

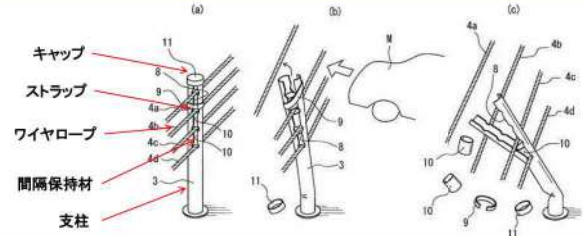
緩衝型のワイヤロープ式防護柵



CERI 80th Anniversary 国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所

緩衝型のワイヤロープ式防護柵とは

高いじん性を有するワイヤロープと、比較的強度が弱い支柱により構成され、車両衝突時の衝撃に対して主にワイヤロープの引張りで抵抗する防護柵。表裏がなく、支柱が設置できる空間があれば、容易に設置、撤去が可能のため、既存道路への設置や、狭い幅員の分離帯用として使用することが有利。



2

開発の背景



- 中央分離帯がない郊外部2車線道路で正面衝突事故が多発。
- 2車線道路に中央分離帯を設けるためには、事故時の通行の妨げとならないように幅員の確保が必要。その結果、多額の設置コストが必要。

3

既存の防護柵



4

2車線道路の分離施設に適した新型防護柵の開発目標

- 設置に必要な道路空間が少ないこと
- 高い安全性をもつこと
- 柵の設置と撤去が容易であること
- 低コストであること

5

ワイヤロープ式防護柵の特徴

1. 高い衝撃緩和性能

車両衝突時に中間支柱が倒れ、ワイヤロープのたわみが車両の衝撃を緩和して、安全に誘導。従来の防護柵と比べて、乗員が受ける衝撃が小さくなるので高い安全性を確保。端末部は埋め込み式。



車両が受ける衝撃を緩和 細い支柱

2. 狭い幅で設置が可能

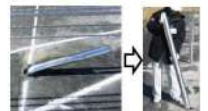
細い支柱にワイヤロープを通してあるので、表裏がなく、設置幅が少ない。その結果、防護柵設置に伴う工事費用縮減が可能。



支柱は人力で脱着し、開口部を設置

3. 容易に開口部を設置

事故等の緊急時には、人力のみで容易にワイヤロープと支柱を取り外し、どこでも開口部を設けることが可能。



破損した支柱を取り外し、スリーブに挿入

4. 短時間で復旧完了

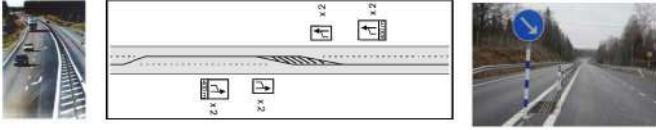
事故後の復旧作業は、破損した支柱を取り外し、新しい支柱を舗装下のスリーブに挿入し、ワイヤロープを再緊張して完了。すべて人力で作業できるので、短時間で補修作業を完了することが可能。

6

欧米における導入背景

スウェーデン

- 13mの広幅員2車線道路(約3,500km)を追い越し車線を交互に配置する2+1車線に再構築し、中央にワイヤロープ式防護柵を採用(1991年~試験設置、1993年~導入)
- 設置費(製品価格、工事費含む)は、ワイヤロープ:約200SEK/m、ガードレール:約400SEK/m、コンクリート:約600SEK/m
- 2009年から狭幅員2+1車線道路の施策として2車線道路の中央に設置



米国

- 2001年、英国・Brifen社のワイヤロープ式防護柵を連邦道路局(FHWA)が認可
- 続いて、スウェーデンのBlue System社、米国のTrinity社、Gibraltar社、Nucor社の製品が認可
- 米国では、上下線の分離されている広幅員の中央帯にワイヤロープ式防護柵を設置

日本製品と海外製品の違い

- ワイヤロープが5本: 大型車両への対応、衝突時のみ出し量低減



- 端末を一直線に配置: 端末部や重ね合わせ箇所での設置幅低減



日本の技術基準 防護柵設置基準(2004年3月31日 道路局長通達)

車両の逸脱防止性能

- 強度性能 突破されないこと
- 変形性能 最大進入行程が基準値以内

乗員の安全性能

車両の受ける加速度が基準値以内

車両の誘導性能

車両が横転しないこと、
離脱速度、離脱角度が衝突時の6割以下

構成部材の飛散防止性能

構成部材が大きく飛散しないこと



防護柵性能確認試験(A種:高速道路)

- 場所 国土技術政策総合研究所構内

- 日時
乗用車: 2012年1月12日(木)
大型車: 2012年1月18日(水)

条件

中央分離帯用Am: 高速道路の一般区間用
乗用車: 衝突速度100km/h、衝突角度20度
大型車: 衝突速度52km/h、衝突角度15度

項目

車両の逸脱防止性能 乗員の安全性
車両の誘導性能 構成部材の飛散防止性能



試験車両(大型車)



防護柵設置状況(端末)

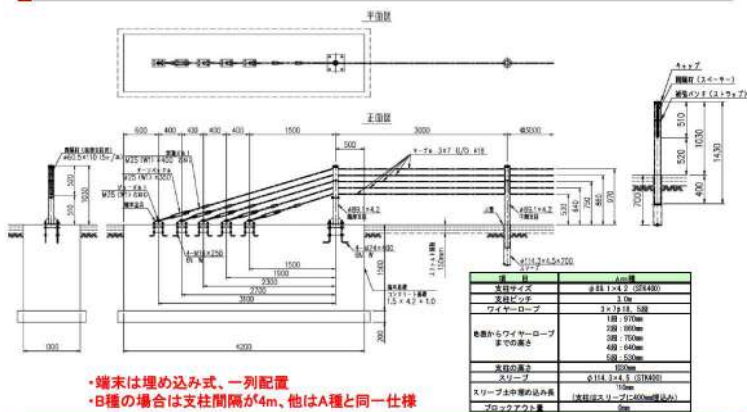


防護柵設置状況(中間支柱)



試験車両(乗用車)

ワイヤロープ式防護柵の諸元



- 端末は埋め込み式、一列配置
- B種の場合は支柱間隔が4m、他はA種と同一仕様

性能確認試験 衝突状況(A種, B種)



分離帯用A種の衝突試験の状況(2012年1月)



分離帯用B種の衝突試験の状況(2014年3月)



大型車の防護柵衝突後の軌跡(2012年1月)



大型車の防護柵衝突後の軌跡(2014年3月)

(A種:高速道路)

(B種:一般道路)

性能確認試験 衝突後の状況(A種, B種)



衝突後の防護柵の破損状況(2012年1月)



衝突後の防護柵の破損状況(2014年3月)



衝突後の乗用車と大型車の破損状況(2012年1月)



衝突後の乗用車と大型車の破損状況(2014年3月)

(A種: 高速道路)

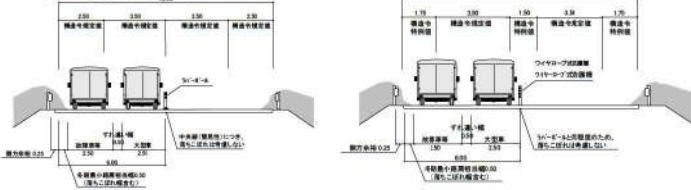
(B種: 一般道路)

防護柵性能確認試験(A種, B種)

| 性能確認項目 | | 性能規定 | A種性能確認試験結果 大型車: 平成24年1月18日 乗用車: 平成24年1月12日 | B種性能確認試験結果 大型車: 平成26年3月12日 乗用車: 平成26年3月6日 |
|-------------|---|---|---|---|
| 車面の逸脱防止性能 | 防護柵の強度性能 | 大型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た。 | 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た。 |
| | 防護柵の変形性能 | 大型車の最大進入行程 ・A種: 1.5m以下 ・B種: 1.1m以下 | 大型車: 1.490m | 大型車: 0.65m |
| 乗員の安全性能 | 乗用車を受ける重心加速度 ・A種: 150m/s ² /10ms未満 ・B種: 90m/s ² /10ms未満 | 防護柵軸方向: 66.9 m/s ² /10ms 防護柵横軸方向: 95.2 m/s ² /10ms | 防護柵軸方向: 82.0 m/s ² /10ms 防護柵横軸方向: 44.6 m/s ² /10ms | |
| | 車面の誘導性能 | 車面は防護柵に衝突後、横転などを生じないこと | 乗用車は横転・転覆することなく誘導された。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。 | 乗用車は横転・転覆することなく誘導された。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。 |
| 構成部材の飛散防止性能 | 飛散防止性能 | 乗用車衝突時に防護柵構成部材が大きく飛散しないこと | 付属品が飛散したが、主要部材ではなく、飛散防止性能を満足している。 | 付属品が飛散したが、主要部材ではなく、飛散防止性能を満足している。 |
| | 飛散防止性能 | 乗用車衝突時に防護柵構成部材が大きく飛散しないこと | 付属品が飛散したが、主要部材ではなく、飛散防止性能を満足している。 | 付属品が飛散したが、主要部材ではなく、飛散防止性能を満足している。 |

実用化に向けて ~暫定2車線道路への導入~

○大型車すれ違い走行試験



ラバーポール区間



ワイヤロープ区間

衝突時のみ出し量を低下させるロープ連結材の開発

ロープ連結材は、スパイラル状の鋼線を数本撚り合わせ、内側に強力な摩擦力を持つ研削材が塗布された鋼材。一方を最上段のロープに固定し、もう一方を最下段のロープの下を通した後に再び最上段のロープに固定。



摩擦力を増加する研削材



ロープ連結材の取り付け時間は1カ所当たり約1分

ロープ連結材の効果

ロープ連結材は、大型車が衝突した時に、下段のロープが車体下部に巻き込まれることを防ぎ、できるだけ多くのロープが車体を捉えることにより、対向車線へのみ出しを低減させる。また、張力が低下しても、性能を確保することにも効果を発揮することが期待される。乗用車が衝突した時に、車両の潜り込みを防止する。



H23 ロープ連結材なし



H28 ロープ連結材あり
最大進入行程: 1.05mから0.94mに低下し、上段ロープの押し上げ防止に効果を発揮



H23 ロープ連結材なし H28 ロープ連結材あり
前輪タイヤのロープ押し下げ(3本から1本に)防止に有効
最大進入行程: 1.48mから0.985mに低下
(※張力12kNの衝突実験においても0.95mを記録)

性能確認試験 衝突状況(ロープ連結材有無)



分離帯用Am種の衝突試験の状況(2012年1月)



分離帯用Am種の衝突試験の状況(2016年3月, 8月)



大型車の防護柵衝突後の軌跡(2012年1月)

(A種: 高速道路)ロープ連結材無し



大型車の防護柵衝突後の軌跡(2016年3月, 8月)

(A種: 高速道路)ロープ連結材有り