

## 16.5 郊外部における車線逸脱防止対策技術に関する研究

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 23～平 27

担当チーム：寒地道路研究グループ（寒地交通）

研究担当者：石田樹、高橋尚人、平澤匡介、高田哲哉

### 【要旨】

近年、我が国の交通事故死者数は減少傾向ではあるが、交通安全対策の推進は引き続き重要な課題であり、積雪寒冷地においても冬期の交通事故に有効な対策技術の向上が、地域にとって非常に重要な課題の一つである。特に、交通事故死者数を更に削減するためには、致死率の高い郊外部における正面衝突事故など車線逸脱事故防止対策を一層推進する必要がある。

本研究では、郊外部における道路交通の安全性を維持・向上させ、死亡事故に至る割合の高い車線逸脱事故防止に資するため、ワイヤーロープ式防護柵の各道路区分に対応した性能、仕様の検討、施工・維持管理技術の検討や路肩への適用性検証、効果の測定などを行い、ワイヤーロープ式防護柵の開発を行う。また、工作物衝突事故対策箇所の選定技術、対策技術等について検討し、工作物衝突事故対策技術の提案を行う。

キーワード：交通安全、正面衝突、工作物衝突、事故対策、ワイヤーロープ式防護柵

### 1. はじめに

北海道の交通事故対策は、交通管理者との連携のもと、必要な道路整備を進めてきた結果、平成 14 年度まで 11 年間続いた都道府県別交通事故死者数ワースト 1 を、平成 15 年から平成 24 年まで返上することができた。しかしながら、致死率は全国平均の約 2.0 倍と未だに深刻な状況が続いている。平成 23 年の北海道における交通死亡事故のうち、最も多い事故類型は正面衝突であり、全体の 22% を占めており、その割合は全国に比べ 2.4 倍に及ぶ（図 1）。また、工作物衝突事故と路外逸脱事故は全国的にも多く、交通事故死者数の更に削減するためには、致死率の高い郊外部における正面衝突事故など車線逸脱事故防止対策を一層推進する必要がある。

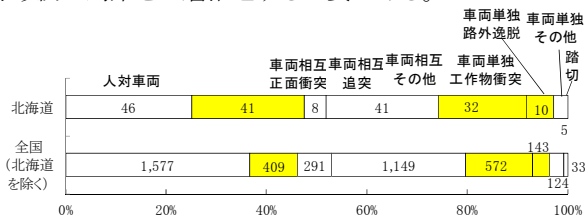


図 1 北海道と全国の事故類型別死亡事故件数(平成 23 年)

(独) 土木研究所寒地土木研究所では、新たな正面衝突事故対策手法として、2 車線道路のセンターライン上に切削溝を配置するランブルストリップス（写真 1）の開発及び実用化を行った<sup>1)</sup>。ランブルストリップスは、

大きな正面衝突事故防止効果があることが確認されたが、山間部の縦断勾配や平面線形などの道路線形が厳しい区間では、その効果が減少することが明らかになった。そのような区間では、物理的に車線逸脱を防ぐことが求められるが、従来タイプの中央分離帯では、拡幅等を伴うため費用が高額になることから、設置箇所は限定される。



写真 1 ランブルストリップス（左：R237、右：R275）

本研究では、郊外部における道路交通の安全性を維持・向上させ、死亡事故に至る割合の高い車線逸脱事故防止に資するため、ワイヤーロープ式防護柵の各道路区分に対応した性能、仕様の検討、施工・維持管理技術の検討や路肩への適用性検証、効果の測定などを行い、ワイヤーロープ式防護柵の開発を行う。また、工作物衝突事故対策箇所の選定技術、対策技術等について検討し、工作物衝突事故対策技術の提案を行う。

## 2. 研究実施内容

平成 24 年度は、ワイヤーロープ式防護柵の開発として、CG シミュレーションによる B 種仕様の検討、苫小牧寒地試験道路における走行評価試験、サグ・クレスト・カーブ区間における試験施工、ワイヤーロープ式防護柵用のデリネーターの開発、導入箇所における効果を測定した。工作物衝突事故対策手法の提案として、大型車対応のランブルストリップスの規格検討と試験施工、評価試験を行った。

### (1) ワイヤーロープ式防護柵の開発

ワイヤーロープ式防護柵の道路区分に対応した性能・仕様検討として、CG シミュレーションによる B 種の仕様を検討し、ワイヤーロープが 5 段、支柱間隔が 4m の構造案と、同様に 4 段、3m の構造案の 2 種類の仕様の防護柵を試作した。冬期間の暫定 2 車線区間において故障車が発生した状況を再現し、一般道路利用者の実走行によるすれ違い時の走行速度、通過位置の測定、アンケート調査を行った。その他、様々な道路条件に適応した構造や設置方法を検討するために、サグ・クレスト・曲線区間における試験施工、夜間認性評価試験からワイヤーロープ式防護柵に適したゴム製デリネーターの開発を行った。また、施工・維持管理技術の開発として、効率的な施工方法を確立するために、スリーブ（支柱基礎）打ち込み治具を改良し、試験施工に活用した。さらに、効果の測定として、導入箇所において画像撮影を行い、車両通過位置等を計測し、一般ドライバーを対象にアンケート調査を実施した。

### (2) 工作物衝突事故対策手法の提案

工作物衝突事故対策手法の提案として、大型車対応のランブルストリップスの規格と施工方法の検討、及び、苫小牧寒地試験道路における試験施工、騒音計・振動計における客観的評価と一般道路利用者のアンケートによる主観的評価を行った。

## 3. ワイヤーロープ式防護柵の開発

### 3.1 道路区分に対応した性能・仕様検討

平成 24 年度は、CG シミュレーションを使用し、一般国道対応規格の B 種の仕様を検討した（図 2）。また、高速道路対応規格の A 種については、総幅員 12m の自動車専用道路の 2 車線区間に導入する場合の道路構造を検討するために、苫小牧寒地試験道路において走行評価試験を行った。

CG シミュレーションでは、防護柵の支柱の材質、板厚の他、ワイヤーロープの本数、高さ等の数値を変えて、乗用車と大型貨物車の性能確認試験と同じ条件でシミュレーションを行い、最大進入行程、離脱速度、離脱角度等の結果を得た（表 1）。その中から Am 種と同じ構造ながら、支柱間隔を 4m に拡大した仕様とワイヤーロープの本数を 4 段に削減した仕様の 2 種類の案を、分離帯用 Bm 種（一般国道）の仕様候補として選定し、試作した。

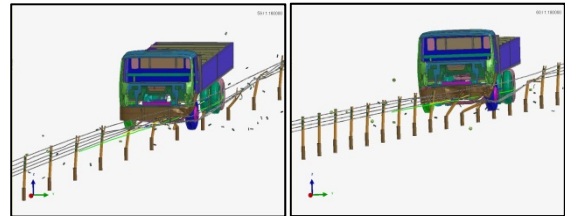


図 2 CG シミュレーション

（左：ロープ本数 5 段、右：ロープ本数 4 段）

表 1 CG シミュレーション結果の一例（大型車）

B種仕様案	構造概要			シミュレーション結果			
	ロープ本数	上段ロープ高さ(mm)	支柱間隔(m)	初期張力(KN)	最大進入行程(m)	離脱速度(km/h)	離脱角度(度)
案①	5段	970	4	20	0.37	27	0.39
案②	4段	860	3	20	0.83	26.6	0.84

苫小牧寒地試験道路における走行評価試験は、冬期間の暫定 2 車線区間において故障車が発生した状況を再現し、一般道路利用者の実走行による駐車車両（大型車）とのすれ違い時の走行速度、通過位置の測定、及び、走行後のアンケート調査を行った（写真 2）。試験コースには、路側にコンクリート擁壁、道路中央にワイヤーロープ式防護柵（延長約 70m）とラバーポールと縁石の区間（延長 70m）を設置し、両側に堆雪状況を再現した。

走行試験の結果、ラバーポールの区間に比べ、ワイヤーロープ式防護柵の区間では、大型車、乗用車のいずれも走行速度は、わずかに低く、通過位置は中央に近い値となった（図 3、図 4）。ワイヤーロープ式防護柵の区間において、大型車同士のすれ違いには、側方余裕がほとんどなかったが、ぶつかることなく、通過することができた。また、走行後のアンケートにおいては、「設置すべき」と「設置しても良い」をあわて、約 8 割の方が好意的な回答であった（図 5）。



写真 2 大型車同士のすれ違い状況（左：ワイヤーロープ式防護柵区間、右：ラバーポール区間）

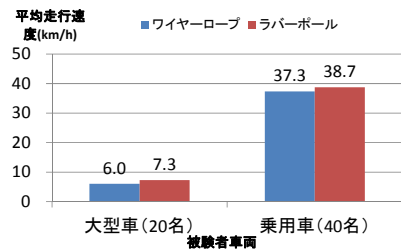


図3 すれ違い時の走行速度

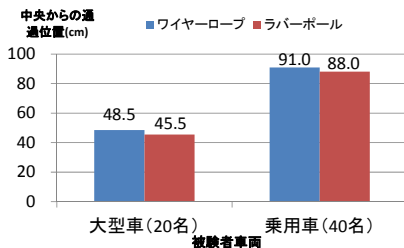


図4 すれ違い時の通過位置

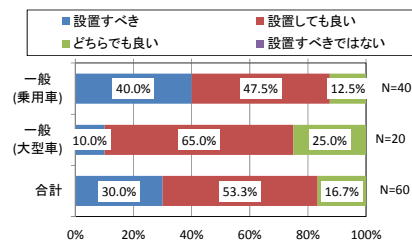


図5 走行後の感想 (今後の設置について)

様々な道路条件に適応した構造や設置方法を検討するために、サグ・クレスト・曲線区間における試験施工を行った。サグ・クレスト区間ではワイヤーロープの張力により、キャップの浮き上がりや間隔保持材の破損、支柱の沈下等の課題があり、また、曲線区間では支柱の傾き、支柱スリットの開き等の課題がある。防護柵設置の限界値を計算上、縦断曲線半径は 2,100m、平面曲線半径は 100m と設定し、苫小牧寒地試験道路において試験施工を行った (写真3)。



写真3 苫小牧寒地試験道路での試験施工 (左：サグ区間、右：曲線区間)

ワイヤーロープ式防護柵における視線誘導のあり方を検討するために、苫小牧寒地試験道路のワイヤーロープ式防護柵に規制標識、支柱の反射テープ、視線誘導標を設置し、その種類や設置数を変えた状況下で、夜間走行

による視認性評価試験を行った (写真4)。評価試験は、道路管理者 (国交省北海道開発局、ネクスコ東日本：計 22 名) の参加によるアンケート方式とした。その結果、防護柵手前には、縮小サイズの指定方向外禁止標識、注意喚起反射板、ラバーポールの設置、及び、支柱には反射シート、視線誘導標の設置、さらに、視線誘導標については、現行基準通りの 40m 間隔、丸型の形状、さらに、反射シートと組み合わせることに対して支持率が高かった。



写真4 視認性評価試験の様子 (左) と試験状況 (右)

ワイヤーロープ式防護柵に設置される視線誘導標には、軽量であること (金属製の部材は極力使用しない)、飛散しないこと、飛散した場合でも、第三者に被害を及ぼすことがないことが求められる。これらを満足する視線誘導標として弾性体に富む合成ゴムのデリネーターを開発した。飛散防止のためにデリネーターの下部には、2つの貫通孔を設け、帯状のバンドを最上段のケーブルに固定する構造とした。一般国道 275 号音威子府村天北峠には、開発したゴム製デリネーターの設置に加え、視認性評価試験の結果に基づき、支柱キャップに反射シートが貼られた。



写真5 一般国道 275 号天北峠に設置されたゴム製デリネーター

### 3.2 施工・維持管理技術の開発

効率的な施工方法を確立するために、スリーブ (支柱基礎) 打ち込み治具を製作し、道央道の施工に活用したが、50~70 本程度の打ち込みで折損した。打ち込み治具の形状が細長く、断面変化点の強度が低いと推察され、打ち込み治具を短くする改良を行った (写真6)。改良された打ち込み治具を使って、苫小牧寒地試験道路の試験施工を行った結果、163 本のスリーブ打ち込みに要した

平均時間は、施工機械の移動を含め1本当たり2分30秒であった。今後、路床が硬い箇所では施工を行い、耐久性を検証する予定である。



写真6 折損した打ち込み治具と改良した打ち込み治具

### 3.3 効果の測定

ワイヤーロープ式防護柵の効果を測定するために、導入箇所において客観的評価・主観的評価を行った。客観的評価は、施工箇所において画像撮影を行い、車両通過位置等を計測した(写真7)。主観的評価は、道央道大沼公園・IC～森IC間の開通直後に、一般ドライバーを対象にアンケート調査を実施した。ワイヤーロープ式防護柵設置区間の通過位置は、ラバーポール設置区間に比べ、通過位置(道路中央から離れ)は0.6～1.2m程度大きく、1.5mの中央帯幅員が影響していると推察される(表2)。



写真7 通過位置の測定状況

表2 導入箇所の車両通過位置(平均値)

調査日	ワイヤーロープ		ラバーポール	
	上り	下り	上り	下り
H25.1.19	2.5	2.1	1.5	1.3
H25.1.22	2.3	1.9	1.4	1.3
H25.2.8	2.4	2.1	1.5	1.4
H25.3.1	2.5	2.4	1.3	1.3

※車両通過位置は車道中央から右タイヤ側面までの距離  
単位:m

アンケート調査は、道央道・八雲PAにて、1,000部を配布し、郵送で338部を回収した。その内、155名の方がワイヤーロープ式防護柵を見たと回答し、さらに、155名中132名の方が、「片側1車線の区間ではワイヤーロープ式防護柵を設置してほしい」と回答があり、高い支持率が得られた(図6)

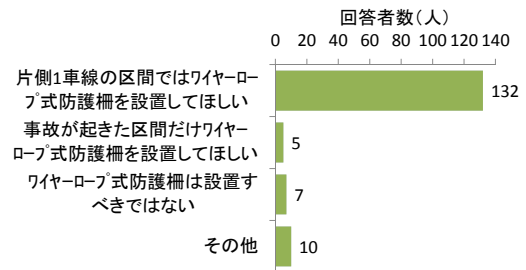


図6 アンケート結果(ワイヤーロープ式防護柵を見た印象)

## 4. 工作物衝突事故対策技術の提案

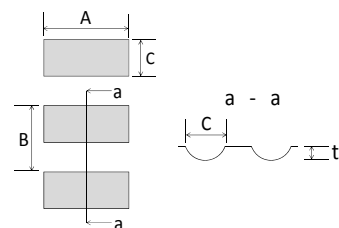
### 4.1 対策技術の検討

平成24年度は、平成24年4月、関越自動車道で起きた高速ツアーバスの防音壁衝突事故対策として、大型車対応のランブルストリップスの規格と施工方法の検討、及び、苫小牧寒地試験道路における試験施工、騒音計・振動計における客観的評価と一般道路利用者のアンケートによる主観的評価を行った。

現在、一般国道や高速道路に敷設されているランブルストリップスは、自転車や原付、自動二輪車などの軽車両への安全性を配慮しているため、切削溝が浅く、バス等の大型車への振動と音による注意喚起効果は低い。高速道路の路肩に限定して設置することを想定し、幅が大きく、深い切削溝を検討し、施工機械の開発を行った。検討の結果、切削横幅は350mm、500mmの2種類、切削深さは、15mm、18mm、21mmの3種類とし、計6種類の規格の試験施工を行った(表3)。

表3 試験施工を行ったランブルストリップスの規格

	大型車両対応規格						現行規格	
	350			500			2条線	1条線
横幅 A							350	150
切削ピッチ B	530						300	300
縦幅 C	250	270	280	250	270	280	150	170
深さ t	15	18	21	15	18	21	12	15



新しい規格のランブルストリップスを施工するために、円弧形状の突起物を鉄輪に装着させた突起型車輪を新たに開発した。切削ドラムについては突起型車輪の円弧形状の突起物の規格を調整することにより、既存の切削ドラムで所定の切削縦幅を確保した(写真8)。

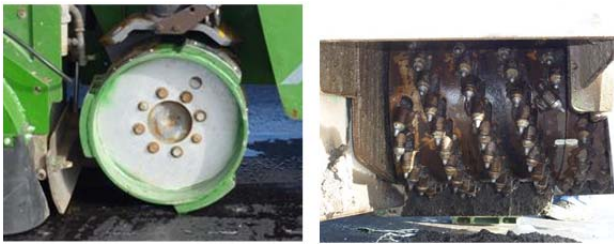


写真8 突起型車輪の形状および切削ドラム

主観的評価試験は、苫小牧寒地試験道路に6種類の規格を試験施工後、一般道路利用者(107人)によるアンケート方式とした(写真9)。評価方法は、バス、大型トラックの走行時における注意喚起効果と普通乗用車、軽自動車、自動二輪車の走行時における安全性の評価とした。その結果、大型車に対する注意喚起効果は、切削溝の横幅が大きく深い規格になるほど「効果あり」と評価する回答が多くなり、普通乗用車や軽自動車、自動二輪車への安全性の評価については、車両規格が軽量かつ切削溝の横幅が大きく深くなる規格となるに従い「危険」と回答する割合が高くなる傾向が見受けられた(図7)。



写真9 大型車対応規格のランブルストリップス(左)と主観的評価試験の様子

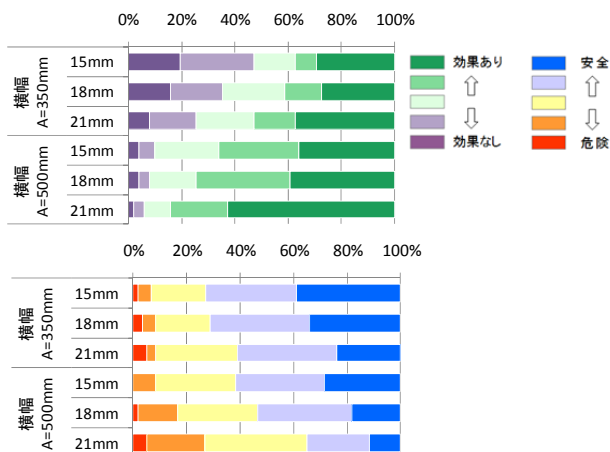


図7 アンケート結果の一例(上:大型バス、下:軽自動車)

客観的評価は、騒音計による車内騒音、振動計による車内振動の測定を行った。測定は、試験施工の6種類の

他に、現行規格の2種類の計8種類を対象とした。その結果、車内騒音は、舗装路面走行時の60~70dBから大型車対応規格で70~80dBと10dB程度高くなり、走行速度が増すと騒音レベルも高くなる傾向を示した(図8)。切削横幅や深さの違いによる騒音レベルの値については、特に大きな差は見受けられなかった。車内振動についても走行速度が増すに従って、振動レベルが高くなる傾向を示し、舗装路面走行時の90~100dBから大型車対応規格で105~120dBと15~20dB程度高くなった(図9)。車内振動においても切削幅や深さの違いによる大きな差は見受けられないが、深さ21mmの規格が他の規格よりもやや高い振動レベルの値を示した。現行規格のランブルストリップスとの比較では、5dB程度高い値の振動レベルを示した。

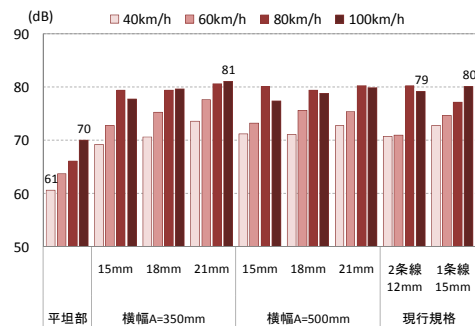


図8 大型バスにおける騒音測定結果

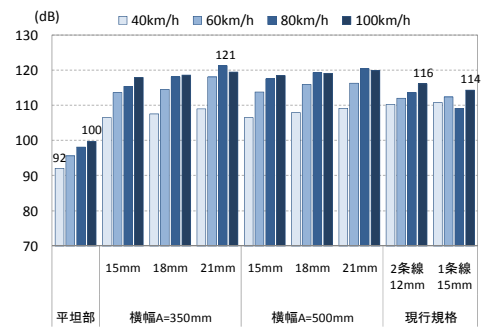


図9 大型バスにおける振動測定結果

### 5. まとめと今後の課題

平成24年度は、ワイヤーロープ式防護柵の道路区分に対応した性能・仕様検討として、CGシミュレーションによるB種の仕様を検討し、ワイヤーロープが5段、支柱間隔が4mの構造案と、同様に4段、3mの構造案の2種類の仕様の防護柵を試作した。

冬期間の暫定2車線区間において故障車が発生した状況を再現し、一般道路利用者の実走行によるすれ違い時の走行速度、通過位置の測定、アンケート調査を行った。

その他、様々な道路条件に適応した構造や設置方法を検討するために、サグ・クレスト・曲線区間における試験施工、夜間認性評価試験からワイヤーロープ式防護柵に適したゴム製デリネーターの開発を行った。

また、施工・維持管理技術の開発として、効率的な施工方法を確立するために、スリーブ（支柱基礎）打ち込み治具を改良し、試験施工に活用した。さらに、効果の測定として、導入箇所において画像撮影を行い、車両通過位置等を計測し、一般ドライバーを対象にアンケート調査を実施した。

工作物衝突事故対策手法の提案に関しては、大型車対応のランブルストリップスの規格と施工方法の検討、及び、苫小牧寒地試験道路における試験施工、騒音計・振動計における客観的評価と一般道路利用者のアンケートによる主観的評価を行った。

今後は、シミュレーション結果を踏まえ、苫小牧寒地試験道路でのプレ衝突実験、国土技術政策総合研究所で

の性能確認試験を実施し、一般国道（B種）に適合したワイヤーロープ式防護柵の開発を行う予定である。また、様々な道路条件に適応した構造や設置方法、効率的な施工方法や適切な維持管理方法の検討、導入効果の測定を行い、整備ガイドライン（案）のとりまとめに向けて、取り組む予定である。

工作物衝突事故対策手法の提案に向けては、大型車対応のランブルストリップスの規格を決定し、実道に試験導入を行う予定である。

#### 参考文献

- 1) 平澤匡介、相田尚、浅野基樹、斎藤和夫：新しい事故対策手法としてのランブルストリップスの開発と実用化に関する研究、土木学会論文集 第4部門 NO.800/IV-69、2005

## A STUDY ON THE LANE DEPARTURE ACCIDENT COUNTERMEASURE TECHNOLOGY IN SUBURBAN AREAS

**Budget:** Grants for operating expense  
General account

**Research Period:** FY2011-FY2015

**Research Team:** Cold Region Road Engineering  
Research Group (Traffic  
Engineering Research Team)

**Author:** ISHIDA Tateki  
TAKAHASHI Naoto  
HIRASAWA Masayuki  
TAKADA Tetsuya

**Abstract :** Recently, number of fatalities due to traffic accidents is in a downward tendency in Japan. However, a road safety measure is still an important measure. In order to reduce fatalities further, it is necessary to prevent the lane deviation accidents at the places where fatality rate is high in suburban areas.

In this study, the development of wire rope guardrail systems and the proposal of fixed object crash countermeasure technology are examined to prevent the lane departure accidents in suburban areas.

**Key words :** road safety, head-on collision, fixed object crash, wire rope guardrail systems