

道 路 調 查 費

道路交通調査の高度化

Data collection support for road administration

(研究期間 平成 21 年度～)

— 交通量常時観測システムを活用した交通データ算定方法に関する研究 —

The study to prediction traffic-data of adjacent links based on regular observation traffic-data

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 河野 友彦
Guest Research Engineer Tomohiko KAWANO

The efficiency improvement of the traffic data acquisition is requested. This study confirms method to prediction traffic data of adjacent link based on continual observation traffic data.

[研究目的及び経緯]

従来、交通需要推計や渋滞対策指標である損失時間の算出に用いられる交通量データは、主に道路交通センサスで得られた結果であった。

この道路交通センサスの交通量データは、5 年に 1 度、かつある特定の 1 日の調査により得られたデータであり、これを年間の平均的な交通量として扱っているのが現状である。加えて、調査方法は、主として人手観測によるものであり、その地点数は、全調査地点約 36,000 のうち約 24,000 であり、多大な調査コストがかかっていることも課題である。

一方、国土交通省が設置・運営しているトラフィックカウンタ (以下「トラカン」という。) は、年間の日々の交通量データを取得しており、全国に約 500 地点で交通量をモニタリングしている。そこで、今後はこのトラカンを積極的に活用することで、交通量データの効率的な収集を図っていくことが望まれる。

本研究では、トラカンデータを用いてトラカン設置地点の隣接地点の交通量の推定が可能であるか、実データで分析・検証を行うことを目的とする。

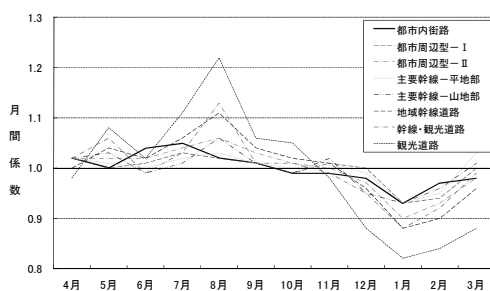


図 1 1 年間を通じた交通量の変動

[研究内容]

本研究では、以下①から③の手順に従い隣接区間の交通量を算定する。

①推定区間に対する常時観測区間の選定

推定区間と最も交通変動の関連性が高いと考えられる常時観測区間を「関連常時観測区間」として選定する。上記選定方法は、任意の推定区間において、基準となる常時観測区間を通過するトリップが占める割合 (以下「交通重複率」という。) を用いる。

交通重複率は、以下に基づき算出する。まず、交通量配分結果 (H17 センサスの現況配分等) を用いて、基準となる常時観測区間の経路情報を抽出し、常時観測区間を通過する交通が他の任意の推定区間を通過する交通量 (トリップ量) を算出する。次に上記により算出した交通量 (トリップ量) に対する各推定区間の配分交通量に占める割合を計算することで交通重複率を算出する。

②基準 12 時間断面交通量比の算定

「推定区間の基準 12 時間断面交通量 $q_{12 \text{ 時間}}$ と関連常時観測区間の基準 12 時間断面交通量 $q_{0, 12 \text{ 時間}}$ との比 $q_{12 \text{ 時間}} / q_{0, 12 \text{ 時間}}$ 」を算定する。各々の基準 12 時間断面交通量は、基準月における月平均交通量であり、固定値である。

③隣接区間の交通量の推定

上記②より算定した基準 12 時間断面交通量比に、関連常時観測区間の推定日における 12 時間断面交通量 $Q_{0, 12 \text{ 時間}}$ を乗じることで、推定区間における任意の推定日の昼間 12 時間断面交通量 $Q_{12 \text{ 時間}}$ を推定する ($Q_{12 \text{ 時間}} = Q_{0, 12 \text{ 時間}} \times q_{12 \text{ 時間}} / q_{0, 12 \text{ 時間}}$)。

なお、本研究では、滋賀県・宮城県・愛知県内に設置されているトラカンデータをケーススタディで用い、推定手法の検証を行った。また、推定区間は、それぞれのケーススタディ地区内における常時観測点とし、その各々の常時観測点に対し交通重複率が最も高い関連常時観測点を設定し、実測値と推定値を比較検証する。また、実測値と推定値との比較は、以下算出式より算定される「平均乖離率」を用いる。

$$\text{平均乖離率} = (|\text{推定交通量} - \text{観測交通量}|) / \text{観測交通量} \times 100(\%) \text{の平均値}$$

[研究成果]

(1) 交通重複率と交通量推定による平均乖離率の関係

本研究のケーススタディ地区として設定した滋賀県において、上記①から③の手順により交通量を推定し、交通重複率及び実測値と推定値の平均乖離率との関係を図2に示す。図2より、交通重複率が10%未満においては平均乖離率が3.21%、交通重複率が10~30%においては平均乖離率が2.96%、交通重複率30%以上においては平均乖離率が1.14%となっている。以上のことから、交通重複率が高いほど交通量の推定精度は高くなる傾向がある。

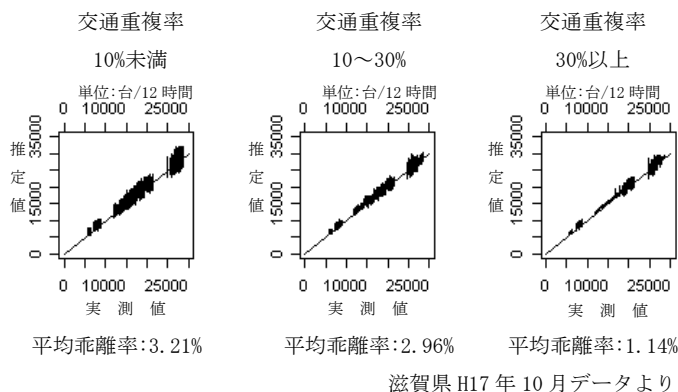


図2 交通重複率と交通量推定による乖離率の関係

(2) 交通量推定結果の検証

本研究のケーススタディ地区として設定した愛知県及び宮城県について、基準12時間断面交通量比を用いた12時間断面交通量を推定した。

上記推定交通量と観測交通量の相関図を図3及び図4に示す。それぞれのケースにおいて平均乖離率は、愛知県においては3.8%、宮城県においては2.8%である。

また、各々の地区におけるトラカンデータを用いた12時間交通量の変動係数の平均値、つまり日々の12時間交通量の変動幅は、愛知県においては3.9%、宮城県においては4.1%である。以上より、各々の地区により算出された平均乖離率は、各々の地区の日々の12

時間交通量の変動幅より低いものである。

本研究における成果は以下の通りである。

- ①日々の交通量の推定誤差は、推定区間の日々の12時間交通量の変動幅より小さく、推定区間の交通量の変動を表現することが可能である。
- ③交通重複率が高いほど交通量の推定精度は高くなる傾向がある。関連常時観測区間の選定には、交通重複率が一つの基準として用いることができる。

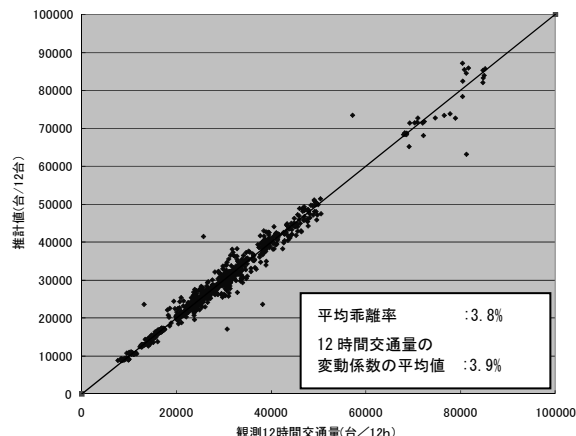


図3 観測交通量と推定交通量の相関（愛知県）

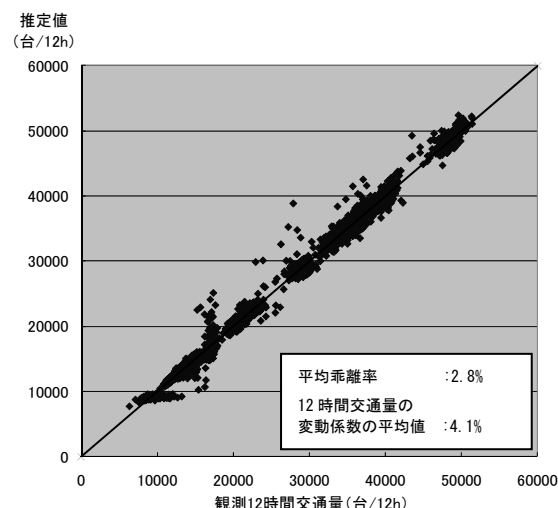


図4 観測交通量と推定交通量の相関（宮城県）

[成果の発表]

本研究での成果は、土木計画学研究発表会等で発表予定である。

[成果の活用]

本研究の成果を用い、幹線道路において、広域的かつ効率的に交通量の日変動を把握することができる。

また、本成果を別途取得するプローブデータによる旅行時間と組み合わせることで、損失時間の変動等の交通指標を低コストで算出することが可能となる。

道路交通調査の高度化

Data collection support for road administration

(研究期間 平成 20 年度～)

—プローブデータを用いた旅行時間の推定に関する研究—

The study to estimate assume the travel time using existing probe-data

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	吉岡 伸也
Guest Research Engineer	Nobuya Yoshioka
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

It was confirmed that we could estimate the travel time with existing probe data in this study. And it is expected to improve the reliability of traffic data and to reduce costs for collecting data in the future.

[研究目的及び経緯]

従来、わが国では「自動車をいかに捌くか」を前提として、道路交通の「量」の把握・評価に心血が注がれてきた。しかし、社会全体が成熟し、国民の生活様式も多様化した今日、道路のもつ多様な機能やサービスの「質」を正しく把握・評価し、施策に反映していくことも今後の重要な課題となってきた。例えば、交通円滑化対策においても、日交通量を単位とした道路網の評価から、時間交通量やプローブ情報を用い、指標とその算定方法を開発し、混雑の実態（質）をより詳細に捉えて効率的な評価をしていく必要がある。

国土交通省では、「旅行時間」の算定については、プローブ情報を独自に収集し、分析が行われてきた。しかし、調査日が特定日に限定され、収集にかかるコスト負担も大きいという課題があった。一方、民間事業者等でも運行管理や情報提供等を目的にプローブ情報の収集が行われており、全国道路網について比較的広範囲かつ高頻度（主に都市部）にデータ取得することができるようになってきている。調査コストを縮減し、よりきめ細かな交通データの時間変動を捉えるためにも、今後はこれらの情報（以下、「既存プローブデータ」という。）を積極的に活用し、旅行時間を効率的に収集するとともに、データの信頼性向上を図っていくことが望まれる。

そこで本研究では、既存プローブデータを用いた旅

行時間の算定方法（未計測区間の補充方法等）について分析・検証を行うことを目的とする。具体的には、「評価対象区間の一部にデータ未計測区間があっても、ある許容範囲においてはデータ取得区間だけで当該区間の旅行時間特性を表すことができる。」という仮説に対し、統計的推定を試みるものである。

[研究内容]

本研究で取り扱う対象道路は、道路交通センサスにおける観測路線（都道府県・政令市道以上）のうち、高速道路会社の管理区間を除くものとする。また、旅行時間の評価単位は以下の通りとする。

○評価時間：昼間 12 時間帯（7 時～19 時）における各時間単位で評価し、月毎に、平日・休日別、上り・下り別に算定する。

○評価区間：幹線道路どうしの交差点間で評価し、旅行時間は同区間を構成する各 DRM リンク（道路区間の最小単位）の旅行時間とを算定する。

本研究で対象とする旅行時間は、自動車会社が提供する既存プローブデータ（事前処理により 15 分帯別及び DRM リンク毎に平均旅行時間と通過件数が記録）を用いて作成する。旅行時間データの作成手順は以下の通りである。

① 15 分毎に取得される既存プローブデータを旅行時

間と情報件数の重み付け平均で1時間単位に統合し、月毎の時間別旅行時間データを作成する。

- ②評価区間単位で分析するために、道路属性情報データを別途作成し、上記①で作成した時間別旅行時間データに同情報を付加する。
- ③DRM リンク毎に整理した時間別旅行時間データを評価区間単位に統合し、本研究の検証結果に基づく算定基準に則り、月毎の評価区間旅行時間データを作成する。なお、同旅行時間データは表1の様式で出力する。

表1 旅行時間データの出力様式

テーブル名	フィールド名	データ型
評価区間旅行時間データ	評価区間番号	数値型(長整数型)
	評価区間長	数値型(長整数型)
	都道府県支庁指定市コード	数値型(長整数型)
	H17センサ調査単位区間番号	数値型(長整数型)
	算定年月	数値型(整数型)
	平日・休日コード	数値型(バイト型)
	上り・下りコード	数値型(バイト型)
	時間帯別旅行時間	数値型(整数型)
	旅行時間算出根拠フラグ	数値型(整数型)

本研究で取り上げる旅行時間の統計的推定に関する検証方法を以下に示す。

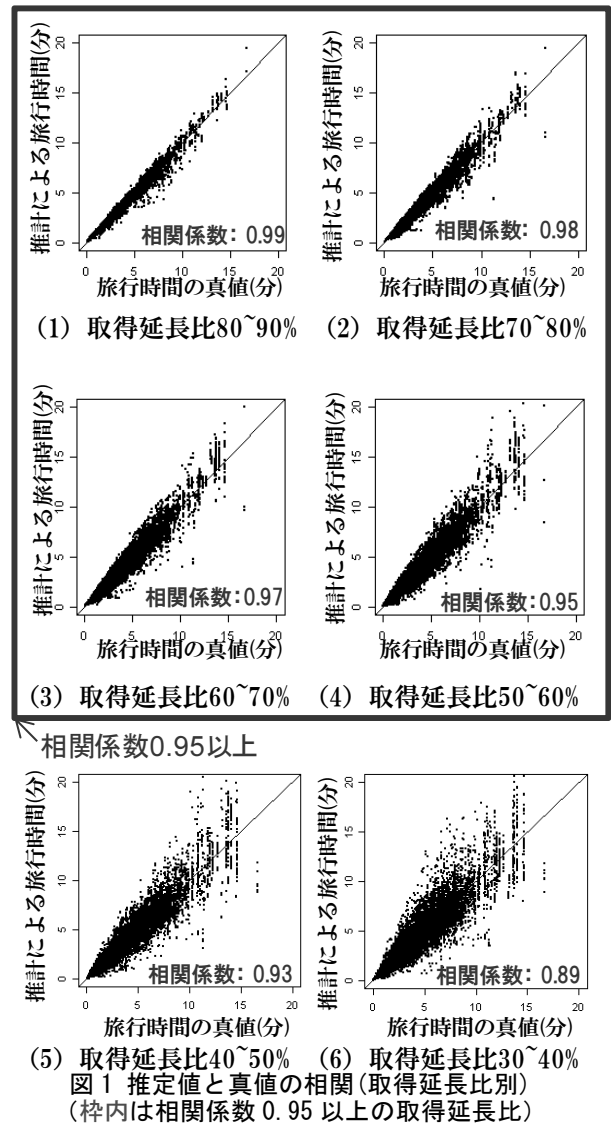
- 標本抽出：神奈川県 2008.10 (平日) の時間別旅行時間データのうち、全 DRM リンクでデータ取得できた評価区間
- 検証方法：旅行時間の真値 (=各リンク旅行時間の総和) に対し、その状態からリンクを故意に1つずつ除外し、残存リンクの旅行時間之和に拡大係数 (=当該区間長/残存リンク延べ延長) を乗じた旅行時間の推定値を求める。このとき、残存リンク長が評価区間長の何%以上を占めれば、ある許容誤差内に推定誤差が納まり、真値と同等とみなせるか相関係数により検証する。

【研究成果】

データ取得延長比別に、(1) 80~90%、(2) 70~80%、(3) 60~70%、(4) 50~60%、(5) 40~50%、(6) 30~40%に分けて、評価区間毎に旅行時間の推定値と真値との相関分析を行った結果を図1に示す。この結果、取得延長比50%以上では、両者の相関係数は0.95以上が確保されることが確認された。一方、取得延長比50%未満となると相関係数は0.95以下になり、急激に相関係数が低下することから、上記仮説を満たすための取得延長比としては、50%以上が妥当であると推察される。

本研究成果の総括を以下に示す。

- ①旅行時間の算定にあたり、民間事業者等より提供される既存プローブデータを有効活用できることが確



認でき、分析の高度化や収集コスト縮減に資することが分かった。

- ②区間の一部にデータ欠損があっても、評価区間長比50%以上の DRM リンクでデータ取得できれば、相関係数0.95以上で評価区間の旅行時間特性を有しており、同旅行時間を推定することができる。
- ③神奈川県の全対象道路に対し、既存プローブデータ(2008.10 平日)から旅行時間を算定できる延長割合は、同推定を導入しない場合に比べ、直轄国道では約20%の向上(61.0%→80.7%)が見込まれる。

【成果の活用】

本研究の成果は、全国幹線道路網における旅行時間データを作成するための算定手法に用いることができ、交通量データと組み合わせ、交通円滑化等の分析に必要な交通指標(損失時間、総乗車時間)の算定が可能となり、客観的なデータに基づく交通政策立案や評価に資することとなる。

道路整備の多様な効果の定量化

Quantification of various effects caused by developing roads

(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 原田 優子
Researcher Yuko HARADA

We quantified travel time reliability of the local road. We calculated how much each factor effects reliability and proposed measures for improving reliability.

[研究目的及び経緯]

現行の所要時間短縮の効果は所要時間分布の平均値の短縮しか評価されておらず、所要時間の不確実性を表す変動の大小までは評価されていない。所要時間の不確実性の減少により利用者が享受する効果は小さくないと考えられ、イギリスやアメリカ等の諸外国ではその定量化が試みられている。所要時間の不確実性を評価するために、時間信頼性（定時性）という概念が提案されている。時間信頼性とは「一定の所要時間で目的地に到達できる確率」である。時間信頼性指標としては一般的に所要時間分布の標準偏差や、見込むべき余裕時間として **Buffer Time (95%タイル値旅行時間－平均旅行時間：BT)** がよく用いられる。

本研究では、時間信頼性の算定方法及び時間信頼性の向上策の検討を行うため、事例分析を通じた旅行時間データ処理方法の検討、時間信頼性の低下要因の把握及び時間信頼性向上策の効果の試算を行った。具体的には、旅行時間¹データの分割時間単位及びその代表値の検討、旅行時間の各種統計指標（中央値、平均値、各タイル値等）の分割時間帯別の整理、時間信頼性の低下要因の抽出と影響の分析（交通容量の低下要因の特定、容量変動による影響の分析、時間信頼性向上策の検討とその効果の試算、アンケートによる利用者の意識調査）を行った。なお、本研究における時間信頼性指標とは、同一時間帯の各日間の変動を表わす。

[研究内容]

(1) 時間信頼性指標算出のための旅行時間データの処理方法の検討

平成 20 年度東広島・呉地域における AVI（ナンバー

プレート自動読取装置）調査によって取得した旅行時間データをもとに、時間信頼性指標算出のためのデータ処理方法を検討した。まず、時間信頼性評価に用いる旅行時間データの処理に望ましい分割時間単位とその代表値の検討を行った。各区間の旅行時間データを日別に 5 分、15 分、30 分、1 時間単位に分割し、各々の時間帯の中央値、平均値及び各タイル値を算出し、全観測期間にわたりそれらを時間帯毎に整理して、分割時間単位及び代表値の違いによってそれらの統計指標に生じる差の程度を表わした。

(2) 時間信頼性向上策のケーススタディ

福島市と米沢市を結ぶ国道 13 号栗子道路において時間信頼性の評価を行った。当該道路は適当な迂回路がなく、将来的には並行して東北中央自動車道（バイパス）が整備される。AVI による旅行時間調査を実施し各種統計指標を時間帯別に整理した。調査対象区間を同程度の距離に 4 分割してそれぞれの箇所に AVI を設置して旅行時間データを取得した。区間図は図 1 のとおりである。

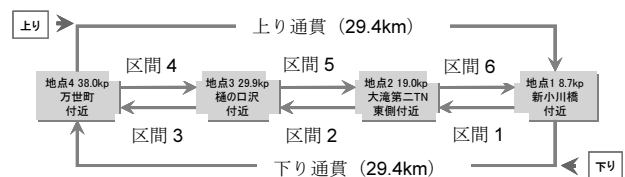


図 1 栗子道路区間分割模式図

次に、時間信頼性の低下要因の抽出と影響の分析を行った。低下要因は交通容量の変動である。容量低下要因として、工事による交通規制（片側通行規制）、積雪路面凍結等を想定した。道路管理者から工事規制・積雪に関するデータを入手して旅行時間データと照合し、旅行速度の低下要因を特定し、容量変動による旅行速度への影響を抽出した。上記のデータに基づき算定した容量低下要因の発生時における各種統計指標と

¹ 旅行時間:信号や渋滞等による停止時間を含めた調査単位区間通過の所要時間
旅行速度:調査対象区間延長を旅行時間で割ったもの。

どの要因の影響も無視できる時のそれとの比較により、各要因の時間信頼性への影響を定量化した。

次に、工事日数の縮減や除雪作業の効率化等の時間信頼性向上策の検討を行った。積雪路面凍結と工事規制について、各事象を半減させる施策を想定し、各事象の発現比率と各事象発現時の所要時間の平均値・分散をかけあわせ、次に平常時について同様の計算を行い、両者の数値を足し合わせることで調査期間全体の平均値・分散を算定し、施策実施前後で比較し、施策の効果を試算した。最後に、アンケートにより利用者が「現状・バイパス整備後で見込む移動時間と余裕時間」等について調査した。

【研究成果】

東広島・呉地域及び栗子道路での旅行時間データを分析して、各分割時間単位における統計指標を比較したところ、旅行時間のばらつきが少なくかつ全体的な変動が捕捉できる 15 分が妥当な単位とみなされた。

また、日々の 15 分帯の旅行時間の代表値は、一般的には異常値に左右されない中央値が妥当であることが分かった。しかし、例外もあった。図 2 は市街地における昼間の個別車両の旅行時間分布を示している。昼食等が目的と考えられる立ち寄り車両が、全車両の 50%を超える日もあった。このような場合は、10%タイル値等を用いた方がよいことが分かった。

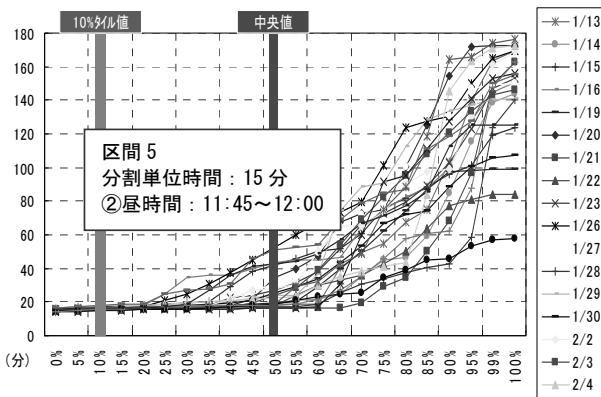


図 2 日別の代表値での算定結果及び個別車両の旅行時間（一例）

要因別の交通容量の変動による影響の分析については、平常時と各事象発現時に分けて所要時間分布を描き、時間信頼性指標を算出したところ、図 3 に示すように、通常時、積雪時、工事規制時の順に時間信頼性指標は悪化しており、工事規制による影響が大きいことが分かる。

また、施策により容量低下要因が半減するという仮定のもとでの旅行時間の平均値、分散、95%タイル値、余裕時間の変化は表 1 の通りになると考えられる。

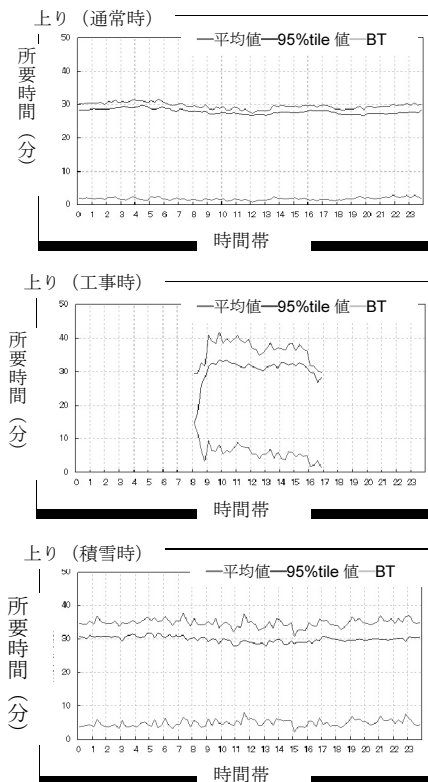


図 3 低下要因の分析結果の一例

表 1 容量低下緩和施策の実施前後での時間信頼性指標の変化

外的要因	△(施策前-施策後)			
	△μ	△σ	△tt95	△BT
工事(片側規制)	1.3	2.1	4.8	3.5
積雪(除雪)	0.4	0.8	1.7	1.2

※各要因とも単位は分/10km

アンケートによると実際の所要時間よりも過大な所要時間を利用者が見込んでおり、所要時間の中に余裕時間も含めて回答している可能性があるため、設問方法の改善が必要である。

今回の調査による成果は以下のとおりである。

- (1) AVI 調査における旅行時間分割時間単位は 15 分を基本とする。所要時間の代表値は異常値の除去のため、中央値を用いるのが望ましい。ただし、立ち寄り車両が多く発生する場合等は別の%タイル値等適宜他の指標を用いることも考えられる。
- (2) 山岳道路での AVI 調査の実施により、工事規制や積雪等、交通容量の低下を伴う事象に起因する時間信頼性の低下の状況を定量的に把握した。
- (3) 工事規制の抑制や除雪の強化による時間信頼性向上効果を算定する手法を提案した。

道路事業に係る外部効果分析の高度化に関する研究

A Research on enhancing the analysis on external benefit of Road Project

—道路事業による圏域拡大効果の定量化に関する分析—

An analysis on quantification of benefit expansion on daily activity area of road project

(研究期間 平成 20～21 年度)

総合技術政策研究センター 建設経済研究室

主任研究官

門間俊幸

主任研究官

小塚 清

Research Center for Land and Construction Management Construction Economics Division

Senior Researcher Toshiyuki MONMA Kiyoshi KOZUKA

More accurate and comprehensive cost-benefit analysis is needed to fit the sense of people. In this research, we investigate indicators to quantify the benefit expansion on daily activity area of road project, and examined the model to calculate effect on area stage expansion quantitatively.

[研究目的及び経緯]

道路事業の評価の中核となっている費用対便益分析については、正確かつ網羅的に把握し、便益を享受する国民の実感に近づける必要性が増しており、そのため、便益算出手法の高度化が求められている状況である。

今年度は、道路事業による生活圏等の圏域拡大効果の定量化のため、道路等交通網整備と「圏域」の拡大・変化とを関連づけかつ定量化するための指標の検討及び、圏域拡大効果を定量的に算出するためのモデル案の検討を行った。

[研究内容]

1. 道路等交通網整備と「圏域」の拡大・変化とを関連づけかつ定量化するための指標の検討
2. 圏域拡大効果を定量的に算出するためのモデル案の検討

[研究成果]

1. 道路等交通網整備と「圏域」の拡大・変化とを関連づけかつ定量化するための指標の検討

(1) 指標の方向性の提示

既存調査研究レビューの結果、圏域構造を表現する方法、指標として、以下の事項を掲げた。

- ① 活動量の性格及び配置
- ② 活動量間の結びつき
- ③ 地点間の移動性

(2) 郡山都市圏パーソントリップ調査結果を活用した具体的指標の検討

上記の結果を踏まえ、郡山都市圏（福島県）におけるパーソントリップ調査（1986年、2006年の2回実施）のデータを活用しながら、圏域構造変

化を表現する指標の検討を行った。

都市圏の特徴を踏まえ、圏域構造の変化を表現しうる以下の2つの指標について試算の上、指標の適用可能性について検討した。

a. フーバーインデックス*

$$H.I. = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n |x_i - s_i|$$

x_i : 第 i メッシュの対都市圏人口構成比

s_i : 第 i メッシュの対都市圏面積構成比

郡山都市圏において、フーバーインデックスを算出したところ、表-2の通りの結果となった。このことから、S60 から H12 にかけて、

① 郡山都市圏全体で見た場合には、全体としてメリハリのある人口分布になった。

② 一方、DID のみに着目した場合、人口が中心市街地周辺の郊外部に拡散していった。

上記は一般に言われている地方部における圏域構造の変化の方向と概ね一致しており、フーバーインデックスの都市圏構造の説明性についても一定の信頼性が認められる。

表-1 フーバーインデックスによる算出結果

フーバーインデックス	S60	H12	メッシュ数
郡山都市圏全体	0.64	0.67	2296
都市計画区域のみ	0.58	0.59	882
DIDのみ	0.31	0.27	81
郡山市	0.69	0.44	870
郡山市以外の市町	0.59	0.61	1605

b. 平均空間距離

発着地点間の平均空間距離は平均トリップ長の代理変数として用いたものであり、下の式により算出した。

*立地論専門の経済学者 E・M・フーバーが創案した地域集中度の指標で、集中の度合いを 0 から 1 の間の数値により表現するものであり、値が大きいほど人口が集中、小さいほど分散していることを表す。

$$ATd = (\sum_i \sum_j t_{ij} \times d_{ij}) / \sum_i \sum_j t_{ij}$$

ATd：平均空間距離、 t_{ij} ：i,j間のトリップ数、 d_{ij} ：i,j間の空間距離
表-2 モビリティ有無による平均移動距離 (km/トリップ)

	1986年	2006年	増減 (2006-1986)
モビリティあり	4.26	4.09	-0.17
モビリティなし	3.99	3.33	-0.66
ありなし	0.27	0.76	

また、表-2は、自動車の有無による買物トリップ平均空間距離の変化を示したものであるが、特に自動車のない者における移動範囲の縮小が顕著に見られていることが裏付けられている。

2. 社会資本の整備による圏域構造変化への影響に関する定量的分析手法の検討

2-1 社会資本の整備による圏域構造変化へのインパクト及びその波及過程の検証

表-3の手法により、1986年と2006年のデータと推定結果を用いて圏域構造の変化を捉えるとともに、1986年と2006年で道路整備が地域経済に及ぼすインパクトの違いを評価した。

表-3 シミュレーション時の評価方法

	1986パラメータ	2006パラメータ
1986ネットワーク (1986年のデータ)	モデル構築 (評価) : X_1	評価 : Y_1
2006ネットワーク (2006年のデータ)	評価 : X_2	モデル構築 (評価) : Y_2
評価方法	<ul style="list-style-type: none"> ・ X_1とX_2、Y_1とY_2を比較して圏域構造の変化を考察する。 ・ $\Delta X (X_1-X_2)$と$\Delta Y (Y_1-Y_2)$を比較し、時点間のパラメータの値の変化が指標に与える影響を考察する。 	

2-2 道路整備が商業販売に与えるインパクト

①圏域構造の変化

各メッシュの商業販売額シェアの標準偏差を算出することにより、道路整備の有無による圏域構造の変化をとらえた。結果を表-4に示す。

これにより、道路整備によるアクセシビリティの変化が、郊外に大規模な店舗の立地を促し、商業的な圏域を拡大させていることが分かる。一方、2006年データを用いた場合は、1986年データよりも圏域構造の変化に与える影響は限定的となった。

表-4 道路整備有無での各メッシュの商業販売額シェアの標準偏差の推移

標準偏差	道路整備無し (1986ネット)	道路整備有り (2006ネット)
1986データ使用	1.45%	1.41%
2006データ使用	0.92%	0.91%

■ 本来の推定値

②時点間のパラメータ変化に関する分析

1986年と2006年の2時点で、道路整備が都市圏全体の商業販売額の変化に及ぼすインパクトの違いを分析した。その結果は表-5のとおりである。1986年から2006年のアクセシビリティに関する平均生産力の伸びがパラメータの値の変化を上回るため、商業販売額の変化は2006年の方が大きく算出される結果となった。

表-5 郡山都市圏全体の商業販売額変化の推計結果

	1986年	2006年
アクセシビリティパラメータ値	0.72	0.66
平均生産力(万円・秒/人)	2,875	3,615
都市圏商業販売額変化(億円)	422	600

2-3 道路整備が地価に与える影響

各メッシュの地価シェアの標準偏差を算出することにより、道路整備の有無による圏域構造の変化をとらえた。結果を表-6に示す。

表-6 道路整備有無での各メッシュの地価シェアの標準偏差の推移

標準偏差	道路整備無し (1986ネット)	道路整備有り (2006ネット)
1986データ使用	1.01%	0.99%
2006データ使用	0.683%	0.682%

■ 本来の推定値

圏域の拡散化が地価面でも見られるが、2006年データではインパクトが限定的となっている。

[結論]

研究期間を通じた検討により、生活圏を中心とした圏域構造の変化は、自動車保有及び利用が日常生活の多様な局面に波及する過程と軌を一にしていることが明らかとなった。それとともに、道路網の整備が圏域構造に与えるインパクトを一部明らかにすることができた。全体としては、上記の2つの要因が相まって、圏域における都市機能拡散化の方向に働いているものと推測される。

[成果の活用]

本研究においては、道路等交通網整備と「圏域」の拡大・変化とを関連づけかつ定量化するための指標の検討、圏域拡大効果を定量的に算出するためのモデル案の検討及び検証を行った。

本成果を踏まえ、道路事業の費用便益分析マニュアルへの反映を目指していく予定である。

データ基盤の構築

Development of Database regarding Road Traffic and Roads

(研究期間 平成 19 年度～)

— コンテナ車の経路選択に影響を与える輸送特性と道路構造 — A Study on Estimation of Freight Truck Flow on the Road Networks

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 Hirotaka SEKIYA
研究官 松本 俊輔
Researcher Shunsuke Matsumoto
部外研究員 古川 誠
Guest Research Engineer Makoto FURUKAWA

In order to evaluate policies and projects regarding freight traffic by estimating changes in traffic flow, we developed the road networks and route selection models to estimate freight truck flow on the road networks in which factors influencing freight truck route selection are considered.

[研究目的及び経緯]

現在、国際競争力強化等の目的で、国際物流基幹ネットワークの通行支障区間の解消等、様々な貨物車交通に関する施策が展開されている。施策の実施に際しては、事前に交通流の変化を推計し、その効果等を十分に検証しておく必要があることから、貨物車の走行特性を考慮して交通流推計を行うことができるツールの構築が望まれている。

本研究は、貨物車の走行特性を考慮した道路ネットワークデータ及び経路選択モデルを構築し、貨物車交通流を推計するツールを開発することを目的としている。

[研究内容]

平成 21 年度は、実際の貨物車の経路選択特性を反映した経路選択モデル構築のための基礎データを得ることを目的に、関東圏のコンテナ貨物輸送事業者へのヒアリングにより把握した実走行経路等を基に、道路構造諸元及び時間制約の有無等の輸送条件と経路選択特性の関係を明らかにした。

[研究成果]

1. コンテナ車の輸送特性

関東圏のコンテナ貨物輸送事業者に 79 社へのヒアリングの結果、456 車両の 819 経路の特性に関する回答を得た。このうち、コンテナ貨物車の輸送経路数の距離帯別（トリップ長別）の度数分布および高速利用

率を分析した結果、25～75km 程度のトリップの割合が多く（全体の約 50%）、トリップ長の増加に伴い高速道路利用率の増加がみられた。（図-1）

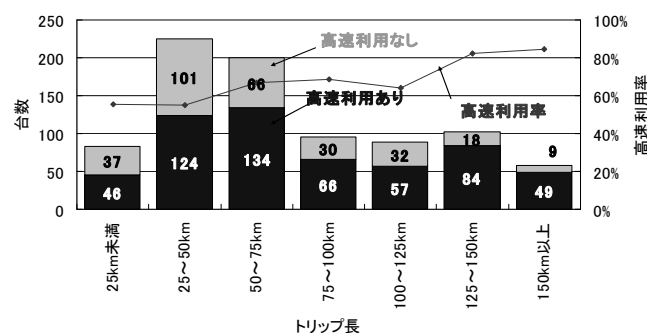


図-1 コンテナ車の輸送特性と経路選択

到着時間指定等の時間制約のある輸送の割合は、積荷がある場合で 82.5%、積荷がない空コンテナの輸送の場合で 59.7%であった（表-1）。積荷がない輸送における時間制約の内容をみると、「コンテナターミナルの閉門時間に間に合わせるため」、「1日の往復回数を増やすため」に時間制約が発生している（表-2）ことがわかった。

表-1 積荷の有無と時間制約

	積荷	
	あり	なし
時間制約ありの割合	82.5%	59.7%

表-2 時間制約の内容

	積荷	
	あり	なし
貨物の到着時間が指定されている	93.4%	20.4%
コンテナターミナルの閉門時間に間に合わせる	11.9%	67.5%
1日の往復回数を増やすため	6.9%	37.4%
その他	0.8%	7.3%

2. コンテナ車の経路選択と道路構造

特車ネットワーク（特殊車輛の通行許可申請用のネットワーク）全体の道路種類別の道路延長構成比と、ヒアリングで取得した実績経路を比較した結果、全延長の約6%の都市高速道路及び高速道路が、コンテナ車の実績経路の約43%を占める結果となった（図-2）。

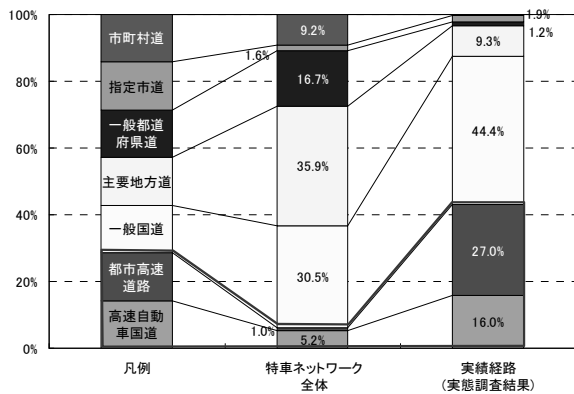


図-2 道路種別別の実績経路の比較

また、全延長の約42%の重さ高さの指定道路（車両制限令による一般的制限値を超える重さや高さの車両の走行が可能な規格の高い道路）が、コンテナ車の実績経路の約94%を占める結果となった（図-3）。

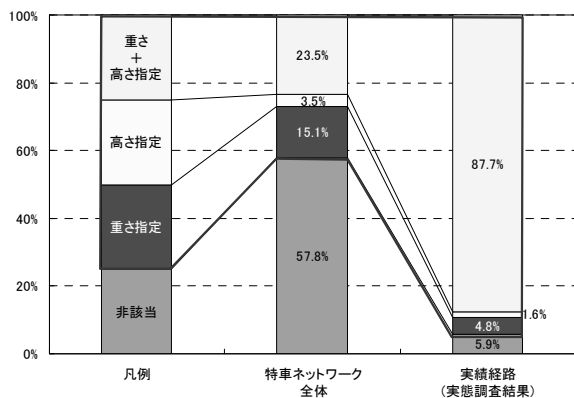


図-3 指定道路区分別の実績経路

分離道路（中央分離帯により上下方向が区分された道路）については、全延長の約10%の分離道路が、コンテナ車の実績経路の約30%を占める結果となった

(図-4)。

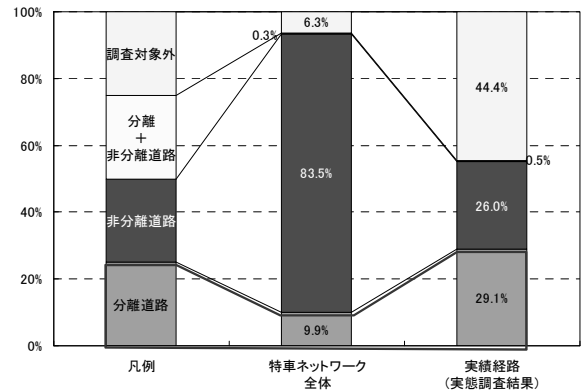


図-4 分離・非分離道路別の実績経路

車道幅員(片側)については、全延長の約44%の「3.5m以上（狭小幅員箇所の該当が無い”記入なし”を含む）」の道路が、コンテナ車の実績経路の約92%を占める結果となった（図-5）。

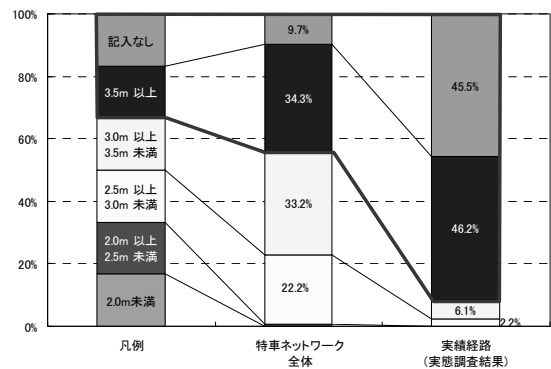


図-5 車道幅員(片側)別の実績経路

[本研究の成果]

コンテナ車の実際の走行経路と道路構造の関係を分析した結果、コンテナ車は規格の高い道路を利用する割合が大きいこと等が定量的に示された。

[成果の活用]

本研究で明らかにした経路選択特性を考慮して経路選択モデルを構築し、これを組み込んだ貨物車交通に関する道路施策の効果検証等に活用する予定である。

地域ニーズに即した道路整備を導く道路構造令の検討

A Study of the Road Structure Ordinance Guiding Road Construction based on Regional Needs

(研究期間 平成 21～24 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	大脇 鉄也
Senior Researcher	Tetsuya OWAKI
研究官	濱本 敬治
Researcher	Keiji HAMAMOTO
部外研究員	木下 立也
Guest Research Engineer	Tatsuya KINOSHITA

This study discusses the minimum level of vertical/horizontal alignment to be maintained for small road which are classified as Category 3 Class 5 and Category 4 Class 4 roads in the Road Structure Ordinance.

〔研究目的及び経緯〕

道路構造令は、道路の安全かつ円滑な交通を確保する観点から、一般的技術的基準として定められている政令である。一方で、「歩行者が疎らな地域における両側歩道の存在」など、「画一的な規定」で過大な道路整備の原因になっているとの指摘もある。

道路の構造基準は、安全性、円滑性の確保と同時に、様々な地域の状況に対して、これまでも柔軟に対応できる規定が設けられているものの、より一層地域の実情に対応できる道路構造令のあり方を検討することが求められている。このような背景を受けて、本調査は、道路構造令の第3種第5級や第4種第4級の小規模な道路の縦断・平面線形の最小限保持すべき水準の検討を行ったものである。

〔研究内容〕

1. 縦断線形の必要水準に関する技術的知見の整理

自動車諸元表（自動車技術会）や自動車メーカー等から自動車のエンジン性能に関するデータを入手し、走行性能曲線図から、徐行時における車両の最大登坂能力を把握した。今回の検討の対象とする道路は、第3種第5級及び第4種第4級の小規模な道路であることから、検討に用いる設計車両は普通自動車（トラック）及び小型自動車等（乗用車）とした。

諸元等のデータを収集する車両は、現在登録されている車両の車齢を考慮して抽出した。

あわせて、歩行者等が安全に通行できるように配慮した水準を定めた。

2. 平面線形の必要水準に関する技術的知見の整理

国土技術政策総合研究所構内の試験走路において、

直線ならびに最小曲線半径を与えた曲線部で構成された試験コースを設営し、乗用車、トラック等を用いた走行実験を実施し、ビデオカメラ等により徐行走行時（10km/h程度）のコースのはみ出し量を観測して、最低限必要となる余裕幅の整理を行った。あわせて、曲線半径の小さな道路において歩行者等の安全な通行を確保するために配慮すべき事項について整理した。

〔研究成果〕

1. 縦断線形の最小水準

小規模な道路の縦断線形に関して、自動車が徐行することを前提に安全性と通行可能性の面から最小限保持すべきと考えられる水準を整理した結果は以下の通りとなった。

（1）最大縦断勾配

自動車が徐行することを前提に、車両の性能、滑り摩擦係数、制動力から求めた物理的に最大の縦断勾配は、以下の通りである。なお、本数値は安全性等の観点から必要な余裕を見込んだ数値ではない。

- ・乾燥時、湿潤時：32%
- ・積雪時：15%（ただし、スノータイヤ、チェーンなど装着時）

（2）留意事項

物理的な限界である32%の縦断勾配は安全性を見込めないことから実在する25%の勾配の坂路で安全性等を確認した。今回の調査箇所では特に急勾配に起因する事故の発生は確認できなかった。したがって、自動車が徐行を前提として道路構造上やむを得ない場合は、25%の勾配も適用が可能であると考えられる。なお、縦断曲線半径が小さいと、視距の確保ができな

くなる。車種によっては、ボンネットによって死角が大きくなり、視距の確保が一層困難な場合もある。したがって、実際の運用にあたっては警戒標識等により注意喚起を図る等、十分に安全を確保する必要がある。また、車両の保安基準においては、車両が停止していただける制動力（サイドブレーキの能力）は 20%であることから、これを超える道路においては注意する必要がある。

（3）歩行者等の通行安全性・可能性に考慮した水準の見直し

歩行者等の通行が想定される道路においては、シニアカーの登坂限界である 17.6%が歩行者等の通行安全性・可能性に考慮した最大縦断勾配の目安となると考えられる。ただし、これは走行性能のカタログ値であるため、実際に適用する際には通行実態や安全性等を考慮し、さらに緩やかな勾配にする必要がある。また、地形の状況その他の理由によりやむを得ずこれを超える勾配を認める場合は、代替経路の設定等によりシニアカー利用者の経路・手段の転換を促すほか、勾配の存在を注意喚起する必要がある。

2. 平面線形の最小水準

小規模な道路の平面線形に関して、自動車が徐行することを前提に安全性と通行可能性の面から最小限保持すべきと考えられる水準を整理した結果は以下の通りとなった。

（1）最小曲線半径

最小曲線半径については、通行の対象とする車両の最小回転半径から、以下の通り設定した。

- ・普通自動車（L=12.0m, W=2.5m, WB=6.5m, 最小回転半径 12.0m）が通行する場合
→ 曲線半径を 11.0m と設定
- ・小型自動車等（L=6.0m, W=2.0m, WB=3.7m, 最小回転半径 7.0m）のみが通行する場合
→ 曲線半径を 6.4m と設定

（2）曲線部の拡幅

走行実験により、車両の通行に必要な幅員を把握した。

- ・普通自動車が通行する場合
→ 曲線部の通行に必要な幅員は、走行軌跡図で描かれる幅員から両側 50cm 拡幅した幅員が必要であることが確認できた。したがって、走行コースにおけるもっとも幅員の大きな箇所は 5.2m であったことから、通行に必要な幅員は 6.2m となる。

一方、「道路構造令の解説と運用」に示される 3 種 5 級、4 種 4 級の普通道路（車道 4m）の曲線部の拡幅は曲線半径が 15m の場合 2.25m であり、車道幅員は 6.25m と今回の実験結果とほぼ同様である。今

回の走行実験の曲線半径は道路構造令に定める設計速度 20km/h の最小曲線半径 15m より小さく、内輪差は大きくなるものの、同様の拡幅幅でよいと考えられる。

・小型自動車等のみが通行する場合

→ 曲線部の通行に必要な幅員は、走行軌跡図で描かれる幅員から両側 50cm 拡幅した幅員が必要であることが確認できた。走行コースにおけるもっとも幅員の大きな箇所は 3.0m であったことから、通行に必要な幅員は 4.0m となることが確認できた。

また、「道路構造令の解説と運用」によると 3 種 5 級、4 種 4 級の小型道路（車道 4m）における曲線部の拡幅は曲線半径が 15m の場合 0.75m であり、車道幅員は 4.75m となることから、小型自動車等が通行するために最小限必要な曲線部の総幅員は、0.75m（4.75m-4.0m）縮小することができる。

（3）歩行者等の通行安全性・可能性に考慮した水準の見直し

歩行者等の通行が想定される道路においては、これらと離合するための幅員として 80cm 以上確保する必要がある。これが確保できない場合においては、適宜待避空間（幅 80cm×長さ 2m 以上）を確保するほか、待避空間への出入りの判断に必要な視距が確保できない場合は反射鏡を設置することが求められる。

（4）留意事項

今回の実験は「徐行することを前提として最小限必要な水準」を把握することを目的としていることから、今回把握した値を根拠に整備する区間（最小限必要な幅員の区間）においては、追い越し、離合、バックをさせないような運用（情報提供、警戒標識、待避所の整備等）を考える必要がある。特に歩行者等との離合が発生する区間においては、幅 0.8m、長さ 2.0m 程度（路肩含む）の待避スペースを必要に応じて設置する。実験では、両側に壁があった方が、壁がない場合よりもはみ出し量が少ない傾向が見られたことから、道路沿道に建物等がない区間に最小限必要な幅員で道路を整備する際には、両側にガードレールやラバーポール等、視線誘導の役割を果たすものの設置が有効であると考えられる。

【まとめ】

自動車の徐行を前提として、小規模な道路の縦断線形及び平面線形の最小限保持すべき水準の検討を行った。その結果、最大縦断勾配は乾燥時、湿潤時で 12% 以上の値をとり得ることが分かった。また、普通自動車では最小曲線半径は 11.0m が限界値であり、曲線部の拡幅は道路構造令に定める設計速度 20km/h の最小曲線半径 15m と同様の拡幅幅でよいことが分かった。

道路の機能・役割に応じた設計基準体系の検討

A Study of the Design Standard System for the Functions and Roles of Roads

(研究期間 平成 21 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 大脇 鉄也
Senior Researcher Tetsuya OWAKI
研究官 濱本 敬治
Researcher Keiji HAMAMOTO
部外研究員 木下 立也
Guest Research Engineer Tatsuya KINOSHITA

This study provides research on the systematization of functional classes in foreign countries as well as research on a framework for studying the planning system and design standards for functional classes of roads in foreign countries.

〔研究目的及び経緯〕

我が国においては、これまでの道路整備の成果により道路網の骨格は概成しつつある。しかし、現在の道路構造令の種級に従って整備された道路ネットワークは、行動圏域の広域化、環境問題や質の高い暮らしといった新たなニーズへの対応等が課題と考えられている。今後、このような新たなニーズを踏まえて、道路ネットワークを計画、整備、再構築していくためには、これまでの道路管理者別に定められたネットワーク計画や構造基準等を再整理して、上記のようなニーズにも対応した機能階層の考え方や機能階層に応じた計画のあり方等を検討していく必要がある。

このような背景を受けて、本研究は、我が国における道路の機能階層に応じた計画・設計制度の検討を行うに際して必要となる基礎資料を得ることを目的として、諸外国の道路網編成基準等における機能階層の体系化手法並びに道路の機能階層に応じた計画制度及び設計基準の検討体制について調査したものである。

〔研究内容〕

諸外国の調査は、アメリカ、イギリス、イタリア、中国、ドイツ、フランスを対象として、①道路の機能階層の考え方に関する調査・分析、②道路の機能階層に応じた計画制度に関する調査・分析、③道路の機能階層に応じた設計基準の検討体制に関する調査の3つの観点から行った。

〔研究成果〕

諸外国の調査の結果、我が国との類似点、相違点について以下の知見が得られた。

(1) 道路の機能階層の考え方

表－1 イタリアの道路網の機能階層区分

交通機能		自動車専用 都市	一般道			自動車禁止
			地方	都市幹線	都市街路	
連絡機能		高速道路 都市	主要幹線 補助幹線	地方道 都市幹線	地方道 市街道	自転車・歩行者道
国レベル	国道	○	○			
地域間	州道		○			
都市圏	県道	○	○			
街区	市町村道			○	○	○

表－2 ドイツの道路網の機能階層区分

交通機能		自動車専用 都市	一般道				自動車禁止
			地方	都市幹線	都市街路		
連絡機能		アウトバーン(AS)	幹線道路(LS)	VS	HS	ES	自転車・歩行者道
国レベル	連邦長距離道路	○	○				
地域間	州道		○	○			
都市圏	郡道	○	○	○	○	○	
街区	市町村道		○		○	○	○

○我が国との類似点

- ・我が国は、イタリア(表－1)、中国、ドイツ(表－2)と同様に、連絡機能および交通機能の階層区分を明示し、各道路管理者(道路所有者)が連絡する拠点を法令等で対応させている。
- ・我が国を含むどの国においても、交通機能からみた階層区分として、高速道路と一般道路は区分されている。また、交通機能に着目した階層区分では、都

市内道路と地方部道路の区別をしている。

○我が国との相違点

- ・我が国には道路法があり、法において連絡機能からみた階層区分を、道路構造令において交通機能からみた階層区分を示しているが、多くの国でこれらの階層区分はガイドラインで示している。
- ・一般道路の区分についてはイタリア、ドイツは定性的な表現（国道は国の主要都市を結ぶ等）で区分しているのに対して、日本と中国は区分要素として定量的な計画交通量を含んでいる。
- ・特に、地先道路について、我が国は一般道路カテゴリー（3種、4種）の中の交通量が少ない道路（3種5級、4種4級）と位置づけていることになるのだが、アメリカ（表-3）では、地先道路は他の一般道路とは別のカテゴリーとして扱っており、また中国でも、拠点間ネットワークを形成する道路（公路）と、それ以外の街路（道路）は完全に別体系のものとして扱われている。

（2）道路の機能階層に応じた計画制度

1) 国家の基幹となる幹線道路網

○我が国との類似点

- ・我が国を含むどの国においても、国が路線の選定を行っている。

○我が国との相違点

- ・連邦国家であるアメリカとドイツでは、州の意向が国家レベルの幹線道路網形成に色濃く反映される。

2) 地域内の幹線機能を担う道路

○我が国との類似点

- ・我が国の都道府県道の路線指定は、知事が認定するのと同様に連邦国家であるアメリカとドイツでは各州に任せられている。

○我が国との相違点

- ・我が国では、都道府県が主な計画の対象範囲となっているが、アメリカ、ドイツ、フランスは州や地方圏などの広域行政区域が対象範囲となっている。

3) 都市内道路の改変計画

○我が国との類似点

- ・ドイツでは、都市圏レベルでの法定の交通計画は存在せず、これは我が国と同様である。

○我が国との相違点

- ・我が国では、アメリカ、フランスのように都市圏交通計画の法的位置づけがなく、常設の計画策定組織も存在していない。
- ・我が国を除く各国では、広く関係機関の意見の聴取が義務づけられている。

4) 自転車道ネットワーク計画

○我が国との類似点

表-3 アメリカの道路網の機能階層区分

連絡機能	交通機能	一般道				自動車禁止 自転車道等
		自動車専用都市	地方	都市幹線	都市街路	
		主要幹線	補助幹線	主要集散	補助集散	地先道路
国レベル	州道	○	○			
地域間	NHS		○	○		
都市圏	郡道	○		○		○
街区	市町村道				○	○

- ・ドイツでは、法定の自転車道ネットワーク計画はなく、策定は任意となっており、これは我が国と同様である。

○我が国との相違点

- ・アメリカとフランスでは、都市圏の目指すべき方向性（都市内の自動車交通量削減等）として、自転車道計画を都市圏交通計画に含めることが推奨、義務づけられている。

（3）道路の機能階層に応じた設計基準の検討体制

1) 設計基準の策定機関、担当組織、国の関与

○我が国との類似点

- ・我が国を含むどの国においても、国または国に準じる組織が都市間道路から都市内道路までについて設計基準または参考図書を作成している。
- ・我が国は、アメリカ、ドイツと同様にこれらの基準等を同一の組織が作成している。

○我が国との相違点

- ・フランスでは都市外道路と都市内道路（都市高速道路を除く）では作成組織が異なっている。
- ・アメリカ、ドイツともに策定過程に連邦交通省や州の交通担当部局の意見が反映される仕組みとなっている。

2) 策定された設計基準の拘束力

○我が国との類似点

- ・フランスの都市間幹線道路と都市内自動車専用道路に関する設計基準は通達であり、我が国の道路構造令と同様に法的拘束力を有している。

○我が国との相違点

- ・アメリカとドイツでは協会が策定する基準自体は拘束力を有しておらず、アメリカは各州がグリーンブックを参考に基準を策定して始めて拘束力を持つ。ドイツの道路・交通制度研究協会（FGSV）の策定する基準は拘束力を持たないが、実際には広く適用されている。
- ・フランスでは、幹線道路、都市内自動車専用道以外の道路に関して国の組織が策定した設計基準は、ガイドラインであり推奨に過ぎない。

デジタル道路地図の高度化に関する検討業務

Study on the Advancement of Digital Road Map

(研究期間 平成 16～21 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 遠藤 和重
Head Kazushige ENDO
主任研究官 有村 真二
Senior Researcher Shinji ARIMURA
研究官 布施 孝志
Researcher Takashi FUSE
交流研究員 落合 修
Guest Researcher Osamu OCHIAI

We are verifying a new location referencing method which can identify the location in a different road map. And we are working to build a system of gathering road update information. In this study, we experimented on the method of exchanging digital road map, using a new location referencing method. And we experimented on the automatic extraction of official gazette on the road, using our system.

【研究目的及び経緯】

デジタル道路地図の高度化に向けて、道路情報取得の効率化、道路情報流通の促進が重要である。道路情報取得の効率化に対しては、電子納品成果を利用した道路基盤地図情報の整備や官報、広報などから道路更新情報を自動取得する手法構築に取り組んでいる。また、道路情報流通の促進に対しては、道路の共通位置参照方式の導入により、道路の走りやすさマップデータ、道路標識情報、プローブデータなど道路に紐づけられるデジタル道路地図データの流通サービスの展開を検討している（図 1）。

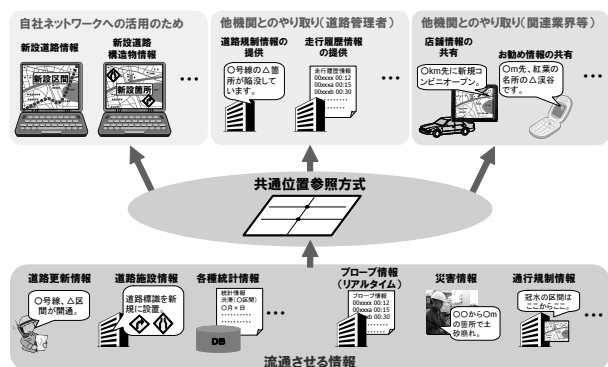


図 1 道路の共通位置参照方式の利用イメージ

本研究では、これらの取り組みについて、「道路の共通位置参照方式によるデジタル道路地図データ交換実験」および「公示における道路更新情報の自動抽出実験」を実施した。

【研究内容】

上記の目的を達成するために、平成 21 年度は以下

の研究を実施した。

(1) 道路の共通位置参照方式によるデジタル道路地図データ交換実験

道路管理者が保有する既存データを「道路の共通位置参照方式」に基づき表記したデータとして提供し、民間地図等において再現することで、共通位置参照方式によるデータ交換の性能を確認した（図 2）。

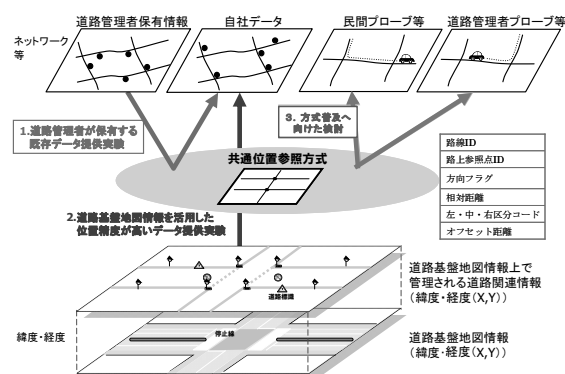


図 2 共通位置参照方式による交換実験イメージ

1) 道路の走りやすさマップデータ等の交換実験

共通位置参照方式によるデータ交換の性能として、以下の点について検証した。

a) 路上参照点およびサンプルデータの位置確認

典型的な幾何形状の道路のうち間違いが発生しやすいと想定される 14 例について、民間各社の地図における路上参照点とサンプルデータの再現位置を確認した。その結果、一般的な形状の交差点からの位置参照は、良好に位置を再現できた。IC・JCT や立体交差点からの位置参照は、再現箇所が違うものが見られた。

b) 緯度経度と位置参照の比較

同じコンテンツを経緯度方式・共通位置参照方式で表記し、再現・比較することで、共通位置参照方式の相対位置表現の性能を確認した。その結果、交差点との相対位置に係る性能を有すること、横断方向の位置に係る性能を有することが確認できた。

c) 路上参照点との相対距離による影響評価

同じコンテンツを複数の路上参照点から参照した（試験的に仕様を逸脱する）データとして表記し、再現・比較することで、山間部における路上参照点の必要性を評価した。その結果、路上参照点からの距離により影響を受けることが確認できたため、短距離での位置参照を基本とする必要があることが分かった。

2) プローブデータの交換実験

a) プローブ情報の項目（案）の整理

官及び民間プローブの仕様調査に基づき、プローブ情報の項目を整理した。具体的には、プローブ仕様を大きく①用途に応じて集計したデータ（集計データ）と②プローブ機器で取得した生データ（計測データ）の2とおりに大別し、整理した。

b) 官プローブの「道路の共通位置参照方式」での管理手法

位置参照方式のデータに変換した場合のデータ容量を試算し、試算結果から管理単位を検討した。その結果、路線単位、国道事務所単位、県単位の何れの管理単位でもデータ容量の観点から問題ないことを確認した。また、間引き間隔は、経路が一意に決まること、道路交通センサスにおける調査単位区間との整合が取れことを考えた場合、5秒程度が妥当であることが分かった。

(2) 公示における道路更新情報の自動抽出実験

公示における道路更新情報（道路法第十八条の道路の区域の決定及び供用の開始・廃止、第九条の路線認定、第四十八条の二第4項の専ら道の指定、高速自動車国道法第七条の供用開始・廃止）の自動抽出システムを開発し、道路更新情報の収集実験を行った（図3）。

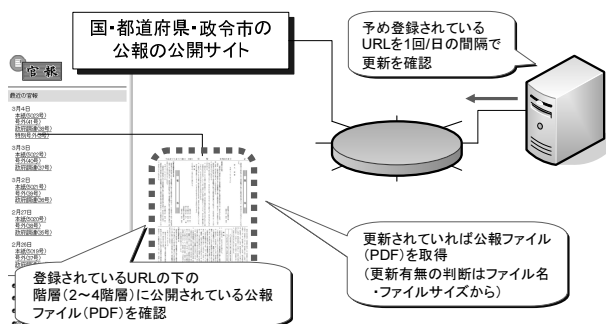


図3 公示情報クローリングシステム

国・都道府県・政令市がインターネット上に公開し

ている公報ファイル（PDF）を収集し、記載されている公示情報（テキスト）を抽出した。

今回の実験では、調査期間中に複数の公示情報をPDFで公開していた65自治体を対象とした。その結果、道路種別・路線名称と区間等を対応づけた公示情報の抽出率は89%であった（図4）。また、抽出に100%成功した自治体は11団体であった。ただし、抽出成功したものの中には、情報の欠落なども見られ、正確に情報を取得できたものは全体の62%であった。

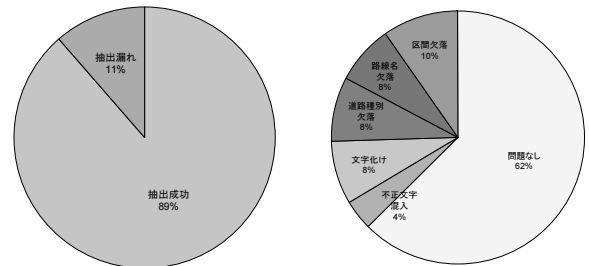


図4 情報の抽出率（左）と正確性（右）

[研究成果及び活用]

(1) 道路の共通位置参照方式によるデジタル道路地図データ交換実験

共通位置参照方式による位置の再現性について、路上参照点の位置をより明確にするための設定ルールを設ける等の工夫は必要だが、相対位置表現の性能については、交差点との相対位置に係る性能を有すること、横断方向の位置に係る性能を有することが実証できた。プローブデータの交換については、本方式を採用することで路線との関係が明確になり正確性が向上するため、実用に向けた大きな課題はないといえる。

今後、本格運用に向けた共通位置参照方式の優位性を広く展開していく必要がある。

(2) 公示における道路更新情報の自動抽出実験

自動抽出システムの改良を重ねた結果、道路種別・路線名称と区間等を対応づけた公示情報の抽出率は90%近くにまで達した。但し、各自治体の公報ファイルは様式が異なり、ファイル形式も様々（PDF、HTML、動的生成等）であることから、テキストデータの抽出・解析による本手法では限界がある。

今後は、公報の記載方法に起因する抽出率低下への対応方法として、抽出率100%の自治体の公報ファイル様式をもとにした公報の定型様式を提案するとともに、それを広く自治体に採用してもらうための普及活用を行うなど、運用面からの解決方法を検討していく必要がある。

また、道路更新情報の収集については、公示情報のみならず、他の手法による早期タイミングでの収集可能性についても、引き続き検討していくことが必要である。

道路基盤地図情報の品質確保・電子納品効率化に関する技術検討

Examinations for quality control of the road GIS data and efficient electronic delivery

(研究期間 平成 18~21 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	遠藤 和重
Head	Kazushige ENDO
研究官	布施 孝志
Researcher	Takashi FUSE
研究員	湯浅 直美
Research Engineer	Naomi YUASA
交流研究員	落合 修
Guest Researcher	Osamu OCHIAI

We push forward development of the road GIS data which expressed information of road structure accurately. This paper outlines the improvement of check program and converter for development of the road GIS data, the examination of method to join and register coordinates the drawing separated by construction section, and the transformation of original GIS data into road GIS data.

[研究目的及び経緯]

道路行政の効率化・高度化を目指し、道路関連業務の IT 化が進む中、工事や災害等による道路構造の変化に関する情報を迅速に集約・把握する必要性が高まっている。また、道路管理関連の各種システムの利用が普及しつつあり、そのベースマップとなる道路地図データの効率的かつ迅速な更新が課題となっている。

そこで、国土技術政策総合研究所（以下、国総研）では、道路構造に関する情報を精度良く表現したデータである、道路基盤地図情報の整備を進めている。道路基盤地図情報は、道路工事等の際に作成される道路工事完成図（CAD データ）から、自動変換コンバータにより作成される GIS データである（図 1）。

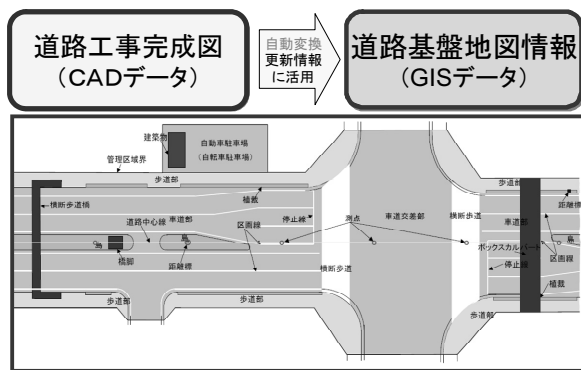


図 1 道路基盤地図情報のイメージ

この道路基盤地図情報が、道路管理をはじめとする様々な業務における共通基盤となることにより、道路関連情報の統合管理・共有化が容易になり、またベースマップ更新の効率化を図ることができ、業務の省力

化・高度化に寄与することが期待される。

これまでに、道路基盤地図情報の整備へ向け、「道路工事完成図等作成要領」を公開し、運用を進めている。これは、道路工事によって生じる道路形状の変化を確実に取得するという観点から、道路工事完成平面図等の作成方法と電子納品方法を規定したものである。また、道路工事完成図等が正確に作成されているかチェックを行うプログラム（以下、チェックプログラム）を作成し、公開している。

本研究では、道路基盤地図情報の効率的かつ高品質な整備および維持更新を実現するため、チェックプログラムおよび自動変換コンバータの改修、工事単位の図面を接合・標定する手法に関する検討、独自整備の GIS データの道路基盤地図情報への変換を行った。

[研究内容]

上記の目的を達成するために、平成 21 年度は以下の研究を実施した。

(1) 工事以外で作成した図面への対応

従来、公開されていたチェックプログラムは、道路工事において作成された図面のみに対応していた。しかし、測量、設計、維持管理等の業務においても、図面の作成が発生するケースがある。

道路基盤地図情報を効率的に整備・更新していくには、このような、工事以外で作成した図面についても、道路基盤地図情報への変換を行い、整備・更新に活用できる必要がある。

そのため、チェックプログラムおよび自動変換コンバータの改修を行い、工事以外で作成した図面にも対

応できるシステムとした。

(2) 工事単位の図面の接合・評定手法に関する検討

道路基盤地図情報の元となる道路工事完成図は、大抵の場合、工事区間で区切られた図面として作成される。これらをそのまま道路基盤地図情報に変換すると、工事区間単位で区切られた非連続的なデータが出来ることになる。

しかし、道路基盤地図情報は、連続した空間である道路の管理業務等において利用され、また ITS 分野での利活用も期待されていることから、ネットワークとして連続したデータである必要がある。

そこで、工事区間単位の図面を接合・標定する手法について検討を行った。

具体的な接合・標定手法については、以下の2通りの方法を検討した。なお、標定においては、道路基準点という、現地において正確な座標が測量されている点の利用を想定した。

1つは、接合する個々の図面において道路基準点が2点に満たない場合の方法で、隣り合う図面同士を、マッチライン上の点を利用し相対的に位置合わせ後に、接合区間全体で標定する(図2)。

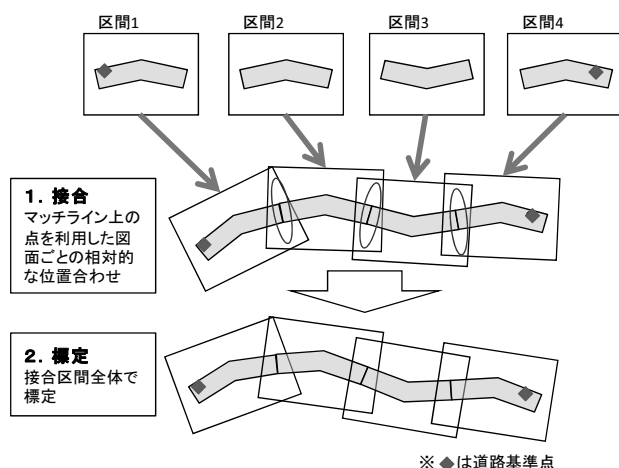


図2 接合・標定方法のイメージ(その1)

もう1つは、接合する図面の中に道路基準点が2点以上ある図面が存在する場合の方法で、この図面を基準として標定・接合する。具体的には、まず道路基準点が2点以上の図面(図3の区間1)を、その道路基準点で標定し、これを基準とする。次に、その他の図面を、道路基準点が1点以上となるまで接合(図3の区間2・3)した上で、この道路基準点と、道路基準点が2点以上ある図面とのマッチライン上の点を用いて標定する。

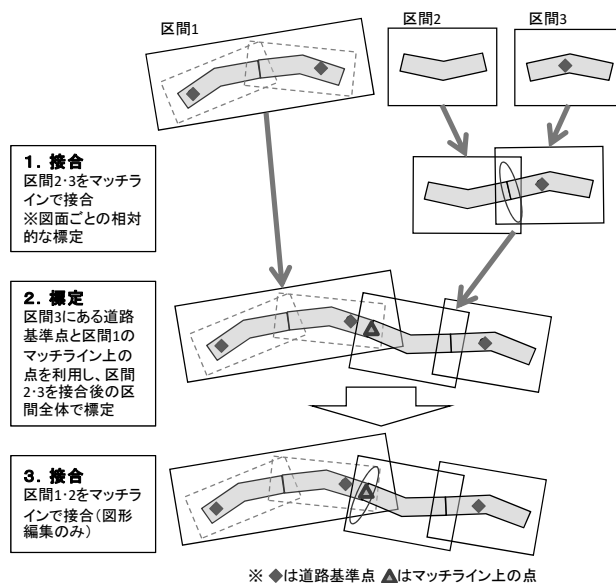


図3 接合・標定方法のイメージ(その2)

また、精度検証用のデータ(現地において測量を行い、精度の高い座標情報を持っている)を用いて実際に接合・標定を行い、その精度を検証した。

結果、以下の課題が抽出された。

- ①道路基準点間では1/1000レベル相当の位置精度のデータとなる可能性が確認された。
- ②道路基準点間より外側の区間では、拡大・縮小、回転による影響で、精度低下が大きい傾向がある。接合・標定後のデータは、道路基準点間の部分のみ採用することが望ましいと考えられる。
- ③標定の精度向上には位置補正に用いる既知点の間隔の短縮が必要と考えられる。

(3) 独自整備のGISデータの変換

道路基盤地図情報の網羅性向上のため、各地方整備局等で独自に整備を行っているGISデータを、道路基盤地図情報の形式へ変換した。独自整備のGISデータには、道路工事完成図では取り扱わないデータ項目が存在する。対策として、道路工事完成図で取り扱う項目に変換できる項目のみを抽出して変換したデータと、それ以外の項目についても残したデータの2種類を作成し、用途に応じて活用することとした。

【研究成果および活用】

道路工事完成図等チェックプログラムおよび自動変換コンバータの改修により、工事以外で作成された図面の道路基盤地図情報への活用が可能となった。また、工事区間単位の図面を接合・標定する手法の検討を行い、課題を抽出した。加えて、独自整備のGISデータの変換により、道路基盤地図情報の網羅性が向上した。

今後は、本研究成果を活用し、道路基盤地図情報の効率的かつ高品質な整備・更新を継続的に行う。

道路管理における地図の高度利用に関する検討

Research on Application of Large-Scale Maps to Road Management

(研究期間 平成 21～22 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 遠藤 和重
Head Kazushige ENDO
主任研究官 有村 真二
Senior Researcher Shinji ARIMURA
研究官 布施 孝志
Researcher Takashi FUSE
研究員 湯浅 直美
Research Engineer Naomi YUASA
交流研究員 落合 修
Guest Researcher Osamu OCHIAI

For application of large-scale maps to road management, issues are classified based on questionnaire and hearing to the road administrators. According to the classification, some road management works are extracted for detailed analysis. By analyzing the road management works, current situation (as-is) of the road management works are presented, and then future vision (to-be) and development against the vision are proposed.

〔研究目的及び経緯〕

道路管理において、道路工事、占用工事、自然災害等による道路構造の変化に関する情報を、迅速に集約・把握する必要性が高まっている。これらに対して、道路地図情報などの空間データを用いた各種管理システムの利用が徐々に普及しつつある。

道路行政で用いる空間データのうち、各種サービスを実現する上で必要となる共用性の高い道路地図データ（以下、道路基盤地図情報）の整備を進めている。これにより、道路の現況情報が電子化され、維持管理段階を始めとする各種業務の高度化・省力化に寄与することが期待される。

本研究では、道路管理業務における道路基盤地図情報の利用方策を検討するものである。

〔研究内容〕

上記の目的を達成するために、平成 21 年度は以下の研究を実施した。

道路管理業務における道路基盤地図情報の利用方策を策定するためには、道路管理業務全般の課題に対して、業務プロセスの改善を含めた本来あるべき将来像を見据えた上で、利用場面を整理する必要がある。そのため、全国 19 国道事務所へのアンケート・ヒアリング調査結果に基づき、道路管理業務全般に係る課題の分類整理を行い、共通的な課題の抽出を行った。

整理の結果得られた、共通的な課題の分類項目は、

表 1 の通りである。

表 1 共通課題の分類項目

分類	課題
時間	最新の情報が分からない 適切な時期に実施されていない
所有者	組織単位で管理されており取得が困難 個人で管理されており取得が困難
内容	人によって内容にばらつきがある 内容に不備がある 活用できる形式ではない
場所	資料の所在が分からない 必要な箇所の情報が集められない 位置が分からない 近隣の状況が分からない
理由	過去の経緯が分からない
利用方法	利用の仕方が分からない 利用しやすい手段がない 十分に利用されていない

次に、分類・整理した課題の大きさを定量化するため、アンケート結果に対して、上記分類項目を課題として挙げた回答数、および各業務に要する時間の分析を行った。その結果、代表的な共通課題は、表中の太字で示したものとなった。

さらに、業務別に大きな課題をもつ業務を抽出したところ、「道路占用物件管理業務」に係る課題が大きいことが判明した。本検討では、その他の業務の分析も

行っているが、紙幅の都合上、「道路占用物件管理業務」における検討結果の一部のみを示すこととする。

着目した業務を対象に、利用手順の具体化を検討した。各業務の「現状業務プロセス」の詳細化を行った上で、現状の課題解決を図った「業務のあるべき姿」を整理した。

「道路占用物件管理業務」の概略プロセスは、①道路工事調整会議、②占用申請書の提出、③道路占用の審査、④占用許可書の発行、⑤占用工事、⑥道路占用台帳の更新、で構成される。この中の道路占用の審査を一例として、占用審査の現状、将来像をそれぞれ、図1、2に示す。占用審査においては、特に、情報を集めるための作業が繁雑（全ての占用物件が網羅された図面がない、占用物件の位置関係がわからないなど）が課題として挙げられる。この課題に対して、位置関係が明示された全ての占用物件情報を提供し、情報収集作業を削減することを将来像とした。

ただし、この将来像を直ぐに実現することは困難であるため、展開方策として、当面は問題認識の高い企業占用物を対象に、1回/年程度で図面提出を依頼している台帳更新に代わる措置として導入することを着眼点とした。それに向けて、申請時に各種占用物件や掘

削規制情報を含む道路基盤地図情報を貸出し、申請・完成届時の添付図書として提出させることでデータ取得を実現する方策を提案した。

その他のプロセスにおいても現状、将来像、展開方策を検討し、これらに基づき、「道路占用物件管理業務」に対する道路基盤地図情報適用の考え方をまとめた。その基本的な考え方は、申請者に各種占用物件や掘削規制情報を含む道路基盤地図情報を貸出し、申請・完成届時の添付図書として提出させることで、申請手続の効率化、占用台帳の品質向上、データ更新コストの削減を達成することとした。

【研究成果】

本研究では、アンケート・ヒアリング調査に基づき、道路管理業務全般における共通の課題を分類・整理を行い、特に課題として挙げられている業務の現状と将来像、およびその展開方策をまとめた。本成果に基づき、今後は、現場での適用可能性の検証が必要となる。

【成果の活用】

本研究でまとめた各種業務の現状、将来像、および展開方策は、道路管理業務における道路基盤地図情報の利用検討会の基礎資料として、活用される予定となっている。

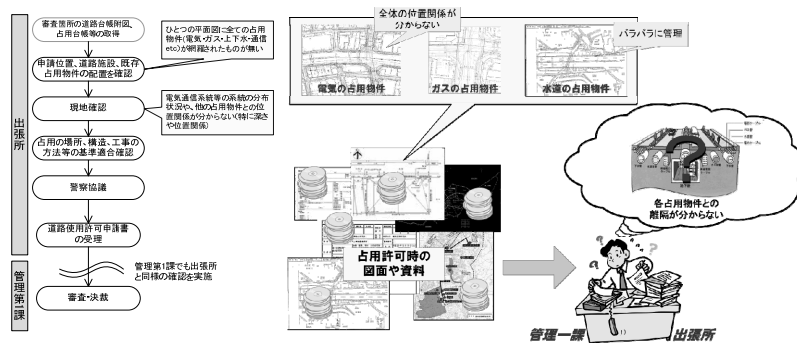


図1 道路占用審査の現状



図2 道路占用審査の将来像

国際標準の動向を踏まえた道路通信標準のXML化に向けた検討

Study on Road Communication Standard toward XML based on international standards

(研究期間 平成21～24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	遠藤 和重
Head	Kazushige Endou
主任研究官	小原 弘志
Senior Researcher	Hiroshi Obara
研究官	橋本 裕也
Researcher	Yuya Hashimoto
交流研究員	東耕 吉孝
Guest Researcher	Yoshitaka Toukou

Road Communication Standard is communication standards for information exchange among road agencies. But it has passed eight years since it was established, doesn't fit the needs have changed due to advances in information technology and communications environment in recent years. In addition it has been discussed to formulate a standard of information and communication toward XML in ISO. So, we study on Next Road Communication Standard toward XML.

[研究目的及び経緯]

道路通信標準とは、ITSシステムの整備拡大に伴い道路関係機関同士が情報交換を行うニーズが多くなるとを想定して「通信機能の標準化、設計の再利用」による効率的なシステム整備環境としての「ITSプラットフォーム」を目指して策定された通信規格である。この道路通信標準はこれまでの間、度重なる小規模改訂（多くはデータ項目の追加）を行ってきたが、既に8年が経過している。また、近年では情報技術や通信環境の進歩により変化してきたニーズに合致しない部分が目立ってきた。この様な動きの中、さらに国際的にもXMLを用いた道路関係機関が行う情報通信規格の策定への要望が議論される様になり、国際動向に目を向ける必要性も高まっている。

通信規格を標準化する場合、特に判断が難しいのは、現在の技術動向と将来の技術動向を的確に把握し、また予想することである。現行の道路通信標準の策定時には将来動向が予測しにくかった結果、現在の主流となっている技術から乖離している。次世代道路通信標準では現在の主流かつ、将来においても一定の利用が予測できるXML技術の採用を前提に検討を進めている。また、現行規格の課題でもあったローカルシステムで自由に利用できるデータ定義（データ辞書=DD）の実現と管理手法の効率化を目指している。

[研究内容]

上記の目的を達成するために平成21年度は以下の研究を実施した。

(1) XML方式によるデータ定義（辞書）の作成手順書

の検討

ITSに係わるシステムアーキテクチャ（以下、SA）の情報モデルと道路通信標準との関係を整理した上で、米国の先進事例の整理を行い、これらの整理結果を踏まえて、データ辞書をXML方式によるデータ交換に利用できるようにするため、今後、利用が想定されるサービスに対応できる設計図（クラス図）を作成し、XMLに変換する手順を検討した。

また、自由に利用できるデータ辞書を実現するためには、全国統一の共通辞書と特定事務所などのローカル辞書による二重管理が必要である。ローカル辞書に対するデータ項目の追加をシステム間や特定エリアに限定することで、地域特性に合わせる事が可能となる。この場合に解決すべき課題は、共通辞書とローカル辞書の整合性の維持であり、運用ルールとメンテナンス自動化のために必要な検討を行った。

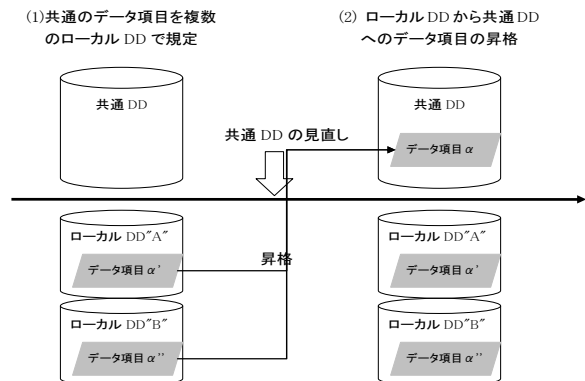


図1 データ項目の昇格

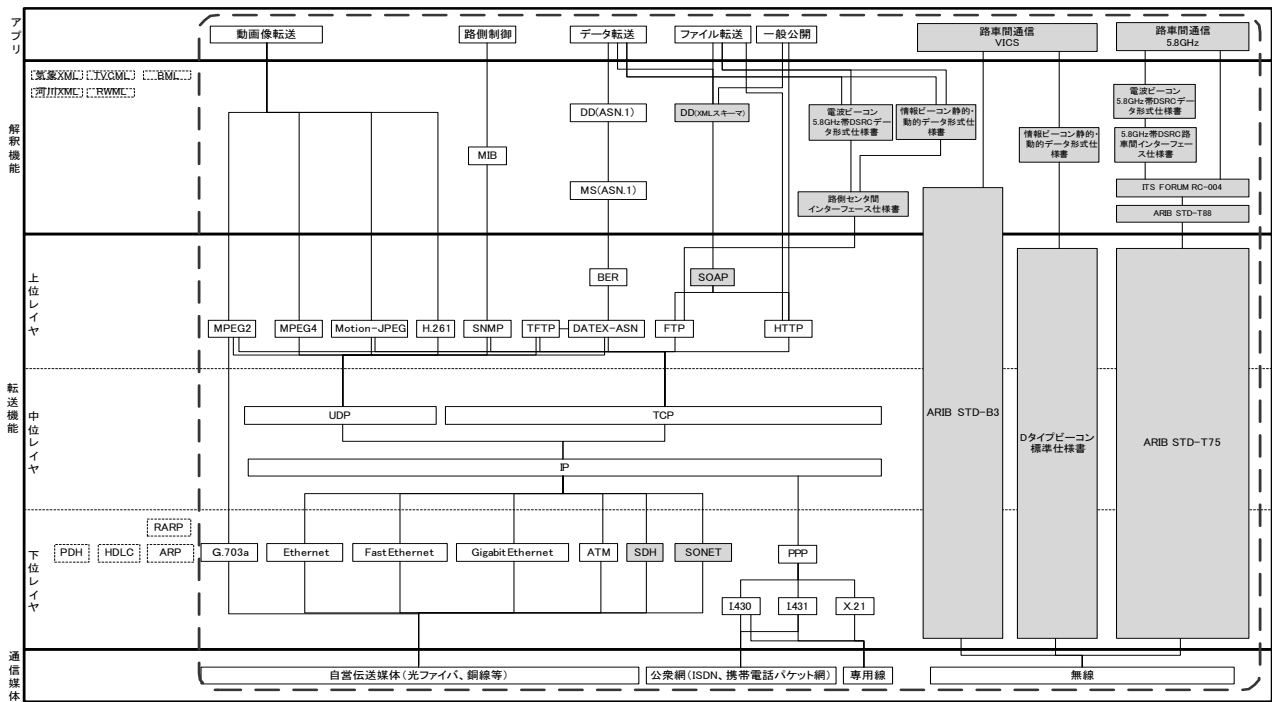


図2 通信規格のフレームワーク

(2) 次世代道路通信標準のフレームワーク（標準の体系）の検討

道路管理に關係する通信規格である既存のVICS、DSRC等の規格の対象範囲や利用状況などを調査し、現行道路通信標準との關係性の整理を行った上で、先行している米国等の規格ファミリーのフレームワークの整理手法を参考として国内道路管理關係機関に適用性の高い通信規格ファミリーのフレームワーク素案を検討した。(図2)

また、このフレームワークは策定以降も管理・運用し、常に現状に即した形であることが望ましいことから、規格・仕様を管理する他の事例における運用方法を整理し、次世代道路通信標準の運用主体が保持すべき機能を整理した。

(3) 国際標準化に関する動向調査

道路關係機關同士が行う情報交換規格のXML化は、米国は既に国内規格を策定しており、欧州でも検討が進められている。また、現在はISO/TC204/WG9にて国際標準の策定が議論されている。国土技術政策総合研究所では次世代道路通信標準の検討と平行して国際會議に参加し、検討の方向性や各国の動向に関する情報収集の他、積極的な提案活動を通じて国際標準の策定作業に主体的な役割を担っていくことになった。

【研究成果】

本検討ではまず、我が国におけるSA等を踏まえ、道路通信標準で用いているデータ辞書をXML方式によるデータ交換に利用できるようにするための方法について検討を行い、その結果を「データディクショナリ作成手順書(案)」として取りまとめた。これにより、次年度以降にこの手順書に従い次世代道路通信標準で利用するデータ辞書を構築することが可能となる。また、この検討を踏まえてデータ定義の動的な追加(拡張)や更新を行う仕組みを検討し、さらにこれらの仕組みを利用する場合の規則や手順を検討した。

また、道路管理に關係する通信規格の適用範囲や利用状況、および米国の先行事例等を調査した上で、次世代道路通信標準のフレームワーク(標準の体系)を整理した。これにより次世代道路通信標準の管理が容易となり、今後出現する新たな技術や標準を柔軟に取り込むことが可能となる。

【成果の活用】

道路關係のセンター間通信には、現行の道路通信標準が優位性を發揮する場合と次世代道路通信標準で検討している通信方式が有利な場合が混在する。この二つの通信方式をそれぞれ適した箇所に利用することができれば、異なるシステム間で行われるデータ交換が容易になるものと考えられる。

EMV 決済システムに関する共同研究

Joint research on EMV clearance system

(DSRC 通信を利用した車利用型 EMV 決済システムに関する評価の実施手順検討等業務)

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

(研究期間 平成 21 年度～22 年度)

畠中 秀人
Hideto HATAKENAKA
鹿野島 秀行
Hideyuki KANOSHIMA
小川 倫哉
Michiya OGAWA

The purpose of this study is to develop the EMV clearance system using a vehicle-infrastructure communication system utilizing 5.8GHz DSRC (Dedicated Short Range Communication) technologies.

[研究目的及び経緯]

国土技術政策総合研究所（以下、「国総研」という）では、平成 17 年 2 月から 18 年 3 月までの約 1 年間、官民共同研究「次世代道路サービス提供システムに関する共同研究」を実施した。この中で、次世代道路サービスを構成する 3 つのサービスである「①道路上における情報提供サービス」、「②道の駅等情報接続サービス」、「③公共駐車場決済サービス」のそれぞれのサービスを実現するためにシステムの概要、システムの概略構成について検討を行っている。その後の研究により、①、②については、サービスの有効性確認、普及展開へ向けた標準仕様の策定がおおむね完了している。一方、③については、サービスの有効性が確認された段階であり、今後、標準仕様の策定に向けた検討を行うこととしている。

本研究は、この「公共駐車場決済サービス」について、各種装置の開発及び標準仕様の策定に向けたとりまとめ

を行うものである。本サービスは、国総研が主導して実施した前述の官民共同研究において、次世代道路サービスの 1 つとして検討を行ってきたものであり、本共同研究はそのより具体的な検討と位置づけられる。また、「公共駐車場決済サービス」は、「道路上における情報提供サービス」の実現のために国総研が研究開発を行ってきた路側機を EMV 仕様*に対応するものとするにより実現が可能である。以上から、本研究は国総研が主導して実施することとした。

*EMV 仕様：Europay, Mastercard, VISA International の 3 社が取り決めた、IC クレジットカードの世界共通規格

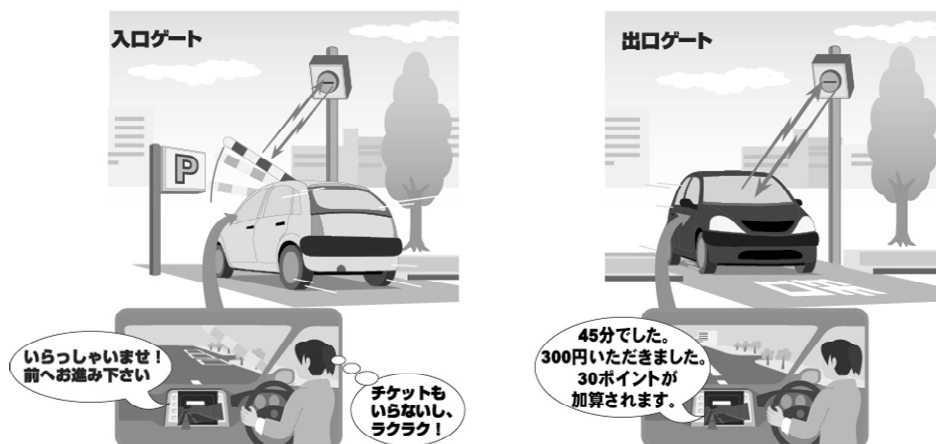


図 1 公共駐車場決済サービスのイメージ

[研究内容]

本研究で想定している公共駐車場決済サービスのイメージを図1に示す。本サービスは、ITS スポット (DSRC) を介して、キャッシュレス料金決済を実現する。また、EMV 仕様に準拠した汎用の IC クレジットカードを用いることで、新たな登録手続きを行う必要がなく本サービスを利用することができる。なお、本研究のフィールドとしては公共駐車場を想定しているが、これ以外にもドライブスルーにおけるキャッシュレス料金決済を始めとした応用が期待される。

本研究では、車利用型 EMV 決済システムを構築し、このシステムの動作確認等の検証を行うこととしている。公共駐車場における決済サービスを想定した本システムの基本構成は図2のとおりである。このシステムは、EMV 決済処理を行う EMV 装置、駐車場を管理する管制機、路側機通信を行うための路側機・車載器から構成される。路側機以外は、民間メーカーが開発を行ってきた機器をベースとすることから、民間メーカーと協力して研究を行う

共同研究の形態をとることとした。研究協力者については、一般に公募して協力者を募った。

[研究成果]

平成 21 年度は、前述の共同研究「DSRC 通信を利用した車利用型 EMV 決済に関する共同研究」を平成 21 年 11 月より開始した。共同研究の期間は平成 22 年度末までを予定している。この共同研究の研究項目及び分担を表1に示す。国総研では検証用の EMV 対応路側機を開発するとともに、実証実験の計画を策定した。

[今後の課題]

平成 22 年度は、平成 21 年度に開発した検証用 EMV 対応路側機に、各機器との接続を行うためのインタフェースを実装し、検証用の車利用型 EMV 決済システムを構築する。そして構築したシステムを公共駐車場へ導入し、実証実験を行うことで、サービスの有効性を検証することとしている。

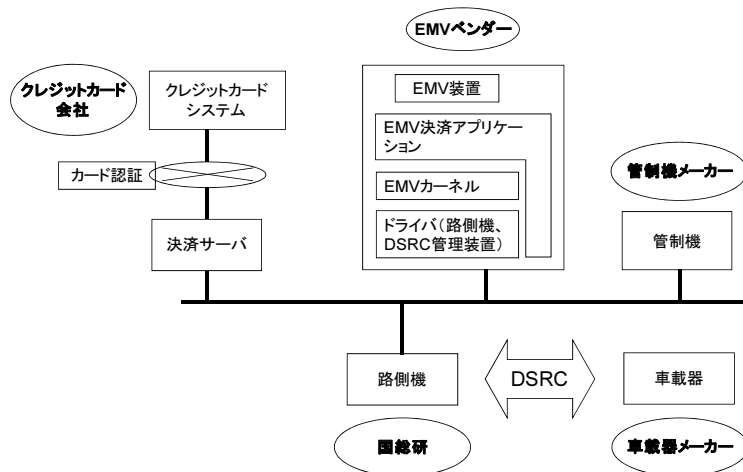


図2 車利用型 EMV 決済システムの基本構成
※決済サーバについては設置しない場合もある

表1 研究項目及び分担

研究の分担	研究分担	
	国総研	共同研究者
EMV決済装置の開発		◎
EMV対応路側機の開発	◎	
EMV対応管制機の開発		◎
EMV対応車載器の開発		◎
各種装置の相互接続試験	◎	○
とりまとめ	◎	○

◎: 主担当 ○: 分担

道路管理におけるプローブ情報の活用に関する研究

Study on utilizing DSRC probe data in road operation and management

(プローブ情報の活用方策に関する検討)

(東日本高速道路における ITS 技術の試行調査)

(研究期間 平成 16~24 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
主任研究官
Senior Researcher
研究官
Researcher
研究官
Researcher
部外研究員
Guest Research Engineer

畠中 秀人
Hideto HATAKENAKA
鹿野島 秀行
Hideyuki KANOSHIMA
坂井 康一
Koichi SAKAI
重田 良二
Ryoji SHIGETA
若月 健
Takeshi WAKATSUKI
八重柏 陽介
Yosuke YAEGASHI

The aim of this study is to examine practical use of this DSRC probe data for road management. This year we have studied a method of CO2 discharge estimation with DSRC probe data and a method to detect traffic condition with combination of DSRC probe data and existing traffic counter data. Also detection method of road surface / visibility condition in snow cold areas was evaluated.

[研究目的及び経緯]

国土技術政策総合研究所では、ITS スポット (DSRC : Dedicated Short Range Communication) を利用した次世代道路サービスの研究開発を行っている。ITS スポット (DSRC) は双方向の大容量通信が可能であるという特徴を持っており、これまでその特徴を活用した様々なサービスの実現について検討されてきたが、その一つとして、車両の位置情報等を収集するプローブシステムへの活用が期待されている。

同技術は、路側センサと比較して広範囲に道路管理に関わる情報の収集が可能であるため、道路管理業務の効率化・高度化を低コストに実現することが可能である。

図1にITSスポットにより取得されるプローブ情報(以下、プローブ情報)を活用した次世代道路システムのイメージを示す。車両に特別な観測装置を実装するのではなく、カーナビ連携型ITS車載器を構成するカーナビゲーションシステムのGPS受信機、加速度センサ、ジャイロセンサ等から得られる車両

挙動データ、走行履歴データを利用することにより、各種次世代道路サービスを実現するものである。プローブ情報はITS車載器に蓄積された後、路側機を介してプローブセンター(仮称)にアップリンクされる。アップリンクされたデータは統計処理等のデータ処理を行うことにより、様々な次世代道路サービスに活用されることが構想されている。

本研究は、このプローブ情報の道路管理への活用を

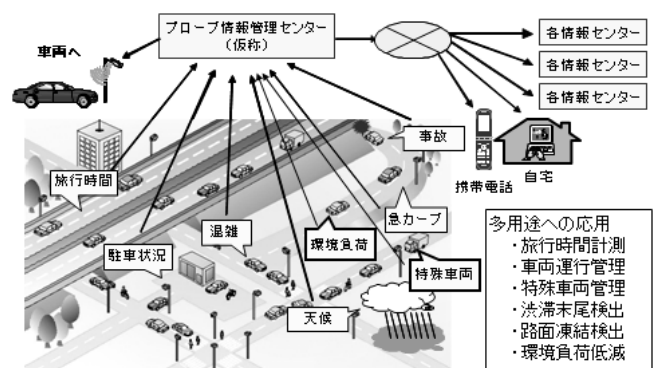


図1 プローブ情報の活用イメージ

検討するものである。平成 21 年度は、プローブ情報を用いた CO₂ 排出量推計手法や渋滞状況の把握手法に関する検討を行うとともに、積雪寒冷地における路面・視程状況の検出手法等に関する検討を行った。

[研究内容および成果]

1. CO₂ 排出量推計手法の検討

我が国は、地球温暖化防止という人類共通の課題に取り組むための国際枠組みづくりに向け、温室効果ガス排出量を平成 32 年までに平成 2 年比 25%削減するという目標を示している^[1]。

これまでの取り組みとしては、ETC の普及による本線料金所での渋滞解消の結果、CO₂ の削減が図られたことなどがあげられるが、平成 18 年度においても日本の CO₂ 総排出量の約 2 割を運輸部門が占め、そのうち約 9 割が自動車から排出されている状況にある^[2]。

こうした背景から、プローブ情報を用いて CO₂ 排出量を推計することにより、路線や時期を限定することなく、ポイントを絞った効率的な渋滞対策を行うなど、ITS を活用した環境負荷の低減が求められている。

本検討では、プローブ情報から取得できる走行速度データから、車両ごとの CO₂ 排出量を推計するとともに、それを拡大し路線毎等の CO₂ 排出量を推計する手法の検討を行った。

検討の結果、プローブ情報から車両毎の CO₂ 排出量の推計が可能なことを確認するとともに、プローブ情報から生成された DRM リンク毎の走行速度データから一定区間毎の CO₂ 排出量を月別・平休別・上下方向別に時間単位で推計する実務的な手法を示した。

2. 渋滞状況の把握に関する検討

渋滞状況の把握は、現在、トラフィックカウンター（以下、トラカン）により行っているが、詳細な渋滞状況の把握にはトラカンを密に設置しなければならず、頻繁にメンテナンスが発生する等の問題（メンテナンスに伴う交通規制やその渋滞を含む）がある。一方、プローブ情報から取得できる走行速度データにより、渋滞状況を把握することは可能であるが、特に都市内高速については、プローブ情報をアップリンクするための路側機の設置間隔がトラカンほど密ではないことから、プローブ情報による渋滞状況の把握にあたっては遅延が生じることがわかっている。

本検討では、既に密に設置されているトラフィッ

クカウンターを削減してもなお、プローブ情報とトラカンデータを組み合わせ、現状並みの精度でリアルタイムに渋滞状況を検出することが可能かどうかの検討を行った。

検討の結果、路側機の設置間隔が広い場合、トラカンに比べ渋滞状況の検出に遅れが生じることは避けられないが、上・下流に最低限のトラカンを配置し、そのトラカンから取得される交通量の差分値により、路側機がプローブ情報を取得した時点の走行速度データから渋滞末尾の伸縮を予測する方法を示した。限られた比較データではあったが、この方法により渋滞長を予測した結果、走行速度データのみによる予測結果よりも精度よく渋滞状況を検出することができることがわかった。

3. 積雪寒冷地における路面・視程状況の検出手法

積雪寒冷地における高速道路の持続的な安全性・円滑性の確保には、路面・視程状況の効率的なモニタリング手法の開発が必要となる。本検討では、プローブ情報から取得できる走行速度データから、積雪寒冷地における路面・視程状況の検出手法の検討を行った。

検討の結果、走行速度データからトンネル内外の速度変化域の発生比率を導き出すことにより路面・視程状況を推定する手法を示した。

[成果の発表]

平成 22 年 10 月に釜山で開催される第 17 回 ITS 世界会議で成果の発表を予定している。

[成果の活用]

今後は本研究成果を基にアップリンクされた DSRC プローブ情報のプローブ統合サーバにおける統計処理等の具体的なアルゴリズムの検討を行い、道路管理への具体的な活用展開する。

[参考文献]

- [1] 環境省ホームページ, 平成 22 年度環境省重点施策(抄), http://www.env.go.jp/earth/info/challenge25/r-info/attach/h22_juten_exc.pdf (2009.10)
- [2] Hirai Sestuo et al., "INCIDENT DETECTION BY PROBE DATA", 14th World Congress on ITS, Oct. 2007

DSRC を用いた情報提供サービスの標準仕様化に関する研究

Research on technical specifications for information provision service with DSRC

(DSRC を活用した情報提供サービスの仕様作成)

(安全運転支援システムに関する仕様作成)

(走行支援道路システム実運用化検討業務)

(研究期間 平成 16 年度～平成 21 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	畠中 秀人
Head	Hideto HATAKENAKA
主任研究官	鹿野島 秀行
Senior Researcher	Hideyuki KANOSHIMA
研究官	岡本 雅之
Researcher	Masayuki OKAMOTO
研究官	上田 善久
Researcher	Yoshihisa UEDA

The ITS Spot Services contains Information Supply Services, Information Access Services, Fee Collection Services etc. with vehicle-infrastructure communication between road side units and ITS on-board units utilizing 5.8GHz DSRC. The aim of this research is to examine technical specification of the equipment and interface between them.

[研究目的及び経緯]

1. 経緯

国土交通省では、道路と車と人を情報で結ぶ ITS 技術を統合して組み込んだ、高度な道路交通のインフラとなる次世代の道路「スマートウェイ」の展開を推進している。スマートウェイにおける次世代路車協調システムの通信機能の中心になるものは、高速で大容量の双方向通信を可能とする 5.8GHz 帯 DSRC (Dedicated Short Range Communication : スポット通信) である。一つの車載器により VICS、ETC に加え、道路上における情報提供サービス、道の駅等における情報接続サービス、決済サービス等 (以下、「ITS スポットサービス」という) の多様なサービスを利用できる車内環境の実現に向け、平成 17 年より図 1 に掲げる官民共同研究をはじめとし、研究開発を行ってきた。

官民共同研究は、平成 16 年 8 月にスマートウェイ推進会議による提言「ITS、セカンドステージへ」を受け、官民の様々な ITS サービスのうち、新たな道路サービスを実現する上で必要となる路側無線装置の機能、ITS 車載器の機能、ITS スポットにおける各種通信の仕組み、実用化にあたり共通に定めるべき技術基準を策定するため、公募したメンバーによって検討及び実証実験を行った。共同研究では、ITS スポットにて実現するサービスとして、以下の 3 つを想定して検討を行った。

- ①道路上における情報提供サービス
- ②SA・PA や道の駅における情報接続サービス
- ③決済サービス

国土技術政策総合研究所 (以下、「国総研」という) では、路側無線装置及び ITS 車載器の試作開発を行い、平成 18 年 3 月に「次世代道路サービス提供システムに関する共同研究 報告書」として共同研究結果をとりまとめた。この報告書は、国総研資料第 319 号として公表している。なお、平成 18 年 4 月以降は、共同研究の成果を踏まえたスマートウェイの技術検討を行うため、企業からの意見を取り入れる場として「次世代道路システム技術検討ワーキンググループ (ITR 技術検討 WG)」を構成し、技術検討を行っている。

国総研では、共同研究の成果及びその後の実証実験

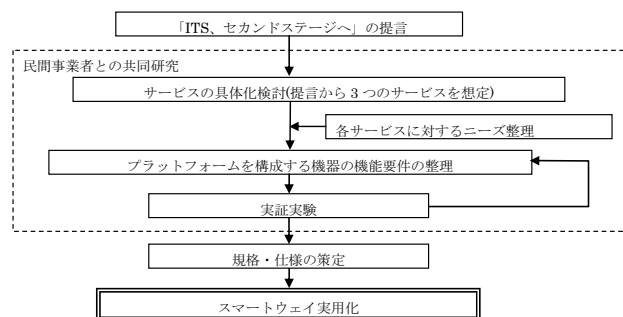


図 1 官民共同研究の位置づけ

結果を踏まえ、技術資料をまとめ、本研究により標準仕様の策定を行ってきた。

【研究概要】

ITS スポットは、図2に示すように「路側機」、「ITS 車載器」、「路車間通信」により構成される。

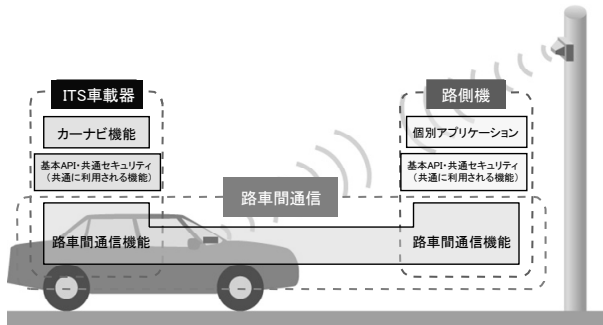


図2 ITS スポットの構成

ITS スポットサービスの概要について紹介する。

1) 情報提供サービス

広域な道路交通情報提供サービス、安全運転支援情報提供サービス、ハイウェイラジオ情報音声提供サービス、プローブ情報サービス、リクエスト型個別通信サービス（将来イメージ）を提供するものである。

2) 情報接続サービス

道の駅や高速道路上のSA/PAなどの場所に設置された路側無線装置より、停車中の車両に搭載されたITS車載器に対して情報を提供するサービスである。

3) 決済サービス（将来イメージ）

汎用ICカードを利用した決済を行うサービスであり、今後実用化される予定のサービスである。

【研究成果】

路側無線装置およびセンター装置群等の仕様については、これまでの官民共同研究の成果や、実証実験の結果を踏まえ、全国展開に向けた仕様書案として、平成19年から平成21年度にかけて下記のを策定した。

1) 路側無線装置（DSRC：スポット通信）仕様書（案）

情報提供サービス、道の駅・SA・PA等における情報接続サービス、決済サービス共通に用いる路側無線装置について規定したものである。

2) 中央処理装置（DSRC：スポット通信）仕様書（案）

提供情報の編集／配信、路側無線装置及びセンター装置群の監視制御等の管理を行う「中央処理装置」、および、セキュリティ機能で用いる鍵の設定や路側無線装置のソフトウェアを更新する際に用いる「路側無線装置鍵設定装置」を規定したものである。

3) 音声処理装置（DSRC：スポット通信）仕様書（案）

道路交通情報等の内容を音声で提供するための、

TTS（音声合成記号）を作成する音声処理装置を規定したものである。

4) センター間インタフェース（DSRC：スポット通信）仕様書（案）

中央処理装置と音声処理装置、鍵設定装置、提供情報集約サーバの間、プローブ処理装置とプローブ統合サーバの間の通信における物理回線、論理パス、プロトコルを規定したものである。

5) プローブ処理装置（DSRC：スポット通信）仕様書（案）

車載器が路側無線装置に送信するプローブ情報を収集し、代表地方整備局に設置するプローブ統合サーバへ送信する装置を規定

6) 情報接続処理装置（DSRC：スポット通信）仕様書（案）

ITS車載器と路側無線装置の間でのIP通信による道路情報や地域情報等の提供を行う情報接続処理装置を規定したものである。

7) 路側センター間インタフェース仕様書（案）

路側無線装置とセンターの間での通信インタフェースを規定したものである。

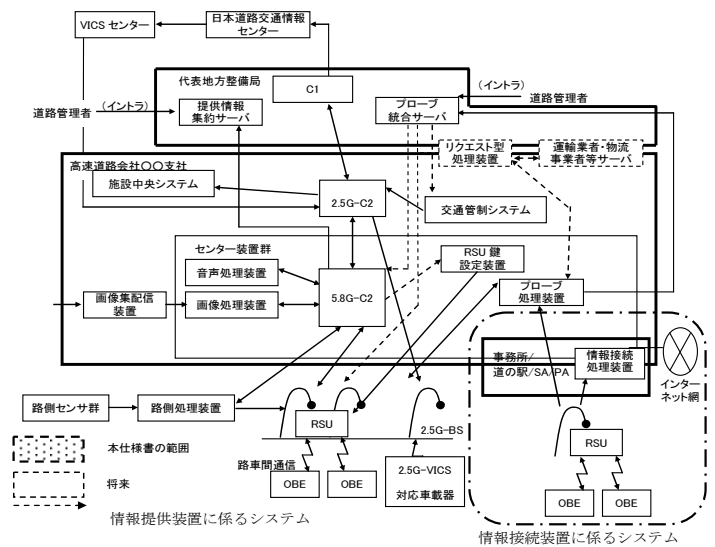


図3 ITS スポットサービスを実現する機器の構成

【成果の発表】

本成果は、国総研資料第571号として公表している。

【成果の活用】

スマートウェイにおける次世代路車協調システムの通信機能の中心になるITSスポットに関する規格・仕様は、官民が一体となり取り組んだことで策定され、スマートウェイが全国に展開される段階にある。

ITS を活用した情報提供システムの展開に関する研究

Research on Expanding Usage of ITS

(新たな走行支援道路システムに関する技術研究開発)

(研究期間 平成 16 年度～平成 21 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	畠中 秀人
Head	Hideto HATAKENAKA
主任研究官	坂井 康一
Senior Researcher	Koichi SAKAI
研究官	若月 健
Researcher	Takeshi WAKATSUKI
研究官	岡本 雅之
Researcher	Masayuki OKAMOTO

Supporting freight distribution, sightseeing, public transport, and environmental load reduction were assumed as new ITS services that will be developed in the future. We studied how to promote these services by using ITS. Based on this study, concrete service in an actual city was examined.

[研究目的及び経緯]

国土技術政策総合研究所（以下、「国総研」という）では、車やドライバー、歩行者等多様な利用者との間で様々な情報のやりとりを可能とする道路「スマートウェイ」の推進に取り組んでいる。

スマートウェイに対応したサービスとして、ITS スポット（DSRC）を活用し、道路交通情報や安全運転支援情報などの提供を行う ITS スポットサービスに関する研究を行ってきた。平成 21 年秋には、ITS スポットサービスに対応した ITS 車載器の販売が開始され、首都高速道路、阪神高速道路、名古屋高速道路において、約 40 箇所の ITS スポットサービスを開始した。また、高速道路上を中心に路側機の全国配備（約 1600 箇所）にも着手し、平成 22 年度冬までに、ITS スポットサービスの全国展開を図ることとしている。今後、これらのサービスをさらに拡充することを目的として、料金決済サービスや物流効率化支援といったサービスへの活用を検討しているところである。

これと同時に、内閣府において選定された「ITS 実証実験モデル都市」や、経済産業省において選定された「EV・pHV タウン」等において ITS スポット等の ITS 技術を活用したサービスの展開が検討されている。

これらを受け、新たなサービスとして、「物流支援」「観光支援」「公共交通支援」「環境負荷低減支援」の 4 つを想定し、今後実展開するための検討を行っている。

[研究内容および成果]

1. 物流支援への活用検討

まず、どのようなサービスが現在提供されているか確認するために、物流車両運行管理システムの実態把握調査を実施した。続いて、物流事業者の現状の運行管理方法や今後期待するサービスニーズ等を把握するため、物流事業者へのアンケート調査を実施した。調査対象は、運行管理ニーズの異なる偏りのない 20 社程度を対象とした。最後に、物流事業者から得られたサービスニーズについて、ITS を活用した対応策について検討を行った。

検討の結果、車両の走行履歴による安全運転指導・エコ運転指導などのニーズが確認され、国総研で研究開発しているプローブ情報の収集システムの活用可能性が確認された。

2. 観光サービスへの活用に関する検討

最初に、自動車による観光を支援する ITS 技術の最新動向、市場実態を把握した。次に、自動車を利用した観光において、観光行動を「出発時」「移動中」「目的地到着後」のシーンに分類し、それぞれのシーンにおいて必要とする情報を整理した。

この検討結果を基に、「EV・pHV タウン」に指定され、電気自動車等と ITS が連動した未来型ドライブ観光のシステムの開発とその実配備に取り組んでいる長崎県五島市を対象に、地域特性（情報収集、要求事

大学との連携による ITS に関する基礎的・先端的分野の研究

Partnerships with academia in ITS study fields

(安全運転支援システムにおけるドライバーへの効果的な情報提供手法の検討)

(統合的交通シミュレータの活用による各種 ITS サービスの検討)

(地域の課題解決に向けた ITS 技術の導入検討)

(地域 ITS 技術を用いた車線・道路幅員減少区間等における安全かつ円滑な走行支援手法の研究開発)

(研究期間 平成 13 年度～平成 21 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	畠中 秀人
Head	Hideto HATAKENAKA
主任研究官	坂井 康一
Senior Researcher	Koichi SAKAI
研究官	若月 健
Researcher	Takeshi WAKATSUKI
研究官	岡本 雅之
Researcher	Masayuki OKAMOTO
部外研究員	森井 紀裕
Guest Research Engineer	Norihiro MORII

It is necessary to be based on the characteristic of the region and the feature of the ITS measure to evaluate the introduction of the ITS measure. Therefore, to develop a new ITS technology, it is important to conduct basic and advanced researches that becomes the basis of efficient system construction. In this study, we conducted basic and advanced researches of a wide field in partnerships with academia.

〔研究目的及び経緯〕

ITS スポットサービス等の新たな ITS 施策の導入による道路交通の効率性や安全性の向上及び環境負荷軽減の効果を定量的に評価するためには、既存の道路交通施策の評価手法に加えて、対象とする地域の特性と ITS 施策の特徴を踏まえた評価手法が必要である。また、新たな ITS 施策は、ITS スポット(DSRC)等の新たな要素技術の開発により実現する施策の他に、簡便・廉価な既存技術と連携したシステムの構築により実現する施策もあり、後者のシステム基盤となる基礎的・先端的な技術・手法の研究を行うことも必要である。

そこで、国土技術政策総合研究所では、平成 13 年度より、大学等と連携し、ITS 施策の導入による道路交通の効率性・安全性向上および環境負荷軽減等の視点を軸に、土木工学、電気、機械、心理学、人間工学等に関する幅広い分野の研究を行ってきた。

〔研究内容及び成果〕

1. 安全運転支援システムにおけるドライバーへの効果的な情報提供手法の検討

ITS 施策の本格運用に向けて、ドライバーに対する効果的な情報提供が必須である。本検討では、道路環境や交通状況が運転走行中のドライバーの情報処理、注視

領域や注視の正確さに与える影響について、ドライビングシミュレータ（以下、DS）（図 1 参照）を用いた被験者実験を行った。



図 1 実験で用いた DS

検討の結果、カーブや合流、混雑流の交通状況で、ドライバーの情報処理能力は低下を招く傾向が見られた。また、カーブ区間開始地点に至るまでの距離が長い場合には注視可能な領域や正確な注視が行える領域がある程度広がることが示された。

2. シミュレータの統合的活用による各種 ITS サービスの検討

道路交通円滑化に資する ITS 施策の評価を効果的、多角的に行う手法について検討を行った。6 軸動揺装置等を有する可動型高機能ドライビングシミュレータ（可動型 DS）に加え、6 軸動揺装置等がない定置型ドライビングシミュレータ（定置型 DS）を構築し（図 2

参照)、DS を活用した各種 ITS サービスの検討の幅を広げた。また、動的な交通運用施策の局所的な効果のみならず広域ネットワークへの波及効果を分析することを目的として、異なるスケールの交通シミュレーションを組み合わせ、局所分析と広域ネットワーク分析を行うため、計算実行中にシミュレーションパラメータを変更する機能を組み込む改良を行った。



図2 可動型 DS (左)、定置型 DS (右)

3. 地域の課題を効率的に解決する ITS 技術の導入戦略に関する調査研究

本研究では、地域の社会的課題に対してどのような ITS 技術の導入が効果的であるかを明らかにした。

(1) 都市高速道路渋滞末端での交通事故削減のための予防システム

- ①首都高トンネル疎密波中の安全運転支援技術の開発
高速道路における主要な事故要因である、臨界流(過密かつ高速な交通流)における下流から上流に向けての減速行動の急激な伝播(減速衝撃波)による事故の防止を目的として、交通流の計測や減速衝撃波の検知を可能にする画像センサ群を開発し、路車協調型の安全運転支援システムに活用した。このシステムにより得られたデータを基に本地点の交通流を DS 上に再現し検証を行った結果、安全運転支援システムの欠報や誤報によるネガティブな反応がないことを確認できた。
- ②情報提供機器を利用した車群分解によるサグ渋滞対策システムの効果検証

効果検証の対象としたサグ渋滞対策システムは、サグ部の直近上流の可変情報板等による車線変更の働きかけにより、渋滞原因車によって形成された車群を分解し、車群内における減速行動の伝播を遮断し、渋滞を回避することを目的としている。

検証では、まず、東名高速道路下り線(大和サグ付近)に設置されたカメラの画像データから個々の車両の走行軌跡を推定し交通流を再現した。次に、この交通流に対し、車線変更シミュレーションを実施した。検証の結果、車群を分解するためには、「車線変更が可能な状況にある車両」のうち「車線変更を行う車両」の割合を 50%程度とすることが妥当(車線変更先での渋滞の誘発を考慮)であると確認した。

(2) 無信号交差点での交通事故削減のための支援システム

住区内等の無信号交差点において、道路反射鏡などの既存インフラと組み合わせて、出会い頭事故防止を

図る簡易な警告システムを開発した(図3参照)。本システム導入時の効果について評価検討するため、公道で実動可能な試作機を製作し、出会い頭事故多発交差点にて公道実験を実施した。システム導入有無による車両の挙動の違いを分析することで、交差点で一時停止する車両の割合が増加する等の挙動改善効果を明らかにした。

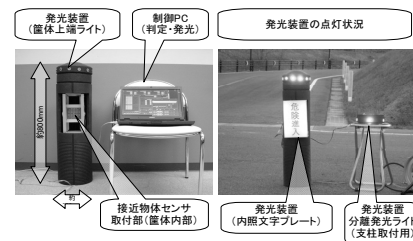


図3 試作したシステムの外觀

(3) 地域道路ネットワークでの総合的安全 ITS システムの実装とその評価手法

ヒューマンエラーを減らすための ITS 技術について、導入効果を評価することを目的とし、一般道路と高速道路を対象に、警告情報システムの構成やその HMI を変化させる安全走行支援システムの効果に関して、走行実験と表明選好(SP)調査を用いて検討を行った。実験では、高い相乗効果が期待できるサービスとその HMI の組み合わせを抽出した。また、ドライバの運転適性や安全意識、交通事故やヒヤリハット経験などを踏まえて、提案システムに対する一般ドライバの受容性をアンケート調査の実施により明らかにした。調査から、一般道路と高速道路ともに、車内型警告情報(カーナビによる情報)は路側型警告情報(表示板による情報)より受容性が高い等の結果が得られた。

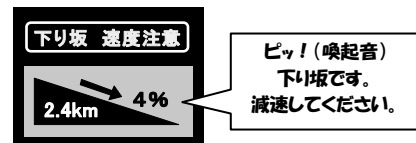


図4 高速道路上の車内型警告情報

4. 地域の課題解決に向けた ITS 技術の導入検討

地域の実情を考慮した ITS 技術を活用し、車線・道路幅員減少区間等の狭隘道路の安全性、円滑性を確保することを目的とし、全国展開可能な走行支援システムの開発等を実施した。走行支援システムの開発は、従来の中山間道路走行支援システムの課題とその改良の方向性を検討し、ゆずりあいロード走行支援システム等を開発した。開発したシステムの評価調査の結果、表示の理解度は文字表示、動的ピクトグラム、点滅式デリニエータの順で高いという結果が得られた。



図5 試作した動的ピクトグラム

ITS の国際標準化に関する研究

Research on standardization of Intelligent Transport System

(ITS 国際標準化国内分科会等動向把握業務)

(ISO 標準化対応案作成支援業務)

(ITS の最新技術に関する動向調査業務)

(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
 Head
 主任研究官
 Senior Researcher
 研究官
 Researcher

畠中 秀人
 Hideto HATAKENAKA
 鹿野島 秀行
 Hideyuki KANOSHIMA
 小川 倫哉
 Michiya OGAWA

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 watching 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^{*1}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機関の中心となるのは、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^{*2} (専門委員会) のもとに、国際標準化テーマ検討のための WG^{*3} (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、活動休止等により、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)。

[研究内容]

平成 21 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

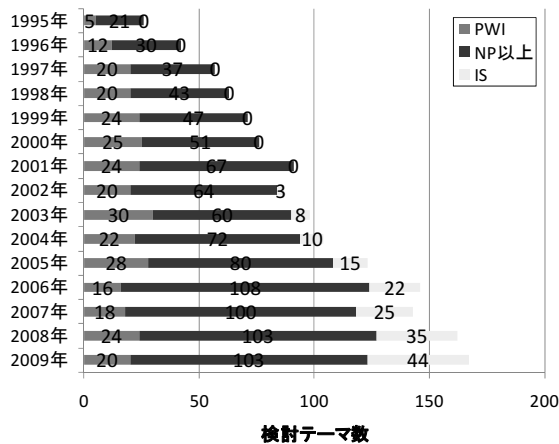


図1 ISO/TC204 における検討テーマ数の推移 (2010年3月現在)

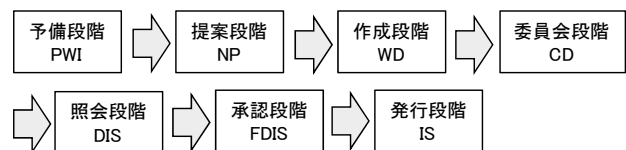


図2 国際標準化の手順

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 21 年度の取り組みの概要を以下に示す。

(1) CALM^{※4} 関連

1) CALM-MAIL^{※5} 関連

CALM は、ITS で使用される中域通信のメディア等の通信規格である。これに対して、日本では、国内において既に標準化され、また一部 ISO 化 (ISO15628) された 5.8GHz 帯の通信規格である DSRC^{※6} (狭域通信) 方式が存在している。国際標準との整合性を確保するために、日本の DSRC 方式を CALM の一部に位置付けるための検討を行った。考え方としては、ISO15628 準拠の DSRC をアプリケーションサブレイヤー (ASL^{※7}) で仲立ちさせて上位層である CALM Network protocol に接続し、既存の DSRC を CALM のメディアとして利用する方式である。

2) CALM-AM^{※8} 関連

路側機や車載器に対して、外部からアプリケーションソフトをダウンロードすることにより、機能の追加及びバージョンアップを行い、新たなサービスを実現する仕組みであるアプリケーションマネジメントについては、日本の提案に基づき既に国際標準化されている。

国際標準化体系としては、このアプリケーションマネジメントの機能要件を規定した標準に加えて、実際に製造された機器がこの標準に適合していることを検証するための規格も必要である。

この規格である「アプリケーションマネジメント適合性試験」の国際標準化に向けた検討を行った。

(2) 基本 API^{※9} 関連

基本 API は、「次世代道路サービス提供システムに関する共同研究」(国総研および民間 23 社) および「DSRC 基本アプリケーションインターフェース仕様」(ITS 情報通信システム推進会議ガイドライン) においてとりまとめられた我が国の DSRC 活用システムである。路側機のアプリケーションから車載器内の基本 API を選択・組み合わせて実行することにより、様々なサービスを実現する仕組みであり、国際標準化に向けた検討を行った。

(3) CALM セキュリティ関連

平成 20 年 6 月のパリ会議において、英国より、「ITS の無線通信に関するセキュリティの標準」を定めるための 4 つの作業項目について提案があった。

- ・ CALM セキュリティ パート 1: フレームワーク
- ・ CALM セキュリティ パート 2: 脅威分析、リスク分析
- ・ CALM セキュリティ パート 3: セキュリティの目的、リクワイアメント
- ・ CALM セキュリティ パート 4: セキュリティ対策
- ・ CALM 公共放送の受信

スマートウェイにおいては、セキュリティの方式として SPF^{※10} を用いている。この標準案と SPF における基本的な考え方との整合を図るため、国際会議の動向把握及び対応方針の検討を行った。

[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-AM 適合性試験関連

平成 21 年 6 月 22 日から 11 月 22 日までの期間で DIS 投票が行われた。投票結果は可決であり、反対票はなかったことから FDIS 投票を省略することが可能となった。その後、平成 21 年 12 月の TC204/WG16 ドイツ会議でコメント対応を行い、FDIS 段階を経ずに IS 発行の手続きに進むこととなった。

(2) 基本 API

平成 21 年 8 月 24 日から平成 22 年 1 月 24 日までの期間で DIS 投票が行われたが、各国より多くのコメントが寄せられた。来年度は、各コメントに対応したドラフトの修正案について検討を行うこととしている。

(3) CALM セキュリティ関連

平成 20 年 11 月の TC204 オタワ総会において、PWI 提案が承認されているが、平成 21 年は審議に進展がみられていない。本作業項目については、日本のスマートウェイに用いられている SPF の基本的な考え方との整合性を確保する必要がある。来年度は、NP 投票へ向けた検討を行うこととしている。

※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) CALM-MAIL: CALM-Media Adapted Interface Layer

※6) DSRC: Dedicated Short Range Communication

※7) ASL: Application Sub-Layer

※8) CALM-AM: CALM-Application Management

※9) API: Application Program Interface

※10) SPF: Security Platform

部分安全係数法を含む性能検証方法の確立に関する研究

Study on an establishment of performance verification including partial factor method

(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 玉越 隆史
Head Takashi TAMAKOSHI
主任研究官 間渕 利明
Senior Researcher Toshiaki MABUCHI
研究官 生田 浩一
Researcher Koichi IKUTA
交流研究員 加藤 浩一
Research Engineer Koichi KATO

In order to convert design specification for highway bridges to verification form based on the partial factor design method, we have concerned a relationship between trial design of representative bridge type by existing specification and that by load and resistance factor.

[研究目的及び経緯]

我が国の道路橋の設計基準である道路橋示方書には、平成 13 年度の改訂において性能規定型の概念が導入される一方で、耐荷力照査の基本書式は許容応力度設計法が踏襲された。また、設計の目標とする期間において性能が満足されることの確からしさなどの信頼性についても陽な形では規定されておらず、技術や材料の信頼性や橋の規模に応じた荷重による影響の大小の相違などを過不足なく合理的に考慮できる信頼性に基づく性能の規定化については課題として残された。

本研究では、部分係数法の導入のために、現行設計基準で考慮される主として荷重側の条件について、根拠となるデータの収集と分析を行い、現行基準による設計で実現する橋の性能について信頼性の観点からの評価と部分係数化の方法の検討を行った。

[研究内容及び研究成果]

1. 検討方針

荷重側の条件として、まず、荷重強度の基本となる特性値については、実務の便も考慮して現行の道路橋示方書における荷重値を基本とした。また、荷重係数の設定にあたっては、荷重要因に関する最新のデータを収集し、これらを根拠としてできるだけ確率統計的な評価を行い整理することとした。

2. 荷重係数の設定手順

現在入手可能な最新のデータを収集し、荷重側の条件についての確率統計的な扱いを当該データの性質を考慮してそれぞれ設定した。そしてこれらを単独又は複数組み合わせることで、道路橋が設計供用期間（100

年）に実際に履歴するであろう荷重・作用の状況を模擬するシミュレーションを実施した。

シミュレーションでは、現行基準に基づき設計されたモデル橋に対して、設計供用期間の標準と仮定した 100 年間に相当する荷重をそれぞれの統計モデルに従って同時に作用させる試算を 1,000 回行い、各回の着目断面力の最大値を抽出して 100 年間最大値の頻度分布を作成した。これは、同じ箇所設計供用期間 100 年の同じ橋梁を 1,000 回建設したことに相当するとの理解による。（図-1）

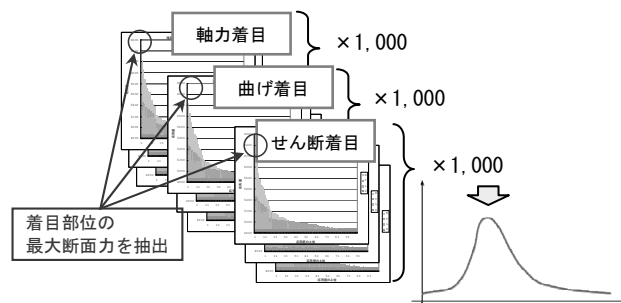


図-1 100 年最大値分布の作成イメージ

3. 荷重・作用の条件

現行の道路橋示方書における荷重・作用には、自然現象に起因し確率統計的な扱いを基本とするものや、データが少なく確率統計的な扱いが困難なもの、さらには人為的要因が係わり確率統計的な扱いが必ずしも適当でないと考えられるものなどがある。主な荷重・作用の条件について以下に示す。

①死荷重

材料品質が JIS 等の公的規格に準拠し、製作・施工技术に極端な変革がない限り既往の実績と同程度のば

らつきが見込まれるものと仮定し、過去の調査結果を根拠データに主として寸法による死荷重のばらつきを考慮した。

②活荷重

過去の実測データ(BWIM)をもとに、交通特性に対応する車列を車間距離や横ぶれを考慮して図-2のように設定し、これを進行方向に1mずつ移動させた時の着目部位の断面力を格子解析で求めた影響線から算出することとした。なお、通常時と渋滞時の荷重状態を考慮するため朝夕2回の渋滞列(車間距離の短縮)を設定している。

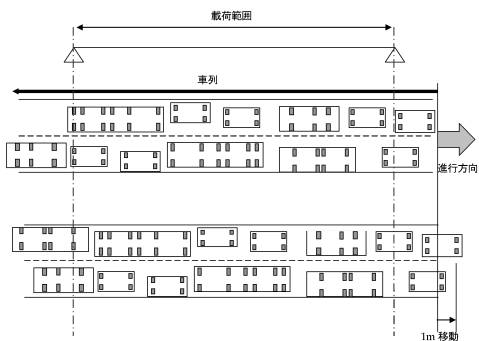


図-2 車列の载荷方法

③地震の影響

設計供用期間中に比較的発生する可能性の高い地震について、過去の地震記録(地域区分A:伊豆, B:室戸, C:旭川)をもとに地震危険度解析から得られる加速度分布を用いることとした。なお、再現期間については、地震単独のシミュレーションによる100年最大値分布(A)と、地震危険度解析から得られた最大加速度分布(B)とを比較し、震度換算での近似性から1年とした(表-1)。

表-1 再現期間別の最大値分布における震度比較

非超過確率	(A)シミュレーションによる100年最大値分布				(B)地震ハザード確率密度関数100年最大値分布
	再現期間 2時間	再現期間 1ヶ月	再現期間 1年	再現期間 50年	
36.6%	0.21 (0.88)	0.22 (0.92)	0.23 (0.96)	0.30 (1.25)	0.24
50.0%	0.23 (0.79)	0.25 (0.86)	0.28 (0.97)	0.35 (1.21)	0.29
60.5%	0.25 (0.74)	0.27 (0.79)	0.31 (0.91)	0.40 (1.18)	0.34
95.0%	0.50 (0.63)	0.58 (0.73)	0.75 (0.95)	0.82 (1.04)	0.79

注1:条件は、地域区分A・II種地盤・固有周期1.0s
注2:()内の数字は(B)に対する(A)の各震度の比率

4. 試算結果

図-3の上のグラフは、鋼橋の主桁端径間に着目した場合の発生断面力(最大曲げモーメント)の100年最大値の頻度分布の例である。また下のグラフは100年間の発生断面力の頻度分布を1,000回分重ね合わせたものである。この場合100年間の頻度分布形状は概ね一致しており、最大値の頻度分布の特性を評価するための試算は1000回で十分であると判断した。

このように全ての着目部位毎に対して同様に最大値分布を算出し、現行基準による場合の断面力に近い断面力(±1%程度)を生じさせている最大値に対応するシミュレーションの荷重組合せを抽出した。表-2に示すとおり、主荷重のみ又は主荷重と単一の従荷重との組合せは現行基準と同様のパターンが確認されたものの、主荷重と複数の従荷重との組合せについては現行基準で考慮するもの以外のパターンが幾つか出現しており、荷重係数の収斂とあわせてこれらの荷重組合せの妥当性についてもさらに検討が必要である。

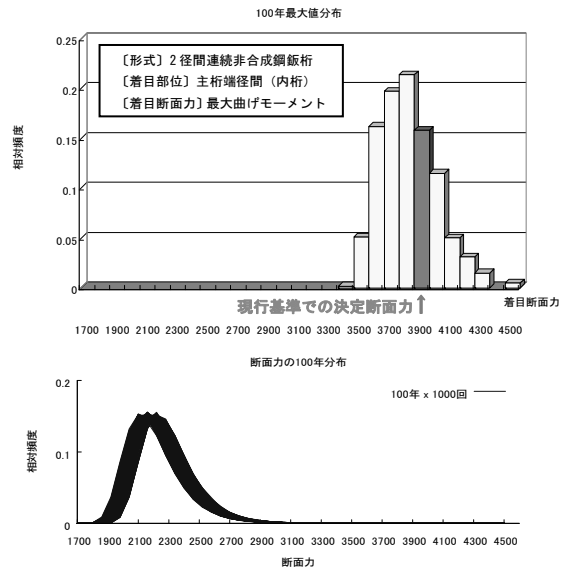


図-3 シミュレーションで得られた発生断面力の分布

表-2 試算結果と現行基準の荷重組合せ(変動作用)

種別	荷重組合せ	現行基準	シミュレーション結果		
			鋼上部工	PC上部工	下部工
主荷重のみ	D+L+...	◎	○	○	○
	D+T+...				
主荷重 + 単一の従荷重	D+W+...	◎			
	D+EQ+...	◎			○
	D+L+T+...	◎	○	○	○
	D+L+W+...	◎			○
主荷重 + 複数の従荷重	D+L+EQ+...				○
	D+T+W+...				
	D+T+EQ+...				
	D+W+EQ+...				
	D+L+T+W+...	◎			○
	D+L+T+EQ+...		○	○	○
	D+L+W+EQ+...				○
D+T+W+EQ+...					
D+L+T+W+EQ+...				○	

D:死荷重, L:活荷重, T:温度, W:風, EQ:地震
◎:現行基準で考慮, ○:シミュレーションで出現

[成果の活用]

試算結果から荷重組合せ及び荷重係数を収斂の上、別途提示される抵抗係数とともに実務設計でのキャリブレーションを行い、次期道路橋示方書に用いる部分係数の提案に反映させる予定である。

耐久性に関する性能水準の設定及び規定化の検討

Research on Establishment and Regulation of Performance Standard about Durability for 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 間瀬 利明
 Senior Researcher Toshiaki Mabuchi
 研究官 池田 秀継
 Researcher Hidetsugu Ikeda
 交流研究員 藤田 知高
 Research Engineer Tomotaka Fujita

室長 玉越 隆史
 Head Takashi Tamakoshi
 主任研究官 星野 誠
 Senior Researcher Makoto Hoshino
 交流研究員 小沼 恵太郎
 Research Engineer Keitaro Konuma

Issues about durability of highway bridges are examined since they have not been regulated in standard yet. Statistic analysis about corrosion of weathering steel bridges, chloride damage of concrete bridges, and fatigue damage of reinforced concrete slab were conducted, using periodic inspection results.

【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は、時代の要請に従って逐次改訂を重ねながら運用されてきている。耐荷力については現在信頼性の概念を取り入れた部分係数設計法書式への転換が検討されている。一方、耐久性においては徐々に規定の充実が図られてきたものの、精度の高い照査手法を規定するために必要な十分な知見がないため、設計上の目標期間として 100 年程度を念頭として構造細目や固定的な仕様を満足させることで耐久性能を確保する方法が中心となっている。

本研究では、耐久性に影響を及ぼす様々な外力や環境の条件、完成時の施工品質の水準が耐久性能にどのように影響するのかを定量的に明らかにすることで、これらの要因について設計で考慮し、合理的で信頼性の高い耐久性の設計が行える手法の確立を目的として点検データ等の分析と評価を行う。

平成 21 年度は、耐候性鋼材の異常腐食、コンクリートの塩害、RC 床版の疲労を対象として直轄道路橋の点検結果の分析と評価を行い、劣化促進要因と進展の関係について整理を行った。

【研究内容及び研究成果】

(1) 耐候性鋼材の腐食要因に関する統計分析等

耐候性鋼材を使用した橋梁444 径間を対象に「腐食」と「防食機能の劣化」に分類される変状について耐候性鋼材特有の発錆状況に着目した評価区分を設定して再整理を行った。

現行基準における耐候性鋼材の適用環境は、飛来塩

分量に着目して定められている。図 1 では、防食機能の劣化の損傷程度の評価 e,d,c,b,a にそれぞれさび外観評点 1～5 を対応させて表示する。異常さび発生は、飛来塩分量測定必要地域内外で異常さび(外観評点 1、2)の発生割合が同じなので、桁端部の漏水等、その他の要因が支配的と推察される。また、建設後 5 年未満においても異常腐食が発生している(図 2)ことから架橋地点のマクロ的な塩分環境以外に桁端部や排水処理との関係など局所的な腐食環境との関係を考慮することが耐久性の評価には不可欠であることがわかる。

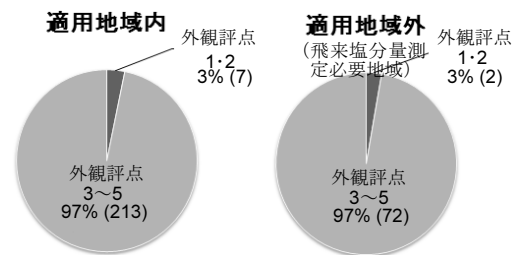


図 1 異常さび発生と適用地域

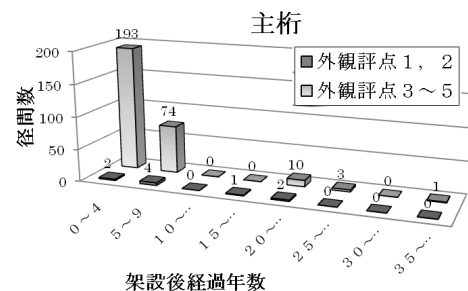


図 2 外観評点と架設後経過年数

(2) コンクリートの塩害に関する統計分析等

平成16年以降に塩害特定地点検を実施した橋梁112径間を対象に「ひびわれ」、「剥離・鉄筋露出」、「漏水・遊離石灰」に分類される変状を、塩化物イオン濃度測定値を含めて再整理を行った。コンクリートの塩害への対応は、コンクリート中のかぶり位置における塩化物イオン濃度に着目して離岸距離に応じて抵抗性のかぶりの値として定められている。平成14年(2002年)道路橋示方書のコンクリートの最小かぶりの深さにおける建設100年後の塩化物イオン濃度を図3に示す。1983年以前に建設された橋の塗装鉄筋等を併用しない離岸距離100mの地点において発錆限界 $1.2\text{kg}/\text{m}^3$ を超える箇所があったものの、道路橋の塩害対策指針(案)が出された1984年以降に竣工した地点では発錆限界濃度 $1.2\text{kg}/\text{m}^3$ 以下であった。上記指針(案)では水セメント比を小さくするとともに塩分量を制限してコンクリートの品質を高め、塩分や酸素の浸透量抑制を期待しており、施工品質が耐久性に影響したと考えられる。

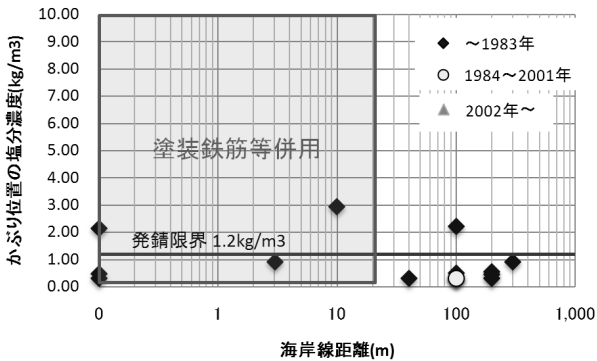


図3 かぶり深さにおける塩分濃度 (プレテン桁)

(3) RC床版の疲労に関する統計分析等

「RC床版のひびわれ」に分類される変状において損傷程度の評価区分eのパネルが含まれる橋梁88径間を対象として、「床版のひびわれ」、「漏水・遊離石灰」、「剥離・鉄筋露出」、「抜け落ち」、及び路面に発生する「舗装の異常」の各損傷をパネル毎に評価して大型車の累積交通量を含めて整理した。RC床版の疲労耐久性に対する適用環境は、大型車の繰り返し通行に対して耐久性を失わないこととしており、最小床版厚や鉄筋の許容応力度の値が定められている。

大型車の累積交通量による遊離石灰を伴う床版ひびわれに増加傾向は見られず、他の要因が大きく影響していると考えられた(図4)。88径間のうち、1964~1972年の道路橋示方書の適用は77%を占めており、それらは各支間において床版ひびわれの劣化が最も進行した評価eが発生しているパネルの発生割合が高い(図5)。図6は、数字は損傷程度の評価と対応し、床版のひびわれは損傷無し、a,b,c,d,eをそれぞれ1~6に対応させて表示

する。1965年以前及び1976年以降では、漏水・遊離石灰を伴う床版ひびわれは一方向がわずかにあるだけであったが、該当する1966~1975年頃に建設されたRC床版では漏水・遊離石灰を伴う(漏水・遊離石灰:3)1方向(床版ひびわれ:2,3)及び2方向(ひびわれ:4~6)の床版ひびわれが多く発生していた。鉄筋の許容応力度を $100\text{N}/\text{mm}^2$ 高くしたことによる鉄筋量の減少が耐久性に大きく影響したことが考えられる。1978年より $200\text{N}/\text{mm}^2$ の余裕を取る事に改訂されている。

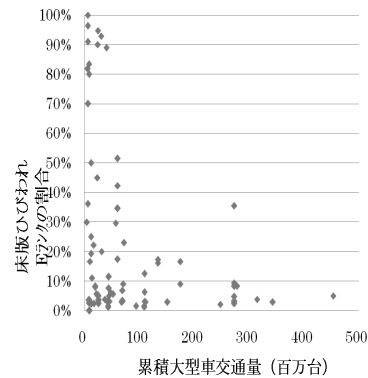


図4 累積大型車交通量と床版ひびわれ

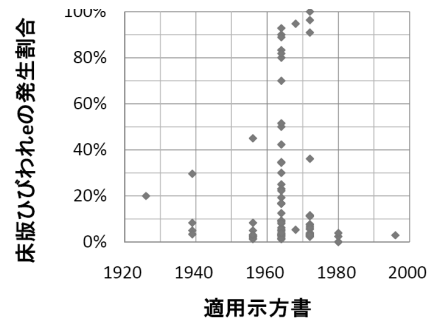


図5 適用示方書と床版ひびわれ

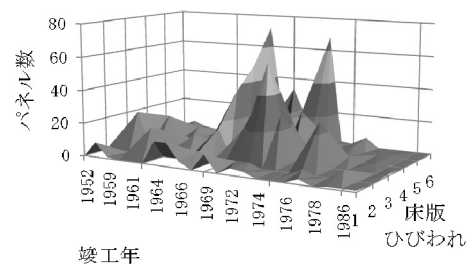


図6 架設年と漏水・遊離石灰を伴う床版ひびわれ

[成果の発表]

国総研資料及び各種論文等で発表予定。

[成果の活用]

橋梁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。

部材の重要度を考慮した設計手法に関する検討

Study on design method considering importance of member for road structures

(研究期間 平成 21 年度～平成 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 間瀬 利明
Senior Researcher Toshiaki MABUCHI
研究官 生田 浩一
Researcher Koichi IKUTA
交流研究員 加藤 浩一
Research Engineer Koichi KATO

We conduct to perform comparison with test calculations about the influence that member or the damage of the part gave to the whole bridge and the test calculation of the case by the existing design standard. We examine the introduction to the prescribed design standard about the structure safety of the whole bridge.

〔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では、橋の耐荷力性能については橋を構成する部材それぞれの耐荷力特性に着目して弾性挙動が保証されることや限定的な損傷にとどまることなどを照査する部材設計によって満足させることが中心である。一方、近年米国で生じた大規模トラス橋の崩壊事故により、構造形式によっては不測の破壊等によって部材の機能低下が生じた場合に、当該部材が橋全体の耐荷力機構において果たす役割の相違が橋全体の性能に及ぼす影響に大きな差異を生じることが認識された。

本研究では、道路橋の設計において部材単体の性能のみならず、部材が橋全体の耐荷力機構の中で果たす位置づけにも着目して、不測の部材破壊に対して橋全体の性能が満足されることの程度についても照査できる手法について検討を行う。今年度は、部材又は部位の損傷程度を異なる条件でモデル化して橋全体の耐荷力性能に及ぼす影響に関する試算を行い、部材毎の機能低下の影響を設計段階で考慮するための設計手法の検討を行った。

〔研究内容及び研究成果〕

1. 検討方針

まずは既往の文献調査を行い、落橋および重大損傷の事例は、『落橋に至ったもの』、『落橋に至らなくても落橋に結びつくような重大損傷』を中心に調査を行った。調査した事例においては、橋梁形式別で桁橋が56%と最も多かった。想定される原因のキーワードの分類では「腐食」が全体の36%と最も多く、「地震」

や「車両衝突による火災」といった不測の事象に起因する事例も20%を占めている。様々な橋梁形式で損傷が発生していることがわかった。

詳細なモデル化を行うことにより部材の重要度の評価を行うことは可能である。しかし実務設計段階では詳細なモデル化により評価を行わせるのは現実的ではない。そのため、簡易的なモデルについても検討する。

文献調査から構造条件と着目する部材部位の損傷や破壊形態とその程度の組み合わせ条件に対して、橋梁全体系の構造安全性の評価できる解析モデルを作成した。

2. 橋梁形式・規模の選定

対象とする橋梁は、これまでの施工実績が多い形式、今後採用が増えると予想される形式、規模（支間長、橋脚高さなど）を調査・分析し、代表形式に近い実際の橋梁の設計成果を検討用モデルとして、表-1に示す10橋梁を選定した。

3. 解析手法

各部材に不測の破壊等が生じた場合に橋全体の性能にどのような影響が現れうるかを簡便かつ安全側に評価できる方法（部材の重要度評価手法）について検討を行った。

(1) 静的線形解析

静的線形解析により、この部材の破壊が橋梁全体の破壊に繋がる部材かどうかの検討を行った。荷重載荷状態は、トラス橋は図-1のように損傷想定部材（破断部材）の断面力（6成分考慮）に、衝撃係数1.854¹⁾

を乗じた荷重を部材が破断（削除）した構造系に対して破断部材の両端に逆方向に荷重した。

(2) 複合非線形動的解析

材料非線形性と幾何学的非線形性を同時に考慮した複合非線形動的解析を行った。

本解析における動的解析法においては、地震応答解析でよく用いられるニューマークのβ法を採用し、時間積分間隔 1/1000 秒の自由振動とした。減衰定数については、部材ごとの剛性比例型減衰とし、減衰定数は 0.1%とした。

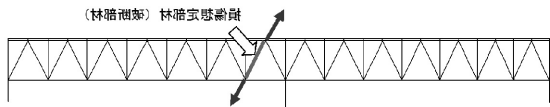


図-1 解析モデルの例

部材の破断の判定については以下の式によった。
引張部材：

$$R = \left(\frac{P}{P_p} \right) + \left(\frac{M}{M_p} \right)_{ip} + \left(\frac{M}{M_p} \right)_{op}$$

ここで、

添字 ip、op：面内、面外

P、M：作用軸力、作用曲げモーメント

P_p、M_p：全塑性軸力、全塑性曲げモーメント

圧縮部材：

$$R = \left(\frac{P}{P_u} \right) + \frac{1}{1 - (P/P_E)_{ip}} \left(\frac{M_{eq}}{M_p} \right)_{ip} + \frac{1}{1 - (P/P_E)_{op}} \left(\frac{M_{eq}}{M_p} \right)_{op}$$

ここで、

P_u：道示Ⅱ3.2.1に基づく座屈を考慮した終局圧縮強度

P_E：オイラー座屈軸力

M_{eq}：等価換算曲げモーメント

4. 解析結果

検討した異なるモデル化手法の例として、静的線形解析と複合非線形動的解析の結果を比較する。どちらも斜材がこの部材の破壊が橋梁全体の破壊に繋がる部材になる可能性が高い結果となった。静的線形解析でも安全側の評価ができることがわかった。

多様な部材形状・接合構造について、方向別の剛性や破壊基準を確実に安全側の評価が行えるモデル化に

表-1 検討対象とした橋梁

橋梁種別	橋梁諸元	解析手法 (モデル)
① 鋼単純多主桁橋	支間長 37m の単純非合成 4 主 I 桁橋	線形 (格子)
② 鋼連続多主桁橋	支間 37m+55m+37m の 3 径間連続非合成 4 主 I 桁橋	線形 (格子) 線形 (シェル)
③ 鋼少数主桁橋	支間 50m+50m+50m の 3 径間連続合成 2 主 I 桁橋	線形 (格子)
④ 下路式トラス橋	支間長 70.77m の鋼単純下路式トラス橋	線形 (骨組)
⑤ 上路式トラス橋	支間 47.5m+50m の 2 径間連続上路式トラス橋	非線形 (シェル/骨組) 線形 (シェル/骨組)
⑥ 下路式アーチ橋	支間長 103.2m の下路式ランガー桁橋	線形 (骨組)
⑦ 上路式アーチ橋	支間長 69.7m の上路式アーチ橋	線形 (骨組)
⑧ 鋼斜張橋	支間長 190m の 2 径間連続鋼斜張橋	線形 (骨組)
⑨ RC 橋	支間長 10m-50m のプレテン、ポステン T 桁	線形 (棒)
⑩ PC 橋	支間長 10m の中実、中空断面	線形 (棒)

表-2 線形静的解析の結果 (斜材)

想定 損傷部材	R > 1 の 部材数		Rmax (引張)	Rmin (圧縮)
斜材 第一位 (L8~9 (9 側))	3 (上弦材 2 +垂直材 1)	上弦材	2.04	-0.60
		下弦材	0.96	-0.90
		斜材	0.69	-0.75
		垂直材	2.49	-0.64
		斜材 第二位 (L7~8 (7 側))	3 (上弦材 2 +垂直材 1)	上弦材
下弦材	0.90	-0.88		
斜材	0.66	-0.70		
垂直材	2.42	-0.56		

表-3 複合非線形動的解析の結果 (斜材)

想定 損傷部材	R > 1 の 部材数		Rmax (引張)	Rmin (圧縮)
斜材 第一位 (L8~9 (9 側))	2 (上弦材 1+ 垂直材 1)	上弦材	1.03	-0.87
		下弦材	0.39	-0.45
		斜材	0.55	-0.58
		垂直材	1.91	-0.56
		斜材 第二位 (L7~8 (7 側))	2 (上弦材 1+ 垂直材 1)	上弦材
下弦材	0.38	-0.44		
斜材	0.52	-0.55		
垂直材	1.89	-0.49		

については、設計者によってばらつきができるだけ起きないように、要領化やモデルに導入する特性値・破壊基準を設定する必要がある。

部材設計法が基本となっている現行設計法の特徴と、方向別の強度変形特性を考慮することで評価が可能となることがわかった。

今後は、簡便で普遍化された方法とするために、格点部には剛域を設け、各部材軸方向に、曲げ・せん断・軸方向力などの強度変形特性のみを全方向別々に考慮する格子解析モデル化の検討を行う。

【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】

実務設計段階で経済的にリダンダンシーを考慮する場合に、適用可能な評価手法の一つとなる。

【参考文献】

- 1) ミネアポリス I-35W 橋 URS レポート

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 works

(研究期間 平成 21 年度～平成 23 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 佐近 裕之
Head Hiroyuki SAKON
主任研究官 駒田 達広
Senior Researcher Tatsuhiro KOMADA
交流研究員 中島 章
Guest Researcher Akira NAKAJIMA

In this study, improvement of the integrated cost in fiscal year 2008 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]

道路行政では、これまでのコスト縮減の取り組みに加え、行き過ぎたコスト縮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 20 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、3.7%の低減となった。物価変動等を含めた改善率は 0.9%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、分かりやすい算出事例の作成並びに算出手間の軽減等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 20 年度に国土交通省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の改善、ライフサイクルコストの改善、社会的コストの改善の各実績を、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、工種や地域別に、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。コスト構造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、社会的コストの改善については各施策内容を分析し、具体的算出方法のケーススタディを作成した。

[研究成果]

1.1 工事コストの改善施策の分析(道路事業)

道路事業の平成 20 年度の全発注工事 7,312 件のうち、工事コストの改善施策が実施された工事は 1,349 件で、実施率は約 18%であり、平成 19 年度の実施率(約 54%)に比べ、大幅に減少した。

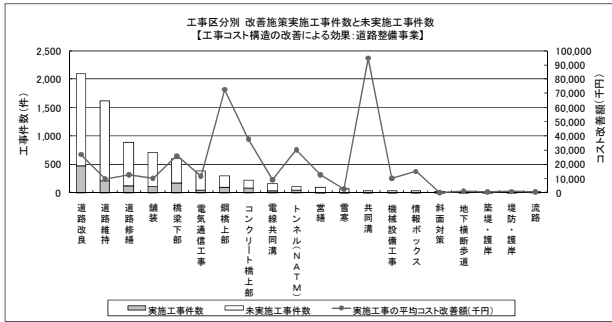
これは、平成 20 年度のプログラム改定に伴い、標準的なコストの基準年度が平成 14 年度から平成 19 年度に変更となったことにより、平成 19 年度までコスト改善施策とされた手法・工法のうち、標準的な手法・工法として各工事で活用されるようになったものについては、平成 20 年度ではコスト改善施策として計上しないこととしたためである(表 1 参照)。

表 1 道路事業工事コストの改善施策の実施率

年度	コスト構造改善プログラム			コスト構造改善プログラム
	H17	H18	H19	H20
発注工事件数	7970 件	5896 件	7345 件	7312 件
実施工事件数	2161 件	2406 件	3944 件	1349 件
実施率	27%	41%	54%	18%

1.2 工事区分別工事コストの改善効果の分析

工事区分別に分析した結果を図1に示す。実施工事件数順では、道路改良工事が464件と多く、ついで、道路維持工事(201件)、道路修繕工事(111件)となっている。また、実施工事での平均コスト改善額順では、共同溝工事が最も高く約95百万円となっており、ついで、鋼橋上部工事(約73百万円)、トンネル工事(約30百万円)となっている。



(注) 北海道開発事業を含む。

図1 工事区分別の工事コストの改善効果

1.3 工事コストの改善施策の分析

道路事業における工事コストの改善が実施された工事を改善施策単位毎に整理し取組み件数が多い施策上位20位を表2に示す。

取組み件数順では「新技術・新工法の採用」が465件と多く、ついで、「道路のり面の緑化基準の見直しとのり面緑化技術の開発」が132件となっている。合計コスト改善額順では、「新技術・新工法の採用」が約86億円と高く、ついで、「鋼橋の少本数主桁化」が約29億円となっている。工事1件あたりの平均コスト改善額では、「鋼橋の少本数主桁化」や「橋梁形式の見直し(上部工、下部工)」等の橋梁の見直しに関する施策が上位となっている。

表2 工事コストの改善施策のランキング表

順位	具体的施策内容	取組み件数(件)	合計コスト改善額(百万円)	平均コスト改善額(百万円)	平均コスト改善率(%)
1	新技術・新工法の採用	465	8,645.1	18.6	5.9%
2	道路のり面の緑化基準の見直しとのり面緑化技術の開発	132	812.3	6.2	2.8%
3	ローカルルールへの適用	55	1,988.0	36.1	10.3%
4	パワーレンダリング工法の採用	39	625.0	16.0	6.7%
4	鋼橋の少本数主桁化	39	2,886.1	74.0	10.8%
6	伐採木を粉砕した生のチップ材と現地発生表土を生育基盤の材料として再利用	34	172.5	5.1	2.2%
7	支承構造・形式の変更	28	491.2	17.5	4.9%
7	道路除草頻度の見直し	28	283.6	10.1	7.9%
9	コンクリート二次製品の活用	24	154.1	6.4	2.6%
9	排水性舗装用ドレン管に新材料を採用	24	25.0	1.0	0.7%
9	路面清掃回数削減の検討	24	235.3	9.8	10.3%
12	直線ホールの採用	23	47.6	2.1	4.4%
13	橋梁形式の見直し(上部工、下部工)	21	860.2	41.0	12.7%
14	鋼管ソイルセメント杭工法の採用	20	219.5	11.0	3.5%
15	ランドルトリップスの採用	19	372.7	19.6	13.1%
15	凍結防止剤の計画的な散布	19	190.5	10.0	2.5%
17	排水性舗装の排水処理に孔あき側溝を採用	17	37.4	2.2	1.4%
18	CCTV一体型カメラの採用	16	147.4	9.2	7.5%
19	スリップフォーム工法の採用	15	130.9	8.7	3.7%
20	PC合成桁(PC板タイプ)の適用(PCコンボ機)	14	437.4	31.2	14.5%

(注) 北海道開発事業を含む。

2 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施策を表3(件数順)に示す。取組み件数順では「防草対策の実施」が64件と多く、ついで、「耐候性鋼・ステンレス鋼材等の採用」が62件となっている。合計コスト改善額順では、「耐候性鋼・ステンレス鋼材等の採用」が約23億円と高く、ついで、「防草対策の実施」が約14億円となっている。

表3 ライフサイクルコストの改善施策

順位	具体的施策内容	取組み件数(件)	合計コスト改善額(百万円)	平均コスト改善額(百万円)	平均コスト改善率(%)
1	防草対策の実施	64	1,401.7	21.9	22.6%
2	耐候性鋼材・ステンレス鋼材等の採用	62	2,339.6	37.7	11.4%
3	道路構造物の長寿命化・延命化	12	401.4	33.4	10.2%
4	照明器具の見直し	8	33.4	4.2	2.5%
5	高耐久性床板の採用	6	643.9	107.3	23.0%
6	長寿命蓄電池の採用	2	1.5	0.8	0.3%
	合計	154	4,821.4	31.3	15.8%

(注) 北海道開発事業を含む。

3. 社会的コストの改善効果の分析

道路事業の社会的コストの改善効果においては、「事業便益の早期発現による効果」は0件であり、「工事に伴う通行規制の改善による効果」は1件(約8億円)であった。この結果より、改善プログラム初年度の実績として施策の導入が進んでいないことが示された。

4. 具体的算出方法のケーススタディの作成

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・社会的コストの改善効果について、現場への施策の普及・促進を目的として具体的算出方法のケーススタディを作成した。ライフサイクルコストの改善効果については、平成20年度実績より、件数が多く効果が大きい改善施策の抽出を行い、「耐候性鋼材・ステンレス鋼材等の採用」、「橋梁の長寿命化・延命化対策」の2件について作成した。社会的コストの改善については、平成20年度実績では計上されなかった「事業便益の早期発現」において「民間提案の新技術による早期供用」を作成した。

[成果の発表]

本研究の成果は、「平成22年コスト削減担当者会議」において公表予定である。

[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。

建設 CALS/EC 検討 (CAD 関係)

Research on CALS/EC (CAD)

(研究期間 平成 18 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	遠藤 和重
Head	Kazusige ENDO
主任研究官	青山 憲明
Senior Researcher	Noriaki AOYAMA
交流研究員	坂森 計則
Guest Researcher	Kazunori SAKAMORI
交流研究員	東耕 吉孝
Guest Researcher	Yoshitaka TOHKOH

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〕

製造業や建築等では、3次元CADを利用した生産システムが構築されている。公共事業においても3次元データを利用した高度な生産システムを導入し、生産性向上を図ることが、CALS/ECアクションプログラムや情報化施工推進戦略等に掲げられている。本研究は、3次元CADによる生産システムの実現をめざして、調査、設計で作成される3次元の地形・地質データや設計データを対象に、固有のシステムに依存しない3次元データに関わる交換標準を策定し、電子納品として事業フェーズで流通する仕組みを構築することを目的として実施する。

〔研究内容〕

上記の目的を達成するために、平成21年度は以下の研究を実施した。

(1) 道路中心線形データ交換標準(案)の検討

道路中心線形データは、設計、施工等で利用される最も基本的な3次元データである。これまで、「道路中心線形データ交換標準(案)基本中心線形編」を策定し、設計から施工に流通する仕組みを構築したが、3次元座標をもった位置精度の高い道路中心線形を維持管理でも利用することを考えて、昨年度は新設道路と既存道路の道路中心線データを取得して、道路ネットワークとして利用するデータモデルを提案した。今年度は、道路ネットワークモデルの利用効果及びネットワークを作成するにあたっての技術的適用性を検討するために、三重河川国道事務所管内の直轄国道の実データを用いた検証実験を実施した。検証の結果、高い位置精度のデータの利用効果や、ネットワークを構築するに際の結節点処理の課題等を明らかにした。この結果をもとに、昨年度作成した道路中

心線形ネットワークモデルの変更、修正を行った。

(2) 舗装の3次元データ交換標準の検討

これまで道路中心線形と組み合わせて3次元道路形状を表現する道路横断データ交換標準を作成したが、舗装工事では、それに加えて3次元舗装構成を表現するモデルが必要である。そこで、過年度に舗装の3次元データ交換標準素案を作成したが、関東地整管内で実施された道路設計や工事等の実データを用いて、標準素案に対する既存ソフトウェアとの適用性、3次元幾何形状の再現性などのモデルの妥当性を検討した。さらに、ベンダーへのヒアリングを実施して既存ソフトウェアへの適用性を確認するとともに、モデルに対する改善意見に基づいてデータ交換標準の修正、変更を行った。

(3) トンネルの3次元設計データ交換標準の検討

道路、舗装等の3次元化の取り組みをトンネルに拡張し、トンネルの3次元設計データ交換標準の基本方針を検討した。基本方針を検討するにあたって、初めに、3次元設計データの利用場面を調査した。設計では、地山条件や建築限界からパターン化されたトンネル形状、支保工を選択するといった設計が行われるが、この際3次元CAD等は利用されず、2次元の図面が設計成果となる。一方、施工では、トータルステーションを利用した出来形計測などの情報化施工が実施されており、入力データとして3次元設計データを必要としている。このため、3次元設計データのモデル化方針として、情報化施工等で必要な3次元設計データを、設計段階で3次元CAD等を用いなくとも作成可能なモデルとして、情報化施工で3次元CADに取り込むとトンネルの3次元形状が作成できるものをめざす。そこで、道路、河川堤防の線形構

造物の既存モデルに倣い、トンネル中心を線形方向の基準線として断面を定義するモデルを基本方針とした。この方針に従ってトンネル構造が3次元形状で表現できるような設計パラメータのモデル化を検討した。

(4) 道路ドメインモデルの運用に関する調査

道路中心線形データ交換標準に従って作成された道路中心線形の電子納品の状況を確認するために、関東地整の保管管理システムに格納されている電子成果品の調査を実施した。調査の結果、従来の線形図や線形計算書で納品されているケースが大半であり、データ交換標準をもとに道路中心線形データが作成されている設計業務成果はなかった。今後、納品されない原因を詳細に調査し、対応を図っていく必要がある。

(5) 設計用拡張DMデータ【道路編】製品仕様の検討

過年度は道路設計のための拡張DMデータ作成仕様を策定したが、本年度は、データの取得基準、データ品質、受注者が実施する検査及び第三者による検定方法等を規定する製品仕様書を作成した。作成にあたっては、既存のJPGIS対応の製品仕様書を参考として、引用できる部分はそれを引用し、新たに道路設計のための高さ情報の取得が必要な地物に限って、記述内容を追加した。具体には、高さ情報をもつ地物の品質について、等高線と地物の高さの整合性の確保や、受注者の検査や第三者検定に対する要求品質などを定めた。

(6) 3次元地形・地質データ交換標準の検討

3次元地形・地質データは、土壤汚染、地下水水位低下、地盤沈下等の地盤環境分野や防災分野等で広く利用される情報であり、3次元数値解析ソフトや可視化ツール等の普及も相まって、その利用ニーズは増大している。このため、昨年度は3次元地形・地質のモデルを検討し、3次元地形・地質データ交換標準素案を作成した。今年度は、昨年作成した素案の技術的適用性、特に2次元図面の地質図を納品させるといった現状の電子納品における運用、既存ソフトウェアとの適用性、実データと比較してのモデルの妥当性を検討した。検討の結果、限られたソフトウェアでの検証でモデルの妥当性を一般化はできなかったが、検証に利用したソフトウェアでのモデルの妥当性は確認できた。また、3次元データを作成するソフトウェアの普及が十分でないことから電子納品での運用を踏まえて、2次元CADでも作成可能なパネルダイヤグラムを基本とするモデルを詳細に検討し、モデルの修正、変更を実施した。

(7) 3次元データの可視化技術に関する検討

3次元可視化技術は、3次元情報をCGやVRに利用してわかりやすく画像処理する技術であり、3次元データの利用として最も期待されている。これまで、製造業や建築等の分野での導入が進んでいることから、土木分

野で参考となりそうな他分野での取り組みと、土木分野で導入した場合の利用場面と導入効果や土木分野の技術の開発動向等を文献、ヒアリングで調査した。調査の結果、他分野では、設計段階で3次元可視化技術を導入することが多く、意匠設計、干渉チェック、数値解析結果の表示等に利用している。土木の場合も、普及には至っていないものの、景観設計、住民等への情報提供、設計の干渉チェック、施工管理、維持管理での教育に利用する研究、技術開発が進められている。また、専門家へのヒアリングでも、今後の導入の必要性を認める意見が多い。しかし、3次元データ作成コストの低減、ハード、ソフトウェア環境の整備が解決されないと普及が難しいといった課題も明らかになり今後の方向性が確認できた。

(8) 3次元CADを用いた数量算出の検討

3次元データの利用で効果が大きい分野の1つとして3次元CADによる数量計算がある。特に、形状が複雑な土工や構造物等では、3次元データが作成されていれば3次元CADによる正確な数量計算が可能となる。今年度は、3次元CADによる数量算出の効果、課題、その対応策を検討した。

(9) 3次元データ利用のケーススタディ

3次元データ利用の効果や課題を検証するために、橋梁を対象とした実データを用いたケーススタディ検討を実施した。検討は、関東地整常総国道事務所管内の橋梁の設計成果図面より3次元CADデータを作成し、3次元データの利用効果や課題を検討した。関係者からの意見から、橋梁工事や維持管理に必要な橋梁、橋脚の位置を管理するための管理ポイントを決めて、その3次元座標を利用するニーズが高いことが判明した。また、対象橋梁で工事を担当した現場代理人に、3次元CADデータの有効性についてヒアリングしたところ、3次元データの作成作業に手間がかからなければ、近隣住民への説明や作業員への指示、鉄筋の配筋確認等に有効であるといった意見であった。今回の3次元データ作成は、詳細な部分まで3次元化したことから、かなり時間と費用が発生した。効果を見極めて、どこまで詳細に3次元データを設計で作成するかを検討することが今後の課題である。

【研究成果】

本年度の主な研究成果を以下に示す。

- 道路中心線形データ交換標準(案)【拡張道路中心線形編(案)】
- 道路中心線形データ交換標準(案)【道路中心線形ネットワーク編(案)】
- 道路横断形状データ交換標準 舗装拡張版(案)
- 設計用数値地形図データ(標準図式)作成の製品仕様書
- 地形・地質データ交換標準(案)

地点ごとの特性を考慮した地震動推定手法の検討

Study on methods for estimation of site-specific earthquake ground motion

(研究期間 平成 21～22 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 Risk Management
Earthquake Disaster Prevention Division

室長 高宮 進
Head Susumu TAKAMIYA
主任研究官 片岡 正次郎
Senior Researcher Shojiro KATAOKA
研究員 松橋 学
Research Associate Manabu MATSUHASHI

Design earthquake motion for highway bridges shall be formulated based on appropriate estimation of site-specific earthquake ground motion. This study aims to provide a reference technical note that describes characteristics of various estimation methods of earthquake ground motion and their application to the practice of seismic design of highway bridges.

〔研究目的及び経緯〕

現行道路橋示方書は、標準加速度応答スペクトルと地域別補正係数で設計地震動を設定することを基本としているが、活断層やプレート境界で発生する地震、地下構造等の情報を考慮して地震動を適切に推定することができる場合は、これらに基づいて設計地震動を設定することとしている。しかしながら、具体的な判断基準や地震動推定手法が整理されておらず、合理化を目指して積極的に個別検討が行われる事例は限定的である。本調査では、地点ごとの特性を考慮した地震動推定を行うための手法を検討するとともに、既存の手法も含め、手法の選定基準等を整理し道路橋示方書を運用する上での参考資料を作成する。

21年度は、既存の地震動推定手法を整理し、適用範囲を踏まえて地震動推定手法の選定フローを提案するとともに、地点ごとの地震動増幅特性の違いを考慮することができる地震動推定式を作成した。

〔研究内容〕

1. 地震動推定手法の選定基準

既存の地震動推定手法を分類し、特徴を整理した上で、入手可能なデータに基づいて地震動推定手法を選定するフローチャートを提案した。

2. 地震動推定式の作成

強震記録を収集・整理し、観測点ごとの地震動増幅特性を観測点補正係数として分離した上で、振幅特性と位相特性を対象とする地震動推定式を作成した。また観測点補正係数の空間補間により、任意の地点を対象に、地点ごとの地震動増幅特性を考慮して地震動推定式を補正するサイト係数を算出した。これら地震動推定式とサイト係数の組み合わせにより想定地震の地震動を推定し、強震記録と比較して地震動推定式の妥

当性を検討した。

〔研究成果〕

1. 地震動推定手法の選定基準

地震動推定手法は、強震記録の統計解析で導出した回帰式を用いる経験的手法、小地震の波形を重ね合わせて大地震の地震動を推定する半経験的手法、地震波の発生・伝播を数式で表現して計算する理論的手法およびこれらの組み合わせによるハイブリッド法に大別され、それぞれの中でもいくつかの種類に分類される。対象地点によっては利用可能なデータが限られ、また経済的な制約もあるため、常に高精度の地震動推定が可能な手法というものは現時点では存在しない。そのため、できるだけ多くの手法を適用し、推定結果を比較検討することが望ましいが、必要となるデータ等がそれぞれ異なり、多数の手法が適用可能となることはまれである。

それぞれの地震動推定手法で必要となるデータや推定精度を整理した上で、対象地点で観測された強震記録の有無、地盤構造モデルが構築可能か否かを手法選定時の判断基準として、図-1のような地震動推定手法の選定フローを提案した。このフローにより、それぞれのケースで入手可能なデータに基づいて最適な地震動推定手法を選定することができる。

2. 地震動推定式の作成

今までの経験的手法では困難であった、地点ごとの地盤特性の違いを考慮した地震動の推定が可能となるよう、新しい地震動推定式を作成する。1989～2009年の45地震で得られた8187記録を収集・整理し、統計解析により、振幅特性と位相特性を対象とする地震動推定式を作成した。振幅特性としては、固有周期0.05～10[s]の加速度応答スペクトル(減衰

定数 5%) を対象とする推定式を作成した。これは次式で表されるものである。

$$\log S_d(T) = a_1(T)M + a_2(T)D - b(T)X + c_j(T) - \log(X^{d(T)} + p(T)10^{qM}) \quad (1)$$

ここで、 S_d は加速度応答スペクトル[cm/s²]、 T は固有周期[s]、 D は震源深さ[km]、 X は震源からの距離[km]、 a_1, a_2, b, d, p, q は回帰係数である。

観測点補正係数 c_j は観測点 j の地震動増幅特性を補正する係数であり、これを空間補間することで任意の地点を対象に地震動推定式を補正するサイト係数を算出した。固有周期 $T=1$ [s] の場合、サイト係数の分布は図-2 のようになり、主要な平野部等で地震動が増幅される影響を考慮できるようになっている。

位相特性としては、周期帯ごとの地震動の到達時間およびそのばらつきを表現する群遅延時間の平均値と分散を対象として、それぞれの推定式を作成した。これらは同じ式形で表され、次のようになる。

$$Z(T) = \alpha(T)M_0^{1/3} + \beta(T)X + \gamma_j(T) \quad (2)$$

ここで、 Z は群遅延時間の平均および分散[s]、 X_0 は地震モーメント[dyne·cm]、 α, β は回帰係数である。

観測点補正係数 γ_j は観測点 j に地震波が到達するのに要する時間とそのばらつきを補正する係数であり、これを空間補間することで図-2 と同様のサイト係数を算出した。

以上のように作成した推定式とサイト係数を用いて、想定する地震が発生した際の対象地点における地震動の加速度応答スペクトルおよび群遅延時間の平均と分散を推定し、それらの推定値に適合する時刻歴波形(模擬地震動)を作成することができる。ここでは例として、2004 年新潟県中越地震(マグニチュード 6.8) と 2003 年十勝沖地震(同 8.0) を対象に、時刻歴波形を作成した結果を強震記録と比較して図-3 に示す。図の(a) は内陸地震の震源近傍、(b) はプレート境界地震の震源からやや離れた地点の地震動を対象としている。

振幅についてみると、前者は過小評価、後者はほぼ一致する結果となっている。妙見堰管理支所は新潟県中越地震の断層面直上の上盤側に位置しており、上盤側では一般に地震動が大きくなるが、推定式ではこの影響が考慮できないため振幅が過小評価になっていると考えられる。一方、強い地震動が継続する時間については両者とも強震記録とよく一致する結果となっている。今後は、さらに個々の地震の震源特性が考慮できるよう、地震動推定式を改良していく必要がある。

【成果の発表】

地震動研究の進展を取り入れた土木構造物の設計地震動の設定法ガイドライン(案), 土木学会地震工学委員会(分担執筆), 2009.

【成果の活用】

設計地震動の設定に関する参考資料の作成に反映する。

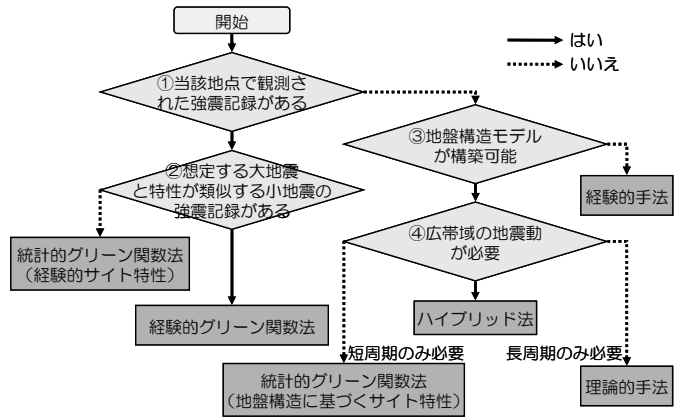


図-1 地震動推定手法の選定フロー

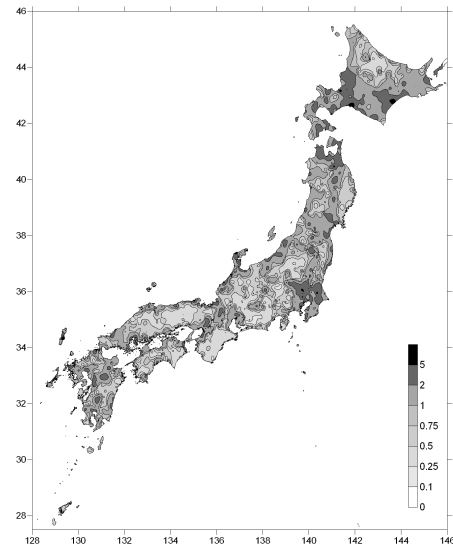
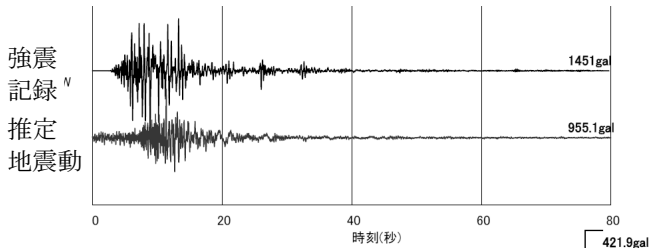
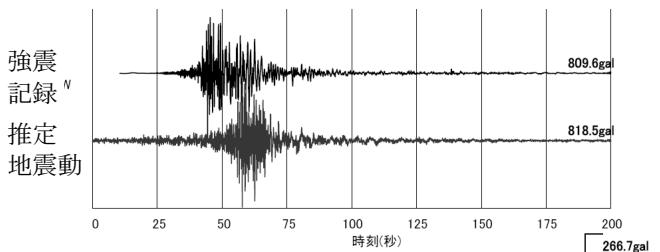


図-2 加速度応答スペクトルの推定式を補正するサイト係数の分布 ($T=1$ [s])



(a) 2004 年新潟県中越地震(妙見堰管理支所)



(b) 2003 年十勝沖地震(直別)

図-3 強震記録と推定地震動の時刻歴波形の比較

道路施設における強震観測調査

Observation of Strong Earthquake Motion at Road Facilities

(研究期間 平成 16 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 Risk Management
Earthquake Disaster Prevention Division

室長 高宮 進
Head Susumu TAKAMIYA
主任研究官 長屋 和宏
Senior Researcher Kazuhiro NAGAYA
研究員 松橋 学
Research Associate Manabu MATSUHASHI

NILIM has been conducting a strong earthquake motion observation program. About 60 road facilities are observed under the program. This study improves observation system of strong earthquake motion at road facilities, and analyzes a set of strong earthquake motion observation records of a bridge.

[研究目的および経緯]

国土交通省では、道路施設の耐震設計技術の向上を目的とし、全国の橋梁などにおいて一般強震観測を行っている。また平成 16 年度からは、免震構造など耐震技術を用いた道路施設に新たに強震計を設置し観測を行っている。これまでに得られている数多くの観測記録は、道路橋示方書など、各種設計基準類の基礎データとして活用されている。

一方、同じく国土交通省では、平成 7 年度から地震発生直後における地震規模の把握および施設被害の推定を目的とし、地震計ネットワークを運用している。地震計ネットワークは、全国約 700 箇所の事務所などで、地盤上に強震計を設置し、地震動強さに関する情報を即時に集約するものである。集約した地震動強さに関する情報は地方整備局等で即時に共有し、初動対応などに活用されている。

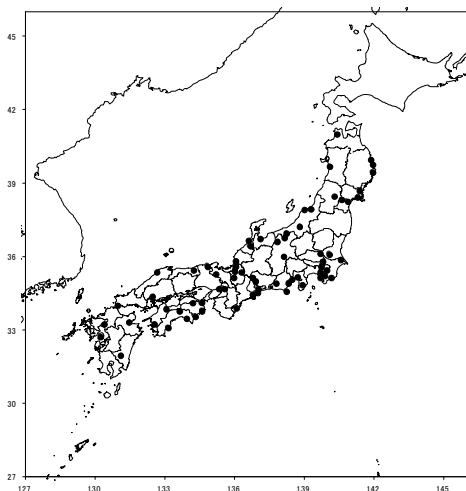


図-1 一般強震観測施設設置位置

[研究内容]

1. 強震観測施設の維持管理

一般強震観測施設の全国的な配置状況を図-1に示す。地震発生時にこれらの観測施設が適切に加速度時刻歴データを観測、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行った。点検は、感震器および収録装置の動作確認などを実施するとともに、観測施設に不具合が生じている箇所については、状況に応じて修繕を行った。また、点検実施時には、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。

2. 強震観測施設の運用に関する検討

一般強震観測に関しては、点検を通じて各観測施設の現況調査を行うとともに、観測対象ごとの観測記録に対する技術的ニーズ、記録の蓄積などを踏まえた観測施設の重要度を調査し、今後の一般強震観測網の運用方針の整理を行った。

また、地震計ネットワークでは、システムの整備から 10 年以上が経過していることから、機器の耐用年数を鑑み、今後のシステム全体のリプレースに関する検討を実施した。

3. 強震観測記録を用いた橋梁の解析

国道 45 号山田高架橋および周辺地盤上で平成 20 年 7 月 24 日に発生した岩手県沿岸北部を震源とする地震(M6.8、深さ 108km)による加速度記録が得られた。同橋梁の地震応答解析モデルを作成するとともに地盤で観測された記録を入力地震動とした地震応答解析を行った。

山田高架橋は、2 連の 4 径間連続非合成鋼箱桁橋である。また、橋梁の全長 470.7m で、支承には積層ゴ

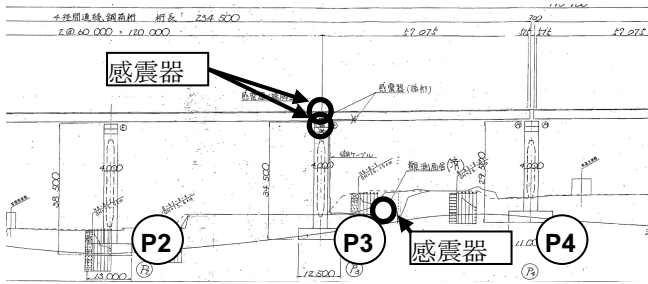


図-2 感震器の設置位置

ム系支承を採用しており、地震時水平力分散構造となっている。感震器は、図-2に示すようにP3橋脚天端と同位置の桁上および橋脚近傍地盤上の3箇所に設置されている。

桁上で観測された加速度時刻歴記録と同位置の地震応答解析結果の比較、検討を行った。

[研究成果]

1. 強震観測施設の維持管理

全国の強震観測施設の点検の結果、33箇所の観測施設では、感震器、収録装置ともに概ね良好な状態で稼働していることを確認した。一方、26箇所の観測施設では、故障などの機器の異常が確認され、そのうち13箇所については修理などの措置を施した。適切な措置を施すことができなかった観測施設については、次年度以降、観測施設が良好な状態を維持できるように、引き続き修理などを行っていく予定である。

回収した観測記録は、数値化などの一次処理の後、気象庁より発表される地震情報とつき合わせて照合した。その結果、気象庁より発表された154地震に対応する394の強震観測記録が得られた。

2. 強震観測施設の運用に関する検討

一般強震観測の運用方針に関しては、地震時の挙動解明が不十分であり高度な耐震設計法の確立が求められる構造物など高い技術的ニーズを有する施設では感震器の増設などの必要があるとともに、過去に大きな地震を観測し、今後も大きな地震の発生が予想される地点に設置された観測施設については、継続的な観測が必要であると判断した。一方、既往地震で得られた記録から挙動解明が十分になされ、耐震設計法が確立されている構造物などを対象とした観測では、施設の統廃合が可能であると判断した。

地震計ネットワークに関しては、他機関の地震観測網の動向および省内のネットワーク環境の現況を踏まえ、次世代国土交通省地震計ネットワークの整備方針をとりまとめた。また、現在の地震計ネットワークで観測、情報伝達を行っている計測震度相当値に対する省内外でのニーズが高いことが分かったため、これまでHPで公開を行ってきた最大加速度値、SI値に加え、計測震度相当値を公開することが出来るようプログラムの改修を行った。

3. 強震観測記録を用いた橋梁の解析

図-3、図-4は、桁上における観測記録と解析結果の加速度時刻歴波形をそれぞれ橋軸直角方向と橋軸方向で示したものである。本解析では、橋軸直角方向は支承に変位が生じないようにサイドブロックによる移動制限装置が取り付けられているため、完全固定とした。また、支承の橋軸方向は弾性固定とし、ゴム支承の剛性は、事前検討より当該の地震では橋桁が受けた慣性力が小さく、支承の変形が小さいことが分かったため、ゴムの変形初期の剛性を用いた。

橋桁上の橋軸直角方向について、両者の加速度波形および最大振幅が近似した。これは、支承が完全固定のため応答が単純であることから、既往のモデルで観測記録の再現ができたと考えられる。一方、橋桁上の橋軸方向解析結果について、ゴムの剛性や、減衰定数を変化させ、様々な組み合わせにより検討を行ったが、観測記録に比較して加速度波形の振幅が小さくなった。その原因としては、支承部を線形せん断バネモデルとしてモデル化したが、支承の応答に制約を与える諸条件をモデル化できなかったことが考えられる。

本解析から、今後、実地震による多くの観測記録を蓄積し、解析などを通じた、モデルの適正化を図る必要があると考えられる。

[成果の活用]

一般強震観測から得られた記録は、耐震基準類の高度化や設計地震動の設定に関する参考資料の作成に反映する。また地震計ネットワークは、地方整備局などの即時震後対応に活用する。

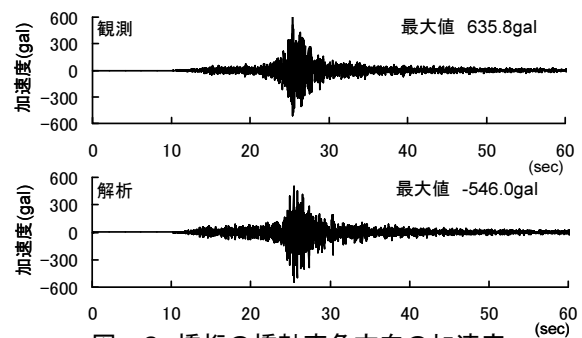
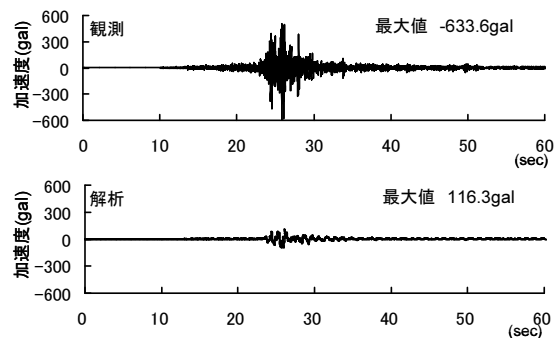


図-3 橋桁の橋軸直角方向の加速度



交通事故減少便益の多様な評価方法に関する検討

Study on the Method to Estimate the Amount of Mental Loss according to Injury by Traffic Accidents
(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 金子 正洋
Head Masahiro KANEKO
研究官 尾崎 悠太
Researcher Yuta Ozaki

For people understanding the effect of reduction in traffic accidents by the road projects more adequately, we need to estimate the amount of mental loss to fatal and injured.

This study tried CVM and SG (standard-gamble) method for the estimation method, and examined applicability.

[研究目的及び経緯]

現在の道路事業の費用便益分析における交通事故減少の便益については、平成 20 年の改訂時に、死亡 1 人当たりの損失額に非金銭的損失である精神的損失額が加算されるようになった。それにより、以前から死亡及び負傷状態に伴う精神的損失額を加算していた欧米諸国と、死亡 1 人当たりの損失額については同程度となったものの、依然として負傷 1 人当たりの損失額は低い水準である。

本研究では、交通事故減少の便益の評価手法を拡充すべく、既往の研究¹⁾より推計手法として適用可能性のある方法のうち、仮想市場法(CV法)及びスタンダード・ギャンブル法(SG法)を試行し、その結果から負傷状態に伴う精神損失額の最適な推計手法を検討した。

[研究内容]

1. 調査概要

本研究では、死亡と 7 区分の負傷状態について、CV法(確率型 CV法と非確率型 CV法)及び SG法に加え、被験者の負傷状態についてのイメージをよりの確にするため、及び SG法の試行の補助のために評点尺度法(RS法)を調査の最初に実施した。調査項目は表-1の通りである。

各手法の調査概要は以下の通りである。

1) RS法

被験者に死亡と 7 区分の負傷状態について順位付け及び点数付けをしてもらい、順序関係及び死亡との代替率を調査した。

2) 確率型 CV法

交通事故により負傷する確率を下げるために必要な保険に対する支払意思額を質問した。具体的には、ある確率で交通事故により瀕死状態となった場合に、

50%の確率で完治できる特別な治療法を受けるためには事前に特別な保険に加入している必要がある状況を想定してもらい、その保険に対する支払意思額を調査した。

3) 非確率型 CV法

交通事故により負傷した状態から、完全に回復するための特別な治療に対する支払意思額を質問する。

4) SG法

交通事故により負傷した場合に、確実にある負傷状態となる通常治療に対し、成功すれば完治、失敗すれば死亡する特別治療の成功確率が何%であれば特別治療を受けるかを質問する。これにより、死亡との代替率を調査する。この場合、ある負傷状態よりも死亡が望ましく無いことが前提となるが、RS法により死亡よりも望ましくないとされた負傷についてはその負傷と死亡を入れ替えて質問した。また、後遺症の無い負傷については、SG法の実施が困難であるため実施していない。

すべての調査において、被験者に負傷状態をよりの確に想像してもらうため、負傷状態を示す写真や後遺症の程度と期間及び入通院の期間などが明記された

表-1 調査項目

	後遺症	RS法	CV法				SG法
			確率型			非確率型	
			削減率 50%	削減率 75%	負傷 確率		
K 死亡	-	○	○	-	4/10万	-	-
L 頭部重大損傷	有	○	○	○	7/100万	-	○
Z 心臓の損傷	有	○	○	○	1/100万	-	○
E ひざ上で両足切断	有	○	○	-	1/100万	-	○
M 片足複雑骨折	有	○	○	-	11/100万	-	○
C 右顔面の骨折と挫創	有	○	○	○	34/100万	-	○
T 肋骨3本骨折	無	○	○	○	40/100万	○	-
Ta 肋骨3本骨折	有	○	○	-	40/10万	○	○
F 片足の打撲とすり傷	無	○	○	○	800/10万	○	-
Fa 片足の打撲とすり傷	有	○	○	-	800/10万	○	○
J 健康	-	○	-	-	-	-	-

負傷カードを使用した。また、回答方式は支払いカード方式である。

上記の調査後、設問の分かりやすさや、調査に関する意見等を聞くアンケートを行った。

被験者数は第1回調査で合計100人、第2回調査で合計400人とした。一つの調査項目で、第1回調査では50人分、第2回調査では100人分のサンプルが確保できるように調査項目を割り振って調査を実施した。なお、被験者はインターネットモニタより抽出した。

2. 調査結果

本調査で得られた結果は以下の通りである。

1) 確率型 CV 法における支払意思額と精神的損失額
確率型 CV 法における支払意思額は、交通事故による負傷確率に関係なく、負傷の重度にのみ選択されているようである。

また、同一の負傷状態について、負傷確率の削減割合が異なる場合の回答に有意な差が見られるかを確認するスコープテストの結果では、ほとんどの負傷で負傷確率の削減割合の違いによって支払意思額に有意な差が見られなかった。

支払意思額を負傷確率の削減量で割り戻したものを死亡または負傷の精神的損失額と定義すると、精神的損失額は、負傷確率の削減量が小さい「心臓の損傷」等で非常に大きな値となった。

これらは、被験者が微小な確率を的確に認識できていないところから生じたものと考えられる。

比較的負傷確率の大きい「肋骨の3本骨折(後遺症無し)」や「片足の打撲とすり傷(後遺症無し)」については、スコープテストでも負傷確率の削減割合の違いにより支払意思額に有意な差が見られる等、良好な結果が得られた。

2) SG 法による結果

比較的重傷の区分についての SG 法は、良好な結果が得られた。

ただし軽傷になるにつれ、変動係数が大きくなる傾向が見られた。また、「右顔面の骨折」と「肋骨3本骨折(後遺症有り)」については RS 法による結果では明確に差が見られていたが、SG 法では中央値に全く差が見られなかった。

SG 法による調査は、既往研究²⁾によると死亡との状態の差が大きくなると過大評価になるとされている。本研究においても、その傾向は見られ、「肋骨3本骨折(後遺症有り)」及び「片足の打撲とすり傷(後遺症有り)」については確率型 CV 法の結果と比較して過大評価となった。

3) 非確率型 CV 法による結果

非確率型 CV 法による調査結果は、変動係数も小さく、比較的良好的な値であると考えられる。しかし、確率型 CV 法の結果と比較して、精神的損失額は大きな値となった。

これは質問方法の違いや、確率型 CV 法が効用関数を線形として精神的損失額を算出していることから違いがでたものと考えられる。

これらの結果及び調査の実施を通して得られた知見は以下の通りである。

- 1) 微小な負傷確率の変化(微小な削減される負傷確率)に対し支払意思額を選択する必要がある場合、確率型 CV 法は推計手法としての適用性は低い。
- 2) 負傷に伴う精神損失額の推計手法として、重篤度の高い負傷については SG 法の適用性が高いと考えられる。しかし、死亡との状態の差が大きい場合は過大評価となるため、CV 法を適用することが望ましい。
- 3) 現在の費用便益分析において使用されている死亡の精神滴損失額、及び本研究における確率型 CV 法による精神損失額は“負傷するリスクを減らすための支払意思額”から算出しているのに対し、本研究における非確率型 CV 法“負傷状態から回復するための支払意思額”を精神損失額としている。そのため、非確率型 CV 法の適用については、今後検討が必要である。
- 4) 確率型 CV 法により推計を行う場合は、被験者の確率に対する認識を高める工夫が必要である。確率に対する認識を高める方法としては、ドット図の活用が有効である。
- 5) 調査にあたっては、被験者一人当たりの設問数の削減や、調査票の文章量の削減といった被験者の負担軽減のための工夫が必要である。

【研究成果】

本研究では、交通事故による負傷に伴う精神的損失額の推計手法について、その適用範囲や調査における留意事項についての知見をとりまとめた。

<参考文献>

- 1) 「海外諸国における交通事故防止の社会的価値の推計方法等に関する調査報告」(平成16年12月国土交通省道路局・(財)道路経済研究所)
- 2) 例えば、「The value of Preventing Non-fatal Road Injuries: Findings of Willingness-to-Pay National Sample Survey」(1992.7 M. Jones-Lee, G. Loomes, D. O'Reilly, P. Philips)

交通事故対策マネジメントの高度化に関する検討

Study on Improvement of Road Safety Measures in Hazardous Spots

(研究期間 平成16～21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 金子 正洋
Head Masahiro KANEKO
主任研究官 中洲 啓太
Senior Researcher Keita NAKASU
研究官 尾崎 悠太
Researcher Yuta OZAKI

In order to promote road safety management based on scientific data, National Institute for Land and Infrastructure Management (NILIM) improved data items and way of updating of database through discussions with road administrators in regional offices. And NILIM also produced technical notes on road safety measures based on the analysis of database and requests of road administrators.

[研究目的及び経緯]

我が国の交通事故死者数は、近年減少傾向にあり、平成21年には、57年ぶりに5千人を下回っている。一方で、平成22年1月には、内閣府特命大臣(中央交通安全対策会議交通対策本部長)より、「平成30年までに年間の24時間死者数を2,500人以下とする」といった発言に対応して、今後、さらなる事故削減を実現するためには、事故対策の経験を共有・蓄積し、それらを活かしながらスパイラルアップしていく事故対策マネジメントの実践が重要である。

平成21年度は、地方整備局の事故対策担当者との意見交換を行いながら、事故対策データベースの項目・更新方法の改良、道路管理現場における事故対策マネジメントを支援する技術資料の作成等を実施した。

[研究内容及び成果]

1. 事故対策データベースの改良

(1) データ活用目的の整理

現在の事故対策データベースは、地方整備局等の事故対策担当者が、対策立案時に道路条件等の箇所状況に応じて、他の整備局等の対策事例を検索できる機能を中心に構成されている。21年度は、本省、地方整備局、国総研等のそれぞれの立場からのニーズを抽出し、事例検索のみならず、事故対策効果の広報、施策効果の検証、事業の進捗管理、工種別事故削減効果等の対策立案を支援する技術資料の作成等、表-1のように、活用する場面、立場の別に整理した。また、事故対策データベースの活用目的に応じた具体的活用例(予算資料・記者発表資料の作成、技術資料の作成)を地方整備局の事故対策担当者に示し、今後、多様な活用を

していきたいとの意見を多く得た。

表-1 事故対策データベースの活用目的

活用場面	本省	地整・事務所 地方道路管理者	国総研
施策検討	箇所指定方法等		支援情報
分析・立案		対策検討	支援情報、技術支援(走行実験等)
効果評価	施策効果	対策効果測定	工種別削減効果等
進捗管理	全国の進捗状況	管内の進捗状況	
広報	マクロ効果	個別事業・対策効果	支援情報

(2) データベースの項目・更新方法の見直し

事故対策データベースの活用目的をふまえ、データベースの必要項目及び更新方法を次のような方針で見直した。

- ① バス停の有無、通学路指定の有無、信号現示パターン等、箇所固有の状況が支配的で、全国的な分析で利用しづらい項目は削除。
- ② 他の入力値を利用して計算可能な項目は、自動的に計算されるよう変更。
- ③ 交通挙動データ、アンケート結果等、必要に応じて別途詳細調査を要する項目については、実施の有無だけを記載するよう変更。
- ④ 箇所ID、交差点名、キロ程等、箇所概要に関する情報は、事故危険箇所の指定時の情報、センサデータ等、既存のデータベースがある情報については、あらかじめ一括入力し、道路管理者の負担を軽減。
- ⑤ 分析の基礎となる事故データは、入力漏れ、エラー等が起こらないよう、国総研の業務の中で

一括して入力するよう変更。

(3) データベース関連マニュアルの充実

全国の事故対策に関するデータが集約される事故対策データベースを用いて算出される各種対策工種毎の事故削減効果に関する情報は、道路管理者にとって最も重要な情報の一つであるため、データの信頼性、有効性を高めるため、対策工種入力上の留意点を整理し、データ入力を行う全国の担当者に周知した。代表的な留意点は以下の通りである。

- ① 交差点改良、交差点コンパクト化、車線拡幅等、工種の選択に個人差が生じやすい項目について、定義を明確化。
- ② ランブルストリップス、車線のカラー化と標識との連携等、従来、その他の扱いとなっていた工種のうち、効果分析のニーズの高い工種については、対策工種の記載を推奨。

2. 事故対策マネジメントを支援する技術資料作成

(1) 対策メニュー選定のポイント(案)の作成

事故対策データベースを活用して算出した代表的な対策工種毎の事故削減効果をふまえ、対策が必要とされる箇所毎に多く発生する事故類型に応じて、「対策にあたっての着眼点の例」、「対策メニューの例」、「対策にあたっての一般的な留意点等」を、対策立案時の思考過程に沿った形で整理し、「対策メニュー選定のポイント(案)」(図-1 参照)としてとりまとめた。

なお、対策メニュー選定のポイント(案)の作成にあたっては、地方整備局の担当者等と繰り返し意見交換を行った。「対策により事故が増えてしまった失敗事例に学びたい」、「公安委員会の対策についても紹介して欲しい」等、多くの意見が収集されたため、これらの意見について、可能な限り、対策にあたっての一般的な留意点等として、整備局のニーズに応える情報を記載するとともに、22年度以降、引き続き国総研が作成する技術資料にも反映していく予定である。

(2) さらなる事故削減に向けた検討

平成30年を目処に死者数の半減を目指す目標に対応して、事故対策により着実に効果を上げていくことが重要である。様々なデータに基づく分析により、さらなる事故削減に向けて参考となる情報を提示した。

① 連続的に存在する事故危険箇所への対応

追突をはじめ、事故削減効果が現れにくい箇所は、連続して存在することが多い。追突対策としての路面表示を連続的に実施した箇所、比較的効果を上げている例(写真-1 参照)を用いて、特定箇所だけでの対策にとられないことの必要性を現場の事故対策担当者に紹介した。

② 副作用等の事例を整理

対策の効果が充分にあがらなかった事例に学びたいという現場の声をふまえ、事故対策データベースを用いて、着目事故類型は減少傾向にあるものの、その他の類型事故が増加傾向にある例を紹介し、全体としての事故件数を減らしていくための留意事項を示した。

1. 正面衝突

対策にあたっての着眼点の例		対策メニューの例	
【物理的分離】	車線を分離し、逸脱を防止	中央帯(分離帯、ホストコーン、道路標、フェラーバー)*	
【挙動の改善】	横滑りの防止	滑止め・排水性舗装、線形・勾配改良、ランブルストリップス**	
	走行位置の適正化(注意喚起)	ランブルストリップス**	
	走行位置の適正化(通行方向明示)	投線誘導標、外側線明示、	
	速度の抑制	減速路面表示、カラー舗装、看板、	
【認知の支援】	視認性の向上	線形・勾配(視距)改良	

* 事例1-1 ** 事例1-2

事例 1-1 正面衝突(単路) 対策メニュー: 中央帯設置

中央帯の設置により、物理的に車線逸脱を回避

黒路/山越	日交通量: 34,077台
対策前の状況 前方の線形を確認できないまま速度超過で曲線区間へ進入するため正面衝突事故が多発。	対策の内容 中央帯設置: 車線逸脱を回避するため中央帯設置(ホストコーン)、舗装改良(排水性舗装、カラー化)も実施。
対策前 (H8~11) : 2.00件/年	対策後 (H17~18) : 0.50件/年

図-1 対策メニュー選定のポイント(一部抜粋)

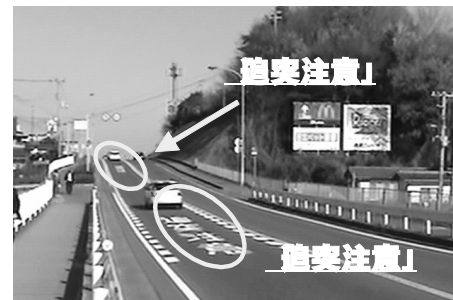


写真-1 連続的に実施した追突対策の例

表-2 防護柵設置箇所の事故件数変化

	単路		交差点	
	人対車両	追突	人対車両	左折時
対策前(H8~11)	3.3件/年	4.0件/年	11.8件/年	9.3件/年
対策後(H16~18)	1.0件/年	9.5件/年	6.7件/年	16.0件/年

[成果の活用]

平成21年度に作成した技術資料「対策メニュー選定のポイント(案)」を用いた事故対策マネジメントの実施状況をみながら、全体として事故削減効果をさらに高める箇所抽出手法や対策手法を提案していく予定である。

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 16~22 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	金子 正洋
Head	Masahiro Kaneko
主任研究官	池原 圭一
Senior Researcher	Keiichi Ikehara
研究官	尾崎 悠太
Researcher	Yuta Ozaki

This survey was the abstraction of challenges in order to reduce traffic accidents based on trends in and characteristics of the ways in which traffic accidents have occurred in recent years, and an analysis based on a traffic accident data base of trends in and characteristics of the primary ways in which traffic accidents have occurred in recent years carried out to study methods of reflecting the abstracted challenges in road traffic safety measures.

〔研究目的及び経緯〕

平成 21 年の交通事故死者数は 4,914 人となり、57 年ぶりに 4,000 人台まで減少しているものの、いまだ多くの尊い命が失われている。このうち高齢者が関わる交通事故などは他の年齢層と比較すると減少率が緩やかであり、交通事故の発生状況に応じた交通安全施策を検討する必要がある。

本研究では、近年の交通事故発生状況の傾向・特徴をもとにした交通事故削減のための課題の抽出、抽出された課題を道路交通安全施策へ反映する方策について検討するため、主に近年の交通事故発生状況の傾向・特徴に関して、交通事故のデータベースなどをもとに分析を行った。

〔研究内容〕

近年の交通事故発生状況の傾向及び特徴に関する基礎資料を得るため、①平成 20 年の事故発生状況及び近年の事故発生状況の推移に関する分析、②交通安全施設の設置効果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。

- (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 20 年)
- 事故別データ・区間別データ(平成 8 年~平成 19 年)
- 道路交通センサスデータ(平成 17 年一般交通量調査)
- 道路管理データ(平成 18 年 12 月時点 MICHII データ)

また、近年において道路分野及び道路分野以外を含めて検討されている、③交通事故を削減するための技術シーズに関する調査を行った。

〔研究成果〕

1) 平成 20 年の事故発生状況及び近年の事故発生状況の推移

近年の交通事故を概観すると、死亡事故及び死傷事故ともに全体的には減少傾向にあるものの、減少傾向が緩やかな事故内容がある。道路種別では生活道路(市町村道)における死亡事故の減少傾向が緩やかであり、年齢別では高齢者における死亡事故の減少傾向が緩やかになっている。また、追突事故や出会い頭事故については、依然として全事故件数に占める割合が多く、追突事故は全事故件数の 31.2%、出会い頭事故は全事故件数の 27.2%を占めている。

生活道路の死傷事故は、幹線道路よりも出会い頭事故や人対車両事故が多いという特徴があり(図 1)、生活道路の死亡事故においても出会い頭と人対車両事故の発生件数は多くなっている。このうち、出会い頭の死傷事故の発生場所は、信号なし交差点の特に小規模な道路との交差点で発生件数が多いことを把握した。その時の速度(第 1 当事者の危険認知速度)は、20km/h 以下が約 80%を占め、しっかりと停止していた車両は 1%にも満たないことを確認した。今後の出会い頭事故の対策としては、一時停止を見落とさないための対策や一時停止時に安全確認をしやすい道路環境の整備を充実させていくことが必要だと考えられる。

高齢者と非高齢者との死傷事故の事故類型を比較すると、高齢者は追突事故の割合は少ないものの、正面衝突、車両単独、出会い頭及び右折時事故の割合が高くなっている(図 2)。高齢者の法令違反別の特徴を詳しく見ると、最高速度違反や運転操作不適のような違

反は少なく、漫然運転や脇見運転といった前方不注意や安全不確認の違反が多いことを非高齢者との比較による相対的な傾向として把握した。このことから、高齢者は速度の出し過ぎに伴う事故ではなく、不注意による事故が多いことから、速度抑制対策よりも注意喚起対策やITS技術等による運転補助対策が有効であると考えられる。

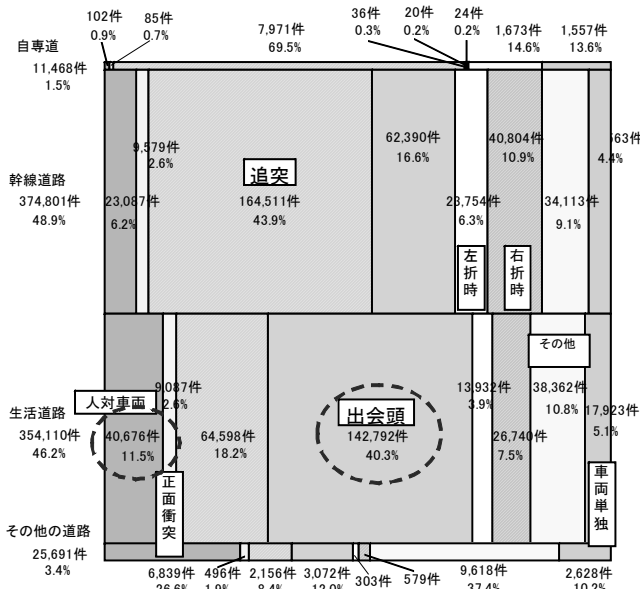


図1 平成20年の死傷事故発生状況

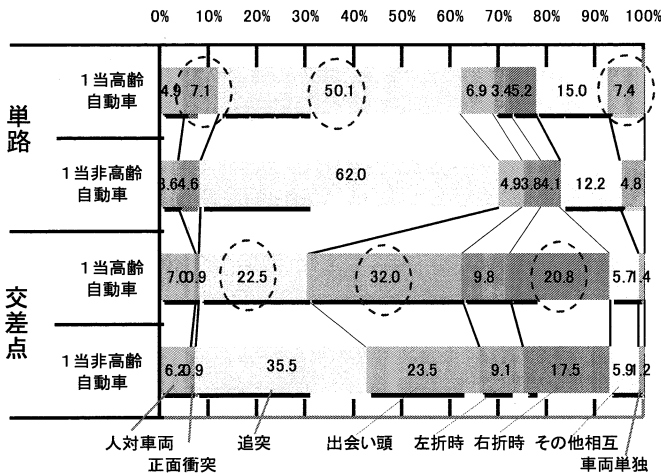


図2 平成20年の高齢/非高齢別事故類型比較(死傷事故)

2) 交通安全施設の設置効果

歩道、中央帯、防護柵、連続照明、視線誘導標及び排水性舗装を対象に、各施設の設置前後と設置有無別の事故発生状況について比較した。各施設の設置で期待している人対車両事故、正面衝突事故、路外逸脱事故のような重大事故については効果の発現が確認されたものの、設置前後において微増あるいは増加する事故類型があることを確認した。追突事故はその傾向が

比較的に顕著な例であり、歩道、防護柵及び排水性舗装の設置前後において追突事故が微増あるいは増加していた。これは、施設整備によって安心感が増したことに反して、全体の傾向として速度の増加を招き、結果として追突事故が増えていると考えられる。しかしながら、詳細な視点で考えてみると、年齢層により法令違反の内容には差異が生じていたことや、もともと高齢者は全事故類型に占める追突事故の割合が非高齢者よりも少ないことを踏まえると、各施設の効果は、年齢による特徴や法令違反の内容について精査を行い、効果の発現状況を整理する必要があると考えられる。

3) 交通事故を削減するための技術シーズ

従来から行われている交通安全施設整備などの交通事故対策は、一定の効果はあるものの、ソフト対策や道路分野以外の対策と組み合わせることで、より適切な効果の発現が期待できると考えられる。そこで、近年検討されている交通事故削減のための技術シーズについて調査し、表1に例示する技術を含め22事例の情報を収集・整理した。

表1 交通事故削減のための技術シーズ

大分類	ターゲット	収集した技術シーズの例
道路	視覚心理を利用した道路	知らないうちに減速させる楕円形の路面標示のシークエンスデザイン →下り勾配速度超過対策
	体感による注意喚起を促す道路	速度抑制対策としての横断ランブルストリップ →カーブ手前の速度抑制対策
	道路構造の弾力的運用	「2+1車線」道路の導入 →正面衝突事故防止対策
	制約条件がある場合の道路施設	設置コストや必要幅員が少ない分離施設であるワイヤーロープ式防護柵 →正面衝突事故防止対策
ITS	心理学を利用した道路空間作り	人と車の共有空間(シェアードスペース) →まち中心部の速度抑制対策
	自転車と歩行者の分離を促す道路	路面標示と舗装の素材を工夫した歩行者と自転車の分離
	道路の施設	LED照明 →視界不良時の事故対策
規制	路車間通信を用いた情報提供(注意喚起)	速度超過時注意喚起システムを用いた小学校周辺の予防安全
	歩者間通信を用いた情報提供(注意喚起)	歩行者が所持する携帯電話と車両間の通信を活用した「携帯電話協調歩行者事故低減システム」
	走行環境に合わせた情報提供(注意喚起)	降雪状況などにより表示内容を変える注意喚起標識
医療	交通状況に合わせた信号制御	歩行者優先信号制御
	市街地道路の進入規制	可動式車止め(ライジング・ボラード)
医療	緊急車両に合わせた信号制御	FAST(現場急行支援システム) 最適治療を実現のための救急救命型ドライブレコーダーシステム
	緊急時における医療機関への自動通報	J-CAN →事故発生時の障害度の予測

[成果の活用]

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。

路面表示の設計方法に関する調査

Study of Method of Designing Road Marking for Road Safety

(研究期間 平成 21～22 年度)

道路研究部 道路空間高度化研究室
Road Department

室長 金子 正洋
Head Masahiro KANEKO
主任研究官 中洲 啓太
Senior Researcher Keita NAKASU
研究官 蓑島 治
Researcher Osamu MINOSHIMA

This study collected some case of road marking using the accident measures data base. And we analyzed the relation between the road traffic situation and the effect of the accident reduction of these cases. And use these result, we have arranged the method of design for road marking that is based on grounds of effect of the accident reduction.

【研究目的及び経緯】

交通安全対策事業では、安価で設置でき且つ即効性の高い路面表示対策を採用する事例が多い（本調査では、追突事故、出会い頭事故の抑止を目的とした路面表示やカラー舗装を調査対象としている。）。しかしながら路面表示は、これまで設計の考え方が十分に整理されておらず、実際の設置においては現場の技術者の経験により設計する場合が多いのが現状である。本研究では、全国の路面表示設置事例から、交通の課題に適切に対応した事例を収集し、各事例において事故削減効果を詳細に分析したうえで、明確な根拠に基づく設計の考え方を取りまとめる。

平成 21 年度は、事故対策データベース等を用いて全国の事例を収集し、事故削減効果の分析を行った。また、収集した事例の中でも特に効果の高い事例について、道路交通状況等の詳細調査を行うと共に、道路管理者に対して設計の考え方に関するヒアリング調査を実施した。

【研究内容及び成果】

1. 全国の対策事例の分析（マクロ分析）

事故対策データベース等を用いて H18 年度以前に設置された事例について、路面表示の種類、車線数、交通量、沿道状況に着目して約 100 事例を抽出し、設置効果のマクロ分析を行った。分析では路面表示の影響による事故の変化を整理するため、分析対象範囲は、上下線別に交差点上流側の広い範囲とした（表-1 参照）。

路面表示の種類別の効果について分析した結果を図-1 に示す。箇所別に比較すると事前事後の件数の

変化にばらつきがあることが分かる。全体の傾向としては、注意喚起文字が平均 3 割程度減、減速マークが平均 1.5 割程度減、注意喚起文字と減速マークとを併用した複合対策が平均 2 割程度減で共に設置により事故が減少する傾向にある。

表-1 事故削減効果の分析対象範囲の考え方

交差点	始点:路面表示の始点より上流側100mの地点、又は上流側の交差点流出部地点 終点:停止線
単路	始点:路面表示の始点より上流側100mの地点、又は上流側の交差点流出部地点 終点:路面表示の終点より下流側100mの地点

※上記は、サンプル的に事故分析を行い、路面表示の影響範囲を検討して決定した。

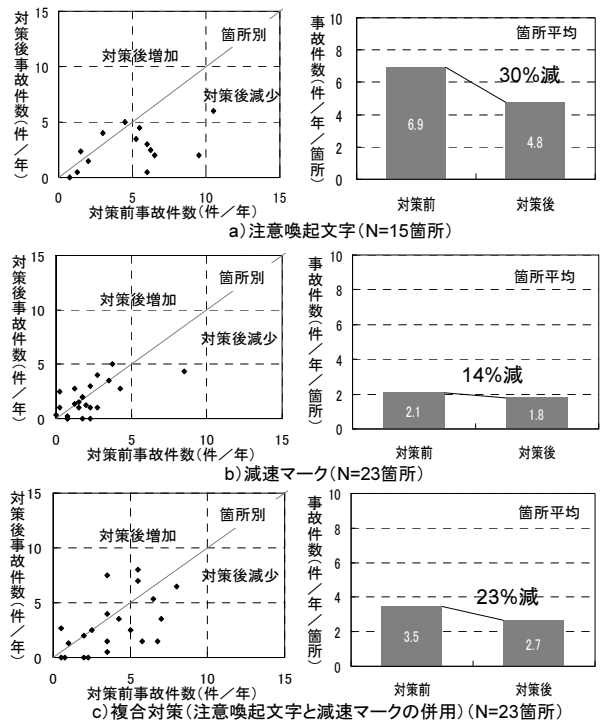


図-1 路面標表示の種類別の効果

2. 効果の高い事例における詳細分析（マイクロ分析）

マクロ分析結果から分かるように、路面表示の効果については各箇所の状況に応じて差があることが分かる。ここでは、各箇所について、より詳細に分析を行うため、効果の高い事例を20事例程度抽出し、箇所別にドライバーからの路面表示の見え方、走行速度、交差点渋滞長（信号待ちをしている自動車の滞留の長さ）、その他の交通安全対策の実施状況等の観点から詳細に調査した。調査結果の一部を下記に示す。

事例①：設置位置について検討した例

図-2に示す交差点では、対策前に年間1.25件（4年間の平均）の追突事故が発生していたのに対し、対策後2年間は発生していない。設計に当たり注意喚起文字（追突注意）及び減速マーク（ドットライン）の設置位置について、対策前の事故多発ポイントや交差点渋滞長より上流側で、安全な速度に減速できる距離を考慮して決定した事例である。

事例②：路面表示と看板との併用対策の例

図-3に示す交差点では、対策前に年間4.75件（4年間の平均）の追突事故が発生していたのに対し、対策後は年間2.0件に減少した。当該交差点は日中を通して常時交通量が多く、交差点渋滞長が約150mと非常に長く伸びる。交差点混雑時には前方車両の影響により路面表示が見えにくくなるため、これに対応するため、混雑時も比較的視認しやすい、注意喚起看板（追突注意、車間距離とれ）を中央分離帯に設置した事例である。

3. 設計の考え方に関するヒアリング

ここでは、主に路面表示の種類や設置位置の考え方について道路管理者からヒアリングを行った。種類の選択については、注意喚起文字（追突注意、交差点注意等）を用いる道路管理者が多く、減速マークのみを用いる道路管理者は少なかった。その理由としては文字によりドライバーに注意してほしい内容を明確に伝えられることが挙げられた。また、注意喚起文字と減速マークを併用する道路管理者も多かった。

設置位置については、実際に現地で沿道出入口や法定標示・標識の設置位置等の状況を見て場所毎に決めている例が多い中、基本的な設置位置の考え方をまとめている道路管理者もあった。図-4に示す考え方はその一例である。右折レーンがある交差点では、右折レーンのテーパ開始位置から上流側に制動停止距離分路面表示を設置することとしている。また、右折レーンが無い交差点や、停止線が無い細街路との交差点においては、隅切り開始位置の上流

側30mの位置から上流側に制動停止距離分路面表示を設置することとしている。

この他にも交通が混雑する場合にも文字の内容を読みとれるように設置方向を横向きにする等設置方法を工夫している例を把握した。

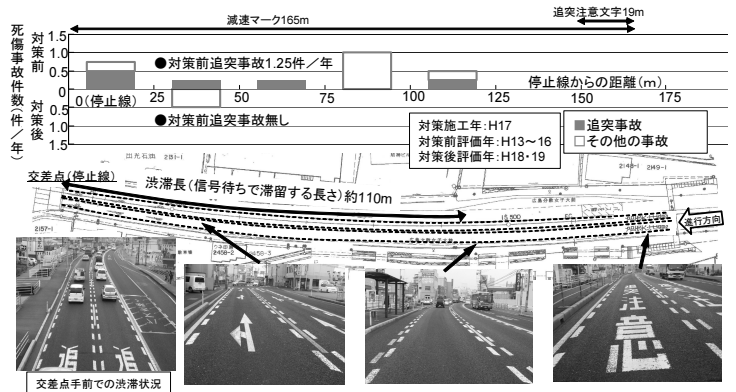


図-2 路面表示の設置位置について検討した例

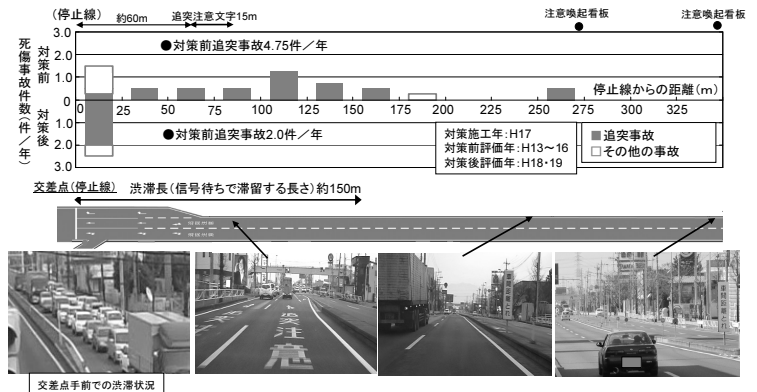


図-3 路面表示と看板との併用対策の例

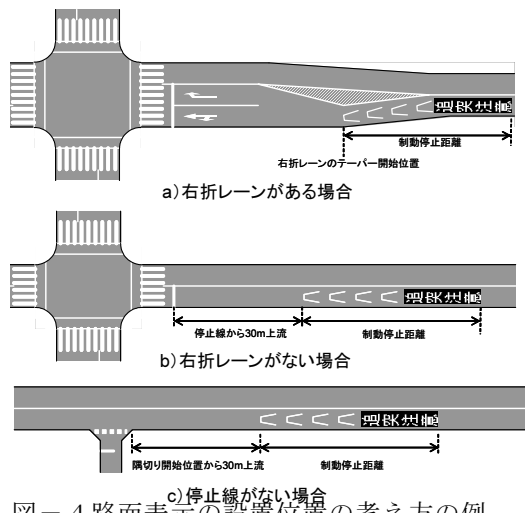


図-4 路面表示の設置位置の考え方の例

【成果の活用】

本調査の結果を基に、路面表示の設計の考え方を事例的に取りまとめ、情報提供する予定である。

道路対策による事故削減効果の算出手法の検討

Study on Traffic Accident Reduction Effect by Implementing Road Safety Measures

(研究期間 平成 16 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 金子 正洋
Head Masahiro KANEKO
主任研究官 中洲 啓太
Senior Researcher Keita NAKASU
研究官 尾崎 悠太
Researcher Yuta Ozaki

For more efficient traffic safety measures, we need to forecast the effect of road safety measures and to implement more effective road safety measures. For that reason, we need to clarify the effect of each measures from the result of implemented road safety measures. In this study, we analyze the effects of road safety measures based on the data base of traffic accident measures.

〔研究目的及び経緯〕

日本国内における交通事故による死傷者数及び死者数については、近年減少を続け、2008 年では死傷者数で年間 95 万人、死者数で 5,155 人となり、第 8 次交通安全基本計画において平成 22 年までの目標として掲げていた年間の死傷者数 100 万人以下、死者数 5,500 人を 2 年前倒しで達成することができた。また、2009 年には死者数が 4,914 人と 5,000 人を下回る結果となった。しかし死傷者数については 91 万人と、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、これまでの交通事故対策の結果から得られる対策の効果を分析し、今後の交通事故対策に役立てる必要がある。

本研究では、各交通事故対策が事故発生状況にどのような影響を及ぼすかを検討するため、事故対策データベースから得られる情報を整理すると共に、現地調査を実施し、さらに、それらを取りまとめた現場での交通事故対策検討の参考となる技術資料を作成することを目的とする。

〔研究内容〕

本研究は、国総研が管理する事故対策データベースに登録されている事故危険箇所(H15 年指定)の事故及び実施対策の情報を整理し、各対策の事故削減効果の分析を行った。

情報の整理は、はじめに各対策の立案時に着目した事故類型(以下、「着目事故類型」という。)別対策工種別で分類し、各分類毎に、その対策実施箇所数、対策工種毎に累計した着目事故類型の対策前後の発生件

表-1 着目事故類型別対策工種別事故削減効果

単路 交差点	事故類型	対策工種 (中分類)	対策数	着目事故類型			1箇所あたり 対策前
				対策前	対策後	削減率	
交差点	人対車両	道路照明	35	17.25	10.17	41%	0.49
		防護柵	18	11.75	6.67	43%	0.65
		交差点改良	14	9.75	10.33	-6%	0.70
		歩道改良	13	4.00	2.50	38%	0.31
		看板・植栽等整理	13	7.00	5.83	17%	0.54
	正面衝突	視線誘導標	2	2.75	0.33	88%	1.38
		歩道改良	1	0.00	0.00	-	0.00
	追突	看板	149	366.50	330.50	10%	2.46
		路面標示(走行位置明確化)	123	253.25	239.00	6%	2.06
		滑止め・排水性舗装	107	262.00	216.83	17%	2.45
		減速路面標示	84	232.50	199.00	14%	2.77
		右折レーン	70	141.00	135.83	4%	2.01
	出会い頭	路面標示(走行位置明確化)	77	125.50	77.83	38%	1.63
		舗装改良(段差舗装・カラー化)	54	82.25	40.17	51%	1.52
		看板	50	86.00	51.67	40%	1.72
		道路照明	40	65.25	33.33	49%	1.63
	左折時	交差点改良	30	58.00	11.67	80%	1.93
		交差点改良	20	17.50	18.83	-8%	0.88
		看板	14	14.00	10.67	24%	1.00
		路面標示(走行位置明確化)	14	14.50	12.33	15%	1.04
歩道改良		11	12.50	13.00	-4%	1.14	
防護柵		9	12.00	8.17	32%	1.33	
視線誘導標		9	8.75	10.00	-14%	0.97	
右折時	路面標示(走行位置明確化)	165	314.00	233.00	26%	1.90	
	右折レーン	45	74.50	64.33	14%	1.66	
	交差点改良	32	70.25	47.83	32%	2.20	
	道路照明	28	63.25	43.50	31%	2.26	
	看板	27	39.00	23.33	40%	1.44	
車両単独	中央帯(先端表示)	15	3.25	2.50	23%	0.22	
	視線誘導標	6	1.25	1.33	-7%	0.21	
	路面標示(走行位置明確化)	2	0.75	0.00	100%	0.38	
	道路照明	1	0.25	0.00	100%	0.25	
	防護柵	1	0.25	0.50	-100%	0.25	

数、事故の削減率を整理した。表-1 は、交差点部のデータを整理した結果のうち、着目事故類型毎に、対策実施数上位 5 位の対策工種のみを整理した結果である。交差点部の場合、追突・出会い頭・右折事故に対する対策が数多く実施されている。表のように、着目した事故類型については概ね事故件数が減少傾向にあった。しかし、一方で、着目事故類型が増加傾向にある対策工種も見られた。

次に、着目事故類型別対策工種別に事故の削減効果を整理した。表-2 は着目事故類型が単路部で正面衝突事故に着目した場合の整理結果である。表は、二重柵線内が着目事故類型の対策前後の事故件数であり、正面衝突に着目した対策は、一部で統計的に有意である

表-2 正面衝突事故の削減効果

単路/交差点	対策工種(中分類)	箇所数	集計区分	削減効果																			
				人対車両					正面衝突			追突		出会い頭		左折時		右折時		車両単独		合計	
				対策前	対策後	削減率	標準偏差	対策前	対策後	削減率	標準偏差	対策前	対策後	削減率	標準偏差	対策前	対策後	削減率	標準偏差	対策前	対策後	削減率	標準偏差
単路	視線誘導標	42	箇所合計	3.25	0.50	43.00	11.17	74%	27.50	14.50	3.50	2.67	0.75	0.00	1.25	3.00	29.75	12.50	125.75	54.33	57%		
			箇所あたり	0.08	0.01	1.02	0.27	74%	0.65	0.35	0.08	0.06	0.02	0.00	0.03	0.07	0.71	0.30	2.99	1.29	57%		
			統計分析	○		○			○		△		△		△		○		○				
単路	路面標示(走行位置明確化)	31	箇所合計	2.25	0.00	25.50	9.50	63%	32.50	24.50	3.75	7.00	1.75	2.50	3.75	4.67	22.75	10.33	104.00	64.33	38%		
			箇所あたり	0.07	0.00	0.82	0.31	63%	1.05	0.79	0.12	0.23	0.06	0.08	0.12	0.15	0.73	0.33	3.35	2.08	38%		
			統計分析	○		○			△		△		△		△		○		○				
単路	看板	30	箇所合計	3.00	0.50	29.75	8.17	73%	23.50	14.67	1.50	1.33	0.00	0.00	1.00	1.33	17.50	5.00	85.25	37.17	56%		
			箇所あたり	0.10	0.02	0.99	0.27	73%	0.78	0.49	0.05	0.04	0.00	0.00	0.03	0.04	0.58	0.17	2.84	1.24	56%		
			統計分析	○		○			△		△		-		△		○		○				
単路	中央帯設置	24	箇所合計	2.25	0.67	24.25	10.00	59%	12.25	17.50	0.75	4.17	0.50	0.00	2.00	0.67	13.50	6.17	63.25	44.00	30%		
			箇所あたり	0.09	0.03	1.01	0.42	59%	0.51	0.73	0.03	0.17	0.02	0.00	0.08	0.03	0.56	0.26	2.64	1.83	30%		
			統計分析	△		○			△		△		△		△		○		○				
単路	減速路面標示	23	箇所合計	2.25	0.50	22.75	4.33	81%	19.00	9.17	1.00	3.67	0.00	0.00	2.00	2.67	13.25	8.67	66.50	34.17	49%		
			箇所あたり	0.10	0.02	0.99	0.19	81%	0.83	0.40	0.04	0.16	0.00	0.00	0.09	0.12	0.58	0.38	2.89	1.49	49%		
			統計分析	△		△			△		△		-		△		△		○				
単路	滑止め・排水性舗装	15	箇所合計	1.50	1.00	17.25	6.00	65%	17.00	9.67	2.50	4.33	0.75	0.00	0.75	0.00	14.00	4.67	59.00	26.67	55%		
			箇所あたり	0.10	0.07	1.15	0.40	65%	1.13	0.64	0.17	0.29	0.05	0.00	0.05	0.00	0.93	0.31	3.93	1.78	55%		
			統計分析	△		○			△		△		△		△		○		○				
単路	ランブルストリップス	4	箇所合計	0.00	0.00	5.75	3.17	45%	3.75	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	1.00	0.00	11.25	5.17	54%		
			箇所あたり	0.00	0.00	1.44	0.79	45%	0.94	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.25	0.00	2.81	1.29	54%		
			統計分析	-		-			△		-		-		△		△		△				
単路	情報提供装置	6	箇所合計	0.25	0.00	7.50	2.50	67%	3.00	1.00	0.50	0.67	0.00	0.00	0.25	0.33	3.25	0.33	15.75	6.67	58%		
			箇所あたり	0.04	0.00	1.25	0.42	67%	0.50	0.17	0.08	0.11	0.00	0.00	0.04	0.06	0.54	0.06	2.63	1.11	58%		
			統計分析	△		△			△		△		-		△		○		△				

事故件数が減少 ○ : 統計的に有意である
 事故件数が増加 △ : 統計的に有意とは言えない

と認められないながらも、すべて正面衝突事故の効果が見れている。その反面、着目した事故類型以外の事故類型が増加してしまっている状況も見られる。

表-3には、着目事故類型別対策工種別に分類された各分類毎に削減率ランク毎の箇所数を整理したもののうち、対策数の多い追突、出会い頭、右折時の事故を抽出したものである。各分類のなかでも箇所毎に効果の出た箇所、効果の出ない箇所、着目事故類型以外の事故類型が増加(以下、「副作用」という。)した箇所、増加しなかった箇所が分かれている。これは、現地の道路・沿道環境の違いにより生じるものと考えられる。

表-3 削減率ランク別箇所数

着目類型	対策工種	単路交差点区分	事故類型	事故件数(合計)				箇所数																	
				対策前件/年	対策後件/年	増減	変化率(←は減少)	変化率の標準偏差	合計	事故件数が増加					事故件数が減少					対策前					
追突	滑止め・排水性舗装	単路	追突	95.25	94.83	▽減	0%	244%	51	12	2	8	3	3	6	8	8	1							
				11.00	12.00	▲増	9%	128%		5	0	1	0	1	3	0	14	27							
				21.50	27.17	▲増	26%	124%		10	0	2	0	3	1	2	12	21							
				16.00	17.00	▲増	6%	133%		4	0	0	0	6	3	1	11	26							
				262.00	216.83	▽減	-17%	98%		11	7	6	6	21	14	17	23	2							
				64.00	68.50	▲増	7%	119%		14	0	9	4	8	6	3	31	32							
				8.75	9.17	▲増	5%	92%		2	0	1	0	0	1	1	19	83							
				24.25	31.17	▲増	29%	64%		8	1	1	2	2	1	0	1	0	0						
				63.00	77.33	▲増	23%	113%		31	6	2	6	3	3	2	1	8	0						
				出会い頭	舗装改良(段差舗装・カラー化)	交差点	出会い頭	82.25		40.17	▽減	-51%	148%	54	5	1	2	1	6	5	12	20	2		
36.75	53.83	▲増	46%					278%	9	4	3	0	5		3	1	16	13							
右折時	右折レーン	交差点	右折時	74.50	64.33	▽減	-14%	106%	45	6	2	4	5	6	0	7	14	1							
				58.75	74.00	▲増	26%	140%		11	2	2	4	4	6	5	7	4							
右折時	道路照明	交差点	右折時	63.25	43.50	▽減	-31%	59%	28	2	1	3	1	3	6	5	6	1							
				13.25	14.00	▲増	6%	85%		3	1	2	0	3	2	0	7	10							
				15.25	19.50	▲増	28%	188%		7	0	1	1	1	2	1	8	7							
				39.50	25.17	▽減	-36%	57%		0	1	2	1	1	0	4	5	0							
				3.50	5.83	▲増	-	-		1	0	3	0	1	0	0	3	6							
				23.75	25.67	▲増	8%	219%		3	2	1	1	2	2	0	3	0							
凡例			着目類型が減少傾向			度数が最も多い			※ 対策箇所数等が著しく少ない場合は含まない ※ 非着目類型については増加傾向のある場合のみ記載 ※ 対策前事故件数が年5件未満と少ない場合は、変化率、標準偏差を記載しない																

各現場における事故対策の実施にあたっては、どのような箇所ですら十分に効果が現れるか、副作用が生じるかといった留意事項を把握した上で、対策を立案する必要がある。

そこで、本研究では、これまでの分析結果及び対策事例をとりまとめ、技術資料「対策メニュー選定のポイント」を作成した。本技術資料には、単路/交差点別に、各箇所が多発する事故類型別に、効果の高い工種や対策実施箇所数が多い工種を中心に紹介し、補足事項(具体的な対策の内容や実施上の注意点等)を記述した。事故削減効果(削減率)とともに、全国の事故危険箇所数で実施された箇所数や対策前後の事故件数を比較し、全国で実施されている傾向を捉えて、対策工種選定を実施する手がかりとなるものである。

[成果の発表・成果の活用]
 本研究の成果は今後、現場における事故対策立案時の参考資料として活用される。

道路災害リスク管理技術の検討

Study on road disaster management technology

(研究期間 平成 21 年度)

危機管理技術研究センター

Research Center for Disaster Risk Management

危機管理技術研究センター地震防災研究室

Research Center for Disaster Risk Management

Earthquake Disaster Prevention Division

地震災害研究官

Research Coordinator

室長

Head

研究官

Researcher

運上 茂樹

Shigeki UNJOH

高宮 進

Susumu TAKAMIYA

本多 弘明

Hiroaki HONDA

Disaster mitigation measures against heavy rains and earthquakes have been implemented to enhance the safety of roads. However, under the recent limitation of the investment for the disaster mitigation, it is one of the important issues to prioritize several vulnerable facilities appropriately so as to achieve the maximum efficiency. In this study, the disaster risk evaluation method to identify the priority was proposed in consideration of the disaster risks of each facility and the road network functions in the area.

[研究目的及び経緯]

地震や豪雨等の自然災害が多発するわが国においては、道路災害を軽減し、道路交通の安全確保を図ることは重要な課題の1つである。そのため、これまで道路防災対策が積極的に進められてきたところであるが、道路災害リスクの評価や防災対策の優先度の決定においては災害の種類毎の対策など既往の経験等に基づく部分も多く、改善すべき点も残されている。

本検討は、今後の道路防災対策の効果的な実施に資することを目的とし、豪雨や地震など各種の災害を、その影響と発生確率の積として表されるリスクという指標で統一的に評価するとともに、道路災害の危険性や道路防災対策を実施した場合の効果を個別施設毎のみならず、道路ネットワークとして定量的に評価する手法を提案したものである。

また、複数の道路災害を考慮したある地域の道路ネットワークを検討対象として、本提案手法を適用し、どのような優先順位で対策を実施していくのが地域にとって最も効果的になるかについて試算により検討し、提案手法の有効性を検証したものである。

[研究内容]

1. 豪雨、地震災害を想定した道路の災害リスク評価手法の提案

豪雨、地震等に対する個々の施設の道路災害リスクとともに、道路ネットワークとしてのリスク評価を行う道路災害リスク評価手法を提案した。

2. 道路防災対策の効果比較・戦略に関する検討

1. で提案したリスク評価手法を、ある地域における仮設定した被害想定に適用して、災害対策の優先度、ハード及びソフト両面からの災害対策法等の道路防災対策の効果比較を行い、効果的な防災戦略を検討した。

[研究成果]

1. 地震、豪雨の大規模災害を想定した道路の災害リスク評価手法の提案

本検討で提案する道路の災害リスクの評価手法の概要は、以下の通りである。

- 1) 災害リスクの評価にあたっては、地震、津波、豪雨、洪水の4つの自然災害を対象とし、それぞれの発生確率を考慮する。
- 2) 道路構造物としては、橋梁・取付盛土、盛土、斜面（落石・崩壊、岩石崩壊、地すべり）、トンネル（本体・坑口斜面）を対象とし、個々の道路構造物の被災程度を想定し、直接被害と間接被害に区分して影響度を推定する。
- 3) 直接被害としては、人的被害と物的被害（復旧費用）、間接被害としては、道路を利用できないことにより発生する迂回交通損失、待機時間損失及び孤立集落の発生等の道路ネットワークとしての間接被害を評価する。本手法では、これらの被害額と発生確率の積を被害リスクと定義し、金額として算定する。
- 4) 対象道路の結節点をノードに設定し、ノード間を結ぶ道路をリンクとして設定する。リンクの迂回交通損失は、広域交通を考慮して評価する。

なお、従来の一般的なリスク評価は、個々の施設が中

心であったが、本検討では、道路ネットワークとしての災害リスクの評価手法を新たに導入したものである。

2. 道路防災対策の効果比較・戦略に関する検討

上記1.の手法を用いて、道路防災対策の効果の比較試算を行い、効果的な戦略方法、ハード対策のみならず人的被害を軽減するためのソフト対策(避難対策)を組み合わせた防災事業の効率性の評価に関する検討を行った。

まず、防災対策の基本的な考え方であるが、道路ネットワークの機能を評価する指標としては、以下の4つの指標が考えられる。

- ① 到達可能性 ② 所要時間
- ③ 最短距離 ④ 処理交通量

実際の災害時には、例えば、災害直後は①が重要であるが、時間とともに、②や④も重要になってくるなど、時間とともにその機能が変化する。本検討では、災害直後に最低限求められる①到達可能性の機能に主眼をおくとともに、対策を進める際の道路リンク単位の防災対策効果として、図-1に示すような効率性を評価する2段階の手法を提案し、試算を行った。

図-2は、試算対象としたある都市の道路ネットワークを示したものである。ここに、地震と豪雨に対する施設別の被害を仮定し、防災投資期間として5年を想定し、この投資範囲内での防災投資効果を試算した。試算は各種のパターンに対して検討したが、ここでは、以下の2パターンを代表例として示す。

- ① 箇所別のみで優先順位の設定、ハード対策のみ
- ② 優先リンク評価、ハード・ソフト対策併用

図-3は、上記2パターンの5カ年間の被害リスクの評価結果を示したものである。これによれば、ネットワーク全体の被害リスクの低減効果は、箇所別費用効率性の高い箇所を優先する従来の一般的な手法(a)の効果が高く評価されることがわかる。これはある大きな個別危険箇所があれば、それが解消されることによる。ただし、リンク数(危険箇所が解消されていないリンクの総数)を見ると、箇所別の対策ではリンクとしての連結性は向上しない評価結果となる。一方、リンクの連結性の向上を目的として対策費用が低いリンクの対策を優先した(b)の結果によれば、大きな危険箇所が解消しないため、被害リスクは大きく減少しないが、リンクの連結性は大幅に高くなっている。

このように本提案手法を用いることにより、地域特性に応じて有効な防災対策の効果を定量的に評価することができる。

[成果の活用]

防災対策の優先順位の設定法としてとりまとめ、国土交通本省の道路部門における防災対策への活用に提案予定である。

第1段階 対策を優先すべきリンクを抽出

- ・人的被害リスクが高いと予測された区間
- ・間接被害のうち迂回損失リスクが高いと予測された区間

第2段階 効率的にリンクのリスク解消が期待できる区間を優先

- ・費用効率性:被害箇所の対策費用が低い区間を優先
- ・時間効率性:早期にリンクのリスク解消が期待できる区間を優先

図-1 道路リンクの防災対策効果の評価手法

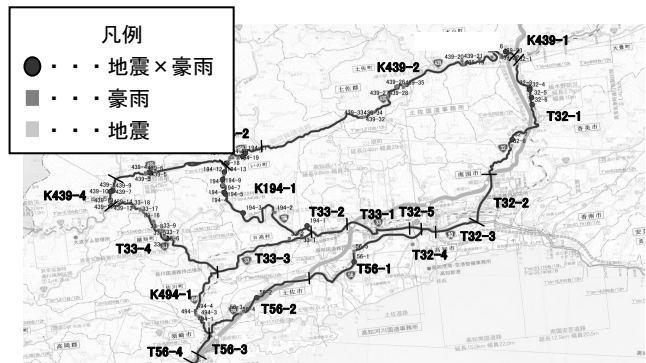
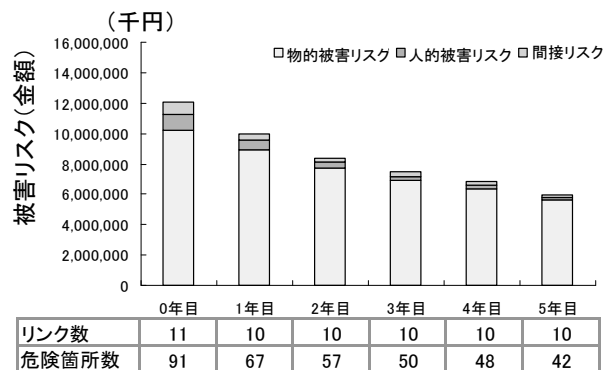
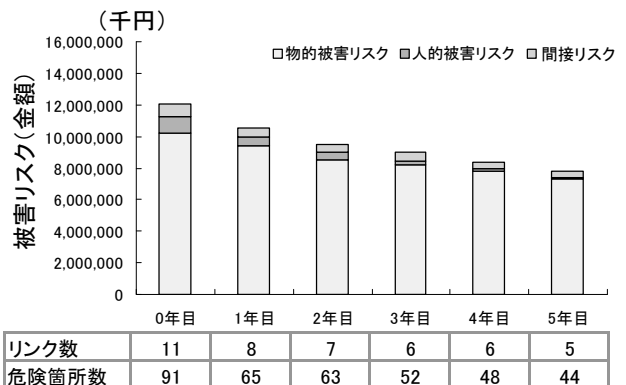


図-2 試算対象とした道路ネットワークと仮定した個別施設被害箇所



(a) 箇所別に優先順位評価とハード対策のみ



(b) 優先リンク評価とハード・ソフト対策

図-3 ネットワーク全体の被害リスクの試算例

道路災害情報の伝達・共有の迅速化に関する検討

Study on Information Management of Road Disaster

(研究期間 平成 21 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 Risk Management
Earthquake Disaster Prevention Division

室長	高宮 進
Head	Susumu TAKAMIYA
主任研究官	中尾 吉宏
Senior Researcher	Yoshihiro NAKAO
主任研究官	長屋 和宏
Senior Researcher	Kazuhiro NAGAYA

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対象に、その伝達内容や伝達手段などに関する調査を行うとともに、これらの情報を一元的に集約・共有する方法の整理を行うものである。

[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

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対象に、その伝達内容や伝達手段などの現況についてのヒアリング調査を行った。

調査対象は、道路種別として 1)国土交通省が管理する直轄国道、2)都道府県および政令指定都市が管理するその他の国道および主要地方道、3)高速道路会社、公社などが管理する高速自動車国道等の自動車専用道とした。また、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。ヒアリング対象は、全国の地方整備局(8 地整)、北海道開発局、沖縄総合事務局、計 10 機関の道路管理課(もしくは相当する部署)とした。

なお、調査にあたっては、実際の災害や異常時における情報伝達のほか、訓練などにおいて行われた情報伝達についても調査するとともに、これらの情報伝達にあたり IT を活用した情報伝達システムの活用状況

についても併せて調査した。

2. 道路情報を伝達、集約する仕組みの整理

ヒアリング調査の結果を踏まえ、各地方整備局等に集約されている道路の異常などに関する情報を各地方整備局などから全国規模で一元的に集約・共有する仕組みについて検討を行った。

検討にあたっては、各地方整備局などにおける情報の集約状況、仕組みの差異を鑑みつつ、全国規模で一元的に情報集約するにあたって、確保すべき情報の水準としてその確度、迅速性などの設定を行った。なお、水準の設定にあたっては、現在運用体系が確立されている仕組みをベースとし、比較的短期間で実効性の高い仕組みを構築することを念頭におくとともに、災害対応上必要となる情報を鑑み、地方整備局などの災害対応をより高度化することにも留意した。

[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

ヒアリング調査結果について代表的な例として国土交通省が管理する直轄国道に関する情報伝達について記す。

災害などにより発生した道路施設の変状や異常の情報については、各地方整備局から本省道路防災対策室への報告に活用されている様式に基づく情報伝達が行われている。また、事故等に伴う突発的な通行規制に関する情報についても概ね同様の対応である。災害などの発生直後など災害対応の初期段階における情報伝達では、様式に準じた内容が携帯電話を用いたメールもしくは直接通話により現場から伝達されていることが明らかとなった。ただし、様式の取りまとめ作業は、事務所担当者が行うのかあるいは道路管理課担当者が

行うのが、地方整備局により異なっており、必ずしも災害の規模などを想定した役割分担とはなっていない。このため、実際の災害や訓練などで同時に複数の被災が発生した場合、様式の作成が滞る状況があることが判った。

一方、緊急巡視点検実施時における進捗状況、異常の有無などに関する情報については、巡視点検者が携帯電話の Web ブラウザを利用して現地で直接情報を入力し、自動で集計および情報共有することができる「道路点検状況把握システム(みちパト)」が 8 機関で活用されており、巡視点検の進捗に関する情報は、ほぼリアルタイムで報告、集計され、事務所および地方整備局(道路管理課など)で一元的な共有がされていることが判った。しかしながら、これらのシステムを導入していない機関では、巡視点検に関する情報は直接通話や FAX による伝達、連絡窓口担当者の手作業による集計管理に頼っており、情報伝達のタイムラグ、集計ミスなどが生じていることが明らかとなった。

2. 道路情報を伝達、集約する仕組みの整理

仕組みの整理にあたっては、情報の伝達手段、集約された情報の利活用状況などを踏まえ、視覚的に比較できるように、図-1 に示すようなシーケンスイメージを各地方整備局毎に作成した。

シーケンスイメージの整理により、道路の異常などに関する情報については、現場からの携帯電話によるメール、一斉に関係者にメールを送ることができるグループリスト、共有フォルダなどを活用し、現状でも概ねスムーズに伝達されていることが判った。また、詳細な報告における様式作成などでは、災害の規模などを想定した役割分担が必要であり、現場に近く施設などに関する基礎情報を多く有している事務所などで作業を行っている事例が比較的柔軟に対応できていることが明らかとなった。

巡回点検に関する情報については、現状で同様のシステムが多くの地方整備局で導入されており、スムーズな運用が図られている。このため、本システムの全国展開および統一的な運用を進めることにより全国規模で一元的に集約・共有を実現することができ、これにより複数の地方整備局に跨るような広域な地震発生時においても網羅的な状況把握が可能となる。

[成果の活用]

本検討により取りまとめた道路情報を伝達、集約する仕組みについては、より具体的なルールとして整理し、全国の地方整備局等における災害対応への活用を図る。

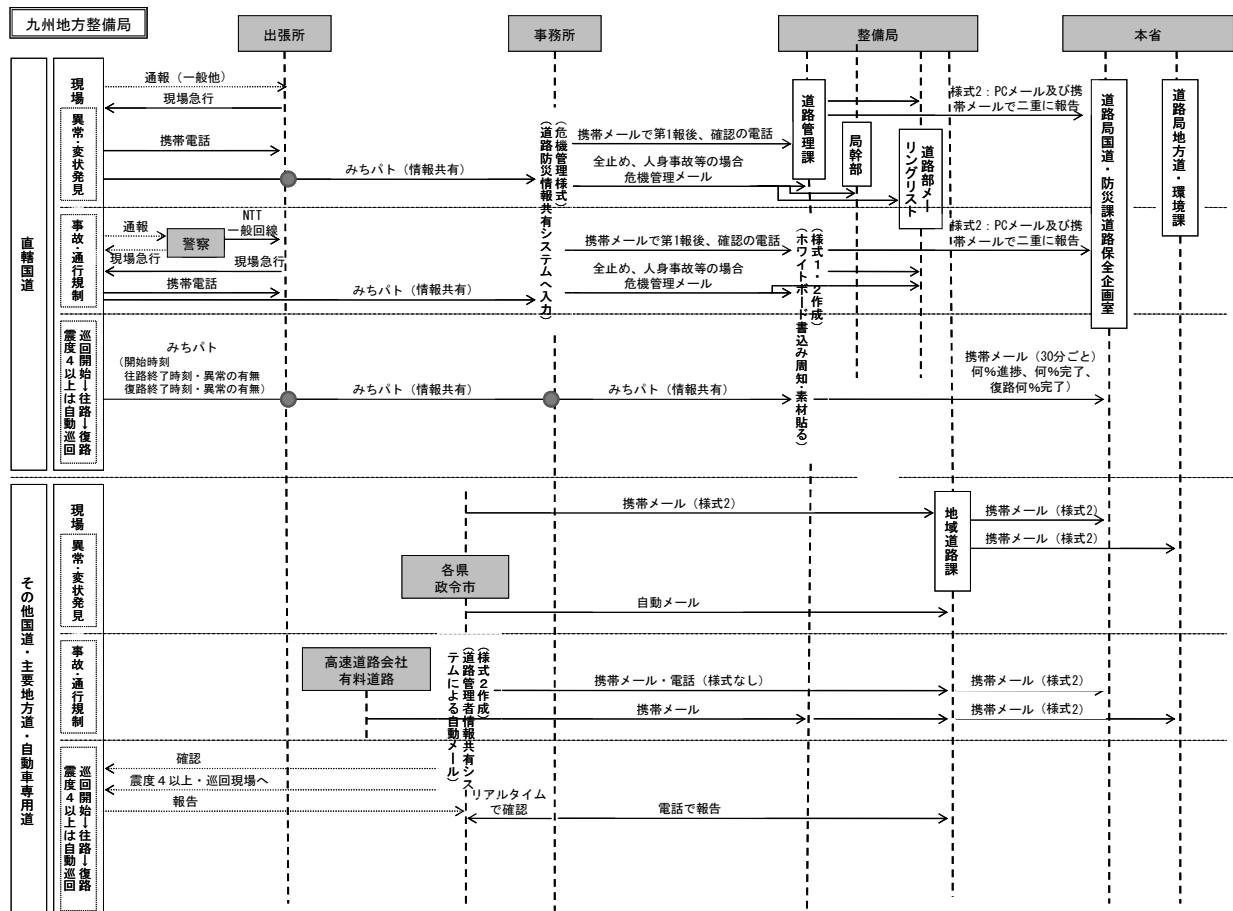


図-1 情報伝達のシーケンスイメージ(九州地方整備局)

災害対応迅速化のための多様な情報収集手段の把握と 活用方策に関する調査

Study on Information and Communication Technology for Efficient Disaster Crisis Management

(研究期間 平成 20～21 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 Risk Management
Earthquake Disaster Prevention Division

室長	高宮 進
Head	Susumu TAKAMIYA
主任研究官	中尾 吉宏
Senior Researcher	Yoshihiro NAKAO
主任研究官	長屋 和宏
Senior Researcher	Kazuhiro NAGAYA

There are several sources to detect facility damages such as damage estimation based on the strength of an earthquake and monitoring sensors. In this study, a system to integrate data of each system and help administrators to respond quickly is developed.

[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・共有が必要不可欠である。

本研究は、震後の緊急活動、復旧活動を合理的に進めることを目的として、IT 技術などを活用し、地震などによる道路施設の被害および通行可否の状況の迅速な把握を支援する仕組みを構築するものである。

これまで本研究では、過去の災害対応事例の分析や災害情報の収集・伝達の為の既存の様式類の調査等を通じ、道路管理者による災害対応を可視化するとともに、災害対応の様々なフェーズにおいて展開される情報伝達の経路や災害情報マネジメント(情報の収集、加工、伝達、保存)の現況を整理した。その上で、災害対応の経験が十分に無い場合でも、災害情報のマネジメントを迅速かつ効率的に進めることができる支援ツールを構築した。さらに、道路の災害対応において重要な情報となる、道路の被災状況などの異常を検知する技術についての調査を行った。

[研究内容]

1. 道路施設の変状把握の現況の調査

道路の維持、管理を実施している機関を対象に平常時および異常発生時(地震、降雪など)における道路施設の変状、異状の把握状況についての調査を行った。

調査は、まず始めに道路管理を実施している機関を対象として広くアンケート調査を実施し、アンケートにより明らかとなった先駆的かつ効果的な事例を有し

ている機関に対してはヒアリングを行った。

なお、調査にあたっては変状の把握事例の適用条件、維持管理上の課題などについて整理を行った。

2. 路面、軌道などの管理の現況に関する調査

滑走路や鉄道軌道などのインフラ管理の現場において活用されている変状把握技術を道路管理の現場に適用することを想定し、これらの管理状況に関する調査を行った。調査にあたっては、施設などの管理の基礎的事項として、平常時および緊急時における巡視点検などの維持管理体制について調査するとともに遠隔より現場の状況を把握する仕組みについて調査を行った。

3. 道路の被災状況の多様な把握技術の整理

1.および 2.の調査結果および平成 20 年度に整理を行った NETIS などに登録されている検知、収集技術のシーズの整理を行い、様々な被災条件下で機能する道路施設の災害の迅速な把握技術として取りまとめた。取りまとめにあたっては、比較的早期に現場で活用できるようにそれぞれの技術を事例集として整理した。

[研究成果]

1. 道路施設の変状把握の現況の調査

道路管理機関を対象としたアンケート調査の結果、102 機関より回答があり、のべ 113 の技術の適用事例が得られた。技術の一部を表 1 に示す。

また、アンケート調査結果による先駆的かつ効果的な事例を対象としたヒアリング調査では、運用体制の差異などが明らかとなった。例えば、センサーによる異常感知から情報提供までの流れについては、全て自動化、その一部を自動化、パトロール実施の参考情報として活用という違いがあった。それぞれの運用体制

表-1 アンケートより得られた道路の変状把握技術の適用事例

技術分類	概要
落石検知技術	● 落石危険箇所を設置しているセンサーに異常が発生した場合、道路管理者等に自動的に警報メールが送信される
法面、地すべり監視技術	● 地すべり箇所を設置しているセンサーに異常が発生した場合、道路管理者へ携帯メールなどで通知される
トンネル内異常監視技術	● トンネル内に設置している CCTV の映像および非常ボタンの状況が事務所で把握できる ● ひび割れ計により計測した結果が設定数値を超えた場合、携帯にメッセージが配信される
冠水検出技術	● アンダーパス部等にて水位センサー等により冠水を検出した場合、道路情報板に注意が表示される ● 同時に道路管理者へ電話やメールに自動的に通知される
凍結検知技術	● 路面に設置した温度計や気温計などから凍結の有無を判定し、道路情報板に注意が表示される ● 同時に道路管理者へ電話やメールに自動的に通知される
気象情報観測技術	● 地震計、雨量計、風速計などによる気象情報を事務所内で確認することができる ● 規定値を設定している箇所では、事務所内にて警報等により注意が促される
光ファイバ障害監視技術	● 光ファイバの障害（断線や折れ曲がり等）を自動監視できる
現場監視技術	● 現場に設置している CCTV カメラの映像を通じて、道路状況を事務所内で把握できる ● 画像解析により道路上への越波等を検知する
携帯電話などを用いた情報伝達	● 異常発生箇所の状況等を現場から携帯電話等を用いて、テキスト情報、画像または映像で事務所に伝達することができる ● それらの情報を集計、共有できる
路面異常検知技術	● 路体上部に地盤伸縮計を設置し、変状があった場合の自動通報を行う

の特徴は、全てを自動化している場合では異常発生から道路利用者もしくは道路管理者への情報提供が一連で行われ迅速性に優れており現象発生から情報提供まで時間に猶予がない箇所でも有効的であるが、機器などの導入費用が比較的高くなる、センサーなどによるエラーの情報も提供されてしまうため機器および異常感知の閾値の設定が難しいなどの問題点が明らかとなった。一方、一部を自動化している場合では、CCTV の監視員やパトロール要員などの人手を介するため情報伝達にタイムラグが生じるものの、導入費用が安い、情報の確度が高くなるなどのメリットもあり、実際の導入事例も多いことが判った。

2. 路面、軌道などの管理の現況に関する調査

道路施設以外のインフラ管理の現場における運用体制について、空港では一般道路とは異なり管理延長が比較的短いことから、地盤の沈下などの長期的なモニタリングの実績はあるものの路面などの異常を遠隔より把握する仕組みは活用されていなかった。一方、鉄道では踏切に残された車両、歩行者を検知する障害物検知技術や線路に隣接する斜面の異常を検知する傾斜センサーなど、リアルタイムに状況を把握し危険を回避する仕組みが効果的に活用されており、道路施設の管理に適用可能な事例が得られた。

3. 道路の被災状況の多様な把握技術の整理

表-2は、道路状況の把握事例の1つであるCCTVを活用した現場監視技術について、状況把握を行う対象毎に求められる精度、カメラの

仕様、概算費用を取りまとめたものである。

これまで実施してきた道路施設の状況を把握する技術について、それぞれの技術の比較結果を道路管理の実務で活用することができる事例集として同様の形式で取りまとめを行った。

[成果の活用]

本検討により整理した事例集は、より技術の精度や適用性、運用上の課題を整理し、全国の地方整備局等における災害対応への活用を図る。

表-2 CCTV の活用対象と求められる精度等

状況把握対象 (①内は、事象を検知するために活用されているセンサー)	監視条件 要求精度	カメラ仕様等			
		レンズ		概算コスト	
		固定	望遠		
自然条件	凍結(路面凍結検知器)	路面の凍結状況の把握	○		約50万円
	降雪・積雪(積雪深計)	降雪および路面の積雪状況の把握	○		約50万円
	冠水(路面冠水検知器)	路面の冠水状態(有無、深さ)、道路の通行状況、排水施設状況の把握		○	約280万円
	落石・地滑り(地滑り検知器)	路上の落石等の有無、その大きさ		○	約280万円
	降雨(雨量計)	降雨および路面状況が確認できること		○	約280万円
	越波	道路への越波有無、通行状況		○	約280万円
道路・路面条件	落下物	500mm立方程度の落下物が確認できること		○	約280万円
	不法投棄など	投棄者の容姿が確認できること		○	約280万円
	トンネル坑口の異常	トンネル坑口(坑内)の車両通行状況が確認できること		○	約280万円
	トンネル坑内の異常	トンネル坑内(坑内)の車両通行状況、坑内の異常(火災など)が確認できること	○		約50万円
	通行規制区間	通行規制区間の状況が確認できること		○	約280万円

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 Risk Management
Earthquake Disaster Prevention Division

室長 高宮 進
Head Susumu TAKAMIYA
主任研究官 中尾 吉宏
Senior Researcher Yoshihiro NAKAO
研究官 本多 弘明
Researcher Hiroaki HONDA

Road managers need to develop post-earthquake action plans so that they can secure emergency transportation roads immediately after earthquakes. In this study, authors clarify road functional disorder caused by quakes and develop efficient strategies to restore the depressed road function.

【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大規模都市を襲う地震に対しては、地震後における社会等への影響の大きさから、緊急輸送道路等の早急な啓開が極めて重要となる。このため、地震直後における道路管理者の行動に向けた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先立ち、大規模都市を襲う地震を対象に、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し、それらへの対処方策を導く。平成 21 年度は、兵庫県南部地震の際に撮影された航空写真を判読することによって、沿道建築物等の倒壊によって幹線道路上に生じた震災ガレキの発生状況を分析・整理するとともに、幹線道路上に発生する震災ガレキの発生頻度や道路へのはみ出し幅等の特徴について分析を行った。

【研究内容】

1. 幹線道路上に発生した震災ガレキの実態整理

平成 7 年兵庫県南部地震の際に撮影された航空写真を判読することによって、沿道建築物等の倒壊によって幹線道路上に発生した震災ガレキの実態を分析・整理した。ここで、道路上に発生する震災ガレキについては過去に調査された事例があるが、これらの調査は、細街路を対象としたもの¹⁾や、震災ガレキの処理がある程度進んだ地震数日後の国道を対象としたもの²⁾であり、幹線道路上に発生した震災ガレキの実態は十分に把握されていない。そこで、本研究では、兵庫県南部地震によって幹線道路上に生じた震災ガレキを調査対象とすることとした。震災ガレキの実態として整理したのは以下のデータである。

【震災ガレキの発生状況を表すデータ】

- ・震災ガレキの道路上へのはみ出し幅・長さ、
- ・震災ガレキの由来（沿道建物、電柱等）等

【震災ガレキの発生に影響を与え得る要因】

- ・倒壊建物の属性（木造・非木造、低層・高層）
- ・沿道街区の建物倒壊率
- ・震災ガレキが発生した道路の道路種別
- ・ガードレールの有無、歩道幅員、分離帯幅 等

2. 幹線道路上に生じた震災ガレキの発生特性の分析

1. の整理結果に基づき、兵庫県南部地震によって幹線道路上に生じた震災ガレキの発生頻度や、幹線道路上への震災ガレキのはみ出し幅、長さについて特徴を分析した。分析にあたっては、兵庫県南部地震の際に細街路上に発生した震災ガレキ¹⁾との比較を通じて、幹線道路に発生する震災ガレキの特徴について整理した。

【研究成果】

1. 幹線道路上に発生した震災ガレキの実態整理

航空写真で画像判読の対象とした道路延長や、画像判読で道路上に確認された震災ガレキの発生箇所数を、道路種別ごとに整理した結果を表-1 に示す。本調査研究では、同表に示した合計 158 箇所の震災ガレキの発生に対し、震災ガレキが道路上にはみ出した幅や長さ等の情報や、倒壊建物の属性（木造・非木造、低層・高層）等について整理した。

表-1 航空写真の判読対象

道路種別	震災ガレキ発生箇所数 (件)	道路延長 (km)
直轄国道	52	31.5
補助国道	14	10.5
主要地方道	33	95.7
その他の幹線道路	59	258.4

2. 幹線道路上の震災ガレキの発生特性の分析

(1) 道路上の震災ガレキの発生頻度

航空写真で判読の対象とした幹線道路について、道路延長あたりの震災ガレキの発生頻度を求め、震災ガレキ発生箇所の沿道街区の建物倒壊率ごとに分類・整理した。図-1には、この様に整理した震災ガレキの発生頻度が道路種別ごとに示されている。同図から、沿道街区の建物倒壊率が増加すると、道路延長あたりの震災ガレキの発生頻度も増加する傾向が認められる。また、この様な傾向は道路種別によらない。

細街路を対象とした震災ガレキの調査事例¹⁾では、約500~900m四方の地区を兵庫県南部地震の被災地に複数設定し、各地区に含まれる細街路リンク上に発生した震災ガレキを数え上げており、56%の細街路リンク上に震災ガレキが発生したとしている。各地区には、東西、南北のそれぞれの方向に平均して約20の細街路リンクが含まれていたことから、各地区を東西、南北に走る約11の細街路リンクで震災ガレキが発生したことになる、これを地区の大きさ(約500~900m)を考慮してkm換算すれば、12~22(件/km)の頻度で震災ガレキが細街路上に生じていたことになる。これに対し、幹線道路を対象として求めた道路長さあたりの震災ガレキの発生頻度は最大でも4(件/km)程度であり、相対的に低くなっていることが認められる。

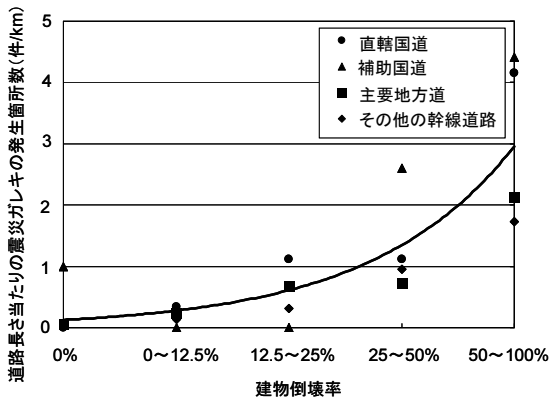


図-1 道路種別ごとの震災ガレキの発生頻度

(2) 道路上に発生する震災ガレキの発生特性

幹線道路上に生じた震災ガレキについて、道路へのはみ出し幅の累積比率を図-2に示す。同図には、既往の調査事例¹⁾に基づき、細街路上に発生した震災ガレキの道路へのはみ出し幅についても累計比率を示している。(1)に示した様に、幹線道路上に震災ガレキが発生する頻度は細街路に比べて低いが、図-2より、幹線道路上にひとたび震災ガレキが生じると、その道路へのはみ出し幅は細街路に比べて大きくなる傾向が認められる。

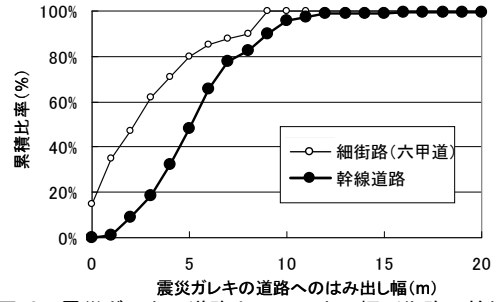
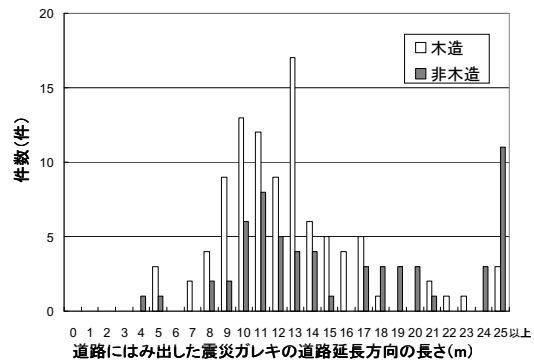


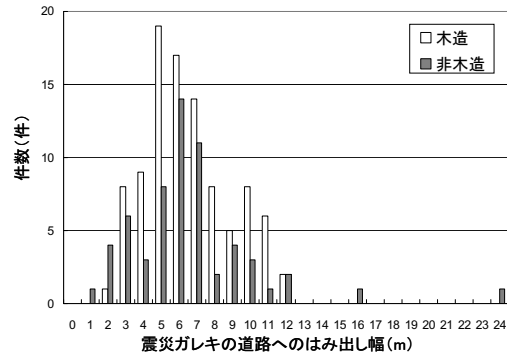
図-2 震災ガレキの道路上へのはみ出し幅(街路・幹線道路)

次に、幹線道路上に発生した震災ガレキの長さ及び幅を、倒壊した沿道建築物の属性(木造・非木造)で分類して整理した結果を図-3に示す。同図(b)から、震災ガレキの道路へのはみ出し幅については、木造と非木造で大きな差異は認められない。これに対し、図(a)から、非木造に由来する震災ガレキのはみ出し長さは木造に比べて相対的に長い領域をカバーする分布となっていることが認められる。

上記の様に、21年度の研究では、震後の道路機能を低下させる震災ガレキの発生特性に関する知見を得た。



(a) 震災ガレキのはみ出し長さ



(b) 震災ガレキのはみ出し幅

図-4 木造・非木造建物に由来する震災ガレキの道路上へのはみ出し

【成果の活用】 本成果は震災ガレキの発生程度の予測手法の検討に活用でき、最終的には道路管理者の地震時の行動計画づくりに活用していくことが期待される。

【参考文献】 1) 国際交通安全学会、阪神・淡路大震災の実態調査に基づいた震災時の道路交通マネジメントの研究、1998/2) 土木学会他、阪神・淡路大震災調査報告、1996

震災時の道路利用と道路管理の高度化に関する調査

Study on introduction of floating car information to immediate understanding of disaster-induced road damage

(研究期間 平成 21 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 Risk Management
Earthquake Disaster Prevention Division

室長 高宮 進
Head Susumu TAKAMIYA
主任研究官 中尾 吉宏
Senior Researcher Yoshihiro NAKAO
研究官 本多 弘明
Researcher Hiroaki HONDA

Recently, major car manufacturing companies began to provide optimal route information service to the drivers based on floating car systems. In this study, applicability of floating car information to immediate understanding of disaster-induced road damage is evaluated.

[研究目的及び経緯]

大規模地震後における人命救助や消防活動等に利用可能な道路の情報を把握し防災関係機関に伝達するため、道路管理者は道路の被災状況を迅速に把握する必要がある。また、道路管理者は、被災した道路を速やかに復旧させる戦略を練るためにも、道路の被災状況を迅速に把握する必要がある。近年、道路を走行中の車両から位置、速度等のデータを取得し、渋滞等の道路状況をリアルタイムに把握することで、目的地への最適なルートを知らせるサービスが自動車メーカー等によって提供されている。この様に実際に道路を走行しており、走行速度情報、位置情報等を収集できるセンサーとなるような車両（以下プローブカーという。）を利用して、道路の被災状況把握の可能性を検討しておくことは重要である。

本研究では、プローブカーを通じて入手できるデータを分析することによって、道路の被災箇所やその周辺を走行したプローブカーに認められる特異な走行特性について検討した。また、プローブカーから入手できるデータを活用した道路の被災状況把握の所要時間について検討を行った。

[研究内容]

1. 道路の被災箇所及びその周辺を走行したプローブカーの走行特性に関する検討

プローブカーからの取得データ（以下、プローブカーデータという）を災害時の道路被災状況と照らし合わせることで、道路の被災箇所やその周辺を走行したプローブカーに認められる走行特性について検討した。プローブカーデータとしては、道路リンクを一定の時間に通過したプローブカーの走行台数や平均速度等の統計的なデータを活用できる場合と、個別のプローブカーの位置、速度等のデータを直接的に活用できる場

合が考えられることから、本研究では、それぞれのデータを活用した被災状況把握の可能性の理解に向けた検討を行っている。本報告では、被災状況把握への利用の実現が相対的に容易であると考えられる統計的なデータを利用できる場合の検討結果を示す。統計的なデータとしては、デジタル道路地図の道路リンクごとに記録された1時間ごとのプローブカーの走行台数及び平均速度を用いた。なお、プローブカーの普及台数は増加しつつあるが、現時点では依然として台数が限定されており、道路の被災状況把握の可否を検討するためのデータが全国的に十分に蓄積されていない。そこで、本研究では、プローブカーとしての機能を持ち合わせるとともに、政令指定都市における走行台数が比較的多いタクシーからの取得データを用いることとした。また、道路の被災状況把握の可否を検討する被災としては、平成21年10月の台風10号の際に名古屋駅周辺で面的に発生した道路の浸水被害を対象とした。

2. 道路被災状況の把握率と所要時間に関する検討

災害により任意の時間、場所で発生し得る道路被災の迅速な状況把握には、多数のプローブカーが時間によらず面的に分布した状態で走行している必要がある。しかしながら、上記の様に、現時点のプローブカーの普及台数は限定されており、今後の更なる普及が待たれるのが現実である。そこで、本研究では、道路の被災状況の把握率（被災状況の把握済み路線長／被災状況の把握対象路線長）と所要時間の関係が、プローブカーの更なる普及によって、どの様に改善されるかについても検討した。検討にあたっては、はじめに、平成17年（2005年）の交通センサスデータに基づいて路線種別（直轄国道、主要地方道など）ごとの平均的な交通量を算定し、2010年以降の基本的な一定交通量

と仮定した。次にこの、仮定値を基本として、プローブカーの増加率に関する予測結果¹⁾や、自動車メーカーへのヒアリング結果を参考にして、2010年以降に増加すると考えられるプローブカーの道路種別ごとの平均的な交通量を予測した。ここでは、地域(都市部 or 地方部)、曜日(休日 or 平日)、時間帯(昼間 or 夜間)を考慮してプローブカーの道路種別ごとの平均的な将来交通量を予測している。本研究では、この様にして求めたプローブカーの平均的な将来交通量に基づき、名古屋市及び新潟県の道路を対象として、被災状況の把握率と所要時間の関係の経年変化を予測した。本報告では新潟県を対象とした結果を示す。なお、道路被災状況の把握に一定の精度を確保できるプローブカーの通過台数については検討が必要であるが、ここでは、プローブカーが5台通過した箇所は道路の被災状況を把握できると仮定した。

【研究成果】

1. 道路の被災箇所及びその周辺を走行したプローブカーの走行特性に関する検討

台風10号の浸水被害について住民から名古屋市への情報提供は6時近くに始まった。図-1に住民からの情報提供等に基づいて名古屋市が作成した名古屋駅周辺の浸水エリアを示す。同図には同日午前6時台にプローブカーの走行実績のあった道路リンクの平均速度に関する情報を「丸印」で道路リンクの中央位置に付している。平均速度の情報としては、1週間前の同じ時間帯の平均速度に対する変化の割合を示しており、マイナスの割合が速度低下の程度を表す。また、同図には、1週間前の同じ時間帯に通過台数が3台以上あったにも関わらず、台風当日の午前6時台には走行実績が喪失した(確認されなかった)道路リンクについて「×印」を付している。

図-1では、浸水エリア及びその周辺において走行実績の喪失や平均速度の低下が観測された箇所に「↓」を付している。同図から、浸水エリアやその周辺において走行実績の喪失や平均速度の低下が観測される傾向が認められる。一方、図-1において、浸水エリアやその周辺以外でも、走行実績の喪失や平均速度の低下が認められる箇所が複数あるため、実際の浸水エリアやその周辺で認められるプローブカーの走行特性との差別化について検討することが今後の課題である。また、本検討は浸水被害を対象としたが、それ以外の災害を対象とした検討も必要である。

2. 道路被災状況の把握率と所要時間に関する検討

2010年及び2016年の平日・昼間における道路種別ごとのプローブカーの交通量を予測し、新潟県の直轄国道と主要地方道を対象として、道路被災状況の把握率と所要時間の関係を予測した結果を図-2に示す。同図から、直轄国道の被災状況の把握率が100%に達す

る所要時間は、2010年に10時間程度であるが、2016年には3時間程度に減少する。これに対し、主要地方道については、被災状況の把握率が100%に達する所要時間は、2010年に48時間程度と長く、2016年になっても24時間程度を要する。図-2は、5台のプローブカーが通過した箇所は道路の被災状況が把握できると仮定した結果を示しているが、例えばこの台数を2台まで減らすことができれば、主要地方道についても2016年には10時間程度で100%の把握率を確保できる。また、プローブカーの交通量が多い道路種別に絞りを、プローブカーデータを活用した道路の被災状況把握の検討を進めていく方向性も考えられる。

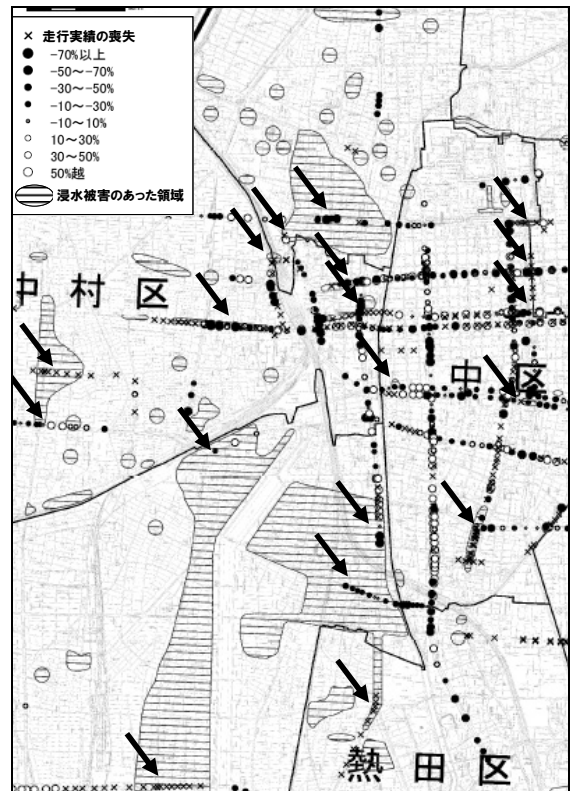


図-1 浸水エリアとプローブカーデータの照合

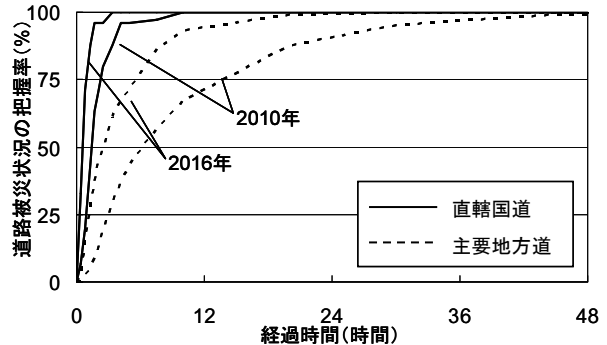


図-2 道路被災状況の把握率と所要時間

【成果の活用】道路の被災状況把握へのプローブカーデータの今後の活用検討に活かされることが期待される。

【参考文献】1) ITS 関連市場の現状と将来展望、富士キメラ総研、2008

地域を支える基幹産業の地震後の早期復興を支援する 道路情報提供に関する調査

A study on road information service for disaster management of the private sector

(研究期間 平成 20～21 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 Risk Management
Earthquake Disaster Prevention Division

室長	高宮 進
Head	Susumu TAKAMIYA
主任研究官	中尾 吉宏
Senior Researcher	Yoshihiro NAKAO
研究官	本多 弘明
Researcher	Hiroaki HONDA

Interviews with persons in charge of disaster response in private companies were conducted to clarify road information needed for business continuities in a large earthquake. Road information collected by private companies was investigated. Taking account of these points, ways how to deliver road information to private sectors were proposed.

〔研究目的及び経緯〕

新潟県中越沖地震において、部品工場が被災し、自動車生産工程が停止を余儀なくされる事態が生じたこと等を契機として、大規模地震後の事業継続の必要性に対する認識が高まっている。

現代の産業界においては企業活動を成立させるために道路網による流通を利用している企業が多く、地震後に流通経路が寸断されると、このような企業の活動に支障をきたす可能性が生じる。この場合、企業は被害の少ない路線を選択して物流を継続させる必要があり、道路管理者による道路情報の提供は非常に重要なものとなる。

本研究は、大規模地震後の産業界の事業継続を支援できる道路情報提供のあり方を提案することを目的とする。平成 21 年度は、震後の産業界の道路情報ニーズと、平時から産業界が独自に収集している道路情報をヒアリング調査した上で、大規模地震後における道路情報提供のあり方を検討した。

〔研究内容〕

1. 震後における産業界の道路情報ニーズ

大規模地震の被災経験を有するとともに、道路依存度の高い企業の防災担当者に対してヒアリングすることで、事業継続のためにどのような道路情報がどの段階で必要となるのか、また、収集した道路情報をどのように使うのかを把握した。ここで、「道路依存度が高い企業」とは、事業継続のために道路情報を必要とする、あるいは人流、物流で道路を利用する企業のこととした。

2. 産業界が独自に収集している道路情報

平時の企業運営のために独自に道路情報を収集している企業や道路情報提供サービスを行っている企業を対象としてヒアリングを行い、企業が独自に収集している道路情報の種類や、収集手段、更には、大規模地震が発生した場合にもそれらの情報収集が機能するかについて把握した。

3. 産業界への道路情報提供のあり方

産業界の事業継続に資する目的で、1. で得た産業界の道路情報ニーズと、道路管理者が震後に収集する道路情報、2. で得た産業界が平時に独自に収集している道路情報を踏まえて、震後の道路情報提供のあり方を検討した。

〔研究成果〕

1. 震後における産業界の道路情報ニーズ

ヒアリング結果に基づいて、震後において産業界が必要とする道路情報、その用途、入手したいタイミング、入手形式等を整理したものが表-1（左側半分）である。この結果は、多くの震後の道路情報について地図形式で提供することが有用であることを示している。また、発災直後は、被災地の通行可否の情報が低精度であっても必要とされており、その後、発災から時間が経過するに従って復旧に関する精度の高い情報が必要とされる。これらの他、ヒアリングを通じて、「土地勘のあるドライバーに対しては、通行不可の情報を提供するだけで迂回路を発見できる」ことや、「復旧見込みの情報は、精度が低くてもリアルタイムに入手することが望ましい」という情報も得られた。

表－1 震後において産業界が必要とする道路情報と提供の可能性

No.	道路情報の種類	道路情報の用途				発災後からの入手したいタイミング	情報に求められる精度	入手形式 (●:ニーズの高い形式)				道路管理者への提供実績	道路管理者による情報提供の可能性			
		被害状況の確認	通行可否の確認	迂回路の確認	復旧状況の確認			備考	テキスト	音声	映像・画像		地図	提供方法	短期	中長期
1	被害状況	○				1時間以内	高		○	○	●	○	有	道路情報提供サイトの更新履歴を外部から参照できるようにする	可	可
2	ライブカメラの映像	○				1時間以内	高				●		有	事務所のライブカメラ映像を一つのWebサイトで閲覧できるポータルを提供	可	可
3	被災地(ピンポイント)の通行可否		○			3時間以内	低	不確定要素有でもよい。	○	○	●		無	産業界から情報収集する仕組みを構築し、収集方法や精度等の条件を付して提供	困難	可
4	崩落情報		○			3時間以内	中	初期は、不確定要素有でもよい。	○		●	○	有	No.1と同じ	可	可
5	土地勘のある人からの経路情報		○			3時間以内	低	不確定要素有でもよい。	○	○	●		無	No.3と同じ	困難	可
6	実際に通行した人からの道路情報		○			3時間以内	低	不確定要素有でもよい。	○	○	●		無	No.3と同じ	困難	可
7	通行可能な経路		○			3時間以内	中	初期は、不確定要素有でもよい。	○	○	●		無	No.3と同じ	困難	可
8	通行不可の道路		○			3時間以内	中	初期は、不確定要素有でもよい。	○	○	●		有	No.1、No.3と同じ	可	可
9	特殊車両の通行可否		○			3時間以内	高		○	○	●		有	特車申請者以外にも公表して周知徹底を図る	可	可
10	復旧				○	3日以内	高		○	○	●		有	No.1と同じ	可	可
11	復旧見込み				○	3日以内	中	初期は、不確定要素有でもよい。	○	○	●		有	No.1と同じ	可	可
12	優先して復旧する道路				○	3日以内	高		○	○	●		無	可能な限り復旧道路の優先度を付けて公表	可	可
13	迂回路			○		3日以内	中	初期は、不確定要素有でもよい。	○	○	●		有	現行の運用に加え、No.3のような仕組みを構築し、提供情報の充実を図る	可	可

表－2 平時に産業界が独自に収集している道路情報と道路管理者の利用可能性

企業名	独自に収集・作成している情報	収集手段	大地震による影響	道路管理者の利用可能性
インクリメントP	プローブカーデータ	ホンダのインターナビ等の情報を収集	震度5弱以上のエリアの「通行実績マップ」を作成	とくに、発災直後は、被災地の通行可否の参考資料となる
東京情報旅客自動車協会	ピンポイントの被害状況	防災レポート車のドライバーから災害情報を報告	携帯電話会社による通話制限や輻輳の可能性あり	現地のピンポイントの被害状況をほぼリアルタイムに把握できる

2. 産業界が独自に収集している道路情報

ヒアリング結果と、各情報に対する道路管理者の利用可能性を表－2に整理する。

インクリメントPは、ホンダのインターナビを通じて、プローブカー(車両自体の位置・速度等の情報が収集できる自動車)から得られる情報を収集しており、平時は、この情報を基に渋滞情報等を提供している。震度5弱以上の地震が観測されると、プローブカーの軌跡を地図に落として得られる「通行実績マップ」を提供することとしている。

東京情報旅客自動車協会では、「防災レポート車」を募り、登録された自動車の運転手に、東京で大地震、風水害、大事故等が発生した場合に、現場の様子をマスメディア等に伝える役割を担わせている。この体制は平成8年に開始したが、平成21年現在、80車両、299名が登録されている。災害等が発生した場合、「防災レポート車」の運転手は携帯電話により放送局に道路の状況や車両付近の様子を報告し、報告された情報は放送局から視聴者や東京都の災対本部に伝達される。平時は、火災や交通事故が通報されている。大規模地震が発生した際、携帯電話会社による通話制限や輻輳の可能性があるため、電子メールによる情報提供も受け付ける体制が放送局でとられている。

「防災レポート車」による情報収集では、被害状況全般が収集されることになっており、道路管理者が有効に情報収集するためには交通状況や道路被災につい

ても報告してもらえるような仕組みとすることが考えられる。

3. 産業界への道路情報提供のあり方

道路管理者による道路情報の提供の可能性を表－1の右側に示した。

復旧状況、復旧見込み等、道路管理者に由来する情報については、情報提供サイトの更新履歴を外部から容易に見られるようにすることなど、道路管理者による情報提供の手法を改良することが有効である。これにより、道路情報提供サービスを行う企業では、道路情報の提供がうまく進むようになると考えられる。

また、産業界が独自に収集している道路情報には、情報収集者の主観が入った情報や間接的に観測された情報が多く、道路管理者が収集する情報ほど精度は高くない。しかし、「低精度で良いから発災早期に必要」となる道路情報のニーズに寄与することが考えられる。そのため、これらの情報については、産業界から情報収集する仕組みを構築し、精度に関する条件を付したり、データマイニング等を行ったりした上で、道路管理者が提供することが考えられる。

【成果の発表】

中尾吉宏，峰隆典：産業界の事業継続を支援する道路震災情報の提供，土木技術資料，第51巻12号，2009。

【成果の活用】

震後の道路情報を外部組織に提供する方針を検討する際に活用することを想定している。

既設道路橋の性能評価手法に関する検討

Research on Performance Evaluation Method for Existing Highway Bridges

(研究期間 平成 21 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 関谷 光昭
 Senior Researcher Mitsuaki Sekiya
 研究官 生田 浩一
 Researcher Kouichi Ikuta
 交流研究員 加藤 浩一
 Research Engineer Kouichi Kato

室長 玉越 隆史
 Head Takashi Tamakoshi
 研究官 池田 秀継
 Researcher Hidetsugu Ikeda
 交流研究員 小沼 恵太郎
 Research Engineer Keitaro Konuma
 交流研究員 藤田 知高
 Research Engineer Tomotaka Fujita

The influence of existing bridge's damage on its load-carrying capacity was examined. Through 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 with experimental approach.

【研究目的及び経緯】

複雑な構造体である道路橋では解析モデルにおいて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構造の挙動が基本的に一致せず、新設時にはこれらを考慮して安全側となるように設計される。しかし経年によって様々な変状が生じた既設橋に対してこのような新設時の設計手法をそのまま適用すると、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と同時に、変状による部材性能の低下については適切に考慮されないため、安全が担保されない恐れもある。そのため現有性能を正當に評価し、合理的な維持管理を実現するためには、新たに設計する場合とは異なる、実構造系の耐荷力機構と損傷等の変状による影響を適正に評価できる耐荷力評価手法を確立する必要がある。

本研究では、基礎的検討として、損傷等によって設計時とは異なる特性を有する部材を考慮するに際し、異なる方法でモデル化して試算を行い、モデル化の相違が結果に及ぼす影響について検討を行った。

【研究内容及び研究成果】

既設橋における代表的な損傷に着目し、その影響を複数の異なるモデルで表現した構造解析モデルを作成して自動車荷重に対するそれぞれの耐荷力の試算を行った。

また実際に供用されていた部材を用いて作成した供試体による載荷試験と再現解析を行い劣化損傷の影響について検討を行った。

(1) 構造解析モデルの検討及び耐荷力の試算

既設道路橋の施工実績が多く、耐荷力への影響が懸念される代表的な損傷が発生している橋梁形式を検討対象として、損傷した部材の変状による有効断面、床版と桁間の結合状態、横桁等の荷重分配効果の程度及び幅員を変化させた構造解析モデルを構築し耐荷力の試算を行い、橋梁構造系全体の性能に及ぼす影響についてモデル化レベルと評価結果の関係について整理を行った。ただし、供用安全性に問題となる重大損傷は緊急個別対応案件として今回検討対象外としている。検討対象橋梁形式を表-1 に、検討対象損傷及び構造解析モデルの一例を表-2、3 にそれぞれ示す。

表-1 検討対象橋梁形式

橋梁形式	床版橋	1 RC中空床版橋
		2 PC中空床版橋
		3 非合成I桁橋
	鋼桁橋	4 合成I桁橋
		5 非合成箱桁橋
		6 鋼床版箱桁橋
	PC桁橋	7 プレテンI桁
		8 ポステンI桁
		9 箱桁
	構成部材	10 トラス橋
11 鋼床版		
12 床組(縦桁、横桁)		
	13 RC床版	

表-2 検討対象損傷
(鋼合成I桁橋)

対象損傷	検討想定損傷状況
1 腐食	主桁剛性低下
2 き裂	対傾構の損傷
4 破断	対傾構の損傷
11 床版ひびわれ	主桁剛性低下
16 支承の機能障害	支承回転不能
24 土砂詰まり	支承回転不能

鋼合成 I 桁橋の解析モデルは主桁支間長 60m、横桁支間長 6m、縦桁支間長 8m、総幅員 10.7m (有効幅員 9.5m : 2 車線) の単純桁を標準形式として平面格子解析モデルにてそれぞれの損傷状態における耐荷力を試算した。主桁の外桁の桁端部又は支間中央部の下フランジが腐食損傷した場合の解析結果を図-1 に示す。

図-1 の解析結果より、腐食損傷の進行に伴い損傷部材 (G1) では断面力が減少し、健全部材 (G2) での断

表-3 構造解析モデル（鋼合成I桁橋）

損傷状態		解析モデル(平面格子解析)	
ヤング係数比 n=7	①健全時	G1 G2	①健全時
ヤング係数比 n=7	②移行 (下フランジ 50%腐食損傷)	損傷箇所 G1 G2	②移行 (下フランジ 有効断面50%)
ヤング係数比 n=7	③損傷 (下フランジ 100%腐食損傷)	損傷箇所 G1 G2	③損傷 (下フランジ 有効断面0%)

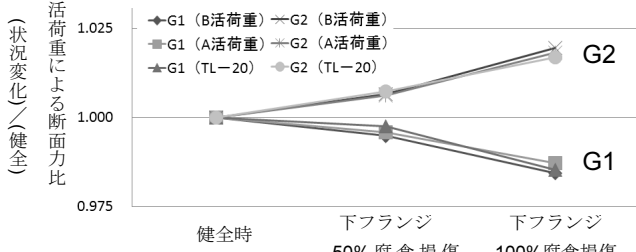


図-1 解析結果（支点反力：支点腐食時）
（鋼合成I桁橋）

面力は増加するという橋梁構造系全体の断面力のバランス変動が発生することは平面格子解析モデルにて評価可能と考えられる。しかしながら、実構造における腐食の影響としては、柱部材として設計される支点部の鉛直力に対する座屈強度の低下等を正確に反映する必要があることから、道路橋示方書に示される座屈強度について柱としての座屈（細長比）や局部座屈との連成を考慮した耐荷力照査式による試算を行い平面格子解析モデルとの比較を行った（図-2）。その結果、解析手法の相違による耐荷力の試算結果に乖離が確認され、平面格子解析モデルでの耐荷力評価手法における課題が抽出された。

今後、局部的な損傷等に対しても正確に照査を行える要素単位での影響を反映できる解析モデル化手法等の検討を行い、簡便かつ安全側に反映できる耐荷力評価手法の検討を行う。

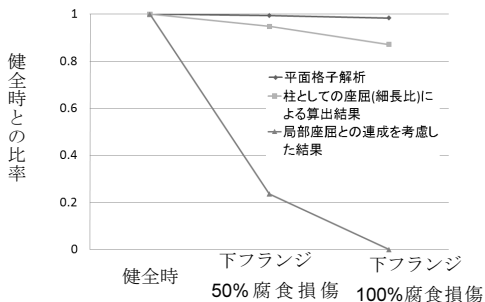


図-2 解析手法の違いによる耐荷力比較結果

(2) 損傷部材の耐荷力試験

経年劣化による腐食減厚やき裂損傷が、部材の耐荷性能に及ぼす影響を確認するため、実際に供用されていた部材を用いて支点部に腐食やき裂を人工的に発生させた供試体を製作し、表-4 に示す4パターン

の試験を実施した。

表-4 試験ケース

試験ケース名	具体的損傷	載荷位置
B-1	支点部腐食	支間中央
B-2	支点部腐食+き裂	支間中央
B-3	支点部腐食	支点直上
B-4	支点部腐食+き裂	支点直上



図-3 経年劣化した部材の試験体

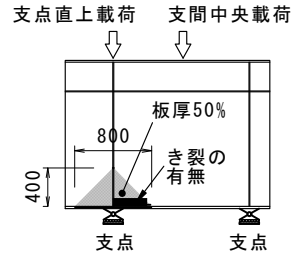


図-4 試験概要図（経年劣化）

図-5 より載荷位置に拘わらず、ウェブ及び垂直補剛材に発生する主応力度は、き裂の有無により異なり、き裂を伴う場合には垂直補剛材に応力が集中する傾向を示した。このことから、本試験で想定したレベルのき裂を伴う損傷がある場合には、ウェブ及びフランジへの応力伝達機構の不具合が発生し、本来ウェブが負担すべき応力を補剛材が負担することで、補剛材が早期に損傷し、主部材の損傷につながる危険性が示された。また、これらの試験結果はFEM解析による再現解析においても精度良く再現された。

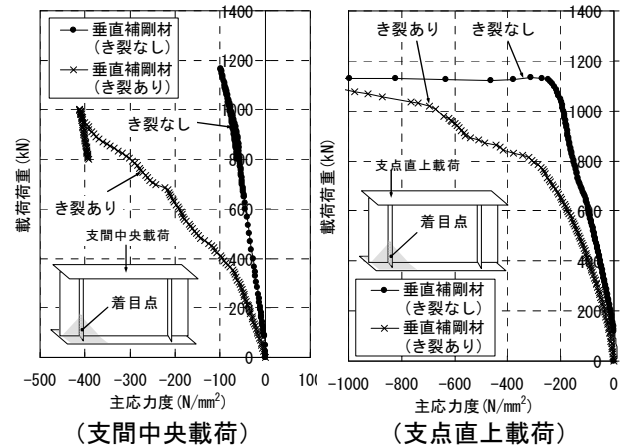


図-5 試験結果

[成果の発表]

各種論文等で発表する予定。

[成果の活用]

今後、既設道路橋の実構造系の耐荷力機構及び着目箇所にて特化した損傷等の変状を反映できる構造解析モデル及び評価手法の検討を進めるとともに、損傷部材の載荷試験及び再現解析を実施し、部材の損傷を反映した橋梁の評価手法を確立し現性能を最大限に活用した合理的な維持管理の実現に反映する予定。

道路橋の維持・管理標準に関する検討

Research on standardization for renewal investment of highway bridges

(研究期間 平成 21 年度～)

—道路橋定期点検等の合理化・標準化に関する調査—

—Research on the rationalization and standardization of highway bridge inspection—

道路研究部 道路構造物管理研究室

Road Department, Bridge and Structures Division

研究官 北村 岳伸

Researcher Takenobu Kitamura

室長

Head

主任研究官

Senior Researcher

交流研究員

Research Engineer

玉越 隆史

Takashi Tamakoshi

大久保 雅憲

Masanori Okubo

藤田 知高

Tomotaka Fujita

In order to establish a rational periodic bridge inspection manual which every road administrator can use, NILIM conducted analysis on trend of generation and progress of damage, recommendation of countermeasure, and so on using bridge inspection data collected by MLIT since 2004 when the periodic bridge inspection manual for national highway bridges was revised.

【研究目的及び経緯】

我が国の社会資本は、これまでに蓄積されてきたストックのうち高齢化したものの割合が今後急速に増加するという課題に直面することから、これからは、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)とされている。このためには、データに基づく科学的な維持管理に移行する必要がある、さらには、管理者の別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が重要となるものと考えられる。

これらを踏まえ、本研究では、効率的に地方公共団体が管理するものを含む全国の道路橋の状態を統一的な観点で把握するため、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標準の策定に向けた検討を実施した。

【研究内容】

直轄道路橋における定期点検は、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 年間隔で実施しており、現在までにほとんどの橋梁について統一的な手法で把握された点検データが蓄積されている。一方、地方公共団体においては、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ケースも多い。

本研究では、将来の維持管理の合理化・高度化に資

するよう、また地方公共団体の点検導入に資するよう、点検体系を整理した上で、直轄道路橋の近接目視で網羅的に取得されてきた膨大な点検データに対して、部位や架橋環境などの条件毎に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、及び一次診断である対策区分の所見の分析を実施した。

【研究成果】

1. 点検体系(レベル)の整理

直轄道路橋における点検は、主として橋面に現れる重大な異常を早期に発見する通常点検、損傷状況や機能状態を網羅的かつ比較的詳細に調査する定期点検、塩害等の特定事象や、地震等の発災時など特定条件に対応した点検など、同じ橋に複数の点検を体系化し、組み合わせる実施している。各点検のレベルを表-1 に示す。各点検には損傷把握の限界もあり、これらの組合せと頻度の設定で、いわば管理水準が決定されることとなる。橋梁構造の安全性や第三者被害に関わる全ての事象をいかに把握するか、予防保全のために損傷発生の兆候をいかに早期に把握するかを、道路管理者として総合的に判断して体系化することが求められる。

2. 初回点検結果の分析

損傷の発生割合と橋梁の健全度に与える影響度を勘案し、初期損傷に対する対応方針を整理した結果を、図-1 に示す。②リスクの個別回避・低減及び③リスクの計画的回避・低減に該当する損傷については、詳細調査を行い損傷原因を特定して個別の対応を図るとともに、対策を設計・施工時の基準等へ反映させる等計画的に LCC 縮減と長寿命化を図ることが重要であると

表-1 各点検のレベル

点検の種類	目的	頻度	点検方法	把握可能な損傷			点検の限界	課題
				対象部位・部材	損傷の種類	損傷発生から把握までの期間		
通常点検	主として橋面に現れる重大な異常を早期に発見する	毎日	車内からの目視	・道路/バトの助手席から、通常の走行速度において、見渡せる範囲	・舗装の異常やたわみ等主として橋面に現れる異常で、前回(前日)からの変化が顕著なもの	・巡回間隔(ほぼ24時間)以内	・路面に現れる顕著な異常以外は、ほとんど把握不可能	・道路のサービス水準に応じた頻度の設定
定期点検	橋梁の損傷状況の全貌を把握し、健全度の診断を行う	供用後2年以内 その後5年毎	近接目視	・全部位・全部材(地中部・水中部・部材内部は除く。)	・近接目視で、症状が把握可能なもの	・突発的なものは、重大損傷であっても、次回定期点検時(最長5年後)	・症状が既に表面に現れているものに限られる。 ・地中部・水中部・部材内部の状況は、地表面又は表面に症状が間接的に現れるものに限られ、間接的把握が可能	・一律、全部材5年毎の合理化 ・水中部、地中部、部材内部の特定点検の制定 ・塩害…策定済み(予防保全) ・第三者被害…策定済み(突発的)
中間点検	定期点検を補う	定期点検の中間	可能な箇所は近接目視、その他は遠望目視	・全部位・全部材(地中部・水中部・部材内部は除く。)	・近接目視又は遠望目視で、症状が把握可能なもの	・同上	・遠望目視箇所では、小規模な損傷(き裂、ひびわれ等)は、通常、把握不可能 ・遠望目視不可箇所も存在	・遠望目視(不可)箇所の縮小・解消(検査路の設置等)
特定点検 ・塩害	塩害に対する予防保全を図る	10年毎	塩化物イオン試験	・下部構造、上部構造	・塩害を原因とする損傷	・一般的には、10年間で塩害が著しく進行し、手遅れとなることはない。	・特になし	・特になし
特定点検 ・第三者被害	コンクリート部材の一部が落下して第三者に与える被害を予防する	2~3年毎	打音検査	・第三者被害の可能性のあるコンクリート部材	・うき	・適切な頻度は不明であり、被害の起きる危険性は否定できない。	・特になし	・恒久対策として、事前の落下防止策(落下防止ネットの設置等)の実施
異常時点検 (災害時)	地震や台風などの災害が発生した場合に、橋梁の安全性を確認する	災害発生時	可能な箇所は近接目視、その他は遠望目視	・災害に応じて、損傷が想定される部位・部材を中心	・地震:下部構造の沈下、傾斜、大きなひびわれ、支承部の異常等 ・洪水:下部構造の洗掘、沈下、傾斜等	・災害に伴うある程度の規模を伴うものは、即時に把握可能	・遠望目視箇所では、小規模な損傷(き裂、ひびわれ等)は、通常、把握不可能 ・遠望目視不可箇所も存在	・遠望目視(不可)箇所の縮小・解消(検査路の設置等)
異常時点検 (臨時点検)	橋梁に予期していなかった異常が発見された場合に、同種の事象が生じる恐れのある橋梁の安全性を確認する	異常事象発生後	個別に設定	・個別に設定	・当該異常事象	・部度にはなるもの、ほぼ即時に把握可能	・異常事象による	・(全国一斉)点検の必要性の判断

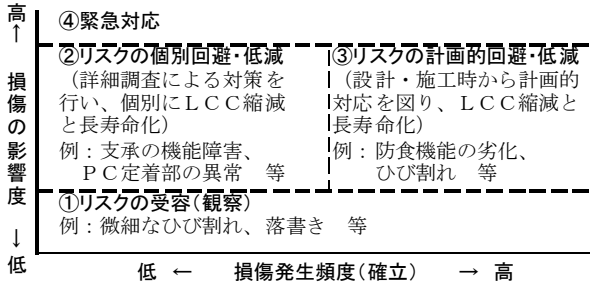


図-1 初期損傷に対する対応方針

考えられる。

3. 点検頻度に関する分析

損傷の特徴について、部位別、架橋環境別の分析を行った。鋼主桁の腐食の例を図-2、-3に示す。同一主桁において、桁端部が中間部に比べ損傷程度が悪く、損傷の進行も端部が中間部に比べて早い傾向がある。架橋環境においては、凍結防止剤の散布頻度と高い相

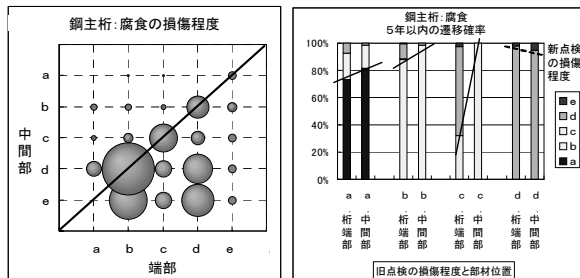


図-2 部位別の損傷状況

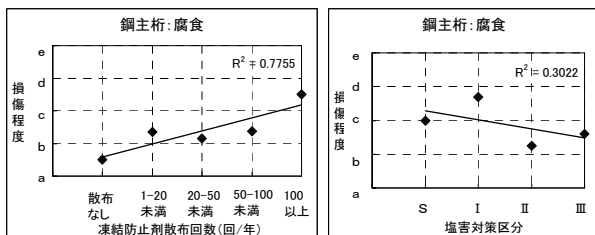


図-3 架橋環境の違いによる損傷状況

関が見られ、海岸からの距離が近くなるほど損傷程度が悪化する傾向が見られた。今後、他の部材においても同様な分析を進め、道路管理者が点検頻度を選択する際の参考資料としてとりまとめる予定である。

4. 対策区分の判定に関する分析

道路管理者が損傷に対する意思決定を行う際に参考となる対策区分と損傷程度との相関を、鋼主桁の腐食を例に図-4に示す。同一の損傷程度であっても、損傷原因、今後の進行、橋梁の安全性に与える影響等を技術者が総合的に判断していることから、当然、対策区分は様々であり、客観的事実の損傷程度と2本立て評価の必要性が確認された。一方、対策区分の判定理由は、「C：速やかな補修等が必要」においては、耐荷性(安全性)確保の観点からと耐久性確保(予防保全)の観点からに2分された。両者は趣旨を異にしており、対策区分の細分化の必要性が示唆された。

また、「S：詳細調査が必要」において、補修規模を明確にするための理由とするものも見られた。補修等を行う際は通常、原因を究明し、適切な補修工法、規模を決定するために詳細調査が行われることから、「S」は適切でないと考えられ、点検要領の解説を充実させる必要性が認められた。

【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】

定期点検要領(案)の改訂、定期点検標準(案)の策定に反映。

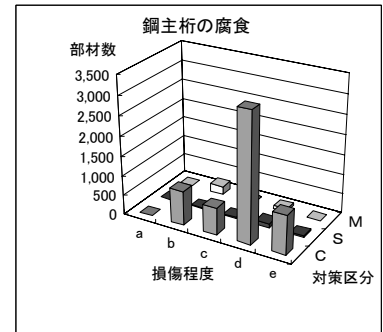


図-4 損傷程度と対策区分

道路構造物群の管理水準に関する検討

Research on maintenance level of road structures

(研究期間 平成 21 年度～)

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

研究官 北村 岳伸
Researcher Takenobu Kitamura

室長 玉越 隆史
Head Takashi Tamakoshi
主任研究官 大久保 雅憲
Senior Researcher Masanori Okubo
交流研究員 藤田 知高
Research Engineer Tomotaka Fujita

From the viewpoint of the road network function, we identified functions required to road structures such as bridges, pavement, tunnels and earthworks, proposed common indices which indicate performance on those functions and are applied to any road structure, and developed the method to evaluate network by using the indices.

【研究目的及び経緯】

道路ネットワークは、橋梁、舗装、トンネル、土工等、様々な種類の構造物から成り立っている。一方、近年、新設構造物に対しては機能的な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面から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、橋梁、舗装、トンネル、土工等の個々の機能のみならず、道路ネットワークの機能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道路構造物群に求められる機能を整理し、当該機能の性能状態を構造物の種類に拘わらず共通の指標で表す方法を検討し、得られた指標を用いてネットワークを評価する手法の検討を実施した。

さらに橋梁に関しては、他の道路構造物に先行して、将来の機能状態の予測を視野に、損傷の劣化予測を高度化する手法についての検討を実施した。

【研究内容】

1. 橋梁の劣化予測の高度化

直轄道路橋の定期点検で取得されてきたデータに対して、塩害地域や大型車交通量等の架橋環境の条件毎に損傷の発生時期と程度に着目した傾向や特徴の分析を実施した。

2. 道路構造物群の共通指標の設定

道路構造物の維持管理状態や現有性能についての最新情報を管理者や利用者をはじめ国民が等しく理解し、補修や補強、通行制限などの措置が適時適切に行われるようにするため、構造物の状態を分かりやすい形、すなわち、構造物の種類を問わず共通の指標で評価す

る手法について、既存の点検結果の活用を前提に検討した。

3. 道路ネットワーク上での評価手法

上記指標を用いて道路ネットワークの状態を俯瞰する一つの方法として、行政目的達成の検討に必要な情報あるいは企業BCP策定に有益と考えられる情報を抽出し、これらを指標と合わせてマップに表現する手法を検討した。

【研究成果】

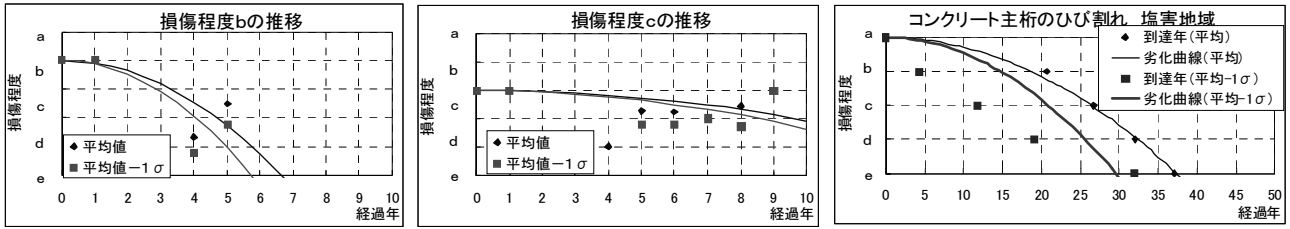
1. 橋梁の劣化予測の高度化

橋梁の健全度予測手法には、寿命を設定する方法、理論的な劣化予測式による方法、点検結果等の実績を統計的に分析する方法、遷移確率を用いた方法がある。コンクリートの塩害を例にとると、現在国土交通省で運用されている方法は理論式である。過年度、2回の点検結果の推移を分析し、遷移確率による方法の試案を作成した。今年度は、各損傷程度に至る経過年数の平均値を用いた予測式の試案を作成した。図-1に、過年度の結果とあわせて示す。橋梁毎に架橋環境は異なり、それを一つの方法で予測するには限界もあるものの、3方式の長短を検討しつつ精度向上に取り組む予定である。さらに、今後は、各損傷の劣化予測に加えて橋梁の機能状態（後述の指標）の将来予測、保全シナリオの違いによるライフサイクルコスト算出などの資産価値予測に取り組んでいく予定である。

2. 道路構造物群の共通指標の設定

(1) トンネル、土工の損傷程度の評価

開発中の橋梁の機能状態を現す指標は、各部材の損傷程度を客観的に評価した結果に対して、部材の重要度を勘案して算出するものである。トンネル、土工に



(ア) 遷移確率による劣化予測 (抜粋) (過年度) (イ) 経過年数の平均による劣化予測
 図-1 コンクリートの塩害の劣化予測

についても同様な考え方で指標を算出するため、現在各点検で行われている安全性に対する技術者評価に加え、損傷図と損傷写真を分析して、損傷程度を客観的に評価できるように、さらには損傷が構造体の健全度と与える影響をある程度反映できるように、橋梁定期点検要領(案)に準じた試算を作成した。なお、これによりデータが蓄積されれば劣化予測にも活用できるようになる。例えば、トンネル覆工のひびわれパターンの設定や規模の5区分化である。

(2) 道路構造物群の総合評価指標

上記試算を用いて算出した指標値を、点検時に技術者が安全性の観点から評価した結果と対比させて図-2に示す。指標は、全ての道路構造物に該当し、かつ、供用性や安全性の観点から不可欠と考えられる3機能、「交通荷重を安全に支持できることの信頼性」を表す耐荷性、「地震等の災害時に想定していた所要の安全性等の性能(緊急車両の通過、速やかな復旧など)が発揮されることの信頼性」を表す災害抵抗性、「日常的な利用において安全・快適な車両走行が保証されることの確実性」を表す走行安全性としており、トンネル、土工に求められるのは後2者である。図中に丸で囲った構造物は、技術者の判定よりも指標が安全側の結果となっている。トンネルにおける災害抵抗性での不一致は、技術者判定はコンクリート片落下などの走行安全性のみに着目したものであるためである。切土における不一致は、オーバーハングなどの地形が崩壊性要因を有する場合であり、本指標はこのような地形条件を算出に用いていないため、今後の課題である。

3. 道路ネットワークの性能マップの試作

構造物毎の指標をもとに区間の指標を算出する方法として、①相対的な安全性の評価には全構造物の平均値、②通行止めとなる可能性の評価には最低値、③健全性確保に必要な費用規模の評価には30点未満の構造物数、が考えられる。区間の持つ機能としては、①管理水準・優先度(災害時の啓開優先度)、②使用性能・機能性(交通量、走行性)、③代替性(通行止めの影響度)に分類することが考えられる。これらを組合せて地図表記するイメージとして、区間の指標は最低値(色で区分)、区間の機能は緊急輸送路の指定(太さで区分)として図-3に示す。ネットワーク状態の可視化が図れ、整備水準・管理水準の評価ツールとして有効となるものと考えられる。

[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とともに、企業BCPへの支援情報としての価値をヒアリング予定。

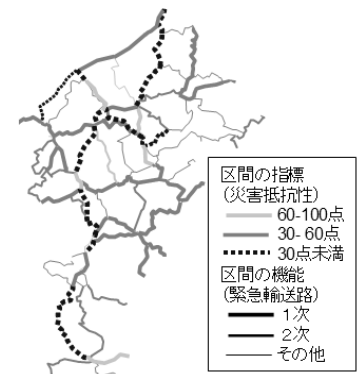


図-3 ネットワークの性能マップ (イメージ)

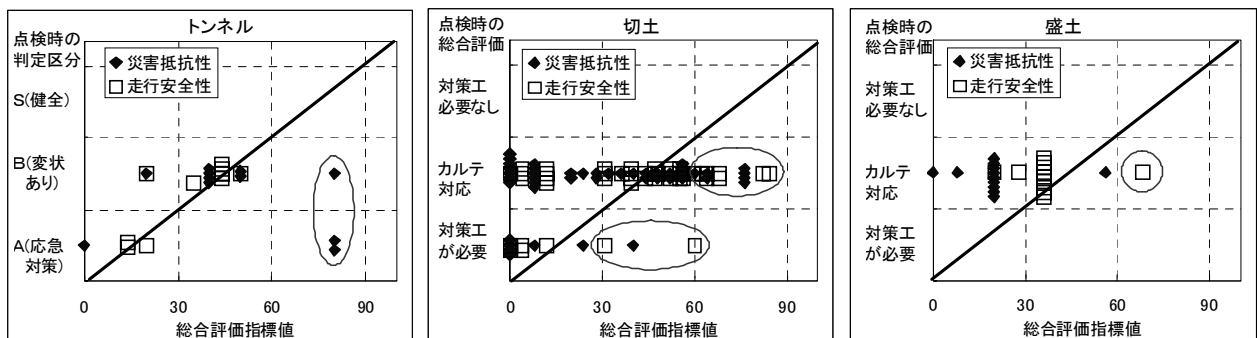


図-2 トンネル、切土、盛土の総合評価指標と点検結果の対比

自動車排出ガス量の測定・分析に関する調査

Investigation of automobile emission factors

(研究期間 平成 18～22 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

曾根 真理
Shinri SONE
土肥 学
Manabu DOHI
瀧本 真理
Masamichi TAKIMOTO

We measured the amount of air pollutants (nitrogen oxide, particulate material and carbon dioxide etc.) from the exhaust pipe of vehicles conforming to the latest exhaust gas regulation using a chassis dynamo meter. And we surveyed percentages of types and model years of cars on the road.

We will set the exhaust gas coefficient used for environmental assessment of road projects based on these results.

〔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、H12 迄の排ガス規制車のシャシダイナモ試験結果及び中央環境審議会「今後の自動車排出ガス低減対策のあり方について」第四次答申の H17 規制目標値に基づき設定している。

本調査は平成 17 年より新長期規制車が普及したことを踏まえ、シャシダイナモメータを用いて実走行状態を再現して自動車排ガス中の大気汚染物質質量(NOx・PM 等)を測定し、今後の排ガス規制導入による低減を考慮し、自動車排出係数をより実態に即した値に更新するとともに、自動車走行時の CO₂ 排出係数の更新を検討するものである。

〔研究内容〕

1. 最新の排ガス規制適合車からの排ガス量測定

自動車排出係数の更新にあたり、最新の排ガス規制適合車からの排ガス量が必要となる。そこで、シャシダイナモメータを用いて実走行状態を再現し、H17 新長期規制適合車からの排出ガス量を測定した。平成 21 年度までに測定した試験車両、測定項目、試験条件の概要を以下に記す。

(1) 試験車両(平成 21 年度まで)

ガソリン乗用車 5 台、ガソリン軽量貨物車 2 台、ガソリン中量貨物車 1 台、ディーゼル乗用車 1 台、ディーゼル中量貨物車 1 台、ディーゼル重量貨物車(車両総重量 4t 級)2 台、ディーゼル重量貨物車(車両総重量 8t 級)2 台、ディーゼル重量貨物車(車両総重量 25t 級) 4 台 計 18 台

重量 8t 級)2 台、ディーゼル重量貨物車(車両総重量 25t 級) 4 台 計 18 台

(2) 測定項目

NOx, PM, CO, SO₂, THC, ベンゼン, CO₂, 燃料消費量, 走行速度 など

(3) 試験条件(主なもの)

①規制モード:平成 18 年度時点の排出ガス規制及び燃費規制の基準適合判定の適用モードを使用。

②実走行モード:幹線道路における実走行調査から路線(一般道, 自専道)及び車種(軽量車, 重量車)別に作成した走行モード(旧土研モード)の中から平均走行速度約 6~100km/h 程度のものを使用。

③定常走行モード:40, 60, 80, 120km/h(重量貨物車は 90km/h)の定速モードを使用。

2. 自動車排出係数更新のための調査検討

自動車排出係数を更新するために必要となる、今後の排ガス規制の導入動向についての整理を実施した。また、これらを用いて、将来排ガス量低減見込みを考慮した各車種区分における排出ガス量原単位を整理した。

3. 道路上における車種構成比・車齢比把握のためのナンバープレート調査

車種構成比・車齢比は、自動車登録情報を元にした自動車保有台数から把握可能であるが、実際の道路上における比率と異なることが想定される。そこで、平成 21 年 11~12 月に、全国 13 箇所(一般国道 9 箇所, 高速道路 4 箇所)においてナンバープレート調査を実施した。調査は平日 24 時間調査とした。

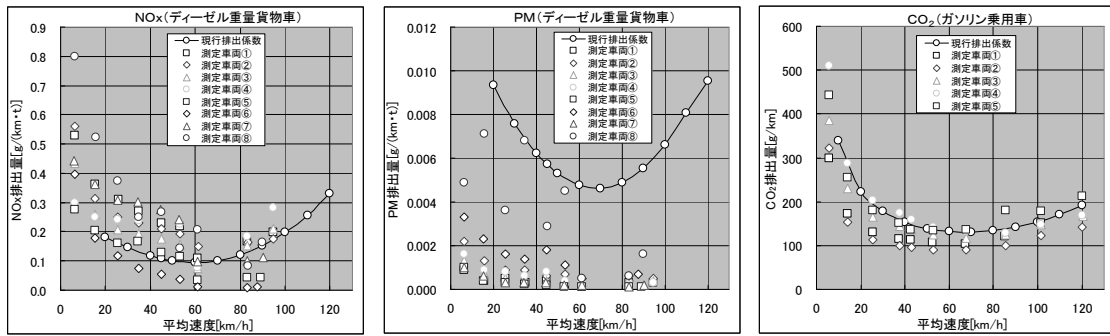


図-1 新長期規制適合車からのNOx・PM排出量(ディーゼル重量貨物車)及びCO₂排出量(ガソリン乗用車)

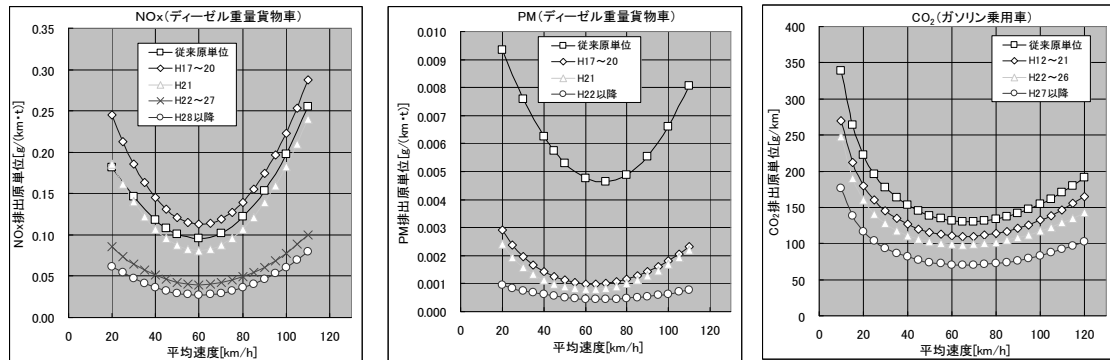


図-2 NOx・PM排出原単位(ディーゼル重量貨物車)及びCO₂排出原単位(ガソリン乗用車)の将来的な低減見込み

【研究成果】

1. 新長期規制適合車からの排出ガス量傾向

代表的な車種として、H17 新長期規制適合のディーゼル重量貨物車からのNOx・PM排出量(8台分)及びガソリン乗用車からのCO₂排出量(5台分)を図-1に示す。現行排出係数は、NOx・PMがH17時点、CO₂がH12時点である。

NOx排出量は現行排出係数とほぼ同等であり、現行係数の算定方法が適切であったことを示す。PM排出量は現行係数よりも大幅に低下しており、排ガス規制以上に低減されていた。CO₂排出量は全体的に5~10%程度の低減傾向がみられる。排ガス未規制物質ベンゼンは全測定車で従来のPRTR届出外排出量の推計方法による排出係数よりも1~2桁小さい排出量しか排出されていなかった。

2. 将来的な自動車排出ガス量の低減見込み

代表的な車種として、ディーゼル重量貨物車からのNOx・PM排出原単位及びガソリン乗用車からのCO₂排出原単位の将来的な低減見込みを図-2に示す。将来的な低減見込みはH17新長期規制以降の排ガス規制及び燃費基準が着実に導入されると仮定して推定した。

新車からのNOx・PMは、H21・22ポスト新長期規制及びH28以降に導入が検討されている挑戦的目標(ディーゼル重量貨物車のNOxを約1/3に低減)により排出量低減が図られる。CO₂は2010年・2015年燃費目標の導入により排出量低減が図られる。

3. 道路上及び保有台数ベースによる車齢比の違い

ナンバープレート調査から得られた実道路上における年式別車両構成比(車齢比)と自動車保有台数ベースの車

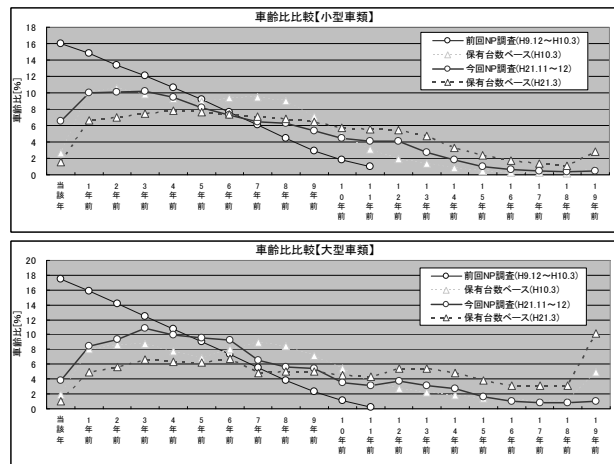


図-3 ナンバープレート調査と保有台数による車齢比の比較

齢比を比較したものを図-3に示す。

各年式別の車齢比率を比較すると、小型車類は新車から6年目迄、大型車類は新車から10年目迄の車両比率が保有台数ベースの比率よりも実道路上の方が高く、それ以降は逆に保有台数ベースの比率の方が高くなっている。実道路上での車齢比は保有台数よりも新しい車両が多くなっているといえる。本結果は、保有台数ベースの車齢比を用いて大気汚染物質の総排出量を推定した場合、過度に大きい排出量推定となることを示唆する。

【成果の活用】

これらの調査結果を踏まえ道路環境影響評価に用いる、自動車排出係数の更新値をとりまとめる。結果は公表するとともに、道路環境影響評価の技術手法に反映させる。

大気環境予測技術検討のための気象観測

Meteorological observations to study detailed roadside air quality prediction methods

(研究期間 平成 19~22 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

曽根 真理
Shinri SONE
土肥 学
Manabu DOHI
神田 太郎
Taro KANDA

It is said that concentrations of air pollutants are higher when the atmosphere is calm. So we observed meteorological data to analyze the relationship between stability of the atmosphere and the concentration air pollutants. And we roughly analyzed these data.

These results will be used for the future study of a detailed roadside air quality prediction method.

[研究目的及び経緯]

大気安定静穏時においては、大気の鉛直方向の対流が少なくなり、大気汚染物質が高濃度になりやすいと言われている。しかし、大気安定度と沿道の大気汚染物質濃度との関連性は明らかになっていない。道路環境影響評価により詳細な大気質予測を実施するためには、通常より拡散しにくい地形を有する場所を含め、大気安定静穏の出現が大気質予測結果に与える影響を詳細に把握することが必要である。

本調査は、このような背景を踏まえ、地形等周辺状況が異なる箇所において通年の気象観測を実施し、大気安定度と大気汚染物質濃度との関連性分析に必要な基礎データを収集するとともに、この関連性の解明を目指すものである。

なお、現行の大気質予測手法においては、安定静穏時の取扱いについての基本的な考え方は以下のとおり。
○過去の沿道拡散実験結果より道路近傍における大気安定度の拡散幅への影響は全体的に小さかったことから、プルーム・パフ式で道路寄与濃度の年平均値を算出する際の拡散幅は大気安定度別に設定する必要はない。なお、弱風時における鉛直方向の拡散幅は、昼夜で有意な差が認められることから、夜間において小さい(=拡散しにくい)値を用いている。

○プルーム・パフ式で算出した年平均値を評価する際の年間 98%値・2%除外値への換算式及び NO_x から NO₂ への変換式は、様々な地形性を有する箇所のデータから作成しており、大気安定静穏時の影響も包括的に加味されている。

[研究内容]

気象観測は、平成 19 年 11 月から平成 22 年 2 月までの間、全国 6 箇所において連続的に実施した。気象観測箇所の周辺状況を表-1 に示すとおり、平地・盆地・谷地と異なる地形から各 2 箇所選定した。

気象観測項目及び観測方法を表-2 に示す。沿道環境測定局付近に 10m のコンクリート柱を建て、温度計(高さ 1.5m, 5m, 10m の 3 高度)及び風向風速計、日射計・放射収支計を設置した。また、近隣にある建物屋上や既設の鉄塔に温度計(高さ約 20m)を設置した。なお、気象観測は、地上気象観測指針及び大気常時監視マニュアルに準じて実施した。

あわせて、平成 19・20 年度に収集した気象データと大気質濃度データの概略分析を実施した。

表-1 気象観測箇所周辺状況一覧

気象観測箇所	周辺状況		
	地形	気象観測箇所と近接道路の距離	近接道路のH17センサ日交通量[台/日]
川越	平地	約300m	45,453
岐南		道路端	108,676 [※]
甲府	盆地	約200m	13,312
奈良		道路端	64,963
上田	谷地	約250m	24,752
沼田		道路端	11,843

※観測箇所が交差点周辺部のため2路線分の合算値

表-2 気象観測項目及び観測方法

観測項目	観測機器	観測高度
気温	白金抵抗温度計	地上1.5m、5m、10m、約20mの4高度
風向風速	風向風速計	地上10m
日射量	全天日射計	地上2m
放射収支量	放射収支計	地上1.5m

[研究成果]

1. 大気安定静穏の出現頻度

全気象観測箇所における高度10mと1.5mとの気温差の出現頻度の年間・冬季・夏季別整理を図-1に示す。

気温差が正となるときを大気安定静穏状態、気温差が0.4℃超となるときを強い大気安定静穏状態と捉えると、これらの出現率がいずれも比較的多くなるのは、川越(平地)・甲府(盆地)・上田(谷地)である。出現率は全体的に冬季に高くなり、夏季に低くなる傾向がある。これより、気温逆転の出現率や強度(気温差)は平地・谷地・盆地と地形が異なることによる有意差までは見出せない。一方、気象観測箇所と近接道路との距離がほとんどない岐南(平地)・奈良(盆地)・沼田(谷地)では気温逆転の出現率が比較的少なくなっている。これは、道路上の自動車の走行風や道路両側の建物による風の乱れや自動車の排熱により道路近傍の大気拡散が促進され気温逆転が抑制されていると推察される。

また、気温逆転は、年間を通じて約20~50%発生しており、日常的に発生するものであることがわかる。時間値データを分析したところ、気温逆転は夕方から夜間にかけて発生し明け方までに解消というながれが繰り返されていた。

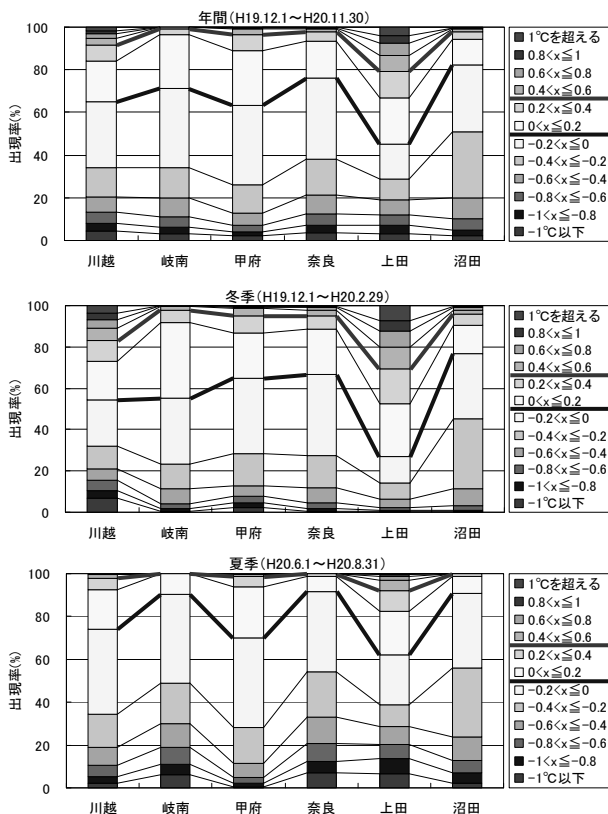


図-1 気温差(10m-1.5m)の出現頻度(年間・冬・夏)

2. 安定静穏時の大気質濃度と年平均濃度への影響

大気安定度別の道路寄与濃度の比較を図-2に示す。

大気安定度は気温減率を指標とするアメリカ原子力規制委員会(NRC)の大気安定度分類(表-3)を用いた。

表-3 アメリカ原子力規制委員会の大気安定度分類

P-G安定度階級	安定度区分	気温減率[℃/100m]
A	強不安定	-1.9未満
B	並不安定	-1.9~-1.7
C	弱不安定	-1.7~-1.5
D	中立	-1.5~-0.5
E	弱安定	-0.5~1.5
F	並安定	1.5~4.0
G	強安定	4.0以上

川越(平地)・岐南(平地)・奈良(盆地)では大気安定側になるにつれNOx道路寄与濃度が高くなる傾向がみられる一方、甲府(盆地)・上田(谷地)・沼田(谷地)ではNOx濃度は大気安定度によらずほぼ一定であった。

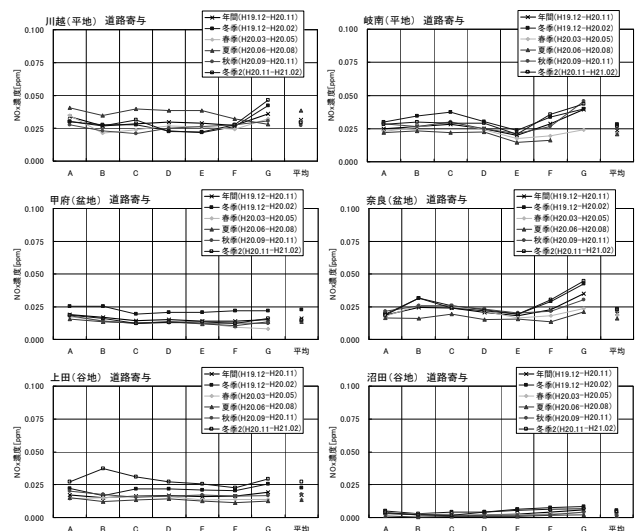


図-2 大気安定度別NOx道路寄与濃度の比較

また、仮に大気安定度Gが長時間継続した際のNOx・NO2年平均濃度に与える影響を図-3に示す。NOxでは安定側濃度が高い傾向の川越(平地)・岐南(平地)・奈良(盆地)ではある程度の影響が見られる一方、大気環境基準があるNO2ではほとんど差はない。

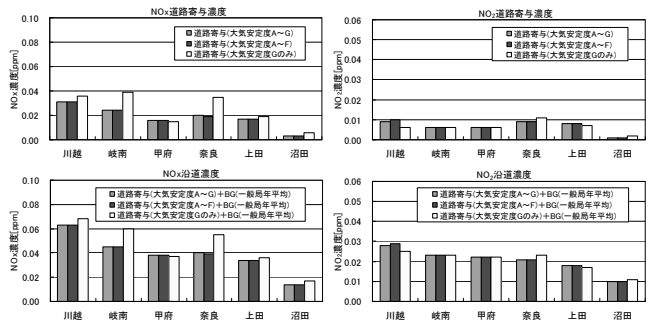


図-3 年平均濃度への大気安定度Gの影響

[成果の活用]

引き続き気象データと大気質濃度の関係を分析し、大気安定度と大気汚染物質濃度の関連性、大気安定静穏の出現が大気質濃度に与える影響をとりまとめる。

(3) 自動車の低騒音化による道路交通騒音の低減に関する将来予測

自動車の低騒音化による道路交通騒音の低減について、各種車両の L_{WA} の測定値、および市街地走行の速度の記録例に基づいて定常走行、市街地の平均、交差点近傍にわけて予測計算した。

【調査結果】

(1) トレーラ連結車の混入率を考慮した騒音の計算式の検証

図-2 は各種車両からの騒音発生量を視覚的に表現したものである。これまでトレーラ連結車は図の大型車と同じ値で計算していた。図-3 は L_{Aeq} の検証結果である。実測値-計算値の平均値が +0.4 dB から -0.2 dB 標準偏差 s が 1.3 dB から 1.2 dB とわずかではあるが改善されている。別途、交通センサスの交通量に基づいて試算をし、トレーラ連結車の混入率が 10% を超えると従来の方法での計算誤差が 1 dB を超える可能性があることを確認した。通常の交通量調査ではトレーラ連結車の交通量を計測していないことから、式(1)を使用した計算が必要な条件は上記のように限られた現場条件の場合とした。

(2) 各種車両と現場条件での測定

図-4 は低騒音化された中型車が定常走行時に発生する騒音を過年度の調査結果を含めてまとめたものである。エンジンに負荷をかけない惰性走行に近いレベルまで騒音が低減されている車両や一般の車両と同程度の車両がある。

また、オンオフランプ近傍の騒音測定結果から、これらの箇所での騒音は高架部よりも大きいが平面道路と同程度であり、上りのランプの近傍で騒音レベルが突出して大きくなることはないことを確認した。

(3) 自動車の低騒音化による道路交通騒音の低減に関する将来予測

自動車の低騒音化が進み、路面を良好に保つことができれば、等価騒音レベルは定常走行部で約 5dB、市街地の平均で約 6dB、交差点近傍において 10dB 以上低減すると予測した。図-5 は交差点近傍における騒音レベルの試算例である。

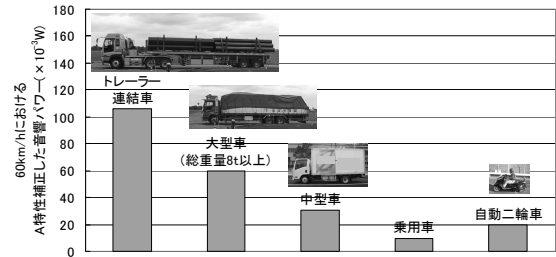


図-2 各種車両からの騒音発生量(60km/h 定常)

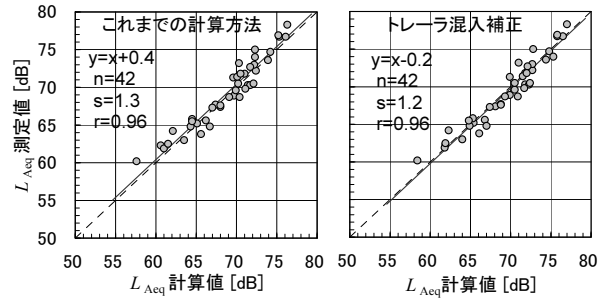


図-3 トレーラ連結車の混入率を考慮した L_{Aeq} の計算

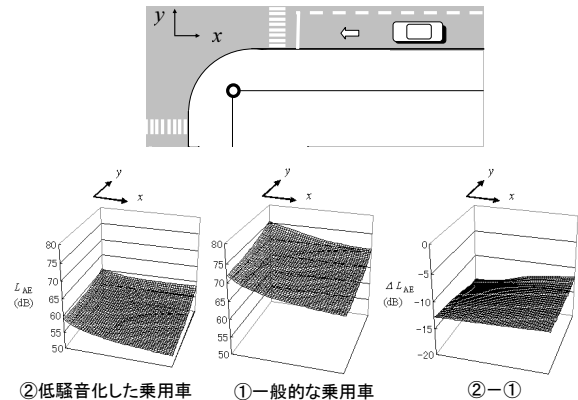


図-5 交差点近傍における騒音レベルの試算例

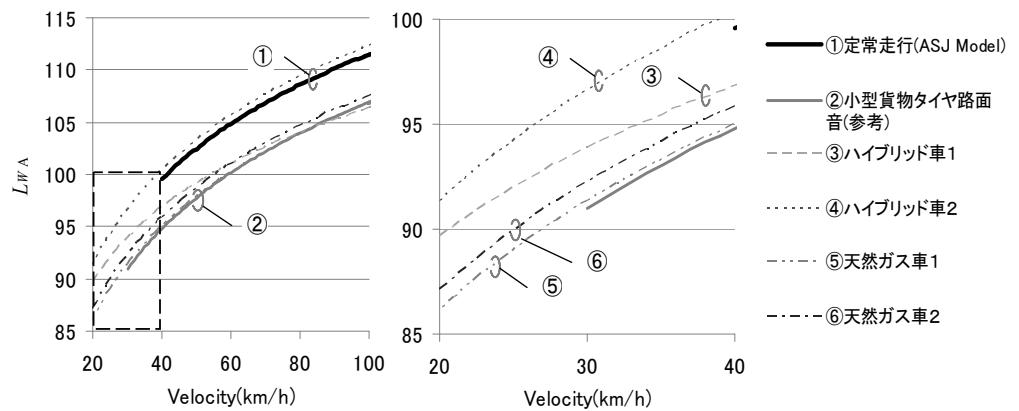


図-4 低騒音化された自動車からの騒音発生量 (中型車)

道路事業からの二酸化炭素排出量推計・評価手法の検討

Study on estimate method of carbon-dioxide emission from road infrastructure

(研究期間 平成 21～23 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

曾根 真理
Shinri SONE
土肥 学
Manabu DOHI
瀧本 真理
Masamichi TAKIMOTO

While active discussions continue during the Post-Kyoto Protocol period, international research is being conducted to find ways to reduce emissions of greenhouse gasses (CO₂) from road traffic. In the research we examined the applicability to road traffic in Japan of the “CO₂ Emissions Process Model in the Road Transport Sector”, a result of the international joint research.

[研究目的及び経緯]

京都議定書における温室効果ガス削減目標の達成に向けて、道路交通部門からの温室効果ガス（特にCO₂）の排出抑制に向けた研究が国際的にも進められている。OECD/ITF共同交通研究センター（JTRC）には、OECD主要各国をメンバーとした「交通部門における温室効果ガス削減戦略ワーキンググループ」が設置され、我が国もメンバーの一員となり、道路交通部門における温室効果ガスの排出抑制施策に関する共同研究が実施されてきた。

本研究では、日本における道路交通からのCO₂排出量算出手法の構築及び効果的な排出量削減方策の検討に資することを目的に、JTRCの研究成果の1つである“道路交通部門からのCO₂排出過程モデル”の日本の道路交通への適用性を検討した。

[研究内容]

JTRC において設置されたワーキンググループでは、交通部門からの温室効果ガスの排出が社会経済活動から派生する交通行動の結果として排出されることに着目し、環境と経済の両立を目指す考えから、温室効果ガスの排出過程を図-1 のようなモデルの概念で表現した。この式は、経済活動を持続的に発展させながら温室効果ガスの排出抑制を図るためには、式の右辺の各項を下げる必要があることを示している。各項の概要及び施策例は表-1 のとおりである。

本研究では、交通部門からの CO₂ 排出過程モデルの日本への適用性の検討を行った。

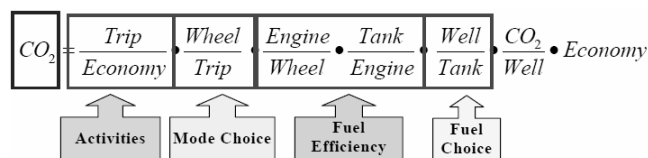


図-1 交通部門からの CO₂ 排出過程モデルの概念

表-1 CO₂ 排出過程モデルの各項の概要及び施策例

	Impact type	Examples of Measures
Activities	■ Economy to Trip ・持続的な経済発展を実現しながら適切な交通需要に誘導	・在宅勤務 ・電子商取引 ・集約型都市構造
	■ Trip to Wheel [エネルギー効率の高い交通機関への転換] ・エネルギー効率の高い公共交通を選択 ・選択した交通機関における積載効率の向上	・新たな公共交通機関の整備 ・P&R ・TFP ・トラック輸送の効率化 ・HOVレーン
Fuel efficiency	■ Engine to Wheel ・走行状態の改善による燃費向上	・エコドライブ ・バイパス・環状道路の整備 ・ETC
	■ Tank to Engine ・自動車単体の燃費向上	・ハイブリッド車の普及 ・車両の軽量化
Fuel choice	■ Well to Tank ・従来燃料から温室効果ガス排出量の小さなクリーンエネルギーへの転換	・バイオ燃料の開発 ・自然エネルギーの開発

(1) CO₂ 排出過程モデルに用いる説明変数の選定

本研究で検討を行う CO₂ 排出過程モデルは、道路交通からの CO₂ 排出量を算出するための基礎的説明

変数として速度データを活用すること、日本全国のCO2排出量だけではなく、地域ブロック別・都道府県別、及び、旅客・貨物別に排出量が算出できることを前提とした。

上記を踏まえ、CO2排出過程モデルを構成する各項について排出過程の要因を表現するための説明変数を、日本国内の各種統計資料等から網羅的に収集・整理した。

収集・整理した説明変数から、次の4つの観点により、CO2排出過程モデルに用いる候補を選定した。

- ①CO2との理論的な因果関係の有無
- ②CO2排出量との数値的な因果関係の有無
- ③道路交通センサス対象年次（H6・H9・H11・H17の4年次）のデータ有無
- ④都道府県別のデータの有無

(2) CO2排出過程モデルの説明変数の設定

(1)で選定した候補を組み合わせてCO2排出過程モデルの説明変数の設定を行った。モデルの形状は線形、指数形とした。

$$Y = \alpha X_1 + \beta X_2 + \gamma X_3 + \dots + \lambda \quad (\text{線形})$$

$$Y = X_1^\alpha + X_2^\beta + X_3^\gamma + \dots + \exp(\lambda) \quad (\text{指数形})$$

Y: CO2排出量 Xi: 説明変数 $\alpha, \beta, \gamma, \lambda$: 係数

[研究成果]

(1) CO2排出過程モデルに用いる説明変数の選定

選定結果の例として、旅客自動車のCO2排出過程モデルの説明変数とする指標候補を表-2に示す。

「Mode Choice」及び「Fuel Choice」の項における指標については、CO2排出量との数値的な因果関係や道路交通センサス対象年次のデータが無いことから本研究においては対象外とした。

(2) CO2排出過程モデルの説明変数の設定

線形、指数形の2つの形状のモデルについて、走行台キロと旅行速度の項に加え、積載状況、気象・天候状況、保有状況を表す指標を説明変数として設定した。このモデルを用いて試算を行った結果、一定の精度でCO2排出量の算出することができた。

CO2排出量の算出例として、走行台キロ、旅行速度、軽自動車保有率を説明変数とした旅客自動車からのCO2排出過程モデルで算出したCO2推計値と統計データの関係を図-2に示す。

線形、指数形のモデルともCO2排出量は同様の傾向を示し、モデルの形状による違いは見られなかった。

また、複数の説明変数を設定すると、旅行速度の項の説明力がなくなってしまう傾向があり、同時に

設定できる説明変数が3~4つ程度（基本とした「走行台キロ」、「旅行速度」の他、1~2つ程度の説明変数）と少ないことが課題である。交通状態に関する説明変数の複数設定が今後の検討事項である。

[成果の活用]

これらの検討結果を踏まえつつ、道路交通部門からのCO2排出量算出手法の確立を目指す。

表-2 選定した説明変数(旅客)

排出過程の要因	説明変数の分類	説明変数
Activities (活動)	人口・世帯数	人口
	経済・産業	(県内)総生産
	交通・経済	走行台キロ(乗用車、バス)
	燃料価格	ガソリン価格(レギュラー)
Mode Choice (交通機関分担)	輸送機関分担、 交通手段分担	-
Fuel efficiency 【Engine to Wheel】 (輸送効率向上による燃費の向上)	速度	旅行速度(幹線道路)
	道路整備状況	道路延長
		道路網密度
		信号機数、信号交差点密度
	道路交通状況	交通量(幹線道路)
		混雑度(幹線道路)
積載効率	平均乗車人員	
気象・天候	降水日数、雪日数(年間)	
Fuel efficiency 【Tank to Engine I】 (自動車単体の燃費向上)	自動車保有状況	軽自動車保有率
Fuel Choice (燃料選択)	低燃費車保有状況	-

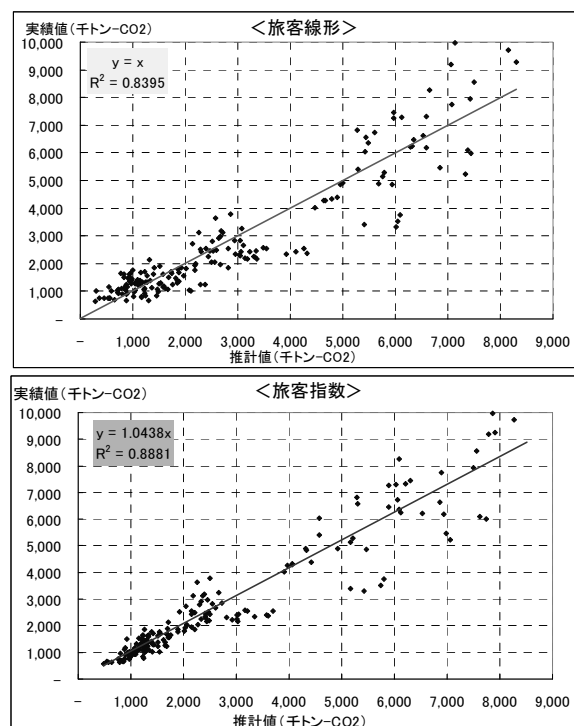


図-2 推計値と統計データ(実績値)の比較

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 16 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
研究官 山本 裕一郎
Researcher Yuichiro YAMAMOTO

“The Road Environmental Census” is carried out every year to clarify the status of road traffic noise. We sought for what made roadside noise levels better or worse in the point where noise level changed much in a few years. It is thought that constructions of low noise pavement and decrease traffic volume are main factors of the noise level decrease.

[研究目的及び経緯]

国土交通省では平成 7 年度から「道路環境センサス」を毎年実施し、全国の直轄国道の騒音を測定・評価している。当研究室では平成 7 年度の調査開始から調査の実施方法を定めた調査要領を作成し、その後も調査手法の改善を目的とした改訂を重ねている。

一方、道路管理者により各種騒音対策が鋭意実施されているものの、今後、より効率的に騒音対策を実施するためには、道路交通騒音の現状を的確に把握した上で騒音対策を検討することが必要不可欠である。そこで本課題では、道路環境センサスの結果を分析することにより、効率的かつ効果的な対策の実施に向けた基礎的検討を行っている。

[研究内容]

今年度は以下の調査・検討を行った。

- (1) 道路環境センサス調査の効率化を目的として、地方整備局等の意見を踏まえ、調査結果をデータベースに入力・管理するソフトの改良を行った。
- (2) 上記の改良等を踏まえて全国の地方整備局等で実施された平成 21 年度道路環境センサスの調査結果をとりまとめ、直轄国道における騒音の現況を集計した。
- (3) 騒音レベルの改善・悪化要因の把握を目的として、平成 20 年度の実測調査区間を対象に、前回の実測調査時との騒音レベルの比較検討を行った。
- (4) 平成 20 年度調査結果を基に、騒音レベルが大きい箇所の実態調査を行った。

[研究成果]

(1) 道路環境センサス調査の効率化

平成 20 年度調査後に地方整備局等から得られた要望を踏まえ、表 1 のように平成 21 年度のデータ入力ソフトの改良を行った。その結果、調査後のデータチェックにかかった期間が短縮され、多くの地方整備局等で昨年度よりも早期にデータを確定することができた。

表 1 地方整備局等からの意見と今年度の対応

昨年度の要望内容	今年度の対応
入力ソフト上でデータチェック結果の印刷ができるとうい	データ入力ソフトに出力・印刷機能を追加した
チェック結果のうち対応事項を絞り込みやすくしたい	データ入力ソフト上で未対応と対応済のエラーを分けて表示できるようした

(2) 直轄国道における騒音の現況

平成 21 年度の道路環境センサスは、全国の直轄国道のうち 8,871 km (5,638 区間) を対象に実施された。夜間要請限度の達成状況は図 1 に示すように平成 20 年度の 76% から 2% 向上して平成 21 年度は 78% となった。

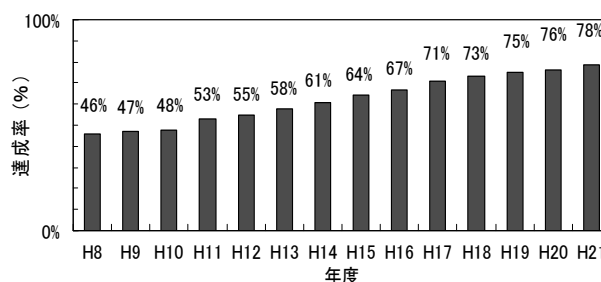


図 1 夜間要請限度の達成状況

(3) 騒音レベルの改善・悪化要因の分析

1) 騒音レベルの変化の状況

平成20年度の実測調査区間のうち、前回の実測調査(平成16~19年度)と同一地点で調査が行われている区間を対象に騒音レベルの変化量に応じた分類を行った結果が表2である。箇所数では1~3dB改善したカテゴリーEが最も多く、5dB以上増加しているカテゴリーAは1箇所のみであった。

表2 騒音レベル変化量(Δ=H20-H19)の分類結果

カテゴリー	昼間		夜間	
	箇所数	割合%	箇所数	割合%
A:5dBより大きく悪化	1	1.4	1	1.4
B:3~5dB悪化	3	4.1	3	4.1
C:1~3dB悪化	4	5.4	7	9.5
D:±1dB以内の変化	19	25.7	24	32.4
E:1~3dB改善	40	54.1	27	36.5
F:3~5dB改善	5	6.8	8	10.8
G:5dBより大きく改善	2	2.7	4	5.4
合計	74	100.0	74	100.0

2) 騒音レベルの改善・悪化要因の検討

排水性舗装の新規敷設(又は打ち換え)と低層遮音壁及び交通量の増減を要因として、夜間の騒音レベルの変化との関係を整理した結果を図2に示す。交通量の増減は、2ヶ年の小型車類換算交通量の違いから検討して騒音レベルに1dB以上の影響があると判断したデータ(小型車類換算交通量の2ヶ年の比が0.79未満あるいは1.26より大きい場合)である。

この中には複数の要因が重なっている場合も含まれるが、騒音レベルが1dB以上改善しているカテゴリーE・F・Gにおいては、排水性舗装の新規敷設(又は打ち換え)と交通量の減少が騒音レベル低減の要因となっていると考えられる。しかし一方、騒音レベルが上昇しているカテゴリーA・B・Cにおいては、排水性舗装の敷設から年数が経過し、舗装表面の劣化等による騒音低減効果の減少が騒音レベル上昇の要因となっていると考えられる箇所も確認されている。

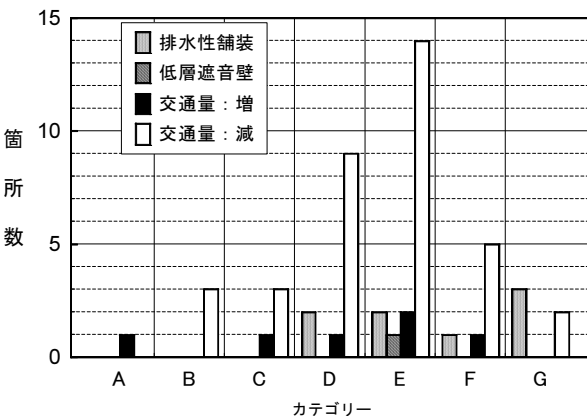


図2 夜間騒音レベルの変化量と変動要因

(4) 騒音レベルが大きい箇所の実態調査

平成20年度道路環境センサス(測定地点数5600地点、評価延長8817.3km)から夜間の騒音レベル $L_{Aeq,night}$ が73dB以上の535地点について騒音レベルが大きい要因と騒音対策の必要性について調査した。地域別では夜間に交通量が減らない大都市で多い傾向がみうけられ、道路構造別では表3に示すようにほとんどが平面構造であった。

表3 騒音レベルが大きい箇所(道路構造別)

道路構造	地点数①	$L_{Aeq,night}$ が73dB以上	
		地点数②	超過率②/①
単独部	平面	510	11.5%
	高架	0	0.0%
	盛土	2	0.6%
	切土	1	1.3%
	掘割	0	0.0%
	その他	0	0.0%
併設部*1	576	22	3.8%
合計	5,600	535	9.6%

*1: 73dB以上の22地点は全て主道路または併設道路が平面構造

これらの地点のうちから東京、大阪及び名古屋の大都市で沿道の住居等の戸数が多い6地点を選定し、騒音対策の実情等についてヒアリングした(表4)。全ての箇所排水性舗装は敷設済であり、劣化の状況に応じて打ち換えていた。6地点のうち2地点については騒音が問題となっておらず、遮音壁等の追加の対策は住民からも必要とされていない。その他の地点では苦情等の状況に応じて対策を講じており現時点でも継続していた。

表4 騒音レベルが大きい箇所の実態

No.	苦情等	追加の騒音対策		備考
		排水性舗装	遮音壁	
1	なし	敷設済	住民が望まない	防音助成実施済
2				
3	一列目の緩衝建築の撤去に伴う苦情	平成21年度打換	平成21年度施工	
4	年1~2回程度		設置できない	
5	年1回程度	敷設済	設置済	バイパスの供用に伴う交通量減少に期待
6	年0.5回程度		設置できない	測定点が車線に近い

以上から騒音対策は各種の要因を総合的に考慮してきめ細かく進めていくことが重要であることを再認識した。

[成果の活用]

直轄国道等における効果的な騒音対策の検討や政策の立案を行う際の基礎資料として全国で活用する。

最新の知見に基づいた環境評価手法の検討

Survey for Improving Technical Guidelines for Environmental Impact Assessment of Road Projects

(研究期間 平成 13 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	井上 隆司
Senior Researcher	Ryuji INOUE
研究官	山本 裕一郎
Researcher	Yuichiro YAMAMOTO

‘Environmental Impact Assessment Technique for Road Project’ has to be revised, according to the amendment Basic Guidelines on Environmental Impact Assessment for Road Construction Project (the Ministerial Ordinances Formulated), technical innovation in the fields of prediction technique and social background. This study tackled renewal of contents of ‘Environmental Impact Assessment Technique for Road Project’.

[研究目的及び経緯]

平成 11 年 6 月の環境影響評価法の施行に基づき、平成 12 年 10 月に、「土木研究所資料第 3742～3745 号道路環境影響評価の技術手法」（以下「技術手法」という）をとりまとめた。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、現在、道路環境影響評価の多くは技術手法を参考にして実施されている。このため、技術手法は最新の知見・技術を活用したものでなくてはならない。本調査では、今後の改定に資することを目的として、各項目の予測・評価手法の改善・高度化に関する調査・検討を行っている。

平成 17 年 3 月に環境影響評価法に基づく基本的事項（平成 9 年 12 月 12 日環境庁告示第 87 号）が改正（平成 17 年 3 月 30 日環境省告示第 26 号）され、これを受けて平成 18 年 3 月に「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（平成 10 年 6 月 12 日建設省令第 10 号）」が改正（平成 18 年 3 月 30 日国土交通省令第 20 号）されたため、技術手法についても平成 19 年 6 月に国土技術政策総合研究所資料第 382～400 号として改定を行った。平成 21 年 6 月には、過去の道路環境影響評価の実績や地方整備局等からの要望を踏まえて、「切土工等、工事施工ヤードの設置、及び工事用道路等の設置に係る水の濁り（以下「工事中の濁水」という）」を新たな項目として追加（国土技術政策総合研究所資料第 534 号）している。

[研究内容]

(1) 工事中の濁水に係る調査

新規に項目追加した工事中の濁水の技術手法を補足するため、今年度は主に環境保全措置（仮設沈砂池（枡）の設置、シートや植栽による裸地の保護）の効果を把握するための水質計測を行った。切土工等の造成工事を実施している 2 現場において、浮遊物質量（SS）と濁度の計測を降雨前後の 2 日間程度実施した。計測地点は法面から流出する雨水の量や河川への合流前後の状況が把握できるように配置した（図-1）。

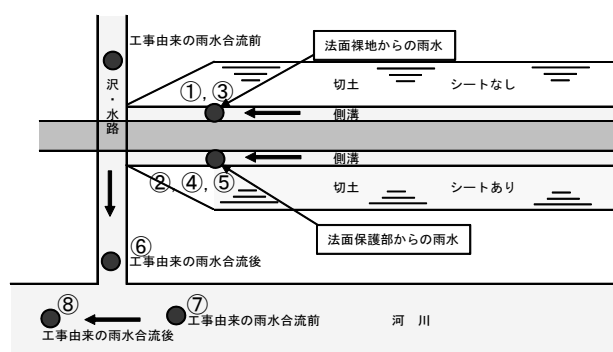


図-1 水質計測地点の模式図（丸数字は図-2～4に対応）

(2) 環境影響評価の実施状況の整理

国内で実施されている道路事業の環境影響評価を対象として、アセス概要、知事意見・大臣意見及びその見解、国土交通省における技術手法に関連した委員会等の議事録、及び住民意見とその見解等について、過年度から構築しているデータベースの情報を平成 21 年 2 月時点の最新版に更新した。

[研究成果]

(1) 工事中の濁水に係る調査

水質計測の結果、仮設沈砂池については、昨年度に実施した計測結果も踏まえ、その効果が確認された。なお、沈砂池（柵）の効果を継続するためには内部の定期的な清掃が重要であることも把握された。

法面保護シートの効果計測結果を図-2に示す。計測期間中の累積雨量は約6mmである。降雨開始時にはシート表面の堆積物が流されて浮遊物質（SS）濃度が高くなるものの、その後はほとんど観測されず、その効果は明瞭である。

植栽法面における計測結果を図-3に示す。計測期間中の累積雨量は約66mmである。裸地法面（③）では降雨開始時や降雨が強くなると浮遊物質（SS）濃度の上昇が見られるが、植栽法面（④、⑤）では水の濁りを抑制する効果が確認された。植栽したばかり（約1ヶ月）の法面（④）と植栽の施工から1年が経過して植物が生長した法面（⑤）での差異は見られず、植栽の施工後早期から効果が認められた。

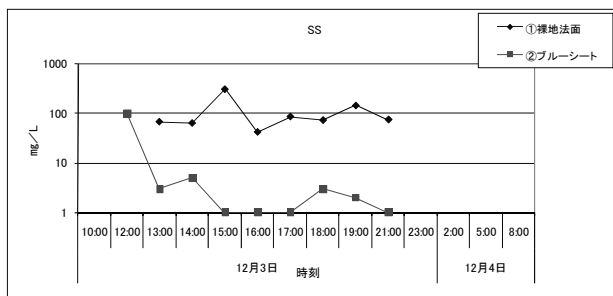


図-2 法面保護シートの有無による比較

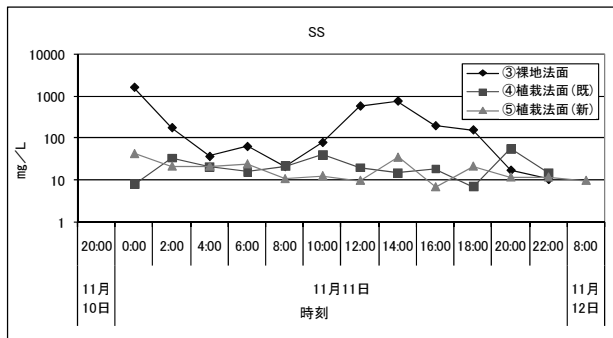


図-3 植栽法面と裸地法面の比較

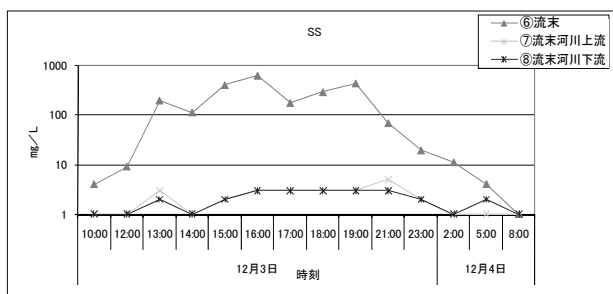


図-4 工事区域からの排水路と流末河川の比較

工事法面から流下する雨水は最終的に公共用水域である河川に流出する。流末である河川への排水路（⑥）、流出地点の河川上流部（⑦）及び下流部（⑧）における浮遊物質（SS）濃度の測定結果を図-4に示す。工事区域からの濁水の流入で河川の浮遊物質（SS）濃度が影響を受けることはなく、河川の浮遊物質（SS）はその河川のレベルのままで推移していた。通常、道路事業が実施されるのは河川の中・下流域であり、流れ込む濁水の量に比して河川の流量が多いため、仮設沈砂池等の対策を適切に実施すれば影響を与えることはないと考えられる。

(2) 環境影響評価の実施状況の整理

国内で実施されている道路事業の環境影響評価のアセス概要、知事意見・大臣意見とその見解、国土交通省における技術手法に関連した委員会等の議事録、住民意見及びそれに対する見解の情報は、過年度から図-5に示す項目毎に分類してデータベースに整理している。今回追加した環境影響評価の情報は以下の3件である。

- ・酒田都市計画道路 1・3・2酒田遊佐線 環境影響評価書
- ・一般国道17号本庄道路 環境影響評価書
- ・神戸国際港都建設計画道路1・3・6号大阪湾岸線西伸線 環境影響評価書

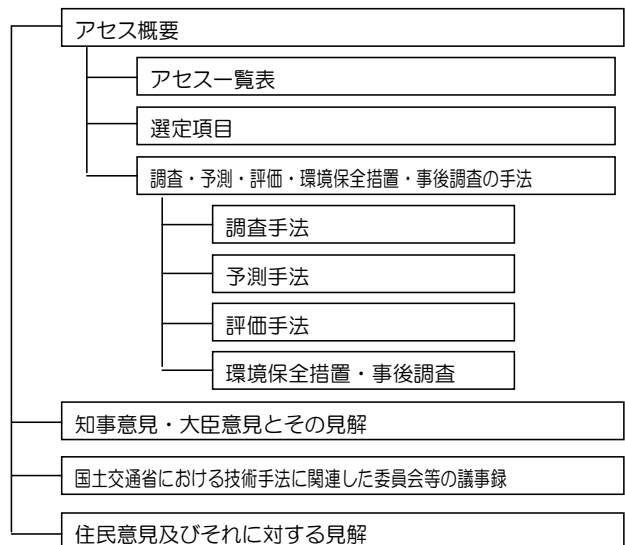


図-5 データベースの項目

[成果の発表・活用]

工事中の濁水に係る水質計測結果については、技術手法を補足する情報として地方整備局等へ情報提供を行う。

環境影響評価の実施状況のデータベースは、今後各地方整備局等で道路環境影響評価を実施する際の参考として情報共有を図る予定である。

環境影響評価のフォローアップ手法に関する検討

Study of a method of monitoring the results predicted in environmental impact assessment during and after construction works

(研究期間 平成 21 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

曾根 真理
Shinri SONE
井上 隆司
Ryuji INOUE
山本 裕一郎
Yuichiro YAMAMOTO

In 2010, the Environmental Impact Assessment Law will be amended, including monitoring surveys during/after construction and the Strategic Environmental Assessment(SEA). The amended law will be effective in 2012. This study is to prepare for its application to road projects.

Regarding monitoring surveys, we examined issues such as object, method, time, period and cost through a field investigation and interviews with well-informed persons, then we identified present conditions and future direction.

Regarding the introduction of SEA, we also examined planning process systems and examples in comparison with various public works. Our investigation of road policy evaluation systems and applications and interviews with well-informed persons concerning the target of road policy revealed the necessity for systematic study of this theme not limited to the procedural perspective.

[研究目的及び経緯]

環境影響評価法は、施行後 10 年の見直しによる改正を平成 22 年度に行う予定であり、事後調査及び戦略的環境アセスメント (SEA) の制度化が見込まれている。2 年後の施行に向け、これらを道路環境影響評価において着実に実施するための方策を検討する必要がある。

事後調査は、不確実性を伴う予測や環境保全措置等に対して既の実施されているが、調査の内容、手法、時期、期限等を各事業・地域の特性に応じて判断しつつ、相当程度の費用をかけて実施している状況にある。これらについての実態及びアセスに精通した有識者の提言を踏まえながら、今後のあり方を検討するものである。

SEA とは、従来からの事業段階での環境影響評価 (EIA) に先立ち、事業の構想段階 (概ねの位置・規模等を決定する段階) での環境配慮の取組である。国土交通省では、「市民参画型道路計画プロセスのガイドライン (H14、H17 改訂)」「公共事業の構想段階における計画策定プロセスガイドライン (H20)」に基づき、住民参画 (PI) により環境面・社会面・経済面等の様々な観点を総合的に判断して計画策定を行っており、今

後、法制化された SEA の手続きを計画策定プロセスで着実に実施する必要がある。

[研究内容及び研究成果]

1. 事後調査の実態と今後のあり方の検討

現行法では、基本的事項 (各事業共通の指針を定めた環境省告示) 及び各事業の主務省令において、不確実性を伴う予測や環境保全措置等に対して事後調査を実施するよう規定している。

また、都道府県・政令市の条例の多くが、アセスの事後調査の実施及び報告を求めている。それ以外にも、評価書において知事意見等に応える形で事後調査の実施を記述しているものもある。(表 1)

表 1 道路環境影響評価における事後調査の実施件数 (実施予定を含む)

	法アセス	経過措置	閣議アセス	条例アセス	計
騒音	3	16	0	7	26
大気質	2	7	0	5	14
動物	25	13	2	9	49
植物	21	14	1	10	46

本調査では、それらの事後調査の実施事例から、騒音・大気質について2事例（都市部）、動植物について3事例（地方部）の実態を調査し、以下の課題を明らかにした。

- ・ 調査期間（終了）の判断
- ・ 公表の方法、時期
- ・ コスト負担。概ね、動植物の観測に数百万円／年、騒音・大気質の観測にそれぞれ数百～数千万円／年。
- ・ 動植物の移植地の確保・移植後の管理等における地域との連携

事後調査の今後のあり方について、アセスに精通した有識者にヒアリングし、以下のような見解を得た。

- ・ 事後調査の目的は、騒音・大気質は基準を超えないこと等の確認、動植物はミティゲーション（回避・低減・代償）の効果の確認。
- ・ 上記の目的に沿った手法、期間、頻度で実施すれば十分。簡易な手法等でも良い。
- ・ 希少種の公表方法は、専門家が判断すべき。
- ・ 測定や移植地の管理等で、沿道住民、NPO等の協力を得れば、費用削減にもつながる。

2. 構想段階P Iの実施状況

今後の法制化されたSEA手続きへの対応に備えるため、全国の道路事業において、構想段階P Iを継続中または終了後で法アセス手続きを実施予定の9事業について、事業及びP Iの概要を整理した。

表2 各事業の構想段階の取組状況

	道路事業	河川事業	港湾事業
評価の対象	概略計画 (概ねの位置・規模を決定)	河川整備計画 (20～30年後の整備目標)	長期構想 (20～30年間の空間利用)
法律	位置付け無し	河川法(H9)	位置付け無し
ガイドライン	策定 (H14、H17)		策定(H15)
評価項目	・交通・環境 ・土地利用 ・社会経済 ・事業性	・治水 ・利水 ・環境	・環境 ・港湾の能力 ・事業効果等
P Iの特徴	地域・事業特性を反映し、様々な運用。	地方公共団体・学識者の意見の反映を制度化。	多数の関係機関・住民等で協議会。短期集中(2～3年)

また、河川事業、港湾事業における構想段階P Iの制度と実施事例（各事業2～3事例）を調査し、道路事業と比較整理した。（表2）ここで、河川法に河川整備計画の策定プロセスや環境目的が明文化されていることに着目し、河川法改正（H9）の背景・経緯を明らかにした。

3. 道路事業における業績評価の状況

計画策定プロセスでの関係者間の議論においては、事業の目的・理念を共有することが重要である。その明確化を図るため、道路事業における業績評価に着目し、評価制度、評価指標等の状況を整理した。

道路事業では、第11次道路整備五箇年計画（H5）から業績目標が提示された。成果主義や評価システムに対する要求の高まりを受け、毎年度（H15～19）「業績計画書・達成度報告書」が作成され、環境を含めた様々な観点からの指標により、その達成度が評価された。また、各都道府県レベルでも同様の業績評価が行われた。

また、政策評価法に基づく国土交通省政策評価基本計画等により、省全体での政策評価（政策レビュー）、業績評価（政策チェックアップ）、個別事業評価が行われている。

4. 道路事業の計画策定プロセスの課題整理

2. 及び3. を踏まえ、道路事業の計画策定プロセスについての今後の課題を次のように整理した。

- ・ 利害調整の法制化
- ・ 長期的（20～30年）観点の面的な基本計画
- ・ 環境の位置付けの法制化
- ・ 事業評価と業績評価の整合
- ・ 市民の能動的な参画の促進
- ・ 評価結果の計画・予算への活用

これらの課題について今後の方向性を明らかにするため、道路政策に関する有識者から、本件に関する見解を文献調査及びヒアリングによってとりまとめた。

その結果、道路政策の目的・理念、制度、実務、技術に渡る幅広い見解が収集された。これは、計画策定プロセスに関して、手続き論にとどまらず、目的論、業績評価論を含めた体系的な議論が必要であることを示唆するものである。

[成果の活用]

環境影響評価法の改正の対応、及び今後の戦略的環境アセスメント（SEA）の展開に向けた検討に活用する。

大気常時観測データ等の収集・集計・分析

Analysis of Air Quality Data on Roadside

(研究期間 平成 16 年度～)

環境研究部 道路環境研究室
Environment Department
Road Environment Division

室長	曾根 真理
Head	Shinri SONE
主任研究官	土肥 学
Senior Researcher	Manabu DOHI
研究官	神田 太朗
Researcher	Taro KANDA

Concentrations of NO₂ and SPM on the roadside in some observation sites are still higher than the environmental standards although the air qualities have been improved significantly over the past several years. We analyzed air quality data observed on the roadsides in 2008 to consider what causes the high concentrations. Results of the analysis are as follows. Exhaust gases of vehicles have little influence on the roadside air qualities according to the correlation analysis between the air quality data and traffic conditions etc. Highly concentrated photochemical oxidant may cause high concentration of NO₂.

[研究目的及び経緯]

国土交通省では、自動車 NO_x・PM 法の対策地域など、沿道環境が特に厳しい地域を中心として、交通量が集中する幹線道路沿道に大気常時観測局（常観局）を設置し、道路管理者による測定を行っている。

国総研道路環境研究室は、道路管理者による局所汚染対策の立案に資するため、全国の常観局データを収集・集計し、各種要因との関連性分析を行っている。

自動車 NO_x・PM 法で対象としている二酸化窒素 (NO₂) や浮遊粒子状物質 (SPM) などの沿道大気質は年々改善傾向にある。しかしながら、依然として都市部の交差点周辺などにおいて環境基準非達成局が残存している。平成 20 年度における常観局の環境基準達成率は NO₂ が 92.0%、SPM が 95.5%であった。環境基準達成に向けた沿道環境改善対策の実施のために、沿道大気質の高濃度化要因の把握が必要である。

過年度までの観測によれば NO₂ と SPM の環境基準非達成局は分布傾向が異なり、主要な高濃度化要因が両者で異なることが示されている。平成 20 年度においても両者の分布傾向はまったく異なっていた。このことから、沿道大気質の高濃度化要因の把握のために大気質項目ごとの詳細な分析が必要であると言える。

そこで本研究では今年度、平成 20 年度の常観局データから高濃度局のデータを抽出し、各種要因との関連性分析を詳細に行った。本稿では道路状況が高濃度局の年平均値に及ぼす影響と環境基準非達成局における年間高濃度日特有の高濃度化要因について検討した

結果を紹介する。

[研究内容]

1. 高濃度局における道路状況と沿道大気質濃度の関連性

交通量や道路構造などの道路状況は地点ごとに傾向がある程度定まっているため、道路状況が大気質に及ぼす影響は、道路状況と大気質年平均値の関連性を分析することで把握することができると考えられる。そこで、常観局の交通量及び道路構造と大気質の年平均値の関連性を整理した。対象とする常観局は大気質濃度の年平均値が高い傾向にある局とした。具体的には、NO₂ 及び SPM の年平均値のヒストグラムを作成し、ヒストグラムの高濃度側の変曲点よりも高濃度の地点を対象とした。対象とした常観局直近の一般環境大気測定局（一般局）における年平均値をバックグラウンド濃度として用いた。交通量データとしては対象常観局の直近において計測された平成 17 年度道路交通センサデータを用いた。

2. 環境基準非達成局における NO₂ 高濃度化要因

NO₂ や SPM の環境基準達成・非達成は年間 98% 値又は 2% 除外値によって判定される。よって年平均値にはほとんど影響しないような突発的・季節的要因による日平均値の高濃度化であっても環境基準の達成・非達成に影響しうる。そこで、平成 20 年度の環境基準非達成局において上位 10 日以上の日平均値を記録した日（高濃度日）について、季節的な出現状況や気象条件や他の大気質濃度等各種要因との関連性について詳

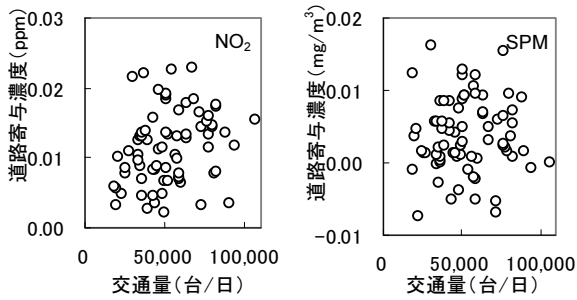


図-1 高濃度局における交通量と道路寄与濃度の関係

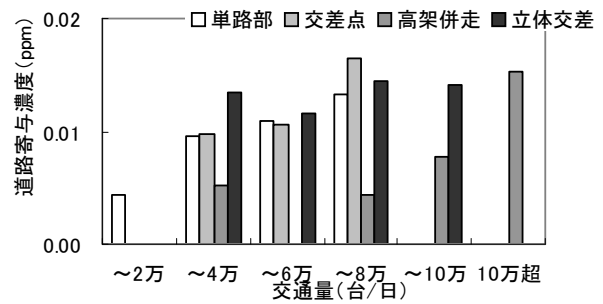


図-2 道路構造ごとの交通量と道路寄与濃度の関係

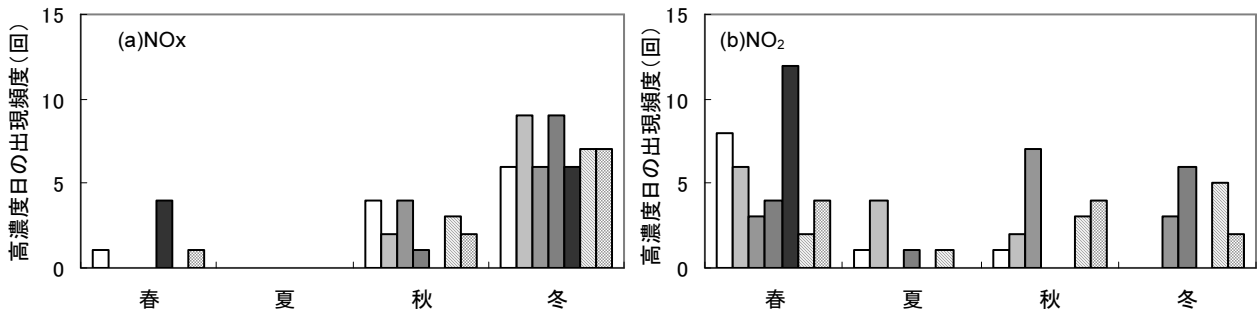


図-3 環境基準非達成局におけるNOx濃度及びNO₂濃度高濃度日の季節的な出現傾向

細な分析を実施した。SPMの高濃度化については既報で詳述しているため、本稿ではNO₂の高濃度化について記述する。

[研究成果]

1. 高濃度局における道路状況と沿道大気質濃度の関連性

交通量と道路寄与濃度（(常観局) - (一般局)）の関係を図-1に示す。NO₂については、交通量との関連性はほとんど見られないものの、道路寄与濃度は正となる場合がほとんどであった。SPMについては、交通量との関連性は見られず、さらに道路寄与濃度が負となる場合も多く見られた。

NO₂を対象として、道路構造と道路寄与濃度の関係について整理した結果を図-2に示す。単路部、交差点の道路構造による道路寄与濃度の相違は交通量の増加による道路寄与濃度の変化に比べて小さかった。この結果は、これらの道路構造の相違が大気質濃度に及ぼす影響は交通量による影響に比べて一層小さいことを示唆している。立体交差点においては交通量によらず道路寄与濃度は同程度であった。

2. 環境基準非達成局におけるNO₂高濃度化要因

環境基準非達成局におけるNO_x (=NO+ NO₂) 及びNO₂高濃度日の季節的な出現傾向を図-3に示す。NO₂濃度の高濃度日は、NO_x濃度の高濃度日がほとんど出現していない春期に多く出現していた。自動車排出ガスは主としてNOとして排出された後に大気中におい

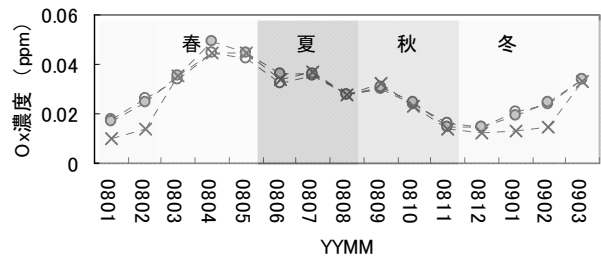


図-4 環境基準非達成局近傍における光化学オキシダント濃度の季節変動

て一部がNO₂に酸化される。すなわち図-3の結果は、NO₂の高濃度化がNO_x濃度は高くない状況においてもNOの酸化が進行することで引き起こされうことを示している。NOの酸化を進行させる要因として大気中のオキシダント(Ox)が挙げられる。環境基準非達成局近傍におけるOx濃度の季節変動を調べた結果、春季において高濃度となる傾向が確認された(図-4)。NO₂濃度とOx濃度のさらに詳細な時間変動を分析した結果、Ox濃度の高濃度化に追従するようにNO₂濃度が高くなる傾向が確認された(図省略)。以上から、NO₂の高濃度化に大気中のOx濃度が影響している可能性が示された。

[成果の活用]

本研究成果が道路管理者による個別箇所における沿道大気質高濃度化要因分析や効率的かつ効果的な沿道環境改善対策立案の一助となることが期待される。

騒音要因を踏まえた対策の展開方針に関する検討

A study of a development strategy for road traffic noise abatement based on causes of noise

(研究期間 平成 21 年度～)

環境研究部道路環境研究室

室 長 曾根 真理
主任研究官 吉永 弘志

Road Environment Division, Environment Department

Head
Senior Researcher

Shinri SONE
Hiroshi YOSHINAGA

Road traffic noise has abated steadily year by year under the effects of the regulation of vehicles, the spread of porous asphalt concrete pavement, and the construction of noise barriers. However places where the noise problem has not been solved remain, and there are many houses where environmental quality standards for noise have not been satisfied. This study is intended to establish a road traffic noise abatement strategy based on finding the causes of the problem. Studies of the noise of illegal mufflers, of noise complaints, and of the estimation of the effects of several noise abatement measures were done in fiscal 2008.

〔研究目的及び経緯〕

道路に面する地域の騒音にかかる環境基準達成率は単体規制、排水性舗装の敷設、および遮音壁の設置等の騒音対策により毎年向上しており、道路交通騒音は着実に改善している。しかし、二つの大きな課題が残されている。一つは苦情等の対応に苦慮している現場が残されていることであり、もう一つは環境基準を達成していないとされている住居等の戸数が多いことである。本研究はこれらの課題の生じる要因を明らかにすることで、今後の騒音対策の方針策定に資することを目的として平成 21 年度から研究を始めた。

〔研究内容〕

(1) 違法マフラー車等の混入の影響調査

警察および自治体へのヒアリングに基づき違法マフラー車が多いと考えられる 3 箇所を選定し、A 特定音響パワーレベル L_{WA} の実態を調査し、等価騒音レベル L_{Aeq} への寄与を試算した。違法マフラー車の判定は各現場で専門家により行った。

(2) 道路交通騒音の懸案箇所の実態把握

平成 20 年度における道路環境センサスの 5600 区間における苦情等の発生に関するデータベースに基づき L_{Aeq} と苦情の関係、苦情発生箇所のヒアリング調査および現地調査を行った。

(3) 事業評価における騒音の評価方法の調査

イギリス、ドイツ、およびフランスにおける事業評価における騒音の扱いについて文献により調査した。

(4) 騒音対策の効果の試算

道路交通騒音の低減、大型車の通行規制、速度規制の強化、および車の低騒音化により環境基準の達成戸数がどのように変化するかについて推計した。推計は、平成 20 年度道路環境センサスのデータ、デジタル道路地図データベース水準(平成 20 年)、平成 17 年国勢調査メッシュデータ、平成 13 年事業統計メッシュデータに基づいた。

〔調査結果〕

(1) 違法マフラー車等の混入の影響調査

違法マフラー車の L_{WA} は通常の二輪車と比べて 8.7 dB 大きく(図-1)、混入率は 8%、 L_{Aeq} への寄与は 0.1 dB であった。聴感実験では違法マフラー車の音をうるさく感じることであり、および屋内の L_{Aeq} を 40 dB に設定して違法マフラー車の有無による変動を大きくした場合よりも 45 dB として変動を小さくした場合の方がうるさく感じる割合が多くなる傾向を把握した。 L_{Aeq} を小さくすることは違法マフラー車等による突発的な騒音の不快感の軽減にも寄与すると推察される。

(2) 道路交通騒音の懸案箇所の実態把握

平成 20 年度における道路環境センサスの 5600 区間における夜間の L_{Aeq} と苦情等の発生割合を図-2 に示す。 L_{Aeq} の増加とともに苦情の発生割合が高くなる傾向がみうけられるが 65 dB 以下でも 13%の区間で苦情等が発生していた。 L_{Aeq} が小さいにもかかわらず苦情が発

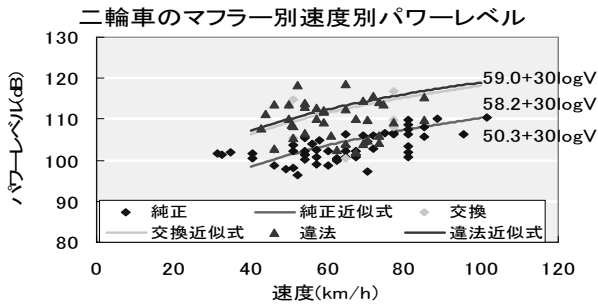


図-1 二輪車の L_{WA}

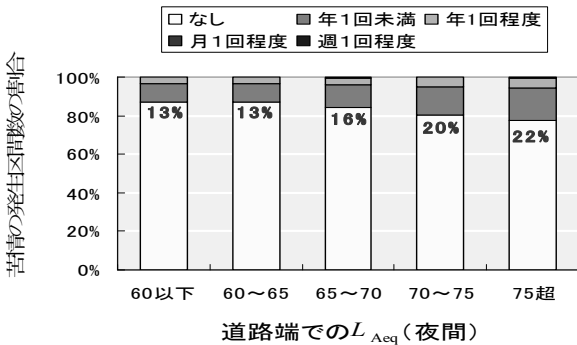


図-2 騒音レベルと苦情等の発生区間数割合

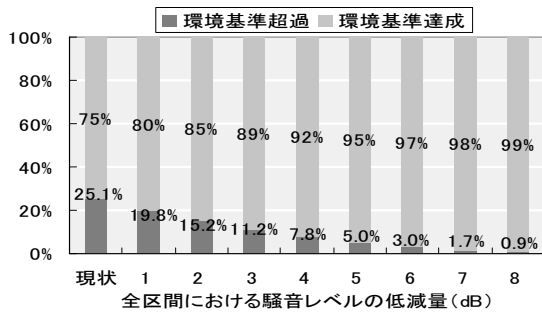


図-3 騒音レベルの低減量と環境基準達成率（夜間）

生じた多くの箇所では、原因と考えられる路面の段差やジョイントによる衝撃的な音は、年維持工事等による速やかな対策で解消していた。一方、 L_{Aeq} が大きく苦情が発生している箇所では排水性舗装は敷設済であった。 L_{Aeq} をさらに小さくするためには新たな対策が必要である。

(3) 事業評価における騒音の評価方法の調査

欧州における新規採択の道路事業での道路交通騒音に係る評価および対策の概要を表-1 に示す。イギリスでは住宅戸数等で、フランスおよびドイツは貨幣換算して騒音を評価している。これらの評価結果はイギリスおよびフランスでは公開され、ドイツで予算要求の内部資料として扱われている。

(4) 騒音対策の効果の試算

住居等の戸数で評価した夜間の環境基準達成率は現況で 75.3% である。道路交通騒音の低減量と環境基準達成率の関係の推定値を図-3 に示す。発生する騒音を 5dB 以上低減させることができれば環境基準を超過した住居等の戸数を 5%以下に減少させることができる。同様に交通規制等の新たな視点の対策による効果について試算し、大型車の通行を規制した場合には 91.9%、40 km/h の速度規制をして遵守された場合には 91.7%、双方の対策を講じた場合には 98.5%、エンジン系の騒音が消失した場合は 99.6% と推定した。現況の道路および社会情勢でこれらの対策を実施することは容易ではないが、実行可能な範囲で総合的な対策を講じるなど今後の騒音対策の方向性を見出す参考になる。

表-1 欧州における道路交通騒音に係る評価および対策の仕組み（新規事業）

		イギリス	ドイツ	フランス
道路事業評価 (新規採択時)	事業評価の対象 (根拠法)	国が実施する道路事業 政府補助を申請する道路事業 (財政法)	連邦交通路計画に位置づけられた道路事業 (財政法)	一定規模以上の道路事業 (国内交通基本法)
	道路事業の評価方法・項目を示した指針等	NATA (New Approach to Appraisal) (交通省発行のマニュアル)	EWS 1997 (道路交通制度研究会発行のマニュアル)	都市間道路の経済性評価手法 (国土整備省発行のマニュアル)
	評価手法の概要	環境、安全、経済 (B/C)、アクセシビリティ、総合交通政策との整合性を大項目とした複数の評価項目を総合的に評価。	B/Cにより便益評価。他に、環境・自然保護に係る評価、国土整備に係る評価を実施。	貨幣換算項目は B/C または内部収益率で評価する。他に定量評価項目 (雇用創出等)、定性評価項目 (渋滞等) を総合的に評価。
	騒音評価の位置づけ	環境項目の一つとして総括評価表に記載される。	貨幣換算され、B/C に組み込まれる。	貨幣換算され、B/C に組み込まれる。
	騒音評価手法の概要	改善または悪化する住戸数等で評価	・個々の住宅の騒音被害変化量の総和: 昼間 50dB(A) 以上、夜間 40 dB(A) を対象 ・貨幣換算原単位は騒音レベルに応じ大きくなる。	・個々の住宅の騒音被害変化量の総和: 昼間 55 dB(A) 以上、夜間 50 dB(A) を対象。 ・貨幣換算原単位は騒音レベルに応じ大きくなる。

道路事業における景観検討の費用に関する検討調査

Investigation about the expense of Roadscape Development

(研究期間 平成 21 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 was to collect basic information to examine the guideline for concerning the cost of the aesthetic public works. In this investigation, the effect of the aesthetic public works in road construction was figured out what factor determine to clarify the effect of the aesthetic public works.

〔研究目的及び経緯〕

国土交通省では、平成 19 年度からの景観アセスメントシステムの本格運用を受け、直轄事業における景観形成が進められている。景観検討に当たっては、費用とのバランスが常に問題となっているが、費用の妥当性を議論するためには、まず景観アセスメントシステムに基づく検討によって実現した景観向上が、具体的にどのような効果を生み出しているのかを明らかにし、それをもとに費用に関する考え方を整理する必要がある。本調査は、平成 16 年度以降に景観アセスメントシステムにより景観検討が実施された事業を対象として、「公共事業における景観整備に関する事後評価の手引き(案)」(平成 21 年 3 月、以下「手引き(案)」という)に基づく事後評価を実施し、景観アセスメントによる景観向上の効果を把握することにより、景観検討の費用に関する指針を検討するための基礎資料を得ることを目的としている。

〔研究内容〕

1. 調査対象事例の選定

景観アセスメント試行事業および重点検討事業の実施状況を整理し、供用または一部供用となっている事業を抽出した上で、その中から地域バランスを考慮して 13 事業を調査対象事例として選定した。選定にあたっては、手引き案の適用範囲である「周辺に人が住み日常的な利用がある施設」(都市内道路)のみならず、適用外の「周辺に人の住んでいない施設」(山間部の道路等)も対象とすることとした。また、事業特性による景観向上効果の発現の違いを把握するため、道路以

外の分野の事業も調査対象に含めた。

2. 景観向上効果の確認調査

「手引き(案)」では、景観に配慮した公共事業として高い評価を得ていた 13 事例における調査結果をもとに、景観向上効果の考え方とその調査手法を整理している。なお、ここでの景観向上の効果としては、人の直接的な利用を前提として、意識に与える効果、活動に与える効果、周辺空間に与える効果を捉えているが、特に積極的な景観創出によるプラスの効果を扱っている。したがって、都市内の道路や街路の事例が取り上げられているものの、山間部の道路のように周辺にほとんど人が住んでおらず、周辺の自然景観への改変を極力抑えることをねらいとしたような景観整備については適用外となっている。そこで、今回の景観向上効果の確認調査にあたっては、「手引き(案)」で示された手法を基本としつつ、道路事業の特性を踏まえた新たな手法の可能性や効果項目の妥当性を検討することも目的に加え、調査を行うこととした。

調査は次のような手順で進めた。まず、1. で選定した事例について、既存資料調査および事業者、景観アドバイザー、設計者等へのヒアリングを行い、事業概要、景観形成にあたり配慮すべき事項、景観整備方針、景観検討の経緯等の情報を収集した。次に、それらの情報から「設計意図と期待される効果」および「期待される効果の発現段階」を整理し、各事例の特性を踏まえて具体的な調査方法・内容を設計した。なお、新たな手法として、当該道路の走行経験者を対象としたインターネットアンケートも試みた。調査結果は、「手引き(案)」に示された「調査により確認された効

果及び波及効果」「効果の波及フロー図」および「プロット図」の形式で、事例ごとに整理した。

3. 景観向上効果とりまとめ

確認調査結果から、道路事業における景観向上効果項目を整理するとともに、事業特性を考慮した景観向上効果の把握手法をとりまとめた。

[研究成果]

1. 確認された景観向上効果

道路事業において確認された景観向上効果について、「手引き(案)」で示された効果項目により整理すると表-1のとおりである。このうち、最も発現が顕著だった効果は、「整備された空間に対する認知・印象」に区分される項目であった。なお、今回の調査では、「手引き(案)」以外の新たな効果項目は確認されなかった。

また、景観整備による波及効果については、限られた項目での発現が確認されたのみであったが、これは一部供用の事業が多かったため、波及効果が発現する段階に達していないことが影響していると考えられた。

2. 道路事業における景観向上効果把握手法

山間部の道路等における周辺景観への影響低減に関する効果については、設計意図が適切に実現していれば自ずと効果が発現されると考えられることから、関係者・利用者へのヒアリング調査、現地確認調査によ

って設計意図どおりに整備が行われているか否かを評価することで、効果の確認を行うことが可能である。アンケート調査は、効果を定量的に確認する場合や一般市民による評価が必要な場合において、質問項目を限定した簡易な調査を実施することが適当である。今回試行したインターネットアンケートも、景観整備による総合的な効果を捉える上で有効な手法である。

[まとめ]

今回の調査により、限定的ではあるが道路事業における景観整備の効果把握することができた。しかし、景観検討に関する費用の妥当性を検討するための基礎資料としては、景観検討を行った場合と行わなかった場合の費用の比較や景観検討実施による工事費の増減に関する定量的なデータが不足している。

各地方整備局においては、「手引き(案)」の作成を受けて、景観アセスメントシステムの実施要領の改訂や事後評価の試行に取り組み始めているところであり、今後事後評価の実施事例が蓄積していくことが期待される。事業の特性やプロセスの違いによっても、発現する効果は異なることから、様々なケースの効果を分析し、事業担当者との意見交換を行いながら、費用の妥当性に関する考え方の整理を進めていく必要がある。

表-1 道路事業において確認された景観向上効果

景観整備による効果		調査結果	
整備された空間に対する認知・印象	①整備した空間の印象の向上	・景観が向上した ・景色を見るための新たな視点場となった ・周辺の山々の眺望が美しく地域資源を再認識した ・自然と馴染む景観となっている ・周辺の自然景観とともに新たな風景をつくっている	
	②整備した空間の機能向上に対する認知	・歩きやすい歩道空間が提供されている ・気持ちの良い走行が楽しめる空間となっている	
意識に与える効果	①親しみ・愛着、誇りの向上/その他	・地域に対する愛着が醸成された ・親しみ、愛着、誇りを感じる	
	②地域のシンボル・ランドマークとしての認知、地域らしさの認知	・橋梁が地域のシンボル・ランドマークとなっている	
	③景観やまちづくり、環境等に関する意識の高まり	・市民のまちづくりや環境に関する意識が高まった	
活動に与える効果	住民の日常生活での利用に与える効果	①利用の増加	・歩行者が増加した
		③コミュニティの形成	・集会場での集まりや夏祭りの開催によりコミュニティの繋がりが強くなった
	団体活動、維持管理活動に与える効果	①イベントの開催	・道の日イベント開催範囲の拡大 ・冬期イルミネーションの実施 ・地元小学校のマラソン大会の開催 ・夏祭りの開催 ・集会場ができ地域の集まりが活発化
		②維持管理活動の実施	・ボランティア・サポート・プログラムの実施(花の植え替え、落ち葉清掃) ・子供たちによる清掃活動の実施
		③地域活動団体の活動の発展	・まちづくり協議会による中心商業地でのまちづくり活動の展開
	景観整備による波及効果		調査結果
与える効果	隣接する空間整備に与える効果	③公共空間整備の拡張	・緑陰道路プロジェクト推進事業の展開
	周辺の空間整備に与える効果	①周辺施設整備との連携 ②視点場の形成	・商業活動の活性化 ・地元自治体による周辺整備(集会場、公園、散歩道など) ・簡易パーキングエリアの整備
地域経済に与える効果	②観光振興	・観光利用の増大(全線完成後の見込)	
外部評価の高まり	①外部機関(専門家)からの表彰	・土木学会「田中賞」の受賞	

注：数字は「手引き(案)」で示された項目番号に対応している

地域生態系の保全に配慮した緑化手法の開発

Research on Slope Revegetation Method for the Conservation of Regional Ecosystem

(研究期間 平成 20～22 年度)

環境研究部
Environment Department
緑化生態研究室
Landscape and Ecology Division

室長 松江 正彦
Head Masahiko MATSUE
主任研究官 武田 ゆうこ
Senior Researcher Yuko TAKEDA
研究官 久保 満佐子
Researcher Masako KUBO

Artificial slope revegetation method using surface soil is one of using native plant species. In order to establish the revegetation method as reliable technique which can be used commonly, we investigated the relationship between the vegetation and the conditions on artificial cut slope from Hokkaido to Kyusyu in Japan.

[研究目的及び経緯]

近年、外来種の逸出や遺伝子攪乱の問題を背景に、地域性を考慮した緑化植物の取り扱いが求められている。地域性の種子を採取するには労力が大きく、これに対して、表土に含まれている植物の種子（埋土種子）は採取が容易で、埋土種子には地域性の多様な種子が含まれている。このため、施工地周辺の表土を利用した緑化工法（表土利用工）は、外来植物を利用した緑化の代替工法の一つと考えられている。

本研究は、表土利用工が施工されたのり面で初期に成立する植生を把握するために、日本全国の表土利用工による施工のり面を選択し、成立する植生とのり面属性の関係を調べた。

[研究方法]

北は北海道から南は佐賀県まで、合計 6 箇所の道路にある表土利用工が施工された 13 のり面を調査地と

した（表-1）。各のり面で1×1mの調査区を5箇所ずつ設置し、9月に各調査区で植生調査を行った。群落高、出現する植物の種と被度を調べ、植物は在来種か外来・逸出種かに区分した。

のり面の属性として、施工後年数、方位、傾斜、のり長、微地形を記録した。

[結果および考察]

調査地とした13のり面の属性を、表-1にまとめた。調査地の施工後の年数は当年から4年目までであった。傾斜は30度から40度の間にあり、のり長は3mから16mと差があったが多くは10m前後であった。方位は南西向きのり面が多く、微地形はほとんどが直線であった。

植生調査から得られた、各調査区の植生の平均の高さと植被率をグラフに示した（図-1）。宮城県（6）と福島県（7と8）、兵庫県（9）ののり面では、植生は

表-1 調査地一覧

通し番号	都道府県	調査地	施工後年数	傾斜(度)	法長(m)	方位	微地形
1	北海道	旭川紋別自動車道	1年	38	6	SE	直線
2			1年	40	10	SE	直線
3			2年	38	9	SE	直線
4			2年	35	6	SE	直線
5			2年	35	8	SW	直線
6	宮城県	みやぎ県北高速幹線道路	2年	30	10	SE	直線
7	福島県	甲子道路	3年	40	7	SE	凹地形
8			4年	30	10	SW	直線
9	兵庫県	三木防災公園	4年	35	12	NW	直線
10	島根県	浜田三隅道路	1年	30	3	SE	直線
11			8ヶ月	30	16	SE	直線
12	佐賀県	唐津伊万里道路	6ヶ月	40	13	N	直線
13			6ヶ月	40	13	S	直線

低木層と草本層が形成され、草本層の植被率は60%以上と高かった。一方、北海道（1から5）は草本層のみで植被率が50%前後のり面が多かった。島根県（10と11）と佐賀県（12と13）のり面では、植被率は10%前後と極めて低かった。

植被率が10%前後と低かった島根県と佐賀県のり面は施工当年および施工後1年のり面であり、一方、低木層が形成されていた宮城県と福島県、兵庫県のり面は施工後2年から4年であった。このため、施工

年数の経過によって、植被率は増加傾向にあり、早ければ2年から4年で在来種による低木層を形成することが明らかになった。

[今後の課題]

本研究は、平成20年度から平成22年度にかけて調査を行い、地域生態系に配慮した緑化工法のマニュアルの作成を目指すものである。平成22年度以降では、さらに他の地域の知見を蓄積し、マニュアルを作成する。

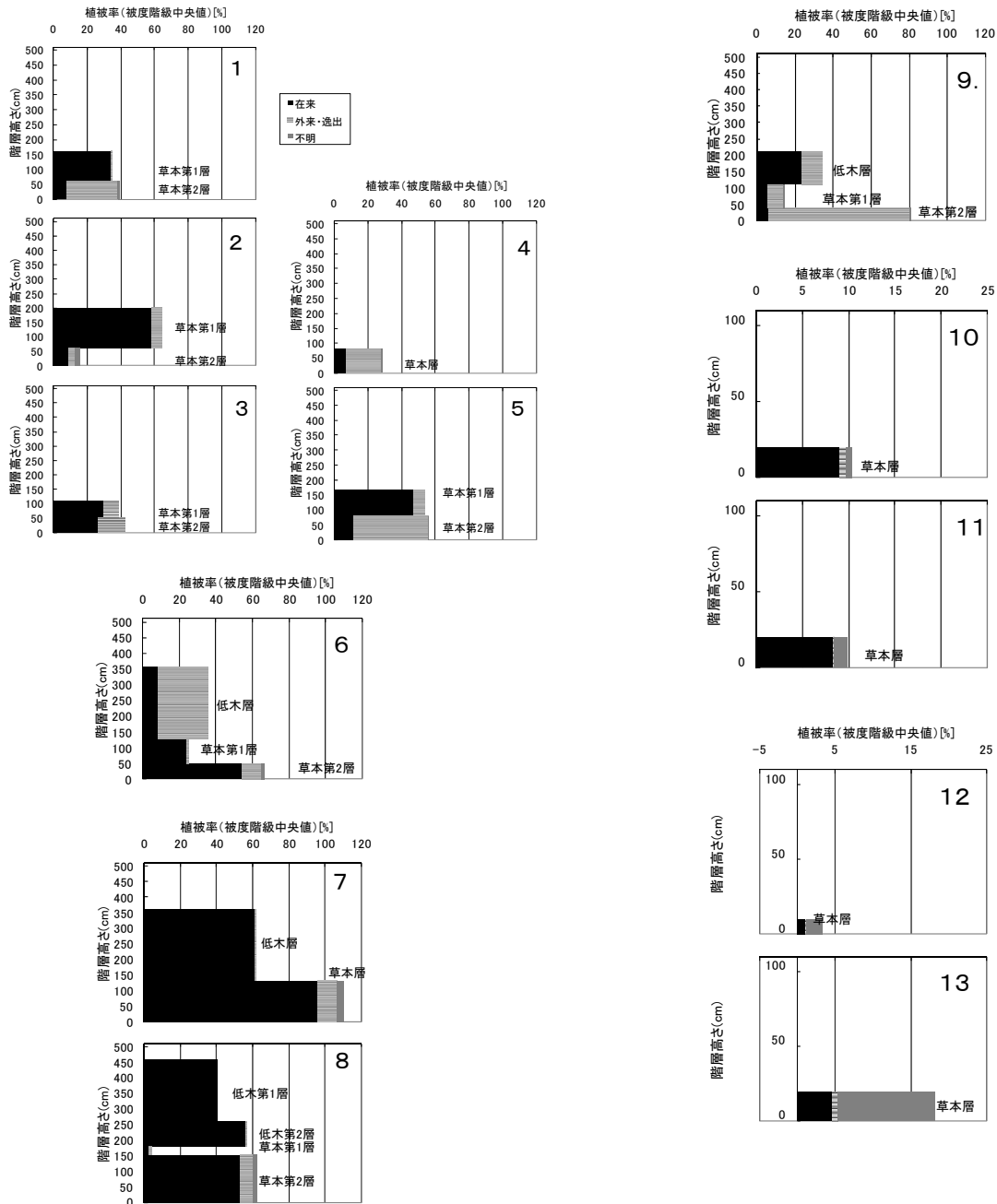


図-1 各調査区の群落の高さと平均植被率の関係

1から5は北海道、6は宮城県、7と8は福島県、9は兵庫県、10と11は島根県、12と13は佐賀県の調査地を表す。