## 技術レポート

# ワイヤーロープ式防護柵の開発

## ~2車線道路における緩衝分離構造~



独立行政法人 土木研究所寒地土木研究所 寒地道路研究グループ 寒地交通チーム 主任研究員

平澤 匡介

## 1 はじめに

北海道の郊外部幹線道路は走行速度が高くなりや すく、大部分が非分離の往復2車線道路なので、正面衝 突事故が起きると、死亡事故等の重大事故に至りやす い状況にあります。道路構造令では、特例として中央分 離帯の設置が認められていますが、事故時の対応等の ために車道を拡幅しなければならないので、設置は限定 されます。

スウェーデンの2+1車 線道路(写真-1)は、車 道幅員が狭くても、支柱 が細く、緩衝機能がある ワイヤーロープ式防護柵 を道路中央に設置して、 正面衝突を防止してい ます。

本稿では、緩衝機能を 有するワイヤーロープ式 防護柵を2車線道路の中 央分離施設として開発す るために、CGシミュレーシ ョンや実車衝突実験によ り、防護柵設置基準に定





写直-1 ワイヤーロープ式防護柵付きの [2+1]車線道路(スウェーデン)

める高速道路分離帯用Am種の試験条件で性能確認 試験を行い、防護柵設置基準等の適用性を検討した 結果を紹介します。

## 2 ワイヤーロープ式防護柵の概要

ワイヤーロープ式防護柵は、日本国内の設置基準 1) において、ケーブル型防護柵に分類されます。既に国 内で普及しているガードケーブルと大きく異なる点は、 支柱が細く、車両が衝突した時に支柱が倒れて、ワイ ヤーロープのたわみで衝撃を受け止めるので、車両へ の衝撃が緩和されることです。

一方、ガードケーブルは、たわみ量を少なくし、ブラケ ットと呼ばれる部材を取り付け、支柱に直接衝突させ ずに車両を誘導するように考えられています。しかし、 支柱の強度が高いので、車両が支柱に衝突した時に は大きな衝撃を与えてしまいます。

2車線区間に中央分離施設を導入する際の最大の 課題は、交通事故、故障車等が発生した時の交通運 用にあります。駐停車両があっても通過車両の妨げに ならないように広い路肩が必要なので、多くの建設費 用が掛かります。スウェーデンでは、Uターンのために 開放区間を設定しているほか、ワイヤーと支柱を外し、 臨時に開放区間(写真-2)を設けることで対応してい ます 2)。

### ①ワイヤーロープ撤去



写真-2 緊急時の開放例

### ②支柱撤去



### ③開放空間の確保



独立行政法人土木研究所寒地土木研究所では、これ らの性能や機能に着目し、鋼製防護柵協会と共同研究 を締結し、日本の2車線道路の中央分離施設として緩 衝機能を有するワイヤーロープ式防護柵の研究開発を 行っています。

## 3 車両の衝突による性能確認試験

ワイヤーロープ式防護柵を日本に導入するために は、防護柵の設置基準 1)に規定された車両の衝突に よる性能確認試験を行う必要があります。

防護柵に求められる性能は、強度性能、変形性能、 車両の誘導性能、構成部材の飛散防止性能の4つに 分けられ、このうち、ワイヤーロープのたわみで衝撃を吸 収することから、変形性能をクリアすることが最も厳しい 基準となります。変形性能の基準値は最大進入行程と 呼ばれ、車両が防護柵に衝突する時に、車輪の内側が 防護柵の外側に踏み出る距離の最大値です。

一般国道の規格はB種と呼ばれ、1.1m、高速道路の 規格はA種と呼ばれ1.5mが適用されます 1)。スウェー デンの2+1車線道路の場合は、欧州規格に規定された 1.7mを採用しています。

高速道路分離帯用Am種の基準に合致したワイヤー ロープ式防護柵を開発するために、平成22年と平成23 年に試作品の性能確認試験を行った結果、残念ながら 基準を満たす性能を得ることができませんでした。

これらの結果を検証し、鋼製防護柵協会が所有する CGシミュレーションを活用しながら、防護柵の仕様検討 を行いました(図-1)。

ワイヤーロープ式防護柵は、ワイヤーロープのたわ みで衝撃を吸収する反面、対向車線へのはみ出し量 である進入行程が大きくなるなど、仕様を検討する際 にはトレードオフの関係にある必要条件がいくつかあり ます。

例えば、大型貨物車の進入行程を小さくするために は、支柱の強度を高めることやワイヤーロープの設置 高さを高くすることが考えられますが、乗用車衝突時 の離脱速度低下やワイヤーロープが車体を捕捉出来 ないことが懸念されるなど、二律背反にある条件を満 足させるバランスの取れた仕様が求められます。

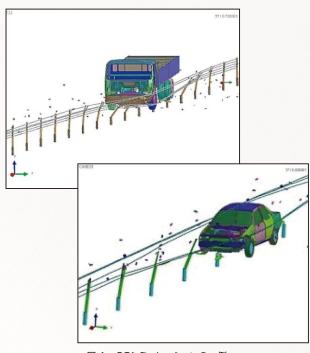


図-1 CGシミュレーションの一例

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、バンド数、張力、 支柱の設置間隔等の数値を変えて、性能確認試験と 同じ条件でシミュレーションを行い、離脱速度、離脱角 度、最大進入行程等の結果から、分離帯用Am種(高 速道路)の基準を満足すると思われる2種類の仕様を 得ました。

2種類の仕様は、支柱の板厚が4.2mmと3.2mm以 外、全て同じで、鋼管の支柱(直径8.9cm、高さ103cm) を舗装下のスリーブ管(直径11.4cm、埋め込み深さ

## 技術レポート

70cm) に差し込む仕組みです。

支柱上部の真ん中にワイヤーロープ5本を通す形状 で、ワイヤーロープの位置は地表からの高さが上から 97cm、86cm、75cm、64cm、53cmです。支柱間隔は 3m、支柱の材質はSTK400です。支柱には、樹脂製の 間隔保持材を設けています。端末基礎はできるだけ設 置する幅員が少なくなるように、ワイヤー端部を道路の 縦断方向に沿って1列に配置しています(写真-3)。



写真-3 防護柵設置状況

最終的な仕様を決めるために、2種類の防護柵を 試作し、苫小牧寒地試験道路においてテストドライバ ーによる実車衝突実験を行いました。

実験条件は、防護柵設置基準のAm種に対応した 性能確認試験と同じ条件としましたが、乗用車の衝突 条件Bは危険が伴うため、大型貨物車の衝突条件に 限り、行いました(写真-4)。



大型貨物車による衝突実験の状況 (左:板厚4.2mm、右:板厚3.2mm)

その結果、板厚4.2mmのタイプでは下3段、板厚 3.2mmのタイプでは下2段のワイヤーロープが車輪の回 転により引き下げられましたが、最大進入行程(1.5m以 下)、離脱速度(衝突速度の6割以上)、離脱角度(衝突 角度の6割以下)やその他の項目を含め、全ての項目で 基準を満足しましたが、衝突後の車両軌跡を解析した 結果、板厚4.2mmのタイプの方が車両の向きを素早く変 えていることから、車両の誘導性能上有利であると判断 し、この仕様で性能確認試験を行うこととしました。

## 4 防護柵性能確認試験の実施

性能確認試験は、高速道路に設置できるA種の実 車衝突試験を国土交通省国土技術政策総合研究所 内の衝突試験施設で平成24年1月に行いました。

試験条件は、以下の通りです。

### 【試験条件】

・防護柵種別:Am種

・防護柵形式:ケーブル型たわみ性車両用防護柵

基 礎 種 類:土中用基礎(両端アンカー)

性能確認試験の結果、車両の逸脱防 大型車が防護柵を突破されない強度が 安全性能は、乗用車が横転・転覆すること れました(写真-5)。

乗用車の前部は破損していていますが、 され、最大加速度も95.2m/s²/10msと小さ

150m/s<sup>2</sup>/10msを満足し、緩衝機能が確認されました。 防護柵の変形性能においても、最大進入行程は大型 車:1.48m、乗用車:1.02mと基準の1.5m以下という値を 満足しました。車両の誘導性能においては、離脱速度が 衝突速度の6割以上(大型車83.1%、乗用車66.1%)、離

> 脱角度が衝突角度の6割以 下(大型車0%、乗用車35.7 %)と規定を満足しました。

> その結果、「防護柵設置 基準・同解説 | に定めるAm 種の試験項目に対し、全て 基準値を満足したことが明 らかになりました(表-1)。



#### 表-1 性能確認試験結果

測定項目		条件区分	計測項目	試験結果(基準の合否)
車両の逸脱 防止性能	万護柵の 強度性能	A	防護柵の損傷	・大型貨物車が突破しない強度を有すること。 ○部材の切断等はなく、ケーブル、支柱などにより防護柵が連続保持されている。
	防護柵の 変形性能	Α	最大進入行程	・車両の進入行程が1.5m以下であること。 ○最大進入行程は、1.48mであり、必要とする変形性能を有している。
乗員の安全性能		В	車両重心加速度	•10ms移動平均値が150m/s²/10ms未満であること。 ○X:66.9m/s²/10ms (防護柵軸方向) ○Y:95.2m/s²/10ms (防護柵横軸方向)
車両の誘導性能		共通	車両の挙動	<ul> <li>・車両は防護柵に衝突後、横転などを生じないこと。</li> <li>○乗用車は横転・転覆することなく誘導された。</li> <li>○大型車は防護柵から離れなかったが、離脱の方向に進行しており、横転・転覆することなく安定した姿勢で誘導された。</li> </ul>
		共通	離脱速度	<ul> <li>・離脱速度は衝突速度の6割以上であること。</li> <li>○衝突条件A:衝突速度 52.2km/hの83.1%(43.4km/h)</li> <li>○衝突条件B:衝突速度 100.6km/hの66.1%(66.5km/h)</li> </ul>
		共通	離脱角度	<ul> <li>・離脱角度は衝突角度の6割以下であること。</li> <li>○衝突条件A:衝突角度 14.9度の0%(0度)</li> <li>○衝突条件B:衝突角度 20.7度の35.7%(7.4度)</li> </ul>
構成部材の飛散防止性能		共通	部材の飛散状況	<ul><li>・車両衝突時に防護柵構成部材が大きく飛散しないこと。</li><li>○付属品が飛散したが、主要部材ではなく、大きな事故につながらないことから、飛散防止性能を満足していると判断した。</li></ul>



写真-5 性能確認試験での衝突時の状況 (上:大型貨物車、下:普通乗用車)

## 5 おわりに

ワイヤーロープ式防護柵は、従来の中央分離施設より、設置費用を抑え、衝突時の衝撃を吸収するので、死亡事故などの重大事故防止が期待され、高規格道路暫定2車線区間や地域高規格道路などへの適応が考えられます(写真-6)。

本研究では、正面衝突事故防止など道路の安全性、 円滑性の向上に資する新しい道路施設として期待される ワイヤーロープ式防護柵を我が国に導入するにあたって の課題を様々な観点から検討し、試験を行ってきました。

その結果、平成24年1月に行った性能確認試験により、防護柵設置基準に定める分離帯用Am種(高速

道路)の基準を満足する仕様が確認され、日本国内への導入が可能となりました。平成24年11月10日には、新たに開通する道央自動車道・大沼公園IC~森IC間の一部区間(約1.6km)で試行導入されます。

今後は、一般国道(B種)に適合する仕様の検討や 実験の実施、また、実道への設置に向けて、設置条件 (道路線形、構造物箇所等)に適した細部構造や効率 的な施工方法、適切な維持管理方法等の検討を引き 続き行う予定です。

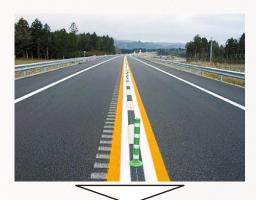




写真-6 活用が期待される道路構造イメージ (上:従来のラバーポール 下:ワイヤーケーブル防護柵)

#### 参考文献

- 1)防護柵の設置基準・同解説、(社)日本道路協会、平成20年1月
- 2) 平澤匡介、宗広一徳:スウェーデンの道路構造·交通安全対策に関す る調査、寒地土木研究所月報、平成21年2月