

I S S N 0386—5878

土木研究所資料第3108号

土 木 研 究 所 資 料

防 護 柵 衝 突 実 験 結 果 報 告 書

平成4年3月

建設省土木研究所
道路部交通安全研究室

「Copyright © (1992) 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。」

防護柵衝突実験結果報告書

交通安全研究室 室 長 河 島 正 治
研 究 員 酒 井 洋 一
部外研究員 堀 川 紀 幸

要 旨

土木研究所では、これまでに数多くの防護柵形式を提案してきている。防護柵の開発に際しては防護柵衝突シミュレーションや実車衝突実験により評価を行っているが、最終的な安全性の確認は実車衝突実験により行ってきた。これらの実験結果は、今後の防護柵の開発や既存防護柵の改良に役立つものと考えられる。

本報告書は、1960年代から実施してきている実車衝突実験結果について、体系的にとりまとめて評価を加えた結果について述べたものである。

キーワード：道路安全施設，防護柵，衝突実験

まえがき

防護柵は、走行中に進行方向を誤った車両を路外や対向車線等に逸脱することを防止するとともに、車両や乗員の被害を最小限にとどめて正常な進行方向に復元させることを目的として、設置するものである。

実際の防護柵の設置は防護柵設置要綱に基づいて、路線の種別や設置箇所に応じたものが設置されている。防護柵の設置箇所や設置条件（地盤、埋込み方式）は多種多様であり、これらの状況について防護柵衝突時の挙動を詳細に把握するためには、実車衝突実験を行うことが必要である。

土木研究所では、防護柵の開発に際して最終的な安全確認のために数多くの実車による衝突実験を実施してきた。これらの実験は多大な労力をかけて実施してきたことはもちろんであるが、数多くの防護柵衝突時の課題が明らかになっている。したがって、今後の防護柵開発や現状の問題点の解決には非常に貴重な資料である。しかしながら、これらの資料は個々の報告書に整理されており、全体のデータを体系的にとりまとめたものはこれまでなかったのが現状である。そこで、本報告書では1960年代以降土木研究所で行われた実験結果を現在の研究内容に合わせた形で体系的にデータを整理するとともに一定の評価を加える形式でとりまとめを行った結果について報告する。

目 次

まえがき

第1章 概 要	1
第2章 土木研究所における防護柵開発	2
2.1. 防護柵開発の経緯	2
2.2. 実験施設	3
2.2.1. 富士山麓実験場	3
2.2.2. 千葉支所実験場	4
2.2.3. 土木研究所つくば実験場(I)	6
2.2.4. 土木研究所つくば実験場(II)	7
2.3. 計測項目および方法	9
2.3.1. 計測項目	9
2.3.2. 計測方法	10
2.4. 評価項目	16
2.4.1. 車両関係	16
2.4.2. 防護柵関係	21
2.5. 最近の防護柵開発結果	23
2.5.1. 急カーブ用防護柵	23
2.5.2. アルミニウム合金製高欄型S種防護柵	27
2.5.3. 今後の課題	30
第3章 防護衝突実験結果の概要と評価	31
3.1. ガードレール系	31
3.1.1. 路側用ガードレール	31
3.1.2. 中央分離帯用鋼製ガードレール	35
3.1.3. アルミニウム合金製ガードレール	38
3.2. ガードケーブル系	41
3.3. 閉断面系	44
3.3.1. アルミニウム合金製防護柵	44
3.3.2. 鋼製ボックスビーム	47
3.3.3. 鋼製高欄型防護柵	49
3.4. 剛性コンクリート製防護柵	51

3.4.1. 路側用コンクリート製防護柵	51
3.4.2. レール付きコンクリート製防護柵	51
3.4.3. 狭い中央分離帯用防護柵	51
3.4.4. 阪神高速道路公団タイプ	53
3.4.5. プレキャスト製防護柵	53
3.4.6. オートガード	56
参考文献	58
あとがき	60
付 録	61
付. 1. 防護柵衝突実験結果一覧表	63
付. 2. 供試体図面集	88

第1章 概 要

防護柵は、走行中に進路を誤った車両の路外逸脱防止を図ることを主目的として設置されているものである。現在の防護柵は、「防護柵設置要綱」を基準に製作されているが、標準的な形状が提案されるまでには多種多様な研究が行われてきた。また、様々な社会的要望が高まる中で新形式の防護柵開発が行われてきた。これらの開発に際しては、理論的検討の他に部材実験や静的な組立実験を行い、最終的には実際に車両を衝突させて安全性に対する評価を行ってきた。この中でも特に実車衝突実験は労力を要することはもちろんであるが、防護柵の構造上の問題点や解決策を検討する上で非常に有意義なものである。したがって、今後の研究開発の過程でこれらの貴重な実験データを有効に活用することが望まれる。そこで、これまでに土木研究所を中心として行われてきた 160 回余りの防護柵衝突実験結果を、最近の研究における整理体系にあわせてとりまとめを行った。また、個々の実験結果に対する評価についても併せて行うとともに、問題点の整理を行った。

第2章 土木研究所における防護柵開発

2. 1. 防護柵開発の経緯

日本における近代的な防護柵の歴史は、1956年（昭和31年）8月に日本鋼管によって始めてガードレールが製造販売したことに始まっている。この最初の製造販売に先かけて静荷重試験や重錘衝撃試験が行われた。また、各種研究機関において模型実験等が行われたが、1958年（昭和33年）2月に運輸省運輸技術研究所の実験場において八幡製鉄所などにより八幡エコングードレールに対してはじめて実車衝突実験が行われた。一方、ガードケーブルについても1958年（昭和33年）6月に富士山麓において行われている。これらの実験は、土木研究所の他に運輸技術研究所や日本道路公団等も協力している。

この後、各地で衝突実験が行われることとなるが、1967年（昭和42年）1月に土木研究所千葉支所に防護柵用衝突実験施設が設置されてから、土木研究所が主体となって実験を行うこととなり、衝突実験を数多く行って様々な形式の防護柵が提案されてきた。

また、1979年（昭和54年）には土木研究所のつくば移転に伴い衝突実験施設も大型化し、従来より高強度の防護柵開発が行われるようになった。さらに、1989年（平成元年）には車両牽引速度が小型車で 140km/h、大型車で 100km/hまで可能なものに改造され、今後の高速化、大型化に対応した防護柵開発が可能となり、研究を進めているところである。

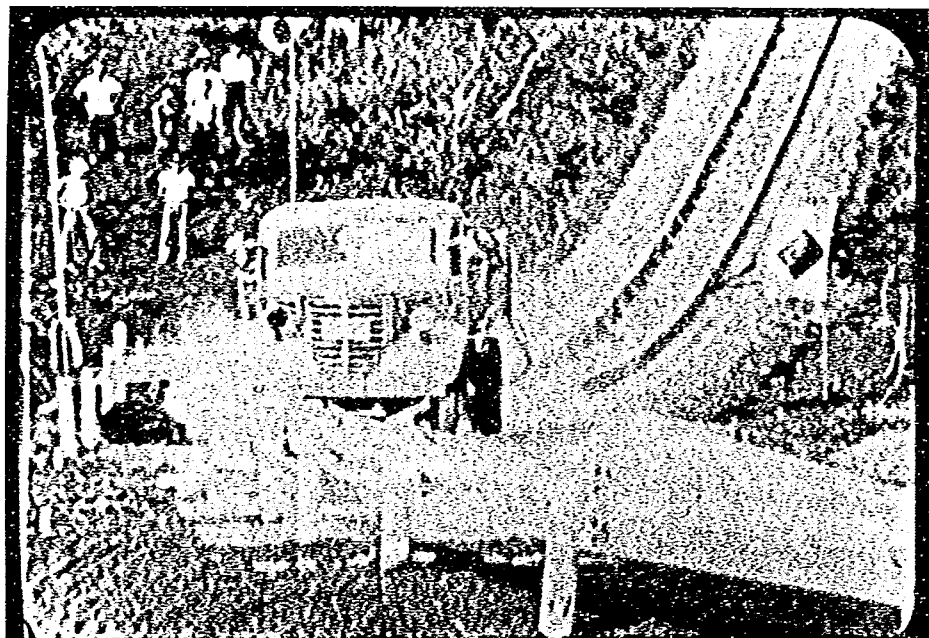


写真-2. 1 富士山麓での衝突実験状況（1959年）

2. 2. 実験施設

これまで実験が行われた実験施設は、その時代に対応した形式がとられているが、実験施設の性能や形式は実験結果を評価する上でも重要な要素となりえる。そこで以下にこれまで使用されてきた主な実験施設の概要を述べる。

2. 2. 1. 富士山麓実験場

(1) 所在地

静岡県駿東郡小山町須走地区内ナマコ山

(2) 実験施設の概要(図-2.1 参照)

標高720mのナマコ山の山頂から、20~25度の傾斜で高低差約25m、長さ約100mの斜路を重力により自然滑走させるものである。実験時には車両を速度に応じた高さまで引張り上げ切り離すものである。また、斜路には舗装が施されており、車両の進行方向を一定に保つための木製の軌道が設置されている。

(3) 実験施設の能力

最大重量 : 15 t (斜路の舗装及び木製軌道の強度による)

最大衝突速度 : 75 km/h (最高点からの速度)

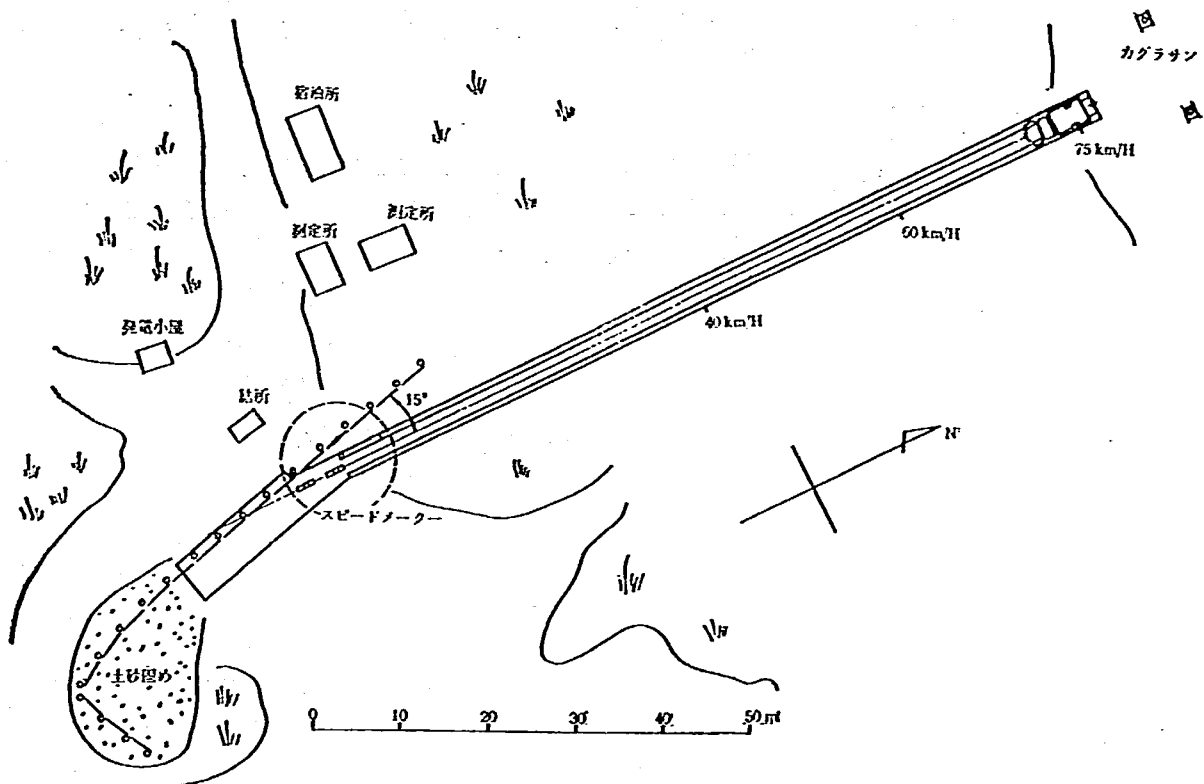


図-2.1 富士山麓実験場

2. 2. 2. 千葉支所実験場

(1) 所在地

千葉県千葉市穴川、建設省土木研究所千葉支所交通試験路

(2) 実験施設の概要 (図-2.2 参照)

衝突車をウインチにより牽引加速する方式で、大型車の実験の場合は別のトラックで途中まで後押しするものである。加速路の長さは 200m で、加速中の進行方向を一定に保つためのガイド用鉄道レールが設置されている。衝突車にはローラーを取り付けガイドレールを挟み込んで進行することになる。ウインチは、クライスラー社製の自動車 (1955 年型、180 馬力) を改造したもので、後輪の代わりに牽引ワイヤの巻き付けドラムが取り付けられており、衝突車を巻き取りにより引っ張るものである。

衝突地点の上方には衝突時の車両や防護柵の挙動を観測するための観測塔が設置されている。

(3) 実験施設の能力

実験施設の最大牽引能力は以下のとおりである。

大型車 車両重量 : 10 t 牽引速度 : 50km/h

小型車 牽引速度 : 95km/h

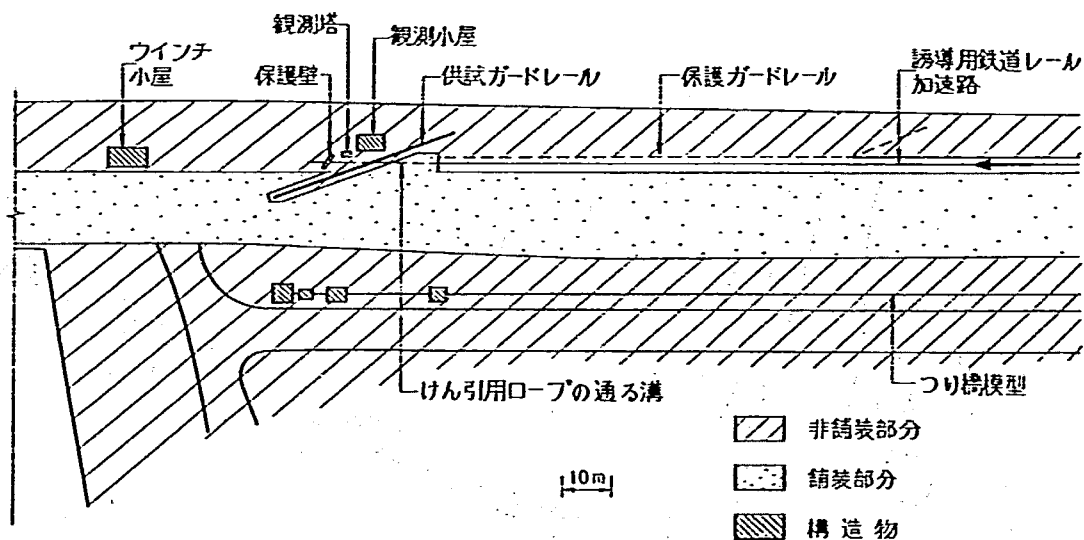
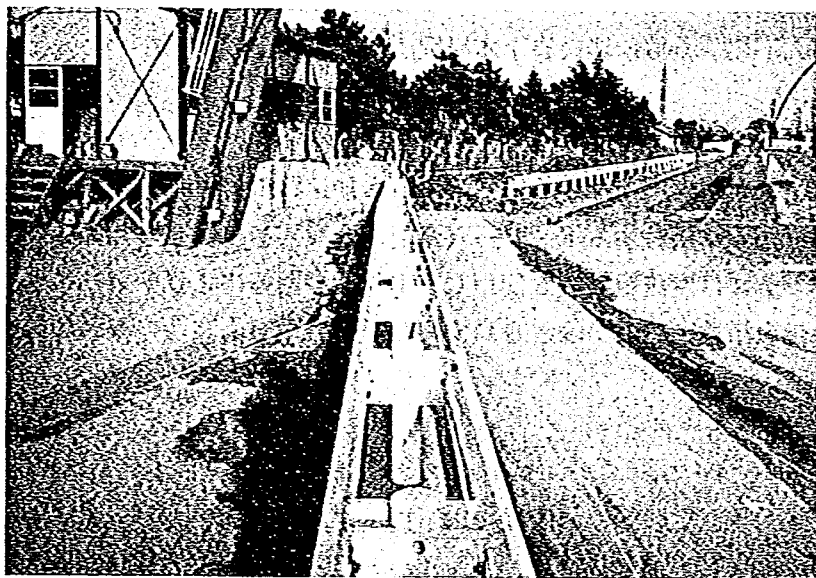


図-2.2 土木研究所千葉支所実験場



写真－2. 2 土木研究所千葉支所実験場

2. 2. 3. 土木研究所つくば実験場 (I)

(1) 所在地

茨城県つくば市大字旭一番地 建設省土木研究所衝突実験施設

(2) 実験施設の概要 (図-2. 3 参照)

衝突車をウインチにより牽引加速する方式である。加速路の長さは 370m (有効加速長: 350m) で、衝突車を牽引ワイヤに接続するドーリー (牽引用金具) を誘導するためのガイドレールが設置されている。ウインチには直流電動機を使用し、ドラムの回転により牽引ワイヤを巻き取るものである。衝突地点に指令塔兼観測塔が設置されており、上方から衝突時の挙動が観測できるようになっている。

(3) 実験施設の能力

実験施設の最大能力及び実験施設の仕様を以下に示す。

大型車 車両重量: 14.0 t 牽引速度: 80km/h

小型車 車両重量: 2.5 t 牽引速度: 120km/h

駆動電動機 電圧: DC440V 定格出力: 370kW

切離速度精度 $\pm 2\%$

加速方式 4段階トルククッションスタート方式

制動方式 発電制動方式

ワイヤ径 12.5mm

ワイヤ長 1400m

加速路長 370m

有効加速距離 350m

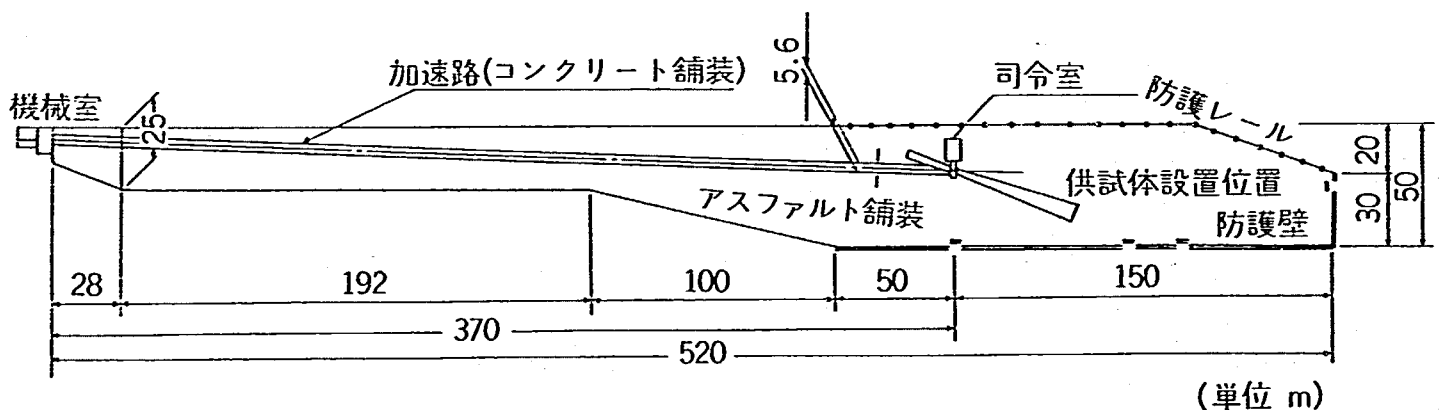


図-2. 3 土木研究所つくば実験場 (I)

2. 2. 4. 土木研究所つくば実験場 (II)

(1) 所在地

茨城県つくば市大字旭一番地 建設省土木研究所衝突実験施設

(2) 実験施設の概要 (図-2.4 参照)

衝突車をウインチにより牽引加速する方式で、実験場 (I) の能力を増強したものである。加速路の長さは 410m (有効加速長:380m) で、衝突車を牽引ワイヤに接続するドーリー (牽引用金具) を誘導するためのガイドレールが設置されている。ウインチには直流電動機を使用し、ドラムの回転により牽引ワイヤを巻き取るものである。(I) では1つの電動機に巻取ドラムと送出ドラムを直結して駆動していたが、本施設では巻取部と送出部を分離してワイヤを短くし精度の向上を図っている。衝突地点には移動式観測塔を設置して、上方から衝突時の挙動が観測できるようになっている。

(3) 実験施設の能力

実験施設の最大能力及び実験施設の仕様を以下に示す。

大型車 車両重量 : 20.0 t 牽引速度 : 100km/h

小型車 車両重量 : 2.5 t 牽引速度 : 140km/h

駆動電動機 (巻取) 電圧 : DC440V 定格出力 : 920kW (550+370)

駆動電動機 (送出) 電圧 : DC440V 定格出力 : 75kW

切離速度精度 $\pm 0.1\%$

加速方式 無段階加速方式

制動方式 ディスクブレーキ制動方式

ワイヤ径 19.0mm

加速路長 410m

有効加速距離 380m

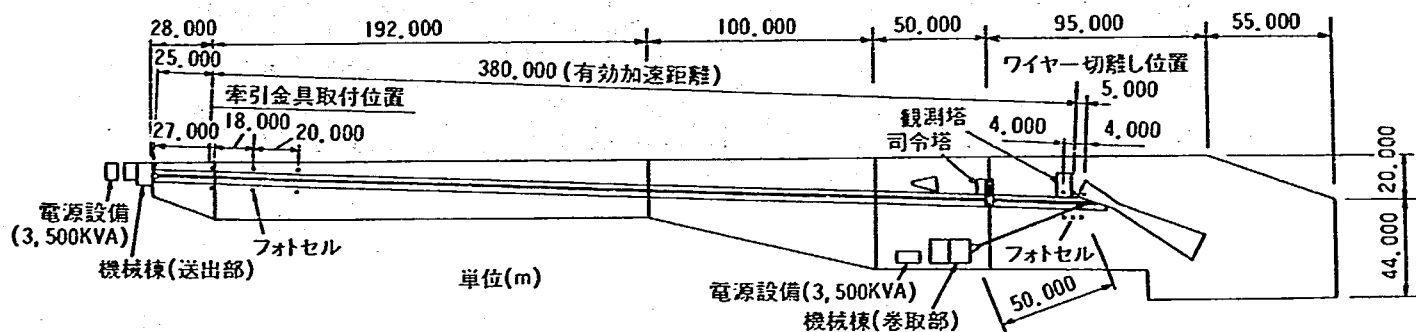


図-2.4 土木研究所つくば実験場 (II)

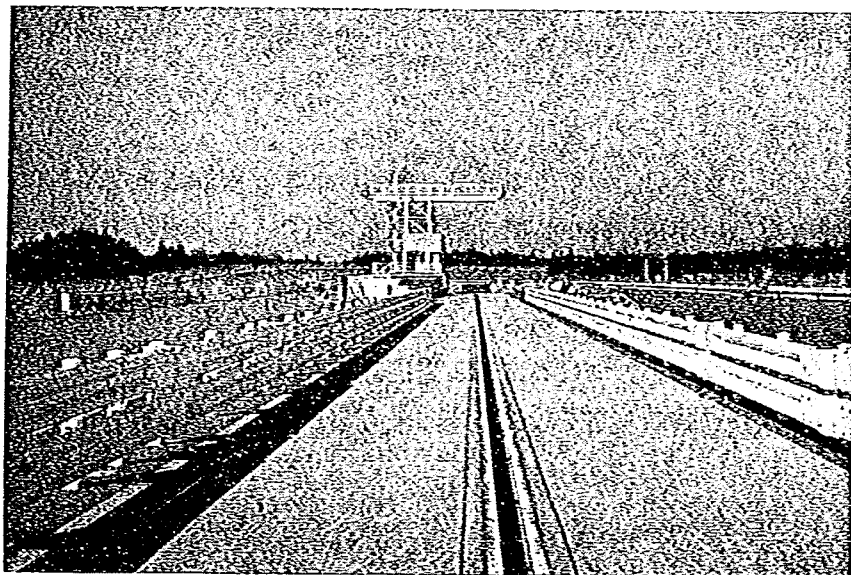


写真-2.3 土木研究所つくば実験場 (I)

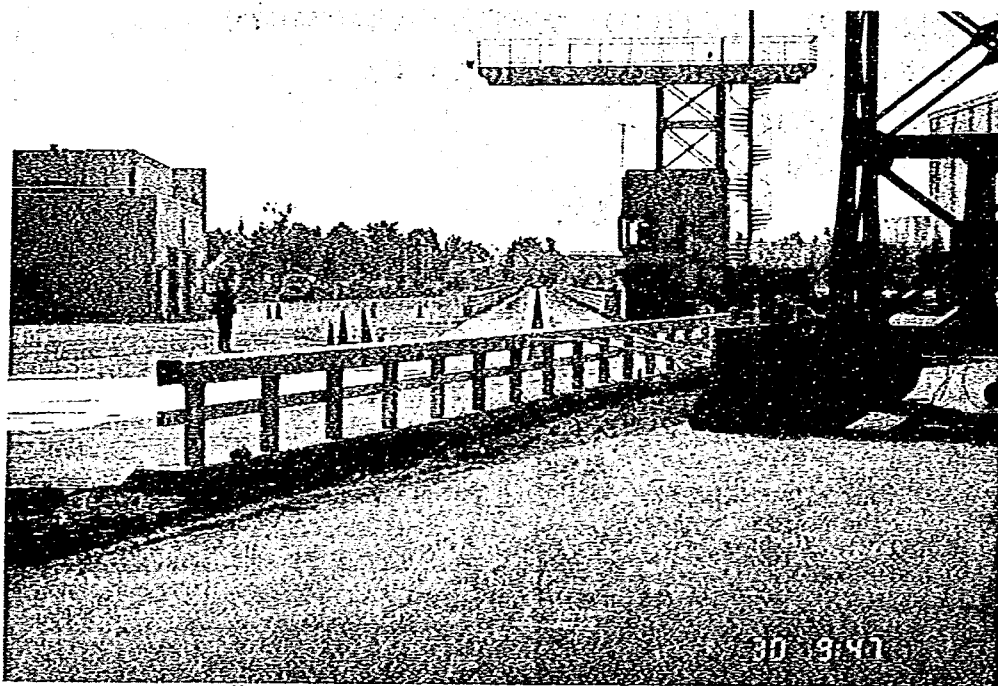


写真-2.4 土木研究所つくば実験場 (II)

2. 3. 計測項目および方法

2. 3. 1. 計測項目

車 両 : 衝突速度、軌跡、加速度、傾斜角、飛び上がり量、損傷状況

防護柵 : 最大変形、残留変形、支柱水平力、横梁軸力、曲げモーメント、
車両の接触跡、損傷状況

2. 3. 2. 測定方法

(1) 車両関係

①衝突速度

衝突速度はドーリー切り離し位置付近に設けられたフォトセル（光電管式）、ウインチドラムの回転数、テープスイッチ式車両感知器および高速度撮影フィルムの解析値から求めた。各々の方法は表-2. 1に示す。

表-2. 1 衝突速度測定方法

番 号	計 測 器	検 出 方 法
①	フ ォ ト セ ル	2点のフォトセルを車両が遮るタイムラグから速度を検出する。
②	回 転 計	ウインチドラムの回転数を速度に換算する。
③	テープスイッチ式 車 両 感 知 器	車両の前後輪の通過タイムラグをテープスイッチ、車両感知器で検出し、速度を算出する。
④	高速度撮影カメラ	フィルムコマ数と車両の移動量から算出する。

②軌跡

車両の軌跡は、路面に残された轍や車輪の摺痕により測定する。

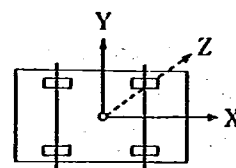
③加速度

加速度の測定は、車両重心、ダミー（運転席、助手席）に3成分の加速度計を取り付けて測定した。なお、運転席か助手席ダミーの何れかに衝突時の脚部の衝撃力を測定するために大腿部にゲージを張り付けた。表-2. 2に現在の実験における加速度計取付部位、その測定方法を図-2. 5に示す。

表-2. 2 加速度計取付部位

方向	車両重心	ダ ミ ー				測点合計
		運 転 席		助 手 席		
		頭部	胸部	頭部	胸部	
X	○	○	○	●	12点	
Y	○	○	○	●		
Z	●	●	●	▲		

X：車両の進行方向
Y：車両の進行直角方向
Z：車両の垂直方向



注：1) ○はテレメータ，●はカセット，▲はひずみゲージを示す。

2) テレメータ測定点数は最大6点のため、それ以外はカセットを車両に積載し直接測定する方法とした。

3) 加速度成分方向は右図の通りとした。

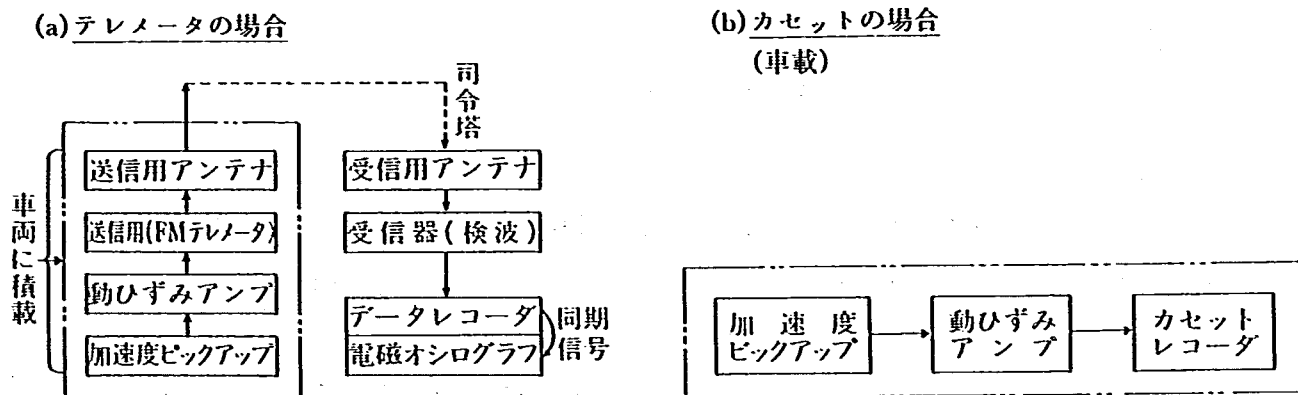


図-2.5 加速度測定方法

④傾斜角と飛び上がり量

車両衝突時の傾斜角および飛び上がり量は、16mm映画撮影により求めている。図-2.6に最近の実験におけるカメラの種類と配置を示した。なお、映画撮影は衝突から離脱までの車両・防護柵の挙動や観察するとともに実験記録映画として残すことも行っている。

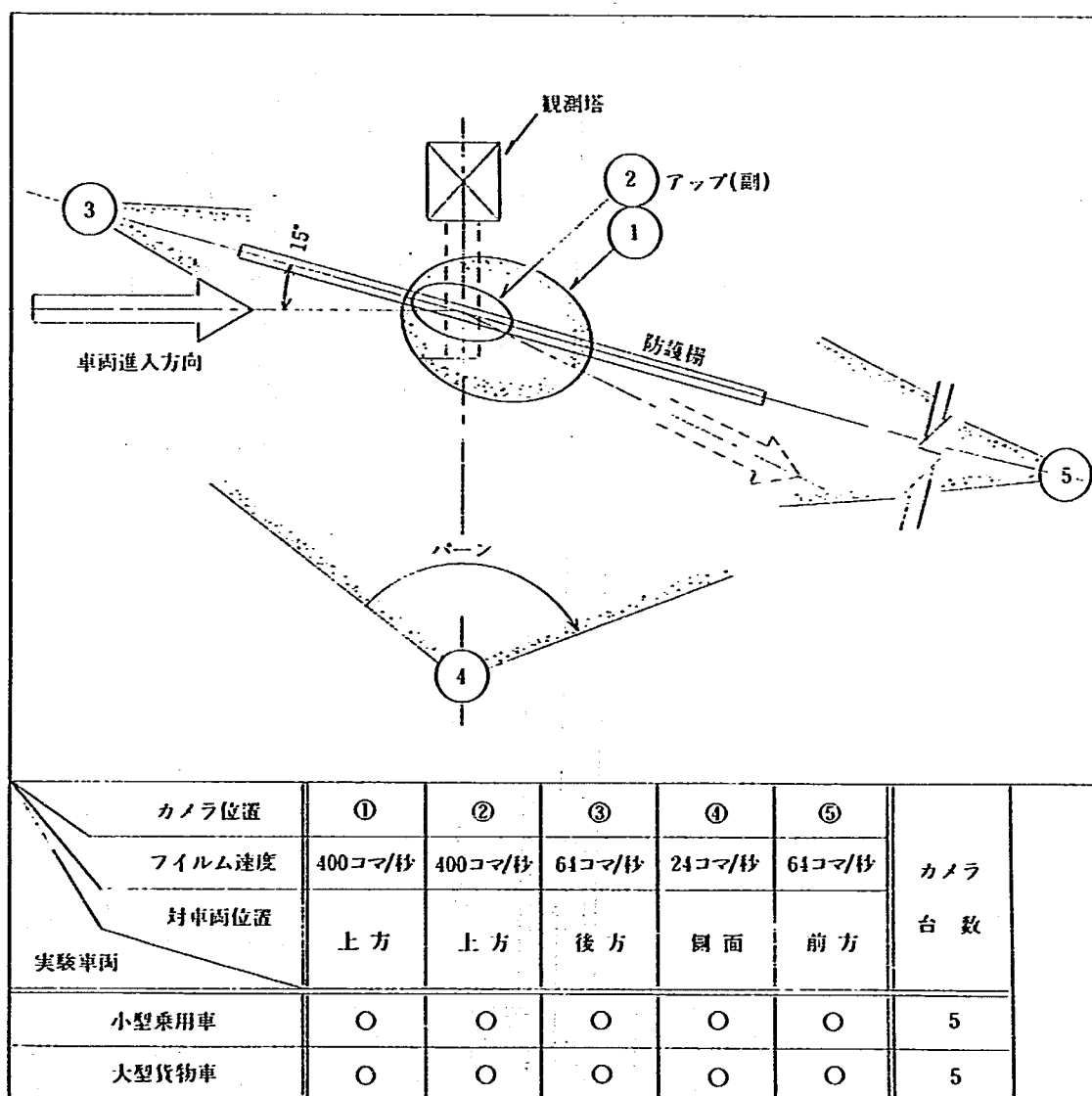


図-2.6 16mmカメラ配置

⑤ 損傷状況

衝突後の損傷状況については目視および触手により観察する。

⑥ 車両の動き

衝突時の車両の動きをみるために、最近の実験では16mmカメラ以外にビデオカメラにより多方向から撮影している（図-2.7参照）。

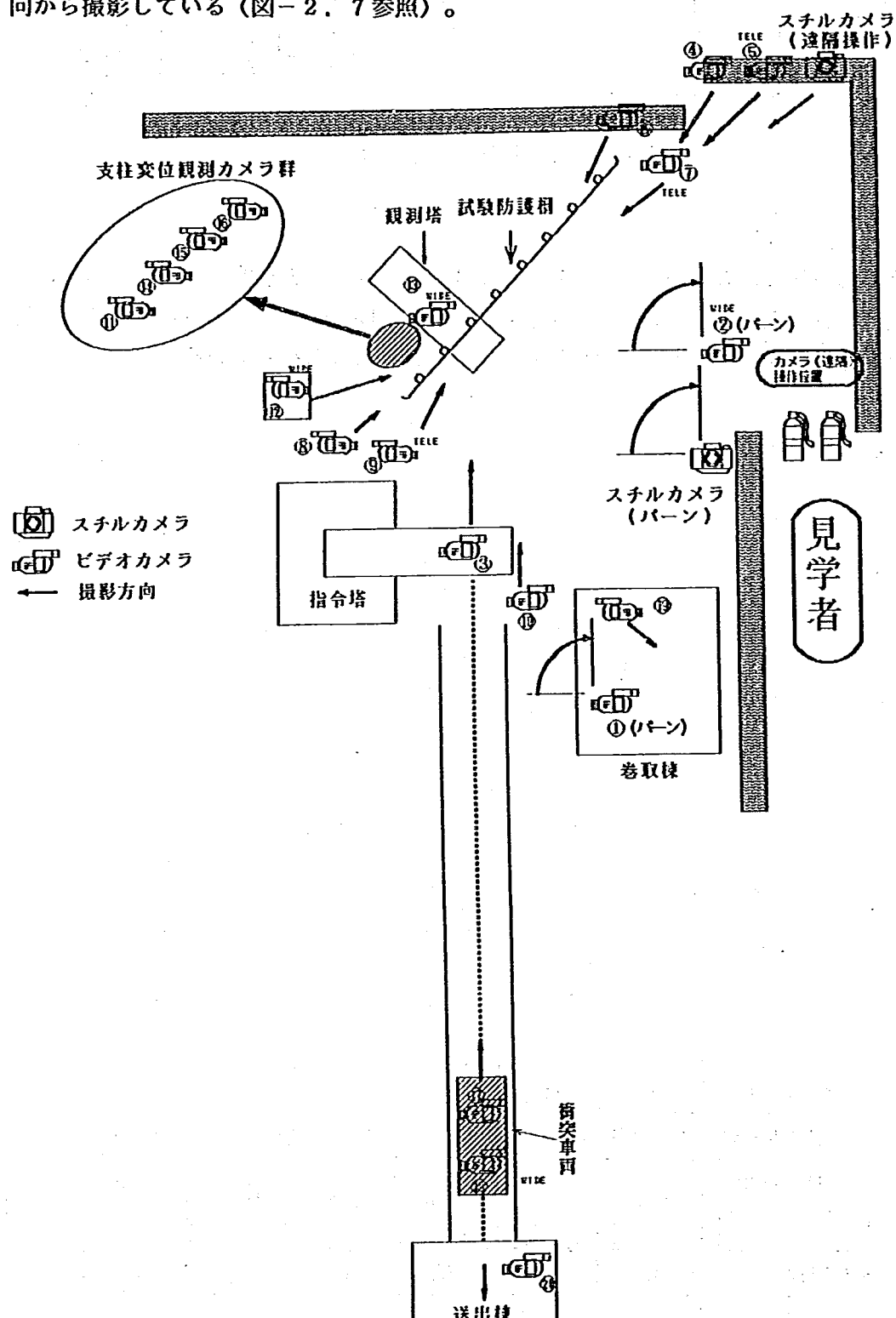


図-2.7 ビデオカメラ配置図

(2) 防護柵関係

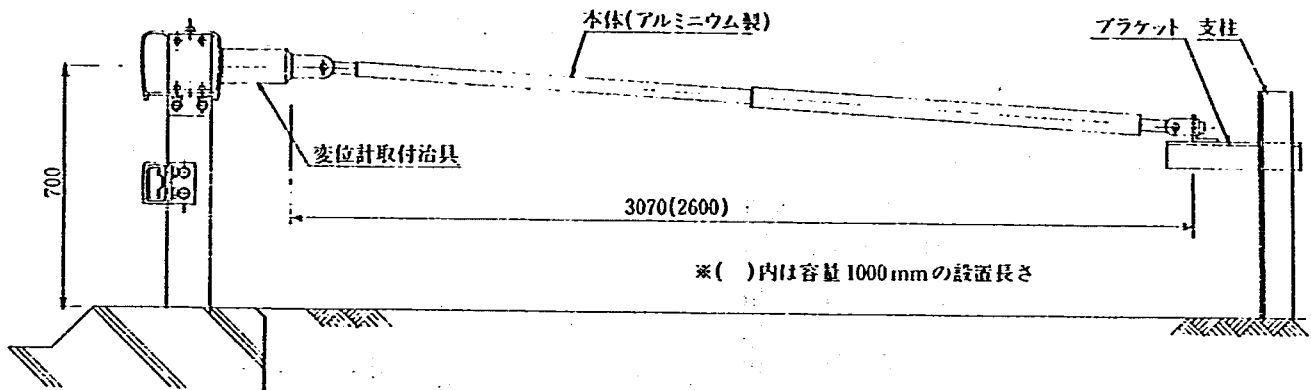
①最大変位および残留変位

防護柵の最大変位量は、柵直角方向に対して動的特性の高い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ことなどにより、測定を行っている。最近では、赤外線式の変位測定装置による測定も併用している。なお、各種変位計の概要を図-2.8に示した。

残留変形については、防護柵平行方向をX、直角方向をYとして測定点を定め、衝突前後の測量（トランシット、レベル等による）して求めている。

また、継手部の移動量を測定する場合は衝突前に描いたケガキをノギスで測定している。

① 棒状変位計



② 変位測定板

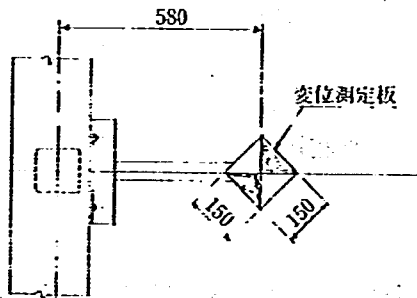


図-2.8 変位計設置概要

②防護柵に働く力

支柱に働く水平力の計測には、引張、圧縮の双方に1軸歪ゲージを貼り付けて曲げ応力から測定する方法と2軸の歪ゲージを支柱側面に貼り付け、せん断歪を測定する。

横梁に働く軸力および曲げモーメントは1軸歪ゲージを貼り付け測定値から算定した。なお、取付位置は衝突による損傷や塑性変形する箇所を避けて配置するようにしている。

また、コンクリート構造物の場合は主鉄筋やコンクリート表面に貼り付けたゲージや基礎部に埋設したモールドゲージや土圧計等の計測結果から各種応力の算定を行っている。

③車両の接触跡および損傷状況

防護柵の車両の接触跡（スクラブマーク）は前輪後輪および車体前後に図-2.9に示すように異なった色のペイントを塗布し、防護柵に車両のどの部位が接触したか観察できるようにしている。

また、防護柵の損傷状況は目視触手により観察している。

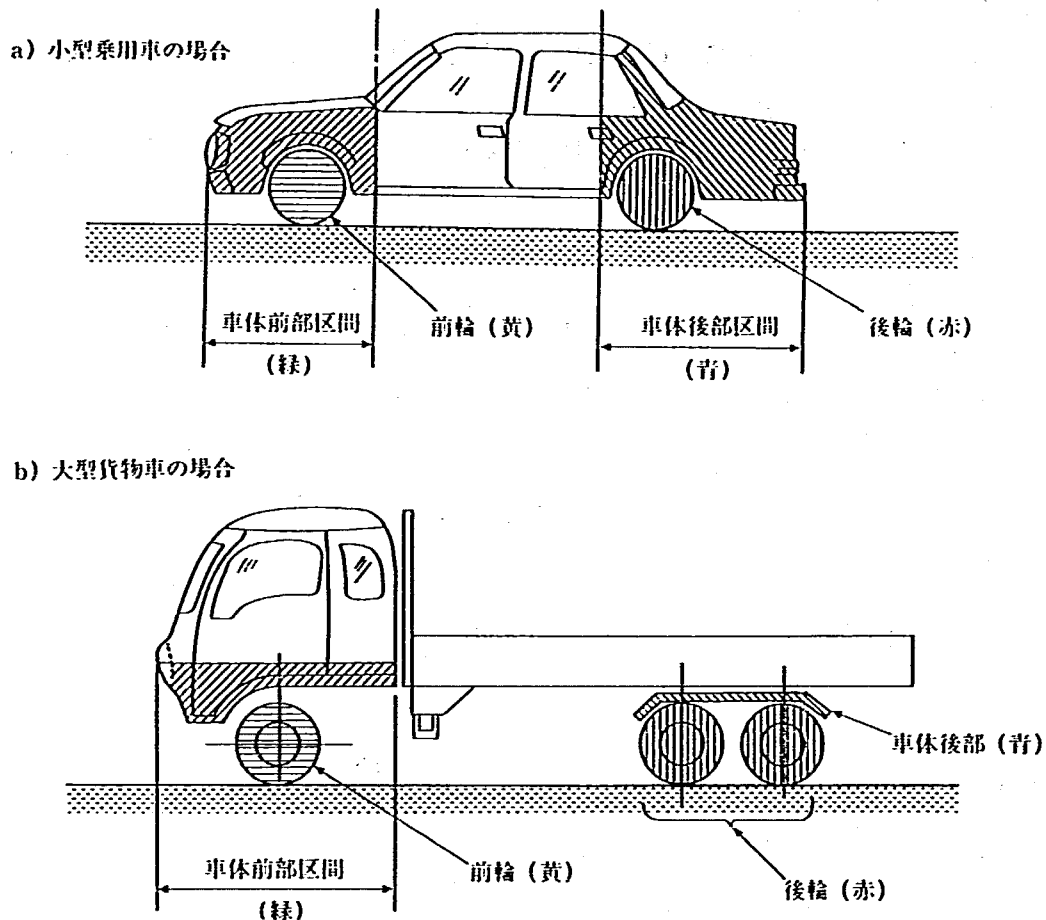


図-2.9 車両のスクラブマーク塗布概要

④防護柵の動き

衝突時の防護柵の動きをみるために、最近の実験では16mmカメラ以外にビデオカメラにより多方向から撮影している。

(3) 計測システム

最近の実験における各測定項目の計測システムを図-2.10に示す。

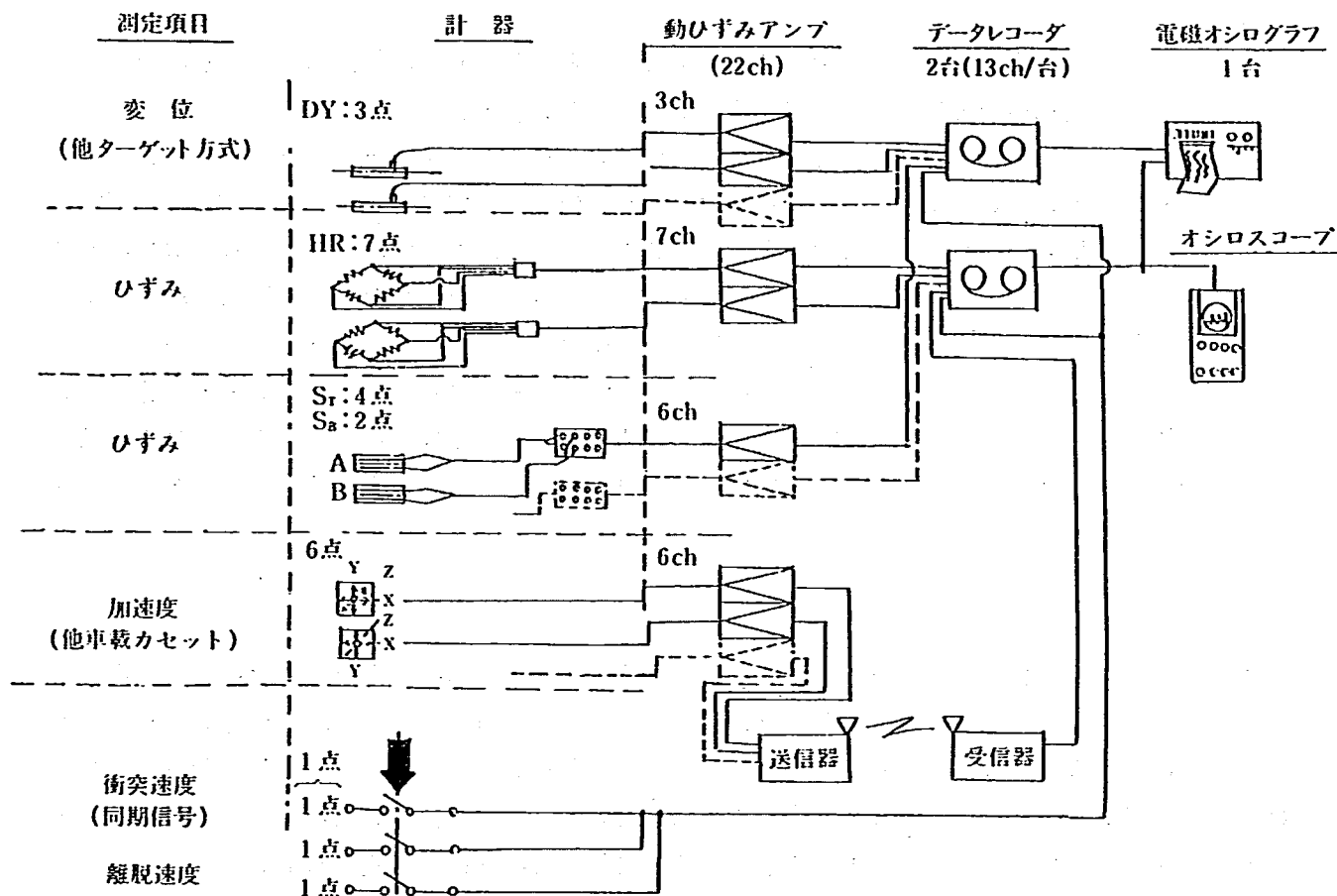


図-2.10 計測システム概要

2. 4. 評価項目

前項で測定された項目について、その評価項目と方法について以下に示す。

2. 4. 1. 車両関係

(1) 衝突速度

実験条件である衝突速度は、目標の衝突速度に近いことが望ましい。したがって、5 km/h以上の差がみられる場合については、実験結果を再考することが必要である。各種測定方法により測定を行っているが、これまでの実験では衝突直前部に設置したテープスイッチの結果を優先させている。

また、離脱速度については、正常に走行誘導されたものについてはテープスイッチにより測定されるが、突破、横転や飛び上がりの場合には高速度カメラの読みとり値によっている。離脱速度は、後続の車両の追突や追突回避行動に大きく影響することから、誘導された車両の極端な減速は望ましくない。誘導された場合の評価基準としては、衝突速度に対して著しく低下していないことである。著しく低下していないについて具体的に示すと、衝突速度に対して20km/h程度以上減速しないこと（米国では24km/h）、および衝突速度に対して25%以上減速しないことである。これらの数値は過去の実験や海外の基準を参考にして算定したものであり、現在の研究ではこの数値を目標に実験を進めている。

(2) 軌跡

衝突後の軌跡は、2次事故に対して影響するため非常に重要である。衝突後の軌跡を示す指標としては、離脱角度（車両の進行角）および離脱時の車両の姿勢角である。具体的な評価としては離脱角度が衝突角の60%以下で、姿勢角が離脱角と余り差がないことである。しかし、最近の実験では安全性を考慮して60%以下および10度以下を目標としている。また、姿勢角については極端に差があるとスピンや転倒をおこすことから、ビデオの映像等を参考にして判断している。

軌跡に対する観察事例を以下に示す。

- (例) 初期の離脱角度は浅かったがタイヤが曲がっていたため、旋回するような軌跡を描いた
前輪の軌跡と後輪の軌跡がかなりずれて横滑りしていた
硬い防護柵に衝突すると離脱角が浅い
着地点までの距離が長く、前後輪の着地方向が異なっていたため横転した
防護柵の強度が弱く誘導せずにはほぼ直進した
防護柵の部材間の強度バランスが悪いため、ポケッティングを起こし離脱角度が急になった

(3) 加速度

衝突後の車両が正常誘導された場合でも乗員に大きな障害が発生しては、防護柵の機能として問題があることから、衝突実験により安全性を確認することが必要である。

乗員の安全性を評価には、基本的には衝突時に発生した加速度を用いている。これは人間の対衝撃性に関する研究から加速度値と人間に発生する障害の程度にある種の関係が存在することが確認されていることによるものである。しかし、加速度値の算出方法によってその数値の考え方が異なってくることから、以下にその数値の計算方法と評価基準を示す。最近の研究においては、これらの加速度値をそれぞれ計算し、その重要度を考え総合的に判断することとしている。

①車両重心加速度の50msec移動平均値の最大値

(LOCATION, SELECTION, AND MAINTENANCE OF HIGHWAY TRAFFIC BARRIERS. ;NATIONAL COOPERATIVE HIGHWAY RESEARCH PROGRAM REPORT 118 , HIGHWAY RESEARCH BOARD. 1971)

次式により車両重心の車両進行方向(x)、車両進行方向直角方向(y)およびx, yの合成方向の加速度波形を計算処理し、その最大値(以下 α_{50} と表す。)が表-2. 3に示す許容値を超えないこととされている。

$$\alpha_{50} = \max \left(\int_{t_1}^{t_2} a dt \right) / 0.05$$

ここで α_{50} : 50msec間の加速度の移動平均値の最大値(g)

a : 発生加速度(g)

t_1 : 加速度作用中の任意の時点(sec)

t_2 : $t_1 + 50\text{msec}$ (sec)

表-2. 3 α_{50} の評価基準

乗員拘束状態	x方向	y方向	合成方向	備 考
無 拘 束	5	3	6	望ましい値
腰ベルト	10	5	12	
3点式ベルト	25	15	25	許容限界値

②乗員の打撃速度および10msec移動平均値の最大値

(RECOMMENDED PROCEDURES FOR THE SAFETY PERFORMANCE EVALUATION OF HIGHWAY APPURTENANCE; NATIONAL COOPERATIVE HIGHWAY RESEARCH PROGRAM REPORT 230 , HIGHWAY RESEARCH BOARD. 1981)

x, y波形を用いて、次式により各時点における10msec移動平均値を求め、この移動平均値を積分して乗員の車内における相対的な移動速度、移動距離を求める。その結果を用い、移動中に生じた最大加速度、乗員が車室に衝突すると仮定した距離を移動したときの速度(以下打撃速度と表す。)および10msec移動平均値の最大値(以下 α_{10} と表す。)から乗員への危険度を判断する。

$$\alpha_{x, y} = \int_{t_1}^{t_2} a_{x, y} dt / 0.01$$

$$V_{x, y} = \int_{t_0}^{t_1} \alpha_{x, y} dt$$

$$D_{x, y} = \int_{t_0}^{t_1} V_{x, y} dt$$

ここで a : 発生加速度 (g)

$\alpha_{x,y}$: 加速度の10msec間の移動平均値 (g)

$V_{x,y}$: 乗員の移動速度 (m/sec)

$D_{x,y}$: 乗員の移動距離 (m)

t_0 : 車両の衝突開始時 (sec)

t_1 : 加速度作用中の任意の時点 (sec)

t_2 : $t_1 + 10\text{msec}$ (sec)

上式より求められた値の許容値は、 α_{10} はx, y方向にそれぞれ20g、また $V_{x,y}$ はx方向については0.6m移動した時点で打撃速度が12m/sec、y方向については0.3m移動した時点で打撃速度が9m/secを超えないこととしている。

③ダミー頭部に生じた加速度

(FEDERAL MOTOR VEHICLE SAFETY STANDARD NO. 208. ; NATIONAL HIGHWAY SAFETY ADMINISTRATION. 1986)

ダミー頭部の合成加速度について、次式より各時点における値を計算し、その最大値（以下HICと表す。）を求める。

$$HIC = \max \left\{ (t_2 - t_1) \left\{ \int_{t_1}^{t_2} a dt / (t_2 - t_1) \right\}^{2.5} \right\}$$

ここでHIC : 頭部の衝撃度

a : 発生加速度 (g)

t_1, t_2 : 衝突加速度作用中の任意の時点 (sec)

ただし、 $t_1 < t_2$

HICは1000を超えないこととされている。

(4) 傾斜角と飛び上がり量

車両衝突時の傾斜角および飛び上がり量は、正常誘導した場合でもその防護柵の限界を知る上で重要である。傾斜角が防護柵側に45度を超えるような場合には防護柵機能が限界に近いことを示しているものと考えられる。また、飛び上がり量が高い場合や飛距離が長い場合には車両の進行角と姿勢角に大きなズレが生じる可能性が高いことから極力小さく抑えることが必要である。これらについては車両の軌跡や挙動と合わせて判断することが必要である。

・飛び上がり量が高いかどうか

(例) 飛び上がり量が高いため着地によってタイヤや車体が損傷した

・傾斜の発生状況が適正であったかどうか

(例) 大型車の80km/h以下の衝突では前端の傾きと後端の傾きが逆になり転倒に対して自己防護作用が働く

高速になると前端の傾きが復元する前に後端が傾きだし転倒する

（５）損傷状況

車両の損傷については、衝突後の誘導性に影響を及ぼすことから、外見的な判断だけでなく損傷した機能に着目して判断することが必要である。

車両損傷状況の観点としては以下に示すものがあり（ ）内に関与すると考えられる項目を示した。

- ・衝突側前輪の損傷（衝突後の操舵の可能性や誘導方向）
 - （例）左前輪が後方に下がれば誘導方向が左に大きくなる
 - 左前輪だけが衝突により曲がれば誘導方向が右に大きくなる
 - ・衝突側の側面の潰れ量（衝突側乗員の安全性、車室空間確保状況）
 - （例）左側面が大きく損傷すれば助手席乗員が危険である
 - ・荷台の横移動量や横板の損傷（路外への積載物散乱）
 - （例）荷台の横板が損傷して荷物が散乱すれば、中分衝突の場合対向側に飛び出し危険である
 - ・車体全体の上方からみた変形状況（車体曲がりによる誘導方向の変化）
 - （例）車体全体が弓なりになると誘導線が曲線になる
 - ・タイヤやホイールの状況（衝突後の操舵性、防護柵のブロックアウト量）
 - （例）車輪が防護柵支柱等にあたっている場合はブロックアウト量が不足している
 - タイヤがバーストしている場合は誘導線が不安定になることや防護柵側に問題があることなどがある
 - ・損傷部位の高さや位置（防護柵の高さ、形状）
 - （例）車室のガラス部付近が大きく損傷すると乗員に危険であり、柵高の再検討が必要である
- また、損傷状況からも乗員の安全性について評価することが可能である。したがって、乗員の安全性については加速度の値だけでなく、衝突時におけるダミーの挙動、車室空間の確保状況や窓ガラスの状況についても観察し総合的に評価を行うことが必要である。特に車室空間が侵されると危険度が大きくなることが考えられるからである。
- 具体的には以下の項目について検討することが必要である。
- ・乗員の生存空間が確保されていたかどうか
 - （例）車体が支柱に激突し車室部で折れ曲がり、ダミーがハンドルとシートに挟まれた
 - 前輪が後方に下がりタイヤハウスが車室内に変形してきた
 - ・窓ガラスが割れた場合に乗員へ悪影響がなかったかどうか
 - （例）窓ガラスが割れて防護柵の一部が車室内に飛び込んできた
 - ・ダミーが車室内の突起物等に衝突していないかどうか
 - （例）ダミーが横倒しになり、横のダミー、シートベルト固定金具、Ａピラー等に打った
 - ・ダミーが車室外へ出ていないかどうか
 - （例）ダミー頭部が窓ガラスを割って飛び出し、防護柵に頭をこすり付けた

(6) 車両の動き

衝突時の車両の動きから、防護柵側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。各種問題点を解明するために、車両の傾きだけでなくビデオカメラによって多角的に撮影したものを観察して総合的に判断している。

- ・ 車体の姿勢角と進行角がずれていないかどうか

(例) 車両が飛上った際にヨー軸回転(垂直Z軸回り)が発生し、着地時に車体の向きと進行方向がずれたため横転した

- ・ 大きなピッチングやローリングが発生していないかどうか

(例) ピッチングが大きかったため下回りの破損が多くなった
ローリングが大きく離脱方向が定まらずにふらついていた

- ・ タイヤのバースト原因は何か

(例) 着地時に車体が傾いてタイヤに無理な力が加わりバーストした
防護柵の突起物にタイヤをこすり付けたためバーストした

2. 4. 2. 防護柵関係

(1) 最大変位および残留変位

防護柵の最大変位量は、最大進入行程時の変形量を超えてはならない。また、中分用の場合には対向車線へはみ出さないこと等についても評価を行うことが必要である。

残留変形では、防護柵平行方向・直角方向ともに10mm以上発生したものを衝突による影響範囲として捉えることにしている。一般にこの影響範囲が広いほど弾性度が高く柔らかい防護柵といえる。しかし、防護柵設置要綱に示されている最低設置長20mからみて、影響範囲が衝突点手前10m以上に及ばないようにすることが望ましいと考えられる。また、防護柵平行方向(X)の移動量が多い場合には少なくするための方策を検討することが必要である。

継手部の移動量が大きい場合、たわみ量が大きくなることやビーム材の張力が期待できなくなる。したがって、継手部の移動量が数センチに及ぶ場合に構造の改善が必要である。

(2) 防護柵に働く力

防護柵に働く力は、各種部材の破断あるいは破壊強度以下であることが必要である。特にビーム材については引張応力が限界値に比べてどの程度にあるかを把握し、あまり余裕が無い場合には補強方法について検討することが必要である。また、鉄筋コンクリート構造物については衝撃的な荷重に対する挙動が不明であるので衝突後の供試体の破壊状況と最大発生応力から計算される力の関係について把握し、適切な設計荷重を設定することが必要である。

(3) 車両の接触跡および損傷状況

防護柵の接触跡(スクラブマーク)から車両の接触状況を観察し、接触長や防護柵の構造上の問題点がないか判断する。

・接触区間に対する観察

(例) 接触区間で誘導性を阻害するような痕跡がないかどうか

・車輪の接触状況

(例) 前後輪が支柱等の誘導障害物に接触している場合はブロックアウト量に関して検討を行うことが必要である

・乗り越え時の車両の挙動

(例) 後輪衝突時に乗り越えが発生した場合、前後輪の衝突位置関係で後輪が先に出たときには防護柵の高さや強度を再検討することが必要である

・支柱の折れ曲がり位置

(例) 支柱が地上付近で折れ曲がると衝突時のビームの高さが低下しやすいので、支柱を補強する等の改良が必要である

(4) 防護柵の動き

ビデオ撮影から支柱の傾きや車両の衝突部位を特定することや、破断や破壊した場合の原因を把握することも可能である。観察結果を基に問題点があれば対処方法を検討することが必要である。

・防護柵の局部損傷、破断、破壊原因の特定

(例) 荷台側面の突起部が突き刺さり、ビームやブラケットに穴あきが生じた

ビームの破断は前部衝突時に発生した

コンクリート表面の圧壊は後輪衝突時に発生した

ブラケットが破壊し、支柱とビームが分離した

・支柱の傾き

(例) 支柱の最大傾斜が45度以上になり、車両が横転した

支柱にタイヤが衝突し、踏み倒した

2. 5. 最近の防護柵開発結果

2. 5. 1. 急カーブ用防護柵（実験番号127～134）

（1）背景

道路交通の高速化、車両の大型化に伴い防護柵への衝突は、高エネルギー化することが予測される。このような高衝撃度に対応する防護柵は、近未来の道路交通事情をふまえると、必要不可欠な課題である。また、道路交通に占めるバスの需要が増加し、社会的にバスの乗員の安全性に対する意識が高まっていることから、バス特有の挙動をおさえる新型の防護柵の検討を進める必要がある。そこでバスが高速度や急角度で衝突することを想定した防護柵の開発を行った。

（2）衝突実験について

今回の衝突条件については、高速度衝突と急角度衝突の2種類の衝突形態を設定した。設計衝撃度は、従来の防護柵設置要綱の最上級種別S種の約2倍にあたる50t・mとした。また、衝突実験を効率よく進めるため、1回の実験で2種類の衝突形態について検証できるようにした。高速度で衝突した車両（第1次衝突）が誘導される延長上に急角度で衝突（第2次衝突）するように供試体の配置を行った。その配置は、予め衝突シミュレーションにより車両の速度、及び進行方向を予測して設置を行ったため、第2次衝突では目標値との誤差が生じることについては実際の衝突速度、角度を計測することによって補うことにした。

（3）防護柵の構造について

防護柵の形式については、たわみ性防護柵のガードレール、ガードケーブルを採用し、衝突シミュレーション等を用いて、ビーム断面性能、ケーブル初期張力、本数、支柱間隔等の検討を行った。衝突シミュレーションで求めたビームの断面性能を基に、机上計算により新規断面形状を設計した。また、その他部材も含めて載荷実験等を行い防護柵の構造を決定した。これらの構造に対して防護柵強度、車両誘導性、乗員及び車両の加速度について確認するために実車衝突実験を行い、問題点については改良を行うこととした。衝突実験の供試体としては、ガードレール系がA種ビーム2段型と新断面3山ビームを用いた構造、ガードケーブル系が7本ケーブルの構造をそれぞれ基本型として採用した。

（4）実験結果

①車両の誘導性

高速度衝突における車両の誘導性は、ガードレール系では離脱角が約10度と浅く、減速率も30%と急激な速度低下もなく車両の誘導性は良好であった。このことから離脱後の車両による二次的な事故の発生は少ないものと推定される。ガードケーブル系では、離脱角約2度、減速率36%とガードレール系と同様に車両の誘導性は良好であった。

高速度衝突での乗用車に対しては、ガードレール系で離脱角約4度、減速率27.2%と良好な結果が得られた。ガードケーブル系ではボディ板厚が薄いためケーブルに食い込んで、支柱に衝突しケーブル間に挟まり離脱せず停止した。また、最下段ケーブルの高さを下げケーブルの初期張力を2tから3tに強化するなど支柱への衝突を防ぐために部分的な改良を行って実験したが、結果は改良前と同様であった。高衝撃度の乗用車の誘導性を向上させるためには、食い込みを防止する

ことが必要であることからガードケーブル前面に誘導板を取り付けた構造にした。その結果、離脱角約11度、減速率36%という良好な結果が得られた。

②防護柵の強度

ガードレール系のA種ビーム2段型は上下段に均等な力が発生することを仮定していたが、高速度衝突では上段ビームに下段ビームの約1.6倍の張力が発生し、急角度衝突では上段ビームが強度不足となり破断してしまった。この結果から、2枚のビームで強度分担させることは非常に難しく、主たる荷重は1枚ビームで受ける方が望ましいものと考えられる。そこで1枚でA種ビーム2枚分の強度を持つ新断面ビームを設計し実験を行った。その結果、新断面ビームの強度は十分であることが確認できた。このことから、強度面では複数ビームより単一ビームの方が望ましいものと考えられる。

ガードケーブル系では、柵面補強材の取り付け効果で7本のケーブルにほぼ均等に張力が発生し、最大張力でケーブル1本に11.2t発生したが、切断荷重は16tであることから強度的には十分安全であると考えられる。

③乗員の安全性

車両重心、運転席および助手席ダミーの頭部に取り付けた加速度計から得られた波形を分析した結果、乗員に対する衝撃の程度を表すHIC値は車両が誘導されず支柱に衝突したもの以外は許容値以下であった。また、車両重心加速度の50msec平均値は、乗用車が3点式シートベルト、バスでは2点式シートベルトを着用していれば評価基準を超えたものではなく、安全性が高いことが確認された（表-2.4参照）。

表-2.4 加速度値分析結果

実験 番号	実験 車両	衝突 種類	HIC		50msec最大値			供 試 体 種 類
			運 転 席	助手席 (客席)	X (g)	Y (g)	合成 (g)	
127	バス	高速度	192	—	1	3	3	A種ビーム2段型
		急角度	106	—	2	-2	2	
128	バス	高速度	38	44	1	3	3	ケーブル7本型
		急角度	117	13	1	-2	2	
129	バス	高速度	37	—	1	■ 4	4	新断面ビーム型
		急角度	46	—	2	-2	3	
130	乗用車	高速度	—	188	—	▲ 10	—	新断面ビーム型
131	乗用車	高速度	299	478	▲ 13	▲ 6	▲ 14	ケーブル7本型
132	バス	高速度	—	—	1	■ 4	4	新断面ビーム改良型
		急角度	—	—	2	-3	3	閉断面ビーム型
133	乗用車	高速度	824	● 1,376	▲ 14	▲ 7	▲ 15	ケーブル7本改良型
134	乗用車	高速度	—	183	■ 8	▲ 10	■ 11	ケーブル7本型誘導板付

注) ①HICの●は、許容値の1,000を超えた場合を示す。

②50msec最大値(α₅₀)の■は無拘束状態の許容値を超えた場合を示し、▲は2点式シートベルト状態の許容値を超えた場合を示す。

(5) 結論

実験結果から急カーブ等に設置して高衝撃度に対応する防護柵として最適な構造を以下のように提案した。

ガードレール系：新断面3山ビーム（図-2.11）

ガードケーブル系：7本ケーブル、柵面補強材、誘導板付き構造（図-2.12）

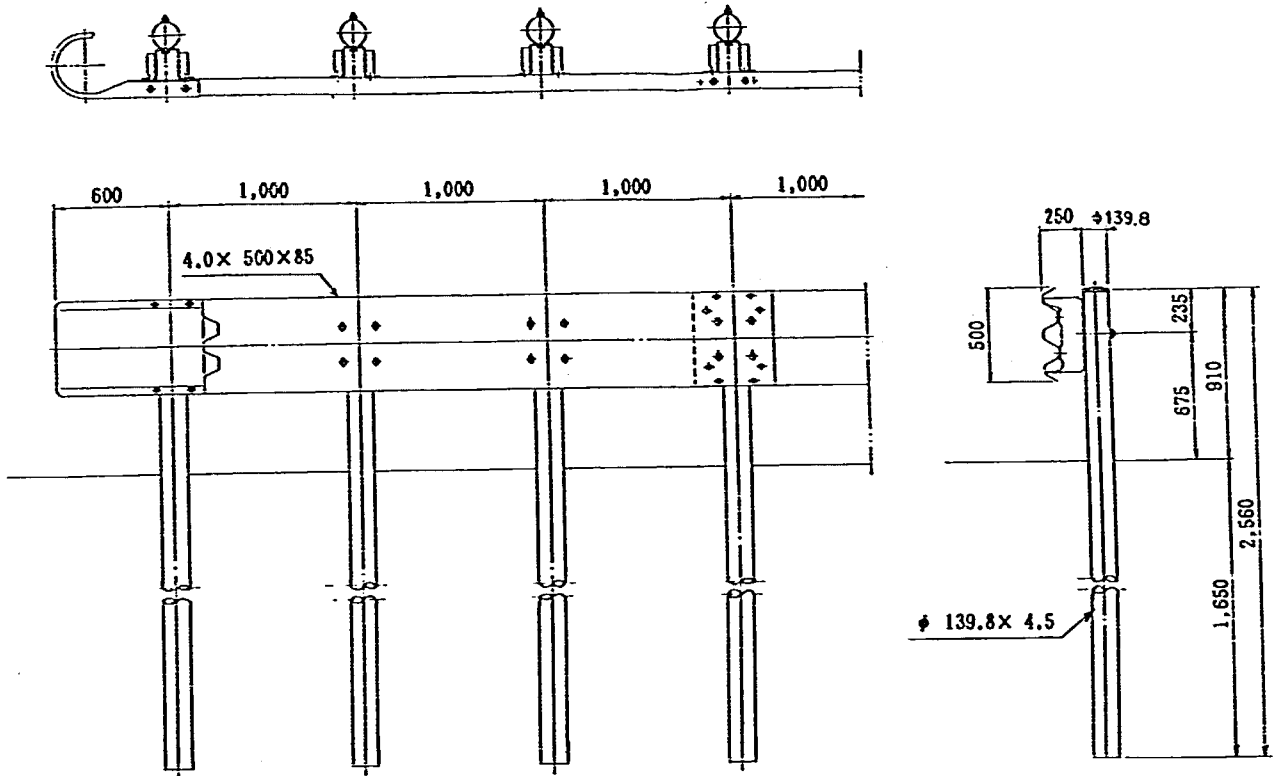


図-2.11 急カーブ用ガードレールの標準図

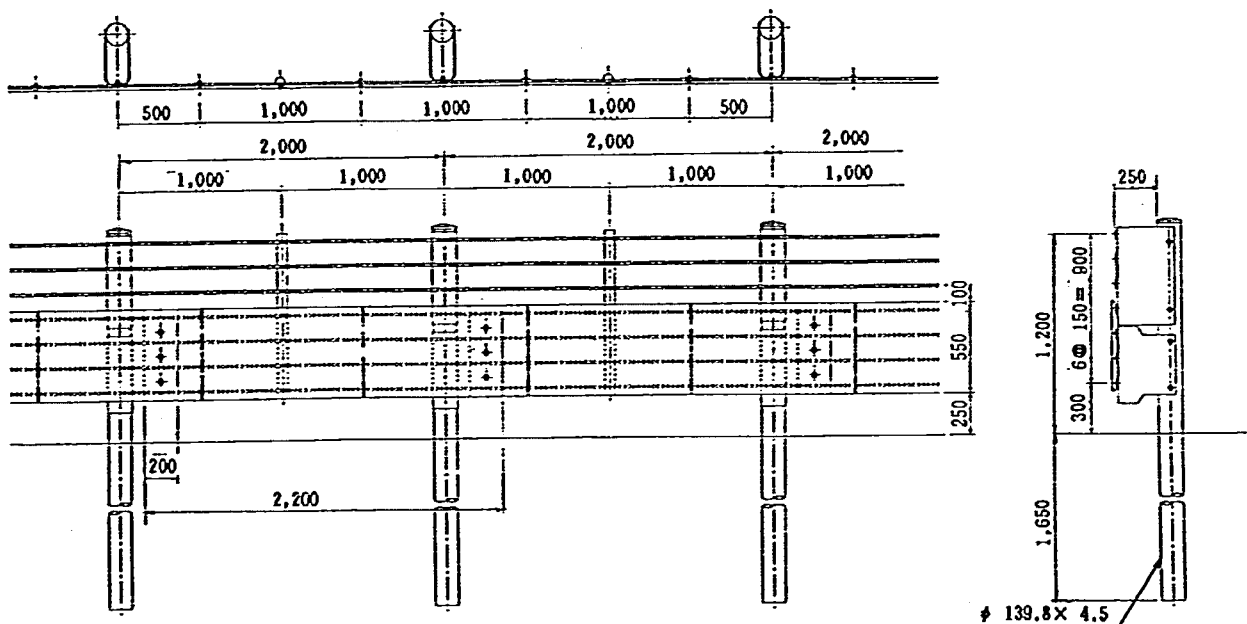


図-2.12 急カーブ用ガードケーブルの標準図

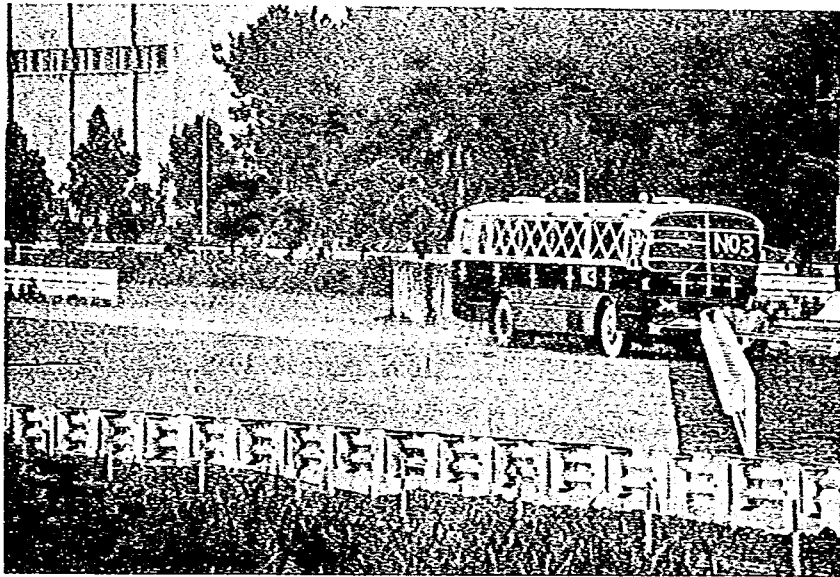


写真-2. 5 急カーブ用ガードレール衝突実験

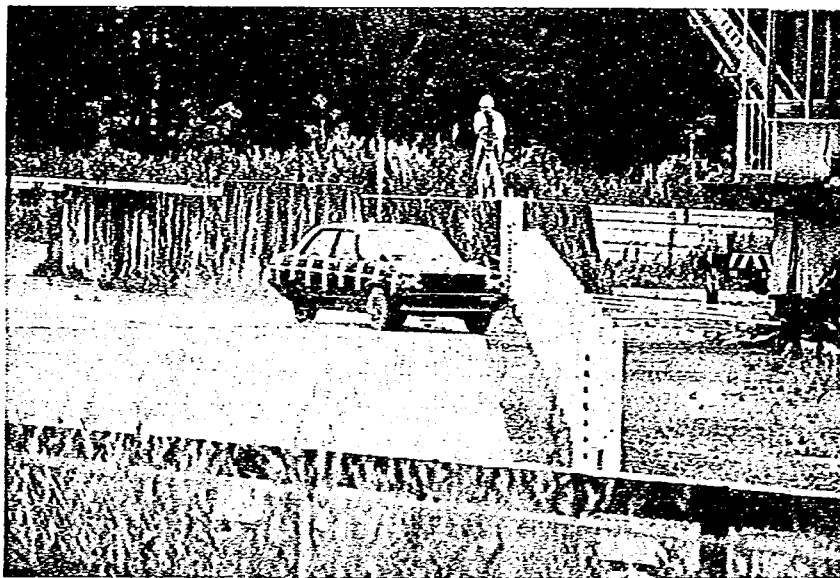


写真-2. 6 急カーブ用ガードケーブル衝突実験

2. 5. 2. アルミニウム合金製高欄型S種防護柵 (実験番号140~141)

(1) 背景

アルミニウム合金は、軽量、耐食性、加工性に優れていることから、特に美観を考慮する必要がある橋梁上の防護柵の材料として優れている。1979年度に種別A・B種の防護柵について開発を行い、実用化されている。一方、防護柵設置要項では二次的事故を引き起こす恐れのある橋梁（都市高架橋、立体交差橋など）においては、最上級種別S種防護柵が望ましいとされている。しかし、現行ではこれらに該当するアルミニウム合金製の高欄型防護柵がないのが現状である。昨今、わが国においては高規格道路の整備が進みつつあり、これらに対応して高欄型の高強度防護柵の開発が必要であると考えられる。そこで、景観性に配慮したアルミニウム合金製高欄型S種防護柵の開発を行った。

(2) 衝突実験について

衝突速度、角度はS種条件(80km/h、15°)、車両は小型乗用車(1.1t)、大型乗用車(14t)とした。衝突実験により、各種設計諸元の妥当性、および防護柵の機能、強度、安全性を確認する。

(3) 構造について

S 種の衝突条件に耐え得る強度を衝突シミュレーションにより推定し、静荷重試験と合わせて支柱や横梁の構造を決定した。なお、横梁は美観に優れ最も実績の多いボックスビーム形式とし、支柱は終局耐力を高めるために採用している編肉構造の断面形状とした（図-2、13参照）。

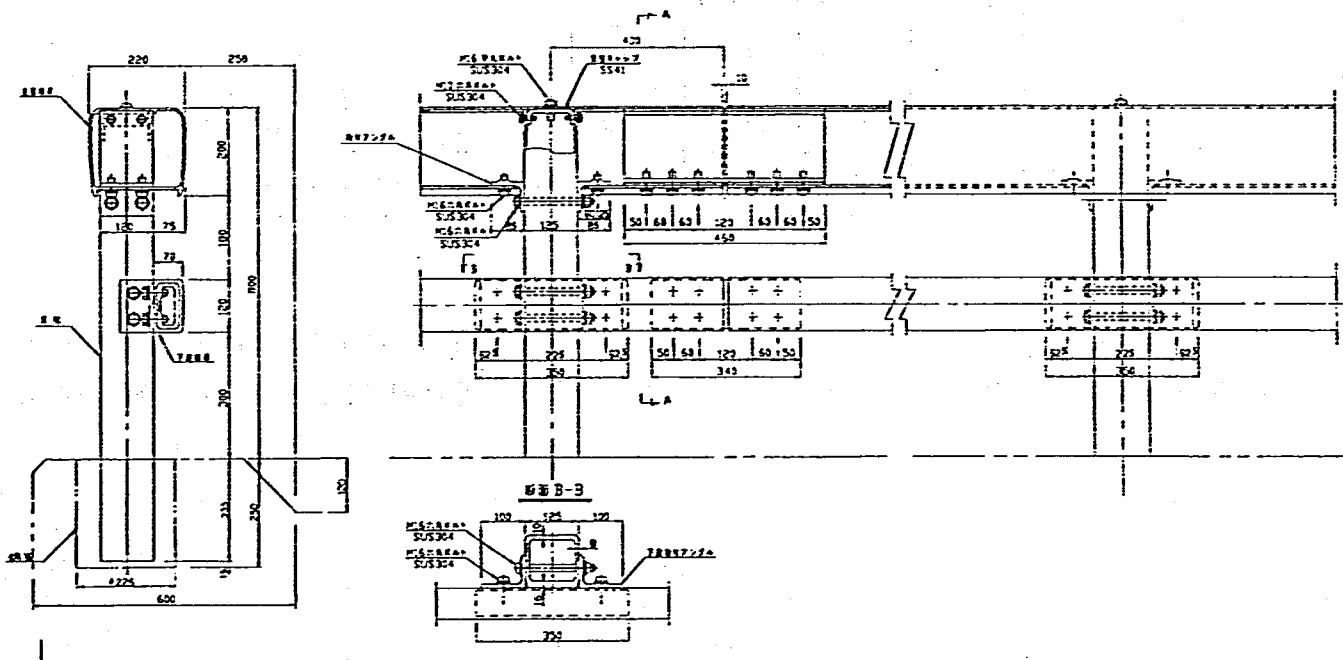


図-2.13 アルミニウム合金製高欄型S種防護柵

(4) 実験結果

①車両の誘導性

小型乗用車の誘導性は、離脱角度が約5度、減速率が16%であり、大型車は、それぞれ1度、31%で、ともに誘導性は良好であった。大型車については減速率がやや高いが離脱角が浅いので離脱後の車両による二次的な事故の発生は少ないものと考えられる。また、車両の最大進入行程は、小型乗用車が85mm、大型乗用車が35mmと現防護柵設置要綱の許容値300mmを大幅に下回り脱輪等の可能性は非常に少ないと考えられる。

②防護柵の強度

大型車衝突によって主要横梁に発生した最大応力度は部材耐力以下であり、強度的に十分であった。支柱に働いた最大水平力は静的載荷実験による許容値(8.9t)を下回る8.4tであった。また、最大変位量は55mmと少ないことから、支柱の強度も問題ないと考えられる。

③乗員の安全性

車両重心、運転席、および助手席ダミーの頭部に取り付けた加速度計から得られた波形を分析した結果、乗員に対する衝撃の程度を表すH I C値は許容値以下であった。また、車両重心加速度の50msec値は、小型乗用車が3点式シートベルト、大型車が2点式シートベルトを着用していれば評価基準を超えたものはなく、安全性が高いことが確認された(表-2.5参照)。

表-2.5 加速度値分析結果

実験 番号	実験 車両	H I C値		50msec最大値(g)		
		運転席	助手席	X	Y	合成値
140	小型乗	336	83.0	3.35	5.37	6.31
141	大型貨	6.6	55.4	1.08	4.17	4.21

(5) 結論

衝突実験の結果、ボックスビーム式のアルミニウム合金製高欄型S種防護柵の構造形式について、機能、強度、乗員の安全性が確認された。本研究により、景観性に配慮した高強度の防護柵が実用化された

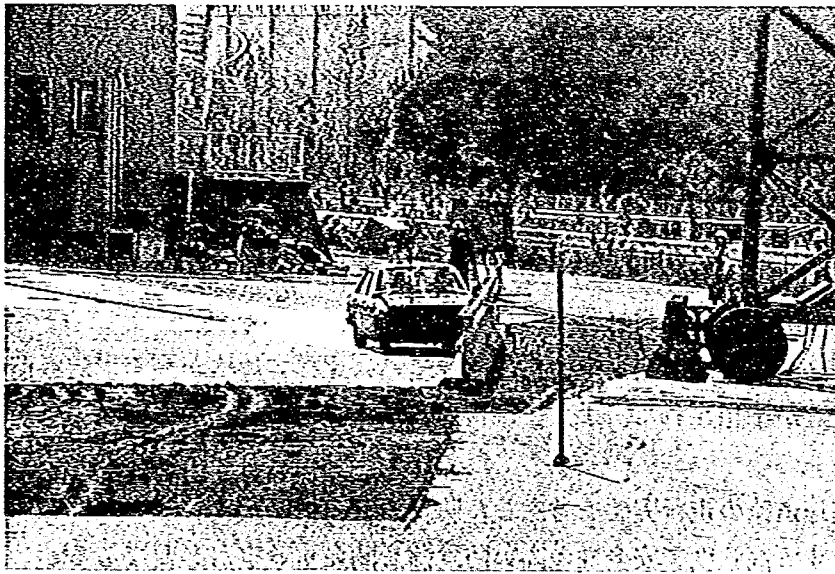


写真-2. 7 アルミニウム合金製高欄型衝突実験（小型乗用車）

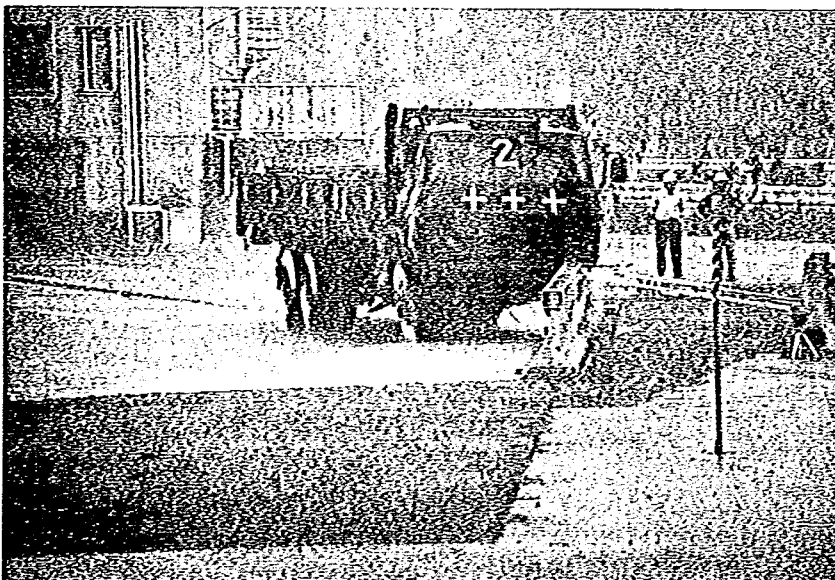


写真-2. 8 アルミニウム合金製高欄型衝突実験（大型乗用車）

2. 5. 3. 今後の課題

車両性能の向上にともなって高速化や大型化が進んでいることや、道路に求められている機能も多種多様化してきている。その中で安全施設として設置されている防護柵に対する要求も大きく変わってきている。また、今後深刻化する労働者不足、高齢化社会を考慮すると、防護柵本来の機能だけではなく、現場での施工性向上等についても課題となる可能性がある。したがって、今後はさまざまな社会的要望に対応した防護柵の開発を行っていくことが必要である。今後進めていく課題としては以下のようなものがある。

(1) 高速化対応型防護柵の開発

第2東名・名神高速道路用防護柵は従来の高速道路に比べて規格が高く、防護柵の衝突条件も現行S種を上回ることが予想される。また、現状でも車両性能の向上から衝突実態が変わってきている。

したがって、高速道路の走行実態を考慮した防護柵の開発が望まれている。今後は、第2東名・名神道をはじめとする高強度で安全性の高い防護柵を開発する事が必要である。

(2) 剛性防護柵の基準化

剛性防護柵は、路外逸脱防止能力が非常に高い、車両衝突時の変形がほとんどなく設置スペースの限られた区間で使用が可能、メンテナンスフリーなどの理由から高架区間を中心として多く設置されている。しかしながら、防護柵設置要綱に明確な規定がないことから、特に乗員の安全性について問題が残されている。剛性防護柵の強度や緩衝効果のある構造について基準化を目的として各種検討を行っていくことが必要である。

(3) 歩車道境界用防護柵の検討

市街地等の歩車道境界に設置される防護柵は、Ap、Bp、Cp種の場合、歩道側からの景観性に欠けることや、P種の場合は車両の衝突を考慮していないため、衝突時における歩行者の安全を確保することは非常に困難等の問題がある。

このようなことから、強度だけではなく景観性を考慮した防護柵の開発を行っていくことが必要である。

第3章 防護柵衝突実験結果の概要と評価

3. 1. ガードレール系

3. 1. 1. 路側用鋼製ガードレール

路側用ガードレールの開発は各メーカーによる衝突実験で性能、車両誘導性の確認のため数多く行われた。土木研究所における路側用鋼製ガードレールの衝突実験は、1967年に実施したオイルダンパー式ガードレールが最初である。基本的なビームの断面はそれまでの各メーカーによる実験で設計されたため、支持構造についての検討が主流となった。その後、本格的に新型のガードレール開発を行ったのは、1988年に急カーブ用防護柵の開発（2. 5. 1. 前述）であり、これまでの断面に比べて2倍以上の強度を持つビームが開発された。その他としては、既存防護柵の限界耐力推定のための実験が行われた。

オイルダンパー式ガードレール（実験番号1～6）は、従来の土中埋め込み方式とは異なり、車両衝突時の衝撃を油圧装置によって吸収するもので、実験は小型車のみ計6回実施された。衝突速度は58～76km/hの範囲で行われ、旧B種ガードレールとほぼ同程度の強度が得られた。この油圧式の支柱を用いた場合、車両との接触長が長く緩衝効果が大きいことや、ビームと支柱下部の間隔が広いことため支柱へ衝突しにくいことなどから小型車には有利であった。また、土による影響が少ないため、設置場所の条件に関わらず安定した機能が得られるものと考えられる。しかし、設置やメンテナンスのコストが高いなどの理由から普及しなかった。

実験名：鋼製ガードレール（路側用）

実験 番号	実験日	防護柵型式	衝突 車両	衝突条件			実験結果	備考
				車重	速度	角度		
1	1967 2/7	オイルパ-式	小乗	0.975	74	21	離脱角約6度で誘導された 強度的に問題無かった	支柱に油圧緩衝器を装置することで、衝撃吸収効果を狙ったものである
2	1967 2/10	オイルパ-式	小乗	0.975	58	20	離脱角約8度で誘導された 強度的に問題無かった	
3	1967 2/14	オイルパ-式	小乗	1.0	71	20	離脱角約5度で誘導された 残留変形がやや大きかった	
4	1967 2/17	オイルパ-式	小乗	0.975	65	20	離脱角約7度で誘導された 強度的に問題無かった	支柱間隔を3mから4mとしたが、顕著な違いはみられなかった
5	1967 2/21	旧B種 (B41型)	小乗	1.0	72	20	離脱角約11度で誘導された タイヤの踏み込みがあった	オイルパ-式との比較実験
6	1967 2/27	オイルパ-式	小乗	0.975	76	19	離脱角約6度で誘導された 強度的に問題無かった	
7	1967 4/?	旧B種	大貨	9.4	38	20		
11	1967 9/9	旧C種 (52-2.3)	大貨	10.2	32	20	離脱角約10度で誘導された 供試体の変形量がやや大きかった	アルミ製ガードレールとの比較実験
24	1967 10/17	旧B種 (50-3.0)	大貨	9.7	44	20	方向転換されたが横転した	アルミ製ガードレールとの比較実験
27	1967 12/1	旧C種 (52-2.3)	大貨	9.3	31	20	車両は離脱角約25度とやや大きく誘導された	アルミ製ガードレールとの比較実験
28	1967 12/7	旧B種 (70-3.2)	大貨	8.8	50	20	衝突後車両の左前後輪が供試体をまたいで進行した	アルミ製ガードレールとの比較実験
33	1968 6/18	橋梁用 (70-4.0)	大貨	13.6	27	20	車両は縁石により飛び上がり、前輪が供試体に乗り上げた	コンクリート構造物上に設置されたガードレールの有効性を確認した（縁石より400mm）
34	1968 6/21	橋梁用 (70-4.0)	大貨	13.1	36	20	供試体に接触したまま誘導された 変形は軽微であった	縁石無し（コンクリート埋め込み、ビーム中心高さ600mm）
35	1968 6/28	橋梁用 (70-4.0)	大貨	12.5	38	20	車両は供試体に接触したまま誘導された 変形は軽微であった	縁石有り（ビーム中心高さ縁石より600mm）

（注）実験結果の上段・・・車両誘導性、中段・・・防護柵の強度、下段・・・車両重心の加速度（50msec平均値）についての評価を示す

実験名：鋼製ガードレール（路側用）

番 号	実験日	防護柵型式	衝突 車両	衝突条件			実験結果	備 考
				車 重	速 度	角 度		
3-6	1968 7/12	橋梁用 (70-4.0)	大貨	12.6	30	20	ガードレールを右前輪が踏み込み乗り上げ、その後横転した	緑石有り（ビーム中心高さ緑石より400mm、ブロックアウト量270mm）
3-7	1968 7/19	橋梁用 (70-4.0)	大貨	12.2	45	20	離脱角11度で誘導された支柱基礎部の破損が少し大きい、供試体の強度的に問題ない	緑石有り（ビーム中心高さ緑石より600mm）
3-8	1968 8/9	橋梁用 (70-4.0)	大貨	11.7	45	20	離脱角10度で誘導された強度的に問題無かった	緑石有り（ビーム中心高さ緑石より600mm）
113	1985 3/27	B種	小乗	1.52	64.7	15	離脱角7.5度で誘導された強度的に問題無かった	防護柵としての機能、及び乗員の安全性が衝突角度が何度まで確保できるかを検証するための確認実験
114	1985 3/28	C種	小乗	1.52	66.8	45	供試体を乗り越えた	防護柵としての機能、及び乗員の安全性が衝突角度が何度まで確保できるかを検証するための確認実験
127	1988 4/27	急カーブ用 A種2段張 (1次衝突)	大乗	14.03	73	25	離脱角10.3度で誘導された強度的に問題無かった 加速度は許容値内であった	高速度・急角度対応型防護柵の開発
		急カーブ用 A種2段張 (2次衝突)			51	44	衝突後ビーム接合部が破断し、車両は乗り上げて停止した	高速度・急角度対応型防護柵の開発
129	1988 6/15	急カーブ用 SS種 (1次衝突)	大乗	14.0	73	25	離脱角11.5度で誘導された強度的に問題無かった 加速度は許容値内であった	高速度・急角度対応型防護柵の開発
		急カーブ用 SS種 (2次衝突)			52	43	離脱角22.5度で誘導された強度的に問題無かった 加速度は許容値内であった	高速度・急角度対応型防護柵の開発
130	1988 6/30	急カーブ用 SS種	小乗	1.1	103	25	離脱角4.3度で誘導された強度的に問題無かった 加速度は許容値内であった	高速度・急角度対応型防護柵の開発
132	1988 8/2	急カーブ用 SS種 (1次衝突)	大乗	14.0	71	25	離脱角10度で誘導された強度的に問題無かった 加速度は許容値内であった	高速度・急角度対応型防護柵の開発
136	1989 7/30	A種	大乗	14.0	70.2	20	供試体を踏み倒し、乗り越えた	A種防護柵の耐力限界把握のための実験
142	1990 9/26	A'種	小乗	1.1	138.5	15	衝突後は空中で反転し着地後1回転した	現行タイプの高速度衝突適用確認 ビーム中心高さ425mm
143	1990 10/11	SS種	大貨	20	100.1	15	誘導されることなく横転した	急カーブ用として開発されたSS種の高速度衝突適用確認

（注）実験結果の上段・・・車両誘導性、中段・・・防護柵の強度、下段・・・車両重心の加速度（50msec平均値）についての評価を示す

実験名：鋼製ガードレール（路側用）

[illegible]

(注) 実験結果の上段・・・車両誘導性、中段・・・防護柵の強度、下段・・・車両重心の加速度(50msec平均値)についての評価を示す

3. 1. 2. 中央分離帯用鋼製ガードレール

中央分離帯用ガードレールの衝突実験は過去大きく分け3度行われた。(1)1969から1970年にかけての高速道路中央分離帯用の防護柵の開発、(2)1972年の首都高速道路の高架区間等中央分離帯の狭い防護柵の開発、(3)1984から1985年にかけてのS種相当のガードレールの開発として実験を実施した。

(1) 高速道路中央分離帯用(実験番号50、51、54、55、58、59、64、65)

東名・名神高速道路では、中央分離帯に設置した防護柵(路側用防護柵の設置)の乗り越し等の事故が多発していたため、中央分離帯用防護柵を開発する目的として計23回(内ガードレール8回)に及ぶ衝突実験を行った。衝突速度は高速道路を想定し、小型車は約80km/h、大型車は施設の最大能力である45km/hで行った。当時、海外では支柱とビームとの間に間隔材をはさみ大きく張り出す「ブロックアウト型」が普及し効果をあげていたことから、ここでも同様の構造を採用し、ビーム、支柱、間隔材等の形状・寸法を求めるために衝突実験を行った。支柱はビームをなめらかに変形させるために弱支柱とし、小・大型車で衝突実験により確認した。ビームの間隔は800mmとし実験で効果を確認した。

この研究により、提案された両面ブロックアウト構造が、現在の中央分離帯用防護柵の基本となっている。

(2) 狭い中央分離帯用防護柵(実験番号76~78)

首都高速道路は高架橋のため中央分離帯が比較的狭いことから、狭幅員用の鋼製両面ブロックアウト型ガードレールの開発を目的として衝突実験を行った。中央分離帯幅の狭いことを考慮し、ビーム間隔を800mmから500mmに変更し、防護柵設置要綱改訂後に断面の統一されたA種ビームを用いた。小型車での実験結果は良好であったが、大型車は一度離脱した後で、車両が大きく傾き横転した。

(3) S種相当中央分離帯用防護柵(実験番号108~112)

中央分離帯に関わる突破事故は増加傾向を示し、事故実態調査によれば重量車が高速度で衝突する事例が多くみられた。このような事故を減少させるべく、S種相当の中央分離帯用防護柵の開発を目的として衝突実験を行った。以前に開発された中央分離帯用ガードレールA種をもとにビームや間隔材の性能向上によるブロックアウト効果、肘つき効果を高めたことにより、S種衝突条件以上の衝撃度に対し、ビームがなめらかに変形し、小・大型車とも安全に誘導されることが確認された。

実験名：鋼製ガードレール（中分用）

実験番号	実験日	防護柵型式	衝突車両	衝突条件			実験結果	備考
				車重	速度	角度		
50	1969 3/?	両面ブロックアウト型 (80-4.0)	小乗	1.28	85	20	離脱角5度で誘導された 強度的に問題無かった	ブロックアウト型両面防護柵の効果を確認するため、小・大型それぞれについて衝突実験を行った
51	1969 ?/?	両面ブロックアウト型 (80-4.0)	大貨	12.2	45	20	一旦離脱した後、再接触しそのまま進行した 強度的に問題無かった	
54	1970 1/20	両面ブロックアウト型 (80-3.2)	小乗	1.25	87	20	離脱角5度で誘導された 変形量はやや大きいが破損はない	
55	1970 1/23	両面ブロックアウト型 (80-3.2)	小乗	1.3	76	20	離脱角5度で誘導された 強度的に問題無かった	
58	1970 3/?	両面ブロックアウト型 (80-3.2)	大貨	13.4	44	20	右前後輪が供試体に乗り上げ、間隔材を押しつぶし停止した	
59	1970 ?/?	両面ブロックアウト型 (80-3.2)	大貨	14.0	45	20	防護柵と平行に誘導された 変形量はやや大きかった	
65	1970 ?/?	両面ブロックアウト型 (80-3.2)	小乗	1.34	76	20	防護柵と平行に誘導された 強度的に問題はなかった	
66	1970 ?/?	両面ブロックアウト型 (80-3.2)	大貨	13.8	50	20	離脱角8度で誘導された 支柱2本踏み込み、曲がっていたが強度的に問題無かった	
76	1972 1/7	A種 両面ブロックアウト	小乗	1.34	77	20	離脱角5度で誘導され、その後平行に進行した 支柱後方のコンクリート基礎3箇所が破壊されてたが、供試体の変形そのものは軽微であった	高架橋における狭い中央分離帯上に設置された防護柵に対して緑石の形状を変えることで、機能、車両の安全性を検証する
77	1972 1/27	A種 両面ブロックアウト	小貨	1.58	87	20	離脱角9度で誘導された 支柱後方のコンクリート基礎3箇所が破壊されてたが、供試体の変形そのものは軽微であった	高架橋における狭い中央分離帯上に設置された防護柵に対して緑石の形状を変えることで、機能、車両の安全性を検証した
78	1972 2/29	A種 両面ブロックアウト	大貨	14.6	55	20	支柱の根元を乗り上げるように方向転換したが、傾きが大きく横転した	高架橋における狭い中央分離帯上に設置された防護柵に対して緑石の形状を変えることで、機能、車両の安全性を検証した
108	1984 8/22	S種(SS41) 両面ブロックアウト	大貨	15.9	69.7	20	衝突直後の離脱角は7度であったが、その後右回りの円弧を描いた／ビーム下部のコルゲーションがつぶれていたが破損はなかった	S種衝突条件で、車両を円滑に誘導させ、それ以上の荷重に対しては突破防止を設計目標とした
109	1984 11/29	S種(SS41) 両面ブロックアウト	大貨	14.2	74.9	20	衝突直後の離脱角は9度であったが、その後右回りの円弧を描いた／車輪の乗り上げがあった。またビームのコルゲーションのつぶれが大きい破断はなかった	
		A種 両面ブロックアウト			47.2	42	乗り越え	

(注) 実験結果の上段・・・車両誘導性、中段・・・防護柵の強度、下段・・・車両重心の加速度(50msec平均値)についての評価を示す

実験名：鋼製ガードレール（中分用）

[illegible]

(注) 実験結果の上段・・・車両誘導性、中段・・・防護柵の強度、下段・・・車両重心の加速度(50mssec平均値)についての評価を示す

3. 1. 3. アルミニウム合金製ガードレール

鋼製ガードレールに比べて、軽量、柔軟性、耐食性等の特徴を有するアルミニウム合金製ガードレールの開発を目的とした衝突実験が1965年から1967年にかけて計21回実施された。

(1) アルミニウム合金製ガードレール (実験番号A-1~6)

1965年の衝突実験ではC種相当の強度を有することが確認された。

(2) アルミニウム合金製ガードレール (実験番号10, 12~23, 25, 26)

C種条件以上で行った実験(1967年)ではビームが柔らかかったため、ポケッティング現象を引き起こし、ビーム破断や車両の乗り上げがみられた。アルミニウム合金製のビームの使用により、C種以上の強度を保持するためには鋼製のビームに比べて約2倍の断面積を必要としたが、重量は2/3に軽減することができた。

実験名：アルミ製ガードレール

番 号	実験日	防護柵型式	衝突 車両	衝突条件			実験結果	備 考
				車 重	速 度	角 度		
A-1	1965 4/ 8	標準Ⅱ型	大貨	5.98	?	15	プロテクターが乗り上げ離脱することなく停止した 強度的に問題無かった	予備実験 アルミ製防護柵としての適用確認
A-2	1965 4/13	標準Ⅱ型	大貨	5.98	36	15	誘導性は良好 強度的に問題無かった	
A-3	1965 4/20	高速Ⅰ型	大貨	9.44	26	17	プロテクターが乗り上げ離脱することなく停止した 強度的に問題無かった	
A-4	1965 4/21	高速Ⅰ型	大貨	5.98	32.5	9	誘導性は良好 強度的に問題無かった	公開実験
A-5	1965 4/22	高速Ⅰ型	大貨	9.44	33	12	誘導性は良好 強度的に問題無かった	
A-6	1965 4/26	高速Ⅰ型	大貨	9.11	?	15	供試体に沿って進出した ボルト1本破断、変形量はやや大きかった	
10	1967 9/ 8	(93-2.3)	大貨	9.8	33	20	乗り越え、ビームは破断した	
12	1967 9/11	(93-2.3) 鋼製支柱	大貨	9.8	30	20	支柱に衝突し停止した	
13	1967 9/16	(70-3.2)	大貨	11	36	20	ビームが破断し、車両は供試体をまたぎ停止した ビームが破断した	
14	1967 9/18	(70-3.2) 鋼製支柱	大貨	11.7	43	20	ビームが破断し、車両は供試体をまたぎ停止した	
15	1967 9/23	(93-3.0)	大貨	10.4	28	20	方向転換されたが、接触したまま停止した 変形量はやや大きかった	
16	1967 9/25	(93-4.4)	大貨	10.3	46	20	方向転換されたが、接触したまま停止した ビームが支柱よりはずれた	
17	1967 10/ 5	(93-3.4)	大貨	10.5	33	20	方向転換されたが、接触したまま停止した 変形量はやや大きい	
18	1967 10/ 6	(93-3.4)	大貨	10.1	32	20	方向転換されたが、接触したまま停止した 強度的に問題無し	

(注) 実験結果の上段・・・車両誘導性、中段・・・防護柵の強度、下段・・・車両重心の加速度(50msec平均値)についての評価を示す

実験名：アルミ製ガードレール

番 号	実験日	防護柵型式	衝突 車両	衝突条件			実験結果	備考
				車重	速度	角度		
19	1967 10/11	(93-3.4)	大貨	10.3	40	20	支柱に衝突し停止した	
20	1967 10/12	(50-3.0)	大貨	9.9	30	20	供試体に乗り上げ停止した	
21	1967 10/13	(50-3.0)	大貨	10	28	20	支柱に衝突し停止した	
22	1967 10/15	(50-3.0)	大貨	9.5	31	20	方向転換されたが、接触したまま停止した 強度的に問題無し	
23	1967 10/16	(50-3.0)	大貨	9.6	35	20	供試体を乗り越え、ビームは破断された	
25	1967 11/17	(50-3.0)	大貨	11	34	20	供試体を乗り越え、ビームは破断された	
26	1967 11/24	(50-3.0)	大貨	10.3	29.5	20	離脱角30度で誘導された	

(注) 実験結果の上段・・・車両誘導性、中段・・・防護柵の強度、下段・・・車両重心の加速度(50msec平均値)についての評価を示す

3. 2. ガードケーブル系

ガードケーブルの衝突実験は、1970年に高速道路中央分離帯用の防護柵の開発（実験番号56、57、62、63、67、68）、1988年に急カーブ用防護柵の開発（2. 5. 1. 前述）として実施された。

1970年に高速道路中央分離帯用の防護柵の開発を目的として計6回衝突実験が行われた。構造には、開発当初からガードレールと同様にブロックアウト型を採用し、まず、小・大型車でその挙動を確認することとした。この2回の実験により、車両の誘導性を高める必要があることがわかり、誘導性改善のために車両との高さの関係について検討を行った。実験で小型車のバンパー部がケーブルに挟まりスピンしたことから、最下段ケーブルをバンパー高さに設置することとした。また、大型車に対しては、柵高を高くすることにより誘導性を改善した。その結果、小型車については、良好に誘導された。しかし、大型車の場合では、上段と下段ブロックアウト量が異なるため、前輪とケーブルに局部的な摩擦が発生し、接触したまま停止するケースがみられた。

実験名：ガードケーブル（路側用）

実験番号	実験日	防護柵型式	衝突車両	衝突条件			実験結果	備考
				車重	速度	角度		
128	1988 5/18	SS種 7本ケーブル (1次衝突)	大乗	14.05	72	25	2、3度で離脱したが、その後平行に進行した 強度的に問題無かった 加速度は許容値内であった	バス交通を考慮した高速度・急角度衝突対応型防護柵の開発
		SS種 7本ケーブル (2次衝突)			46	34	供試体に接触しながら進行した 強度的に問題無かった 加速度は許容値内であった	
131	1988 7/13	SS種 7本ケーブル	小乗	1.1	103	25	支柱を押し倒した後、左前部を軸として回転した	
133	1988 8/31	SS種 7本ケーブル	小乗	1.1	103	25	支柱を押し倒した後、左前部を軸として回転しながら横転した	強度アップ（初張力2t→3t） 最下段ケーブルを130mm下げた
134	1988 10/12	SS種 7本ケーブル 誘導板付き	小乗	1.1	104	25	離脱角11度で誘導された 強度的に問題無かった 加速度は許容値内であった	小型車の誘導性を高めるため柵の前面に薄板を取り付けた
137	1989 8/11	A種	大乗	14	55	20	衝突後左軸部を折損したため、離脱せず停止した	A種防護柵の耐力限界を把握

（注）実験結果の上段・・・車両誘導性、中段・・・防護柵の強度、下段・・・車両重心の加速度（50msec平均値）についての評価を示す

実験名：ガードケーブル（中分用）

番 号	実験日	防護柵型式	衝突 車両	衝 突 条 件			実 験 結 果	備 考
				車 重	速 度	角 度		
5 6	1970 1/30	両面ブロッ クアウト型	小乗	1.45	78	20	離脱した車両は接触を繰り返し真横を向いて停止した 強度的に問題無かった	緩衝特性が発揮できるように上段より下段のブロックアウ ト量を大きくした
5 7	1970 2/ 3	両面ブロッ クアウト型	小乗	1.41	85	20	離脱した車両は接触を繰り返し真横を向いて停止した 強度的に問題無かった	
6 2	1970 8/ ?	両面ブロッ クアウト型	小乗	1.27	69	20	車両は一旦離脱したが、再接触し、右前輪をケーブルに食 い込ませ停止した／強度的に問題無かった	
6 3	1970 ?/ ?	両面ブロッ クアウト型	大貨	13.5	48	20	車両は供試体に接触し続け、ケーブルに食い込み停止した 強度的に問題無かった	
6 7	1970 12/ ?	両面ブロッ クアウト型	小乗	1.34	80	20	車両は防護柵と平行に誘導された 支柱の変位がやや大きかった	
6 8	1970 ?/ ?	両面ブロッ クアウト型	大貨	13.6	47	20	車両はケーブルを踏み込み乗り上げ停止した 変形量が大きく乗り上げの原因となった	

（注）実験結果の上段・・・車両誘導性、中段・・・防護柵の強度、下段・・・車両重心の加速度（50msec平均値）についての評価を示す

3. 3. 閉断面系

3. 3. 1. アルミニウム合金製防護柵

アルミニウム合金製高欄型防護柵の衝突実験は、土木研究所における開発に先立ち（１）１９７７年に自動車研究所（JARI）においてＡ・Ｂ種合わせて３回行われた。土木研究所においては、（２）１９７９年にＡ・Ｂ種の開発を目的として９回、１９８９年にはＳ種の開発（２．５．２．前述）を目的として２回の衝突実験を行った。

（１）機能性確認実験（実験番号JARI）

１９７７年に行われた実験は、ブロックアウト型の構造でビームに材料特性を活かした偏肉厚材（オーバルビーム）を使用し鋼製高欄と同等以上の機能を確認することを目的として行った。その結果、強度や誘導性ともに良好であることが確認された。

（２）Ａ・Ｂ種防護柵の開発（実験番号99～107）

１９７９年には、オーバルビーム、ボックスビーム、パイプビーム型のＡ・Ｂ種防護柵の開発を目的として９回に及ぶ実験を行った。その結果、強度、誘導性が確認され、アルミニウム合金製高欄型防護柵が実用化された。また、この実験結果を基に橋梁用防護柵の基準（防護柵設置要項・資料集）が作成された。

実験名：アルミ製高欄

番 号	実験日	防護柵型式	衝突 車両	衝突条件			実験結果	備 考
				車 重	速 度	角 度		
JARI	1977 10/25	B種オーバ ルビーム	大貨	14.1	30	20	離脱角2度で誘導された 強度的に問題無かった	アルミは、耐食性、英観等に優れ、防護柵としての機能を 確認する
JARI	1977 10/27	A種オーバ ルビーム	大貨	14.0	45.8	20	離脱角1.5度で誘導された 強度的に問題無かった	
JARI	1977 10/28	A種オーバ ルビーム	大貨	14.1	45.8	20	離脱角0度で誘導された 強度的に問題無かった	
99	1979 ?/?	A種ボック スビーム	小乗	1.3	60.6	15	離脱角3度で誘導された 強度的に問題無かった	
100	1979 ?/?	A種ボック スビーム	大貨	13.87	60.6	15	離脱角0度で誘導された 強度的に問題無かった	
101	1979 ?/?	B種パイプ ビーム	小乗	1.41	40.4	15	離脱角1度で誘導された 強度的に問題無かった	
102	1979 ?/?	B種パイプ ビーム	大貨	14.0	40.4	15	離脱角2度で誘導された 強度的に問題無かった	
103	1979 ?/?	A種ボック スビーム	大貨	14.02	60.6	15	離脱角3度で誘導された 強度的に問題無かった	上段ビームのブロックアウト量を50→75mmにあげ、下段ビ ームの強度を上げた
104	1979 ?/?	A種オーバ ルビーム	大貨	14.01	60.6	15	離脱角5.5度で誘導された 下段ビームに亀裂が生じたが特に問題無かった	
105	1979 ?/?	A種オーバ ルビーム	小乗	1.64	60.6	15	離脱角2度で誘導された 強度的に問題無かった	
106	1979 ?/?	B種ボック スビーム	大貨	13.84	40.4	15	離脱角3.5度で誘導された 強度的に問題無かった	
107	1979 ?/?	B種ボック スビーム	大貨	13.95	40.4	15	離脱角1度で誘導された 強度的に問題無かった	
116	1986 9/18	ハイテンシ ョンI型	小乗	?	60	15		終局強度が目的で、誘導性は問題ではない
117	1986 9/24	ハイテンシ ョンII型	小乗	?	60	15		終局強度が目的で、誘導性は問題ではない

(注) 実験結果の上段・・・車両誘導性、中段・・・防護柵の強度、下段・・・車両重心の加速度(50msec平均値)についての評価を示す

実験名：アルミ製高欄

番 号	実験日	防護柵型式	衝突 車両	衝突条件			実験結果	備 考
				車 重	速 度	角 度		
118	1986 9/29	鋳物製 (補強A)	大貨	14.0	40	15	離脱角6.5度で誘導された 強度的に問題無かった	車両防護柵と同等な強度をもたせるための補強方法の開発
119	1986 10/2	(補強B)	大貨	14.0	40	15	離脱角4度で誘導された 強度的に問題無かった	
120	1987 1/16	(補強C)	大貨	14.0	40	15	離脱角4度で誘導された 支柱2本にタイヤ踏み込み跡があるものの破損はなかった	
121	1987 1/23	(補強D)	小乗	1.5	60	15	離脱角4度で誘導された 強度的に問題無かった	
122	1987 2/6	(補強E)	小乗	1.5	60	15	一旦離脱したが左前輪がバーストしたため再度接触した 強度的に問題無かった	
123	1987 2/14	鋳物製	小乗	1.5	60	15	ビームが破断し、車両が突破した	
140	1989 10/30	S種ボックス スビーム	小乗	1.1	80	15	離脱角4.8度で誘導された 強度的に問題無かった 加速度は許容値内で問題無かった	S種衝突条件について、実験により強度機能、及び安全性を確認した
141	1989 11/8	S種ボックス スビーム	大乗	14.02	60.6	15	離脱角1度で誘導された 支柱背面の基礎部に3箇所クラックあるが問題無かった 加速度は許容値内で問題無かった	S種衝突条件について、実験により強度機能、及び安全性を確認した

(注) 実験結果の上段・・・車両誘導性、中段・・・防護柵の強度、下段・・・車両重心の加速度(50msoc平均値)についての評価を示す

3. 3. 2. 鋼製ボックスビーム（実験番号52、53、60、61、64、69～72）

東名・名神高速道路では、中央分離帯に路側用防護柵を設置していたが、車両の横転や乗り越し事故が多発したため、中央分離帯用防護柵開発を目的として、1969から1970年にかけて、9回の実験を行った。その結果、A種衝突条件に耐え得るものが開発され、この構造を基に中央分離帯用の構造形式が提案され実用化されている。

実験名：鋼製高欄（中分用）

番 号	実験日	防護柵型式	衝突 車両	衝突条件			実験結果	備 考
				車 重	速 度	角 度		
5 2	1969 ?/?	ボックスビーム	小乗	1.28	80	20	防護柵と平行に誘導された強度的に問題無かった	幅員の狭い中央分離帯用防護柵として、強ビーム弱支柱構造による機能を検証する目的で実験が行われた
5 3	1969 ?/?	ボックスビーム	大貨	12.7	40	20	支柱を倒しながら進行し停止した	
6 0	1970 ?/?	ボックスビーム	小乗	1.27	90	20	支柱3本倒しながら離脱し、平行に誘導された供試体の変形量は大きかった	
6 1	1970 ?/?	ボックスビーム	大貨	13.9	45	20	支柱6本倒し離脱角30度で誘導された支柱4本踏み倒された	
6 4	1970 ?/?	ボックスビーム	大貨	13.8	48	20	支柱3本倒しながら一旦離脱し、その後再接触しそのまま通行した／ビームが支柱からはずれた	
6 9	1970 ?/?	ボックスビーム	大貨	14	51	20	右前輪で支柱3本倒し、接触したまま通行した支柱が3本倒された	
7 0	1970 ?/?	ボックスビーム	小乗	1.25	78	20	支柱3本倒し離脱した後再衝突しガードレール側に向いた状態でビーム下に潜り込んで停止した	
7 1	1970 ?/?	ボックスビーム	大貨	14.5	43	20	支柱3本倒し離脱した後再接触し、接したまま停止した	
7 2	1970 ?/?	ボックスビーム	小乗	1.25	82	20	支柱2本倒し離脱した後再接触し通行した支柱が計4本倒された	

（注）実験結果の上段・・・車両誘導性、中段・・・防護柵の強度、下段・・・車両重心の加速度（50msec平均値）についての評価を示す

3. 3. 3. 鋼製高欄型防護柵

(1) 関門橋鋼製高欄型防護柵 (実験番号73~74)

1971年に関門自動車道の関門橋に設置する景観性に配慮した防護柵を開発するために、ボックスビームのブロックアウト型防護柵について衝突条件S種の実験を行った。これまでに、鋼製高欄の防護柵の設計手法がなかったため、構造型式を含めた検討を行った。その結果、強度や誘導性が確認され実用化された。ここで実用化された型式は他の高欄型防護柵の基本形となり、防護柵設置要項の剛性防護柵に参考図として採用されている。ここで開発されたものは、支柱定着部が横桁ということで、一般橋梁部と異なる特殊なタイプであることから、このまま他の橋梁に直接適用はできないが、実用化への設計手法の指針となった。

(2) A種鋼製高欄型防護柵 (実験番号94~98)

1977年に高速道路の一般の橋梁区間に適用できる鋼製高欄型防護柵の開発を目的として衝突実験が行われた。この実験では、一般橋梁に適用できるコンクリート埋め込みとし、支柱定着部の構造を含め検討した。その結果、A種に対応する鋼製高欄型防護柵を提案し、実用化に至った。

実験名：鋼製高欄（路側用）

番 号	実験日	防護柵型式	衝突 車両	衝突条件			実験結果	備 考
				車 重	速 度	角 度		
7 3	1971 1/ ?	ブロックア ウト型ボッ クスビーム	小乗	1.24	78	20	離脱角約3度で誘導されたが、ボンネットが開き視野が失われたと思われる／強度的に問題無かった	鋼製高欄についての基準がなく、設計手法確率のために衝突実験を行った
7 4	1971 ?/ ?	ブロックア ウト型ボッ クスビーム	大貨	13.6	50.5	20	防護柵に接しながら進出した 強度的に問題無かった	
7 5	1971 ?/ ?	ブロックア ウト型ボッ クスビーム	大貨	14	52	20	防護柵に接しながら進出した 強度的に問題無かった	
9 4	1977 9/21	ブロックア ウト型ボッ クスビーム	小乗	1.3	79.5	20	離脱角8度で誘導された 強度的に問題無かった	高速道路の一般橋梁に適用できる形式について検証した
9 5	1977 9/26	ブロックア ウト型ボッ クスビーム	小貨	1.5	85	20	離脱角7度で誘導された 強度的に問題無かった	
9 6	1977 9/30	ブロックア ウト型ボッ クスビーム	小乗	1.3	63.9	20	離脱角6度で誘導された 強度的に問題無かった	
9 7	1977 10/13	ブロックア ウト型ボッ クスビーム	大貨	14.1	51.1	20	離脱角7度で誘導された 強度的に問題無かった	
9 8	1977 11/ 4	ブロックア ウト型ボッ クスビーム	大貨	14	51.3	20	離脱角1度で誘導された 強度的に問題無かった	
1 1 5	1986 9/12	高欄	小乗	?	60	15		終局強度が目的で、誘導性は問題ではない
1 2 4	1987 ?/ ?	嵩上げ B種ビーム付	小乗	14	40	15	離脱角2.5度で誘導された 強度的に問題無かった	
1 2 5	1987 ?/ ?	Yカー固定 B種ビーム付	小乗	14	40	15	離脱角0度で誘導された 強度的に問題無かった	
1 3 2	1988 8/ 2	ブロックア ウト型ボッ クスビーム	大乗	14	50	41	離脱角13.5度で誘導された 強度的に問題無かった	高速度・急角度衝突対応型防護柵の開発

（注）実験結果の上段・・・車両誘導性、中段・・・防護柵の強度、下段・・・車両重心の加速度（50msec平均値）についての評価を示す

3. 4. 剛性コンクリート製防護柵

3. 4. 1. 路側用コンクリート製防護柵（実験番号39～46）

1968年に、剛性コンクリート製防護柵の車両誘導性の検討を行うために防護柵前面の縁石があるものと無いもの、および前面が傾斜しているもの3形式について衝突実験を行った。

その結果、3供試体についてはともに誘導性は良好な結果を得たが、衝突時の挙動は個々に異なっていた。縁石があるものはないものに比べ飛び上がり量が大きく、積み荷の転落が高いものと考えられる。また、傾斜付きのものは、衝突時に車両が道路側に傾くことから、転落防止能力が期待できるものと考えられる。しかし、望ましい斜面の形状については今後研究を進めていくことが必要であると考えられる。

3. 4. 2. レール付きコンクリート製防護柵（実験番号47～49）

コンクリート製防護柵に衝突した場合の衝撃を和らげることを目的として高欄の前面にガードレールのビームを張り付けた衝突実験が行われた。

その結果、コンクリート製防護柵に直接衝突した場合に比べ車両の離脱角度が大きかったが、車両の加速度値は約4割減少し緩衝効果については確認された。しかし、車両の離脱角が大きく軌跡の曲がり方も著しくなる傾向にあることから、2次的事故の発生する可能性があり、実用化には至らなかった。

3. 4. 3. 狭い中央分離帯用防護柵（実験番号79～81）

1972年に首都高速道路の高架橋等比較的狭い中央分離帯に設置される防護柵の開発を目的として、1968年の実験結果をもとに改良された形式について3回の衝突実験が行われた。その結果、今回採用した「ダブルスロープ」のコンクリート壁防護柵は乗り越え等の対抗車線進入に対して防止効果があることや誘導性も良好であることから中央分離帯用防護柵として有効であることが確認された。この形式は、防護柵設置要綱の剛性防護柵に参考図として採用されている。

実験名：コンクリート製防護柵

番 号	実験日	防護柵型式	衝突 車両	衝突条件			実験結果	備 考
				車 重	速 度	角 度		
39	1968 10/15	型式Ⅰ	小乗	1.32	80	20	離脱角3度で誘導された 強度的に問題無かった	橋梁・高架区間に用いる防護柵で、高速車・重量車の転落 防止等を開発目的とし、衝突実験を行った
40	1968 10/18	型式Ⅰ	大貨	13.9	28	20	緑石にそりながら誘導された 強度的に問題無かった	型式Ⅰ：D.A.Vタイプの緑石を取り付けたもの
41	1968 10/29	型式Ⅰ	大貨	13.5	40	20	離脱角2度で誘導された 強度的に問題無かった	
42	1968 11/ 8	型式Ⅱ	小乗	1.49	90	20	離脱角6度で誘導された 強度的に問題無かった	型式Ⅱ：緑石無し
43	1968 11/14	型式Ⅱ	大貨	12.6	46	20	供試体に接しながら誘導された 強度的に問題無かった	
47	1968 11/20	旧A種ビー ム付き	小乗	1.28	89	20	離脱角12度で誘導されたがその後左に進行した 強度的に問題無かった	
48	1968 11/26	旧A種ビー ム付き	小乗	1.28	87	20	離脱角15度で誘導された ブラケット部のビーム折れ曲がりが大きかった	
49	1968 11/29	旧A種ビー ム付き	大貨	12.5	45	20	一旦離脱したが再び接触した コルゲーションのつぶれが大きく、ボルトの破断があった	
44	1968 12/13	型式Ⅲ	小乗	1.28	73	20	離脱角2度で誘導された 強度的に問題無かった	型式Ⅲ：下部に斜面を有したもの
45	1968 12/17	型式Ⅲ	大貨	5.5	55	20	供試体に接触しながら誘導された 強度的に問題無かった	
46	1968 12/ ?	型式Ⅲ	大貨	12.5	37	20	供試体に接触しながら誘導された 強度的に問題無かった	
79	1972 3/ 7	首都高型 中分用	小乗	1.34	72	20	傾斜部を上げ上がり3.5度で飛行しながら誘導された 強度的に問題無かった	
80	1972 3/10	首都高型 中分用	小貨	1.58	82	20	傾斜部を上げ上がり9度で飛行しながら誘導された 強度的に問題無かった	
81	1972 3/10	首都高型 中分用	大貨	14.5	43	20	供試体に接触しながら誘導された 強度的に問題無かった	

(注) 実験結果の上段・・・車両誘導性、中段・・・防護柵の強度、下段・・・車両重心の加速度(50msec平均値)についての評価を示す

3. 4. 4. 阪神高速道路公団タイプ（実験番号82～86）

1972年に阪神高速道路公団が新規に考案した形式について衝突実験を行っている。この形式は、実験により突破防止効果の高いことが確認され、阪神高速道路公団で実用化されている。

3. 4. 5. プレキャスト製防護柵（実験番号87～93）

1973年から1974年にプレキャスト製防護柵の強度、施工性、機能を確認することを目的として7回の衝突実験を行った。また、この実験ではウレタンフォームの緩衝材をつけた場合の効果について検討するための実験も行った。

この実験では、緩衝材をつけたときの緩衝効果は認められず、材質、構造、取り付け方法など検討が必要となり実用化には至らなかった。プレキャスト化にともなって、継ぎ手部に関しては局部的な破損があることから補強および構造の改良が必要であると考えられる。また、基礎との取付が先付けアンカーボルトによって固定しているため、ボルトの設置間隔に高い精度を要求されるためと簡単な取り付け方法を検討することが必要と考えられる。

実験名：コンクリート製防護柵

番 号	実験日	防護柵型式	衝突 車両	衝突条件			実験結果	備 考
				車 重	速 度	角 度		
8 2	1972 8/ 4	試案タイプ	大貨	5.5	61	20	供試体の傾斜部を上り離脱角3.5度で誘導された強度的に問題無かった	阪神高速道路公団タイプとの比較実験
8 3	1972 9/21	阪神高速道路公団タイプ	小乗	1.3	83	20	供試体の傾斜部を上り離脱角11度で誘導された強度的に問題無かった	新規採用タイプの構造性、及び効用性を確認するための実験
8 4	1972 9/21	阪神高速道路公団タイプ	大貨	5.6	60	20	供試体の傾斜部を上り離脱角3.5度で誘導された強度的に問題無かった	
8 5	1972 9/22	阪神高速道路公団タイプ	小貨	1.6	90	20	供試体の傾斜部を上り離脱角3.5度で誘導された強度的に問題無かった	
8 6	1972 9/22	阪神高速道路公団タイプ	大貨	14	55	20	供試体の傾斜部を上り離脱角10度で誘導された強度的に問題無かった	
8 7	1973 12/ 6	プレキャスト製	小乗	1.3	82	20	供試体の傾斜部を上り離脱角6.5度で誘導された強度的に問題無かった	プレキャスト型についてその強度、施工性、機能性を確認するための実験
8 8	1973 12/ 7	プレキャスト製	小貨	1.5	78	20	供試体の傾斜部を上り離脱角1.1度で誘導された強度的に問題無かった	
8 9	1973 12/ 8	プレキャスト製	大貨	14.3	53	20	供試体に接触しながら離脱した 継ぎ目部が2カ所大きく破損した	
9 0	1973 12/17	緩衝材付き	小乗	1.3	77	20	離脱角3.5度で誘導された強度的に問題無かった	供試体前面にウレタン製緩衝材を取り付けた場合の効果、機能を検証する
9 1	1973 12/18	緩衝材付き	小貨	1.5	73	20	離脱角4.5度で誘導された強度的に問題無かった	
9 2	1973 12/19	緩衝材付き	大貨	14.2	52	20	供試体に沿って進行した 緩衝材は衝突車によって6ブロック分別ぎとられた	
9 3	1974 2/ 8	緩衝材付き	大貨	14.8	45	20	離脱角7度で誘導された強度的に問題無かった	
135	1989 6/30	橋梁用歩車道分離柵	小乗	1.1	60.1	15	離脱角4.5度で誘導された誘導レールがわずかに変形した程度であった	新素材CFRCを用いたセパレートタイプの防護柵で、誘導レールを付加したときの車両誘導性を確認する
138	1989 9/18	日本道路公団タイプ	小乗	1.1	60	20	離脱角8度で誘導された強度的に問題無かった 加速度は許容値内で問題無かった	車両衝突時の供試体の挙動の検証（設計条件の良否）、衝突特性についての基礎資料を得ること

（注）実験結果の上段・・・車両誘導性、中段・・・防護柵の強度、下段・・・車両重心の加速度（50msec平均値）についての評価を示す

実験名：コンクリート製防護柵

番 号	実験日	防護柵型式	衝突 車両	衝突条件			実験結果	備 考
				車 重	速 度	角 度		
139	1989 9/27	日本道路公 団タイプ	大乗	14	60	20	離脱角3度で誘導された 強度的に問題無かった 加速度は許容値内で問題無かった	
145	1991 1/16	柵高1200mm	小乗	1.1	139.5	20	離脱角6.1度で誘導された 強度的に問題無かった 直角方向の加速度値が許容値を超えた	車両の高速化、大型化に対応する防護柵の形式、構造を開 発するための基礎実験 ボンネットの開きあり、助手席グミーの頭部が壁面に激打
146	1991 1/25	柵高1200mm	大貨	20	99.4	20	壁に沿って誘導された 強度的に問題無かった 加速度は許容値内で問題無かった	
150	1991 5/9	スリップフ ォームF型	小乗	1.1	80	20	1.1m程空中を飛翔し、離脱角8度で誘導された 強度的に問題無かった 加速度は許容値内で問題無かった	関越自動車道上信越線に建設予定のF型剛性防護柵の強度 、及び車両の安全性を確認した
151	1991 5/16	スリップフ ォームF型	小乗	1.1	120	20	飛行後、左前部より着地したが左側に横転した	
152	1991 5/23	スリップフ ォームF型	大貨	20	79.6	20	供試体にもたれながら誘導された 強度的に問題無かった 加速度は許容値内で問題無かった	
153	1991 5/30	スリップフ ォームF型	大貨	20	100.6	20	荷台が壁の天端に乗り上げ滑るように進行し、横倒しその まま壁から落ちた	
154	1991 7/4	プレキャスト F型移動式	小乗	1.1	80.3	20	離脱角9.5度で誘導され、その後右カーブの弧を描いた 強度的に問題無かった 加速度は許容値内で問題無かった	
155	1991 7/11	プレキャスト F型移動式	大貨	20	80.4	20	離脱角11.2度で誘導された 供試体の変形量大	
156	1991 7/18	プレキャスト F型固定式	小乗	1.1	79.6	20	離脱角4.5度で誘導され、その後右カーブの弧を描いた 強度的に問題無かった 加速度は許容値内で問題無かった	
157	1991 7/25	プレキャスト F型固定式	大貨	20	80.4	20	壁面にもたれながら誘導された アンカーボルト取り付け付近の損傷がやや大きかった 加速度は許容値内で問題無かった	

(注) 実験結果の上段・・・車両誘導性、中段・・・防護柵の強度、下段・・・車両重心の加速度(50msec平均値)についての評価を示す

3. 4. 6. オートガード (実験番号29~32)

1967年度に構造物上のオートガードについてその有効性、安全性を確認すること目的として4回の衝突実験を行った。その結果、大型車の乗り越え等が発生した。高架橋等に設置することとなると、路外逸脱による2次的災害が重大事故につながることから、高さ等の改良が必要と考えられる。

なお、現在はほとんど使用されておらず、製造もされていない。

実験名：オートガー

[illegible]

(注) 実験結果の上段・・・車両誘導性、中段・・・防護柵の強度、下段・・・車両重心の加速度(50msec平均値)についての評価を示す

参考文献

1. 道路用ガードフェンス、辻川・平野・田辺、1963. 12
2. 防護柵の開発に関する研究、土木研究所資料第2450号、1987. 2
3. 防護柵設置要項、日本道路協会、1972. 10
4. 防護柵設置要項・資料集、日本道路協会、1986. 7
5. 防護柵の実車衝突実験、土木技術資料 11-7、1969.
6. 防護柵の実車衝突実験 その2、土木技術資料 13-10、1971.
7. Location, Selection, and Maintenance of Highway Traffic Barriers、National Cooperative Highway Research Program Report 118、1981. 10
8. Recommended Procedures for The Safety Performance Evaluation of Highway Aprurtenance、National Cooperative Highway Research Program Report 230、1991.
9. Federal Moter Vehicle Safety Standard No. 208、National Highway Safety Administration、1986.
10. アルミニウム合金製ガードレール実物実験資料、土木研究所資料第65号、1965. 6
11. 耐食アルミニウム合金製ガードレール実物実験資料解析報告書、土木研究所資料第127号、1965. 11
12. ハイドロリック・クラッシュバリアー（緩衝式ガードフェンス）強度試験報告書、土木研究所資料第250号、1967. 3
13. アルミニウム合金製ガードレール実験報告書、土木研究所資料第371号、1968. 3
14. 防護柵の設計指針に関する実験的研究（橋梁用オートガード）報告書、高速道路調査会、1968. 3
15. 衝撃によるガードレールの諸性能試験報告書、土木研究所資料第421号、1968. 12
16. コンクリート高欄実車衝突実験報告書、高速道路調査会、1969. 2
17. レール付きコンクリート高欄の実験的研究報告書、高速道路調査会、1969. 2
18. 中央分離帯の構造に関する研究、日本道路協会、1969. 3
19. 中央分離帯の構造に関する研究（ボックスビーム編）、日本道路協会、1969. 12
20. 中央分離帯の構造に関する研究（中間報告書）、日本道路協会、1970. 8
21. 中央分離帯の構造に関する研究（中間報告書 その2）、日本道路協会、1971. 1
22. 鋼製高欄の構造形式に関する研究、高速道路調査会、1971. 2
23. 狭い中央分離帯に設置する防護柵に関する研究報告書、高速道路調査会、1972. 3
24. 中央分離帯防護柵実車衝突実験報告書、阪神高速道路公団、1972. 11
25. コンクリート壁式剛性防護柵の構造に関する研究、日本道路協会、1974. 3
26. 橋梁用鋼製防護柵に関する研究報告書、高速道路調査会、1978. 2
27. アルミニウム合金製高欄型自動車用防護柵に関する研究報告書（ブロックアウト型）、軽金属協会、1978. 7
28. アルミニウム合金製高欄型自動車用防護柵に関する研究報告概要書、土木研究所、1980. 1
29. アルミニウム合金製高欄型自動車用防護柵に関する研究報告書、土木研究所、1980. 3
30. 中央分離帯用防護柵に関する研究報告書、日本道路協会、1985. 6
31. アルミニウム合金製高欄に関する共同報告書、土木研究所、1987. 3

- 3 2. 高欄の補強に関する実験資料、土木研究所資料 部内資料第22号、1988.3
- 3 3. 急カーブ用防護柵の構造形式及び支柱補強に関する共同研究報告書、土木研究所 共同研究報告書整理番号第41号、1990.3
- 3 4. アルミニウム合金製高強度型防護柵の開発に関する共同研究報告書、土木研究所共同研究報告書第42号、1990.3

あとがき

今回の実験結果とりまとめにより、土木研究所を中心として行われてきた数多くの防護柵衝突実験結果が体系的に整理された。また、多大な労力を費やして実施されてきた実験での貴重な経験や防護柵開発上の問題点を把握することもできた。

今後は過去の研究成果を基に、より高い安全性を有した高機能な防護柵の開発に取り組んでいく予定である。また、既存の防護柵についても社会的要望（景観性や多機能化）に対する検討を進めていく予定である。

最後に本報告書が今後の防護柵研究開発に有用な資料となることを期待するものである。

付属資料

付属. 1 防護柵衝突実験結果一覧表

付属. 2 供試体図面集

衝突実験結果一覧 (その 1 - 1)

番号	実 験 名 称	実験期日	供 試 体	埋込方式	衝突車両	車両重量 kg	衝突速度 km/h	衝突角度 度	衝突度 t・m	離脱速度 km/h	離脱角度 度	接触長 m	支柱変位			ビーム変位		最大進入行程 mm	最大傾斜角		最大飛び上がり量				
													最大変位 直角 Y mm	最大残留		最大変位 直角 Y mm	最大残留 直角 Y mm		前端 度	後端 度	前 端 部		後 端 部		
														直角 Y mm	平行 X mm						右側 mm	左側 mm	右側 mm	左側 mm	
A-1	アルミニウム合金製 ガードレール	1965. 4. 8	橋梁型 (Ⅱ型) 予備実験	+	大貨	5,980	?	15	?	—	不離	—	—	—	420	—	—	450	—	—	—	—	—	—	
A-2		1965. 4. 13	橋梁型 (Ⅱ型)	+	大貨	5,980	36	15	2.1	—	—	16.5	—	580	—	—	580	—	—	—	—	—	—	—	
A-3		1965. 4. 20	高選型 (Ⅰ型)	+	大貨	9,440	26	17	1.7	—	不離	8.7	—	100	—	—	120	—	—	—	—	—	—	—	
A-4		1965. 4. 21	高選型 (Ⅰ型) 公開実験	+	大貨	5,980	32	9	1.7	—	—	12.1	—	220	—	—	300	—	—	—	—	—	—	—	
A-5		1965. 4. 22	高選型 (Ⅰ型)	+	大貨	9,440	33	12	2.7	—	—	14.4	—	550	—	—	630	—	—	—	—	—	—	—	
A-6		1965. 4. 26	高選型 (Ⅰ型)	+	大貨	9,110	?	15	?	?	—	不離	—	—	550	—	—	730	—	—	—	—	—	—	—
1	オイルダンパー	1967. 2. 7	油圧式ガードレール	+	小乗	975	74	21	2.7	—	6	8.5	—	—	—	740	370	—	—	—	—	—	—	—	
2		1967. 2. 10	油圧式ガードレール	+	小乗	975	58	20	1.6	—	8	5.3	—	—	—	480	110	—	—	—	—	—	—	—	
3		1967. 2. 14	油圧式ガードレール	+	小乗	1,000	71	20	2.4	—	5	8.9	—	—	—	830	570	—	—	—	—	—	—	—	
4		1967. 2. 17	油圧式ガードレール	+	小乗	975	65	20	1.9	—	7	8.7	—	—	—	710	320	—	—	—	—	—	—	—	
5		1967. 2. 21	鋼製旧B種ガードレール	+	小乗	1,000	72	20	2.5	—	11	4.9	—	—	—	540	330	—	—	—	—	—	—	—	
6		1967. 2. 27	油圧式ガードレール	+	小乗	975	76	19	2.3	—	6	7.8	—	—	—	790	390	—	—	—	—	—	—	—	—
7	ガードレール・パイプ	1967. 4	鋼製旧B種ガードレール	+	大貨	9,400	38	20	6.2	—	6	—	—	—	—	—	1050	—	—	—	—	—	—	—	
8		1967.	ガードパイプ	+	大貨	9,400	39	20	6.6	—	0	—	—	—	—	—	940	—	—	—	—	—	—	—	
9		1967.	ガードパイプ	+	大貨	9,100	41	20	7.3	—	10	—	—	—	—	—	820	—	—	—	—	—	—	—	
10	アルミガードレール	1967. 9. 8	アルミガードレール	+	大貨	9,800	33	20	4.9	—	乗越	—	—	—	37	—	—	—	—	—	400	—	—	—	
11		1967. 9. 9	鋼製旧C種ガードレール	+	大貨	10,200	32	20	4.9	—	約10	—	—	680	47	—	720	310	—	—	—	500	—	—	
12		1967. 9. 11	アルミガードレール	+	大貨	9,800	30	20	4.1	—	不離	—	—	350	45	—	540	350	—	—	—	—	—	—	
13		1967. 9. 16	アルミガードレール	+	大貨	11,000	36	20	6.5	—	乗上	—	—	—	60	—	—	1340	—	—	—	—	—	—	
14		1967. 9. 18	アルミガードレール	+	大貨	11,700	43	20	9.8	—	乗上	—	—	—	69	—	—	1470	—	—	—	—	—	—	
15		1967. 9. 23	アルミガードレール	+	大貨	10,400	28	20	3.9	—	不離	—	—	700	65	—	750	420	—	—	—	—	—	—	
16		1967. 9. 25	アルミガードレール	+	大貨	10,300	46	20	9.9	—	不離	—	—	—	198	—	—	950	>30	—	—	—	—	1000	
17		1967. 10. 5	アルミガードレール	+	大貨	10,500	33	20	5.2	—	不離	—	—	970	52	—	950	710	—	—	—	—	—	—	
18		1967. 10. 6	アルミガードレール	+	大貨	10,100	32	20	4.7	—	不離	—	—	440	75	—	570	340	—	—	—	—	—	—	
19		1967. 10. 11	アルミガードレール	+	大貨	10,300	40	20	7.5	—	不離	—	—	—	62	—	—	980	—	—	—	—	—	—	
20		1967. 10. 12	アルミガードレール	+	大貨	9,900	30	20	4.1	—	乗上	—	—	1110	100	—	—	2290	—	—	—	—	—	—	
21		1967. 10. 13	アルミガードレール	+	大貨	10,000	28	20	3.6	—	不離	—	—	690	94	—	1220	910	—	—	—	—	—	—	
22		1967. 10. 15	アルミガードレール	+	大貨	9,500	31	20	4.2	—	不離	—	—	—	49	—	760	550	—	—	—	—	—	—	
23		1967. 10. 16	アルミガードレール	+	大貨	9,600	35	20	5.4	—	乗越	—	—	860	70	—	—	930	—	—	—	—	—	—	
24		1967. 10. 17	鋼製旧B種ガードレール	+	大貨	9,700	44	20	8.5	—	傾転	—	—	—	105	—	1050	870	—	—	—	—	—	—	
25		1967. 11. 17	アルミガードレール	+	大貨	11,000	34	20	5.8	—	乗越	—	—	1730	49	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
26		1967. 11. 24	アルミガードレール	+	大貨	10,300	29.5	20	4.1	—	30	—	—	1420	117	—	1420	1220	—	—	—	—	—	—	—
27		1967. 12. 1	鋼製旧C種ガードレール	+	大貨	9,300	31	20	4.1	—	25	—	—	1710	85	—	1350	940	—	—	—	—	—	—	—
28		1967. 12. 7	鋼製旧B種ガードレール	+	大貨	8,800	50	20	10.0	—	乗上	—	—	—	170	—	1220	—	—	—	—	—	—	—	—
29	オートガード	1968. 3.	橋梁用オートガード	—	小乗	1,050	62	20	1.9	—	8	—	—	—	—	14	—	15	—	—	—	—	—	—	
30		1968.	橋梁用オートガード	—	小乗	935	95	20	3.9	—	傾転	—	—	—	—	46	—	傾倒	—	—	—	—	—	—	
31		1968.	橋梁用オートガード	—	大貨	13,150	33	20	6.6	—	乗上	—	—	—	—	—	—	—	700	—	—	—	—	—	
32		1968.	橋梁用オートガード	—	大貨	13,520	45	20	12.6	—	乗上	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	700	—	—	

衝突実験結果一覧 (その1 - 2)

番号	材 質					防 護 柵 規 格					特 記 事 項	車 名	面 積 規 格				重 量		備 考	
	全 体	水 平 材	規格等	垂直材 (支柱)	規格等	主部材 断面 ケ-フル 本 数 cm ² ・本	補助材 断面 ケ-フル 本 数 cm ² ・本	支柱 間 隔 mm	張 出 量 mm	柵 高 mm			ピン 中 心 mm	全 長	全 幅	全 高	軸 距	前軸重		後軸重
A-1	7Mニウム	7Mニウム	63ST5	7Mニウム	63ST6	?	?	3000	58	605	490	日野TH17 160HP	8,020	2,470	2,680	4,800	3,210	2,770		
A-2	7Mニウム	7Mニウム	63ST5	7Mニウム	63ST6	?	?	3000	58	605	490	日野TH17 160HP	8,020	2,470	2,680	4,800	3,210	2,770		
A-3	7Mニウム	7Mニウム	61ST6	7Mニウム	AS1ST6	?	?	3800	93	775	600	日野TH17 160HP	8,020	2,470	2,680	4,800	3,430	6,010		
A-4	7Mニウム	7Mニウム	61ST6	7Mニウム	AS1ST6	?	?	3800	93	775	600	日野TH17 160HP	8,020	2,470	2,680	4,800	3,210	2,770		
A-5	7Mニウム	7Mニウム	61ST6	7Mニウム	AS1ST6	?	?	3800	93	775	600	日野TH17 160HP	8,020	2,470	2,680	4,800	3,430	6,010		
A-6	7Mニウム	7Mニウム	61ST6	7Mニウム	AS1ST6	?	?	3800	93	775	600	日野TH17 160HP	8,020	2,470	2,680	4,800	3,015	6,095		
1	鉄	鉄	?	オイルパ-式	14.9	?	?	3000	?	775	600	日産パ-ハ 1962	3,990	1,490	1,440	2,380	586	389	1962年型	
2	鉄	鉄	?	オイルパ-式	14.9	?	?	3000	?	775	600	日産パ-ハ 1962	3,990	1,490	1,440	2,380	586	389	1962年型	
3	鉄	鉄	?	オイルパ-式	14.9	?	?	3000	?	775	600	日産パ-ハ 1962	3,990	1,490	1,440	2,380	586	389	1962年型	
4	鉄	鉄	?	オイルパ-式	14.9	?	?	4000	?	775	600	日産パ-ハ 1962	3,990	1,490	1,440	2,380	586	389	1962年型	
5	鉄	鉄	?	鉄	STK	14.9	?	3000	70	775	600	日産パ-ハ 1962	3,990	1,490	1,440	2,380	586	389	1962年型	
6	鉄	鉄	?	オイルパ-式	14.9	?	?	3000	?	775	600	日産パ-ハ 1962	3,990	1,490	1,440	2,380	586	389	1962年型	
7																				
8																				
9																				
10	7Mニウム	7Mニウム	*	7Mニウム	S	12.6	?	93	775	600	*水水平材材質A2P7-1/4H	日産UG680	--	--	--	--	--	--		
11	鉄	鉄	SS41	鉄	STK41	9.2	?	52	774	600	\$垂直材材質A2T4-T6	日産UG680	--	--	--	--	--	--		
12	7Mニウム	7Mニウム	*	鉄	STK41	12.6	?	93	775	600		日産UG680	--	--	--	--	--	--		
13	7Mニウム	7Mニウム	*	7Mニウム	S	14.9	?	70	775	600		日産UG680	--	--	--	--	--	--		
14	7Mニウム	7Mニウム	*	鉄	STK41	14.9	?	70	775	600		日産UG680	--	--	--	--	--	--		
15	7Mニウム	7Mニウム	*	7Mニウム	S	16.4	?	93	775	600		日産UG680	--	--	--	--	--	--		
16	7Mニウム	7Mニウム	*	7Mニウム	S	23.4	?	93	775	600		日産UG680	--	--	--	--	--	--		
17	7Mニウム	7Mニウム	*	7Mニウム	S	18.5	?	93	775	600		日産UG680	--	--	--	--	--	--		
18	7Mニウム	7Mニウム	*	7Mニウム	S	18.5	?	93	775	600		日産UG680	--	--	--	--	--	--		
19	7Mニウム	7Mニウム	*	7Mニウム	S	18.5	?	93	775	600		日産UG680	--	--	--	--	--	--		
20	7Mニウム	7Mニウム	*	7Mニウム	S	12.1	?	50	775	600		日産UG680	--	--	--	--	--	--		
21	7Mニウム	7Mニウム	*	7Mニウム	S	12.1	?	50	775	600		日産UG680	--	--	--	--	--	--		
22	7Mニウム	7Mニウム	*	7Mニウム	S	12.1	?	50	775	600		日産UG680	--	--	--	--	--	--		
23	7Mニウム	7Mニウム	*	7Mニウム	S	12.1	?	50	775	600		日産UG680	--	--	--	--	--	--		
24	鉄	鉄	SS41	鉄	STK41	14.9	?	70	775	600		日産UG680	--	--	--	--	--	--		
25	7Mニウム	7Mニウム	*	7Mニウム	S	12.1	?	50	775	600		日産UG680	--	--	--	--	--	--		
26	7Mニウム	7Mニウム	*	7Mニウム	S	12.1	?	50	775	600		日産UG680	--	--	--	--	--	--		
27	鉄	鉄	SS41	鉄	STK41	9.2	?	52	774	600		日産UG680	--	--	--	--	--	--		
28	鉄	鉄	SS41	鉄	STK41	14.9	?	70	775	600		日産UG680	--	--	--	--	--	--		
29	R C	R C	--	R C	--			連続	40	465	315	日産パ-ハ P410	--	--	--	--	--	--	1965年型	
30	R C	R C	--	R C	--			連続	40	465	315	日産パ-ハ P410	--	--	--	--	--	--	1964年型	
31	R C	R C	--	R C	--			連続	40	465	315	日野TH16	--	--	--	--	--	--	1962年型	
32	R C	R C	--	R C	--			連続	40	465	315	日野TH16	--	--	--	--	--	--	1961年型	

衝突実験結果一覧 (その 1 - 3)

番号	防 護 柵 応 力							特 記 事 項	車 両 重 心 位 置 発 生 加 速 度								備 考
	鋼 製			鉄筋コンクリート製			原 波 形				50msec 平 均 値						
	水 平 部 材		支 柱	鉄 筋	応 力	コンクリート	進 行 方 向		直 角 方 向	垂 直 方 向	合 成	進 行 方 向	直 角 方 向	垂 直 方 向	合 成		
	応 力	断面積														作用力	
	kg/cm ²	cm ²	t	t	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²		X g	Y g	Z g	g	X g	Y g	Z g	g	
A-1	—	?	—	—				ビーム中心部最大歪 2.0μ (引)	—	—	—	—	—	—	—	—	
A-2	—	?	—	—				ビーム中心部最大歪 17.7μ (圧)	0.27	0.41	—	—	—	—	—	—	
A-3	—	?	—	—				ビーム中心部最大歪 11.0μ (引)	0.45	0.29	—	—	—	—	—	—	
A-4	—	?	—	—				ビーム中心部最大歪 1.3μ (引)	0	0	—	—	—	—	—	—	
A-5	—	?	—	—				ビーム中心部最大歪 8.0μ (引)	0	0	—	—	—	—	—	—	
A-6	—	?	—	—					0.9	0.47	—	—	—	—	—	—	
1	—	14.9	—	—					2.6	3.4	—	4.2	—	—	—	—	
2	—	14.9	—	—					1.0	3.2	—	3.2	—	—	—	—	
3	—	14.9	—	—					1.5	2.9	—	3.2	—	—	—	—	
4	—	14.9	—	—					1.6	3.5	—	3.6	—	—	—	—	
5	—	14.9	—	—					4.6	3.2	—	5.5	—	—	—	—	
6	—	14.9	—	—					2.7	5.3	—	5.4	—	—	—	—	
7																	
8																	
9																	
10	—	12.6	8.0	—													
11	—	9.2	29.1	—													
12	—	12.6	7.4	—													
13	—	14.9	25.1	—													
14	—	14.9	11.4	—													
15	—	16.4	—	—													
16	—	23.4	—	—													
17	—	18.5	—	—													
18	—	18.5	—	—													
19	—	18.5	—	—													
20	—	12.1	—	—													
21	—	12.1	—	—													
22	—	12.1	—	—													
23	—	12.1	—	—													
24	—	14.9	—	—													
25	—	12.1	—	—													
26	—	12.1	—	—													
27	—	9.2	—	—													
28	—	14.9	—	—													
29					—	—	610u		2.0	5.5	—	—	—	—	—	—	写真より解析 (原根の印)
30					—	—	480u		4.5	10.2	—	14.0	—	—	—	—	写真より解析 (原根の印)
31					—	—	4500>		2.5	6.5	—	5.0	—	—	—	—	写真より解析 (原根の印)
32					—	—	—		3.0	4.0	—	—	—	—	—	—	写真より解析 (原根の印)

衝突実験結果一覧 (その 1 - 4)

番号	運転座席側加速度										助手席側加速度										大腿部	備考		
	頭部 (原波形)					胸部 (原波形)					HIC値	頭部 (原波形)					胸部 (原波形)						HIC値	
	進行方向 X g	直角方向 Y g	垂直方向 Z g	合成 g		進行方向 X g	直角方向 Y g	垂直方向 Z g	合成 g			進行方向 X g	直角方向 Y g	垂直方向 Z g	合成 g		進行方向 X g	直角方向 Y g	垂直方向 Z g	合成 g				
A-1																					kg			
A-2																								
A-3																								
A-4																								
A-5																								
A-6																								
1																								
2																								
3																								
4																								
5																								
6																								
7																								
8																								
9																								
10																								
11																								
12																								
13																								
14																								
15																								
16																								
17																								
18																								
19																								
20																								
21																								
22																								
23																								
24																								
25																								
26																								
27																								
28																								
29																								
30																								
31																								
32																								

衝突実験結果一覧 (その 1 - 5)

番号	その他特記事項	報 告 書		整理記号
		報 告 書 名	発行年月	
A-1		土研資料第 65号 アルミニウム合金製ガードレール実物実験資料	1965. 6	
A-2		土研資料第 127号 耐食アルミニウム合金製ガードレール実物実験資料解析報告書	1965. 11	
A-3				
A-4				
A-5				
A-6				
1		土研資料第 250号 ハイドロリック・クランツハ・リヤ (緩衝式ガードフェンス) 強度試験報告書	1967. 3	
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10	乗越	土研資料第 371号 アルミニウム合金製ガードレール実験報告書	1968. 3	
11	右前輪が「シャット」ル切断			
12	支柱衝突、ボクシング、右前輪が「シャット」ル切断			
13	ビーム破断、乗上			
14	ビーム破断、乗上、前輪懸架部大破			
15				
16				
17				
18	右前輪が「シャット」ル切断			
19	支柱衝突、前輪離脱			
20	支柱衝突、乗上、右前輪離脱			
21	支柱衝突、右前輪離脱			
22				
23	乗越後再復帰、エンジン下部損傷			
24	横転、前軸曲がり			
25	乗越			
26				
27				
28	乗上			
29	右前輪サスペンション破壊	防護柵の設計指針に関する実験的研究 (橋梁用オートガード) 報告書	1968. 3	
30	横転、右前輪が「シャット」ル切断、右後輪懸架部切断			
31	右前輪乗越、前輪・エンジン下部大破			
32	右前後輪乗越			

衝突実験結果一覧 (その2-1)

番号	実験名称	実験期日	供試体	埋込方式	衝突車両	車両重量 kg	衝突速度 km/h	衝突角度 度	衝突度 t・m	離脱速度 km/h	離脱角度 度	接触長 m	支柱変位			ビーム変位		最大進入行程 mm	最大傾斜角		最大飛び上がり量			
													最大変位 直角 Y mm	最大残留		最大変位 直角 Y mm	最大残留 直角 Y mm		前端 度	後端 度	前 端 部		後 端 部	
														直角 Y mm	平行 X mm						右側 mm	左側 mm	右側 mm	左側 mm
33	橋梁用ガードレール	1968. 6. 18	橋梁用ガードレール H=40cm	コ	大貨	13,600	27.0	20	4.3	—	乗上	—	—	34	12	—	90	—	—	—	—	—	—	
34		1968. 6. 21	橋梁用ガードレール H=50cm	コ	大貨	13,100	36.0	20	7.8	—	不離	—	—	194	30	—	330	50	—	—	—	—	—	
35		1968. 6. 28	橋梁用ガードレール H=60cm	コ	大貨	12,600	38.0	20	8.4	—	不離	—	—	180	38	—	270	250	—	—	—	—	—	
36		1968. 7. 12	橋梁用ガードレール H=60cm	コ	大貨	12,600	30.0	20	5.3	—	転倒	—	354	172	45	—	260	150	—	—	—	—	—	
37		1968. 7. 19	橋梁用ガードレール H=60cm	コ	大貨	12,200	45.0	20	11.3	—	11	—	433	383	34	—	480	—	—	—	—	—	—	
38		1968. 8. 9	橋梁用ガードレール H=60cm	コ	大貨	11,700	45.0	20	10.9	—	10	—	325	383	60	—	570	—	—	—	—	—	—	
39	コンクリート高欄	1968. 10. 15	コンクリート壁式高欄	—	小乗	1,320	80.0	20	3.5	73.0	3	2.3	—	—	—	—	—	—	—	—	小	—	—	
40		1968. 10. 18	コンクリート壁式高欄	—	大貨	13,900	28.0	20	5.0	—	不離	2.3	—	—	—	—	—	—	—	—	微	—	—	
41		1968. 10. 29	コンクリート壁式高欄	—	大貨	13,500	40.0	20	9.2	—	2	3.2	—	—	—	—	—	—	—	—	微	—	—	
42		1968. 11. 8	コンクリート壁式高欄	—	小乗	1,490	90.0	20	5.6	76.0	6	3.3	—	—	—	—	—	—	—	—	無	—	—	
43		1968. 11. 14	コンクリート壁式高欄	—	大貨	12,600	46.0	20	12.2	—	不離	4.4	—	—	—	—	—	—	—	—	無	—	—	
44		1968. 12. 13	コンクリート壁式高欄	—	小乗	1,280	73.0	20	3.1	—	2	3.1	—	—	—	—	—	—	—	—	大	—	—	
45		1968. 12. 17	コンクリート壁式高欄	—	大貨	5,500	55.0	20	7.6	—	不離	3.7	—	—	—	—	—	—	—	—	大	—	—	
46		1968. 12. 17	コンクリート壁式高欄	—	大貨	12,500	37.0	20	8.4	—	不離	2.7	—	—	—	—	—	—	—	—	小	—	—	
47	レール付高欄	1968. 11. 20	レール付コンクリート壁式高欄	—	小乗	1,280	89.0	20	4.6	76.0	12.5	—	—	—	—	—	—	—	—	微	—	—		
48		1968. 11. 26	レール付コンクリート壁式高欄	—	小乗	1,280	87.0	20	4.4	78.0	14.8	—	—	—	—	—	—	—	—	微	—	—		
49		1968. 11. 29	レール付コンクリート壁式高欄	—	大貨	12,500	45.0	20	11.6	—	再接	6	—	—	—	—	—	—	—	大	—	—		
50	中央分離帯用防護柵	1969. 3	両面型鋼製ガードレール	±	小乗	1,280	85.0	20	4.4	—	5	4.4	660	405	41	670	440	500	—	—	無し			
51		1969.	両面型鋼製ガードレール	±	大貨	12,200	45.0	20	11.4	—	再接	15.6	1170	1105	174	1300	1220	800	—	—	無し			
52		1969.	鋼製ボックスビーム	±	小乗	1,280	80.0	20	3.7	61.0	0	3.9	390	387	—	390	51	微	—	—	450	—	—	
53		1969.	鋼製ボックスビーム	±	大貨	12,700	40.0	20	9.4	62.0	不離	>24	1200	785	—	1200	1158	700	—	—	200	—	—	
54		1970. 1. 20	両面型鋼製ガードレール	±	小乗	1,250	87.0	20	4.4	—	5	10.9	1020	737	113	1020	820	900	—	—	—	—	—	
55		1970. 1. 23	両面型鋼製ガードレール	±	小乗	1,300	76.0	20	3.5	—	5	8.2	700	428	17	730	420	620	—	—	—	—	—	
56		1970. 1. 30	両面型ガードケーブル	±	小乗	1,450	78.0	20	3.9	—	再接	9.3	620	62	980	960	120	700	—	—	—	—	—	
57		1970. 2. 3	両面型ガードケーブル	±	小乗	1,410	85.0	20	4.7	—	再接	13.8	700	98	207	950	130	800	—	—	—	—	—	
58		1970. 3	両面型鋼製ガードレール	±	大貨	13,400	44.0	20	12.0	—	乗上	—	—	970	574	—	—	—	—	—	—	—	—	
59		1970.	両面型鋼製ガードレール	±	大貨	14,000	46.0	20	13.6	—	0	14.1	—	1307	99	1300	1230	—	—	—	—	—	—	
60		1970.	鋼製ボックスビーム	±	小乗	1,330	90.0	20	4.9	—	0	10.2	—	286	—	680	380	—	—	—	—	—	—	
61		1970.	鋼製ボックスビーム	±	大貨	13,900	45.0	20	13.0	—	30	13.4	—	—	—	1540	1210	—	—	—	—	—	—	
62		1970. 8	両面型ガードケーブル	±	小乗	1,330	69.0	20	2.9	—	不離	7.9	—	147	205	750	290	—	—	—	—	—	—	
63		1970.	両面型ガードケーブル	±	大貨	13,500	48.0	20	14.5	—	不離	20	—	689	1183	1100	720	—	—	—	—	—	—	
64		1970.	鋼製ボックスビーム	±	大貨	13,800	48.0	20	14.7	—	再接	24.9	—	—	—	1200	950	890	—	—	—	—	600	
65		1970.	両面型鋼製ガードレール	±	小乗	1,340	76.0	20	3.6	—	0	5.3	—	283	15	550	310	380	—	—	—	—	500	
66		1970.	両面型鋼製ガードレール	±	大貨	13,800	50.0	20	15.9	—	8	14	—	1370	232	1760	1550	1290	—	—	—	—	—	
67		1970. 12	両面型ガードケーブル	±	小乗	1,340	80.0	20	3.9	—	0	8.5	—	124	171	730	280	590	—	—	—	—	—	
68		1970.	両面型ガードケーブル	±	大貨	13,600	47.0	20	13.8	—	乗上	—	—	760	1345	1020	770	1060	—	—	—	—	1000	
69		1970.	鋼製ボックスビーム	±	大貨	14,000	51.0	20	16.8	—	不離	25.3	—	450	—	1240	980	890	—	—	—	—	—	
70		1970.	鋼製ボックスビーム	±	小乗	1,250	78.0	20	3.5	—	再接	7.3	—	50	—	340	110	390	—	—	—	—	—	
71		1970.	鋼製ボックスビーム	±	大貨	14,500	43.0	20	12.4	—	再接	13.5	—	340	—	1130	840	800	—	—	—	—	—	
72		1970.	鋼製ボックスビーム	±	小乗	1,250	82.0	20	3.9	—	再接	5.1	—	90	—	260	110	130	—	—	—	—	—	
73	鋼製高欄	1971. 1	ブロックアクト型鋼製ボックスビーム	コ	小乗	1,240	78.0	20	3.5	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
74		1971.	ブロックアクト型鋼製ボックスビーム	コ	大貨	13,000	50.0	20	15.9	—	不離	—	—	39	—	80	60	—	15	—	—	—	100	
75		1971.	ブロックアクト型鋼製ボックスビーム	コ	大貨	14,000	52.0	20	18.7	—	不離	—	—	7	—	30	5	—	—	—	—	—	100>	

衝突実験結果一覧 (その2-2)

番号	材 質					防 護 柵 規 格				特 記 事 項	車 名	車 面 規 格				重 量		備 考		
	全 体	水 平	材 質	垂直材 (支柱)	規格等	主部材 断面積 ヶ- ² ・本 cm ² ・本	補助材 断面積 ヶ- ² ・本 cm ² ・本	支柱 間隔 mm	張 出 量 mm			柵 高 mm	ビム 中心 mm	全 長	全 幅	全 高	軸 距		前軸重	後軸重
33	鉄	鉄	SS41	鉄	STK41	18.4	—	2000	70	825	650	綫石250mm含 綫石面DAV	いすゞTH17	—	—	—	—	—	—	
34	鉄	鉄	SS41	鉄	STK41	18.4	—	2000	70	775	600	綫石250mm含 綫石面85°	いすゞTH17	—	—	—	—	—	—	
35	鉄	鉄	SS41	鉄	STK41	18.4	—	2000	70	1025	850	綫石250mm含 綫石面60°	いすゞTH17	—	—	—	—	—	—	
36	鉄	鉄	SS41	鉄	STK41	18.4	—	2000	270	825	650	綫石250mm含 綫石面60°	いすゞTH17	—	—	—	—	—	—	
37	鉄	鉄	SS41	鉄	STK41	18.4	—	2000	70	1025	850	綫石250mm含 綫石面DAV	三菱フワT330	—	—	—	—	—	—	
38	鉄	鉄	SS41	鉄	STK41	18.4	—	2000	70	825	650	綫石250mm含 綫石面DAV	いすゞTH17	—	—	—	—	—	—	
39	RC	—	—	—	—	—	—	—	0	900	—	綫石250mm含 綫石面DAV	トヨタカウRS40	4,610	1,700	1,470	2,690	—	—	
40	RC	—	—	—	—	—	—	—	0	900	—	綫石250mm含 綫石面DAV	日野TH17	8,020	2,410	2,680	4,800	—	—	
41	RC	—	—	—	—	—	—	—	0	900	—	綫石250mm含 綫石面DAV	日野TH17	8,020	2,410	2,680	4,800	—	—	
42	RC	—	—	—	—	—	—	—	0	900	—	—	トヨタカウRS40	4,610	1,700	1,470	2,690	—	—	
43	RC	—	—	—	—	—	—	—	0	900	—	—	三菱フワT330	8,040	2,480	2,500	4,800	—	—	
44	RC	—	—	—	—	—	—	—	0	900	—	高500mm迄斜り出180mm	トヨタカウRS40	4,610	1,700	1,470	2,690	—	—	
45	RC	—	—	—	—	—	—	—	0	900	—	高500mm迄斜り出180mm	三菱フワT330	8,040	2,480	2,500	4,800	—	—	
46	RC	—	—	—	—	—	—	—	0	900	—	高500mm迄斜り出180mm	日野TH17	8,020	2,410	2,680	4,800	—	—	
47	RC	鉄	SS41	RC	—	18.0	—	2000	400	900	530	—	トヨタカウRS40	4,610	1,700	1,470	2,690	—	—	
48	RC	鉄	SS41	RC	—	18.0	—	2000	400	900	530	—	トヨタカウRS40	4,610	1,700	1,470	2,690	—	—	
49	RC	鉄	SS41	RC	—	18.0	—	2000	400	900	530	—	三菱フワT330	8,040	2,480	2,500	4,800	—	—	
50	鉄	鉄	SS41	鉄	STK41	22.3	—	4000	343	775	600	—	トヨタカウRS40	4,610	1,700	1,470	2,690	—	—	
51	鉄	鉄	SS41	鉄	STK41	22.3	—	4000	343	775	600	—	日野TH17	8,020	2,470	2,680	4,800	—	—	
52	鉄	鉄	STKR41	鉄	SS41	?	—	2000	50	700	600	—	トヨタカウRS40	4,610	1,700	1,470	2,690	—	—	
53	鉄	鉄	STKR41	鉄	SS41	?	—	2000	50	700	600	—	日野TH17	8,020	2,470	2,680	4,800	—	—	
54	鉄	鉄	SS41	鉄	STK41	?	—	4000	343	775	600	—	日野TH17 リック130	4,690	1,690	1,460	2,690	—	—	
55	鉄	鉄	SS41	鉄	STK41	?	—	4000	343	775	600	—	日野TH17 リック130P	4,690	1,690	1,460	2,690	—	—	
56	鉄	鉄	3x7G/O	鉄	STK41	1.35・4	—	6000	198	850	—	—	トヨタカウRS40P	4,610	1,700	1,470	2,690	—	—	
57	鉄	鉄	3x7G/O	鉄	STK41	1.35・4	—	6000	198	850	—	—	トヨタカウRS40P	4,610	1,700	1,470	2,690	—	—	
58	鉄	鉄	SS41	鉄	STK41	?	—	4000	343	775	600	—	日野TH17	8,020	2,470	2,680	4,800	—	—	
59	鉄	鉄	SS41	鉄	STK41	?	—	4000	343	775	600	—	日野TH17	8,020	2,470	2,680	4,800	—	—	
60	鉄	鉄	?	鉄	STK41	?	—	2000	26.5	700	599	—	日野TH17 リック130P	4,690	1,690	1,460	2,690	—	—	
61	鉄	鉄	?	鉄	STK41	?	—	2000	26.5	700	599	—	日野TH17	8,020	2,470	2,680	4,800	—	—	
62	鉄	鉄	3x7G/O	鉄	STK41	1.35・4	—	6000	211	910	—	—	トヨタカウRS40P	4,610	1,700	1,470	2,690	—	—	
63	鉄	鉄	3x7G/O	鉄	STK41	1.35・4	—	6000	211	910	—	—	三菱フワT330	?	?	?	?	—	—	
64	鉄	鉄	?	鉄	STK41	?	—	2000	51.5	700	649	—	日野TH17	8,020	2,470	2,680	4,800	—	—	
65	鉄	鉄	SS41	鉄	STK41	?	—	4000	343	800	600	—	トヨタカウRS40P	4,610	1,700	1,470	2,690	—	—	
66	鉄	鉄	SS41	鉄	STK41	?	—	4000	343	800	600	—	日野TH17	8,020	2,470	2,680	4,800	—	—	
67	鉄	鉄	3x7G/O	鉄	STK41	1.35・4	—	6000	211	1000	—	—	トヨタカウRS40P	4,610	1,700	1,470	2,690	—	—	
68	鉄	鉄	3x7G/O	鉄	STK41	1.35・4	—	6000	211	1000	—	—	日野TH17	8,020	2,470	2,680	4,800	—	—	
69	鉄	鉄	?	鉄	STKR41	?	—	2000	51.5	700	649	—	日野TH17	8,020	2,470	2,680	4,800	—	—	
70	鉄	鉄	?	鉄	STKR41	?	—	2000	51.5	700	649	—	日野TH17 リック130P	4,690	1,690	1,460	2,690	—	—	
71	鉄	鉄	?	鉄	STKR41	?	—	2000	51.5	700	649	—	いすゞTD70J	8,190	2,470	2,610	4,900	—	—	
72	鉄	鉄	?	鉄	SS41	?	—	2000	39	700	649	—	トヨタカウRS40P	4,610	1,700	1,470	2,690	—	—	
73	鉄	鉄	?	鉄	SS41	?	16.7	2070	203	950	849	—	トヨタカウRS50P	4,665	1,690	1,455	2,690	—	—	
74	鉄	鉄	?	鉄	SS41	?	16.7	2070	203	950	849	—	日野TH17	8,020	2,470	2,680	4,800	—	—	
75	鉄	鉄	?	鉄	SS41	?	16.7	2070	203	950	849	—	日野TH17	8,020	2,470	2,680	4,800	—	—	

衝突実験結果一覧 (その2-3)

番号	防 護 柵 応 力							特 記 事 項	車 道 中 心 位 置 発 生 加 速 度								備 考
	鋼 製			鉄 筋 コ ン ク リ ー ト 製					原 形				50msec 平 均 値				
	水 平 部 材		支 柱	鉄 筋 応 力		コンクリート	進 行 方 向		直 角 方 向	垂 直 方 向	合 成	進 行 方 向	直 角 方 向	垂 直 方 向	合 成		
	応 力	断 面 積		作 用 力	最 大 水 平 力											垂 直 材 最 大 値	
	kg/cm ²	cm ²	t	t	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²		X	Y	Z		X	Y	Z		
33	—	18.4	12.5	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	
34	—	18.4	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	
35	—	18.4	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	
36	—	18.4	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	
37	—	18.4	—	—	—	—	—		0.69	0.97	—	—	—	—	—	—	
38	—	18.4	—	—	—	—	—		0.60	2.17	—	—	—	—	—	—	
39	—	—	—	—	—	—	—		1.14	1.77	—	—	—	—	—	—	
40	—	—	—	—	—	—	—		7.1	10.2	—	—	—	—	—	—	
41	—	—	—	—	388u	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	
42	—	—	—	—	319u	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	
43	—	—	—	—	98u	—	—		6.5	8.8	—	—	—	—	—	—	
44	—	—	—	—	—	—	—		2.8	3.8	—	—	—	—	—	—	
45	—	—	—	—	—	—	—		10.4	10.0	—	12.8	—	—	—	—	
46	—	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	
47	—	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	
48	—	—	—	—	—	—	—		3.8	8.4	9.2	9.2	—	—	—	—	
49	—	—	—	—	—	—	—		5.5	7.0	—	10.2	—	—	—	—	
50	—	22.3	900u	—	—	—	—		2.2	4.5	—	4.8	—	—	—	—	
51	—	22.3	2700u	2.1	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	
52	—	?	—	1.2	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	
53	—	?	—	2.25	—	—	—		2.8	4.9	—	—	—	—	—	—	
54	—	?	—	1.3	—	—	—		0.8	1.3	—	—	—	—	—	—	
55	—	?	—	3.1>	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	
56	—	1.345	2.05	1.6	—	—	—		-6.0	-15.5	—	—	—	—	—	—	
57	—	1.345	2.6	1.7	—	—	—		-8.3	9.0	—	—	—	—	—	—	
58	—	?	—	—	—	—	—		-9.3	16.0	—	—	—	—	—	—	
59	—	?	—	2.1	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	
60	—	?	—	1.5	—	—	—		0.8	0.93	—	—	—	—	—	—	
61	—	?	—	2.2	—	—	—		2.0	2.8	—	—	—	—	—	—	
62	—	1.345	—	1.7	—	—	—		0.8	1.3	—	—	—	—	—	—	
63	—	1.345	—	-2.5	—	—	—		1.9	3.8	—	—	—	—	—	—	
64	—	?	—	1.6	—	—	—		0.7	1.5	—	—	—	—	—	—	
65	—	?	—	2.1	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	
66	—	?	—	4.8	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	
67	—	1.345	—	2.3	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	
68	—	1.345	—	4.2	—	—	—		-6.5	7.1	-4.8	—	—	—	—	—	
69	—	?	—	2.4	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	
70	—	?	—	1.5	—	—	—		3.8	4.4	-4.2	—	—	—	—	—	
71	—	?	—	2.4	—	—	—		-7.0	5.0	5.0	—	—	—	—	—	
72	—	?	—	—	—	—	—		-2.5	2.0	3.3	—	—	—	—	—	
73	—	?	—	7.2	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	
74	—	?	—	11.8	—	—	—		-8.6	-10.7	6.7	—	—	—	—	—	
75	—	?	—	3.6	—	—	—		-2.3	7.2	-5.9	—	—	—	—	—	
									—	—	—	—	—	—	—	—	

衝突実験結果一覧 (その2-4)

番号	運転席乗員加速度									助手席乗員加速度									大腿部	備考		
	頭部 (原波形)					胸部 (原波形)				HIC値	頭部 (原波形)					胸部 (原波形)					HIC値	
	進行方向 X g	直角方向 Y g	垂直方向 Z g	合成 g		進行方向 X g	直角方向 Y g	垂直方向 Z g	合成 g			進行方向 X g	直角方向 Y g	垂直方向 Z g	合成 g		進行方向 X g	直角方向 Y g				垂直方向 Z g
33																					kg	
34																						
35																						
36																						
37																						
38																						
39																						
40																						
41																						
42																						
43																						
44																						
45																						
46																						
47																						
48																						
49																						
50																						
51																						
52																						
53																						
54																						
55																						
56																						
57																						
58																						
59																						
60																						
61																						
62																						
63																						
64																						
65																						
66																						
67																						
68																						
69																						
70																						
71																						
72																						
73																						
74																						
75																						

衝突実験結果一覧 (その2-5)

番号	その他の特記事項	報告書		整理記号
		報告書名	発行年月	
33	乗り上げ	土研資料第 421号 衝撃によるガードレールの諸性能試験報告書	1968. 12	
34				
35				
36				
37				
38				
39		コンクリート高欄突車衝突実験報告書 高速道路調査会コンクリート高欄専門委員会	1969. 2	
40				
41				
42				
43				
44	飛び上がりあり			
45		レール付きコンクリート高欄の実験的研究報告書 高速道路調査会レール付き高欄専門委員会	1969. 2	
46				
47	牽引可			
48				
49				
50				
51		中央分離帯の構造に関する研究	1969. 9	
52		中央分離帯の構造に関する研究 (ボックスビーム編)	1969. 12	
53	自力走行可	中央分離帯の構造に関する研究 (その2)	1970. 2	
54	自力走行可			
55				
56				
57				
58	乗り上げ			
59	自力走行可	中央分離帯の構造に関する研究 (中間報告書)	1970. 8	
60				
61				
62				
63				
64				
65	自力走行可	中央分離帯の構造に関する研究 (中間報告書 その2)	1971. 1	
66	自力走行可			
67	自力走行可			
68				
69				
70				
71		鋼製高欄の構造形式に関する研究 45年度報告書	1971. 2	
72				
73	ボンネット開き有り			
74				
75				

衝突実験結果一覧 (その3-1)

番号	実 験 名 称	実験期日	供 試 体	埋込方式	衝突車両	車両重 kg	衝突速度 km/h	衝突角度 度	衝突度 t・m	離脱速度 km/h	離脱角度 度	接触長 m	支柱変位			ビーム変位		最大進入 行程 mm	最大傾斜角		最大飛び上がり量			
													最大変位 直角 Y mm	最大残留		最大変位 直角 Y mm	最大残留 直角 Y mm		前端 度	後端 度	前 端 部		後 端 部	
														直角 Y mm	平行 X mm						右 側 mm	左 側 mm	右 側 mm	左 側 mm
76	狭い中分用防護柵	1972. 1. 7	首都高型曲面型A種ガードレール	コ	小乗	1,340	77	20	3.7	—	5	3.8	230	11.3	—	230	50	150	—	—	—	—	—	—
77		1972. 1. 27	首都高型曲面型A種ガードレール	コ	小貨	1,580	87	20	5.5	—	9	4	310	22.5	—	310	240	240	—	—	—	—	—	—
78		1972. 2. 9	首都高型曲面型A種ガードレール	コ	大貨	16,600	55	20	20.3	転倒	10	11	780	—	—	780	540	430	—	—	—	—	—	—
79		1972. 3. 7	首都高型コンクリートバリヤー	—	小乗	1,340	72	20	3.2	—	3.5	2.5	—	—	—	—	—	—	—	—	700	—	—	—
80		1972. 3. 10	首都高型コンクリートバリヤー	—	小貨	1,580	82	20	4.9	—	9	3.2	—	—	—	—	—	—	—	—	820	—	—	—
81	中分用防護柵	1972. 3. 10	首都高型コンクリートバリヤー	—	大貨	14,500	43	20	12.3	—	接道	11.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
82		1972. 8. 4	奈良合型コンクリートバリヤー	—	大貨	5,500	61	20	9.4	—	3.5	4	—	—	—	—	—	—	9.5	—	400	—	—	—
83		1972. 9. 21	阪神高型コンクリートバリヤー	—	小乗	1,300	83	20	4.1	—	11	3.7	—	—	—	—	—	—	14	—	360	—	—	—
84		1972. 9. 21	阪神高型コンクリートバリヤー	—	大貨	5,600	60	20	9.2	—	3.5	5.7	—	—	—	—	—	—	11	—	800	—	—	—
85		1972. 9. 22	阪神高型コンクリートバリヤー	—	小貨	1,600	90	20	5.9	—	3.5	4	—	—	—	—	—	—	1	—	480	—	—	—
86	コンクリート型式剛性防護柵	1972. 9. 22	阪神高型コンクリートバリヤー	—	大貨	14,000	55	20	18.8	—	10	15	—	—	—	—	—	—	10	—	710	—	—	—
87		1973. 12. 6	コンクリートバリヤー	—	小乗	1,300	82	20	4.0	—	6.5	2.8	—	—	—	—	—	—	18.1	—	—	470	—	—
88		1973. 12. 7	コンクリートバリヤー	—	小貨	1,500	78	20	4.2	—	1.1	1.7	—	—	—	—	—	—	2.5	—	—	350	—	—
89		1973. 12. 8	コンクリートバリヤー	—	大貨	14,300	53	20	18.5	—	0	13.3	—	—	—	—	—	—	12.4	—	—	280	—	—
90		1973. 12. 17	緩衝材付コンクリートバリヤー	—	小乗	1,300	77	20	3.5	—	3.5	2.5	—	—	—	—	—	—	0	—	—	240	—	—
91		1973. 12. 18	緩衝材付コンクリートバリヤー	—	小貨	1,500	73	20	3.7	—	4.5	3.2	—	—	—	—	—	—	0	—	—	320	—	—
92		1973. 12. 19	緩衝材付コンクリートバリヤー	—	大貨	14,200	52	20	17.7	—	0	2.3	—	—	—	—	—	—	10.2	—	—	170	—	—
93		1974. 2. 8	緩衝材付コンクリートバリヤー	—	大貨	14,800	45	20	13.8	—	7	1.6	—	—	—	—	—	—	0.85	0	0	0	0	0
94	橋梁用鋼製高欄防護柵	1977. 9. 21	鋼製ボックスビーム	コ	小乗	1,300	79.5	20	3.8	—	8	3.07	44	2.0	—	—	2	—	4	—	110	20	0	0
95		1977. 9. 26	鋼製ボックスビーム	コ	小貨	1,500	85	20	5.0	—	7	3.31	37	2.0	—	—	2	—	5.5	—	20	80	0	40
96		1977. 9. 30	鋼製ボックスビーム	コ	小乗	1,300	63.9	20	2.4	—	6	1.82	23	2.0	—	—	2	—	5.5	—	0	0	0	0
97		1977. 10. 13	鋼製ボックスビーム	コ	大貨	14,100	51.1	20	17.0	—	7	7.1	99	—	—	—	63	—	10.5	—	0	96	0	0
98		1977. 11. 4	鋼製ボックスビーム	コ	大貨	14,000	51.3	20	17.1	—	1	8.9	70	—	—	—	31	—	10.5	—	0	115	0	0
JARI	アルミニウム合金製高欄型 自動車用防護柵	1977. 10. 25	アルミB種ボックスビーム	コ	大貨	14,100	30	20	5.8	—	2	4.2	180	—	—	—	45	—	10.5	—	30	250	0	0
JARI		1977. 10. 27	アルミA種ボックスビーム	コ	大貨	14,000	45.8	20	13.5	—	1.5	6.3	135	—	—	—	59	—	13.5	—	0	340	0	0
JARI		1977. 10. 28	アルミA種ボックスビーム	コ	大貨	14,100	45.8	20	13.6	—	0	8.2	116	—	—	—	138	—	16.5	—	0	460	0	0
99	アルミニウム合金製高欄型 自動車用防護柵	1979.	アルミA種ボックスビーム	コ	小乗	1,300	60.6	15	1.3	—	3.0	3.7	8	—	0	—	5	—	2.5	—	0	0	0	0
100		1979.	アルミA種ボックスビーム	コ	大貨	13,870	60.6	15	13.4	—	0	11.2	60	—	0	—	14	—	2.5	—	10	0	0	0
101		1979.	アルミB種パイプビーム	コ	小乗	1,410	40.4	15	0.6	—	1	2.8	0	—	80	—	0	—	5	—	0	0	0	0
102		1979.	アルミB種パイプビーム	コ	大貨	14,000	40.4	15	6.0	—	2	3.7	65	—	75	—	55	—	5.3	—	4	0	0	0
103		1979.	アルミA種ボックスビーム	コ	大貨	14,020	60.6	15	13.6	—	3	9.2	50	—	0	—	33	—	14	—	20	0	0	0
104		1979.	アルミA種オーバルビーム	コ	大貨	14,010	60.6	15	13.6	—	5.5	8.8	72	—	0	—	37	—	8.3	—	12	0	0	0
105		1979.	アルミA種オーバルビーム	コ	小乗	1,640	60.6	15	1.6	—	2	3.4	15	—	0	—	0	—	2	—	0	0	0	0
106		1979.	アルミB種ボックスビーム	コ	大貨	13,840	40.4	15	6.0	—	3.5	4.1	100	—	0	—	36	—	5	—	8	0	0	0
107		1979.	アルミB種ボックスビーム	コ	大貨	13,950	40.4	15	6.0	—	1	4.8	87	—	0	—	48	—	7	—	5	0	0	0

衝突実験結果一覧 (その3-2)

番号	材 質					防 護 柵		規 格			特 記 事 項	車 面 規 格							備 考	
	全 体	水 平 材	規格等	垂直材	(支柱) 規格等	主部材 断面積 ケ-ブル 本 数 cm ² ・本	補助材 断面積 ケ-ブル 本 数 cm ² ・本	支柱 間隔 mm	張 出 量 mm	柵 高 mm		ビム 中心 mm	車 名	寸 法				重 量		
														全 長	全 幅	全 高	軸 距	前軸重		後軸重
													mm	mm	mm	mm	kg	kg		
76	鉄	鉄	SS41	鉄	STK41	18.7	—	2000	180	895	720		トヨタカマRS50	4,635	1,695	1,460	2,690	—	—	
77	鉄	鉄	SS41	R C	STK41	18.7	—	2000	180	895	720		トヨタ イPK170	4,690	1,695	1,990	2,800	—	—	
78	鉄	鉄	SS41	R C	STK41	18.7	—	2000	180	895	720		いすゞTD71	8,190	2,420	2,610	4,900	—	—	
79	R C	R C	—	R C	—	—	—	連続	-250	900	—		トヨタカマRS50	4,635	1,695	1,460	2,690	—	—	
80	R C	R C	—	R C	—	—	—	連続	-250	900	—		トヨタ イPK170	4,690	1,695	1,990	2,800	—	—	
81	R C	R C	—	R C	—	—	—	連続	-250	900	—		三菱フタT330	8,020	2,470	2,680	4,800	—	—	
82	R C	R C	—	R C	—	—	—	連続	-300	1000	—		日産デ-ビ-ルT80	8,085	2,485	2,500	4,800	—	—	
83	R C	R C	—	R C	—	—	—	連続	-240	1000	—		ワ-リツカ-リツ7A30	4,690	1,695	1,445	2,690	—	—	
84	R C	R C	—	R C	—	—	—	連続	-240	1000	—		日産デ-ビ-ルTH17	8,020	2,470	2,680	4,800	—	—	
85	R C	R C	—	R C	—	—	—	連続	-240	1000	—		トヨタ イRK170	4,690	1,695	1,990	2,800	—	—	
86	R C	R C	—	R C	—	—	—	連続	-240	1000	—		日産デ-ビ-ルTH17	8,020	2,470	2,685	4,800	—	—	
87	R C	R C	—	R C	—	—	—	連続	-250	1000	—		日産セド-リツ7H130	4,690	1,690	1,460	2,690	—	—	
88	R C	R C	—	R C	—	—	—	連続	-250	1000	—		トヨタ イRK171	4,690	1,695	1,990	2,800	—	—	
89	R C	R C	—	R C	—	—	—	連続	-250	1000	—		日産デ-ビ-ルKB341	9,360	2,470	2,685	5,400	—	—	
90	R C	ウレタン	—	R C	—	—	—	連続	-150	1000	—		日産セド-リツ7H130	4,690	1,690	1,465	2,690	—	—	
91	R C	ウレタン	—	R C	—	—	—	連続	-150	1000	—		トヨタ イRK171	4,690	1,695	1,990	2,800	—	—	
92	R C	ウレタン	—	R C	—	—	—	連続	-150	1000	—		日産デ-ビ-ルKB320	8,552	2,490	2,685	4,800	—	—	
93	R C	ウレタン	—	R C	STKR41	—	—	連続	-150	1000	—		日産KB型	9,900	2,490	2,675	5,700	—	—	
94	鉄	鉄	STKR41	鉄	STKR41	39.6	16.7	2000	175	920	833	綾石120mm台	トヨタカマRS60	4,680	1,690	1,425	2,690	—	—	
95	鉄	鉄	STKR41	鉄	STKR41	39.6	16.7	2000	175	920	833	綾石120mm台	トヤRU10	4,690	1,695	1,990	2,815	—	—	
96	鉄	鉄	STKR41	鉄	STKR41	39.6	16.7	2000	175	920	833	綾石120mm台	トヨタカマMS60	4,680	1,690	1,420	2,690	—	—	
97	鉄	鉄	STKR41	鉄	STKR41	39.6	16.7	2000	175	920	833	綾石120mm台	日産デ-ビ-ルKD341	9,360	2,470	2,685	5,400	—	—	
98	鉄	鉄	STKR41	鉄	STK41	39.6	16.7	2000	175	920	833	綾石120mm台	三菱デ-ビ-ルT810H	9,765	2,480	2,675	5,700	—	—	
JAR1	アルミニウム	アルミニウム	A6061S	アルミニウム	A6061S	?	?	2000	140	920	858	綾石120mm台	三菱デ-ビ-ルT810H	8,320	2,480	2,675	4,700	2,900	1,845	
JAR1	アルミニウム	アルミニウム	A6061S	アルミニウム	A6061S	?	?	2000	175	920	842	綾石120mm台	日産デ-ビ-ルKB121	8,200	2,460	2,660	4,900	2,875	1,745	
JAR1	アルミニウム	アルミニウム	A6061S	アルミニウム	A6061S	?	?	2000	175	920	842	綾石120mm台	日産デ-ビ-ルCK20L	8,200	2,480	2,780	4,900	2,875	1,745	
99	アルミニウム	アルミニウム	—	アルミニウム	—	?	?	2000	50	800	—		トヨタカマMS60	4,680	1,690	1,420	2,690	—	—	
100	アルミニウム	アルミニウム	—	アルミニウム	—	?	?	2000	50	800	—		三菱フタT810P	9,920	2,480	2,460	6,000	—	—	
101	アルミニウム	アルミニウム	—	アルミニウム	—	?	?	2000	80	800	—		日産セド-リツ7H130	4,690	1,690	1,455	2,690	—	—	
102	アルミニウム	アルミニウム	—	アルミニウム	—	?	?	2000	80	800	—		UD CK20R	10,270	2,450	2,530	6,200	—	—	
103	アルミニウム	アルミニウム	—	アルミニウム	—	?	?	2000	75	800	—		UD PTC81G	9,060	2,480	2,650	5,360	—	—	
104	アルミニウム	アルミニウム	—	アルミニウム	—	?	?	2000	175	800	69		三菱フタT810H	8,250	2,480	2,510	4,700	—	—	
105	アルミニウム	アルミニウム	—	アルミニウム	—	?	?	2000	175	800	600		日産デ-ビ-ル150	5,045	1,795	1,460	2,850	—	—	
106	アルミニウム	アルミニウム	—	アルミニウム	—	?	?	2000	50	800	600		三菱フタT810H	8,250	2,480	2,510	4,700	—	—	
107	アルミニウム	アルミニウム	—	アルミニウム	—	?	?	2000	45	800	—		三菱フタT810H	8,250	2,480	2,510	4,700	—	—	

衝突実験結果一覧 (その3-3)

番号	防 護 柵 応 力							車 両 車 心 位 置 発 生 加 速 度								備 考	
	鋼 型			鉄筋コンクリート型			特 記 事 項	原 車 波 形				50msec 平 均 値					
	水 平 部 材			支 柱	鉄 筋 応 力			コンクリート 最大応力	進 行 方 向	直 角 方 向	垂 直 方 向	合 成	進 行 方 向	直 角 方 向	垂 直 方 向		合 成
	応 力	断面積	作用力		最 大 水平力	垂直材 最大値											
	kg/cm²	cm²	t	t	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²		X	Y	Z		X	Y	Z		
76		18.7	—	4.1					12.0	1.0	—	—	—	—	—	—	助手席上
77		18.7	—	7.7					20.0	20以上	20以上	—	—	—	—	—	助手席上
78		18.7	—	4.5					—	—	—	—	—	—	—	—	助手席上
79					—	—	—		12.0	14.0	20.0	—	—	—	—	—	助手席上
80					—	—	—		20.0	20以上	20以上	—	—	—	—	—	助手席上
81					—	—	—		11.0	10.0	8.0	—	—	—	—	—	助手席上
82					—	—	—		7.8	12.8	9.9	—	—	—	—	—	助手席上
83					—	—	—		-13.8	20.4	-11.1	—	—	—	—	—	助手席上
84					—	—	—		-23.2	-15.9	-29.2	—	—	—	—	—	助手席上
85					—	—	—		-22.9	-31.4	-43.1	—	—	—	—	—	助手席上
86					—	—	—		-13.8	-11.9	-18.7	—	—	—	—	—	助手席上
87					—	—	—		4.7	19.9	—	—	—	—	—	—	写真より解析
88					—	—	—		56.3	34.7	—	—	—	—	—	—	加速度計より
89					—	—	—		8.7	15.0	—	—	—	—	—	—	加速度計より
90					—	—	—		18.7	31.4	—	—	—	—	—	—	加速度計より
91					—	—	—		18.5	50.0	—	—	—	—	—	—	加速度計より
92					—	—	—		15.0	23.8	—	—	—	—	—	—	加速度計より
93					—	—	—		11.9	22.8	—	—	—	—	—	—	加速度計より
94	—	39.6	—	—					11.4	15.1	10.0	—	—	—	—	—	運転席上
95	—	39.6	—	—					7.8	19.3	13.9	—	—	—	—	—	運転席上
96	—	39.6	—	—					8.5	7.5	8.0	—	—	—	—	—	運転席上
97	—	39.6	—	—					12.4	10.1	6.9	—	—	—	—	—	運転席上
98	—	39.6	—	—					9.8	9.8	10.7	—	—	—	—	—	運転席上
JARI	—	?	—	—					1.0	4.0	5.0	—	—	—	—	—	運転席上
JARI	—	?	—	—					2.0	4.0	3.0	—	—	—	—	—	運転席上
JARI	—	?	—	—					4.0	5.0	13.0	—	—	—	—	—	運転席上
99	402	?	575u	2.4					-10.5	11.0	8.7	—	—	—	—	—	運転席上
100	—	?	4040u	5.7					-13.0	16.0	10.0	—	—	—	—	—	運転席上
101	25	?	35u	1.6					-8.4	-11.5	-8.0	—	—	—	—	—	運転席上
102	238	?	340u	4.7					10.8	12.2	10.5	—	—	—	—	—	運転席上
103	490	?	700u	5.3					-6.7	11.3	-10.3	—	—	—	—	—	運転席上
104	—	?	-4700u	5.4					-9.0	-9.7	-7.5	—	—	—	—	—	運転席上
105	952	?	-1360u	3.0					7.0	-6.8	6.0	—	—	—	—	—	運転席上
106	525	?	750u	—					-6.8	-7.8	-5.5	—	—	—	—	—	運転席上
107	2065	?	2950u	—					5.4	3.8	5.6	—	—	—	—	—	運転席上

衝突実験結果一覧 (その3-4)

番号	運転席乗員加速度									助手席乗員加速度									大腿部 kg	備考
	頭部 (原波形)				胸部 (原波形)				HIC値	頭部 (原波形)				胸部 (原波形)				HIC値		
	進行方向 X g	直角方向 Y g	垂直方向 Z g	合成 g	進行方向 X g	直角方向 Y g	垂直方向 Z g	合成 g		進行方向 X g	直角方向 Y g	垂直方向 Z g	合成 g	進行方向 X g	直角方向 Y g	垂直方向 Z g	合成 g			
76																				
77																				
78																				
79																				
80																				
81																				
82																				
83																				
84																				
85																				
86																				
87																				
88																				
89																				
90																				
91																				
92																				
93																				
94																				
95																				
96																				
97																				
98																				
JAR1																				
JAR1																				
JAR1																				
99																				
100																				
101																				
102																				
103																				
104																				
105																				
106																				
107																				

衝突実験結果一覧（その 3 - 5）

番号	そ の 他 特 記 事 項	報 告 書 名	発行年月	整理記号
		報 告 書 名		
76		狭い中央分離帯に設置する防護柵に関する研究報告書	1972・3	
77				
78				
79				
80				
81		中央分離帯防護柵突車衝突実験報告書	1972・11	
82	変形量小			
83	変形量小			
84	前部車軸折損			
85	前部部歪み大			
86	前部車軸折損	コンクリート壁式剛性防護柵の構造に関する研究	1974・3	
87	前部車軸折損			
88	右後輪タイヤはずれ			
89				
90	前部車軸折損			
91		橋梁用鋼製防護柵に関する研究報告書（日本道路公団委託）	1978・2	
92				
93				
94				
95				
96		アルミニウム合金製高欄型自動車用防護柵に関する研究報告書（ブロックアウト型）	1978・7	
97				
98				
JARI	自力走行可			
JARI	自力走行可			
JARI		アルミニウム合金製高欄型自動車用防護柵に関する研究報告書概要書 アルミニウム合金製高欄型自動車用防護柵に関する研究報告書 - 確認と実験 -	1980・1 1980・3	
99	自力走行可			
100				
101	自力走行可			
102	自力走行可			
103				
104	自力走行可			
105	自力走行可			
106	自力走行可			
107				

衝突実験結果一覧 (その4-1)

番号	実験名称	実験期日	供試体	埋込方式	衝突車両	車両重量 kg	衝突速度 km/h	衝突角度 度	衝突長さ t・m	離脱速度 km/h	離脱角度 度	接触長さ m	支柱変位			ビーム変位		最大進入 行程 mm	最大傾斜角		最大飛び上がり量			
													最大変位 直角 Y mm	最大残留		最大変位 直角 Y mm	最大残留 直角 Y mm		前端	後端	前端部		後端部	
														直角 Y mm	平行 X mm						右側 mm	左側 mm	右側 mm	左側 mm
108	中央分離帯用防護柵	1984. 8. 22	曲面型鋼製S種GR(SS41)	土	大貨	15,900	69.7	20	35.6	—	7	14.5	931	950	15	—	1070	—	23.5	44	—	—	—	—
109		1984. 11. 29	曲面型鋼製S種GR(SS41)	土	大貨	14,200	74.9	20	36.7	—	47.2	9	20	1225	1115	190	—	1345	—	40	—	—	—	—
			曲面型鋼製A種GR	土	大貨	14,200	47.2	42	51.5	—	乗越	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
110		1984. 12. 18	曲面型鋼製S種GR(SS41)	土	小乗	1,640	119.5	20	10.8	98.4	7.5	9	779	425	-15	—	430	—	-9	—	—	—	—	—
111		1985. 1. 25	曲面型鋼製S種GR(SS50)	土	大貨	14,900	75.3	20	38.9	52.7	10	16.3	1137	1145	115	—	1310	—	24	—	—	—	—	—
			曲面型鋼製S種GR(SS50)	土	大貨	14,900	52.7	40	67.2	—	乗越	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
112		1985. 2. 8	曲面型鋼製S種GR(SS50)	土	小乗	1,570	112.9	20	9.2	97.3	9.2	7.4	618	260	-25	—	290	—	-6	—	—	—	—	—
113	B種防護柵	1985. 3. 27	鋼製B種ガードレール	土	小乗	1,520	64.7	15	1.7	—	7.5	7.6	—	—	—	—	460	—	—	—	—	—	—	—
114	C種防護柵	1985. 3. 28	鋼製C種ガードレール	土	小乗	1,520	66.8	45	13.4	—	乗越	2.3	—	—	—	—	2380	乗越	—	—	—	—	—	—
115	アルミニウム合金製高欄	1986. 9. 12	鋼製高欄	コ	小乗	?	60	15	—	—	不離	—	—	110	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
116		1986. 9. 18	アルミハイトテンション高欄	コ	小乗	?	60	15	—	—	不離	—	—	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
117		1986. 9. 24	アルミハイトテンション高欄	コ	小乗	?	60	15	—	—	不離	—	—	52	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
118	高欄補強法に関する実験	1986. 9. 29	アルミ鋳物製高欄(補強A)	コ	大貨	14,000	40	15	5.9	—	6.5	—	—	110	—	70	—	—	—	—	—	—	—	—
119		1986. 10. 2	アルミ高欄(補強B)	コ	大貨	14,000	40	15	5.9	—	4	—	—	279	—	127	—	—	—	—	—	—	—	—
120		1987. 1. 16	アルミ高欄(補強C)	コ	大貨	14,000	40	15	5.9	—	4	—	—	532	—	357	—	—	—	—	—	—	—	—
121		1987. 1. 23	アルミ高欄(補強D)	コ	小乗	1,500	60	15	1.4	—	8	—	—	25	—	20	—	—	—	—	—	—	—	—
122		1987. 2. 6	アルミ高欄(補強E)	コ	小乗	1,500	60	15	1.4	—	再接	—	—	281	—	100	—	—	—	—	—	—	—	—
123		1987. 2. 14	アルミ鋳物製高欄	コ	小乗	1,500	60	15	1.4	—	突破	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
124		1987.	鋼製高欄支柱コンクリート型F	コ	大貨	14,000	40	15	5.9	—	2.5	—	—	307	—	257	—	—	—	—	—	—	—	—
125		1987.	鋼製高欄支柱補強プレート型G	コ	大貨	14,000	40	15	5.9	—	0	—	—	260	—	188	—	—	—	—	—	—	—	—
126		1987.	鋼製高欄支柱補強プレート型G	コ	大貨																			
127		急カーブ用防護柵	1988. 4. 27	鋼製A種2段ガードレール	土	大乗	14,030	73	25	52.5	51.0	10.3	11.6	1520	1437	98	—	1133	958	24	29	550	—	—
			鋼製A種2段ガードレール	土	大乗	14,030	51	44	69.2	—	突破	—	—	1108	713	上段 破断	—	12	8	—	—	—	—	—
128	1988. 5. 18		7本型ガードケーブル	土	大乗	14,050	72	25	51.0	46.0	2.3	10.8	1380	951	871	—	—	1074	31	30	900	—	1000	—
		7本型ガードケーブル	土	大乗	14,050	46	34	34.5	—	再接	8	—	760	620	—	—	523	15	13	—	380	—	—	
129		1988. 6. 15	鋼製3山ガードレール	土	大乗	14,000	73	25	52.5	52.0	11.5	11.9	1447	1374	145	—	1319	863	19	23	560	—	350	—
			鋼製3山ガードレール	土	大乗	14,000	52	43	69.3	—	22.5	10	—	1223	757	—	1094	831	8	10	—	0	—	—
130		1988. 6. 30	鋼製3山ガードレール	土	小乗	1,100	103	25	8.2	75.0	4.3	5.8	342	193	142	—	173	312	-10	-4	0	—	0	—
131		1988. 7. 13	7本型ガードケーブル	土	小乗	1,100	103	25	8.2	—	不離	4.1	667	625	2200	—	—	—	-7	—	—	—	—	—
132		1988. 8. 2	鋼製改良3山ガードレール	土	大乗	14,000	71	25	49.6	50.0	10	11.4	1368	1291	102	—	1212	769	27	26	440	—	630	—
			鋼製ボックスビーム	土	大乗	14,000	50	41	59.3	—	13.5	6.5	—	1117	80	1016	893	620	—	14	—	—	—	—
133		1988. 8. 31	改良7本型ガードケーブル	土	小乗	1,100	103	25	8.2	—	不離	5	715	287	500	—	—	670	0	17	—	—	—	—
134		1988. 10. 12	誘導板付ガードケーブル	土	小乗	1,100	104	25	8.3	67	10.5	4.9	692	159	227	—	—	460	9	11	190	—	180	—
135	格突用歩車道分離柵	1989. 6. 30	コンクリート製防護柵	コ	小乗	1,100	60.1	15	1.1	47	4	1.3	—	1142	0	—	2	0	15.3	—	—	—	—	—
136	A種防護柵	1989. 7. 30	鋼製A種ガードレール	土	大乗	14,000	70.2	20	31.8	—	乗越	12.3	142	400	101	—	1202	乗越	—	—	—	—	—	—
137		1989. 8. 11	鋼製A種ガードケーブル	土	大乗	14,000	55	20	19.5	—	不離	30.2	528	452	1322	—	361	960	—	7.2	—	—	—	—
138	コンクリート壁式高欄	1989. 9. 18	コンクリート壁式高欄	—	小乗	1,100	60	20	1.8	47	8	1.6	—	—	—	—	—	—	2.3	—	—	—	—	—
139		1989. 9. 27	コンクリート壁式高欄	—	大乗	14,000	60	20	23.2	45	3	9.1	—	—	—	—	—	—	11.9	—	—	—	—	—
140	アルミニウム合金製高強度型防護柵	1989. 10. 30	アルミS種ボックスビーム	コ	小乗	1,100	80	15	1.9	67	4.8	2.9	-29	5	-5	—	7	85	4	3	0	0	0	0
141		1989. 11. 8	アルミS種ボックスビーム	コ	大乗	1,000	80	15	23.6	55	1	13.4	55	20	6	—	33	35	15	11	400	50	200	20

衝突実験結果一覧 (その4-2)

番号	防 撞 柵 規 格										特 記 事 項	車 名	車 面 規 格						備 考
	材 質				主部材 断面積 ケ-ブル 本 数 cm ² ・本	補助材 断面積 ケ-ブル 本 数 cm ² ・本	支柱 間隔 mm	張 出 量 mm	柵 高 mm	ビム 中心 mm			寸 法				重 量		
	全 体	水 平	材 質	垂直材 (支柱)									規格等	規格等	全 長	全 幅	全 高	軸 距	
			規格等		規格等							mm	mm	mm	mm	kg	kg		
108	鉄	鉄	SS41	鉄	STK41	23.4	2000	430	750	600		日野KB384	10,600	2,300	2,060	6,360	5,870	10,030	
109	鉄	鉄	SS41	鉄	STK41	18.7	2000	442	750	600		いすゞSLR520	9,150	2,400	2,680	5,150	5,450	8,710	
	鉄	鉄	SS41	鉄	STK41	18.7	4000	318	750	600									
110	鉄	鉄	SS41	鉄	STK41	18.7	2000	442	750	600		トヨタワゴン90	4,650	1,670	1,400	2,700	863	642	
111	鉄	鉄	SS50	鉄	STK41	18.7	2000	442	750	600		日野KB394	11,500	2,380	2,600	6,950	5,636	9,295	
	鉄	鉄	SS50	鉄	STK41	18.7	2000	442	750	600									
112	鉄	鉄	SS50	鉄	STK41	18.7	2000	442	750	600		トヨタワゴンMS90	4,650	1,670	1,370	2,700	860	620	
113	鉄	鉄	SS41	鉄	STK41	13.1	4000	83	775	600		日産サドルラックC331	4,690	1,690	1,445	2,690	770	620	
114	鉄	鉄	SS41	鉄	STK41	9.4	4000	83	775	600		日産サドルラックC331	4,690	1,690	1,445	2,690	770	620	
115	鉄	鉄	STK41	鉄	STK41	—	2500	10	1100	—	緩石100mm台	?	—	—	—	—	—	—	
116	7本ニウム	7本ニウム	—	7本ニウム	—	—	2500	20	1100	—	緩石100mm台	?	—	—	—	—	—	—	
117	7本ニウム	7本ニウム	—	7本ニウム	—	—	2500	20	1100	—	緩石100mm台	?	—	—	—	—	—	—	
118	7本ニウム	7本ニウム	—	7本ニウム	AC7A-F	—	2500	—	750	—		?	—	—	—	—	—	—	
119	7本ニウム	7本ニウム	—	7本ニウム	—	—	2500	110	800	—		?	—	—	—	—	—	—	
120	7本ニウム	7本ニウム	—	7本ニウム	—	—	2500	110	800	—		?	—	—	—	—	—	—	
121	7本ニウム	7本ニウム	—	7本ニウム	—	—	2500	50	1000	—		?	—	—	—	—	—	—	
122	7本ニウム	7本ニウム	—	7本ニウム	—	—	2500	50	800	—		?	—	—	—	—	—	—	
123	7本ニウム	7本ニウム	—	7本ニウム	AC7A-F	—	2500	—	750	—		?	—	—	—	—	—	—	
124	鉄	鉄	SS41	鉄	STKR41	13.1	2000	150	1100	700		?	—	—	—	—	—	—	
125	鉄	鉄	SS41	鉄	STKR41	13.1	2000	150	1100	700		?	—	—	—	—	—	—	
126																			
127	鉄	鉄	SS41	鉄	STK41	18.7	1.08	250	1075	900	上段ビーム中心	三菱MS512N	11,135	2,490	2,940	5,710	4,080	9,950	
	鉄	鉄	SS41	鉄	STK41	18.7	1.08	250	1075	900									
128	鉄	鉄	3x7G/O	鉄	STK41	1.35・7	2000	250	1230	—		三菱B806L	10,835	2,460	2,910	5,390	4,010	10,040	
	鉄	鉄	3x7G/O	鉄	STK41	1.35・7	2000	250	1230	—									
129	鉄	鉄	SS41	鉄	STK41	31.2	1000	250	1020	770		三菱B905N	11,240	2,460	2,880	5,700	4,360	9,640	
	鉄	鉄	SS41	鉄	STK41	31.2	1000	250	1020	770									
130	鉄	鉄	SS41	鉄	STK41	31.2	1000	250	1020	770		日産マニ-B210	3,935	1,560	1,330	2,340	590	510	
131	鉄	鉄	3x7G/O	鉄	STK41	1.35・7	2000	250	1230	—		日産マニ-HB310	3,965	1,555	1,320	2,335	570	530	
132	鉄	鉄	SS41	鉄	STK41	31.2	1000	250	925	675		三菱B905N	11,240	2,460	2,965	5,705	4,300	9,700	
	鉄	鉄	STKR41	鉄	STKR41	84.7	1500	250	1025	900									
133	鉄	鉄	3x7G/O	鉄	STK41	1.35・7	2.0	250	1100	—		日産マニ-FMB310	3,940	1,540	1,350	2,340	580	520	
134	鉄	鉄	3x7G/O	鉄	STK41	1.35・7	2.0	250	1100	—		日産マニ-FB310	4,000	1,570	1,320	2,340	550	550	
135	CFRC	鉄	SS41	CFRC	—	5.09	600	?	838	615		日産マニ-HB310	3,940	1,550	1,330	2,330	545	555	
136	鉄	鉄	SS41	鉄	STK41	18.7	4000	110	775	600		いすゞSRM600	11,330	2,410	2,680	5,890	4,290	9,710	
137	鉄	鉄	3x7G/O	鉄	STK41	1.35・7	6000	92	1000	—		日産マニ-CD43V	11,950	2,470	2,610	6,400	4,285	9,715	
138	RC	RC	—	—	—	—	連続	0	925	—		日産マニ-BE11	4,060	1,620	1,406	2,440	610	490	
139	RC	RC	—	—	—	—	連続	0	925	—		日野KF797	11,880	2,372	2,610	6,325	4,221	9,779	
140	7本ニウム	7本ニウム	—	7本ニウム	—	46.37	1500	75	800	700		トヨタローファE70	4,054	1,610	1,370	2,413	540	560	
141	7本ニウム	7本ニウム	—	7本ニウム	—	46.37	1500	75	800	700		日産マニ-CD51V	11,760	2,160	2,600	6,390	4,452	9,548	

衝突実験結果一覧 (その4-3)

番号	防 撞 柵 応 力							車 両 重 心 位 置 発 生 加 速 度								備 考	
	鋼 型			鉄 筋 コ ン ク リ ー ト 型				原 波 形				50msec 平 均 値					
	水 平 部 材			支 柱 最 大 水 平 力 t	鉄 筋 応 力		コンクリート 最 大 応 力 kg/cm ²	特 記 事 項	進 行 方 向 X	直 角 方 向 Y	垂 直 方 向 Z	合 成	進 行 方 向 X	直 角 方 向 Y	垂 直 方 向 Z		合 成
	応 力 kg/cm ²	断 面 積 cm ²	作 用 力 t		垂 直 材 最 大 値 kg/cm ²	水 平 材 最 大 値 kg/cm ²											
108	—	23.4	8.71	4.84					-3.1	-6.9	—	—	—	—	—	—	
109	—	18.7	10.3	4.69					-2.4	5.2	4.0	—	—	—	—	—	
	—	18.7	—	—					—	—	—	—	—	—	—	—	
110	—	18.7	6.77	3.31					-9.5	-13.2	10.1	—	—	—	—	—	
111	—	18.7	9.31	5.42					-3.3	-6.6	-2.7	—	—	—	—	—	
	—	18.7	—	—					—	—	—	—	—	—	—	—	
112	—	18.7	5.83	3.16					-6.6	-12.1	-7.6	—	—	—	—	—	
113	—	—	—	—					5.5	5.8	6.5	—	—	—	—	—	
114	—	—	—	—					5.8	2.2	3.5	—	—	—	—	—	
115	—	—	—	—													max21.5g, 50msec22.3g
116	—	—	—	—													max31.5g, 50msec19.6g
117	—	—	—	—													max30.0g
118	—	?	—	—					1.0	1.2	—	—	—	—	—	—	
119	—	?	—	—					0.5	2.0	—	—	—	—	—	—	
120	—	?	—	—					1.0	2.6	—	—	—	—	—	—	
121	—	?	—	—					-4.5	2.5	—	—	—	—	—	—	
122	—	?	—	—					9.0	4.2	—	—	—	—	—	—	
123	—	?	—	—					—	—	17.0	—	—	—	—	—	
124	—	?	—	—					1.0	0.8	—	—	0.6	—	—	—	
125	—	?	—	—					1.8	1.5	—	—	1.0	—	—	—	
126																	
127	—	—	—	5.3					—	—	—	—	1.0	3.0	—	3.0	
	—	—	—	—					—	—	—	—	2.0	-2.0	—	2.0	
128	—	1.34	9.2	4.2				作用力は、上段ケーブル	—	—	—	—	1.0	3.0	—	3.0	
	—	1.34	6.2	—				作用力は、上から4段目	—	—	—	—	1.0	-2.0	—	2.0	
129	—	31.2	19.7	4.8				支柱力は、Y方向	—	—	—	—	1.0	4.0	—	4.0	
	—	31.2	—	—					—	—	—	—	2.0	-2.0	—	3.0	
130	—	31.2	—	2.5				支柱力は、Y方向	—	—	—	—	—	10.0	—	—	
131	—	1.34	3.45	3.2				作用力は、上から5段目	—	—	—	—	13.0	6.0	—	14.0	
132	—	31.2	13.8	5.0				支柱力は、Y方向	—	—	—	—	1.0	4.0	—	4.0	
	—	—	—	—					—	—	—	—	2.0	-3.0	—	3.0	
133	—	1.34	32.8	2.9				作用力は、上段ケーブル	—	—	—	—	14.0	7.0	—	15.0	
134	—	1.34	2.68	3.4				作用力は、最上段ケーブル	—	—	—	—	8.0	10.0	—	11.0	
135	—	5.09	—	—	—	—	—		3.0	10.5	4.5	—	—	—	—	—	
136	—	18.7	12.0	6.4					-2.18	-6.13	—	-6.47	0.51	1.15	—	—	
137	—	1.34	5.3	4.8					-12.8	—	-14.4	—	—	—	—	1.42	
138					36u	15u	-35u		6.73	-12.6	21.7	14.0	2.64	-4.31	—	6.40	
139					900u	325u	-350u		3.88	13.8	3.83	—	—	4.53	—	4.64	
140	—	46.37	0.68	2.85					6.5	10.0	9.0	—	3.35	5.37	—	6.31	
141	—	46.37	1.47	8.4					3.0	10.0	2.0	—	1.08	4.17	—	4.21	

衝突実験結果一覧 (その4-4)

番号	運転席乗員加速度										助手席乗員加速度										大腿部	備考		
	頭部 (原波形)					胸部 (原波形)					HIC値	頭部 (原波形)					胸部 (原波形)						HIC値	
	進行方向 X g	直角方向 Y g	垂直方向 Z g	合成 g		進行方向 X g	直角方向 Y g	垂直方向 Z g	合成 g			進行方向 X g	直角方向 Y g	垂直方向 Z g	合成 g		進行方向 X g	直角方向 Y g	垂直方向 Z g	合成 g				
108	—	-5.4	—	—						—														
109	-3.7	-4.9	-3.4	—						—														
	—	—	—	—						—														
110	-9.5	-13.6	-6.7	—						—														
111	-2.9	-5.2	-3.3	—						—														
	—	—	—	—						—														
112	-7.9	-14.6	-8.9	—						—														
113	1.7	5.9	-2.0	—						—														
114	7.0	1.8	5.5	—						—														
115	24.0	—	—	32.3						—														
116	34.0	—	—	33.0						—														
117	21.0	—	—	23.5						—														
118	2.5	4.8	—	—						—	(3.8)	(2.5)	—	—									() 内は、助手席上の加速度	
119	1.5	-3.0	—	—						—	(2.0)	(3.0)	—	—									() 内は、助手席上の加速度	
120	1.0	2.0	—	—						—	(3.5)	(4.0)	—	—									() 内は、助手席上の加速度	
121	2.0	-2.5	—	—						—	(2.5)	(7.0)	—	—									() 内は、助手席上の加速度	
122	4.2	3.2	—	—						—	(9.5)	(-6.8)	—	—									() 内は、助手席上の加速度	
123	12.6	-4.4	3.6	—						—	(19.6)	(15.0)	—	—									() 内は、助手席上の加速度	
124	2.0	2.0	—	—						—	(2.2)	(6.5)	—	—									() 内は、助手席上の加速度	
125	2.5	2.5	—	—						—	(5.2)	(11.8)	(—)	(—)									() 内は、助手席上の加速度	
126																								
127	—	—	—	—		—	—	—	—	192	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	—	—	—	—		—	—	—	—	106	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
128	—	—	—	—		—	—	—	—	38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	44.0			
	—	—	—	—		—	—	—	—	117	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13.0			
129	—	—	—	—		—	—	—	—	37	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
	—	—	—	—		—	—	—	—	46	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
130	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	188.0			
131	—	—	—	—		—	—	—	—	299	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	478.0			
132	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
133	—	—	—	—		—	—	—	—	824	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1376.0			
134	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	183.0			
135	-7.0	23.6	10.0	—		—	—	—	—	—	10.5	25.0	-28.0	—	—	6.0	7.5	4.0	—	—	—			
136	7.23	5.07	—	7.24		—	—	—	—	—	14.7	108.2	17.3	—	108.2						362.9			
137						-34.4	-35.2	-25.2	49.2	—	—	—	—	—	—						—			
138	-10.1	44.0	11.2	45.0		6.26	6.64	6.26	—	84.1	47.4	81.1	—	81.1							385.3	35.0		
139	4.04	8.4	-10.5	8.84		4.33	4.5	—	4.82	10.1	17.3	-17.1	—	24.3							11.3	90.0		
140	31.0	64.0	-1.0	—		6.0	8.0	-4.0	—	336	6.0	-44.0	—	—							83.0			
141	4.0	4.0	5.0	—		3.0	3.0	-4.0	—	6.6	7.0	36.0	—	—							55.4			

衝突実験結果一覧 (その4-5)

番号	そ の 他 特 記 事 項	報 告 書		整理記号
		報 告 書 名	発行年月	
108	左後輪外タイヤバースト、自力走行可	中央分離帯用防護柵に関する研究報告書	1985. 6	
109	左後輪外タイヤバースト、自力走行可			
	牽引走行可			
110	自力走行可			
111	左後輪外タイヤバースト、自力走行可			
112	自力走行可	路側用ガードレールの突車衝突実験報告書	1985. 4	
113	左後輪バースト、牽引走行可			
114	牽引走行可			
115	前部大破、自力走行不可	アルミニウム合金製高欄に関する共同報告書	1987. 3	
116	前部大破、自力走行不可			
117	前部大破、自力走行不可			
118	自力走行可	高欄の補強法に関する実験資料 土木研究資料 部内資料第22号	1988. 3	
119	自力走行可			
120	自力走行可			
121	自力走行可			
122	左前輪バースト			
123				
124	自力走行可			
125	自力走行可			
126				
127	自力走行可			
	車面前端部変形			
128	自力走行可			
	牽引走行可			
129	自力走行可（左前輪パンク）			
	牽引走行可			
130	自力走行不可			
131	自力走行不可			
132				
	自力走行不可			
133	自力走行不可			
134	自力走行不可			
135	自力走行不可	1989. 8		
136	自力走行不可	1989. 12		
137	自力走行可			
138	左前軸部アブソーバー取りはずれ、自力走行不可			
139	左前輪部、ステアリング変形、右前ステアリング部変形、牽引走行不可			
140	左側前輪部アブソーバーの折損	共同研究報告書第42号 アルミニウム合金製高強度型防護柵の開発に関する共同研究報告書	1990. 3	
141	左側前輪部アブソーバーの折損、牽引走行可			

衝突実験結果一覧 (その5-1)

番号	実験名称	実験期日	供試体	埋込方式	衝突車両	車両重量 kg	衝突速度 km/h	衝突角度 度	衝突度 t・m	離脱速度 km/h	離脱角度 度	接触長 m	支柱変位			ビーム変位		最大進入 行程 mm	最大傾斜角		最大飛び上がり量			
													最大変位 直角 Y mm	最大残留		最大変位 直角 Y mm	最大残留 直角 Y mm		前端 度	後端 度	前 端 部		後 端 部	
														直角 Y mm	平行 X mm						右側 mm	左側 mm	右側 mm	左側 mm
142	高速化対応型防護柵	1990. 9. 26	鋼製A種ガードレール(BP)	土	小乗	1,100	138.5	15	5.6	—	7.5	11.3	750	680	63	—	784	862	1 回転半	—	—	—	—	
143		1990. 10. 11	鋼製改良3山ガードレール	土	大貨	20,000	100.1	15	52.7	—	17.4	17.4	1220	1202	294	—	1117	1280	2 回転	—	—	—	—	
144		1990. 10. 24	鋼製改良3山ガードレール	土	小乗	1,100	141.1	15	5.8	118.5	—	5.2	255	90	31	—	80	460	7	—	—	—	—	
145		1991. 1. 16	コンクリート型壁式防護柵	—	小乗	1,100	139.5	20	9.9	102.9	6.6	4.3	1.0	0	0	—	—	0	13	13	0	0	270	0
146	車両の大型化対応実験	1991. 1. 25	コンクリート型壁式防護柵	—	大貨	20,000	99.4	20	91	79.4	0	20.8	8.5	0	0	—	—	0	17	24	550	0	790	0
147		1991. 2. 6	鋼製改良3山ガードレール	土	大貨	20,000	100.0	15	52.7	88.9	6	14.5	440	678	25	—	648	540	4	9	0	0	100	0
148		1991. 2. 21	鋼製A種ガードレール	土	大貨	20,000	60.2	15	19.1	49.2	7.8	11.2	765	681	330	—	657	720	7	10	0	0	120	0
149		1991. 3. 12	鋼製改良3山ガードレール	土	大貨	20,000	100.0	20	92.1	79.6	9.8	16.1	972	1084	64	—	1082	850	8	22	100	0	320	0
150	F型剛性防護柵(スリッパフォーム)	1991. 5. 9	連節打設式F型コンクリート防護柵	コ	小乗	1,100	80.0	20	3.24	54	8.0	3.73	0.1	0	—	—	—	6.5	6.5	100	400	200	280	—
151		1991. 5. 16	連節打設式F型コンクリート防護柵	コ	小乗	1,100	120.0	20	7.29	—	8.4	4.48	0.27	0	—	—	—	32	32	50	1000	200	1000	—
152		1991. 5. 23	連節打設式F型コンクリート防護柵	コ	大貨	20,000	79.6	20	58.4	54.8	0.0	24.2	2.2	0	—	—	—	32	44	780	—	1350	—	—
153		1991. 5. 30	連節打設式F型コンクリート防護柵	コ	大貨	20,000	100.6	20	93.2	—	0.0	25.8	2.2	0	—	—	—	推定乗越	—	—	—	—	—	—
154	F型剛性防護柵(ブレースト)	1991. 7. 4	ブレーストF型コンクリート防護柵 移動	コ	小乗	1,100	80.3	20	3.27	67.6	9.5	5.9	220	218	4	—	—	2	7	30	—	100	—	—
155		1991. 7. 11	ブレーストF型コンクリート防護柵 移動	コ	大貨	20,000	80.4	20	59.5	61.7	11.2	32.3	1811	80	—	—	—	13.9	23	170	—	550	—	
156		1991. 7. 18	ブレーストF型コンクリート防護柵 固定	コ	小乗	1,100	79.6	20	3.21	66.5	4.5	3.47	—	0	0	—	—	1.9	6.1	50	—	120	—	—
157		1991. 7. 25	ブレーストF型コンクリート防護柵 固定	コ	大貨	20,000	80.4	20	59.5	63.5	0.0	32.8	—	0	0	—	—	25	30	470	—	640	—	—
158	鋼製高欄型S種防護柵の開発	1991. 9. 4	鋼製高欄型S種防護柵	コ	小乗	1,100	80.4	15	1.88	59.1	7.3	3.67	18	4	3	—	13	118	6	5	30	0	50	0
159		1991. 9. 12	鋼製高欄型S種防護柵	コ	大貨	14,000	80.0	15	23.6	64.8	0.0	19.5	97	84	24	—	130	188	17.5	27	30	—	67	—
160																								
161																								
162																								
163																								
164																								
165																								
166																								
167																								
168																								
169																								
170																								
171																								
172																								
173																								
174																								
175																								
176																								
177																								
178																								
179																								
180																								
181																								
182																								
183																								
184																								
185																								
186																								
187																								

衝突実験結果一覧 (その5-2)

番号	防 撞 柵 抑 格										車 両 寸 法 重 量						備 考						
	材 質		材 質		主部材 断面積 ケ-ブル 本 数 cm ² ・本	補助材 断面積 ケ-ブル 本 数 cm ² ・本	支柱 間 隔 mm	張 出 量 mm	柵 高 mm	ピ ン 中 心 mm	特 記 事 項	車 名	全 長		全 幅			全 高		軸 距		重 量	
	全 体	水 平	規 格 等	垂 直 材									(支 柱)	規 格 等	mm	mm		mm	mm	mm	mm	mm	mm
142	鉄	鉄	SS41	鉄	STK41	18.7	4000	110	525	425		トヨタ-7E-AE70	4,007	1,600	1,354	2,412		585	515				
143	鉄	鉄	SS41	鉄	STK41	31.2	1000	250	905	675		日野KF766	10,990	2,440	2,660	5,310	5,042	1,4958					
144	鉄	鉄	SS41	鉄	STK41	31.2	1000	250	905	675		トヨタ-7ATE30	4,020	1,600	1,345	2,369	650	450					
145	RC	RC	—	RC	—	—	連続	0	1200	—		トヨタ-7EAE81	4,110	1,645	1,430	2,430	680	420					
146	RC	RC	—	RC	—	—	連続	0	1200	—		日野KKF787	11,490	2,420	2,650	5,590	5,123	14,877					
147	鉄	鉄	SS41	鉄	STK41	31.2	16.67	1000	450	1350	675	下段-3山ビーム、上段-角	日野KKF767	10,985	2,430	2,660	5,330	140	14,860				
148	鉄	鉄	SS41	鉄	STK41	18.7	2000	110	700	600		日野KSH601A	12,760	2,480	2,700	3,115	4,670	15,330	トレーラー：東急TF-203				
149	鉄	鉄	SS41	鉄	STK41	31.2	16.67	1000	450	1420	675	下段-3山ビーム、上段-角	日野KKF565	11,190	2,340	2,630	5,340	4,800	15,200				
150	RC	RC	—	RC	—	—	連続	-205	1000	—		日野KE-EPR310	4,079	1,600	1,348	2,338	600	500					
151	RC	RC	—	RC	—	—	連続	-205	1000	—		日野KE-WEHB11	4,010	1,605	1,358	2,400	598	502					
152	RC	RC	—	RC	—	—	連続	-205	1000	—		三菱SSW710	11,940	2,410	2,730	5,830	5,186	14,812					
153	RC	RC	—	RC	—	—	連続	-205	1000	—		日野KE-CD51V	11,645	2,460	2,540	5,950	5,270	14,730					
154	RC	RC	—	RC	—	—	連続	-130	1000	—	移動式	三菱フッサーFA174A	4,270	1,624	1,345	2,442	606	494					
155	RC	RC	—	RC	—	—	連続	-130	1000	—	移動式	日野KF797	11,885	2,430	2,630	5,764	4,859	15,141					
156	RC	RC	—	RC	—	—	連続	-130	1000	—	固定式	トヨタ-7EKE55	4,090	1,580	1,347	2,377	614	486					
157	RC	RC	—	RC	—	—	連続	-130	1000	—	固定式	三菱フッサーFU315A	11,890	2,285	2,685	5,850	5,056	14,940					
158	鉄	鉄	STK41	鉄	SS41	34.8	17.1	1500	82.6	850	767	トヨタ-7EAE81	4,140	1,615	1,343	2,430	616	484					
159	鉄	鉄	STK41	鉄	SS41	34.8	17.1	1500	82.6	850	767	日野KF786	11,635	2,430	2,635	5,630	4,532	9,468					
160																							
161																							
162																							
163																							
164																							
165																							
166																							
167																							
168																							
169																							
170																							
171																							
172																							
173																							
174																							
175																							
176																							
177																							
178																							
179																							
180																							
181																							
182																							
183																							
184																							
185																							
186																							
187																							

衝突実験結果一覧 (その5-3)

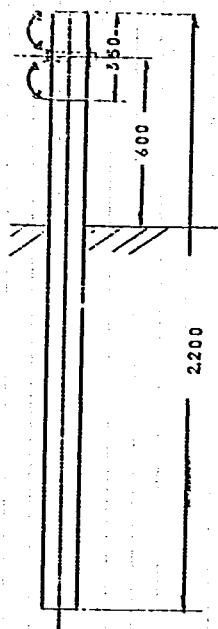
番号	鋼 型			鉄筋コンクリート型			特 記 事 項	車 両 重 心 位 置 発 生 加 速 度				備 考				
								原 波 形		50msec 平 均 値						
	水 平 部 材		交 柱	鉄 筋	応 力	コンクリート		進 行 方 向	直 角 方 向	垂 直 方 向	合 成		進 行 方 向	直 角 方 向	垂 直 方 向	合 成
	応 力	断面積	作用力	最 大 水平力	垂直材 最大値	水平材 最大値		最 大 応 力	X	Y	Z		α	X	Y	Z
	kg/cm ²	cm ²	t	t	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	α	α	α	α	α	α	α	α	
142	—	18.7	4.5	5.4				8.6	17.1	—	17.1	3.3	7.9	—	8.4	() 内はカト式デ-タロ-ダ-による値
143	—	31.2	26.3	6.0				-6.5	8.0	(1.2)	8.5	-4.4	3.2	—	4.9	
144	—	31.2	8.0	4.2				6.7	-18.0	—	18.0	3.2	-13.9	—	13.9	
145					28.0	47.0	-3.3	14.3	30.1	—	30.1	9.1	16.2	—	18.3	
146					168.0	990.0	-70.0	6.5	18.0	—	18.0	2.5	9.1	—	9.4	
147	—	31.2	26.6	8.3				2.8	11.0	—	11.0	1.8	4.2	—	4.3	
148	—	18.7	21.0	5.4				1.1	2.0	—	2.0	0.9	1.4	—	1.4	
149	—	31.2	26.6	5.7				3.1	3.7	—	3.8	2.0	2.1	—	2.6	
150					16.8	-6.5	—	7.8	8.9	—	11.3	3.7	5.5	—	6.5	
151					31.8	10.7	—	16.3	16.5	—	20.9	6.7	10.6	—	12.1	
152					153.0	-42.9	—	4.8	9.4	—	9.5	1.5	4.6	—	4.8	
153					153.0	-103.4	—	4.9	20.4	—	20.4	2.0	8.7	—	8.7	
154					41.7	—	—	5.4	10.6	—	10.7	3.5	5.9	—	6.8	
155					93.7	—	—	3.3	9.6	—	9.8	0.8	5.9	—	5.9	
156					36.6	—	—	5.2	9.7	—	10.7	3.0	6.3	—	6.9	
157					126.3	—	—	3.5	11.4	—	11.5	1.3	4.5	—	4.5	
158	—	34.8	0.25	6.3				8.9	13.7	-12.4	15.4	3.3	6.8	—	7.4	
159	—	34.8	29.3	9.05				6.0	9.1	-15.5	9.7	1.4	3.2	—	3.3	
160																
161																
162																
163																
164																
165																
166																
167																
168																
169																
170																
171																
172																
173																
174																
175																
176																
177																
178																
179																
180																
181																
182																
183																
184																
185																
186																
187																

衝突実験結果一覧 (その5-4)

番号	頭部座標加速度										肘部座標加速度										大腿部	備考		
	頭部 (原波形)					胸部 (原波形)					HIC値	頭部 (原波形)					胸部 (原波形)						HIC値	
	進行方向	直角方向	垂方	直方	合成	進行方向	直角方向	垂方	直方	合成		進行方向	直角方向	垂方	直方	合成	進行方向	直角方向	垂方	直方				合成
	X	Y	Z			X	Y	Z				X	Y	Z			X	Y	Z					
	g	g	g	g		g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	kg		
142	-21.1	98.4	--	100.3	--	--	--	--	--	424.3	35.4	70.0	--	76.7	--	--	--	--	--	--	535.7	〰	() 内の値はカセット式データによる値	
143	3.6	5.9	(1.0)	6.3	(-1) 5	(0.5)	--	--	--	14.9	2.1	11.9	--	11.9	(1.0)	--	--	--	--	--	7.3	〰	() 内はブリモによる値	
144	73.4	95.8	--	120.7	--	-23.9	--	--	--	551.8	29.0	188.3	--	188.3	(27.4)	(58.1)	--	--	--	--	1530.9	〰		
145	64.8	29.6	--	68.1	--	--	--	--	--	490.3	119.2	118.2	--	159.8	--	--	--	--	--	--	1131.6	〰		
146	5.2	7.2	--	7.5	--	--	--	--	--	11.0	57.0	118.9	--	130.8	--	--	--	--	--	--	744.4	〰		
147	4.4	7.1	--	7.2	--	--	--	--	--	6.5	3.7	59.3	--	61.9	--	--	--	--	--	--	146.0	〰		
148	2.0	4.1	--	4.5	--	--	--	--	--	4.9	4.1	6.0	--	7.0	--	--	--	--	--	--	6.9	〰		
149	6.9	29.4	--	35.2	--	12.6	4.8	--	--	50.5	5.0	21.5	--	21.5	4.9	4.3	--	--	--	--	22.8	〰		
150	-28.3	94.2	--	98.4	--	--	--	--	--	543.4	10.6	30.1	--	31.9	--	--	--	--	--	--	26.3	〰		
151	-57.9	-188.4	--	197.1	--	--	--	--	--	--	52.8	78.2	--	93.9	--	--	--	--	--	--	540.9	〰		
152	14.8	7.2	--	16.1	--	--	--	--	--	11.8	18.0	36.6	--	40.5	--	--	--	--	--	--	66.2	〰		
153	-31.4	40.0	--	50.7	--	--	--	--	--	85.4	-8.9	121.7	--	121.8	--	--	--	--	--	--	829.6	〰		
154	19.7	22.2	--	28.7	--	--	--	--	--	34.8	19.3	32.2	--	34.9	--	--	--	--	--	--	44.0	〰		
155	12.6	11.3	--	16.7	--	7.0	-6.0	--	--	14.2	5.7	14.7	--	15.7	6.4	13.8	--	--	--	--	16.8	〰		
156	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	42.7	--	--	--	--	--	--	--	--	--	〰		
157	-9.2	7.9	--	9.9	--	--	--	--	--	18.3	-17.8	38.5	--	41.8	--	--	--	--	--	--	89.6	〰		
158	-166.3	-150.8	166.6	166.6	7.7	8.7	5.2	--	--	4905.5	-6.4	42.5	--	42.9	--	8.8	--	--	--	--	79.8	〰		
159	4.7	4.6	6.1	6.1	4.3	5.6	-5.6	--	--	9.1	4.4	14.0	--	14.2	-6.0	-11.1	--	--	--	--	14.4	〰		
160																								
161																								
162																								
163																								
164																								
165																								
166																								
167																								
168																								
169																								
170																								
171																								
172																								
173																								
174																								
175																								
176																								
177																								
178																								
179																								
180																								
181																								
182																								
183																								
184																								
185																								
186																								

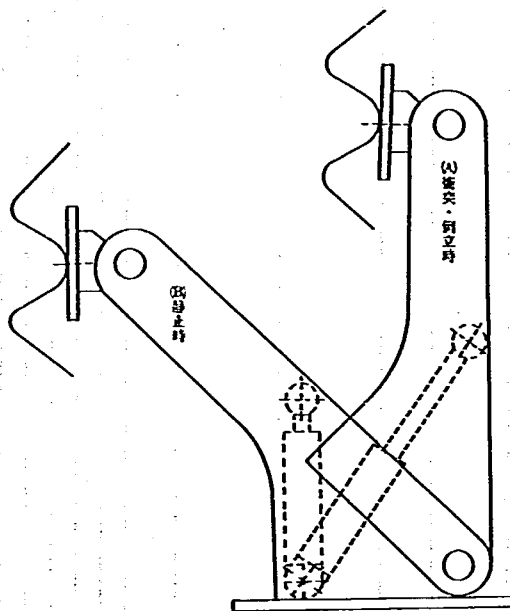
衝突実験結果一覧（その５－５）

番号	そ の 他 特 記 事 項	報 告 書		整理記号
		報 告 書 名	発行年月	
142	空中で半回転、自力走行不可			
143	横転、牽引走行不可			
144	自力走行不可			
145	牽引走行不可			
146	牽引走行不可			
147	自力走行不可			
148	自力走行可			
149	牽引走行不可			
150				
151				
152				
153	推定吸越			
154				
155				
156				
157				
158				
159				
160				
161				
162				
163				
164				
165				
166				
167				
168				
169				
170				
171				
172				
173				
174				
175				
176				
177				
178				
179				
180				
181				
182				
183				
184				
185				
186				
187				



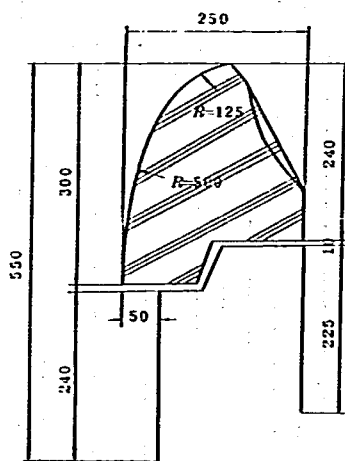
実験番号A-3~A-6

付図-1 アルミニウム合金製
ゲート（1965年）



実験番号1~4・6

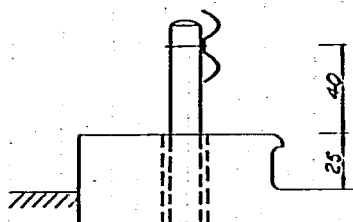
付図-2 オイルダンパー式ゲート（1967年）



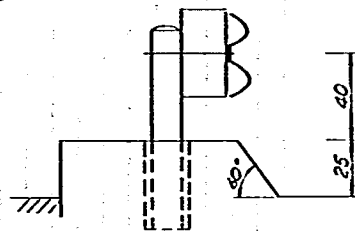
実験番号29~32

付図-3 ノットゲート（1968年）

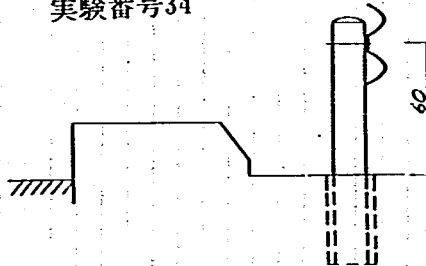
実験番号33



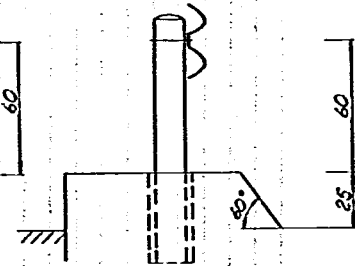
実験番号36



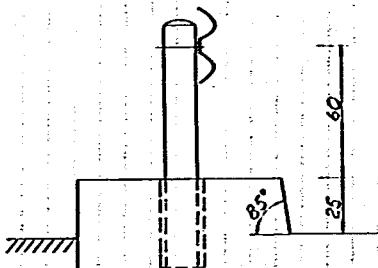
実験番号34



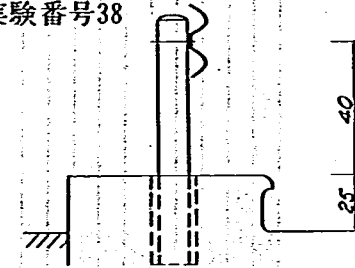
実験番号37



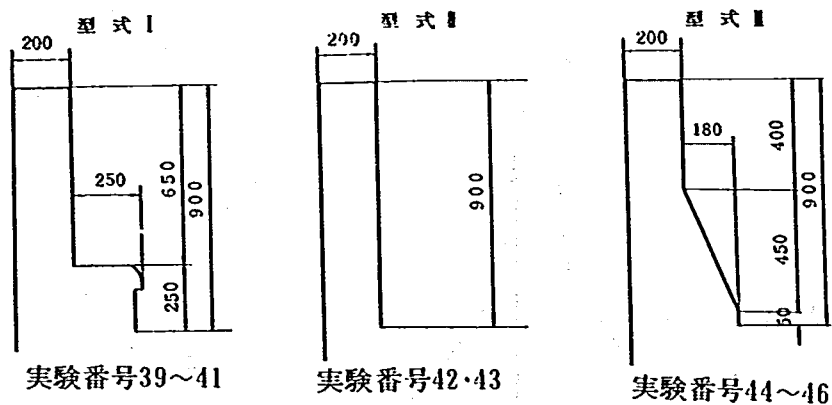
実験番号35



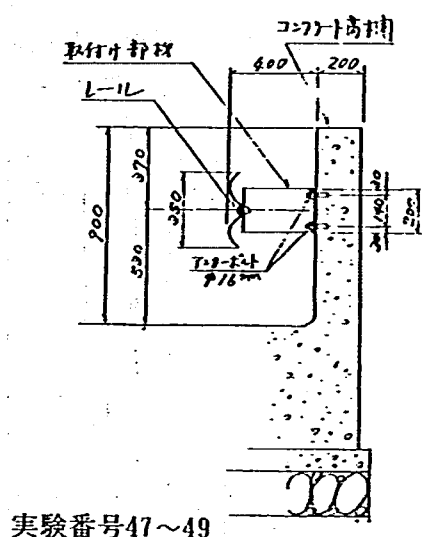
実験番号38



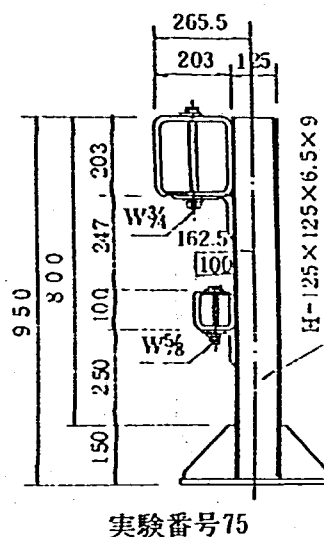
付図-4 橋梁用ゲート（1968年）



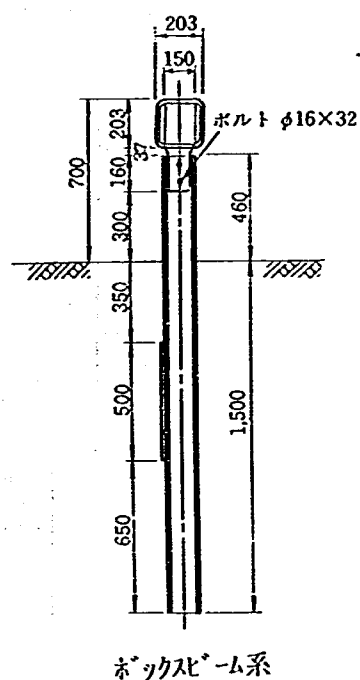
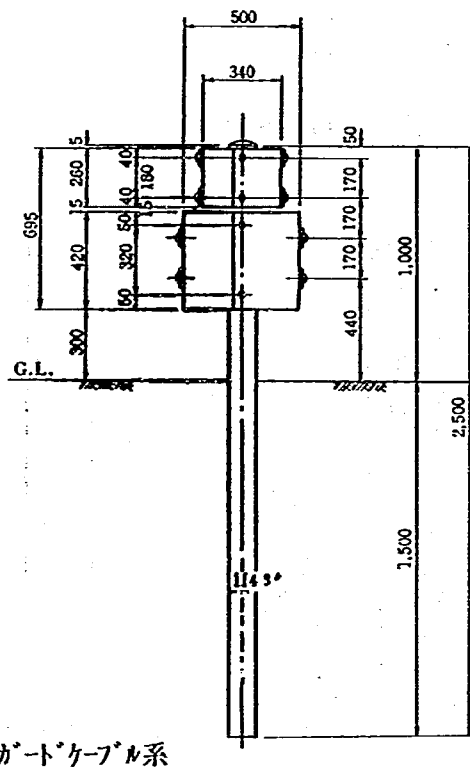
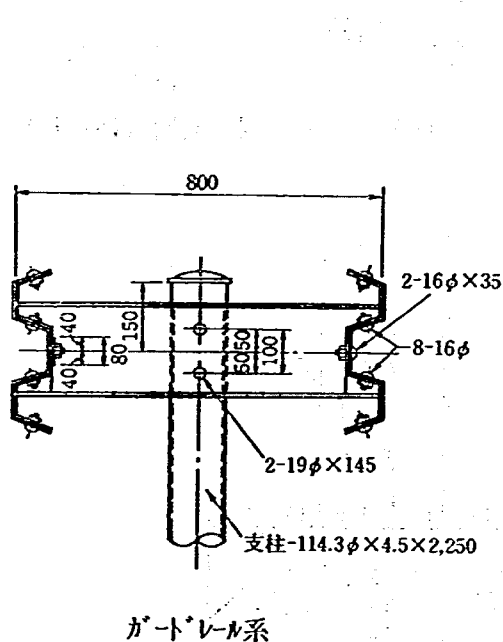
付図-5 コンクリート製防護欄 (1968年)



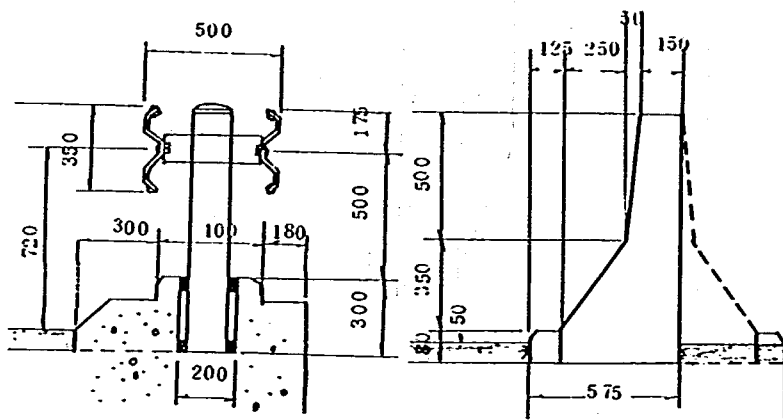
付図-6 レール付きコンクリート製防護欄 (1968年)



付図-8 鋼製高欄 (1971年)



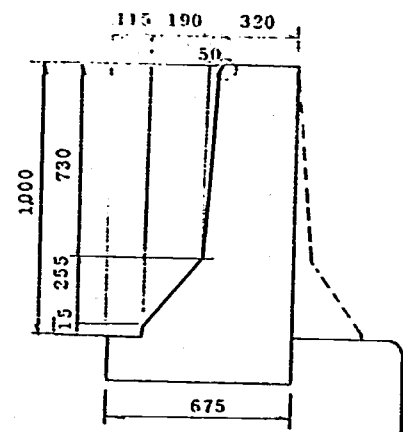
付図-7 中央分離帯用防護欄 (1969~1970年)



実験番号76~78

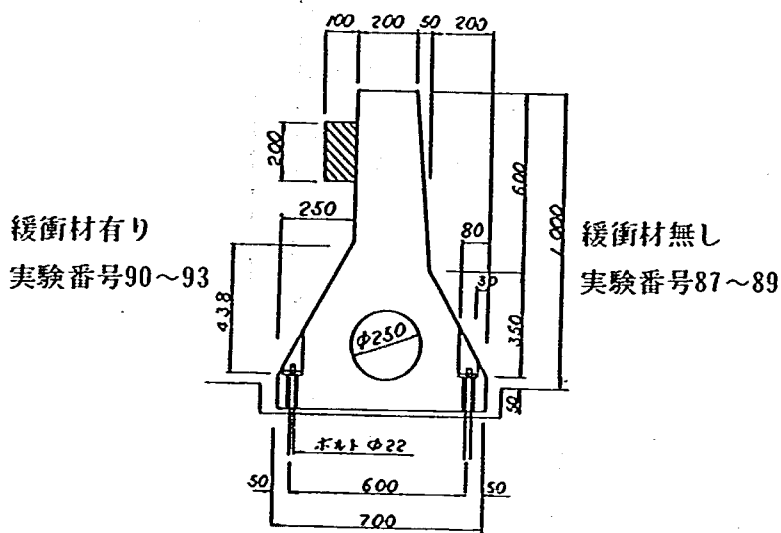
実験番号79~81

付図-9 狭い中央分離帯用防護欄 (1972年)



実験番号83~86

付図-10 阪神高速道路公団型
剛性防護欄 (1972年)



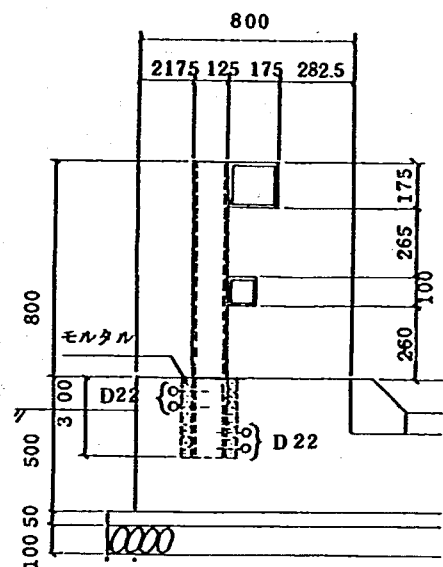
緩衝材有り

実験番号90~93

緩衝材無し

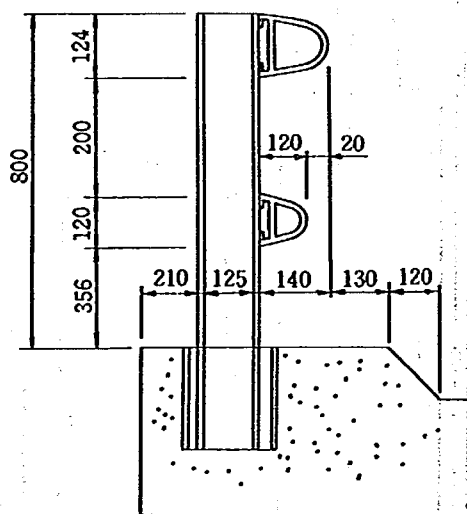
実験番号87~89

付図-11 プレキャスト製防護欄 (1973~1974)

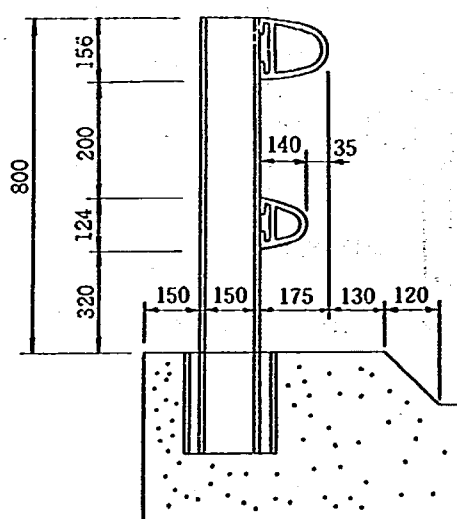


実験番号94~98

付図-12 鋼製高欄 (1977年)

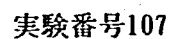
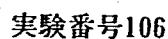
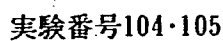
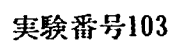
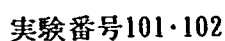
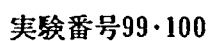


B種

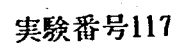
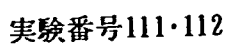


A種

付図-13 アルミ合金製高欄 (1977年)

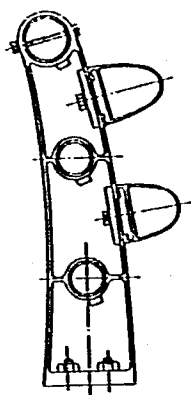


付図-14 アルミニウム合金製高欄 (1979年)

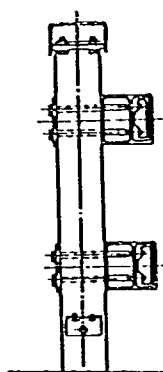


付図-15 中央分離帯用防護柵 (1984~1985年)

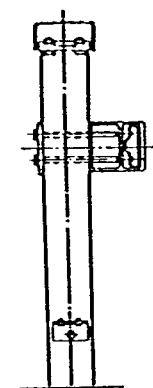
付図-16 アルミニウム白テシヨソ高欄 (1986年)



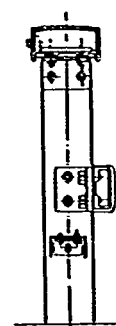
実験番号118



実験番号119



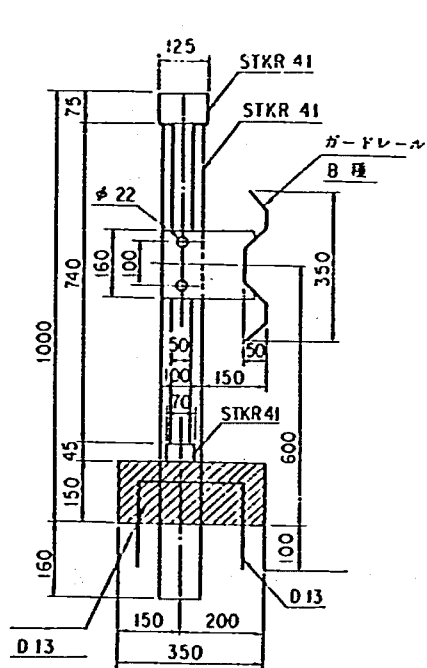
実験番号120



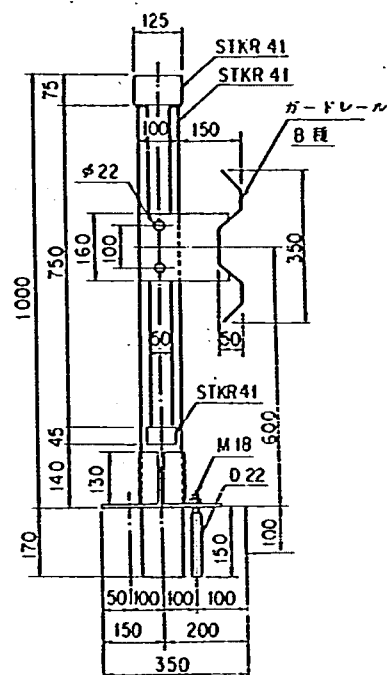
実験番号121



実験番号122

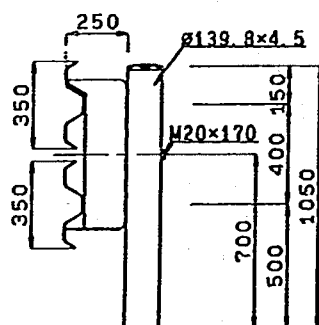


実験番号124

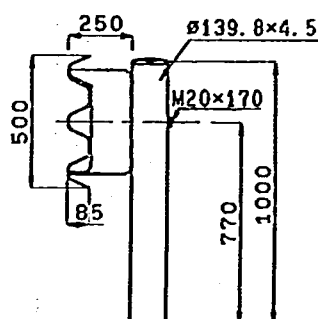


実験番号125

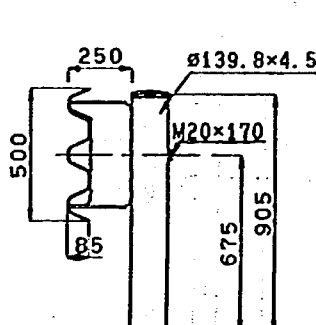
付図-17 高欄型補強に関する実験 (1986~1987年)



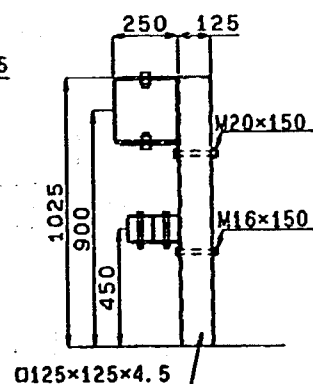
実験番号127



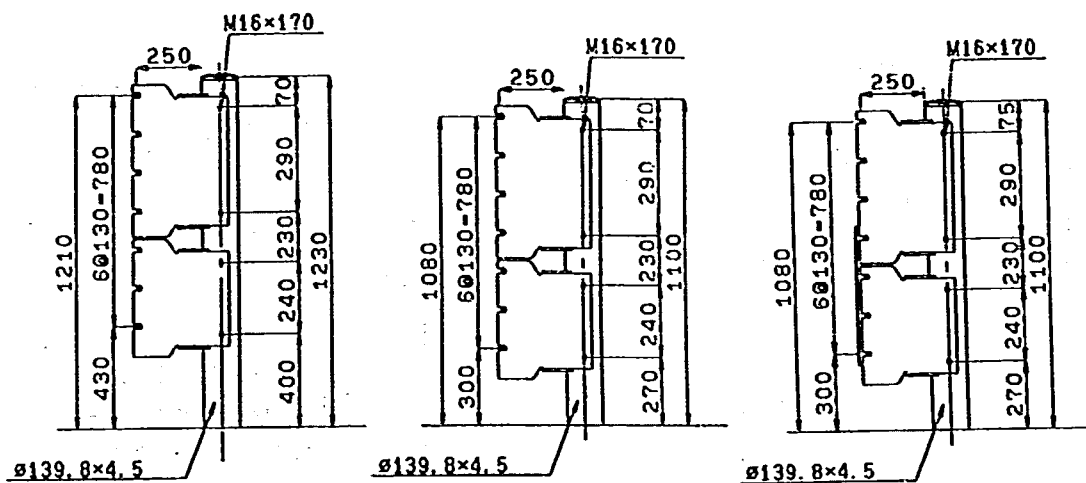
実験番号129・130



実験番号132



付図-18 急カーブ用防護欄 (1988年)

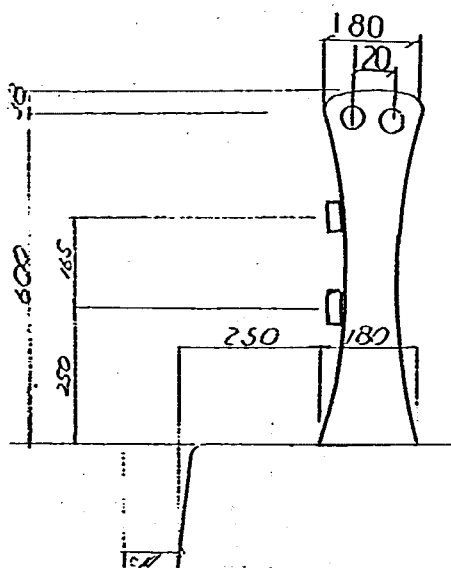


実験番号128・131

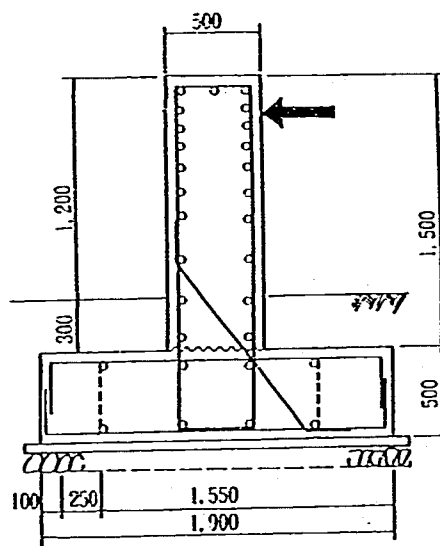
実験番号133

実験番号138

付図-19 急カーブ用防護柵 (1988年)



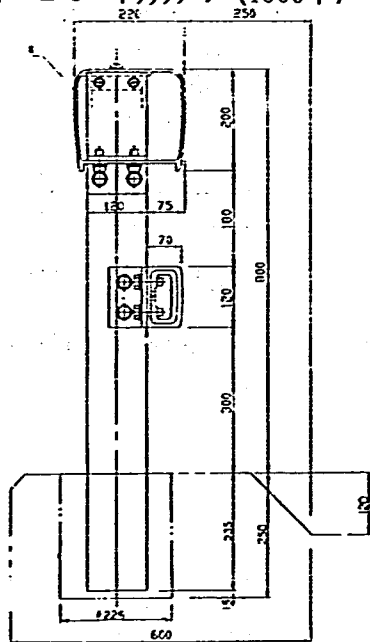
実験番号135



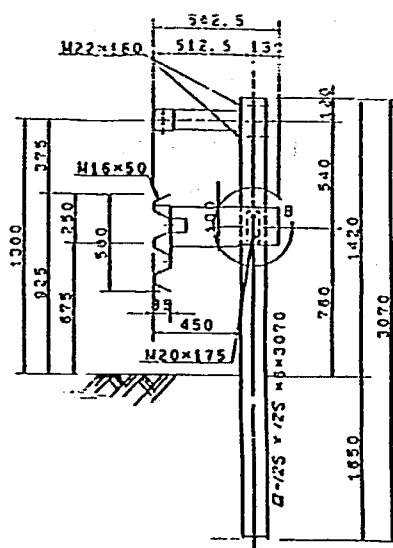
実験番号138・139・145・146

付図-20 トリッカーン (1989年)

付図-21 コンクリート製防護柵 (1989～1991)



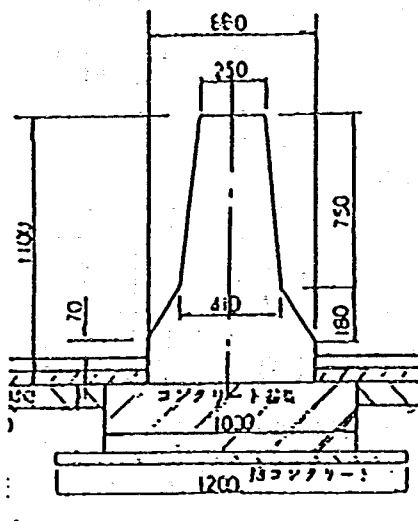
実験番号140・141



実験番号147・149

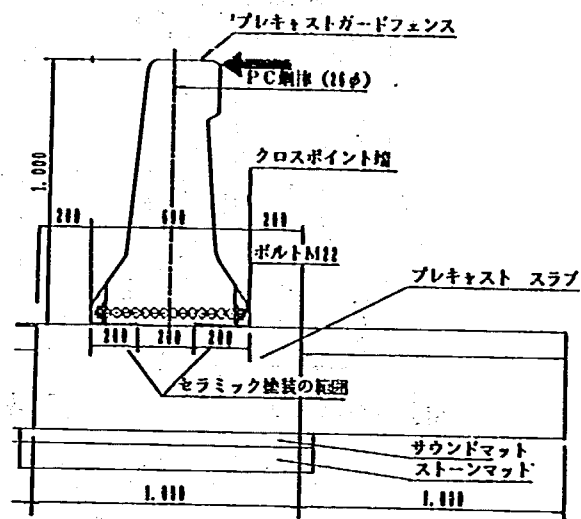
付図-22 アルミ合金製S種高柵 (1989年)

付図-23 高強度型钢製ガードレール (1991年)



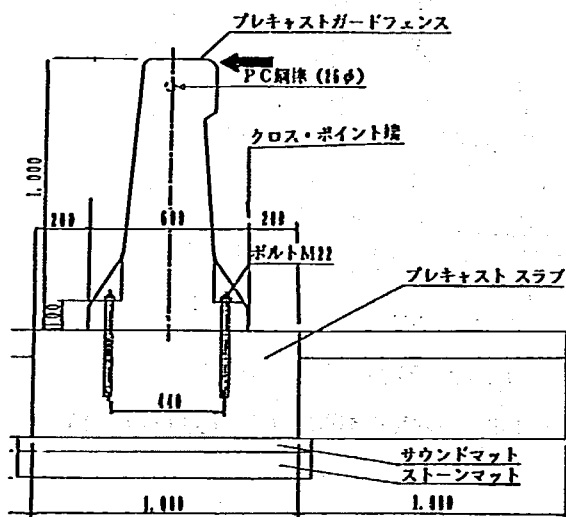
実験番号150~153

付図-24 F型コンクリート製防護欄 (1991年)
連続打設式



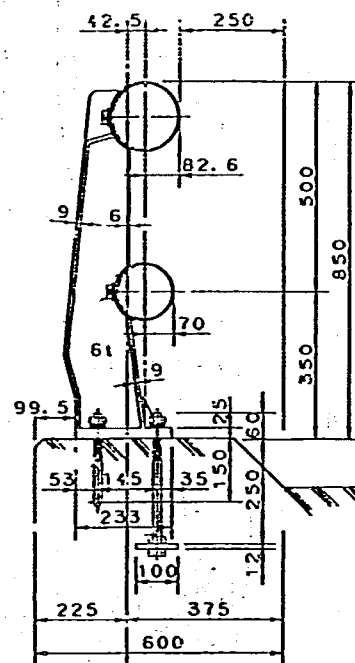
実験番号154・155

付図-25 F型コンクリート製防護欄 (1991年)
プレキャスト製・移動式



実験番号156・157

付図-26 F型コンクリート製防護欄 (1991年)
プレキャスト製・固定式



実験番号158・159

付図-27 S種鋼製高欄 (1991年)

防護柵衝突実験結果報告書

ISSN 0386-5878

土木研究所資料第3108号

平成4年3月(1992)

要 旨

河島正治, 酒井洋一, 堀川紀幸

土木研究所では、これまでに数多くの防護柵形式を提案してきている。防護柵の開発に際しては防護柵衝突シミュレーションや実車衝突実験により評価を行っているが、最終的な安全性の確認は実車衝突実験により行ってきた。これらの実験結果は、今後の防護柵の開発や既存防護柵の改良に役立つものと考えられる。本報告書は、1960年代から実施してきている実車衝突実験結果について、体系的にとりまとめて評価を加えた結果について述べたものである。

キーワード: 道路安全施設, 防護柵, 衝突実験



郵便はがき

切手をは
て下さい。

305-□□

茨城県つくば市大字旭一番地

建設省土木研究所
交通安全研究室 御中

No. 79

No. 79

配布先氏名

配布先住所



土木研究所資料第 3108 号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名

印