

# 国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of  
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.56

November 2002

## 平成13年度道路空間高度化研究室研究成果資料集

道路空間高度化研究室

Annual Report of Advanced Road Design and Safety Division in FY 2001

Advanced Road Design and Safety Division

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13年度道路空間高度化研究室研究成果資料集

森 望\*1  
安藤 和彦\*2  
高宮 進\*3  
池田 裕二\*4  
鹿野島秀行\*5  
若月 健\*6  
林 堅太郎\*7  
田澤 光治\*8

### 概要

本資料は、国土技術政策総合研究所道路研究部道路空間高度化研究室が平成13年度に実施した研究の課題名およびその内容、同年度に発表、公表した研究成果を中心に、研究室設立時から今日までの経緯、研究室が有する実験施設などの研究室紹介を含めて、全体的にとりまとめたものである。

キーワード：交通事故分析、交通事故対策、道路構造、交通安全、交通安全対策、交通安全施設、危険性評価、交通弱者対策、道路空間再構築

- 
- \*1 道路研究部 道路空間高度化研究室 室長
  - \*2 道路研究部 道路空間高度化研究室 主任研究官
  - \*3 道路研究部 道路空間高度化研究室 主任研究官
  - \*4 道路研究部 道路空間高度化研究室 主任研究官
  - \*5 東北地方整備局 三陸国道工事事務所 工務課 課長  
(前 道路研究部 道路空間高度化研究室 研究官)
  - \*6 道路研究部 道路空間高度化研究室 研究員
  - \*7 道路研究部 道路空間高度化研究室 交流研究員
  - \*8 前 道路研究部 道路空間高度化研究室 交流研究員

## Annual Report of Advanced Road Design and Safety Division in FY 2001

Nozomu MORI\*<sup>1</sup>  
Kazuhiko ANDO\*<sup>2</sup>  
Susumu TAKAMIYA\*<sup>3</sup>  
Yuji IKEDA\*<sup>4</sup>  
Hideyuki KANOSHIMA\*<sup>5</sup>  
Takeshi WAKATSUKI\*<sup>6</sup>  
Kentaro HAYASHI\*<sup>7</sup>  
Koji TAZAWA\*<sup>8</sup>

### Synopsis

In this note, the study results in Advanced Road Design and Safety Division in FY 2001 are reported. In addition, history of the division and brief summary of test laboratories that belong to the division are also introduced.

Key Words : Road accident analysis/measures, Road structure, Road safety countermeasures, Road safety facilities, Danger spot evaluation, Elderly and disabled measures, Road space reallocation

- 
- \*1 Head, Advanced Road Design and Safety Division, Road Department
  - \*2 Senior Researcher, Advanced Road Design and Safety Division, Road Department
  - \*3 Senior Researcher, Advanced Road Design and Safety Division, Road Department
  - \*4 Senior Researcher, Advanced Road Design and Safety Division, Road Department
  - \*5 Director, Construction Division, Sanriku National Road Work Office, Tohoku Regional Bureau (Former Researcher, Advanced Road Design and Safety Division, Road Department)
  - \*6 Researcher, Advanced Road Design and Safety Division, Road Department
  - \*7 Associated Researcher, Advanced Road Design and Safety Division, Road Department
  - \*8 Former Associated Researcher, Advanced Road Design and Safety Division, Road Department

## まえがき

わが国の道路を取り巻く環境は、増え続ける交通事故件数・死傷者数、本格的少子・高齢社会の到来、投資余力の減退などの問題に直面し、さらには、道路に対するニーズの変化・多様化、ノーマライゼーションの浸透等が見られる状況にあります。

交通事故に関して言えば、近年、交通事故による死亡事故は減少しつつあるものの、負傷者を含めた交通事故全体としての件数は増加しており、平成13年の1年間で発生した交通事故は、約94万7千件、死傷者は、約119万人です。つまり、日本人の約100人に1人が、交通事故で死亡あるいは負傷しているということになり、道路交通の安全確保は、依然、非常に重要な課題です。本格的少子・高齢社会の到来に対し、平成12年度のいわゆる交通バリアフリー法の制定にも見られるように、高齢者、身体障害者等にとって利用しやすい道路空間・構造の整備を従来にも増して進めていくことが求められています。さらには、少子・高齢社会到来とともに投資余力の減少が見込まれる一方で、環境問題、都市再生問題などの社会的課題の変化とともに、道路の果たすべき役割は変化しており、都市・街・地域の活動を支える道路、安全に安心して利用できる道路など既存道路空間の再構築による有効利活用が必要となっています。

道路空間高度化研究室は、平成13年4月1日、国土技術政策総合研究所道路研究部の研究室として、このような道路を取り巻く時代の流れ踏まえた新たなテーマも含めて、調査・研究・開発に取り組み、交通安全をはじめとする道路の計画・設計・建設・維持・管理に関わる関係機関・関係者を技術的側面から支援すべく出発しました。この報告書は、研究室発足第一年目、国内外の関係学協会による講演会等の研究発表会、雑誌等で発表した研究成果を中心に活動成果をまとめたものであり、本報告書が関係機関・関係者の業務推進において有益に活用いただければ幸甚です。

道路空間高度化研究室長  
森 望

# 目次

はじめに

## 目次

1. 研究室概要 .....	1
1.1 研究室の変遷 .....	1
1.2 研究概要 .....	1
1.3 研究施設概要 .....	2
1.3.1 標識屋外・屋内標識実験施設 .....	2
1.3.2 照明実験施設 .....	2
1.3.3 衝突実験施設 .....	3
2. H13年度の研究活動状況 .....	4
2.1 研究課題 .....	4
2.1.1 行政部費 .....	4
2.1.2 道路事業調査費 .....	4
2.1.3 地方整備局等依頼経費 .....	8
2.2 発表論文 .....	10
2.3 表彰の実績 .....	12
2.4 共同研究 .....	12
3. H13年度の研究成果 .....	13
3.1 行政部費 .....	13
・高齢者の身体能力と交通安全特性に関する研究 .....	15
3.2 道路事業調査費 .....	17
・冬期路面管理水準策定に関する試験調査 .....	19
・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 .....	21
・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 .....	23
・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 .....	25
・道路安全監査手法に関する試験調査 .....	27
・道路付属施設等の緩衝対策に関する試験調査 .....	31
・歩行者等支援に関する調査 .....	33
3.3 地方整備局等依頼経費 .....	35
・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 .....	37
・交通事故データに基づく安全施設等整備に関する調査 .....	39
・道路利用者の多様化に対応した交通安全施設の高度化 .....	41

3. 4 発表論文	45
3. 4. 1 交通事故分析・交通事故対策に関する研究	47
・交通安全事業の効果評価（土木技術資料）	49
・バイパス整備による都市圏域の交通事故状況の変化に関する考察 －ネットワークとリンクの各側面に着目して－（土木技術資料）	55
3. 4. 2 車両行動等による危険性評価(ヒヤリ事象)に関する研究	61
・ヒヤリ地図（土木技術資料）	63
・自動車運転者版『ヒヤリ地図』の作成試行と考察 （土木学会第 56 回年次学術講演会講演概要集）	65
3. 4. 3 道路構造と交通安全に関する研究	67
・直近に狭幅員交差道路を有する信号交差点の安全性に関する一考察 （第 24 回日本道路会議 一般論文集（A））	69
3. 4. 4 高齢運転者の特性に関する研究	71
・高齢ドライバーの右折時特性に関する実車実験 （土木学会第 56 回年次学術講演会講演概要集）	73
・高齢ドライバーのヒヤリ事象と要因（第 24 回日本道路会議一般論文集（A））	75
・実車実験に基づく高齢ドライバーの運転特性の一考察 （第 21 回交通工学研究発表会論文報告集）	77
3. 4. 5 交通弱者対策(歩行者 ITS)に関する研究	81
・視覚障害者の歩行特性調査(土木技術資料)	83
・Research on ITS for Pedestrians (TRANSED 2001 Conference Proceedings)	85
・Research on Needs and System Configuration of Pedestrian ITS (8th World Congress on ITS)	93
・歩行者支援のための ITS の開発（自動車技術）	101
3. 4. 6 交通弱者対策(バリアフリー)に関する研究	107
・Experiments by Wheelchair Users at Sloped Sections (TRANSED 2001 Conference Proceedings)	109
・「バリアフリー歩行空間ネットワーク形成の手引き」（土木技術資料）	111
3. 4. 7 交通安全対策(コミュニティ・ゾーン)に関する研究	113
・コミュニティ・ゾーン概説（人と車）	115
・実車実験による効果的なハンプ設置間隔に関する研究 （第 24 回日本道路会議一般論文集（A））	121
・コミュニティ・ゾーン形成時における課題とその対応事例（土木技術資料）	123
3. 4. 8 交通安全施設に関する研究	129
・車両用防護柵－性能規定による新しい構造の例－（土木技術資料）	131
・車両用防護柵の性能規定と確認試験方法（土木技術資料）	133

・フルカラー道路情報装置を用いた情報提供（2001 春季大会前刷り集） .....	139
・歩行者用照明の必要照度に関する検討（第 24 回日本道路会議一般論文集（A））	143
・防護柵連続基礎の設計に関する実験検討 （第 24 回日本道路会議一般論文集（A）） .....	145
・道路緩衝施設の開発（第 24 回日本道路会議一般論文集（A）） .....	147
・木製車両用防護柵の実験・検討（土木技術資料） .....	149
・二輪車を考慮した段差舗装の設置に関する実験検討（土木技術資料） .....	155
<b>3. 4. 9 その他</b> .....	<b>161</b>
・TRANSED2001（高齢者・障害者の移動と交通に関する国際会議） 参加報告（土木技術資料） .....	163
・道路空間高度化研究室（土木技術資料） .....	165
<b>4. 職員</b> .....	<b>167</b>

あとがき

参考資料

過去5年間の発表論文一覧

## 1. 研究室概要

### 1. 1 研究室の変遷

道路空間高度化研究室は、昭和45年4月、建設省土木研究所道路部交通安全研究室として、同研究所道路部道路研究室の交通安全部門が独立する形で同研究所千葉支所内に発足した。昭和45年は、高度経済成長の中、大阪万国博覧会の開催、また急激な自動車の増加の中での、交通事故死者数が16,765人と最悪になった年でもあった。

交通安全研究室は、発足後、昭和54年に千葉市から現在の場所（つくば市）に移転し、平成12年4月からは、建設省、運輸省、国土庁、総理府北海道開発庁の統合に伴って国土交通省土木研究所道路部交通安全研究室に組織変えしている。さらに、平成13年4月、新たに創設された国土技術政策総合研究所に交通安全研究室の業務が引き継がれ、道路の構造や空間整備といったより大局的な立場から研究を進めることを目的に、研究室名も道路空間高度化研究室と改めて今日に至っている。

### 1. 2 研究概要

道路空間高度化研究室は、交通安全研究室として発足した当時より、主として道路の交通安全に関する調査研究を進めており、平成13年度からは道路空間の構築に関する研究も新たに着手している。

これまで実施してきた研究テーマを代表的なキーワードで分類すると以下のとおりである。

#### ○交通事故分析

事故分析用データの構築、効果的分析手法の検討、道路構造・交通安全施設の効果等のマクロ分析等

#### ○交通事故対策

危険区間、事故多発区間の抽出手法、事故対策マニュアル、効果評価

#### ○道路構造と交通安全

交差点構造、歩道構造、出入り口構造、路側駐車帯等

#### ○交通安全対策

コミュニティ・ゾーン、路上作業区間等

#### ○交通安全施設

道路標識、区画線、道路照明、防護柵、視線誘導施設、道路鋸、道路反射鏡、道路情報板等

#### ○車両行動等による危険性評価

錯綜、ヒヤリ現象、走行シミュレーション等

#### ○高齢運転者の特性

心身特性、運転特性等

#### ○交通弱者（歩行者、自転車、高齢者、身体障害者等）対策

行動・心身特性、道路構造、歩行者ITS、バリアフリー等

#### ○道路空間の構築

道路の利用方法の多様化、道路空間再構築手法

#### ○特殊構造の安全性、安全対策

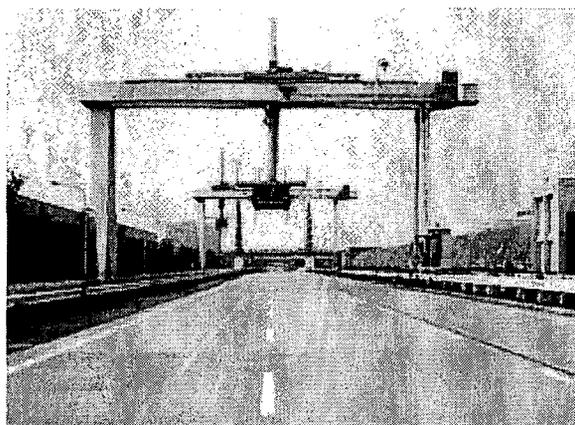
デュアルモードバス、大深度地下トンネル、2車線高規格道路の安全対策等

### 1. 3 研究施設概要

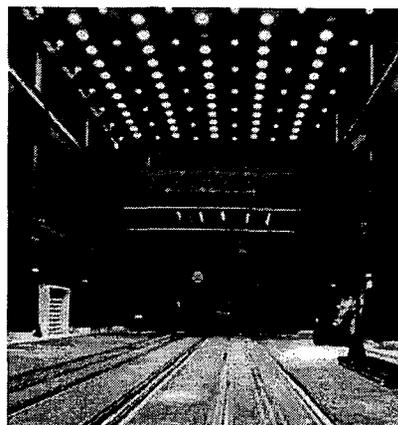
道路空間高度化研究室は、交通安全施設に関する調査研究を行うため、4つの大型施設を有している。

#### 1. 3. 1 標識屋外・標識屋内実験施設

標識屋外・標識屋内実験施設は、標識の位置・高さ・天候条件などを変化させて実験を行うことができる。標識屋外実験施設は、標識装置ブリッジ2基と誘導レーン、標識屋内実験装置は、計測室、大小2台の標識装着台車、照明装置、降雨装置（霧発生装置）、霧濃度測定装置によって構成される。



標識屋外実験施設外観



標識屋内実験施設（実験室状況）

標識屋外実験施設諸元

項目	諸元
実験用標示板最大質量	2.0t
実験用表示板最大寸法	3.0×5.0m
標示板傾斜角	0～30°
標示板旋回角度	0～180°
取付部移動範囲 横行	16.7m
昇降	6.5m
ブリッジ間最大距離	340m
レーンの長さ	350m

標識屋内実験施設諸元

項目	諸元
装着可能標識	最大寸法 4m×7m 最大質量 2t
照明装置	照度 最高照度 3000lux 白熱灯 0～500lux 水銀灯 500～3000lux
降雨範囲	霧雨～80mm/h
視程測定範囲	2～80m

#### 1. 3. 2 照明実験施設

照明実験施設は、照明灯の間隔、照明灯具の高さ、オーバーハング（張り出し）距離、灯具の種類などを変えて様々な道路照明条件を設定することができ、道路照明の配置や見え方に関する実験を行うための施設である。施設は、路側側8基、中央分離帯側9基の計17基の照明塔と誘導レーンによって構成される。



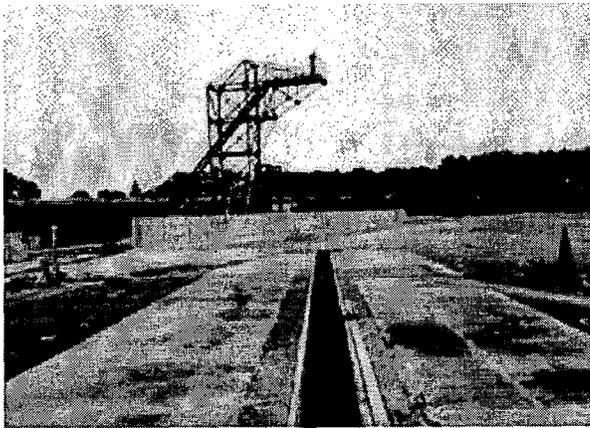
照明実験施設外観

照明実験施設諸元

項目	諸元
オーバーハング	中央分離帯側用：2.55～4.55 m 路側側用：4.5～7.9 m
照明器具傾斜角度	最大 45°
昇降高さ	5.0m～16.0m

### 1. 3. 3 衝突実験施設

衝突実験施設は、防護柵、緩衝施設などの交通安全施設を開発・改良するため、実際に車両を衝突させ、安全施設の変位や応力、車両・乗員の加速度、車両の衝突後の挙動および破損状況などを調査するための施設である。実験施設は、指令塔、加速路、衝突場と牽引装置から構成される。



衝突実験施設外観

衝突実験施設諸元

項目	諸元	
牽引能力	最大質量	20t
	最高速度	140km/h(乗用車 2.5t) 100km/h(大型車 20t)
	衝突速度制御精度	±1%
実験場	加速路全長	410m
	有効加速距離	380m
	実験場面積	約 20,000 m <sup>2</sup>

## 2. H13年度の研究活動状況

### 2. 1 研究課題

平成13年度は以下に示す11課題を実施した。

予算費目	研究課題名
行政部費	(1) 高齢者の身体能力と交通安全特性に関する研究
道路事業調査費	(2) 冬期路面管理水準策定に関する試験調査
	(3) 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
	(4) 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
	(5) 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
	(6) 道路安全監査手法に関する試験調査
	(7) 道路付属施設等の緩衝対策に関する試験調査
	(8) 歩行者等支援に関する調査
地方整備局等依頼経費	(9) 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
	(10) 交通事故データに基づく安全施設等整備に関する調査
	(11) 道路利用者の多様化に対応した交通安全施設の高度化

各課題について、研究概要を次に示す。詳細については、3. 1～3. 3を参照のこと

#### 2. 1. 1 行政部費

##### (1) 高齢者の身体能力と交通安全特性に関する研究

研究期間 平成10～13年度

研究担当者 森 望、高宮 進、若月 健

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。

高齢者は、運転に必要な諸能力が低下し、その分布も大きくなるといわれている。高齢ドライバーの交通事故や危険事象の防止を図るためには、加齢によって運転に必要な諸能力がどのように変化し、それが実際の交通場面においてどのような問題をもたらすのか調査しておく必要がある。本研究では、加齢による運転に必要な諸能力の変化を調査し、問題となりうる交通場面において高齢ドライバーの特性を把握することにより、高齢者を考慮した交通安全対策を行うための基礎資料を収集する。

13年度はカーブを取り上げ、高齢ドライバーの運転特性に関する実験を行った。その結果、高齢ドライバーは、カーブ走行中にハンドル操作のぶれが大きいなどの特徴を得た。

#### 2. 1. 2 道路事業費

##### (2) 冬期路面管理水準策定に関する試験調査

研究期間 平成13～14年度

研究担当者 建設経済研究室 岩田 司、木村 恭一 道路空間高度化研究室 森 望

研究目的及び経緯

本研究では、冬期道路における路面管理水準を検討した上で、道路管理における事業評価手法の検討を行ったものである。

積雪寒冷地における路面管理は、気象や交通条件に応じた明確な冬期路面管理水準がないため、その管理については各道路管理者の判断に委ねているのが現状である。そのため、同一路線であっても各管理工区で路面状態が一定の水準をたもてず、効率的・効果的な道路管理が行えていない状況にある。事業の適正化を図るためにも、明確な管理水準、事業評価手法の確立が必要とされる。13年度は、既存調査結果より、管理水準を確定するため冬期の路面状況と走行速度の変化に着目し検討を実施した。路面状況・路面積雪深・路面温度・車線確保状況を解析し、走行速度が路面積雪深・車線の確保の変化に追従していることを確認。リンクパフォーマンス関数を使用し、モデル式を構築しながら管理指標の抽出を図った。また、事業の評価手法として、走行時間短縮便益、走行費用減少便益、交通事故削減便益等の評価手法の検討を実施した。

### (3) 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

研究期間 平成13～15年度

研究担当者 森 望、高宮 進

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。

13年度は、まず歩行者空間等に関して、豊かさ等の観点から評価した研究成果や調査結果を収集し、それらの文献から、豊かさ等に関わる評価手法を導いた。また歩行者空間に関する9編のイラストを用いてアンケート調査を実施し、その結果を活用して、豊かさに関わる因子、並びに、豊かさを説明するモデルに関して分析を試行した。形容詞群を用いた因子分析の結果、豊かさに関わる因子としては、開放感・歩きやすさ、快適・調和、くつろぎ、暖かさ・明るさの4因子を抽出した。

### (4) 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

研究期間 平成13～15年度

研究担当者 森 望、高宮 進

## 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。13年度は、高齢者による「自動車運転中のヒヤリ地図づくり」から高齢者が関わるヒヤリ事象の特徴を捉えるとともに、高齢者が関わる交通事故データを収集・分析した。交通事故データからは、例えば高齢者は、交差点を右折する際に、対向直進車の速度を見誤っている可能性が指摘できた。

## (5) 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

研究期間 平成13～15年度

研究担当者 森 望 高宮 進

### 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するとともに、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。

13年度は、道路機能の再配分や道路空間の再構築に関わる海外基準類を収集、分析するとともに、国内外における道路空間再構築に関わる事例調査を実施した。海外事例に関しては、ドイツでの事例が多く収集でき、例えば、環状の高速道路の開通に伴い、既存の市内幹線道路をトラフィック重視から、沿道アクセス重視へと再構築した事例が得られた。ここでは沿道の土地利用に応じて、歩車道の配分を見直したり、交通島を設置するなどの交通静穏化により歩行者の道路横断を容易にしたりする措置が図られている。

## (6) 道路安全監査手法に関する試験調査

研究期間 平成13～平15年度

研究担当者 森 望、鹿野島 秀行

### 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。交通安全向上のアプローチとして、英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。英国では当初、主に新規供用道路設計時に設計案を、交通安全に精通している第三者が監査しよりよい設計案を実現する目的で導入された。本研究では海外動向の調査等を通じて、道路安全監査を我が国に導入する際の方法論の整理を行うものである。

13年度は英国、豪州の動向を調査するとともに、交通安全事業における道路安全監査の進め方について整理を行ない、監査者を対策実施者が選定した上で、設計と監査を独立して行うことを提案した。

#### （7）道路付属施設等の緩衝対策に関する試験調査

研究期間 平成11～平13年度

研究担当者 森 望、安藤 和彦、若月健

研究目的及び経緯

道路の分岐部や防護柵端部などの道路沿いの工作物に衝突する事故は、他の事故に比べ重大事故になりやすい。これら工作物の緩衝対策は、主として欧米で施設開発が行われているが、工作物が道路直近に設置されるなど設置スペースに制約があり、対策の実施しにくい我が国の道路状況に適合するものとはなっていない。本研究は、我が国の道路状況に適應する緩衝施設について構造検討を行うとともに、施設の設置に対する要件をとりまとめるものである。

13年度は最終年度として全体のとりまとめを行うとともに、緩衝施設の実用構造を提案した。

#### （8）歩行者等支援に関する調査

研究期間 平成11～平17年度

研究担当者 森 望、池田 裕二

研究目的及び経緯

歩行者、特に、移動に困難を感じている身障者や高齢者の安全・安心・快適な歩行を支援するため、PDA（Personal Digital Assistance：個人向け携帯情報端末）等のモバイル端末を用いて、①自己位置を特定し、②自己位置周辺のGISを取得し、③現在位置に基づき、経路案内や公共交通機関の案内、施設等の情報の検索等をはじめとするさまざまな情報提供を可能とする歩行者ITSを開発する。

13年度においては、外出時の視覚障害者及び車いす使用者の追跡調査やアンケート調査等により、身障者の歩行時の情報ニーズを把握し、歩行者ITSが備えるべき情報提供機能を検討した。また、民間企業との共同研究により、必要な位置特定技術の開発及びGISの仕様の検

討を行った。さらに、国総研構内において、延べ約100人の身障者をモニターとして、歩行者ITSの情報提供機能の技術的な検証実験を行った。検証実験の結果、システムの問題点を確認し、改善を施した。

13年度の研究成果を用いて、北海道開発局、関東・近畿・中国・四国地方整備局において、実際の道路環境下での歩行者ITSの社会実験が実施され、実際に道路を歩行する際の身障者への情報提供の有効性や問題点に関する調査が行われた。

## 2. 1. 3 測量及び試験費

### (9) 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

研究期間 平成13～15年度

研究担当者 森 望、高宮 進

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、歩行者空間の形成の観点からは、バリアフリーのみならず、歩行者交通の流れや、滞留等の質的充実を考慮したうえで、計画を立案し歩行者空間を構成していくことが望ましいと考えられる。その中では、ユニバーサルデザインの観点からの空間整備も考慮すべきである。13年度は、ユニバーサルデザインの考え方の経緯や、ユニバーサルデザインの観点から道路空間で考慮すべき内容、歩行者空間計画などに関わる資料の収集・分析を行った。

資料から、ユニバーサルデザインは、米国での差別解消を求めた人権運動を背景においた考え方であり、誰もが不自由な状態にならないことを念頭においたものと考えられる。この点から、歩行者空間においては、段差の解消等バリアフリーで実施している諸対策と同時に、高齢者や障害者、それ以外の歩行者が同時に空間を利用する際に、すれ違いや追越しに制約を感じたり、他人の追越しに危険感等を感じたりすることがないようにしていくことが必要と考えられる。

### (10) 交通事故データに基づく安全施設等整備に関する調査

研究期間 平成4年度～

研究担当者 森 望、鹿野島 秀行

研究目的及び経緯

安全で快適な道路を提供するための事業として交通安全事業が各地で行われている。この事業をより効果的に推進するには、事業を行う道路管理者が事故が多発する傾向にある地点、事故の発生形態、事故の発生を誘発する可能性のある道路構造の特徴等を十分に把握している必要がある。そのための方策の一つとして、実際に事故は発生していないが、潜在的に危険な箇所を把握し、事故が発生する前に対策を実施するというアプローチが考えられる。

13年度は、潜在的危険箇所を抽出する方法として「ヒヤリ地図」の作成を行い、その空間

的分布がアンケート回答者の地域的分布に準じているものの、一部に特定の箇所集中する傾向があることを把握した。ヒヤリ地図とは、交通事故直前の「ヒヤリ」、「ハッ」とした経験を歩行者や自動車利用者等の道路利用者に指摘してもらい、それを地図上に示すものである。また、ヒヤリ体験の内容を分析し、潜在的危険箇所の中には視認性阻害、変形交差点、交差点と交差点の近接等、道路構造が原因となっているものも少なくないことがわかった。

## (11) 道路利用者の多様化に対応した交通安全施設の高度化

研究期間 平成13～平15年度

研究担当者 森 望、安藤 和彦、林 堅太郎

研究目的及び経緯

道路に設置されている案内標識、道路照明、区画線などの交通安全施設は、これまで特に高齢者や身体障害者などを想定して設計されていないが、今後高齢者や身体障害者の社会参加の場が増えると予想され、非高齢者や健常者に比べ身体能力の低いこれらの道路利用者が、安全・円滑に道路を利用するための施設の機能向上が必要になっている。そのため本研究では、高齢者や身障者の身体能力の特徴、交通安全施設利用の傾向を把握するとともに、現在の交通安全施設の問題点を整理し、高齢者や身体障害者などを含めた多様な道路利用者にとって使いやすい施設の設計方法を確立するものである。

13年度は、高齢者や視覚障害者等の身体特性、運転傾向を整理するとともに、高齢者や身体障害者と案内標識、歩行者照明との関係を中心に検討を行った。その結果案内標識では、現在の道路標識設置基準が高齢者に対しても満足する水準であること、また、歩行者照明では高齢者や身体障害者に対して10lx程度以上の照度を確保することが望ましいことがわかった。

## 2. 2 発表論文

平成13年度は以下に示す30編の論文を発表した。3. 4にはその論文を掲載した。

論文名	著者名	書籍名	発行所	巻号	頁 (自)	頁 (至)	年	月
<b>交通事故分析、交通事故対策と効果に関する研究</b>								
交通安全事業の効果評価	森 望 鹿野島 秀行 若月 健	土木技術資料	(財)土木研究センター	第43巻第4号	50	55	2001	4
バイパス整備による都市圏域の交通事故状況の変化に関する考察—ネットワークとリンクの各側面に着目して—	鹿野島 秀行 森 望	土木技術資料	(財)土木研究センター	第43巻第6号	30	35	2001	6
Analysis of the Effect of Traffic Safety Countermeasures on Traffic Accident Black Spots*	Hideyuki KANOSHIMA	2001 WCTR Proceedings (CD-ROM)	WCTR				2001	7
<b>車両行動等による危険性評価(ヒヤリ事象)に関する研究</b>								
ヒヤリ地図	若月 健	土木技術資料	(財)土木研究センター	第43巻第10号	16		2001	10
自動車運転者版『ヒヤリ地図』の作成試行と考察	高宮 進 森 望 若月 健	土木学会第56回年次学術講演会講演概要集 (CD-ROM)	(社)土木学会				2001	10
<b>道路構造と交通安全に関する研究</b>								
直近に狭幅員交差道路を有する信号交差点の安全性に関する一考察	鹿野島 秀行 森 望 赤木 幸靖	第24回日本道路会議一般論文集(A)	(社)日本道路協会		58	59	2001	10
<b>高齢運転者の特性に関する研究</b>								
高齢ドライバーの右折時特性に関する実車実験	若月 健 森 望 高宮 進	土木学会第56回年次学術講演会講演概要集 (CD-ROM)	(社)土木学会				2001	10
高齢ドライバーのヒヤリ事象と要因	若月 健 森 望 高宮 進	第24回日本道路会議一般論文集(A)	(社)日本道路協会		54	55	2001	10
実車実験に基づく高齢ドライバーの運転特性の一考察	若月 健 森 望 高宮 進	第21回交通工学研究発表会論文報告集	(社)交通工学研究会		221	224	2001	10
<b>交通弱者対策(歩行者ITS)に関する研究</b>								
視覚障害者の歩行特性調査	池田 裕二	土木技術資料	(財)土木研究センター	第43巻第7号	17		2001	7
Research on ITS for Pedestrians	森 望 池田 裕二	TRANSED 2001 Conference Proceedings	TRANSED 2001	Volume 1	106	112	2001	7
Research on Needs and System Configuration of Pedestrian ITS	森 望 池田 裕二	8th World Congress on ITS	ITS Australia				2001	10
歩行者支援のためのITSの開発	池田 裕二	自動車技術	(社)自動車技術会	Vol.55, No.11	53	58	2001	11
歩行者ITSに対する取り組み*	森 望	土木計画学ワンディセミナー	(社)土木学会	シリーズ 29	193	201	2002	3

論文名	著者名	書籍名	発行所	巻号	頁(自)	頁(至)	年	月
<b>交通弱者対策(バリアフリー)に関する研究</b>								
Experiments by Wheelchair Users at Sloped Sections	高宮 進 森 望	TRANSED 2001 Conference Proceedings	TRANSED 2001	Volume 2	626	627	2001	7
「バリアフリー歩行空間ネットワーク形成の手引き」	高宮 進	土木技術資料	(財)土木研究センター	第44巻第1号	12	13	2002	1
<b>交通安全対策(コミュニティゾーン)に関する研究</b>								
コミュニティゾーン概説	高宮 進 久保田 尚	人と車	(財)全日本交通安全協会	2001年4月号	12	16	2001	4
Precautions and Measures Necessary to Establish a Community Zone*	高宮 進 久保田 尚 青木 英明 橋本 成仁 坂本 邦宏	2001 WCTR Proceedings (CD-ROM)	WCTR				2001	7
実車実験による効果的なランプ設置間隔に関する研究	高宮 進 森 望	第24回日本道路会議一般論文集(A)	(社)日本道路協会		38	39	2001	10
コミュニティゾーン形成時における課題とその対応事例	高宮 進 森 望	土木技術資料	(財)土木研究センター	第43巻第11号	62	67	2001	11
<b>交通安全施設に関する研究</b>								
車両用防護柵ー性能規定による新しい構造の例ー	安藤 和彦	土木技術資料	(財)土木研究センター	第43巻第5号	巻頭		2001	5
車両用防護柵の性能規定と確認試験方法	安藤 和彦 森 望	土木技術資料	(財)土木研究センター	第43巻第5号	20	25	2001	5
フルカラー道路情報装置を用いた情報提供	安藤 和彦 森 望	2001 春季大会前刷り集	(社)自動車技術会	56-1	1	4	2001	5
歩行者用照明の必要照度に関する検討	林 聖太郎 安藤 和彦 大谷 寛	第24回日本道路会議一般論文集(A)	(社)日本道路協会		28	29	2001	10
防護柵連続基礎の設計に関する実験検討	安藤 和彦 森 望	第24回日本道路会議一般論文集(A)	(社)日本道路協会		32	33	2001	10
道路緩衝施設の開発	安藤 和彦 梶村 典彦	第24回日本道路会議一般論文集(A)	(社)日本道路協会		34	35	2001	10
木製車両用防護柵の実験・検討	安藤 和彦 森 望 若月 健	土木技術資料	(財)土木研究センター	第43巻第11号	56	61	2001	11
二輪車を考慮した段差舗装の設置に関する実験検討	若月 健 森 望 安藤 和彦	土木技術資料	(財)土木研究センター	第44巻第1号	50	55	2002	1
<b>その他</b>								
TRANSED2001(高齢者・障害者の移動と交通に関する国際会議)参加報告	池田 裕二	土木技術資料	(財)土木研究センター	第43巻第11号	4		2001	11
道路空間高度化研究室	森 望	土木技術資料	(財)土木研究センター	第44巻第1号	20		2001	1

\* 本資料には論文を掲載していない。各書籍等を参照のこと

## 2. 3 表彰の実績

表彰名	受賞者	表彰論文	主催者
第24回日本道路会議優秀論文表彰	高宮 進 森 望	実車実験による効果的なハンプ設置間隔に関する研究	(社)日本道路協会

## 2. 4 共同研究

平成13年度は以下に示す2課題を実施した。

### (1) 歩行者ITSの技術・システム開発に関する研究

予算科目 道路事業調査費

研究期間 平成13年4月1日～平成14年3月31日

研究目的 安全・安心で快適な歩行を支援するための情報提供を行う歩行者ITSシステムを開発するため、本共同研究では、高齢者・身体障害者等の利用を前提に、1. 歩行者のニーズの分析、2. システム構成の検討（構成要素の機能（ポジショニング手法を含む）、安全・安心に係る情報のデータベース化手法、インフラ機器・データベース・携帯端末機器・利用者間相互のインターフェイス）、3. 既存技術の利活用を含めた情報提供装置（情報発信装置・携帯端末機の基本仕様、実験用機器）の開発、4. 技術検証実験及び5. 実験結果の評価を行った。

担当研究室 道路空間高度化研究室、高度道路交通システム研究室

相手機関 沖電気工業(株)、(株)長大、カシオ計算機(株)、(株)アステル中国、(有)アール・シー・エス、インクリメント・ピー(株)、(株)日立製作所、東電コンピュータサービス(株)、KDDI(株)、DXアンテナ(株)、日立電線(株)、(株)日立国際電気、(株)日立旭エレクトロニクス、日立ソフトウェアエンジニアリング(株)、エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ(株)、富士電機(株)、住友電気工業(株)、三菱地所(株)、中日本航空(株)、日本電気(株)、池野通建(株)、鹿島建設(株)、積水樹脂(株)、(株)日建設計

### (2) 道路の潜在的危険箇所の評価手法に関する研究

予算科目 道路事業調査費

研究期間 平成13年7月2日～平成14年3月31日

研究目的 現在の交通安全対策は発生した交通事故のデータをもとに箇所の抽出、対策の検討、実行が進められている。本研究では、抜本的な交通安全対策の推進のために、将来的に交通事故多発地点となりうる可能性を有する、潜在的危険箇所の抽出方法の検討、詳細要因の把握と道路構造との関連性の分析、道路上の問題点の見出し方法と対策方法の提案等、潜在的危険箇所の抽出と対策、及びその評価手法について研究を行った。

担当研究室 道路空間高度化研究室

相手機関 筑波大学、秋田大学

### 3. H13年度の研究成果

#### 3. 1 行政部費



# 高齢者の身体能力と交通安全特性に関する研究

## Study on driving characteristics of elderly drivers

(研究期間 平成10～13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

研究員 若月 健

Researcher Takeshi Wakatsuki

As getting old, various abilities required for driving a car will go down. In this study, changes in these abilities of elderly people are surveyed, and driving characteristics of elderly drivers at intersections and at curve sections are investigated through some experiments.

### [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。

高齢者は、運転に必要な諸能力が低下し、その分布も大きくなるといわれている。高齢ドライバーの交通事故や危険事象の防止を図るためには、加齢によって運転に必要な諸能力がどのように変化し、それが実際の交通場面においてどのような問題をもたらすのか調査しておく必要がある。

本研究では、加齢による運転に必要な諸能力の変化を調査し、問題となりうる交通場面において高齢ドライバーの特性を把握することにより、高齢者を考慮した交通安全対策を行うための基礎資料を収集する。

### [研究内容、成果]

#### ①加齢による運転に必要な諸能力の変化

自動車の運転は、認知(予測)、判断、行動の繰り返しであるといわれている。本研究では、この繰り返しの影響を及ぼす諸能力を、視覚機能、聴覚機能、処理判断機能、運動機能の4つに整理し、加齢につれてどのように変化するかを既存文献より調査した。

図-1に処理判断機能の例として、選択反応時間(CRT)上で操舵制御中の被験者に2種類の情報を与え、ホーンボタンを押すか、ブレーキペダルを踏むかの選択をさせ、動作を行うまでの時間と年齢との関係を示す。選択反応時間は加齢に伴って徐々に長くなり、70歳を超えると急激に長くなる傾向にあること、また、標準偏差は60歳代から大きくなることなどが報告されている。

このような文献調査

の結果、高齢者は、個人差はあるものの、全体として、視覚・聴覚機能が低下し、道路やその周辺の情報を認知する能力が低くなり、また、処理判断機能が低下し、認知した情報に対して瞬時に判断を行う能力が低くなり、さらに、運動機能が低下し、瞬時に運転行動を起こすことができなくなると考えられる。

つまり、高齢者は、特

に短時間で、認知、判断、行動を行う交通場面において問題が発生する可能性があると考えられる。

#### ②問題となる場面での高齢ドライバーの特性把握1

短時間で認知・判断・行動を行うことが要求される交通場面の一つとして、「交差点での右折」があげられる。例えば、幹線系道路の交差点で右折する場合、対向車はある程度の走行速度で流れている場合が多く、右折する自動車は短時間で、その対向車の間を右折するかどうかを適切に判断し、発進・加速してその間を通り抜けなければならない。そこで、ここでは「交差点での右折」や同様の判断が要求される「細街路や民地から車道への合流」といった交通場面に着目し、実験コースにおいて車頭時間の選択特性や右折所要時間などを測定することにより、高齢者ドライバーの特性について分析した。

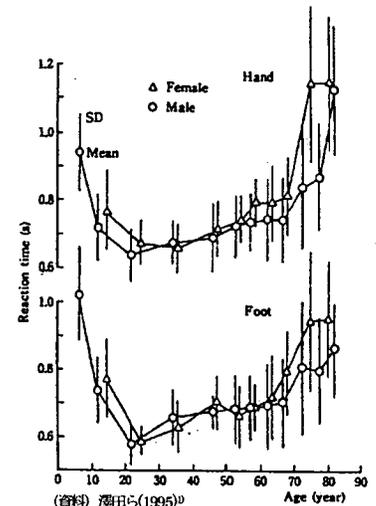


図-1 選択反応時間と年齢

図-2、3は、2車線道路での右折における高齢者と非高齢者の車頭時間の選択率（対向する2台の車両の車頭時間においてその間を「右折する」と回答した率）を示したものである。対向車の車頭時間6秒で速度40km/hと80km/hの車頭時間選択率を見ると、高齢者では約50ポイントもの差が見られる。速度が変わっても6秒後に2台目の対向車が通行するという条件は同じにもかかわらず、高齢者では対向車の速度によって判断に大きな差が生じていることになる。同一の車頭時間であれば速度が高くなるほど2台目の対向車は遠くに見えることから、もし高齢者が「対向車が遠い位置にいるから右折できる」と判断しているならば、これは非常に危険な判断であるといえる。この傾向は、4

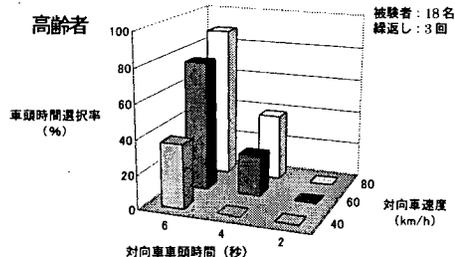


図-2 高齢者の車頭時間選択率

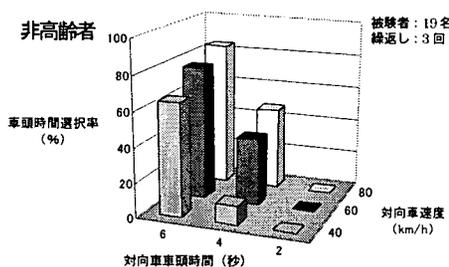


図-3 非高齢者の車頭時間選択率

また実際の右折所要時間を測定し、車頭時間との関係进行分析した結果では、対向車との間でまったく余裕のない状態で右折すると回答した被験者が高齢者に多く、特に4車線道路の右折では判断にエラーが多いことがわかった。

### ③問題となる場面での高齢ドライバーの特性把握2

高齢ドライバーは、自身の運転能力低下を意識し、カーブ区間では速度を抑えて走行していることが知られている。しかし、高齢者であるが故に、連続する事象への認知・判断・行動が後手後手になり、カーブの外側に膨らんだり、その結果あわててハンドルを大きく切って、車線を逸脱したりすることも考えられる。そこで、ここでは、曲線道路での操作特性や車両挙動に着目し、実験コースにおいてハンドル操作や車両走行位置等を測定することにより、高齢ドライバーの特性について分析した。

図-4に、典型的なハンドル操作状況を示す。また、表-1には設計速度40km/hの実験コースを各走行速度で走行した時のハンドル操作を分析した結果を示した。表から、高齢者は非高齢者に比べ、カーブ入口でハンドル操作開始時刻が遅いことやハンドル操作速度が急であること、さらには、カーブ区間を通じてハンドル操作のぶれが大きいことがわかる。

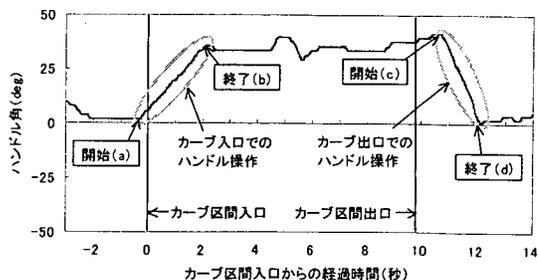


図-4 ハンドル操作状況

表-1 ハンドル操作の分析結果

		高齢者、非高齢者: 各15名 被験者の走行速度		
		40km/h	50km/h	自由速度
ハンドル操作開始時刻 (a点時刻: 秒)	高齢者	-0.65	-0.61	-0.73
	非高齢者	-0.78	-0.64	-1.03
ハンドル操作速度 (a-b間角速度: deg/秒)	高齢者	14.45	18.53	17.10
	非高齢者	13.51	16.20	15.10
ハンドル操作のぶれ (b-c間標準偏差: deg)	高齢者	4.14	4.17	4.07
	非高齢者	2.59	3.07	2.66

また、被験者の道路上の走行位置を測定し、ハンドル操作と関連付けて分析した結果では、高齢者は非高齢者に比べ、徐々にカーブの外側あるいは内側に進行し、カーブ区間の途中であわててハンドルを切っている状況が多く見られた。

考察すると、高齢者は、ハンドル操作に際して状況認識に時間を要し、また、その結果あわててハンドル操作を加えたり、その操作量を確認するために時間を要し、さらにハンドル操作の修正を必要としながら、カーブ区間を通行しているものと考えられる。

### 【成果の発表】

以上の成果は下の学会等において発表を行っている。

- ①高齢ドライバーの右折時特性に関する実車実験, 土木学会 第56回年次学術講演会講演概要集(CD-ROM版), 2001
- ②実車実験に基づく高齢ドライバーの運転挙動の一考察, 第21回交通工学研究発表会論文報告集, pp.221-224, 2001.10
- ③高齢運転者のカーブ走行時特性に関する一考察, 土木学会 第57回年次学術講演会講演概要集(CD-ROM版), 2002 (発表予定)

### 【成果の活用】

今後とも高齢ドライバーの増加が予測されていることから、このような高齢ドライバーの特性を考慮しながら、交通安全対策を推進していくことが重要である。具体的には、交差点での右折では交通量や周辺状況等に応じて右折現示を設けたり、カーブであれば緩やかな道路線形の採用や、急激な線形の変化を避ける、あるいは拡幅する等の対策が必要になってくるであろう。また、インフラ側だけでなくこのような特徴を高齢者自身及び周囲の道路利用者が理解し、交通事故防止に務めることが必要と考えられる。

### 【参考文献】

- 1) 澤田東一、小口泰平：操舵制御動作における加齢の影響, 人間工学, Vol.31, No.5, pp323~330, 1995

### 3. 2 道路事業調査費



# 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】

冬期の路面管理については、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、適正な投資及び管理水準の検討が必要とされる。

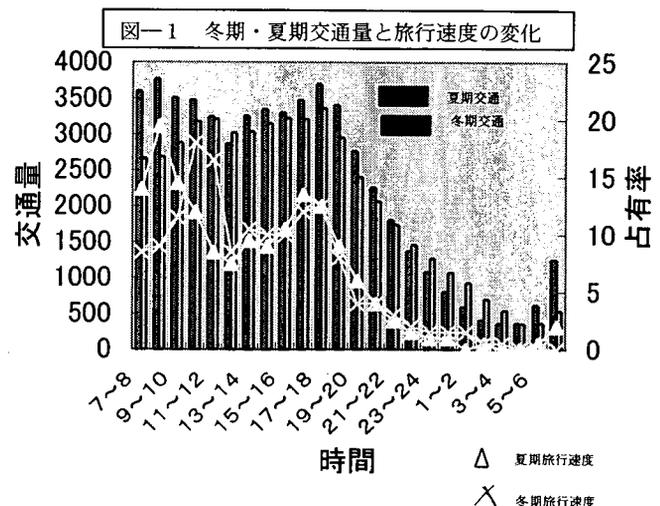
当研究においては、冬期における路面管理の水準を示す指標を検討するとともに、雪寒事業のより効率的な執行を図るために整備効果計測手法の検討を行うものである。

### 【研究内容】

現地観測データに基づき、冬期交通特性を把握、冬期路面管理における指標の検討と、管理水準について、現況解析と交通状況を再現したモデル式を構築し検討を行うこととする。なお、指標の選定にあたっては、以下を基本に行う。

- ・管理水準及び指標については、常に一定水準を確保するため、常時計測できる指標とする。
- ・指標の選定にあたっては、道路利用者が理解しやすい指標を選定する。

### 1. 冬期路面管理における指標の選定



指標の選定については、東北地方整備局の交通量常時観測地点における冬期と夏期の交通比較に基づき検討を行う。(図一1参照)

冬期の交通量は、夏期と比較し交通量が減少する。交通工学的関係で考えれば、交通量の低下に伴い混雑度が低減し、走行速度は改善される。しかし、冬期の場合、逆に走行速度は低下し、慢性的な渋滞を引き起こしている。これは、冬期における積雪や路面凍結が、交通容量及び走行速度に影響を与えているものである。

本検討における冬期路面管理の指標として、冬期の路面状況が、交通容量に影響を与え走行速度

を低下させていることに着目し、走行速度を指標として選定する。また、走行速度の指標化については、交通量常時観測地点において、つねに計測でき、かつ利用者にとっても走行しながら把握できる数値データとしての優位性も考慮している。

## 2. 現地観測データによる解析

・一般国道17号新潟県湯沢町観測データ（平成12年12月～平成13年3月 交通量、気象、路面状況（4区分：乾燥、湿潤、凍結、積雪））

### (1) 一次解析

走行速度と、その変化要因について、単純解析を実施。「路面状況と平均走行速度」「路面積雪深と平均走行速度」「路面温度と平均走行速度」の関係について解析を実施したが、路面状況、路面積雪深により走行速度の低下が大きく見られた。

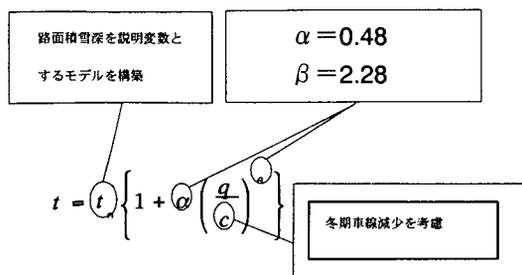
### (2) 二次解析（クロス解析）

一次解析の着目点をさらにクロスで解析し、走行速度の変化要因を探る。路面状況、路面積雪深、道路幅員、路面温度、平均交通量、平均走行速度を使用し、クロス解析を実施。結果として、路面積雪深3cm付近に速度の変化点が存在する。また、路面状況と有効幅員のクロス解析において、積雪の増加・有効幅員の減少に伴い、走行速度は低下する傾向が判明。これらの変化要因をモデル式として構築し、管理水準の検討を実施する。

## 3. 管理水準の検討

### (1) モデル式の構築

現地解析結果に基づき、冬期における交通量の低下について路面状況、路面積雪深を説明変数とし、冬期のパフォーマンス関数としてBPR関数を使用し、モデル式を構築する。



t: 旅行時間

t0: 該当リンクの自由旅行時間(ゼロフィー時)

q: リンク交通量

c: 時間交通容量

α、β: パラメータ(土木学会「交通需要マニュアル(案)」)

\* t0の算定(冬期の走行速度の変化要因を考慮)

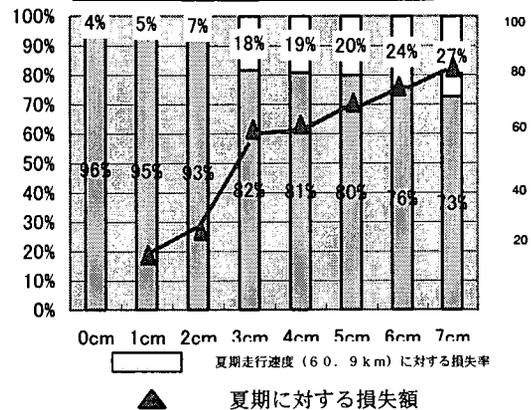
$$t_0 = \alpha + \beta_1 \cdot h_{snow} + \beta_2 \cdot T_{road}$$

+ β3 · Dh (t0: 自由旅行時間、hsnow: 路面積雪深、

Troad: 路面温度、Dh: 路面積雪深3cm以上ダミー)

## [研究成果]

図一2 速度低下と損失額



モデル式使用し、路面積雪深における走行速度の変化を再現すると、路面積雪深2cm～3cmの間で大きく走行速度は変化しており、夏期の走行速度の60.9km/hに対し、路面積雪深3cmで約2割の速度低下が発生する。また、これに伴う走行時間による損失額も、2cmの約2.5倍の結果となった。(図一2参照)

また、車線幅員の確保については、道路構造令に規定されている冬期路肩W=0.5mを確保し交通容量を算定、走行速度を試算すると、ほぼ同程度の結果となった。以上より、管理水準としては、

アウトカム指標として

- ・走行速度 V=夏期速度の90～80%を提供
- アウトプット指標として
- ・路面積雪深 2cm～3cm
- ・車道幅員 W=車道幅+冬期路肩0.5m以上

管理水準の検討については、まだデータ数も少なく、また走行速度にもっとも影響があると考えられる凍結路面のデータがないため、今後これらデータの収集と伴に、様々な要因を考慮し継続的な検討を実施していく必要がある。

## [成果の発表]

平成14年度 土木学会発表予定。

## [成果の活用]

- ・ 冬期道路管理マニュアルへの反映
- ・ 冬期都市圏における交通解析等への反映

# 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 pedestrian area 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

Pedestrian space such as sidewalk has to have the space for passing and/or staying of pedestrians. In recent years, the space where pedestrians can feel pleasantness is also required. In this study, the method of deciding the width of 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〕

13年度は、調査研究の初年度にあたるため、まず豊かさに関わる評価方法を整理するとともに、それを用いた分析を試行した。

### 1. 豊かさ等に関わる評価手法の収集

豊かさ等に関わる評価に際し適用可能な数学的・統計的手法を得るため、豊かさや景観、歩行者空間の価値等の観点から分析を加えた既存の調査結果や研究成果、論文等を収集した。それらの文献から、評価手法とその特徴を簡潔にまとめた(表-1)。

これらの分析手法の他では、数量化Ⅰ類、数量化Ⅱ類と同類の分析方法として、近年「コンジョイント分析」も活用されている。コンジョイント分析も、「空間構成要素の程度」と「空間評価値」との直接的関連づけを行うものである。

### 2. 評価の試行

1. で得た評価手法を参考に、歩行者空間に対して豊かさの観点に基づく評価を試行した。ここでは、歩行者空間に関する9編のイラストを用い、アンケート調査を実施して分析データを得た(回答者数:91名)。

表-1 評価手法と特徴

手法	特徴
因子分析	空間をイメージづける言葉・表現(因子)の探索(→表現軸の解明)。「因子」と「空間評価値」との関連づけが別途必要。
数量化Ⅰ類 数量化Ⅱ類	「空間構成要素の程度」と「空間評価値」との(直接的)関連づけ。
CVM(仮想市場評価法)	「空間」を「金銭価値」で評価。
AHP(階層分析法)	「空間構成要素」の個別比較により、要素間の重みづけ。重みづけに従い、「空間構成要素」から「空間評価値」を算定。

表-2 試行した評価手法

手法	調査方法等
因子分析	9編のイラストを対象。イラストに対し、各回答者が23の形容詞(表-4の結果欄参照のこと)の観点について11段階で評価(そう思う⇔そう思わない)。アンケート調査結果を因子分析。
コンジョイント分析	9編のイラストを対象。イラストに対し、各回答者が豊かさの観点を11段階で評価(間隔尺度)。各回答者が、豊かさの観点から9編のイラストを順位づけ(順序尺度)。間隔尺度、順序尺度の両結果を目的変数として、コンジョイント分析。

また分析手法としては、「因子分析」と「コンジョイント分析」についてその有効性を考察した。表-2にはそれら調査分析に関わる特記事項を示す。

9編のイラストは表-3に示す3要素3水準を考慮し

て作成した。イラストの一例を図-1に示す。

表-3 イラストに関する要素と水準

要素	水準
歩道幅員	歩道幅員 3m 歩道幅員 5m 歩道幅員 7m
植樹	なし 植樹帯あり 植樹帯+並木
ベンチ等	なし ベンチあり ベンチ+ストリートファニチャー



条件：歩道幅員 5m、植樹帯+並木、ベンチ+ストリートファニチャー

図-1 イラストの例

表-4 因子分析の結果

	第1因子	第2因子	第3因子	第4因子
個性的である	-0.110	0.658	0.480	-0.013
洗練されている	0.322	0.177	0.622	0.265
どこまでも歩きたくなる	0.189	0.516	0.485	0.122
休憩しやすい	0.188	0.194	0.651	0.358
快適である	0.275	0.766	0.222	0.161
開放的である	0.811	0.068	0.318	0.117
広さがある	0.764	0.253	0.211	-0.038
好きである	0.273	0.415	0.569	0.185
楽しい	0.117	0.617	0.451	0.387
親しみを感じる	0.281	0.382	0.415	0.506
明るい	0.444	0.264	0.253	0.602
ゆとりがある	0.492	0.681	0.138	0.194
くつろげる	0.130	0.398	0.548	0.391
落ち着いた	0.405	0.154	0.337	0.561
のびのびした感じがする	0.704	0.110	0.239	0.450
きれいである	0.437	0.325	0.215	0.553
調和している	0.070	0.760	0.096	0.274
うるおいがある	-0.027	0.664	0.282	0.506
歩きやすい	0.767	0.327	0.012	0.227
暖かい感じ	0.119	0.226	0.275	0.698
安全である	0.532	0.151	0.202	0.393
新しい感じ	0.291	0.209	0.510	0.345
すっきりしている	0.727	-0.140	0.077	0.175

因子分析によれば、分析時の固有値の大きさ、累積寄与率等から4因子で説明することが好ましいと考察でき、表-4から、歩行者空間は下記の4つの因子とその内容により、道路利用者の表現軸が構成されているものと考えられる。

第1因子：開放感、歩きやすさ

第2因子：快適、調和

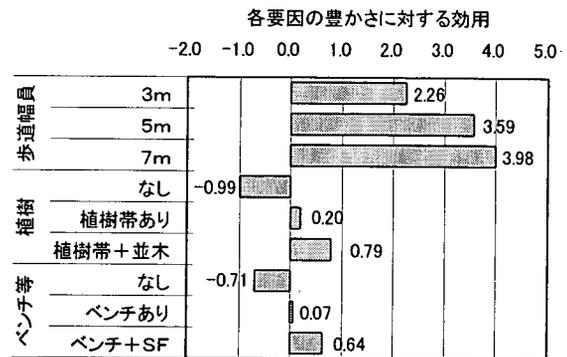
第3因子：洗練、くつろぎ

第4因子：暖かさ、明るさ

分析結果からこれらの因子と表-3の3要素との関係を概観すれば、定性的に次のようにいえる。

- ・ 第1因子（開放感、歩きやすさ）と第2因子（快適、調和）は、歩道幅員との関係が強い。
- ・ 第3因子（洗練・くつろぎ）と第4因子（暖かさ、明るさ）は、植樹やベンチ等の有無との関係が強い。

コンジョイント分析(間隔尺度使用)の結果からは、各要因の効用として図-2の結果を得た。これによれば、歩道幅員が広いほど、また植樹やベンチ等が存在するほど、豊かさの観点では好ましいということになる。



※) SF:ストリートファニチャーの略

図-2 各要因の効用

### 【研究成果】

13年度の調査研究により、次の各点を得た。

- ① 豊かさ等に関する評価手法として、因子分析、数量化I類、AHP（階層分析法）等がある。
- ② イラストを用いた試行の結果、歩道幅員が広いほど、また植樹やベンチ等が存在するほど、豊かさの点では好ましい。なお本評価に関しては、実際の風景や交通状況、環境（美しさ、清潔さなどを含む）等を材料に取込み、さらなる検討を進めていく必要がある。

### 【成果の活用】

13年度に収集・試行した評価手法により、各種データを蓄積しながら、今後は歩行者空間の幅員決定方法へと反映していく。

# 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 of intersections 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, it is forecasted that the number of elderly drivers will increase in the future. Elderly driver has various characteristics for driving. For example, it is difficult for him to drive adequately at intersections and at curve sections. In this study, these characteristics of elderly drivers are analyzed and traffic safety countermeasures 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】

13年度は、調査研究の初年度にあたるため、次の2点の調査・分析を通じて、高齢ドライバーが関わる危険事象やそれらの特徴をまとめた。

①高齢者に参加を募り、「自動車運転時におけるヒヤリ地図」を作成して、高齢ドライバーのヒヤリ事象の発生場所と特徴を把握した。

②高齢者が関わる交通事故について分析し、その特徴を整理した。

### 1. 高齢ドライバーによるヒヤリ地図づくりと、ヒヤリ事象の特徴

ヒヤリ地図は、主に普段から車を利用している高齢者(65歳以上)を対象とし、詳細な道路地図を見てもらいながら、道路利用時に「ヒヤリ」、「ハッ」とした危

険事象の場所と状況を個別に指摘してもらって、その結果を地図上に示すことから作成した。危険事象の詳細は、調査員がヒアリングを重ねることにより得るものとした。高齢者はつくば市在住の方とし、合計で111名(男性92名、女性19名)から危険事象を得た。

危険事象はつくば市内で発生したものを対象とするものとし、表-1のヒヤリ体験、危険認識の別に、『いつ、どこで、どのようにヒヤリ体験をしたのか』など、できるだけ具体的な回答を得た。

危険事象の収集結果を表-2に示す。本調査は高齢者に対して直接ヒアリングする形式としたため、1人あたりの危険事象数は比較的多く、1人あたり3.5箇所もの指摘となった。また、危険事象がつくば市内の広範

表-1 危険事象の分類

	具体的内容
ヒヤリ体験	交通事故には至らないものの、一歩間違えれば交通事故になる可能性が高かった体験
危険認識	実際にヒヤリ体験したわけではないが、危険が感じられたり、そのために注意したりしている状況

表-2 危険事象数等

危険事象数		危険事象地点数	
ヒヤリ体験	163	6人が指摘	1
危険認識	223	5人が指摘	1
その他	3	4人が指摘	1
合計	389	3人が指摘	4
		2人が指摘	41
		1人が指摘	280
		合計	328

囲に分布する形となったため、2人以上の指摘が重なった箇所は48箇所と、全危険事象地点(328箇所)の約15%で比較的少ない結果となった。

別途実施した「非高齢ドライバーによるヒヤリ地図」との比較結果も勘案しながら、本調査の結果を考察すると次のようになる。

**(1) 高齢者の危険事象は、居住地の近くで発生する。**

つくば市域を5つの地区(桜、豊里、大穂、谷田部、筑波)に分割し、高齢者の居住地区と危険事象地点との関係を見ると、危険事象の概ね6~7割が高齢者の居住地区内で発生していた。これは、高齢者の活動範囲が自宅周辺を中心としているためであろうが、それと同時に、高齢者は自宅周辺で危険事象に遭っていることがわかる。

**(2) 高齢者の危険事象は、市道などの身近な道路で発生する。**

危険事象地点の道路種別をみると、高齢者の危険事象は市道で発生している割合が高い。これは(1)とも関係し、居住地近くの市道で危険事象が発生しているためとも考えられるが、一方で、調査時の高齢者の回答には、「幹線道路は交通量が多いので極力利用していない。昔からあって、よく知っている道路を使っている。」というものもあり、高齢者がよく知っている道路を選択しながら利用しているためとも考えられる。

また、危険事象地点の分布を見ると、旧県道で発生しているケースも多く見られた。道路の新設により主交通は新県道に移るようであるが、高齢者の自動車交通は旧県道を相変わらず利用していることが原因でこのようになったものと考えられる。

本調査研究では、危険事象の指摘が重なった地点での現地調査も実施した。写真-1は、最も多く指摘が重なった地点の状況である。この道路は村落内を通る旧県道であり、左からの自動車は一時停止の後、この



写真-1 危険事象箇所の状況

旧県道を横切っている。危険事象は、この左からの交通と旧県道を通行する交通との間の見通しが確保されていないために生じている。新県道は既に開通しているが、この旧県道と左側道路からの自動車交通は未だに多いと感じられ、このような場所での安全対策(見通しの確保や、自動車速度の抑制等)は引き続き実施すべきと考えられる。

**2. 高齢ドライバーが関わる交通事故の分析**

(財)交通事故総合分析センターが保有する事故データから、高齢者が関わる交通事故(計106件)を抽出し、それらの特徴や要因を分析した。要因等のうち主なものを表-3に示す。

事故の特徴や要因としてまず挙げられるのが、信号無視、一時停止無視、脇見運転などである。これらに対しては、高齢ドライバーの自覚を高めるなど、人的側面での対策を十分に行う必要がある。

それ以外には、見通しの悪い交差点で確認のために車両先端を交差点に進めて事故になった例や、車両等の陰で確認すべきものが隠れていて事故になった例、他車の速度を判断ミスした例などがある(表-3の網掛け部)。これらは一見、高齢ドライバーの人的要因とも考えられるが、これらの要因を引き起こさないように、道路側でも、十分な確認ができるよう『視界』を確保するなどの処置が必要になってくると考えられる。

表-3 高齢者の事故要因(主要なもの)

	要因等	件数
1	信号無視	10
2	一時停止無視	17
3	脇見運転	7
4	未確認のまま交差点への頭出し	5
5	車両等の陰になる位置の確認不履行	5
6	他車速度に対する判断ミス	11
7	その他確認の不履行、不十分等	21

**[研究成果]**

13年度の調査研究より、次の各点を得た。

- ① ヒヤリ地図の作成において、高齢者が身近な道路で視認性の問題を指摘するケースが多く見られた。
- ② 事故データからは、高齢者が見通しの悪い交差点を未確認のまま、車両先端を交差点に進めて事故になった例などが見られた。
- ③ これらから、視認性や視界の改善を行うことが重要であると考察できた。

**[成果の活用]**

13年度の調査結果を参考に、14年度以降は、高齢ドライバーの特徴等を勘案した交通安全対策について検討する。また最終的には、これら知見を集約し、「交通事故対策マニュアル」としてとりまとめる。

# 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 13～15 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

In recent years, with improving road network in a region or change of the needs for roads, there are some cases that existing roads must be reconstructed to fit to new arrangement of road functions. Road space reallocation of existing road structure, as this case, will be necessary for road construction and management in future. In this study, road space reallocation based on 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するとともに、望ましい道路機能再配分のあり方やそれに伴った道路構造を検討する。

### 〔研究内容〕

13年度は、道路機能の再配分に関わる海外基準類を収集、分析するとともに、国内外における事例調査を実施した。

#### 1. 道路空間再配分の分類

13年度の各調査に先立ち、道路空間再配分に関して分類し概念を定義づけた。分類は、「課題の所在」と「対応の方法」に着眼して行い、表-1のように分類結果を得た。

ここでは、バイパス整備により旧道の道路空間を再配分するケース（分類 3）などに加えて、地域コミュニティの活性化などのために、時間を限って道路空間

表-1 道路空間再配分の分類

	分類と内容	具体例
1	<p>「道路空間に対する、道路利用者や地域住民などからの要望・要求」と「要望等への対応」</p> <p>(内容) 地域コミュニティの場の創出や商店街の活性化、道路環境改善などのために、新たに道路活用の要望・要求が生じ、それに対応するケース</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地域コミュニティや商店街の中心となる道路において、イベント、オープンカフェ等の開催要望。道路空間はそれに対応できるよう改築し、時間を限って歩行者天国化。</li> <li>・道路環境改善の要望・必要性から、車道の縮小と、歩道・自転車道・植樹帯の設置・拡幅などの実施。</li> </ul>
2	<p>「道路整備後の経過に伴う道路の使われ方の変化」と「変化に対する是正」</p> <p>(内容) 道路整備後に、沿道開発が起きたり人口流動が生じたりして、整備直後と比べて道路の使われ方が変化したことから、道路の使われ方に対して道路空間を是正するケース</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・沿道施設の開発等により歩行者交通が増大。一方で、実体上歩道側1車線は路上駐車に使われていたため、歩道側車道を削減して歩道を拡幅。</li> <li>・自動車交通の増加に合わせて、道路空間を改築し、車線数を割増し。</li> </ul>
3	<p>「道路ネットワークにおける道路の役割分担の不整合・混乱」と「役割の統合・再配分・分担」</p> <p>(内容) 並行する道路に同一機能の役割を持たせるよりも、道路の役割を統合・分担した方が好ましいケース(ネットワークの観点から道路の役割を統合・分担)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・バイパス整備により旧道の自動車交通が減少したため、旧道では車道の幅員を縮小し、その分歩道を拡幅。</li> <li>・現道と旧道とが並行しているものの、歩行者空間が不足しているため、現道は自動車交通を重視し、並行する旧道を歩行者空間化することで役割を分担。</li> </ul>

を特別に使用するケース（分類 1）も道路空間再配分とした。

## 2. 海外基準類、報告書類の分析

ドイツやイギリスでは、道路空間を再構築した例や、ショップモビリティ等を通じて道路空間を有効利用した例が報告されている。ここでは、ドイツ、フランス、イギリス、アメリカの4カ国を対象に、関連する技術基準類並びに記述内容について、収集・分析した。

ドイツでは道路空間再構築が盛んであるが、再構築のみを対象とした技術基準類は存在せず、道路の新設・改築の両面に適用できる技術基準類を参考に、それぞれの事業が進められている。例えば、バイパスや高速道路の整備に応じて旧道の果たす役割が変化した場合には、既存の技術基準類に照らして、旧道の機能や果たすべき役割を再考しそれに応じた道路空間となるよう再構築が進められている。

ドイツでは、関連する技術基準類として EAHV93（和訳書名：都市内幹線道路の設計に関する勧告）が参考になる。ここでは、道路ネットワークの位置づけから当該道路が都市内幹線道路に分類された場合に、地域の状況に応じて道路の機能を考慮し、それに必要に応じて必要な道路構造要素が決定される。都市内幹線道路は場所に応じて道路機能も様々に異なるため、道路の横断面構成も場所によって様々となる。

## 3. 事例調査結果

欧州及び国内において、道路空間再配分事例を収集した。以下には、その一例を示す。

### ○ドイツ・ヘネフ市における事例

#### <背景・経緯>

ヘネフ市は、ボン市の郊外に位置する人口約3万人の都市であり、その中心市街地を迂回するように4車線のバイパスが整備された。これにより、市街地を通過していた幹線道路の交通量が減少するとともに、この道路が従来持ち合わせていた「自動車交通処理の機能」に代わって、歩行者や自転車の通行、商店街としてのまとまりなどが新たな道路の機能として考えられるようになった。そこで、この3kmの区間について、道路空間の再構築が実施された。

#### <特徴>

3kmの対象区間では、商業が集中する区間や、旧来の邸宅が並ぶ区間などがあり、それぞれの沿道土地利用や地形、歩行者等のニーズを考慮しながら再構築が行われた。

#### <具体の対策>

具体の対策の例は、次のようである。

- ・ 商業地区では中央帯を配し（車道との高低差は設けない）、自動車の速度抑制と歩行者の横断を補助



写真-1 歩行者横断を考慮した中央帯



写真-2 市街部入口を明示するロータリー

（写真-1）。

- ・ 旧来の邸宅がある区間では、邸宅の配置を活かし、道路を蛇行させて、自動車の速度抑制に活用。
- ・ 市街部入口にはロータリーを設置して、これ以降が市街部であることを明示（ゲートとしての効果の確保：写真-2）。

#### 【研究成果】

13年度の調査研究により、次の各点を得た。

- ① RAS-N、EAHV93、EAE85/95など、ドイツをはじめとした各国における道路空間計画に関する技術基準類を収集した。これらは、再構築のみを対象とした基準ではないが、道路機能の変化に応じて道路空間を再構築していく考え方が参考になる。
- ② ヘネフ市、エア・エアケンシュヴィック市、ケルン市、フライブルグ市（以上、ドイツ）、ストラスブール市（フランス）、名古屋市、横浜市などにおける対策事例を収集した。

#### 【成果の活用】

13年度に収集・分析した情報を活用し、14年度以降は、我が国における道路空間再配分の考え方をとりまとめるとともに、手順や具体的対策の例示等を図り、最終的には、「道路空間再配分マニュアル」としてとりまとめる。

# 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 鹿野島 秀行

Researcher Hideyuki Kanoshima

Road safety audit was institutionalized and has been carried out in the United Kingdom since 1990, and introducing some effects on reducing the number of traffic accident. In this research, the methodology of introducing road safety audit into our country is studied through investigation of overseas research in the U.K. and 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。交通安全向上のアプローチとして、英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。英国では当初、主に新規供用道路設計時に設計案を、交通安全に精通している第三者が監査しよりよい設計案を実現する目的で導入された。本研究では海外動向の調査等を通じて、道路安全監査を我が国に導入する際の方法論の整理を行うものである。

### [研究内容、成果]

#### 1. 事例の調査

##### (1) 海外事例

1990年に英国で制度化された道路安全監査であるが、その有効性が知れ渡るに連れて、主に英連邦各国やその影響の大きい国々(豪州、ニュージーランド、デンマーク、米国、韓国、カナダ、シンガポール、マレーシア、南アフリカ共和国等)で導入され始めている。

ここでは主にマニュアル類の基本的考え方において対極的な立場をとる、英国と豪州の方法について記述する。

##### ●英国

イギリス道路・交通学会 (Institute of Highways and Transportation; IHT) が道路安全監査指針 (Guidelines for the Safety Audit of Highways)<sup>1)</sup> を刊行し、英国交通省 (当時: DOT) が実施基準<sup>2)</sup>、勧告<sup>3)</sup> を刊行している。各州は IHT の指針あるいは独自の基準を採用している。IHT 指針に添付され

ているチェックリストは5パターンが用意されており、それぞれは非常に簡素なものであるが、各州で用意されているチェックリストは詳細なものとなっている。例えば Northamptonshire 州のチェックリスト<sup>4)</sup> は 14 パターンあり、それぞれが細かいチェックリストになっている。

##### ●豪州

AUSTROADS (オーストラリア各州の道路輸送交通当局がメンバーとなった組織) がマニュアルを作成している<sup>5)</sup>。このマニュアルはパート A (道路安全監査の紹介)、パート B (道路安全監査の詳細)、パート C (安全な道路設計のための原則)、パート D (監査のためのチェックリスト) で構成されている。チェックリストは延べ 50 パターン用意されており、それぞれが細かいチェックリストになっている。

#### (2) 海外事例から得られた考察

##### 1) 道路安全監査の定義

IHT ガイドラインでは「道路の安全性に変化をもたらす新たな事業において、これをシステムティックにチェックする方法」(Proctor and Belcher, 1993) と定義している。この定義からわかる通り、本来道路安全監査は新規に建設される道路を対象として、できるだけ安全に機能させることを目的としている。また安全性の高い道路であれば、供用後に安全対策をしなくてすむため、道路のライフサイクルコストが削減できるという点も大きなポイントとなっている。

##### 2) 道路安全監査の構成

経験豊かなエンジニアや専門家は、どのような道路が安全でどのような道路が危険なのかを経験的に知っている。それらは各人が保有しているものであるが、それらの経験を集大成したものは存在しない。IHT ガイドラインではこれらの知識を "Safety Principles" (安全原則) と呼んでいるが、これこそが道路安全監

査"Road Safety Audit"の本質である。本来であれば安全原則とは個々の設計に関する事故の予測が可能なモデルに基づいたものでなければならないが、これはいまだ開発途上であり、実用的ではない。しかしこの分野の研究は増えており、それらの成果を徐々に安全監査に導入していく方向にあるようである。

また安全原則を実際の現場で活用するためのツールとして、後述のチェックリストが用いられる。本来専門家の頭の中にある知識を迅速に安全な設計に反映させるといのが道路安全監査の趣旨であるから、文書化することはやや矛盾に感じられるが、あくまで忘備録としての利用を前提とし、必ずしもそれに縛られる必要はない。

### 3) 道路安全監査の実施体制

IHT ガイドラインでは安全監査を実施するための6種類の体制を提示しており(表-1)、中でも上3つが推奨されている。

#### 4) 監査者の役割

安全監査の結果は最高責任者に報告され、監査実施後の責任の所在を明確化する必要があるとしている。また監査者は監査の各段階において安全に関わる各要素をチェックし、問題点を発見する責任を負っているが、設計や実施手法の変更はその役割ではない。また監査者は理想的には研究成果や統計的現象、交通管理、土木工学に関する知識を有していることが望ましいとされる。

表-1 IHT ガイドラインによる安全監査の実施体制

番号	実施体制(日本語訳)
1	専門のチームによる監査 →独立した認定組織による意思決定
2	事故調査の専門家による監査 →独立した Project Manager による意思決定
3	事故調査の専門家による監査 →当初の設計チームによる意思決定
4	第二の設計チームによる監査 →独立した判定者による意思決定
5	第二の設計チームによる監査 →当初の設計チームによる意思決定
6	設計チーム内の監査と意思決定

#### 5) 道路安全監査のスケジュール

安全監査は道路の新設、改築の場合と供用中の道路に対して行う場合で実施スケジュールが異なる。

##### ●道路の新設、改築の場合

表-2には IHT ガイドラインによる安全監査の実施スケジュールを、表-3には Northamptonshire 州のガイドラインによる安全監査の実施スケジュールを示す。後者は前者を参考に作成されているが、その違いは供用後にモニターをするという観点を付加している点である。

表-2 IHT ガイドラインによる安全監査の実施スケジュール(道路の新設、改築の場合)

段階	監査の対象	備考
1: フィジビリティスタディまたは計画の初期段階	特に都市内における大規模な事業では、路線選定・規格・既存のネットワークへの影響や連続性・交差点の数や形態	交通運用や維持工事では不要
2: 計画の概要または概略設計が完了した段階	縦断・平面線形・見通し及び取り付け道路や滞留スペースを含む交差点形状	この後には用地取得が行われるため、計画の変更は制限される。
3: 詳細設計の途中または完了した段階で、契約書類が用意される前の段階	交差点の詳細設計、区画線、標識、信号機、道路照明等	小規模な改良の場合、段階2と3を併せて行ってもよい。
4: 供用の直前		現場のスタッフや警察官を交えて行う。新たな道路を実際に運転したり、必要な場合には歩いたり自転車で行ったりすることも必要。夜間の検査も必要。

※大規模な事業では工事中の安全監査が必要な場合もある。

表-3 Northamptonshire 州ガイドラインによる安全監査の実施スケジュール(道路の新設、改築の場合)

段階	監査の対象	備考
1: フィジビリティスタディまたは計画の初期段階	路線選定・規格・既存のネットワークへの影響や連続性・交差点の数や形態	既に完成した設計についての安全面を対象。設計の再評価や戦略的な問題の評価は含まない。
2: 計画の概要または概略設計が完了した段階	縦断・平面線形・見通し及び取り付け道路や滞留スペースを含む交差点形状	用地の必要条件と路線選定はこの段階までになされる必要がある。
3: 詳細設計の途中または完了した段階で、契約書類が用意される前の段階	交差点の詳細設計、区画線、標識、信号機、道路照明、臨時の交通管理、歩行者・自転車の挙動等	修正案が出るまでは監査人は関わるべきではない。
4: 供用の直前	最初の設計と建設の段階の変更点	
5: 供用後の監視	初期の保全期間(maintenance period)とその後3年間の負傷事故の記録	保全期間の最後には事故記録の初期分析を実施すべき。

●供用中道路の場合

供用中の道路の場合は事故データに基づいて安全問題を特定するところまで行う。先述の通り、IHT ガイドラインでは監査対象である道路の機能に合致せず、ネットワーク構成上でその道路が占める位置に対応していない設計・配置・道路施設の要素を特定することを目的として行われることから、以下のようなスケジュールで実施される。

- ① 監査する道路のネットワーク上の機能的位置づけに対応した基準に合致していない要素や特徴を抽出
  - ② 抽出された要素や特徴を報告書に記載
  - ③ 事故発生状況や他の配慮事項に関与する道路管理者は、何らかの改善措置をとる必要があるかどうかを判断
- 6) 道路安全監査の導入効果

根拠は不明であるが、DOT の 1987 年版"Road Safety : the Next Steps"には「時間の節約から被害者の節約に施策を転じることにより、今後 10 年間に5%の事故削減の可能性があると記されている。また図-1に人口 10 万人当たりの事故死者数の各国別推移を、図-2に自動車1万台当たりの事故死者数の各国別推移を示す。1990 年以降の英国の死者数の減少は他国に比べて明らかに大きい。1990 年は英国において Road Safety Audit が導入開始された年であり、因果関係は明確ではないものの示唆的である。

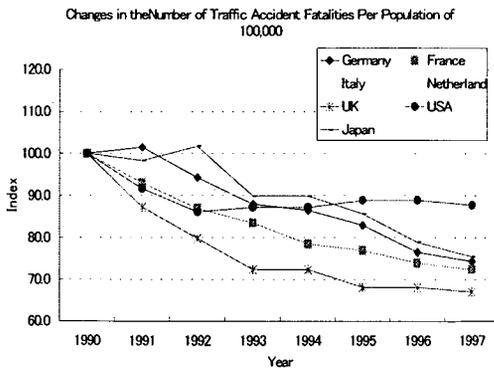


図-1 人口 10 万人当たりの事故死者数の各国別推移 (1990 年を 100 とした場合の指数) ⑨

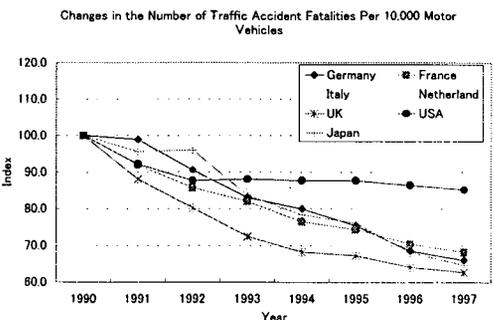


図-2 自動車 1 万台当たりの事故死者数の各国別推移 (1990 年を 100 とした場合の指数) ⑨

7) 英国において発生している課題

瀬尾らは英国交通省(DOT)内で高速道路及び幹線道路の事業を担当する Highways Agency や London 市内での安全監査を担当する London Research Center、その他の地方道路を担当する Hampshire 州政府においてヒアリングを行い、実施面における問題点を整理しているため、以下に紹介する<sup>7)</sup>。

●安全監査を行う人材の不足

道路安全監査は事故分析に習熟し、かつ第三者的立場をとれる専門家を選定する必要がある。ところで従来、英国では地方政府のエンジニアが道路設計・事故分析・対策立案を行ってきた一方、政府では公共事業のなるべく多くを民間に実施させる方針を有しているため、実際には経験の浅い民間コンサルタントが安全監査を実施しているのが実状だそうである。

●安全監査官の資格と研修制度

現在のところ交通安全の専門家や監査官の資格・認定制度は存在しないようである。実際の知識を学ぶに当たり、幾つかの技術者協会や大学では安全に関する基本的事項や法律関係を教えるコースを持っているが、大半はいわゆる"On the Job Training"により行われている。

●訴訟問題

懸念はされているものの、実際に監査に関連した訴訟は起こっていないようである。これは難しい問題であり結論は出ていないものの、仮に裁判で争われた場合には、安全監査の勧告を元に最終的に決定を行うプロジェクトマネージャーが合理的な判断をしたかどうか訴訟の焦点になると考えているようである。

8) わが国独自に発生が予想される課題

●複数の管理者間での調整

日本においては同じ地域であっても道路管理者が複数存在する。例えば交差点を考えてみる。交差点は上位側道路の管理者の管理下にあるのが一般的である。しかし交差点を監査した後に勧告を発する場合、どちらか一方の管理者だけで済むことは少ないと考えられる。外注する場合の費用負担、勧告の権限の影響範囲等といった、複数の管理者間での調整に関わる課題は導入前に整理しておく必要があるだろう。また交通安全事業は警察も関係するため、より複雑な調整が必要となると思われる。

(3) 国内事例

京都国道工事事務所では学識経験者、道路管理者、公安委員会をメンバーとした委員会を設置し、管内の事故多発地点緊急対策事業箇所における交通安全対策の立案を行っている。この委員会では学識経験者もメンバーとなった幹事会も設置されており、現地調査も含めて対策の素案作成も行っている点が特徴である。つまり対策立案過程に交通安全に精通した学識経験者が参加しているのであり、まさに道路安全監査の概念に近いものである。

## 2. 交通安全事業における道路安全監査制度導入の検討

今年度は交通安全事業に限定して、道路安全監査を導入する場合の体制についての検討を行った。

事例調査を踏まえて、体制案を検討した結果を表-4に示す。このうち、委託先における設計者と監査者の独立性に疑問が残るという理由で「設計・監査一体A方式」、現状では各課間の人事交流等も盛んであり独立性を保ちづらいという理由でインハウスエンジニア方式を検討から除外した上で、残り3案のメリット、デメリットを表-5に整理した。以上の検討成果を踏まえると、設計・監査分離B方式、すなわち図-3のような体制、進め方が最も適切と考えられる。

### 【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。

### 【参考文献】

- 1) The Institute of Highways and Transportation (1996), "Guidelines for the Safety Audit of Highways", November, 1996
- 2) The Highways Agency, The Scottish Office Industry Department, The Welsh Office Y Swyddfa Gymareig, The Department of the Environment for Northern Ireland (1994), Road Safety Audit HD19/94
- 3) The Highways Agency, The Scottish Office Industry Department, The Welsh Office Y Swyddfa Gymareig, The Department of the Environment for Northern Ireland (1994), Road Safety Audit HA42/94
- 4) Northamptonshire Planning and Transportation (1991), Safety Audit Policy
- 5) Austroads (1993), Road Safety Audit
- 6) 財団法人交通事故総合分析センター：「交通統計 平成10年版」, 1999.4
- 7) 瀬尾卓也, 山川俊幸, 田中直樹：「"Road Safety Audit"について」, 交通工学 Vol.32, No.2, 1997

表-4 方式の概要

方式	概要
設計・監査一体A方式	・設計、監査を連続的に一体で実施 ・委託先は監査メンバーの人選等も請け負う
設計・監査一体B方式	・設計、監査を連続的に一体で実施 ・監査を対策実施者が選定するメンバーで実施 ・対策実施者は、監査者の人選を行うとともに、監査者メンバーとしても参加
設計・監査分離A方式	・設計と監査を独立で実施 ・委託先は監査メンバーの人選等も請け負う
設計・監査分離B方式	・設計と監査を独立で実施 ・監査を対策実施者が選定するメンバーで実施 ・対策実施者は、監査者の人選を行うとともに、監査者メンバーとしても参加
インハウスエンジニア方式 (設計・監査分離)	・交通対策課等が立案した案を、他の部局（隣課、隣工事事務所交通対策課、本局交通対策課等）に監査してもらう。

表-5 各方式のメリット、デメリット

方式 \ 評価項目	日本の現行の行政組織との親和性	学識経験者の参加しやすさ	総合評価
設計・監査一体B方式	× *1	△ *2	×
設計・監査分離A方式	○	×	△
設計・監査分離B方式	○	○	◎

- \*1 委員会設置者(官)と被監査者(設計コンサルタント)が異なり、議論の主体が曖昧である。  
 \*2 対策実施者が設置する委員会であるという点で出席はしやすいものの、被監査者は設計コンサルタントであり、現状に照らすと違和感がある。  
 \*3 監査者を設置する組織(対策実施者が委託)が民間の場合:学識経験者の参加が難しいことが考えられる。公益法人の場合:委託できる組織が少ない。

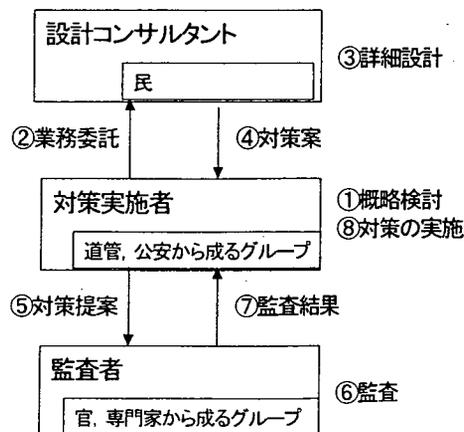


図-3 道路安全監査の手順(案)

# 道路付属施設等の緩衝対策に関する試験調査

## Research on Shock Absorbing Measures for Roadside Facilities

(研究期間：平成11～平成13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

研究員 若月健

Researcher Takeshi Wakatsuki

Traffic accidents in which vehicles collide at a diverging end/traffic barrier end become more serious than at other roadside facilities. Although some crush cushions were developed in foreign countries for those structures, those cushions are not suitable for Japanese narrow roads in Japan. In this research, new crush cushion structures adapted to the Japanese roads were developed.

### 〔研究目的及び経緯〕

道路の分岐部や防護柵端部などの道路沿いの工作物に衝突する事故は、他の事故に比べ重大事故になりやすい。これら工作物の緩衝対策は、主として欧米で施設開発が行われているが、工作物が道路直近に設置されるなど設置スペースに制約があり、対策の実施しにくい我が国の道路状況に適合するものとはなっていない。そこで本研究は、我が国の道路状況に適合する緩衝施設について構造検討を行うとともに、施設の設置に対する要件をとりまとめたものである。

### 〔研究内容〕

本研究は、まず必要となる緩衝施設の機能（想定する衝突条件）について整理し、機能を満足する緩衝施設の構造等を検討した。また、検討した緩衝構造について動的シミュレーション解析および衝突実験検証を行い、効果的な構造を把握した。

#### 1. 緩衝対策の対象工作物等

工作物衝突について道路管理者が実施すべき対策としては、道路付属施設や道路構造に関連した緩衝対策が考えられる。対象は、標識柱、並木、防護柵端部、分岐部等であり、これらの工作物等に前面衝突し乗員被害が大きくなりやすい。ただし、標識柱や並木などについては、歩道や路側に設置される関係で効果的な緩衝対策を実施しにくい。ここでは、防護柵端部、分岐部などにおける緩衝施設について検討するものとした。

#### 2. 衝突条件

通常分岐部などに車両が衝突する場合、小型乗用車では車室にまで変形が及び乗員被害が大きいのに対して、トラックなどの大型車では車体の変形が車体下部に止まり、乗員被害も乗用車などに比べて軽い場合が多い。本調査では防護柵設置基準に準拠し、衝突車両を被害が大きくなりやすい小型乗用車とし、また衝突速度は法定速度を考慮して80km/h、100km/hの2段階を想定した。施設の検討では、まず80km/hでの衝突に対して乗員保護機能を有する施設の検討を行なった後、100km/hでの衝突に適用する構造の検討を行うものとした。

#### 3. 緩衝構造

表-1の条件について、対応する緩衝構造の検討を行った。このとき、施設に用いる材料の物性把握や入手の容易性の観点から、これまでの防護柵開発などにより基礎的な物性を把握している鋼製材料を用いるものとし、市販の材料を組み合わせた構造とした。

表-1 衝突条件と機能の評価内容

車両質量	衝突速度	評価
1トン	80～ 100km/h	○10ms間の車両重心加速度の最大値 <196m/s <sup>2</sup> ○車室空間が確保されていること ○衝突後車両は正常な姿勢を保持していること ○衝突後車両の跳ね返りが少ないこと

#### 4. 機能の検証

機能の検証は、動的衝突シミュレーション及び実車実験により行うものとした。

動的シミュレーション解析に用いたソフトは、車両の衝突実験解析に実績のある ESI 社製の PAM-CRASH である。またシミュレーションでは、実車衝突実験との整合性を高めるため、実験車両のモデル製作、緩衝施設支柱の土中挙動に関するモデルの検討も併せて行った。また実車衝突実験は、国土技術政策総合研究所衝突実験施設を用いて行った。

これらの実験解析における評価条件は表-1に示すとおりである。

#### 5. 検討結果

構造検討により 80km/h、100km/h 衝突対応の基本構造を設定し、衝突実験を実施した。その結果、表-2に示す計測結果となった。

表-2 実験結果

実験 番号	衝突条件			重心加速度 10m移動平均値	車室空間 の確保	車両 姿勢	車両 跳返
	車両質量	衝突速度	ワセット量				
1	1トン	80km/h	左側50cm	120m/s <sup>2</sup>	確保	正常	大
2		100km/h		142m/s <sup>2</sup>	確保	横転	なし

実験1では、車両の加速度も小さく車室空間も確保されており、乗員の安全確保のためには十分な機能を有していることが確認されたが、跳ね返りがかなり大きくなった。また実験2では、緩衝施設の変形が局部的に大きくなり、車両は衝突後に左側が施設に乗り上げ横転した。このため、前面衝突という実験条件を再現できなかったことから、発生した加速度値は参考値として評価対象から外した。

いずれの実験でも、十分満足する性能が得られなかった原因としては、緩衝施設に組み込まれたガイドレールに変形があったこと、車両と緩衝施設との高さ方向の位置関係に問題があったことが原因として考えら

れた。そのため、ガイドレールの固定強度を高める、緩衝材の板厚を変える(3.2mm → 1.6mm)等の検討を行いシミュレーションにより再度検討を行った。その結果、車両は円滑に停止し、また加速度も約 170m/s<sup>2</sup> となり、目標とする 196m/s<sup>2</sup> を下回った。

#### 【研究成果】

本研究により、最終的に我が国の道路に適した緩衝構造として、乗用車が速度 100km/h 程度で衝突した場合までの乗員被害を、効果的に軽減する構造を開発した。分岐部に設置する構造の例を図-1に示す。

諸外国の緩衝施設は、衝突速度 80km/h では 5~7m 程度、衝突速度 100km/h であれば 10~12m 程度の設置延長が必要となるのに対して、本構造は半分程度の設置延長でよいこと、ガードレールなどの部材を用いていることから安価であることが特徴となっている。また、緩衝施設に組み込まれた支柱は、ガイドレールによって移動する方向が決められ、さらに 100km/h 対応型では側面に移動式ガードレールを用いて強化を図っている。

#### 【成果の発表】

本研究の成果は、論文として公表を行った。また開発された構造は、現道において設置されつつある。

#### (公表資料)

第 24 回日本道路会議一般論文集、「道路緩衝施設の開発」、2001,10

#### 【成果の活用】

本研究で開発された構造は、まず国道を対象として、分岐部等で危険性の高い区間を抽出し、当該箇所での機能の検証を行う予定である。

将来的には、防護柵端部、分岐部用緩衝施設の代表的な構造として、防護柵設置基準改訂に資することとしている。

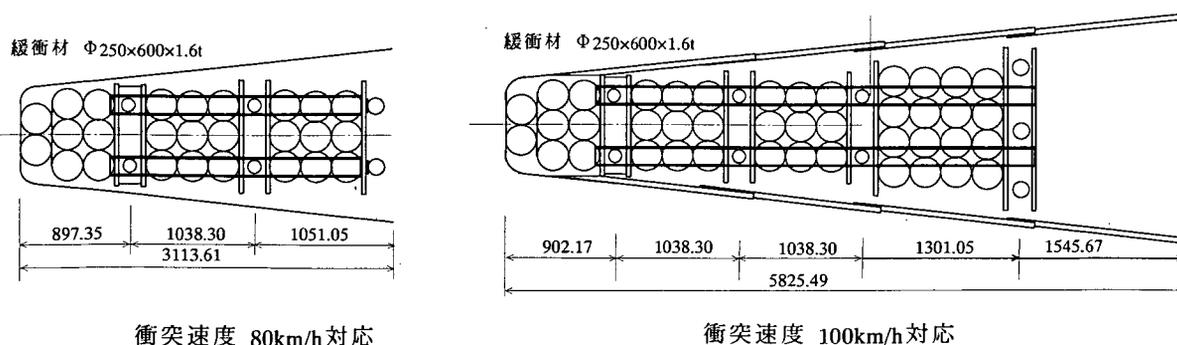


図-1 開発した緩衝構造(平面構造)

# 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

This study investigates the development of equipment and systems of ITS for Pedestrian to ensure safe walking for disabled and elderly people. As a first step, we surveyed the needs of pedestrians, especially the disabled and elderly who are most likely to face difficulties when moving around. This paper presents the results of surveys on the information services required by disabled and elderly pedestrians, and the contents of ITS for pedestrian that will provide such services.

### 【研究目的及び経緯】

歩行者の安全で快適な道路利用を図るには、歩行者空間を整備することはもちろんのこと、危険な場所の明示、歩行経路の案内、経路上の現在地の明示など、適切な情報提供による案内誘導が必要である。

そのため、わかりやすく適切な情報提供により、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歩行者ITSシステムの実用化に向けて、システムの仕様・性能等の標準仕様作成について必要な資料・データの収集・分析・検討を行った。

### 【研究の内容】

#### (1) 歩行者のニーズ調査

##### 1) 視覚障害者及び下肢障害者の歩行追跡調査

身障者の移動中の情報ニーズを調査するため、視覚障害者及び下肢障害者を被験者とした歩行時の追跡調査を行った。

被験者は、自宅周辺および東京都内の商業地域を目的地として、手引きや後押しをしないで移動する。途中、経路や横断歩道の場所、障害物の有無など、情報を得たいときには、同行する調査員に質問する。この質問内容を分析することにより、視覚障害者・下肢障害者が、移動中にどのような情報を必要としているかを調査した。

また、歩行の様子をビデオで撮影し、分析することにより、歩行者自身が認識していない情報ニーズ（歩

行の支障となる地物：車止め等）を観測した。

被験者は、視覚障害者（先天性全盲、後天性全盲、弱視者（視力低下、視野狭窄）、下肢障害者（電動車椅子使用者及び手動車椅子使用者）及び健常者（アイマスク着用及び電動車椅子使用）とし、障害の内容・程度の違いによる情報ニーズの違いを検証した。

この調査の結果、先天性の視覚障害者は後天性の視覚障害者と比較して必要とする注意喚起情報が少ないことや、視覚障害者が、経路案内や注意喚起だけでなく、伝い歩きできるものや、音や臭いによるランド

マーク施設に関する情報を必要としていることがわかった。

#### 2) アンケート調査

歩行者ITSによる情報提供機能の妥当性、情報伝達手法、歩行者ITSの有効性・利用意向等を調査するため、アンケート調査を行った。



写真-1 歩行追跡調査実施状況

視覚障害者が危険を感じる場面	
・蓋のない溝や池・川があるとき	91%
・工事箇所があるとき	88%
・横断歩道に信号がないとき	79%
車いす使用者が危険を感じる場面	
・階段・段差があるとき	89%
・勾配や坂がきついとき	82%

表-1 視覚障害者が危険を感じる状況（アンケート調査より）

(2) 歩行者 ITS のシステムの検討・開発

1) 歩行者 ITS のシステム構成の再検討

歩行者 ITS の技術・システムに関する共同研究に参加している民間企業と共同で、各社が開発を進めている歩行者 ITS の機器・システムにおける位置特定機能・通信機能・ソフトウェアの処理能力等が、身障者の歩行時の情報ニーズに対応しているか否かの検討を行った。

検討の結果、歩行者 ITS ではカーナビと同様に、GIS に注意喚起が必要な歩行障害物、経路、公共交通機関機関等の情報を蓄積し、GPS 等により利用者の位置とマッチングさせながら、各種の情報提供を行うこととした。

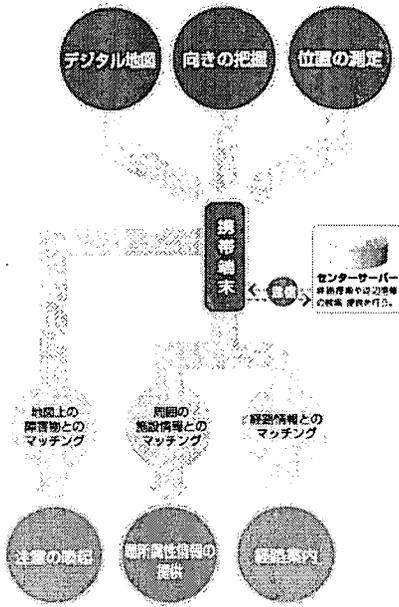


図-1 歩行者 ITS のシステム構成

2) 位置特定システムの開発

歩行者 ITS は、身障者・高齢者をはじめとする歩行者をサービス対象として考えているため、歩行者の要求に応えうる精度とシームレスな位置特定が必要である。カーナビ等で使われている GPS により位置を特定する場合、位置特定精度が低いことと、ビル街や地下街等では位置特定ができないことから、シームレスでかつ高精度な位置特定手法が必要である。

歩行者 ITS では、位置特定手法として、D-GPS、Pseudolite、無線 LAN、RF-ID タグを用いることとした。

3) デジタル地図の仕様(案)の検討

歩行者の情報ニーズに関する調査結果をもとに、歩行者 ITS のデジタル地図に含まれるべき地物を抽出し、その特性に応じて分類するとともに、各地物について、必要な位置精度及び属性情報につき検討を行い、地物リスト(案)を抽出し、実験用の GIS を作成した。

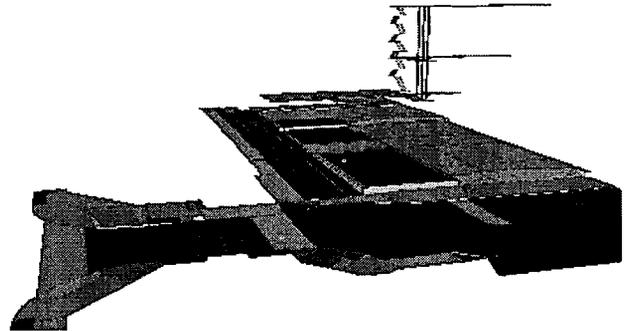


図-2 実験用に作成したデジタル地図

(3) 検証実験の実験及び評価

歩行者 ITS の基本サービスとなる位置特定、周辺の属性情報の提供、経路案内・誘導について、その機能を検証するための実験を行った。

実験では、視覚障害者述べ約 80 名、車いす使用者約 20 名を被験者として、国土技術政策総合研究所ゲート付近から入り口まで (RF-ID タグを用いたシステムでは、6 F 研究室前まで) のナビゲーションを行い、システムを利用した歩行の状態を観察するとともに、情報提供サービスの有効性や問題点、改善方策に関するヒアリング調査を行った。



写真-2 検証実験の状況

実験実施後のヒアリング調査では、歩行者 ITS を「利用したい」との回答が多く、歩行者 ITS の実用化への期待が伺える結果となった。

	利用したい	状況によっては利用したい	利用したくない
注意喚起 (視覚障害者)	7 1	2 6	2
周辺情報の提供 (視覚障害者)	7 6	2 2	2
(下肢障害者)	7 0	3 1	0
経路誘導 (視覚障害者)	7 4	2 5	2
(下肢障害者)	6 3	3 1	6

表-1 歩行者 ITS の各サービスに関する利用意向 (%)

[まとめ]

モニター実験では、被験者の 90% 以上が、歩行者 ITS を「利用したい」と回答しており、歩行者 ITS の情報提供サービスの有効性が確認された。今後は、位置特定技術の改良や GIS 仕様案の作成を行うとともに、費用大綱化の検証や事業実施体制の検討などの実用化にあたってのフィジビリティ調査を行う必要がある。

### 3. 3 地方整備局等依頼経費



# 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

室長 森 望

Head Nozomu Mori

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 considering accessibility of sidewalks and pedestrian spaces is promoted. However, a viewpoint of pedestrian traffic flow and a viewpoint of quality as well as accessibility should be considered, in order to provide desirable pedestrian spaces. In this study, these viewpoints for design of pedestrian spaces are examined.

### 【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、歩道等を含む歩行者空間の形成の観点からは、バリアフリーのみならず、歩行者交通の流れや、滞留等の質的充実を考慮したうえで、計画を立案し歩行者空間を構成していくことが望ましい。またバリアフリーに加えて、ユニバーサルデザインの考え方も唱えられてきており、この点から歩行者空間において必要とされる対応等を把握しておくことも重要である。本調査研究では、ユニバーサルデザイン等の観点を考慮したうえで、歩行者空間の計画・設計の考え方について提案する。

### 【研究内容】

歩行者空間の計画・設計の考え方のとりまとめに向け、13年度は、まず「ユニバーサルデザインの概念」について、既存文献を収集・分析するとともに、「ユニバーサルデザインの観点を考慮した際の、道路空間における留意点」について、とりまとめた。またこの点も踏まえつつ、歩行者空間の計画・設計に向けて、①歩行者空間計画に関わる資料の収集・分析、②歩行者空間計画に関わる基本的考え方のとりまとめ、ケーススタディの作成等を行った。以下では、ユニバーサルデザインの観点からの研究内容、成果について述べる。

#### 1. ユニバーサルデザインの概念

既存文献の収集・分析により、ユニバーサルデザインの概念に関連して、有益な情報を収集することができた。そのうち主なものを表-1 に示す。

近年では、道路空間に対し、バリアフリーに加えて

表-1 ユニバーサルデザイン関連情報

1	<p>米国では、1964年の公民権法により、「人種、皮膚の色、宗教、出身国、性別を基にした差別」が禁じられた。また1973年のリハビリテーション法において、「障害を基にした差別の禁止」が明記された。</p> <p>これらを背景として、1990年のADA法（障害を持つアメリカ人法）では、各種施設の設備の状況により、結局障害者とその施設を利用しづらい場合は、その施設を「差別的」と位置づけた。</p>
2	<p>ADA法は、あくまでも差別を禁止した人権法である。ADA法では、人権の観点を守ることをベースにおいて、建物等に対する技術的規定が定められている。</p> <p>我が国にも、高齢者・障害者の利用性の観点から、建物に対してハートビル法が適用されてきている。しかし、ハートビル法は技術法であり、「基準に合わせて施設を造ること」が目的となっている。</p>
3	<p>ユニバーサルデザインは、1990年頃に米国ノースカロライナ州立大学ユニバーサルデザインセンターのロナルド・メイス（Ronald L. Mace）が提唱し始めた考え方で、「年齢や能力に関わりなく、すべての生活者に対して適合するデザイン」を基本概念としている。</p> <p>ロナルド・メイスは、ユニバーサルデザインの実現に向けて次の7原則を記している。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>①誰でも公平に使用できること</li> <li>②使ううえで自由度が高いこと</li> <li>③単純で直感的にわかる使用方法であること</li> <li>④必要な情報がすぐ理解できること</li> <li>⑤うっかりエラーや危険につながらないこと</li> <li>⑥無理な姿勢を強いないで楽にできること</li> <li>⑦接近して使えるような寸法となっていること</li> </ol>

ユニバーサルデザインの観点を備えるべきであると唱えられることが多い。その際には、ロナルド・メイスが提唱した基本概念（「ユニバーサルデザインは、すべての人にとって適合する機能的で魅力的なデザインである。」）や7原則（表-1）が紹介され、これらに沿うことがユニバーサルデザインを実現することのように捉えられている感がある。

しかし、米国における経過をみれば（表-1）、米国では、人種や皮膚の色による差別が禁止されることと同じように、障害を基にした差別が禁止されており、また差別を生じさせることがないよう、施設等に対して技術的規定が課されている。ユニバーサルデザインは、米国におけるそのような人権に基づく考え方や運動を背景に置いて提唱された考え方であり、単なる技術的着眼点のみが提唱されたものではないことに留意すべきである。このため、我が国の道路空間に対してユニバーサルデザインの考え方を導入するに際しても、根本では、差別を生じさせないことや誰もが不自由な思いをしなくて済むことを考慮すべきであり、そのうえで、技術的手法としてユニバーサルデザインの基本概念と7原則を参考にすることで対応するのか、それ以外の代替案（周囲の人々の手助けを含むソフト的対策など）を採用するのかを考慮すべきと考える。対策実施に際して、「ユニバーサルデザインの基本概念等に従い、単に技術的要件を満たせばよい」と安易に解釈することは避けるべきと考える。

## 2. ユニバーサルデザインに基づく、道路空間での留意点

ユニバーサルデザインは、もともと建築物や製品を対象として発想された考え方であり、この対象内では、利用者の年齢や性別、障害の程度などを踏まえた対応が提案される。これに対して道路空間は、利用者の中でさらに歩行者、自転車利用者、自動車利用者などの多様さがあり、表-2のように、これ以外にも様々な特徴が存在する。特に、同一空間内で様々な利用が同時に発生する点（利用の混在性）で、建築物や製品に比べ道路空間は独特である。道路空間に対してユニバーサルデザインの観点を考慮する際には、このような道路の特徴に留意すべきである。

1. では、ユニバーサルデザインは「差別を生じさせないこと」、「誰もが不自由な思いをしなくて済むこと」という観点を根底に持つもので、技術的対応に加えて、利用者側での対応も考慮すべきことを述べた。表-2の特徴とこの点を合わせて考えれば、ユニバーサルデザインの観点を備えた道路空間の実現要件は、表-3のように整理できる。例えば、歩行者空間においては、「安全性・快適性・使い勝手」の観点から、段差

表-2 道路空間の利用に関わる特徴

項目	内容
利用者の多様性	年齢、性別、障害の有無・程度など 歩行者、自転車利用者、自動車利用者など
利用の随意性	通行、滞留、遊びなど、種々の利用目的
利用の随時性	昼・夜、天候（晴、雨、雪、風など）、気候（暑い、寒い、蒸すなど）
利用の混在性	同一空間内で、様々な利用が同時に発生

表-3 ユニバーサルデザインの実現要件

		内容	
空間側での対応	一断面での対応	安全性	移動が安全であること
		快適性	移動が快適であること
	使い勝手	使い勝手の悪い場所が生じないこと	
空間側での対応	連続性・継続性		空間が連続的であること 継続的な機能維持がなされること
利用者側の対応		空間の制約の中で、利用者が相互に配慮しながら適切に利用すること	

の解消等バリアフリーの諸対策が考えられる。またこれらは空間的に連続で、かつ一定の機能が継続的に確保されるべきである。そのためには、利用者が相互に配慮しながら適切な道路利用を図るなど、「利用者側の対応」も必要となってくる。利用者側の対応としては、高齢者や障害者、それ以外の歩行者が同時に空間を利用する際に、すれ違いや追越しに制約を感じたり、他人の追越しに危険感等を感じたりすることがないように、利用者側で配慮することなどがあたると思われる。

### 【研究成果】

13年度の調査研究より、次の各点を得た。

- ① ユニバーサルデザインの基本概念と7原則に加え、それが提唱された背景を把握した。その結果、「差別を生じさせない」ことを理念として、ソフト・ハードの対策を展開すべきと考察した。
- ② 道路空間でのユニバーサルデザイン実現要件について考察し、安全性・快適性・連続性等を道路空間側で実現するとともに、他人に配慮するなど利用者側での対応も必要であることを述べた。

### 【成果の活用】

歩行者空間のバリアフリー化は、「問題点の解消」を目指したものでしかない。歩行者空間には、問題点の解消に加え、質的充実や歩行者交通量により空間構造を決定することが必要で、今後は、本研究成果を歩行者空間計画マニュアルとしてとりまとめていく。

# 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 on Road Safety Countermeasures based on Traffic Accident Data

(研究期間:平成4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

研究官 鹿野島 秀行

Researcher Hideyuki Kanoshima

On fiscal 2001 we produced “Hiyari Map” as the way of abstraction of dangerous spots and surveyed the characteristics of spacial distribution. As a consequence of analysis, we realize that it is not little that some of dangerous spots are influenced by road structures.

### [研究目的及び経緯]

従来の交通安全対策は事故の多く発生しているところを中心に行われてきた。ところで、我が国では走行台キロ当たりの事故件数は横ばい傾向にあるが、事故件数自体は増加の一途にある。抜本的に事故を減らすためには、走行台キロ当たりの事故件数を大幅に減らすような、従来の方法にとらわれない新しい交通安全対策が求められていると言える。

その解決策の一つとして、実際に事故は発生していないが、潜在的に危険な箇所を把握し、事故が発生する前に対策を実施するというアプローチが考えられる。その一つの方法として、近年高齢者に対する交通安全教育の分野で注目されている「ヒヤリ地図」<sup>1)</sup>の活用が考えられる。ヒヤリ地図とは交通事故直前の「ヒヤリ」、「ハッ」とした経験を歩行者や自動車利用者等の道路利用者に指摘してもらい、それらを地図上に示すものである<sup>2)</sup>。

平成13年度はヒヤリ地図を作成し、ヒヤリ体験の発生要因の特徴についてマクロ的観点、事例的観点から整理した。

### [研究内容、研究成果]

#### 1. つくば市の概況

茨城県つくば市は、人口約17万人、面積約260km<sup>2</sup>、人口密度約650人/km<sup>2</sup>(いずれも平成13年10月現在)である。市域は南北に25.4km、東西に14.9kmと南北に

長い形状であり、道路延長は平成10年時点で3,194kmとなっている。鉄道駅がないこと、研究学園都市として整然とした道路網が整備されたことから、自動車社会が浸透している。今回の被験者もほとんどが自動車を常用している。

#### 2. ヒヤリ地図の作成

道路を利用しているときに交通事故になりそうで「ヒヤリ!」や「ハッ!」とした経験や、危険に感じている場所について、『いつ頃、どこで、どのようなヒヤリ体験をしたのか』、あるいは『どこでどのような状況になる可能性があり、どのように注意しているのか』をアンケート方式により調査した。調査対象はつくば市内とし、つくば市役所職員にアンケート票を配布した。これらを回収しつくば市内の地図に地点をプロットし、ヒヤリ体験の内容も書き加えて、ヒヤリ地図を作成した。なお、ヒヤリとした体験とは別に、常に危険を感じている箇所もとらえるため、以下の通り分類し、回答の際に選択してもらった。

ヒヤリ体験:『交通事故には至らないものの、一歩間違え

れば交通事故になる可能性が高かった体験』

危険認識:『実際にヒヤリ体験したわけではないが、危険

が感じられたり、そのために注意している状況』

なお、以後これらをまとめて「ヒヤリ体験等」と称する。

今回の調査では回答者数123名、ヒヤリ体験等指摘箇所数178箇所、同延べ箇所数250箇所が得られた。上述

のつくば市の概況を反映して、自動車乗車中のヒヤリ体験等が多いことが特徴的であった。

### 3. ヒヤリ体験等指摘箇所の特徴の把握

#### (1) マクロ的な整理

各々のヒヤリ体験等をしないためには何を改善すればよいのかをアンケート内で問うた結果、道路に関するものが最も多かった(表-1)。またアンケートのフリーワード欄に書かれた記述からヒヤリ体験等の背後にある要因を整理した(表-2)。これらの結果はヒヤリ体験等が道路と関係していることを裏付ける結果と考えられる。

表-1 指摘されたヒヤリ事象に対する解決策

設問	①自分	②相手	③道路	④規制	⑤その他	無回答	回答数
調査数	110	79	124	50	21	20	404
(%)	44.0%	31.6%	49.6%	20.0%	8.4%	8.0%	161.6%

#### (2) 複数名指摘箇所の事例

複数名がヒヤリ等を指摘した箇所は、それだけその危険が一般的なものと考えられる。ここではそのうち4名の被験者が指摘した交差点(図-1)について示す。内容はいずれも朝の通学時間帯に多数の自転車が通行、あるいは交差点の信号待ちで滞留する点に起因するヒヤリ体験等に集中している。

ところで、別途平成8年から10年までの事故データベースを調査したところ、この交差点では2件の出会い頭事故が発生しているものの、先に示されたヒヤリ体験等の内容に相当する事故、すなわち自転車が自動車と並走中に発生した事故は存在しなかった。つまりこの交差点は、自転車が自動車と並走中に発生する可能性が高いものの、たまたま発生していない区間、すなわち潜在的危険区間と考えることができる。



図-1 事例交差点の概況

表-2 要因の分類

要因	指摘数
その他視認性の妨害	31
カーブによる視認性の妨害	22
ドライバーの交通安全意識の欠如	20
狭幅員	20
ドライバーの安全不確認	19
樹木による視認性の妨害	14
ドライバーの認識不足	11
交通量の多い無信号交差点	11
直進・右折併用車線	10
変形交差点	10
コメント無し	9
交差点と交差点の近接	8
無理な車線運用	8
狭幅員歩道	6
カーブと勾配による視認性の妨害	5
わかりにくさ	5
自転車の交通安全意識の欠如	5
交通量の多い道路	4
勾配区間と交差点の近接	4
信号現示の改善	4
夜間における暗さ	4
短い付加車線長	3
道路施設による視認性の妨害	3
路面管理	3
その他	2
急カーブ	2
カーブと交差点の近接	1
カーブと出入り口の近接	1
極小交差点	1
交差点と出入り口の近接	1
歩行者の交通安全意識の欠如	1
合計	248

太字は道路交通環境要因

#### 4. まとめ

まだ分析が不十分であるが、現時点でヒヤリ地図を交通安全対策に活用する上での要点をまとめると次の通りとなる。すなわち、現在、一般道路上の交通事故発生地点を正確に把握できる唯一のデータベースである交通事故統合データベースは、データベース化されるまでに多くの時間を要しており、かつ対象も幹線道路に限られている。したがって、

- ・市町村道以下の道路における交通安全対策候補箇所を抽出する手段
- ・幹線道路における交通安全対策箇所を迅速に抽出する手段
- ・幹線道路における潜在的危険箇所を抽出する手段

として、データベースの弱点をヒヤリ地図でカバーすることができよう。

#### 【成果の発表】

- 鹿野島秀行, 森望: 「バ

イパス整備による都市圏域の交通事故状況の変化に関する考察 - ネットワークとリンクの各側面に着目して-」, 土木技術資料 Vol.43, No.6, p.p.30-35, 2001/06

- Hideyuki KANOSHIMA: "Analysis of the Effect of Traffic Safety Countermeasures on Traffic Accident Black Spots", 9th World Conference On Transport Research, 2001/07

#### 【参考文献】

- 1) 財団法人国際交通安全学会: 『ヒヤリ地図をつくろう ~シルバーによるシルバーのための交通安全~, 1998年3月
- 2) 若月健: 『ヒヤリ地図』, 土木技術資料, 第43巻第10号, p16, 2001年10月

# 道路利用者の多様化に対応した交通安全施設の高度化

## Research on Roadside Facilities for Diverse Road Users

(研究期間：平成13～平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

交流研究員 林 堅太郎

Associated Researcher Kentaro Hayashi

This research aims at to establish design methods of roadside facilities that diverse road users including elderly drivers and handicapped people are easy to use. As a first step, we cleared visibility of diverse road users, elderly drivers and handicapped people, and grasped the relation between visibility of traffic signs/traffic lighting and visual characteristics of those users.

### 【研究目的及び経緯】

道路に設置されている案内標識、道路照明、区画線などの交通安全施設は、これまで特に高齢者や身体障害者等を想定した設計がなされていない。しかし、今後高齢運転者や身体障害者の道路利用の機会が増えるものと予想され、これら多様な道路利用者の身体能力に配慮した交通安全施設が必要になってくる。

本研究は、高齢者や身体障害者の特性、交通安全施設の利用傾向を把握するとともに、現在の交通安全施設の問題点を整理し、多様な道路利用者にとって使いやすい施設の設計方法の考え方を確立するものである。

本年度は研究の初年度として、高齢者や身体障害者の視覚特性等を整理した。また、案内標識、歩道照明施設とこれら道路利用者との関係について調査した。

### 【研究内容】

#### 1. 道路標識の設置基準と高齢者特性に関する検討

高齢運転者は、身体機能が非高齢者に比べて急激に低下するといわれている。そこで、高齢運転者の特性把握として、現状における高齢運転者の運転頻度や目的等の運転状況、案内標識の利用状況等について、既往の知見を整理した。さらに、道路標識設置基準<sup>1)</sup>(以下設置基準と略す。)に示されている案内標識の設計方法に組み入れられている運転者特性因子との関連性に着目し、高齢者の心身特性を踏まえた標識設計の妥当性を検討するとともに、設置基準に高齢者特性

を考慮した設計方法を導入する場合の課題を整理した。

#### 1. 1 高齢運転者の運転状況

道路交通センサス等による道路利用の年齢別構成割合等を参考に、高齢運転者の運転状況を整理した結果、以下のことが判明した。

- ①高齢者は日常外出する機会が多く、その4割が自家用車を利用している。
- ②運転目的は、家事買い物、社交娯楽、観光行楽等が多い。
- ③観光行楽目的でのトリップ長は、非高齢者に比べて短い。
- ④夜間の利用は少ない。

従って、観光行楽等で未知の道路を利用する可能性は高く、高齢者が利用しやすい案内標識の設置は重要な課題といえる。ただし、高齢者が夜間に視認しやすい標識として、照明付き標識を設置していく必要があるかについては、さらに検討が必要であるといえる。

#### 1. 2 標識設計における高齢者因子

設置基準によれば、案内標識の文字の大きさ・複雑さ、走行速度、車線数などに応じて交差点から標識までの距離は、(1)式により算出することになっている。なお、標識との位置関係を図-1に示す。

$$L=l + D-j \geq (n-1) \cdot L+1/(2 \cdot \alpha) \cdot (v_1^2-v_2^2) \cdots (1)$$

ここで、l：判読距離 (m)

D：先行距離 (m)

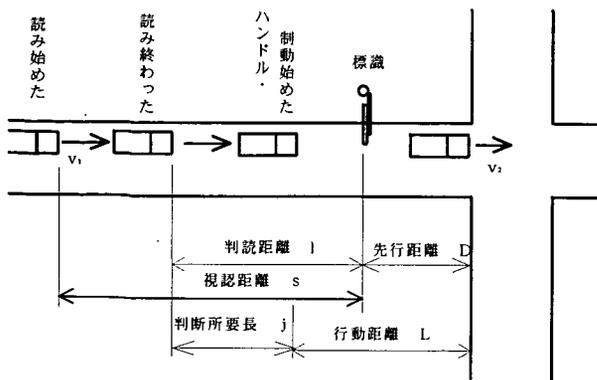


図-1 標識設計に用いる因子

- $j$ : 判断所要長 =  $t \cdot v_1$ 、 $t$ : 判断時間(s)
- $n$ : 車線数
- $L$ : 車線変更距離(m)
- $\alpha$ : 減速度 ( $m/s^2$ )
- $v_1$ : 接近速度 ( $m/s$ )
- $v_2$ : 最終速度 ( $m/s$ )

設置位置の設計に用いるこれらの因子の内、運転者の心身特性としては、判断時間、車線変更距離、減速度などが関与し、以下の数値が定められている。

判断時間  $t = 2.0 \sim 2.5$  秒

車線変更距離  $L = 120m$

減速度  $\alpha = 0.75 \sim 1.5m/s^2$

高齢者の諸特性を調査研究した既往の知見によれば、上記のうち判断時間は、高齢者は非高齢者より0.2秒程度長くなるが、全体として2秒を下回る<sup>2)</sup>こと、また車線変更距離は、高齢者が車線変更を行う時間は2秒程度で可能であり、距離に換算すると時速60kmの場合約35mで変更できる<sup>3)</sup>こと、減速度では、通常の減速を体感する自動車や高速エレベータの場合、1~2  $m/s^2$ 程度である<sup>4)</sup>こと等、基準に示されている運転者因子に関する諸数値は、高齢者にとって特に不適と判断されるものではないことが判明した。

### 1. 3 視認性実験からみた検証

建設省土木研究所(現国土交通省国土技術政策総合研究所)によって、高齢運転者、非高齢運転者を比較した標識視認性実験<sup>5)</sup>が行われており、その結果を基準に当てはめ現行設計方法の妥当性を検証した。その結果は図-2に示すとおりであり、判読距離は70歳代以上になると急激に低下していることがわかる。ただし判読距離を年齢層別の平均値で見ると、いずれの年齢でも基準値を20m程度以上上回っている。また

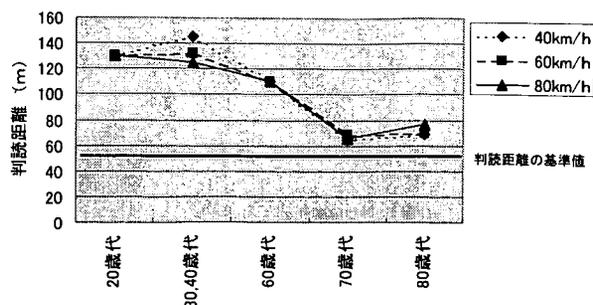


図-2 判読距離の実測値と基準値との関係(平均)

被験者数では、被験者全体としては約9割が、70歳以上でも8割以上が基準値を上回る結果となった。従って、現行基準は高齢者に対しても満足できる水準になっているといえる。

## 2. 歩行者用照明に関する検討

近年の交通事故特徴のひとつとして、夜間における高齢歩行者の死亡事故件数が増加傾向にある。また、高齢者や身体障害者等が自立した日常生活や社会生活を営むことができる環境を整備することを目的に通称「交通バリアフリー法」が制定され、多様な道路利用者を考慮した歩道等の整備が求められている。しかし、現在のところこれら多様な道路利用者を想定した歩行者用照明の明るさや設置方法等は明確でなく、適切な歩行者用照明の設置の考え方を確立することが緊急の課題となっている。

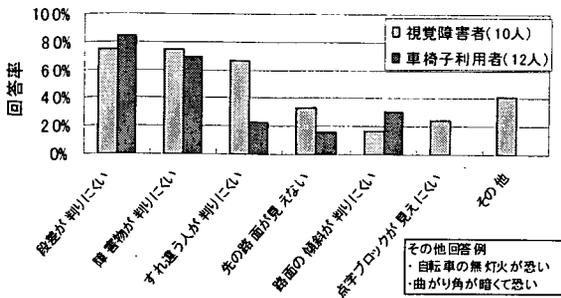
これらを踏まえて、視覚特性や視認位置が健常者とは異なる視覚障害者及び車椅子利用者に対して、夜間における歩行特性および歩道照明の効果を把握するためヒヤリング調査を行った。さらに、車椅子利用者については、安全・安心に通行できる歩道路面の明るさ(歩道路面照度)を見出すことを目的に視認性実験を行った。

### 2. 1 身障者等の夜間における歩行特性調査

視覚障害者10名、車椅子を利用している肢体不自由者12名を対象として、日常生活上で夜間に歩道を通行する際の問題点などについてアンケート調査(図-3、4)を行うとともに、その分野の学識経験者3名を訪問し、歩行者用照明に関してヒヤリング調査し整理した。

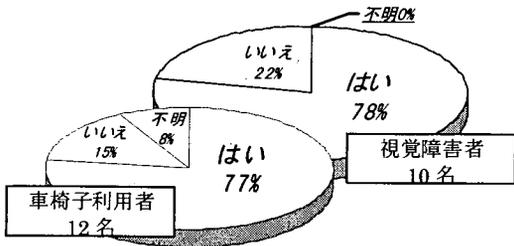
調査結果から、身障者等を考慮した歩行者用照明の要件として以下のことを把握した。

- ① 視覚障害者は、夜間において、灯具自体の発光部分を視線誘導として利用しながら歩行しており、歩道照明は、連続して等間隔に設置することが望



明かりのない歩道ではどのような点が不便か?

図-3 アンケート結果 (その1)



暗い歩道を通行中に他人に認識されず不安を感じるか?

図-4 アンケート結果 (その2)

ましい。

- ② 視覚障害者及び車椅子利用者は、段差等につまずいたりすることが多いため、段差等が予め判っている場所には、別途局所的に照明を設置することが望ましい。
- ③ 歩行者は通常路面を見て通行しており、その視線と照明器具発光部とのなす角度が小さいとグレアを感じやすいため、低位置に照明器具を設置する場合は注意が必要である。
- ④ 視覚障害者は、照明によってできる影を障害物と誤認する恐れがあることから、歩道路面の明るさにムラのない照明を行う必要がある。

## 2. 2 視認性評価実験

試験走路に仮設した歩道 (写真-1) を、JIS Z 9111 道路照明基準「歩行者に対する歩道照明の基準」に規定されてある照度値 (3、5、10、20Lx) に設定した。被験者は7名とし、いずれも実際に肢体不自由者で車椅子を利用している者である。

被験者は各照度に設定された仮設歩道を通過後、表-1に示す項目の評価を行った。また、同時に何m先を見て通行しているか (以下、視線距離という) を回答させた。

図-5に、視認性評価結果を示す。ここで支持率と

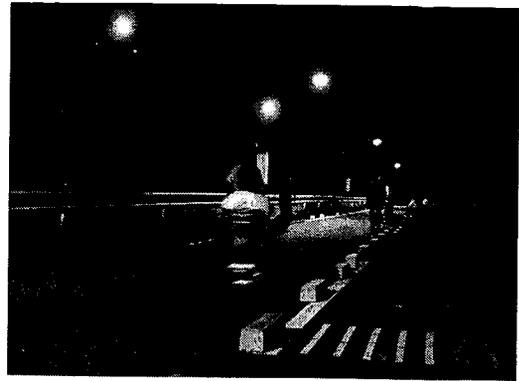


写真-1 実験風景

表-1 評価項目

a	歩道路面が見えて歩きやすい
b	障害物が認識できる
c	すれ違う歩行者に危険を感じない
d	すれ違う自転車に危険を感じない
e	歩道照明が眩しくない
f	路面に明るさのムラがない
g	すれ違う歩行者の顔が見える
h	すれ違う自転車の顔が見える

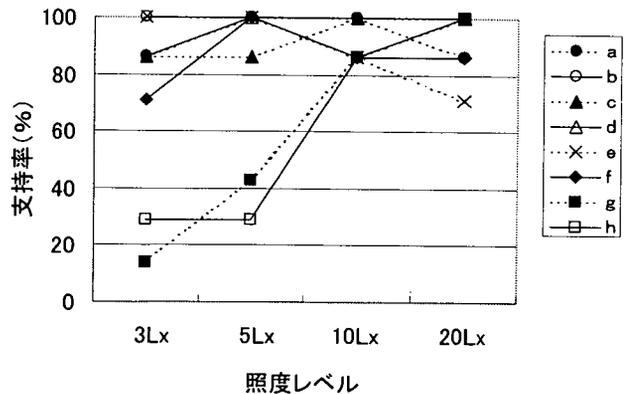


図-5 視認性評価実験結果

は、通行のしやすさについて肯定的な回答をした被験者 (例えば、路面が見えて歩きやすかった、障害物が認識できたと回答した人) の割合を示している。

図によれば、3Lx、5Lxの低い照度レベルは「すれ違う歩行者・自転車の顔が見える (図-5のg、h)」とする評価の支持率が過半数を下回っている。その他の評価項目においては概ね高い支持率を得ている。

次に、照度レベルと視線距離の関係についてみたものを、図-6に示す。

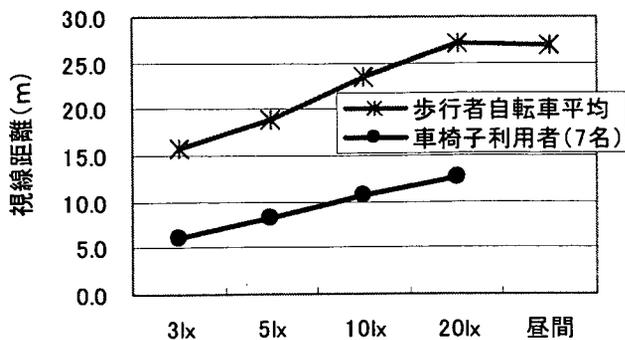


図-6 視線距離と照度レベルの関係

車椅子利用者の視線距離は、照度レベルが高くなるに従って延びており、その距離は5～15mの範囲であった。また、歩行者等の視線距離<sup>7)</sup>と比べて車椅子利用者の視線距離は短く、その差は約10～15m程度となっている。

図-5、6からみて、車椅子利用者は照度が低下し路面の明るさが不足すると、足下をよく見ようとする(視線距離が短くなる)傾向が強くなり、このため対向する歩行者や自転車利用者の視認性が低下するという、関連した一連の視認特性が生じるものと考えられる。従って、車椅子利用者が安全に通行するために、比較的広範囲に見渡しながら移動するためには、10Lx程度以上が必要であると考えられる。

#### 【研究成果】

##### 1. 案内標識

本研究により、現行の設計基準が高齢者に対して満足できる水準であることが判明した。ただし今回の研究から、高齢者が非高齢者に比べ視認能力が低下する傾向にあることは明らかであり、特に高齢者の利用が多い道路などでは、文字の大きさを通常より大きくするなどの配慮も検討する必要があると考えられる。

また設計基準に示されている判断時間や減速度の数値は範囲として示されているので、範囲内の上限の値を設計に用いるなどの対応も検討すべきである。

## 2. 歩行者用照明

本研究により、多様な道路利用者が夜間において、安全・安心に通行するための歩道照明に必要な基礎的要素が把握できた。

中でもヒアリング調査より、路面にムラのない照明をする必要があること、また、視覚障害者は歩道照明施設の発光部を視線誘導として利用しているなど、照明施設の設置方法においても配慮が必要であることが指摘された。また視認性評価実験からは、車椅子利用者においては、路面の明るさに高い照度レベルを要することがわかった。

#### 【成果の発表】

研究の初年度であり、特に発表は行っていない。

#### 【成果の活用】

本研究成果のうち案内標識関するものは、道路標識設置基準改訂に資する予定である。また、歩行者照明については、道路の移動円滑化整備ガイドラインに取り入れられる予定であり、さらに道路照明設置施設基準改訂に資するものとする。

(参考文献)

- 1) (社)日本道路協会、「道路標識設置基準・同解説」、1987.1
- 2) 例えば、David W. Neylor、「Intersection Design Decision/Reaction Time for Older Drivers」、75th Annual Meeting, TRB, 1996.1
- 3) 宇野・平松、「車線変更時の高齢ドライバーの運転特性に関する調査結果」、自動車研究、(財)日本自動車研究所、1996.1
- 4) 近藤、「人間工学ハンドブック」、コロナ社、1972.4
- 5) 高宮他、「高齢ドライバーの標識地名判読距離に関する研究」、第19回研究発表会論文報告集、(社)交通工学研究会、1999.
- 6) JIS Z 9111「道路照明基準」、日本規格協会、1988.3
- 7) 「平成12年度歩行者用照明の必要照度に関する検討業務報告書」、国土交通省土木研究所、2000.3

### 3. 4 発表論文



### 3. 4. 1 交通事故分析、交通事故対策に関する研究

## 交通安全事業の効果評価

建設省道路局国道課、建設省道路局道路環境課  
建設省土木研究所道路部交通安全研究室

建設省東北地方建設局道路部交通対策課、建設省関東地方建設局道路部交通対策課

建設省北陸地方建設局道路部道路管理課、建設省中部地方建設局道路部交通対策課

建設省近畿地方建設局道路部交通対策課、建設省中国地方建設局道路部交通対策課

建設省四国地方建設局道路部道路管理課、建設省九州地方建設局道路部交通対策課

北海道開発庁北海道開発局建設部道路維持課、沖縄開発庁沖縄総合事務局開発建設部道路管理課

### 1. はじめに

我が国の道路交通事故による死者数はここ数年減少傾向にあるものの、平成11年においても9,005人という多くの尊い人命が失われている。また交通事故件数は850,563件と7年間連続で過去最高を記録する等、依然として厳しい状況が続いている。

このような状況に鑑み、建設省では公安委員会と連携し、特定交通安全施設等整備事業七箇年計画に基づき、交通事故の発生要因に対応した交通安全対策を推進している。しかし、より効果的に安全な道路交通環境の整備を推進するためには、事前事後に評価を行い、企画立案に反映させていくことが重要である。

本課題は効果評価の重要性に鑑み、幹線道路における交通安全対策を中心に、多数のデータを集計するマクロ的な観点からの効果評価、個々の現場に着目したミクロ的な観点からの効果評価という双方のアプローチから効果評価について整理を行うものであり、平成11年度、12年度にわたって建設省技術研究会の指定課題として実施したものである。

### 2. 事故多発地点緊急対策事業

交通事故は道路上で満遍なく発生しているのではなく、特定の区間に集中して発生する傾向があることがわかっている。このことから、近年我が国では幹線道路を中心に科学的な事故分析に基づいた対策が進められている。これには近年の情報処理技術の急速な発展が背景としてあり、事故データ、統計手法の利用等、客観性の高さを特色としている。具体的には以下に示すプロセスで進められる。

- (1) 問題点の抽出：事故統計の検討等
- (2) 問題の分析：事故分析等
- (3) 対策の策定：対策手段の検討，効果の検討等
- (4) 対策の実施：対策の実施計画，実施等
- (5) フォローアップ：事後調査，効果の測定

このプロセスを実務的に推進するため、平成8年度に事故多発地点緊急対策事業が創設された。これは事故データを用いて客観的に抽出された事故多発地点(事故多発地点緊急対策事業箇所)に対して、道路管理者と都道府県公安委員会から成る事故多発地点対策推進会議で対策を立案推進するものである。

### 3. 事故多発地点緊急対策事業箇所の抽出

事故多発地点緊急対策事業箇所の抽出は建設省の道路交通データと警察庁の交通事故データをあわせた交通事故統合データベースのうち平成2年～5年の4年間のデータを用いて10年間に1件以上の死亡事故が発生する可能性が高い箇所が選定されている。具体的には以下の抽出基準が設けられている<sup>1)</sup>。

- (1) 4年間で2件以上の死亡事故が発生している箇所
- (2) 4年間で24件以上の人身事故が発生している箇所
- (3) 正面衝突、追突等の事故類型に応じて換算した死亡事故件数<sup>\*</sup>が、4年間で0.4件以上となる箇所

<sup>\*</sup> 死亡換算件数(=  $\sum$ (事故類型別死傷事故件数 × 事故類型別致死率))

この抽出基準により全国で3,196箇所が事故多発地点緊急対策事業箇所として指定された。なおその内訳は単路部1,483箇所、交差点部1,713箇所である。

#### 4. 効果評価手法

本課題では事故多発地点緊急対策事業箇所における交通安全対策の効果を、事業全体のマクロ的な観点からの効果、個々の現場に着目したミクロ的な観点からの効果という2つの観点で測定した結果を整理する。評価手法は以下の通りである。

##### 4.1 交通安全対策の効果

一般的に交通安全対策の効果は、対策前後で事故件数あるいは死者数(交通量が著しく変化している場合には事故率を用いてもよい)等がどれだけ削減されたかで評価されることが多い(事前事後比較法)。今回も事前事後比較を行った。

##### 4.2 費用対効果分析

効果評価では費用対効果分析等の定量的評価、計画立案の的確さ(ターゲットとした事故の削減が図られたか)等の定性的評価から構成される。ここでは前者の費用対効果分析について記す。

費用対効果分析の方法は概ね『道路投資の評価に関する指針(案)』<sup>2)</sup>に則って行った。つまり対策前後の死者数等に一定の金額(表-1)を乗じて求めた値の差を、当該交通安全対策の効果とみなすものである。これと対策に要した費用とを比較することにより、経済的観点から当該交通安全対策の効果を図ることが可能となる。

表-1 死傷者1人当りの損失額 (単位:千円)

	死亡	重症(後遺障害)	軽傷(障害)
損失額	34,357	10,562	1,577

費用対効果分析はミクロ的な観点からの効果測定で行っている。マクロ的な観点からの効果測定では事業終了後(2002年以降)に行う予定である。

#### 5. マクロ的な観点からの効果評価

平成8年度までに何らかの対策が完了した地点246箇所(うち単路部105箇所、交差点部141箇所)について、対策前後の事故件数の増減を図-1に示す。全体では件数は年間で293件減少し、減少率は約25%となっており、事故の削減効果がみられる。このうち単路部については年間で85件の減少、減少率は18%で、車両単独事故は76%の減少、車両相互事故は15%の減少となっている。なお単路部の人対車両事故は14%増加となっているが、これは事前事故件数が7件、事後事故件数が8件となっており、事故発生のような偶発的

事象に特有の偶然変動の要素が対策効果よりも大きく寄与した結果と考えられる。したがって今後データの蓄積が進んだ場合、他の場合と同様に事故減少という結果が導かれるものと予想される。交差点部については年間208件の減少、減少率は29%で、人対車両事故は60%の減少、車両相互事故は26%の減少となっている。

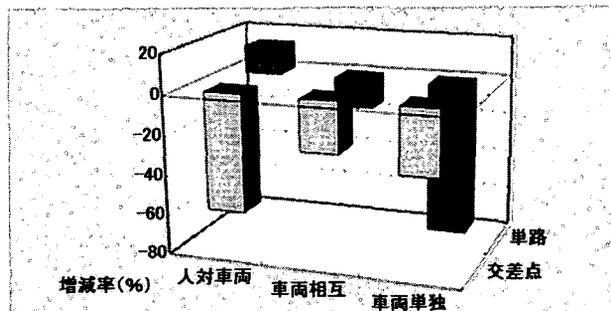


図-1 事故多発箇所における事故件数の増減

#### 6. ミクロ的な観点からの効果評価

各々の交通安全対策が交通事故削減にどれだけ効果があるのかを知ることは、今後実施する交通安全対策を事前評価する上で有用な情報である。

以下、各地方建設局で実施された事故多発地点対策の取り組みの一部を紹介する。

##### 6.1 交差点での対策1

###### 6.1.1 箇所の概要

対象箇所は、一般国道4号青森県青森市本町に位置し、主道路の国道が6車線(W=36m)、従道路の主要地方道と一般県道が4車線(W=50m)と交差点面積が広く、また主道路側に平面線形(R=200m)が入っていることから交通導線に錯綜が生じやすい交差点となっている(図-2)。

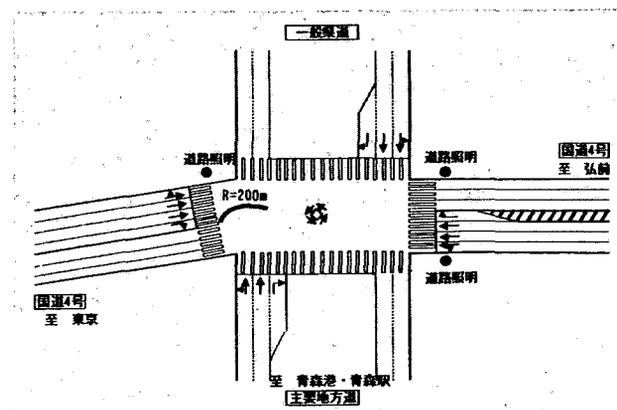


図-2 対象箇所概要

###### 6.1.2 問題点の抽出・分析

表-2、表-3に事故発生状況を示す。

対策前の平成2年~8年の交通事故件数は70件

表-2 昼夜別交通事故発生状況

昼夜別	データ	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	合計
昼	人身事故件数	8	2	4	10	3	6	9	42
	うち死亡事故								
	死者数								
	重傷者数								
夜	人身事故件数	3	5	4	5		5	6	28
	うち死亡事故				1				1
	死者数				1				1
	重傷者数	1	1						2
合計	人身事故件数	11	7	8	15	3	11	15	70
	うち死亡事故				1				1
	死者数				1				1
	重傷者数	1	1						2
合計	軽傷者数	10	7	8	24	3	13	20	85
	死傷者数	11	8	8	25	3	13	20	88

表-3 昼夜別事故類型別交通事故発生状況

昼夜別	事故類型	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	合計
昼	横断中						1	1	2
	正面衝突				1				1
	追突	4	2	2	6	2	4	4	24
	追合頭	2			1			1	4
	左折時			1	1			1	3
	右折時	2			1	1	1	3	8
進路変更時			1					1	
昼計		8	2	4	10	3	6	9	42
夜	横断中	1	1	1			1		4
	正面衝突		1		3			2	6
	追突	1	2				2	1	6
	左折時							1	1
	右折時	1	1	3	1		2	2	6
	転回時				1				1
夜計		3	5	4	5		5	6	28
総計		11	7	8	15	3	11	15	70

(10件/年)で、うち昼間事故は42件(6件/年)で6割、夜間事故は28件(4件/年)で4割を占めている。昼間事故については、追突事故が24件(3.4件/年)と突出しており、交差点内で平面線形が折れていることにより、走行路に錯綜が生じていることが要因として考えられる。

夜間事故については、右折時、正面衝突及び追突事故が多く、また、歩行者横断中と正面衝突は昼間事故に比して多い。これは、昼間の事故要因と併せて、交差点内の道路照明の設置基数が少ない(3基)ことによる視認性の低さが要因として考えられる。

6.1.3 対策の策定・実施(図-3)

a) 追突・正面衝突事故対策

交差点内で平面線形が折れていることや、交差

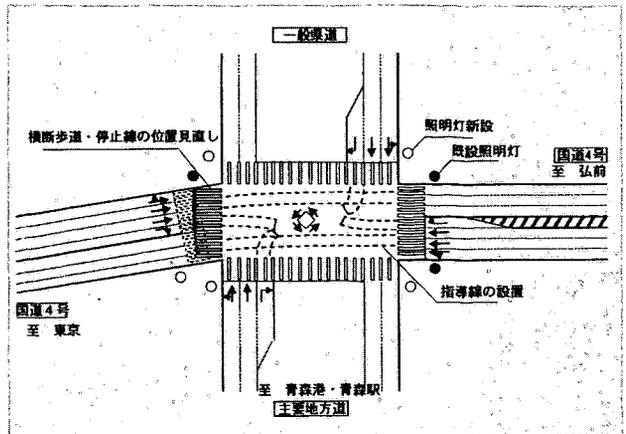


図-3 対策実施状況

点面積が広いことによる走行路の錯綜を解消することを目的に、直進指導線の設置、道路照明の増設(5基)を行った。

b) 右折時事故対策

右折時の走行路の誘導及び夜間の視認性の確保を目的に、右折指導線の設置、道路照明の増設(5基)を行った。

c) 横断中事故対策

夜間の横断歩行者の視認性向上を目的として、横断歩道・停止線位置の見直し、道路照明の増設(5基)を行った。

6.1.4 フォローアップ

評価結果を表-4に示す。

対策前後の事故件数については、昼夜の全事故件数で10件/年→3件/年(削減率70%)、夜間の事故件数については4件/年→0件/年(削減率100%)と顕著に減少している。

また、対策前に多発していた追突事故に関しては3.4件/年→1件/年で対策効果は十分にあったと考えられる。(H10事故形態:追突1、左折時1、追越追抜時<sup>1)</sup>)

費用対効果は総工費31,000千円に対し1年間で45,723千円の効果が得られている(B/C=1.47)。

なお、対策がH9に完了しているために、対策後の事故データがH10のみであることから、効果評価の精度を高めるフォローアップを今後引き続き実施していく必要がある。

6.2 交差点での対策2

6.2.1 箇所の概要

対策箇所は、埼玉県岩槻市加倉四丁目に位置する加倉(東)交差点であり、4車線道路の主道路一般国道16号と従道路である幅員6mの市道が交差する、4枝の信号交差点である(図-4)。

表-4 効果評価

総工費 (千円)	31,000
用地費 (千円)	—
照明装置 (千円)	20,000
その他 (千円)	11,000

全事故評価

※対策前：平成2年～8年、対策後：平成10年を対象とする

	年平均			年平均を金額換算した値 (千円)		
	対策前	対策後	削減率	対策前	対策後	差
人身事故件数(件)	10.0	3.0	70%	—	—	—
死者数(人)	0.1	0.0	100%	4,908	0	4,908
重傷者数(人)	0.3	0.0	100%	3,018	0	3,018
軽傷者数(人)	12.1	3.0	75%	19,149	4,731	14,418
物損事故件数(件)	40.3	12.1	70%	18,014	5,409	12,605
渋滞数(件)	10.0	3.0	70%	15,390	4,617	10,773
損失額計(千円)				60,479	14,757	45,723

物損事故件数=人身事故件数×4.03倍で代用する  
渋滞は、人身事故の場合のみとする

総工費 (千円)		
効果(千円)	総工費(千円)	
45,723	31,000	1.47

夜間事故のみの評価

	年平均			年平均を金額換算した値 (千円)		
	対策前	対策後	削減率	対策前	対策後	差
人身事故件数(件)	4.0	0.0	100%	—	—	—
死者数(人)	0.1	0.0	100%	4,908	0	4,908
重傷者数(人)	0.3	0.0	100%	3,018	0	3,018
軽傷者数(人)	4.9	0.0	100%	7,660	0	7,660
物損事故件数(件)	16.1	0.0	100%	7,197	0	7,197
渋滞数(件)	4.0	0.0	100%	9,156	0	6,156
損失額計(千円)				28,938	0	28,938

物損事故件数=人身事故件数×4.03倍で代用する  
渋滞は、人身事故の場合のみとする

総工費 (千円)		
効果(千円)	総工費(千円)	
28,938	22,757	1.27

夜間の費用対効果には、照明施設の全額と指導線等の費用を昼夜率で按分した金額を計上

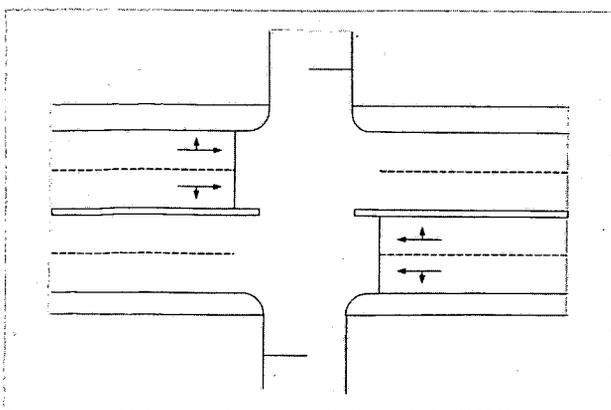


図-4 対策箇所概要

### 6.2.2 問題点の抽出・分析

当該交差点は、4車線(主道路)で交通量も多いため、右折する機会がつかみにくく、無理な右折

表-5 事故発生状況

	H2	H3	H4	H5	H6	H7	合計
全事故件数	(0) 1	(5) 6	(1) 4	(1) 3	(3) 5	(3) 5	(13) 24
死亡事故件数	(0) 1	(1) 1	(0) 1	(0) 0	(0) 0	(1) 2	(2) 5
負傷事故件数	(0) 0	(4) 5	(1) 3	(1) 3	(3) 5	(2) 3	(11) 19
死傷者数	(0) 2	(6) 7	(2) 5	(2) 6	(6) 9	(6) 8	(22) 37
死者数	(0) 1	(1) 1	(0) 1	(0) 0	(0) 0	(1) 2	(2) 5
重傷者数	(0) 0	(1) 1	(0) 0	(0) 0	(0) 0	(2) 2	(3) 3
軽傷者数	(0) 1	(4) 5	(2) 4	(2) 6	(6) 9	(3) 4	(17) 29
右折時	0	5	1	1	3	3	13
横断中	0	0	1	0	1	0	2
出合頭	0	0	0	0	0	1	1
正面衝突	0	0	0	0	0	1	1
追突	1	1	1	1	1	0	5

車による事故や右折待ち車両への追突事故が発生していた。

平成2年から平成7年までの6年間には、全事故件数の54%が右折時事故であった(表-5)。

### 6.2.3 対策の策定・実施

事故発生状況から、過去一番発生率の高い事故である右折時事故に重点を絞り、対策案を検討した。その結果、交差点部で直進車両と右折車両を分離する事が最良と考え、右折レーン設置を対策内容とした(図-5)。

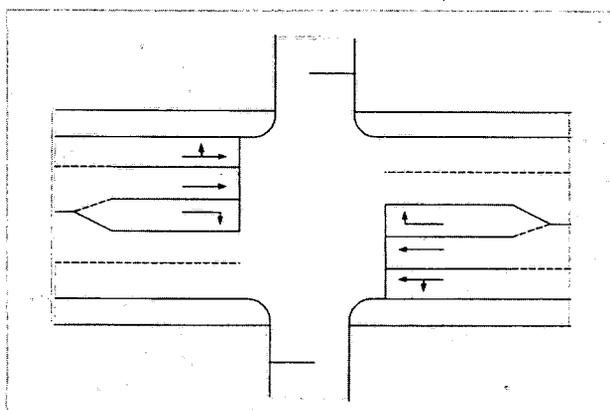


図-5 対策状況概要

### 6.2.4 フォローアップ

対策効果を確認する為、対策前後3年間の事故件数の比較を行った(表-6)。

その結果、全事故件数は年平均4件から2件と半減し、今回のターゲットとした右折時事故は2.2件から0件と対策効果をはっきりと現れた。

また、費用対効果でも、右折時事故で1.1、全体でも1.6と十分な対策効果があったと考えられる。

### 6.3 単路での対策

#### 6.3.1 箇所の概要

対策箇所は、国道1号京都市東山区清閑寺下山町地先の4車線の単路部であるが、東大路通りと平面交差する2車線と立体交差する2車線に分合

流する区間である。本線は、山間部の連続カーブ区間で大阪方面に向かって約6%の下りの縦断勾配となっている(図-6)。

交通状況は、84,081台/日と交通量が多く朝夕を中心に頻繁に渋滞が発生しているが、沿道利用がなくスムーズに走行できることから、渋滞時においても渋滞の最後尾に達するまで高速走行に

表-6 効果評価

総工費(千円)	33,000
用地費(千円)	—
照明装置(千円)	33,000
その他(千円)	—

全事故評価

※対策前:平成2年~8年、対策後:平成9~11年を対象とする

	年平均			年平均を金額換算した値(千円)		
	対策前	対策後	削減率	対策前	対策後	差
人身事故件数(件)	4.0	2.0	50%	—	—	—
死者数(人)	0.8	0.0	100%	27,486	0	27,486
重傷者数(人)	0.5	0.0	100%	5,281	0	5,281
軽傷者数(人)	4.8	3.0	38%	7,570	4,731	2,839
物損事故件数(件)	16.1	8.1	50%	25,421	12,711	12,710
渋滞数(件)	4.0	2.0	50%	6,156	3,078	3,078
損失額計(千円)				71,914	20,520	51,394

物損事故件数=人身事故件数×4.03倍で代用する  
渋滞は、人身事故の場合のみとする

費用対効果		
効果(千円)	総工費(千円)	
51,394	33,000	1.6

右折関連事故のみの評価

	年平均			年平均を金額換算した値(千円)		
	対策前	対策後	削減率	対策前	対策後	差
人身事故件数(件)	2.2	0.0	100%	—	—	—
死者数(人)	0.3	0.0	100%	10,307	0	10,307
重傷者数(人)	0.5	0.0	100%	5,281	0	5,281
軽傷者数(人)	2.8	0.0	100%	4,416	0	4,416
物損事故件数(件)	8.9	0.0	100%	13,982	0	13,982
渋滞数(件)	2.2	0.0	100%	3,386	0	3,386
損失額計(千円)				37,372	0	37,372

物損事故件数=人身事故件数×4.03倍で代用する  
渋滞は、人身事故の場合のみとする

費用対効果		
効果(千円)	総工費(千円)	
37,372	33,000	1.1



図-6 対策箇所

なりやすい区間である。

6.3.2 問題点の抽出・分析

発生する事故の特徴としては、追突事故が全体の約半数と多く、次いで正面衝突事故が約2割を占めている。追突事故の発生箇所は下り勾配である大阪方面車線で多く、正面衝突はカーブ区間において大阪方面車線から天津方面車線へのはみ出しで発生している(表-7、図-7)。

表-7 事故発生状況

	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	合計	平均
人身事故件数	7	12	14	9	5	5	10	8	70	8.75
うち死亡事故			1					1	2	0.25
死傷者数	8	21	22	13	7	10	18	11	110	13.75
死者数			1					1	2	0.25
重傷者数	1	2	1	3	2		1	1	11	1.38
軽傷者数	7	19	20	10	5	10	17	9	97	12.13
正面衝突	1	0	4	3	1	1	1	2	13	1.63
追突	2	8	7	2	3	3	7	3	35	4.38
出合頭	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0.13
その他	4	3	3	4	1	1	2	3	21	2.63

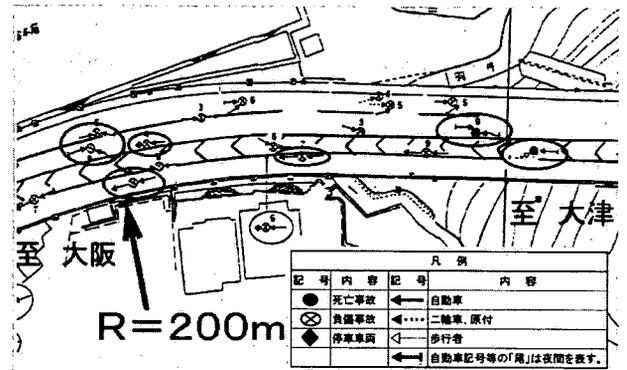


図-7 事故発生状況

6.3.4 対策の策定・実施(図-8)

対策は、事故件数の多い追突事故及び正面衝突事故を対象に計画、実施した。

追突事故は、交通量が少ない時に下り勾配によって高速走行になりやすいため発生しているものと考えられる。対策としては、下り勾配である

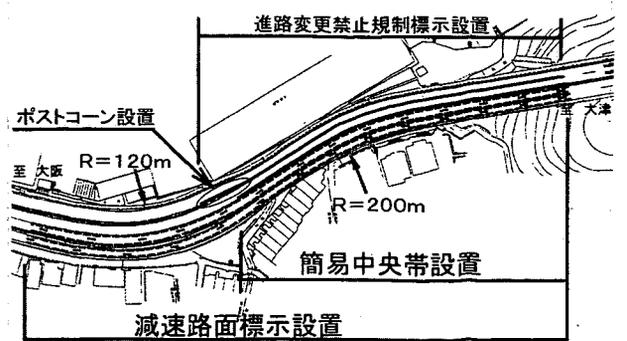


図-8 対策状況

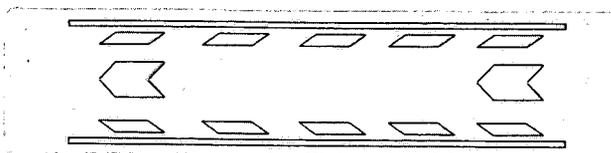


図-9 設置した減速路面標示

表-8 効果評価

総工費 (千円)	7,000
用地費 (千円)	—
簡易中央帯	4,000
減速路面標示	600
その他	2,400

全事故評価

	年平均			年平均を金額換算した値 (千円)		
	対策前	対策後	削減率	対策前	対策後	差
人身事故件数 (件)	8.8	4.0	55%	—	—	—
死者数 (人)	0.3	0.0	100%	8,589	—	8,589
重傷者数 (人)	1.4	2.0	-45%	14,523	21,124	-6,337
軽傷者数 (人)	12.1	11.0	9%	19,121	17,347	1,734
物損事故件数 (件)	35.5	16.1	55%	15,852	7,206	8,646
渋滞数 (件)	8.8	4.0	55%	13,543	6,156	7,387
損失額計 (千円)				71,628	51,833	20,019

物損事故件数=人身事故件数×4.03倍で代用する  
渋滞は、人身事故の場合のみとする

費用対効果		
効果 (千円)	総工費 (千円)	
20,019	7,000	2.9

追突事故のみの評価

	年平均			年平均を金額換算した値 (千円)		
	対策前	対策後	削減率	対策前	対策後	差
人身事故件数 (件)	4.4	0.0	100%	—	—	—
死者数 (人)	0.0	0.0	—	—	—	—
重傷者数 (人)	0.1	0.0	100%	1,320	—	1,320
軽傷者数 (人)	6.6	0.0	100%	10,448	—	10,448
物損事故件数 (件)	17.7	0.0	100%	7,926	—	7,926
渋滞数 (件)	4.4	0.0	100%	6,772	—	6,772
損失額計 (千円)				26,466	—	26,466

物損事故件数=人身事故件数×4.03倍で代用する  
渋滞は、人身事故の場合のみとする

費用対効果		
効果 (千円)	総工費 (千円)	
26,466	600	44.1

大阪方面車線に減速路面標示 (図-9) を設置することにより、視覚的に高速走行の抑止を図った。

正面衝突事故は、下り勾配、カーブ区間によって高速走行時に対向車線へはみ出してしまい発生するものと考えられる。対策としては、高架構造のため拡幅を伴う防護柵等による中央帯の設置ができないため、ポストコーン及びブロックによる簡易中央帯の設置を行い、ポストコーンは視線誘導、中央帯の明確化、ブロックは物理的な対向車線へのはみ出し防止を図った。

6.3.5 フォローアップ

対策前 (平成2年から平成9年) と対策後 (1年間) の発生事故件数により、交通事故減少便益の効果評価をおこなった (表-8)。

交通事故件数は対策前の約半分に減少し、また、死亡事故も発生していない。費用対効果においても2.9と高い値を示している。

事故類型別では、追突事故が発生事故の約半数を占めていたが、対策後には発生しておらず、構造上、線形改良等の大規模な対策は行えなかったが、安価な対策 (減速路面標示) で大きな効果を上げることができた。

なお、正面衝突事故については簡易中央帯を設置した地点では発生しなかったが、他の地点で発生したため年平均1.6件→3件に増加するという結果になっている。現段階では、対策後の事故データが1年間しかないため効果評価の精度を高めるフォローアップを今後引き続き実施していく必要がある。

6.4 ミクロ評価まとめ

多発する交通事故の発生要因は、その地点特有のものである。本文で取り上げた3つの事例のように対象地点において精緻に事故発生要因を掘り下げ、分析し、その上で対策を行うことで、より効果的に交通事故を削減することができる。

7. まとめ

本課題では、事故多発地点緊急対策事業箇所における多数のデータをマクロ集計するマクロ的な観点からの効果評価と、個々の現場に着目したミクロ的な観点からの効果評価、という双方のアプローチから効果評価について整理を行った。その結果、交通安全対策は有効に効果を発揮していることが示せたと考える。特に対策工種毎の効果測定は、マクロ的視点からの分析では得られない知見であり貴重なものといえる。今後は、これらの結果を以後の交通安全対策にどのように活用するのかを検討することが必要である。

参考文献

- 1) 警察庁交通局、建設省道路局：事故多発地点事業箇所一覧、1997.6
- 2) 道路投資の評価に関する指針検討委員会編：道路投資の評価に関する指針 (案)、1998.6

<文責> 国土交通省土木研究所道路部

交通安全研究室長 森 望  
同 交通安全研究室研究員 鹿野島秀行  
同 交通安全研究室 若月 健

## ◆ 道路特集 ◆

# バイパス整備による都市圏域の交通事故状況の変化に関する考察

## — ネットワークとリンクの各側面に着目して —

鹿野島秀行\* 森 望\*\*

### 1. はじめに

近年、道路事業の進め方の改革の一環として、客観的な評価に基づく事業採択が行われることが求められている<sup>1)</sup>。このため、道路整備による効果・影響を評価する手法を確立することが必要となっている。ところで道路整備による効果は多岐多様であるが、道路利用者に対する直接効果に限ると、走行時間短縮・走行費用減少、走行快適性の向上、歩行の安全性・快適性の向上と並んで、交通事故減少も期待される<sup>2)</sup>。

本稿ではバイパス整備効果が都市圏全域にもたらす交通安全上の効果を事例的に分析した結果を報告する。

### 2. 研究の目的

道路の交通安全対策として交通安全施設の整備等の緊急的対策が実施されているが、自動車専用道路の整備、バイパス・環状道路の整備等も道路網での交通量の再配分(通過交通を排除し、道路種類・機能の明確化を行う)等により交通事故を削減する。本研究では多岐多様に亘る道路整備の効果のうち、都市中心部の交通渋滞緩和を目的に設けられるバイパス整備を対象に交通事故削減効果に焦点を当てた分析を行う。

ところで既往の研究でもバイパス整備の効果分析については幾つかの報告がある。建設省(当時)の直轄国道における事例調査<sup>3)</sup>によれば、バイパスの事故率は現道の6割程度とされる。

本研究ではバイパス整備が現道以外の道路の交通流にも変化を発生させ、交通事故削減効果が面的に派生するとの考えに基づき、都市圏全域における交通事故削減効果の分析を行った。更に道路交通センサス調査単位区間を1つのリンクとみなし、各リンク毎に観察することにより、安全度の向上す

るリンク、低下するリンクの特徴を見いだした。

### 3. バイパス整備効果の分析

#### 3.1 分析の考え方

ある都市圏でバイパスを建設した場合、現道からバイパスへ交通量が転換する。先述の通り、一般には現道とバイパスでは事故率が異なるため、全体として交通事故件数の減少が期待される。

表-1は文献<sup>2)</sup>に掲載されている人身事故件数算定式である。一般に事故件数と交通量は線形関係にあるとみなすことができるため式の構造は一次回帰式であり、パラメータ推定は幹線道路(政令指定都市の市道以上)を対象に整備されている事故データベースを用いて行われたものである。同一の交通量下では沿道区分が郊外に行くほど、車線数が多いほど、中央帯が整備されているほど、事故件数が少なくなることがわかる。

ところで従来、バイパスの交通事故削減効果の測定は、バイパスと現道のみで行われることが多かったが、今回の研究では都市圏全体を測定の対象とした。したがって事故削減効果の整理を現道、バイパス、市街地、周辺部の4種類に区分して行った。

#### 3.2 分析の対象地域

以下の条件を考慮した上で、静岡県静岡市、清水市を調査対象地域とした。

- (1) 整備前後での事故データが整理されている地区
- (2) 市街部を迂回するバイパス
- (3) 地区への出入りのルートが少なく比較的閉じた交通ネットワークを形成する地区

静岡市は人口474,091人、面積1,146.13km<sup>2</sup>、清水市は人口237,653人、面積227.65km<sup>2</sup>(人口は平成12年3月1日現在、面積は平成8年現在)である。また国道1号静岡バイパスは昭和43年度に事業化され、平成9年3月に清水市長崎から静岡市昭府町間の延長7.1kmの開通により、清水市

表-1 人身事故件数算定式<sup>2)</sup>

道路・沿道区分			事故件数算定式		
			単路	交差点	
一般道路	DID	2車線	$Z_1 = 0.32X_1$	$Z_2 = 0.084X_2$	
		4車線以上	中央帯無	$Z_1 = 0.26X_1$	$Z_2 = 0.083X_2$
	中央帯有		$Z_1 = 0.19X_1$		
	その他市街部	2車線		$Z_1 = 0.22X_1$	$Z_2 = 0.074X_2$
		4車線以上	中央帯無	$Z_1 = 0.19X_1$	$Z_2 = 0.067X_2$
			中央帯有	$Z_1 = 0.16X_1$	
		非市街部	2車線		$Z_1 = 0.14X_1$
	4車線以上		中央帯無	$Z_1 = 0.15X_1$	$Z_2 = 0.071X_2$
中央帯有		$Z_1 = 0.11X_1$			
高速道路			$Z_1 = 0.041X_1$	—	

$Z_1$  : 単路事故件数 (件/年)

$Z_2$  : 主要交差点事故件数 (件/年)

$X_1$  : 走行台キロ (千台・km/日) = 日交通量 (千台/日) × リンク延長 (km)

$X_2$  : 走行台・交差点数 (千台・箇所/日) = 日交通量 (千台/日) × 主要交差点数 (箇所)

※  $X_1$  の係数は走行台キロ当りの単路事故件数を示す事故率である。

$X_2$  の係数は主要交差点数 × 走行台当りの交差点事故件数を示す事故率である。

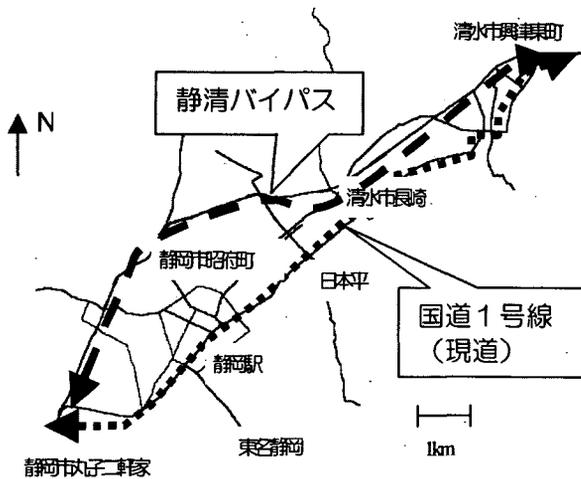


図-1 分析対象としたネットワーク

興津東町から静岡市丸子二軒家間の延長 24.2km が全線開通した。

また分析対象とした道路ネットワークは下記の道路である (図-1)。

- ・ 一般国道 1 号
- ・ 一般国道 362 号
- ・ 主要地方道 27 号 (井川湖御幸線)
- ・ 主要地方道 54 号 (清水停車場線)
- ・ 主要地方道 67 号 (静岡清水線)
- ・ 主要地方道 74 号 (山脇大谷線)
- ・ 一般県道 207 号 (奈良間手越線)
- ・ 一般県道 208 号 (藤枝静岡線)
- ・ 一般県道 354 号 (静岡環状線)

### 3.3 分析方法

バイパス整備前について平成 6~8 年の 3 箇年の軽傷以上事故件数の年平均値を算出した。またバイパス整備後について平成 9 年の軽傷以上事故件数を算出した。

バイパス整備前後での事故件数の変化状況を現道、バイパス、対象道路網のその他の道路 (市街地、周辺部) に区分して整理した。なお市街地、周辺部の区分は道路交通センサスの調査単位区間において、各々、沿道状況が DID (人口集中地区) と DID 以外とした。

### 3.4 分析結果

表-2 に事故削減効果を整理した結果を示す。この表からは次のような傾向が読みとれる。

なお、死亡事故換算件数、重傷以上換算件数は絶対値が少ないゆえに、測定年数の拡大、対象地域の拡大等により、結果の信頼性を確保する必要があるが、今回は利用可能な整備後データが 1 年分という制約があることを断っておく。

- 都市圏全域で見ると、軽傷以上事故件数、重傷以上事故換算件数が減少しているものの、死亡事故換算件数は増加している。これはバイパスで発生した死亡事故が寄与したものである。
- 市街部と周辺部の死亡事故換算件数は、ほぼ 0 件に削減されている。
- 都市圏全域で見た場合の方が、現道+バイパスで見た場合と異なり、事故削減が図られて

表-2 静清バイパス整備前後の事故件数削減率

		現道	バイパス	対象道路網のその他の道路		現道 +バイパス	都市圏 全域 <sup>*3</sup>
				市街部	周辺部		
整備前事故件数	軽傷以上	619.0	—	438.3	533.3	619.0	1590.7
	重傷以上 <sup>*1</sup>	6.5	—	6.2	7.3	6.5	20.0
	死亡事故 <sup>*1</sup>	0.2	—	0.1	0.1	0.2	0.4
整備後事故件数	軽傷以上	486.0	140.0	264.0	349.0	626.0	1239.0
	重傷以上 <sup>*1</sup>	4.8	2.0	4.9	4.8	6.9	16.5
	死亡事故 <sup>*1</sup>	0.1	0.5	0.0	0.0	0.6	0.6
事故件数削減率 <sup>*2</sup>	軽傷以上	21%	—	40%	35%	-1%	22%
	重傷以上 <sup>*1</sup>	26%	—	21%	34%	-5%	17%
	死亡事故 <sup>*1</sup>	63%	—	98%	100%	-204%	-43%

\*1 換算件数<sup>注1)</sup>

\*2 事故件数削減率=(整備前事故件数-整備後事故件数)/整備前事故件数

\*3 都市圏全域: 現道、市街部、周辺部、バイパス

表-3 走行台キロの増減

		全自動車	うち大型車
現道		-19.8%	-34.0%
現道、バイパス 以外の道路	市街部	-19.2%	-33.8%
	周辺部	-20.4%	-27.1%
現道+バイパス		37.2%	51.2%
合計(含バイパス)		8.7%	20.8%

いる。これは周辺部、市街部における事故削減効果が寄与したものである。

- バイパス以外の道路では走行台キロが減少し、特に大型車走行台キロは全自動車のそれを上回る減少率となっている。一方、全自動車の走行台キロは全国平均とほぼ同程度の割合で上昇しており、大型車の走行台キロの上昇も激しい。全国ベースでは平成6年から9年にかけて全車種の走行台キロ、交通事故件数とも1.07倍に増加している一方で、今回の分析対象地域において事故件数が削減されたことはバイパス整備によるところが大きいものと思われる(表-3)。

### 3.5 事故率による効果測定

前節までは事故件数の増減により、バイパス整備効果を見てきた。ここで交通量の増分を補正するために、走行台キロ当たりの事故件数(事故率)

注1) 一般に交通事故は稀発生現象と言われるが、とりわけ死亡事故、重傷以上事故は発生件数が少ない。そこでリンク毎のこれら件数を算出するにあたり、ここでは予めマクロレベル(地方整備局単位)で、換算係数(死亡事故件数/軽傷以上事故件数、重傷以上事故件数/軽傷以上事故件数)を算出しておき、その値をリンク毎の軽傷以上事故件数に乗じた換算事故件数を求めている。この処理は、いわばリンクの死亡事故発生ポテンシャルを推定するものであり、顕在化した死亡事故を扱う際に分析結果に介入する偶然性の要素を少しでも減ずることを目的に行ったものである。

表-4 バイパス設置による事故率削減率

集計区分	事故率削減率 <sup>*1</sup>
現道	2.1%
市街部	25.5%
周辺部	17.8%
現道+バイパス	19.9%
都市圏全域 <sup>*2</sup>	22.1%

\*1 事故率削減率=(整備前事故率-整備後事故率)/整備前事故率

\*2 都市圏全域: 現道、市街部、周辺部、バイパス

により事前事後の比較を行った(表-4)。

静清バイパスの整備事例では、都市圏全域では事故件数の変化で見た場合と比較してあまり変わらず、事故件数による比較も可能である。これは整備前後で交通量の総量にそれほどの変化がなかったためである。

しかし現道+バイパスで見た場合には事故件数は削減されていないものの、事故率は削減されている。これは現道+バイパスの走行台キロが増加していることが理由と考えられる(表-3参照)。現道+バイパスの大型車の走行台キロの増加も著しい。これらの理由には一般道路間の交通量の再配分に加えて、現道、バイパス両方と並行する東名高速道路の交通量がバイパスに転換している可能性も考えられる。このように集計区分によっては交通量あるいは走行台キロが増加することもあり、事故率で見の方が適切な場合もある。

同様にバイパスの整備による誘発交通や開発交通により、都市圏域全体での交通量が増加する場合には、バイパス設置後の方が事故件数が増加することもあり得る。このようなケースでもバイパス設置効果は事故率で見の方が適切である。

## 4. リンク毎の考察

### 4.1 分析方法

これまではバイパス整備の前後における交通事故発生状況の違いを都市圏全域、あるいは現道、市街地、周辺部、バイパスに分けて考察してきた。この章では更に細かく、リンク単位に考察を加えることとする。ところで今までの考察の通り、バイパス整備により現道等の交通量は減少し、それに伴い事故件数も減少する。そこで本項では事故件数について考察するとともに、事故率についても考察を加え、交通量以外の要因についても検討を行う。

なおリンクは今回の分析対象とした道路網に含まれる道路交通センサス調査単位区間 25 リンクとした。

### 4.2 分析結果

既設の道路についてはほぼすべてのリンクで事故件数は減少している。一方、事故率でみると増減は一様ではない。ここでは事故率の増減要因を見いだすために、便宜上、事故率が 20%以上減少した 8 つのリンク (図-2) と、事故率が増加した 5 つのリンク (図-3) を抽出し、比較を行う。

市街地中心部の現道や、現道と並行する道路では事故率が減少する一方、市街地とバイパスを連絡する道路において事故率が増加していることがわかる。

### 4.3 増加、減少要因の分析

交通状況・道路構造等の比較検討を行った。用いたデータは平成 6 年道路交通センサスと平成 9 年道路交通センサスである。道路交通センサスは 5 年に 1 度の調査で、中間の 3 年目に交通量調査が行われる。平成 6 年調査は 5 年に 1 回の調査に該当し、平成 9 年調査は 3 年目の調査に該当する。したがってバイパス設置前後で比較できるのは交通量に関係するものであり、道路構造等その他の項目の比較を行うことはできない。そこで、交通量に関するものについてはバイパス設置前後での比較を、道路構造等についてはリンクの特性を中心に考察する。

ここでは統計的検定 (具体的には t 検定を用いた平均値の差の検定) を行った。サンプル数が少ないこと、分散の値が大きいことから、有意な差を見出すことのできる交通状況、道路構造等の

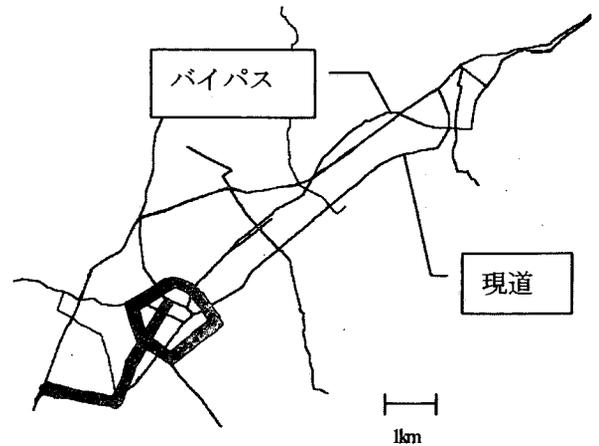


図-2 事故率が 20%以上減少したリンク

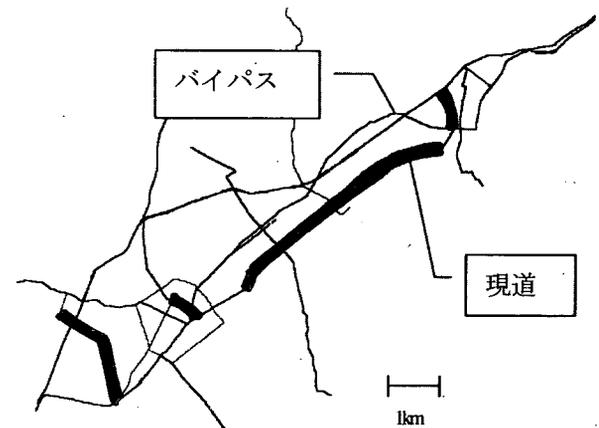


図-3 事故率が増加したリンク

項目は少なかった。しかしバイパス整備との関連性は必ずしも明確ではないものの、以下のような傾向を見出すことができた。

- 増加したリンクでは自動車交通量がそれほど増えない一方、歩行者、自転車、二輪車の交通量が著しく増加している。
- 減少したリンクでは大型車混入率が減少したのに対し、増加したリンクでは大型車混入率があまり減少していない。
- 増加したリンクは交差点の数が少ない一方、右折レーン設置の交差点の割合は高い。

以上のことから、バイパス整備による交通流の再配分、交通流の整流化 (大型車混入率の減少による交通流の速度のばらつきの減少等) は都市圏全体に事故削減効果をもたらすものの、本分析事例に見られるように道路網の一部には事故率が高くなることもあり得る。したがって都市圏全体の交通安全性を高めてゆくためには、個々の道路の

表-5 事故率増加リンクのグループと減少リンクのグループの統計値

		増加グループ 平均	減少グループ 平均	増加グループ 標準偏差	減少グループ 標準偏差	t 値
歩行者密度 (人/km・12h)	H6	926	1,153	1,969	2,944	0.17
	H9	3,803	1,474	8,374	3,771	0.59
自転車密度 (人/km・12h)	H6	338	1,401	167	1,999	1.50
	H9	1,300	1,452	2,071	1,832	0.13
二輪車密度 (台/km・12h)	H6	329	1,118	227	1,209	1.80
	H9	581	959	737	791	0.88
自動車密度 (台/km・12h・車線数)	H6	3,711	7,023	1,611	5,098	1.71
	H9	3,809	7,016	2,040	5,106	1.59
昼夜率	H6	1.33	1.30	0.10	0.09	0.66
	H9	1.32	1.37	0.04	0.12	1.01
大型車混入率	H6	15.2	12.1	2.1	6.0	1.36
	H9	14.1	9.9	1.6	3.5	2.93*
混雑度	H9	1.34	1.52	0.29	0.48	0.83
ピーク時旅行速度	H9	19.6	20.1	9.0	9.0	0.10
車道幅員/車線数	H6	4.26	4.09	0.66	0.77	0.42
車道幅員/車線数	H6	3.33	3.55	0.21	0.64	0.90
最小車道幅員/車線数	H6	2.67	3.39	1.03	0.04	1.28
歩道設置延長/区間長	H6	0.89	0.92	0.24	0.21	0.22
自転車通行可延長 /区間長	H6	0.60	0.82	0.44	0.31	0.98
歩道代表幅員	H6	3.44	3.55	0.87	1.31	0.18
信号交差点数/区間長	H6	3.17	5.89	2.09	2.56	2.09
無信号交差点数 /区間長	H6	6.59	9.55	1.11	2.33	3.08*
右折帯設置数/区間長	H6	2.66	1.67	2.00	1.87	0.89
歩行者交通量の増加率 (%)	—	92.6	19.6	131.6	58.9	1.17
自転車交通量の増加率 (%)	—	179.2	20.3	348.7	23.9	1.02
二輪車交通量の増加率 (%)	—	39.5	-1.06	68.6	16.1	1.30
自動車交通量の増加率 (%)	—	-0.23	-0.07	14.0	13.1	0.02
昼夜率の増加率 (%)	—	-0.72	5.15	5.80	3.38	2.1
大型車混入率の増加率 (%)	—	-7.08	-14.62	8.28	15.38	1.1

値の大きい方に網掛け

\* 5%有意

交通安全対策も併せて検討する必要があると言える。特に大型車の割合がバイパス整備前後で減少しない道路もあり、大型車の関係する交通事故に対する対策や交通流の整流化に注意を払う必要があるものと思われる。

## 5. おわりに

本研究ではバイパス整備が都市圏全域の交通状況を改善することに伴って、交通事故削減効果も都市圏全体に及ぶとの仮説に基づき、事例的分析を行った。その結果これを実証することが出来た。

ところでバイパス整備効果が都市圏全域に影響をもたらす現象は、3.1で示した通り、主に道路の種類や沿道状況の違いによる事故率の違いと、交通量の転換によるものと推測される。筆者は交通量配分モデルと交通事故発生モデルを組み合わせ、バイパス整備による都市圏全域での交通事故削減効果を推計する手法の研究<sup>4)</sup>を行っている。まだ推計精度等において完全なものとは言えないが、このような手法が確立すれば、建設前にバイパス整備による交通事故削減効果を推計することが可能になるものと思われる。

一方で現実を見ると、現道、市街部、周辺部では概ね事故が削減されるものの、新しく整備されたバイパスでも交通事故が発生している。交通事故の発生は人的要因、車両的要因、道路環境的要因等から成り立っているが、バイパス等、新規道路の設計においてはあらゆる角度から交通安全を考慮した整備が必要と言える。

最後に本研究を行うに当たりデータを提供いただいた国土交通省中部地方整備局、並びに国土交通省各地方整備局、北海道開発局、沖縄総合事務局に、この場を借りて謝意を表する次第である。

## 参考文献

- 1) 建設省道路局、建設省都市局：新たな道路整備五箇年計画(案) -安全で活力に満ちた社会・経済・生活の実現-, p39, 平成9年8月
- 2) 道路投資の評価に関する指針検討委員会編：道路投資の評価に関する指針(案), pp.1-6, p64, 財団法人日本総合研究所, 平成10年6月
- 3) 道路技術研究会編：MICHIRoads IN JAPAN 1998, p63, 道路広報センター, 1998年6月
- 4) 鹿野島秀行：交通事故発生モデルを用いたバイパス整備効果の推計, 第19回交通工学研究発表会論文報告集, pp.229-232, 丸善株式会社, 1999年12月

鹿野島秀行\*



国土交通省国土技術政策  
総合研究所道路研究部  
道路空間高度化研究室研  
究官  
Hideyuki KANOSHIMA

森 望\*\*



同 道路空間高度化研究  
室長  
Nozomu MORI

### 3. 4. 2 車両行動等による危険性評価（ヒヤリ事象）に関する研究



## ヒヤリ地図

### 道路空間高度化研究室

#### ヒヤリ地図とは？

「中央分離帯の切れ目で前の車が右折しようと急にブレーキを踏んだので、追突しそうになった」、「樹木の陰から歩行者が飛び出してきたので慌ててブレーキを踏んだ」など、道路を利用して一歩間違えれば交通事故になるような「ヒヤリ」、「ハッ」とした経験はありませんか。交通事故に遭ったことが無くても、このように「ヒヤリ」、「ハッ」とした経験は誰にでもあるのではないのでしょうか。

労働災害研究の世界には、ハインリッヒの法則というものがあり、1件の重大事故が発生する背景には、同じことが原因で発生する29件の軽度事故と300件の「ヒヤリ」、「ハッ」とした経験があるといわれています。つまり、事故の影には多くの「ヒヤリ」、「ハッ」とした経験が潜んでいるわけです。この「ヒヤリ」、「ハッ」とした経験を蓄積し、事故を防ごうという試みは様々な業界で行われています。

ヒヤリ地図とは、交通事故直前の「ヒヤリ」、「ハッ」とした経験を歩行者や自動車利用者などの道路利用者に指摘してもらい、それを地図上に示したものです。ヒヤリ地図のメリットは、1)「ヒヤリ」、「ハッ」とした道路の場所とその状況を把握することができること、2)そのような場所で、道路を利用する人が自ら気をつけることができることにあります。

現在、ヒヤリ地図づくりは様々な地域で実施されています。その多くは住民参加型で2)のメリットが最大限に生かされ、道路利用者の安全意識の向上に貢献しています。

当研究室では特に1)のメリットに重点をおいて研究を進めています。これまでの交通事故対策はそのほとんどが、交通事故が起こってからその状況を分析し対策を行うものでした。しかし、ヒヤリ地図の作成が進めば、交通事故が起こる前に、交通事故が起こり得る場所やその状況を推測し、それに応じた対策を打つことが可能になります。

#### ヒヤリ地図作成

そこでヒヤリ地図の問題点や活用方策を検討す



図-1 ヒヤリ地図のイメージ

るため、旧建設省土木研究所道路部の職員と、高齢者(65歳以上)の方に協力して頂き、ヒヤリ地図作成を試行しました。この調査では、単に「ヒヤリ」、「ハッ」とした場所や状況を記入するだけでなく、「ヒヤリ」、「ハッ」としないために、普段から気をつけている場所や状況も指摘してもらいました。その結果61人から延べ276箇所の指摘を受けることができました。

これらの指摘に対して、なるべく現実的な解決の糸口を見出すことを目的として分析を行いました。その結果、道路利用者のみにも問題のある指摘だけでなく、道路交通環境を改善することができれば回避できる可能性のある指摘も存在することがわかりました。

一方で、ヒヤリの指摘は、個人の記憶があやふやになっていたり、主観が入っていたりすることがあります。また、調査対象者の住んでいる場所や活動範囲によっても内容は異なってきます。今後はこれらの課題を解決し、ヒヤリ地図の活用方策を検討し、道路交通の安全性や快適性・利便性の向上に貢献していきます。



# 自動車運転者版『ヒヤリ地図』の作成試行と考察

国土交通省国土技術政策総合研究所 正会員 ○高宮 進  
国土交通省国土技術政策総合研究所 正会員 森 望  
国土交通省国土技術政策総合研究所 正会員 若月 健

## 1. はじめに

わが国における交通事故件数並びに交通事故による死傷者数は、平成2年以降連続して増加しており、特に死傷者数は、平成12年の1年間に116万人を超えるなど非常に憂慮すべき状況にある。時に交通事故は、同一の交差点や同一のカーブ区間などで多発することがあり、このような場合においてはその地点の道路・交通環境が何らかの事故要因をもたらしている可能性が考えられる。このため、警察庁・国土交通省が進める交通安全対策事業の中でも、事故多発地点の抽出と対策実施が取り組まれているところである。

ところが、このように憂慮すべき状況にある事故も、道路上で発生する危険事象の数に比べれば少数であり、当事者による回避行動の結果、危険事象のごく一部分が事故となっているというものである。そこで、事故の発生状況から要対策箇所と対策法を導くだけではなく、事故には至らないまでも「ヒヤリ」、「ハッ」とした危険事象を収集し要因を分析したり、その過程から交通安全担当者が危険事象を見る目を養うことなどを通じて、道路の安全性を向上していくことが重要と考えられる。本研究では、自動車運転者の『ヒヤリ地図』を作成することを通じて、1)事故多発地点の抽出よりもきめ細やかに道路上の問題箇所とその要因を抽出すること、及び、2)「ヒヤリ地図」の作成とその活用に関する留意点を整理することを目的とする。

なお、「ヒヤリ地図」自体は、a)問題箇所の抽出とともに、b)地図作成に関わった人々の交通安全意識を高めるものであるが、ここではa)の点に重点をおきながら「ヒヤリ地図」の作成を試みた。

## 2. ヒヤリ事象の収集方法

ヒヤリ事象はつくば市内で発生したものを対象とした。調査は、建設省土木研究所道路部の職員（本研究は組織改編前に実施したものであり、ここでは旧名称で記した。）に対して、記入要領・記入例並びにつくば市の地図を配布し、各個人が、普段の道路利用時に「ヒヤリ」、「ハッ」とした『場所』と『状況』をできるだけ詳しく調査用地図上に指摘するよう依頼した。この際、「いつ、どこで、誰が、誰と、どんな状況で『ヒヤリ』、『ハッ』としたのか」ができるだけわかるように記述してもらった。また「ヒヤリ」、「ハッ」とした場所や状況を指摘するだけではなく、「ヒヤリ」、「ハッ」としないために普段から気をつけている場所や状況を指摘しても良いものとした。調査用地図の回収後、場所や状況など記述内容が不明確なものについては、必要に応じてヒアリングを実施し内容を確認した。

## 3. 結果と考察

### 3.1 問題箇所と要因の抽出・整理

調査票の配布・回収数、ヒヤリ地図の例、ヒヤリ事象数等をそれぞれ表-1、図-1、表-2に示す。調査から38通の回答を得、145例のヒヤリ事象を収集できた。またヒヤリ事象は、図-2のように地図上にとりまとめた。表-2は、ヒヤリ事象数とヒヤリ地点数との差を示しており、40例のヒヤリ事象が地点として重なっていることになる。この重なり具合については、5人の指摘が重なった地点が1箇所、4人の指摘が重なった地点が5箇所などとなり、ヒヤリ事象が、ある程度特定の地点で発生していることがわかった。なお当然ながら、各個人の通勤経路上でヒヤリ事象は多く発生している。

表-1 調査票の配布・回収数

配布数	61
回収数	38
回収率 (%)	62.3

表-2 ヒヤリ事象数等

ヒヤリ事象数		145
ヒヤリ地点数	5人が指摘	1
	4人が指摘	5
	3人が指摘	3
	2人が指摘	15
	1人が指摘	81
合計		105

キーワード：交通安全・自動車運転者・要因分析・ヒヤリ地図・道路安全監査

連絡先：〒305-0804 茨城県つくば市大字旭1番地 TEL:0298-64-4539 FAX:0298-64-0178

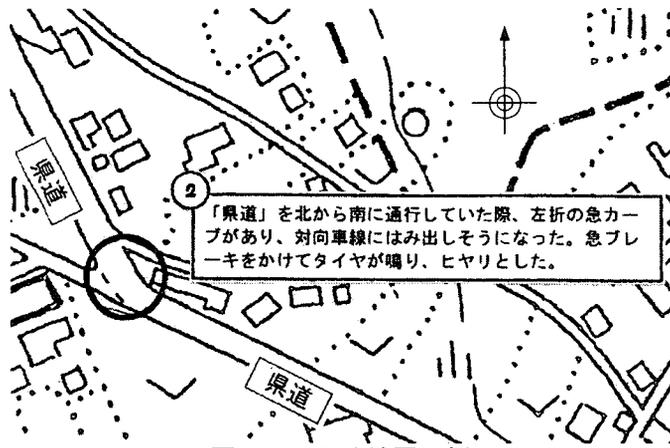


図-1 ヒヤリ地図の例

表-3 ヒヤリ事象の要因と主な件数

分類	件数
道路・交通環境 狭幅員道路、急カーブ、カーブと交差点等の位置関係、視認性の妨害、交差点規模、わかりにくさ等	71
利用者 ドライバーの問題、歩行者・自転車利用者の問題	64
その他	10
合計	145

ヒヤリ事象と現場の道路・交通状況を照合し、その主な要因を推測しとりまとめた。結果を表-3に示す。要因は、大きく「道路・交通環境的要因」と「利用者側の人的要因」に区分し、またさらに詳細な要因を導いた。道路・交通環境的要因としては、図-1のように1)幹線道路が急に屈曲する場合や、2)カーブの先に横断歩道があり歩行者と自動車間の十分な視認性が確保できていないケースなどがあつた。利用者側の要因については、1)一時停止や赤信号を無視した「ミス」に加えて、2)後続車の存在を気にせず車線変更してヒヤリ事象を引き起こしているなど、交通安全に対する意識や配慮が欠けたものが見られた。

### 3.2 今後の活用に向けての留意点

今回のヒヤリ地図の作成試行を受けて、その作成と活用に関する留意点を整理した。主な留意点は表-4のとおりである。

表-4 ヒヤリ地図の作成と活用に関する主な留意点

項目	内容
調査方法	個別のヒヤリ事象を収集する段階において、調査の対象範囲が広いなどの理由から広域の地図を用いると、ヒヤリ事象の記述が不正確になる（例えば、交差点のどちらから来てどちらからの車とヒヤリ状況になったのかなどが地図上に正確に表現されにくい）。結果として、再度詳細状況をヒアリングするなどの必要が生じる。 ヒヤリ地図の作成、要因の分析に向けて、ヒヤリ事象を的確に理解することが第一である。このためには、ヒヤリ事象の回答者とのやりとりを密にできるようにしておくことが重要である。また要因を分析しとりまとめる側で、1)地域の道路に関して十分な知識を持つこと、2)ヒヤリ事象をイメージできる経験や専門性を持つことが必要である。
ヒヤリ地図の活用	ヒヤリ事象は回答者が利用する道路に偏る傾向があり、その収集調査は、サンプル調査にならざるを得ない。また「ヒヤリ」の程度は個人によってまちまちである。よって、単純にヒヤリ事象件数を重ね合わせることから、例えば道路の問題地点を順位づけするのは早計である。 ヒヤリ地図は、概ねの問題地点を抽出することに活用できるが、それに加えて、ある地点における危険事象の発生経緯を見つめ、要因や対策法を導くという点で役立つ。このような過程を経験することは、交通安全担当者の養成や育成にも役立つと考えられる。

## 4. おわりに

本稿では、ヒヤリ地図の作成試行時の経験から結果をまとめた。効率のよいヒヤリ地図づくりに向けては、地図づくりの経験やノウハウを蓄積したり、ヒヤリ地点と事故発生地点との関係を比較検討することなどが必要と考えられる。一方で、ヒヤリ地図の作成を通じて要因や対策法を導く目は養われるものと考えられ、交通安全担当者や道路の計画者・設計者が交通安全面からの検討の機会を持つには良い方法であると考えられる。

### 参考文献

- 1) 鈴木春男：高齢者が進める高齢者のための交通安全－「ヒヤリ地図」づくりの成果、人と車、平成10年9月号、pp.4-15、1998.10

### 3. 4. 3 道路構造と交通安全に関する研究



# 直近に狭幅員交差道路を有する信号交差点の安全性に関する一考察

国土交通省 国土技術政策総合研究所 道路研究部 ○鹿野島秀行  
 国土交通省 国土技術政策総合研究所 道路研究部 森 望  
 国土交通省 中国地方整備局 三次工事事務所 赤木幸靖

## 1. はじめに

近年の日本における人身事故件数は93万件強（平成12年）であり、相変わらず厳しい状況にある。ところで人身事故件数をその発生場所別にみると、交差点内と交差点付近（交差点端から30m以内）で発生する割合の合計は58.3%である。また市街地で発生した人身事故に限ると、交差点内と交差点付近で発生する割合の合計は62.4%となっており<sup>1)</sup>、交差点、とりわけ市街地の交差点は交通安全上の隘路となっている。

一方、主要道路及びその交差点を設計する際、既存細街路との間に多数の小交差点が生じる場合があるが、これは交通容量、交通安全上の点で問題を引き起こす可能性が大きい。こうした問題に対しては、細街路数本を束ねて幹線道路と交差させる、主要平面交差の直近で交差させない、既存道路の整理統合、交通規制の実施等、幾つかの設計上の留意点が存在する<sup>2)</sup>。

本稿ではこのうち、信号交差点の直近に狭幅員交差道路が取り付いている箇所に着目し、その危険度を定量的に測定した結果を報告する。

## 2. 方法

### 2.1 対象箇所

対象路線の選定にあたっては、狭幅員道路の取り付き、一方通行等の交通規制や駐停車の状況等を考慮し、東京都内の一般国道4号、20号とした。また対象交差点の選定にあたっては以下の点を考慮し、表-1の箇所を選定した（以降aグループ）。

- ① 狭幅員道路の取り付け以外の交差点構造は、単純な4枝交差点であること。（交差角度90度）
- ② 本線の車線数は片側2車線であること
- ③ 本線交通量はいずれの箇所もほぼ同程度であること

更に狭幅員道路の影響を比較分析するために、比較的交通状況が似ていると思われる、同一路線の近隣の交差点で、かつ狭幅員道路が近くに取付いていない交差点を比較対照サンプルとして選定した（以降bグループ）。

### 2.2 評価指標

錯綜現象(Conflict)を観測し、以下の式で錯綜遭遇率を算出し、これをもって危険度を評価する指標とした。なお錯綜とは、ここでは狭幅員交差道路や従道路車両の動き等に起因した、本線交通の回避目的のブレーキ操作、ハンドル操作と定義する。

$$S_k = \frac{1000 \cdot C_s}{q_0 \cdot l}$$

ここに  $S_k$  : 錯綜遭遇率 (件/千台 km) ,  $C_s$  : 錯綜件数 (件/hr) ,  $q_0$  : 当該区間を通過した観測交通量 (台/hr) ,  $l$  : 測定区間長(km)

### 2.3 評価区間

表-1 調査対象交差点(aグループ)の概要

箇所名 *1, *2	狭幅員道路と信号交差点の位置関係	狭幅員道路と信号交差点間の距離(m)*3	狭幅員道路の幅員(m)	従道路幅員(m)*4	センサス24h交通量(台)
R4-1	流出側	35.0	6.97	15.0	52,134
R4-2		26.8	8.20	15.0	52,134
R20-1		66.5	5.0	6.8	49,356
R20-2		72.0	5.0	20.0	49,356
R20-3	流入側	59.5	3.5	6.8	49,356
R20-4		59.0	6.5	3.5	49,356
R20-5		50.0	4.0	12.0	49,356
R20-6		47.5	4.5	20.0	49,356

\*1 R4は国道4号を、R20は国道20号を示す。

\*2 主道路幅員は国道4号が25.0m、国道20号が18.0m

\*3 取り付け道路位置は流出側については横断歩道端から、流入側については停止線からの距離

\*4 従道路幅員が当該交差点を境に変化する場合は、大きい方の値を記載

aグループの交差点については、方向別、及び交差点と狭幅員道路の位置関係から図-1の4つの区間に分類した。狭幅員道路・信号交差点間の距離は各交差点毎に異なる。またbグループについても同様の区間に分類した。狭幅員道路・信号交差点間の距離は、それぞれに対応するaグループの交差点における区間長を準用した。

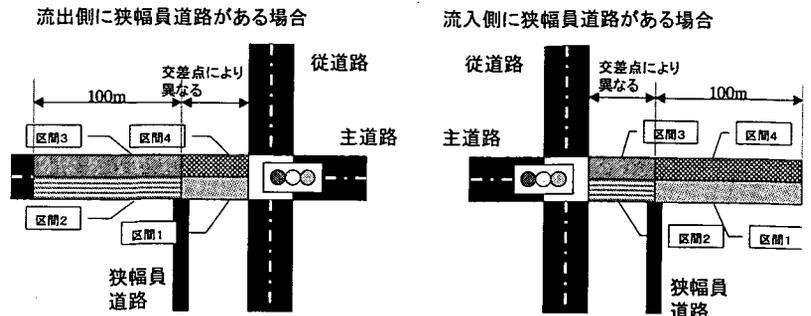


図-1 評価箇所概念図

### 3. 結果

図-2に区間分類毎に錯綜遭遇率の箇所全体の平均を求めたものを示す。このグラフから次のことがわかる。

- ・狭幅員道路が直近に存在する交差点は、存在しない交差点よりも錯綜遭遇率が高い。
- ・流出側に狭幅員道路がある箇所における、狭幅員道路・信号交差点間は非常に錯綜遭遇率が高い。
- ・取り付き位置の比較では、流入側よりも流出側に取り付きがある方が錯綜遭遇率が高い(注)。

(注) 狭幅員道路が流入側にある箇所の区間2の錯綜遭遇率が高くなっているが、これは一つの調査対象箇所(R20-5)で、従道路への左折車両が原因となる錯綜が多発しているためである。他の3つの調査対象箇所では錯綜の発生は少ない。

図-3に狭幅員道路が流出側にある箇所における区間1の錯綜の内訳を示す。箇所により相違はあるものの、本線から狭幅員道路へ流入する車両の減速が、本線直進車両にブレーキあるいはハンドル操作による回避を行わせるケースが多いことがわかる。

図-4に狭幅員道路が流入側にある箇所における区間1の錯綜の内訳を示す。観測した箇所の特性や観測した時間に影響を受けているものと思われるが、今回の観測結果から読み取る限りは、狭幅員道路の流出入交通の影響は流出側に狭幅員道路がある場合と比較して小さいものと思われる。

### 4. 今後の課題

今回の分析では狭幅員道路が交差点直近に取り付いている場合の危険度が高いことを示した。一方、実際の交差点設計の場面では、どれくらい離れていれば安全なのか等、狭幅員道路・信号交差点間の距離と危険度の関係を数量的に把握する必要があると考えられる。

#### 【参考文献】

- 1) 財団法人交通事故総合分析センター：『交通統計 平成11年版』，平成12年4月
- 2) 社団法人交通工学研究会編：『平面交差の計画と設計 一基礎編一』，p.p.13-14，昭和59年7月

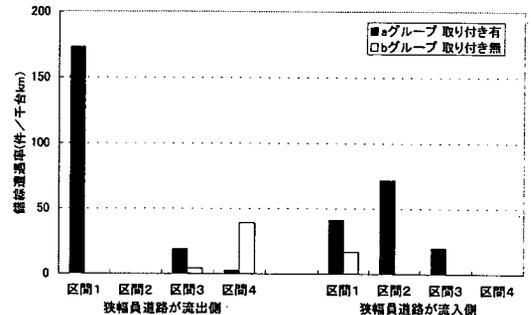


図-2 区間分類毎の錯綜遭遇率(全箇所平均)

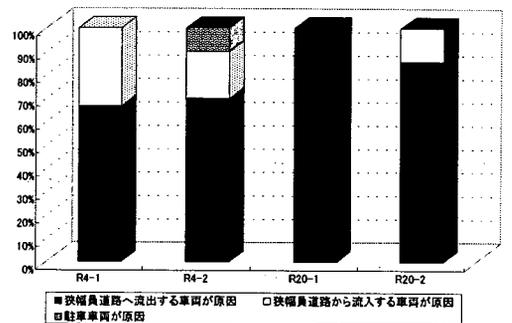


図-3 錯綜の原因 (流出側に狭幅員道路がある場合; 区間1)

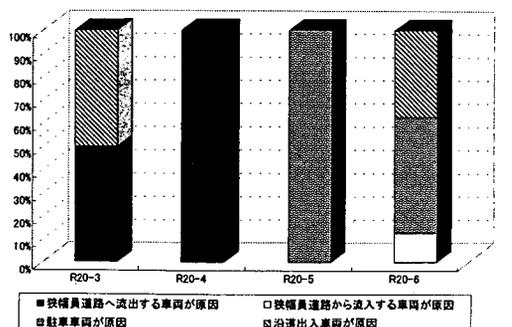


図-4 錯綜の原因 (流入側に狭幅員道路がある場合; 区間1)

#### 3. 4. 4 高齢運転者の特性に関する研究



## 高齢者ドライバーの右折時特性に関する実車実験

国土交通省国土技術政策総合研究所 正会員 ○若月 健

国土交通省国土技術政策総合研究所 正会員 森 望

国土交通省国土技術政策総合研究所 正会員 高宮 進

### 1. はじめに

高齢社会の進展に伴い、高齢ドライバーの増加が見込まれている。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。木村ら<sup>1)</sup>は、高齢者に交差点内から撮影したビデオ画像を見せ、右折時における対向車の車頭時間別に右折するか否かの判断結果を捉えている。ところが一方で、高齢者は接近する対象の速度を弁別する能力に劣るとする研究<sup>2)</sup>もあり、実際に接近してくる自動車に対して高齢者の視覚を通じた判断と行動を捉えたほうが、より高齢者挙動の実像をつかめるものと考えられる。本稿では、流入車線数を変えた交差点を試験走路内に設置し、実車を用いて、高齢者・非高齢者の右折時における車頭時間の選択性や右折所要時間等を測定・分析した結果について報告する。

### 2. 実験方法

#### 2.1 車頭時間の選択に関する実験

実験は、所内試験走路に実験コースを設けて行った。コースは、2車線道路での右折、4車線道路での右折(図-1)を想定したものである。以下、それぞれのケースをCase.A、Case.Bと呼ぶ。

実験では、右折位置に被験者自身の自動車を止め、対向する方向から2台の普通車が、設定した車頭時間を保ちながら接近するものとした。被験者は対向車の1台目が通り過ぎた直後に、右折するか否かの判断を行った。この判断は、被験者各自の普段の右折行動を意識しながら回答するものとした。なお、危険防止のため実際には右折を行っていない。被験者は高齢者(65歳以上)、非高齢者とも20名とした(表-1)。対向車の車頭時間は2、4、6秒に設定し、実際実験時に生じた車頭時間についてもストップウォッチで確認した。対向車の走行速度は40、60、80km/hの3通りとし、各条件につき3回の繰り返しを行った。

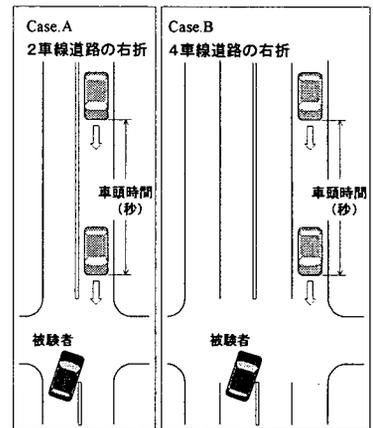


図-1 2、4車線道路での右折

表-1 被験者数

	年齢	男	女	計
非 高 齢 者	20-29	2	4	6
	30-39	1	2	3
	40-49	0	2	2
	50-59	3	6	9
	計	6	14	20
高 齢 者	65-69	11	4	15
	70-74	4	0	4
	75-79	1	0	1
	計	16	4	20

#### 2.2 右折所要時間の測定

2.1の実験と同一の被験者の右折行動をビデオで記録し、右折所要時間を解析した。ビデオでの記録も所内試験走路で行った。ここでは、右折位置に被験者自身の自動車を止め、また、対向する方向から1台の普通車を60km/hで走行させ、被験者は対向車が通り過ぎた直後に、実際に右折を行った。右折所要時間は、「対向車の後端が被験者車両の先端とすれ違った瞬間から、被験者車両が対向車線を横切って車体が対向車線外に出るまでの時間」とした。

### 3. 実験結果

右折所要時間の測定に際して、対向車の通過後極端に動き出しの遅い被験者が見られた。ここではこれらの被験者が実験の趣旨を理解していないものと考え、これらの被験者を除いた高齢者18名、非高齢者19名について車頭時間選択特性、右折所要時間等の分析を行った。

#### 3.1 右折に際しての車頭時間選択特性

キーワード：高齢ドライバー、右折挙動、車頭時間、ギャップアクセプタンス

連絡先：〒305-0804 茨城県つくば市大字旭1番地 TEL0298-64-4539 FAX0298-64-0178

Case.A (2車線道路での右折)における高齢者と非高齢者の車頭時間の選択率(ある車頭時間において「右折する」と回答した率)を図-2に示す。

図によれば、高齢者は非高齢者に比べ「右折する」と回答する割合が低く、慎重な判断を行っているようである。ところが設定車頭時間6秒で対向車速度40km/hと80km/hの車頭時間選択率を見ると、非高齢者では20ポイント程度の差であるのに対し、高齢者では約50ポイントもの差が見られる。速度が変わっても6秒後に2台目の対向車が通行するという条件は同じにも関わらず、高齢者では判断に差が生じていることになる。同一の車頭時間であれば速度が高くなるほど2台目の対向車は遠くに見える。よって、もし高齢者が「対向車が遠い位置にいるから右折できる」と判断しているならば、これは非常に危険な判断であるといえる。この傾向はCase.B(4車線道路での右折)でも同様であった。

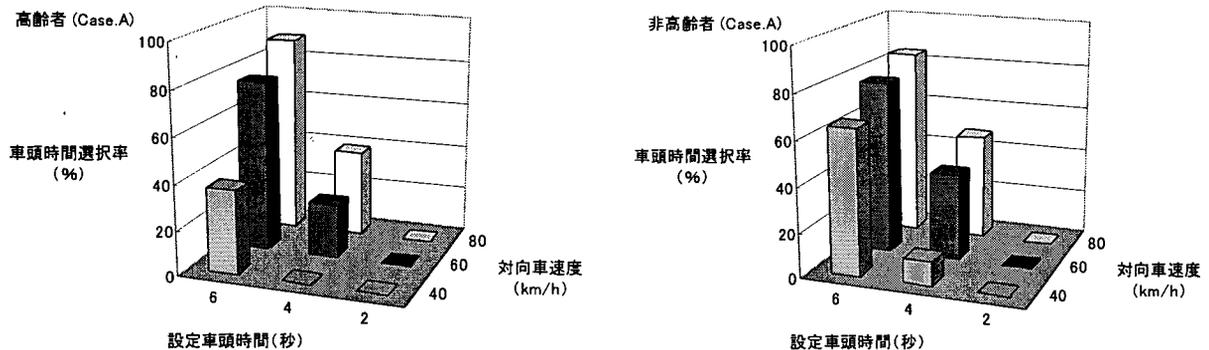


図-2 高齢者と非高齢者の車頭時間の選択率 (Case.A)

### 3.2 右折所要時間

右折所要時間を年齢層別に整理した結果を図-3に示す。

図からCase.Bの高齢者だけ右折所要時間の平均値が長くなっている。このケースは分散も大きくなっている。高齢者は、4車線道路での右折で所要時間が長く、個人差も大きい。

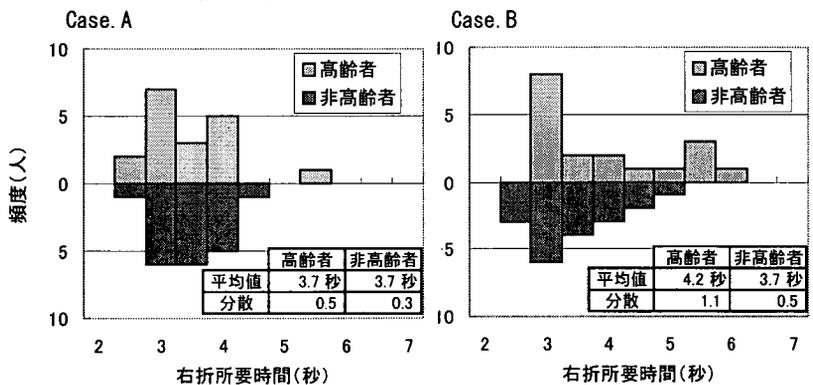


図-3 右折所要時間

### 3.3 車頭時間と右折所要時間

3.1で被験者が「右折する」と回答した条件について、実際の車頭時間と右折所要時間とを比較した。実車頭時間から右折所要時間を引いた値がプラスであれば対向車の間を右折することができるが、マイナスであれば対向車と接触する危険性があることになる。このマイナスとなったときを右折ミスとし、車頭時間の選択件数に占める割合を整理した結果を表-2に示す。車頭時間4秒の60km/h、80km/hを比較すると、Case.AとCase.Bでは、ともに高齢者の右折ミスの割合は非高齢者の3~5倍と高い。また、Case.Bの右折ミスの割合は高齢者、非高齢者ともにCase.Aの3倍前後となっている。高齢者は非高齢者に比べ危険な右折行動を行っており、また、4車線道路での右折でより危険な状況にあることがうかがえる。

表-2 右折ミスの割合

	Case. A			Case. B			
	2秒	4秒	6秒	2秒	4秒	6秒	
高齢者	40km/h	-	-	0%	-	-	0%
		0/0	0/0	0/20	0/0	0/0	0/22
	60km/h	-	15.4%	0%	-	57.1%	0%
	0/0	2/13	0/41	0/0	4/7	0/39	
80km/h	-	14.3%	0%	-	41.2%	0%	
	0/0	3/21	0/48	0/0	7/17	0/46	
	非高齢者	40km/h	-	16.7%	0%	100%	33.3%
	0/0	1/6	0/37	1/1	1/3	0/43	
60km/h	-	4.5%	0%	100%	11.1%	0%	
	0/0	1/22	0/44	1/1	2/18	0/49	
	80km/h	-	3.7%	0%	-	11.5%	0%
0/0		1/27	0/48	0/0	3/26	0/53	

上段：車頭時間選択件数に右折ミス件数が占める割合  
下段：右折ミス件数/車頭時間選択件数

#### 参考文献

- 1) 木村一裕、溝端光雄、蓑輪裕子、清水浩志郎：ビデオ映像を用いた高齢ドライバーの右折ギャップ選択特性に関する研究、第19回交通工学研究発表会論文報告集、pp.89-92、1999.12
- 2) 秋田大学工学資源学部電気電子工学科電気エネルギー工学講座吉村研究室：高齢者と若年被験者の接近速度弁別能力に関する考察、[on-line] <http://www.akita-u.ac.jp/research/elder-velocity.htm>

# 高齢ドライバーのヒヤリ事象と要因

国土交通省国土技術政策総合研究所 ○若月 健  
同 森 望  
同 高宮 進

## 1. はじめに

わが国では、平成12年中に93万件以上もの交通事故が発生している。時に交通事故は、同一の交差点や同一のカーブ区間で多発することがある。このため警察庁・国土交通省では、交通安全対策事業において事故多発地点の抽出と対策実施を進めている。ところが、90万件を越える交通事故も、道路上の危険事象の数に比べれば少数であり、当事者の回避行動の結果、危険事象のごく一部が事故となったものである。よって、道路上の危険事象の発生状況を的確に把握できれば、より効率よく対策を実施すべき箇所とその対策法を見出せるものと考えられる。

このため筆者らは、交通事故には至らないまでも「ヒヤリ」、「ハッ」とした危険事象を収集し要因を分析することから、道路の安全性向上策を検討している。国際交通安全学会によって提唱された「ヒヤリ地図」づくりは、現在様々な地域で行われてきており<sup>1)</sup>、a)問題箇所の抽出とともに、b)地図作成に関わった人々の交通安全意識を高めることに貢献してきた。筆者らは「ヒヤリ地図」の効果のうちa)の点に着目し、ドライバーによる「ヒヤリ地図」作成を試行することから、作成時の課題や留意点を探っている<sup>2)</sup>。本稿では、「ヒヤリ地図」の作成試行結果を用いて、高齢ドライバーのヒヤリ事象と要因について分析した結果を報告する。

## 2. ヒヤリ地図の作成と要因の分類

ヒヤリ地図は、普段から車を利用している高齢者（65歳以上）、及び、旧建設省土木研究所道路部の職員（以下、非高齢者という）を対象に、道路利用時に「ヒヤリ」、「ハッ」とした危険事象の場所と状況を地図上に示すことから作成した。この際には、「ヒヤリ」としないために、気をつけている場所や状況を指摘することも可とした。高齢者を対象とした地図づくりでは、各高齢者に対して調査員が個別に、ヒヤリとした場所と状況をヒアリングするものとした。高齢者はつくば市在宅の23名で1人あたり30分程度のヒアリングを行った。非高齢者については地図を配布し、地図上に「ヒヤリ」の場所と状況を回答してもらうアンケート方式をとった。記述内容が不明なものについては必要に応じてヒアリングを実施した。非高齢者への調査では、61人に調査票を配布し、38人から回収した。

これらヒヤリ地図での指摘結果を「道路・交通環境的要因」あるいは「利用者側の要因」に分類し、さらに詳細な要因で細分類した。またこのような分析を高齢者と非高齢者とを分けて行い、両者を比較した。なお、要因の分類にあたっては同じ「ヒヤリ」状況でも、道路・交通環境として改善すべき問題であるのか、あるいは交通安全教育等を通じて利用者が対応すべき問題であるのかの判断が、分類者個人によって異なってくる場合がある。今回はとりまとめにおいて、複数の分類者間で合議のもと、要因を細かく分析していった。

## 3. ヒヤリ要因の分類結果と考察

### 3.1 ドライバーのヒヤリ要因の分類結果

自動車運転中のヒヤリ事象についてみれば、高齢者23名から116件、非高齢者38名から129件の計245件の事象を得た。図-1に分類結果を示す。

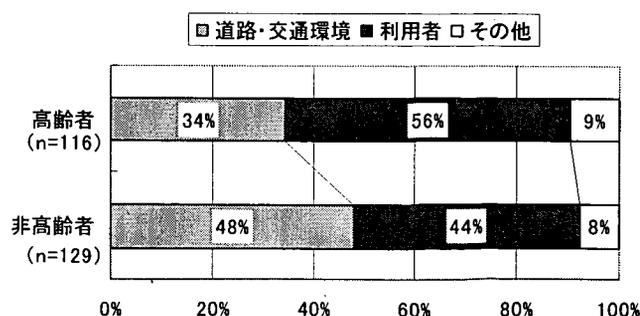


図-1 分類の結果

### 3.2 道路・交通環境的要因

道路・交通環境的要因を細分類した結果を図-2に示す。高齢者と非高齢者を比較しつつ見ると、高齢者は「狭幅員」、「交通量の多い無信号交差点」、「交通量の多い道路」での回答が多い。これらは「車道の脇を通行している歩行者や自転車に接触しそうでヒヤヒヤする」など、交通が混在していたり、交通量が多い場所に、中央線や歩道、信号などが設置されておらず、歩車分離等がされていないことに起因して指摘されている。一般に高齢者は短時間での判断・行動が苦手であるといわれているが、これらの場面は特に自分以外の交通に特に注意を払いながら通行しなければならず、周辺交通に対する敏速な対応が必要となることから今回の指摘となったものであろう。また、若干ではあるが「夜間における暗さ」も多く指摘されている。これは、加齢による高齢者の夜間視力の低下がその原因であると考えられる。

### 3.3 利用者側の要因

利用者側の要因は「安全不確認」と「交通安全意識の欠如」とに細分類した。ここで「安全不確認」とは一時不停止や信号無視など利用者のミスによるもの、「交通安全意識の欠如」は違反とは言いきれなくとも、他のドライバーに迷惑をかけてでも車線変更や右折行動をとるなど、交通安全に向けた意識や認識、配慮が欠けたものとした。

高齢者、非高齢者とも「ドライバーの交通安全意識の欠如（相手）」とした回答が多い（図-3）。この回答を個別に見ると、高齢者では、周辺ドライバーのスピードの出しすぎによるものや、方向指示器を出さずに突然右折するなどの方向指示器の灯火ミスによるものを指摘する傾向が多く見られた。また、高齢者は一時不停止や信号無視などの「ドライバーの安全不確認（相手）」とした回答も多くみられることから、基本的な交通ルールを守っていない車両に対して「ヒヤリ」とする場面が多いと考えられる。一方、非高齢者にはこのような回答は少なく、これとは別に路上駐車によるものや、対向車が目の前を強引に右折したり、併走車が目の前に強引に車線変更したりする時を指摘するなど、通行を無理に妨げられた時の回答が多く見られた。高齢者は非高齢者に比べ走行速度が低い<sup>3)</sup>ことから、このような場面に遭遇しても前車との間に余裕があったりして、結果的に高齢者ではこのような回答は見られなかったと考えられる。

### 4. おわりに

以上のように、本稿では、「ヒヤリ地図」の作成結果から、高齢ドライバーのヒヤリ事象と要因を抽出することができ、高齢者の特徴についても言及することができた。今後は、このような特徴・要因等を考慮した上で、対策を展開していくことも必要と考えられる。

なお、ドライバーによる「ヒヤリ地図」づくりでは、1)客観的な地図づくりや、2)調査対象者の範囲・人数などに関してまだまだ解決すべき課題が多く含まれている。このため、本稿で示したような地図活用時の利点を意識しつつ、ヒヤリ地図作成時の課題を解決し、地図の精度や信頼性を高め、また交通事故の削減に活かしていくべきと考える。

#### 【参考文献】

- 1) 鈴木春男ほか：「ヒヤリ地図づくり」提案の成果とその運用に関する研究報告書、(財)国際交通安全学会、2000.3
- 2) 高宮進、森望、若月健：自動車運転者版『ヒヤリ地図』の作成試行と考察、土木学会第56回年次学術講演概要集第4部、2001.10（発表予定）
- 3) 溝端光雄、楠田博英：高齢運転者の運転特性に関する調査分析、土木学会年次学術講演概要集4部、pp.451-452、1985

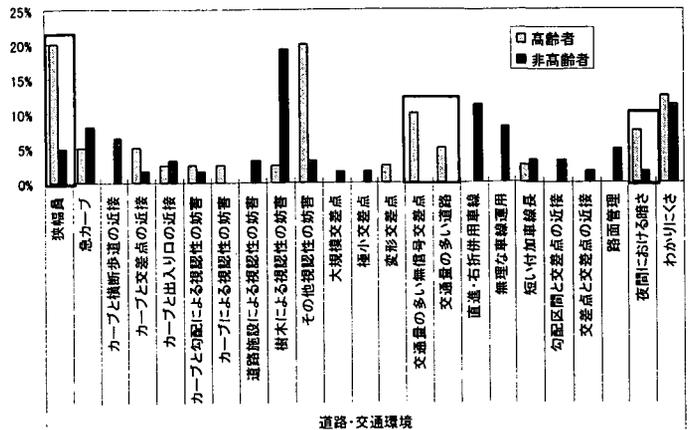


図-2 道路・交通環境的要因

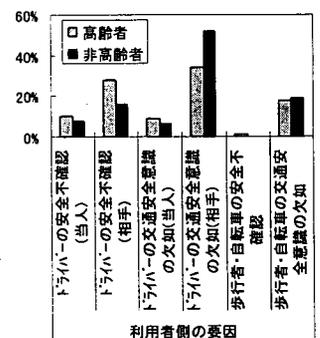


図-3 利用者側の要因

# 実車実験に基づく高齢ドライバーの運転特性の一考察

国土交通省国土技術政策総合研究所 正会員 ○若月 健  
国土交通省国土技術政策総合研究所 正会員 森 望  
国土交通省国土技術政策総合研究所 正会員 高宮 進

## 1. はじめに

高齢社会の進展に伴い、高齢者の運転免許保有者数が増加しており<sup>1)</sup>など、実際に自分で自動車を運転する高齢ドライバーの数も増加していると考えられる。高齢ドライバーは、狭い道路や交差点での通行、夜間の運転などに苦手意識を持っており、また「道路標識が見づらい、わかりづらい」との声もある<sup>2)</sup>など。このうち、交差点での右折や本線車道への合流などは、短時間で的確に状況を認識し適切な判断・行動を行うことが要求されるものであり、これが苦手意識の原因となっているものと考えられる。高齢ドライバーの交通事故や危険事象の防止を図るためには、このように短時間での認知・判断・行動を伴う交通場面に対しても、高齢者自身の問題点や、人・道・車の各側面からの改善点を把握しておくことが非常に重要となってくる。

このような場面を対象とした既存研究としては、高齢者に交差点内からのビデオ画像を見せ、右折時における対向車ギャップの選択性を捉えた木村らの研究<sup>3)</sup>がある。また筆者らは、同じく高齢ドライバーの右折行動に対して、実際に接近してくる自動車をいり高齢者の視覚を通じた判断と行動を捉えた<sup>4)</sup>。さらに木村らは、加速車線から本線への合流現象を対象とし、年齢層による合流行動の違いについて分析している<sup>5)</sup>。

本稿では、このように短時間で判断・行動を行う交通場面として、沿道の民地や細街路から幹線系道路に合流する場面に着目した。幹線系道路では、自動車交通がある程度の走行速度で流れることが多く、沿道等からの自動車はその流れにスムーズに乗ることが期待される。つまり、沿道から合流する自動車は、高齢者・非高齢者のいずれが運転するにしろ、1)合流するか否かの適切な判断

と2)順調な加速が要求される。ここではこのような幹線系道路への合流を模擬し、高齢ドライバーの運転特性を導くため、試験走路内に試験コースを設置し実験を行った。実験では、実車を用いて、高齢者・非高齢者の合流時における車頭時間の選択性や合流に要する時間を測定・分析した。以下ではこの結果について報告する。

## 2. 実験方法

合流する道路上を、複数の車両が連続して走行している場合、これらの車両は前車との間に各々の車頭時間を保って走行している。合流するドライバーは、その車頭時間の中から自分が合流できる車頭時間を選択し、合流を行うこととなる。また合流すると決めた後は、接近してくる車両と接触することのないよう、一定の時間内に道路へ進入し、交通の流れに乗らなければならない。この一連の過程における高齢ドライバーの判断特性・走行特性を解明するため、車頭時間の選択に関する実験及び合流所要時間の測定を行った。

### 2.1 車頭時間の選択に関する実験

実験は、所内試験走路に実験コースを設けて行った。図-1に実験の概要を示す。

1. 2台の普通車が一定の車頭時間で被験者に接近してくる。



2. 「普通車Aが通過した直後に普通車Aと普通車Bの間に合流するかどうか」の回答を行う。



図-1 車頭時間の選択に関する実験の流れ

被験者は合流位置に被験者個人の自動車を止め、また、2台の普通車（普通車A、普通車B）が、合流する道路上を設定した車頭時間を保ちながら走行した。各被験者は、「普通車Aが通り過ぎた直後に、普通車Aと普通車Bの間に合流するか否か」を回答した。被験者には、各自の普段の合流行動を意識しながら回答するように教示した。なお、危険防止のため実際には合流を行わせていない。

被験者の属性は表-1に示す通りである。高齢者（65歳以上）、非高齢者とも20名で、普段から車を利用している人を対象にした。

表-1 被験者の属性

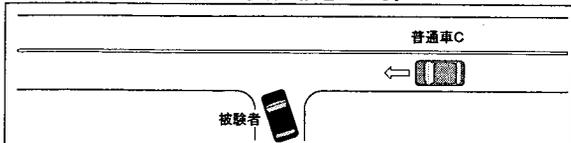
		年齢								
		高齢者				非高齢者				
		65-69	70-74	75-79	計	20-29	30-39	40-49	50-59	計
性別	男	11	4	1	16	2	1	0	3	6
	女	4	0	0	4	4	2	2	6	14
	計	15	4	1	20	6	3	2	9	20
車種	普通	7	3	1	11	6	3	1	6	16
	軽	8	1	0	9	0	0	1	3	4
	計	15	4	1	20	6	3	2	9	20

普通車A、Bの車頭時間は2、4、6秒に設定し、走行速度は40、60、80km/hとした。なお、これらの条件に対して、それぞれ3回の計測を行った。

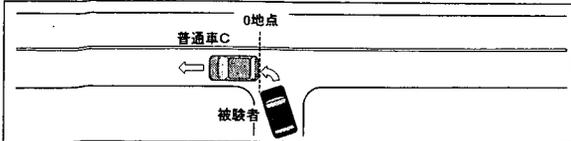
### 2.2 合流所要時間の測定

合流所要時間を解析するため、2.1の実験と同一の被験者の合流行動をビデオで記録した。ビデオでの記録も所内試験走路で行った。図-2に、測定の概要・状況を示す。

1. 普通車Cが一定の速度で被験者に接近してくる。



2. 普通車Cが通過した後、被験者が合流を開始する。



3. 被験者が加速を行う。

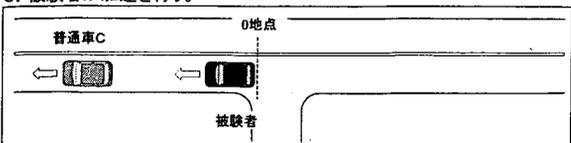


図-2 合流所要時間測定実験の流れ

被験者は、合流位置に被験者自身の自動車を止め、合流する道路上を普通車（普通車C）が設定した速度で通行した。被験者は普通車Cが通過した後に、実際に合流を行った。なお、被験者には普通車Cの走行速度を勘案しつつ、各自の普段の合流行動を意識しながら合流するよう教示した。

普通車Cの速度は40、60、80km/hとし、被験者はそれぞれ1回ずつ合流を行った。

### 3. 実験結果及び考察

#### 3.1 車頭時間選択特性

高齢者と非高齢者の車頭時間の選択率（ある車頭時間において「合流する」と回答した率）を図-3、4に示す。

図によれば、高齢者は非高齢者に比べ「合流する」と回答する割合が低く、慎重な判断を行っているようである。ところが設定車頭時間6秒で普通車A、Bの速度40km/hと80km/hの車頭時間選択率を見ると、非高齢者では20ポイント程度

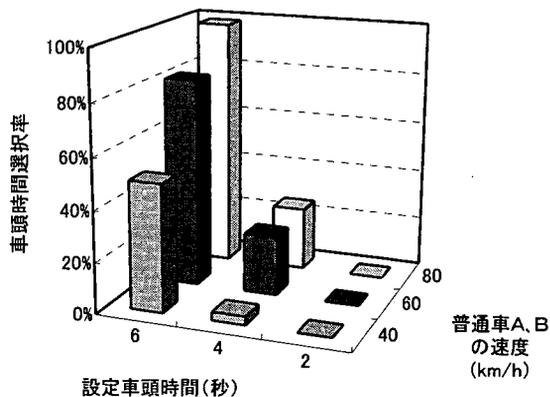


図-3 高齢者の車頭時間選択率

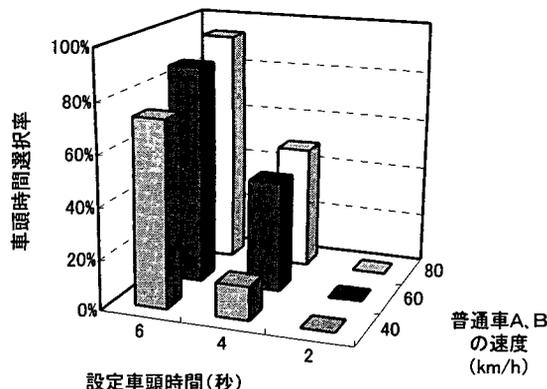


図-4 非高齢者の車頭時間選択率

の差であるのに対し、高齢者では約 50 ポイントもの差が見られる。速度が変わっても 6 秒後に普通車 B が通行するという条件は同じであるにも関わらず、高齢者では普通車 A、B の走行速度によって、判断に差が生じていることになる。同一の車頭時間であれば速度が高くなるほど普通車 B は遠くに見える。よって、もし高齢者が「普通車 B が遠い位置にいるから合流できる」と判断しているならば、これは、危険側の判断を行っているといえる。

### 3.2 合流所要時間

合流所要時間の測定に際して、普通車 C の通過後、極端に動き出しの遅い高齢者が 1 名見られた。そのため、この被験者が実験の趣旨を理解していないものと考え、以下ではこの被験者を除いた高齢者 19 名、非高齢者 20 名について分析を行った。

合流所要時間は「被験者が道路上に進入し終えるまでの時間（以下、進入時間）」と「被験者が一定の速度に達するまでの時間（以下、到達時間）」とに分けて測定した。ここで進入時間とは、普通車 C の後端が図-2 における「0 地点」を通過した瞬間から、被験者が道路上に進入し被験者の後端が「0 地点」を通過するまでの時間とした。また、到達時間とは、同じく普通車 C の後端が「0 地点」を通過した瞬間から、被験者が普通車 C の設定速度と同一の速度になるまでの時間とした。

進入時間の測定結果を表-2 に示す。平均値で見た場合、高齢者、非高齢者ともに、普通車 C の速度が高くなるにつれて、進入時間は短くなっている。しかし、標準偏差を見れば、非高齢者は普通車 C の速度が高くなるにつれて、小さくなっているのに対し、高齢者はほとんど変化が無い。このことから、高齢者、非高齢者ともに、合流先道路の車両の速度に応じて、進入時間を選択しようとする傾向は見られるが、高齢者の場合、非高齢者に比べて速度が高いほど、個人差によるばらつき

表-2 進入時間

		普通車Cの速度		
		40km/h	60km/h	80km/h
高齢者	平均	2.77	2.50	2.35
	標準偏差	0.61	0.67	0.64
非高齢者	平均	3.07	2.73	2.44
	標準偏差	0.56	0.41	0.34

が大きくなると考えられる。

次に到達時間の測定結果を表-3 に示す。なお、普通車 C が速度 80km/h で走行するケースでは、高齢者、非高齢者に 1 名ずつ、一定の時間内に普通車 C と同一の速度まで加速しきれない被験者が見られた。そのため、速度 80 km/h では、そのデータは除外して集計した。表から、若干ではあるが高齢者の方が時間を要していることがわかる。表-2 で高齢者は非高齢者に比べ進入時間が短いこととあわせて考えると、高齢者は車線に進入した後、加速に時間を要しているといえる。

表-3 到達時間

		普通車Cの速度		
		40km/h	60km/h	80km/h
高齢者	平均	8.33	11.79	18.33
	標準偏差	2.16	2.81	5.86
非高齢者	平均	7.97	11.67	17.47
	標準偏差	1.92	2.80	4.53

### 3.3 後続車への影響からみた合流の良否

3.1 で被験者が「合流する」と回答した各ケースについて、被験者の加速状況から後続車へ与える影響を導き、合流行動の良否を検討した。

図-5 は、被験者並びに普通車 A、B の時刻と位置を模式的に示したものである。普通車 A、B は一定速度で車頭時間を保って走行するため、その位置は図のように平行した直線として描ける。仮に被験者が両者の間に合流するとすれば、被験者は加速を伴いながら普通車 A、B と同じ車線に入り、図に示したような位置取りをする。ここで、後続車（普通車 B）に影響を与えないよう順調な

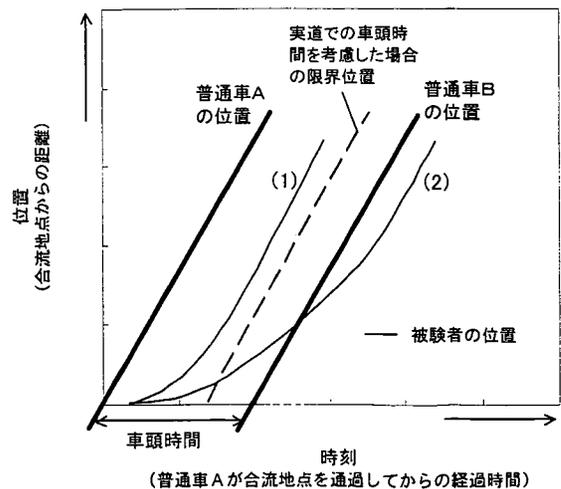


図-5 被験者と普通車の時刻と位置（模式図）

加速ができれば、被験者の位置は(1)のようになり、加速が遅ければ(2)のように普通車Bの位置と交差することになる（現実的には位置は交差しないため、この場合は、普通車Bは速度を極端に落とすことが必要となる）。なお破線は実道での車頭時間<sup>6)</sup>を考慮して算出した、被験者が普通車Bに影響を与えない限界位置を示した線であり、この線と被験者の位置取りが交差した時点で普通車Bは車頭時間を被験者に侵され、減速等を行うことになる。

図-5で、(1)の状態を「合流：○」、(2)の状態を「合流：×」、被験者の位置が破線のみと交差する場合を「合流：△」として、今回の合流選択件数に占める出現割合を求めれば、表-4のようになる。

表-4 合流の良否

	普通車A、Bの速度	設定車頭時間：4秒			設定車頭時間：6秒		
		○	△	×	○	△	×
高齢者	40km/h	100% 2/2	0% 0/2	0% 0/2	57% 16/28	39% 11/28	4% 1/28
	60km/h	0% 0/17	18% 3/17	82% 14/17	47% 22/47	13% 6/47	40% 19/47
	80km/h	0% 0/15	0% 0/15	100% 15/15	29% 16/56	25% 14/56	46% 26/56
非高齢者	40km/h	0% 0/8	0% 0/8	100% 8/8	57% 25/44	32% 14/44	11% 5/44
	60km/h	0% 0/26	0% 0/26	100% 26/26	25% 13/52	44% 23/52	31% 16/52
	80km/h	0% 0/29	0% 0/29	100% 29/29	14% 8/56	18% 10/56	68% 38/56

表から車頭時間6秒の場合についてみると（出現割合の高いものには網掛けを付した）、普通車A、Bの速度が高くなるほど、「合流：×」となる割合が高くなる。また、これら合流判定結果の構成率を高齢者、非高齢者間で見比べれば、ほぼ同様の傾向が見られる。なお、当然ながら車頭間隔4秒の場合は「合流：×」となる割合が高くなる。

当初は、高齢者の方が「合流：×」となる割合が高いと予想したが、解析結果からは、このような傾向は見られなかった。実際、高齢者の合流所要時間が若干長いことを考えれば、高齢者の方が「合流：×」となる可能性が高いと考えられるが、今回の実験結果を見れば、行動に時間を要する高齢者は、慎重な判断のもと、合流を自重したものとも考えられる。なお、今回の実験では、「合流所要時間」の計測に際して、被験者は自分の車の加速にのみ注意を払えばよかったことから、様々な対象に

注意を払うべき実際の運転とは加速状況が異なった可能性も考えられる。よって、実際の道路での加速状況を観察するなどして、より精緻な加速状況の把握と後続車への影響度合いを再評価することも必要かもしれない。

#### 4.まとめ

本稿では、短時間での判断・行動を伴う場面として沿道の民地等から幹線系道路に合流する場面に着目し、高齢ドライバーの合流時の運転特性について、実験を通じて測定・分析を行った。

その結果、1)高齢者は車道上の自動車との位置関係から合流の判断を行っている可能性があること、2)高齢者の合流は非高齢者に比べ若干時間を要すること、3)合流の良否については、高齢者と非高齢者との間で明確な差異はみられなかったことなどを得た。

本文中でも記したとおり、特に 1)からは、「高齢者は危険側の判断をする可能性がある」といえるものと考えられ、このような特徴を高齢者自身並びに周囲の道路利用者が理解し、事故防止に務めることが必要と考えられる。具体的な対応策としては、高齢者教育やシルバーマークの明示とともに、道路側としては、沿道出入り口の設置場所の良否、沿道出入り口を設ける場合の自動車間の視認性確保などが対策として考えられる。

#### 参考文献

- 1) 財団法人交通事故総合分析センター：交通統計平成11年版、2000.4
- 2) 高宮進：高齢者の移動困難場面に関する調査、第23回日本道路会議一般論文集(A)、pp.164-165、1999.10
- 3) 木村一裕、溝端光雄、蓑輪裕子、清水浩志郎：ビデオ映像を用いた高齢ドライバーの右折ギャップ選択特性に関する研究、第19回交通工学研究発表会論文報告集、pp.89-92、1999.12
- 4) 若月健、森望、高宮進：高齢ドライバーの右折特性に関する実車実験、土木学会第56回年次学術講演会概要集第4部、2001.10（発表予定）
- 5) 木村一裕、清水浩志郎、白旗史人、石岡朋生：高齢ドライバーの合流に関する研究、土木計画学研究・論文集No.13、pp.907-914、1996.8
- 6) 交通工学研究会編：交通工学ハンドブック、1984.1

### 3. 4. 5 交通弱者対策（歩行者 ITS）に関する研究



## 視覚障害者の歩行特性調査

### 道路空間高度化研究室

#### はじめに

平成 12 年に「高齢者・身体障害者等の公共交通機関を利用した移動の円滑化の促進に関する法律(いわゆる「交通バリアフリー法」)が成立・施行されたことに見られるように、バリアフリーな交通環境の構築は喫緊の課題となっています。

そのためには、道路管理分野では、歩道の段差の解消や立体横断施設へのエレベーターの設置などはもちろんのこと、障害物の位置やバリアフリー経路などの情報を提供することも必要となります。当研究室では、安全・安心な歩行を支援するための情報提供を行う歩行者 ITS (Intelligent Transport System) の研究開発を進めています。

#### 調査の概要

歩行者に適切に情報提供を行うためには、歩行者、特に、歩行者 ITS の主要な利用者となる身障者の歩行特性を把握する必要があります。そのため、以下の 4 点に関する調査を行いました。

##### ①歩行速度

視覚障害者へ情報提供するための適切なタイミング等を決定するため、調査は、点字ブロックのある歩道、点字ブロックのない歩道、歩車道境界のない道路の条件で歩行速度を測定した。

##### ②歩行軌跡(直進歩行能力)

視覚障害者は無意識のうちに歩く向きがずれる傾向があることから、視覚障害者への歩行誘導の必要性を把握するため、歩行軌跡がどれだけ直線からずれるかを測定した。

##### ③歩行距離認識能力

視覚障害者への経路誘導等に際し、距離情報を提供することを想定し、視覚障害者が指定された距離と実際に歩く距離との差を測定した。

##### ④方向転換時の角度認識能力

③と同様、方向転換する際の角度について、指定された向き・角度と実際に方向転換した角度の差を測定した。

#### 調査結果

視覚障害者の主な特徴として次のような点が観察されました。

##### (歩行速度)

・全盲者は、点字ブロックの有無等の歩行環境に

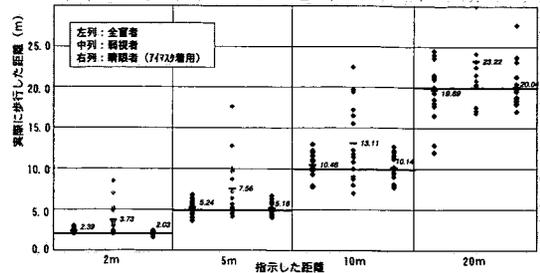


図-1 視覚障害者の距離認識能力

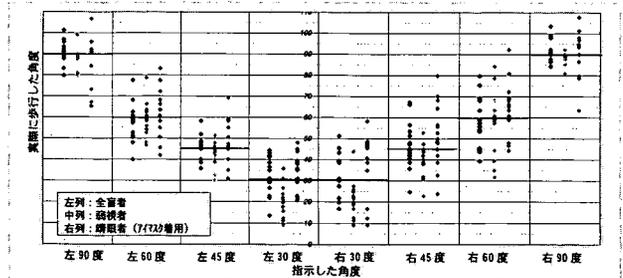


図-2 視覚障害者の角度認識能力

よって歩行速度が大きく変動するのに対し、弱視者の歩行速度は、比較的安定している。

##### (直進歩行能力)

・弱視者は何らかの視覚情報を手がかりとして直進するのに対し、全盲者には直進歩行は困難であり、左右どちらかの方向にずれていく傾向がみられる。そのため、利用者がどの方向を向いているかをシステム側が検知する必要がある。

##### (距離認識能力)

・個人差が大きい、10m 以上の距離では認識距離の誤差が 2m 程度以上となる。そのため、歩道の幅などを考慮すると、視覚障害者に案内可能な距離情報は 5m 程度であると推測される。

##### (角度認識能力)

・左右ともに 90 度(左折・右折)はほぼ正確に曲ることができるが、斜め方向として 30 度、45 度、60 度の方向を使い分けることは難しい。

#### おわりに

道路空間高度化研究室では、現在、民間企業との共同研究により歩行者 ITS の開発を行っており、平成 13 年度下旬にはプロトタイプによる検証実験を行う予定です。

文責：国土交通省国土技術政策総合研究所  
道路研究部道路空間高度化研究室 池田裕二



# RESEARCH ON ITS FOR PEDESTRIANS

Yuji Ikeda and Nozomu Mori

*Traffic Safety Division, Public Works Research Institute, Ministry of Construction, Japan*

Asahi-1, Tsukuba City, Ibaraki Prefecture

Tel: (81) 298 64 4539 Fax: (81) 298 64 0178

e-mail: [yu-ikeda@pwri.go.jp](mailto:yu-ikeda@pwri.go.jp) or [mori@pwri.go.jp](mailto:mori@pwri.go.jp)

## Summary

There has been a growing call for support in recent years for helping the elderly and physically disabled to achieve independence and participate in social activities. To do this, it is necessary to reduce the physical and mental burdens they experience when moving around. It is not enough simply to upgrade walking spaces; rather, information to support safe and comfortable movement must be provided.

In this report, we identify pedestrian needs as well as current situations and issues concerning equipment which supplies information to pedestrians, in order to construct a Pedestrian ITS which provides services to improve pedestrian safety and comfort. We investigate the requirements for Pedestrian ITS and give an overview of the system.

## Background of Studies

Japan's population is aging faster than in any other country, and the social system must be adapted accordingly. As exemplified by the enactment of the so-called Traffic Barrier-free Law this year, the construction of a barrier-free society has become an urgent issue. Social infrastructure that improves the safety and security of Japanese citizens needs to be built. Various recent investigations have shown that people with certain handicaps such as the elderly and disabled face difficulties when traveling outside, and awareness of this situation will grow as the population ages in the future.

Although work on introducing ITS for motor traffic is well underway, the use of ITS for ensuring safe, smooth pedestrian movement is attracting keen interest. Accordingly, in fiscal 2000 the Ministry of Land, Infrastructure and Transport initiated joint studies on Pedestrian ITS. These investigations focus on developing equipment and systems for Pedestrian ITS to ensure safety and comfort while walking for the disabled and elderly. This report outlines the system configuration of Pedestrian ITS.

## Existing Equipment and Systems to Support Disabled People

Various types of equipment to support the movement of the physically disabled as well as the able-bodied have been developed and implemented, yet such equipment still does not fully meet the needs of the physically disabled.

### (1) Guidance and information systems for the visually disabled

Guidance and information systems for the visually disabled with unique features have been developed by several private companies. These systems can be broadly classified into: systems incorporating a white cane which vibrates when it detects a magnetic block, systems which provide voice-based information when the button of a miniature transmitter is pressed, and systems incorporating a miniature terminal to receive speech information carried by infrared rays. However, since such system features have been developed by different companies individually, issues such as the following have arisen:

\* Users cannot use a single terminal in different areas.

- \* Since the systems are introduced on a small scale, they are expensive.
- \* The systems specialize in a single, specific function and so do not satisfy varying needs of users.

(2) Pedestrian navigation system

Various navigation systems designed for pedestrians have been put into service to serve different purposes and needs, based on core technologies such as GPS, mobile phone communications, and digital mapping. The functions of these systems are largely classified into three categories: identification of locational information, acquisition of information on surrounding areas, and route searching. However, these systems face problems such as:

- \* Locational identification is not sufficiently accurate to support safe and secure walking.
- \* The amount of detailed road map data available is insufficient.
- \* There are dead zones where radio waves do not reach.

## Examination of Services Requested for Pedestrian ITS

(1) Information required during walking

We obtained various opinions such as those listed below from interviews with the physically disabled and able-bodied.

*Table 1 Pedestrians' needs and services to be provided by Pedestrian ITS*

Category	Major information systems required	Information provided by Pedestrian ITS
Visually disabled	Point (warning) blocks present no information on "what they warn people about". Linear (guiding) blocks provide no explicit explanation about "what exists ahead". Unanticipated gaps in level or barriers, car accidents, falling onto the rails at stations, and so forth are problems for safe movement.	Location of a safe walking area. Location of a pedestrian crosswalk together with its length. Location, shape and size of an obstacle or a gap. Guidance on the route to the destination. Information on the public transportation
Physically disabled	Information on barrier-free routes and other matters is required.	Guidance on a barrier-free route to the destination.
Hearing disabled	In an emergency in particular, visual information helps hearing disabled people.	Guidance by visual images and/or characters.
All pedestrians	Information required for walking in an unfamiliar place includes "a map showing the area", "time required for the travel to the destination" and "the current position".	Information on the route and public transportation. Information in foreign languages for foreign tourists.

(2) Services provided by Pedestrian ITS

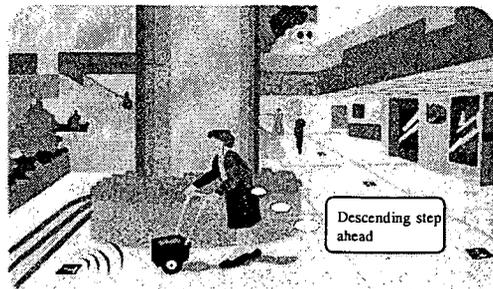
Based on the results of the above investigations, we identified services to be provided by Pedestrian ITS for the visually disabled, mobility impaired and hearing impaired.

We will also provide services for pedestrians who are not disabled but have certain handicaps such as the elderly and those who use strollers, by modifying the services for the physically disabled.

In addition, the provision of route information and information on public transportation, among the services listed below, will be useful for the able-bodied.

○ Information services for the visually disabled

- \* To alert the visually disabled to steps, crossovers and obstacles, locations of boundaries between the road and sidewalk and safe walking areas
- \* To provide information on routes to destinations
- \* To provide information on public transportation such as locations of bus stops and bus schedules. We will also examine whether to provide in future information

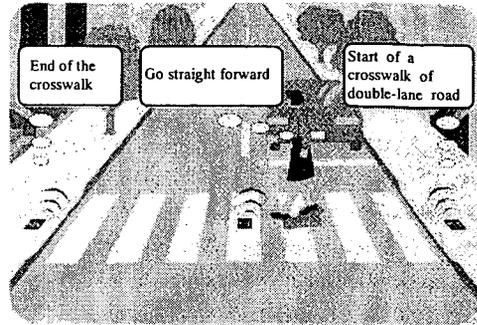


such as which stops and stations to get off public transportation and transportation junctions.

\* To provide information on nearby facilities

○ Information services for the mobility disabled whose movement is impeded by steps and other similar road conditions

\* To provide information on alternative routes to sections which impede the passage of wheelchairs such as sections with steps and staircases  
 \* To provide information on barrier-free routes having few obstacles



○ Information services for the hearing impaired who find it difficult to obtain voice-based information

\* To provide information such as image and text-based route information  
 \* To provide information such as image and text-based information on shelters and evacuation routes in disaster situations

(3) Functional requirements for Pedestrian ITS

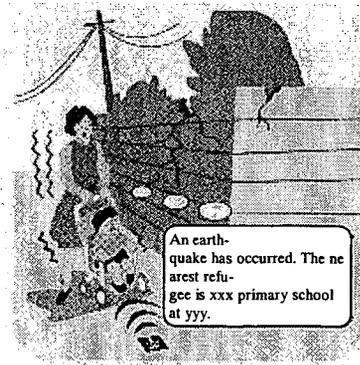
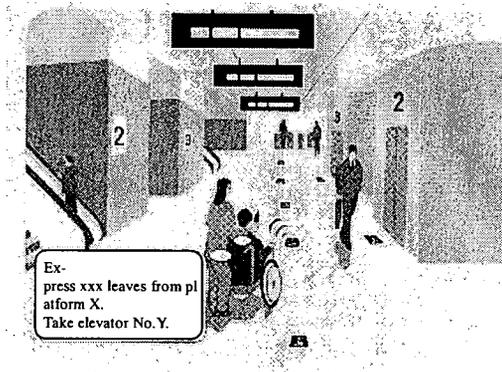
An analysis of the above services shows that the functions required of Pedestrian ITS can be classified into the following three main categories.

(1) Caution calling

Pedestrian ITS will provide pedestrians, particularly the visually disabled and wheelchair users, with information on the location, type and shape (such as the vertical positions of steps and whether the steps are ascending or descending) of steps and staircases along the pedestrian routes, boundaries between the road and sidewalk, and any other obstacles to walking, in order to alert the pedestrians.



(2) Provision of location information



Pedestrian ITS will provide information on not only the present location of the user, but also on facilities near the destination, and public transportation.

(3) Route information

Pedestrian ITS will search for the best route from the present location to the destination, and navigate the pedestrian along the route. Route information which meets the user's needs can be provided, including the shortest route, barrier-free route and route having proper sidewalks. Whenever necessary, Pedestrian ITS will guide the visually disabled to safe walking areas along roads having no sidewalk or during road crossing.

## Functions and System Configuration of Pedestrian ITS

Upon examining the system configuration to achieve the three types of services, we concluded that the following technologies are required.

(1) Location identification technology

It is first necessary to accurately identify the user's location when issuing prior cautions and providing navigation services.

Particularly for issuing prior cautions to the visually disabled and helping them to navigate, the locational accuracy of existing car navigation systems and similar systems is inadequate.

We must develop more accurate location identification technology, and so we will examine the accuracy required for Pedestrian ITS in a future study.

(2) Detailed digital maps

There are the following three methods of alerting pedestrians:

(1) Building sensors to detect obstacles to pedestrian traffic and alert the pedestrian.

(2) The pedestrian carries a sensor to detect obstacles in the way to alert the pedestrian.

(3) The equipment carried by the pedestrian detects the person's location in relation to the locations of obstacles, and alerts the pedestrian.

These three options were compared, and it was decided to study technologies for alerting the pedestrian by detecting the pedestrian's location in relation to the locations of obstacles. Reasons for this decision included: the construction cost, the possibility of providing prior cautions in accordance with pedestrian characteristics, and application of the technology to other services such as navigation services.

We will develop detailed digital maps which contain information required by the pedestrian such as on obstacles near to the pedestrian's identified location.

(3) Mobile terminals

We plan to develop a mobile terminal to identify the pedestrian's location in relation to the locations of obstacles on the digital maps, and to alert the pedestrian. In addition, this terminal will also enable communications with the center server explained below.

(4) Center server

Since the digital maps contain detailed data available to the pedestrian, the equipment carried by the pedestrian cannot keep data on all pedestrian spaces. The mobile terminal must therefore access the digital maps of required areas whenever necessary. We plan to construct a center server to provide such digital maps.

With regard to the price, weight and other aspects of the mobile terminal, it would not make sense to equip the mobile terminal with functions to search routes in accordance with varying pedestrian requirements and to search for location information on nearby facilities, for instance.

We will therefore build these functions into the center server.

(5) Communications technology

We will examine a communication means that enables the mobile terminal carried by the pedestrian to download route information, digital maps and other information from the center server.

By combining the above elements, we will implement the following services.

(1) Caution calling

Pedestrian ITS will identify the pedestrian's location and direction the pedestrian is facing, and check the information against attribute information contained in digital maps on the mobile terminal, then alert the pedestrian if nearby obstacles are blocking the pedestrian's passage. Pedestrian ITS may add an attribute indicating an obstacle to the location identification information in order to issue prior cautions more directly.

(2) Provision of attribute location information

Pedestrian ITS will provide information on surrounding areas by identifying the pedestrian's location and checking the information against attribute information contained in digital maps. If the mobile terminal does not have the required information, it will communicate with the center server to download the attribute location information and digital maps.

(3) Route search and navigation

The mobile terminal will transmit information on the destination and pedestrian's location input to the center server. The center server will then search for a route, and transmit back appropriate route information. Then, the mobile terminal will navigate the pedestrian according to the route information received.

## Investigations of Pedestrian Needs

### (1) Necessity of investigating pedestrian needs

Our investigations into existing equipment for the physically disabled and interviews with them revealed that we must consider the following with regard to Pedestrian ITS services and system equipment.

- Pedestrian ITS must continuously be used throughout the entire pedestrian space traveled by the users (for example, on roads and sidewalks, at underground shopping malls, stations, station squares and parks and within facility buildings), regardless of locational characteristics.
- System performance must not be impaired by external factors such as whether road construction work is underway, the presence or absence of objects along the road and motor vehicles parked or stopped, the volume of motor, bicycle and pedestrian traffic, time zone, season, weather and noise.
- Pedestrian ITS will not provide the same services to all the users, but will allow users to select services according to their characteristics and needs.
- Pedestrian ITS must allow access to a diverse range of information such as voice, vibration and image-based information and large-size information according to user characteristics and needs and the type of information to be provided.
- The size and weight of terminals to be carried by users must be minimized to reduce the burden. Particularly, the terminals must not present problems when carried by the visually disabled, who use white canes or dogs for the blind, nor for the elderly and mobility impaired, who use walking aids.

To meet these requirements, detailed information on the following points is required:

- 1) What kinds of information are required by the physically disabled while walking, and when and where is such information required by them?
- 2) What requirements do they have regarding the method and medium for information communication?

To clarify these points, we investigated the needs of pedestrians who will use the services of Pedestrian ITS, particularly the elderly and disabled who are considered more susceptible to restrictions on movement.

Specifically, we have already investigated walking regarding pedestrians' abilities to recognize the speed, track, distance and angle of walking, as well as interviewed pedestrian groups regarding their needs for (1) caution calling, (2) provision of attribute location information, and (3) route information, all of which are services we aim to provide by introducing Pedestrian ITS.

We will now implement more practical, specific follow-up investigations of walking on streets, and conduct questionnaire surveys to quantitatively assess pedestrian needs.

### (2) Walking experiments regarding the visually disabled

We conducted walking experiments to ascertain the walking characteristics of the visually disabled, in order to collect fundamental data on the key functions of Pedestrian ITS. We defined four items for investigation: (1) Walking speeds under different walking environments, (2) Pedestrian ability to walk straight (investigations of the walking track), (3) Pedestrian ability to recognize the walking distance, and (4) Pedestrian ability to recognize the walking angle.

Through these observations we identified the following main walking characteristics of the visually disabled.

\* The average walking speed was between 0.8 m/sec and 1.8 m/sec. While the walking speed of the totally blind largely varied depending on the walking environment, for example, whether Braille blocks or sidewalks exist, the walking speed of the weak-sighted was relatively consistent.

\* With regard to the walking track, there was a tendency of veering toward either the left or right. However, the weak-sighted maintained a more linear walking track using some visual information.

\* With regard to pedestrian ability to recognize the walking distance, the longer the distance, the larger the difference between the actual distance traveled and the distance recognized.

We also observed wide variations among individuals on this item.

\* Pedestrians were able to turn 90 degrees to the left and right (making both left

and right turns). However, they found it difficult to make diagonal turns at 30, 45 and 60 degrees. In general, they could recognize 45-degree turns.

### (3) Group interviews

During group interviews with the visually disabled and wheelchair users, they indicated their requirements for the Pedestrian ITS services as follows.

#### (1) Regarding the caution calling function

\* The visually disabled feel their safety is threatened by objects including open drainage channels, motor vehicles parked on the road, bicycles parked outside parking zones and other objects blocking the sidewalk. The totally blind and the weak-sighted respectively feel their safety is threatened by obstacles which cannot be detected by the white cane and obstacles which cannot be detected with the help of minimal visual information, such as steps with no difference in brightness.

\* The wheelchair users feel their safety is threatened at busy traffic intersections and along sidewalks with a steep transverse slope, although their requirements are not as clear as those of the visually disabled.

#### (2) Regarding the function to provide attribute location information

\* The visually disabled require information on the surrounding areas for checking their present location when needed. Many wheelchair users indicated they need to find the locations of stores and rest rooms which offer wheelchair access.

#### (3) Regarding the route information function

\* The route information service can be classified into route searching to meet user requirements and route navigation during movement based on the route information searched. Regarding route searching, the visually disabled greatly need routes complete with sidewalks and guiding blocks, while wheelchair users need routes which ensure safe movement including vertical movement with elevators, for example. However, there are likely to be wide variations among individuals regarding route search conditions.

\* We found that the visually disabled and wheelchair users need route navigation information during movement. However, they considered the service would not be useful unless they could receive information from mobile terminals during movement.

### (4) Incorporation of the results of investigations of pedestrian requirements into the examination of Pedestrian ITS

Pedestrian requirements were investigated as described above to incorporate the results into the examination of Pedestrian ITS. We identified the following key factors and data for the system consideration.

\* Wide variations in requirements were found even among individuals having the same category of disability, for example, among the totally blind and weak-sighted, among those with congenital and acquired visual impairment, and among users of manually and electrically operated wheelchairs. Individuals must therefore be allowed to select information provided by the system according to their own characteristics.

\* While the totally blind do not require warnings against minor obstacles such as steps and car stops, the weak-sighted need warnings of these objects. We believe that this is due to the advanced skills of the totally blind using white canes to detect obstacles on the road, in addition to the reasons stated earlier.

\* Since the totally blind rely on various information while walking such as surrounding sounds, wind and the direction of the sun, the system should not provide them with too much oral information as this may prevent them from obtaining such other information.

\* The traveling pattern and ascending ability (longitudinal slope and ascending distance) vary between those using manually and electrically operated wheelchairs, so the definition of a barrier-free route is likely to vary between them.

\* The visually disabled are unable to walk straight along unguided sections, so the system must find out in real time which direction the user is facing.

\* Considering the recognition ability of users, users can recognize distances of up to about 5 meters and angles of about 45 degrees.

## Future Plans

We are presently developing technologies for Pedestrian ITS in collaboration with private-sector companies. We will present the final planned system configuration of Pedestrian ITS and report the latest results of each technology upon presenting the final paper.

We plan to complete the production of a prototype by September 2001, and to perform verification experiments at the Public Works Research Institute. We will then perform public experiments on actual roads to promote development toward commercial application of the system in fiscal 2003.

(key word: ITS, information, barrier-free)



# RESEARCH ON NEEDS AND SYSTEM CONFIGURATION OF PEDESTRIAN ITS

Yuji Ikeda and Nozomu Mori

Traffic Safety Division, Road Department

Public Works Research Institute, Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan

1 Asahi, Tsukuba-shi, Ibaragi-ken

TEL(81)298 64 4539 - FAX(81)298 64 0178

e-mail: [yu-ikeda@pwri.go.jp](mailto:yu-ikeda@pwri.go.jp) or [mori@pwri.go.jp](mailto:mori@pwri.go.jp)

## Objectives of the survey

In Japan, there has been a growing call for the establishment of social systems to cope with the issue of rapid population aging. The construction of a barrier-free society through such measures as the legislation of the Traffic Barrier Free Law has become an urgent issue. As Intelligent Transport Systems (ITS) for motor traffic have been introduced, interest has risen in using ITS for ensuring safety, security and smoothness of pedestrian traffic.

This study investigates the development of equipment and systems for Pedestrian ITS to ensure walking safety and comfort for the disabled and elderly. As a first step, we surveyed the needs of a sample of potential users of the services to be offered by pedestrian ITS, especially the disabled and elderly who are most likely to face difficulties when moving around. This paper presents the results of the survey on the information services required by disabled and elderly pedestrians, and the contents of the pedestrian ITS that will provide such services.

## Information needed by pedestrians

Based on the results of surveys completed up to last year, it has been concluded that the information services that should be achieved by pedestrian ITS are broadly classified into the following three categories.

### **Warnings**

Services that prevent pedestrians from falling off platforms or on stairways, colliding with power poles, etc. and wandering into traffic lanes by attracting their attention to obstacles of these kinds before they reach them.

### **Providing information about the surroundings**

Services that provide pedestrians with information about their present location and nearby facilities, for example, location of toilets, stations or bus stops.

### **Route guidance**

Services that guide pedestrians to their destinations.

It is assumed that these three types of services can provide all the information needed by pedestrians with impairments. But information is meaningless if it is not provided to people who need it, where they need it, exactly when they need it, in exactly the right quantities. It is, therefore, essential to perform detailed surveys to clarify what kinds of information pedestrians with impairments require and where they require each kind.

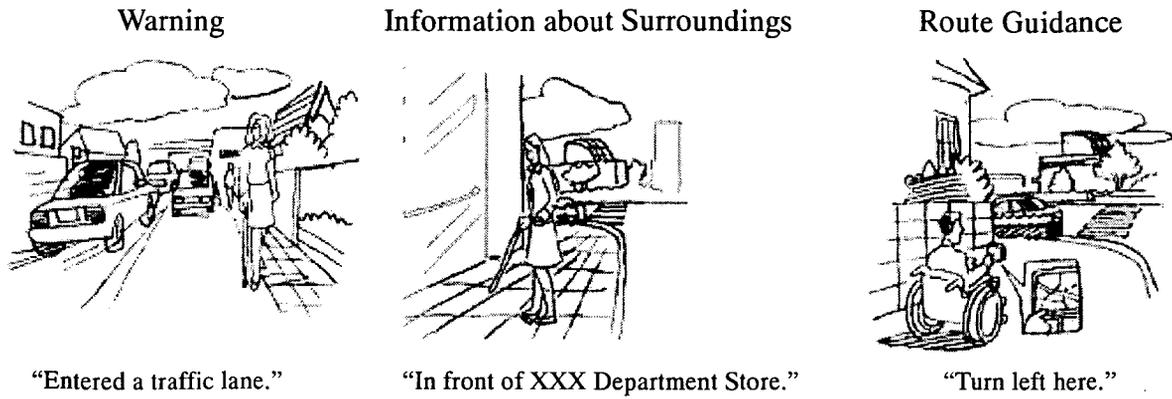


Figure 1: Services by Pedestrian ITS

## Survey of the information needed by pedestrians

The following survey was performed to identify the needs of pedestrians with impairments.

### Survey of the characteristics of walking

#### Purpose of the survey

Pedestrian ITS is premised on the provision of various kinds of information by transmitting either voice or images to terminals carried by pedestrians. In order to learn to what degree people with impairments, particularly visual disabled people, can respond to voice route guidance, warning and indications to avoid obstacle, the survey was planned to measure distance perception ability, and direction modification angle perception ability.

#### Survey results

The following were observed to be the principal characteristics of people with visual impairments.

- Distance perception ability varies widely between individuals, but the perception error was generally  $\pm 30\%$ .
- They can accurately turn  $90^\circ$  to both the left and right (left and right turns), but it is

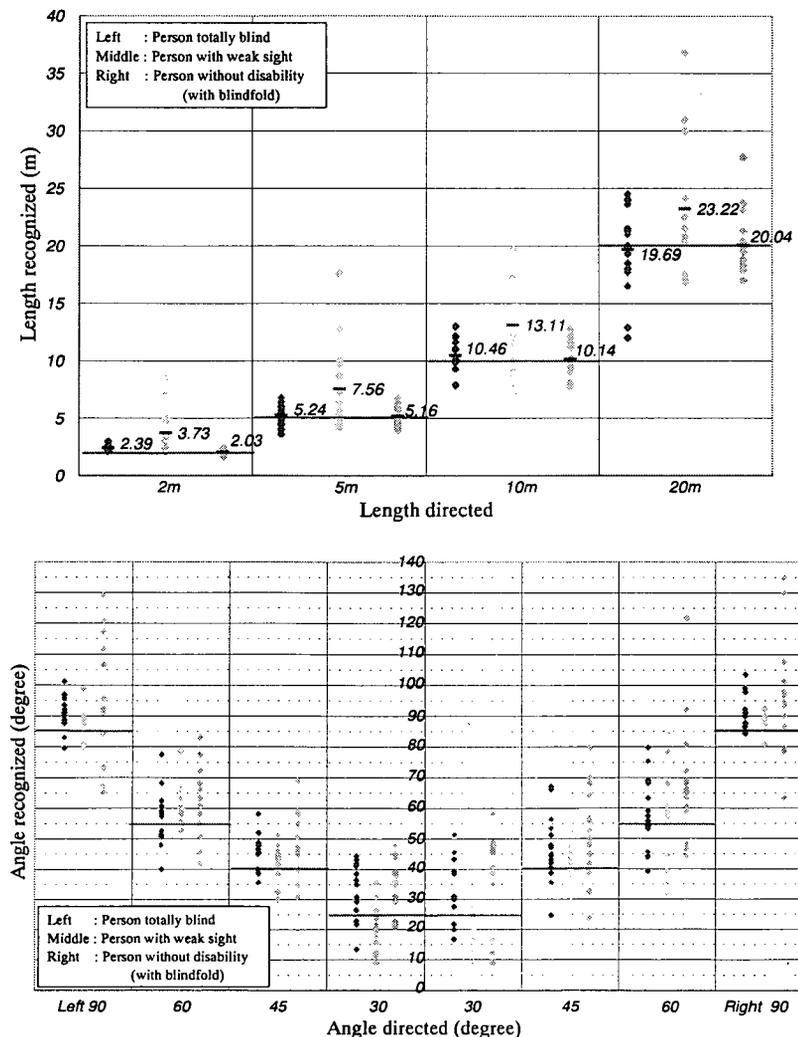


Figure 2: Results of survey of the characteristics of walking

difficult for them to distinguish between diagonal turns of 30°, 45°, or 60°, and it can only be safely said that they can perceive 45°.

**Reflection of needs in the design of Pedestrian ITS**

- It is difficult for people with visual impairments to walk straight where there are no clues of any kind. The system must, therefore, include a function that senses the direction the user is moving.
- Considering the ability of users to recognize distance, a distance of about five meters and an angle of about 45 degrees are numerical limits for valid guidance information.

**Group interview survey**

**Purpose of the survey**

An interview survey concerning the services that pedestrian ITS must provide was performed in order to clarify the obstacles that people with visual impairments and people with impaired mobility encounter outdoors and how they deal with these obstacles in order to study the functions required by a pedestrian ITS system.

**Survey method**

People with varying degrees and kinds of visual impairments(31 persons) and people with varying degrees and kinds of physical impairments(20 persons) were introduced to the general functions of pedestrian ITS and interviewed using the free discussion style to obtain their opinions regarding aspects of traffic and movement during daily life that they want to have improved and the functions that pedestrian ITS should provide.

**Survey results**

The results are as follows.

for visual disabled people about “Warning”	<ul style="list-style-type: none"> <li>• People with visual impairments sense danger from uncovered roadside ditches, cars parked on the streets, discarded bicycles, and objects on top of sidewalks and guide blocks.</li> <li>• The needs of people who are totally blind and those of people with weak sight differ. Because people who are totally blind carry white canes that give them high obstacle detection ability, they don’t need information about obstacles they can detect with their white canes (level differences etc.). On the other hand, People with weak sight sense danger from obstacles they cannot detect with only a little visual information(ex: level differences).</li> <li>• Too many warning information will disturb their attention to others. It is, therefore, necessary that the system permit each user to select the obstacles that each wishes to be informed of.</li> </ul>
about “Provision of information about surroundings”	<ul style="list-style-type: none"> <li>• There is an extremely great need for functions that enable users to obtain answers to questions such as, “Where am I?” and “What is around me?”</li> </ul>
about “Route guidance”	<ul style="list-style-type: none"> <li>• It is necessary to offer guidance to routes with good sidewalks, advanced guide blocks, and similar facilities.</li> <li>• In addition to information about turning angles and intersection guidance, there is a great need for general route information to destinations that pedestrians can obtain before they leave their homes, where they get off trains, etc.</li> </ul>

*Table 1:Results of Interview Survey for visual disabled people*

○for wheelchair users

about “Warning”	<ul style="list-style-type: none"> <li>• They sense danger from inconspicuous level differences, sidewalks with steep lateral gradients, manhole covers (slippery), gratings on roadside ditches (wheels catch in the gratings), and so on.</li> </ul>
about “Provision of information about surroundings”	<ul style="list-style-type: none"> <li>• They have a great need to find shops or toilets they can enter in their wheelchairs. They must not only know if they can enter a toilet in their wheelchair, but if it is locked so that they must contact the toilet operator, when they can use it, and similar related information.</li> <li>• They have a great need to know if all parts of each specific facility are wheelchair accessible, including whether its entrance doors are automatic or not, if it has elevators, or if there are aisles wide enough.</li> </ul>
about “Route guidance”	<ul style="list-style-type: none"> <li>• They have a great need for information about impassable locations: intersections with pedestrian bridges but no crosswalks, sidewalks with narrow effective widths, level differences without slopes, steps, and so on.</li> <li>• They want to avoid routes with railway crossings, many abandoned bicycles, routes without sidewalks.</li> <li>• Many of manual wheelchair users are able to cross small level differences or low steps, but it is difficult for them to move on long steep slopes.</li> <li>• Electrically wheelchair users, on the other hand, sense that even small level differences obstruct them, but they can easily climb slopes and travel long distances.</li> </ul>

*Table 2: Results of Interview Survey for wheelchair users*

### Monitored walking survey

○ Purpose of the survey

A monitored walking survey was performed in order to learn what kinds of information people with impairments require in what situations while they walk alone.

○ Survey method

The subjects included four visual disabled people (with congenital and acquired, total blind and with weak sight) and two wheelchair users (manual and electrical wheelchair users). They were sent to travel from their home to a familiar nearby destination and to a destination they had never visited before in an urban area. When the test subjects required any information, they asked the navigator accompanying them for the information. The test was videotaped to clarify dangerous situations.

○ Survey results

It can be stated that situations where test subjects asked for information, or situations in which they could not move smoothly are highly likely to be situations where pedestrian ITS must provide information.



*Figure 3: Scene of monitored walking survey*

The following is a summary of the situations in which the test subjects requested information and the content of their questions.

(Requests concerning attracting attention)

- Walking on steps: “Tell me what is around the steps.”
- On a platform: “How far am I from the edge of platform?”
- Beginning to cross a crosswalk: “How many lanes wide is the street?”
- At an intersection: “Is there a level difference?”

(Requests concerning surroundings)

- Wants to know what is there: “What is at XXX?/Is there something at?”
- Is looking for guide blocks etc.: “Where is the XXX?”
- on a stairway: “How many steps are there/How many steps does it rise?”
- At bus stop: “How many minutes until the next bus comes?”

(Requests about route guidance)

- Checking the route: “What is generally the best way to get there? /Which direction is it?”
- Wants to know about landmarks etc.: “Are there any landmarks?”
- Is looking for another route: “Is there another route?”
- While walking: “About how far is it to XXX?”

These circumstances have been considered when studying the functions of pedestrian ITS in order that pedestrian ITS support pedestrians by providing them with information.

## **Information Retrieval Functions Required by Pedestrian ITS**

After conducting a survey of desired functions and examining the results, we have decided that it is needed to provide the following information for pedestrians with disability.

### **Warnings**

Warnings for preventing the occurrence of a serious fall

- Stairs going up (at top)
- Edges of platforms
- Areas beside ponds, ditches without covers, and waters

Warnings regarding vehicles

- Intersections and train crossings
- Entrance to parking lots
- Streets (extending from beyond walkways and crossings to outside the pedestrian pathway)

Warnings concerning the danger of falling down

- Steps/elevations (at bottom)
- Obstructions located low on the pathway which may cause a fall
- Treed areas (including planters and planted shrubs/bushes)

Warnings regarding collisions with fixtures attached to the ground

- Poles and other obstructions (phone poles, sign poles, lighting poles, etc.)
- Overhead obstructions (behind pedestrian bridges, etc.)
- Other obstructions (signs, vending machines, phone boxes, mail boxes, walls, guard rails, etc.)

Note: The user should be able to select which type of warnings to receive.

### **Provision of location information**

Information of users current location

- Place names(address), intersection names

- Station names, train line names and landmark (facility) names

Lookup of facilities and buildings in area

- Station, Bus stop
- Toilets
- police boxes, etc.

Provide information necessary for use of the selected facilities

- Phone numbers, operating hours, time schedules, etc.
- Availability of wheelchair access

### **Route guidance(Route lookup)**

Lookup of shortest route

Lookup of barrier-free route for wheelchair users

- Existence of steps and bumps
- Usable width of pedestrian walkway
- Existence of a wheelchair lift and its hours of operation

Lookup of barrier-free route for people with visual disability

- Existence of pedestrian path
- Existence of guide blocks
- Existence of pedestrian bridge

### **Route guidance**

Provide directions on intersections

Provide information regarding stairs, entrances, and other areas which require special action by the user

- Stairs, elevators, escalators
- Crossings, button-controlled traffic signals, etc

Corrected directions for when the user has strayed from the suggested path

## **SYSTEM CONFIGURATION OF PEDESTRIAN ITS**

After examining a system configuration to achieve the three types of service mentioned above, we concluded that the following constituent technologies are required.

### **Location identification technology**

It is first necessary to accurately identify the user's location when issuing prior cautions and providing navigation assistance.

In view of the need to issue prior cautions to the visually disabled and provide them with navigation assistance, the location identification accuracy of existing car navigation systems and other similar systems is not adequate. We must therefore develop more accurate location identification technology.

### **More detailed digital maps**

There are three possible methods for calling the attention of the pedestrian:

- Building sensors to detect pedestrians and alert them to upcoming obstacles.
- The pedestrian carries a sensor to detect and alert him/her of obstacles in the path.
- The equipment carried by the pedestrian detects the pedestrian's location in relation to obstacles, and alerts the pedestrian.

We compared these three options and decided to promote the study of technology to alert pedestrians by detecting the pedestrian's location in relation to obstacles, from a range of perspectives including: the construction cost, the possibility of providing prior cautions in accordance with pedestrian's characteristics and the application of technology to other services such as navigation services.

For this reason, we plan to develop detailed digital maps which contain the information required by pedestrians regarding obstacles near the pedestrian's identified location.

**Mobile terminals**

We plan to develop a mobile terminal to identify the pedestrian's location and alert the pedestrian according to the locations of obstacles on the aforementioned digital maps. This terminal will also be able to communicate with the central server (explained below).

**Central server**

Since the aforementioned digital maps contain detailed data available to the pedestrian, the mobile terminal carried by the pedestrian cannot store all data on all pedestrian spaces. The mobile terminal must therefore be able to access when necessary the digital maps of the required areas. We therefore plan to construct a central server to provide such digital maps.

In addition, with regard to the price, weight and other aspects of the mobile terminal, the terminal does not need functions to search for routes in accordance with varying pedestrian requirements, or to search for attribute location information regarding nearby facilities, for example. These functions will therefore be built into the central server.

**Communications technology**

We plan to examine communication means to enable the mobile terminal carried by the pedestrian to download, from the central server, route information, digital maps and other information.

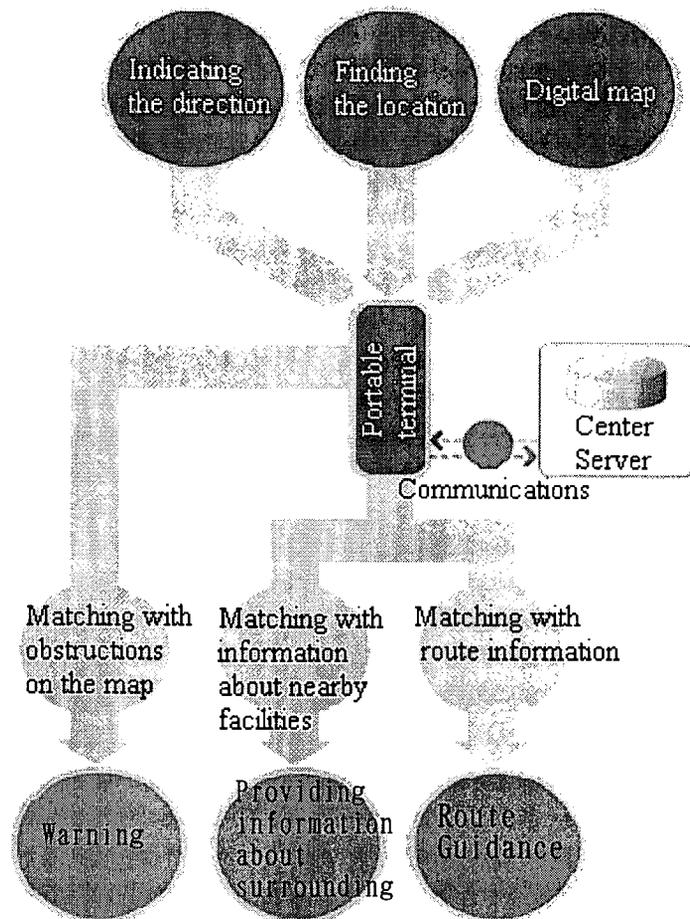


Figure 4: System image of Pedestrian ITS

**Method for Providing Services by Pedestrian ITS**

By combining the above elements, we plan to deliver the required services as follows.

**Caution calling**

Pedestrian ITS will identify the pedestrian's location and direction the pedestrian is facing, and check the information against attribute information contained in digital maps on the mobile terminal, then alert the pedestrian if there are nearby obstacles on the route in front. Pedestrian ITS may add an attribute indicating an obstacle to the location identification information in order to issue prior cautions more directly.

**Provision of attribute location information**

Pedestrian ITS will provide information on surrounding areas by identifying the

pedestrian's location and checking the information against attribute information contained in digital maps. If the mobile terminal does not have the required information, it communicates to access the central server and downloads the attribute location information and digital maps.

### **Route search and navigation**

The mobile terminal will transmit information on the destination input and pedestrian's location to the central server, using communication means. The central server will then search for a route, and transmit back appropriate route information. The mobile terminal will then navigate the pedestrian according to the route information received.

## **Future Plans**

We are presently developing technologies for the Pedestrian ITS system, in collaboration with private-sector companies and aim to complete the production of a prototype in 2001, and perform verification experiments. Following this, we will perform public experiments on actual roads to promote development toward commercial application of the system in fiscal 2003.

# 歩行者支援のための ITS の開発\*

ITS for Pedestrians

池田 裕二<sup>1)</sup>

Yuji Ikeda

In order to reduce the physical and mental stress on elderly or disabled people while walking it is necessary not only to improve sidewalk circumstances but also to provide them with information to make walking safer and easier. This paper presents the conditions and system outline of the Pedestrian ITS, which help elderly and disabled people to walk more safely and more easily by providing information necessary for walking, such as circumstances of side walk and route guidance.

**Key Words :** Safety, Accident, Pedestrian / Information System, Intelligent Transport System ㊦

## 1. 調査研究の目的

日本では、急速に進む高齢化に社会システムとしての対応が求められている。交通バリアフリー法が立法化されるなど、バリアフリー社会の構築は喫緊の課題となっている。一方、自動車交通に対する ITS の導入が進展する中、歩行者の移動の安全・安心・円滑化を目的とした ITS の活用に対しても大きな関心が寄せられており、国土交通省では、2000 年度より歩行者 ITS の共同研究を開始した。

本調査は、身障者・高齢者の安全・安心・快適な歩行をサポートする歩行者 ITS の機器及びシステムを開発するものであるが、本稿では、歩行者 ITS が実現をめざすサービスの利用者である歩行者、とりわけ、移動制約を受けることが多いと思われる高齢者や障害者を対象に実施したニーズ調査の結果、歩行中の身障者・高齢者が必要とする情報提供サービス及びそれを実現するための歩行者 ITS のシステム構成に関する検討結果について紹介する。

## 2. 歩行者の情報ニーズ

2000 年度までの調査の結果から、歩行者 ITS が実現すべき情報提供サービスは、大きく分けて以下の 3 種であるとの結論に達している(図 1)。

(1) 注意喚起：ホーム下や階段などでの転落、電柱などへの衝突、車道への迷入などを避けるため、そのような障害物が目前に迫ったときにあらかじめ注意喚起を行う。

(2) 周辺情報の提供：自分がどこにいるのか、まわりにトイレはあるのか、バス停はどこにあるのかといった、自分がいる場所やそこにある施設



図 1 歩行者 ITS が実現するサービス

\* 2001 年 8 月 24 日受付

1) 国土技術政策総合研究所 (305-0804 つくば市大字旭 1)

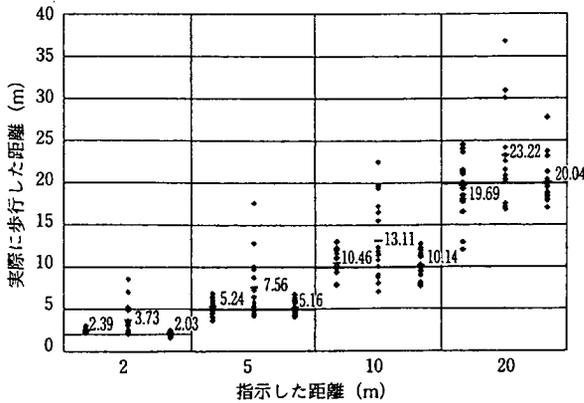


図2 視覚障害者の距離認識能力調査結果

に関する情報提供を行う。

(3) 経路案内：目的地までの経路案内を行う。

これら3種のサービスにより、身障者の移動時に必要となる情報はすべて提供できるものと考えている。しかし、情報とは、その情報を必要とする人に、必要な場面で、必要なタイミングで、過不足なく提供されないと無意味である。そのため、移動時の身障者が、どのような場面で、どのような内容の情報を必要としているかについてさらに詳細に調査する必要がある。

### 3. 歩行者の情報ニーズに関する調査

身障者の移動時のニーズを把握するため、以下の調査を実施した。

#### 3.1. 歩行特性調査

(1) 調査の目的 歩行者ITSでは、歩行者が携帯する端末機器から音声や画像にて各種の情報提供を行うことを想定している。その際、身障者、特に視覚障害者が、音声での経路案内や注意喚起、回避指示に対してどの程度反応できるか、どの程度の歩行能力があるかを把握するため、直進能力(歩行軌跡の調査)、距離認識能力、方向転換の角度の認識能力について調査を行った。

(2) 調査結果 視覚障害者の主な特徴として次のような点が観察された。

- ・歩行軌跡は、左右どちらかの方向にずれていく傾向がみられたが、弱視者は何らかの視覚情報を手がかりとして、比較的直線歩行を維持しやすい。
- ・距離認識能力は個人差が大きいが、おおむね±30%程度の認識誤差がある(図2)。
- ・左右ともに90度(左折・右折)をほぼ正確に

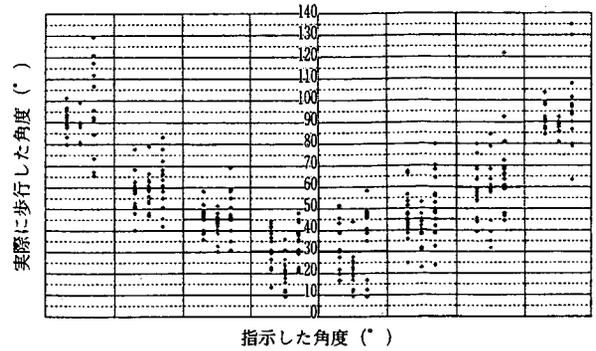


図3 視覚障害者の角度認識能力調査結果

曲がることができるが、斜め方向として30度、45度、60度の方向を使い分けることは難しく、あえていえば45度方向が認識可能といえる(図3)。

#### (3) 視覚障害者の誘導に関する注意点

- ・視覚障害者にとって、何も手がかりがないところでまっすぐ歩行するのは困難である。そのため、利用者がどの方向を向いているかを検知する機能が必要である。
- ・利用者の認知力を考慮に入れた場合、案内可能な数値情報としての距離は5m程度、角度は45度刻み程度と推定される。

#### 3.2. グループインタビュー調査

(1) 調査の目的 視覚障害者や下肢障害者が外出時に感じる障害及び対処法について把握し、歩行者ITSに必要な機能を検討するため、歩行者ITSに求めるサービスに関するインタビュー調査を実施した。

(2) 調査手法 障害の程度・内容の異なる視覚障害者(30名)、下肢障害者(30名)につき、歩行者ITSのおおまかな機能を紹介した上で、日常生活における交通・移動について改善してほしい点や、歩行者ITSに求める機能について、フリーディスカッション方式でインタビュー調査を行った。

#### (3) 調査結果

##### ① 視覚障害者：

##### (1) 注意喚起

- ・視覚障害者は、「ふたのない側溝、路上駐車車、放置自転車、歩道や点字ブロック上をふさぐもの」等に危険を感じている。
- ・全盲者は、白杖による障害物の検知能力が高いため、白杖で検知できない障害物に関する情報ニーズが高く、白杖で検知できるもの(段

差等)に関しては情報提供が不要であると感  
じている。一方、弱視者は、輝度差のない段  
差等わずかな視覚情報では検知できない障害  
物に危険を感じており、全盲者と弱視者のニ  
ーズには違いがあることがわかった。

- ・障害物に関する過剰な注意喚起を懸念する声が多い。そのため、注意喚起の対象を自ら選  
択できる機能が求められる。

## (2) 周辺情報の提供

- ・自分が要求したときに、「今どこにいるのか」、  
「まわりに何があるのか」を教えてくれる機能  
についてのニーズが非常に大きい。

## (3) 経路案内

- ・歩道や誘導ブロックの整備率の高い経路への  
誘導が求められている。
- ・曲がり角や交差点での案内だけでなく、出発  
前や、電車から降りた際における目的地まで  
のおおまかな経路情報に関するニーズが大  
きい。

## (4) インタフェース

- ・全盲者では周囲の音を手がかりとしている者  
が多いことから、たとえ片方であっても、イヤ  
ホン等で耳をふさがれることへの抵抗が強い。  
一方、弱視者ではイヤホンタイプへの抵抗  
はやや少なく、ユーザの特性によって求め  
られる情報提供手段が異なる。

## ② 下肢障害者：

### (1) 注意喚起

- ・車いす使用者は、視覚障害者に比べてニーズ  
が顕著ではないが、認識しにくい段差、横断  
勾配のきつい歩道、マンホールのふた(すべ  
る、がたがたしている)、車止め、側溝のグ  
レーチング(網目にはまってしまう)、自動車  
交通量の多い交差点、横断勾配のきつい歩道  
などに危険を感じている。

### (2) 周辺情報の提供

- ・車いす使用者の場合には、車いすで入れる店  
舗やトイレの場所検索に対するニーズが大  
きい。特にトイレについてのニーズは大きく、  
車いすで入れるか否かだけでなく、施設され  
ていて管理者に連絡が必要か否か、使用可能  
時間等の情報も合わせて必要である。
- ・施設の出入口が自動ドアか否か、エレベータ  
や身障者対応のトイレの有無などを含めた、

施設全体が車いすで利用できるか否かに関す  
る情報のニーズが大きい。

- ・上肢が自由に動く下肢障害者は、自家用車を  
運転し、車を降りてからの末端部分で手動車  
いすを使用する者が多いため、駐車場に関す  
る情報へのニーズが大きい。一方、電動車い  
すを使用する下肢障害者は、公共交通機関に  
関する情報(エレベータの設置された駅、ノン  
ステップバスの運行状況等)へのニーズが大  
きい。

### (3) 経路探索

- ・横断歩道がなく、歩道橋しかない交差点や、  
有効幅員の狭い歩道、スロープが設置されて  
いない段差・階段など、通行不能な箇所に関  
する情報のニーズが大きい。
- ・歩道のない経路や踏切、電柱や放置自転車等  
が多く通行しにくい経路をなるべく避けるた  
め、事前の情報提供が求められる。
- ・手動車いすは軽く、比較的上肢が自由な人が  
使用するため、本人次第では多少の階段や段  
差なら超えることができるが、急な傾斜や長  
距離の移動には困難を感じている。一方、電  
動車いすは重量が重く、小さな段差でも障害  
となるが、急な傾斜や長距離には強い。

### (4) インタフェース

- ・明るい場所では画面が見えないことがあるの  
で、音声情報もあわせて求められている。

### (5) その他機能

- ・パンク、故障、バッテリー切れ(電動車いす  
の場合)、転倒等の際に、自己位置情報の発信  
とともに緊急支援通報する機能がほしい。

(4) 情報提供にあたっての留意点 全盲者と弱  
視者、後天性視覚障害者と先天性視覚障害者、手  
動車いす使用者と電動車いす使用者等、同じ種別  
の障害者でも個人によってニーズがかなり異なる。  
そのため、個人の細かい特性に応じて、提供する  
情報の内容を選択できるようにする必要がある。

## 3.3. 歩行追跡調査

(1) 調査の目的 視覚障害者及び下肢障害者が、  
具体的にどのような場所・場面でどのような内容  
の情報を必要としているかを把握するため、単独  
歩行中の視覚障害者及び下肢障害者に同行し、実  
際の歩行場面における情報ニーズを調査する歩行  
追跡調査を行った。

表 1 歩行者 ITS による注意喚起の内容

サービス内容	情報提供の目的	整備すべきデータ(例)
転落に関する注意喚起	転落による重大な事故を防ぐための注意喚起	・階段昇降口(上部) ・プラットホーム端 ・水部
自動車に関する注意喚起	車道部や交差点部、踏切部への進入に対して注意喚起	・交差点、車道との交差点部、踏切 ・駐車場出入口 ・車道(歩道や横断歩道から歩行経路外へのはみ出し)
転倒する危険性に関する注意喚起	路面の足下の段差、障害物等による転倒の危険性に対して注意喚起	・段差、階段昇降口(下部) ・転倒の危険性がある背の低い路上設置物 ・植樹帯(花壇等も含む、植栽帯)
地物との衝突に関する注意喚起	主として上半身や頭部の高さにある設置物、障害物との衝突や接触に対する注意喚起を行う	・柱状障害物(電柱、標識、照明施設等) ・頭上障害物(歩道橋の階段裏等) ・その他障害物(看板、自動販売機、電話ボックス、ポスト、壁、ガードレール等)

注意喚起の対象となる障害物については、利用者が選択できるようにする必要がある。

表 2 歩行者 ITS による周辺の施設等に関する情報提供の内容

サービス内容	説明	整備すべきデータ(例)
現在地の案内	・地名(住所)、路線名等を案内する ・ランドマーク、駅等との位置関係を案内する	・地名、路線名、交差点の名称 ・駅、ランドマーク施設の名称
現在地周辺の施設の検索、場所案内	現在地の周辺にある駅、公衆トイレ等の施設を検索し、距離、方向等の情報を提供する	・交通機関、トイレ、金融機関、交番等
選択された施設に関する情報を案内する	上記の施設に関し、その利用に必要な情報を案内する	・電話番号、営業時間、時刻表等 ・車いす利用の可否

(2) 調査手法 視覚障害者(先天性・後天性の全盲・弱視者)及び下肢障害者(電動・手動車いす使用者)各1名を被験者として、自宅周辺にある既知の目的地及び、都市部にある初めて訪れる目的地まで移動した。被験者は何らかの情報が必要な際には、同行するナビゲーション役に質問する。また、移動状況をビデオ撮影し、歩行途中で注意喚起が必要となるような、危険な状況の把握を行う。

(3) 調査結果 被験者が質問した場面や被験者が円滑に移動できなかった場面が、歩行者 ITS の情報提供が求められる場面となる可能性が高いといえる。

被験者が情報提供を求めた場面及び質問内容は、おおむね以下のとおりであった。

#### (1) 注意喚起に関する質問

- ・階段を歩行している：「階段の終わりを教えてください」
- ・ホームで安全なエリアを確認する：「端までどれくらい距離がありますか」
- ・横断歩道を渡ろうとしている：「何車線ですか」
- ・交差点部に段差がある：「段差がありますか」

#### (2) 周辺状況に関する質問

- ・自分の位置を知りたい：「ここはどこですか」
- ・対象物が何か知りたい：「これは何ですか」
- ・周囲の状況を把握したい：「周囲に〇〇はありますか」
- ・目的地までの料金を知りたい：「目的地までいくらですか」
- ・乗るべき交通機関情報を知りたい：「次のバスは何分ですか」

#### (3) 経路案内に関する質問

- ・おおまかな経路・方向を確認する：「だいたいどちらの方向ですか」
- ・ランドマークなどを知りたい：「何か目印はありますか」
- ・別の経路を探している：「別のルートはありますか」
- ・方向を確認する：「この方向ですか(右・左ですか)」
- ・距離を確認する：「〇〇までどのくらいありますか」

#### 4. 歩行者 ITS に必要な情報提供機能

ニーズ調査の結果から、身障者が歩行中に必要な情報提供サービスとして、以下の機能を備えた

表 3 歩行者 ITS による経路探索

サービス内容	説明	整備すべきデータ(例)
最短経路探索	最短経路を探索する	
下肢障害者用バリアフリー経路探索	幅員、勾配、車いす対応設備の有無などにより物理的な移動制約が少ない経路を探索する	・段差、階段の有無 ・歩道の有効幅員 ・車いす用昇降装置の有無とその稼働時間
視覚障害者用バリアフリー経路探索	誘導ブロック等が設置され、視覚障害者が歩きやすい経路を探索する	・歩道の有無 ・誘導ブロックの有無 ・歩道橋の有無

表 4 歩行者 ITS による経路誘導メッセージの内容

サービス内容	説明	整備すべきデータ(例)
交差点等における方向の案内	移動経路上で方向転換が必要な箇所において、次に進むべき方向や、次の方向転換点までの距離の案内を行う	
方向転換以外に必要な行動の案内	階段や出入口など、通常の歩行と異なる行動が必要な箇所において案内を行う	階段、EV、ES、出入口、横断歩道、押しボタン式信号等
経路から逸れた場合の修正指示	設定された経路から外れたことを伝えるとともに、経路から外れた地点までの誘導を行う	

システムを開発することとした。

(1) 注意喚起：注意喚起の対象となる状態は、表 1 の 4 ケースに整理される。利用者の障害の度合いや歩行能力によって、利用者に必要な注意喚起情報のみが提供される。

(2) 周辺情報の提供：現在地や周辺の施設などに関して必要となる情報の種類として、表 2 の 3 種類の情報が提供される。

(3) 経路探索：目的地までの経路を探索する際にあたっては、利用者の特性・歩行能力等に合わせた経路を探索する(表 3)。

(4) 経路誘導：歩行中の経路誘導のメッセージは、表 4 の 3 通りが想定される。

## 5. 歩行者 ITS に必要な機能及びシステムの構成

前述の 3 種のサービスを実現するシステム構成を検討した結果、以下の要素技術が必要であるとの結論に達した。

(1) 位置特定技術：注意喚起や経路案内サービスを行う上で、まず利用者の位置を高い精度で特定することが必要である。特に視覚障害者への注意喚起や経路案内を行うことを考慮すると、現在カーナビゲーションシステム等に用いられている位置特定精度では不十分であり、より精度の高い位置特定手法を開発する。

(2) 詳細なデジタル地図：歩行者に注意喚起を行う手法として、

- ・歩行を阻害する障害物等に、歩行者を感知するセンサを設置し、注意喚起を行う手法
- ・歩行を阻害する障害物を感知するセンサを歩行者が携帯し、注意喚起を行う手法
- ・歩行者の携帯する機器が、歩行者の位置と障害物等の位置とをマッチングさせて注意喚起を行う手法

の 3 通りが考えられる。

この 3 案を比較した結果、整備コストや、歩行者の特性に合わせた注意喚起の可能性、経路案内等の他のサービスへの適用等の面から、

- ・歩行者の位置と障害物等の位置とをマッチングさせて注意喚起を行う手法の研究を進めることとした。

歩行者の位置から、周辺の障害物等の情報を提供するため、歩行者が必要としている情報を収めた詳細なデジタル地図を開発する。

(3) 携帯端末：歩行者の位置を特定するとともに、前述のデジタル地図とのマッチングにより注意喚起を行い、さらに、後述するセンタサーバとの通信が可能な携帯端末を開発する。

(4) センタサーバ：前述のデジタル地図は、歩行者用の詳細なデータが記録されているものであるため、歩行者の携帯する機器がすべての歩行空間のデータを保管するのは困難である。携帯端末が必要なときに必要なエリアのデジタル地図を随時取得できるようにする必要がある。そのため、デジタル地図を提供するセンタサーバを構築する。

また、携帯端末に、歩行者のさまざまなニーズに応じた経路探索や周辺の施設等に関する場所属性情報の検索を行う機能を搭載するのは、携帯端末の価格・重量等の面で非合理的であるため、これらの機能についてもセンタサーバが受け持つこととする。

(5) 通信技術：歩行者の携帯端末が、センタサーバから経路情報やデジタル地図等をダウンロードするための通信手法を検討する。

## 6. 今後の予定

現在、歩行者 ITS のシステムを構成する各要素技術の開発を、民間企業と共同で行っているところであり、2001 年秋頃にプロトタイプを完成し、土木研究所内での実証実験を行った後、実際の道路空間における公開実験を行い、2003 年度の実用化

をめざして開発を進めている。

### □ フェース



池田裕二

日本では身障者は少数派のように扱われがちであり、「車いすや白杖(視覚障害者の歩行補助具)など自分とは無縁」などと思っている人も多いであろう。だが、事故や病気・加齢により身体障害を負う可能性は誰にでもあり、だからこそバリアフリー化の意義は大きく、歩行者 ITS の果たすべき役割も大きいと考えている。しかし、研究を進めれば進めるほど、下肢障害者や視覚障害者のニーズは切実でしかも多様であることがわかる。歩行者 ITS への期待の大きさと、歩行者への情報提供の難しさの板挟みとなり、重圧を感じる今日この頃である。

### 3. 4. 6 交通弱者対策（バリアフリー）に関する研究



# **EXPERIMENTS BY WHEELCHAIR USERS AT SLOPED SECTIONS**

Susumu TAKAMIYA, Senior Researcher, Traffic Safety Division, Road Department  
Nozomu MORI, Head, Traffic Safety Division, Road Department

Public Works Research Institute, Ministry of Land, Infrastructure and Transport

---

## **POSTER ABSTRACT**

Japanese sidewalks are classified into either the mount-up type or flat type in terms of shape. The mount-up type sidewalk has a curb which demarcates it from the roadway, and is elevated a step higher than the road. The flat type sidewalk has a demarcation between the road and sidewalk, but with no difference in elevation. Roads have been constructed as motorization has progressed in Japan, but sidewalks have conventionally been constructed as simple attachments to roadways and so are often narrow. As a result, when driveway sections (where vehicles drive into private property along the road) were built on mount-up type sidewalks, the sidewalks were lowered, causing slopes on the sidewalks. This situation has hindered the passage of pedestrians, particularly wheelchair users. In this study, we performed experiments on the passage of wheelchair users on sloped sections, and obtained values of slopes which were not a hindrance to them. We also proposed shapes of the driveway section based on the values of slopes obtained and the viability of vehicle entry on the driveway section.

In this study, we set up sloped sections and performed experiments on the passage of wheelchair users, in order to ascertain problems with slopes on sidewalks and obtain values of slopes that do not hinder the passage of wheelchair users. Five values of slopes were used, ranging from 2% to 10%. We asked wheelchair users to pass through the sloped sections, and interviewed them immediately afterwards on points including: 1) problems during passage, such as whether they were deflected from their traveling direction or were unable to move forward, and 2) any feeling of danger or instability during passage. The test subjects comprised 33 regular manually-operated wheelchair users, and they used their own wheelchairs. We conducted experiments on such wheelchair users because we wished to obtain data on passage conditions, evaluations and opinions from those who usually go out and are accustomed to using wheelchairs in their everyday life.

The experiments were performed on two passage patterns: 1) a slope in the direction of travel of the wheelchair users (longitudinal slope), and 2) a slope perpendicular to the direction of travel of the wheelchair users (cross slope). The section with longitudinal slope was 3 meters long and that with cross slope was 8 meters long, in consideration of the elevation of Japanese sidewalks (between 15 cm and 25 cm) and the shape of the driveway section.

In the experiments on the section with longitudinal slope, more than half of the test subjects responded that their traveling speed dropped on a 6% ascent and slightly less than 40% of the test subjects responded that they were unable to move forward on a 10% ascent. With regard to the feeling of danger felt by the test subjects when they ascended the longitudinal slope, the maximum slope on which 85% of the test subjects did not feel danger was 6%. This suggests that longitudinal slopes of up to 6% will not present major problems or create a feeling of danger for regular manually-operated wheelchair users accustomed to going out, making the travel on sidewalks possible, although their traveling speed may fall somewhat.

Similarly, in the experiments on the section with cross slope, the test subjects started encountering problems such as "drop in speed" and "deflection in the traveling direction" on a 4% slope. About half of the test subjects encountered problems on a 4% slope and about 60% on a 6% slope. On an 8% slope, 20% of test subjects found themselves unable to move forward. With regard to the feeling of danger felt by the test subjects while crossing the section with cross slope, as in the case of a longitudinal slope, the maximum slope on which 85% of the test subjects did not feel danger was 4%. Based on these results, the evaluations made by those who regularly use manually-operated wheelchairs when they go out were as follows: a longitudinal slope of 6% or less and a cross slope of 4% or less will present few problems and not create a feeling of danger for wheelchair users, thus making travel on sidewalks possible.

Next, based on the results of experiments on the passage of wheelchair users, we proposed a concept regarding the slope on driveway sections. Although for wheelchair users no slope on sidewalks at all is preferable, over-emphasis on ensuring the flatness of sidewalks may actually prevent vehicular access to private property. Accordingly, we proposed three shapes of driveway section with suitable slope to allow the passage of wheelchair users as well as vehicle entry on the driveway section, as outlined below. We also note that in September 1999, the Japanese criteria for road structures were revised in view of the results of this study, situations overseas, and field feasibility of projects.

- (Structure 1): If the sidewalk is wide, form a slope on the side where the sidewalk borders the roadway to allow vehicle access, and form a cross slope of 2% or less on the side closer to the private property used by pedestrians. This secures sufficient space to facilitate the passage of wheelchair users.
- (Structure 2): If the sidewalk is narrow the sidewalk must be lowered, but the cross slope must be 4% or less.
- (Structure 3): Another alternative for narrow sidewalks is to lower the entire sidewalk. This structure makes it necessary for pedestrians to descend a longitudinal slope of 6% or less, pass the drive-in section, and ascend another longitudinal slope of 6% or less.

新しい基準・指針

# 「バリアフリー歩行空間ネットワーク形成の手引き」

## はじめに

我が国は、世界的にもかつて例のない速さで高齢社会を迎えました。1995年現在、65歳以上のいわゆる高齢者人口の割合は14.5%で、先進諸国に比べても高い割合を示しています。高齢者人口は、2015年には総人口の25.2%に達し、国民の4人に1人が高齢者という社会が到来するものと予測されています<sup>1)</sup>。一方、ノーマライゼーションの考え方<sup>2)</sup>の浸透を背景に、車いす使用者や視覚障害者にも外出しやすい環境が望まれています。

このような点を受け、道路空間においても高齢者や障害者を含めた歩行者が安全に通行できるよう、通行する部分の幅員を確保することや、段差・勾配を縮小すること、路面を平坦化すること、道路を横断する際の安全性を確保することなど、空間整備をはじめとした各種対策が求められています。このため、平成11年には歩道の構造基準が改定され、また平成12年には「高齢者、身体障害者等の公共交通機関を利用した移動の円滑化の促進に関する法律」(通称、交通バリアフリー法)が制定されました。本手引き<sup>3)</sup>は、学識経験者、建設省道路局、建設省土木研究所からなる「歩行空間ガイドライン研究会」での検討結果に基づき、上記諸制度の創設に合わせて、歩行空間の計画・設計・維持管理の側面に対し留意すべき事項並びに内容をとりまとめたもので、2001年1月に発行されました。

## 歩行空間形成の考え方

本手引きでは、バリアフリー歩行空間の形成に際して、「すべての人々が安全で快適に通行できるバリアフリー構造の歩行空間を、ネットワークとして連続的に確保する」ことを基本理念としています。またこの基本理念を受け、歩行空間の計画と設計、さらには整備された歩行空間の維持管理の各側面に対し留意すべき内容は、以下に述べるとおりです。なお、本手引きの目次構成を表-1に示します。

表-1 手引きの目次構成

はじめに
本書の使い方
第1部 ネットワーク形成の計画策定
1. バリアフリー歩行空間ネットワークの基本的考え方
2. バリアフリー歩行空間ネットワーク実現に活用する制度
3. 歩行空間ネットワーク形成のための計画策定
4. バリアフリー歩行空間を形成するための道路整備
5. 道路管理におけるバリアフリー歩行空間確保の考え方
6. バリアフリー歩行空間ネットワーク整備の評価
第2部 バリアフリーの整備事例
1. バリアフリー構造にするための対応策に関する事例
2. 住民参加に関する事例
3. その他
用語の解説
参考資料

計画に際しては、まずバリアフリー歩行空間の形成を図るべき対象地区を選定します。対象地区には、歩行者交通の起終点を考慮し、駅やバスターミナルなどの施設や、商業施設・公共施設、福祉施設などを含む地区を選定することになります。対象地区の大きさは、徒歩圏域が一つの目安となります。また対象地区においては、高齢者や障害者の主要な動線を把握するとともに、既存の道路の状況を考慮して、連続的かつ面的に歩行空間をバリアフリー化する経路を設定することになります。なおこの際、道路だけでなく、道路と一体となって機能している道路以外の通路(民地内通路や公開空地等)も経路として考慮すべきです。(以上、第1部3.)

設計においては、歩行空間を、高齢者や障害者の通行に支障が少ないバリアフリー構造とすることを基本とします。またバリアフリー化に合わせて、より質の高い歩行空間としていくことを考慮すべきです。具体的には、次の各点が検討のポイントとなります。

- ・ 歩行空間幅員の確保
- ・ 段差・勾配等への対応(平坦性の確保)
- ・ 横断歩道橋等での上下方向移動の支援
- ・ たまり空間や休憩施設の確保
- ・ 案内標識等の設置

・ 景観形成等への配慮 (以上、第1部4.)

維持管理においては、歩行空間を常にバリアフリー化された状態に保つという観点から、道路や道路施設等の維持・補修に努めることが必要となります。合わせて、広報誌・チラシなどによるPR等を通じて、バリアフリーの意義や道路の望ましい使用方法等を道路利用者に周知し、利用者の意識を高めて、放置自転車や路上占用物件などが発生しないようにすることが強く望まれます。

(以上、第1部5.)

事例と関係基準類

実際の歩行空間形成に際しては、道路管理者が上記の考え方を十分理解することが必要となります。そのため本手引きには、歩行空間形成の事例が豊富に盛り込まれています(第2部)。ここでは、これまでに各地で進められてきたバリアフリー整備事例が収集・分類されており、改善に向けた着眼点を示すとともに、事前・事後を比較しながら解説が加えられています。写真-1はその一例で、道路の幅員を再配分した事例です。本事例では、有効幅員が1m程度しかなかった片側歩道の道路に対して、一方通行規制を適用し、その結果車道を狭めて、道路の両側に幅員1.5~2mの平坦な歩行空間を実現しています。

また、道路管理者が関連する各種制度についても理解し、それを適切に活用することも非常に重要となってきます。関連する法律、技術基準類としては、1) 交通バリアフリー法、2) 交通バリアフリー法に基づく道路の構造基準、3) 歩道の段差等に関する基準等があり、これらは参考資料に掲載されています。

おわりに

本手引きを活用しつつ、今後は、全国各地でバリアフリー歩行空間が形成され、この結果、高齢者・障害者をはじめとした歩行者が、安全で快適に通行できるようになるものと考えられます。しかし一方で、それぞれの歩行空間形成に関わる考え方や工夫、ノウハウが的確に収集・公表され、道路管理者がそれを相互に共有することにより、より歩行者のニーズに合った空間形成を図ってい

【整備前】



【整備後】

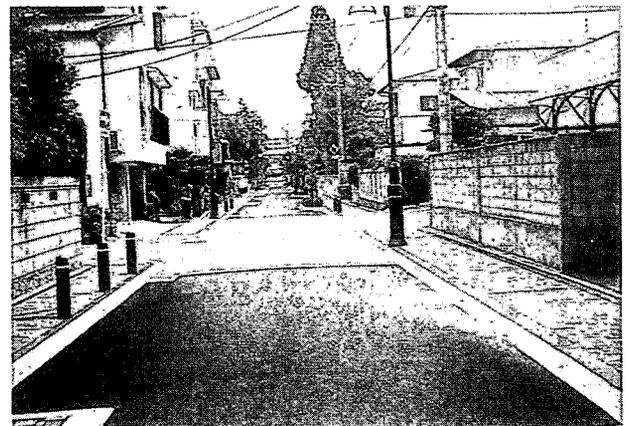


写真-1 バリアフリー整備事例

くことも非常に重要です。そのためには、本手引きを逐次、充実・改訂していくことも重要な課題と考えるところです。

これらの活動を通じ、高齢者・障害者をはじめとしたすべての人々が、社会参加の機会を獲得・維持できることを期待します。

参考文献

- 1) (社)エイジング総合研究センター編：高齢社会基礎資料年鑑 '98・'99年版，中央法規出版，1998年5月
- 2) 瀬尾卓也：ノーマライゼーション，土木技術資料，第38巻，第5号，p.16，(財)土木研究センター，1996年5月
- 3) 国土交通省道路局地方道・環境課監修：バリアフリー歩行空間ネットワーク形成の手引き，(財)国土技術研究センター，2001年1月

### 3. 4. 7 交通安全対策（コミュニティ・ゾーン）に関する研究



# コミュニティ・ゾーン概説

国土交通省土木研究所交通安全研究室主任研究員

高宮 進

埼玉大学大学院理工学研究科助教

久保田 尚

わが国における交通事故件数、ならびに交通事故による死傷者数は、平成二年以降連続して増加しており、特に死傷者数は一年間に百万人を超えるなど非常に憂慮すべき状況にある。交通事故は交通量の多い幹線道路で起こるばかりでなく、身近な生活道路でも発生する。実際、交通事故の半数以上が住宅地区内を中心とする生活道路において発生する

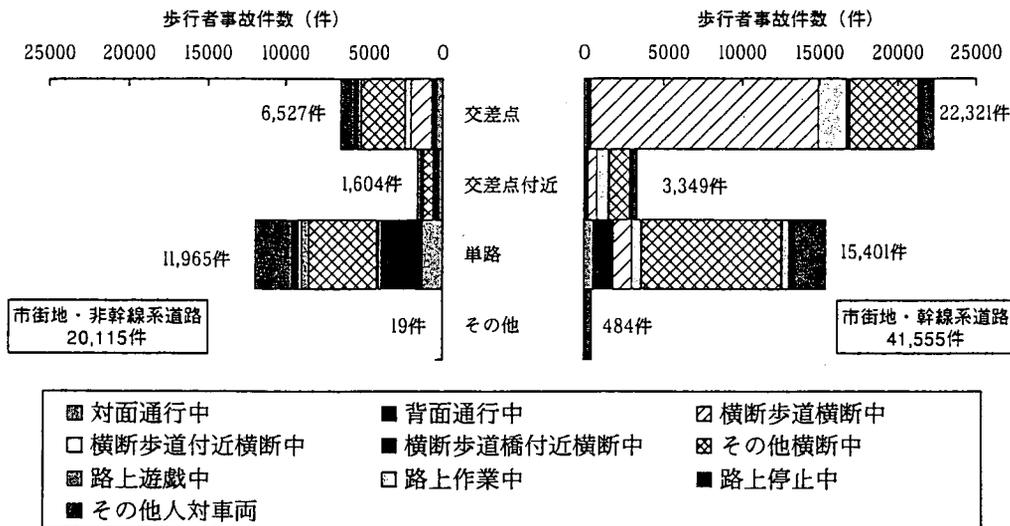
ともいわれており、ふだんの暮らしの中での交通安全が強く望まれるところである。

このような道路での交通事故を防止し同時に通過交通や自動車速度を抑制して、生活道路での安全性や快適性、利便性を向上するために、平成八年度から『コミュニティ・ゾーンの形成』が進められている。コミュニティ・ゾーンに関しては、平成

八年度に事業制度が創設されて以来、各地での事業実施と、新たな課題への対処、効果の把握などが進められてきた。

本シリーズでは、今月号から六回の予定で、これまでの経験を踏まえながら、生活道路での交通安全対策であるコミュニティ・ゾーンの目的や、計画の進め方、合意形成手法、整備の事例等について紹介してい

図1 歩行者が関わる交通事故（市街地）



く。今月号では『コミュニティ・ゾーンとは』という観点からその概要について触れる。

### 生活道路の交通安全の必要性

一九九九年の交通事故データによると、歩行者が関わる交通事故の約半数は、歩行者の自宅から五百m以内で発生している。また歩行中の高齢者や子供（中学生以下）では、ともに事故の六割以上が自宅から五百m以内で発生している。もともと「歩く」とすれば自宅付近が多いであろうし、高齢者や子供の生活圏についても自宅付近が中心であろうが、それにしても「身近な道路でも交通事故に遭う」という事実は容易にわかる。

一九九七年の交通事故データから歩行者が関わる交通事故の発生場所と内容を見てみる(図1)。事故は、自動車の交通量が多かったり道路幅員が広い幹線系道路ばかりで発生しているのではなく、身近な非幹線系道路でも発生する。非幹線系道路の事故は、単路部(交差点と交差点との間の道路上)で発生することが多く、その形態としては、「対面通行中」や「背面通行中」など、歩行者

が道路を通行している際に、前方あるいは後方から来た自動車との間で事故に至ったケースが比較的多い。

生活道路では交通事故以外にも種々の問題が発生する。通過交通の進入や自動車速度の上昇は、快適な歩行を阻害したり、騒音や振動の発生から居住の快適性を奪うものともなる。さらには地区の一体感や近所づきあいを喪失させるなど、コミュニティの分断までも引き起こしかねない。そのため、これらの各観点に向けた対策が望まれてきた。

### 「コミュニティ・ゾーン」とは

新たな交通安全対策…コミュニティ・ゾーン

生活道路での交通安全対策としては、以前から「生活ゾーン規制」、「コミュニティ道路」、「ロードヒア」などが実施されてきた。「生活ゾーン規制」は、一方通行規制や通行禁止規制などの交通規制を、対象地区の広がりの中で連携させながら実施したものである。また「コミュニティ道路」は車道をジグザグにするな

図3 ハンプの例

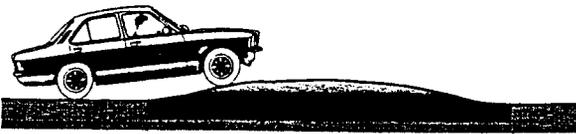
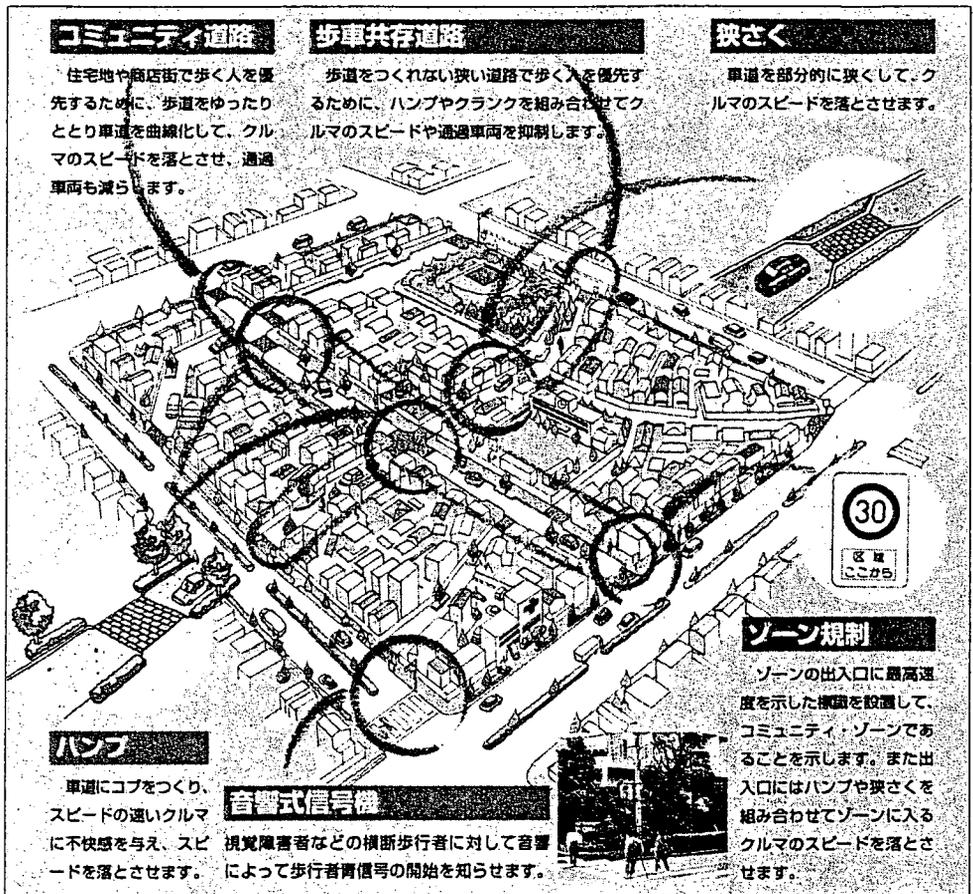


図2 コミュニティ・ゾーンのイメージ



どして、自動車の速度抑制と歩行者の安全性向上を図った路線対策であり、「ロードピア」はこれを面的に拡大したものである。これに対し、これら既存対策の長所を活かしながら、より効果的な交通安全対策とし

て考え出されたのが「コミュニティゾーン」である。参考文献(1)によれば、コミュニティゾーンは「歩行者の通行を優先すべき住居系地区等において、地区内の安全性・快適性・利便性の向上

を図ることを目的として、面的かつ総合的な交通対策を展開する、ある一定のまとまりをもった地区」と定義づけられる。

非幹線系道路での交通事故は特定の地点に集中して起こるとは限らない。また路線対策を実施することにより、対策を実施しない道路で新たに問題が生じることも考えられる。このためコミュニティゾーンでは、同質で面的な広がりを持つ非幹線系道路に対して、路線単位ではなく面的に対策を展開する。なお対象地区は、周囲を幹線道路などで囲まれる二十五ha程度の広がりを持つ地区とされる。

またコミュニティゾーンでは、交通規制と道路構造の改変とが適切な組み合わせを保ちながら実施される。まずゾーンを明示するために「三十km/h最高速度の区域規制(ゾーン規制)」が適用され、ゾーンの入口には規制標識が設けられる。ゾーン内では状況に応じて、一方通行規制等の交通規制が適用されたり、ハンブ(路面を盛り上げたコブ)や狭さく(車道幅を局所的に狭めた部分)などの速度抑制策(物理的デ

表1 ゾーン内で適用される手法

	対象	手法
交通規制	区域	30km/h最高速度の区域規制（ゾーン規制）
		大型車通行禁止 歩行者用道路規制、自転車及び歩行者用道路規制
	単路部	駐車禁止規制
		一方通行規制
		駐車可規制
		横断歩道
	交差点	進行方向指定
		一時停止規制
		交差点マーク
	物理的 デバイス	単路部
路面凹凸舗装		
狭さく		
シケイン		
通行遮断		
駐停車スペース		
交差点		交差点入口ハンプ
		交差点全面ハンプ
		交差点狭さく
		ミニロータリー
		交差点シケイン
		遮断
		その他

バイスと呼ぶ)が設置される(図2)。さらに、住民や関係機関との連携や意見交換のもと対策を検討したり(詳しくは来月号以降に述べる)、居住の快適性やバリアフリーの実現、コミュニティの活性化など交通事故以外の問題にも対応していくことなどもコミュニティ・ゾーン形成のポイントである。

コミュニティ・ゾーンのねらい・目標

- コミュニティ・ゾーンは、以下の各点を実現することにより、最終的には、対象地区内において交通事故の削減や、安全で快適な歩行者空間の創出、生活環境の保全、住民参加によるまちづくりの推進などを実現することをねらいとする。
- ① 通過交通の排除Ⅱ地区内に目的を持たない通過交通を排除し、地区内の交通量を最小限に抑える。
  - ② 走行速度の抑制Ⅱ地区内を走行する自動車の速度を、道路に見合った速度まで低下させる。
  - ③ 路上駐車車の適正化Ⅱ違法駐車を排除するとともに、必要に応じて路上駐停車スペースを確保する。
  - ④ 高齢者・障害者、自転車利用者への配慮Ⅱさまざまな道路利用者に配慮した道路整備・交通管理を行う。
  - ⑤ 環境面・景観面での配慮Ⅱ騒音、振動等の環境面での配慮、都市景観を向上させるための配慮を施した道路整備・交通管理を行う。
  - ⑥ 住民参加とコミュニティの再生・活性化Ⅱ住民参加によって合意形成の円滑化を図る。またこれ

に伴い、地域のコミュニティの再生・活性化につながるよう配慮する。

ゾーン内で適用される手法

コミュニティ・ゾーンでは、表1に示す交通規制や物理的デバイスが適用・設置される(図3はハンプの例)。これら手法は、単独で用いられる場合もあるが、それらの相乗効果を期待しながら適切な組み合わせのもとで適用される場合もある。例えば、台形ハンプと横断歩道とを組み合わせて歩道の切下げ量を小さくし、自動車の速度抑制と歩行の快適性を実現することなどが考えられる。

事業実施地区数と効果

形成事業実施地区数

平成八年度のコミュニティ・ゾーン形成事業の創設以降、着々とコミュニティ・ゾーンの計画・整備が進められてきた。年度別の事業実施地区数は表2のとおりであり、平成十一年度までに、合計百三十八地区においてコミュニティ・ゾーン形成事業が着手されている。

表2 コミュニティ・ゾーン  
形成事業実施地区数

年度	形成事業実施地区数
平成8年度	23
9年度	55
10年度	96
11年度	110

表3 ゾーン内の交通事故件数（事前・事後比較）

当事者別	事前			事後		
	平成6年	平成7年	平均	平成9年	平成10年	平均
自動車単独	0	0	0	1	0	0.5
自動車対自動車	5	8	6.5	1	1	1
自動車対二輪車	2	6	4	2	1	1.5
自動車対自転車	7	17	12	7	10	8.5
自動車対歩行者	2	5	3.5	0	1	0.5
二輪車対二輪車	0	0	0	2	0	1
二輪車対自転車	4	4	4	0	1	0.5
二輪車対歩行者	1	1	1	1	0	0.5
合計	21	41	31	14	14	14

注) 上記交通事故件数は、三鷹市コミュニティ・ゾーンにおけるものである。

なお、平成十四年度末までに四百五十地区でコミュニティ・ゾーンの形成に着手することが目標とされている。

#### 交通事故削減効果

既に整備が完了した一つのゾーンについて、その交通事故削減効果についてみてみる（表3）。このゾーンは東京都三鷹市に整備されたコミュニティ・ゾーン（ゾーン面積・約七十七ha、ゾーン内人口・約九千四百人）である。

事故件数は整備後に半減しており、コミュニティ・ゾーンがこの地区の安全性向上に大きく寄与していることがわかる。また当事者別にみれば、「自動車対自動車」、「自動車対歩行者」の事故が明らかに減少している。「自動車対自転車」の事故は約三割の削減効果で減少効果がやや少ない結果となった。

#### 今後の展望

以上、急ぎ足となったがコミュニティ・ゾーンの概要についてまとめてみた。「効果」の段でも触れたが、コミュニティ・ゾーンの交通事故削減効果は絶大である。しかし、実際のところ、これら対策を実施しても、歩行者や自動車利用者に交通安全や

環境改善を実現しようという意識がなければ、コミュニティ・ゾーンの効果は少ないものになる。

逆に、これら意識を高めることによっても生活道路の交通安全が向上するものと考えられる。この点、コミュニティ・ゾーン形成では、住民や関係者との合意形成を経るなかで、生活道路での交通安全を『真剣に』考える場がもたらされる。コミュニティ・ゾーンの形成を数多く進める中で、われわれ生活者すべてが、生活道路での交通安全に真剣に向きあっていくことを望む。

#### 参考文献

- (1) 警察庁交通局／建設省都市局・道路局監修、社団法人交通工学研究会発行「コミュニティ・ゾーン形成マニュアル地区交通総合マネジメントの展開」、一九九六年（販売・丸善）
- (2) 警察庁交通局／建設省都市局・道路局監修、社団法人交通工学研究会発行「コミュニティ・ゾーン実践マニュアル」、二〇〇〇年（販売・丸善）



# 実車実験による効果的なハンプ設置間隔に関する研究

国土交通省国土技術政策総合研究所 ○高宮 進  
同 森 望

## 1. はじめに

高齢者や障害者を含む歩行者の安全で快適な通行を実現する対策として、住宅地区内の生活道路では、各種交通規制との連携のもと、ハンプや狭さく、スラロームなどの「物理的デバイス」を設置したり、これらを面的に展開する交通安全対策が実施されている（コミュニティ・ゾーン形成事業）。物理的デバイスは、既存の道路空間を利用しつつ、自動車の交通量や走行速度を抑制して、1)歩行者が関わる交通事故を減らすこと、並びに2)交通事故の程度を軽くすることを目的とする。平成13年4月には道路構造令が改正され、道路の新設・改築に際してもこれら物理的デバイスの設置が認められたところである。

物理的デバイスには、自動車の速度抑制の原理や方法の違いから、ハンプや狭さくなど様々な種類がある。このうちハンプは、1970年代に TRRL（英国）において形状に関する研究が始められた<sup>1)</sup>のを皮切りに、わが国でも近年までその形状に関する研究が行われてきた<sup>2) 3)</sup>。筆者らは文献<sup>2)</sup>において、被験者の感覚的尺度、騒音値、振動値等から、弓型ハンプでは「サイン曲線ハンプ」が望ましいとしたところである。一方で、ハンプはある道路区間に対して点的に配置されるため、速度が抑えられる場所も点的にならざるを得ない。道路区間全体に渡って自動車の速度を抑制しようとするれば、ハンプはある程度の設置間隔で配置することが必要となる。このため本研究では、実車による実験を通じて、その効果的な設置間隔について検討した。

## 2. 研究方法

通行実験は、当研究所内実験場に図-1に示す実験コースを設定して行った。ハンプは「サイン曲線ハンプ」とし、ゴム製の仮設用ハンプを用いた。形状を図-2に示す。ハンプは実験車の進行方向に対し設置間隔をおいて2基設置した。ハンプの設置間隔は、20m、35m、50m、75m、100mの5種類とした。

実験では、10人の被験者が実験車を運転し実験コースを走行した（各10回）。10回の走行のうち、最初の3回は練習走行とし、被験者はそれぞれ20km/h、30km/h、40km/hの一定速度で走行して、ハンプから受ける不快感等を体感した。

後半の7回は本走行とし、被験者は、加速区間において30km/hまで加速し、その後は各自が適切と考える速度で走行した。また各走行の直後に、ハンプ上やハンプ間での速度の適切性についてヒアリングした（5段階評価）。なお、実験車には旅行速度測定装置を装備しており、これにより走行速度を計測した。

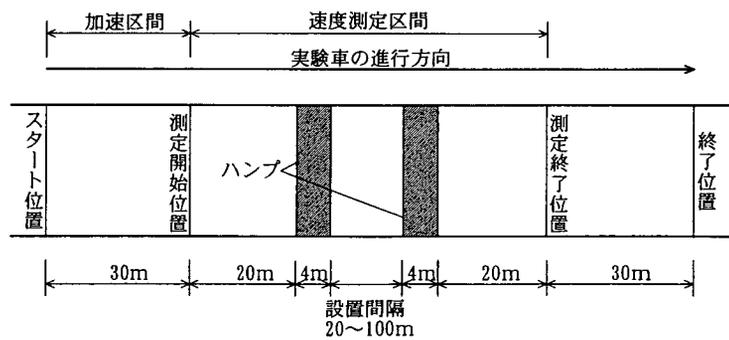


図-1 実験コースの概要

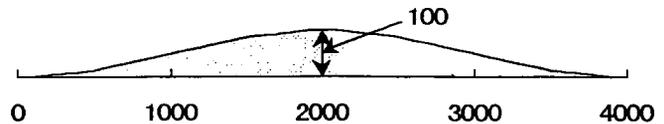


図-2 サイン曲線ハンプの形状（単位：mm）

## 3. 研究結果

### 3.1 速度プロフィール

本走行における代表的な速度プロフィールを図-3に示す。走行速度はハンプの直前で最も小さな値となり、

ハンプ間ではドライバーの希望に応じて速度は上昇する。

### 3.2 ハンプの速度抑制効果

実験では各走行の直後に、ハンプ上及びハンプ間での「速度の適切性」に関するヒアリングを行った。速度の適切性は、「(1):速度を上げて走行すべき←→(3):速度は適切である←→(5):速度を抑えて走行すべき」との5段階の選択肢の中から、被験者が各自の走行を振り返って選択回答した。

表-1は、ハンプ上での走行に対し「(3)速度は適切である」としたケースについて、ハンプ上での走行速度の平均値を求めたものである。これによれば、ハンプの設置間隔やハンプの位置（手前側、後方側）に関わらず、ハンプ上ではほぼ18km/hまで走行速度が抑制されている。これが今回実験で用いたサイン曲線ハンプの速度抑制効果であるといえる。

### 3.3 ハンプの設置間隔

図-4は、前後のハンプ上及びハンプ間での走行に対し、すべて「(3)速度は適切である」と選択回答したケースについて、ハンプの設置間隔とハンプ間最高速度の平均値との関係を求めたものである。

設置間隔が広くなれば、当然ながらハンプ間での最高速度は上昇する。交通事故の重大さから生活道路での自動車の走行速度の目安は30km/hと考えられており<sup>4)</sup>、ハンプ間の最高速度が30km/h以下となるようにするには、今回用いたハンプでは、設置間隔を50~60m以下とすべきであるといえる。

## 4. おわりに

以上の検討により、今回用いたサイン曲線ハンプについては、その速度抑制効果並びに効果的なハンプ設置間隔を得ることができた。実際、弓型ハンプ、台形ハンプとして知られるように、ハンプにも様々な形状がある。今後は、1)各種ハンプの速度抑制効果を測定しデータを蓄積していくとともに、2)自動車の加速特性を照査することなどを通じて、ハンプ付近での自動車の走行速度と加速特性とからモデル式等を用いて「効果的な設置間隔」を提案できるようにしていくべきと考える。

### 参考文献

- 1) 青木英明、久保田尚、新谷洋二：ハンプの研究（その1）、交通工学、Vol.19、No.2、pp.10-18、1984
- 2) 島田 歩、久保田尚、高宮 進、石田 薫：ハンプの形状に関する実験的研究－効果と安全性及び騒音振動の検討、第20回交通工学研究発表会論文報告集、pp.169-172、2000
- 3) 高宮 進、森 望、久保田尚、坂本邦宏：ハンプ通行時の速度、加速度と、速度の抑制意向、第20回交通工学研究発表会論文報告集、pp.173-176、2000
- 4) Department of Transport, UK: Killing speed and saving lives: The Government's strategy for tackling the problem of excess speed on our roads, 1992

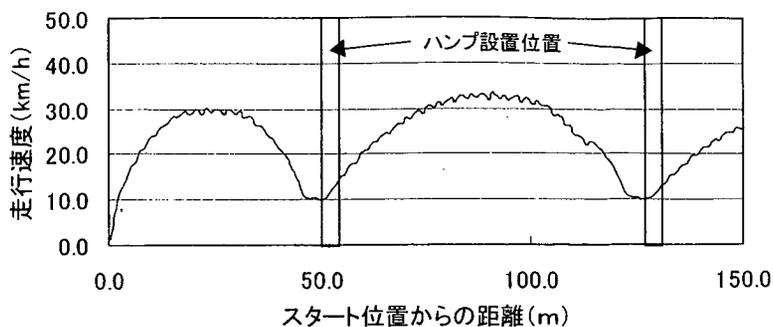


図-3 速度プロファイル（設置間隔：75m）

表-1 ハンプ上での走行速度

設置間隔	走行速度 (km/h)	
	手前側	後方側
20m	17.3	17.4
35m	18.5	18.4
50m	15.6	16.9
75m	19.7	21.1
100m	16.5	18.9
平均	18.0	

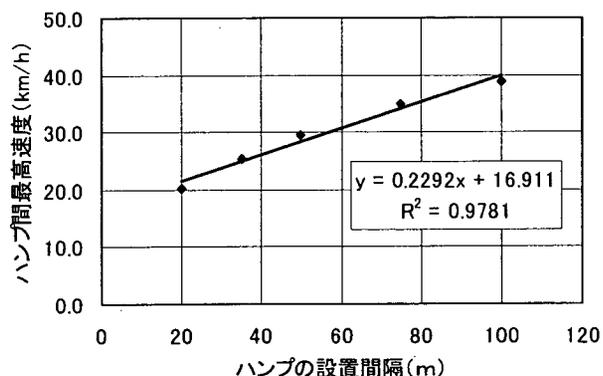


図-4 設置間隔とハンプ間最高速度

## ◆ 報 文 ◆

## コミュニティ・ゾーン形成時における課題とその対応事例

高宮 進\* 森 望\*\*

## 1. はじめに

## 1.1 住宅地区の交通問題とコミュニティ・ゾーン

我が国における交通事故の約半数は、住宅地区内などの生活道路において発生している。このような生活道路の交通事故は、通過交通が住宅地区内に進入すること、自動車が速度を上げて走行すること、住宅地区内の道路が狭く歩行空間の整備が遅れていること等を遠因としている。住宅地区では、交通事故以外にも様々な交通問題が見られる。例えば、歩道がない場合や歩道が狭い場合などは、高齢者や障害者を含む歩行者が安心してまた快適に通行できないことにもなる。住宅地区内への通過交通の進入は、騒音や振動の発生など居住環境を悪化させる原因となり、さらにはこのような住宅地区が持ち合わせるであろうコミュニティを分断することにもなる。このように、住宅地区では様々な交通問題が発生しており、生活や暮らしの中の交通安全や快適さは深刻な問題を抱えている。

このような生活道路での交通安全対策として、我が国では1996年度から、面的な交通静穏化策である「コミュニティ・ゾーン」<sup>1)</sup>が導入された。コミュニティ・ゾーンは、交通事故の防止つまり交通安全の確保を主な目標とするが、合わせて歩行空間の確保・拡充、コミュニティの再生など、住宅地区における交通問題の解決を狙いとするものである。コミュニティ・ゾーンは、欧州における「ゾーン30」<sup>2)-4)</sup>に似た考え方をもち、幹線道路等で囲まれるひとまとまりの地区を対象に、面的にまとまりを保った対策が展開される。ここでは25ha~50ha程度の広がりを持つ住宅地区などにおいて、ゾーン区域の明示とともに交通静穏化策が導入され、通過交通の排除、自動車の走行速度の抑制、歩行空間の確保等を実現して、歩行者の通行や立ち話、子供の遊び、人々の交流などを、安全で快適なものとしていくことが狙いとされる。

Issues under Forming a Community Zone and Practical Measures

## 1.2 コミュニティ・ゾーン形成に関わる実情

コミュニティ・ゾーンは、計画の立案並びにその実施(整備)を経て形づくられる。以降本稿では、この一連の流れを『形成』と呼ぶ。

コミュニティ・ゾーンは1996年度の導入以来、1999年度までに全国138地区での形成が着手された。整備まで完了したコミュニティ・ゾーンの事例は少ないものの、コミュニティ・ゾーン形成後には交通事故件数が半減した事例も報告されており<sup>5),6)</sup>、コミュニティ・ゾーンの事故削減効果が絶大であることも示されているところである。

ところが、このように絶大な効果が期待できるコミュニティ・ゾーンではあるものの、導入当初の想定ほど地区数が伸びない実情がある。「コミュニティ・ゾーン形成マニュアル」(参考文献1)には、1)形成の基本的考え方、2)手順・体制、3)交通静穏化策など、コミュニティ・ゾーン形成に際しての基本的なルールや情報がまとめられている。しかし、コミュニティ・ゾーンの対象地区は、必ずしも理想的な道路整備が完了しているところばかりではない。このため、道路の整備状況、交通の流れなどが様々となる中で、1)ゾーン境界をどのように設定するのか、2)どのような着眼点で交通静穏化を図るのか、さらには予算等の制約の中で、3)どのような地区を優先的にコミュニティ・ゾーンとして形成していくのかなどの実務的な課題が生じている。またそれら実務的課題への対応策がマニュアル等でまとめられておらず、これが、地区数が伸びない一因になっていると考えられる。

実際のところ、これら実務的課題への対応策はそれぞれの地区での検討結果や工夫、ノウハウを踏まえて蓄積されるものであり、これまでにはそのような調査・分析はなされていなかった。このため、これら実務的課題とその対応を収集・整理し実務の現場へとフィードバックすることは、コミュニティ・ゾーン形成を効率的に進めるうえで一助となるものと考えられる。

## 2. 調査の目的

上述のような背景のもと、本調査研究では、コミュニティ・ゾーン形成に関する実務的課題を検討・整理するとともに、課題への対応策を調査し現時点でのノウハウとしてまとめることを目的とする。このため、まずコミュニティ・ゾーンの形成プロセスから、コミュニティ・ゾーン形成時における実務的課題を導く。また、既にコミュニティ・ゾーンの形成に着手している14地区の事例を調査することから、実務的課題に対する対応策・ノウハウを整理するものとする。

## 3. 実務的課題に関する検討

### 3.1 コミュニティ・ゾーンの形成プロセス

コミュニティ・ゾーンは、図-1に示すプロセスに従って形成するものとされている<sup>1)</sup>。ステップ1では、対象地区の周辺で生じている問題点やニーズが捉えられるとともに、今後の整備コンセプトが検討される。ステップ2では、幹線道路の位置などを参考に、ゾーン境界が設定される。その後、ステップ3以降では、計画案の検討とその実施が進められる。またステップ6を経て必要と認められた場合は、計画案の修正やステップ3へのフィードバックが行われる。

### 3.2 実務的課題に関する検討

既に述べたように、様々な交通問題を抱えるコミュニティ・ゾーン対象地区は、必ずしも道路ストックが十分であるとは限らず、また通過交通を処理できる幹線道路に囲まれた場所ばかりとは限らない。道路上の交通の流れも、交通の発生・集中の特徴、周辺地域・地区の特徴によって様々であり、ゾーン境界をどのように区切るのか、どのような着眼点で交通静穏化策を展開するのかなどが重要な検討要素となってくる。さらには、解決

すべき問題の多さや予算、人材等の制約などから、優先的に形成していくべき地区を選定していくことも重要であり、形成の『準備段階』から形成プロセスを通じ、検討すべき課題は多い。このような観点から、コミュニティ・ゾーン形成時における実務的課題を整理すると、表-1のようにまとめることができる。これら課題に対する解決の糸口やヒントを整理しておくことがコミュニティ・ゾーンのさらなる形成に役立つものとなる。

## 4. 課題への対応策に関する調査

3.2では、コミュニティ・ゾーン形成時における実務的課題を得た。ところが、実際のところ我が国の各地では、これらの課題を踏まえながら様々な工夫や対応のもとコミュニティ・ゾーン形成が進められているところでもある。本調査研究では、既にコミュニティ・ゾーンの形成に着手した地区を対象とし、担当した道路管理者への訪問とヒアリングを行って、各課題への対応策・ノウハウを得た。

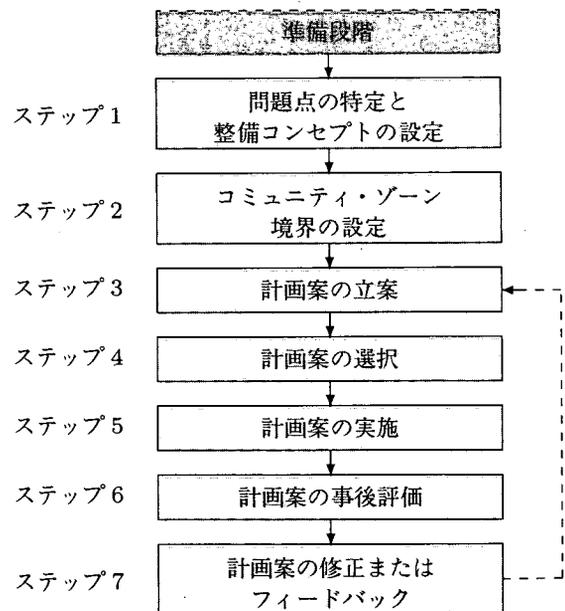


図-1 コミュニティ・ゾーンの形成プロセス<sup>1)</sup>

表-1 コミュニティ・ゾーン形成時における実務的課題

分類	実務的課題
コミュニティ・ゾーン地区の選定	○どのような着眼点に基づき、コミュニティ・ゾーン地区を選定するのか。
コミュニティ・ゾーンの境界設定	○地区境界となるべき幹線道路が存在しない場合は、どのように境界を設定するのか。 ○地区内に幹線道路が存在する場合に、どのような対応とするのか。
事前事後調査	○どのような調査から、問題点や効果を把握するのか。
速度抑制装置、交通規制の着眼点	○速度抑制装置、交通規制の導入において考慮する事項は何か。
住民参加・合意形成	○どのような住民参加方法とするのか。 ○合意形成がなされた部分から段階的に整備することはあり得るのか。

ヒアリングを実施した道路管理者は、既にコミュニティ・ゾーン形成を進めている全国14の道路管理者(表-2)とした。またヒアリング調査の項目は、各実務的課題を考慮して、1) コミュニティ・ゾーン地区の選定方法、選定理由、2) 形成プロセスと計画内容、3) 住民参加・合意形成の方法など、表-3に示す各項目とした。調査は、2000年2月~3月に実施した。

## 5. 対応策と実践事例

### 5.1 課題への対応策

14道路管理者のもとでは、実務的課題に対して様々な工夫や対応がなされていた。表-4に、課題と主な対応策の整理結果を示す。なお、特に地区選定、ゾーン境界設定に関しては、5.2、5.3に詳しく述べる。

ハンプや狭さくなどの速度抑制装置、並びに、一方通行規制などの交通規制の導入に際しては、その着眼点に応じた工夫が見られる。例えば、一方通行の導入に際して、短い区間であるが通過交通とは逆向きに規制を適用した例があり、これによりこの地区での通過交通の問題は概ね解消したとされている。また、鉄道駅周辺に対象地区があり、かつ周囲の幹線道路の整備が遅れているケースにおいては、地区内を通過する交通量の削減は難しく、自動車の走行速度を抑制することに中心を据えて交通静穏化を図っている。積雪寒冷地

表-2 ヒアリング対象道路管理者

分類	ヒアリング対象(道路管理者名)
政令指定市	札幌市、仙台市、名古屋市、京都市、大阪市、神戸市(計6市)
その他市区	北海道苫小牧市、北海道帯広市、福島県福島市、長野県長野市、東京都品川区、神奈川県茅ヶ崎市、岡山県岡山市、山口県長門市(計7市、1区)

表-3 ヒアリング項目

ヒアリング項目	細項目
(1) コミュニティ・ゾーン地区	○コミュニティ・ゾーン形成地区の概況 ○地区の選定理由、選定方法
(2) 形成プロセス、計画内容、事前事後調査	○ゾーン境界の設定方法 ○速度抑制装置、交通規制の導入時の考慮点 ○事前事後調査の内容
(3) 住民参加・合意形成	○住民参加・合意形成の方法
(4) 効果・評価	○直接的効果、間接的(付加的)効果 ○整備完了地区に対する評価

の地区では、積雪時に配慮して速度抑制装置の形状を検討したケースがある。

また、その他の考慮すべきポイントとして、道路管理者並びに住民がコミュニティ・ゾーンをよく理解することが基本であるという意見があり、そのため道路管理者内部でコミュニティ・ゾーンに関する勉強会を開催したとの回答もあった。

なお、コミュニティ・ゾーンが未完成であることが多く、まだ効果の測定が行われていないのが実際のところで、効果・評価に関しては、ヒアリングを実施したものの有意義な回答は得られなかった。

### 5.2 コミュニティ・ゾーン地区の選定事例

コミュニティ・ゾーン地区の選定にあたっては、歩行者等の安全が脅かされている地区を最優先に選定したとする回答がある。この際には、地区からの改善要望の数や、問題の状況とコミュニティ・ゾーンとの適合性を考慮したとのことである。また、交通事故の発生状況や、交通安全施設の整備状況など、道路・交通に関わる客観的指標に基づいて地区を選定したケースもある。以下では、その例について示す。

この道路管理者のもとでは、これまでも数々の交通静穏化が進められてきており、コミュニティ・ゾーンの形成も5地区を数えている。この道路管理者は、その行政区割を活用しつつ、客観的評価指標(事故発生状況、交通安全施設の整備状況、整備の容易さ等)をもとに地区選定を行っている。

選定の概ねの流れは図-2のとおりである。ここでは、まず交通事故の発生状況などから優先すべき行政区を選定した。次いで行政区内の幹線道路等の配置から、幹線道路等に囲まれひとまとまりとなるように地区を分割・区画した。さらに、これらの地区に対して、住宅地であるか否か、都市計画等に関わる他の事業の計画にあるいは事業中ではないかなどの観点から、複数の候補地区を選定した。その後、これらの候補地区における交通事故件数、公共施設数、細街路率などからコミュニティ・ゾーン地区を選定した。

なお、地区の選定において客観的評価指標を利用することは、選定の客観性・公平性を確保するうえで重要なことであるが、一方、地区住民にとっては「押し付け」という意識が生まれる場合もあ

表-4 課題と主な対応策

項目	課題(○印)と対応策(→印)
コミュニティ・ゾーン地区の選定	<p>○どのような着眼点に基づき、コミュニティ・ゾーン地区を選定するのか。                      →歩行者等の安全が脅かされている地区を最優先とする。この際は、地区からの改善要望の状況や問題状況と、コミュニティ・ゾーンとの適合性の照査等により選定する。また、住民参加の土壌が備わっている地区を選定する。これにあたっては、自治体内部での勉強会を実施し、住民要望を受ける自治体職員などがコミュニティ・ゾーンの主旨を理解し、候補地区を提案した。(札幌市)</p> <p>→事故発生状況、交通安全施設整備状況などの客観的指標により抽出した。行政側の指標だけで地区選定すると、住民に「押しつけ」ととられる場合があることに留意する。(大阪市)</p>
コミュニティ・ゾーンの境界設定	<p>○地区境界となるべき幹線道路が存在しない場合は、どのように境界を設定するのか。                      →地区の面的な広がり・大きさから、幹線道路ではない道路で境界を区切った。その際には土地利用区域の広がりについても考慮した。(品川区)</p> <p>○地区内に幹線道路が存在する場合に、どのような対応とするのか。                      →幹線道路により、地区を2つのゾーンに分割した。(大阪市)</p> <p>→幹線道路により地区を分割した。このとき、小さい方の地区は扁平で地区としてのまとまりを持たないものとなった。結果的に、分割後の大きな地区をコミュニティ・ゾーンとし、小さな地区は従来型の交通安全対策を実施した。(長野市)</p>
速度抑制装置、交通規制の導入	<p>○速度抑制装置、交通規制の導入において考慮した事項は何か。                      →ハンブの導入にあたっては、既に設置されている事例の見学により、長所短所を把握した。(長野市)</p> <p>→一方通行の導入に際しては、短い区間であるが通過交通とは逆向きに規制を適用した。信号設置も合わせて実施した。この対応により、通過交通量は激減し、地区の問題は概ね解消した。(大阪市)</p> <p>→地区が鉄道駅周辺であり、交通量の削減よりは、走行速度の抑制に重点をおいて、速度抑制装置を設置した。(茅ヶ崎市)</p>
その他	<p>○どのような住民参加方法とするのか。                      →旧来からの住宅地であり、地区役員を長年務めている人がいた。この人に協議会の委員となってもらい、協議会方式で住民参加を実施した。地区住民にはこの委員から計画内容を伝えてもらった。(長野市)</p> <p>○合意形成と整備の順序はどうなるのか(合意形成がなされた部分から段階的に整備することはあり得るのか)。                      →以前に住民参加型の事業を実施した地区であり、合意形成が順調に進んで、全体計画の合意後事業を展開した。(仙台市)</p> <p>→合意できた部分から事業を実施した。結果的には、コミュニティ道路が年々整備されるかたちとなった。(大阪市)</p> <p>○その他考慮するポイントは何か。                      →自治体職員並びに地区住民が、「コミュニティ・ゾーン」を理解することが先決である。(札幌市、仙台市、長野市)</p>

るため、この点にも留意が必要であるとされた。

### 5.3 コミュニティ・ゾーンの境界設定事例

コミュニティ・ゾーンでは、地区の大きさやコミュニティのまとまり等を考慮しつつ、地区の周囲を幹線道路等が囲むように境界設定するのが前提である<sup>1)</sup>。ただし、適当な位置に幹線道路等が存在しない場合には、地区内外の土地利用やその広がりからゾーン境界を設定する例がみられる。

また、一旦ひとまとまりの地区としてコミュニティ・ゾーン形成を始めた地区であっても、計画段階において、地区の範囲を超えて自動車交通を処理する道路が地区内を貫通することが判明し、またその道路を幹線道路として扱うことで計画案が定まる場合がある。この場合には、その道路で地区を分割することが考えられ、それぞれの地区のまとまりを考慮した上で、コミュニティ・ゾーン

の形成が図られている事例があった。

例えば、図-3の例では、矢印で示した道路は、地区の範囲を超えて南北方向の自動車交通を処理する路線であった。このためこの道路で地区を分割するとともに、両地区のまとまり具合から、結局2つのコミュニティ・ゾーン形成が進められた。一方、図-4の例では、旧来の幹線道路である矢印の道路で交通静穏化を図り、ゾーン内の道路とすることが検討されたが、検討を進めるうち、結局自動車交通の処理の観点からこの道路を幹線道路として扱い、地区を分割することとなった。分割により地区は大小に分かれ、東側の大きな地区は地区のまとまりや面的に交通静穏化を図ることの有効性からコミュニティ・ゾーンとして検討が進められ、西側の小さな地区については、従来型の個別交通安全対策が実施されることとなった。

## 6. まとめ

以上のように、本調査研究では、コミュニティ・ゾーン形成時における実務的課題を検討するとともに、14 道路管理者へのヒアリングを通じて、課題への対応例を導くことができた。実務的課題に対しては、各道路管理者が地区の実情を考慮しながら、十分に検討を進め対応を図っていることがわかった。

本調査研究で得た対応例は地区の実情を踏まえて採られたものであるため、必ずしも全国各地のコミュニティ・ゾーン形成において共通に活用できるものではない。しかし、今回導いた実務的課題とその対応例をヒントとして、今後、より効率的にコミュニティ・ゾーン形成が進められ、住宅地区内での交通安全がより充実することを願うところである。一方、ここで得た課題と対応策は、コミュニティ・ゾーン形成に際して、ごく一部のノウハウや工夫事例であったかもしれない。今後とも、コミュニティ・

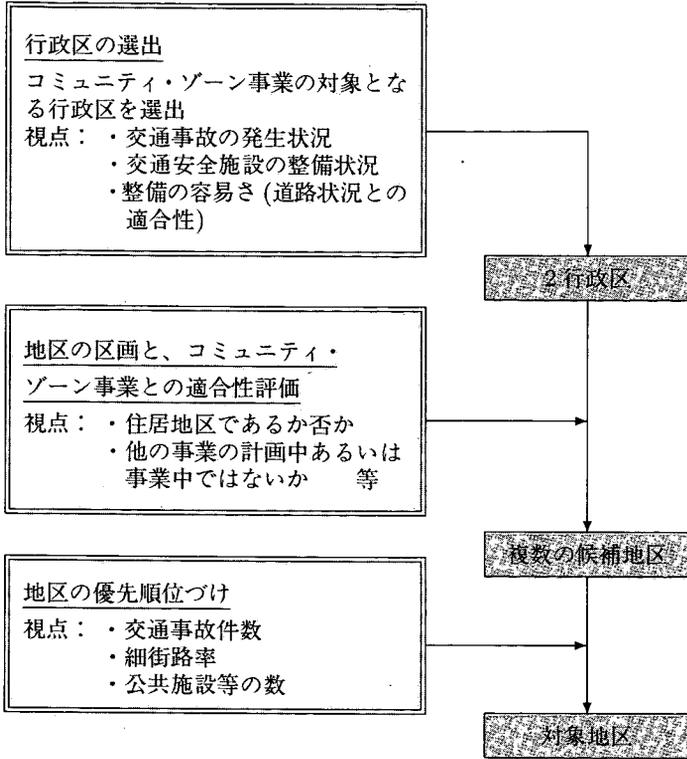


図-2 対象地区選定の流れ

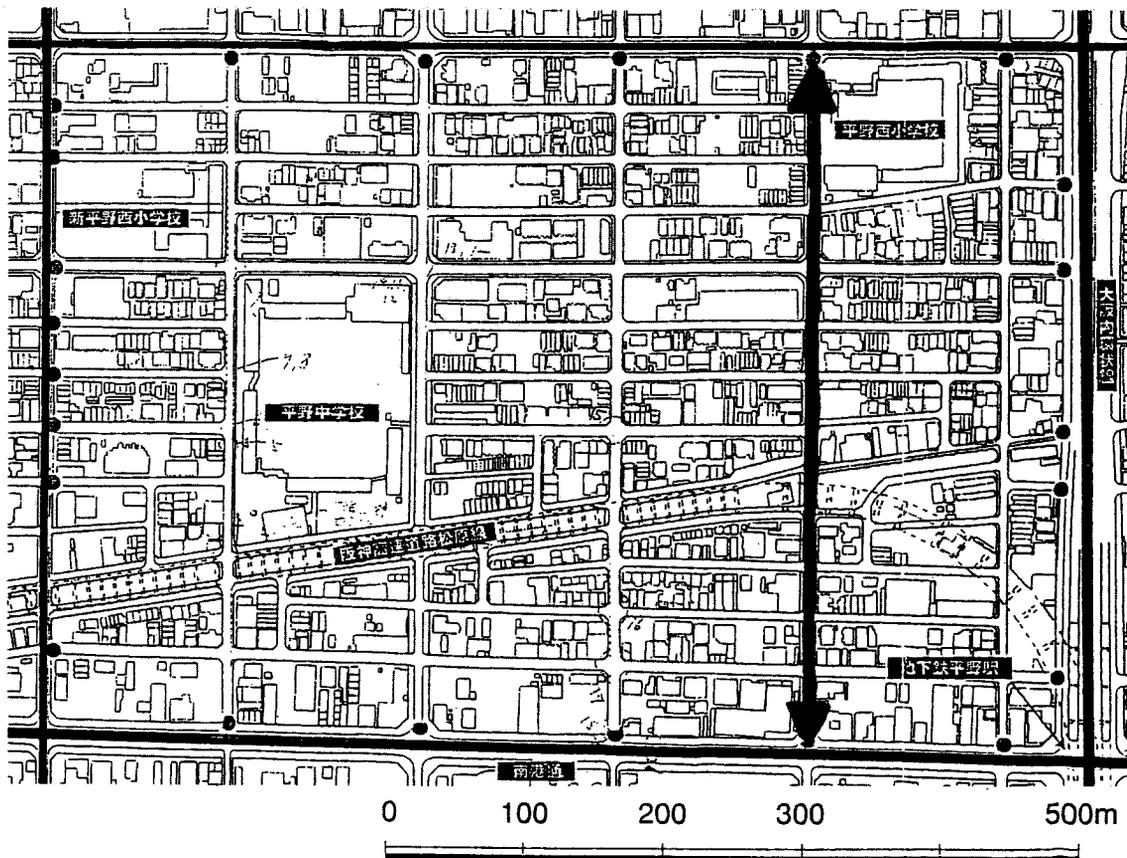


図-3 矢印の道路で地区を再分割し、2つのコミュニティ・ゾーン形成を進めた例

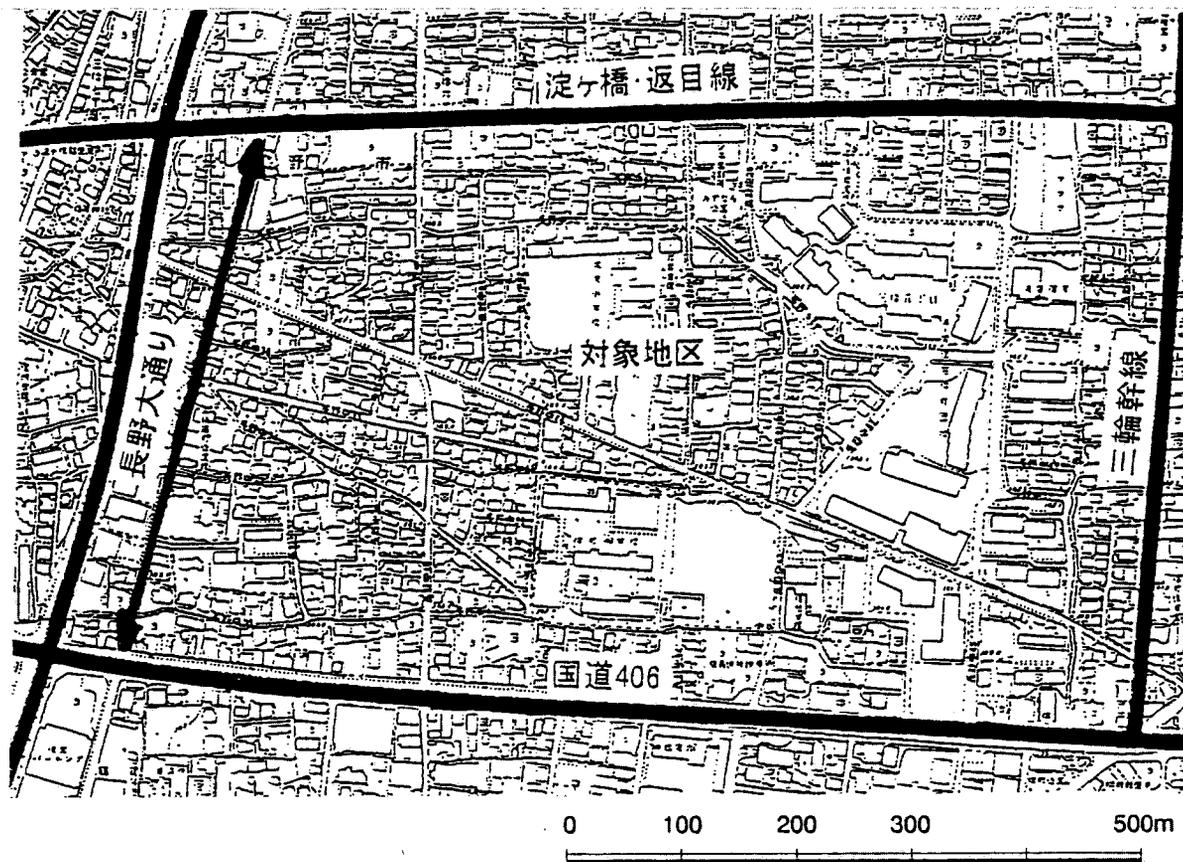


図-4 矢印の道路で地区を再分割し、コミュニティ・ゾーン形成と従来型交通安全対策を進めた例

ゾーン形成が進められるに応じて、これらノウハウを収集・蓄積し、さらには各道路管理者にフィードバックしていくことが重要であると考えられる。

なお最後に、本研究で実施した調査結果は、コミュニティ・ゾーン形成の実践面での新たな手引きとして作成された「コミュニティ・ゾーン実践マニュアル」<sup>7)</sup>に反映されたことを付け加えておく。

**謝辞**

本研究の実施にあたり、コミュニティ・ゾーン形成に携わっている14道路管理者の担当者には、忙しい実務の中、熱心にヒアリングに回答いただくなど、多大な協力を戴いた。ここに厚く御礼申し上げる次第である。

また(社)交通工学研究会地区交通委員会には、調査の実施にあたり、多大な協力をいただいた。ここに合わせて御礼申し上げる。

**参考文献**

- 1) (社)交通工学研究会：コミュニティ・ゾーン形成マニュアル<地区総合交通マネジメントの展開>、1996.5
- 2) CETUR: Guide zone 30, Methodology and recommendations, 1992.5
- 3) The Department of Transport: 20mph speed limit zones, Traffic Advisory Leaflet, 1991.5

- 4) The Department of Transport: 20mph speed limit zone signs, Traffic Advisory Leaflet, 1993.5
- 5) 花田健司、藤田政彦、川村治代：コミュニティ・ゾーンの設定と対策の検討手法に関する一考察、科学警察研究所報告交通編, Vol.40, No.1, pp.45-56, 1999.3
- 6) 橋本成仁、坂本邦宏、高宮進、久保田尚：三鷹市コミュニティ・ゾーンの安全性と生活環境向上に関する評価、土木計画学研究・論文集, No.17, pp.797-804, 2000.9
- 7) (社)交通工学研究会：コミュニティ・ゾーン実践マニュアル, 2000.7

高宮 進\*



国土交通省国土技術政策  
総合研究所道路研究部道路  
空間高度化研究室主任  
研究官, 学術博  
Dr.Susumu TAKAMIYA

森 望\*\*



同 道路研究部道路空間  
高度化研究室長  
Nozomu MORI

### 3. 4. 8 交通安全施設に関する研究

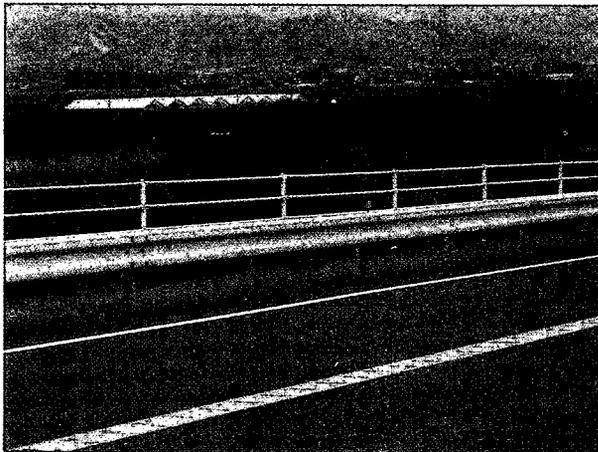


## 車両用防護柵

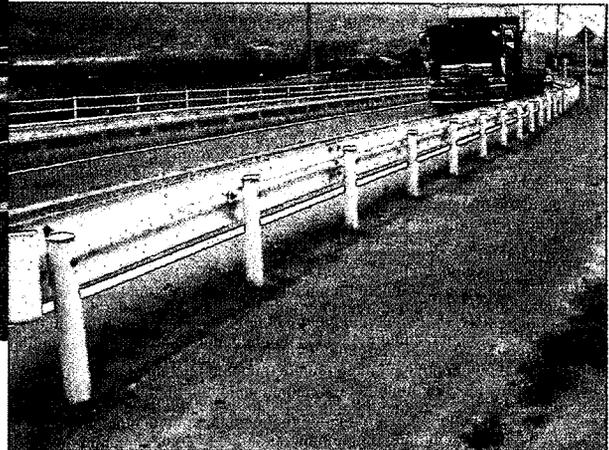
### — 性能規定による新しい構造の例 —

車両の歩道などへの乗り上げ防止を目的に、歩道と車道との間に設置されてきた従来の車両用防護柵の標準構造を写真-1に示します。車道側は、車両の誘導を考慮して平滑なビームで構成されていますが、歩道側から見ると支柱やビームなどの突起が多く、必ずしも歩行者に配慮した構造にはなっていません。

これに対して、例えば写真-2に示す防護柵は、歩道側から見た意匠性などに配慮して土木研究所が新たに開発し性能を確認した構造であり、今後防護柵を性能規定化することにより、この防護柵のように種々のニーズに応じて防護柵を開発できるようになります。

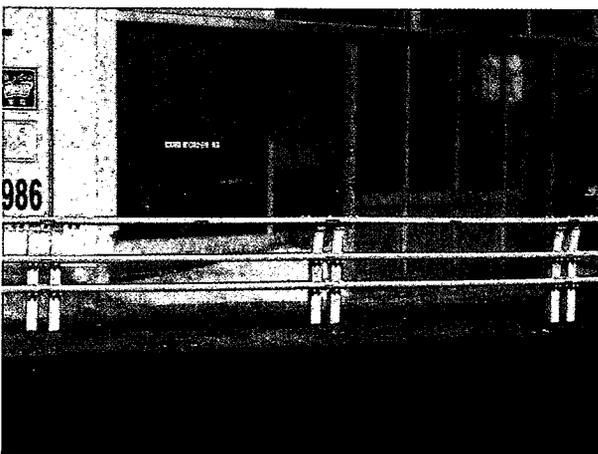


車道側から見た構造

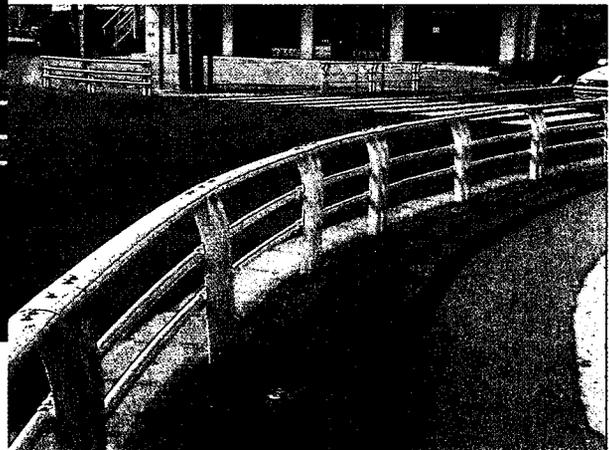


歩道側から見た構造

写真-1 歩車道境界用ガードレール



車道側から見た構造



歩道側から見た構造

写真-2 歩車道境界用パイプビーム (新型構造)



## ◆ 性能規定特集 ◆

## 車両用防護柵の性能規定と確認試験方法

安藤和彦\* 森 望\*\*

## はじめに

車両の逸脱防止を目的として設置される防護柵(以下「車両用防護柵」という)の設置計画、構造設計等に関する技術基準としては、過去「防護柵設置要綱」<sup>1)</sup>(以下「旧基準」という)があり、防護柵の普及及び適正な設置に寄与してきた。

しかし、近年の道路交通状況の変化などに対応して基準を改定することになり、平成10年11月に「防護柵の設置基準の改定について」(以下「新基準」という)が建設省道路局長より各道路管理機関の長に対して通達された。

旧基準では防護柵の材料、構造寸法、色彩などが細かく規定され、いわゆる仕様規定であったが、新基準では、防護柵の性能を規定する性能規定に変更されている。

本報告では、基準改定の中心的な検討課題となった性能規定化の背景、基準の内容及び改定の要点について述べる。また、新基準の通達に併せて平成10年11月「車両用防護柵性能確認試験方法について」として建設省道路局道路環境課長名で通達された性能確認試験について紹介するとともに、性能確認試験を実施する場合の留意点、新基準により防護柵を開発しようとする場合の課題等について考察する。

## 1. 防護柵の性能規定化の背景

## 1.1 社会情勢の変化

平成5年、コンテナなどの重量貨物輸送の国際化に対応するため車両制限令が改正され、車両の大型化(重量化)など交通環境が変化し、旧基準を上回る高い性能を有する防護柵が求められるようになってきた。さらに、旧基準で規定されていた画一的な防護柵形式・構造に対して、地域特性や道路景観に配慮した防護柵が求められるようになり、これらの多様なニーズに対応する基準改定が

必要になっていた。

## 1.2 性能評価試験の実績

防護柵に対するニーズの多様化を踏まえ、土木研究所(現国土技術政策総合研究所、以下同)を中心に新たな防護柵形式・構造について実験研究を進め<sup>2)</sup>、防護柵の性能評価試験について、かなりの実績を蓄積するに至った。

## 1.3 国際的な性能規定化の流れ

防護柵に関する研究が最も進んでいる米国では、防護柵の試験による評価方法を1960年代から確立しており、その評価方法に基づき防護柵の開発を行ってきた。最近では、1993年の基準改定<sup>3)</sup>により、道路交通状況に応じて、種々の車両を使った性能確認試験を実施することを義務付けている。

また欧州では、防護柵の材料・構造のみを規定している仕様規定の国(イギリス、ドイツ等)と、性能を規定している国(イタリア、フランス等)に分かれていたが、米国の性能評価方法<sup>3)</sup>などを参考に1998年に欧州統一基準が制定され<sup>4)</sup>、今後各国とも性能規定により評価を行うことになる。

## 2. 新基準における性能規定の要点

これらの流れを受けて、以下のように防護柵の基準が改定された。

## 2.1 防護柵は性能で規定

車両が衝突することを前提として設計される車両用防護柵は、事故発生時において車両乗員の生命に直接かかわる重要な施設である。また車両用防護柵は、車両衝突時に変形することを前提として設計される特殊な施設である。このため、性能を厳格に保証することが求められる。

これに対して旧基準では、衝突実験によって所要の性能が確認された防護柵の仕様をもとに構造、寸法、材料等が細かく規定されていた(仕様規定)。

新基準ではこの仕様規定を変更し、車両用防護柵に求められる性能を具体的に示し(3項を参照)、

The New Standard of Traffic Barriers and the Crash Test Method for Performance Certification

これらの性能を満足すれば原則としてどのような仕様のものであれ利用できることとなった。また、防護柵の性能は性能確認試験により確認し、この結果を衝突試験結果総括表(以下「総括表」という)にまとめることになった。

## 2.2 性能を満足する防護柵は標準仕様として認知

既に確認試験により車両用防護柵性能が確認されているものについては、新基準に付属する資料である「車両用防護柵標準仕様」<sup>6)</sup>(以下「標準仕様」という)に収録された。

標準仕様の材料、構造、寸法、基礎条件を遵守することで、新基準に規定されている防護柵の性能(変形性能、乗員安全性能等)が保証される。ただし、基礎条件などは路側の状況によって変わるので、基礎条件に関しては性能を満足させるよう変更することが規定されている。

## 2.3 道路管理者は性能を確認して利用

道路管理者は、設置しようとする防護柵が新基準による性能を満足することを、以下のいずれかの方法によって確認することが必要になった。

- 1) 標準仕様に登録されている防護柵であること。
- 2) 防護柵の製品メーカーが提示する試験結果総括表の試験結果が、防護柵性能を満足していること。また部材の耐久性、補修等に問題がないこと。

## 3. 防護柵の性能

新基準では、車両用防護柵の性能として以下の4項目を満足することが求められている<sup>2)</sup>。

### (1) 車両の逸脱防止性能

#### 1) 強度性能

防護柵は、大型車の衝突に対して突破されない強度を有すること。このとき大型車は、車両総重量時において路面から重心までの高さが1.4mの大型貨物車とする。

#### 2) 変形性能

防護柵は、大型車の衝突に対して、土中、コンクリート中の基礎条件、路側、分離帯、歩車道境界の防護柵の道路横断面内の設置場所に応じて、所定の変形量以上の変形が生じてはならない。このときの変形量は、図-1に示す最大進入行程により評価する。

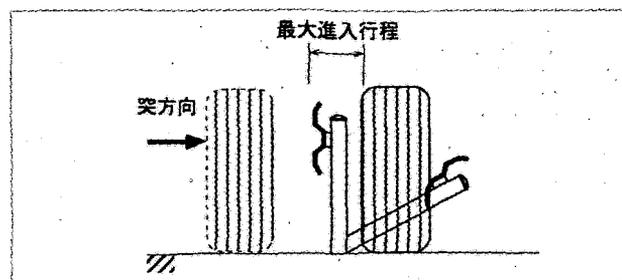


図-1 最大進入行程

### (2) 乗員の安全性能

防護柵は、小型車の衝突時に乗員に所定以上の衝撃を与えてはならない。このときの衝撃の程度は、車両の重心加速度によって確認する。また実験には質量1トンの乗用車を用いる。

### (3) 車両の誘導性能

防護柵は、大型車及び小型車の衝突に対して、いずれの場合も以下の条件を満足しなければならない。

- 1) 車両は防護柵衝突後に横転などを生じないこと
- 2) 防護柵衝突後の離脱速度は、衝突速度の6割以上であること
- 3) 防護柵衝突後の離脱角度は、衝突角度の6割以下であること

### (4) 構成部材の飛散防止性能

防護柵は、大型車及び小型車の衝突に対して、いずれの場合も、車両衝突時に構成部材が大きく飛散してはならない。

## 4. 性能の確認方法

### 4.1 新基準による確認試験

新基準に併せて通達された性能確認試験の要領の主な内容は、下記のとおりとなっている。

#### (1) 試験供試体

試験供試体は、確認対象の車両用防護柵である。

#### (2) 衝突条件

大型車は、原則として車両総重量25トンの大型貨物車を用いる。車両総重量20トン以上の貨物車を用い速度の割り増しなどにより同等の衝撃度となる条件で試験を行っても差し支えない。

#### (3) 計測項目及び計測方法

計測項目と代表的計測方法は、表-1に示すとおりである。

#### (4) 試験結果

試験結果は、総括表に記入し、詳細は試験報告書としてまとめる。

表-1 計測項目及び計測方法

計測項目	計測方法
車両の重心高さ	車検証等
車両質量	車両重量計等
衝突速度 離脱速度	各種速度計測器、映像解析
衝突角度、離脱角度	車輪軌跡
防護柵損傷	映像解析、目視観測
最大進入行程	車輪軌跡
重心加速度	車載式加速度計、0.5ms 間隔で計測
車両挙動	映像解析、目視観測
部材飛散状況	目視観測

4.2 これまでの実績からみた確認試験の具体的実施方法

新基準では、確認試験の詳細な試験方法は示されていない。しかし、試験・評価を統一的に適切に行うには、詳細な項目まで明らかにされていることが求められる。これについて土木研究所では、条件設定から試験結果のまとめまでを含む、一連の衝突試験・評価を多数実施し、試験実績を蓄積してきた。以下に、これまでの試験実績などを基に、実際に性能確認試験を実施するために必要となる施設、計測器類及び具体的試験方法について述べる。また、防護柵の調査研究に関連して行う計測方法などについても参考として示す。

4.2.1 試験の実施設

試験は、試験フィールド、試験機材等を用意し、それらを適切に利用できる計測技術が確保できれば、どこでも行えるものであるが、試験の専門性、性能判断に求められる客観性を考えれば、試験実績のある施設を利用するのが適当と考えられる。

現在のところ大規模な試験が行える施設は、国内では国土技術政策総合研究所の衝突実験施設のみであるが、場所を特定せず試験が行える可搬型の装置もあり、また欧米には衝突試験を専門に行う機関もあるので、これらを用いた試験も考えられる。

4.2.2 試験供試体の仕様

試験供試体には、極力実用化までを踏まえた最終的な仕様(意匠、施工方法など)のものを用いる必要がある。場合によっては、試験供試体としてプロトタイプのものが用いられ、実用にあたって意匠の変更などが行われる場合もあるが、強度的な変更が見込まれる意匠の変更は、供試体の変形性能、乗員保護性能の変更に直結す

る。従って試験に用いた仕様と実用仕様に相違がある場合は、防護柵性能に変更がないことを工学的、客観的に確認することが必要となる。

4.2.3 試験条件の設定

(1) 地盤条件の設定

地盤の管理が十分行われ、標準地盤が設定されている場合は標準地盤により試験を行う。標準地盤が設定されていない場合は、最も一般的と思われる地盤条件を用いる。

地盤強度は防護柵の変形量や車両誘導性に影響を与え、逸脱防止の観点からは地盤が強固であるほうが有利に働く場合が多いが、反面、乗員に対する加速度や防護柵の柵高低下などは強固な地盤のほうが不利になる場合もある。

(2) 試験精度

試験結果は、試験を行う施設の条件設定の精度に大きく影響される。試験条件を設定する際の試験精度は、衝突速度・衝突角度・車両質量の3要素で計算される衝撃度(図-2)の精度を中心に考えるべきであるが、実際の衝撃度が設定衝撃度を下回った場合の取り扱いが不明である。従って、評価する衝撃度の値が“~以上”と規定されている点、試験を繰り返し行うことが困難な点からみて、設定条件は、基準に示されている衝撃度の値より高めに設定しておくことが適当であると判断される。特に衝突角度は、車両の直進性能に大きく作用され、試験車両に中古車を用いる場合、設定値を確保できない状況も十分考えられる。実際の衝突角度が小さくなると衝撃度も大きく低下するので、衝突速度を多少高めにして少々の誤差には対応できるようにしておくことが望ましい。

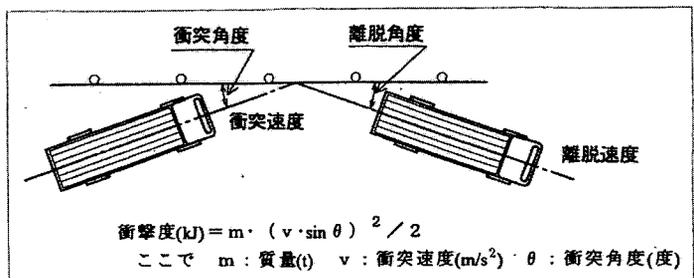


図-2 衝撃度の求め方

4.2.4 試験に要する施設・計測器

確認試験を行うには、試験を行う敷地、試験車両、計測機器等を準備することが必要となる。試験に必要な主な施設・機器としては下記のものが挙げられる。

### (1) 試験用敷地・広場

機能を確認する防護柵を数十メートル設置する敷地、試験車両を所定の速度まで加速させる加速路、防護柵衝突後の挙動を観測できる背後の余裕等が必要となる。

### (2) 試験車両加速装置

一般に試験車両は無人で加速させることになるので、試験車両を加速させる装置が必要となる。試験車両を加速させる方法としては、斜面を利用して加速させる方法、車両の運転を遠隔で行える可搬型の実験装置を用いる方法がある。

### (3) 試験車両

衝突試験に用いる大型貨物車、小型乗用車が必要となる。車両は、一般的に利用されている車種の中古車でよいが、試験を的確かつ円滑に行うためには、車体や車輪などについて十分整備された車両が必要となる。

新基準では、大型貨物車として単車の最大総重量である 25 トン車を想定している。従って、大型車の試験においても原則として 25 トン車を用いることとしている。ただし、25 トン車は発売されてから間がなく試験車両として用いる購入費用も高価になることや、大型貨物車に対する試験施設の試験能力、これまでの衝突試験データが 20 トン車を中心に蓄積されてきたこと等を考慮し、20 トン貨物車を試験車両として用いることが許されている。

20 トン車を用いる場合、衝撃度を 25 トン車を用いる場合と同等となるように調整を行う必要がある。この調整は、衝突条件の衝突速度、衝突角度を変えることによって行われるが、この場合、基本的には速度を高めることによって衝撃度を調整することが望ましい。これは、角度の微少な変更が衝撃度に与える影響が大きいためである。

### (4) 計測機器

計測に用いる機器として車両重心の加速度を測る加速度計及び記録器、車両の軌跡を調べるビデオ又は 16mm カメラ (必要に応じて 400 コマ/s 程度の高速のもの)、車両の重量を計測する重量計、衝突速度、離脱速度を計測するテープスイッチまたは光センサー等が必要となる。

機能評価以外に、試験研究的に防護柵に作用した荷重や防護柵の変形量を計測する場合は、ひずみ計測機器及びゲージ類、荷重計、変位計等を用

いる。乗員に対する影響をさらに詳しく調べたい場合には、加速度計や荷重計を内蔵したダミー人形を搭載することもある。

### 4.2.5 計測方法

計測項目は表-1 に示されるとおりである。

車両の重心位置は、車検証に記載されている型式を基に車両諸元表<sup>7)</sup>等から求めることになるが、車両諸元表に示される数値は、その型式の標準的な構造を示すものであり、車両の改造等が行われている場合は、それに応じて車両重心を求め直さなければならない。

車両質量は、軸重計などにより求められた車両重量の値を、車両質量の値に読み替える。

衝突速度/離脱速度の計測は車両の進行方向に対してなるべく直角方向の位置から計測することが必要である。また、高速での衝突ではビデオ等も高速度のものを用いることが望ましい。

離脱速度では、離脱後の車両挙動は不安定であり、必ずしも離脱速度を計測するセンサー上を正確に通過するとは限らない。幾つかの方法を併用するか、近接する数カ所で計測するなどの工夫が必要となる。

衝突角度は、路面上に残された車両の軌跡や車輪に塗布されたペイント痕等から求める。一般に左前輪の軌跡から衝突角度を求める。

離脱角度は路面に残されたペイント痕、スリップ痕、轍跡を用いて車輪の軌跡から計測する。測定は、基本的には衝突後に車両が防護柵から離脱するときのものを計測する。

防護柵の損傷については、試験研究的に防護柵と車両の接触状況を観察する場合は、防護柵の損傷箇所、損傷長、損傷状況等防護柵の強度にかかわる損傷状態などを記録、観察する。試験車両の各部に色を替えてペイントを施し、防護柵に残されたペイント痕を観察することもある。

たわみ性防護柵が適正に機能している場合、衝突箇所付近から離脱箇所付近までのビームの変形は連続的でなめらかな曲線形状となるのが理想的である。また局所的な破断、破損は極力ないことが望ましい。従って防護柵の損傷についても、これらのことを念頭に適正な変形となっているか判断する。

防護柵の最大変形の推定などには、一般に変位計や高速ビデオ等を用いるが、防護柵の瞬間的な

変位を精度良く計測する技術は今のところ確立されていない。車両の最大進入行程は、車両の路外逸脱防止という点で最も現実的であり、かつ最大の変形量を定量的に計測するためには計測しやすい指標である。

剛性防護柵の場合、弾性域内での変形を見込んで設計する防護柵なので、強度部材に塑性変形が生じてはならない。従って実験後、剛性防護柵の変形状況を確認し、防護柵に塑性変形が生じているかどうかを確認する。このとき、角欠けの有無、基礎部の残留変位、車両衝突後路面に補修が必要となるような大きな変位が生じているか、どの程度の範囲にわたっているか等にも着目する。

車両の加速度は、1.トン車の車体重心位置(平面上)の床に2成分(進行方向、進行方向直角方向)の加速度計を設置し、衝突開始点から0.5ms間隔で車両加速度を計測する。データ記録には、乗員に与える加速度を評価するため瞬間的なピーク波形を除去する目的で60Hz~80Hzのローパスフィルターを用いる<sup>8)</sup>。計測後は2成分の加速度を合成し、これを波形処理して10ms間隔で移動平均加速度値を算出する。車両に作用する加速度は、実験条件に応じて異なるが、低速では数十m/s<sup>2</sup>程度であり、高速衝突では瞬間的に1,000m/s<sup>2</sup>程度発生することもある。実験条件に応じて事前に加速度計の容量を検討しておくことが必要である。

車両の挙動として、車両の動き(車両の傾き、最大浮き上がり量、車両のねじれ、車両全体の回転運動傾向)と最終的な誘導状況(正常の姿勢を回復し円滑に誘導された、又は姿勢は復元の傾向を示しつつ誘導された等)を記録する。

実験車両の損傷は、防護柵衝突後の車両誘導性に影響を及ぼすことから、車体外部及び内部の損傷状況も調査する。

また、損傷状況からも乗員の安全性について評価することが可能である。従って、乗員の安全性については加速度値だけでなく、衝突後の車室空間の状況を観察することが望ましい。この場合、特に車室空間が侵されると乗員に対する危険度が大きくなることが考えられ、ダッシュボードの車室側への移動、フロントガラスの損傷状況について総合的に観察することが必要である。

車両衝突後の防護柵部材の飛散状況を確認する。飛散した部材の名称、飛散距離、質量、飛散原因、

周辺への影響の可能性等を調べる。部材片の飛散があった場合には、飛散部材の材質、質量、飛散距離、周辺道路利用者への影響の程度についても考察することが必要である。

#### 4.3 試験結果のまとめ

総括表に記入される試験結果の内容は、試験を行った防護柵の名称、仕様、地盤条件及び衝突試験結果などである。

総括表で示される試験結果は、道路管理者が性能を確認する基本的な要件のみであり、実験の状況、防護柵の変形状況、基礎の施工状況などの詳細なデータは示されていない。道路管理者がこれらのデータを求める場合もあると考えられるので、総括表に記載されている内容を補完する実験報告類は、総括表に添付する形で別途整理しておくことが望ましい。

### 5. 実際の防護柵開発手順と留意事項

#### 5.1 防護柵開発における試験の位置付け

実際の防護柵開発の流れは、一般的に図-3のように示すことができる。

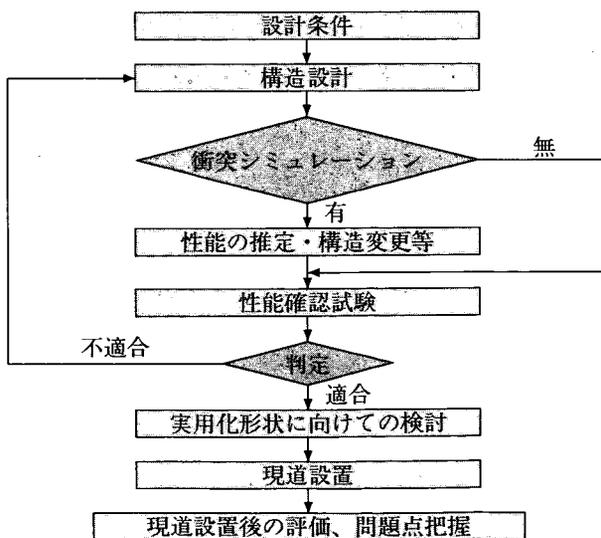


図-3 防護柵開発の流れ

実際の防護柵設計における性能確認試験は、防護柵の基本的な構造設計から、実用化に関する検討までの、一部に過ぎない。従って、性能確認試験で性能を満足すると判断されても、実際の利用までには、いくつかの検討課題を解決しなければならないことを念頭に置かなければならない。

#### 5.2 実用化に向けて必要となる検討事項

##### (1) 品質の保証

従来防護柵部材の品質は、JIS等で認定を受け

たものを使うことが原則であったが、新基準では部材の品質の優劣にかかわらず、防護柵として必要な性能が確保されれば利用できることになった。このため、品質管理が今まで以上に重要であり、現道に設置される防護柵が試験に用いたのと同じ性能を有する材料であること、また、品質にバラツキがないことなどが保証されなければならない。

## (2) 価格

新たに開発される防護柵は、形式・構造の多様化により大量に使われていくことは考えにくい。従って価格も、現行のものより高額になることが予想される。性能がよく、かつ経済的な製品の開発は、今後積極的に進められていくべきであろうが、現段階で価格が高いと予想される新しい防護柵を利用してくためには、従来の防護柵と比べた利点を十分把握し、その利点を活かした利用を行うことが必要である。

## (3) 維持補修への対応

車両衝突後、変形した防護柵は迅速に修復されなければならない。旧基準のように規格が統一されていれば、防護柵材料の入手、補修は容易であった。しかし、少量しか使われない防護柵では、防護柵損傷時に迅速に材料を入手できないことも十分考えられる。あるいは、防護柵の取り替えを考えて、常時部材をストックすることが必要となり、ストックヤードの整備や部材の管理など、新たな負担が生じるおそれもある。これらの不利な点が生じることも考慮して、容易に迅速な補修が行える体制を整えることが必要となる。

## 6. 新基準を運用していく上での課題

### 6.1 現道設置後の評価

防護柵の性能が試験で確認され、基準を満足すると判断されても、それは試験レベルでの合否であり、実際利用していく上ではさらに重要な課題がある。例えば、維持管理の容易性、実際の事故発生時における性能の発揮状況等は、試験レベルでは不明であり、実際に現道に設置後評価することになる。既存のものは設置後についても、維持管理や事故発生時の性能発揮について実績があるが、新たに開発されたものについてはこのような視点で評価していくことが今後必要になってくる。

### 6.2 外国で評価された防護柵の取り扱い

防護柵の実車衝突試験は欧米で盛んに行われて

おり、米国では実車衝突試験を専門に行う機関もある。これら諸外国で評価された防護柵をどのように取り扱うか、今後検討が必要である。

## おわりに

新基準の策定により、性能を確認することで様々な形式・構造の防護柵が利用できるようになったが、これまで確認試験が実施された例は数例程度<sup>9)</sup>となっている。基準改定以前に精力的に開発を行ったこともあるが、新基準が広く認知されていないことも大きな理由であろう。また、試験を実施できる機関および技術者が限られていることも制約要因となっていると考えられる。

今後、確認試験の実施体制が充実し、新基準の利点を活かした優れた防護柵が開発されていくことが望まれる。

## 参考文献

- 1) (社)日本道路協会：防護柵設置要綱, 1972.10
- 2) (社)日本道路協会：防護柵の設置基準・同解説, 1998.11
- 3) 例えば, 土木研究所他：高速化対応型防護柵の開発に関する共同研究報告書, 土木研究所共同研究報告書第248号, 2000.9
- 4) Transportation Research Board : Recommended Procedure for the Safety Performance Evaluation of Highway Features, National Cooperative Highway Research Program Report 350, 1993
- 5) European Committee for Standardization, 「Road Restraint Systems」, CEN/TC226/WG1-Doc n69, 1993.2
- 6) (社)日本道路協会：車両用防護柵標準仕様・同解説, 1999.3
- 7) 例えば,(社)自動車技術会：平成2000年版自動車諸元表, 2000.4
- 8) 霜上、石平：防護柵衝突時の加速度に関する一考察、第16回日本道路会議論文集, pp.739-740, 1985.10
- 9) 例えば, 建設省近畿技術事務所：平成10年度技術管理業務の成果概要, pp.71-76, 1999.3

安藤和彦\*



国土交通省国土技術政策  
総合研究所道路研究部道  
路空間高度化研究室主任  
研究官  
Kazuhiko ANDO

森 望\*\*



同 道路空間高度化研究  
室長  
Nozomu MORI

## 264 フルカラー道路情報装置を用いた情報提供

安藤和彦 森 望  
(土木研究所)

## Visibility of Road Information by a Full-Color Variable Message Sign Board

Kazuhiko Ando Nozomu Mori  
(Public Works Research Institute)

In this report, the experimental results on visibility of information by a full-color variable message sign board in which blue, green and red Light Emitting diodes are used are described. The experiment was conducted in test track of Public Works Research Institute. Sight distances were measured by actual driving the test vehicle. As experiment results, these were found ; combinations of legend colors and background colors were important for getting high visibility, luminance of legend/background was one of the most important factors for high visibility of informations.

*Key Words:* visibility, road/variable message sign, full-color, road information

## 1. はじめに

本報告では、近年道路における情報提供を想定して開発したフルカラー情報装置（以下FL表示機と略す）を用いて、これまで表示できなかった各種の多色情報を道路上で提供した場合の、情報の視認性、理解度を把握するため走行実験を行ったので、その結果について述べる。

## 2. 検討方法

## 2.1 実験方法

## (1) 走行方法

土木研究所試験走路内の標識屋外実験施設に供試体を設置し、Fig.1 に示す実験区間を設定した。供試体の設置状況を Fig.2 に示す。

文字色と素地色の組合せによる視認性の比較実験では、被験者は所定の位置から徒歩で供試体に接近し、文字が判読できた地点を視認距離として記録した。また、その他の情報では走行実験により視認距離を計測した。走行実験では、視認距離計測用の試験車両に被験者および計測員が

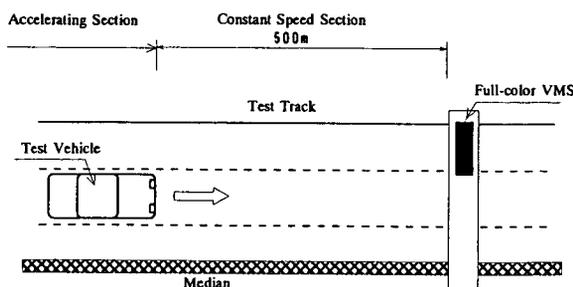


Fig.1 Experiment Field

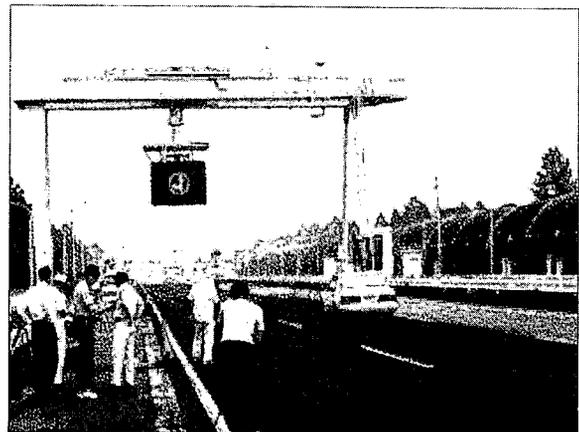


Fig.2 Full-color VMS for Experiment

乗車し、速度 60km/h で供試体に接近するとき、被験者が供試体に表示されている内容を理解した時点で「はい」と答え、同時に計測員は車載のペンレコーダーにマークを入力した。ペンレコーダーには速度および時間が記録されており、後にペンレコーダーに記録された速度、時間および被験者が内容を理解した時点で入力されるマークの各要素によって、視認距離が算出された。

実験における情報の比較としては、①文字と素地の色の組合せによる比較、②標識図形について正規の配色と現行道路情報表示装置で用いられている制限された配色についての比較、③同じ情報内容についての文字のみ、映像のみ、文字+映像での比較、④一つの情報を1画面で表現する場合と複数画面で表示する場合の比較などを行うために、それぞれの項目にあった情報を作成し実験に用いた。

実験に用いた情報は、実験結果の各項目に示す。

2. 2 表示情報

(1) 文字と素地の組合せ

実験に用いた情報は Fig.3 のとおりである。同一色の背景に他の色を用いた文字を図のように作成し、それぞれの文字の視認距離を計測した。

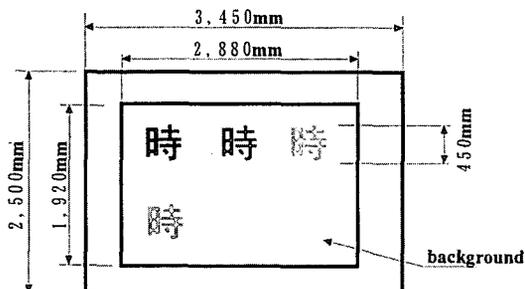


Fig.3 Image for Experiment of Color Combination

(2) 標識色による比較

法令に定められた正規の配色の標識（以下「法定標識」という）と、現行道路情報表示装置での制限された配色の模擬標識（以下「模擬標識」という）についての比較を行った。用いた標識は「指定方向外進入禁止」、「道路工事」および「一時停止」である。

Table.1 Road Signs for Experiment

content	Actual sign	Conventional sign
Instruction of Travel Direction		
Under Road Construction		
Stop		

(3) 文字情報、映像情報、文字+映像情報での比較

実験に用いた情報は、「除雪作業中」を示す情報であり、文字情報、除雪を行っている作業車を映した映像情報、映像情報に文字情報を組み込んだ文字+映像情報の3種類について比較した。このとき、文字の大きさは文字情報のみと映像情報に文字を組み込んだもので同一とした。

(4) 1情報を構成する画像数の比較

実験に用いた情報は、CG画像であり、波が道路上に被

Table.2 Pictures for Experiment (Snow Removal Work)

letter	picture
letter+picture	

Table.3 CG Images for Experiment

Content	Image
Closed by High Wave Crossing Road Turn Right (Single Image)	
Same as above (Combination of Two Images)	

っている状況、前方通行止めを示す赤色の×印、右折を案内する緑の矢印が主な構成要素になっている。

2. 3 実験結果

(1) 文字と素地の色の組合せによる比較

文字色と素地色別の視認距離の測定結果は、Fig.4 に示すとおりである。

文字の視認性は、昼間では、素地色にかかわらず白文字の視認性がよく、次いで橙色の視認性がよい。素地が明るい色であれば、緑字の視認性もよい。また、白地とするといずれの文字色でも、比較的等しい視認距離が得られている。反面、黒地-青文字、緑地-青文字、緑地-黒文字、青地-黒文字など、暗い色同士の組合せは視認性が悪い。夜間も、色の組み合わせによる視認性の傾向は昼間に似ているが、視認距離は昼間より全体的に数十メートル小さくなっている。

これらについて、昼夜別に、文字輝度>素地輝度または

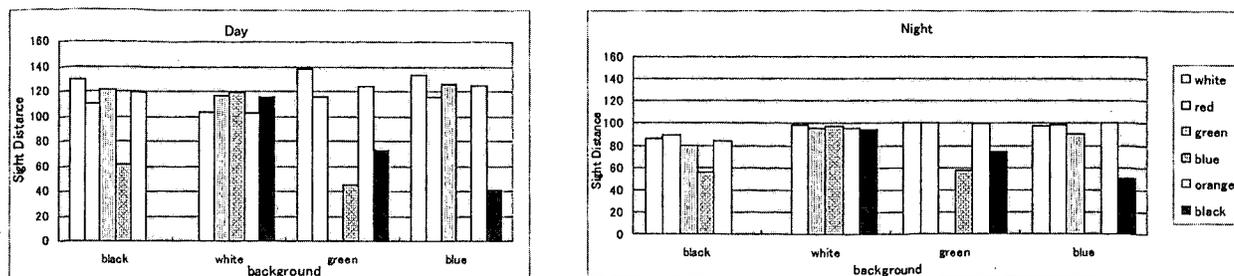


Fig. 4 Sight Distance by Combination of letter and background color (dimension:m)

Table.4 Main Factors for Analysis

Factor	Content	Factor	Content
Ll	luminance of letter (cd/m <sup>2</sup> )	Lb	luminance of background (cd/m <sup>2</sup> )
Δ L	difference of luminance (cd/m <sup>2</sup> )	C <sub>L</sub>	$\frac{\text{luminance of letter} - \text{luminance of background}}{\text{luminance of background}}$ (cd/m <sup>2</sup> )
x l	x value of letter by Y,x,y color coordinate	x b	x value of background by Y,x,y color coordinate
y l	y value of letter by Y,x,y color coordinate	y b	y value of background by Y,x,y color coordinate
Δ x	x l - x b	Δ y	y l - y b

Table.5 Main Factors which have high relation between Sight Distance

Day / Night	luminance Condition	Main Factor	Coefficient of Correlation
Day	Ll > Lb	L l	0.63
		x b	0.80
	L b > L l	y b	0.71
		L b	0.62
Night	Ll > L b	L l	0.74
		x b	0.93
	L b > L l	L b	0.73
		y b	0.64

素地輝度>文字輝度の2条件に分けて視認距離と各因子間の相関関係を調べた。対象とした主な因子を Table.4 に、また視認距離と高い相関を有する代表的な因子を Table.5 に示す。

Table.5 によれば、昼夜にかかわらず文字輝度が素地輝度より高い場合はさらに文字輝度を、素地輝度が文字輝度より高い場合はさらに素地輝度を高めることで視認距離が長くなる傾向にあるといえる。また、素地輝度が文字輝度より高い場合は、色度値(x b,y b)が抽出されており、Fig.4 との関係からみれば、素地に白色などの明るい色を用いることで視認性が高まることを示していると判断できる。

(2) 標識色による視認距離比較

視認距離は「指定方向外進入禁止」は模擬標識、法定標識ともにほぼ同じ視認距離で遠方から視認でき、「一時停止」は法定標識が、「道路工事」は模擬標識が遠方から視認できる結果となった。

「指定方向外禁止」で最も重要となる矢印情報は、模擬標識では黒地橙矢、法定標識では青地白矢であり、いずれ

Table.6 Sight Distance of Road Signs (m)

Content	Actual	Conventional	Test of hypothesis
Instruction of Travel Direction	273	298	non
Under Road Construction	148	222	5 %
Stop	215	161	non

も文字輝度>素地輝度の関係にありかつ、輝度比2の値が大きいことから高い視認性が得られたものと考えられる。

「道路工事」の模擬標識では、工事者を表示する図形輝度と黒素地の輝度との差が大きいかつ工事者図形が高い輝度を有していることから比較的遠方から視認できている。一方法定標識では、模擬標識同様に黄素地と黒色図形の輝度の差は大きかったものの、黒色図形が目立ちにくかったため視認距離はかなり低下している。

「一時停止」では、模擬標識、法定標識ともに文字輝度が素地輝度より高い関係にあり視認距離に有意差はないが、模擬標識は法定標識より輝度比2が大きく視認距離は長くなっている。

(3) 文字情報、映像情報、文字+映像情報での比較  
視認距離は文字情報が長く、映像を用いると低下している (Table. 7)。

Table.7 Sight Distance of Letter/Pictures (m)

Content	Letter	Letter+ picture	Picture	Test of hypothesis
Snow Removal Work	191	89	102	1 %

この理由として、文字（橙色）と素地（白地）の輝度および色差が小さかったこと、除雪作業の映像がわかりにくかったことが相まって理解度の低下を招いたものと考えられる。

#### （４）１情報を構成する画像数の比較

１画面より２画面の方が視認距離は多少長くなっているが、両者に有意差はなく、１画面と２画面で画面数による視認距離の差は明確でない。

Table.8 Sight Distance by the Number of Images (m)

Content	Single Image	Two Images	Test of hypothesis
Closed by High Wave Crossing Road	131	148	non

### ３．まとめ

以上の結果をまとめると以下のとおりである。

（１）文字や図形の色と素地の色を適切に組み合わせることで視認性は向上する。特に、白色は視認性を高めるために効果的である。

（２）昼間、夜間に係わらず文字・図形の輝度あるいは素地の輝度を高めることで視認性は向上する。

（３）輝度が高いほど目立つ点から、情報内容を表示する文字・図形の輝度が高い方が、素地の輝度を高めるより視認しやすい。この点で、文字輝度＞素地輝度の組合せが有利である。

（４）複雑でかつ見慣れない映像・CG画像情報などは瞬時に理解しにくい。道路上での映像・CG画像の提供には十分な検討が必要である。もし、映像やCG画像の特徴である臨場感を活かした情報提供を行うのであれば、映像・CG画像が見慣れた情報となるまでは、理解度が高い文字と組み合わせることが効果的である。ただし、文字情報は映像やCG画像に埋もれることなく、独立して目立ちやすくすることが必要である。

# 歩行者用照明の必要照度に関する検討

国土技術政策総合研究所 ○林 堅太郎  
同 安藤 和彦  
星和電機株式会社 IE 事業部 大谷 寛

## 1. はじめに

近年の交通事故特徴の一つとして、夜間における高齢者の歩行者事故が挙げられ、歩行者の交通安全の観点から歩行者用照明の役割は重要な位置付けとなってきている。現在のところ道路管理者が歩道照明を整備するうえで準用できる明確な技術的基準がなく、歩道照明を適切に整備するために歩行者用照明施設の基準化が急務となっている。

本実験は、これらのことから「歩行者用照明」の基準化に向けた基礎的な検討を行ったものである。

## 2. 研究目的

本研究は、基準化を進める上で必要となる基礎的要件として、照明要件及び必要照度を見出すことを目的とした。

## 3. 研究方法

本研究では、文献調査と歩行者用照明施設を整備している道路管理者へのヒアリング調査により歩行者用照明の要件と必要照度を設定し、視認性実験による妥当性の確認をした。図-1に研究フローを示す。

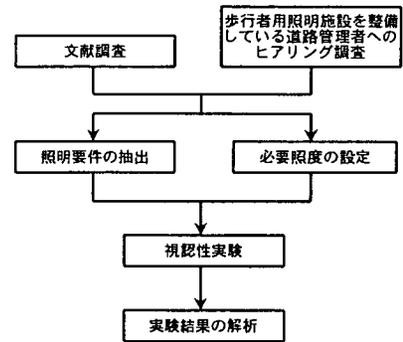


図-1 研究フロー

## 4. 実験結果

### (1) 文献調査

歩行者用照明の要件と必要照度を設定するため、視覚特性及び国内外の基準類を調査しそれぞれ整理した。高齢者の視覚特性の調査では、加齢にともない視力、明暗順応、輝度対比及び色差弁別などが低下し、またグレアを感じやすくなることなどを把握した。しかしこれらは、ほとんどが室内実験による閾値の結果から得られたものであるため、屋外実験による検証が不可欠であると判断した。

また、国内外の基準類を調査した結果、JISによる歩行者用照明基準の照度範囲や照明区分（歩行者交通量や地域特性）は諸外国の基準と概ね同等であることを把握した。

### (2) 歩行者用照明を整備している道路管理者へのヒアリング調査

歩行者用照明の実状を把握するため、7機関の道路管理者に対してヒアリング調査を実施した。表-1にヒアリング結果の総括を示す。

ヒアリングより、歩行者用照明の設置に際し、地域活性化等の地元の要望で設置する機会が多いこと、照度レベルはJIS基準を参考にしている管理者が多いことを把握した。

### (3) 視認性実験

#### ① 実験概要

文献調査及び歩行者用照明施設を整備している道路管理者へのヒアリング調査から、本実験では必要照度についてJIS基準をベースにし、また10、20lxにおいては周辺環境が明るい地域を考慮し、実験歩道の反対側の道路照明を点灯して擬似的に設定した。尚、諸外国の基準から最も低かったCIE（国際照明委員会）勧告の照度レベル値（1.5lx）も含めることとした。実験条件を表-2、実験時の配置略図を図-2に示す。障害物ゾーンとすれ違いゾーンを被験者に通常で歩行させ、設定した照度レベルについて妥当性を検証することとした。

表-1 道路管理者に対するヒアリング結果

質問項目	回答
歩行者用照明の設置目的	地域活性化等の地元の要望で整備する機会が多く、ついで交通安全、防犯の目的で設置する。設置する場合は地域特性を考慮したデザインが望まれる。
歩行者用照明の明るさについての考え	原則的にJISを参考にすが、車道用照明で歩道の明るさが満足できれば、歩道用照明は設置しない。

表-2 実験条件

歩道幅員	4m(第4種第2級の道路)
設定照度	1.5/3/5/10/20(lx)、10/20 lx は周辺環境有均斉度 $\geq 0.2$
灯具配置	片側配列(8灯)、高さ5.2m、取付スパン26m
被験者	65歳以上の高齢者及び非高齢者、各10名
歩道の障害物	模擬的に段差及びポラードを数箇所設置
実験項目	すれ違う歩行者及び自転車利用者の有無

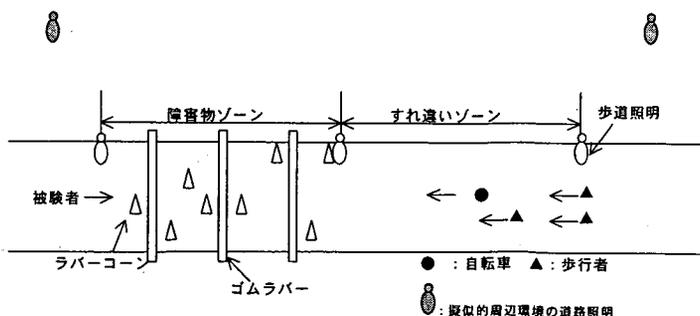


図-2 実験時の配置略図

② 実験項目

光学測定として、水平面照度、鉛直面照度及び等価光幕輝度の測定を実施した。視認性評価実験として、各照度において歩き易さ、障害物の認識、すれ違う人の危険感、快適性、すれ違う歩行者・自転車利用者の顔の見易さ、視線距離（何m先を見て歩行しているか）などに関するアンケート調査をした。

③ 実験結果

実験結果では、5lx以上の照度であればどの項目に対しても良好な評価が得られた。照度5lx以下の歩行者実験の結果を図-3に示す（図中の支持率とは、肯定的な回答をした被験者の割合を示す）。高齢者と非高齢者での差異は見られなかったため、同図では全被験者の平均値を示した。3lxは全ての項目において被験者の半数以上の支持を得られたが、1.5lxは「歩き易さ」と「すれ違う歩行者及び自転車利用者の顔の見え易さ」において半数以上が満足できなかった。

視線距離については、照度レベルが低い1.5lx及び3lxでは約15m先を見ていたが、照度レベルが明るくなるにつれ視線距離が伸び、20lxでは約30mであった。図-4に照度レベルの違いによる視線距離の変化を示す。（図中では高齢者と非高齢者の平均値を示した）

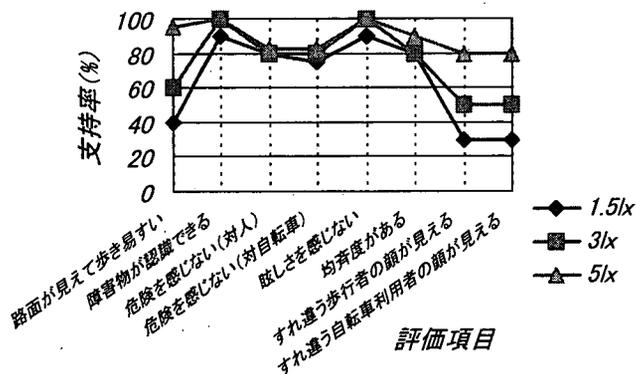


図-3 視認性評価実験結果

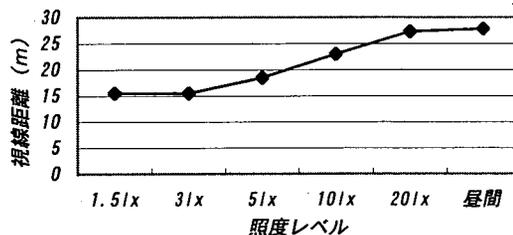


図-4 照度レベルの違いによる視線距離の変化

④ 考察

水平面照度のレベルは、歩行者交通の満足度を考慮した場合、「路面の見え易さと歩き易さ」と「すれ違い時の顔の見え易さ」について3lxは最低限必要で、5lx以上確保することが望ましい。

照度レベル1.5lxは、快適に歩行するのに必要な路面の明るさが不足し、また、すれ違う歩行者や自転車利用者の顔が見えないなど歩行者が満足できる明るさになっていない。

路面の明るさが少なくなると視線距離が短くなるので視覚情報が不足し、対向者（歩行者及び自転車利用者）の発見を遅らせる可能性が高くなると思われる。

5. まとめと今後の課題

歩行者用照明を整備する上で最も重要な目的は歩行者交通の安全である。そのためには、適切な路面照度を確保し、かつ路面照度を均一にする必要がある。本研究では、JIS基準をベースに高齢者及び自転車利用者を考慮に入れ検証を試みた結果、低照度レベルにおいて必要照度を明確化することができた。しかし、高照度レベル(10lx及び20lx)においては周辺環境との関連性について把握することができなかったため今後の課題としたい。

# 防護柵連続基礎の設計に関する実験検討

国土技術政策総合研究所 ○安藤 和彦  
森 望

## 1. まえがき

土工部に設置する防護柵の連続基礎は、現在のところ確立された設計方法がなく、道路橋示方書に準じて設計が行われている。この設計では、防護柵には等分布の衝突荷重が作用するものとし、単位幅当たりの安定計算を行うので、連続した一体構造として働き衝突荷重が分散軽減する連続基礎の効果が見込まれていない。このため、現行設計方法で設計を行うと、基礎としては比較的大きなものになる。現道では、道路幅員などに制約がありこのような連続基礎を大きくとれず、やむを得ず車両衝突時に基礎が変形する設計方法がとられる場合も多いが、これらの基礎でも滑動や転倒などは生じていない。

本検討では、これらの状況を考慮し、実際の衝突条件を考慮した合理的な設計方法を検討するものとした。

## 2. 検討概要

検討は、連続基礎上に設置した防護柵に車両を衝突させ、このときの発生する荷重を計測した。これと併行して過去の実験結果から衝突荷重の分布範囲を推定した。さらに両者を比較して、防護柵の強度設計に用いられる衝撃度に応じた設計荷重を設定し、これを基にした連続基礎設計方法を検討した。

### 2.1 衝突実験

連続基礎に作用する荷重を計測するために、実車衝突実験を行った。実験場所は、国土技術政策総合研究所衝突実験施設であり、衝突条件は、20t貨物車を速度53km/h、衝突角度15度、衝撃度145kJ（種別A種相当）とした。種別はA種がドリルとし、基礎断面は図-1に示すとおりである。

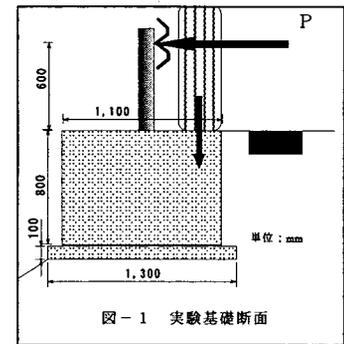


図-1 実験基礎断面

### 2.2 集中荷重の推定

防護柵に車両が衝突したときの集中荷重を推定するために、既往研究<sup>1)~3)</sup>の支柱データを再度見直した。また、防護柵種別毎に設定されている衝撃度（kJ）との関係から、各種別における集中荷重を検討した。

## 3. 検討結果

### 3.1 衝突実験結果

衝突実験では、車両は円滑に誘導され、基礎上部で最大約3mmの瞬間変位が計測されたが、残留変位は全くみられなかった。

実験によって支柱に作用した衝突荷重を推定するため支柱番号3および4について歪み計測を行った。3、4番以外の支柱については、瞬間的な荷重

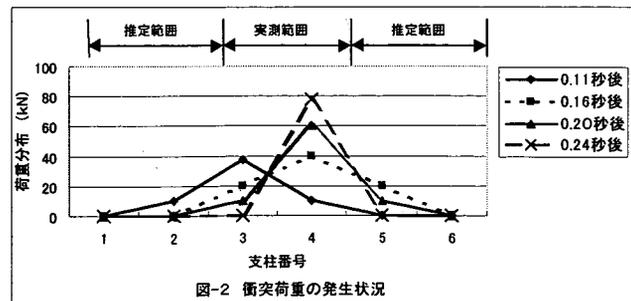


図-2 衝突荷重の発生状況

作用範囲は支柱3本程度まで<sup>1)~3)</sup>であることや車両の接触状況から、最大の歪みが発生している支柱を中心として左右対称に同じ歪みが発生するものと仮定（例えば、衝突後0.2秒後では支柱番号4を中心として支柱3および5に等しい歪みが発生と仮定）した。基礎に作用する荷重は、支柱の歪みと作用力との関係を予め求めておき、実験により得られた支柱の歪みを作用力に換算して、これと等しい力が基礎に荷重として作用するものとした。衝突実験により支柱に発生した歪みから推定した作用力すなわち衝突荷重の分布状況は図-2のとおりである。ある瞬間に基礎に作用する荷重の総和は、各支柱の荷重を合計すると0.11秒後58kN、0.16秒後80kN、0.20秒後80kN、0.24秒後78kNとなっている。これらから、各瞬間に基礎に作用した荷重は、A種の1本当当たりの支柱支持力 $P_{max}$ （耐力値;50kN）に換算すると最大1.6本分程度であると推定される。

### 3. 2 荷重作用範囲および設計荷重の推定

上述の実験結果や過去の研究事例<sup>1)~3)</sup>を基に、同一時刻に各支柱に作用した力の合計が、支柱支持力の何本分に相当するか（以下換算本数という）を整理した。その結果、表-1②の値が得られた。衝撃度①と換算本数②には比例関係がみられ、両者について相関を求めたところ③式および決定係数が得られた。

次に、この相関式をもとに、各種別における設計荷重推定のための設計用換算本数④を設定した。さらに、基準で示された支柱の最大支持力Pmax⑤と換算本数④との積を、基礎に作用する設計荷重⑥として求めた。A種の集中荷重は、実験で得られた値と一致している。参考に、単位幅当たりの荷重⑦と現基準の単位幅当たり荷重⑧を示した。これらを比較すると、⑧は⑦より2倍程度大きくなっている。過去に行われたコンクリート製防護柵の検討<sup>4)</sup>で得

られた集中荷重⑨と比較すると、本検討で推定された荷重⑥は衝撃度の小さい種別でコンクリート製のものより大きくなっており、SS種では比較的近い値になっている。

表-1 荷重分布（荷重作用支柱本数）および荷重の推定値

項目	種別	C	B	A	(S)	SC	SB	SA	SS
①衝撃度 X (kJ)		45	60	130	230	160	280	420	650
②換算本数実験値 <sup>1)~3)</sup> Y (本)		-	1.3	1.5	1.8	-	-	2.5	-
③相関式		$Y=0.0034 \cdot X + 1.07$ $r^2=0.996$							
④設計用換算本数 (本) Y=③式より		1.2	1.3	1.5	/	1.6	2.0	2.5	3.3
⑤支柱当たりの最大支持力Pmax (kN)		30	30	50	/	50	55	55	55
⑥設計 (集中) 荷重 (kN) ④×⑤		40	40	80	/	80	110	140	180
⑦単位長さ当たり荷重 (kN/m) ⑥/10m		4	4	8	/	8	11	14	18
⑧現行設計の荷重 (kN/m) ⑤/(支柱間隔×2)		7.5	7.5	12.5	/	12.5	22.5	18	22.5
⑨ コンクリート壁作用集中荷重 <sup>4)</sup> (kN)		-	-	-	/	45	72	109	170

注) 種別Sは、旧基準による。

### 4. 設計方法および計算結果の例

#### 4. 1 集中荷重による設計

連続基礎は、一般的に10m程度の間隔で目地を入れた構造になっており、衝突荷重に対してもこの長さで抵抗する<sup>4)</sup>ものとし、転倒、滑動、地盤応力、ねじれ抵抗について計算を行う。衝突荷重が集中荷重であるため、合力作用線が底版の中央1/3に入る安定性は特に求めない。安全率は1.2とする。

#### 4. 2 連続基礎断面の計算例

表-1⑥で示された荷重を基に本検討による方法と、道路橋示方書に準拠した現在の設計方法に基づいた場合の

必要基礎断面の計算結果の例を、表-2に示す。実際の衝突状況を踏まえた設計を行えば、従来の6割程度の断面になることがわかる。なお、現行方法による設計でSB種の基礎断面がSA種の基礎断面より大きくなっているのは、防護柵の支柱間隔（SB種1m間隔、SA種1.5m間隔）の差によるものである。

#### 4. 3 安全率

基礎に作用する荷重は、支柱が発揮できる支持力以上となることはないので、特に安全率を高く設定する必要はないと考えられるが、防護柵設置基準ではコンクリート製防護柵の転倒、滑動、地盤許容支持力について1.2の安全率を設定していることから、これに準拠し1.2以上の安全率を確保することとした。実際は、衝突時に車輪が基礎の転倒、滑動に抵抗する働きをしており（図-1参照）、また防護柵は連続構造であり衝突箇所以外の区間が転倒、滑動に抵抗していることから、1.2程度以上の安全率が確保されることになる。

### 5. あとがき

本検討により、実際の衝突状況に則した合理的な連続基礎設計方法を明らかにできた。今後は、本方法でも適用が厳しい狭幅員道路に適用する、限界基礎の設計方法を検討する予定である。

1) 建設省土木研究所、(社)軽金属協会、'アルミニウム合金製高欄型自動車用防護柵に関する研究'、昭和55年3月

2,3) 建設省土木研究所、(社)軽金属協会、'アルミニウム合金製高強度型防護柵共同研究報告書'、共同研究報告書第42号、第232号

4) 建設省土木研究所、(社)セメント協会、'高速化対応型コンクリート製防護柵に関する共同研究報告書'、共同研究報告書第207号、平成10年6月

表-2 連続基礎断面の比較 (例)

種別	本検討結果	現行方法	新/現
	高さm 幅m 面積m <sup>2</sup>	高さm 幅m 面積m <sup>2</sup>	
C	1.0×0.6=0.60	1.4×0.7=0.98	0.61
B	1.0×0.6=0.60	1.4×0.7=0.98	0.61
A	1.3×0.7=0.91	1.7×0.9=1.53	0.59
SC	1.3×0.7=0.91	1.7×1.0=1.70	0.53
SB	1.5×0.8=1.20	2.4×1.2=2.88	0.42
SA	1.9×0.9=1.71	2.1×1.3=2.73	0.63
SS	2.1×1.0=2.10	2.6×1.2=3.12	0.67

設計条件；矩形断面，基礎重量2350kg/m<sup>3</sup>，地盤重量1700kg/m<sup>3</sup>，内部摩擦角30度，路面摩擦0.55，地盤許容支持力196kN/m<sup>2</sup>，基礎長10m

# 道路緩衝施設の開発

国土交通省 国土技術政策総合研究所 安藤和彦

鋼製防護柵協会 ○梶村典彦

## 1. はじめに

道路の分岐部や路側に設置された橋脚のような工作物への衝突事故は、他の事故に比べ重大事故になりやすく、これらの工作物への緩衝対策は重要な課題である。工作物への緩衝対策として、欧米などでは緩衝施設の設置が盛んに行われているが、欧米の施設は比較的大型であり、工作物が道路直近に緩衝施設の設置スペースに制約がある我が国の道路状況に適合するものとはなっていない。

## 2. 開発目的

本研究は、緩衝施設に求められる機能を整理し、それらの機能を満足し、かつ我が国の道路状況に適合する緩衝構造を開発することを目的とする。

## 3. 評価基準

### (1) 対象工作物

工作物衝突における対策対象としては、防護柵端部、分岐部及び料金所、橋脚などの路上構造物における緩衝施設を開発対象とする。

表-1 評価条件

車 両	小型乗用車 (1 t)
衝突速度	80km/h、100km/h
衝突角度	90度 (500mm右方向(乗員視線)オフセット衝突)
評価内容	①10ms間の車両重心加速度の最大値200m/s <sup>2</sup> 以下であること。 ②車室空間が確保されていること。 ③衝突後車両は正常な姿勢を保持していること。 ④施設が良好に機能・変形していること。

### (2) 評価項目

評価項目は、乗員の安全性などを確保する指標として、表-1の項目を設定した。

### (3) 機能検証

機能の検証は、3次元衝突シミュレーション<sup>\*1</sup>及び実車衝突実験<sup>\*2</sup>により行った。

(\*1: 動的有限要素法解析ソフト PAM-CRASH、\*2: 国土交通省(旧建設省土木研究所)衝突実験施設で実施)

## 4. 構造・機能検討

### 4.1 プロトタイプ

#### (1) 施設構造

80km/h 対応及び 100km/h 対応のプロトタイプ緩衝構造を設定した(表-2)。

表-2 緩衝構造 (プロトタイプ)

	80Km/h構造	100Km/h構造
有効ストローク長	2987mm	4280mm
緩衝材	26-φ250×3.2	42-φ250×3.2
ガイドレール	2本	2本
側面板	t=1.6 (フラット <sup>®</sup> 社)	t=4.0 (3山ビーム、スライド <sup>®</sup> 式)

#### (2) 機能検討

実験結果は、表-3に示すとおりである。80km/h 構造では、車両の加速度も小さく車室空間も確保されており、乗員の安全性確保には十分な機能を有していることが確認できた 100km/h 構造

表-3 シミュレーション、衝突実験結果比較

検討方法	衝突条件			車両重心加速度 10ms移動平均	車室空間 の確保	施設 変形	判定
	衝突速度	車両質量	オフセット量				
衝突実験	80km/h	1t	500mm	120m/s <sup>2</sup>	○	良好	○
シミュレーション				199m/s <sup>2</sup>	-	良好	○
衝突実験	100km/h	1t	500mm	-	○	不良	×
シミュレーション				212m/s <sup>2</sup>	-	不良	×

では、シミュレーション及び衝突実験結果から、緩衝施設に局部変形が生じ効果的な衝撃吸収が行えないことが判明した。これは、ガイドレールの変形により支柱が円滑に移動しなかったこと及び車両と緩衝施設との高さ方向の位置に問題があったことが原因として考えられる。100km/h の衝突実験における車両重心加速度は車両が横転したため計測することが出来なかった。

### (3) シミュレーションと衝突実験の整合性

図-1に 80km/h 構造の実車衝突実験とシミュレーション検討との検証状況を示す。衝突後の緩衝施設の変形状況がほぼ等しく再現できている。加速度ではシミュレーションと比べ衝突実験結果は小さくなっている(80km/h 衝突では実験値の6割程度)ことから、シミュレーションによる評価は有効であると考えられる。

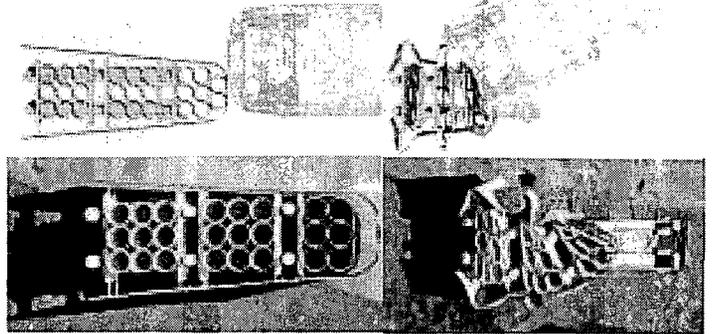


図-1 検証結果(上段シミュレーション、下段実験結果)

## 4.2 改良構造

### (1) 構造の変更

前記実験結果を基に 100km/h 構造の改良を行った。改良構造を表-4に示す。

表-4 構造改良検討

	100km/h構造
ガイドレール	板厚変更(t=4.5→t=6.0)
施設高さ	ビーム中心高さ変更(600mm→675mm)
緩衝パイプ	中間2ユニット板厚変更(t=3.2→t=2.3)
スライドビーム	後部側2枚を1枚に変更

### (2) 施設機能

100km/h 改良構造の機能検証は、シミュレーション解析により行った。シミュレーション解析結果を表-5及び図-2に示す。

表-5 シミュレーション解析結果

衝突速度	衝突条件		車両重心加速度 10m移動平均	施設変形	判定
	車両質量	オフセット量			
100km/h	1t	500mm	180m/s <sup>2</sup>	良好	○

車両加速度は 180m/s<sup>2</sup> と評価基準を満足し、実際にはさらに小さくなるのが期待できる。また、車両の変形においてもボンネット全体が著しく損傷するような変形がなく、乗員の安全性確保に十分な機能を有していることが確認できた。緩衝装置も滑なスライド動作を示した。

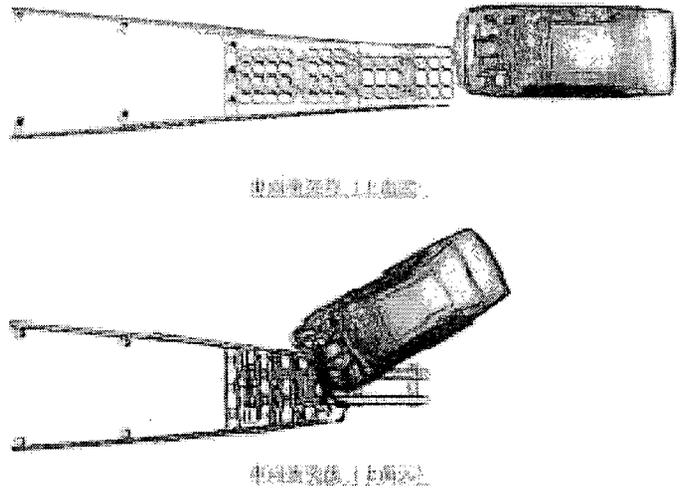


図-2 100km/h改良構造 シミュレーション画像

## 5. まとめ

80km/h 構造及び 100km/h 構造それぞれにおいて緩衝施設として適切な構造が把握できた。これらの構造は、調査した範囲では、諸外国における衝施設の必要長(80km/h 構造: 5 ~ 7m、100km/h 構造: 10 ~ 12m)に対して、80km/h 構造で約 3m、100km/h 構造で約 5m とかなりコンパクトな施設になっている。また既存の防護柵へ直接連結することができる構造なので、分岐部の既設防護柵に接続して設置するなど、設置スペースの縮小が図れ、我が国の道路状況に適した構造であると考えられる。

本開発における緩衝装置、80km/h 構造図及び 100km/h 構造図を図-3、図-4に示す。

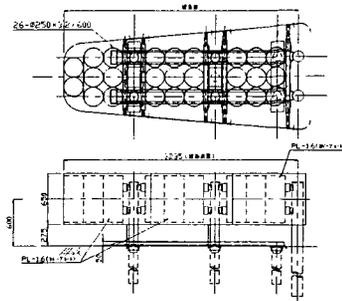


図-3 80km/h構造図

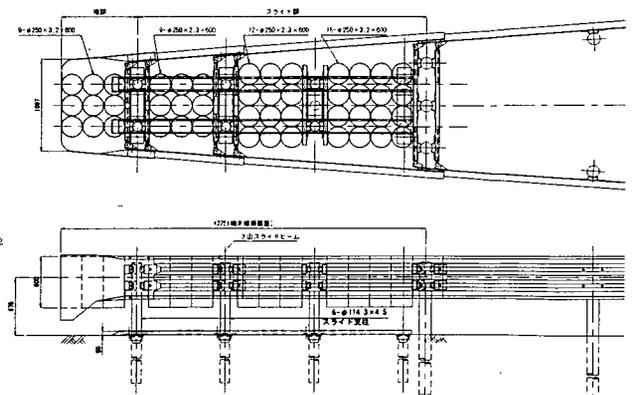


図-4 100km/h構造図

## ◆ 報 文 ◆

## 木製車両用防護柵の実験・検討

安藤和彦\* 森 望\*\* 若月 健\*\*\*

## はじめに

本報文で述べる車両用防護柵は、車両が路外に逸脱しようとした場合に、これを防ぎ本線に安全、円滑に誘導する役割を持つ施設であり、代表的なものにガードレールがある。

道路付属施設への木材の利用は、間伐材の有効利用などとして注目<sup>1)</sup>されており、防護柵のほか遮音壁などが検討<sup>2)</sup>されている。

防護柵は、車両が衝突することを前提として設計される施設であり、強度性能は基本的に求められる要件となる。これまで防護柵の材料として、比較的高い強度を有し、かつたわみ・伸びがある金属材料が、防護柵に適した材料として利用されてきた。これに対して木材は、伸びが少ない、せん断破壊しやすいなど、金属材料とは異なる特性を持っている。

ここでは、木製防護柵の特性を踏まえた設計方法を確立するために、実車衝突実験により防護柵の構造、問題点などを把握するとともに、設計の考え方、実用化を図る上での課題などについて整理したので、その結果を報告するものである。

## 1. 木材の特徴

材料にたわみ・伸びがあるかどうかによってその材料を使った防護柵の設計の考え方を変える必要がある。防護柵の設置基準<sup>3)</sup>では、金属製防護柵についてはその変形性能を活かし、車両衝突時に防護柵が変形し衝突エネルギーの吸収、車両を円滑に誘導するたわみ性防護柵の設計を行うこととしている。これに対してコンクリート製防護柵のように剛性の高い防護柵では、防護柵の形状で衝撃緩和や車両の誘導を行い、構造として弾性域(許容応力度)内の設計を行うものとしている。

これらを木材に当てはめると、木材は鋼材のように伸びを確保することは難しく、たわみ性防護柵としての設計は難しい。また、防護柵が路側の

限られたスペースに設置される小型の構造物であることを考えると、コンクリート製防護柵と同程度の剛性が得られる木製防護柵を作ることも容易ではない。従って、多少変形する程度の強度を持った防護柵として設計することが考えられるが、現在のところ適切な設計方法は確立されていない。

## 2. 実車衝突実験

## 2.1 実験用防護柵構造の検討

木材の特性を踏まえ、実験用防護柵の構造検討を行った。設計の考え方としては、変形量が少ないたわみ性防護柵として、橋梁用車両防護柵の設計方法が示されている<sup>3)</sup>のでこれに準拠し、同等の剛性が得られる横梁の検討を行った。

防護柵の種別は最も一般的に利用されているC種とし、木材は、均一的な品質の確保を目的として支柱、横梁ともに唐松集成材(JAS構造用集成材による樹種区分3、E105-F300)とした。

表-1に実験に用いた木材の強度特性を示す。

表-1 防護柵に用いた木材の強度特性

ヤング係数 × 10 <sup>4</sup> kN/cm <sup>2</sup>	長期許容応力度 (kN/cm <sup>2</sup> )		
	引張	曲げ	せん断
178	307	514	89

注) 曲げ、せん断試験; JAS構造用集成材による。  
引張試験; JIS Z 2201及びJIS Z 2241に準拠。

防護柵構造は、材料などについて強度検討を行い図-1に示す実験供試体を用いるものとした。

防護柵種別C種についてみると、金属製防護柵の主要横梁と同程度の剛性を得るには、上下に1~2本の木製横梁を渡す必要がある。本実験では、ガードレールと同様に車両誘導面を広くした断面として、横梁断面を上・下面15cm、衝突面30cmの矩形断面とし、横梁は1本で対応するものとした。また柱は、断面を17cm×17cm、基礎構造は木製柱の施工性を考慮して40cm角の基礎ブロックに支柱を建て込む形式とし、支柱の変位をブロック内で収束させる目的で支柱建て込み部にアスファルト充填する構造とした。支柱および横梁間

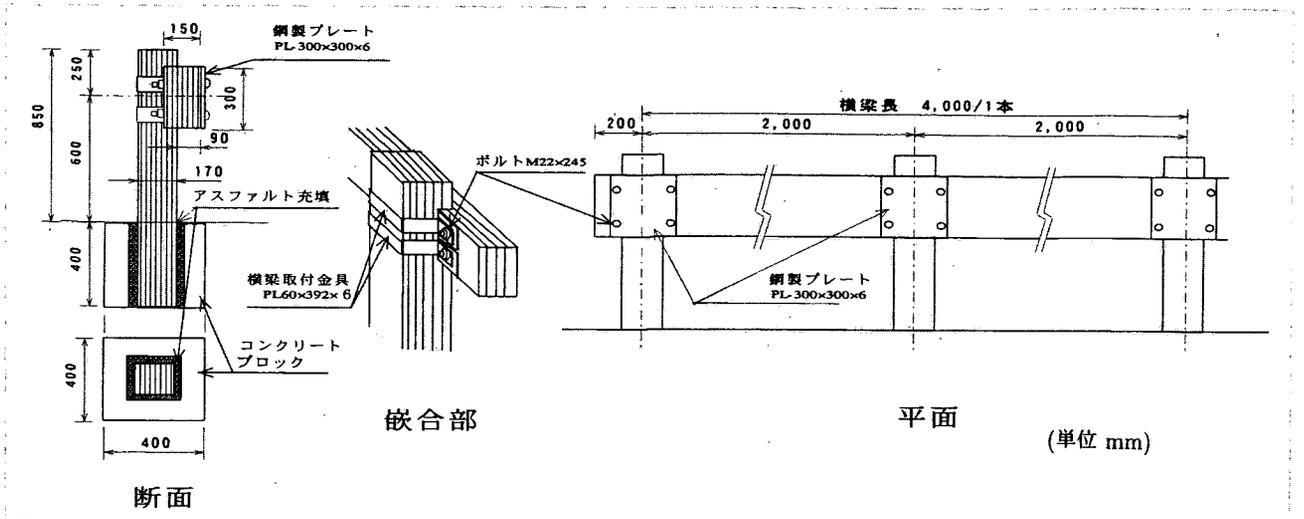


図-1 実験用防護柵構造

の接続部は、柱の位置で金属板および鋼製ボルト (M22) 2本によって接続するものとし、支柱に奥行き6cmの嵌合部 (切り欠き) を設け横梁との一体化を図った。横梁と支柱の接続は、支柱の断面に合わせた金具を巻き付けて結合し、この金具をボルトによって締め付ける構造とした (図-1 参照)。

### 2.2 実験条件

実験は、防護柵の設置基準<sup>3)</sup> および防護柵試験マニュアル (案)<sup>4)</sup> に準拠した。

防護柵の強度および車両の誘導性を検証する大型車実験、乗員の安全性と車両の誘導性を検証する乗用車実験について実施した。実験条件は、防護柵の設置基準によるC種条件であり、大型車の最大重量、車両性能、防護柵衝突の事故実態などから設定されている条件である。

本実験の実験条件を表-2に示す。

表-2 実験条件

衝突車両	実験条件			
	車両質量 (t)	衝突速度 (km/h)	衝突角度 (度)	衝撃度 (kJ)
乗用車	1.0	60.0	20.0	16.3
大型車	20.0	25.0	20.0	56.4

### 2.3 計測方法

#### (1) 実験方法

実験は国土技術政策総合研究所衝突実験施設において行った。衝突実験施設は、車両を牽引するワイヤーに金具を介して車両を接続し、所定の速度まで牽引して、所定の位置で切り離して慣性により車両を防護柵に衝突させる施設である。

実験に使用する実験車両は、大型車が3軸、20ト

ン貨物車 (空車重量約10トン)、および乗用車が排気量1,300ccの1.0トン車の中古車であり、通常の走行が行えるよう車体整備を行った。

また、貨物車両は所定の積載量を均等に積載し、衝突時に外に飛び出さないようにワイヤロープ等で拘束した。

#### (2) 測定項目および計測方法 (図-2 参照)。

##### ① 車両の衝突速度および離脱速度

車両の衝突速度は、衝突開始箇所直前に設置されている2個の光電管により検出され、制御盤に表示される速度を衝突速度として記録した。また離脱速度は、衝突開始位置から防護柵と平行に離脱方向へ20m離れた地点の路面上に設けられたテープスイッチ式速度計によって計測するものとした。

##### ② 車両の軌跡及び防護柵への接触跡

路面に残された車両前後輪の摺痕およびわだちの跡より走行軌跡を求め、軌跡から車両進入角、離脱角度を求めた。車両の防護柵への接触跡は、実験直前に前輪に黄色、後輪に赤色、車体前部に緑色、車体後部に青色のペイントを塗布し、防護柵に衝突車両がどのような状態で接触したか判明できるようにした。

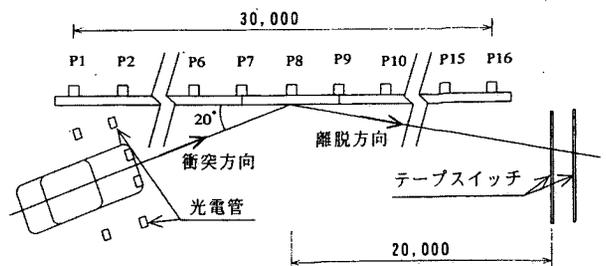


図-2 衝突条件の設定状況 (単位 mm)

③加速度

乗員の安全性能を確認するため、乗用車の車両重心位置に、X(車両軸)方向、Y(車両軸直角)方向成分の加速度計を取付け、発生加速度を0.5ms間隔で記録した。

④損傷状況

実験終了後、車両の足廻り、車室内の変形状況、乗員の生存空間等に着目し、車両損傷状況を観察した。

⑤防護柵の残留変位量・破損

水系、スケールなどより衝突後の防護柵の残留変位量を測定した。また防護柵各部材の損傷、飛散状況などについて調べた。

⑥衝突状況撮影

撮影速度 24コマ/秒~400コマ/秒の16mm撮影機により、車両の衝突から離脱までの車両の挙動を撮影した。

2.4 実験結果

2.4.1 乗用車実験

(1) 車両の挙動、損傷

車両の衝突状況を写真-1に示す。

車両質量 1.0t、衝突速度 60.2km/h、進入角度 20.5度、衝撃度 17.15KJで車両は衝突した。

車両の損傷は、左前部が凹み左前照灯、サイドランプが破損した。また左前輪が支柱に衝突し、

このときタイヤが取り外れ、バーストした。

車輪損傷のため自力走行は不可能であった。

車室内の損傷は見られなかった。

(2) 防護柵の挙動、損傷

防護柵への車両の接触痕を図-3に示す。

防護柵は支柱への接触、横梁への擦り傷が見られたものの、構成部材の取り外れ、飛散などはみられなかった。

防護柵への車両の接触は2回あり、初期接触箇所で約4m、2回目の接触箇所で約7mの接触痕があった。防護柵の最大残留変位は、支柱P7で頂部が路外方向に最大3cm程度観測された。

支柱については、左前輪による接触痕が残された支柱が1本(P7)、左前車体による接触痕が残された支柱が5本(P8, P12~P15)あったほか、支柱と横梁との嵌合部で嵌合部上端から支柱天端までの貫通ひびわれが1箇所(P7)で認められた(写真-2参照)。

コンクリート基礎の地際部と土との残留隙間は5箇所(P5~P9)に発生し、最大35mmであった。

2.4.2 大型車実験

(1) 車両の挙動、損傷

車両の衝突挙動を写真-3に示す。

車両は、質量20t、衝突速度24.9km/h、進入角度20.0度、衝撃度56.04kJで衝突した。

車両は左側前部が接触した後、道路側に多少傾き誘導されか

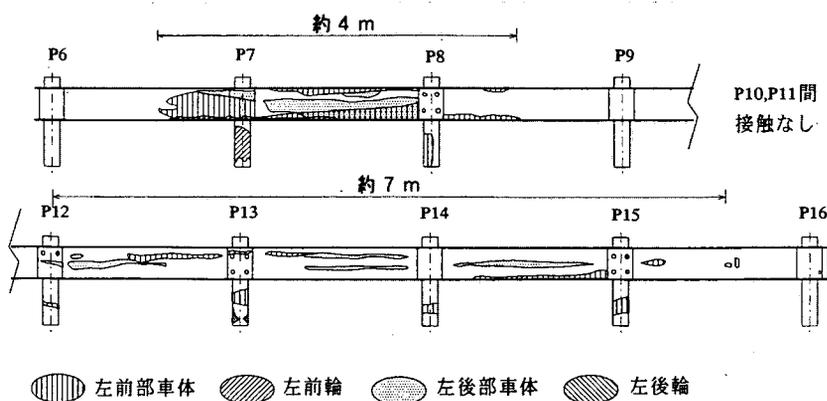


図-3 車両接触状況



写真-2 嵌合部のひび割れ状況

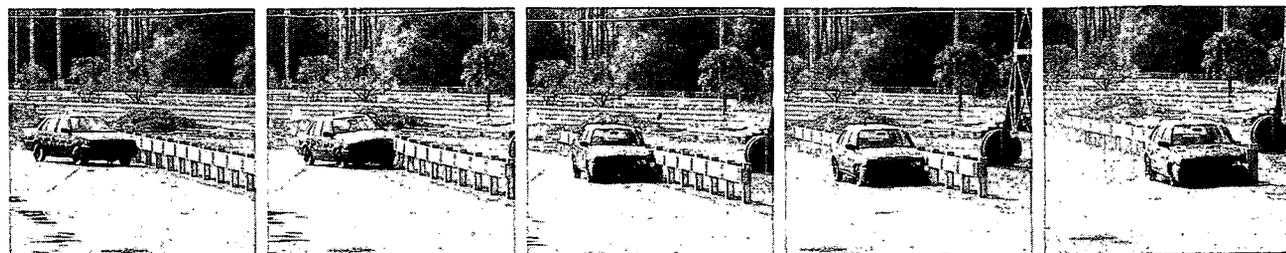


写真-1 乗用車の衝突状況

かるが、さらに車両が進行し前輪が防護柵に衝突した時点で、支柱を引きずり、横梁を飛散させながらほとんど進入角度を変えずに突破した。

(2) 防護柵の挙動、損傷

車両衝突点付近の防護柵は車両に突破されたため、構成部材の支柱3本 (P7~P9) は車両に引きずられて引き抜け、また横梁2本 (P5-P7間、P7-P9間及びP9-P11間) は破断飛散した。

横梁に破断、ひび割れが生じた箇所5箇所のうち中央3箇所は縦方向にひびが発生しているのに対して、左右端の箇所は、それぞれ大きく斜めにひび割れが生じた。

2.5 考察

2.5.1 乗用車の誘導性

乗用車衝突実験で、横梁は支柱より前面に張り出し、横梁の高さを下端で450mmとすることで、乗用車の車輪上部を押さえて支柱に衝突させない構造としたが、結果的には支柱に衝突している。これは、今回設定した支柱の張り出し量90mm (図-1断面参照) では、車体の変形が大きく車輪の横梁下への潜り込みによる支柱衝突を防ぐ距離としては少なかったこと、また、横梁下端の高さが車輪の潜り込みを防げるほど低くなかったことが原因として考えられる。

2.5.2 防護柵強度

乗用車の衝突で、支柱と横梁との嵌合部にひび

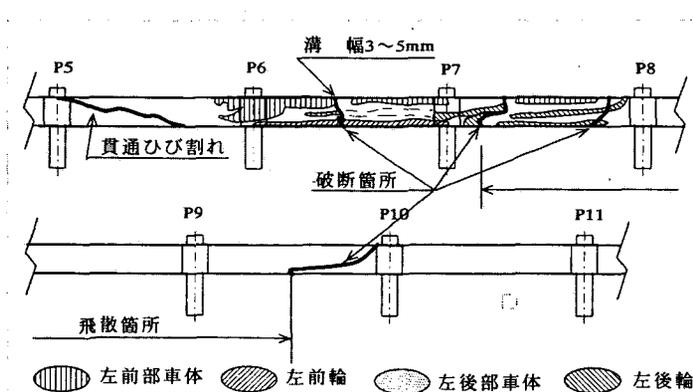


図-4 車両接触状況

割れが発生している。これは、乗用車の衝突を受けた横梁が支柱を押し上げ、これに抵抗する支柱側の嵌合部の木材強度が不足したことが原因として考えられる。横梁と支柱の一体化を強化する目的として嵌合部を設けることは、強度的に必ずしも有利になっていない。

大型車の衝突では、車両はほとんど誘導されることなく、防護柵を突破した。破断した箇所の最両端部は、横梁と支柱との接続箇所から始まっており、接続部ボルト孔による横梁断面の減少が、接続部の強度低下に影響を与えている。さらに、支柱の強度不足も車両突破に至った大きな要因となっている。

2.5.3 乗員の安全性

乗用車による衝突実験の結果、車両重心位置における10ms移動平均加速度は118.9m/s<sup>2</sup>であった。この値は、防護柵基準<sup>3)</sup>で示されている許容値90m/s<sup>2</sup>を32%上回っている。この加速度は、乗用車前輪の接地面(前面)が支柱に衝突し、前輪軸が変形した際に発生したものであり、支柱にタイヤを衝突・接触させないような構造の検討が必要である。

3. 木製防護柵の実用構造の検討

以下では、衝突実験結果から判明した課題を踏まえ、木材の性質や既往の調査研究結果などを参考に木製防護柵の構造の検討を行った。

3.1 防護柵構造の検討

防護柵に必要な木材強度は、材質、本数、寸法などを検討することで確保できる。しかし今回の実験からみて、変形が大きくなるたわみ性防護柵として検討するよりも、木材の耐力限界内に変形を抑え、木材の剛性に期待する構造とすることが適当と判断され、このために、以下の条件を満足することが必要と考えられる。

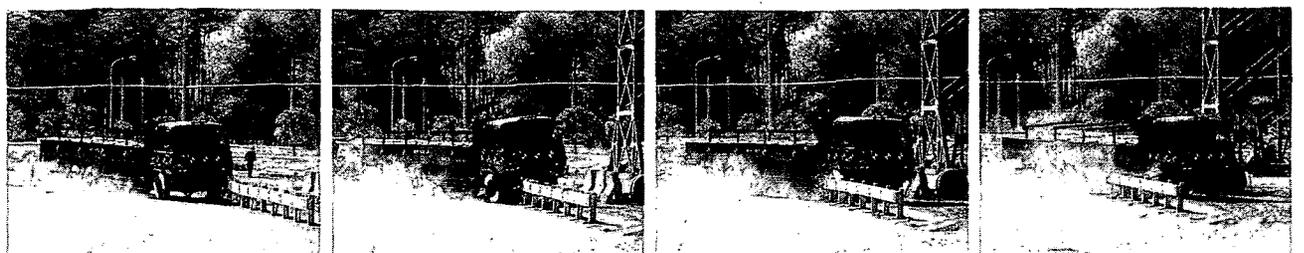


写真-3 大型車の衝突状況

- ①支柱は大きな傾きを許容できないので、比較的大きな断面を有する支柱を現行の金属製防護柵同様に深く埋め込み、衝突時の傾きを抑える。
- ②乗用車の車輪が支柱に接触・衝突するのを防ぎ、横梁の側面で車輪を誘導するため、車輪の位置に補助横梁を設ける。補助横梁の強度は、車輪衝突時の荷重に耐え得る強度を有するものとする。
- ③横梁間の結合による張力の伝達は期待せず、主として各横梁の曲げ剛性で抵抗するものとする。嵌合部は設けない。
- ④横梁の接続部は強度的な弱点になるので、強度低下を防ぐため支柱前面にもってくる。構造例を図-5 に示す。

### 3.2 その他の構造

#### 3.2.1 たわみ性防護柵

木製防護柵をたわみ性防護柵として設計する場合は、木材自体のたわみを期待できないので、たわみ・変形が生じる箇所を特に設ける必要がある。一般には、横梁間の接続部でこの伸び、変形を生じさせることになり、接続部の設計が最も重要な点になる。

横梁の接続部としては、衝突荷重を分散させることや防護柵強度の急激な低下を避けるために、横梁間の張力の連続性が確保できることが望ましいが、張力の連続性が期待できる接続方法は現段階では明確でない。横梁間の張力の伝達がある程度期待でき、ねばりを有する(容易に破断しない)接続方法を考える。このためには、横梁間を接続するボルトを細くし、本数を増やすことで応力を

分散する方法<sup>5)</sup>などが考えられる。また、接続部にも横梁と同様に衝突荷重が作用するので、これによって破断しない強度も要求される。

支柱が大きく変形した際に、横梁が支柱に接合されたまま柵高を低下させることは、横梁のねじれ破断や柵高低下による車両の乗り越しなどを生じさせるので好ましくない。ある程度変形したら、横梁と離れる工夫が必要となる(図-6)。

ただし、このように支柱を横梁から切り離す場合は、横梁の横移動距離が大きくなることから、防護柵背後の平坦性がある程度確保されていなければならない。

#### 3.2.2 複合型たわみ性防護柵

木材と金属材料の組合せによる複合防護柵も可能性がある。例えば、木製横梁と鋼製横梁を組み合わせた構造とし、衝突初期の防護柵の抵抗を木材の剛性に期待し、その後の防護柵変形による車両誘導を鋼製横梁に依存する方法が考えられる。この方法は、すでに実用化されたものもある<sup>6)</sup>が、比較的衝撃度の小さい防護柵が対象になっている。木製横梁と鋼製横梁との荷重分担など、検討すべき事項は多いが、材料の組合せなどで多様な構造形式に発展する可能性のある防護柵である。

#### 3.3 防護柵支柱としての利用

木材を防護柵の支柱として利用する方法もある。この場合、金属製横梁と組み合わせた構造になるが、金属製横梁のたわみ、変形を適切に行わせるためには、木製支柱の強度も適切なものを選択しなければならない。ただし、米国などで現在までかなりの実績があるので、我が国での適用も比較的容易に行える可能性が高い。

### 4. 実用化に向けての課題

#### 4.1 強度の確保、管理

木材は、1本ずつの強度に比較的バラツキがあるため、品質の確保が非常に重要である。木材の許容応力度は、木材の

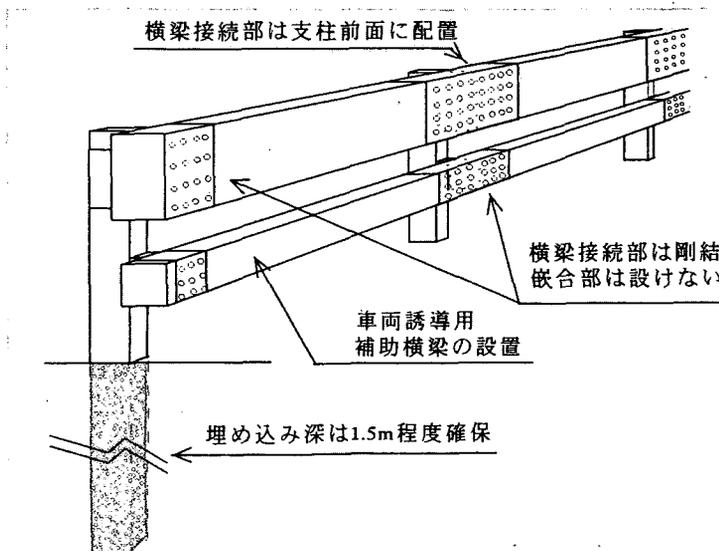


図-5 木製防護柵の構造の例

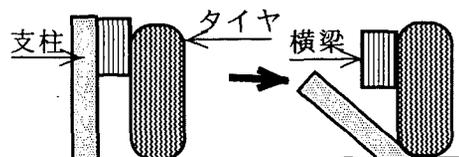


図-6 支柱と横梁の離れによる柵高低下防止

有する平均的な応力度の1/3程度に下げられている<sup>7)</sup>が、これは木材の強度のバラツキを考慮しているためと考えられる。従って、通常入手する木材は許容応力度からみてかなり高い安全性を有するものの、場合によっては許容応力度を下回る材料を使う可能性もある。

強度が低下しないような維持管理も重要である。特に木材の場合は、防腐対策が重要であり、強度を維持するための塗装方法、管理方法なども明らかにすることが必要になる。

木製防護柵は、景勝地、公園内などで多く用いられる可能性が高い。外観を良好に保つことも重要な課題であり、この面からも適切な表面処理方法の確立が必要となる。

#### 4.2 供給体制

防護柵は、一連の区間に連続的に設置されることになるので、同一構造・強度となる木材が利用できなければならない。また、車両衝突によって変形した場合には、補修のため同一性能を持った木材の迅速な供給が可能であることも必要である。

このように、要求された段階で迅速に適切な部材を供給できる体制の確立は、木製防護柵を利用していく上で基本的な要件となる。

#### あとがき

今回の調査によって、木製防護柵の基本的な設計の考え方を明らかにすることができ、また木製防護柵の実用化を図る上での課題を明らかにすることができた。

今後は、今回の調査結果を踏まえて実用可能な防護柵構造を把握し、実車衝突実験によって機能を検証するとともに、実用化に向けた課題の整理を行う必要がある。

#### 参考文献

- 1) 例えば国土交通省近畿地方整備局：近畿地方建設局公共事業コスト縮減に関する行動計画, 平成12年11月
- 2) 例えば静岡県工業技術センター、高速道路用木製遮音壁の開発, 第43回研究発表会, pp.3-8, 平成9年4月
- 3) (社)日本道路協会：防護柵の設置基準・同解説, 平成10年11月
- 4) 森、安藤、岡田：衝突実験施設防護柵実車衝突試験マニュアル(案), 土木研究所資料第3763号, 平成12年11月
- 5) American Association of State Highway and Transportation Officials: Road Side Design Guide, p.B-10, 1989.
- 6) フランス大使館産業技術広報センター：革新的な金属/木材混製ガードレール, 平成13年1月
- 7) 林知行：エンジニアードウッド, 日刊木材新聞社, 平成10年3月

安藤和彦\*



国土交通省国土技術政策総合研究所道路研究部道路空間高度化研究室主任研究官  
Kazuhiko ANDO

森 望\*\*



同 道路空間高度化研究室長  
Nozomu MORI

若月 健\*\*\*



同 道路空間高度化研究室研究員  
Takeshi WAKATSUKI

◆ 報 文 ◆

## 二輪車を考慮した段差舗装の設置に関する実験検討

若月 健\* 森 望\*\* 安藤和彦\*\*\*

### 1. はじめに

2000年における我が国の交通事故発生件数は931,934件と8年連続して過去最多となっており、依然として憂慮すべき状況にある。

交通事故の発生要因は発生個所の状況などにより様々である。図-1は交通事故を起こした第一当事者(最初に交通事故に関与した車両等の運転者又は歩行者のうち、当該交通事故における過失が重い者。また、過失が同程度の場合には人身損傷程度が軽い者)の違反別事故発生件数<sup>1)</sup>をグラフ化したものである。図から安全不確認や脇見運転など運転者の不注意などにより引き起こされている交通事故が多いことがわかる。

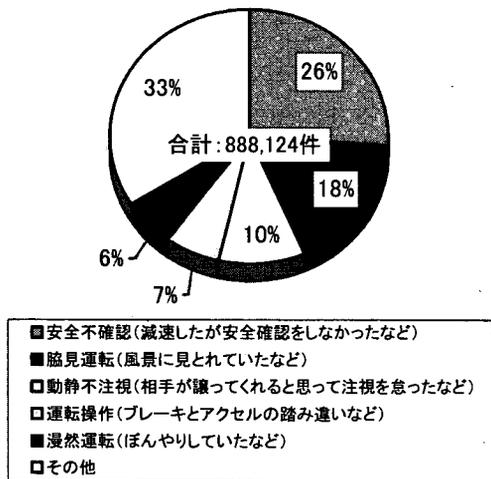


図-1 自動車等運転者の違反別交通事故件数

このような安全不確認や脇見運転など運転者の不注意への対策の一つとして、路面上に断続的な薄層すべり止め舗装(以下、段差舗装)を施工し、運転者に注意を喚起する対策がとられることがある(写真-1)。

段差舗装は、その上を通行する車両に断続的な振動並びに踏みつけ音を与えるため、運転者に注意を喚起し、減速を促す効果があると言われている。そのため、1) 曲線部や交差点部の手前で減速



写真-1 段差舗装の施工例

を促す必要のある区間、2) 長い直線区間等で漫然運転・居眠り運転となりやすい区間、3) 下り勾配等で速度が超過しやすい区間等に適用されている。

ただし段差舗装の振動が運転者に与える影響についてはこれまで研究された事例が少なく<sup>2),3)</sup>、特に二輪車の運転者に与える影響については明確にされていない。二輪車は四輪車に比べ外力の影響を受けやすいことから、段差が与える影響を十分に把握し、その設置方法を検討する必要があると考える。

そこで本稿では、段差の設置形状や曲線部での設置による影響に着目し、段差が二輪車に与える不快感、減速感や危険感等を評価項目として、二輪車を考慮した段差の設置方法について検討を行った結果を報告する。

### 2. 実験方法

建設省土木研究所(現国土交通省国土技術政策総合研究所)の試験走路内に実験コースを設け、その上を被験者に実験車両で走行してもらい、走行後アンケート調査を行った。

#### 2.1 実験条件

##### 2.1.1 実験コース

実験コースは全6パターンで段差高さ4mmのコースA、段差高さ8mmのコースB、段差間隔、段差長さを変えることにより、車両に与える振動を変化させたコースC、曲線内に段差を設置した

An Experimental study on Installation Method of Thin Surfacing Pavement with Difference in Level for Two-wheel Vehicles.

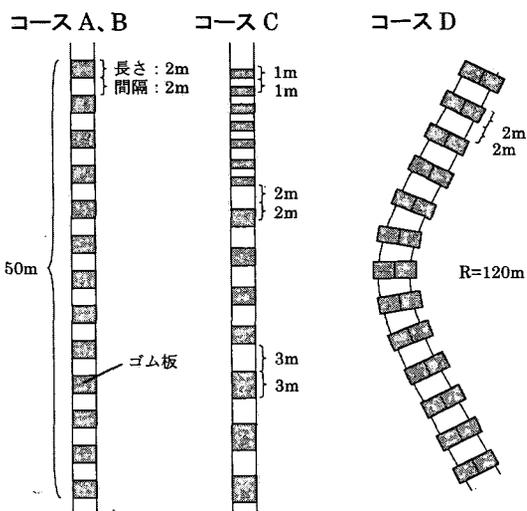


図-2 実験コース

表-1 実験コースの条件

実験コース	概説	段差高さ
A	一定の間隔で車両に振動を与える	4mm
B	一定の間隔で車両に振動を与える	8mm
C	車両に与える振動を変化させる	4mm
D*	段差を曲線部に配置したコース	4mm
E	直線部の基準(平坦)コース	—
F*	曲線部の基準(平坦)コース	—

\*自動二輪車のみ

コース D (図-2) と、比較のための段差のない平坦の直線コース E、平坦の曲線コース F とした。表-1 には実験コースの条件を記す。コース A~D にはいずれも 50m に渡り段差として幅 2m のゴム板を配置した。

### 2.1.2 被験者

被験者は 20 代から 40 代の男性 10 名 (内 1 名は二輪車の車両試験等を行うプロの運転者) とした。

### 2.1.3 実験車両

実験に使用した車両は 250cc の自動二輪車及び 50cc の原動機付き自転車である。自動二輪車は被験者 10 名、原動機付き自転車はプロの運転者を除く被験者 9 名が走行した。

### 2.1.4 走行条件

各被験者は、実験コースの 250m 手前から加速し、実験コース内において表-2 に示す走行条件で通行した。ただし曲線では定速走行のみとした。

### 2.2 アンケート調査

コースを走行後、各被験者に対して「不快感」、「減速感」、「危険感」のアンケートを行った。評価内容は表-3 に示す通りである。また、アンケート以外にハンドルの振れや上下振動などについて

自由に感想を記述してもらった。

## 3. 実験結果

以下「不快感」、「減速感」は段差の注意喚起効果や減速効果に関する評価、「危険感」は段差の安全性に関する評価とする。よって、ここでは「不快感」、「減速感」の評点が高ければ段差の効果は高くなり、「危険感」が高ければ段差の安全性が低くなる。

### 3.1 直線コース

#### 3.1.1 「不快感」、「減速感」

図-3 に「不快感」、「減速感」のアンケート結果をコースごとに示す。図から自動二輪車、原動機付き自転車ともに段差高さ 8mm のコース B が他のコースに比べ「不快感」、「減速感」とも高い評点の占める割合が大きく、段差の設置効果が最も高いといえる。また、車両に与える振動を変化させるコース C も振動が一定のコース A と比べて効果が高い。コース A でも平坦コース E と比較すれば段差を設置する効果はみられる。ただし、「減速感」はどのコースにおいても評点 5。「減速したい」と回答した被験者が見られず、評点 4。「多少減速したい」との回答も自動二輪車でわずかにみられる程度である。

表-2 走行条件

実験車両	走行形態	走行速度
自動二輪車	定速走行	40km/h 60km/h 80km/h
	加速走行	40 から 60km/h への加速
	減速走行	60 から 40km/h への減速
原動機付き自転車	定速走行	20km/h 30km/h 40km/h
	加速走行	20 から 40km/h への加速
	減速走行	40 から 20km/h への減速

表-3 評価内容

評点	1.	2.	3.	4.	5.
不快感	十分快適である	まあまあ快適である	どちらともいえない	やや不快である	かなり不快である
*減速感	まったく減速する気にならない	あまり減速する気にならない	どちらともいえない	多少減速したい	減速したい
危険感	十分安心がある	まあまあ安心がある	どちらともいえない	やや危険を感じる	かなり危険を感じる

\* 減速感 は定速走行時のみ

図-4にはアンケート結果を走行条件別に示した。図から自動二輪車、原動機付き自転車ともに「不快感」は速度が低いほど評点4、「やや不快である」、評点5、「かなり不快である」の占める割合が大きくなっている。また加速走行時よりも減速走行時に評点4、「やや不快である」の占める割合が多くなっており、原動機付き自転車では評点5、「かなり不快である」との回答もみられる。

なお「減速感」には自動二輪車、原動機付き自転車ともに速度との関係はみられない。また「減速感」は「不快感」に比べ低い評点の占める割合が多い(「不快感」はあっても「減速感」のない)傾向がみられ、原動機付き自転車で特にその傾向が強い。

### 3.1.2 「危険感」

「危険感」のアンケート結果をコースごとに図-5に示す。図から自動二輪車、原動機付き自転車ともに評点5、「かなり危険を感じる」という回

答はみられないが、段差高さ8mmのコースBで、原動機付き自転車では振動を変化させたコースCでも評点4、「やや危険を感じる」と回答した被験者が若干名見られる。

車両別に比較すれば自動二輪車よりも原動機付き自転車に与える「危険感」の方が大きい。

次に評点4、「やや危険を感じる」と評価する被験者が若干名いた段差高さ8mmのコースBについて、速度別のアンケート結果を図-6に示す。図から自動二輪車では減速走行時に評点4、「やや危険を感じる」と回答した被験者が見られ、原動機付き自転車では低速走行時や減速走行時に評点4、「やや危険を感じる」と回答した被験者が多いことがわかる。走行後の自由感想でも低速走行時、減速走行時に段差によってハンドルを振られる感じがすると回答した被験者がみられた。被験者個々の回答に着目すれば、同一条件内においても評点4、「やや危険を感じる」と回答する被験者と

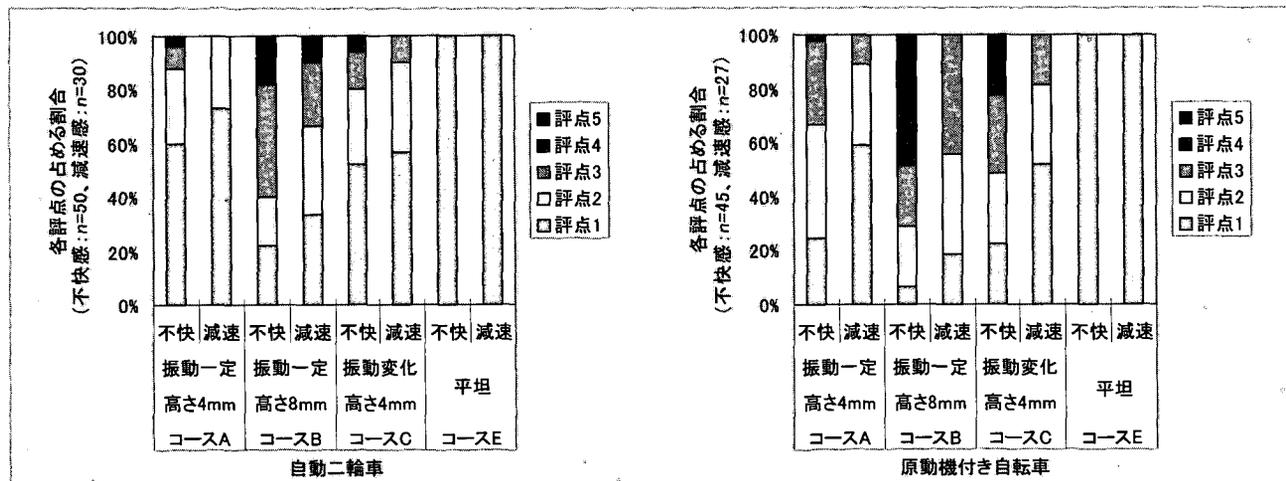


図-3 「不快感」、「減速感」のコース別評点の割合(直線コース)

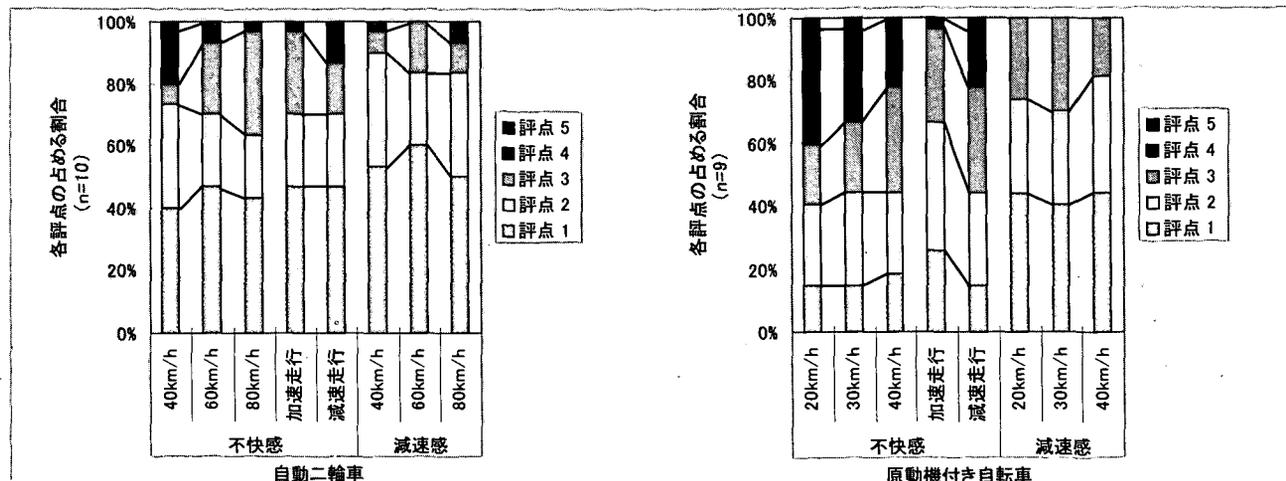


図-4 「不快感」、「減速感」の速度別評点の割合(直線コース)

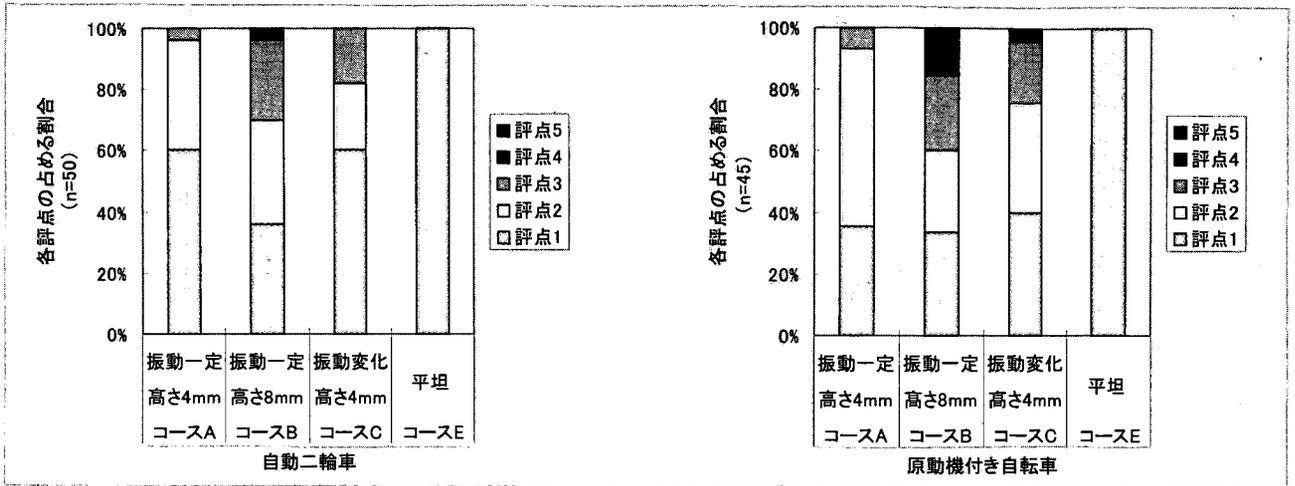


図-5 「危険感」のコース別評点の割合 (直線コース)

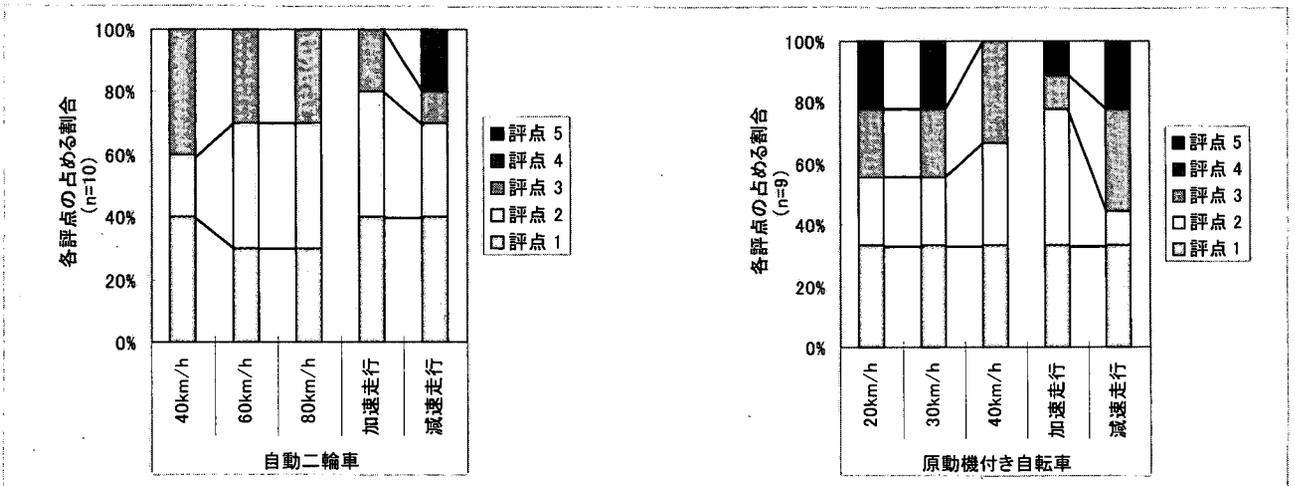


図-6 「危険感」の速度別評点の割合 (コース B (段差高さ 8mm))

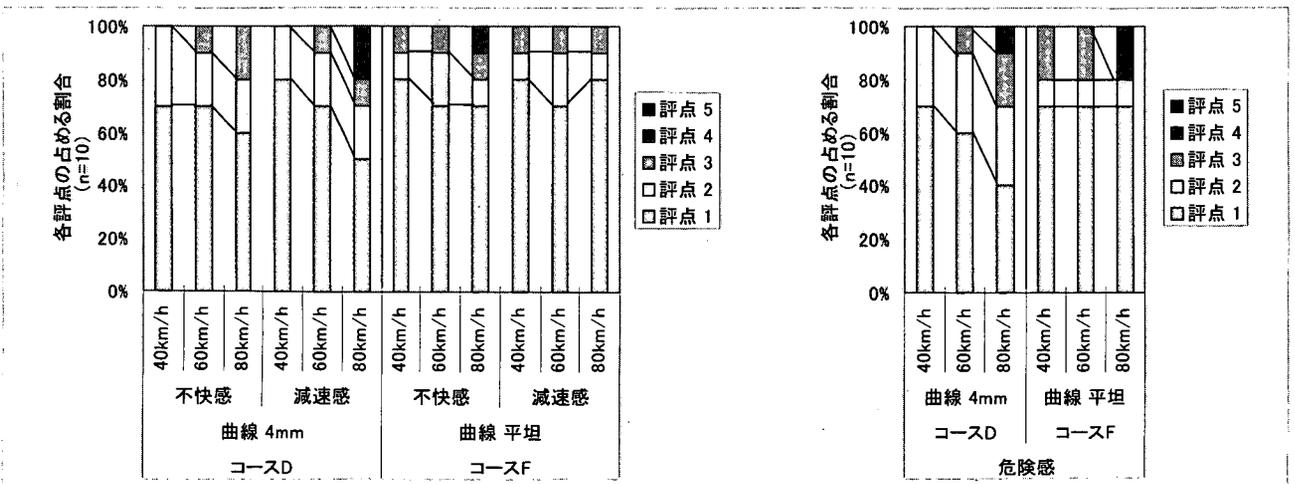


図-7 コース別・速度別の評点の割合 (曲線コース)

評点 1. 「十分安心感がある」と回答する被験者が混在しており、人によって受け取り方が大きく異なっている。

### 3.2 曲線コース

曲線コースは自動二輪車のみ実験を行っている。

図-7 は「不快感」、「減速感」と「危険感」について段差 4mm のコース D と平坦コース F のアンケート結果を速度ごとに示したものである。

#### 3.2.1 「不快感」、「減速感」

直線コースと違い段差 4mm のコース D では、

速度が高くなるほど「不快感」、「減速感」の評点が高くなる傾向がみられる。

### 3.2.2 「危険感」

当初は段差 4mm のコース D の方が評点 4. 「やや危険を感じる」と回答する被験者の数が増えたと考えたが、図から段差 4mm のコース D では 1 名、平坦コース F では 2 名という結果になっている。ただし、段差 4mm のコース D では速度が高くなるほど、評点 1. 「十分安心感がある」と回答した被験者の割合が低下し、安心感が低下してきている。

## 4. 実験結果に基づく段差の評価

### 4.1 直線

平坦コースでは評点が全て 1. であったのに対し、段差を設置することで特に「不快感」が高まっており、段差の設置による注意喚起効果は期待できるものと考えられる。ただし、「減速感」はどのコースにおいても評点 5. 「減速したい」と回答した被験者が見られず、評点 4. 「多少減速したい」とした回答もわずかである。さらに、被験者の評価として「不快感」が高まっても「減速感」には結びつかない傾向にあること、速度の増加が「減速感」の増加にはつながらないことなど、注意喚起効果は期待できると考えられるものの段差によって強制的な減速効果を得ることは難しいと考えられる。

二輪車は特性として、制動などにより車速が低下すると車体の安定性が低下することから、結果として運転者が制動を嫌がり「減速感」が得られにくいものと考えられる。特に低速走行時、減速走行時に「不快感」、「危険感」の評点が他の走行条件に比べ大きくなっているのもこの二輪車の特性によるものと考えられる。

また原動機付き自転車は自動二輪車に比べ「不快感」が高いにもかかわらず「減速感」が低い。これは原動機付き自転車の輪距(前輪軸と後輪軸間の距離)や車両質量などの車体構造が自動二輪車と違うことに加え、原動機付き自転車の車速が低いことが要因の一つであると考えられる。

段差形状でみると段差高さは高い方が、車両に与える振動は変化させた方が「不快感」、「減速感」などを伴う振動を与え、設置効果は上がる。ただし段差高さ 8mm では、実験車両や走行条件

によってやや危険を感じるとした被験者が若干名みられるため、原動機付き自転車等の通行量が多い区間、制動を行う区間では、段差高さを低くしたり、段差を設置しないなどの検討を行うことが、より望ましいと考えられる。

### 4.2 曲線部

曲線部内に段差を設置したコースにおいても評点 4. 「やや危険を感じる」とした被験者はほとんどみられないが、速度が高くなるほど評点 1. 「十分安心感がある」と回答した被験者の割合が低下する傾向にある。二輪車は旋回中に段差上を走行すると、断続的に車体が浮き上がり遠心力の反力である路面-タイヤ間の摩擦力が低下するものと考えられる。遠心力は速度が高くなるほど大きくなることから、速度が高くなるにつれ「十分安心感がある」と回答した人の割合が低下したものと考えられる。このため曲線部内では段差を設置しないなどの検討を行うことが、より望ましいと考えられる。

## 5. 段差の設置方法の検討

実験結果を基に二輪車運転者を考慮した段差の設置方法について検討を行う。

### 5.1 設置形状

段差の高さや間隔を変えることにより二輪車へ与える影響が変化することがわかった。特に段差高さは、運転者に与える影響を大きく左右するため、計画時には十分な検討が必要である。実験から 4mm 程度の段差でも運転者に振動を与えることによる注意喚起効果を期待できることがわかった。また、車両に与える振動を変化させることによってより高い設置効果を期待できることがわかった。ただし今回の実験から段差での減速効果は期待できないと考えられるので、視覚的に危険箇所を明示する警戒標識や視線誘導施設等を併用し、設置効果を高めることが望ましい。

### 5.2 設置方法

本実験から、二輪車の特性を考慮すると、二輪車の制動する区間や曲線部では段差を設置しないなどの検討を行うことが、より望ましいと考えられることがわかった。このことを踏まえ、曲線区間や交差点手前での望ましい設置方法の考え方をまとめると以下の通りである。

1) 曲線部等の十分手前に段差による注意喚起区

間を設け、車両への注意を喚起する。

- 2) 注意喚起区間の直後に制動区間を設け、減速等を行わせる。制動区間は全面すべり止め舗装等とすれば車両の滑り抑制にもつながる。
- 3) 曲線部内では段差を設置せず、二輪車が十分安心感を持って通行できるようにする。制動区間から連続した全面すべり止め舗装等とすれば車両の滑りを抑制し、車両の旋回行動を助ける。設置方法の一例を図-8、9に示す。

### 5.3 その他

#### 5.3.1 段差のカラー化

段差舗装は段差上を通行した時の断続音や断続振動による注意喚起だけではなく、カラー化することにより視覚的に前方への注意を促し、視線誘導、線形予告等の効果が得られると考えられる。ただし曲線区間と交差点手前のように全面すべり止め舗装とする場合については、舗装と路面標示が同系色であると路面標示が目立たなくなるため、

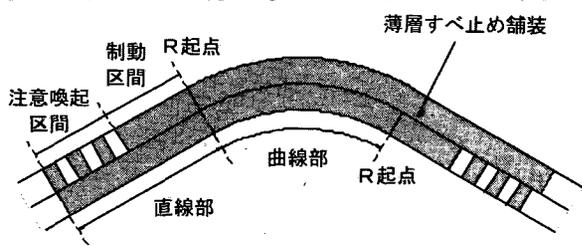


図-8 曲線区間での設置方法 (例)

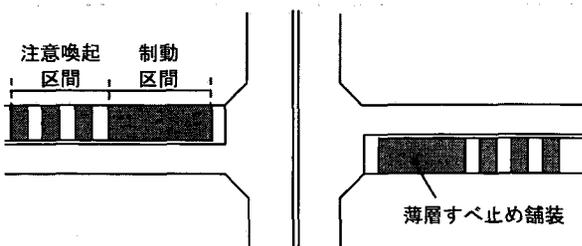


図-9 交差点手前での設置方法 (例)

特に黄色の路面標示に対して同系色の舗装は好ましくない<sup>4)</sup>ので留意が必要である。

### 5.3.設置場所

平面線形と縦断線形の組み合わせから運転者が前方の段差を認知しにくい箇所では、段差を十分手前から設置するなど、運転者にその存在を認知させる手段をとることが望ましい。さらに段差区間手前では「段差あり」等の注意を促すことも考えるべきである。

## 6. まとめと今後の課題

二輪車は四輪車に比べて運動の自由度が高い反面、外力の影響を受けやすい。本稿では段差舗装が二輪車に与える影響を走行実験により調査し、得られた結果に基づき、二輪車運転者の影響を考慮した段差舗装の設置方法についての検討を行った。その結果、曲線区間や交差点手前での望ましい設置方法の考え方を導き出すことができた。

しかし、本実験から二輪車の運転者は段差から受ける影響について個人差が大きいことがわかっており、今後、多くのデータを蓄積し精度を高めていくことが必要である。

### 参考文献

- 1) 財団法人交通事故総合分析センター：交通統計 平成12年版, 2001.4
- 2) 相川智彦、清野勝：速度抑制対策としての薄層舗装の走行実験, 第18回交通工学研究発表会論文報告集, pp.69-71, 1998.11
- 3) 安藤和彦、若月健：段差薄層舗装における二輪車の挙動実験, 第23回道路会議一般論文集(A), pp.176-177, 1999.10
- 4) 梶原秀太：路面表示の1日における視認性を考える, 路材協会報, No.113, pp.7~15, 2001.7

若月 健\*



国土交通省国土技術政策総合研究所道路研究部道路空間高度化研究室研究員  
Takeshi WAKATSUKI

森 望\*\*



同 道路空間高度化研究室長  
Nozomu MORI

安藤和彦\*\*\*



同 道路空間高度化研究室主任  
研究官  
Kazuhiko ANDO

### 3. 4. 9 その他



## TRANSET2001 (高齢者・障害者の移動と交通に関する国際会議) 参加報告

### はじめに

2001年7月に、ポーランドのワルシャワ市で、第9回 TRANSET2001 (高齢者・障害者の移動と交通に関する国際会議) が開催されました。

本会議は、高齢者や身障者の移動・交通問題に関する世界会議であり、3年ごとに開催され今回で第9回を迎えます。本会議では、世界各国からの参加者(25カ国以上から300名以上の参加)により、道路・鉄道・船舶・航空の4分野での高齢者・身障者の交通問題・対応方策等が討議され、筆者も、「Research on ITS for Pedestrians (歩行者ITSに関する研究)」と題し、現在国土技術政策総合研究所と民間企業との共同研究により開発を進めている、身障者・高齢者に対する情報提供による歩行支援システムに関して発表を行いました。

### 会議報告

筆者が参加したセッション5「TECHNOLOGY DEVELOPMENT (技術開発)」には、100名程度が出席し、発表後には、身障者支援システムの統合・標準化の方向性や、身障者(特に視覚障害者)への音声による情報提供における留意点等についての意見交換が行われました。

本会議には、自身が障害を負っている方も多く参加しており、会場では車いすに乗った参加者や介助者に手引きされた視覚障害者の参加者もたくさん見られました。そのため、研究者同士の情報交換だけでなく、実際に身障者支援システムのユーザーとなる身障者自身の生の声を聞くことができる貴重な経験となりました。

彼らの多くは、実際に研究機関や行政機関で職に就いているそうです。全ての諸外国で身障者の雇用が進んでいるわけではありませんが、バリアフリーに関する業務・研究を行う機関にさえ身障者があまり雇用されていない日本の状況を顧みると、段差の解消やエレベーターの設置ではない面での日本のバリアフリーの遅れを痛感させられます。

### ワルシャワの歩行環境について

会議の合間に、当地ワルシャワのバリアフリー化の状況について観察しました。

日本の都市部と比較すると、歩道の段差が大きく、車いすでの通行が困難な箇所が見受けられ、

また、視覚障害者誘導ブロックがほとんど設置されていないなど、一見すると、身障者には厳しい状態だと見受けられました。しかし、地下鉄・地下道への入り口には、見た限りでは全てエレベーターもしくは車いす用のリフトが設置されており、車いす利用者にとって決定的とも言える「鉄道のバリアフリー化」はかなり進んでいるようです(ただし、長距離鉄道駅のエレベーター等の施設は不十分でした)。

また、街全体として観察すると、かなり歩きやすい構造となっています。市の中心部は車が入りにくい構造(一部のエリアでは許可車両以外は進入禁止)になっている一方、幹線道路にはかなり広い幅員の歩道が設置されており、非常に歩きやすい空間でした。ヨーロッパでは、このように、自動車のための幹線道路と、自動車の進入を制限したエリアとが明確に区分されている都市が多く、将来の都市内道路ネットワークの形態として手本になるだろうという印象を持ちました。



自動車の進入が制限された旧市街

### おわりに

本会議は、世界各国のバリアフリーに関する産官学の各分野の研究者・行政担当者が集まる数少ない場です。国土交通省としても、いわゆる「交通バリアフリー法」が施行されたこともあり、今後同会議へも積極的に関わっていくことが期待されます。

なお、次回の会議は、2004年に浜松で開催されることが決まっています。

国土交通省国土技術政策総合研究所道路部  
道路空間高度化研究室 池田裕二



## 道路空間高度化研究室

### 概要

道路空間高度化研究室は、旧土木研究所の交通安全研究室の研究業務を受け継ぐ形で設置されました。研究室の名称が、交通安全研究室から道路空間高度化研究室となったこともあり、交通安全研究室で取り組んでいたバリアフリーをはじめとする歩行空間の計画設計、交通事故分析・安全対策検討手法、防護柵・照明・標識などの交通安全施設等についての調査・研究・開発に加え、道路の空間としての利活用方策についても新たに組み込むこととなりました。

### 研究内容

当研究室では、道路を安全で快適な空間、安心して利用できる空間としていくために、以下のような研究に取り組んでいます。

#### 1) 歩行者 ITS

歩行者 ITS は、従来のハードなバリアフリーに加えて、近年の目覚ましい進歩・発展を遂げている情報通信技術を活用し、注意喚起（「危ない」を知らせる）、経路案内（「行きたい」に応える）、周辺情報の提供（「どこなの」を教える）などを行い、視覚障害者や下肢障害者、高齢者が、安全に安心して快適に歩くことができる歩行空間環境を提供し、ソフト面でのバリアフリー環境を実現しようというものです。現在、民間企業 24 社（5 コンソーシアム）と共同で技術・システムの研究開発を進めています。

#### 2) 歩行空間の計画・設計

歩行空間のバリアフリー化、コミュニティ・ゾーンなど生活道路の安全性・快適性・利便性向上、更には、今後の成熟した社会の中での歩行空間のあり方など、社会的ニーズに対応した計画・設計・管理等のあり方について調査研究を行っています。

#### 3) 道路空間再構築

少子高齢社会、環境保全型社会等、わが国社会の変革・時代の流れの中で道路の持つべき役割・機能は、変化しています。その変化・現状を評価しながら、今後の道路の果たすべき役割・機能を分析した上で、社会・経済のニーズに対応した道

路空間のあり方、再構築のための方法等について、調査研究に取り組んでいます。

#### 4) 交通安全対策・施設

道路環境的要因に起因して発生する交通事故を削減するために実施される交通安全対策の立案を支援するために、発生した交通事故に対する安全対策の検討手法、潜在的危険箇所の評価手法、交通安全対策の取り組み成果を有効活用する全国的フィードバックシステムの構築、更には、安全な走行、被害軽減等のために照明・標識・区画線・防護柵等の施設について、調査研究開発を行っています。

### 研究施設

当研究室では、以下の研究施設を有しています。

#### ・ 標識屋外・標識屋内実験施設

屋外及び屋内（照明、降雨・霧の条件設定が可能）において、標識の位置・高さ・天候条件などを変化させて、標識の走行中の視認性や理解度等について実験を行うことができます。

#### ・ 照明実験施設

様々な道路照明条件を設定することができ、道路照明の配置や見え方に関する実験を行うための施設です。

#### ・ 衝突実験施設

防護柵、緩衝施設などの交通安全施設を開発・改良するため、実際に車両を衝突させ、安全施設の性能、車両・乗員の加速度、車両の衝突後の挙動・破損状況などを調査する施設です。

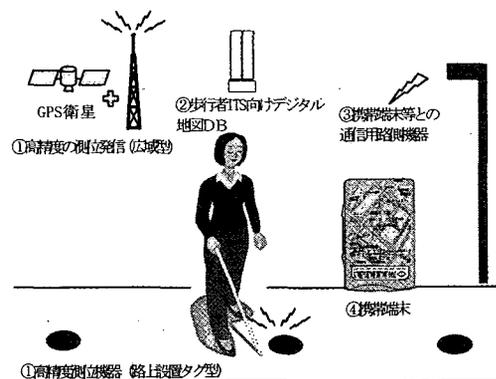


図 歩行者 ITS のイメージ

国土技術政策総合研究所道路研究部

道路空間高度化研究室 (0298-64-4539) 室長 森 望



#### 4. 平成13年度道路空間高度化研究室メンバー

氏名	役職	研究内容
森 望	室長	総括
安藤 和彦	主任研究官	交通安全施設
高宮 進	主任研究官	歩行空間 バリアフリー 道路空間再構築
池田 裕二	主任研究官	歩行者 ITS
鹿野島 秀行	研究官	交通事故分析 交通事故対策
若月 健	研究員	高齢運転者 交通安全施設
林 堅太郎	交流研究員	交通安全施設
田澤 光治	交流研究員	歩行者 ITS



## おわりに

本資料は、道路空間高度化研究室の平成13年度の研究成果を中心に、研究室の変遷等を含め、まとめたものです。道路がさらに安全で快適なものとなり、また、よりよい社会環境を形成する空間の一部として整備されていくために、本資料が活用されることを期待します。

インターネット (<http://www.nilim.go.jp/lab/gdg/index.htm>) においても、当研究室の研究成果などを公開しておりますので、ぜひご覧ください。



## 参考資料



過去5年間の発表論文一覧

論文名	著者名	書籍名	発行所	巻号	頁(自)	頁(至)	年	月
道路における位置情報表現手法と事故データベースへの応用	瀬尾卓也 大脇鉄也 鹿野島秀行	土木技術資料	(財)土木研究センター	Vol.39 No.7	58	63	1997	6
STUDY ON A SIMPLIFIED ROLLING SIMULATION FOR LARGE TRUCKS DURING COLLISIONS WITH TRAFFIC BARRIERS	K.ANDO T.SEO H.OKADA	13th IRF World Meeting					1997	6
非幹線道路における事故の特徴とその対策	瀬尾卓也 高宮進 竹村哲男	土木技術資料	(財)土木研究センター	Vol.39 No.8	62	67	1997	8
フルカラー対応型道路情報板	安藤和彦	土木技術資料	(財)土木研究センター	Vol.39 No.9	2	3	1997	9
横断歩道照明による歩行者の視認性について	石倉丈士 高山一郎	第 52 回年次学術講演会講演概要集		第 4 部	866	867	1997	9
NECESSITY OF FIVE YEAR PLAN FOR ROAD SAFETY RESEARCH	Traffic Safety Division	LATSS RESEARCH		Vol.21 No.2	164	165	1997	10
横断歩道部における証明手法と歩行者の視認性に関する検討	石倉丈士 竹之内光彦	第 17 回交通工学研究発表会 論文報告書			148	245	1997	11
道路照明の設置高さと同隔による快適性の評価	石倉丈士 竹之内光彦	土木技術資料	(財)土木研究センター	Vol.39 No.11	32	37	1997	11
交通事故データに基づく中央分離帯設置効果の分析	鹿野島秀行 大脇鉄也	第 22 回日本道路学会一般論文集	(社)日本道路協会	(A)	258	259	1997	12
交差点部における事例調査を活用した道路照明の役割検討	石倉丈士 竹之内光彦 内田和夫	第 22 回日本道路学会一般論文集	(社)日本道路協会	(A)	240	241	1997	12
横断歩道における照明手法と画像解析を活用した光学性能の検討	石倉丈士 杉山幸司 松本泰幸	第 22 回日本道路学会一般論文集	(社)日本道路協会	(A)	242	243	1997	12
表示文字色と視認性に関する研究	安藤和彦	第 22 回日本道路学会一般論文集	(社)日本道路協会	(A)	250	251	1997	12
視線誘導標を活用した曲線部における視認特性について	石倉丈士 藤堂卓英 長澤寛和	第 22 回日本道路学会一般論文集	(社)日本道路協会	(A)	252	253	1997	12
アルミニウム合金製橋梁用車両防護柵の設計手法に関する研究	安藤和彦 若林良樹 三上聡	第 22 回日本道路学会一般論文集	(社)日本道路協会	(A)	286	287	1997	12
防護柵の動的支柱強度に関する一考察	濱田俊一 安藤和彦 岡田英之	第 22 回日本道路学会一般論文集	(社)日本道路協会	(A)	290	291	1997	12
三次元防護柵衝突シミュレーションモデルの開発と応用	安藤和彦 王玉清 若林良樹	第 22 回日本道路学会一般論文集	(社)日本道路協会	(A)	288	289	1997	12
歩行空間の構成の基本的考え方	濱田俊一 高宮進	第 22 回日本道路学会議特定課題論文集	(社)日本道路協会		59	60	1997	12
視環境評価指標による危険度評価	赤木幸靖	第 22 回日本道路学会一般論文集	(社)日本道路協会	(A)	280	281	1997	12

論文名	著者名	書籍名	発行所	巻号	頁 (自)	頁 (至)	年	月
Evaluation of Comfort Based on Road Lighting Installation Height and Installation Spacing	T.ISHIKURA S.HAMADA M.TAKENOUCHI	TRB 77th Annual Meeting					1998	1
Information Used by Visually Impaired Persons While Walking	S.HAMADA S.TAKAMIYA	TRB 77th Annual Meeting					1998	1
視覚障害者誘導システムの試験設置	高宮進	土木技術資料	(財)土木研究センター	Vol.40 No.1	10	11	1998	1
交通事故例調査データを活用した夜間の歩行者事故と光環境に関する調査	石倉丈士 山川俊幸 杉山幸司 内田和夫 増田恭久	照明学会第30回全国大会論文集			276	277	1998	4
住宅地の交通安全(座談会)	久保田尚 高宮進 福西博 村田隆裕	予防時報		193	20	29	1998	4
都市内移動と情報利用(アンケート調査) - 歩行者版 ITS の実現に向けて -	高宮進	土木技術資料	(財)土木研究センター	Vol.40 No.6	12	13	1998	6
事故位置データ入力システムの開発	鹿野島秀行	土木技術資料	(財)土木研究センター	Vol.40 No.7	16		1998	7
交通事故例調査データを活用した夜間の交通事故と光環境に関する調査	石倉丈士 杉山幸司 内田和夫	第31回照明学会全国大会講演論文集			154	155	1998	7
道路照明の設置高さの間隔による視認性と快適性	石倉丈士 竹之内光彦	第31回照明学会全国大会講演論文集			157	158	1998	7
道路照明と自動車照灯融合時の視認性に関する検討	石倉丈士 竹之内光彦 町田政則 大谷寛 古川一茂	第31回照明学会全国大会講演論文集			199	200	1998	7
2次元衝突シミュレーションへの車両横転モデルの適用と防護柵の必要高さ	安藤和彦 濱田俊一	土木技術資料	(財)土木研究センター	Vol.40 No.8	62	67	1998	8
交通事故多発箇所の抽出方法について	鹿野島秀行	土木技術資料	(財)土木研究センター	Vol.40 No.9	10	11	1998	9
Establishment of Pedestrian Area Guidelines	M.ODANI H.KUBOTA A.MIHOSHI T.AKIYAMA S.TAKAMIYA T.HIRANO	TRANSED'98 Conference Proceedings Volume 1			93	99	1998	9
右折車線設置による交通事故削減効果に関する分析	鹿野島秀行 大脇鉄也	土木学会第53回年次学術講演会講演概要集 第4部			474	475	1998	10
紫外線を活用した区画線の夜間視認性について	石倉丈士 竹之内光彦	土木学会第53回年次学術講演会概要集 第4部			484	485	1998	10
道路照明と自動車前照灯融合時の視認性における一考察	石倉丈士 竹之内光彦	土木学会第53回年次学術講演会概要集 第4部			486	487	1998	10

論文名	著者名	書籍名	発行所	巻号	頁 (白)	頁 (至)	年	月
狭さくの設置間隔と速度抑制効果	高宮進	土木学会第53回年次学術講演会概要集 第4部			548	549	1998	10
事故件数と交通量の関係についての分析	三橋勝彦 鹿野島秀行	土木計画学研究・講演集 21(2)			937	940	1998	11
歩行者照明による明るさと安心感に関する一考察	石倉丈士 竹之内光彦	第18回交通工学研究発表会論文報告集			241	244	1998	11
Development of a Three-Dimensional Simulation Model of Vehicle-Bridge Railing Crash	K.ANDO Y.WANG Y.TAMURA H.ISHIKAWA	Transportation Research Record		No.1647	104	110	1998	11
Study of Nighttime Luminance of Traffic Signs	H.HAMADA K.ANDO K.HARAZONO Y.KAI	Journal of The Institution of Engineers Singapore		Vol.38 No.5	21	28	1998	11
藤沢市を例とした住民参加による交通実験	本田恵子 秋山哲男 山田稔 高宮進 一色俊夫	土木計画学研究・講演集 21(1)			57	60	1998	11
景観に配慮した新デザインの車両用防護柵	安藤和彦	土木技術資料	(財)土木研究センター	Vol.40 No.12	8		1998	12
交通事故分析へのGISの適用	鹿野島秀行	土木技術資料	(財)土木研究センター	Vol.41 No.1	6	7	1999	1
紫外線利用による視認性の向上技術	石倉丈士 竹之内光彦	土木技術資料	(財)土木研究センター	Vol.41 No.1	13		1999	1
Study of a Sense of Security and Brightness in Night Pedestrian Area	Takeshi ISHIKURA Mitsuhiko TAKENOUCHI	TBR 78th Annual Meeting					1999	1
車両衝突を受ける橋梁用防護柵に関する数値解析的研究	安藤和彦 伊藤義人 森正樹 鈴木信哉	土木学会構造工学論文集		Vol.45A	1635	1643	1999	3
道路交通施設のバリアフリー化とユニバーサル化	高宮進	交通工学		Vol.34 No.2	29	34	1999	3
視覚障害者が歩行時に利用する情報に関する研究	高宮進 三橋勝彦	土木技術資料	(財)土木研究センター	Vol.41 No.3	32	37	1999	3
沿道立地施設を考慮した交通安全対策法の効果分析	小林保 石倉丈士	土木技術資料	(財)土木研究センター	Vol.41 No.4	28	33	1999	4
Crash to the Traffic Barrier Ends and Countermeasures using Shock Absorbing System	Kazuhiko ANDO Tamotsu KOBAYASHI Katsuhiko MITSUHASHI	JSAE Spring Convention Proceedings		No.37-99	169		1999	5
多孔質弾性舗装の開発	小林保 近藤升 佐々木巖 池原圭一 安藤和彦 久保和幸	土木技術資料	(財)土木研究センター	Vol.41 No.5	38	43	1999	5

論文名	著者名	書籍名	発行所	巻号	頁 (白)	頁 (至)	年	月
多孔質弾性舗装の区画線材料	小林保 安藤和彦	土木技術資料	(財)土木研究センター	Vol.41 No.5	44	49	1999	5
線形誘導標示板の設置方法についての実験及び一考察	木坂聖 三橋勝彦 安藤和彦 石倉丈士	土木技術資料	(財)土木研究センター	Vol.41 No.5	50	55	1999	5
道路交通施設のバリアフリー化	高宮進	第28回都市交通計画全国会議論文集			143	149	1999	5
沿道の視覚ノイズと標識認知の関係	鹿野島秀行	人間工学会第40回大会大会抄録集			131		1999	5
交通事故分析へのGISの適用～事故多発箇所の抽出支援を例に～	鹿野島秀行	JACIC 情報		54号	50	52	1999	7
歩行者空間における高齢者・障害者対策	高宮進	第63・64回交通工学講習会テキスト			11	25	1999	7
福祉インフラ整備に関する市町村の施策の実態(その1)	前川佳史 箕輪裕子 溝端光雄 徳田哲男 狩野徹 木村一裕 高宮進	福祉のまちづくり研究会第2回全国大会概要集			67	68	1999	7
福祉インフラ整備に関する市町村の施策の実態(その2)	箕輪裕子 前川佳史 溝端光雄 徳田哲男 狩野徹 木村一裕 高宮進	福祉のまちづくり研究会第2回全国大会概要集			69	72	1999	7
道路の格を考慮した歩行者交通事故の分析	高宮進 鹿野島秀行 加古真一	土木学会第54回年次学術講演会講演概要集第4部			484	485	1999	9
Empirical Bayes Methodの適用による交通安全対策の効果評価の改善	鹿野島秀行 中村文彦 平田恭介	IATSS Review		Vol.25 No.1	54	60	1999	9
三鷹市コミュニティゾーンにおける安全性の評価に関する調査	橋本成仁 坂本邦宏 澤紀光 高宮進	土木学会第54回年次学術講演会講演概要集第4部			452	453	1999	9
高齢ドライバーの標識判読に関する実験的研究	溝端光雄 木村一裕 高宮進	土木学会第54回年次学術講演会講演概要集第4部			448	449	1999	9
事故類型を考慮した事故多発地点抽出手法に関する検討	鹿野島秀行	第23回日本道路会議一般論文集	(社)日本道路協会	(A)	168	169	1999	10
GISを活用した交通事故分析～雨天時事故の分析への適用～	鹿野島秀行	第24回土木情報システムシンポジウム講演集			117	120	1999	10
段差舗装における二輪車の挙動実験	安藤和彦 若月健	第23回日本道路会議一般論文集	(社)日本道路協会	(A)	176	177	1999	10
線形誘導標示板の設置方法に関する実験	木坂聖 安藤和彦 石倉丈士	第23回日本道路会議一般論文集	(社)日本道路協会	(A)	186	187	1999	10
多孔質弾性舗装用区画線材料	安藤和彦 小林保	第23回日本道路会議一般論文集	(社)日本道路協会	(A)	66	67	1999	10

論文名	著者名	書籍名	発行所	巻号	頁 (白)	頁 (至)	年	月
高齢者の移動困難場面に関する調査	高宮進	第23回日本道路会議一般論文集	(社)日本道路協会	(A)	164	165	1999	10
三鷹市コミュニティ・ゾーンの安全性と生活環境向上に関する評価	橋本成仁 坂本邦宏 高宮進 久保田尚	土木計画学研究・講演集 22(2)			271	274	1999	10
歩道高さに関する研究	高宮進	土木計画学研究・講演集 22(2)			913	916	1999	10
データマイニングを用いた交通事故分析	鹿野島秀行	土木計画学研究・講演集 22(2)			939	942	1999	11
交通事故発生モデルを用いたバイパス整備効果の推計	鹿野島秀行	第19回交通工学研究発表会論文報告集			229	232	1999	12
三鷹市コミュニティ・ゾーンの供用後評価	橋本成仁 坂本邦宏 的場映 高宮進	第19回交通工学研究発表会論文報告集			209	212	1999	12
高齢ドライバーの標識地名判読距離に関する研究	高宮進 溝端光雄 前川佳史 狩野徹	第19回交通工学研究発表会論文報告集			189	192	1999	12
A Study on Visibility at the Fusion of Road Lighting and Headlamps	Hiroshi OOYA Katsuhiko MITSUHASHI Kazuhiko ANDO	79th Annual Meeting Preprint CD-ROM					2000	1
Kinds of Delineation Devices and Needs for Road Administrators in Japan	Kiyoshi KIZAKA Kazuhiko ANDO Katsuhiko MITSUHASHI	Proceedings of the 2nd Conference			1262	1270	2000	4
事故多発地点とその対策	鹿野島秀行 菊澤朋己	自動車技術会 2000年春季大会前刷集		No.35-00	1	4	2000	5
自転車の特性が事故発生要因に与える影響	守谷安則 宇野宏 高津茂夫 高宮進 米澤英樹	自動車技術会 2000年春季大会学術講演会前刷集		No.34-00	5	8	2000	5
Recent Studies on Roadside Variable Message Signboard	Hideyuki KANOSHIMA	International Workshop on ITS Human Interface			51	54	2000	6
道路の安全・安心を守る交通安全施設の開発	安藤和彦	土木技術資料	(財)土木研究センター	Vol.42 No.7	巻頭		2000	7
「交通バリアフリー法」成立する	高宮進	土木技術資料	(財)土木研究センター	Vol.42 No.7	16		2000	7
事故多発地点における交通安全対策の効果分析	鹿野島秀行 三橋勝彦	土木技術資料	(財)土木研究センター	Vol.42 No.7	38	43	2000	7
交通事故データを用いた事故発生要因の分析	鹿野島秀行 三橋勝彦	土木技術資料	(財)土木研究センター	Vol.42 No.7	44	49	2000	7

論文名	著者名	書籍名	発行所	巻号	頁 (自)	頁 (至)	年	月
道路におけるバリアフリー技術	高宮進 三橋勝彦	土木技術資料	(財)土木研究センター	Vol.42 No.8	50	55	2000	7
交通事故削減に向けた各種の取り組みについて	森望				1	6	2000	7
道路照明による効果的な夜間交通事故削減対策の検討	大谷寛 安藤和彦 鹿野島秀行	平成 12 年度照明学会全国大会講演論文集			119	120	2000	8
道路照明と自動車前照灯融合時の視認性に関する検討	安藤和彦 大谷寛 竹之内光彦	平成 12 年度照明学会全国大会講演論文集			121	122	2000	8
三鷹市コミュニティ・ゾーンの安全性と生活環境向上に関する評価	橋本成仁 坂本邦宏 高宮進 久保田尚	土木計画学研究・論文集		No.17	797	804	2000	9
歩行者の危険感並びに縁石の車両誘導性に基づく歩道高さに関する研究	高宮進	土木計画学研究・論文集		No.17	967	972	2000	9
据付型ハンブの形状に関する実験的研究	島田歩 坂本邦宏 久保田尚 高宮進 石田薫	土木学会第 55 回年次学術講演会講演概要集第 4 部			948	949	2000	9
Barrier-free Measures in Japan - From the Viewpoint of Technical Standards -	Susumu TAKAMIYA Katsuhiko MITSUHASHI	ITE Journal September 2000			36	40	2000	9
バイパス整備による交通事故削減効果の現象分析	鹿野島秀行	第 20 回交通工学研究発表会論文報告集			5	8	2000	10
非幹線道路における交通事故発生の実態とその抑制に関する一考察	古屋秀樹 鹿野島秀行 牧野修久 寺奥淳	第 20 回交通工学研究発表会論文報告集			21	24	2000	10
ガードレールなどの防護柵	安藤和彦	自動車技術 Vol.54			22	27	2000	10
ハンブの形状に関する実験的研究 - 効果と安全性及び騒音振動の検討 -	島田歩 久保田尚 高宮進 石田薫	第 20 回交通工学研究発表会論文報告集			169	172	2000	10
ハンブ通行時の速度、加速度と、速度の抑制意向	高宮進 森望 久保田尚 坂本邦宏	第 20 回交通工学研究発表会論文報告集			173	176	2000	10
Research on ITS for pedestrians	池田裕二 高宮進 横田敏幸	第8回 ITS 世界会議					2000	11
GIS を用いたマクロ交通事故分析～人口と交通事故の関係に関する分析を例に	鹿野島秀行	第 23 回土木計画学研究・講演集		No.23(1)	747	750	2000	11

論文名	著者名	書籍名	発行所	巻号	頁 (自)	頁 (至)	年	月
道路案内標識通過時における高齢ドライバーの運転特性ならびに判断能力	相原良孝 木村一裕 溝端光雄 高宮進 前川佳史 清水浩志郎	土木計画学研究・講演集		No.23(2)	895	898	2000	11
コミュニティ・ゾーン実践マニュアル	高宮進	土木技術資料	(財)土木研究センター	Vol.42 No.11	12	13	2000	11
最近の交通安全対策に関する研究	交通安全研究室	道路行政セミナー		No.128	5	10	2000	11
IT 技術を活用した歩行者支援 - 歩行者 ITS -	森望	道路		No.718	51	54	2000	12
IT 技術による身障者の自立生活支援 - 歩行者 ITS の開発 -	森望 池田裕二	土木技術資料	(財)土木研究センター	Vol.43 No.1	38	43	2001	1
水性路面標示用塗料の試験施工	寺田剛 守屋進 安藤和彦	月刊建設 '01-2			34	37	2001	2
国土交通省における歩行者 ITS の取り組みについて	池田裕二 森望 菊地春海 山本巧	電子情報通信学会 2001 年総合大会					2001	3
「第1回日本スウェーデン道路科学技術に関するワークショップ」開催される	鹿野島秀行	土木技術資料	(財)土木研究センター	Vol.43 No.3	4		2001	3
交通安全事業の効果評価	森望 鹿野島秀行 若月健	土木技術資料	(財)土木研究センター	Vol.43 No.4	50	55	2001	4
コミュニティ・ゾーン概説	高宮進 久保田尚	人と車	(財)全日本交通安全協会	2001 年 4 月号	12	16	2001	4
車両用防護柵 - 性能規定による新しい構造の例 -	安藤和彦	土木技術資料	(財)土木研究センター	Vol.43 No.5	巻頭		2001	5
車両用防護柵の性能規定と確認試験方法	安藤和彦 森望	土木技術資料	(財)土木研究センター	Vol.43 No.5	20	25	2001	5
フルカラー道路情報装置を用いた情報提供	安藤和彦 森望	2001 春季大会前刷り集	(社)自動車技術会	56-1	1	4	2001	5
バイパス整備による都市圏域の交通事故状況の変化に関する考察 - ネットワークとリンクの各側面に着目して -	鹿野島秀行 森望	土木技術資料	(財)土木研究センター	Vol.43 No.6	30	35	2001	6
視覚障害者の歩行特性調査	池田裕二	土木技術資料	(財)土木研究センター	Vol.43 No.7	17		2001	7
Analysis of the Effect of Traffic Safety Countermeasures on Traffic Accident Black Spots	Hideyuki KANOSHIMA	2001 WCTR Proceedings (CD-ROM)	WCTR				2001	7
Precautions and Measures Necessary to Establish a Community Zone	高宮進 久保田尚 青木英明 橋本成仁 坂本邦宏	2001 WCTR Proceedings (CD-ROM)	WCTR				2001	7
Research on ITS for Pedestrians	森望 池田裕二	TRANSED 2001 Conference Proceedings	TRANSED 2001	Volume 1	106	112	2001	7

論文名	著者名	書籍名	発行所	巻号	頁 (白)	頁 (至)	年	月
Experiments by Wheelchair Users at Sloped Sections	高宮進 森望	TRANSED 2001 Conference Proceedings	TRANSED 2001	Volume 2	626	627	2001	7
道路案内標識判読時における高齢ドライバーの運転特性ならびに判断能力に関する研究	柏原良孝 木村一裕 溝端光雄 高宮進 前川佳史 清水浩志郎	土木計画学研究・論文 文集	(社)土木学会土 木計画学研究委 員会	Vol.18 No.5	963	970	2001	9
ヒヤリ地図	若月健	土木技術資料	(財)土木研究セン ター	Vol.43 No.10	16		2001	10
実車実験に基づく高齢ドライバーの運転特性の一考察	若月健 森望 高宮進	第21回交通工学研 究発表会論文報告 集	(社)交通工学研 究会		221	224	2001	10
高齢ドライバーのヒヤリ事象と要因	若月健 森望 高宮進	第24回日本道路会 議一般論文集(A)	(社)日本道路協 会		54	55	2001	10
高齢ドライバーの右折時特性に関する実車実験	若月健 森望 高宮進	土木学会第56回 年次学術講演会講演 概要集(CD-ROM)	(社)土木学会				2001	10
Research on Needs and System Configuration of Pedestrian ITS	森望 池田裕二	8th World Congress on ITS	ITS Australia				2001	10
直近に狭幅員交差道路を有する信号交差点の安全性に関する一考察	鹿野島秀行 森望 赤木幸靖	第24回日本道路会 議一般論文集(A)	(社)日本道路協 会		58	59	2001	10
複数ハンプの設置に関する実験的研究	磯田伸吾 久保田尚 坂本邦宏 高宮進	第21回交通工学研 究発表会論文報告 集	(社)交通工学研 究会		193	196	2001	10
歩行者用照明の必要照度に関する検討	林堅太郎 安藤和彦 大谷寛	第24回日本道路会 議一般論文集(A)	(社)日本道路協 会		28	29	2001	10
防護柵連続基礎の設計に関する実験検討	安藤和彦 森望	第24回日本道路会 議一般論文集	(社)日本道路協 会	(A)	32	33	2001	10
道路緩衝施設の開発	安藤和彦 梶村典彦	第24回日本道路会 議一般論文集	(社)日本道路協 会	(A)	34	35	2001	10
自動車運転者版『ヒヤリ地図』の作成試行と考察	高宮進 森望 若月健	土木学会第56回 年次学術講演会講演 概要集(CD-ROM)	(社)土木学会				2001	10
実車実験による効果的なハンプ設置間隔に関する研究	高宮進 森望	第24回日本道路会 議一般論文集	(社)日本道路協 会	(A)	38	39	2001	10
高齢ドライバーのヒヤリ事象と要因	若月健 森望 高宮進	第24回日本道路会 議一般論文集	(社)日本道路協 会	(A)	54	55	2001	10
歩行者ITSに求められる身障者の情報提供ニーズについて	池田裕二 森望	第24回日本道路会 議一般論文集	(社)日本道路協 会	(A)	78	79	2001	10
TRANSED2001(高齢者・障害者の移動と交通に関する国際会議)参加報告	池田裕二	土木技術資料	(財)土木研究セン ター	Vol.43 No.11	4		2001	11
木製車両用防護柵の実験・検討	安藤和彦 森望 若月健	土木技術資料	(財)土木研究セン ター	Vol.43 No.11	56	61	2001	11
コミュニティ・ゾーン形成時における課題とその対応事例	高宮進 森望	土木技術資料	(財)土木研究セン ター	Vol.43 No.11	62	67	2001	11

論文名	著者名	書籍名	発行所	巻号	頁 (自)	頁 (至)	年	月
歩行者支援のための ITS の開発	池田裕二	自動車技術	(社)自動車技術会	Vol.55 No.11	53	58	2001	11
「バリアフリー歩行空間ネットワーク形成の手引き」	高宮進	土木技術資料	(財)土木研究センター	Vol.44 No.1	12	13	2001	1
道路空間高度化研究室	森望	土木技術資料	(財)土木研究センター	Vol.44 No.1	20		2002	1
二輪車を考慮した段差舗装の設置に関する実験検討	若月健 森望 安藤和彦	土木技術資料	(財)土木研究センター	Vol.44 No.1	50	55	2002	1
歩行者 ITS に対する取り組み	森望	土木計画学ワンディセミナー	土木学会	シリーズ 29	193	201	2002	3

-----  
国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of NILIM

No.56

November 2002

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 0298-64-2675