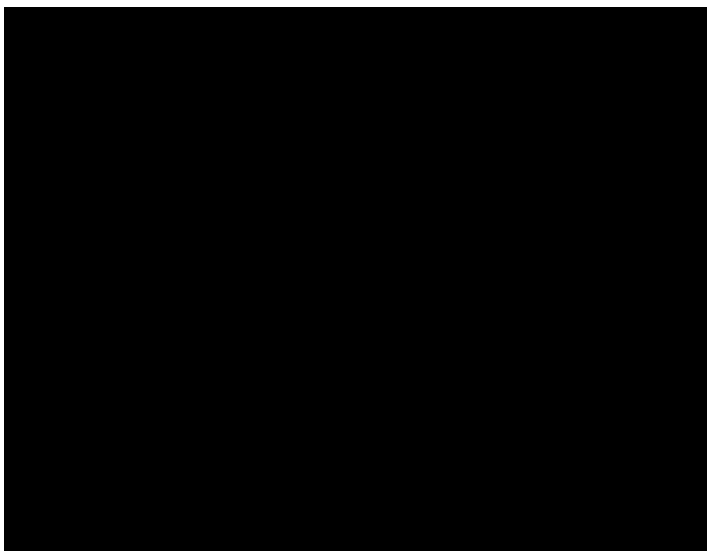


緩衝型のワイヤロープ式防護柵

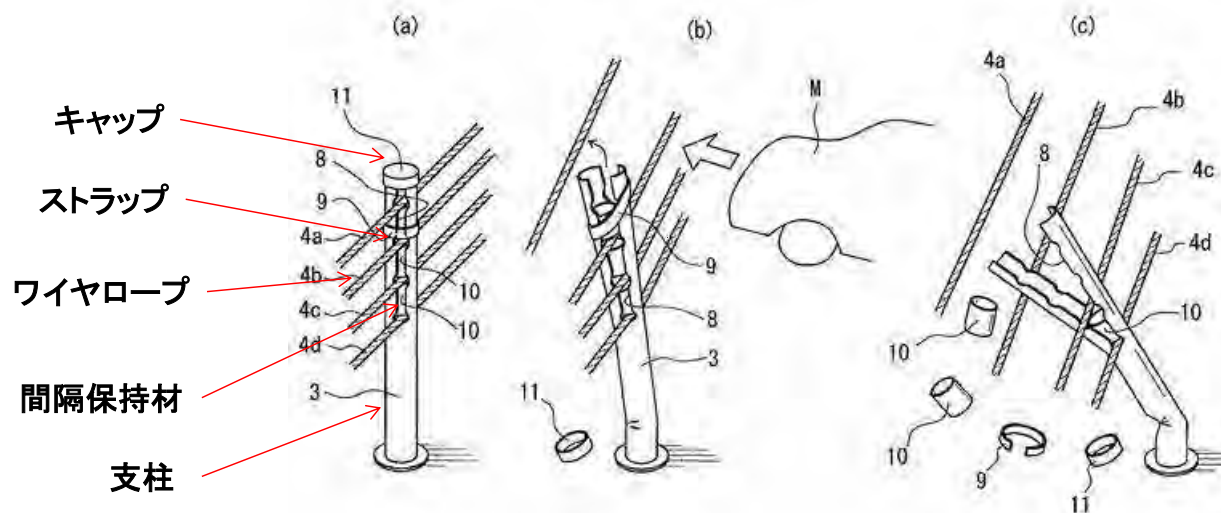


ワイヤロープ式防護柵とは

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、撤去が可能なため、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。



車両衝突時のCGアニメーション



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。

高速道路の暫定2車線道路における正面衝突事故

北海道新聞(夕刊) 2012年(平成24年)6月11日(月曜日)

道東道事故

「中央分離帯なく危険」

少しのミス命取りに

【むかわ】胆振管内 狭く、中央線をはみ出 離れ区間といい、道警は きた死亡交通事故は、むかわ町の道東道で10 した対向車を避ける場 「特にスピードを控え、10日の事故を含め3件日、2人が死亡した多 所も限られる。東日本 安全に走行してほし で計4人が死。すべ 重衝突事故は、中央分 高速道路道交社などい 「と注意を呼びかけ て非分離区間で、すべ 離帯のない「非分離区 による、道内の高速道 ている。(1面参照) に昨年1年間の3件3 間」で発生した。現場 路(高規格道路を含む) 道警によると、今年 人を上回った。過去5 は片側1車線で路肩も のうち4割以上が非分 の道内の高速道路で起 年間の非分離区間の死

北海道新聞(夕刊) 2012年(平成24年)6月11日(月曜日)



多重衝突2人死亡 道東道

【むかわ】10日午後 4時5分ごろ、胆振管内むかわ町離別長和の道東道で、千歳方向へ走行中の乗用車が対向してきた車3台に相次いで衝突するなどの多重衝突事故があつた。2台が炎上し、運転していた帯広市西19南4、会社役員村元大介さん(38)と、40代とみられる男性が死亡した。残る2台を運転していた帯広市の男性会社員と、千歳方向に走行していた村元さんの乗用車が、対向してきた会社員の乗用車と接触、さらに後ろの乗用車と正面衝突した。その後、後続の同体乗員の乗用車に接触した車の部品がぶつかったという。正面衝突した2台は炎上し、村元さんは車外に投げ出され、全身を強く打って間もなく死。もう1台の男性は、事故当時、路面は雨でぬれていたという。事故の影響で、道東道の夕暮10〜むかわ離別10間が約5時間半通行止めとなった。

既存の防護柵



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

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。

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。

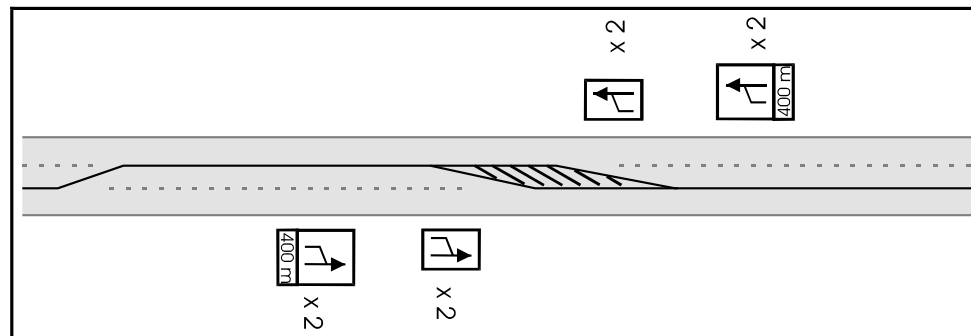


破損した支柱を取り外し、スリーブに挿入

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、衝突時のはみ出し量低減



道央道



Brifen社



Trinity社



Blue System社

- ・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



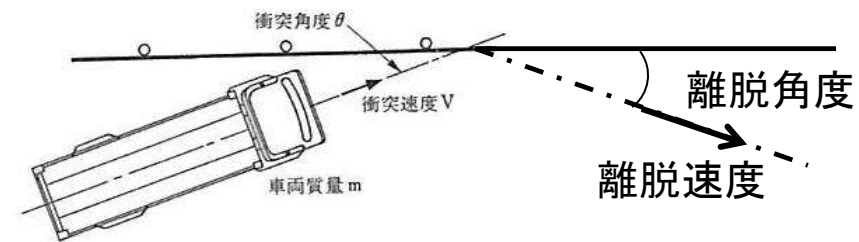
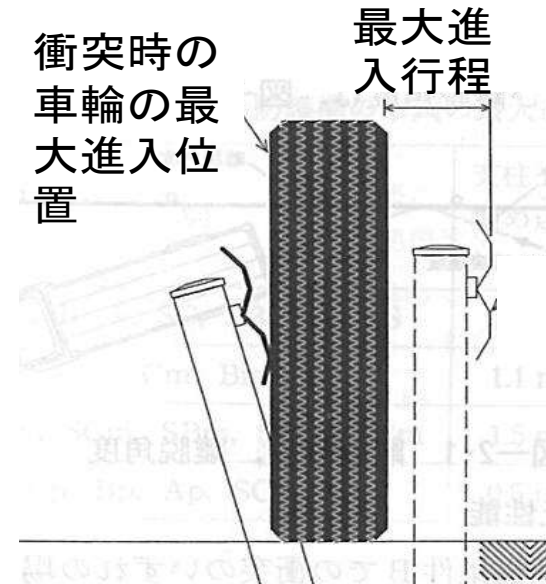
道央道



オーストラリア

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,
 - 離脱速度が衝突時の6割以上
 - 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

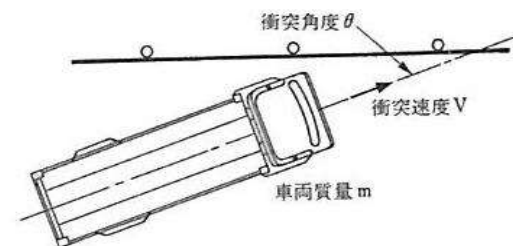
・項目

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)

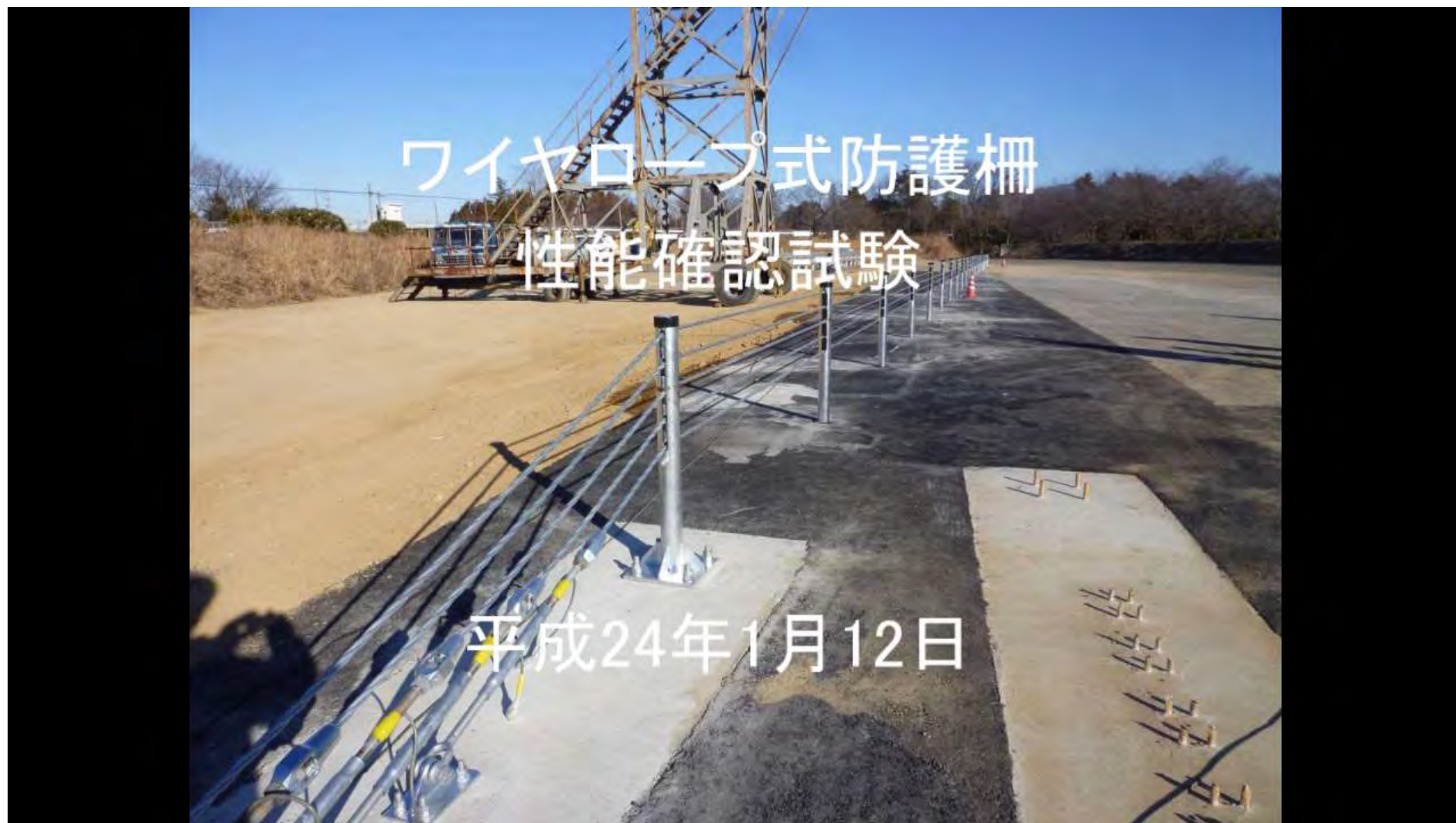


防護柵設置状況 (中間支柱)



試験車両 (乗用車)

防護柵性能確認試験(A種:高速道路)



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
車両の 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：1.480m	大型車：0.65m
乗員の安全性能		乗用車が受ける重心加速度 ・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
車両の誘導性能		車両は防護柵に衝突後、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。
		離脱速度： 衝突速度の6割以上	大型車：52.2km/hの83.1% (43.4km/h) 乗用車：100.6km/hの66.1% (66.5km/h)	大型車：35.0km/hの66.9% (23.4km/h) 乗用車：60.3km/hの62.7% (37.8km/h)
		離脱角度： 衝突角度の6割以下	大型車：0度 (衝突角度14.9度の0%) 乗用車：7.4度 (衝突角度20.7度の35.7%)	大型車：0度 (衝突角度14.6度の0%) 乗用車：4.8度 (衝突角度20.4度の23.5%)
構成部材の 飛散防止性能		車両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。

施工方法 ～スリーブ施工～



- スリーブの打込みはガードレール支柱打込み機による機械打込みを使用
- アスファルト舗装の削孔はφ120mm
- 支柱打込み機は舗装面まで支柱を打ち込めないので、打ち込みアタッチメントが必要



施工方法 ～ワイヤロープ設置～



支柱建込み



中間支柱



端末金具の取り付け



端末部の索端金具



ワイヤロープの設置



中間ターンバックルの取り付け

施工方法 ～ワイヤ緊張・ターンバックル取付～



端末基礎にアンカー取り付け



クレーンでワイヤロープを緊張



レバーブロックで仮緊張



ケーブルカッターで切断



中間ターンバックルの取り付け



張力計で所定の張力を確認

実用化に向けて ～緊急時の支柱の取り外し～



約7分で取り外し、開放区間の設置を完了！

ワイヤロープ式防護柵専用ゴム製デリネーターの開発

- 衝突時に飛散しない
- 車両衝突時に飛散しても、当事者や第三者に被害を及ぼすことがない
- デリネーターは軽量、かつ、弾性に富む合成ゴム製
- 下部に2つの貫通孔を設け、バンドで最上段のケーブルに結束
- 支柱上部が変形した場合、柔軟に追従



取り付け状況



バンドによりワイヤーに固定



取付け高さ1.2m



衝突直後



車両衝突時においても飛散しない



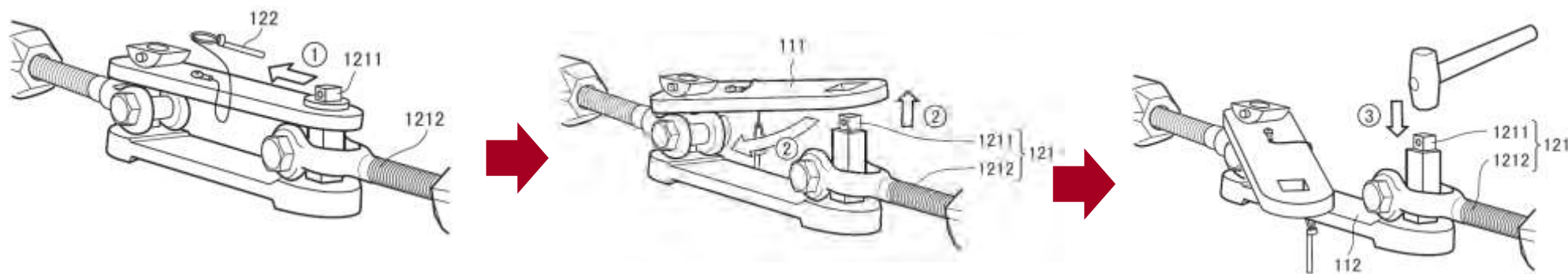
ロープ上段にとどまる

緊急時の支柱の取り外し ～緊急開放金具の開発～

緊急開放金具は、ワイヤロープの中間部に取り付けられ、ワイヤロープの連結および取り外しをするための金具である。取り外しの際には、ピンを抜いて、プレートを外し、一方をワイヤロープに固定しながら、もう一方を石頭ハンマー等の打撃により、ワイヤロープから取り外すことができる。作業員が1人で迅速、かつ、簡単に取り外すことができ、かつ、復旧時も、張線器や掴線器を使い、少人数で迅速、かつ、簡単に連結すること出来る。



緊急開放金具の設置状況



緊急開放金具の使用方法

導入事例 道央自動車道(L=1.6km)

- 国内初の導入事例
- 2車区間に導入，規制速度が80キロに緩和

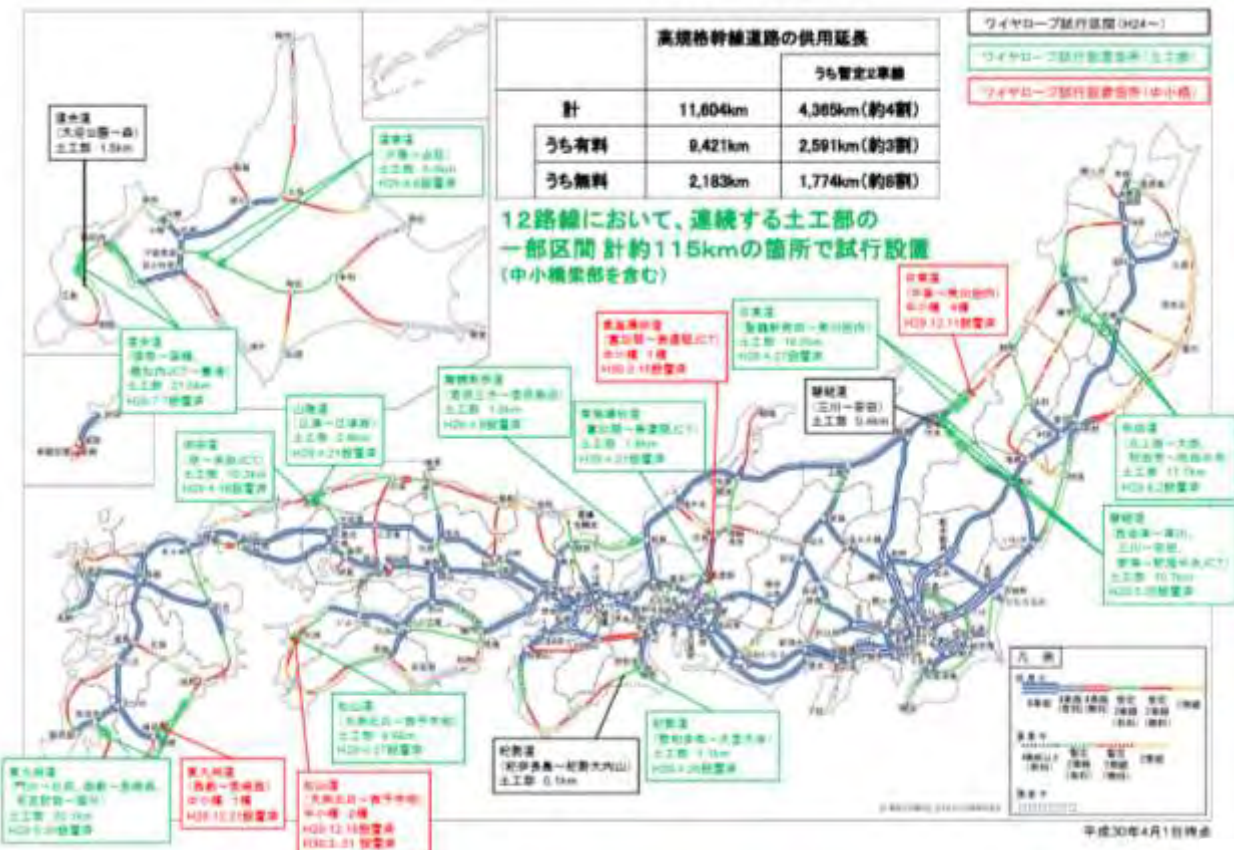


導入事例 一般国道275号天北峠

- 一般国道で全国初
- 2.1kmの登坂車線区間中に約320mを導入
- 曲線半径210m, 最大縦断勾配4.6%



高速道路暫定二車線区間への試行導入と安全性の検証



- ・国交省は平成28年12月に高速道路暫定二車線区間の正面衝突事故対策として、ラバーポールに代えてワイヤロープを試行設置し、安全対策の検証を行うと発表
- ・既存幅員内でのワイヤロープ設置の適用性を検証
- ・全国の暫定二車線区間約1,000km(土工区間)のうち、約100kmを平成29年春から設置検証
- ・検証にあたり技術検討委員会を設置

ワイヤロープ試行設置箇所:H30.4.1(国土交通省HPから)

- ・平成29年3月1日、NEXCO3社は、関係機関等と協議を実施した結果、12路線で計約113.3kmの区間(東日本約70.2km、中日本約4.4km、西日本約38.7km)にワイヤロープを試行設置し、平成29年12月からは、ワイヤロープ設置済区間中の中小橋8橋(計1.7km)に試行設置

暫定2車線区間 導入事例 浜田自動車道 旭IC～浜田JCT (10.3km)



暫定2車線区間 導入事例 道央道・東海環状道・東九州道



道央自動車道(黒松内JCT～豊浦IC)



東海環状自動車道(富加関IC～美濃関IC)



東九州自動車道(西都IC～宮崎西IC)



東九州自動車道(末吉財部IC～国分IC)

ワイヤロープ試行結果(1) 事故防止※

○ワイヤロープ試行設置区間における対向車線への飛び出し事案は1件のみ。

○ワイヤロープ試行設置区間における死亡事故は0件。

会社	道路名	IC間	WR延長 (km)	IC区間の 距離	H29年度WR設置箇所			(参考)H28飛び出し事故※1			
					飛び出し 事故	WR接触事案		総数	死亡	負傷	
						うち死亡	うち負傷				
東	道央道	篠部IC～八雲IC	8.0	16.1	0	14	0	1	1	0	0
		八雲IC～国後IC	6.4	21.7	0	13	0	0	3	1	0
		鳳松内JCT～豊浦IC	6.6	18.2	0	10	0	0	2	0	0
	道東道	夕張IC～むかわ穂別IC	3.0	14.4	0	6	0	0	3	0	0
		むかわ穂別IC～占冠IC	2.0	20.1	0	5	0	0	10	1	1
	秋田道	北上西IC～湯田IC	2.2	21.6	0	1	0	0	2	0	0
		湯田IC～横手IC	5.7	20.3	0	7	0	0	4	0	1
		横手IC～大曲IC	6.3	20.9	1	18	0	0	1	1	0
		秋田南IC～秋田中央IC	3.5	7.0	0	7	0	0	3	0	0
	日東道	聖籠新発田IC～中条IC	8.3	11.2	0	25	0	0	2	0	1
		中条IC～荒川胎内IC	8.2	9.7	0	37	0	1	2	1	0
	磐越道	西会津IC～津川IC	3.4	22.4	0	6	0	0	2	1	0
		三川IC～安田IC	2.5	14.9	0	7	0	0	0	0	0
新津IC～新潟中央JCT		4.8	5.7	0	25	0	1	3	1	0	
小計			70.9	224.2	1	181	0	3	38	6	3
中	東海環状道	富加IC～美濃関JCT	1.8	7.0	0	9	0	0	1	0	0
	紀勢道	勢和多気IC～大宮大台IC	1.1	13.4	0	3	0	0	0	0	0
	舞鶴若狭道	若狭三方IC～若狭美浜IC	1.5	7.2	0	7	0	0	0	0	0
	小計			4.4	27.6	0	19	0	0	1	0
西	浜田道	旭IC～浜田JCT	10.2	16.1	0	14	0	0	0	0	0
	山陽道(江津道路)	江津IC～江津西IC	2.8	5.1	0	1	0	0	0	0	0
	松山道	大洲北只IC～西寺宇和IC	6.7	15.7	0	5	0	0	2	0	0
	東九州道	門川IC～日向IC	3.0	13.9	0	3	0	0	3	1	2
		西都IC～宮崎西IC	8.9	16.8	0	7	0	1	0	0	0
		末吉財部IC～國分IC	8.2	22.3	0	8	0	0	1	0	1
小計			39.8	89.9	0	38	0	1	6	1	3
合計			115.1	341.7	1	238	0	4※2	45	7	6

※1 「(参考)H28飛び出し事故」は、同IC区間におけるH28年1年間の事故件数のうち、事故形態が「中央分離帯乗越し」「対向車衝突」「車線分離帯乗越し」「中央線突破(対面区間)」を対象。

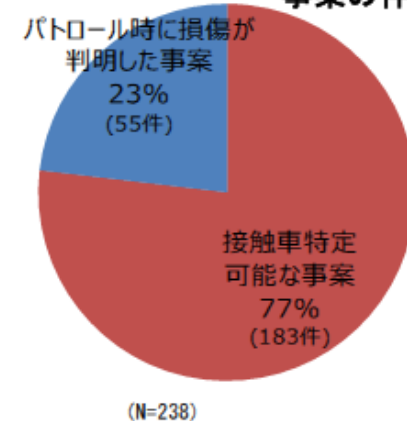
※2 4件の負傷事故のうち3件は軽傷、停止車両に衝突して重傷が1件。

※3 データ期間：ワイヤロープ設置から2018/3/31まで。

<ワイヤロープ設置区間における対向車線への飛び出し事故の比較>

	H29年度WR 設置区間	(参考)H28 飛び出し事故
対向車線飛び出し事故	1件	45件
うち死亡事故	0件	7件
うち負傷事故	0件	6件

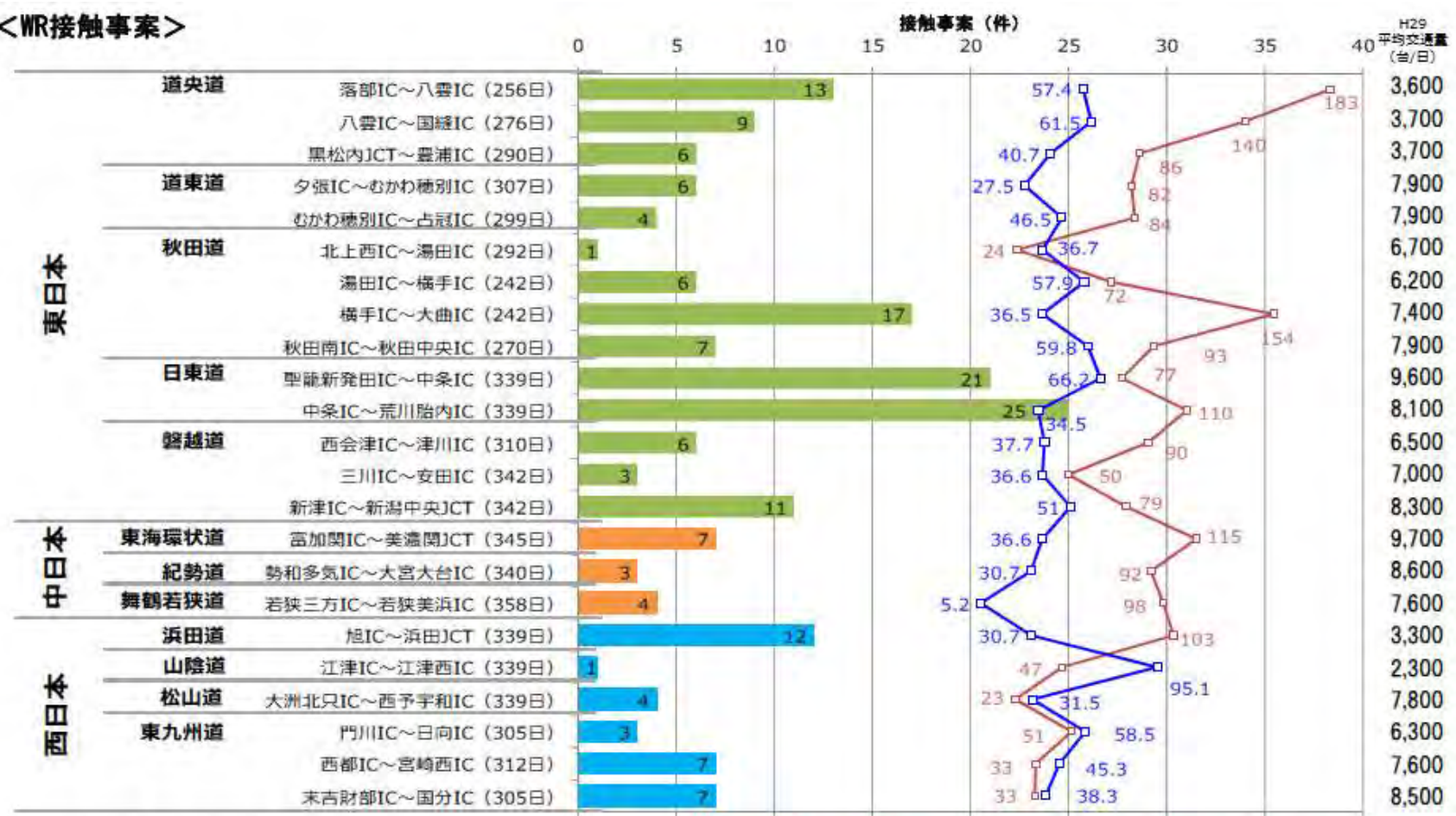
<支柱等の損傷が発見された事案の件数>



※当て逃げによりパトロール時に損傷を発見した事案を『パトロール時に損傷が判明した事案』と分類。但し、当て逃げ後にPA等から自ら通報したものは『接触車特定可能な事案』に分類。

ワイヤロープ試行結果(2) 接触件数※

<WR接触事案>



(N=183: 接触車特定可能な事案を対象)

※ () 内はワイヤロープ設置から2018/3/31までの日数。
 ※各区間のワイヤロープ設置から2018/3/31までの日別交通量から算出した走行台キロを用いて接触率を算出。
 ※平均交通量はH29年日平均データ。
 ※IC区間総事故率はWR試行設置区間を含むIC間の総事故処理件数(ネクスコ調べ)。

—□— WR接触率 (件/億台キロ)
 —□— H28 IC区間の総事故率 (件/億台キロ)

(※国土交通省HPから; http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/front_accident/index.html)

ワイヤロープ試行結果(3) 正面衝突事故防止事例※



接触時の映像（全25件）から
対向車が確認できるのは12件、
ワイヤロープにより正面衝突事
故を防止

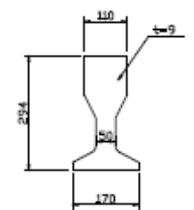
(※国土交通省HPから; http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/front_accident/index.html)

既設橋梁用ワイヤロープ衝突試験

- 橋梁床版に影響を及ぼさないで支柱を固定する方法が必要
- ラバーポールの基礎アンカー金具を使用し、支柱をアスファルト舗装に固定
- 支柱基部に弱軸(縦断方向)、強軸(横断方向)の特性を持つプレートに形状を変更



アンカー金具



基部プレート



- 最大進入行程は、支柱番号8で0.470m
- 支柱ベースプレートの舗装剥離や飛散は無かった
- 支柱番号8~12は、概ね車両進行方向に倒れた

中小橋部での事故防止効果

- 中小橋部のワイヤロープ接触事案は3件。対向車線への飛出し事故および死亡事故は0件
- 3件のうち、接触車特定可能な事案が2件、パトロール時に損傷が判明した事案が1件

会社	道路名	IC間	WR設置 中小橋数	H29年度WR設置箇所※1				設置完了日
				飛出し 事故	WR接触事案			
					うち死亡	うち負傷		
東	日東道	中条IC～荒川胎内IC	4橋	0	2	0	0	H29.12.11
中	東海環状道	富加関IC～美濃関JCT	1橋	0	0	0	0	H30. 3.15
西	松山道	大洲北只IC～西予宇和IC	2橋	0	1	0	0	H29.12.15/H30. 3.31
	東九道	西都IC～宮崎西IC	1橋	0	0	0	0	H29.12.21
合計			8橋	0	3※2	0	0	

※1 データ期間：ワイヤロープ設置から2018/3/31まで。

※2 3件のうち1件はパトロール時に損傷が判明した事案。

<中小橋部 設置前>



<中小橋部 設置後>



<雪堤の状況写真>



※雪堤の高さ、幅ともに土工部と同様。

(※国土交通省HPから; http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/front_accident/index.html)

中小橋部(新たな課題)※

曲線部におけるワイヤロープ支柱傾倒事象 [中小橋部]

- 曲線部（比較的急なR1100）に施工した中小橋ワイヤロープの支柱が傾倒する事象が発生
- 支柱頂部で最大40cm変位、ベースプレート基部に舗装の盛り上がりを確認

概要(支柱傾倒事案)

【事象発見日時】H30.3.26 13:00

【区間】東海環状道 美濃関JCT～富加関IC間

関テクハイ橋(70.83KP付近)

【概要】中小橋部に設置したワイヤロープに傾きが発生したもの

【施工時期】H30.3.12～3.15夜間通行止めにて施工

【支柱傾倒状況】

- ・舗装部のベースプレート基部に盛り上がりが発生
- ・中小橋部の支柱11本すべて傾斜。最大40cm変位

【平面図】

(橋梁諸元) 橋長:22.840m、桁長:22.800m、支間長:22.000m
 (線形条件) 平面線形:R=1100m、縦断勾配:i=2.500%、横断勾配:i=5.000%
 ※中小橋を含むワイヤロープの端末から端末までの設置延長は944m



【全景写真】



【NO.6近景写真】



支柱傾き実測値

No.1	14cm
No.2	25cm
No.3	30cm
No.4	35cm
No.5	40cm
No.6	38cm
No.7	38cm
No.8	38cm
No.9	33cm
No.10	27cm
No.11	17cm
2018.3.27 23時	

(※国土交通省HPから; http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/front_accident/index.html)

ワイヤロープ式防護柵がもたらすもの



- 安全：正面衝突事故防止
- 道路整備効果：高速道路暫定2車線区間では、安全性向上の他に規制速度UPによる時間便益の向上も期待
- 経済性：他の防護柵に比べ低い導入コスト
- 緊急時対応：任意の箇所で部分的に開放区間を設置

問い合わせ先



ワイヤロープ式防護柵HP ; http://www2.ceri.go.jp/wire_rope/index.html



ワイヤロープ式防護柵整備ガイドライン(案)



ワイヤロープ式防護柵標準設計図集



(国研) 土木研究所寒地土木研究所
寒地交通チーム 平澤

Tel. 011-841-1738 Fax. 011-841-9747

E-mail: hirasawa@ceri.go.jp