳細カルテや工夫事例については道路管理者へ広く周知することを予定している。さらに今後、ラウンドアバウト等のサービス向上に資する道路構造の実用展開に向けた検討を予定している。

# 道路基盤地図情報の維持更新・統合管理手法に関する検討

A study for method of updating and management using road GIS data

(研究期間 平成 23～25 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	湯浅 直美
Researcher	Naomi YUASA
部外研究員	佐々木 洋一
Guest Researcher	Yoichi SASAKI
部外研究員	横地 克謙
Guest Researcher	Katsunori YOKOJI

In this study, we examined the way and the possibility to use the road GIS data with the help of the comments by the advanced road administrators. And we examined the specification of Road Web Mapping System supporting the road management by using road GIS data.

## 〔研究目的及び経緯〕

道路管理は、パトロール、舗装管理、境界確定や行政相談など多岐にわたり、取扱う道路情報は構造物の部材をはじめ、事故多発箇所や占用物など多種多様である。これらの道路情報は、業務間や道路管理者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。

道路管理で使用する道路情報の多くは、座標や距離標などの位置との関連付けが可能である。そのため、道路構造を詳細に表現した大縮尺の道路地図があると、様々な道路情報を関連づけることが可能となり、道路管理者間の情報共有・活用の仕組みが実現する。

国土交通省では、平成 18 年度から「道路工事完成図等作成要領」を直轄工事に適用し、電子納品された完成図（平面図）を変換し、大縮尺（1/500～1/1,000）の道路地図である「道路基盤地図情報」を整備している。道路基盤地図情報は、工事が完了したら生成する整備・更新サイクルを確立しているため、地図の鮮度が恒久的に確保される。

道路基盤地図情報の特徴は、図 1 に示すような様々な道路情報（図中の上乘せ情報）との関連づけや重ね合わせができることである。これにより、多様で大量な道路情報の空間的な検索、統計処理や分析などを行えるため、道路基盤地図情報を共通基盤とした利用環境が整備されると、道路管理の効率化や高度化の支援になることが期待される。

本研究は、道路管理の効率化を図るために道路基盤

地図情報を共通基盤として利用するシステムである「道路 Web マッピングシステム（仮称）」の「共通機能」、「外部システム連携機能」及び「データ管理機能」の 3 つの要件を定義した。

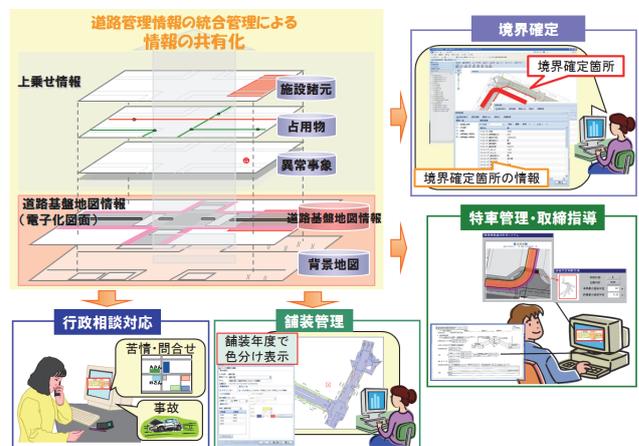


図 1 道路管理における道路基盤地図情報の活用

## 〔研究内容〕

上記の目的を達成するために、平成 23 年度は、道路 Web マッピングシステムが具備すべき機能を抽出し、国道事務所との意見交換を経て、機能要件として定義した。

道路 Web マッピングシステムは、「共通機能」、「外部システム連携機能」及び「データ管理機能」から構成される（図 2）。以下に、それぞれの機能と必要な要件の概要を示す。

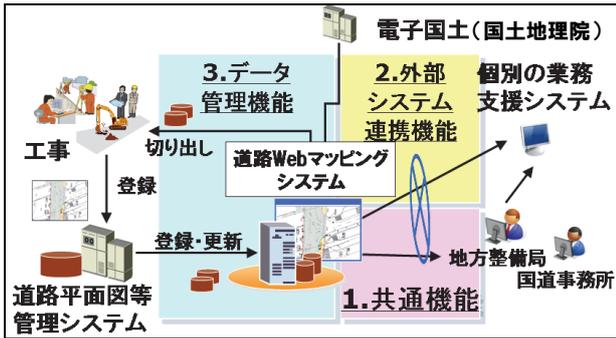


図2 道路Webマッピングシステムの基本構成

(1) 共通機能

共通機能は、道路管理の各業務で共通して使用する地図表示、場所検索、地図操作、計測や作図などから構成する(表1)。各機能は、汎用的なGISのアプリケーションでも提供しているが、道路管理の業務特性を配慮した要件を反映している点に特徴がある。

道路管理者からの要望を受けて追加した要件の一例として、場所検索機能には、住所検索に加えて地元住民や道路管理者が普段使っている略称や地先名、施設管理に使っている路線番号や距離標から検索できる要件を追加した。この機能は、道路管理者用の「地名辞典」を整備し、システムに取り込むことで実現する。

表1 共通機能の項目と概要

機能名	概要
場所を検索する	入力されたキーワードを基に、位置参照データベースを参照して、目的の位置を表示する。
地図を表示する	背景地図と、道路基盤地図情報、作図データを重畳して表示する。表示項目のON/OFF切り替えやマウスホイールによるズーム、マウスドラッグによる地図表示範囲の移動を行う。
作図・編集する	作図データ(点、線、面)を新規に作成・編集する。属性情報の編集機能も含む。
範囲検索する	指定した範囲に含まれるデータを検索し、結果をリスト表示する。
計測する	地図上でクリックした位置間の距離及び領域の面積を計測する。
関連ファイルを登録する	作図データにファイル(写真画像データなど)をリンクし登録する。
関連ファイルを表示する	作図データがもつリンク先の関連ファイルを読み出し表示する。
ダウンロードする	作図データがもつリンク先の関連ファイルをダウンロードする。
アドレスマッチングをする	位置情報(住所など)を持つファイルと地名辞典を紐付け、作図データ(点)を作成する。
Exif情報*付き画像を登録する	Exif情報*をもつ画像ファイルを登録すると、その地点に作図データ(点)を作成する。
ログインする	ユーザが道路Webマッピングシステムに、ログインする。

\*Exif (Exchangeable image file format) は、デジタルカメラ用の画像ファイルの規格。画像に撮影日時やGPSで取得した位置座標(緯度・経度)などの付加情報を記録できる。

(2) 外部システム連携機能

外部システム連携機能は、共通機能を他のシステムへ提供する際のインタフェース仕様(WebAPI)である。

道路Webマッピングシステムは、道路基盤地図情報と様々な道路情報とを関連づけて利用することを想定している。関連づけの対象となる道路情報は、既に国道事務所運用中のシステムに収録されていることも想定される。このため、当該機能には、安価に既存システムと相互連携できるデジュール標準のインタフェース仕様を採用する要件とした。

(3) データ管理機能

データ管理機能は、ユーザ管理、地図を表示するレイヤの管理や道路基盤地図情報などの各種データを管理する。道路基盤地図情報を常に最新の状態に保つには、道路基盤地図情報を切り出し・更新する機能(図3)が必要であるが、要件の定義の仕方によっては開発コストが非常に高くなる。このため、今後の道路基盤地図情報の更新状況を踏まえて機能の高度化を図ることとし、今回は道路基盤地図情報をファイル単位で差し替える要件を定義した(図4)。

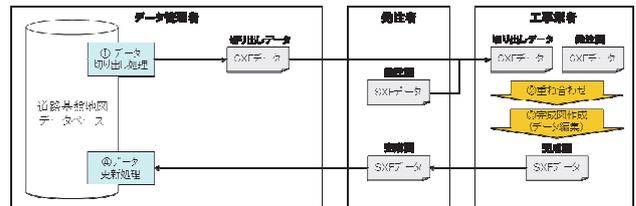


図3 切り出し・更新機能による道路基盤地図情報の更新イメージ

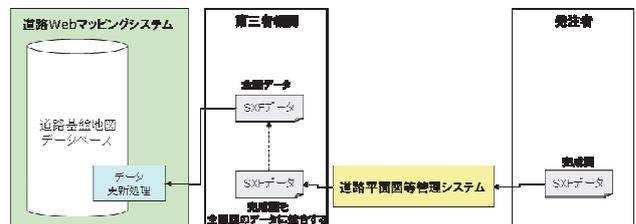


図4 差し替え機能による道路基盤地図情報の更新イメージ

【研究成果】

道路基盤Webマッピングシステムが具備すべき機能の要件を「道路Webマッピングシステム機能要件定義書案(共通機能編)」として取りまとめた。

【成果の活用】

本研究では、道路管理の効率化を図るために道路基盤地図情報を共通基盤として利用するシステムである道路Webマッピングシステムが具備すべき機能を整理し、道路管理者の意見・要望などを反映した「道路Webマッピングシステム機能要件定義書案(共通機能編)」を取りまとめた。

今後は、本研究の成果を基に道路Webマッピングシステムのプロトタイプを開発する。その後、国道事務所での試行を経て実運用に展開していく予定である。

# 道路基盤地図情報を活用した渋滞対策等の評価手法の検討

A study on the method for evaluation of traffic congestion countermeasures using road GIS data

(研究期間 平成 23 年度～平成 25 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	湯浅 直美
Researcher	Naomi YUASA
部外研究員	佐々木 洋一
Guest Researcher	Yoichi SASAKI
部外研究員	横地 克謙
Guest Researcher	Katsunori YOKOJI

It is important that traffic measures, for example, crossing improvement construction, are evaluated beforehand. In this research, we examined the evaluation method of traffic measures by applying the road GIS data, driving simulator and traffic simulator.

## 〔研究目的及び経緯〕

交通事故削減・渋滞解消等を目的とした道路交通対策には、費用対効果の大きい効果的な実施が求められる。その一方策として、道路交通対策の実施に伴う交通流の変化等の事前分析により実施効果を高精度に評価する手法の確立が求められている。

道路交通対策の事前評価のツールとしてはドライビングシミュレータ及び交通シミュレータがある。現在は個々で利用されているが、ドライビングシミュレータで取得した運転挙動を交通シミュレータに反映する等、各々の特徴を活かした組み合わせによる分析が実現すると、より高精度な評価の実現が期待される。

一方、国土技術政策総合研究所では、道路の構造を高精度に表現した地図である道路基盤地図情報を整備する研究を進めている。これを活用してドライビングシミュレータのシナリオ（道路形状等、運転者に提示するCG環境）を作成すると、現地の道路構造を忠実に再現できるので、実測での運転挙動に近い高精度な運転挙動データの取得が可能になると考えられる。また、道路形状のCG作成に多大なコストがかかる課題に対しても解決の一助となることが期待できる。

本研究では、道路基盤地図情報を利用してドライビングシミュレータのシナリオを効率的に作成し、そのドライビングシミュレータによって得られる高精度な運転挙動データを交通シミュレータに活用し、道路交通対策による効果を高精度に評価する手法を図1に示す手順にて検討した。

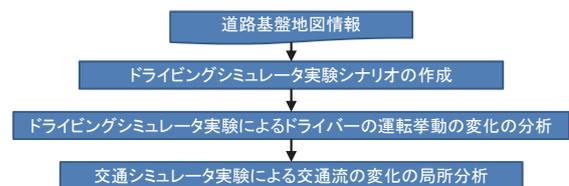


図1 検討した道路交通対策の効果評価手法

## 〔研究内容〕

### (1) 道路基盤地図情報を用いたドライビングシミュレータのシナリオ作成

本研究は、道路管理者の協力の下、道路交通対策の事例を題材として評価手法を検討する実践的なアプローチにて遂行した。具体的には、一般国道16号柏市区間の十余二工業団地入口交差点で国土交通省千葉国道事務所が計画中の安全対策を含む交差点改良工事を対象とした。当該安全対策は図2に示すとおり、交差点の前の区間に「信号機あり」の警戒標識に加え、「追突注意」の路面標示及びダブル区画線を設置する計画としている。

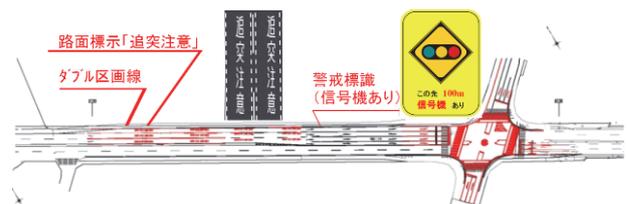


図2 十余二工業団地入口交差点の安全対策（予定）

ドライビングシミュレータ実験のシナリオには、道路の構造、風景、テクスチャー及び道路交通対策で追加される標識等、様々な情報が必要である。図3に作成したシナリオのイメージを示す。車道部、車道交差部及び島の平面形状は、道路基盤地図情報の地物を用いて自動的に生成できた。その他の路面標示及び立体形状などは、道路基盤地図情報以外の資料も用いた。

本研究で明らかになった道路基盤地図情報を用いたシナリオ構築時の課題は、島のかさ上げ処理や区画線及び停止線の面データ作成にかなりの時間を費やしたことである。これらの作業を自動化することで作業負荷の軽減が期待される。

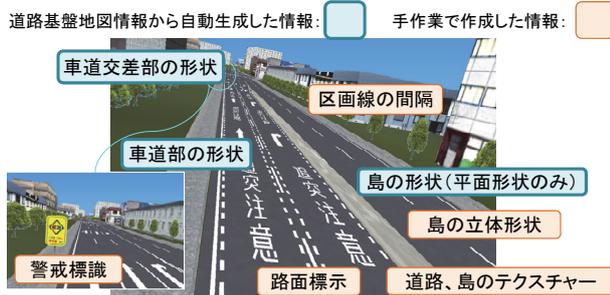


図3 ドライビングシミュレータ映像(安全対策後)

### (2) ドライビングシミュレータ実験の実施

前章で作成したシナリオを用いてドライビングシミュレータ実験を行った。図4に実験コース及び各地点のイベントを示す。被験者はスタート地点を出て、右折を行う。その際に被験者が右折を行った時の対向直進車両の車間時間を計測した。右折後は国道16号を走行する。十余二工業団地交差点の手前で前方の自動車が急減速するイベントがあり、その際のブレーキを踏む反応時間を計測した。

計22名の被験者を半分に分け、それぞれ安全対策なしのコースと安全対策を施したコースとを走行した。

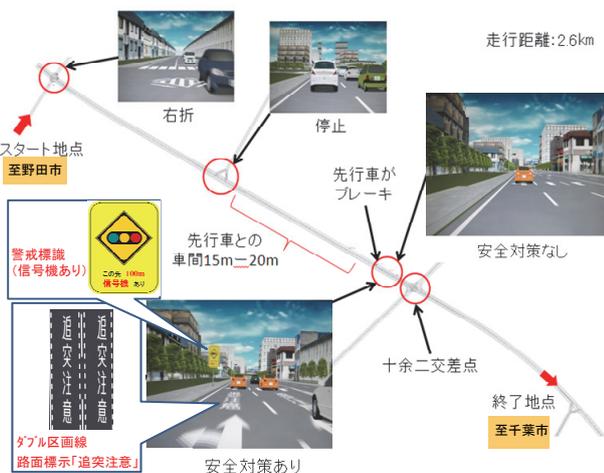


図4 ドライビングシミュレータ実験コース

図5は安全対策の有無別にみたブレーキを踏む反応時間の計測結果である。安全対策を施した方が反応時間の平均は若干短くなったが、統計的な有意差は見られなかった。

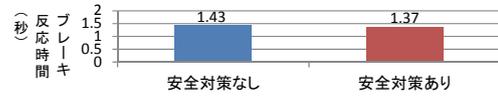


図5 安全対策の有無別の平均ブレーキ反応時間

### (3) 交通シミュレータ実験の実施

ドライビングシミュレータ実験から得られた右折時の対向直進車両の車間時間及び前方車両急減速時のブレーキ反応時間を交通シミュレータに反映して交通流を発生させ、安全対策の効果进行分析した。具体的には、図6に示す①及び②の箇所衝突の危険性の高い状況が発生した場合をヒヤリハットとしてカウントし、1時間当たりのヒヤリハット発生件数を推定した。

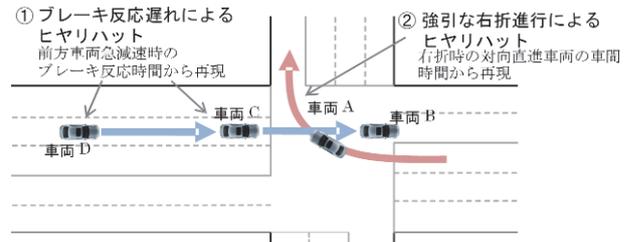


図6 交通シミュレータでカウントしたヒヤリハット

交通シミュレータによる分析結果を図7に示す。ドライビングシミュレータ実験から得られた反応時間は統計的な有意差はなかったものの、その結果を交通シミュレータ実験に導入すると、僅かな差ではあるがヒヤリハットが減少しており、安全対策により安全性の向上効果が見込めるとの結果が得られた。

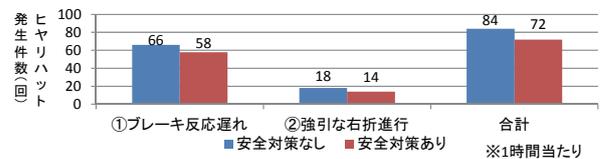


図7 安全対策の有無別のヒヤリハット発生件数

### [成果の活用]

本研究では、ドライビングシミュレータのシナリオのうち、基本的な道路形状は道路基盤地図情報を用いて自動生成できることを確認した。さらに、検討した手法により道路交通対策の効果を高精度に評価できる可能性を示唆した。

今後は本研究成果を基礎とし、実道で実施した道路交通対策の結果を用いた評価手法の有用性を検証する。

# 共通位置参照方式の活用による効果検証分析

Effect-verification analysis using location referencing method

(研究期間 平成 22 年度～平成 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	重高 浩一
Head	Kouichi SHIGETAKA
研究官	今井 龍一
Researcher	Ryuichi IMAI
部外研究員	有賀 清隆
Guest Researcher	Kiyotaka ARUGA
部外研究員	佐々木 洋一
Guest Researcher	Yoichi SASAKI

With the advance of Intelligent Transport Systems, diverse road related information is circulated using maps. And if it circulated smoothly between organizations and between fields, it would be possible to improve existing information provision services and to create new services. The Information Technology Division has established the location referencing method “Road Section Referencing method”, necessary to realize the creation of new services.

## [研究目的及び経緯]

多様な道路関連情報が組織や分野横断的に流通し、同じ場所での複数の情報を組み合わせることができれば、既存の情報提供サービスの高度化や新たなサービスを実現する。しかし、経緯度を用いた道路関連情報の流通は、送り手と受け手の地図が違っていると、異なる位置を示す可能性がある。また、既存の道路地図が持つネットワーク ID を基にした情報交換は経年変化の影響を受ける課題を抱えている。この課題の解決策として、情報基盤研究室は、道路の区間と参照点とを用いて相対的に道路上の位置を特定し、異なる地図間で正確に道路関連情報を交換できる共通位置参照方式の研究を行ってきた。平成 23 年 3 月には、その成果を「道路の区間 ID を活用した位置参照方式の基本的考え方 Ver2.0」としてとりまとめている。

平成 23 年度は、道路管理者が取り扱っている道路関連情報を対象に、道路の共通位置参照方式（以下、「ID 方式」という）による流通の実用化に向けた検討とともに、ID 方式を用いた道路関連情報の流通の試行計画案を立案した。

## [研究内容]

### (1) 道路関連情報の ID 方式適用に向けた取り組み

道路管理者は道路交通センサや交通量の常時観測調査を通じて、多様な情報を収集し、交通計画などの施策に活用している。これら情報に帰属する位置表現を ID 方式に統一すると、道路管理者内の情報収集や分

析の効率化のみならず、官民連携による道路関連情報の流通の活性化も期待される。

本研究は、道路交通調査に関わる各要綱に ID 方式の規定を反映した。具体的には各要綱で定められている調査結果の集計様式に ID 方式による位置表現の項目を設けた。

### (2) 官民連携による情報流通の試行計画案の立案

官民の情報流通を展開するために、本研究は、まず道路管理者が外部公表しているシステムを網羅的に調査し、約 80 のシステムの存在を確認した。また、調査した各システムを平常時および災害時に大別し、それぞれに対して利用場面、位置表現の概要や ID 方式適用の可能性の項目に基づいて分類・検討し、表 1 の結果を得た。

表 1 を見ると、平常時・災害時ともに静的・動的な情報を扱っており、平常時は渋滞、経済（活性化）や安全、災害時は規制、冠水や気象に分類することができる。これらのシステムで扱っている情報に帰属する位置は、VICS リンク、DRM リンクや住所などを用いて点や線で表現されている。VICS リンクおよび DRM リンクは、ID 方式との親和性が高いため、ID 方式に変換して位置表現を統一させることが比較的容易に実現できると考えられる。

一方、住所で位置表現されている情報は、住所のみでの提供や、住所に加えて座標と併せた提供など、位置の表現方法にばらつきがある。また、各種情報は Web

システムやPDFなどで公開されており、コンピュータが読み取りにくい(マシンリーダブルになっていない)ため、例えば外部から自動的に情報収集(クローリング)するのが難しく、人海戦術による情報収集で対応せざるを得ない状況である。この解決の一方策として、各種情報をID方式によって流通させることで得られる社会的効果や期待は大きいと考えられる。

これらの整理結果を踏まえつつ、本研究は都市高速道路会社や業界団体(ITS-JapanやDRM協会)と意見交換会を行い、以下に示す現実的に実行可能な官民連携による情報流通の試行計画案を立案した。

### ① 平常時の情報流通の試行計画案

平常時の試行計画は、都市高速道路における交通事故多発地点(静的)、工事予定(動的)および分離合流部の安全運転支援に係わる走行支援(静的)の情報提供とした。試行計画の目的は、ID方式を用いた情報提供による官民の様々なサービスの高度化の実現およびID方式による情報提供や道路関連情報の重ね合わせの実現可能性の確認とした。

試行計画は段階的に情報提供のサービスレベルを向上させる実施方針とした。活動期間は三ヶ年とし、初年度は都市高速道路会社保有の上記3種類の情報をID方式の位置表現で提供する。次年度以降は、ID方式に加えて道路基盤地図情報も用いて、事前警告などの詳細な情報を提供する。

初年度の試行は、3種類の異なる特性の情報を対象に、図1に示す仕組みを用いて情報提供を実施し、ID方式による情報流通の実用性や有効性を検証する。具体的には、道路管理者や民間各社が従来から作成している情報をコンバータ用いて位置の表現方法をID方式に変換し、コンテンツサーバを通じて道路利用者に情報を配信する。

### ② 災害時の情報流通の試行計画案

災害時の試行計画は、道路の冠水危険箇所の情報提供とした。

現在公表されている道路の冠水危険箇所情報は、提供元のメンテナンスによって鮮度が確保されており、その多くは、住所や地先名によって位置が表現されている。また、WebシステムやPDFなどで公開されているため、マシンリーダブルではない。冠水危険箇所情報が様々な情報提供媒体を通じてドライバーに提供されることは、災害に強い国づくりの一助となることから、その情報の流通の実現には大きな意義がある。

また、冠水危険箇所は、アンダーパス部が指定されている場合が多いため、交差道路などとの位置関係な

表1 道路情報システムへのID方式適用の可能性

場面	システム	分類	位置表現	主な留意点	ID方式への変換
平常時	渋滞	渋滞情報提供システム	区間 VICSリンク	渋滞始点などの代表点利用で対応可	区間情報ではあるが代表点利用でも十分な場合もあり
	経済	道の駅	住所 番地等	住所での表現レベルにバラツキ	各システム内で位置表現にバラツキがあり機械的な変換は困難
		とるば	住所 市町村、丁目、番地等	撮影箇所によっては位置特定が困難	精度を高く位置が指定できれば、利用可能性高
	安全	道路の走りやすさマップ	区間 DRMリンク	対象路線は市町村道、農道、林道も含む	
	その他	降雪・路面情報(ライブカメラ)	住所 丁目、字	HP上の地図にカメラ位置がプロット済	
災害	規制	道路情報提供システム	区間 住所	住所での位置表現にバラツキ	2条道路などで複数発生する候補位置の処理ルールなどの区間ID方式への変換ルールなど課題あり
	冠水	道路冠水想定箇所マップ	住所 丁目(箇所名もあり)	交差点などで位置情報を特定等必要	
	気象	道路情報板システム	住所 主に市町村	HP上の地図に情報板位置がプロット済	

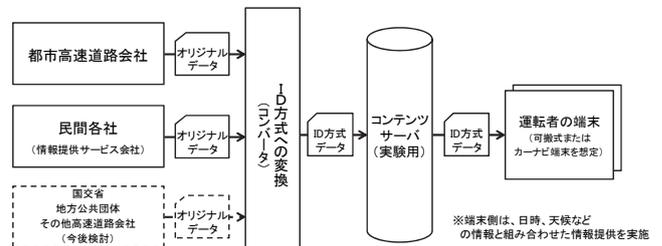


図1 初年度の情報流通の試行イメージ

ど異なる地図間での位置特定の制度の検証材料として好都合である。このため、ID方式による位置表現による情報流通の試行の対象とした。

試行計画は、国土交通省や地方公共団体などの道路管理者が公表している冠水危険箇所情報をID方式に変換することを試み、変換方法などの技術的な実現可否を検証する。

### 【研究成果】

本研究は、道路交通調査に係わる各要綱にID方式の規定を反映した。また、平常時および災害時を対象にしたID方式による情報流通の試行計画を立案した。

### 【まとめ】

本年度の成果により、道路管理者内の道路交通調査の情報収集や分析の効率化の支援のみならず、組織横断的な道路関連情報の流通に向けた準備が整った。また、次年度は情報流通の試行に着手し、ID方式の実用化への醸成を図る。情報基盤研究室では、今後も引き続き多様な道路関連情報の組織・分野横断的な連携による高度利用を実現する情報流通基盤の整備に向けて鋭意取り組んでいく。

# 道路情報の共有と情報提供の一元化に関する検討

Research on unified method for road management information

(研究期間 平成 23 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 Researcher  
 部外研究員  
 Guest Researcher

重高 浩一  
 Koichi SHIGETAKA  
 小原 弘志  
 Hiroshi OBARA  
 小川 倫哉  
 Michiya OGAWA  
 有賀 清隆  
 Kiyotaka ARUGA  
 上田 英滋  
 Eiji UEDA

The scheme that is available to massive information easily and correctly is needed to utilize the information for infrastructure management. And we constructed “The Platform System for infrastructures management by Geospatial Information”. We research on unified method for road management information by using that platform system.

## 〔研究目的及び経緯〕

空間情報連携共通プラットフォーム（以下、「PF」という。）は、これまでの情報共有と異なり、統合化されたシステムではなく個別に開発されたさまざまなシステム同士で、空間情報連携仕様（以下、「連携仕様」という）に基づいた地理空間情報（メタデータ）を電子地図上に集約し、重ね合わせることで組織横断的な情報共有を実現し、業務上必要となる情報収集の労力を

軽減するため、国土技術政策総合研究所が研究開発してきた環境である（図-1）。このPFは、平成20年度から、国土交通省が保有する地理空間情報の流通を促進するための外部提供（国土交通地理空間情報プラットフォーム）に用いられている。平成22年度までの検討により、PFを利用することで、情報へのアクセスを容易にすることが分かってきた。



図-1 PFの仕組み

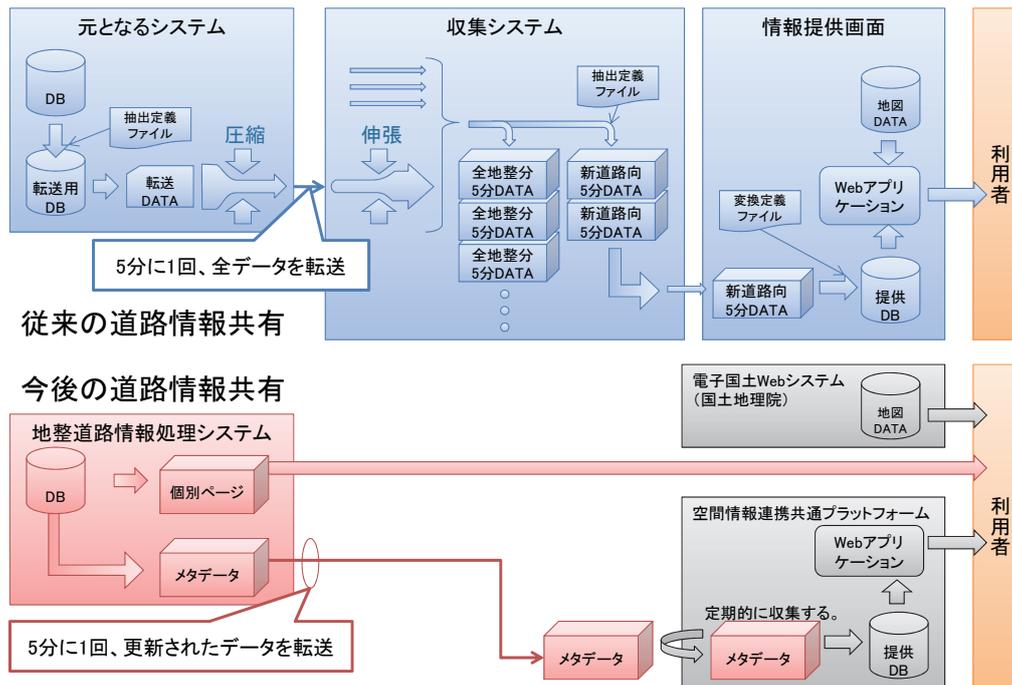


図-2 従来の道路情報共有と今後の道路情報共有の仕組みの違い

一方、従来の道路情報（規制情報、工事情報、道路気象情報及び事前通行規制区間情報を想定）は、異なる道路管理者毎に個別のシステムで管理され、その方法も異なる。これらの情報を共有するためには、情報を一元的に管理する必要が生じていた。

本研究は、PFが異なる道路管理者間の情報共有を効率的に行う環境の基盤としても採用が見込まれている（図-2）ことから、道路管理者がPFを利用するために必要な要求事項の整理・分析や機能改良を行ったものである。

#### 【研究内容】

平成22年度までの成果を踏まえ、このPFに対し、組織内の情報共有に用いるために必要と考えられていたユーザ管理機能や点・線だけではなく図形や写真などの重ね合わせ機能などの改良を行った。

また、国土交通省以外の道路管理者の情報共有に必要な機能要件を分析するために、道路情報共有の現状の調査として、地方自治体の道路管理担当者へのヒアリングを行い、この結果を分析した。

さらに、今年度の改良や調査結果においてPFで今後対応すべき機能についての検討を行い、道路管理業務における情報共有を効率的に行うための課題として取りまとめた。

#### 【研究成果】

##### （1）道路情報共有への対応

組織内での意思決定プロセスが階層化している道路管理者が、現状の意思決定プロセスを維持したままPFを活用可能とするため、現行のPFが備えるユーザ管理機能に自由度の高いグループ管理機能を追加した。また、既存システムから提供される情報の自動更新機能、PFへの手動入力機能に加え、イントラネット環境でもPFを利用可能とするための機能改良も行った。これにより、利便性の高い共有機能をPF側で提供することが可能となった。

##### （2）道路情報共有に対する要求事項の調査

現状の道路情報共有の運用実態及び既存システムの利用実態を調査するため、地方整備局や広域地方公共団体である県へのヒアリング調査を実施した。この結果をもとに、道路情報の共有環境としてPFを利用する場合に必要な要求事項を整理し、背景地図として用いている電子国土上で道路ネットワークを利用するために必要な経路検索などの機能が足りないことが明らかになった。また、異なる道路管理者間の情報共有において、日々更新される情報の他に、諸元などの比較的長期間変化しない情報も重要であることが明らかになった。

#### 【成果の活用】

今後は、電子国土と道路ネットワークの親和性を高める取組に注力するなど、道路情報共有環境として地方整備局などへの支援を継続していくこととしている。

# 道路通信標準の高度化に関する検討

## Research on efficient development of Road Communication Standard

(研究期間 平成 23～24 年度)

高度情報化研究センター Research Coordinator for Advanced Information Technology	情報研究官	平城 正隆 Masataka HIRAJO
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 部外研究員 Guest Research Engineer	重高 浩一 Koichi SHIGETAKA 小原 弘志 Hiroshi OBARA 小川 倫哉 Michiya OGAWA 有賀 清隆 Kiyotaka ARUGA 上田 英滋 Eiji UEDA

Road Communication Standard is communication standards for exchanging information between road information management systems. It doesn't match the needs that have changed due to advances in information technology in recent years. In addition, it has been discussed to formulate a standard of information and communication using XML in ISO. Therefore we research on Next Road Communication Standard using XML.

### [研究目的及び経緯]

「道路通信標準」は、国土交通省の全国各地の情報センター間で道路情報を交換するための通信規格であり、地方整備局の道路情報処理システムに適用されているが、国土技術政策総合研究所が平成 13 年度に策定してから 10 年が経過しており、近年の情報技術や通信環境の進歩やそれにより変化したニーズに合致しない

部分が目立ってきている。

このことから、国土技術政策総合研究所では、新たなニーズに基づく次世代道路情報処理システムの実現に向けて、現行の道路通信標準に「交換する情報の取捨選択を行う機能」及び「データ辞書の更新を柔軟に行う機能」を追加した「次世代道路通信標準」の研究を行っている。

	通信技術 (DATEX-ASN)に関する課題①	通信技術 (DATEX-ASN)に関する課題②	運用面の課題
現行の道路通信標準の課題	技術が古く、DATEX-ASNを扱える技術者が少ない ⇒競合するシステム会社が少いため、競争が起こりにくく、システム導入・運用コストが大きい	全てのデータを一括して送受信する仕組みに特化 ⇒情報を取捨選択して送受信する仕組みがない。 (特定の情報を選んで送ること等ができない)	国総研がデータ定義を一括管理 ⇒頻繁なデータ定義の変更ができない。 (変更のタイミングは年1回) ⇒地域のニーズに合致したデータ定義の変更が困難
次世代道路通信標準のコンセプト	多数の技術者が実装可能な技術を採用 ⇒Webサービスの技術 (XMLなど) を採用	交換する情報の取捨選択を行う仕組みを実現 ⇒Webサービスの技術を活用し、欲しいデータを柔軟に問合せることの出来る仕組みを構築	データ辞書の更新を柔軟に行う仕組みを実現 ⇒データ辞書の管理者を分け、統一のルールが必要な部分と、各地で独自に手を加えられる部分とを分離

図ー1 現行の道路通信標準と次世代道路情報通信標準との比較

次世代道路通信標準では、前述の機能を実現するために、現在汎用的に使用されている技術を採用することにより、現行の道路通信標準が抱える課題の解決を目指す。具体的には、現行の ASN.1（通信規約を定義するための言語）に代えて、現在主流となっている XML（データを構造的に表現でき、利用者により拡張可能なプロトコル）による方式を採用し、道路管理者間で交換するデータの定義の追加・修正を容易に行える仕組みと、必要なデータのみを取捨選択して他主体から取得する仕組みを取り入れることを目指している（図-1）。

平成 22 年度は、上記の課題を解決するために、道路交通情報に関連するモデルのデータ辞書及びメッセージセットを作成し、次世代道路通信の通信規格としての実現性を通信実験により確認した。

また、これらの成果をもとに、次世代道路通信標準に用いられている XML によるセンター間通信方式の国際標準化を進めた。

#### 【研究内容】

平成 22 年度までの成果を踏まえ、地方整備局の現行の道路情報処理システムへの次世代道路通信標準の導入を支援するため、現行の道路情報処理システムに次世代道路通信標準を適用した次世代道路情報処理システムの概念設計及び交通量常時観測システムの基本設計を行う。

また、次世代道路情報処理システムで用いる通信プログラムを実証環境で検証を行う。

さらに、平成 22 年度に引き続き、XML によるセンター間通信方式の国際標準化を進めた。

#### 【研究成果】

##### （1）次世代道路情報処理システムの概念設計

現状の道路情報処理システムに次世代道路通信標準を用いた次世代道路情報処理システムの実現方式を整理し、概念設計を行った。

次世代道路情報処理システムの概念設計にあたっては、地方整備局に整備されている現行の道路情報処理システムを事前に調査し、設計する道路情報処理システムの実現可能性に留意した。

また、次世代道路情報処理システムにおいては、Web 技術に用いられている HTTP（Web ブラウザで表示する情報を送受信するためのプロトコル）や SOAP（XML に基づき外部オブジェクトにアクセスするためのプロトコル）などの既存の汎用的なプロトコルを利用し、次世代道路通信標準により情報交換を行う仕組みを想定することとした。

なお、概念設計の結果については、次世代道路情報処理システムの設計ガイドラインとしてとりまとめた。

これにより、地方整備局に次世代道路情報処理システムを導入するための準備を整えることができた。

##### （2）交通量常時観測システムの基本設計

次世代道路情報処理システムの具体化案として、

（1）の設計ガイドラインをもとに、次世代道路通信標準及び交通量常時観測のデータモデルに関する資料を用いて、交通量常時観測システムの基本設計を行い、交通量常時観測を実現するためのシステム構成、システムを構成する機器仕様等についてとりまとめた。

これにより、地方整備局に交通量常時観測システムを導入するための準備を整えることができた。

##### （3）地方整備局の次世代道路情報処理システムに用いる通信プログラムの検証

（1）から（2）までの結果及び平成 22 年度までの成果をもとに、地方整備局の次世代道路情報処理システムに用いる次世代道路通信標準に基づいた通信プログラムを作成し、実証環境を利用して検証した。検証は機能の単純試験以外に負荷試験等の実運用環境を想定した試験もを行い、通信プログラムのソースコードを地方整備局で利用可能な形で準備した。

なお、地方整備局における道路管理業務の体系的な整理を行い、次世代道路情報処理システムの新たな利用方法を想定したうえで、当該システムの利用シナリオを作成し、利用シナリオ別に通信プログラムの検証を行った。

これにより、次世代道路通信標準に基づく通信プログラムを地方整備局の運用シナリオに適合したものとし、地方整備局の次世代道路情報処理システムにおいて利用可能であることを確認することができた。

##### （4）次世代道路通信標準の運用ルール・運用マニュアルのとりまとめ

（1）から（3）までの結果をもとに、次世代道路通信標準を地方整備局が利用する場合に必要な次世代道路通信標準の要件について、運用ルール及び運用マニュアルとしてとりまとめた。

これにより、次世代道路通信標準の地方整備局への導入を支援するため、国土技術政策総合研究所が技術指導を行うために必要な準備を整えることができた。

##### （5）XML 方式によるセンター間通信方式の国際標準化

ITS における交通管理の国際標準化が議論されている ISO/TC204/WG9 において、国土技術政策総合研究所は、次世代道路通信標準に関する検討結果をもとに「XML 方式によるセンター間通信の標準」の国際標準化に取り組んでいる。この国際標準化を進めるため、欧米の通信方式との整合性の確保及び欧州の通信方式で想定しているユースケースの分析を行った。

#### 【成果の活用】

本研究成果をもとに、次世代道路通信標準の地方整備局への導入を促進するための技術指導等を充実させていくとともに、引き続き、「XML 方式によるセンター間通信の標準」の国際標準化を進める。

# 電気自動車等充電施設に関する地理空間情報流通に関する検討

Research on the Circulation of Geospatial Information about EV/PHV Charging Station

(研究期間 平成 22～23 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

情報研究官 平城 正隆  
Research Coordinator for Advanced  
Information Technology

Masataka HIRAJYO  
室長 重高 浩一  
Head Koichi SHIGETAKA  
研究官 小川 倫哉  
Researcher Michiya OGAWA  
部外研究員 横地 克謙  
Guest Researcher Katsunori YOKOJI

In this research, we developed format for the circulation of information about EV/PHV charging station. And we developed a test system in order to collect and provide the information. By using the information, we performed operational tests with Joint-Research members including automobile companies and map companies. Based on this results, we evaluated social effect by collecting and providing information about EV /PHV Charging Station.

## 〔研究目的及び経緯〕

CO2 排出量削減などの環境問題や石油枯渇問題などを背景として、電気自動車 (EV (Electric Vehicle) ・PHV (Plug-in Hybrid Vehicle)) の普及が期待されている。しかし、EV の航続距離は、従来のガソリン車と比べて短く、エアコンの利用などの条件でさらに短くなる状況である。この状況では、電池切れによる走行不能や充電施設を探すさまよい走行が発生すると予想される。そのため、EV ・PHV 利用者は、移動経路周辺の充電施設の位置に関する情報がないと安心して EV を利用出来ないと予測され、充電施設の位置情報提供サービスの実現が期待されている。

一方、自動車メーカーや石油元売り事業者などでは、充電施設の位置情報提供サービスなどの実現に向けた検討が進められている。しかし、これらのサービスは、地域単位や各企業で実施されており、広域に移動する場合や、特定の事業者以外のサービスを利用する場合などで、EV ・PHV 利用者にとって利用しにくいという問題がある。そのため EV ・PHV 利用者向けのサービスの効率的かつ円滑な実現に向けて、流通する情報の項目などの標準化や、充電施設情報を一元的に集約・提供するシステムが必要とされている。

本研究では、EV ・PHV の充電施設情報を統一的な形式で流通させる仕組みを検討し、EV ・PHV 利用者の安

心感向上による EV ・PHV の購買意欲向上など、EV ・PHV の普及促進を目指す。

## 〔研究内容〕

平成 22 年度は、充電施設情報を集約・提供する際に必要となる位置情報を中心とした情報項目を標準化した「EV ・PHV 充電施設情報流通仕様(案) (以下、「情報流通仕様」という。) Ver. 1.0」を策定した。また、情報流通仕様の有効性を実証実験により検証することを目的として、充電施設情報を一元的に集約・提供する実験用システム「充電施設情報集約・提供システム」を構築した。

平成 23 年度は、前年度に構築した実験用システムにて収集した EV ・PHV の充電施設情報を用い、自動車メーカーや地図会社などと共同研究による実証実験を行った。この実証実験から社会的効果を整理した。また、充電施設情報の収集及び実証実験の結果を踏まえ、情報流通仕様 Ver. 1.0 に対する意見交換などを経て、情報流通仕様 Ver. 1.1 への改定を行った。

## 〔研究成果〕

### (1) 情報流通仕様の策定

民間企業 7 グループ (9 社) との官民共同研究「EV ・PHV 充電施設に関する地理空間情報流通に向けた共同研究」を平成 22 年度から実施し、この共同研究の中で情報流通仕様の素案を作成した。素案に対し、経済産

業省の協力を得て開催した 60 組織から構成される「EV・PHV 充電施設に関する検討会」において討議を行い、この結果を踏まえ、平成 23 年 3 月に情報流通仕様 Ver. 1.0 を策定した。

平成 23 年度の実証実験を通し、情報提供事業者での入力が容易になるよう入力が必須である情報項目を任意に変更する入力制限の緩和や、情報提供事業者での更なるサービス向上のために情報項目の整理を行った。この結果を受け、平成 24 年 1 月に情報流通仕様 Ver. 1.1 へ改定し、公開した。

この情報流通仕様では、充電施設の位置情報提供を中心としたサービスの実現に向け、充電施設情報のフォーマットおよび運用について規定している。

### (2) 充電施設情報集約・提供システムの構築

情報流通仕様で規定した情報項目などの有効性を確認するため、平成 22 年度に「充電施設情報集約・提供システム」を構築した。本システムは、実験用システムではあるが、充電器を設置している事業者より実際の充電施設の情報を集約し、情報提供事業者への情報提供を可能とした。情報提供は、CFIML (Charge Facility Information Markup Language) 文書によるダウンロードや、RSS (Really Simple Syndication) 文書による情報通知を可能とし、共同研究者の実証実験で活用された。

### (3) 実証実験による社会的効果の整理

充電施設情報集約・提供システムに集約した情報を利用し、情報流通仕様に則って情報を流通させることによる社会的効果の評価することを目的として、共同研究者との実証実験を行った。共同研究者においては、自社のエンドユーザなどに充電施設情報を提供することによるアンケート調査や、充電施設情報を搭載したカーナビでの実車による実験や、充電施設情報の Web サイト公開などを行って頂いた。社会的効果は、共同研究者によるアンケート結果や実験結果などを基に、「環境」、「安心・安全」、「市場への影響」の 3 つの観点から評価を実施した。

#### ① 環境

充電施設の位置情報を提供することで、充電器を探すさまよい走行による走行距離や走行時間の減少が期待される。自動車メーカー A 社が実施した実証実験では、充電器が設置された市役所の敷地中心点を目的地設定した場合に比べ、充電器が設置されている場所から最寄りの出入口を目的地とした場合では、より最適な案内が実施され、走行距離で 32% の削減効果が、走行時間で 44% の短縮効果がみられた。図-1 に、充電施設の出入口情報の有無による走行距離の比較結果を示す。走行距離の減少から、電気の供給が火力発電であると

仮定した場合、CO2 排出量の減少が認められる。

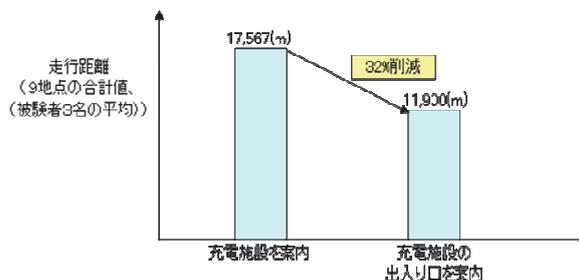


図-1 出入口情報の有無による走行距離比較

#### ② 安心・安全

同様に、自動車メーカー A 社での実験にて、充電施設情報をカーナビへ 200 箇所登録した場合と、400 箇所登録した場合で、充電施設へ向かい始めてからの走行距離、走行時間を比較した。その結果、走行距離で 32% 削減効果、走行時間で 33% の短縮効果が得られた。これら削減効果により、単純に事故機会の減少が想定され、道路交通の安全に対する寄与が認められる。

#### ③ 市場への影響

電気機器メーカー B 社での実験において、充電施設情報の入ったカーナビと、充電施設情報のないカーナビをエンドユーザに利用してもらい、様々なアンケートを実施した。アンケート調査結果のうち、本稿では、図-2 に示す最新の充電施設情報を適時取り込むことが出来るカーナビの購入意欲の調査結果を報告する。「やや購入したい」の回答が 65% であり、充電施設情報の流通が、今後新たなビジネスの誕生を促すものと期待される。

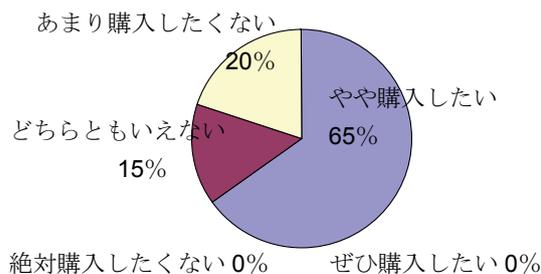


図-2 最新の充電施設情報を適時取り込むことが可能なカーナビの購入意欲

これらの結果から、情報流通仕様に則った情報の統一的な形式による流通は、社会的に様々な面で効果があることが確かめられた。

#### [研究の活用]

本研究で改定した情報流通仕様 Ver. 1.1 で規定した情報項目が、民間企業が実施する充電施設の位置情報提供サービスなどに用いるフォーマットとして活用されるように、地方自治体や民間企業への技術指導等の支援を継続して行なっていくこととしている。

# ITS を活用した産官学の連携によるサービスの実証

A public-private / public-academia joint verification study on ITS services

(研究期間 平成 23 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	坂井 康一
Senior Researcher	Koichi SAKAI
研究官	元水 昭太
Researcher	Syota MOTOMIZU
研究官	鈴木 一史
Researcher	Kazufumi SUZUKI
部外研究員	岩崎 健
Guest Researcher	Ken IWASAKI

About 1,600 ITS Spots (newly developed Road Side Unites) had just been allocated mainly on the expressways nationwide in Japan since 2011. Hence, amounts of probe data have been collecting and been ready to use. In this sense, several public, private and academia joint research projects are in progress to develop new service by using probe data. In this paper, two progressing projects will be reported by means of public and private/academia joint cooperation.

## [研究目的及び経緯]

ITS スポットの普及によって、ITS スポット対応車載器を搭載する車両からプローブ情報を得られるようになった。このプローブ情報を物流の効率化や安全対策に活用する目的で官民共同研究を開始している。物流車両に搭載した車載器より得られるプローブ情報を官民双方で分析し、物流の効率化や安全運転支援、安全対策への活用の可能性を検証することを目的としている。

また学との連携では高齢ドライバーにもわかりやすい ITS スポットによる情報提供手法を確立することを目的とし、ドライビングシミュレータを活用した被験者実験により検討を行った。

本稿では、これら官民・官学で行った実証実験の結果について報告する。

## [研究内容及び成果]

### (1) 官民連携による物流の効率化に向けた実証実験

#### 1) 実証実験の概要

今回の実験では、九州地方の物流事業者の車両 20 台に ITS スポット対応車載器を搭載し、特定プローブ情報が収集可能な様に収集装置を整備している。収集されたプローブ情報は物流事業者のデータベースにも

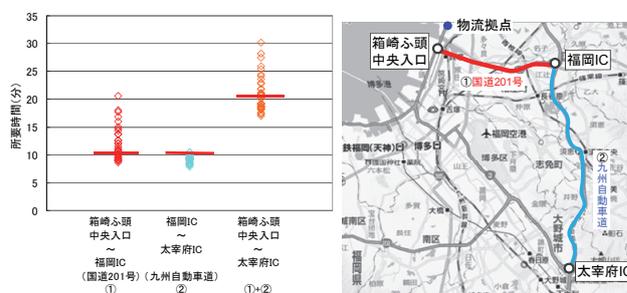


図1 特定プローブ情報による所要時間の把握

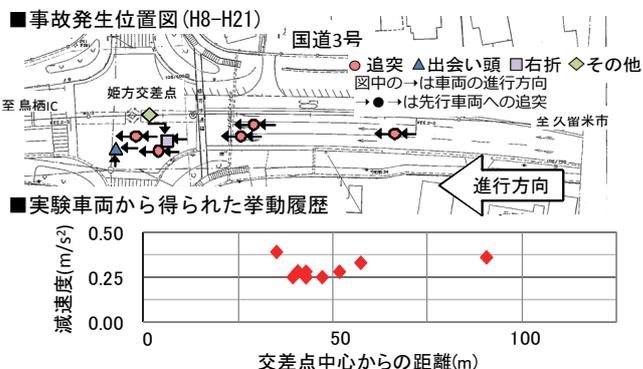


図2 国道3号姫方交差点における挙動履歴取得状況

転送される仕組みとなっており、官民双方にとって有効なサービスの確立を目指す。実験は平成 24 年 2 月に

開始し、平成 25 年 3 月までを予定している。

## 2) 特定プローブ情報の道路行政への活用検討

通常、道路プローブ情報はどの車両のものか判別できない。今回の実験車両では、個別の車両を特定できる情報を加えており、この情報に基づいてプローブ処理装置で実験車両の情報が抽出され、実験サーバにリアルタイムで提供される（以下、特定プローブ情報という）。特定プローブ情報を用いることでルート選択の状況や、加減速挙動の頻発する箇所が判明するため、運行状況の把握や安全運転支援への活用が期待される。

その活用の一例として、図 1 に本実験で取得した特定プローブ情報から得られる区間の所要時間を示す。グラフ中の実線(—)は、H22 道路交通センサ値の混雑時における所要時間を示したものである。図 1 中のグラフから明らかなように、所要時間は走行する日や時間帯によって大きくばらついている。従来は特定の日時に観測されるセンサ値によってサービス水準が決定されていたが、特定プローブ情報を活用することで、より細かな評価が可能となる。

また、図 2 は国道 3 号姫方交差点における実際の事故発生位置図とプローブ情報より得られた急減速位置を比較したものである。特定プローブ情報では急減速発生箇所と個車の走行履歴・挙動履歴と関連付けさせることが可能となるため、平成 24 年度は、データを蓄積した上で、詳細な検討を行うこととしている。

## (2) 学との連携による高齢ドライバーに配慮した ITS スポットサービス情報提供における課題調査

現在、ITS スポット等の多様なメディアを通じて、道路交通情報、安全運転支援情報といった様々な情報がドライバーに提供されている。一方、提供される情報量の増大と情報内容の複雑化により、特に高齢者においては認知負荷が高まることで情報内容の理解度に影響を及ぼす恐れがある。本研究では、高齢ドライバー(65~75 歳の高齢者を想定)にもわかりやすい情報提供のあり方について、人間工学・心理学等の学術的知見を踏まえ、被験者実験等を通じて検討を行った。

### 1) 首都高速道路における ITS スポットサービスにおける情報提供内容の分析

実際の情報提供内容に即して検討するため、首都高速道路上の ITS スポットより提供されている道路交通情報の内容について、図形情報の文字要素や図形要素などの特徴・情報量、音声情報の内容・構成等を調査した。その結果、(a)情報量が少なく認識・判断が容易な情報内容、(b)情報量が多く認識・判断が困難な情報内容が抽出され、後述の被験者実験に用いる模擬的な情報提供サービスの情報内容の参考とした。

### 2) 道路線形・交通状況がドライバーの運転負荷や情報処理能力に与える影響の検討

臨場感の高い実車ベースのドライビングシミュレー

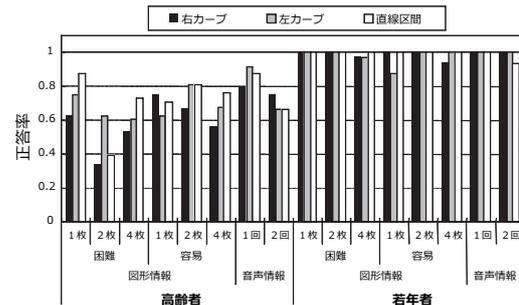


図 3 高齢者・若年者別の記憶・暗算タスクの正答率

表 1 許容される図形情報の情報量と HMI 仕様

図形情報の情報内容	情報量※		HMI 仕様	
	文字要素	図形要素	提示区間	提示枚数
(a) 容易な情報	100bit 程度	100bit 程度	直線区間	2 枚まで
(b) 困難な情報	250bit 程度	400~600bit 程度	直線区間	1 枚まで

(図形情報の 1 枚当りの提示時間を 3.5 秒、提示間隔を 2 秒とした場合)

※ 情報量の定義

文字要素: (bit 数) = (仮名文字数) × 6

図形要素: (bit 数) = (項目数+1) × 14 = {(辺数+1) + (分岐数+1)} × 14

タを利用し、首都高速 4 号新宿線上りを対象に、ナビ画面を通じて図形と音声による模擬的な情報提供を行ったときの高齢ドライバーの情報処理の特徴・運転操作への影響、受容性等を検討した。検討に際しては、心理・人間工学分野で多用される運転作業を主課題、記憶・暗算タスクを副次課題とした副次課題法を高齢ドライバーに課し、直線区間・カーブ区間などの道路線形や自由流・渋滞流などの交通状況の要因と記憶・暗算タスクの正答率との関係、運転作業の負担感への影響を確認した。実験では高齢ドライバー(12 名)の比較対象として若年ドライバー(4 名)に対しても同様の実験を行い、難易度の異なる図形情報をそれぞれ 1 枚、2 枚、4 枚と提示した場合、音声情報を 1 回または 2 回繰り返して提示した場合のそれぞれの副次課題の正答率を比較した。その結果を図 3 に示す。全体的に図形情報の難易度や道路線形の違いに関わらず、高齢者において比較的低い正答率となっている。また、直線区間と比較してカーブ区間で正答率が低く、右カーブではナビ画面を確認するために左側に視線移動する必要があることから正答率が低下する傾向にある。さらに、図形情報と音声情報では、音声情報で比較的高い正答率となっている。

### 3) 高齢ドライバーに許容される情報提供内容の情報量と HMI 仕様

前述の実験結果に基づき、道路線形や交通状況の特徴を考慮した上で、高齢ドライバーにおける運転操作への支障が少なく、情報内容に対し適切に認識・反応が行える図形情報および音声情報の情報量等の HMI (Human Machine Interface) 仕様を整理した。図形情報の場合の例を表 1 に示す。

#### [成果の活用]

本研究の成果は、ITS スポットサービスの今後の技術的課題検討を進める上での基礎資料として活用する。

# 新たな通信技術等の適用性検討

## A study on advanced communication technology for ITS

(研究期間 平成 21-24 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 若月 健  
Researcher Takeshi WAKATSUKI  
部外研究員 前田 武頼  
Guest Researcher Takeyori MAEDA

The progress speed of communication technology is so rapid that there would be a lot of opportunity to use such technology for the future ITS services; the current communication technology applied for ITS Spot services could not provide them. This study investigates advanced communication technologies for new applications in ITS fields.

### [研究目的と経緯]

国土技術政策総合研究所では、「次世代道路サービス提供システムに関する共同研究」(H17. 2~H18. 3、民間 23 社の参画)を通じて、ITS スポットサービスの検討を行ってきた。この検討結果をもとに 2012 年には、ITS スポットサービスを提供するための施設が全国的に配備された。

一方、無線通信による情報提供には、スポット通信のように特定の場所において情報を提供する形態以外にも、例えば車両の急制動をリアルタイムに後続車両に伝えるなど、刻々と変化する状況を、場所を問わず連続的に伝える形態も存在する。

近年、携帯電話などのモバイル通信では、高速な無線通信を実現する WiMAX のエリア拡大、次世代の通信規格である LTE など最新技術の実用化が進められている。またテレビ放送のデジタル化と VHF 帯の再編に伴い、700MHz 帯の ITS での利用や、マルチメディア放送による VICS の配信などの検討も進んでいるところである。さらに海外では、路車間・車車間の両方に活用可能な通信規格である IEEE802. 11p が策定され、今後、同規格を活用した ITS サービスの導入が本格化することも考えられる。こうした近年の通信技術を用いて、スポット通信が不得意とする部分を補完することにより、箇所や時間を限定することなく適切なタイミングでの情報提供サービス等が実施できる可能性がある。

本研究は、これらの新たな通信技術の利活用に関する検討を行うものである。

### [研究内容]

平成 23 年度は、環境負荷の低減、観光支援に寄与する連続通信を用いた ITS サービスの一例として、特定エリアへの進入抑制施策や走行距離に応じた道路利用料金徴収施策などの道路課金による交通需要管理を取り上げ、最新の技術動向、導入事例の調査を行った。さらに、我が国において交通需要管理を実施する際に導入するサービス案とそれを実現するためのシステム案を整理するとともに、機能要件を検証するための実験計画素案等を作成した。

#### (1) 最新の技術動向、導入事例の調査

今回対象とする交通需要管理に活用可能な通信技術及びシステムについて、国内外の導入事例の調査を行った。事例調査結果の一例として、システム構成調査結果を図 1 に示す。2000 年以前に導入された事例のほとんどが DSRC を利用したシステムである一方、近年の事例は GPS を利用したシステムであることが分かる。

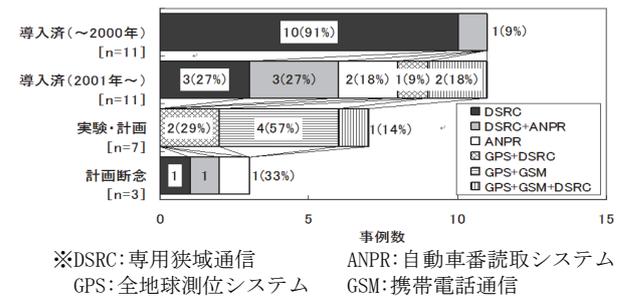


図 1 システム構成の事例集計結果

(2) 導入するサービス案とそれを実現するためのシステム案

1) 導入するサービス案の検討

国内の総合交通戦略策定地区及び事業推進地区（52事例）、上記以外の政令指定都市（5事例）、交通対策の取り組み実績がある観光都市（7事例）を対象事例として、各都市で検討されている主な交通需要管理施策の内容を整理するとともに、交通需要管理の目的、範囲によって、5つのパターン案に分類した（表1）。

表1 交通需要管理のパターン案

交通需要管理パターン	サービスの内容
パターン1	都心部の交通混雑解消等を目的とした交通需要管理
パターン2	低炭素社会への転換や大型車による道路損傷軽減等を目的とした交通需要管理
パターン3	観光地の渋滞解消、景観・環境資源保全のための自動車流入抑制等を目的とした交通需要管理
パターン4	特定路線・区間への交通集中を回避し、渋滞の解消やそれに伴う時間損失、温室効果ガス排出量の削減等を目的とした交通需要管理
パターン5	公共交通機関の機能強化等による交通需要管理

2) サービスパターン案毎のシステム案の検討

(1)の通信技術・システムの導入事例調査において整理した、交通需要管理の導入事例整理結果等を踏まえ、表1のサービスパターン案1～4毎に導入するサービス案に対応する機能要件、技術等について検討した結果を表2に示す。

(3) 機能要件を検証するための実験計画素案

(2)で検討した交通需要管理システムにおいて、機器の動作確認、システムの機能評価を行うために必要な実験計画の素案を作成した。(図2)

表2 導入するサービス案に対応する機能要件及び機能を実現する技術

導入サービスパターン	交通需要管理の目的	交通需要管理を含む交通政策パッケージ	道路課金の種別				課金システムの個別機能を実現する技術							
			課金方式	必要な機能・サービス	課金額の決定タイミング	特定エリア・コードン精度	特定路線課金	マップマッチング等の処理	コードンチェック	路車間通信※1	走行距離把握	エンフォースメント、位置補正	課金処理	
1	都心部の交通混雑解消等を目的とした交通需要管理	○特定エリア(都市中心部等)への定額課金または対距離課金 ○パーク&ライド(鉄道駅等での駐車場整備、料金政策) ○ダイナミックP&R ○都心部流入デマンドバス ○コミュニティサイクルシステム(都心及び郊外部ポート) ○ポーターサービス(購入荷物の駐車場までの搬送)	定額	○エリア進入またはコードン通過情報のみで管理	即時課金	○	-	-	-	DSRC	DSRC	-	ANPR +DSRC	ICC
			対距離	○エリア別またはコードン通過有無別走行距離で管理	即時課金 後方処理・後日課金	○	-	-	車載器	GPS +DSRC	DSRC+Wi MAX-LTE	GPS	ANPR +DSRC	ICC
			対距離	○走行距離で管理	後方処理・後日課金	-	-	-	センター	-	WiMAX-LTE (+DSRC)	GPS	ANPR (+DSRC)	ICC
2	低炭素社会への転換や道路損傷の高い大型車への負担軽減等を目的とした交通需要管理	○走行距離に応じた課金(車種別、排気量別等も想定) ○カーシェアリング・カープーリングシステム ○公共交通情報の提供	定額	○エリア進入日時またはコードン通過日時を管理	即時課金	○	-	-	-	DSRC	DSRC	-	ANPR +DSRC	ICC
			対距離	○エリア別またはコードン通過有無別走行距離を日時で管理	後方処理・後日課金	○	-	-	車載器	GPS +DSRC	DSRC+Wi MAX-LTE	GPS	ANPR +DSRC	ICC
			対距離	○走行距離を日時で管理	後方処理・後日課金	-	○	-	車載器	GPS (+DSRC)	WiMAX-LTE (+DSRC)	GPS	ANPR (+DSRC)	電話番号
3	観光地の渋滞解消、警官・環境資源保全のための自動車流入抑制を目的とした交通需要管理	○特定エリアの定額課金または対距離課金(金額または距離変動) ○特定エリア周辺部の駐車場情報の提供(場所、料金、満空情報) ○特定エリア内の公共交通情報、歩行者経路情報 ○コミュニティサイクルシステム(エリア内)	定額	○エリア進入日時またはコードン通過日時を管理	即時課金	○	-	-	-	DSRC	DSRC	-	ANPR +DSRC	ICC
			対距離	○エリア別またはコードン通過有無別走行距離を日時で管理	後方処理・後日課金	○	-	-	センター	GPS +DSRC	DSRC+Wi MAX-LTE	GPS	ANPR +DSRC	ICC
			対距離	○走行距離を日時で管理	後方処理・後日課金	-	○	-	車載器	GPS (+DSRC)	WiMAX-LTE (+DSRC)	GPS	ANPR (+DSRC)	電話番号
4	特定路線・区間への交通集中を回避し、渋滞の解消やそれに伴う時間損失、温室効果ガス排出量の削減等を目的とした交通需要管理	○特定の路線・区間での対距離課金 ○公共交通機関情報の提供	常時	○路線通過情報、走行距離情報を管理	即時課金または後方処理・後日課金	-	-	○	車載器	GPS +DSRC	DSRC+Wi MAX-LTE	GPS	ANPR +DSRC	ICC
			時間指定	○路線通過情報、走行距離情報を時間帯別に管理	後方処理・後日課金	-	-	○	センター	GPS +DSRC	DSRC+Wi MAX-LTE	GPS	ANPR +DSRC	ICC

※1: WiMAX-LTE(+DSRC)の場合、車両とセンター間の課金情報の通信についてはWiMAX-LTEで行い、エリア内に設置されたDSRCスポットと車両との通信によりエンフォースメント、位置情報補正等を行う。

実験計画では、課金額の算出に必要な走行位置座標の取得や補正方法、課金額の計算場所、通信内容・方法等の違いによる検証を行うものとし、あわせて開発するソフトウェアやアプリケーションの動作状況についても検証するものとした。(表3)

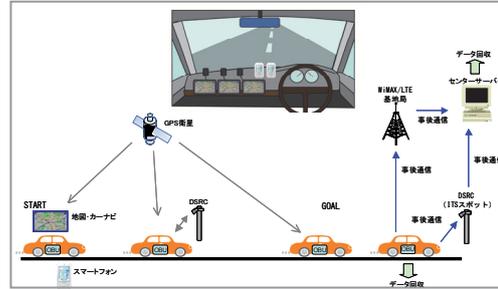


図2 実験方法(案)

表3 実験における検証項目(案)

1) 課金額の算出精度の検証	
① 走行位置座標の取得及び補正方法の違いによる検証	走行位置座標の取得及び補正(マップマッチング)の方法の違いによる課金額の算出精度
② 走行位置座標の補正場所の違いによる検証	取得した走行位置座標を補正する場所(センター側で補正する場合と車載器側で補正する場合)の違いによる課金額の算出精度
③ 課金額の計算場所の違いによる検証	走行距離及び課金額の計算をする場所(センター側で補正する場合と車載器側で補正する場合)の違いによる課金額の算出精度
④ 通信内容・方法の違いによる検証	通信内容(走行位置情報または課金額)及び通信方法(WiMAX/LTEまたはDSRC)の違いによる課金額の算出精度
2) 開発するソフトウェアやアプリケーションの動作検証	
本実験において開発するソフトウェアやアプリケーションが正しく動作するかについての検証	

[成果の活用]

本成果をもとに、検証実験を行い、交通需要管理実験システムの機能評価等を実施することを検討する。

# 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 23-25 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  
Advanced 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

The spread of emerging new mobility such as electronic vehicles 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. In addition, we explore the feasibility of overseas deployment of current Japan's ITS technologies especially for Asian countries.

## [研究目的と経緯]

昨今の高度道路交通システム(ITS)分野を取り巻く状況として、世界的な国際協調・調和の動向、わが国のITS技術の海外展開の動きの他に、電気自動車(EV)等の新たなモビリティ、3.9世代携帯電話規格LTE(Long Term Evolution)等の新たな通信技術、車速・車間を一定に維持するACC(Adaptive Cruise Control)等の車両制御技術などの急速な普及・発展がある。これら新たなモビリティや通信・車両制御技術の普及により、既存の道路交通インフラにおいては、様々な技術的・制度的課題が今後生じるものと予想される。一方で、昨今の財政制約等により新たなインフラ整備が限られる現状を鑑みれば、今後はITSによる既存インフラの高度な利活用方策がより求められるといえよう。

そこで本調査では、上記の背景を踏まえ、新たなモビリティに対応した今後の道路システムの実現を支援する次世代のITSについて、土木学会等をはじめとした学との連携を通じ検討するとともに、わが国のITS技術の海外展開可能性についても検討を行った。

## [研究内容及び成果]

### (1) 新たなモビリティに対応した道路システムの実現を支援する次世代ITSに関する検討

土木学会をはじめ、電気学会・情報通信学会等の異分野の有識者との議論・意見交換を行いつつ、道路システムを取り巻く環境の調査整理を行った上で、新たなモビリティに対応した道路システムの実現を支援する次世代ITSについて検討を行った。検討の結果、次世代ITSの構想にあたっては、わが国の少子高齢化・地域格差の問題、地球温暖化への対応、都市・

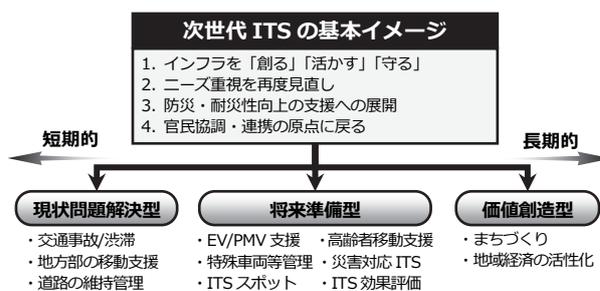


図1 次世代ITSの基本イメージと展開シナリオ

地方部が抱える交通諸課題、道路インフラの老朽化による道路維持管理の問題など、今後起こりうる社会情勢等の変化に配慮することが重要であり、中長期に目指すべき次世代ITSのイメージおよび展開シナリオを明確化する必要があることが明らかとなった。そこで、次世代ITSのイメージとして、「創る」「活かす」「守る」の3つを基本理念に掲げ、ニーズ重視、防災・耐災性向上、官民連携の視点を重視した。その展開シナリオとして、短期的な課題に対応する「現状問題解決型」、今後起こりうる課題に対応する「将来準備型」、まちづくり・経済活性化を目指した「価値創造型」の3つに分類し、それぞれに求められる具体的な次世代のITS技術、その実現に向けて今後重点的に研究を進める必要がある研究テーマについて整理を行った(図1参照)。例えば、「現状問題解決型」では、事故や渋滞などの都市交通問題の解決や道路の維持管理の効率化に資するITS、「将来準備型」では、高齢者の移動支援や東海・東南海地震などの大災害時の避難誘導を支援するITS、「価値創造型」では、活力ある都市の実現に資するITSによるまちづくりなどが挙げられた。これら課題に対

し、早急に着手すべき研究テーマについて、緊急性、有益性、実現コスト等の観点から明らかにした。

(2) 海外展開を行う ITS 技術に関する検討

最近の ITS 分野における世界的な国際協調・調和の動向を踏まえ、海外でのニーズを見据え、今後海外展開が可能と考えられるわが国の ITS 技術の候補について抽出検討を行った。また、ケーススタディとして、アジア諸国での適用可能性等について検討を行った。

1) 交通課題等に応じたアジア諸国の ITS 進展状況

各国で必要とされる ITS 技術は、それぞれの国の経済力や道路交通上の課題、ITS の進展状況 (ETC、管制システム、カーナビ等の普及状況) に応じて決まると考えられる。そこで、アジア諸国を対象に、各国の経済発展を表す指標として「一人当たり名目 GDP 指数」を横軸に、交通課題を表す指標として「人口 10 万人当たりの交通事故死者数」を縦軸にとり、表 1 に示す各国の ITS 進展状況のランク値に応じたサイズの円をプロットすることで、交通課題・経済力に応じたアジア諸国での ITS の進展状況を表現した (図 2 参照)。また、この図の領域を 4 つにグループ化することで、経済発展、交通課題の状況に応じ、図中の点線矢印のように ITS が進展していく様子を整理した。

2) 海外展開候補とする ITS 技術の検討

図 2 よりグループごとの ITS 技術の展開候補を検討した。C グループは道路交通課題が深刻化しているものの経済力も高まっていることから、管制センターや路側装置を含めた大規模なシステムの導入が考えられる。一方、道路交通課題が深刻化しつつある B グループは、コストや手間を要さずメンテナンスも容易かつ機器単独で利用可能な小規模なシステムの導入が考えられる。道路交通課題が顕在化しつつある A グループは、経済発展しはじめたところであり、特に低コストで簡易に運用可能なシステムの導入が望ましいと考えられる。

3) ITS 技術の適用可能性の検討

導入・運用コストが低く小規模なシステムの導入が望まれる図 2 の B グループに位置づけられる国々を想定し、低コストかつ小規模な ITS の代表例であるわが国の地域 ITS のシステム (表 2 参照) を対象に海外展開可能性を検討した。検討の結果、表 2 の網掛け部分のシステムが有力と考えられ、導入にあたっては都市部と地方部におけるニーズの違いを考慮する必要があるとともに、B グループとして位置づけられるミャンマー、ラオス、カンボジアなども今後の展開対象国として挙げられた。

[成果の活用]

本調査の成果は、新たなモビリティに対応した道路

表 1 アジア諸国における ITS 進展状況のランク

国名	ITS の進展状況	ETC	管制	ナビ	計
日本	ETC は全国展開済み。交通管制システム導入済み。カーナビ出荷台数は年間 500 万台。	3	3	3	9
インド	一部区間に ETC 導入済み。カーナビ展開中。	1	1	2	4
インドネシア	一部高速道路における自動料金収受。ERP 検討中。交通管制システム一部整備済み。	0	2	1	3
韓国	ETC は全国展開済み。カーナビも普及、地図更新などは日本よりも進展。	3	3	3	9
シンガポール	ETC 車載器搭載義務付け、ERP 実施中。	3	3	3	9
タイ	一部区間に ETC 導入済み。交通管制システム整備済み。	2	2	1	5
中国	ETC の全国整備が進展中。カーナビも普及、2009 年時点で約 190 万台の市場を有する。	2	2	2	6
フィリピン	一部区間に ETC 導入済み。交通管制システム整備済み。	1	2	1	4
ベトナム	一部区間に ETC 導入済み。	1	1	1	3
マレーシア	一部区間に ETC 導入済み。赤外線方式から DSRC 方式への変更を検討中。交通管制システム整備済み。	2	2	1	5

※ ITS 進展状況のランク

3: 整備普及済み、2: 整備普及途上、1: 整備普及初期段階、0: これから整備普及

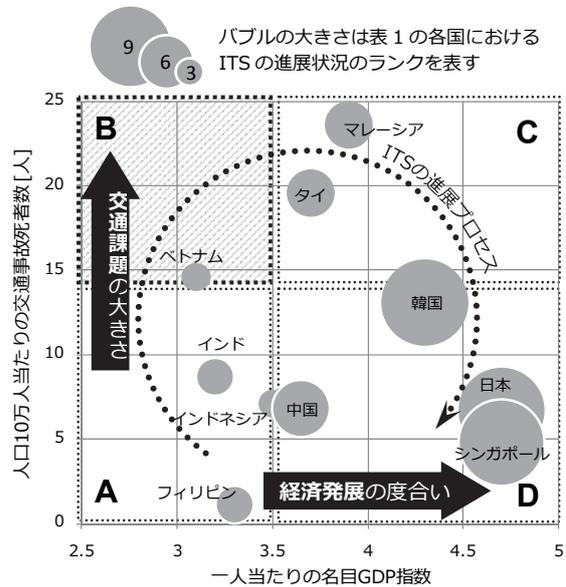


図 2 アジア諸国における ITS の進展状況の関係

表 2 検討対象としたシステムの概要 (一部抜粋)

システムの種類	対応する地域 ITS	概要
安全運転支援システム	無信号交差点での出会い頭事故防止のための路上設置型警告システム(兵庫)	無信号交差点手前において、車両が一時停止線で停止しそうにない場合、路上反射鏡に設置された発光装置によりドライバーに警告
	ゆずりあいロード支援システム(高知)	中山間地での急カーブ等により見通しの悪い区間のうち、すれ違いが困難な狭隘区間において、対向車両の有無を対象車両に情報提供し、輻輳を避ける行動を促す
	横断者事故防止のための次世代交差点照明システム(北海道)	交差点に点滅制御機能を有する照明装置を設置し、横断歩行者や横断待ち歩行者を直接照らす
公共交通等低炭素社会を支援するシステム	地域バス情報システム (Chi-Bus) (高知)	センターによらずバス停、携帯端末等において、バスの走行情報を提供
	情報技術と紙媒体の連携による公共交通情報提供システム(茨城)	公共交通機関利用者に公共交通案内 WEB サイト、バスマップ、IT マニュアルを提供

交通システムを実現するための ITS の利活用方策を検討する際に、基礎資料として活用する。

# 海外展開向け ITS 技術の研究開発・普及展開方策検討

A study on transferable Japanese ITS technologies into developing countries

(研究期間 平成 23-24 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	元水 昭太
Researcher	Shota MOTOMIZU
部外研究員	岩崎 健
Guest Researcher	Ken IWASAKI

Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (NILIM) stated the “Growth Strategy of MLIT” in 2010. In the strategy, the weakness of Japan’s ability to create comprehensive packages and the necessities of working under the guidance of strong leadership to strengthen organizations and systems were pointed out. Therefore, the strategy identified that “Promoting products development and formulating market strategies tailored to target countries” would be a national policy. This paper will report the results of study about low cost ITS Spot system to

## [研究目的と経緯]

国土技術政策総合研究所では、これまでに開発したスポット通信 (5.8GHz 帯 DSRC) を活用した、双方向通信による ITS スポットサービスに係る技術に関し、アジア諸国への普及・展開を念頭に、既存システムの改良による安価な情報提供・収集システムの開発を行っている。

本研究は、ITS スポットサービスの低コストシステムについて検討するとともに、多言語対応の手法について調査、検討を行うものである。

## [研究内容]

### (1) 海外展開向け低コスト化システム案の整理

日本でサービス運用が始まった ITS スポットサービスや、関連する各種 ITS 技術について、海外展開に向けた低コスト化システム案の整理を行った。

#### 1) 海外展開に関する既往文献等の調査

海外展開向け低コスト化システム案の整理の基礎資料とするため、対象と考えられる地域、優位性のある技術、パッケージ化・低コスト化・標準化等に留意する事項について、既往文献等から調査・整理した。

#### 2) アジア諸国の実情・課題把握

インフラ整備状況、交通実態、ITS の導入状況、交通課題等のアジア諸国の実情・課題を整理した。

#### 3) 関係機関・メーカーヒアリング

海外展開向け ITS 技術に知見を有する関係機関・メーカーにヒアリングを実施し、展開に向けた課題、展開

シナリオ、展開サービス、展開システム等を調査、整理した。

### 4) 海外展開向けシステム案の考え方

1)~3)の整理結果を踏まえ、海外展開向けシステム案について、システム構成の考え方の柱となる [必須項目] と、用途、適用条件に応じて使用する要素技術の使い分けが可能な [オプション項目] に分類した。

①道路交差課題の解決に向けた ITS トータルシステムの整理 [必須] ・日本がこれまで培ってきた ITS 要素技術を整理し、アジア諸国が直面している(あるいはこれから直面する)道路交差課題への対策が可能な ITS トータルシステムを示す。
②段階的なサービスアップが可能な拡張性のあるシステム構成 [必須] ・途上国では、実情に合わせて簡単なサービスからスタートし、段階的にサービスアップすることが考えられることから、初期システム導入後の拡張性が確保されるシステム構成とする。
③必要機能の切り出しが可能なパッケージ型の低コスト化システム構成 [必須] ・各国の実情やニーズの違い、ITS 導入状況の違いがあることから、ITS トータルシステムから必要な機能をパッケージとして切り出すことで、低コスト化が可能なシステム構成とする。(日本におけるセキュリティ設定水準を途上国向けに緩和するなど)
④技術要素の導入判断で有利な標準化技術によるシステム構成 [必須] ・多くの国において国外から技術・システム等を導入する際に、当該技術・システム等が国際統一規格を取得している(あるいは取得していくもの)かどうか、あるいは、自国の基準・制度等に合致しているかどうか、といった点を重要な判断基準としていることを意識し、システムを構成する適用技術要素を選定する。
⑤スマートフォン等の汎用メディアを活用した汎用性あるシステム構成 [オプション] ・WiFi やスマートフォンが普及している国・地域もあり、汎用性のある通信基盤を利用したシステム構成とする。 ・サーバやスマートフォン等、アプリケーションレベルでカスタマイズできる構成とする。
⑥ICT 技術を活用した導入・保守が容易なシステム構成 [オプション] ・クラウド技術など、ICT 技術を活用することで低コスト化や、導入・保守のしやすさなどのメリットがあるシステム構成も考慮する。(例 日本のサーバでプロンプ情報を処理するシステム等)

図 1 海外展開向けシステム案の考え方

## 5) 海外展開向けトータルシステムの整理

4)に基づき、アジア諸国が直面している(あるいはこれから直面する)道路交通課題への対策が可能な ITS トータルシステムを整理した。また、アジア諸国における段階的なサービスアップが可能な拡張性のあるシステム構成を示すため、日本の ITS 関連システムの変遷整理を踏まえ、システムの発展プロセスを整理した。

## 6) 低コスト化システム案の整理

システムの発展プロセスを踏まえ、前述 2)で整理した結果から、アジア諸国への導入が考えられる低コスト化システム案を複数案設定した。

複数案について、サービス内容、システム導入の利点、活用する ITS スポットの技術要素、標準化動向、低コスト化できるポイント、展開先で必要とされる条件、ビジネスモデル等の項目毎に比較を行った。

### (2) ITS スポット対応カーナビへの外部機器接続に関する課題整理

(1)の結果を踏まえ、ITS スポット対応カーナビにスマートフォン等の外部機器を接続する際の技術的課題を整理した。

#### 1) 外部機器接続の技術的課題の整理

- ① ITS スポット対応カーナビの構成・機能、車載器と外部機器との接続に関する最新の標準化動向 (ISO TC204 WG5、WG17)、技術動向等を整理し、低コスト化システム案における必要な機能を実現する外部機器の選定を行った。
- ② 市販のカーナビゲーションにおけるスマートフォン等の外部機器との接続方法、インタフェース等について複数メーカを対象にヒアリングにより調査を行った。
- ③ ITS スポット対応カーナビに接続する外部機器の組合せ、接続方法を複数案想定し、入出力情報の内容、形式、セキュリティ、情報の信頼性、コスト、技術開発の難易度、関連技術標準・仕様案について比較し、技術的課題・留意事項を整理した。

#### 2) 実験用仕様案等の作成

外部機器と接続可能な ITS スポット対応カーナビのインタフェースの実験機仕様案を作成した。また、実験用サービスアプリケーションの機能要件・作成仕様案、実験計画案を作成した。

##### ① 実験用サービス案の検討

スマートフォンと DSRC 部単独型 ITS 車載器の接続により実現する実験サービスメニュー、実験システム構成および実験の検証内容、検証方法を検討した。

##### ② 実験用仕様案等の作成

実証実験システムのインタフェース仕様書案、システム機能仕様書案を作成し、実験システムの開発に要

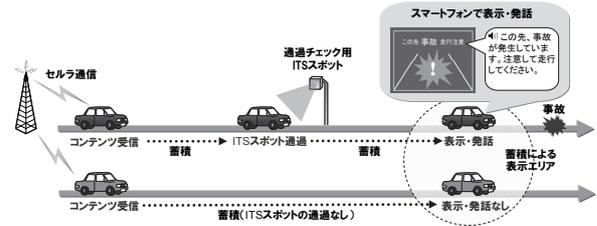


図2 実験サービスイメージ (情報提供サービス)

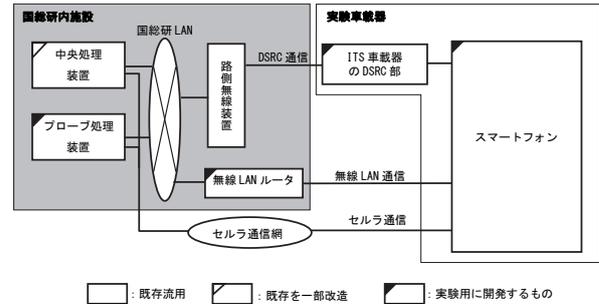


図3 実証実験におけるシステム構成

する概算費用、及び開発に必要な期間を整理した。また、実験項目、実験箇所、実験方法を整理し、実験計画書案として取りまとめた。

### (3) 多言語対応に向けた技術的課題の整理

日本の ITS スポットサービス関連技術の海外展開を念頭に、多言語対応を図る際の技術的課題を整理した。

#### 1) ITS スポットサービスの現状

中央処理装置および音声処理装置、車載器の各仕様書をもとにシステム構成、配信データ形式などを整理し、多言語対応を図る際に必要となる仕様を整理した。

#### 2) 多言語対応を図る際の技術的課題

多言語対応における技術的課題、難易度、コスト、要する期間等を評価し、仕様等の変更の必要がなく、短期的に実現可能な多言語方策として、図形、文字、音声により実現する方式を整理した。

#### 3) 試作システムの作成と機能検証

多言語化の実展開に必要な機器・仕様の作成を目的に首都高をモデルとした試作システムを構築し、試作システムで作成したコンテンツの評価を、アンケート、ヒアリング等により実施した。

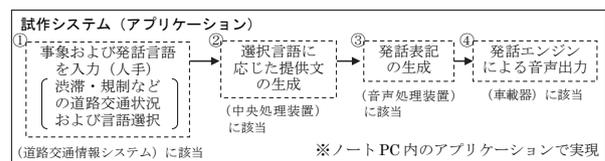


図4 試作システムの機能イメージ

#### [成果の活用]

本検討の成果は、今後開発を予定しているアジア諸国向け ITS 技術パッケージの機能要件等を具体化する上で、基礎資料として活用する。

# ITS の中長期的なシステムのアーキテクチャ検討

## A study on a System Architecture for the long-term ITS

(研究期間 平成 23-24 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	若月 健
Researcher	Takeshi WAKATSUKI
部外研究員	前田 武頼
Guest Researcher	Takeyori MAEDA

To share a common understanding on "Cooperative ITS" and to clarify fields where R&D and standardization are required, this study considers and drafts a System Architecture of Cooperative ITS based on results of various researches.

### [研究目的と経緯]

ITS 関係の旧五省庁（警察庁、通商産業省（現経済産業省）、運輸省（現国土交通省）、郵政省（現総務省）、建設省（現国土交通省））は、平成 11 年 11 月 5 日に日本の「高度道路交通システム（ITS）に係るシステムアーキテクチャ（以下、旧五省庁 SA）」を完成させた。

システムアーキテクチャは、いわば「ITS の全体概略設計図」であり、関係者間の ITS に関する共通認識の形成、ITS の個別システムの基本設計に係る負担の軽減、標準化及びその結果としてのベンチャー等多様な企業の参入の促進などの効果をもたらし、我が国における多様な ITS の本格的な実現を一層加速するものである<sup>1)</sup>。

しかしながら、我が国における近年の高齢化・過疎化などの社会経済の変化や、EV・PHV やスマートフォンの普及、車両側センサの高度化、無線技術の高度化などの技術の進歩により、旧五省庁 SA には記述の無い、あるいは不十分な ITS サービスが台頭しつつある。

一方、欧米では現在、IntelliDrive<sup>SM</sup>や COMeSafety2、Drive C2X といった研究開発プロジェクトにおいて協調 ITS の研究開発が活発化している。また標準化の場においても欧州では EC mandate 453 に基づき ETSI（欧州電気通信標準化委員会）と CEN（欧州標準化委員会）が協調 ITS に関する標準を発行することとされており、ISO においても協調 ITS に係る標準化のため TC204/WG18 が新設されている。

我が国においても ITS スポットが全国展開されたところであり、今後は路車間通信を含む概念である協調 ITS の研究開発、標準化に移行することが重要である。

しかしながら、協調 ITS は車対車、車対インフラ、インフラ対インフラといった技術分野を包含する幅広い概念であり、その研究開発、標準化には多様な専門家が関与することとなる。

一般的にシステム開発では、システムの構成要素や動作原理、構成要素間やシステムと外部との関係を視覚的に表現したシステムアーキテクチャが広く用いられている。これは多様な関係者の認識の共通化を容易とし、円滑な意識疎通を助けるため効率的なシステム開発が可能となる。よって上記の欧米の研究開発プロジェクトでも、協調 ITS に関するシステムアーキテクチャをそれぞれ策定している。

本研究は、我が国において効率的な協調 ITS の研究開発、標準化を目指し、関係者の認識を共通化し、今後の研究開発および標準化が必要な領域を明確化するため、国際的に実現が目指されている協調 ITS について調査し、日本の ITS システムアーキテクチャとの比較・位置づけの整理を行うとともに、協調 ITS のシステムアーキテクチャを作成することを目的とする。

### [研究内容]

#### (1) 協調 ITS サービスの体系化

我が国のスマートウェイ、ASV、DSSS、米国の Connected Vehicle、欧州の CVIS、SAFESPOT 等に代表される国内外のプロジェクトで想定されている協調 ITS サービスの整理を行うとともに、近年の我が国における社会経済の変化や、スマートフォンを代表する技術の進歩により想定される新たな協調 ITS サービスの整理を行い、協調 ITS のサービス体系を作成した(図

1)。

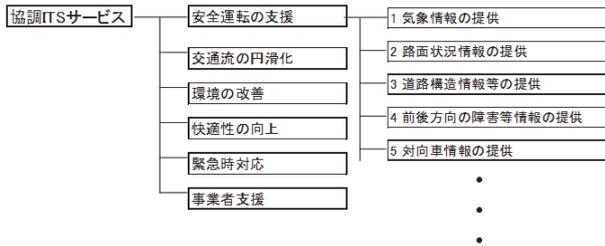


図1 サービス体系のイメージ

(2) 新たな協調 ITS サービスの整理

(1) で作成したサービス体系から、旧五省庁 SA には記述の無い、あるいは不十分な協調 ITS サービスを整理し、新たな協調 ITS サービスの抽出を行った。抽出結果は、表1の通り。

表1 新たな協調 ITS サービス

大項目	サービス名称
安全運転の支援	制限速度情報の提供
	追越し禁止や車線変更禁止情報の提供
	単路における二輪車の存在の警告
	交差点における二輪車の存在の警告
	速度超過の警告
	追越し禁止や車線変更禁止の警告
	道路工事情報の提供
	生活道路への車流入・速度抑制
交通流の円滑化	HOV レーンの導入
環境の改善	省燃費ルートの案内・ナビ
	アイドリングストップ支援
	エコドライブ評価
	EVの蓄電池を活用した電力消費量の最適化
快適性の向上	車両内での自動車保険決済
	駐車場の空きマスへの案内
	PCや携帯端末と車載器との連携
	エンターテインメントコンテンツダウンロード
	地図更新
	充電料金課金
	EV/PHV カーシェアリング
	メンテナンス情報の提供
	充電施設案内
	充電状態情報の提供
緊急時対応	自動車関連犯罪多発箇所情報の提供
	車両状態の通知
	災害時の車両誘導
	災害時の信号システムへのEV蓄電池の活用
	道の駅・SA/PAの活用
	緊急通報
	クルマを活用した通信路の二重化
	帰宅困難者の帰宅支援サービス
事業者支援	輸送システム評価
	特殊車両管理
	ブローブを用いた道路管理
	ブローブを用いた交通管理
	効率的でシームレスな国際物流システム
	走行距離に応じた道路課金

(3) 協調 ITS の論理モデル及び物理モデルの作成

我が国の ITS システムアーキテクチャをベースに、(2) で整理した新たな協調 ITS のサービスに対応する論理モデル (サービスを実現するために必要となる機能とこれが扱う情報の関係をモデル化したもの (図1)) 及び物理モデル (論理モデルで抽出した機能とこれが扱う情報の組み合わせについて、車、路側、センタ等に配置し、システムの全体像をモデル化したもの (図2)) を作成した。作成には、国際標準化がなされている UML2.0 を用いた。

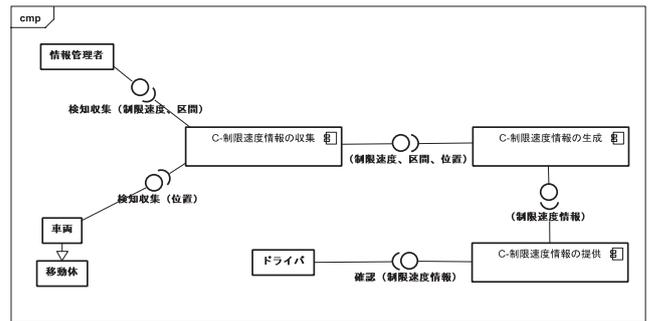


図2 「制限速度情報の提供」の論理モデル図の例

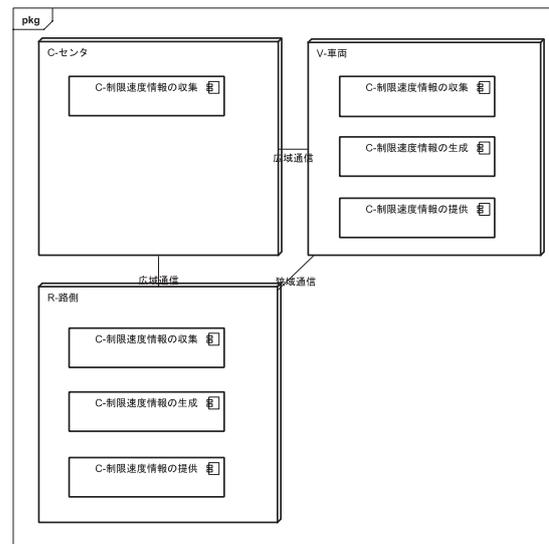


図3 「制限速度情報の提供」の物理モデル図の例

[成果の活用]

本研究で作成した協調 ITS のシステムアーキテクチャは、国内 ITS 関係者の将来ビジョンの共有、標準化活動の促進、民間企業の参入促進等のために、活用していく予定である。

[参考文献]

1) <http://www.mlit.go.jp/road/ITS/j-html/SA/19991105.html>

# 個々の車両・ドライバーのリクエストに応じた情報提供システムの開発

Development of an information delivery system according to the driver's request

(研究期間 平成 22-24 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 岡田 浩一郎  
Researcher Hiroichiro OKADA

National Institute for Land and Infrastructure Management (NILIM) has studied the information delivery system according to the driver's and/or each car's request using ITS Spot.

This paper reports that firstly the limiting condition for vehicle-to-infrastructure communication capacity to realize the information delivery service was discussed through the experiment in the NILIM's testbed. Secondly, the service was defined in detail and the function of the service system was researched.

## [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、ITS スポットサービス（DSRC (Dedicated Short Range Communication)）を用いた路車間通信サービスにおいて、物流車両等の特定車両に対して個別の情報提供を行うサービスやドライバーが設定した目的地に応じて情報提供を個別に行うサービスなど（以下、「個別情報提供サービス」という。）の実現に向けた研究を行うこととしており、平成 22 年度にはこれを実現するための実験システムの開発を行い国総研テストベッドに設置を行った。

本稿では、この実験システムを用いて、個別情報提供サービスの通信に関する基礎実験を行い、サービスを実現するために必要な路車間通信における制約条件等を検討した結果を報告する。

また、道路管理者が実施する個別情報提供サービスに関してサービス内容の詳細定義を行い、このサービスに係る処理システムの機能等に関して検討した結果についても報告する。

## [研究内容及び成果]

### (1) 個別情報提供サービスに関する基礎的実験

#### 1) 実験概要

本実験では、検討に必要となる基礎資料を得るため、過年度に構築した実験用車載無線システム、実験用路側無線システム及び実験用処理システム（以下「実験システム」という。）を用いて、個別情報提供サービスの通信に関する基礎実験を行い、路車間通信等にお

ける制約条件等を整理した。

図 1 に示す実験システムを使用し、国総研構内のテストコースにおいて通信に関する基礎実験を実施した。

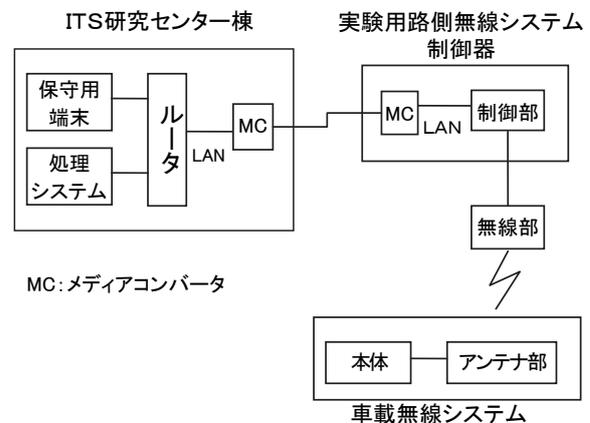


図 1 実験システムの構成

#### 2) 実験内容

走行速度、同時に通信接続させる台数（以下、「同時接続台数」と言う）等の環境条件や、提供する情報量等の通信負荷を変えた実験を繰り返し、通信ログの収集、コンテンツの再生等の確認を行った。これにより、次に示す事項の評価、改善策を検討するための基礎データを収集した。

- ① 個別情報提供サービスの各通信シーケンス評価
- ② 1 基の路側無線システムの通信エリア内で、複数台の車載無線システムがサービスを受ける場合における通信の評価
- ③ 車両走行速度、同時接続台数、通信接続タイミング

の条件を変更した場合の通信可能なデータ量の評価  
④情報提供サービスのデータ量、プローブ収集データ量の違いに応じた通信可能なデータ量の評価

なお、個別情報提供に必要な通信時間の理論値を求め、各種実験条件と所要時間の傾向に関して検討を行うとともに、実験結果との比較を行った。図2は実測値と理論値の所要通信時間の比較結果である。理論値に比べ実測値では2倍程度の通信時間を要している。

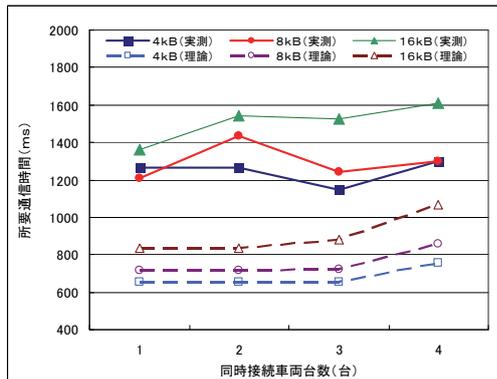


図2 所要通信時間の理論値との比較

### (2) 路車間通信等の制約条件に関する改善方策の検討

実験結果を基に通信動作について、理論値との比較を行い、分析を行った。また、実験用路側無線システムの通信ログ等から各通信シーケンスの時間及びその内訳を求めた。これらにより、通信遅延など路車間通信に制約となっている事項を明らかとし、その改善方策をとりまとめた。

表1 制約事項とその改善方策の例

制約事項	改善方策
通信時間の不足	通信シーケンスの組み替え
路側無線システムの送信遅延	スロット配置制御
車載無線システムの応答遅延	車載無線システムの処理速度向上
メモリタグ読取りに対する応答速度	

### (3) 道路管理者が実施する個別情報提供サービス内容の詳細定義

#### 1) 個別情報提供サービスの整理

道路交通の課題解消、道路施設の有効活用、道路管理の効率化などの点から、道路管理者が実施する個別情報提供サービスを整理した。

#### 2) 個別情報提供サービスのリクワイヤメント調査

高速道路会社、民間メーカーに対し、団体、メーカーへのヒアリングを実施し、個別情報提供サービスのリクワイヤメントの調査を行った。

### 3) 個別情報提供サービス内容の具体化

上記の整理結果から選定したサービスについて、サービスの利用場面、サービス要件、提供情報内容等をもとに、具体的な路車間の情報項目を抽出するとともに、それらの情報項目の定義とメッセージ内容を検討した。

また、個別情報提供サービスを実施する上で、既存の道路交通情報提供サービスを考慮して行う必要があるため、コンテンツ再生の優先順位、情報データ量を整理し、既存の道路交通情報に個別情報を追加した場合における個別情報の提供の考え方を検討した。さらに想定される、サービスの情報提供の頻度及びタイミングについて検討を行った。

### (4) 個別情報提供サービスの処理システムの機能等に関する検討

#### 1) 処理システムの機能の具体化

上記で具体化した各サービスについて、昨年度に整理した処理システムの共通機能等を踏まえ、表2に示す処理システム機能の検討方針のもと情報処理の流れ、処理内容、処理方法を具体化した。

表2 処理システムの機能の検討方針

整理項目	留意事項	内容
システム基本要件	システムの利用者の明確化	システム利用者、サービスを楽しむ者を明確にする。
	システム化の目的の設定	サービス提供によって何を実現させるのか、その目的に必要な情報を明確にする。
情報処理の流れ	各システムでの情報内容	サービス実現に必要な情報について、各システムで必要となる情報を整理する。
処理内容 処理方法	実現に必要な機能要件	要求される機能の実現方法を検討し、具体の機能要件を整理する。

#### 2) 処理システムと路側機との間における通信データ量の試算

地方整備局、高速道路会社支社等に前記の処理システムを設置し各サービスを実施する場合の各サービスにおける通信データ量の試算を行った。

#### [成果の活用]

個別情報提供サービスに関する基礎的実験を行い、路車間通信に制約となっている事項等を整理した。

道路管理者が実施する個別情報提供サービスやこのサービスを実現するために必要な処理システムの機能についても具体化した。

この成果を踏まえ、実証試験用システムの開発に向けた検討を行う予定である。

# 国際的動向を踏まえた ITS の研究開発・普及展開方策の検討

Research on ISO standardization activities related with intelligent transport systems

(研究期間 継続的に実施)

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 若月 健  
 Researcher Takeshi WAKATSUKI

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。そのため、基本的には政府がインフラ調達の主体となるが、WTO/TBT<sup>\*1</sup> 協定により、政府調達には既存の国際標準を用いることが求められていることから、他の民間主体の標準化活動に比べ、国際標準化の重要性・必要性が高い。

ITS に関する国際標準化の中心となる機関は、ISO（国際標準化機構）に設置された専門委員会 ISO/TC204 である。ISO/TC204 では、TC<sup>\*2</sup>（専門委員会）のもとに、国際標準化テーマ検討のための WG<sup>\*3</sup>（作業グループ）が設置されている。現在設置されている WG は、WG1～18 となっているが、一部の WG が活動休止等のため、現在は 14 の WG が活動中である。

ISO/TC204 における国際標準化の検討テーマについては、毎年いくつかの新規テーマが提案される一方、検討の終了や議論が活発でない等の理由により削除されるテーマも存在するが、全体としては、年々着実に増加してきている（図 1）。

また、国際標準の規格制定は、関係各国の意見調整を経て行われる。標準化項目の検討である予備段階（PWI：Preliminary Work Item）から、提案段階（NP：New Work Item Proposal）、作成段階（WD：Working Draft）、委員会段階（CD：Committee Draft）、照会段階（DIS：Draft International Standard）、承認段階（FDIS：Final Draft International Standard）を経て、国際標準の規格制定である発行段階（IS：International Standard）までの手続きが必要となる（図 2）。

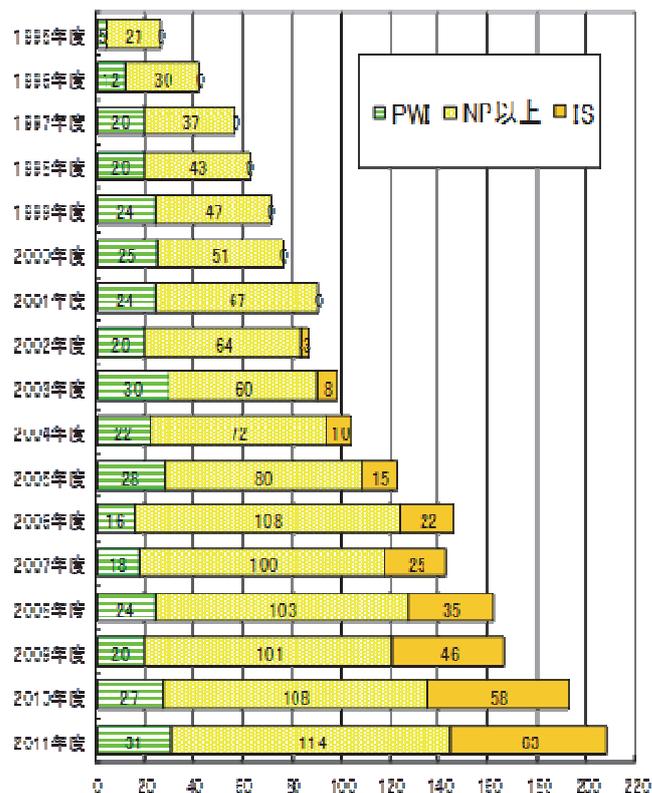


図 1 検討テーマ数の推移 (2011.3 現在)

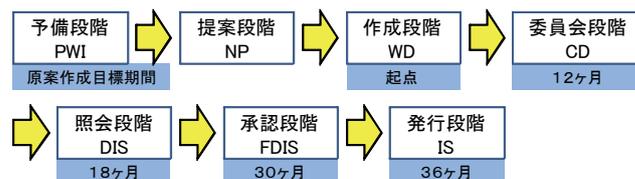


図 2 国際標準化の手順

**[研究内容]**

平成 23 年度は、ITS の標準化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、国内外の標準化動向を調査した。それらをもとに、国際標準化の議論に対して、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。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及び DSRC 関連国際標準検討会）を開催した。

平成 23 年度の取り組みの概要を以下に示す。

**(1) CALM<sup>\*4</sup>-nonIP の更新に対する対応**

今後の日本のシステムで活用される基本 API<sup>\*5</sup> 構造の国際標準化に向けた議論に対して、ISO 化および改定に向けた標準案に盛り込むべき内容の抽出・整理を行った。

具体的には、国際標準 ISO29281 の見直しに関する審議に対し、改訂ドラフトの内容等を調査してドラフト案に含める内容の抽出・整理を行った。

表 1 ISO29281 改定版ドラフトの目次（抜粋）

1 Scope
2 Normative references
3 Terms and definitions
4 Abbreviated terms
5 Requirements
6 Architecture
6.1 ITS station
6.2 Communication scenarios
6.3 Legacy CIs*
6.4 15628 applications
7 Facilities layer protocols
7.1 General
7.2 Groupcast registration handler
7.3 Repetitive packet transmission handler
7.4 Legacy CI port manager*
7.5 15628 kernel emulator
7.6 Basic primitive application functions*
8 Conformance
9 Test methods

注：\*は日本からのインプット事項を含む

**(2) DSRC 第 7 層の更新に対する対応**

今後の日本のシステムで活用される基本 API 及び SPF<sup>\*6</sup> に関し、それらの仕組みを用いる上での共通的なプロトコルの標準である ISO 15628:2007 Road transport and traffic telematics -- Dedicated short range communication (DSRC) -- DSRC application layer について、ISO となって 3 年を経て 2010 年より初めての定期見直し (SR<sup>\*7</sup>) 投票が行われた。これに対し改訂において標準案に盛り込

むべき内容の抽出・整理を行った。

具体的には見直し投票時に得られた各国からのコメントに対し、15 項目の ISO 標準の改定箇所、記載内容を抽出・整理した。

表 2 ISO15628 で抽出した改定項目

Title	1 項目
Contents	1 項目
1 Scope	なし
2 Normative references	なし
3 Terms and definitions	なし
4 Abbreviations	1 項目
5 Structure of the application layer core	なし
6 Transfer kernel	2 項目
7 Initialisation kernel	1 項目
8 Broadcast kernel	1 項目
9 Extensibility for different lower layer services and application interfaces	6 項目
AnnexA Data structures	1 項
AnnexB Naming and registration	なし
AnnexC Example of coding	なし
AnnexD Declaration of application layer features supported	なし
AnnexE Lower layer services	なし
Bibliography	1 項目

**[研究成果]**

今年度検討を行った結果をもとに、ITS の国際標準化への取り組みを行った。この成果を以下に示す。

**(1) CALM-nonIP の更新**

平成 23 年 10 月の米国タンパ総会において、日本代表団から改訂ドラフト案に含めるべき内容について主張した。ドラフト案については、引き続き WG16 の国際会議等を中心に議論されていくこととなった。

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

※2) TC: Technical Committee

※3) WG: Working Group

※4) CALM: Communication Access for Land Mobiles

※5) API: Application Program Interface

※6) SPF: Security Platform

※7) SR: Systematic Review

# キャッシュレス料金決済システムの具体化検討

## Research on Realization of Cashless-Payment System

(研究期間 平成 22-24 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  
研究官 元水 昭太  
Researcher Shota MOTOMIZU  
部外研究員 前田 武頼  
Guest Researcher Takeyori MAEDA

The NILIM promotes a research of "EMV Payment in Vehicle", which is new cashless-payment service using ITS Spot. It will allow drivers to make cashless payments from within their cars by using an IC credit card inserted into the car's On Board Unit(OBU). It was figured out that processing time for payment was too long from the result of the experiments implemented in 2010-2011. This report introduces measures to shorten the processing time, and establishment of a standard for the Road-side Unit based on experiments.

### 〔業務目的〕

国土技術政策総合研究所（以下、国総研）では、ITS スポット(DSRC 路側無線装置)を応用した車利用型 EMV 決済サービスについて、サービスを実現するシステムの標準仕様書策定に向けた検討を行うこととしており、平成 22 年度は「DSRC 通信<sup>※1</sup>を利用した車利用型 EMV 決済<sup>※2</sup>に関する共同研究」を行い、日比谷駐車場において実証実験（以下、実証実験）を実施した。

本業務では、実証実験で課題となった「決済処理時間」について短縮を行うために、ITS スポットを活用した EMV 決済方式と、既に確立しているクレジットカード業界の決済のルールとの調整を行い、EMV 決済サービスに関する ITS スポットの仕様書を策定した。

本業務では、実証実験で課題となった「決済処理時間」について実証実験の結果等を踏まえた対策方法、クレジットカード会社の既存の決済ルールについて検討した。また、EMV 決済サービスに関する ITS スポットの仕様書を作成した。

※1: Dedicated Short Range Communication(専用境域通信)

※2: 車利用型 EMV 決済とは、IC クレジットカードを用いて、

ITS スポットを介して直接決済を行うこと。

### 〔業務内容〕

(1) クレジットカード業界の決済ルールの整理及び対応方針の検討

クレジットカード業界が定めている既存の決済ルールについて整理を行った。さらに ITS スポットを活用

した EMV 決済方式との相違点を明らかにした上で、クレジットカード業界との協議事項を整理し、対応方針案を作成した。

### 【平成 22 年度の協議結果】

- ①カードブランド B 社  
・概ね了承(特例申請は、調整中)
- ②カードブランド A 社  
・EMV レベル 2 認定試験における EMV レベル 1 認定端末(ITS 車載器の IC カードリーダーライター)と EMV レベル 2 認定機能を装備した機器(POS 端末の基本処理ソフト)の組合せが複数存在する場合の N:M の組合せ試験について、TÜV<sup>※3</sup>ではなく、EMVCo<sup>※4</sup>からの回答が必要  
・その他、ブランドルールとの齟齬(4 項目)
- ③カードブランド C 社  
・カードブランド A 社、B 社の各課題に対する見解の調査を実施

- 課題や問題点を指摘されている「カードブランド A 社」から協議を進めることで、各カードブランド会社との協議を深度化し、実現化への了承を目指す。
- 協議事項は、課題として残されている以下の協議事項①～⑥について、対応方針案を検討する。  
【協議事項①】N:M の組合せ試験について  
【協議事項②】カードブランド A 社のブランド認定テストへの抵触について  
【協議事項③】リニューアルポリシーへの対応について  
【協議事項④】NoCVM<sup>※5</sup>未対応カードへの対応について  
【協議事項⑤】PINPAD<sup>※6</sup>なしへの対応について  
【協議事項⑥】責任の所在について

※3: TÜV とは Technischer Überwachungs-Verein(技術検査協会)の略称。

※4：EMVの協議会グループ

※5：本人認証なしで決済できるカード

※6：暗証番号入力装置

### 1) クレジットカード業界の決済ルールの整理と協議事項の抽出

平成22年度までのカードブランド協議の結果と、クレジットカード業界の決済ルールを整理し、課題を抽出し、これを踏まえた、今年度のクレジットカード業界との協議の対応方針を検討した。

### 2) 協議事項への対応方針案の検討

1) で整理した6つの協議事項について、対応方針案を検討するとともに、資料作成補助を行ったカードブランドA社との協議結果を踏まえ、検討結果と今後の対応を取りまとめた。

## (2) 車利用型EMV決済に関する技術上・運用上の課題と対応の整理

本章では、平成22年度に実施した日比谷駐車場での実証実験で活用した「決済システムの機器の全体構成や各機器に必要な機能・性能・インタフェース」について、決済処理時間を短縮するための改善点の整理を行うとともに、技術上・運用上の課題と対応について整理した。なお、決済処理時間の目標を設定するとともに、クレジットカード会社との調整や各実証実験機器の改良といった検討の優先順位を示した上で、実現性を踏まえて整理した。また将来実施予定の決済処理時間の改善案を盛り込んだ実験計画案に盛り込む検証項目を整理した。

### 1) 決済処理時間を短縮するための改善点の整理

平成22年度、日比谷駐車場にて実施した、DSRC通信を利用した車利用型EMV決済システムの実証実験の結果からログ解析を行い、決済処理時間短縮のための課題、改善点を整理した。

#### 決済処理時間を短縮するための改善点

- 1) ICCコマンド要求の実行回数削減
  - ・平成22年度の実証実験の結果よりICカードへのコマンド要求(ICCコマンド要求)回数が大きく違い、また、同じICCコマンド要求でも、処理時間にばらつきがあることがわかった。
  - ・EMV決済装置メーカーの違いによるICCコマンド要求回数の違いについて理由を明確化し、回数の削減を図る。
- 2) EMV決済装置における各処理時間の時間短縮
  - ・平成22年度の実証実験の結果より、同じ処理で、2秒~3秒程度の開きがある。
  - ・EMV決済装置の違いによる処理時間のばらつきを原因究明し、処理時間の短縮を図る。

決済処理時間の短縮化に向けて以下のように対策を整理した。

- ・対象のカードブランド数を低減して、ICCコマン

ド要求の実行回数を削減する。

- ・決済端末固有の処理を削減する。
- ・ICカード情報呼び出し仕様を統一する。

以上の対策により、決済処理時間を約15秒程度に低減することができると試算でき、平成24年度の実験へ反映するよう計画をまとめた。

#### 実証実験の検証方針

- 1) 時間短縮の改善案に対する有用性の検証
  - ・時間短縮の改善効果を検証
- 2) 改修した決済システムの信頼性検証
  - ・改修された決済システムが正しく稼働していることを検証

### 2) 決済処理時間を短縮するための技術上・運用上の課題の整理

1) で整理した決済処理時間を短縮するための改善点を踏まえ、技術上・運用上の課題と対応について検討した。

### 3) 将来実施予定の実証実験における検証項目の整理

2) で整理した技術上・運用上の課題と対応を踏まえて、将来の実証実験に盛り込む検証項目を整理した。

## (3) EMV決済サービスに関するITSスポット技術資料の作成

EMV決済サービスに関する仕様書等のうち、国総研はITSスポットの仕様書(路側無線装置(RSU))を担当した。平成21年度に『路側無線装置(DSRC:スポット通信)仕様書(案)』が作成されており、EMV決済に関する事項について取りまとめ、仕様書案を作成した。

### 1) EMV決済サービスに関する機器の機能要件、動作概要、セキュリティ機能等の整理

「EMV決済サービス」を実現するために必要なITSスポットの機能要件、動作概要、セキュリティ機能等について整理した。

### 2) EMV決済サービスに関する「仕様書(案)」、「機能要件書」及び「解説書」の作成

1) の整理結果を踏まえ、「EMV決済サービス」に必要な機能についてとりまとめ、仕様書を作成した。同時に各要件の記載事項の根拠となる、「機能要件書」及び「解説書」も作成した。

#### [成果の活用について]

平成22年度の実験結果をもとに、とりまとめた平成23年度版の仕様書を、平成24年度の実証実験、カードブランド協議に活用する予定である。

# ITS スポットの運用上の技術的課題に対する調査検討

## Research on Technical Problems of ITS Spot under the Operation

(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 純平  
Senior Resarcher Jumpei SAWA  
研究官 岡田 浩一郎  
Researcher Hiroichiro OKADA  
部外研究員 前田 武頼  
Guest Researcher Takeyori MAEDA

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 is specialized in technical aspects of the operation of ITS Spot to solve various problems and clarify challenges etc. Besides that, a testbed at the NILIM was built, and makes technical causes obvious and evaluates the effects of countermeasures.

### [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、平成 22 年度冬から全国の高速度路上を中心に運用を開始した ITS スポットサービス（DSRC（Dedicated Short Range Communication）を用いた路車間通信サービス）について、路車間通信の相互接続性等の検証を体系的かつ効率的に行う手法を確立するとともに、ITS スポットサービスに係る仕様書等の技術基準案を検証している。

本稿は、運用を開始した ITS スポットサービスの機器を対象として路車間の相互接続性等の確認試験、運用上の技術的課題の整理、課題解決に向けた対応策等の検討を行った結果を報告するものである。

### [研究内容及び成果]

#### (1) 高速度路上の ITS スポットサービスに関する調査

1) 相互接続性等の運用上の技術的課題に関する検討  
道路管理者や車載器メーカーによるサービスを提供している ITS スポットの動作確認等を行うため、実走行試験により調査し、課題を抽出した。

また、後述の 2)、3) で実施する確認試験の結果で抽出された技術的課題及び運用技術検討ワーキング（サービス提供者である道路管理者、ITS スポットに係る機器製作メーカー等において運用上の技術的課題を検討する会議）において明らかとなった相互接続性等の技術的課題について整理を行った。

さらに、課題発生時の各種状況の把握、ITS スポッ

トや試験用車載器の通信ログの収集・照合・比較を行い課題が発生した要因の解析を行った。この結果を踏まえ課題解決に向けた対応策等の検討を行った。

#### ②運用技術検討ワーキングへの反映

運用技術検討ワーキングで検討した課題及び対応策の例を表 1 に示す。

表 1 運用上の課題及び対応策

課題	対応策
ITS スポットから提供される時刻に日本標準時のものと世界標準時のものがある	世界標準時に統一を図る
車載器で認識している道路種別が本来の道路種別と異なるため表示されない	車載器側で対応を図る
提供情報内の画像サイズの違いにより車載器で表示されない	画像サイズを 248×192dot の固定値とする
提供情報に含まれる PNG(Portable Network Graphics)画像ファイルの補助チャック <sup>注1)</sup> に対応していない車載器がある	各市販車載器で未対応の補助チャック、提供されるとエラーを起こす補助チャックを整理、共有し提供コンテンツ作成時に留意する。車載器側はエラーを起こさないように対応する。

注 1) ガンマ値など PNG ファイルに含まれる補助的な情報

#### 2) 国総研テストコースでの確認試験

国総研テストコース内に設置された ITS スポット（6 メーカー分）と ITS センター棟内に設置されたセンターサーバを用い、相互接続性等の車載器との通信に関する確認試験を実施した（図 1 参照）。

なお、確認試験にあたって、電波環境の事前把握、試験用データの作成を行った。

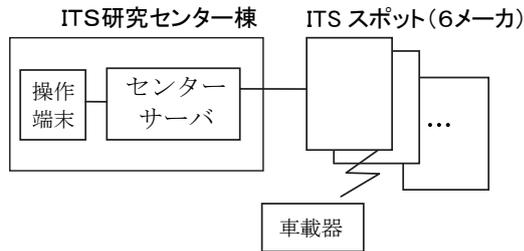


図1 システム構成

### ①試験計画の作成

収集可能なログデータの内容など試験を実施する上での条件の整理を行った上で、各メーカーのITSスポットと各メーカー車載器との相互接続性の確認と課題の抽出を行うため全ての組合せ試験（たすき掛け試験）を計画した。合わせて、ARIB STD-T75<sup>注2)</sup>における初期接続、機器認証、ITS Forum RC-004におけるメモリアクセス及び同報受信の成否、所要時間など測定項目の整理を行った。

また、ITSスポットの機能であるRSSI制御<sup>注3)</sup>の特徴や車載器の特性を把握し、RSSI制御の評価を行うための測定項目を整理し、試験計画に反映させた。

注2) (社)電波産業会が定めるDSRCシステムに関する標準規格

注3) 車載器からの受信電力の強さにより、通信を開始するかを制御する機能

### ②確認試験の結果

試験結果として表2の通り、相互接続性の課題、RSSI制御に置ける課題、個別の路側機や車載器に発生する課題ごとに要因を分析しとりまとめた。

表2 確認試験結果

課題	試験結果
相互接続性	特に課題はなかった
RSSI	制御パラメータについて各メーカー共通の値として設定することは困難であることが判明した。
個別課題	特に課題はなかった

## 3) 高速道路上での確認試験

### ①試験計画の作成

別途、道路管理者が実施した確認試験の結果を踏まえ、以下のITSスポットを優先的に確認する試験計画を作成した。

- ・ジャンクション手前のITSスポット
- ・安全情報を提供するITSスポットのうち提供情報が可変であるもの
- ・課題が報告されているITSスポット

実施にあたっては、試験用車載器を用い、各種通信フェーズの成否、ITSスポットからの同報データの受信状況、通信エリアの広さを確認した。

### ②確認試験の結果

通信フェーズ毎に課題があったものを分類し、ITSスポット製造メーカー及び提供する情報量の観点から整理した。表3の通り運用上の技術的課題を抽出・分類し、共通の課題についてその原因の分析を行いとりまとめた。

表3 抽出された運用上の技術的課題

課題	件数
ID38(多目的情報)内の距離標情報が不正値	47
ID27(障害情報)のフォーマット異常	42
コンテンツ内の情報メニューと提供IDが不一致	6
基点ビーコンにおいてID64(発話型電子標識情報)が未提供	14
基点ビーコンの設定が不適切	9
ITSスポットの空中線部の設置位置が不適切	2
4000バイトのアップリンクができない	71
メモリー一括読み出し要求が受信できない	3
メモリー一括書き込み要求が受信できない	1
原因究明に至っていない課題	79

### (2) 情報接続サービスに関する検討

道の駅、SA等で提供されている情報接続サービスについて、課題の有無を確認するための試験を行った。

各設備の特性や機能、路側機とサービスを提供する駐車マスとの位置関係などを調査し、アンテナの設置高さ、駐車マスとアンテナの位置関係、路側機と情報接続処理装置とのメーカー間の組み合わせの違い、PPP(Point to Point Protocol)終端位置の違い、の視点で整理し、試験対象箇所を抽出した。

試験対象箇所において、次の項目等について試験を行った。

- ・PPP接続時間、データ伝送時間の計測
- ・車両停車位置による影響
- ・電界強度と機器認証の正否や処理時間の関係
- ・画面の操作性の確認

確認試験の結果をもとに表4に示す通り、運用上の課題、その対応策および検証方法並びにこれらを踏まえた技術仕様への反映方法についてとりまとめた。

表4 運用上の課題及び対応策等

課題	対応策等
路車間通信が成立しない	原因の究明に至っていない
隣接駐車マスに車両が停止した場合の電界強度の低下	路側機アンテナの調整、サービス対象駐車マスの調整
通信速度が遅い	PPP終端位置を路側機側とする

### [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、インフラ設備の改良などITSスポットに関する技術的課題への対策に活用した。

# 交通円滑化システムの高度化に関する効果検証調査

A study on verification of the effects on advanced traffic flow smoothing systems

(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	坂井 康一
Senior Researcher	Koichi SAKAI
研究官	鈴木 一史
Researcher	Kazufumi SUZUKI
部外研究員	岩崎 健
Guest Researcher	Ken IWASAKI
部外研究員	前田 武頼
Guest Researcher	Takeyori Maeda

National Institute for Land and Infrastructure Management (NILIM) has studied the information provision methods and specification development of the lane utilization rates optimization systems using ITS Spot in order to reduce congestion at sag sections on intercity expressways. This paper reports the improvement of the traffic situation judgment algorithm and development and installation of this system at Yamato sag sections on Tomei Expressway.

## 〔研究目的と経緯〕

国土技術政策総合研究所では、高速道路サグ部における渋滞対策を目的とした ITS スポットによる車線利用適正化情報提供システムについて、その情報提供手法の検討、及び必要な標準仕様の策定に向けた検討を行っている。

本研究では、実運用を見据え、既存のローカル処理の車線利用適正化情報提供システムをセンター処理のシステムへ移行するための具体検討を行うこととしており、平成 23 年度は、センター処理のシステムへ移行に伴う車線利用適正化情報提供システムにおける交通状態判定アルゴリズムの改良、東名高速道路大和サグ（上下）付近を対象とした車線利用適正化情報提供システムの構築、実装及び動作確認を行うとともに、既設の交通中央設備、ITS スポット C2 装置の改造及びこれらの設備・装置との接続等を行った。

## 〔研究内容〕

### 1. 車線利用適正化情報提供システムにおける交通状態判定アルゴリズムの改良

センター処理システムでは、中央局の ITS スポット C2 装置における情報提供処理に伴う処理時間遅れの発生が想定されるとともに、路センター間の通信頻度及び機器の低コスト化の観点より、ローカル処理システムで用いていた 0.1 秒間隔で車両の速度等を検知す

る高価なレーザー型センサを用いないことに伴う、交通状態の検知能力の低下が想定された。そのため、これらの影響について整理するとともに、対処ロジックの検討・構築を行った。また、道路上の異常（車線規制、渋滞等）発生時に、自動で情報提供を停止するための仕組み及び対象とする事象種別、情報収集対象区間の検討を行うとともに、不要な冗長性を廃するアルゴリズムの簡素化を行った。

これを踏まえ、既存のローカルシステムが設置されている東名高速道路大和サグ（下り）を対象に、机上シミュレーションによる交通状態判定結果と、既存のローカル処理システムにおける交通状態判定結果（過年度における実績値）を比較した。その結果、改良アルゴリズムを適用した場合、全時間帯のうち 82%の時間帯において、ローカル処理システムと同様の交通状態判定結果が得られた。

### 2. 車線利用適正化情報提供システムの構築

車線利用適正化情報システムを導入する予定の東名高速道路大和サグ部（上下）を対象に、既設の交通量計測装置及び ITS スポット C2 装置のシステム構成（図 1）を踏まえ、車線利用適正化情報提供システムの機能仕様（表 1）を検討するとともに、システム構成（図 1）及び交通状態判定装置の基本動作（図 2）をもとに、交通状態判定処理装置の機能構成（図 3）及び ITS ス

ポット C2 装置の機能要件 (表 2) の整理を行った。

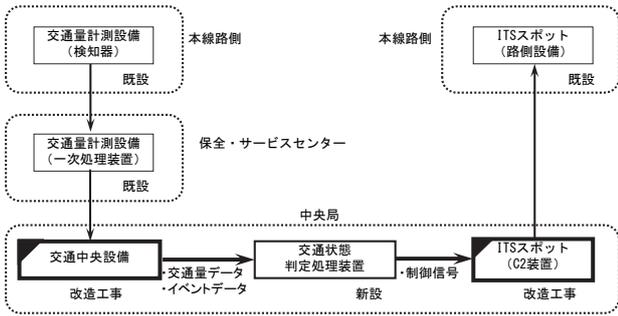


図 1 車線利用適正化システムのセンター処理システム構成 (概略)

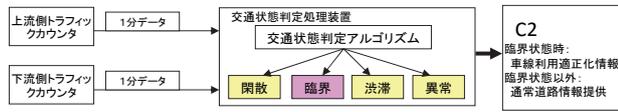


図 2 車線利用適正化システムのセンター処理システムの各機能の動作概要

表 1 車線利用適正化情報提供システムの機能仕様

機能	機能仕様
交通量計測設備通信機能	交通量計測設備との通信制御を行い、1分周期で交通量データを取得する。この際、取得した交通量データが1分データの場合、5分間積算値への編集処理を行う。
交通中央設備通信機能	交通中央設備との通信制御を行い、1分周期で交通イベントを取得する。
交通状態判定機能	交通量計測設備通信機能が取得した交通量データをもとに交通状態の判定処理を行う。また、交通中央設備通信機能が取得した交通イベントをもとに情報提供停止の判定処理を行う。
ITS スポット C2 設備通信機能	交通状態判定機能から渡された交通状態判定結果と情報提供停止判定結果をもとに情報提供開始・停止判定を行い、ITS スポット C2 設備に出力する出力判定結果を生成する。
データ蓄積機能	交通量計測設備及び交通中央設備からの入力データ、交通状態判定機能の判定結果、ITS スポット C2 設備への出力データなどの履歴データをデータベースに蓄積、管理する。
蓄積データ出力機能	監視モニタ画面からの指示により DB に蓄積した交通量データ、交通イベント、装置稼働状況、交通状態判定結果等を CSV 形式のファイルとして出力する。
監視モニタ画面機能	装置稼働状況、交通状態判定結果等に関する内容表示と操作を行う機能を利用者に提供する。
障害監視機能	交通量計測設備、交通中央設備、及び ITS スポット C2 設備との接続に関する障害の監視を行う。
システム管理機能	少なくとも以下の機能から構成する。 ・交通状態判定処理装置のソフトウェア起動/停止の制御 ・交通状態判定処理装置の動作に必要な初期設定処理と設定値の管理 ・交通状態判定処理装置の稼働状態の管理

表 2 ITS スポット C2 装置の機能要件

項番	機能要件
1	交通状態判定処理装置からの非同期な割込みに対応した割込み処理が可能なこと。
2	車線利用適正化情報提供に必要な画像、音声等のコンテンツを有すること。
3	出力判定結果が提供開始を要求している場合、車線利用適正化情報を VICS 情報に編集し、指定された ITS スポットに配信できること。また、出力判定結果が提供停止を要求するまで配信を継続できること。
4	出力判定結果が提供停止を要求している場合、車線利用適正化情報を編集対象から除外して VICS 情報の編集を行い、指定された ITS スポットに配信できること。

### 3. 車線利用適正化情報提供システムの実装・動作確認

交通状態判定アルゴリズムに基づいたプログラムの検討及び作成を行うとともに、機器の調達、プログラムの実装、技術的評価、機器設置・調整及び動作確認を行った。

これらの機器は NEXCO 中日本中央局 (神奈川県川崎市) に設置した。



写真 1 設置機器

技術的評価に当たっては以下の評価を行った。

- ① 個別機器の動作に関する信頼性評価
- ② 情報提供システム全体を稼働させたときの交通状態の判定性能の評価
- ③ 対象箇所数の増加に対する拡張性を考慮した要求仕様の妥当性評価

また、工場内に構築した中央局設備の模擬装置に交通状態判定装置を接続し、交通状態判定性能について確認した。

さらに、今般構築した交通状態判定処理装置を NEXCO 中日本中央局 (神奈川県川崎市) に設置されている交通量計測設備および ITS スポット C2 装置について、車線利用適正化情報提供システムを接続するに当たって必要となる改造を行うとともに、実際に接続し、交通量計測設備から取得した交通量データ、交通イベント及び交通状態判定処理装置の処理結果 (交通状態判定結果、情報提供停止判定結果、出力判定結果) について確認した。

#### 【成果の活用】

今般構築した車線利用適正化システムを稼働させ、実際の交通量データを用いた交通状態判定性能の検証を行う予定である。

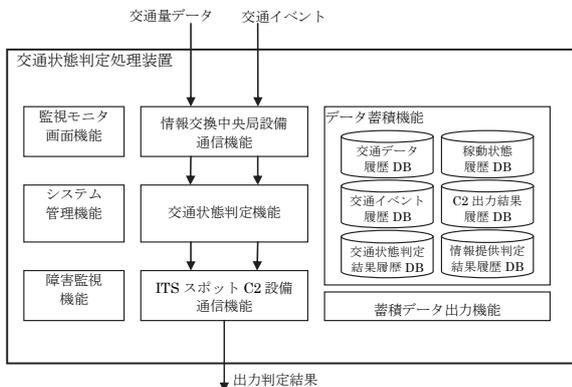


図 3 交通状態判定処理装置の機能構成図

# 路車間連携による道路交通円滑化対策に関する検討

A study on the traffic congestion mitigation services  
by means of Vehicle to Infrastructure cooperation

(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	坂井 康一
Senior Researcher	Koichi SAKAI
主任研究官	鈴木 彰一
Senior Researcher	Shoichi SUKUKI
研究官	鈴木 一史
Researcher	Kazufumi SUZUKI
部外研究員	中村 悟
Guest Researcher	Satoru NAKAMURA
部外研究員	岩崎 健
Guest Researcher	Ken IWASAKI

National Institute for Land Infrastructure Management (NILIM) has been conducting a research to mitigate traffic congestion at sag and uphill sections; the amount of congestion account for 60% of inter-city expressway in Japan. The newly developed countermeasure is that providing information about specific driving speed or following time gap to control ACC (adaptive cruise control) vehicles appropriately by means of ITS Spot communication. To evaluate the effectiveness of the countermeasure, a microscopic traffic simulator was developed and its effectiveness was examined.

## [研究目的と経緯]

国内の都市間高速道路における渋滞の約 60%はサグ・上り坂部において発生しており、最も渋滞量の多い箇所となっている。そこで国総研 ITS 研究室では、ITS スポット等による路車間通信技術を活用した、新たな交通円滑化対策の確立に向けた研究を行っている。

本研究では、サグ部における渋滞発生メカニズムを明らかにした上で、発生要因に対応した路車間連携サービスを整理し、さらにそれらのサービスについて、ミクロ交通シミュレーションを用いた試算を行い、道路インフラと ACC 車両（先行車との設定車間時間や速度等を維持する車両制御技術）の連携により渋滞緩和効果が見込まれることを示した。また、サービスの高度化に向けて、各車両の高精度な位置特定技術や自動運転に関する技術動向を調査し、路車間通信、高精度地図情報等を用いる位置特定方法、自動運転方法を検討するとともに、自動運転システムコンセプト案等を作成した。

表 1 サグ部等における渋滞発生要因

渋滞発生要因	
①	車線利用の偏り（車線間のばらつき）
②	ドライバーにより異なる希望速度・車間に起因する車頭時間のばらつき（同一車線内のばらつき）
③	勾配変化等に起因する車頭時間の極端な増大・減少

## [研究内容]

### (1) 路車連携による交通円滑化サービス内容の整理

サグ・上り坂部における渋滞発生要因を整理し、ITS スポット通信等の情報提供技術を活用した、ACC 車両との連携サービス内容の整理を行った。まず、既往の研究成果、及び東名高速大和サグ下り(22.0kp)付近のトラカンデータや路側のビデオ映像等の解析により、当該個所で発生している渋滞の発生要因を解明し、その要因を表 1 の通り整理した。

表 1 に示す通り、サグ部等における渋滞の発生要因は空間的に車両がばらついて存在(車頭時間が非常に長い・短い、追越車線への偏り)していることであり、そのような交通流が勾配変化による速度変化の影響を受け、速度低下等の擾乱が誘発され渋滞に至る。その

表 2 サグ部等における路車間連携サービスの分類

実施タイミング	連携サービスのコンセプト	連携サービスの目的	渋滞発生要因
渋滞発生前	サービス1 車線利用の適正化	車線間の偏りの均一化 ・ 追越車線利用の偏りを是正	①
	サービス3 車間の適正化	ボトルネック部での交通流率低下の防止 減速波の発生、増幅伝播を抑制、遮断 同一車線内のばらつきの一化 ・ 車線の詰まりすぎ・空きすぎの是正 ・ 勾配変化等に起因する車線の極端な増大・減少を抑制 ・ ACCの車間制御機能を活用した、後続車への減速波の増幅伝播を抑制	②
	サービス4 (ACC) 車車間通信を活用した車群安定性の向上	安定した車群走行及び均一な交通流の実現	②
後発渋滞	サービス2 渋滞を抜けた後の緩やかな加速の防止	渋滞区間通過後の発進流速の低下を防止	②、③

表 3 ミクロ交通シミュレーションへのインプットデータ

ACC 設定条件	車間時間	1.35 秒
	設定速度 (最高速度)	100km/h
	ACC 作動速度域	全車速
現況再現データ (H23.8.17)	渋滞継続時間	約 7 時間
	渋滞長	16.4 km

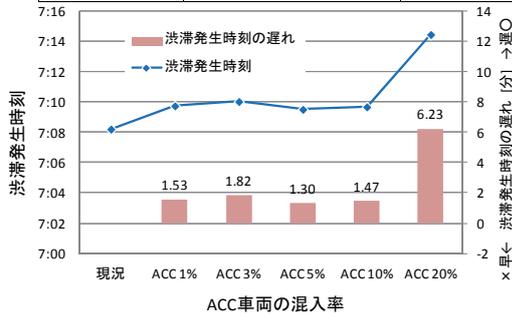


図 1 ACC 車両の混入率に応じた渋滞発生時刻の遅れ

対策として、車頭時間を均一に保ち、勾配変化等にも影響されないようにドライバーが運転操作を行うことや、追越車線に偏らないようにすることが重要と考えられる。さらに、車頭時間の均一化は ACC 車両を活用することで正確に実現可能であり、高い効果が見込まれる。本研究では新たな対策案として ACC 車両とインフラの連携による交通円滑化サービスの確立を目指す。

表 1 で整理した渋滞発生要因に対応する路車間連携サービスを表 2 に示す通り整理した。

### (2) シミュレーションによる効果評価

ITS 研究室では、サグ部における交通現象、及び ACC 車両の挙動が再現可能なミクロ交通シミュレーションを構築しており<sup>1)</sup>、東名高速下り大和サグ付近における ACC 車両が混入した交通状況を再現することが可能である。このシミュレータを用いて、表 2 に整理したコンセプトのうちサービス 3 について効果の試算を行った。表 3 は試算に用いた ACC 設定条件と現況再現に用いた交通データを示すものである。現況再現に用いるデータはトラカンより取得したものを使用している。

サービス 3 は、ACC 車両の車間制御機能を活用することで、車間の詰まり過ぎ・空き過ぎが改善され、交通流率の低下が抑制されることを期待するものである。よって、その評価指標を現況 (ACC 混入率 0%) に対する渋滞発生時刻の遅れとした。図 1 に示す通り ACC 車両の混入率が 20% の場合、6 分程度渋滞発生時刻が遅れる

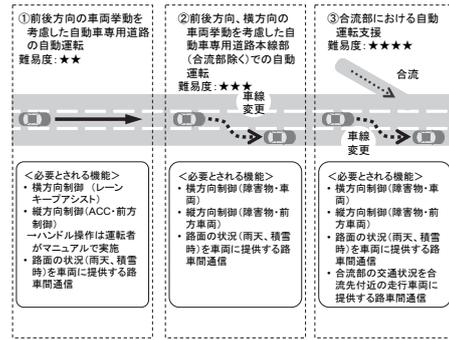


図 2 自動運転技術を活用したシステムコンセプト案

という試算結果が得られた。

### (3) 交通円滑化サービスの高度化に関する検討

本研究では、交通円滑化サービスの高度化に関して、位置特定に関する技術、及び自動運転に関する技術についても整理を行った。これらの技術を用いることで先述した、サービスをより効果的に (例えば車線別の情報提供など) 提供することが可能と考えられる。ここではその整理結果について報告する。

#### ① 高精度位置特定方法に関する検討

ITS スポットを活用した路車間通信や、高精度地図情報等を用いて、高精度に車両の位置を特定する方法について、以下の 3 案を検討し、それぞれの位置特定方法の概要、シーケンス例を示した。

- ITS スポットからの位置情報・補正情報の提供
- RFID タグからの位置情報の提供
- 高精度地図情報とカメラ、レーザレーダを活用した位置特定

さらに、実現可能性を確認するための検証方法を整理した。

#### ② 自動運転に関する検討

本研究では、国内外の自動運転、及び隊列走行にかかる研究開発プロジェクトにおける技術開発動向調査を行った。その上で解決すべき課題を整理し、導入場面、導入の難易度および路車間通信の役割等について検討し、自動運転技術を活用したシステムコンセプト等、及びそのロードマップ案を作成した。

#### [成果の活用]

本研究で明らかとなった、路車間連携サービスを基に実道での実験を通してその効果を検証する。

#### <参考文献>

- 1) 金澤文彦、坂井康一ほか: 高速道路サグ部における ACC 車両の混入状況に応じた渋滞緩和効果, 第 10 回 ITS シンポジウム 2011 Peer Review Proceedings, Vol. 10, pp97-102, 2011

# 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 23-24 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
研究官	若月 健
Researcher	Takeshi WAKATSUKI
部外研究員	岩崎 健
Guest Researcher	Ken IWASAKI
主任研究官	鈴木 彰一
Senior Researcher	Shoichi SUZUKI
研究官	元水 昭太
Researcher	Shota MOTOMIZU
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	中村 悟
Guest Researcher	Satoru NAKAMURA

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では、ITS スポットの双方向路車間通信技術を用い、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。ITS スポット対応車載器が普及するまでは、道路行政ニーズを満たすために、道路プローブ情報に加えて民間プローブ情報を補完的に活用し、全国の道路を網羅する必要がある。ITS スポットは高速道路上を中心に整備されているため、一般道のデータ量は非常に少ないのが現状である。

今年度は道路プローブ情報と民間プローブ情報を統合するためのコンバータ及びインタフェースを作成し統合の実証を行った。また、実際に統合したプローブ情報の道路行政への活用に関する有効性を技術的に検証するとともに、道路プローブ情報と民間プローブ情報を統合するための統合手順書（案）を作成した。

さらに、プローブ情報を活用した物流車両管理の効

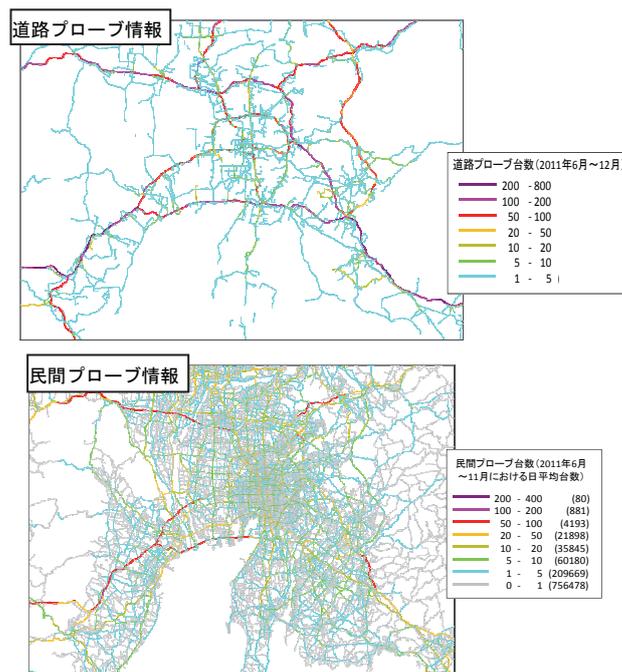


図1 官民プローブ情報の取得状況比較 (名古屋)

率化を図るため、プローブ情報を取得し、運行管理やエコドライブを可能とする物流システムの実現可能性について検討するとともに、特定車両のプローブ情報を用いた走行経路把握技術について調査を行った。

また、道路プローブ情報を用いて ITS スポットサービスの効果を評価する手法について検討し、実際に取得された道路プローブ情報に適用するとともに、効果評価にあたっての課題等について整理した。

**[研究内容]**

**1. 官民プローブ情報の統合**

**①官民プローブ情報の統合**

道路プローブ情報を補完するため民間プローブ情報の活用を検討する上で、両者のデータ量、旅行時間等の違い・特性を把握し、両データの統合を行った結果、道路プローブ情報が取得出来ていなかった区間や時間帯のデータを補完可能なが示された。図1に道路プローブ情報と民間プローブ情報の取得状況を示す。現時点では道路プローブ情報は民間プローブ情報と比較し、網羅性が低く、データ量も少ないため、道路プローブ情報量を増やすためにも ITS スポット対応車載器の普及、一般道への ITS スポットの設置拡大が望まれる。

**②統合手順書の作成**

①の結果を踏まえ、統合プローブ情報を作成するための手順書を作成した。地方整備局や国道事務所の職員等による統合コンバータの利用を想定し、手順書では統合プローブ情報を作成するツールの概要、セットアップ方法、実行方法等を記載した。

**2. プローブ情報を活用した物流車両の管理**

プローブ処理装置に具備されている「特定車両検知機能」により、プローブ処理装置で予め登録しておいた車両のプローブデータ（以下、特定プローブ情報）を抽出し取得することが可能となる。本研究ではこのデータの道路管理への適用性に関する検討を行った。

民間の物流車両に搭載した車載器から得られた特定プローブ情報より走行経路の把握、路線・区間ごとの車種別の通行台数を集計し、大型車の通行台数が多い路線・区間が概ね把握出来ていることを、H22 センサデータと比較することで確認した。また特定プローブ情報を活用することで個別車両の走行経路、走行頻度（通行台数）が把握可能であることが分かった（図2）。さらに、大型車の走行経路が把握されれば、近年課題となっている過積載車両の動態管理や載荷履歴による道路構造物の損傷把握への応用も考えられる。

**3. 許可経路違反判定へのプローブ情報の適用**

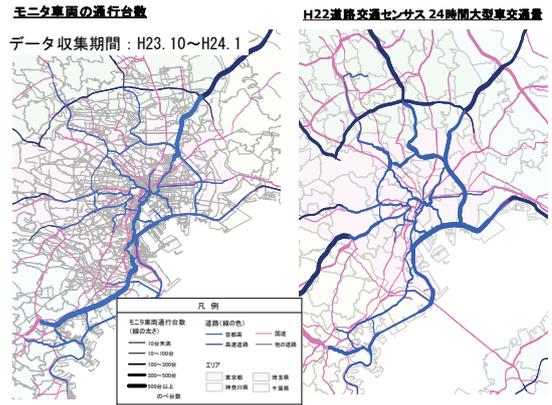


図2 実験車両の通行台数とセンサ値の比較

特殊車両の通行に関しては、あらかじめ許可を受けた経路を走行する義務があるが、完全に遵守されていない現状がある。この、特殊車両の経路違反という課題に対しては、プローブ情報を活用し、走行状況を把握することが有効と考えられる。そこで、プローブ情報の活用を考慮し、運用されている「特殊車両オンライン申請システム」の機能拡張に関する検討を行った。

**4. ITS スポットサービスの効果評価**

道路プローブ情報を活用した ITS スポットサービスの効果評価手法について検討するため、表1に示す ITS スポットサービスのうち、下線部のダイナミックルートガイダンス、広域経路選択情報提供支援、渋滞末尾情報等のアプリケーションを対象に道路プローブ情報による効果評価の適用可能性と課題等を検討した。

表1 効果評価手法を整理した ITS スポットサービス

サービス分類	アプリケーション種類
道路交通情報提供サービス	①ダイナミックルートガイダンス、②広域経路選択支援情報、③方面別の所要時間情報、④画像情報
安全運転支援情報提供サービス	⑤渋滞末尾情報、⑥事故多発地点情報、⑦工事・規制・障害物情報、⑧気象情報、⑨画像情報（路面状況情報等）、⑩緊急情報
情報接続サービス	⑪情報接続（インターネット接続）

検討の結果、サービスの有無に応じた効果評価を行う場合には、サービスを受けない車両のデータ収集が課題となること、また、現時点では信頼性の高い効果評価を目的とした場合には、ITS スポットによるプローブデータや提供情報ログの蓄積が不十分であることが課題として挙げられた。今後は車載器の普及促進等によりプローブデータの十分な蓄積を行うとともに、被験者による実走行調査の実施や車両挙動計測装置を搭載した個人や事業者への協力要請など、サービスを受けない車両のプローブデータの収集方法等についても検討する必要がある。

**[成果の活用]**

本調査の成果は、官民プローブ情報の統合データ作成のツールとして活用する。

# プローブ情報の道路交通管理への適用に関する検討

## Applying the probe data to the road traffic management

(研究期間 平成 23-24 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  
研究官 若月 健  
Researcher Takeshi WAKATSUKI  
部外研究員 岩崎 健  
Guest Researcher Ken IWASAKI

National Institute for land and infrastructure management has been studying about probe data, which is collected by means of ITS Spot communication, to apply probe data to road management or to provide traffic information. In this paper, two main analyses will be reported. Firstly, the function of the server computer, which is storing probe data, and the accuracy of probe data were examined to assess the reliability of the data. Secondly, the practical usage of probe data for road operators, such as grasping traffic conditions and effectiveness of projects, has been studied. In this sense, “the Practical Probe Data Usage System” was developed and examined to judge how useful the system is for road operators.

### [研究目的と経緯]

国土技術政策総合研究所では、ITS スポットの双方向路車間通信技術を用い、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。

本検討は、プローブ情報を道路交通管理に活用できるようにするため、プローブ情報を収集するシステムの機能や収集されたプローブ情報の精度について検証を行うとともに、プローブ情報を用いた交通状況の把握や事業効果測定等、道路管理者の多様な利用形態を想定した集計等を行う「利活用システム」の検討を行うものである。

### [研究内容]

#### (1) プローブ情報の精度検証

平成 23 年 3 月より ITS スポットからプローブ情報の収集が開始され、プローブ統合サーバで集計処理を行うこととなった。道路管理者がそのデータを活用できるようにするため統合サーバの機能やデータ精度について以下の検証を行った。

##### 1) プローブ収集機能の検証

プローブ統合サーバに収集される道路プローブ情報を用いて、件数集計等の基礎的な集計やプローブ収集機能の動作検証を実施した。

走行履歴は最大で約 330 万件/月、挙動履歴は約 5.3

万件/月程度が収集されている。H23 年 12 月現在、距離換算では日平均約 9,000 台キロが収集されており高速道路の占める割合が 90%以上である。

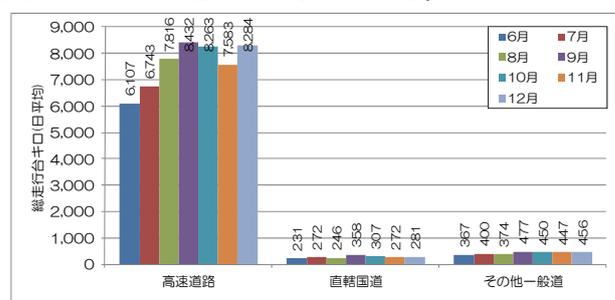


図 1 道路プローブデータの取得状況 (道路種別別)

#### 2) マップマッチング機能の検証

プローブ情報はカーナビの地図にマップマッチングしたものを再度プローブ統合サーバでマッチングしている。

マップマッチング機能の検証にあたっては、メーカーへのアンケート等で処理の現状を把握するとともに、マップマッチングに影響を与える道路構造毎に、実走行データとプローブ統合サーバでのマップマッチング結果の比較検証を行った。

その結果カーナビの地図に反映されていない新規供用道路等では既存の並行する一般道路がある場合は誤ったマップマッチングが多発した。この場合は DRM リ

リンク旅行速度算出に影響があるため、新規供用道路でのデータを収集分析するなど対応を検討する必要がある。

### 3) 旅行速度等算出機能の検証

プローブ統合サーバではDRMリンク別旅行速度・旅行時間を前日までに蓄積したデータを用いて日々集計している。そこで、集計アルゴリズムの検証や生成されるデータの精度の検証を行った。なお、精度検証では交通データとの比較とともに、走行試験結果から得られた実走行データとの比較を実施した。

旅行速度はおおむね実走行データと一致したが、DRMリンク長が短い区間において精度が低下していた。これは道路プローブの旅行時間の最小単位が1秒(整数)であるため、車載器からのアップリンク時点で発生する誤差や集計上の端数処理による誤差がリンク長が長い区間に比べて相対的に大きくなるためである。今後、集計処理途中の数値の桁数を増やす等の対策を検討する必要がある。

プローブ情報の精度については以上のように解決すべき課題が残っており今後も引き続き課題解決策を検討していく。

### (2) プローブ情報の利活用システムの検討

収集したプローブ情報を道路管理者が活用するためのシステムについて以下の検討を行った。

#### 1) 利活用システムアプリケーションの再整理・選別

プローブ統合サーバに蓄積された道路プローブ情報等を用いて災害時における情報共有や事業効果測定等、道路管理者の多様な利用形態を想定した利活用システムの構築に向けた検討として、過年度に実施した業務プロセスの検討結果を参考として利活用システムアプリケーションの機能について再整理を行った。

これらの機能は処理が必要なデータ量や処理時間を考慮すると将来的には主にサーバ上で実現することが妥当と考えられるが、今年度は道路管理者が試行運用を行って必要な機能を確認するためにPC上で動作するプロトタイプを作成することとした。

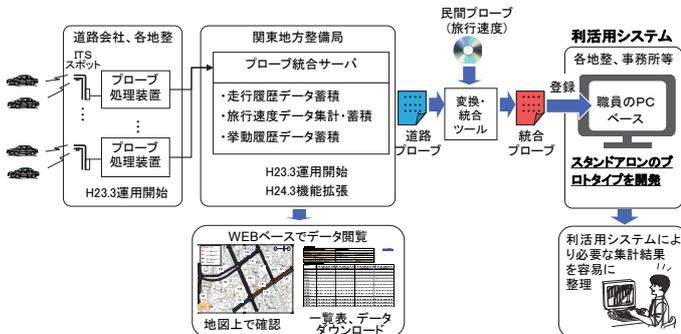


図2 プローブ情報の収集・活用における利活用システムの位置づけ

また、道路管理者への意見紹介結果や試行運用時の実用性を考慮して表1に示す3つの機能を選定した。

表1 選定したアプリケーションの機能

I. 時空間速度図作成機能	指定した路線の区間別 (DRMリンク)、時間帯別の平均旅行速度の集計結果を、帳票形式に出力するとともに、模式図に表示する機能
II. 所要時間帳票作成機能	最短経路もしくは指定した経路の区間別 (DRMリンク)、時間帯別の平均所要時間の集計結果を、帳票形式に出力する機能
III. 急加速度発生箇所マップ作成機能	指定地域の急加速度 (前後加速度、左右加速度) の発生箇所を地図上に表示する機能

### 2) 利活用システムプロトタイプ構築

利活用システムプロトタイプのシステム設計・構築を行った。

1) で選定した機能を実装するとともに地方整備局等の職員のPCで試行運用可能な仕様とした。アウトプットの一例を図3に示す。

【路線番号】	高速大阪東大阪線										凡例	60km/h以上
【対象データ】	走行履歴(統合データ)											40km/h以上、60km/h未満
【集計区間】	大阪府(08560876)~大阪府(07157557)											20km/h以上、40km/h未満
【集計期間】	2011年11月01日~2011年11月30日											20km/h未満
【集計単位】	平日											データなし
【上り/下り】	下り											
区間01→	区間02→	区間03→	区間04→	区間05→	区間06→	区間07→	区間08→	区間09→	区間10→			
区間番号	8567258	8557258	8553786	8093786	7950809	7840795	7843794	37948226	8038226	8037341		
区間長(m)	338	225	606	261	432	73	523	127	107	359		
時間帯	7時台											
	8時台											
	9時台											
	10時台											
	11時台											
	12時台											
	13時台											
	14時台											
	15時台											
	16時台											
	17時台											
	18時台											

図3 時空間速度図作成機能のアウトプット例

### 3) プロトタイプの技術的検証

2) で構築したプロトタイプについて地方整備局における既往調査結果との比較による集計アルゴリズムの妥当性の検証を行い、既往調査と同様の集計結果となることを確認した。

また、プローブ統合サーバに集積された道路プローブ情報及び統合プローブ情報(道路プローブ情報と民間プローブ情報)を、オフラインで汎用パソコンに移し、2) で構築したプロトタイプの操作性を含む動作を確認した。

以上の検討結果を受けて構築したプロトタイプのシステムについて、地方整備局等の道路管理者で試行運用を実施する予定である。

# ITSによる環境負荷に配慮した行動変容を促す情報提供手法に関する検討

A study on information provision methods using ITS for environmentally-friendly behavior

(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	坂井 康一
Senior Researcher	Koichi SAKAI
研究官	若月 健
Researcher	Takeshi WAKATSUKI
部外研究員	中村 悟
Guest Research Engineer	Satoru NAKAMURA

In order to reduce emissions of greenhouse gases such as carbon dioxide, it is necessary for drivers to voluntarily choice environmentally-friendly behavior in traffic. This study discusses effective ITS services to prompt drivers to action environmentally-friendly behavior and effective information provision methods for drivers using ITS Spot.

## 【研究目的及び経緯】

我が国では、2020年に温室効果ガスを1990年比で25%削減するとの中期目標を達成するため、低炭素革命の推進が求められている。道路交通分野においては、利用経路変更などの環境負荷低減に資する行動をドライバーが自発的に選択できるよう、交通行動の変容を図ることで温室効果ガスの削減に寄与することができる。

本研究は、交通円滑化や環境負荷低減に繋がるドライバーの交通行動変容を促すために効果的なITSサービスを検討することを目的としている。

今年度は、環境負荷低減に資する情報提供アプリケーションについて事例を収集した。その結果を踏まえ、ITSスポットを活用した環境負荷低減に資する行動変容を促すためのアプリケーション（情報コンテンツおよび提供手法）を検討した。また、環境負荷低減量を算出する際に活用すべき道路交通データおよびデータ処理方法について、リアルタイム活用、統計的活用のそれぞれの利用場面を想定するとともに、現状と将来のフェーズに分けて検討した。

## 【研究内容及び成果】

### 1. 環境負荷低減に資する情報提供アプリケーション事例の収集

#### 1) 情報提供アプリケーション事例の収集

道路利用者に対し、環境負荷低減に資する行動変容を促すための情報提供アプリケーションについて、民間実用サービスを含む既往研究事例を以下の手順で収集整理した。

- ① 行動変容を促す仕組みと事例収集の対象を整理
- ② インターネット・文献調査をベースにした事例検索と個別事例の概要整理

- ③ 収集したアプリケーション（全31事例）を行動変容の種類、行動シーン、実施主体等の観点で分類

#### 【整理結果】

- ・民間では、出発前の経路・時間・手段変更支援情報の提供と、移動中・到着後の走行評価・改善支援のアプリケーションが多数運用中
- ・官の取り組みでは、料金施策（割引/課金）を伴うものや物流の効率化支援、環境への意識改善のための広報等が運用中

### 2) 環境負荷低減量算定手法の調査

環境負荷低減量を算出するアプリケーションを対象に、以下の手順で環境負荷低減量算定手法を調査し、それぞれの手法の特徴を整理した。

- ① 事例収集の対象の設定（「アプリケーション事例」、「算定手法に関する研究事例」、「関係省庁のガイドライン等」、「国内外で承認された方法論」）
- ② 文献調査・ヒアリング等により事例検索と算定手法の整理
- ③ 収集した算定手法の適用事例（全25事例）を算定範囲や算定の原理にもとづいて分類し、分類毎にデータ入手の容易性や精度等に関するメリット・デメリットを整理

#### 【調査結果】

- ・算定手法は大きく①燃料消費量を軸とした算定手法と②排出量を軸とした算定手法に分けられ、さらに①は燃料法、燃費法、トンキロ法、②は車種・速度法に分類することができる
- ・①は1トリップや特定車両など限られた範囲内での算定に適しており、燃料消費量が把握できれば算定精度が高い。②は外部観測データにより算定でき、交通全体の算定に適しているが、精度は高くない

## 2. 環境負荷低減量を算出する際に今後活用すべき道路交通データの抽出及びデータ処理方法

### 1) 今後活用すべき道路交通データの検討

算定手法毎に必要なインプットデータと活用すべき道路交通データを検討した。

- ①環境負荷低減量の算定結果を活用する場面、算定目的・用途、算定手法を整理
- ②それぞれの場面・算定手法で必要となるインプットデータと活用する道路交通データを抽出
- ③抽出した道路交通データそれぞれについて、以下の観点から特徴を整理
  - ・技術面：データ精度、対象路線・区間単位、計測対象、普及状況、更新頻度)
  - ・運用面：コスト、セキュリティ・プライバシー、関係者間の連携

#### 【検討結果】

- ・リアルタイムに交通全体の環境負荷を算定する場合に必要な平均速度を計測する道路交通データとして、車両感知器、道路プローブ、光ビーコンアップリンクデータ、民間プローブを検討した
- ・今後活用すべき道路交通データは、普及率の観点から現状では車両感知器が望ましいが、対象路線とデータ精度に課題があることから、将来的には道路プローブが有効

### 2) データ処理方法の検討

今後活用すべき道路交通データを用いた環境負荷低減量の算定について、リアルタイム活用、統計的活用それぞれの場面を想定し、データ処理手法を検討した。

#### 【検討内容】

<想定場面>

- ①リアルタイム活用
  - ・経路別のCO2排出量の算定
- ②統計的活用

<検討した処理内容>

- ・環境負荷低減量の算定手法・インプットデータ等
- ・初期条件設定内容（区間設定、算定周期等）
- ・処理フロー
- ・処理システムの機能要件

## 3. ITS スポットサービスを活用した行動変容を促すためのアプリケーション及び効果評価手法

### 1) アプリケーションの検討

ITS スポットサービスを活用した行動変容を促すアプリケーションを以下の手順で検討した。

- ①ITS スポットの特徴を踏まえ、アプリケーションの提案範囲、現状と将来の実現フェーズを設定
- ②行動変容の種類と導入箇所に着目して、道路管理者が提供すべきアプリケーションを検討し、提供コンテンツや実現に向けた課題等を具体化
- ③現状で実現可能なアプリケーションを、具体的な導

- 入対象区間を想定してHMI案（画面／音声）を検討
- ④ドライバーの視点で撮影した走行ビデオと車載器画面を想定したモニタを用いて模擬的な走行環境を構築し、一般の道路利用者40名を被験者として、対象アプリケーションの受容性・有効性の調査を実施

#### 【被験者調査の結果】

- ・可能な範囲でエコな移動をしたいという意識はある
- ・エコの表現としてCO2排出量よりもガソリン消費量の方が受容性が高い

### 2) 効果評価手法の検討

行動変容を促すアプリケーションの効果評価手法を以下の手順で検討した。

- ①定量化/金額換算可能な指標の整理
- ②算定式、パラメータの収集方法、金額換算化手法の検討
- ③適用にあたっての課題（例；必要なデータを取得する上での課題、算定結果の精度等）を整理

#### 【成果の活用】

環境負荷低減に資する行動変容を促すためのITSスポットサービスの導入および効果評価に活用する。

表1 HMI案の例（動的エコ経路案内）

画面	<p>エコ経路情報 常磐道</p> <p>エコ経路</p> <p>C2 経由 45分 800円 CO<sub>2</sub> 6050g</p> <p>C1 経由 60分 900円 CO<sub>2</sub> 6300g</p>
音声	<p>首都高の情報です。 常磐道まで、都心環状線外回り経路で60分ほど、中央環状線外回り経路で45分ほどかかります。 現在、中央環状線外回り経路がエコ経路であり、CO<sub>2</sub>の排出量が約250グラム少なくなります。</p>



図1 HMIの評価に関する調査風景

表2 効果評価指標

対象、分類	定量化可能な指標	金額換算可能な指標
個人	円滑 ①走行時間短縮	
	環境 ②CO <sub>2</sub> 、NO <sub>x</sub> 、SPMの排出量削減	
	③燃料消費量の削減	④燃料消費額の節約
路線・区間全体	円滑 ⑤走行時間短縮	⑥走行時間短縮便益
	⑦走行経費減少便益	
	環境 ⑧CO <sub>2</sub> 、NO <sub>x</sub> 、SPMの排出量削減	⑨環境改善便益
	⑩燃料消費量の削減	

# 部分係数設計法の適用性拡大に関する調査検討

Study on improvement of 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 中洲 啓太  
Senior Researcher Keita Nakasu  
研究官 野村 文彦  
Researcher Fumihiko Nomura

室長 玉越 隆史  
Head Takashi Tamakoshi  
研究官 横井 芳輝  
Researcher Yoshiteru Yokoi  
交流研究員 氏本 敦  
Guest Research Engineer Atsushi Ujimoto

NILIM studied on bridge performances for the current specifications by broadening subjects of bridge scales, focused members, and focused section forces, and studied on effects of differences of uncertainty conditions of load and resistance sides on partial factors. Moreover, in order to establish setting methods of partial factors to be used for repair and reinforcement design of existing bridges, trial calculations on effects of changes of design working life and characteristics of the regions were conducted.

## [研究目的及び経緯]

道路橋の設計基準である道路橋示方書について、現在、許容応力度設計体系から部分係数設計法を基本とする体系への転換作業が進められている。

過年度までに、これまでの道路橋示方書で考慮されていた外力等の作用の特性を最新の統計データ等に基づいて再評価するとともに、代表的な橋梁形式の主要部材において許容応力度設計による場合に確保されていた耐荷力性能について、設計供用期間との関係における非超過確率等の信頼性の観点からの分析を行った。

今年度は、橋梁規模や着目部材、着目断面力等の分析対象を広げ、現行道路橋示方書による橋の性能について分析を行うとともに、作用側（外力等）及び抵抗側（材料品質や強度特性等）の不確実性の条件の相違が部分係数に及ぼす影響について検討を行った。また、既設橋の補修補強設計に用いるための部分係数の設定方法を確立するために、設計供用期間や地域特性等をパラメーターとして、その変化が荷重係数に及ぼす影響についての試算を行った。

## [研究内容及び研究成果]

### 1. 部分係数設計法を用いた道路橋の試設計

部分係数化の影響を把握するため、現行の道路橋示方書による詳細設計が完了している橋梁（計24橋：鋼橋16橋、PC橋8橋）を対象に、過年度までの試算において、現行の道路橋示方書に近い応答が得られる可能性が高いものとして仮設定した部分係数を用いて設計した場合の比較を行った。試設計の対象橋梁は、代表的な形式等の橋梁のうち、過年度に着目した形式以外の

橋梁、将来の動向も考慮して橋長が長い橋梁等を対象とした。図-1に、検討フローを示す。

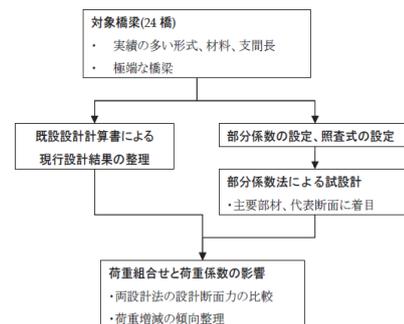


図-1 試設計の検討フロー

図-2に、過年度に着目した形式以外の代表的な橋梁（2径間連続非合成桁）及び橋長が長い橋梁（3径間連続ラーメン箱桁橋）を対象とした、部分係数設計法を用いた試設計結果と現行設計結果との比較例（設計断面力及び荷重組合せ内訳）を示す。図-2(a)の端支点せん断力の場合、現行同等規模の断面を実現する荷重効果の内訳は荷重シミュレーションで抽出された部分係数による場合とほぼ一致するのに対して、図-2(b)の中央径間曲げモーメントでは、両者で荷重効果のシェアに明らかな相違が見られる。このように、許容応力度設計体系の現行基準において実現している部材断面等の安全余裕は、橋梁規模や形式のみならず、部材種類、位置、着目する応答によっても、設計供用期間において発生することの確からしさの観点からは、統一的な基準で整理できない状況にあることがわかる。

また、現行の道路橋示方書において荷重組合せ毎に

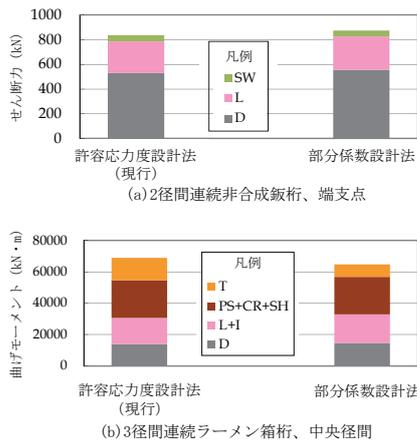


図-2 部分係数設計法を用いた試設計結果と現行設計結果の比較（設計断面力及び荷重組合せ内訳）

異なる値が考慮される安全率や許容応力度の割増係数が、作用側及び抵抗側の信頼性とどのような定量的関係にあるのかについては明確ではない。そこで、許容応力度の割増係数を作用側と抵抗側のそれぞれに全て考慮した場合に部分係数がどのように影響を受けるのかについて試算を行い、現行基準の安全率の特徴について検討した。

図-3に、下部工における現行基準断面力の非超過確率及び信頼性指標  $\beta$  の試算結果の例を示す。断面決定に支配的となる荷重の組合せパターンによって信頼性（安全余裕）が異なる傾向が見られ、割増係数相当の安全余裕を荷重側と抵抗側のどちらで考慮するのかわからず、現行の道路橋示方書で考慮されている荷重組み合わせの状況は、非超過確率（設計供用期間にそういった状況が生起しない確率）の観点からは大きな幅を持つ可能性があることが確認できた。

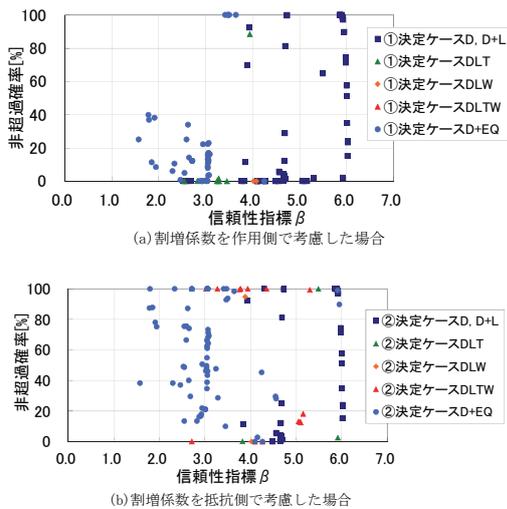


図-3 100年最大値分布における現行基準断面力の非超過確率及び信頼性指標  $\beta$  の傾向分析例（下部工）

## 2. 部分係数法を用いた道路橋の補修補強設計に関する基礎的試算

現行の道路橋示方書による詳細設計が完了している橋梁（計12橋：鋼橋8橋、PC橋4橋）を対象に、補修補強設計で部分係数法を適用することを想定し、新設設計の基本ケース（設計供用期間100年、大型車混入率50.4%）として仮設定した部分係数をそのまま用いた場合の試設計結果に対して、設計供用期間や風荷重の条件変化を想定して設定される部分係数を用いた場合の試設計を行い、両者の比較を行った。

図-4に、設計供用期間（100年、25年、5年）及び風荷重の特性（基本風速  $U_{10}$  が45m/s（C）、40m/s（B）、及び35m/s（A））の違いによる荷重係数の感度の試算例を示す。図-4(a)では、設計供用期間の変化に応じて、地震荷重及び活荷重の荷重係数が顕著に影響を受けることがわかる。また、年最大値がほぼ同規模となる活荷重に比べ、地震荷重では荷重係数がばらつく可能性があることがわかる。図-4(b)において、風荷重特性の相違を考慮した場合、同時に発生する可能性が比較的高い地震荷重との組み合わせによって両者の係数が大きくばらつく可能性がある。このように、道路橋について実際に生じ得る設計状況をできるだけ忠実に表現する方法による部分係数化によって、様々な設計条件に応じた合理的に荷重強度を設定でき得ることが示された。

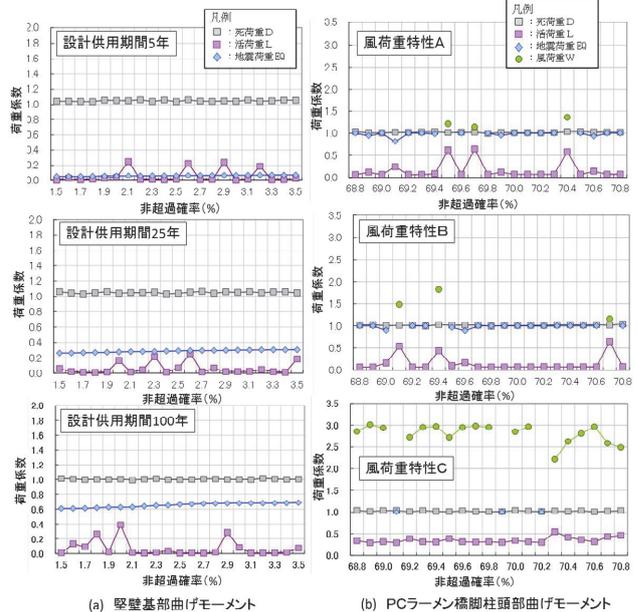


図-4 設計供用期間及び風荷重特性の違いによる荷重係数の感度の試算例

### [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ものである。

# 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 safety factors setting method depending on the structural analysis model

(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 中洲 啓太  
 Senior Researcher Keita Nakasu  
 研究官 横井 芳輝  
 Researcher Yoshiteru Yokoi  
 交流研究員 氏本 敦  
 Guest Research Engineer Atsushi Ujimoto

室長 玉越 隆史  
 Head Takashi Tamakoshi  
 研究官 石尾 真理  
 Researcher Mari Ishio  
 交流研究員 吉川 卓  
 Guest Research Engineer Taku Yoshikawa

In order to apply the FEM model to the new design of the highway bridges, the condition of models and the relations with the result is under consideration. In this term, girder bridges, arch bridge, truss bridges, and prestressed concrete box-girder bridges are conducted trial calculations use several way by FEM and compared the result and the standard value.

## [研究目的及び経緯]

道路橋示方書などの設計基準では、許容値などの規定が、はりや格子等の単純化された解析モデルによって求まる計算値との照合を前提として、定められていることが多い。そのため、実務において FEM 等の精緻な解析モデルを用いても、計算した結果を直接的に技術基準の許容値等と対比して照査することが難しい場合がある。また、基準との対比のために計算結果を処理する方法によって、評価が異なる可能性もある。

本研究では、FEM 等の代表的な数値解析手法による計算結果と技術基準の許容値との関係を明らかにし、解析手法に応じて適切に基準との対比が行える方法について検討する。平成 23 年度は、代表的な道路橋形式（鋼桁、コンクリート箱桁、鋼トラス、鋼アーチ橋）の FEM 解析で得られる計算結果に対して、許容値と対比するために行う（例えば、局部応力の平均化方法などの）処理方法の違いが、評価結果に及ぼす影響について検討した。

## [研究内容]

### (1) 鋼桁橋

鋼桁橋では、FEM と格子モデルによる比較を行った。解析は、図-1 に示す 3 径間連続鋼 I 桁橋を基本の構造とし、フランジ厚・ウェブ厚・桁高・床版との合成・床版の有効幅・二次部材の有無をパラメータとし、全 20 ケースで実施した。また、FEM では各ケースで算出された要素ごとの応力について、7 パターンの処理方法で比較した。

### (2) PC 箱桁橋

PC 箱桁橋を対象として、FEM と棒モデルによる比較を行った。解析は、図-2 に示す橋梁諸元を基本の構造とし、上床版に対するウェブ厚・下床版に対するウェブ厚・ハンチ勾配をパラメータとし、全 12 ケースで実施した。また、FEM では各ケースで曲げモーメント、せん断力、斜引張応力度について、それぞれ処理方法を設定し、比較した。

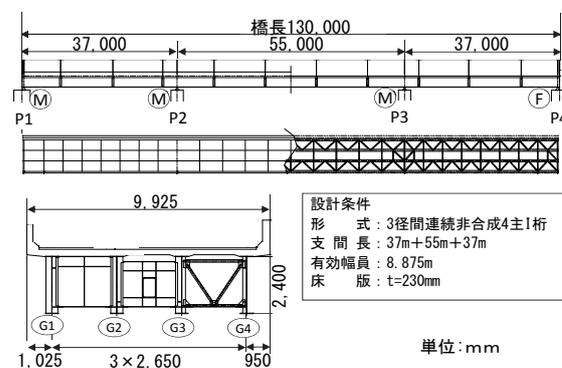


図-1 基本とする橋梁諸元 (3 径間連続鋼桁橋)

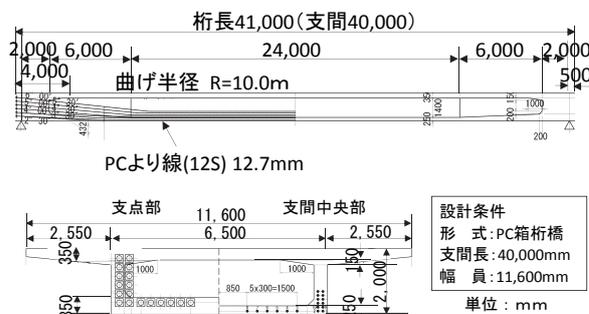


図-2 基本とする橋梁諸元 (PC 単純箱桁橋)

[研究成果]

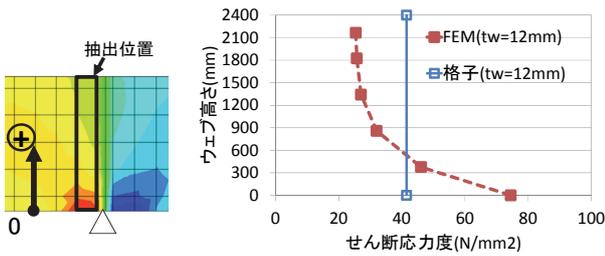
(1) 鋼桁橋

ウェブ厚・桁高をパラメータとした解析ケースを、表-1 に示す。せん断応力度を図-3(a)に示す抽出位置で比較すると、同(b)に示すとおり、FEM ではウェブ高さ位置に応じて変化しており、格子モデルとは分布形状が異なることがわかる。また、表-2 に示すとおり、主桁ウェブ厚( $t_w$ )に対して主桁フランジ厚( $t_f$ )が厚くなるほど、ウェブに発生する最大せん断応力度は大きくなることがわかる。このように、同じ位置の応力分布が構造によって大きく異なり、それらを忠実に出力する FEM 解析では、抽出対象要素の取り方や範囲によって評価が大きく左右されることがわかる。

そこで、主桁と横桁の接合部や中間支点上など応力集中が生じる部位の FEM 解析応力の処理方法を変えて、格子モデルとの比較を行った。図-4 に、支点からの距離を変えたウェブ断面①-1, 2, 3 (支点から桁高の 0.13 倍, 0.2 倍, 0.43 倍それぞれ離れた地点) の最大応力を算出した結果を示す。なお、せん断断面積比  $A_f/A_w$  として無次元化している。断面①-1, 2 では、構造が急変する部位近くであることから格子モデルよりも大きなせん断応力となり、せん断断面積比による応力の変化傾向も異なる。一方、断面①-3 では、せん断応力は格子モデルと近い評価が行える結果となった。

表-1 解析ケース

パラメータ	フランジ厚 $t_f$ (mm)	web厚 $t_w$ (mm)	桁高 $h$ (m)	指標 ( $A_f/A_w$ )
ウェブ厚変化	40	16	2.4	0.66
		12		0.88
		9		1.17
桁高変化	40	12	2.4	0.88
			2.0	1.05



(a) 抽出位置 (b) 抽出位置の要素応力

図-3 中間支点上 Web のせん断応力

表-2 ウェブ厚とせん断応力の関係

ウェブ厚( $t_w$ )	せん断応力コンター図
16mm ( $t_f/t_w=0.75$ )	
12mm ( $t_f/t_w=1.0$ ) ※基本ケース	
9mm ( $t_f/t_w=1.3$ )	

予め橋梁形式や評価内容に応じてこのような処理方法の適用条件の関係が種々の条件に対して用意されれば、FEM などの精度の高い解析を用いた場合でも基準の許容値と従来と同等の対比が行えることがわかる。

(2) PC箱桁橋

ウェブ厚を 400, 600, 800mm と変化させ、棒モデルと FEM で支間中央曲げモーメントを算出した結果を、図-5 に示す。床版厚に対してウェブ厚が薄くなると、FEM で算出した曲げモーメントと棒解析における応力度ともに小さくなっているのがわかる。このとき曲げモーメントは、図-6 に示すような支間中央断面における直応力に対して、要素ごとに作用する軸力を断面方向に積分し算出している。この処理方法を用いると、棒モデルで解析した場合と絶対値に差はあるものの、曲げモーメントに関しては、床版厚に対するウェブ厚との関係は同様の傾向で評価できることがわかった。

[今後の課題]

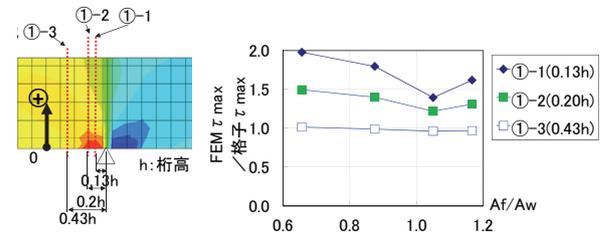
実橋計測や対象を拡大した試算等を行い、解析レベルに応じた性能評価手法(モデル化方法、解析結果の評価方法)を検討していく予定である。

[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]

省内委員会等における参考資料とする。



(a) 断面位置 (b) 断面位置に応じたせん断応力比  
図-4 ウェブせん断応力

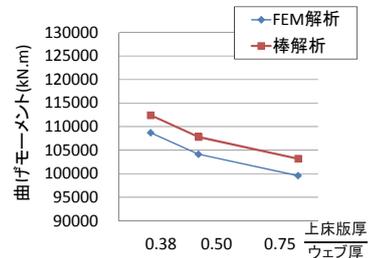


図-5 曲げモーメント比較結果(支間中央)

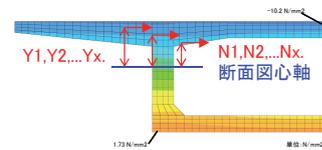


図-6 算出処理方法

# 耐久性を喪失させる要因分析及び設計・施工時の 対処方法に関する調査検討

Study on investigation into cause of durability loss and the measures in design and construction stages  
(研究期間 平成 21～23 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 中洲 啓太  
Senior Researcher Keita Nakasu  
研究官 横井 芳輝  
Researcher Yoshiteru yokoi  
交流研究員 吉川 卓  
Guest Research Engineer Taku Yoshikawa

室長 玉越 隆史  
Head Takashi Tamakoshi  
主任研究官 星野 誠  
Senior Researcher Makoto Hoshino  
研究官 石尾 真理  
Researcher Mari Ishio

In order to improve accuracy of durability deterioration prediction for bridge and structures, NILIM conducted statistic analysis on chloride damage of reinforced concrete, using the periodic inspection data and the site survey data. Also use the beam specimens of PC, measure the displacement and internal stress caused by creep and shrinkage, and clarified the effect of restraint by the reinforcement.

## 〔研究目的及び経緯〕

道路橋の設計基準である道路橋示方書（以下、「道示」という。）は、経済的かつ合理的に所要の性能が実現されるよう、過去から時代を経て改定がなされてきている。耐久性については、信頼性の高い定量的な照査手法を規定するために必要な知見が十分ではないものがほとんどであり、設計上の目標期間として100年程度を念頭において、構造細目や板厚などの仕様を満たすことで、供用期間中の耐久性を確保するとした手法が中心となっている。

本研究では、耐久性の評価手法における信頼性の向上のため、耐久性に影響を与える様々な外力、環境条件、施工品質と耐久性の関係を明らかにし、それらの要因を定量的に設計で考慮するなど、合理的で信頼性の高い耐久性設計が行える手法の確立を目標としている。平成23年度は、下部構造および擁壁やボックスカルバート、ロックシェッド等における鉄筋コンクリート部材の塩害による損傷を対象として、現地調査と定期点検結果等の分析を行い、これらの構造物における塩害の影響要因との関係を把握した。また、PC橋における持続荷重・収縮に関する試験を開始し、短期でのクリープ・収縮と影響要因との関係を把握した。

## 〔研究内容及び研究成果〕

### （1）下部構造の塩害に関する調査

図-1に、海岸線からの距離と供用年数とを関連づけ

て、道示の塩害地域区分Bに位置する橋梁の塩害調査結果を示す。図中の曲線は、1km換算飛来塩分量を用いたフィックの拡散方程式に基づく理論曲線であり、昭和59年塩害対策指針(案)の規定によるかぶり70mm、W/C=60%の曲線と、平成14年道示の規定によるかぶり90mm、W/C=50%の曲線である。図から、かぶり70mm、W/C=60%とした理論曲線より左上に位置する橋梁において、塩害による損傷が発生している傾向が伺える。一方、平成14年道示により設計された橋梁については、現時点では、10年程度以下の経過年数であり、塩害による損傷を受けた調査データはほとんどなかった。今後も、必要な時期に調査を行っていく必要があると考えている。

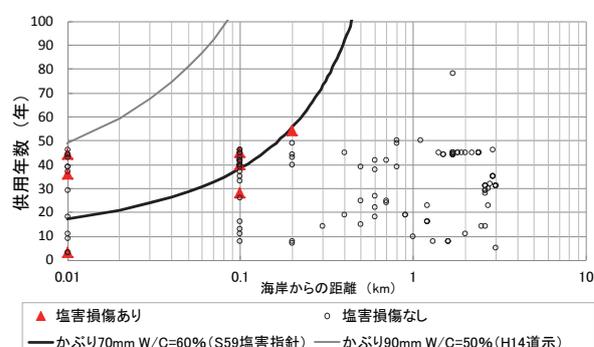


図-1 海岸からの距離-供用年数の関係(地域区分B, 下部構造)

## (2) 擁壁等構造物の塩害に関する調査

擁壁、ボックスカルバート、ロックシェッドの塩害による損傷状況を計 50 箇所現地調査したところ、各構造物ともに、塩害による損傷が認められた。図-2 に、供用年数が判明した構造物について、海岸からの距離と供用年数とを関連づけて調査結果を示す。図より、かぶり 70mm、W/C=60%とした曲線（昭和 59 年塩害対策指針（案）より左上に位置する構造物において、塩害による損傷が発生している傾向が見られ、下部構造と同様な状況であった。擁壁等構造物の種類や構造は多様であるため、合理的なかぶり値の設定のためには、統一的な評価基準による定期的な調査データを増やす必要がある。

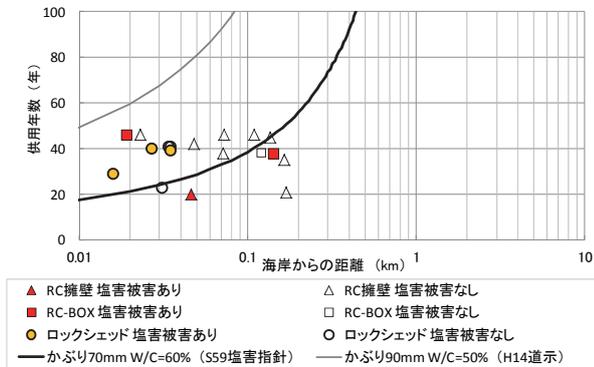


図-2 海岸からの距離-供用年数の関係

(地域区分 B, 擁壁等構造物)

## (3) PC 橋の持続荷重の影響

PC 橋における持続荷重・収縮の影響を把握するため、PC 橋の実橋環境を模擬して、持続荷重・収縮による部材内部の応力状態の経年的把握に着眼した供試体を製作し、持続荷重試験を行った。

供試体は、280mm×300mm×2500mm の梁部材とし、供試体側面を脱型直後にアルミテープで密閉することにより横方向に連続する実橋の部材と同程度の乾燥条件となるように配慮した(図-3)。持続荷重は、供試体の軸方向のシーす内に設置した PC 鋼棒を緊張して与えた。試験ケースは、持続荷重の作用応力、軸筋及び横筋の鉄筋量の違いに着目した 7 ケースとした(表-1)。今年度は、緊張後 106 日までの計測である。

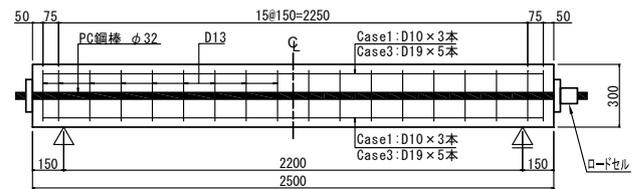
持続荷重によるクリープひずみは、供試体内部のモールドゲージにより計測された全体のひずみ値から乾燥収縮によるひずみ値を差し引いて算出した。クリープ係数は、算出したクリープひずみにヤング係数と持続荷重による応力度の比を乗じて求めた。このクリープ係数と道示の規定値を比較すると、PC 橋における一般的な鉄筋量(ケース 1)でも異なり、軸筋鉄筋量の大きいケース 3 では顕著に減少していた(図-4)。一方、

横筋の鉄筋量が大きいケース 5 では、収縮量への顕著な影響はみられなかった。このように、クリープひずみには軸筋の拘束が影響していることが確認された。また、鉄筋量の偏った配筋のケース 4 では、鉄筋量の違いによる収縮の差に起因して、鉛直変位量が大きく変化しており、クリープひずみの予測において留意する必要性のあることが確認された。また、FEM を用いた変位算出解析を行い、各ケースの計測結果と同様な変位が解析で再現できることを確認した。

表-1 持続荷重の試験ケース

Case	緊張力	軸筋鉄筋量	横筋鉄筋量
1	569kN (0.6Pu)	0.5%	0.6%
2	<b>285kN (0.3Pu)</b>	0.5%	0.6%
3	569kN (0.6Pu)	<b>3.4%</b>	0.6%
4	569kN (0.6Pu)	<b>上段 3.4%</b> <b>下段 0.5%</b>	0.6%
5	569kN (0.6Pu)	0.5%	<b>1.9%</b>
6	569kN (0.6Pu)	<b>3.4%</b>	<b>1.9%</b>
7	<b>0kN (0Pu)</b>	0.5%	0.6%

側面図



断面図

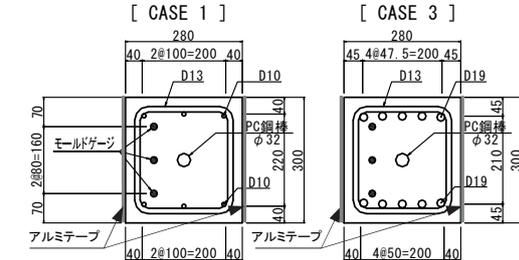


図-3 持続荷重の供試体

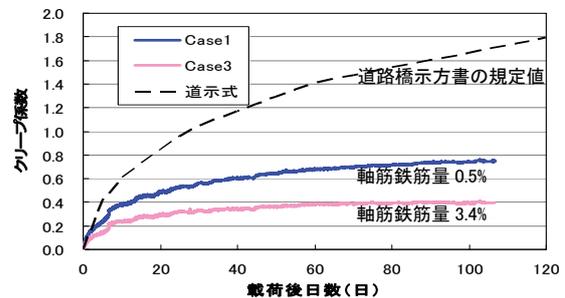


図-4 配筋がクリープ係数へ与える影響

### 【成果の発表】

国総研資料及び土木学会等の論文で発表予定。

### 【成果の活用】

橋梁の耐久性に関する項目として点検・評価・設計等の基準に反映予定。

# ボックスカルバートの耐震性能に関する検討

Experimental and numerical study on seismic capacity for concrete box culvert

(研究期間 平成 22～23 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 中洲 啓太  
Senior Researcher Keita NAKASU  
研究官 北村 岳伸  
Researcher Takenobu Kitamura

In order to propose a seismic design method for large scale concrete box culverts over 6.5m width and 5m height, NILIM carried out cyclic loading tests of the culvert models and numerical analyses.

The results indicate that seismic behavior of the box culverts depend on structure details intricately, and that it is not simply applicable to the existing design method of piers, girders, and so on.

## 〔研究目的及び経緯〕

近年、道路盛土に、従来の標準的な寸法を大幅に超える大断面や2連など特殊構造のボックスカルバート（以下「カルバート」という。）の採用が検討される例がある。一方、これらのカルバートの大規模地震時の挙動については不明な点も多く、耐震性能の照査については統一的方法が確立していない。

本研究では、カルバートの耐震性能を明らかにするとともにその評価方法を確立するため、縮小模型を用いた正負交番載荷実験と数値解析を行い、地震時挙動について検討した。

## 〔研究内容及び成果〕

### （1）交番載荷試験

表-1 に示す土かぶり、断面形状、中間構造をパラメータとした3ケースのカルバートを想定し、道路土工—カルバート工指針（H22 日本道路協会）に準じて常時設計を行い、実物の構造寸法を決定した。この実物の構造寸法を相似則に基づき1/3に縮尺し、供試体の構造寸法を決定した。供試体の配筋は、「国土交通省制定土木構造物標準設計第1巻（平成12年度版）」の場所打ち方式の一連カルバートを参考に、主鉄筋とハンチ筋は引張鉄筋比、配力筋は主鉄筋に対する比率、幅止め鉄筋は断面積比が実物とほぼ同じとなるように調整した。ケース1を例として、実験供試体断面図を図-1に示す。

載荷方法を図-2に示す。床面に設置された支持治具を介して供試体底版を固定し、土圧に相当する上載荷重を頂版面に与えた状態での、水平力載荷アクチュエーターによる正負交番載荷である。載荷は、一定振幅変位増幅法により行い、同一水平変位振幅における正

負繰り返し回数は3回とした。

載荷終了時のひび割れ発生状況の例(ケース1)を、写真-1に示す。

ケース1の例では、カルバートの側壁と頂版との接合部のハンチ部および頂版の主鉄筋段落とし部付近に、顕著なひび割れが生じていた。ケース2、3でのハンチ部で卓越したひび割れも踏まえると、これらの破壊形態には、ハンチ部の剛性と配筋方法、頂版部の鉄筋の段落としの有無などの配筋方法が大きく影響している可能性のあることがわかった。土中構造部であるカルバートの場合、耐震性能の観点からは、頂版を支持する側壁や中壁が鉛直荷重支持性能を失わないことに

表-1 供試体一覧（実構造） 単位 m

ケース	形状	土かぶり	内空幅	内空高さ	中間構造
1	1 BOX	1.5	6.5	6.0	—
2	2 BOX	1.5	6.5	6.0	壁構造
3	2 BOX	1.5	6.5	6.0	柱構造

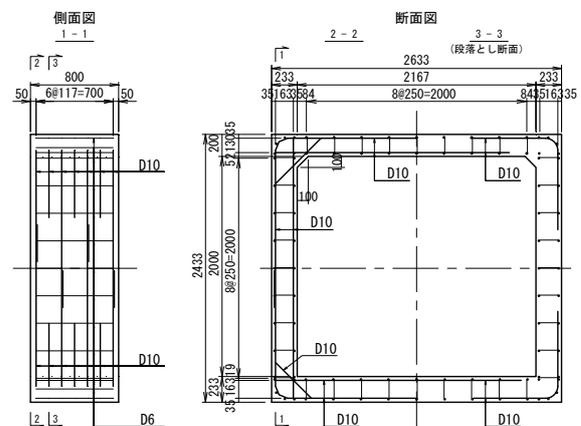


図-1 実験供試体断面図(ケース1)

加えて、頂版そのものの大変形や崩壊によって内空断面が侵されないことが、被災後の利用や機能回復の点で重要と考えられる。

また、構造特性によっては点検困難な側壁外側（盛土側）や側壁内部に顕著なひび割れが生じる可能性があり、カルバートとしての耐震性能が満足され、かつ、性能状態が点検可能な破壊形態に確実に誘導できるための配筋条件などの設計方法を確立する必要があることが確認された。

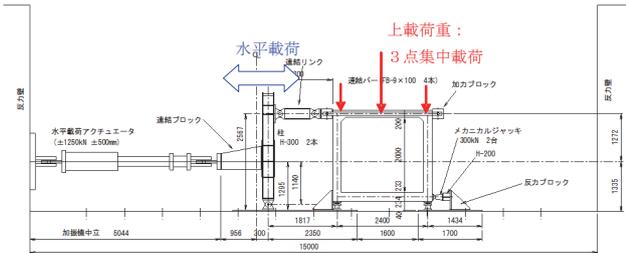
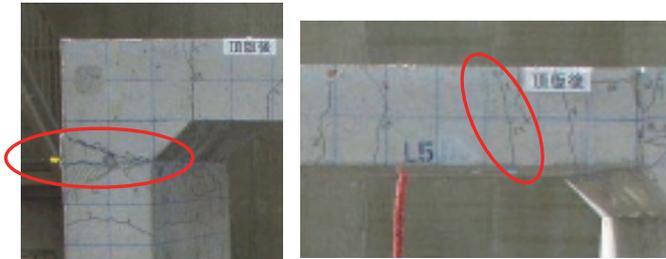


図-2 実験載荷状況図(ケース1)



(a) ハンチ部

(b) 頂版部

写真-1 ひび割れ発生状況(ケース1)

### (2) 載荷実験の再現解析

上記実験で確認されたカルバートの構造条件におけるひび割れの発生メカニズムと耐震性能を確認するため、ファイバー要素を用いた2次元解析モデルにより、カルバートの繰り返し水平載荷実験の再現解析を実施した。ケース1の結果を図-3に代表として示す。

解析3ケースを比較した結果、構造条件の違いによる配筋の違いやハンチの有無などの構造細目が損傷性状に影響することが確認された。ただし、接合部付近

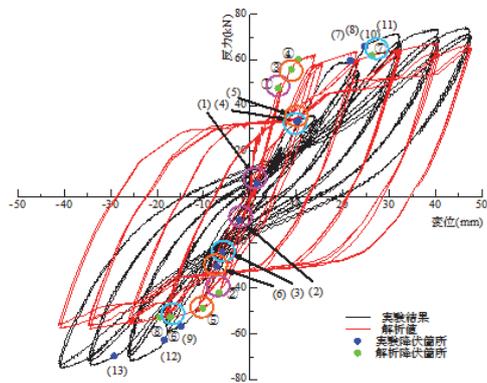


図-3 再現解析(ケース1)

のモデル化方法や剛域の設定条件により、解析結果が大きく異なる場合があるため、設計法の確立と併せて解析方法の確立も必要である。

### (3) 構造細目の違いによる耐震性能評価

(1), (2)を踏まえて、配筋条件やハンチ形状などの構造細目の違いが損傷形態に及ぼす影響を把握するため、図-4に示す方法により、図-5に示す切り出し部分モデルの交番載荷実験を実施した。

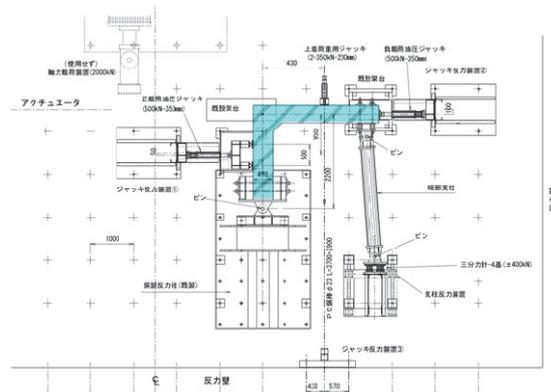
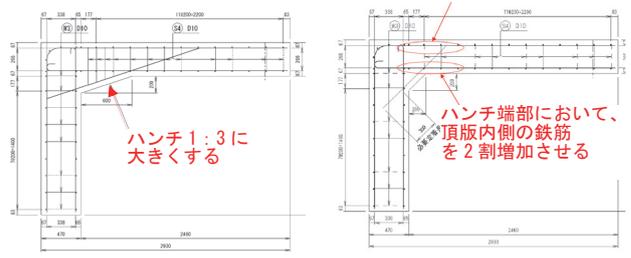


図-4 部分模型実験載荷方法



(ハンチ形状を変更)

(配筋量を変更)

図-5 部分モデル供試体

頂版側の破壊よりも側壁側の破壊を先行させるとともに、側壁側の破壊形態は鉛直支持性能を失わず点検による確認ができるよう、上部内側から水平方向に向かうひび割れを生じさせることを意図して、供試体は、一般的な条件に比べてハンチ形状を変更したものとハンチ形状は変えず配筋量を変更した2ケースとした。

実験の結果、致命的な損傷となる頂版への損傷を制御し、側壁側へ損傷を誘導できる可能性が確認できた。

今後は、破壊性状の制御に関わる各設計項目の相関関係について検証を進め、設計法を確立するとともに基準等への反映を図っていく。

### [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]

道路土工-カルバート工指針等、技術基準改定のための基礎資料となるものである。

# 道路構造物の津波被害メカニズムの調査及び

## 津波に対する道路構造物の要求性能に関する調査検討

Study on damage mechanisms of tsunami on highway structures  
and performance requirements of highway structures against tsunami

(研究期間 平成 23 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 大久保 雅憲	主任研究官	星野 誠
Senior Researcher Masanori Okubo	Senior Researcher	Makoto Hoshino
研究官 北村 岳伸	研究官	横井 芳輝
Researcher Takenobu Kitamura	Researcher	Yoshiteru Yokoi
交流研究員 氏本 敦	交流研究員	吉川 卓
Guest Research Engineer Atsushi Ujimoto	Guest Research Engineer	Taku Yoshikawa

Highway bridges were damaged due to tsunami occurred by the 2011 Great East Japan Earthquake. However, relationships between tsunami forces and the damaged conditions for the highway bridges are not uncertain. Moreover, estimation method of tsunami forces is one of the important problems in design of highway bridges concretely. Thus, NILIM studied on the relationships between tsunami forces acting on the highway bridges and the damaged conditions by calculating the water depth and the velocity of tsunami at the bridge sites using 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、津波により東北地方から関東地方の広い範囲で甚大な被害が発生した。道路橋においても、津波による上部構造や橋台背面土の流出、下部工の倒壊など、過去にあまり例のない被害がみられた。津波の作用と道路橋の被災状況との関係については、これまでほとんど検討されていない。このため、道路橋の設計において具体的に津波の影響を評価する手法の確立が、今後の重要な課題として浮かび上がった。

こうした状況を踏まえ、東北地方太平洋沖地震において津波の影響を受けた橋梁を対象に、架橋位置での津波の特性を推算した上で、橋桁に作用する津波荷重の傾向分析及び津波の作用と被災状況との相関関係の分析を行った。

### 〔研究内容〕

#### 1. 橋梁架橋位置における津波の特性の推算

橋梁架橋位置における津波の特性 (流速、流向、水深等) を推算するため、津波による影響を受けた約 200 橋を対象に、周辺地形や構造物等を考慮した津波伝搬・遡上解析を行った。解析は、非線形長波理論式<sup>1)</sup>とし、波源モデルとして藤井・佐竹 Ver4.6<sup>2)</sup>を、地形、構造物、粗度等は最小 10m メッシュのデータを用いた。

#### 2. 数値波動水路解析による津波荷重の傾向分析

津波により橋桁に作用する荷重傾向の把握のため、数値波動水路 (断面二次元波動モデル) 解析により津波荷重を試算した。ポステン T 桁橋 (支間長 L=30m) の上部工をモデル化し、津波伝搬・遡上解析で得られた橋梁架橋位置の津波特性を入力した。

#### 3. 津波作用と被災状況との相関整理

津波伝搬・遡上解析で得られた橋梁架橋位置の津波特性を用い、津波作用力を算出した。水平方向は橋桁側面に作用する静水圧及び流体力を、鉛直方向は浮力及び揚圧力を考慮した。

水平抵抗力については、図面から支承のアンカーボルトが確認できるものはその水平耐力、不明なものは道路橋示方書で考慮される変位制限装置の設計地震力相当として算出した値、鉛直抵抗力については、上部工の自重のみとした。

これらの津波の作用力及び抵抗力と被災状況との相関関係について、橋梁形式、構造寸法、架橋条件等ごとに分析を行った。

### 〔研究成果〕

#### 1. 橋梁架橋位置における津波の特性の推算

地震発生直後から、津波の影響を受けた橋梁の現地調査、道路管理者からの情報収集、衛星写真の分析等

を行い、表-1 に示す津波の影響を受けた約 200 橋の被災状況を把握した。この全橋に対して、個別に、津波伝搬・遡上解析を実施し、橋梁架橋位置の津波の水深、流速、流向を算出した。算出結果は、国土地理院にて公表されている浸水範囲概況図や各機関及び学会等の現地調査結果による実績データと照合し、妥当性を確認した。図-1 に、浸水高と流速を実績データと比較したものの一例を示す。浸水高については、実績データと概ね整合していることが確認できた。一方、流速については、実績データを検証できる箇所が限られており、引き続き検証を行っていく予定である。

表-1 調査対象橋梁

橋種 (推定)	流出	未流出	計
鋼橋	41	35	76
コンクリート橋	57	70	127
計	98	105	203

注：橋種については、衛星写真からの推定を含む。

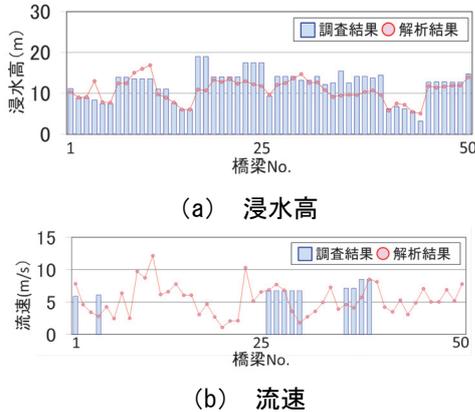


図-1 解析結果と実測値の比較

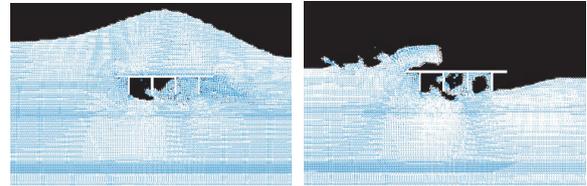
## 2. 数値波動水路解析による津波荷重の傾向分析

図-2 に、数値波動水路解析の結果のうち、鉛直力及び水平力が最大となる時刻における津波の作用状況を、図-3 に、橋桁に作用する水平力及び鉛直力の時刻歴を示す。これらから、水平力と鉛直力が最大となる時刻は異なり、津波の作用状況も異なることがわかった。また、水平力は、時間とともに水位、流速が増加して大きくなっている一方、鉛直力は、津波が橋桁に衝突し、上面に覆い被さる (図-2(b)) までは大きく上昇し、橋桁上面にまで津波が覆い被さると、下向きの力に変わることが分かった。

## 3. 津波作用と被災状況との相関整理

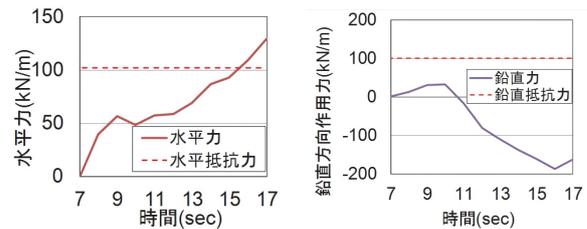
図-4 に、PC 床版橋と PC-T 桁橋を例に、上部工水平抵抗力と水平方向津波作用力との関係を示す。図には、流出したにも拘わらず作用力がほぼ 0 となったなどの 3 橋 (図中に「特異」と区分) を除いた回帰式を示した。PC 床版橋においては流出しなかった橋梁が下方に分布したものの、PC-T 桁橋ではほぼ同じ回帰式となり、

現時点では、津波による作用力と被災状況について明確な相関は得られていない。引き続き、橋梁架橋条件、周辺地形、構造諸元等からの分析を進めていく予定である。



(a) 水平力最大時 (b) 鉛直力最大時

図-2 橋桁モデルに作用する津波



(a) 水平力 (b) 鉛直力

図-3 数値波動水路解析による作用力の時刻歴

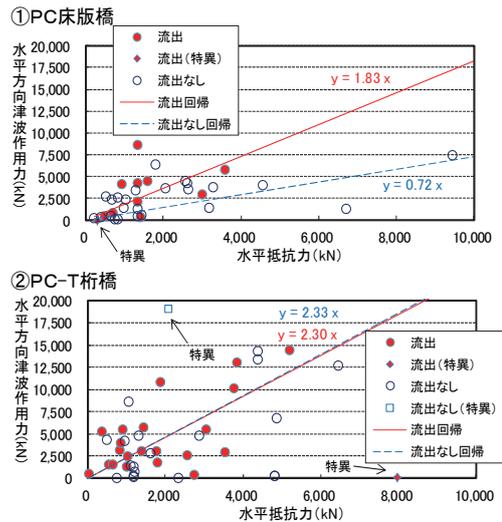


図-4 解析結果と実測値の比較

### 【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】

今後も検討を続け、津波の影響を受ける道路橋に対する技術基準策定における参考資料とする。

### 【参考文献】

- 1) 国土交通省水管理・国土保全局海岸室, 国土技術政策総合研究所河川研究部海岸研究室, 平成 23 年東北地方太平洋沖地震による津波の対策のための津波浸水シミュレーションの手引き, 平成 23 年 7 月
- 2) [http://iisee.kenken.go.jp/staff/fujii/OffTohokuPacific2011/tsunami\\_ja.html](http://iisee.kenken.go.jp/staff/fujii/OffTohokuPacific2011/tsunami_ja.html)

# 道路事業における総合評価落札方式の技術評価の改善に関する検討

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

(研究期間 平成 15～23 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

室 長 森田 康夫  
Head, Yasuo MORITA  
主任研究官 岡野 稔  
Senior Researcher, Minoru OKANO  
研究官 多田 寛  
Researcher, Hiroshi TADA  
部外研究員 工藤 匡貴  
Researcher, Masataka KUDOU

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ける総合評価落札方式の適用については、平成11年度より大規模かつ難易度の高い工事を対象に試行してきたが、平成17年度には「公共工事の品質確保の促進に関する法律（以下、「品確法」という。）」の施行を受け、より規模の小さな工事やより難易度の低い工事を含め、原則すべての工事に適用するために、総合評価のタイプ分類の改善を行い品質確保に努めてきたところである。

平成23年度の直轄工事における総合評価落札方式の適用率はほぼ100%であり、「品確法」施行から7年が経過して、導入効果が適切に得られているか把握することが求められた。本調査は、実施状況より具体的な適用効果を把握し、結果を踏まえて改善方策の検討を行うものである。

## [研究内容]

国土技術政策総合研究所においては、平成 21 年 11 月に「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」を設置し、総合評価方式の活用・改善や入札・契約に関する諸課題への対応に向けた検討を行っている。今年度は、総合評価落札方式の品質確保への寄与度について、総合評価のタイプ・評価項目等による影響を分析して効果の検証と課題を整理し、その結果を踏まえ、適

用すべき総合評価方式のタイプ・評価方法等の改善(案)の検討を行った。

## [研究成果]

### (1) 主な効果の検証と課題の整理

#### ①主な効果の検証概要

導入目的や改善目的が達成されたかを、成績評定との比較を通して検証を行った。

#### <実施率と工事成績評定点の変化>

総合評価の普及・拡大に伴って工事成績評定点（平均点）が年々高くなっており、工事の品質向上に繋がっている可能性がある。

#### <落札者の動向>

入札参加者の動向は、WTO（標準型）において平成 20 年度 10 社程度から平成 22 年度 20 社程度まで倍増している。また、落札者に占める技術評価点最高得点者の割合は増加傾向、最低価格者の割合は減少傾向となっている。さらに、技術評価点の取得動向は、WTO（標準型）では 1 位同点者数は増加し、1 位と 2 位の得点差は平成 20 年度以降急激に差が縮小している。

簡易型では、簡易な施工計画の得点率が 80～100% に集中している。

## ②課題の整理

○競争参加者の増加、技術提案を求める工事の拡大、透明性確保のための技術提案採否の通知など、技術提案・審査に係わる競争参加者・発注者の負担が増加している。

○高度技術提案型の適用率の低下により、民間の技術力活用の理念から乖離している。

○手持ち工事量や地域貢献の評価要望により評価項目が複雑化し、品質確保の理念から乖離している。

## (2) 総合評価落札方式の改善(案)

### ①改善の方針

総合評価落札方式の目的を踏まえ、上記(1)②の課題を改善するために、建設業許可、競争参加資格審査、競争参加資格要件設定との適切な役割分担のもと以下の4点の改善方針をまとめた。

○施工能力の評価と技術提案の評価に二極化

○施工能力の評価は大幅に簡素化

○技術提案の評価は品質の向上が図られることを重視

○評価項目は原則、品質確保、品質向上の観点に特化

### ②改善方策(案)

工事目的物の品質は、企業のみならず、配置予定技術者の能力の影響も大きいと考えられることから、配置予定技術者の評価の重みを重視した。また、手間の大幅な簡素化や品質向上を図る工事を明確にするために総合評価タイプの二極化(案)を検討した。

#### <総合評価タイプの二極化>

現在の総合評価落札方式は、全てのタイプにおいて技術提案を求め評価を行い、落札者を決定している。しかし、効果の検証結果から「簡易型」等の工事難易度が低い工事においては、競争参加者における「簡易な施工計画」等の得点率が高く技術力の選別の観点から有効に機能していない、また、当該タイプは発注件数が多く受発注者の手間も小さくない。

これらを改善するため、基本的に技術提案を求めない「施工能力評価型(仮称)」と、技術提案を求める「技術提案評価型(仮称)」の2タイプに大きく分類し、技術提案を求めないものと求めるものを明確に整理した。

○施工能力評価型(仮称)は、企業と配置予定技

術者の能力での評価を基本とするが、必要に応じ技術提案を求める場合には可・不可で評価し、参加者数が多い場合には、段階選抜や配置予定技術者に対するヒヤリングを活用することも可能であり、受発注者の手間の簡素化を図るものである。

○技術提案評価型(仮称)は、工事難易度が高く企業の高度な技術力を有効活用する場合、企業の能力を評価するため技術提案を求めるものである。タイプとしては、「施工上の工夫等に係わる提案」を求めるS型(従来の標準型(I型相当))、設計の提案や変更と施工方法の提案を求めるA型(従来の高度技術提案型)に分類される。段階選抜や配置予定技術者ヒヤリングの適用については、S型(WTO対象工事は除く)は必要に応じて活用し、A型は必須事項となっており、技術提案内容を点数化して評価するものである。

#### <技術評価点の配点方針>

技術評価点の加算点の項目は、ア)技術提案、企業の能力等、イ)配置予定技術者の能力等として、工事目的物の品質確保等に関する配置予定技術者の能力の寄与度が大きいと考えられることから、企業と配置予定技術者の配点割合は同じとした。

また、地域精通度・貢献度等については、イ)企業のみならず、配置予定技術者の能力の中で評価し配点は10点を上限とした。

#### <企業・技術者等の能力の評価方針>

企業及び技術者の能力等の評価項目は、施工実績、工事成績及び表彰を必須として、必要に応じて能力が判断できる項目を適宜設定できるものとした。

また、地域精通度・貢献度等の評価項目は、社会資本整備・管理に関係のある項目を必要に応じて設定し企業能力の中で評価し、設定は各地方整備局の判断に委ねることとした。

## [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5回:平成23年9月26日、第6回:平成24年2月28日開催)において公表。

(<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、各地方整備局等において平成24年度より試行される予定である。

# 3次元CADデータに関する検討

Research on an exchange standard of 3-D CAD data format

(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  
Information Technology Div. Research Center  
for Advanced Information Technology

室長 重高 浩一  
Head Kouichi Shigetaka  
主任研究官 青山 憲明  
Senior Researcher Noriaki Aoyama  
研究官 井星 雄貴  
Researcher Yūki Iboshi

In the field of civil engineering, advanced product system using 3D-CAD needs for productivity improvement as well as manufacture. We examined an exchange standard of 3D-CAD data as a part of CALS/EC activities in this study.

## 〔研究目的及び経緯〕

建設事業は、公共事業の削減、社会資本ストックの老朽化による維持管理費の増大、技術者の高齢化と熟練者不足等の課題に加え、労働生産性が他の産業に比べて著しく低く、建設生産システムの変革が早急に求められている。また、近年、一般競争入札の導入に伴うダンピング受注の増加や、不良不適格業者の参入、体制が脆弱な発注者の存在等により、公共工事の品質低下が懸念されている。品質確保を図るためには、監督検査の強化を図る一方、オペレータの熟練度に依存しない出来形・品質管理技術の導入が求められている。

国土技術政策総合研究所は、公共工事の調査、設計、施工、維持管理の各段階で発生する各種情報を標準化及び電子化し、建設生産システムの全フェーズにおいて共通に利活用が図られるような電子データシステムの構築を目指しており、本研究では、情報化施工や維持管理で利用する3次元データの標準化技術、3次元データ可視化技術の開発等を対象としている。

## 〔研究内容〕

(1) 2次元で設計したデータを3次元化するデータ交換標準の策定

道路横断形状、河川堤防形状のデータ交換標準(素案)(以下、3次元設計データ交換標準という)について、過年度の検討結果及び関係機関との意見交換を基に修正を行うとともに、3次元設計データに係る電子納品運用ガイドライン(素案)、CADベンダへの周知資料の作成を行った。

また、設計から施工へ至る過程での3次元設計データの作成・修正場面、方法等を整理した現場利用マニュアルを作成した。

さらに、既往文献や関係機関へのヒアリング等を基に調査、設計、施工、維持管理段階での3次元設計データの利用ニーズを整理した。

(2) 橋梁の3次元データ流通に関する標準仕様の策

定

過年度に実施した橋梁工事における3次元データ利活用の試行結果及び関係機関との意見交換を基に、座標図製図基準や3次元モデルの標準仕様の素案を作成した。

また、橋梁の外形形状の3次元データを基盤として、監視基準点、図面、点検結果、補修履歴等と組み合わせた維持管理での利用イメージを作成した。

## 〔研究成果〕

(1) 2次元で設計したデータを3次元化するデータ交換標準の策定

現状では、2次元の詳細設計成果に基づき、施工段階で情報化施工に対応した3次元データが作成されているが、将来的には設計段階で3次元データが作成され流通する方針とした(図1参照)。

3次元設計データ作成・修正において、特筆すべき事項として次が上げられる。

- 道路と河川では、測量から設計図面作成に至るプロセスが異なり、河川では堤防法線(法面)に斜交する横断図が作成されることがある。
- 施工では、起工測量後に、地形とのすりつけ部分などの図面修正を行っている。

また、道路での現在のデータ利活用状況を整理すると、概略・予備設計では3次元、詳細設計では2次元、情報化施工では3次元、維持管理では2次元データを利用しており、事業プロセスを通じた一貫したデータ流通がなされていない現状が明らかとなった。

(2) 橋梁の3次元データ流通に関する標準仕様の策定

3次元モデルの費用対効果について、「作りこみレ

ベル・作図難度・作図者レベル」を3種類ずつ想定し作図に係る人工を計測したところ、費用対効果は、作りこみレベル・作図難度・作図者のレベルをうまく選択すれば1~3程度の効果が得られるという結果となった。

また、3次元データを利用したコントロールポイント記載の標準仕様として、橋梁全体の動き・ねじれ等を捉えることが可能なスケルトンモデル(図2参照)の利用を提案した。

維持管理も含めた事業プロセスにおいて、3次元データ利活用のロードマップを整理したところ、直近での実施可能な項目としては、2次元図面を用いた「座標図」の運用のみであるが、低レベルな3次元データであるスケルトンモデルを使ったコントロールポイントの流通については比較的近年の運用が可能と考えられる。

昨年度監視基準点を設置した圏央道平蔵川橋において再測量を行い、国道事務所と意見交換を行ったところ、次の意見が出された。

- ・監視基準点を測量するための基準点の維持が困難である。
- ・災害直後の測量は現実的でない。災害を受けた橋梁の長期的な維持管理を図るためには有効である。

る。

**[成果の発表]**

平成24年度に関係機関との意見交換会を予定しており、そこで今回の成果を報告する予定である。

**[成果の活用]**

本成果を基に、3次元設計データ交換標準(案)及び橋梁の3次元データ流通に関する標準仕様(案)の作成を行う予定である。

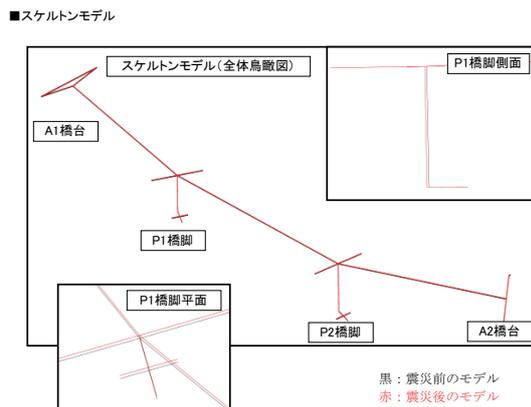


図2 スケルトンモデルによる監視基準点の変位表示

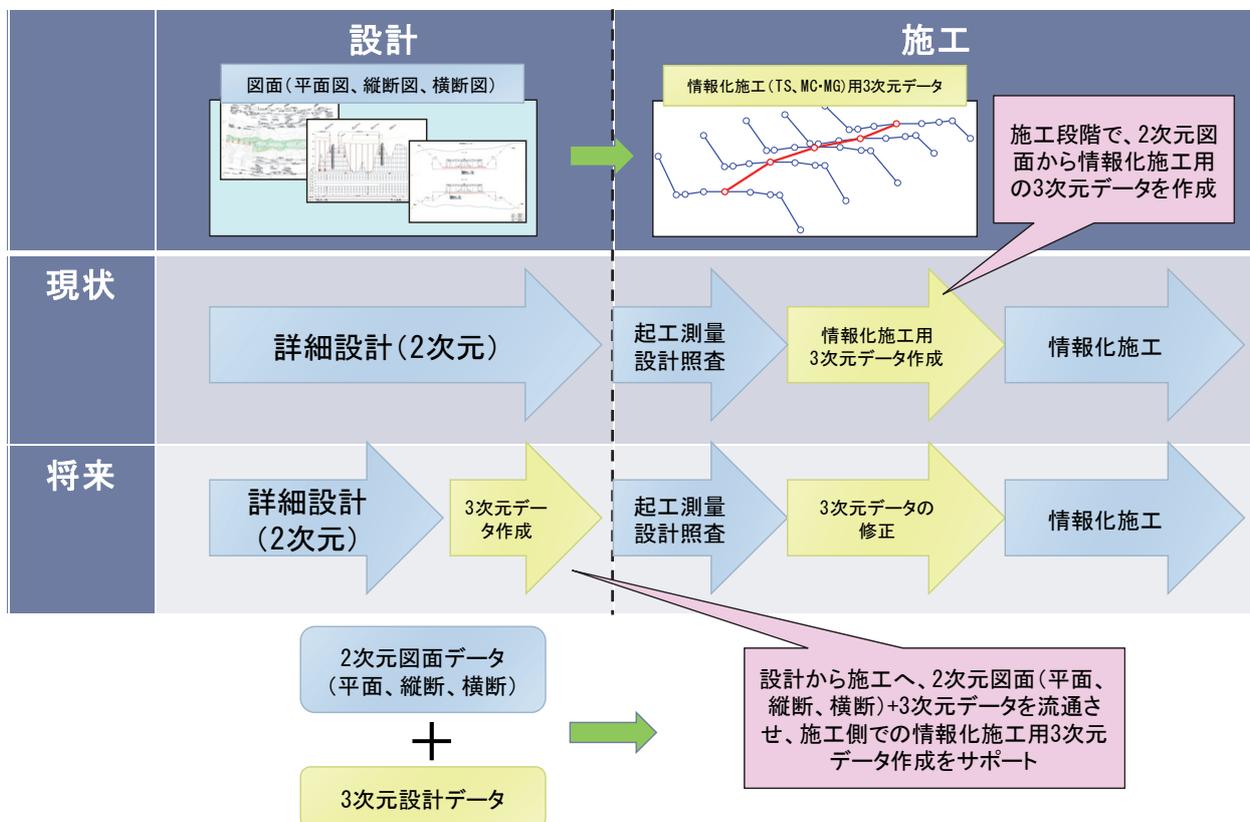


図1 設計から施工への3次元設計データの流通イメージ

# 3次元設計データの効率的な利用に関する調査

Research on the effective use of three-dimensional design data

(研究期間 平成 23～25 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 北川 順  
Researcher Jun KITAGAWA

We examined efficient ways to use the 3D data which is taken by Intelligent Construction Systems.

## 【研究目的及び経緯】

我が国は、急速な少子高齢化による本格的な人口減少社会を迎えつつあるが、こうした中で、社会経済に新しい可能性を切り拓き、新たな活力を生み出し、人口減少局面においても持続的発展を実現することが重要な政策課題となっている。その実現手段の一つとして、ICT（情報通信技術）を建設施工に活用して高い生産性と施工品質を実現する情報化施工がある。

本研究は、情報化施工で用いるシステムに搭載する3次元設計データの効率的な作成方法、及び情報化施工で取得したデータを維持・管理・修繕で利活用し、効果を得る方法の検討を行うものである。

## 【研究内容・研究成果】

### (1) データ交換標準の拡張に向けた検討

TSを用いた出来形管理技術は、TSに3次元設計データを搭載することで、出来形管理において管理箇所の3次元座標からソフトウェア上で幅や法長を算出し、計測と同時に設計値との差を表示することが可能となり、作業の手戻りをなくすなどの効率化や人為的ミスの防止等の効果があるものであり、現在は土工に

おいて実用化されている。TSを用いた出来形管理を実施するには、図1に示す3種類のソフトウェアが必要である。ソフトウェア間のデータ交換の仕様については、国総研においてXML形式の「TSによる出来形管理に用いる施工管理データ交換標準(案)」(以下、「データ交換標準」という)を定めている。現行のデータ交換標準は、平成20年3月に策定したver. 2.0であり、「土工の出来形管理」に必要な情報しか保持することができない。しかし、現在、TSを用いた出来形管理は、舗装工等への工種拡大を検討しており、その為には、データ交換標準についても、舗装工に必要な情報を保持できる仕様に修正する必要がある。そこで、データ交換標準の拡張に向けた検討を行った。その際、以下の点に留意した。

① 舗装工への工種拡大だけでなく、将来的な工種拡大に対応できるように、様々な形状の表現や、管理項目の設定が可能となる構造とする。  
② 出来形管理だけでなく、維持管理等で活用する可能性がある項目で、ソフトウェアによって自動で取得可能な情報は、施工者に新たな負担をかけないことから、情報を記録する構造とする。  
これらを踏まえ、業界団体と意見交換を実施し、平成23年9月にデータ交換標準をver. 2.0からver. 4.0に改定した。主な修正点は以下の通りである。

- ①多様な3次元形状を表現できる構造へ修正  
舗装工等、「厚さ」を持った構造物が表現できるように、層を表現できることとした(図2)。  
②管理項目の追加  
管理項目について、これまでの「基準高」、「幅」、「法長」だけでなく、「厚さ」、「深さ」、「延長」、「面積」を追加した。これにより、出来形だけでなく、出来高の管理にも対応可能となる(表1)。  
③履歴データの記録  
トレーサビリティの確保や、データの維持管理で

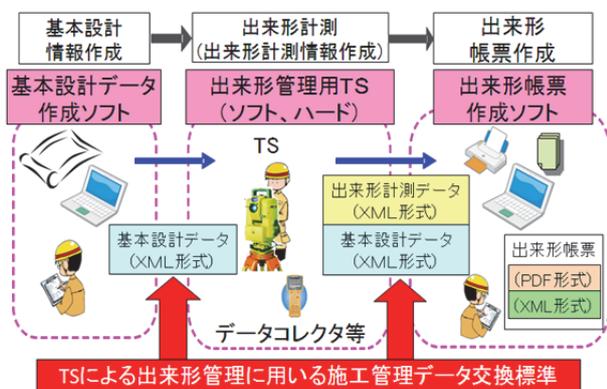


図1 TS出来形管理の流れ

の活用等を考慮し、データの修正履歴や出来形の記録日時、TSの設置位置等、作業の履歴データを保持し、記録を必須とする仕様とした。

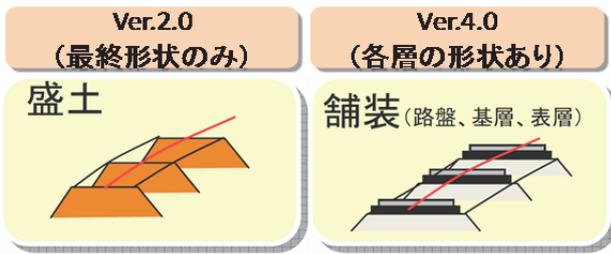


図2 層状構造物の表現

表1 工種別の管理項目 (主な工種を抜粋)

	土工	舗装	地下埋設物	擁壁
出来形	基準高	基準高		基準高
	幅	幅		幅
	法長			法長
		厚さ		厚さ
			深さ	
		(平坦性)		延長
出来高	体積	面積	延長	面積

※赤字: ver.2.0では管理できない項目

(2) 情報化施工の維持管理での活用方策の検討

情報化施工は、ICTを用いて建設機械を制御したり、オペレータの技術者判断を支援する情報を提供することから、情報化施工を実施した場合には、施工時にこれらの情報を自動的に電子データとして取得することが可能である。このことから、これらの事務所職員へ

のヒアリング等を通じて、維持管理の実態を調査した。その上で、情報化施工で取得したデータを活用することや、情報化施工機器を活用することで、業務の効率化やコスト削減に寄与する場面を抽出した。さらに、抽出した活用方策案に対して、現場ニーズ、技術的な実現性に関して評価した。その結果、有効性が高い利活用方策として、以下のような案が抽出された。

- ① 完成形状の3次元情報を用いることで、復旧工事が早期化する。
- ② 前工事で利用した工事基準点や官民境界等の情報を用いることで、維持管理時に行っていた測量作業が簡略化する。
- ③ 出来形計測データを用いることで、完成図の精度が向上する。
- ④ 埋設物の出来形管理に情報化施工を用いることで精度の高い3次元の埋設位置を取得が可能となる。これにより、切断事故の防止等に繋がることが考えられる(図3)。

[成果の発表]

- ・各種学会や雑誌に投稿済み。
- ・平成23年9月に、「TSによる出来形管理に用いる施工管理データ交換標準(案)ver.4.0」を策定し、国総研HPで公表。

[成果の活用]

策定したデータ交換標準に基づきソフトが開発され、平成24年度より直轄工事にて活用される予定である。

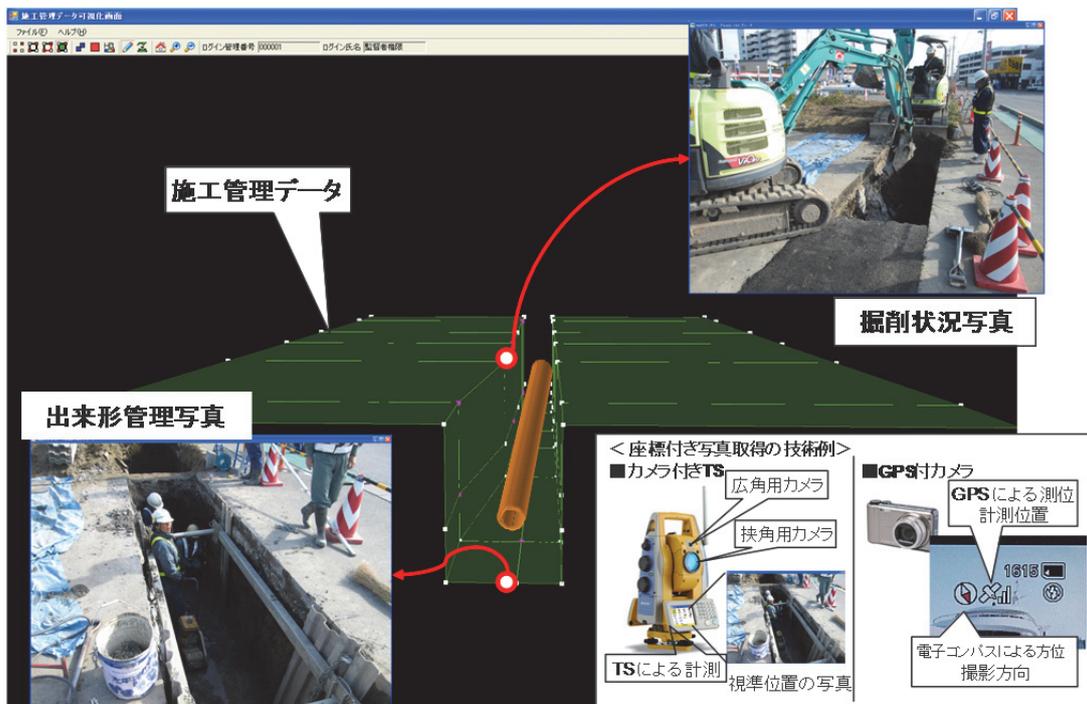


図3 埋設物管理システムの実装イメージ

# 情報化施工技術による埋設ガレキ等の管理技術に関する調査

Research on management skills for buried objects with Intelligent Construction

(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  
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 北川 順  
Researcher Jun KITAGAWA

In the affected areas of the Great East Japan Earthquake that occurred on 11 March 2011, the large amounts of debris have become a major issue. So, how to reuse those to fill material come under review.

In this study, we examined the method for managing buried objects with the as-built management technique with total station.

## 〔研究目的及び経緯〕

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災の被災地では、大量に発生したガレキの処理が大きな課題となっている。このガレキの処理方法の 1 つとして盛土材への再利用に向けた検討が進められている。しかし、ガレキは通常の土木材料とは性状が異なる事に加え、施工後は不可視となることから、施工時にガレキの埋設位置や埋設量を容易に把握し、維持管理段階においてシームレスに管理できる仕組みが必要である。

国土技術政策総合研究所では、3次元測量機器の TS (トータルステーション) を用いた出来形管理技術について研究している。この TS を用いた出来形管理技術は、国土交通省が推進している情報化施工技術の 1 つであり、現在は土工を中心に普及が進んでいる。この技術は、TS に搭載するソフトウェアに 3次元の設計データ (3次元の完成形状) を取り込むことで、①計測位置への誘導、②計測と同時に設計値との差を表示、③計測データを用いた帳票の自動作成、といったことが行える。当研究室では、この技術で用いられる 3次元のデータである「施工管理データ」の仕様を定めた「TS による出来形管理に用いる施工管理データ交換標準(案)」(以下、「データ交換標準」という)を策定しており、平成 23 年 9 月には、新たなデータ交換標準である ver. 4.0 を策定した。従来の ver. 2.0 では、土工を対象としたデータ項目しか保持することができなかったが、ver. 4.0 では舗装や地下埋設物等に関わるデータを保持することが可能となった。

本研究では、このデータ交換標準 ver. 4.0 を利用することで、TS 出来形管理技術を活用し、ガレキをはじめとした地下埋設物等を管理する為の手法について検

討した。

## 〔研究内容・研究成果〕

### 1. TS を用いた出来形管理技術を活用した埋設物管理のコンセプト

埋設物は、工事完成後に不可視となることから、維持管理段階において、その位置情報が把握できることが望まれている。現在では施工時の図面を用いて位置を管理している場合が多いが、完成後に図面に書き込む手間がある。また、情報が工事毎の紙で整理されているため、近傍に埋設されている物件であっても、別工事で施工されている場合、別々の書類となり、後で利用する場合、それぞれを参照する必要がある。土木工事では、必ず出来形の管理が必要であることから、埋設物の出来形管理に TS を用いた出来形管理を活用することで、埋設物の位置情報を精度の高い 3次元位置情報として取得し、更に維持管理に必要な情報を付加してシステムで管理することで、事務所における埋設物の管理を一元化し効率化可能と考えられる。

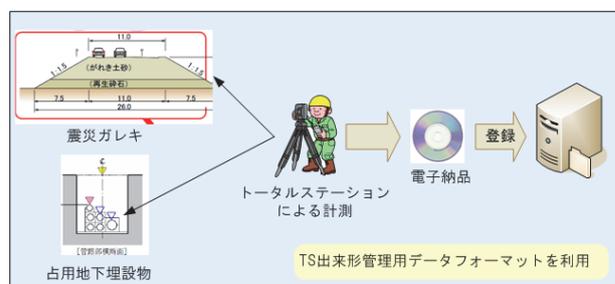


図 1 埋設物管理の流れ

### 2. 埋設物管理ソフトウェアの開発

1. で述べたコンセプトに基づき、施工管理データ

を用いて埋設物を管理するソフトウェアを開発した。ソフトウェアには、以下の機能がある。

①データ登録機能

埋設物の管理に必要な情報を登録する機能である。直轄工事の場合には、工事の電子納品CDから、自動的に必要なファイルを抽出し、システムに登録可能としてある。ただし、埋設物の管理には、位置だけでなく、名称や管理者等の属性情報が必要となるが、施工管理データは、形状や計測時刻等しか情報を保持できない。そこで、それらの属性情報を csv ファイルで登録する機能を搭載した。この csv ファイルは、エクセルのマクロを活用した入力シートを用意しており、誰にでも容易に作成することを可能としてある。

②データ検索機能

管理者がデータを活用する時に、必要な情報を抽出する機能である。データの検索方法として、名称や管

理者といった属性情報を用いて検索する機能と地図上の位置で検索する機能を備えている。地図検索では、その位置に埋設された物件を一度に表示することが可能である。検索機能で特定の埋設物を選択すると、登録された詳細な情報を閲覧可能である。また、施工管理データは、3次元での表示とデータの出力が可能であり、データを現場に持ち出してTSに登録することで、埋設位置への誘導が可能である。

このように、TSを用いた出来形管理技術を活用することで、技術的には効率的に埋設物管理が可能になると考えられる。しかし、直轄工事ではなく占有工事を含める場合には、どのようにしてデータを取得するか等、運用面での調整事項が残されている。

[成果の活用]

今後、事務所等において活用していき、運用面の調整を図ることで、埋設物管理の効率化に資することとなる。

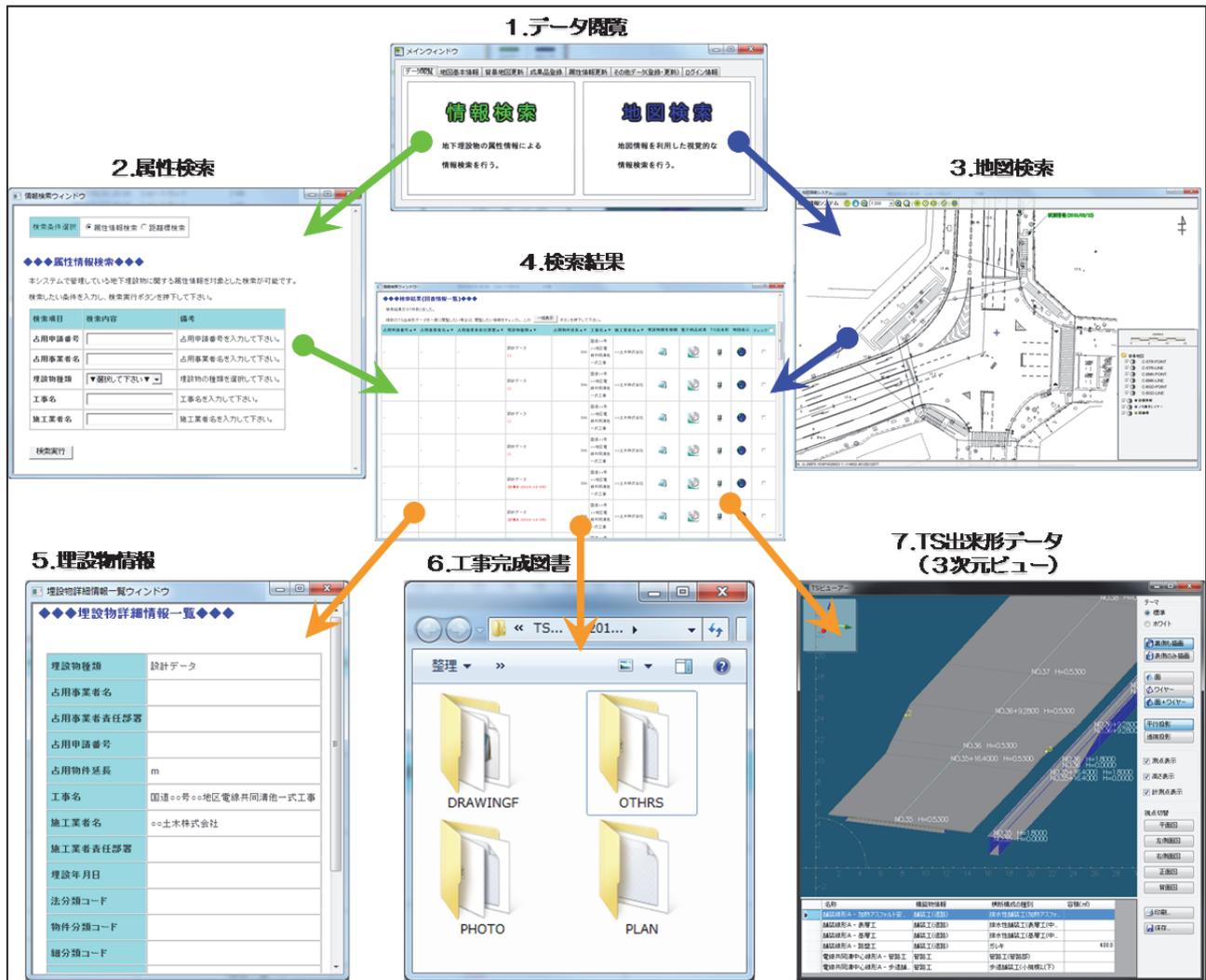


図2 埋設物管理ソフトウェアの操作の流れ

# 長大活断層地震を対象とした設計地震動の検討

Study on design earthquake motion taking account of long active faults

(研究期間 平成 23～25 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
研究官	松岡 一成
Researcher	Kazunari MATSUOKA

Level 2 earthquake motion (Type II) for highway bridges were formulated based on strong motion records of the 1995 Hyogo-ken Nanbu earthquake (M7.3). This study aims to investigate ground motion during earthquakes caused by long active faults and propose design earthquake motions taking account of long active faults that may generate earthquakes as large as M8.

## 〔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は、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、長大活断層の影響は考慮されていない。長大活断層の活動による地震は、国内の発生事例が少なく、既存の震源のモデル化手法および地震動の推定手法の適用性が検討されていないことから、本研究はこれらの事項について国外で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。

23年度は、長大活断層の活動による地震の強震記録を収集・整理するとともに、既存の震源モデル化手法の適用性と課題を調査した。また、強震観測施設の維持管理を行い、強震記録の取得、活用を継続するとともに、長大な断層面を有する地震の地震動特性を検討するため、東北地方太平洋沖地震で被災した橋梁地点において余震による地震動の計測を実施した。

## 〔研究内容〕

### 1. 長大活断層地震の強震記録の収集・整理

活断層地震に関しては、1995年兵庫県南部地震を超える規模のものが国内では1891年濃尾地震以来発生していないことから、国外で発生した長大活断層による地震の観測記録を収集・整理した。

### 2. 既存の震源モデル化手法の適用性

現在標準的に用いられている、地震調査研究推進本部の震源モデル化手法を長大活断層地震に適用する際の課題を、文献に示されている事例をもとに調査した。

### 3. 強震観測施設の維持管理と記録の活用

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。

また、東北地方太平洋沖地震の際に得られた強震記録を活用して、国道45号山田高架橋の地震応答解析を実施し、地震時水平力分散構造を有する橋を対象とする動的解析の適用性を検討した。

### 4. 被災橋梁地点の余震観測

長大活断層地震と同じく長大な断層面を有する東北地方太平洋沖地震の地震動特性を検討するとともに、被災した橋梁の被災メカニズムの解明等に資するため、被災橋梁地点の余震による地震動の計測を実施した。

## 〔研究成果〕

### 1. 長大活断層地震の強震記録の収集・整理

国外の地震の規模は通常、モーメントマグニチュード  $M_w$  で整理されているため、兵庫県南部地震の  $M_w 6.9$  を超える内陸地震を USGS (米国地質調査所) のカタログから抽出した。その結果、強震計の設置数が増加し始めた1990年代以降では18地震が抽出された。これら18地震の強震記録が入手可能かどうかを調査し、1999年トルココジャエリ地震 ( $M_w 7.6$ )、1999年台湾集集地震 ( $M_w 7.7$ ) をはじめとする7地震の強震記録を収集・整理した。整理した強震記録は、今後、長大活断層地震に適用可能な地震動推定手法を開発する際の検証データとして活用する。

### 2. 既存の震源モデル化手法の適用性

現在標準的に用いられている、地震調査研究推進本部の震源モデル化手法では、 $M_w 7.5$  程度以上の地震の

震源モデルの構築に問題があることが指摘されている。具体的には、背景領域と呼ばれる、震源域のなかですべり量が相対的に小さい領域のすべり量が負の値になる問題がある。これは、アスペリティと呼ばれる、すべり量が相対的に大きい領域のすべりとは逆方向のすべりが背景領域で発生することになり、震源モデルとして不自然である。

調査の結果、動力学的な断層破壊の数値シミュレーション結果に基づく横ずれ断層の震源モデル化手法がごく最近になって提案されており、上記の問題は解消される見込みがある等がわかった。一方、その手法で構築される震源モデルを用いた地震動推定結果の妥当性、および縦ずれ断層の震源モデル化手法には課題があることがわかったため、今後検討を進める。

### 3. 強震観測施設の維持管理と記録の活用

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。また、不具合が見られた一部の機器については、状況に応じて修繕を行った。

山田高架橋の骨組みモデルに周辺地盤上で観測された加速度波形を入力する地震応答解析を実施した結果、橋桁の応答を再現するためには、積層ゴム支承の剛性を設計値の6倍にする必要があることがわかった。

この理由として、変形が小さい範囲ではゴムの剛性が高いこと、支承の上フランジとサイドブロックが接触している(図-1 参照)のために剛性が見かけ上大きくなったことが挙げられる。図-2の赤線は積層ゴム支承の初期载荷の軌跡、黒線は応力軟化現象が生じた後の軌跡を表しており、設計には通常、黒線の情報を用いられている。しかし、地震の際には、支承に大きなせん断ひずみが生じるまでは、赤線の軌跡を描くことが実験等でも確認されていることから、ゴム系支承を有する橋の動的解析に際しては、このような履歴特性の影響を適切に考慮する必要がある。

### 4. 被災橋梁地点の余震観測

被災橋梁地点近傍に図-3のような観測機器を設置し、余震による地震動を4ヶ月間余りにわたって観測した結果、297地震の記録が得られた。余震の地震動から本震の地震動を推定した結果の例を図-4に示す。これらの記録は今後、橋梁に作用した外力および被災過程の検討等に活用する予定である。

#### [成果の発表]

東北地方太平洋沖地震の強震記録による地震時水平力分散構造を有する高架橋の地震応答解析, 土木学会論文集 A1, Vol.68, No.4, pp. I\_444-457, 2012.

#### [成果の活用]

次期道路橋示方書の改定に反映。



図-1 P3 橋脚上の支承の上フランジとサイドブロックの接触痕

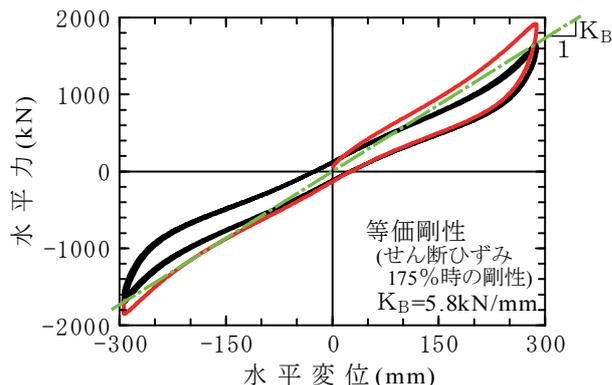


図-2 積層ゴム支承の小せん断ひずみ域での水平方向剛性

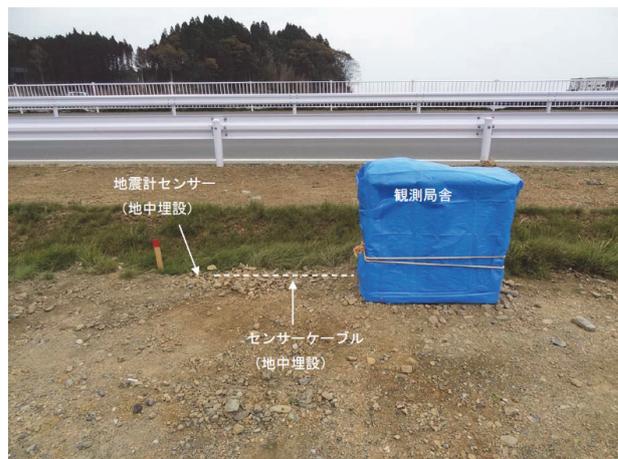


図-3 余震観測の状況

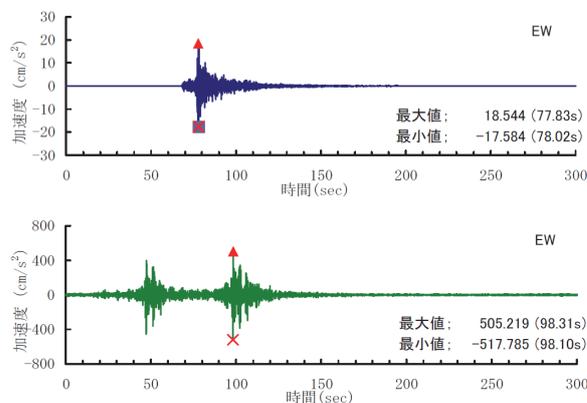


図-4 余震の地震動(上)から推定した本震の地震動(下)

# 道路構造物に作用する巨大地震の地震動・津波外力の検討

Study on earthquake and tsunami forces act on highway structures caused by giant earthquakes

(研究期間 平成 23 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

Design earthquake motion for highway bridges is studied taking account of coupling of source regions and long duration ground motions observed during the 2011 Tohoku earthquake. Tsunami forces acted on highway structures triggered by the earthquake are reproduced by numerical simulations of tsunami propagation and run-up using detailed terrain models.

## [研究目的及び経緯]

東北地方太平洋沖地震は従来考慮されていなかった震源域の連動により発生した巨大地震であり、継続時間の長い地震動と極めて大きな津波が多数の地点で観測された。道路構造物にも甚大な被害が生じたものがあることから、本課題では、道路構造物に作用する巨大地震の地震動・津波外力に関する検討を行った。

具体的には、震源域の連動や継続時間が長い地震動特性を考慮して道路橋の耐震設計に用いる設計地震動の改定案を検討するとともに、詳細な地形モデルを用いた津波伝播・遡上解析等により、道路構造物に作用する津波外力を算出した。

## [研究内容]

### 1. 設計地震動の改定案の検討

今後発生するプレート境界型地震の規模が、震源域の連動により、昨年度までの検討で考慮していたものよりも大きくなる可能性を考慮するため、千島海溝沿い、三陸沖～茨城県沖(東北地方太平洋沖地震)、駿河・南海トラフ～日向灘の3地域でモーメントマグニチュード  $M_w$  9.0 の地震を想定して地震動分布を算出し、その結果をもとに地域別補正係数の改定案を作成した。

動的照査に用いる加速度波形については、継続時間が長い地震動の特性を考慮するため、昨年度まで検討していた 2003 年十勝沖地震( $M_w$  8.2)に加え、東北地方太平洋沖地震の強震記録を振幅調整して作成した。

### 2. 道路構造物に作用した津波外力の再現

東北地方太平洋沖地震の津波の影響を受けた道路橋、取付盛土、道路盛土を対象に、詳細な地形モデルを用いた津波伝播・遡上解析を行い、対象構造物周辺の津波(高さ・流速・流向)を再現した。さらに、水理模型実験を数値シミュレーションにより実施する数値波

動水槽とよばれる数値モデルの内部に対象構造物をモデル化し、上記で再現した津波を入力して対象構造物に作用させる数値シミュレーションを実施することにより、対象構造物に作用する津波外力を算出した。

## [研究成果]

### 1. 設計地震動の改定案の検討

地域別補正係数の検討にあたって発生を考慮した主要なプレート境界型地震の震源域を図-1に示す。これらの地震が発生した場合の地震動分布を算出し、その結果をもとに地域別補正係数の改定案を作成した(図-2)。ここで、強震記録の分析結果に基づき、短周期成分については地震規模の上限値  $M_w$  8.3 を設定して地震動分布を算出した。改定案では、プレート境界型の大規模な地震を想定したレベル2地震動タイプIの地域別補正係数  $c_L$  が、駿河・南海トラフ～日向灘の沿岸地域で 1.2 に設定されており、標準(1923年関東地震

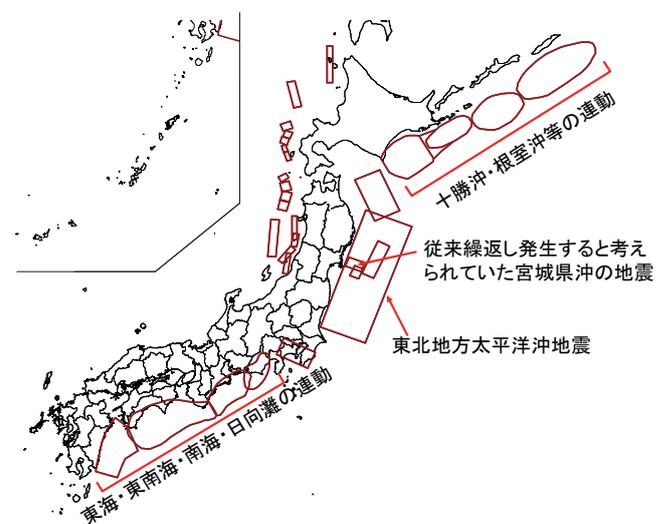


図-1 主要なプレート境界型地震の震源域

( $M_w$ 7.9)の際の東京周辺の地震動を想定)よりも大きい設計地震動を用いることにしている。

東北地方太平洋沖地震の強震記録をもとに作成した、動的照査に用いる加速度波形の改定案の例を、改定前と比較して図-3に示す。これらは両者とも開北橋周辺地盤上(石巻市)で得られた強震記録を振幅調整して作成したものであり、改定前については1978年宮城県沖地震(気象庁マグニチュード7.4)の際に得られたものである。改定案は振幅の大きい2つの波群がみられる240秒間の波形となっており、従来よりも大幅に継続時間の長い地震動の影響を考慮することになっている。

## 2. 道路構造物に作用した津波外力の再現

図-4に例として、国道45号二十一浜橋を対象とした数値波動水槽解析の結果を示す。本橋は橋長約17mの単純桁橋であり、幅員8.3mの本線橋と2つの側道橋(海側は幅員2.5m、山側は2.7m)からなる。津波により橋台背面土工部と海側の側道橋の桁が流出する大きな被害が生じている。

解析結果から各橋桁に作用した水平方向の津波外力の時間的変化を算出したものが図-5である。図には、桁重量から概算した桁の流出に対する耐力をあわせて示してある。実際に流出した海側の側道橋では、波力が耐力を大幅に超過しているのに対し、流出しなかった本線橋と山側の側道橋では、波力が耐力と同程度以下である。ただし、海側の側道橋の移動は本線橋に拘束されるため、水平力のみでは流出を説明できない。

側道橋は桁高に対して2つの主桁の間隔が小さく、モーメントが発生しやすい構造特性であるため、水平力と上揚力により発生したモーメントにより海側の支承が鉛直方向に破壊したのち、大きな水平力により陸側の支承が破断、桁の流出に至ったと考えられる。なお、海側の側道橋が流出した後は本線橋に大きな波力が作用すると考えられるため、その影響を今後検討する必要がある。

### 【成果の発表】

国総研・土研東日本大震災報告会において報告した。

### 【成果の活用】

道路橋示方書V耐震設計編に規定される設計地震動の改定に反映された。

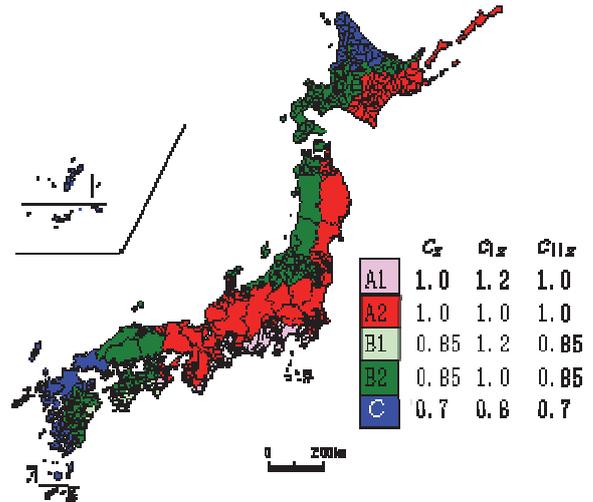


図-2 地域別補正係数の改定案

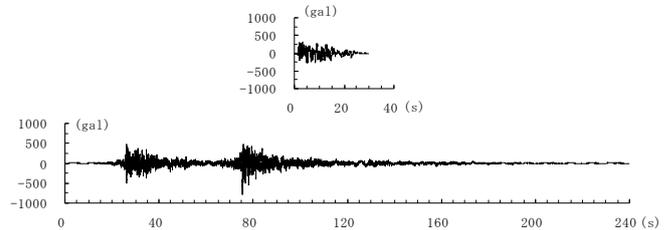


図-3 動的照査に用いる加速度波形の例  
(I種地盤、上：改定前、下：改定案)

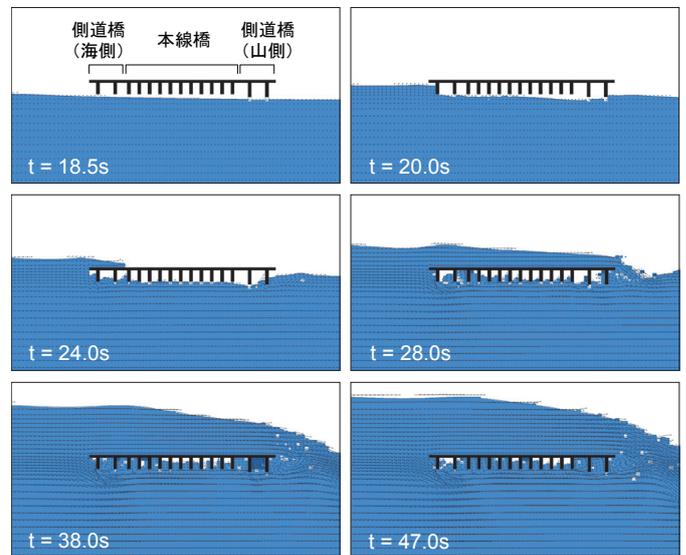


図-4 橋桁周辺の津波の数値波動水槽解析結果

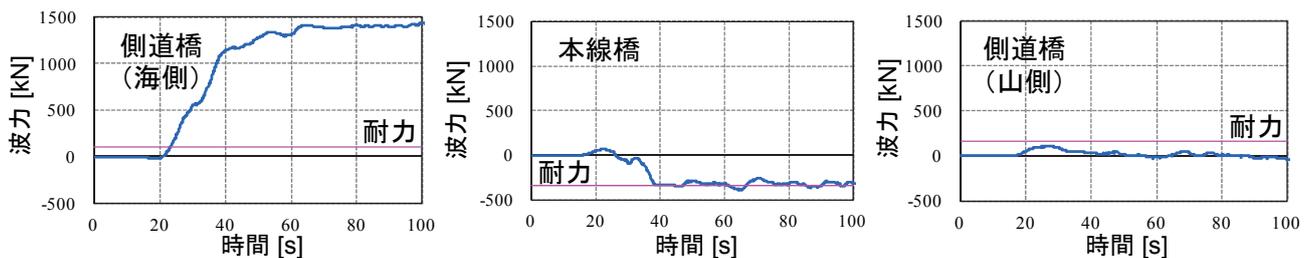


図-5 各橋桁に作用した津波外力の時間的変化と耐力の比較(水平方向)

# 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

—交通事故発生状況に関する統計データ分析—

Statistical Data Analysis on Tendency of Traffic Accident

(研究期間 平成 21 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 高宮 進  
Head Susumu Takamiya  
主任研究官 小塚 清  
Senior Researcher Kiyoshi Kozuka  
本田 肇  
Hajime Honda  
池原 圭一  
Keiichi Ikehara  
研究官 尾崎 悠太  
Researcher Yuta Ozaki

In this study, we researched the tendency of the recent traffic accidents such as the accidents involving pedestrians, cyclists, and elderly people by the traffic accident database. And we researched the tendency of the traffic accidents in European countries and America, and compared with the tendency of traffic accidents in Japan.

## [研究目的及び経緯]

国土技術政策総合研究所では、交通事故発生状況の把握、交通安全に関する各種課題の抽出、課題解決策の検討、課題解決策の効果計測等を通じ、交通事故削減に向けた施策展開をバックアップしている。

本研究は、事故発生状況の把握や各種課題の抽出等にあたっての基礎資料を得ることを目的として、海外における事故発生状況等に関する情報収集・整理、交通事故データ集計項目の設定、事故発生状況の集計を行うとともに、事故発生状況とその背景との関係等の整理を行うものである。

## [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、主に平成 22 年の交通事故発生状況に関する分析を行った。なお、分析にあたっては、以下に示すデータを使用した。

- 交通事故集計処理後データ：(財)交通事故総合分析センターが管理する交通事故に関するデータベースをもとに集計処理されたデータ(平成 22 年)
- 交通事故統計データベース(平成 8 年～平成 20 年)

## [研究成果]

(1) 海外における事故発生状況等に関する情報収集・整理

### ①対象国の選定

日本と海外諸国の交通事故発生状況のうち、状態別死者数および年齢層別死者数の特徴整理から、歩行中死者、自転車乗車中死者、高齢者死者の 3 つの要素に着目し、特徴的な事故発生傾向を示すアメリカ、フランス、イギリス、ドイツ、オランダ、デンマークを対象国として選定した。

### ②海外における情報収集および事故発生状況の整理

対象国の交通データ、交通事故データ、社会経済データをインターネットおよび文献等により調査を行うとともに、海外在住者・居住経験者から各国の道路状況、交通状況、交通安全および交通ルールやマナーについてヒアリングを実施し、とりまとめた。

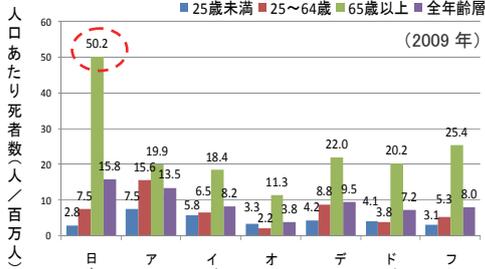
収集情報をもとに、各国の事故発生状況や自動車保有台数、人口などの特徴を整理した。対象国の特徴を踏まえ、比較を行う際の視点を整理し、歩行中死者、自転車乗車中死者、高齢者死者に着目して交通事故データ集計項目を設定し、発生状況の特徴を整理した。

【海外諸国との比較結果】

＜発生状況：歩行中死者数<sup>※</sup>の年齢層別比較＞

※30日以内死者数

各国とも人口あたり死者数は65歳以上の高齢者が多いが、日本は50.2人/百万人と突出して多くなっている。



＜社会的背景：高齢者の年齢層別経済活動人口比率＞

日本の経済活動人口比率は65~74歳が30.3%、75歳以上が8.7%と海外諸国（例えばイギリスは65~74歳は12.5%、75歳以上が1.6%）と比べて非常に高い。

＜考察＞

日本で高齢者の死者が多い一つの要因として、高齢者の外出機会の多いことが推測される。

(2) 交通事故データ集計項目の設定

7つの集計テーマに対して、下表に示す交通事故データ集計項目を設定した。

表 集計テーマおよび交通事故データ集計項目

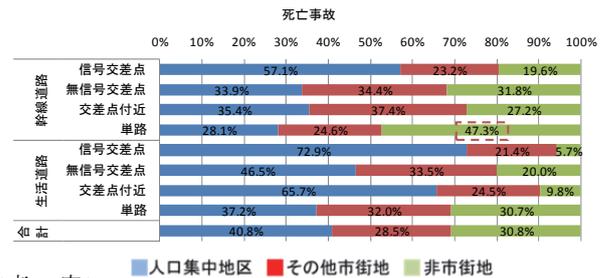
集計テーマ	交通事故データ集計項目
i 経年	・過去40年間の死傷事故件数・死傷者数の推移 ・事故類型別死傷事故件数・死傷者数の推移 他
ii 生活道路	・1当自動車×2当自動車の出会い頭事故 ・速度規制による出会い頭事故抑制効果 他
iii 幹線道路	・市街地交差点における横断歩道横断中事故 ・非市街地の中・小規模交差点における二輪車が関与した出会い頭事故 他
iv 高齢者	・高齢ドライバーによる右折時事故、出会い頭事故の幅員別特徴 ・世代間事故発生状況 他
v 自転車	・自転車関連事故の死亡・死傷事故の経年変化 ・交差点における自転車対自動車・二輪車の出会い頭事故の進行方向、法令違反 他
vi 歩行者	・事故発生場所、信号交差点、単路、交差点規模に着目した歩行者事故 ・法令違反に着目した歩行者事故 他
vii 速度と事故	・同一路線における前後区間での速度変化と交通事故の関係 ・速度のばらつきが大きい時間帯における交通事故発生状況 他

(3) 事故発生状況とその背景との関係等の整理

集計テーマごとに、事故発生状況とその背景との関係性について整理を行った。以下に「歩行者」、「自転車」の例を示す。

【歩行者】＜沿道状況別の歩行者死亡事故＞

歩行者事故は、人口集中地区で40.8%と最も多くなっている一方、幹線道路の単路部においては、非市街地が47.3%と最も多くなっている。歩行者事故全体の致死率が2.4%に対して、幹線道路非市街地単路の致死率は10.6%と高い。同様に、幹線道路非市街地では無信号交差点・交差点付近の致死率も高い。



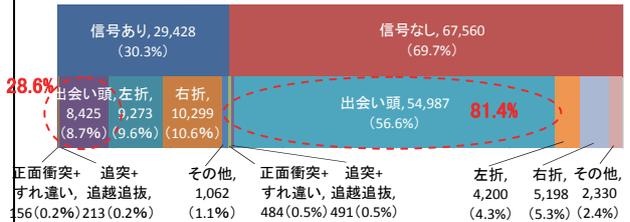
＜考察＞

非市街地でも幹線道路により集落が分断されている箇所が多くあり横断需要が比較的多いことや、幹線道路では自動車走行速度が高いことが、非市街地の幹線道路での死亡事故の多発している要因の一つになっていると推測される。

【自転車】

＜発生状況：交差点における出会い頭事故＞

交差点における自転車対自動車・二輪車の事故のうち、出会い頭事故の割合をみると、信号あり交差点では28.6%の発生であるのに対し、信号なし交差点では81.4%も発生している。



また、出会い頭事故を法令違反別にみると、1当自転車の場合、信号あり交差点では自転車による信号無視が83.1%と多いのに対し、信号なし交差点では指定場所一時不停止が53.0%となっている。

＜考察＞

上記の要因の一つとして、自転車が車両としての意識が希薄で交差点進入時に一時停止をしない傾向にあることが推測される。

【研究の活用】

本成果について、今後の交通安全施策の方向性を検討する際の基礎資料として活用する予定である。

# 我が国における交通安全施策における統計データ分析

Statistical Data Analysis for Traffic Safety Measures in Japan

(研究期間 平成 21 年度～)

—諸外国の交通安全施策等に関する調査—

Study of European and American Traffic Safety Measures

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 高宮 進  
Head Susumu Takamiya  
主任研究官 池原 圭一  
Senior Researcher Keiichi Ikehara  
主任研究官 本田 肇  
Senior Researcher Hajime Honda

This study investigated the traffic safety measures that the European and American government worked on and investigated the trend of the standards about the traffic safety facilities.

## [研究目的及び経緯]

平成 23 年の交通事故死者数は、4,612 人となり前年よりも 251 人減少している。近年の交通事故は、死者数及び発生件数ともに減少傾向であるものの、年齢別や状態別で見るといくつかの特徴がある。年齢別の死者数では、65 歳以上の高齢者の構成比が最も多く全体の 49.0% を占め、状態別の死者数では、歩行中の構成比が最も多く全体の 36.6% を占める。また、高齢者の状態別の死者数では、歩行中の構成比が最も多く全体の 49.6% を占める。このような近年の交通事故の発生状況を踏まえ、これらに応じた交通安全施策の推進が求められている。

今後、諸外国の交通安全施策と国内の状況を比較し、有効な施策に関して国内への適用性等を検討するため、本研究では、諸外国の交通安全施策等に関して調査を行った。平成 23 年度は、アメリカ、イギリス、ドイツを中心に、諸外国の交通安全施策と交通安全施設に関する基準・ガイドラインの運用状況等について調査を行った。

## [研究内容]

### 1) 欧米の交通安全施策の調査

交通安全施策の調査は、表 1 に示す 14 事例を抽出し、それぞれ施策の概要、背景、目標、実施計画、実施状況、評価結果等に関して調査を行った。

### 2) 欧米の交通安全施設の調査

交通安全施設の調査は、主に防護柵に関する基準・ガイドラインの内容、実際の運用状況等に関して調査を行った。

表 1 調査対象とした施策

No	施策名	国	着眼点との対応		
			①	②	③
1	道路安全向上プログラム(HSIP)及び戦略的交通安全計画(SHSP)	アメリカ	○	○	
2	危険な地方道路プログラム(HRRRP)		○	○	
3	通学路安全プログラム(SRTS)		○	○	
4	歩行者安全戦略計画		○		
5	NTMP (Neighborhood Traffic Management Program)			○	△
6	高齢者のための安全道路プログラム(ニューヨーク市)			○	
7	交通安全施策のパートナーシップ助成金制度	イギリス		○	
8	THINK! Campaign			○	
9	生活道路に関する施策		○		△
10	自転車施策(ロンドン市)		○	○	
11	ネットワークセーフマネジメント	ドイツ		○	
12	Self-explaining roads			○	△
13	都市内道路に関する整備ガイドライン		○	○	○
14	EuroRAP (European Road Assessment Programme)	EU		○	

着眼点

- ①日本と同様の課題(生活道路、歩行者、自転車、高齢者、幹線道路等)に対する取り組み
- ②日本には事例が少ない先進的な交通安全施策に関する取り組み
- ③生活道路における道路空間要素と走行速度との関係

## [研究成果]

### 1) 欧米の交通安全施策の調査結果

表 1 の事例の中から、歩行者や高齢者に関する施策を中心に紹介する。

No.3 のアメリカの事例では、中央政府が各州に配分する予算において、インフラプロジェクトの他にも、資金の 10%~30%は周知広報活動費等のノンインフラプロジェクトに使用することを義務付けており、ソ

フト施策にも力を入れている（写真1）。また、ニューヨーク州内では、地域を分割し、各地域の提案書に基づく競争により資金の分配を行っている。



【左の写真: スクールゾーンの罰則強化】 1997年にワシントン州では、スクールゾーンでスピード違反を犯した場合、罰金を2倍にする法律を制定。支払われた罰金の半分は Highway Safety Office に送られ、交通安全施策の資金となる。

【右の写真: 安全教育】 メリーランド州のロックビルでは、7,000人の小学生が徒歩や自転車に関する教育を受けている。市の職員や学校の教員が指導者となって、実践的なトレーニングを行っている。

### 写真1 通学路安全プログラムによるノンインフラプロジェクトの例

No.6のニューヨーク市の事例では、高齢者の交通事故による死亡者の割合が全体の約39%を占めることを背景に、高齢歩行者が抱える問題の分析結果と道路環境（歩行者信号、道路幅員など）から重点的に対策を実施する地域（25地区）を選定し、路面表示、信号現示改良、横断距離の短縮、車両の規制等の高齢者のための安全道路プログラムを行なっている（図1）。



【分析結果の例】 高齢者の人口密度、事故件数等のデータをもとに、現状を地図上で可視化し、重点的に対策を実施する必要がある地域を選定。その後、視距、明るさ、ドライバーのマナー、信号の横断時間、道路幅員等の課題を抽出し、対策を実施。

図1 高齢者のための安全道路プログラム

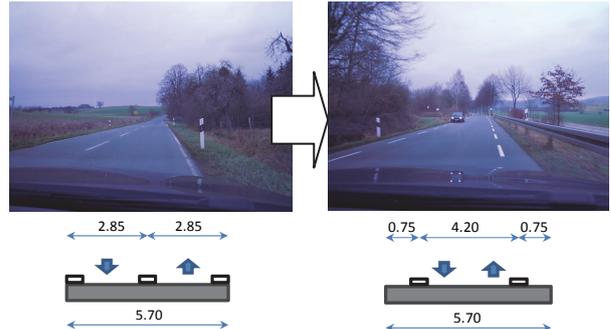
No.9のイギリスの事例では、生活道路の交通安全対策について、自動車交通中心の道路から居住や滞留を重視する道路に変えるとともに、ランプ等の物理的デバイス以外の速度抑制策がある場合には、それを可能な限り優先する考え方（交通静穏化）に変わってきている（写真2）。これらの考え方を踏まえたマニュアルやガイドラインが整備され、流入部を狭くしたり、曲線部を多く使うなどして、走りにくい道路にすることで走行速度の抑制を図っている。



【左の写真: シェアードスペースの歩行者横断導線】 路面には、歩行者が目のまで直線的に横断できることを模した十字パターンが描かれている。

写真2 シェアードスペース

No.12のドイツの事例では、道路のクラス分け（長距離道路、地域間道路、地域内道路、地区内道路）を行い、クラス毎に幅員やマーキングなどを工夫することで、道路環境の変化により運転者に速度調整の意識を心理的・潜在的に気づかせて運転行動の変化を促すことの取り組みを行っている（写真3）。このように道路環境や沿道環境の変化により、道路の機能を運転者に伝える考え方は、欧州では生活道路の安全対策にも活かそうとされている。



【地区内道路の例】 中央線をなくし、両側に破線を入れることで、譲り合う道路であることを意識させている。また、車両の路外逸脱事故を防ぐ目的もある。

写真3 Self-explaining roads

### 2) 欧米の交通安全施設の調査結果

欧米の防護柵に関する基準・ガイドラインの内容、実際の運用状況等について調査を行った。特にアメリカは、端部処理に対応した施設や緩衝施設が多く採用されていること、イギリスとドイツは、端部を地中に埋め込む処理が一般的であり、緩衝施設はあまり採用されていないことを確認した（写真4）。



【端部処理】 ①アメリカでは、衝突エネルギーを吸収する耐衝撃性ターミナルが一般的であり、②イギリスやドイツでは、端部を地中に埋め込む処理が一般的である。③アメリカ、イギリス、ドイツともに、異なる防護柵の継ぎ目部はすりつけが行われている。

【緩衝施設】 ④アメリカでは、高速道路の分岐部には緩衝施設が多く設置されている。イギリスとドイツは、②のように端部を地中に埋め込む処理が多い。

写真4 欧米の端部処理、緩衝施設

### [成果の活用]

次年度において、引き続き、諸外国の交通安全施策の情報を収集し、今後は、本成果を踏まえて国内への適用性について検討を進める予定である。

# 効果的な交通安全事業を支援するための調査研究

Research to support effective traffic safety business

(研究期間 平成 23～24 年度)

—交通安全対策の効果及び効果的実施方法に関する研究—

Study on the Effects and the Effective Implementing method of Traffic Safety Measures

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 高宮 進  
Head Susumu TAKAMIYA  
研究官 尾崎 悠太  
Researcher Yuta OZAKI

In this research, the accident reduction effect of various traffic safety measures and side effects, and the factor of those variations were analyzed based on the information registered into the accident measure database.. Moreover, the factor of variation was checked by the field survey. Based on those results, the effective implementing method of various traffic safety measures was arranged.

## 〔研究目的及び経緯〕

国内における交通事故による死傷者数は近年減少を続け、2011年には死者数が4,612人となったが、依然として多くの国民が交通事故の犠牲となっていることから、全国の道路管理者は、交通事故の削減に向けた取り組みを一層強化する必要がある。そのためには、これまでの交通安全対策の結果から得られる対策の効果を分析し、今後の交通安全対策に役立てる必要がある。

本研究では、新たなデータの分析を通じて、現場における効果的な交通安全対策の立案に参考となる技術資料の更新を目的として必要な基礎資料を整理した。具体的には、事故対策データベースを基に、各種交通安全対策が事故発生状況に及ぼす事故削減効果及び副作用（対策の実施により、その対策により削減しようとした事故類型（以下「着目事故類型」という。）以外の事故の件数が増加する現象）と、それら結果のバラツキの要因の分析を実施した。また、現地での調査等を行い、対策の状況や副作用やバラツキの要因の確認を行うとともに、調査結果から対策の効果的実施方法の整理を行った。

## 〔研究内容及び成果〕

### 1. 交通安全対策の効果検討

事故対策データベース（平成23年3月末時点）に登録されている事故危険箇所（H15指定：3,956箇所、H20指定：3,396箇所）を対象に交通安全対策に関する各種データを整理し、着目事故類型別、対策工種別に分類した結果、444の組合せに分類された。このうち、サンプル数を確保するため、対象とした対策を実施した箇所数が10箇所以上の106分類を分析対象とした。

対策前後の事故類型別事故件数の変化率（変化率は

以下の式による）の平均値は、1.0以下の分類が89分類存在しており、概ね減少傾向であった。

$$\text{変化率} = \frac{\text{対策後の平均事故件数(件/年)}}{\text{対策前の平均事故件数(件/年)}}$$

次に対策工種別に事故類型別事故件数の変化率と箇所数との関係について頻度分布図や箱ひげ図を作成し、事故削減効果や事故類型別のバラツキに着目し分析を行った。以下に交差点改良のうちコンパクト化の対策に着目した分析例を示す。

コンパクト化は①「隅切り半径の縮小」により左折時の車両の通過速度を抑制したり、②「停止線の前出し」、「横断歩道の前出し」により停止線間あるいは停止線と横断歩道間の距離を短縮して交差点流出部での車両の通過速度を低下させて周囲の歩行者を見やすくしたり、③横断歩道の距離を短縮して歩行者と車両の交錯機会を減少させたりするものである。

図-1はコンパクト化の対策に着目し、対策前後の死傷事故件数の変化率とその箇所数の分布を表したもので、図-2は対策後の事故件数が増加又は減少した割合を表している。コンパクト化の対策により約6割の箇所で事故は削減されているものの、約3割の箇所で事故が増えている。

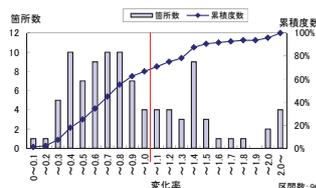


図-1 変化率と箇所数の分布

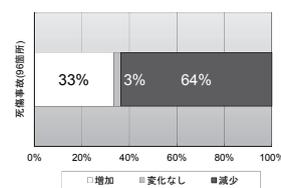


図-2 増加箇所数と減少箇所数の割合

次に図-3 に示す事故類型別の変化率の分布について横断歩道横断中事故、出会い頭事故、左折時事故の中央値をみると、それぞれ0.67、0.50、0.57で、事故が減少している箇所が多くなっている。第3四分位（75%タイル値）をみると、それぞれ1.04、1.00、1.00とほとんどの箇所は対策により事故が減少しておりコンパクト化による対策は横断歩道横断中事故、出会い頭事故、左折時事故に対して安定した事故削減効果を発揮しており、有効な対策であると考えられる。

一方、追突事故と右折時事故について中央値をみると、それぞれ0.80、0.71で事故が減少している箇所が多くなっているが、第3四分位をみると1.35、1.33と1.00を上回っており、事故が増加している箇所も多く、コンパクト化により追突事故と右折時事故が増えた箇所もある事がわかる。よって、コンパクト化の実施時には追突事故や右折時事故に対し悪影響を与える可能性があることに注意する必要があると考えられる。

次にコンパクト化による副作用やバラツキが生じる要因を確認するため、コンパクト化を実施した箇所において現地調査により交通状況の確認を行った。その結果、以下の事項が確認された。

- ・「横断歩道の前出し」を実施した交差点で、写真-1に示すように左折待機車両のスペースがなくなり、直進車線への阻害がみられた。
- ・「隅切り半径の縮小」を実施した交差点で、写真-2に示すような左折車の急減速に伴う後続車の急制動がみられた。
- ・図-4に示すような交差点が直角ではない交差点で「横断歩道の前出し」により道路に斜めに横断歩道を設置した場合、横断歩行者や自転車からは同方向

から右折する車両を確認しづらく、右折車両からは速度の高い自転車の確認がしづらい状況が確認された（写真-3参照）。

これら現地調査の結果から追突事故が増加する要因としては、「横断歩道の前出し」による左折待機車両のスペースが減少することで直進車線への阻害や、「隅切り半径の縮小」による左折車の急制動があると考えられる。また、交差点が直角ではない交差点においては「横断歩道前出し」により横断歩行者又は自転車と右折車両相互の確認がしづらくなり、横断歩道横断中事故や右折時事故（右折する自動車と自転車が衝突する事故）が発生しやすくなる場合があると考えられる。

## 2. まとめ

データ分析と現地調査の結果から対策の効果的実施方法について整理を行った。以下に対策として交差点改良（コンパクト化）を実施した箇所の事例を示す。

- ・「隅切り半径の縮小」の対策では、左折車の急減速に伴う後続車両の急制動が発生する危険性があるため、複合対策として交差点の手前から左折車の速度抑制対策を実施することが有効であると考えられる。
  - ・「横断歩道の前出し」の対策では、右左折車の直進車線への阻害が発生する危険性があるため、右左折車1台程度が待機できるスペースを設けることが必要であり、特に大型車の右左折交通量が多い箇所や2車線以下の道路構造の箇所では留意する必要がある。
- 以上のことから、交通安全対策を効果的に実施するためには対策後の交通状況を十分検討した上で対策工種を選定することが重要であり、必要に応じて複合対策を実施する等の現場に適した検討が必要である。

## [成果の活用]

交通安全対策の効果及び効果的実施方法については事故類型別、対策工種別に効果分析結果をとりまとめ、対策実施時の留意事項を整理したうえで技術資料として整理し、道路管理者へ配布する予定である。

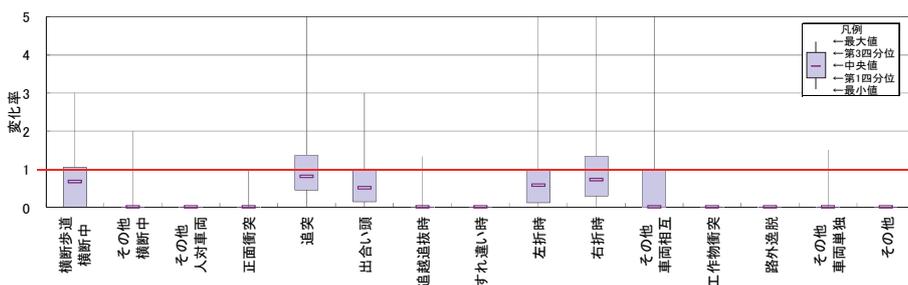


図-3 事故類型別変化率の分布



写真-1 左折車が横断歩道の手前で停止した場合、後続車両の走行が阻害される



写真-2 左折車の減速に伴う後続車両の急制動

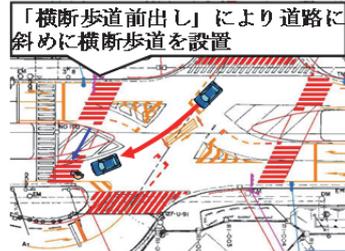


図-4 横断歩道前出しの対策例



写真-3 右折車と横断歩道の状況

# 効果的な交通安全事業を支援するための調査研究

Research to support effective traffic safety business

(研究期間 平成 23～24 年度)

—交通安全マネジメントの効果的実施手法に関する検討—

Study on Effective Implementation of Traffic Safety Management

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 高宮 進  
Head Susumu TAKAMIYA  
研究官 尾崎 悠太  
Researcher Yuta OZAKI

In this research, we conducted interview investigation to the road administrators about the extraction technique of the places which need measures. Moreover, we created the collection of good examples aiming at skill improvement of the persons in charge of traffic safety measures of each spot, and sharing of experiences between them.

## 〔研究目的及び経緯〕

交通安全事業を効率的に実施するためには、交通安全対策の効果が見込まれる箇所に対し重点的に効果の高い対策を進めていくことが重要である。そのためには、交通安全対策の効果が見込まれる箇所を的確に抽出し、抽出箇所の条件に適した効果的な対策を立案することが必要である。しかし、これらを実施する手法については確立されたものがなく、各現場の交通安全担当者の知識と経験に委ねられているところがある。

そこで本研究では、まず交通安全対策の効果が見込まれる箇所の抽出手法の検討に必要な基礎情報を収集するため、事故ゼロプランにおいて実施された「事故危険区間」の抽出手法について調査した。また、各現場の交通安全担当者のスキルアップ及び交通安全担当者間の経験の共有を目的とした好事例集の作成を行った。

## 〔研究内容〕

### 1. 事故ゼロプランにおける事故危険区間の抽出手法に関する調査

交通安全対策の効果が見込まれる箇所の抽出手法を検討することを最終目的に、対策箇所を選定する際の考え方等を把握するため、現場の交通安全担当者を対象とし、事故ゼロプランにおける各都道府県の事故危険区間の抽出方法の調査、及びいくつかの県を対象とした抽出の考え方についてのヒアリング調査を実施した。

#### 1) 事故危険区間の抽出方法の調査

事故ゼロプランにおいては、事故データ及び地域の声から事故危険区間を抽出することを原則としている。各都道府県の抽出手法について調査した結果、1 都道

府県を除く 46 都道府県で事故データによる指標が明確に示され、事故危険区間の抽出に複数の指標を用いていた。表-1 は、各指標別にその指標を用いた都道府県数を整理したもので、46 の都道府県が死傷事故率を指標として用いている。また、事故の特性として、歩行者や自転車が関連する事故を指標とした都道府県は 10 都道府県程度である。

地域の声による抽出方法としては、トラック協会やタクシー協会へのヒアリング結果からの抽出、住民アンケートにより作成したヒヤリハット地図からの抽出等がある。

### 2) 事故危険区間の抽出の考え方に関する

#### ヒアリング調査

次に、抽出手法の調査結果から 5 都道府県を抽出し、

表-1 各指標値を抽出基準に用いた都道府県数

		都道府県数		
全事故を対象とした指標	死傷事故率	46		
	重大事故率	10		
	死亡事故率	8		
	死傷事故件数	31		
	重大事故件数	8		
	死亡事故件数	11		
	死傷者数	0		
	死者数	8		
	事故特性を踏まえた指標	事故類型別	人対車両	7
			歩行者横断中	2
正面衝突			6	
追突			8	
出合頭			2	
左折時			2	
右折時			2	
車両単独			3	
当事者別			歩行者	9
		自転車	10	
		二輪車	1	
年齢別		子供	4	
		高齢者	9	
		その他	夜間	5
			大型車	1
			休日	1
物損・人身			2	



# 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 高宮 進  
Head Susumu TAKAMIYA  
研究官 尾崎 悠太  
Researcher Yuta OZAKI

In this study, we 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, we 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〕

道路交通の安全性確保に向けて、各道路管理者は、計画・実施・評価・改善によるマネジメントサイクルにより事業を進めている。このマネジメントサイクルでは的確な事故要因分析に基づき対象箇所の条件にあった効果的な対策の立案、及び対策実施後の効果検証による追加対策の必要性検討が重要である。対策実施後の効果検証では対策実施前後の事故件数の比較によることが一般的であるが、事故データは各年の事故件数にバラツキがあり、単年の事故データのみでは対策効果の把握は難しく、効果検証に必要な事故データの確保には長い期間を要するため、追加対策が必要な場合にその実施が遅れるなどの問題がある。

本研究では事故に至らないまでも危険な車両挙動は事故よりも頻繁に発生しているとの仮定のもと、交通安全対策が交通事故に結びつく交通行動の防止、抑制を目的としていることに着目し、対策前後の車両挙動の変化を比較することで、対策による事故削減効果を評価する方法について検討した。

## 〔研究内容〕

本研究では初めに各検討箇所で事故要因分析を行い、様々な車両挙動の中から事故の要因に関連すると考えられる車両挙動、及び対策実施箇所では対策の狙いとした車両挙動を検討指標として抽出した。

次に抽出した各車両挙動を対策実施箇所では対策前後、対策未実施箇所では平日休日別にビデオ画像から計測、又は抽出を行い、各車両挙動の発生状況の違いと事故発生件数の違いを比較・整理することにより、各車両挙動が事故削減効果の評価に適用できるか検討を行った。

## 〔研究成果〕

## 1. 車両挙動と事故状況の分析

右折事故を対象として、いくつかの指標による対策効果の検証を試行した例を以下に示す。

箇所 A は、右折指導線により右折車と対向直進車の衝突事故（以下「右直事故」という。）が減少した箇所である。設置した右折指導線は交差点での右折待ち時の停止位置を適切な位置に誘導するものである。それにより対向直進車の位置が確認しやすくなるため、危険なタイミングで右折させないようにする目的がある。

箇所 B は、右直事故が多く発生している箇所で、図-1 に示すように平日休日別では休日に右直事故が多く発生している。対策については未だ実施していない箇所である。

以下では箇所 A については対策前後、箇所 B については平日休日別の車両挙動と事故発生状況を比較する。初めに計測が容易な車両挙動の一つとして対向車の交差点手前での走行速度を計測した。

図-2 は箇所 A の対策前後での走行速度の分布を表したものである。対策前後で平均速度の違いは見られないが、図-1 に示すように対策後に事故件数が減っていることから、走行速度と事故との正の相関はみられない。

一方、図-3 に示す箇所 B では平均走行速度につ

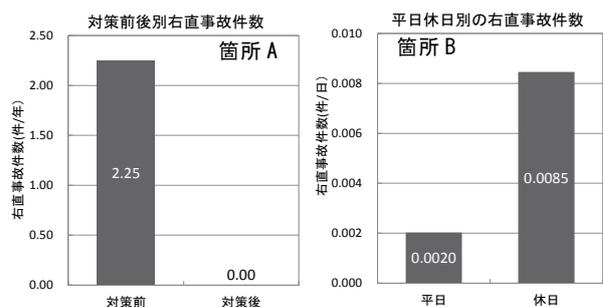
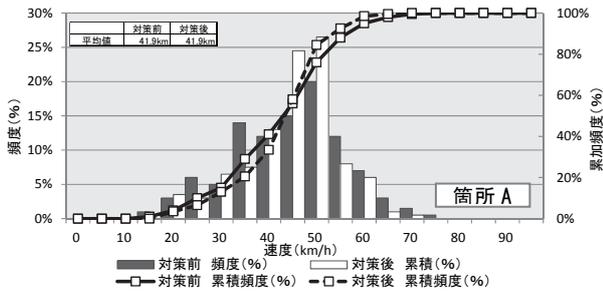


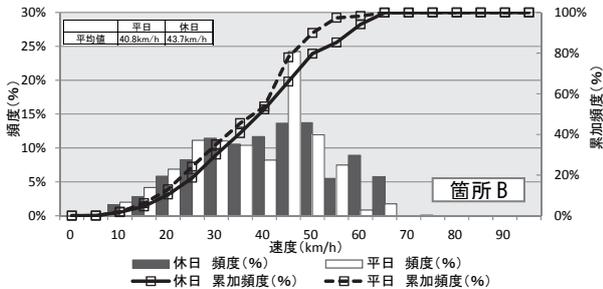
図-1 対策前後、平日休日別の右直事故件数

いては休日の方が高く、事故も休日に多い。

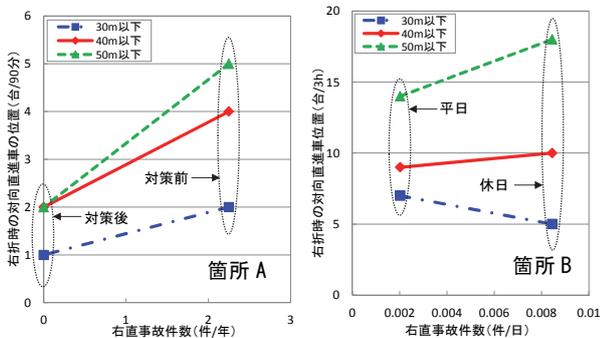
次に、右折指導線により改善しようとする車両挙動(右折を開始するタイミング)の変化を定量的に表す指標として、右折開始時(右折車が右折指導線上に白線で示された待機位置を通過した時)の対向直進車位置を計測した。対向直進車位置は、対向直進車のうち最も停止線に近い車両と停止線までの距離で表している。



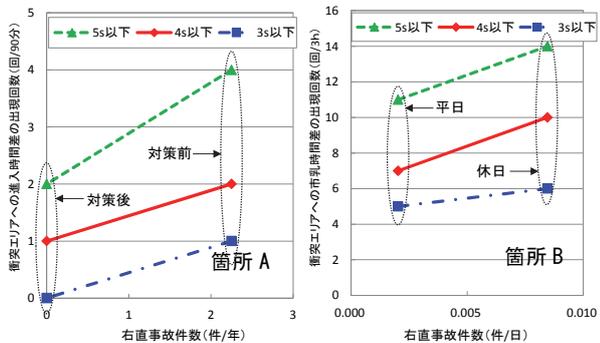
図一 2 箇所 A における対向直進車の走行速度の分布



図一 3 箇所 B における対向直進車の走行速度の分布



図一 4 右折時の対向直進車位置



図一 5 衝突エリアへの進入時間差

図一 4 に右折開始時の対向直進車位置が閾値(30m、40m、50m)以下であった回数と右直事故件数の関係を整理した。なお、計測を行った時間内における右折車台数は対策前 19 台、対策後 17 台(箇所 B は平日 32 台、休日 34 台)とほぼ同数であった。走行軌線の安定化を図った箇所 A では事故件数の変化と指標の変化には正の相関が見られ、対策を実施していない箇所 B では相関はみられなかった。

次に、衝突の危険性を定量的に表す指標として、右折車と対向直進車の走行軌道が重なるエリアを衝突エリアと定義し、そこへの進入時間差を計測した。図一 5 に進入時間差が閾値(3 秒、4 秒、5 秒)以下であった回数と右直事故件数の関係を整理した。箇所 A、B とも進入時間差と事故件数とは正の相関がみられた。

## 2. 車両挙動の対策の評価指標として適用性の検討

走行速度の指標については、速度に対する対策を実施していない箇所 A では対策前後で変化はなく、事故との相関もみられない。一方、対策を実施していない箇所 B では休日の平均走行速度が高く、事故件数も休日に多いことから事故要因として走行速度が起因していることが考えられる。したがって、走行速度の指標については事故要因の特定に適用できる可能性がある。

右折開始時の対向直進車の位置の指標については、対策を実施した箇所 A では対策前後で指標に変化がみられ、事故との正の相関もみられた。一方、対策を実施していない箇所 B では事故との相関がみられない。以上より事故が交差点内の視認性に起因し、それに対する対策を実施した場合に限り右折開始時の対向直進車位置が閾値以下となる回数の減少により事故の減少を推測することができると考えられる。

衝突エリアへの進入時間差の指標については箇所 A、B とも変化がみられ、事故との正の相関もみられたことから、どのような右折事故に対しても衝突エリアへの進入時間差が閾値以下となる回数の減少により事故の減少を推測することができると考えられる。

以上のことから、指標により対策効果の評価に適用できる条件が異なるものの車両挙動を分析することにより、事故対策効果の評価が可能になると考えられる。

### [成果の活用]

車両挙動の分析により交通事故対策効果の評価を行う指標については、今後、よりデータを蓄積し、事故類型別、事故要因別、対策工種別に適用可能な評価指標、及びその閾値を整理するとともにビデオ画像の取得方法や解析に必要なサンプル数等についても検討を行い、車両挙動による対策効果の早期検証手法を確立し、マニュアルとして整備していく予定である。

# 生活道路における交通安全対策支援方策検討調査

Research on support methods for safety measures on residential roads

(研究期間 平成 23～24 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 高宮 進  
Head Susumu Takamiya  
主任研究官 本田 肇  
Senior Researcher Hajime Honda

Municipalities need the low-cost and effective measures for road traffic safety in the residential area. In this research, it was investigated using the computer graphics animation and the driving simulator how change of road components, such as width of the side strip, would affect the running speed of a car.

## 〔研究目的及び経緯〕

本研究は、人優先と感じられる道路の構築手法を検討するため、第1段階として、路側帯幅員等の道路構成要素の変化によりどの程度の速度抑制効果が期待できるかについて、コンピュータグラフィック（CG）動画によるドライビングシミュレータ（DS）を用いた走行速度調査を通じて把握し、道路構成要素と走行速度との関係を明らかにするものである。更に、生活道路（市町村道）における面的かつ効率的な走行速度把握手法を検討するため、生活道路のプロブデータの特性に関する基礎的検討を行った。

## 〔研究内容〕

- (1) DSを用いた道路構成要素の相違による走行速度調査
- (2) プロブデータの特性に関する基礎的検討

## 〔研究成果〕

- (1) DSを用いた道路構成要素の相違による走行速度調査

### ア) プレ調査の実施

はじめに、道路構成要素の相違による走行速度の抑制効果を把握し、どのような道路構成要素が影響を与えるか抽出するため、道路構成要素以外の走行速度に大きな影響を与えると考えられる要素（対向車や歩行者等）を排除し、プレ調査を実施することとした。なお、生活道路を想定し、様々なバリエーションが考えられる道路幅員 6m を中心に、比較のため 4m 及び 8m についても調査対象とした。既往研究等から生活道路における道路構成要素として考えられる要素を抽出し、それを元に 23 種類の CG 動画（1 CG あたり延長 200 m、走行速度 30km/h）を作成し、被験者 21 人に見せ、

各 CG 動画に対して走行速度の印象（速すぎる遅すぎる）等を把握した。

その結果、表 1 の通り、走行速度の印象に影響を与える道路構成要素として、道路幅員、カラー舗装、舗装材（インターロッキング舗装）、シケインが速度感に影響がある結果となった。なお、カラー舗装の色の違いは影響が少ない結果となったため、これに変え、カラー舗装の面積割合を指標とすることとした。

表 1 走行速度の印象に影響のある道路構成要素（プレ調査）

道路構成要素	道路幅員	車道幅員	路側帯幅員	沿道密度	中央線	カラー舗装		舗装材		電柱	歩道	シケイン
						全面	路側帯	全面	路側帯			
速度感への影響	◎	×	×	○	×	◎	○	◎	◎	×	×	◎

◎：有意な差がある ○：プレ調査では有意な差はみられないが、平均値に差はある ×：差はない

### イ) DSを用いた走行速度調査の実施

ア) の結果を元に、一部の CG 動画を修正し、各 CG 動画間に幅員 8m の交差道路を配置して、23 種類の CG 動画を前半 12 種類と後半 11 種類の 2 つに分けてつなげた。この際、順序の固定化による走行速度サンプルの偏りを防ぐため、CG 動画をランダムにつないだ 5 パターンを作成し、更に前後 2 つの提示順序を入れ替え、合計 10 パターンの順序により調査を実施した。

調査は、109 名の被験者に対して、各 CG 動画間の 8m の交差道路部分では必ず停止させるようにした以外は、CG 動画内を DS により自由走行させ、0.1 秒毎の位置座標、走行速度、加速度等を計測した。



図 1 作成した CG 動画の例

表2 作成したCG動画一覧

CG番号	道路幅員	車道幅員	路側帯幅員	その他
1	4m	4m	0m	
2	4m	3m	1m	
3	4m	2m	2m	
4	6m	6m	0m	
5	6m	6m	0m	全面インターロッキング
6	6m	6m	0m	全面カラー
7	6m	5m	1m	
8	6m	5m	1m	中央線
9	6m	4m	2m	
10	6m	4m	2m	電柱
11	6m	3m	3m	路側帯カラー
12	6m	4m	2m	路側帯カラー
13	6m	3m	3m	
14	6m	3m	3m	路側帯インターロッキング
15	6m	2m	4m	路側帯カラー
16	8m	6m	2m	
17	8m	6m	2m	中央線
18	8m	6m	2m	片歩道、中央線
19	8m	5m	3m	
20	8m	4m	4m	
21	6m	3m	1+2m	シケイン
22	6m	2m	4m	
23	8m	3m	5m	

ウ) DSを用いた走行速度調査の結果整理

イ) の計測結果について、1CG動画の始終点の加減速や区間内に配置した細街路交差点の影響を排除するため、細街路交差点側35m(始点側65m)、終点側35mのデータを除いて、区間の始終点速度と区間平均速度について有意な差があるか検定を行い、差がなくなるまで5mずつ区間を短縮し、走行速度が比較的安定し道路構成要素のみに規定されると考えられる区間を抽出して、分析対象区間とした。その結果、分析対象区間は始点から90~155mの延長65mの区間となった。

各CG動画における分析対象区間の走行速度について、検定により、速度変化が大きいデータ、他の被験者よりも著しく高速又は低速のデータ等の異常値を排除し、残ったデータを分析データとした。

その結果、各CG動画の区間平均速度の平均値は、27.5~38.6km/hとなった。

エ) 走行速度に影響のある道路構成要素

上記の区間平均速度の平均値に有意な差が見られた道路構成要素は、表3に示す道路幅員、路側帯幅員、全面カラー舗装の有無、歩道の有無、シケインの有無の5種類であり、道路幅員が広がるほど速度は速くなり、全面カラー舗装がある場合、歩道がない場合、シケインがある場合にそれぞれ速度は遅くなった。

また、路側帯幅員を固定し車道幅員を広げた場合は速度との間に明確な関係は見られなかったが、車道幅員を固定し路側帯幅員を広げた場合は明確な速度との関係が見られ、路側帯幅員が広がるほど速度は速くなった。

この結果を用いて、定量的な道路構成要素(道路幅員、路側帯幅員)、定性的な要素(全面カラー舗装の有無、歩道の有無)を説明変数、走行速度の代表値(区

表3 走行速度に影響のある道路構成要素(DS調査)

道路構成要素 条件	道路幅員			車道幅員・路側帯幅員			カラー舗装			中央線	舗装材	電柱	歩道	シケイン
	路側帯 2m	車道 4m	車道 3m	道路 4m	道路 6m	道路 8m	有無 (全面)	有無 (路側帯)	割合					
指標の種類	定量	定量	定量	定量	定量	定量	定性	定性	定量	定性	定性	定性	定性	定性
速度との関係性	△	◎	◎	△	x	x	◎	x	x	x	x	x	◎	◎

◎:有意な差がある △:有意な差がある場合とない場合がある x:有意な差はない

間平均速度の平均値、85%タイル値)を目的変数とする重回帰分析及び数量化I類解析を行った。この結果、それぞれの決定係数は0.9程度となり、比較的精度の良い回帰式が得られた。

重回帰式の例(代表値・平均値の場合)

$$V_{AVE} = 2.072 \times W - 0.2018 \times d + 21.144$$

※重相関係数 $R^2=0.895$ (W:道路幅員、d:路側帯幅員)

オ) まとめ

DS調査により生活道路における走行速度に影響のある道路構成要素として、道路幅員、路側帯幅員等を抽出することができ、これらを用いて走行速度を予測するモデル式を作成したところ、比較的精度のよいモデル式が得られた。一方、路側帯幅員だけでは、走行速度の抑制効果がそれほど大きくないことも分かった。

今後は、DS調査で得られる走行速度と似たような条件の実際の道路における走行速度にどの程度関係性が見られるのか、また、道路構成要素以上に走行速度に影響を与えると考えられる対向車や歩行者の影響についても検討する必要がある。

(2) プローブデータの特性に関する基礎的検討

生活道路における面的かつ効率的な走行速度把握手法を検討するために、これまで幹線道路(都道府県道以上)における分析のために集計された①急減速データに含まれる速度データ、②旅行速度データの2種類のプローブデータの特性を整理した。その結果、いずれのデータも幹線道路での分析を想定した集計がなされているものの、データのうち約3~4割が生活道路のものであることが分かった。しかし、急減速データは、1リンクあたりのサンプル数が少ない場合が多く、代表値として扱うことが可能かどうか課題があることが分かった。一方、旅行速度データはデータのある路線であれば、一定のサンプル数が得られていた。2種類のデータのあるリンクについて分析したところ、100サンプル以上急減速データが得られている幅員5.5m以上の生活道路のうち、幹線道路と交差していない路線については、各データに有意な差が見られず、同一データと見なせる可能性があることが分かった。

[成果の活用]

引き続き、調査を行い、生活道路における人優先と感じられる道路の構成要素を明らかにし、生活道路の交通安全対策に活用していく予定である。

# 豪雪時の官民連携対応策に関する調査

A Study of Public-Private Collaboration in Snow Disaster Management

-中山間地域における冬期地域防災力強化に関する研究-

-The Improvement of Community Power in Snow Disaster Management-

(研究期間 平成 22～24 年度)

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

室長  
Head  
主任研究官  
Senior Researcher  
研究官  
Researcher

竹谷 修一  
Shuichi TAKEYA  
湯原 麻子  
Asako YUHARA  
芮 京祿  
Kyung-rock YE

This study aims at improving self- and mutual- help in local communities and public-private collaboration in snow disaster management in hilly and mountainous areas with heavy snowfall. We explored measures for snow disaster management including communication tools through case studies in local communities.

## 〔研究目的及び経緯〕

豪雪地帯の中でも中山間地域においては、人口減少・高齢化が進み、冬期の道路管理を含めた地域の面的な管理及び特に冬期の災害への対応が課題となっている。ここで、冬期の生活維持や安全確保のために必要な雪に対処する地域の力を「冬期地域防災力」と定義した上で、これらの地域で豪雪に備えた、住民・行政をはじめとした関係者が連携して行う地域の維持管理のあり方について研究を行っている。

## 〔研究内容〕

本研究は大きく以下の二つで構成している。そのうち 23 年度において実施した内容について述べる。

### 1. 中山間豪雪地帯の課題に対する制度・施策事例の収集・整理

過年度までの制度・施策の収集・整理結果を受け、その中の一部の中山間豪雪地帯において住民と行政の連携に係る取組みについて自治体担当者のヒアリングにより詳細を調査した。

### 2. コミュニケーション活性化手法及び豪雪災害対応策の検討

官民が連携した豪雪対応を行うための話し合いを円滑に進める方策を検討するために、過年度のフォローアップを行うとともに、新潟県十日町市、長岡市の中山間部の各 1 地区において住民を主体として豪雪時の対応を考え試行するワークショップを実施した。実施結果を踏まえ、ワークショップ方式によるコミュニケーション活性化手法について取りまと

めた。

## 〔研究成果〕

### 1. 中山間豪雪地帯の課題に対する制度・施策事例の収集・整理

収集した制度・施策事例を内容に応じて整理した。これらの事例のうち、他の中山間地域において特に参考となると考えられる 2 事例の概要を以下に示す。

・地域住民への除雪委託（京都府京丹後市）

道路除雪は基本的に業者に委託しているが、除雪業者の対応の難しい細い路線や山間部の路線において、地区ごとに住民に道路除雪を委託している。市が地区に貸与している除雪機械は小型中心だが、約 7km と除雪延長の長い 2 地区では大型機械である。また、除雪機械の講習会も市で開催し、地区内のオペレーターを増やしている。

住民への委託の利点としては、地域の状況を把握した人が除雪することで地域にとって都合の良いタイミングで除雪しやすい、また条件面等から業者に委託できない箇所も除雪できることが挙げられる。その一方、業者への委託料に比べると安価であるものの、地区への委託料、燃料代、維持修繕費、また機械購入費用も市の負担としているため、官民の負担範囲については検討の余地がある。

この事例は、除雪の必要な範囲が広域にわたる中山間地域における冬期道路管理方策の一例として挙げる事ができる。

・行政職員の集落担当制（山形県最上町）

住民と行政の良好な関係の構築のため、行政職員が地域づくり協働隊という形で各集落の担当となる。これにより空き家調査などで集落内の関係者が集まる機会をつくることのできた。近年は集落活性化のためのイベント的な取組だけでなく、防災や除雪など住民にとってより厳しい課題について取り組むことを目指している。

この事例は、中山間地域の多岐にわたる課題を行政と住民が連携して行うための一つの仕組みとして挙げるができる。

## 2. コミュニケーション活性化手法及び豪雪災害対応策の検討

### ・ワークショッププログラム実施結果

平成 22 年度の実施内容を受け、23 年度は表-1 を基本とした構成で豪雪対策を検討するワークショッププログラムを実施した。ここでは地域防災力向上ワークショップキット<sup>1)</sup>を豪雪版に応用したものを主要なツールとして用いている。本ツールは主に地域に入って住民等と対応策を協議する自治体職員、NPO 関係者、地域住民代表者等を主な利用者として想定している。

表-1 プログラムの構成

方法/目的	主なプログラム
STEP 1 地域の問題を把握・共有	<ul style="list-style-type: none"> <li>●豪雪版 地域防災力向上ワークショップ〔シミュレーション〕</li> <li>・冬期生活の問題から対策までを関連づけて整理するため「不安、心配、問題」「望ましい対応」「対応する上での困難、支援」「備え、準備」の4つの視点から、現在の状況の意見出しを行う。</li> <li>●地図による地域点検</li> <li>・冬期生活の問題や豪雪対策に役立つ施設等を地図上で確認する。「豪雪シミュレーション」と並行で実施。</li> </ul>
STEP 2 対策の方向性を発見・共有	<ul style="list-style-type: none"> <li>●豪雪版 地域防災力向上ワークショップ</li> <li>・前回結果を踏まえながら、将来の視点等抜け落ちている要素を確認するために、振り返りとして実施。</li> <li>●豪雪版 地域防災力向上ワークショップ〔優先度付け〕</li> <li>・災害シミュレーションの「備え、準備」として出された対策の優先度を話し合い、この地域として特に必要な対策の方向性を絞り込む。</li> </ul>
STEP 3 対策の実証実験プランを作成	<ul style="list-style-type: none"> <li>●豪雪対策実施プラン作成ワークショップ</li> <li>・前回結果を振り返り、具体的な活動案の決定、実施プラン（名称、当日の流れ、準備事項）を作成する。</li> </ul>
STEP 4 対策案の実践	○実証実験の実施・振り返り

このプログラムに沿って検討したところ、1 地区では、救急車両到着まで時間のかかる地区であるため、豪雪対策案の実証実験として救急救命講習が参

加者より提案された。また、滑り止めのための砂、融雪剤の散布についても参加者の一部が実験を行った。他には除雪時の事故の多さへの懸念から命綱を使った安全講習、今後の高齢化に備えた外部のボランティアとの協働等が提案され実施した。もう一方の地区は安全講習に加え、外部ボランティアの受け入れを既に複数回経験していたことから、受入を実施した際の振り返りを STEP4 で実施した。

これにより、地域の課題への対応策を話し合い、試行段階までもっていく本プログラムの有効性が確認された。

### ・その他の手法の検討

平成 22 年度に作成・試行した豪雪版「クロスロード」の問題作成のグループワークを実施した。「クロスロード」<sup>2)</sup>は提示されたジレンマを感じる問題に対する自分の行動を YES か No を問う防災ゲームであり、問題作成についても水害等の例で実施されている<sup>3)</sup>。実施した際、流雪溝の上下流間の問題や地域住民で除雪を行う際のオペレーターの問題などを短時間で作成することが出来た。地域におけるジレンマを表現し、参加者間で話し合いの活性化の効果が期待できる。

### ・今後の検討事項

有識者ヒアリングにおいて助言のあった実施スケジュール、実施後の振り返り等について配慮し、地域においてより継続的な活動を提案できる形にプログラムを改良することを予定している。

### 〔成果の発表〕

ゆきみらい研究発表会、雪工学国際会議や学会誌等を通じて発表している。

### 〔成果の活用〕

各自自治体で工夫している施策事例を取りまとめるとともに、それらを実際に活用・改良する際に用いるためのコミュニケーション活性化手法の手引きを作成し地方整備局、地方自治体等に提供する予定である。

### 〔参考文献〕

- 1) (社)中越防災安全推進機構：地域防災力向上のためのワークショップキット地震版説明書, 2010.
- 2) 矢守克也・吉川肇子・網代剛：防災ゲームで学ぶリスク・コミュニケーション クロスロードへの招待, ナカニシヤ出版, 2005.
- 3) 吉川肇子・矢守克也・杉浦淳吉：クロスロード・ネクスト 続：ゲームで学ぶリスク・コミュニケーション, 2009. ※なお、「クロスロード」に関する著作権はチームクロスロードにある。

# 断層変位に対する道路交通機能の確保に関する調査

Study on securing road traffic function against fault displacement

(研究期間 平成 22～23 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 TKANEKO
主任研究官	間瀬 利明
Senior Researcher	Toshiaki MABUCHI
主任研究官	片岡 正次郎
Senior Researcher	Shojiro KATAOKA
研究官	山影 修司
Researcher	Shuji YAMAKAGE

Design standards for road facilities do not provide design methods against fault displacement. In this study, fault characteristics (size, direction, activity, etc.) and locations of active faults that may affect road facilities have been clarified. Prior measures and emergency restoration methods for fault displacement have been compiled by case study.

## [研究目的及び経緯]

多くの道路施設においては、地震の影響として地震動による慣性力が考慮されている。しかしながら断層変位の影響については未解明な点が多く、道路施設的设计上ほとんど考慮されていないのが実態である。道路橋示方書においても、橋の周辺地盤における大規模な断層変位の発生に対して、橋の設計に取り入れるための事象の予測技術として工学的に確立したものがないことなどから、具体的に橋の耐震設計には考慮していないのが現状である。ひとたび、地震に伴う断層変位が道路施設の近傍で発生した場合には、大被害が生じ、復旧が長期にわたる恐れがある。また、断層変位の大きさや方向によっては、復旧が困難となることが予想される。そのため、地震に伴う断層変位が道路施設の近傍で発生した場合の道路施設への影響について調査し、断層変位に対する道路計画・管理上の対策手法について整理を行う必要がある。

平成 23 年度は、断層変位が道路施設に与える影響を把握し、道路管理者が行う対策とその検討手法を整理した。また、対策を検討する際に参考となるような断層発生後のケーススタディー（被害想定、対応策の検討、復旧シナリオの作成）を行い、道路管理者が行う対策の長所と短所を整理した。

## [研究内容]

### 1. 断層変位が道路施設に与える影響の整理

地震に関する調査研究を一元的に推進するために文

部科学省に設置された政府の特別の機関である地震調査研究推進本部（以下「地震本部」と記す。）が評価の見直しを行った活断層特性をもとに、過年度の調査で整理した活断層の情報を更新した。また、東北地方太平洋沖地震の影響等により今後、地震本部が評価の見直し等を行う予定の活断層を把握した。

また、第 1 次緊急輸送道路と、国内の主要な活断層が交差・近接する箇所を整理した。一般国道（指定区間）と断層が交差・近接する場所にみられる代表的な道路施設 5 カ所において、その構造の違いを踏まえて、想定される断層変位による損傷の概略推定を行った。

### 2. 道路管理者の対応の整理

道路管理者が行う事前、応急、事後の対策メニューに関して、国内外の既存の資料、文献等をもとに、使用された実績のある対策から、研究開発中、理論的に考えられる対策までの各対策を、整理した。道路施設の特性（新設・既設、種別（橋、トンネル、土工等）、規模（延長等）、断層の特性（変位量等）、要求性能（緊急車両が低速度ではあるが通行可能等）、復旧完了までの時間、復旧費用等に注目した。

### 3. 断層変位による道路施設被害のケーススタディー

活断層に対して道路管理者が行う具体的な検討の手順を示すフローを検討した。道路管理者が対策を検討する際に参考となるような変位の大小、迂回路の設定の難易、発生確率の高低といった特徴的な 1 1 箇所について、断層発生後のケーススタディー（被害想定、対応策の検討、復旧シナリオの作成）を行った。その

結果を基に道路管理者が行う対策の長所と短所を整理した。

【研究成果】

1. 断層変位が道路施設に与える影響の整理

地震本部により、中央構造線活断層帯（金剛山地東縁－伊予灘）と新庄盆地断層帯の2つについて長期評価が平成23年に一部更新されたため活断層の情報の更新を行った。また、国土地理院により富良野断層帯（北海道）と長井盆地西縁断層帯（山形）の都市圏活断層図が、平成23年11月に新たに公表されたため、活断層の情報の追加を行った。さらに、地震本部では、平成23年3月11日の東北地方太平洋沖地震の発生を受けた評価の見直し作業を、双葉断層、三浦半島断層帯、立川断層、糸魚川－静岡構造線断層帯（中部 牛伏寺断層）、阿寺断層帯（主部／北部 萩原断層）の5断層で行っており、発生確率が高くなっている可能性があることを公表している。

第1次緊急輸送道路は総務省消防庁の地域防災データベースや都道府県のHPを用いて把握し、最新の活断層に関する情報を用いて、交差・近接する箇所を整理した。これらのうち、5つの代表的な道路施設（高盛土、小規模橋梁、耐震補強を施した既設橋、鋼アーチ橋、PCラーメン橋）について断層変位による道路施設の損傷推定を行った。

損傷推定方法として、盛土については断層変位が直接的に道路施設の変状に影響を与えることから幾何学的関係図を用いた簡易推定法とした。橋梁については、各部材（橋脚、支承部、上部工等）の損傷の順序と程度、残存けたかかり長に与える影響を定量的に把握するため、非線形静的変位増分解析とした。断層変位の形態としては、縦ずれ、横ずれ及びその組合せを想定した。過年度成果と併せて9つの道路施設の損傷推定により、断層変位を受ける道路施設の損傷イベントを定量的に把握できた。

断層変位による道路施設への影響度の評価項目としては、盛土については段差量、残存道路幅、橋梁については各部材の耐力、けたかかり長とした。概略損傷推定の結果、想定される断層の変位方向、変位量が各道路施設に与える影響を把握できた。特に橋梁については、想定される変位方向が各部材の損傷順序、損傷規模、残存けたかかり長に与える影響が大きいことがわかった。

2. 道路管理者の対応の整理

道路管理者が行う事前、応急、事後の対策メニューに関して過年度文献調査をもとに、各対策について適用条件を示して整理した。道路施設の特性や規模、断

層の特性、要求性能、復旧完了までの時間、復旧費用を整理することで、道路管理者の対応をまとめた。

第1次緊急輸送道路のうち国道（指定区間）と断層が交差・近接する箇所（530箇所）が通行不能となる場合について、対象断層の全域が同時に動く場合の迂回路の設定を行い、地図上に表示した。迂回路は第1次緊急輸送道路のみから設定するケースに加え、迂回距離が30km（迂回時間1時間程度）を超える場合はDRM（デジタル道路地図、（財）日本デジタル道路地図協会）上の全ての道路を用いて迂回距離を短縮する場合についても検討した。その結果、対象断層の全域が同時に動く場合では、迂回路が設定できずその他の対応の検討が必要である場合もあることがわかった。迂回距離を短縮するために都道府県や市町村道などを利用する場合には、それぞれの道路管理者との事前協議が必要になる。また、大型車に対する耐荷力を有しない橋梁などへの補強等の対応が事前に必要となる。迂回路を複数ケース提示することにより、道路管理者が具体的に迂回路検討する場合の判断材料を提示した。

3. 断層変位による道路施設被害のケーススタディー

活断層に対して道路管理者が行う具体的な検討実施の手順を図-1のように整理した。あわせて、主要な活断層と第1次緊急輸送道路とが交差する11箇所について、断層変位が発生した場合のケーススタディー（被害想定、対応策の検討、復旧シナリオの立案）を行った。これらから、実際に道路管理者が断層対策を検討する際の検討メニューと課題を整理した。

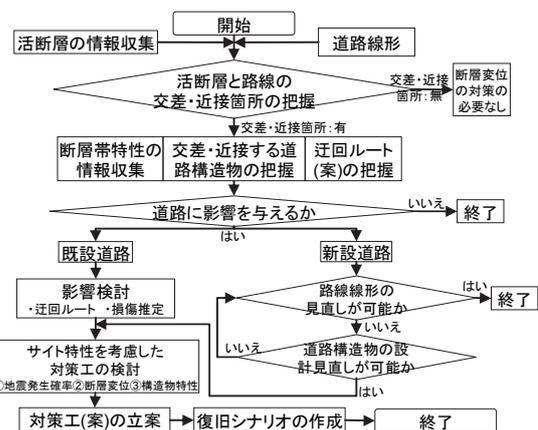


図-1 検討フロー

【成果の活用】

本調査の成果は、断層変位が道路施設に影響を与える可能性が考えられる箇所について、事前対策、応急復旧対策の検討に活用していくことが期待される。

# 道路防災対策の効果計測方法に関する調査

Research on estimate method for effects of Road Disaster prevention

(研究期間 平成 23～24 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 宮武 裕昭  
Senior Researcher Hiroaki MIYATAKE  
主任研究官 間瀬 利明  
Senior Researcher Toshiaki MABUCHI

Road disaster prevention works are carried out based on the results of periodical road disaster assessment. This study aims to propose an estimate method for effects of road disaster prevention works of road network using results of periodical assessment, in order to increase efficiency of planning and operation of Road disaster prevention works.

## [研究目的及び経緯]

道路防災対策の効果的・効率的な実施のためには、箇所別、災害種別毎に行われている対策の必要性判定や被害想定の結果を、道路ネットワークとしてのリスクと捉え、必要性の高い対策から優先的に実施する必要がある。本研究では道路施設の種類や災害の種類ごとの影響、対策工の効果等を考慮して、道路防災対策の効果を定性的、定量的に計測する方法を確立し、道路防災対策の効率的な計画に資することを目的とする。

23年度は、既往の国道等における斜面災害の事例を収集し、さらに被災箇所の事前の点検記録等とあわせて整理することで、道路防災総点検における点検項目と被災の形態、被災による道路交通への影響の関連性を整理した。

## [研究内容]

### 1. 道路斜面災害事例の整理

既往の災害事例に関する資料を収集し、災害の種類及び形態と道路交通への影響の関連性を整理した。

### 2. 道路防災総点検記録の収集と整理

1. で選定した路線について道路防災総点検等の記録を収集し、道路防災総点検の結果と発生する災害の形態の関連性を整理した。

### 3. 災害の点検項目と災害による道路交通への影響の関連性整理

道路防災総点検等における点検項目と被災時の道路交通への影響に関するフローを作成し、道路防災対策の効果計測する手法案を作成した。

## [研究成果]

### 1. 道路斜面災害事例の整理

対象とする災害は、道路防災総点検における落石・崩壊、岩盤崩壊、盛土の点検項目に関連すると思われるものとした。管理水準や気候条件が揃うように同一の路線から事例を集め、直轄国道の路線毎の災害発生件数をもとに調査を実施

する対象路線を選定した。その際に路線の周辺に特殊な土壌分布が見られ、点検項目と発生災害の関係に特殊性がある等の条件の路線を排除し、4つの路線を選定した。それぞれの路線において、斜面土砂の大規模な崩壊、中規模な流出、盛土の崩壊箇所数は表1の通りである。

2. 道路防災総点検記録の収集と整理

1. で選定した路線について道路防災総点検記録を収集し、要対策と評価をされた箇所の中で、「復旧までに全面通行止めを要する」規模以上の災害につながると推定される箇所を抽出した。これらの箇所は、1で収集した既往災害事例と同等の災害発生ポテンシャルを有する箇所とみなし、特に点検結果と被災の関連性を整理する資料として扱った。路線Aについてみると、道路防災カルテが保存されている箇所は156箇所あり、そのうち土砂崩壊および土砂流出に該当するカルテ箇所は14箇所あった。この中で、カルテに記載された所

表1 調査対象路線別災害事例数

路線名	災害形態	箇所数
路線A	土砂崩壊	2
	土砂流出	4
	盛土	1
路線B	土砂崩壊	13
	土砂流出	4
路線C	土砂崩壊	5
	土砂流出	10
	盛土	4
路線D	土砂崩壊	4
	盛土	1
計		48

見や周辺地形等から、復旧までに全面通行止めを要するような災害を引き起こす可能性の高い箇所は3箇所であった。これらの対象箇所には被災実績はないが、点検結果から被災規模を推定によって補完して整理した。

整理の結果、特に災害が交通に与える影響として重要な項目として、例えば土砂崩壊については、斜面高さ15m以上、斜面勾配40度以上の未対策斜面が全面通行止めにつながる可能性が高いこと等が分かった。

### 3. 災害の点検項目と災害による道路交通への影響の関連性整理

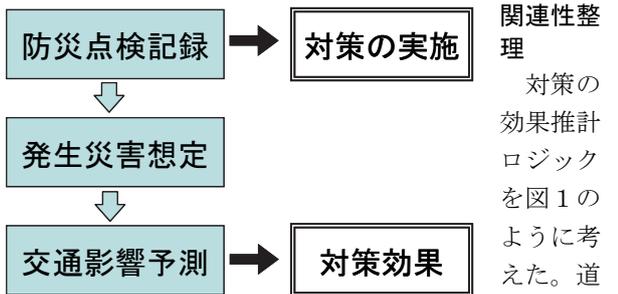


図1 対策の効果推計ロジック

点検等の結果から発生災害を想定し、重要度の高い箇所から対策を実施する。対策が有効な場合、対策の効果は、発生すべき災害を未然に防止したことであり、その効果を実際に検証することはできない。既往災害事例において防災点検の記録と災害による交通影響を関連づけることができれば、対策実施箇所について、類

似の点検項目が見いだされた既往災害箇所における交通影響を対策により未然に防止した対策の効果とみなすことができる。

1および2の結果を整理し、図2のように点検項目と災害の形態や規模の関連性、災害の形態や規模と道路交通への影響の関連性を整理し、道路交通への影響の大きな災害につながる可能性の高い条件をまとめた。

関連性の整理にあたっては、落石・崩壊、岩盤崩壊、盛土被災事例を対象としたが、今後、他の災害についても拡張が可能となるよう、災害が交通に与える影響については、雪崩や土石流などにも応用が可能となる、到達土砂等規模を指標とした。交通への影響および対策効果に関する指標については、災害の種別を問わず道路および地域の条件から推計が可能となるようにした。崩壊土砂量の推計には、土砂災害防止法における流出土砂量推計式を採用した。

次年度は、他の路線における事例を収集して道路防災対策工の効果推計モデルの精度を高めると同時に他の災害への拡張を行い、さらに推計した対策効果をネットワークで評価するための重み付けについての研究が必要である。

#### [成果の活用]

防災総点検の客観的評価項目から道路防災対策工の効果を推計することで効率的な道路防災対策に資する。

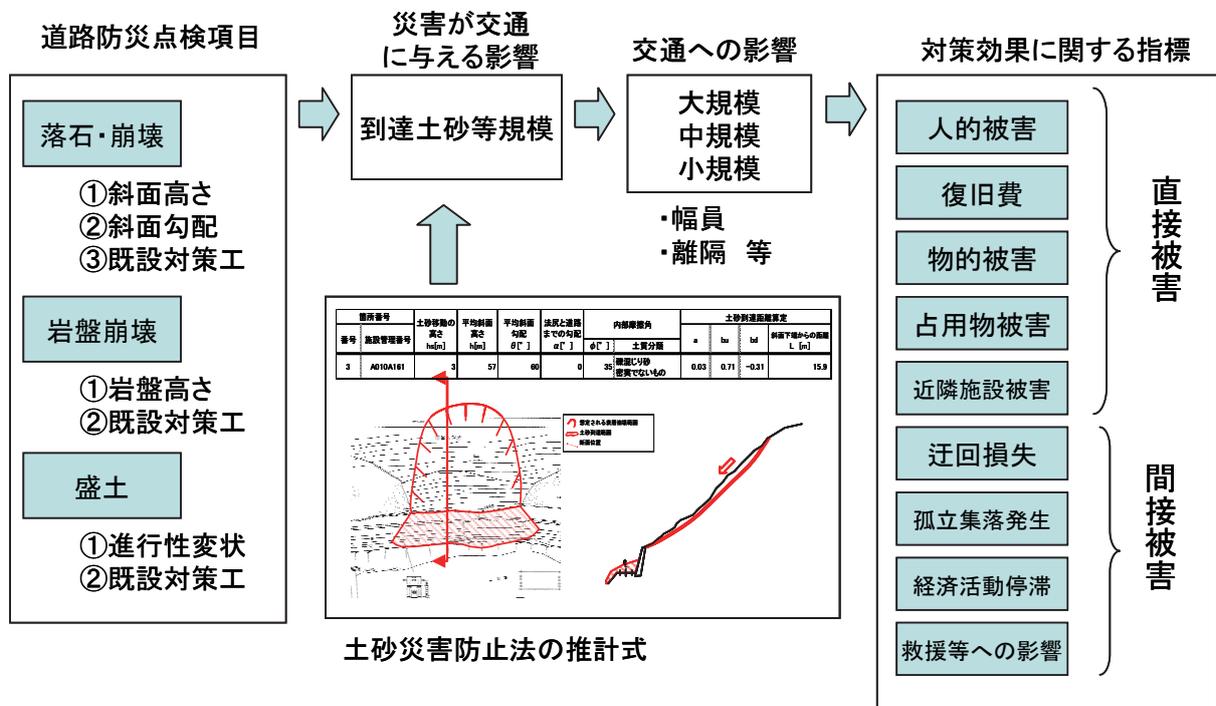


図2 点検項目と交通影響の関連性整理

# 震後の道路機能低下の想定手法に関する調査研究

Study on estimation procedure for post-earthquake road functional depression

(研究期間 平成 21～23 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	間渕 利明
Senior Researcher	Toshiaki MABUCHI
研究官	本多 弘明
Researcher	Hiroaki HONDA

Road administrators need to develop post-earthquake action plans so that they may secure emergency transportation roads immediately after earthquakes. In this study, depression of road function caused by earthquakes is clarified and efficient strategies to restore the road function are developed.

## [研究目的及び経緯]

首都直下地震や中部圏・近畿圏直下地震など都市部を襲う地震では、地震後における社会等への影響が大きいことから、緊急輸送道路等の早急な道路啓開が極めて重要となる。このため、道路啓開等地震直後における道路管理者の行動に関する計画づくりが必要となる。

本調査研究では、それらの計画づくりに必要な基礎的資料として、都市部を襲う地震を対象とし、地震後の緊急輸送道路等において道路交通機能の低下をもたらす障害やその程度を明確化するとともに、それらへの対処方策を検討している。平成 23 年度は、震災ガレキ・放置車両等の機能低下要因の除去に関する資料のとりまとめを行った。また、東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）における実態調査から津波により堆積した、道路上の大量の木材や車両等のガレキを早急に除去し道路機能を確保するために必要な、啓開時、応急復旧時における道路管理者の対応の課題について整理した。

## [研究内容]

### 1. 東北地方太平洋沖地震における道路機能確保のための対応調査

#### 1) 道路機能確保の対応について調査

東北地方太平洋沖地震後における、啓開時、応急復旧時の、道路上のガレキの処理等の道路機能確保のために各道路管理者等が実際にとった対応について調査を行った。調査は、道路機能確保のための対応にあたった各関係機関が公開している資料、その他の既存資

料をもとに行った。

対象路線は国道 4 5 号、国道 6 号とそこに接続する国道 1 5 路線（くしの歯作戦のルート）、国道 4 号及び東北自動車道等の高速道路とした。調査した関係機関は、国土交通省、東北地方整備局（事務所含む）、関東地方整備局、北海道開発局、福島県、宮城県、岩手県、仙台市、東日本高速道路（株）、気象庁、内閣府・首相官邸、防衛省・自衛隊、警察庁、総務省消防庁、厚生労働省、環境省、（社）建設協会等である。

#### 2) ガレキ処理の制度に関する整理

東日本大震災ではガレキ等の廃棄物の処理が大きな問題となっていることから、今回の震災を受けてガレキ処理に関する方針が国（環境省）から新たに発表されており、これらの措置に関する整理を行った。道路管理者が道路上のガレキを除去する場合の対応のこれまでの変更点を整理するとともに、有価物か否かの判断は最終的には自治体によるとされたことから、自治体のガレキ処理の方針も併せて整理した。

#### 2. 道路啓開のための対応の詳細調査

啓開時（地震発生直後から数日間程度）、応急復旧時（地震発生数日後から 1 ヶ月程度）における道路管理者の啓開復旧への対応について、道路上のガレキの処理等による啓開作業に関する詳細な内容、道路管理者間の連携や調整事項、関係機関との連携や調整事項などのヒアリング調査を行った。対象とする道路は、国道 4 5 号、6 号、国道 1 5 路線（くしの歯作戦）とした。

また、ガレキの処理に関しては、処理したガレキ量の概略を計算できるような関連情報を併せて収集した。

ヒアリング先は、道路管理者（東北地方整備局、地方自治体）と、防衛省・自衛隊である。

### 3. 東日本大震災における道路交通のニーズ対応に関する事例の詳細調査

東日本大震災発生後の様々な活動（救急救命、救援物資運送等）においてニーズに対応できなかった事例（課題事例）と対応できた事例（好適事例）それぞれ10事例以上について、震後の道路機能低下等、道路交通との関連について主に新聞記事に基づいて整理した。課題事例、好適事例のそれぞれ3事例については道路の通行状況、既存の報告書等から詳細に調査した。

#### [研究成果]

#### 1. 東北地方太平洋沖地震における道路機能確保のための対応調査

##### 1) 道路機能確保の対応について調査

ガレキによる被災状況、各機関が行った具体的対応、ガレキ処理、道路啓開の時期等について時系列で概要をまとめた。

##### 2) ガレキ処理の制度に関する整理

処理の制度に関して次の項目について整理した。

- ・ガレキ処理の制度の法令・告示・通知等
- ガレキ処理の初期の段階（仮置き場への搬送時）では、これまでの建物、自動車の他に、船舶、家電、動産（貴金属等）等の個別対象物ごとの取扱いについて国から自治体へ通知等が新たに出ている。

- ・ガレキ処理の制度等に関する自治体からの要望

自治体の要望については、ガレキ処理に関する財政支援、災害廃棄物処理の早期処理に関する要望が多い。

- ・ガレキ処理の制度の運用

各品目に関する分別、リサイクルに関する国の方針が出されているが、品目（パソコン等）によっては、ガレキ等の迅速な処理を最優先とするために、災害廃棄物として他の廃棄物と一括で処理することもやむを得ないとする方針も出されている。

#### 2. 道路啓開のための対応の詳細調査

##### 1) 道路管理者の対応の課題と改善点

ヒアリング等の結果から、道路の啓開復旧のための対応（ガレキ処理）の課題を以下の5点に着目して整理し、課題に対して道路管理者の対応が考えられる改善点を以下のようにまとめた。

###### (1) ガレキ処理現場での機材不足について

- ・機材リース、業者と協定などにより必要なものの確保

###### (2) 自治体、警察、消防、自衛隊等関係機関との連携について

- ・関係機関との事前の情報共有
- ・啓開優先区間などの作業内容の情報共有

###### (3) 救援を支える後背地の役割について

- ・道の駅の防災拠点機能の強化
  - ・道の駅、SAの広域応援に対する機能の強化
  - ・被災地周辺の防災拠点への道路啓開の優先
- (4) 道路管理者施設等の防災拠点機能について
- ・道路管理のための出張所や防災ステーション等の施設の機能強化
- (5) ガレキ情報（ガレキ量や移動先等）について
- ・ガレキ量の事前の検討と移動先の検討

##### 2) ガレキ処理制度の課題

ガレキ処理の制度に関する整理と、東日本大震災で道路啓開を行った道路管理者等のヒアリング結果から、道路啓開時のガレキ処理の制度等に関する課題を表-1のように整理した。

表-1 道路啓開時のガレキ処理の制度等の課題

項目	課題
建物及び建物等に係わる動産について	①現場でだれが回収・どこに保管するか不明確 ②現場に警察官等がない場合の取扱いについての不明確
車両（自動車等）について	①移動時に職員が立ち会うとしているが、処理件数が多い場合の対応が不明確 ②移動作業中の損害に関しての補償の取扱いが不明確
その他の処理対象物	危険物の取扱い時の留意点や作業者の補償の取扱いが不明確

### 3. 東日本大震災における道路交通のニーズ対応に関する事例の詳細調査

ニーズ対応の課題事例としては、道路本体の損傷のみならず、支援要請の情報がない等により救援物資が届かない、物資が足止めになった事例などがあつた。

好適事例としては、複数の道路網が代替路として機能した、道の駅などの道路施設が防災拠点として機能した事例などがあつた。これらの事例についての詳細調査を行った結果、道路管理者が道路の啓開・復旧と併せて行うことで、時間短縮になる等の効率化が期待できる対応には以下のようなものが挙げられる。

- ・関係機関や建設業者等との事前の連携の強化
- ・他の管理者の拠点からでも通行の可否等の情報入力可能な体制の構築など、情報の収集・集約について多重化（リダンダンシーの確保）の推進
- ・物流拠点における物流集積・搬出地の公表と道路交通状況の提供
- ・道路ネットワークとしての通行止め状況が把握しやすい、地図上での通行の可否等の情報提供
- ・災害時に用いる資機材の確保・備蓄と継続的なメンテナンス

#### [成果の活用]

道路管理者が地震後の啓開の優先順位や作業を検討する際の基礎資料とする。

# 道路管理者の震後対応能力の向上策に関する検討

## Study on Earthquake Disaster Information Management of Road Administrators

(研究期間 平成 22～23 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 長屋 和宏  
Senior Researcher Kazuhiro NAGAYA  
研究官 山影 修司  
Researcher Shuji YAMAKAGE  
研究官 松岡 一成  
Researcher Kazunari MATSUOKA

In this study, contents and communication tools of information about troubles and traffic controls that occur in the field of road management are investigated. Management methods for unifying and sharing the information are assembled and organized.

### [研究目的及び経緯]

地震をはじめとする災害時の緊急活動の円滑な展開にあたっては、道路の通行可否に関する情報の提供および被災した道路の速やかな応急復旧が期待されており、道路管理者には道路の被災情報の迅速な把握、管理者相互の共有が必要不可欠である。

本研究は、道路管理の現場において生じる異常や通行規制等に関する情報を道路種別によらずシームレスに把握することを目的として、情報の伝達内容や伝達手段などに関する調査を都道府県および政令市など管理する道路を対象に実施するとともに、これらの情報を全国レベルで一元的に集約・共有する方法の整理を行うものである。また、災害時の道路情報の活用に関して、避難所において物資の受け取りなどを行った被災者およびその物流を担った物流業者などへのヒアリング調査による整理を行った。

### [研究内容]

#### 1. 道路の異常などに関する情報伝達の現況に関するヒアリング調査

都道府県および政令市などを対象に、地震をはじめとする緊急時および事故などに伴い発生する異常時の道路管理の現場における現地状況の把握、関係する情報の伝達手法・内容に関する運営要領、マニュアルなどの現況についてのヒアリング調査を行った。また、実際の道路管理の現場において生じた異常時の情報伝達の実態として、近年の災害などの発生時および訓練実施時の事例の調査を行った。

調査を行った情報の種類は、a)道路施設の変状や異

状、b)通行規制を伴う事故等、c)地震をはじめとする緊急巡視点検の進捗に関するものとした。ヒアリング対象の抽出にあたっては、全国よりバランスよく抽出するとともに、近年、自然災害による被害などを受けている自治体とした。なお、対象とした自然災害は地震以外の台風、高潮などの被災状況を踏まえるものとした。ヒアリング対象とした自治体を表-1に示す。

#### 2. 東日本大震災における道路管理者の対応

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震では、東北地方から関東地方にかけての広い範囲

表-1 ヒアリング調査対象一覧

		運営要領、マニュアルに関する調査	東日本大震災の震後対応調査
県 市 町 村	北海道	○	
	岩手県	○	○
	宮城県	○	○
	福島県	○	○
	茨城県	○	○
	千葉県	○	○
	東京都	○	
	神奈川県	○	
	新潟県	○	
	静岡県	○	
	愛知県	○	
	和歌山県	○	
	大阪府	○	
	鳥取県	○	
広島県	○		
高知県	○		
熊本県	○		
沖縄県	○		
市 政 令	仙台市	○	○
	水戸市	○	○
	千葉市	○	○
	長岡市	○	
名古屋市	○		

で道路施設に被害を生じた。本地震における震後対応が1. で調査を行った運営要領、マニュアル通りに進められたかについて、併せてヒアリング調査を行った。調査にあたっては、運営要領などとの対比を考慮し、地震発生からの時系列を下記の様な各フェーズに分類して整理してとりまとめた。

①災害体制の確立と地震情報の収集(発災直後)：災害対策本部(支部)の設置とその運営(電源や通信手段の確保、職員の交代など)、地震の震度分布および津波などの基本的な情報収集

②緊急点検(発災直後～1・2日後)：地震後の緊急点検の実態と被災情報の伝達、共有

③道路啓開、緊急対応(発災1日後から1週間程度)：緊急車両が通行できるようにするための道路啓開(津波によるがれきの移動など)の緊急措置、通行規制、迂回路対応

### 3. 道路利用者の災害時における道路ニーズの調査

東北地方太平洋沖地震では、非常に多くの避難所が開設されたが、避難所の運営などにあたっては、食料品をはじめとする生活用品や医療品などの物資が必要

不可欠である。

しかしながら、道路の不通などにより、孤立状態となった避難所の存在や物資の不達問題が大きく取り上げられた。このため、道路を利用する施設として避難所をとりあげ、避難所の機能確保のために道路施設に求められる事項についての調査を行った。また、地震発生時の物資輸送を担った、物流業者を対象とした調査を行った。

#### [研究成果]

#### 1. 道路の異常などに関する情報伝達の現況に関するヒアリング調査

ヒアリング調査の結果、災害をはじめとする道路上での異常の発生時の対応および情報の取り扱いについては、各自治体での対応に偏りがあることが明らかとなった。例えば、緊急点検などの実施体制について表-2に示す。本表の総括は、各自治体のヒアリング結果における標準的な回答であるが、予め定めた基準に基づいた緊急点検の実施が一般的である一方、政令市等では発生した異常などに対してその都度対応していることが明らかとなった。

#### 2. 東日本大震災における道路管理者の対応

東日本大震災における震後対応のヒアリング調査からは、情報伝達が困難となる状況や被災エリアが広域に渡ったことによりこれまでにない対応を迫られた状況が明らかとなった。

これらの災害対応は危機管理時の運営要領、マニュアルなどでは、想定がされておらず、今後の改訂の必要性が明らかとなった。

#### 3. 道路利用者の災害時における道路ニーズの調査

避難所運営などの担当者等へのヒアリングから避難所への水・食料・衣類等の各物資が充足したと考えられる時期を明らかにするとともに各避難所の運営計画等を参考に各物資の一日に必要な原単位を調べそれに充足したと考えられる時期の避難者数を掛けることにより充足した時期の物量を算出した。これらから、避難所の機能を維持するために必要な物量が推計され、それを輸送するために維持されるべき道路機能とその時期を整理した。

#### [成果の活用]

実際の災害対応を踏まえた道路管理者の対応の問題点を整理するとともに、道路に対する要求内容と時間的経過の関係を整理し、道路啓開・復旧の時の箇所の順位付けに役立つ指標を確立していく予定である。

表-2 各自治体における地震発生時の緊急点検実施基準

項目	考察・取りまとめ
緊急点検・パトロールの実施基準	①【総括(共通事項及び傾向)】 (地震災害) ・緊急点検の実施基準は震度4以上となっている(国への報告義務「自然災害及び事故の発生、通行規制に関する情報連絡について(事務連絡)」のため) ・震度の違いによる点検内容(被災状況の把握内容)に違いが生じていないが、被災規模(震度の違い)に実施体制を変更する場合もある。 ・基本的には、震度4以上が発生した市町村内の管理路線を対象に点検を実施している(土木事務所単位に実施する場合もある)。(風水害) ・明確な実施基準が設けられておらず、事前通行規制区間、アンダーパス、通報箇所などをピンポイントで対応するケースが多い。 ・全管理路線の緊急点検を実施する場合は、警報等が出ている際の点検は危険であるため、ある程度停滞した時点で必要に応じて点検を実施する。
	②【特異な事例】 (長岡市) 点検実施の基準は無く、震度4以上になると市役所待機で、住民からの連絡・通報で実施する。 (名古屋市) 震度4：市民通報があったらパトロールを実施 震度5：職員パトロール(状況に応じて維持業者へ依頼) 震度6弱以上：災害協定業者が自動的にパトロール (千葉市) 震度4以上になると千葉市で定めた幹線道路(緊急輸送路とは別)を対象に点検し、その他の路線に関して住民からの通報で対応する。 (水戸市) 震度4以上で幹線道路に架かる橋梁を対象に点検を実施し、生活道路等に関しては、市民からの通報に基づき対応する。
	③【ヒアリングから得られた課題と対応策】 ・震度4程度の地震では、道路の損傷が発生する可能性が低いと認識しているが、現行の情報収集基準震度4に基づき緊急点検を実施している状態である。 ・震度4程度では道路の異常が発生する可能性が低いなどの実態調査を行い、必要に応じて緊急点検の可動基準の見直しが必要であると考えられる。

# 被災後における道路復旧対策工法等に関する検討

Study on road restoration strategy after earthquake disasters

(研究期間 平成 22～23 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
研究官	山影 修司
Researcher	Shuji YAMAKAGE

In this study, earthquake damage to road facilities and restoration methods are investigated through interviews with road administrators and documents such as official reports. Moreover, points to pay attention for road restoration are compiled based on results of the investigation.

## 〔研究目的及び経緯〕

地震によって道路が被災した場合、道路管理者には迅速な道路復旧が求められる。しかしながら、地震によって被災した道路は、その施設や被害の様相、現地条件等が様々であり、復旧方法の決定や、関係機関との調整等がその都度求められる。道路管理者が、復旧を迅速に行うためには、復旧方法の決定や関係機関との調整等において、必要となる対応の具体的な内容を予め知っておく必要がある。

本研究は、既往の地震災害から道路施設被害とその復旧事例を調査し、道路復旧を効率的に進めるために必要な事項を整理し検討するものである。

平成 23 年度は、東北地方太平洋沖地震によって発生した道路施設被害と道路復旧の事例について調査した。また、過年度研究と今年度研究結果から道路復旧において復旧方策の立案や実施にあたって考慮すべき課題を抽出し、整理しまとめた。

## 〔研究内容〕

### 1. 東北地方太平洋沖地震での道路施設被害と道路復旧の対応事例調査

東北地方太平洋沖地震により発生した道路施設被害と道路復旧の事例を調査した。その中から 20 事例程度選定し、その事例の当該道路管理者から、具体的な対応状況等についてヒアリング調査を行った。

### 2. 道路復旧方策の立案、実施において考慮する事項の整理

過年度の研究結果や上記 1. の研究結果から、道路

復旧方策の立案、実施にあたって考慮すべき事項を整理しまとめた。

## 〔研究成果〕

### 1. 東北地方太平洋沖地震での道路施設被害と道路復旧の対応事例調査

平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震による道路被害およびその復旧事例を道路管理者の記者発表資料やWEBサイトから調査した。対象とする道路は国土交通省、地方公共団体（都道府県および市町村）高速道路株式会社、地方道路公社が管理する道路とした。その結果、約200あまりの道路施設被害事例を収集した。これらの事例を下記の4点について着目し、整理した。

- ①被災施設：道路路面、切土、盛土、橋梁、トンネル等
  - ②災害要因：地震動による被災、津波による流失
  - ③道路ネットワーク上の位置付け：緊急輸送道路等
  - ④地震に対する事前準備：資機材の確保等
- 整理した結果を、以下に示す。

- ・施設の割合では道路路面の被災が最も多く（約5割）、次に橋梁の被災が多い（約3割）。
- ・沿岸部は津波による流失被害が特徴的である。
- ・甚大な被災を受けた沿岸部へアクセスするための内陸部の道路では大きな被害は見受けられない。被害を受けた箇所は一刻も早く復旧し、緊急車両を通行させている。
- ・事前準備として仮橋を保管し、その橋を用いた応

急復旧の例がある。また、津波が発生した際の迂回路等を準備していた国道事務所もある。

この整理した項目を考慮し、特徴的な復旧事例を20事例程度選定した。この選定した事例の当該道路管理者に対して、ヒアリング調査した。

ヒアリングにあたっては、地震発生の時系列に沿って「発災前準備」、「緊急措置・道路啓開」、「応急復旧」「本復旧・復興」と時間フェーズを設定し、その区分ごとに、復旧全般にかかわる質問と個別事例に対する質問を行う形式で進めた。

なお、ヒアリングで得た復旧活動フェーズと活動内容において着目すべき道路管理者の復旧対応事例で、

表-1 復旧方策における道路管理者の対応事例

地震発生 の時間 フェーズ	復旧方策における道路管理者の対応事例
発災前 準備	仮橋を保管している事務所では運用マニュアルを作成し、仮橋組立を実際に行う訓練を実施している事例があった。実際に災害で運用した後に、発生した不具合(例えば接合部)を解消していた事例もあった。
	津波の浸水エリアを想定し、迂回路を決めている事例があった。また、発災時にはその迂回路を使用することができたため、緊急点検、緊急措置、応急復旧が迅速に行えた事例もあった。
緊急措置・道路 啓開	緊急措置時に、対応する車両の燃料、通行止めを表示する資材(カラーコーン、バリケード等)が不足した事例があった。また、不足した燃料、資材を被害の比較的小さい内陸部や日本海側から支援を受けて対応した事例もあった。
	停電によってアスファルトプラントが稼働しないことから、アスファルト合材をつかえず段差のすりつけには碎石を利用している事例が多かった。  津波によって流出した、がれき等を移動する道路啓開は維持業者や災害時協定業者が対応している事例が多かった。中には現地で自衛隊と啓開する範囲を調整していた事例もあった
応急 復旧	応急復旧に必要な測量、地質調査、設計は緊急的に随意契約を結んだコンサルタントが行っている例が多かった。 TEC-FORCEが調査し、その調査結果をコンサルタントがとりまとめる方法を行った箇所もあった。 工法決定において、有識者等の委員会を立ち上げて決定した例はなく、道路管理者による決定がほとんどであった。 仮橋の設置においては、直轄では他地整や自衛隊が保有している仮橋について災害対策本部(局)が調整した事例があった。
	応急復旧はほとんどの場合が維持業者、災害時協定業者が迅速に応急復旧に対応していた。県単位で建設業協会が被災の大きい沿岸部への応援業者の割り振りを調整している事例もあった。
本復旧・ 復興	原型復旧対応を行うところの本復旧は概ね災害査定を終えている。一部は工事に取っかかっている箇所もある。
	津波の被害が大きい沿岸部では、今後のまちづくりを見据えた復興計画にあわせた道路を検討中である事例があった。

(H24.3.1時点の情報)

主なものを表-1に示す。

## 2. 道路復旧方策の立案、実施において考慮する事項の整理

過年度研究や上記1. 東北地方太平洋沖地震での道路施設被害と道路復旧の対応事例調査の結果から道路復旧方策の立案および実施にあたって考慮すべき事項を復旧段階ごとに整理を行った。その結果を表-2に示す。この留意事項の対応を、収集した復旧事例と併せてとりまとめ、道路管理者が効率的な復旧を進めるための平常時からの事前準備や災害時の対応に参考となる具体的な対応例として多数示すことができた。

表-2 復旧方策の立案・実施にあたっての留意事項

地震発生 の時間 フェーズ	課題項目	復旧方策立案・実施にあたって留意する事項
発災前	道路施設の把握	道路施設の状況を、定期的な点検等により把握し、整理する。(切土斜面、橋梁、トンネル等の点検台帳など) 点検台帳が地震時に散逸しないようにしておく。また、庁舎の被災等で失わないようバックアップはとっておく
	訓練・マニュアル等の事前準備	実際に災害対応を経験した後は、訓練やマニュアルの内容を検証する。 ・被災情報伝達・復旧までの訓練 ・地震時行動・復旧マニュアルの整備
	関係機関連携	発災時に調査、復旧を協力する業者や関係機関との協定、連携を事前に構築する。
発災後 初期	被災箇所 の把握	緊急点検を迅速に行い、被災状況を把握し、復旧方策を迅速に検討する。 ・点検活動の自動化(点検震度を認識したら即点検) ・災害時協力業者の自主的な被災調査活動の活用 ・渋滞や、路面被災を考慮した移動手段(自転車、バイク等)被災箇所の特性(市街地部、地方部、平野部、山地部、海岸部等)の把握
	通行規制 情報の把握	通行規制箇所と、迂回路の情報を迅速に把握し、復旧に使用できるルートを確認する。 ・他地域の道路通行状況は、リエゾンを活用して把握 ・情報共有システムは、停電等によるシステム停止等を考慮しておく
復旧方 策立案・ 実施	被災箇所 の詳細調査	復旧方策立案に必要な測量、地質調査などを迅速な調査を行うための仕組みを検討する。 ・災害時協力業者(測量、地質調査、設計等各種コンサルタント) ・TEC-FORCEの活用
	復旧優先 度の検討	被災箇所多数の場合、特に緊急を要する被災箇所の復旧などの優先度の判断を行う。 ・孤立集落解消 ・緊急輸送道路の確保(被災地までのアクセス道) ・病院や避難所までのルート確保 ・地域産業・観光への社会的要求
	復旧活動	復旧を実施する際に必要となる活動を並行して円滑に行う。 ・復旧資機材の確保 ・建設重機等燃料の確保 ・進入路・施工ヤード等の確保 ・残土(あるいはがれき)の受け入れ先確保
	復旧水 準・方策 の立案	高度な技術、判断が必要な復旧は知見を集約し行う。 ・学識経験者、研究所の活用(委員会等) ・激甚な災害からの復興は、関連部署と連携して行う。 ・まちづくりとしての復興計画や、他の防災施設との調整

### [成果の活用]

道路管理者が地震後の復旧方策を立案する際に参考とする資料を作成するための基礎資料とする。

# 地震後の道路管理者の対応に関する調査

## Study on Disaster Management of Road Administrators after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake

(研究期間 平成 23 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	長屋 和宏
Senior Researcher	Kazuhiro NAGAYA
研究官	山影 修司
Researcher	Shuji YAMAKAGE

In this study, disaster management after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake is investigated by interviews with road administrators. Lessons and good practice are compiled to improve future disaster management.

### [研究目的及び経緯]

東日本大震災では、人命救助や物資輸送のため、道路の被災状況の把握、地震および津波により被災した道路の啓開および復旧を迅速に行うことが、道路管理者に要求された。また、これらの活動を支援するため、全国各地の地方整備局の職員が被災地に派遣された。

今後、道路管理者が大規模地震への対応を迅速に行うためには、本災害における具体的な対応状況と得られた課題や教訓を取りまとめ、残していくことが重要である。

本研究では、地震後の道路管理者の対応の課題や問題点、今後の災害対応の参考になる事例を整理するとともに対応事例集、教訓集として取りまとめることを目的に、東日本大地震発生時の道路管理などの災害対応業務にあたった職員などを対象とした聞き取りによる調査を行った。

### [研究内容]

#### 1. 東日本大震災における道路管理者の対応状況

道路管理者の対応については、本災害で大きな被災を受けた地域における直轄国道の道路管理者を対象にヒアリング調査を行った。具体的な調査対象は、2 地方整備局 (東北地整、関東地整) および 8 事務所 (東北地整：三陸国道、岩手河川国道、仙台河川国道、福島河川国道、磐城国道、関東地整：常陸河川国道、千葉国道、東京国道) の道路管理課職員とした。

調査にあたっては、地震発生からの時間的なフェーズを下記の様に分類してヒアリングを行うとともに、

道路管理者の対応を「被災および通行(啓開)状況に関する伝達・共有」、「道路啓開に伴うがれきの撤去」、「道路の復旧」といった内容ごとに整理してとりまとめた。

① 災害体制の確立と地震情報の収集(発災直後)：災害対策本部(支部)の設置とその運営(電源や通信手段の確保、職員の交代など)、地震の震度分布および津波などの基本的な情報収集

② 緊急点検(発災直後～1・2日後)：地震後の緊急点検の実態と被災情報の伝達、共有

③ 道路啓開、緊急対応(発災1日後から1週間程度)：緊急車両が通行できるようにするための道路啓開(津波によるがれきの移動など)の緊急措置、通行規制、迂回路対応

④ 応急復旧(発災1週間後から半年程度)：一般車両の通行を条件(車線規制、車両重量など)付きながらも可能とした復旧内容

⑤ 本復旧、復興(応急復旧以後)：本格的な復旧の計画、実施状況や復興の現状

そのほか、道路管理者間や警察、自衛隊との連携と調整、情報の提供などについても調査した。

ヒアリング調査では、できるだけ道路管理者から対応を自由に話していただき、その話題から質問し、幅広い内容を調査することを心がけた。

#### 2. 東日本大震災における緊急災害対策派遣等の状況

東日本大震災では広域にわたって甚大な被害が生じたため、当該地域の道路管理者のみでは適切な対応をすることが困難となる状況が多く発生した。このため

全国の地方整備局の職員が、被災事務所の支援などを行うための緊急災害対策派遣隊(TEC-FORCE)および県や市町村などへ情報収集活動を行う情報連絡員(リエゾン)として派遣された。

これらの職員の活動状況についてのヒアリングを行い、派遣先や派遣期間などに応じた活動状況の特徴や問題点を取りまとめた。

### 3. 東日本大震災における建設業者の対応

東日本大震災における道路の震後対応で最も優先された事項は、津波来襲地区を含む被災地域における道路の啓開作業であった。これらの作業では被災地域の地元業者の協力および自発的な行動により迅速に実施された。

このため、被害が比較的大きい、岩手県、宮城県、福島県の3県の地元業者を対象に、地震発生後のパトロール、道路啓開、被災箇所の復旧などの各フェーズにおける活動状況のヒアリング調査を実施した。

#### [研究成果]

#### 1. 東日本大震災における道路管理者の対応状況

道路管理者へのヒアリング調査からは、情報伝達や啓開活動などに必要な資機材の確保などが困難となる状況が発生していた。一方、内陸および日本海側では、道路施設の被害が比較的少なかったことから太平洋沿岸部の事務所の支援に回る対応が明らかとなった。

これらの事例については、図-1に示すように、震後対応の各フェーズに分類するとともに事例毎の教訓などを今後の検討事項として取りまとめた。

(青字：好事例、赤字：機能しなかった事例)

表1 東日本大震災における道路管理者の対応状況ヒアリング(東北地方整備局 道路管理課 本牧道路管理課長、大森課長補佐)

被災時における道路管理者の災害活動	基準マニュアル	東日本大震災における実情
1. 防災体制構築	①参加基準	記載なし
	②連絡体制	記載なし
(1) 参加	③安否確認	・被災直後は、急激な水位上昇により、進行可能な距離で「目撃」したため、 <b>出所が被災した</b> という情報は、翌日に入ってきた。 ・道路部長は東京へ出張中で、 <b>緊急車両等を使わず</b> した(わかり時間がなかった)。 ・道路管理課長は市内の会議に参加しており、 <b>会場から歩いて参加した(1時間位かかった)</b> 。 ・ <b>帰宅困難者による渋滞は、殆どなかった</b> 。 →出所が事務所から徒歩で約10分歩いて帰宅したが、大丈夫であった。 → <b>庁舎被害がなかったため、本部、支所は立ち上がった</b> 。 → <b>庁舎が機能不全になった場合の代替場所は決まっていなかった</b> 。 → <b>今般、被災した場合は、情報の分散が可能なように代替地を確保する考え方が必要である</b> 。
	④参加場所と時間	・被災直後は、急激な水位上昇により、進行可能な距離で「目撃」したため、 <b>出所が被災した</b> という情報は、翌日に入ってきた。 → <b>今までのリエゾンは、情報の収集・連絡役を担っていたが、今回はリエゾンの役割を担っていた</b> 。 → <b>今般は情報を判断できる人間として、補佐クラスの責任を担っていた</b> 。
	⑤参加職種の人員	・ <b>1週間前までは全ての市町村にリエゾンを派遣した</b> 。 → <b>リエゾンからの情報は、全て空室の返答(失念室)に集約され、この情報は現空室に届いていた</b> 。 → <b>交代制については、帰宅できない状況となったため、会議室で休んで、交代時間になったら交代する状況であった</b> 。 → <b>1、地下鉄が全て止まっており、市内在住の場合は交代で帰れたが、遠方から来ている人は帰宅できない状況であった</b> 。 → <b>交代制が明確になるまで、よ、3日要して帰り、12時間交代で引き継ぎに1時間クワッさせた</b> 。
	⑥リエゾン派遣	・ <b>燃料に関しては、ありと尽きたため、出先を定めると燃料不足で帰り、今度は帰省の仕方考えなくてはいけない</b> 。 → <b>燃料に関しては、各地盤からの応援もあり、タンクローリーで持ってきて頂いた</b> 。 → <b>各事務所へ必要資機材を持っていく役割を担っていた東北支路事務所が津波の被災を受けた(連絡が取れなかった)</b> 。
(2) 体制の構築	⑦シフトの考え方	・ <b>交代制については、帰宅できない状況となったため、会議室で休んで、交代時間になったら交代する状況であった</b> 。 → <b>1、地下鉄が全て止まっており、市内在住の場合は交代で帰れたが、遠方から来ている人は帰宅できない状況であった</b> 。 → <b>交代制が明確になるまで、よ、3日要して帰り、12時間交代で引き継ぎに1時間クワッさせた</b> 。
	⑧備前	・ <b>燃料に関しては、各地盤からの応援もあり、タンクローリーで持ってきて頂いた</b> 。 → <b>各事務所へ必要資機材を持っていく役割を担っていた東北支路事務所が津波の被災を受けた(連絡が取れなかった)</b> 。
2. 情報の収集と通信手段の確保	⑨地盤、津波の情報収集 ※時系列的に把握 ※体系的に把握	①災害発生時
		②継続的な情報収集
3. 緊急点検、パトロール	⑩実施基準	①マイトロ回線 ②N-COSMS ③衛星回線 ④携帯電話(商用) ⑤FAX
		②待機基準

(1) 地震発生直後～体制構築

a) 参加

参加に関しては、東北地方太平洋沖地震が発生した時刻が勤務時間であったことから、比較的スムーズにできた道路管理者が殆どであった。但し、外出している職員への連絡は非常に困難な状況であり、参加手段についても公共機関を利用せず、徒歩、自転車などを用いて、最寄りの事務所へ参加した状況であった。

但し、外出している職員が被災した場合は、風水害と見入り判断が困難であることから、事前に参加する旨を伝えること、参加連絡(自主参加を含む)等により人員を確保する必要があるが、連絡も取れず、実務活動に必要な人員と体制を構築できない状況も考えられる。

【事例】

- 事務所の職員は自宅勤務が3分の1位であり、残りの3分の2は皆、市内の集合場所に住民が多く、ある程度で帰宅できるものが多い。地方所在地にある事務所は比較的参加し易い環境にあると思ふ。(東北地方整備局)

b) 災害拠点(事務所、出所)の構築

災害拠点(事務所、出所)の被災を想定した代替場所の事前設定していた事務所もあるが、多くの事務所、出所における代替地の設定が行われておらず、迅速な災害活動に大きな影響を与えた。

(代替地の確保)

【事例】

- 事務所の代替機として、除雪ステーション、防災ステーションなど防災機能を有する事務所の代替地として仮設づけられており、東北、関東、関西にある防災ステーションでは、何箇所か防災機能も果たす事ができる基地となっている。(東北地方整備局)

(災害対策室の設定)

【事例】

- 事務所内に災害対策室は無く、会議室のテーブルを災害対策室として利用するため、パソコン、モニターを設置したが、電気が切れており情報機器(光回線)も動かなくなっていた。(東北地方整備局)

(教訓)

- 社長が10階で、役員が5階と離れているため、下で確認できる箇所を設けるよう検討している。(首都圏支路)

図-1 ヒアリング結果に基づく各フェーズ単位の活動実態と整理と事例の取りまとめ

# 地震時における橋梁挙動観測網の整備

## Development of the Seismograph Network for Road Infrastructure

(研究期間 平成 23 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	松岡 一成
Researcher	Kazunari MATSUOKA

In this study, alignment of seismograph and target facilities are selected for observation of earthquake response based on the issues of seismic design towards the new strong-motion seismograph layout planning of road infrastructure. Test observation is also performed.

### [研究目的及び経緯]

国土交通省では、地震後における道路施設の保全、道路施設の耐震設計法の確立およびその高度化を目的に昭和30年代より道路橋を中心とした道路施設の強震観測体制を構築してきた。本観測体制における観測結果などは、道路橋をはじめとした道路施設などの耐震設計法の確立に役立てられてきている。

国土技術政策総合研究所では、道路橋をはじめとする道路施設の耐震設計の合理化に向けた技術的検討を行ってきている。一方、東北地方太平洋沖地震をはじめとした近年の地震被害では、道路構造事態にはほとんど損傷が生じていないにもかかわらず通行障害が発生する事象が発生しており、これらを踏まえた道路施設の耐震設計上の課題を整理するとともに、課題に応じた観測方針および強震計配置計画を作成し、計画に則った観測を継続的に行う必要がある。

本研究では、道路施設の新たな強震計配置計画の立案に向けて、耐震設計上の課題に基づく強震観測機器の配置位置、観測場所の検討および試験観測を実施した。

### [研究内容]

#### 1. 道路施設の強震観測機器設置案の整理

道路橋、道路盛土、ボックスカルバートを対象に、東北地方太平洋沖地震および近年発生した地震により観測された地震動および道路施設の被害状況(無被害という状況を含む)を鑑み、耐震設計上の課題を整理し、課題を踏まえた道路施設の地震時挙動を観測するためのセンサ設置位置の整理を行った。

道路施設の強震観測で想定する観測機器は加速度センサを基本としたが、必要に応じて適切なセンサ(速度センサ、変位センサなど)を活用することも想定するものとし、1観測施設あたり5箇所程度のセンサを設置することを基本とした。

#### 2. 観測場所の選定手法の整理

道路施設の強震観測を実施するにあたり、具体的な観測場所の選定手法の整理を行った。整理にあたっては、地域ごとの地震発生確率や近年発生した地震の震央位置を考慮した検討を行うものとした。

また、具体的な道路構造物への設置を想定した、設置対象構造物の選定ポイントについても併せて整理を行った。

#### 3. 橋梁の強震観測機器の試験設置および動作検証

2. で作成した観測場所の選定手法に基づき、東北地方太平洋沿岸部、北関東地方東部、東海地方太平洋沿岸部の3エリアの道路橋を対象に観測場所の試験選定をそれぞれ1箇所ずつ実施するとともに、選定箇所に1. で整理を行った強震観測機器設置案に基づき観測機器の試験設置を実施した。

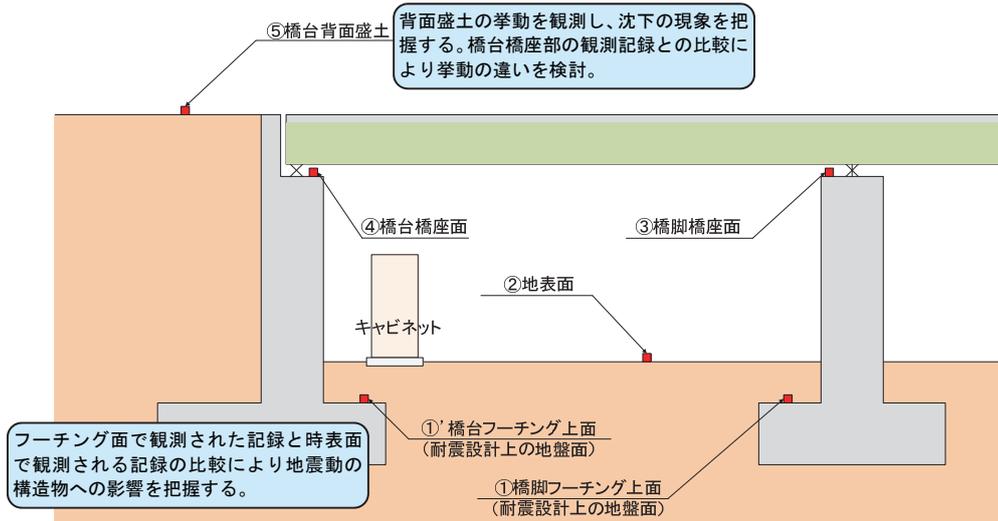
機器の設置後は、動作検証として試験運用を行い、メンテナンス作業および観測記録取得を実施した。

さらに、本試験設置にあたり生じた問題や課題などを踏まえ、強震観測機器設置案および観測場所の選定手法に反映させた。

### [研究成果]

#### 1. 道路施設の強震観測機器設置案の整理

東北地方太平洋沖地震および近年の地震では、橋梁



図一 橋梁の強震観測機器設置案(例:道路橋)

構造に顕著な被害は生じていないものの近々で観測された地震記録では、特に短周期成分の地震動が設計を上回る事象が多く報告されている。また、道路施設本体の被害は限定的であるにもかかわらず、構造的な接合部に段差などにより通行障害が発生する事象があり、橋梁本体と取り付け盛土の境界部で多く発生している。

これらの事象を道路施設の耐震設計上の課題とし、課題解決のために必要な挙動観測体制として、図一に示すような強震観測機器設置案を作成した。

## 2. 観測場所の選定手法の整理

観測場所の選定手法の整理では、以下の通り大規模な地震動が発生する確率の高いエリアおよび地盤種別を考慮して行うものとした。

### ①大規模な地震動が発生する確率の高いエリアの抽出

地震ハザードステーションの「全国地震動予測地図」のうち、「確率論的地震動予測地図」を利用し、「今後30年以内に各地点が震度6弱以上の地震動が発生する確率の分布図を活用するものとした。

## ②地盤種別の考慮

道路橋示方書耐震設計編では、地表面の地震動を耐震設計上の地盤面の地震動として設計を行っているため、耐震設計上の課題である「設計を上回る地震動に対して被害が限定的である事象」を踏まえて、これを確認することも目的に、比較的地盤の影響が大きいⅡ種、Ⅲ種のエリアを選定することを基本として、選定

の際には地盤の固有周期推定図を参考にするものとした。

## 3. 橋梁の強震観測機器の試験設置および動作検証

試験選定し、強震観測機器の試験設置を行った橋梁を表一示す。

動作検証は、設置した地震計に人力で振動を与え、地震計が振動を検知し、センサケーブルで接続されているデータロガーにおいて記録が観測されていることの確認を行った。

また、遠隔操作による、観測記録取得、メンテナンスの動作についても試験を実施し、確認を行った。

### [成果の活用]

本検討により、試験設置を行った強震観測機器については、引き続き観測を行っていく。また、取りまとめた強震観測機器設置案および観測場所の選定手法に基づく道路施設を対象とした強震計配置計画の整備を行うとともに、道路施設の耐震設計上の課題に資する記録の観測を目指す

表一 選定結果

地域	東北地方太平洋沿岸部	北関東地方東部	東海地方太平洋沿岸部
所轄事務所	仙台河川国道事務所	常陸河川国道事務所	静岡国道事務所
路線名	国道45号	国道6号	国道1号
橋梁名	曾波神高架橋	上高津高架橋	横内高架橋
橋長	514.0m	575.0m	216.8m
現況写真			

# 道路橋点検体系の合理化・標準化・高度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 21 年度～23 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

大久保 雅憲

Masanori Okubo

横井 芳輝

Yoshiteru Yokoi

In order to assess the states 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〕

我が国の道路橋は、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という課題に直面している。このため、施設の状態を定期的に点検・診断し、異常が認められる際には致命的欠陥が発現する前に速やかに対策を講じ、ライフサイクルコストの縮減を図る「予防保全」の考えに立った、戦略的な維持管理・更新を実施していく（平成 21 年 3 月 31 日閣議決定）ことが重要である。そのためにデータに基づく科学的な維持管理を実現し、更には、道路管理者の枠を超えて、全国に形成された道路ネットワークとしての機能を維持、向上させていくことも重要である。

直轄の道路橋は、橋梁定期点検要領(案)（平成 16 年 3 月、国道・防災課）に基づき、供用後 2 年以内の初回点検、その後は 5 年間隔で実施される。一方、地方公共団体（以下「地公体」という。）においては、定期点検の必要性を認識しつつも予算や人員の制約から、点検が行われていない団体もある。

これらを踏まえ、本研究では、地公体が管理する橋梁を含む全国の道路橋の状態を統一的な観点で、かつ、効率的に把握するとともに、地公体の点検導入を促し、将来の維持管理の合理化・高度化に資することを目的として、各道路管理者間に共通して適用される合理的な定期点検要領の策定に向けた検討を実施した。

### 〔研究内容〕

本研究では、これまで、直轄道路橋の定期点検により、近接目視で網羅的に取得されてきた約 23 千橋の点検データを基に、構造形式、部位、架橋環境などの条件毎の損傷の発生状況や進行速度などに着目した傾向や特徴の分析を行ってきた。今年度は、これらに加え

て、初期品質の影響把握のための分析、更に、多変量解析を用いて損傷要因を抽出するとともに、一部の地公体管理道路橋の損傷の特徴を把握し、直轄道路橋と比較した。

### 〔研究成果〕

#### 1. 初期損傷の特徴

供用後 2 年以内の初回点検と全点検それぞれに対する損傷種類別の損傷率を、主な損傷とそれが発生する主な部位について、積算棒グラフとして図-1 に示す。なお、初期損傷とは初回点検で発見された損傷を、

- ・ 損傷率 = 損傷ありの径間数 / 全径間数
- ・ 伸び損傷率 = 全点検の損傷率 - 初期損傷率

である。損傷の特徴は、大きく 3 タイプに区分された。初期損傷率が小さく、その後の経年により損傷率が増加するものとして、腐食、剥離・鉄筋露出。初期損傷率がやや高く、その後の経年により損傷率が増加するものとして、防食機能の劣化。初期損傷率は高いものの、その後の経年による増加は少ないものとして、ひ

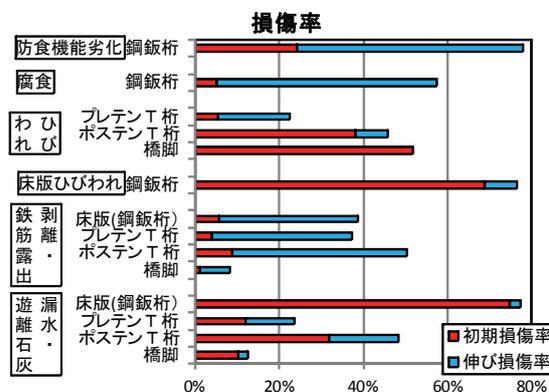


図-1 初回点検及び全点検での損傷発生状況

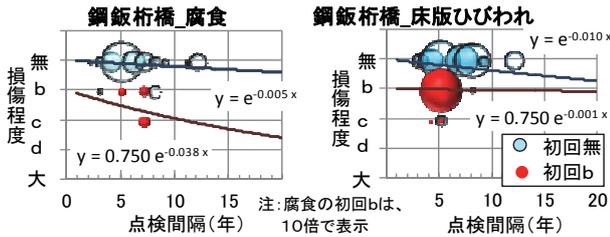
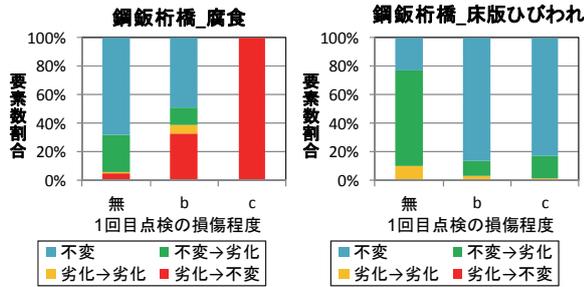


図-2 初期損傷の有無別損傷進行状況



注：凡例は、1回目点検→2回目点検→3回目点検の損傷程度の進行を示す。

図-3 3回の点検における損傷進行状況

びわれ、床版ひびわれ、漏水・遊離石灰である。

図-2に、腐食と床版ひびわれについて、初期損傷の有無別の損傷進行状況を示す。経年により損傷率が増加していた腐食では、初期損傷あり(初回 b)の方がその後の進行は早く、一方、経年による損傷率の増加が少ない床版ひびわれでは、初期損傷があってもその後はほとんど進行していない結果であった。

ここで、初回点検に限らず、3回の点検結果を用いて、この2つの損傷の進行状況を確認した結果を、図-3に示す。腐食では、損傷程度が悪化しているほど「劣化→不変」の割合が増加するのに対して、床版ひびわれではこれはほとんどなく、損傷程度がb又はcになるとその後は「不変」が多くを占める結果であった。ただし、更に劣化するものが約2割弱を占めていることを、管理上無視してはならない。

以上からは、腐食を代表とする経年劣化する損傷に対しては、損傷の初期に対処する。床版ひびわれを代表とする初期損傷の発生率が高い損傷に対しては、初期損傷の発生を抑制する、又は初期損傷に早期に対処する。これらが行われれば、予防保全に有効に寄与する可能性があることを示唆していると考えられる。

## 2. 損傷発生・進行の要因

損傷要因を漏れなく抽出することを意図し、維持管理に係わる各種因子を説明変数に用いて重回帰分析を実施した。なお、複数の説明変数同士は無相関という仮定が一般的ではあるものの、係数の値を求めることよりも相関の有無把握を第一と考え、データのあるあらゆる因子を考慮した。結果を、表-1に示す。影響度最高の要因として、設計基準や構造形式に加え、地域(降水量、気温)が抽出された。地域別の劣化曲線を、腐食を代表例として図-4に示す。適切な同一の属性で

表-1 重回帰分析による損傷への主要因の影響度

損傷	鋼主桁、腐食	主桁、ひびわれ	床版ひびわれ	下部工ひびわれ
設計基準	○	◎	◎	◎
地域(降水量、気温)	◎	◎	△	◎
構造形式	◎	◎	△	—
塩害地域区分	◎	△	×	△
橋長	△	△	—	◎
遮音壁有無	×	×	○	—
塗装系	○	—	—	—
交通量	—	—	×	△

影響度：◎…最高、○…高、△…中、×…低、—…無関係

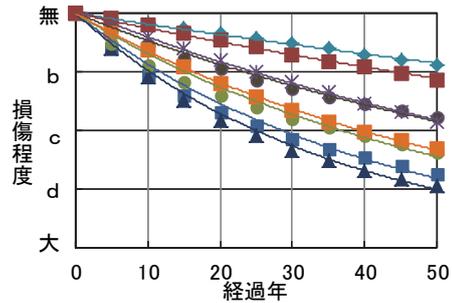


図-4 地域別劣化曲線(鋼鉄桁橋、腐食)

劣化予測することの重要性を示す1例である。

## 3. 地公体管理道路橋の損傷の特徴

地公体が管理する道路橋の主な損傷の発生状況について、同地域にある直轄事務所管理の道路橋と比較して図-5に示す。地公体は、各直轄事務所から任意に1市町村程度を抽出した合計約1,000橋である。地公体では、直轄と比較し、点検レベル(近接程度)の違いはあるものの、腐食及び支承の機能障害の程度がやや悪く、その他の損傷においては、直轄道路橋との大きな差異は見られない、又はより良好である。腐食と支承に関しては、維持管理レベルの違いの影響が考えられる。

以上からは、道路管理者による差が全てでないことから、直轄の点検要領や本分析結果などは、地公体での管理においても参考となる重要な情報になるものと考えている。

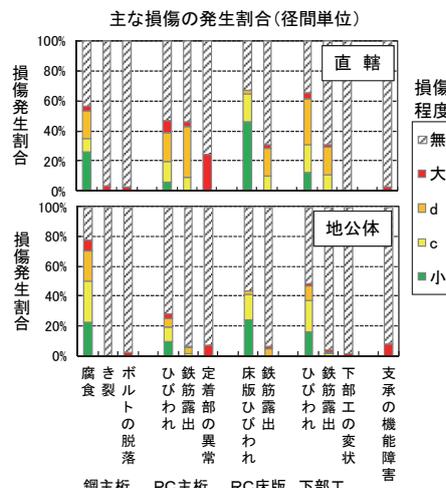


図-5 直轄道路橋と地公体管理道路橋の損傷状況

[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)の改訂等に反映。

# 道路橋の将来状態予測手法及び道路構造物群の機能状態評価手法 に関する調査検討

Study on prediction method for future states of bridges and evaluation method for road structure states  
(研究期間 平成 21～23 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  
大久保 雅憲  
Masanori Okubo  
横井 芳輝  
Yoshiteru Yokoi

Road networks consist of road structures such as bridges, tunnels, earthworks, and pavements. Recently, as new structures are constructed based on standards focused on performance for specific function, existing structures also attempt to be managed rationally, focused on the performance states of the function. In the future, road structures also should be maintained and managed rationally in harmony with the whole road networks as well as the performance for each road structure. Based on the situations, NILIM studied on the performance index calculated considering the road networks.

## [研究目的及び経緯]

### 1. 橋梁の将来状態予測手法

道路橋の予防保全を実現し、ライフサイクルコスト（以下「LCC」という。）の縮減と長寿命化を実現するためには、劣化予測に基づく適切な時期の適切な対処が重要である。しかし、個々の橋が置かれる架橋環境は様々であることなどから劣化傾向は一様でなく、確定的な劣化予測の精度には限界がある。また、それに基づき算出した LCC には少なくないバラツキが含まれているものである。本研究では、不確実性が将来予測の精度に及ぼす影響を明確にする検討を行った。

### 2. 道路構造物群の性能指標

道路ネットワークは、橋梁、トンネル、土工構造物、舗装の道路構造物群から成り立っている。近年、新設構造物では特定の機能における性能に着目した基準に基づく整備が進められつつあり、既設構造物に対しても機能の性能状態に着目して合理的に管理しようとする検討が進められている。道路構造物も将来的には、各構造物の個々の性能のみならず、道路ネットワークとの関わりの中でその性能を評価して、全体として調和のとれた合理的な整備や管理を行うことが必要と考えられる。こうした状況を踏まえ、道路ネットワークの観点から求めた性能指標に関する検討を行った。

## [研究内容]

### 1. 橋梁の将来状態予測手法

道路橋の予防保全の適切な実施時期を合理的に設定する際の一つの判断材料を高精度で得るため、過年度

までに実施してきたマルコフ遷移による劣化予測に橋年齢を考慮する手法、また、マルコフ遷移による劣化予測に基づく LCC に推定の信頼性を考慮する手法を検討した。更に、過年度までに開発した、損傷に伴う性能状態を構造物の種類を問わず共通の視点で評価する指標を用いて、橋梁の将来状態を予測した。

### 2. 道路構造物群の性能指標

平成 23 年 3 月の東日本大震災では、津波による道路構造物の被災は甚大であった一方、地震動による被災は、橋梁及びトンネルにおいては顕著でない中、土工構造物においては法面・盛土を始めとして少なからず被災した。この被災の程度と性能指標とを対比し、適合性を検証した。

## [研究成果]

### 1. 橋梁の将来状態予測手法

橋梁の劣化予測手法のうち、点検結果の統計分析による同一箇所での時期の異なる 2 回の点検結果の推移からマルコフ遷移確率を求めて予測する方法は、当該損傷程度にのみ支配され、橋年齢やそれ以前の状態は考慮しないものである。このため、経年にともない劣化進行が促進する現象は再現できない。そこで、遷移確率を橋年齢別（5 歳単位）に求めて劣化曲線を作成した。鋼鈹桁橋の腐食を代表例として、図-1 に示す。一律のマルコフ遷移確率とした①では下に凸の劣化曲線となるのに対して、橋年齢別マルコフ遷移確率を用いた②では上に凸の劣化曲線となり、高齢化に伴う劣化

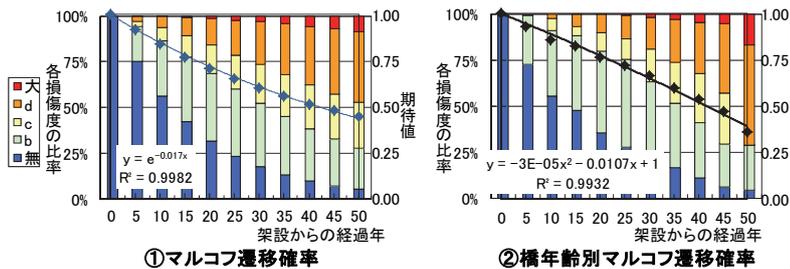


図-1 鋼鉄桁橋、主桁、腐食、A・B塗装系の劣化曲線

◆予防保全：原則bで補修 2千円/m<sup>2</sup>

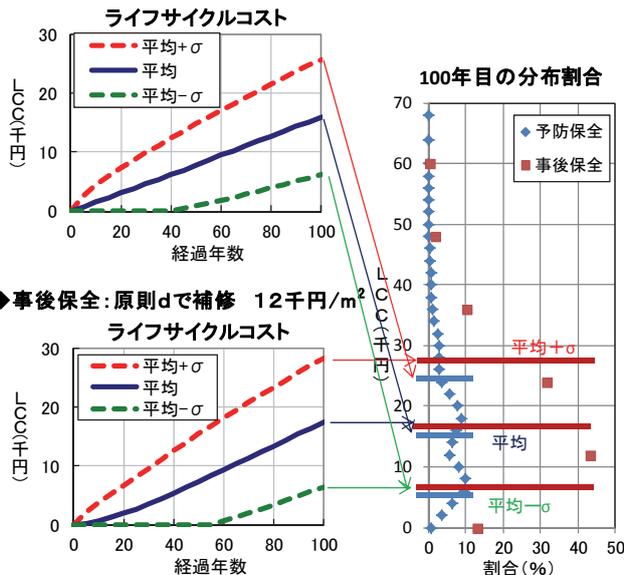


図-2 鋼鉄桁橋、主桁、腐食、A・B塗装系のLCC

の加速が表現できる劣化曲線となった。損傷に応じた劣化曲線の使い分けの重要性を示す1例である。

次に、上記①のマルコフ遷移確率を用いて、予防保全、事後保全のシナリオを設定し、1万回のモンテカルロシミュレーションを行い、モデル橋のLCCを算出した。予防保全とは、損傷程度b(小)で補修する一方、いきなり損傷程度c(中)以下となった場合は事後保全と同程度で補修、事後保全とは、損傷程度d(やや大)で補修である。なお、予防保全でcの補修を見送りとしたのは、cとdでの補修費用に大差がなく、耐荷性能が致命的とならない場合は先延ばしがLCCの観点からは有利であるとの考えからである。図-2に、結果を示す。左図は平均と±σの推移を示し、右図は100年目の分布割合を示している。平均では予防保全が若干有利な結果であるものの、-1σと+1σでは3倍の

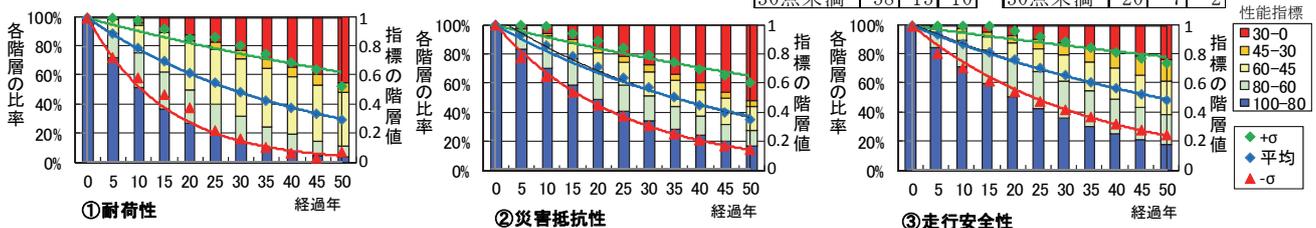


図-3 道路橋の性能指標の将来推移

開きがあり、その評価にはバラツキがあることを含めて考慮することが重要である。100年目のバラツキ状況は、予防保全では低い割合で幅広い金額に分布するのに対して、事後保全では高い割合で離散的に分布する特徴がある。平均の劣化曲線によるLCC評価では、結果の持つ信頼性をあわせて考慮すべきことが、示されたものと考えている。

部材単位の劣化予測とLCC試算値には大きな幅を有していること、及び橋全体の性能状態に着目して橋単位で補修・補強が行われることが一般的であることを踏まえ、橋梁単位での将来予測として、性能指標のマルコフ遷移確率から求めた推移曲線を、図-3に示す。性能指標は、全く損傷のない状態を100点とし、損傷が深刻になり性能が低下するほど減少していくように、かつ安全側に算出している。機能(耐荷性、災害抵抗性、走行安全性)毎に推移状況は異なる。これは、損傷毎に各機能に与える重みが異なるためである。今後は、性能指標の予測と実橋の状態との整合性を検討し、LCC算出にも取り組んでいく予定である。

## 2. 道路構造物群の性能指標

東日本大震災における土工構造物の被災程度と性能指標の関係を、表-1に示す。なお、被災の程度は、被災図や写真から読み取った定性的評価である。被災無しで30点未満が多いのは安全側の設定からは許容されると考えられる一方、被災大で60点以上は数は少ないものの不整合である。被災大の内容は、舗装のクラックや盛土肩部の変状等の指標算出に考慮していないものに加え、切土表層部の流出など指標算出項目も含まれているなど、今度の課題が抽出された。

[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]

道路構造物群の管理状態の評価手段の一つとして行政等での活用を働きかけていく予定。

表-1 土工構造物の性能指標と被災の程度との相関

①法面 (箇所)			②盛土 (箇所)				
性能指標	被災の程度			性能指標	被災の程度		
	無	小	大		無	小	大
60点以上	10	2	6	60点以上	6	1	5
30~60点	21	4	4	30~60点	2	2	1
30点未満	58	15	10	30点未満	20	7	2

# 損傷部材の性能評価試験及び

## 既設道路橋の現有性能評価手法に関する調査検討

Research on Performance Evaluation Method for Existing Highway Bridges

(研究期間 平成 21～23 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 中洲 啓太

Senior Researcher Keita Nakasu

研究官 石尾 真理

Researcher Mari Ishio

交流研究員 吉川 卓

Guest Research Engineer Taku Yoshikawa Guest Research Engineer Atsushi Ujimoto

室長

Head

主任研究官

Senior Researcher Makoto Hoshino

研究官

Researcher

交流研究員

玉越 隆史

Takashi Tamakoshi

星野 誠

Senior Researcher Makoto Hoshino

横井 芳輝

Yoshiteru Yokoi

氏本 敦

The influence of existing bridge's damage on its load-carrying capacity was examined. As analytic approach, several models in each condition (sound, shifting and damaged) were made and load-carrying capacities in each condition were calculated. On the other hand, the load-carrying capacities of damaged girders were also tested as experimental approach.

### [研究目的及び経緯]

複雑な構造体である道路橋は、新設時には主要部材のみを解析モデルに取り込み設計される。しかし、実橋においては省略された部材も応力を分担するなど設計上の仮定と実橋の挙動が基本的に一致していない。そのような中、経年によって様々な変状が生じた道路橋に対する現有性能評価を、新設時の設計手法をそのまま適用して実施すると、実際には荷重分担している部材の効果が無視されるなどの不合理が生じる。一方、変状による部材性能の低下が適切に考慮されず安全が担保されないなどの問題を生ずる恐れがある。

以上のことから、合理的かつ適切な維持管理の実現を目的として、損傷部材を用いた耐荷力試験及び数値解析等を行い、既設道路橋の現有性能を正確に評価する手法を検討した。

### [研究内容及び研究成果]

#### (1) 既設床版の耐荷力及び耐久性評価

実際に長期間供用され劣化した鉄筋コンクリート床版を用いて、輪荷重走行試験を実施した。実験供試体は、同一車線に位置し、ひび割れの程度（幅、間隔）が同じで、貫通ひび割れ（漏水・遊離石灰）が生じている供試体 No. 1（写真-1 参照）、28 と貫通ひび割れの無い No. 25 とし、供試体 No. 28 には鋼板接着補強を施した（写真-2 参照）。供試体 No. 1 と No. 25 は貫通ひび割れの有無による耐荷力・耐久性の差について、供試

体 No. 1 と No. 28 は鋼板接着補強の有無による耐荷力・耐久性の差について、それぞれ比較するものである。

実験結果のうち、走行回数と床版下面の変位の関係を図-1 に示す。供試体 No. 1 は、No. 25 に比べて少ない走行回数で破壊に至り、貫通ひび割れの発生により著しく耐久性が低くなる可能性が示された。次に、供試体 No. 1 と No. 28 を比較すると、No. 28 は変位が小さく、鋼板接着補強の効果が大きいことがわかった。

また、鋼板接着補強した床版の破壊メカニズムの解明及びより精度の高いコンクリート系床版の疲労耐久性解析手法の確立を目的として、国総研が提案する解析手法<sup>1)</sup>の検証を実施した。検証は、過去に輪荷重走行試験を実施した5ケースを解析手法を用いて試算し、床版たわみや鉄筋ひずみの遷移傾向を把握する、また、実橋をモデル化した疲労耐久性解析により、これまでの床版の解析で考慮していなかった主桁の拘束が破壊形態に及ぼす影響について整理することにより実施した。図-2 に、解析結果の例を示す。この解析手法で、概ね実験結果が再現できることが検証された。

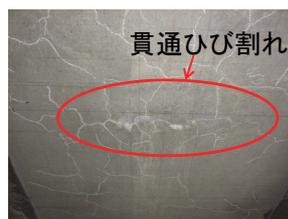


写真-1 供試体 No. 1



写真-2 供試体 No. 28

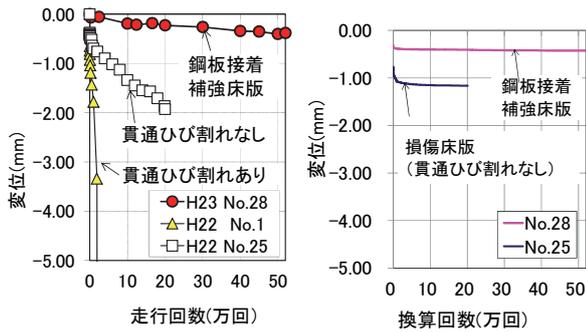


図-1 試験結果

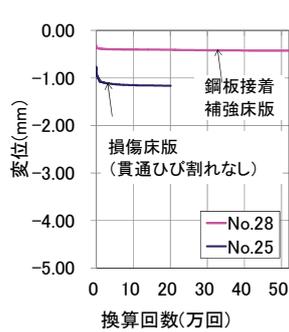


図-2 解析結果

(2) 既設鋼板桁橋及び PCT 桁橋の耐力評価手法

1) 鋼板桁橋

腐食による局所的な断面減少や亀裂に対して簡便に耐力評価を行うことを目的とし、FEMと比較して簡便な解析手法である一定せん断流パネル解析（以下「せんパネ法」という。）を用いて、詳細なモデル化の設定方法、要素サイズ、損傷の違いをパラメータとした試算を行い、モデル化の違いが算出結果に与える影響を把握した。

鋼板桁橋の局部腐食による板厚減少に対して、詳細にモデル化する範囲と要素サイズをパラメータとしたモデル化例を、図-3 に示す。解析の結果、図-4(a)に示すとおり、詳細要素の範囲の違いでは、最大値、応力度分布ともに結果に違いは生じなかった。一方、図-4(b)に示すとおり、せんパネ法の要素サイズを小さくするほど最大値が大きく、分布形状も鋭敏になり、FEM解析結果に近づくことがわかった。

2) PCT 桁橋

ひび割れが生じた PC 橋の耐力を適切に評価するモデル化手法を検討するため、ひび割れにより生じたたわみと同等のたわみになるようコンクリート桁の剛性を落としてひび割れによる損傷を評価するモデル（以下「剛性低下モデル」という。）と、ひび割れを二重節点の接触要素として表現したモデル（以下「ひび割れモデル」という。）について検討した。解析結果を図-5 に示す。ひび割れモデルでは、PC 鋼材の軸方向応力がひび割れ位置で局所的に大きくなる（図-5(a)）。一方、剛性低下モデルでは、PC 鋼材の局所的な応力状態が評価できず、ひび割れモデルにおけるひび割れと同位置の PC 鋼材の軸方向応力が 20%程度小さい結果となっている（図-5(b)）。

このことから、剛性低下モデルでは、コンクリートのひび割れによって生じる、局所的な内部鋼材への引張応力の集中による破断の危険性を、過小に評価する可能性があることがわかった。

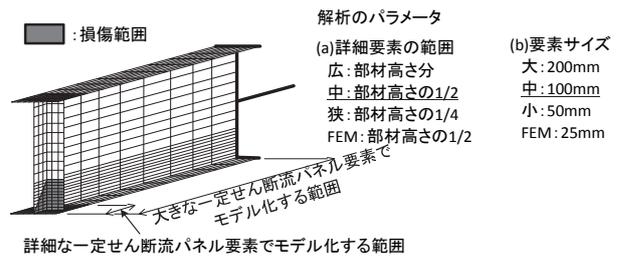


図-3 板厚減少モデル

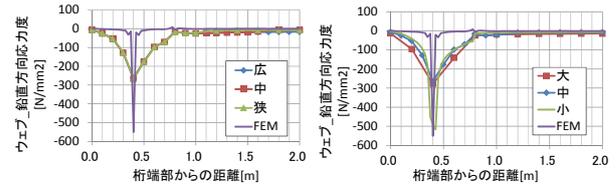


図-4 板厚減少モデルのウェブ下端鉛直方向応力度

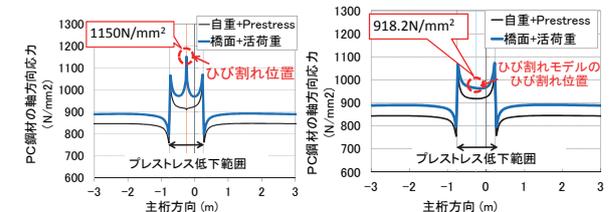


図-5 PC 鋼材の軸方向応力

【今後の課題】

補修・補強床版については、破壊メカニズムを解明し、供用中の床版の残存耐力及び耐久性について検討する必要がある。また、疲労耐久性評価手法についても、貫通ひび割れのモデル化方法や耐力評価方法の精度を向上させていく必要がある。

主桁の耐力照査においては、様々な損傷、モデル化条件が解析結果に与える影響について把握した。今後は、さらに種々の構造でケーススタディを実施し、評価指標についても検討していく必要がある。

【成果の発表】

- ・点検要領（診断の手引き）への反映
- ・既設床版の耐力評価手法の検討

【成果の活用】

基準等に反映させる予定。

【参考文献】

- 1) 国総研資料共同研究報告書第 472 号, 道路橋床版の疲労耐久性評価に関する研究

# 自動車交通に関する CO<sub>2</sub> 排出モデルの構築

## Study on estimate method of carbon-dioxide emission from road transport section

(研究期間 平成 22～24 年度)

環境研究部 道路環境研究室  
Environment Department  
Road Environment Division

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

曾根 真理  
Shinri SONE  
土肥 学  
Manabu DOHI  
菅林 恵太  
Keita SUGABAYASHI

We are studying for improving the accuracy of CO<sub>2</sub> emissions model in road transport sector using the statistical data of road traffic volume, travel speed etc. In this fiscal year, we confirmed that CO<sub>2</sub> emissions estimates have sufficient accuracy even if we have only the data of travel speed limited two hours when congestion and non-congestion in daytime.

### [研究目的及び経緯]

我が国の京都議定書の温室効果ガス削減目標の達成状況報告に際して正式なデータベースとして用いている温室効果ガスインベントリでは、自動車交通に関するCO<sub>2</sub> 排出量はガソリンや軽油等の燃料消費量に基づき算定されている。しかしながら、この燃料消費量に基づく算定では、多種多様な道路交通流対策に伴うCO<sub>2</sub> 削減効果を把握することは難しいという課題がある。

そこで、本研究では、道路交通流対策により変化する交通量や旅行速度といった説明変数を用いた、道路交通部門のCO<sub>2</sub>排出モデルを構築することを目的に各種の調査研究を進めている。

### [研究内容]

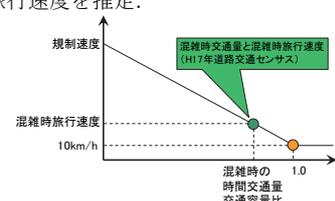
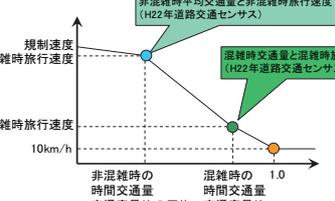
はじめに、道路交通部門の CO<sub>2</sub> 排出モデルの基本式を整理する。道路交通からの CO<sub>2</sub> 排出量は、旅行速度別 CO<sub>2</sub> 排出係数があれば、下式(1)で算定できると考えられる。

$$CO_2 \text{ 排出量} = \sum \{ \text{交通量} \times \text{区間延長} \times \text{旅行速度別 } CO_2 \text{ 排出係数} \} \quad (1)$$

本式の右辺を道路交通センサスの路線毎・区間毎・上下毎・時間帯毎に積算することにより、全国的な道路交通からの CO<sub>2</sub> 排出量を算定することも可能である。ただし、旅行速度データについては道路交通センサスでは時間帯別に十分なデータが取得されていないことから設定方法を検討する必要がある。本研究ではこの方法を表-1 のとおり、複数設定し比較分析することとした。旅行速度別 CO<sub>2</sub> 排出係数は、国総研資料第 671 号で整理した図-1 に示す 2010 年次の値を用いること

とした。比較分析は東京都 23 区内の直轄国道の中から同時期に時間帯別交通量及び旅行速度をデータ取得できた 34 区間で行った。

表-1 CO<sub>2</sub>算定に用いる旅行速度の設定方法一覧表

	旅行速度設定方法
正值	時間帯別プローブ速度・24 データを使用。
手法 1 (1 点速度値)	【H17 道路交通センサスデータ対応】 混雑時旅行速度 1 データを 24 時間帯とも使用。
手法 2 (2 点速度値)	【H22 道路交通センサスデータ対応】 混雑時旅行速度 1 データを 7・8・17・18 時台(4 時間帯)に使用し、 昼間非混雑時旅行速度 1 データを 9～16・19～6 時台(20 時間帯)に使用。
手法 3 (1 点 QV 式)	【H17 道路交通センサスデータ対応】 混雑時旅行速度及び時間帯交通量交通容量比データ(1 組)を用いて作成した QV 式を用いて各時間帯の旅行速度を推定。 
手法 4 (2 点 QV 式)	【H22 道路交通センサスデータ対応】 混雑時旅行速度・昼間非混雑時旅行速度及び時間帯交通量交通容量比データ(2 組)を用いて作成した QV 式を用いて各時間帯の旅行速度を推定。 

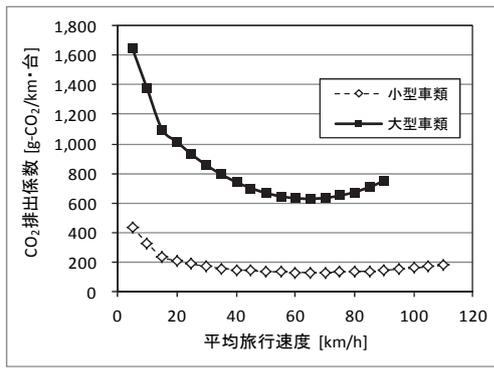


図-1 平均旅行速度別 CO<sub>2</sub> 排出係数(2010 年次)

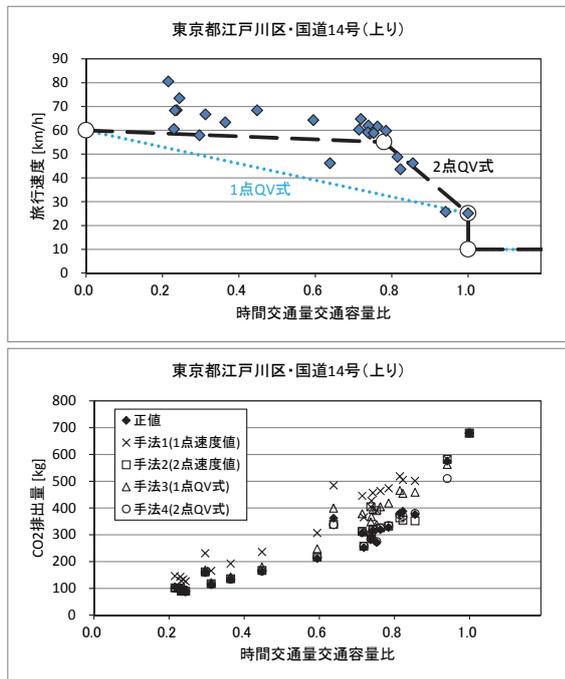


図-2 道路区間別 CO<sub>2</sub> 排出量算定結果事例

【研究成果】

個々の道路区間で CO<sub>2</sub> 排出量を算定した結果の事例を図-2 に示す。旅行速度の再現性は手法 3(1 点 QV 式)よりも手法 4(2 点 QV 式)の方が良いこと、手法 1(1 点速度値：凡例×)は CO<sub>2</sub> 排出量を相当大きく推定してしまうこと、CO<sub>2</sub> 排出量は時間交通量交通容量比が 1.0 に近い(=交通量大・旅行速度小)ほど大きくなることからこの辺りの CO<sub>2</sub> 排出量推定精度を向上させることが重要であることがわかる。

正值と各手法により算定された CO<sub>2</sub> 排出量との推定誤差比を頻度分布にしたものを図-3 に示す。手法 2(2 点速度値)及び手法 3(1 点 QV 式)は一定の精度を有するものの CO<sub>2</sub> 排出量を若干高めめに算定してしまうこと、手法 4(2 点 QV 式)は概ね正規分布に近い頻度分布になっており推定精度が最も高いことがわかる。

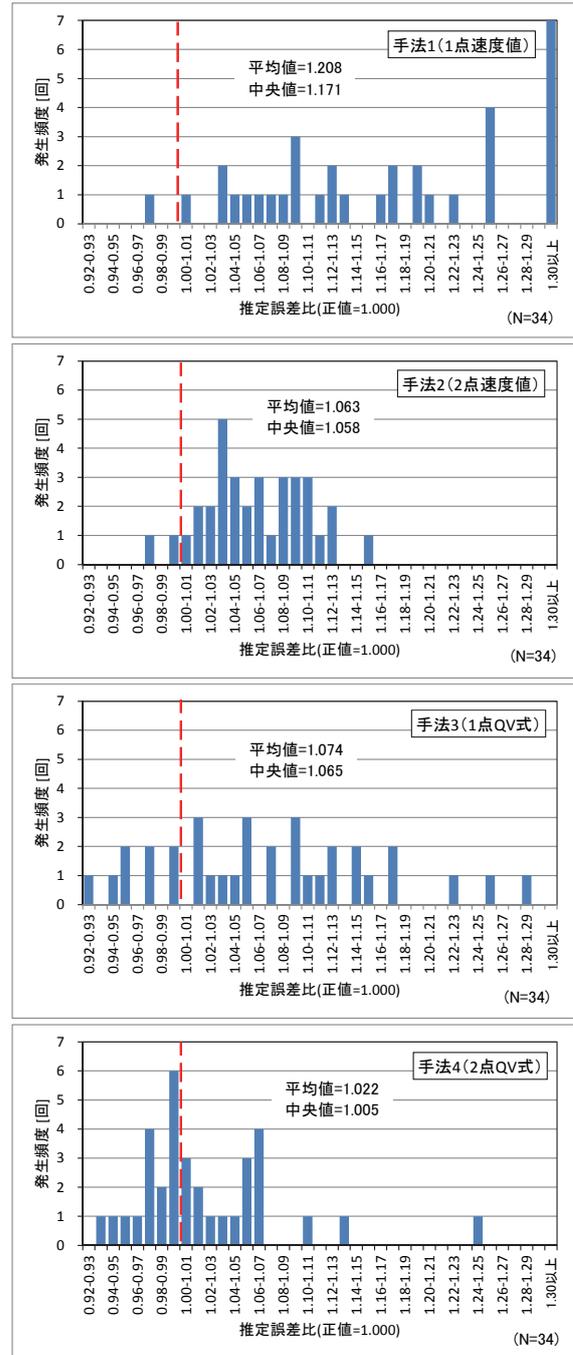


図-3 算定手法別 CO<sub>2</sub> 排出量推定結果の精度比較

【まとめ】

本研究結果により時間帯別旅行速度データが十分ない場合でも手法 4(2 点 QV 式)を用いることで道路交通からの CO<sub>2</sub> 排出量は高精度に推定できることが確認された。

【成果の活用】

今後は、この研究成果を用いた個別道路事業の供用に伴う CO<sub>2</sub> 排出量変化の予測手法の確立を目指す。

# ライフサイクルを通じた道路事業の低炭素化に関する調査

Study on reduction of total CO<sub>2</sub> emissions from road project

(研究期間 平成 23~24 年度)

環境研究部道路環境研究室  
Road Environment Division  
Environment Department

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

曽根 真理  
Shinri SONE  
木村 恵子  
Keiko KIMURA  
神田 太朗  
Taro KANDA  
菅林 恵太  
Keita SUGABAYASHI

Reduction of CO<sub>2</sub> emissions should be approached on the basis of Life Cycle Assessment (LCA), which takes into account the total phases of infrastructure development. We proposed a calculation method of total CO<sub>2</sub> emissions from infrastructure development last year. The purpose of this study is to introduce the calculation method into practical use. To achieve this purpose, it is important to consider the economic cost of action to reduce the CO<sub>2</sub> emissions. We analyzed “the marginal abatement costs of CO<sub>2</sub>” for 21 kinds of construction methods. The result showed that there are many construction methods which reduce cost as well as CO<sub>2</sub> emissions. Accumulating the similar estimations, we will propose a cost of CO<sub>2</sub> emissions.

## 〔研究目的及び経緯〕

二酸化炭素(以下、「CO<sub>2</sub>」という)排出量は、社会資本の原料採取から廃棄までのライフサイクルを通じた総量の削減が重要である。社会資本の建設に伴う CO<sub>2</sub> 排出量について承認された算出手法はなかった。国土技術政策総合研究所は、平成 22 年度に CO<sub>2</sub> 排出量の算出手法を作成した。本研究は、新たな算出手法を実用化し、低炭素な社会資本整備を促進することを目的としている。そのため、環境負荷原単位の拡張や計算手引き書等を進めるとともに、低炭素化技術の採用等に当たってしばしば議論になることが予想される「CO<sub>2</sub> 排出の費用」の算出手法について検討している。

## 〔研究内容〕

### (1) CO<sub>2</sub> 排出量とコストの比較手法の整理

CO<sub>2</sub> 排出量とコストを関連づける手法は、対策費用、被害費用、市場取引価格に基づく検討に分類できる。各手法の特徴および代表的な既往事例を表-1 に示す。

事例ごとに CO<sub>2</sub> 排出費用の相違は大きいものの、全体的な傾向として、被害費用は対策費用に比べて小さい。この結果をそのまま受け止めれば、CO<sub>2</sub> 排出量の削減対策は行わず、被害が生じた際に補償する方が経済的であると判断される。しかしながら、被害費用の算出については、「捉えきれない被害の存在」が課題として指摘されており、このため一般に値が低くなり

がちである。排出権取引価格については、市場が未成熟であり、一般化するには現時点では課題があると考えられる。

一方、今般作成した CO<sub>2</sub> 排出量の算出手法により、低炭素化技術の「効果」と「費用」が求められるようになっており、対策費用の算出が可能である。そこで、本検討では対策費用に基づく関連づけを中心に検討することとした。

### (2) 低炭素化技術に関する限界削減費用曲線の試算

低炭素化に有効であると考えられる新工法および同一の工種に関する従来工法について、CO<sub>2</sub> 排出量および工事コストを試算した。両者の結果を用いて、「CO<sub>2</sub> 排出量を 1 単位削減するための工事コストの増減(限界削減費用)」を算出した。計算対象とする新工法は、建設業関係者から提案された工法と、新技術情報提供システム(NETIS)から抽出した CO<sub>2</sub> 排出量の削減が見込める工法の計 21 工法とした。比較する従来工法は、新工法の適用対象と同一の工種、種別等に関して土木工事積算基準に記載される工法とした。

## 〔研究成果〕

### (1) 社会資本整備の限界削減費用曲線の特徴

限界削減費用の算出結果を図-1 に示す。横軸は新工法を導入することにより見込まれる社会資本整備全体での CO<sub>2</sub> 排出削減量であり、追加的 CO<sub>2</sub> 排出削減量

表-1 既往の貨幣換算手法の概要

概要	事例		
	目的		(円/t-CO <sub>2</sub> )
対策費用 CO <sub>2</sub> 削減の 単位量当たり の費用を用 いて換算す る方法	日	LCIA研究	4,600 ~11,700 (積上法) 3,500 ~9,500 (数量モデル)
	豪	交通関連の公共事業評価(費用便益分析)	14,100
	独	道路、鉄道、水路の公共事業評価(費用便益分析)	30,500
	瑞西	交通関連の公共事業評価(費用便益分析)	11,300 ~16,000
	瑞典	交通関連の公共事業評価(費用便益分析)	24,000
	仏	道路、鉄道、航空、水路(大規模なもの)の公共事業評価	4,100
	日	港湾・空港等工事のグリーン調達	4,000
	EU	ExtrnE	2,850 14,250
	日	環境省 岡ら	650 8,000
	被害費用 CO <sub>2</sub> の増加が もたらす被害 額を用いて 換算する方 法		IAM研究(Tol-1999)
		LCIA研究(LIME2)	3,200
日		公共事業評価	2,900
芬		交通関連の公共事業評価(費用便益分析)	4,800
英		道路、鉄道、航空、水路、港湾の公共事業評価(費用便益評価には含まれないが、多基準分析、量的評価、質的評価に適用)	4,200
新		道路、貨物交通、旅客交通、歩道および自転車道などの公共事業評価	3,000
排出権取引価格 市場で取引 されている CO <sub>2</sub> の実勢 価格を用 いて換算す る方法	EU	EU域内排出量取引制度(EU-ETS)	-
	丁	交通プロジェクト評価(費用便益分析)	3,600
	日	オフセット・クレジット(J-VET)制度(環境省)	6,125 ~10,000
	日	国内クレジット制度(国内排出削減量認証制度)(経済産業省)	800 ~1,750
	EU	ExtrnE	1,350

※日：日本、豪：オーストラリア、独：ドイツ、瑞西：スイス、瑞典：スウェーデン、仏：フランス、芬：フィンランド、英：イギリス、新：ニュージーランド、丁：デンマーク

と呼ばれる。各工法による追加的 CO<sub>2</sub> 排出削減量は、各新工法と従来工法の CO<sub>2</sub> 排出量の差分に、仮定した新工法の導入可能率を乗じることで算出している。縦軸は限界削減費用であり、この数値が低い方から順に工法を並べている。追加的 CO<sub>2</sub> 排出削減量がある削減目標に達する点の限界削減費用は、当該目標を達成する上で CO<sub>2</sub> 排出に課すべき費用であると捉えられる。

限界削減費用が負の工法は、CO<sub>2</sub> 排出量と同時に工事コストを削減する。今回対象とした工法に関する限り、限界削減費用が負の技術が多数みられた。これは、コスト削減を目的とする NETIS 等を活用して算出対

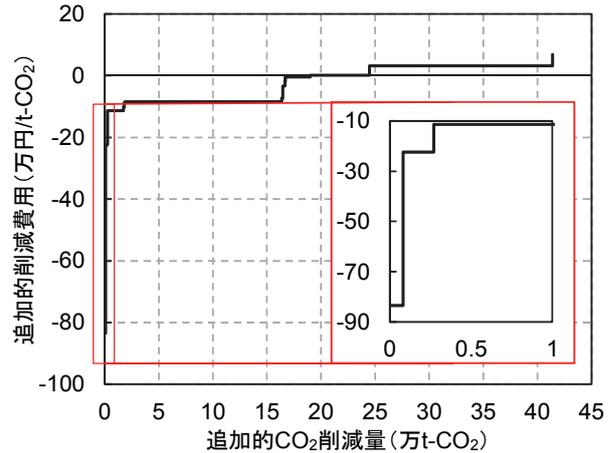


図-1 限界削減費用曲線

象を選定したためであると考えられる。これらの工法と同様に、元来の目的に加えて CO<sub>2</sub> 排出量の削減に貢献している工法が多数存在することが見込まれる。

## (2) 試算を踏まえた課題整理

対策費用に基づく CO<sub>2</sub> 排出費用の提案に向けて、以下の課題解決が必要であると考えられる。

### < 限界削減費用の算出に関する課題 >

- ・「CO<sub>2</sub> 排出削減のための費用」を切り出す手法を確定し、CO<sub>2</sub> 排出量とコストの評価範囲を整合化。
- ・新工法と比較させる「標準工法」の設定手法の確定。

### < 追加的 CO<sub>2</sub> 排出削減量の算出に関する課題 >

- ・低炭素化技術導入の制約条件(需給限界、各指針による制限、等)を踏まえ、導入可能量の設定を精緻化

### < 新工法の選定に関する課題 >

- ・低炭素化技術の網羅性、代表性の確保

### < CO<sub>2</sub> 排出削減目標値に関する課題 >

- ・社会資本整備、道路事業としての目標値の設定
- ・LCA に基づく CO<sub>2</sub> 削減量と、社会資本整備で直接実施可能な範囲の関係の明確化。

計算事例の蓄積を通じて限界削減費用曲線の傾向を掴むことで、特定の CO<sub>2</sub> 排出量削減目標を達成するための CO<sub>2</sub> 排出費用を提案する予定である。

### [ 成果の発表 ]

論文集等への投稿のほかに、研究室のホームページ (<http://www.nilim.go.jp/lab/dcg/lca/top.htm>) に環境負荷原単位一覧表等の有用な情報を順次公開する。

### [ 成果の活用 ]

国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律に基づく特定調達品目の選定手法、舗装性能評価における CO<sub>2</sub> 排出量算出手法、環境影響評価における CO<sub>2</sub> 排出量の調査・予測手法等への活用を具体的に想定しているが、有効な方策についてもさらに幅広く検討しながら研究を進めている。

# 自動車排出ガス量の推計手法の合理化に関する検討

Study concerning rationalization of estimate method about motor vehicle emission factors

(研究期間 平成 22～25 年度)

環境研究部 道路環境研究室  
Environment Department  
Road Environment Division

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

曾根 真理  
Shinri SONE  
土肥 学  
Manabu DOHI  
菅林 恵太  
Keita SUGABAYASHI

It is said that vehicle fuel efficiency by real road traffic is larger than by catalog mode.

This study is to investigate motor vehicle emissions and their variability characteristics by real road traffic by using on-board emissions measurement system etc., and develop more rational estimate method about motor vehicle emission factors in the future.

## [研究目的及び経緯]

道路環境影響評価の自動車走行に係る大気質予測に用いる自動車排出係数は、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、道路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と言われている。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必要である。

本調査研究は、車載型排出ガス計測システム(図-1 参照)及び簡易燃費計を用いて、実走行時の自動車排出ガス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。



図-1 車載型排出ガス計測システム搭載状況

## [研究内容・成果]

### 1. 走行条件の違いによる排出ガス量変動特性比較

走行条件別調査として、平成 23 年 4 月から平成 24 年 3 月までの各月 7 日間、渋滞時・非渋滞時の 2 回調査

(計 168 回)を行い、エアコンは冷房 28℃(6～9 月:5 日間(基準設定))・19℃(1 日間)・暖房 22℃(1, 2 月:4 日間(基準設定))・25℃(1 日間)・31℃(1 日間)に設定、それ以外の調査日は冷暖房なしとした。使用した自動車の車種はガソリン乗用車、調査ルートは茨城県つくば市の一般道約 22km とした。

調査結果を図-2 に示す。なお、エアコン使用の結果としては冷暖房基準設定のみを整理した。エアコンの使用により、冷房実施期間では二酸化炭素排出量が非混雑時で 22%・混雑時で 5%、暖房実施期間では非混雑時で 13%・混雑時で 9%増加した(表-1 参照)。二酸化炭素排出量の増加分の平均は約 12%であり、エコドライブ 10 ののすめ度で示されている燃費約 12%悪化とほぼ等しい結果となった。一方、5 月を除くと、エアコン未使用であっても冷房・暖房実施期間に二酸化炭素排出量が高くなる傾向が見られた。この特性は、エアコン以外にも二酸化炭素排出量に対して有意に影響を与える項目があることを示唆しており、今後の更なる検討が必要であると考えられる。

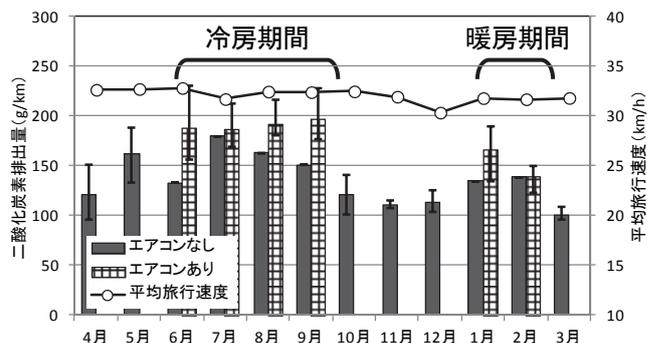


図-2 走行条件別調査結果(非混雑時, 月別)

表-1 エアコンによる二酸化炭素排出量と増加率

単位：g-CO<sub>2</sub>/km

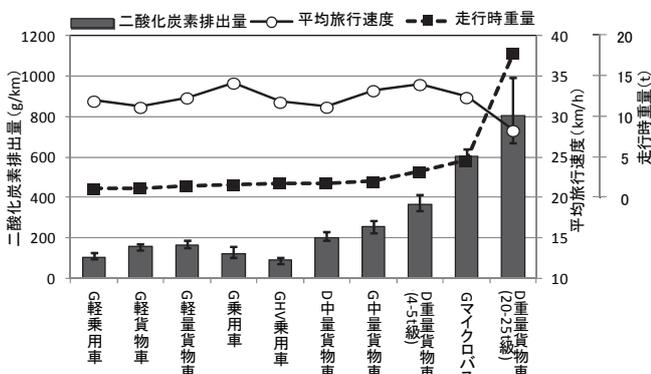
	冷房実施期間 (6~9月)		暖房実施期間 (1, 2月)		未実施期間 (4, 10~12, 3月) ※	
	非混雑時	混雑時	非混雑時	混雑時	非混雑時	混雑時
エアコンなし	156	168	136	132	113	114
冷房 28℃	191	177	—	—	—	—
暖房 22℃	—	—	153	144	—	—
CO <sub>2</sub> 排出量の増加	22%増加	5%増加	13%増加	9%増加	冷暖房期間エアコンなしと比較すると平均31%減少	
	平均12%増加					

注)1. ※：整理においてばらつきの大い5月を除外した。

## 2. 車種の違いによる排出ガス量変動特性比較

車種別調査として、平成23年9月から12月にかけて10車種（ガソリン軽乗用車、ガソリン乗用車、ガソリンハイブリッド乗用車、ガソリン軽貨物車、ガソリン軽量貨物車、ガソリン中量貨物車、ディーゼル中量貨物車、ディーゼル重量貨物車（4-5t級）、ディーゼル重量貨物車（20-25t級）、マイクロバス（ガソリン車））、6回の調査（計60回）を実施した。調査ルートは走行条件別調査と同様、エアコンは未使用とした。

調査結果を図-3に示す。ディーゼル重量貨物車（20-25t級）の二酸化炭素排出量が最も多く約806g-CO<sub>2</sub>/kmとなった。走行時重量と二酸化炭素排出量には相関性があることから、大型車であるほど負荷は大きいと予想される。ディーゼル重量貨物車（20-25t級）の二酸化炭素排出量が多くなった要因としては、平均旅行速度が遅くなったこと等が考えられる。また、本調査では同じディーゼル重量貨物車であるが規格が異なる2つの車両で調査を行った（4-5t級・20-25t級）。走行時重量はそれぞれ約3.2t・約17.9tであり、貨物車の一般的な原単位の考え方に従うと二酸化炭素排出量の差は約6倍になると予測されるが、実際には約2倍の差となった。負荷の大きい大型貨物車については、同一車種でも規格によって細分化して整理する等、より詳細な分析が必要になるものと考えられる。



注)1. G：ガソリン GHV：ガソリンハイブリッド D：ディーゼル

図-3 車種別調査結果（走行時重量昇順）

## 3. 交差点立体化に伴う排出ガス削減効果の試算

交差点立体化に伴う二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)排出削減効果を車載式排出ガス計測システムによる計測データを用いて試算した。計測は2012年1~3月の平日昼間非混雑時に茨城県内の立体交差点2地点で実施した。計測区間は立体道路と平面道路の合分流地点または平面交差点前後100mまでの範囲とし、試験車両はガソリン乗用車、ハイブリッド乗用車、ディーゼル重量貨物車の3台を用いた。交差点通過パターンとして、1)立体交差直進、2)平面交差直進(信号待ち無)、3)平面交差直進(信号待ち有)、4)平面交差左折(信号待ち無)、5)平面交差左折(信号待ち有)、6)平面交差右折(信号待ち無)、7)平面交差右折(平面交差有)の7パターンを設定し、パターン別に4~10回計測し単純平均をとった。計測結果の一例を図-4に示す。二酸化炭素排出量は各車両とも1)立体交差直進より2)平面交差直進(信号待ち無)のほうが若干大きくなり、これら2パターンに比べて3)平面交差直進(信号待ち有)のほうが大幅に大きくなる傾向がみられた。1)と2)の差は平面交差点への分流点及び立体道路との合流点で速度変化(若干の加減速)が生ずること、3)の増加は信号待ち時アイドリングに起因するものとみられた(右左折時も同様の傾向)。これらの結果を用いて交差点立体化に伴う二酸化炭素排出削減効果を試算したところ、2箇所とも年間600万t程度という試算結果が導出された。

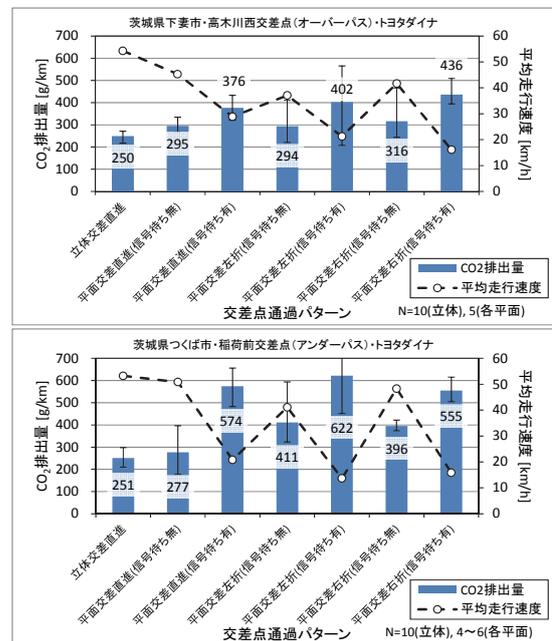


図-4 交差点通過パターン別CO<sub>2</sub>排出量比較（箇所別）

### 【成果の発表・活用】

引き続き様々な車種・車両や排ガス量変動要因に関する調査・データ蓄積を実施し、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。

# 大気質予測における数値解析モデルの適用可能性の検討

Applicability of computational fluid dynamics on air quality prediction near road

(研究期間 平成 23~25 年度)

環境研究部道路環境研究室  
Road Environment Division  
Environment Department

室長  
Head  
主任研究官  
Senior Researcher  
研究官  
Researcher

曾根 真理  
Shinri SONE  
土肥 学  
Manabu DOHI  
神田 太郎  
Taro KANDA

The applicability of Computational Fluid Dynamics (CFD) on air quality prediction has not been fully verified, although the requests are sometimes made for CFD. In this study, we calculated concentrations of nitrogen oxide (NO<sub>x</sub>) and sulfur hexafluoride (SF<sub>6</sub>) using CFD method. The results were compared with observed data and calculated results by conventional Plume/Puff models. The calculation and comparison were conducted for 14 cases covering various types of road structures. As far as we studied, CFD method does not show obvious superiority to Plume/Puff model.

## [研究目的及び経緯]

道路事業の環境影響評価における自動車の走行に伴う二酸化窒素(NO<sub>2</sub>)や浮遊粒子状物質(SPM)の拡散予測については、主務省令<sup>1</sup>においてブルーム式及びパフ式による計算が参考手法として位置付けられている。ブルーム・パフ式は、一定の仮定の下で流体力学の基礎方程式から導出される解析的な手法である。式中のパラメータを実測に基づいて経験的に与えることで、一定の汎用性が確保されていると考えられる。

一方、道路構造や地形が複雑な地域においては、ブルーム・パフ式導出における仮定が満足されないとして、流体数値解析(Computational Fluid Dynamics、CFD)を用いた大気質拡散予測がしばしば要請される。従来、CFDを実施する上で必要となる数多くの条件設定について確証を得るための知見は乏しく、その与え方次第では単純なブルーム・パフ式よりも再現性が低下してしまう等の課題が指摘されていた。最近になって、都市の風環境分野で CFD ガイドラインが発行されたり、大気環境分野でも大気質予測への CFD 適用性に関する検討会が進められたり等、一定の知見が社会で共有されつつある。

本研究は、これらの状況を踏まえ、道路事業の環境影響評価における大気質予測への CFD の適用性を検証するものである。先ず、平成 23 年度は、過去に実施された野外拡散実験データを用いて、地形条件が比

較的単純な複数の道路構造周辺でブルーム・パフ式と CFD による大気拡散計算を行い、再現性を比較した。

## [研究内容]

### (1) 検討の概要

#### a) 対象実験

対象とした野外拡散実験は、1998 年前後に複数の道路管理者によって実施されたものであり、道路構造(平面、盛土、切土、高架、遮音壁有無、等)や測定点配置が異なる計 14 ケースのデータが得られている。周辺の地形はいずれもほぼ平坦である。実験では、窒素酸化物(NO<sub>x</sub>)と六フッ化硫黄(SF<sub>6</sub>)、トレーサガスとして流量を制御しながら排出)濃度のほか、自動車交通や気象の観測がなされている。一例として、平面道路における鉛直拡散実験の測定点等の配置を図-1 に示す。

図-1 に示した範囲が、CFD の計算領域である。

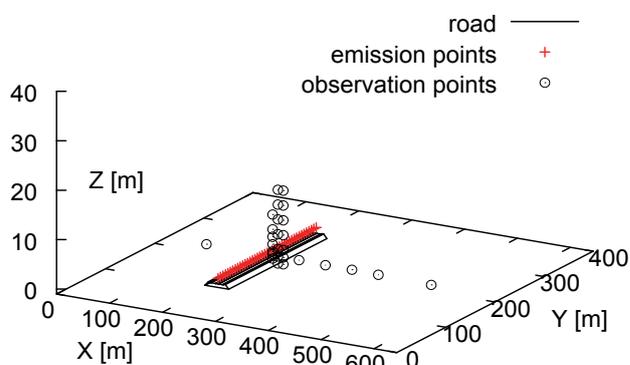


図-1 野外拡散実験に関する測定点等の配置の一例(平面道路・鉛直拡散実験)

<sup>1</sup> 道路事業に係る環境影響評価の項目並びに当該項目に係る調査、予測及び評価を合理的に行うための手法を選定するための指針、環境の保全のための措置に関する指針等を定める省令

## b) 計算方法

プルーム・パフ式による予測は、道路環境影響評価の技術手法に従った。CFDによる予測は、実務での利用実績が高い市販ソフトウェアを使用し、乱流モデル、格子設定、境界条件、各種パラメータの設定等については、上述のガイドライン(建築学会)や検討会における議論(大気環境学会)等の既存知見を参照した。

### [研究成果]

#### (1) プルーム・パフ式と CFD の比較

SF<sub>6</sub>は、①流量を制御している、②他の排出源を無視できる(初期のバックグラウンド濃度が検出限界以下)、③大気中での反応が乏しく保存量とみなせることから、濃度場の予測結果の相違は、ほとんどプルーム・パフ式と CFD の拡散の計算方法によるものと考えられる。そこで、SF<sub>6</sub>を対象に、プルーム・パフ式と CFD の濃度予測結果を比較した。

比較結果の一例(平面道路・鉛直拡散実験)を図-2に示す。この実験ケースでは、鉛直方向(図-2(a))・道路直交方向(図-2(b))分布とも、プルーム・パフ式と CFD で形状の相違はみられるものの、実測値の再現性は同程度である。他の実験ケースについても同様で、プルーム・パフ式と CFD の再現性のよしあしを明確に判断できる結果は得られなかった。

#### (2) 大気質予測の一連の手順を踏まえた、拡散予測の精緻化の重要性に関する考察

環境基準は NO<sub>2</sub> の年間 98%値に対して定められていることから、環境影響評価における予測では拡散挙動のみの正確さを突き詰めても不十分で、排出量の設定、一酸化窒素(NO)から NO<sub>2</sub> への変換に関する化学反

応、年間の平均的濃度から年間 98%値への換算等についても足並みを揃えて同等の信頼性を確保することが重要である。本検討でデータを使用している野外拡散実験では、NOx の測定も行っており、NOx は SF<sub>6</sub>と同様に大気中で保存量として取り扱いうることから、両者の実測値と計算値の誤差の相違は、「排出量の設定」(SF<sub>6</sub>: 実流量により設定、NOx: 交通量と排出係数から推計)によると考えられる。そこで NOx と SF<sub>6</sub> の再現性の相違から、拡散挙動の計算と排出量の設定が全体の予測精度に及ぼす影響を比較した。

NOx の計算結果の一例は図-2(c)、(d)に示すとおりであり、SF<sub>6</sub>(図-2(a)、(b))に比べ、観測値との乖離が著しい。この結果から、拡散挙動をどれだけ精緻に予測したとしても、排出量の設定を誤ってしまえば全体の予測精度の向上は期待できないことが理解できる。数十年先の将来予測を行う環境影響評価においては、交通量や排出係数の設定が、拡散挙動の再現よりもむしろ予測精度を規定している可能性がある。なお、今回の NOx の予測に利用した排出係数の値は、野外拡散実験の実施より 3 年程度後の 2000 年の値(国土技術政策総合研究所作成の最初の値)である。影響度は定かでないものの、この点は過小評価に働いた要因である。

### [成果の発表]

今後の調査研究を踏まえて CFD に関する課題や適用にあたっての留意事項を整理し、沿道大気質予測を行う道路事業者が参照できるようとりまとめる。

### [成果の活用]

合理的かつ適切な道路事業の大気質予測手法の選定に資することが期待される。

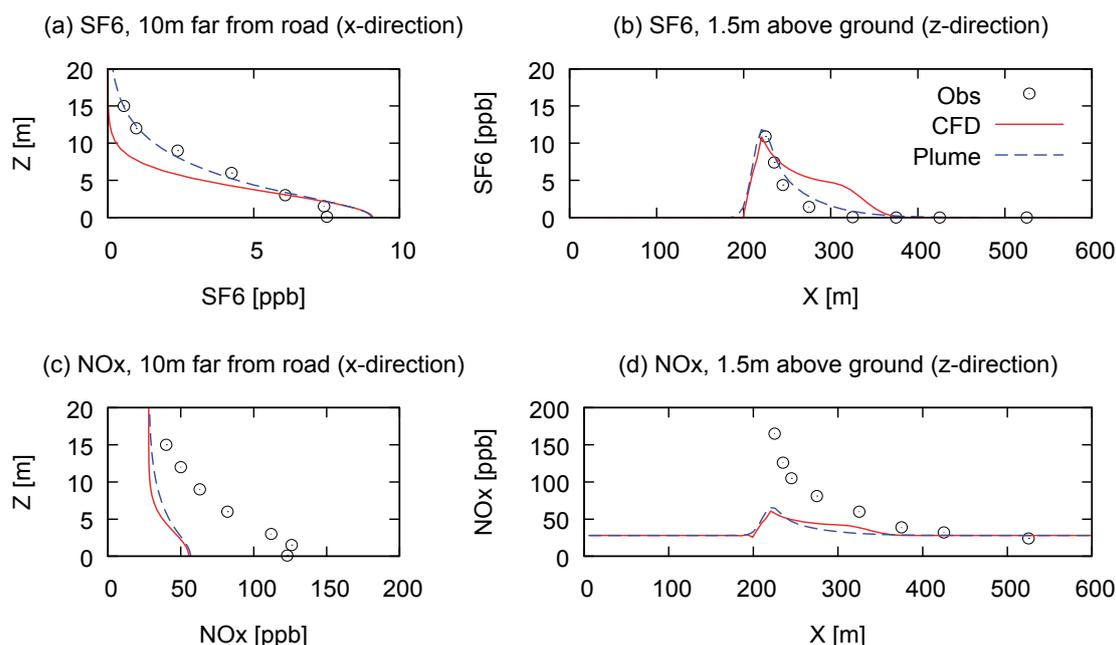


図-2 実測、CFD、プルーム・パフ式の結果比較の一例(平面道路・鉛直拡散)

# 道路事業の構想段階における環境調査・予測手法の検討

Research on Technical Guidelines for Environmental Survey and Impact Prediction at the Road Project Concept Stage

(研究期間 平成 22～25 年度)

— S E A (戦略的環境アセスメント) の実施に関する検討—

Study of the Implementation of SEA(Strategic Environmental Assessments)

環境研究部 道路環境研究室  
Environment Department  
Road Environment Division

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

曾根 真理  
Shinri SONE  
井上 隆司  
Ryuji INOUE  
山本 裕一郎  
Yuichiro YAMAMOTO  
安東 新吾  
Shingo ANDOU

‘Environmental Impact Assessment Technique for Road Project’ has to be revised according to amendment of the law concerned, technical innovation in the fields of prediction technique and social background.

According to the amended Environmental Impact Assessment Law, the procedures of the Planning Stage Environmental Consideration Statement (SEA) will be carried out beginning April 2013. This study is to prepare for its application to road projects.

## [研究目的及び経緯]

国土技術政策総合研究所は、「道路環境影響評価の技術手法(国土技術政策総合研究所資料第382～400号他。以下、技術手法という)」を作成して全国の道路事業の環境影響評価の適切かつ円滑な実施を支援している。技術手法は道路事業の環境影響評価を実施するための具体的な調査・予測・評価手法の事例をとりまとめたものであり、環境影響評価制度の動向や最新の知見・技術を反映することが求められる。

本年度は、環境影響評価法の改正による計画段階環境配慮書に関する手続き(S E A、H25 施行)への対応について、以下の検討を行った。

## [研究内容及び研究成果]

### 1. 構想段階における S E A の運用のあり方

道路事業では、構想段階(概ねのルート、基本的な構造を決定する段階)において、住民・関係者との柔軟・円滑なコミュニケーション(P I)を行いながら、環境・社会・経済等の様々な観点から総合的判断を行い、計画を決定している。その中で法定の S E A を実施する方針を、関連する専門分野(土木計画学、行政学)の若手学識者による委員会(委員長:寺部慎太郎 東京理科大准教授)を設置し検討を行い、「道路事業の

構想段階での S E A の運用のあり方(たたき台)」をとりまとめた。ポイントは以下のとおり。

### S E A の運用のあり方(たたき台)

(1) 行政への信頼感を得る(損ねない)ように運用することが最も重要。

(2) 各プロセスにおける留意点

① 発議	S E A の実施を明示。
② 課題の共有	環境面の課題が必須。
③ 複数案・評価項目設定	環境面の項目が必須。
④ 比較評価	S E A の手続
	複数案ごとに環境面を評価(配慮書の作成等)。その後、社会・経済面を含めて比較評価。
⑤ 計画案選定	環境・社会・経済面を総合的に判断。

(3) 配慮書への意見聴取は、構想段階 P I と一体のプロセスで実施。

(4) 適切な専門家の選定、役割の明確化。

### 2. 構想段階における環境調査・予測の内容

構想段階 P I を経て、従来からの環境影響評価(E I A)を実施した道路事業 9 件を対象に、構想段階と E I A それぞれの環境調査・予測の内容を項目ごとに

比較整理し（表1）、SEAの調査・予測手法を想定した。

表1 構想段階及びEIAにおける調査・予測手法

		構想段階	E I A
大気質・騒音・振動	調査	既存資料調査	既存資料調査 現地調査
	予測	集落からの離隔距離、市街地の高架延長等により定性的に把握	予測式による定量化
動物・植物・生態系	調査	既存資料調査	既存資料調査 現地調査
	予測	地形の改変量等により、影響の程度を把握	重要種ごとに、生息地と事業実施区域との重ね合わせ、影響・保全措置を検討

SEAの調査・予測手法は、E I Aとの区別を明確にし、構想段階での概略的な調査・予測手法を参考にとりまとめることが適切であると考えられる。

### 3. 構想段階における自然環境への配慮の方向性

SEAは自然環境保全の観点から指摘・提唱されてきた経緯を踏まえ、自然環境配慮について、構想段階で検討すべきこと（保全対象や配慮のあり方）及び検討手法（活用可能な既存資料、その活用方法）を以下のとおり検討した。

まず、道路事業44件の構想段階での自然環境の概査資料（調査業務報告書等）を収集し、調査対象・方法・期間・頻度を表形式に、調査箇所・結果を図面形式に整理した。多くの事例で、E I Aと同様の現地調査や

文献調査が言わば前倒しで行われていた。しかしながら、調査コストの増大や調査結果の有効性（E I Aの頃には古くなる）を考えれば、SEAでは既存の自然環境情報の活用が重要と考えられる。

次に、公的機関・大学等で整備が進められている自然環境情報について、文献・ヒアリング等により収集整理するとともに、構想段階の道路事業の複数ルート（延長10km程度を想定）において動植物への影響・保全効果の比較整理等に活用を試みることににより、SEAにおける活用の可能性を検討した。（表2）

以上の検討について、関連する専門分野（生態工学、土木計画学等）の学識者によるグループ討議（座長：日置佳之鳥取大教授）にて議論を行い、中間とりまとめを行った。ポイントは以下のとおり。

#### 自然環境への配慮の方向性と検討手法（案）

##### (1) 構想段階における配慮の方向性

- ① 概ねのルートや基本的な構造の決定にあたっての、重大な影響の「回避」「低減」
- ② 既存資料の活用
- ③ 地域の環境戦略やP Iにより、重要な自然環境を抽出

##### (2) 具体的な検討の観点・手法

- ① 重要種等の位置情報を基に、重要な植物・両生類等の生息地の改変・分断を回避
- ② 植生図・航空写真等を基に、生育・生息可能性（ポテンシャル）の高いエリアを回避

#### [成果の活用]

環境影響評価法の改正を受けた「道路環境影響評価の技術手法」の改定（H24 予定）に活用する。

表2 SEAにおける自然環境情報の活用可能性・課題

	作成した機関	自然環境情報		SEAにおける活用可能性・課題		
				位置情報の存在	面的な網羅性	情報の質
公開情報	環境省・都道府県	レッドデータブック		多くは非公開。ヒアリングで分かる可能性。	全国に面的に存在。網羅性は無く、他にも生息・生育地が存在する恐れ。	植生図等との併用により、生息生育適地を概略的に検討できる可能性。
	環境省	自然環境保全基礎調査	植生図	全国で1/5万～1/2万5千にて作成。	全国を面的に網羅。	検討対象となる植物群落が定まれば、ルート位置の選定等に活用できる。
			特定植物群落、巨樹・巨木、湿地	位置を点又は面で表示。1/5万にて作成。	全国を面的に網羅。	回避すべき箇所（コントロールポイント）の把握等に活用できる。
	愛知県	生物多様性ポテンシャルマップ(生息適地図)		オオタカ等16種類の動物の生息適地をHSIモデルから解析。1/10万～1/20万にて作成。	現在、愛知県のみ。県内は面的に網羅。	検討対象の設定、検討対象の生息適地把握手法(モデル)が必要。
ヒアリングで収集		航空写真		特定の地形(谷戸等)が撮影されている。	全国を面的に網羅。	検討対象(谷戸等)の設定によっては活用できる。
	都道府県等	保全地域指定候補地(調査報告書)		地域における重要な生息・生育地を掲載。	面的な網羅性は無いが、地域において重要と考えられている箇所を調査。	地域において重要と考えられている箇所が抽出できる。

# 道路事業の工事中・供用後における環境保全措置の効果把握に関する検討

Research on Grasp the Effectiveness of Environmental Conservation Measures at the Road Project under Construction and Opened to Traffic  
(研究期間 平成 23～25 年度)

環境研究部 道路環境研究室  
Environment Department  
Road Environment Division

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

曾根 真理  
Shinri SONE  
井上 隆司  
Ryuji INOUE  
山本 裕一郎  
Yuichiro YAMAMOTO  
安東 新吾  
Shingo ANDOU

‘Environmental Impact Assessment Technique for Road Project’ has to be revised according to amendment of the law concerned, technical innovation in the fields of prediction technique and social background.

According to the amended Environmental Impact Assessment Law, the report on results of monitoring surveys during/after construction will be carried out beginning April 2013. This study is to prepare for its application to road projects.

## 〔研究目的及び経緯〕

国土技術政策総合研究所は、「道路環境影響評価の技術手法(国土技術政策総合研究所資料第 382～400 号他、以下、技術手法という)」を作成して、全国の道路事業の環境影響評価の適切かつ円滑な実施を支援している。技術手法は道路事業の環境影響評価を実施するための具体的な調査・予測・評価手法の事例をとりまとめたものであり、環境影響評価制度の動向や最新の知見・技術を反映することが求められる。

本年度は、環境影響評価法の改正による「報告書に関する手続き(事後調査結果の報告・公表、H25 施行)」の新設への対応について、以下の検討を行った。

## 〔研究内容〕

### (1) 自然環境項目における事後調査手法の検討

環境影響評価の事後調査は、保全措置の効果に不確実性があるとされる自然環境を中心に実施数が増えているものの、参考となる調査手法(調査方法、期間等)が定まっていない状況にある。このため、事後調査の先行事例を収集し、実施状況(調査方法、期間、調査結果等)を把握した。その結果を基に、事後調査の実施数の多い「植物の移植」、「両生類の移設」、工事中の「猛禽類への影響の回避・低減」について、動植物の学識者の意見とのグループ討議(座長：葉山嘉一日大准教授)を経て事後調査手法案を整理した。

### (2) 生活環境項目における事後調査状況の把握

生活環境項目(大気質、騒音、振動、日照障害等)についても、自然環境に比べて実施数は少ないものの、事後調査の先行事例を収集し、実施状況(調査方法、期間、調査結果等)を把握した。

### (3) 環境影響評価書の活用可能性の整理

環境影響評価書に記載されている各種調査結果の有効活用を視野に、その学術的価値や活用可能性について、学識者の意見を踏まえて整理した。

## 〔研究成果〕

### (1) 自然環境項目における事後調査手法(案)

#### ① 「植物の移植」「両生類の移設」の事後調査手法案

調査の重点化を目的として、環境省のレッドリスト等による当該種の危機の状況や当該地域における生育・生息数等を基に『事後調査のランク(詳細度)』を設定することとした。ランクのイメージを表 1 に示す。

表 1 事後調査のランク(詳細度)のイメージ

当該地域における生息数	重要性	国または都道府県レベルの重要性が高い(絶滅危惧)	国または都道府県レベルでは準絶滅危惧相当以下	左記以外
			市町村レベルの重要性が高い	
少ない		ランク 1	ランク 1	該当があれば ランク 2 or 3
やや少ない		ランク 2	ランク 2	
比較的多い		該当があれば ランク 2 or 3	ランク 3	

表 2 事後調査手法案（植物の移植、両生類の移設）

	植物の移植			両生類の移設		
	調査方法		調査期間（頻度） の目安	調査方法		調査期間（頻度） の目安
	生育状況調査	環境条件調査		生育状況調査	環境条件調査	
ランク 1	写真撮影等により、個体数の増減及び生育状況を記録	現地踏査により、植生、日照、土壌、人為的改変の有無を記録	工事期間中及び移植完了後概ね 5 年間（年 1 回）	任意観察法（目撃法、捕獲法）により、卵塊数及び幼生、成体の個体数を記録	水質調査（水温、pH、SS 等）及び環境状況（水深、水量等）を記録	工事期間中及び移設完了後概ね 5 年間（年 4～5 回）
ランク 2	写真撮影により、対象種の存在の有無を記録	上に同じ	工事期間中及び移植完了後概ね 3 年間（年 1 回）	任意観察法（同上）により、卵塊等を確認して種を記録	目視により、環境条件の変化（水量、水の濁り等）を記録	工事期間中及び移設完了後概ね 3 年間（年 2～3 回）

※ランク 3 では事後調査を実施しない。

ランクごとの事後調査手法案を表 2 に示す。ランク 1 では個体数を確認して生育・生息状況を詳細に調査するが、ランク 2 では対象種の存在の有無の確認を主としてランク 1 との差別化を図った。移植・移設の完了後からの調査期間は、ランク 1 では 5 年間、ランク 2 では 3 年間に設定した。

### ②「猛禽類への影響の回避・低減」の事後調査手法案

『事後調査のランク』は、工事着手前の繁殖状況調査による行動圏の内部構造推定結果を基に、事業実施区域と営巣地の位置関係（距離）で設定する以下の案とした。

【ランク 1】事業実施区域が営巣中心域にかかる場合

【ランク 2】同、営巣中心域にはかからないが、営巣期高利用域にかかる場合

【ランク 3】同、営巣期高利用域にかからない場合

事後調査手法は、定点観察法による工事影響の監視が主体となるが、猛禽類の生態については未解明の部分が多く、より多くの事例分析に基づく継続検討が必要である。

### （2）生活環境項目における事後調査状況

都市部の道路事業を中心に 9 件の事後調査事例を収集できた。内訳は閣議アセスが 1 件、法に基づくアセス（経過措置案件を含む）が 3 件、条例アセスが 5 件である。

工事期間中の事後調査では、計測等の現地調査によらず、工事計画における環境配慮状況の整理と実際の現地状況の調査により、環境保全措置の実施状況（環境対策の遵守状況）の確認がなされていた。

供用後の事後調査については、今回収集した事例においては、いずれも評価書や事後調査計画書に記載（予定）している事後調査の実施予定年次に達しておらず、具体的な実施状況は把握できなかった。

### （3）環境影響評価書の活用可能性

環境影響評価書に記載されている調査結果に学術的価値があると認められ、活用可能性が示唆された項目（環境要素）に、汎用性の面から動物・植物・生態系、特殊性の面から地下水、貴重性の面から文化遺産が挙げられた。それぞれの理由、根拠である学識者の意見概要を以下に示す。

- ・動物、植物、生態系の現地調査結果には、高い学術的価値があると認められ、調査結果の解析により、有効活用が可能である。
- ・調査時点によって変化が生じる昆虫の記録などは、その調査時点の情報として残ることが大変に重要である。これらの調査結果は博物館の情報と同じ意味を持つ。
- ・地下水の調査結果については、これまで具体的な調査事例が少なかった分野であり、今後の知見の蓄積により、学術的価値が高くなると考えられる。
- ・環境影響評価書の電子化が進むと、各専門分野の学識経験者が徐々に使う方向に向くと予想される。環境影響評価書は分量が多いので、電子化により必要部分を抽出して利用することが可能になる。
- ・調査結果の GIS 化により生じると想定される実際の位置情報とのずれは、動物の場合には容認される。動物の場合は移動するので、ある程度の位置情報でよい。一方、植物の場合は貴重種の位置情報には精度が必要である。その意味で、GIS 化は植生図と重ね合わせるなどにより、植物の分野での有効活用が図れると考えられる。

### [成果の活用]

環境影響評価法の改正を受けた「道路環境影響評価の技術手法」の改定（H24 予定）等に活用する。

# 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 Method for Road Traffic Noise Situation

(研究期間 平成 22～25 年度)

環境研究部  
Environment Department  
道路環境研究室  
Road Environment Division

室長 曾根 真理  
Head Shinri SONE  
主任研究官 吉永 弘志  
Senior Researcher Hiroshi YOSHINAGA

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 survey on operating conditions of the criteria in foreign countries, and discomfort for various road traffic noises had been done in fiscal 2011.

## 〔研究目的及び経緯〕

本研究は、国土交通省が管理している道路における騒音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および箇所を選定する手法に資する知見を得ることを目的としている。平成 23 年度は、海外における基準の運用状況調査および騒音に対する不快感の調査を行った。

## 〔研究内容〕

### (1) 国内における苦情対応の状況調査

騒音問題が長期化した 3 箇所および短期間で騒音問題が解消した 2 箇所を対象として、道路管理者への面接調査を行い、苦情の受理から対策までの一連の経緯を調べた。また、騒音レベルが高いが、騒音問題が発生していない 3 箇所を対象として現地を調査した。騒音問題が発生していない箇所の現地調査における騒音レベルは環境省の公表値で把握し、騒音問題の有無は自治体および警察に問い合わせで調べた。

### (2) 海外における基準の運用状況調査

海外における道路交通騒音の基準の運用状況の実態を把握するため、文献調査により基準の法的な根拠を整理し、現地での面接調査により基準値の運用、商業地等における特例、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、および騒音苦情の対応方法を調べた。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)、および韓国(韓)の 6 か国の 17 機関とした。さらに、WHO の騒音ガイドラインの責任者およびガイドライン作成に係わった関係者 (WHO 欧州事務所、ブランデンブルグ州環境保護部等に所属する参加研究者 3 名) への面接調査により、ガイドラインを定めた経緯等について調べた。

### (3) 騒音影響の面接調査

騒音による様々な影響を把握することを目的とし、各種の面接調査を行った。騒音による聴取妨害の実態を把握するため、自動車内、工場、待合室でテレビ・ラジオを聴取している人に面接調査した。屋外騒音環境が住宅選択に及ぼす影響および住宅販売・賃貸契約時における環境騒音 (特に道路交通騒音) に関する説明状況を把握するため、不動産販売・仲介関係者に面接調査した。住居選択における環境騒音の影響および居住時の環境騒音の評価について把握するため、幹線道路沿道の住民への面接調査を行った。地域別の平均的な窓の開閉状況の実態を把握するため、地域を区分し、窓の開閉状況に関する面接調査を行った。

### (4) 騒音に対する不快感の心理学的測定

騒音に対する不快感に関する心理学的測定を行った。測定方法は、文献調査、および有識者インタビューに基づく検討で選定した。測定では被験者を 10 人とし、各種の音をヘッドフォンで再生した。道路交通騒音に対する不快感は、評定尺度法で測定し定常音と比較した。路面段差の衝撃音に対する不快感は ME 法で測定した。テレビ・ラジオの音の聴取妨害は、騒音の曝露下での主観評価で測定した。さらに、不快感の大きい路面段差音に着目し、路面段差音が発生する位置を簡易に把握する方法を検討した。検討では、GPS、加速度計等の車載測定器を搭載した車両で測定したデータを分析した。

### (5) データベースの更新

平成 22 年度までの道路環境センサスの調査結果と平成 20 年度に調査した道路交通騒音に対する相談等の発生状況の調査結果を統合し、騒音の環境基準達成率と苦情の発生割合の関係を整理した。

[研究成果]

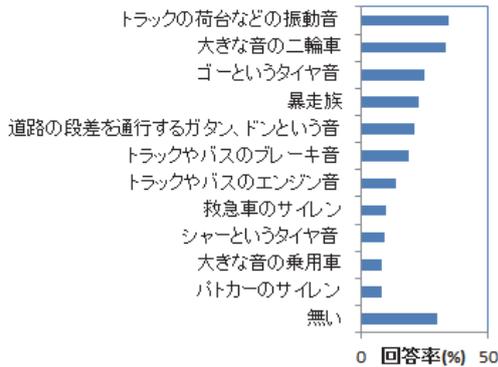


図-1 不快と感じる道路の騒音

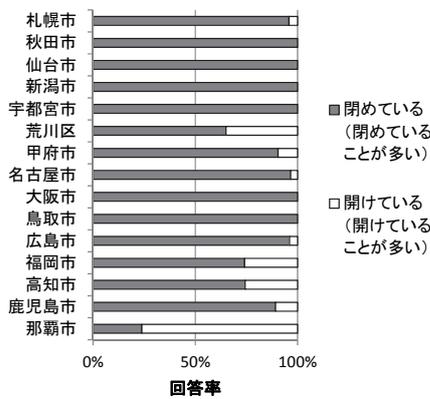


図-2 冬の昼間における窓の開閉状況

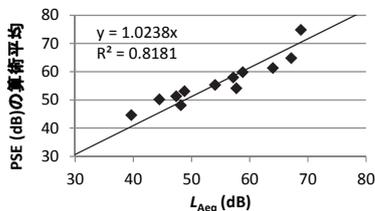


図-3  $L_{Aeq}$  と不快感の評価

(1) 国内における苦情対応の状況調査

騒音問題が長期化した箇所および騒音対策の要望が多い箇所では、各種の騒音対策を継続的に講じるとともに路面の状況を常に監視し、早期に補修する配慮をしていた。短期間で騒音問題が解消した箇所では、住民からの要望等に対するすみやかな対応を心掛けていた。騒音の測定値が環境基準値以下のため騒音対策を講じない箇所では、対策を講じることができない旨を説明して理解を得ていた。

(2) 海外における基準の運用状況調査

面接調査により以下の状況を把握した。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。主な騒音対策は、独仏

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。残りの2カ国では、実質的に未対策であった。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みあたらなかった。一方、WHO も騒音のガイドラインを定めているが、この基準値は日本および今回調査対象とした各国の基準値を大きく下回っている。WHO が正規の手続きを経て、このガイドラインを策定したことを確認したが、調査対象とした6ヶ国においてWHOのガイドラインの基準値を採択する予定の国はみあたらなかった。

(3) 面接による騒音環境調査

テレビ・ラジオの聴取について面接調査した結果、聞き取りにくいという回答は、音量を自ら調整できる自動車内で2割未満であったが、音量が小さく調整ができない待合室では7割程度だった。不動産販売・仲介業者への面接調査を行った結果、消費者の多くは住宅選択時には騒音について考慮しており、全ての業者は騒音の影響が懸念される場合には説明等を行い、一部の業者は重要事項説明書に騒音を記載していた。幹線道路沿道の住民に面接調査を行った結果、幹線道路からの距離に関係なく1/4程度の住民が道路交通騒音を考慮して住宅を選択していた。住民が不快と感じる道路の騒音はトラックの荷台の振動音、大きな音の二輪車、ゴーというタイヤ音の順に多く(図-1)、路面の段差対策、違法マフラー車対策、舗装の劣化対策が重要であることがわかった。窓の開閉状況に関する面接調査を行った結果、地域別、季節別、昼夜別の窓の開閉状況を把握した。図-2は調査結果の一部である。

(4) 騒音に対する不快感の心理学的測定

道路交通騒音に対する不快感の心理学的測定の結果、同じ等価騒音レベル  $L_{Aeq}$  でも騒音レベルの最大値  $L_{A_{fmax}}$  が大きくなることにより不快感が増す傾向が見受けられた。路面段差の衝撃音に対する不快感の心理学的測定の結果、 $L_{Aeq}$  は不快感の評価との相関が高く(図-3)、不快感と示す指標として優れていた。テレビ・ラジオの聴取妨害に関する心理学的測定の結果、騒音が65dB程度を超えると聴取妨害が生じる恐れがある傾向を把握した。路面段差音の生じる箇所のGIS情報化に関する検討では、路面段差音が発生する箇所を車載機で測定した振動加速度に基づいて地図上(DRM)にプロットして示すことができた。

【成果の活用】

今後、さらに知見を深め、騒音対策を優先的に実施する箇所および方法の選定に資することで道路政策に反映させる予定である。

# 局地的な条件を考慮した沿道大気質調査・予測手法

Air quality prediction considering local and instantaneous conditions

(研究期間 平成 19～24 年度)

環境研究部道路環境研究室  
Road Environment Division  
Environment Department

室長  
Head  
主任研究官  
Senior Researcher  
研究官  
Researcher

曽根 真理  
Shinri SONE  
土肥 学  
Manabu DOHI  
神田 太郎  
Taro KANDA

The concentration of nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>) near road is decreasing year by year. High-concentration events, on which the concentrations are higher than the environmental standard, are observed only on local spots in several days. To improve the air environment in these spots, it is necessary to determine the cause of high concentration events and the effective measure for each site. We analyzed the causes of high concentration events using air quality data past ten years where NO<sub>2</sub> concentrations are the severest. We took attention on the structural features and a meteorological index called “potential ozone”. We found that high concentrated oxidant has significant influence on most of the sites. The structural features do not always have significant influence.

## 〔研究目的及び経緯〕

沿道の大気環境は年々改善し、大気環境基準を超過する二酸化窒素(NO<sub>2</sub>)の高濃度イベントは限られた地点で一時的に発生するだけになっている。わずかに残存する NO<sub>2</sub> の環境基準非達成地点においても、自動車排気管からの NO<sub>x</sub> 排出量では高濃度イベントを説明することはできない。このような状況において一層の沿道大気質改善を図るためには、高濃度イベントが生じる局地・瞬間に特有の高濃度化要因を特定することが必要である。また、各対策効果の定量化手法に、高濃度化要因の特定結果を反映させることが必要である。

本研究は、沿道大気質の改善施策が求められる局地の特性を考慮しつつ、沿道の大気質改善対策の効果を適切に反映できる予測手法について検討するものである。平成 23 年度は、NO<sub>2</sub> 濃度が特に厳しい沿道を対象に高濃度化要因の分析を行うとともに、局地的な条件を踏まえた沿道大気質改善効果の推計を試みた。本稿では、高濃度化要因の分析について紹介する。

## 〔研究内容〕

### (1) 検討対象地点の選定

NO<sub>2</sub> 濃度の年平均値または年間 98%値(環境基準の評価値)が最近 2 か年で上位 10 局に該当した自動車排出ガス測定局から、NO<sub>2</sub> 濃度や道路構造等を勘案し、当面厳しい状況が続くと考えられる 11 局を選定した。

### (2) 高濃度化要因の分析

選定した 11 局について平成 13～22 年度の 10 年間

の大気質および気象の観測データを収集し、高濃度イベントの出現状況等の経年的傾向を整理した。高濃度化要因として、道路構造や建物影響による拡散の阻害と、オキシダントによる NO の酸化促進に着目した。

拡散の阻害については、平坦な拡散場を仮定して推計した道路寄与濃度と、自動車排出ガス測定局と近傍の一般局の実測値の差分により求めた道路寄与濃度を比較し、後者が前者より著しく高い場合には、NO<sub>2</sub> の高濃度化に一定の影響を有していると考えられる。

オキシダントによる酸化促進については、「ポテンシャルオゾン(PO)」に着目し、NO<sub>2</sub> 濃度との関係进行分析した。PO は NO<sub>2</sub> 濃度と O<sub>3</sub> 濃度の和で定義される。O<sub>3</sub> によって NO が酸化されても、PO は保存されるため、消費前後で変動するオキシダント濃度自体よりもオキシダントの影響の分析に適した指標である。

## 〔研究成果〕(高濃度化要因の分析)

### (1) 道路構造や建物影響による拡散の阻害

NO<sub>x</sub> の道路寄与濃度の推計値と実測値の関係を表-1 に示す。周辺の建物状況によって概ね推計値と実測値の比を分類することができた。ただし、測定値が著しく高かった地点についても、道路寄与濃度が場の NO<sub>x</sub> 濃度に占める割合は大きくないため、道路寄与濃度の低減による沿道大気質改善効果は限定的であると考えられる。「その他」に分類した測定局は、設置位置等に特異な点がみられ、実測値と推計値の比で単純に拡散の阻害の影響を分析することが困難であった。

表-1 周辺の建物状況別のNOxの道路寄与濃度の推計値と実測値の関係

	〔実測値／推計値（採取口位置）〕		
	0.7～1.3	1.4～1.9	2.0～3.2
低層建物	日の出交差点 浜町交差点		
中高層建物 一部密集		北品川二丁目 交差点	
低・中高層 建物 密集		大和町交差点 上馬交差点	
中高層建物 高密度	北松戸交差点		松原交差点 (掘割) 今里交差点
その他		遠藤町交差点	川崎臨港警察 署前交差点 岡崎インター 西交差点

※本表はNOxを対象としたものであり、また各地点の道路寄与濃度はバックグラウンド濃度の1～3割程度である。

## (2) オキシダントによるNOの酸化促進

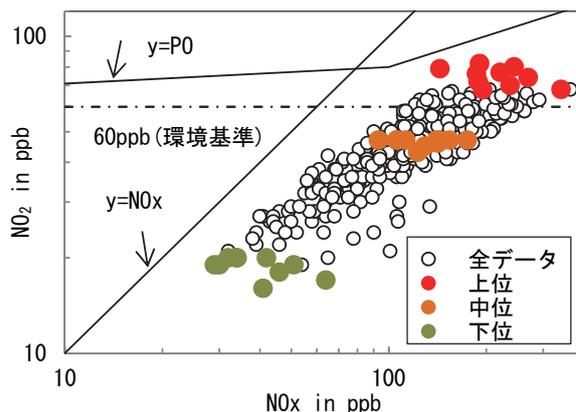
POを指標にした沿道のNO<sub>2</sub>濃度に及ぼすオキシダントの影響の解析例を図-1に示す。図中のy=POの曲線は、各観測日のPOを次式で算出し、算出した通年データに対する包絡線からパラメータを推定することで求めた。

$$[PO]=[O_3]_{BG}+[NO_2]_{BG}+a[NOx]_{DF}$$

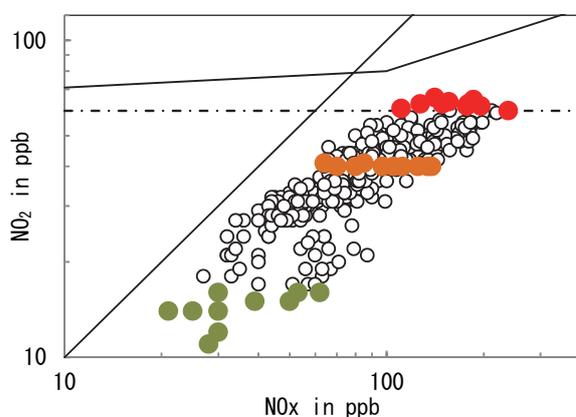
ここで、添え字BGはバックグラウンドを意味し、各対象局の近傍の一般環境大気測定局(一般局)とし、DFは道路寄与を意味し、各対象局と近傍一般局の差分とした。aは、自動車排気管からのNOx排出量に占めるNO<sub>2</sub>の割合であり、既往研究に従って0.1とした。

NOx及びPOの定義により、NO<sub>2</sub>濃度はy=NOxとy=POで区切られる領域の下側に分布する。NOx濃度が非常に低い場合にはNOx濃度がNO<sub>2</sub>濃度を規定し、NOx濃度が高くなるとPO濃度がNO<sub>2</sub>濃度を規定する。また、NO<sub>2</sub>の点と、y=NOx及びy=POの差は、それぞれNO濃度、Ox濃度を表す。

図-1において、年間の上位10日のNO<sub>2</sub>濃度を赤、中位10日のNO<sub>2</sub>濃度を橙、下位10日のNO<sub>2</sub>濃度を緑で示した。環境基準を上回る上位10日と環境基準を下回る中位10日では、NO<sub>2</sub>濃度に大きな差があるものの、NOx濃度は同程度の日も多い。上位10日のように環境基準を上回るNO<sub>2</sub>濃度は、NOの酸化が促進され(O<sub>3</sub>が消費され)、PO濃度に近づく場合に表れている。このことから、NO<sub>2</sub>の高濃度イベントは、NOxの高濃度化よりもむしろNOの酸化促進によって生じていることが明確に読み取れる。



(a) 平成18年度



(b) 平成22年度

図-1 沿道のNO<sub>2</sub>濃度に及ぼすオキシダントの影響 (1局の解析例。傾向はほかの10局も同様である。)

NOの酸化促進によって引き起こされるNO<sub>2</sub>の高濃度化に対する根本的な対策としては、PO濃度自体を低下させる(y=POの曲線を引き下げる)必要がある。しかしながら、現状ではNOx濃度が0のバックグラウンドでもPOは60ppbを超えていると推定されており、現実的ではない。一方、平成18年度と22年度を比較すると、NOx濃度の低下にともなって上位のNO<sub>2</sub>濃度も徐々に低下しつつある。従って、最新の自動車排ガス規制に適合した車両への転換によるNOx排出量の一層の低減の方が、当面の対策としては実効性が高いと考えられる。

### 〔成果の発表〕

個々の研究成果は論文集等へ随時発信する。また、今後の調査研究を踏まえ、高濃度がみられる沿道の道路管理者に対して、研究成果をとりまとめた冊子「今後の沿道大気質の考え方(仮)」を配布する予定である。

### 〔成果の活用〕

高濃度化現象がみられる沿道の道路管理の場面で、効果的な沿道大気質改善対策の検討に活用されることが期待される。

# 景観アセスメントシステムの改善に関する検討

Research on sophistication of landscape assessment system of the public works

(研究期間 平成 22～23 年度)

環境研究部 緑化生態研究室  
Environment Department  
Landscape and Ecology Division

室長 松江 正彦  
Head Masahiko MATSUE  
主任研究官 小栗ひとみ  
Senior Researcher Hitomi OGURI  
研究官 阿部 貴弘  
Researcher Takahiro ABE

The purpose of this investigation is to evaluate the effect of the landscape assessment system, and to propose an improvement plan. This report is a summary of the effectiveness of the landscape assessment system by the analysis of 34 cases.

## 〔研究目的及び経緯〕

国土交通省では、「平成 22 年度国土交通省事後評価実施計画」（平成 21 年 8 月）に基づき、平成 22～23 年度にかけて「美しい国づくり政策大綱」に関する政策レビューを実施することから、同大綱の施策として位置づけられている景観アセスメントシステムについて、その導入効果を検証し、より効果的・効率的なシステムへと高度化を図っていくことが必要となっている。そこで、本調査では、地方整備局等における景観アセスメントシステムの取り組み実績について、実務上の課題を抽出するとともに、システムの導入効果の検証を行い、高度化に向けた方策を検討する。また、地方整備局等における景観アセスメントシステムの運用を支援するため、地方整備局等の担当者向けデータベースを構築し、本システムに基づく取り組みの情報の共有・活用化を図るものである。

## 〔研究内容〕

平成 23 年度は、景観検討の取り組み内容と効果との関係をより具体的に整理するために、個別の事例に着目した詳細分析を行った。調査対象事業は、平成 23 年 3 月 31 日現在の事業一覧から、①丁寧な（あるいは特徴的な）取り組みが行われていること、②できるだけ多くの効果が現れている（あるいは期待できる）こと、③一般検討事業を多く取り扱うことを条件として 34 事業を選定した。選定した事例の内訳を表-1 に示す。

景観アセスメントシステムでは、すべての直轄事業を、重点検討事業、一般検討事業、検討対象外事業に区分し、

表-1 分析対象事例の内訳

事業分野 検討区分	官庁 営繕	都市 公園	河川	ダム	砂防	海岸	道路	港湾 整備	計
重点検討事業	1	1	4	1	1	1	3	3	15
一般検討事業	1	0	5	4	1	1	6	1	19
計	2	1	9	5	2	2	9	4	34

表-2 ヒアリング項目

ヒアリング項目	内 容
1. 景観検討の取り組み内容について	・取り組みの具体的な内容や経緯(どのような背景のもとに、どのような取り組みを、どのようなタイミングで行ったか)について、予め既存資料から整理した事業ごとの個票を用いて確認。 ・一般検討事業において、必須とされていない「検討体制の構築」や「予測・評価」を取り入れることになった理由や重点検討事業との違いについて確認。
2. 景観予測・評価の実施について	・景観予測・評価の具体的な方法とその選定理由、実施時の課題およびその解決方法、評価結果の妥当性の判断方法、予測・評価を実施したことによる効果や影響などについて、具体的な内容を確認。
3. 検討体制の構築、合意形成について	・住民意見の聴取および地方公共団体等との連携の経緯とその具体的な方法、実施上の課題およびその解決方法、意見聴取および連携による直接的・間接的な効果や影響、多事業間での合意形成の方法などについて、具体的な内容を確認。
4. 取り組みによる効果について	・取り組みによる効果の全体像を把握するため、景観検討に取り組んだことによって、事業関係者、地域住民、周辺地域等にどのような変化や影響があったかについて、取り組みの経緯を追いながら具体的な内容を確認。
5. その他	・景観検討の運用を踏まえたシステム全般に関する意見(運用上の工夫、改善が望まれる点など)を確認。

区分に応じた景観検討を行うこととしており、重点検討事業では、学識経験者等を含めた検討体制の構築、CG等を用いた予測評価の実施および事業評価の実施を必須としている。一般検討事業では、これらの項目は必須とはなっていないが、重点検討事業と同様に実施している事業もあることから、それらを分析対象とすることで、システムの導入が景観検討のレベルアップに寄与した効果についても検証することを狙いとした。

これら事例について、既存文献・資料調査および事業担当者へのヒアリング調査を実施し、具体的な取り組み内容の把握ならびに取り組みによって発現した効果の抽出を行った。ヒアリング項目は表-2のとおりである。

## 【研究成果】

### 1. 分析事例における取り組みの特徴（表-3）

事務所においては、職員で構成される景観検討委員会の設置や、独自に策定した景観整備指針等の運用など、それぞれの特性に応じた景観への取り組みが行われている。また、ワークショップ、調整会議、協議会、検討会、懇談会など、情報の共有・相互理解のための様々な意見交換の場を設け、地方公共団体との連携や地域住民等の意見の聴取とその反映を丁寧に進めている様子が伺える。景観予測・評価にあたっては、事業の段階や対象に応じて手法・ツールを使い分け、多面的な検討が実施されている。作成された視覚化資料は合意形成において有効に活用され、広報誌やホームページ

での景観検討過程の公表も積極的に行われている。

一般検討事業においても、完成後の利活用や維持管理の主体は地域となることを踏まえて、重点検討と同様の取り組みが行われており、地方公共団体の景観計画等との整合を図りながら、住民等との協働による景観検討が進められている。

景観アセスメントシステムの運用開始以降に完了した事業はまだ少数であるが、景観カルテ等の作成により履歴を残す取り組みが進められており、それらの継承により維持管理段階までの景観検討の一貫性が担保されている。

### 2. 事例分析によって捉えられた効果（表-3）

景観検討の取り組みを通じて、職員の景観に対する考え方や技術的な知見が深まり、景観検討の全体的なレベルアップに繋がっていることが確認された。また、地方公共団体との連携が深まることや、地域住民等からの意見を反映できたことにより、事業の円滑な推進が図られるのみならず、完成後の利用の増加や愛着の醸成、地域協働型の維持管理体制の確立、良好な広域景観形成へと波及していくことが想定された。

## 【おわりに】

景観アセスメントシステムの導入は、景観検討の水準を引き上げる効果があった。しかし、構想から維持管理までのすべての段階の効果を検証できる時期に至っていないため、今後も事後評価も含めて景観検討の実績を積み重ねて行くことが重要である。

表-3 ヒアリング結果例

事例名 項目	吉野川加茂第二箇所築堤事業	吉井地区電線共同溝
1. 景観検討の 取り組み内容	・地域の文化や自然景観への配慮が求められる地域での堤防整備を行うにあたり、地元との連携により、「地域の歴史を学ぶ」、「現地を見て考える」、「堤防整備について考える」という手順で、景観整備方針を策定した。	・伝統的建造物群保存地区に位置するため、うきは市の要望に基づき、市が展開している「伝統的な街並みを活かしたまちづくり」と一体となった整備を実施した。
2. 景観予測・評価 の実施	・CG動画の作成（景観をリアルタイムに確認）、スケッチの多用（イメージの共有、河川景観特性図（鳥瞰絵図）の利用（対象地域全体の景観的特徴の把握）、現地視察会の実施。	・フォトモンタージュの作成。 ・カラー舗装等のサンプルを用いた現地確認を実施。
3. 検討体制の構築、 合意形成	・「吉野川中流域 地域文化・景観懇話会」の開催（学識経験者、NPO、住民代表、東みよし町、事務所で構成、計3回）。 ・地域住民によるワークショップの開催（計5回）。 ・ワークショップの開催に先立ち、地域住民へのヒアリングを行い、対象地域の文化・景観特性の把握を行った。 ・懇話会からワークショップへのアドバイスをを行うなど、両者の関係を密にする工夫を行った。 ・子どもの目線で見ることが重要であることから、小学5年生を対象とした子どもワークショップを開催した（計1回）。	・事務所内景観委員会の開催。 ・「吉井地区景観委員会」の開催（住民代表、九州電力、うきは市、事務所で構成、計3回）。 ・ふくおか国道色彩・デザイン指針の適用。
4. 取り組みによる 効果	・ワークショップへの参加を通して、堤防ありきから、どのような堤防が良いのか、さらにどのような河川が良いのかというように、参加者の視野が広がった。 ・ワークショップ参加者に対する事後評価では、総じて高い満足が得られている。 ・事務所内の関係部署間で情報がリアルタイムに共有され、相互の役割分担が円滑に行われている。 ・景観整備方針の策定後に、東みよし市が景観行政団体となり、景観懇話会の取り組みが組み込まれている。	・完成後、地元有志による記念祝賀パレードが行われ、感謝状が贈呈されるなど、地元から高い評価を得た。
5. その他	・景観アセスメントシステムの実施要領である「四国地方整備局景観検討の手引き（案）」は、担当職員の心構えの段階から非常に参考にできるものであり、住民等関係者向けに表現を工夫したものがあれば、より効率的に検討が進むと考える。	・維持管理に向けて、事務所独自のカルテを策定し、実施の履歴を残すようなシートを作成している。

# 道路緑化における効果的・効率的な施工・管理手法に関する研究

Research on effective, efficient management method in road trees planting

(研究期間 平成 22～24 年度)

環境研究部 緑化生態研究室  
Environment Department  
Landscape and Ecology Division

室長 松江正彦  
Head Masahiko Matsue  
主任研究官 飯塚康雄  
Senior Researcher Yasuo Iizuka  
研究官 久保満佐子  
Researcher Masako KuBo  
研究員 久保田小百合  
Research Engineer Sayuri Kubota

We collected the case studies of good and/or no-good pruning to the street trees and clarified the appropriate methods of pruning, and we organized the required items to assess the functions of the street trees. We, moreover, clarified the vegetation in the heavy snow area to establish the revegetation method using forest topsoil.

## 〔研究目的〕

街路樹は生き物であり、美しい景観を形成・維持していくには、樹種ごとの生育特性を十分に把握しながら、適切な管理を続けていくことが必要である。しかし、植栽されている街路樹の中には、樹形を維持するのに必要な管理が行われていなかったり、狭いスペースにもかかわらず大きく成長する特性の樹種を植栽してしまい、その結果、強剪定により街路樹の持つ機能を全く発揮せずに見苦しい景観を呈しているものなどが見られる。これは、街路樹の管理とその効果の関係が明確に把握されていないことと、街路樹の生育特性、特に現場条件や管理作業の違いによる生育特性が十分に解明されていないためであると考えられる。

また、のり面緑化で利用されている外来種については、生態系に影響を与えていることが指摘されている種が多く、これらの種を使用しない地域生態系の保全に配慮した緑化工法として、森林の表土を利用した緑化工法（森林表土利用工）等の確立が必要とされている。地域の環境によって成立する植生が異なることが予想されるが全国的な比較は行われておらず、成立する植生については不明な点が多い。

本研究は、街路樹の健全な育成を図るため、機能評価及び管理コストを含めた適正な施工・維持管理技術を確認することを目的としている。また、森林表土利用工により成立する植生の予測を目的として、本研究は、過年度までの全国的な調査地に加え、積雪地域における成立植生を明らかにする。

## 〔研究内容〕

平成 23 年度は、街路樹の適正な剪定技術を整理するために良好・不良な剪定事例を収集するとともに、街路樹の機能等を評価するための項目を抽出して整理した。有

また、森林表土利用工で成立する植生事例として、積雪地のり面を対象とした植生調査を行った。

## 〔研究成果〕

### 1. 街路樹の剪定技術に関する実態把握

#### 1. 1 調査方法

街路樹として多用されている 20 樹種について、道路空間に対して樹種の特性を維持しながら良好に剪定管理されている事例（良好事例）と、不適切な剪定を行ったことにより樹形が乱れている事例（不良事例）について、樹木管理者や作業員へのヒアリング等により管理実態を含めて把握した。

#### 1. 2 調査結果

調査対象樹種を表 1 に、代表的な事例として落葉樹のイチョウとプラタナス、常緑樹のヤマモモを図 1 に示した。

事例調査結果から、街路樹の樹形を良好・不良とする外観状態として、以下の項目があげられた。

表 1 調査対象樹種

樹種名	全国本数 (本)	構成比 (%)	順位
イチョウ	571,688	8.6	1
サクラ類	494,284	7.4	2
ケヤキ	478,470	7.2	3
ハナミズキ	332,718	5.0	4
トウカエデ	317,051	4.7	5
クスノキ	271,428	4.1	6
モミジバフウ	195,819	2.9	7
ナナカマド	195,577	2.9	8
プラタナス類	163,489	2.4	9
マテバシイ	145,626	2.2	11
クロガネモチ	133,600	2.0	12
シラカシ	132,511	2.0	13
ナンキンハゼ	121,275	1.8	15
ユリノキ	116,990	1.8	16
ヤマモモ	113,094	1.7	17
アカマツ・クロマツ	110,099	1.6	18
コブシ	102,648	1.5	19
エンジュ	85,024	1.3	20
サルスベリ	74,116	1.1	21
トチノキ	66,555	1.0	22
合計	6,674,902	100.0	

樹種	良好事例		不良事例		
イチヨウ	<道路規格> 車道幅員 9.0m 歩道幅員 12.5m 植栽地幅 3.0m 植栽間隔 5.0m <樹木形状> 樹高 14.0m 枝張り 10.0m 枝下高 3.5m 幹周 1.3m			<道路規格> 車道幅員 9.0m 歩道幅員 4.5m 植栽地幅 1.0m 植栽間隔 12.0m <樹木形状> 樹高 8.0m 枝張り 2.5m 枝下高 2.5m 幹周 1.0m	
	剪定状況 目標樹形は設定していないが、樹高と枝張りの目安等の樹形は設定している。剪定頻度は複数年に1回、冬季に実施している。			剪定状況 目標樹形は設定していないが、歩道幅員に合わせた樹高と枝張りの目安等の樹形は設定している。剪定頻度は1年に1回、秋～冬季に実施している。	
	樹形の成形成因 1本1本の樹冠が大きく確保され、樹高に対する樹冠のバランスが良好である。また、樹高が統一され美しいビスタを形成するとともに、枝下高も揃えられている。さらに、個々の樹形が自然相似樹形で維持され樹種特性が現れている。剪定によるコブの発生やぶつ切り剪定もされていない。			樹形の成形成因 強剪定により枝数が少なくなっており、樹冠の緑量が不足している。さらに、歩道が広いにも関わらず、樹冠を小さく縮小していることに加え、植栽間隔も広いと、縦断方向への樹冠の繋がりがなく、街路樹としての修景効果が感じられない。年1回の剪定を行うのであれば、剪定量を減らして樹冠をもう少し大きくすることで良好な樹形をつくるのが可能である。	
	<道路規格> 車道幅員 20.0m 歩道幅員 3.0m 植栽地幅 1.0m 植栽間隔 8.0m <樹木形状> 樹高 10.0m 枝張り 3.5m 枝下高 3.5m 幹周 1.0m			<道路規格> 車道幅員 16.0m 歩道幅員 3.5m 植栽地幅 0.9m 植栽間隔 10.0m <樹木形状> 樹高 8.0m 枝張り 4.0m 枝下高 3.0m 幹周 0.95m	
	剪定状況 剪定内容等は、街路樹の維持に係わる標準仕様書に基づく。剪定頻度は、基本的に1年に2回行っている。			剪定状況 目標樹形は設定していないが、歩道幅員に合わせた樹高と枝張りの目安等の樹形は設定している。剪定頻度は1年に1回、秋もしくは冬季に実施している。	
樹形の成形成因 成長が速い樹種であるため、1年に2回の頻度の高い剪定により、樹冠が枝葉密度が確保された状態で円錐形に整えられている。樹高、樹冠の大きさが統一され、枝下高も揃っていて、街路樹としての連続性がある。			樹形の成形成因 成長が速い樹種であるために強剪定がされ、枝葉の密度が低く緑量が著しく少ない。また、強剪定により大枝の剪定箇所コブが発生し見苦しい。ただし、1年に1回の剪定が行われているので、剪定量を減らして緑量を維持した樹冠をつくるのが可能である。		
ヤマモモ	<道路規格> 車道幅員 20.0m 歩道幅員 5.0m 植栽地幅 2.0m 植栽間隔 5.0m <樹木形状> 樹高 7.0m 枝張り 4.0m 枝下高 2.5m 幹周 0.5m			<道路規格> 車道幅員 7.0m 歩道幅員 4.0m 植栽地幅 1.2m 植栽間隔 5.0m <樹木形状> 樹高 4.5m 枝張り 2.0m 枝下高 2.0m 幹周 0.7m	
	剪定状況 目標相似樹形を基本としている。剪定は秋季に実施している。			剪定状況 剪定内容等は、街路樹の維持に係わる標準仕様書に基づく。剪定頻度は、基本的に1年に1回、秋季に行っている。	
	樹形の成形成因 卵形で枝葉の密度が高い樹冠を維持した剪定が行われ、樹形の乱れがなく、樹種特性を醸し出している。樹高と樹冠のバランスも良好である。			樹形の成形成因 樹種の特性である、卵形で枝葉密度の高い樹冠を、強剪定により大きく壊している。樹高も低い位置で主幹が切断され、高木としての機能を失っている。枝の本数を増やして樹冠の再生を図る必要がある。	

図1 街路樹剪定の良好・不良事例

＜良好・不良な外観状態＞

①樹冠：樹種特性の維持、統一性、連続性（植栽間隔とのバランス）、枝葉密度

②幹：樹高の統一性、主幹の維持、幹の健全性

③枝：樹種特性の維持、枝下高の統一、骨格枝の密度  
剪定痕のコブ、大枝切断、ひこばえ等の発生

さらに、これらに関連する不適切な剪定要因としては、以下のことが考えられた。

①目標樹形の未設定

街路樹の路線を通した目標樹形が適切に設定されていないために、樹冠や樹高の統一性や連続性等が確保されない。特に剪定業者が変わると、剪定後の樹形が異なる場合がある。

②育成管理の未計画

植栽時の若木から成木に成長するまでの剪定計画がなく、枝下高を統一する時機を逸することが多く見られる。成木となってからの枝下高の統一は大枝を切断することになり、傷や腐朽に繋がり幹の健全性を失う。

③剪定頻度の不適正

樹種の成長特性で剪定後に樹冠が再生される時間は異なるが、剪定頻度に合わせた剪定量（次回の剪定時期までに成長すると想定される枝長）によって、剪定されることがあり、樹種特性を確保するための最低限の樹冠の大きさが維持されない。

④強剪定

剪定間隔が長い場合には強剪定が行われていることがあり、これにより樹形は大きく崩壊する。また、強剪定の影響により剪定後の萌芽枝が大量に発生するため、徒長枝やひこばえ等により樹冠が乱れる。さらに、大枝剪定による大きな傷が発生し、腐朽の侵入に繋がるなど樹木の健全性を失うことで樹形の崩壊に繋がる。

⑤植栽空間との不均衡

植栽空間（歩道等）が広いにもかかわらず、樹冠が縮小されている剪定がある。これにより必要のない剪定が行われるとともに、必要な枝葉が多く失われることで樹勢が衰退し、樹形を崩している。また、樹冠が小さくなり縦断方向への連続性が確保できない。

⑥剪定技術の低下

樹形が乱れている樹木の剪定や同じ位置で剪定を繰り返すことで発生したコブ等は、剪定技術により再生することが可能である。しかし、現状では剪定作業者の全てが技術を保有しているとは言えない。

2. 街路樹の評価手法に関する検討

2. 1 調査方法

街路樹の現状評価を行うための評価項目を抽出した上で、その中から定量的に評価することが可能となる評価項目を抽出し、有効な便益算定方法を検討して整理した。

2. 2 調査結果

街路樹の現状評価を行うために関連する項目を表2に示した。

表2 街路樹の現状評価に関連する項目

評価対象	評価項目
樹木	樹木特性、地域性、歴史・文化的価値、健全度（樹木生育状況、危険度）等
植栽形式	植栽地形状、植栽配列、植栽位置、植栽バランス、保護材、植栽基盤等
維持管理	剪定頻度・内容、除草・清掃、病虫害の防除、根上り対策等
周辺施設との競合	架空線、信号、標識、看板、照明、地下埋設管、自転車、ゴミ等
街路樹の機能	景観向上、大気浄化、温暖化対策、騒音低減、ヒートアイランド緩和、雨水流防止、防災、交通安全、生物多様性、不動産価値、観光誘致等
住民参加	保護団体等の設立、除草・清掃、花壇等の利用、環境教育、連絡体制等
要望・苦情	植栽樹種、剪定や清掃の管理頻度等

さらに、街路樹の機能について、定量的に評価することができると考えられる便益評価対象項目について、既存文献等を基に抽出した（表3）。

評価手法の区分は以下のとおりで、区分Ⅰに示した「二酸化炭素の固定」、「ガス状大気汚染物質の吸収」、「騒音の低減」が、便益算定に使用できると評価項目としてあげられた。

区分Ⅰの手法は、街路樹の機能・効果を比較的容易に定量的に評価でき、様々なケースに運用できる手法であり、評価に用いるデータも樹種、胸高直径、樹林帯幅等の比較的容易な樹木調査で入手が可能なデータである。

区分Ⅱの手法は、街路樹の機能・効果を定量的に評価でき、様々なケースに運用できる手法であるが、評価にシミュレーション等の高度な計算手法を用いる必要がある。また、評価に用いるデータ取得のために街区状況把握のための調査等が必要となる。

区分Ⅲの手法は、街路樹の機能・効果を定量的に評価できるが、特定のケースにおける評価のため、様々なケースへの運用へは、さらなる知見の収集が必要な手法である。

区分Ⅳの手法は、街路樹の機能・効果を定性的に評価する手法である。

3. 地域生態系の保全に配慮したのり面緑化工法の確立

3. 1 調査方法

積雪地域の森林表土利用工の施工地として、青森県の津軽地域が確認された（図2）。そこで、緑化施工後に成立する植生を把握することを目的として、植生調査を行った。

3. 2 調査結果

植生調査により、施工後約5年で在来の木本群落になっていることが確認された（図3）。最も優占していたのはタニウツギであった。本種は埋土種子としても確認される種であり、積雪地域では低木群落を形成する種であることから、地域の特性にみあった植生が成立していることが確認された。

表3 街路樹の機能評価項目と評価手法

区分	手法の概要	評価項目	評価手法	
I	街路樹の機能・効果が定量的に評価でき、様々なケースへの運用が可能であり、評価に用いるデータ入手の難易度及び評価（計算）手法の難易度が比較的容易な手法。	二酸化炭素の固定量	樹木の光合成能から二酸化炭素固定量を推定する方法 樹木の現存量（乾燥重量）及び成長量から二酸化炭素固定量を推定する方法	
		ガス状大気汚染物質の吸収量	光合成能から算定した二酸化炭素固定量より推定する方法	
		騒音の物理的減音量	樹林帯の幅から物理的な減音効果を評価する方法	
		樹木の生育状況	目視と簡易な道具によって、樹木の外観を診断する方法	
II	街路樹の機能・効果が定量的に評価でき、様々なケースへの運用が可能な手法であるが、評価に用いるデータ入手の難易度及び評価（計算）手法の難易度が高い手法。	倒木等の危険度	精密診断機器を使用し、腐朽状況や腐朽量を測定し評価する方法	
		ガス状大気汚染物質の吸収（除去）量	現地調査により樹林による大気汚染物質除去量を評価する方法	
		粒子状大気汚染物質吸着量	実験により樹種毎の固定・吸収量を測定し、原単位を決定する方法	
		暑熱緩和効果（気温や温熱環境指標の緩和の程度）	現地調査による気温低減効果の評価	
		快適性の向上	気温や地表面温度等の測定による物理的な快適性向上効果	物理的な指標を用いて樹木による快適性の向上機能を評価する方法
			温熱環境指標による快適性向上効果	温熱環境指標を用いて樹木による快適性の向上機能を評価する方法
		地価上昇	単位面積あたりの地価上昇金額	住宅地の緑による地価の上昇効果を評価する方法
			緑地の地価上昇への寄与率	公園緑地の存在による地価の上昇効果を評価する方法
III	街路樹の機能・効果が定量的に評価できるが、評価は現地調査等による特定のケースにおける評価であるため、様々なケースへの運用には、さらなる知見の収集が必要な手法。	暑熱緩和効果	街区における風速及び気温の緩和効果 日射遮蔽量、表面温度低下量	
		防火効果（街区における延焼遮断効果）	緑化による風向きや風速の変更による空気の輸送効果の評価 緑陰による表面温度低減などの効果の評価	
		騒音の低減	調査地区における心理的な減音量	シミュレーションを用いて街区における樹木の延焼遮断効果を評価する方法 被験者を用いた実験
			調査地区における物理的な減音量	現地測定に寄る方法
IV	街路樹の機能・効果を定性的に評価する手法。	暑熱緩和効果（心理的な暑熱緩和効果）	緑化による心理的な側面での暑熱環境緩和効果の評価	
		防火効果	樹種、樹高毎の相対的な防火能の大小	樹木の耐火実験（及び既往文献）により樹木の耐火能を評価する方法
			樹種の含水率の違いによる相対的な防火能の大小	樹木の含水率から樹木の耐火能を評価する方法
		視線誘導効果	運転者及び歩行者の視線の安定の程度	注視点分布調査により視線誘導効果を評価する方法
			調査地区の交通事故減少量	植栽後の交通事故発生数の比較により視線誘導効果を評価する方法
		快適性の向上	SD法などのアンケートを用いた心理的な快適性向上効果	心理的な指標を用いて樹木による快適性の向上機能を評価する方法
			ストレスホルモン等の測定による生理的な快適性向上効果	生理的な指標を用いて樹木による快適性の向上機能を評価する方法
		景観向上	樹冠の立面投影面積の大小により景観向上への寄与を評価	街並みを構成する複数の要素により評価する方法
樹木形状と車道幅員比より街路樹形状の良不良を評価	樹木形状と車道幅員により評価する方法			
生物多様性保全機能（生態系ネットワークとしての役割を評価）	生態系ネットワークとしての役割を評価する方法			



H23. 9. 8

※赤枠は対象法面とコードラット設置イメージ（法面の上段に2箇所、下段に1箇所設置した）

図2 調査地

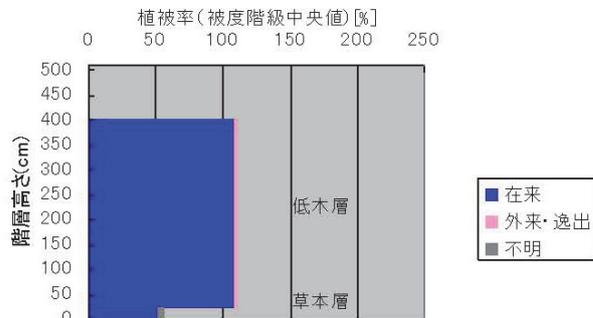


図3 調査のり面の植比率と群落高

#### 4. 今後の課題

今後は、街路樹の現況評価方法を構築し、その評価結果に対応する効果的・効率的な維持管理手法と、森林表土利用工の手引きをとりまとめることが課題である。

# 「高強度材料」の一般橋梁も含めた適用性に関する調査研究

Study on applicability of high-strength materials including general bridges

(研究期間 平成 20 年度～23 年度)

～高強度鉄筋を用いた R C 部材の標準化に対する検討～

～Study on standardization of reinforced concrete members with high-strength reinforcing bars～

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 中洲 啓太

Senior Researcher Keita NAKASU

研究官 野村 文彦

Researcher Fumihiko NOMURA

室 長

Head

研究官

Researcher

交流研究員

Guest Research Engineer

玉越 隆史

Takashi TAMAKOSHI

北村 岳伸

Takenobu KITAMURA

吉川 卓

Taku YOSHIKAWA

In order to investigate applicability of high-strength reinforced concrete including general bridges, Cyclic loading tests of bridge pier models are conducted and evaluation methods of the seismic performance by simulation are proposed. Result of this study indicates possibility to erect the evaluation methods by improving estimation method of the damage process and condition for the bridge piers.

## 〔研究目的及び経緯〕

道路橋の橋脚に従来一般的に用いられてきた鉄筋に比べてより高強度の鉄筋を用いることで、鉄筋量の削減と断面の縮小につながり、施工の省力化とコスト削減を図ることが期待される。しかしながら、鉄筋を高強度化した場合でも、弾性係数は変わらないことから、鉄筋とコンクリートの付着特性、コンクリートのひび割れに伴う耐力特性の変化の影響が、大規模地震に想定されるような大変形時には低強度の鉄筋を用いた場合と異なることが考えられる。また、鉄筋の繰返し曲げに対する抵抗特性、塑性域での橋脚の耐力や復元力とそれらに大きく関わる配筋などの構造細目の関係などについては、未解明な部分もある。そのため、国土技術政策総合研究所では、これまでに高強度鉄筋 SD490 及び USD685 を用いた鉄筋コンクリート橋脚模型の正負交番載荷実験等を行ってきている。その結果、SD490 までの高強度鉄筋を軸方向鉄筋に用いた場合の鉄筋コンクリート橋脚において、充実断面でかつ現行設計基準の構造細目に準じている場合には、現行設計基準の評価式により安全性が推定できるものの、推定精度にはバラつきが大きく、水平耐力においては、現行設計基準の評価式では安全余裕が確保されているかどうか正確には評価できない可能性があることがわかった。

本研究では、過年度成果を踏まえ、解析的に高強度鉄筋コンクリートの荷重－変位履歴曲線、断面の損傷過程を推定し、高強度鉄筋コンクリート橋脚の評価手

法の検討および橋脚模型の正負交番載荷実験による検証を実施した。

## 〔研究内容及び成果〕

本年度実施した正負交番載荷実験の供試体パラメータは、過年度の供試体の軸鉄筋比及び橋脚基部に作用する圧縮応力度を考慮して設定した(図-1)。表-1 に供試体諸元および断面図を示す。正負交番載荷実験及びファイバーモデルを用いて算出した水平荷重－変位関係を図-2 に示す。

耐力の前提となる RC 部材としての状態変化に着目して A～E の閾値を定義し、I～IV の状態区分を設定し、図に示した。A：降伏限界(引張鉄筋が降伏する限界)、B：かぶりコンクリートの圧縮応力がピークに達する限界、C：かぶりコンクリート剥落、D：鉄筋破断が開始する又は内部コンクリートが圧壊し始める限界、E：鉄筋破断と内部コンクリートにより残存耐力を

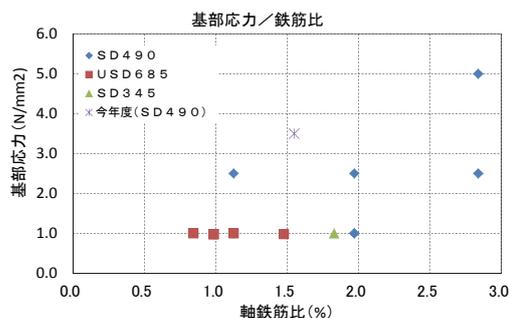


図-1 供試体パラメータの設定

表-1 実験供試体の諸元及び断面図

供試体番号	ケース I
$\sigma_{ck}$ N/mm <sup>2</sup>	40
軸方向鉄筋強度	SD490
帯鉄筋強度	SD345
橋軸方向幅B m	0.600
直角方向幅D m	0.600
高さH m(載荷点~基部)	3.500
軸方向鉄筋配置	D13-@47-44本
軸方向鉄筋 $A_s$ mm <sup>2</sup>	5574.8
鉄筋比	1.5%
帯鉄筋配置	D6-@40-3本
横筋束筋体積比	0.011(有効長=283.8mm)
基部軸力 V KN	1260
軸応力 $\sigma_c$ N/mm <sup>2</sup>	3.50
せん断スパン比 H/D	5.83

断面図

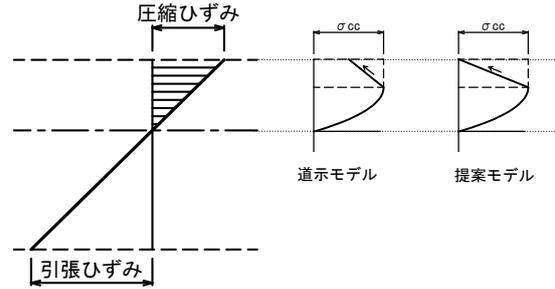


図-3 応力度-ひずみ関係の設定

荷重の実験値に対するバラつきも僅かであり、概ね安定した評価となっている。

さらに検証ケースを増やし、損傷過程と状態の評価精度を高めることで、使用材料や配筋に応じて柔軟に、最大荷重、終局変位を精度良く安全側に推定できる方法が確立できるものと考えられる。

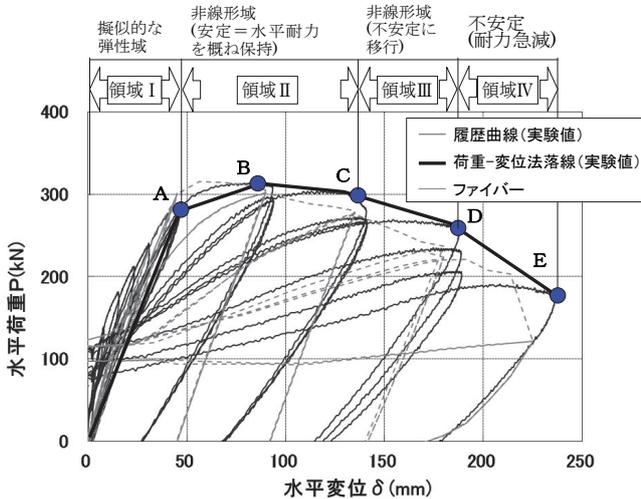


図-2 水平荷重-変位関係

失う限界である。

上記A~E点の状態における水平荷重-水平変位関係の評価するために、本研究では、図-3に示すコンクリートの応力度-ひずみ関係を定義した。現行基準では、コンクリート応力度が最大に達した後、圧縮最外縁の応力度が最大応力度の0.8倍となった時点を終局と定義している。本研究では、D点の評価方法として、コンクリート応力度が最大に達した後は、圧縮最外縁で応力度が0となるモデルを設定した。これは、実験においてかぶりコンクリート剥落後はコアコンクリートの損傷が急激に進展する高強度鉄筋を用いた供試体の損傷状態を表現するためである。

図-4,5に、過年度試験を含め、実験最大荷重及び実験終局変位に対する現行基準の評価式と今回の提案手法により求めた安全余裕の比率を示す。終局変位、最大荷重ともに、提案手法の評価のバラつきが、現行基準の評価式より小さくなる結果となった。また、最大

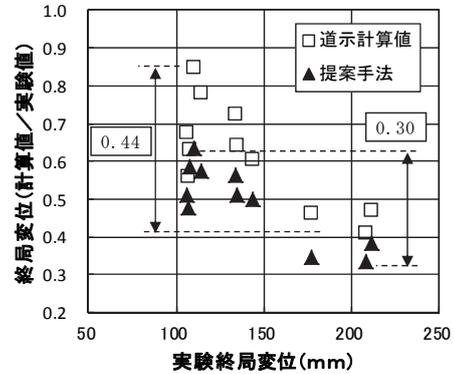


図-4 終局変位 道示式と提案手法の比較

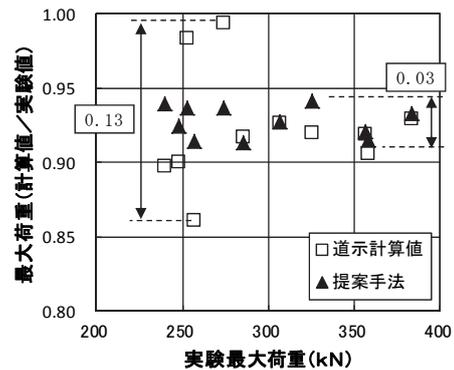


図-5 最大荷重 道示式と提案手法の比較

[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]

高強度鉄筋を用いた橋脚構造の基準化の基礎資料となるものである。

# 「高強度材料」の一般橋梁も含めた適用性に関する調査研究

Study on applicability of high-strength materials including general bridges

(研究期間 平成 20～23 年度)

～超高力ボルトの摩擦接合継手の基準化に対する検討～

～Study on standardization of friction grip connection joint with super high-strength bolt～

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 大久保 雅憲

Senior Researcher Masanori Okubo

研究官 横井 芳輝

Researcher Yoshiteru Yokoi

室長

Head

研究官

Research

交流研究員

Guest Research Engineer Atsushi Ujimoto

玉越 隆史

Takashi Tamakoshi

石尾 真理

Mari Ishio

氏本 敦

As for high-strength bolts being already put to practical use as building materials, in order to confirm applicability for service conditions such as stress states and environments for highway bridges, standard slip tests set parametric factors playing a role in slip performances were conducted. Verification of joint performance was also conducted by bending tests of girder members as representative structures of the highway bridges.

## 〔研究目的及び経緯〕

鋼道路橋の摩擦接合継手部に用いることのできる高力ボルト（引張強さ）は、過去に引張強さ 1,200N/mm<sup>2</sup>以上の F11T 及び F13T を使用した橋梁で遅れ破壊による破断が生じたことをうけ、設計基準である道路橋示方書において F10T、S10T までとされている。

一方、より高強度のボルトの採用は、新設橋に対しては継手部の小型化や施工数量の削減などによるコスト縮減が期待できる。また、既設橋の補修補強では、施工スペース上施工可能なボルト本数が制約される場合があり、高強度ボルトの実用化が期待されている。

本研究では、建築材料として既に実用化されている超高力ボルトを対象に、道路橋における応力状態や環境などの使用条件に対する適用可能性を明らかにする目的で、すべり性能に影響を及ぼす各種要因についてパラメトリックに設定した標準すべり試験等を行うとともに、道路橋の代表的な構造として桁部材の接合部の曲げ試験を実施し、継手性能の検証を行った。

## 〔研究内容〕

### 1. 標準すべり試験等

試験は、(社)土木学会で提案されている標準すべり試験法<sup>1)</sup>に準じる方法で、ボルト等級・ボルト径・接合面処理方法・母材板厚・母材材質・ $\beta$ （すべり/降伏耐力比）・フィラーの有無・肌すき・多列・再組立における接合面の処理方法をパラメータとし、全 126 ケース（各ケース 5 供試体）を行った。

また、塗料会社を変えた試験を 2 ケース実施した（標

準すべり試験等は A 社塗料、桁曲げ試験は B 社塗料を使用）。

### 2. 桁曲げ試験

曲げ引張力によるすべり性能を把握するため、厚板フランジを有する I 桁を模擬した供試体により、引張側フランジに着目し、ボルト配置及びボルト等級をパラメータとした桁曲げ試験を実施した。試験ケースを表-1 に、供試体を図-1 に示す。下フランジのボルト本数・配置は、最小ボルト本数を基本として設定した。上フランジ及びウェブのボルト本数・配置は、下フランジを確実にすべらせるとの考えで、道路橋示方書に準拠した設計により決定した。このため、接合部の一部では、上フランジの剛性が高くなっている。

なお、ケース①、②-1 では、ボルトゲージ貼付の際に、トルクに重要な役割を果たすボルトに塗布されているオイルを取り除いたため、ボルト軸力が設計軸力を下回った。ケース②-2 は、この影響の確認も兼ねた再試験である。

表-1 桁曲げ試験ケース

ケース	ボルトの種類	フランジ厚 (mm)	ボルトの配置
		(鋼材の種類)	
①	S14T-M22	50 (SM520C-H)	2行×3列
②-1	S14T-M22	50 (SM520C-H)	4行×2列
②-2	S14T-M22	50 (SM520C-H)	4行×2列
③	S10T-M22	28 (SM490Y)	4行×2列

【研究成果】

1. 標準すべり試験等

標準すべり試験で得られたすべり係数を、再組立の条件を除く全てのケースをまとめて図-2に示す。なお、すべり係数は、ボルトに貼付したひずみゲージの試験直前の値から求めており、(社)土木学会で提案されている設計軸力とは異なっている。純引張状態における摩擦接合継手のすべり係数は、S14TはS10Tと比較して、現行道路橋示方書の基準値(0.45に改訂)以上を満足するかの観点からは、同等と見なせることが確認された。なお、各パラメータがすべり係数に与える影響については、過年度報告書<sup>2)</sup>を参照されたい。

表-2に、B社塗料のすべり係数を示す。A社塗料のすべり係数と比較し、小さい傾向にあった。なお、すべりの挙動において、A社塗料では最大荷重後に荷重が急激に下がるのに対して、B社塗料では徐々にすべりはじめ、荷重が急落しない挙動を示した。

2. 桁曲げ試験

表-3に、桁曲げ試験から算出したすべり係数を示す。桁曲げ試験におけるすべり係数は、梁理論から求めた下フランジの平均曲げ引張力、下フランジのひずみゲージの平均から算出した引張力の2種類のすべり荷重を、ボルトに貼付したゲージで計測されたボルト軸力で除して求めている。

桁曲げ試験はB社塗料を用いており、B社塗料の標準すべり試験でのすべり係数との比較においては、S14Tでは同等の値以上、S10Tにおいては小さい値である。なお、梁理論よりも計測値が小さいのは、接合部の一部での上下フランジの剛性差を考慮すると、下フランジでは4%引張力が小さくなり、これをひずみゲージで計測していることが原因の一つと考えられる。

【今後の課題】

高強度ボルト接合継手のすべり特性について条件を拡大して解明を進めるとともに、遅れ破壊対策を含む長期耐久性に対する材料や施工等の品質要求水準、設計施工要領の確立のための検討を行う。

【参考文献】

- (社)土木学会：鋼構造シリーズ 15 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
- 国総研資料第 536 号、第 624 号：平成 20 年度、平成 21 年度 道路調査費等年度報告  
http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tn-nilim.htm

【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。

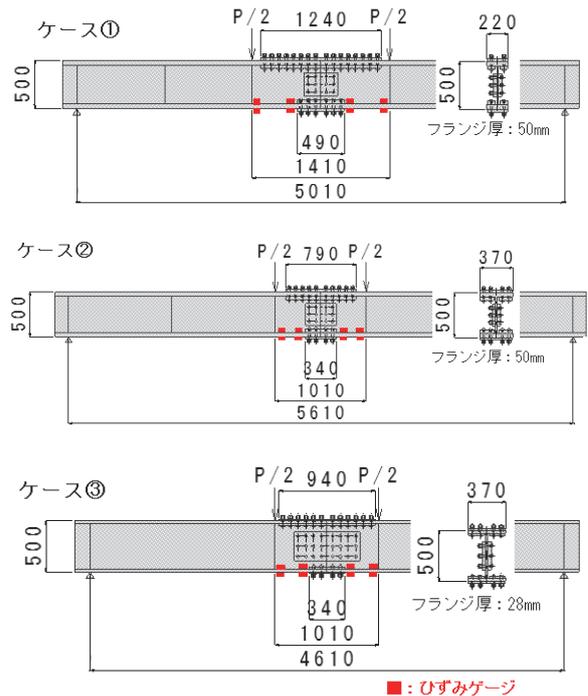


図-1 桁曲げ試験の供試体

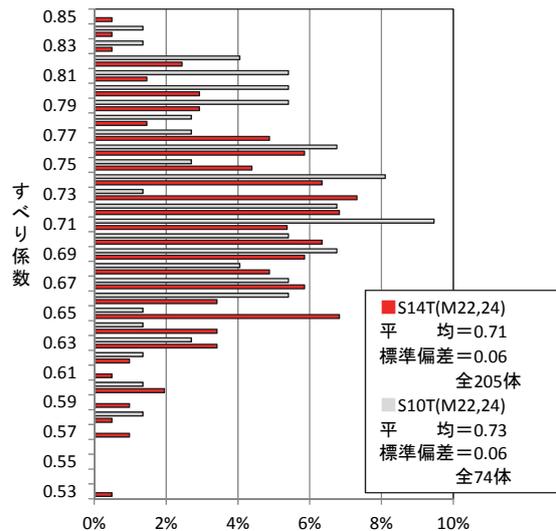


図-2 標準すべり試験でのすべり係数(A社塗料)

表-2 標準すべり試験でのすべり係数(B社塗料)

・S14T、M22		・S10T、M22	
0.60	平均 =0.59 標準偏差 =0.01	0.67	平均 =0.65 標準偏差 =0.02
0.59		0.66	
0.59		0.65	
0.58		0.65	
0.57		0.61	

表-3 桁曲げ試験でのすべり係数

算出方法	① S14T	②-1 S14T	②-2 S14T	③ S10T
梁理論：下フランジの平均曲げ引張力	0.62	0.63	0.62	0.57
計測値：下フランジのひずみゲージから算出した引張力	0.57	0.60	0.57	0.47



## 地域連携推進事業費

# 関東管内建設工事中の騒音・振動・大気質に関する予測手法の検討

Study on prediction method of noise, vibration, and dust fall due to construction works at Kanto district  
(研究期間 平成 23 年度)

環境研究部  
Environment Department  
道路環境研究室  
Road Environment Division

室長 曾根 真理  
Head Shinri SONE  
主任研究官 吉永 弘志  
Senior Researcher Hiroshi YOSHINAGA

National Institute for Land and Infrastructure Management (NILIM) is researching to improve “Environment Impact Assessment Technique for Road Project”, which has been widely used for the environmental assessment for road projects. Although the foundation work and back-filling work and Subgrade are conducted in many construction sites, the parameters for the prediction of Noise, Vibration, and Dust fall are not sufficient in the report. The purpose of this research is to the addition of the new unit data (parameter) to satisfy the prediction. This study in FY2011 includes construction site survey at Kanto district and analysis of measured values and the compilation of explanatory materials for the persons in charge of an environmental impact assessment.

## [研究目的及び経緯]

国土技術政策総合研究所は、道路事業における環境影響評価で活用されている「道路環境影響評価の技術手法」の改善にかかる研究を実施している。表-1 の工種は道路事業において施工例が多いが、右列の環境要素の予測用のパラメータは「道路環境影響評価の技術手法」に記載していない。本研究は、予測用のパラメータを追記し、予測に対応することを目的とする。研究では関東地方整備局管内(「関東管内」と略称する。)の工事の現地調査、測定値の解析、および環境影響評価の実務担当者向けの説明資料の作成を行った。

表-1 予測式のパラメータを追記する工種・環境要素

工種	環境要素
基礎・裏込め砕石工	降下ばいじん、騒音、振動
路盤工	降下ばいじん

## [研究内容]

### (1) 工事の現地調査

#### ①工種・環境要素および数量

現地調査の工種、環境要素および数量を表-2 に示す。調査対象工事の施工場所は、群馬県前橋市内とした。

#### ②測定方法

騒音および振動は計量法に基づく検定に合格した精密騒音計および振動計で測定した。騒音測定ではレベルレコーダを併用し、振動測定ではデータレコーダおよびレベルレコーダを併用した。大気質はβ線吸収方

式質量濃度計および降下ばいじん測定用のホーローバットで測定した。測定では微風向風速計および温湿度計を併用した。測定点の数は、騒音が5~7点、振動が8点、降下ばいじんは11点を基本とした。

表-2 現地調査の工種・環境要素

工種	ユニット	騒音	振動	降下ばいじん	浮遊粒子状物質
基礎・裏込め砕石工	裏込め砕石 基礎砕石	2	2	4	1
路盤工	上層・下層 路盤			3	1

### (2) 騒音の測定値の解析

#### ①解析方法

騒音の予測式を表-3 の上段とし、現場で測定した変数から予測用のパラメータを解析した。

表-3 騒音の予測式と予測用のパラメータ

予測式	$L = L_{WAeff} - 20 \log_{10} r - 8 + \Delta L$
変数	$L$ : 騒音レベルの計算値(dB) $r$ : 距離(m)
予測用のユニット別のパラメータ	$L_{WAeff}$ : 工種別の実効騒音レベル(dB) $\Delta L$ : 実効騒音レベルを時間率騒音レベルに換算する補正量(dB)

### (3) 振動の測定値の解析

#### ①解析方法

振動の予測式を表-4 の上段とし、現場で測定した変数から予測用のパラメータを解析した。

表-4 振動の予測式と予測用のパラメータ

予測式 $L_v = L_0 - 15 \log_{10} r / r_0 - 8.68 \alpha (r - r_0)$	
変数、定数	$L_v$ : 振動レベルの計算値(dB) $r$ : 距離(m), 基準距離 $r_0=5m$ $\alpha$ : 内部減衰係数, $\alpha=0.01$ dB/m
予測用のユニット別のパラメータ	$L_0$ : 工種別の基準点振動レベル(dB)

(4) 降下ばいじんの測定値の解析

①解析方法

降下ばいじんの予測式を表-5の上段とし、現場で測定した変数から予測用のパラメータを解析した。

表-5 降下ばいじんの予測式と予測用のパラメータ

予測式 $C = \sum_d \iint_R a \cdot (u / u_0)^{-1} \cdot (r / r_1)^{-2} dS$	
変数、定数	$C$ : 降下ばいじん量( $t/km^2 \cdot 8h$ ) $u$ : 風速(m/s), 基準風速 $u_0=1$ m/s $r$ : 距離(m), 基準距離 $r_1=1m$ $d$ : 風向 $R$ : 発生源領域 $dS$ : 発生源の微小領域
予測用のユニット別のパラメータ	$a$ : 工種別の降下ばいじん量発生に関するパラメータ( $t / km^2 \cdot 8h$ )

(5) 説明資料の作成

法令および施工手順を調査し、本調査対象工種類の説明資料を作成した。調査内容は以下である。

①法令・条例

調査対象工事が所在する前橋市の規制を確認した。騒音は騒音規制法の特定建設作業 8 種、振動は振動規制法の特定建設作業 4 種に加えて、空気圧縮機（原動機の定格出力が 15kW 以上のものに限る。）を使用する作業（手持ち式以外のブレーカを使用する作業を除く。）が規制対象となっていたが、その他に規制対象となる環境要素はなかった。

②施工手順

基礎・裏込め砕石工および路盤工の基本的な施工手順は、材料投入→敷均し(不陸整正)→締固め(転圧)であり、この一連の作業が繰り返される。

③使用機械

使用された主たる建設機械の施工状況を以下に示す。説明資料の内容は、施工機械、施工手順、騒音・振基礎・裏込め砕石工(裏込め砕石)



バックホウの材料投入状況



ランマの締固め状況

路盤工(上層・下層路盤)



モータグレーダの敷均し状況



タイヤローラの締固め状況

動の時間変動、パラメータを設定した工程の選定理由、降下ばいじん量、および法規制とした。

[研究成果]

予測用のパラメータ

現場測定値の解析により算出した予測用のパラメータを表-6,7,8に示す。現場ごとの測定値をコンマ(,)で区切って列記する。

表-6 騒音の解析結果

工種	ユニット	実効音響パワーレベルLwAeff (dB)	換算係数 ΔL (dB)	作業内容
基礎・裏込め砕石工	裏込め砕石	106, 99	6, 6	材料投入・敷均し
		99, 100	3, 3	締固め

表-7 振動の解析結果

種別	細別	基準点の振動レベル (dB)	作業内容
基礎・裏込め砕石工	裏込め砕石	64, 61	材料投入・敷均し

表-8 降下ばいじんの解析結果

種別	細別	Parameter a (t/km <sup>2</sup> /8h)
基礎・裏込め砕石工	裏込め砕石	950, 8,200
	基礎砕石	6,900, 12,000
路盤工	上層・下層路盤	28,000, 1,200, 10,000

[成果の発表] [成果の活用]

「道路環境影響評価の技術手法」の平成 24 年度の改定に反映させ関東管内その他の環境影響評価で活用する。

# 福島県内樹上性哺乳類及び両生爬虫類の道路横断施設の開発調査

Development of road crossing structures for arboreal mammals and herptiles in  
Fukushima prefecture

(研究期間 平成 22～23 年度)

環境研究部 緑化生態研究室  
Environment Department  
Landscape and Ecology Division

室長 松江 正彦  
Head Masahiko MATSUE  
研究官 園田 陽一  
Researcher Yoichi SONODA

Arboreal mammals and Amphibians are selected to indicator species in environmental assessment and become objects of estimation and evaluation on environmental impact. Environmental protection measures are necessary as a result of evaluation and estimation. However, it is difficult that environmental protection measures are selected because scientific knowledge about salamander habitat is scarce. Therefore, material and structure were tested to develop over bridge for arboreal mammals, and habitat evaluation techniques and monitoring methodology for amphibians were identified using microchips.

## [研究目的および経緯]

樹上性哺乳類や両生類の多くは、環境アセスメントにおける「重要な種」に選定され、調査、環境影響の予測の対象となり、環境保全措置が求められる。そのため、環境保全措置やその設置場所を選定する調査方法、効果検証を行う調査技術を開発する必要がある。

樹上性哺乳類のエコブリッジの検討のため、樹上性哺乳類のニホンリスが生息する公園内に構造・素材の異なるエコブリッジを設置し利用状況の比較・検討を行った。また、両生類の保全対策事例とモニタリング調査として、八箇峠道路および甲子道路の繁殖池、那須塩原の道路側溝においてマイクロチップを利用したモニタリング調査を行った。

## [研究内容]

### 1.ニホンリス用エコブリッジの検討

#### (1) エコブリッジのモニタリング調査

エコブリッジはロープ、ナイロン網、金網の3種類の素材を使用し、構造によって9タイプ設置した(表-1)。

表-1 エコブリッジの素材と構造

素材	直径 (mm)	網目径 (mm)	幅 (mm)	長さ (mm)	重さ (kg/m)	略称	
ロープタイプ	I	10	—	5000	0.5	ロープ 小	
	II	30	—	5000	3.0	ロープ 中	
	III	50	—	5000	6.0	ロープ 大	
ナイロン網タイプ	I	—	15	300	5000	5.0	ナイロン網 小
	II	—	25	300	5000	5.0	ナイロン網 中
	III	—	40	300	5000	5.0	ナイロン網 大
金網タイプ	I	—	10	300	5000	8.0	金網 小
	II	—	20	300	5000	5.0	金網 中
	III	—	30	300	5000	4.0	金網 大
床板用樹皮	—	—	—	—	0.5		

また、付属として幌や床板の設置の影響を試験した。赤外線センサーカメラおよび CCD カメラ動画撮影モニタリングを実施した。

#### (2) エコブリッジの利用状況

エコブリッジのタイプ別に、ニホンリスの移動しやすさを評価するため、エコブリッジの行動パターン



据置型リーダー①  
概要：産卵場に近い道路横断施設の産卵場側の開口部に据置型リーダーを設置した。



据置型リーダー②の付属設備  
概要：防水用のビニール袋で覆った電源アダプタ及びデータロガーを樹脂製の容器に入れて設置した。さらに、積雪による損壊を防ぐためコンクリート製 U 字溝でカバーし、ブルーシートで覆った(写真はブルーシート設置前の状況)。



電源ボックス  
説明：電源ボックスは雪の圧力を受けないよう、単管パイプで囲いをし、ブルーシートで覆った。写真はブルーシート設置前に撮影した。

写真-1 据置型マイクロチップリーダーの概要

ンを整理した。エコブリッジを移動している部位(真中、端部又はワイヤー部)、移動方法(ギャロップ、ウォークなど)、尾の使い方(水平、上下)などの行動パターンを分類して集計した。

2. 小型サンショウウオ類のマイクロチップ装着個体追跡による生息環境および道路横断施設の評価

(1) 調査対象

八箇峠道路(新潟県南魚沼市)、甲子道路(福島県西白河郡西郷村)、那須塩原・塩原ダム(栃木県那須塩原市)を調査対象地域とした。調査対象種は、成体にマイクロチップが挿入されているクロサンショウウオ及びトウホクサンショウウオとした。

(2) 調査方法

サンショウウオの季節的な移動状況の実態把握のため、調査時期は夏期、秋期、積雪期前、融雪期とした。本調査では、マイクロチップリーダーを用いた小型サンショウウオ類の探索方法を検証するため、マイクロチップリーダー(写真-1)により探索し、その後、見つけどり法で捕獲するという手順で実施した。マイクロチップを装着した標識個体を確認した場合(再捕獲の場合)は、マイクロチップID、体サイズ、確認箇所の環境を記録し、確認箇所の写真撮影およびGPSにより位置情報を記録した。マイクロチップが未装着の個体については、マイクロチップを装着し、各種計測後に放逐した。

[研究結果]

1. ニホンリス用エコブリッジの検討

撮影期間(H23.12.15~H23.12.27, H24.1.24~H24.2.8, H24.2.16~H24.3.1)のうち、H24年1月以降に全て撮影された。赤外線センサーカメラおよびCCDカメラによる結果から、ナイロン網は端部ワイヤーを利用し、金網は真中を移動した(写真-2)。

移動方法については、ロープは、主にギャロップで移動し、ナイロン網と金網は、ギャロップまたは速足

であった。また、同じギャロップであっても、金網における移動速度の方がロープに比べて早かった。尾の使い方は、ロープのみで垂直になっている傾向が多かった。

2. 小型サンショウウオ類のマイクロチップ装着個体追跡による生息環境および道路横断施設の評価

(1) 非繁殖期における生息環境

本調査で小型サンショウウオ類を確認した地点の環境は、①樹林内の林床に見られた倒木や石の下、②林床や斜面に見られた穴の中や岩の隙間など地中の空隙(最も深い箇所では地表から約40cm)、③斜面や側溝などで落葉落枝が厚く堆積した箇所であった。

(2) 小型サンショウウオ類の行動圏

本調査では、甲子道路の調査地において産卵場から約180m離れた地点でクロサンショウウオの雌が確認された。このことから、小型サンショウウオ類の成体は最長で200m程度を移動するとみられる(図-1)。

(3) 道路横断施設利用状況調査

晩秋にあたる11月の時点で、クロサンショウウオが道路横断施設を利用している状況を確認できた。

[成果の活用]

今後の「道路環境影響評価の技術手法」改訂時に本業務の成果を反映させる予定である。



写真-2 金網を横断するニホンリス

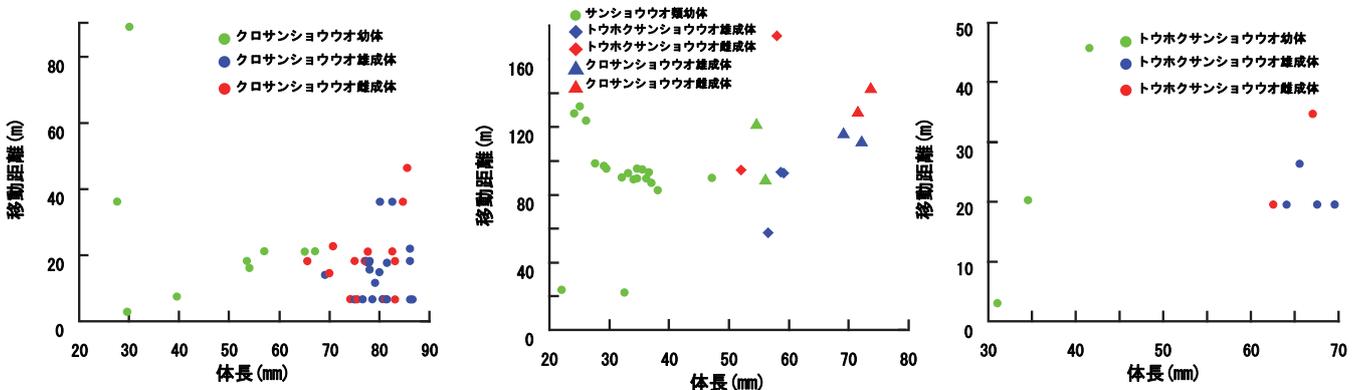


図-1 サンショウウオ2種の移動距離(m)

左: 八箇峠道路、中: 甲子道路、右: 那須塩原

# 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

—平成23年度ユニットプライス型積算方式改善検討—（研究期間：平成4～）  
Study on Unit price-type 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 塚原 隆夫  
Head Takao TUKAHARA  
主任研究官 吉田 潔  
Senior Researcher Kiyoshi YOSHIDA  
積算技術係長 大野 真希  
Chief Official Masaki OHNO  
研究官 関根 隆善  
Researcher Takayoshi SEKINE

The transition of unit price-type estimation method has been situated as a main pillar of the re-examination of the cost estimation method in cost structural reforms started in FY 2003.

The Ministry of Land, Infrastructure and Transport are making efforts to examine the system and prepare trials. In this study, the setting of unit prices by collecting, storing, and analyzing past unit price data, etc. towards establishment and trial of the Unit Price-type Estimation Method in JAPAN

### 【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、平成16年度より受発注者双方の積算労力の軽減や単価合意による変更協議の円滑化等を目的とした「ユニットプライス型積算方式」の試行を進めてきたが、当該積算方式について価格の妥当性への懸念、価格の透明性の確保や弾力的な変更等の課題が指摘されてきた。

本課題は、ユニットプライス型積算方式の課題を改善した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、資料作成を行った。

### 【研究内容】

#### 1. ユニットプライス型積算方式の課題改善

##### (1) 応札者単価の活用

合意単価のみを用いて基準プライスを設定するユニットプライス型積算方式に対しては、予定価格の上限拘束によるデフレスパイラルの懸念が指摘されてきた。

施工パッケージ型積算方式においては、総価契約単価合意方式により受発注者間で合意した単価（合意単価）に加え、入札時に応札者から提出された工事費内訳書の単価を活用することにより、予定価格に拘束されないより標準的な単価を設定することとした。

また、複数年の単価傾向や実態調査による実際の施工状況等の変動を確認し、標準単価の妥当性を確認する（図-1）。

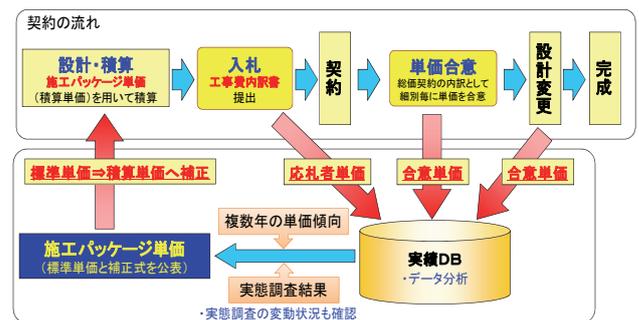


図-1 標準単価の設定方法

#### (2) 標準単価の公表

ユニットプライス型積算方式においては、試行であることなどを理由に基準プライスは公表されなかった。

施工パッケージ型積算方式においては、透明性に配慮し、標準単価、積算単価への補正式、補正に必要となる機労材構成比および機労材代表規格を公表することとした。ただし、機労材代表規格の単価は既存の公表資料で入手可能なため施工パッケージ型積算方式としては公表しない（図-2）。

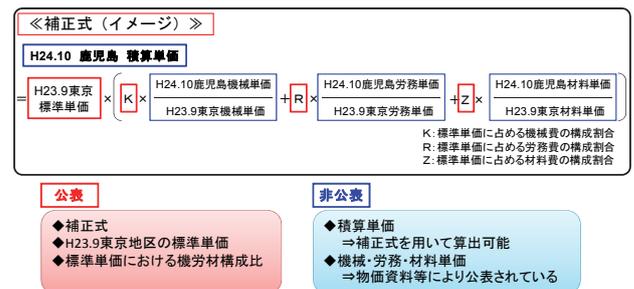


図-2 標準単価等の公表

(3) 作業土工の分離

ユニットプライス型積算方式においては、作業土工も含んだ目的物単位での積算を基本としており、作業土工部分について現場状況に応じた積算や数量変更が困難であった。

施工パッケージ型積算方式においては、作業土工を除いた目的物単位での積算を基本とし、作業土工は別途必要量を計上することとした。これにより、弾力的な変更積算が可能となった(図-3)。

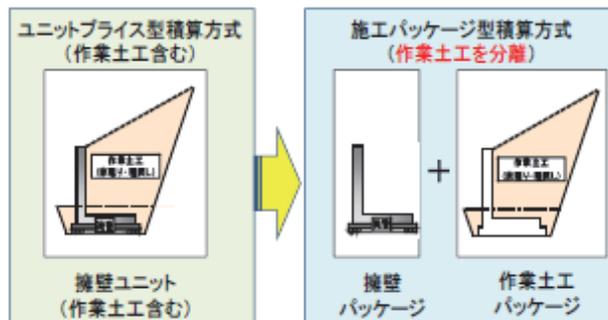


図-3 作業土工の分離

(4) 積算体系の一本化

ユニットプライス型積算方式においては、ユニットプライスに直工部分に連動する間接経費を含んでおり、直工部分に連動しない間接費のみを率計上していた。この様に積上積算と積算体系が異なることから、積上とユニットの二つの積算体系、二つの積算システムが存在し、積算の効率化を妨げていた。また、同じ工事を積算しても積上とユニットで価格が異なる一物二価の問題もあった。

施工パッケージ型積算方式においては、機械経費、労務費、材料費など直接工事費のみの単価とし、間接費等の積算体系は積上積算と一本化することとした。また、パッケージを設定した歩掛は基準書から削除することとした。これらにより、積算の効率化、一物二価の解消が図られた(図-4)。

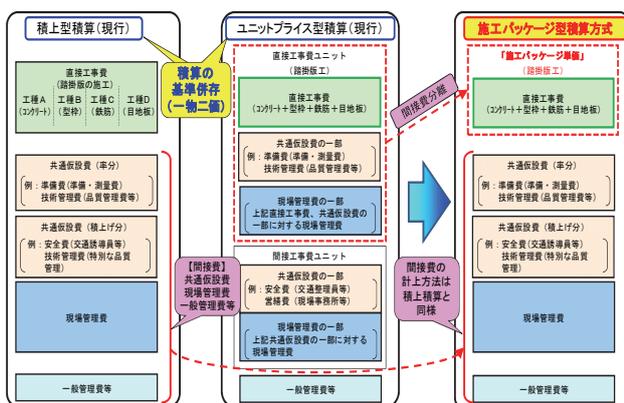


図-4 積算体系の一本化

2. 施工パッケージ型積算方式積算基準作成

先行3工事区分(道路改良、舗装、築堤護岸)のユニット区分のうち主なものについて、施工パッケージとしての積算条件等を検討し、63個の施工パッケージを作成し積算基準

書案を作成した。作成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、地方整備局等に意見照会した。また、数量算出要領等の改訂案も作成した。

NO	パッケージ名称	NO	パッケージ名称	NO	パッケージ名称	NO	パッケージ名称
1	掘削	17	法面整形	33	ふとんかご	49	基層(歩道部)
2	土砂等運搬	18	市松芝	34	函渠	50	中間層(歩道部)
3	整地	19	人工強芝	35	巨石採取	51	表層(歩道部)
4	路体(築堤)盛土	20	吹付法面取壊し	36	消波根固めブロック運搬	52	アスカーブ
5	路床盛土	21	間切ブロック張	37	消波根固めブロック設置	53	排水性舗装・表層(車道・路肩部)
6	押土(ルース)	22	天橋コンクリート	38	根固めブロック撤去	54	基礎ブロック(立入防止欄)
7	橋込(ルース)	23	小型擁壁(人力打設)	39	かごマット設置	55	金網(フェンス)・支柱(立入防止欄)
8	橋込(ルース)(電線共同溝)	24	重力式擁壁	40	袋詰玉石	56	特殊ブロック舗装
9	土材料	25	プレキャスト擁壁設置	41	不陸整正	57	舗装版破砕
10	残土等処分	26	サンドマット	42	下層路盤(車道・路肩部)	58	舗装版切断
11	掘削(砂防)	27	安定シート・ネット	43	下層路盤(歩道部)	59	歩車道境界ブロック撤去
12	土砂等運搬(砂防)	28	粉体噴射混拌	44	上層路盤(車道・路肩部)	60	地先境界ブロック撤去
13	押土(ルース)(砂防)	29	石積取壊し(人力)	45	上層路盤(歩道部)	61	踏掛版
14	橋込(ルース)(砂防)	30	コンクリートはつり	46	基層(車道・路肩部)	62	鼓運搬
15	掘削(光ケーブル配管)	31	吸出し防止材設置	47	中間層(車道・路肩部)	63	現場発生品・支給品運搬
16	安定処理	32	じゃかご	48	表層(車道・路肩部)		

図-5 63 施工パッケージの一覧

3. 施工パッケージ型積算方式積算用データ作成

63個の施工パッケージについて、積算および公表に必要なデータを作成した。平成23年度については応札者単価および合意単価が収集されていないため、63パッケージ、約4,000条件区分について積上積算から標準単価、機労材構成比等を作成した。

4. 施工パッケージ型積算方式導入スケジュール

土木工事積算検討委員会に諮り、平成24年10月1日入札工事から施工パッケージ型積算方式を適用すること、およびユニットプライス型積算方式は平成23年度限りで廃止することについて了承を得た。また、このことについて平成24年2月15日に記者発表を行った(図-6)。

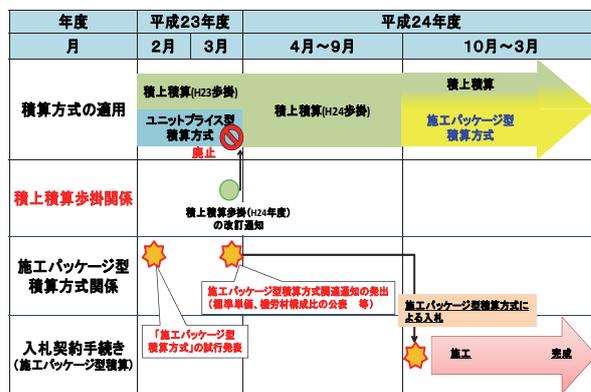


図-6 施工パッケージ型積算方式導入スケジュール

# 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 concerning evaluation of the overall cost structure improvement in road in Kanto

(研究期間 平成 23 年度～平成 24 年度)

ーコスト構造改善プログラムの普及・促進に向けた総合コスト改善の実績分析ー

Analysis of results of integrated cost reduction for spread and promotion of cost structure improvement program

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 塚原 隆夫  
Head Takao TUKAHARA  
主任研究官 駒田 達広  
Senior Researcher Tatsuhiro KOMADA  
交流研究員 横井 宏行  
Guest Researcher Hiroyuki YOKOI

In this study, improvement of the integrated cost in fiscal year 2010 was analyzed. To promote the public works which tackle an issue to improve the lifecycle-cost and the social-cost, that is new evaluation factor, improvement of the efficiency of the follow-up method such as easy calculation method was examined and case studies which are easy to understand were shown.

## 【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も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)(以下「改善プログラム」という。)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。

平成 22 年度の総合コスト改善率は、国土交通省・関係機構等合計で、8.6%の低減となった。物価変動等を含めた改善率は 7.4%の低減となった。

本研究では、総合コスト改善実績の分析、新たな評価項目であるライフサイクルコストの改善及び社会的コストの改善施策の普及・促進を図るための、フォローアップ方法の効率化について検討を行った。

## 【研究内容】

平成 22 年度に関東地方整備局が実施した道路事業等に関する全コスト構造改善実績データを収集し、総合コスト改善率の構成要素である工事コスト、ライフサイクルコスト、社会的コストの各改善実績を、工事単位及び個別のコスト改善施策単位で分析した。

工事単位の分析においては、工種や工事規模別に、全発注工事件数に対するコスト改善を実施した工事の割合を分析した。コスト改善施策単位の分析において

は、施策内容、件数、コスト改善額を分析した。

また、ライフサイクルコストの改善については、具体的なコスト改善額の計算事例を作成した。

## 【研究成果】

### 1. コスト構造改善施策の取組状況

平成 22 年度の関東管内道路工事では、全発注工事 711 件のうち、190 件(26.7%)の工事でコスト構造の改善に関する施策が実施された。そのうち、工事コスト構造の改善が 185 件(単独実施 173 件、ライフサイクルコスト構造の改善との複数実施 12 件)と改善施策の大部分を占めている。

一方、ライフサイクルコスト構造の改善は 17 件(単独実施 5 件、工事コスト構造の改善との複数実施 12 件)、社会的コスト構造の改善は 0 件(実績なし)となっており、新たな評価項目に係るコスト改善額の算定・計上が十分とは言えない現状が確認できる。

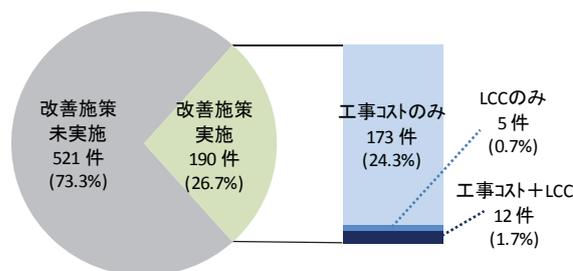


図 1 コスト構造改善施策の実施状況

## 2.1 工事区分別の工事コストの改善効果の分析

工事コスト構造の改善結果を工事区分別に整理した結果を図2に示す。実施件数については、「道路維持」が44件と最も多く、次いで「橋梁下部」(37件)、「橋梁上部」(32件)となっている。また、1工事当りのコスト改善額では、「橋梁上部」が約110百万円と最も高く、「道路維持」(44百万円)、「道路改良」(34百万円)、「橋梁下部」(32百万円)と続いている。

実施件数、1工事当りのコスト改善額ともに上位の「橋梁上部」については、コスト改善効果の高い工事区分であると言える。

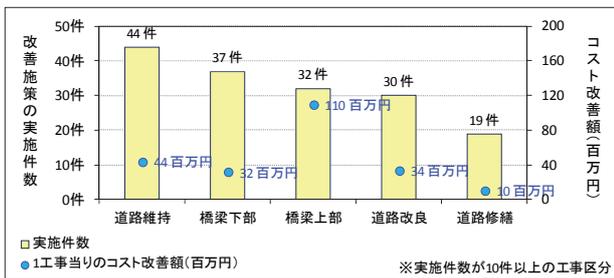


図2 工事区分別の工事コストの改善効果

## 2.2 工事規模別の工事コストの改善効果の分析

工事規模(予定価格)別にコスト改善策の実施率とコスト改善額を整理した。この結果、規模の大きな工事ほど実施率が高く、また、1工事当りのコスト改善額が高くなる傾向が確認された。(図3)

改善策の実施率が高い要因としては、工事規模が大きいほどコスト改善に適した工種が含まれる可能性が高まること、コスト改善額が大きい要因としては、スケールメリットが改善額に反映されていることが挙げられる。更に、現行の入札・契約制度においては格付けによる企業評価制度が運用されており、大規模工事は、高度な技術提案力を有する上位ランク企業が施工していることも、大規模工事のコスト改善額が高くなった一因と考えられる。

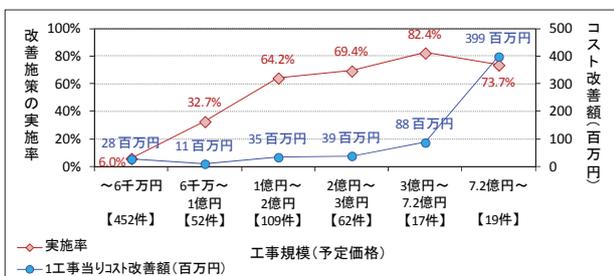


図3 工事規模別の工事コストの改善効果

## 2.3 工事コスト改善の施策別の分析

工事コストの改善が実施された工事を改善策単位毎に整理した結果を表1(件数順)に示す。取組件数

については、「ローカルルール適用」が93件と最も多く、次いで「コンクリート二次製品の活用」(70件)となっている。更に、1件当りのコスト改善額を見ると、「鋼橋の少本数主桁化」が約92百万円で最も改善額が高く、次いで「ローカルルール適用」(48百万円)となっている。

表1 工事コストの改善策のランキング表

順位	具体的施策内容	取組件数(件)	コスト改善額(合計)(百万円)	1件当りのコスト改善額(百万円)	コスト改善率(%)
1位	ローカルルールの適用	93	4,423	48	14.7%
2位	コンクリート二次製品の活用	70	316	5	2.5%
3位	道路除草頻度の見直し	43	612	14	10.4%
4位	鋼橋の少本数主桁化	34	3,123	92	12.0%
5位	路面清掃回数検討	27	790	29	22.9%
6位	鋼管ソールセメント杭工法の採用	19	572	30	12.8%
7位	排水性舗装の排水処理に孔あき側溝を採用	18	43	2	1.2%
8位	植樹管理頻度の見直し	16	249	16	6.2%
9位	橋梁形式の見直し(上部工・下部工)	15	505	34	11.8%
10位	パワーレンダー工法の採用	12	145	12	8.5%
10位	路床安定処理の採用	12	299	25	9.4%

## 3 ライフサイクルコストの改善効果の分析

道路事業のライフサイクルコストの改善効果において取組まれている改善策を表2(件数順)に示す。

「塗装方法の見直し」が取組件数20件、1件当りのコスト改善額429千円と最も改善効果の高い取組となっている。また、取組件数の多い内容としては、「防草対策の実施」(10件)、「照明器具の見直し」(4件)と続いている。

表2 ライフサイクルコストの改善施策

順位	具体的施策内容	取組件数(件)	コスト改善額(合計)(千円)	1件当りのコスト改善額(千円)	コスト改善率(%)
1位	塗装方法の見直し	20	8,576,990	429	11.7%
2位	防草対策の実施	10	34,312	3	2.9%
3位	照明器具の見直し	4	30,038	8	4.9%
4位	耐候性鋼材・ステンレス鋼材等の採用	2	107,121	54	3.9%
5位	道路構造物の長寿命化・延命化	1	3,068	3	0.0%
5位	主桁少数版桁の採用	1	76,955	77	18.6%

## 4. コスト改善額の計算事例の作成

新たな評価項目であるライフサイクルコストの改善効果について、現場への施策の普及・促進を目的としてコスト改善額の計算事例を作成した。

具体的には、実績データの分析結果より、取組件数が比較的多くみられた「照明器具の見直し(ナトリウム灯の採用)」について、コスト改善額の計算事例を作成した。

### 【成果の発表】

本研究の成果は、平成23年度コスト構造改善プログラムのとりまとめに際し、各地方整備局等担当者向けの参考資料として配布する予定である。

### 【成果の活用】

本研究の成果は、各地方整備局担当者に情報提供することにより、毎年度実施されるコスト改善構造フォローアップにおいてコスト改善額の算定に活用され、総合コスト構造改善の促進・普及に寄与している。

# 北東北圏域 危険事象検知システム開発検討調査

Research on hazard detection system based on CCTV image

(研究期間 平成 22～24 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 Research Engineer

金澤 文彦  
Fumihiko KANAZAWA  
鈴木 彰一  
Shoichi SUZUKI  
若月 健  
Takeshi WAKATSUKI  
前田 武頼  
Takeyori MAEDA

It is necessary to develop hazard detection systems based on existing CCTV's images in order to improve and make road management efficient with low expenditure.

A stand-alone test system was verified in this research to estimate the feasibility of a pilot system which is to be implemented into real environment in next step.

## 〔業務目的〕

国土技術政策総合研究所では、安全運転支援システムの研究開発において、CCTV 画像を用いた、停止車両や避走車両等を自動で検知する「危険事象データ収集装置」や、凍結や湿潤等を自動で検知する「路面状況データ収集装置」の開発、実用化を行ってきた。

本年度は、平成 22 年度に実施した、集中処理システム導入による低コスト化に関する検討結果を踏まえ、道路管理用 CCTV 画像を用いて、落石や落下物による車両の避走や停止等の危険事象等を検知できるシステム、及びその集中処理化の検証を行った。

具体的には、道路管理用 CCTV 画像を用いて危険事象等を検知するシステムに関し、危険事象等の検知を集中処理によって行う場合の、処理サーバに対する負荷、必要通信速度、同時処理カメラ画像数等について検証を行った。

## 〔業務内容〕

### (1) 検証計画の作成

下記に示す検証の項目について検証方法を検討し、検証計画を作成した。

- ① 汎用サーバ上の画像処理における基本性能(現行システムと同等の処理に必要なスペック)の把握
- ② 汎用サーバスペックと同時処理可能カメラ数の相関
- ③ 通信インフラ制約と同時処理可能カメラ数の相関
- ④ 画像処理カメラを一定時間毎に切り替え、複数カメラへ対応する手法の実現性

- ⑤ 画像処理の内容や画像の質が変化した場合の、画像処理性能への影響
- ⑥ 異なる画像処理ソフトウェアが同時稼働した場合の、処理性能への影響
- ⑦ サーバ上での画像処理以外の負荷要因による影響

また検証計画の作成にあたり、検証に満足するシステムの仕様や、検証に用いる評価の仕様(処理速度・処理精度)を定義した。

### (2) 検証システム構築及び検証の実施

検証用システムの動作環境(図 1)を構築した。

構築した検証用システムは次の通り。

- ① 現行システム：従来の危険事象検知システム。ハードウェアに依存する。
- ② 検証システム：画像処理ソフトウェアのみで動作する事象検知システム。汎用サーバ上の仮想環境で集中処理を検証。

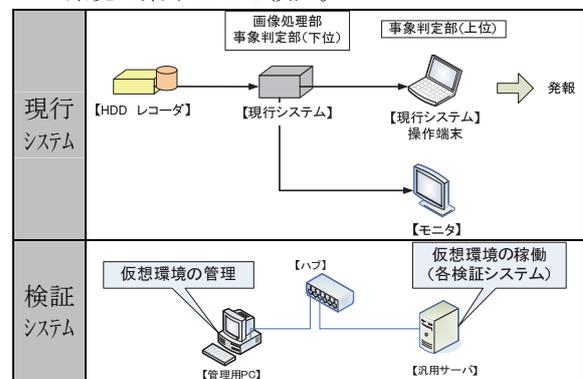


図 1 検証用システム構成

検証計画に基づき、システム検証を行い、検証結果のとりまとめを行った。

<検証結果>

- ・ 検証システムにおいて、現行システムと同等の処理に必要な仮想環境スペックは、CPUが2.26GHz、メモリが1GB。
- ・ 検証環境スペックの汎用サーバ上で、同時処理可能カメラ数は30台。
- ・ 通信インフラの制約(1Gbps)から、同時処理可能カメラ数は最大60台程度。
- ・ 異なる画像処理ソフトウェアを同時稼働した場合、互いの処理にはほとんど影響を及ぼさない。

(3) 実現性及び低コスト化に関する課題の検討

1) 画像処理、事象判定を汎用サーバ上で行う場合の実現性の検討

① 技術面からみた実現性

ハードウェア、ソフトウェア、通信インフラの技術的な観点から、集中処理システムの実現性が確認できた。ただし、実フィールドを想定した場合、以下の課題がある。

<実フィールドを想定した場合の課題>

- ・ 画像入力のストリーミング形式対応
- ・ 入力画像の切り替えに伴うオーバーヘッドへの対応
- ・ CCTVカメラのプリセットへの対応
- ・ カメラ画像が専有するネットワーク通信帯域の確保

② コスト面からみた実現性

集中処理システムの導入費用を試算した上、過年度の試算結果と比較・整理し、コスト削減効果からその実現性が確認できた。ただしコスト削減へ向け、以下の阻害要因がある。

<コスト削減へ向けた阻害要因>

- ・ 画像処理ソフトウェアによってライセンスの単価が変動するため、コスト削減への阻害要因と成り得る。

③ 運用面からみた実現性

集中処理システム導入時の運用面の変化を整理し、課題と対応案を検討した。サーバの設置箇所は、地整よりも**事務所に設置**した方が運用面での課題は少ないと考えられる。以下に主な課題を示す。

<運用上の主な課題>

- ・ サーバ数は減少するが新たに仮想環境の管理が必要
- ・ 画角を大きく変えられないため精度調整に限界
- ・ 更新時にシステムの変更が容易になるが、新規参入による品質低下の防止が課題
- ・ ソフトウェアの契約方法(ライセンス契約等)
- ・ システム監視や冗長性の確保の重要性が高くなる

2) 集中処理による低コスト化の課題に関する検討

① 標準化に関する課題の検討

関係者ヒアリングや今回の検証結果から標準化が望ましい範囲と項目として抽出した下記の事項について方向性を検討した。

- (1)IP対応の映像 (2)プリセット状態の把握方法
- (3)発報信号 (4)検出事象の定義を規定
- (5)検出精度の試験方法
- (6)画像処理に適したカメラの選別
- (7)ユーザー向けのパラメータ設定機能
- (8)入力画像の切替処理機能(オーバーヘッド対策)

② 企業参入意欲の向上に向けた課題の検討

画像処理装置導入業者、画像解析ソフト開発業者及び今後参入が想定されるクラウド事業者についてSWOT(強み、弱み、機会、脅威)分析を行い、強みを活かし、弱みや脅威を克服するための課題への対応により参入の可能性を確認した。

(4) 実フィールド検証システム仕様(案)の検討

今回の録画映像によるスタンドアロンの環境での検証作業では検証ができなかった検証項目を中心に、実フィールドでの検証項目と検証方法を検討した。

- ・ 実フィールド実験の目的(現行システムとの比較、IP対応カメラの数等)に基づき候補箇所(国道事務所)を検討した。
- ・ 今回の検証結果と実フィールド検証項目に基づき、実フィールド検証に必要な機器仕様(汎用サーバのスペック:今年度と同等)及び機能仕様(ストリーミング対応、オーバーヘッド対策、ログ抽出機能等)を検討した。

(5) 実フィールド実験計画(案)の作成

(5)で整理した検証項目(案)を踏まえて、実フィールドでの検証イメージを整理し、収集すべきデータ項目を検討した。

実フィールド実験に必要な環境として、本年度と同等のサーバ装置及びネットワーク調査用PCサーバを設置する。また、検証システムの要件及び既設システムへの影響範囲を整理し、改修費用等を試算した。

さらに、実フィールド実験の実施方法(実施時期、実施箇所、実施体制、実施スケジュール等)を検討し、実フィールド実験計画(案)をとりまとめた。

[まとめ]

今年度の検討結果により、システムの能力として、実運用を満足できることと考えられる。今後は、現地での実験を通じて、運用面などの課題などを調査する。

# 長崎における制御情報を活用した道路交通状況の把握検討

A study on a monitoring road traffic using controller area network data in Nagasaki Project

(研究期間 平成 22～23 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	元水 昭太
Researcher	Shota MOTOMIZU
部外研究員	中村 悟
Guest Research Engineer	Satoru NAKAMURA

This study aims at verifying the availability of controller area network (CAN) information to the road administrator. This paper reports development of analytical methods of CAN information of electric vehicles to evaluate effects of traffic accident reduction and traffic congestion mitigation, to measure roadway grade easily, and to estimate introduction effects of the ITS Spot Services.

## 【研究目的及び経緯】

本研究は、自動車の車両制御情報 [CAN 情報 : Controller Area Network Data] の道路行政への活用可能性を検証することを目的としている。

長崎県五島地域では、EV と ITS が連動した未来型ドライブ観光の開発と実配備を目的とし長崎 EV&ITS プロジェクト (以下、「長崎 EV&ITS」という。) が実施されている。今年度は、長崎 EV&ITS においてレンタカーとして使われている電気自動車 [EV] から取得した CAN 情報 (以下、「EV 運行データ」という。) を、交通事故削減、交通流円滑化等の観点から分析した。また、EV の充電率情報等から、簡易に道路の高度データを取得する手法の検討を行った。その上で、EV 運行データから高度データを算出し、その精度検証を行った。さらに、EV 運行データを用いた ITS スポットサービスの導入効果手法の検討を行った。

## 【研究内容及び成果】

### 1. EV 運行データの分析

EV 運行データを、交通事故削減、交通流円滑化等の観点から分析を行い、道路行政への活用可能性を確認するとともに、その分析手法についてとりまとめた。

### 【研究成果】

データの付加やデータクリーニング等を行い整備した 2010 年 7 月から 2011 年 8 月までの 15 台分の EV 運行データのうち、夏休み期間中で走行データが最も多い 2011 年 8 月の毎日の車両の稼働状況や走行距離を整理した。

1 日あたりの平均稼働台数は 9.8 台、夏休み期間中であることから平日の稼働台数も多いこと、稼働車両 1 台あたりの平均走行時間は 1.9 時間/日であり、全車両

の総走行時間は平均 19 時間/日であること等が明らかとなった。

次に、EV 運行データの活用策について検討を行った。道路不通区間分析については、1 か月間で対象地域のほとんどの区間で車両走行実績があり、車両走行が確認できない区間を対象に道路不通検出の可能性があることを明らかにした。渋滞箇所分析については、平均旅行速度を用いて、渋滞箇所の候補が抽出可能であること、低充電車の走行頻度分析については低充電車の分布を図化することで、急速充電スポットや線形等との対応から問題箇所を抽出可能であることを明らかにした(図 1)。

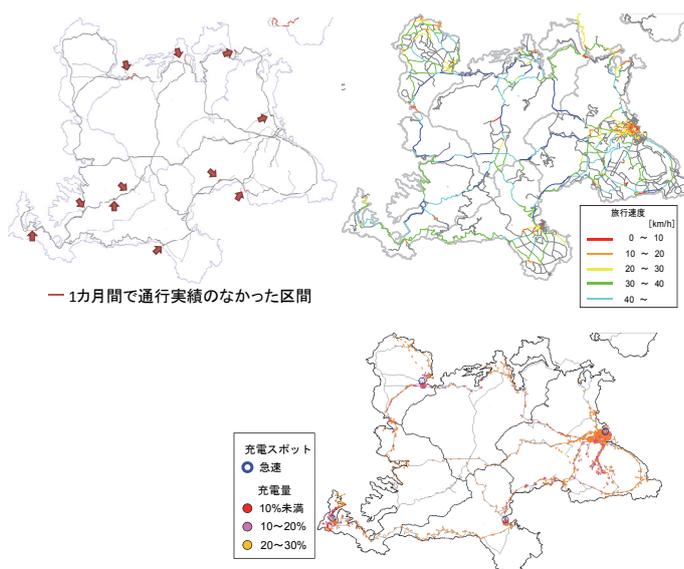


図 1 EV 運行データの活用策  
(左上：車両走行が確認できない区間、右上：平均旅行速度、  
右下：低充電車分布)

## 2. 道路の高度データを簡易に取得する手法の整理及びその正確性の確認

道路の高度データを簡易に取得するために、EVの充電率情報を活用する手法を整理した。

まず、EVの電力消費算出手法について、国内外における既存事例を収集、整理した上で、地形の勾配に起因する変数の有無に着目し、勾配が電力消費量に及ぼす影響を定量化した。

次に、EVの充電率情報等から、簡易に道路の高度データを取得する手法の検討を行った。

また、高度データを取得する手法の精度を確認するため、EV運行データを用いて高度データを算出するとともに、道路台帳等で取得できる高度の真値との比較・整理を行った。

### 【研究成果】

EVの電力消費算出手法に関連する論文レビューより、電力消費量に影響を与える走行抵抗は①空気抵抗、②ころがり抵抗、③勾配抵抗、④加速抵抗の4つの抵抗の合算であることを整理した。

また、道路の高度データとして「勾配」の算出方法について検討を行った。具体的には、2点間の電池残量の変化と車両の運動方程式から、勾配を算出する方法を採用、下記のような定式化を行った。

$$\sin \theta = \left\{ \frac{P \times \eta_f}{V} - \left( \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_d \cdot A \cdot V^2 + \mu M \cdot g + (M + M_i) \alpha \right) \right\} \div M \cdot g \dots (式1)$$

$$P_t = \text{電池残量}_{t+1} - \text{電池残量}_t \dots (式2)$$

$P$ : 出力[W],  $\eta_f$ : 伝達効率(無次元),  $\rho$ : 空気密度[kg/m<sup>3</sup>],  
 $C_d$ : 空気抵抗係数(無次元),  $A$ : 車両前面投影面積[m<sup>2</sup>],  
 $V$ : 車両走行速度[m/s],  $\mu$ : ころがり抵抗係数(無次元),  
 $M$ : 車両総質量[kg],  $g$ : 重力加速度[m/s<sup>2</sup>],  $\theta$ : 坂路勾配[rad],  
 $\alpha$ : 加速度[m/s<sup>2</sup>],  $M_i$ : 駆動機構の回転部分の等価慣性質量[kg]

エアコン稼働が少ない10月のデータのうちエアコンがOFFとなっているEVの充電率情報から、上記算出式を用いて勾配を算出し、勾配の出現頻度を整理した(図2)。下り勾配(勾配がマイナス)の範囲では、出現頻度のピークが勾配-2%~-1.5%にあるが、これは下り勾配走行時の回生ブレーキの影響が算出式では考慮されていないことが原因と考えられる。従って、一般のEV充電率情報は、上り勾配(勾配がプラス)走行時に適用することが望ましい。

上記算出式による勾配の算出結果を地図にプロット(図3)し、上り勾配走行時において道路台帳から得られる道路勾配と比較した結果、勾配の向きや大きさが概ね同じ傾向に計算されるなど良好な結果を得た。

## 3. EV運行データを用いたITSスポットサービスの導入効果の検討

EV運行データを用いてレンタカーでの周遊行動とITSスポットの利用状況の関係を整理し、ITSスポットサービスの導入効果を計測する手法を検討した。

### 【研究成果】

長崎EV&ITSでは、2011年8月よりITSスポット(インターネット接続)を活用した観光情報の提供を行っている。そこで、ITSスポットの利用効果を、ITSスポ

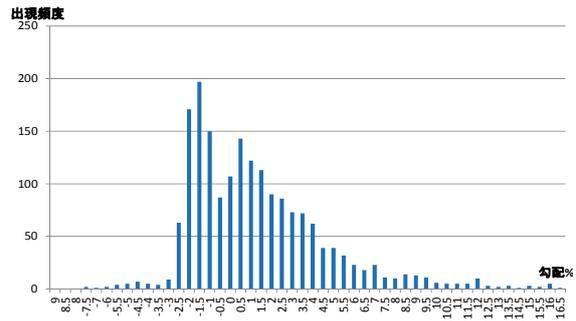


図2 勾配の出現頻度

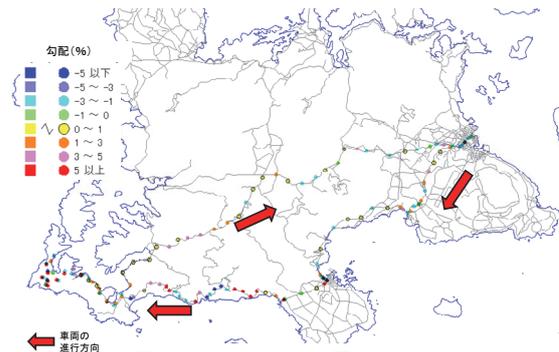


図3 勾配算出結果の例

ットで紹介された観光地の訪問延べ回数等で、計測する手法を検討し、2011年8月のデータを用いて、EV運行データとITSスポットのアクセスログをマッチングしてケーススタディを行った。分析対象期間はITSスポットサービスが開始されて間もない時期で、利用実績データが少なく十分な分析は出来なかったが、今後はEV運行データとアクセスログデータの蓄積が進むことで、分析が可能になるものと考えられる。

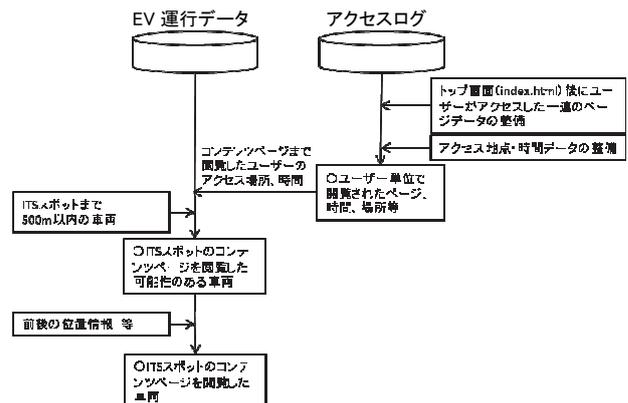


図4 EV運行データとアクセスログのマッチングフロー

### 【成果の活用】

本調査で得た知見は、CAN情報を道路行政及び観光地でのITSスポット導入効果計測等に利用するための基礎資料として活用する。

# 関東管内大型車による環境負荷の低減システム に関する効果検討調査

A study on the development of environmentally friendly system  
according to freight vehicles in Kanto region

(研究期間 平成 22-23 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 若月 健  
Researcher Takeshi WAKATSUKI  
部外研究員 岩崎 健  
Guest Engineer Ken IWASAKI

National Institute for Land and Infrastructure Management (NILIM) has developed the “Safe Driving Support System at Curve Section” as a part of ITS Spot service. This system has been installed at Kumano-cho Curve (a section of Kumano-cho Junction outbound on Metropolitan expressway) and voice guidance has been provided via the ITS Spot to alert driving speed. This paper will report the results of the field operational tests conducted to examine the effectiveness of the system; the tests have been conducted for two years. This system was identified by comparing driving behaviors with and without voice guidance as well as conducting questionnaire survey.

## 〔研究目的と経緯〕

国総研 ITS 研究室では、カーブ区間における速度超過による事故を削減する目的で、ITS スポットによる情報提供技術を活用した、車種や路面状況、走行速度に応じて注意喚起情報を提供する「カーブ進入危険防止システム」を開発した。

本研究は、大型車の事故が発生している首都高速 5 号池袋線熊野町カーブ(下り)に導入したシステムの効果検証を目的とする。大型車への効果に着目するため、試験車両として 4t トラックを用意し、被験者による走行実験を実施し、情報提供あり/なしの速度変化や減速挙動等の比較によってその効果を把握した。さらに検証走行終了後は被験者に対してアンケート調査を行い、ドライバーの主観的なサービスの評価についても確認を行った。

また、平成 21 年 2 月に国総研が選定した首都高モニタ(首都圏在住者を対象とし、音声出力型の車載器を貸与)のうち、貨物車を運転しているドライバーに対してアンケートを行い、熊野町カーブにおけるサービス開始以降、継続的にサービスを受けることに対する受容性や効果の持続性についても確認した。

## 〔研究内容〕

### 1. 検証走行の実施

被験者として物流会社のプロドライバーを募集し、路面状態が乾燥・湿潤の場合における走行実験を実施した。乾燥時・湿潤時ともに 20 名分のデータを収集することとし、路面乾燥時の 13 名分のデータは平成 22 年度取得のデータを用いる。<sup>1)</sup>

#### ①実験概要

被験者：27 名(湿潤時 20 名、乾燥時 7 名)

走行回数：6 走行(情報提供あり/なし 3 回)

検証走行車両：4t トラック(満積載)

走行パターン：被験者を 2 グループに分け、情報提供あり/なしの順序を変えて走行を実施

取得データ：表 1 に示す通り。また、図 1 の通り車載のビデオカメラよりドライバーの運転動作等も記録した。

表 1 取得データ

収集項目	収集間隔	
時刻	1 秒	
GPS 緯度経度	1 秒	
車速	0.1 秒	
加加速度	前後	0.1 秒
	左右	0.1 秒
ヨー角速度	0.1 秒	



図 1 走行調査の様子

表2 速度閾値と速度に応じた発話内容

	速度閾値(km/h)		発話内容
	路面乾燥時	路面湿潤時	
閾値以上	80km/h 以上	60km/h 以上	『この先、事故多発カーブ。速度注意』
閾値未満	0~80km/h	0~60km/h	『この先、事故多発カーブ。』

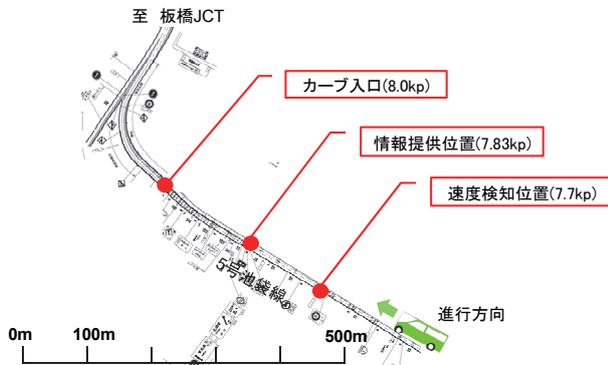


図2 熊野町カーブの平面図とシステム概要

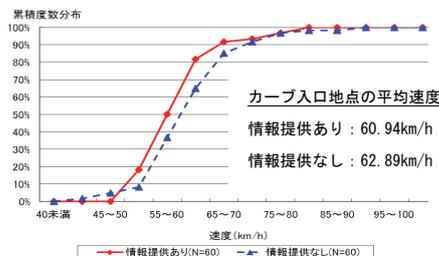


図3 カーブ入口地点の速度（低速からの累積：乾燥時）

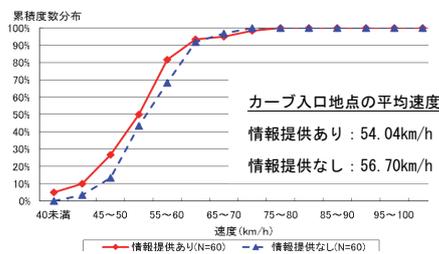


図4 カーブ入口地点の速度（低速からの累積：湿潤時）

## ②検証走行時における音声サービスの内容

図2に熊野町カーブの平面図、及び情報提供位置、発話内容決定のための速度検知位置を示す。当サービスでは、7.7kpに設置された速度検知機より取得の情報から、速度に応じた発話内容が決定され、7.83kpに設置されたITSスポット通信を行い、音声による注意喚起情報が提供されるものである。提供される発話内容は表2の通り。

## ③検証走行結果

図3、図4は路面が乾燥・湿潤の場合のカーブ入口地点(8.0kp)における速度の累積を示したものである。乾燥・湿潤ともに情報提供ありの方がなしの場合と比較し速度分布が低いほうへ移動していることから、情

表3 減速行動開始位置の50%マイル値

路面状態	情報提供あり	情報提供なし	差
乾燥時	7.87kp	7.90kp	30m
湿潤時	7.90kp	7.93kp	30m

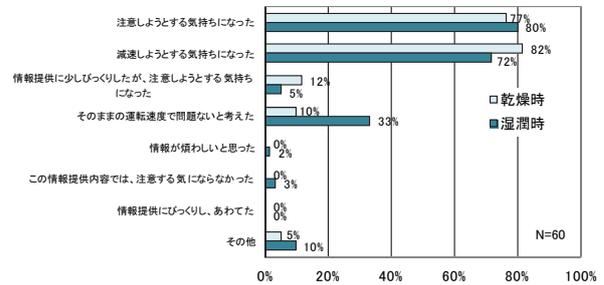


図5 注意喚起情報を受けた後の気持ちの変化

報提供による速度抑制効果が確認されたといえる。

また、表3は情報提供位置より下流側で減速を開始した被験者の減速行動開始地点(車載のビデオカメラの映像から減速行動を判定)の50%マイル値を示す。この結果から情報提供ありの場合は、なしの場合と比較して約30m上流側に移動しており、情報提供によって減速行動の開始が早くなっていることが確認された。

## ④アンケート結果

走行実験の被験者に対して行ったアンケート調査結果を図5に示す。乾燥時・湿潤時共に「注意しようとする気持ちになった」「減速しようとする気持ちになった」という回答が70%以上となっており、主観的な意見からも当サービスの有効性が高いことが示された。

## 2. 首都高モニタに対するアンケート調査結果

検証走行の被験者であるドライバーに対するアンケートでは、継続的にサービスを受けることに対する評価(慣れや煩わしさ等)が出来ない。そこで首都高モニタのうち、貨物車を運転している人を対象にアンケート調査を行った(有効回答数26)。図6に示す通り、継続的にサービスを受ける(対象7名)ことに対する有用度に関する設問に対して、約7割が役立つと回答している。

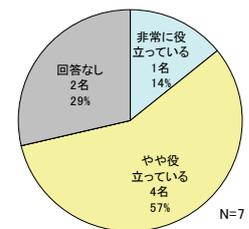


図6 継続的にサービスを受けることに対する有用度

## 【成果の活用】

過年度の成果と合わせ、安全運転支援システム導入マニュアルとしてとりまとめる予定。

## <参考文献>

1) 金澤文彦、澤田泰征ほか, Logistics Support Service Using ITS Spot, ITSWorldCongress 2011, Orlando Proceedings, 2011.



---

国土技術政策総合研究所資料  
TECHNICAL NOTE of NILIM  
No.704            December 2012

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