

土木研究所資料

衝突実験施設 防護柵実車衝突試験マニュアル (案)

平成12年11月

建設省土木研究所
道路部 交通安全研究室

Copyright © 2000 by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P.W.R.I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、土木研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

衝突実験施設 防護柵実車衝突試験マニュアル（案）

交通安全研究室 室 長 森 望
主任研究員 安藤 和彦
交流研究員 岡田 英之*

要 旨

これまで、土木研究所衝突実験施設を用いた防護柵の実車衝突試験では、特に決められた試験方法などはなく、研究開発の内容や対象とする防護柵の種別・構造などに応じて適宜設定してきた。しかし平成10年に改定された新たな防護柵基準により、今後は防護柵基準に準拠し防護柵の実車衝突試験および機能評価を統一的行う必要が生じている。

我が国で大規模な防護柵衝突実験が行える施設は、土木研究所衝突実験施設のみであり、今後防護柵の開発に向けて本施設の活用が見込まれていることから、本資料は、衝突実験施設を用いて行われる防護柵衝突試験および防護柵評価を統一化することを目的として、標準的な試験方法および試験結果の評価方法についてマニュアル化を図ったものである。

キーワード：防護柵、衝突試験、計測方法、評価方法

* 交流研究員在職期間（平成7年4月～平成9年3月まで）

まえがき

平成10年11月、防護柵の基準が改定され、新たな基準として「防護柵の設置基準」（平成10年11月5日建設省道路局長通達、以下「防護柵基準」と略す。）が各道路管理者に通知された。

防護柵基準の主な改正点としては、防護柵の構造諸元等を仕様として規定する「仕様規定」から、防護柵の有すべき性能を規定する「性能規定」に変更していることが挙げられる。このとき車両用防護柵の有すべき性能としては、①車両の逸脱防止性能、②乗員の安全性能、③車両の誘導性能、④構成部材の飛散防止性能を満足することが求められることになった。また性能の確認は、同日付けで通知された関連通達「車両用防護柵性能確認試験方法について」（平成10年11月5日、建設省道路局道路環境課長通達）に基づき、車両防護柵の性能を実車衝突試験結果により行うことが必要となった。

これまでの実車衝突試験では、小型車から大型車まで様々な車種が用いられてきたが、防護柵基準では1トンの乗用車および25トンの大型貨物車を用いて試験を行うことを定めている。土工区間に設置される防護柵について大型貨物車を用いて衝突試験できる施設は、現在のところ我が国では土木研究所衝突実験施設（以下「衝突実験施設」という）以外にはなく、今後新たに開発される防護柵は衝突実験施設を用いて機能の確認を行うことになるものと考えられる。

実車による衝突試験は僅か数秒間という短い時間の中で起こる現象であり、その結果は、試験時の気象条件、地盤条件、車両、防護柵の施工および計測方法等の設定に大きく影響される。したがって、これらの条件を整理し系統立てた試験手法を定めることが、今後、多種多様にわたる防護柵を統一的に試験評価するために重要である。

本マニュアル（案）は、衝突実験施設で実施する防護柵の機能検証試験について、防護柵基準および過去の実車衝突試験の実績を基に、統一的に試験評価することを目的として、とりまとめたものである。

まえがき

目次

1. 概要	1
1. 1 目的	1
1. 2 実車衝突試験の位置付け	1
1. 3 実車衝突試験	2
1. 3. 1 衝突実験施設の構成	2
1. 3. 2 試験車両の衝突方法	2
1. 3. 3 車両牽引装置の仕様	3
1. 3. 4 実車衝突試験手順	4
2. 環境条件の設定	5
2. 1 地盤条件	5
2. 1. 1 標準地盤	5
2. 1. 2 土質試験	7
2. 1. 3 施工	8
2. 2 舗装	8
2. 2. 1 標準舗装構造	8
2. 2. 2 品質管理	9
2. 3 コンクリート基礎砕石	10
2. 4 試験用コンクリート基礎	10
2. 4. 1 構造	10
2. 4. 2 試験	10
3. 試験条件の設定	11
3. 1 衝突条件	11
3. 1. 1 衝撃度	11
3. 1. 2 3要素の設定	12
3. 2 供試体	13
3. 2. 1 供試体の周辺構造	13
3. 2. 2 供試体の設置長さ	13
3. 2. 3 クロスポイントの設定	14
3. 3 試験車両の設定	15
3. 3. 1 試験車両	15
3. 3. 2 標準仕様	15

3. 3. 3	車両質量	1 8
3. 3. 4	積載条件	1 9
3. 3. 5	車両の調整	2 0
4.	計測項目及び計測手法	2 3
4. 1	計測項目	2 3
4. 2	車両関係の計測	2 4
4. 2. 1	車両の型式・形状寸法（重心高さ）	2 4
4. 2. 2	衝突速度と離脱速度	2 4
4. 2. 3	タイミングマーク	2 5
4. 2. 4	衝突角度および離脱角度	2 6
4. 2. 5	車両の最大進入行程	2 6
4. 2. 6	加速度	2 7
4. 2. 7	ダミー	3 1
4. 2. 8	車両挙動	3 3
4. 2. 9	車両損傷状況	3 3
4. 3	供試体関係の計測	3 4
4. 3. 1	変位計測	3 4
4. 3. 2	ひずみ測定	3 7
4. 4	撮影	4 1
4. 4. 1	映像による衝突試験記録	4 1
4. 4. 2	1 6 mm高速度撮影	4 1
4. 4. 3	ビデオ撮影	4 1
5.	評価	4 3
5. 1	許容誤差	4 3
5. 2	防護柵性能の評価	4 4
5. 2. 1	車両の逸脱防止性能	4 4
5. 2. 2	乗員の安全性能	4 5
5. 2. 3	車両の誘導性能	4 6
5. 2. 4	車両の損傷状況	4 7
5. 2. 5	構成部材の飛散防止性能	4 8
6.	報告	4 9
6. 1	報告書	4 9
6. 2	衝突試験結果総括表	5 0
7.	衝突実験施設運転方法	5 4
7. 1	取扱方法	5 4

7. 1. 1	電源の立ち上げ	5 4
7. 1. 2	車両検出器（光電管）の取り付け	5 6
7. 1. 3	ドーリストoppaのセット	5 6
7. 1. 4	実車制動装置のセット	5 7
7. 1. 5	ドーリの取り付け	5 9
7. 1. 6	車両のセット及び準備	6 0
7. 1. 7	車両との連結	6 0
7. 1. 8	走行レールの点検	6 1
7. 1. 9	実験前の確認事項	6 1
7. 1. 10	運転操作（司令塔操作卓）	6 2
7. 1. 11	電源断	6 3
7. 1. 12	観測塔の組立	6 3
7. 1. 13	ロープ交換方法及びリミットスイッチの設定位置	6 4
7. 1. 14	注意事項	6 8
7. 2	保守点検	6 8
7. 2. 1	巻き取り、送り出しドラム部	6 8
7. 2. 2	ワイヤロープ	6 9
7. 2. 3	走行レール内丸棒	6 9
7. 2. 4	固定シーブ	7 0
7. 2. 5	ドーリ	7 0
7. 2. 6	ドーリストoppa	7 0
7. 2. 7	実車制動装置	7 0
7. 2. 8	ロープクランプ用手動ポンプ	7 1
7. 2. 9	点検表	7 1
あとがき		7 4
参考文献		7 5

- 参考資料
1. 外国の関連マニュアル調査
 2. 防護柵設置基準
 3. 車両用防護柵性能確認試験方法について（抜粋）
 4. 車両用防護柵標準仕様について（抜粋）
 5. 遠隔制動装置取扱方法

1. 概要

1. 1 目的

本マニュアル（案）は、衝突実験施設を用いて実車衝突試験を行う場合に、衝突試験の一連の作業フローを統一化し、また試験結果の統一的な評価を行うべく、実車衝突試験の条件設定、試験方法、および試験結果のまとめについて標準化を行うことを目的として作成したものである。

1. 2 実車衝突試験の位置付け

一般的な防護柵の開発フローにおける実車衝突試験の位置づけを図-1・1に示す。

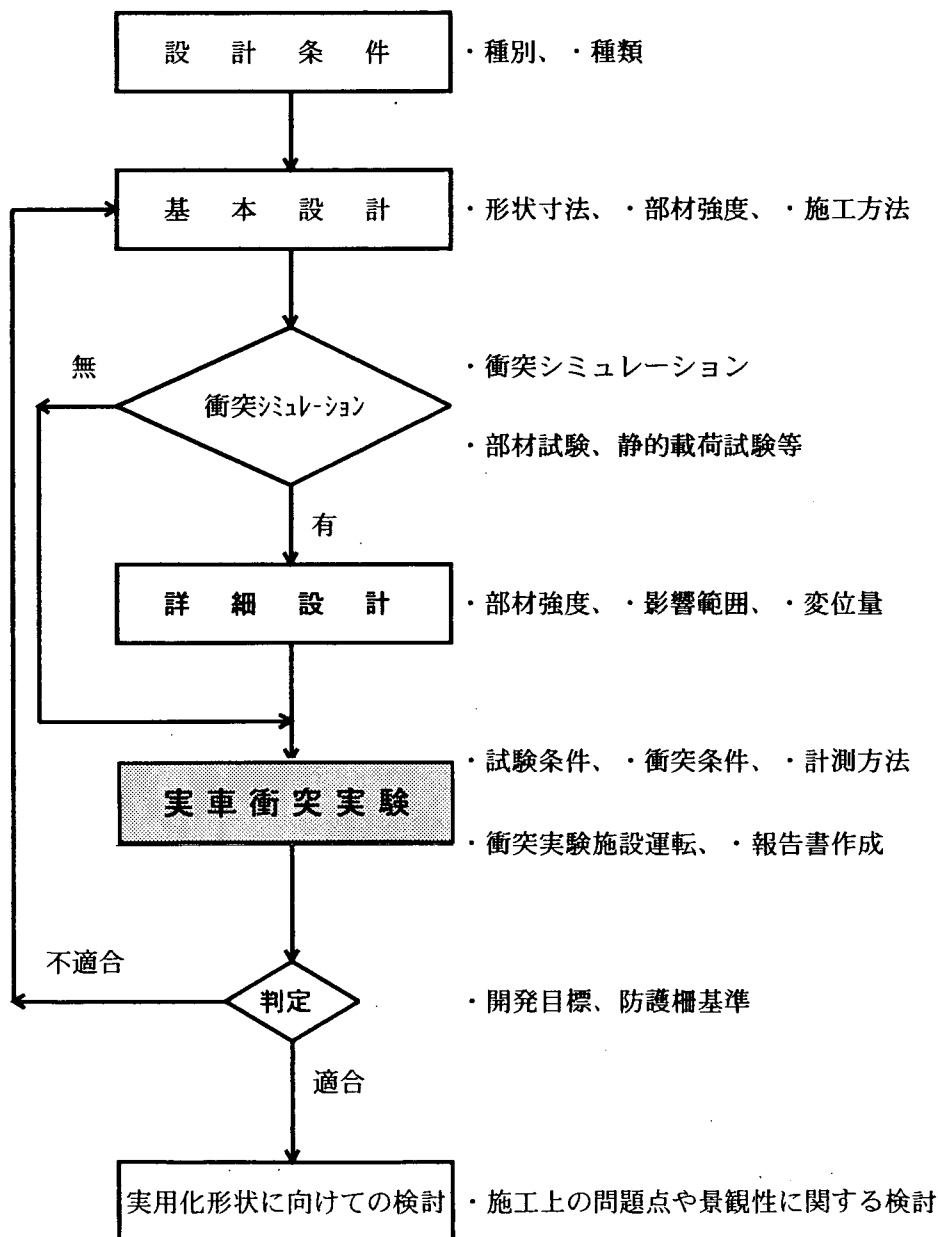


図-1・1 車両用防護柵の開発手順

1. 3 実車衝突試験

1. 3. 1 衝突実験施設の構成

実験施設は、司令塔、加速路、衝突場、および牽引装置からなる（図-1・2参照）。

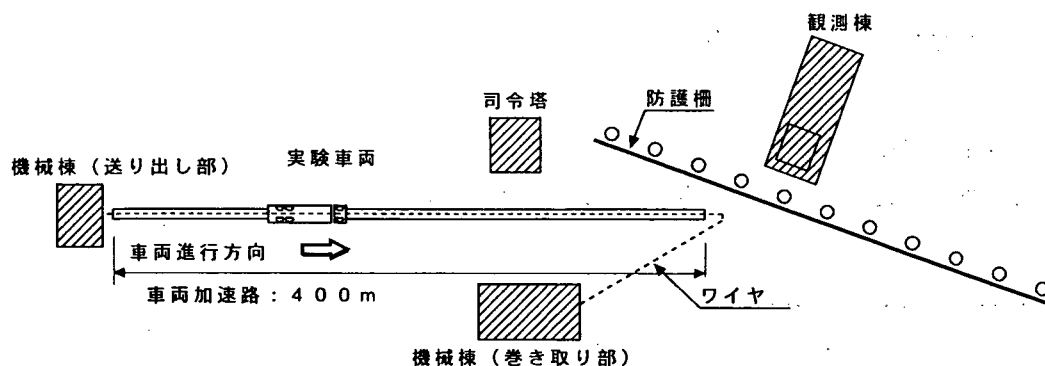


図-1・2 建設省土木研究所衝突実験施設概要

司令塔では、試験装置の運転および各種装置のデータ記録を行う。

加速路は全長約400mのコンクリート舗装で、中央に牽引用ワイヤのピットがあり、その両側に試験車の路外逸脱防止用のガードレールが設置されている。

実験場では、供試体に車両が衝突を開始するクロスポイント（3.2.3クロスポイントの設定参照）の上方から衝突挙動の観測が可能な移動式観測塔が配置される。

牽引装置は、巻取・送出電動機と制御装置および牽引ワイヤからなり、速度設定は時速1km/h刻みで設定できる。巻取電動機には2基（550kw及び370kw）のモーターがあり、小型車の場合は1基（550kwのみ）、大型車の場合は2基で駆動させている。

1. 3. 2 試験車両の衝突方法

本施設の試験車両の衝突方法は、試験車両を等加速度でウインチで牽引し、所定速度に達した時点で牽引装置から離脱し衝突する方式である。加速路の長さは約400m（有効加速路長=380m）である。試験車両は、下部に牽引金具を取り付け、車両-ワイヤ接続治具（ドーリー）を介して牽引ワイヤに接続される。牽引により車両がガイドレール端部にて所定の速度に達する様に機器は制御されている。所定速度に達した時点で、ストッパーにより車両とワイヤは機械的に分離され、試験車両のみが防護柵に設定速度で衝突する。

衝突実験施設では、牽引には直流電動機を使用し、かつ巻き取り部を衝突箇所に近接させワイヤを短くすることにより衝突速度の精度の向上を図っている。また、車両離脱時のワイヤに対する衝撃を低減するために、等加速度による牽引方式が採用されている。

1. 3. 3 車両牽引装置の仕様

車両牽引装置の仕様を表-1・1に示す。

表-1・1 衝突実験施設の仕様

条 件	車 両 種 類		最 大 衝 突 速 度
	大型車	20 t	100 km/h
	小型車	2.5 t	140 km/h
牽 引 装 置 仕 様	巻 取 電 動 機	構 造 ドラム有効径 駆動電動機 電動機数 電 圧 定格出力	ドラム直結式 1320 mm 2 機 DC440 V 550+370 kw
	送 出 電 動 機	構 造 ドラム有効径 駆動電動機 電動機数 電 圧 定格出力	ドラム直結式 1320 mm 1 機 DC440 V 75 kw
	制 御 機 構	制 御 方 式 衝突速度制御精度 加 速 方 式 制 動 方 式	定加速制御 ±1 km/h 無段階加速 ディスクブレーキ
	ワ イ ヤ	全 長 直 径 破 断 強 度	1,000 m 19 m 278 kN
実 験 場	加 速 路 全 長 有 効 加 速 距 離 実 験 場 面 積		410 m 380 m 約2,0000 m ²

1. 3. 4 実車衝突試験手順

実車衝突試験の試験手順と標準的な日程・時間との関係を図－1・3に示す。

なお、具体的な内容は、「7. 衝突実験施設運転方法」を参照のこと。

時系列	作業内容		
	衝突実験施設	試験車両	供試体
試験前	事前点検	試験車両準備工	部材静的試験 ^{a)}
		加速計設置 (小型車実験)	供試体作成
			計測機器設置
試験前日	最終点検		衝突前残留変位測定
	試運転		計器作動点検
試験日	試運転	試験前撮影	試験前撮影
	緩衝材設置	試験車両セット	軌跡確認用ライン引き
	試験車両とトリー 連結・緩衝材設置	デ・タカ・設置 (小型車実験)	計器作動最終点検
	10～30分前	スクラップ塗布完了	
	15分前	見学者待避・場内安全確認	
	5分前		ビデオ録画開始
	3分前	デ・タカ・記録開始 (小型車実験)	
	1分前	デ・タカ・完了合図 (小型車実験)	
		秒読み開始	
	衝突		
衝突後	衝突後映画フィルム・ビデオ録画、写真撮影開始		
	見学者誘導・見学完了後解散・解散後計測		

a) 必要に応じて適宜実施する項目（本マニュアルでは特に示さない）

図－1・3 試験手順のフローチャート

2. 環境条件の設定

ここでは衝突試験における各試験環境の一般的な設定方法について述べる。

実車衝突試験は、工期的な問題および費用の問題から、試験回数が制限される。そのため、先に示した実車衝突試験の主要な条件を標準化し再現性を高めて、試験により得られるデータの信頼性を確保しなければならない。ただし、必ずしも標準化できない条件も存在するので、変更を必要とする条件が生じた場合には、適宜最適と判断される内容に変更するものとする。

実車衝突試験における条件と、実際防護柵を設置する現場の条件は必ずしも一致するものではないが、極力一般的な条件を設定して、試験結果の普遍性を図ることが必要である。

2. 1 地盤条件

地盤の強度は、たわみ性防護柵の支柱の折れ点位置の変化、あるいはこれに伴う車両の逸脱防止性能および車両の誘導性能に影響を与えるとともに、剛性防護柵では構造の安定性に影響を与えるものとなる。このため、試験地盤の土質条件は、試験にあたって必要な条件を満足するよう設定・管理されなければならない。

2. 1. 1 標準地盤

衝突試験により機能が検証された防護柵仕様をとりまとめている防護柵標準仕様（平成11年2月16日建設省道路局道路環境課長通達「車両用防護柵標準仕様について」、以下「標準仕様」と略す）では、地盤条件として路側の場合1：1.5の法勾配を標準とし、単位体積質量は一般道路で1.6t/m³、高速道路で1.8t/m³を標準としている。従って、標準仕様を基に道路土工指針⁹⁾、日本道路公団設計要領⁹⁾、および過去の試験事例⁹⁾を参考に、盛土とすることを前提に以下の標準地盤を設定した。

(1) 地盤構造

標準地盤の地盤構造を図-2・1に示す。

図は路側の標準地盤（1：1.5）を示している。中央分離帯および歩車道境界の場合は平坦地盤とする。

また地盤の形成では、転圧は振動ローラを用いて1層につき30cm以下の厚さで転圧し、表層まで転圧後バックホウでの切削整形を原則とする。なお、関東ロームなどの現場発生土はトラフィカビリティーに問題があるので、場合によっては他の土と混合したり、セメント、石灰を混合してトラフィカビリティーを確保する。排水対策も考える。

この時、以下の点に留意して計画を実施しなければならない。

- ①防護柵支柱等埋込部の最下部以下まで法面または擁壁の高さを確保しなければならない。
- ②のり面の長さは、防護柵設置延長程度を確保する。

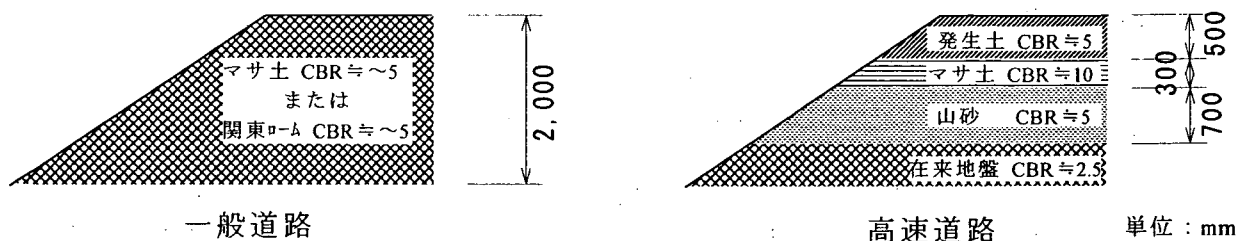


図-2・1 標準地盤断面図（路側用）

③法面の物性値としてクロスポイント付近の法面3ヶ所で表-2・1に示す試験を実施しなければならない。

表-2・1 簡易動的コーン貫入試験による標準地盤管理

測定位置 ^{a)}	測定深度	道路区分	Nc値		備考
			最小値	平均値	
クロスポイント周辺3ヶ所	0.2~1.7m	一般道路	≥ 3	≥ 5	標本数 20
		高速道路	≥ 4	≥ 10	

a) 調査位置は、防護柵背面側で、クロスポイント付近、クロスポイントから離脱側、進入側へ各4m位置の計3箇所について測定する。

(2) 地盤強度

地盤強度は、置換時にはCBR試験、置換しない場合は簡易動的コーン貫入試験のNc値により管理する。

過去の試験(7例)における簡易動的コーン貫入試験結果例を図-2・2に示す。

図に示すように、過去の試験においてもNc値のバラツキは大きなものになっているが、表-2・1の数値を満足している。

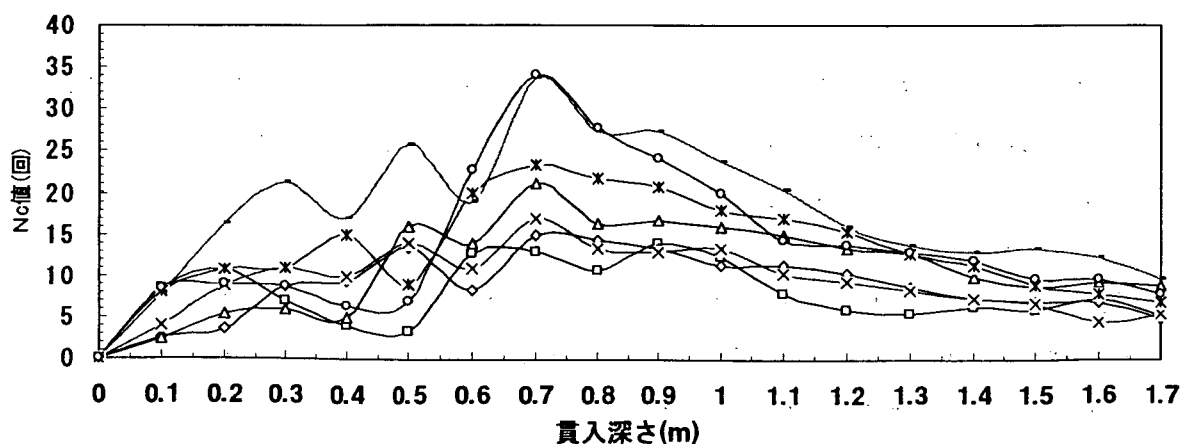
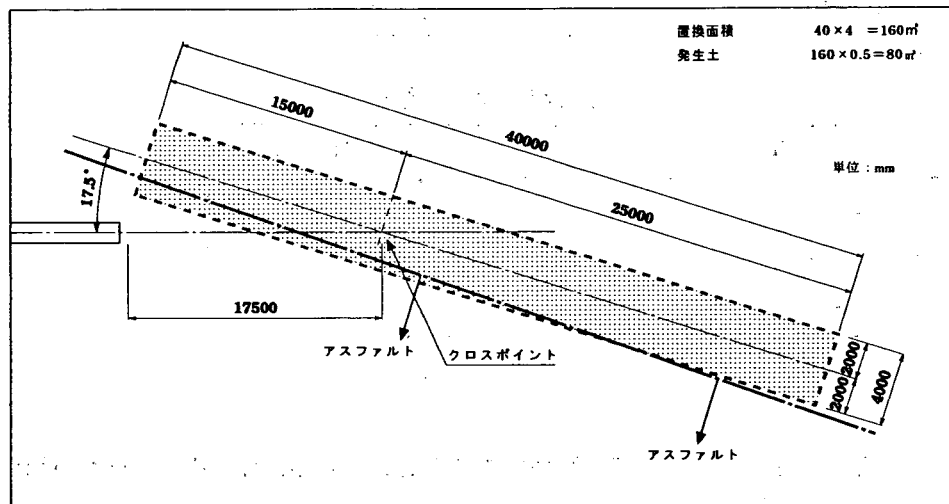


図-2・2 簡易貫入試験結果の例

(3) 置換範囲

一般的な衝突角度の範囲（15度～20度）から、衝突角度の中央値17.5度による置換範囲を設定した（図－2・3）。

この範囲を外れる角度で試験を実施する必要がある場合には、当該衝突角度における防護柵の直角方向の幅を、防護柵基礎根入れの1.3倍に基礎幅を加えて置換するものとする。



図－2・3 地盤置換の施工範囲

(4) 標準地盤の変更と復旧

基礎条件の変更が必要となり想定する地盤に置換した場合は、試験終了後に標準地盤に復旧しなければならない。また他の地盤に置換した際には、地盤特性を把握するため土質試験を実施する。

2. 1. 2 土質試験

標準地盤を用いて衝突試験を実施する際には、表－2・1により地盤調査を実施する。

地盤調査は、衝突試験前に行う。降雨が続いた場合には衝突試験直前にNd値が大きく変化していないことを確認する。Ndが大きく変化している場合には、衝突試験を延期する。

衝突実験施設の地盤の変更又は復旧後は、表－2・2～2・3に示す地盤調査、および土質試験を実施する。これは、地盤の管理用データの収集を目的とするものである。

試料の採取は、クロスポイント付近とする。

この時CBR値は、表－2・4を確保しなければならない。

表－2・2 地盤調査

No	試験項目	試験規格
1	簡易動的コーン貫入試験	JGS 1433

表-2・3 土質試験

No	試験項目	試験規格
1	土の含水量試験	JIS A 1203
2	土の粒度試験	JIS A 1204
3	突固めによる土の締固め試験	JISFT 711
4	CBR試験	KODAN A 1211

表-2・4 CBR値（標準地盤）

GLからの土中内深さ (m)	一般道路	高速道路
0.8～1.5	2.5～5 ^{a)}	5
0.5～0.8		10
0.0～0.5		5

a) 設定の目安

2. 1. 3 施工

置換において土の埋め戻しは、土の最適含水率で埋め戻すことを原則とし、締め固め度90%を確保する。

掘削においては、施工地盤をできる限り乱さないよう掘削・整形する。

具体的な施工方法は、「2. 1. 1 標準地盤」の項を参照のこと。

2. 2 舗装

防護柵周辺の道路構造上舗装構造が無視できないと判断される場合には、衝突試験に防護柵周辺周辺に舗装を実施する。

2. 2. 1 標準舗装構造

路床以下は標準地盤に準ずるものとし、これまでの衝突試験において採用されている表-2・5を標準舗装構造とする。あらかじめ防護柵周辺の舗装構造が判明している場合には、その構造を採用しても良い。

表-2・5 標準舗装構造

GL- m	区分	仕様	厚さ(mm)
▽0.00			
▽0.10	表層	密粒度アスコン(13)	100
	基層		
▽0.50	上層路盤	粒度調整碎石 (M-40)	400
	下層路盤		
	路床	標準地盤	—

2. 2. 2 品質管理

舗装の一般的な管理試験項目を、表－2・6、および2・7に示す。

衝突試験において必要となる舗装は施工範囲が小さいことから、実際には、アスファルトプラントから提出される下記の資料を基に材料を管理し、現場において路盤は現場密度試験、アスファルト混合物は切り取り供試体試験を実施し施工を管理している。

- ・アスファルト混合物配合設定書
- ・アスファルト混合物日常管理試験報告書
- ・アスファルト混合物基準密度試験報告書
- ・路盤材料ふるい分け試験成績書

表－2・6 路盤試験項目

No	試験項目	規格値
1	締め固め密度の測定（砂置換）	γ_{dmax} の96.5%以上
2	粒度試験	2.36mm ±8.5%以内
		74 μ m ±3.5%以内

注) 試験方法は、舗装試験法便覧⁴⁾による

表－2・7 アスファルト舗装試験項目

No	試験項目	規格値および適用
1	骨材のふるい分け試験	J I S A 1102、J I S A 5001
2	骨材の比重、吸水率試験	J I S A 1109 1110 表乾比重 2.45以上 吸水率 3.0%以下
3	骨材の単位容積重量試験	J I S A 1104
4	骨材に含まれる粘土の塊質量の試験	J I S A 1104 0.25%以下
5	粗骨材の形状試験	舗装試験法便覧 ⁴⁾ 細長又は扁平石片 0.25%以下
6	フィラーの粒度試験	J I S A 1104
7	フィラーの水分試験	J I S A 5008 1%以下
8	フィラーの比重試験	J I S A 5008 2.6以上
9	配合試験	舗装試験法便覧 ⁴⁾
10	混合物のアスファルト量抽出	舗装試験法便覧 ⁴⁾
11	温度測定（アスファルト、骨材、混合物）	配合設計
12	基準密度の決定	舗装試験法便覧 ⁴⁾
13	温度測定（初期締固め前）	110℃以上
14	密度測定	舗装試験法便覧

2. 3 コンクリート基礎碎石

剛性防護柵は、標準地盤を切り下げ基礎碎石を施工しその上に設置しなければならない。

コンクリートの基礎碎石の支持力は、路盤の管理方法である密度試験にて管理する。なお支持力を把握する必要がある場合には、平板載荷試験を実施する。基礎碎石の材質は、特に指定しない場合には、路盤と同様M-40を使用する。

表-2・8 材料試験

No	試験項目	試験規格
1	砂置換法による土の密度試験	JIS A 1214
2	平板載荷試験	JIS A 1215

2. 4 試験用コンクリート基礎

2. 4. 1 構造

試験対象となる防護柵が橋梁用ビーム型防護柵の場合には、試験用コンクリート基礎構造を用いる。

試験用コンクリート基礎構造は、床版と同等の強度を持ち、衝突荷重に対し安定を保つことが必要である。安定性の確認のために基礎構造の動的な変形を計測することを推奨する。

床版に含まれる地覆は、特に対象とする橋梁構造がない場合は、図に示す形状とする。橋梁構造が特定される場合は、その橋梁の地覆形状を採用する。

擁壁の試験用躯体を製作する場合は、その頭部変位が実際構造物と同等の変形量を持つことを事前に確認しなければならない。

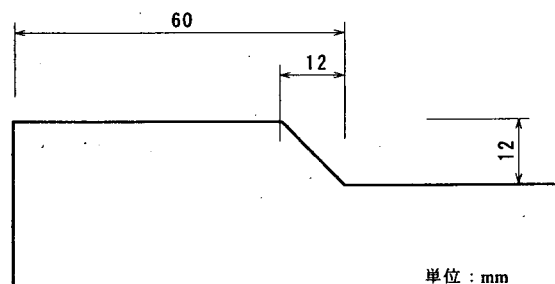


図-2. 4 地覆の標準形状

2. 4. 2 試験

衝突試験用コンクリート構造物基礎を構築する場合には、表-2・9に示す試験を行い管理する。

表-2・9 衝突試験用コンクリート基礎管理試験項目

No	試験項目	規格値
1	塩化物総量 アルカリ骨材反応	コンクリートの塩化物総量規制およびアルカリ骨材反応抑制対策実施要領
2	スランプ試験	JIS A 1101
3	圧縮強度試験	JIS A 1108 1回の試験結果は呼び強度の85%以上、かつ 3回の試験結果の平均値は呼び強度以上
4	空気量測定	JIS A 1118 ±1.5%
確認	鉄筋	ミルシート

注) 圧縮強度は、実車衝突試験当日の試験を含み、供試体は現場にて養生しなければならない。

3. 試験条件の設定

ここでは、実車衝突試験の条件の設定方法を示す。

条件の設定は、防護柵基準による防護柵性能評価では、防護柵基準に述べる試験方法に基づくものとするが、研究開発で特に防護柵基準による必要のないものについては、実際に適用を考えている道路条件や必要となる条件を各自想定して設定するものとする。

3. 1 衝突条件

3. 1. 1 衝撃度

車両質量、衝突速度、および衝突角度の3要素を調整して、防護柵種別毎の衝撃度を求めることができ、防護柵基準では、3要素について標準値として表-3. 1に示す数値を設定している。

衝撃度は、式3. 1により算出する。

$$IS = 1/2 \cdot m \cdot (V/3.6 \times \sin \theta)^2 \quad \text{-----} \quad (3. 1)$$

ここで、IS : 衝撃度 (kJ)

m : 衝突車両の質量(t)

V : 衝突速度(km/h)

θ : 衝突角度 (度)

表-3・1 防護柵基準による標準の衝突条件

防護柵種別	衝突条件 ^{a)}	車両質量	衝突速度	衝突角度	衝撃度
C種	A	1 t	60 km/h	20度	17 kJ
	B	25 t	26 km/h	15度	45 kJ以上
B種	A	1 t	60 km/h	20度	17 kJ
	B	25 t	30 km/h	15度	60 kJ以上
A種	A	1 t	100 km/h	20度	47 kJ
	B	25 t	45 km/h	15度	130 kJ以上
SC種	A	1 t	100 km/h	20度	47 kJ
	B	25 t	50 km/h	15度	160 kJ以上
SB種	A	1 t	100 km/h	20度	47 kJ
	B	25 t	65 km/h	15度	280 kJ以上
SA種	A	1 t	100 km/h	20度	47 kJ
	B	25 t	80 km/h	15度	420 kJ以上
SS種	A	1 t	100 km/h	20度	47 kJ
	B	25 t	100 km/h	15度	650 kJ以上

a) 防護柵基準による試験区分

3. 1. 2 3要素の設定

衝突実験施設を用いた試験では、衝突実験施設の能力上の制約から、施設の能力に応じて3要素を調整し、3. 1. 1に示された衝撃度と等価となるように設定する。

この場合、衝突角度は僅かな変動が衝撃度に敏感に影響するので、衝撃度の調整は、原則として衝突速度により行う。ただし種別SSについては、衝突実験施設の能力の問題から、試験車両質量、および衝突速度が施設能力限界で行われることになるので、衝突角度の調整により所定の衝撃度を確保する。

衝突条件は、開発を行う防護柵の機能および対象とする道路条件に応じて設定する。

表-3. 2に、衝突実験施設における防護柵基準に準拠した標準的衝突条件を示す。

防護柵基準による防護柵性能評価の衝突条件Aでは、いずれの種別でも所定の衝撃度以上が確保されることが求められており、表の数値は衝突条件の誤差を見込んで高めの衝撃度を設定している。

表-3・2 衝突実験施設における衝突条件

種別	衝突条件A					衝突条件B		
	試験車両 質量 (t)	衝突速度 (km/h)	衝突角度 (度)	衝撃度 (kJ)		試験車両 質量 (t)	衝突速度 (km/h)	衝突角度 (度)
				試験値	基準値			
C	20.10	32	15	53	45以上	1.05	60	20
B	20.10	38	15	75	60以上	1.05	60	20
A	20.10	53	15	146	130以上	1.05	100	20
SC	20.10	60	15	187	160以上	1.05	100	20
SB	20.10	77	15	308	280以上	1.05	100	20
SA	20.10	96	15	430	420以上	1.05	100	20
SS	20.10	88	20	702	650以上	1.05	100	20

注) 試験車質量は、衝突条件A（大型貨物車）では、運転席および助手席ダミーの質量を、衝突条件B（小型乗用車）では運転席ダミー質量を含む。

3. 2 供試体

3. 2. 1 供試体の周辺構造

供試体は設置面に対して水平に設置することを原則とする。

ただし、橋梁用ビーム型防護柵については、「2. 4 試験用コンクリート基礎」に準ずる。

3. 2. 2 供試体の設置長さ

供試体の設置長さは、衝突による塑性変形が端末付近までは及ばない程度の余裕があり、かつ車両の誘導性能の確認ができる程度の長さを確保する。

参考としてこれまでの試験結果をとりまとめたものを表-3・3に示す。

表-3・3 供試体設置長さと試験結果

防護柵の種類		種別	最小設置延長(m)			備考
			全接触長	影響範囲 ^{a)}	設置延長	
剛性防護柵		S A	16.2	—	51.0	
		S S	34.9	18.0	51.0	
た わ み 性 防 護 柵	ガードレール	C	11.3	20.0	40.0	支柱間隔4.0m
		B	11.5	8.0	68.0	支柱間隔4.0m
		S B	25.4	18.0	68.0	支柱間隔2.0m
		S A	28.0	36.0	68.0	支柱間隔2.0m
		S S	16.7	22.0	68.0	支柱間隔2.0m
	ガードパイプ	C	12.4	15.0	30.0	支柱間隔3.0m
		S C	13.4	10.0	56.0	支柱間隔2.0m
	ボックスビーム	—	—	—	—	
	ガードケーブル	A	35.9	22.0	103.6	支柱間隔3.0m
		S A	—	32.0	52.0	支柱間隔2.0m, ハス
	橋梁用ビーム型 防護柵	S C	6.0	3.0	40.5	支柱間隔1.5m
		S B	4.8	0.0	25.3	支柱間隔1.5m
		S S	21.0	18.0	30.0	支柱間隔2.0m

a) 影響範囲：残留変位量10mm以下の範囲

設置延長の目安としては、一般的なたわみ性防護柵であればC、B種では30～40m、A種以上では60～70mとする。ガードケーブルなどの変形が大きな防護柵では、80～100m程度確保する。また、橋梁用防護柵や剛性防護柵では30～50mを目安とする。

いずれについても、衝突シミュレーションが行えるものについては、シミュレーションにより推定することが望ましい。

3. 2. 3 クロスポイントの設定

クロスポイントとは、試験車両の中心線と供試体（防護柵）の中心線との交点をいう。

防護柵は、現場打ちの剛性防護柵を除き、いくつかの部材から構成される連続体であるが、部材間の接合部などは、他の部分より強度が低下し防護柵変形時の不連続点になる可能性が高い。従って、たわみ変形が想定されるたわみ性防護柵では、事前のシミュレーション検討などにより最も変形が大きくなる点にこの最弱点部分がくるように、クロスポイントを設定することで防護柵にとって最も厳しい評価が行える。衝突シミュレーションが行えない場合は、過去の試験事例を参考に設定する。剛性防護柵は変形がなく特に変形の大きくなる部分は想定しにくい、供試体に目地部分など強度的な変化が考えられる部分があればその箇所にクロスポイントがくるように設定する。

衝突シミュレーションが行えない防護柵や過去に試験事例のない防護柵については、横梁の接合部などの強度的な変化点にクロスポイントがくるように設定する。

参考としてこれまでの試験において使用されたクロスポイント位置を表－3・4に示す。

表－3・4 クロスポイント（CP）位置設定例

防護柵の種類	種別	衝突 角度 (度)	クロスポイントの位置関係および設置延長			備考
			弱点部～ CP (m)	CP～ 離脱端部 (m)	設置延長 (m)	
剛性防護柵	S A	20	1.5	31.5	51.0	
	S S	17	-1.0	20.0～22.0	50.0～51.0	
た わ み 性 防 護 柵	ガードレール	C	2.0	22.0	40.0	支柱間隔4.0m
		B	2.0	38.0	68.0	支柱間隔4.0m
		S A	2.0	41.0	68.0	支柱間隔2.0m
		S B	2.0	39.0	68.0	支柱間隔2.0m
		S S	2.0	38.0	68.0	支柱間隔2.0m
	ガードパイプ	C	1.5	16.5	30.0	支柱間隔3.0m
		S C	1.0	29.0	56.0	支柱間隔2.0m
	ボックスビーム	—	—	—	—	
	ガードケーブル	A	2.0	60.8	103.6	支柱間隔3.0m
		S A	2.5	34.3	52.0	支柱間隔2.0m、バス
	橋梁用ビーム型 防護柵	S C	1.5	12.4	40.5	支柱間隔1.5m
		S B	2.2	11.2	25.3	支柱間隔1.5m
		S S	2.0	15.0	30.0	支柱間隔2.0m

注) クロスポイント位置は、種別 S S は20度に、種別 S S 以外は15度に換算した数値

3. 3 試験車両の設定

3. 3. 1 試験車両

車両による衝突試験は、市販の量産されている車両を使用して実施する。

衝突試験に使用する車両を表-3・5に示す。また、各々の車両に関する諸元特性と推奨許容差を表-3・6～3・7に示す。

表-3・5 試験車両

車両名	車両総重量(t)	重心高さ(m)
大型貨物車	20.0	1.4
乗用車	1.0	—

3. 3. 2 標準仕様

(1) 大型貨物車

大型貨物車は、自走可能でなければならない。なお、バッテリーは充電済みのものが搭載されていなければならない。

大型貨物車の整備手順を以下に示す。また、図-3・1に大型貨物車購入時に撤去・取り外す部品類を、図-3・2に塗布箇所を、図-3・3にタイヤカバー断面を示す。

- ①運転席屋根上荷台の撤去
 - ②左側ガードの撤去---試験時の車両は防護柵に対して車両の左側側面部が衝突することになる。
 - ③左右スペアタイヤ吊り金具ボルトの撤去（ボルト片側4本の穴径→ $\phi 15$ に拡大）
 - ④黒色塗料の塗布（注：車体左側面は塗布せず、字およびマーク等は、全面消す）
 - ⑤タイヤ磨耗状況、および取付けナットの確認
 - ⑥空気圧の調整（後で調整するので多少多めに設定する。）
 - ⑦空車時（積載無し）の車両重量測定データの提出（前軸、後軸の軸重と合計）
- 車検証、測定データ証明書を提出
- 防護柵がアルミの場合はタイヤカバー断面図のa)ステップとする。
- 注) ステップまたはカバーが損傷しているものは取り替えること。
- ⑧前輪左側タイヤでカバーもしくはステップがないものはいずれかを付ける。

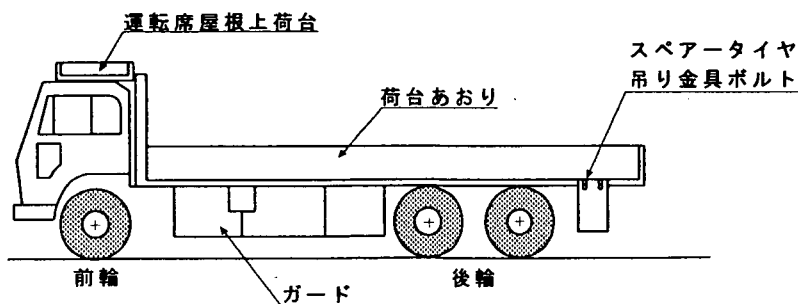


図-3・1 大型貨物車の左側側面の概略図

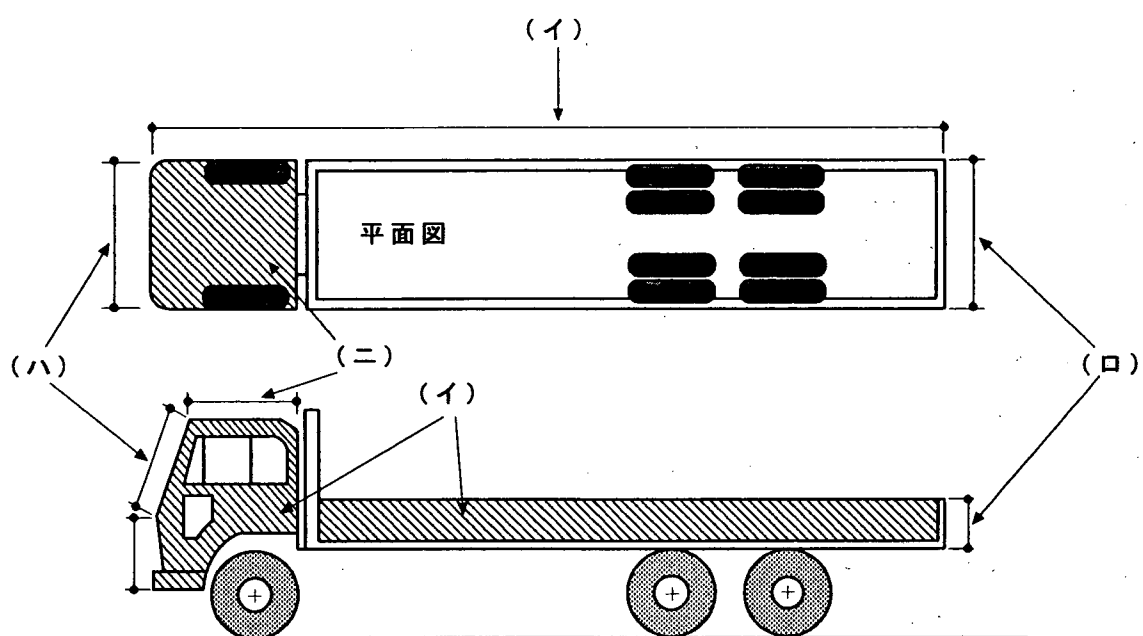
表-3・6 1 t 試験車両（排気量2,000cc以下）の諸元特性

項 目	最小値～最大値	平均値	標準偏差	推奨許容差
全 長(mm)	3695 ～ 4860	4382	270	平均値 $\leq X \leq 4.7m$
全 幅(mm)	1585 ～ 1775	1705	35	最小値 $\leq 1.7m$
全 高(mm)	1235 ～ 1875	1390	112	最小値 $\leq X \leq 2.0m$
輪距前(mm)	1365 ～ 1520	1470	30	最小値 $\leq X \leq$ 最大値
輪距後(mm)	1325 ～ 1510	1460	34	最小値 $\leq X \leq$ 最大値
ホイールベース(mm)	2200 ～ 2805	2562	122	平均値 $\leq X \leq$ 最大値
最低地上高さ(mm)	130 ～ 205	153	10	130mm $\leq$
車両質量(kg)	730 ～ 1570	1133	173	1t ± 200 kg
前軸質量(kg)	460 ～ 900	682	89	前軸：後軸 1.5：1
後軸質量(kg)	260 ～ 790	451	107	
車両総質量(kg)	1005 ～ 1990	1400	182	1t ± 200 kg

表-3・7 20 t 試験車両の諸元特性

項 目	最小値～最大値	平均値	標準偏差	推奨許容差
全 長(mm)	7555 ～ 11990	10443	1499	平均値 $\leq X \leq 12m$
全 幅(mm)	2480 ～ 2490	2490	1	2,490mm
全 高(mm)	2815 ～ 3350	2987	132	最小値 $\leq X \leq 3.8m$
輪距前(mm)	1935 ～ 2070	2048	18	最小値 $\leq X \leq$ 最大値
輪距後(mm)	1515 ～ 1910	1824	135	最小値 $\leq X \leq$ 最大値
ホイールベース前(mm)	3200 ～ 6205	4857	817	平均値 $\leq X \leq$ 最大値
ホイールベース後(mm)	1190 ～ 1380	1308	22	平均値 $\leq X \leq$ 最大値
重心高さ(mm)	765 ～ 1015	888	63	900mm $\leq$
床面地上高さ(mm)	1245 ～ 1660	1455	89	1400mm $\leq$
荷台長さ(mm)	5700 ～ 9650	8343	1180	最小値 $\leq X \leq$ 最大値
荷台幅(mm)	2340 ～ 2350	2349	3	最小値 $\leq X \leq$ 最大値
荷台高さ(mm)	450	450	0	450 ± 100 mm
車両質量(kg)	6020 ～ 10430	8438	751	平均値 $\leq$
前軸質量(kg)	4485 ～ 7085	5170	270	前軸：後軸 1：3
後軸質量(kg)	12725 ～ 14940	14506	291	
最大積載量(kg)	9250 ～ 12500	11101	674	最小値 $\leq X \leq$ 最大値
車両総質量(kg)	18855 ～ 19850	19689	156	20t ± 300 kg

注) 車両重心高さおよび床面地上高さは、積載時車両重心高さを確保するために25t車を参考として定めた



イ) 右側車体側面部 ロ) 後部車体部 ハ) 前部車体部 ニ) 運転席上面部

図-3・2 試験車両の塗布箇所

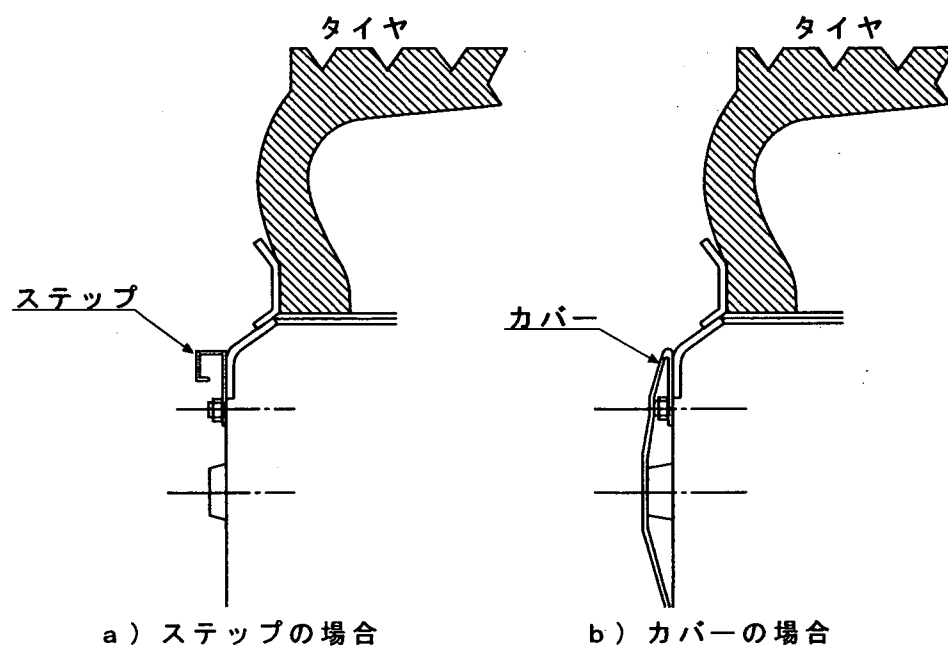


図-3・3 タイヤーカバー断面

(2) 普通乗用車

普通乗用車の整備手順を以下に示す。

1. 0 t 車（小型車又は普通乗用車）は、自走可能な状態でなければならない。

①タイヤ磨耗チェック

②空気圧調整（後で調整するので多少多めに設定する。）

③車体全体への黒色塗料の塗布

④ペイント塗装は左側ボディー以外は全てとする。

（ただし、ガラス関係、タイヤおよび下廻りは除く）

⑤車検証を提出

(3) その他

試験車両は、さらに以下の項目を満足しなければならない。

①トラックの荷台部分は高さ600mm程度以上確保すること。

荷台高さが600mm程度より低いと、衝突時の土嚢の荷崩れが予想される。また、荷台の上にターゲットマークのサン木を取り付ける為、あおりが低いと取り付けられない。

スチール製の荷台高さは450mmが一般的であり、アルミニウム製は600mm程度であることから、アルミニウム製の荷台を用いるとよい。

②車両走行時の左右のバランス状態は正常であること。

③車両走行時の直進安定性は正常であること。

④ドア、フロントガラス、ボンネット等の欠落がないこと。

⑤バンパーは車両自体の標準仕様とする。

⑥シートベルト以外の乗員安全設備（エアバッグ、サイドバッグ等）は、作動用のヒューズを取り外し衝撃が作用しても作動しない状態であること。

⑦大型車両で荷台部分の損傷が著しい場合、同等の強度をもつ材料にて補修すること。

3. 3. 3 車両質量

以下に車両質量、最大積載量、車両総質量、積載物質質量（土嚢質量）、計測器質量、ダミー質量等、それぞれの質量特性について示す。

(1) 車両質量

車両質量とは自動車の空車状態での質量を示す。

空車状態とは、自動車の燃料、潤滑油、冷却水などは、衝突試験前に行う予備走行試験や、衝突試験中にエンジンが始動状態（約1時間）を継続できるだけの量を搭載しておかなければならない。なお、乗員や積載物、工具、スペアタイヤ等の付属物の質量は含まない。

(2) 車両総質量

車両総質量とは、その自動車に定員が乗車し、最大積載量を積んだ際の全体の質量である。

(3) 試験車両質量

試験車両質量とは、衝突試験において衝撃度の算定に使用する質量である。試験車両質量には、車両質量、積載物質量、ダミー質量、計測機器、ブレーキ装置が含まれる。

3.3.4 積載条件

車両総質量が衝突条件の質量および積載時の重心高さを満たすように以下に示す条件で積載する。

(1) 積載物

衝突試験時に車両に搭載される積載物のなかで、土嚢以外の測定器やダミー、その他の積載物に関して表-3・8に試験車両の積載例を示す。

表-3・8 積載物 (例)

No	用 途	名 称	個 数	質量(kg)	個数×質量(kg)
1	乗員加速度測定	土研ダミー ^{a)}	2 体	約 6 1	1 2 1
2	土嚢飛散防止の為の固定材	ガードレールのビーム材等	6 枚	約 3 0	1 8 0
3	車両荷台側面板の横揺れ防止材	バタ角 (角型鋼管)	1 3 本	約 1 0	1 3 0
4	荷台上積載物全体の固定	台付きおよびチェーンブロック	5 ケ	約 1 0	5 0
5	離脱後の制動	ブレーキ装置一式	1 ケ	約 3 0	3 0
6	加速度測定	計測機器一式	1 ケ	約 3 0	3 0
				合 計	約 5 4 1

a) 土木研究所使用ダミー、日本人平均男子の寸法を有する。

(2) 質量計測方法

積載時の車両総質量計測は、軸重計測器を用いて重量を計測し、これを質量として読み替える。質量の誤差は下記のとおりである。

車両総質量の許容差＝試験車両の車輪数×50kg (大型車)

車両総質量の許容差＝試験車両の車輪数×1kg (小型車)

(3) 重心位置の設定

大型貨物車の積載物として土嚢を使用するが、事前に土嚢の単位体積質量を 1.6t/m^3 と仮定して積載時の車両重心高さを算定し、 $1.40\text{m} \pm 0.05\text{m}$ を確保できるかを確認しなければならない。

重心高さが得られない場合には、木材等にて積載物の重心高さを調整しなければならない。車両総質量20tの大型貨物車の場合、5cm～10cm程度の嵩上げが必要となる。

(4) 積載方法

衝突試験車両の積載説明図を図-3・4に示す。

車両走行中の荷台からの土嚢飛散防止上、土嚢の上から軽量の鋼材等で土嚢全体を押さえ、その上からワイヤロープとジャッキを使って積載物全体を固定しなければならない。

試験車両に、荷台全体のガタツキがある時は、走行中の荷台全体のガタツキ防止の為、角パイプ等を用いて車両進行方向に対して直角方向にボルト等を使用して固定しなければならない。

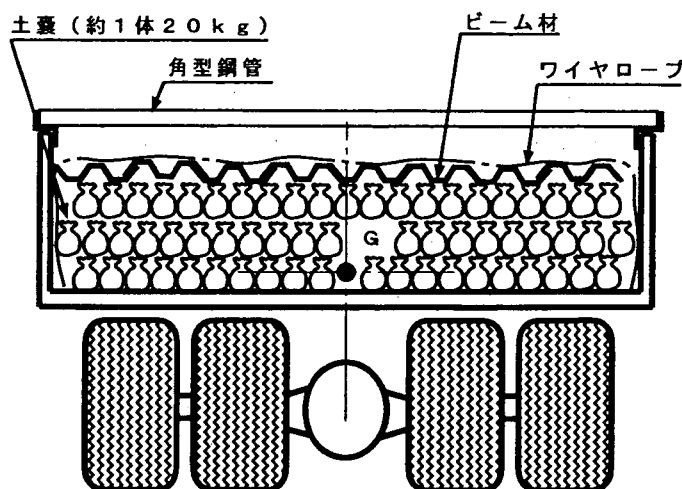


図-3・4 積載説明図

3. 3. 5 車両の調整

(1) 加速度計の取り付け

試験車両に車両重心加速度計および計測用機器を搭載する。

1) 乗用車の場合

乗用車の場合は、車両内部の運転席と助手席の中央付近が車両重心位置にあたり、所定の車両重心位置が決まれば、フロアマット等のカーペット類を剥がし、鉄板部分に取り付ける。

加速度計測用機器は、後部座席に保護筐体に入れて筐体ごと固定する。このとき、機器が衝突時の衝撃で破損しないように緩衝材等でカバーをする。

2) 大型貨物車の場合

大型貨物車の場合は、衝突側とは反対側の荷台下フレーム側面の重心位置に、XYZ方向成分を計測するための加速度計を取り付け、加速度計測用機器を運転席後方に併設する。機器の保護方法は乗用車の場合と同様である。

3) 加速度計取り付け時の注意点

加速度計の取り付け位置は、水平面を確保する。

車両重心位置の車体鋼板部は凸凹があるため、その部分を水平にするために約10cm×10cmの薄鋼板を溶接し水平にしなければならない。薄鋼板を重心位置に溶接する際には、車体下部の燃料タンクやオイルチューブ等の引火性のある部分を確認し、溶接時の加熱による変形や損傷を与えて引火・爆発の危険性がないよう特に注意して作業する。

加速度計取り付け時には瞬間接着剤等を用いて固定し、試験時の衝撃でも取れないことが必要である。加速度計の取り外し時には、剥がし溶液等を使用して加速度計の損傷を防止する。

(2) スキッドマークの塗布

試験車両に高速度カメラ撮影時の車両挙動計測用のスキッドマークを、試験車両の上部、全面、側面、下面に、1 m間隔で格子状および十の字の白ペイントによりマーキングする。

(3) スクラブマーク（車両の衝突時接触跡）

試験車両左側の前後端部および前後輪に、車両衝突時による供試体への接触痕を観測するために前後に異なった色のペイント塗装を行う。衝突前にペイントが乾くと防護柵にスクラブマークが残らないので、塗布作業は試験開始10分前程度に終了するように行う。

ペイントの例を図-3・5に示す。

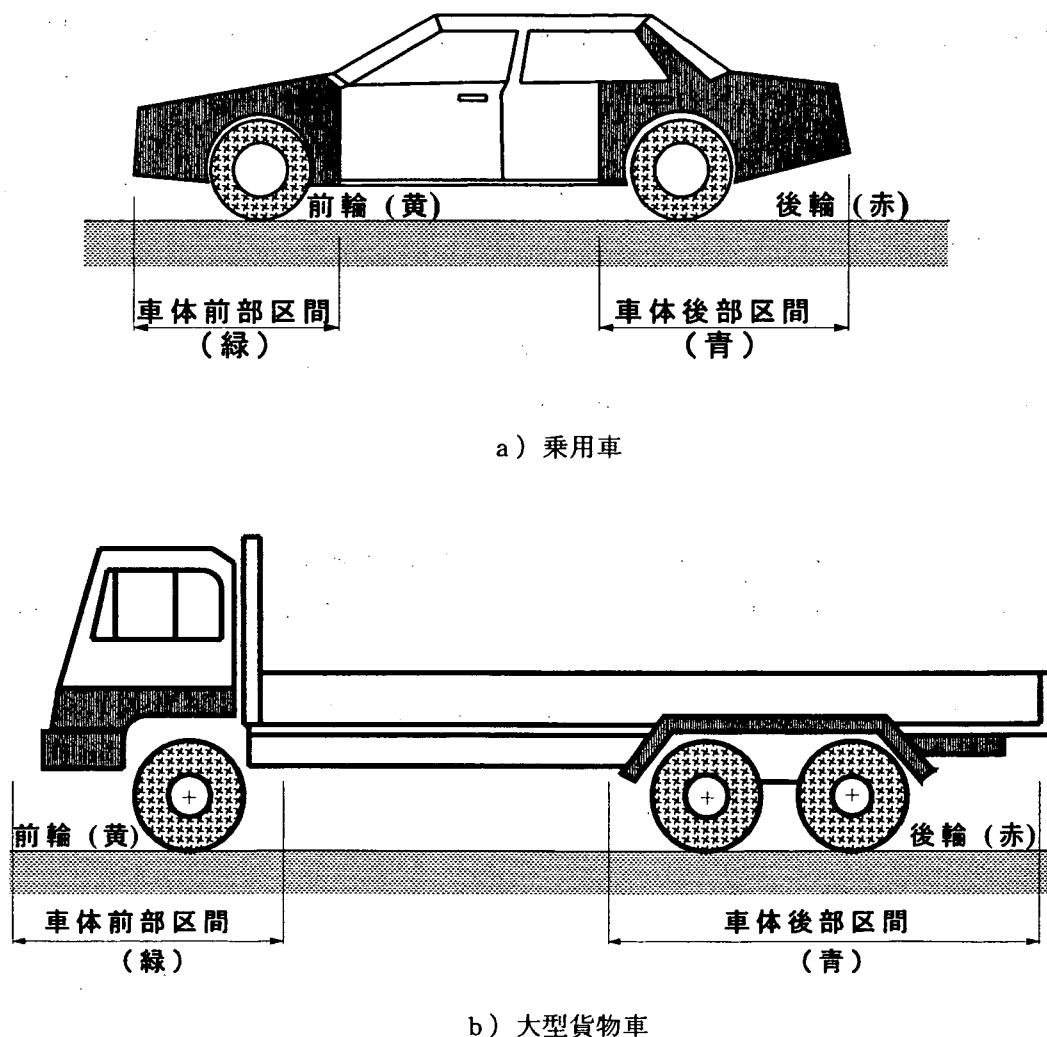


図-3・5 車両スクラブマーク塗布の概要

(4) ハンドル

衝突実験施設は、衝突後の車両挙動を十分に観測できる広さを有していないので、試験の安全性確保のため、車両の異常挙動を防ぐことを目的として試験車両のハンドル固定を原則とする。ただし、完全に固定すると進行方向が特定される危険性があるので、ある程度の遊びを持たせた固定(半固定)とする。

(5) ブレーキ

試験車両が衝突後離脱してからブレーキをかけるための遠隔制動装置を取り付ける。

操作方法および装置詳細等については参考資料－5を参照。

なお、エアブレーキ装置を有する大型貨物車などでは、ブレーキをかけるためにはエンジンがかかっていることが必要なので、試験時にエンジンをかけた状態にしておく。

(6) 試験車両の走行テスト

試験車両は、直進安定性と遠隔ブレーキテストを兼ねて衝突試験前に走行テストをする。その際には、以下に示すように、タイヤの空気圧、ステアリングの遊び、ホイールバランス等のチェックを事前に行う。

1) ブレーキ

試験車両が防護柵に衝突後、車両荷台後部が防護柵から離れてからブレーキをかける。原則としてブレーキは安全が確保される範囲内で、できる限り遅らせてかけブレーキのない状態での車両挙動を観測する。

ブレーキは、試験体に接触した点から10mの距離を走行するまでは、かけてはならない。各試験前にブレーキテストを行う。

2) タイヤ

車両に使用するタイヤのサイズは、メーカー指定の標準サイズとし、スリップサインの出ているものや、外観上サイド・ウォール部分等ゴムの劣化度合いが激しく、試験走行中にバーストの危険性があるタイヤを使ってはならない。

(7) 燃料・バッテリー

エアブレーキを有する試験車両は、試験中はエンジンをかけた状態にするため、燃料タンクには試験準備から試験終了までに必要最低限の燃料を入れておく。電装系作動に必要なバッテリーも電気容量の確認をしておく。

乗用車類は、特にエンジンを作動させておく必要がないので、試験前に燃料を抜く。

(8) その他

防護柵基準に示されていない種類の防護柵や、記載されていない衝突方法（例えば防護柵端部に対するオフセット衝突など）により防護柵に対する実車衝突試験を行う場合には、その都度協議し試験方法を定めるものとする。

4. 計測項目及び計測手法

4. 1 計測項目

衝突試験の計測項目は、防護柵基準による性能を確認するための試験項目と、研究・開発のために実施する試験項目がある。

これらの計測項目のうち、研究・開発のための項目は、試験者の判断により選定する。

表－4・1に計測項目を示す。

表－4・1 計測項目一覧

計測目的			衝突条件	計測項目	計測方法
前提条件	衝突条件の確認		A	車両の形式・形状寸法（重心高さ）	積載物の積載方法及び車検証を基に車両の重心高さを算定する。
			共通	車両質量	軸重計測器等により車両総質量を測定する。
			共通	衝突速度	光電管式速度計、テープスイッチ式速度感知器、高速度撮影フィルムの解析などにより測定する。
			共通	衝突角度	車両の軌跡から測定する。
基準に基づく性能確認	車両の逸脱防止性能	防護柵の強度性能	A	防護柵の損傷	車両の位置別にペイントを施し、高速度撮影、ビデオ撮影、および目視等により記録する。
			A	剛性防護柵の塑性変形	拡大鏡を用いて目視によりひび割れの観察記録を行う。状況によりコア採取し強度試験を行う。
		防護柵の変形性能	A	車両の最大進入行程	車両の軌跡から測定する。
	乗員の安全性能		B	車両重心加速度	0.5ms間隔で水平2成分の車両重心加速度を測定し、10ms移動平均値の最大を解析により求める。
	車両の誘導性能		共通	車両の挙動	車両の、前面、上面、右側面、後部にスキットマークを1m間隔でマーキングし、高速度撮影、ビデオ撮影、および目視等により記録する。
			共通	離脱速度	テープスイッチ式速度感知器、高速度撮影フィルムの解析等により衝突速度を測定する。
			共通	離脱角度	車両の軌跡から測定する。
	構成部材の飛散防止性能		共通	部材の飛散防止状況	目視により記録する。
研究開発	防護柵全体の動的挙動		A	変位量	摺動式やレーザー変位計にて変位量を測定する。
	防護柵の安定性		A	残留変位	トランシットおよびレベルにより残留変位を測定する。
	防護柵の耐力及び交換範囲		A	部材断面力	ひずみゲージによりひずみを測定し部材に発生する断面力を計算する。
	車両の変形特性		B	ローリング、ピッチング、ヨーイング率	レートジャイロにて測定する
	車両の内部変形		B	車室空間の変形量	車室内の残留変位量を測定する

4. 2 車両関係の計測

4. 2. 1 車両の型式・形状寸法（重心高さ）

車両の型式・形状寸法は車検証に示されている。

車両の重心位置は、車検証に記載されている型式を基に車両諸元表等から求めることになるが、車両諸元表に示される数値は、その型式の標準的な構造を示すものであり、車両の改造等が行われている場合は、それに応じて車両重心を求め直さなければならない。

4. 2. 2 衝突速度と離脱速度

衝突速度はドリー切り離し位置近傍に設置された光電管式速度計、テープスイッチ式車両感知器から求める。また、離脱速度を測定するために車両の離脱時の速度をテープスイッチにより計測する。

離脱速度は、試験車両が防護柵に衝突後に大きく軌跡を変えテープスイッチを踏まなかったり、試験車両の通過時に破損部品等によりテープスイッチが切断するなど計測できない場合がある。このような場合には、高速度カメラによる速度読み取りなどにより補完する。

離脱速度計測時の留意点を表-4・2に示し、テープスイッチ式速度計の設置位置を図-4・2に、またその計測方法を表-4・3に示す。

テープスイッチの計測誤差は、牽引装置のフォトセルの速度表示とほぼ一致し $\pm 1\%$ 程度であることがわかっている。

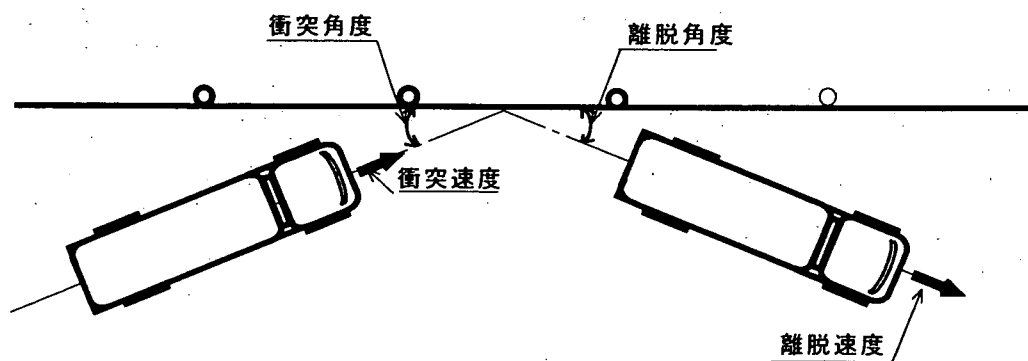


図-4. 1 離脱速度、離脱角度

表-4・2 離脱側テープスイッチ

	注 意 点
①	離脱側のテープスイッチ設置位置は、クロスポイントから離脱側へ20mの位置に設置すること。
②	離脱側のテープスイッチの長さは、離脱角による防護柵からの離れ具合を過去の衝突試験から推定し余裕をもって設置すること。小型車の高速度衝突は、離脱角度が大きく出る傾向があるので、10m程度長さのテープスイッチを使用すること。

表-4・3 衝突・離脱速度の検出方法

	計測器	検出方法
①	光電管式速度計	2点の光電管を試験車両が遮る時間差から速度を検出する。
②	テープスイッチ式 車両感知器	テープスイッチ上を衝突前後輪が通過したラグタイムと軸距 により算出する。
③	高速度撮影カメラ	フィルムコマ数と試験車両の移動量から算出する。

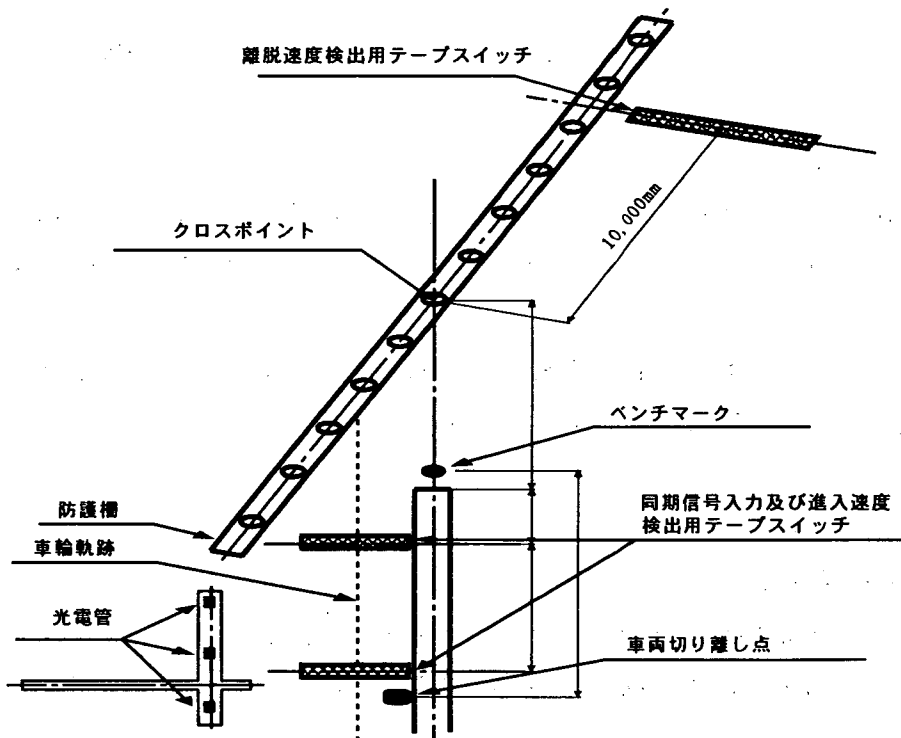


図-4・2 テープスイッチの設置場所

4. 2. 3 タイミングマーク

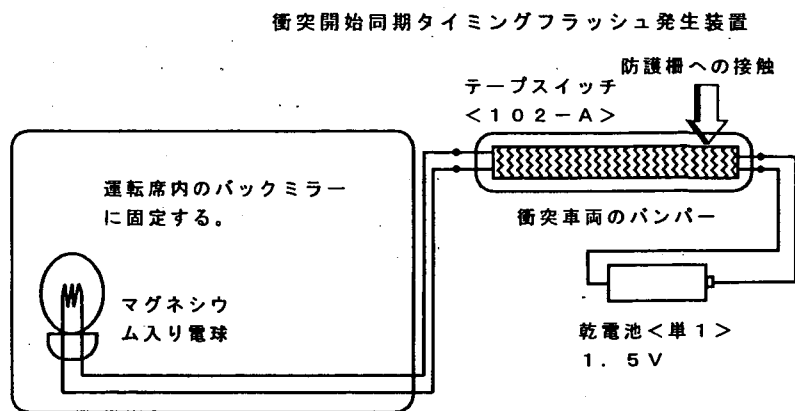
衝突開始時に出力されるタイミングマークは、データ読みとり、また16mm撮影における高速度フィルムを他のデータチャンネルに相関させるためには必須である。

タイミングの同調誤差は、 $\pm 1 \text{ ms}$ 以内でなければならない。

初期接触時の時間は、 $\pm 1 \text{ ms}$ 以内に感知させなければならないが、これは、衝突時に起動するスイッチによって、もしくは車両加速度が所定の値 (5 m/s^2 程度) を超える瞬間を観測することによって設定する。

またストロボ／タイミングマーク・チャンネルを用いて記録する。

車両運転席内に取り付けられたマグネシウム電球を車両が防護柵に接触した瞬間にフラッシュさせ、衝突開始の目安とする（図－４・３参照）。



図－４・３ タイミングマーク発生装置概略図

4. 2. 4 衝突角度および離脱角度

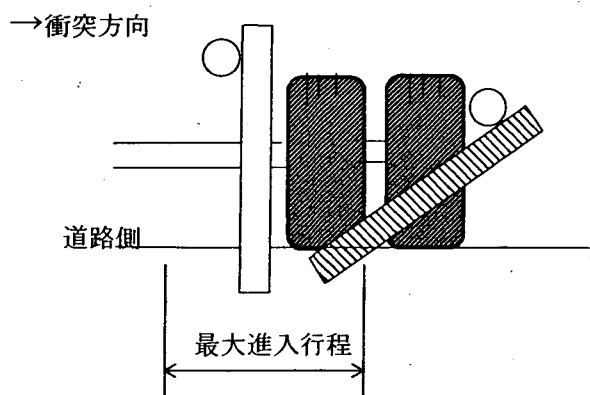
衝突角度および離脱角度をトランシットおよびスケールにて試験車両の軌跡から求める。試験車両の軌跡は、タイヤのスリップ跡や轍跡からなり、スリップ跡や、轍等をチョーク、白線（ライン引き）等でマーキングで明示する。

衝突角度は衝突開始時について、離脱角度は防護柵に対する車両の接触が終了してから１秒後における車体前・後輪の軌跡等をもとに、車体重心の進行方向から求める。

4. 2. 5 車両の最大進入行程

最大進入行程を試験車両の軌跡から求める。

最大進入行程は、車両が防護柵に衝突する時に、前軸または後軸の車輪の内側（タンデム車は２車輪の中心）が防護柵の柵面の原位置より路外方向に踏み出る距離（車道と直角方向）の最大値である。



図－４・４ 最大進入行程

4. 2. 6 加速度

(1) 加速度データの収録

原則として車両重心の加速度を対象とする。

加速度データは、試験車両に搭載した機器の記録部に収録をする。

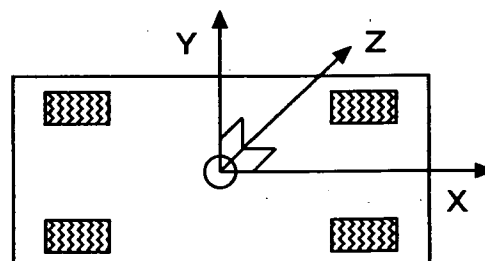
車両重心加速度は2台以上の計測器で、車両軸方向(X)、車両軸直角方向(Y)、車両軸鉛直方向(Z)それぞれの成分の加速度センサーを車両の重心位置に取り付け計測する。データ記録には一般に 60Hz～80Hzのローパスフィルターを用いる。

加速度計測装置は、加速度計測センサーおよびデータ収録部から構成され、取り付ける場合の加速度計測装置の種類を表-4・4に示す(計測システムを図-4・6に示す)。

表-4・4 加速度計測種類

取り付け位置	加速度の種類	電 源	サンプリング間隔
車両重心	X (車両軸) 方向 Y (車両軸直角) 方向 Z (車両軸鉛直) 方向	内 蔵 バ ッ テ リー	0.5ms or 2ms
	X (車両軸) 方向 Y (車両軸直角) 方向		0.5ms
ダミー頭部	X (ダミー正面) 方向 Y (車両正面直角) 方向 Z (車両上下) 方向		5ms

加速度の計測における車両重心を原点とした場合の3成分の方向を、図-4・5に示す。



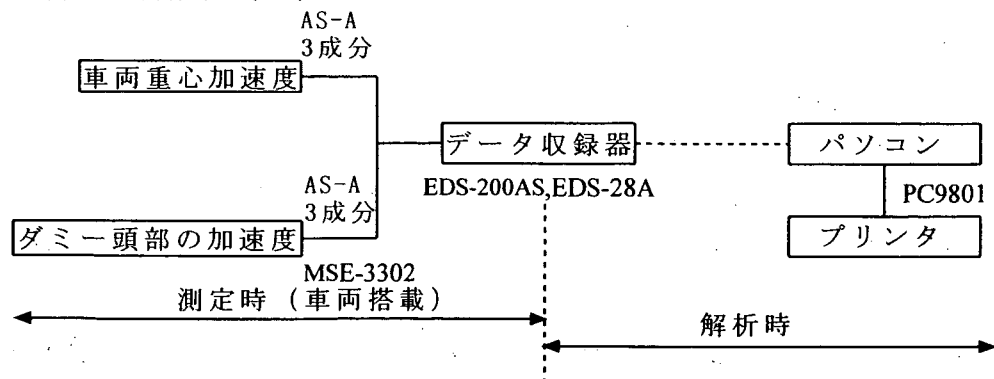
X : 車両進行方向

Y : 車両直角方向

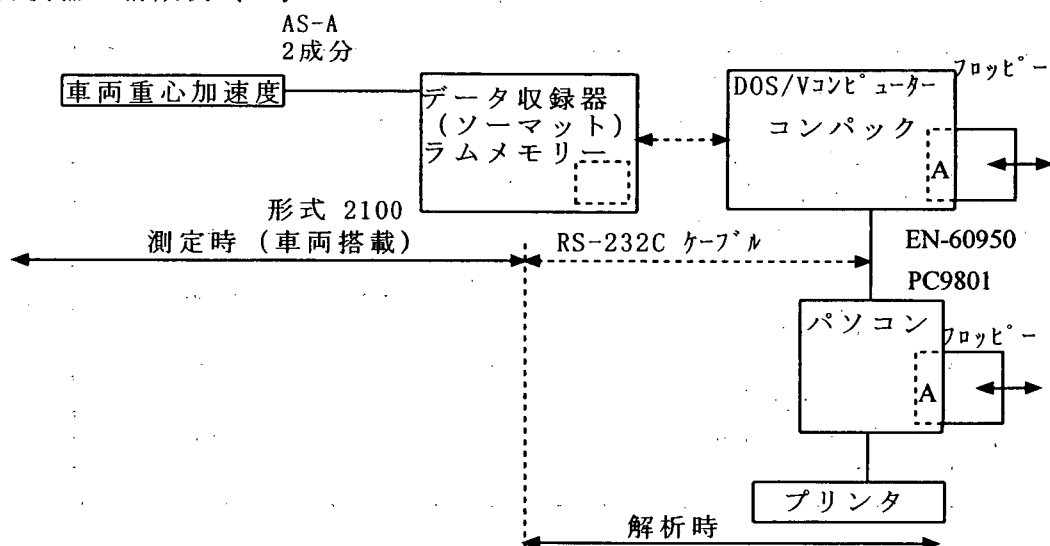
Z : 車両上方方向

図-4・5 加速度成分表

計測器の構成例（１）



計測器の構成例（２）



図－４・６ 加速度計測システム

加速度計の容量は、原波形で 600m/s^2 (60 g) 程度の加速度が発生する場合が生じていることや、記録がデジタル化されて精度良く記録できるようになってきたこと等を踏まえ、最大 980m/s^2 (100 g) 程度の加速度計を用いる。また、発生加速度の方向は、x、y、z 方向のいずれが最も大きくなるかは、衝突条件や防護柵種類等によって異なっており、方向によって加速度計の容量を変えることはない。

ダミー頭部の加速度はダミーの動きによって大きさもかなり差が生じ、縦方向、横方向では最大 $1,480\text{m/s}^2$ (150 g) を超える加速度が発生する。ただし上下方向では最大でも 300m/s^2 (30 g) 程度である。ダミー胸部の加速度は、縦、横、上下方向ともに 100m/s^2 (10 g) を超えることはほとんどなく、車両の円滑な誘導が期待できないような衝突条件を除いて、大きな加速度計は必要としない。

ただし、動的波形の計測では加速度計の周波数応答特性に注意を払う必要があり、周波数の出力／入力特性が、増幅したり減衰したりしない平坦な特性のものが要求される。

(2) 加速度データの処理

収録された加速度データは、以下の方法で処理⁵⁾⁶⁾⁷⁾し、各評価値を求める。

1) 10ms移動平均加速度

10ms移動平均加速度はライドダウン加速度 (Ridedown Deceleration) ともいわれ、防護柵基準の評価項目となる加速度である。

車両重心加速度のx, y方向波形を用いて、次式により各任意時刻の10ms平均加速度を求める(図-4.2.5を参照)。

$$a_{(10) x, y} = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} a_{x, y} dt \quad \text{----- (4.1)}$$

ここで、 $a_{(10) x, y}$: x, y方向の10ms平均加速度 (m/s²)

$a_{x, y}$: x, y方向の車両重心加速度 (m/s²)

t_1 : 任意の時刻

t_2 : $t_1 + 0.01$ (s)

2) 実効値

車両にかかる加速度と乗員にかかる加速度は等しいと仮定して、車両の加速度によって乗員の安全性を評価するものである。防護柵基準では特に規定されていないが、従来から我が国評価方法として採用されてきたものであり、過去の実験データとの比較に用いる場合に必要となる。

求め方としては、車両と乗員を単一の物体とし、最大進入行程までの時間Tの平均加速度と定義する。計算方法は以下に示す式により計算を行う。

$$a_{Tx, y} = \left[\int_{t_1}^{t_2} (a_{x, y})^2 dt / T \right]^{0.5} \quad \text{----- (4.2)}$$

$$a_{T合} = \sqrt{a_{Tx}^2 + a_{Ty}^2} \quad \text{----- (4.3)}$$

ここで、 $a_{Tx, y}$: x, y方向加速度の実効値 (m/s²)

$a_{T合}$: x, y方向加速度の合成値の実効値 (m/s²)

T : 衝突から最大進入行程までの時間 (s)

t_1 : 任意の時刻

t_2 : $t_1 + T$ (s)

$a_{Tx, y}$: 発生加速度 (m/s²)

3) 乗員頭部打撃速度

乗員頭部打撃速度 (Occupant Impact Velocity: OIV) は、車両の防護柵衝突により乗員の頭部が車室内を慣性力で定速移動し、車室内部に衝突する時の衝突速度を車両重心加速度を用いて計算し、その値を以下に示す衝撃耐性値により評価する。

乗員頭部は、人体各部とは独立に移動するものとし、防護衝突による車両の進行方向の変化に係わらず慣性力により定速で移動するものとする。乗員頭部の初期位置は車室前面から x 方向に 0.6m、車室側面から y 方向に 0.3m として計算を行う（図－4. 7 参照）。

(1) x 方向

$$V_x = \int_{t_1}^{t_2} a_x dt \quad \text{----- (4. 4)}$$

$$D_x = 0.6(m) = \int_{t_1}^{t_2} \int_{t_1}^{t_2} a_{x,y} dt \quad \text{----- (4. 5)}$$

ここで V_x : x 方向の乗員衝突速度 (m/s)

a_x : x 方向の車両重心加速度 (m/s²)

D_x : x 方向の乗員頭部と車両内部の距離 (m)

t_2 : 加速度の 2 回積分で 0.6m 進行したときの時間 (s)

t_1 : 衝突開始時刻

(2) y 方向

$$V_y = \int_{t_1}^{t_2} a_y dt \quad \text{----- (4. 6)}$$

$$D_y = 0.3(m) = \int_{t_1}^{t_2} \int_{t_1}^{t_2} a_{x,y} dt \quad \text{----- (4. 7)}$$

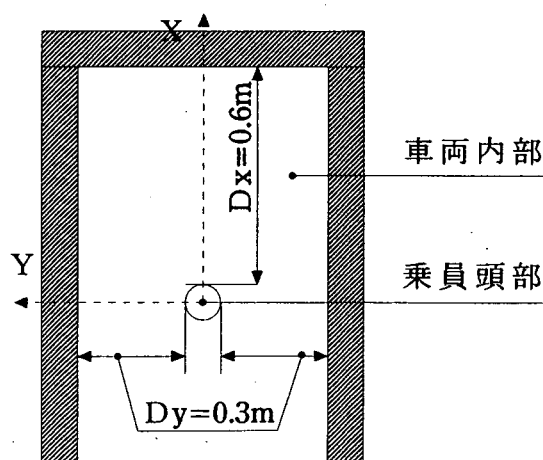
ここで V_y : y 方向の乗員打撃速度 (m/s)

a_y : y 方向の車両重心加速度 (m/s²)

D_y : y 方向の乗員頭部と車両内部の距離 (m)

t_2 : 加速度の 2 回積分で 0.3m 進行したときの時間 (s)

t_1 : 衝突開始時刻



図－4. 7 乗員の理論頭部の位置

4) 50ms移動平均加速度

10ms移動平均加速度と同様に、車両重心のx、y及びx、yの合成方向の加速度波形を用いて次式により各任意時刻の50ms平均加速度を求め（図－4．8）、その最大値を下記に示す許容値を用いて評価する。

10ms移動平均加速度を基準の評価値とする以前に用いられていた数値⁸⁾であり、過去のかんりの実験がこの評価方法により評価されているので、過去の実験結果と比較する場合に必要となる。

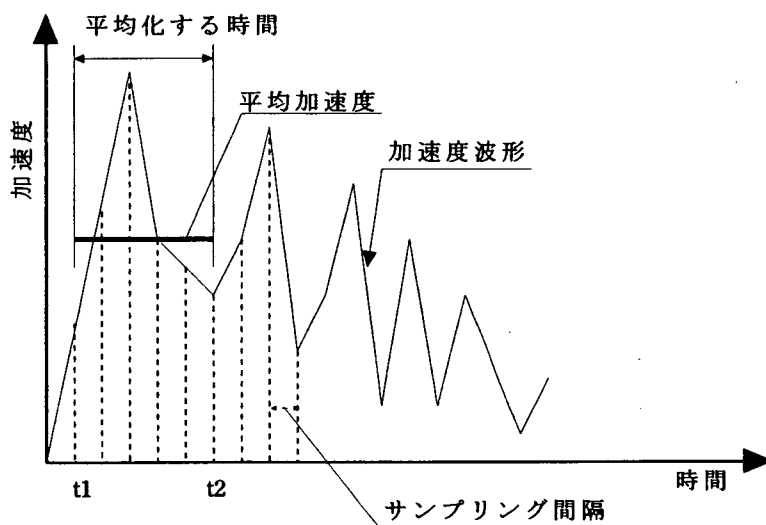
$$a_{(50) x, y} = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} a_{x, y} dt \quad \text{----- (4. 8)}$$

ただし $a_{(50) x, y}$: x, y各方向の50ms平均加速度 (m/s²)

$a_{x, y}$: x, y各方向の車両重心加速度 (m/s²)

t_1 : 任意の時刻

t_2 : $t_1 + 0.05$ (s)



図－4．8 平均加速度の概要

4. 2. 7 ダミー

ダミーは、日本人成人男子の標準体型に合わせて開発されたものを用いている。人体構造が車両の性能実験に用いられるHYBRIDタイプや欧米の側面衝突用(表－4.5参照)に比べると簡易であり、計測結果は参考値の取り扱いとなるが、頭部加速度、胸部加速度、脚部荷重などを計測する。

また、ダミー頭部のフロントガラス、サイドガラス接触状況や頭部の打撃状態について、頭部に感圧紙を巻いて計測する。

ダミーは計測を行わず、実際の重量配分を考慮した重量調整用としても用いられる。

ダミー搭載時は、シートベルトを装着させる。

表-4. 5 各種ダミーの特徴

	3 DM ^{a)}	正面衝突用ダミー		側面衝突用ダミー	
		HYBRID-Ⅲ	HYBRID-Ⅱ	SID	EUROSID
A (mm)	904～910	878～889	904～910	893	915
B (mm)	530～540	505～521	553～569	505	550
C (mm)	584～600	579～605	510～526	545+Knee	570
D (mm)	440～450	485～501	490～506		
E (mm)	455	421～437	452～468	459	485
総重量 (kg)	61	73	73	78	75
材質	アルミ鋳物 合成樹脂モールド	アルミ鋳物 ビニル材	アルミ鋳物 ビニル材	アルミ鋳物 ビニル材	アルミ鋳物 ビニル材
センサーの種類と 取付位置	頭部(A) 胸部(A) 腰部(A) 大腿部(P)	頭部(A) 首部(M) 胸部(D, A) 腰部(A) 大腿部(P) 膝部(D) 臍部(P)	頭部(A) 胸部(A) 大腿部(P)	頭部(A) 胸部(A) 大腿部(A, P)	
モデル	日本人平均男子	50%タイル米国人男子			

注) A:加速度、P:荷重、D:変位、M:モーメント

a) 土木研究所使用ダミー

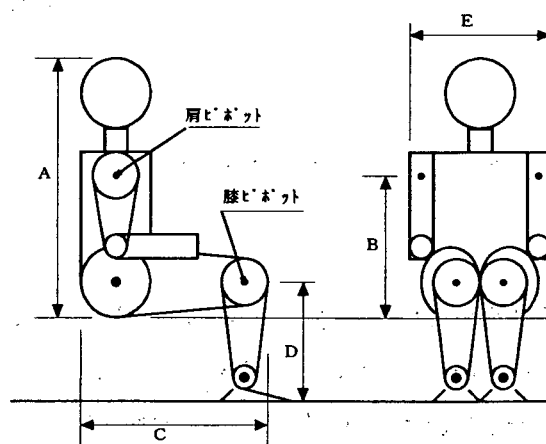


図-4. 9 ダミー各部の寸法位置

1) HIC値

$$HIC = (t_2 - t_1) \cdot \left\{ \int_{t_1}^{t_2} a_{Hx,y} dt / (t_2 - t_1) \right\}^{2.5} \quad \text{----- (4. 9)}$$

ここで $a_{Hx,y}$: x, y 方向の頭部加速度合成値 (m/s^2)

t_1 : 任意の時刻

t_2 : $t_1 + dt$ (s)

ただし、 $|t_2 - t_1| \leq 36$ (ms)

2) 胸部加速度

$$a_{cx,y} = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} a_{x,y} dt \quad \text{----- (4. 10)}$$

ここで $a_{x,y}$: x, y 方向の胸部合成加速度 (m/s^2)

t_1 : 任意の時刻

t_2 : $t_1 + 0.03$ (s)

4. 2. 8 車両挙動

車両の動き（車両の傾き、最大浮き上がり量、車両のねじれ、車両全体の回転運動傾向）と最終的な誘導状況（正常の姿勢を回復し円滑に誘導された、又は姿勢は復元の傾向を示しつつ誘導された等）を、高速度カメラやビデオカメラにより記録する。

記録された衝突時の車両の挙動から、防護柵の構造上の問題点や車両の衝撃吸収特性を把握することが可能である。特に、たわみ性防護柵の土中タイプの場合は、一次衝突時の車両左側前輪の支柱接触や踏み込みによる支柱のバックリングが見られ、大型貨物車については車両荷台後部の慣性力の発生による荷台挙動が観察でき、防護柵の壊れ方や車両の挙動からの分析が行える。

4. 2. 9 車両損傷状況

試験車両の損傷は、防護柵衝突後の車両誘導性に影響を及ぼすことから、車体外部および内部の損傷状況を観察する。また、乗員の安全性に大きく影響する衝突後の車室空間の状況について、空間の確保、ダッシュボードの車室側への移動、フロントガラスの損傷状況を観察し、乗員に対する危険度の評価を行う（表－4・6参照）。

表－4・6 試験車両の損傷状況に関する目視観察項目

A	車室内の変形状況（ダッシュボードの移動、ステアリングの変形、ドアの変形、フロントピラーの変形）
B	ダミーの損傷状況（感圧紙によるダミー頭部の損傷、空間的移動状況、その他の体部位の損傷）
C	フロントおよびサイドガラスの破損状況
D	試験車両の自力走行、または牽引走行（車軸、タイヤサスペンションの損傷状況）

4. 3 供試体関係の計測

4. 3. 1 変位計測

(1) 変位計

供試体の最大変位量は、柵直角方向に対して動的特性の高い差動トランス型棒状変位計を取り付けての直接測定や変位測定板（ターゲットマーク）を高速撮影フィルムから読みとる方法がある。最近では、レーザー式の非接触による変位測定方法もあるが、非接触変位計は防護柵の大変形に追従できない、試験時の土埃などがノイズとなるなどの制約がある。

いずれも、車両衝突時に供試体の部品や車両側の破損部品が飛散し、測定器を壊す恐れがあるので、測定器破損の対応を事前に承知しておくことが望ましい。

剛性防護柵の場合は比較的変形量が小さいので、変位が計測しやすい。

変位計の種類と注意点について表－4・7に示す。

表－4・7 変位計の種類と注意点

	差動トランス型棒状変位計 (ストローク：1,000mm～1,200mm)	摺動型変位計 (ストローク：50mm～200mm)	レーザー変位計 (ストローク：1mm～1,200mm)
①	損傷を防ぐために、最大能力の10%程度の余裕を見たセッティングをすること（各部のボルト締め付けトルク）	コンクリート製防護柵の場合、車両衝突時の振動数が高いため、変位計の先端にはスプリングを介した取り付け治具を用いること	原則として長距離の測定が行える治具を取り付けること
②	供試体側の設置高さは主要横梁の中央か、変位計設置上の安定性かつGLより上に600mmの位置にセットすること		記録器は車両の接触の恐れがない箇所に設置すること
③	反対側（反力側）の高さは、供試体の最大変位時の高さと同じ高さになるように設置すること		

(2) 残留変位

残留変位については、供試体延長方向(X)、直角方向(Y)、上下方向(Z)について、試験前後に各部材の位置をトランシット、レベルおよびスケール等により計測する。測定項目と測定位置および方向を表－4・8に示す。

衝突による防護柵変形の影響範囲は、支柱の変位がXY方向共に10mm以上発生した範囲を目安とする。また、継ぎ手部ずれの移動量を測定する場合は、試験前の供試体に衝突が想定される影響範囲の継ぎ手部に各々2点ポンチ等でマーキングを行い、衝突後にノギスで測定する。

表-4・8 残留変位測定フォーマット (例)

項 目 \ 測定方向		X方向 延長方向	Y方向 直角方向	Z方向 上下方向	備 考
支 柱	頭 部				
	地際部				
	傾斜角				
ビーム	主ビーム 表側 裏側 ^{a)}				
	補助ビーム 表側 裏側 ^{a)}				
	継ぎ手部 表側 裏側 ^{a)}				
その他		・ ビームの変位量 ・ 支柱、ブラケットの傾斜 ・ 支柱の折れ曲がり位置 (引き抜き後) ・ 轍、深さ			

a) 分離帯用防護柵の場合

(3) 最大変位

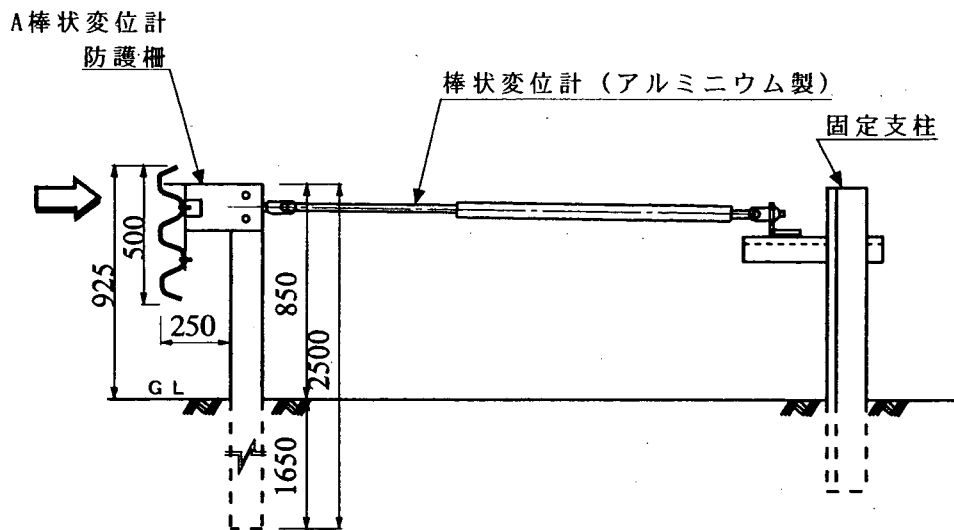
供試体の最大変位量は、柵直角方向に対して棒状変位計を取り付けて行う直接測定や、変位測定板（ターゲットマーク）を高速度撮影フィルムから読みとる方法などがある。近年はレーザー変位計も状況により利用できる。

変位測定は、供試体の最大変位が予想される位置の他、供試体端部への影響の確認のため供試体の両端部に設置しなければならない。

棒状変位計の変位計取り付け概要を図-4・10に示す。

図では路側用のたわみ性防護柵を示しているが、分離帯用の両面型防護柵の場合は、表・裏ビームの間に位置する支柱頭部に変位計先端を取り付ける。

また、衝突試験における供試体変位、次項で説明する支柱水平力、ビーム張力、また全項衝突・離脱速度等の既往の衝突試験で用いられている一般的な電気計測のブロックダイアグラムを図-4・11に示す。



B変位測定板
・防護柵および変位測定板を上方から見た場合

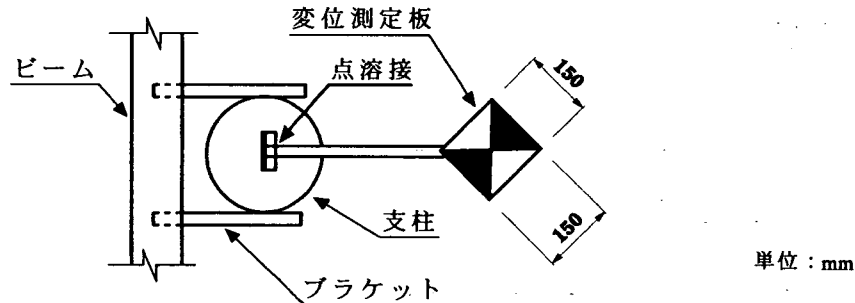


図-4・10 変位計設置概要

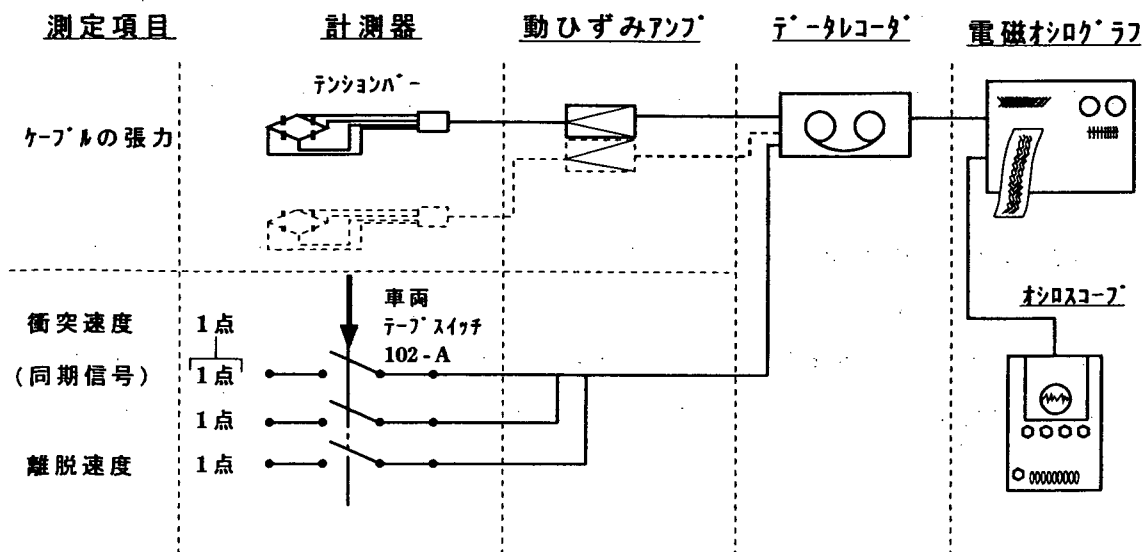


図-4・11 電気計測ブロックダイアグラム

4. 3. 2 ひずみ測定

(1) たわみ性防護柵

1) 支柱の水平力

たわみ性防護柵の支柱に働く水平力の計測には、引張り、圧縮の双方に1軸歪みゲージを貼り付けて曲げ応力を測定し求める方法と、2軸の歪みゲージを支柱側面に貼り付け、せん断歪みを測定し求める方法がある。

支柱、ビームにおけるひずみゲージによる応力測定位置を図-4・12に示す。

基本的には、供試体に対して直角方向と平行方向に貼り付けた応力測定用ゲージにより測定することが好ましいが、貨物車による衝突試験の場合、供試体直角方向と平行方向を測定し、乗用車の場合は供試体直角方向のみによる測定を行っている。

これは、車両の衝突形態が供試体に対して斜め方向から衝突することにより、支柱においては車両の進行方向側よりも外側に踏み込まれるために、供試体直角方向に対して供試体平行方向のひずみが僅かしか発生しないことによる。

なお、試験で測定されたひずみから水平力への補正は、静的载荷試験試験を実施し校正（キャリブレーション）結果を用いるものとする。

鋼製防護柵で使用される代表的な支柱の部材形状と断面積および水平力校正式を表-4・9に示す。

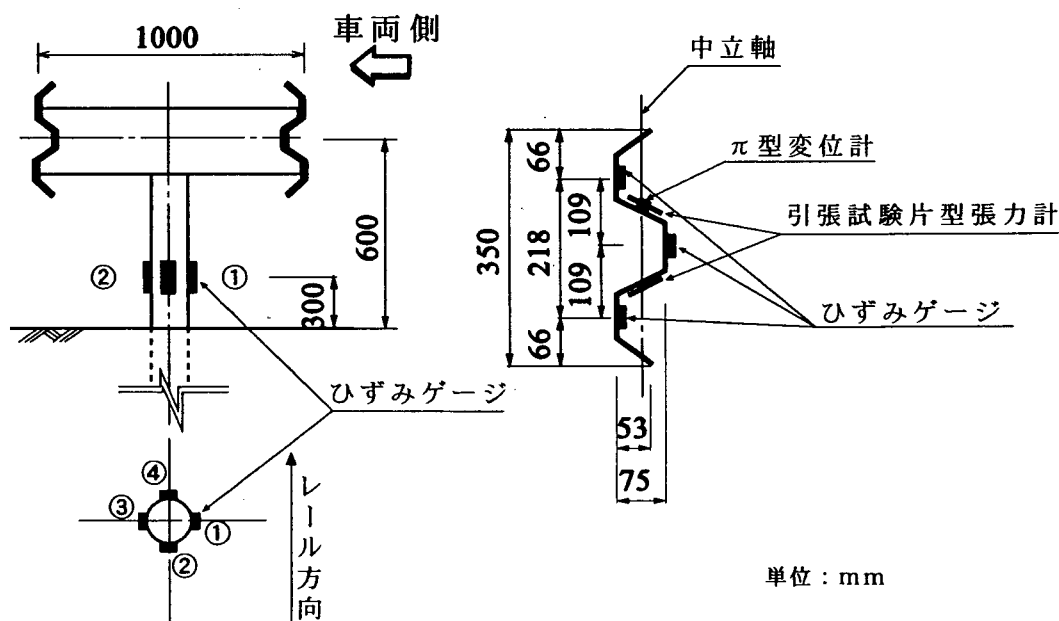


図-4・12 各部材のひずみ測定位置 (例)

表-4・9 支柱の水平力校正式例

	支柱形状 (mm)	断面積 (cm ²)	水平力校正式
角形鋼管	□-125×125×6.0	27.63	$1.45 \times 10^{-3} X^{1.24}$
丸形鋼管	○-114.3×4.5	19.13	500kg→135μ 1μ →3.7037kg
	○-139.8×4.5	15.52	$1.8 \times 10^{-8} X^2 X 2.6 \times 10^{-3} X + 2.8 \times 10^{-2}$

2) ビーム張力

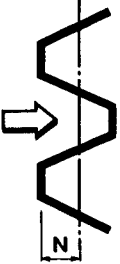
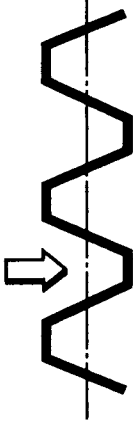
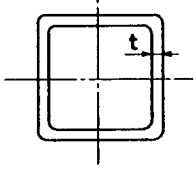
曲げ応力が生じるビーム張力の計測は非常に困難である。既往の試験においては、参考的にビームの塑性変形の小さい領域（残留変位が小さいと予想される位置）を選び中立軸にひずみゲージを貼り付けて計測を行っている。また、測定位置は衝突時に最大変位が発生すると予想される近傍で、過去の類似した試験と比較できる位置とした。

通常、ビームに働く軸力および曲げモーメントは1軸ひずみゲージを、ビーム同一断面の上部と下部の2ヶ所に貼り付け、ひずみを測定する。得られたひずみは平均化する。衝突試験の事前に実施する静荷重試験結果により得られる校正值によりから算出している。表-4・10に代表的なビームの断面積および中立軸を示す。測定ひずみから荷重への換算は式-4・11より算出する。

3) アンカー力

たわみ性防護柵で部材をアンカーで固定するタイプのアンカー力を測定する場合、最大の引っ張り力が作用すると考えられるアンカーに1軸ひずみゲージを、アンカー根入れ部の同一断面の2ヶ所に貼り付けひずみを測定する。衝突試験の事前に実施する静荷重試験結果により得られる校正值からアンカー引っ張り力を算定する。

表-4・10 ビームの断面積および中立軸

		ビーム断面形状	ビーム断面形寸法 (mm)	断面積 A (cm ²)	中立軸 N (ビーム前面より)
現 行 種 別	A種		350×75×4.0	18.7	30.7
	B種		350×50×3.2	13.1	
	C種		350×50×2.3	9.4	
3 山 断 面			500×85×4.0	31.2	42.5
補 助 ビーム			□-100×100×4.5	16.67	50.0

$$T = \sigma \cdot A = E_s \cdot \varepsilon_s \cdot A = 2.1 \times 10^7 \text{ N/cm}^2 \times \varepsilon_s \times A \text{ ----- (4.11)}$$

ここで T : ビーム張力 (N)

σ : 応力 (N/cm²)

A : ビーム断面積 (cm²)

E_s : ヤング係数 $2.1 \times 10^7 \text{ N/cm}^2$

ε_s : 測定ひずみ

(2) 剛性防護柵（コンクリート製防護柵）

剛性防護柵は試験後、供試体の変形状況を確認し、防護柵の強度低下に結びつくような有害な塑性変形が生じているかどうかを確認する。

剛性防護柵に生じる応力は、鉄筋およびコンクリート表面に貼り付けたゲージ、基礎部に埋設したモールドゲージや土圧計等の各種計測結果により算定する。これらの計測項目において信頼性のある測定は、鉄筋のひずみ測定であり、その測定方法は、アンカー力測定方法に準ずる。

(3) 動的ひずみ測定における入出力サンプリング間隔

サンプリング時間については使用記録器によって異なり、既往の衝突試験においてはデータレコーダ（DAT）を使用している。

1) データレコーダ

5,000ケ/s～10,000ケ/sの範囲で入出力サンプリングができる。

なお、通常サンプリング間隔を1/400sとしているのは、1/400sより短いサンプリング間隔で計測すると、出力結果の記録用紙が長くなることと、既往の衝突試験時の経験からみて1/400sのサンプリング間隔であれば、ほぼピーク値を捕らえることができることによるものである。

表－4・11にひずみ計測時のサンプリング間隔と測定器で用いるカットオフ周波数を示す。

表－4・11 ひずみ計測時のサンプリング間隔とカットオフ周波数

計測項目	原波形のサンプリング間隔	動ひずみ計測器入力時のカットオフフィルター
支柱水平力	2.5ms (1/400s)	80, 100Hz
ビーム張力	2.5ms (1/400s)	80, 100Hz
鉄筋ひずみ	2.5ms (1/400s)	80, 100Hz

原波形に含まれるヒゲと呼ばれる瞬間的なピーク雑音を消去し、過去の波形データ等と同一水準で比較するために、原波形にフィルターをかけることが一般的であるが、衝突波形に関しては、特別に指定された場合を除きフィルター処理は80Hz程度が適当とされている。加速度計測による乗員傷害値を算出する場合は、高周波数領域までの計測が必要となるが、衝突時に発生する荷重算出時のひずみ計測は、既往の衝突試験の経験から、加速度データのような高周波数を発生しないので、波形処理は原波形をフィルター処理しなくとも、原波形のまま用いて、あらかじめ静的試験で求めている校正係数から荷重等に換算しグラフ化処理を行うことができる。

4. 4 撮影

4. 4. 1 映像による衝突試験記録

実車衝突試験における適切な映像記録項目は大きく3段階に分けられる。

試験前段階では、供試体の設置状況、試験車両の状況を撮影する。衝突試験の直前状況に関してはビデオカメラ、スチールカメラ等で定められた箇所を撮影する。

衝突試験中は、供試体と試験車両の動的な挙動を、ビデオカメラ、高速度カメラ、スチールカメラ（側面および正面からの連続撮影）で正確に撮影する。

試験終了後は、供試体と試験車両の受けた損傷状況を衝突試験前と同様に、ビデオカメラ、スチールカメラで映像および写真記録として残さなければならない。

4. 4. 2 16mm高速度撮影

衝突試験で使用する16mm高速度撮影カメラの機種を表-4・12に示す。

設置場所については、図-4・13に従って設置すること。

観測塔に設置する撮影機は、図-4・13の範囲の撮影が可能となるように広角レンズを使用する。

表-4・12 16mm高速度カメラの機種

No	使用撮影機	撮影スピード (コマ/秒)	撮影範囲	カメラ配置位置
1	フォトリックDHB-4A (5.7mm広角レンズ)	400 ^{a)}	上面 (12.4m×9.3m)	観測塔固定
2	フォトリックDHB-4A (8.0mm広角レンズ)	400	上面 (9.4m×7.0m)	観測塔固定
3	スピック H16	64	後方より供試体全体	供試体延長進入側固定
4	スピック H16	64	前方より供試体全体	供試体延長離脱側固定
5	アリフレックス H16	24	側面 (パーン)	供試体正面

- a) 衝突試験終了後、必要に応じてモーションアナライザーにより、高速度撮影フィルムを解析する。
撮影範囲は、クロスポイントを中心とする撮影範囲を示す。

4. 4. 3 ビデオ撮影

衝突試験では16mm高速度撮影カメラ以外に、多方向からビデオカメラでの撮影をすること。

ビデオカメラの設置場所については、図-4・13に従って設置することを基本とし、さらに予備として数台を適宜必要箇所に設置するものとする。

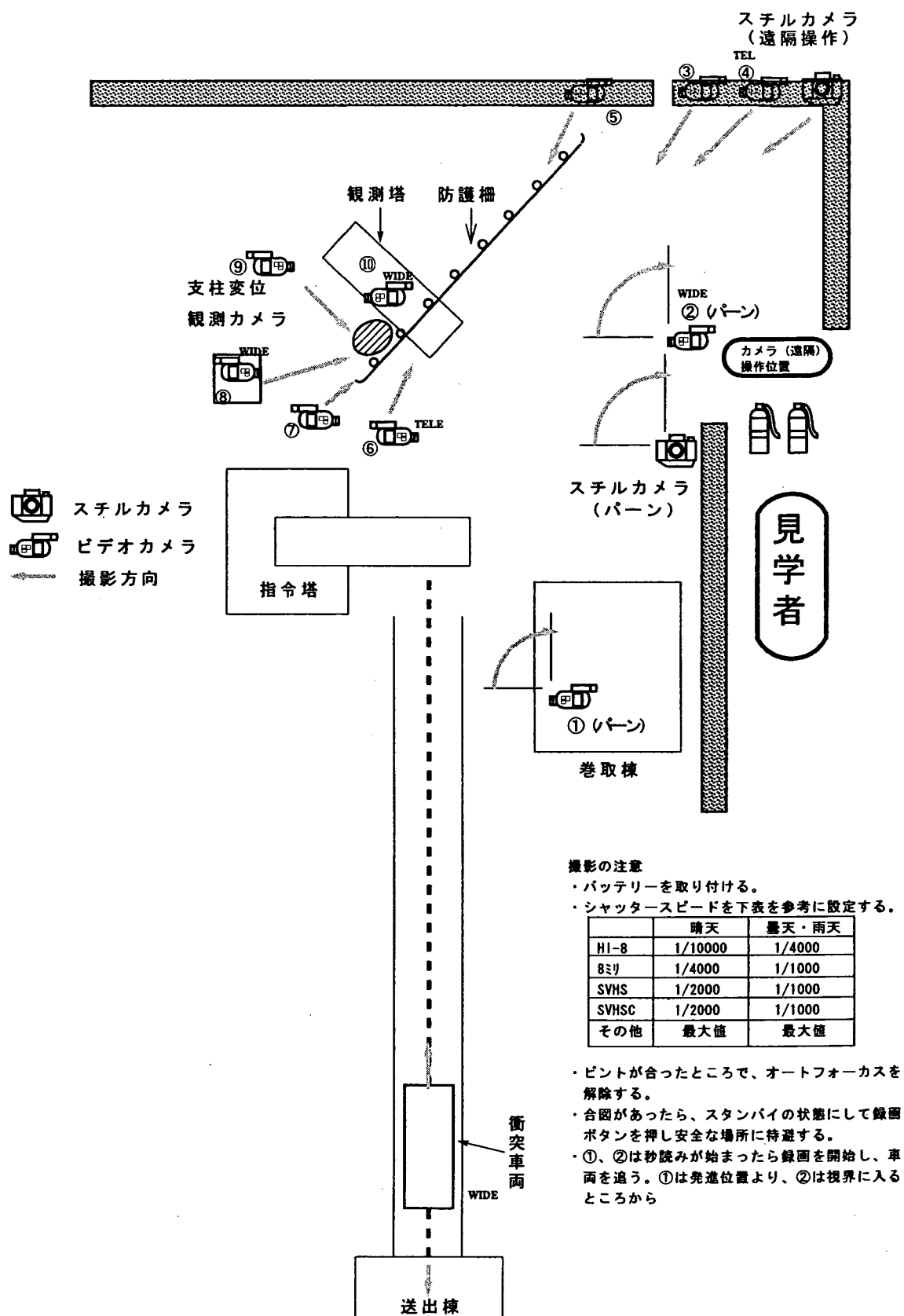


図-4・13 ビデオカメラおよびスチールカメラ配置位置

5. 評価

衝突試験結果の標準的な評価項目を以下に示す。

5. 1 許容誤差

衝撃度の許容誤差は、衝突速度や車種によって異なるが、防護柵基準による評価試験衝突条件Aのうち(大型車の試験)では、誤差が+側であれば基準上は設定値を大きく上回ることとは問題とならない。ただし、衝撃度が大きく上回って評価自体が適正に行われない場合も考えられるので、極力設定した衝突条件を遵守する。

実験評価時の衝突条件に対する標準的な許容誤差を表－5. 1に示す。

表－5. 1 衝突条件及び許容誤差^{a)}

試験種類		衝突車両		衝突速度 ^{b)}	衝突角度 ^{b)}	衝撃度 ^{b)}
防護柵種別等		車 種	車両質量 ^{b)}			
研究・試験等		共 通	±5%	±1km/h	±1度	100kJ>X, X±5% X≥100kJ, X±10%
防 護 柵 基 準 に よ る 性 能 評 価 実 験	C種	小型車	1.05t±5%	60km/h±1km/h	20±1度	17kJ±5%
		大型車	20.10t－5%	32km/h－1km/h	15－1度	45kJ以上
	B種	小型車	1.05t±5%	60km/h±1km/h	20±1度	17kJ±5%
		大型車	20.10t－5%	38km/h－1km/h	15－1度	60kJ以上
	A種	小型車	1.05t±5%	100km/h±1km/h	20±0.5度	47kJ±5%
		大型車	20.10t－5%	53km/h－1km/h	15－1度	130kJ以上
	SC種	小型車	1.05t±5%	100km/h±1km/h	20±0.5度	47kJ±5%
		大型車	20.10t－5%	60km/h－1km/h	15－1度	160kJ以上
	SB種	小型車	1.05t±5%	100km/h±1km/h	20±0.5度	47kJ±5%
		大型車	20.10t－5%	77km/h－1km/h	15－0.5度	280kJ以上
	SA種	小型車	1.05t±5%	100km/h－1km/h	20±0.5度	47kJ±5%
		大型車	20.10t－5%	96km/h－1km/h	15－0.5度	420kJ以上
	SS種	小型車	1.05t±5%	100km/h±1km/h	20±0.5度	47kJ±5%
		大型車	20.10t－5%	88km/h－1km/h	20－0.5度	650kJ以上

a) 許容誤差の有効数字は2桁とし、3桁目を四捨五入して求める。

b) 衝突条件の誤差の判定は原則として衝撃度が所定以上になっているかどうかで行う。

衝突速度、衝突角度の誤差は参考値とする。

表における許容誤差は、米国基準⁵⁾、欧州基準⁶⁾と比べてもかなり高い精度を要求するものとなっているが、衝突実験施設の能力からみて現実的に確保できる精度である。

ただし衝突角度については、試験車両が中古であることや試験路面に不陸があることなどにより、離脱後空走時の車両軌跡が不安定になって正確な角度を保持できない可能性がある。特に衝突速度が低い場合に車両軌跡は大きく変化しやすいので、防護柵設置位置は試験に支障のない範囲で加速路に極力近づけることが望ましい。

5. 2 防護柵性能の評価

5. 2. 1 車両の逸脱防止性能

(1) 強度性能

防護柵が車両に突破されない強度を有しているかどうかを評価する。

防護柵基準では、衝突条件Aにおいてこの評価が中心となる。

車両の突破には、防護柵を破断させて突破するものや柵高不足等により車両が飛び出すものなどがあり、それぞれの挙動によって防護柵の改良すべき事項が異なるので、防護柵の破損状況の確認は重要である。

(2) 変形性能

1) 最大進入行程

防護柵基準により、衝突条件Aによる衝突に対して、たわみ性防護柵の場合表－5. 2に示す最大進入行程以下の防護柵変形量であることが求められる。

表－5. 2 たわみ性防護柵の車両の最大進入行程

種 別		支柱を土中に 埋め込む場合	支柱をコンクリート 中に埋め込む場合
路側用	C, B, A, SC, SB, SA, SS	1. 1 m以下	0. 3 m以下
分離帯用	Cm, Bm	1. 1 m以下	0. 3 m以下
	Am, SCm, SBm, SAm, SSm	1. 5 m以下	0. 5 m以下
歩車道境界用	Cp, Bp, Ap, SCp, SBp	0. 5 m以下	0. 3 m以下

上記の範囲は、道路構造から許容される変形量を標準的に示したものであり、一般的な防護柵では表に示す値まで変形すると車両の誘導性が確保できない場合が多い。従って、防護柵の構造によって許容できる変形範囲は異なるので、試験による変形状況を十分観察し、各防護柵の構造に適した変形範囲を把握することが必要である。

2) 防護柵の変形状況

たわみ性防護柵が適正に機能している場合、衝突箇所付近から離脱箇所付近までのビームの変形は連続的でなめらかな曲線形状となるのが理想的である。また局所的な破断、破損は極力ないことが望ましい。

従って防護柵の損傷についても、これらのことを念頭に適正な変形が行われているか確認する。

3) 剛性防護柵

剛性防護柵にあつては、主たる部材に塑性変形が生じないことが求められる。さらに、躯体に塑性変形が生じないことはもとより、土中基礎などでの基礎部の移動量も、衝突後の補修判断にとって必要なデータとなるので、基礎部の観察も怠ってはならない。

4) 防護柵の変形範囲

試験に用いた防護柵を実際に道路で設置する場合に必要となる、必要最小延長を防護柵の変形範囲から推定する。ビームや支柱の歪み測定結果も参考にする。

防護柵の変形範囲の確認は、経済性の観点からも重要な評価項目となる。

5. 2. 2 乗員の安全性能

(1) 加速度

防護柵基準により、衝突条件Bによる衝突に対して、車両の受ける加速度が種別および種類に応じ表-

5. 3の値を満足することが求められる。

表- 5. 3 車両の受ける加速度 (10ms移動平均値)

種 別	たわみ性防護柵		剛性防護柵
	支柱を土中に埋め込む場合	支柱をコンクリート中に埋め込む場合	
C, Cm, Cp	90m/s ² 未満	120m/s ² 未満	120m/s ² 未満
B, Bm, Bp			
A, Am, Ap	150m/s ² 未満	180m/s ² 未満	180m/s ² 未満
SC, SCm, SCp	180m/s ² 未満	200m/s ² 未満	200m/s ² 未満
SB, SBm, SBp			
SA, SAm			
SS, SSm			

この他、「4. 2. 6 加速度」に示した加速度解析値についても、それぞれ表- 5. 4に示す評価値が示されているので、これらを参考に乗員の安全性を評価することが望ましい。

特に、乗員頭部打撃速度の評価値は、車両の安全性評価であるダミーを用いたHIC値（頭部衝撃値）との関連を考慮して定められた値であり、10ms移動平均加速度とともに乗員の安全性評価に用いることが望ましい。

表－５・４ 乗員の安全性能の評価追加項目

評価項目名	評価値				
乗員頭部打撃速度	推奨値 $V_x, V_y \leq 9\text{m/s}$ 、限界値 $V_x, V_y \leq 12\text{m/s}$				
実効値	限界値 $a_{\text{合}} \leq 39\text{m/s}^2$ (4 g)				
50ms移動平均加速度		$a_{(50)x}$	$a_{(50)y}$	合成	備考
	無拘束	49m/s^2 (5g)	29m/s^2 (3g)	59m/s^2 (6g)	推奨値
	2点式ベルト	98m/s^2 (10g)	49m/s^2 (5g)	118m/s^2 (12g)	推奨値
	3点式ベルト	246m/s^2 (25g)	147m/s^2 (15g)	246m/s^2 (25g)	限界値

(2) ダミー挙動

土木研究所のダミーは、車両の安全性評価に用いられるHIBRID-Ⅲ型とは異なるので、車両の安全性評価に用いられるHIC値、胸部加速度、脚部荷重は参考値扱いとなるが、目安として評価を行う。また、ダミーの挙動についても参考的に評価する。

表－５．５ ダミーの評価項目及び評価内容

評価項目	評価値・評価内容
HIC値	最大1000以下
胸部加速度(3ms平均値)	最大 590m/s^2 (60 g) 以下
大腿部荷重	最大9,950N(1,012kgf)以下
ダミー挙動	ダミー頭部に巻いた感圧紙の打撃痕 打撃痕の原因

5. 2. 3 車両の誘導性能

防護柵基準により、衝突条件Aおよび衝突条件Bでの衝突のいずれの場合においても以下の条件を満足することが求められる。

- ① 車両は、防護柵衝突後に横転などを生じない。
- ② 防護柵衝突後の離脱速度が、衝突速度の6割以上である。
- ③ 防護柵衝突後の離脱角度が、衝突角度の6割以下である。

上記のうち①は、防護柵の車両誘導機能として本来的に求められる機能であり、②は追従車両が追突するなどの危険性を少なくすること、③は車両衝突後他車線に進入して併走車や対向車に影響を与えないことを機能として求めている。従って、①から③の機能を満足することはもとより、他の車両への影響などを念頭に車両の誘導性を評価することが必要である。

5. 2. 4 車両の損傷状況

車両の損傷は、乗員の安全性、車両の誘導性などに大きな影響を及ぼす。以下の項目などにより、車両の損傷状況を評価する。

(1) 前輪、特に左前輪の損傷状況

左前輪に損傷が生じている場合、衝突後再度防護柵側に接近する可能性が高くなり、前輪の損傷程度を把握することにより衝突後の車両の挙動を推定することができる。

(2) 衝突車の自走可能性

衝突後の車両が自走可能かどうかは、衝突車の移動を含めて事故復旧の容易性に大きく影響する。

(3) 車室空間の確保

車両衝突後、車室空間が確保され乗員の生存空間に問題が生じていないかを評価する。

車室空間の定量的な評価についてはOCDIがある。OCDIの許容値は現在のところ特に示されていないが、今後期待される定量的評価の確立のために、データとして記録しておくことが望ましい。

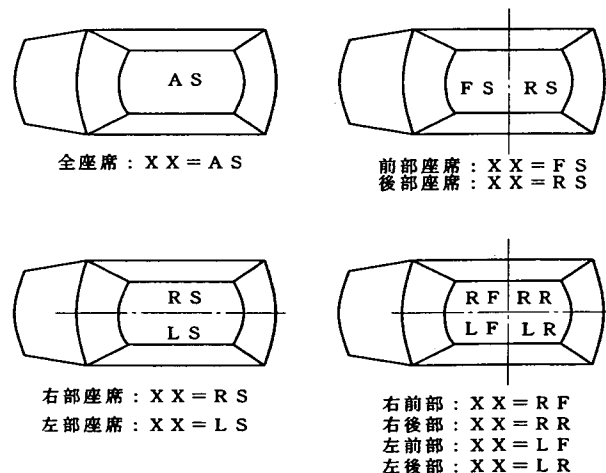
・OCDI (Occupant Compartment Deformation Index)

OCDIは、実験結果の記録用として用いられ、実験の合否判定には現在使用されていないが、車両の変形状態を示す指数であり、データの蓄積とともに将来的には実験の合格基準項目として使用される可能性がある。

以下にOCDIの表示形式を表す。

"XXabcdef"

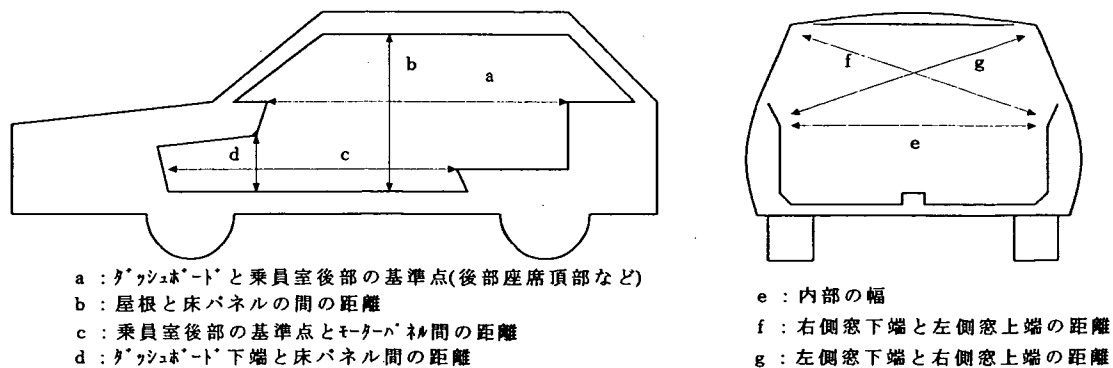
"XX"は車室変形の位置を表し、右図のような2つのアルファベットで示す。



図－5. 1 OCDIの車室変形位置

また"abcdef"は、車室内各部の減少百分率を示し、各文字に対応する車室長さは図－5. 2のとおりである。対象車室長さの減少は下記の5段階に応じて数字を入力する。

- 0：減少が3%未満の場合
- 1：減少が3%を越え、10%以下の場合
- 2：減少が10%を越え、20%以下の場合
- 3：減少が20%を越え、30%以下の場合
- 4：減少が30%を越え、40%以下の場合



図－5. 2 OC DIに関する車両測定位置

(4) 車両部品などの貫通の有無

車室内に車両部品が貫通すると、乗員に被害を及ぼす可能性が高い。

貫通の有無、貫通部材の状況などを確認する。

(5) 乗員頭部位置の損傷状況

乗用車側面の乗員頭部位置（サイドガラス）に防護柵との接触損傷があると、乗員頭部に被害を及ぼす可能性が高い。接触位置の高さ、接触部材などについて調べる。

(6) 積み荷の飛散状況

貨物車などの積み荷（ここでは重量調整用の土のう）が飛散すると、歩行者や沿道住民などへの二次被害の危険性が生じる。飛散した積み荷の量、飛散距離などを確認する。

5. 2. 5 構成部材の飛散防止性能

衝突条件Aおよび衝突条件Bでの衝突のいずれの場合においても、車両衝突時に構成部材が大きく飛散していないかどうかをみる。さらに防護柵部材等が、車室内に進入していないかを確認する。また、部材片の飛散があった場合には、飛散部材の材質、質量、飛散距離、周辺道路利用者への影響の有無についても調べる。

6. 報告

試験結果をとりまとめて報告書を作成する。

防護柵基準に基づき試験を実施した結果は、「車両用防護柵性能評価 衝突試験結果総括表」に必要事項を記載する。

6. 1 報告書

報告書として記述する項目は、防護柵基準における必要な報告内容を基に作成しているが、研究・開発試験では防護柵機能の評価とともに、実験結果の考察が検討の中心になる。防護柵基準による性能評価のみであれば、特に考察の部分は必要としない。

①試験目的と概要：試験の目的、全体的な計画と当該試験の位置付けなどを記述する。

②試験条件：対象防護柵の種別、設置する道路規格、適用箇所などを記述する。

③試験施設：衝突試験に用いた施設、衝突方法などを記述する。

④基本条件

- ・試験車両：試験に用いた車両について記述する。具体的な記述項目は6. 2を参照する。
- ・供試体：試験に用いた供試体について記述する。具体的な記述項目は6. 2を参照する。

⑤試験項目

- ・試験項目：試験目的に応じた試験項目について記述する。具体的な記述は6. 2を参照する。
- ・試験・計測方法：試験方法、計測方法について記述する。具体的な記述は6. 2を参照する。

⑥試験結果：試験結果を記述する。研究・開発試験などでは、各計測データが重要な資料となるのでできるだけ省略することなく詳細に記載する。

⑦考察

- ・車両用防護柵としての性能確認：

防護柵の基本的な性能について、考察・評価を行う。具体的な評価方法は、5. 評価に準じる。

- ・防護柵の開発目的との整合性：

研究・開発試験において当初目的とした内容と試験結果の整合性について考察する。目標を満足する試験結果が得られていない場合は問題点の整理、考えられる対応策を示す。

- ・防護柵設計手法に関する考察：

試験を行った防護柵を設計する場合の方法について、考察する。試験を行ったプロトタイプについて、種別の変更や構造の変更に対応した変更を行う上で、基本となる設計方法を把握する。

- ・防護柵の施工方法に関する考察：

試験を行った防護柵を現道に設置することを想定して、考察を行う。施工の工程、基礎の取り扱いなど、実用化を図る上で重要な課題を考察・整理する。

⑧まとめ及び今後の課題：試験目的に対する達成度、問題などを総括する。

実用化に向けて、あるいは最終的な目標への今後の課題をまとめる。

6. 2 衝突試験結果総括表

防護柵基準による防護柵性能評価では、「車両用防護柵性能評価 衝突試験結果総括表」をとりまとめる。
表の作成にあたっては、記入例を参照し、要領よくとりまとめなければならない。

表－6. 1 車両用防護柵性能評価 衝突試験結果総括表

作成 平成 年 月 日							
防護柵の名称	〇〇〇防護柵				申請者名		
防護柵諸元							
種 類	性防護柵	種 別		適用箇所			
高 さ	m	材 料					
基礎形式	基礎	最小設置長	m	地盤条件			
備 考	防護柵の構造的な特徴を述べる。既往の防護柵と同様の場合は、具体名をあげその旨を述べる。 最小設置延長が防護柵のどの部材を指すのかを示す。						
衝突試験結果							
実施機関名			試験施設名	建設省土木研究所 衝突実験施設	試験番号		
1 試験条件							
衝 突 条 件 A (試験日 平成〇年〇月〇日)					衝 突 条 件 B (試験日 平成〇年△月△日)		
試験車両 質量(t)	衝突速度 (km/h)	衝突角度 (度)	衝撃度 (kJ)	車両重心 高さ(m)	試験車両 質量(t)	衝突速度 (km/h)	衝突角度 (度)
()	()	()	()	車両総重量時	()	()	()
地盤条件				基礎形式			
供試体長	上部躯体 下部躯体	m m		施工方法			
備考) () 内は、設定条件値を示し、衝突試験結果が設定条件に対し、正規に行われたかを示す。							

2 試験結果				
測定項目		条件 区分	計測項目	試験結果
車両の逸脱防止性能	防護柵の強度性能	A	防護柵の損傷	○大型貨物車が突破しない強度を有する。 ・継ぎ手部や部材の破断の有無を記入する ・構造部材各々に対し安定性について記入する
	防護柵の変形性能	A	車両の最大進入行程	○車両の最大進入行程 m 注) 剛性防護柵は、塑性変形の有無を記入する
乗員の安全性能		B	車両重心加速度	○車両重心加速度 m/s ² (10ms移動平均加速度)
車両の誘導性能	共通	共通	車両の挙動	○車両は、防護柵衝突後横転・急停止を生ずることなく円滑に誘導された 注) 参考値として、車両の最大傾きを記入する
	共通	共通	離脱速度	○衝突条件A 衝突速度の % (km/h) ○衝突条件B 衝突速度の % (km/h)
	共通	共通	離脱角度	○衝突条件A 衝突角度の % (度) ○衝突条件B 衝突角度の % (度)
構成部材の飛散防止性能		共通	部材の飛散状況	○車両衝突時に構成部材の大きな飛散は見られない 注) 飛散物の形状ならびに飛散距離を記入する。

総括表に記入される内容は、実車衝突試験により性能が確認された車両用防護柵の名称、仕様、地盤条件および衝突試験結果などである。

試験を効率的に行うためには、試験供試体の特性を明らかにしておく必要がある。このため、総括表に示される防護柵諸元（種類、種別、適用箇所、材料、基本形式等）は予め明確にしておくことが望ましい。

- ・防護柵の名称：申請者が登録した防護柵の商品名等
- ・申請者名：申請者の団体／個人名
- ・種類：たわみ性防護柵／剛性防護柵

衝突条件Aの衝突において防護柵の塑性変形を設計上許容するものは、たわみ性防護柵とする。衝突条件Aの衝突において防護柵の塑性変形を設計上許容しないものは、剛性防護柵とする。

- ・種別：C、B、A、SC、SB、SA、SS、Cm、Bm、Am、SCm、SBm、
SAm、SSm、Cp、Bp、Ap、SCp、SBp、SAp、SSp
- ・適用箇所：路側用、中央分離帯用、歩車道境界用、橋梁・高架用
- ・高さ：路面から天端までの防護柵高さ
防護柵高さは原則として60cm以上1m以下とする。
- ・材料：防護柵の強度部材に用いている材料（ビーム、支柱、ブラケット、ボルト等）
小型車の衝突挙動に影響を与える装飾部材の材料も含む
具体的材料名、材料を特定できる規格番号（JIS）等
- ・基本形式：ビーム型防護柵、ケーブル型防護柵、橋梁用ビーム型防護柵、
コンクリート製壁型防護柵（直壁型、フロリダ型、単スロープ型）
新型防護柵で従来の形状表記に当てはまらなないと判断されるものは新型防護柵とするか特に示すべき形状表記があれば、それを記入する。
- ・最小設置長：試験供試体が所定の能力を発揮するために必要となる最小設置長
この延長以上を確保しないと、車両用防護柵としての機能は見込めないと判断される延長。
- ・地盤条件：地盤の標準的条件（土質条件、法勾配）
ここでは、土質条件として「砂質土」、「粘性土」の区分、N値、法勾配として「水平」あるいは「法面1:1.5」の様に記載する。
- ・実施機関名／試験施設名／試験番号：試験を実施した機関名、施設名、
試験（整理）番号等
- ・試験日年月日（試験条件A、B）：試験を行った年月日
試験実施後の、有効期間は特に設けられていないので、基準により試験条件、性能の変更がない限り継続的に試験結果は有効と考えられる。ただし、試験機関によって品質保証等の面から有効期間を設けている場合がある。
- ・試験車両質量／衝突速度／衝突角度／衝撃度／車両重心高さ：試験時の条件設定および試験結果
設定条件と試験結果が大きく異なると、再度試験が必要となる場合も生じてくるので留意する必要がある。
- ・地盤条件：防護柵の強度にかかわる試験地盤の層構成、各層の密度等
簡易動的コン貫入試験により得られるNd値
当日の地盤表面状態（乾燥、湿潤、飽和等）
柵周辺を舗装で覆った場合には、舗装有りと記入
- ・基礎形式：支柱基礎（直接打ち込み、根巻きの有無等）、直接基礎、
構造物上（建て込み方式、アンカー方式）等
- ・供試体長：試験供試体の設置長
試験で設置した延長は、実用仕様における基本設置長の参考となる。
- ・施工方法：試験供試体の施工方法

従来の防護柵の施工方法と同様の場合は、その防護柵の施工方法

新たな施工技術を要する場合は、別途説明資料を添付

- ・ 防護柵の損傷：防護柵の性能に関与する損傷状況について記述
- ・ 車両の最大進入行程 車輪の軌跡から最大進入行程を記録する

7. 衝突実験施設運転方法

衝突実験施設の運転手順を以下に示す。

7. 1 取扱方法

7. 1. 1 電源の立ち上げ

(1) 巻取り電気室 (各制御盤の位置は図-7・1参照) の配置

1) 冷却ファン用マグネットスイッチサーマル (①盤内) 下記4点をONにする。

BL-MC1、BL-MC2、TBL-MC、FBL-MC

2) 「界磁電源」 F-MCB (②盤内) を押す。

3) 「モータ冷却ファン運転」押釦(①盤面)を押す。

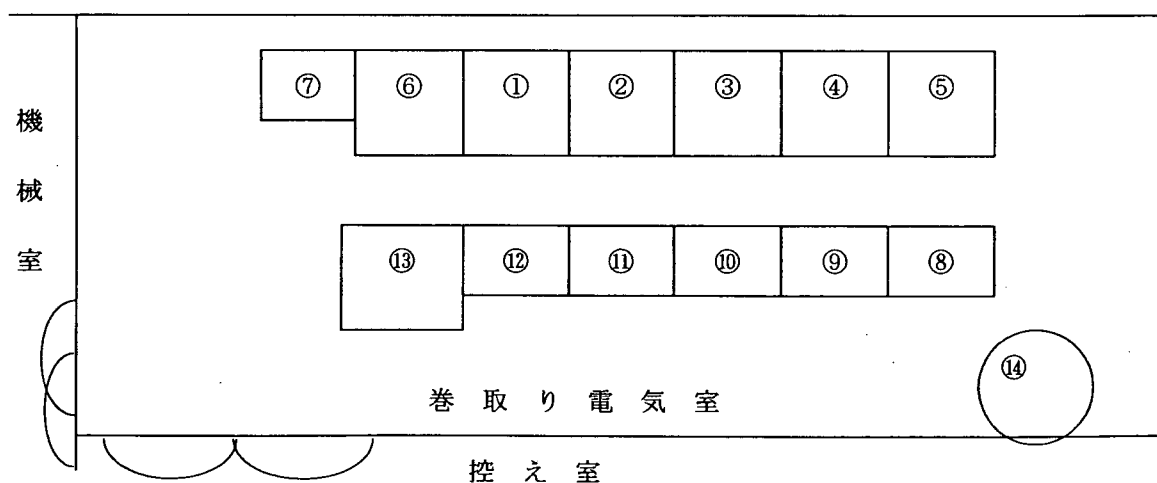
4) 「コンプレッサ運転」押釦 (⑥盤面) を押す。

5) 「運転準備完了」表示灯 (①盤面) の点灯を確認する。

370kw併用時 (大型車試験の場合) 注記 ロ) 参照

6) 「界磁サイリスタ」 3MCB (⑧盤内) をONにする。

7) 「主サイリスタ」 1MCB (⑧盤内) をONにする。



①～⑤：巻取り部サイリスクレオナード盤 (550 KW SCR盤)

⑥：巻取り部制御盤、 ⑦：制御盤 (MICREX) ⑧, ⑨：主幹盤

⑩：主サイリスタ盤 (Varispeed 520) ⑪：界磁サイリスタ盤 (Varispeed 520)

⑫：補助制御盤、 ⑬：遮断器盤 ⑭：直流リアクトル

注) ⑧～⑭は370kwモータ用の既設盤

図-7・1 制御盤配置図 (巻き取り電気室)

8) 「冷却ファン運転」押釦 (⑧盤内) を押す。

巻き取り棟の電源立ち上げ完了

注 記 イ) コンプレッサを起動後空圧の立ち上がりに多少時間がかかる。

この間⑥盤面の故障(集合)表示灯の「コンプレッサ」が点灯するが、圧が立ち上がると自動的に消灯する。

ロ) 小型車試験の場合には、370kwのモータは使用しないので、上記6)、7)、8)のスイッチはOFFのままでも特に支障はない。

(2) 送り出し電気室 (制御盤の位置は図-7・2参照)

1) 冷却ファン用マグネットスイッチサーマル BL-MC (①盤内) をONにする。

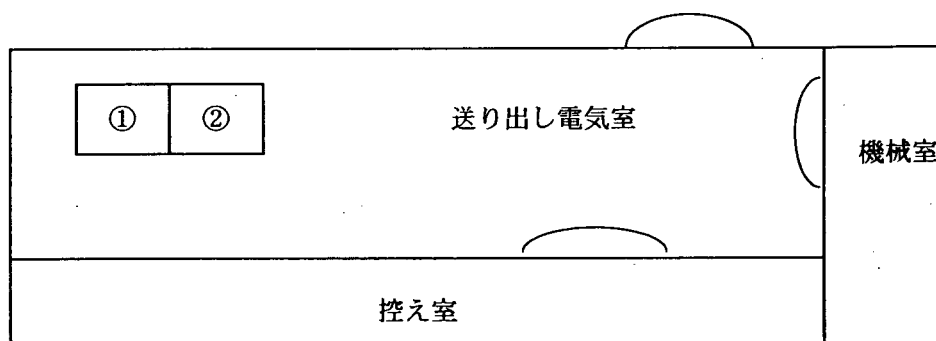
2) 「界磁電源」 F-MCB (①盤内) をONにする。

3) 「モータ冷却ファン運転」押釦 (①盤面) を押す。

4) 「コンプレッサ運転」押釦 (②盤面) を押す。

5) 「運転準備完了」表示灯 (①盤面) の点灯を確認する。

送り出し棟の電源立ち上げ完了



① 送り出し部サイリスタレオナード盤

② 送り出し部制御盤

図-7・2 制御盤配置図(送り出し電気室)

7. 1. 2 車両検出器（光電管）の取り付け

車両検出器は投光部、受光部 1 セットで、牽引スタート付近と車両切り離し付近にそれぞれ 3 セットずつ設置する。

- 1) 送り出し部制御盤（②盤）内及び巻取り部制御盤（⑥盤）内の「C i 0 センサ電源」MCB 2 を切る。
- 2) 車両検出器取り付けベースの蓋を外して中のコネクタを取り出し、車両検出器のコネクタと接続する。
- 3) 車両検出器をベースの上に乗せ固定する。
- 4) 「C i 0 センサ電源」MCB 2 を ON にする。
- 5) 司令塔操作卓の「光電管通行表示」6 個が全て点灯している事を確認する。

光軸が未調整で点灯しない場合は、光電スイッチの光軸を再調整する。

光軸合わせは、投光器、受光器両方のカバーを取り外し、光電スイッチ取り付けブラケットのネジを緩め上下左右に調整し、受光器側光電スイッチ（背の高いスタンドの方）の緑色 LED が点灯するまで調整する。車両切り離し側の光電スイッチ 3 セットはレーザ式高感度タイプであり、微妙な誤差で作動しない。光電スイッチ間に道糸を張り、角度を見定めながら根気よく調整する。

7. 1. 3 ドーリストoppa のセット

- 1) ブレーキライニング押さえ金具の締め付けボルト（M16×12 本）を全数緩め、白ペンキで表示した所定の位置までドーリストoppa を移動する。
- 2) ドーリストoppa がレールと平行になっているか（傾いていないか）確認する。傾いている場合には備え付けのバールでレールに平行にする。
- 3) 締め付けボルトを備え付けの六角レンチで軽く締める。その際、4 枚重ねの皿パネ（2 枚重ねの背面組合せで使用）がボルトの中央に位置するように注意する。
- 4) 備え付けのトルクレンチを使用して規定の締め付けトルクで締め付ける。締め付けは徐々に行い、全数を 3 回位繰り返して締め付ける。
- 5) 緩衝材（ウレタンパッファまたはハニカム）をドーリストoppa の全面にセットする。
- 6) ドーリストoppa が摺動するレール面上にゴミや小石、水や油がないかを確認する。有れば箒で払い布で拭く。特に水や油は制動距離に大きく影響を及ぼするので念入りに除去する。
- 7) 締め付けトルク

T = 9.8Nm (100km/h 以下)		T = 19.6Nm
0km/h	100	140

8) 緩衝材

ウレタンパッファ (50km/h 以下)	ハニカム一段 (100km/h 以下)	ハニカム二段
0km/h	50	100 140

9) 緩衝材の取り付け方法

ウレタンバッファはドーリストoppa前面のタップ穴(M16)を利用して固定する。ハニカム一段の場合は、所定のアルミ板をハニカムにガムテープで固定し、アルミ板を表(衝突側)に向けてストoppa前面の上面に合わせてガムテープで固定する。ハニカム二段の場合は、ハニカム一段の物を二個用意し、ハニカムの間にアルミ板が挟まるようにしてガムテープで固定する。二個のハニカムをガムテープで一体にした物をドーリストoppaにガムテープで固定する。

ハニカムの間にアルミ板を挟まないと、ハニカムのもつエネルギー吸収効果が著しく損なわれ、ドーリにダメージを与える恐れがあるので、留意が必要である。また、ハニカムをドーリストoppaにガムテープで固定する際は、ガムテープを接着するハニカム面に付着している水や油を充分除去してからしっかりと固定する。特に、雨上がりには注意する。

注) アルミハニカム型式

型 式

アルミハニカム	AL3/16-5052-.003	18個
	190×385×120'	
アルミ板	A5052P-H34	18枚
	190×385×0.8'	

7. 1. 4 実車制動装置のセット

試験車両のブレーキペダルを操作し車両の制動を行うものである。ドーリに取り付けたチューブ栓が車両の切り離しにより外れてブレーキが掛かる機械式と、無線装置(リモコンボックス)による電気式の二系統から成る。

(1) 制動装置制御盤の準備及び設定

- 1) 制動装置制御盤を車両の助手席など実験計測に支障とならないところに設置する。このとき、衝突時の衝撃を受けにくい場所を選定する。適当な場所の無い場合には、発砲スチロール、ウレタンフォーム等で保護して取り付ける。
- 2) 盤面に二つあるセレクトスイッチを各々「シリンダ戻し」「チューブ取付」に切り換える。
- 3) 盤の蓋を開ける。盤の左下にあるエアー供給口にエアーホースリール端のカプラを接続し、盤内のエアータンク脇の圧力計が 89N/cm^2 (9kgf/cm^2)以上になるまでエアーを貯める。この際コンプレッサの圧力が 89N/cm^2 (9kgf/cm^2)以下の場合はコンプレッサのリリーフ弁を開いて、圧力が 59N/cm^2 (6kgf/cm^2)以下にしてコンプレッサを起動させる。あるいは盤内のエアーフィルタのドレインを押し込んで圧を下げ、コンプレッサを起動させてもよい。
- 4) メインレギュレータをブレーキペダル踏力に合わせて空気圧を調整する。
メインレギュレータの設定圧は 15N/cm^2 (1.5kgf/cm^2)以上にする。設定圧 15N/cm^2 (1.5kgf/cm^2)で踏力が大き過ぎる場合には、車両側のブレーキ倍力機能を無効にするか、またはブレーキペダルをゴム

紐等で予め引っ張っておく等の対策を行う。設定圧力は大型車 $33\text{N}/\text{cm}^2$ ($3.3\text{kgf}/\text{cm}^2$)、小型車 $25\text{N}/\text{cm}^2$ ($2.5\text{kgf}/\text{cm}^2$)程度を目安とする。車両に制動装置を取り付けて、車を運転しながらリモコンボックスで制動を掛け、設定圧を調整する。横転や荷崩れ等の危険防止の為に、車両速度は極低速から行う。

- 5) コントロールレギュレータの設定圧を $30\text{N}/\text{cm}^2$ ($3\text{kgf}/\text{cm}^2$)に調整する。
- 6) 車両切り離しからシリンダ作動までの設定時間タイマ T_1 (盤内に二つあるタイマのうち上にあるタイマ)を設定する。設定は実験に使用するセンサチューブの長さで行う。センサチューブの長さが違くと動作時間が変わる。設定時間は制動距離から推定する。設定範囲は $0.1\sim 0.3\text{s}$ とする。

(2) シリンダ及びアンテナの取り付け

- 1) エアーシリンダを車両に取り付け、シリンダロッド先端の金具をブレーキペダルに固定する。
- 2) 受信機のアンテナを車両の屋根に取り付け、ケーブルを所々ガムテープで車両に固定し車内に引き入れる。
- 3) センサチューブ先端をドーリに付いているチューブ栓に取り付け、所々ガムテープで車両に固定し車内に引き入れる。
- 4) エアーシリンダホース、アンテナケーブル及びセンサチューブをそれぞれ制動装置制御盤に接続する。

(3) 確認

- 1) テスタでバッテリーの電圧をチェックする。受信機は $\text{DC } 12\text{V}$ 、送信機は 9V 以上である。それ以下の場合は交換する。

受信機：単三 1.5V 8個、送信機：積層乾電池 S-006P(N) 9V 1個

- 2) 盤面のセレクトスイッチを「セット」「シリンダセット」に切り換える。
- 3) 機械式ブレーキ動作チェックとして、ドーリに付いているチューブ栓を外し設定時間でシリンダが動作することを確認する。良ければ、盤面のセレクトスイッチを「シリンダ戻し」「チューブ取り付け」に切り換え、センサチューブをドーリに付いているチューブ栓に取り付ける。再度セレクトスイッチを「セット」「シリンダセット」に切り換える。
- 4) 電気式ブレーキ動作チェックとして、送信機の押釦を押して(押している間のみ作動)シリンダが動作することを確認する。良ければ、セレクトスイッチを「セット」「シリンダセット」に切り換える。

送信機の押釦を押している間ブレーキが掛かるが、単動シリンダを使用しているので、ブレーキペダルをゴム紐等で引き戻さないと、押釦を押すのをやめてもブレーキは解除されない。

- 5) 以上の確認が終わったら、再度エアータンクに $89\text{N}/\text{cm}^2$ ($9\text{kgf}/\text{cm}^2$)以上補給した後、制動装置制御盤を助手席にシートベルトでしっかり固定する。

7. 1. 5 ドーリの取り付け

- 1) ドーリを送り出し棟から搬送台車を使用して、ロープ持ち上げ装置横のドーリ挿入場所に落とし込む。搬送台車を走行レールに跨がせる際は踏み板を2枚敷く。
ドーリを搬送台車で吊り上げる際は、直接吊り上げず、専用のアダプタ（鉄板製の四角い枠）を介して吊り上げる。アダプタ本体内側に直接マジックで「前」「後」と書いてあるので、この方向をドーリの前後方向に合わせて取り付ける。
また、送り出し棟出口には段差があるので、搬入、搬出の際は2枚の鉄板を段差の部分に敷く。
- 2) 送り出しドラムにロープが完全に巻き戻されている事を確認する。完全に巻き戻されていない状態で車両を牽引した場合、ドラム停止のリミットスイッチが切り離し位置手前で動作する。その結果、実車制動装置が働き、車両は衝突地点手前で停止するか、設定速度に達しない状態で供試体に衝突する恐れがあるので充分注意する必要がある。
- 3) ドーリをロープ持ち上げ装置の2個あるV字形駒のほぼ中央（やや前寄り）に来るように配置させる。
- 4) ロープクランプ駒のみを後方（駒の開き方向）に目一杯スライドさせる。駒の衝突時の衝撃を和らげる為に厚さ15mmのソルボセイン（衝撃吸収材）シート（片側両面テープ付き）をカッタナイフで所定の大きさに切って、駒の前方ドーリ本体側に貼る。

ソルボセインカット寸法

前 方 側 30×80mm

後 方 側 30×70mm 10) 項 参照

- 5) カムレバーがドーリに直角になるまでまわし、カムのフラット部分が相手の板に隙間なく密着する事を確認する。密着しない場合はロープが駒の溝に嵌まっていないのでレバーをリリースしてやり直す。
- 6) 油圧シリンダ2個を駒の後方に落とし込む。油圧ポンプのレバー支点近くにあるつまみ（油圧シリンダ前進及び後退用）をねじ込んで加圧状態にする。駒をシリンダーで押し込む際カムがとも廻りしないようドーリのレバーを足で押さえながら所定の圧力まで加圧する。カムレバーを押さええているのは始めだけで駒をある程度押し込んだら足を放しても構わない。
- 7) 押し込み圧力

小型車 2,070N/cm² (210kgf/cm²) 大型車 2,360N/cm² (240kgf/cm²)

所定の圧力近くになったらゆっくりと加圧し圧力計の針が所定の圧力に達した状態で加圧をやめる。
油圧ポンプ内部のリリーフバルブは3,940N/cm² (400kgf/cm²) に設定してあるが、必要以上に圧を上げると、ドーリのフレームに負担が掛かるので、所定以上には上げないようにする。

- 8) 油圧ポンプの油圧リリースつまみ（加圧時ねじ込んだつまみ）を緩めて油圧シリンダを縮めドーリから取り出す。

9) カムのフラット部分の密着状態の確認

カムのフラット部分の先端部と焼き入れ板との隙間が2mmを超えたら、ドーリと交換ロープ押え駒を押し込んだ状態でのカムのフラット部分と相手の板との密着状態を確認する。構造上駒を強制的に押し込むため、カムがとも廻りしてカム先端に多少の隙間が生じる。この隙間が2mmを超えると牽引中の振動でカムが戻ってしまい、ドーリとロープが離れる恐れがある。この場合はカムの当り面を肉盛り溶接により補修することが必要となるので、予備ドーリを使用する。

10) 4) 項の要領でソルボセインシートを駒の後方ドーリ本体側にも貼付ける。

11) 大型車の場合は後部ドーリを取り付ける。後部ドーリの前面（衝突面）にハニカム一段をガムテープでしっかりと固定する。車両後部との連結金具を後部ドーリの風車部に取り付け、風車のストップハンドルを回して、後部ドーリに対し直角になるようにする。

ストップハンドルは牽引中の振動等で回転しないように、支点部に皿バネを用いて動きを重くしてあるが、皿バネを押さええているナットが緩んでいるようであれば締め付ける。

以上でドーリの取り付けは完了する。

注) ソルボセインシート型式

型 式 300×300×15' 硬度70 片側両面テープ付き

7. 1. 6 車両のセット及び準備

- 1) 踏み板を3～4枚走行レールに敷き、車両をガイドレールに跨がせる。
- 2) 車両中心走行レールのセンターに合わせながら、車両先端部が白ペンキで書かれたスタート位置から数m手前にセットする。
- 3) 車のギアをニュートラルにし、ハンドブレーキの解除を確認する。
- 4) ドーリセット後、寸動運転でスタート位置に合わせる。ある程度車両センターがずれても寸動運転でレールセンターに合わせることができる。
- 5) 車両のタイヤ空気圧チェックを行う。不足している場合は補給する。
- 6) 衝突時の火災を避ける為、車両のタンクからガソリンを抜き取る。

7. 1. 7 車両との連結

- 1) 送り出し部制御盤の「操作場所」を「送出機側」に切り換える。
- 2) 送り出し機側盤の「運転モード」を「正寸」に切り換える。
- 3) 送り出し機側盤の「寸動」の押釦を押してドーリを前進させ、車両下部の連結金具手前まで移動させる。
- 4) 車両の前側から下に潜り込み、左手で連結金具を右手で遠隔操作「リモコンボックス」を操作してドーリと車両連結金具とを連結する。連結に失敗した場合は送り出し機側板の「運転モード」を「逆寸」に切り換え「寸動」釦を押してドーリを後退させ再度行う。あるいは、車両を多少前進さ

せてもよい。

- 5) 車両のハンドブレーキを解除し、ギヤーをニュートラルにする。
- 6) リモコンボックスの押釦を押して車両の先端を白ペイントでマーキングしたスタート位置に合わせる。押釦を押して実際に動き出すまでに多少のタイムラグがあるので、何回か試して要領を得る。また、リモコンボックスは右手で操作し、左手で車両の鼻先を体重を掛けて押さえるようにする。この方法は大型車においても有効である。
- 7) 送り出し機側盤の「運転モード」を「停止」に切り換える。
- 8) 送り出し部制御盤の「操作場所」を「司令塔」に切り換える。この操作を忘れると、司令塔に行ってから初めて気が付く事になるので、一連の動作として習慣づけると良い。

7. 1. 8 走行レールの点検

ドーリ走行レール上に小石や障害物等がないかを清掃を兼ね走行路全長に渡って点検する。特に、レール上に小石が有ると車輪に噛み込みドーリを損傷する恐れがあるので念入りに点検する。車両走行路にも石や障害物が無いかを確認する。走行レールに踏み板を敷いた場合、忘れず撤去する。スタート付近や車両切り離し近くに敷いた踏み板は撤去を忘れる事は少ないが、走路途中、特に司令塔近くに敷いた踏み板は撤去し忘れる危険性があるので、充分注意する。

7. 1. 9 実験前の確認事項

運転の前に再度次の事を確認する。

(1) ドーリストoppaに関する確認事項

- ・ボルトは規定の締め付けトルクで締めたか。
- ・アルミハニカムは付けたか。
- ・レール上の小石、水、油は除去したか。
- ・白ペイントで書かれた所定の位置にセットしたか。

(2) ドーリに関する確認事項

- ・ドーリをロープにクランプする時、ロープは送り出しドラムに完全に巻き戻されているか。
- ・カムフラット部分先端と相手板との隙間が2mm以上開いてないか。
- ・ロープクランプ駒の前後にソルボセインシートを接着したか。
- ・大型車の場合、後部ドーリにアルミハニカムは付けたか。
- ・後部ドーリの（風車のstop）ハンドルはドーリと直角にセットしたか。

(3) 実車制動装置に関する確認事項

- ・センサチューブをドーリに付けたか。
- ・受信機アンテナケーブル及び電源コネクタは繋いだか。
- ・制動装置制御盤面のセレクトスイッチを「セット」「シリングセット」にしたか。

- ・盤内のエアータンクにエアーを補給したか。

(4) 試験車に関する確認事項

- ・ギアをニュートラルに入れ、ハンドブレーキを解除したか。
- ・エンジンは掛かっているか。
- ・タイヤの空気圧はチェックしたか。
- ・大型車の場合車のエアータンク圧は規定以上になっているか。

(5) 司令塔操作卓に関する確認事項

- ・「運転準備入り」の白色灯は点灯しているか。
- ・「運転モード」は牽引になっているか。

(6) 場内の最終安全確認

7. 1. 10 運転操作 (司令塔操作卓)

(1) 確 認

- 1) 550kw「準備完」点灯しているか
- 2) 370kw「準備完」点灯しているか
ただし、車種選択が「小型」の場合は点灯しない。
- 3) 75kw「準備完」点灯しているか
- 4) 光電管通行表示1～6まで全て点灯しているか
- 5) 「操作場所選択表示」が司令塔になっているか。なっていない場合は送り出し部制御盤の「操作場所」を「司令塔」に切り換える。

(2) 運転準備

- 1) 「運転準備入」の照光式押釦スイッチを押す。
ただし、運転モードが「停止」になっていないと「運転準備入」は入らない。
- 2) 「車種選択」(小型、大型)を選択する。
- 3) 車両質量を「車両重量設定(t)」デジスイッチで設定する。(0～20ton)
- 4) 衝突速度を「衝突速度設定(km/h)」デジスイッチで設定する。(0～140km/h)
- 5) 運転モードを「牽引」にする。

注記 質量及び速度を最大値以上に設定しても最大値が入力される。

(3) 運 転

- 1) 司令塔より走行路や衝突付近に人がいないか確認する。
- 2) 送り出し棟、巻き取り棟そして実験場入口等にも安全監視人を配置して、インターフォンあるいは旗で安全確認を行う。

- 3) 場内放送で「試験開始」の旨を放送する。
- 4) カウントダウンする。――5、4、3、2、1、スタート
- 5) スタートと同時に「運転」釦を押す。

7. 1. 1 1 電源断

「7. 1. 1 電源の立ち上げ」と逆に行う。

(1) 巻取り電気室

- 1) 「モータ冷却ファン停止」押釦 (①盤面) を押す。
- 2) 「コンプレッサー停止」押釦 (⑥盤面) を押す。
- 3) 「界磁電源」 F-MCB (②盤内) をOFFにする。
- 4) 冷却ファン用マグネットスイッチサーマル (①盤内) 下記4点をOFFにする。
BL-MC1、 BL-MC2、 TBL-MC、 FBL-MC
- 5) 「故障リセット」照光式押釦 (①盤面) が点灯の場合は同釦を押して消灯を確認する。
- 6) 盤内照明つけた場合は消灯する。

370kw併用時

- 1) 「冷却ファン停止」押釦 (⑧盤面) を押す。
- 2) 「主サイリスタ」 1MCB (⑧盤内) をOFFにする。
- 3) 「界磁サイリスタ」 3MCB (⑧盤内) をOFFにする。

(2) 送り出し電気室

- 1) 「モータ冷却ファン停止」押釦 (①盤面) を押す。
- 2) 「コンプレッサー停止」押釦 (②盤面) を押す。
- 3) 「界磁電源」 F-MCB (①盤内) をOFFにする。
- 4) 冷却ファン用マグネットスイッチサーマルBL-MC (①盤内) をOFFにする。
- 5) 「故障リセット」照光式押釦 (①盤面) が点灯の場合は同釦を押して消灯を確認する。
- 6) 盤内照明つけた場合は消灯する。

7. 1. 1 2 観測塔の組立

観測塔は、上部から下部まで5つの架台に分かれる。

以下では、これら架台の組立および解体方法について示す。

(1) 組立手順

- 1) 最下部 (No5) 架台を所定の位置に設置し4個あるアウトリーガで固定する。
- 2) 各車輪に歯止めをする。
- 3) 下から2番目 (No4) の架台の移動用キャスタを取り外し、No5の上にクレーンで積み上げ、接合部をボルトで固定する。

- 4) 上記要領にて上部3架台 (No.3~2~1) を下部架台から順番に積み上げる。
- 5) 階段は分割してクレーンで吊り上げ、下から順に組み上げる。
- 6) 最後に手すりを取り付ける。

解体は上記手順の逆方法にて行う。

(2) 移 動

- 1) 組立状態或はNo.5架台のみの場合は、各アウトリーガの下部ベースプレートが地上より浮くまで上部ハンドルにて引き上げ、歯止めを外しフォークリフトで牽引する。
- 2) 解体状態のNo.1~4の架台は各架台の下部4箇所にかスタを取り付ける。
これらは手押しができる。

7. 1. 13 ロープ交換方法及びリミットスイッチの設定位置

(1) ロープの手配

ロープ径が16mm程度 (新品は18mm) になった場合、あるいは一箇所でも素線切れを生じた場合はロープを交換すると共に、新に予備ロープを手配する

注) ロープ型式及び長さ

型 式	T 7×7 O/O 18mm A種
	(切断荷重 272kN :27.2 t)
長 さ	960m
重 量	約15kN (1.5tf)

(2) 既設ロープの撤去

- 1) 後退運転で送り出しドラムにロープを完全に巻き取る。その後、安全の為巻き取り電気室及び送り出し電気室の電源を切る。ただし、コンプレッサ電源だけは切らない (7. 1. 11 電源断参照)
- 2) 巻き取りドラムに約2巻ロープが残る。ドラムブレーキ用電磁弁の手動操作押釦を押して、ドラムブレーキを解除し、人力でドラムを廻して、ロープ端の固定金具を作業し易い位置に持って来る。
- 3) 固定金具を取り外す。取り外しの際ロープが跳ねるので注意する。
- 4) ピットカバーの撤去
 - ・巻き取り棟ガイドローラのピットカバー
 - ・巻き取り棟、固定シーブ間のピットカバー
 - ・固定シーブピットカバー (車両通過部分を残し必要枚数)
- 5) 固定シーブ、司令塔間でロープを引っ張り、ロープを固定シーブから抜き取る。
- 6) トラック (2 t 程度) を走行レールに跨がせ、荷台にループ状にロープを積み込みながら送り出し棟側に移動して行う。

- 7) 走行路のロープを撤去したら、次に送り出しドラムに巻かれたロープを引っ張り出す。送り出しドラムには約480mのロープが目一杯巻かれている。ドラムブレーキの電磁弁の手動操作押釦を押しながらロープを引っ張り出す。ドラムの慣性が大きく、引っ張るのを急にやめると、慣性でドラムが回りロープがほぐれ乱巻状態になってしまうので、極力一定速度で引っ張りながら、ドラムブレーキを掛けた後にロープを引っ張るのを止める。引っ張っている側からみればいきなり停止が掛かる事になる。
 - 8) 最後に、ロープ端の固定金具を巻取りドラムと同時に外し、ロープを抜き取り撤収する。
 - 9) ロープを引っ張り出したら、送り出しドラムの乱巻防止装置（トラバーサ）駆動用チェーンを外す。外し方は、チェーンの繋ぎ部分を探し、クリップをマイナスドライバで外し、継手リンクを抜いてチェーンを切り離す順に行う。クリップを外す際、クリップが飛ぶので見失わないように注意する。
 - 10) 引っ張り出したロープは適当な長さで切断し、ループ状に束にしながらか撤収する。
 - 11) 撤収したロープは自走式クレーンでトラックに積み込み、スクラップヤードに廃棄する。
- (3) ロープの敷設
- 1) トラックの荷台にドラムスタンド一組を置き（後輪車軸の上辺り）、ロープドラム中央の穴にパイプを通しスタンド上に据える。
 - 2) 荷台を固定シーブの方に向け、No.4 フォトセンサー（車両切り離し側3セットの中央センサー）付近にレールに跨がせた状態でトラックを置く。
 - 3) ロープドラムからロープを引き出し、ロープ端を固定シーブの溝に入れ反対側から引っ張る。ロープ端に巻かれた針金は外する固定シーブに付いているロープ外れ防止ブロックやシーブ廻りの外れ防止カバーは取り外す必要はない。
 - 4) ロープを人力で引っ張り巻き取り棟のガイドローラまで持つて行く。
 - 5) ガイドローラにロープを通し、室内にロープを引き入れる。
 - 6) ロープをトラバーサに通し、ロープ端をドラムに固定金具で固定する。締め付けトルクは $157\text{N}\cdot\text{m}$ ($16\text{kgf}\cdot\text{m}$)とする。ロープ固定金具の取り付けボルトには、必ずグリスを塗布する。
 - 7) ドラムブレーキの電磁弁を手動操作しながら、人力でロープを2～3巻ドラムに巻き付ける。この際ロープがドラムから浮かないように引っ張りながら、ドラムに密着させて巻き付ける。
 - 8) 巻取り及び送り出し電気室の電源を入れ（「7. 1. 1 電源の立ち上げ」参照）、送り出し部制御盤の「操作場所」を「巻取り機側」に切り換える。巻取り機側盤の「運転モード」を「正寸」に切り換える。
 - 9) ロープ取り付けの際、またはトラバーサの位置調整時等に、ドラム装置下部の左右にあるリミットスイッチ（「送り出し限」と「巻取り限」または「送り出し非常限」と「巻取り非常限」リミットスイッチ）が両方叩かれた場合、マイクレックスを一旦「リセット」して復帰しない限りドラムは動かない。
マイクレックスの復帰方法は（4）を参照すること。

- 10) 巻取り機側盤の「寸動」釦を押し続けて、巻き取りドラムにロープを完全に巻き取る。ロープを完全に巻き取るのに1時間30分程度かかる。この間ロープドラムの側面がドラムスタンドに擦っていないか、あるいはロープが走行路の丸棒から外れていないか監視しながら巻き取る。
- 11) 巻取りドラムにロープを巻取ったら、トラックを送り出し棟の方へゆっくりと移動させながら、走行レールピットにロープを敷設して行く。
- 12) 送り出し棟際までロープを敷設したら、ロープドラムに残ったロープを引っ張り出す。残りロープ長さは30～40m程度である。
- 13) ロープ端に巻かれた針金を外し、ロープの端をガイドローラに通し送り出し室内に引き入れる。
- 14) 巻取りドラムにロープ端を固定した要領でロープ端を固定する。トラサーバ側から見て一番右端の溝がトラサーバセンターに来るように、下げ振りを使って合わせる。センターが合ったら送りネジを動かさないようにして、チェーンを繋ぐ。
- 15) ロープをトラサーバに通して、ロープ端を固定金具でドラムに固定する。ロープ固定金具の取り付けボルトには必ずグリスを塗布する。
- 16) ドラムブレーキの電磁弁を手動操作しながら、残ったロープを人力でドラムに巻き付ける。
- 17) 「操作場所」を「司令塔」に切り換え、後退運転で送り出しドラムに一旦巻き取る。その後、速度10km/h程度で牽引し、敷設したロープの遊びを取る。

(4) マイクレックスの復帰方法

巻取り電気室の「制御盤」内に13枚ある黒色の基板（内2枚は予備スロット）のうち、一番左端の基板に上から「RUN」、「STP」、「RST」の赤色の押釦スイッチが、その下に「RUN」の緑色LED表示灯がある。「RST」、「RUN」の順で押釦を押し、「RUN」のLEDが点灯する事を確認する。マイクレックスを一旦リセット（RST）すると、巻取り、送り出し両棟とも集合表示灯の「PC異常」「CPU異常」が点灯すると共に、「故障リセット」が点灯し、コンプレッサーがOFFとなるので、コンプレッサーを再起動し、故障リセットを復帰する。

(5) リミットスイッチの設定位置

トラバーサ部分には、「送り出し限」、「送り出し非常限」、「ドラムブレーキ作動補助」、「巻取り限」、「巻取り非常限」の5個のリミットスイッチが付いており、各リミットスイッチには機器銘板が付いている。

限界を規制し、更に、その外側に「送り出し非常限」と「巻取り非常限」とがフェイルセーフの目的で設置されている。また、「ドラムブレーキ作動補助」は車両切り離し信号（No.4 フォトセンサで検出）のフェイルセーフの目的で設置されている。

1) 後退運転時のリミットスイッチの設置の位置

後退運転時、巻取りドラムに2巻程度、送り出しドラムの残りロープ溝数が1巻程度以下になるように、巻取り側の「送り出し限」、送り出し側の「巻取り限」のリミットスイッチを設定する。両方同時に設定するのは難しいので、どちらか一方を設定し、それに合わせてもう一方を設定する。

2) 「ドラムブレーキ作動補助」リミットスイッチの設定位置

牽引時にNo.4 フォトセンサーを車両が通過すると、送り出しドラムには全制動（ディスクブレーキ＋回生制動）が、また巻取りドラムは送り出しドラムに追従しながらワンテンポ遅れて回生制動が掛かり、最後にディスクブレーキを掛けてロープが停止する。フォトセンサーが正常に動作しない場合でも、ドラム装置の「ドラムブレーキ作動補助」リミットスイッチが動作して同様の制動が掛かるよう設定する。

リミットスイッチの位置設定は、まず後退運転をして、ロープを送り出しドラムに巻取る。この状態で、ドーリクランプ位置に赤いチョークで印を付ける。見やすいように、15cmぐらいの長さで濃いめに塗る。

時速20km/h程度で牽引運転し、切り離し地点付近に監視人を立て、赤いチョークの目印部分が、No.4 フォトセンサーの手前に来るまで牽引する。停止鉤を押すタイミングはスタートから約70秒程度となる。

司令塔操作卓の「運転モード」を「正寸」「逆寸」に切り換えて、監視人と合図を取り合いながら、目印を付けた部分がNo.4 フォトセンサーから固定シープ側に向かって、3～4mの位置に来るように合わせる。

この状態で、巻き上げ、送り出し両ドラムの「ドラムブレーキ作動補助」のリミットスイッチ位置を合わせる。「正寸」「逆寸」を繰り返して、所定の位置で両ドラムの「ドラムブレーキ作動補助」リミットスイッチが同時に動作する事を確認する。

3) 牽引運転時のリミットスイッチの設定位置

牽引速度を徐々に上げて行う。例えば、40、80、120、130、140km/hなどの段階で調整する。最高速度で巻き取りドラムの巻取り残数が3巻程度残る事を確認する。「ドラムブレーキ作動補助」のリミットスイッチが動作したら（車両がNo.4 フォトセンサを通過しても同様）、ロープを停止できるように制御ソフトとディスクブレーキの制動力を調整してあるので、これを確認する。

最高速度140km/hで牽引後の状態で、巻き取りドラムの「巻取り限」、送り出しドラムの「送り出し限」リミットスイッチが動作する直前になるように設定する。言い換えると、最高速度で牽引した時、「巻取り限」「送り出し限」のリミットスイッチを叩かないように設定する。

4) 非常限リミットスイッチの設定位置

「送り出し限」「巻取り限」リミットスイッチが正常に作動しない場合でも、ロープを停止させるように、「送り出し非常限」「巻取り非常限」を設けてある。

設置位置は、「送り出し限」「巻取り限」リミットスイッチが作動したとき、同時に作動しないようリミットスイッチボディ間を10mm程度あけて、ロープ移動方向側に設定する。

注 記)

ロープの交換は、撤収からリミットスイッチの設定まで4人で2日程度の作業量となる。

7. 1. 14 注意事項

(1) 電気室及び司令塔の夏場の温度について

巻取り部、送り出し部の電気室及び司令塔は、夏場密閉状態で放置した場合かなりの高温状態になる。特に、巻取り電気室と司令塔は日中摂氏40度から50度にも達する。そのため、制御盤や操作卓内部の電子機器が温度により故障する恐れがある。

夏場の高温時には、巻取り電気室と送り出し電気室の各扉は開け放ち常時ベンチレータを回し続ける。このような状態だと、室内の温度上昇はかなり防げる。又、巻取り電気室の主制御盤には寒暖計を置き日中の温度を監視する。

司令塔は直射日光を避ける為に窓のブラインドを下げる。日中はエアコンを運転するか、もしくは朝晩ドアや窓を開け締めして室内の温度上昇を防ぐ。

(2) ガイドロープピットの排水ポンプについて

巻取り棟北側のガイドローラピットには、実験場の勾配の関係で走行レールピットを通じて大量の雨水が流れ込む。ピットにはオートフロート式排水ポンプが備えられているが、フロートの紐がポンプに絡むと正常な働きをしない。かなりの雨量が見込まれる時は巻き上げ棟と送り出し両棟のピットを点検し、フロートの紐が絡んでいない事を確認する。

7. 2 保守点検

試験時に良好な運転操作を行うには、定常的な巡視点検を行わなければならない。

以下に、日常的に巡視点検内容を示す。

7. 2. 1 巻き取り、送り出しドラム部

(1) 使用時

(イ) ディスクブレーキ

- ・パッド厚さが裏金を含めて10mm上有ること（新品時の厚さ23mm） → 10mm以下で交換
- ・増圧装置リザーバタンク内液量 液面がMAX, MIN間にあること
→ 補給（ブレーキ液以外は使用不可）

(ロ) 乱巻防止装置

- ・チェーン 汚れ、グリース切れが無いこと → 清掃、給油
- ・ボールネジ 汚れ、グリース切れが無いこと → 清掃、給油

(ハ) 直流電動機冷却ファン

- ・フィルタ 目詰まりの無いこと → エアブローまたは中性洗剤で洗浄或は交換
分乾燥してから取り付けること

(2) 3年毎

(イ) 各軸受け（ドラム、乱巻防止装置ボールネジ、直流電動機）

- ・ベアリング清掃及びグリース交換、或はグリース補給

7. 2. 2 ワイヤロープ

ロープ油が切れると、ロープ腐食の原因となると共に、走行レールピット内の丸棒との摺動抵抗が増大し、ロープ後退運転時に送り出し側の電動機が「過負荷」で停止する事がある。運転時には必ずロープを点検し、ロープが乾いていたら指定の油を塗布する。

(1) ロープ油

ワイロール R-HS 16kg (一斗缶入り)

(2) 用意する物

- ・ 作業用ゴム手袋 必要数
- ・ 柄付きワイヤブラシ 2 個
- ・ 亀の子たわし (大) 4 個

(3) 塗布方法

使用するロープ油は粘度がかなり高く、「グリース」状になっているので、「刷毛」で塗るというより、金属製ブラシやたわしで塗り付ける感じになる。

- ・ 「送り出しドラム」にロープを巻取りする。
- ・ ドラムに巻かれたロープ全面に、ワイヤブラシとたわしを使用して均一に塗り付ける。
- ・ 「正寸運転」により運転している状態で、トラサーバから送り出されて来るロープにたわし2個を使用して、ロープ裏側に油を塗りながら、表に付いた油を均一に延ばしていく。
- ・ 「巻き取りドラム」に巻取られたロープ全面に、ワイヤブラシとたわしを使用して均一に塗り付ける。
- ・ 「逆寸運転」により運転している状態で、送り出されて来るロープに裏表均一にロープ油を塗布して行く。
- ・ 「後退運転」する。
- ・ 以上の方法で油を塗布した場合、一部20～30mの区間に渡ってロープ油が塗布できない箇所が生じる。その区間はロープを走行レールピット内に移動して油を塗布する。
- ・ 速度40km/h程度で2回くらい牽引運転をして油をロープに馴染ませる。

(4) 塗布量

- ・ 1ドラム 4～5kg 両側合計 8～10kg

注意) 必要以上に塗布すると高速運転時にロープ油が床や壁に飛散するので注意する。

7. 2. 3 走行レール内丸棒

ロープのより方の関係で、ロープは丸棒上を牽引方向に向かって左側に寄る。

丸棒は摺動抵抗で僅かに回転しながら擦られ、両側の丸棒受け近傍が細ってくる。

特に、低速 (10km/h) の行程運転側が早く摩耗する。ロープ油が切れた場合と同様、丸棒が摩耗すると

摺動抵抗が増え、後退運転時送り出し側の電動機が「過負荷」で停止する事がある。25mm径の丸棒が、22mmになったら左右を逆に入れ換える。入れ換えた後、さらに「後退運転側」が摩耗した場合には丸棒全数を入れ換える。

・材質	S 4 5 C	磨き丸棒	1 8 4 0mmピッチ
・走行レール側	φ 2 5 × 5 3 0 mm		2 2 1 本
・折り返し側	φ 2 5 × 2 9 0 mm		2 7 本
	φ 2 5 × 2 2 0 mm		1 本

7. 2. 4 固定シーブ

- (1) 使用時 軸受け部から異音の無いことを確認
- (2) 3年毎 ベアリング清掃及びグリース交換

7. 2. 5 ドーリ

使用時に確認する。

(1) カ ム

- ・ロープクランプ時、カムフラット部分の先端部と焼き入れ板との隙間が2mmを越えたらカムの当り面を修正 → 予備ドーリを使用

(2) ロープクランプ駒

- ・ロープクランプ時、クランプ駒先端とドーリ本体側との隙間が15mmになったら、駒背面部にシム追加もしくはワイヤキャッチャ交換

7. 2. 6 ドーリストッパ

使用時に確認する。

(1) ブレーキライニング

- ・残り厚さが5mm（新品時厚さ10mm）になったら全数（上下合わせて12枚）交換

(2) ウレタンバッファ

- ・胴体部にクラックが入ったら2個一緒に交換

7. 2. 7 実車制動装置

使用時に確認する。

- ・盤内のエアー素子が固定ベースの金具から外れていないか確認
- ・ナイロンチューブが継ぎ手から外れていないか確認
- ・エアーフィルタの点検 → 汚れていたら清掃

7. 2. 8 ロープクランプ用手動ポンプ

使用時に確認する。

(1) オイルレベル

- ・ポンプを水平位置にして、リザーバのエンドキャップのレベル標示水平線まで

→以下の場合にはエナパック純正オイルを補給

※手動ポンプ及び単動シリンダ取扱説明書参照

7. 2. 9 点検表

試験研究用施設・機械点検表

巡視点検表

型式

○名称 重量車 加速施設

点検項目 (回目)

○巡視年月日 平成 年 月 日

○点検場所 衝突実験施設

財団法人 土木研究センター

○担当者

責任者

印

○

※記号印 G:異常なし N:不良・不足 R:手直 T:締付 A:調整 L:漏洩 X:交換 C:清掃
以上の記号を□内に記入 処置は備考欄 詳細はその他に記入 該当なしの場合: ☒

1 全般・外観 備考

☐	各部 (損傷・変形)
☐	発 錆
☐	塗 装

2 本体 (架構・機械装置)

☐	組立 (ボルト)
☐	溶 接
☐	ドラム系統
☐	牽引機器
☐	空気圧縮機
☒	変・減速装置
☐	制動装置
☐	伝動系統
☐	制動系統
☐	シャーシー (架台)
☐	配管系統
☐	そ の 他
☐	
☐	
☐	
☐	
☐	
☐	

3 運転・操作系統 備考

☐	始 動
☐	回 転
☒	燃 料 系 統
☒	排 気
☐	潤 油
☐	操 作 盤
☐	冷・暖房系統
☐	計 器 類
☐	油 圧
☒	水 圧
☐	振 動
☐	騒 音
☐	運 転 室
☐	安全・保護装置
☐	そ の 他
☐	
☐	

4 電気関係

☐	保安装置
☐	導通・通電
☐	標 示 灯
☐	そ の 他
☐	
☐	

7 そ の 他

重量車加速施設巡視点検表

作動点検

	設定速度	実測速度	牽引時間	
司令塔 (20t 100km, 2t 140km)	km/h	km/h	S	

制御盤

	ワイロ-プ	主回路電流	界磁電流	主回路電圧	
送り出し側 (ワイロ-プ直径18~16mm)	牽引	%	A	V	
	巻戻し	%	A	V	
巻き取り側	牽引	%	A	V	
	巻戻し	%	A	V	

コンプレッサー

	起動圧力	停止圧力	電動機電流	
送り出し側 (3.8A. 9.5kg/cm ²)	kg/cm ²	kg/cm ²	A	
巻き取り側 (3.6A. 9.9kg/cm ²)	kg/cm ²	kg/cm ²	A	

ブレーキ (パッド・ディスク) 厚さ

			№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	
送り出し側 ブレーキパッド (23~10mm)	右		mm	mm	mm	mm	
	左		mm	mm	mm	mm	
送り出し側 ブレーキディスク	右		mm				
	左		mm				
巻き取り側 ブレーキパッド (23~10mm)	右		mm	mm			
	左		mm	mm			
巻き取り側 ブレーキディスク	右		mm				
	左		mm				
ドーリー	上 (10~5mm)	右	mm	mm	mm		
ストッパ		左	mm	mm	mm		
ブレーキ	下 (10~5mm)	右	mm	mm	mm		
パッド		左	mm	mm	mm		

あとがき

我が国で唯一、道路付属施設について実車を用いて車両衝突時の性能評価が行える土木研究所衝突実験施設を使った防護柵試験方法を、マニュアル化することができた。

本資料は、過去に行われた膨大な試験の成果や諸外国の関連基準・試験方法などが反映されており、また今後試験で得られるデータや成果の整合性、統一性までを含めて総合的にまとめたものとなっている。本資料が今後の衝突実験施設を用いた防護柵基準に関連した防護柵評価試験、あるいは基礎的、応用的な衝突試験に活用されることを期待するものである。

参考文献

- 1) (社) 日本道路協会、「道路土工のり面工・斜面安定工指針、昭和61年11月、丸善株式会社
- 2) 設計要領第一集、昭和58年4月、日本道路公団
- 3) 例えば、土木研究所他、「高速化対応型防護柵の開発に関する共同研究報告書」、共同研究報告書第94号、平成5年10月
- 4) (社) 日本道路協会、「舗装試験法便覧」、昭和63年11月、丸善株式会社
- 5) Transportation Research Board, 「Recommended Procedures for The Safety Performance Evaluation of Highway Aprurtenance.」, National Cooperative Highway Research Program Report 350, 1993.
- 6) European Committee for standarization, 「Road Restraint systems」, CEN/TC226/WG1-Doc n°69, February 1993
- 7) 「防護柵衝突実験時の乗員の安全性評価」、土木研究所資料第3380号、建設省土木研究所、平成7年10月
- 8) 霜上、石平、「防護柵衝突時の加速度に関する一考察」、第16回日本道路会議論文集、昭和60年10月、(社) 日本道路協会

参考資料

- 1) 外国の関連マニュアル
- 2) 防護柵設置基準
- 3) 車両用防護柵性能確認試験方法について（抜粋）
- 4) 車両用防護柵標準仕様について
- 5) 遠隔制動装置取扱方法

参考資料－１ 外国の関連マニュアル

試験方法のマニュアル化に先立ち、欧米の関連基準を調査した。

１．対象マニュアル

- ・米国基準「NCHRP350, 'Recommend Procedures for the Safety Performance Evaluation of Highway Features' 1993年」
- ・CEN基準「Draft prEN 1317, 'Road restraint systems」]

２．内容の整理

下記の項目を中心に整理した。

- ①適用範囲
- ②衝撃設定の考え方
- ③実験条件設定
- ④計測項目、計測方法
- ⑤性能評価項目

３．整理結果

（１）衝撃度設定の考え方

米国では、実験慣性質量と衝突角度、および衝突速度による規定および衝撃度の公称値が示され、欧州（CENと称す）は、車両総質量と衝突角度、および衝突速度が設定されている。

CENと米国において車両質量の取り扱いの違いは、報告書において両方を記載することで解消している。

衝突試験における条件の設定は、米国は衝突角度を重視し、これをできるだけ変更しないで衝突速度の変更による対処を推奨している。CENについての扱いは、記述が示されていない。

（２）実験条件の設定

１）地盤条件

米国は、標準地盤という扱いを行っていることで一致しているが、CENにおいて基準はない。

米国の標準地盤としていわゆる強固な地盤を想定しており、実験結果の比較を実施できる様、粒径分布を規定した材料に対する締め固め、ならびに置換範囲と実施上の管理（密度）を規定し、必要に応じて再転圧を施すことで管理している。この地盤は、25mm以上の碎石を最大25%含み粒度分布が良いことから、かなり強度が期待できるものである。また、米国はさらに弱地盤をポルトランドセメントの細骨材の分布にて提示している。

我が国ではこれまで、ガードレール標準支柱の平均支持力2.1tfを確保する地盤として標準地盤が設定され、置換の際にはCBRにて管理され、通常は簡易動的コン貫入試験にて確認を行ってきた。その地盤は、米

国の示す標準地盤と弱地盤の中間の強度をもつものとなっている。

地盤の置換の範囲として、米国では衝突実験施設が複数存在するため設置する防護柵の形状に合わせて範囲（深さ：支柱の根入れの1.2倍、幅：支柱の幅+支柱の根入れの1.3倍）が指定されている。

米国基準では路面舗装条件に関しては、供用を再現することが求められている。

CENには、本条件に関する記述は示されていない。

2) 特殊構造

米国、CENのいずれも、橋梁用防護柵に対しては、この構造を再現する床版を試験において設置することで一致している。

3) 供試体

米国においては衝突シミュレーション結果を使用して設定している。

設置延長は、変形が防護柵端末に影響を与えない範囲であり、かつ車両の誘導性が確認できる範囲であるという扱いは共通である。なお、防護柵の変形の範囲の3倍程度を最小設置延長に考慮しているが、変形の下限值（測定誤差から50mmと推定される）が不明である。

CENにおいては、必要な長さを設置するという表現のみしか記述されていない。

4) 車両

米国は6車両、欧州は、8車両に対し規定が示されている。

欧米では車両の質量、重心位置（水平方向含む）、寸法（ホイールベース、フロントオーバーハング、全長、輪距離）が規定されており、さらに米国では乗用車の駆動軸位置、欧州では軸数が規定され詳細にわたっている。

重量の設定方法に関しては、米国においては、タンク車を衝突車両として採用する場合の積載物規定が示されている。

なお、米国は「試験実施年から6年以内」、CENは「現在の車両を代表するもの」として年式の規定がある。

5) 車両の衝突位置

車両の衝突位置は、防護柵の構造上の弱点位置に最大衝撃力を加えるという点において各国は一致している。

米国では、衝突シミュレーション結果によりその位置を決定している。ただし、その位置のパラメータとして我が国ではこれまで車両中心と防護柵中心との交点を使用しているが、米国とCENは車両の接触点を使用している。

また、米国は衝突シミュレーション結果ををとりまとめて衝突点位置の目安を示している。

CENは、衝突点から防護柵進入側端末までの距離を防護柵の全長の1/3としている。

6) ダミー

米国、欧州共にダミーの扱いはワシントンである。

米国では、ダミーの種類が明示されており、これ以外の使用を認めない。

CENと米国のダミーはほぼ一致するものと考えられる。土木研究所で用いているダミーは、日本人の体格に合わせ欧米のダミーの総質量75kgに対し61kgと小さい。

(3) 計測項目、計測方法

1) 衝突条件

米国は、離脱角度および離脱速度の測定を行うが、CENはの扱いはブジョンであり、別の表現（規定面の通過）を使用している。

米国では衝突角度の算出にレートジヤロを使用している。

2) 供試体

米国、およびCENともに動的変位を標準計測項目としている。これらの計測は、米国では400コマ/秒以上、CENでは、200コマ/秒以上高速16mmフィルム又は高速度ビデオにて記録した画像を使用する。米国では、この記録に際し、広角レンズの使用を基本的には避けている。

3) 車両の挙動および軌跡

車両の損傷の確認は、その部位に関しては各国とも表現は異なるがほとんど同じである。

変形特性について、米国ではレートジヤロによる変形特性の感知を実施している。

車両の軌跡は、高速16mmフィルムの解析が主となっている。高速16mmフィルムの扱いは、供試体と同様である。

4) 乗員の安全性の確認のための計測

乗員の安全性の確認のための計測機器として加速度および加速度以外の計器、又は複数の加速度計を車両に搭載する。米国では、加速度計とレートジヤロを標準搭載する。CENでは、加速度計と角速度計又は複数の加速度計を標準搭載する。また、加速度の測定は、XYZ 3方向を標準測定する。欧米では、下記の共通の座標系を使用する。

X方向：車両の進行方向を正

Y方向：車両の進行方向直角右手方向を正

Z方向：鉛直下方を正

米国は、我が国と同様乗員の安全性の評価は、10ms移動平均値加速度を使用するが、X、Y成分値を使用し、またそれ以外に乗員衝突速度を用いている。CENでは、ASI、THIV、およびPHDを使用している。欧米は、その基準作成において既に協調が見られ、米国はCENの評価値ASI、

THIV、およびPHDを、CENは乗員衝突速度と加速度の報告をブジョン化している。

欧米の加速度は共に60HZのフィルタ-にかけられるが、1秒当たりのデータサンプリング数に大きな違いが見られる（米国では、1500サンプル、CENでは500サンプルを例として示している）。

5) 車両の損傷に関して

車両の外部損傷は、欧米では種々の具体的数値項目が示されている。また、各々独自の車両の外部損

傷と事故との関連に関してデータが相関されておりその報告を義務づけている。米国では、VDSとCDC、CENではTADとVDIをあげている。

車両の内部損傷に関しては、事故との相関がまともではないが1970年及び1971年に複数の国際会議において開発された車両内部変形指数を基に、今後のデータ収集の目的のため乗員室変形指数(OCDI: Occupant Compartment Deformation Index)の報告を義務づけている。CENの表現では、同一の項目(内容も一致)に対しVCDI: Vehicle cockpit Deformation Indexという表現を用いている。

6) ダミに関して

米国では、ダミの構造上の問題から防護柵を対象とする車両による衝突試験にダミは使用していない。搭載する場合には、ダミに搭載された計器によりデータを入手することを基本とし、ダミの動きを記録するために車両積載撮影装置が設置される。

CENについては、ダミに関する記述は見られない。

(4) 性能評価項目

1) 衝突条件

日本において衝突条件の設定は、詳細な規定は示されていない。慣例的に使用した規定を表-1. 1に示したが、これは米国の規定を参考とし、既往の実験を考慮したものである。

CENにおいては、米国と衝突角度の規定は一致しているが、速度に関しては百分率表示にて規定している。衝撃度にて換算した場合に、衝突角度-1.5度、衝突速度+2.0%では11%程度の衝撃度の減少量を認めていることになる。米国においては、8%程度の衝撃度の減少量を認めている。よって、米国の方が厳しい規定となっている。

衝突点の位置に関しては、米国では300mm誤差規定があるが、CENには記述がない。測定方法は、米国は車両にペイントを施すことを義務づけていないため、高速16mmフィルムの解析により実施するものと考えられる。

緩衝施設の衝突試験に使用するワレットは、米国では $\pm 0.05w$ (w : 車両幅)、CENでは $\pm 0.15m$ の規定がある。欧米では高速16mmフィルムのみで解析が実施される。

2) 車両の逸脱防止性能(防護柵の強度性能)

米国、およびCENにおいて差違は見られない。

3) 車両の逸脱防止性能(防護柵の変形性能)

CENにおいては、防護柵の種別に応じて規定値が示されているが、米国では、防護柵の設置者の判断にゆだねることとしている。

CENでは、作用幅という指標を使用している。ただし、CENでは、指標に対するレベルの表示はあるが、我が国とは異なりそのレベルの適用場所が不明で、各国の基準等に準ずる扱いになっているものと考えられる。

4) 乗員の安全性能

欧米には、オプション扱いとすることで評価項目の共有化に対する流れが見受けられるが、測定機器に違いが見られ実際にデータのやり取りが可能であるかは、不明である。

基本的には、米国、およびCENの評価項目は、全て異なっている。

CENでは、加速度データのサンプリング間隔が米国のレベルからかなり落ちるが、Z方向の加速度を使用している。

5) 車両の誘導性能（車両の挙動）

本項目の扱いは、米国およびCENともほぼ一致している。

6) 車両の誘導性能（離脱速度、離脱角度）

離脱角度に関しては、米国は我が国と同様の扱いであるが、CENは、ある決められた範囲の通過の有無という特殊な扱いを行っている。

7) 構成部材の飛散防止性能

米国およびCENとも扱いは共通である。

(5) 報告内容

1) 一般事項

表現の違いはあるものの、米国およびCENともに基本的に同じである。

CENの地盤条件の記入方法に関しては不明であり、単に記述するという扱いになっている。

2) 衝突条件

米国では、衝突実験施設が限られたものであり各国の管理下にあることから、衝突実験施設の詳細に関する記述の必要は無いが、CENでは各国の施設の違いがありその詳細を報告することとしている。

衝突条件に対する結果を、CENでは目標値に対し何%の誤差であったかを示すこととしている。また、我が国では、衝撃度にて防護柵の種別が規定されているため衝撃度を報告するが、米国、およびCENでは報告の必要性が無い。

3) 試験結果

車両の逸脱防止性能（防護柵の変形性能）に関して、米国およびCENでは最大動的変位としている。ただし、これは、高速16mmフィルム解析によるもので厳密な変位とは異なる。

車両の挙動に関しては、米国において最大ローリング角、最大ピッチ角、最大ヨーイング角を報告する必要がある。離脱速度、離脱角度は、米国において報告する必要がある。

乗員の安全性能および車両の損傷度は、欧米では報告すべき指標の統一化が見られる。これは、以下の目的を持つ。

①各々の指数と各国で実施している指数（乗員リスク計測量）との比較ができるデータベースの構築

②将来のテストと評価の手順が評価の手順が米国、CENその他の諸国に対する互換性の基礎の構築

③将来の指標の開発の源となるデータベース構築

車両内部の損傷指数であるOCDI（VCDI）は、車室内の残留変位の測定である。日本での防護柵の衝突試験において車室内は、残留変位はほとんど見られずどの試験結果もほとんど計測誤差以内の損傷程度となっている。また、近年の車両メーカーは、衝突時の室内の確保を1つの開発テーマにあげており、さらに車室内の残留変位は低減される傾向にある。よって、この指標は、計測技術が発達しmm単位以下の精度をもつことや動的な車室内の変形が押さえられること等計測技術や計測項目の絞り込み、かつ対象とする衝撃度を上位とする等指標の適用に対する検討が必要になるものと考えられる。

乗員の安全性能に関する規定項目は各国において違いがあるが、米国とCENに見られる様に性能規定以外の規定項目に関してオプション扱いにてデータを蓄積することが必要と考えられる。

通達文

建設省道環発第 29 号

平成 10 年 11 月 5 日

北海道開発局長

沖縄総合事務局長

各地方建設局長

各公団総裁・理事長 殿

各都道府県知事

各政令指定市長

建設省 道路局長

防護柵の設置基準の改定について

防護柵の設置基準については、さきに昭和 47 年 12 月 1 日付道企発第 68 号により通知したところであるが、今般これを別添のとおり改定したので、通知する。

なお、車両用防護柵の性能確認にあたっては、別に通知する方法によるものとする。また、これまでに性能の確認されている車両用防護柵についての仕様をまとめた図集「車両用防護柵標準仕様」という。)を別に通知するので参考にされたい。

都道府県知事におかれては、貴管下道路管理者(地方道路公社を含む)に対しても周知徹底されたくお願いする。

なお、この基準は平成 11 年 4 月 1 日以降に設置されるものに適用する。

別添 防護柵の設置基準

第1章 総 則

1-1 目的

本基準は、防護柵の設置の適正を期するための一般的技術基準を定めることを目的とする。

1-2 防護柵の定義

本基準において「防護柵」とは、主として進行方向を誤った車両が路外、対向車線または歩道等に逸脱するのを防ぐとともに、車両乗員の傷害および車両の破損を最小限にとどめて、車両を正常な進行方向に復元させることを目的とし、副次的に運転者の視線を誘導し、また、歩行者および自転車（以下、「歩行者等」という。）の転落もしくはみだりな横断を抑制するなどの目的をそなえた施設をいう。

防護柵は、車両を対象とする車両用防護柵と歩行者等を対象とする歩行者自転車用柵に区分する。

第2章 車両用防護柵

2-1 設置区間

下記各号のいずれかに該当する区間または箇所（以下「区間」という。）においては、道路および交通の状況に応じて原則として、車両防護柵を設置するものとする

(1) 主として車両の路外(路側を含む。以下「路外」という。)への逸脱による乗員の人的被害の防止目的として路側に車両用防護柵を設置する区間

- ① 盛土、崖、擁壁、橋梁、高架などの区間で路外の危険度が高く必要と認められる区間
- ② 海、湖、川、沼地、水路などに近接する区間で必要と認められる区間
- ③ 橋梁、高架、トンネルなどへの進入部または車道に近接する構造物などに関連し特に必要と認められる区間

(2) 主として車両の路外などへの逸脱による第三者への人的被害（以下「二次被害」という。）の防止を目的として車両用防護柵を設置する区間

1) 主として車両の路外への逸脱による二次被害の防止を目的として路側に車両用防護柵を設置する区間

- ① 道路が鉄道もしくは軌道（併用軌道を除く。以下「鉄道等」という。）、他の道路などに立体交差または近接する区間で車両が路外に逸脱した場合に鉄道等、他道路などに進入するおそれのある区間

2) 分離帯を有する道路において、主として車両の対向車線への逸脱による二次被害の防止を目的として分離帯に車両用防護柵を設置する区間

- ① 高速自動車国道、自動車専用道路
- ② 走行速度の高い区間で縦断勾配または線形条件が厳しく対向車線への車両の逸脱による事故を防止するため特に必要と認められる区間
- 3) 主として車両の歩道、自転車道、自転車歩行者道（以下「歩道等」という。）への逸脱による二次被害の防止を目的として、歩道等と車道との境界（以下「歩車道境界」という。）に車両用防護柵を設置する区間（防護柵により歩道等を新設する場合を含む。）
 - ① 走行速度が高い区間などで沿道人家などへの車両の飛び込みによる重大な事故を防止するため特に必要と認められる区間
 - ② 走行速度が高い区間などで歩行者等の危険度が高くその保護のため必要と認められる区間
- (3) その他の理由で必要な区間
 - ① 事故が多発する道路、または多発するおそれのある道路で防護柵の設置によりその効果があると認められる区間
 - ② 幅員、線形等道路および交通の状況に応じて必要と認められる区間
 - ③ 気象条件により特に必要と認められる区間

2-2 種別

1. 種別の設定

車両用防護柵は、強度（車両が衝突したときに突破されない衝撃度の大きさ）および設置場所に応じて、付表-2・1のように種別を設定する。

付表-2・1 種別の設定

強 度	種 別		
	路 側 用	分離帯用	歩車道境界用
45 kJ 以上	C	Cm	Cp
60 kJ 以上	B	Bm	Bp
130 kJ 以上	A	Am	Ap
160 kJ 以上	SC	SCm	SCp
280 kJ 以上	SB	SBm	SBp
420 kJ 以上	SA	SAm	—
650 kJ 以上	SS	SSm	—

2. 性能

車両用防護柵は、種別に応じて、下記の各号に示す性能を有するものでなければならない。その際、衝突条件Aおよび衝突条件Bは、付表-2・2に示す条件をいう。

付表－ 2・2 衝突条件

区 分	衝 突 条 件	
衝突条件 A	車両総重量時において路面から重心までの高さが 1.4m の大型貨物車による付表－ 2・1 に示す種別に応じた衝撃度による衝突。その際の衝突角度は 15 度とする。	
衝突条件 B	質量 1 トンの乗用車による衝突。その際の衝突速度は次により衝突角度は 20 度とする。	
	種 別	衝突速度
	C, Cm, Cp, B, Bm, Bp	60km/h
	A, Am, Ap, SC, SCp, SB, SBm, SBp, SA, SAm, SS, SSm	100km/h

(1) 車両の逸脱防止性能

1) 強度性能

衝突条件 A による衝突に対して、防護柵が突破されない強度を有すること。

2) 変形性能

衝突条件 A による衝突に対して、たわみ性防護柵にあっては、車両の最大進入行程が設置場所に応じ付表－ 2・3 の値を満足すること。剛性防護柵にあっては、主たる部材に塑性変形が生じないこと。

ここで、たわみ性防護柵および剛性防護柵とは防護柵の設計方法により下記に示す種類の防護柵をいう。

①たわみ性防護柵

防護柵を構成する主たる部材の弾性および塑性変形を見込んで設計する防護柵

②剛性防護柵

防護柵を構成する主たる部材の弾性限界内での変形を見込んで設計する防護柵

付表－２・３ たわみ性防護柵の車両の最大進入行程

種 別		支柱を土中に埋め込む場合	支柱をコンクリートに埋め込む場合
路 側 用	C, B, A, SC, SB, SA, SS	1.1 m以下	0.3 m以下
分 離 帯 用	Cm, Bm	1.1 m以下	0.3 m以下
	Am, SCm, SBm, SAm, SSm	1.5 m以下	0.5 m以下
歩行車道境界用	Cp, Bp, Ap, SCp, SBp	0.5 m以下	0.3 m以下

(２) 乗員の安全性能

衝突条件Ｂによる衝突に対して、車両の受ける加速度が種別および種類に応じ付表－２・４の値を満足すること。

付表－２・４ 車両の受ける加速度

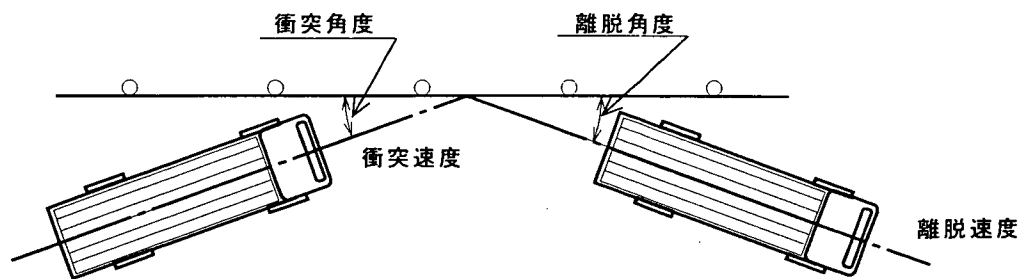
種 別	た わ み 性 防 護 柵		剛性防護柵
	支柱を土中に埋め込む場合	支柱をコンクリートに埋め込む場合	
C, Cm, Cp	90 m/s ² /10ms 未満	120 m/s ² /10ms 未満	120 m/s ² /10ms 未満
B, Bm, Bp			
A, Am, Ap	150 m/s ² /10ms 未満	180 m/s ² /10ms 未満	180 m/s ² /10ms 未満
SC, SCm, SCp	180 m/s ² /10ms 未満	200 m/s ² /10ms 未満	200 m/s ² /10ms 未満
SB, SBm, SBp			
SA, SAm			
SS, SSm			

(３) 車両の誘導性能

衝突条件Ａおよび衝突条件Ｂでの衝突のいずれの場合においても以下の条件を満足すること。

- ① 車両は、防護柵衝突後に横転などを生じないこと。
- ② 防護柵衝突後の離脱速度は、衝突速度の６割以上であること。
- ③ 防護柵衝突後の離脱角度は、衝突角度の６割以下であること。

なお、離脱速度および離脱角度は、付図－２・１に示すものである。



付図－2・1 離脱速度，離脱角度

(4) 構成部材の飛散防止性能

衝突条件Aおよび衝突条件Bでの衝突のいずれの場合においても、車両衝突時に構成部材が大きく飛散しないこと。

3. 構造および材料

(1) 防護柵高さ

車両用防護柵の路面から防護柵上端までの高さは、原則として、60 cm以上100 cm以下とする。

所要の性能を満たすためにやむを得ず100 cmを越える高さとする場合は、車両衝突時における乗員頭部の安全性を確保できる構造としなければならない。

(2) 歩車道境界用車両用防護柵の形状

歩車道境界用車両用防護柵（種別 Cp, Bp, Ap, SCp および SBp）は、ボルトなどの突起物、部材の継ぎ目などにより歩行者等に危害を及ぼすことのない形状とするなど歩行者等に配慮した形状を有しなければならない。

(3) 材料

車両用防護柵に用いる材料は、十分な強度を持ち、耐久性に優れ維持管理が容易なものとする。

(4) 防錆・防食処理

車両用防護柵に用いる金属材料などのうち、錆または腐食が生じる材料はJIS 規格または同等以上の効果を有する方法により防錆・防食処理を施すものとする。特に環境が厳しく錆または腐食が生じやすい場所に設置する場合は、さらに防錆・防食効果を高めた処理を施すものとする。

また、錆・腐食などが生じる材料のうち、防錆・防食に関する処理がJIS 規格に示されていない材料を用いる場合は、当該材料に適した防錆・防食処理の方法および効果が検証されているものをしようするものとする。

2-3 種別の適用

(1) 設置場所

車両用防護柵は、路側に設置する場合は路側用車両用防護柵（種別 C, B, A, SC, SB, SA および SS）を、分離帯に設置する場合は分離帯用車両用防護柵（種別 Cm, Bm, Am, SCm, SBm, SAm および SSm）を、また、歩車道境界に設置する場合は歩車道境界用車両用防護柵（種別 Cp, Bp, Ap, SCp および SBp）を用いるものとする。

ただし、分離帯に設置する場合で施設帯の幅員に余裕のある場合または施設帯に構造物などが存在し分離帯用車両防護柵の設置が困難な場合は分離帯用車両用防護柵にかえて路側用車両用防護柵を用いることができる。

(2) 適用区間

車両用防護柵は、道路の区分、設計速度および設置する区間に応じて、原則として、付表-2.5 に示す種別を適用するものとする。

付表-2.5 種別の適用

道路の区分	設計速度	一般区間	重大な被害が発生するおそれのある区間	新幹線などと交差または近接する区間
高速自動車 国道	80 km/h 以上	A, Am	SB, SBm	SS
自動車 専用道路	60 km/h 以下		SC, SCm	SA
その他の道路	60 km/h 以上	B, Bm, Bp	A, Am, Ap	SB, SBp
	50 km/h 以下	C, Cm, Cp	B, Bm, Bp ^{注)}	

注) 設計速度 40 km/h 以下での道路では、C, Cm, Cp を使用することができる。

ここで、重大な被害が発生するおそれのある区間とは、大都市近郊鉄道・地方幹線鉄道との交差近接区間、高速自動車国道・自動車専用道路などとの交差近接区間、分離帯に防護柵を設置する区間で走行速度が特に高くかつ交通量が多い区間、その他重大な二次被害の発生するおそれのある区間、または、乗員の人的被害の防止上、路外の危険度が極めて高い区間をいう。

なお、走行速度や線形条件などにより特に衝撃度が高くなりやすい区間においては付表-2.5 に定める種別の一段階上またはそれ以上の種別を適用することができる。

2-4 設置方法

車両用防護柵を設置する際は、道路および交通の状況を十分考慮して、車両用防護柵の種類および形式を選定のうえ、防護柵の機能を発揮できるように設置するものとする。

(1) 種類および形式の選定

1) 種類の選定

車両用防護柵は原則としてたわみ性防護柵を選定するものとする。ただし、橋梁・高架などの構造物上に設置する場合、幅員の狭い分離帯など防護柵の変形を許容できない区間などに設置する場合においては、必要に応じて剛性防護柵を選定することができる。

2) 形式の選定

車両用防護柵の形式選定に当たっては、性能、経済性、維持修繕、施工の条件、分離帯の幅員、視線誘導、視認性の確保、走行上の安心感、快適

付表-2.6 車両用防護柵の形式

種 類	形 式	形 式 の 概 要
たわみ性 防 護 柵	1.ビーム型防護柵 (1)ガードレール	連結された波形断面のビームを支柱で支えた構造となっているものをいう。
	(2)ガードパイプ	連結された複数のパイプを支柱で支えた構造となっているものをいう。
	(3)ボックスビーム	連結された角型パイプを支えた構造となっているものをいう。
	2.ケーブル型防護柵 (1)ガードケーブル	初張力を与えたロープを支柱で支えた構造となっているものをいう。
剛 性 防 護 柵	3.橋梁用ビーム型防護柵	橋梁・高架などの構造物上に設置される防護柵で、丸または角型の閉断面を有す複数の連結されたビームを支柱で支えた構造となっているものをいう。
	コンクリート製壁型防護柵	柵前面が塑性変形しないコンクリート製の垂直面または傾斜面の構造となっているものをいう。

展望性、周辺環境との調和などに十分留意してその形式を選定するものとする。

なお、車両用防護柵の形式としては、付表－2・6に示すものなどがある。

3) 短い構造物区間への対応

土工区間に短い橋梁などの構造物がある場合においては、原則として土工区間の車両用防護柵と同一の形式を選定するものとする。

ただし、異なる形式の防護柵を設置する必要のある場合はこの限りではない。

(2) 高さ

車両用防護柵を設置する際は、設置する車両用防護柵所定の設置基準面から上端までの高さが確保されるよう、設置するものとする。

(3) 基礎

土工区間に車両用防護柵を設置する際は、設置する地盤の形状、土質条件などを十分に照査したうえで、また、橋梁、高架などの構造物上に車両用防護柵を設置する際は、設置する構造物の耐力を十分に照査したうえで設置するものとする。

(4) 設置延長

車両用防護柵は、防護柵の転倒、滑動などが生じないような延長を確保するものとする。また、たわみ性防護柵にあっては、2－1設置区間の各号に該当する区間の前後に原則として各々20m程度延長して設置するものとする。

(5) 設置余裕幅

たわみ性防護柵を設置する場合は、路側および歩車道境界に設置するものにあつては防護柵の前面から路外方向に、分離帯に設置するものにあつては、防護柵の対向車線に対する面から対向車線方向に原則として車両の最大進入行程に応じた余裕幅が確保できるよう、設置するものとする。

(6) 連続設置

道路および交通の状況が同一である区間内に設置する車両用防護柵は、原則として連続して設置するものとする。

(7) 分離帯への設置

分離帯に車両用防護柵を設置する場合には、原則として分離帯の中央に設置するものとする。ただし、分離帯に勾配があるため防護柵の高さが確保できなくなる場合などはこの限りではない。

(8) 端部処理など

1) 端部処理

車両用防護柵は、端部への車両の衝突防止または衝突時の緩衝性の向上に配慮して設置するものとする。このため、防護柵の進入側端部は、できるだけ路外方向に曲げるなどの処理を行うものとする。また、防護柵の端部は分離帯開口部、取り付け道路との交差部などの道路構造との関連を考慮して、設置するものとする。ただし、路外の状況などによりやむを得ない場合は、車両衝突の危険性が低い位置に防護柵の端部を設けるなど適切な処理を行うものとする。

2) 端部のすりつけ

異なる種別、種類または形状の車両用防護柵を隣接して設置する場合は、原則として防護柵の車両を誘導する面を連続させるものとする。

3) 高速道路などの分岐部

高速道路などの分岐部に車両用防護柵を設置する場合は、道路および交通の状況を十分考慮し、必要に応じ、視線誘導施設、障害物表示灯などの注意喚起施設または他の緩衝材を併設することなどにより、衝突防止または緩衝性の向上を図るものとする。

(9) 合流部などでの視認性確保

道路の合流部または交差部などに車両用防護柵を設置する場合は、運転者が道路および交通の状況を適切に確認できるよう、視線の妨げとならない設置を行うものとする。

(10) 積雪地域における対応

積雪地域において車両用防護柵を設置する場合は、必要に応じて積雪による荷重を考慮して設置するものとする。

(11) 色彩

車両用防護柵の色彩は、視線を誘導する機能を確保するため、白を標準とする。

ただし、他の手段により視線誘導が図られる場合はこの限りでなく、良好な景観形成に配慮するなど適切な色彩とすることができる。

第3章 歩行者自転車用柵

3-1 設置区間

下記各号のいずれかに該当する区間においては、道路および交通の状況を踏まえ、必要に応じ歩行者自転車用柵を設置するものとする。

(1) 歩行者等の転落防止を目的として路側または歩車道境界に歩行者自転車用柵を設置する区間

1) 歩道等、自転車専用道路、自転車歩行者専用道路および歩行者専用道路の路外が危険な区間などで歩行者等の転落を防止するため必要と認められる区間

(2) 歩行者等の横断防止などを目的として歩車道境界に歩行者自転車用柵を設置する区間

1) 歩行者等の道路の横断が禁止されている区間で必要と認められる区間

2) 歩行者等の横断歩道以外の場所での横断防止が特に認められる区間

3) 都市内の道路などにおいて、走行速度が低く、単に歩道等と車道とを区別することのみにより歩行者等の安全を確保することが期待できる区間のうち、特に必要と認められる区間

なお、横断防止などを目的として設置する柵は、景観などを考慮し、植樹帯の

設置など他の方法を検討したうえで、必要と認められる場合について設置するものとする。

3-2 種別

1. 種別の設定

歩行者自転車柵は、付表-2.7に示す設計強度に応じて、以下の種別に区分する。

付表-2.7 種別毎の設計強度

種 別	設計強度	設計目的	備 考
P	垂直荷重 590N/m (60kgf/m) 以上 水平荷重 390N/m (40kgf/m) 以上	転落防止 横断防止	荷重は、防護柵の最上部に作用するものとする。このとき、種別Pにあつては部材の耐力を許容限度として設計することができる。
SP	垂直荷重 980N/m (100kgf/m) 以上 水平荷重 2,500N/m (250kgf/m) 以上	転落防止	

2. 性能

歩行者自転車用柵は、付表-2.7に示す種別に応じた設計荷重に対して塑性変形しないものでなければならない。

3. 構造および材料

(1) 防護柵高さ

歩行者等の転落防止を目的として設置する柵の路面から柵面の上端までの高さは110 cmを標準とする。

歩行者等の横断防止などを目的として設置する柵の路面から柵面の上端までの高さは70～80 cmを標準とする。

(2) 形状

歩行者自転車用柵（種別PおよびSP）は、ボルトなどの突起物、部材の継ぎ目などにより歩行者等に危害を及ぼすことのない形状とするなど、歩行者等に配慮した形状を有しなければならない。

また、転落防止を目的として設置する柵の柵間隔は、歩行者等が容易にすり抜けられないものとする。

(3) 材料

歩行者自転車用柵に用いる材料は、十分な強度を持ち、耐久性に優れ維持管理が容易なものをを用いるものとする。

(4) 防錆・防食処理

歩行者自転車用柵に用いる金属材料などのうち、錆または腐食が生じる材

料に対する防錆・防食処理は、車両用防護柵の防錆・防食処理に準ずるものとする。

(5) 車両用防護柵の兼用

車両用防護柵は上記各号を満足することにより、歩行者自転車用柵として兼用することができる。

3-3 種別の適用

歩行者自転車用柵は、原則として種別Pを適用するものとし、歩行者等の滞留が予想される区間および橋梁、高架の区間に設置される転落防止を目的とした柵は、集団による荷重を想定し、種別SPを適用するものとする。

3-4 設置方法

歩行者自転車用柵を設置する際は、道路および交通の状況を十分考慮して、防護柵機能を発揮できるように設置するものとする。

(1) 高さ

歩行者自転車用柵を設置する際は、設置する柵所定の路面から柵面の上端までの高さが確保されるよう、設置するものとする。

(2) 基礎

土工区間に歩行者自転車用柵を設置する場合は、設置する地盤形状、土質条件などを十分に照査したうえで、また、橋梁、高架などの構造物上に歩行者自転車用柵を設置する場合は、設置する構造物の耐力を十分に照査したうえで、設置するものとする。

(3) 柵間のすり抜け防止

転落防止を目的として同一種別の歩行者自転車用柵を設置する場合は、原則として連続して設置するものとする。

(4) 合流部などでの視認性確保

道路の合流部または交差部などに歩行者自転車用柵を設置する場合は、運転者が道路および交通の状況を適切に確認できるよう、視線の妨げとならない設置を行うものとする。

(5) 色彩

歩行者自転車用柵の色彩は、良好な景観形成に配慮した適切な色彩とするものとする。

(6) 積雪地域における対応

積雪地域において歩行者自転車用柵を設置する場合は、必要に応じて積雪による荷重を考慮して設置するものとする。

第4章 共通事項

4-1 施工

1. 施工

防護柵の施工にあたっては、交通の安全および他の構造物への影響に留意し、安全かつ確実に行わなければならない。

2. 表示

防護柵には、刻印などにより種別、設置年月、道路管理者名などを表示するものとする。

4-2 維持管理

1. 点検

日常の道路パトロールにおいて、防護柵の外観を巡視し、防護柵の異常の有無を確かめるため、定期的な点検を実施する。この際、車両衝突時に塑性変形が生じない剛性防護柵は、車両衝突の繰り返しなどによる強度の低下が明確になりにくいいため、適宜十分な目視点検を行うものとする。

また、豪雨、地震などの後には道路の点検とあわせて防護柵の点検を実施するものとする。

この場合特に留意すべき点は次のとおりである。

1) たわみ性防護柵

- ①支柱と水平材との固定状況
- ②支柱の沈下、傾斜、わん曲状況、支柱定着部の状況
- ③汚染の程度および塗装の状況
- ④ガードレール、ガードパイプおよび橋梁用ビーム型防護柵などの水平材の変形および破損状況
- ⑤ボックスビームのビーム継手部およびパドルの破損状況
- ⑥ケーブルのたわみの程度

2) 剛性防護柵

- ①壁面のクラックや欠落状況

3) 路肩、法面など

- ①路肩および法面などの状況
- ②排水施設の状況

2. 維持管理

(1) 修繕

防護柵が事故、災害などにより変形または破損するなど防護柵の機能を十分果たせなくなった場合は、ただちに復旧しなければならない。

(2) 洗浄

防護柵は、汚れが著しいときは洗浄を行うものとする。

(3) 塗装

すり傷により塗装がはく離した場合、また錆などにより塗膜のはく離が著しい場合は、塗装しなければならない。

3. 記録

防護柵の維持管理を適切に行うため、防護柵の設置区間、種別、設置年月、防護柵の形式を識別するための記号、その他必要事項を台帳などに記録しておくものとする。

防護柵が破損した場合は、その破損した延長、破損した箇所の道路状況、破損原因などを記録するものとする。

4. 積雪地域における対応

積雪地域に設置された防護柵は、除雪作業中に損傷を受けやすいため、除雪方法などについて十分考慮しなければならない。

参考資料－３ 車両用防護柵性能確認試験方法について

関連通達「車両用防護柵性能確認試験方法について」

平成 10 年 11 月 5 日付建設省道路環境課長通達

建設省道環発第 30 号

平成 10 年 11 月 5 日

北海道開発局建設部長

沖縄総合事務局開発建設部長

各地方建設局道路部長

各公団企画担当部長 殿

各都道府県道路事業担当部長

各政令指定市道路事業担当部長

建設省 道路局 道路環境課長

車両用防護柵性能確認試験方法について

平成 10 年 11 月 5 日付建設省道環発第 29 号により道路局長から通達された「防護柵の設置基準の改定について」において、別に通知するとされている性能確認の試験方法を下記の通り定めたので通知する。

記

1. 防護柵の設置基準 第 2 章 車両用防護柵 2－2 種別 2. 性能の各号の規定を満たすことの確認は、原則として、以下の要領に基づく実車による衝突試験により、道路管理者が行うものとする。

(1) 試験供試体

① 試験供試体は、評価対象の車両用防護柵とする。

② 試験供試体の個数は衝突条件 A 及び衝突条件 B の 2 種類の衝突に対し、それぞれ 1 体の計 2 体とする。

(2) 衝突条件

衝突条件 A は、原則として車両総重量 25 トンの大型貨物車を用いて行うものとする。

なお、車両総重量 20 トン以上の大型貨物車を用い速度の割増などにより同等の衝撃度となる条件で行っても差し支えない。

(3) 計測項目及び計測方法

計測項目及び計測方法は、付表 3・1 による。

(4) 試験結果

衝突試験結果は、別添 1 に示す車両用防護柵性能評価 衝突試験結果総括表に

記入するとともに、詳細は試験報告書として取りまとめるものとする。

2. なお、上記に関わらず、以下のいずれにも該当する橋梁用ビーム型防護柵で別添2に規定する設計方法により設計されたものは、その構成部材の強度が設計に用いた値であることを静荷重試験により確認することをもって、衝突試験にかえることができるものとする。

- 1) 鋼材（球状黒鉛鉄品を含む）、ステンレス鋼材、アルミニウム合金材製の材料による2本以上の横梁および支柱からなり、横梁の断面が丸または四角型の閉断面になっているもの。
- 2) ブロックアウト型の構造（防護柵の柵面が支柱の最前面よりも車道側に突出している構造）になっているもの。
- 3) 橋梁・高架などの構造物上に設置され、基礎となる構造物は衝突荷重に対し変形が生じない強度を有するもの。
- 4) SA種以下の種別であること。

（別添1）車両用防護柵性能評価 衝突試験結果総括表

（別添2）橋梁用ビーム型防護柵 設計方法

付表 3・1 衝突試験 計測項目および計測方法

計測目的			衝突条件	計測項目	計測方法
前提条件	衝突条件の確認		A	車両の型式・形状寸法（重心高さ）	積載物の積載方法及び車検証を基に車両の重心高さを算定する。
			共通	車両質量	軸重計測器等により車両総質量を測定する。
			共通	衝突速度	光電管式速度計、テープスイッチ式速度感知器、高速度撮影フィルムの解析等により測定する。
			共通	衝突角度	車輪の軌跡から測定する。
確認性能	車両の逸脱防止性能	防護柵の強度性能	A	防護柵の損傷（防護柵の強度性能）	車両の位置別にペイントを施し、高速度撮影、ビデオ撮影および目視等により記録する。
		防護柵の変形性能	A	車両の最大進入行程	車輪の軌跡から測定する。
			A	剛性防護柵の塑性変形	目視によりひび割れの観察記録を行う。状況によりコア採取し強度試験を行う。

確認 性能	乗員の安全性能	B	車両重心加速度	0.5msec 間隔で水平 2 成分の車両重心加速度を測定し、10msec 移動平均値の最大を解析により求める。
	車両の誘導性能	共通	車両の挙動	車両の前面、上面、右側面、後部にスキッドマークを 1 m 間隔でマーキングし、高速度撮影、ビデオ撮影および目視等により記録する。
		共通	離脱速度	テープスイッチ式速度感知器、高速度撮影フィルムの解析等により離脱速度を測定する。
		共通	離脱角度	車輪の軌跡から測定する。
	構成部材の飛散防止性能	共通	部材の飛散状況	目視により記録する。

車 両 用 防 護 柵 性 能 評 価
衝 突 試 験 結 果 総 括 表

作成 平成 年 月 日

防護柵の名称		申請者名		印			
防護柵諸元							
種類		種別		適用箇所			
高さ	m	材料					
基本型式		最小設置長		地盤条件			
備考							
衝突試験結果							
実施機関名		印	試験施設名	試験番号			
1 試験条件							
衝 突 条 件 A (試験日 年 月 日)					衝 突 条 件 B (試験日 年 月 日)		
試験車両 質量(t)	衝突速度 (km/h)	衝突角度 (度)	衝撃度 (kJ)	車両重心 高さ(mm)	試験車両 質量(t)	衝突速度 (km/h)	衝突角度 (度)
()	()	()	()	車両総重量時	()	()	()
地盤条件				基礎型式			
供試体長	m			施工方法			
注) () 内には、設定条件値を示すこと 地盤条件、基礎型式は、試験に使用したものを記入すること							

2 試験結果				
計測目的		条件 区分	計測項目	試験結果
車 両 の 逸 脱 防 止 性 能	防護柵の 強度性能	A	防護柵の損傷	
	防護柵の 変形性能	A	車両の最大進入行程	
		A	剛性防護柵の塑性変形	
乗員の安全性能		B	車両重心加速度	
車両の誘導性能		共通	車両の挙動	
		共通	離脱速度	
		共通	離脱角度	
構成部材の飛散防 止性能		共通	部材の飛散状況	

(注) その他必要な資料がある場合は別添として添付すること。

建設省道環発第４号

平成11年２月16日

北海道開発局建設部長

沖縄総合事務局開発建設部長

各地方建設局道路部長

各公団企画担当部長

各都道府県道路事業担当部長

各政令指定市道路事業担当部長 あて

建設省道路局道路環境課長

車両用防護柵標準仕様について

平成10年11月５日付建設省道環発第29号により道路局長から通知された「防護柵の設置基準の改定について」において別に通知するとされている性能の確認されている車両用防護柵についての仕様を、車両用防護柵標準仕様として別添の通りとりまとめたので通知する。

都道府県道路事業担当部長におかれては、貴管下道路管理者（地方道路公社を含む）に対しても周知徹底されたく願います。

（別添）車両用防護柵標準仕様

車両用防護柵標準仕様

1. たわみ性防護柵の標準仕様

(1) たわみ性防護柵のガードレール、ガードケーブル、ガードパイプ、ボックスビームのうち、性能の確認されている防護柵について、付表－4. 1に示す仕様記号を付し、その仕様を図に示す。

(2) 各仕様はそれぞれの防護柵の主要構成部材となるビームまたはケーブル、支柱、ブラケットなどについて、性能確保を図るために必要となる形状・寸法および材料を図に示している。支持条件は基礎の構造として図に示している。

図中に示されている形状・寸法や支持条件を変更する場合は、別紙1に示す方法によって変更することができる。

2. 剛性防護柵の標準仕様

(1) 剛性防護柵のコンクリート製壁型防護柵（フロリダ型、単スロープ型、直壁型）のうち、性能の確認されている防護柵については、付表－4. 2に示す仕様記号を付し、その仕様を図に示す。

(2) 各仕様は、基本的に躯体構造諸元と基礎部構造諸元とからなる。ただし、土中用の防護柵で路側に用いるものについては路側部の背面側の形状や土質条件が設置場所によって異なることから躯体構造諸元のみを示し、基礎部構造諸元は示していない。この場合、基礎部構造諸元については別紙2に示す方法に従って設計する。また、土中用の防護柵で分離帯に用いるものについては地盤の許容支持力 150kN/m^2 、水平抵抗力 9.8kN/m^2 を前提として仕様を示している。この支持条件が確保できない場合も別紙2に示す方法に従って基礎部構造諸元を変更する。

構造物用の防護柵は、構造物中の鋼材と何らかの方法で連結一体化して設置するが、この場合の構造諸元が設置場所によって異なることから、この防護柵についても躯体構造諸元のみを示し、基礎部構造諸元は示していない。この場合の基礎部構造諸元についても別紙2に示す方法にしたがって設計する。

図に示されている形状・寸法を変更する場合は、別紙2に示す方法によって変更することができる。

標準仕様：省略

別紙 1：省略

別紙 2：省略

付表－4. 1 本標準仕様に掲載のたわみ性防護柵の仕様記号

種別	種別	ガードレール				ガードケーブル			
		路側用		分離帯用		路側用		分離帯用	
分類		土中用	構造物用	土中用	構造物用	土中用	構造物用	土中用	構造物用
たわみ性防護柵型	C	Gr-C-4E Gr-C-4E2	Gr-C-2B Gr-C-2B2	Gr-Cm-4E	Gr-Cm-2B	Gc-C-6E	Gc-C-4B		
	B	Gr-B-4E	Gr-B-2B	Gr-Bm-4E	Gr-Bm-2B	Gc-B-6E	Gc-B-4B	Gc-Bm-6E	Gc-Bm-4B
	A	Gr-A-4E	Gr-A-2B	Gr-Am-4E	Gr-Am-2B	Gc-A-6E	Gc-A-4B		
	SC	Gr-SC-4E	Gr-SC-2B	Gr-SCm-2E	Gr-SCm-1B				
	SB	Gr-SB-2E	Gr-SB-1B	Gr-SBm-2E	Gr-SBm-1B				
	SA	Gr-SA-3E	Gr-SA-1.5B	Gr-SAm-2E	Gr-SAm-1B				
	SS	Gr-SS-2E	Gr-SS-1B	Gr-SSm-2E	Gr-SSm-1B				
	C	Gr-C2-4E Gr-C3-4E	Gr-C2-2B Gr-C3-2B			Gc-C2-6E Gc-C3-5E Gc-C4-4E Gc-C5-3E	Gc-C2-4B Gc-C3-4B Gc-C4-4B Gc-C5-3B		
	B	Gr-B2-4E Gr-B3-3E Gr-B4-2E	Gr-B2-2B Gr-B3-2B Gr-B4-2B			Gc-B2-6E Gc-B3-5E Gc-B4-4E Gc-B5-3E	Gc-B2-4B Gc-B3-4B Gc-B4-4B Gc-B5-3B		
	A	Gr-A2-4E Gr-A3-3E Gr-A4-2E Gr-A5-2E	Gr-A2-2B Gr-A3-2B Gr-A4-2B Gr-A5-2B			Gc-A2-6E Gc-A3-5E Gc-A4-4E Gc-A5-3E	Gc-A2-4B Gc-A3-4B Gc-A4-4B Gc-A5-3B		
	SC	Gr-SC2-4E Gr-SC3-3E Gr-SC4-2E Gr-SC5-2E Gr-SB2-2E Gr-SB3-2E Gr-SB4-1E Gr-SB5-1E	Gr-SC2-2B Gr-SC3-2B Gr-SC4-2B Gr-SC5-2B Gr-SB2-1B Gr-SB3-1B Gr-SB4-1B Gr-SB5-1B						

種別	種別	ガードパイプ				ボックスビーム	
		路側用		分離帯用		路側用	
分類		土中用	構造物用	土中用	構造物用	土中用	構造物用
たわみ性防護柵型	C	Gp-C-3E Gp-C-3E2	Gp-C-2B Gp-C-2B2	Gp-Cp-4E	Gp-Cp-2B		
	B	Gp-B-3E Gp-B-3E2 Gp-B-3E3 Gp-B-3E4	Gp-B-2B Gp-B-2B2 Gp-B-2B3 Gp-B-2B4	Gp-Bp-4E Gp-Bp-4E2 Gp-Bp-4E3 Gp-Bp-4E4	Gp-Bp-2B Gp-Bp-2B2 Gp-Bp-2B3 Gp-Bp-2B4	Gb-Bm-2E	Gb-Bm-2B
	A	Gp-A-3E Gp-A-3E2	Gp-A-2B Gp-A-2B2	Gp-Ap-2E Gp-Ap-2E2	Gp-Ap-2B Gp-Ap-2B2	Gb-Am-2E	Gb-Am-2B
	SC	Gp-SC-3E2	Gp-SC-2B2	Gp-SCp-2E2	Gp-SCp-2B2		
	SB						
	SA						
	SS						
	C	Gp-C1-1.5E Gp-C2-1E Gp-C1-2E2 Gp-C2-1.5E2	Gp-C1-1.5B Gp-C2-1B Gp-C1-2B2 Gp-C2-1.5B2	Gp-Cp1-1.5E Gp-Cp2-1E Gp-Cp1-2E2 Gp-Cp2-1.5E2	Gp-Cp1-1.5B Gp-Cp2-1B Gp-Cp1-2B2 Gp-Cp2-1.5B2		
	B	Gp-B1-2E Gp-B2-1E Gp-B1-2E2 Gp-B2-1.5E2 Gp-B2-1.5E3 Gp-B3-2E3 Gp-B2-2.5E4 Gp-B3-2E4	Gp-B1-2B Gp-B2-1B Gp-B1-2B2 Gp-B2-1.5B2 Gp-B2-2B3 Gp-B3-2B3 Gp-B2-2B4 Gp-B3-2B4	Gp-Bp1-2E Gp-Bp2-1E Gp-Bp1-2E2 Gp-Bp2-1.5E2 Gp-Bp2-2.5E3 Gp-Bp3-2E3 Gp-Bp2-2.5E4 Gp-Bp3-2E4	Gp-Bp1-2B Gp-Bp2-1B Gp-Bp1-2B2 Gp-Bp2-1.5B2 Gp-Bp2-2B3 Gp-Bp3-2B3 Gp-Bp2-2B4 Gp-Bp3-2B4		
	A	Gp-A1-2E Gp-A2-1E Gp-A1-2E2 Gp-A2-1.5E2	Gp-A1-2B Gp-A2-1B Gp-A1-2B2 Gp-A2-1.5B2	Gp-Ap1-2E Gp-Ap2-1E Gp-Ap1-2E2 Gp-Ap2-1.5E2	Gp-Ap1-2B Gp-Ap2-1B Gp-Ap1-2B2 Gp-Ap2-1.5B2		
	SC	Gp-SC1-2E2 Gp-SC2-1.5E2	Gp-SC1-2B2 Gp-SC2-1.5B2	Gp-SCp1-2E2 Gp-SCp2-1.5E2	Gp-SCp1-2B2 Gp-SCp2-1.5B2		
	SB						
	SA						
	SS						

注)たわみ性防護柵の仕様記号の表記は以下のとおりである。

- 仕様記号は、防護柵型式記号(例Gr)、種別記号(C)、支柱間隔を示す数字(例4)、埋込み区分(例E)から構成し、記載方法はGr-C-4Eとする。
- 防護柵型式記号は、Gr:ガードレール、Gc:ガードケーブル、Gp:ガードパイプ、Gb:ボックスビームとする。
- 埋込み区分は、E:土中埋込み用、B:構造物設置用とする。
- 耐雪型防護柵では種別の後に積雪深ランク(1～5)を加える(例:Gr-C2-4E)。
- 仕様記号を細区分する場合は、埋込み区分の後に数字(2～)を加えて細区分する(例:Gp-C-3E2)。

付表－4. 2 本標準仕様に掲載のたわみ性防護柵の仕様記号

種類	区分	種別	フロリダ型			単スロープ型			直壁型
			路側用		分離帯用	路側用		分離帯用	路側用
			土中用	構造物用	土中用	土中用	構造物用	土中用	構造物用
剛性防護柵	コンクリート現場打ち	SC	Rr-SC-FE	Rr-SC-FB	Rr-SCm-FE	Rr-SC-SE	Rr-SC-SB	Rr-SCm-SE	Rr-SC-WB
		SB	Rr-SB-FE	Rr-SB-FB	Rr-SBm-FE	Rr-SB-SE	Rr-SB-SB	Rr-SBm-SE	Rr-SB-WB
		SA	Rr-SA-FE	Rr-SA-FB	Rr-SAm-FE	Rr-SA-SE	Rr-SA-SB	Rr-SAm-SE	Rr-SA-WB
		SS	Rr-SS-FE	Rr-SS-FB	Rr-SSm-FE	Rr-SS-SE	Rr-SS-SB	Rr-SSm-SE	Rr-SS-WB
	プレキャストコンクリート	SC	Rr-SC-FE	Rp-SC-FB	Rp-SCm-FE	Rp-SC-SE	Rp-SC-SB	Rp-SCm-SE	
		SB	Rp-SC-FE	Rp-SC-FB	Rp-SCm-FE	Rp-SC-SE	Rp-SC-SB	Rp-SCm-SE	
		SA	Rp-SC-FE	Rp-SC-FB	Rp-SCm-FE	Rp-SC-SE	Rp-SC-SB	Rp-SCm-SE	
		SS	Rp-SC-FE	Rp-SC-FB	Rp-SCm-FE	Rp-SC-SE	Rp-SC-SB	Rp-SCm-SE	
	コンクリート	SC	Rr-SC-FE	Rp-SC-FB	Rp-SCm-FE	Rp-SC-SE	Rp-SC-SB	Rp-SCm-SE	
		SB	Rp-SC-FE	Rp-SC-FB	Rp-SCm-FE	Rp-SC-SE	Rp-SC-SB	Rp-SCm-SE	

注) 剛性防護柵の仕様記号の表記は以下のとおりである。

- ① 仕様記号は、防護柵型式記号(例Rr)、種別記号(SC)、形状記号(例F)、埋込み区分(例E)から構成し、記載方法はRr-SC-FEとする。
- ② 防護柵形式記号は、Rr:現場打ちコンクリート製防護柵、Rp:プレキャストコンクリート製防護柵とする。
- ③ 形状記号は、F:フロリダ型、S:単スロープ型、W:直壁型とする。
- ④ 埋込み区分は、E:土中埋込み用、B:構造物設置用とする。
- ⑤ 仕様記号を細区分する場合は、埋込み区分の後に数字(2～)を加えて細区分する。

参考資料－５ 遠隔制動装置取扱方法

1 実験車両搭載の遠隔操作によるブレーキ装置

1. 1 制御箱の準備（付図－５・１参照）

- A. 盤面セレクトスイッチを” シリンダ戻し” および” チューブ取り付け” 側にする。
- B. 給気口にコンプレッサーのホースを接続し、圧力計が $9\text{Kg}/\text{cm}^2$ 以上で一定になったら切り離す。
- C. メインレギュレータをブレーキペダル踏力に合わせて空気圧を調整する。

実験車両のタイヤ空気圧は、大型車： $3.3\text{Kg}/\text{cm}^2$ 小型車： $2.5\text{Kg}/\text{cm}^2$ 以上とすること

- D. コントロールレギュレータを $2.5\text{Kg}/\text{cm}^2$ に調整する。
- E. タイマ（T 1）を、車両切り離しからシリンダポンプ作動までにかかる時間を設定する。

設定範囲は $0.1\text{sec}\sim 0.3\text{sec}$ とすること

1. 2 車両との接続

- A. エア－シリンダをブレーキペダルに固定する。
- B. 受信機アンテナを車両の屋根（外側天井部）に取り付ける。
アンテナから車両側受信機までのケーブルは、等間隔にガムテープ等で車両ボデーに固定して車内に引き込む。
- C. シリンダ用ホース、アンテナケーブル、およびチューブをそれぞれ制御箱に接続する。

1. 3 作動の確認

A. バッテリーチェック

- 1. バッテリー端子部にテスターを接続し $\text{DC}12\text{V}$ 以上あることを確認すること
- 2. バッテリーコネクターを制御箱内の受信機側に接続すること
- 3. 送信機のバッテリーチェックも同様（ $\text{DC}9\text{V}$ 以上）にすること

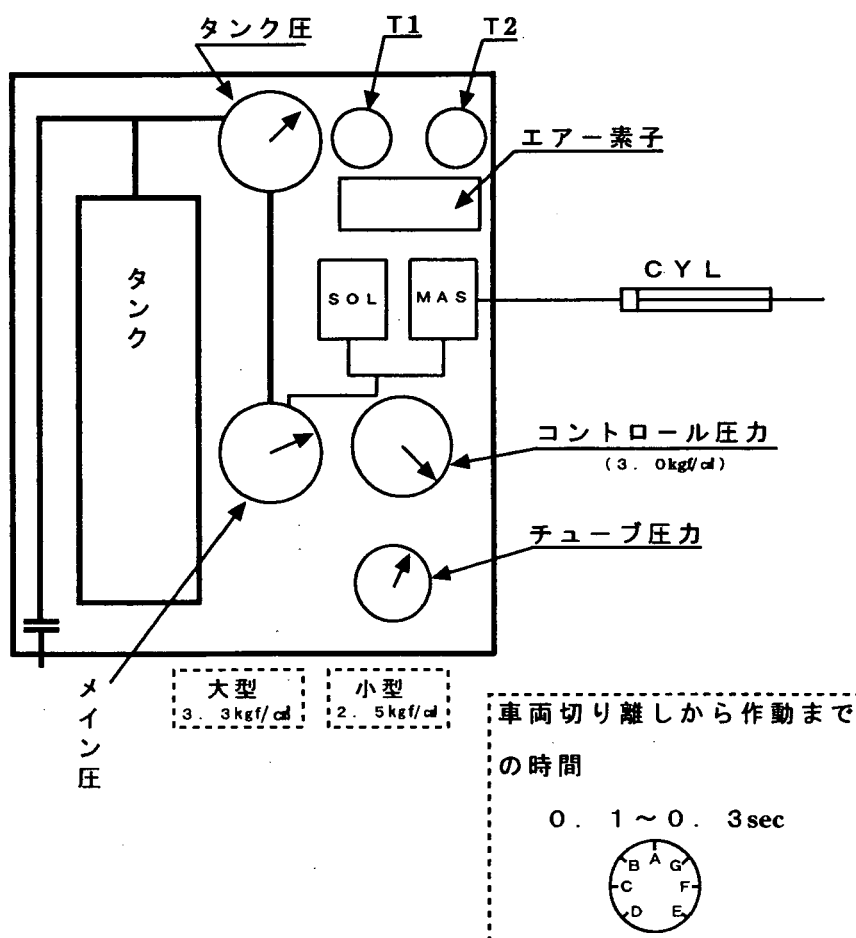
- B. 盤面セレクトスイッチを” セット” および” シリンダセット” 側に切り替える。
- C. 機械式ブレーキ動作チェック

1. チューブをドローリー端で外し、設定時間内でシリンダの作動を確かめる。
2. 良ければセレクトスイッチを” シリンダ戻し” ” チューブ取付” に切り替え、シリンダ戻しチューブを取り付ける。
3. 再びセレクトスイッチを” セット” および” シリンダセット” 側に切り替える。

D. 電気式ブレーキ動作チェック

1. 送信機側押しボタンを押して（押している間のみの作動）、シリンダが動くことを確認する
2. Cと同様に初期状態に戻す。

E. 以上のチェックが終れば、再度エアータンクに 9kgf/cm^2 以上のエアを補給して、制御箱を実験車両内の運転席側シートの後ろ側にワイヤー等でしっかりと固定しなければならない。



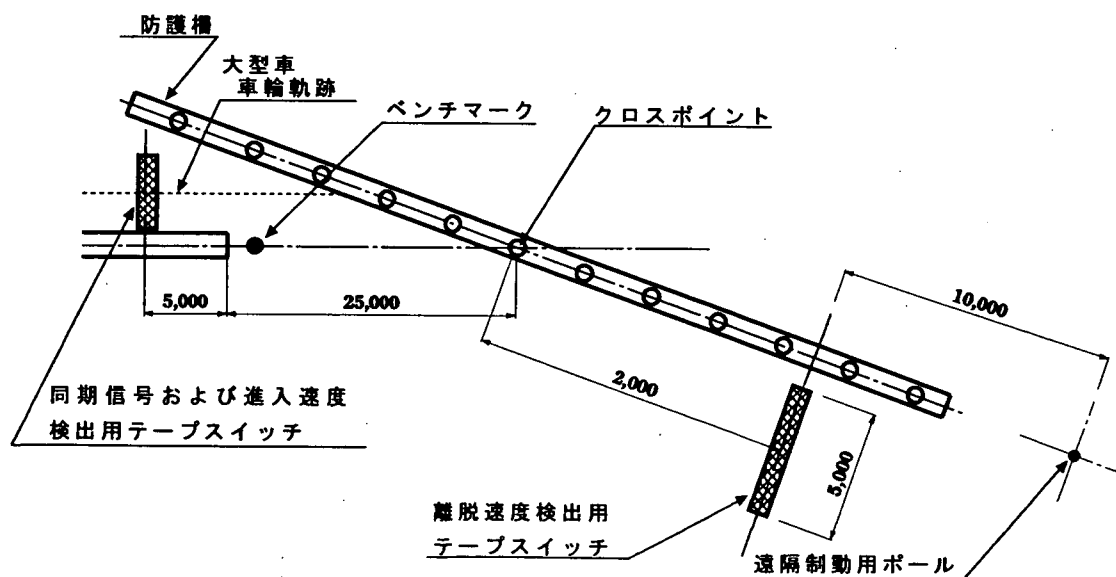
付図-5・1 制御盤詳細図

2 衝突実験における操作方法

付表－５・１に制動時の注意点、付図－５．２に制動開始位置を示す。

表－５．１ 制動時の注意点

No	実験車両の遠隔制動時注意点
①	衝突車両の制動は、リモコンを使用して実施するが、衝突実験の実施日前日に作動確認のために予備試験を行わなければならない。これは、実際に作業担当者が車両を運転して確認すること。
②	車両の制動位置は、離脱側の防護柵端部から10m延長して設置された赤白ボールを目印に、これを車両が通過すると同時にリモコンにより制動すること。ボール位置に関しては、図－１・２に示す。
③	リモコンによる制動遠隔操作は、衝突実験時において、防護柵に衝突後の車両が離脱後行くものであるが、衝突後の車両挙動は複雑かつ想定が難しい為に慎重かつ大型車および乗用車の車両特性を把握していなければならない。 これは、衝突実験場の供試体設置地盤が土地盤であるために、急ブレーキをかけた際、車輪の潜り込みや滑り、車両の傾き等が考えられる。また、供試体設置部分の支柱建て込み位置から前面に2m、クロスポイントから25mが土地盤であるのに対して、それ以外の部分はアスファルト舗装であり、離脱後の車両挙動としては土地盤よりもブレーキは効くが、降雨後などの濡れた路面では特に注意すること。



付図－５．２ ブレーキ作動開始位置 (単位:mm)