

選定技術の検証結果について (長大橋梁／トンネル区間)

これまでの流れ

令和元年7月19日
第4回委員会資料(一部修正)

平成28(2016)年12月

新たな取組み方針公表(国交省) 12/20
第1回技術検討委員会 12/26



平成29(2017)年4月

技術公募を開始(ネクスコ3社) 4/25



平成29年11月27日

検証技術の選定結果報告(第2回技術検討委員会) ⇒5技術を選定



平成29年12月～

選定技術の実験等による性能検証



平成30年5月14日

選定技術の性能検証の中間報告(第3回技術検討委員会)



平成30(2018)年12月～

実車衝突実験



令和元(2019)年7月19日

選定技術の性能検証の中間報告(第4回技術検討委員会)



令和2(2020)年8月

テストフィールドでの試行設置



令和3年6月8日

選定技術の性能検証の結果報告(第5回技術検討委員会)



令和3年秋～

現地での試行設置

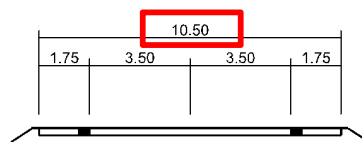
※グレーは第4回以前の技術検討委員会で報告済を示す

技術の公募について

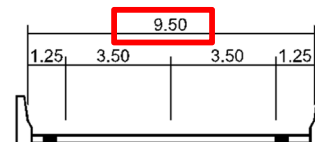
○土工部／中小橋ではワイヤロープの設置を進めているが、長大橋梁／トンネルでは設置や固定方法に課題があるため、平成29年4月～7月の公募により新たな技術開発を行った。

○長大橋梁／トンネルの特徴

土工部／中小橋に比較して幅員が小さい。



土工部の標準幅員



長大橋の標準幅員



トンネルの標準幅員

○設置の課題

①事故発生時の影響

幅員が小さいため、事故時のワイヤロープからの車両のはみだしや支柱の倒れ込みにより、反対車線走行車両に影響を与える可能性がある。

②設置幅の限定

拡幅ができないため、現行と同じ幅に設置する必要がある。

③走行性の悪化

小さい幅員に設置することで、ドライバーが見通しの悪化や圧迫感を感じることで走行性に影響する可能性がある。

④緊急時の対応

幅員が小さいため、事故発生時に車線が閉塞する可能性があり、開口部を設けて滞留車両を反対車線に流出させる必要がある。

○固定方法の課題

⑤固定方法の課題(路面下の構造物の存在)

路面下に床版(長大橋梁)、中央排水工(TN)の既存設備があるため、アンカーなどでそれらの機能を損なわない必要がある。

○公募時の基本要件※

①衝突した際に車両はみだし量が少ないこと

②狭小幅に設置できること

③前方や側方が見通しやすく、視線をさえぎらないこと

④人や車両が上下線を横断できる開口部を設けられること

⑤床版を大きく傷めないこと(長大橋) 中央排水工を大きく傷めないこと(TN)

※公募時に必ず満たすべき要件としたもの。

この他に7つの「期待する要件」がある。(参考資料 P. 12)

公募技術の性能検証

- 応募のあった技術（28技術）から、公募要件との適合性などを評価し、5技術を選定。
- 基本的な性能確認（強度試験、舗装との付着試験など）や車両の逸脱性能等を確認する目的で実車衝突実験を実施。
- その結果、逸脱防止性能や車両の誘導性能等が確認された2技術を最終的に選定した。

応募提案数 28技術 平成29年4月～7月

公募技術の選定 選定5技術
平成29年11月

基本的な性能確認 合格5技術
平成29年12月～

大型車実車衝突実験 合格2技術
平成30年12月～令和2年2月

小型車実車衝突実験 合格2技術
令和元年11月

性能検証の結果 2技術を選定

【選定の考え方】

- ①公募要件（「基本要件」「期待する要件」）の適合性を確認
- ②技術の有効性、開発計画等の提案内容の具体性を確認

5つの基本要件等
を実験にて確認

5技術について大型車
衝突実験を実施

【確認項目】 車両の逸脱防止性能
車両の誘導性能
構成部材の飛散防止性能

大型車実験を合格した2技術に
ついて小型車衝突実験を実施

【確認項目】 車両の誘導性能
乗員の安全性能の確保

○基本的な性能確認



強度試験(重錘試験)



舗装との付着試験

○大型車衝突実験状況



衝突状況



実験後

○小型車衝突実験状況



衝突状況



実験後

※グレーは第4回以前の技術検討委員会で報告済を示す



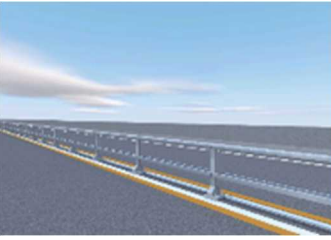

公募技術の性能検証（実車衝突実験）

令和元年7月19日
第4回委員会資料（一部修正）

	公募選定 提案時点	現時点の 開発状況	<p align="center">実車衝突実験（大型車）</p> <p align="center">※グレーは第4回以前の技術検討委員会で報告済を示す</p>
【No.1】			<p>【実施日】平成30年12月18日</p> <p>【結果】大型車突破</p> <p align="center">↓</p> <p>令和元年9月までに改善検討が完了し、再度実車衝突実験を実施（実施日：令和元年12月11日）</p> <p>【結果】大型車突破（⇒開発終了）</p>
【No.2】			<p>【実施日】令和元年7月5日</p> <p>【結果】大型車は突破せず、車両進行方向に誘導</p> <p align="center">↓</p> <p>小型車実験も突破せず</p> <p align="center">↓</p> <p>逸脱防止性能や車両の誘導性能等を有することを確認</p>
【No.3】			<p>【実施日】平成30年12月6日（1回目） 令和元年6月12日（2回目）</p> <p>【結果】大型車突破（1回目、2回目ともに）</p> <p align="center">↓</p> <p>令和元年9月まで改善を検討したが、これ以上の検討を断念（⇒開発終了）</p>

公募技術の性能検証（実車衝突実験）

令和元年7月19日
第4回委員会資料（一部修正）

	公募選定 提案時点	現時点の 開発状況	実車衝突実験
【No.4】			<p>【実施日】令和元年8月2日</p> <p>【結果】大型車は突破せず、車両進行方向に誘導</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>小型車実験も突破せず</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="color: red;">逸脱防止性能や車両の誘導性能等を有することを確認</p>
	鉄筋コンクリート製の壁部材を、継手により縦断方向に連結して一体性を持たせ、鋼板を介して摩擦力により抵抗し、舗装面に設置する構造		
【No.5】			<p>【実施日】令和元年5月24日</p> <p>【結果】大型車突破</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>令和元年9月までに改善検討が完了し、再度実車衝突実験を実施（実施日：令和2年2月14日）</p> <p>【結果】大型車は突破しなかったものの、支柱の一部が大きく飛散（⇒開発終了）</p>
	アルミ合金製の2本のビームを取り付けた支柱をアンカーボルトにて固定する構造		

※グレーは第4回以前の技術検討委員会で報告済を示す

公募技術の性能検証（結果）

○性能検証により選定された技術について、5つの要件（公募時の基本要件）を満たしていることを確認。

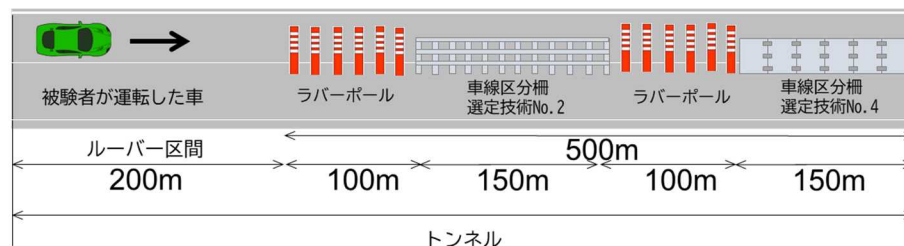
公募時の基本要件	①はみだし量が少ない	②狭幅員へ設置可能	③見通しがよく視線を遮らない	④開口部が設けられる	⑤構造物を傷めない
基本的な性能確認	一部確認 (強度試験等)	確認 (実物を確認)	確認 (設置状況を確認)	確認 (構造を確認)	確認 (実物を確認)
実車衝突実験	確認 (衝突実験) 3技術は不合格	一部確認 (実物を確認)	一部確認 (設置状況を確認)	—	一部確認 (実物を確認)
確認状況	済	済	済	済	済

長大橋梁／トンネル区間は、土工部／中小橋に比べ幅員が小さいため、別途、テストフィールドで確認

テストフィールドでの現地検証

【目的】 長大橋梁／トンネル区間は、土工部／中小橋よりも幅員が小さいため、実道での試行設置に先立ち、路外の実大トンネル実験施設にて、ドライバーに対する圧迫感や視認性、開口部の設置における容易性の再確認を行うため。

【場所】国総研実大トンネル実験施設



- 現地検証する場所は圧迫感などの条件が厳しい閉塞空間となるトンネルで実施した。
- 「選定技術No.2」と「選定技術No.4」の供試体を同じヤードに並べて設置。
- 比較用として、ラバーポール区間も設置。

【確認内容】

必要な以下の特性を確認

- ③運転上必要なドライバーの視線をさえぎらないこと
- ④非常時に、容易に撤去し開口部を設けることが可能であること

③運転上必要なドライバーの視線を遮らないこと

- テストフィールドで試験走行を実施し、ドライバーに視認性や圧迫感等のアンケートを実施。
- 次頁以降のアンケート結果より、運転上必要なドライバーの視線が遮られている状態にはないと考えられる。

<試験概要>

- 試験実施場所：国土交通省 国土技術政策総合研究所
- 試験実施日時：2020年8月13日(木)
- 試験参加者：大型ドライバー10名、小型ドライバー20名
- 実施方法：被験者に実際に走行してもらい、ラバーポールと比較した時の所感を点数化して記入。



<試験時の様子>

○ラバーポール区間から連続して走行し、その違いについて感想をアンケート



従来のラバーポール区間



No2 技術



No4 技術

■試験ケース：以下の3ケースについて評価を実施

①対向車無し



②対向車小型車有り



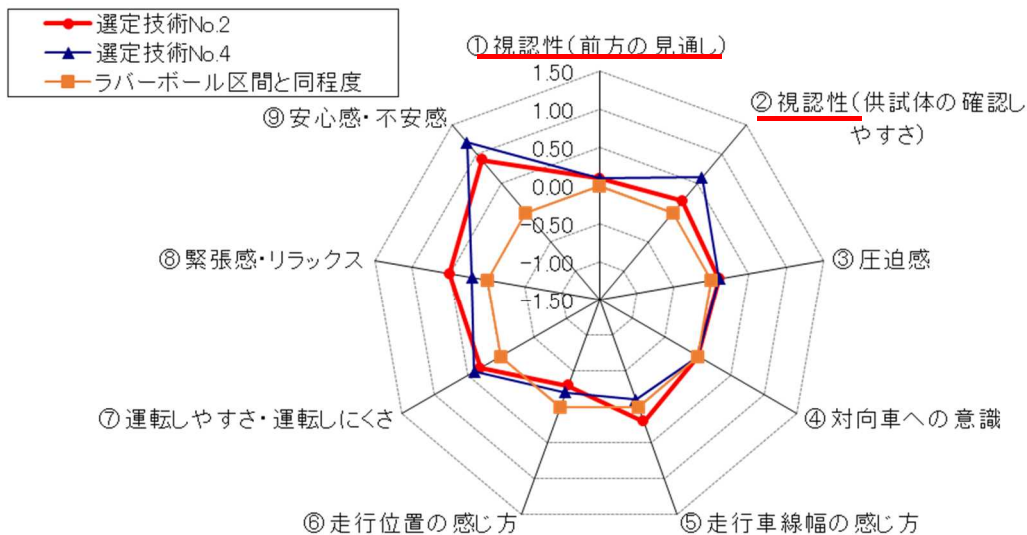
③対向車大型車有り



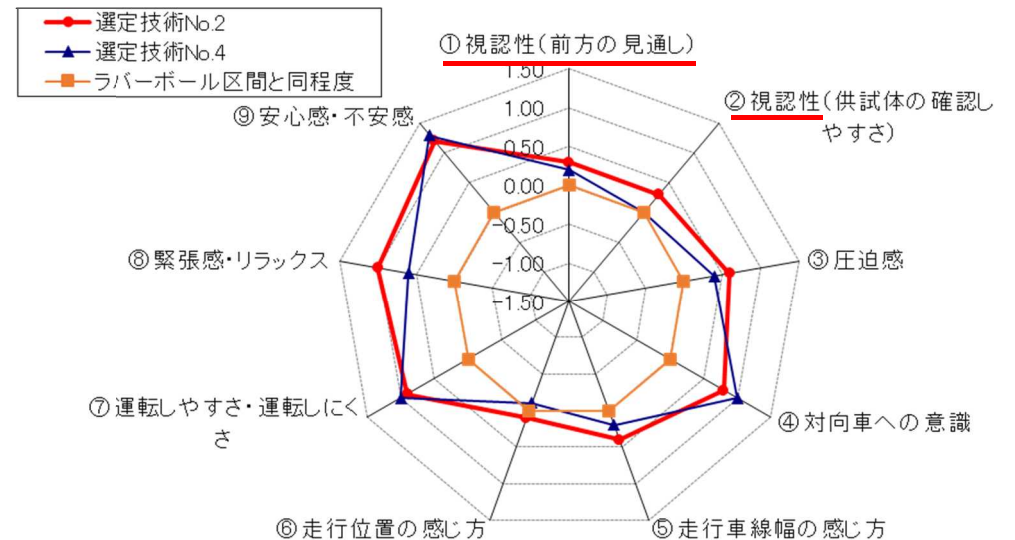
ドライバーアンケート（結果）

- 「視認性」についてはNo2、No4ともにラバーポールと同等以上であった。
- また、「安心感・不安感」や「緊張感・リラックス」の評価が高く、それ以外の評価についてもラバーポールと比べ遜色ない結果であった。

小型車（対向車なし）



小型車（対向車大型車）



アンケート方法

〈例〉 問1-1 供試体を設置したトンネル区間を走行した際に、前方の見通しはどう感じましたか。手前のラバーポール区間と比較して、供試体区間の方が…？

前方が見づらい ← 同程度 → 前方が見やすい

5 4 3 2 1 0 1 2 3 4 5

ラバーポールと同じ程度を0点として、
 プラス評価（～5点）、マイナス評価（～-5点）で評価

凡例

確認項目	評価平均値	
	マイナス評価	プラス評価
① 視認性(前方の見通し)	前方が見づらい	前方が見やすい
② 視認性(供試体の確認しやすさ)	確認しづらい	確認しやすい
③ 圧迫感	圧迫感があった	圧迫感がなかった
④ 対向車への意識	対向車が気になった	対向車が気にならなかった
⑤ 走行車線幅の感じ方	幅が狭く感じた	幅が広く感じた
⑥ 走行位置の感じ方	左寄りを行なった	右寄りを行なった
⑦ 運転しやすさ・しにくさ	運転しにくかった	運転しやすかった
⑧ 緊張感・リラックス	緊張感を感じた	リラックスして運転できた
⑨ 安心感・不安感	不安を感じた	安心感を感じた

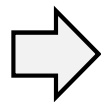
④非常時に、容易に撤去し開口部を設けることが可能であること

- テストフィールドで実際に開口部設置を試験的に行った。
 - ・持ち運び可能な器具を用いて、容易な作業で開口部設置可能なことを確認。
 - ・どちらも短時間で、開口部設置可能なことを確認。
- 非常時に、容易に撤去し開口部を設けることが可能。

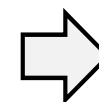
No2 技術



作業前



作業状況

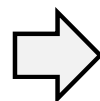


開口設置後

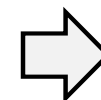
No4 技術



作業前



作業状況



開口設置後

【開口設置（20m相当）時間】

- No2 34分（部材をすべて分解したテストフィールド実験時）
- 22分（別途検証した6m柵のユニットのまま撤去して開口を設けた場合）
- No4 11分

長大橋梁／トンネルのまとめ

選定技術の検証結果

- 長大橋梁／トンネル区間は土工部／中小橋に比べ幅員が小さく、設置や固定方法などの課題があるため適用可能な技術を公募し、応募提案数28技術のうち、5つの基本要件と7つの期待する要件を満足する5技術を選定した。
- 選定した5技術で実車衝突実験などの性能検証を実施した結果、2技術が合格した。
- 実道への試行設置に先立ち、合格した2技術をテストフィールド（実大トンネル実験施設）に設置し、次の特性を有していることを再確認した。
 - ・ ③運転上必要なドライバーの視線をさえぎらないこと
 - ・ ④非常時に、容易に撤去し開口部を設けることが可能であること

今後の進め方(実道への試行設置)

- これらの検証結果から、2技術について実道への試行設置を行い、本格設置に向けた技術検証を行うものである。

【参考】技術開発の公募について

暫定二車線区間の反対車線への飛び出し事故防止対策として、標準幅員が10.5mである土工部／中小橋(橋長50m未満)区間ではワイヤロープの試行設置を実施しているが、標準幅員が9.5mである長大橋梁(橋長50m以上)／トンネル区間でワイヤロープを適用する場合には設置および固定方法に課題があるため、公募により新たな技術の開発を行うこととした。

公募要件

《基本要件》

- 基本要件1: 衝突した際に車両のはみ出し量が少ないこと。(長大橋／トンネル共通)
- 基本要件2: 狭小幅に設置できること。(長大橋／トンネル共通)
- 基本要件3: 前方や側方が見通しやすく、視線をさえぎらないこと(長大橋／トンネル共通)
- 基本要件4: 人や車両が上下線を横断できる開口部を設けられること。(長大橋／トンネル共通)
- 基本要件5: 床版を大きく傷めないこと。(長大橋のみ)
- 基本要件6: 中央排水工を大きく傷めないこと。(トンネルのみ)

《期待する要件》

- 期待する要件1: 車両が接触しても取替えが必要になるほどの損傷を受けないことが望ましい。(長大橋／トンネル共通)
- 期待する要件2: 衝突時に車両が急停止せず、走行方向に誘導しやすいことが望ましい。(長大橋／トンネル共通)
- 期待する要件3: 衝突の防止や緩衝性の高い端部処理ができることが望ましい。(長大橋／トンネル共通)
- 期待する要件4: 衝突した際に部材の倒れ込み量が少ないことが望ましい。(長大橋／トンネル共通)
- 期待する要件5: 接触しても車両に傷が付きにくいものであることが望ましい。(長大橋／トンネル共通)
- 期待する要件6: 既存の本体構造物への設置が容易にでき、施工性がよいことが望ましい。(長大橋／トンネル共通)
- 期待する要件7: 難燃性および自己消火性があり、火災時に避難上有害な煙またはガスが発生しないことが望ましい。(トンネルのみ)

【参考】実車衝突実験(大型車)概要

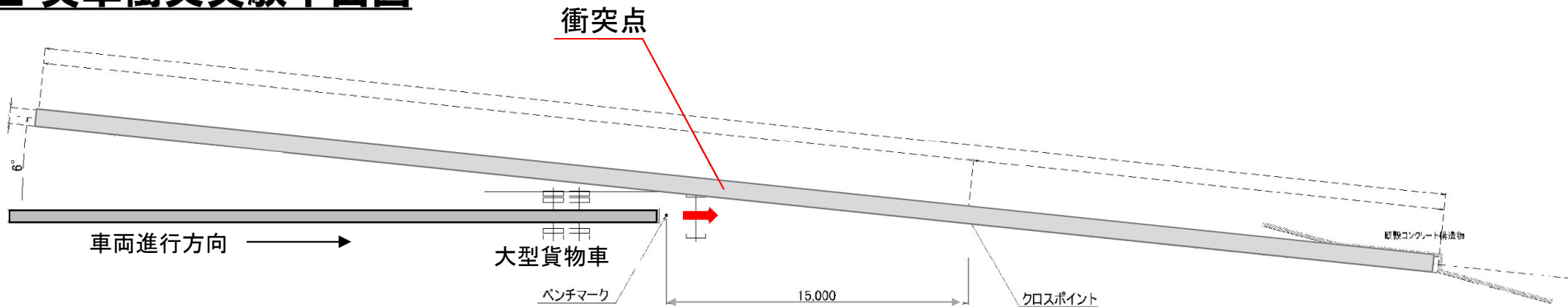
【目的】 大型車による実車衝突実験により、対向車線への車両の逸脱防止性能や車両の誘導性能等を検証するために行うもの。

【試験方法】 「車両用防護柵性能確認試験」に基づく大型車の衝突実験を実施。
ただし、衝突角度は、非分離暫定2車線(右側衝突)に特化した衝突実験を想定し、6度に設定。

衝突車両	車両質量	衝突速度	衝突角度	強度(衝撃度)
大型車	25t	45km/h	6°	22kJ

【試験項目】 車両の逸脱防止性能 ……強度性能、変形性能
車両の誘導性能 ……車両の挙動、離脱速度、離脱角度
構成部材の飛散防止性能 ……部材の飛散状況

■ 実車衝突実験平面図



【参考】実車衝突実験（小型車）概要

【目的】 小型車による実車衝突実験により、乗員の安全性能や車両の誘導性能等を検証するために行うもの。

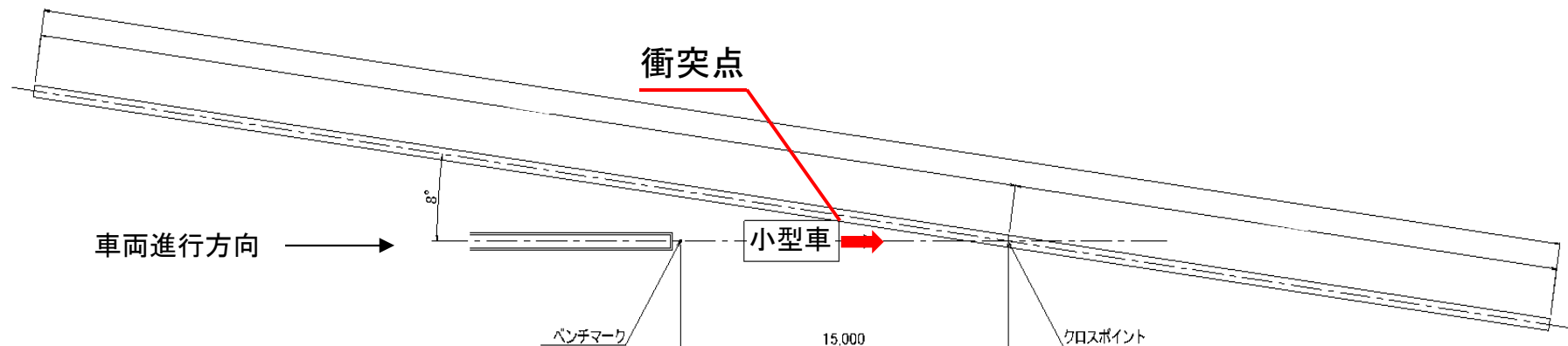
【試験方法】 「車両用防護柵性能確認試験」に基づく乗用車の衝突実験を実施。
ただし、衝突角度は、非分離暫定2車線（右側衝突）に特化した衝突実験を想定し、8度に設定。

【試験条件】

衝突車両	車両質量	衝突速度	衝突角度	強度（衝撃度）
乗用車	1t	100km/h	8°	8kJ

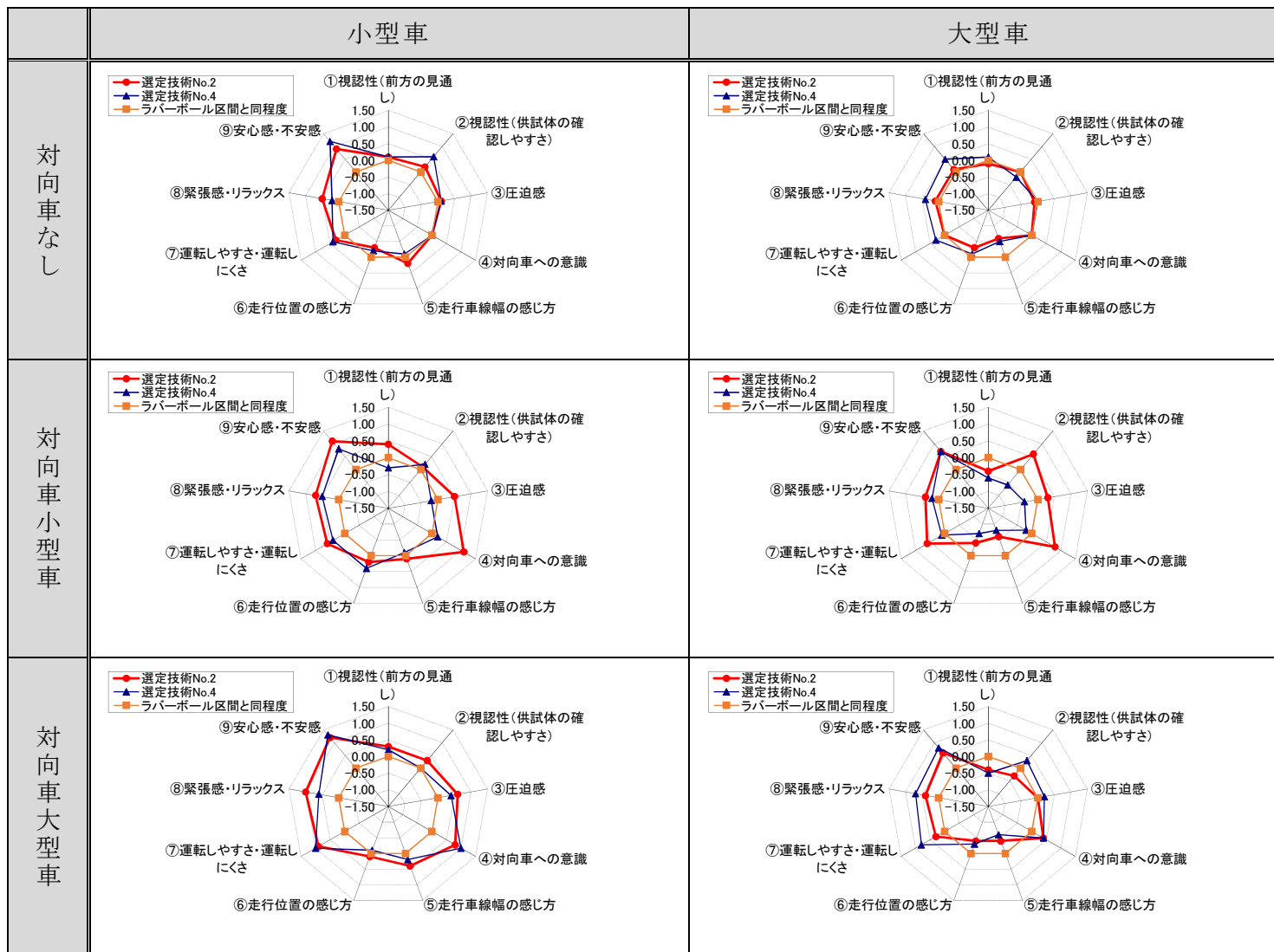
【試験項目】 乗員の安全性能 ……車両の受ける加速度
車両の誘導性能 ……車両の挙動、離脱速度、離脱角度
構成部材の飛散防止性能 ……部材の飛散状況

■ 実車衝突実験平面図



【参考】アンケート結果（全体評価・対向車あり）

○選定技術No. 2、No. 4ともにおおむねラバーポールと同程度以上の評価が多いが、特に安心感やリラックスに関しては高い評価になっている。



被験者属性

- 性別：小型車 約8割は男性、
大型車 全員男性
- 年齢：小型車 約8割は30～50歳
約2割が65歳以上
大型車 全員30～50歳
- 運転頻度（高速道路）：
小型車 週に1回以上の割合が7割
大型車 全員週に1回

※「大型車」の場合は、「①視認性」「⑤走行車線幅の感じ方」「⑥走行位置の感じ方」の項目でラバーポール以下の評価となっている項目がある。今後、反射材の追加配置などによる視認性向上や、反射材の低位置への設置による車線幅の明示により改良を検討する予定。