

I S S N 1346-7328

国総研資料 第117号

平成 15 年 7 月

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of

National Institute for Land and Infrastructure Management

No.117

July 2003

平成14年度

道路事業調査費等年度報告

Annual Report of Road-related Research
in FY 2001

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management

Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan

平成 14 年度
道路事業調査費等年度報告

Annual Report of Road-related Research in FY 2002

概 要

本報告書は、国土技術政策総合研究所において平成 14 年度に実施した道路事業調査費、街路交通調査費、地方整備局等依頼経費（道路関係）に関する調査・研究の結果をとりまとめたものである。

キーワード：道路事業調査費、街路交通調査費、地方整備局等依頼経費、年度報告、平成 14 年度

Synopsis

This report contains the results of the road-related research carried out by NILIM in FY 2002.

Keywords : Road-related Research, Annual Report, 2002

ま え が き

本報告書は、国土交通省国土技術政策総合研究所において平成 14 年度に実施した道路関係調査研究の成果をとりまとめたものである。この道路関係調査研究には、「道路事業調査費」および「街路交通調査費」による試験研究があり、さらに「地方整備局等依頼経費（各地方整備局等からの依頼により実施する試験調査）」がある。

「道路事業調査費」による試験研究課題については、国土交通省道路局が平成 14 年 9 月に作成した冊子「TURN」の施策体系に対応して研究課題を分類した。具体的には 5 つの「主要テーマ」として大きく「道路行政システムの改革」、「経済活力の回復と地域づくり」、「生活の質の向上」、「安全で安心できる暮らしの確保」、「環境の保全・創造」に分類し、さらに細かく「サブテーマ」を設定し、下記のように分類を行った。

1. 道路行政システムの改革
 - 1.1 評価システムの導入
2. 経済活力の回復と地域づくり
 - 2.1 円滑なモビリティの確保
 - 2.2 国土ネットワークの構築
 - 2.3 情報化の推進
3. 生活の質の向上
 - 3.1 暮らしの道ゾーンの形成・美しいまちなみの形成
4. 安全で安心できる暮らしの確保
 - 4.1 交通安全の充実
 - 4.2 災害への備え
 - 4.3 更新時代への準備
5. 環境の保全・創造
 - 5.1 沿道環境の改善
 - 5.2 自然環境・地球環境の保全

一方、街路交通調査費、地方整備局等依頼経費については、予算費目ごとに報告することとした。

平成 15 年 7 月

道路研究部長
高度情報化研究センター長

大西 博文
山田 晴利

目 次

道路事業調査費

1.	道路行政システムの改革	
1.1	評価システムの導入	
	交通調査の効率化に関する調査	(道 路 研 究 室) …… 2
	交通基盤施設整備事業の評価手法に関する調査	(道 路 研 究 室) …… 4
	交通基盤整備の方策の評価に関する調査	(道 路 研 究 室) …… 6
	リスクを考慮した道路事業評価の手法開発に関する調査	(道 路 研 究 室) …… 8
	交通基盤整備の方策の評価に関する研究	(建 設 経 済 研 究 室) …… 10
	交通基盤整備の方策の評価に関する研究	(道路空間高度化研究室) …… 12
	道路整備事業における住民満足度に関する研究	(建設マネジメント技術研究室) …… 14
	交通基盤整備方策の評価に関する研究	(地 震 防 災 研 究 室) …… 16
2.	経済活力の回復と地域づくり	
2.1	円滑なモビリティの確保	
	物流交通の効率化・円滑化に関する調査	(道 路 研 究 室) …… 18
	有効性・受容性の高い TDM 手法の開発と導入促進に関する調査	(道 路 研 究 室) …… 20
2.2	国土ネットワークの構築	
	幹線道路のアクセスコントロール手法に関する調査	(道 路 研 究 室) …… 22
2.3	情報化の推進	
	ITS プラットホームの標準化に関する調査 (その 1)	(高度道路交通システム研究室) …… 24
	道路行政の IT 化を支援する共通基盤に関する調査 (その 1)	
	(業績評価システム実現のための道路データ収集・分析手法の構築)	(高度道路交通システム研究室) …… 26
	道路行政の IT 化を支援する共通基盤に関する調査 (その 2)	
	(大学との連携)	(高度道路交通システム研究室) …… 28
	道路行政の IT 化を支援する共通基盤に関する調査 (その 3)	
	(スマートコミュニケーション基盤の研究開発)	(高度道路交通システム研究室) …… 30
	道路行政の IT 化を支援する共通基盤に関する調査 (その 4)	
	(特殊車両の管理手法に関する調査)	(高度道路交通システム研究室) …… 32
	ヒューマンインターフェースに関する調査	(高度道路交通システム研究室) …… 34
	AHS システムの開発・評価に関する調査	(高度道路交通システム研究室) …… 36
	歩行者等支援に関する調査	(道路空間高度化研究室) …… 38
	情報共有基盤の確立	(情 報 基 盤 研 究 室) …… 40
	GIS を活用したデータ管理手法	(情 報 基 盤 研 究 室) …… 44
	橋梁監視システムに関する調査	(橋 梁 研 究 室) …… 48
	新しい道路交通システムに関する基礎的調査	(高度情報化研究センター付主任研究官) …… 50
3.	生活の質の向上	
3.1	くらしの道ゾーンの形成・美しいまちなみの形成	

道路の機能を考慮した空間再配分と道路構造に関する調査	(道路空間高度化研究室)	52
豊かさに配慮した歩行者利用空間の設計法に関する試験調査	(道路空間高度化研究室)	54
自転車利用空間の整備手法に関する試験調査	(道 路 研 究 室)	56
道路の機能を考慮した空間再配分と道路構造に関する研究	(道 路 研 究 室)	58
4. 安全で安心できる暮らしの確保		
4.1 交通安全の充実		
道路安全監査手法に関する試験調査	(道路空間高度化研究室)	60
高齢運転者の特性を踏まえた交差点等の構造・設計に関する試験調査	(道路空間高度化研究室)	62
冬期路面管理水準策定に関する試験調査	(建 設 経 済 研 究 室)	64
4.2 災害への備え		
道路施設の防災事業の優先度評価手法に関する試験調査	(地 震 防 災 研 究 室)	66
地震ハザードマップの作成手法の開発に関する調査	(地 震 防 災 研 究 室)	68
マルチヒンジ構造物の設計地震動の設定手法に関する試験調査	(地 震 防 災 研 究 室)	70
大規模地震を想定した長大橋梁の耐震設計法の合理化に関する試験調査	(地 震 防 災 研 究 室)	72
道路網の合理的な地震時リスク評価技術の開発	(地 震 防 災 研 究 室)	74
4.3 更新時代への準備		
道路橋の計画的な管理手法に関する試験調査	(橋 梁 研 究 室)	76
道路維持管理の効率化のための情報基盤の整備に関する調査	(情 報 基 盤 研 究 室)	78
道路橋設計基準の性能規定化に関する検討	(橋 梁 研 究 室)	80
道路橋の耐久性向上策に関する試験調査	(橋 梁 研 究 室)	82
耐久性確保を目指した PC 橋の品質保証に関する試験調査	(橋 梁 研 究 室)	84
道路工事における総合的なコスト削減効果評価手法の開発	(建 設 シ ス テ ム 課)	86
車両の大型化が橋梁に及ぼす影響に関する調査	(橋 梁 研 究 室)	88
5. 環境の保全・創造		
5.1 沿道環境の改善		
道路騒音政策の評価に関する研究	(道 路 環 境 研 究 室)	90
IT を活用した沿道環境改善に関する調査	(道 路 環 境 研 究 室)	92
低騒音舗装の機能性向上に関する試験調査	(道 路 環 境 研 究 室)	84
騒音対策新技術の予測・評価に関する調査研究	(道 路 環 境 研 究 室)	86
浮遊粒子状物質等の予測手法の拡充に関する調査	(道 路 環 境 研 究 室)	98
大気汚染等の低減技術等の評価に関する調査	(道 路 環 境 研 究 室)	100
5.2 自然環境・地球環境の保全		
道路による動物の生息域への影響低減技術の調査研究	(道 路 環 境 研 究 室)	102
道路による動物の生息域への影響低減技術の調査研究	(緑 化 生 態 研 究 室)	104
道路事業における生態系の調査、評価手法の高度化	(緑 化 生 態 研 究 室)	108
道路のり面における生態的環境整備に関する研究	(緑 化 生 態 研 究 室)	110

街路交通調査費

新しい都市交通システムに関する調査	(道 路 研 究 室) ……114
交通結節点の評価に関する調査	(道 路 研 究 室) ……116

地方整備局等依頼経費（道路関係）

東北地方整備局

排水性舗装の騒音低減効果に関する調査	(道 路 環 境 研 究 室) ……120
公共事業の環境負荷低減に関する検討	(道 路 環 境 研 究 室) ……122
凍結防止剤の影響調査	(道 路 環 境 研 究 室) ……124
道路橋の耐久性照査方法に関する検討	(橋 梁 研 究 室) ……126
エアサス搭載車両の軸重に関する検討	(橋 梁 研 究 室) ……128
交通事故データに基づく安全施設等整備に関する調査	(道路空間高度化研究室) ……130
外部コストを含む総合的な建設事業コスト評価に関する調査	(建 設 シ ス テ ム 課) ……132
道路事業の環境経済評価に関する調査	(建 設 経 済 研 究 室) ……134
観光を活かした地域づくりの総合的な支援方策検討	(建 設 経 済 研 究 室) ……136
冬期路面管理水準検討業務	(建 設 経 済 研 究 室) ……138
冬期バリアフリー生活空間に関する研究	(建 設 経 済 研 究 室) ……140
総合評価方式の活用に関する検討	(建設マネジメント技術研究室) ……142

関東地方整備局

国道 16 号保土ヶ谷バイパスの環境対策に関する調査	(道 路 環 境 研 究 室) ……144
公共事業の環境負荷低減に関する検討	(道 路 環 境 研 究 室) ……122
エアサス搭載車両の軸重に関する検討	(橋 梁 研 究 室) ……128
歩行者 ITS の技術基準作成に関する検討	(道路空間高度化研究室) ……146
公共工事の環境負荷低減に関する検討	(建 設 シ ス テ ム 課) ……148
観光を活かした地域づくりの総合的な支援方策検討	(建 設 経 済 研 究 室) ……136
事業評価手法に関する検討	(建設マネジメント技術研究室) ……150

北陸地方整備局

道路橋の耐久性照査方法に関する検討	(橋 梁 研 究 室) ……126
エアサス搭載車両の軸重に関する検討	(橋 梁 研 究 室) ……128
観光を活かした地域づくりの総合的な支援方策検討	(建 設 経 済 研 究 室) ……136
冬期路面管理水準検討業務	(建 設 経 済 研 究 室) ……138
海外公共事業事例調査	(建設マネジメント技術研究室) ……152

中部地方整備局

道路環境影響評価の技術手法の運用に関する調査	(道 路 環 境 研 究 室) ……154
沿道における浮遊粒子状物質の実態調査	(道 路 環 境 研 究 室) ……156
路面排水実態の調査	(道 路 環 境 研 究 室) ……158

エアサス搭載車両の軸重に関する検討	(橋 梁 研 究 室) ……128
歩行者 ITS の技術基準作成に関する検討	(道路空間高度化研究室) ……146
積算改善検討	(建 設 シ ス テ ム 課) ……160
観光を活かした地域づくりの総合的な支援方策検討	(建 設 経 済 研 究 室) ……136
PM モデル試行導入に関する検討	(建設マネジメント技術研究室) ……162

近畿地方整備局

公共事業の環境負荷低減に関する検討	(道 路 環 境 研 究 室) ……122
エアサス搭載車両の軸重に関する検討	(橋 梁 研 究 室) ……128
歩行者 ITS の技術基準作成に関する検討	(道路空間高度化研究室) ……146
公共工事の環境負荷低減に関する調査	(建 設 シ ス テ ム 課) ……148
観光を活かした地域づくりの総合的な支援方策検討	(建 設 経 済 研 究 室) ……136
海外公共事業事例調査	(建設マネジメント技術研究室) ……152
事業評価手法に関する検討	(建設マネジメント技術研究室) ……150

中国地方整備局

エアサス搭載車両の軸重に関する検討	(橋 梁 研 究 室) ……128
交通事故データに基づく安全施設等整備に関する調査	(道路空間高度化研究室) ……130
歩行者 ITS の技術基準作成に関する検討	(道路空間高度化研究室) ……146
積算改善検討	(建 設 シ ス テ ム 課) ……160
PM モデル試行導入に関する検討	(建設マネジメント技術研究室) ……162

四国地方整備局

直轄国道沿道の騒音実態の評価手法に関する調査	(道 路 環 境 研 究 室) ……164
山地部道路構造規格検討	(道 路 研 究 室) ……166
エアサス搭載車両の軸重に関する検討	(橋 梁 研 究 室) ……128
歩行者 ITS の技術基準作成に関する検討	(道路空間高度化研究室) ……146
設計 VE の高度化に関する研究	(建設マネジメント技術研究室) ……168

九州地方整備局

道路環境影響評価の技術手法の運用に関する調査	(道 路 環 境 研 究 室) ……154
沿道における浮遊粒子状物質の実態調査	(道 路 環 境 研 究 室) ……156
路面排水実態の調査	(道 路 環 境 研 究 室) ……158
直轄国道沿道の騒音実態の評価手法に関する調査	(道 路 環 境 研 究 室) ……164
公共事業の環境負荷低減に関する検討	(道 路 環 境 研 究 室) ……122
道路環境アセスメント効率化のための GIS 導入手法検討	(緑 化 生 態 研 究 室) ……170
エアサス搭載車両の軸重に関する検討	(橋 梁 研 究 室) ……128
交通事故データに基づく安全施設等整備に関する調査	(道路空間高度化研究室) ……130
設計の標準化及び自動化に関する検討調査	(建 設 シ ス テ ム 課) ……172

観光を活かした地域づくりの総合的な支援方策検討	(建設経済研究室) ……136
海外公共事業事例調査	(建設マネジメント技術研究室) ……152
PM モデル試行導入に関する検討	(建設マネジメント技術研究室) ……162
北海道開発局	
道路環境影響評価の技術手法の運用に関する調査	(道路環境研究室) ……154
沿道における浮遊粒子状物質の実態調査	(道路環境研究室) ……156
排水性舗装の騒音低減効果に関する調査	(道路環境研究室) ……120
自然環境アセスメントにおける環境保全措置に関する調査	(道路環境研究室) ……174
エアサス搭載車両の軸重に関する検討	(橋梁研究室) ……128
高齢社会における安全な道路環境のあり方に関する調査	(道路空間高度化研究室) ……176
交通事故データに基づく安全施設等整備に関する調査	(道路空間高度化研究室) ……130
歩行者 ITS の技術基準作成に関する検討	(道路空間高度化研究室) ……146
多様な道路環境に対応した安全施設の高度化	(道路空間高度化研究室) ……178
道路空間再構築等の効果分析手法等に関する調査	(道路空間高度化研究室) ……182
観光を活かした地域づくりの総合的な支援方策検討	(建設経済研究室) ……136
設計 VE の高度化に関する研究	(建設マネジメント技術研究室) ……168
総合評価方式の活用に関する検討	(建設マネジメント技術研究室) ……142
沖縄総合事務局	
エアサス搭載車両の軸重に関する検討	(橋梁研究室) ……128

道路事業調査費

交通調査の効率化に関する調査

Investigation on the efficiency for road traffic surveys

(研究期間 平成 10～15 年度)

道路研究部道路研究室

Road Department, Traffic Engineering Division, Head

室 長 長谷川 金二

Kinji Hasegawa

研究官 田宮 佳代子

Researcher Kayoko Tamiya

The Road Traffic Census conducted by Road Bureau, MLIT, is the only nationwide vehicle traffic survey in Japan, however the problem is that these data are obtained by surveys done achieved every five years. This study develops a new method to obtain vehicle traffic data using IT such as probing cars, and examines some characteristics of probing taxi data.

〔研究目的及び経緯〕

国土交通省では、道路交通センサス（全国道路・街路交通情勢調査）において、道路計画・道路管理等に不可欠な交通データの収集を実施しているが、データ収集・処理を人手に頼っているため、調査費用やデータ精度等に課題がある。その一方で、近年では情報技術の活用により、現行の交通調査手法を改善することが可能な状況にある。

平成 14 年度は、タクシーをプローブカー（計測機器を搭載して走行データを収集する車両）とした調査をケーススタディとして、経年的に取得したデータの分析を行い、データの基礎特性を明らかにした。また、プローブカーの相違に起因するデータのバイアス特性を確認し、プローブカーを用いた調査手法を確立するための基礎資料を得た。

〔研究内容〕

下記(1)から(4)に示す項目に着目して、取得データの基礎特性を分析し、タクシーを用いたプローブカー調査の特徴を明らかにした。

本課題で分析対象としたプローブカーは、東京都品川区及び横浜市をそれぞれ拠点とするタクシー各 20 台とした。東京地区については平成 12 年 5 月から平成 14 年 10 月まで、横浜地区については平成 13 年 9 月から平成 14 年 10 月までに収集されたデータを分析の対象としている。なお、横浜地区のプローブカーデータには、タクシーの実車（貸走）/空車情報が記録されている。

(1)タクシーによるプローブカー調査が有効な調査対象エリアの規模

プローブカーの走行範囲及び路線走行回数（延べ台数）から、タクシーによるプローブカー調査が有効な調査対象エリアの規模を検討した。

(2)走行路線・走行時間帯の偏り

渋滞路線を回避する傾向の有無や細街路走行の実態を確認し、タクシー固有の走行路線・走行時間帯の偏りやトリップ特性を分析した。

(3)業務行動に伴う停止か否かの判断基準

道路交通状況を適切に把握するには、プローブカーの車種に特有の行動データを除外する必要がある。タクシーの場合、客待ちや客乗降などの業務行動に伴う停止データが該当する。現在、交通解析を行う際、停止時間が 2 分以上継続するデータは業務行動に伴う停止とみなして分析から除外している。この停止継続時間の判断基準の妥当性について検証を行った。

(4)調査車両車種によるバイアス特性

バスや調査走行車両など、タクシー以外の業務用車両による調査データを用いて旅行速度を算出し、算出値の相違を把握した。

〔研究成果〕

(1)調査対象エリアの規模

東京地区においては、平日昼間は約 10km 圏内、平日夜間は約 15km～20km 圏内の幹線道路で 50 サンプル以上のプローブカーデータが得られている。夜間の走行エリアについては、平日よりも休日の方が小さかった。横浜地区では、昼夜を問わず約 10km 圏内の幹線道路で 50 サンプル以上のプローブカー

データが得られたが、東京地区と比較すると走行範囲が狭く、平休日や昼夜による差異も小さい傾向が確認された。有効調査対象エリアの規模は、タクシーの営業範囲や都市圏の道路ネットワーク構成の影響を受けるものと考えられる。

(2) 走行路線・走行時間帯の偏り

両地区とも昼夜を問わず細街路を走行する傾向がみられた。タクシーのデータ取得量は昼間よりも夜間の方が多く、走行範囲も広範囲に渡っている。

トリップ特性に関しては、昼間は営業拠点を中心とした短トリップ、夜間は遠方への長トリップが多い傾向がみられた。

(3) 業務行動に伴う停止可否かの判断基準

タクシーメーターが実車（貸走）から空車に変更されてからの停止継続時間を乗客の降車に要する時間とみなし、停止時間の度数分布を確認した（図-1）。車両停止の判定は、地点速度の値が0km/hかどうかで行った。その結果、客降車と判断されるサンプルの約90%が50秒以内の停止時間であることがわかった。

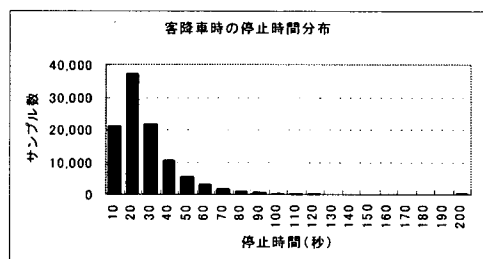


図-1 客降車時の停止時間分布

一方、渋滞ポイントとなっている信号交差点を対象として、交差点上流部500m以内におけるプローブカーの停止回数（停止1回を1サンプルとカウント）と停止時間との関係を分析した。分析結果の一例を図-2に示す。停止時間が2分以上継続するサンプルは確認されていない。検討対象とした他の交差点においても同様の傾向がみられている。

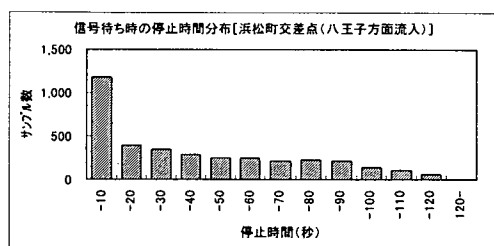


図-2 信号交差点通過時の停止時間分布

このことから、停止継続時間の情報のみで「信号待ちや渋滞に伴う停止」と「客降車に伴う停止」を区別することは困難であり、より精確なデータの収集を行うためには横浜地区のように実車/空車デー

タを追加収集する必要があると考えられる。

(4) プローブカーの車種によるバイアス特性

各地方整備局では、路線バスをプローブカーとしたデータの収集が展開されている。路線バスをプローブカーとして活用するメリットは、定期的に運行しているため特定路線の時系列的なデータが取得できることである。反面、停留所における乗客の乗降時間ロスや、表定速度が一般車両よりも低く出てしまうこと、通信コスト等を考慮してデータ取得間隔が比較的長く設定されているため（数十秒程度）、詳細な走行履歴が把握できないことなどがデメリットと考えられる。

これらのことをふまえ、バス及びタクシーから得られる旅行速度算定値を比較し、車種によるデータのバイアスを確認した。対象とした路線は一般国道20号（谷保、対象区間延長4.3km）とし、平成14年7月から10月に記録されたデータを用いた。ただし、当該路線を通行したタクシーが数サンプル程度しか得られず、バス及びタクシーが同一日時に通過したデータは得られなかったため、交通量常時観測データを用いて同様な交通状況と想定できるサンプルについて旅行速度算出値を比較した（図-3）。あわせて、昼夜別の旅行速度算出値の比較を行った（図-4）。単純比較はできないが、数値としてはバスの1.1倍～2.8倍程度の値となっており、タクシーではバスよりも高い旅行速度算出値が得られていることが確認された。

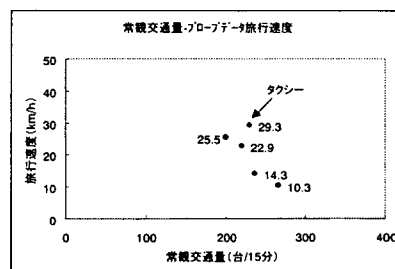


図-3 バスとタクシーによる旅行速度算出値

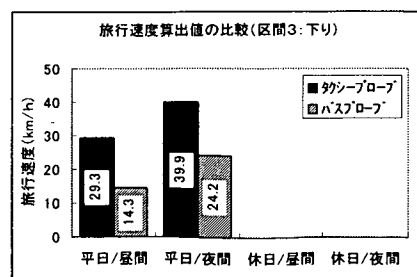


図-4 昼夜別の旅行速度算出値の比較

【成果の活用】

得られた成果は、道路交通センサ調査要綱を改定するための基礎資料として活用する予定である。

交通基盤施設整備事業の評価手法に関する調査

Study of Evaluation Technique of Traffic foundation facility projects

(研究期間 平成 12～14 年度)

道路研究部 道路研究室
Traffic Engineering Dev., Road Dept.

主任研究官 高橋 敏彦
Senior Researcher TAKAHASHI Toshihiko
主任研究官 吉田 秀範
Senior Researcher YOSHIDA Hidenori

Now, all over the country, there is the design or the plan of six strait crossing road projects. Each regional bureau is analyzing the effect to the social economy of this project, and are making cost-benefit analysis in order to judge investment efficiency objectively. Nillim examines the framework and the technique of evaluation, and supports each regional bureau.

〔研究目的及び経緯〕

本研究では、海峡横断道路プロジェクトの社会・経済的な評価を行う際の課題の整理を行い、評価の枠組みや手法のあり方について検討することを目的とした。

現在、各地方整備局では、全国にある6つの海峡横断道路プロジェクトの構想について、その実現可能性を検証すべく、社会・経済的影響の分析、費用便益分析等の検討が進められている。こうした大規模プロジェクトは、広域的な社会経済活動、交通行動に影響を及ぼすものであり、一般の道路事業に適用される評価手法の枠組みを超えて、地域交流の効果、地域経済への影響等を含めて総合的な観点から評価する手法が必要となる。

〔研究内容〕

国総研において、各地方整備局における海峡横断道路プロジェクトの社会経済的評価に関する検討成果を横断的に整理し、効果項目を体系化するとともに、評価手法等に関する課題の抽出とそのあり方について検討した。

1. 評価項目の体系化と評価計測手法の概況整理

評価項目は、「道路利用の変化に伴う直接的影響」（直接効果）と「道路利用の変化を通じて社会経済活動に波及する間接的影響」（間接効果）に大別される。また、「直接効果」は、直接的な受益者である道路利用者に着目した「道路利用効果」と、沿道及び地域社会への直接的な影響を評価する「環境効果」と「住民生活効果」に分類される。一方、「間接効果」については、地域の生産額や雇用・所得といった地域経済への影響や、税金の変化など地域の財政面に与える影響といった「地域経済・財政効果」が定量的に計測される。

これらを体系的に整理したものが図1である。

以下に、評価項目別に手法の概要を整理した。

(1)直接効果

道路利用効果については、現行の事業評価手法と同様に走行時間短縮、走行費用減少、交通事故減少の便益の

直接効果 道路利用効果

環境改善効果

住民生活効果

間接効果 地域経済・財政効果

走行時間短縮
走行経費減少
交通事故減少
走行快適性向上
定時性確保
大気汚染
騒音
地球環境
道路空間利用
災害時代替路確保
生活機会・交流機会拡大
公共サービス向上
地域アイデンティティ向上
雇用・所得増大
人口安定・定着
財・サービス価格低下
資産価値の増大
財政の安定

図1 大規模道路プロジェクトの主要な評価項目体系

計測を行うほか、CVM（仮想的市場評価法）等の適用により、走行快適性向上、定時性確保などの非市場財的な効果が計測される。

加えて、多くのプロジェクトでは、環境・住民生活効果として、環境改善（NOx, CO₂）、生活機会・交流機会拡大（観光圏域の拡大など）、公共サービス向上（緊急施設へのアクセス確保など）、リダンダンシー向上といった項目について、定性的な把握や、CVM、代替法などによる貨幣化・定量化が行われる。

(2)間接効果

地域経済・財政効果について、地域計量経済モデルや応用一般均衡モデル、ヘドニック・アプローチなどの手法が適用され、地域生産額、雇用・所得、税金等地域経済活動に係わる諸指標の分析が行われる。なお、これらの指標については、前記、道路利用者効果等との重複に留意する必要がある。

(3)交通需要の予測手法

交通需要推計（OD表推計）については、一般に道路ネットワークの完成形に対して BPR 型重力モデルを適用する。経済波及効果分析より得られる立地変化や経済活動変化等を交通需要予測に反映させることにより、誘

発又は開発交通量等を考慮し、プロジェクトの実施有無別にOD表を差別化する方法も適用可能である。

また、交通量配分手法は、従前の「分割配分法」に加えて「利用者均衡配分手法」が適用される。なお、交通量配分時の海峡横断道路の通行料金は、「国幹道並み」、「フェリー料金並み」が基本となっている。

2. 社会経済評価に係る課題の抽出

社会経済評価を適正に行う観点から課題を整理した。

(1) 交通需要予測の精度向上

a) 将来の社会経済情勢の設定

交通需要予測の前提条件となる将来の社会経済動向については、少子高齢化、安定成長、情報化等による交通需要への影響の的確な推測が必要である。しかし、同時に、需要予測結果は、多数の不確実な要因等を前提とした不確定なものとならざるを得ず、感度分析等により幅をもって提示する必要がある。

b) 他の計画道路及び他の交通機関の考慮

供用開始時に予定されている道路ネットワーク（他路線）や計画されている地域開発プロジェクトの熟度を的確に見極め、需要予測に反映させることが重要である。

航空運賃の規制緩和、幹線鉄道サービスの向上など交通市場をとりまく競争が一層激化する中、他の交通機関を考慮した需要予測を検討する必要がある。

c) 誘発交通需要の考慮

現状の費用便益分析では、事業実施の有無によらず同一のOD表を適用しているが、波及的影響が大きい大規模プロジェクトでは、事業による誘発・開発交通を考慮した分析を実施すべきである。類似する既存の大規模道路事業の事後分析結果などを活用し、誘発交通量等に関する予測手法を確立する必要がある。

(2) 評価手法のアカウンタビリティ向上

a) 透明性の向上

海峡横断道路の整備意義を地域住民や国民に信頼性高く周知するため、需要予測、事業評価等の結果と適用したデータ・手法を全て公表する必要があるほか、評価計測手法自体が理解しやすいものである必要がある。

b) 事業手法等の検討

昨今、有料道路事業における採算性が非常に重視されている。そのような中、海峡横断道路整備の国民的コンセンサスを得るためには、社会経済的效果とその帰着先を適切に把握し、その上で、適切な事業手法、事業費負担のあり方を検討する必要がある。有料道路事業となる場合には採算性確保に向けた検討が必要となる。道路公団方式のほか、民活方式等の新たな事業手法や資金調達についての検討が必要である。

3. 社会経済的評価手法のあり方の提案

本研究では、大規模道路プロジェクトの社会経済的評価のあり方を提示すべく、実務への適用を念頭に置いた

地域経済効果分析のためのモデルの構築と便益帰着構成表などの評価ツールの検討を行った。

(1) 地域経済効果分析モデル（空間的応用一般均衡モデル）の概説

大規模道路プロジェクトは、地域間の所要時間の短縮などアクセシビリティを高める。この結果、例えば、経済活動においては、工場等の生産活動に必要な原材料（中間投入財）の輸送コストが低減し、生産効率が高まる。さらに、その結果、就業者の所得増、（生産された）商品・サービスの価格低下、ひいては消費（購買）の拡大に繋がり、地域経済活動が活発化する。

また、観光・レジャー活動では、目的地までの利便性向上のほか、観光圏域の拡大や新たな観光需要創出に繋がり、道路利用者の効用を高めることとなる。さらに、観光需要の増大により、当該観光地の消費拡大（宿泊施設の収入増や土産品販売額増など）も期待される。

空間的応用一般均衡モデルでは、このような経済活動、観光・レジャー活動の変化を通じて、事業が地域経済活動に与える影響を計測することが可能である。

(2) 便益帰着構成表の概説

便益帰着構成表は、プロジェクトの実施により、誰（経済主体）に、どのような影響（効果項目）が、どの程度（貨幣換算値）帰着するかを整理したものである。

表中の数字は、先述した空間的応用一般均衡モデルや必要に応じてCVM等の便益計測手法により計測される。

【研究成果】

大規模道路プロジェクトの評価体系（評価項目）の整理を行い、予測・評価手法のあり方を提案した。

具体的には、道路整備に伴う交通行動変化の予測、地域構造変化に伴う経済効果の予測、及び非市場的価値を有する便益項目の評価を行うために空間的応用一般均衡モデルを構築したほか、便益算定の重複の防止及び費用負担の検討に資する便益帰着構成表等の評価ツールの提案を行った。

【成果の活用】

研究成果は各地方整備局にフィードバックを行い、各プロジェクトの評価手法の精度向上に向けた検討に活用される。

交通基盤整備の方策の評価に関する調査

Study of Evaluation of Measure to Traffic foundation projects

(研究期間 平成 13～14 年度)

道路研究部道路研究室 主任研究官 桐山孝晴
Traffic Engineering Div., Road Dept. Senior Researcher KIRIYAMA Takaharu

The medical expense in our country is 26 trillion yen as of 2002. It is expected to continue increasing in the future, and to be 60 trillion yen in 2025. So, it is our important theme to improve medical efficiency in the road policy. In this paper, I analyzed the relation between medical treatment and roads.

【研究目的及び経緯】

我が国の医療費は、現在 26 兆円（国民所得の 7 %）であるが、1 人当たり医療費は一般医療費で 2.1 %、老人医療費で 3.2 % の増加傾向にある。今後、高齢者の増加とともに医療費は増大を続け、平成 37(2025)年度には 60 兆円（国民所得の 11 %）になると見込まれている。（厚生労働省「社会保障の給付と負担の見通しについて（平成 14 年 5 月）」より。）

厳しい財政状況の下で、このように増大する医療分野を如何に効率的していくかが、我が国の重要な課題であり、道路政策においても、医療の効率化に役立つ事業を実施することが重要な使命である。そこで、道路と医療の関連を明らかにすることを目的とした検討を行った。

【研究内容】

道路と医療の関連を、特に時間の観点から捉えることとし、救急医療に係る時間価値の算出を行った。

時間価値の算出にあたっては、医療の市場を参考にした代替法を用いている。これは、救急医療機関の有無による救急搬送時間の差と救急医療機関の整備費用との関係を分析することによって、道路整備による救急搬送時間短縮の効果を類推しようとするものである。

【研究結果】

1. 概要

救急医療は、医療機関への搬送も含めて一刻を争う迅速な対応が必要とされる。我が国の救急医療は、初期、二次、三次の体制をとっており、それぞれの内容、整備状況は、表 1 のとおりである。

高度な医療水準が要求される三次救急医療機関は、その施設を維持するために一定数以上の医療市場を必要とするため、搬送距離が比較的長くなり、道路整備による救急搬送時間短縮の効果が得られやすい。そこで、ここでは、三次救急医療機関を対象として分析を行った。

表 1 我が国の救急医療体制

	内容	整備状況
初期救急医療機関	外来診療によって救急患者の医療を担当する医療機関であり、救急医療に携わっていることを表明する医療機関とする。在宅当番医および休日夜間急患センターが当たる。	在宅当番医制 [741 地区] 休日夜間救急センター [608 か所] 休日等歯科診療所 [47 か所] 歯科在宅当番医制 [64 地区]
二次救急医療機関	入院治療を必要とする重症救急患者の医療を担当。病院診療番制とは、複数の病院が輪番制を組み、当番日の病院が対応。共司利用型病院制とは、医師会が病院等が、地域医師会の協力で運営。	病院診療番制病院 [394 地区] 共司利用型病院 [15 か所] 小児救急医療支援事業 [240 地区]
三次救急医療機関	複数の診療科領域にわたる重篤な救急患者に対して高度な医療を総合的に提供する（広範囲熱傷、指肢切断等の重症救急患者に対する救急医療を行う機関を高次救命救急センターとした）。	救命救急センター [158 か所] （うち高度救命救急センター） [12 か所]

出展：国民衛生の動向 2001 および 1995（財団法人厚生統計協会）

（整備状況は、初期、二次は 1995 年版より。三次は 2001 年版より）

2. 費用の推計

救急医療においては、患者はより早く治療を受けるという便益を得る対価として、救急医療機関を整備・維持する費用を負担することとなる。

三次救急医療機関は、全国に 158 箇所あり、これらの施設は本体の大学病院等と併設されている場合が多い。三次救急医療機関の会計は、本体の病院とは独立しているものの、勤務している者は兼務しているため、実労働に対する費用の計上が実態を適切に反映していない場合がある。このため、費用はモデル的な医療機関を想定し、人件費、薬剤費等を積み上げて推計することとした。

それによると、三次救急医療機関の 1 床あたり年間運営費は、77 百万円と推計される。そこで、この原単位に各機関別の病床数を掛け合わせるによって、各機関の年間運営費用を推計した。

1 機関あたりの病床数は 14～100 の範囲にあり、平均値は 34.2 である。従って、1 機関あたりの平均年間運営費用は、26.4 億円となる。

3. アクセス時間の算出

時間短縮効果の把握は全ての住民の救急医療機関への

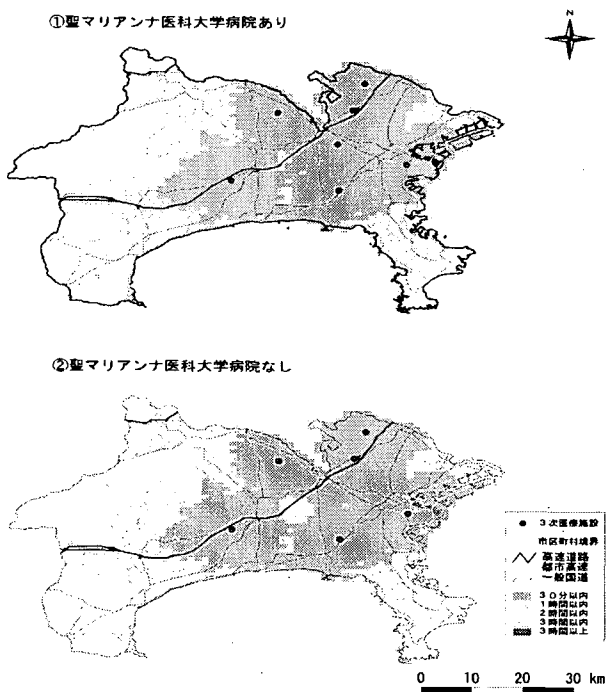
総アクセス時間を、救急医療機関の有無による変化で把握することとした。これは、救急病院を利用するのは、実際に患者となった者だけではなく、誰もが利用する可能性があるからである。

総アクセス時間の算出にあたっては、デジタル道路地図(平成13年度)と国勢調査のメッシュ人口を用いて、全ての住民が最寄りの救急医療機関へアクセスするために必要な時間を積み上げた。走行速度は、道路交通センサス(平成11年度)に基づいて設定した。なお、ここでは都道府県外への搬送は想定しないこととし、自動車以外の搬送手段を必要とする離島部は対象外とした。

三次救急医療機関は全国に158箇所あるが、都道府県別では、1箇所が14県、2箇所が9県、3箇所が12府県、10道県が4～8箇所であり、東京都21箇所、大阪府10箇所等、大都市圏に多く配置されている。最寄りの三次救急医療機関への平均アクセス時間は、東京都12分、大阪府15分、神奈川県19分等、大都市圏では短く、以下20分台8県、30分台16府県、40分台9道県、50分台5県、60分台3県、70分台3県となっている。

総アクセス時間の増分は、各医療機関が存在した場合と存在しなかった場合とを比較することにより求めた。全ての三次救急医療機関を対象として算出を行ったが、その一例を図1に示す。なお、県内に三次救急医療機関が1箇所しかない場合は、増分を算出することができないため、2箇所以上ある都道府県を対象とした。

図1 三次救急医療機関への総アクセス時間(聖マリアンナ医科大学横浜市西部病院有無別の時間圏図の例)



総アクセス時間の増分は、26万～1.3億人分の範囲にあるが、これは、影響を受ける人口の平均で、2～259分アクセス時間が増加することを意味している。一般に、大都市圏のように複数の三次救急医療機関が近接して立地しているところでは、1機関がなくなることによる影響は少なく、逆に地方部では長距離の搬送を強いられることになるため、影響が大きい。

4. 時間価値の算出

時間価値の算出は、各三次救急医療機関ごとに、年間運営費とその機関の有無による総アクセス時間の差との比を求めることにより、算出した。これは、1人分アクセス時間を短縮するために必要となる年間費用を意味している。

それによると、時間価値は、17～5946円/人分年(平均451円/人分年)の範囲となり、たいへん幅が大きい。これは、複数の機関が近接して立地している地域ではアクセス時間増分が小さいために、時間価値が極端に大きな値となるためである。

このような地域では、各機関がそれぞれの圏域を持つのではなく、実態として複数の機関が一体となって機能していると考えられるため、代替法の適用は望ましくない。そこで、同一または隣接市町村内に他の三次救急医療機関が存在する場合は、対象外とすることとした。(総アクセス時間の増分が極端に大きい市立函館病院も対象外とした。)

それによると、時間価値は25～458円/人分年となり、極端な最大値を除外すれば、25～316円/人分年(平均121円/人分年)となる。

ここから、道路整備によって1人分のアクセス時間を短縮することの効果は、上記の時間価値に相当することを類推することができる。そして、この時間価値に総アクセス時間の短縮分を掛け合わせれば、道路整備による高度医療へのアクセスに関する年間便益を推計することができるのである。

[研究の活用]

現在、道路事業評価で用いられている費用便益分析マニュアル(案)には、医療や福祉の観点から評価する項目は含まれていない。多くの交通量を見込むことができない地方部の道路の評価にあたっては、経済効率性の観点からだけの評価は望ましくなく、生活の質に関わる医療や福祉の観点が必要である。

道路事業を、医療の観点から定量的に評価した本研究の成果が、今後、幅広く活用されることが望まれる。

リスクを考慮した道路事業評価の手法開発に関する調査

Study of Evaluation Method of Road Projects considering Risk

(研究期間 平成 14 年度)

道路研究部道路研究室 主任研究官 桐山孝晴
Traffic Engineering Dev., Road Dept. Senior Researcher KIRIYAMA Takaharu

Though the pre-evaluation of road projects has potential variation (risk) according to the change of circumstances during the long period to completion, the fact is not recognized enough. So, we study the type and the actual condition of risk of road projects to develop the evaluation method of road projects considering risk.

【研究目的及び経緯】

道路事業評価にあたっては、事業の実施前に、その時点におけるデータや原単位を使用して、将来の交通量、事業費、事業期間等を予測した上で、費用便益分析を実施している。しかし、一般に道路事業は事業の着手から完了までに長い年月を要し、その間の状況の変化によって、事業が完了した時点での評価結果は、事前の評価結果とは大きく異なることがありうる。

このように、道路事業評価（事前評価）は、その後の状況の変化によって結果が大きく変動する可能性（リスク）を持つものであるにもかかわらず、現在、そのことが十分に認識されているとは言えない。

そこで、道路事業評価におけるリスクについて、その種類や実態を整理することによって、リスクを考慮した道路事業評価の手法を開発することを目的とする。

【研究内容】

道路事業評価の費用便益分析について、そこに用いられるデータや手法を分析することによって、考えられるリスクの概念を整理した。また、いくつかの道路事業について、事業着手から完了に至るまでの経緯を調査することによって、実際にどのようなリスクが発生したのかを整理した。さらに、費用便益分析に使用されるデータのばらつきについても考察した。

【研究結果】

1. リスクの概念

ここでいうリスクとは、道路事業評価の費用便益分析において、事業着手前の事前評価結果と事業完了後の事後評価結果との間に変動を生じさせる原因となる不確実な事象をいう。ここでは、費用便益分析に用いられるデータや手法を分析することによって、考えられるリスクの概念を整理した。

費用便益分析は、交通需要予測、便益の計測、費用の設定、現在価値の算出という手順で構成されるが、それ

ぞれについて、以下のようなリスクがある。

(1)交通需要予測

交通需要予測にあたっては、交通に関連する各種の現況データに基づき、モデルを使用して将来の推計を行う。

交通量の現況データとしては、自動車起終点調査や一般交通量調査等があるが、これらは少数のサンプル調査（対象者、対象日）であり、そこから全体を推計する際に誤差が生じる。また、将来の需要推計に用いられるモデルは、複雑な事象を単純化したものであり、仮定に基づく部分も多く含まれているため、誤差はつきものである。特に、将来の経済状況（GDP 等）を予測することは難しく、これで交通需要予測は大きく影響を受ける。

(2)便益の計測

便益の計測では、時間価値、交通事故損失等の原単位に交通需要を掛け合わせて算出する。

ここで使用される原単位には、前述のサンプル調査であることの誤差の他、物価変動の影響も受けやすい。

(3)費用の設定

費用の設定では、事業費（用地費、工事費等）、維持管理費の見積もりを行う。

ここでも、用地や資機材の調達にあたって物価変動の影響を受ける他、工法の変更（地質条件の相違、環境対策の追加、新技術の適用等による）や気象条件、災害による影響がある。

(4)現在価値の算出

現在価値の算出にあたっては、基準年次から供用 40 年後までの便益と費用を、割引率を使って積み上げていく。

ここでは、事業期間の延長（地元住民との合意形成や用地取得に係る紛争、関係機関との調整難航、埋蔵文化財や希少生物の発見、工法の変更、気象条件、災害等による）による影響が大きく、供用開始が遅れることによって便益の発現も遅れ、機会損失が発生する。また、長期にわたる金利の変動もあり、特に借入金を使う事業には影響が大きい。

2. リスクの実態

(1)文献調査

いくつかの道路事業を対象として、工事誌等により、事業着手から完了に至るまでの経緯を調査し、実際に発生したリスクを整理した。

1)新湘南バイパス

新湘南バイパスは、神奈川県藤沢市から同県大磯町に至る総延長 15.1km (Ⅰ期区間 8.4km、Ⅱ期区間 6.7km) の一般有料道路である。

当路線 (Ⅰ期区間) は、昭和 42 年に計画が発表され、供用予定は昭和 46 年とされた。しかし、地元住民による反対運動や埋蔵文化財調査が生じたため、供用予定は昭和 52 年、60 年、63 年と 3 度延期され、昭和 63 年に供用開始された。

Ⅱ期区間は、昭和 63 年に都市計画決定され、供用予定は平成 9 年とされたが、地元住民から景観・地震対策意見書が提出され、供用予定は平成 20 年に延期された。

2)東京外かく環状道路 (埼玉県区間)

東京外かく環状道路 (埼玉県区間) は、三郷 IC～川口 JCT～大泉 IC の 28.1km の区間である。

昭和 61 年に施工命令が出された後は、道路公団が用地取得を行うことになったが、当区間は、一般国道との併設構造であるため、早くから建設省において用地取得が進められていた。このため、大幅な遅延が生じることはなかったが、それでも平成 3 年度の全線供用の目標に対し、実際には平成 4 年の部分供用 (三郷～和光)、平成 6 年の全線供用と遅れが生じた。

また、地元の要望により蓋掛け延長を大幅に増加させたり、用地交渉の遅れにより工法変更を行ったり、工事による家屋被害の修繕費用負担を行ったりしたため、事業費が増加した。

(2)アンケート調査

1)調査概要

国土交通省の直轄道路事業において、事業実施前の費用便益分析の結果と、供用後の事後評価の結果との間にどのくらいの差が生じているのかについて、アンケート調査を行った。調査対象としては、地方整備局の道路 I R サイトに事後評価結果が掲載されている道路事業の中から、全線供用されたバイパス事業 (18 カ所) を抽出した。

2)調査結果

地方整備局事務所から回答があったのは、10 カ所である。事業実施前のデータがある事例は限られているが、それらを分析した結果は、以下のとおりである。

- ・事業費は、20～30%程度増加する傾向にある
- ・交通量は、+10～-30%程度の変動がある
- ・便益額のデータは 1 事例しか得られなかったが、事前の評価に対して、約-10%であった

3)課題

費用便益分析が本格的に実施されるようになって間もないため、事前、事後の評価値を比較することができる事例はまだ少ない。このため、今後も継続してデータを蓄積していかないと、有意義な分析をすることはできない。また、個別の箇所ごとに、変動の要因に関する事情をヒアリングすることも必要であると考えられる。

(3)データ分析

将来交通需要予測の基礎データとなる、現況の交通量推計方法の精度について、交通量データを分析して評価した。分析の対象としたのは、道路交通センサスと交通量常時観測調査の両方のデータが得られる観測点のうち、異常値を除いた 331 観測点のデータである。

センサス交通量 (24 時間観測) と、交通量常時観測データから求めた年平均日交通量とを比較した結果を図-1 に示す。ここから、交通量が少ない道路では相対誤差が大きい傾向があること、相対誤差の範囲は概ね 0.8～1.2 の間に入っていることがわかる。

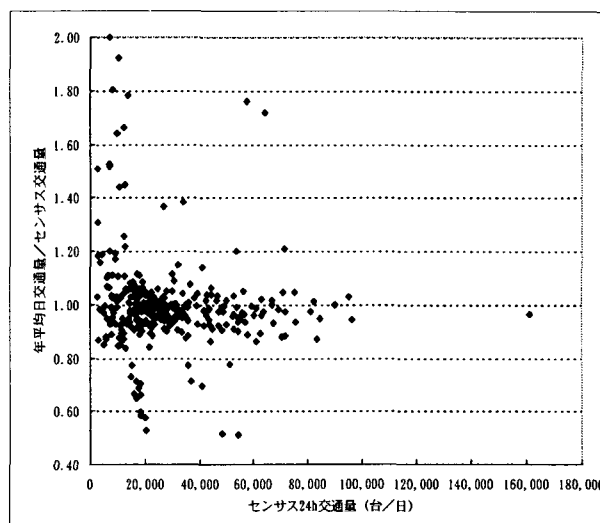


図-1 センサス 24h 交通量と年平均日交通量の比較

このように、現況の交通量を推計するにあたっては、ある程度の誤差が生じることは避けられない。将来の交通量推計には、さらに不確定要素が多く、変動が生じやすいものである。

[研究の活用]

本調査では、費用便益分析に使用されるデータは、誤差を含んだものであるということ、計画立案から供用までに長い時間を要する道路事業には、多くのリスクがあるということが明らかになった。費用便益分析の実施にあたっては、その評価値を唯一絶対視することなく、変動する可能性を持ったものであることを十分に認識する必要がある。

交通基盤整備の方策の評価に関する研究

Research on the Evaluation of Transport Projects

(研究期間 平成13～15年度)

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

主任研究官 金子正洋
Senior Researcher Masahiro KANEKO
主任研究官 小路泰広
Senior Researcher Yasuhiro SHOJI

〔研究目的及び経緯〕

現在、道路の評価は、時間短縮、走行費用減少、交通事故減少という観点から実施されているが、道路整備がもたらす多様な効果については評価手法が確立されていない。本研究は、環境への影響等の外部経済・不経済や、波及効果である地域の生産性向上に着目し、定量的に評価する手法を確立することを目的とする。

外部経済・不経済については、道路整備がもたらす環境影響の経済評価を行う場合の評価手法の選択や評価の実施方法等を整理して「道路事業の環境経済評価の手引き(素案)」としてとりまとめた。また、評価結果を蓄積し、検証を踏まえて指針の改善を行いつつ、将来的に評価に用いる貨幣価値原単位や標準的な評価手法の設定を行うための改善プロセスの提案を行った。

生産性向上については、地方整備局が管轄する範囲程度を対象として、道路整備が地域内総生産、家計所得、民間消費、民間設備投資等の経済変数に与える影響を分析することができる「道路整備に関する計量地域経済モデル」を作成した。また、実際に、近畿地方二府五県(福井県、滋賀県、京都府、大阪府、兵庫県、奈良県、和歌山県)を対象として、道路の整備効果(域内の総生産、所得、雇用、税収)についてのシミュレーションを行った。

〔研究内容〕

外部経済・不経済については、国内外の文献のレビューに基づき、実際の道路事業評価において環境経済評価手法を適用することを想定して、評価の基本的な枠組みや評価の手続きを整理した。その結果は、道路事業評価担当者が参考にできるような「道路事業の環境経済評価の手引き(素案)」(以下、「手引き」としてとりまとめた。また、手引きを活用して評価結果を蓄積し、検証を行うことによって、将来的には評価手法の適用性や評価精度を高めるとともに、貨幣価値原単位の設定や標準的な評価手法の設定を行うことを目

指した改善プロセスの提案を行った。

文献レビューの結果、特に手法間の比較や評価精度の検証を行った研究はまだ事例が少なく、実際の事業評価の場面で必要となる手法の選択や精度の判定についての判断基準が確立されているとはいえない状況であった。したがって、本調査において手法の選択や精度の判定についての試案を提示するとともに、今後評価事例の蓄積・検証を踏まえて評価手法の適用方法を継続的に改善していく必要性が改めて確認できた。

手引きは図一1に示す構成とした。第1部で評価全体の手順を説明し、第2部では各手法の適用方法を説明している。対象とする環境項目は、当面は重点的に評価事例を蓄積していくことを考え、CO₂、NO_x、SPM、騒音の4項目とした。対象とする評価手法はCVM、コンジョイント法、ヘドニック法、代替法とした。また、既存の評価事例を活用して簡便に評価を行う便益移転についても評価手法として対象に含めた。

第1部 総論編	
第1章	総説
目的、適用場面、対象項目、結果の取り扱い等	
第2章	事業評価の体系
効果の体系、貨幣価値評価の範囲、重複計算の回避等	
第3章	評価手法の概説
評価手法の類型、各手法の概要、手法の選択等	
第4章	評価結果の蓄積と検証
蓄積の目的、データベース、検証方法、精度向上等	
第2部 評価手法編	
第5章	仮想市場法(CVM)
第6章	コンジョイント法
第7章	ヘドニック法
第8章	代替法
第9章	便益移転

図一1 「道路事業の環境経済評価の手引き(素案)」の構成

環境項目毎の評価手法の選択については、表－１のとおりとりまとめた。ただし、現時点において適切な手法の選択についての知見が十分でなく、今後評価実績を積み重ねて知見を蓄積していく必要があることから、幅広い手法の適用を認める内容としている。

表－１ 各環境項目に対する評価手法の適用性

	CVM	コンジョイント	ヘドニック	代替法	便益移転
CO ₂ ※	×	×	×	△	△
NO _x	○	○	△	△	△
SPM	○	○	△	△	△
騒音	○	○	○	△	△

○：適用可能、△：適用に注意を要する、×：適用不可

※CO₂については、排出源に関わらず世界共通の温暖化効果をもたすことから、個別事業において独自に評価を行うのではなく、CO₂を排出する全ての行為に対して、排出権取引市場や炭素税の導入状況を踏まえて共通の貨幣価値原単位を適用すべきとした。

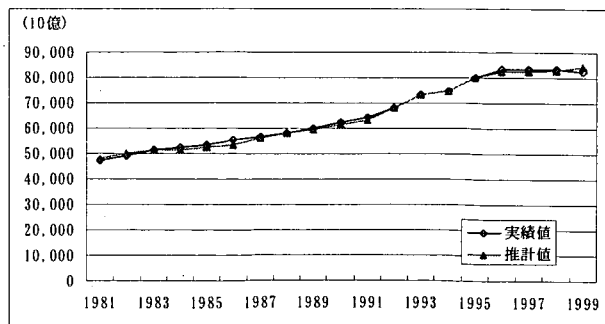
改善プロセスについては、評価結果をデータベースに蓄積し、検証を行い、手法の改善に反映させていくPDCAサイクルの考え方と具体的イメージを整理した。

生産性向上については、道路ネットワーク整備が域内の総生産、所得、雇用、税収等に及ぼす影響を計測可能な計量経済モデルを作成した。モデルでは、道路ネットワーク整備が地域の交通近接性（交通の利用のし易さ）を向上させ、交通近接性が「投資」「消費」「生産」の側面から地域経済に影響を与えると想定した。

モデルは、1)総生産2)民間資本ストック3)就業者数4)民間消費支出5)家計所得6)民間住宅投資7)民間住宅ストック8)民間設備投資9)移輸出10)移輸入11)税収12)総支出13)実現総生産14)交通近接性について、「地域内総生産」「交通近接性」「家計所得」「民間最終消費支出」「就業者数」「1人当たりの労働時間」「民間設備投資」「民間資本ストック」「税収」「国内総生産」等のデータを用いて関数を作成し、その後、作成した各関数について、地方整備局が管轄する範囲程度を対象とした過去の時系列データを用いて、最小自乗法により構造推定を行った。

さらに、近畿地方二府五県（福井県、滋賀県、京都府、大阪府、兵庫県、奈良県、和歌山県）を対象として、道路ネットワークの整備ありの場合と整備なしの場合についてそれぞれシミュレーションを行うことにより、整備ありの場合と整備なしの場合での経済変数の差を求めることによって整備効果（域内の総生産、所得、雇用、税収）の計測を行った。

モデルの信頼性を確認するために、ファイナルテストを実施した。ファイナルテストは、1981～1999年度の期間について、外生変数および先決内生変数の初期値を除く全ての説明変数に計算値を代入して推計値を算出し、実績値との各年次の誤差率、平均絶対誤差率で評価した。「地域内総生産」に関するファイナルテス

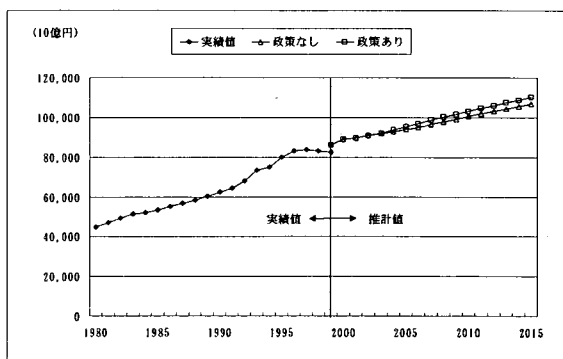


図－２ ファイナルテストの結果（地域内総生産）

トの結果を図－２に示す。結果から、モデルが概ね実績値を再現していることがわかる。

作成したモデルを用いて、実際に、道路整備による交通近接性の変化が地域内総生産や家計所得等を与える影響をシミュレーションした。

政策なし（道路整備なし）のケースについては、2002年までは1980年から2000年までの平均的な伸びで道路近接性は増加すると仮定し、政策あり（道路整備あり）のケースについては、2007年まで平均的に道路近接性が伸び続け、2008年以降道路近接性が変化しないものと仮定し、2003年から2007年までの道路整備の効果を計測することにした。図－３に、地域内総生産の算出結果を示す。道路整備により、2015年時点で地域内総生産の3.0%増加が見込まれている。他に、2003年から2015年の平均成長率を0.23%押し上げ、この13年間の計で、家計所得が16兆2,960億円、民間最終消費が9兆3,490億円、雇用増加が40万人、見込まれた。



図－３ 地域内総生産の算出結果

【研究成果】

- ・道路事業による環境影響を評価するための環境経済評価手法の適用性等を検討し、「道路事業の環境経済評価の手引き（素案）」としてとりまとめるとともに、評価手法の改善プロセスの提案を行った。
- ・道路ネットワーク整備が、域内の総生産、所得、雇用、税収等に及ぼす影響を計測可能な計量経済モデルを作成するとともに、近畿地方二府五県を対象として整備効果の計測を行った。

交通基盤整備の方策の評価に関する研究

Study on Evaluation Method of Effect of Road Projects

(研究期間 平成 14～15 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

森 望

Head

Nozomu Mori

研究官

池田 武司

Researcher

Takeshi Ikeda

In this study it is tried to find out the evaluation method of effect of road accident reduction by road projects in order to improve the Manual for Cost-Benefit Analysis. To do that, numerical formulas that indicate the number of accidents based on road and traffic situations are examined, using the database in which Road Traffic Censuses Data and Traffic Accident Data are integrated.

〔研究目的及び経緯〕

交通事故減少便益として「費用便益分析マニュアル(案)」では、車線数、中央分離帯の有無、自動車交通量に依存した算出方法を示している。しかし、歩道の有無、歩行者、自転車交通量を考慮した事故の削減効果の評価を行うことはできない。一方、日本では交通事故による死者数の約 3 割が歩行中、約 1 割が自転車乗用中であり、諸外国と比較して高い水準にある。このため、歩行者、自転車の立場を考慮した交通事故減少の算出方法を確立する必要性が高い。本研究は、交通事故減少の算出方法について検討を行うことを目的とする。具体的には、①歩行者・自転車に関連する事故と、道路環境や歩行者・自転車交通量等との相関を分析し、事故件数算出式作成の際の留意点を整理し、②歩行者交通量、自転車交通量、自動車交通量を説明変数とし、歩行者、自転車が関連する事故密度を目的変数とする重回帰式を作成する。

〔研究内容〕

(1) 使用データ

費用便益分析マニュアル(案)では、統合 DB を用いて交通事故減少便益算出式が作成されている。本研究においても、交通事故統合データベース(以下、統合 DB と略記)を用いて分析を行った。なお、本研究では、平成 8 年～12 年の 5 カ年分の統合 DB を使用した。

(2) 分析方法

作成する重回帰式は、交通事故発生状況を目的変数とし、歩行者事故発生状況を目的変数とする式は、自動車交通量と歩行者交通量を、自転車事故発生状況を目的変数とする式は、自動車交通量と自転車交通量を説明変数とした。ただし、歩行者と自転車については 24 時間交通量が統合 DB に収録されていないことから、自動車も含め、交通量平日昼間 12 時間交通量を使用した。また、自動車交通量が 0 となっているデータが存在したが、明らか

に異常値と考え、分析から除外した。

なお、交通事故発生状況を示す指標としては、事故率(交通量、区間長当たりの事故件数)を用いることも考えられるが、説明変数に交通量が含まれるため、事故密度(区間長当たりの事故件数、単位:件/km)を用いて示すこととした。

〔研究成果〕

(1) 交通量と事故密度の相関

重回帰式を作成するにあたって、自動車、歩行者、自転車の各交通量と、事故密度の相関を分析した。具体的には、交通量ランク別に事故密度の平均値を算出するとともに、交通量と事故密度の散布図を作成した。ここでは紙面の都合上、歩行者事故についてのみ取り挙げる(図-1、図-2 参照)。

歩行者交通量について図-1 を見ると、交通量が 0～2,000 人の領域では、交通量が増加するとともに事故密度が単調に増加する傾向にある。一方、2,000～5,000 人の領域では、若干増加が鈍り、5,000 人以上の領域では交通量に関わらずほとんど事故密度が変化しない。

一方、自動車交通量について図-2 を見ると、交通量が 0～30,000 台の領域では、交通量が増加するとともに事故密度が単調に増加する傾向にある。一方、30,000 台以上の領域では交通量に関わらずほとんど事故密度が変化しない。

以上より、歩行者交通量が 2,000 人以下、自動車交通量が 30,000 台以下の領域では交通量と事故密度が線型関係にあることがわかり、一次回帰式(重回帰式)の適用が妥当であることを確認できた。一方、歩行者交通量が 2,000 人以上、自動車交通量が 30,000 台以上の領域では必ずしも交通量と事故密度の相関が見られたわけではなかった。

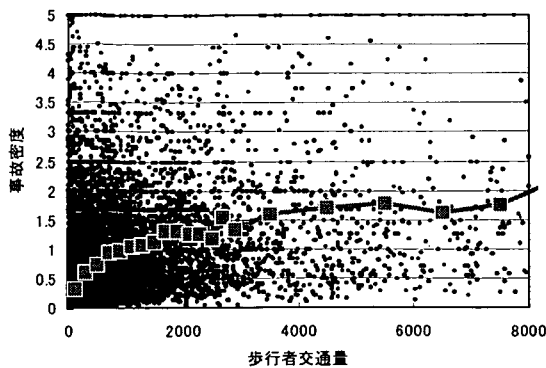


図-1 事故密度の分布(歩行者交通量)

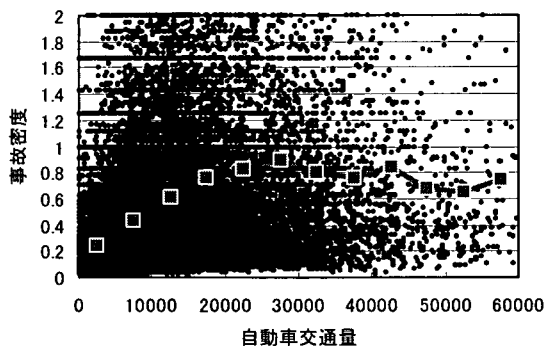


図-2 事故密度の分布(自動車交通量)

ここで、それぞれの交通量ランクに含まれる対象区間数の度数(図-3、図-4 参照)は、歩行者交通量が 2,000 人以下の領域に全体の 95.6%が、自動車交通量が 30,000 台以下の領域に全体の 95.2%が含まれることから、それ以外の領域を含めない式を作成しても、運用上問題は少ないと考えられる。したがって、歩行者事故密度を目的変数とする重回帰式は、歩行者交通量が 2,000 人以下、自動車交通量が 30,000 台以下のデータを用いて作成することとする。なお、それ以外の領域ではある一定値を事故密度として用いることとする。

(2) 重回帰式の作成

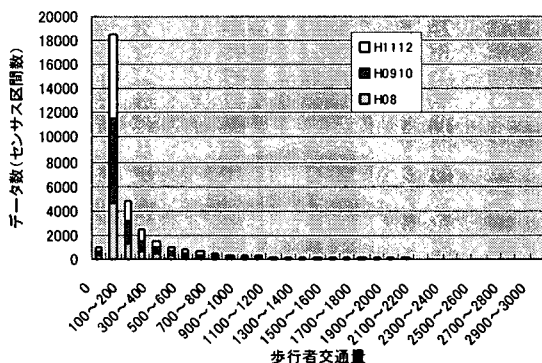


図-3 歩行者交通量ランク別データ数

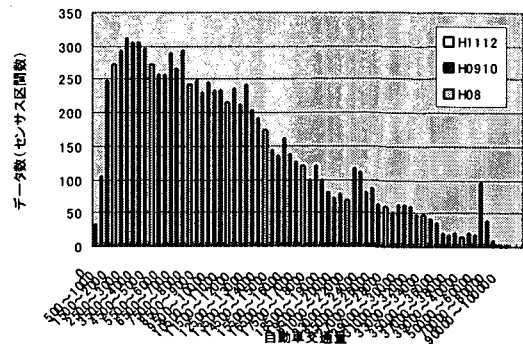


図-4 自動車交通量ランク別データ数

図-5 の形式の重回帰式を、(1)の成果をふまえて作成した。各パラメータの算出結果と決定係数を表-1 に示す。

結果として、データ数の少ない一部の区分を除き、歩行

$$\begin{aligned} \text{歩行者事故密度 (件/km)} &= \alpha_p \times \text{歩行者交通量 (人)} + \beta_p \times \text{自動車交通量 (台)} + \gamma_p \\ \text{自転車事故密度 (件/km)} &= \alpha_b \times \text{自転車交通量 (台)} + \beta_b \times \text{自動車交通量 (台)} + \gamma_b \end{aligned}$$

図-5 重回帰式の形式

表-1 重回帰式パラメータ(歩行者事故密度算定式)

項目	区分	データ数	α	β	γ	R ²
パターン区分なし		32104	0.0005921	0.0000157	0.1724485	0.167
沿道区分	D I D	9332	0.0004290	-0.0000009	0.6552919	0.053
	その他市街地	4978	0.0003863	0.0000033	0.3618623	0.026
	非市街地	17794	0.0001595	0.0000124	0.1220139	0.061
車線数	2車線	28183	0.0006171	0.0000200	0.1365287	0.150
	4車線以上	3876	0.0005357	-0.0000025	0.5313268	0.112
中央分離帯	有り	1449	0.0004016	-0.0000087	0.6590411	0.080
	なし	28002	0.0006337	0.0000218	0.1264957	0.182
歩道幅員	2m未満	8753	0.0005989	0.0000217	0.1982279	0.120
	4m未満	21263	0.0006292	0.0000176	0.1193135	0.210
	6m未満	1754	0.0004773	-0.0000014	0.4911377	0.080
	6m以上	334	0.0004009	0.0000004	0.5031132	0.096
大型車混入率	20%未満	26953	0.0005630	0.0000177	0.1784873	0.166
	40%未満	4905	0.0006503	0.0000106	0.1270106	0.161
	60%未満	239	0.0004542	0.0000102	0.1071192	0.082
	60%以上	7	-0.0013119	0.0000269	0.0397359	0.152
歩道・自転車道	有り	10824	0.0006406	0.0000033	0.3839287	0.133
	なし	3246	0.0009516	0.0000231	0.1336328	0.114

者交通量、自動車交通量と事故密度が正の相関を持つ当初想定した通りの式となった。しかし、各式の決定係数(相関係数の2乗)は高くはならなかった。この理由として、事故密度のパラツキが大きいことが考えられるが、これは、

- ① サンプル数が十分ではない
- ② 交通量以外の道路・交通環境による分類が十分に行い

きれていない
ことに起因すると考えられる。サンプル数を確保しつつ、②に対応するため詳細な分類を行い、各式の決定係数を高めていくことが今後の課題である。

【成果の活用】

14年度の成果を活用し、事故密度算定式(重回帰式)の決定係数の改善など、引き続き検討を行う。

道路整備事業における住民満足度に関する研究

Structural Analysis of Customer Satisfaction in the Road Service

(研究期間 平成14年度)

建設マネジメント技術研究室長

山口真司

Head of Construction Management Division

Shinji Yamaguchi

主任研究官

西野 仁

Senior Researcher

Hitoshi Nishino

研究官

鈴木 温

Researcher

Atsushi Suzuki

The objective of this study is to propose a methodology analyzable into the customer satisfaction in the road service and to compare the construction of the satisfaction between regions. The main results are as follows, 1) decisive factor of satisfaction in the road service can be clarified with Covariance Structure Analysis. 2) The regional differences in the structure of satisfaction between the metropolitan and the country are presented.

[研究目的及び経緯]

価値観の多様化等を背景として、道路行政においても「国民とのコミュニケーション」がより一層求められており、利用者であり、税の負担者である国民のニーズを的確に把握し、今後の施策に反映していくくみを整備する必要がある。

多様なニーズをくみ取るために、マーケティングの一手法である顧客満足度 (Customer Satisfaction :CS) 調査という手法が行政でも用いられるようになってきている。国土交通省では、平成11年度の「道路行政におけるCS活用研究会」を設置し、平成12年度に試行調査、平成13年度に全国の道路を対象とした満足度調査を実施、平成14年度には、インターネットを用いた道路サービスに対する満足度調査を行っている。今後も同様の調査を毎年度行う予定になっている。

CS 調査結果を道路施策へ有効に反映してゆくためには、地域の満足度の傾向や満足度を決定づける上で影響の大きい要因等に関する情報を明らかにすることが必要である。そこで、本研究では、共分散構造分析という統計手法を用い、道路CS 調査結果を道路施策へ有効に利用するための分析手法の開発を行うことを目的としている。

[研究内容]

○満足度構造特定化手法の提案

共分散構造分析手法を応用した満足度構造化手法を提案した。

○ケーススタディによる満足度構造の特定化

ケーススタディとして、平成13年度に関東地方整備局が実施した道路CS 調査結果のデータを用い、特定地域の道路利用者の満足度構造 (車利用時、歩行時) を明らかにし、地域間比較を行った。また、特に大都市部では、道路の利用のされ方が多様であることから、利用者特性に応じた分析を行った。

[研究成果]

○分析手順

共分散構造分析を用いた満足度の構造化分析は図1のような手順で行う。満足度構造の仮説の設定においては、因子分析によって潜在変数とその構造を探索する方法を用いている。

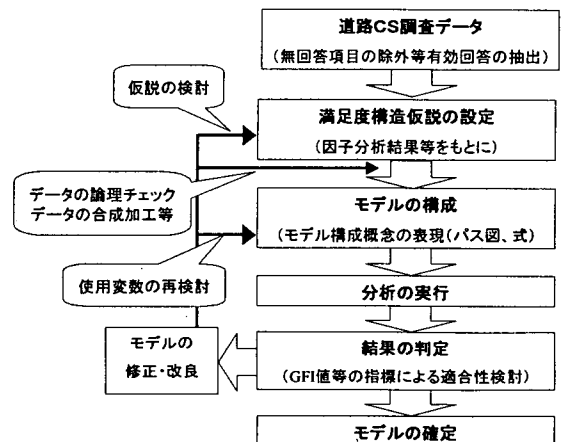


図1 満足度構造化分析のフロー

○地域の選定

大都市部、地方都市部、農村部からそれぞれ1地域ずつ、東京都心部、前橋・高崎地域、富士北麓・東部

地域を選定した。

以下では、そのうち大都市部の東京都心部と農村部の富士北麓・東部の車利用時の満足度構造を示す。

○図の読み方

- ・自動車利用時の総合満足度の構造仮定と変数間の相関の強さを表している。
- ・四角に囲まれた変数はアンケートから得られた観測変数、楕円は直接観測されない潜在変数を表す。
- ・満足度は、満足：2、やや満足：1、どちらともいえない：0、やや不満足：-1、不満足：-2とした場合の地域の平均値を表す。
- ・影響度は、個別満足度が総合満足度へ与える影響の強さを表し、相関の強さを表す数値をパスに沿ってかけあわせることによって得られる。

○大都市部の満足度構造（図2、3）

- ・通勤通学で車を利用している人の満足度構造を図2に、利用していない人の満足度構造を図3に示す。
- ・満足度の平均値で見ると、通勤通学車利用者・非利用者ともに「車の流れ」に対する不満感が最も強い。
- ・総合満足度への影響度で見ると、車非利用者は、平均値同様「車の流れ」が最も大きいのに対し、車利用者は、「安全性」や「行先案内や交通情報」といった走行環境を重視しているという結果が得られた。

○農村部の満足度構造（図4）

- ・「異常気象時」・「冬季の走行」への不満感が強いが、総合満足度へ与える影響度からみると、「安全性」や「地域の道路網」の影響度が高いことがわかった。

○まとめ

本研究では、共分散構造分析手法を用いた道路サービスの満足度構造分析手法を提案し、満足度の大きさだけでなく、総合満足度への影響度が大きい要因を特定化することができた。また、地域間比較の結果、以下のような知見が得られた。

- ・大都市では、道路の利用者特性が多様であり、利用特性の違いによって満足度構造化大きく異なることが確認できた。
- ・大都市部では、車をよく利用する人ほど走行時の安全性や利便性といった走行環境を重視する傾向があることが確認できた。
- ・農村では、冬季の走行をはじめとした安全性の高い

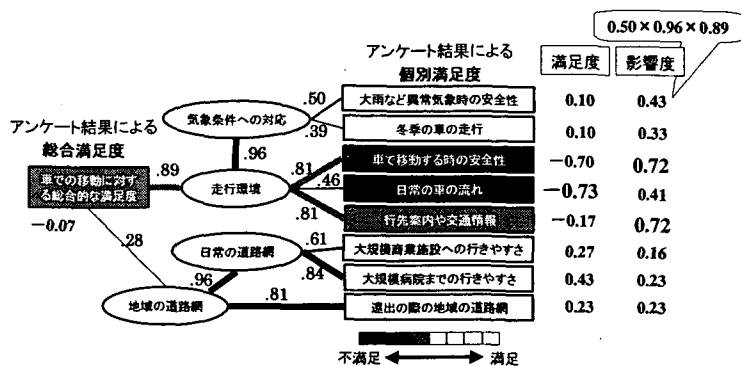


図2 大都市部の通勤通学車利用者の満足度構造

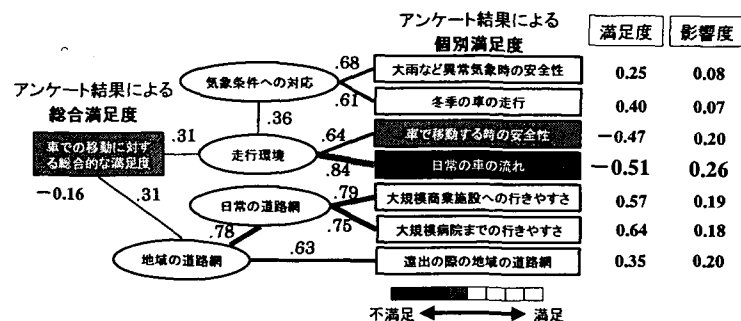


図3 大都市部の通勤通学車非利用者の満足度構造

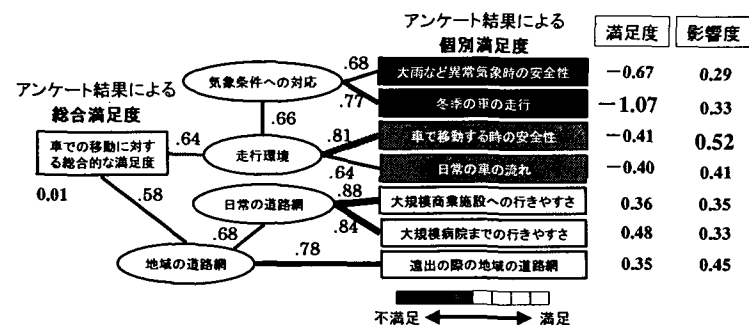


図4 農村部の満足度構造

移動への欲求が強い一方、地域の道路網に対する満足度が総合的な満足度へ与える影響も大きいことがわかった。

○今後の課題

- ・道路利用特性に応じた調査方法の細分化と、より多面的、きめ細やかな分析手法の開発
- ・継続的な分析を視野に入れたデータ蓄積方法の検討

[成果の発表]

第25回日本道路会議にて成果を発表していく予定である。

[成果の活用]

地域特性に応じたアウトカム指標設定等に反映していく予定である。

交通基盤整備方策の評価に関する研究

Study on the method to evaluate effects of road disaster prevention projects

(研究期間 平成 14 年度)

危機管理技術研究センター地震防災研究室 主任研究官 真田晃宏
Earthquake Disaster Prevention Division, Research Center for Disaster Risk
Management, Senior Researcher Akihiro SANADA

In executing public works, it is necessary to explain why this project is needed and what is the effect for local citizen. In addition, recent limited budget demands most suitable prioritization to do many projects. Therefore, as the first step this study is conducted to develop the method to judge the importance of each route among road network with consideration of regional characteristics.

〔研究目的及び経緯〕

公共事業の実施にあたり、事業効果を国民に分かりやすく提示することが近年益々強く求められている。道路防災事業においても、これまで防災総点検の結果に基づき対策が必要とされた箇所について事業が実施されてきたが、当該事業の実施がどのような便益を道路利用者へもたらすか、に関する幅広い観点から効果を明確にした上で事業を進める必要が非常に高まっている。”TURN 道の新ビジョン”では、この流れに対しアウトカム指標を設定し施策の結果を公表することとしており、道路防災事業に関しては災害時救援ルート確保率が設定されている。本研究課題では、全国一律的な尺度である本指標（災害時救援ルート確保率）を補助し、地域の状況、道路への依存度をきめ細かく反映した、道路網の重要ルートを選定する尺度を設定することを目指す。

〔研究内容〕

「災害時救援ルート確保率」においては、災害時における緊急支援の実施という観点から指標が対象とするルートを選定しており、日常活動圏間を連絡する最短時間ルート及びその迂回ルートを重要ルートとしている。本指標を補助し、地域の道路に対するニーズを反映したルートを選定するために、本研究では、まず、平常時及び大雨、大雪等の異常気象時、地震による被害が発生するなどの災害発生時においても道路の通行が確保されていることによる効果を網羅的に抽出・整理した。次に、抽出した効果を表現するための指標の検討を行った。さらに、これらを踏まえ、地域ごとに道路網の中から重要ルートを防災面から抽出するための評価スキームスケルトンを検討した。

〔研究成果〕

最初に道路が通行できること、存在することによる

効果を網羅的に抽出した。効果については、直接的効果と間接的効果に大別した。ここで、直接的な効果とは、道路が通行止めされることで道路ユーザーに生じる移動時間・距離の増大などの不利益を減じること、道路を通行できることによる移動時間・距離等を減少させることにより、ユーザーに生じる利益が増大する効果とした。例えば、道路通行が確保されていることによる燃料等移動コストの低減、交通事故の減少等移動時の安全性の向上等が挙げられる。また、間接的な効果とは、直接的効果に伴い派生的に生じる効果とし、例えば、道路ユーザーである企業の収益の増大、交通事故の減少に伴う事故渋滞等の時間損失の軽減等が挙げられる。さらに、直接的・間接的効果に加え、道路が通行できる・存在することによる心理的效果、地域にあたるイメージの向上等の面を考慮するため、オプション効果についても把握することとした。オプション効果とは、例えば「いつでも通行できる」というイメージがあることにより、観光ルートに指定されやすい、企業誘致がしやすいことなどが事例として挙げられる。

まず、平常時における道路の有する効果については、産業面と生活面に分類し検討した。産業分野に関しては、産業連関表に示される主要 13 分野別に検討した。金融・保険、不動産、通信・放送を除く分野において迅速性、安全性等の効果を抽出した。生活面に関しては、パーソントリップ調査等において用いられている交通目的（通勤、通学、帰宅、私用目的及び業務目的）別に道路交通の効果について検討した。次に、災害発生時における道路整備効果については、災害発生後のフェーズ（緊急対応期、災害復旧期及び災害復興期）別に道路の担う機能を検討した。また、特に阪神・淡路大震災における全国からの広域支援時の道路利用状

例) 事前通行規制区間が解消され観光ルートとしての活用が高まるオプション効果計測の可能性

- 本オプション効果は交通量により表現できると仮定し、例えば以下の値とする。
 - 観光目的以外の交通需要量 ⇒ 規制なし 3万台/日、規制有り 1万台/日
 - 観光交通需要量 ⇒ 観光ルート 2万台/日、観光ルートでない 0万台/日（観光ルートに規制がある場合は 0万台/日）
- 当該ルートが規制ルートまたは観光ルートである確率
 - 規制の有無について ⇒ 規制ルートでない確率 α 、規制ルートの確率 $(1-\alpha)$ 。ここで、 α =規制区間延長/管理総延長
 - 観光ルートについて ⇒ 観光ルートの確率 β 、観光ルートでない確率 $(1-\beta)$ 。
ここで、 β =観光地■km 圏内道路延長/管理総延長
- 期待値（交通量単位 万台/日）

		規制ルート	
		なし	有り
観光ルート	有り	・交通量=3+2=5 ・観光ルートかつ規制なしの確率= $\alpha \times \beta$ ・期待値= $5 \alpha \beta$	・交通量=1+0=1 ・観光ルートかつ規制有りの確率= $(1-\alpha) \times \beta$ ・期待値= $1(1-\alpha) \beta$
	なし	・交通量=3+0=3 ・観光ルートでなく規制なしの確率= $\alpha \times (1-\beta)$ ・期待値= $3 \alpha (1-\beta)$	・交通量=1+0=1 ・観光ルートでなく規制有りの確率= $(1-\alpha) \times (1-\beta)$ ・期待値= $1(1-\alpha)(1-\beta)$

- オプション効果
 $= 5 \alpha \beta - 1(1-\alpha)(1-\beta) = -1 + \alpha + \beta + 4 \alpha \beta$ 。本計算方法をベースに、他の条件も併せて定式化し定量化する。

図-1 オプション効果算出可能性に関する試算例

況について、全国の消防本部が被災地へ移動する際に緊急ルートとして高速道路が活用された事例を分析した。平常時及び災害発生時の道路の整備効果を網羅的に抽出した結果のうち平常時の結果を表-1に示す。抽出した効果について、さらに、災害時にも維持する必要性に基づき3段階に分類した。今後、これらの結果をもとに各効果項目への重み付け等がなされ統合評価手法の確立に反映する予定である。また、オプション効果算出手法について検討し、観光ルートにおける通行規制の有無の影響を交通量を基に試算した（図-1）。

以上の検討結果を踏まえ、道路網の重要ルートを抽出する評価指標を検討した。平常時・災害時それぞれにおいて直接、間接及びオプション的な効果を検討してきたことから、評価指標として特定の1つの指標を利用するのではなく、複数の評価指標を組み合わせた重要ルート判定シナリオとすることとし、そのシナリオスケルトンを作成した（図-2）。今後このスケルトンに対し表-1から適切に評価指標を付与し具体的手法としていく予定である。

表-1 道路の効果及び各効果の災害時における効果維持の必要性

効果区分		道路を通行できる・道路が存在する効果		
		直接効果	間接効果	オプション効果
平常時の道路の効果	低廉性	輸送コストの低減	収益の増加	企業等の立地
	迅速性	輸送時間の短縮	サービス価値・価格の保全・向上	サービスの信用、人気の上昇
		サービス範囲の拡大		
	安定性	サービスの恒常的提供	輸送ロス（渋滞など）の減少	サービスの信用、人気の上昇
		ライフライン等の確保		企業、住宅等の立地
	安全性	交通事故損失の減少	収益の増加	サービスの信用、人気の上昇
		輸送コストの減少	事故の時間損失の減少	教育施設等の立地
	効率性	輸送コストの減少	収益の増加	住宅立地、地価の上昇
快適性		運転負担の減少	事故等の削減	観光地、観光ルートの誘致
		都市空間の確保		住宅立地、企業立地

凡例 災害時にも平常時の道路の効果を維持する必要 最も高い：■ 高い：□ 他を優先する：□

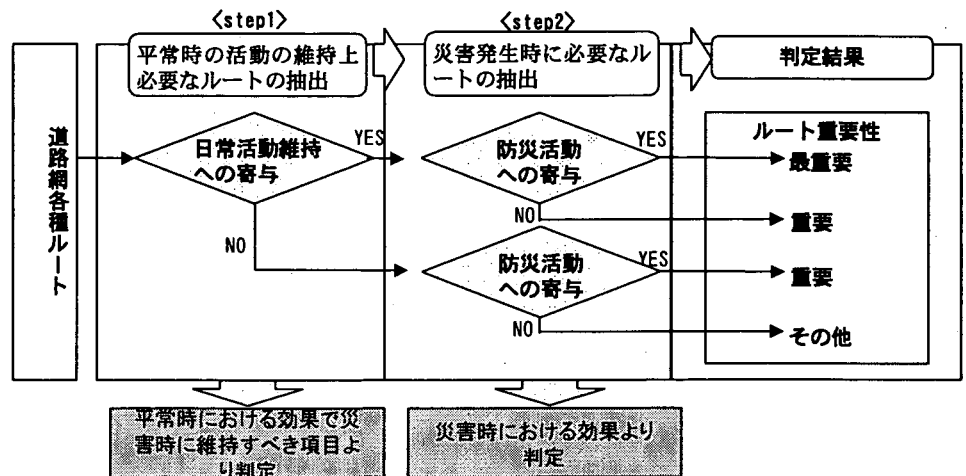


図-2 防災重要ルートの抽出シナリオ

【成果の活用】

阪神淡路大震災時の広域支援を支えた道路網の分析結果は社会資本整備審議会道路分科会部会にて示された。今後は、本検討結果をルート重要度や事業優先度評価手法に反映していく予定である。

物流交通の効率化・円滑化に関する調査

Study on Increasing the Efficiency of Freight Transport

(研究期間 平成 10～14 年度)

道路研究部道路研究室

Road Department Traffic Engineering Division

室 長 長谷川 金二

Head Kinji Hasegawa

主任研究官 河野 辰男

Senior Researcher Tatsuo Kouno

研究官 小林 賢太郎

Researcher Kentaro Kobayashi

In this study, we propose effective ideas and measures for improving the efficiency and operability of freight transport, in light of the current state of same. We also produce a set of guidelines for freight transport measures based on the research findings.

〔研究目的及び経緯〕

我が国の物流は、輸送の小口化や多頻度化、ジャストインタイム等の高度・多様な輸送サービスの進展に伴い、貨物自動車による輸送への依存度が極めて高くなっている。貨物自動車による輸送は、交通渋滞の激化・環境の悪化・交通事故の多発等の交通問題を発生させるとともに、エネルギー問題や運転手の高齢化・労働環境の悪化等の労働問題も深刻化させている。これらの問題や課題を解決するため、各種交通機関との効率的・円滑な連携によるマルチモーダル輸送が推進されようとしているが、貨物自動車による輸送が有する利便性・経済性は他の交通機関より卓越しており、顕著な改善が見られない状況である。

このような背景から本課題では、物流交通の現状を踏まえて、その効率化・円滑化に有効な取り組み・施策を提案するとともに、研究成果を体系化して物流交通対策ガイドラインを作成することを目的としている。

〔研究内容〕

平成 14 年度は、マルチモーダル化に向けた施策の取り組み事例の整理や鉄道貨物輸送等の既存ストックの活用策を提案するとともに、これまでの研究成果を体系的にとりまとめて物流交通対策ガイドラインの素案を作成した。本稿では、このガイドラインについて報告する。

1. ガイドライン作成の問題意識と内容

①企業業活動にまつわる「物流」については SCM をはじめ様々な解説書が出されているが、「物流交

通」に関する実務的な解説書は存在しない。

②都市部を中心として道路交通の 4 割以上が貨物車であるが、環境・安全・都市のアメニティー等を改善するための有効な対策が見出されていない。

③各自治体等の道路交通部局においては物流交通に対する認識が希薄であり、現場における実施体制を整えるためにも分かりやすい解説書が求められている。上記問題意識を踏まえて、ガイドラインの内容は以下の点に留意して作成することとした。

- ・実務的な内容を中心に分かり易くまとめる
- ・企業の物流活動等、物流全体についても見渡せることに留意する
- ・海外を含む対策事例をビジュアルに数多く盛り込む

2. ガイドライン素案の構成と概要

(1) 物流とは

移動単位の不定性・移動過程での変化・多くの意志決定主体の関与等、物流の特殊性からそのメカニズムが把握しづらいことや誤認識への対応として、まずは共通認識を持つためにここでは、物流活動の定義や物流構造、輸送手段やインフラからみた物流、統計データからみた物流動向、物流調査体系について記述している。一例として既存の物流調査体系と提案する改善策の要点を図-1に示す。

(2) 物流からみた都市のあるべき姿

企業が安価で高品質な物流サービスを住民に提供する一方で、交通混雑や環境汚染等の住民にとっては好ましくない状況が発生している現状を踏まえ、企業の経済活動と住環境の保全を調整する仕組みづくりや物

流システムの構築に向けて、ここでは行政側と企業からみた物流施策の目標、国民の視点から実現すべき物流、企業の視点から実現すべき物流、望まれる物流システムを実現するための課題と方向性について記述し、物流に関する社会基盤の整備・管理において同時に満たすべき要素として、①経済効率性の向上、②環境負荷の小さな社会の形成、③くらしやすい社会の実現を挙げ、今後はくらしの質の向上に重点をおくべきであることを指摘した。

(3) 物流政策の階層構造

行政側と企業側担当者が各々自分の守備範囲しか関心がない現状を踏まえ、より有効な施策・対策を実施するためには、企業誘致、都市計画策定、施設立地決定の初期段階で関係者が連携するとともに、物流の道路交通への影響も考慮する必要があることから、ここでは物流に関する政策が現状でどのような構造になっているかを示す(図-2)とともに、問題点と行政担当部局を示した。

(4) 物流交通施策の体系

ここでは、各地域・地区が解決したい問題点や課題あるいは財政的な制約を踏まえて実施施策を選定する際に役立つことを目的に、物流交通施策を都市間・都市内別にハード施策・ソフト施策・規制誘導策に分けて体系化して示し、施策の視点や期待される効果、留意点等を記述した。また、国内外で実施されている施策のうち、代表的な事例を紹介している。

(5) 施策の立案・実施と評価

ここでは、物流施策における行政の役割と官民の分担関係について、官の役割は土俵づくりに対応するハードとソフトのインフラ整備であり、より良い土俵づくりを通じて企業活動に影響を与えていくとの視点で、事前の影響調査・評価の重要性と小さな工夫の積み重ねや地域の特性・物流需要に応じた施策の組み合わせの重要性を説き、合わせて実施上の留意点や評価指標・評価のための分析手法の概要を提示した。

【研究成果】

これまでの研究成果を体系的にとりまとめ、道路管理者向けの物流交通対策ガイドライン案を作成した。

【成果の発表】

①長谷川金二他：新たな輸送システムの適用による静脈物流の効率化に関する研究、都市間輸送システムに関する国際シンポジウム、2002.11

【成果の活用】

ガイドラインを提示することにより、道路管理者の積極的かつ効果的な物流交通対策の推進に資する。

○既存の物流調査

(1) 地域間流動

- ①全国貨物純流動調査(物流センサス)
- ②自動車輸送形態調査
- ③鉄道輸送形態調査
- ④港湾調査
- ⑤航空貨物流動実態調査
- ⑥内航船舶輸送形態調査

(2) 都市内流動

- ①道路交通センサス自動車起終点調査
- ②都市圏物流流動調査

(3) 国際流動

- ①国際航空貨物流動調査
- ②全国輸出入コンテナ貨物流動調査

○改善点

(1) 調査の重点を総量把握から構造把握へ移行

物流施策に対応したミニ調査を複合した調査体系とし、物流関連企業の意志決定の要因や構造を捉える

(2) 調査範囲の見直し

広域化している企業活動や物流に対応して、地域間流動した調査分析を行いデータの共有や共同利用を図る

(3) 企業が蓄積した物流データの活用

IT化が進む企業の膨大な物流データを交通圏に活用する

(4) 各種物流調査の体系化

各種物流調査間の総合調整(調査項目のカテゴリー、ゾーニング、実施時期)や利用環境を考慮したデータ管理枠の構築

図-1 既存の物流調査体系と改善策の提案

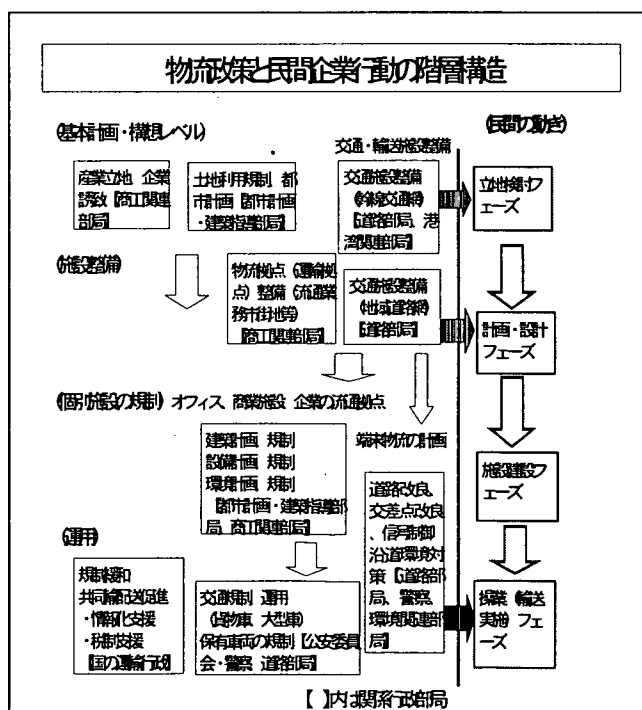


図-2 物流政策の階層構造

有効性・受容性の高い TDM 手法の開発と導入促進に関する調査

Study on Development and Promotion of Effective and Acceptable TDM Strategies

(研究期間 平成 11～14 年度)

道路研究部道路研究室
Traffic Engineering Div., Road Dept.

室長 長谷川金二
Head Kinji Hasegawa
主任研究官 河野辰男
Senior researcher Tatsuo Kono
研究官 田中良寛
Researcher Yoshihiro Tanaka

This study looks at transportation demand management (TDM), a technique for rationalizing vehicle usage. We develop highly effective and receptive techniques for the priority technology development category “8. Concrete Technology for Transport Demand Management Strategies” under the New Five-Year Road Technology Program, together with technology to support TDM strategies.

〔研究目的及び経緯〕

渋滞は社会活動の効率低下を引き起こしており、その経済損失は日本全国で年間約 11.6 兆円にものぼっている。このような背景から、効果的な渋滞対策を行うことで渋滞損失額を軽減するとともに、地球温暖化対策の観点からも渋滞緩和による CO₂ 排出量削減への取り組みが求められている。

本調査は、自動車利用の適正化策である交通需要マネジメント (TDM) に着目し、新道路技術五箇年計画 (平成 10 年度～平成 14 年度) の重点技術開発項目「8. 交通需要マネジメント施策の具体化技術」において、有効かつ受容性の高い手法の開発や TDM 施策を支援する技術の開発を行うとともに、実務的な TDM 実施ガイドラインのとりまとめを目指したものである (図 1)。

〔研究内容〕

(1) 既存事例の収集と施策実施の課題等の整理

わが国ではこれまでも TDM に関する取り組みが先進的な地域で実施されていた。しかしながら、先行事例で得られた知見の蓄積や伝承が十分でなく、後に続く地域の参考となる情報が不足していた。

本調査では、まず既存事例の情報を収集・整理し、データベース化することにより、実施ノウハウの蓄積と共有化を目指すこととした。平成 12 年 4 月には国内外の事例をとりまとめた「TDM 要覧 国内・海外事例集」を刊行し、平成 12 年 3 月には国内外の事例情報および関連文献のデータベースをインターネットの Web で公開した。事例情報の登録件数は平成 15 年 3 月現在で約 700 件にのぼっている。

また、初期のデータベースでは紙ベースで収集した情報を国総研で電子化して収録していたが、平成 15 年 3 月にシステムをリニューアルし、地方自治体や地方整備局の TDM 担当者が Web 上から直接事例情報を登録・修正可能となるなど、より利用しやすいシステムの実用化に至った。さらに、パーク＆ライド等の具体的な TDM 施策の一般的な成立要因や導入適地等についての知見や分析結果を Web で紹介するとともに、新聞や雑誌等に掲載された国内外の関連記事の閲覧、TDM 担当者相互の情報交換のための掲示板、TDM 担当者のメーリングリスト等の機能も今後追加する予定である (図 2)。

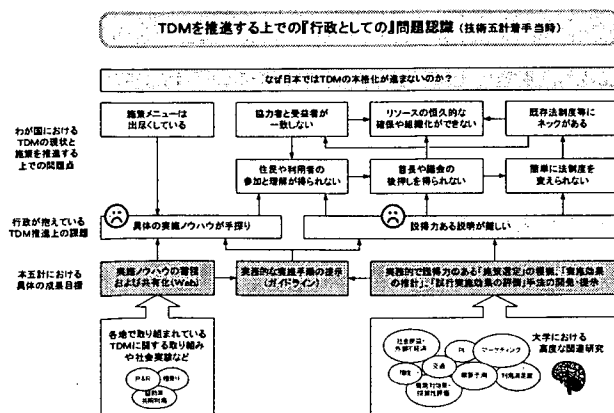


図 1 問題認識と成果の目標

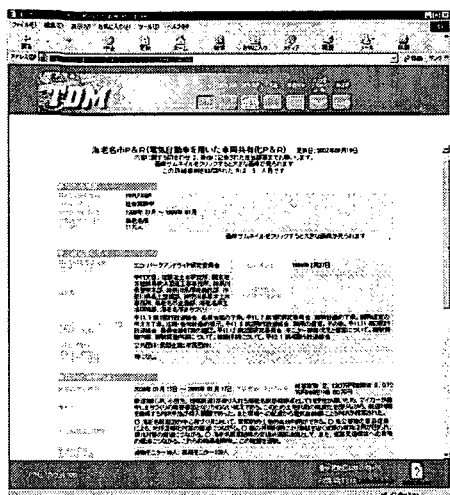


図2 TDM Web（事例の詳細情報の表示例）

(2) 交通需要予測手法と実施効果の評価手法の開発
旧建設省ではこれまでに「わが国における交通需要マネジメント実施の手引き（道路局監修，1996，1999，2000）」、「都市交通問題の処方箋（都市局都市交通調査室監修，1995）」等を発行してきたが、これらには適用施策選択時に必要な事前の評価手法について手法が示されていない。また、効果推定手法に関する研究は大学等において数多く行われていたが、道路管理者向けの実務的な手法は確立されていないのが実情であった。そこで、TDM施策実施の事前影響評価に適した交通需要予測手法について、政策評価手法や合意形成手法の分野において優れた研究実績を有する筑波大学に研究を委託するとともに、各種TDM手法の導入効果を予測・評価する手法について、交通行動分析やネットワークシミュレーションモデル開発の分野で優れた研究実績を有する京都大学に研究を委託した。その結果、各種TDM施策の影響・効果を統合的に予測・評価可能なシステムの開発には至らなかったが、個別手法として次のような成果が得られた（表1）。

表1 開発された予測・評価手法および試算結果

TDM施策実施効果の事前影響評価に適した交通需要予測手法	TDM施策に対する利用意向分析手法として、常磐新線予定地域を対象に需要予測と選好意識データを用いた行動予測結果を提示 交通行動選択モデルを内包した交通状態のモデル化による便益算出手法を開発し、京阪地域における試算結果を提示
各種TDM手法の導入効果を予測・評価する手法	沿道環境で導入効果を評価する手法として、発進・停止の多い交差点部における詳細な車両挙動を考慮した自動車排出ガス総量の算出手法を提案 商業施設駐車場入口付近の錯綜を表現する交通流シミュレーションモデルを開発し、駐車場入口付近における整流化対策の効果予測・評価結果を提示 プライシング施策評価における環境影響把握と便益算定手法を提案

(3) 利用者の移動満足度評価手法の開発

TDMの評価指標のうち、定量的な評価指標（交通量、速度、渋滞長、利用者数など）に関してはある程度計測手法が確立されているが、信頼性や満足度など質に関する指標については計測・評価手法が確立されていない。そこで、利用者の移動満足度評価手法について、個人属性や地域特性を反映した利用者の移動満足度の評価に関する研究を行っている東京大学へ研究を委託した。その結果、所要時間の信頼性や乗換抵抗等の様々な移動満足度指標の測定方法として、Webを利用したSP調査手法（図3）等を開発するとともに、移動満足度指標を導入した交通需要統合型ネットワーク均衡モデルを開発し、宇都宮都市圏を対象としたケーススタディによりその有効性を検証した。しかしながら、入力データの計測方法や適用結果等において実用上の課題が残った。



図3 Webを用いたSP調査

（所要時間の信頼性に関する情報の表現方法の違いが経路選択行動に及ぼす影響を検証）

【研究成果】

- ①TDM Website により既存事例の知見の共有化が図られた。
- ②大学における先進的な研究を反映したTDM実施効果の予測・評価手法が開発された。

【成果の発表】

- ①TDM Website（道路局ホームページよりリンク）
URL <http://218.224.224.229/tdm/servlet/TDM>
- ②TDM要覧 国内・海外事例集 2000,3
- ③論文発表・雑誌掲載等20編 など

【成果の活用】

平成14年度までに得られた知見を整理し、実務的なTDM実施ガイドライン（案）を国土技術政策総合研究所資料としてとりまとめる予定。

幹線道路のアクセスコントロール手法に関する調査

Study of highway access control techniques

(研究期間 平成 14～15 年度)

道路研究部 道路研究室 室長 長谷川 金二
Road Department Traffic Engineering Division Head Kinji Hasegawa
主任研究官 桐山 孝晴
Senior Researcher Takaharu Kiriya
研究官 中野 清人 保久原 均
Researcher Kiyoto Nakano Hitoshi Hokuvara

Road functions are undifferentiated on Japanese roads because there are not yet enough vehicle-only roads. To this end, we will assess traffic conditions on highways in Japan and survey examples of access control techniques in Europe and the United States and consider the underlying principles at work. We will investigate road development methods tailored to local conditions and local needs.

〔研究目的及び経緯〕

我が国の道路整備においての現状は、道路機能、交通特性や地域の沿道土地利用などが考慮されずに画一的な整備が行われていることや、自動車専用道路等のネットワーク整備が不足していることから自動車専用道路の交通分担率が低く、自動車専用道路・幹線道路・生活道路等の道路機能が未分化の状態となり、これら3つの道路に交通が混在している状況となっている。このことは、渋滞、事故、環境という現在の道路が抱えている問題を悪化させている主な要因である。

このような背景から、自動車専用道路や幹線道路の分担率を向上させ、交通分担率を安全で快適な道路空間を構築できる分担率に機能分化を行うために、限られた予算のなかで投資効果の高い(分担率を効果的・効率的に高める)箇所を峻別し整備を行っていく必要がある。

よって本研究では、我が国における幹線道路等の交通実態や欧米諸国におけるアクセスコントロール手法などの道路構造・交通運用の考え方を調査し、走行性向上のためのアクセスコントロール手法など、地域の実情・ニーズに即した道路構造や、従来よりも経済的で合理的な整備手法について検討を行うものである。

〔研究内容〕

1. 走行性に影響する要因分析

我が国の主要幹線道路や幹線道路における走行性に関する実態調査を平成 11 年度のセンサデータを用いて行った。走行性に関わる要因として、道路構造(車道幅員、中央帯設置率)、交通特性(日交通量、ピーク時車線当り交通量、大型車混入率、混雑度、平日平均バス便数、路

上駐車密度)、路線特性(信号交差点密度、信号なし交差点密度、住居系延長比率、商業系延長比率、工業系延長比率)、交通運用(青時間比、規制速度)の4つの指標を抽出し旅行速度と分析指標との関係について単回帰・相関係数分析を行った。走行性に関わる要因分析指標の集計結果を表-1に示す。

表-1 走行性に関わる要因分析指標の集計結果

分析指標		区間区分	予想	市街地		非市街地	
				2車線	4車線	2車線	4車線
1. 道路構造	1-1 車道幅員		↗	×	△	△	△
	1-2 中央帯設置率		↗	—	○	—	△
2. 交通特性	2-1 日交通量		↘	△	△	△	△
	2-2 ピーク時車線当り交通量		↘	△	×	△	△
	2-3 大型車混入率		↘	●	●	●	▲
	2-4 混雑度		↘	○	△	△	△
	2-5 平日平均バス便数		↘	△	○	△	△
	2-6 路上駐車密度		↘	○	○	—	—
3. 路線特性	3-1 信号交差点密度		↘	◎	◎	○	◎
	3-2 信号なし交差点密度		↘	○	○	○	○
	3-3 住居系延長比率		↘	○	△	○	○
	3-4 商業系延長比率		↘	○	○	△	△
	3-5 工業系延長比率		↘	△	×	△	×
4. 交通運用	4-1 青時間比		↗	△	△	△	△
	4-2 規制速度		↗	○	○	◎	○

凡例

◎: 走行性に影響する傾向あり、旅行速度との相関が強い

○: 走行性に影響する傾向あり、旅行速度との相関は弱い

△: 走行性に影響する傾向あり、旅行速度との相関はほぼなし

●、▲: 全くの逆傾向を示す

集計するに当たり、以下の前提条件を設定した。

・自由速度領域を対象とする。従って、混雑度 0.8 以

下でかつ主要渋滞ポイントがない区間を対象とした。
 ・サスの区間延長が短い区間(区間延長 1.0km 未満の区間)は対象から除外した。

2. 諸外国における事例調査

欧米諸国の幹線道路における制限速度の実態やアクセスコントロールの手法、走行性・安全性等への配慮事項について、調査を行った。アクセスコントロールの考え方や事例に関する調査結果を以下に示す。

- ・自動車専用道路や規格の高い道路のアクセスコントロールを行う場合、アメリカとイギリスでは、我が国の「道路構造令」と同じ出入制限による手法が中心となっている。しかし、イギリスの道路交通計画で用いられるアクセスコントロールは、交通量を調整するという意味で幅広く使用されている。高速道路での標識や道路情報板による速度規制調整や方向指示などの情報提供などがそれに相当する。

- ・ドイツの道路技術指針の中では出入制限については触れられていないが、代わりに付加車線を利用したアクセスコントロールの方法が示されている。

- ・アメリカではアクセスマネジメントが行われている。アクセスマネジメントとは道路の安全性、容量、速度の見地から円滑な交通流を確保しつつ、開発地区にアクセスする手法であり、道路交通にも道路利用者にも望ましい適切なアクセスポイントを設定し、適切な設計を行っていく方法である。アクセスコントロールの事例として、街路から幹線道路への出入りを集約したものを図-1として示す。

Exhibit IB-18: Driveway Consolidation and/or Relocation

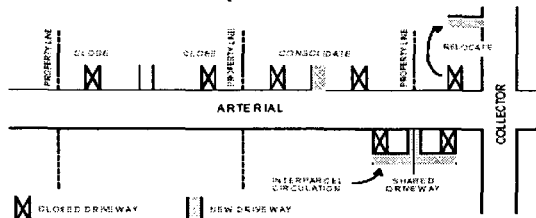


図-1 乗入れ道路からの出入制限

【研究成果】

走行性に関わる要因分析の結果、信号交差点密度や中央帯設置率等、様々な指標が走行性に関わっていることが明らかとなった。この結果をもとに、我が国の道路のあるべき姿として、一定の速度水準を確保するための道路交通条件として考えられるものを以下に示す。

- ・一定の車道幅員の確保

2車線区間では車道幅員を5.5m以上確保

4車線区間では車道幅員を13.0m以上確保

- ・中央帯の設置

多車線道路はできるだけ中央帯を設置し、かつ安全面を考慮した分離帯とする。

- ・低速車への対応

非市街地2車線区間では、ゆずり車線や登坂車線を設置し、各車両が自由な速度で走行できるような工夫を講じる。

- ・路線バスや路上駐車への対応

路線バスの便数の多い区間ではバスベ이를設置するのが望ましく、都市内では路上駐車を排除する。

- ・信号交差点の排除

主要な交差路線とは立体交差化するなど、できるだけ信号交差点を排除する。

- ・細街路からの出入り制限

幹線道路と細街路の交差部はできるだけ出入り制限を設ける。

- ・歩車分離

市街地、非市街地に関わらず、歩行者・自転車等と自動車は完全に分離する必要がある。

また、欧米諸外国におけるアクセスコントロール手法の事例収集として、アメリカのサウスカロライナ州では、2001年に「Review of SDDOT's Highway Access Control Process」がまとめられ、アクセスマネジメントについて述べており、アクセスコントロール手法について検討を行っていくにあたり参考となるものである。

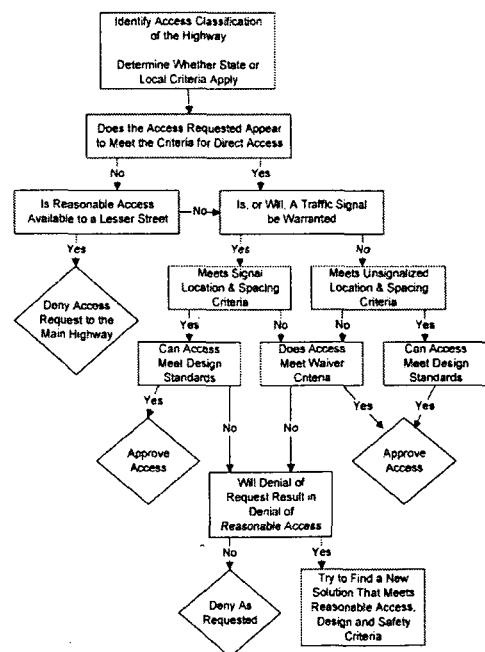


図-2 アクセス基準・選定の流れ

出典:「Review of SDDOT's Highway Access Control Process」

【成果の活用】

14年度の調査結果をもとに地域高規格道路を非自動車専用道路として整備を実施していくために、走行性向上のための一手法としてアクセスコントロール手法について検討を行っていく。

ITS プラットホームの標準化に関する調査（その1）

Standardization of ITS Platforms (Part1)

（研究期間 平成 13～17 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 室長 川崎 茂信
Intelligent Transport Systems Division, Head Shigenobu Kawasaki
Research Center for Advanced Information Technology

Conformity to International Standards is essential for the ITS procurements as stipulated by the governmental procurement treaty, WTO. Furthermore, ensuring domestic technology conforms to International Standards is critical for strong marketability. The study probes the trends in International Standardization so that domestic technology will continue to conform to the Standards.

【研究目的及び経緯】

ITS の実用化において、国際的な取引が行われている車両や情報端末は、WTO 政府調達協定により国際標準への準拠が必須となる。また、海外への普及による市場拡大の観点から、日本の技術の、国際標準との整合や国際的な認知は非常に重要である。そこで本調査の目的は、最新の標準化動向を把握し、収集した情報を基に対応戦略を立案し、標準化活動を支援することにより、日本が開発する技術と国際標準との整合性を確保することである。

14年度は、標準化動向の把握については、ISO（国際標準化機構）TC204（ITS 分野の技術委員会）の国際会議、及び国内会議に関連するワーキンググループの審議内容を中心に情報を収集した。また、欧州や国内における標準開発機関の動向についても、ワーキンググループでの審議内容を基に情報を収集した。これら収集した情報の分析結果を基に対応戦略を立案し、国際的な交渉などを行った。

【研究内容】

14年度に重点的に検討した分野として、以下の3項目について述べる。

(1)地図分野

日本におけるカーナビ用地図のフォーマットであるKIWIについて、これまで順調に標準化が進められてきたが、欧米の突然の反対により標準化の検討継続が困難となったため、道路管理者としての対応戦略を立案し、標準化支援活動を行った。

(2)車両認識 ERI^{※1)}

道路側が実施する料金収受などのサービスに影響を与える ERI について、CEN（欧州標準化機構）などにおいて標準化の動きが活発化したため、標準化が進んだ場合の道路側の影響を分析した。

(3)路車間通信、車々間通信 CALM^{※2)}

CALM は研究開発中の路車間通信システムと同等のサービスを実現するシステムであるが、ISO/TC204 において急速にドラフト検討が進んだため、標準化が進んだ場合の道路側の影響を分析した。

【研究成果】

(1)地図分野

KIWI とは地図データの CD-ROM 等媒体への書き込み方（格納方法）であり、この標準化により地図データを納めた共通の CD-ROM を複数のナビゲーションシステム等で活用することが可能となる。

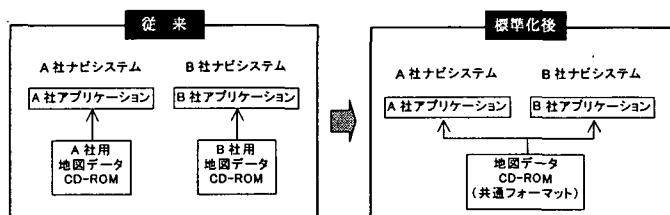


図-1 標準化の目的

中国では、物理媒体地図によるナビから導入展開を図ることが予想されるため、KIWI 方式のナビが中国において導入可能であることは市場拡大の観点から

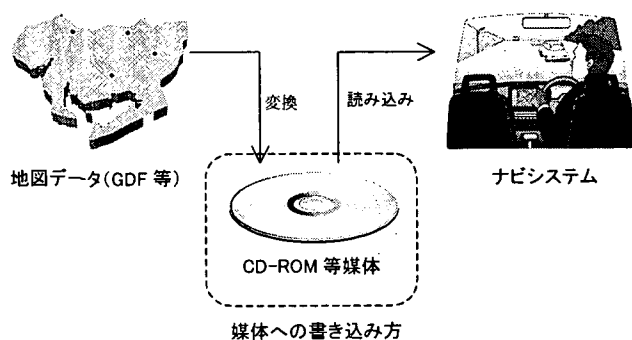


図-2 標準案のイメージ

重要である。そこで、1996年に日本から物理的格納の標準案としてKIWIを提案し、2001年から検討を開始したが、その後欧米が反対し審議継続が困難となった。このため、ISO検討の場においては、KIWIをTS^{※3)}(国際規格とは別の技術文書)の一部として位置づけることを目指すとともに、ISO以外の場における標準化活動を積極的に推進することにより、KIWIが国際標準に近い存在であることを示す方針とした。具体的には、予めISOのWGメンバーを訪問しKIWIの位置づけ方について交渉を行い、その結果、ISO会議(7月)においてKIWIの文言を含むTS文書を作成することが合意された。

(2) 車両認識 ERI

ISOやCENにおいて、ERIに関連する規格としてアプリケーションに依存しない車両・積載物のタグによる自動認識に関連した検討が進められている。この検討内容を分析し、全体像と相互関係を整理した。

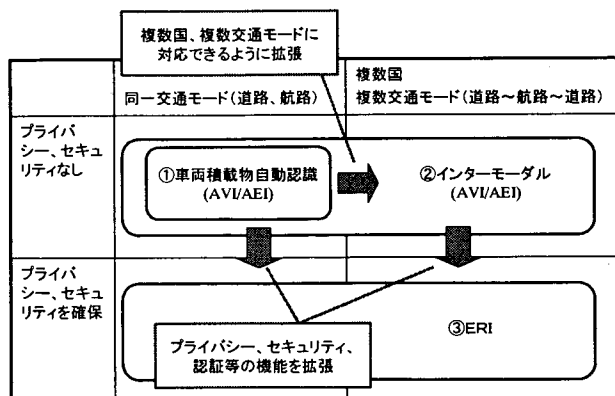


図-3 ERIに関連する検討項目の相互関係

① 車両積載物自動認識 (AVI/AEI) ^{※4)}

同一交通モードでの車両、積載物の自動認識を想定したシステムの構造やデータ構造、運用規程等の枠組みを示すもの。

② インターモダル AVI/AEI

①を複数国、複数交通モードでの車両や積載物の

自動認識にも利用するために、車載器や路側機の要求性能の規定、タグのデータ構造に位置や時間等の情報を追加する等の拡張を行ったもの。

③ ERI

①②の機能を拡張し、犯罪防止・追跡、車両登録管理、環境対策等を想定したシステム構造や運用規定の規格であるが、具体的な内容は未確定。

また、これらの標準化により影響を受ける道路側のサービスを抽出した結果を、表-1に示す。今後、特に抽出されたサービスへの影響に留意して、標準化動向を把握する必要がある。

表-1 影響を受ける道路側サービス

	既に実現済み	2～3年以内に実現	3～10年以内に実現
影響を受けるサービス	・ETC ・旅行時間測定 ・車両特定を含むルートアドバイス	・駐車場入退出管理 ・特車管理	・ERIのIDを利用した官民共通の汎用認証機構
今後の対応	・ドラフト確認、注視	・適宜意見提示	・ドラフト確認、注視

(3) 路車間通信、車々間通信 CALM

CALMとは、従来ITSで利用されていた路車間通信とは別物の次世代の通信規格であり、より汎用性、連続通信、大容量を有した通信の規格である。そこで、CALM全体の構造を踏まえ、日本の路車間通信の規格であるARIB T-75との共存の可能性を分析した。具体的には、CALMにおいて検討中のレイヤ1～レイヤ7のアーキテクチャにおける日本のT-75+ASL^{※5)}(DSRC)^{※6)}の位置づけを明確にするため、DSRCのCALMレイヤ3への接続可能性について検討した。その結果、T-75の上位のASLをCALMのレイヤ3へ接続可能であることが明らかとなった。

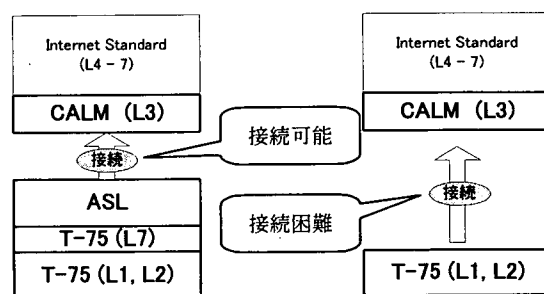


図-4 DSRCとCALMとの接続イメージ

※1)ERI: Electronic Registration Identification

※2)CALM: Communication Air interface Long and Medium range

※3)TS: Technical Specification

※4)AVI: Automatic Vehicle Identification

※4)AEI: Automatic Equipment Identification

※5)ASL: Application Sub Layer

※6)DSRC: Dedicated Short Range Communication

道路行政のIT化を支援する共通基盤に関する調査（その1） （業績評価システム実現のための道路データ収集・分析手法の構築）

Research for Establishment of a Common Infrastructure Supporting the Introduction of
Information Technologies to Road Administration (Part 1)
(Road data collection and analysis method building to realize an outcome evaluation system)

（研究期間 平成 14～）

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

The road data, which calculates input to obtain efficient and economic ratings on a project outcome, supports system operations for the outcome evaluation. To this end, the approach to data collation (for traffic volume, speed, etc.), procession, storage and analysis is set up.

【研究目的及び経緯】

経済財政諮問会議（今後の経済財政運営及び経済社会の構造改革に関する基本方針：平成 13 年 6 月）の答申を受け、アウトカム指標を用いて、各道路管理者の取り組み（事業や施策）の効果を年次（長期・短期）で評価するシステム（道路版ニューパブリックマネージメント）の導入が平成 15 年度に予定されている。具体的には、各年度のはじめに、全国あるいは各県の道路の現状（アウトカム指標等で表現）と当該年度の施策目標を掲げる年次計画書を作成する。そこで、年次計画書で掲げた目標値の達成状況やその考察などを記した業績報告書を作成し、達成状況等に応じて予算に反映させていく取り組みを実施していく予定である。

本研究は、そのような動きの中、アウトカム指標（円滑指標・安全指標）の算定のための道路データ（交通量、速度など）の収集・加工・蓄積・分析手法を確立し、各道路管理者へ通知する指標算定マニュアル（仮称）に反映されることを目的とする。

【研究内容】

業績評価システムにおいて経年的にアウトカム指標を算定するためのデータ収集・分析手法が十分に確立されているとは言えず、また交通円滑化等の施策の計画立案（箇所選定等）や必要性・効果の説明を客観的に行うためのデータ・仕組みが不十分であると言われている。そこで、本研究では、アウトカム指標算定のための経済的かつ効果的なデータ収集・算定方法を確立し、業績評価の実施を支援することとした。

（1）アウトカム指標（渋滞損失指標）

アウトカム指標とは、ある施策により、サービス等を提供した結果として国民にもたらせる成果を指標としたもの（円滑指標：渋滞損失金額、安全指標：交通事故死者率 等）であり、道路施策や事業の効果を客観的に測定する指標である。ここでは、これらアウトカム指標の中でも重要かつデータ収集・算定方法が指標の精度を左右する円滑指標（渋滞損失指標）の根拠となるデータの収集方法や処理方法について検討を行った。

（2）交通量の収集に関する検討

本年度は、渋滞損失指標の算定にあたって重要となる根拠データのうち交通量の収集・算定の考え方に関する検討を行った。

①トラフィックカウンター（以下、トラカン）データを活用することの意義

渋滞損失指標の算定にあたって用いる交通量の定義は、トラカンの設置されている区間については、トラカンデータを用い、設置されていない場合は、センサス交通量（5 年に 1～2 回の計測、10 月のある一日を年間の代表値として使用）を用いることとなっている。トラカンは、自動的に交通量をカウントするだけでなく、最新のデータをリアルタイムに近い形、また時間帯別、日別、月別といったきめ細やかなデータを得ることができるといった利点を有している。例えば、図-1 や図-2 に示すような月の交通量の変動や、年次の交通量の変化を適切に捉えた渋滞損失指標の算出が可能となる。

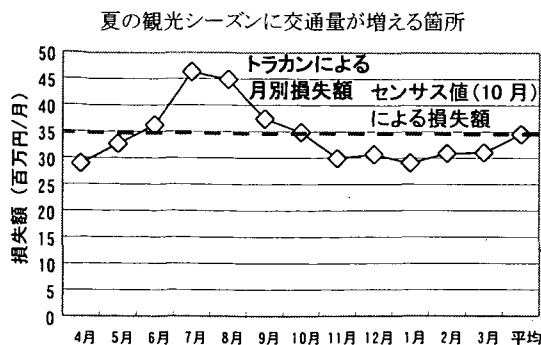


図-1 交通量の月変動がある場合の渋滞損失額

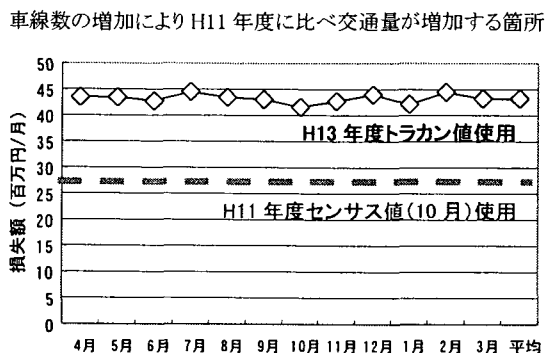


図-2 年次の変化がある場合の渋滞損失額の変化

②トラカンデータの有効活用

①で述べたように、交通量の月変動や年次変動の把握が可能なトラカンを、周辺のセンサス区間に対して活用する可能性について検討を行った。

具体的には、交通特性や道路特性が同質とみなせる区間については、トラカンデータをもとに当該区間のセンサスデータを補正し、渋滞損失指標を算出するものと仮定した。ここで、交通特性や道路特性が同質とみなせる区間とは、以下の条件に該当するものと考えた。

- トラカンデータがある区間の前後で、
- (a) 幹線道路が交差していない
- (b) 高速道路等の IC へのアクセス道路が交差していない
- (c) 車線数の増減や著しい道路幅員等の変化がない。
- (d) 沿道開発状況に著しい差がない。

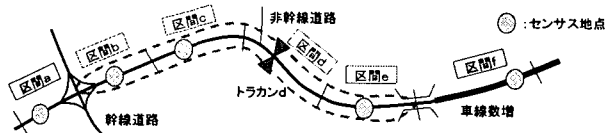


図-3 トラカンが設置されている区間dと同質とみなせる区間：b,c,e

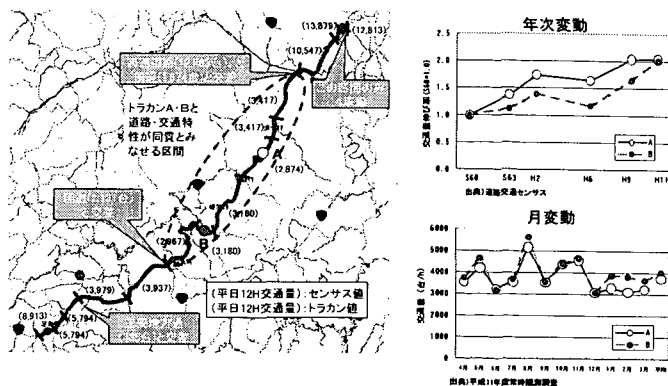


図-4 交通特性や道路特性が同質とみなせる区間

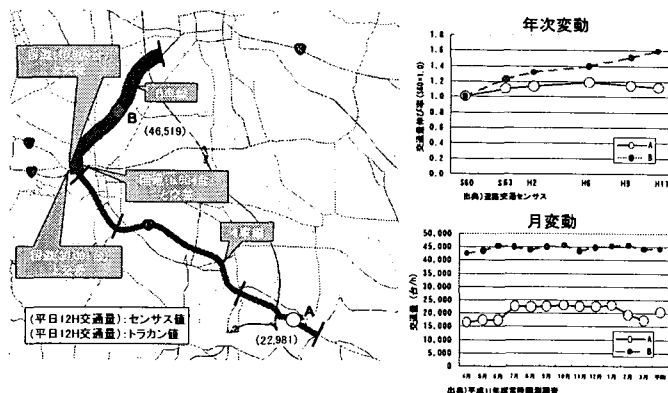


図-5 交通特性や道路特性が同質とみなせない区間

図-4は、上記の「道路・交通特性が同質とみなせる区間」において、トラカンが2箇所設置されていた箇所である。年次変動、月変動とも、交通量の変動の傾向が合致しているといえる。逆に、図-5は、区間内で、交通量の多い幹線道路が交差しており、かつ車線数が異なる区間におけるトラカンデータの比較である。これによると、交通量の変動状況が、異なることが分かる。

これらの検討結果の事例を踏まえると、交通特性や道路特性が同質とみなせる区間については、当該区間に設置されているトラカンデータを利用して、センサス区間の交通量データを補正することが可能となる。

【研究成果】

渋滞損失指標を算出するにあたって、交通量収集の観点からトラカンデータの活用の意義や、有効活用方法の提案を行った。今後、さらに本省で主体的に検討を行っている旅行速度の収集の考え方と連携することにより、渋滞損失指標の効果的および経済的な収集および算定方法を確立していく。

道路行政のIT化を支援する共通基盤に関する調査（その2） （大学との連携）

Research for Establishment of a Common Infrastructure Supporting the Introduction of
Information Technologies to Road Administration (Part 2)
(Partnerships with academics)

（研究期間 平成 14～17 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 室長 川崎 茂信
Intelligent Transport Systems Division, Head Shigenobu Kawasaki
Research Center for Advanced Information Technology

A study was conducted to evaluate the effect of introducing a common infrastructure to aid in the introduction of information technologies to road administration. Studies of road transport safety, efficiency and reduction of the environmental burden were conducted, in addition to a study from a lateral perspective.

〔研究目的及び経緯〕

ITS（ex: AHS、ETC、VICS、道路交通情報提供）の導入による道路交通の効率性向上、安全性向上、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に加えて、ITS 施策の特徴、期待される効果に応じた検討が必要である。そこで、新たな道路交通システムの開発推進に向けて、各種システムが有機的に連携した効率的なシステム構築を目指した多岐にわたる研究及びその基盤となる基礎的・先端的の研究を行うことが必要となる。

本研究では、ITS 導入を考えた場合の道路交通の効率性向上、安全性向上および環境負荷削減といった視点を軸に、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基礎的・先端的な研究を行うものである。

〔研究内容および成果〕

（1）道路利用の効率性向上に関する検討

道路利用の効率性を向上させることを目的とした渋滞対策、需要集中対策ならびに交通流シミュレータによる効果計測等の課題について検討を行った。以下のその代表事例を示す。

（a）道路の効率的運用に資する道路設計基準のあり方に関する検討

ITS 技術の導入に伴うサービス水準向上効果を把握し、適切な事業評価や道路整備水準の計測の実現を目的に、サービス水準の要因を整理・分析し、迅速性、安全性、快適性等の新たなサービス指標を提案するとともに、その適用可能性を確認した。

①ETC 専用インターチェンジが道路のサービス水準に及ぼす効果

都市間高速道路では、IC 間隔は都市内高速道路に比べ長く、また IC の新設も取付道路や新設後の維持管理等の負担等により、新設の促進が困難な状況も考えられる。ここでは、ETC 技術を用いて、専用 IC を設けた場合のサービス水準へのインパクトについて、既存の（非 ETC）新設 IC の事例をもとに検討を行った。その結果、IC 設置費用に比べて、IC 整備による便益（渋滞回避便益および一般道に及ぼす走行便益）を高いことを検証した。

（2）道路交通の安全性の向上

ITS 施策導入にともなって期待される道路交通の安全性向上に関する検討を実施した。以下の代表事例を示す。

（a）地区内交差点における出会い頭事故削減のための ITS 技術の効果分析

出会い頭の衝突防止のための交通安全施策を確立するため、車両挙動からみた地区内交差点の安全性評価指標の開発について検討し、交差点における既存安全施策導入効果の分析を行った。

①路側帯カラー舗装

非優先側では、高速から急減速といった問題とされるケースがカラー路側帯の設置によって減少し、代わりに中速から徐行を行う車両数が増える結果となった。また、整備前の予測事故件数が 2.3 件程度あるのに対して、非優先道路のカラー路側帯舗装を実施した整備後は予測事故件数が 1 件程度となった。

②警告表示の設置（図-1～4）

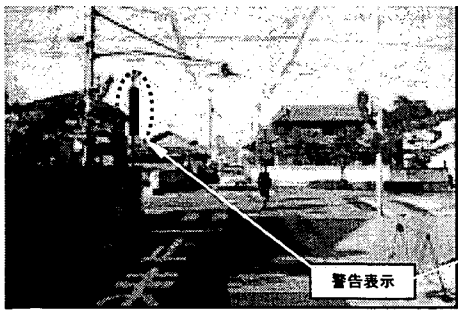


図-1 警告表示器設置状況

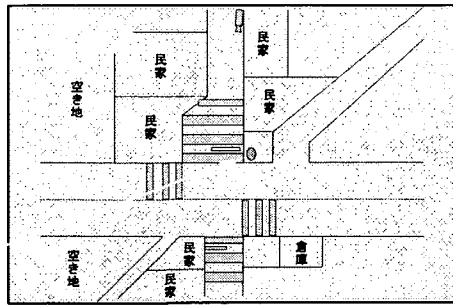


図-2 警告表示器設置位置

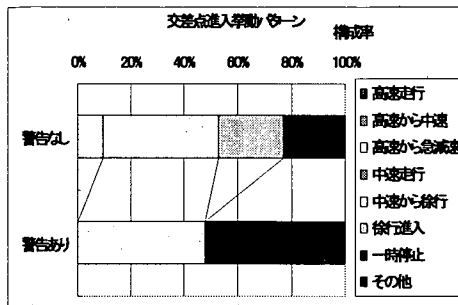


図-3 非優先道路における自動車の進入挙動の比較（警告有無）

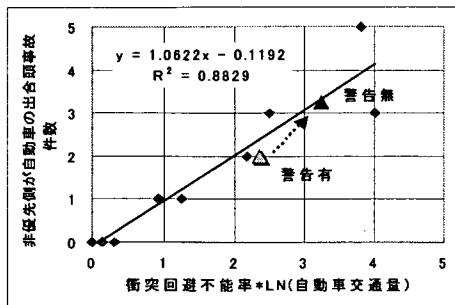


図-4 事故回避不能率と非優先側自動車事故件数

警告により高速から急減速の車両がなくなり、一時停止車両が3割程度増加した。また、中速走行以上の危険車両がなくなり、一時停止率が増加した。

警告により高速から急減速の車両がなくなり、一時停止車両が3割程度増加した。また、中速走行以上の危険車両がなくなり、一時停止率が増加した。

①情報提供による経路誘導分析（情報提供）

ドライバーに渋滞状況の情報を提供することにより、一般道路から細街路への転換が発生した。このような細街路への誘導政策を行った結果、ネットワーク全体で-7%のPM排出量の削減効果が算出された。

また、昼からの交通量が比較的安定している時間帯では、情報提供による細街路への誘導効果は高く、特に夕方などの帰宅する時間帯では、細街路の排出量をも削減させる可能性があることがわかった。（図-5）

②環境ロードプライシングの効果検証

内陸部を通行する貨物車に課金することを仮定した場合のPM排出量の地域拡散傾向について検証した結果、今回実施したシミュレーションでは、上記環境ロードプライシングを実施しても時間帯・気象条件によっては、湾岸線で増加したPM排出量が内陸部で濃度をさらに悪化させてしまう可能性があることが確認された。（図-6,7）

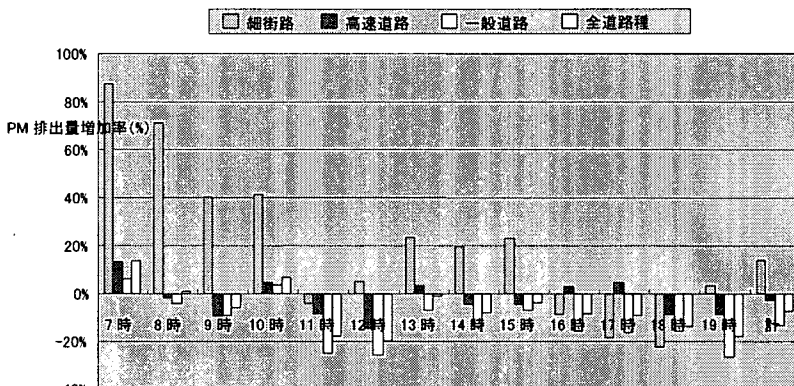


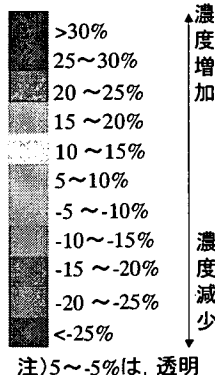
図-5 情報提供後のPM量変化（道路種別）



図-6 11時の濃度変化



図-7 14時の濃度変化



注)5~-5%は、透明

道路行政のIT化を支援する共通基盤に関する調査（その3） （スマートコミュニケーション基盤の研究開発）

Research for Establishment of a Common Infrastructure Supporting the Introduction of
Information Technologies to Road Administration (Part 3)
(Research and Development of a Smart Communication Platform)

（研究期間 平成14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 室長 川崎 茂信
Intelligent Transport Systems Division, Head Shigenobu Kawasaki
Research Center for Advanced Information Technology

Various services have been enhanced by using radiowave communication technology applied to ETC which is referred to as 'Smart Communication Service.' The demonstration test has successfully proved the validity of both a commonly serving platform, 'Smart Communication Platform' and the system hardware embracing this platform.

【研究目的及び経緯】

ITS（Intelligent Transport Systems：高度道路交通システム）の分野において、ETCの通信方式として実用化されている5.8GHz-DSRC（Dedicated Short Range Communication：狭域専用通信）を利用した各種サービス（スマートコミュニケーションサービス）の展開に向けた動きが官民双方で活発化してきている。5.8GHz-DSRCの特徴は、路車間で高速で大容量な双方向通信が可能なことであり、この通信方式の多目的利用に期待が集まっている。

このスマートコミュニケーションサービスの実用化・展開には、多様なサービスを一つの共通無線機で効率よく提供できることが重要となる。そのための鍵を握る技術がスマートコミュニケーション基盤である。この基盤を先導的に構築し、官民で共有化することにより、スマートコミュニケーションサービスの実現に向けた官民の取組が一層加速され、道路利用者の利便性向上と車載器の付加価値向上によるETCの普及促進が期待される。

本研究は、民間の技術開発動向を踏まえた上で、スマートコミュニケーション基盤を構築し、サービスの早期実現を図ることを目的とする。

【研究内容】

スマートコミュニケーションサービスの実現のため、平成14年度については、インターネット環境を利用した情報提供サービスについて先行して検討を行った。

また、VICSサービスについても、スマートコミュ

ニケーションサービスの1つとして5.8GHz-DSRCで提供することが、車載機器の共通利用によるユーザ負担の軽減や提供できる情報の充実によるサービス向上などの面で有効か否かの基礎的検討を行った。

（1）スマートコミュニケーション基盤に関する技術資料の作成

スマートコミュニケーション基盤を構築するため、その構築に必要となる、通信とアプリケーションを繋ぐ共通領域であるASL（Application Sub Layer：アプリケーションサブレイヤ）と路車間の確実な情報伝達を確認するための試験条件である相互接続性検査要領について技術資料の作成を行った。

なお、技術資料の作成にあたっては、官民で共有していく上で民間企業などから広く意見を聞くために、インターネットを通じて一般への意見招聘を行い、その意見を反映しつつ作成した。

（2）公開実験の実施

作成した技術資料を元にした基盤について、実機に搭載しての実効性を確認するとともに、道路交通情報や休憩施設の情報などの走行サポート情報に対する一般道路利用者のニーズ調査を行うため、日本道路公団及びスマートウェイパートナー会議構成メンバーの協力の下、常磐自動車道 守谷サービスエリアにおいて公開実験を実施した。

（3）VICSサービスの5.8GHz化についての基本設計

現在2.45GHzでサービスを行っているVICSについて、5.8GHz-DSRCで提供するにあたっての技術的課題の抽出と、将来のサービス拡張を踏まえた5.8GHz-VICSの基本事項について机上検討及び実験による検証を行い、基本設計を作成した。

【研究成果】

各項目について検討を行った結果、次の成果を得た。

(1) インターネット環境を利用した情報提供サービスについて

スマートコミュニケーション基盤の技術資料策定においては、14年度中に3回のインターネット上での意見招聘を行ったところ、いくつかの積極的な意見の提出があり、それら意見についても加味した資料の改版を行うことで、広く民間サイドの意見を取り入れた技術資料を作成した。

また、常磐自動車道の守谷サービスエリアでは、この技術資料に基づき作成したスマートコミュニケーション基盤を実装した車載器と路側機を用いて、アプリケーションの確実な動作確認と、複数メーカー製造の機器間での相互接続性を確認し、その実効性を検証した。

さらに、サービス実演を行ってのアンケート調査を実施したところ、4日間で300名を越える一般道路利用者からの回答を得ることができ、スマートコミュニケーションサービスへのニーズ把握を行うことができた。

調査の結果、概ね8割の被験者からスマートコミュニケーションの特徴である、「無線通信を利用した車中での情報入手」「個々のリクエストに応じ

た情報の入手」「雪面画像などの動画像での入手」

「インターネット回線との接続」について魅力があるとの回答が得られた。特に、雪面路面などの道路状況を動画像で入手できることへのニーズは高く、今後の道路管理においても動画像などを活用したわかりやすい情報提供の必要性が明らかとなった。

(2) VICS サービスの 5.8GHz-DSRC での提供について

VICS サービスを 5.8GHz-DSRC で提供するにあたっての基本的事項を検討した結果、現在の 2.45GHz-DSRC 方式では、提供すべき情報を放送できていないという問題があり、それを解決するためにも 5.8GHz-DSRC を用いた高速通信により情報量を拡大することの有効性を明らかにした。

また、情報量の拡大だけでなく 5.8GHz-DSRC の特徴である双方向通信などを活かしたサービスへの拡張などについても考慮し、情報量、通信方式、通信エリア、空中線出力、空中線高などの基本設計値の策定を行った。これら基本設計値については、実機を用いての検証を行い、伝送可能な情報容量や、机上検討では解析できない路面反射や車室内反射、車両反射などによるエラーの発生状況などを確認した。この結果から設計値の妥当性の確認と、車室内反射・車両反射などへの対策が必要であることなどの新たな課題事項の抽出を行った。

【成果の発表】

高速道路と自動車（高速道路調査会発行、平成 15 年 5 月号）

他、ITS 世界会議等において発表の予定。

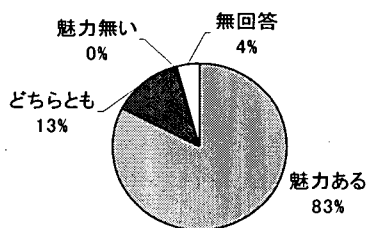


図1 無線通信機能を活用した車中での情報入手について

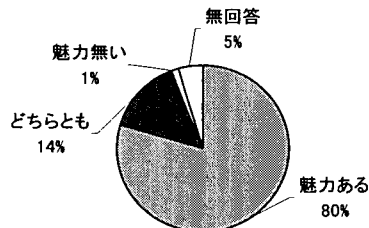


図2 個々のリクエストに応じた情報の入手について

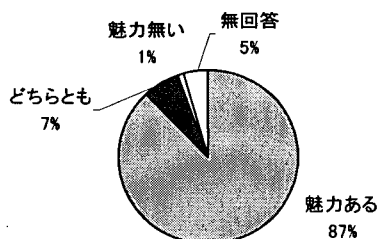


図3 雪面路面などを動画像で入手できることについて

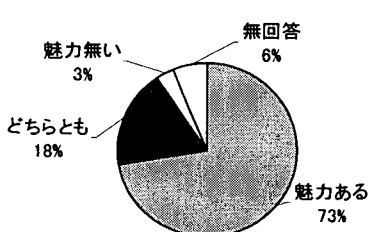


図4 インターネット回線との接続について

道路行政のIT化を支援する共通基盤に関する調査（その4）

（特殊車両の管理手法に関する調査）

Research for Establishment of a Common Infrastructure Supporting the Introduction of
Information Technologies to Road Administration (Part 4)
(research on management and operation measures for specially permitted commercial vehicles)
(研究期間 平成 14～17 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 室長 川崎 茂信
Intelligent Transport Systems Division, Head Shigenobu Kawasaki
Research Center for Advanced Information Technology

Specially permitted commercial vehicle operations are imposing tremendous damage on road structures, which also raises serious problems in terms of road safety and environmental conservation. The study is to probe an approach for effective enforcement using a monitoring system, and to determine countermeasures for decreasing offending vehicles by offering incentives to blue-ribbon motor carriers.

〔研究目的及び経緯〕

特殊車両（以後「特車」という。）がかかえる課題として、現在、限定的な検問で6万台もの車両が積載重量や寸法などの違反を犯しており、そのうち約8割が無許可車両である。特に、積載重量の大きい車両の過積載（違反行為）は、道路保全や環境保全面で外部不経済が膨大である。また、こういった違反車両が起こした事故が甚大な被害を与えている事例が多数みられ、特車の適正な管理は緊急の課題である。そこでITを活用した特殊車両管理（以後「特車管理」という。）システムの導入による効率的な車両管理を行い、違反車両の削減を図る。

14年度は、特車管理の社会的な必要性和意義を整理し、特車監視システムに関する提案を行った。

〔研究内容〕

（1）特車管理の社会的な必要性和意義の整理

特車も含めた大型車の道路保全・交通安全・環境保全に与える影響を定量的に把握した。

また現状の制度上の課題を整理するとともに、関係法令や通達などに基づいた運用の流れをとりまとめ、特車の管理における行政行為とその法的根拠を明らかにした。

（2）特車監視システムの必要要件の提案

特車の様々な課題や問題点の原因のひとつとして、道路管理者による特車の通行実態の把握が困難である事が挙げられる。従って、特車の通行実態を監視する手段として、人手に寄らないITを活用した監視システムの検討を行い、システム導入に伴う必要要件の提案を行った。

特車監視システムを構築するうえで必要な要件の検討を行い、システム構築に必要な技術などを整理した。なお、監視システムの提案においては、国際標準の動きも踏まえたものとした。

〔研究成果〕

（1）特車管理の社会的な必要性和意義の整理

①特車も含む大型車の抱える問題点

◇通行する重量超過車両のうち約6割が違反車両

特 車		
違法車両 4割	無許可 許可違反	違反車両 6割

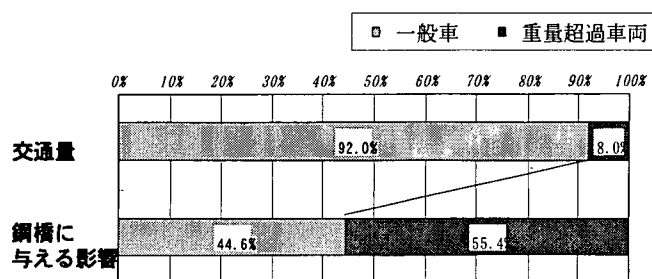
特車：一般的制限値を超える車両

違反車両：過積載車両

出展：平成12年度 道路交通管理統計

図1・重量超過車両の通行状況

◇首都高を通行する全交通量のうち、わずか1割の重量超過車両が鋼橋に与える影響は約6割



重量超過車両：過積載車両も含む

出展：平成10年度湾岸線・3号線・5号線起終点調査(交通量)
首都高速道路公団

図2・重量超過車両の構造物への影響

◇特車の大半を占めるトレーラに起因する事故は、死亡事故になる確率が全体平均の約6倍

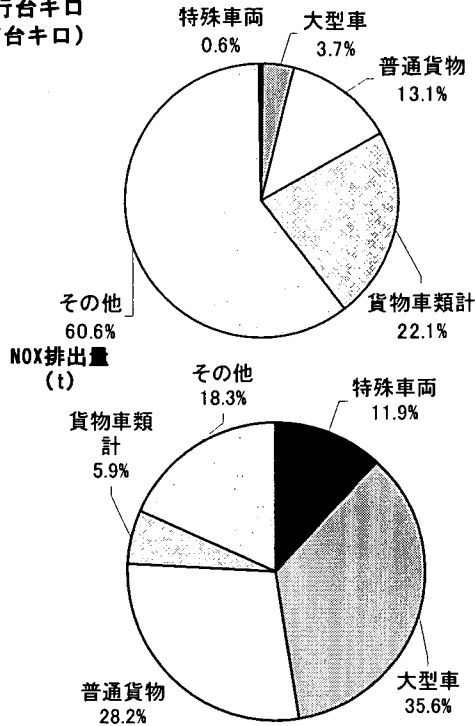
表1・死亡事故率

	全合計	トレーラ
全事故件数	931,934	3,821
死亡事故件数	8,707	218
死亡事故率	0.9%	5.7%

出展：平成12年版 交通事故統計年報
交通事故総合分析センター

◇特車の走行台キロは全体の1%に満たないが、環境へ影響は全体の1割強

走行台キロ
(万台キロ)



出展：平成12年版 交通事故統計年報
交通事故総合分析センター

図3・特車が与える環境影響

②現状の制度上の課題

①に示す通り違反車両が横行しているが、これは申請手続きの煩雑さと、取締りが不十分な上に違反車両に対する処分に実効性のないことが原因と考えられる。

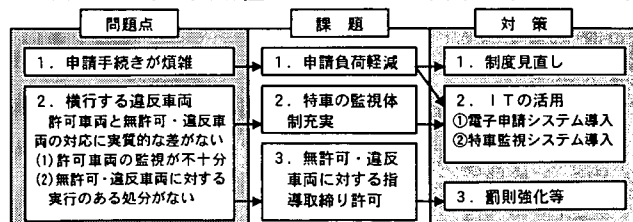


図4・特車制度の課題と対策

③特車管理における行政行為とその法的根拠の整理 新たな特車管理手法を提案するにあたり、現状の

行政行為とその法的根拠を明らかにした。

表2・指導警告等の対象者

	申請者	措置対象者 (道路法第47条の3)		行政処分 対象者(道路法第71条第2項)	罰則対象者 (道路法第101条第4項ほか)
		許可	無許可		
申請者		○		○	
運転者		○	○		○
所属会社	○		○		○
運行管理者					○
荷主	○				○

(2) 特車監視システムの必要要件の提案

特車の監視を行うには、各々の車両を一台ごとの通行状態を把握する事が必要になる。しかし、道路上には特車だけに限らず乗用車や大型車など、様々な車両が混在して通行している。そこで、ITを活用することで特車の識別を容易に行い、特車の個別認識を行うことのできるシステムについて検討した。

まず、特車の監視を行うために必要なシステム要件を以下の4点で整理を行った。そして、監視することで得られたデータを基に処理を行うシステムや、その他関連したシステムへのデータの受け渡しなどの運用全体に関する要件を整理した。

【監視】

- ・特車の約7割程度の通行状況を常時補足する。
- ・監視対象車両は監視箇所を通過する「一般的制限値を超過する車両」とする。
- ・監視車両の単位は、単車ならびに牽引車+被牽引車を1台の車両として取り扱う。
- ・監視項目は、車両特定情報、通行時の車両画像情報、車両総重量(軸重)とする。

【処理】

- ・監視結果を許可情報のデータベース(「DB」という。)に照会し、照会したデータを基に違反状況(許可有無、重量超過等の有無)の確認を行う。
- ・通行実績および違反実績を各々DB化する。
- ・監視結果および人手による指導取締結果を基に、違法者や違反者を抽出する。
- ・特車の通行申請を行う者からの更新申請の受付時に、当該事業者に対し優遇措置の付与または停止を行う。

また、監視システムの検討をする上で国際標準との整合を図るために、米を中心に危険物車両管理に関する標準化に関する動向や、欧州で活発化している電子的自動認識技術(AVI/AEIやERI)などの動向を調査した。現段階においては影響が無いことを確認したが、今後も動向の把握を継続しながら検討を進めることが必要である。

ヒューマンインターフェースに関する調査

Research on the Human Interface for Intelligent Transport Systems

(研究期間 平成 13～17 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 室長 川崎 茂信
Intelligent Transport Systems Division, Head Shigenobu Kawasaki
Research Center for Advanced Information Technology

A study of road infrastructure services by message boards was conducted with the aim of identifying a suitable interface. And this study confirmed the effectiveness of road infrastructure services. A study was also conducted to ensure the safety and reliability of AHS using an uninterrupted flow model, and target values for system safety and reliability were established.

〔研究目的及び経緯〕

ITS は、人・車・道路を高度かつ有益な情報を介して結びつけることにより、道路交通における諸課題を解決することを目的としたシステムである。これまで、道路と車とのインターフェースに関しては、様々な研究が進められてきたのに対して、人間と道路、人間と車のインターフェース(ヒューマンインターフェース)、及び安全性・信頼性における人・車・道路の役割分担に関しては、十分な研究がなされてこなかったのが現状である。

14 年度は、ドライバーへの情報提供における車(車載機器)と道路(情報板)の役割分担を明確にすることを目的に、車載機器(音声)と路側表示(情報板)の連携や分担に関して検討を加え、効果的な情報提供方法を明確にした。また、道路側のセンサ等のシステムの安全性や信頼性が 100%に満たない部分のリスクに対する対策を立案するために、車や人間までを含めたフェールセーフ対策に着目し、HMI (Human Machine Interface) の工夫によるフェールセーフ対策の有効性を明らかにした。

〔研究内容〕

AHS (Advanced cruise-assist Highway Systems : 走行支援道路システム) は、道路と車が連携して個別の状況をリアルタイムでドライバーに情報提供することで、事故直前での危険回避を図るシステムである(図-1)。そこで、ドライバーへの情報提供における道路と車の役割分担についての検討として、音声と情報板を利用した効果的な情報提供方法を明確にする。また、技術的かつ経済的な観点を踏まえると、インフラシステムとして 100%の安全性と信頼性を達成することは困難であるため、HMI の工夫によるフェールセーフ対

策について検討し、実証実験によりその有効性について確認する。

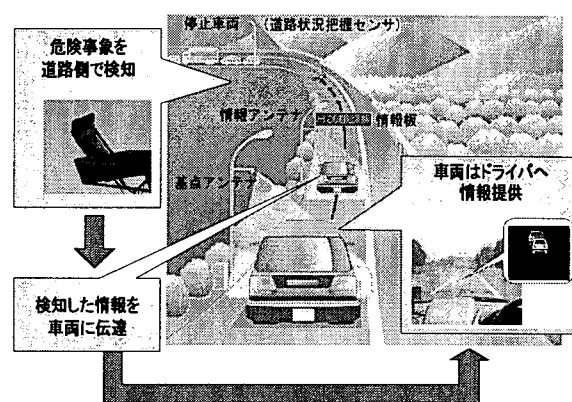


図-1 AHS の情報提供の流れ

(例：前方停止車両・低速車両情報提供支援システム)

(1) 車載表示と路側表示の連携や分担に関する検討

AHS の単路系走行支援サービスである「前方停止車両・低速車両情報提供支援システム」および「路面情報提供支援システム」について、以下 2 点を検討した。

① 情報板のシンボル画像検討

現在、標準化された情報板の表示項目にはシンボル画像はない。よって、メーカー、地域によりシンボル画像は多種多様であり、全国均一のサービスが提供されているとは言えない。このことから、ISO および IEC (国際規格)、各国での道路標識、既存の情報板の調査結果、およびセマンティックディファレンシャル法(「明るいー暗い」「良いー悪い」などの正反対の意味を持つ形容詞対からなる尺度上で個々の測定対象を評価させる方法：以下SD法)による受容性分析から、ドライバーにとってわかりやすいシンボル画像を抽出した(図-2)。

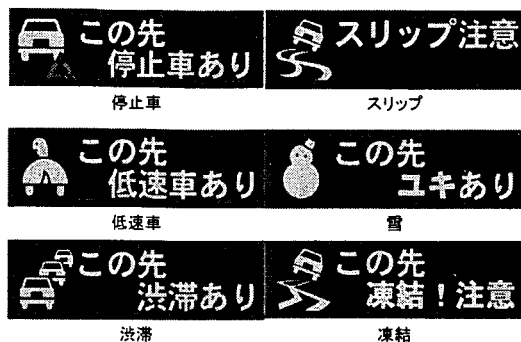


図-2 シンボル画像の例

②情報板と音声との役割分担に関する検討

図-3 に、ドライバーへの情報提供方法の考え方を示す。AHS-i 普及の過渡期は、車載器を搭載していないドライバーが多いと考えられる。このことから、ドライバー全員に対して情報提供が行われる情報板にて「直近の情報」を促すこととした。一方、音声は「余裕のある情報」を提供することとした。すなわち、ドライバーは音声により聴覚情報を得た後に、情報板により視覚情報を得る。以上思想の有効性をSD法により検討した結果、得られた知見を以下に示す。

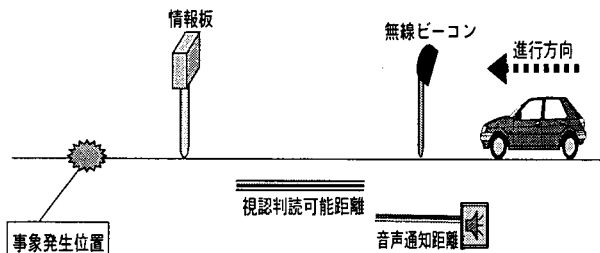


図-3 ドライバへの情報提供方法

- ・情報板のみよりも情報板＋音声の方が、受容性が高い傾向がみられた。
- ・同時に情報板と音声の情報を提供するよりも、別々に情報を提供の方が、受容性が高い傾向がみられた。
- ・情報板は「直近の情報」、音声は「余裕のある情報」を提供するため、音声情報提供直後に事象が変化(例えば、低速車が停止車になる)すると、情報板と音声との情報提供内容が異なる。この場合、若干受容性は低くなるが、混乱を招くほどではない。また、標準化が進み、ドライバーへ公知が浸透することで、情報内容の異なりによる問題は解決すると言えた。

(2) フェールセーフ対策に関する検討

AHS の単路系走行支援サービスである「前方停止車両・低速車両情報提供支援システム」を例にフェールセーフ対策の検討を行った。

ドライバーが AHS に依存している場合、例えば道路状況把握センサが停止車両を検出できなかった際の車載表示が「無表示」であると、ドライバーが危険な状態に陥る可能性がある。そこで、フェールセーフ対策として、危険状態の有無に関わらず慎重運転を奨励する情報(「この先事故多発地点」や「速度注意」等)や、システム故障を知らせる情報(「調整中」等)の提供を提案し(図-4)、その有効性についてドライビングシミュレータを用いた実証実験を実施した。

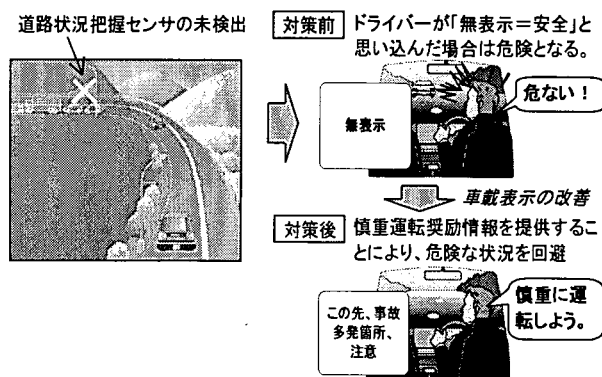


図-4 HMI 表示の工夫によるフェールセーフ対策案

実験の結果、慎重運転奨励情報、調整中情報ともに、情報が全くない(無表示)場合と比較して速度抑制効果があることが分かり、このような情報を提供することはフェールセーフ対策として有効であることが確認された。(図-5)

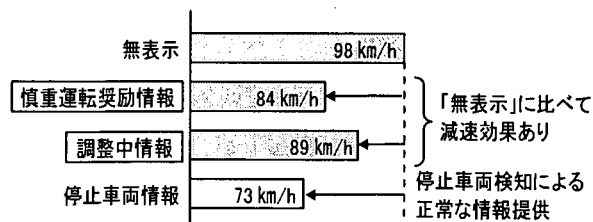


図-5 フェールセーフ対策による減速効果

【研究成果】

車載表示と路側表示の連携や役割分担に関する検討から、ドライバーにとってわかりやすいシンボル画像の抽出、および情報板と音声とを利用した情報提供方法の有効性を明確にした。また、HMI の工夫によるフェールセーフ対策の考え方を提案し、慎重運転奨励情報の提供が有効であることを確認した。今後は、実道実験を通して本研究成果の実用性を検証するとともに、高齢者などのドライバー属性を加味した効果的な情報提供のあり方について、さらに研究を行う必要がある。

AHSシステムの開発・評価に関する調査

Development and Evaluation of Advanced Cruise-Assist Highway Systems (AHS)

(研究期間 平成13～17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 室長 川崎 茂信
Intelligent Transport Systems Division, Head Shigenobu Kawasaki
Research Center for Advanced Information Technology

The research and development for Advanced cruise-assist Highway Systems (AHS) has continued since 1998 through a partnership with the Advanced Cruise-Assist Highway System Research Association. Proving tests are being conducted to examine the effectiveness of the systems, their convenience for drivers, and the validity of infrastructure system design values.

〔研究目的及び経緯〕

近年、急速に発展したIT^{※1}を活用しインフラ（道路）と車両が相互に連携することにより走行環境（安全性、効率性など）を飛躍的に向上させる走行支援システムの実用化が可能になりつつある。

これまでは交通安全対策として、事故の事前・事後の対策に取り組んできた。しかし、一層の事故削減のためには、事故原因の大半を占めるヒューマンエラーに対し、これまで技術的な理由により対応することが出来なかった事故の「直前」対策を実現することが不可欠となる。そこで、本研究では、委託研究先であるAHS研究組合と連携し、AHSについてインフラ側の開発及び評価を行った。

AHSでは交通事故データの分析により、事故全体に占める割合の高い、7つの基本サービス域を抽出した。これら7つのサービスを具現化するため、センサに代表される要素技術や、それを組み込んだシステムの構築を行った。

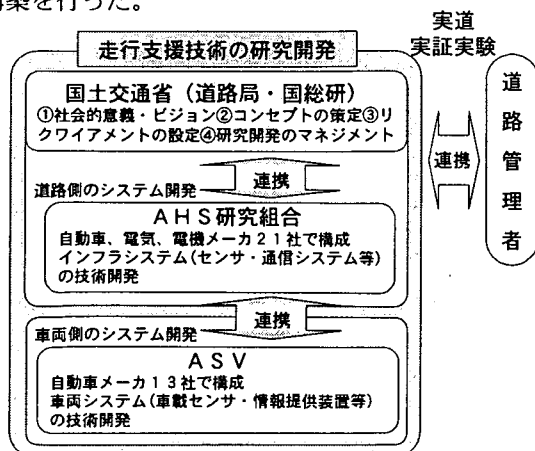


図-1 研究開発体制

技術の開発段階に応じて、構築したシステムと要素技術の基礎的な評価検証のため、車両側のシステム開発を行っているASV^{※2}との連携や国内外の産学との共同でスマートクルーズ21という実験を12年度に実施し、システムの機能を確認した。また、日本のAHS技術を世界に公開するため、デモ2000を開催し、研究に対する理解と国内外からの意見収集を行った。

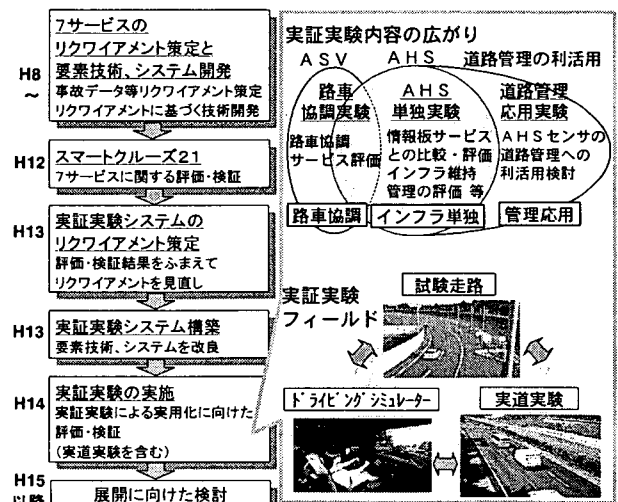


図-2 研究開発の流れ

〔研究内容〕

これまでAHSサービスを実現するためのシステムを開発してきたが、実用化に当たっては他サービスへの適用検討も必要である。そこで、本年度は、路車協調実験やインフラ単独実験だけでなく、センサの道路管理への利活用も目的に検討を行った。

実験は、それぞれの特性に合わせ、試験走路、ドライビングシミュレータ（以下DS）、実道の3つのフィールドを組み合わせ、ドライバの使い勝手やシステムの安全性・信頼性等を検証した。

※1 IT（Information Technology）：情報技術

※2 ASV(Advanced Safety Vehicle)：先進安全自動車

特に実道では、事故が比較的多く発生している地点で、かつサービスが効果を発揮すると考えられる7箇所（うち1箇所はH15年度実施予定）において、安全性・信頼性を含めて現在の技術で実用化可能なシステムを構築し、その検証を行った。そのうち、一般国道45号（宮古トンネル群）及び東名阪自動車道（名古屋西JCT・上社JCT）においては、道路管理者と共同で、AHSで開発したセンサ技術の道路管理への利活用の検証を実施している。

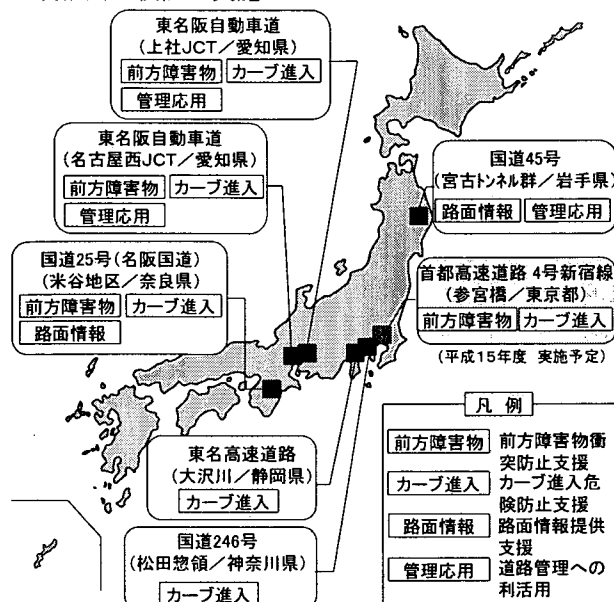


図-3 実道実験箇所

【研究成果】

実証実験における成果としては、下記のとおり。

（1）単路系システム

単路系システム開発においては、技術的に成立するシステムを構築した。これは①高い安全性・信頼性の確認、②フェールセーフ機能による有効性の確認、③サービスの有効性・ドライバの受容性の確認が出来たことによる。

①については、技術的・経済的理由からシステムの安全性を損ねる要因が発生しない確率として、安全度を95%以上、また、システム及びサービスの連続稼働時間から稼働率を95%以上として目標を設定し、実証実験にて概ねの目標達成を確認した。

②については、車載HMI（ヒューマンマシンインターフェース）の工夫によるフェールセーフ対策を提案した。危険事象の有無に関わらず、慎重運転を奨励する情報を提供することにより、情報が全くない場合に比べて速度の抑制効果があることが、DS実験により明らかになった。

③のうち有効性については、ドライバへ情報提供することで、カーブ進入速度の低下と急ブレーキの減少

を確認した。受容性については、サービスを体験したドライバへアンケートを実施し、事故回避や安全運転の手助けとして有効であることを確認した。

（2）交差点系システム

交差点系システムについては、3つの問題点を明確にした。①道路センサで検出出来る車両走行と把握しがたい走行について、パターンを明確化、②交差点での路車間通信に関し、車両停止中に車室内多重反射が原因と考えられる通信断の発生を確認、③多様な交通状況を音声や表示で車内のドライバに伝えるHMI構築は複雑な課題であることが判明した。

（3）道路管理の利活用

AHSのために開発したセンサについて、道路管理の利活用への可能性を見出した。路面センサについては、①一つのシステムで複数箇所の路面状況をほぼ同時かつ自動的に把握可能、②通常は路面把握機能として、必要に応じて目視による監視機能として使用可能となり、道路管理の高度化・効率化への可能性を見出した。

道路センサについては、個々の車両挙動を追跡する画像処理技術を活用し、これまで把握することができなかった小さな事故も停止・低速車両として検知可能となり、事故防止策検討への活用可能性を見出した。

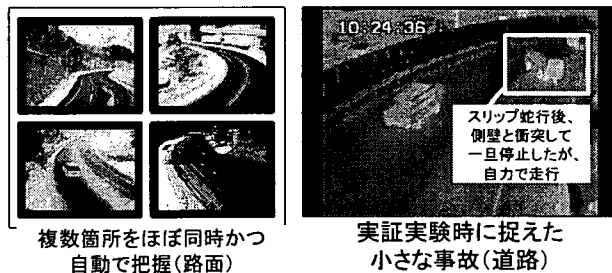


図-4 道路管理への活用例

【成果の発表】

成果の発表としては、国内外の論文発表と特許出願を実施している。

論文発表のうち国際会議へは、ITS世界会議（第9回）へ10編の論文発表、また、アジア太平洋ITSシンポジウム（第5回）へ2編の論文発表を行った。日本国内での発表としては、ITSシンポジウム2002（第1回）へ2編の論文発表を行った。

特許について、国内出願は8年度からの累計で250件出願している。

【今後の課題】

本年度の実証実験での結果を踏まえ、①通年データの取得によるセンサの長期的な性能検証、②実道における渋滞末尾検出機能・情報提供機能の検証等を行う予定である。

歩行者等支援に関する調査

Research on Supporting System for Pedestrians

(研究期間：平成11～平成17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 森 望

Head Nozomu Mori

主任研究官 池田 裕二

Senior Researcher Yuji Ikeda

In this study, the development of equipment and systems of ITS for Pedestrian to ensure safe walking for disabled and elderly people was investigated. In this year, we developed the system using RF-ID tags and D-GPS positioning method. This paper presents both system, and the results of questionnaire surveys for local government and private sector, about installing ITS for pedestrian.

〔研究目的及び経緯〕

高齢者や障害者が安全に、安心して通行できる快適な歩行空間を提供するためには、単に物理的な空間やネットワークを確保するのみではなく、適切な情報提供により、わかりやすく、使いやすい環境を提供する必要がある。そのため、歩行者、特に、歩行に困難を抱える視覚障害者や車いす使用者に対して、快適な歩行に必要な情報を提供し、単独での移動を支援する歩行者ITSの開発を進めている。

平成14年度には、平成13年度までに国総研が開発した歩行者ITSのシステムのうち、RF-IDタグを用いるシステムおよびD-GPSを用いるシステムをつくば市中心部に設置し、歩行者ITSが提供すべき情報のあり方を検討し、その有効性を検証するために必要な長期的なモニター実験のためのシステムを構築するとともに、情報提供に関連する民間企業や地方自治体の歩行者ITSを活用した情報提供システムに関する導入・活用の意向に関する調査を行った。

〔研究内容〕

(1) RF-IDタグを用いた情報提供システムの構築
つくば市内にRF-IDタグを設置し、視覚障害者を被験者として長期的なモニター実験を行うためのシステムを構築した。

○対象エリア

つくばセンターを起点とする商業地区（南北約1km×東西約0.5km 図-1参照）

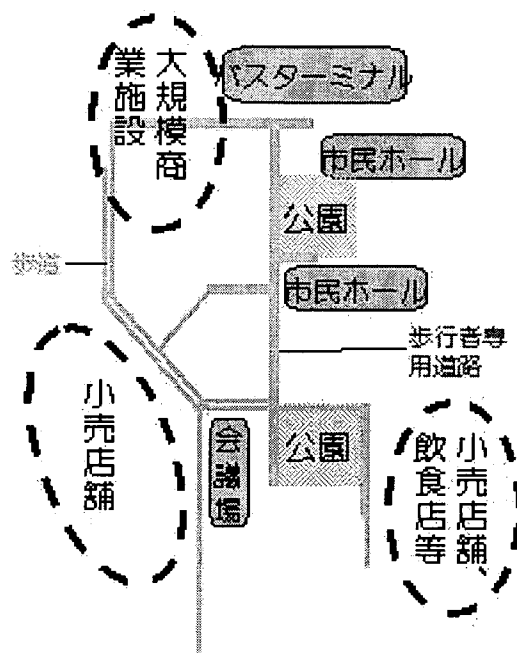


図-1 実験対象エリア

○システムの機能

階段・横断歩道における注意喚起
目的地までの経路誘導
自己位置の確認
自己位置周辺の施設の検索・案内

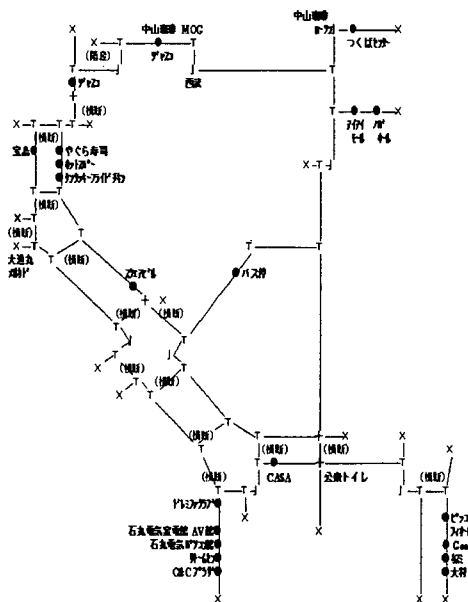
○実験の目的

- ・効率的なタグ及び点字ブロックの配置方法の検討
- ・RF-IDタグを用いたシステムの情報提供機能の有効性の検証
- ・GISの仕様（データ構成）の検討

○ 被驗者

○ システムの概要

デジタル地図に記録されている歩行経路や周辺施設の
情報から、経路誘導や注意喚起、施設に関する情報
提供が行われる。



(2) D-GPS を用いた情報提供システムの構築

を検討するため、インフラ機器の設置を伴わず、広い範囲での位置特定が可能な **D-GPS** により歩行者の位置を特定し、(1)で作成したつくば市中心部のデジタル地図を用いて、位置特定して経路誘導・注意喚起を行うシステムを構築した。

歩行者 ITS は、さまざまな種類の情報を複合的に提供するため、国土交通省単独で実用化できるものではない。そのため、歩行者 ITS の実用化に関連すると想定される地方自治体や、情報提供を行う民間企業にたいして、歩行者 ITS を活用したサービスの実施に関する意向調査を行った。

通信・経路情報提供・タウン情報提供・地図作成等、歩行者への情報提供に関連すると思われる民間企業に対して、歩行者ITSを用いた情報提供ビジネスに関する参入意向や参入にあたっての条件等についてヒアリング調査を行った。

歩行者 ITS のインフラの設置主体になると想定される地方自治体を対象として、歩行者 ITS のサービスレベルに応じた導入意向や導入にあたっての条件等の把握を目的としたアンケート調査を行った。

平成14年度の研究により、歩行者、特に視覚障害者や車いす使用者といった歩行弱者に対して歩行に必要な情報を提供するシステムが構築された。

また、民間企業や地方自治体の意向調査により、歩行者向けの情報提供ビジネスに関する民間企業の参入意向が高いことや、地方自治体が実際に歩行者 ITS の整備を行うにあたって、その標準化動向や他の地域における整備状況等が重要な判断材料となること等、歩行者 ITS の普及に必要な条件が判明した。

平成14年度までに整理した民間企業ならびに地方自治体の歩行者向けの情報提供に関するニーズ調査をより詳細に実施して、持続可能な歩行者支援のビジネスモデルを明らかにするとともに、その展開ステップについて検討をおこなう。そして、検討結果にあわせて、システムの改善を図る。

情報共有基盤の確立

Research on the deployment of information platform

(研究期間 平成 10～17 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	奥谷 正
Head	Tadashi OKUTANI
主任研究官	金藤 康昭
Senior Researcher	Yasuaki KINTO
研究官	大久保 幸彦
Researcher	Yukihiko OKUBO
研究官	都鳥 健一
Researcher	Kenichi TODORI

In order to introduce the efficient and low cost information platform which allows nationwide road information to be exchanged and shared for the road management of MLIT, requirements have been identified in terms of the communication network, data exchange, and system construction technologies.

【研究目的及び経緯】

本研究は国土交通省の道路関係業務において全国の道路情報を交換・共有可能な情報共有基盤を効率的・低コストで導入するため、通信ネットワーク、データ交換手法、システム構築等に関する要件をとりまとめるものである。

(1)通信ネットワークおよびデータ交換手法に関しては、平成 14 年度末に本省、地方整備局を経由したマルチキャスト技術を活用し画像共有を可能とする、道路管理用高速ネットワークが構築され、これに適用する IP アドレス体系を見直すと共に、全国規模で CCTV 画像を共有可能な試行システムを構築し検証を行った。また、道路管理データ等のデータ定義、通信規約などを定めた「道路通信標準」について、国際標準との整合や標準の改訂に伴うバージョンアップへの対応（世代管理）などの改訂を行った。

さらに、(2)データの高度利用について、バスロケーションシステムから収集される位置情報を用いた交通状況解析と到着時刻予測精度の向上に関する検討を加え、これら機能に関した設計・構築・運用ドキュメントの作成とデジタル道路地図を用いた効率的なデータマネジメント技術の開発を行った。

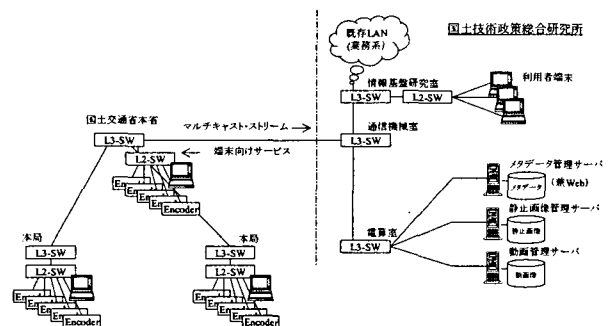
(1)通信ネットワーク、データ交換手法に関する研究 【研究内容】

ネットワーク関係の研究では、全国において CCTV 画像の共有を実現する、マルチキャストネットワークに関する研究を昨年度に引き続き行った。

平成 14 年度は本省－地方整備局間の光ファイバネッ

トワークの IP 化と併行して、映像情報システムの構築を行い、マルチキャストネットワークの実証並びに WebGIS システム (MICH) との連携に関する実験を行った。

映像情報システムの構築は、国総研にメタデータ管理 (Web 画面提供兼用)、静止画像管理及び動画管理の 3 台のサーバを設置すると共に、地方整備局において MPEG4 エンコーダを介して CCTV 映像を入力するというものである。また、CCTV 映像の受信はネットワークに接続されたパソコンで行うこととし、国総研においては業務系の端末との共有に関する実証実験を行った。



データ交換手法として研究を進めている「道路通信標準」については平成 13 年度末に第 1 版をリリースしており、これまでに「道路通信標準」を導入したユーザ (整備局やベンダ) からの要望、国際標準や海外の ITS 標準の動向調査に基づき、アプリケーションでの利便性を向上させるための機能追加に必要な以下に示す主項目について検討を行った。

a. メッセージセットの拡張性の確保

ASN.1 標準で規定されている、拡張性を確保するための手法の有効性の検討

b. メッセージセットのタグ付け手法

ASN.1 標準で規定されているタグ付けの手法を調査し、現在道路通信標準で使用しているタグ付け手法 (EXPLICIT TAGS) の見直し

c. メッセージセットのバージョン管理

バージョン管理の考え方を整理し、国際標準での状況を参考にしながらバージョン番号の送信方法を検討

d. データセットへの日時、位置情報などの追加

データのセンタ～センタ間での交換、収集・蓄積されたデータの活用性向上のためのデータセットへの追加項目検討

【研究成果】

映像情報システムの構築、マルチキャストネットワークの実証では、国総研、本省、関東地方整備局において Web ブラウザを利用した映像選択と OS に標準添付されている Windows Media Player での画像再生が正常に行われることを確認した。

また、国総研において日常業務と併行して映像閲覧を行った場合にも、パソコンの動作、ネットワークの動作への影響は見られなかった (PentiumⅢ 750MHz のパソコンにおいて CPU 負荷率 40%程度)。

WebGIS システムとの連携では MICHl システムとの間で CCTV メタデータの提供、地図データの受信を行った。なお、現段階において関連システムとの連携動作には多少のもたつきがみられ、地図のインターフェースを利用しない場合に比べ数秒の遅れが見られる。

「道路通信標準」については〔検討内容〕に示す項目について検討を行い、成果は次のとおり。

a. メッセージセットの拡張性の確保

b. メッセージセットのタグ付け手法

c. メッセージセットのバージョン管理

上記については、メッセージセットの ASN.1 モジュール定義を行い、拡張性を確保するための 'EXTENSIBILITY IMPLIED'、コンパイル時に自動的にタグ番号を付与するための 'AUTOMATIC TAGS' 宣言記述を行うようにするとともに、メッセージセットバージョン情報の交換を行うための記述を追加定義した。

d. データセットへの日時、位置情報などの追加

収集系データセットについては、応答結果の他に、データ収集時刻、データ収集位置、センサ ID をセットにして追加することとした。追加するデータセットは、収集系データセットで、かつ複数のデータセットを送信可能なメッセージセットで利用されるデータセットとした。確認の結果、交通量と環境観測データデ

ータセットについて追加することとした。

また、本検討中、ISO/TC204 で標準化作業中の 14827 (DATEX-ASN: FDIS 版作成中) の誤りを指摘 (FDIS 版に反映予定)、また同標準で規定している品質属性について平成 13 年度に追加提案を行ったものが FDIS 投票で承認され 14817 (データレジストリ) の IS 版 (2002.12) に反映されている。

【成果の活用】

画像情報システムと WebGIS との連携が可能になることが実証されたことによって、GIS を基盤とした映像データの管理が各種のデータと連携して行えるとともに、1 つの GIS エンジン複数のシステムで利用可能となるため、データの管理、システム構築の合理化を実現することが可能である。

本年度の「道路通信標準」の検討では、ユーザ利便性向上に重点を置いた検討・改定を行っており、特にオートマティックタグの採用やバージョン管理などはシステム構築や更新の際成果が発揮されるものと期待される。また、今回はデータディクショナリで外部参照するようになっていた他機関等のコード表を巻末に整備するなど利便性も向上させた。

(2) バスロケーションシステムのデータ利用と効率的な構築手法の検討

【研究内容】

1) 位置情報を用いた交通状況解析と到着時刻予測精度の向上に関する検討

バスロケーションシステムから得られるプローブデータを活用し、到着時間の予測精度向上に向けて検討を行った。

① バス利用者における到着時間の許容誤差調査

東京－茨城間の高速バス利用者に対してアンケートを実施し、利用者が許容する到着時間の誤差を求め、予測式検討における目標精度とした。

乗車時刻	早着	5分以内	75.1%
	遅着	10分以内	76.4%
降車時刻	早着	10分以内	89.8%
	遅着	10分以内	84.6%

表－1 到着時間の許容誤差

② 現在の予測式の満足度検証

現在の予測式の目標精度に対する満足度を検証した結果、乗車時刻は許容値内であったが降車時刻については十分ではない状況であった。

予測方式	満足度 (乗車時刻)	満足度 (降車時刻)
時刻表	99%	66%
実遅れ式	100%	62%
自転車速度式	100%	60%
前車速度式	100%	68%
過去履歴式	100%	52%

表－2 現在の予測式の満足度 (平日上り)

③交通状況の解析と誤差発生要因の特定

到着時間予測の誤差要因となる交通状況を把握するため、時間帯・曜日・場所毎にプローブデータから運行路線の交通状況を解析した結果、渋滞箇所及び時間帯を特定した。

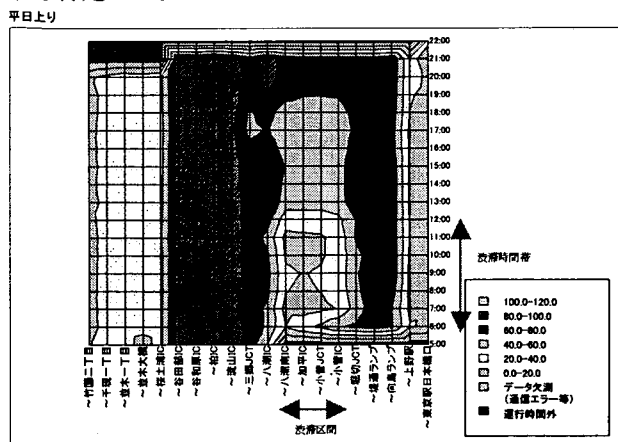


図-2 交通状況解析結果(平日上り)

更にこの渋滞区間断面における平均速度に着目し、曜日毎に各時間帯の速度がどの様に変化しているのか解析を行った。この結果、時間帯によって速度変化にパターンが存在することが判明し、渋滞の悪化及び回復に向かう傾向が明瞭となった。

また、概ね午前・午後での速度レンジ(平均速度)が異なり、この速度レンジをしきい値として同一傾向を示す時間帯のグループ化(図-3参照)を行い、「過去履歴式」において予測精度の満足度の再検証後、詳細に誤差の発生要因を特定することとした。

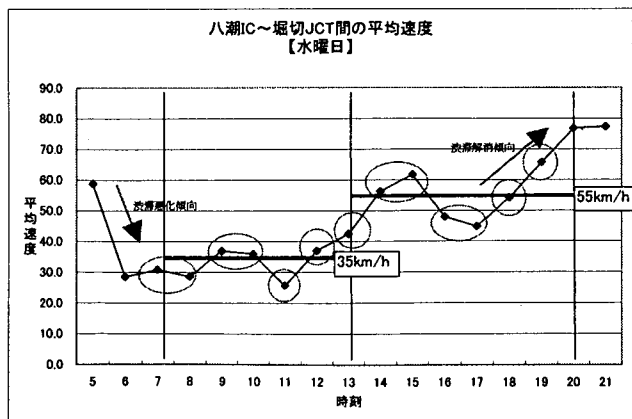


図-3 渋滞区間における平均車速のグループ化

2) システム導入ドキュメント作成とデジタル道路地図を用いた効率的なデータマネージメントの検討

①システム導入ドキュメント作成

新たにバスロケーションシステムを導入する際に効率的な設計・構築・運営を目的に留意すべき事項や標準的な手順など、今回の実験システムを通じて得られ

たノウハウや道路管理者が求める要件を網羅しながらとりまとめを行った。

②デジタル道路地図を用いた効率的なデータマネージメントの検討

既存システムはリレーショナルデータベースにて構築されており、データベースのスキーマが複雑かつテーブルやコード類が煩雑となっている。このため、データメンテナンスに多くの時間と費用を費やしている。

一方、デジタル道路地図(DRM21)は2次元座標に加え時間データも組み合わせることで扱うことが出来ることから、移動体の軌跡など動的データも効率的に管理が可能である。この特性を利用してバスロケーションシステムのデータ構造のスリム化とデータ属性毎に整理された論理モデルを検討した。

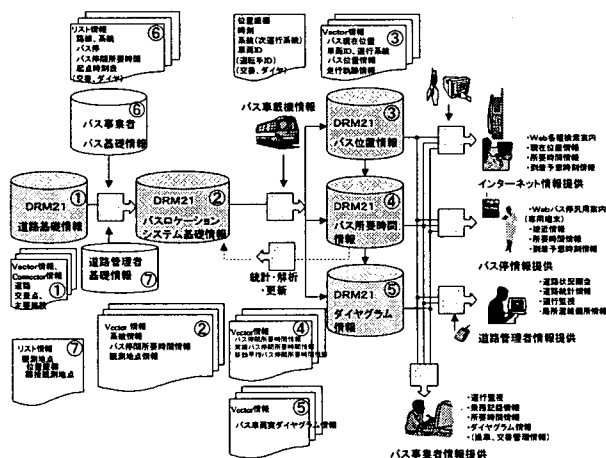


図-4 DRM21を用いた論理モデル構成図

【研究成果】

1) 到着予測精度向上及び交通状況の解析手法の検討

①グループ別予測精度の満足度評価

グループ化された時間帯別で「過去履歴式」の予測精度の満足度を再度評価した結果、特定の時間帯において予測精度の低下が見られた。この時間帯を図-3の平均速度グラフに照らすと渋滞が解消傾向に向かい車速が高くなった時点であることが判る。これは渋滞傾向のパターン化は可能であるが渋滞の程度が一様ではなく、渋滞区間の通過時間にばらつきが生じることから到着時間の予測精度を低下させている。一方、多くの利用者が情報の利用タイミングとする出発前においてこのばらつきを予測することは難しく、トラカンなどを用いてリアルタイムに交通状況を把握し、渋滞の程度を事前に把握しなければ精度を向上させることは困難であるとの結論に至った。

時間帯	従来満足度	グループ別満足度
6～7時台発	52%	100%
8～9時台発		53%
10時台発		78%
11時台発		78%
12時台発		70%
13～14時台発		50%
15～16時台発		90%
17時台発		77%
18時台発		21%

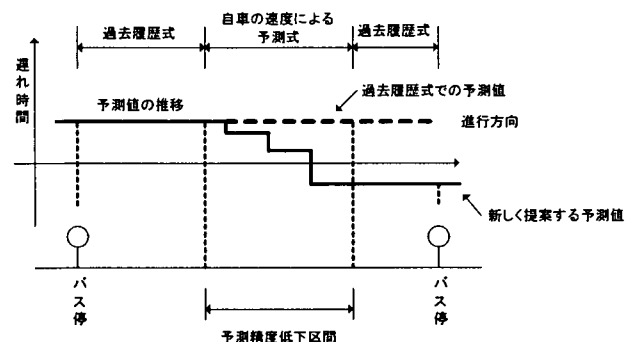
表－3 グループ別予測精度の評価結果

②誤差要因追従型予測式の提案

誤差要因となる渋滞区間、時間帯が特定できていることからこれに対して追従し、運行中における予測精度の向上を図る予測式を提案する。

本予測式は安定した運行が可能な区間は「過去履歴式」を用い、渋滞により通過時間にばらつきが生じる区間・時間帯においては自転車速度により到着時間を予測する「自転車速度式」を用いる。

この2方式を組み合わせにより予測困難な誤差要因に対しても運行途中においてリアルタイムに予測値を追従させることが可能である。



図－5 誤差要因追従型予測式概念図

2) システム導入ドキュメント作成とデジタル道路地図を用いた効率的なデータマネジメントの検討

①システム導入ドキュメント

本ドキュメントでは次の各フェイズにおける留意点や助言を行い、システム導入時の見落としや手戻りを無くすノウハウを示した。

- ・導入計画時
 - 担当者が考慮・調整すべき事項
 - 路線選定における留意点
- ・設計構築時
 - 情報提供手段・場所に関する助言
 - 使用する地図に関する助言
 - スケジュール管理の重要性とチェックすべき事項
 - 関係者との組織の確立の必要性和例示
- ・運用時
 - 費用負担方法の提案
 - 広報の手段と必要性

・評価

評価項目の例示

このほか、要件定義・基本設計・詳細設計において、ニーズの把握・コスト管理・目的の明確化・メンテナンス性の重要性について具体的に触れその弊害についてとりまとめた。

②DRM21を用いた論理モデル

今回検討した論理モデルにより、主に次の様な改善が期待できる。

- ・データ構造がスリム化されることから、データメンテナンスが容易となり、運用性、経済性が向上する。
- ・属性毎にデータが整理されていることから、移転の際のデータ変更部が明瞭で、共有部分の流用が可能であり移転性・経済性が向上する。

また、運用中における機能付加などによる属性の追加に対しても、フレキシブルな対応が可能であり拡張性が向上する。

・DRM21が持つセンサス区間データを利用して、プローブデータを任意に抽出が可能となり、交通状況解析などを効率的に行える。

・DRM21にバス停や系統情報等の属性を付加することにより、現在多大な労力を要している路線データなどを自動生成する事も可能であり、更にダイヤ改正時においても時刻表データとリンクして効率的に対応が可能となる。

【成果の活用】

新たにバスロケーションシステムを導入する事業者に対してドキュメントの活用を図ると共に、今後、到着時間の新予測式をシミュレーションにより検証後、実験システムを用いて有効性を実証する予定である。

【成果の発表】

- 1) 映像配信ネットワークに関する研究;建設電気技術2002 技術集 P1～7、(社)建設電気技術協会
- 2) Deployment of Road Communication Standards; 5th Asia Pacific ITS Forum in SEOUL, July 2-5, 2002
- 3) Evaluation on the Deployment of Road Communication Standards; 9th World Congress on Intelligent Transport Systems, October 14-17, 2002
- 4) 位置情報を用いた交通状況解析と到着時刻予測精度の向上に関する検討について;「第23回交通工学研究発表会」に発表予定である。

GIS を活用したデータ管理手法

Data management method using GIS

(研究期間 平成 14～17 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	奥谷 正
Head	Tadashi OKUTANI
主任研究官	青山 憲明
Senior Researcher	Noriaki Aoyama
研究官	関本 義秀
Researcher	Yoshihide Sekimoto

Recently requirement for spatial information infrastructure has been increasing, with development of various services about road management. But we can see many cases balance between benefit and cost is not so much considered. This study focuses on the development, application and update of Road GIS in MLIT, especially with respect to cost reduction and quick development.

〔研究目的及び経緯〕

近年、道路管理に関する様々なサービスの高度化が進展しつつあり、空間情報インフラに対するニーズが高くなってきている。また GPS やレーザーなどのデータ取得技術の発展により、精度の高い GIS データの作成が可能になっているものの、想定される利用便益に比してコストが過大になりがちであり GIS の広範な普及に至っていない。従って本研究では、道路 GIS に関する利活用の整理や低コストな整備・更新を目的としたいくつかの検討を行った。

〔研究内容〕

(道路 GIS データの利活用整理)

道路 GIS の検討に関しては、H13～14 にかけて本省を中心に道路基盤データ製品仕様書(案)を検討してきた。しかし仕様書はもと道路に関する各種の法体系をベースに構築してきたため、実際の道路管理における日常業務にどのように適用していくかに関する整理がこれまで行われてこなかった。

従ってここでは図 1 のフローに従って、H13 に別途検討された道路管理者において想定されるサービスと 19 国道事務所への現状業務のアンケート調査に基づき、GIS を用いた業務改善の可能な 50 弱の実業務に再整理した。また紙地図の色塗りや住民からの問い合わせの対応の遅れなど、実際の業務の中の短縮可能な部分やそもそも対象業務にどの程度従事しているかに関しては長岡国道事務所に協力頂き、調査した。

その結果、図 2 で各業務について 1 ページ中に業務名、所管部門、業務短縮における内部的な効果、住民

へのサービスの高度化分の効果等を整理した。

またそれらの効果の整理を元に便益を試算し、費用とあわせて道路 GIS データ整備の費用と便益のバランスを検討した(表 1)。ここではコストとしてデータ整備・更新費、システム開発・維持費、便益として業務短縮効果分のみ計上している。その結果たとえば地方整備局内で一体的にアプリケーションを開発した場合は 3 年程度で回収可能と試算されている。しかし、本研究内ではプラス要因として住民への便益、マイナス要因としては GIS 環境整備の遅れ、職員の GIS 熟練度取り組み度などが勘案されておらず今後の課題である。

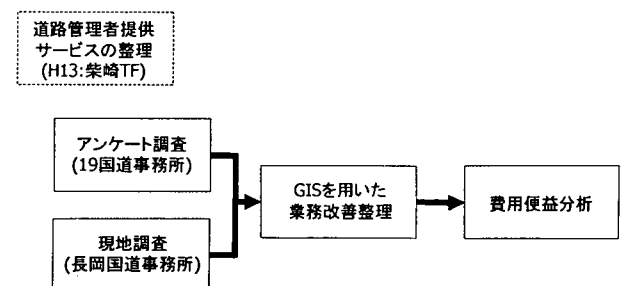


図 1. 利活用の整理手順

主管部門	出張所	業務名	システム導入効果(年間)				必要度																													
			時間短縮(h)	費用削減	業務改善	その他																														
関連部門	用地系	工務系	14.2	—	—	—	必要																													
	調査系	管理系	22.3	—	—	—																														
GIS活用イメージ																																				
業務の効率化			<table border="1"> <thead> <tr> <th>GIS利用作業</th> <th>作業</th> <th>従来作業</th> <th>GIS導入後作業</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①行政情報受付</td> <td>工事に関する行政情報を受け付け、行政情報データベース化する。</td> <td>工事に関する行政情報を受け付け、行政情報データベース化する。</td> <td>工事に関する行政情報を受け付け、行政情報データベース化する。</td> <td></td> </tr> <tr> <td>②行政情報利用</td> <td>受け付けた行政情報について利用について検討する。検討結果を行政情報データベースに記録する。</td> <td>受け付けた行政情報について利用について検討する。検討結果を行政情報データベースに記録する。</td> <td>受け付けた行政情報について利用について検討する。検討結果を行政情報データベースに記録する。</td> <td></td> </tr> <tr> <td>③現場代理人への指示</td> <td>現場代理人に行政情報への対応を指示する。</td> <td>現場代理人に行政情報への対応を指示する。</td> <td>現場代理人に行政情報への対応を指示する。</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				GIS利用作業	作業	従来作業	GIS導入後作業	備考	①行政情報受付	工事に関する行政情報を受け付け、行政情報データベース化する。	工事に関する行政情報を受け付け、行政情報データベース化する。	工事に関する行政情報を受け付け、行政情報データベース化する。		②行政情報利用	受け付けた行政情報について利用について検討する。検討結果を行政情報データベースに記録する。	受け付けた行政情報について利用について検討する。検討結果を行政情報データベースに記録する。	受け付けた行政情報について利用について検討する。検討結果を行政情報データベースに記録する。		③現場代理人への指示	現場代理人に行政情報への対応を指示する。	現場代理人に行政情報への対応を指示する。	現場代理人に行政情報への対応を指示する。											
GIS利用作業	作業	従来作業	GIS導入後作業	備考																																
①行政情報受付	工事に関する行政情報を受け付け、行政情報データベース化する。	工事に関する行政情報を受け付け、行政情報データベース化する。	工事に関する行政情報を受け付け、行政情報データベース化する。																																	
②行政情報利用	受け付けた行政情報について利用について検討する。検討結果を行政情報データベースに記録する。	受け付けた行政情報について利用について検討する。検討結果を行政情報データベースに記録する。	受け付けた行政情報について利用について検討する。検討結果を行政情報データベースに記録する。																																	
③現場代理人への指示	現場代理人に行政情報への対応を指示する。	現場代理人に行政情報への対応を指示する。	現場代理人に行政情報への対応を指示する。																																	
作業効率化			<table border="1"> <thead> <tr> <th>利用システム</th> <th>実施可能性評価</th> <th>効果</th> <th>受益者範囲</th> <th>総合評価</th> </tr> <tr> <th>システム名</th> <th>システム</th> <th>時間短縮(h)</th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①工事に関する行政情報データベースシステム</td> <td>(S)</td> <td>A</td> <td>B</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>②工事情報管理システム</td> <td>(S)</td> <td>A</td> <td>A</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>③管内道路状況管理システム</td> <td>(S)</td> <td>A</td> <td>A</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>④道路基盤データ管理システム</td> <td>(S)</td> <td>A</td> <td>A</td> <td>A</td> </tr> </tbody> </table>				利用システム	実施可能性評価	効果	受益者範囲	総合評価	システム名	システム	時間短縮(h)			①工事に関する行政情報データベースシステム	(S)	A	B	A	②工事情報管理システム	(S)	A	A	A	③管内道路状況管理システム	(S)	A	A	A	④道路基盤データ管理システム	(S)	A	A	A
利用システム	実施可能性評価	効果	受益者範囲	総合評価																																
システム名	システム	時間短縮(h)																																		
①工事に関する行政情報データベースシステム	(S)	A	B	A																																
②工事情報管理システム	(S)	A	A	A																																
③管内道路状況管理システム	(S)	A	A	A																																
④道路基盤データ管理システム	(S)	A	A	A																																
サービスの高度化			<table border="1"> <thead> <tr> <th>道路利用用途</th> <th>効果</th> <th>受益者範囲</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>道路の整備・維持の促進</td> <td>道路の整備・維持の促進</td> <td>道路利用者</td> </tr> </tbody> </table>				道路利用用途	効果	受益者範囲	道路の整備・維持の促進	道路の整備・維持の促進	道路利用者																								
道路利用用途	効果	受益者範囲																																		
道路の整備・維持の促進	道路の整備・維持の促進	道路利用者																																		

図2. 業務ごとの整理表(利活用ガイドライン抜粋)

表1. 費用便益分析結果(単位: 千円)

		ケース1	ケース2	ケース3
条件	システム共有レベル	地整内共有	事務所単独	事務所単独
	業務短縮レベル	標準	標準	最大
費用項目	システム開発費	99,384	992,940	
	システム維持費	49,65	46,147	
	データ整備費	385,000		
	データ更新費	11,550		
効果項目	時間短縮効果	81,408		1,141,703
	外部委託費縮減効果	150,972		
	図面作成費削減効果	31,807		
回収年数（単位：年）		3	9	2

(運用実験システムの構築)

一方、データを運用していく仕組みの検討も必要であり、日常業務への負担を考慮した場合できるだけクライアントの負担を減らすためブラウザから閲覧・データ入力ができるようにWeb GISで構築することとした。また、サーバー内では拡大・縮小、検索等基本機能を整備し、その上に各業務支援機能を構築できるようにAPI等を考慮して設計を行った。基本機能に関しては実装を行いサーバーを国総研内に設置し、図3のようにクライアントから表示した。とくに左上のウィンドウはクリックした植樹帯の情報である。

またH14を中心に高速な光ケーブルを用いた道路

管理用高速ネットワークが国土交通省内で整備されてきているのでこれを用いて一部の事務所からストレスなく閲覧することも確認した。

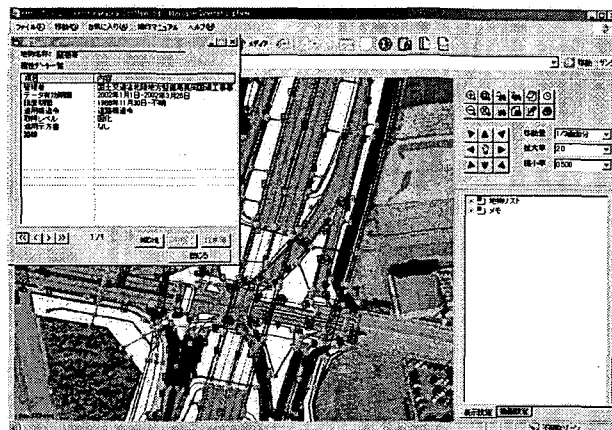


図3. 道路基盤データ実験システム画面

(更新方法の体系化と実験)

またデータを整備してもすぐに工事が行われるケースは多く、陳腐化を防ぐためにはメンテナンスを低コストで確実にを行うための仕組みが必要である。たとえば、従来の台帳附図や道路データの更新は工事完成後に別途、測量業者が作成するため、施工時の情報が失われ高コスト化しやすい点と完成までに時間がかかることから現地とのタイムラグが生じ大きな問題となっている。

その一方で国土交通省内でH13から電子納品要領が導入され対象業務が増加しているが次の段階で利活用することを想定していない問題がある。従って、ここでは、電子納品の仕組みに準じて道路GISデータを更新する枠組みを整理し、福岡国道事務所の工事について実験を行った。

具体的には図4に示したように、発注者が道路工事を発注する際に、現況のGISデータを受注施工業者に渡す。ただし今回の実験に関しては簡単のため図形情報を保持したCADデータ(DXF形式)と属性情報を保持したテキストデータ(CSV形式)をオブジェクトIDでリンクさせたものをGISデータとした。そして完成後に変更された地物の図形情報や属性情報を更新し、電子納品してもらう。実際にサーバーに更新データを組み込むためには、さらにXML形式にコンバートし品質基準を満たすように論理検査を行う必要がある。

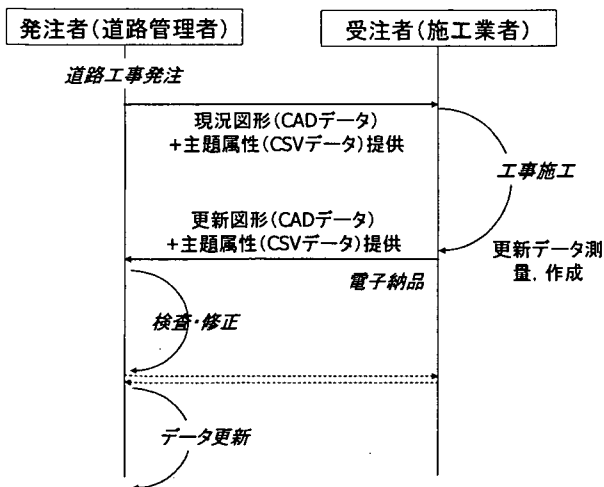


図4. 道路 GIS データ更新のフロー

実際に福岡国道で行った実験の諸元は表2の通りである。当初は更新に要する費用は測量・データ作成ともに1~2日ずつでできるとし20~30万円程度と想定したものの、実際には形状がかなり変更する工事であったためデータの新規作成に近いレベルの測量が必要となり2~3倍程度かかった。そのときの詳細は表3に記載した。実際に基本面等中心的な形状はほとんど再測量が必要となっている。

今後の課題として工種によって更新の規模が相当異なることが予想されるため、地物の更新の度合いによりランクを設け、積算基準を整理する必要があると考えられる。表4の試算例では、今回の実験は一番大規模なランクAと位置づけられ、例えば交差点改良、植樹・路面表示更新の順番に簡単になると考えられる。

表2. 工事更新実験の諸元

対象地区	国道201号線660m(福岡国道管内)
工種	舗装拡幅工事(中央帯縮小、車線拡幅等)
施工業者規模	2社合計で発注額2.9億円で人数規模30人
実際の作業者	地元の小規模測量会社

(新技術を用いた低コストなデータ整備)

また、データ整備についても従来の航空測量以外に新技術を用いて各工程を短縮することは可能なはずである。従ってVRS(仮想基準点)、POS(高精度航空測量)、MM(モバイルマッピング)等の新技術を効果的に組み合わせ、従来方法の20%程度のコスト削減を達成した(図5)。

ただし留意すべき点は新技術はまだ公共測量として認められていないケースも多く、その場合は自動的に品質を担保されるものとはならない。しかし道路GISデータに関してはプロダクト評価をベースにした地理

情報標準に準じているために製品仕様書内で示されている品質評価基準を満たしていればよい。しかしその分発注者の検査が確実に遂行される必要があり、簡素でありつつも確実な検査方法の検討も今後必要である。

表3. 実験結果(660m区間)

地物名	既存地物数	更新地物数	想定値		実績値	
			単位測量点数	合計点数	合計点数	人日
基本面(本線)	43	36	14点/20m ¹⁾	462	1218	9
基本面(ランプ)			6点/3m ¹⁾	600		
路面表示(面)	4	1	0 ²⁾	0	0	
路面表示(線)	37	44		0	0	
路面表示(点)	22	12	1点/1地物	12	12	
縁石(本線)	0	9	0 ²⁾	0	0	
縁石(ランプ)				0	0	6
側溝(基本面)	24	28	2点/20m	66	95	
側溝(ランプ)			1点/3m	100		
柵	53	15	4点/1地物	60	102	
排水管	1	6	4点/1地物	24	24	
排水溝	20	3	4点/1地物	12	26	
柵・壁	101	32	4点/20m	432	378	
視線誘導標	333	39	0 ³⁾	0	46	
地点標	3	12	1点/50m	12	12	
標識	33	12	1点/1地物	12	12	
柱	16	4	1点/1地物	4	4	
照明施設	2	9	1点/1地物	9	9	
擁壁	31	8	---	---	22	
管理用開口部	2	5	4点/1地物	20	5	
合計	725	275		1825	1965	15

- 1) 基本面の本線では20mピッチで1断面14点測量
- 2) 基本面の計測と兼ねる
- 3) 柵・壁の計測と兼ねる
- 4) 状況によって異なるため測量点数の想定は困難

表4. 更新コストの試算(単位:円)

	ランクA	ランクB	ランクC	備考
想定工種例(1kmあたり)	車線拡幅(H14実験)	交差点改良(2車×4車右折レ-ン)	植樹、路面表示更新	
調査・計画	0.5日	0.5日	0.5日	1バ-ティ-3人(技師、助手、人夫)
測量	5日	3日	1日	
データ作成	4日	2日	1日	助手1人換算
合計	9.5日	5.5日	2.5日	
金額	798,900	488,100	214,500	

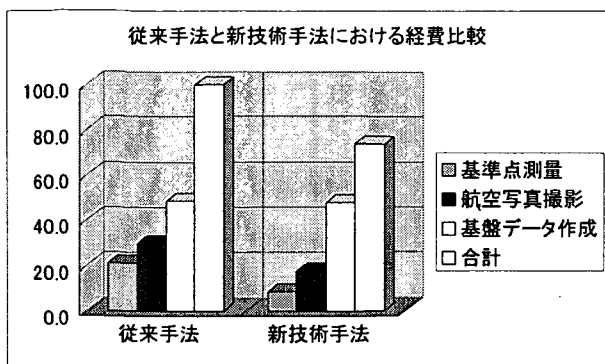


図5. 実験結果

(簡易スペックの検討)

前述のように道路基盤データ製品仕様書(案)に沿った形でデータを作る一方で多少精度は落ちて低コストかつ迅速にデータが欲しいというニーズも高い。ここでは、現地測量を行わず既存の図面をベースにデジタル化等で作成し CAD データで納品するためのマニュアルを整備した。その結果を図6に示した。1kmあたり10~20万円程度と見積もっている。もちろん、既存図面内に基準点の絶対座標値が記載されていない場合や CAD データを XML データに変換する場合は別

途の費用が必要となる。

[研究成果]

本研究では低コストかつ迅速に道路 GIS データを整備・活用していくために費用便益の整理、更新プロセスの整理、新技術や既存図面を用いた低コストな整備方法などの検討を行ってそれぞれ成果を得た。

[成果の活用]

今後、さらに検討を進め、更新プロセスについては電子納品要領へのビルトインと全国への普及や整備についての指針を構築していく予定である。

[成果の発表]

- 1) GIS による情報基盤整備と道路防災対策への活用; 道路行政セミナー, Vol.13, No.5, pp.10-14, 2002.
- 2) Introduction of "Road GIS" and its application for ITS; 10th World Congress on Intelligent Transport Systems, November, 2003. (in preparation)

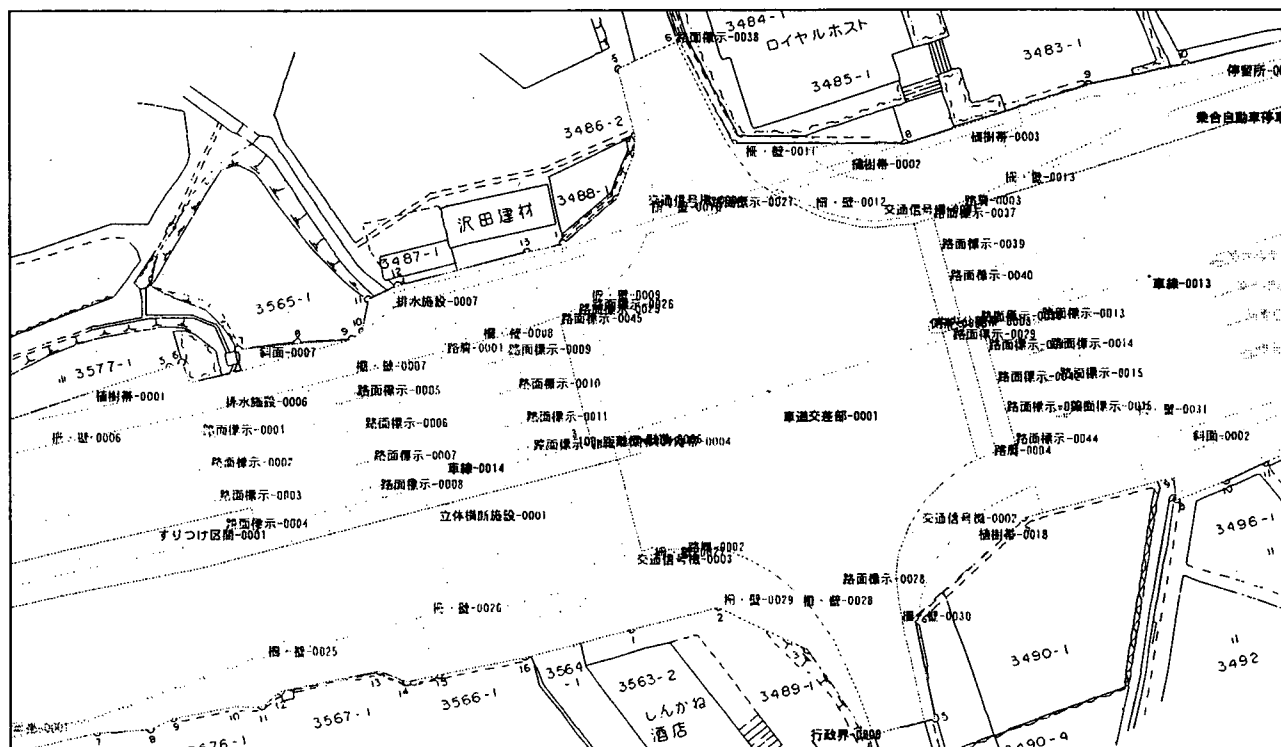


図6. 道路 GIS データ簡易版試作例

橋梁監視システムに関する調査

Study on bridge monitoring system

(研究期間 平成 13 ～ 14 年度)

室長 中谷昌一 主任研究官 玉越隆史

Head Shoichi Nakatani Senior Researcher Takashi Tamakoshi

研究官 川端淳

研究官 中洲啓太

研究員 石尾真理

Senior Researcher Sunao Kawabata Researcher Keita Nakasu Research Engineer Mari Ishio

The purpose of this study is to propose advanced strength evaluation method of existing bridge based on bridge monitoring data. In order to evaluate strength of existing bridge considering damage such as a corrosion of steel members, analytical study was carried out changing kind, area, size of damaged member.

〔研究目的および経緯〕

我が国の道路橋ストックは約14万橋と膨大な数に及んでおり、これらの橋梁を適切に維持管理していくと同時に、大型車両の通行要請に応えるなどの積極的な活用が求められている。こうした状況を踏まえ、情報技術を活用して、橋梁および通行車両を高度で効率的に管理することは重要な課題である。本研究では、モニタリング等により得られた個々の橋梁の健全度に関する情報に基づき、既設橋梁の耐荷力の現状評価を行い、通行可能な特殊車両の重量を算定する手法について検討する。

14年度は、鋼桁の腐食をはじめとする道路橋の代表的な損傷形態に着目し、損傷の影響を考慮した既設道路橋の耐荷力評価手法に関する検討を実施した。

〔研究内容および成果〕

1. 検討方針の設定

現在、道路管理の現場においては、既設橋梁の耐荷力を反映して、特殊車両の通行許可重量を定量的かつ合理的に算定する手法がなく、道路管理者の経

験に基づき対応している。一方、局部的に相当程度の損傷を生じていても、損傷の発生部位や数によっては、耐荷力に及ぼす影響は少ない場合があるとの研究報告もあり、算定法の合理化は重要な課題である。ここでは、橋梁諸元、損傷発生位置、損傷程度等をパラメータとして、既設橋梁の実耐力に及ぼす影響について検討する。

2. 対象とする損傷形態

建設省（当時）が実施した橋梁の架替に関する調査（平成8年）によると、橋梁上部構造の損傷による架替理由の内訳は、図-1に示す通りとなっており、既設道路橋の耐荷力評価にあたって重要となる損傷形態として、床版の破損、鋼部材の腐食、コンクリ

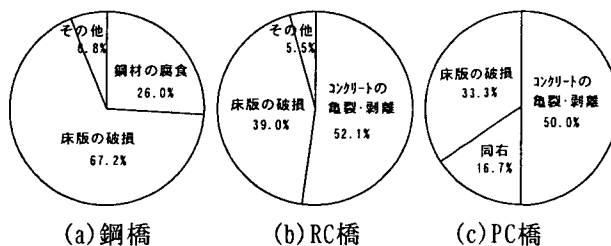


表-1 橋梁上部構造の架替理由

ート部材の亀裂・剥落が挙げられる。

ここでは、これらの損傷形態に対して、損傷の発生箇所、発生範囲、断面減少量、橋梁条件をパラメータとして、これらが耐荷力に及ぼす影響度を数値解析により算定し、各パラメータ（損傷、部位等）と耐荷力の関係を整理した。

3. 検討方法と結果

次に、具体例として鋼桁の腐食等による、断面欠損による剛性低下を考慮して既設橋の耐荷力に及ぼす影響に関する検討例について示す。図-1に腐食部のモデル化例を示す。解析モデルは、図-2に示す格子モデルとし、活荷重は、T荷重またはL荷重のうち、不利な影響を及ぼす方とした。

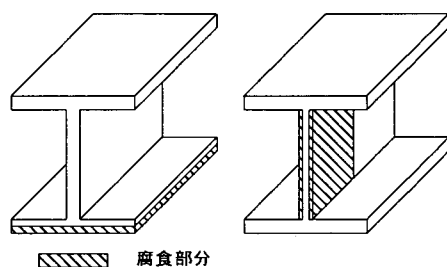


図-1 腐食部のモデル化状況

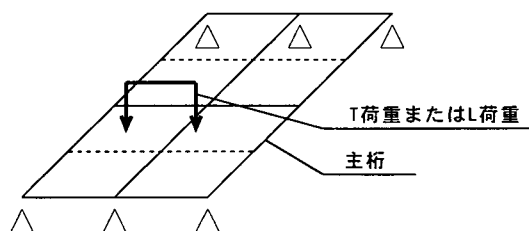


図-2 解析モデルの例

(1) 断面力に及ぼす影響

図-3に腐食による断面欠損を考慮した断面力の計算結果（3主桁、支間30m）を示す。計算の結果、曲げモーメントについては、横桁による荷重分配の影響で断面力の再配分が起こっていることがわかる。

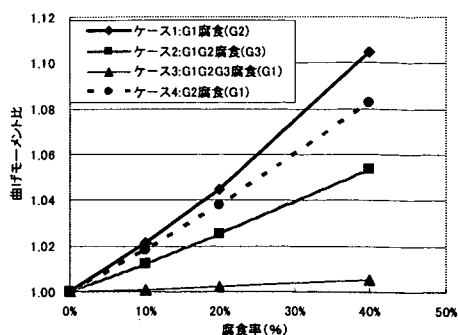


図-3 断面力の算定結果

これにより、桁の耐荷力橋梁の耐荷力評価にあたっては、床版を含めた横分配効果を考慮することが不可欠であることがわかる。

〔成果の活用〕

ここでは、桁の腐食等による断面欠損を考慮した橋梁の耐荷力評価に関する検討例を示しているが、大型車両の影響を受けやすい床版の耐荷力・耐久性評価手法については、「道路橋の計画的な管理手法に関する研究」において、実施している。

また、当課題は、当初平成13年～平成15年の3カ年で実施する予定であったが、15年度以降は、「活荷重の特性を考慮した既設道路橋の活用および保全に関する調査研究」において、大学への委託研究を行いながら、各種損傷形態ごとに評価した結果を分析し、効果的な評価手法の試案を作成するとともに、実橋や模型を用いた実験的な検証を行い、既設道路橋の健全度を適切に反映できる特殊車両の通行許可限度重量を策定する予定である。

新しい道路交通システムに関する基礎的調査

A Basic Study on the New Road Transportation Systems

(研究期間 平成 12～14 年度)

高度情報化研究センター
Research Center for Advanced
Information Technology

主任研究官 水上幹之
Senior Researcher Motoyuki Minakami

Focusing on the New Road Transportation Systems is the investigating for the new concept road transportation systems. Nowadays road transportation systems have a lot of issues, for example, traffic accidents, traffic jams, and environmental pollution. In this year, the core concept design of the new road transportation systems was investigated, and the fundamental structure was devised. As the result, it was confirmed that compact structure in the new road transportation systems would be possible by a pallet vehicle.

〔研究目的及び経緯〕

新世紀となり、新しいイノベーショナルな交通システムの研究が欧米先進諸国で急速に活発化している。

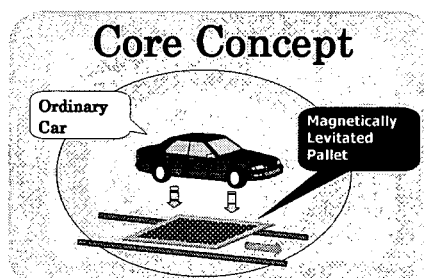
現在の自動車・道路交通システムは、陸上交通の主役であるとともに大変便利なシステムではあるが、反面、交通渋滞や交通事故、環境問題、増大する維持管理コスト、近い将来枯渇が予想される化石燃料といった諸課題を抱えているのも事実である。こうした諸課題を抜本的に解決していくためには、従来の延長線上の研究開発だけでなく、交通の原点にかえて、異分野の先端技術開発等も視野に入れながら、グローバルな視野に立ち、コンセプト・レベルからの研究開発を鋭意行っていくことが重要である。

本調査は、こうした背景の下、国際的視野に立って新世紀の地球時代に相応しい革新的道路交通システムの構築を目指すため、基礎的な調査研究を行ったものである。14年度は、一応の区切りとして、革新的道路交通システムとなり得る、パレットタイプの磁気浮上道路交通システムを取り上げ、基礎的な構造システムについて、既存の橋梁を対象・土台として、どのような課題があるのか検討を行った。

〔研究内容〕

1. 基本コンセプト

自動車交通は、地上の交通システムとして、人流・物流の最も主要な交通機関となっている。他方、環境問題や渋滞・交通事故など、諸課題を抱えていること



図一 磁気浮上道路のコア・コンセプト例

磁気浮上走行を実現する道路タイプの磁気浮上交通システムを具体的な新しい道路交通システムとして提案する。磁気浮上交通は、今まで、鉄道タイプのものが検討されてきているが、磁気浮上技術そのものは、道路タイプにも適用可能である。本論で述べる磁気浮上道路とは、簡潔に言及すると図一に示すように、パレット等に個々の自動車を搭載し、そのパレット等が、磁気浮上で自動走行するという新しいコンセプトの自動車道路交通システムである。磁気浮上道路は、①超高速走行、②省エネ、③低コスト、④長寿命、⑤低環境負荷など、従来の道路交通とは全く違うパフォーマンスを有する交通システムとなり得る。

2. 基本構造の検討

上記から分かるように、磁気浮上道路は、構造物だけでなく、磁気浮上装置、リニアモータなど、電気工学の装置が必要である。これらの検討は、基礎的な実験装置があつて初めて、数値的に検討できるものであり、萌芽段階にある現段階においては、他の鉄道等で

も事実であり、様々な解決策が求められている。

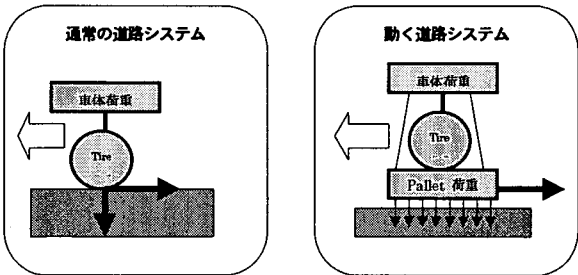
そこで、自動車の個別輸送において、タイ

行われている例を参考としながら、概略的にどうなのかについて、検討することが肝要である。エネルギー的には、磁気浮上道路は、ころがり抵抗と伝達抵抗をキャンセルできるので、中高速以上では、タイヤ走行よりもエネルギーがかからない。従って、通常のオペレーションに要するエネルギーは、現在の自動車交通よりも低減することが十分に可能である。また、維持管理においても、非接触なので、コストは掛からない。

そこで、残されているのは、構造物の建設コストということになるが、磁気浮上道路は、パレット交通であり、こうしたパレット交通に関しては、何ら基礎的な構造の検討が成されていないのが実状である。それで、表一1、図一2のように、まず以下のように荷重関係を整理した。

表一1 通常の道路との比較

通常の道路		動く道路
荷重形態	タイヤ荷重	車両搭載パレット荷重
鉛直方向	集中荷重	分散荷重
水平方向	集中荷重	分散荷重
非接触の可能性	なし	可能
交通荷重	自動車荷重	自動車+パレット荷重
車両	○	○
パレット	—	○
荷重の定位性	不定(なし)	定位置



図一2 荷重の基本比較

次に、既存の道路橋を参考として、磁気浮上道路方式によって、どのようなメリットが生じるのか、立体骨組み解析ツールを用いて、基礎的な検討を行った。例として用いたのは、以下の橋梁である。また、パレットに搭載する自動車荷重として、小型車と大型車に大別して考えた。

表一2 3径間基本既存タイプ橋梁モデル

上 部 構 造	
形式	PC3径間連続ラーメン箱桁橋
支間割	47.4m+72.0m+47.4m
幅員	全幅員 10.4m
活荷重	B活荷重
支持条件	橋軸方向
	可動
上部構造の使用材料	橋軸直角方向
	固定
	コンクリート
	400kgf/cm ²
	鉄筋
	SD345
	PC鋼材
	SBPR930/1180
下 部 構 造	
橋脚	柱式橋脚(充実断面)
橋台	逆丁式橋台
基礎	直接基礎
下部構造の使用材料	コンクリート
	240kgf/cm ²
	鉄筋
	SD345

計算に当たっての仮定は以下のとおりである。

- ① 既存タイプの橋梁は、通常のB荷重対応の通常橋と、小型車専用のもの2つ検討を行う。
- ② 小型車に対しては、現在検討が進められている道路幅員 6.5m で車道が形成されるものとした。小型車専用の仮定として、基本剛性の50%、70%の2つのケースを考えることとした。
- ③ 小型車用パレット橋梁の剛性については、基本橋の剛性の30%、50%と2つのケースを仮定した。
- ④ 大型車も適用可能な大型車用パレット橋については、幅員構成は、片側 2.5mとし、計両側で歩道(点検・緊急避難用等)含めて 6.4mとした。
- ⑤ 大型車用パレット橋梁の剛性については、死荷重やパレット荷重を考慮し、60%、80%を仮定した。

【研究成果】

上記の解析の結果、以下が判明した。

- ① 既存タイプの小型車専用道路橋については、剛性70%もあれば十分となる。
- ② 小型車用パレット橋は、剛性50%あれば十分である。この値は、床板の厚さは同程度見ておりもっと低減可能である。
- ③ 小型車用パレット橋に関しては、パレットの重さは構造物の応力にそれ程影響していない。これは、橋梁構造の自重に比べて、パレットの重さが基本的に小さいためと思われる。
- ④ 大型車用パレット橋は剛性が80%あれば曲げモーメントに対してはいいが、せん断に関しては、少しオーバーする可能性がある。
- ⑤ 大型車用のパレット重量の違いによる、橋梁の応力への影響は、それ程大差なかった。

【成果の発表】

- ① 水上幹之：第17回国際磁気浮上会議 2002.9
- ② 水上幹之：土木学会全国大会 2002.9
- ③ 水上幹之：日本鋼構造協会論文集 2003.3

【成果の活用】

本基礎研究を通じて、新しい道路交通システムとして、パレット式高速道路の基礎的な可能性が見出された。また、構造物においては、小型車対応のパレット橋だと大幅に構造物をスリムにできることが判明した。

今後、パレット橋そのものの構造を積み上げ方式で検討し、荷重体系から最適な設計の検討を図っていくことが必要である。また、耐風性や耐震性、動的活荷重の検討など動的な検討、概略コストによる経済的検討も欠かせない。こうした引き続きの基礎的検討を踏まえて、磁気浮上システム、推進システムなど電気工学的・機械工学的な基礎的実験、解析、それらの成果に基づく総合的な基本設計などが必要となる。

道路の機能を考慮した空間再配分と道路構造に関する調査

Road space reallocation and road structure based on new road functions

(研究期間 平成 13～16 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 森 望

Head Nozomu Mori

主任研究官 高宮 進

Senior Researcher Susumu Takamiya

In recent years, with improving road network in a region or change of needs for roads, there are some cases that an existing road space should be considered to be adapted to new road functions. Road space reallocation of an existing road, as this case, will be necessary for road construction and management in future. In this study, road space reallocation based on new road functions is examined.

〔研究目的及び経緯〕

本格的な高齢社会の到来や投資余力の減退が予想されるなど、道路を取り巻く社会的環境は変化している。これと同時に、既存道路を有効に活用したいという生活者のニーズや、道路整備後の周辺事情の変化（沿道開発や交通の変化）に応じて道路を改築する必要が生じる場合などがあり、今後の道路整備・管理においても、既存道路空間を活かした道路空間づくりを行っていくことが必要と考えられる。本研究では、道路機能や道路が果たすべき役割を勘案しながら、望ましい道路機能再配分のあり方やそれに応じた道路構造を検討する。

〔研究内容〕

14年度は、①ドイツにおける道路機能と道路構造との関係に関する技術基準類（RAS-N、EAHV93、EAE85/95）、②13年度に実施した海外事例調査結果、及び、③我が国における再構築事例の調査結果（14年度実施）を分析し、我が国において道路空間再構築を実施するにあたっての考え方等を提案した。またこの考え方に沿って幾つかの道路空間を対象にケーススタディとして検討を試みた。

1. 道路が受持つ機能

道路空間再構築を実施するためには、まず当該道路に望まれるニーズと、それに依拠して道路が果たすべき機能を勘案し、当該道路にその機能を割付けることが必要である。ここではまず、道路が受持つ機能について再整理した。

道路に対しては、①交通特性と②社会的要求の2点からニーズが表明される。交通特性とは、歩行者や自動車などの利用主体の量と質に応じて生じるニーズであり、社会的要求とは、市街地形成、施設収容、防災

の各側面や、通風・採光、アメニティ空間・交流空間などの生活環境空間として生じる。これらを受けて、道路機能は、①交通機能と②空間機能に分類され、前者は、歩行者や自動車など利用主体の通行機能、アクセス機能、滞留機能として知られている。一方、空間機能は、市街地形成、防災空間、収容空間、生活環境空間に分けられるが、このうち生活環境空間は、ドイツの道路技術基準類によると、表-1のように整理することができる。今後の道路空間再構築に際しては、特に利用者の視点に即したこれらの事項について、勘案すべきと考えられる。

2. 道路空間再構築の考え方

道路空間再構築に関する国内外での事例を収集し、

表-1 生活環境空間の観点

分類	詳細
環境保全空間	騒音、大気、振動、気温、水はけ（降雨の浸透率）、におい
緑化空間	緑地の量、樹木の量、降雨の蒸発率、ほこり
アメニティ・交流空間	滞在空間の規模、滞在活動の量・時間・多様性
地域性	地域の個性創出、歴史的持続性、独自性の確保
景観形成	構造的秩序・多様性
	空間の均整： 道路空間の寸法、調和性、空間の質（規模、形等）
	印象のよさ： 印象の多様性、健全さの程度、装備の質、素材の質、雑音の質、照明の質

それら事例の背景、目的、再構築の方策等を分析した。またそれら事例の分析から、道路空間再構築を進めるにあたっての基本的考え方と留意点等を整理した。

国内外の道路空間再構築事例は、①その背景や目的を 1)中心市街地の活性化・賑わいの創出、2)環境保全、3)公共交通の利用促進（交通機関分担の適正化）などの社会的要求に置くものと、②道路網整備により道路の役割分担の変化に対応するなど、交通特性に背景等を置くものに分類できた。

道路空間再構築の考え方としては、1. でも述べたように、当該道路に望まれるニーズを的確に把握すること、それに応じて当該道路に道路機能を割付けることが重要になる。またその道路機能を実現するために、既存の道路幅員を基本として改築等を進めることとなる。具体的な方策としては、利用主体の移動ニーズに対応するために公共交通を活用することや、景観やアメニティ・交流を実現するために広場などの公共空間を整備すること、タウンモビリティのような各種運用策では信頼性を向上させることなどが考えられる。

一方、オープンカフェの実現のための食品衛生法上の対処や、通行規制の円滑な実施方策、公共交通面での対応に対して融通性を実現することなどが今後の留意点として存在する。

3. ケーススタディの実施

2. で提案した道路空間再構築の考え方に沿って、幾つかの道路空間を対象にケーススタディを実施した。

ケーススタディの実施は、関係する道路管理者に、対象となる道路や背景、問題点、地域における交通実態、道路利用の実態、道路ネットワークの実情等をヒアリングし情報収集するとともに、センサスデータ等を活用しながら進めた。片側 3 車線の道路において、車線数を削減し、歩行者・自転車のための空間を拡充した例を図-1 に示す。本事例の対象区間では、自動車交通量はそれほど多くなく、片側 2 車線にして歩行者空間を拡充しても、交通処理上は問題のないことを確認してから、車線数削減というケーススタディを実施した。

本検討においては、ケーススタディ実施に関する検討を進めることはできたものの、ケーススタディでは、①道路に対する具体的なニーズや実体の交通に再構築計画案が適合するか否かや、②合意形成という更なる課題に対してどのように対処すべきかが明確とはならないため、今後は、地方自治体等と連携のもと、より具体的なデータや地域の実情等を勘案し、実現性のある再構築事例を作成することが必要であると考えられた。また合わせてその過程をとりまとめ、再構築手法をより実用性のあるものとすべきと考察できた。

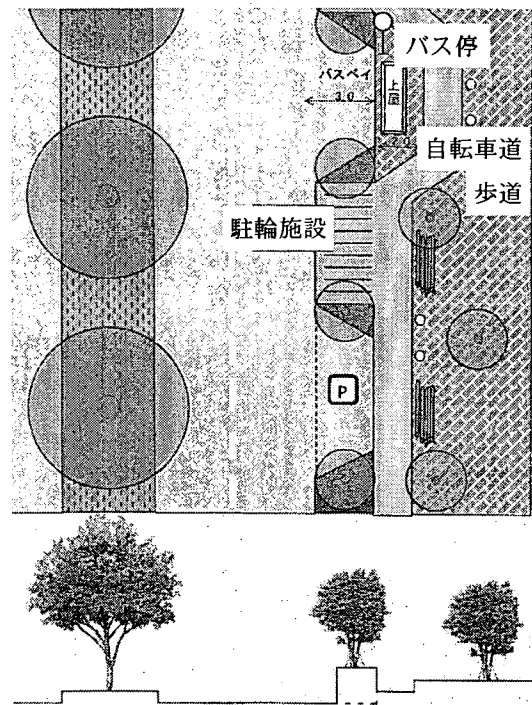


図-1 ケーススタディの例（車線数削減）

【研究成果】

14 年度の調査研究により、次の各点を得た。

- ① 道路が受持つ機能としては、従来通り、交通機能と空間機能が考えられるが、交通機能に関しては、歩行者や自動車など利用主体の通行機能、アクセス機能、滞留機能を考慮すべきこと、空間機能に関しては、生活環境空間の視点に配慮すべきことが整理できた。
- ② 道路空間再構築に関する国内外での事例を分析し、それらの分類や対策手法を整理した。また合わせて、「ニーズを的確に把握し対処を図る」など、道路空間再構築の考え方を提案した。
- ③ 上記道路空間再構築の考え方に沿ってケーススタディを実施した。本検討の結果、地方自治体等と連携のもと、より具体的なデータや地域の実情等を勘案し、再構築手法をより実用性のあるものとすべきと考察できた。

【成果の活用】

13 年度、14 年度を通じて収集・分析した資料等に基づき、14 年度は道路空間再構築の考え方を提案した。今後は、今回提案した考え方を活用し、地方自治体等と連携のもと、実際の道路空間再構築に参画するとともに、合意形成に向けた社会実験等の経験を積み重ね、更なる情報収集を図りたいと考える。また最終的には、これら事例を踏まえ、手順や具体的対策の例示等を図り、「道路空間再構築マニュアル」をとりまとめる。

豊かさに配慮した歩行者利用空間の設計法に関する試験調査

Design method of a pedestrian space based on a concept of pleasantness

(研究期間 平成 13～15 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 森 望

Head Nozomu Mori

主任研究官 高宮 進

Senior Researcher Susumu Takamiya

A pedestrian space such as a sidewalk has to have the space for passing and/or staying of pedestrians. In recent years, a space where pedestrians can feel pleasantness is also required. In this study, the method of deciding the width of a pedestrian space based on these viewpoints is examined.

〔研究目的及び経緯〕

歩道をはじめとする歩行者空間では、まず歩行者交通の処理や歩行者の滞留のための幅員が必要となる。またそれに加えて近年では、公共財である道路に対して生活の豊かさ等を実感できることが望まれ始めている。豊かさ等に関わる表現としては、賑わいや、落ち着き、広がり、ゆとり、潤い、心地よさなどが考えられ、必要となる場所では、このような着眼点からの歩道等整備も考慮して行くべきである。本研究では、このような着眼点に基づく歩行者空間の幅員決定方法について提案する。

〔研究内容〕

14 年度は、まず住宅地・商業地の別、幅員、歩車道境界の処理、ベンチ・ストリートファニチャーの存在等、様々な条件を持つ歩道の事例を収集した。またそれらを材料にアンケート調査を行い、事例に対する総合評価、及び、10 種の形容詞対を用いたイメージ評価を得、これら評価値と各歩道の物理データとの関係を共分散構造分析によって解析した。

1. 歩道事例の収集

調査を実施するにあたり、ここではまず住宅地・商業地の別、歩道等の幅員、歩車道境界の処理（防護柵、並木、植樹帯等による歩行者と自動車の区分）、ベンチ・ストリートファニチャーの存在など、様々な条件を持つ歩道の事例を収集した。ここでは合計 50 事例を収集し、後のイメージ評価に活用できるよう、アングル等を一定にして写真撮影するとともに、歩道幅員等必要な項目について実測した。写真-1 に歩道事例の一例を示す。

2. イメージ評価値の収集

アンケート調査により、1. で収集した 50 の歩道事例の写真それぞれに対して、10 の形容詞対に基づく



写真-1 歩道事例の一例

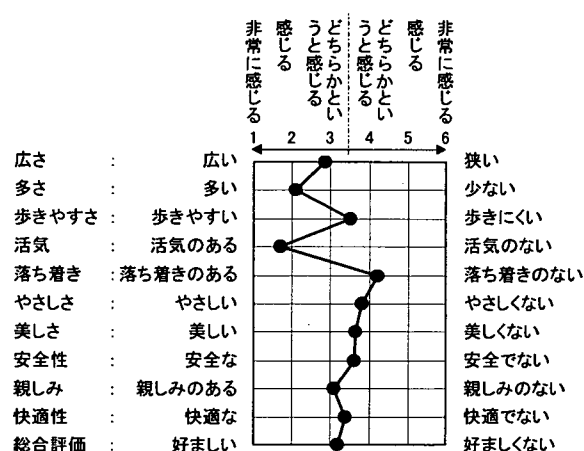


図-1 評価例（写真-1 への回答）

イメージ評価値と、総合評価値を得た。イメージ評価は、広さ、多さ、歩きやすさなど図-1 の左端に示す 10 項目から得るものとし、総合評価は「好ましさ」の観

点から得た。アンケート調査は合計 106 名に対して実施し、回答者はイメージ評価、総合評価に対して 6 段階の選択肢から回答した。

図-1 に、写真-1 に対する評価結果を示す。ここでの評価得点は回答者全員の平均値である。50 事例に対する評価結果を概観すると、総合評価が高いものは概ね広幅員の歩道であり、また「活気のある」と評価されたものは写真に歩行者が多く写っていた（写真-1 では歩行者が多く、図-1 のように「活気のある」が強く指摘された）。

3. 物理データと評価値の関係分析

50 事例それぞれにおける歩道の物理データと、2. で得た評価値との関係構造を得るため、共分散構造分析を用いて解析した。表-1 に、ここで使用した物理データの種類を示す。2. の調査での回答者は歩道事例

表-1 物理データの種類

分類	解析に使用したデータ項目
幅員	歩道幅員（実測値）、有効幅員（実測値）、路上施設幅（実測値）
歩車分離方法	歩車分離方法
見通し距離	見通し距離（実測値）
交通量	歩行者数（実測値）、歩行者密度（実測値）、自動車数（実測値）
沿道の状況	沿道の状況
植樹	植樹有無、植樹組合せ、植樹帯位置、常緑（緑の有無）、植樹帯・並木間隔（実測値）
施設類	ベンチ有無、モニュメント有無、電柱有無、照明有無、標識有無、信号有無、乗入れ有無

の写真に基づき回答したため、ここで用いる物理データもそれぞれの写真内から読みとるものとした。具体的には、見通し距離、歩行者数、歩行者密度、自動車数などはそれぞれの写真からデータを読みとり解析に使用した。

共分散構造分析により、物理データと評価値との関係を得た。関係構造を図-2 に示す。共分散構造分析では関連性の低いデータ項目を順に除いて関係構造を導くことになる。今回の分析では、この手順により結果的に 5 つの物理データから総合評価を得る形とした。本分析による GFI 値（相関係数にあたる指標）は 0.652 であり、概ね良好な分析結果であると考えられる。

分析結果から歩道幅員と総合評価との関係を見ると、歩道幅員を 1 単位（ここでは 1m）増加させることにより、総合評価値が 0.289（各パスの関連係数乗算値を合算したもの）だけ小さくなることになる。ここでは総合評価値の小さいものを「好ましい」と置いたため、結局、歩道幅員を増すことにより、総合評価を向上できることがいえた。

【研究成果】

14 年度の調査研究により、次の各点を得た。

- ① 土地利用、歩道等幅員、車道との隔離感、ベンチ等の有無などの観点に基づき、50 の歩道事例を収集した。
- ② 歩道事例を材料に、10 の形容詞対に基づくイメージ評価値と、総合評価値を得た。この結果、総合評価が高いものは、概ね広幅員の歩道であることを得た。
- ③ 歩道事例の物理データと評価値との関係を分析し、

両者の関係構造を得た。これにより、歩道幅員を増すことにより、総合評価を向上できるとの結果を得た。

【成果の活用】

14 年度に実施した評価手法を参考としながら、今後も各種データを蓄積し、最終的には、歩行者空間の幅員決定方法へと反映する。

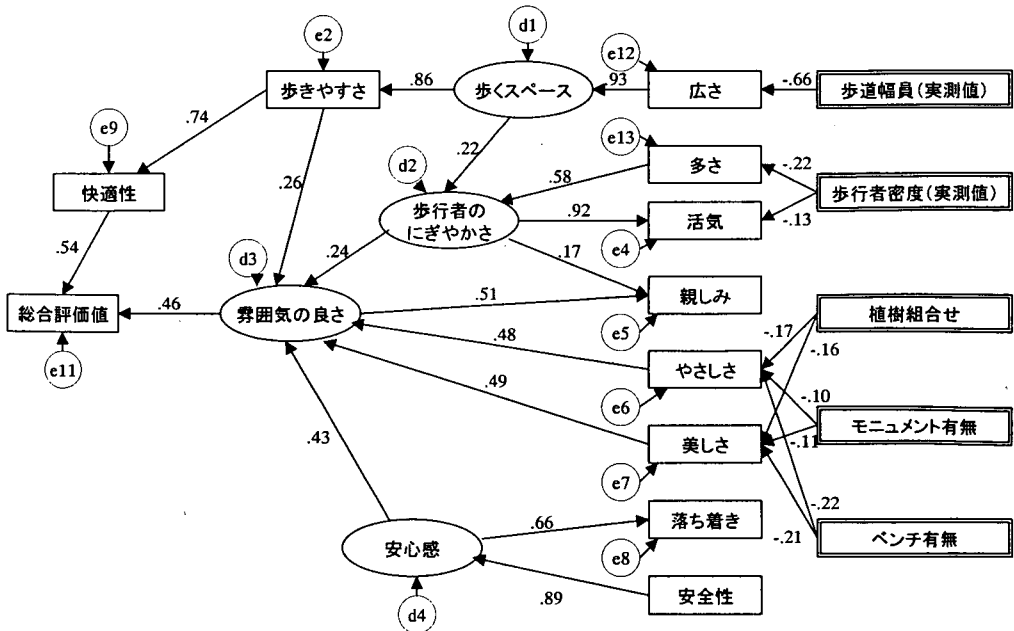


図-2 共分散構造分析による、物理データと評価値の関係

自転車利用空間の整備手法に関する試験調査

Research on the method of space improvement for cycle use in road

(研究期間 平成 12～14 年度)

道路研究部道路研究室
Road Department, Traffic Engineering Division, Head

室 長 長谷川 金二
研究官 田宮 佳代子
Researcher Kayoko Tamiya

It is necessary for the planning of cycle network to be performed accounting for services provided in the light of the purposes of cycle use and the characteristics of cycle traffic. Concepts of the level of service for cycle traffic are studied based on past researches and documents, and indices which are appropriate to clarify and evaluate the effects of the improvement of cycle use are examined.

〔研究目的及び経緯〕

全国的に整備されている自転車交通に関する統計データは、国土交通省が実施している道路交通センサスが唯一である。しかし、道路交通センサスは自動車交通に対する道路交通の現況を把握することを主目的として、調査手法や調査項目が設定されているため、自転車交通の実態に関しては的確に表されていない可能性がある。

本調査では、地方自治体の実務レベルで個別に実施されている調査を含めて、自転車交通関連の調査内容の整理と問題点の把握を行った。その結果をふまえ、自転車走行空間の計画・設計等へのニーズに対応した自転車交通の実態調査手法のあり方について考察し、調査手法の改善方向性を示した。

〔研究内容〕

(1)自転車交通に関する調査統計の内容整理と問題点の把握

自転車交通に関連する統計資料の内容を整理するとともに、現行の調査手法の問題点を把握した。

(2)自転車交通データの利用実態に関するアンケート調査の実施

自転車交通に関する統計調査に関する現場のニーズ、および自転車対策を実施する上で必要な調査内容等を把握するため、国土交通省自転車利用環境モデル都市（19 都市）および自転車施策先進都市（35 都市：前述 19 都市を含む）を対象にアンケート調査を実施した。各自治体の担当者に対して調査票を郵送し、記入済み調査票は郵送で回収した。また、現場担当者の

意見を収集するため、実務担当者個人の意見を記入いただく形式とした。

質問項目は表-1 に示すとおりとし、以下の事項に着目して質問項目を設定した。

- ・道路交通センサスの利用状況とデータ活用方法
- ・自治体での独自調査の実施状況とデータ活用方法
- ・道路交通センサスに対する意見

表-1 自治体へのアンケート質問項目

調査項目	質問項目	具体内容
自治体の属性	自治体名称、担当部局、担当者	
実施した自転車施策について	自転車施策名称 施策の内容	概要を記述 関連資料を収集
自転車交通に関する実態調査について	道路交通センサスデータの利用	使用年次 使用したデータ項目 使用目的 使用方法 （集計・加工方法） 使用結果 （施策への適用）
	実測調査の実施（センサスとは別に）	実測調査の目的 実測調査の内容 （測定項目・方法） 検討結果 （集計・加工方法）
道路交通センサスデータに対するニーズ	・自転車関連の調査項目の過不足に対する意見 ・道路交通センサスにおいて自転車に関する調査項目の収集を中止した場合のリスク	

(3)自転車交通データに対するニーズの整理

現行のセンサス調査体系では不足している調査項目や調査手法の問題点と、自治体へのアンケート調査の結果をふまえ、自転車交通の実態調査内容に対するニーズを整理し、今後の調査手法のあり方について考察した。

【研究成果】

(1)自転車交通に関する調査統計の内容整理と問題点の把握

代表事例として道路交通センサスの自転車交通に関する測定項目及び問題点等を表-2に示す。

表-2 道路交通センサスの調査項目（自転車交通関連）

調査項目	調査方法	問題点等
歩道設置延長	上下の少なくともどちらかに設置されている区間の延長	・歩道の種類（自歩道か、歩行者専用かの区別）がない。 ・センサス区間内で連続した区間であるか不明。 ・設置されている方向（上り・下り）の区別がない。
自転車通行可能延長	自転車が通行可能な歩道（自歩道）の延長及び自転車歩行者専用道の延長	
自転車通行帯延長	自転車が通行可能な歩道（自歩道）の中で歩行者から区画線等で分離された自転車通行帯を持つ歩道延長	
代表幅員	調査区間単位内における代表断面の歩道幅員。“歩道設置延長”の最も延長の長い区間の片側の幅員	・歩道が不連続の場合、個別の歩道幅員がわからない。 ・道路の上り下りで歩道幅員が異なる場合、片側の幅員しかわからない。
時間帯別・方向別交通量	ペダルまたはハンドルクラックを用い、かつ、人の力による運転をする二輪以上の車	・リヤカー等をひく自転車はカウントする

(2)自転車交通データの利用実態に関するアンケート調査の実施結果

各自治体における道路交通センサスデータの利用に関する回答の集計結果を図-1及び図-2に示す。約65%の自治体が自転車施策を実施する際に道路交通センサスを利用している。しかし、利用項目については60%以上の自治体が未回答としていることから、施策実施の際の参考値程度として利用されている可能性がある。

一方、各自治体における道路交通センサス以外の別途調査の実施状況を整理した結果、約半数(51%)の自治体において道路交通センサス以外に自転車交通に関する実測調査を実施していた。また、図-3に示すよう

に、各自治体では主にセンサス区間以外及び時間帯別（ピーク時調査）交通量調査が追加実施されている自治体が多かった。これは、市町村道（指定市以外）はセンサスの調査対象外とされていることが一因ではないかと考えられる。

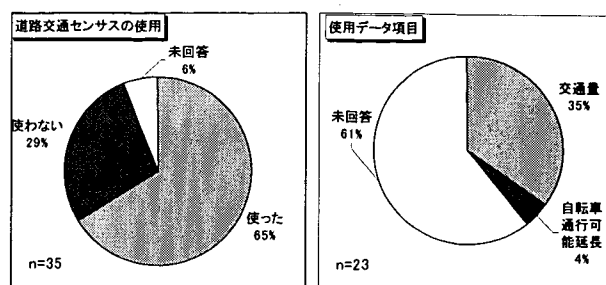


図-1 道路交通センサスの利用

図-2 センサスの利用項目

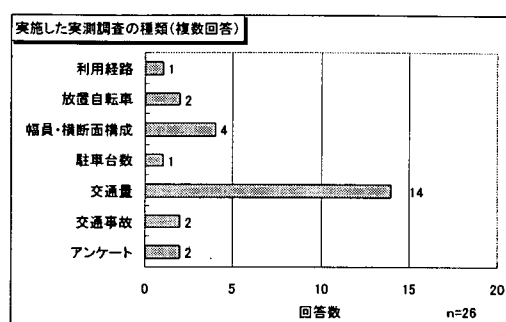


図-3 実施した実態調査の種類

(3)自転車交通データに対するニーズの整理

以上の結果から自転車交通データに対するニーズを整理すると、①施策実施の判断や優先順位付けを行う際の統計値としての利用ニーズと、②具体的な施策の実施に展開するための詳細な実測データのニーズの2種類が考えられる。①は道路交通センサスデータがある程度参考になり、利用状況も高い。しかし実際には、各自治体では具体的な施策実施に展開するための詳細データを収集するために、ピーク時自転車交通量の測定を行うなど個別対応がなされている。また、個別収集されたデータの蓄積も図られていないのが現状である。

今後、デジタル道路地図におけるリンクと道路交通センサス調査区間単位との関係明確化や、他調査データデータとの連携ができるような仕組みづくりなど、道路管理者で実施されている他の交通調査等と連携ができるように道路交通センサスでの調査手法を改善していく必要がある。また、自転車利用空間の計画・設計及び評価に必要な事項を体系的に整理したうえで、調査項目の見直しを行うことが必要である。

【成果の活用】

得られた知見は、道路交通センサス調査要綱を改定するための基礎資料として活用する予定である。

道路の機能を考慮した空間再配分と道路構造に関する研究

Study of road space reallocation and road structure based on new road functions

(研究期間 平成 13～14 年度)

道路研究部 道路研究室 室長 長谷川 金二
Road Department Traffic Engineering Division Head Kinji Hasegawa
主任研究官 桐山 孝晴
Senior Researcher Takaharu Kiriya
研究官 中野 清人 保久原 均
Researcher Kiyoto Nakano Hitoshi Hokuvara

In this study, we examine the underlying approach to road network planning and the apportionment of road functions in Europe and the United States, and conduct a survey of road usage in these countries. We resolve the undifferentiated state of the roads and consider a road network planning approach that produces a better and more balanced road environment.

〔研究目的及び経緯〕

我が国の道路整備水準は一定の量的水準に達したと考えられるが、都市部やその周辺部では、モビリティやアクセシビリティといった道路のもつ基本的機能が適切に分担されるような道路網とはなっておらず、渋滞・事故・環境に対して重大な悪影響をもたらすこととなっている。この要因としては「機能分類上の道路の配置や整備量のバランスが悪い」、「道路区間が使われ方(利用実態)に即した構造形態ではない」などが考えられている。一方、欧米では都市内道路網における機能分類に関して整備量の理論値やバランスなど我が国に無い考え方を持っており、これらを我が国に適用した場合、快適でバランスのとれた道路機能を満足する計画手法を導く可能性がある。

このような背景から、本研究は、日本と欧米諸国の道路計画の考え方や利用実態を比較し、日本の道路網に関する機能分類上の現状と問題点を抽出し、道路機能の未分化を解消し快適な道路環境を創出する道路網計画・整備手法について検討するものである。

〔研究内容〕

1. 我が国の主要幹線・幹線道路の走行性調査

我が国の主要幹線道路や幹線道路における走行性に関する実態調査を平成 11 年度のセンサスタを用いて実施した。調査方法としては、走行性に影響する分析指標(信号交差点密度、道路幅員、交通量等)を抽出し、旅行速度と分析指標との関係を単回帰、相関係数分析を行った。

分析の結果、走行性に影響を及ぼしている要因の概要を以下に示す。

・市街地及び非市街地 4 車線区間については、信号交差点密度が最も影響している傾向にある。市街地 4 車線区間では、信号交差点密度が 0～1.0 箇所/km の場合の平均旅行速度は 38.4km/h であり、全体平均と比較して約 10km/h 高い値を示した。(図-1 参照)

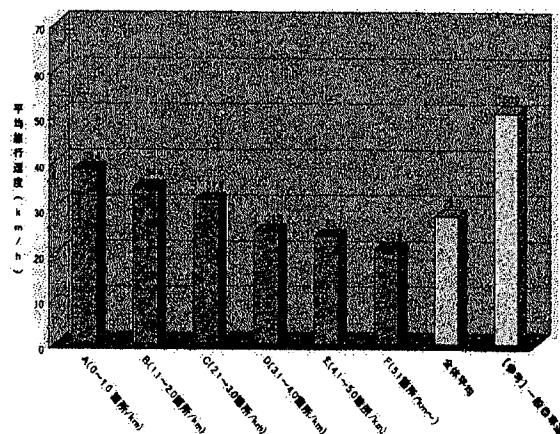


図-1 信号交差点密度と走行速度の関係(市街地 4 車線区間)

・非市街地 2 車線区間では規制速度が最も影響している傾向にある。

・市街地ではバス便数や路上駐車、中央帯設置率が影響する傾向にある。

・速度低下の要因と考えられた大型車混入率は、大型車混入率が高いほど走行速度は高くなる傾向を示した。このことは、大型車が走行性のいい道路を選んで走行しているものと考えられる。市街地 2 車線部における大型車混入率と走行速度の相関図を図-2 に示す。

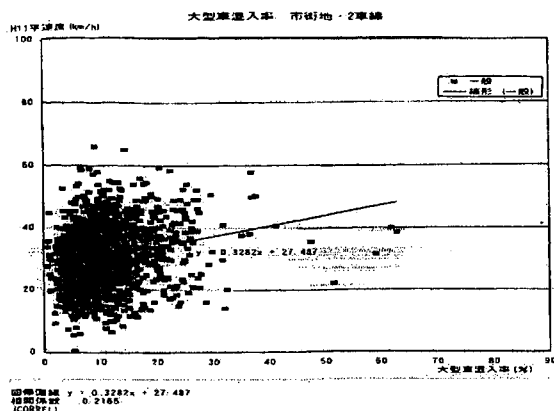


図-2 大型車混入率と走行速度の関係

2. 欧米諸外国と我が国の道路機能等に関する比較

欧米諸国の幹線道路における制限速度の実態や走行性・安全性等への配慮事項について、調査を行った。調査結果と我が国との比較を以下に示す。

(1) 幹線道路の機能・道路構造

我が国の幹線道路と全く同じ方法により機能分類した道路は見られないが、ドイツとアメリカの道路種類は我が国の道路種類と概ね対比できる。イギリスの道路種類は我が国のように、地域別・機能分類別に区別されていない。各国の機能別分類による道路種類を整理したものを表-1に示す。

表-1 各国の機能別分類による道路種類

日本	ドイツ	アメリカ
主要幹線道路	広域道路連絡 近隣地方間/地方内連絡道路	幹線道路(主要幹線)
幹線道路	地方自治体間連絡道路 地域開発道路連絡	幹線道路(準幹線)
補助幹線道路	末端道路連絡	集散道路
その他の道路	小道路連絡	地先道路(集散道路)

(2) 制限速度

制限速度に関しては、ドイツ、イギリス、及びアメリカの一般道路の制限速度はいずれにおいても地方部、都市部ごとに設定されている。ドイツ、イギリス、アメリカの一般道路の地方部における制限速度は、我が国と比較すると非常に高く設定されている。我が国の一般道路の制限速度は地方部、都市部共通であり、線規制主体の考え方であるのに対し、ドイツ、イギリス、アメリカの制限速度の考え方は、沿道土地利用を重視した面的規制の考え方からきていると考えられる。

3. 非幹線道路への交通負荷について

我が国において、非幹線道路への交通負荷の要因について実態調査を行った結果から、地区幹線道路の整備進捗が遅れていることも要因の一つではあるが、信号交差点による走行円滑性の阻害等、主要幹線道路の交通容量が不足しているために渋滞を起こしているために大型車等の通過交通が生活道路に流入しているこ

とが最も大きな要因であると考えられる。

一方、諸外国における生活道路等への交通負荷軽減に向けた具体例として、ドイツでは、円滑な交通流を実施するため、都市内の道路ネットワークを配置している。環状道路やバイパスの整備は都市域内に通過交通が流入しない効果を発揮し、環状道路やバイパスでは適切な通過交通を分担しており、区画道路においては、30km/hの面的な制限速度が設けられており、幹線道路混雑時の抜け道として利用しにくくなっている。また、アメリカでは、幹線道路における運営管理上の制御対策を実施することにより、幹線道路と下位道路との出入をコントロールし下位道路に負荷をかけないような対策を行っている。運営管理における制御対策として次の3通りが挙げられる。

- ・交通制御施設：適切な舗装部の標示、左折用の特別な配慮がなされる場合の標示
- ・規制対策：転向走行の制限、停車の禁止
- ・方向性車線用法：一方通行、リバース・シフト・ランの設置

【研究成果】

調査結果から明らかになったことを以下に示す。

- ①我が国の都市内道路網において上位道路の整備量が低く、下位道路に負荷がかかっていることから、生活道路等への通過交通の流入が発生している。
- ②車線幅員、信号交差点密度、路線バス、路上駐車及び細街路からの出入りなどが走行性に影響を与えている。また、大型車は、走行性のよい道路を選んで走行している傾向がある。
- ③欧米各国では、道路機能に応じた交通を適正に分担するために、環状道路やバイパスを整備することにより、都市域内に通過交通が入りこまないネットワークの形成を行ったり、生活非幹線道路側で通過交通が流入しないように構造的対策を実施している。

これより、我が国における対応策として、環状道路等の幹線系の道路整備は欠かせなく、その際には、セーフティを確保するため、道路構造だけでなく信号交差点密度、路上駐車のコントロール等交通運用の面も考慮して整備を行っていく必要がある。その上で、生活道路においては通過交通が流入しないために面的な制限速度を設けることやハンプ・狭さくなどを設置する構造的な対策を実施していく必要がある。

【成果の発表】

瀬尾、中野：都市内道路網の機能分担に関する日・米・独の比較、交通工学 2002

【成果の活用】

道路機能を考慮した道路整備手法の基礎資料として活用する。

道路安全監査手法に関する試験調査

Research on Road Safety Audit

(研究期間 平成 13～15 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

森 望

Head

Nozomu Mori

研究官

池田 武司

Researcher

Takeshi Ikeda

Road Safety Audit was institutionalized and has been carried out in the United Kingdom since 1990, and it is appreciated that it has been introducing considerable effects on improving the road safety. In this research, overview, cost and benefit of the audit, and requirement of auditors are studied in order to introduce it into our country through investigation of them in the Australia.

[研究目的及び経緯]

近年、事故データに基づく科学的な交通事故分析に基づいた交通安全対策の立案・実施が成果を挙げつつある。しかし交通事故の発生要因の分析は事故発生要因が単一でなく複数の要因が関与していること、また個々の事故が固有の事故発生要因を有していることから、その詳細な分析は必ずしも容易ではない。ここで、交通安全向上のアプローチとして、英国、豪州、ニュージーランドを始めとする諸外国では、道路安全監査(Road Safety Audit)が制度化、実施されており、効果を挙げているといわれている。道路安全監査は、主に新規道路の設計段階において、交通安全に精通している第三者が設計案をチェックし、改善すべき点があれば改善意見を出す制度であり、よりよい設計案を実現する目的で導入されている。本研究では海外動向の調査等を通じて、道路安全監査をわが国に導入する際の方法論の整理を行うものである。平成 13 年度は、海外事例を調査し、新規道路における安全監査の進め方を整理し、平成 14 年度は既存道路に対する安全監査の進め方を整理した。また、安全監査実施に際し実務上必要となる事項、具体的には安全監査の効果や要するコスト、監査者の選定方法について調査した。

[研究内容]

(1) 既存道路における安全監査の進め方

既存道路においても安全監査を実施している豪州の動向を調査した。豪州では新規道路について、道路事業の構想段階、予備設計段階、詳細設計段階、そして供用開始直前段階の 4 段階で安全監査を実施することが規定されている。一方、供用開始後の適当な時期に、再度安全監査を実施することが可能とされており、この進め方は既存道路における安全監査としてまとめられている。

既存道路で安全監査を行う目的は、事故の危険性が高い箇所や要因を特定し、事故発生前に効果的な対策を行

うこととされている。より具体的には、

- ①道路や沿道の利用条件の変化に対応する
- ②交通管理施設整備の妥当性を確認する
- ③植栽の生育や施設の老朽化など、道路諸施設の変化に対応する
- ④実施手法の変化をふまえた対策を行うことを目的としている。

既存道路における安全監査は、新規道路と比較し、下記の特徴を持つ。

- ①過去の事故発生状況や対策に関する知見を把握することにより、より効果的な対策を検討できる
- ②過去の事故発生地点を重点的な監査箇所として選定し、監査を行うことができるため、問題の焦点が絞り込み、効率的である

一方、留意点としては下記の点が挙げられる。

- ①問題箇所への対応の際、道路構造を変更する必要があるため、費用対効果も考慮して監査を行う必要性が高い
- ②事故発生状況を検討するだけでなく、事故以外の潜在的な危険に対する注意をそらすことのないよう、注意を払う必要がある(ただし、一般に事故が未発生の箇所へ対策を行うより、事故が発生している箇所に対策を行う方がより大きな経済的効果を得られることにも留意する必要がある)
- ③特定される問題の多くが維持管理上の問題であり、安全監査によるよりも、適切な維持管理計画によって取り組む必要がある

なお、進め方は図-1 に示すフローの通りであるが、このフロー自体は新規道路に対するものと同一であるものの、必要に応じて適切な修正を行うことが必要とされている。また、対象とする道路も、新規道路と同様に詳細な安全性を評価する方法とともに、道路網全体を対象として、比較的

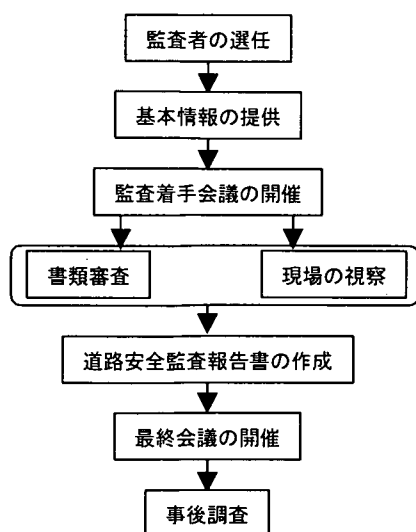


図-1 安全監査のフロー

一般的な安全事項を明らかにする方法も示されている。

(2) 安全監査の便益および費用

豪州における安全監査の費用と便益を調査した。費用は、規模により変動するが、1,000～10,000 豪ドル(7 万～70 万円)程度であり、設計費用の約 4%以下、総工費の約 0.2%以下とされる額である。

一方、便益に関し、豪州では AUSTROADS(豪州およびニュージーランドの道路管理者、交通管理者の共同組織)が道路安全監査の費用および便益を調査している。これによると、新規道路での安全監査に関する費用および便益は、以下の状況となっている。

①評価対象となった監査(9 事例)では、改善意見への対応を実施した場合の費用便益比(以下 B/C とする)は 3.0～242 の範囲であった

②改善意見への対応を実施した場合、90%の事例で費用便益比(以下 B/C とする)が 1.0 を上回り、75%の事例で B/C が 10 を上回る結果となった。

③全事例の 65%は、改善意見を受けて設計変更を行うための費用が 1,000 豪ドル未満にとどまった

また、既存道路での安全監査においては以下の状況となっている。

①評価対象となったいくつかの監査事例では、改善意見への対応を実施した場合の B/C は 2.4～84 の範囲であった

②改善意見への対応を実施した場合、78%の事例で B/C が 1.0 を上回り、47%の事例で B/C が 5.0 を上回る結果となった

以上のように、新規道路、既存道路とも、安全監査による B/C が高いと評価されている。

(3) 監査者の選定方法

豪州では、監査者選定に関するチェックリストが用意さ

れている。ここでは、監査者に求められる要件として、

- ①道路管理者から独立し、客観的な判断ができ、かつ設計者との意思疎通を確立、維持できる
- ②監査に関する実務経験ないし訓練参加経験がある
- ③交通安全、交通工学、交通管理、道路設計、事故調査に関する知識・技能を持つ
- ④仕事に対する適性を持つ(潜在的危険を予測できる)が示されている。

さらに、チームリーダーは、上級道路安全監査員(Senior Road Safety Auditor)である必要がある。上級道路安全監査員は、下記の基準を満たすものとされている。

- ①最低 2 日間以上の公式に認められた監査訓練課程を修了している
- ②関連する道路設計、道路工事、あるいは交通工学の分野で最低 5 年の経験を有している(複雑な計画を監査するチームリーダーはさらに多くの経験を必要とする)
- ③最低 5 件の公式な道路安全監査を実施した経験がある(うち 3 件以上は計画段階における監査でなければならない)
- ④年間に少なくとも 1 件以上の監査を実施し、最新の専門技術を維持している

以上のように、監査者について詳細な要件が規定されている。我が国でも安全監査を導入する上では、以上のような海外での監査者に対する要件、研修等の方法を踏まえて、我が国の諸制度、制約の中で方法を検討していくことが必要となる。

なお、様々な視点からの監査を行うため、監査チームは少なくとも 2 名で構成されることが規定され、監査任務の規模に応じて人数を適宜増やすものとされている。ただし、4 人をこえる場合は、管理が困難となるおそれがあることも指摘されている。

【研究成果】

平成 14 年度の研究により、以下の成果を得た。

- ①既存道路における安全監査の進め方について調査し、費用対効果を考慮して監査を行うべきである、などの留意点をまとめた。
- ②安全監査の費用便益比を調査し、豪州においては B/C が多くの場合 1.0 を上回っていることを示した。
- ③安全監査の監査者選定方法や、監査者の要件について整理した。

【成果の活用】

本成果を活用し、我が国に道路安全監査制度を導入するための具体的な問題点や手続き等について引き続き検討を行う。

高齢運転者の特性を踏まえた 交差点等の構造・設計に関する試験調査

Research on design method of an intersection
based on the characteristics of elderly drivers

(研究期間 平成 13～15 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 森 望

Head Nozomu Mori

主任研究官 高宮 進

Senior Researcher Susumu Takamiya

With the progress of elderly society in Japan, the number of elderly drivers will increase in the future. An elderly driver has various characteristics for driving. For example, it is difficult for him/her to drive adequately at intersections and at curve sections. In this study, these characteristics of elderly drivers are analyzed and road safety measures for them are examined.

〔研究目的及び経緯〕

高齢社会の進展に伴い、運転免許を保有する高齢者が増加している。また少子化や核家族化の進行に伴い高齢者のみの世帯が増加しており、生活の足を自らが運転する自動車に頼る高齢者も増えている。このため、今後とも高齢ドライバーが増加していくことが予想される。

高齢ドライバーは、交差点での右折や加速車線を使った合流など、短時間に幾つかの認知・判断・行動を繰り返す作業を苦手とするといわれており、このような交通場面における高齢者自身の問題や、道路・交通環境側での改善点を把握しておくことが重要である。

本研究ではこのような点に鑑み、高齢ドライバーの特徴を考慮しながら、交差点等における交通安全対策を検討し、交通事故の防止や快適な道路交通環境の実現に向けた考察を行う。

〔研究内容〕

14 年度は、13 年度に実施した「高齢運転者によるヒヤリ地図づくり」でヒヤリ地点として指摘された箇所等の中から、高齢者の特徴に起因してヒヤリ事象が生じたと考えられる箇所（交差点）を抽出し、交差点内の視認可能範囲、自動車の走行速度、高齢運転者の交差道路確認状況などを実地調査した。

1. 詳細調査箇所の抽出

13 年度に実施した「高齢運転者によるヒヤリ地図づくり」では、つくば市内で 389 件のヒヤリ事象の指摘があり、複数名が指摘した地点もあることからヒヤリ事象地点数は 321 地点となった。これに対して非高齢運転者を対象に実施した「ヒヤリ地図づくり」では、

つくば市内で 248 件のヒヤリ事象の指摘と、178 地点のヒヤリ事象地点数を得た。ここでは両者を比較しつつ、次の過程を通じて詳細調査箇所を抽出した。

(1) 現地踏査によるヒヤリ事象の確認

ヒヤリ事象地点の中から、道路構造や交通状況に起因してヒヤリ事象が発生していると考えられる地点について現地踏査を実施した。現地踏査結果を踏まえ、ここでは①ヒヤリ事象内容の確認、②道路構造・交通状況等の把握、③道路構造等とヒヤリ事象との関連性の整理などを行った。

(2) ヒヤリ事象に至るバリエーションツリーの作成

上記現地踏査地点の中から、①高齢者の運転特性がヒヤリ事象に関係している可能性がある、②視認性と自動車走行速度など複合的な要因でヒヤリ事象が発生している、③道路利用者に混乱をきたす可能性があるなどの地点を抽出し、ヒヤリ事象に至るバリエーションツリーを作成した。バリエーションツリーは、交通事故に関わる 3 要素（人・道・車）の観点から事故等に至る過程を時系列順に表現するものであり、ここでは、当事者、道路・交通環境、当事者が乗る車両のそれぞれとヒヤリ事象との関連がわかるよう整理した。

(3) 詳細調査箇所の抽出・選定

バリエーションツリーを作成したヒヤリ事象地点の中から、特に高齢者の特徴に起因してヒヤリ事象が生じたと考えられる地点（交差点）を抽出し、詳細調査箇所を選定した。

2. 詳細調査の項目と内容

写真-1 は、選定した詳細調査箇所の一例である。この交差点は無信号交差点であり、従道路側に一時停止

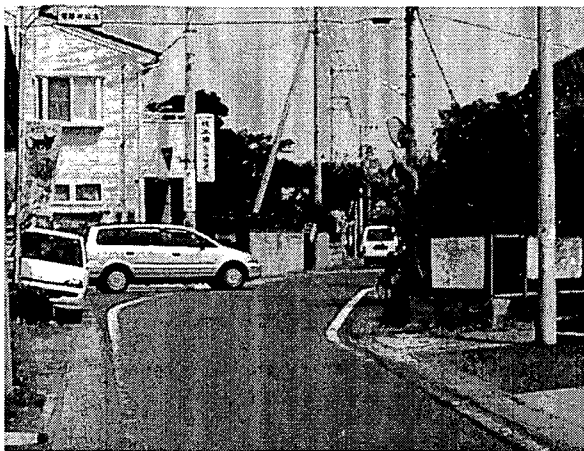


写真-1 詳細調査箇所の状況

表-1 詳細調査項目

詳細調査項目	
1	停止線位置からの視認範囲（例：図-1）
2	交差点進入直前位置からの視認範囲（例：図-2）
3	主道路直視可能位置での従道路側車両の車頭位置
4	主道路通行車両の走行速度
5	主道路通行車両が、1、2 の視認範囲に入ったところから交差点中央までの到達時間
6	高齢運転者の主道路確認状況
7	主道路直視可能位置までの高齢運転者の運転挙動

規制がある（写真では左側からの道路が従道路）。ここでは、高齢者から多くのヒヤリ指摘を得ている。この交差点において、表-1 に示す詳細調査を実施した。

3. 調査結果と考察

図-1、図-2 は、それぞれ従道路側の停止線位置、交差点進入直前位置からの視認範囲である（図の上側の道路が写真-1 の左側の道路にあたる）。

図-1 のように、停止線位置からでは交差道路を見渡せる範囲は少ない。このためドライバーは図-2 の位置まで前進して再度交差道路を確認する必要がある。ただしこの場合でも、沿道建物があり、当該車両からみて左側の視認範囲は制約を受けている（交差道路の車両速度は平均で 29km/h であり、これは図-2 の条件で車両がないことを確認したとしても、2.7 秒後には交差道路の車両が交差点中央に達することを意味する）。そのためドライバーは、確認を続けながら、交差道路を直視可能な位置まで、徐々に交差点内に進行する必要がある。

例えば高齢運転者の場合、様々な確認を続けながらこのように徐々に交差点内に進行することが苦手であることが考えられる。またその際にアクセルを強く踏んで予想以上に進行してしまうことも考えられる。運転挙動を観察したところ、必ずしもこのような状況は

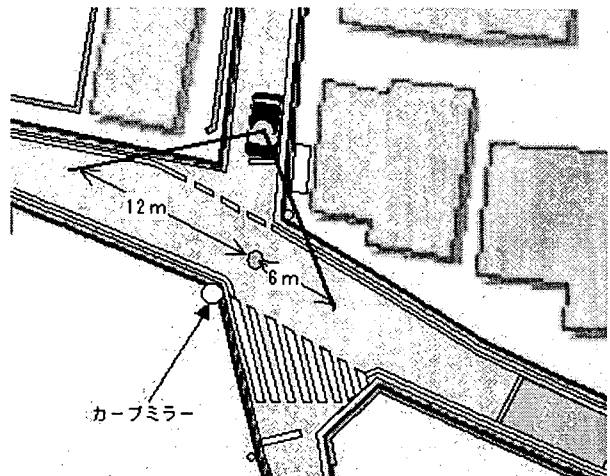


図-1 停止線位置からの視認範囲

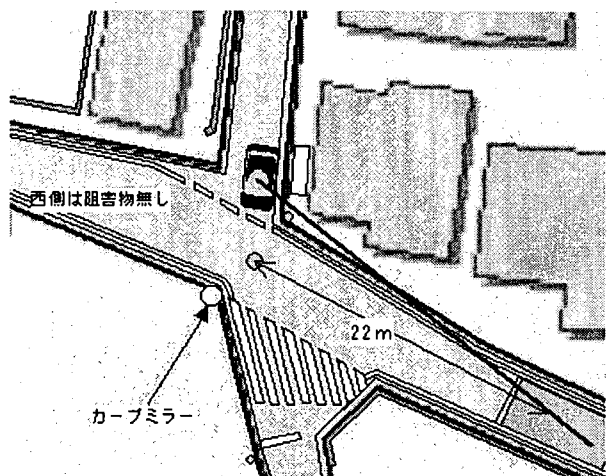


図-2 交差点進入直前位置からの視認範囲

みられなかったが、高齢者の不十分な確認状況や運動能力の低下に起因して、このような場面がヒヤリ事象を生じさせているものとも思われる。

【研究成果】

14 年度の調査研究より、次の各点を得た。

- ① 各種のヒヤリ地点に対して、現地踏査、バリエーションツリーの作成等を行うことにより、ヒヤリ事象の発生に至る経過を考察できた。
- ② ヒヤリ事象発生箇所に対して詳細調査を実施し、高齢者の不十分な確認状況や運動能力の低下などによる、高齢者独特の運転挙動がヒヤリ事象を招いている可能性を推察した。

【成果の活用】

14 年度は、ヒヤリ地点の中から高齢者の特徴に起因してヒヤリ事象が生じたと考えられる箇所を抽出し、詳細調査を実施した。今後も、同様に高齢者の特徴に起因するヒヤリ事象について抽出と詳細調査を重ね、要因や対策を導いていく。また最終的には、これら知見を集約し、「事故対策事例集」としてとりまとめる。

冬期路面管理水準策定に関する試験調査

Research on the Winter Road Management Standards

(研究期間 平成 13～14 年度)

総合技術政策研究センター・建設経済研究室

Research Center for Land and Construction Management,
Socio-Economic Research Division

室 長 岩田 司

Head Tsukasa IWATA

主任研究官 木村 恭一

Senior Researcher Kyoichi KIMURA

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 森 望

Head Nozomu MORI

In this research, in order to establish a winter road management standard, indices for effective winter road management and there levels were studied.

【研究目的及び経緯】

冬期の道路管理は、スパイクタイヤ禁止以降、路面凍結対策などを中心に事業費の高騰を招いている。一方、利用者ニーズは多様化し、より安全で快適な冬期の道路空間の確保が強く望まれている。今般の財政事情を考慮すると、冬期道路管理における管理水準（雪寒事業で目標とする道路の状態：路面積雪深、幅員等）を明確化し、より重点的、効率的な事業の執行を図る必要がある。

当研究は、雪寒事業におけるより効率的な執行とアカウントビリティの向上を目指し、冬期道路管理（除雪）に係る管理水準と事業効果計測手法について検討を行ったものである。

【研究内容】

除雪事業の効果は、走行時間短縮、交通事故減少、走行快適性の向上等多岐に渡る。その効果、コストは、管理水準の変化により可変的に変化する。当研究においては、昨年度成果により判明した、旅行速度をアウトカム指標、路面積雪深等をアウトプット指標とした管理水準に基づき、除雪の効果計測方法として、走行時間短縮便益の検討を実施したものである。

1. 除雪の効果の考え方（便益評価モデル）

単位距離区間における冬期の道路管理水準（路面積雪深のみ着目）と実際の路面積雪深、除雪作業、旅行時間、時間的損失の関係は、図-1 のよ

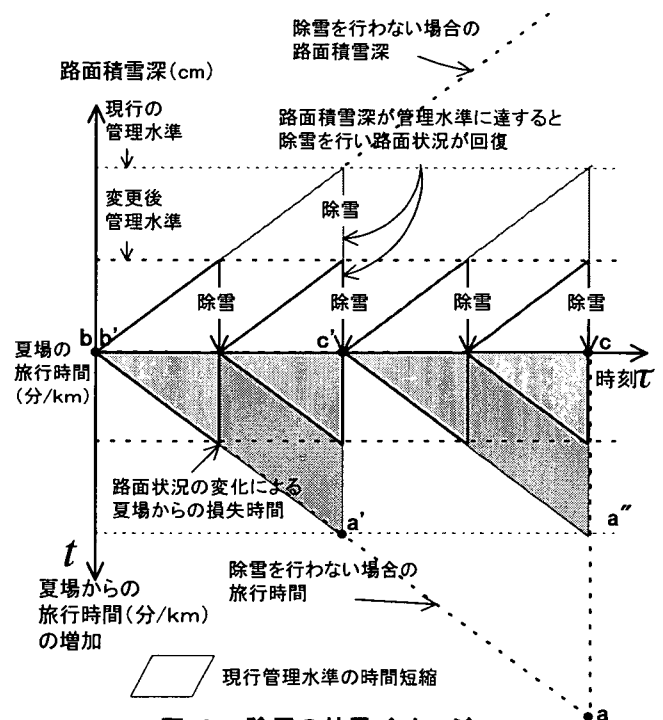


図-1 除雪の効果イメージ

うに整理される。図-1 上部は、管理水準と降雪、路面積雪深、除雪作業の関係を示している。降雪があると、時間経過とともに路面積雪深は増加し、除雪を行うと、路面積雪は降雪のなかった状況まで回復するが、降雪が継続すると路面積雪深は再び増加する。除雪コストは、このときの路面積雪深と管理水準から決まる。図-1 の場合、除雪回数は、現行管理水準で2回、管理水準を向上させ

ると4回となり、除雪の単価を乗じることで除雪コストが算出される。図-1 上部の路面積雪深に対応した夏期からの旅行時間の変化(分/km 台)

(時間的損失)は、図-1 下部のように示される。旅行時間は路面積雪深の増加に伴い増加し、時間的損失が発生する。除雪を実施しない場合の時刻cまでの時間的損失は▽abcで、現行管理水準で除雪を実施すると時間的損失は▼a'b'c'で示される。除雪を実施する場合、しない場合より□c'a'aa'分時間的損失は小さく、その差が除雪の効果と考えられる。管理水準向上により、時間的損失は小さくなり、除雪を実施しない場合との損失の差は大きくなる。その結果、除雪の効果は増加する。以上の考えに基づき、交通量を考慮した除雪の効果は(1)式のように定式化できる。

$$B = \sum_{\tau} q_{\tau} \cdot (t_{\tau}^{\text{without}} - t_{\tau}^{\text{with}}) \cdot \omega \quad (1)$$

B: 除雪による便益(円)

q_{τ} : 時刻 τ の対象区間交通 量(台)

$t_{\tau}^{\text{without}}$: 除雪を行わない場合 の時刻 τ における

対象区間区間の 所要時間(分)

t_{τ}^{with} : 除雪を行う場合の時 刻 τ における

対象区間区間の 所要時間(分)

ω : 1台あたり時間価値(円/分・台)

ここで、冬期のある道路区間における所要時間t(分)の推計は、路面積雪深・冬期車道幅員を説明変数としたモデル式(リンクパフォーマンス関数(BPR 関数))を使用する。

2. 除雪の効果の試算

一般国道17号(北陸地方整備局)の道路を対象として、上記モデルを用いた除雪効果の試算を行う。

(1) 路面積雪深と冬期旅行速度

路面積雪深と冬期旅行速度の推計にあたっては、昨年度実施した北陸地方整備局における路面状況データと交通観測データを使用した管理水準の検討を使用し、検討結果(夏期と冬期の旅行速度の関係)を図-2に示す。

(2) 除雪水準別便益の試算

(1)で推定したBPR 関数を用いた除雪便益の試算結果を図-3に示す。なお、試算にあたっては、1日あたり単位距離(km)あたりの便益を管理水準別(1~7cm)に計測している。試算に使用した変数について、交通量は実績データに基づき設定

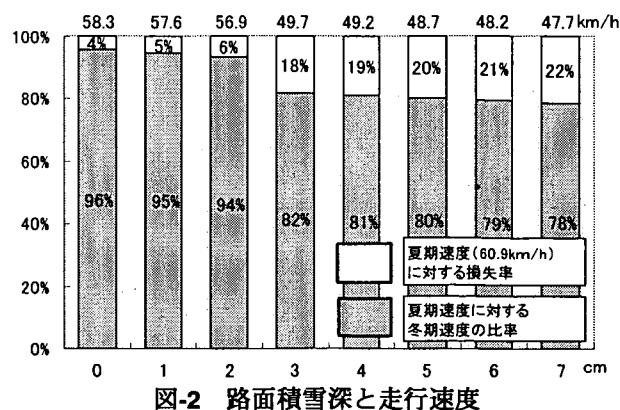


図-2 路面積雪深と走行速度

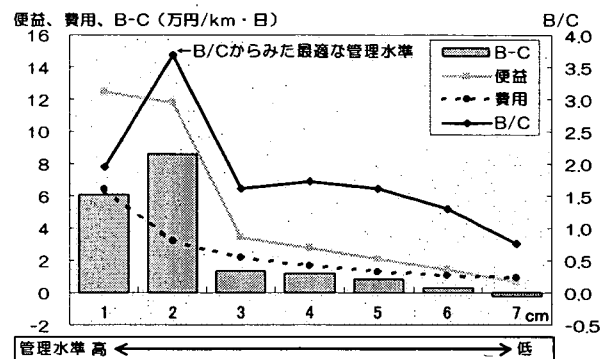


図-3 除雪効果の算定結果

を行った。降雪条件は、日降雪量 20cm とし、路面積雪深への換算率 40%、日最大路面積雪深 8cm と仮想的な状況を想定した。便益に用いる時間価値(円/分)は、道路投資の評価に関する指針(案)に基づき設定を行った。試算結果としては、

- ・除雪実施に伴う走行時間短縮便益は、現行管理水準 5cm とした場合、B/c が 1.5 となり、現行管理水準において事業効果は十分得られる。
- ・仮に B/c 及び B-C を最大化する場合、管理水準を 2cm に引き上げると、その効果は最大となる。

【研究成果】

- ①アウトカム指標として走行速度、アウトプット指標として路面積雪深、冬期車道幅員とした管理水準を提案した。
- ②路面積雪深の増加による旅行速度の低下と時間的損失に着目した走行時間短縮便益の計測手法を提案した。

【成果の発表】

木村、森：冬期道路に係る便益評価について、土木学会、東北支部技術研究発表会 2002

【成果の活用】

- ・冬期道路管理マニュアルへの反映

道路施設の防災事業の優先度評価手法に関する試験調査

Study on Prioritization of Road Components for Disaster Prevention Countermeasures

(研究期間 平成 14～17 年度)

研究官 中尾 吉宏
Researcher Yoshihiro Nakao

Loss of certain road components will have a greater impact on the system performance (e.g., post-earthquake traffic flow) than will other components. The present study develops a measurement for prioritizing road components for disaster prevention countermeasures based on their importance and vulnerability.

〔研究目的及び経緯〕

兵庫県南部地震以降、防災総点検結果に基づいて要対策箇所に対する防災対策が進められており、一定の進捗が見られるが、依然として要対策箇所は残されている。また、公共事業の効果を分かりやすいアウトカム指標で説明することが求められており、防災対策事業についても、厳選された要対策箇所に対して合理的な基準で対策事業に優先順位付けすることにより、明快なアウトカム指標の効率的な向上を図ることが必要とされる。そこで、本研究では、地震災害及び斜面災害の発生可能性や、個々の道路施設の防災上の重要度を考慮し、防災ニーズに関する地域特性も踏まえて防災対策事業の優先度を合理的に評価する手法を開発することを目的としている。

14 年度は、地震防災関係者を対象としたアンケート調査結果を基本としながら、震災対策事業の優先度評価に関わる国内外の文献調査結果も参考にして、道路施設の震災対策の優先度評価にあたって考慮すべき評価項目を抽出するとともに、これらの評価項目の定量的な評価法、評価精度に関する課題、及び実用への課題等について検討し、整理した。

〔研究内容〕

本研究では、地震防災の専門家を対象としたアンケート調査を実施し、対策事業の優先度評価にあたって考慮すべき評価項目を K J 法により抽出・整理した。K J 法は、ブレイン・ストーミングなどで出されたアイデアや意見、または各種の調査の現場から収集された雑多な情報を 1 枚ずつ小さなカードに書き込み、それらのカードの中から類似のもの同士を 2、3 枚ずつ

集めてグループ化していき、それらを小グループから中グループ、大グループへと組み立てて図解するものであり、アンケート調査結果が系統的に整理される。ここでは、このような K J 法による評価項目の抽出・整理に加え、最近の優先度評価に関する国内外の研究成果も参考にして、表-1 に示す評価項目を、防災対策の事業優先度の評価に考慮する項目として抽出した。同表に示される評価項目には、例えば、被害想定や構造的な脆弱性など、内容が重複するものもあるが、ここでは、優先度評価に当たって考慮する対象となり得る評価項目を広く抽出したものである。本研究では、防災対策事業の実務に用いることができる実用的な優先度評価手法を開発することを目的としているため、評価項目の具体的な評価方法や実際の評価にあたって必要となる情報源について整理するとともに、評価精度に関する課題についても取りまとめた。今年度の成果例として、抽出・整理された評価項目、評価項目を評価する際に着目する評価指標、評価に当たって必要となる情報源を表-1 に示す。今後、実務的な優先度評価に考慮する評価項目を表-1 より絞り込み、防災対策の優先度評価手法の開発に結びつける。

〔成果の発表〕

①大谷、日下部、村越：既設道路橋の耐震補強優先度に対する AHP の適用性の検討、既設構造物の耐震補強に関するシンポジウム、2003

〔成果の活用〕

本研究により開発される道路施設の防災対策の優先度評価手法は、道路震災対策便覧の補足マニュアルとして取りまとめる予定であり、道路の防災対策の立案、

評価及び合理化に活用されることが期待される。

表-1. 優先度評価に考慮する評価項目

[illegible]

表-1. 優先度評価に考慮する評価項目

評価項目	評価の視点	評価指標	情報源
大分類：中分類：小分類	評価の視点	評価指標	情報源
路線・区間の概要性（道路利用者の利便性、安全性向上）	-	-	-
平常時の利用	-	-	-
交通容量	交通容量の大きい道路の確保 車道の交通を確保 大容量の交通を確保 歩行者がよく利用する交通を確保 公共交通の交通流を確保	道路幅員 全車両交通量 大容量交通量 通行歩行速度 公共交通利用度合い	道路防災点検（地震調査）データ 道路交通センサデータ 道路交通センサデータ 道路交通センサデータ 道路交通センサデータ
交通状況	-	-	-
地震時の輸送機能	-	-	-
沿道状況	D1D地区、西蔵地区など、被災等の発生が高いと予測される場所への交通を確保 火災発生危険度の高い場所への交通を確保	地域区分 火災危険度	用途区分 火災危険度分布図（ハザードマップ）
防災上の路線区分（緊急輸送道路）	緊急輸送道路や避難所等との交通の確保	防災上の路線区分	緊急輸送道路ネットワーク図
代替性	代替性が無い交通路や、あっても同時にかかる場合は優先	迂回路の有無	道路防災点検（地震調査）データ
二次災害波及性	-	-	-
地下埋設物	地下の鉄道の設置有無 地下の道路の設置有無 地下埋設物の設置有無	鉄道との地下交差条件 道路との地下交差条件 重要物件の有無	道路防災点検（地震調査）データ 道路防災点検（地震調査）データ 道路防災点検（地震調査）データ
備蓄物資の貯蔵	良好な耐震性 良好な耐火性 長期貯蔵可能 長期貯蔵の費用	最悪に優れた性能 補修等が早期かつ低コストで済む	- 道路防災点検（地震調査）データ
経済的なびしき性（構造体としての耐震性の向上）	-	-	-
適用基準	適用される設計基準による耐震性の評価	適用規格及び審判年度	道路防災点検（地震調査）データ
上級構造	-	-	-
構造形式	桁形式による耐震性の評価 平面剛性による耐震性の評価	桁形式 平面剛性	道路防災点検（地震調査）データ 道路防災点検（地震調査）データ
下級構造	-	-	-
材料種類	材料種類による耐震性の評価 断面形状による耐震性の評価 断面積による耐震性の評価 基礎形式による耐震性の評価	材料種類 断面形状 断面積 基礎形式	道路防災点検（地震調査）データ 道路防災点検（地震調査）データ 道路防災点検（地震調査）データ 道路防災点検（地震調査）データ
構造形式	-	-	-
振動防止構造	振動防止構造による耐震性の評価	振動防止構造	道路防災点検（地震調査）データ
支保構造	-	-	-
種類	支保構造による耐震性の評価	支保種類	道路防災点検（地震調査）データ
地盤条件	-	-	-
地盤強弱	地盤強弱による耐震性の評価 液状化危険度による耐震性の評価	地盤強弱（1～4層） 液状化危険度	道路防災点検（地震調査）データ 道路防災点検（地震調査）データ
地盤の強度（地盤強度の考慮）	-	-	-
地盤強度	大規模地盤の強度	地盤の指定強度	震度分布図（ハザードマップ）
活断層の有無	大規模活断層を引き起こす可能性のある活断層の評価 長期的な地震発生確率 地震発生確率が低い場所の確保を優先	活断層 地震発生確率	活断層詳細デジタルマップ 地震発生確率 地震発生確率調査本部報告書
耐震効果性（事業の効果性の向上）	-	-	-
耐震補償工事の要否	-	-	-
耐震補償工事施工に伴う制約事項	耐震補償工事施工に伴う制約事項の程度（対照効果の指標）	補償工事時の周辺環境	道路防災点検（地震調査）データ
耐震補償工事施工の特長性	耐震補償工事施工の特長性（対照効果の指標）	補償作業の所要時間	工法種別
旧工事の耐震度	-	-	-
旧工事施工に伴う制約事項	旧工事施工に伴う制約事項の程度（対照効果の指標）	旧工事時の周辺環境	道路防災点検（地震調査）データ
旧工事施工の特長性	旧工事施工の特長性（対照効果の指標）	旧工事作業の所要時間	道路防災点検（地震調査）データ
ライフサイクルコスト	-	-	-
耐震補償費用	耐震補償に要する費用が安い確保を優先 被災時の復旧費用の高（低）を優先させる	耐震補償費用 被災時の復旧費用（損失）	概算工事費 道路防災点検（地震調査）データ
復旧費用	-	-	-
復旧費用	復旧の駆け付け、耐震補償以外の補修・補修工事との同時進行による工期短縮が早い確保を優先させる	復旧の供用年数	道路防災点検（地震調査）データ

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

地震ハザードマップの作成手法の開発に関する調査

Study on Probabilistic Seismic Hazard Analyses Based on Historical Earthquake Records, Active Faults and Inter-plate Earthquakes

(研究期間 平成 10～14 年度)

研究官 中尾 吉宏
Researcher Yoshihiro Nakao

Probabilistic seismic hazard maps are applied to incorporate regional seismicity into seismic design for various civil infrastructures. In the present study a procedure for probabilistic seismic hazard analyses based on historical earthquake records, active faults and inter-plate earthquakes is developed.

〔研究目的及び経緯〕

我が国では、過去千数百年程度の地震記録が整理されており、それらの記録に基づいて作成された地震ハザードマップが、耐震設計基準における地域性を考慮した設計地震動の設定に活用されている。しかし、活断層に起因する地震の発生間隔が数百年から数千年以上であることを考慮すれば、十分に長い期間の地震記録が地震ハザードマップの作成に用いられてきたとは言えない。また、過去の地震記録を考慮した地震危険度解析では、様々なマグニチュードの地震がランダムな位置及び時間に発生することが想定されるが、活断層やプレート境界では、固有のマグニチュードの地震が固有の場所及び発生間隔で発生するとされている。

本研究は、このような過去の地震の記録期間に関する実状や、活断層及びプレート境界における地震の発生特性を踏まえ、過去の地震記録とともに、近年、蓄積されつつある活断層及びプレート境界地震の情報を考慮できる合理的なハザードマップ作成手法を開発することを目的としている。

14 年度は、これまでに提案した地震ハザードマップ作成手法により、一定の期間において各地域に生じる震度を過去の特定の時点に遡って予測した結果と、気象庁により実際に観測されてきた震度の蓄積情報とを比較することにより、提案手法の予測精度について検証し、最終成果として取りまとめた。

〔研究内容〕

本研究では、これまでに、過去の地震記録、活断層及びプレート境界地震を同時に考慮できる地震ハザ-

ードマップ作成手法を提案している。ここでは、提案手法に基づき、各地域において今後 75 年間に生じる震度を 1926 年 1 月 1 日時点に遡って予測し、1926 年 1 月 1 日以降に気象庁により観測された震度の蓄積情報と比較することにより、提案手法の予測精度を検証した。

〔研究成果〕

1. 地震ハザードマップ作成手法に基づく震度予測

提案手法により、気象庁で震度観測が行われている地点を対象として、1926 年 1 月 1 日より 75 年間に生じる震度予測を行った。提案手法の詳細は〔成果の発表〕の①に譲るが、当該手法では、活断層及びプレート境界地震を考慮することにより、特定の位置で固有の発生履歴・マグニチュードで繰り返し発生する大規模地震が地震動予測に反映される。また、過去の地震記録を考慮した解析を行うことにより、発生位置を予め詳細に特定することが困難な地震の発生位置の概略や規模別の発生頻度が地震動予測に反映される。活断層及びプレート境界地震を考慮した解析では、1926 年 1 月 1 日以前の最新の地震の発生時期が特定されているものについては、地震の発生確率が最新の発生時期からの経過時間に伴って増加することを考慮した解析を行い、それ以外のものについては、地震の発生がポアソン過程に従うものと仮定して解析を行った。また、過去の地震記録を考慮した解析では、地震の発生がポアソン過程に従うものと仮定した。地震危険度解析における地震動予測では、気象庁において震度観測が行われている図-1 に示した地点を対象に、当該地点の地盤条件を考慮して既往の距離減衰式¹⁾により最大加速

度を予測した上で、最大加速度と計測震度との関係式²⁾等を活用して、旧気象庁震度を予測した。予測対象として旧気象庁震度を選定したのは、地震動の記録として最も長期間にわたって整理されているためである。

2. 気象庁の震度情報との比較

図-1に示した地点において1926年1月1日より75年間に観測された震度情報に基づいて、当該期間中における震度と年平均超過確率の関係を算定した。次に、提案手法に基づく解析により得られた1926年1月1日より75年間に生じる震度と超過確率の関係に基づき、当該期間中における震度と年平均超過確率の関係を算定した。震度と年平均超過確率との関係の算定結果を図-2に示す。同図から、震度と年平均超過確率の関係は、稚内を除く地域では、提案手法に基づく解析と震度情報の両者で概ね同一の関係が得られており、提案手法による震度予測は、全国的に一定の精度が確保されていることが認められる。これに対し、稚内における震度と年平均超過確率の関係には、提案手法と震度情報に差異が認められる。これは、提案手法に基づく過去の地震記録を考慮した解析では、地震の発生特性が同一と見なせる地域に対してバックグラウンドゾーンを設定し、過去の地震記録を用いてゾーン内の平均的な地震の発生頻度等を評価して地震動を予測するが、実際にはゾーン内で地震の発生頻度が地域毎に変動しているために、提案手法に基づく解析結果と気象庁による震度情報に差異が生じたものと考えられる。北海道の周辺地域は、太平洋沿岸の地域を除き、地震記録が少なく局所的に発生した地震の記録に起因して地震発生頻度が地域的に大きく変動するため、このような差異が生じたものと考えられ、札幌市や浦河町でも同様の差異が認められた。提案手法では、同一のバックグラウンドゾーン内で地震の発生頻度が大きく変動する地域については、同様の予測精度の問題を抱えているが、全国的には一定の精度で地震動予測が可能となることが明らかとなった。

3. 全国を対象としたモデルマップの試算

予測精度を検証した地震ハザードマップ作成手法により、全国を対象として、2003年1月1日より75年間に生じる地震動の超過確率が10%となる計測震度を予測した結果を図-3に示す。同図では、全国の表層地盤がⅡ種地盤相当であると仮定している。活断層の分布密度が高い中部地方及び近畿地方では大きな計測震度が予測され、地震の発生確率が高い活断層やプレート境界地震の近傍では特に強い地震動が予測された。

【成果の発表】

①日下部他、過去の地震記録、活断層及びプレート境界地震を考慮した地震ハザードマップの作成手法、国

土技術政策総合研究所研究報告、2003、②中尾他：地震ハザードマップ作成手法の開発、土木技術資料、Vol.44、No.8、2002

【成果の活用】

本研究により開発された地震ハザードマップ作成手法は、耐震設計や防災計画における地域性の考慮に活用されることが期待される。

【参考文献】1) Takahashi T., et al.: A Spectral Attenuation Model..., Proc. 6th International Conference of Seismic Sonation, 2000、2) 翠川他、計測震度と旧気象庁震度・・・地域安全学会論文集、Vol.1、1999

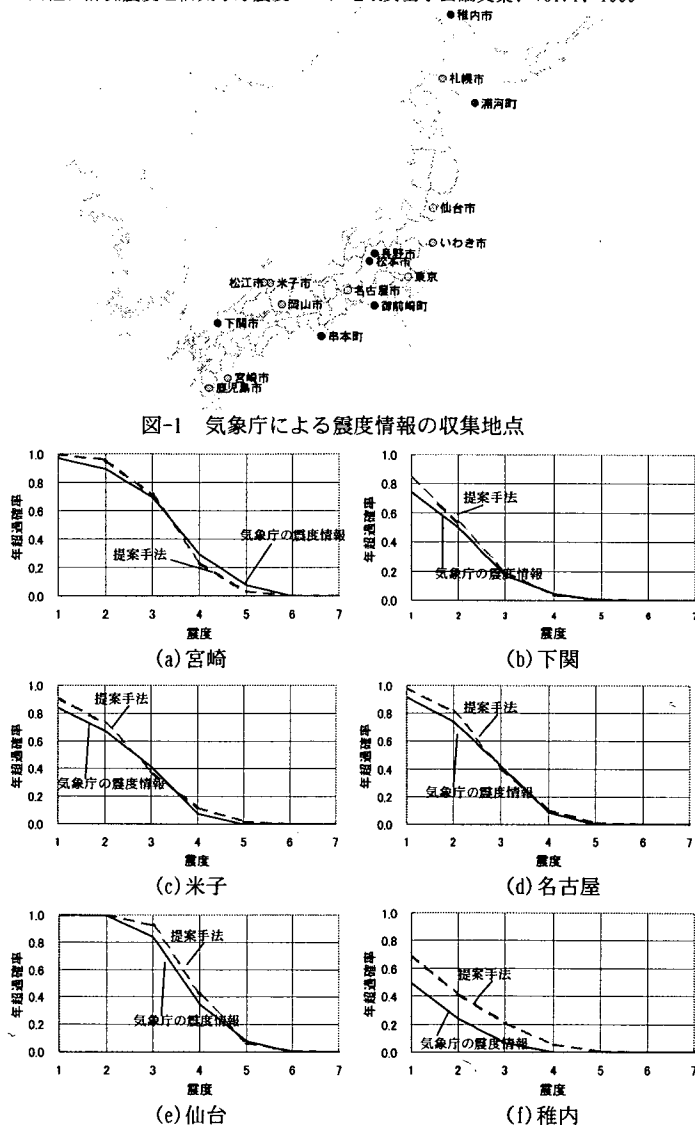


図-2 提案手法に基づく解析と震度情報の比較例

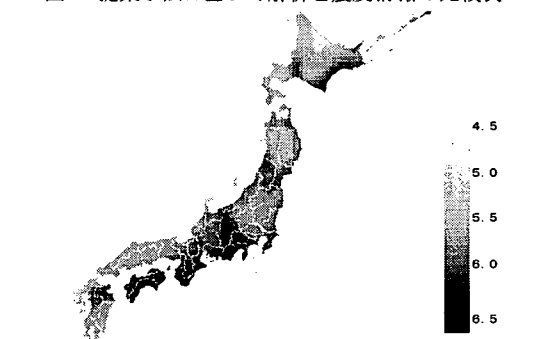


図-3 今後75年の超過確率が10%となる計測震度の試算

マルチヒンジ構造物の設計地震動の設定手法に関する試験調査

Study on Seismic Design Ground Motions for Highway Bridges with Multi Plastic Hinges

(研究期間 平成 13～14 年度)

研究官/ Researcher 中尾 吉宏/ Yoshihiro Nakao
研究員/ Research Engineer 松本 俊輔/ Shunsuke Matsumoto

It is rational to allow predetermined allowable ductility for highway bridges against extremely strong ground motions. The present study explores the effects of ground motion characteristics on nonlinear behavior of highway bridges with multi plastic hinges in order to develop a procedure for setting up seismic design ground motions for ductile structures.

〔研究目的及び経緯〕

兵庫県南部地震において生じたような非常に強い地震動に対しても、道路橋等の構造物の安全性を確保するためには、構造物の塑性化を考慮した耐震設計を行う必要がある。本研究は、免震支承を採用した橋など、複数箇所塑性化が生じる可能性のあるマルチヒンジ構造物の非線形応答に影響を及ぼす地震動特性を明らかにし、そのような地震動特性を考慮した設計地震動の設定手法を開発することにより、マルチヒンジ構造物の耐震設計の合理化に資することを目的とするものである。14年度は、プレート境界型地震及び内陸直下型地震による地震動の工学的特性を考慮して種々の模擬地震動を作成し、免震支承を有する橋脚を対象とした非線形動的解析を多数行うことにより、2つのタイプの地震による地震動の工学的特性がマルチヒンジ構造物の塑性化に及ぼす影響について明らかにするとともに、その結果に基づき、マルチヒンジ構造物を対象とした設計用の非線形加速度応答スペクトルを提案した。

〔研究内容〕

本研究では、はじめに、地震動の振幅特性及び位相特性を種々変更し、プレート境界型地震及び内陸直下型地震による地震動の工学的特性を反映した模擬地震動を作成した。次に、免震橋を対象として模擬地震動を入力地震動とする非線形動的解析を行った。非線形動的解析の結果に基づき、プレート境界型地震及び内陸直下型地震の地震動特性がマルチヒンジ構造物の非線形応答に及ぼす影響について検討し、その結果に基づき、マルチヒンジ構造物を対象とした設計用の非線

形加速度応答スペクトルを提案した。

1. 模擬地震動の作成

プレート境界型地震及び内陸直下型地震により得られた既往の強震記録の位相特性の統計的な性質に基づき、位相特性を変化させた地震動を種々作成した上で、振幅特性を振動数領域で調整し、道路橋示方書に規定されるタイプⅠ及びタイプⅡの地震動の標準加速度応答スペクトルに適合した模擬地震動を作成した。既往の強震記録の位相特性に関する解析結果¹⁾によれば、地震動の長周期成分波の強度が大きくなる時刻 t_l は、短周期成分波の強度が大きくなる時刻 t_s に比べて遅延する。また、どの程度 t_l が t_s に比べて遅延するかは強震記録ごとにばらつきが認められる。模擬地震動の作成では、既往の強震記録の解析結果¹⁾を参考に、時刻 t_l が t_s に比べて遅延する程度が大中小となる位相特性を持つ模擬地震動を作成した。13年度は、プレート境界型地震及び内陸直下型地震による地震動の位相特性として、1質点系の非線形応答に特に大きな影響を及ぼす位相特性を持つ模擬地震動を作成し、2質点系の非線形応答に及ぼす影響について予備的な検討を行った。これらの模擬地震動は、 t_l が t_s に比べて遅延する程度が小さいものであった。これに対し、14年度は、これらの模擬地震動が2質点系に対しても影響が大きいとは限らないことから、 t_l が t_s に比べて遅延する程度が大きいものと、中程度の模擬地震動を、地震のタイプごと及び地盤種別ごとに作成した。模擬地震動の例として、プレート境界型地震のⅠ種地盤を対象に作成した模擬地震動を図-1に示す。

2. 非線形動的解析

免震橋は、支承及び橋脚を、それぞれ、上バネ及び下バネとする2質点系弾塑性型せん断バネモデルによってモデル化した。非線形動的解析では、橋脚の降伏耐力を変更した解析を繰り返し行うことにより、橋脚の応答塑性率 μ が $\mu=2$ 又は 4 となる場合の上部工慣性力作用位置における非線形加速度応答スペクトルを算定した。2質点系の初期固有周期は、上バネの下バネに対する剛性比を 0.2 又は 0.4 に固定したそれぞれのケースについて、上バネと下バネの剛性の組み合わせを変更することにより、1次モードの初期固有周期を種々変更した非線形動的解析を行った。橋脚の非線形履歴モデルとしては修正武田モデルを仮定し、免震支承についてはバイリニアモデルを仮定した。また、2質点系の減衰には、初期剛性比例型のレーリー減衰を用いることとし、2質点系の1次モードの減衰定数は 5% とした。

【研究成果】

1. 2質点系に影響を及ぼす地震動特性

プレート境界型地震と内陸直下型地震の地震動の工学的特性を考慮して作成した模擬地震動を入力地震動として用い、非線形動的解析を行った結果を図-2に示す。同図は、解析結果例として、I種地盤の模擬地震動を用いた場合に算定された上部工慣性力作用位置における非線形加速度応答スペクトルを示したものである。図-2では、1質点系の非線形応答に最も大きな影響を及ぼす位相特性を持った模擬地震動の解析結果については太線で、それ以外の位相特性を持った模擬地震動の解析結果については細線で非線形加速度応答スペクトルを示している。同図から、太線で示された非線形加速度応答スペクトルはその他のスペクトルに比べて大きく、1質点系の非線形応答に最も大きな影響を及ぼす模擬地震動は、2質点系の非線形応答に対しても最も大きな影響を及ぼすことが認められる。

2. 非線形加速度応答スペクトルの提案

2質点系に最も大きな影響を与える位相特性を持った模擬地震動を入力地震動とした場合の非線形動的解析結果に基づき、図-3に示す設計用の非線形加速度応答スペクトルを提案した。ここで、上バネの下バネに対する剛性比が 0.2 と 0.4 の場合については、解析結果に大きな差異が認められなかったことから、提案スペクトルは剛性比が 0.2 の解析結果に基づいている。現行の道路橋示方書では、エネルギー一定則に基づき応答塑性率のみを考慮して設計用の非線形スペクトルを算定しているため、固有周期の長い構造物が塑性化した場合に特に地震力が低減する効果は考慮されない。

これに対し、提案スペクトルは、図-3でスペクトルがフラットな固有周期帯から認められるように、固有周期が長い構造物については、固有周期が短いものよりも設計用の非線形加速度応答スペクトルが小さく算定されており、免震支承を採用して長周期化を図った構造物が塑性化した場合の地震力の低減効果を反映した結果が得られている。

【成果の発表】 ①中尾ほか：等価減衰定数によるリダクションファクタースペクトル、第6回地震時保有耐力法に基づく橋梁等構造の耐震設計に関するシンポジウム、2003

【成果の活用】 提案した非線形加速度応答スペクトルは、免震橋脚が塑性化した場合に作用する地震力を精度良く与えるものであり、動的照査法で耐震性を照査する橋脚断面の設計を合理化・効率化することができる。また、提案スペクトルは、道路橋示方書に反映されることも期待される。

【参考文献】 1) 中尾他：構造物の塑性化を考慮した設計地震動、土木技術資料、2001年

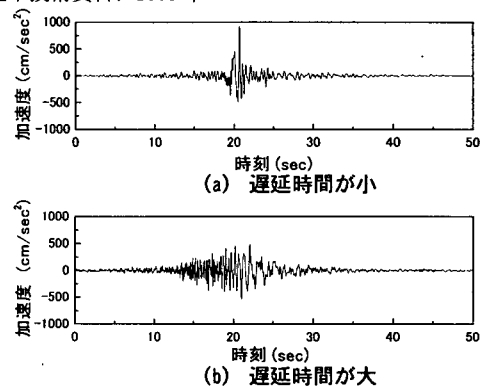


図-1 模擬地震動の例（プレート境界型地震、I種地盤）

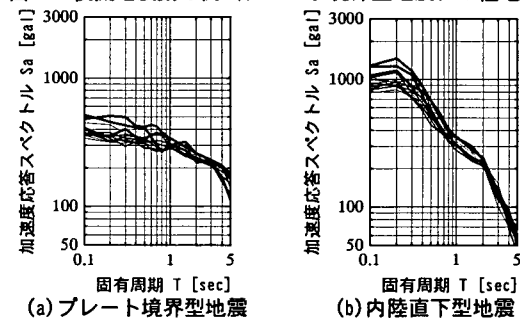


図-2 非線形加速度応答スペクトル（I種地盤、剛性比 0.2 ）

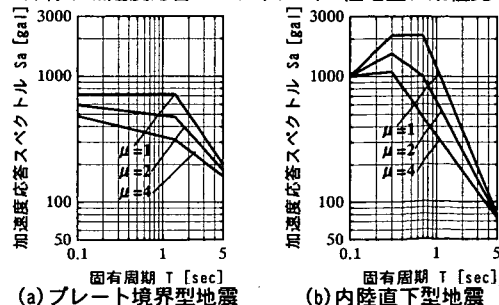


図-3 設計用の非線形加速度応答スペクトル（I種地盤の例）

大規模地震を想定した長大橋梁の耐震設計法の合理化に関する試験調査

Study on Seismic Design Method for Long-span Bridges against Major Earthquakes

(研究期間 平成 10～14 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

主任研究官 片岡 正次郎
Senior Researcher Shojiro KATAOKA
研究員 松本俊輔
Research Engineer Shunsuke MATSUMOTO

A stochastic Green's function method is developed and applied to the simulation. The near-field ground motions caused by the 1923 Kanto and the 2000 Tottori-ken Seibu earthquakes are simulated by the proposed method. The synthetic earthquake motions are in good agreement with the observed records and simulated waves obtained by different methods in earlier studies.

〔研究目的及び経緯〕

東京湾口、伊勢湾口等において超長大橋の建設が計画されているが、これらの地域は過去の大地震の震源近傍に位置し、極めて厳しい地震環境下にあるため、大規模地震を想定して設計地震動を設定する必要がある。一方、震源断層の破壊過程をモデル化して強震動を合成する、断層モデルを用いた地震動推定手法が提案されてきており、大規模地震の震源近傍で発生する強震動についてもその有効性が認識されつつある。本課題は、断層モデルを用いた地震動推定手法の実用性を高め、その推定地震動に基づく設計地震動の設定手法を提案することを目的としている。14年度は、提案している断層モデルを用いた地震動推定手法をさらに高度化するとともに、1923年関東地震及び2000年鳥取県西部地震の震源近傍における強震動のシミュレーションを行い、既往の研究や強震記録と比較することで、手法の妥当性を検証した。

〔研究内容〕

中小規模の地震による工学的基盤（S波速度700m/s相当）における地震動の推定式を新たに作成し、それらの推定式から作成した地震動を合成することにより、大規模地震の地震動を推定する手法を開発した。

本手法により、1923年関東地震（気象庁マグニチュード $M_J = 7.9$ ）によって生じた地震動のシミュレーションを行った。

測地学的データと遠地の地震記録から逆解析で求められた断層モデルから、内陸地震について提案されている手順により矩形アスペリティ（特にすべり量の大きい領域）を抽出した。

図-1 に 1923 年関東地震の断層モデルと抽出した矩形アスペリティを示す。この断層モデルを用いて本手法により 1923 年関東地震の地震動を推定し、距離減衰式及び既往の研究と比較した。

〔研究成果〕

図-1 に示した範囲について、緯度・経度とも 0.10° 間隔に地震動の推定を行い、その最大速度と距離減衰式と比較したものが図-2 である。ここでは等価震源距離を距離の指標とし、プレート間地震を対象とした距離減衰式と比較している。この図によると、震源距離が大きくなるにしたがって推定値は距離減衰式よりも小さくなる傾向があるが、震源近傍では推定値と距離減衰式はよく一致している。

既往の研究では、統計的グリーン関数法により図-1

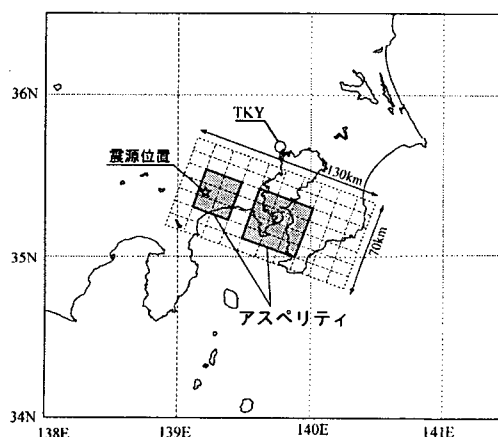


図-1 対象地震の断層面と TKY の位置

のTKY（東京気象官署: 35.687N, 139.758E）の工学的基盤における地震動が推定されており、最大加速度 $242[\text{cm/s}^2]$ 、最大速度 $30.9[\text{cm/s}]$ の推定地震動が得られている。また、経験的グリーン関数法により、TKY から約 1.5km の地点での工学的基盤における地震動が推定された例もあり、最大加速度 $351[\text{cm/s}^2]$ 、最大速度 $42.9[\text{cm/s}]$ の推定地震動が得られている。

本手法により TKY の位置での工学的基盤における地震動を推定した結果、推定地震動の最大加速度は $227[\text{cm/s}^2]$ 、最大速度は $38.9[\text{cm/s}]$ となった。これらは、上記の既往の研究による結果と調和的である。

また、TKY 地点直下の地盤構造モデルを用いて、工学的基盤における地震動から地表面の地震動を試算した。図-3(a) にその加速度波形と速度波形を示す。また、図-3(b) は、その速度応答スペクトルを既往の研究による地表面での推定地震動と比較したものである。図中のSGMとEGMが既往の研究結果を示しており、SGMは統計的グリーン関数法による結果、EGMは1990年神奈川県西部地震 ($M_j = 5.1$) のTKYにおける加速度記録を用いた経験的グリーン関数法による結果である。この図によると、本手法による推定地震動は既往の研究と比較して、固有周期 $0.2[\text{s}]$ 付近でやや小さいが、全体的にはよく一致していることが分かる。

以上のように、距離減衰式や既往の研究結果とよく一致する結果が得られていることから、ここで用いた統計的グリーン関数法は、海溝性地震の地震動を推定する有効な手法であるといえる。

ここでは1923年関東地震を対象とした結果を示したが、2000年鳥取県西部地震について同様の検討を行い、強震観測記録と比較することによって内陸地震に対する本手法の妥当性も検証した。

【成果の発表】

統計的グリーン関数法を用いた震源近傍における強震動のシミュレーション, 第11回日本地震工学シンポジウム論文集, pp.561-566, 2002.

K-Net 強震記録に基づく工学的基盤における加速度応答スペクトルと経時特性の推定式の検討, 第11回日本地震工学シンポジウム論文集, pp.615-620, 2002.

加速度応答スペクトルの放射特性補正係数の経験的モデルに関する研究, 構造工学論文集, Vol.49A, 2003.

【成果の活用】

本研究で暫定案として提示した動的応答解析用入力地震動は、現在、東京湾口、伊勢湾口、紀淡海峡横断道路等の試設計のための耐震安全性検討に用いられている。また、開発した地震動推定手法は個別橋梁の設計地震動の設定にも活用されている。

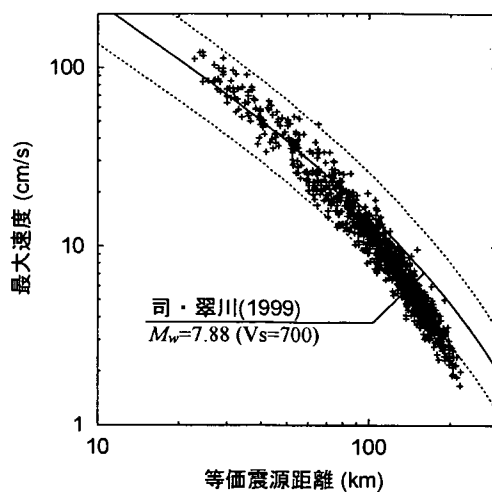
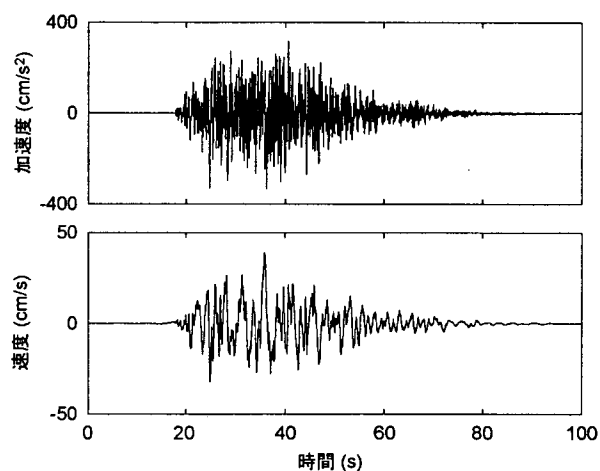
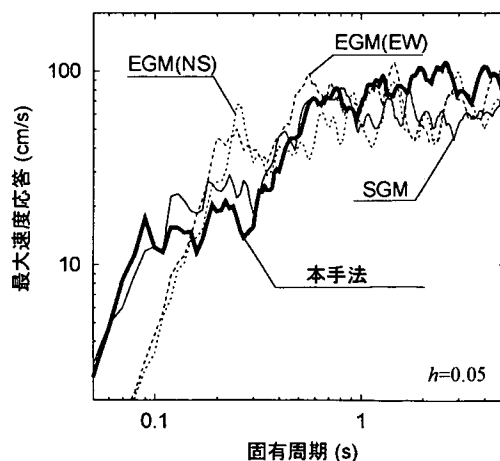


図-2 推定地震動の最大速度 (+) と距離減衰式の比較



(a) 加速度・速度波形



(b) 速度応答スペクトル

図-3 TKY における地震動の推定結果

道路網の合理的な地震時リスク評価技術の開発

Development of Fragility Curves for RC Piers on Highway

(研究期間 平成 12～14 年度)

危機管理技術研究センター地震防災研究室 主任研究官 真田晃宏
Earthquake Disaster Prevention Division, Research Center for Disaster Risk
Management, Senior Researcher Akihiro SANADA

The fragility curves of reinforced concrete piers were developed only for bending failure type. However, not only bending failure but also bending damage to shear failure transfer type is also occurred. Therefore, we develop the fragility curves of RC piers considering three types of failures.

〔研究目的及び経緯〕

地震時の緊急物資輸送計画等を事前に検討するための地震後の利用可能な道路網状況の推定、震後の迅速かつ適切な対応を行うための地震発生直後における構造物に関する被害推定等を行うためには、想定される地震動強度又は観測された実地震動強度と構造物・施設等の被害程度及びその発生確率との間の関係（被害関数）を評価する必要がある。

そこで、本研究では、その被災により道路通行機能に著しい影響を及ぼす構造物を対象に被害関数の開発を行ってきた。対象とした構造物は、RC 橋脚、道路路面、道路擁壁である。道路路面、道路擁壁については、兵庫県南部地震時の被災データと観測された地震動強度をもとに、被害関数を検討した。RC 橋脚については、過去の地震時の被害データを活用するとともに試設計を行い、解析的に被害関数を検討した。

RC 橋脚については、道路橋示方書に準拠し設計がなされる。道路橋示方書については、逐次改訂されており、適用された示方書により地震動に対する耐震性能が異なってくる。本研究では、適用示方書の違いを踏まえた上で、地震動特性値と RC 橋脚に発生する被害程度の関係を動的解析により検討した。昨年度においては、曲げ破壊に対する適用示方書別被害関数を開発した。しかし、RC 橋脚の被害形態は、「曲げ破壊型」だけでなく、曲げ変形が生じた後にせん断損傷により破壊する「曲げせん断破壊型」、「せん断破壊型」も存在する。そこで、平成 14 年度においては、過年度に検討した曲げ破壊を考慮した被害関数をベースに、これら 3 つの異なる破壊型を考慮した被害関数を開発することとした。

〔研究内容〕

せん断破壊に関する照査を新たに追加した点を除いては、以下に示す昨年度と同一手法に従った。

(1) 橋脚の選定

橋脚については、適用示方書年次の違いにより 5 分類（昭和 55 年より前、昭和 55 年、平成 2 年、平成 7 年復旧仕様、平成 8 年）するとともに、RC 橋脚の固有周期の違いにより 4 分類（0.3 秒～0.4 秒以降 0.1 秒ピッチで 0.6 秒～0.7 秒まで）し、合計 20 分類とした。これら 20 分類それぞれにおいて、適用示方書が昭和 55 年以降のものについては試設計データをもとに、また、昭和 55 年より前の示方書を適用したものについては実橋脚データをもとに、降伏水平震度及び終局塑性率が平均的な橋脚を 1 基ずつ合計 20 基選定した。

(2) 動的解析モデル

動的解析に当たっては、RC 橋脚を 1 自由度非線形せん断バネ振動系に置き換えた。非線形履歴復元力モデルにはひび割れの影響を無視した武田モデルを用い、減衰定数は 5%を基本とした。

(3) 入力地震動

動的解析に用いた入力地震動としては、国内の地盤上で得られた 197 組 394 成分の水平成分強震記録にその後発生した最大加速度 300gal 以上の地震から得られた強震記録を地震動タイプ（プレート境界型、内陸直下型）、及び地盤種別（3 種別）の合計 6 分類し、各区分において加速度応答スペクトル特性の違いを考慮し、6 分類合計で 11 波形を選定した。その後、11 波形それぞれについて、SI 値が 50、90、120、150 及び 180cm/sec となるよう振幅調整を行い入力地震動とした。

(4) 破壊形態の照査方法

破壊形態は、次のとおりとした。

① $P(t) \leq P_y$ のケース

$P(t) > S(Cc=1.0)$ でせん断破壊が生じる。

② $P_y < P(t) \leq P_u$ のケース

プレート境界型地震動 $P(t) > S(Cc=0.6)$

内陸直下型地震動 $P(t) > S(Cc=0.8)$

の場合に曲げせん断破壊が生じる。

③ $P(t) > P_u$ のケースでは曲げ破壊が生じる。

ここで、 $P(t)$ ：発生水平力、 P_y ：降伏耐力、 P_u ：終局耐力、 S ：せん断耐力、 C_c ：道路橋示方書に示される補正係数（以下に補足）。

ここで、今年度新たに考慮することとしたせん断破壊について、コンクリートの負担するせん断応力は荷重の正負交番繰り返し効果により低下することが模型実験等で明らかにされている。このため、道路橋示方書では、正負交番繰り返しの影響を考慮するための補正係数 C_c を繰り返し特性が異なる地震動タイプ別に定めている（タイプⅠ地震動：補正係数 0.6。タイプⅡ地震動：補正係数 0.8）。本研究では、この補正係数の考え方を導入し上述の照査方法とした。

(5) 被害程度の判定方法

曲げ破壊型橋脚については、昨年度と同一（最大応答塑性率の大きさに基づく 4 段階。表-1 参照）の判定方法とした。せん断破壊及び曲げせん断破壊型橋脚については、いずれの場合についても、曲げ破壊型における被害程度 A に相当するとした。これはせん断破壊においては、脆性的に破壊が生じるためである。また、曲げせん断破壊型においては、曲げ変形が先行して生じその後せん断破壊が生じることからある程度の変形は期待できるものの定量的には評価が困難であるため変形を見込まない安全側の判定としたためである。

表-1 被害程度の判定方法

	曲げ破壊型橋脚の被害程度の評価	せん断・曲げせん断破壊型橋脚の被害程度の評価
Aランク	$\mu_u < \mu_{max}$	せん断損傷、曲げせん断損傷が生じる場合はすべて A ランク
Bランク	$\mu_a < \mu_{max} \leq \mu_u$	
Cランク	$1.0 < \mu_{max} \leq \mu_a$	
Dランク	$0 < \mu_{max} \leq 1.0$	

(6) 被害関数形

被害関数形については、発生確率が標準正規分布の累積確率を用いて対数正規分布で表せると仮定した。

【研究成果】

昭和 55 年より前及び昭和 55 年の道路橋示方書について曲げ破壊に加えせん断破壊を考慮し被害関数を作成した。平成 2 年以降の道路橋示方書準拠の RC 橋脚については曲げ破壊のみ考慮することで十分であることから昨年度に作成した被害関数が生かせることを確認した。以下、成果の詳細を述べる。

昨年度解析対象とした RC 橋脚の水平力-水平変位関係とせん断耐力の大きさから、平成 2 年以降の道路橋示方書に準拠した橋脚については、曲げ破壊のみ生じることが確認できた。このことから、せん断損傷を考慮すべきは、昭和 55 年より前及び昭和 55 年の道路橋示方書となった。このうち、”道路橋示

方書昭和 55 年より前”のせん断破壊を考慮した被害関数を図-1 に示す。図中には曲げ損傷のみ考慮した場合の被害関数も併せて示した。

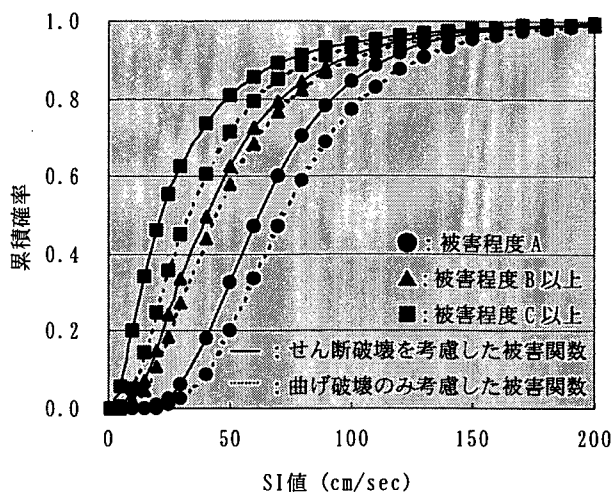


図-1 せん断破壊を考慮した被害関数

次に曲げ破壊及びせん断破壊を考慮した道路橋示方書年次別の被害関数のうち被害程度 A について図-2 に示す。示方書年次が新しくなるに従い被害発生程度が抑制される傾向が現れた被害関数を開発できたことが確認できる。ここでは被害程度 A の被害関数を示したが、被害程度 B 以上及び C 以上についても同様に被害関数を作成することができた。

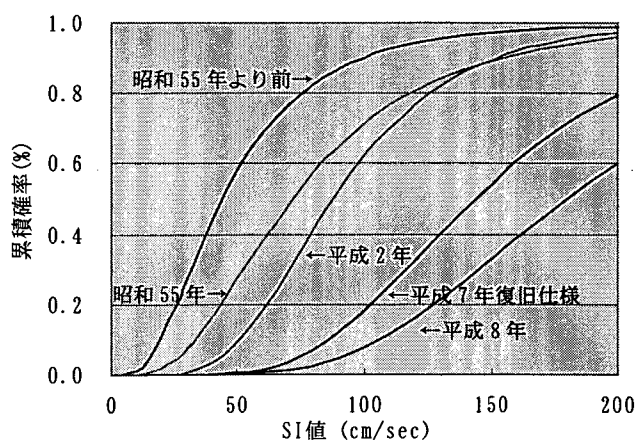


図-2 道路橋示方書年次別被害関数（被害程度A）

【成果の発表】

動的解析を用いた RC 橋脚の被害関数に関する基礎的検討，土木学会第 57 回年次学術講演会講演概要集，pp1509-1510，2002.9

【成果の活用】

近畿地方整備局京都国道工事事務所における管内被害想定を作成において本研究結果が利用された。また、今後は、国、地方自治体等における被害想定を作成にあたって活用されるよう働きかけていく予定である。

道路橋の計画的な管理手法に関する試験調査

Research on planned management method of existing highway bridges

(研究期間 平成 14 ～ 16 年度)

室長 中谷昌一

Head Shoichi Nakatani

研究官 廣松新

Researcher Arata Hiromatsu

主任研究官 玉越隆史

Senior Researcher Takashi Tamakoshi

研究官 池田明寛

Researcher Akihiro Ikeda

In order to develop management system of existing highway bridges, it is needed to develop inspection method more rationally. The purpose of this study is to clarify damage mechanisms of highway bridges and propose advanced inspection method based on the damage mechanisms. The result of this study will be reflected to the bridge management method of MLIT.

【研究目的および経緯】

膨大な量に達した道路橋ストックを限られた予算および人員の制約条件下で維持管理し、道路ネットワークのサービス水準を維持する必要がある。

現在、道路局では、「安全で安心できる暮らしの確保」に向けて「更新時代への準備」を重点課題の一つと位置づけ、平成16年度試行を目標に、道路構造物（橋梁、トンネル、舗装）を計画的かつ効率的に維持管理していくためのマネジメントシステムの構築を行うこととしている。

本研究では、左記のうち道路橋における計画的な維持管理に資する技術的支援を行うことを目的に、道路の計画的な管理手法の基本的枠組みの検討および、道路橋の損傷事例や補修補強事例の整理をととした点検手法、健全度評価手法、劣化予測手法、補修補強工法の評価手法などの検討を行う（図-1）。

【研究内容および成果】

平成14年度は、道路の計画的な管理手法の基本的枠組みの検討と、道路橋としての計画的な管理手法に関して床版の疲労耐久性の評価手法の検討を行った。

1. 計画的道路管理手法の基本的枠組みの検討



2. 道路橋の計画的な管理手法の検討

- (1) 損傷事例の整理
- (2) 過去の補修補強事例の評価
- (3) 効果的な点検手法の検討
- (4) 健全度の評価、劣化予測手法に関する検討
- (5) マネジメントシステムの試験運用
- (6) 試験運用後の見直し



3. とりまとめ

- (1) 道路橋の計画的な管理手法の提案
- (2) 今後の技術開発の方向性の提示

図-1 研究フロー

1. 道路の計画的な管理手法の基本的枠組みの検討
国内外の道路管理の実状調査を行った結果を参考に、図-2に示す基本的な枠組みを提案した。

図-2は、道路施設の建設費、供用後の維持・修繕費や更新費を含むライフサイクルコスト（LCC）の縮減を図ることを目的として、将来の道路施設の健全度を予測することにより維持・修繕等の最適な時

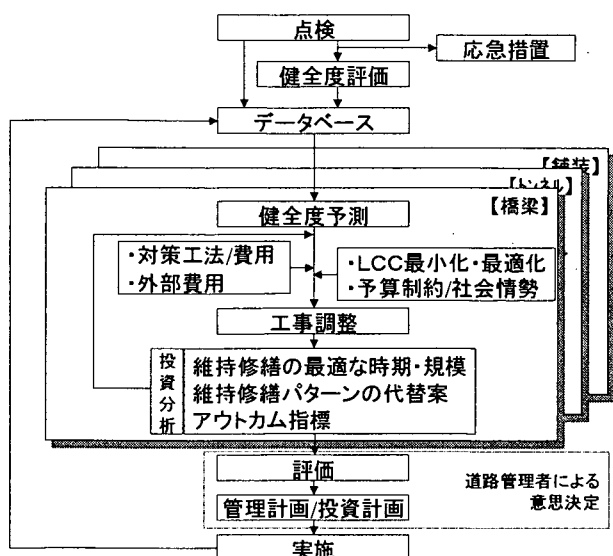


図-2 道路の計画的な管理手法の枠組み(案)

期・規模等を計画的かつ合理的に策定するための枠組みを整理したものである。またここでは、道路資産の主要構成要素である舗装、橋梁、トンネルを対象とした。

次に、この構築に向けた道路橋分野における課題の抽出を行った。以下に主要な課題の具体を例示する。なお、健全度の指標として今年度は物理的な劣化に着目することとし、機能的陳腐化や経済的効率性の低下等は扱っていない。

①点検

効果的な点検手法の確立には、道路橋に生じている部位部材の劣化・損傷の種類やその発生位置、それぞれの進展過程および原因等の特徴を把握したうえで、構造物の安全性や第三者被害防止等の観点から合理的かつ効率的な点検や調査の体系の検討を行うとともに、それぞれに相応しい方法・頻度等を検討する必要がある。

②健全度予測

劣化の予測手法は、蓄積された点検データからの回帰による手法に加え、理論的な劣化のメカニズムを踏まえた、より合理的な予測手法を検討し、精度の向上を図る必要がある。

③対策工法

生じている劣化・損傷に対して適当な対策工法を選定する必要がある。そのためには、既往の補修・補強工法が適用可能な劣化・損傷とその規模、それ

らの効果および費用、さらに補修後の劣化予測手法等の検討が必要である。また健全度をどこまで回復するかといった管理目標の考え方の検討も不可欠である。

2. 床版の疲労耐久性の評価手法に関する検討

土木研究所橋梁研究室では平成12年度までに、実車両の走行をモデル化した輪荷重を移動载荷して各種床版の疲労破壊メカニズムや補修・補強の効果を把握する目的で輪荷重走行試験を行っている。本研究では、この試験で得られたデータを活用し、床版の疲労耐久性を評価するための基礎としてデータベースを構築した。対象は、鉄筋コンクリート床版、プレストレストコンクリート床版、鋼コンクリート合成床版および補強床版の全40供試体であり、これらの構造諸元、たわみ、鉄筋ひずみ、ひびわれ幅、ひびわれ密度、载荷荷重および载荷回数データを格納している。また、各種床版の輪荷重による劣化メカニズムを多角的に検討することで疲労耐久性を評価し得る指標を抽出する端緒として、床版種別ごとに表-1に示すデータ間の関係を分析した。

表-1 データの組合せ

	载荷回数	床版たわみ	主鉄筋		配力鉄筋		ひびわれ密度	ひびわれ幅
			引張	圧縮	引張	圧縮		
载荷回数	—	●	●	●	●	●	●	●
床版たわみ	—	—	●	●	●	●	●	●
主鉄筋	引張	—	—	—	●	●	●	●
	圧縮	—	—	—	—	●	●	●
配力鉄筋	引張	—	—	—	—	●	●	●
	圧縮	—	—	—	—	—	●	●
ひびわれ密度	—	—	—	—	—	—	—	●
ひびわれ幅	—	—	—	—	—	—	—	—

【成果の活用】

14年度の成果を基に、道路橋の損傷形態や発生部位毎の劣化過程の整理をすすめ、劣化過程と、現状の点検から入手可能な情報との対応を整理した上で、より合理的な点検手法の提案を行う。

床版の疲労耐久性に関しては、平成14年度に構築したデータベースを活用し、床版の疲労損傷過程およびこれに影響を与える要素を分析し、床版の劣化予測曲線の提案を行う。

最終的な研究成果は、平成16年度の試験運用が計画されている道路アセットマネジメントシステム(J-RAMS)と点検要領の更新に反映される予定である。

道路維持管理の効率化のための情報基盤の整備に関する調査

Research on the construction of information platform for the efficient road management

(研究期間 平成 14～16 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	奥谷 正
Head	Tadashi OKUTANI
主任研究官	金藤 康昭
Senior Researcher	Yasuaki KINTO
交流研究員	井上 隆義
Interchange Researcher	Takayoshi INOUE

In order to achieve the efficient road management, the efficient and prompt update methods for MICHl (a database system for road management) have been investigated. Collaborations with the related dynamic data systems using GIS functions of MICHl have also been studied.

【研究目的及び経緯】

本研究は道路維持管理の効率化のために道路管理関係データベース (MICHl) システムのデータ更新の効率化、迅速化と MICHl システムの GIS 機能を利用した、関連する動的データシステムとの連携手法についての調査、検討をおこなうものである。

平成 14 年度においては、国総研に MICHl システムを設置すると共に、地方整備局のデータを収納し全国システムとして稼働検証を行うとともに、光ファイバネットワークを利用して、本省、地方整備局において国総研の MICHl システムが閲覧可能であることを確認した。また、関連するシステムとして、CCTV 画像共有システムとの間で CCTV のメタデータ及び基盤地図の交換を行い、ネットワーク上のパソコンから MICHl システムと映像情報システムなど複数のアプリケーションを一体のものとして扱えることを実証した。

【研究内容】

(1) 新 MICHl システムのネットワーク対応検証

従来の MICHl システムが事務所毎にデータベースを構築し運用していたが、新 MICHl システムではネットワークへの対応と、WebGIS を用いたユーザインターフェースを実装することによって、データ更新の効率化と遠隔地からのアクセスが可能となった。このため、国総研内に新 MICHl システムを設置し、光ファイバネットワークと接続すると共に、国総研のサーバに対して本省、地方整備局等から迅速なデータ取得が可能であることを検証した。

(2) MICHl システムと映像情報システムとの連携

新 MICHl システムが GIS をベースとしたユーザインターフェースを実装していること及びネットワークに

対応したことで、国土交通省における空間データの GIS 上での連携について新 MICHl システムをベースとして検証を行うこととした。

映像情報システムは全国の CCTV 画像を、ネットワークを利用して共有を図るものであり、メタデータによって、映像の所在管理、検索を実現している。

独立したシステムの空間データを WebGIS 上に展開、提供する場合 (映像情報システムとの連携ではカメラレイヤーの作り方がこれにあたる) の考え方として以下の 2 つの方法があり、経済性、現在のパソコン性能等を考慮した検討を行った。

- ① 1 つの GIS サーバ内に各システムデータレイヤーを作成、重畳し提供する方法
- ② 各システムから統一した形式のレイヤーを作成しクライアント側で重畳する方法

また、データの交換、重畳を煩雑化させないために統一したデータの交換形式についても検討を行った。

【研究成果】

(1) 新 MICHl システムのネットワーク対応検証

国総研に設置した MICHl サーバと光ファイバネットワークを接続し、本省、関東地整からのアクセスを行い、国総研内での利用と変わらないレスポンスが得られた。なお、国総研-本省-関東地整間のネットワーク環境は両区間共 1Gbps であり、実効容量が 10Mbps を下回る環境においては地図のスクロール等の動作時間が延びる傾向にある。

これは新 MICHl システムで用いている地図データが国土地理院の数値地図 25000 のラスターデータであるためと考えられ、H15 に整備が完了する同数値地図のベクターデータと入れ替えることによって、ネットワ

道路橋設計基準の性能規定化に関する検討

Study on performance based design of specifications for highway bridge

(研究期間 平成 14～15 年度)

室長 中谷昌一

主任研究官 玉越隆史

Head Shoichi Nakatani Senior Researcher Takashi Tamakoshi

研究官 川端淳

研究官 中洲啓太

研究員 石尾真理

Senior Researcher Sunao Kawabata Researcher Keita Nakasu Research Engineer Mari Ishio

The purpose of this study is to investigate about performance based design in advance of next revision of specifications for highway bridge. In this year, in order to clarify the problems of present specifications from the viewpoint of performance based design, classification and relationship analysis of present specifications were carried out.

[研究目的および経緯]

国際化、透明性の確保、コスト縮減、新技術採用の促進等の観点から、技術基準の性能規定化が求められている。こうした中、道路橋の設計基準である道路橋示方書は、平成 14 年 3 月に性能規定化の第一段階として、従来規定から要求事項を抽出し、個別の構造細目や照査式などは要求事項を満足するための一仕様とする書式への改訂が行われた。一方、許容応力度設計法から限界状態設計法への書式の見直し、示方書の編構成や法律的な位置づけの再考、検証法の充実や要求事項を満足するかどうかを認証する仕組みづくりなどの課題が残されている。本検討は、道路橋示方書の次期改訂の基本方針策定に向け、さらなる基準の性能規定化に向けた基礎的調査を実施するものである。

平成 14 年度は、現行の道路橋示方書の各規定を性能規定化の体系を考慮して整理し、性能規定化にあたり、現在の道路橋示方書が抱える課題を明らかにした。

[研究内容および成果]

道路橋示方書の次期改訂方針の策定にあたって、現在の道示の課題を抽出するために、現行規定のマッピ

ング作業を実施した。マッピングの方法は、性能規定化の体系を想定した様式（横軸に 7 つの基本理念、①使用目的との適合性、②構造物の安全性、③耐久性、④施工品質の確保、⑤維持管理の容易さ、⑥経済性、⑦環境との調和、を、縦軸に、①照査方法の基本、②荷重、③照査における具体的な計算方法）に現行規定をあてはめることにより行った。

これにより、照査方法が存在しないもの（コンクリート床版の疲労耐久性、騒音・振動など環境への影響）、要求性能との関係が不明確であるもの（たわみの許容値、コンクリート部材の部材厚・ハンチ等の構造細目）、照査法相互の関係が不明確なもの（P C 構造と R C 構造の許容応力度）など、性能規定化にあたって、現行の道路橋示方書が抱える課題を明らかにすることができた。図-1 にコンクリート橋編を例としてマップ（樹形）図を示す。

[成果の活用]

ここでの成果は、次期道路橋示方書改訂の基礎的枠組みを検討するための基礎的資料として活用する。

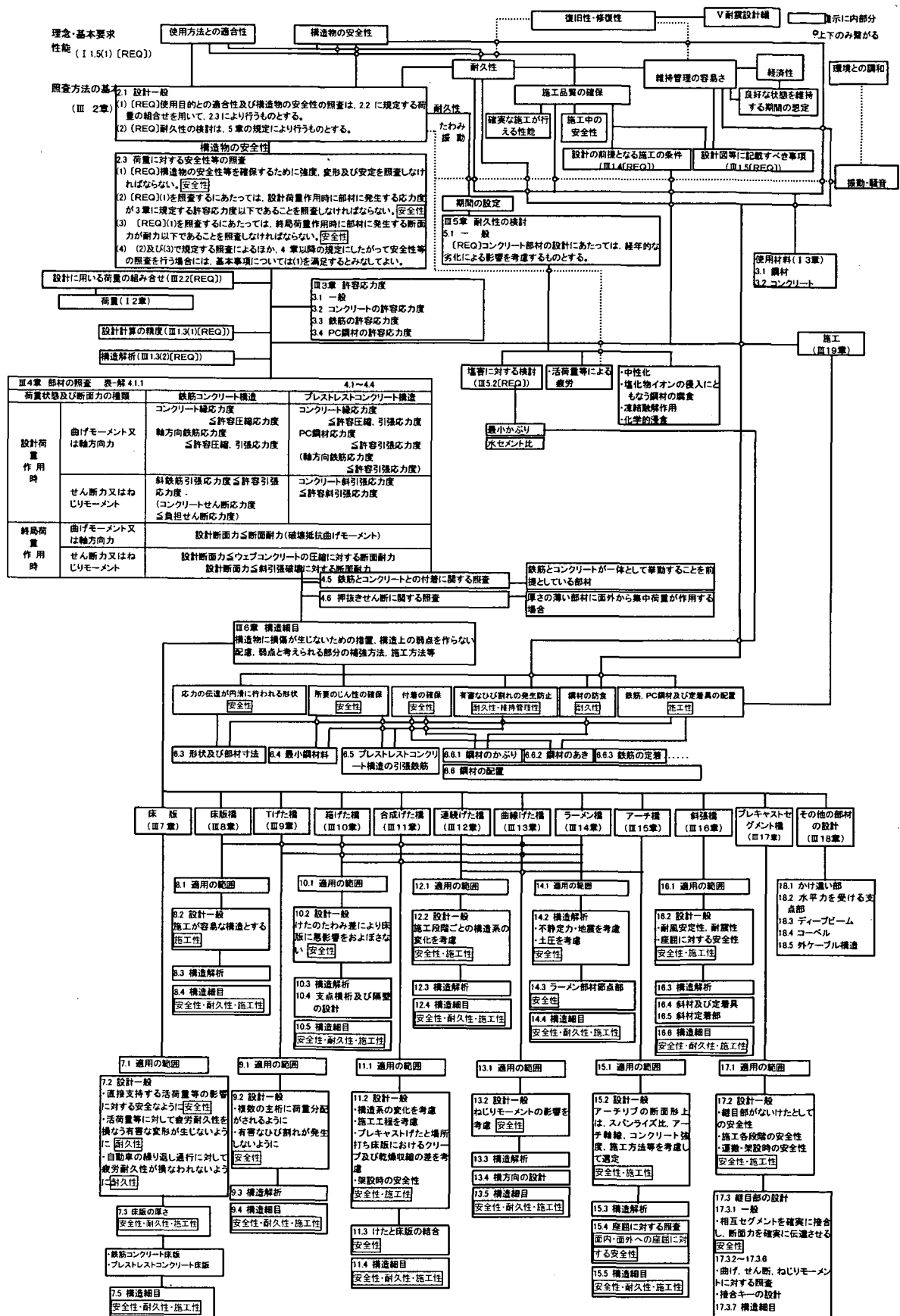


図-1 現行道路橋示方書規定の構造（コンクリート橋編）

道路研究部・橋梁研究室

Road department Bridge division

道路橋の耐久性向上策に関する試験調査

Investigation on durability improvement method for highway bridge

(研究期間 平成 13 ～ 15 年度)

室長 中谷昌一

主任研究官 玉越隆史

Head Shoichi Nakatani Senior Researcher Takashi Tamakoshi

主任研究官 川端淳

研究官 廣松 新

研究官 中洲啓太

Senior Researcher Sunao Kawabata Researcher Arata Hiromatsu Researcher Keita Nakasu

研究官 池田明寛

研究員 石尾真理

Researcher Akihiro Ikeda Research Engineer Mari Ishio

The purpose of this study is to propose durability improvement methods for fatigue damage of steel members and salt damage of concrete members. In this year, case studies on fatigue damage of steel pier's corner and about salt damage of concrete the purpose of this study is to establish estimation method about effect of several salt damage counter method, protecting rust theory and care of several salt damage counter method in Japan and other countries were arranged.

〔研究目的および経緯〕

道路橋設計において、「耐荷力」のみならず「耐久性」に対する配慮の重要性が増している。「耐久性」においては、当面の課題として鋼部材の疲労とコンクリート部材の塩害が挙げられる。本課題では、鋼橋の耐久性向上策のガイドラインとコンクリート橋の塩害対策のガイドラインを作成することを目的としている。

平成14年度は、鋼部材の疲労に関して、近年、重大な疲労損傷事例が報告されているにも関わらず、耐久性向上策が確立されていない、鋼製橋脚の隅角部に関して疲労損傷事例の整理を行い、望しくない構造例の抽出および分析を行った。一方、コンクリート部材の塩害に関しては、適切な塩害対策を行うためには、まず塩害の原因である塩分量を正確に把握することが重要であるため、海からの飛来塩分に関する過去の実態調査を整理し、また今後懸念され

る凍結防止剤に関する調査を行った。凍結防止剤に関しては、損傷要因を整理した上で定量的評価（影響度評価）についての検討も行った。

〔研究内容および成果〕

1. 鋼製橋脚隅角部の疲労損傷事例の整理

全国の直轄国道における鋼製橋脚隅角部の疲労損傷事例32件について、橋脚形式、亀裂発生箇所、板組種別等の観点から分類、整理し、疲労損傷事例集を作成した。また、損傷事例を分析した分析した結果、次に示すような知見を得た。

- ①「鋼道路橋の疲労設計指針」（社）日本道路協会
疲労強度等級が示されていないような複雑な継手部における損傷事例が多く、こうした好ましくない構造例に関する情報の集積およびその排除が必要である。
- ②確実な施工が困難な構造で、設計で意図した品質が確保されていない箇所からの損傷が多く、施

工品質を確実に確保できるよう設計段階で配慮することが必要である。

③検査が十分な精度で実施できない箇所での、損傷事例が多く、検査手法の高度化が必要である。

2. 飛来塩分量調査結果のデータベース化

今後の塩害対策を検討する上での基礎資料とすることを目的に、過去に建設省土木研究所で実施した全国飛来塩分量調査結果をデータベース化した。なお、データベース化するにあたり、各自治体等で独自に飛来塩分量調査した事例を調査し、その調査結果をデータベースに反映させてデータの充実を図った。

3. 凍結防止剤に関する検討

ここでは、国内における凍結防止剤の種類および散布量の調査を行い、凍結防止剤が橋梁に及ぼす影響について定量的な評価手法の検討を行った。

(1) 凍結防止剤の種類・散布量の調査

種類としては、塩化ナトリウム、塩化カルシウム、CMA、尿素および酢酸カリウム等がある。その中で現在国内で多く使われているのは塩化ナトリウム、塩化カルシウムである。

散布量については、平成9～13年度の(財)塩事業センターが各都道府県へ販売した凍結防止剤の販売実績を調査した。その結果、上位3都道府県は新潟県(約20万トン)、北海道(約8万トン)、長野県(約6万トン)であった。

(2) 凍結防止剤に起因している損傷実態

既往の文献等より整理した損傷事例を損傷要因で整理した結果、以下に示す3つの項目(地域的、機能的、構造的)でまとめることができた(表-1)。

表-1. 損傷要因の整理結果

地域的	機能的	構造的
・豪雪地域に位置する橋梁	・排水装置の性能が劣る ・伸縮装置の性能が劣る橋梁	・伸縮継手部が多い橋梁 ・上下線分離構造で、路面高が高い橋梁 ・橋面防水工が敷設されていない橋梁

(3) 定量的評価(影響度評価)手法の検討

(2)の結果を踏まえ、定量的評価手法で必要とされる評価項目について検討し、以下に示す項目が重要であると考えた。

- ・排水装置の性能
- ・橋面防水工
- ・伸縮装置の性能
- ・伸縮継手部の多さ
- ・上下線分離構造、路面標高が高い橋梁

ただし、上記の評価項目が組み込まれた評価手法を適用するにあたり、以下のような問題点が考えられる。

- ・気象状況は、毎年変化する
- ・橋梁に関するデータベースが必要(構造的、設備、損傷に関する点)
- ・必ずしも降雪量が多い地域が凍結防止剤の散布量が多いとは限らない

[今後の課題]

1. 塩害対策工法の評価手法

異なる防食原理の塩害対策工法を適切に評価できるような評価項目の抽出・検討を行う。

2. 凍結防止剤の定量的評価手法

今年度提示した評価項目の妥当性については、実態調査やヒアリング等で確認していくことが重要である。

[成果の活用]

ここでの成果は、鋼部材の疲労およびコンクリート部材の塩害に対する耐久性向上策のガイドラインを作成するための基礎的資料となる。

耐久性確保を目指した PC 橋の品質保証に関する試験調査

Experiment and research for the guarantee of quality in prestressed concrete bridges for securing durability

(研究期間 平成 13 ～ 15 年度)

室長 中谷 昌一

Head Shoichi Nakatani

研究官 廣松 新

Researcher Arata Hiromatsu

研究官 池田 明寛

Researcher Akihiro Ikeda

In construction of PC (prestressed concrete) bridges, in order to secure durability intended in design, paying attention to regulations of administration about quality, accuracy and others in construction, this research is conducted for clarifying about possible subject and level to administrate and for examining what should be improved in the present regulations.

〔研究目的及び経緯〕

近年コンクリート構造物の施工に起因したかぶり不足等により早期に劣化（塩害、中性化、アルカリ骨材反応等）して損傷した事例の報告がある。これは現在行われている施工および品質管理が徹底されていないか、または耐久性に着目したときにその管理自体が十分なものでないことが想定されることから耐久性確保に着目して現行の管理規定を見直す必要がある。

そこで、本研究では、PC 橋の建設において、設計で意図した耐久性を確保することを目的に、施工における品質および精度などの管理規定に着目し、現状の施工管理で、管理可能な事項と水準をあきらかにし、管理規定の改善点の検討を行うものである。

〔研究内容〕

図 1 に、本研究の研究フロー図を示す。13 年度は施工に関する現行の管理手法の項目及び内容把握を目的に各指針・規準等で定める管理規定の整理を行った。また、耐久性に着目した場合に必要な管理事項の抽出を目的に耐久性低下事例の検討を行った。14 年度は 13 年度で整理したものを踏まえ、現行管理規定で耐久性に着目した場合に改善すべき事項の抽出を行った。最終年度は、抽出した項目について改善案を検討および検証を行いとりまとめる。

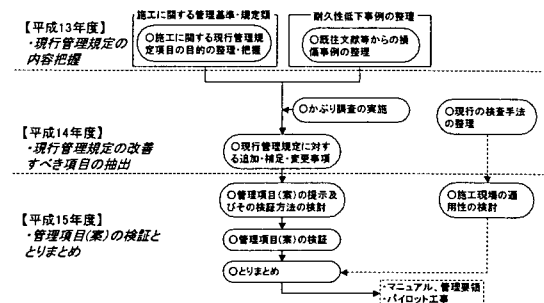


図 1. 研究フロー

1. 14 年度の研究内容

13 年度行った PC 橋の耐久性低下事例について検討した結果、「かぶり不足」が耐久性低下に及ぼす影響が大きいという結論に至った。14 年度は既設 PC 橋における「かぶり不足」の発生頻度や発生しやすい構造形式・部位等を明確にし、「かぶり不足」を発生させないための改善案を検討するために既設 PC 橋のかぶり実態調査を実施した。

また、13 年度に整理した現行管理規定および耐久性低下事例に加えてかぶり調査結果を踏まえ PC 橋の耐久性に影響を及ぼす管理項目の抽出および改善の有無の検討を行った。

あわせて、将来の施工管理体制への適用可能性を検討するための基礎資料とするため耐久性に関連する検査手法について調査・整理した。

(1) 実橋のかぶり調査

1) 調査概要

直轄管内の一道路管理事務所の協力のもと、表-1に示す8橋を対象にかぶり調査を実施した。調査方法は電磁誘導法による非破壊検査機器を用いて対象構造物中の最外縁の鉄筋表面からコンクリート表面までの最短距離について、桁端部を中心に行った。

表-1. 調査対象橋梁一覧表

橋梁名	構造形式	架設年次
A橋(上り線)	ボステンI桁	平成元年
B橋(下り線)	ボステンI桁	平成元年
C橋	ボステンI桁	昭和47年
D橋	ボステンI桁	昭和35年
E橋	ボステンI桁	平成8年
F橋	ボステン中空床版	平成11年
G橋(上り線)	ボステン箱桁	平成元年
H橋(下り線)	ボステン箱桁	平成元年

(2) 調査結果

今回調査した結果、以下に示すことが明らかとなった。

- ・全体的にに建設当時の設計基準から想定したかぶり値よりも測定値が下回っていた割合は約 30 %であった。
- ・上記の傾向は架設年次と相関は見られなかった。
- ・構造形式や橋軸方向の調査位置の違いによるかぶり不足の発生傾向に大きな違いは見られなかった。

(3) 耐久性に影響を及ぼす管理項目の検討

13 年度整理した現行管理規定と耐久性低下事例およびかぶり調査結果から耐久性に影響を及ぼす管理項目の抽出を行い、さらにその中から 15 年度に改善を図るべき検討項目を抽出した。以下に抽出した項目やその問題点（抽出根拠）、解決案を示す。

1) スランプ

スランプは、施工性を決定する事項であり、不適切な設定は、施工を困難にするばかりか、構造物の耐久性等の性能に影響を及ぼす。現状では、8cm を標準とし、高性能AE減水剤の使用により大きく設定することが可能とされている。しかしながら、スランプ値「8cm」が現在の施工技術を考慮した場合、適当であるかは不明確である等の問題がある。したがって、断面や配筋等の構造条件や、ポンプ打設等の使用機材、気温等の作業時条件などをパラメータとして検討を行い、実施工に即したスランプ値の設定方法を示す必要があると考えられる。

2) 配合

・配合は、コンクリートの品質を決定する根本的な事項であり、耐久性に与える影響も大きい。現状では、配合設計時に詳細な項目について決定され、実際に打ち込むコンクリートについては、受入れ時に塩化物量やスランプ等の代表的なもののみ確認されており、品質を保証する観点からは、十分とはいえない。配合に関しては、現在新たに開発された検査技術もあることから、それらを考慮の上で、確認す

べき事項およびその確認方法を設定する必要がある。

3) 締固め

・コンクリートの均一性や密実性などの耐久性に関する品質を確保する上で重要な行為であり、作業員の技量や環境条件などの各要因による影響を受けやすい行為でもある。しかし、管理項目は定性的な規定のみで作業者の能力に依存している部分が大きく、品質の確認検査方法も無いのが現状である。したがって、断面形状や鋼材量等の構造条件や、スランプ、温度等の施工条件などを考慮した、締固め間隔、締固め時間など作業要領を定量化する必要がある。

4) 打重ね処理

・運搬車の遅れなどによる打重ね処理方法は、許容打重ね時間間隔の標準がコンクリート標準示方書では示されるに至っているが、気温、配合、時間毎の処理方法は具体的に示されておらず、管理技術者の能力に依存しているのが現状である。したがって、各施工条件（温度、時間、高性能AE剤の使用）を考慮した打重ね時間及び処理方法を明確にする必要がある。

5) 打継目処理

・T桁間詰め部の打継目などから漏水が生じるといった損傷事例があるが、現行基準では具体的な処理方法が示されてないのが現状である。したがって、適切な打継目処理方法やプレストレスの導入時期、膨張コンクリートの使用などの、対処方法を明確にする必要がある。

(4) 検査手法の整理

施工時・維持管理時において現在用いられている検査手法について整理した。その一例を表-2に示す。

表-2. 現状における検査手法の整理結果の一例

検査方法	対象とする測定内容	検査時期	実績
高周波加熱法	フレッシュコンクリートの単位水量の迅速測定	施工時	基礎実験段階
ガスガンによる壁面打撃、レーザードップラー振動計による壁面振動計測	コンクリート構造物内部の欠陥	施工・維持管理時	基礎実験段階
弾性波振動	コンクリートの充填部と未充填部	施工時	基礎実験段階

2. 15 年度の予定

今年度抽出した耐久性上影響を及ぼすと考えられる項目についての改善案を検討し、実験や文献調査等により検証しとりまとめる。

また別途橋梁研究室が参加して H13 ～ 14 に実施された「PC 床版技術検討会」で PC 床版の施工・品質管理について検討された結果もとりまとめて出版する予定である。

道路工事における総合的なコスト縮減効果評価手法の開発

Development of the technique of evaluating the comprehensive cost reduction effect

(研究期間 平成 14 年度～平成 16 年度)

総合技術政策研究センター 建設システム課
Research center
For Land and Construction Management,
Construction system Development Division

課 長 溝口 宏樹
Head Hiroki MIZOGUCHI
主任研究官 荒井 俊之
Senior Researcher Toshiyuki ARAI

The new action guidelines for reduction in public work cost, aims at reduction of the comprehensive cost which contains time-related cost and life cycle cost, social cost, and long-term cost in addition to construction cost.

In this research, we tried to arrange the technique of evaluating the comprehensive cost reduction effect simply. We created the program, which measures the social cost by the traffic-jam generated by road construction. And we examined the technique of evaluating efforts of the "Cost Restructuring in Public Works" starts from the 2003 fiscal year.

[研究目的及び経緯]

道路行政においては、財源の制約の中、多様な国民のニーズに対応し、成果を重視した着実な道路整備の推進が求められている。

平成 12 年 9 月に策定されたコスト縮減に関する「新行動計画」は、社会資本整備を着実に進めていくため、工事コストの低減に加えて①時間的コスト②ライフサイクルコスト③社会的コスト④長期的コストを含む総合的なコストの縮減を目指している。また現在、さらなるコスト縮減の取り組みとして「コスト構造改革」に向けた検討が進められており、平成 15 年度から 5 年間で 15% の総合的なコスト縮減を達成することとしている。

しかし、上記①～④のコストを貨幣価値換算する手法は未だ確立されていない。そこで、道路工事における総合的なコスト縮減の効果を貨幣価値換算し、評価する手法を開発し、コスト縮減実績の毎年度のフォローアップに活用される要領等を作成する。
[研究内容]

上記①～④の工事コスト以外のコスト縮減効果のうち、平成 14 年度は工事の社会的コスト、特に工事に伴う渋滞により発生する時間損失や CO2 排出などの社会的コストを現場技術者により平易に計測する手法を開発した。あわせて、「コスト構造改革」の取り組みを評価する手法を検討した。

[研究成果]

1. 工事渋滞による社会的コストの評価手法の検討

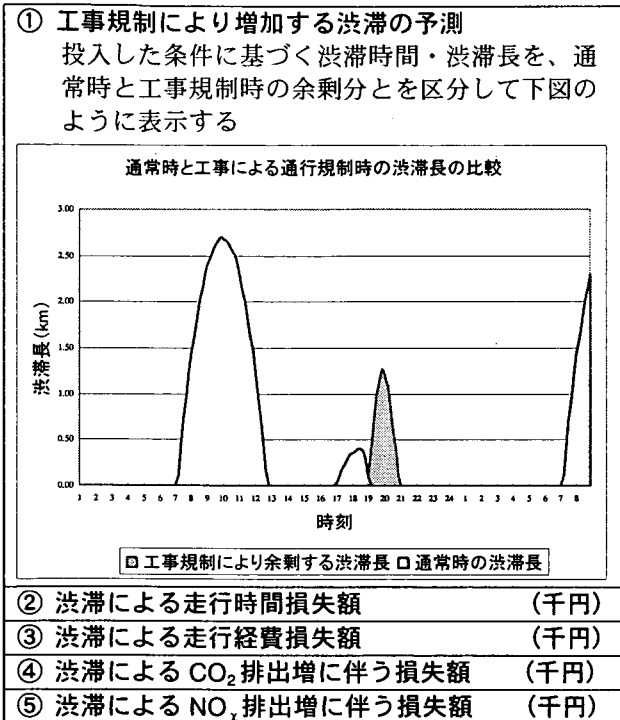
道路工事に伴う交通規制を原因とした交通渋滞は、通行車両の走行時間損失など、多額の社会的コストを発生させている。そのため、官民様々な主体によって、これを低減する新工法等が開発されてきた。

しかし、これらの効果を評価するには、コスト縮減のアクションを行わなかった場合での交通渋滞予測など、多くの作業と専門的な知識が必要であった。ここでは、工事渋滞による社会的コストの縮減効果を現場で平易に評価することを目差し、工事規制の内容と道路交通センサスの数値を投入(表-1)すれば、渋滞による走行時間損失、走行経費損失のほか交通渋滞に伴う社会的コスト(表-2)を自動的に算出するプログラムを作成した。

表-1 入力データ

種類	データ項目	設定根拠
交通量	・ 24 時間交通量 (12h 交通量と昼夜率より推定可) ・ 車種別構成比	道路交通センサスより抽出
道路の種類・沿道の状況	・ 道路の種類 ・ 利用特性(産業道路等 6 区分) ・ 沿道状況 (都市部等 3 区分) ・ 信号交差点の有無・青時間比	実測等により設定
工事規制内容	・ 規制タイプ (2 車線→1 車線規制等 6 区分) ・ 工事規制区間長 ・ 工事規制期間・規制時間	

表-2 出力データ



2. コスト構造改革に向けた検討

公共工事のコスト縮減については、これまでも新行動計画に基づき平成8年度から平成13年度にかけて11.7%の縮減を行ってきた。さらに、平成15年度からは、新行動計画だけでは限界があることから、新行動計画を継続実施することに加え、公共事業のすべてのプロセスを例外なく見直す「コスト構造改革」に取り組むこととなった。

「コスト構造改革」は、従来からの工事のコストの縮減に加え、事業のスピードアップによる便益の早期発現及び、将来の維持管理費の縮減を評価項目に取り込んだ「総合コスト縮減率」を数値目標概念として設定した。平成19年度までに14年度に対して15%のコスト縮減を目標としている。

本研究では、新たに数値目標の計測対象に組み入れられた便益の早期発現及び将来の維持管理費の縮減による効果の評価手法及び総合コスト縮減率の算定方法について検討した。

総合コスト縮減額・縮減率の算定手法

総合コスト縮減額は、平成14年度における標準的な公共工事のコスト(アクション前)と、コスト構造改革による取り組み後のコスト(アクション後)との差で算出する。

$$\text{総合コスト縮減率} = \frac{\text{総合コスト縮減額①、②、③の合計}}{\text{計測年度の全工事費} + \text{総合コスト縮減額①、③の合計}}$$

平成14年度における標準的な公共工事のコストを基準とするため、もともと予定していたコストである①、③を分母に加える。

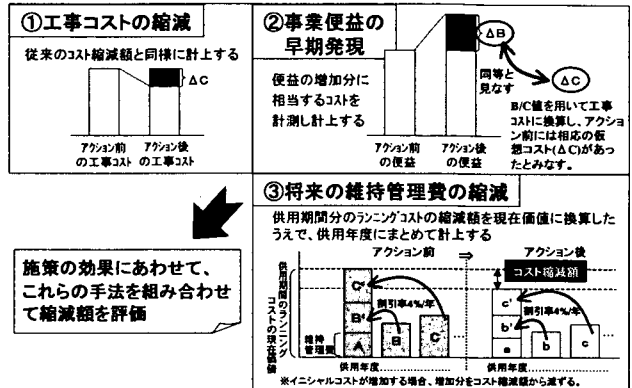


図-1 コスト構造改革の取り組みの評価手法

【結果の発表】

研究成果のうち1.及び2.については、平成14年度のコスト縮減効果フォローアップに用いられる予定である。

3.の研究成果は、国土交通大臣によるコスト構造改革の記者発表(12/20)資料として用いられたほか、コスト縮減効果フォローアップ要領として整理され、平成15年度以降のフォローアップに用いるものとして各地方整備局等に配布される予定である。

【結果の活用】

本研究の成果は、毎年度実施されるコスト縮減実績のフォローアップに活用される。精度及び利用性の高いコスト縮減効果評価手法の提示は、工事コスト以外のコスト縮減のフォローアップをすすめる効果があるものと考えられる。これにより、ひいては総合的なコストを縮減する施策の導入が促進され、より質の高い社会資本の整備・維持管理につながる事が期待される。

また、特に2.の成果は、道路補修工事を計画する際における工事計画の比較評価にも活用されることが期待される。

車両の大型化が橋梁に及ぼす影響に関する調査

Study on dynamic interaction between heavy vehicles and bridge

(研究期間 平成12～14年度)

室長 中谷昌一

主任研究官 玉越隆史

Head Shoichi Nakatani Senior Researcher Takashi Tamakoshi

研究官 川端淳 研究官 中洲啓太 研究員 石尾真理

Senior Researcher Sunao Kawabata Researcher Keita Nakasu Research Engineer Mari Ishio

The purpose of this study is to propose a way of practical use not conflicting with preservation of highway bridge. In this study, investigation of dynamic effect on bridges caused by large-sized vehicles which have road friendly suspension and monitoring of actual vehicle load condition using weigh-in-motion system were carried out.

〔研究目的および経緯〕

国際物流ネットワークにおいて、ISOトレラなどの国際標準化が進められつつあり、我が国においても車両の大型化に対する要請が強まっている。一方、車両の大型化は橋梁の耐久性に重大な影響を及ぼすことが懸念される。

本研究は、「道路に優しいサスペンションの導入」および「活荷重実態の把握」の両観点から、道路橋ストックの活用と保全を両立する可能性について検討するものである。

〔研究内容および成果〕

1. エアサスペンション搭載車の動的影響

近年、車両振動の低減により、乗員の疲労軽減と荷病みの防止を目的として普及が進むエアサスペンション（以下、エアサス）は、従来のリーフサスペンション（以下、リーフサスという）道路に優しい（ロードフレンドリー）サスペンションとして、欧州などでは、軸重規制が緩和されている事例もある。ここでは、サスペンション形式の異なる大型車について、実車を用いた橋梁走行試験等を行い、エアサスの導入が橋梁の動的影響に及ぼす効果について調査

した。

図-1に橋梁上を大型車が通過する際の主げたの応答例を示す。主

げたについては、車両としての振動に伴う動的変動の影響が顕著に表れており、エアサスの導入による影響を反映している。

一方、床版に及ぼす影響については、主げたと同様に部材側での測定による動的影響の評価が困難であるため、図-2に示すように車軸のひずみから走行中に車輪が路面に及ぼす動的な荷重を測定することにより評価した。図-3に、車両が橋梁を通過するときの動的軸重の波形を示す。これより、エアサス軸はリーフサス軸に対し、動的軸重の変動振幅が小さくなる傾向がみられた。

次に、床版に及ぼす動的影響についてより一般的

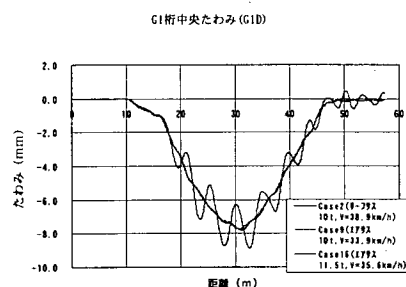


図-1 主げたに及ぼす動的影響

な評価を行うため、多様な路面条件を含む国総研周辺の一般道路において走行試験を行い走行中の動的軸重を連続的に測定した。

図-4に動的軸重の極値の分布を示す。この結果から、エアサス軸は、リーフサス軸に対して、動的軸重の変動幅は小さくなっていることがわかる。動的軸重の最大値について、車種によっては、リーフ10tとのI711.5tとでほぼ同等になる場合があることが確認された。

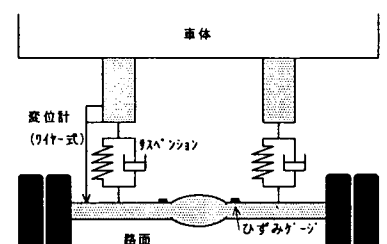


図-2 動的軸重の測定方法

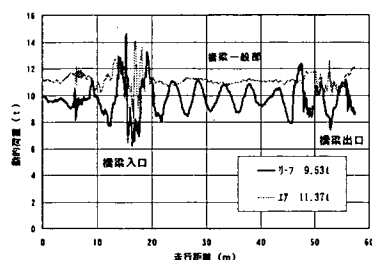


図-3 橋梁通過時の動的軸重

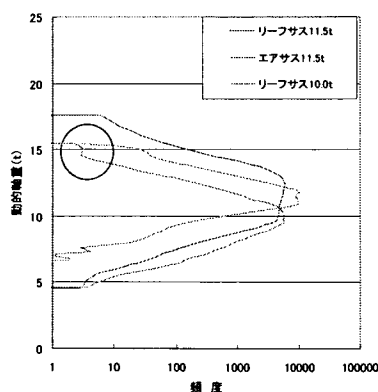


図-4 動的軸重の測定方法

2. WIMによる活荷重実態調査

車両の大型化に対応しながら、橋梁の保全を図っていくためには、活荷重の通行実態を把握することが重要である。しかしながら、活荷重の通行実態を把握するツールとして活用できる、橋梁を用いた車両重量計測システム(WIM)に関して、国内外で多数の手法が提案されているが、それらの算定精度や適用条件は明らかではない。国総研では、既往のWIMの算定アルゴリズムについて広範に分析を行い、多様な橋梁形式・交通条件に対応でき、なおかつ、算定アルゴリズムが単純で、人為的な影響を受

けにくい、算定手法を開発した。

具体的な、車両重量の算定の基本的な流れは、次の通りであり、算定の概略を図-5に示す。国総研では、実橋を用いて

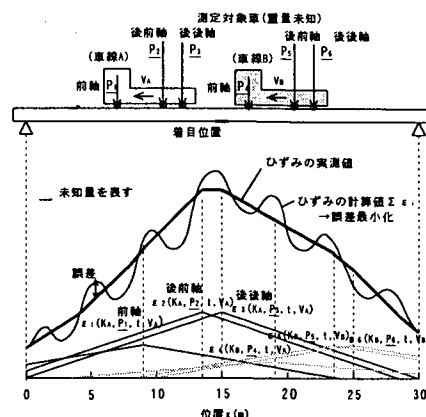


図-5 動的軸重の測定方法

当システムの適用性検証試験を多数実施した。

- ①重量既知の荷重車走行により、レーン毎に主桁ひずみ（支間中央）の影響線（一次式）を作成する。
- ②輪荷重直下の床版下面のひずみから、レーン毎の車軸数を識別する。
- ③橋梁の全車軸を考慮して、これらの影響線の総和と主桁ひずみの実測値の誤差が最小になるように各軸重を算定する。

〔成果の活用〕

車両によっては、エアサス車はリーフサス車に対し、動的影響を緩和する効果があるという結果を受け、「エアサス搭載車両の軸重に関する検討（測量及び試験費）」において、海コントレーラの駆動軸重緩和を可能とする車両条件およびその認証試験法に関する検討を実施した。

WIMを用いた活荷重実態把握については、全国にプログラムを配布し、実態調査を実施する予定である。

〔成果の発表〕

- ・中谷、玉越、中洲：大型車が橋梁に及ぼす動的影響に関する調査、第24回日本道路会議論文集、2001.10
- ・中谷、玉越、中洲、石尾：大型トレーラが橋梁に及ぼす動的影響に関する調査、第57回土木学会年次学術講演会概要集、2002.9
- ・中谷、玉越、中洲、石尾：橋梁を用いた車両重量計測システムの開発、土木技術資料、2002

道路騒音政策の評価に関する研究

Research on Evaluation Method of Traffic Noise Reduction Policy

(研究期間 平成14～16年度)

環境研究部道路環境研究室

室長 並河 良治
主任研究官 森 悌司
研究官 木村 健治

Environment Department Road Environment Division

Head Yoshiharu Namikawa
Senior Researcher Teiji Mori
Researcher Kenji Kimura

〔研究目的及び経緯〕

騒音に関する環境基準が新しく改訂され、沿道50mの範囲に存在する住戸を対象とする評価が求められている。国総研では建物立地密度をもとにした騒音レベルの予測式構築に取り組んできた。

過年度において、全国レベルの沿道騒音の面的評価手法について検討を行い、全国国勢調査メッシュデータ等GISデータを用いた新たな手法を提案し、地方部においては概ね予測評価可能であることを確認した。

一方、より広域的な評価を必要とするルート選定段階の効果の比較や、環境ロードプライシング等環境対策の施策の効果と比較し、より効率的で的確な施策を選択できる評価方法の構築が求められている。

本業務は、騒音の評価を目的とし、①海外（仏独）における道路沿道の騒音の予測評価方法、便益の原単位、事例の収集、②都市部沿道騒音の予測評価方法の精度向上と費用便益の試算を行った。

〔研究内容〕

1. 海外における騒音の予測評価手法の調査

（1）仏独の騒音予測評価方法

騒音の沿道評価は仏、独について調査した。環境影響評価（EIA）において騒音の沿道における予測評価は、仏独共に交通条件と道路に面する建物の立ち方のパターンによって騒音レベルを計算し、評価している。事業評価において騒音は仏独ともにEIAと同様の方法により予測評価し、超過レベルに対する独は住民数、仏は床面積で評価している。これら予測手法、評価手法等具体的な式や数値を収集整理した。

（2）わが国への適用が期待される手法とその適用課題

・環境影響評価：評価を個別の沿道施設で行っているが、これは両国ともに住宅防音を対策として認めていることの影響が大きい。予測手法はわが国と大差はない。

い。

・事業評価：海外では原単位に関する研究が進んでおり、わが国においても騒音及び大気を積極的に評価していくためにわが国独自の研究を積み重ねる必要がある。

・騒音地図：予測技術としてはわが国も可能であり（特にフランス方式）、積極的な導入が望まれる。ただし、施策効果の検討については、わが国においては施策メニュー自体が少ないこともあり（BP整備、旧道の交通制御、旧道の道路空間の再構築といった騒音削減計画はドイツにはあって日本にはない）、今後は騒音対策のあり方そのものの検討が必要である。

2. 全国レベルでの騒音対策による経済的効果試算のための検討

（1）都市部における面的評価手法の検証

過年度に国勢調査や事業所統計のメッシュデータを用いて沿道建物密度や世帯密度を推計し、これをもとにして騒音レベルを推計、評価した。しかし都市部については建物密度を推計する方法にややばらつきが見られ、課題となっていた。本年度は、都市部の沿道騒音レベル推計に用いる建物密度推計について検討を行った。都市部の建物密度推計には10mメッシュの細密数値情報土地利用データを用いた。

土地利用のデータは3大都市圏について存在し、田畑の他、工業、商業、住宅地等の建物立地に関する情報が含まれている。

このデータを用いて沿道50mの建物密度を推計し、道路端の騒音レベル値をもとにして50mの騒音レベルを推計し、評価した。

その結果、概ね自治体が推計した評価結果とも一致していることが確認された。

（2）全国レベルで騒音対策を実施したときの経済的効果の試算

全国道路交通センサス調査対象区間（用途地域）約3万キロを対象に、低騒音舗装を行った場合の騒音レベル低減による経済効果を各国の経済効果算出手法により試算した。

その結果、日本の評価手法による騒音レベルの低減

に対する経済効果は高額評価となり、約 4,900 億円である。ドイツの評価手法による経済効果は今回夜間のみ
のみの評価にとどめたが、昼も含めた場合 1,000 億円程

度の金額になる。フランスの評価手法による経済効果は 130 億円と最も少ない評価となっている。

表 1 ドイツ及びフランスにおける騒音の予測評価

		ドイツ	フランス
環境 影響 評価	法的根拠	環境影響評価法	環境影響評価に関する法律
	実施者	道路管理者	道路管理者
	実施時期	路線選定、計画決定	公益宣言に先立つ調査
	予測方法	イミション防止法に基づく施行令付則。これを道路交通制度研究会が解説（RLS90）	国が技術ガイドを提示
	評価手法	イミション防止法に基づく対策限界値遵守。沿道の個別建物の騒音レベル一覧および対策図（平面）	騒音法に基づく対策限界値の遵守。沿道の個別施設の騒音レベルと対策を示した地図
事業 評価	法的根拠	連邦財源法	国内輸送方針法および通達
	実施者	道路管理者	道路管理者
	実施時期	連邦交通路計画（需要計画）	事前調査および概案調査
	予測手法	道路交通制度研究会による EWS1997（伝搬計算は環境影響評価と同）	道路局通達（1997）による。
	評価手法	事業による騒音コストの変化。コストは昼夜別に、騒音住民等価値（騒音レベルによる重みに住民数を乗じる）に貨幣換算の原単位を乗じる。	事業による騒音コストの変化。コストは住宅の平均賃貸価格に騒音レベルランクごとに設定された価格低減率を乗じて求める。
騒音 地図	法的根拠	連邦イミション保護法	騒音法
	実施者	地方自治体	地方自治体
	目的	騒音削減計画の検討 土地利用のコントロール	土地利用のコントロール
	予測	地域全体の面的な騒音地図の作成	道基準点沿道での騒音レベルランクにより道路を区分した地図の作成
	評価手法	新たな沿道利用者：建物に必要とされる防音量 道路管理者：各種施策をした場合の効果を沿道住民数や道路空間の質の変化と合わせて評価	新たな沿道利用者：建物に必要とされる防音量

表 2 騒音レベルの低減に対する経済効果

	出展	原単位	評価対象区間の諸量	経済効果	経済評価の基本量
日本	道路投資の評価に関する指針（案）	DID：240 万円/dB/km/年 その他市街地：47.52 万円/dB/km/年	30,418km	4,904.28 億円	沿道状況別道路延長
独	道路経済性調査に関する勧告（EWS 1997）	85DM/dB/人/年	13,306,680 人	534.70 億円（夜間のみ）	人口
仏	交通：投資のより良い選択のために－プラン総委員会－マルセル・ボワトゥー－1994 年 11 月	36F/m ² （賃貸価格）	139742808m ²	129.81 億円	床面積

ITを活用した沿道環境改善に関する調査

Study on improvement of roadside environment using information technology

(研究期間 平成14～15年度)

環境研究部

Environment Department

道路環境研究室

Road Environment Division

室長

Head

研究官

Researcher

並河良治

Yoshiharu Namikawa

大城 温

Nodoka Oshiro

The purpose of this study is clarification of relation between automobile traveling characteristics and emission amount of air pollutants with information technology. Air pollutants emissions from automobiles was surveyed with on-board and remote sensing measuring device of automobile exhaust gas on roadside in FY 2002.

【研究目的及び経緯】

IT（情報技術）の急速な進展により環境に関する計測技術や分析技術も飛躍的に進展しており、また、環境改善のための技術や情報提供の媒体も多様化し、ITを活用した沿道環境対策が実施可能な状況となつつある。

このような背景のもと本調査では、積載状態等車両の状態や加減速やアイドリング時間等の走行特性に応じた排出係数の設定のために、車載型自動車排出ガス測定装置（環境プローブカー）や路側型自動車排出ガス測定装置（リモートセンシングデバイス）等、ITを活用した最先端の大気質測定技術を活用し、車両の状態や走行の質と自動車排出ガスの関係を明らかにすることを目的として、自動車排出ガスの排出状況の調査を行った。

【研究内容】

1. ITを活用した沿道環境対策及び計測の調査

14年度は、ITを活用した沿道環境対策の事例や沿道環境の計測技術に関する調査を実施した。

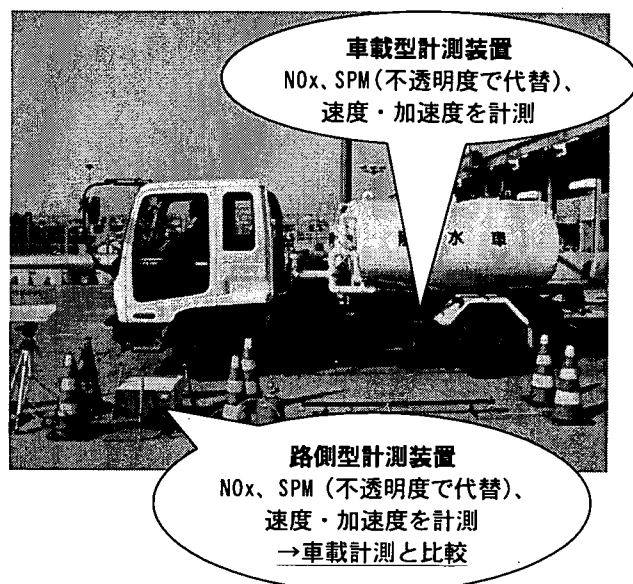
2. 走行特性による大気汚染物質排出への影響調査

土木学会ITS研究小委員会によって実施された環境プローブカー及びリモートセンシングデバイスを用いた測定データを用いて、自動車走行特性の大気汚染物質排出量への影響分析を行った。

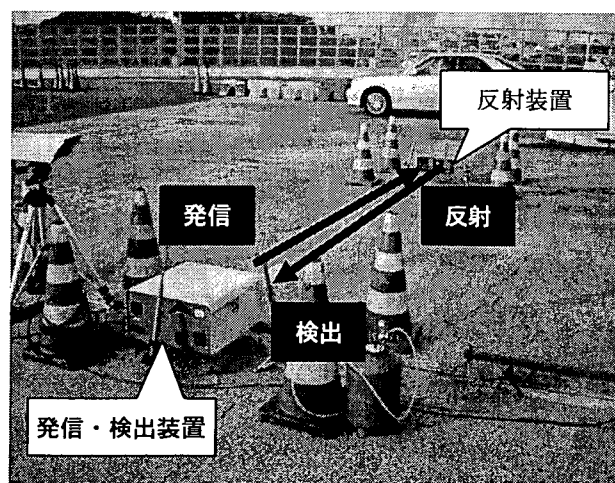
土木学会による測定の概要は以下の通りである。

a) 路側型計測装置による計測

- ・計測日時：平成14年10月2～4日 7時～17時
- ・計測場所：東名高速道路横浜青葉IC入口第2レーン
- ・計測項目：NOx濃度、不透明度、速度、加速度、ナンバープレート、車両質量、風向・風速、



図－1 車載型・路側型計測装置の測定状況



図－2 路側型計測装置による測定の仕組み

気温・湿度

b) 車載型計測装置による計測

- ・計測日時：平成14年9月30日～平成14年10月17日のうち12日間
- ・計測経路：都内及び横浜青葉IC周辺の2コース
- ・計測項目：NOx濃度、不透明度、酸素濃度、排気流量、速度・エンジン回転数、加速度、位置座標、気温、湿度、大気圧
- ・測定車種及び計測条件：
4t積み散水車（平成6年規制ディーゼル車）、積載条件は、空・半・満の3条件で朝・昼・夜それぞれ測定。

【研究成果】

1. ITを活用した沿道環境対策及び計測の調査

ナビゲーションシステムの高度化、自動料金収受システム、交通管理の最適化及び自動車の効率利用について、8事例を調査した。

例として、デンバー等で実施されたSMART SIGNプロジェクトは、路側に設置された排ガス測定装置による測定結果を"GOOD","FAIR","POOR"の3段階で即時にドライバーに知らせるものである。その結果、"POOR"が表示されたドライバーが整備を自発的に行うようになり、平均排ガス濃度が低減したと報告されている（図-3）。

ITを活用した環境計測技術については、近年開発された環境計測装置を車載型と路側型に分類し、それぞれの計測特性を整理した。

2. 走行特性による大気汚染物質排出への影響調査

路側型計測装置による計測では、前を走行する車の影響等により高い精度は得られなかったが、車種による排出濃度の傾向を捉えることができた（図-4）。

車載型計測装置による計測では、1台のみの結果ではあるが、速度とPM排出量の関係を加速度階級・積載条件ごとに得ることができた（図-5）。さらに多くの車種で計測を行うことにより、走行特性に応じた排出係数を設定することが可能になると考えられる。

【成果の発表】

なし

【成果の活用】

インターチェンジや交差点等、加減速やアイドリングが卓越する特殊部における道路環境影響評価手法を確立する。

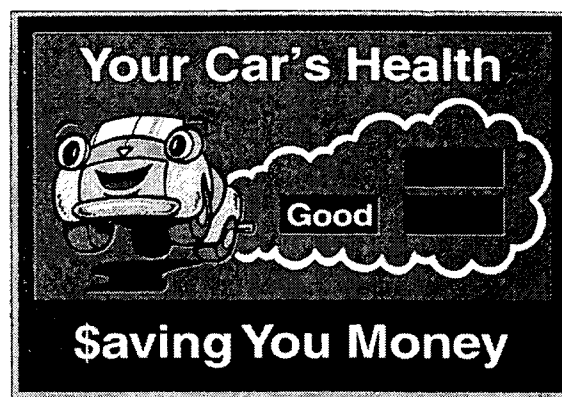


図-3 Smart Sign の表示例

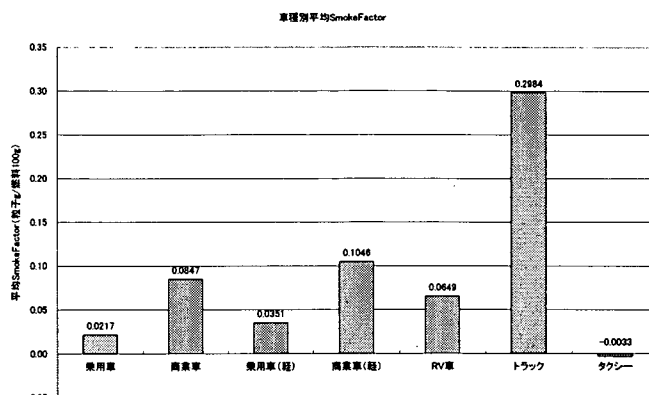


図-4 車種別のPM排出濃度の比較
(PM濃度はスモークファクターで代替)

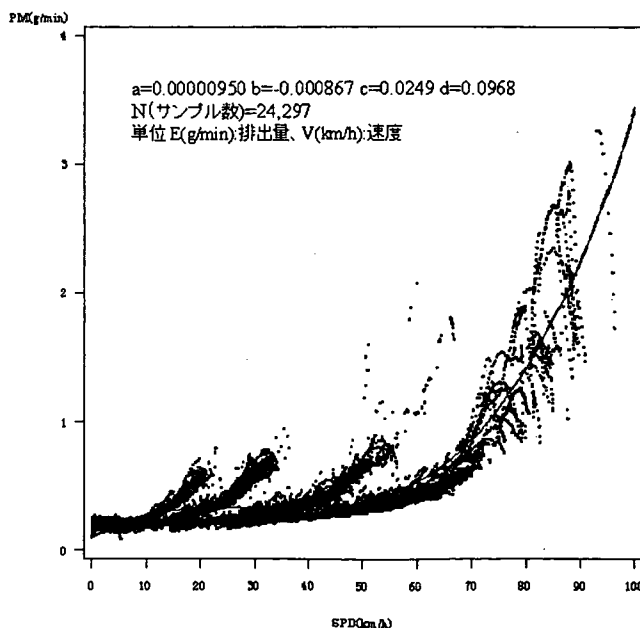


図-5 速度とPM排出量の関係
(空積載、一般道、加速度2～3km/h/sの事例)

低騒音舗装の機能性向上に関する試験調査

Research on Improvement of Performance of Low Noise Pavement

(研究期間 平成 8～14 年度)

環境研究部 道路環境研究室
Environment Department
Road Environment Division

室長 並河 良治
Head Yoshiharu NAMIKAWA
主任研究官 森 悌司
Senior Researcher Teiji MORI
研究員 小柴 剛
Research Engineer Takeshi KOSHIBA

Porous asphalt pavement is widely used for one of road traffic noise reduction measures in Japan. But it has only 3dB of noise reduction effect. So we need to develop some new low noise pavement which has over 3dB of noise reduction effect. This research was conducted aiming at clarifying the specification for better noise reduction pavement by finding the relationship between the feature of the road surface such as roughness and/or stiffness and the noise level of vehicles. It is shown that noise level of heavy truck becomes higher as MPD and CS-solidity bigger.

〔研究目的及び経緯〕

現在最も普及している低騒音舗装に排水性舗装（以下、一層式）がある。しかし、一層式の施工直後の減音効果は 3dB 程度であり、騒音対策として十分とはいえない。そのため、減音効果が一層式よりも大きい低騒音舗装の開発が望まれている。本研究は、路面凹凸や路面硬さを代表とした路面性状と自動車の走行騒音との関係を明らかにし、減音効果の大きな低騒音舗装の仕様を提案するために必要な知見を得ることを目的として研究を行った。H13 年度は乗用車での両者の関係を明らかにし、H14 年度は大型車での関係を明らかにするために実験を行った。

〔試験方法〕

国土技術政策総合研究所の試験走路に敷設されている排水性舗装、二層式排水性舗装及び仕様の異なる 4 種類の多孔質弾性舗装で以下の測定を行なった。二層式排水性舗装（以下、二層式）は一層式よりも表面を滑らかにした排水性舗装であり、5dB 程度の減音効果を持っている。多孔質弾性舗装はゴムチップを固めて成型された、弾性を持った低騒音舗装であり、乗用車であれば 10dB 程度の減音効果を持っている。

(1) 大型試験車のピークレベル測定

50km/h で惰性走行する大型試験車のピークレベル測定を行なった。マイクは車両走行中心線から側方 7.5m、高さ 1.2m の位置に設置した。大型試験車のタイヤはリブラグタイヤ (11R22.5) で、市販されているタイヤである。

(2) タイヤ半径方向の振動速度の測定

50km/h で惰性走行する大型試験車のタイヤ半径方向の振動速度測定を行なった。振動速度はタイヤトレッド内部に加速度計を設置し、測定された加速度データを積分することにより算出した。大型試験車は、走行時に加速度計を壊してしまう恐れがあったため、ピークレベル測定で使用した大型試験車とは別の試験車を使用した。もちろん、タイヤの荷重は両実験とも同程度になるように調整している。

(3) 路面凹凸測定と CS 硬度測定

各種低騒音舗装の路面凹凸データと CS 硬度データは、昨年度の測定結果を用いた。路面凹凸測定は、レーザープロファイルメータを用いて、車両走行方向に 1000mm の区間を 0.5mm ピッチで測定し、ISO13473-1

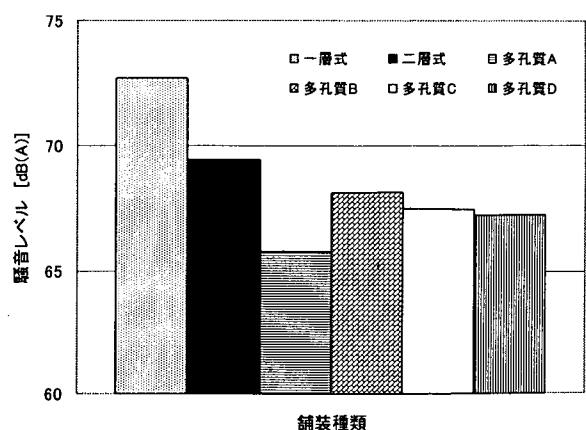


図-1 大型試験車の惰性走行騒音レベル

に準拠して MPD 値を算出した。MPD 値は値が大きいほど路面は粗くなる。測定は、路面の種類毎に 2 箇所実施しており、その平均値を算出した。CS 硬度測定は、各種舗装の柔らかさを測定するもので、CS 硬度の値が小さいほど路面は柔らかくなる。測定は路面の種類毎に 4 箇所以上実施しており、その平均値を算出した。

【試験結果】

各種低騒音舗装を惰性走行する大型試験車の騒音レベルを図-1に示す。騒音レベルは、小さい順番に多孔質（4種）、二層式、一層式となった。多孔質も種類によって、騒音レベルが3dB程度異なっている。このように、低騒音舗装の種類によって、騒音レベルが大きく変化することが分かった。

このような騒音レベルの差の原因を分析するために、騒音レベルとタイヤ半径方向振動との関係、及びタイヤ半径方向振動と路面凹凸、路面硬さとの関係を調べた。

図-2は、騒音レベルとタイヤ半径方向振動との関係を示したものである。横軸のトレッド振動速度のp-p値（以下、p-p値）とは、タイヤ一回転時の振動速度の最大値と最小値の差である。p-p値が最も小さいのは多孔質Aであり、p-p値が大きくなるにしたがって、騒音レベルも大きくなっている。

図-3は、MPD値とCS硬度を説明変数、p-p値を目的変数として重回帰分析を行った結果である。縦軸に測定値をとり、横軸に回帰式の計算結果をとっている。回帰式の相関係数は0.992であり、p-p値とMPD値、CS硬度との間に高い相関が見られる。また、MPD値やCS硬度が大きいほど、p-p値も大きくなっている。

これらの結果を踏まえて、低騒音舗装のMPD値とCS硬度のみで低騒音舗装の減音性能（大型車）を予測することを試みた。その結果を図-4に示す。本実験で使用した低騒音舗装の空隙率20～40%の範囲であれば、回帰式の相関係数は0.977であり、MPD値やCS硬度のみで、低騒音舗装の減音性能（大型車）を予測することが可能であることが分かった。

【研究成果】

①低騒音舗装の騒音レベルは、路面の粗さ（MPD値）や硬さ（CS硬度）によって変化する。MPD値やCS硬度が大きいほど、騒音レベルは大きくなる。

②20%以上の空隙率をもつ低騒音舗装の施工初期の減音性能（大型車）は、MPD値やCS硬度のみで予測することが可能である。

【成果の活用】

減音効果の大きな低騒音舗装の仕様を提案し、減音効果の高い低騒音舗装の開発促進に役立てる。

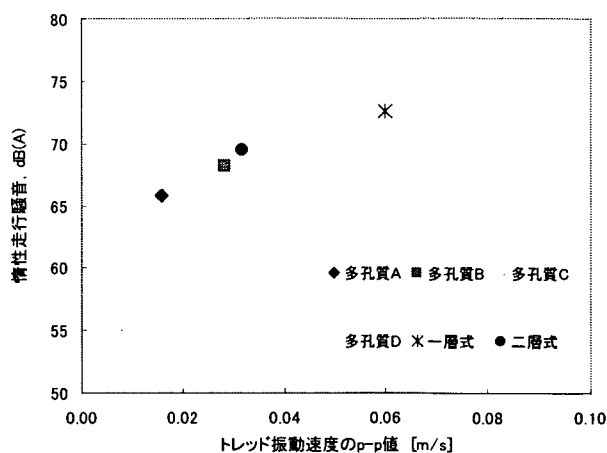


図-2 騒音レベルとタイヤ半径方向振動との関係

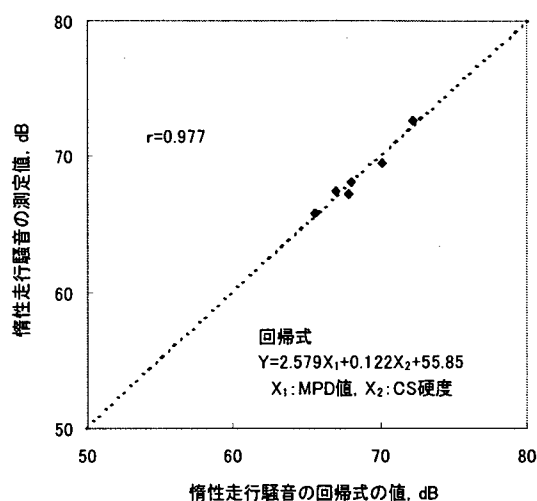


図-3 路面性状とタイヤ半径方向振動との関係

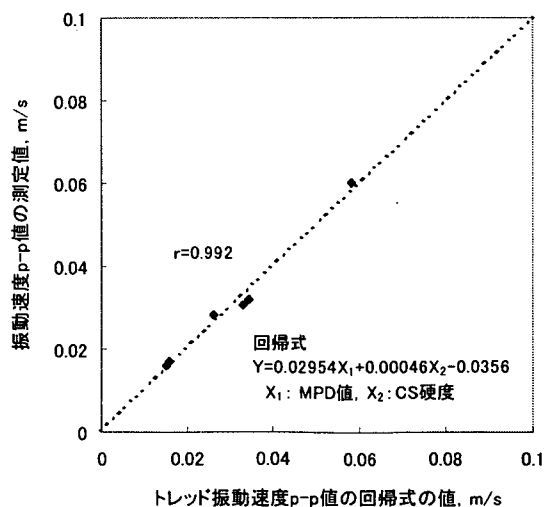


図-4 騒音レベルとタイヤ半径方向振動との関係

騒音対策新技術の予測・評価に関する調査研究

Research on Calculation and Evaluation Method of New Technology for Traffic Noise Reduction

(研究期間 平成 11~14 年度)

環境研究部道路環境研究室

Environment Department Road Environment Division

室長 並河 良治
主任研究官 森 悌司
研究官 木村 健治

Head Yoshiharu Namikawa
Senior Researcher Teiji Mori
Researcher Kenji Kimura

In an enclosed space, where an elevated road and a flat road with noise barrier combined together, accurate estimation of multiple reflected sound plays an important role for accurate noise estimation on roadside. In a previous study, some difference was observed between two methods; calculate model and scale model experiment. Thereby, in this study, we carried out field experiments, and examine the validity of these estimating methods.

〔研究目的及び経緯〕

本研究の目的は、高架・平面併設道路構造において発生する高架裏面反射音に対する各種の予測方法について、それらの妥当性や各予測法の持つ課題について検討し、それらの予測方法を実際の騒音予測に用いる際の基本的な配慮事項についてまとめる事である。現在、高架裏面反射音について種々の計算手法が提案されており、昨年度までに、鏡像スリット法、二次元境界要素法による予測計算、および縮尺模型実験について検討を行ってきたが、それぞれの予測計算結果と模型実験結果にいくらかの差分が存在することが分かったため、より厳密な予測をおこなうための現実的な検討が必要となった。

そこで、14 年度は、現場実測値との比較を用いて、これらの予測計算の妥当性について検証した。

〔研究内容〕

1. 検討内容

本研究の目的を達成するため、以下の項目について検討を行なった。

1) 騒音実測調査

図 1. に示すような断面を持つ道路構造を数カ所選り、それらの地点について、平面道路部から周囲に放射される騒音の実測調査を行った。測定項目は以下の通りである。

測定断面数 : 断面 1~断面 6 の 6 箇所

測定点 : 図に示す P1~P8 の 8 点。ただし、現場の状況に応じて測定点位置を変更した箇所もある。

測定時間 : 1 時間程度

音響測定値 : 測定時間中の各測定点での等価騒音レベル (LAeq,τ)

交通測定 : 測定時間中の平面道路部の車速および通過交通量 (二車種分類)。ただし各測定項目について 10 分間程度の測定を数回おこない、その平均値を用いた。

なお、測定断面 1 と 2 は、高架部分が PRC 構造となっており、高架裏面はコンクリート材が剥き出しの状態となっている。測定断面 3~6 については、高架部分が鋼構造となっており、高架裏面には吸音パネルによる防音対策が施工されている。

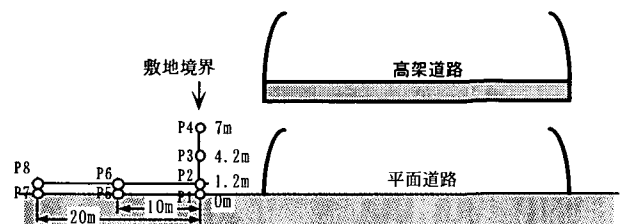


図 1. 現場測定断面の模式図

2) 鏡像スリット法と2次元境界要素法による予測計算の実施及び適用範囲の検討

実測作業を行なった現場断面について幾何構造モデルを作成し、鏡像スリット法、二次元境界要素法を用いて予測計算を行なった。ただし、現場に存在する障壁は道路内側方向にわん曲しているため、鏡像スリット法による予測を行う事はできない。そこで、本研究では実用的な予測方法について検討するという観点から、鏡像スリット法ではなるべく簡易な障壁構造に置き換えて計算をおこなうものとし、わん曲した障壁と同じ頂点高さを持つ垂直な障壁に置き換えてモデル化をおこなった。また、2次元境界要素法や鏡像スリット法による予測において用いた音源のパワーレベルは、実測調査時に測定した通過交通量から ASJ model 1998 を用いて求めた。また、鏡像スリット法における鏡像音源の次数（音線の反射回数）は5回までのものを考慮した。

2. 検討結果

図2に、各断面における等価騒音レベルの測定値、および鏡像スリット法、二次元境界要素法による予測値を示す ($L_{Aeq, 10min}$)。ただし測定断面2については、背後で建設工事が行われており、実測において有意な値を得ることができなかったためデータより除外した。

これらの結果を見ると、2次元境界要素法による予測値と実測値との差分は、どの受音点についてもおよそ $\pm 5dB$ であることがわかる。この原因についてまず考えられるのは、実際の道路騒音が非同相性線音源であるのに対して、2次元境界要素法では同相性線音源しか扱えないことが挙げられる。また、実際の道路端や敷地境界付近は草地となっていたのに対して、境界要素法による予測モデルでは、吸音パネル以外の全ての境界面をコンクリート表面と同等の吸音率であるとしていることも要因の一つとなっている。

また、鏡像スリット法による予測値は、すべての受音点では実測値よりも小さい値となっている。この原因については、道路内側方向にわん曲している障壁を、垂直な障壁としてモデル化したため、実際は障壁内部に残響するはずの音線を上方に散逸させてしまうことが原因ではないかと推測できる。また、遠方の受音点 P5~P8 では実測値との乖離が大きく、この予測法の適用には限界があることを示唆している。

〔成果の活用〕

本検討による成果は、高架・平面併設道路困において発生する高架裏面反射音に対する予測式を作成するための基礎資料として活用する予定である。

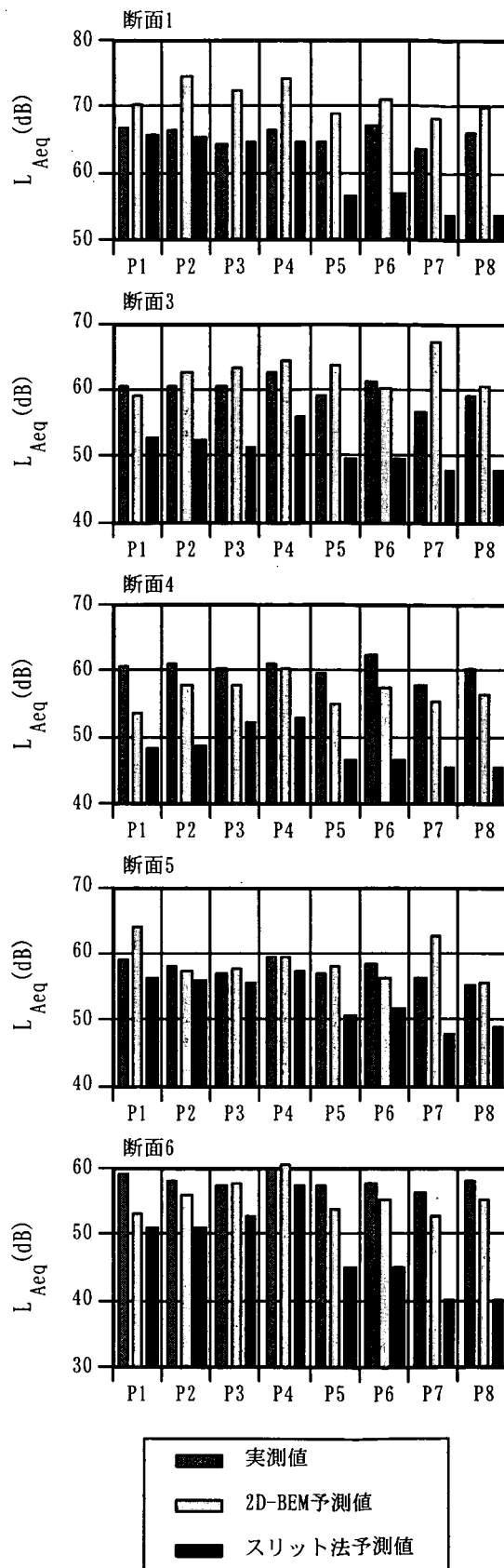


図2. 各断面での L_{Aeq} 実測値と各予測値の比較 (dB)

浮遊粒子状物質等の予測手法の拡充に関する調査

Research for an expansion of a prevention method about the Suspended Particulate Matter and so on near roadside

(研究期間 平成11～14年度)

環境研究部

道路環境研究室

室長

並河 良治

Environment Department

Road Environment Division

Head

Yoshiharu NAMIKAWA

研究官

松下 雅行

Researcher

Masayuki MATSUSHITA

研究官

大城 温

Researcher

Nodoka OSHIRO

The Fine Particulate Matter (PM_{2.5}) near roadside was investigated for expansion of the prediction method of the Suspended Particulate Matter. The clear relation was not able to be found out between the traffic volume of the road and the density of the Fine Particulate Matter come from traffic even considering the velocity of the wind.

〔研究目的及び経緯〕

道路に関係する浮遊粒子状物質 (SPM) の予測手法については、自動車からの排気管一次粒子を対象としたものを平成12年10月に刊行された「道路環境影響評価の技術手法 (その1) (土木研究所資料第3742号; 建設省土木研究所)」の中でとりまとめている。しかし、SPMのうち、燃烧などの人為的活動に起因して発生するものが多いと言われている微小粒子への関心が特に高く、その測定方法、実態把握、予測手法の確立が必要であると考えられる。これまでのところ、測定方法については、平成12年9月に環境庁 (現 環境省) から「大気中微小粒子状物質 (PM_{2.5}) 質量濃度測定方法暫定マニュアル; 環境庁大気保全局企画課」 (以下、「暫定マニュアル」と称す) が出されており、その中に複数の測定方法が示されているが、沿道での実態については、まだまだ知見が蓄積されていない。

そこで、沿道における微小粒子状物質の知見を蓄積するため、平成14年度に郊外部において車道部端及び対象道路から100～200m程度離れたところをバックグラウンドとした2地点で微小粒子状物質の測定を実施し、同時に交通量と風向風速も調査した。

〔研究内容〕

①実測調査の概要

平成14年度に実施した調査は、関東・中部・近畿の各地域に存する平面構造4車線で、日交通量が5万台前後の一般国道沿道で実施した。測定にあたっては、「暫定マニュアル」に示された測定方法のうち、短時間での測定が可能である自動測定機による方法のひと

つであるTEOMを適用し、車道部端とバックグラウンド (BG) の2箇所での測定を平成14年の7月から9月の間に10日間 (関東については11日間) 連続で行い、同時に大型車・小型車別に交通量調査を、また地上10m高さでの風向風速を測定した。

②実測データの整理

微小粒子状物質濃度、交通量及び風向風速の実測データは1時間値を最小単位として得られており、日平均値 (風向の場合は、最多頻度風向) も合わせて整理した。また、車道部端で得られた微小粒子状物質濃度から、BG濃度を差し引いたものを、対象道路の影響分と捉えた。

〔研究成果〕

関東・中部・近畿それぞれで得られた微小粒子状物質 (PM_{2.5}) 濃度の実測値について、道路沿道におけるPM_{2.5}濃度と交通量及び風速との関連性を検討した。

①PM_{2.5}濃度と交通量の関係

地区毎の車道部端におけるPM_{2.5}濃度と断面交通量または大型車交通量との関係を図1～3に示す。各散布図の上段には車道部端におけるPM_{2.5}濃度と交通量との関係を、下段は道路寄り濃度 (車道部端濃度－バックグラウンド (BG) 濃度) と交通量との関係を示している。断面交通量と車道部端PM_{2.5}濃度または道路寄りPM_{2.5}濃度の散布図は非常にばらついており、いずれの調査も、断面交通量と濃度の間に有意な関係は見られない。

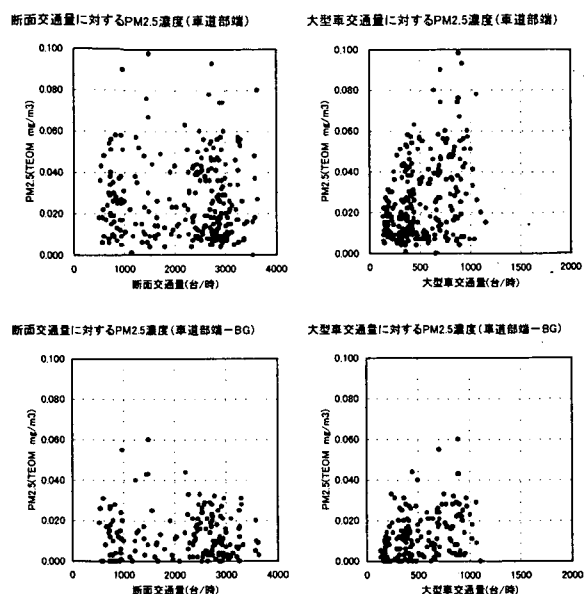


図1 PM2.5濃度と交通量の関係(関東)

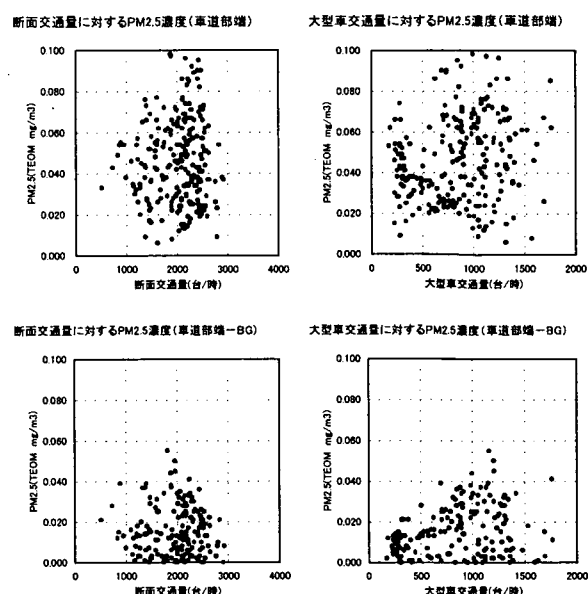


図2 PM2.5濃度と交通量の関係(中部)

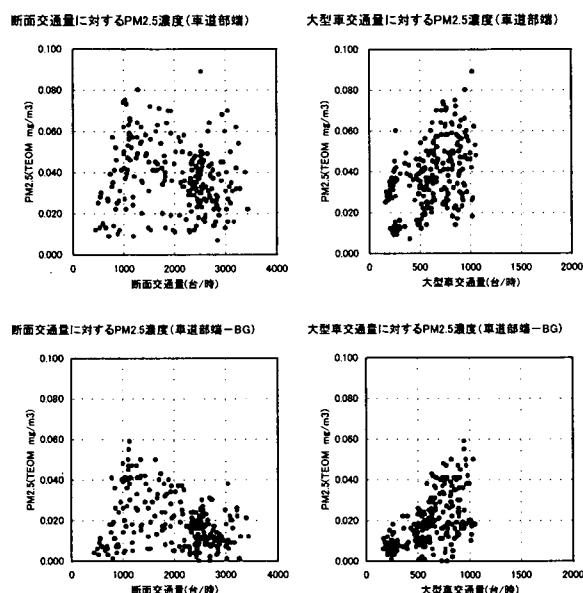


図3 PM2.5濃度と交通量の関係(近畿)

②PM2.5濃度と風速の関係

地区毎の車道部端およびバックグラウンド地点におけるPM2.5濃度と風速との関係を図4～6に示す。各散布図の上段には車道部端およびバックグラウンド地点における濃度と風速との関係を、下段は道路寄与濃度(車道部端濃度-バックグラウンド濃度)と風速の関係を示している。車道部端およびバックグラウンド地点における風速とPM2.5濃度の関係では、風速が大きくなるに従って濃度が低くなる傾向がみられる。しかし、全体に濃度のバラツキが大きく、濃度と風速の関係は明確ではない。道路寄与濃度(車道部

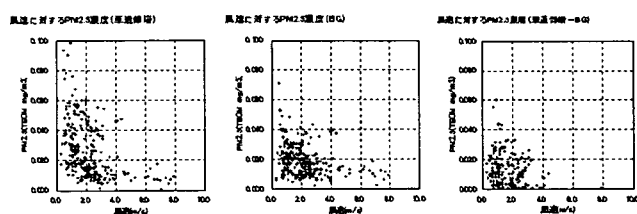


図4 PM2.5濃度と風速の関係(関東)

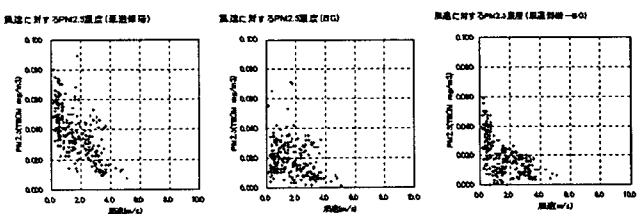


図5 PM2.5濃度と風速の関係(中部)

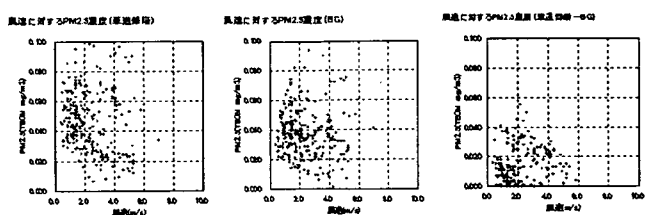


図6 PM2.5濃度と風速の関係(近畿)

端濃度-バックグラウンド濃度)と風速との関係は、全体にバラツキが大きく、明確な関連性は現れていない。

【成果の活用】

今後とも、データの蓄積を図り、さらに検討を進めることとしたい。

大気汚染等の低減技術等の評価に関する調査

Study on evaluation of technology for reducing air pollutant and greenhouse gas

(研究期間 平成12～14年度)

環境研究部	道路環境研究室	室長	並河良治
Environment Department	Road Environment Division	Head	Yoshiharu Namikawa
		研究官	松下雅行
		Researcher	Masayuki Matsushita
		研究官	大城 温
		Researcher	Nodoka Oshiro

This study has focused on application of air purification technology on roadside. The present condition of development and some tentative construction examples in air purification technologies were investigated, and the air purification system with the microbe technology was improved to enhance air purification efficiency in FY2002.

〔研究目的及び経緯〕

沿道の大気汚染は改善されつつあるものの、都市部を中心に環境基準を超過している地域は、依然として残されており、将来的には自動車排出ガス規制により改善されると見込まれるものの、当面对策が必要な地域が残ると考えられる。そのため、沿道の大気汚染対策の1つとして、光触媒や土壌を用いた沿道大気浄化技術、トンネル排ガスの浄化技術の開発が進められている。また、国土技術政策総合研究所でも、微生物を用いた大気浄化技術の開発を行っている。

14年度は、沿道の大気環境の改善に向けた大気浄化技術開発の現状、試験施工事例を調査し、大気浄化技術の浄化効果と今後の課題を明らかにした。また、微生物を用いた大気浄化技術の改善を行ったうえで他の大気浄化技術との比較評価を行い、大気浄化施設の概略設計を行った。

〔研究内容〕

1. 沿道における大気浄化技術に関する調査

開発が進められている大気浄化技術のうち、沿道で試験施工が行われている、光触媒又は土壌を用いた大気浄化技術及びトンネル低濃度脱硝技術を対象として、技術開発の現状や試験施工の事例(表-1及び図-1、2)及び大気浄化の効果について、現地調査及び文献調査を実施し、試験施工実施機関に対するヒアリングを行った。

2. 微生物を用いた大気浄化技術の開発

13年度までの研究で課題となっていた、オゾンによる一酸化窒素(NO)の二酸化窒素(NO₂)への酸化率の向上に

表-1 調査対象とした大気浄化施設の試験施工

種類	地点及び施工箇所	実施主体
光触媒	国道43号(大阪市西淀川区)	大阪国道事務所
光触媒	国道43号(兵庫県芦屋市)	兵庫国道事務所
光触媒	国道302号(名古屋市守山区)	中部技術事務所
光触媒 土壌	国道17号・都道環状7号 (東京都板橋区)	東京国道事務所、 首都公、東京都他
光触媒	県道市川浦安線 (千葉県市川市)	千葉県
光触媒	国道16号(千葉市稲毛区)	千葉市
光触媒 土壌	県道東京大師横浜線 (川崎市川崎区)	川崎市
光触媒	府道大阪臨海線 (大阪府泉大津市)	大阪府
光触媒	阪神高速道路神戸線・池田線 (大阪府西淀川区)	阪神高速道路公団
土壌	国道43号(兵庫県尼崎市)	兵庫国道事務所
土壌	国道1号・都道環状7号 (東京都大田区)	東京国道事務所、 東京都
土壌	国道479号(大阪府吹田市)	大阪府
土壌	府道第二阪奈道路 (大阪府東大阪市)	大阪府
光触媒 土壌他	都道山手通り (東京都目黒区)	東京都
トンネル 低濃 度脱硝	首都高速道路湾岸線 (東京都大田区)	関東地方整備局及 びJH、首都、阪 神の道路3公団

よる窒素酸化物(NO_x)除去率の向上効果の推計を行い、その結果から他の大気浄化技術と浄化性能を比較した。また、幹線道路の中央分離帯に、微生物による大気浄化施設を施工することを想定し、施設の概略設計を行った。

表－２ 大気浄化システムの性能比較

	微生物を用いた大気浄化技術		土壌による大気浄化技術		トンネル低濃度脱硝技術
	13年度試算	改良後試算	吹田市の事例	川崎市の事例	
通気流量(m³/h)	36,000		36,000	72,000	160,000
通気速度(mm/s)	45		20	40	－
大気浄化部設置面積(m²)	245		250		512
NOx平均濃度(ppm)	0.267		0.247	0.382	0.81
NOx除去率(%)	71	76	88	79	87
運用コスト(円/日)	11,840		13,888	21,369	124,032
浄化施設面積あたりNOx除去量(g/日/m²)	1.37 (100)	1.46 (107)	1.54 (113)	4.28 (312)	10.85 (792)
運用コストあたりNOx除去量(mg/円)	28.4 (100)	30.2 (107)	27.8 (98)	50.1 (177)	44.8 (158)
NOx除去量あたり運用コスト(円/g)	35.2 (100)	33.0 (94)	36.0 (102)	20.0 (57)	22.3 (63)

〔研究成果〕

1. 沿道における大気浄化技術に関する調査

光触媒による大気浄化の試験施工の事例では、遮音壁や壁高欄、中央分離帯等に施工したものと舗装面に施工したものに分類できる。遮音壁等に施工したものは、紫外線強度や降雨量により大気浄化効果が大きく影響を受けることが確かめられた。舗装面に施工したものは、施工後の摩耗のため効果の持続性の点で課題が残る。

土壌による大気浄化では、土壌層の２段化や通気速度の向上により面積あたりの浄化性能が向上し、全体の浄化量も向上している。ただし、通気流量の向上に伴い、土壌中に風の通り道ができることにより、土壌中の水分量が不均一になり除去率の低下が見られた。

2. 微生物を用いた大気浄化技術の開発

13年度の実験では、オゾンの添加量は一定であったが、吸気した沿道大気中の一酸化窒素濃度に応じてオゾンの添加量を調整することにより、約５％NOx除去率を向上させることが可能であると試算された（表－２）。

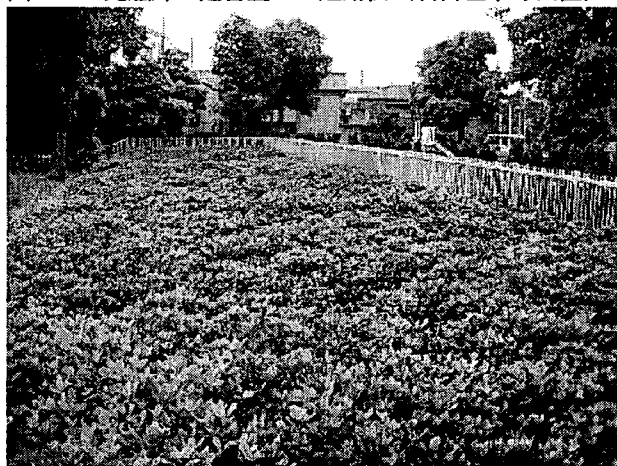
改良後の微生物による大気浄化技術を、他の技術と比較すると、吹田市における土壌による大気浄化の事例と比較してコストあたりのNOx除去量が多く、川崎市の事例と比較して少なかった。NOxの平均濃度の違いを考慮すると、吹田市の事例と同程度、川崎市の事例よりやや効率が低いと言える。今後、より浄化性能を向上させることにより、面積あたりの運用コストが低い利点が活きるものと考えられる。

〔成果の発表〕

- ・大城温，並河良治，松下雅行，山本昌弘：「微生物による沿道大気浄化システムの浄化効率向上に関する研究」，環境工学研究フォーラム講演集，Vol. 39，pp. 16-18，2002.
- ・大城温，山本昌弘，松下雅行，並河良治：「微生物を活



図－１ 光触媒の遮音壁への適用例（名古屋市守山区）



図－２ 土壌による大気浄化技術の適用例（川崎市川崎区）

用した脱硝装置の開発の現状と展望」，土木技術資料，Vol. 44，No. 12，pp. 44-49，2002.

〔成果の活用〕

今後、調査結果をとりまとめたものを国総研資料として公表し、現場での活用を支援する予定である。また、現在実施されている沿道における試験施工の結果も踏まえて、沿道における実用規模の適用を検討していく。

道路による動物の生息域への影響低減技術の調査研究

Research on Mitigation Measures for Defragmentation of Habitats by Road Construction

(研究期間 平成10～14年度)

環境研究部
Environment Department, Road Environment Division

道路環境研究室

室長
Head
研究官
Researcher

並河 良治
Yoshiharu NAMIKAWA
川上篤史
Atsushi KAWAKAMI

The fragmentation of animal habitats by road construction may not only reduce the area for animal habitation but also impede the animal movements between habitats, thereby isolating these animals. Therefore, in this study, we research the mitigation measures for defragmentation of habitats by road construction in Japan.

【研究目的及び経緯】

道路が動物に与える影響は、道路の出現によって生じる生息地の消失または細分化（分断）、自動車走行によって発生する排気ガスや交通騒音・振動などの大気環境の変化、道路照明による光環境の変化、工事による濁水の流出によるもの等が考えられる。このような中で、道路は線の構造のため、面開発等に比べ生息地の消失面積は小さいが、生息地が分断されることによる影響は大きいと考えられている。生息域の分断化は、歩行する動物のねぐらや餌場、水飲み場間等への行き来や他の生息地への移動を阻害する。それによって、生息適地の面積が小さくなり、そこに生息出来る種数や個体数も少なくなる。また、道路を渡ろうとした動物は、走行車両によってロードキル（車による轢死）が起こる危険性が高くなる。ロードキルは動物が死に至るだけでなく、地域によってはシカやクマなど大型獣もロードキルが起きる場合があり道路利用者の交通安全性にも影響を与えることとなる。また、そこに生息していた動物にとっても生息域が分断されると、動物は隔離された状態になり、自然的な理由や人間活動の影響もあって将来的に絶滅する危険性がある。

そこで本研究では、道路による動物の生息域分断の防止技術として、各対策メニューを提案するとともにそれらに関する考え方等を明らかにすることを目的とした。

【研究内容】

これまで、日本においては自動車交通の安全性

確保の為もあって、ロードキル（車による動物の轢死）対策に力を入れてきた。ロードキル対策は動物の進入防止柵の整備に代表されるが、進入防止を徹底するほど動物が道路の向かい側に移動できなくなり、生息域の分断化が促進される。そのため、動物用に道路横断施設が適切に設置されることが必要になり、その道路横断施設に誘導することも重要となってくる。

そこで、本研究では生息域分断防止対策が①動物用道路横断施設、②進入防止対策、③動物の誘導方法をセットで行われるべきものとしてとらえ、今まで行ってきた研究結果や既存の知見をもとにとりまとめるとともに、各地で行われている事例を整理した。

【研究成果】

①動物用道路横断施設

道路横断施設の設置を検討するには、まずどの位置に設置するか検討する必要がある、次にどのような構造とするか決めることとなる。道路横断施設の必要設置位置に関しては、既存道路と新設の道路と分けて考えなければならない。既存の場合、ロードキルが多発している箇所が動物の移動経路を分断していることと考えられ、もちろんその場所に設置するのが効果的である。一方、新設道路の場合、まずどのような歩行性の動物が生息しているか把握する必要がある。次に、動物種によって設置位置を検討するが、過年度の調査¹⁾において既存の連続する道路横断施設を利用する動物（タヌキ、ノウサギ、キツネ、テン、イタチ、

アナグマ、ハクビシン)の利用数を調べた結果、動物種によって異なるが、それぞれの動物種が生息する上で関連が深い環境(土地利用)の箇所で利用数が多いことが定量的に示すことができた。ここでは、タヌキやノウサギ、アナグマ等は樹林を分断している箇所の利用が当然多く、キツネなどは畑地などの利用が多かった。その他には、沢筋や尾根筋などが動物の移動経路となることが、一般的に知られている。

動物の道路横断施設の設置位置が決まった後は、どのような構造にするか決める必要がある。道路横断施設の構造は、大きく分けてアンダーパスタイプとオーバーパスタイプの二つに大きく分けることが出来る。しかし、道路計画を考えるとこの選択は動物の為に決められることはまず難しい。なぜなら、道路の縦断線形によっておのずと盛土構造(＝アンダーパスタイプ)か切土構造(＝オーバーパスタイプ)か決まってしまうからである。調査結果において、アンダーパスタイプで気を付けるべき動物はノウサギとキツネと考えられ、これらはパイプカルバートよりボックスカルバートにすれば利用が多くなると考えられる。また、オーバーパスタイプで注意すべきはアナグマと考えられ、開けた環境を好まないと考えられることからオーバーパス上に姿を隠せるような配慮が必要である。

②進入防止対策

動物の進入防止対策は、ロードキル対策として進入防止柵の設置が以前から行われてきており、動物によって高さや網目(金網型や縦柵型等)を選択する必要がある。つまり、カモシカやエゾシカ、ニホンジカのような跳躍力のある大型の動物に対しては、進入防止柵の高さを2.5mとしている。また、タヌキやノウサギ等に対しては、柵の高さを1.5～1.8mにするとともに柵の形状を通常金網型ではなく縦柵型にしないと登ってしまうことが指摘されている。また、柵と地面の間が少しでも空いていると、穴を掘って下をくぐり抜けられていると考えられる痕跡が、調査によっても確認できたことから、柵を地面に埋め込んだり、動物が通れないような工夫が必要である。また、ネズミやカエル等の小動物は通常の柵では防ぐ事が出来ないため、板を設置したり擁壁にする等の対策が必要となってくる。

また、取り付け道路等進入防止柵が設置できないところについては、ロールバーやグレーチング

が偶蹄類に対して実績があるが、今後他の動物に対しても有効性を検証することが必要である。

③動物の誘導方法

動物用道路横断施設を設置するにあたっては、動物の生態に応じた環境に設置することを先に述べたが、実際、道路を建設する際には人間用(機能補償用の道路や水路等)に設置することがまず優先される。そのような中で、新たに動物用に道路横断施設を併設することは経済的にも困難であることから、近くに人間生活用の横断施設がある場合にはそこへ誘導する必要がある。実際、過年度の調査結果より、人間用の道路横断施設でも動物が夜間に利用していることは確認されている。

誘導方法としては、進入防止柵の前に動物が通りやすくなるように犬走りのような空間を確保することや、エコスタック等の誘因施設を設けることによって道路横断施設へ誘導させることが考えられる。また、今まで進入防止柵は官民境界に設置されてきているが、動物の誘導を考える上では必ずしも官民境界にこだわることなく設置することが望ましいと考える。

【研究の発表】

川上篤史、角湯克典、並河良治、ほか：道路横断施設を利用する中型哺乳類の傾向について、第30回土木学会環境システム研究論文発表会講演集、297-302、2002

【成果の活用】

アセス等において生息域の分断防止対策を検討する上で参考となる。

引用文献

文献1) 川上篤史、角湯克典、並河良治、ほか：道路横断施設を利用する中型哺乳類の傾向について、第30回土木学会環境システム研究論文発表会講演集、297-302、2002

道路による動物の生息域への影響低減技術の調査研究

Study on methods for monitoring rare raptors

(研究期間 平成 10～14 年度)

環境研究部・緑化生態研究室
Environment. Department,
Landscape & Ecology Division

室長 藤原宣夫
Head Nobuo Fujiwara
主任研究官 石坂健彦
Senior Researcher Takehiko Ishizaka
研究官 百瀬浩
Researcher Hiroshi Momose

Mitochondria DNA sequences were analyzed in 48 Northern Goshawks (*Accipiter gentilis*) from 15 different locations in Japan. In one bird, the entire mitochondria DNA sequences, which consisted of 18,266 base pairs, were determined. Analysis of 477 base pairs from the Control Region revealed 9 different haplotypes. The distribution of these haplotypes did not show clear locality. For example, birds with the same haplotype were found from Tochigi, Nigata and Kyoto. This may suggest that Northern Goshawk population near Kanto region of mainland Japan is either genetically uniform, or at least related to populations in surrounding areas via dispersing individuals.

〔研究目的及び経緯〕

本研究は、オオタカを始めとする希少猛禽類の生態を調査して生息環境条件、行動圏の広さや行動圏内の環境利用を明らかにし、希少猛禽類の調査・保全手法や事業実施に際しての保全手法検討に役立つ資料を得ようとするものである。

〔研究内容〕

平成 14 年度は、希少猛禽類保全に際して考慮すべき個体群の遺伝的多様性について検討するための資料として、オオタカ DNA の塩基配列を解析し、オオタカ個体群の地域内及び地域間での遺伝的変異について調査した。

〔研究方法〕

過年度の野外調査で捕獲したオオタカ 30 個体と、(財)山階鳥類研究所が所蔵する標本 32 個体から胸筋、血液、羽毛を採取して DNA を抽出し、ミトコンドリア DNA の塩基配列を分析した。サンプルの内 1 個体については、ミトコンドリア DNA の全塩基配列を決定し、残りの個体については、ミトコンドリア DNA 中で最も進化速度が速いとされるコントロール領域 (D-loop 領域) 中のドメイン I と呼ばれる領域 (447bp) について塩基配列を比較した (図-1)。

オオタカ *Accipiter gentilis* は北半球の北緯 70 度から 20 度にかけての開けた森林および林縁に広く分布し、主に留鳥であるが、北方の個体群は南方に渡って越冬する。現在 9 亜種が認められている (Ferguson-Lees and

Christie 2001)。日本産の亜種 *A. g. fujiyamae* は日本、サハリン、南千島に留鳥として分布し、亜種チョウセンオオタカ *A. g. schvedowi* は、ウラル山脈からアムール地方、ウスリー地方、中国の東北部と南西部に留鳥として分布し、一部は中国南部、インドシナ北部等で越冬する。今回解析に用いた個体は、計測値等からすべて亜種オオタカに属すると考えられる。

〔研究結果および考察〕

オオタカ 1 個体で決定されたミトコンドリア DNA の塩基配列は 18,266bp であった (図-1)。2 つの rRNA と 13 のタンパク質をコードする領域の配置

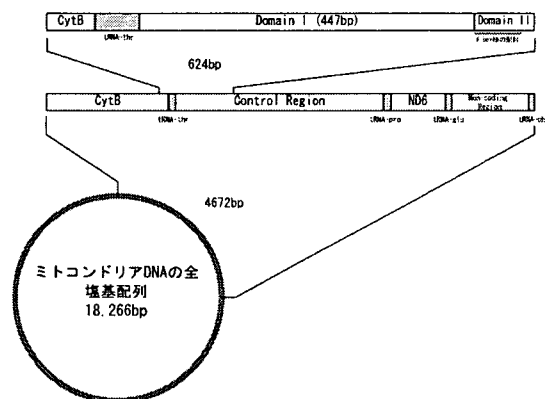


図-1 オオタカミトコンドリア DNA のコントロール領域の模式図と、塩基配列の比較に用いた領域の位置関係

は鳥類一般と共通しているが、特徴として繰り返し配列を含む非コード領域が存在する。非コード領域はtRNA-gluとtRNA-pheの間に配置されるが、その他の鳥類ではコントロール領域に相当する箇所である。コントロール領域はtRNA-thrとtRNA-proの間に転位している。非コード領域の存在とコントロール領域の転位とは、これまでノスリ (DDBJ: AF380305)、ハヤブサ (DDBJ: AF090338)、イヌワシ属 (Vali 2002) など明らかにされており、ワシタカ目で共通の特徴であると考えられる。非コード領域は
5'-ACAGCCTTAAATCAAAACCAAAAAATAATAATTCACATTCACG-3'
(44bp)が9回繰り返す配列を含んでいる。このような繰り返し配列を持つことも、その他のワシタカ類のミトコンドリアDNAと共通している。

52個体から抽出されたコントロール領域ドメイン I の配列を比較したところ、48個体で配列の決定に成功し、その中から9つのハプロタイプが認められた。図-2に示したこれらハプロタイプのネットワーク図では、全ての塩基置換が5塩基置換の範囲に収まっており、分岐の程度は比較的低いことがわかった。

ハプロタイプ構成比は、ハプロタイプ2と1で全体の81%を占めていた(図-3)。ハプロタイプ2が全体の50%を占めており、これはサンプルが栃木県産に偏っていたこと(67%)に由来すると考えられたが、栃木県産以外のサンプルでもハプロタイプ1と2が69%を占めているので、この2つのハプロタイプが優先的に存在するのは全国的な傾向であると考えられた。ハプロタイプ2がハプロタイプ1より多いのは栃木県

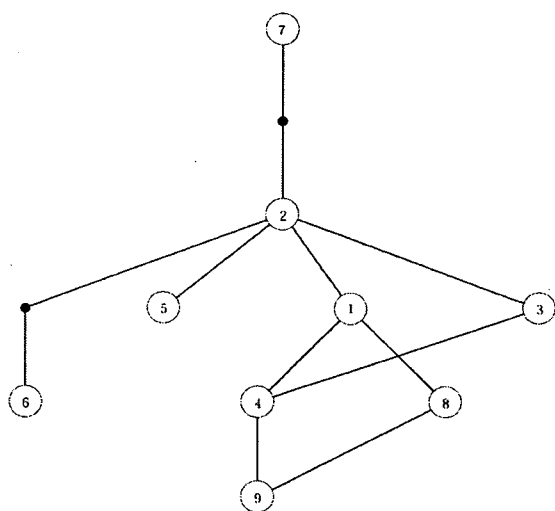


図-2 ハプロタイプのネットワーク。直線1本が1塩基置換を示す。黒丸は仮想上のハプロタイプを示す。円内の数字はハプロタイプ番号を示す。

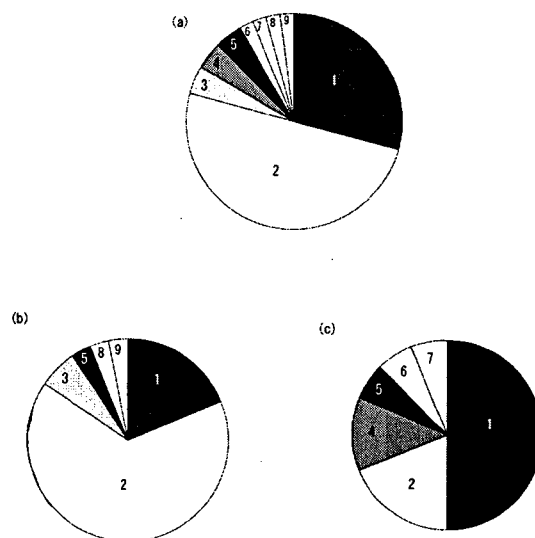


図-3 地域別ハプロタイプの構成比。(a) 全サンプル (n=48)、(b) 栃木県産サンプル (n=32)、(c) 栃木県以外のサンプル (n=16)。図中の数字はハプロタイプ番号を示す。

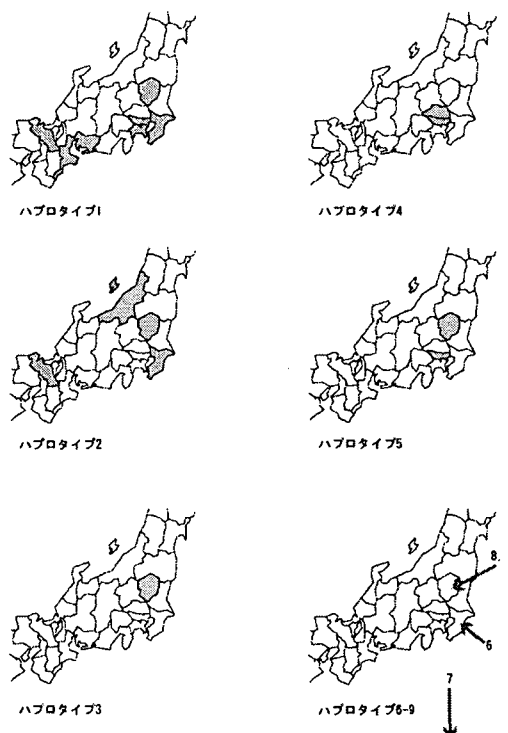


図-4 ハプロタイプの分布パターン。ハプロタイプ1～5は複数個体で見られたが、6～9は1個体だけで見つかった。ハプロタイプ7は小笠原産である。

個体群の特徴であるかもしれないが、新潟県、京都府、千葉県からも見つかっており(図-4)、日本全体でかなり優勢なハプロタイプであると考えの方が妥当だろう。したがって、ハプロタイプ2が栃木県を特徴づけているように見えるが、さらに多くのサンプルで検討すれば異なる結果が得られるかもしれない。現状では、対象としたサンプル中に遺伝的に独立した個体群があるという証拠はない。すなわち、サンプルの産地で東端にあたる栃木と西端の京都の間には遺伝的交流を阻む障壁はないと考えられた。

ClustalW (Thompson *et al.* 1994) を利用して近隣結合法によって描かれた系統樹では、ハプロタイプ6がもっとも祖先的な配列であると考えられたが、全体としてブートストラップ値が小さく、系統樹の信頼性が低いかもしれない(図-5)。また、この系統樹からは特定の地域に結びついたクラスターは見いだすことができない。

これらの結果は、栃木県産サンプルに偏っていたことから、日本産個体群とするには無理があると考えられるが、栃木県を中心とした関東地域個体群と考えた場合には有用であろう。京都、三重、愛知の各県のデータを取り入れた場合に大きな違いは生じなかったので、関東地域個体群の傾向が本州地域全体を代表している可能性があり、今後のデータの蓄積が待たれる。

【引用文献】

- Ferguson-Lees, J. and D. A. Christie 2001. Raptors of the World. Christopher Helm, London.
- Thompson, J.D., D.G. Higgins and T.J. Gibson 1994. CLUSTAL W: improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position-specific gap penalties and weight matrix choice. *Nucleic Acids Res.* Nov 11;22(22):4673-80.
- Vali, U. 2002. Mitochondrial pseudo-control region in old world eagles (genus *Aquila*). *Molecular Ecology* 11. 2189-2194.

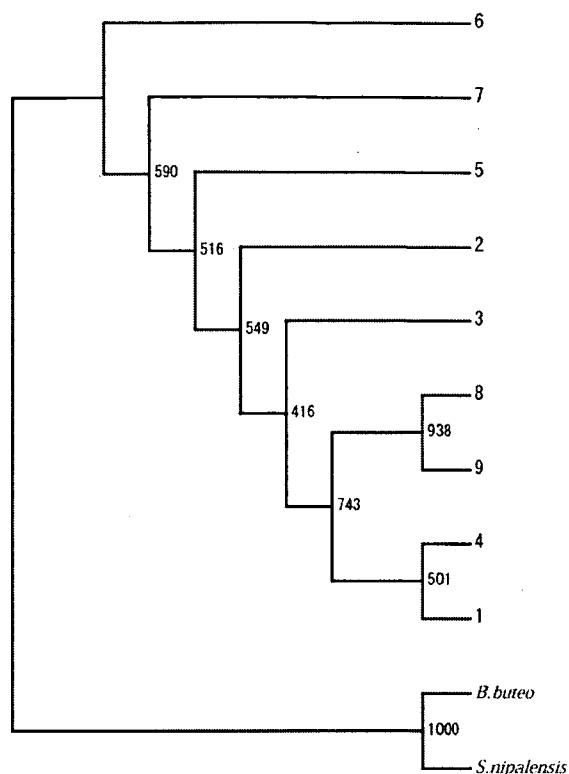


図-5 各ハプロタイプの系統樹。近隣結合法によって描かれた。系統樹内の数値はブートストラップ値を表す。外群にはノスリ (*Buteo buteo*) とクマタカ (*Spizaetus nipalensis*) が用いられた。

道路事業における生態系の調査、評価手法の高度化

Study on methods for adequate survey and efficient evaluation of ecosystems

(研究期間 平成 12～14 年度)

環境研究部 緑化生態研究室
Environment Department
Landscape and Ecology Division

室長 藤原宣夫
Head Nobuo Fujiwara
主任研究官 石坂健彦
Senior Researcher Takehiko Ishizaka
研究官 百瀬 浩
Researcher Hiroshi Momose

In the natural environmental impact assessment, it has been a subject to ensure more efficiently influence prediction and evaluation to ecosystems. We aim at developing the techniques of grasping ecosystems more exactly, and the technique of evaluating habitats quantitatively in this research.

〔研究目的及び経緯〕

環境影響評価法における環境影響評価では、「生態系」が評価項目として追加された。建設省令においても基本的方法は示されたが、今後、具体的な予測・評価の方法を確立することや、生物・生態系に関する知見を蓄積し、より定量的に予測・評価を行うなど、さらに、効率化や高度化を図るべき課題も少なからず残されている。本研究は、生態系への影響予測・評価の効率化・高度化を図るため、生態系を構成する生物の生息空間に着目し、その相対的重要度を定量的に評価する手法を開発することを目的とする。

〔研究内容〕

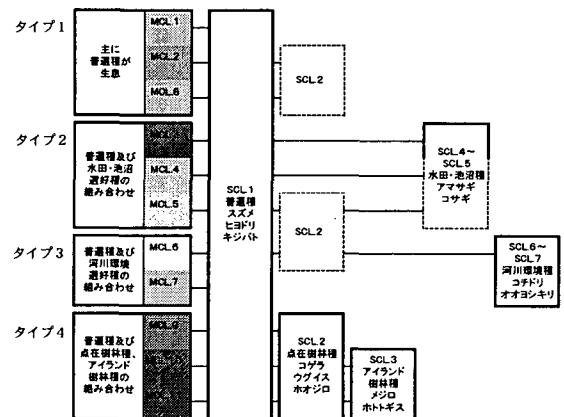
環境影響評価においては、生態系を類型化し、単位としてとらえ、その単位ごとに、予測・評価を行うとされている。生態系の単位は一般には植生相観等の単位と対応すると考えられるが、複数の環境を利用する種も多いことから、植生がモザイク状に分布する地域では、単に相観植生の単位を持って生態系の単位とすることは不適切な場合も多い。14年度は栃木県宇都宮東部地域（東西約23km×南北約4km）を事例として、鳥類のラインセンサスによる生息状況と相観植生との対応関係から、生態系を類型化するとともに、それぞれの生態系における注目すべき種の選定に資する方法を検討した。

鳥類のラインセンサスは、平成12年の繁殖期に実施した。生息環境のベースとして、環境省の自然環境情報GISに時点修正等を加えた植生図データを用いた。

〔研究成果〕

1. 生息環境の類型化

事例地域を一辺の長さが500mのメッシュに区分し、各メッシュ内の鳥類の出現状況について数量化Ⅲ類による環境軸の抽出とクラスター分析により、出現鳥類種のグループ化を行った。この結果、鳥類は7つのグループにまとめられた。また、グループ化された鳥類種のメッシュにおける出現状況から、メッシュのグループ化を行い11のタイプを得た。さらに、両者の対応



注1) MCL: メッシュ(立地環境)のグループ

SCL: 鳥類のグループ

注2) アイランド樹林は、本報ではある程度の大きさの面積規模をもつ樹林を言う

注3) 破線枠は、グループ内の全ての種が対応していない(一部の種が欠ける)ことを示す。

図-1 500m メッシュを単位とした鳥類種群の組み合わせから見た生息環境の分類

関係から、生息環境としては、①普遍種が出現するメッシュ群(タイプ1)、②普遍種と水田・池沼選好種が出現するメッシュ群(タイプ2)、③普遍種と河川環境選好種が出現するメッシュ群(タイプ3)、④普遍種と小規模樹林種、アイランド樹林種が出現するメッシュ群(タイプ4)の4つのタイプに類型化された。

2. 生息環境の内部構造

4つのメッシュグループについて、それぞれの土地被覆の状況を図-2に示す。

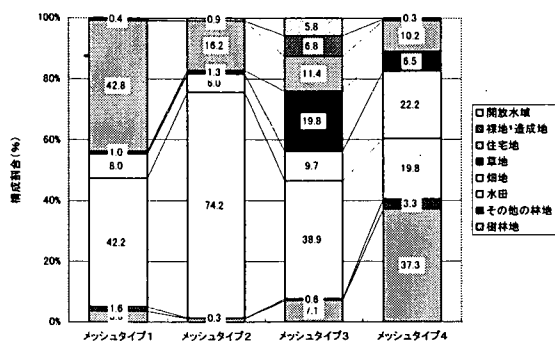


図-2 メッシュグループ毎の土地被覆状況

全般に水田の占める割合が大きい、中でもタイプ2が特に大きい。各タイプ毎には、タイプ1が住宅地、タイプ3は河川等の開放水域が他に比較して大きく、それに関連した草地や砂礫地と考えられる裸地・造成地の割合が大きくなっている。タイプ4は樹林地が大きく、次いで畑地の占める割合が大きくなっていることが特徴である。以上まとめると、タイプ1は住宅地型。タイプ2は水田型。タイプ3は河川草地型。タイプ4は樹林地畑地型と言うことができる。

3. 指標種の選定

各メッシュタイプにおける出現確認鳥種の確認頻度を表-1に示す。

表-1 確認種の確認頻度

メッシュタイプの別確認頻度	SOL-1 全鳥類調査																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
タイプ1	111	147	143	147	86	133	119	85	112	8	54	37	126	41	44	4	1	1	1	1
タイプ2	40	32	31	30	13	31	28	15	24	0	18	8	29	28	8	11	0	0	0	0
タイプ3	976	1825	805	732	388	758	883	388	585	0	53	225	707	824	98	185	788	0	24	73
タイプ4	16	17	18	11	9	14	12	17	1	4	2	8	2	8	0	0	0	0	0	0
タイプ5	142	111	90	148	90	123	146	45	95	8	40	7	28	19	4	7	7	7	7	7

メッシュタイプの別確認頻度	SOL-2 全鳥類調査										SOL-3 全鳥類調査									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
タイプ1	111	147	143	147	86	133	119	85	112	8	54	37	126	41	44	4	1	1	1	1
タイプ2	40	32	31	30	13	31	28	15	24	0	18	8	29	28	8	11	0	0	0	0
タイプ3	976	1825	805	732	388	758	883	388	585	0	53	225	707	824	98	185	788	0	24	73
タイプ4	16	17	18	11	9	14	12	17	1	4	2	8	2	8	0	0	0	0	0	0
タイプ5	142	111	90	148	90	123	146	45	95	8	40	7	28	19	4	7	7	7	7	7

表-1中、①当該種の当該メッシュタイプでの確認率が他のメッシュタイプの2倍を超える、②当該種の当該メッシュタイプでの確認率が10%以上ある、種を当該メッシュの指標種とし、太枠で囲った。

4. 指標種の潜在的生息予測

上の作業により抽出した指標種のうち、タイプ4を指標するキジを例として、生息の予測を行った。繁殖

期の雄の行動圏面積は17,000 m²~77,600 m²とされることから、本報では、これを70,000 m²と想定し、生息の確認されたメッシュ(この分析では一辺が50m×50m)中心から半径150mの円バッファを発生させ、その内部の土地被覆割合を算出した。同時に生息の見られない任意の箇所から同様に円バッファを発生させ、内部植生割合を算出した。前者をキジが“on”、後者を“off”として、判別分析を行った(表-2、3)。

表-2 正準判別分析の結果I

植生凡例	正準判別 関数係数	Fisherの線形判別 関数係数	
		キジ-on	キジ-off
スギ・ヒノキ・サウラ林	0.144	0.226	0.042
その他林地	0.820	0.112	0.008
畑地	0.030	0.076	0.038
定数	-1.031	-2.251	-0.935

表-3 正準判別分析結果II

元のデータ	予測グループ	
	キジ-on	キジ-off
キジ-on	39 65%	21 35%
キジ-off	9 15%	51 85%

なお、固有値は0.414に留まったが、的中率は75%あり、比較的高い値であった。また、本分析にはステップワイズ法を用いたが、説明変数として用いられた植生凡例は、表-2の3凡例であった。これらの係数を用いてキジの潜在的な生息予測を行った(図-3)。

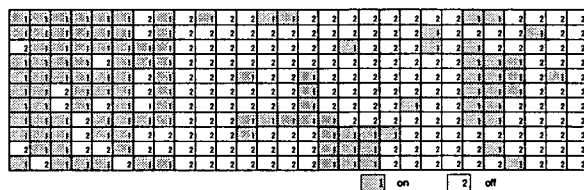


図-3 キジの潜在生息予測図(宇都宮東部50mメッシュ)

5. 環境影響評価への適用性

本報では500m×500mメッシュを基本とした生息環境と鳥類の関係から、生態系の類型化と当該生態系の指標種(典型性の生態系の注目すべき種)の抽出方法等を検討し、その種の生息予測モデルから潜在的な生息予測を行った。スケールの粗さは否めないが生息予測モデルを用いて、事業影響を予測する考え方などの適用性は高いと考える。しかし、全般に生物の行動圏の大きさや行動圏の内部環境に関する知見は乏しく、本報で指標種に選定した種に関しても例示したキジの他、数種に限定された。今後事業の影響予測、評価等の定量的実施を可能とするためには、注目すべき種に選定される可能性の高い種を中心に、その生息域の内部構造等に関する知見を引き続き収集する必要性があることも改めて示唆された。

道路のり面における生態的環境整備に関する研究

A study on road slope environment maintenance as habitat for wildlife

(研究期間 平成 14～16 年度)

環境研究部 緑化生態研究室
Environment Department,
Landscape and Ecology Division

室長 藤原 宣夫
Head Nobuo Fujiwara
研究官 飯塚 康雄
Researcher Yasuo Ilzuka
招へい研究員 佐伯 緑
Visiting Researcher Midori Saeki
交流研究員 大竹 邦暁
Guest Research Engineer Kuniaki Otake

Roadside green belts are expected to act as ‘corridors’, which connect isolated habitats for the wildlife, forming an ecological network. We performed a field study in ten green areas along a highway in Saitama prefecture to collect basic information about the relationship between the shapes and arrangements of the roadside green belts and their function as habitat for wild animals. The results for the first year revealed that use of mammals were mainly found in areas with long and continuous green cover, and some of the areas were used repeatedly by animals, as part of their home ranges.

〔研究目的及び経緯〕

近年、生物の生息地の減少、生息環境の汚染、生息地の分断化・孤立化等により生物多様性の低下が問題となるなかで、生物の生息・生育空間の保全・創出を目的としたエコロジカルネットワーク計画が重要となっている。

道路緑地は、エコロジカルネットワークにおける生物の永続的な生息地である生物自然地区や中核地・拠点地区等を結ぶ回廊の機能を有しており、特にのり面等の連続した緑地帯においてはその効果が期待されている。

しかしながら、現在は回廊的役割を期待して緑化は行われているものの、その効果については未解明な部分が多い。

そのため、本研究では、エコロジカルネットワークの構築を強化することを目的として、道路のり面の生態的評価方法を検討することにより、道路のり面における生態的環境整備のための基礎資料を作成するものである。

〔研究内容〕

道路緑地が長い距離繋がって存在している高速道路のり面、具体的には関越自動車道（練馬 IC～本庄児玉 IC）を対象地として、のり面植生と野生動物利用状況を把握し、その関連性を解析して、道路のり面におけ

る野生生物の生息や移動に適した環境要因を明らかにする。

平成 14 年度は、対象地における野生動物（哺乳類）のロードキル実態（道路における野生動物の衝突死）および盛土のり面における利用実態調査を行った。

〔研究成果〕

（1）ロードキルの実態調査

調査は、日本道路公団資料より、以下の項目について抽出し整理した。対象期間は平成 11 年～13 年までの 3 年間とした。

調査項目・・・発生日時、発生場所、動物種

表 1 ロードキルの発生状況

種	平成 11 年	平成 12 年	平成 13 年	合計
イタチ	5	4	4	13
サル	0	0	1	1
タヌキ	125	82	73	280
ノウサギ	4	3	1	8
合計	134	89	79	302

※ノウサギには、ウサギとだけ記載されていたものを含む

ロードキルの調査結果を表 1 に示す。ロードキルの発生が見られた種は、イタチ、サル、タヌキ、ノウサギであった。3 年間で 302 件の発生件数があり、そのうちタヌキが 280 件と、9 割以上を占めていた。年別にみると平成 11 年が最も多く、その後減少している。月別の発生状況では 11 月がピークにあり、その前後の 9 月～12 月が多い時期となっていた(図 1)。

この時期に急増する原因は、既存文献においても報告されているが、これはこの時期がタヌキなどの当歳仔の分散期にあたるためと考えられる。分散期の個体は移動距離が多くなることや、分散する個体の多くが親から離れたばかりで経験が浅くロードキルに遭いやすいことが原因と推測される。

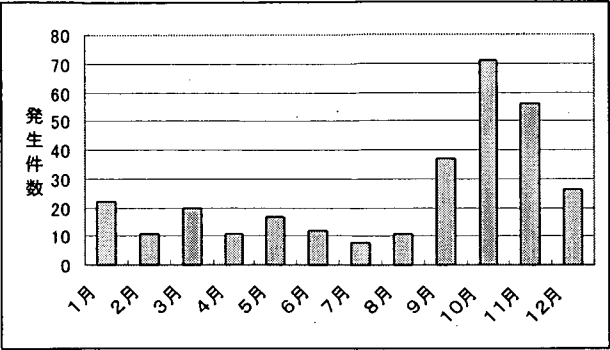


図1 月別ロードキル発生件数（平成 11～13 年計）
(2) 盛土のり面における野生動物利用実態調査

関越自動車道の練馬 IC～本庄児玉 IC までの区間からロードキル発生件数の多い箇所を抽出して、道路のり面における野生動物の利用状況をけものみちや足跡、フン等の痕跡を踏査により調査した。また、痕跡が発見された場所については、その位置の距離標とあわせて周辺の自然環境や土地利用状況、植生等を記録した。

ロードキルが多かったタヌキとイタチの発生件数（3 年間）について、多発地点（0.5km 区間毎）を 10 箇所、抽出して利用実態調査区とした（表 2）。ほとんどの調査区は、50Kp 以北で東松山 IC～本庄児玉 IC までの自然環境の豊かな地域であった。

利用実態調査の結果、ほとんどの調査区ではタヌキの痕跡が確認されたが、調査区 3 と 5 では確認されず、けもの道もあまり確認できなかった。また、イタチは河川が隣接している調査区 1 や 10 と丘陵地で水路が隣接している調査区 4 で痕跡が確認された。ノウサギは、丘陵地が隣接している調査区 4 と 9 で痕跡が確認された（表 3）。

表 4 タヌキのためフンが確認された調査区と周辺環境の状況

調査区	上・下	のり面の幅	痕跡の位置	植生高	相観タイプ	植物種名	周辺環境	水系	地形
2	上り	2～10m程度	のり面中央	低木	常緑	ネズミモチ、アズマネザサ	畑	付近に川	丘陵
2	上り	2～10m程度	のり面中央	低木	混交	クヌギ、コナラ、シラカシ、アカマツ	住宅	貯水池が隣接	丘陵
6	上り	1～13m程度	のり面下部	短茎草本		牧草	畑、住宅地		平野
6	上り	1～13m程度	のり面中央	亜高木林	混交林	アズマネザサ、シラカシ、サクラ	畑		平野
6	下り	1～13m程度	高速側フェンス際	コンクリート		ススキ	住宅地		
7	上り	10m程度	のり面中央	低木林	夏緑	コナラ、ニセアカシア	畑		平地
9	上り	7～12m程度	のり面中央	高茎草本		ススキ	水田		平地
9	上り	7～12m程度	のり面下部	高茎草本		ススキ	水田		平地
10	上り	7～12m程度	のり面中央	灌木林	夏緑		住宅地、水田、畑	川が近い	平地
10	上り	7～12m程度	のり面上部	高木林	混交	シラカシ、コナラ、サクラ	畑		平地

表 2 ロードキル多発地点

調査区	キロポスト	RK数	上り	下り	周辺環境（上り）	周辺環境（下り）	のり面の幅
1	22.9-23.4	8	7	1	公園・畑地	畑地、水田	0～10m程度
2	35.6-36.1	9	5	4	住宅地・貯水池	住宅地・公園	2～10m程度
3	41.6-42.1	8	2	6	平地林・畑地	工業団地	1m程度
4	51.6-52.1	9	4	5	丘陵地	丘陵地・水田	0～13m程度
5	54.9-55.4	14	7	7	水田・河岸段丘	水田・河岸段丘	0～8m程度
6	56.5-57.0	8	6	2	畑地	住宅地	1～13m程度
7	58.5-59.0	10	3	7	畑地	住宅地	10m程度
8	59.8-60.3	10	6	4	植木畑	畑地	10m程度
9	64.5-65.0	9	5	4	水田	畑地	7～12m程度
10	67.4-67.9	9	5	4	畑地・水田	水田・工場	7～12m程度

けもの道は、多くの場所で盛土のり面に沿って連続していたが、下刈りによって植生のカバーがなくなっている場所（調査区 2）やのり面の狭い場所（調査区 3）ではまったく確認されなかったり部分的であった。

表 3 確認種と確認痕跡

目名	科名	和名	痕跡*	調査区									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ウサギ	ウサギ	ノウサギ	Dr				○					○	
ネコ	イヌ	タヌキ	De							○			
			Dr	○	○				○	○	○	○	○
			Tr	○			○		○	○		○	○
	イタチ	イタチ	Dr				○						○
			Tr	○									○

*Dr はフン、De は死体、Tr は足跡の略号。

本調査での哺乳類の痕跡は、全部で 70 地点で確認されたが、29 地点はタヌキであった（約半数は不明）。そのタヌキの痕跡の確認地点周辺にはけもの道が発達し、フェンス等で仕切られた道路境界にはのり面への侵入痕跡が確認されることが多かった。また、タヌキの痕跡の内、19 地点はフンであり、さらに、そのうち 10 地点はためフンであった（表 4）。タヌキのためフン場は、繰り返しフンをしたことで日常的にその場所を利用している状況を現している。

このことから、タヌキは盛土のり面内を移動路だけではなく、ためフン場としても利用しており、重要な生活空間となっていると考えられた。

〔成果の活用〕

道路のり面における生態的な観点からの評価手法及び整備手法の開発に活用する。

街路交通調査費

新しい都市交通システムに関する調査

Study on New Urban Transport System

(研究期間 平成 14～15 年度)

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

室 長 長谷川 金二
Head Kinji Hasegawa
主任研究官 河野 辰男
Senior Researcher Tatsuo Kono
研究官 田中 良寛
Researcher Yoshihiro Tanaka

This study assesses new transport systems designed for urban conditions to determine those which are feasible. We focus in particular on EV car sharing systems and the demand bus concept for terminal transport modes such as rail, considering strategies for their introduction and evaluating their suitability.

〔研究目的及び経緯〕

モータリゼーションの進展とともに都市における交通問題は多様化し、近年では環境問題が大きくクローズアップされるとともに、交通の円滑化や交通安全対策、交通機関の利便性向上、高齢化対応等、課題は多岐に亘る。このような状況の中、都市内交通システムにおいては既往システムの低廉化や高度化策が検討されるとともに、新しい交通システムが提案されてきている。そこで本課題では、上記課題に対応し都市内交通に対するニーズや確保すべきサービス水準を踏まえて、都市特性に応じた交通体系と新たな交通システムの導入可能性を明らかにしようとするものであり、特に鉄道等の端末交通手段としてのEV共同利用システム等に着眼してその導入促進策の検討と適応性評価を行う。これにより、都市特性格の新たな交通システムの提案とその導入手法を提示する。

〔研究内容〕

平成 14 年度は、自動車共同利用システムとデマンドバスの取り組みを実施している国内事例を整理するとともに、代表的な事例についてはヒアリング調査を行って実施上の課題等を把握した。また、サービスすべき端末交通手段の組み合わせ検討の基礎調査として、東京都市圏と京阪神都市圏並びに金沢都市圏・熊本都市圏のパーソントリップ調査データを用いて駅端末交通手段の距離帯別分担特性を明らかにした。

1. 自動車共同利用・デマンドバスの取り組み事例 タウンモビリティの向上を目的とした新たな都市交

通システムとして注目されている自動車共同利用に関する我が国におけるこれまでの取り組み事例を体系的に整理した結果を表-1に示す。

我が国の自動車共同利用への取り組みはここ数年で活発化してきているが、早くから取り組みがなされていた欧米に比べて歴史が浅く、自動車に対しての「保有」から「共同利用」への意識変革は進んでいない。

また、事例ではその多くが電気自動車を用いているため、利用者ニーズと採算性の双方を満足する料金設定ができていないのが実状である。さらに、相乗り等を含む多様な利用形態に即した法制度が確立していないのも普及が進まない一因となっている。

一方、デマンドバスの取り組みでは、古くは福祉目的でのデマンド運行が実施されていたもののローテクのため随時性や利便性が十分ではなく普及に至らなかったが、近年のIT・ITS技術の進展から、きめ細かいサービスと高度な運行管理が可能となり、多様な利用者ニーズに対応できるようになってきており、住民への周知が進むに従い利用者数も増加したとの報告もある。なお、留意すべき点として、地域の特性に応じたサービスや運行形態の確立が挙げられ、まちづくり施策との一体的な取り組みが重要である。

2. 駅端末交通手段の距離帯別分担特性

端末交通の利便性を高めて公共交通の利用促進を図る施策検討の基礎調査として、大都市圏(H10東京PT、H12京阪神PT)並びに地方都市圏(H7金沢PT、H9熊本PT)を対象に、鉄道駅端末交通手段の距離帯別分担特性の分析を行った。この際に駅の

表－1 わが国における自動車共同利用の取り組み事例

対象形態	業務利用中心				通勤私事・業務混合				私事中心	
システム名	ITS/EVシェー カーシステム	電気貨物自動車 共同利用システム	Crayon	ITSモデル地区実 験in豊田	エコ・パークアンド ライド	京都パブリック カー	けいはんなITS	NPO法人カーシェ アリングネットワ ーク	ITS/EV住宅地セ カンドカー	自動車共同利用 (カーシェアリン グ)社会実験
主財政支援 組織	経済産業省	(財)日本電動車 両協会	トヨタ自動車	ITS Japan	国土交通省	新エネルギー・産 業技術総合開発 機構	経済産業省	福岡市、九州電力	経済産業省	交通エコロジー・ モビリティ財団
連絡先・窓口	CEVシェアリング (株)	(財)都市交通問 題調査会	同上	愛知県豊田市	エコ・パークアンド ライド推進協議会	最適化研究所	(財)関西文化学 術研究都市推進 機構	環境NGO西日本 リサイクル運動市 民の会	(財)自動車走行 電子技術協会	同上
実施地域	横浜市MM21地区 他	大阪市中心部	豊田市および周 辺都市	豊田市	海老名市・(藤沢 市・厚木市)	京都市中心部	京都府相楽郡精華 町、木津町	福岡市東区箱崎	稲城市多摩ニュー タウン	東京都北区王子・ (三鷹市下連雀)
実施時期	1999年9月～	2000年4月～2002 年3月	2000年5月～	2001年3月～	2000年1月～ (2004年3月)	2001年1月～	2002年11月～ (2003年)	2002年10月～	1999年9月～	2001年9月～2001 年12月
利用車両	2人乗り小型車、 4人乗り小型貨物 車	4人乗り小型貨物 車	2人乗り小型車	2人乗り小型車	2人乗り小型車 (藤沢では4人乗 り小型GS車も使 用)	2人乗り小型車	5人乗り小型車 (ハイブリッド)	EV: 1人乗、2人 乗、ハイブリッド: 2人乗(予定)、5 人乗、8人乗	2人乗り小型車、 4人乗り小型貨物 車	5人乗り小型乗用 車(GS車)
受け渡し駐 車場所数	10カ所	8カ所	9カ所	5カ所	5カ所	7カ所	2カ所	2カ所	6カ所	1カ所
車両台数	30台	28台	35台	17台	18台	40台	10台	30台	30台	4台

分類を乗降特性から、①通勤型、②都心型、③中間型に分けて抽出し集計した。ここでは京阪神都市圏の分析結果を例示する。

図－1は通勤型駅(30駅)の分担率を示したものであるが、全トリップの8割は駅から2,500m以内であり、1,500mまでは徒歩、2,000m以上はバスの分担率が高いが、1,500～3,000mの間では二輪の分担率も比較的高い。なお、駅個別に見ると、急行が停車する駅では駅勢圏が広くP&RやK&Rの比率が他駅に比べて高いことがわかった。

図－2は都心型駅(10駅)の分担率であり、全トリップの8割は駅から2,000m以内でその殆どが徒歩、それ以上の距離帯ではバスの分担率が高くなっている。図－3は中間型駅(10駅)で、全トリップの8割が駅から2,000m以内であり、1,500mまでは徒歩、2,000m以上では二輪とバスの分担率が高い。他の分類に比べてバスの分担率が低いといった特徴が読みとれる。

【研究成果】

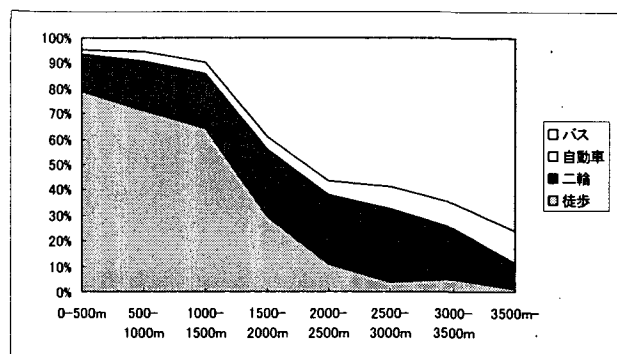
自動車共同利用システムとデマンドバスの取り組みを実施している国内事例を整理するとともに、代表的な事例についてはヒアリング調査を行って実施上の課題等を明らかにした。また、都市圏パーソントリップ調査データを分析して、端末交通がサービスすべき内容の検討基礎資料となる駅端末交通手段の距離帯別分担特性を得た。

【成果の発表】

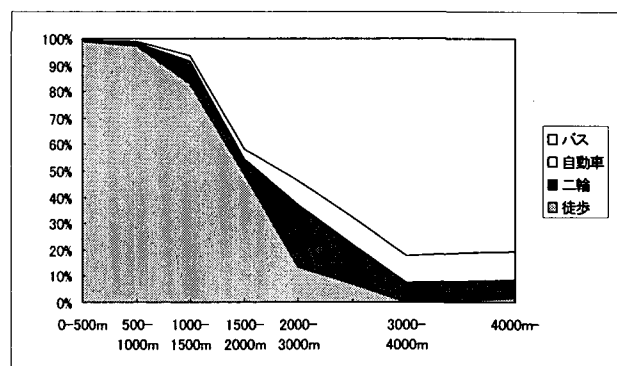
①月刊道路行政セミナー：都市交通におけるカーシェアリングの位置付けと意義、道路広報センター、2003.3

【成果の活用】

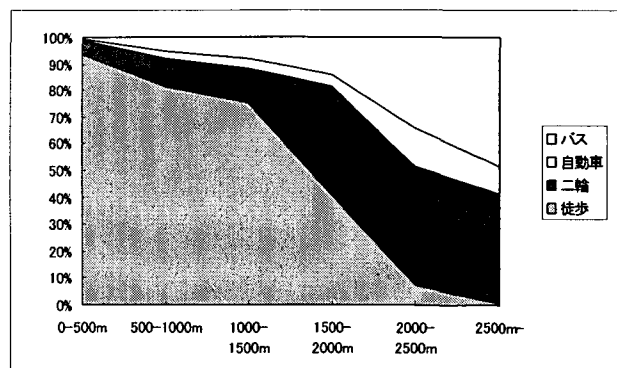
本成果を含めてさらに詳細な分析及び調査を行って、地域特性や駅特性、利用者ニーズに応じた端末交通サービスのあり方を明らかにし、新たな都市交通システムの提案と導入手法を提示する。



図－1 駅端末交通手段の分担率(通勤型駅)



図－2 駅端末交通手段の分担率(都心型駅)



図－3 駅端末交通手段の分担率(中間型駅)

交通結節点の評価に関する調査

Study on Evaluation Method of Transport Nodes

(研究期間 平成 14～15 年度)

道路研究部道路研究室
Traffic Engineering Div., Road Dept.

室長 長谷川金二
Head Kinji Hasegawa
主任研究官 河野辰男
Senior researcher Tatsuo Kono
研究官 田中良寛
Researcher Yoshihiro Tanaka

This study, part of a NILIM main project entitled Research on the Formation of Multi-modal Transport System, looks at transport nodes, the points at which multiple transport modes can be integrated, and in particular at the interchange function, one of many fulfilled by the transport node. The study reviews quantitative techniques for evaluating load of transfer at transport nodes.

[研究目的及び経緯]

現在の交通は輸送能力や輸送速度、定時性、利便性、費用等の面で様々な特性を持つ多様なモードが存在している。しかし、モード間の連携は十分とは言えず、利便性の高い自動車への過度な依存及び非効率な自動車の使い方がなされている。その結果、地球温暖化などグローバルな環境問題や、都市部を中心に交通渋滞、交通事故、大気汚染、アメニティの低下などが深刻な社会問題となっている。

本調査は、国総研プロジェクト研究「マルチモーダル交通体系の構築に関する研究（平成 15 年度～平成 18 年度）」において、複数交通モードの連携強化を図るポイントである交通結節点に着目し、さらに交通結節点が担う様々な機能（図 1）の中からまず乗換機能に着目し、交通結節点における移動の負担感を定量的に評価する手法のとりまとめを目指したものである。

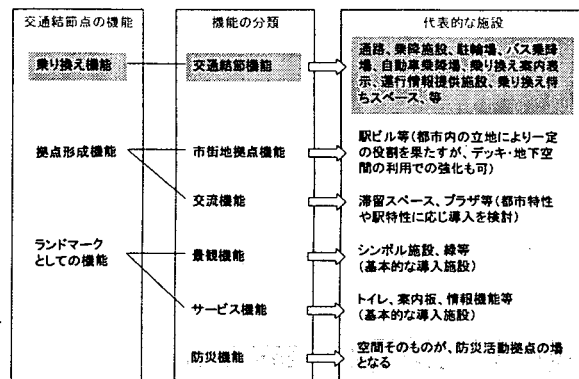


図 1 交通結節点が担う様々な機能

[研究内容]

(1) 評価指標と評価手法の設定

交通結節点の乗換行動全体の評価にあたっては、階段・歩行支援施設等の利用を含む個々の乗換行動において算出される一般化時間（平坦部歩行時の負担感を基準とした体感時間）の総和を活用することとした。

$$G(\text{一般化時間}) = \sum G_n = \sum (W_n \times T_n + I)$$

G_n : 乗換経路上 n 番目の乗換行動に関する一般化時間

W_n : 乗換経路上 n 番目の心理的負担も加味した乗換行動に関する乗換形態（ n ）別の等価時間係数

T_n : 乗換経路上 n 番目の乗換行動に関する混雑状況を加味した所要時間

I : 乗換経路上 n 番目の乗換行動上で目的とする乗換行動を支援する情報提供の有無に関する心理的負担の時間換算値

W_n （等価時間係数）については、水平移動、上下移動といった各種移動に含まれる個々の移動形態（階段上り等）に対し、経路の混雑や歩行支援施設整備に伴う心理的負担感も含めた等価時間係数を指す（図 2）。

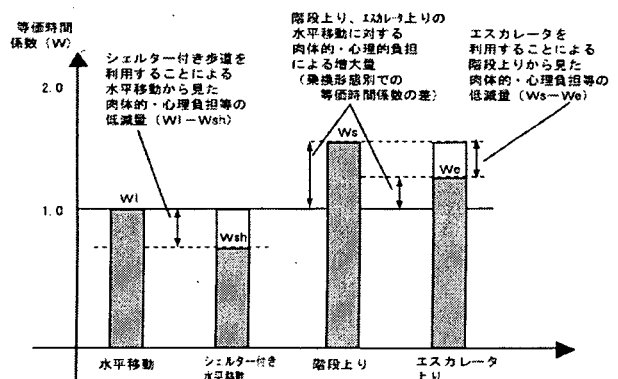


図 2 等価時間係数の概念図

(2) 等価時間係数の設定

一般化時間を算出するために必要となる個々の移動形態の等価時間係数を設定するため、駅利用者（延べ被験者数7493名）を対象に一問一答形式で聞き取り調査を実施した（表1、表2）。

表1 等価時間係数取得対象の移動形態と利用者属性

	水平移動	上下移動	待ち
基本的な移動	水平移動	階段上り 階段下り	立位(電車待ち) 立位(踏切や信号待ち) ベンチでの待ち(座位)
歩行支援施設を含めた移動	動く歩道(立ったまま利用、歩いて利用)	エスカレータ上り(立ったまま利用、歩いて利用) エスカレータ下り(立ったまま利用、歩いて利用)	
その他負荷的な要素を含む移動	混雑状況別の水平移動 シェルター付き歩道	高低差別の階段、エスカレータ移動	

利用者属性:通勤目的(朝ピーク)、高齢者自由目的、非高齢者自由目的、非高齢者業務目的

表2 調査実施駅の特徴

	名称	乗換状況	施設整備内容
大規模駅	金山駅	JR、名鉄、地下鉄	○ 改札間連絡自由通路
	小倉駅	JR、モノレール	○ 屋根付き通路 公共連絡自由通路 自由通路内の歩行支援施設 高度な案内情報提供
	京橋駅	JR、京阪、地下鉄	× 乗り継ぎの際の上下移動が多い
小規模駅	川西能勢口駅 川西池田駅	阪急、能勢電、JR	○ ベデストリアンデッキ (屋根付き通路)
	上大岡駅	京急、地下鉄	○ バス・タクシーとの乗り継ぎ容易
	南方駅・ 西中島南方駅	阪急、地下鉄	× 相互の駅間の距離は短い が、踏切や横断歩道の横断が必要

移動形態別（水平移動、上下移動、立位、座位）での等価時間係数の設定にあたっては、水平移動の通常時（オフピーク）の移動時間を基準に設定した。具体には、各設問における被験者の選択結果の構成比に基づき、基準となる移動と等価時間係数の取得対象となる移動の選択率が50%となる点を等価とした。設問例とその結果を例に、等価時間係数の取得例を示す。

設問例：平坦部における通常歩行と高低差がある場合の上り階段利用について
普通に徒歩で60秒歩くとした場合、上り階段を利用する限度時間を次の中から選んでください。

通常歩行（60秒＝約80mの移動）との比較

- | | |
|---|-----------|
| 1. 15秒であれば上り階段を利用する | ⇒選択率 100% |
| 2. 30秒 " " | ⇒選択率 70% |
| 3. 45秒 " " | ⇒選択率 40% |
| 4. 60秒（徒歩利用と同じ）であれば上り階段を利用する | ⇒選択率 20% |

上記結果から上り階段の等価時間を設定する場合、上り階段の選択率が50%となる点を通常歩行と等価な時間と見なす。従って、上記結果における等価時間は通常歩行（60秒）＝上り階段（40秒）となる（図3）。

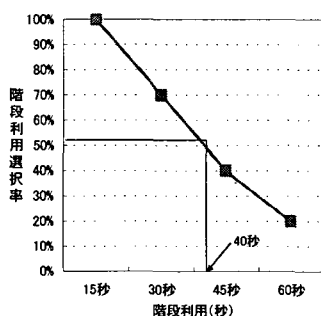


図3 等価時間の算定方法

秒）となる（図3）。

等価時間係数は、基準となる移動形態の等価時間と個々の移動形態の等価時間の比率を表すものである。従って、例の結果を用いた上り階段利用の等価時間係数は、以下のように設定される。

$$\text{通常歩行に対する上り階段利用の等価時間係数} = \frac{\text{通常歩行の等価時間（60秒）}}{\text{上り階段利用の等価時間（40秒）}} = 1.5$$

上記のような考え方で等価時間係数を算出した結果を示す（表3）。

表3 水平移動を基準とした属性別の等価時間係数

移動形態	属性			
	出動目的	高齢者自由目的	非高齢者自由目的	非高齢者業務目的
水平移動	1.00	1.00	1.00	1.00
階段上り	1.59	1.60	1.78	1.32
階段下り	1.46	1.15	1.19	1.41
立位	0.76	0.74	0.74	0.72
座位	0.49	0.46	0.43	0.45
エスカレータ上り(立ったまま利用)	1.08	1.03	1.25	0.98
エスカレータ上り(歩いて利用)	1.73	1.38	1.92	1.29
エスカレータ下り(立ったまま利用)	0.89	0.58	0.80	0.87
エスカレータ下り(歩いて利用)	1.30	0.83	1.07	1.28
動く歩道(立ったまま利用)	0.46	0.47	0	0.47
動く歩道(歩いて利用)	1.28	1.24	1.32	1.38
シェルター付き歩道の水平移動	0.42	0.42	0.43	0.43
混雑区間での水平移動	1.67			
高低差のあるエスカレータ上り(立ったまま利用)	1.34	1.25	1.45	1.05
高低差のあるエスカレータ下り(立ったまま利用)	1.08	0.72	0.80	0.92

取得値の検定はサンプルの母平均の差の検定(ウェルチの検定、信頼係数95%)を行った。

【研究成果】

①交通結節点における移動負担を定量的に評価する手法として、一般化時間（平坦部歩行時の負担感を基準とした体感時間）を用いる手法を提案した。

【成果の活用】

上記手法を拡張して駅前広場の配置計画やパーク＆ライド駐車場立地計画への適用（図4）を検討するとともに、自治体、市民、事業者等に具体的手順を平易に解説した資料をとりまとめる予定。

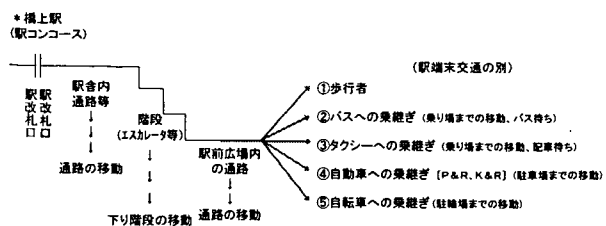


図4 駅構内から駅前広場まで一貫した評価尺度の適用

地方整備局等依頼経費

排水性舗装の騒音低減効果に関する調査

Research on Noise Reduction Effects of Porous Asphalt Pavement

(研究期間 平成 14 年度)

環境研究部 道路環境研究室
Environment Department
Road Environment Division

室長 並河 良治
Head Yoshiharu NAMIKAWA
主任研究官 森 悌司
Senior Researcher Teiji MORI
研究員 小柴 剛
Research Engineer Takeshi KOSHIBA

"ASJ Model 1998" has proposed a calculation formula for noise reduction effect of porous asphalt pavement. However, the formula does not express the well-known fact that the effect decreases as time passes. This research has been investigating the change in noise reduction effects of porous asphalt pavement at national highways for four years. It is shown that the accuracy of the formula should be improved by estimating the decrease as time passes.

〔研究目的及び経緯〕

排水性舗装による道路交通騒音の低減効果は経時的に低下することが知られている。排水性舗装の減音効果の予測式については、日本音響学会が提案した ASJ Model 1998 にその一部が示されているにすぎず、それは舗装敷設後 1 年以内のデータから作成されたものであり、汎用性のある減音効果の経時変化については明らかにされていない。したがって、環境アセスメントにおいて排水性舗装の効果を量的に見込むことが困難となっている。また、減音効果の経時変化が予測されるならば、排水性舗装の打ち換え時期を判断するためにも有効である。

そこで本調査では、排水性舗装の減音効果の経時変化を考慮した自動車走行騒音のパワーレベル式の構築を目的として分析を行った。

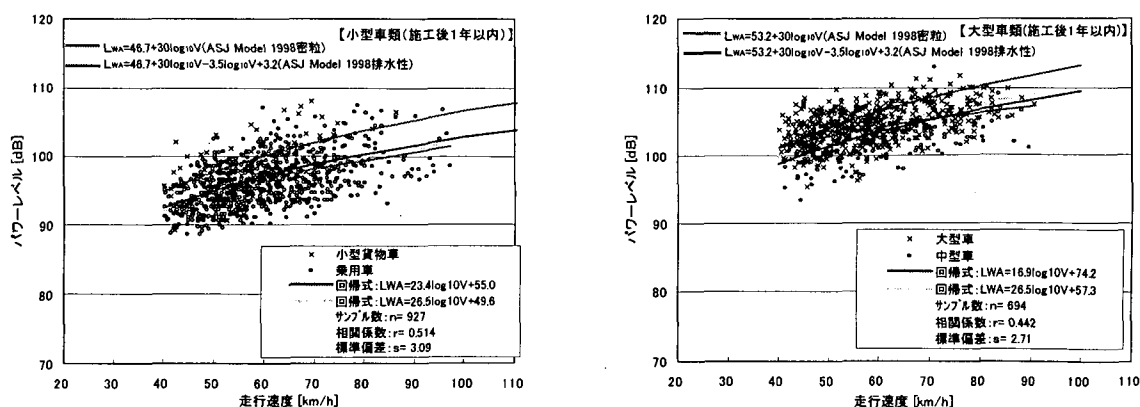
〔試験方法〕

平成 10 年度から平成 13 年度に、排水性舗装（設計空隙率 20%、最大骨材粒径 10～20mm、舗装厚 40～60mm）が敷設された直轄国道（延べ 96 箇所）において、一般車のパワーレベル測定を行った。パワーレベルはピーク法で算出し、マイクは車両走行中心線（近接車線）から側方 7.5m、高さ 1.2m の位置に設置した。

〔研究内容〕

1. 施工後 1 年以内のパワーレベル式の作成

施工後 1 年以内の排水性舗装における一般車（小型車類、大型車類）のデータを用いて、施工後 1 年以内の排水性舗装のパワーレベル回帰式を作成した。その結果を次式と図－1 に示す。ただし、速度依存性は ASJ Model 1998 と同じとした。



図－1 施工後 1 年以内の排水性舗装のパワーレベル式

【小型車類】

$$LwA_{dr}=49.6+26.5\log V$$

【大型車類】

$$LwA_{dr}=57.3+26.5\log V$$

V : 平均走行速度[km/h]

2. パワーレベルの経時変化に関する検討

小型車類と大型車類別のパワーレベルの経時変化を図-2に示す。縦軸は、測定地点ごとに作成したパワーレベル式から換算した50km/h時のパワーレベルである。横軸は、測定地点の経過月数である。騒音の上昇の程度は車種により異なり、小型車類の場合は0.087dB/月であり、大型車類の場合は0.030dB/月であった。

3. 経時変化を考慮したパワーレベル式の作成

パワーレベルの経時変化(上昇量)が走行速度によって変化しないと仮定して、施工後1年以内のパワーレベル式に経時変化の項を加えると、パワーレベル式は以下になる。経時変化の項(M-6)は、施工後1年以内のデータの平均値が小型車類で49.6、大型車類で57.3になるよう配慮したものである。

【小型車類】

$$LwA_{dr}=49.6+26.5\log V+0.087(M-6)$$

【大型車類】

$$LwA_{dr}=57.3+26.5\log V+0.030(M-6)$$

M : 施工後の経過月数

4. 経時変化を考慮したパワーレベル式の検証

今回作成したパワーレベル式を用いた等価騒音レベルの計算値と実測値との相関を既存の予測式と比較した結果を図-3に示す。経時変化を考慮することにより、相関係数が0.57から0.7になり、等価騒音レベルの予測精度が向上していることが分かる。

【研究成果】

経時変化を考慮することにより、排水性舗装の等価騒音レベルの予測精度が向上することが明らかとなった。

【成果の活用】

本研究の成果は、排水性舗装の騒音低減効果の予測式として、次回改訂のASJモデルに反映させる。

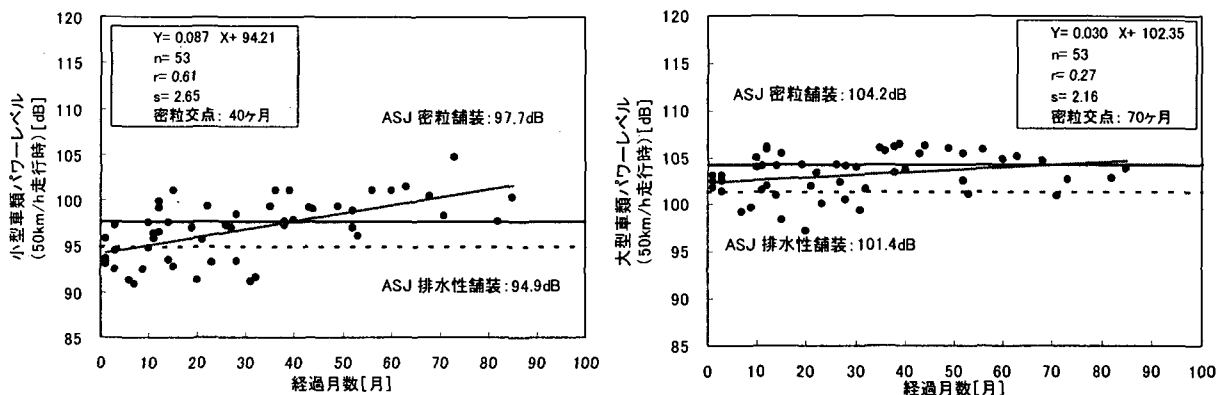


図-2 排水性舗装を走行する車両のパワーレベルの経時変化

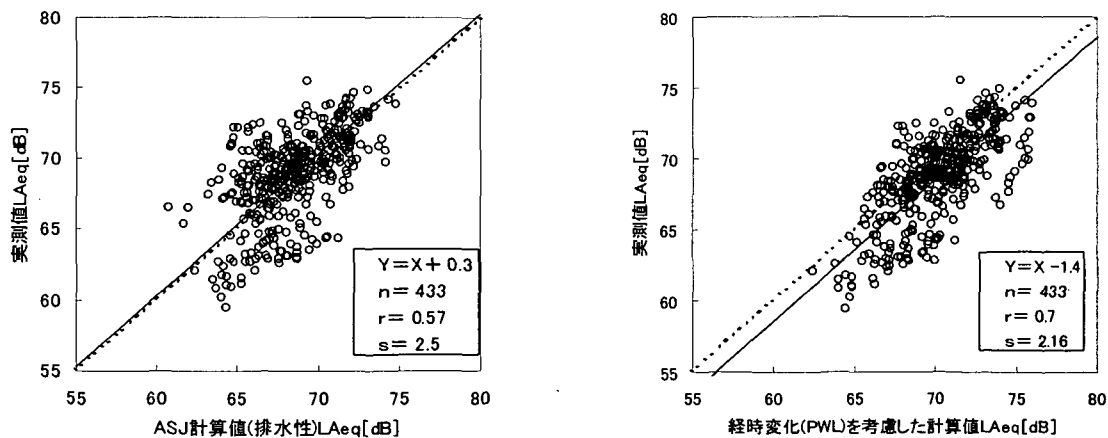


図-3 経時変化を考慮したパワーレベル式の等価騒音レベル予測精度

公共事業の環境負荷低減に関する検討

Study on Reduction of Environmental Load by Public Works

(研究期間 平成14年度)

環境研究部

道路環境研究室

室長

並河 良治

Environment Department

Road Environment Division

Head

Yoshiharu NAMIKAWA

主任研究官 曾根 真理

Senior Researcher Shinri SONE

研究官 川上 篤史

Researcher Atsushi KAWAKAMI

The government purchases the specified items in public works to make society more sustainable from FY 2003 based on the Law Concerning the Promotion of Procurement of Eco-Friendly Goods and Services by the State and Other Entities (Law on Promoting Green Purchasing). This study investigates items proposed by private sector to designate them as specified eco-friendly goods. 161 proposed items are categorized into eight groups. Five items are selected as eco-friendly goods from 161 proposed items.

〔研究目的及び経緯〕

本研究は、グリーン購入法に基づく「環境物品等の調達に関する基本方針」に定める「特定調達品目」のうち、公共工事における新たな品目（工法・目的物）を選定するため、提案品目の分類・審査における技術的な評価・検討を行うものである。

〔研究内容〕

1. 提案品目分類（案）の作成

平成14年度に応募のあった品目を分類し、総括したものを表-1に示す。提案品目について、土木関係、建築関係、建設機械関係、港湾空港関係に分類した。また国等による公共工事において調達しないもの等の受け付けできない提案品目を抽出し、その理由をあわせて整理した。

土木関係品目について募集要領に基づき審査を行い、比較対照の選定が不適切なもの、環境負荷低減が認められないもの、グリーン調達だけでは環境負荷低減効果は実現しないものなどについて、除外の案を作成した。

2. 提案品目の技術審査

技術審査は、以下に示す評価項目に関する評価基準を設定して行った。以下の評価項目・基準に基づき、除外された提案品目以外の品目について、提案資料及び必要に応じて各提案者のヒアリング等を実施し、技術的な評価検討を行い、以下の分類を標準として適切な分類の案を作成した。また、以下の（1）及び（2）

に分類された提案品目については、審査分類の結果、審査分類の根拠、理由などを明記した品目調書（案）の作成を行った。

（1）環境負荷低減に関する特性

- ①地球温暖化やエネルギー消費量の増大に関する特性
- ②廃棄物処理に関する特性（リサイクル関係）
- ③生物多様性の保全に関する特性（生物の生息環境の悪化及び生態系の破壊に関する特性等）
- ④有害化学物質に関する特性
- ⑤その他（①～④以外の環境負荷項目）の特性

（2）環境負荷低減以外の特性

- ①品質基準に関する特性
- ②目的物の性能を確保する条件に関する特性
- ③コストに関する特性
- ④入手可能に関する特性
- ⑤使用実績に関する特性
- ⑥その他（①～⑤以外の項目）の特性

個別品目審査を行った上で、類似の品目を統合し、統合品目調書を作成した。統合品目調書に従って品目類型としての評価を行い、特定調達品目候補、除外、受付対象外に分類した。

3. 特定調達品目候補群の分類

特定調達品目候補群に該当するものの中で、環境負荷低減効果が客観的に認められるが、解決すべき課題があり今後十分な検証が必要なものに該当する品目については、以下の課題の分類を標準として適切に分類及び整理を行うものとする。この分類の流れをフローチ

ャートで表したものを図 - 1 に示す。

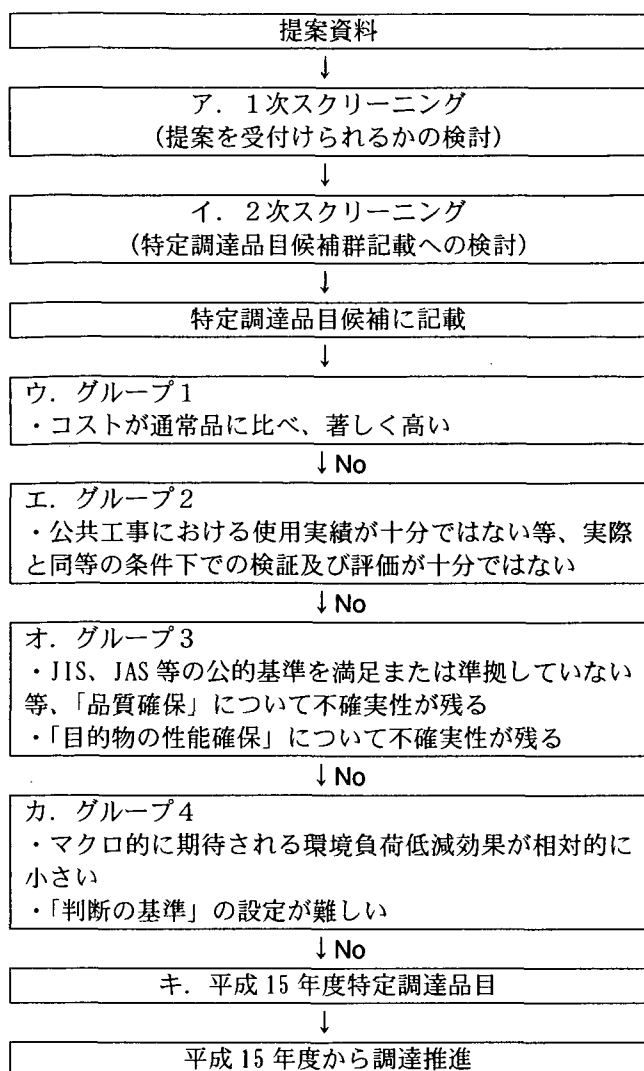


図 - 1 公共工事に関わる品目検討フロー

4. 技術審査結果一覧表の作成

すべての品目について、審査結果（品目名、概要、比較対称品目、判断の基準、審査分類の結果、審査分類の理由など）を明記した技術審査結果一覧表を作成した。統合品目調書に基づいて行った技術審査結果の一覧を表 - 2 に示す。

5. 今後の方針

また、来年度以降の環境負荷低減効果判定の参考とするため、ライフサイクルをふまえた環境負荷低減効果の考え方を検討予定である。なお、検討にあたっては、学識経験者の意見も参考に行うこととする。

表 - 1 提案品目分類結果

群類名	工法			目的物			合計
	H13	H14	小計	H13	H14	小計	
汚泥土	14	10	24	1		1	25
地盤改良	15	3	18				18
法面緑化	8	10	18	2		2	20
多自然型	8	4	12	10	1	11	23
プレキャスト	11	3	14				14
土木 計	56	30	86	13	1	14	100
屋上緑化	2	3	5	3		3	8
建築 計	2	3	5	3		3	8
港湾 計	32		34	4		4	38
シールド 計	14	1	15				15
合計	104	36	140	20	1	21	161

表 - 2 技術審査検討結果一覧

分類		理由	内訳	合計
ア. 提案不受理		資料不備等	15	15
イ. 除外		環境負荷低減効果が認められない	41	51
		その他	10	
特定調達品目候補	ウ. グループ1	コストが高い	1	1
	エ. グループ2	実績不十分	23	23
	オ. グループ3	性能確保に課題	6	20
		品質確保に課題	14	
	カ. グループ4	環境負荷低減効果が相対的に小さい	4	5
		判断基準設定困難	1	
	グループ2かつグループ3		12	12
	グループ3かつグループ4		3	3
キ. 特定調達品目			12	

【研究成果】

本研究により、以下の品目が、平成15年度のグリーン購入法の基づく公共工事の特定調達品目として指定された。

- ・ 高圧フィルタープレスによる建設汚泥再生処理工法
- ・ 流動化処理による建設汚泥再生処理工法
- ・ 伐採材及び建設発生土を用いた法面緑化工法
- ・ フライアッシュセメント
- ・ 屋上緑化工法

凍結防止剤の影響調査

Research for the Environmental Impact of De-icing Salt

(研究期間 平成 11～15 年度)

環境研究部 道路環境研究室
Environment Department Road Environment Division

室長 並河 良治
Head Yoshiharu NAMIKAWA
主任研究官 角湯 克典
Senior Researcher Katsunori KADOYU
研究官 桑原 正明
Researcher Masaaki KUWABARA

The application of de-icing salts onto roads is strongly required to keep winter road traffic safe. On the other hand, there is some anxiety over the environmental impact of the de-icing salts. Under such circumstances, the guideline for apply of de-icing salts onto roads have to be proposed to help for road administrators to take more consideration to environment. The salt adhesion/accumulation mechanism to plant, the modeling analysis for evaluation, and effective countermeasures are proposed from some s aiming at making the guideline.

〔研究目的及び経緯〕

冬期交通の安全性という観点から道路面への凍結防止剤の散布は必要不可欠であり、その散布量はスパイクタイヤの使用禁止に伴い年々増加している。一方で、凍結防止剤の飛散等による自然環境、特に植生への影響が懸念されており、交通安全が確保され、かつ自然環境への影響に配慮した凍結防止剤の散布が求められており、凍結防止剤の環境への影響予測・評価及び影響低減対策もついて研究する必要がある。

平成 14 年度は、散布され、路外へ飛散した凍結防止剤の沿道の植物への付着・蓄積メカニズムを把握したうえで、凍結防止剤の環境への影響予測・評価及び影響低減対策についてとりまとめ、凍結防止剤使用に関する冬期道路管理の考え方について提案した。

〔研究内容・研究成果〕

1) 凍結防止剤の植物等への影響

散布された凍結防止剤は、路外へ飛散し、植物体内へ浸入する。そして、図-1 に示すように体内塩分量が増加する。その際、その植物の許容する体内塩分量（浸入許容塩分量）を超過したときに、葉の変色、発育障害、枯死等が発現すると考えられる。

過年度に各地方整備局で、マサキ、ウバメガシ、オオムラサキ、スギの 4 種類の樹木において耐塩性試験を行った結果について、上記の考え方に従い、これらの試験調査樹種の耐塩性及び浸入率、発現閾値の結果を表-1 のようにとりまとめた。

2) 凍結防止剤の沿道への影響予測・評価手法

路面に散布された凍結防止剤は、上下車線合わせて

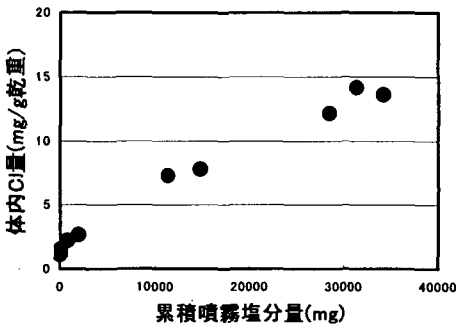


図 1. 散布塩分量と植物体内塩分量の
関係例（室内実験：オオムラサキ）

表 1. 試験調査樹種の耐塩性及び浸入率、発現閾値

試験調査 樹種	耐塩性の特徴	耐塩 強度	浸入率	浸入許容塩分量 (mg/g 乾重量)	
				変色被 害発現	50%以上変 色被害発現
マサキ	塩分が附着しやすいが、浸入しにくい。浸入許容塩分量は中	強	0.039	25	69
ウバメガシ	塩分が附着しにくく、かつ浸入しにくい。浸入許容塩分量は中	強	0.043	25	42
オオムラサキ	塩分が附着しやすいが、浸入しにくい。浸入許容塩分量は中	弱	0.065	6	31
スギ	塩分が附着しにくい。浸入しにくい。浸入許容塩分量は中	中	0.133	18	—

散布量の概ね 10% が路外に飛散し、約 50% が道路の側溝等に流出する。また飛散した凍結防止剤は、その 50% 以上が道路端から 5m 以内の地面へ落下し、道路端からの距離が離れるに従って到達量は減少し、その関数

表2. 植物の耐塩性強度一覽

耐塩性強度	強		中		弱	
試験木	マサキ	ウバメガシ	スギ		オリーブ	
植物名	アブ マサギ サ	トビレ	アカサ	タマイダ キ	アカマツ	トナリノミチ
	イヌカ	トベラ	アカエリ マツ	チャ	アカミノイヌカ	トショク
	イブ キ	ナシロク ミ	アカガ シ	ウグ	イズセリヨウ	ニヒルハ
	カイズ カイブ キ	ハイネス	アシナキ	ウバ キ	イズノキ	ハイヌガ ヤ
	カヤ	ハイビ ヲキシ	アヒビ	トド マツ	イツワツジ	ハイヌマ
	キョウチクトウ	ヒイラギ	アヲラン	ナギ	イブ キヅコウツ	バンクスツ
	クナシ	ヒイラギ モセイ	イイ	ナラシ	エゾ ムササキツジ	ヒノキ
	クロマツ	ヒ ヲキシ	イカヤ	オズ ミチ	エゾ ユズ リハ	ヒノキサトロ
	コウヨクシ	モバノ ランシキ	イヌキ	ハイヌガ	エンビ ウバ ヲキシ	ヒメナス
	サツキ	マダケ	オホ マノキ	ハクサンシャクナゲ	オオゴ ノシノバ ヒバ	ヒメチ
	シナヒイラギ	マデバ シ	オホメザ ヤ	ハクササキ	カルミヤ	ヒヨクヒバ
	ジャコフ バイ	マルバ シャリンバイ	カハルノミ	ハノメダモミ	キノタ	ヒナカシ
	シラカシ	モクモク	カガツ トビレ	ヒイラギ ナンテン	キン ナシカナゲ	ヒナツ ツツジ
	スター ジー	ヤブ ツバキ	カハメチ	ヒササキ	キンシバ イ	アヲカシヤ
	センリョウ	ヤブ ニツガイ	カツバ キ	ヒメアサキ	クスノキ	フナキウ
	ダイオウショウ	ブドウ	キナツ ヨウ	ヒメユズ リハ	クロダ ネモチ	ブンゲイ ストウ
	タイナンボク	イチジク	キナツウ	ワウ	コウヤマキ	ヘニシタン
	ウグ		キナツツツジ	カルミノキ	コマツ	ヒメノキ
			キンゼンセイ	マメ(イヌ)ツグ	ササキ	モッコウ
			クワツ	マルバ グミ	サワラ	ミミ
			クヅサ	マンリョウ	シキミ	モンクナマツ
			グ ヲキシ ジュ	ミヤビ ヲキシ	ストロブ マツ	ヤツツツジ
			コナシシ	ムベ	セイヨウシャクナゲ	ユズ リハ
			コナツ シワ	マデ アヒ ヲキシ	ナラ	ユウガ
			ユダ -ズ オキリ	ヤツテ	タギ ヨウシウ	ヨ-ロッパ アカマツ
			ゴ-ヨウマツ	ヤナギ バ シャリンノウ	チヨウ	ヨ-ロッパ クロマツ
			サウツツジ	ヤブ コウジ	チョウセンゴ ヨウ	ランナム
			ササノカ	ヤマモミ	フルシキミ	リョウキョウツツジ
			サソノ ジュ	ユ-カリキ	フルツグ	ロ-レンヒノキ
			シイ	ヨド ガ ワツツジ	フルマサキ	
			シャクナゲ	リギ ダ マツ		
			シロダ モ	リシリビ ヲキシ		
			シノチヨウ	リンゴ		
			スクリマデ ヲキシ	モミ		
			タチバナ ナメト キ	ナシ		
			タツノキ	ナギ		

表 3. 耐塩性別被害發現浸入許容塩分量

耐塩性強度	強	中	弱
被害発現侵入許容塩分量	25 (mg/g乾重量)	18 (mg/g乾重量)	6 (mg/g乾重量)
50%以上被害発現侵入許容塩分量	42 (mg/g乾重量)	--	31 (mg/g乾重量)
浸入率(%)	0.043	0.133	0.065

- ・被害発現浸入許容塩分量は、この値を超えると変色などの被害発現の可能性が大きくなる値
- ・50%以上被害発現浸入許容塩分量は1枚の葉の50%以上が変色などの被害発現の可能性が大きくなる値
- ・浸入率(%)=変色被害発現の浸入塩分量増加量/累積飛散塩分量×100
- ・表中の塩分量は塩素イオン量を表す。

形状は車道部端からの距離の指数($y = ax^b$)で近似される。過年度に北海道の試験走路で得られた飛散到達塩分量測定データをもとに、道路端からの距離、交通条件、気象条件等をパラメータとして重回帰分析を行い、飛散到達塩分量の推定式を算出した。

このとき、影響評価対象となる植物へ飛散到達し、吸収される塩分量が、その植物の許容する体内塩分量（被害発現閾値、表-1 参照）以上に増加した時に被害が発現することになる。

ただ、耐塩性強度は植物種によって異なるため、文献や植物ハンドブック等に記載されている耐塩性、耐潮性の強度を相対的に比較して3通り（強、中、弱）に区分した。（表-2、表-3）そのときの耐塩性強度ごとの浸入許容塩分量及び塩分浸入率は、試験調査樹種の強度区分に合わせて設定した。

3) 凍結防止剤の影響低減対策及びその考え方

平成14年度は凍結防止剤使用に関する冬期道路管理の考え方について検討を行った。凍結防止剤の散布による影響が懸念される箇所における影響対策は、道路気象情報、日常の巡回等により、散布区間の路面状況、沿道の自然環境特性を十分に把握し、効率的、効果的に実施されることが重要であると考えられる。また、被害発現が認められた場合は、凍結防止剤の散布による影響かを判定し、必要に応じ影響低減対策を実施することが望ましい。

主要対策事例について新技術情報等から検索し、以下の事例を抽出した。

i) 散布期間中の影響低減対策

- ・ 路面雪水量の最少化による散布量の低減
- ・ 除雪機械の工夫、散布方式の変更等による散布量の低減
- ・ 植物にやさしい薬剤の使用

ii) 散布期間外の影響低減対策

- ・ 排水機能の点検整備・清掃管理
- ・ 路面の平坦化などの維持管理
- ・ 凍結抑制等の特殊路面施工工事及び飛散防止施設の設置

[今後の研究予定・成果の活用]

平成 14 年度の研究においては、屋内における 4 種類の樹木の耐塩性実験において、体内への塩分の浸入状況、発現閾値について把握した。ただ、現道における予測・評価に耐えうるものにするためには、現道での散布、交通、気象等の状況下で体内への浸入状況、被害発現状況について把握する必要がある。

また、凍結防止剤の飛散予測式については、今後データをさらに収集し、凍結防止剤の飛散予測式の精度を向上させることにより、凍結防止剤の飛散到達量のより正確な評価が可能となる。

さらに、凍結防止剤の沿道への影響低減対策について抽出作業を行ったが、有効な対策の実行のために、それぞれの対策が飛散防止にどの程度の効果を持つのか把握する必要がある。

予測・対策手法について改善を行うことにより、自然環境への影響に配慮した凍結防止剤の散布方法・飛散防止対策の実施への支援・推進が可能となり、自然環境への影響が低減する。

道路橋の耐久性照査方法に関する検討

Study on durability design method for highway bridges

(研究期間 平成14年度)

室長 中谷昌一

主任研究官 玉越隆史

Head Shoichi Nakatani Senior Researcher Takashi Tamakoshi

主任研究官 川端淳

研究官 廣松 新

研究官 中洲啓太

Senior Researcher Sunao Kawabata Researcher Arata Hiromatsu Researcher Keita Nakasu

研究官 池田明寛

研究員 石尾真理

Researcher Akihiro Ikeda Research Engineer Mari Ishio

In order to construct durable bridges, the design specifications for highway bridges were revised in March 2002. However, durability design method for main durability loss factors such as fatigue or salt damage have not established. In this study, several types of trail design of steel bridges based on fatigue design guideline published in Dec 2001 and about salt damage of concrete to establish estimation method about effect of several salt damage counter method, examination to quantitative estimate counter effect were carried out.

〔研究目的および経緯〕

道路橋設計において、「耐荷力」のみならず「耐久性」に対する配慮の重要性が増している。2002年3月に改訂された「道路橋示方書」では、鋼橋において疲労設計が導入され、コンクリート橋の塩害に対しては、従来からの「道路橋の塩害対策指針(案)」の規定を見直しつつ、塩害に関する具体的な規定が取り込まれた。そして、これに合わせて、疲労設計の基本的な考え方とその方法を示した「鋼道路橋の疲労設計指針」が(社)日本道路協会より、新しい塩害対策に関する背景や考え方をとりまとめた「コンクリート橋の塩害対策資料集」が国総研資料として発刊された。

本課題では、鋼部材の疲労に関して、「鋼道路橋の疲労設計指針」に基づく、疲労設計の理解と普及を助け、今後の疲労設計の高度化のための課題を抽出することを目的として、試設計を実施した。一方、

コンクリート部材の塩害に関しては、塩害における性能設計およびS地域における塩害対策の選定評価手法の確立に向けて、まず、既存の塩害対策工法の調査整理を行った。次に、既往の他分野での耐久性設計を参考に塩害対策における耐久性設計について検討を行い、耐久性設計の基本的な流れと今後の課題の整理を行った。

〔研究内容および成果〕

1. 鋼道路橋の疲労設計指針に基づく試設計

試設計は、標準的な構造形式である以下の4形式を対象として実施した。なお、作成にあたっては、単なる応力計算だけでなく、好ましくない構造をあらかじめ排除することが、疲労設計の基本であることから、既往の知見に基づく、構造詳細の採用理由についても明記した。

また、各種橋梁形式について、平面骨組格子解析に基づく現行手法を市いて一律に試設計を行うこと

により、桁断面形状による荷重分配特性の違いを反映できないことなど、「鋼道路橋の疲労設計指針」に基づく疲労設計にあたっての留意点や一層の高度化にあたっての課題を抽出することができた。

- Case1 形 式 : 単純非合成鉄桁橋
橋 長 : 40 m
床版形式 : RC
- Case2 形 式 : 3径間連続非合成鉄桁橋
橋 長 : 140 m
床版形式 : RC
- Case3 形 式 : 単純非合成鋼箱桁橋
橋 長 : 55 m
床版形式 : RC
- Case4 形 式 : 3径間連続鋼床版箱桁橋
橋 長 : 200 m
床版形式 : 鋼床版(t=12mm)
- (共通条件: 2車線・B活荷重)

2. 国内外の塩害対策工法の特徴の把握

(1) 既存の塩害対策工法の整理

今後、塩害対策の評価手法を確立するためには、各対策の特徴について把握することが重要である。

そこで本研究では、はじめに現在の各種塩害対策工法の防食原理とその留意点、実績、施工性、適用性、対策効果等について既往の文献やヒアリング等から整理した。表-1に今回調査整理を行った塩害対策工法の項目を示す。

表-1. 塩害対策工法一覧表

防食工法	種類
かぶり	-
コンクリート塗装	アクリル系
	ポリマーセメント系
	エポキシ系
塗装鉄筋	ガラスフレーク系
	エポキシ塗装
	亜鉛溶射
防錆鉄筋(材料)	ステンレス鉄筋
	プラスチック鉄筋
	ポリエチレンシース
	エポキシ被覆プレストレストコンクリートケーブル
	FRPプレストレストコンクリートケーブル
	チタンロッド方式
	チタンメッシュ方式
電気防食	チタンメッシュ方式
	チタンリッド方式

その結果、防食原理が異なる塩害対策工法は、一定の指標で評価することが現時点で困難であることが

今後の課題として分かった。
(2) 定量的評価手法の検討
(1)で抽出した課題を踏まえて、各種対策工法
の特性に応じた定量的評価手法を検討した。

3. 耐久性設計の基本的流れの整理

(1) 耐久性設計手法の考え方の整理

鋼部材における疲労設計等、他分野で既
に実施されている設計手法を参考に、道
路橋における塩害対策に関する耐久
性設計について検討した。図-1に
その概要を示す。

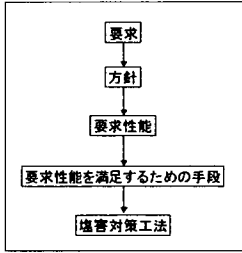


図-1. 塩害における耐久性設計の体系の概要

(2) 今後の課題の整理

(1)で整理した項目毎に今後解決すべき課題を抽出し、その中でさらに当面の課題を抽出した。以下、抽出した当面の課題の例を示す。

- 1) 要求
- ・設計年数が明確でない
- 2) 要求性能
- ・鋼材位置における塩化物イオンの腐食発生限界量が不明
- 3) 要求性能を満足するための手段
- ・塗装に関しては、暴露試験が実施されているが、実橋における耐久性との相関が不明

[成果の活用]

鋼道路橋の疲労設計指針に基づく試設計例および塩害対策の評価手法は、地方整備局等における橋梁の設計、管理業務において活用され、道路橋の耐久性向上によるライフサイクルコストの縮減に資するものである。

エアサス搭載車両の軸重に関する検討

Study on dynamic axle Load of airsuspended vehicles

(研究期間 平成14年度)

室長 中谷昌一 主任研究官 玉越隆史
Head Shoichi Nakatani Senior Researcher Takashi Tamakoshi
研究官 川端淳 研究官 中洲啓太 研究員 石尾真理
Senior Researcher Sunao Kawabata Researcher Keita Nakasu Research Engineer Mari Ishio

The purpose of this study is to investigate dynamic axle load on bridges coursed by heavy vehicles. In order to establish judging method of road friendly suspension, Experimental study was carried out for several types of trailers changing suspension type.

〔研究目的および経緯〕

橋梁研究室では、「道路に優しいサスペンションの導入」による道路橋の保全と車両の大型化を両立する可能性について検討しており、これまでに代表的車種の大型車について橋梁走行試験や一般道路走行試験等を行い、車両振動の低減を目的として普及が進みつつあるエアサスペンション（以下、エアサス）搭載車は、従来のリーフサスペンション（以下、リーフサス）搭載車に対して、条件によっては橋梁に及ぼす動的影響を低減する効果があることを確認した。

本課題では、国際海上コンテナ搭載トレーラ（以下、海コントレーラ）の駆動軸に着目して、動的影響の評価手法に関する調査を実施した。

〔研究内容および成果〕

(1) 試験車両

試験車両は、リーフサス搭載海コントレーラ（減載・駆動軸重 10t）およびエアサス搭載海コントレーラ（フル積載・駆動軸重 11.5t）とした。表-1 に試験車両の種類、図-1 に試験車両の例を示す。

(2) 一般道路走行による動的影響の測定

海コントレーラ駆動軸が橋梁に及ぼす動的影響を評価するため、路面の平坦性や周波数特性が全国の道路条件を代表できるとみなすことができる国総研周辺の一般道路（約 30km）を 40km/h を標準として走行させ、走行中の

表-1 試験車両の種類

車両 番号	トラクタ			トレーラ	
	軸数	サスペンション	軸重	軸数	サスペンション
1	2	リーフサス(78)	10t	2	リーフサス
2	2	リーフサス(84)	10t	3	リーフサス
3	2	リーフサス(78)	10t	2	リーフサス
4	2	リーフサス(84)	10t	3	リーフサス
5	2	エアサス(26)	11.5t	3	リーフサス
6	2	エアサス(19)	11.5t	3	リーフサス
7	2	エアサス(27)	11.5t	3	リーフサス
8	2	エアサス(23)	11.5t	3	リーフサス

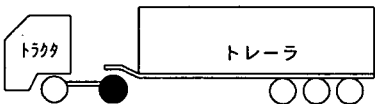
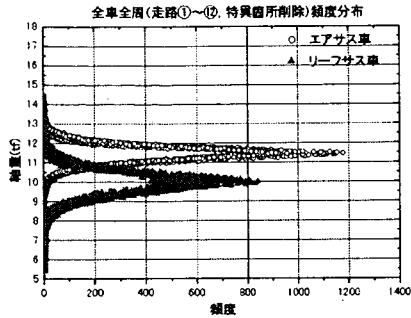


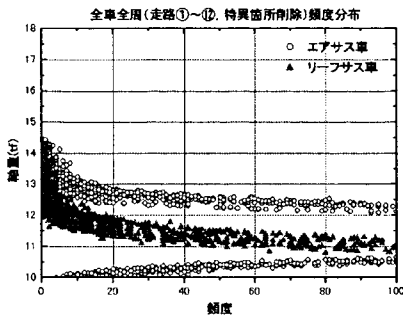
図-1 試験車両の例（●駆動軸）

動的軸重を測定した。

図-2 は、動的軸重の頻度分布を全車両分重ねて表示したものである。最大値に着目するとリーフサス 10 t とエアサス 11.5t は、動的軸重の最大値がほぼ同等になっていることがわかる。なお、動的軸重の分析にあたっては、速度超過防止用の人工段差をはじめとする特異な性

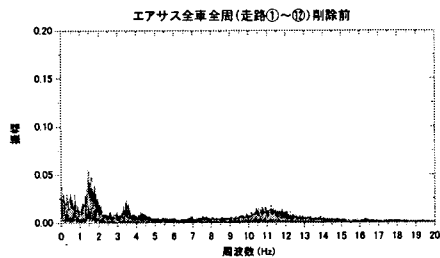


(a) 全体図

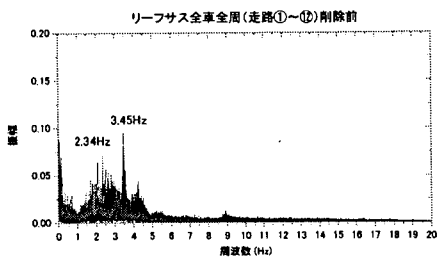


(b) 拡大図

図-2 動的軸重の頻度分布



(a) エアサス



(b) リーフサス

図-3 動的軸重の頻度分布

状を有する区間を除外している。

一方、一般道路走行中の車両の振動性状を把握するため、一般道路走行時の動的軸重を周波数分析した結果を図-3 に示す。一般に大型車の振動は、サスペンションより上側（車体）部分が振動するバネ上振動（1 ～ 3Hz）

と、サスペンションより下側（タイヤ）部分が振動するバネ下振動（10 ～ 12Hz）に大別できる。一般道路走行試験の結果、エアサスで1 ～ 2Hz、リーフサスで2 ～ 4Hzのバネ上振動モードが支配的であることが判明した。

(3) 一自由度振動モデルを用いた検討

車両走行時の振動特性を理論的に分析するため、図-4 に示すバネ上振動を模した一自由度振動モデルを用いた解析を実施した。その結果、車両の振動特性は、サスペンションの減衰比と周波数により表現できることを確認した。

(4) 車両の認証方法

動的軸重の評価にあたっては、サスペンションの減衰比および周波数を精度良く測定することが重要である。ここでは、図-5 に示す人工段差を駆動軸が通過する際の軸重波形を測定することにより、減衰比および周波数を求める方法について検討した。図-6 に示すように本試験により、サスペンションの特性を差別化できることを確認した。

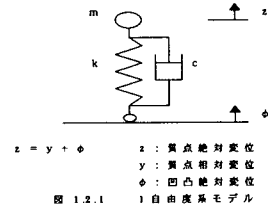


図-4 一自由度系振動モデル

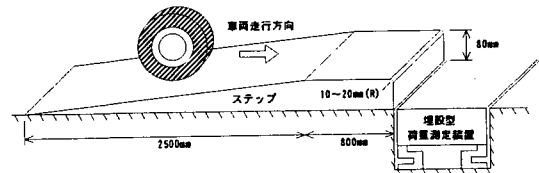


図-5 段差板を用いた振動測定

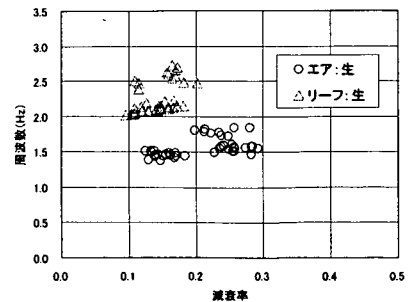


図-6 各車軸の振動特性の比較

〔成果の活用〕

本課題では、軸重緩和を可能とする車両条件とその認証方法を提案した。ここでの成果は、本省道路局での施策反映のための基礎資料として活用される。

交通事故データに基づく安全施設等整備に関する調査

Research for Identification of Road Safety Measures based on Road Accident Data

(研究期間 平成2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

森 望

Head

Nozomu Mori

研究官

池田 武司

Researcher

Takeshi Ikeda

In this study the relation between traffic accidents and road environments such as geometric curvature, vertical grade, traffic safety device and their combination are analyzed in order to realize of safer road, using traffic accident data.

〔研究目的及び経緯〕

本研究は安全性の高い道路の実現に資するべく、平面線形、縦断線形、両者の組み合わせをはじめとする道路環境、交通状況と交通事故発生との関係を調査することを目的とする。

〔研究内容〕

(1) 使用データ

従来、交通事故と、道路交通環境の関係分析には、警察庁の所有する交通事故統計データと国土交通省の所有する道路交通センサデータを結合した交通事故統合データベース(以下、統合DBと略記)が主に用いられてきた。しかし、統合DBでは道路交通環境のうち、交通量や沿道状況、車線数に関するデータ等(道路交通センサ調査項目)は収録されているが、道路構造や付属物、付帯施設の詳細な状況までは収録されていない。そこで本研究では、国土交通省が直轄道路について整備している道路管理データベース(通称・MICHI)を統合DBに結合し、分析に用いることとした。

(2) 分析方法

道路交通環境の各条件別に交通事故発生状況を算出し、各条件間の比較を行った。ここで、道路交通環境については、平面曲線半径や縦断勾配のような数量データと、視線誘導標設置有無のようなカテゴリーデータに分かれる。数量データについては、適当な間隔でランク分けを行った。その上で、各ランク、あるいはカテゴリー間の交通事故発生状況を比較することとした。

なお、交通事故発生状況を示す指標としては、事故件数を用いることも考えられるが、交通量や分析対象区間長の影響を受けるため、事故率(交通量、区間長当たりの事故件数、単位:件/台km)を用いて示すこととした。

〔研究成果〕

(1) 平面・縦断線形と事故率の関係

平面曲線半径、縦断勾配と事故率の関係を分析した。

曲線半径の分析では、平坦区間のみ、縦断勾配の分析では、直線区間のみのデータを用いた。ここで、左カーブ、右カーブ、あるいは上り勾配、下り勾配の違いがあるものと考えられるが、当事者の進行方向に関するデータは統合DBには存在しない。これに対し本研究では、統合DBに収録されている事故発生地点の道路中心線からのオフセット方向を用い、事故発生地点が上り車線か下り車線かを特定した。その上で、第1当事者の進行方向が、追突事故については事故発生車線の方向、正面衝突事故については事故発生車線と逆の方向であったとみなし、分析を行った。なお、これ以外の事故類型については、方向の特定が困難なため、分析の対象外とした。

結果を図-1～図-4に示す。正面衝突については、右カーブと比較し、左カーブの事故率が顕著に高いことがわかった。また、左右カーブとも、曲線半径が大きくなるほど事故率が低下することがわかった。また、上り勾配、下り勾配とも、勾配が大きくなるほど事故率が高くなる傾向が見られた。一方、追突事故については、曲線半径が250m以下では、曲線半径が大きくなるほど事故率は低くなるが、250m以上では逆に事故率が増加していく傾向にあることがわかった。また、上り勾配に比べ下り勾配の事故率が高く、勾配が小さい方が事故率が高くなる傾向が見られた。

このように、追突事故については線形が直線、あるいは平坦に近いほど事故率が増加するという結果となった。あくまで推測であるが、線形が緩くなるほど安心感から運転者の周辺状況、前方車両に対する注意力が低下し、追突に至るケースが増加しているのではないかと考えられる。

(2) 平面・縦断線形の組み合わせと事故率の関係

曲線半径と縦断勾配の組み合わせと事故率の関係について(1)と同様の分析を行った。結果の一部を図-5に示す。正面衝突、追突とも、左カーブ、下り勾配で事故率が高くなる傾向が見られた。この傾向は、曲線半径と縦断勾配両方が厳しい場合に顕著であった。

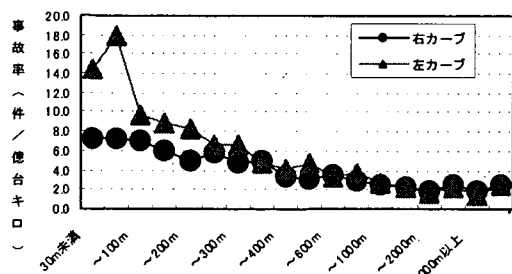


図-1 平面曲線半径と正面衝突事故率の関係

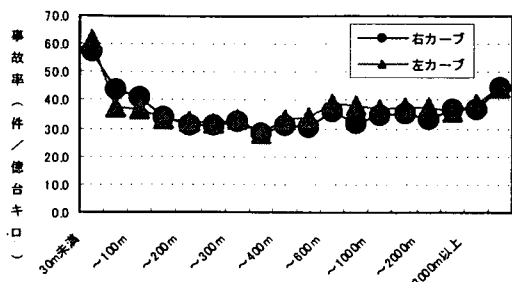


図-2 平面曲線半径と追突事故率の関係

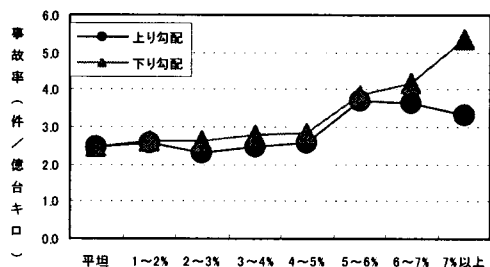


図-3 縦断勾配と正面衝突事故率の関係

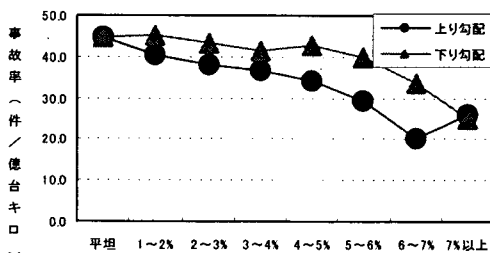


図-4 縦断勾配と追突事故率の関係

(3) 視線誘導標有無と事故率の関係

反射式、あるいは自光式の視線誘導標は道路線形等を明示し、特に夜間の曲線区間における車線逸脱を防止し、正面衝突事故と車両単独事故を減少させると考えられる。ここでは、視線誘導標有無別に曲線区間における夜間正面衝突事故率、夜間単独事故率を算出し、比較した。結果の一部を図-6に示す。曲線半径ランクにかかわらず、視線誘導標を設置した場合の方が設置しない場合と比較して事故率が低下する傾向が見られた。

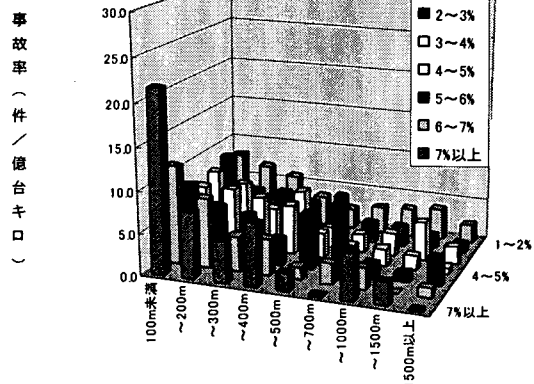
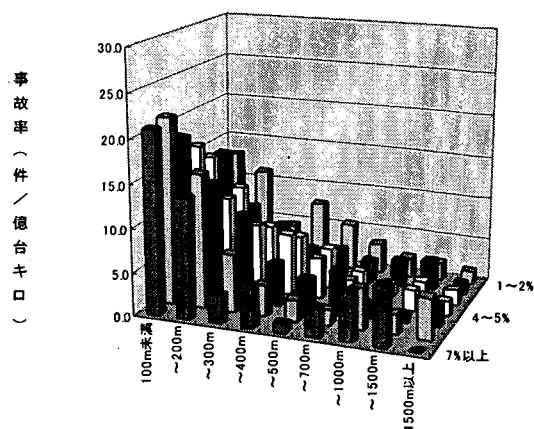


図-5 曲線半径・勾配の組合せと正面衝突事故率の関係
(上段:左カーブ下り勾配、下段:右カーブ上り勾配)

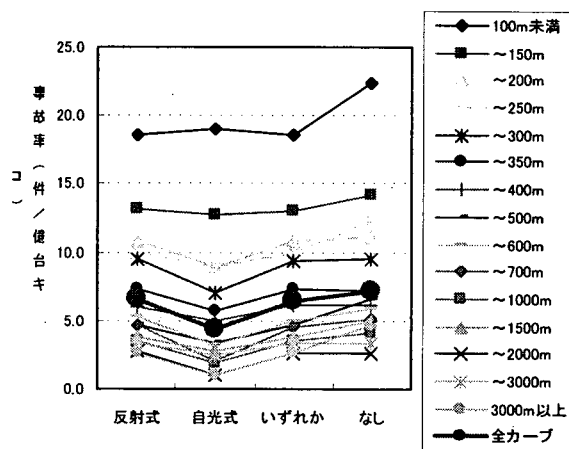


図-6 視線誘導標設置状況別の事故率
[成果の発表]

2003 PIARC Durban Congress にて"Safety Evaluations of Road space from the perspective of three-dimensional alignment and length of road structures"として公表予定。

[成果の活用]

道路の計画・設計段階における安全性検討に資する「構造・交通環境検討要領」作成の際に活用する予定。

外部コストを含む総合的な建設事業コスト評価に関する調査

A study on evaluation technique of the whole construction cost include the external cost

(研究期間 平成 14 年度)

総合技術政策研究センター 建設システム課
Research center
For Land and Construction Management,
Construction system Development Division

課 長 溝口 宏樹
Head Hiroki MIZOGUCHI
主任研究官 荒井 俊之
Senior Researcher Toshiyuki ARAI

The effects of construction activities on global and living environments are becoming an important issue to public works projects. We published, “guideline of evaluate whole construction cost (draft)” in March 2002. It proposed about the simple way to evaluate whole construction cost with using units. In this study, we send out questionnaires about this guideline, tried to apply this to practical case, and found there is room for improvement. So we refine the guideline and add 70 units for evaluate external cost. We expect that this guideline is used broadly.

【研究目的及び経緯】

平成 10～13 年度の 4 年で行われた国土交通省総合技術開発プロジェクト「外部コストを組み入れた建設事業コストの低減技術の開発」では、その成果のひとつとして、平成 14 年 3 月、『総合的な建設事業コスト評価指針(試案)』を策定した。本指針(試案)は、建設事業に伴って発生する騒音や交通渋滞などの外部コストを可能な限り貨幣価値換算して内部コストと合算した総合的な建設事業コストを、意思決定の判断材料の一つとして提供し、意思決定プロセスの透明性を高めることを目的としている。

本研究は、指針(試案)の精度と利用性を向上させ、実際の建設事業の意思決定に広く用いられるよう改善することを目的としている。

【研究内容】

平成 14 年度は、指針(試案)を全国の地方整備局、事務所の担当者に配布し、その利用性等についてアンケート調査を実施するとともに、実際の事業における試活用を実施した。

これらの結果より抽出された指針(試案)の有する課題を解消すべく改善を行うほか、利用性をより向上するとともに、外部コストの貨幣価値換算事例を収集し、原単位・計測事例を充実化させた。これらは平易に検索できるようデータベース上に整理し、現場での利用における利便と精度の向上を図った。

【研究成果】

1. 指針(試案)にかかるアンケート調査

平成 14 年 6 月、指針(試案)を各地方整備局、事務所へ配布し、アンケート調査を行った。回答者は事務所課長(58%)、副所長(26%)が中心であった。

指針(試案)のわかりやすさは、総説及び手順を示した 1～3 章について評価が分かれたが、ケーススタディを示した 4 章は良好な評価を受けた(図-1)。

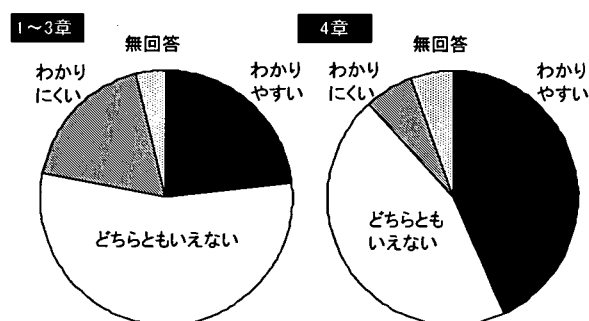
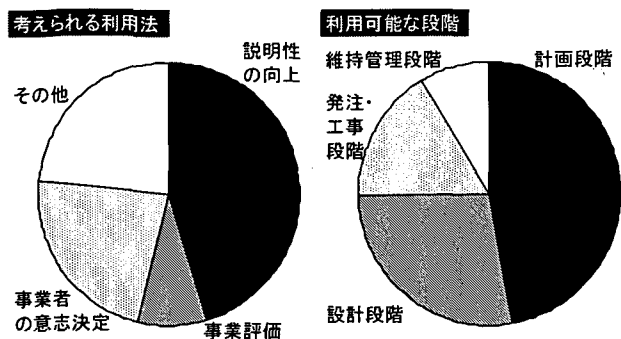


図-1 指針(試案)のわかりやすさ

また、指針(試案)の利用場面については、計画・設計段階といった事業の上流部分における対外的な説明性の向上に向けた利用性が高いとの指摘があった(図-2)。一方で回答者の 6 割程度が指針(試案)の精度向上が必要と考えており、特に事例の充実化と地域性への配慮が求められた。また、指針(試案)の認知度を高め、実際の事業への適用事例を増加させる取り組みが必要であると指摘された。



図－２ 指針(試案)の利用可能段階・場面

2. 指針(試案)の試活用

各地方整備局・工事事務所への依頼により、指針(試案)の実際の事例への試活用を実施した。試活用は全国 35 事例において行われたが、評価対象とする外部コスト項目の過不足や便益移転に用いる計測事例が適切でない事例が多く見られた。この結果を受け、4.で行う指針(試案)の改善において、評価対象外部コスト項目の設定及び便益移転に用いる事例の設定について、詳細な説明を施すほか、より明確な記述に改めることとした。

3. 外部コスト貨幣価値換算事例の充実化

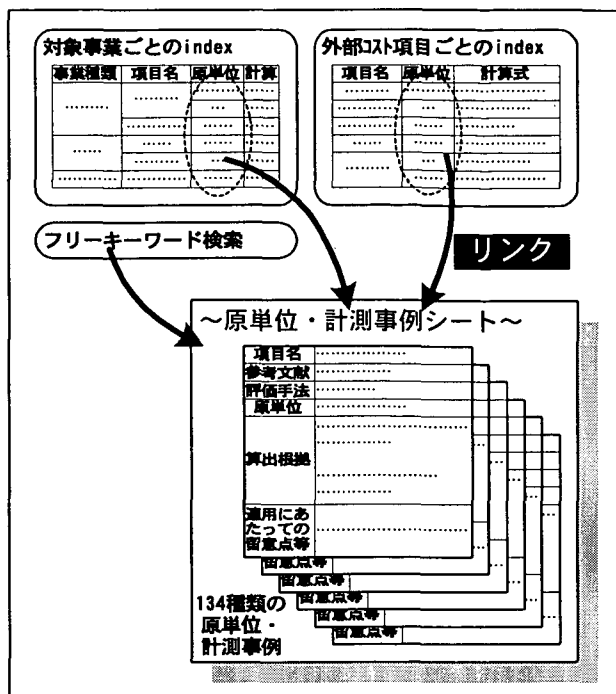
指針(試案)では、計測の利用性の観点より、外部コストの計測手法として便益移転を中心に用いることとしている。便益移転に用いる外部コストの貨幣価値換算事例は、指針(試案)では 64 種類が提示されているが、より幅広く、きめ細かいケースへの適用に適した計測事例を提供するため、計測事例の充実化を行った。その結果、計測事例は 134 種類となった。また、原単位の検索にあたっての現場での利用の便を図るため、データベースを構築した(図－3)。

4. 指針(試案)の改善

これまでの検討結果をふまえ、総合的な建設事業コスト評価指針(試案)について改善を行った。改善は以下の方針に基づいて行った。

- ・ 指針(試案)の位置づけの明確化
- ・ 内容の平易化と用語の統一
- ・ 特に説明を有する部分の説明追加

改善した指針(試案)は平成 15 年度にホームページなどで公開していく予定である。



図－３ 原単位・計測事例データベース

[結果の発表]

本研究の対象である「総合的な建設事業コスト評価指針(試案)」については、広く周知を図るため、建設システム課ホームページ(<http://www.nilim.go.jp/lab/pbg/>)にて公開したほか、以下の雑誌・発表会にて発表した。

- ・ 建設マネジメント技術(2002 年 8 月号)
- ・ 土木学会年度学術講演会(2002 年 9 月)
- ・ 土木学会建設マネジメント問題に関する研究発表・討論会(2002 年 11 月)
- ・ 土木学会誌(2003 年 4 月)

[結果の活用]

本研究を通じて、総合的な建設事業コスト評価指針(試案)はより利用性と精度の高いものとなる。これによって、建設事業の意志決定現場における総合的な建設事業コストによる評価が促進されることが見込まれる。このことは、ひいてはより質の高い社会資本の整備・管理運営につながるものと期待している。

道路事業の環境経済評価に関する調査

Research on Environmental Valuation of Transport Projects

(研究期間 平成 14～15 年度)

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

主任研究官 小路泰広
Senior Researcher Yasuhiro SHOJI

〔研究目的及び経緯〕

本調査では、環境への影響等の外部経済・不経済に着目し、貨幣価値による定量的評価手法を確立することを目的とする。別途研究課題（交通基盤整備の方策の評価に関する研究）において、道路整備がもたらす環境影響の経済評価を行う場合の評価手法の選択や評価の実施方法等を整理して「道路事業の環境経済評価の手引き（素案）」（以下、「手引き」と略記）としてとりまとめたが、本調査では、道路事業における環境経済評価手法の適用の具体的なイメージを明確にし、あわせて実務上の課題を抽出するために、実際の道路事業を対象としてケーススタディ分析を行った。

〔研究内容〕

対象道路事業は東北地方整備局郡山国道工事事務所管内の熱海バイパスとし、完成後の事後評価における環境項目の評価を想定した。計測対象とする環境項目は騒音とし、適用する計測手法はコンジョイント法を採用した。実際の道路事業評価において道路の性格や地域特性等を踏まえ、手引きに沿って評価項目、評価手法の選択を行い、必要なデータや現地調査の内容を検討しながら実際の評価作業を行っていく様子をシミュレートした。その結果として、手引きの改善方向や、評価作業における効率的な実施方法についてとりまとめた。

〔研究成果〕

（１）ケーススタディの考え方

- ・対象道路事業は国土交通省東北地方整備局郡山国道工事事務所管内の熱海バイパスとし、完成後の事後評価における環境項目の評価を想定する。
- ・計測対象とする環境項目は、手引きが対象とするCO₂、NO_x、騒音、SPMのいずれかとするが、今回、騒音については事後評価であれば容易に計測が可能であり。今回計測値が入手できるため、計測対象とする環境項目は騒音とした。
- ・環境経済評価の実施に当たり、手引きに基づき評価手法の適用性を検討した結果、コンジョイント分析に決定した。

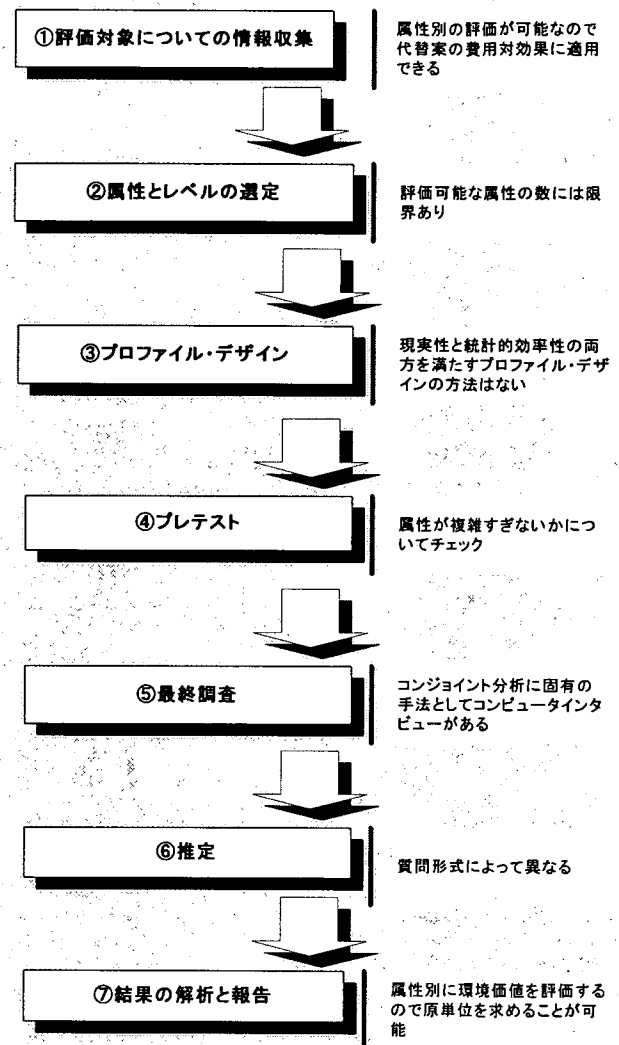


図1 コンジョイント分析の手順

（２）コンジョイント分析の実施

図1に従い、以下のとおり分析を実施した。

①属性と水準の決定

コンジョイント分析では評価対象を設定した上で、評価対象に対してどのような視点から評価をするのかという視点を表す「属性」（評価項目）と、その評価項目がどの程度の状態（仮想状態）にあるかを定量的に

示す「水準」を設定する。

評価に用いた属性（表1）については、事前調査、事後調査で定量的なデータが得られるものを選定した。

表1 評価に用いた属性一覧

属性	水準1	水準2	水準3
交通量	14,100台増加(540%)	7,800台増加(300%)	現状のまま(2,600台)
時間短縮	5分増加(70%)	3分増加(40%)	現状のまま(通過時間7分)
騒音	76dB	70dB	現状のまま(68dB)
負担額	0円	1,000円	5,000円

②プロフィールデザイン

各属性の組み合わせでプロフィールと呼ばれるカードを作成する。プロフィール・デザインには、一般に使われる直行配列を用いる方法を採用した。直行配列を用いると各属性間の相関が0となり、推定時に多重共線性が生じることを回避できるという利点があるが、機械的に直行配列を用いると、しばしば非現実的な組み合わせが生じる。非現実的な組み合わせを除外することもあるが、あまり多くの組み合わせを除外すると直交性が崩れて、推定に影響を及ぼす危険性もある。

選択型コンジョイントの場合は、複数のプロフィール（代替案）を回答者に提示して、もっとも好ましいものを選択してもらう。表2は質問例を示している。この場合は4つの代替案から1つを選んでもらう形式である。なお、対策4は現状であり、全ての質問で同じものにしてある。

表2 プロフィール例

属性	対策1	対策2	対策3	対策4
交通量	+540%増加	+540%増加	+540%増加	現状
時間短縮	70%増加	40%増加	現状	現状
騒音	76dB	70dB	現状	現状
負担額	0円	2,000円	3,000円	5,000円

③プレテストによる確認

予備調査を2002年9月に実施した。有効発送数100通で回収率は15通(15%)であった。予備調査では、選択実験に関する質問のみ異なる4種類のアンケート票を作成し、各4回ずつ選択実験を行った。

④最終調査

コンジョイント分析では一般に一人の回答者に何度も繰り返し質問を行う。今回の調査では、4種類の調査用紙を用意し一人に質問を4回繰り返した。

本調査は2002年12月に実施した有効発送数は500通で回収率はそれぞれ102通であった。催促を2回実

施したことにより高回収率を得ることができた。

⑤推定

・推定結果

	係数	t 値	p 値
負担額	-0.5367	-1.9197	0.0596
交通量	-0.2584	-2.1069	0.0392
時間短縮	-1.0657	-1.0348	0.3049
騒音	-0.2098	-2.5815	0.0123
N	65		
対数尤度	-84.8191		

p値が有意水準を表しており、時間短縮の結果以外はほぼ5%水準で有意となっている。

・限界支払い意思額

交通量	-0.4814
時間短縮	-1.9855
騒音	-0.3909

⑥結果の解析と報告

	代替案	MWPT	水準×MWTP
交通量	0	-0.4814	0
時間短縮	0	-1.9855	0
騒音	1	-0.3909	-0.3909

i) 騒音1dBの支払い意思額は-391円/dB/年

ii) 環境便益の算出

郡山市熱海町の暴露人口は7,314名とした。熱海バイパスによる騒音の低下分は昼間8dB、夜間12dB(1日の平均は10dB)とした。騒音による環境便益は、
 年当たり便益=10×391×7,314=28,531,914円/年
 40年間の総便益=Σ(28,531,914円/1.04ⁱ) i=0~39
 =587,314,751円

となり、約6億円となった。

(3) 調査実施上の留意事項

・今回実施したアンケート票の属性(騒音、時間短縮、交通量)が一般的に比例関係となっているため、質問票の対策案の中で理解しがたい事態を生じさせているものがあつた。(例:現在の交通量は同じだが所要時間が変わるという理解しがたい結果等)

・質問票について対象内容をより具体的にイメージできるように書き下ろす方がアンケート記入者に理解されやすい。騒音レベルと身近な音との比較についてもっと生活レベルで判断できるような例を挙げる。

・プロフィールの作成時に、コンジョイント分析プログラムCAP Ver1.02というフリーソフトを使用した。金額の組み合わせで明らかにおかしい組み合わせを除いてプロフィールを作成する必要があつた。

【参考資料】

栗山浩一: EXCEL でできるコンジョイント、環境評価フォーラム研究報告書、2000

観光を活かした地域づくりの総合的な支援方策検討

A Study on Measures for Promotion of Tourism supporting Regional Development

(研究期間 平成 14 年度)

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

室 長 岩田 司
Chief Tsukasa IWATA
主任研究官 栗原 真行
Senior Researcher Masayuki KURIHARA

The regional improvement in which sightseeing was utilized is becoming important from viewpoints, such as international exchange. This research examined the state of social-capital maintenance effective for the local promotion which utilized sightseeing.

【研究目的及び経緯】

社会経済構造の変化、国民意識の多様化に伴い、余暇活動の充実による経済の活性化への期待が高まりつつある。その一方で、我が国から海外渡航者に比べ訪日外国人が約4分の1しかいない現状をふまえ、海外から我が国への観光客の増加を目指すインバウンド振興の重要性が認識されつつある。

このような観点から、各地域における自然環境、歴史、文化などの観光資源を活用して訪問者の増加を図るとともに、所要の社会資本整備や受け入れ体制づくりなどを行うことが重要な課題となっている。

国内外の例では、国際的なスポーツ大会、博覧会などのイベントの開催がインバウンド観光の大きな契機となることが少なくなく、このような機会をとらえて、観光を活かした地域づくりを行うことが地域経済の活性化、国際観光の振興においてきわめて有効と考えられる。

そこで本研究では、2002年6月に開催されたFIFA ワールドカップ（ワールドカップサッカー大会、以下「W杯」という）に着目し、同大会の開催及びこれに関連して行われた社会資本整備や観光振興等の施策が各地域の観光や経済活動に及ぼしたインパクトを調査・分析し、観光を活かした地域振興方策の展開のあり方を検討した。

【研究内容】

1) 調査対象地域の選定

調査対象地域としては、競技開催地、公認キャンプ地のほか、W杯によるインパクトがある考えられる主要観光地や交通結節点を含めるものとし、以下の67都市を選定した。

【表 調査対象都市数】

	競技開催都市	キャンプ地	その他	計
調査対象都市数	10	34	23	67

2) 関連施策の実施状況に関する調査

対象都市に対し、交通アクセス、広報、案内、観光、安全、滞在中のサービスの観点から、アンケートを行い、これらの施策実施状況のデータを収集した。併せてこれらの都市から、インバウンドに対する取り組みが多く実施された7都市を選定し、担当

【アンケート項目】

- Q1. 交通アクセス: 利便性の高い交通動線の確保、公共交通利用に対するサポート
- Q2. 広報: 地域の外に対する様々な情報発信手段の確保
- Q3. 案内: 地域内における誘導・情報提供手段の確保
- Q4. 観光: 地域を満喫しイベントムードを盛り上げる取り組み
- Q5. 安全: 医療・警備に対する取り組み
- Q6. その他: 滞在中の諸サービスについて

者にヒアリングを行った。

3) 観光振興等に関するデータの収集

各対象都市及び各都道府県から、W杯開催期間前後の観光統計等のデータ収集を行った。

4) 観光客動向の調査

国土交通省総合政策局観光部でW杯期間中に実施した、訪日外国人及び宿泊施設に対するアンケートを基に、観光客の動向を整理するとともに、報道記事や既存資料から情報の収集・整理を行った。

5) 関連施策のインパクト分析

W杯に関連して行われた社会資本整備や観光振興等の施策と、そのインパクトを示すと考えられる観光統計等のデータとの関連性を分析した。併せて、近年我が国で開催された6つの国際イベントの調査・分析を実施した。

【研究成果】

1) 大規模国際イベントが地域に及ぼすインパクト

大規模国際イベントが及ぼすインパクトは下記が挙げられ、国際イベントが地域の観光振興のきっかけとして有効であると考えられる。ただし、イベントは一過性であるため、地域振興を進めるためには、継続した取り組みが必要不可欠である。

【表 大規模国際イベントが地域に及ぼすインパクト】

インパクトの側面	インパクトの内容
①地域の社会資本の整備と活用	・新しい施設の建設 ・アクセシビリティの改善と整備 ・既存スポーツ施設等の利用促進 ・新しい宿泊施設や観光アトラクションの設置
②消費の拡大・産業振興など地域経済の活性化	・開催都市にへの投資の増大と商業活動の活性化 ・消費活動の活性化 ・雇用の創出 ・生活水準の向上
③地域資源の発掘・連帯感の創出	・地域の伝統と価値が高まる ・参加選手、役員、観光客との交流 ・スポーツ参加者の増大 ・コミュニティの一員としての連帯感 ・地域の誇りとアイデンティティの高揚 ・行政プランナーの知識、経験の蓄積と技術の練達
④都市イメージと認知度向上	・偏狭な地域意識の解放 ・全国や世界に対する情報発信の機会 ・スポーツ都市としてのイメージの定着 ・都市の国際的知名度の高まり
その他	・行政におけるスポーツへの理解の高まり

2) 各都市で実施された取り組みと効果

■交通アクセス

道路等の社会資本の整備とともに、交通規制やシャトルバスの運行等の輸送対策により、ほとんどの都市でスムーズな移動が可能であったが、一部の地域や交通機関において外国語表示等の案内が十分でなかったとの指摘もあり、案内面での関係者が連携した取り組みが重要と考えられる。

■広報

多言語のウェブサイトやパンフレットの作成により、地域情報や観光関連情報の発信が積極的に行われ、W杯を契機とした地域の知名度向上が図られたものと思われる。しかしながら、マスコミ（メディア）への情報伝達が不十分で、実施した施策が必ずしも報道されなかった事例も多く、今後はマスコミを通じた情報発信についても積極的な取り組みが必要と考えられる。

■案内

多くの地域で外国語表記の案内板設置や、外国語対応可能な案内所が設置された。ボランティアによる案内を実施した地域は全体の55%に上っており、重要な役割を果たしたことが示された。

■観光振興

競技開催都市を中心に、来訪する外国人をター

ゲットとした周遊観光ルートの設定などの取り組みがなされていたが、W杯を契機とした新たな取り組み多くはなかった。

■安全

開催都市を中心に緊急医療体制の整備等の取り組みが行われ、その多くがW杯後も機能している。

■その他

コインロッカーやインターネット端末、国際通話対応電話機が不十分との苦情が多く、宿泊・食事や観光施設・交通機関等の料金が安いという意見も多かった。

今後のインバウンド振興のためには、このような問題への対応がより一層重要と考えられる。

3) 今後の取り組み方策案

以上の分析結果から、今後各地域において観光振興を図るためには次のような取り組みが必要と考えられる。

【全般的な対策】

- ・競技場等の社会資本の維持管理、活用方策
- ・一過性に終わらない継続的な取り組みの実施
- ・マスコミへの情報伝達の工夫
- ・地域住民と一体となった案内活動
- ・地域と触れ合える散策ルートの設定
- ・地域全体で使える1日周遊券
- ・市町村レベルでの観光統計の充実（定量的なインパクト評価には不可欠）
- ・評価指標の設定、取り組みの事後評価及び評価の活用

【インバウンド対策】

- ・地下鉄駅等での外国語表示の充実
- ・官民の地域一体となった取り組み（地域としてのアピール）
- ・スーツケース用コインロッカーの設置とロッカーへの誘導案内
- ・インターネット利用環境の整備
- ・利用料金低廉化
- ・言葉を含めたホスピタリティの醸成

【成果の活用】

本研究の成果は、観光・交流を活かした地域づくりを進める上での有用な情報を提供するものと考えられる。

冬期路面管理水準検討業務

Research on the Winter Road Management Standards

(研究期間 平成 14 年度)

総合技術政策研究センター・建設経済研究室

Research Center for Land and Construction Management,
Socio-Economic Research Division

室 長 岩田 司

Head Tsukasa IWATA

主任研究官 木村 恭一

Senior Researcher Kyoichi KIMURA

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 森 望

Head Nozomu MORI

In this research, in order to establish a winter road management standard, indices for effective winter road management and there levels were studied.

【研究目的及び経緯】

冬期の道路管理については、除雪や防滑処理を行うことにより、物流交通、通勤・通学などの地域社会・経済活動の骨格をなす交通を確保するとともに、路面凍結などにより多発する交通事故の対応など、安全面としても重要な役割を担うものである。しかし、その対策費用については、平成5年度「スパイクタイヤの全面禁止」と伴に、増大の一途をたどっており、今般の財政事情を考慮すると、管理水準を確立した上で、より重点的、効率的な事業の執行が求められている。

当研究においては、適正な冬期道路管理の実行を可能とするための管理水準と、道路利用者へのサービス水準を包括的に取り込んだ管理水準のあり方について検討を行うものである。

【研究内容】

既往研究では、管理水準決定のための指標として、旅行速度に着目し、道路状態との変化について分析したものがある。本研究も、道路状態の変化と旅行時間に着目し、冬期道路の管理水準について検討する。

1. 除雪の効果と管理水準

冬期路面管理水準（路面積雪深のみ着目）と実際の路面積雪深、除雪作業、旅行時間、時間的損失の関係を、図-1 ように整理する。図-1 上部は、管理水準と降雪、路面積雪深、除雪作業の関係を示している。降雪があると時間経過とともに路面積雪深は増加し、除雪を行うと路面積雪深は降雪のなかった状況まで回復するが、降雪が継続する

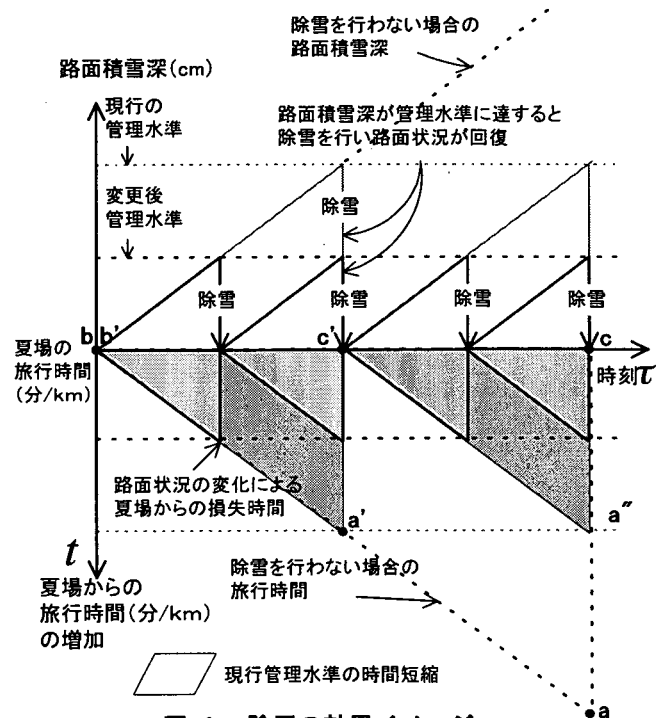


図-1 除雪の効果イメージ

と、路面積雪深は再び増加する。

除雪コストは、この時の路面積雪深と管理水準から決まる。図-1 の場合、除雪回数は、現行管理水準で2回、管理水準を向上させると4回となり、除雪のコストは増大するが、路面状況を長時間、良好な状態で保つことができる。

図-1 上部の路面積雪深に対応した夏期からの旅行時間の変化は、図-1 下部のように示される。旅行時間は路面積雪の増加に伴い増加する。この

今回の検討においては、冬期のある区間における所要時間 t (分) を、(1) 式のリンクパフォーマンス関数 (BPR 関数) により再現する。

t : 旅行時間(分/km)
 t_0 : 自由旅行時間(分/km)
 q : 交通量(台/h)
 c : 交通容量(台/h)

$$\left. \begin{aligned} t_0 &= f(\text{路面積雪深}, \dots) \\ c &= g(\text{幅員}, \dots) \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{自由旅行時間、交通容} \\ \text{量を路面状態で説明す} \\ \text{るモデルを構築} \end{array}$$

BPR関数の推定にあたっては、北陸地方整備局における路面状況データと交通観測データを使用した。この際、自由旅行時間 t_0 は路面積雪深と路面温度を、交通容量 c は幅員を説明変数とするモデルにより推計を行った。 α 、 β は、データ数の制約から推定は困難であるため、需要予測マニュアルの値を用いた。(1) 式の推計結果に基づく、夏期と冬期の旅行速度の関係は図-2 の通りである。



現在各公共事業においては、より事業効果の透明性の確保とアカウンタビリティの向上に向け、アウトカム指標（行政指標）を設定し、行政の達成目標を明確にした上で、事業効果を図る試みが

図-3 行政指標と管理水準

冬期バリアフリー生活空間に関する調査

Research on winter mobility for aged and disabled people

(研究期間 平成 14 年度)

総合技術政策研究センター・建設経済研究室

Research Center for Land and Construction Management,

Socio-Economic Research Division

室 長 岩田 司

Head Tsukasa IWATA

主任研究官 木村 恭一

Senior Researcher Kyoichi KIMURA

In this research, the mobility for aged and disabled people in winter is investigated by using questionnaire and Personal Activity Monitor. The result of the investigated was that outdoor activities for aged and disabled people decrease remarkable in winter.

【研究目的及び経緯】

積雪寒冷地における積雪が高齢者・身体障害者の外出機会を低下させ社会活動や経済活動に大きな影響を与えていると言われる。このような高齢者・身体障害者の外出機会の低下は、「路面の滑り」や「平坦性の欠落」「段差」といった歩行環境の悪化と、交通渋滞等の交通環境の悪化が要因と考えられている。

当研究は、積雪が高齢者・身体障害者の日常生活において「どのような活動」に「どのような影響」を与えているか把握することを目的とし、冬期における高齢者・身体障害者の行動実態調査を実施したものであり、当結果については、雪国の新たな社会資本整備の基礎資料として活用を図るものである。

【研究内容】

積雪寒冷地における高齢者・身体障害者の積雪による行動の障害を把握するために、「自動計測器（ピーモン）を使用した行動圏調査」を実施したものである。

1. 自動計測器行動圏調査

当調査は、高齢者・身体障害者の1日の行動を対象に、自動計測器を用い夏期と冬期の行動を計測、減少する活動とその移動手段の関係について調査したものである。調査は、豪雪地帯である青森県青森市で実施し、冬期調査として、平成14年1月の7日間、夏期調査は平14年5月の7日間実施した。自動計測器（ピーモン）は、PHS

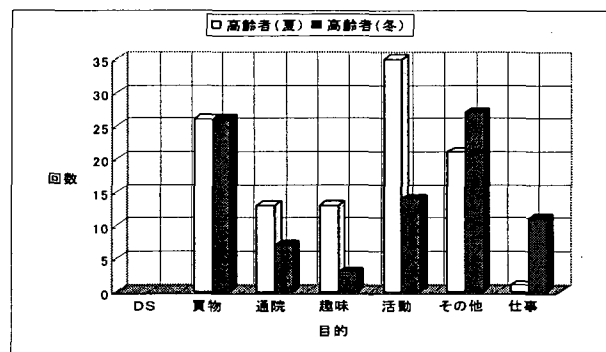


図-1 外出目的別夏・冬比較（高齢者）

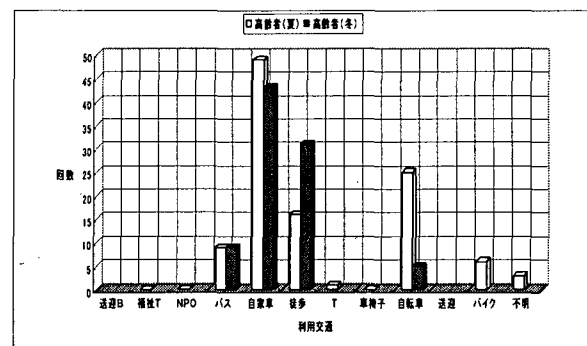


図-2 階層別移動手段の変化（高齢者）

電波により位置情報を計測し、加速度計により移動手段を計測している。

(1) 高齢者

高齢者における外出目的及び回数の変化を図-1に示す。高齢者の場合、冬期に減少する外出目的として、「通院」「趣味」「地域活動」の減少が著しい。また、これら外出における利用交通手段の変化を図-2に示す。高齢者の場合は、「自家用

車」「自転車」「バイク」の移動が減少しており、「徒歩」が増加している。これは、冬期間は近距離における移動が増加するためと考えられる。

(2) 身体障害者

身体障害者における外出目的及び回数の変化を図-3に示す。冬期に減少する外出目的として、「通院」「趣味」「地域活動」「仕事」の減少が著しい。これら減少する活動の利用交通手段の変化を図-4に示す。「バス」「自家用車」「自転車」の利用が減少し、「NPOにおける移送サービス」が増加している。これは、バス停までの移動における積雪障害や、バスの遅延、また自家用車の除雪等の負担により、NPO移送サービスに交通が転換しているものと考えられる。

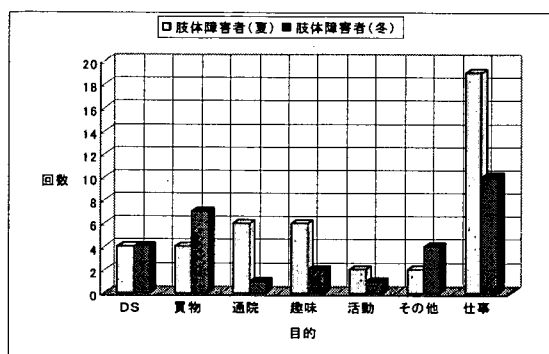


図-3 外出目的別夏・冬比較（肢体障害者）

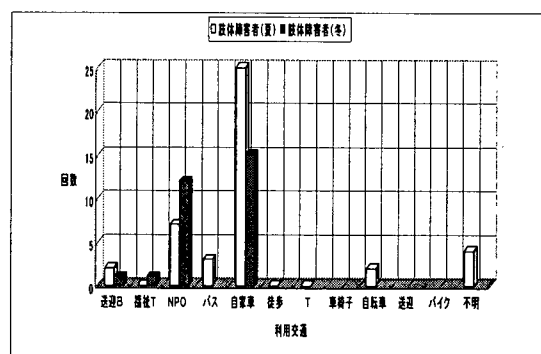


図-4 階層別移動手段の変化（肢体障害者）

2. 冬期外出減少要因の検討

冬期における活動減少要因として、「交通機関における移動」「徒歩における移動」に着目し、活動減少と移動における積雪障害の関係について視覚障害者の行動に基づき検討する。

(1) 視覚障害者の積雪による移動障害

被験者は、日々決まったルートを移動しており、

無雪期における通勤時間は、ほぼ同じ時間で移動することが可能とのヒヤリング結果を得ている。自動計測器による調査結果を表-1に示す。徒歩移動における夏期と冬期を比較すると、自宅からバス停までの240m間の移動について、夏期は6分で移動できるのに対し、冬期は14分と2倍以上に時間が増加していることが解る。また、バス停から会社までの50m間に関しても、夏期4分に対し、冬期8分と、短距離の移動であっても2倍に移動時間は増加している。交通機関（バス）を利用した移動についても、9.8kmの移動において、約14分の遅れが発生していた。ここで降雪量と、歩行時間の関係を図-5に示す。降雪のあった日は歩行速度の低下が見られ、これらより、視覚障害者の冬期の移動においては、歩行環境、交通環境とも積雪の影響が発生していることが判明した。

表-1 視覚障害者移動時間

	自宅～バス停	バス	バス停～会社	合計移動時間
移動距離	240m	9800m	50m	
冬期移動時間(最大)	14分	56分	8分	78分
夏期移動時間(最大)	6分	42分	4分	52分
時間差	8分	14分	4分	26分
冬期平均値	9分	39分	6分	54分
夏期平均	5分	32分	3分	40分

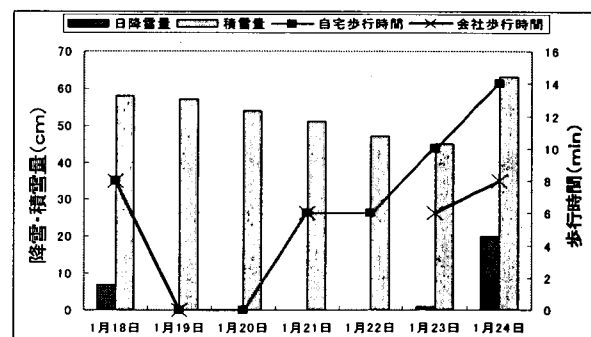


図-5 降雪量と歩行速度（視覚障害者）

【研究成果】

- ①高齢者・身体障害者の冬期行動において、減少する活動が判明した。
- ②外出率の低下要因として、積雪による「歩行環境の悪化」「交通環境の悪化」が考えられた。

【成果の発表】

木村、大木：高齢者・身体障害者の行動における積雪障害調査 寒地技術シンポジウム 2002
木村、大木：高齢者・身体障害者の積雪障害アンケート調査について 雪と道路の研究発表会

【成果の活用】

- ・冬期歩行空間管理水準への活用

総合評価方式の活用に関する検討

Study for the application of Comprehensive Evaluation Bidding

(研究期間 平成 14～15 年度)

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

主任研究官 大槻 英治
Senior Researcher, Eiji OTSUKI

The Comprehensive Evaluation Bidding has merits such as improvement of quality of infrastructures through the competition not only by price bidding but also by advantage of technical proposal. Objective of this study is to develop measures for generalization and smooth application of the bidding.

〔研究目的及び経緯〕

公共工事の発注者は、公正さを確保しつつ、適正な価格のもとで公共工事の品質確保を図る責任を有している。国民のニーズや価値観が多様化し、新しい技術が次々と実用化されるなかで、入札に参加する企業からの積極的な提案による技術面での競争を促進し、より質の高い社会資本を国民に対し提供することが、公共工事の発注者に強く求められている。このため、「価格のみの競争」から、価格のみならず品質や環境への影響等といった点に対する技術提案を考慮した「総合的な価値による競争」を公共工事に取り入れることとし、その具体的な方策として「総合評価落札方式」（以下「本方式」）の積極的な導入を進めている。14 年度には公共工事発注の 2 割を目標に試行の拡大が図られており、適用事例が大幅に増加している。このため、より合理的で、分かりやすい評価項目の選定方法、評価の重み付けの基礎となる貨幣換算可能な評価項目の拡大をすすめる、本方式の実施をより円滑に行うための支援方策が強く求められている。

14 年度は、円滑な試行に向けた支援策を検討・実施し、その効果の検証を行った。

〔研究内容〕

13 年度実施事例の分析から、本方式の円滑な実施、試行適用拡大には「適切な評価方法の選択」、「性能等の向上に関する加算点の設定」を合理的に行う支援策が必要であることが明らかとなった。

このため、国土交通省では、本方式の円滑な実施を図るため総合評価管理費を計上しない必須以外項目のみを評価する場合に限り、標準的な加算点を 10 点と設定することができる旨の通達（『工事に関する入札に係る総合評価落札方式の性能等の評価方法について』

（国地契第 12 号、国官技第 58 号、国営計第 33 号、平成 14 年 6 月 13 日。以下「新通達」）を行われた。

そこで、新通達の内容を含め本方式の概念を整理し、13 年度までの事例の紹介する「公共工事における総合評価落札方式の手引き・事例集（第 1 集案）」（以下、「手引き」）としてとりまとめることとした。手引きでは、本方式を適用する際の条件、留意点について、実施事例の紹介を含めて解説し、評価項目の設定や性能等に対する加算点の設定の考え方が簡単に参照できるものを目指した。

また、13 年度までの事例総数 43 に対し、14 年度は試行数が大幅に増加することが想定されたため、評価項目の多様化を促進するため、支援方策の充実を目指して 14 年度実施実績のデータベース試行版（以下「データベース」）を構築した。収集した事例を適宜フィードバックし、最新の事例を含めたデータベースから工事の種類や現場条件が類似した事例の検索や、評価方法等の参照を簡単に行えるようすることで、発注担当者の事務量の軽減を図るとともに、評価項目の多様化や複数の評価項目設定の促進を図った（図－1 参照）。

さらに、収集した事例をもとに、工事目的物、工事種別、工事実施場所に応じた評価項目の選定の参考となる「実施条件別－推奨評価項目選定表（案）」（以下「条件別選定表」）の作成を試みた。同表を参照することで工事実施条件を考慮した評価項目の設定が簡便になり、多面的な評価項目の設定が可能になるものと考えた。

〔研究成果〕

手引きについては、素案をもとに地方整備局等への意見照会～改良を行い、14 年 7 月にとりまとめた。また、素案段階を含めて各地方整備局に対する本方式の

表－1 総合評価の方法が確定した事例（事業別：3月上旬現在）

事業	全事業	河川	海岸	砂防	道路	ダム	営繕
H14 年度件数(調査分)	258	56	2	3	172	16	9
[事業別件数/総数]	100%	22%	1%	1%	67%	6%	3%
(H13 年度件数)	35	6	—	—	29	—	—

図－1 試作版データベースのイメージ画面

説明会等において利用し、本方式の理解拡大と普及に活用した。また、データベース及び条件別選定表については、それぞれ、14年11月、12月に地方整備局等に対して提示し、データベースについては毎月の更新を行った。

これらの支援方策を行った14年度の実施事例について、13年度事例と比較することで、支援策の効果検証を行うこととした。検討対象の258事例（注：調査時点で総合評価方法が確認できたもの）では、事業別では、道路事業関連が全体の7割弱（172件/258件：67%）を占めているものの、13年度までは道路、河川、営繕だけであった本方式の適用事業が、砂防、ダム、海岸に広がっている（図－1参照）。これらの事例の総合評価方法については、新通達を適用し、標準的な加算点を10点とした事例が全体の8割弱（200件/258件）を占めた。これらのことから、本方式の適用拡大にあたっては新通達が大きく寄与したものと考えられる。

また、採用された評価項目の種類¹⁾は、13年度の11種類に対し、14年度は26種類と2.4倍に増加した。特に、環境の維持、特別な安全対策等、社会的要請に関する事項を採用した事例は、13年度の約5割から、14年度は7割強（221件/300件²⁾）と大幅に増加し、工事現場や周辺地域において改善が求められる様々な

事項に対して、本方式を用いて積極的な対応が進められと考えられる。（注：¹⁾種類は特徴を考慮して細分化したもの
²⁾複数項目評価事例を重複したため総数が258件を越えている）

さらに、複数の評価項目を設定した事例は、13年度の1割弱に対して、14年度は2割強（53件/258件）となり、特に年度後半においては、約3割の事例で複数項目を設定した総合評価が行われた。

これらのことから、新通達の適用に加え、実施事例の迅速なフィードバックを目指したデータベースや条件別選定表による支援策は、評価項目の多様化、及び、多面的な評価項目の設定に大きく寄与したものと考えられる。

一方で、全体の約8割を占める評価項目が1項目の事例（205件/258件）では、該当する評価項目について技術提案が得られない場合に価格のみの競争となる等、十分な技術競争が起きない可能性があり、現場条件や地域住民のニーズ等をより詳細に検討し、競争性が確保され

効果の大きな技術提案を採用できるように評価項目数を増やしていく事が必要と考えられる。但し、一方で複数の項目を設定するのには多大な労力を必要とするため、今後、簡便でより多面的な評価項目設定方法、評価項目の重み係数や配点方法の検討を進め、適用事例を紹介していく必要がある。

〔成果の発表〕

手引きは平成14年7月に公表した。（公表後、都道府県等からの問い合わせが多く、国総研HP上でその内容を公開し、自由に閲覧できるようにしている。）

その他、研究内容については土木学会年次講演会等で発表していく予定である。

（公表資料及び講演会など）

土木技術資料 Vol.44 No.11

建設マネジメント研究発表会・論文集 2002年 他

〔成果の活用〕

14年度実施実績を踏まえ手引きの改訂等を行い、円滑な適用に向けたフォローアップを行う予定である。

また、引き続き事例の分析を進め、技術競争を促進するための技術提案の評価方法について検討や、より多くの評価項目に対する定量的な評価方法の確立等による技術力の評価割合（加算点、総合評価管理費）の合理的な拡大に向けた検討に活用する。

国道16号保土ヶ谷バイパスの環境対策に関する調査

Research on environmental countermeasures at Hodogaya bypass of national road 16

(研究期間 平成12～14年度)

環境研究部道路環境研究室

Environment Department Road Environment Division

室長 並河 良治
主任研究官 森 悌司
研究官 木村 健治

Head Yoshiharu Namikawa
Senior Researcher Teiji Mori
Researcher Kenji Kimura

In this study, we measured the noise reduction effect of the new types of Noise barriers by means of a new examination method that takes a diagonal incidence into account and verified the validity of the examination method. And we measured the noise reduction effect of the noise barrier beside a national road, made the regression model and the diffraction chart for calculating the effect from the data measured at the site, and verified it with measured value.

【研究目的及び経緯】

国道16号保土ヶ谷バイパスは日交通量が約15万台の自動車専用道路であり、自動車走行騒音が最大80dB程度に及んでいる。この状況を抜本的に改善するためには、従来の騒音対策より騒音低減効果の大きい新しい対策技術の適用が必要である。国総研では、二層式排水性舗装及び新型遮音壁の保土ヶ谷バイパスの騒音対策への適用性について平成12年度から研究を行なっている。

平成14年度は、これらの騒音対策新技术のうち、新型遮音壁の予測・評価に関する検討を重点的に行った。この検討では、フィールド音響試験（平成四年建設省告示第1324号による建設技術評価制度で用いられたフィールド音響試験）の課題点を踏まえて平成13年度に提案した斜め入射を考慮した新たな試験方法に基づいた測定を行い、騒音低減効果の整理を行った。また、実交通流における遮音壁減音効果の測定も行い、得られたデータから効果を予測するための回帰式と回折チャートを作成し、実測値により検証した。

【研究内容】

1. 斜入射音を考慮した試験方法の実証調査

調査は、ASE遮音壁及び通常遮音壁（公団統一型）について測定を行った。

1.1 遮音壁減音効果測定

図1のように音源、測定点及び遮音壁を配置し、音

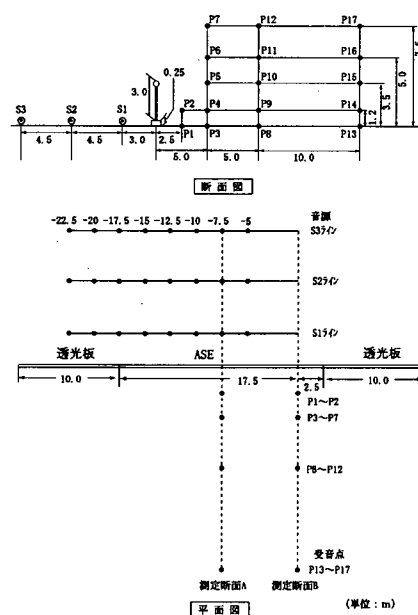


図1 試験方法の配置図

源には12面体スピーカを用い、各音源ライン上を平行移動しながら広帯域ノイズの断続音(1秒ON,1秒OFF)を発生させそのときの各測定点における音圧レベルを測定した。遮音壁のケースは、統一型遮音壁設置時(H=2.5m)、ASE遮音壁設置時(H=3.0m)の2ケースとした。音源高さは路面上0.3m,0.5m及び0.7mの3ケースとした。

1.2 自動車音源高さ調査

通常遮音壁設置時において小型車の試験車両を用い、音源ライン（3ライン）上を走行したときのユニットパターン測定を行った。走行速度は60km/hと80km/hの2ケースとし1ケースあたり3回の測定を行った。

この結果と音源高さ別のスピーカによる測定結果と比較し、遮音壁減音効果を予測する際の適切な音源高さを検討した。

2. 実交通流における遮音壁減音効果測定調査

調査は、4車線の一般国道にてノイズレデューサー及び統一型遮音壁を対象に行った。隣接する各遮音壁設置区間に図2に示す測定点を設け、一般交通時のLAeq及びユニットパターン測定を行った。

3. 新型遮音壁減音効果の予測式の検討

表1に示す7種類の既存新型遮音壁のフィールド音響試験の結果を基に、簡易な予測式の検討を行った。この簡易予測式は前川チャートの数式表現値を参考に1式の関数式を想定し、ASE遮音壁の回折行路差(δ)、周波数(f)、減音効果(ΔL_d)についての測定データから次式に示す係数 a 及び b を回帰分析により求めた。ただし、各遮音壁の先端形状は複雑であるため簡略化してバチ形(①~③)もしくは扇形(④~⑦)に置換え、図3に示す回折点を頂点とする垂直に立てられた薄い障壁を想定して、回折行路差 δ を求めた。なお、フィールド音響試験の受音点には回折行路差が負の場合(音源から受音点が直接見通せる)の条件は含まれていないため、フレネル数 N が正の場合のみについて計算式を求めた。この結果、各遮音壁について表1に示される係数 $a \sim d$ が得られた。

$$\Delta L_d = \begin{cases} a + b \log_{10} N & \text{for } N > 1 \\ c + \frac{d}{\sinh^{-1}(1)} \sinh^{-1}(N^{0.485}) & \text{for } 0 < N \leq 1 \end{cases} \quad (1)$$

ここで、 $N = 2\delta / \lambda = 2f\delta / c$ (λ : 波長, c : 音速)

さらにこれらの結果より、各遮音壁について δ をパラメータとする、密粒舗装の自動車騒音のスペクトルを考慮したオーバーオール値での回折補正量予測式を求めた。ここで予測式は、ASJ Model 1998に示されている回折補正量計算式の関数形を参考に(2)式のとおり想定した。この結果、表2に示される係数 $a \sim d$ が得られた。また代表的な遮音壁について回折チャートを作成すると図4のようになった。

$$\Delta L_d = \begin{cases} a + b \log_{10} \delta & \text{for } \delta > 1 \\ c + \frac{d}{\ln(1+\sqrt{2})} \sinh^{-1}(\delta^{0.414}) & \text{for } 0 < \delta \leq 1 \end{cases} \quad (2)$$

[研究成果]

新型遮音壁の騒音低減効果の試験方法を検証すると

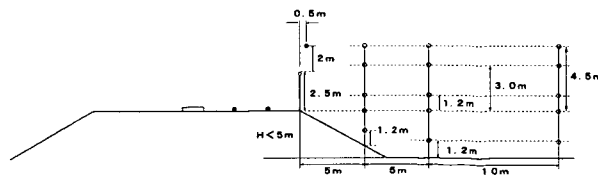


図2 実交通流における調査の測定点配置

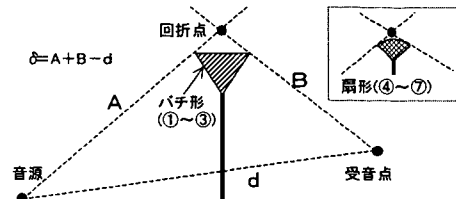


図3 回折行路差の考え方

表1 (1)式の係数

名称	係数の値			
	a	b	c	d
①ASE型	16.8	12.2	6.2	10.6
②トナカイ型	15.7	14.8	6.0	9.7
③ミニトナカイ型	15.2	11.6	5.6	9.6
④音響管型	13.7	13.6	6.0	7.7
⑤吸音エッジA型	13.5	12.5	6.6	6.9
⑥吸音エッジB型	13.9	11.3	6.0	7.9
⑦吸音エッジC型	13.8	12.1	5.7	8.1
(参考)前川チャート数式	13.0	10.0	5.0	8.0

表2 (2)式の係数

名称	係数の値			
	a	b	c	d
①ASE型	25.1	12.2	6.2	18.9
②トナカイ型	24.8	14.8	6.0	18.8
③ミニトナカイ型	23.1	11.6	5.6	17.5
④音響管型	22.1	13.6	6.0	16.1
⑤吸音エッジA型	21.4	12.5	6.6	14.8
⑥吸音エッジB型	21.4	11.3	6.0	15.4
⑦吸音エッジC型	21.7	12.1	5.7	16.0
(参考)通常遮音壁(ASJ Model)	20.0	10.0	5.0	15.0

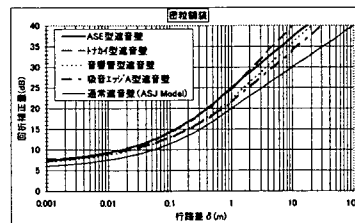


図4 密粒舗装における新型遮音壁の回折チャート

ともに、新型遮音壁について簡易な騒音低減効果の予測式を回帰的に求め、回折チャートを作成した。

[成果の発表]

本成果は、音響関連の学会において発表した。

[成果の活用]

本成果は、新型遮音壁の騒音低減効果の予測式を作成するマニュアルの基礎資料として活用する予定である。今後は、現場に設置された各種新型遮音壁の実測データをさらに収集し、この結果から予測式やチャートを作成していく必要がある。

歩行者 ITS の技術基準作成に関する検討

Research on Specifying of ITS for Pedestrian

(研究期間：平成 11～平成 17 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 森 望

Head Nozomu Mori

主任研究官 池田 裕二

Senior Researcher Yuji Ikeda

This study is to develop the specification of ITS for Pedestrian, especially, the specification of GIS(Geographical Information System) and positioning system for pedestrians.

In this year, we developed the database of pedestrian way, and the systems using RF-ID tag, and D-GPS, and researched the feasibility of other positioning systems using wireless LAN and Pseudo-GPS. This paper presents these positioning systems, and draft specification of database for pedestrians.

〔研究目的及び経緯〕

高齢者・身体障害者の社会参加を支援するためには、その歩行に伴う身体的・精神的負担を軽減し、安全かつ快適に歩くことができる歩行環境を提供する必要がある。高齢者や障害者が安全に、安心して通行できる快適な歩行空間を提供するためには、単に物理的な空間やネットワークを確保するのみではなく、歩行に必要な情報を適切に提供することが重要となるが、そのようなシステムを設置するためには、システムの有効性を検証するとともに、設置・メンテナンスが十分に可能であることを技術的に検証する必要がある。

そのため、平成 14 年度には、平成 13 年度までに国総研が開発した、RF-ID タグを用いた歩行者への情報提供システムを試行的に設置し、その設置・メンテナンス方法の検討、位置特定機能・通信機能等の検証、設置・メンテナンスコストの試算等を行い、歩行者 ITS の技術的妥当性について検討した。

〔研究内容〕

(1) 歩行経路のネットワークの GIS 仕様の検討

歩行者 ITS に用いる GIS (地理情報システム) のうち、歩道や通路等の歩行経路のネットワークにつき、そのデータ構成、データの内容を検討し、つくば市内を対象として、検討した仕様案に基づくデータベースを構築した。

データベースには、歩行経路の情報として、

- ・ 経路の種類 (歩道・歩行者専用道路・階段・横断歩道・エレベーター・エスカレーター等)

- ・ 有効幅員
 - ・ 経路内の段差および点字ブロックの有無
 - ・ 車道や水路等、危険な地物の有無
 - ・ 通行可能時間
 - ・ 一方通行の方向
 - ・ 通行規制情報
- 等
が記録されている。

(2) RF-ID タグの実用化のための実験システムの構築

つくば市内に 2 種類の異なる RF-ID タグをいくつか



写真-1 RF-ID タグ内蔵点字ブロックの設置状況

の異なる配置パターンで設置し、その設置コスト、耐久性、メンテナンスコスト、反応性等を比較し、RF-ID タグの技術的な仕様及び配置方法を検討するための実験システムを構築した。

RF-ID タグは、施工を簡便に実施できるとともに、外力によるタグの破損を防ぐために、セラミック製の点字ブロックに内蔵させることとした。

RF-ID タグは、カードタグや物流用のタグに用いられている、周波数が 125kHz の電波を利用するものと 13.56MHz の電波を利用するものの 2 種類を設置した。

各 RF-ID タグには、同一ノードのタグでもそれぞれ異なる ID 番号が記録されているため、どのタグが反応したのかを個別に識別することができる。そのため、被験者に貸与した携帯端末の記録を分析することによって、タグの種類や設置箇所・配置パターンの違いによる反応性について容易に検証することが可能である。

(3) D-GPS を用いた位置特定手法の実用化検証

D-GPS (ディファレンシャル GPS) による位置特定手法の歩行者向け情報提供システムへの適用の可能性を検討するため、システムのカーナビや測量用等にディファレンシャル情報を発信しているシステムについて、そのサービス対象エリア、利用用途、位置特定精度、補正情報の発信頻度、タイムラグ、補正情報の媒体、情報の構成・内容等に関する調査を行った。

また D-GPS による位置特定が実際に歩行者への情報提供に利用できるか否かを検証するため、(1) で作

成したつくば市中心部のデジタル地図と D-GPS により、経路誘導・注意喚起を行うシステムを構築し、その位置特定精度等につき調査を行った。

その結果、D-GPS による位置特定精度は、近傍に建物等が少ない場所では 1 m 程度であり、精度的には視覚障害者も含めた歩行者の位置特定に十分活用可能であることが確認された。

しかし、高いビル等の近傍では位置特定精度が低く、他の位置特定技術との併用が必要となるため、今後、建物の存在などの周辺環境条件から D-GPS が利用可能か否かを判断するための手法を検討する必要がある。

【研究成果】

本年度の研究により、歩行者に各種の情報提供を行うためのデータベースの基礎となる、歩行経路のネットワークデータの仕様案を策定するとともに、つくば市内の実際の道路を対象としたデータベースが作成された。

また、RF-ID タグ および D-GPS により歩行者の位置を特定し、視覚障害者を含む歩行者に対して注意喚起情報・目的地までの経路案内情報・周辺の施設情報を提供するシステムが構築された。

さらに、無線 LAN およびスードライトを用いた位置特定手法につき、電波特性の把握や受信機の開発が必要となることなど、その開発にあたっての課題等が整理された。

今後は、一般健常者を含めた歩行者へのヒアリング調査により、歩行者が必要とする情報について整理し、歩行経路のネットワークデータに必要な属性情報を再検討し、ネットワークデータ仕様の改善につなげる予定である。

【成果の活用】

平成 14 年度までに整理・構築した歩行者向けの情報提供に関する技術およびシステムをもとに、民間企業が歩行者への情報提供をビジネスとしていくために必要な条件等をヒアリング等により明らかにしたうえで、健常者を含めた歩行者の情報ニーズに沿った歩行者全体の立場からみたサービス内容、道路管理者から見たサービス内容および維持管理について整理・評価をおこなう。そして、地方自治体や民間企業等との役割分担を明確にして、持続可能な歩行者支援のビジネスモデルの構築に必要な技術の改善について検討を行う予定である。



写真-2 D-GPS 受信機を携行する被験者

公共工事の環境負荷低減に関する調査

Research on Reduction of Environmental Impact in Public Works

(研究期間 平成 14 年度～)

総合技術政策研究センター建設システム課
Research Center
for Land and Construction Management
Construction System Development Division

主任研究官	石神 孝之
Senior Researcher	Takayuki ISHIGAMI
技術基準係長	市村 靖光
Researcher	Yasumitsu ICHIMURA

According to the Law on Promoting Green Purchasing, it was begun in the central government to promote green procurement. In this green procurement, Public works that help to reduce environmental impact are included in designated procurement items and this type of procurement shall be actively promoted. In this research, the effect to reduce the environmental impact, quality, etc. were examined about the materials used by public works.

〔研究目的及び経緯〕

平成 13 年度から全面施行されているグリーン購入法（国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律）に基づき、国の機関では環境負荷の低減に資する物品・役務（環境物品等）の調達（「グリーン調達」という。）を推進し始めた。このグリーン調達では、政府の「環境物品等の調達の推進に関する基本方針」（「基本方針」という。）が策定され、その中に、「国等が重点的に調達を推進すべき環境物品等の種類」（「特定調達品目」という。）が明確に定められている。公共工事についても、環境負荷の低減に資する公共工事が特定調達品目として位置付けられており、その調達を積極的に推進することとしている。

本調査は、特定調達品目としての公共工事において、使用する資材等の品目の追加を目的として、民間等から提案された品目について、地球温暖化、廃棄物の増大等の環境負荷に対する低減に関する特性、必要とされる強度や耐久性・機能等の品質、公共工事における使用実績、コスト等の環境負荷低減以外に関する特性について技術的な検討を行い、公共工事における環境負荷低減に資する資材の選定を行ったものである。

〔研究内容〕

1. 基本的考え方

公共工事の目的となる工作物は、国民の生命、財産、生活に直接的に関連し、長期にわたる安全性や機能が確保されることが必要であるため、構成要素である資材の使用に当たり、事業毎の特性、必要とされる強度や耐久性、機能の確保、コスト等に留意する必要がある。このため、環境負荷低減に資する資材の検討にあ

たっては、環境負荷低減効果のみならず、品質等の環境負荷低減以外の特性についても重点をおいて検討を行った。具体的には以下の 4 つ観点から検討した。

- ①環境負荷低減効果が客観的に認められるもの
 - ・データ等により客観的に効果が示されたものを原則とする。
- ②普及の促進が見込まれるもの
 - ・十分に普及し、それ自体が既に通常品になっているものは除く。
 - ・普及が可能な地域が限定されるものであっても、通常品の代替として普及が見込まれるもの。
- ③品質確保（安全性、耐久性等）が確実なもの
 - ・JIS、JAS 等の公的基準を満足または準拠すること。
 - ・公共工事における使用実績が十分にあること等、実際と同等の条件下での検証及び評価が十分になされていること。
- ④コストが適正と判断されるもの
 - ・コストが通常品に比べ著しく高いものは除く。
 - ・現在、割高なものは、普及とともに比較対象品と同程度になる見込みを確認。

2. 検討のフロー

具体的な検討にあたっては、前述の基本的考え方に則して、図－1 に示すフローに従って検討を行った。

2.1 スクリーニング

スクリーニングとしては、環境負荷低減効果を中心に検討を行った。

環境負荷低減効果の検討については、以下の 5 つの特性に着目して検討を行った。

- ①地球温暖化やエネルギー消費量の増大に関する特

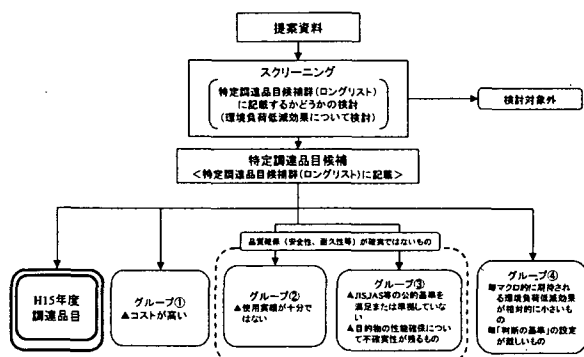


図-1 検討フロー

性

- ②廃棄物処分量に関する特性（リサイクル関係）
- ③生物多様性の保全に関する特性（生物の生息環境の悪化および生態系の破壊に関する特性等）
- ④有害化学物質に関する特性（大気汚染・水質汚濁等）
- ⑤その他の環境負荷特性（①～④以外）

検討の結果、特定調達品目の対象としてさらに検討を進めるもの（特定調達品目候補群（ロングリスト）に記載するもの）と、以降の検討の対象外とするものの判断を行った。

2.2 特定調達品目候補群（ロングリスト）

スクリーニングの結果、環境負荷低減効果が認められるものに対して、品質等の環境負荷低減以外の特性について以下の5つの特性から検討を行った。

①品質基準

JIS、JAS 等の公的基準を満足または準拠するなど、十分に品質を確保できるものか

②目的物の性能を確保する条件（使用にあたっての制限条件等）

目的物の性能を確保する条件について、比較対象品目との比較で同等か

③コスト（単位当たり価格等）

コスト（単位当たり価格等）について、比較対象品目との比較で同等か

④入手可能性（地域、季節による入手の難易度等）

資材を調達する場合の入手可能性について、比較対象品目との比較で同等か

⑤使用実績等

国等の公共工事で調達するものか、十分に普及し既に通常品になっていないか、今後の普及が見込まれるものか、品質、性能確保等の観点から十分に検証されているものか等

以上の5つの特性の検討結果により、特に問題のない品目について特定調達品目として選定し、その他の

品目については、「特定調達品目候補群（ロングリスト）」と位置付け、その課題ごとに①～④のグループに分類した。

〔グループ①〕

コストが通常品に比べ、著しく高いものであり、今後のコスト低減努力が必要なもの。

〔グループ②〕

公共工事における使用実績が十分ではない等、実際と同等の条件下での検証及び評価が十分ではないものであり、今後の十分な検証が必要なもの。

〔グループ③〕

JIS、JAS 等の公的基準を満足または準拠していないなど、「品質確保」について不確実性があるもの。また、「目的物の性能確保」について不確実性があるものであり、今後の客観的・科学的な情報の蓄積が必要なもの。

〔グループ④〕

マクロ的に期待される環境負荷低減効果が相対的に小さいものであり、社会全体への波及効果がより大きいものを優先する観点から検討期間が必要なもの。また、「判断の基準」の設定が難しいものであり、数値等の明確性が確保できる「判断の基準」の設定には調整期間が必要なもの。

以上の4つのグループに分類された品目については、次年度以降の特定調達品目の候補として、品質の確保、コスト低減等について、直轄工事での試行、提案者による検証及び客観的・科学的な情報等の蓄積を図りながら、継続的に検討を行うものとした。

〔研究成果〕

約 220 品目の資材について検討を行い、公共工事において使用する資材の追加品目として「土工用水砕スラグ」、「低揮発性有機溶剤型の路面標示用水性塗料」、「下水汚泥コンポスト」の 3 品目（提案品目数では 7 品目）を選定するとともに、約 160 品目をロングリスト品目として評価した。

〔成果の発表〕

石神孝之、溝口宏樹：公共工事におけるグリーン調達の取組み 土木技術資料 第 44 巻第 11 号

〔成果の活用〕

本調査の成果として特定調達品目に選定した資材は、「環境物品等の調達の推進に関する基本方針（平成 15 年 2 月 28 日一部変更閣議決定）」に定められる特定調達品目において、公共工事で使用する資材の追加品目として反映されたものである。

事業評価手法に関する検討

Research on More Advanced Evaluation Methods of Public Works Projects

(研究期間 平成 13～15 年度)

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

室長 山口 真司
Head Shinji YAMAGUCHI
研究官 後藤 忠博
Researcher
Tadahiro GOTO

In order to clarify an accountability of public policy, the evaluation technique needs to be developed. In this research, the evaluation technique carried out with each project is reviewed, and the framework of the evaluation coped with uncertainty of public works projects.

〔研究目的及び経緯〕

公共事業における事業評価は、公共事業実施に係る意思決定のための重要かつ客観的な判断材料を提供するものであって、事業実施の意思決定プロセスにおける透明性を確保し、国民へのアカウンタビリティを果たすものである。本研究は社会資本整備の効率的な実施とアカウンタビリティ向上のため、現在行われている費用対効果分析の課題を整理するとともに、その精度及び客観性を高めるための方策を検討し、今後の社会資本整備の評価システムの改善・向上に向けた基礎資料を作成することを目的として実施するものである。

昨年度においては、事業の効果や実施環境などを総合的に評価する多基準分析手法について検討を行った。今年度は、多基準分析手法の事例検討を行うとともに、新たに、以下の項目について検討を行った。

- ・事業間での評価手法の統一的運用を図るための単価や将来フレーム等基本事項の整合を図る。
- ・事業の不確実性に関する評価手法の開発を行う。
- ・災害等カストロフィックな事象を評価する。

〔研究内容〕

多基準分析に関しては、昨年度検討された分析手法を都市公園事業、ダム事業、住宅市街地整備総合支事業、道路事業、地価高速鉄道事業、国際海上コンテナターミナル事業、空港事業を対象に試験的に適用し、手法の特性や課題を整理した。新たな検討項目として、事業間での単価や将来フレーム等基本事項の整合性に関しては、時間価値、人的損失額、環境質の価値、社会的割引率の取り扱い等に関して社会・経済データを収集・分析しながら整合の方向性を検討するとともに、再評価時における費用対効果分析の考え方を整理した。また、事業の不確実性に関する評価手法に関しては、

不確実性の取り扱いの基本的な考え方を整理し、評価手法についての基礎的検討及び今後の課題について整理した。さらに、災害等カストロフィックな事象の評価に関しては、防災施設整備に対する事業評価手法の考え方を整理した。

検討に際しては、受託者が選任する専門家に対するヒアリングを行っている。ヒアリング対象の有識者は委託者との協議により、9名が選任された。選任された有識者は、家田仁東京大学大学院教授、上田孝行東京工業大学大学助教授、太田和博専修大学教授、大野栄治名城大学助教授、小林潔司京都大学大学院教授、林山泰久東北大学大学院助教授、森杉壽芳東北大学大学院教授、森地茂東京大学大学院教授、山内弘隆一橋大学大学院教授である。

〔研究成果〕

(1) 総合評価方式（多基準分析手法）

総合評価方式（多基準分析）の試行結果の概要を示すと、表－1のようになる。各事業における中項目レベルの重み（平均値）は、地下高速鉄道、空港整備事業を除き、「事業効率（費用便益比及び事業採算性）」の重みが「波及的影響」と比較して小さい。これは、重み付けの設定者が、B/Cを採択時における前提条件として扱っているため、「波及的影響」、「実施環境」の方に重点を置いた重み付けの結果となったためと考えられる。

(2) 再評価における費用便益分析の考え方

再評価における費用便益分析としては、「①事業継続の投資効率性」、「②事業全体の投資効率性」の2つの方法がある。再評価時には、原則として両者を実施する。前者は、投資効率性の観点から、事業継続・中止の判断にあたっての判断材料を提供するものであり、

表－1 総合評価方式(多基準分析)の試行結果

		都市公園	ダム	住宅市街地整備 総合支援事業	道路	地下高速 鉄道	国際海上コン テナターミナル	空港
事業効率	経済性	18.8	10.0	39.5	17.1	7.0	34.1	48.0
	採算性	—	—	—	—	63.0	—	—
波及的影響	住民生活	13.1	25.0	10.7	15.5	3.0	—	5.3
	地域経済	4.3	3.6	5.1	7.4	1.0	12.0	—
	安全	15.4	31.0	7.8	10.4	1.0	7.8	4.8
	環境	18.3	7.2	7.2	15.6	2.0	8.1	8.4
	地域社会	6.2	4.8	5.9	8.1	3.0	—	3.5
実施環境	事業の実行性	12.2	13.8	9.4	8.8	14.0	19.0	15.0
	事業の成立性	8.3	4.6	10.0	11.4	4.0	11.4	8.4
	技術的難易度	3.4	—	4.4	5.7	2.0	7.6	6.6
合計		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

後者は、事業全体の投資効率性を再評価時点で見直すことによって、事業の透明性確保、説明責任の達成を図るものである。事業継続の投資効率性（以下、①継続 B/Cと表記する。）が基準値以上の場合は、基本的に継続であるが、事業全体の投資効率性（同、②全体 B/C）が基準値未満であった場合は、事業内容の見直し等を行うものとする。また、①継続 B/Cが基準値未満の場合は、基本的に中止であるが、②全体 B/Cが基準値以上の場合は、事業内容の見直し等を行った上で対応を検討するものとする（表－2）。

表－2 再評価時の費用対効果分析の取り扱い

事業継続の 投資効率性 (①継続 B/C)	事業全体の 投資効率性 (②全体 B/C)	投資効率性の観点からの評価
基準値以上	基準値以上	継続
	基準値未満	基本的に継続とするが、 事業内容の見直し等を行う 事業内容の見直し等を行 った上で対応を検討
基準値未満	基準値以上	継続
	基準値未満	基本的に中止

(3) 事業分野間の整合性

事業分野間の整合性に関しては、現在までの検討結果からは表－3に示したような取り扱いが必要となるものと考えられる。

表－3 整合を図るべき指標の取り扱い

時間価値	時間価値の設定は、需要予測手法や入手可能なデータに応じて、利用者特性等を反映した適切な手法を用いて行うこととする。
人的損失額	人的損失額は、「逸失利益」、「医療費」、「精神的損害」を基本構成要素として算定することとする。
環境質の価値	事業の目的に応じて貨幣価値を算定する必要がある場合は、「被害費用」や「支払意思額」等を用いることとする。
社会的割引率	社会的割引率は、全事業において4%を適用する。
残存価値	企業会計の減価償却の概念の援用により、評価期間末における資産の額を求め、それを便益として計上する。

(4) 不確実性の取り扱い

事業の執行管理や国民へのアカウンタビリティを果たすとともに、事業評価の信頼性の向上を図るため、将来の不確実性を考慮した事業評価を実施する必要がある。不確実性評価の方法としては、まず、費用便益分析結果に大きな影響を及ぼす要因についての感度分析が考えられる。感度分析を行うには、これらの要

因の状態が変化した場合について、費用便益分析結果への影響の大きさを把握する。結果の表示方法としては、費用便益分析の結果に関して、上位ケース、下位ケースを想定し、幅を持って示すことが必要となる。

ついで、要因の状態変化を確率分布で表現した、モンテカル

ロシミュレーションの実施も考えられる（図－1）。ただし、事業評価の現状を考えると、不確実な要因の特定化や確率分布などのデータがほとんど存在しないことから、当面は一定の幅による評価を実施することとし、今後、データの蓄積に努めるものとする。

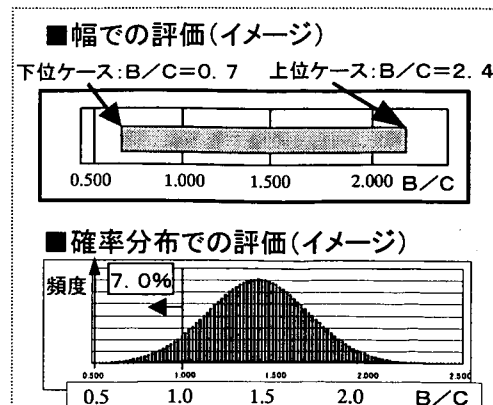
(5) 災害等カストロフリスクの評価

防災事業等においては、現在期待被害額での評価が行われているが、災害後の復旧までに要する時間的な機会損失等を考慮し、住民の支払い意思額を基本とした評価方法に転換していく必要がある。そのための指標として損害保険、プレミアムの援用が考えられる。

〔課題と今後の方向性〕

現在の公共事業評価の課題について、概ね全体的な方向性をとりまとめることができたものと考えられる。今後の事業評価の高度化のためには、引き続き以下の点についての検討が必要である。

- ・多基準分析において、さらに試行検討を重ねて、本格運用に向けた課題を整理し、課題解消のための方法を検討する必要がある。
- ・費用対効果分析に置いて、税金の取り扱い、評価期間（耐用年数）の考え方について、整合性の検討を行う必要がある。
- ・不確実性や防災事業の評価に関しては、データ蓄積が不十分であり、評価の信頼性にも課題がある。したがって、事業の不確実性の事例を収集、分析を行っていく必要がある。



図－1 不確実性の評価の方法

海外公共事業事例調査

Research for the Public Works Projects Abroad

(研究期間 平成 12～15 年度)

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

主任研究官 大槻 英治
Senior Researcher, Eiji OTSUKI

An objective of this study is to investigate advanced and latest activities in Construction Producing System in U.S., U.K., France and Germany, and gather valuable information about them, including matters regarding to scheme/law/act for fair contract between Contractor and Sub-contractor.

【研究目的及び経緯】

良質な社会資本を適切な時期により低廉な費用で整備、維持管理、運営をするためには、建設分野における健全な競争の維持を図るための入札・契約を実施する必要がある。近年は、特に公共工事の更なるコスト縮減と事業の効率的かつ適正な執行をはかることが求められているため、健全な競争の維持・促進しつつ、建設コストの削減と同時に品質の確保・向上をはかる必要がある。そのためには、コスト削減が実施体制を伴わない応札や下請け企業への過度の負担、調達物の品質の低下や時期の遅延等に繋がらない発注方式等の検討も合わせて必要である。そこで、米国、英国、仏国、独国の建設生産システムに関する先進的な事例等を対象とした調査を行い、日本における適用を検討し、その課題の抽出、対応策の検討を行う。

【研究内容】

平成 14 年度は、健全な競争を維持するためのスキームについて元請・下請間の対等な契約関係の維持等の下請けに関する制度、実態を含めた資料及び情報の収集を図り、日本の建設生産システムとの相違点の分析を行った。

【研究成果】

対象 4 カ国における代表的な建設生産システム構造の概要について以下のようにまとめた。

1) アメリカ

アメリカでは、発注者が A/E (Architecture/Engineer) と契約し、品質確保や事業円滑化を図る方法が一般的である。この A/E の業務は発注者支援全般にわたり、その選定は価格競争ではなく、重要な技術分野等において最も優れた者と契約することが原則とされている。

公共工事発注では一般競争入札が基本となっており、交渉型や随意契約等は国防、環境等の特殊分野や厳し

い工期内での完成が求められる工事等に限った適用となっている。また、その後の契約は価格固定契約が一般的であり、施工業者は価格内で工事を完成させる責務を負うとともに、保証のための入札ボンド（契約金額の 10～100% で州、分野等で異なる）が必要である。新しい契約方式として CM（コンストラクションマネージャー）方式が導入されつつあり、期限内での工事完成を保証し工事費用の一定比率の報酬を受けるサービス提供型、工事費用総額の管理（保証）も請け負うリスク負担型があるが、いずれの場合も原則的に価格（報酬比率又は最大工事費用）競争で業者が決まる。なお、価格のみの競争による品質低下への懸念から技術を考慮した総合評価の試行が各州で始められている。

また、公共工事発注の特徴として、①小企業優遇規定、②国産（州産）製品調達義務、③労働組合の影響がある。特に、①については、発注額における小企業向け比率が連邦、州レベルで規定されている。

元請・下請間の契約に関しては、公共工事の場合、元請企業による“買い叩き”を防止する意味から下請け業者リストを提示する等のケースがあるほか、法律により発注者からの支払いを受けた 7 日以内に下請け業者に払うこと（州により、月一回の定期的な支払いを行うこと）が規定されている。

2) イギリス

イギリスでは、伝統的に発注者がコンサルタント等と契約し、設計（又は、設計審査）、工事積算、出来高確認等の発注者支援を行っている。

契約にあたっては、それぞれについて技術、実績、経営状態等による事前審査をクリアした企業をもとに指名競争入札を行う従来の方式が、品質と価格の総合評価方式を基本にした新契約方式に移行しつつある。さらに、資金調達を含めた契約を行う PFI 方式や、設

計施工一括発注方式（DB）が増えてきている。そのほか、一定規模の発注単位毎に特定業者（サプライチェーン）と契約する方式（信用、実績にもとづく取引の効率化（日本のカンバン方式と同じ効果）をねらったもの）や、信頼に足る複数のコンサルタントや建設会社を事前選定し、その中から適宜随意契約を実施する方式（フレームワーク方式）の導入が広がっている。なお、発注者は、PFI 方式等を除いて、入札ポンドではなく、経営状況や実績等の事前審査によって倒産等のリスクを回避するのが一般的である。

信頼を優先した契約方式が増えてきた背景は、買い手（請負側）がリスクを負担するという契約に対する伝統的な考え方をベースに、1990 年代前半の建設不況時等に、元請の低価格入札に端を発する下請への不払い等が起これ、下請へのリスク転嫁が品質低下や元請・下請間の調停による完成の遅延となって現れ、深刻な社会問題となった結果、Value for Money（価格相当の価値・品質）の確保が入札・契約の最優先課題となったことがあげられる。

なお、イギリスでは建設業者のほぼ 100% が従業員 50 人未満の中小企業であることから、特別に中小企業を保護する政策は無いが、下請に対する迅速な支払いや契約に伴う紛争解決方法等を定めた法律によって元請・下請間の契約の適正化を図っている。

3) フランス

フランスでは、経済技術の資格を持つエコノミストやそれに準ずる技術を有する個人又は個人経営のコンサルタントが、設計事務所や発注者、請負業者のための積算や設計数量管理、保険や訴訟の際の専門家として機能している。なお、公共工事の設計は、発注者の設計部門が実施するのが主流である。

工事発注については、分離可能な限りは分割して中小の専門企業に対して優先的に受注機会を与える契約方式が主流である。施工業者の選定は提案募集方式で行われるのが一般的で、大規模構造物等の特殊工事に限って制限付きの同方式で行われる。なお、いずれの場合も技術、財務、事務に関する能力証明する証明書の添付が義務づけられ、これらを総合評価して業者が選定されている。また、公共工事受注にあたっては 3% が履行保証金として求められる。

元請・下請間の契約については、分離発注が基本であるが、公共事業の場合は一括発注であっても一次下請に対しては発注者が直接支払いを行う規定がある点が特徴である。

4) ドイツ

公共工事の調査、計画、設計等の技術的業務は基本的に直営で実施されており、コンサルタントは補助的

に活用されている（民間工事はゼネコンへの一括発注が一般的）。

公共工事発注にあたっては、工区及び専門分野毎にして中小企業の受注機会を増やすことが連邦及び州政府に義務づけられており、業者選定は公開（一般）競争入札が原則である。その選定では、倒産リスク、納税義務遵守等が確認され、技術、能力、保証金支払い能力が問われた後に、価格、工期、竣工後維持管理費、形態や技術的価値等の総合評価に基づいて行われ、最低価格での応札者が落札するとは限らない。なお、公共工事には、保証金等の制度は無い。

元請・下請間の契約については、公共工事が分割発注されるため、元請業者が施工することが原則であり、下請契約を行う場合は、下請工事額、業者名や手持ち業務量等を入札書に明記し、契約上の追加条件として予め発注者の許可を得なければならない（二次下請けは禁止されている）。

5) 日本との相違

建設産業の構造としては、公共工事の分割発注を原則とし、下請を制限する傾向にあるフランス、ドイツと、一括発注と専門業者による下請が一般的なアメリカ、イギリスに大別され、日本は後者と考えられる。

価格競争によるコスト縮減と品質確保の両立は公共工事発注者の責任として各国に共通した課題であるが、業者選定時の厳格な審査と、総合評価を基本とするドイツが品質確保を最も重視していると考えられる。一方、アメリカでは完成時の確認等（ポンド含む）品質を担保し、価格による一般競争で発注価格の低減を図るのが一般的であるが、業者選定における総合評価の試行導入等、品質確保に向けた動きが始まっている。いずれにせよ、支援業務契約等により品質確保の枠組みを整えたうえで、履行能力の審査（ポンドによる担保を含む）が重視される点は各国に共通しており、日本における発注者責任を考える上で留意すべき点と考えられる。また、低価格入札の影響が社会問題となったイギリスで価格相当価値の確保を最優先した契約が広まりつつある点や、アメリカで CM 活用により品質確保（工期、工費を含む）を図ろうとする動きがある点も注目される。

また、各国とも分割発注原則や元請業者に対する早期支払い責任等を法律又は契約事項として規定しており、健全な元請・下請関係や中小企業の適正な受注機会の担保が、競争と品質確保の両立を図る前提条件となつてものと考えられる。

【成果の活用】

品質確保とコスト縮減の両立に向けた契約や発注者支援方策について検討していく上で、活用を図る。

道路環境影響評価の技術手法の運用に関する調査

Research on how to use the technical method concerning the Environmental Impact Assessment for 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

Head

研究官

Researcher

研究官

Researcher

並河 良治

Yoshiharu NAMIKAWA

松下 雅行

Masayuki MATSUSHITA

桑原 正明

Masaaki KUWABARA

To maintain the technical method concerning the Environmental Impact Assessment for road projects, we have to take a brand-new knowledge, needs in the site and.

So, we organize the system for examinations and deliberations on the technique of Environmental Impact Assessment. For example, we treated the operation noise of a construction machine, and the discharge coefficient used for prediction of the quality of the atmosphere concerning a run of a car.

〔研究目的及び経緯〕

平成11年6月に全面施行された環境影響評価法に基づいて道路事業の環境影響評価を実施する際の参考図書として、平成12年10月に刊行された「道路環境影響評価の技術手法(土木研究所資料第3742～3745号;建設省土木研究所、以下「技術手法」と称す)」については、引き続き新たな知見を追加すべく調査研究を進めているが、研究の実施に際しては、環境影響評価実施主体のニーズ、運用状況等を把握するとともに、新たに得られた知見の妥当性を客観的に検討・審議することが必要である。そこで、平成14年度は、技術手

法の検討・審議体制を整備し、建設機械の稼働騒音および、自動車の走行にかかる大気質の予測に用いる排出係数の記述の追加に関して、検討・審議を行った。さらに、改訂内容以外については、技術手法の運用上の問題点等についてまとめ、議論を行った。

〔研究内容・研究成果〕

1) 道路環境影響評価の技術手法検討体制

平成14年度は、技術手法の改訂等審議のため、

- ・ 国総研、独法土研、地方整備局等のメンバーから成る「道路環境影響評価の技術手法検討会」

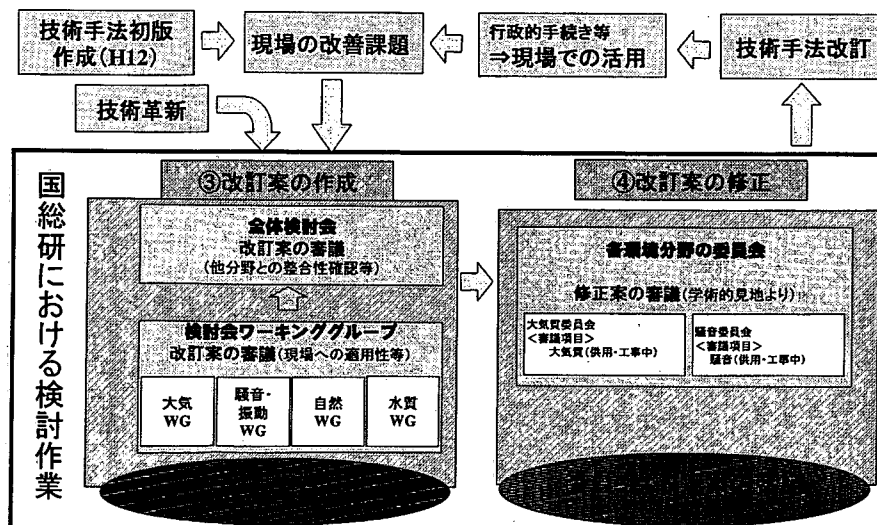


図1. 技術手法改訂検討体制

- ・ 詳細な議論を行う環境分野に関するワーキンググループ（大気、騒音・振動、自然、水質各分野）
- ・ 学識経験者等で構成される「道路環境影響評価の技術手法に関する大気質予測手法検討委員会」および「道路環境影響評価の技術手法に関する騒音予測手法検討委員会」

を設置し、技術手法改訂等に関する検討・審議を行った。（図1）

平成14年度は、騒音分野については、日本音響学会から公表されたASJ CN-Model 2002を予測手法として建設機械の稼働騒音に適用する改訂審議を行った。また大気質分野においては、設計速度が高い道路の環境影響評価を実施する際の、自動車の走行にかかる大気質の予測に用いる排出係数の記述を追加する手続きを行った。

2）道路環境影響評価の実態の把握

道路環境影響評価の技術手法検討会においては、地方整備局をはじめとする各機関より、平成11年6月に全面施行された環境影響評価法に基づいて環境影響評価の実施予定箇所（表-1）について報告を行っていただき、その実態について把握した。また、当所で入手した各箇所の環境影響評価書類についても、その記載内容等について整理した。

表1. 各地方整備局の環境影響評価手続実施箇所
（平成14年11月27日現在）

整備局名	件数
北海道開発局	3
東北地方整備局	6
関東地方整備局	2
北陸地方整備局	0
中部地方整備局	2
近畿地方整備局	1
中国地方整備局	4
四国地方整備局	2
九州地方整備局	9
沖縄総合事務局	1

さらに、既存資料やヒアリング等により、各地方公共団体の環境影響評価状況に付いても把握した。

3）道路環境影響評価に係る課題の抽出

平成12年10月に刊行された技術手法を参考に、道路事業者は道路環境影響評価を実行しているが、運用にあたっての技術的な課題について整理を行い、今後の対応方針について検討しとりまとめた。また、技術手法と表2に示す環境省の資料を比較することによって相違点を抽出し、技術手法の運用及び改訂に係る対応方針について検討する資料を整理した。

【今後の研究予定・成果の活用】

平成14年度は、巻き上げに係るSPMの排出係数、インターチェンジ部、交差点等の特殊部における予測手法、および排水性舗装の減音効果の経時変化を考慮した予測手法等の技術手法への反映について審議を行うとともに、現場からの要望、世の中のニーズを分析したうえで、他の事項についても検討を行う予定である。

客観的で透明性の高い審議体制のもと、最新の技術・知見・国民ニーズをとりいれることにより技術手法を改訂し現場に活用されることにより、道路のエンドユーザーである国民に対する説明責任を果たすと同時に、より良い道路インフラを提供していくことが可能となる。

表2. 平成14年度に整理を行った環境影響評価資料

「大気・水・環境負荷の環境アセスメント（Ⅰ）」（平成12年9月20日、環境省総合環境政策局編）
「大気・水・環境負荷の環境アセスメント（Ⅱ）」（平成13年10月31日、環境省総合環境政策局編）
「大気・水・環境負荷の環境アセスメント（Ⅲ）」（平成14年11月6日、環境省総合環境政策局編）
環境アセスメント技術ガイド 生態系（生物の多様性分野の環境影響評価技術検討会編）
環境アセスメント技術ガイド 自然とのふれあい（自然とのふれあい分野の環境影響評価技術検討会編）

沿道における浮遊粒子状物質の実態調査

Research on a current status about the Suspended Particulate Matter near roadside

(研究期間 平成11年度～)

環境研究部

道路環境研究室

室長

並河 良治

Environment Department

Road Environment Division

Head

Yoshiharu NAMIKAWA

研究官

松下 雅行

Researcher

Masayuki MATSUSHITA

研究官

大城 温

Researcher

Nodoka OSHIRO

The Suspended Particulate Matter (SPM) except for the primary particulate from a vehicle's exhaust pipe near roadside has been investigated in order to expand the prediction method of the SPM. Based on the result accumulated until now, emission potentials concerning road surface deposition, tire wear, and road surface wear were calculated in fiscal 2002.

〔研究目的及び経緯〕

道路に関係する浮遊粒子状物質 (SPM) については、自動車からの排気管一次粒子以外にも、二次生成粒子、路面堆積、タイヤ摩耗等に由来するものが考えられており、SPMの予測手法を充実すべく、平成11年度から沿道における排気管一次粒子以外の実態調査を行い、検討を重ねてきている。

平成14年度は、これまで蓄積された結果をもとに、路面堆積、タイヤ摩耗、路面摩耗に係る発生係数を算定した。

〔研究内容〕

(1) 発生係数算定に用いた試料

本研究において発生係数の算定に用いた試料は、表-1に示す要領に従い採取した21ケース(3地域×7日間)のうち、風下方向が道路に対して直角に近く、濃度と風速の鉛直分布及び風向風速条件が安定している15ケース(うち、関東5、中部6、近畿4)を対象とした。この試料について、SPM濃度及び表-2に示す成分毎の濃度測定を行った。

表-1 試料採取方法

試料採取年度	平成13年度
調査対象地域	関東、中部及び近畿
調査地域区分	郊外部
調査対象道路	平面4車線の一般国道
試料測定方法	ローリファクタ法(LV)
試料測定周期	24時間値(7日間連続測定)
試料測定位置 (鉛直方向)	車道端部: 0.5, 1.5, 3.0, 6.0, 10.0 mH バックグラウンド(BG): 1.5, 3.0 Mh
風速測定位置	1.0, 6.0, 10.0 Mh
風向測定位置	10.0 Mh

表-2 成分濃度分析物質

元素状炭素(Cele)、有機性炭素(Corg)、アンモニウムイオン(NH₄⁺)、カルシウムイオン(Ca²⁺)、カリウムイオン(K⁺)、硫酸イオン(SO₄²⁻)、硝酸イオン(NO₃⁻)、塩素イオン(Cl⁻)、鉄(Fe)、アルミニウム(Al)、バナジウム(V)、珪素(Si)、合成ゴム(SBR)、天然ゴム(NR)、アスファルト(AS)

(2) SPM及び成分別排出量の推定方法

排出量の推定方法としては、大気拡散式(ブルーム・パフ式)から適切な排出量を逆算して求める方法と鉛直濃度分布データから道路単位長さ当たりの通過量(風速×濃度)を求めるフラックス法がある。前者は、拡散幅等の他の要因の誤差が影響するため不確実性が高い。後者は、濃度と風速の鉛直分布及び風向風速が安定していること等が必要条件とされるが、精度は高いと考えられている。本研究では、後者の方法を用いて算出した。

(3) フラックスの算定

道路端におけるSPM及び各成分の対象道路寄与の鉛直濃度(風上側のBG濃度を差し引いたBG補正濃度)及び風速の鉛直分布から、式-1によりSPM及び各成分のフラックスFを求めた。濃度がゼロとなる高さ位置(Z_{N+1})は、SPM濃度分布から推定した外挿高さとし、地表面(Z=0)における濃度は、0.5mHでの濃度と同じ濃度とした。積分は台形法により行った。(図-1)

道路端付近の風速の鉛直分布については、路面基準高さから1m、6m及び10mの3点で測定した風速をもとに、べき乗則(経験式)により設定した。

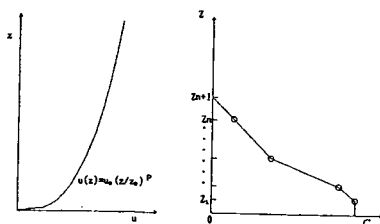


図-1 フラックス算定のための風速及び濃度の与え方

$$F = \sum_{i=1}^{N+1} \int_{z_{i-1}}^{z_i} u(z) \cdot C(z) dz \quad (\text{式-1})$$

$u(z)$: 高さ z における風速

$C(z)$: 高さ z における濃度

なお、Fe, Al, V, Si については、粒子状物質中での存在形態は酸化物と考えられるため、それぞれ $\text{Fe}_2\text{O}_3, \text{Al}_2\text{O}_3, \text{V}_2\text{O}_5, \text{SiO}_2$ に換算して算出した。

(4) 由来別発生係数ベース案の算出

表-3 に示す関係及び式-2 を用いて、(3) で算出した各成分毎のフラックス排出量から算出される各由来別排出量と日交通量データを掛け合わせることで、表-4 に示す発生係数（走行車両1台当たり1km 走行したときの排出量）のベース案を算定した。

表-3 由来別排出量と指標成分の対応

SPM 由来源	指標成分
路面堆積物の巻上げ	Si 成分排出量/路面堆積物中の Si 組成比
小型車タイヤ摩耗	タイヤ換算の SBR 排出量
大型車タイヤ摩耗	タイヤ換算の NR 排出量
路面摩耗	アスファルト (AS) 成分排出量
(参考)	Cele, Corg, NH_4^+ , SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^-
排気管一次	の排出量合計

*排出量：フラックスからの排出量

$$[\text{発生係数}] (\text{mg}/\text{km} \cdot \text{台}) = [1000] (\text{m}/\text{km}) \times [86400] (\text{s}/\text{日}) \times [\text{排出量}] (\text{mg}/\text{s} \cdot \text{m}) \div [\text{日交通量}] (\text{台}/\text{日}) \quad (\text{式-2})$$

なお、路面堆積物の指標成分としては、Si だけでなく Fe, Al もあるが、Fe, Al は組成比率が5%前後と小さいこと、他の要因の影響を強く受けやすいことから、路面堆積物の主成分（22%前後）であり、Fe, Al ほど他の大きな発生要因の少ない Si のみを指標元素に用いた。また、排気管一次粒子は元素状炭素 (Cele)、有機性炭素 (Corg)、 NH_4^+ 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 Cl^- の合計量であるが、使用したイオン等の成分濃度は、BG 濃度補正值であるため、二次生成粒子の影響は除外されていると考えている。

表-4 排気管一次粒子以外の発生係数

(単位：mg/km 台)

SPM 由来源	発生係数 (±標準偏差)
路面堆積物の巻上げ	17.6 (± 32.7)
小型車タイヤ摩耗	7.4 (± 9.4)
大型車タイヤ摩耗	3.7 (± 4.6)
路面摩耗	0.15 (± 0.17)
(参考)	
排気管一次	300.9 (± 215.2)

これより、排気管一次粒子以外の排出量の影響は、約1割未満と考えられる。地域及び調査日により、ばらつきがみられるものの、今後の道路事業環境影響評価で用いる排気管一次粒子以外の発生係数を平均値とすれば、表-4 の発生係数をベース案とすることができる。なお、ここで示した発生係数は、タイヤ摩耗粒子を除いた排気管一次粒子、路面堆積粒子、路面摩耗粒子については大型車混入率が13～59%における混合発生係数を示し、タイヤ摩耗粒子は小型車と大型車それぞれの発生係数を示している。

(5) 発生係数の検証

道路周辺における路面堆積粒子、タイヤ摩耗粒子及び路面摩耗粒子の大気中濃度について、表-4 の発生係数を用いた「道路環境影響評価の技術手法」に基づく計算手法により予測した結果を平成14年度に実施した3地域の実測濃度 (BG 補正後) と比較し、その整合性を検証した。

その結果、実測値が低めの傾向を示したが、ほぼ標準誤差の範囲内に入っていることが確認された。また、CMB 法により路面堆積粒子の寄与濃度を算定したところ、発生係数のベース案から推定される寄与濃度とほぼ同じ結果を示した。

以上のことより、本研究にて算定した排気管一次粒子以外の発生係数は、ほぼ妥当な結果と判断される。

〔成果の活用〕

排気管一次粒子以外の発生係数を排気管一次粒子の排出係数と合わせることで、自動車の走行に基づく、SPM 濃度の予測が可能となったと考えられる。一方で、算定根拠となったデータが15ケースと統計的には十分なデータ数と言えず、本研究では、幅（平均値±標準偏差）を持った数値で示しており、運用上で課題を生じる可能性もあることから、今後とも、データの蓄積を図り、さらに検討を進めることとしたい。

路面排水実態の調査

Research on road runoff

(研究期間 平成 11～15 年度)

環境研究部

道路環境研究室

室 長

並河 良治

Environment Department

Road Environment Division

Head

Yoshiharu NAMIKAWA

研究官

松下 雅行

Researcher Masayuki MATSUSHITA

In order to grasp the environmental influence of pollutant in road runoff, we carried out the field survey and made the forecasting model based on results of the investigation. Reproducibility of the model was checked and was good. And we estimated the effect of the penetration hole as environmental measures.

〔研究目的及び経緯〕

平成 11～13 年度に実施した路面排水に係る調査により、路面排水の流出初期において、汚濁物質の濃度が高くなることが確認された。また、流出初期の路面排水を土壌へ浸透させることにより汚濁物質が大きく削減されることが、モデルにより試算されるとともに、実際の降雨に類似させた散水を行った野外実験によって検証された。しかしながら、路面排水を土壌へ浸透させることの地下水に及ぼす影響、及び路面排水に含まれる微量物質の排出実態は、未だ明らかにされていない。

平成 14 年度は、それらを明らかにするため、路面排水に含まれる微量物質を測定すること、及び路面排水が透水性舗装の路面から土壌へ浸透した後の地下水に含まれる微量物質を測定することを目的として調査を行った。

〔研究内容〕

透水性舗装が施工されている道路において、実際の降雨時を対象に調査を行った。路面排水、透水性舗装の路面を通過した浸透水、及び路面から土壌へ浸透した浸透水を含む地下水を採水し、微量物質の濃度を測定した。また、ブランク値として雨水も採水した。測定項目は、一般項目（BOD、COD、SS）、健康項目（カドミウム等）及び要監視項目等とした。

また、過去の路面排水に係る現地踏査結果及びその解析結果を用いて、路面排水の汚濁負荷の排出実態及びそれらに係る調査・予測・評価手法を整理した。

〔研究成果〕

1. 地下水への影響の実態把握

路面排水が土壌へ浸透することが地下水へ及ぼす

影響の実態を把握するための調査は、3回の降雨時を対象として、透水性舗装の道路の2区間で行った。

2. 路面排水の汚濁負荷の排出実態

降水量、路面排水量及び汚濁物質の濃度の経時変化を図-1に示す。流出初期の汚濁物質の濃度が高く、その後速やかに濃度が下がるファーストフラッシュ現象が確認された。ほとんどの汚濁物質の濃度は排水基準を大きく下回っているが、流出初期には排水基準を上回る汚濁物質の濃度も確認された。

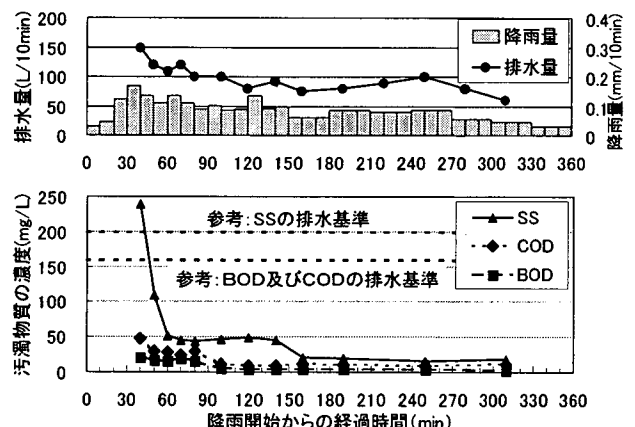


図-1 降雨量、路面排水量、汚濁物質の濃度の経時変化

浸透マスへの流入負荷総量と浸透マスからの越流負荷総量を用いて浸透マスの汚濁負荷削減率を算出した結果を表-1に示す。一般に路面排水の汚濁物質は流出初期に高濃度を示すが、この結果より路面排水が浸透マスに停留・浸透している時に汚濁物質の濃度が低下することが確認され、削減率は28.8～83.6%であった。これらの削減率は、降雨強度、集水面積、降雨時間、浸透マスの浸透能力等により変化する可能性があるが、浸透マスは路面排水の汚濁

負荷削減に有効な施策であることが判明した。

表－1 浸透マスの汚濁負荷物質削減率

調査地点・回数	浸透マスの 浸透能力 (L/min)	削減率(%)			
		路面排水量	BOD	COD	SS
No.1	1 回目	—	—	—	—
	2 回目	2.31	41.6	59.7	58.3
	3 回目	3.35	56.4	70.4	70.8
No.2	1 回目	2.66	69.2	66.6	75.0
	2 回目	1.06	30.7	42.2	35.7
	3 回目	0.86	23.5	—	28.8
No.3	1 回目	2.88	50.3	78.1	77.5
	2 回目	1.59	32.3	55.4	48.5
	3 回目	2.06	35.6	54.9	43.5

注：一は実験結果に不具合が生じたため、検討により除外したもの

路面排水中の各化学成分の質量バランス及び汚濁負荷発生源別の元素組成比より、化学質量平衡法を用いて路面排水の汚濁負荷に占める自動車交通の寄与率を試算した。自動車我代表する指標元素は鉛(Pb)とした。自動車交通の寄与率は 7.4～17.7%であり、自動車交通量が多いほど高い寄与率であった。

3. 路面排水の汚濁負荷の予測手法

1 降雨毎の負荷量を予測する短期予測モデルと年間負荷量を予測する長期予測モデルを検討した。短期予測モデルは、負荷量が汚濁物質堆積量及び雨水流出量に比例するとして式 1 と、汚濁物質堆積量と負荷量とのマスバランスが保たれるとして式 2 に従うと考えた。汚濁物質流出係数及び初期汚濁物質堆積量は、調査結果から最小二乗法を用いて算定した。1 降雨の負荷量の計算結果を図－2 に示す。実測値とほぼ同程度であり、予測モデルは再現性がよいことを確認した。

$$L_t = k \cdot S_t \cdot Q_t \quad \dots \text{式 1}$$
$$S_t = S_0 - \int L_t \, dt \quad \dots \text{式 2}$$

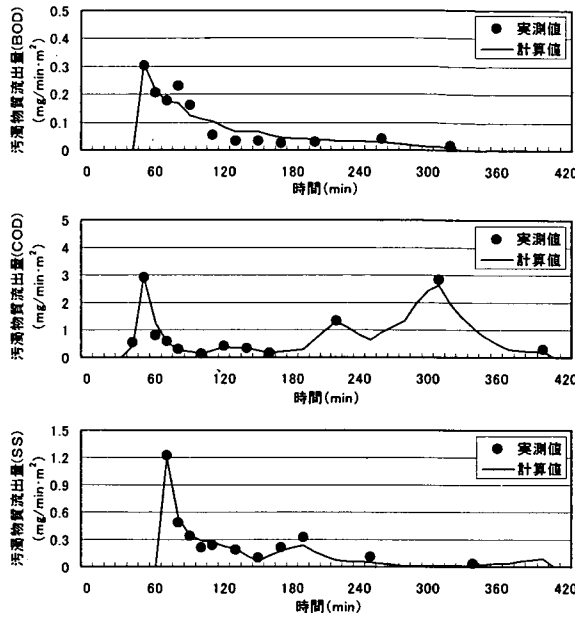
L_t : 負荷量 (mg/m²・min)
 k : 汚濁物質流出係数 (1/mm)
 S_t : 汚濁物質堆積量 (mg/m²)
 S_0 : 初期汚濁物質堆積量 (mg/m²)
 Q_t : 雨水流出量

(添え字 t は雨水流出時間を示す。)

長期予測モデルは、初期汚濁物質堆積量 S_0 が先行晴天時間(直前の降雨終了時点から当該降雨開始までの時間)に応じて変化すると仮定し、年間の降雨データから 1 降雨ごとに算定した負荷量を合算することで 1 年間の負荷量を試算した。初期汚濁物質堆積量 S_0 と先行晴天時間との関係は、調査結果から地点別に最小二乗法を用いて決定した。

環境保全措置である浸透マスによる負荷量削減効果を予測モデルへ導入して、路面排水による負荷量を算出した試算例を表－2 に示す。試算は平成 11～12 年度に実施した調査から算出したパラメータを利用した。貯留量 100～200L、浸透能力 100～200L/h

の浸透マスでは、路面排水量では 42.0～58.5%、BOD では 75.3～88.8%、COD では 78.2～91.0%、SS では 86.1～96.1%の削減効果が試算された。



図－2 汚濁物質流出量の実測結果と計算結果

表－2 浸透による負荷量削減効果の試算

貯留量 (L)	浸透能力 (L/h)	削減率(%)			
		排水量	BOD	COD	SS
100	100	42.0	75.3	78.2	86.1
200	100	46.7	88.8	91.0	96.1
100	200	58.5	86.3	88.1	92.9

注 1 : 既往の現地調査結果から得られたパラメータを利用して、予測モデルから 1 年間の路面排水量及び負荷量の削減率を試算した。
2 : 集水面積は 200m² とした。

4. 汚濁負荷に占める路面排水の寄与率

既往の文献によれば、道路周辺の湖沼・河川等に流入する汚濁負荷に占める、路面排水の寄与率は、数%～70%程度である。

高速道路排水システムから隣接する河川への総流入負荷量に占める、路面排水の寄与率の算定結果では、いずれの項目でも路面排水の寄与率は高い値を示しており、SS で 57.0%、多環芳香族で 77.3%、重金属類で 35.7～76.9%であった。

また、別の河川への年間流入量を算出した結果では、路面排水の寄与率は高分子の多環芳香族で 71%、多環芳香族全体で 36%であった。

〔成果の活用〕

本研究の成果について、学識経験者等の意見を踏まえ、必要に応じて道路事業における環境影響評価の技術手法としてとりまとめる。

積算改善検討

Research on advanced cost estimation system

(研究期間：平成4～)

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 Development Division

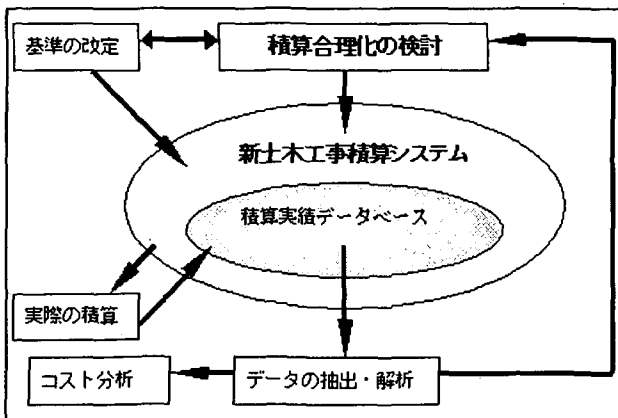
課 長 溝口 宏樹
Head Hiroki MIZOGUCHI
課長補佐 斎藤 守
Deputy Head Mamoru SAITOU
主任研究官 石神 孝之
Senior Researcher Takayuki ISHIGAMI
研究官 中筋 康之
Researcher Yasuyuki NAKASUJI
積算技術係長 富澤 成実
Researcher Narumi TOMISAWA

This study is a thing to improve a calculation method for the cost of conventional public works on the basis of past results data. There is it for the purpose of promoting efficiency of a calculation method for the cost by examining it furthermore.

【研究目的及び経緯】

建設事業を取り巻く環境は急激に変化しており、公共工事の価格に対する透明性・客観性・妥当性の向上が求められている中で、これまで新土木工事積算体系の構築と普及を実施してきた。また、公共工事のコスト縮減対策においても、積算の合理化が上げられており、新たな積算方式が求められている。

本課題は、これまでに構築を行ってきた既存の積算体系の改善及び保守の検討を行うとともに、より合理的な積算手法を求めると及び、積算実績データを活用した建設工事のコスト分析を行い施策へ反映するための基礎資料を作成することを目的として行ったものである。



図－1 積算改善検討フロー

【研究内容】

① ユニットプライス型積算方式の検討

表－1は、欧州諸国（イギリス・フランス・ドイツ）における積算実態調査結果の概要を示したものである。

調査の結果、各機関とも基本的に、積算にはいずれも過去

の入札単価を用いたユニットプライス型積算方式を実施しており、日本のように機械・労務・材料の積上げを主に行っている機関はなかった。

表－1 欧州諸国における積算実態等の比較

国名	イギリス	フランス	フランス	ドイツ
調査機関	道路庁	DEA93	DDE91	バイエルン州
積算項目の体系化実施の有無	有	無	無	有
積算単位(ユニット)の構成	諸経費込み単価	諸経費込み単価	諸経費込み単価	諸経費込み単価
主な積算根拠	過去の入札単価	過去の入札単価	過去の入札単価	過去の入札単価
その他積算手法	積上げ	積上げ	積上げ	見積
過去の入札単価データの詳細等	他地方自治体のデータも含む	単独のデータ	単独のデータ	単独のデータ
積算金額の位置付け	・入札金額の評価 ・予算確保	契約金額の上限	・入札金額の評価 ・予算確保	・入札金額の評価 ・予算確保
落札者の決定方法	最低価格入札者	最低価格入札者	技術的・財務的側面と、価格により評価	技術的・財務的側面と、価格により評価

(*) DEA93：セヌ・サンドニ県 下水道局

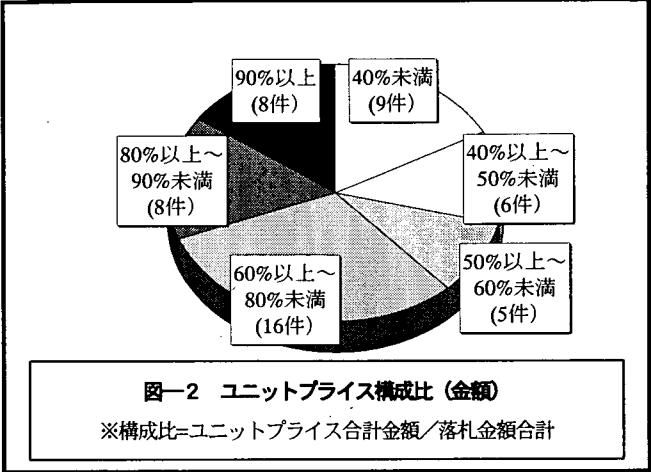
(*) DDE91：設備住宅運輸省 エソンヌ県設備局

(*) バイエルン州：バイエルン州道路建設部

「コンクリート橋（円／m²）」の積算を例にすると、日本では必要な工種（鉄筋工・コンクリート打設工・型枠工等）の積上げを行い、さらに諸経費率を乗じて工事費を算出するが、ドイツでは「コンクリート橋（円／m²）」という施工単価を過去の入札単価データから求めるだけである。入札単価データベースには、過去に入札が実施された工事ごとに、下

位5社のそれぞれの入札単価、及びそれらの入札平均単価が蓄積されており、その中から「コンクリート橋（円／m²）」の入札平均単価を抽出し、さらにそれらを平均した価格を積算金額としている。このため、積算者は積算業務に対して大きな負担を感じておらず、ユニットプライス型積算方式導入による積算労力の省力化効果は大きいものと期待される。

ただし、全ての積算項目について、過去の入札単価を用いて積算しているわけではなく、過去に実績がない単価については、積上げ・見積等により積算を行っており、積上げに必要な資料も整備されている機関もある。図-2は、カルトランス（カリフォルニア州交通局）で実施された52件の工事のユニットプライスの構成比（金額）を示したもののだが、15



件（約29%）は、50%以上を積上げ、又は見積りによる積算が行われていることが分かる。このことから、今後日本にユニットプライス型積算方式を検討する際は、これらを視野に入れる必要がある。

② モジュール統合による入力条件の簡素合理化検討

積算をする際には、細別（レベル4）において施工歩掛項目（ST）の設定を行うが、この条件設定は現場条件により選択・設定するものである。

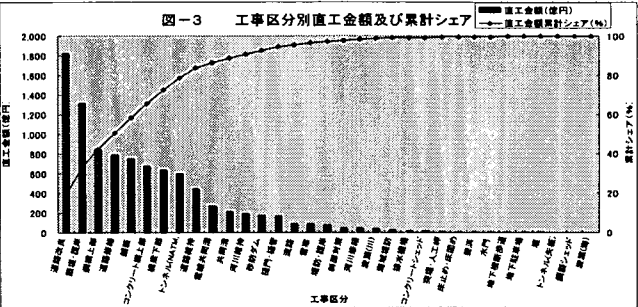
表-2 細別（レベル4）【掘削（土砂）】			現 行						統 合（案）				
積算項目 （レベル4）	施工歩掛項目	単 位	施工歩掛 コード	M-011-06			M-011-08			M-011-09A			M-011-06 M-011-08A
				有 効 使用 頻度	使用 頻度	使用率	有 効 使用 頻度	使用 頻度	使用率	有 効 使用 頻度	使用 頻度	使用率	
主幹道掘削（掘削）	ブルドーザ掘削（土）	m ³	WB110010	○	511	12.0%	○	3	6.7%	○	4	44.4%	●
	バックホウ掘削（土）	m ³	WB110020	○	2,723	52.3%	○	22	48.9%	○	5	55.6%	○
	クラムシェラ水中掘削（土）	m ³	WB110040	○	2	0.0%	○			○			○
	ブルドーザ掘削（土）（15t）	m ³	WB130020	○			○			○			×
	バックホウ掘削（土）（山傾り、掘削）	m ³	WB330010	○			○			○			×
土砂片切掘削（人力使用掘削）掘削、土砂	人力切削（土）（土留具使用掘削）	m ³	WB210100	○	365	8.6%	○			○			▲
	人力切削（土）	m ³	WB210810	○	14	0.3%	○			○			▲
	人力掘削（片掘）	m ³	WB210820	○	11	0.3%	○			○			▲
	人力掘削（土砂）	m ³	WB210830	○	3	0.1%	○			○			▲
	ダンプトラック運搬（2t積）	m ³	WB210870	○	1	0.0%	○			○			▲
小規模土工（小型バックホウ掘削）掘削	小型バックホウ掘削（土）	m ³	WB210710	○	2	0.0%	○			○			▲
	ダンプトラック運搬（4t積・2t積）	m ³	WB210750	○	11	0.3%	○			○			▲
	ベルトコンベア新用人力掘削（片掘）	m ³	WB211310	○	1	0.0%	○			○			▲
	（片掘）	m ³	WB211320	○	1	0.0%	○			○			▲
	掘削（土）（バックホウエド）	m ³	WB321410	○	7	0.2%	○			○			▲
軟弱土等掘削（掘削）掘削	ダンプトラック運搬	m ³	WB321420	○	2	0.0%	○			○			▲
	（10t・積卸クレーン）	m ³	WB330030	○	1,094	25.8%	○	20	44.4%	○			●
	ダンプトラック運搬	m ³	WB330050	○			○			○			×
	（国道側へ）（土砂）	m ³	WB331710	○			○			○			×
	ケブルクレーン運搬（土砂等）	m ³	WB331710	○			○			○			×
合 計				4,248	100%	45	100%	9	100%				

例えば道路改良と築堤護岸の工種体系では、同じ掘削（土砂）であっても表-2に示したようにモジュール（M-○○）として、異なる細別としてシステム上管理を行っている。細別の条件設定は現場条件によるところが大きいため、1つの

モジュールに複数のSTが設定され、現場条件によっては不要な項目でも積算担当者は常に条件選択の必要が生じていた。そこで、モジュールに設定されているSTの使用頻度を分析し、統合（案）として各モジュールで使用頻度の多いSTについては、積算担当者が通常条件設定する項目として「●」、使用頻度の少ないST項目「▲」については、通常は項目をスキップさせ必要な時だけ選択できることとする事で、常時選択すべき項目を大幅に減らすことが可能と考える。後は必要により「▲」の項目を選択する事となり、入力条件の簡素化が図られる。また、使用頻度のない「×」の項目については、削除のしても問題ないとする。

③ 実績データを用いたコスト分析

H13年度の設計書データ（10,661件）を基に、コスト分析を行った。図-3は工事区分別の金額シェアを集計したもの



で、金額上位7工事区分で全体の70%のシェアを占めている。また、全体の95%のシェアを占める上位15工事区分の機材費構成比（図-4）を見ると、材料費が42%占めている。表-3では金額上位の材料を示した。（なお軽油は、機械の燃料であるため図-4では機械費に含めている。）

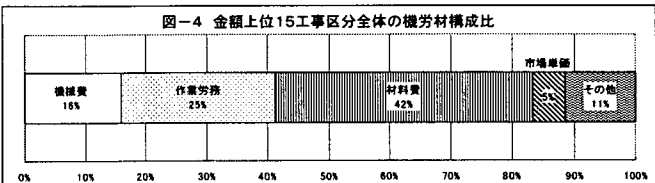


表-3 材料（金額上位10名称の金額及び金額シェア）		金額（億円）		金額シェア（%）	
No	材料名称	金額（億円）	金額シェア（%）	No	材料名称
1	生コンクリート	566.48	14.8	1	生コンクリート
2	アスファルト合材	221.43	5.8	2	アスファルト合材
3	軽油	178.67	4.7	3	軽油
4	再生アスファルト合材	151.21	4.0	4	再生アスファルト合材
5	購入土	114.62	3.0	5	購入土
6	鋼板	100.08	2.6	6	鋼板
7	棒鋼	70.57	1.8	7	棒鋼
8	道床ブロック	67.77	1.8	8	道床ブロック
9	再生クラッシャーラン	65.69	1.7	9	再生クラッシャーラン
10	セグメント	63.97	1.7	10	セグメント
その他		2,219.84	58.1	その他	
合計		3,820.33	100.0	合計	

金額シェアの大きな部分で技術開発・コスト縮減・グリーン調達等の推進を検討することで大きな効果が期待される。

【成果の活用】

これらの結果は、より合理的な積算方式への移行に向けた検討資料として活用され、これらを基に既存の積算手法が抜本的に合理化されることにより、発注者の技術者が積算に多大な労力を奪われることが無くなり、積算業務の負担軽減により発注者本来の設計業務・施工管理業務の充実が図られ、ひいては技術力の向上につながる事が期待される。

PMモデル試行導入に関する検討

Trial for the advance of Public Works Project Management by using PM tool

(研究期間 平成 13～16 年度)

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

主任研究官 大槻 英治
Senior Researcher, Eiji OTSUKI

An objective of this research is to verify an effectiveness of introduction of Project Management into Public Works offices and issues through trials by using PM tool, developed and specialized in last year to be utilized for sharing information about managements of a project schedule, budget and communication records.

〔研究目的及び経緯〕

公共事業の執行においては、公共性や効率的な運用等が一層求められており、事業プロセスの透明性の確保や説明責任の重要性も増している。事業執行にあたって企画、調査・計画、設計・施工、維持管理の各段階における効率化にむけた課題・問題点の把握、整理を行ってきた結果、主に事務所内での工程に関する連絡・調整、業務引継ぎや、関係機関、地権者、地元住民との協議履歴の継承等のコミュニケーションの重要性が明らかとなってきた。このため、従来から国土交通省が実施してきた事業のマネジメントの高度化を図り、限られた費用、人員での効果的かつ効率的な事業執行に資するものとして、プロジェクトマネジメント (Project Management。以下、「PM」) 手法に着目し導入の検討を進めてきている。具体的には、平成 11 年に公共事業への PM 手法導入に関する国土交通省 (旧建設省) のビジョンならびにアクションプログラムが策定され、12 年度から実際の事業における試行を通じ、「発注者としての PM」の具体化に向けてモデル事業を実施しているところである。

本研究では、「発注者としての PM のあり方」について検討を行うため、工事事務所において実際に PM ツールを運用し、工程、予算、協議記録を対象とした情報の共有化 (図-1 参照) 等による事業の効率化の効果検証を行うことを目的としている。

〔研究内容〕

13 年度に試作した PM ツール (以下、「PMS」) を試行運用した事務所の意見を極力反映するような改良仕様を検討するとともに、改良版を構築した。

改良仕様の検討にあたっては、PMS を試行導入した 5 つのモデル事務所に対してアンケート及びこれを補

完するためのヒアリングを実施した。

ヒアリングの結果、PMS の導入によって

- ・ 関係各課がリアルタイムな情報を共有することにより、仕事の流れが明確になり事業執行の効率がよくなる。
- ・ 輻輳している事業の場合、複数事業の工程進捗が 1 画面で表示することができ、効果が大きい。
- ・ 他のセクションへの申し送り事項 (地元からの要請事項等) や事務所内引継時での情報紛失防止が図れる。
- ・ 将来発生する類似業務に対し、過去のノウハウを参考資料として活用できる。

等が期待される一方、改善に対する要望も数多く寄せられた。主なものを 7 項目に整理した (図-2 参照)。

このうち、①の既存システムとの連携については PMS を改良した後に、改めて検討することとして、これを除く 6 項目について、PMS の改善による対応方針をまとめ、具体的な改良を行った。

〔研究成果〕

改良にあたり、地図情報 (GIS) との連携を図るなどシステムの改良とともに、改良版 PMS の操作説明

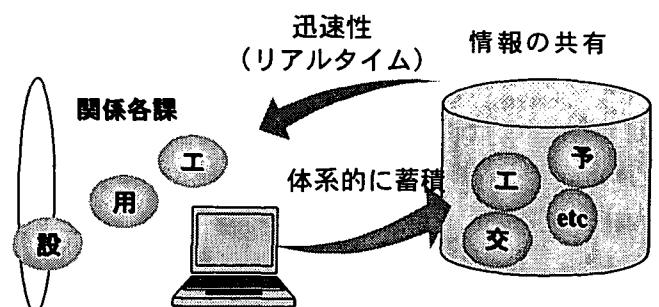


図-1 PMS のイメージ

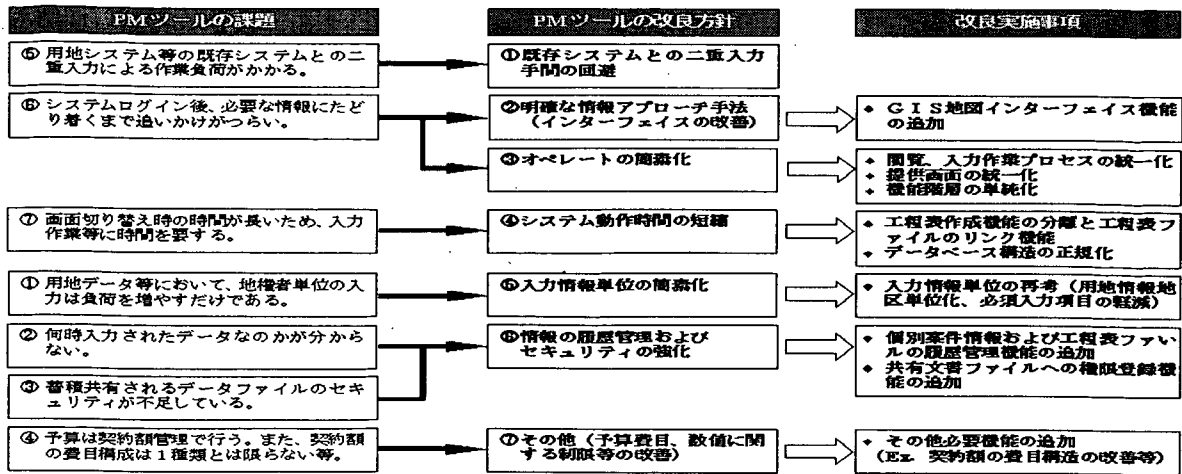


図-2 試作 PMS の課題と改良版での対応事項

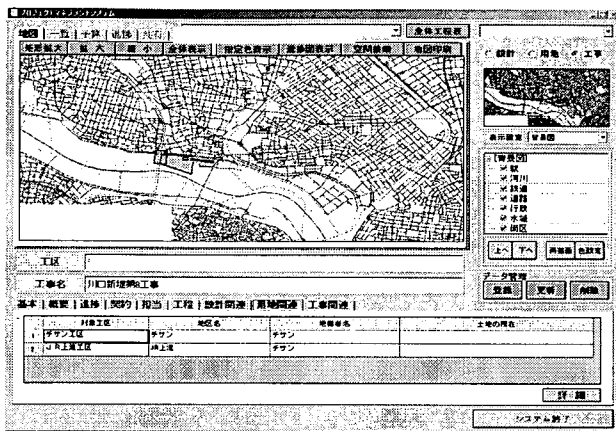


図-3 改良版 PMS の画面例

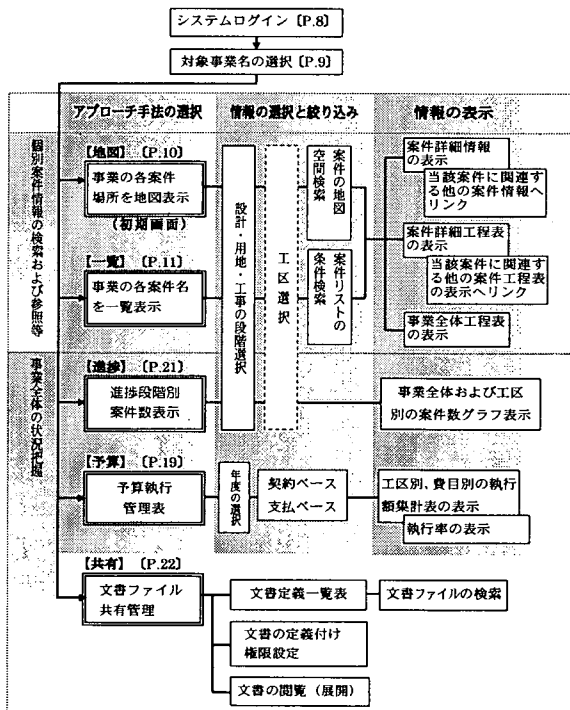


図-4 マニュアル説明例 (PMS の全体構造)

書及び管理マニュアルを作成し、初めて PMS を操作する担当者がより抵抗なく、かつ、確実に操作できるためのインターフェイスの改良を行い（図-3 参照）、改良版 PMS について、改訂したマニュアル（図-4 参照）と合わせて試行事務所に配布するとともに、試行事務所に対して PM の概念、PMS の機能や活用方法と具体的な操作方法等に対する説明会を開催した。

改良版 PMS については、導入対象が当所のモデル事業を含めた関連事業に拡大される事務所があるなど、ヒアリング等の結果をふまえた機能の向上の効果が現場において認められた。特に、GIS 機能の導入については、PMS への導入に効果が高いとの声がある一方で、より詳細な地図情報の利用や座標式工程表付図と連携した利用等を希望する事務所があったため、GIS 機能の拡張手順についても情報提供を行うこととした。

改良版 PMS に対する評価がある一方で、既存システムとの連携に対しては、本格的な運用を図る上での課題として依然として強い改善要望があった。行政 LAN 全体に関わるセキュリティ確保や地方整備局毎のシステム構成の特徴を踏まえた対策が必要となるため、今後の試行運用において、具体的な接続手順等についても検討を進めることとした。

【成果の発表】

研究内容については土木学会年次講演会等で発表していく予定である。

【成果の活用】

改良版の PMS については、15 年度、試行事務所において実際の運用を通じた効果判定を行い PM 手法の具体的な効果の検証を行うとともに、円滑な導入に必要な具体的な環境整備等の課題を抽出し、その対応策について検討を行う予定である。

直轄国道沿道の騒音実態の評価手法に関する調査

Research on Evaluation Method of Road Traffic Noise in Areas Facing National Highways

(研究期間 平成 14 年度)

環境研究部道路環境研究室

室長 並河 良治
主任研究官 森 悌司
研究官 木村 健治

Environment Department Road Environment Division

Head Yoshiharu Namikawa
Senior Researcher Teiji Mori
Researcher Kenji Kimura

In this project, the system, which can select sever conditioned sites to be tackled on the base of result of road noise assessment of dwelling units located within 50 meter alongside the road (the number of dwelling units exceeding the environmental standards and etc) using GIS data, was developed in order to reduce the noise level in an area along a road.

〔研究目的及び経緯〕

騒音に関する環境基準の改訂に伴い沿道 50 m の幅で住戸ごとの評価が求められている。当研究所では過年度において道路交通騒音対策の優先箇所を選定する手順について検討を行ってきた。そこでは建物背後地の騒音予測計算方法や対策優先順位項目の取り扱い方について提案してきた。対策優先順位の考え方は、着目した項目の評価が高い箇所をより早期に対策し効果をあげれば長期間にわたる累積の効果はより大きくなるというものである。

また、過年度に提案した「平面道路の騒音状況の把握方法及び対策優先箇所の選定方法に関する手順(案)」をもとに運用していくためには、沿道建物の状況を把握するために GIS データを用い、建物立地密度 β_{all} を算出し、評価街区ごとの騒音計算を行う必要がある。本年度は、これらを考慮の上、対策優先箇所を選定するための実用システムを構築した。

〔研究内容〕

1. 道路構造を考慮した街区単位での騒音面的評価手法の検討

平面道路の対策を検討する場合、道路端の環境センサ実測値を用いるが、道路構造が平面でない場合で、道路端での騒音が測定されている場合は、木村他が提案した計算方法¹⁾に従って計算する。しかし、高架併設道路では平面道路端での実測値は高架道路からの騒音計算には使用できないため、高架道路からの騒音計算は環境センサスの交通条件をもとにして ASJ

Model 1998 により計算することとする。

2. 地域レベルでの騒音対策の優先箇所を選定するためのソフトウェア作成

2.1 システム導入のための基本事項の整理

GIS ソフトや、デジタル道路地図、住宅地図の購入などの総費用を最小とするシステムを、以下の観点から検討、整理した。

- ・使用するデジタル道路地図及び住宅地図の内容及び費用
- ・各社が販売している関連 GIS ソフトの性能
- ・GIS を用いた沿道騒音評価・対策検討システム導入のための費用

比較検討の結果、使用する GIS ソフトは空間解析用として MapObjects をコンポーネントとするエンジンとし、メインプログラムは Visual Basic Ver6.0 で構築することとした。地域ごとの建物空間情報を与えるデジタル住宅地図は住戸情報を持つゼンリン社のものを採用することとした。

2.2 ソフトウェア

表 1 に示すシステム設計基本方針により、表 2 に示す情報ソースとデータを用いて構築した。

2.3 本システムの運用までの流れ

本システムは、プログラム本体と基礎的データを基本構成とし、工事事務所毎に地域のデータを付加することにより運用可能なシステムとなる。(図 1 参照)
なお以下に示す項目についてはユーザが入力する。

- ・環境センサス区間 (分割区間ごとの起終点)

表1 システム設計基本方針

- ・ユーザーは国道工事事務所を想定する。
- ・可能な限り既存のデータを使用する。類型指定地域等 GIS データがない場合は、使用者が簡便に入力するための入力支援ツールをシステムに組み込む。
- ・使用場面1：優先項目、対策工種類を与えると優先度の高い順に区間と投資額、累積投資額が出力される。累積投資額と予算とを比較することにより予算内の対策施工箇所が求まる。
- ・使用場面2：対策工を施工した場合の建物ごとの騒音レベルおよび評価が分かる。
- ・評価は、街区単位ごとに住戸の達成割合、超過戸数費用便益比により行う。

表2 使用する情報ソースとデータ

情報ソース	使用するデータ
道路環境センサス	道路構造 対策工
デジタル道路地図	道路座標
デジタル住宅地図の道路	官民境界位置
道路環境センサス	指定地域類型 騒音規制区域
デジタル住宅地図	形状・階数 用途（住戸その他）世帯
道路環境センサス	昼夜別騒音レベル
デジタル道路地図協会 国交省データ 道路投資の評価に関する指針案 環境基準 騒音規制法	DRM 対策工毎の単価 騒音レベル便益 環境基準値 要請限度値

- ・類型指定地域、・騒音規制区域、・道路構造
- ・騒音対策工、・評価対象街区

出力例を図2に示す。（コンターと建物ごとの騒音レベル表示例）

3. 街区単位での騒音の面的評価のケーススタディ

表3は、本システムを用いて熊本市内国道3号線10kmの区間を対象に、投資額2000万円で低騒音舗装施工を行った結果を夜間環境基準超過戸数の多い順に道路区間を12区間抽出した試算例である。

【研究成果】

試験運用可能な「建物背後地の騒音評価結果を考慮した対策優先箇所選定システム」を構築した。

ソフトウェア操作のための手引きもあわせて作成した。

【成果の活用】

本成果であるシステムは一定投資額に対する騒音対策優先順位の選定、所定達成率を得るための投資額算出のほか、プログラムの微修正により沿道騒音管理、道路管理、騒音対策履歴管理、地方整備局での統括管理、ライフサイクルコストの管理等GISを用いた道路・沿道管理に使用することが可能である。

（参考文献）

- 1) 木村健治他：沿道市街地における区間平均等価騒音レベルの簡易計算方法－遮音壁の設置された道路を対象として－、日本騒音制御工学会講演論文集、pp.105-108、2002.9

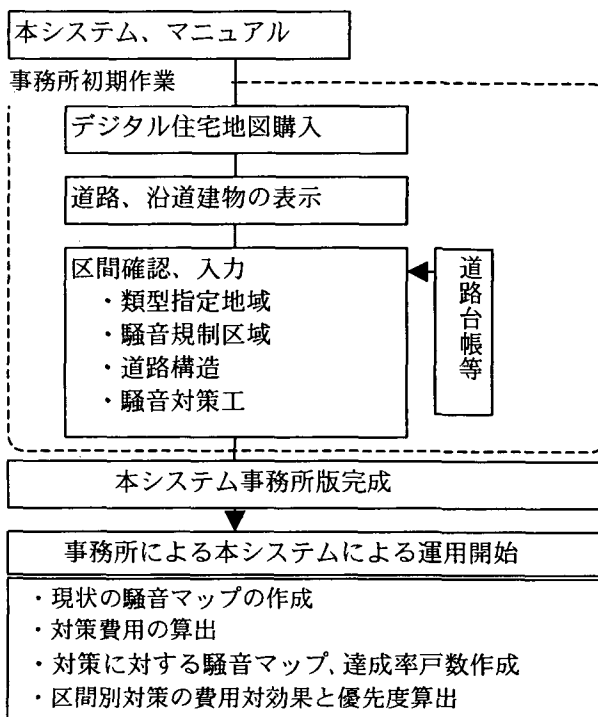
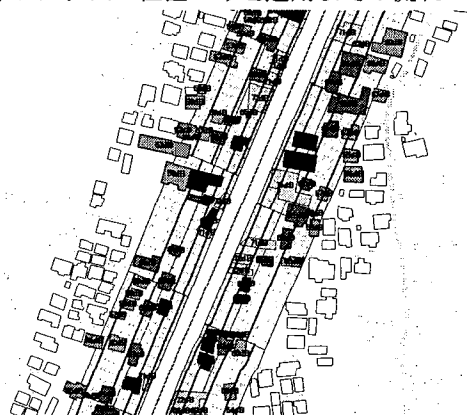


図1 本システムの位置づけと運用までの流れ



↑図2 出力例 ↓表3 超過戸数大の順対策優先区間

順位	街区番号	路線番号	上下	延長	建物面積率	建物平均高	建物棟数	戸数	超過戸数	超過割合	費用(百万円)	累計費用(百万円)
1	56	3	2	100	0.27	3	12	12	12	1	1.61	1.61
2	59	3	2	100	0.202	3.161	10	10	10	1	1.61	3.22
3	1	3	1	103.4	0.157	3	9	9	9	1	1.66	4.88
4	53	3	2	100	0.226	4.416	9	9	9	1	1.61	6.49
5	39	3	2	104.2	0.205	3	8	8	8	1	1.68	8.17
6	11	3	1	90	0.185	3	6	6	6	1	1.45	9.62
7	31	3	1	100	0.085	3	5	5	5	1	1.61	11.23
8	8	3	1	100.1	0.125	3	5	5	5	1	1.61	12.84
9	65	3	2	100	0.167	3	4	4	4	1	1.61	14.45
10	17	3	1	102.7	0.197	4.036	4	4	4	1	1.65	16.11
11	5	3	1	100	0.161	3	4	4	4	1	1.61	17.72
12	63	3	2	100.4	0.172	3	4	4	4	1	1.62	19.33
13	3	3	1	100	0.134	3	3	3	3	1	1.61	20.94
14	29	3	1	100	0.105	3	3	3	3	1	1.61	22.55

山地部道路構造規格検討

Investigation of structural design standards for mountain roads

(研究期間 平成 14 年度)

道路研究部 道路研究室 室長 長谷川 金二
Road Department Traffic Engineering Division Head Kinji Hasegawa
主任研究官 桐山 孝晴
Senior Researcher Takaharu Kiriya
研究官 中野 清人 保久原 均
Researcher Kiyoto Nakano Hitoshi Hokuvara

There are moves to shift away from the uniform two-lane standard for roads in mountainous regions, where traffic is relatively light, and to introduce "local rules" to enable development of roads tailored to local conditions (such as 1.5-lane roads). We will investigate techniques for formulating local rules that would enable the development of 1.5-lane roads throughout Japan.

〔研究目的及び経緯〕

地方における道路に対する地域のニーズとしては、「安全で安心して移動可能で、一定の旅行速度の確保」「医療施設や福祉施設への時間短縮や定時性の確保」等道路の信頼性を求める声に加え、「交通量が多くないので、必ずしも2車線で歩道付きの道路まで望まない。むしろ早く使えるような道路整備を希望する」などの声が強。一方、地方の道路管理者からは「山岳部道路などで通常の2車線整備を行うと交通量の割に過大な施設や土地の切盛が長大となり、整備コスト及び維持管理コストの増大、自然環境への影響等の問題が発生する場合がある」「通常の2車線整備では、完成までに多くの費用と時間を要するため、早期整備効果の発現が遅れる場合がある」等の認識が高まっている。

このような背景から、比較的交通量の少ない地方の道路において、2車線道路の整備という従来の全国一律的な考え方から、1.5車線の整備というローカルルの導入が図られた。本研究は、四国地方整備局及び高知県にて実施された調査結果をもとに、各地において1.5車線の道路整備に関するローカルルを策定するための手法を提案するための検討を行うものである。

〔研究内容〕

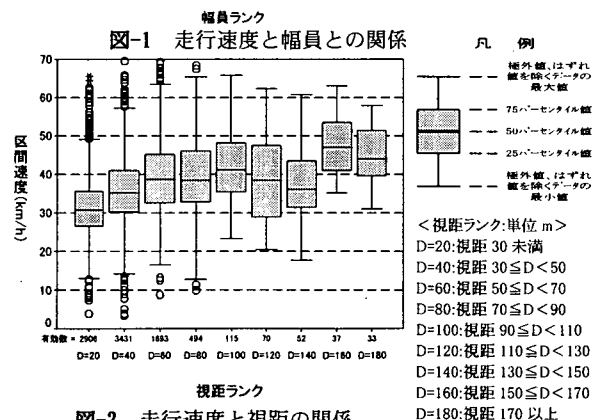
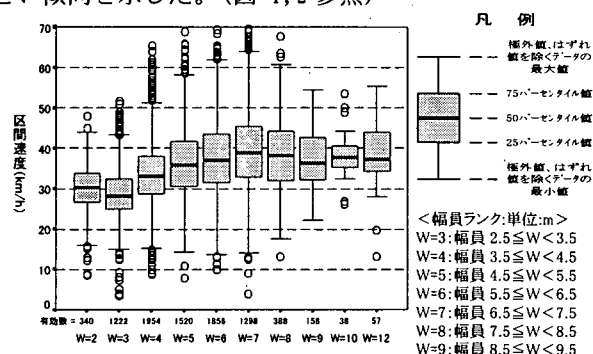
1. プロブカによる走行調査

ケーススタディ路線で実施した走行調査概要を以下に示す。

- ・プロブカ調査車両台数:3台、延べ走行回数:65回
- ・プロブカにより、1秒ごとの走行位置(緯度、経度)と走行位置での速度を計測。

走行調査結果について走行速度と線形要素との関係

を整理した結果、速度に対する影響としては視距が大きい傾向を示した。(図-1,2 参照)



2. シミュレーション手法の検証

シミュレーションモデルを構築する目的は、1.5車線の道路整備での「狭い曲線区間の拡幅」や「離合不能区間の解消」などの局部改良により、旅行速度がどの程度アップするかを簡易に予測することであり、平成13年度に構築されたモデルは以下の考えに基づいたものである。

- ・道路リンク:道路をリンクに区分し、各リンク毎に先に「道路形状-走行速度」関係式によって求めた走行速度を車に与えるリンク
- ・走行リンク:ケースディ路線上に車を発生させること、前方車との車頭間隔維持、すれ違い時の退避行動などを管理するリンク

(1) 仮想データによる検証

簡易シミュレーションモデルを用い、1.5車線の道路として標準的な道路区間を想定して、個別交通現象が想定通りに動いているかの検証を行った。

表-1 仮想データによる検証項目と方法及び結果

項目	方法及び結果
①すれ違いなし時の交通挙動	各リンクについて、入力データのすれ違いなし時の旅行速度とシミュレーション値を比較する →整合がとれている
②すれ違い時の交通挙動	各リンクで生じるすれ違い時の待ち時間が、すれ違いが発生した場合、全ての車両で同時待ち時間が発生しているか確認する →車両が進入するタイミングによって、想定したすれ違いによる待ち時間より短くなる
③離合不可能区間での交通挙動	離合不可能リンクへの進入時に、既に当該リンクに別の車両が進入している場合、離合可能区間で停車し、待ち車両間の車頭間隔が7m取れているか確認する →想定通り
④待避所設置区間での交通挙動	離合不可能リンクへの進入時に、既に当該リンクに別の車両が進入している場合、待避所設置区間で停車しているか確認する →想定通り

(2) 実測データとの検証

プロブカー走行調査から収集した以下の項目をもとに現況再現を行い、実データとの検証を行った。

表-2 実測データとの検証項目と方法及び結果

項目	方法及び結果
①断面交通量	主要断面交通量について、実測値とシミュレーション値を比較 →OD表作成時の基準断面の交通量は、概ね整合している。
②リンク別旅行速度	対向車がない場合のリンク毎の平均旅行速度について、実測値とシミュレーション値を比較 →対向車がない場合のリンク別平均旅行速度は、概ね±10%の誤差率となるが、見通しが良い区間、交差道路がある区間では誤差率が高くなる。
③所要時間	全体区間について、実測値とシミュレーション値を比較 →全体区間の所要時間は、概ね±10%の誤差率となる
④すれ違い位置・回数	すれ違いの位置と総すれ違い回数について、実測値とシミュレーション値を比較 →OD表作成時の基準断面付近のすれ違い位置・回数は、概ね整合している。

【研究成果】

1. 評価手法

現在のシミュレーションモデルでは、検証結果からすれ違い時の交通挙動についてずれが生じることが判明したので、以下のように演算プロセスを見直すこととする。

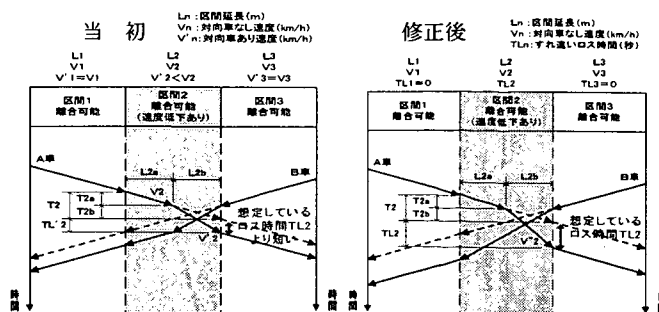


図-3 すれ違い時間の演算プロセスの概念図の比較

走行調査結果から走行速度は、各道路線形によって変化するものと考えられ、道路条件別平均旅行速度の関係式を線形要素と旅行速度の関係から設定(式-1)。

$$V = a + b\sqrt{R} + cW + di + e\sqrt{D} \quad (\text{式-1})$$

ここに、係数 $a = -3.50040$, $b = 2.65895$

$c = 2.05906$, $d = -0.40185$, $e = 1.48723$

R : 曲線半径(m) $R \geq 65m$ のとき $R = 65m$ (一定)

W : 道路幅員(m) $W \geq 6.7m$ のとき $W = 6.7m$ (一定)

i : 縦断勾配(%) $i \leq -2.5\%$ のとき $i = -2.5\%$ (一定)

D : 視距(m) $D \geq 80m$ のとき $D = 80m$ (一定)

このとき、重相関係数 $r = 0.787275$

この式では、見通しのよい区間や分岐区間の速度は実測値と再現値の誤差が大きくなるが、その他の区間では所要時間の誤差は概ね10%程度であり、1.5車線の道路整備を平均旅行速度で評価する場合、適用可能な式である。ただし、より精度を求める場合は、沿道環境の違いにより道路幅員、曲線半径、縦断勾配、視距のそれぞれの感度が異なるように沿道環境別に線形要素と速度の関係式を設定する必要がある。

2. 構造規格パリエーション

1.5車線の道路整備を行う場合に考えられる構造規格パリエーションについては以下のとおりである。

(1) 現道が、道路構造令第3種第5級の車道幅員4m(全幅:5m)を満足する場合

離合不可能区間には、計画交通量レベルで定まる間隔(300m以下)で待避所を設置し、対応するものとする。また、1車線整備となる場合、視距40m(設計速度20km/hに対応:20m×2=40m)が確保できているか確認し、視距幅が2車線改良で対応する。

(2) 現道が、道路構造令第3種第5級の車道幅員4m(全幅:5m)を満足しない場合

(1)の基準を満足する改良をベースに行うものとするが、突角は正による視距確保(40m)と待避所の設置による局部改良での対応も検討するものとする。

(3) 現地条件的に改良が不可能な区間については、ITS等を用いた情報提供による対応の検討を行う。

【成果の活用】

本研究成果は、今後、各地方において1.5車線の道路整備を行うための参考資料として活用されることが期待される。

設計 V E の高度化に関する研究

Study for Improvement in Design VE Method in the Construction Field

(研究期間 平成 1 4 ～ 1 5 年度)

総合技術政策研究センター建設マネジメント技術研究室

Construction Management Division

主任研究官 西野 仁

Senior Researcher Hitoshi Nishino

The design VE method is introduced from 1997 fiscal year in public works ordered by MLIT. In this paper, about trial projects in 2001,2002 fiscal year, analysis of effect and subject was performed by means of a questionnaire survey and hearing investigation. As a result, it was clear that we could classify a VE projects in five patterns and that clarification of a process was important.

【研究目的及び経緯】

建設省（現国土交通省）では、道路事業等において設計 V E の試行を平成 9 年から実施しておりコスト縮減やインハウス技術者の意識向上等の効果が確認されてきている。しかし、発注者側の課題として、V E 検討と通常の設計との区別がつきにくい、時間が足りない、インハウス技術者の V E への関わり方がコンサルタントが検討した比較案を審査する形が主である、V E に対する理解が低いといったことが挙げられている。また、委託者側からの課題としては、V E 検討のインセンティブに乏しい可能性があるといったものが指摘されている。

より効率的な事業実施の観点から、本格的な V E の実施が求められてきている。よって、本研究は、現在までの試行の取り組みについて、道路以外の事例も含め、設計 V E の実施プロセス等を把握・分析し、さらに、日本 V E 協会等で提唱されているワークショップの実施を含むプロセスに沿った事例も参考にしながら、コスト縮減効果、職員の技術力向上等の効果の高い設計 V E 方式の構築を目指す。

【研究の内容】

上記課題を検討するために、平成 1 2 年度、1 3 年度で実施された設計 V E 事例（道路 5、河川 7、ダム 2、営繕 1）を対象に、主として設計 V E 実施プロセス（発注者、委託業者の役割分担も含む）を明らかにする視点から、アンケート、ヒアリング調査を行った。

【研究の成果】

① 実施プロセスの実態

実施プロセスについて、V E 検討プロセス毎の V E

検討主体の関与の傾向について取りまとめたのが表－1 である。インハウス技術者が最も多く、次いで V E 検討コンサルタントとなっている。なお、表中の※ 1 ～ 5 までの業務は、日本 V E 協会等が推奨し、採用している V E の標準的なプロセスといわれているものであるが、それら検討プロセスにおいては、それ以外の、V E 審査の実施、V E 検討委員会の運営に比べてインハウス技術者が主体となるケースは少なくなっている。

表－1 V E 検討主体

	担当インハウス技術者	VE 検討コンサルタント	原設計コンサルタント	専門技術者（学識経験者等）
1. 情報収集※	9	7	4	0
2. 機能定義※	7	6	3	0
3. 機能評価※	6	7	3	1
4. 代替案の作成（アイデア発想）	7	6	3	0
5. 代替案の作成（チェック）	11	6	3	1
6. V E 審査の実施	12	2	0	2
7. V E 検討委員会の運営	11	2	0	0
計	63	36	16	4

この中で、インハウス技術者のみVE検討を実施している案件は3件あった。また、コンサルタントがVE検討の全てまたは一部を実施する案件はVEコンサルタントと、原設計コンサルタントが同一企業であるとする案件は6件、違う企業とする案件は5件となっている。道路事業をはじめ、ダム事業、河川事業の事例は、上記のいずれかのケースに該当している。

また、ダムの一事例については、一つの設計業務単位でVE検討を行うのではなく、ダム事業全体の事業執行過程において、各担当インハウス技術者が課題等を洗い出し、VE検討を進めた事例である。設計委託コンサルタントのVE検討における役割は、図面作成や計算チェック等補助的な作業である。

また、営繕の事例については、インハウス技術者を中心としたメンバーによるワークショップにおいて、情報収集、機能定義、機能評価、代替案の作成といったVEの標準的なステップを明確にかつ記録に残しながら踏んで、VE提案を精査していく方法をとっている。

表-2 VE実施プロセスの分類(案)

分類	VE実施形態
インハウスVE	一つの設計業務においてインハウス技術者がVE検討を進めていく方式。設計委託コンサルタントのVE検討における役割は、図面作成等補助的な作業にとどまる。
委託型VE(同一コンサルタント委託)	通常設計の委託コンサルタントが設計検討を通じて、VE検討を行いながら、設計を進めていく方法(着手時VE) 発注者は審査、委託者はVE検討といった役割分担が主となる。
委託型VE(異なるコンサルタント委託)	原設計を行ったコンサルタントとは別に、VE検討を異なるコンサルタントに委託する方法(着手後VE) 平成12年度から「設計VEプロポーザル方式」として位置付け
ワークショップ型VE	インハウスVEのうち、情報収集、機能定義、機能評価、代替案の作成といったVEの標準的なステップをワークショップによる議論の中で踏みながらVE検討をする方法。
事業マネジメント型VE	一つの設計業務単位でVE検討を行うのではなく、事業執行過程において、各担当者が課題等を洗い出し、インハウス技術者がVE検討を進める方法。設計委託コンサルタントのVE検討における役割は、図面作成や計算チェック等補助的な作業を行うことにとどまる。

② 設計VE事例における課題

アンケートやヒアリングを踏まえて課題を整理すると、VEの位置づけが不明確であり、また、標準的なVE検討プロセスを明確に実施していることが確認できた事例は営繕の他はなかった。また、アンケート回答者からも、VE検討実施手順の明確化を望む意見が5件あった。また、若手技術者の技術力の維持・向上にVE検討を担当することが効果があるとの意見が多く聞かれた。

③ 設計VEプロセスによる分類

VE検討実施プロセスについて、VE検討対象、役割分担等の観点から、5つのパターンに分けることができる(表-2)。

④ 設計VEの位置づけの明確化

標準的なVEは、「機能本意」で検討することでモレなく改善すること基本に据えており、事例において標準的なプロセスが確認できなかったことは、本来改善できる要素を見落とす可能性があると考えられる。

⑤ 設計VE改善の方向性

現場において取り組みやすく、高いVE効果を得られるVEの実施のためには、

- ・ 機能本意に立ったVEの必要性を明確にすること
- ・ 機能本意に立ったVE実施方法について解説すること
- ・ これらをVE実施プロセスの分類毎に整理し、示すこと

が考えられる。

【成果の活用】

コスト構造改革プログラム(案)に設計VEの活用が位置付けられたこともあり、設計の総点検の成果も踏まえつつ、設計VE実施要領(案)を作成し、地方整備局等へ配布し、検証する予定。

道路環境アセスメント効率化のための GIS 導入手法検討

Development of a GIS-based road environmental impact assessment support system

(研究期間 平成 13～15 年度)

環境研究部・緑化生態研究室
Environment. Department,
Landscape & Ecology Division

室長 藤原宜夫
Head Nobuo Fujiwara
研究官 百瀬浩
Researcher Hiroshi Momose
主任研究官 石坂健彦
Senior Researcher Takehiko Ishizaka

We formerly developed a GIS-based environmental impact assessment support system. The purpose of this study was to field-test this system in an actual EIS project being done in the offices of Ministry of Land Infrastructure and Transport. In the previous year, we constructed a GIS database of the test site (eastern part of Kyushu island) such as digital maps, vegetation cover, elevation etc. This year, we constructed the master databases, such as list of plant and animal names, and their Red List statuses. We also evaluated our system with several different usage scenarios, and refined the system according to the results.

〔研究目的及び経緯〕

本研究は、国土技術政策総合研究所・緑化生態研究室が開発した、環境アセスメントを効率化・高度化するための支援システム（生態情報活用システム）の道路事業現場への適応および改良を目的として行っているものである。このシステムは、GIS（地理情報システム）技術を応用して、環境アセスメント（動植物・生態系分野）の現場での調査結果を、地形図、土地利用図、植生図等の基盤の地理情報と重ね合わせて、アセスメントを進めるために必要となる各種の資料を効率よく作成しようとするものである。GIS 技術を用いることで、既存データが利用しやすくなる、インターネット等を通じデータの相互利用、再利用が可能となる、調査結果をわかりやすく可視化することができ、対話的な意思決定を進めることが可能となるなど、様々なメリットが生じると期待される。

本研究は、このシステムを実際の事業現場に導入する際の技術的検討を行うもので、九州地方整備局の宮崎、延岡、大隅、熊本の 4 工事事務所と連携して実施している。

〔研究内容〕

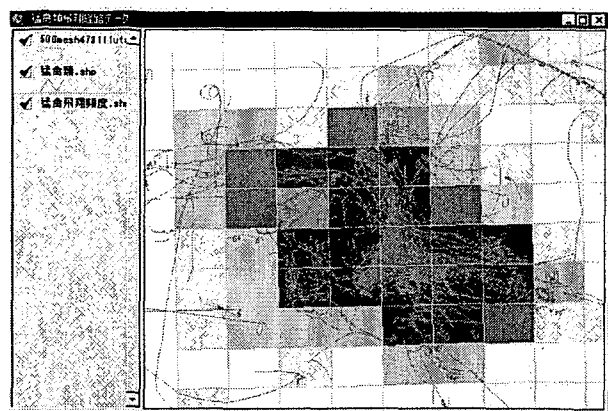
初年度の平成 13 年度には、本システムを九州地域の現場に導入するために必要となる基盤 GIS データベースを作成し、各種の解析、集計などを試行的に実施した。平成 14 年度は、環境アセスメントに必要な各種のデータベース（生物の種名やレッドリストの指定

表－1 生態情報活用システムで作成した種目録
マスターデータベースの分類群別収録種数

門またはそのグループ	網	種数
コケ植物門		1,998
シダ植物門		871
藻類		2,424
種子植物門	ソテツ綱	1
	マツ綱	70
	双子葉植物綱	5,098
	単子葉植物綱	2,078
節足動物門(クモ、昆虫など)		34,140
軟体動物門(マキガイなど)		1,110
節足動物以外の陸生無脊椎動物		200
脊椎動物門	硬骨魚綱	203
	鳥綱	691
	両生綱	59
	哺乳綱	248
	爬虫綱	88
総計		49,182

表－2 希少性等に係わる種指定などを登録した
特定種マスターデータベースの種別収録種数

発行主体	簡易表示	収録記録数
世界	IUCNのレッドリスト	376
国	文化財保護法	96
国	種の保存法	68
国	環境省レッドデータブック等	2,166
都道府県	都道府県制定の自然公園条例等	7,420
都道府県	県指定のレッドリスト	40,831
各種学会	学会が発行したレッドリスト等	595
	総計	51,552



図－1 システム中の機能を利用して、猛禽類の飛行経路から行動圏の内部構造を解析しているところ

一覧表など）を構築すると共に、操作マニュアルの改良などを行った。この内、生物の種名リスト（種目録マスター）は日本の陸域で記録される可能性がある動植物の種和名、学名、分類群などのデータで、収録された総種数は49,182種であった（表－1）。また、希少性等に係わる種指定などを登録した特定種マスターデータベースについては、国際機関（IUCN）、国（環境省等）、都道府県が制定したレッドリストや法令等に関する種指定、各種の学会が発行したレッドリスト等を収録し、原則として都道府県レベル以上のリストを網羅している。総記録数は51,552件であった（表－2）。

また、システムの改良を図るため、複数のシステム利用シナリオを設定して、それらにそった試用を行い、システムの問題点や使いやすさなどについて検証を行った。この結果に基づきシステムを一部修正した。最終年度となる平成15年度には、検証で明らかになった問題点について引き続き改良を行い、システムの公開に向けた準備を進める予定である。

【成果の活用】

平成14年11月19～20日に品川TOCで行われた国土交通省国土技術研究会で本システムの概要を紹介した。

1. システム開始
 - 1.1 ユーザ管理
 - 1.1.1 ユーザ認証
 - 1.2 データ管理
 - 1.2.1 データ読み込み
 - 1.2.2 データ入力
 - 1.3 処理記録
 - 1.3.1 データ処理記録（ログ）
2. 図形情報処理
 - 2.1 複数の図形情報の組合せ
 - 2.1.1 面情報と面情報のオーバーレイ
 - 2.1.2 面情報による点情報の集計
 - 2.1.3 広域情報からの領域の抽出
 - 2.2 既存情報のメッシュ化
 - 2.2.1 メッシュデータ（枠情報）の生成
 - 2.2.2 面情報のメッシュデータへの変換
 - 2.2.3 点情報のメッシュデータへの変換
 - 2.2.4 線情報のメッシュデータへの変換
 - 2.2.5 メッシュサイズの変更
 - 2.2.6 複数のメッシュデータの属性情報の結合
 - 2.3 属性情報を用いた図形の編集
 - 2.3.1 属性値の変更
 - 2.3.2 同一属性を持つ面情報の結合
 - 2.4 出現リストの出力
 - 2.4.1 動植物確認種リストの出力
 - 2.4.2 群落リストの出力
 - 2.5 確認種情報テーマと開発事業情報テーマの属性情報の編集
 - 2.5.1 確認種情報テーマの属性情報の編集
 - 2.5.2 業情報テーマの属性情報の編集
 - 2.6 ポイントデータによる結合
 - 2.6.1 ラインデータをポイントデータへの変換
 - 2.6.2 ポリゴンデータをポイントデータへの変換
 - 2.6.3 ポイントへのポリゴン属性情報の付加
 - 2.6.4 ポイントテーマの結合
3. 生態情報解析
 - 3.1 開発領域における生物出現種リストの作成
 - 3.1.1 開発領域における動植物確認種リストの出力
 - 3.1.2 開発領域における植物群落リストの出力
 - 3.3 属性情報に基づくデータの検索
 - 3.3.1 図形情報の検索
 - 3.4 環境評価
 - 3.4.1 生態情報解析機能（多様性評価）
 - 3.4.2 生態情報解析機能（希少性評価）
 - 3.5 猛禽類の飛行頻度の計算
 - 3.5.1 猛禽類の飛行頻度計算
4. システム管理
 - 4.1 システム管理
 - 4.1.1 データ保守機能（バックアップ）
 - 4.1.2 ユーザ管理機能

図－2 生態情報活用システムの機能一覧

設計の標準化及び自動化に関する検討調査

Research of Standardization and Automatization of a Design

(研究期間：平成7年度～)

課 長 溝口 宏樹
Head Hiroki Mizoguchi
技術基準係長 市村 靖光
Researcher Yasumitsu Ichimura

We recently reviewed the design standard, replacing the minimum material concept with the minimum labor concept. It was found that the simplification of structural shape, standardization of materials, and application of precast concrete result in total cost reduction, although more materials are required than before. The new design standard for civil engineering structures was proposed in terms of total cost reduction.

〔研究目的及び経緯〕

国土交通省では、平成6年度よりコスト削減施策の一環として、労務費が材料費に比べて相対的に高くなった経済環境等を踏まえ、従前のコンクリートや鉄筋等の使用材料の最小化を重視する設計思想から、施工能率の向上を重視する設計思想への転換（「材料ミニマム」から「労働量ミニマム」）により、総合価格を最小にする設計方法について、検討を進めている。

平成8年度には、その基本思想を示した「土木構造物設計ガイドライン」を策定した。また、平成11年度にはガイドラインおよび上位基準（道路橋示方書、道路土工指針等）に従った土工構造物、橋梁構造物に関する具体的な施工合理化

方策を取りまとめた「土木構造物設計マニュアル（案）－土工構造物・橋梁編－」を策定した。本調査は、上記施策の一環として、国土交通省制定の土木構造物標準設計の作成に関する技術的検討を行うものである。

〔研究内容〕

平成14年度は、道路橋示方書並びにマニュアル(案)に基づいたコスト削減型の橋梁下部工標準設計について、その使用方法を詳細に記述した解説書を作成した。解説書の構成は、①主な改定理由、②適用範囲（設計条件）、④使用方法（図面の検索方法、使用上の注意事項）、⑤使用例、⑥設計の考え方である。適用範囲と主な改定理由は、表－1に示すとおりである。

表－1 適用範囲と主な改定理由

項 目	現 行	改 訂	主な改訂理由
形 式	(1)橋台 ①重力式橋台 ②逆T式橋台 (2)橋脚 ①張出し式橋脚 ②壁式橋脚	(1)橋台 ①重力式橋台 ②逆T式橋台 (2)橋脚 削 除	・設計実績(国、都道府県の約4000件のデータに基づく) ・道示改訂 多径間連続構造では、橋全体系の耐震設計が原則となっており、橋脚に係わる設計条件が複雑となり、設計の標準化が困難である。 このため、改訂標準設計では、橋脚は適用外とした。
形 状	逆T式橋台の例 	逆T式橋台の例 	・設計マニュアルに準拠 ない、フーチング上面のテーパは設けないことにより、型枠工の施工性が向上する。
基礎形式	直接基礎	直接基礎	・設計実績(直接基礎51%、杭基礎44%)
橋台高	重力式：H=3～6m 逆T式：H=5～12m	重力式：H=3～6m 逆T式：H=5～12m	・設計実績 重力式の集録範囲で設計実績の97%をカバー、逆T式では89%
設計水平震度	$k_h=0.14\sim0.20$	$k_h=0.11\sim0.16$	・道示改訂 標準設計で対象としている直接基礎で想定される支持地盤の条件は、I種地盤と考えられ、道路橋示方書V編に示される設計水平震度の範囲とした。
裏込め土の土質定数	土の単位体積重量 $\gamma=20\text{kN/m}^3$ 土のせん断抵抗角 $\phi=30^\circ$	土の単位体積重量 $\gamma=19\text{kN/m}^3$ 土のせん断抵抗角 $\phi=30^\circ$	・設計実績 設計実績の7割近くが、 19kN/m^3 、 $\phi=30^\circ$ を使用 ・道示改訂

以下では、設計の考え方について概説する。

(1)設置箇所

道路管理 DB (MICHI) によると、単純橋で直接基礎の場合における交差条件 (橋台の設置箇所) については、全体の 85% が「河川」であったため、標準設計では交差条件として「河川」のみを対象とした。

(2)形状寸法

形状については、マニュアル(案)に準拠して単純化を図り、等厚の矩形断面を基本としている。また、部材厚は次に示すルール (図-1 参照) に則り、決定している。

- ①最小部材厚 t による設計断面力の算出
- ②マニュアル (案) の主鉄筋テーブルによる応力度計算
- ③鉄筋の引張応力度が許容引張応力度を満足できない場合は、主鉄筋テーブルの順に鉄筋量 A_s を増加させる
- ④主鉄筋テーブルの最大鉄筋量 (D32-125ctc) でも鉄筋の引張応力度が許容引張応力度を満足できない場合には部材厚を 0.1m 増厚して①に戻る ($t=t+0.1m$)
- ⑤コンクリートの圧縮応力度およびせん断補強鉄筋を考慮したせん断力の照査を満足できない場合には、主鉄筋量 A_s を増加させずに部材厚を 0.1m 増厚して①に戻る ($t=t+0.1m$)

以上を踏まえた逆 T 式橋台の形状寸法については、図-2 および表-2 に示したとおりである。

(3)死荷重反力

検索条件である設計死荷重反力 R_D で標準設計を作成した場合には、直近上位の利用方法によって 1 ランク下位の上部工死荷重反力 (設計死荷重反力 R_D-25kN/m) よりも若干上回るような死荷重反力の場合に、安定度の照査のうち滑動に対する照査が満足できない可能性がある。これは鉛直荷重が小さい方が滑動に対して不利な状態となるからである。部材については応力度が増加する場合もあるが、その影響はごくわずかであり、特に問題とならない程度である。以上のことから、標準設計においては、[設計死荷重反力 R_D] による部材設計・安定計算の他に、[設計死荷重反力 $R_D-25 kN/m$] による安定計算を行って、いずれも満足できる橋台の構造諸元を採用することで、上部工死荷重反力の直近上位の利用方法に対する安全性に配慮するものとした。

【研究成果】

本調査でとりまとめた成果に基づき、国土交通省土木構造物標準設計 (橋梁下部工) を策定し、事務次官通達として地方整備局等に通知する。

【成果の活用】

標準設計が、地方整備局ならびに地方自治体における設計業務に活用されることにより、設計コストおよび工事コストの縮減が図られる。また、設計照査や概算コスト算出にも利用することができ、これらの作業効率の向上に寄与する。

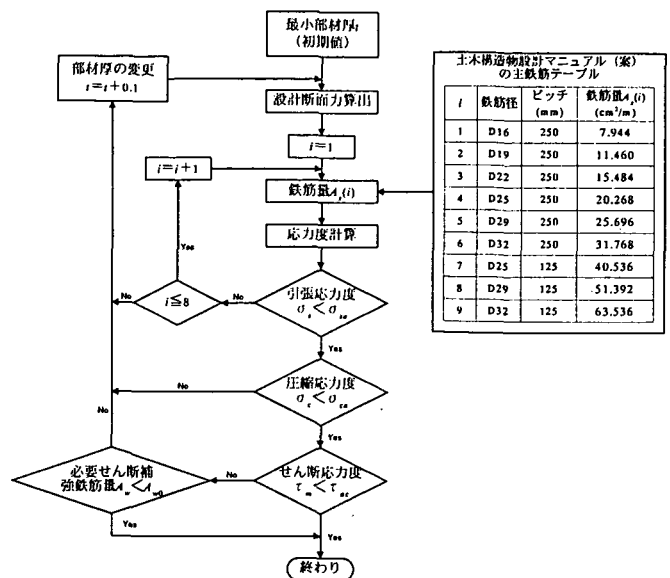


図-1 部材厚の決定方法

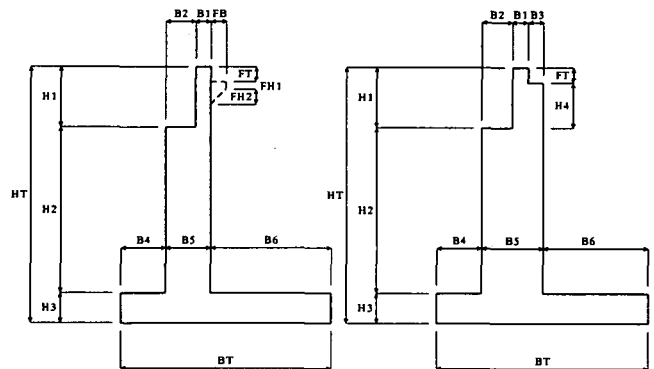


図-2 逆 T 式橋台の各構造寸法の記号

表-2 標準設計における逆 T 式橋台の形状寸法(m)

幅				高さ			
記号	最小値	最大値	備考	記号	最小値	最大値	備考
B1	0.5	結果 (0.9)	形状タイプ2の場合は0.5m	H1	1.0	3.5	上部工標準設計の分析結果
B2	0.8	1.2	上部工標準設計の分析結果	H2	2.0	結果	HT-(H1+H3)パラバット主鉄筋の定着長($d+l_d$)より最小
B3	0.5	-	踏掛版受台幅形状タイプ2の場合のみ	H3	1.0	結果	0.1
B4	0.5	3.0	前フーチング長テーブルより	H4	H1-FT	-	踏掛版受台設置深さより形状タイプ2の場合のみ
B5	B1+B2	B1+H2+B3	-	FH1	0.3	-	-
B6	1.0	-	B6≧B4とする	FH2	0.5	-	-
BT	結果	HT	0.5	FT	0.5	-	-
FB	0.5	-	踏掛版受台幅	HT	5.0	12.0	0.5

自然環境アセスメントにおける環境保全措置に関する調査

Research on Countermeasures for Environmental Impact Assessment in Road Project

(研究期間 平成13～14年度)

環境研究部
Environment Department, Road Environment Division

道路環境研究室

室長
Head
研究官
Researcher

並河 良治
Yoshiharu NAMIKAWA
川上篤史
Atsushi KAWAKAMI

In Environmental Impact Assessment, it is necessary to install the animal passages that is for countermeasures of habitat fragmentation in road project. In this research, we set up automatic camera beside the crossing road and investigated how often animals are using the road crossing facilities. Consequently, some wild animals crossed those passages, but they affected by cats rather than cars and/or human.

【研究目的及び経緯】

道路事業における自然環境アセスメントにおいて、道路建設時から供用後も自然環境に影響を与えることからその影響に対して対策を行う必要があるものの一つとして生息域の分断があげられる。生息域の分断によって直接的に影響を受ける動物は、主に陸上を歩行する動物で、日本ではタヌキ等中～小型ほ乳類がロードキル（車による轢死）にあっているのがよく見かけられる。また、分断の影響はロードキルの発生だけではなく、孤立化した生息地に取り残された動物が自然的条件や人間生活の影響を受けて将来的に絶滅してしまう危険性が指摘される。

このような理由から、アセスメントでは生息域の分断に対する環境保全措置として動物のための道路横断施設の設置をあげているが、人が生活している場所においては動物専用道路横断施設を設置するのは困難であると考えられる。

そこで本研究では、人が利用する為の道路横断施設の形状と動物の利用の関係を明らかにすることを目的として、動物による利用実態を把握した。

【研究内容】

人間の通行や水路として利用されている既存の道路横断施設（ボックスカルバートやパイプカルバート等）を日常的に利用している動物種および利用頻度を自動撮影システム（図1）により調査した。この自動撮影システムは、撮影機器（一眼レフカメラ）、センサー、電源等から構成されて

おり、動物への影響ができるだけ小さくなるように赤外線撮影を行った。また、今回の撮影は中型哺乳類を対象としたため、センサーの設置高を地上17～20cmとした。

調査対象地は、関東地方の自動車専用道路を対象とし、道路周辺に野生動物が多く生息していると考えられる地区を3つ選定した。その調査区間

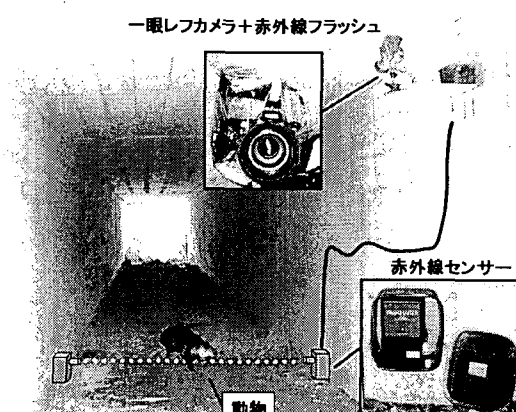


図1 自動撮影システムのイメージ

表1 道路横断施設の構造と土地利用

地区	調査箇所	構造	西側	東側
1	ov1	W400*L4000	樹林	樹林
2	bc1	W250*H400*L3200	樹林・草地	樹林
	bc2	W400*H450*L7900	樹林	水田・樹林
	ov2	W500*L4200	樹林	樹林
	bc3	W500*H450*L4000	樹林	草地
3	bc4	W400*H450*L4500	水田	水田・樹林
	pc1	D150*6829	樹林	樹林
	bc5	W500*H450*L6000	樹林・水田	樹林

高齢社会における安全な道路環境のあり方に関する調査

Safer road traffic environments in the elderly society

(研究期間 平成 13～15 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 Head Nozomu Mori

室長 森 望

主任研究官 高宮 進

Senior Researcher Susumu Takamiya

With progressing of elderly society in Japan and spreading of the concept of normalization, improvement to provide the accessibility of sidewalks and pedestrian spaces is promoted. Such improvement should be promoted in the area where elderly people live in as well as in the surrounding areas of railway stations. In this study, the road that elderly pedestrians select were surveyed and some problems on the road were identified.

【研究目的及び経緯】

高齢社会の進展やノーマライゼーションの考え方の浸透に伴い、平成 12 年には交通バリアフリー法が施行され、駅等を中心とした重点整備地区においては、歩道等の改善が進められている。しかし、高齢者が居住する地域は必ずしも重点整備地区周辺とは限らず、郊外の住宅地に高齢者が住み、生活していることも多い。このような地域は、重点整備地区に比べ道路や歩行者空間の改善が遅れることが考えられるが、このような地域においても、道路整備や道路の使い方の工夫等を通じて、高齢者が日常的に生活し活動できるようにしていくことが必要と考えられる。

本調査では、このような地域を対象に高齢者が歩いて外出する場合の歩行経路と、経路上の問題点について把握する。

【研究内容】

本調査では、千葉県内のある自治体において調査対象地域を選定し、65 歳以上の高齢者を対象に、日常的な外出状況、歩いて外出する場合の歩行経路、問題と感ずる道路状況等についてアンケート調査を実施した。またアンケート調査を集計・分析し、問題とされる箇所を特定するとともに、その道路状況について調査しとりまとめた。

1. 調査対象地域の選定

平成 12 年に施行された交通バリアフリー法では、駅等を中心とした地区を重点整備地区に定めて、重点的に歩行者空間等の改善を進めているが、実際に高齢者が居住する地域は、重点整備地区周辺とは限らない。一方で高齢者が居住する地域に、急な勾配を持つ道路区間が存在するなど、問題点が垣間見られることがあ

る。このため本調査では、このような新たな問題点を把握するとともに、それらの問題に対して高齢者が経路選択等を通じてどのように対処しているかを把握する。

調査に先立ち、ここでは、千葉県内のある自治体において調査対象地域を選定した。調査対象地域は、歩行者の歩行移動等を考慮して、1km 四方程度の広がりを目安とした。また選定に際しては、以下の視点を勘案した。

- ・ 調査対象者となる高齢者が調査対象地域に居住しているか、もしくは、高齢者が調査対象地域内に日常的な目的地を持ち、調査対象地域内の道路状況を熟知している。
- ・ 高齢者が調査対象地域内を歩行移動する。
- ・ 調査対象地域内に、高齢者の通行に支障を生じさせるおそれのある勾配区間や各種道路構造、道路施設類が存在する。また同時に、(歩行延長が極端に長くない範囲で) その代替路が存在する。

2. アンケート調査の方法と結果

対象とした自治体の高齢者クラブ(シルバー人材センターとは別組織)を通じて、調査対象地域内に居住する高齢者(65 歳以上)を紹介してもらい、高齢者に調査方法等を説明のうえ、調査への協力を依頼した。ここでは、表-1 の各項目について調査するものとし、1 週間の留置きによるダイアリー調査とした。

調査対象者(高齢者)の属性は表-2 の通りである。また外出目的と外出時の交通手段を図-1、図-2 に示す。今回の対象者は 75 歳以上の方が約半数を占めており、対象者全体では買物や散歩での外出が多く、その際の交通手段は「徒歩」が半数を越えた。

表-1 調査項目

	調査項目
1	調査対象者（高齢者）の属性（性別、年齢等）
2	調査期間（1週間）中の外出状況（時刻、目的、目的地、交通手段）
3	歩行移動による目的地、時間帯
4	歩行移動の際の選択経路（地図に指摘）、経路選択理由
5	道路の問題箇所（地図に指摘）、その理由

表-2 調査対象者（高齢者）の属性

性別（人(%)）		年齢（人(%)）	
男性	27 (62.8%)	65～69 歳	13 (30.2%)
女性	16 (37.2%)	70～74 歳	11 (25.6%)
		75～79 歳	11 (25.6%)
		80～84 歳	6 (14.0%)
		85 歳以上	2 (4.7%)
合計	43 (100.0%)	合計	43 (100.0%)

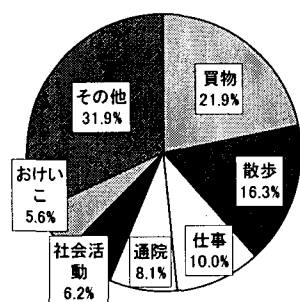


図-1 外出目的

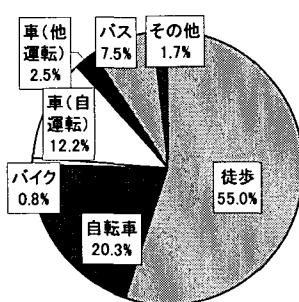


図-2 交通手段

歩いて外出する場合に限って結果をみれば、散歩目的での外出が最も多く、次いで買物目的となっている。この場合の経路選択に関する特徴を概観すれば、次のようになる。

- ・ 買物や仕事（菜園へ出かける場合を含む）、通院のための歩行移動では、最短経路を選択している場合が多い。
- ・ この場合には、往路と復路で経路はほぼ同じであり、この際の経路選択理由は「目的地に一番近いから」というものである。
- ・ 公園を目的地として散歩で出かける場合には、往路と復路で経路が異なる場合が多く、周遊型の経路選択となっている。
- ・ 経路選択理由についてみれば、その多くが「目的地に一番近いから」というものであり、最短経路を選択する傾向がみられた。これ以外の理由としては、「車が少ないから」というものが多く、また勾配のある道路区間では「坂がゆるい」という理由で経路選択している例もみられた。

全体を通して高齢歩行者の経路選択特性をみれば、①最短経路を選択する傾向があること、②車の少ない経路を選択する傾向があること、③勾配区間を問題視しそれに応じて経路選択する場合があることが整理できた。

3. 問題箇所の状況

高齢者が指摘した道路の問題箇所について整理し、指摘が多い箇所を中心に、問題となる道路状況を詳細調査した。

最も多く指摘された問題は、「道路の縦断勾配が急である」という点である。これらの箇所を調査したところ、道路の縦断勾配は 8%を越えるものが多く、この勾配から生じる歩行時の支障や不安定さが、高齢者の指摘につながったものと考えられる。道路の縦断勾配は地形に起因することが多いため、簡単には道路上の勾配値を小さくできないものと思われる。しかしこのような場合には、例えば高齢者でも容易に掴まることができる位置に手すりを設置するなどして、勾配による不安定な状況が続かないような対処をとることが考えられる。

これ以外の問題としては、路面の凹凸や歩道幅員の狭さ、道路幅員に対して歩行者・自転車・自動車が多いことなどが指摘された。

【研究成果】

14 年度の調査研究より、次の各点を得た。

- ① 合計 43 名の高齢者を対象に 1 週間のダイアリー調査を実施したところ、外出目的は買物や散歩が多く、その際の交通手段は「徒歩」が半数を越えた。
- ② 歩いて外出する場合、高齢者の経路選択特性は、1)非高齢者と同様に、最短距離を選択する傾向があること、2)車の少ない経路を選択する傾向があること、3)勾配区間を問題視しそれに応じて経路選択する場合があることが整理できた。
- ③ 高齢者が指摘する問題箇所としては、道路の勾配区間が多く挙げられており、その場合の縦断勾配の値は 8%を越えるものが多かった。このような箇所では、例えば高齢者でも容易に掴まることができる位置に手すりを設置するなどして、勾配による不安定な状況が続かないような対処をとることが考えられる。

【成果の活用】

14 年度の調査では、高齢者の視点から道路上の新たな問題点を把握した。今後は、これら問題点への対応方策を調査・検討するとともに、その結果を事例集や手引きとしてとりまとめ、最終的には高齢者や様々な道路利用者が利用しやすい歩行者空間の整備に資する。

多様な道路環境に対応した安全施設の高度化

Research on Roadside Facilities for Various Road Surroundings

(研究期間：平成13～平成15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 森 望

Head Nozomu Mori

主任研究官 安藤 和彦

Senior Researcher Kazuhiko Ando

研究官 若月 健

Researcher Takeshi Wakatsuki

交流研究員 林 堅太郎

Associated Researcher Kentaro Hayashi

This research examined two subjects related to the improvements of roadside facilities which are mainly prepared for narrow streets and side walks. One of them is to develop a pole collision protecting fence. The damage of a car which hit a pole structure like sign posts or lighting poles tends to be severer than to hit other roadside facilities. The collision protecting fence reduces the damage of cars and protects drivers from collision. In this study, structure and specification of a pole collision protecting fence were examined. Other subject is to evaluate colors of lamps which affect to the visibility of sidewalks at night. The results of the research will be intended to use for preparing adequate lighting systems for sidewalks.

〔研究目的及び経緯〕

従来、幹線道路を中心に道路の安全性に関する研究が行われてきたが、近年比較的幅員の狭い道路や歩道等の安全確保が特に注目されており、幹線道路に比べて多様な道路交通・環境にあるこれらの道路に適用する効果的な交通安全対策手法を明らかにすることが必要になってきている。

本研究は、狭い道路や歩道等における道路利用者の安全性、快適性を高めるため、これらの道路に適用する交通安全施設の機能向上を目指し、主として二つの課題について検討を行った。一つは、比較的幅員の狭い道路に設置されている標識柱や照明柱などの柱状構造物に車両が衝突し大きな被害を受けるのを防ぐため、柱状構造物に沿って設置する衝突緩衝柵について検討を行った。二つめは、夜間における歩行者空間の視環境整備を適正に行う目的で、歩道等に使われる光源の色が異なった場合に、歩道等の道路利用者の視認性や快適性にどのような影響を与えるかについて、現在歩行者用照明施設に用いられている代表的な光源を用いて調査を行った。

〔研究内容〕

1. 柱衝突緩衝柵に関する検討

路側に設置されている柱状構造物に車両が衝突したときに、乗員の被害を軽減する柱衝突緩衝柵（以下、緩衝柵という。）について、衝突シミュレーションにより基本的な性能を把握し、実車衝突実験により構造の性能確認を行った。

1. 1 緩衝柵の設計条件

(1) 衝突条件

我が国の交通事故では、約8割が乗用車によって引き起こされており、事故を引き起こしている車両は1トン程度の車両が中心になっていること、また幅員が特に制限される一般道路を対象とし、1トン車が一般道路で規制されている最高速度60km/hで衝突する場合について検討するものとした。

(2) 検討構造

緩衝柵の大きさは、比較的幅員が狭い道路に設置されるため、柵の寸法はかなり制限されたものになること、都市内での利用が多いと考えられることから、景観に配慮し小型で目立ちにくい構造を考えた。また柵

の強度性能は、車両が柵の端部に衝突した場合には衝撃を緩和し、柵の側面に衝突した場合には車両を誘導する強度を有するものとした。さらに柵の端部に衝突した場合の端部の緩衝性能を高めるため緩衝性能を有する端部構造を検討に加えた。

これらの条件を踏まえ、図-1に示す基本構造、および図-2に示す端部の緩衝構造について検討した。

1. 2 研究内容

(1) 衝突シミュレーション解析

緩衝柵の構造を検討するために、衝突シミュレーション解析を実施した。解析に用いたシミュレーションプログラムは、ESI 社製の PAM - CRASH である。

1) 車両モデル

車両モデルは国産乗用車とし、車体前面のメッシュを細分化した車両前面衝突モデル及び車体側面のメッシュを細分化した車両側面衝突モデルを用いた。

2) 解析ケース

柱状構造物に車両前面、車両側面が直接衝突した場合の他、衝突緩衝性能を高める構造について解析を行った。

(2) 評価方法

端部の構造は、防護柵の設置基準²⁾および NCHRP350³⁾に準拠し車両の進行方向の 10ms 移動平均減加速度が 200m/s^2 を下回ることを目標とした。また、車両がスピンして緩衝柵に車体側面から衝突した場合には、車両の大変形が防げること、緩衝柵の側面に車両が斜め衝突した場合には、防護柵と同様に車両の誘導が行えることを目標とした。

(3) 衝突実験

減加速度が小さかった端部の緩衝構造について、衝突実験により性能を検証するものとした。実験を行った場所は、国土技術政策総合研究所の衝突実験施設である。

1. 3 検討結果

(1)シミュレーション解析結果

①基本構造

端部衝突では、車両底面が緩衝柵端部に食い込む状態で停止し減加速度は約 530m/s^2 となった。柱に直接衝突する場合 (650m/s^2) より 100m/s^2 以上減少しているものの、依然減加速度は大きなものとなった。

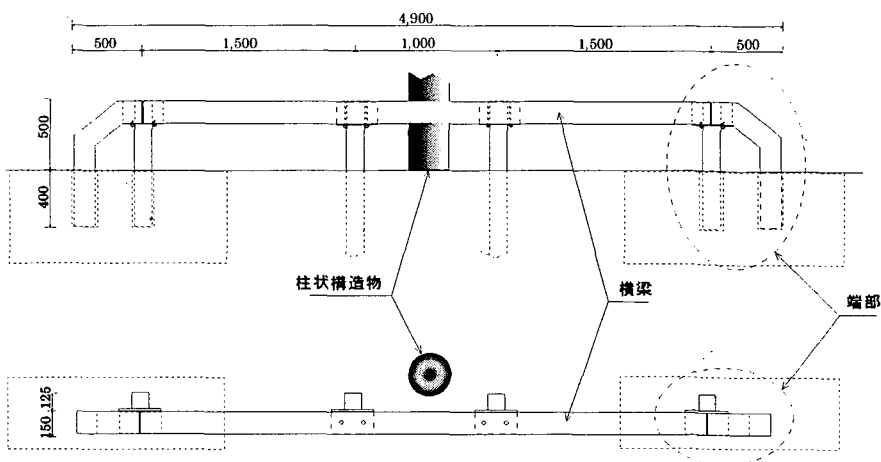


図-1 緩衝柵の基本構造 単位mm

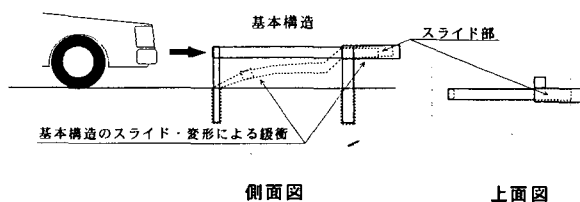


図-2 緩衝構造

緩衝柵側面への斜め衝突では、車両は円滑に誘導され緩衝柵の変形も大きなものとはならなかった。

また車体がスピンして車体側面が緩衝柵側面に衝突した場合については、車体の変形を抑制することができ乗員の生存空間は十分確保できることが分かった。

②緩衝構造

車両は柵に乗り上げる挙動を示したが、乗り上げ時の速度は 20km/h に低下し減加速度も 200m/s^2 を下回った。

(2) 衝突実験結果

減加速度が 200m/s^2 を下回った緩衝構造に対して実車衝突実験を行った。その結果、減加速度は最大で 150m/s^2 が計測された。

1. 4 まとめ

シミュレーション結果から緩衝柵側面の強度は十分であると考えられる。端部緩衝構造については、車両衝突時の緩衝柵の変形特性が複雑であることから、実車衝突実験でも確認を行った結果、減加速度値自体は端部衝突時で 100m/s^2 程度であり、柵の変形状況は防護柵端部のスロープ形状に近似した変形状況になった。この形状は、車両に対する衝撃緩和に効果的であるが、車両の飛び上がりによる二次被害が懸念される。車両の飛び上がりが生じない構造についてさらに検討が必要と考えられる。

2. 歩行者用照明の光源色に関する検討

夜間の光環境を形成する歩行者用の照明施設を対象として、これに使用される光源の色が異なった場合に道路利用者の視認性や快適性等にどのような影響を及ぼしているかについて調査を行った。

具体的には、3種類の光源色を用いて歩道での視認性評価実験を行い、交通視環境での安全性、防犯性、快適性の3つの指標について、照度別、光源色別、高齢者と非高齢者の年齢層別に結果をまとめた。

2. 1 視認性評価実験

(1) 実験概要

国土技術政策総合研究所内の試験走路に歩道を仮設し、照明実験施設を用いて評価実験を行った。設定条件は、歩道の平均路面照度を 1.5 / 3 / 5 / 10 / 20 (lx) の5段階とし、実験に用いる光源は、現在歩行者用の照明施設で主に使用されている高圧ナトリウムランプ (Na)、蛍光水銀ランプ (HF)、メタハライドランプ (MF) とした。ランプの色の見えを決定する色温度は、それぞれ約 2050K、3900K、6500K である。被験者は 65 歳以上の高齢者 10 名、65 歳未満の非高齢者 10 名である。実験対象区間は、延長 81 m の仮設歩道を設置し、実験用照明灯 4 基で照明した。

(2) 評価項目

被験者はこの実験対象区間を、照明光源毎に、設定した各段階の照度レベルにおいて通常で歩行したときの人や障害物の視認性、安心感、危険感、快適感などについてアンケートに回答した。アンケートの評価項目は表-1のとおりである。

表-1 評価内容と評価項目

評価内容	評価項目
安全性	障害物の存在の視認性
	段差の視認性
	安心感
防犯性	人の存在の視認性
	人の顔の視認性
	危険感
快適性	安心感
	快適感
	まぶしさ感
	明るさ感
	照明された歩行空間の印象・雰囲気

各評価項目について3または4段階の間隔尺度で評価を行った。具体的には、障害物や段差、人の存在および顔の視認性については[1:よく見える、2:まあまあ見える、3:かろうじて見える、4:見えない]、安心感は実験区間内に設置された障害物等にぶつかったり、つまずいたりしないかという観点で[1:安全だと感じた、2:やや危険を感じた、3:危険を感じた]、危

険感は通りすがりの人に狙われるような感じがするかどうかという観点から[1:感じない、2:やや感じる、3:非常に感じる]とした。「安心感」「快適感」「まぶしさ感」でも同じ評価区分で3段階評価した。「照明された歩行空間の印象・雰囲気」は、事前に印象や雰囲気について想定される形容詞とその反対語（例えば、暖かい：寒い、陽気な：陰気な、にぎやかな：わびしい、など）を13組26個を用意し、被験者が最も強く感じたもの3つ選択させた。

2. 2 実験結果

得られた各評価項目の結果を、「人や障害物の視認性と安全感、危険感、快適感」「明るさ感と快適感、安心感」「まぶしさ感と快適感」の関係についてクロス集計分析を行った。

(1) 照度別

障害物など歩道上の視対象物の視認性については、光源別による評価に違いは見られなかった。すなわち、視認性は光源の色温度による影響は受けず、照度レベルの問題であるといえる。「人や障害物の視認性と安全感、危険感、安心感」および「明るさ感と快適感、安心感」との関係は概ね照度レベル 5lx を境に評価が分かれ、5lx 以上あれば照度レベルとして満足する結果が得られた。「まぶしさ感と快適感」の関係については、設定照度レベルが一番高い 20lx で、まぶしさについて「気になるが歩くのに支障はない」とする人が半数弱あったが、快適感をみるとほとんどは「快適だった」と回答した。「照明された歩行空間の印象・雰囲気」については、全ての光源において、低い照度レベル（1.5lx、3lx）では「落ち着く、安全な、安心できる」といった印象が少なくなり、一方で「寂しい、怖い」といった印象が強くなった。また、MF と HF では「寒い（涼しい）」という印象も強くなった。

(2) 光源別

「視認性：快適感」の関係については Na は他の光源と人や障害物の視認性に関する評価は同じであっても、快適感は低いとする人がいた。「人や障害物の視認性と危険感」は、光源色の違いによる明確な評価の差は見られなかった。「明るさ感と快適感」の関係については、5lx の場合に Na は他の光源より若干快適感が低下し、20lx の場合に MF は他の光源より「明る過ぎる」と評価される結果となった。「明るさ感と安心感」の関係では、5lx の場合では明るさ感は MF が Na や HF よりも明るく感じているが、安心感に光源間に大きな違いは見られず、いずれの光源でも満足す

る結果となった。MFは20lxでは「明る過ぎる」と回答した人が多少いた。「まぶしさと快適感」の関係については、MFが20lxではまぶしさを感じる人がいるが、快適感が損なわれることはなかった。「照明された歩行空間の印象・雰囲気」については、MFでは「さわやかな、派手な、にぎやかな」印象が多少あるものの、「静的な、寒い（涼しい）」印象が強い。一方Naは「暖かい」印象が強く、「陰気な、寒い（涼しい）」印象が少ない。HFは、MFとNaの中間的な評価になった。

（3）高齢者と非高齢者

「明るさ感と快適感」の関係については、照度が3lx以下の場合、明るさ感が高齢者、非高齢者ともに同じ評価であっても、非高齢者の方がより快適と感じる傾向にあった。「明るさ感と安心感」の関係では、非高齢者の方が「明る過ぎる」と回答する人が多いが、安心感は損なわれていない。「まぶしさ感と快適感」の関係については、高齢者は低い照度レベルからまぶしさが気になる傾向にあるが、快適感には影響していない。「照明された歩行空間の印象・雰囲気」については、いずれの光源においても、高齢者の方がより快適、安全に感ずる形容詞を選択する傾向が強く、非高齢者は3lxが快適と不快、安全と危険の両者の境界付近になっている。非高齢者ではMFは照度によらず不快に分類したものを選択する傾向が強く、Naは快適に分類したものを選択する傾向が強い。

2. 3 まとめ

（1）高圧ナトリウムランプ

光色から、暖かみのある柔らかな印象を受けている。照度レベルが高い場合であってもまぶしさを感じにくく、特に高齢者は、既往文献において色温度の低い光源は高い光源に比べてまぶしさを感じにくいといわれており³⁾、実験の内観調査からも目が疲れない優しい光の印象を受けるなどの意見を得ている。他の光源より多少暗く感じる傾向にある。これらの特徴を考慮すると、市街地中心街のように活気を必要とする道路よりも、コミュニティーゾーンや公園周辺の道路のように落ち着いた空間の演出において効果的であると考えられる。季節としては冬期での利用などが考えられる。

（2）蛍光水銀ランプ

安心感、危険感、快適感を総合的に判断すると、評価の良し悪しについて特に問題は見られない。光源色も他の2光源に比べて自然に感じられる色であることから誰にでも好まれやすい光源であるといえる。した

がって、特に照明による演出を要しない、一般的な歩道等での適用が考えられる。

（3）メタルハライドランプ

ランプの特性上演色性が高いことから細かな障害物や多色彩な視対象物に対する視認性に優れている。ただし、照度レベルが高くなるにつれてまぶしさを感じやすくなり、照度レベルが低くなると「寒々しい」「寂しい」「陰気な」「恐い」といった不快感が増す傾向がある。従って、周辺が暗い地域で用いるとまぶしく感じやすく、まぶしさを防ぐために低い照度のものを用いると不快感が増すといったように、周辺が特に暗い歩道に用いることには問題がある。市街地中心街などのように周辺の照度が高く視覚情報の多い地域に設けられた歩道や、交差点や混合交通道路など詳細な視覚情報の提供が必要となる歩道への適用が効果的であると考えられる。

【研究成果】

1. 柱衝突緩衝柵

柱衝突緩衝柵の基本構造およびその性能を把握した。また、得られた結果を基に、特許申請を行った。

2. 歩行者用照明の光源色

本研究により、歩道上の障害物などの視認性は光源色の違いによる影響は無く、適切な照度を設定すればいずれの光源でも満足できることを把握した。一方、光源色から受ける印象は歩行時の快適性に少なからず影響を及ぼすことが判明し、これらの成果は今後の歩行者照明における光源選定の基礎資料として寄与するものである。

【成果の発表】

緩衝柵について、今年開催される REAAA で発表する予定である。

【成果の活用】

本研究成果のうち柱衝突緩衝柵については都市部等における柱状構造物衝突事故の軽減のため実用化についてさらに検討をすすめる。また歩行者照明については、道路照明施設設置基準改訂に資する予定である。

参考文献

- 1) (社)日本道路協会、‘防護柵の設置基準・同解説’、平成10年11月
- 2) H.E.Ross 他、‘Recommended Procedures for the Safety Performance Evaluation of Highway Features’、National Cooperative Highway Research Program Report 350, 1993
- 3) 矢野他、‘高齢者の不快グレア-光色との関係-’、照明学会誌第77巻6号、1993

道路空間再構築等の効果分析手法等に関する調査

Evaluation method of effectiveness of road space reallocation

(研究期間 平成 14～16 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 森 望

Head Nozomu Mori

主任研究官 高宮 進

Senior Researcher Susumu Takamiya

In recent years, with improving road network in a region or change of needs for roads, there are some cases that an existing road space should be considered to be adapted to new road functions. Road space reallocation of an existing road, as this case, will be necessary for road construction and management in future. In this study, examples of road space reallocation based on road functions were surveyed and compiled.

【研究目的及び経緯】

本格的な高齢社会の到来や投資余力の減退が予想されるなど、道路を取り巻く社会的環境は変化している。また同時に、既存道路を有効に活用したいという生活者のニーズや、道路整備後の周辺事情の変化（沿道開発や交通の変化）に応じて道路を改築する必要性が生じる場合などがあり、今後の道路整備・管理においても、既存道路空間を活かした道路空間づくりを行っていくことが必要と考えられる。

本調査では、我が国において道路空間を再構築した事例を収集し、背景・経過、具体的対策、今後の同種対策に対して有益な留意点等について整理する。

【研究内容】

1. 道路空間再構築事例の収集

本調査では、道路空間の再構築に関わる事業や社会実験を実施した 6 地方自治体を訪問し、担当者に対して表-1 の各項目に関するヒアリングを実施した。ヒアリング時には、関連する図面や基礎資料、社会実験実施時の写真等を合わせて収集した。またヒアリング後には当該道路を訪問し写真撮影等を行った。

2. 事例収集結果と具体的内容

表-2 に今回収集した事例の分類結果を示す。分類 1～3 は社会実験を経て本格実施へと到った事例である。また分類 4 は、時期を限って道路空間を有効利用した事例である。以下では、これらのうちから 2 事例に関して、背景や経過、具体的対策、これら事例を参考とする際に特に考慮すべき留意事項等を示す。

(1) 車線数削減と歩行者・自転車空間の拡充

対象箇所付近の 3km 区間は片側 3 車線で、この前後区間は片側 2 車線であった。また最も右側の車線が

表-1 ヒアリング項目

	項目	詳細
1	対象地域・道路の概要	道路空間再構築の概要 対象地域・道路の概要・概況
2	計画と実施内容	計画主体 実施内容 事前・事後調査の内容
3	計画過程での合意形成	合意形成の方法 合意形成に向けた配慮事項、工夫した点、苦労話
4	効果、評価	直接的効果、間接的（付加的）効果 対策に対する評価
5	今後の予定	今後の予定（修正の必要等）
6	その他	費用等 法令面・制度面での改善の必要等

表-2 収集事例の分類

分類	事例内容	事例数
1	車線数削減と歩行者・自転車空間の拡充（歩行者・自転車・自動車交通の整流化）	1 事例
2	駐停車需要、荷さばき需要など、自動車利用ニーズへの対応	1 事例
3	商店街における歩行者の快適な移動・憩い環境の創出（バス・トランジットモール）	1 事例
4	中心商業地におけるイベント・集い空間の創出（オープンテラス、オープンカフェ）	3 事例

交差点でそのまま右折車線になる運用となっていた。

このため、車線数の余裕から最も左側の車線で路上駐車が発生し、また交差点での右折待ち車両もあるため、ほとんどの自動車が3車線のうちの中央車線を利用していた。そこで道路空間再構築を行い、片側2車線と右折車線をもつ道路とした(写真-1)。またこれに合わせて、歩道上での歩行者と自転車の錯綜を防止するため、歩道を歩行者空間と自転車空間に区分した。この結果、自動車の信号滞留長が短くなるとともに、歩行者と自転車についてはそれぞれの空間を利用する傾向がみられた。

本事例においては、歩車道境界の位置を変更するまでには到らず、既存の歩道、車道の幅員の中で再構築が行われた。歩車道境界の位置を変更すると、それに合わせて植樹や道路照明、道路標識などの道路施設類の移動が伴うため、今回の改築ではそこまでの大規模な対応は断念したとのことである。今後の同種対策にあたっては、必要に応じてこのような対応も必要と考える。



写真-1 再構築後の状況

(2) 商店街における歩行者の快適な移動・憩い環境の創出(バス・トランジットモール)

自動車依存度が極めて高い地方都市において、市内の公共交通網は主にバス路線で形成されていたが、市中心部でのバス路線空白地域の存在や運行サービスの低さが問題となっていた。また同時に、中心市街地の空洞化や、高齢化の進展に伴う移動手段確保・利便性向上が課題であった。このため、①過度の自動車依存を改善し公共交通との望ましいバランスを確保すること、さらには②高齢者を含む市民の、中心市街地へのアクセスの改善等を目的に、バス・トランジットモールを導入した(写真-2)。

導入に際しては、通勤・通学利用が主である既存路線バスとの競合を避けるため、運行時間帯及び運行経路を既存路線と異なるよう設定した。また利用対象者

は高齢者や主婦層等とし、昼間に商業地へのリピーター客を呼べるように、中心市街地の各拠点を連絡する循環型バスとした。写真-2の通りでの運行頻度は10分に1本とし、運行サービス面でも利用者に配慮した。

写真-2の通りは歩行者用道路であり、警察署との調整において、運行速度を低く抑えること、バスの走行帯を路面に明示することなどが協議された。また運行に先立ち社会実験を実施して、関係者が実際に体験するとともに、交通安全上問題のないことを確認した。さらに、運行開始にあたり、チラシやパンフレット、広報誌等を通じてバスの運行と安全対策を周知した。

バスの運行後には、商店街のまとまりが強まり、共同で集客キャンペーンを行うなど、自発的な活性化の取り組みもみられている。



写真-2 バスの運行状況

【研究成果】

14年度の調査研究により、次の各点を得た。

- ① 再構築にあたっては、問題点を的確に捉えるとともに、各種の制約があるなかで、道路側対策のみではなく道路の使い方等も考慮した、効果的な対策立案を適切に行うことが必要である。
- ② 自治体内の部局や警察署などの関係機関との調整を効率よくまた辛抱強く進めることが肝要である。
- ③ 社会実験等を通じて、住民や関係者が体験し理解を深め、それにより合意形成を進めることが重要である。

【成果の活用】

14年度に収集・分析した事例をとりまとめるとともに、それぞれの事例検討において得られたノウハウなど有益な情報を分析し、道路空間再構築に関わる参考資料とする。また最終的には、別途検討中の「道路空間再構築マニュアル」と合わせて、我が国の道路空間再構築に資する。

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of NILIM

No.117

July 2003

編集・発行 ©国土技術政策総合研究所

本資料の転載・複写の問い合わせは

〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地

企画部 研究評価・推進課 TEL 029-864-2675