

土木研究所資料

防護柵の開発に関する研究

——自動車用防護柵の実験と開発——

——歩行者、自転車用柵高の実験的研究——

——防護柵への車両衝突シミュレーションプログラム——

昭和62年2月

建設省土木研究所
道路部交通安全研究室

Copyright © (1987) 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、土木研究所長の承認を得ずしてこれを行ってはならない。

防護柵の開発に関する研究

——自動車用防護柵の実験と開発——

——歩行者、自転車用柵高の実験的研究——

——防護柵への車両衝突シミュレーションプログラム——

交通安全研究室 室長 霜上民生

研究員 安藤和彦

望月博夫

新潟試験所 研究員 石平貞夫

要 旨

近年の、交通状況の変化や交通安全に対する要請の質的变化に伴い、防護柵設置要綱に基づき設置されてきた種々の防護柵について、機能の向上につながる新たな対応が求められている。

ここでは、これらの社会状況を踏まえ、過去の防護柵開発の流れについてとりまとめ、一連の防護柵研究の内容を整理するとともに、安全かつ合理的な防護柵の形式、諸元を明らかにするため当研究室が行った、①高速、重車両の衝突に対処できる中央分離帯用防護柵（Sm種）の開発、②歩行者、自転車用転落防止柵（P種）の高さの検討および、③防護柵への車両衝突シミュレーションプログラムについての検討、の三つの研究結果について報告するものである。

キーワード：防護柵、転落防止柵、中央分離帯、衝突、シミュレーション

ま え が き

防護柵は、設置する道路の種類や設置場所に応じて、A、B、C、S、P種などの種別に分類され、防護柵設置要綱に基づき統一された設置がなされてきた。しかし、近年の交通状況の変化や交通安全に対する要請の質的变化に伴い、防護柵についても、機能の向上につながる新たな対応が求められている。

ここでは、これらの社会状況を踏まえ、過去の防護柵開発の流れについてとりまとめ、一連の防護柵研究の内容を整理するとともに、安全かつ合理的な防護柵の形式、諸元を明らかにするため当研究室が行った、①高速、重車両の衝突に対処できる中央分離帯用防護柵（S m種）の開発、②歩行者、自転車用転落防止柵（P種）の高さの検討および、③防護柵への車両衝突シミュレーションプログラムについての検討、の三つの研究結果について報告するものである。

交通安全研究室	室 長	霜 上 民 生
	研究員	安 藤 和 彦
		望 月 博 夫
新潟試験所	研究員	石 平 貞 夫

目 次

まえがき

I 自動車用防護柵の実験と開発	1
1. 防護柵の機能と種類	1
2. これまでの研究経緯	2
2.1 昭和45年度までに行われた実験	2
2.2 昭和46年度以降に行われた実験	4
3. 中央分離帯用防護柵の開発	12
3.1 研究の背景	12
3.2 高エネルギー衝突車両	12
3.3 防護柵強化の考え方	13
3.4 実験による車両、供試体および乗員の安全性に関する検討	18
3.5 中央分離帯用種別S mの提案	19
3.6 中央分離帯幅員と種別S m(案)の設置位置の可能範囲	25
3.7 中央分離帯横断勾配と種別S m(案)の関係	26
3.8 経済性の検討	28
II 歩行者、自転車用柵高の実験的研究	32
1. 研究の背景	32
2. 現在の歩行者、自転車用柵の基準について	32
3. 実験方法	34
4. 実験結果	35
5. 考察とまとめ	48
III 防護柵への車両衝突シミュレーションプログラムの改良	49
1. 概 要	49
2. 衝突車に関する仮定と計算式	50
3. 防護柵に関する仮定と計算式	55
4. プログラムマニュアル	67
4.1 フローチャート	67
4.2 インプットデータマニュアル	68
5. 計 算 例	80

6. パラメータ解析	99
6.1 防護柵に関するパラメータ解析	106
6.2 車両に関するパラメータ解析	109
6.3 ま と め	123
参考文献	124
あとがき	125
付 録 衝突シミュレーション用プログラム	127

I 自動車用防護柵の実験と開発 — これまでの研究経緯 —

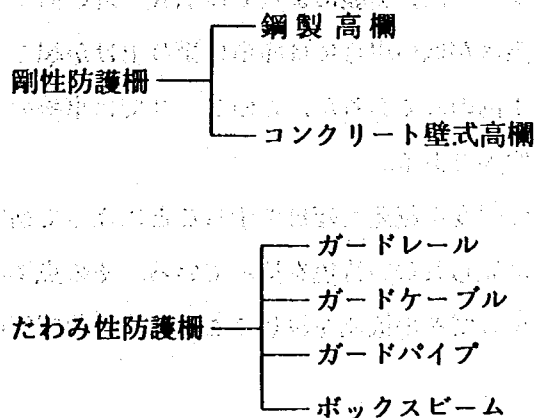
1. 防護柵の機能と種類

車両用の防護柵に要求される機能としては、進行方向を誤った車両の路外逸脱防止が第一に挙げられるが、この他、以下の様な機能も備えていることが要求される。

- (1) 衝突車の乗員の被害を小さくする。
- (2) 後続車への影響が少ない。
- (3) 衝突後、防護柵の損傷が小さい。
- (4) 運転者の視線を誘導する。

また、車両用の他に歩行者の道路の横断抑制および転落防止のための防護柵がある。これは車両の衝突を対象としていないため、人が乗った時および寄り掛かったときの荷重を考慮して設計される。

次に防護柵の種類を材料や構造形式にともなう変形の度合いによって分類すれば以下のようなになる。



現在設置されている形式は、一般道ではガードレールが最も一般的であり、ガードケーブルがそれに次いでいるが、高速道路では逆の傾向にある。また、都市高速の高架道路では壁式高欄が多く設置されている。

2. これまでの研究経緯

2.1 昭和45年度までに行われた実験

土木研究所千葉支所にあった実車衝突実験施設で、昭和45年度までに行われた各形式の防護柵に対する実車衝突実験は、表-1に示すとおり¹⁾であり、多くの形式について実験が行われた。この実験では、オイルダンパー、オートガード等についても実験されたが、車両の損傷程度が意外と大きくなる結果となったため、詳しく考察するまでには至っていない。しかし、ガードレールとコンクリート高欄については詳しく考察されている²⁾ので、その概略を(1)、(2)、(3)に示す。

(1) ガードレール

通常のガードレールについての実験は各シリーズの中に組み込まれていたが、その結果を総合すると、設置要綱種別Cと種別Bの中間程度の荷重条件までは問題ないが、種別B以上の荷重条件になると、土質および建込み条件の悪い場合には防護柵としての機能を十分に果たさないこともあることがわかった。この場合の原因が部材の破断によってではなく、支柱が倒れビームの高さが低下するという形状的なものであることは注目すべきことである。構造物上のガードレールは、実験によって種別Aに近い荷重条件まで対応できることが確認されたが、この場合もビームの高さが低い場合には簡単に乗り上げが起こった。

通常のガードレールに乗用車を衝突させた実験は1例のみであるが、このケースでは車輪の破損が著しかった。これは、支柱に車輪が直接衝突したことが原因である。

ガードレールなどのたわみ性防護柵は一般的に弾性限度を越えた変形をすることによって衝突エネルギーを吸収しその機能を果たすという、他の構造物には見られない特色を持っている。その点で非常にユニークな構造物であり、一般の構造物と同じような考え方でその機能を論じることは多くの誤解のもととなる。

その点、中央分離帯用ガードレール実験シリーズにおいて供試体として使われた2つの形式のガードレールは、変形を前提として形状が定められており、効果も実験前の予想を裏付けるものであった。これらの形式は、実用化に際してはガードレール自身よりも、設置場所の条件によっていくつかの問題点が生じる可能性がある。なお、路側用ガードレールについても同様の形式のものが考えられるが、価格、設置幅の関係でその実用化には困難が多い。これらは、防護柵自身の問題ではなく、外的条件の要求する機能の程度と経済性の問題である。

(2) コンクリート高欄

コンクリート高欄は、一般の防護柵と異なり、それ自身は全く変形しない。もちろん微少な弾性変形は生じようが、高欄の変形による衝突エネルギーの吸収は無視すべき量である。よって、衝突エネルギーの吸収はもっぱら車両の変形に依存するため、車両の損傷がより大きくなり、乗員への影響もそれだけ大きく、防護柵として望ましいものではないとされている。これまでの実験結果からみると、衝突車に与える衝撃は大型車では意外に小さいものであったが、小型車では許容し得る限度ぎりぎりではないかと思われた。剛な垂直壁に対する正面衝突実験は自動車メーカーによって数多く行われており、その結果は衝突車

表-1 実車衝突実験一覧表(昭和45年度まで)

番号	実験シリーズ名	年月	供試体			衝突車				結果						
			種類	ビーム断面積 (cm ²)	支柱径 (m)	車種	重量 (t)	速度 (km/h)	エネルギー (kJ)	最大残変位 (cm)	離脱角度 (度)	のりこし	のりあげ	ボグディング	転倒	前輪の破壊
1	オイルダンパー (三井物産委託)	42.2	油圧式ガードレール	14.9	1.0	乗	0.98	74	2.7	37	6	—	—	—	—	バンク
2		"	"	"	"	"	"	58	1.6	11	8	—	—	—	—	"
3		"	"	"	"	"	1.00	71	2.4	57	5	—	—	—	—	"
4		"	"	"	1.5	"	0.98	65	1.9	32	7	—	—	—	—	"
5		"	普通型ガードレールB	"	"	"	1.00	72	2.5	33	12	—	—	—	—	離脱
6		"	油圧式ガードレール	"	1.3	"	0.98	78	2.3	39	6	—	—	—	—	バンク
7	ガードレールパイプ (富士製鉄委託)	42.4	普通型ガードレールB	14.6	1.45	大貨	9.4	38	6.2	105	6	—	—	—	—	ブツブツ切断
8		"	ガードパイプ	15.2	"	"	"	39	6.6	94	0	—	—	—	—	"
9		"	"	"	"	"	9.1	41	7.3	82	10	—	—	—	—	"
10	アルミガードレール (住友金属委託)	42.9	アルミガードレール	12.6	1.25	大貨	9.8	33	4.9	—	—	有	—	—	—	ブツブツ切断
11		"	普通型ガードレールC	9.2	1.20	"	10.2	32	4.9	72	3	—	—	—	—	"
12		"	アルミガードレール	12.6	1.20	"	9.8	30	4.1	54	—	—	—	有	—	"
13		"	"	14.9	1.20	"	11.0	38	6.5	—	—	有	—	—	—	大破
14		"	"	"	"	"	11.7	43	9.8	—	—	—	—	—	—	"
15		"	"	16.4	"	"	10.4	28	3.9	75	離れず	—	—	—	—	"
16		"	"	23.4	"	"	10.3	46	9.9	与120	"	—	—	—	—	"
17		42.10	"	18.5	1.35	"	10.5	33	5.2	95	"	—	—	—	—	ブツブツ切断
18		"	"	"	"	"	10.1	32	4.7	57	"	—	—	—	有	大破
19		"	"	"	1.30	"	10.3	40	7.5	—	"	—	—	有	有	"
20		"	"	12.1	1.20	"	9.9	30	4.1	—	"	—	—	有	有	"
21		"	"	"	"	"	10.0	28	3.6	122	"	—	—	—	—	"
22		"	"	"	"	"	9.5	31	4.2	76	離れず	—	—	—	—	"
23		"	"	"	"	"	9.6	35	5.4	—	—	有	—	—	有	輪曲がり
24		"	普通型ガードレールB	14.9	1.30	"	9.7	44	8.5	105	—	—	—	—	有	"
25		"	アルミガードレール	12.1	1.20	"	11.0	34	5.8	—	—	有	—	—	—	"
26		"	アルミガードレール	12.1	1.20	"	10.3	29.5	4.1	142	30	—	—	—	—	"
27		"	普通型ガードレールC	9.2	"	"	9.3	31	4.1	135	25	—	—	—	—	"
28		42.11	B	14.9	1.30	"	8.8	50	10.0	122	—	—	有	—	—	"
29	オートガード (高速道路調査会委託)	43.3	橋梁用オートガード	与500	—	乗	1.05	62	1.9	1.4	8	—	—	—	—	破壊
30		"	"	"	—	"	0.94	95	3.9	4.6	12	—	—	—	有	大破
31		"	"	"	—	大貨	13.2	33	6.6	—	—	—	有	—	—	ブツブツ切断
32		"	"	"	—	"	13.5	45	12.6	—	—	—	有	—	—	大破
33	橋梁用ガードレール (住友金属委託)	43.6	橋梁用ガードレール ビーム中心高 40cm	18.4	0.4	大貨	13.6	27	4.3	—	—	有	—	—	—	大破
34		"	" 60	"	"	"	13.1	36	7.8	33	離れず	—	—	—	—	"
35		"	" 60	"	"	"	12.6	38	8.4	27	"	—	—	—	—	"
36		43.7	" 60	"	"	"	12.8	30	5.3	—	—	有	—	—	有	"
37		"	" 60	"	"	"	12.2	45	11.3	48	11	—	—	—	—	"
38		43.8	" 60	"	"	"	11.7	45	10.9	57	10	—	—	—	—	"
39	コンクリート高欄 (高速道路調査会委託)	43.10	コンクリート壁	—	—	乗	1.32	80	3.5	—	3	—	—	—	—	破壊
40		"	"	—	—	大貨	13.9	28	5.0	—	離れず	—	—	—	—	Uボルト切断
41		"	"	—	—	"	13.5	40	9.2	—	2	—	—	—	—	"
42		"	"	—	—	乗	1.49	90	5.6	—	6	—	—	—	—	破壊
43		"	"	—	—	大貨	12.6	48	12.2	—	離れず	—	—	—	—	Uボルト切断
44		"	"	—	—	"	1.28	73	3.1	—	2	—	—	—	—	破壊
45		"	"	—	—	大貨	5.5	55	7.6	—	離れず	—	—	—	—	Uボルト切断
46		"	"	—	—	"	12.5	37	8.1	—	"	—	—	—	—	"
47	レール付高欄 (高速道路調査会委託)	43.12	レール付 コンクリート壁	18.0	—	乗	1.3	89	4.6	—	12.5	—	—	—	—	破壊
48		"	"	"	—	"	1.3	87	4.4	—	15	—	—	—	—	"
49		"	"	"	—	大貨	12.5	45	11.6	—	離れず	—	—	—	—	Uボルト切断
50	中央分離帯用防護欄 (道路協会委託)	44.3	ブロックアウトレール	22.3×2	1.30	乗	1.28	85	4.4	44	0	—	—	—	—	前輪バンク
51		"	"	"	大貨	乗	12.2	45	11.4	122	再接触	—	—	—	—	"
52		"	ボックスビーム型	34	1.20	乗	1.28	80	3.7	5	0	—	—	—	—	"
53		"	"	"	大貨	乗	12.7	40	9.4	116	離れず	—	—	—	—	"
54		"	ブロックアウトレール	18.1×2	1.45	乗	1.25	87	4.4	82	0	—	—	—	—	"
55		45.2	"	"	"	乗	1.30	76	3.5	42	0	—	—	—	—	"
56		"	ブロックアウトケーブル	—	1.5	乗	1.45	78	3.9	12	再接触	—	—	—	—	回転、後輪バンク
57		"	"	—	"	乗	1.41	85	4.7	13	"	—	—	—	—	回転
58		45.3	ブロックアウトレール	18.1×2	1.45	大貨	13.4	44	12.0	—	—	有	—	—	—	前後輪バンク
59		"	"	"	"	乗	14.0	46	13.6	123	0	—	—	—	—	"
60		"	ボックスビーム	37	1.3	乗	1.33	90	4.9	38	0	—	—	—	—	前輪大破
61		"	"	"	大貨	乗	13.9	45	13.0	121	30	—	—	—	—	"
62		45.8	ブロックアウトケーブル	—	1.5	大貨	1.33	69	2.9	29	再接触	—	—	—	—	"
63		"	"	—	"	大貨	13.5	48	14.5	72	離れず	—	—	—	—	後外輪バンク
64		"	ボックスビーム	48	1.5	乗	13.8	48	14.7	95	離れず	—	—	—	—	"
65		"	ブロックアウトレール	18.1×2	1.45	乗	1.34	76	3.6	31	0	—	—	—	—	"
66		"	"	"	大貨	乗	13.8	50	15.9	155	8	—	—	—	—	"
67		45.12	ブロックアウトケーブル	—	1.5	大貨	1.34	80	3.9	28	再接触	—	—	—	—	"
68		"	"	—	"	大貨	13.6	47	13.8	> 77	離れず	部分	—	—	—	前輪大破
69		"	ボックスビーム	37	1.5	乗	14.0	51	16.8	98	離れず	—	—	—	—	後外輪バンク
70		"	"	"	"	乗	1.25	78	3.5	11	再接触	—	—	—	—	前輪大破
71		"	"	"	"	大貨	14.5	43	12.4	84	"	—	—	—	—	前輪バンク
72		"	"	"	"	"	1.25	82	3.9	11	"	—	—	—	—	前輪タイヤ傷
73	鋼製高欄 (高速道路調査会委託)	46.1	ブロックアウトボックス	60	—	乗	1.24	78	3.5	0	3	—	—	—	—	前輪変形
74		"	"	"	—	大貨	13.0	50	15.9	4	離れず	—	—	—	—	ブツブツ切断
75		"	"	"	—	"	14.0	52	18.7	1	"	—	—	—	—	"

注1: エネルギーは防護欄直前方向の速度成分のみで考えた運動エネルギー

注2: 離脱角は防護欄より離れた直後でなく、しばらくして安定した方向を示した後のもの(離脱後0.5~1.0秒後)

の多大な損害と 100 g にも達する加速度が生じることが知られているが、これらはすべて正面衝突であって、本実験のように、衝突車が衝突後向きを変えて走り抜けていく場合には非常に異なるものとなっている。よって高架道路上、すなわち、路外逸脱が第三者の被害に結びつきやすく、また道路幅が狭いため衝突角度が大きくなる可能性のほとんどないような場所においては、変形後の形状や支柱と車輪との衝突に考慮を払う必要のないコンクリート壁は道路管理上信頼性が高い防護柵の一つであるといえよう。

(3) 鋼製高欄

現在、橋梁上の車両転落防止施設としては、ガードレール、コンクリート壁および高欄が使われている。一般的に前後の道路との連続性を重視する場合はガードレール、高架の場合はコンクリート壁、その他が高欄という使い分けがされているが、これらにはおのおの長所、短所がある。防護柵は盛土上の土中建込み式ガードレールから転用したものであり、橋の景観上必ずしも最適のものとはいえない。コンクリート壁は風荷重、死荷重が大きくなることを考えるとすべての橋梁に用いる訳にはいかない。高欄は、もともと歩行者による荷重を考えて設計されているもので、対車両用としては路外逸脱防止機能は保証されていない。

本実験に用いられた供試体は関門橋を前提に考え出されたものである。橋梁上の車両転落防止施設のプロトタイプのひとつとして今後の開発が期待されるものである。ただ、支柱を地覆に取付ける方法、価格、横梁の継手方法などが実験的には十分検討され得なかった点として残されている。

以上が既に土木技術資料等で報告されているものである。次に、それ以降の実験について結果の概略を示す。

2.2 昭和46年度以降に行われた実験

(1) コンクリート壁式剛性防護柵（昭和48年度）

昭和48年には、コンクリート壁式の防護柵に関する内容をより充実させるため、実車衝突実験を行い、その構造性と機能性を検討した⁹⁾。その結果を表-2に示す。

この一連の実験による結論を従来の実験と比較すると、次のようなことがいえる。

1) 供試体形状(図-1)は、離脱角および跳び上がり量をできるだけ小さくすることをねらったものが考えられ、この目的は一応実験的に確認されたと判断してよい。

2) 緩衝材を付けたことによる緩衝効果(衝突車両に働く加速度をできるだけ小さくする効果)としては際立ったものは認められない。従って、今後使用するとすれば緩衝材について、材質、形状、取付け方法などを検討する必要があるが、現状としては設置および維持に要する費用を考え合わせると、積極的に採用するまでには至っていない。

3) この実験により、プレキャスト化に伴う躯体の必要強度、継手構造あるいは基礎と躯体との定着方法など、問題点はかなり明確となった。

(2) 橋梁用鋼製高欄防護柵（昭和52年度）

コンクリート壁式の場合は乗員の側面視野を遮り、精神的な圧迫感と疲労を与える場合がある。ここで

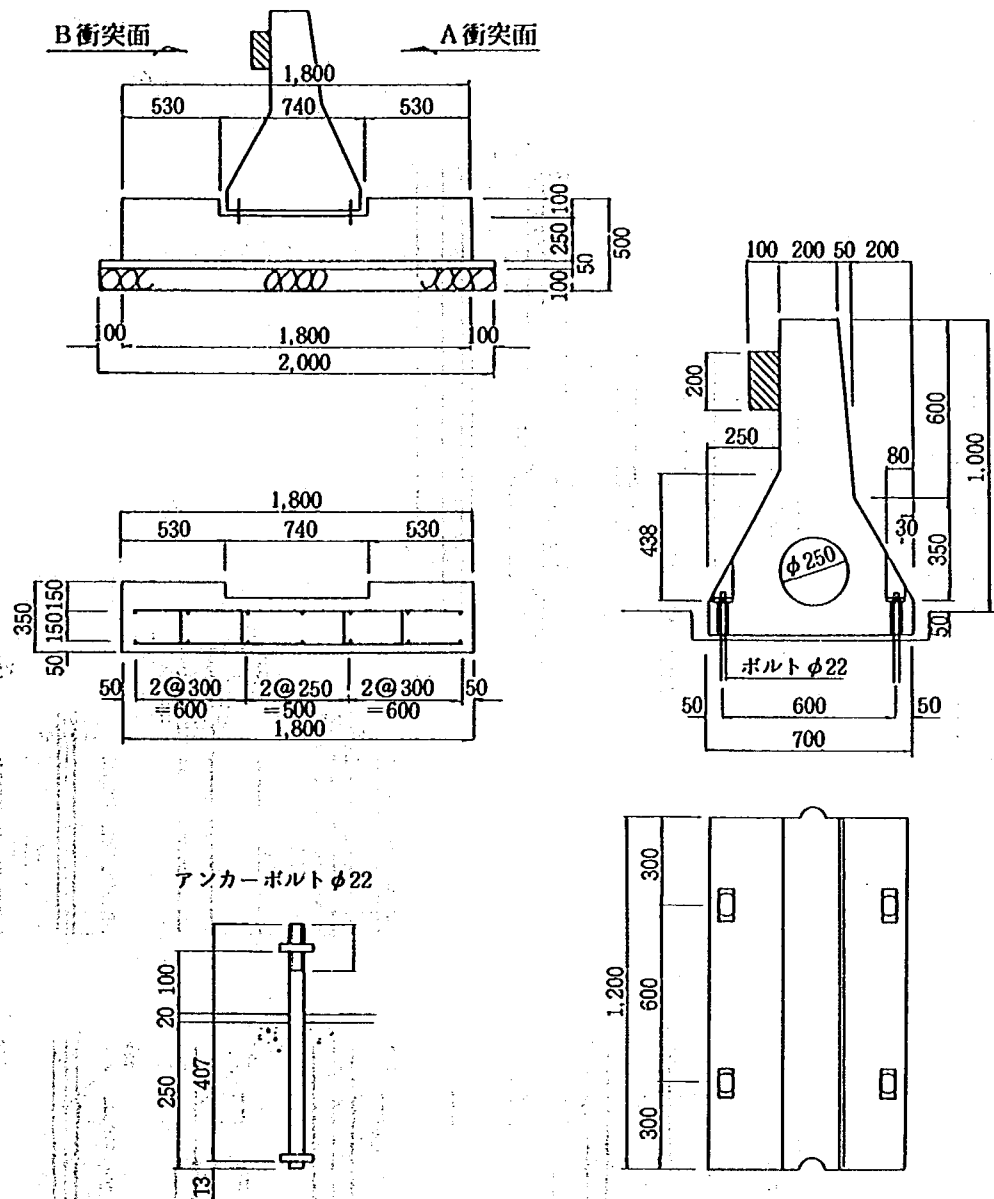


図-1 コンクリート壁式剛性防護柵供試体

は、河川など騒音問題の少ない場所に設置する防護柵を安全性、展望の良さからくる快適性および経済性の面から検討し、その最適な断面形状を把握することとした。その条件としてたわみ性防護柵より路外逸脱防止能力がより高いことが検討されている。これらを十分考慮の上防護柵の型式(図-2)を選定し、防護柵の構造および機能を衝突シミュレーション、静的試験および実車衝突実験を行って検討したものである。その結果、鋼製防護柵を実車衝突実験結果(表-3)より評価すると次のようなことがいえる。

1) 路外逸脱防止能力

ここでは、衝突車の挙動を考慮して最大進入行程20cm以内を目標としていたが、実車衝突実験においては、最大10cmであり、路外逸脱防止能力は十分である。また、変形10cmは衝突シミュレーションと比較して小さいものであったが、これは実車衝突実験において下段横梁が抵抗したためと考えられる。

防護柵

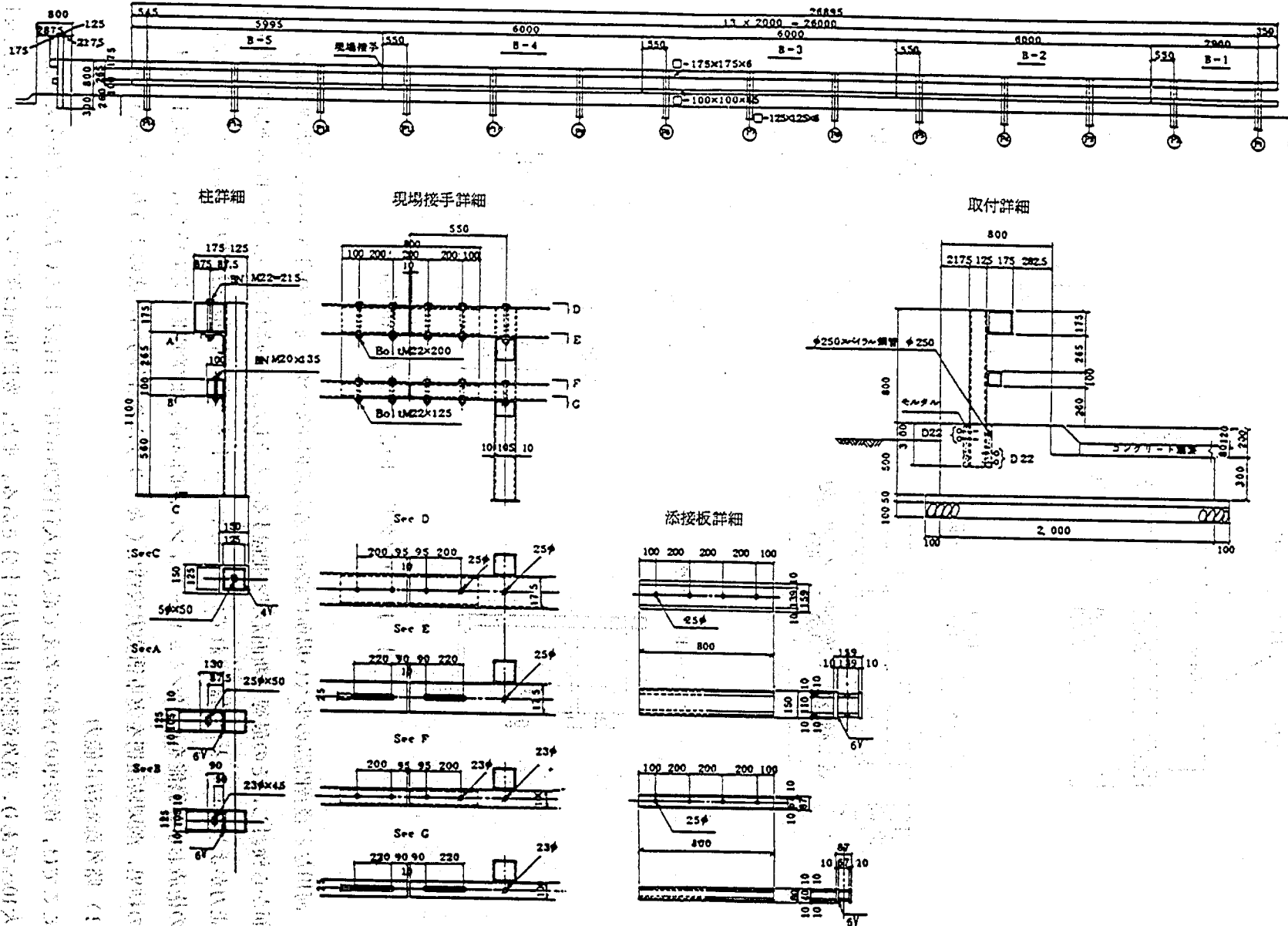


図-2 橋梁用鋼製高欄防護柵供試体

表-2 コンクリートバリアー衝突実験一覧

供 試 体	衝突車	車体重量 (t)	衝突速度 (km/h)	離脱角度 (度)	跳り量 (cm)	車体に働いた加速度 (g)			備 考
						X (左右方向)	Y (前後方向)	Z (上下方向)	
型式1 レール付き コンクリートバリアー	普通乗用車	1.3	89	12.5	—	8.8	3.8	—	加速度計 による
		1.3	87	15	—	7.0	5.5	—	
型式2 コンクリートバリアー	普通乗用車	1.3	90	—	ほとんど なし	13.5	7.0	—	加速度計 による
		1.5	90	6		8.5	6.0	—	
型式3 コンクリートバリアー	普通乗用車	1.3	80	3	地面へ乗 り上げる	10.5	7.0	—	写真測定 による
型式4 コンクリートバリアー	普通乗用車	1.3	73	2	型式3より 大きい	7.0	10.5	—	
型式5 首都高速タイプ コンクリートバリアー	普通乗用車	1.3	72	3.5	70	12	14	20	加速度計 による
	小型貨物車	1.6	82	9	82	20	20以上	20以上	
型式6 阪神高速タイプ コンクリートバリアー	普通乗用車	1.3	83	11	36	13	20.4	11.1	加速度計 による
	小型貨物車	1.6	90	3.5	48	22.9	31.4	43.1	
型式7 ガードフェンス分科会型 コンクリートバリアー	普通乗用車	1.3	82	6.5	47	4.7	19.9	—	写真測定 による
	小型貨物車	1.5	78	1.1	35	56.3	34.7	—	加速度計 による
型式8 緩衝材付き コンクリートバリアー	普通乗用車	1.3	77	3.5	24	18.7	31.4	—	加速度計 による
	小型貨物車	1.5	73	4.5	32	18.5	50.0	—	

注1 加速度の方向は次のとおりである。

注2 車体の衝突角度はいずれも20°である。

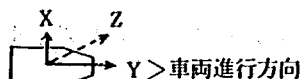


表-3 鋼製防護柵実車実験結果

項 目 実験番号	衝突車 速度 (km/h)	Y方向 衝突角 (度)	離脱 角度 (度)	とび上り量 (cm)			車体 接触長 (cm)	衝突車 の傾斜 角度 (度)	加速度 (g) (加速 度計)	加速度 (g) (高速 写真)	支柱最大 変形 (mm)	防護柵の最大 残留変形 (mm)		補強鉄 最大応力 (MPa)
				右側	前輪	後輪						上	下	
No.1 (小型乗用車)	79.5	3.8	8	右側	11	0	307	車道側 に	AX=11.4 AY=15.1	AX=9.9 AY=13.0	44(P5)	2(P5)	0	210(P5)
				左側	2	0								
No.2 (小型貨物車)	85.0	5.0	7	右側	2	0	331	防護柵 側に	AX=7.8 AY=19.3	AX=4.5 AY=10.7	37(P5)	2(P5)	0	480(P5)
				左側	8	4								
No.3 (小型乗用車)	63.9	2.4	6	右側	0	0	182	車道側 に	AX=8.5 AY=7.5	AX=6.1 AY=3.9	23(P5)	2(P5)	0	118(P5)
				左側	0	0								
No.4 (大型貨物車)	51.1	17.0	7	右側	0	0	710	防護柵 側に	AX=12.4 AY=10.1	AX=2.2 AY=4.0	99(P4)	63 (P4,P5間)	21 (P4,P5間)	649(P5) 187(P4)
				左側	9.6	0								
No.5 (大型貨物車)	51.3	17.1	1	右側	0	0	890	防護柵 側に	AX=9.8 AY=9.8	AX=1.3 AY=3.3	70(P4)	31 (P4,P5間)	22 (P4,P5間)	893(P5) 578(P4)
				左側	11.5	0								

※1. とび上り量は、右車輪は地盤面上、左車輪は路面上よりのとび上り量を示す。なお、とび上り量の左右は運転者を基準としたものである。

※2. 衝突車の傾斜角度は地盤面上を基準にしたものである。

※3. 加速度計の加速度AX、AYはそれぞれ車両進行方向、車両直角方向の値を示す。

また、高速写真の加速度AX、AYはそれぞれ防護柵平行方向、防護柵直角方向の値を示す。

2) 乗員の安全

「防護柵設置要綱 6. 剛性防護柵」の項にある「最大減速度と死傷割合」からみると、最大加(減)速度20g以下の場合の死亡率は0%であり、今回の衝突実験ではすべて20g以下であることから、死亡事故は防げられると思われる。また、同一の衝突条件(乗用車、速度約80km/h、進行方向加速度)で比べると、コンクリート壁の衝突実験結果では20g以上の加速度を生じているが、鋼製防護柵の場合は最大加速度が12gであり、コンクリート壁式防護柵よりは乗員の安全性が高くなるといえる。

3) 衝突車の進行方向復元

衝突後の姿勢角、進行角は安定した角度変化をし、円滑に進行方向に復元した。また、離脱角度も8°以下と小さいため二次的事故が起こる可能性は少なく、本防護柵の進行方向復元機能は十分であると推定される。

(3) アルミニウム合金製高欄型自動車用防護柵(昭和54年度)

これ以降は土木研究所が筑波研究学園都市に移転し、そこに新設された実車衝突実験施設を使って行われたものである。昭和48年に「道路橋示方書・同解説(社団法人 日本道路協会発行)」が改訂され、「橋面上歩道等と車道との区別がない場合には自動車用防護柵を設置すること」が明記された。そして、「自動車用防護柵は原則として防護柵設置要綱による」とし、「高欄型の防護柵の構造は、笠木の前面が支柱より前にでているブロックアウトタイプとするのが望ましい」こと、さらに「自動車用防護柵は高欄としての機能と強度をあわせ持たなければならない」と解説されている。

橋梁には各種の高欄型自動車用防護柵が設置されているが、防護柵としての本来の機能の他に、橋としての美観、衝突車両の転落防止、および腐食に対する十分な耐久性等、橋採用として特に強く求められる条件を満たすものでなければならない。

これらの条件から防護柵に適する材料を検討する場合、高欄用に従来から広く使われてきているアルミニウム合金はその加工性等の点から優れた材料ではあるが、衝突に関して十分な実験データに基づく設計指針がなかった。

そこで指針作成のための基礎資料を得る目的で、アルミニウム合金製高欄型自動車用防護柵について衝突シミュレーションによる解析および実車による衝突実験を実施した。その結果、アルミニウム合金製高欄型自動車用防護柵(図-3)は表-4および下記に示すように高欄型自動車用防護柵としての機能を満足するものであることが確認された。

1) 路外逸脱防止能力について

最大進入行程はA種で7.2cm、B種で10.0cmであり、いずれも防護柵設計条件の最大進入行程30cm以下であることが確認されたことから、衝突車の路外逸脱、転倒等に対して安全であると考えられる。

2) 乗員の安全性

実験の最大加速度は12.2g(実験のNo.2の防護柵は、その後実験No.5のときに改良して使用されているので実験No.2のデータを除く)である。コンクリート壁式剛性防護柵の場合20g以上、橋採用鋼製ビーム型防護柵の場合は約12gが記録されていることから考えて、アルミニウム合金製高欄型自動車用防護柵はこれらの防護柵に比べ、より安全か同等であると考えられる。

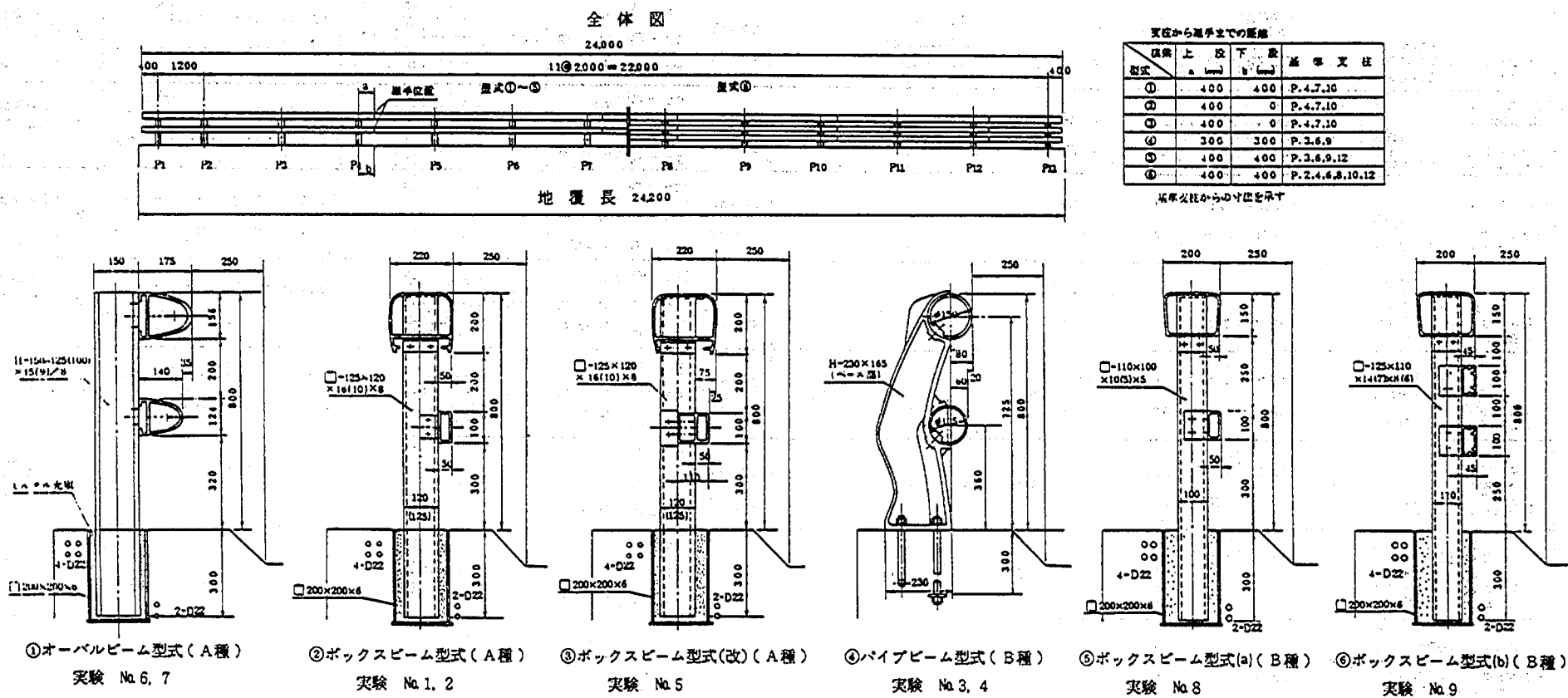


図-3 アルミニウム合金製高欄型自動車用防護柵

表-4 実験条件および結果

項目 実験 番号	種別	高規格式	衝突車 重量 (t)	衝突車 速度 (km/h)	防護構 直方向 エネルギー 量 (t・m)	離脱 角度 (度)	1) とび上り 量 (cm)			車 体 接 触 長 (cm)	衝突車 の傾斜角 (度)	加速度 ²⁾ (加速度計) (g)	加 速 度 ³⁾ (高速写真) (g)	支柱最大 変 形 量 (mm)	防護構の最大残留変形量 (mm)			支柱最大 ひ ず み ($\times 10^{-6}$)	補強鉄筋 最大 ひ ず み ($\times 10^{-6}$)	離手部最大ひずみ ($\times 10^{-6}$)		支柱一本 に加わる 水平力 ⁵⁾ (t)	観 察	
							左 側 別	前 輪	後 輪						上段横梁	下段横梁	支 柱 (平行方向)			上 段	下 段		防 護 構	車 両
No.1 〔乗用車〕	A	ボックス ビーム	1.30 [1.18]	60.6 [60.0]	1.30 [1.12]	3	右側	0	0	370	車道側に 2.5	Ax=10.5 Ay=11.0 Az=8.7	Ax=1.0 Ay=0.8	8	5	0	0	-1.550 (-1085)	30 (63)	220 (154)	575 (402)	2.4	・外傷軽微 (主として下 段横梁)	・フエンダー 部にへこみあり ・自力走行可能
No.2 〔大型 貨物車〕	A	ボックス ビーム	13.87 [14.0]	60.6 [60.0]	13.43 [13.29]	0	右側	10	0	1,120	防護構 側に 2.5	Ax=13.0 Ay=16.0 Az=10.0	Ax=0.4 Ay=0.7	60	14	—	0	-3.750 (—)	68 (143)	4,040 (—)	4,020 (—)	5.7	・上段横梁下部 前面に深いかき 傷あり。(下段 横梁切断)	・前輪アックス ル牽引装置補強 材の前後部より 破損
No.3 〔乗用車〕	B	パイプ ビーム	1.41 [1.18]	40.4 [40.0]	0.61 [0.50]	1	右側	0	0	280	車道側に 5.0	Ax=8.4 Ay=11.5 Az=8.0	Ax=3.6 Ay=1.0	0	0	0	80	-1.00 (-70)	アンカーボルト 40 (84)	35 (25)	25 (18)	1.6	・外傷軽微 (主として下 段横梁) ・支柱に一部 接触	・フエンダー 部にへこみあり ・自力走行可能
No.4 〔大型 貨物車〕	B	パイプ ビーム	14.00 [14.0]	40.4 [40.0]	6.03 [5.91]	2	右側	4	0	370	防護構 側に 5.3	Ax=10.8 Ay=12.2 Az=10.5	Ax=7.2 Ay=2.1	65	55	55	75	-4.470 (—)	アンカーボルト 735 (1,544)	-220 (-154)	340 (238)	4.7	・約2mにわ たり変形	・後輪は横梁 に接触せず ・外傷軽微 ・自力走行可能
No.5 ⁶⁾ 〔大型 貨物車〕	A	ボックス ビーム (改良)	14.02 [14.0]	60.6 [60.0]	13.58 [13.29]	3	右側	20	0	915	防護構 側に 14.0	Ax=6.7 Ay=11.3 Az=10.3	Ax=3.5 Ay=1.5	50	33	5	0	-3.500 (-2450)	50 (105)	400 (280)	700 (490)	5.3	・前輪ホイール ボルトによる 横梁へのかき 傷あり	・前輪アックス ル固定Uボルト 破損
No.6 〔大型 貨物車〕	A	オーバー ビーム	14.01 [14.0]	60.6 [60.0]	13.57 [13.29]	5.5	右側	12	0	880	防護構 側に 8.3	Ax=9.0 Ay=9.7 Az=7.5	Ax=3.5 Ay=1.3	72	37	17	0	-4.300 (—)	70 (147)	-3,000 (-2100)	-4,700 (—)	5.4	・上段横梁の 外傷軽微 ・下段横梁の へこみ大きく 亀裂発生	・外傷軽微 ・自力走行可能
No.7 〔乗用車〕	A	オーバー ビーム	1.64 [1.18]	60.6 [60.0]	1.59 [1.12]	2	右側	0	0	340	車道側に 2.0	Ax=7.0 Ay=6.8 Az=6.0	Ax=5.0 Ay=4.9	15	0	0	0	-2.270 (-1589)	20 (42)	-490 (-343)	-1,360 (-952)	3.0	・外傷軽微 (主として下 段横梁)	・フエンダー 部にへこみあり ・自力走行可能
No.8 〔大型 貨物車〕	B	ボックス ビーム (a)	13.84 [14.0]	40.4 [40.0]	5.96 [5.91]	3.5	右側	8	0	410	防護構 側に 5.0	Ax=6.8 Ay=7.8 Az=5.5	Ax=4.2 Ay=3.3	100	36	18	0	-2.750 (-1925)	30 (63)	310 (217)	750 (525)	—	・外傷軽微 (主として下 段横梁)	・フエンダー 部にへこみあり ・後輪接触せず ・自力走行可能
No.9 〔大型 貨物車〕	B	ボックス ビーム (b)	13.95 [14.0]	40.2 [40.0]	5.95 [5.91]	1.0	右側	5	0	481	防護構 側に 7.0	Ax=5.4 Ay=3.8 Az=5.6	Ax=4.4 Ay=4.3	87	48	上 部 37 下 部 21	0	-3,050 (-2135)	35 (74)	450 (315)	上2950 部(2065) 下2800 部(1960)	—	・外傷軽微 (主として上 部下段横梁)	・フエンダー 部にへこみあり

注 実験条件は〔 〕に示す他、防護構への車両進入角は15度である。

1) とび上り量は左車輪は地面面、右車輪は路面上よりのとび上り量を示す。

2) 加速度計の加速度Ax、Ay、Azはそれぞれ車両進行方向、車両直方向および車両軸直方向の値を示す。加速度のサンプリング時間は0.003sec(1/300Hz)である。

3) 高速写真の加速度Ax、Ayはそれぞれ防護構平行方向、防護構直方向の値である。加速度のサンプリング時間は種別A(車両速度60km/h)、B(車両速度40km/h)、それぞれ0.050sec、0.375secである。

4) ()内は応力を示す。単位(Kg/cm²)

5) 静的試験結果の支柱およびアンカーボルトのひずみより推定。

6) 実験No.5はNo.2の上段横梁の突出量および下段横梁の形状を改良したものである。

なお、たわみ性防護柵ではコンクリート埋込みでは30cmの最大進入行程あるいは加速度が4g以下と規定されているが、橋梁用の防護柵として考える場合、路外逸脱防止能力を確実にするためには、進入行程を大きくとることができず、そのため衝撃吸収が少なくなり車両の衝撃や加速度が大きくなってくことは避けられないと考えられる。

3) 衝突車の進行方向復元

衝突車が防護柵から離脱する角度は、いずれの型式も防護柵に対して5.5度以下である。

この値は、ほぼ同じ条件で行った過去の各種型式、構造に対しての実験と比較しても小さく、後続車との間で二次的事故を生じる可能性は少ないと考えられる。

従って、本防護柵は、衝突車に発生する衝撃や加速度が小さく、衝突車の進行方向復元が大きい。

以上をまとめると、

1) 衝突車に発生する衝撃や加速度が小さく、衝突車の進行方向復元が大きい。

2) 衝突車が防護柵から離脱する角度は、いずれの型式も防護柵に対して5.5度以下である。

3) 衝突車の進行方向復元が大きい。

4) 衝突車が防護柵から離脱する角度は、いずれの型式も防護柵に対して5.5度以下である。

5) 衝突車が防護柵から離脱する角度は、いずれの型式も防護柵に対して5.5度以下である。

6) 衝突車が防護柵から離脱する角度は、いずれの型式も防護柵に対して5.5度以下である。

7) 衝突車が防護柵から離脱する角度は、いずれの型式も防護柵に対して5.5度以下である。

8) 衝突車が防護柵から離脱する角度は、いずれの型式も防護柵に対して5.5度以下である。

9) 衝突車が防護柵から離脱する角度は、いずれの型式も防護柵に対して5.5度以下である。

10) 衝突車が防護柵から離脱する角度は、いずれの型式も防護柵に対して5.5度以下である。

11) 衝突車が防護柵から離脱する角度は、いずれの型式も防護柵に対して5.5度以下である。

12) 衝突車が防護柵から離脱する角度は、いずれの型式も防護柵に対して5.5度以下である。

13) 衝突車が防護柵から離脱する角度は、いずれの型式も防護柵に対して5.5度以下である。

14) 衝突車が防護柵から離脱する角度は、いずれの型式も防護柵に対して5.5度以下である。

15) 衝突車が防護柵から離脱する角度は、いずれの型式も防護柵に対して5.5度以下である。

16) 衝突車が防護柵から離脱する角度は、いずれの型式も防護柵に対して5.5度以下である。

17) 衝突車が防護柵から離脱する角度は、いずれの型式も防護柵に対して5.5度以下である。

18) 衝突車が防護柵から離脱する角度は、いずれの型式も防護柵に対して5.5度以下である。

19) 衝突車が防護柵から離脱する角度は、いずれの型式も防護柵に対して5.5度以下である。

20) 衝突車が防護柵から離脱する角度は、いずれの型式も防護柵に対して5.5度以下である。

21) 衝突車が防護柵から離脱する角度は、いずれの型式も防護柵に対して5.5度以下である。

22) 衝突車が防護柵から離脱する角度は、いずれの型式も防護柵に対して5.5度以下である。

23) 衝突車が防護柵から離脱する角度は、いずれの型式も防護柵に対して5.5度以下である。

24) 衝突車が防護柵から離脱する角度は、いずれの型式も防護柵に対して5.5度以下である。

25) 衝突車が防護柵から離脱する角度は、いずれの型式も防護柵に対して5.5度以下である。

26) 衝突車が防護柵から離脱する角度は、いずれの型式も防護柵に対して5.5度以下である。

27) 衝突車が防護柵から離脱する角度は、いずれの型式も防護柵に対して5.5度以下である。

28) 衝突車が防護柵から離脱する角度は、いずれの型式も防護柵に対して5.5度以下である。

29) 衝突車が防護柵から離脱する角度は、いずれの型式も防護柵に対して5.5度以下である。

30) 衝突車が防護柵から離脱する角度は、いずれの型式も防護柵に対して5.5度以下である。

3. 中央分離帯用防護柵の開発（昭和59年度）

この研究は、日本道路公団からの要請により、ガードレールメーカーの協力を得て、社団法人日本道路協会と共同研究の形で実施したものである。以下にその成果概要を記述する。

3.1 研究の背景

現状の中央分離帯の防護柵突破事故は、車両重量が重くかつ速度が高い、いわゆる高エネルギー車による率が高くなっている。他方、現在制定されている防護柵設置要綱では中央分離帯用の種別A mでは、設計荷重を14 t、60 km/hとしているが、それ以上の高エネルギー車の衝突についてはこれまで本格的に調査検討されていない。

そこで本研究では、中央分離帯の防護柵を突破する事故をさらに減少させるべく、現行の設計荷重以上の高エネルギーの衝突にも耐えられるよう、路側用の種別S（設計荷重14 t、設計速度 80 km/h）に相当する中央分離帯用防護柵「種別S m」を開発することを目的とした。

ところで、実際の中央分離帯突破事故では種別S以上のエネルギーのものが多く、それらに対してできるだけ広範囲に対応できるようにすることが望まれている。そこで本研究では、種別Sの設計荷重（重量14 t、速度 80 km/h、衝突角度15度、防護柵直角方向運動エネルギー23 t・m）に対しては、防護柵設置要綱に準拠し、種別A mと同程度の変位で車両を円滑に誘導する機能を持つこと、さらに、それ以上の衝突荷重に対しても、大きく変形しつつもできるだけ突破されずに車両を誘導できることを設計目標とした。そのため、実車衝突実験施設で可能な最大の衝突条件（14 t、80 km/h、20度、40 t・m）で衝突実験を行い、また、衝突実験結果を用いて改良したシミュレーション解析により各種の衝突荷重についての車両とガードレールの挙動を分析しこれらの目標を検証することとした。

なお、改良したシミュレーションプログラムについては本報告書の第Ⅲ部に示す。

3.2 高エネルギー衝突車両

前述したように突破事故車両の重量（ M ）、速度（ V ）、衝突角度（ θ ）はかなり大きく、車両進行方向の運動エネルギー（ $1/2 \cdot 1/g \cdot M \cdot V^2$ ）および防護柵直角方向速度から算出した衝突角度を考慮した運動エネルギー（ $1/2 \cdot 1/g \cdot M \cdot V^2 \sin^2 \theta$ ）は、現行防護柵設置要綱よりかなり大きい（表-5）。

表-5 衝突事故の衝突エネルギー

単位（t・m）			
	衝突荷重	直角方向速度によるエネルギー	全運動エネルギー
現行標準	種別B（14 t、40 km/h）	5.9（15°）	88.2
	種別A（14 t、60 km/h）	13.2（15°）	198.4
	種別S（14 t、80 km/h）	23.6（15°）	352.7
事故車両	中央突破中央値	39.6（15 t、100 km/h、15°）	286（6 t、110 km/h）
	85%タイル値	166（20 t、80 km/h、35°）	569（20 t、85 km/h）

また、現行のブロックアウト両面型ガードレールは、設計荷重に対して裏側ビームの支えにより、ビームの設置高さが低下しないように設計されているが、設計荷重以上の荷重がかかった場合には、支柱が許容変位量以上に倒れ車両が乗り越える例があるが、ブロックアウト型でない現行の路側用防護柵は裏側ビームがないので、設計荷重以上の衝突で支柱が倒れてしまうと、車が容易に乗り越えていくことが予想される。

3.3 防護柵強化の考え方

突破事故を防止するために防護柵を強化する方向として、コンクリート高欄のような剛性防護柵で十分な強度を有するものを設置する考え方と、ガードレールなどのたわみ性防護柵（弾性防護柵）の各部材を強化して支持力を向上させる考え方とがある。

剛性防護柵は車両の衝突時においても変形がほとんど生じないくらいに剛性が高く、衝突エネルギーの吸収は車両の変形によってのみ行われるため、たわみ性防護柵に比較して特に小型車の場合、車両の破損、乗員の負傷の程度が大きくなる。しかし、十分な強度があれば車両の逸脱を確実に阻止できるため、高架道路、跨線橋、つり橋など路外逸脱が道路外の人や施設あるいは橋の構造に重大な被害を及ぼすおそれがある場合に広く使用されている。この場合、小型車両衝突時の車両と乗員の損傷程度が大きくなることは、車両の路外逸脱時の被害の程度と比較して許容できるものであると判断されている。

たわみ性防護柵は車両の衝突時の変形が大きく、それによって衝突エネルギーをかなり吸収して衝突の衝撃を緩和する働きがあるため、交通量の過半を占める小型車に対しては剛性防護柵に比して車両や乗員に及ぼす影響が少なく有利である。しかし、大きい衝突荷重が作用した場合に防護柵が大変形することは、車両や防護柵の挙動を確実に予測することを困難にするほか、不測の状況により突破の可能性もないとはいえない点で、剛性防護柵と比較して不安定な面もある。そこで、以下に示すように剛性防護柵とたわみ性防護柵の比較検討を行ったが、その結論として、防護柵強化の課題についてはたわみ性防護柵で対応することとした。

(1) 剛性防護柵

高エネルギーの衝突車両に十分耐えられる型式の防護柵として、剛性が高く変形量の少ない剛性防護柵がまず考えられる。現在までに実用化されているものには、橋梁の高欄型防護柵と高架橋によく用いられるコンクリート壁式高欄型のものがある。

(1) 高欄型

鉄、アルミニウム等の金属材料を用いて強ビーム・強支柱型の剛な構造をもったもので、鋼製高欄、アルミ高欄に対して防護柵設置要綱の種別Aの荷重で実車衝突実験を行った例については前章で述べた。

これらはコンクリート床版中に設置したものであるが、中央分離帯用としても、強ビーム・強支柱に対応した強固な基礎を設置することにより、構造的には大きい衝突エネルギーに対抗させることは可能であろう。

(2) コンクリート壁式高欄型

鉄筋コンクリート壁で、衝突時の変形はほとんどない。中央分離帯用としても開発がなされており、最

高18 t・mの衝突エネルギーで実車衝突実験が行われている。

また、高欄型同様に土中用基礎構造が研究されれば実用可能とも考えられる。

3) 剛性防護柵の問題点

(a) 突破しない車両に対して現在より危険側に作用する。

中央分離帯に関係する事故のうち98%は突破しないものであり、それらのケースでは防護柵の弾塑性変形により衝突時の衝撃力が緩和されることで、車体への加速度や人体の損傷が小さくなっている。しかし、今、剛性防護柵を中央分離帯に導入するとこれら98%の事故に際して防護柵の剛性が増すことから衝撃力が大きくなり、車体の破損、人体の損傷等が現状より悪化することが懸念される。特に中央分離帯に関係する事故の65%が乗用車であり、乗用車による事故の損傷をより軽減させることも重要な要素で、突破防止のみに焦点をあてた対策を講じることは一面的に過ぎよう。

(b) しっかりした基礎工が必要となる。

防護柵天端にかかる水平力をしっかり支えるために基礎工は大きくなる。

これまでの高欄の衝突実験においても幅2 m、深さ40cm程度のコンクリート床版を基礎として設置したが、中央分離帯内に設置する場合の基礎工としても、ほぼこの程度のものが必要であろう。しかし、中央分離帯の幅員は概ね3 mであり、植栽や通信ケーブル等の道路管理施設が埋設されるなど道路管理上必要な空間なので、そこにこのような大型基礎を設置することは、効率のよい道路管理に支障をきたすおそれがある。

(c) 道路景観が損われる。

剛性防護柵を設置する場合に、大型の基礎工を設置すれば中央分離帯の植栽を取り払う必要がある。高速道路の優れた景観は道路のゆとりと潤いを造り出し、長距離運転の疲労防止に効果があると考えられている。まして大型車の疲労運転による突破事故が多いことからみても中央分離帯の植栽は大切に守るべきである。

(2) たわみ性防護柵

従来から用いられているたわみ性防護柵にはガードレール、ガードケーブルおよびボックスビームがあるが、ここでは大変形時の信頼性から、ひじつき効果を期待できるブロックアウト両面型ガードレールについて検討を行う。

1) ブロックアウト両面型ガードレールの強化の考え方

たわみ性防護柵が有する大変形によるエネルギー吸収と車両進行方向の復元機能を生かしつつ、大型車への強化対応と小型車の安全性の確保の両方を追及するもので、設計条件として次の2項目が挙げられる。

① 防護柵設置要綱に規定された通常の荷重(種別S)に対しては、防護柵設置要綱の規定に準じた機能を発揮する。

② 通常の荷重より大きい荷重に対しては、大変形しつつも突破されない強さを有する。

①については現在の防護柵の構造でほぼ対応できるが、②については図-4に示すように、「衝突時に裏ビームが接地した後、支柱および表裏ビームの張力と曲げ剛性だけでなく、間隔材を介して表ビームが地盤反力により強固に支持される」ひじつき効果を期待するものである。ひじつき現象は、種別Am開発

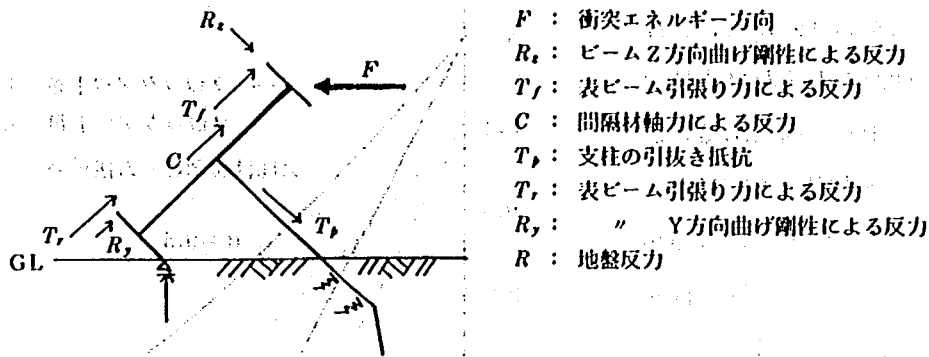


図-4 ひじつき効果

時の実車衝突実験で安全性を高める効果のあることが確認されているが、定量的な検討は行われていない。

2) 構造設計の考え方

(a) ブロックアウト量

ブロックアウト効果は、ビームが支柱より大きく前面に張り出していることから、車輪が支柱に衝突しないこと、および支柱の倒れとともにビーム高さが上がることにあるが、従来の設計では、許容進入行程以上の大変形時以降の挙動については考慮されていない。しかし本研究では、ブロックアウト両面型ガードレールの裏側ビームが接地した際にもブロックアウト効果が有効に発揮されるようにする必要があり、主としてその面について検討した。

図-5は、ガードレールが変形した際の支柱の根元と表ビームとの位置関係および表ビームの高さの関係を示したものである。

図-6に示すように、現在日本道路公団で採用されているブロックアウト量 b は400mm(設置要綱では350mm)であるが、この場合に裏ビームの接地を想定すると、地表面で支柱が折れ曲がると支柱の根元

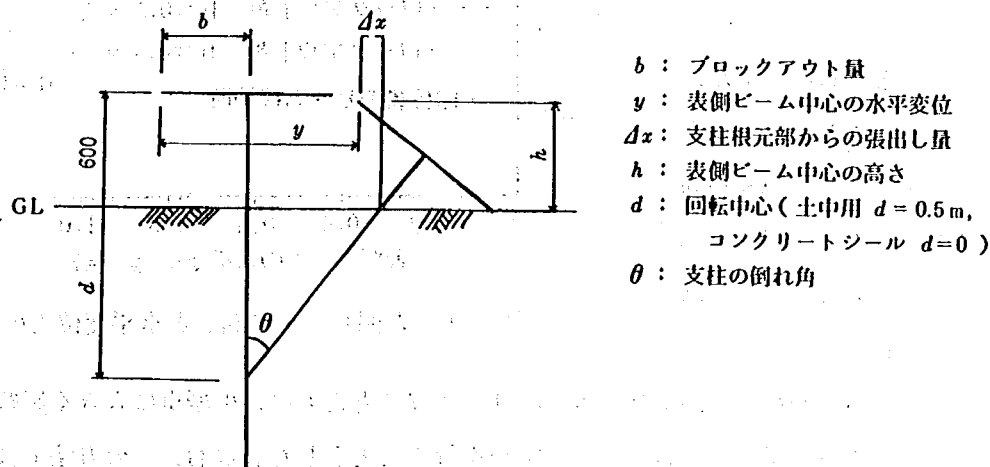


図-5 支柱の倒れとビーム位置

がビームより約 300 mm 前になる。今、ブロックアウト量を 500 mm にし、支柱が地表面で折れ曲がるとすれば支柱の根元がビームより 150 mm 前になることになるが、支柱支持力実験の結果より支柱が地表面下 500 mm 付近で折れ曲がるのでこれをもとにすると支柱の根元がビームより前になることはない。

また、図-7 に示すように、ブロックアウト量を 500 mm としておくと、支柱が地下 500 mm あたりで折れ曲がってひじつき状態になっても表ビームは衝突前より高くなることが予想できる。

そこで、本実験では、ブロックアウト量を 500 mm (ビーム外側間隔 1 m) とした。

(b) 支柱間隔と間隔材ピッチ

防護柵の支持力を上げるには、ビームの剛性を上げる方法(強ビーム)と支柱強度を上げる方法(強支柱)の2つの考え方がある。支柱1本の強度は、土の支持力に大きく影響されるので、支柱1本ずつを強化することは合理的ではないが、支柱間隔を狭くし、本数を増やすことにより高エネルギー衝突に抵抗することは可能である。また、ビームの剛性を上げることは、大荷重での衝突時のポCKETING 現象を回避するために効果があるが、現状の開断面のコルゲーション構造では、経済性からみて限度がある。

そこで本実験では、現実的な範囲内でビームの剛性を上げるとともに、小型車に大きく影響がでない範囲で支柱間隔を基準の 4 m の半分の 2 m にして、実験を行うこととした。なお、この方法では過去に実験を行った剛性防護柵と比較してたわみ性に富んでおり、従来からのたわみ性防護柵で強ビーム・弱支柱型の範ちゅうに入るものと判断した。また、ひじつき時の力のかかり方を考慮して、従来どおり支柱と支柱

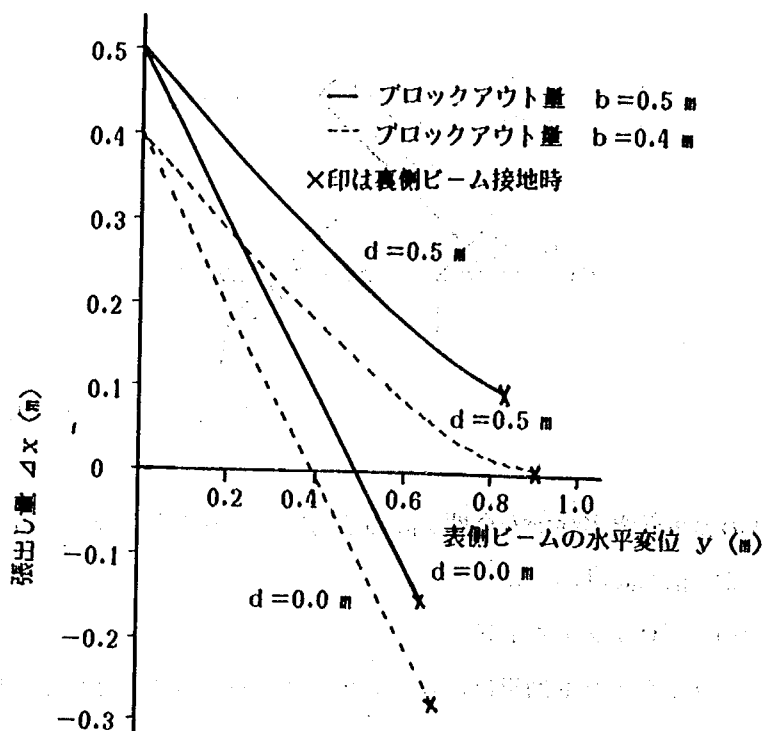


図-6 ブロックアウト量と水平変位との関係

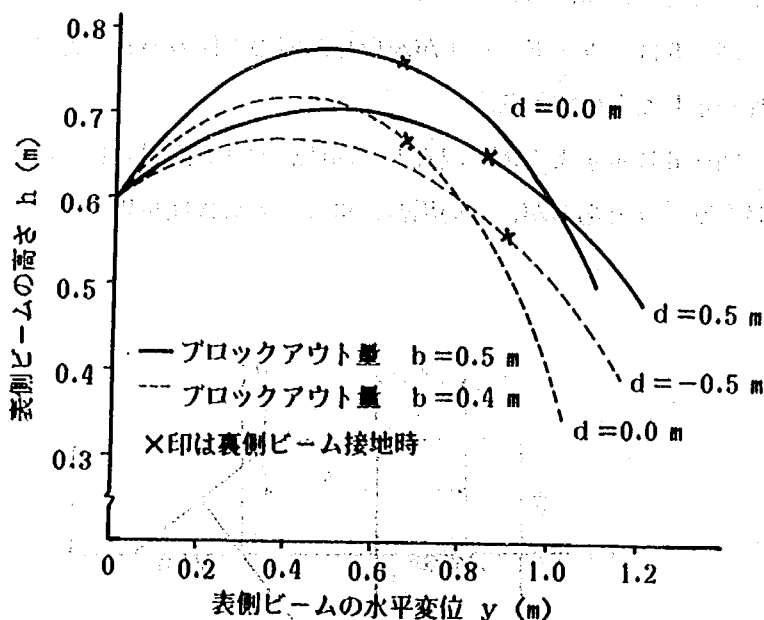


図-7 表側ビームの高さと水平変位との関係

表-6 Sm 種開発のための衝突実験

項目		実験No.	1. (トラック) ＜S 50 / 8 / 22＞	2. (トラック) ＜S 50 / 11 / 28＞	4. (トラック) ＜S 60 / 17 / 25＞	3. (乗用車) ＜S 50 / 12 / 18＞	5. (乗用車) ＜S 60 / 2 / 8＞	
実験目的			1.ブロックアウト両面型ガードレールのひじけり効果の検証。 2.シミュレーションプログラム開発のための材料特性決定。	1.道路設計下での検証。 2.ひじけり効果スパン数を増した場合の平均速度。 3.質量増加による衝突条件での検証。 4.シミュレーションとの適合。	1.第2回と同等の検証にエネルギー下におけるビームと両面材の衝撃効果の検証。 2.ひじけり効果を増したブロックアウトタイプ両面型ガードレールの最終的な検証。	1.乗用車による検証。 2.乗石がある場合の平均速度。 3.シミュレーションとの適合。	1.乗用車による検証、安全性の検証。 2.ビーム・両面材の強度向上に対する検証。 3.乗石なしの時の平均速度。 4.第3回実験との比較検証。	
実験条件	供試体寸法	ビーム	5.0 t × 75 × 350 (SS41)	4.0 t × 75 × 350 (SS41)	4.0 t × 75 × 350 (SS50)			
		支柱	φ129.8 × 4.5 × 1,800 (STK41)	φ114.3 × 4.5 × 1,500 (STK41)	φ114.3 × 4.5 × 1,500 (STK41)			
			両面材	2Z-5 × 50 × 200 (SS41)	2Z-4.5 × 50 × 200 (SS41)	2Z-5 × 200 × 50 (SS41)		
		ボルト	M 20 × 170 (BT)	M 20 × 145 (BT)	M 20 × 145 (BT)			
		ビーム結合	M 16 × 35 (BT)	M 16 × 35 (BT)	M 16 × 35 (BT)			
	衝突車両寸法	単位重量	84.3 kg/m	68.4 kg/m	71.12 kg/m	No. 2 第1次と同じ	No. 4 第1次と同じ	
		重量	15.9 ton	14.2 ton	14.9 ton	1.64 ton	1.57 ton	
		速度 ¹⁾	69.7 km/h	74.9 km/h (47.2 km/h)	75.3 km/h (52.7 km/h)	119.5 km/h (98.4 km/h) ²⁾	112.9 km/h (97.3 km/h)	
		進入角	20°	20°	20°	20°	20°	
		防護壁直前方向運動エネルギー	35.0 t・m	36.7 t・m	38.9 t・m	10.8 t・m	9.22 t・m	
実験条件	衝突角 ³⁾ (衝突直後)	7°	9°	10°	7.5°	9.2°		
	衝突車両最大傾斜角 (重心) へ	23° 23.5° (前側) 44.0° (後側)	40°	24°	- 9° (道路側)	- 9° (道路側)		
	車輪 - 防護壁接触長	14.5 m	20.0 m	16.3 m	9.0 m	7.35 m		
	ひじけり区間長	4.3 m	7.0 m	8.0 m	ひじけり無し	ひじけり無し		
	車両最大加速度 (g)	車体重心	X ⁴⁾	- 3.1 ⁷⁾	- 2.4	- 3.3	- 9.5	- 6.8
			Y	- 6.9	- 5.2	- 6.6	- 13.2	- 12.1
			Z	4.0	- 2.7	- 10.1	- 7.6	
		運転席	X	- 4.9	- 3.5	- 1.4	+ 5.4	- 2.6
			Y	- 3.9	- 2.7	- 2.4	- 7.4	- 10.4
			Z	- 3.7	- 2.9	- 9.5	- 7.86	
防護壁変位量 (前側)	表ビーム	X	1,070 mm (B 8)	1,345 mm (B10)	1,310 mm (P10)	430 mm (P 9)	290 mm (B 8)	
		Y	856 mm (P 9)	1,115 mm (P10)	1,145 mm (P10)	425 mm (P 9)	200 mm (P 9)	
		裏ビーム	895 mm (P 9)	1,000 mm (P10)	1,015 mm (P10)	425 mm (P 9)	275 mm (B 8)	
	最大力	X	1.51 ton (P 8)	4.89 ton (P13)	5.42 ton (P12)	3.31 ton (P 9)	3.16 ton (P 7)	
		Y	4.84 ton (P11)	14.4 ton (P 8)	11.2 ton (P12)	5.31 ton (P 9)	5.23 ton (B 5)	
		最大軸力(引張り)	7.43 ton (P 9)	10.3 ton (B 5)	9.31 ton (B 5)	6.77 ton (B 5)	5.67 ton (B 5)	
実験結果	防護壁応力	表	8.71 ton (B 4)	9.54 ton (B 7)	7.57 ton (B 5)	4.40 ton (B 5)		
		裏	7.15 ton (B 9) (片側Max 12.4 ton)	11.8 ton (B 8)	14.4 ton (B 8)			
		両面材軸力(圧縮)測定値 ⁸⁾						
		損傷状況	防護壁	ビーム損れ有るが他の損傷無し。 支柱9本損傷、完全抜け出し無し。 両面材折れ有り。ボルト破断無し。	ビーム損れ、穴有り。抜け有り。 支柱6本損傷、完全抜け出し無し。 両面材折れ損傷有り。ボルト破断無し。	ビーム損れ、穴有り。抜け有り。 支柱9本損傷、完全抜け出し無し。 両面材折れ損傷有り。ボルト破断無し。	ビーム損れ有るが他の損傷無し。 支柱6本損傷、完全抜け出し無し。 両面材、ボルト大きな損傷無し。	ビーム損れ有るが他の損傷無し。 支柱9本損傷、抜け出し無し。 両面材、ボルト大きな損傷無し。
			車両	左前バンパー、フェンダー損傷 左前ホイールスタック損傷。 左後タイヤバースト。自力走行可。	左前バンパー、フェンダー損傷 左前ホイールスタック損傷。 左後タイヤバースト。 一次衝突では自力走行可、二次衝突ではけん引走行可。	左前バンパー、フェンダー損傷 左前ホイールスタック損傷。 左後タイヤバースト。自力走行可。	前フェンダー、ボディ側面損傷。 左後タイヤバースト。 フロントガラス左下割れる。 自力走行可。	前フェンダー、ボディ側面損傷。 左後タイヤバースト。 フロントガラス左下割れる。 自力走行可。
	備考	1)	速度は路面マーカーの通過時間より求めたもの。					
		2)	() 内の速度は、衝突時の速度					
		3)	() 内は測定位置を示す。					
		4)	X、Y、Zはそれぞれ車両前後方向、左右方向、上下方向を示す。					
		5)	X、Yはそれぞれ防護壁のビーム方向、ビーム直前方向を示す。					
6)	両面材の平均値を示す。							
7)	加速度値の+、-はそれぞれの加速度減速度を示す。							
8)	両面材の平均値を示す。							

の間に中間間隔材を挿入した。

3) 問 題 点

たわみ性防護柵は大変形時に予測のつかない変形をする恐れがあり、またそれは、車のあたり方（接触位置）にも大いに影響されるものであるので、実車衝突実験により安全性、信頼性についてよく検証する必要がある。

3.4 実験による車両、供試体および乗員の安全性に関する検討

表－6にS m種を開発するために実施した大型車（14トントラック）3回、普通乗用車（2,000 cc、約1.6トン）2回の計5回の実験結果を示した。この実験結果を基にしてS m種を提案した。

(1) 衝突車両の挙動および乗員の安全性

種別S m以上の衝突条件で行った実車衝突実験の結果は、トラック、乗用車いずれの場合も、ビームの変形は滑らかで、離脱角度等からみても衝突車両の路外逸脱防止や進行方向の復元機能を十分に発揮していた。また、乗員の安全性を表現するための加速度については、過去の実験例と同一の方法でサンプリングすると、今回の実車衝突実験で得られた最大加速度はトラックで $-2.4g$ （第4回、Y方向）、乗用車で $-10.4g$ （第5回、Y方向）であったが、過去の調査例から判断して、今回の計測データは、運転者を死亡に至らしめ車両の制御が不可能になるような結果とは考えられない。

また、表－7に各種の防護柵に対する実車衝突実験から得られた最大加速度を比較しているが、今回の実験値は、過去の実験値に比べ、持ち込み運動エネルギーが大きくなっているにもかかわらず、最大加速度はほぼ同等かもしくは小さい値を示している。実験後の車両がすべて自走可能であったことも考えあわ

表－7 衝突条件と発生加速度

項 目 防護柵種類		車 種	衝 突 速 度 (km/h)	衝 突 角 度 (度)	車 重 量 (t)	防護柵直角方向 運動エネルギー (t・m)	運転席の加速度(g)	
							X方向	Y方向
本実験(実験4, 5)ブロックアウト両面型ガードレール		トラック	75	20	14.9	38.9	1.4	2.4
		乗 用 車	113	20	1.6	9.2	2.6	10.4
橋 梁 用 鋼 製 防 護 柵		トラック	51	20	14.1	17.0	12.4	10.1
			51	20	14.0	17.1	9.8	9.8
		乗 用 車	80	20	1.3	3.8	11.4	15.1
			64	20	1.3	2.4	8.5	7.5
アルミニウム合金製高欄型防護柵	オーバルビーム	トラック	61	15	14.0	13.6	9.0	9.7
		乗 用 車	61	15	1.6	1.6	7.0	6.8
	オーバルビーム	トラック	61	15	13.9	13.4	13.0	16.0
		乗 用 車	61	15	1.3	1.3	10.5	11.0
コンクリート壁式剛性防護柵 (緩衝材有り)		トラック	52	20	14.2	17.7	15.0	23.8
			45	20	14.8	13.8	11.9	22.8
		乗 用 車	77	20	1.3	3.5	18.7	31.4

せると、運転者はガードレールへ衝突した後でも、十分に車両をコントロールすることが可能であり、後続車との衝突も防止できると期待される。このことは、高エネルギー下でも、フレキシブルな構造がトラック、乗用車双方の安全性に対して有効であることを立証している。

(2) 最大エネルギーについて

衝突シミュレーションから求めた種別S m用ガードレールの最大耐エネルギーは、中央分離帯幅が3 mの場合、ガードレールの変位量から約50 t・m、側帯まで含めたビーム引張耐力からみると60 t・mとなる。また、第4回実車衝突実験での第二衝突の持込み運動エネルギーは、67.3 t・mであった。これから見てもここで用いた構造は、約60 t・m程度の衝突荷重に耐え得ると判断される。さらに種別S mの最大耐エネルギー60 t・mは、現行の中央分離帯の突破率2%を1/2以下に低減させることになる。また、この60 t・mは20トン車が20度の角度、80 km/hの速度で衝突するときの持込み運動エネルギーに相当し、現在的高速道路の走行事情に十分対応可能な構造であるといえよう。

3.5 中央分離帯用種別S mの提案

(1) 設計上の基本方針

中央分離帯用防護柵に要求される機能として最も大切な事項は、次のとおりである。

- ① 走行中に進行方向を誤った車両が、対向車線に逸脱するのを防ぐ。
- ② 衝突車を正常な進行方向に復元させる。
- ③ 衝突車の乗員の安全性を確保する。

これらのほか、副次的にはあるが、運転者の視線を誘導すること、および景観に配慮し道路環境との調和を図るという機能も要求されている。

近年、特に高速道路における車両は、大型化、高速化するなど、交通情勢が著しく変化している。このような現状に対応するため、今回進めた調査研究では、まず、種別A mの設計強度以上の大きなエネルギーに耐え得る防護柵の構造を開発すること、すなわち、路側用種別Sに相当する中央分離帯用ガードレールS mの開発を主目的にし、下記のような考え方を導入した。

- ① 種別S m相当の設計荷重下での変位量は、種別A mの許容変位量と同程度で車両を円滑に誘導する。
- ② 種別S相当の設計荷重以上の大きな外力に対しては、裏側ビーム接地後中間間隔材、表側ビーム、裏側ビームの耐力バランスを取ることによって成り立つひじつき効果で対応させる。
- ③ ビームの断面形状は種別A mと同じ形とし、材質、支柱間隔および間隔材ピッチの変更で強度増加を図る。
- ④ 支柱は作用する衝突荷重の大きさに応じて機能区分を行うこととする。すなわち、裏側ビームが接地しない程度の荷重に対しては、支柱の水平方向支持力で抵抗させ、裏側ビームが接地するほどの大変形を発生させる大きな荷重に対しては、支柱の引き抜き抵抗と中間間隔材の圧縮抵抗および表・裏ビームの引張抵抗で支持させる。
- ⑤ 間隔材は、主として施工性、経済性から支柱部と中間部で各々の機能を分担することにした。すなわち、支柱部は表側ビームを持ち上げてビームの設置高さを保持させることおよび支柱へ荷重伝達す

ることとし、中間部では裏側ビーム接地後、表側ビームを支える支保材の役割を分担する。

(2) 構造諸元(案)の提案

構造諸元(案)を表-8に、各部材の材質を表-9に、設置図を図-8にそれぞれ示す。

表-8 Sm種構造諸元(案)

諸元 種別	ビーム				支柱			間隔材				ビーム 中心高さ (cm)	最大 支柱間隔 (m)	ビーム 外側間隔 (cm)
	幅 (mm)	コルゲーション (mm)	厚さ (mm)	断面 積 (cm ²)	外 径 (mm)	厚さ (mm)	埋込み 深さ (cm)	支柱部		中間部				
								部材断面 (mm)	厚さ (mm)	部材断面 (mm)	厚さ (mm)			
S m	350	75	4.0	18.7	114.3	4.5	150	2[-200×50	5.0	□-200×100	4.5	60	2	100

(参考)

A m	350	75	4.0	18.7	114.3	4.5	150	2[-200×50	4.5	2[-200×50	4.5	60	4	80
-----	-----	----	-----	------	-------	-----	-----	-----------	-----	-----------	-----	----	---	----

表-9 Sm種の部材材質

種別	部 材 名		材 質
S m	ビ ー ム		JIS G 3101 「一般構造用圧延鋼材」 SS50
	支 柱		JIS G 3444 「一般構造用炭素鋼鋼管」 STK41
	間 隔 材	支 柱 部	JIS G 3101 「一般構造用圧延鋼材」 SS41 または JIS G 3350 「一般構造用軽量形鋼」 SSC41
		中 間 部	JIS G 3466 「一般構造用角形鋼管」 STKR41
	ビ ー ム 継 手 用 ボ ル ト		6 T
	ビームと間隔材の接合ボルト		6 T
	支柱と間隔材の接合ボルト		6 T
(参 考)			
A m	ビ ー ム		JIS G 3101 「一般構造用圧延鋼材」 SS41
	支 柱		JIS G 3444 「一般構造用炭素鋼鋼管」 STK41
	間 隔 材	支 柱 部	JIS G 3101 「一般構造用圧延鋼材」 SS41 または
		中 間 部	JIS G 3150 「一般構造用軽量形鋼」 SSC41
	ビ ー ム 継 手 用 ボ ル ト		6 T
	ビームと間隔材の接合ボルト		6 T
	支柱と間隔材の接合ボルト		6 T

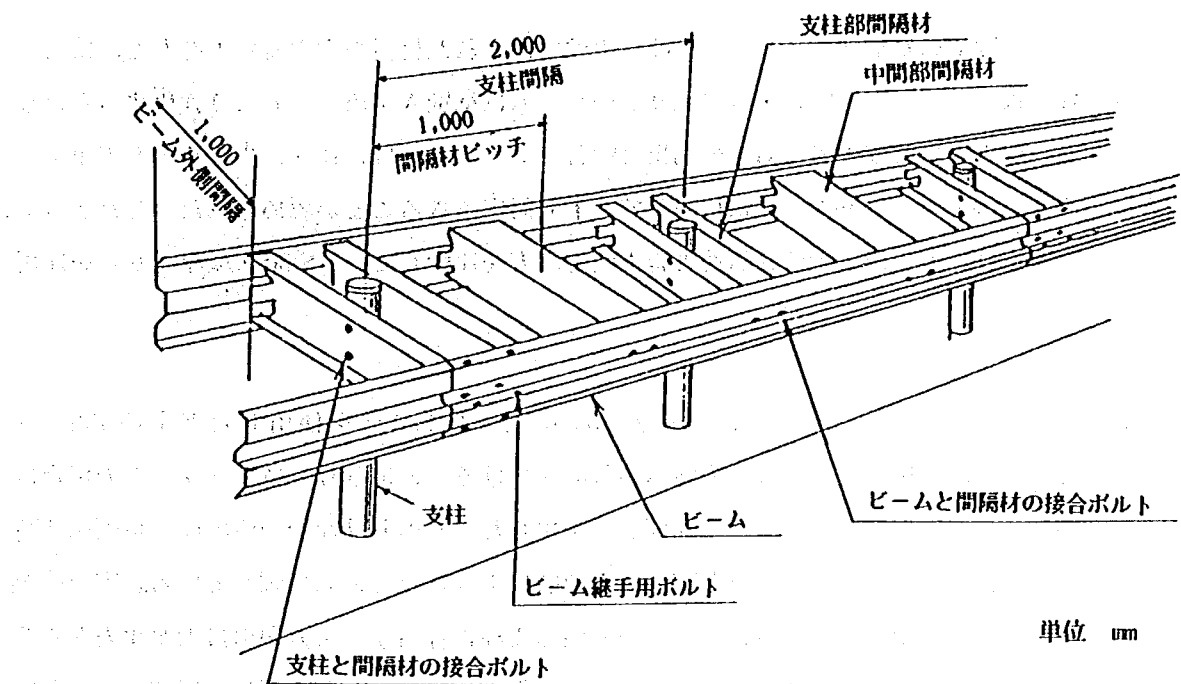


図-8 Sm種の配置

これらの細部についての構成根拠については以下に述べる。

支柱は種別A mと同じ鋼管とし、部材の選定は、土中建込みに対する動的水平載荷実験の結果をもとにして検討した。埋込み深さは1,500, 1,650, 1,800 mmの3ケースで実験したが、支柱の力学特性を表わす水平支持力やバネ定数および引き抜き抵抗には埋込み深さの差による顕著な効果は表われなかったため、経済的な要素を取入れ1,500 mmにした。

径については $\phi 114.3$ mmと $\phi 139.8$ mmの2ケースの実験をしているが、埋込み深さ1,500 mmで $\phi 139.8$ mmの水平支持力は $\phi 114.3$ mmの1.2倍にしか過ぎない。また、表-10で示すように、重量当りの水平支持力(P_w/w)はほぼ同等で、断面係数当りの水平支持力(P_w/z)は $\phi 114.3$ mmの方が大きく、材料の使用効率が良いということから $\phi 114.3 \times 4.5$ mmを選定した。

以上のことから、実車衝突実験での支柱はすべて径114.3 mm、埋込み深さ1,500 mm、支柱間隔2 mとし、その有効性を実証した。

表-10 支柱諸元

支柱寸法 (mm)	重量 W (kg)	断面係数 Z (cm ³)	水平支持力 P _w (kg/m)	P _w /w	P _w /z
$\phi 114.3 \times 4.5 \times 1,500$	18.3	41.0	4,100 (1.00)	224	100
$\phi 114.3 \times 4.5 \times 1,500$	22.5	62.7	4,850 (1.20)	215	77

注) ()内の数値は $\phi 114.3$ を1.00とした場合の比率を示す。

1) ビームについて

ビームは、実車衝突実験での変形状況やビームの曲げ実験で得られた材料の力学特性等をもとに検討を加えた結果、SS 41・板厚 5.0 mmと SS 50・板厚 4.0 mmのビームは種別 Am用ビームより強化するという観点から、それぞれの耐力を見れば両者ともその効果は顕著であり（表-11, 12），少なくとも実車衝突実験での最大持込み運動エネルギー 38.9 t・mに対して，十分対応できることが認められた。したがって，種別 S m用ビームの選定は，表-13に示す経済性と施工性で両方を比較して，SS 50・板厚 4.0 mmを採用した。

2) 間隔材について

実車衝突実験で，軽ミゾ形鋼 2[-200×50 mm，板厚 4.5 mmあるいは 5.0 mmを使用した支柱部の間隔材は，表側ビームに衝突荷重が作用した際に弱軸方向への荷重を受けることになり，特にトラックの場合は変位が拘束されている支柱取付け部（図-9）で曲げ変形を生じた。この曲げ変形の原因は，車両衝突時にビームに引張られて変位しようとする間隔材が支柱からの抵抗を受けたことに起因している。実車衝突実験時に間隔材の弱軸方向へ作用した荷重は，実車実験結果の支柱に作用する X 方向の最大水平力から約 1.5 tと見込まれる。この変形を防止するためには，強度的な面もさることながら部材の形状面にも配慮しなければならないため，施工性，経済性を低下させる原因となる。

したがって，支柱部と中間部の間隔材を表-14のように機能分担し，必要な強度もその機能に見合ったものとした。

支柱部の間隔材は，表-14の機能分担からして Amと同一でも良いと考えられたが，実車衝突実験では曲がりが多かったため，板厚のみ 4.5 mmから 5.0 mmに変えた。その結果，保有耐力は圧縮方向で 1.6 倍，弱軸方向の曲げに対して 1.3 倍の強化となった。この間隔材は実車衝突実験で検証したところ，所定の機能を発揮したので，支柱部の間隔材は 2[-200×50×5.0 mmを採用することにした。

表-11 ビーム材諸元

タイプ	材質	板厚	断面積	引張耐力	備 考
I (Am)	SS 41	4.0 mm	18.7 cm ²	38.3 t	降伏点 2,500 kg/cm ² ，継手効率 0.82
II	SS 41	5.0 mm	23.4 cm ²	48.0 t	降伏点 2,500 kg/cm ² ，継手効率 0.82
III	SS 50	4.0 mm	18.7 cm ²	44.5 t	降伏点 2,900 kg/cm ² ，継手効率 0.82

表-12 ビーム材重量

材質・板厚 項 目	Am		Sm	
	SS41 4.0 mm	SS41 5.0 mm	SS50 4.0 mm	
ビーム重量 (kg/枚)	65.8(1.00)	82.2(1.25)	65.8(1.00)	
組立重量 (kg/m)	48.8(1.00)	78.2(1.60)	68.9(1.41)	

表-13 ビーム材の評価

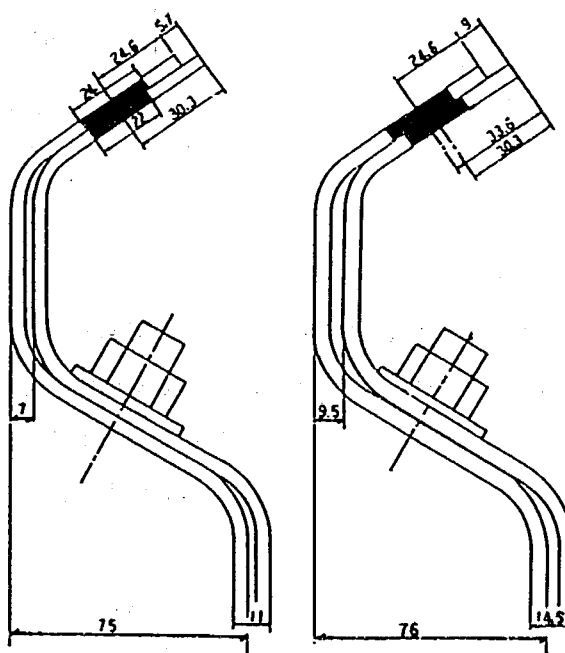
項目	内 容	評 価												
		SS41 5.0mm	SS51 4.0mm											
経済性	(1) Amの価格を「1.00」とした場合の両者の製品価格上昇率は次のとおりである。													
	<table><tr><td colspan="2">Am (SS41 4.0mm)</td><td>1.00</td><td>・加工要素はAmと同一にした。</td></tr><tr><td rowspan="2">Sm</td><td>SS41 5.0mm</td><td>1.60</td><td>・SS50には材質エキストラ1,300円</td></tr><tr><td>SS50 4.0mm</td><td>1.41</td><td>/tを加算した。</td></tr></table>	Am (SS41 4.0mm)		1.00	・加工要素はAmと同一にした。	Sm	SS41 5.0mm	1.60	・SS50には材質エキストラ1,300円	SS50 4.0mm	1.41	/tを加算した。	○	◎
	Am (SS41 4.0mm)		1.00	・加工要素はAmと同一にした。										
Sm	SS41 5.0mm	1.60	・SS50には材質エキストラ1,300円											
	SS50 4.0mm	1.41	/tを加算した。											
	(2) 表-12に示しているが、5.0mmのビーム重量は4.0mmの25%増しである。したがって、5.0mmの組立歩掛かりは、その重量増加分に比例して上昇する。													
施工性	板厚4.0mmに比較して5.0mmになると、下図のように継手重ね合せ部の遊間が増大する。	○	◎											
	SS50 t=4.0 SS41 t=5.0 その結果、 (1) ビーム継手用ボルトの長さ変更が生じ、Am用ボルトとの互換性がなくなる。 (2) 施工時にボルトの挿入が困難となる。 													

表-14 間隔材の機能

項目	間 隔 材	
	支柱部	中間部
機能	(1) ブロックアウト効果の発揮	○ △
	(2) 支柱への荷重伝達	○ ×
	(3) 裏ビームへの荷重伝達	○ ○
	(4) ひじつき後の支保材	△ ○

○：主たるもの △：従的なもの ×：必要としないもの

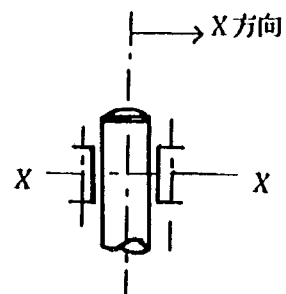


図-9 間隔材の支柱取付部

中間部の間隔材は実車衝突実験の結果、間隔材に生じた最大圧縮力が14.0 tで支柱部と同じ軽ミソ形鋼でも耐力的には対応できるが、車両衝突時の回転やネジレ並びに車両による引掛け等、事前に予測できない現象を伴って強度低下を招きやすいため、支柱部の間隔材とほぼ同等の断面積を有し、かつ上記現象が軽減できる部材として200×100×4.5mmの角形鋼管を選定した(表-15)。

表-15 間隔材諸元

間 隔 材		支 柱 部	中 間 部	A m
項 目				
機 能		ブロックアウト効果の発揮 (表ビームを持ち上げる)	ひじつき効果の発揮 (表ビームを支える)	
諸 元	形 状 寸 法 (mm)	2[-200×50×5.0]	□-200×100×4.5	支柱部, 中間部 2[-200×50×5.0]
	断 面 積 (cm ²)	2×14.18=28.36	25.67	2×12.83=25.66
	重 量 (kg/本)	2×10.6=21.2	19.1	2×7.7=15.4
最大圧縮力〔実験値〕(t)		53	64	支柱部: 32, 中間部: 33
弱軸方向の最大曲げ耐力〔実験値〕(t)		5.0	9.5	支柱部: 3.9

3) 接合ボルトについて

支柱と間隔材の接合ボルトの材質は種別A mが4 Tであるのに対し、種別S mでは6 Tにした。これは設計荷重がA mに比べて大きいと、支柱取付け部の支柱変形をある程度許容し、ボルトのせん断破壊は生じさせないという考えからボルトの材質を変更して強度増加を図ったものであり、その効果を実験によって確認した。なお、他のボルト類についてはすべて種別A mと同一である。

4) ビーム中心高さについて

実車衝突実験での最大変形部分の表側ビーム持上げ高さとビーム中心高さは表-16に示す結果となった。このことから、ビーム中心高さは種別S mの荷重に対して十分対応できることが裏付けられた。

表-16 衝突実験でのビーム高さ

車 種	表側ビーム持上げ高さ (cm)	ビーム中心高さ (cm)
トラック	約 28	約 88
乗 用 車	約 9	約 69

5) 支柱間隔について

支柱間隔は種別A mが4 mであるのに対し、種別S mは2 mに短縮した(コンクリート埋込みでの基準

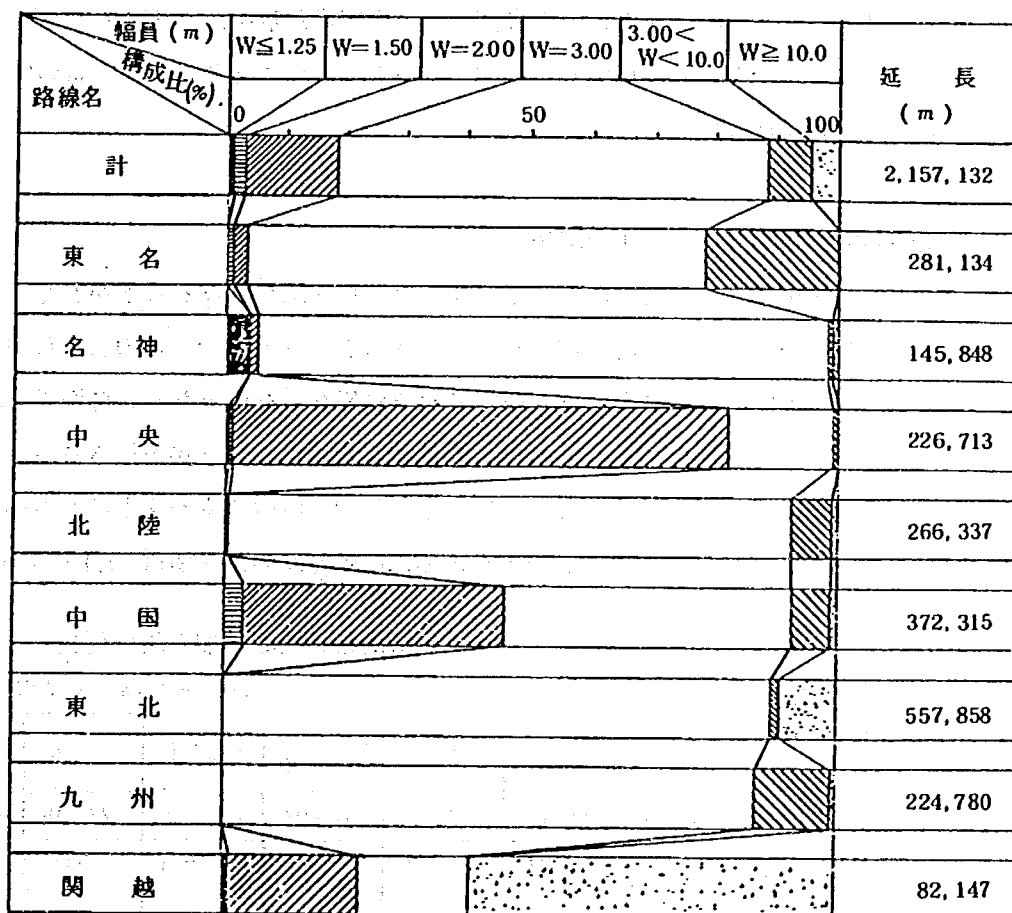
と同じである)。これは、種別S m以上の大きな衝突荷重に対しても防護柵としての機能が發揮でき、かつ費用便益の点でも効果のあるガードレールを開発するためには、ビームや支柱断面の変更で強度増加を図るよりも使用部材は種別A mとほぼ同等とし、支柱間隔を短縮することによって対応する方が得策と判断した結果である。なお、実車衝突実験では支柱間隔をすべて2 mとしてその効果を確認した。

6) ビーム外側間隔について

種別S mのビーム外側間隔はA mよりも200 mm長い1,000 mmである。これは、ひじつき効果によって種別S以上の大きな荷重を支持させるためには、ブロックアウト量を長くした方がより有効になると判断した結果であり、実車衝突実験後の評価で良好な成果を得ることができた。また、中央分離帯の幅員が2 mの場合でもひじつき後のガードレールは側帯を含む中央帯内に十分おさまることもわかった。これらのことから、種別S mのビーム外側間隔は1,000 mmを採用しても対向車線内まではみ出さないことが確認された。

3.6 中央分離帯幅員と種別S m (案) の設置位置の可能範囲

56年度までの全国の高速道路における中央分離帯幅員別構成比は図-10のようになっている。この資料



日本道路公団「道路資産データシステム(全国集計表)」より
(昭和57年3月31日現在)

図-10 中央分離帯路線別・幅員別構成比

は主要8路線2,157 kmについて調査したもので、路線別に見るとバラツキはあるが、8路線全体を集計したデータによれば分離帯幅が1.25～1.5 mは約1%, 2 mが約15.5%, 残り81.5%が3 m以上の幅員となっている。

この幅員について、実車衝突実験の結果の最大変形から考察すると支柱中心から裏側ビーム接地点までの最大距離1,496 mmが今回の実験シリーズの中での最大値であった。この結果から判断し、図-11に示すように種別Sm(案)は幅員3 m以上の場合、十分中央分離帯内にとどまっていることになる。また、このことは現行の高速道路の主要8路線の81.5%に適用できることも示している。

なお、種別Smに対する現行S種の持込み運動エネルギー(23.6 t・m)では、シミュレーション解析の結果からみると支柱は自立している。すなわち、ひじつきは発生しないものと考えられ、このときの支柱中心から裏側ビームまでの距離を、シミュレーション解析から求めた支柱頭部の変位量678 mmをもとに計算すると、約930～1,130 mmになり、幅員2 mの場合はビームの先端が側帯へ多少はみ出す見込みである。

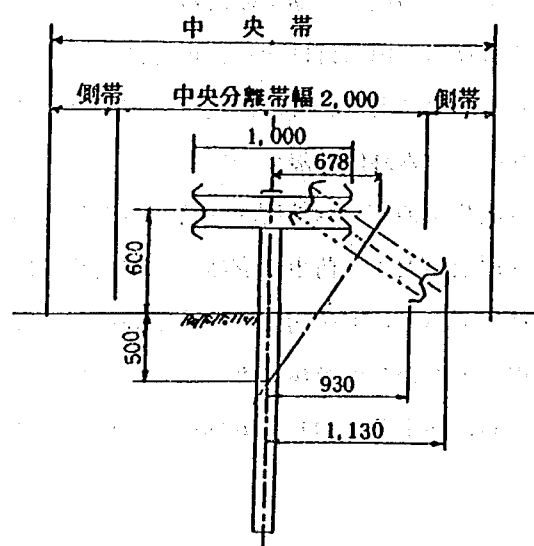


図-11 シミュレーションから求めた中央分離帯幅2 mの場合の支柱挙動

3.7 中央分離帯横断勾配と種別Sm(案)の関係

道路の曲線部では土工量を小さくするために上・下車線別々に片勾配を付けることが多く、必然的に上・下車線には高低差が生じ、中央分離帯はある勾配を持った構造となってくる。このような中央分離帯に設置するガードレールのビーム中心高さは上・下車線でそれぞれ異なった値となり、標準設置高さとの差異によっては衝突車両が乗り越したりビーム下部へもぐり込んだりすることが予測される。表-17は東名高速道路東京～三ヶ日間に設置されている中央分離帯の横断勾配と設置比率をまとめたものである。これによると横断勾配が10%未満の区間は全体の95.9%を占め、横断勾配の最大値は17.4%である。この

表-17 東名高速道路(東京～三ヶ日)中央分離帯の横断勾配と設置延長

(東京第一管理局, 調査資料より)

設置延長と比率 勾配(%)	0	0を越え 5未満	5を越え 6未満	6を越え 8未満	8を超え 10未満	10以上	その他	計
設置延長(m)	16,962	5,614	92,706	17,547	37,392	7,372	73,248	250,841
設置比率(%)	6.9	2.2	37.0	6.9	15.0	2.9	29.3	100
	9.6	3.2	52.2	9.9	21.0	4.1	100	

注) ・ 最大横断勾配は17.4%
・ その他は橋梁, トンネル

資料をもとに、横断勾配10%と17.4%の中央分離帯に設置した種別S mでひじつき後のビーム中心高さを幾何学的に検討した結果、図-12, 13に示したように、ビーム中心高さの低下あるいは上昇による問題は少ないものとなっている。

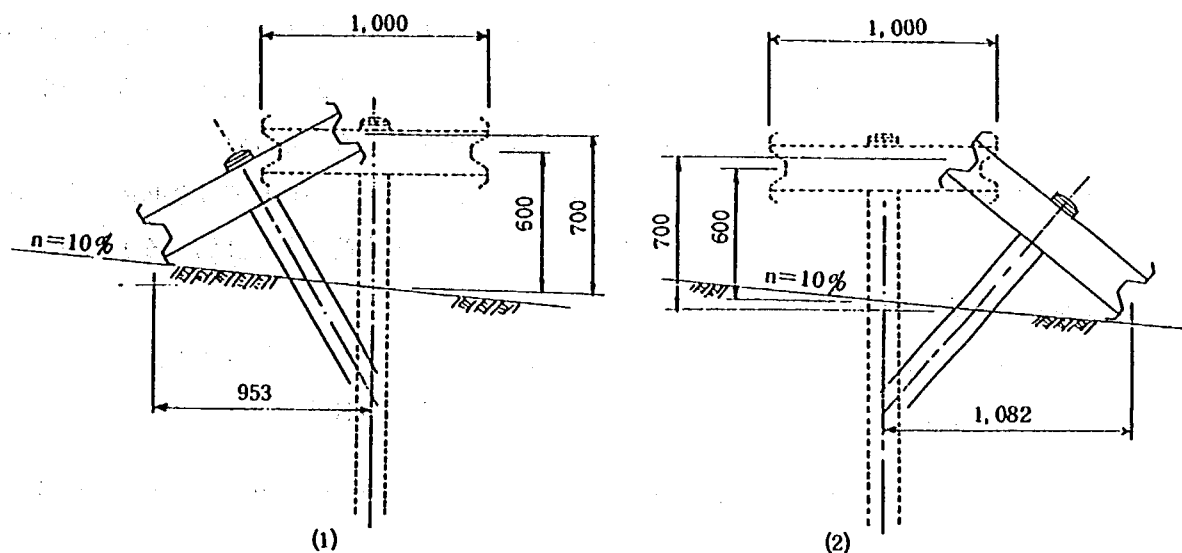


図-12 ひじつき後のビーム中心高さと接地したビームまでの距離
(勾配10%の場合)

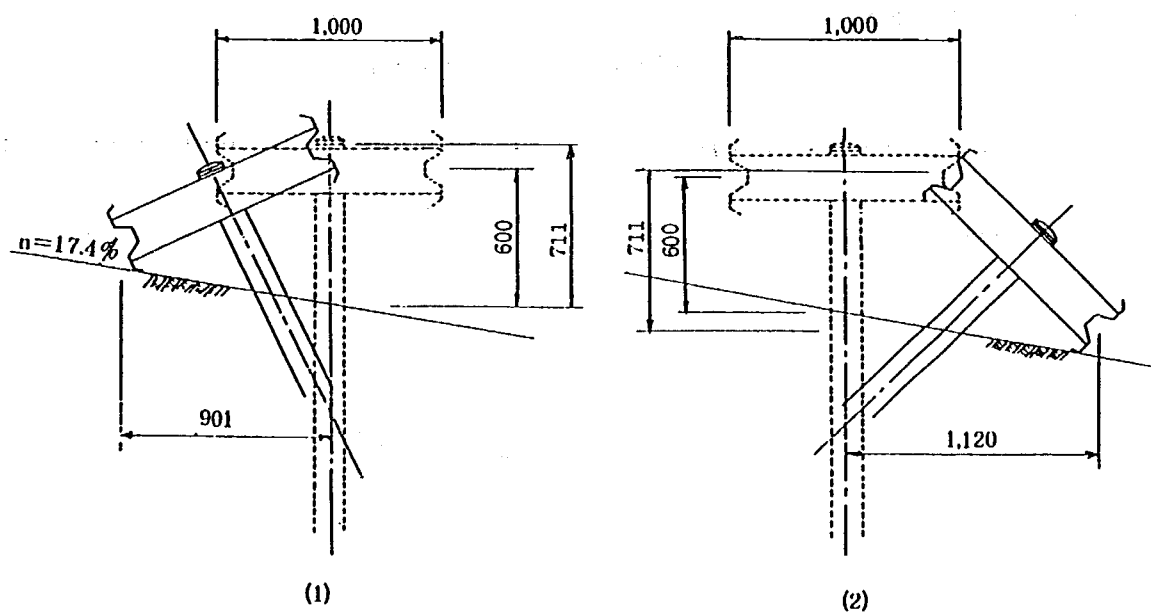


図-13 ひじつき後のビーム中心高さと接地したビームまでの距離
(勾配17.4%の場合)

3.8 経済性の検討

(1) 種別 S m の設置効果の検討

防護柵のような交通安全施設の設置に際し、そのサービスレベルを決定する場合はどこまで安全にするかが問題となる。

中央分離帯突破車両が、対向車線を正常走行している車両の乗員にも損傷を与えるということから、突破事故をすべてなくすようにすべきだという考え方もあるが、大型車を阻止しようとすれば剛度の高い防護柵を設置しなければならず、その場合、乗用車が衝突すると乗員に与える衝撃が大きくなるため損傷度も大きなものとなり、また、設置費用も増大するので経済効果はあまり期待できない。

設置効果の評価の方法は種々考えられるが、その時代の国民所得のレベルからして社会的に妥当な評価というものがある存在するはずであるとの考えから、国民経済的にみた費用便益により評価する手法を用いた。

(2) 国民経済的にみた費用便益の計算

国民経済的にみた費用便益を考える時、防護柵を設置しないケースとについて比較する。

中央分離帯に防護柵を設置した場合の便益は、一般に以下の式で表わされる。

$$B_E = N_b \cdot D_b - N_a \cdot D_a - I - M \quad \dots\dots\dots (1)$$

B_E : 設置便益

N_b, N_a : 防護柵設置前および設置後の中央分離帯事故発生率

D_b, D_a : 防護柵設置前および設置後の中央分離帯事故 1 件当たりの損害額

I : 初期の防護柵設置費用

M : 維持補修費

中央分離帯突破、乗り上げ事故にかかわる損害額期待値を Z とすれば、

$$Z = N_b \cdot D_b \quad \text{または} \quad N_a \cdot D_a \quad \dots\dots\dots (2)$$

(3) 費用便益の計算手法

仮定条件

1. 防護柵の耐用年数を20年間と仮定する。
2. 年利率を6%とする。
3. 各交通量ランクごとに設置区間延長 ($L = 100 \text{ km}$) として検討する。
4. 設置費 (I) = $L \times W \times K$

L : 防護柵設置延長 (m)

K : 防護柵の単価 (310 円/kg とする)

W : 防護柵の単位重量 (68.9 kg/m とする)

5. 維持補修費 (M)

清掃他 1 年間で 40 円/m (防護柵の強度にかかわらず一率とする)

6. 中央分離帯突破、乗り上げ、衝突事故にかかわる損害額期待値 (Z)

各要因 (1) 死傷者(人身事故の評価)

死亡1名当たり A万円

重傷1名当たり B万円

軽傷1名当たり C万円

(2) 車両の損害

大破1台当たり D万円

中破1台当たり E万円

小破1台当たり F万円

(3) 防護柵の損害

1件当たり平均損害延長(m)×単価(円/m)

(4) 事故にかかわる規制費

事故1件当たり30万円

(5) 通行止, 規制にかかわる時間損失評価額

平均時間便益単価 37円/分

$$Z = \text{突破事故}(Z_a) + \text{乗り上げ事故}(Z_b) + \text{衝突事故}(Z_c) \dots\dots\dots (3)$$

1) 突破事故(Z_a)

$$Z_a = Z_{a1} + Z_{a2} + Z_{a3} + Z_{a4} + Z_{a5} \dots\dots\dots (4)$$

Z_{a1} : 死傷者, Z_{a2} : 車両の損害, Z_{a3} : 防護柵の損害, Z_{a4} : 規制費,

Z_{a5} : 時間損失評価額

イ) 死傷者(Z_{a1})

$$Z_{a1} = \frac{Q \times 365 \text{日} \times L \times H_a}{100,000,000} (d_{1-1} \times k_{1-1} \times A + d_{1-2} \times k_{1-2} \times B + d_{1-3} \times k_{1-3} \times C) \dots\dots\dots (5)$$

Q : 年平均日交通量(台/日)

L : 防護柵設置延長(km)

H_a : 突破事故率(件/億台キロ)

$d_{1-1}, d_{1-2}, d_{1-3}$: それぞれ死亡率, 重傷率, 軽傷率(%)

$k_{1-1}, k_{1-2}, k_{1-3}$: それぞれ突破事故一件当たり死亡人数, 重傷人数, 軽傷人数(人)

ロ) 車両の損害

$$Z_{a2} = \frac{Q \times 365 \text{日} \times L \times H_a}{100,000,000} (d_{2-1} \times k_{2-1} \times D + d_{2-2} \times k_{2-2} \times E + d_{2-3} \times k_{2-3} \times F) \dots\dots\dots (6)$$

$d_{2-1}, d_{2-2}, d_{2-3}$: それぞれ大破率, 中破率, 小破率 (%)

$k_{2-1}, k_{2-2}, k_{2-3}$: それぞれ突破事故一件当たり大破車両数, 中破車両数, 小破車両数 (台)

ハ) 防護柵損害 (Z_{a3})

$$Z_{a3} = \frac{Q \times 365 \text{ 日} \times L \times H_a}{100,000,000} \times d_{3-1} \times K \quad \dots\dots\dots (7)$$

d_{3-1} : 突破事故 1 件当たり防護柵の平均損害延長 (m)

K : 防護柵の単価 (円/m)

ニ) 規制費 (Z_{a4})

$$Z_{a4} = \frac{Q \times 365 \text{ 日} \times L \times H_a}{100,000,000} \times 30 \text{ 万円} \quad \dots\dots\dots (8)$$

ホ) 時間損失評価額 (Z_{a5})

$$Z_{a5} = \frac{Q \times 365 \text{ 日} \times L \times H_a}{100,000,000} \times (Q_i \times t \times N_i) \quad \dots\dots\dots (9)$$

Q_i : 影響交通量 (突破事故 1 件当たり影響台数 $Q \times \alpha$) (台)

α : 時間交通量 / 年平均日交通量

t : 損失時間 (分/件)

N_i : 車種別時間便益単価 ($N_i = 37$ 円/分)

2) 乗り上げ事故 (Z_b), 衝突事故 (Z_c)

乗り上げ事故, 衝突事故についても突破事故と同様の方法で計算する。

$$Z_b = Z_{b1} + Z_{b2} + Z_{b3} + Z_{b4} + Z_{b5} \quad \dots\dots\dots (10)$$

$$Z_c = Z_{c1} + Z_{c2} + Z_{c3} + Z_{c4} + Z_{c5} \quad \dots\dots\dots (11)$$

(4) 計算結果

以上から, 防護柵を設置しないケースと比較して防護柵種別 S m を設置する場合の費用便益について計算した結果を表-18に示す。この表より S m を設置した場合の効果は大きいことが明らかである。

表-18 費用便益

交通量 (台/日)	設置便益 (B_E)	B_E 20年間
10,000	30 億円	
20,000	156	
30,000	355	
40,000	616	
50,000	938	

(5) 従来の防護柵との設置区分

従来の防護柵種別Amと種別Smの設置区分については各路線の性格、重要度、交通量等を勘案しながら下記の方法で検討し、設置区分を決定する必要がある。

中央分離帯の防護柵に関する総費用（設置費＋維持補修費＋損害額）を考え、総費用と防護柵の強度との関係を図示すると、総費用は交通量を変数として表わすことができると考えられる。そこで、防護柵種別Am、種別Smについて各交通量ランクごとに総費用を算出し、縦軸に総費用、横軸に日平均交通量をとれば図-14のように表わされ、種別Amと種別Smの国民経済的にみた設置区分ができる。

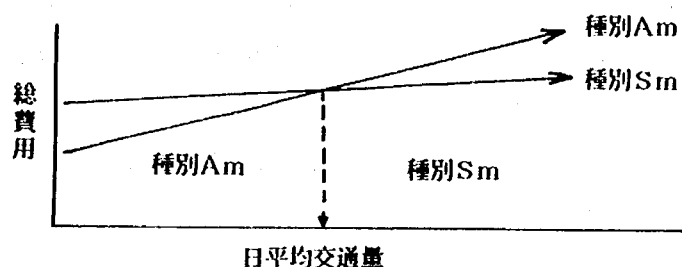


図-14 Am, Sm種の設置区分

Ⅱ 歩行者、自転車用柵高の実験的研究

1. 研究の背景

現在、歩行者、自転車を対象とする道路の安全施設のひとつに、車道へのはみだし防止のために用いられる歩道用横断防止柵がある。この防止柵の設置高さは70～80 cmの範囲と定められ⁷⁾、またその型式については自由であるが、美観に十分配慮することとされている。一方、歩道および自転車道の設置事業が一般道でも盛んに進められていることから、深い谷に沿った道路など急峻な地形を通過する道路にも自転車道等が設置される場合があり、車道へのはみだし防止の柵以外に、路外への転落防止を目的とした歩行者、自転車用の転落防止柵の設置も行われている。

そこでその高さおよび強度の望ましい値を求めることが必要となっているところから、土木研究所で実験的に柵高の研究を行ったので報告する。

2. 現在の歩行者、自転車用柵の基準について

2.1 現行歩道用横断防止

防護柵設置要綱の中では、昭和47年に歩行者用転落防止柵として型式P種が定められた。このP種の強度は、柵の上端に人が腰掛けたり寄り掛かったりしたときを想定して、垂直方向に60 kg/m、水平方向に40 kg/mの荷重に耐える構造としている。さらに、転落した場合に危険であると判断されるような箇所には、水平方向で250 kg/m以上の荷重に耐える強度のものとしている。また、高さについては、歩行者の転落防止よりも道路を乱りに横断することを防止する機能に着目しており、歩行者が容易に乗り越えられない高さと都市美観の両面を考えて、70～80 cmの高さと定めている。

2.2 橋梁用高欄

昭和14年の鋼道路橋設計示方書での設計強度は、歩車道の区別がなければ140 kg/m、歩車道の区別があれば70 kg/m（単に群衆の寄り掛かりや車両の軽度の接触に対する保護を目的としている）であったが、高さについての規定はなかった。その後、昭和23年8月に起きた新潟市万代橋での高欄崩落事故により、設計荷重の見直しが行われた⁸⁾。

この研究によって高欄頂部に作用する力を250 kg/m（6人の男性で押した場合）とし、現在の示方書でもそれを採用している。また、高欄の高さについては、このときの実験では85 cmの高さで最も強く水平に押すことができ、それ以上か以下の高さでは押す力が弱まるとの結果が得られた。昭和39年の示方書改定では、実車実験等の結果を参考にして車両の飛び越しを防止するため、コンクリート壁式の場合90 cm、ガードレールでは70 cmと定めているが、それ以降の示方書ではすべて90 cm以上と規定している。

2.3 自転車道に設置する転落防止

自転車道等の設計基準解説⁹⁾によると、一般的な場所に設置する場合の高さは、防護柵設置要綱でのP種の高さと同じとしているが、急カーブの区間およびがけ等で路外が危険な箇所においては1.1～1.2 mとすることとしている。この高さの根拠は実験に基づいたものであるが、詳細な実験結果については明らかにされていない。

2.4 横断歩道橋用高欄

立体横断施設の設置基準解説¹⁰⁾によると、設計強度は鋼道路橋示方書と同じく水平力250 kg/mとしている。設置高は、歩道の幅員が狭くかつ下に自動車を通り危険である場合、比較的高い高欄の方が安心感があることから、路面から1 m以上としている。ただし、自転車の通行のある立体横断施設では、自転車道の転落防止柵と同じく、1.1～1.2 mの高さとなることとしている。

2.5 現在設置されているその他の基準等

各省庁における手摺り等の関連基準は、建築基準法等では1.1 mが多い。また、労働安全衛生規則では75 cm以上となっている。なお労働省の産業安全研究所報告（JAN 1977 仮設手摺りの具備条件）での実験結果では、仮手摺りの高さを95 cm以上とすれば100 %乗り越えないとしている。

3. 実験方法

転落防止柵の高さの決定および設計強度の妥当性を確認するために行った実験の概要を次に示す。

(1) 静的実験

1) 歩行者転落防止

身長異なる10人の被験者によって図-15に示すケースについて実施した。

2) 自転車転落防止

歩行者の実験に参加した被験者が、自転車に乗車して柵に寄り掛かった場合について実施した。

3) 平均身長からの基本的な検討

人体の平均身長、座高等の数値を用い、重心位置との釣り合いから高さの検討を行った。

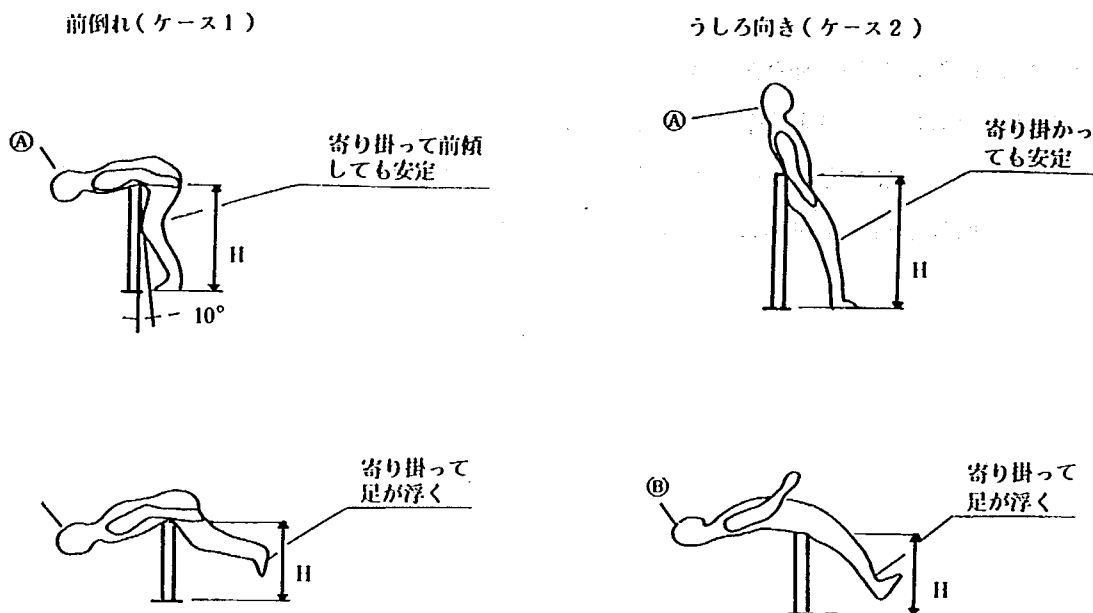


図-15 実験ケース

(2) 動的実験

P種の設計条件、構造諸元で設計された転落防止柵に60kg（自転車の乗員を想定）のサンドバックが約20 km/h の速度で衝突した場合の変形状況を把握するために実施した。

4. 実験結果

4.1 歩行者転落防止のための高さ

図-16に、歩行者が柵に寄り掛かった場合にどのくらいの高さがなければ転倒するかについて実験した結果を、身長別にプロットしたものを示した。日本人男子の平均身長を167 cmとして図をみると、前向きで寄り掛かる場合（写真-1）、一般的に腰部で曲がるために柵高さ70cm以下のときに転落の可能性が高くなるが、後向きで寄り掛かる場合（写真-2）には、背中での接触部が骨盤より下の場合は簡単に浮く状態となるために前向きに比べ高くする必要がある、80cm程度の高さがないと転落することになる。この場合の80cmは、一般的な場所に設置する場合の転落防止の高さの目安となる。次に、転落した場合に重大な事故が予想される場所に設置する場合の歩行者用としての防止柵の高さを、平均体格として身長167 cm、体重61kgを用いて検討した。人間工学ハンドブック（金原出版：1974）によれば、人体の重心は足元から身長の約56%の位置であり、また重心の位置と重心の標準偏差 σ は表-19である。身長 σ の該当する値をこの表により仮定すると、平均身長167 cmでは約6.1 cmであり、重心位置の標準偏差は $\sigma = (93.5 \div 167) \times 6.1 \text{ cm} = 3.4 \text{ cm}$ となる。これより歩行者用の柵の必要高さの範囲を求めると次のような高さが必要となる。

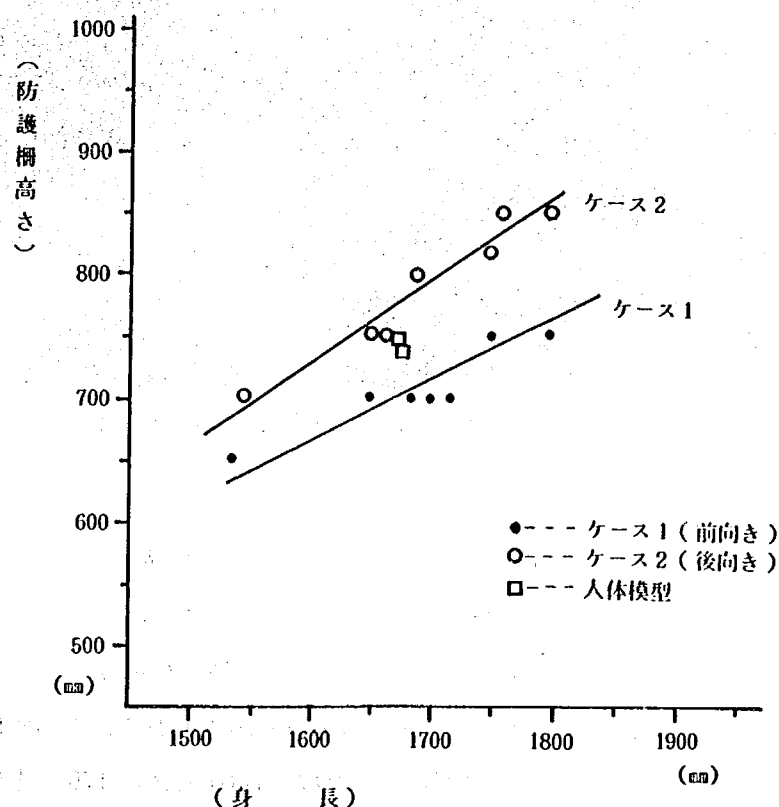


図-16 歩行者の転倒高さ

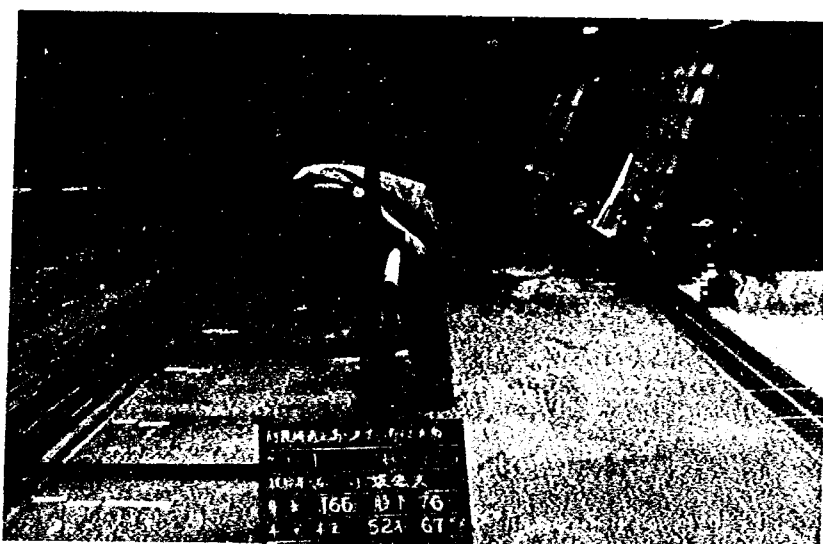


写真-1 前向きで寄り掛った場合(ケース1)

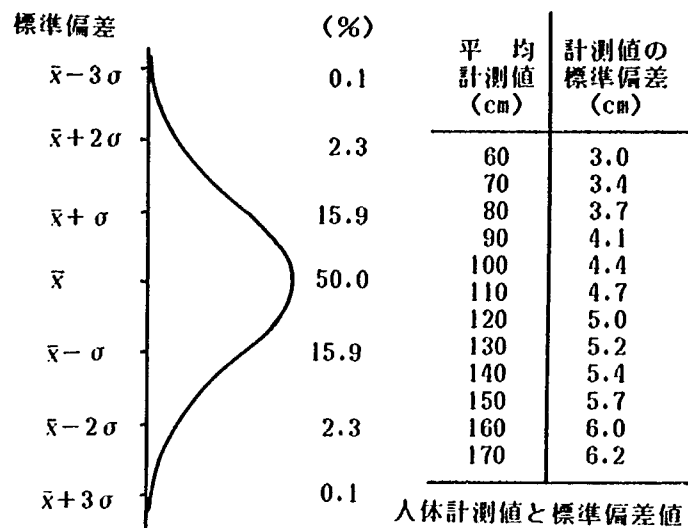


写真-2 後向きで寄り掛った場合(ケース2)

平均値の範囲	$93.5 \text{ cm} (167 \text{ cm} \times 0.56)$	(50%値)
1 σ の範囲	$93.5 + 3.4 = 96.9 \text{ cm}$	(84%値)
2 σ の範囲	$93.5 + (3.4 \times 2) = 100.3 \text{ cm}$	(97.7%値)

以上の高さが成人男子の重心位置から求めた安全とみられる高さであり、この値に靴の高さ2～3cmを加えればさらに現実的となる。また今後、平均身長が伸びた場合を考え、175cmと仮定して同様の計算を行うと、平均値で98cm、1 σ で101.5cm、また2 σ では105cmとなり、歩行者転落により重大な事故が予想される場所に設置する高さとしては110cm以内でも十分対応できるものと思われる。

表-19 人体の重心位置と標準偏差



4.2 自転車転落防止高さ

自転車を想定した場合について検討すると、自転車（サドル高77cm）に乗って寄り掛かった場合については、柵より重心がかなり上とみられる状態でも倒れない結果（写真-3）となった。この原因としては柵用のパイプと車体の接触抵抗、舗装とタイヤの摩擦抵抗、転落に抵抗する被験者の重心移動等が働いていることが考えられる。なお、この時の被験者の感想では1m以上では十分安心感があるが、80cmでは不安を感じ、70cmでは意識していなければ完全に転落したといっている（図-17）。このような結果から、実験によって必要な柵高を得ることができなかったため、歩行者用と同様に身長の平均値と自転車のサドル高さから推定するために次のような位置関係を想定した（図-18）。ここでは、現在の自転車の基準でサドル位置が最も高いスポーツ車の85cmと成人男子の平均値について検討した。しかし、座高は年齢、体形の変化によって一概に決めることができないため、平均として成人男子の身長の54%を座高と仮定（人体計測の年齢別分布より15才～成人平均までの単純平均）した成人男子の167cmについて座高を求めると、

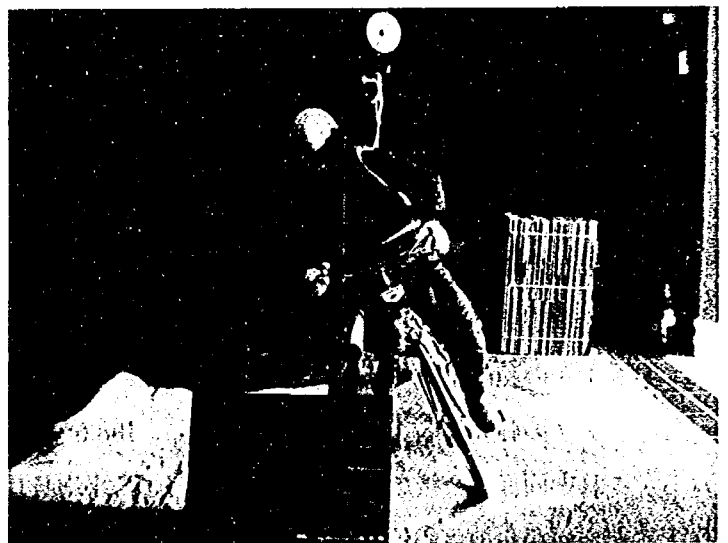
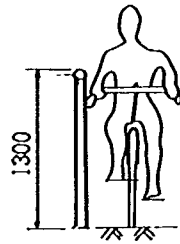
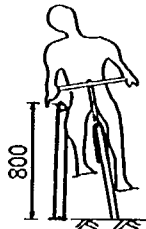


写真-3 自転車で寄り掛った場合



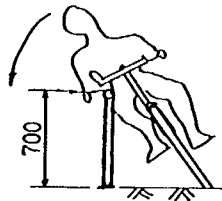
静止して寄り掛かる→安定感あり
速度をもって寄り掛かる→安定感あり

身長 153~180cm
年齢 20~ 57才
寄り掛かり傾斜角 10°



静止して寄り掛かる→やや不安感あり
速度をもって寄り掛かる→やや不安感あり

身長 153~180cm
年齢 20~ 57才
寄り掛かり傾斜角 10°



静止して寄り掛かる→転落
速度をもって寄り掛かる→転落

身長 165~180cm
年齢 20~ 52才
寄り掛かり傾斜角 10°

図-17 自転車の実験ケース

座 高 $167 \text{ cm} \times 0.54 = 90.2 \text{ cm}$

頭上からの重心位置 $167 \text{ cm} \times 0.44 = 73.5 \text{ cm}$

である。したがってサドル上の重心位置は、

$$90.2 - 73.5 = 16.7 \text{ cm}$$

となり、自転車に乗った場合の地面からの重心位置は、サドル高+サドル上の重心位置で得られる。

$$85 + 16.7 \text{ cm} = 101.7 \text{ cm}$$

これに重心位置の変化を重心位置の標準偏差 $\sigma = 3.4 \text{ cm}$ とすると、

平均の範囲 101.7 cm (50%値)

1 σ の範囲 $101.7 + 3.4 = 105.1 \text{ cm}$ (84.1%値)

2 σ の範囲 $101.7 + (2 \times 3.4) = 108.5 \text{ cm}$ (97.7%値)

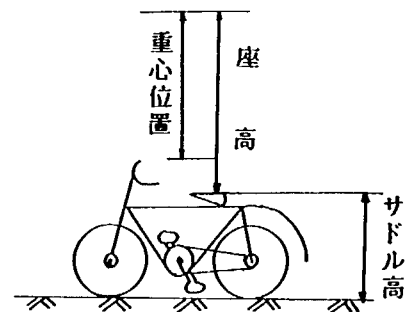


図-18 自転车上の重心位置

となる。これと同様に今後の身長の伸びを想定して平均身長を 175 cm とした場合、座高、重心位置等から計算すると地面からの重心位置は、平均値 = 102.5 cm, 1 σ = 104.9 cm, 2 σ = 109.5 cm となる。

このように、自転車での転落防止用の柵高としては 110 cm であれば十分安全性を確保できると考えられる。

4.3 自転車転落防止柵の耐衝撃性

(1) 実験に用いた転落防止

図-19に示す転落防止柵を写真-4のように設置した。この構造は技術基準を改定する際、5.2で述べた高さ110cm、水平力40kg/mに対応するものとして設計されているのでそれを供試体として用いたもので、これに衝撃を与えて設計条件(水平力40kg/m)の妥当性を検討した。主な仕様は支間3m、路面上110cm、埋め込み深さ45cm(コンクリート根固め)で横ビームは4段である。

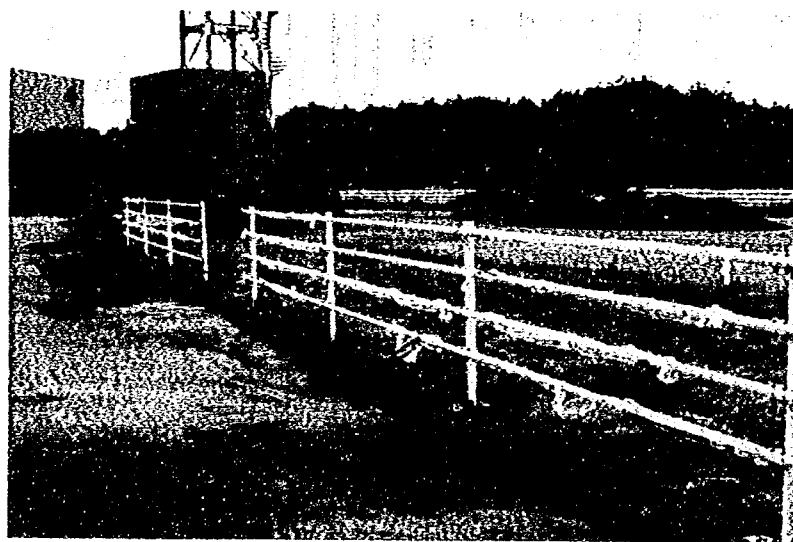


写真-4 転落防止柵の設置状況

(2) 部材強度からみた耐力

図-19の構造及び部材寸法について、鋼材強度から安全面について次の条件(設計荷重、鉛直力： $W_V = 60 \text{ kg/m}$ 、水平力： $W_H = 40 \text{ kg/m}$ 、載荷点：柵の上端)で検討すると以下のようなになる。

1) 短期荷重とした許容応力度

各許容応力度は次の値を用いた。

- 鋼材の許容曲げ応力度(STK 41) $\sigma_a = 2,400 \text{ kg/cm}^2$
- コンクリートの許容支圧応力度 (σ_c : 180 kg/cm^2) $\sigma_f = 0.5$
 $\sigma_c' = 0.5 \times 180 = 90 \text{ kg/cm}^2$
- 地盤の許容横方向地耐力 $f_g = 20 \text{ t/m}^2$

2) 支柱の検討

水平力の作用点および支持点を図-20のように仮定して、片持梁とした場合

• 水平力および曲げモーメント

$$\text{水 平 力 : } S = W_H \times L = 40 \text{ kg/m} \times 3 \text{ m} = 120 \text{ kg}$$

$$\text{曲げモーメント : } M = S \times H = 120 \times 1.1 = 132 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

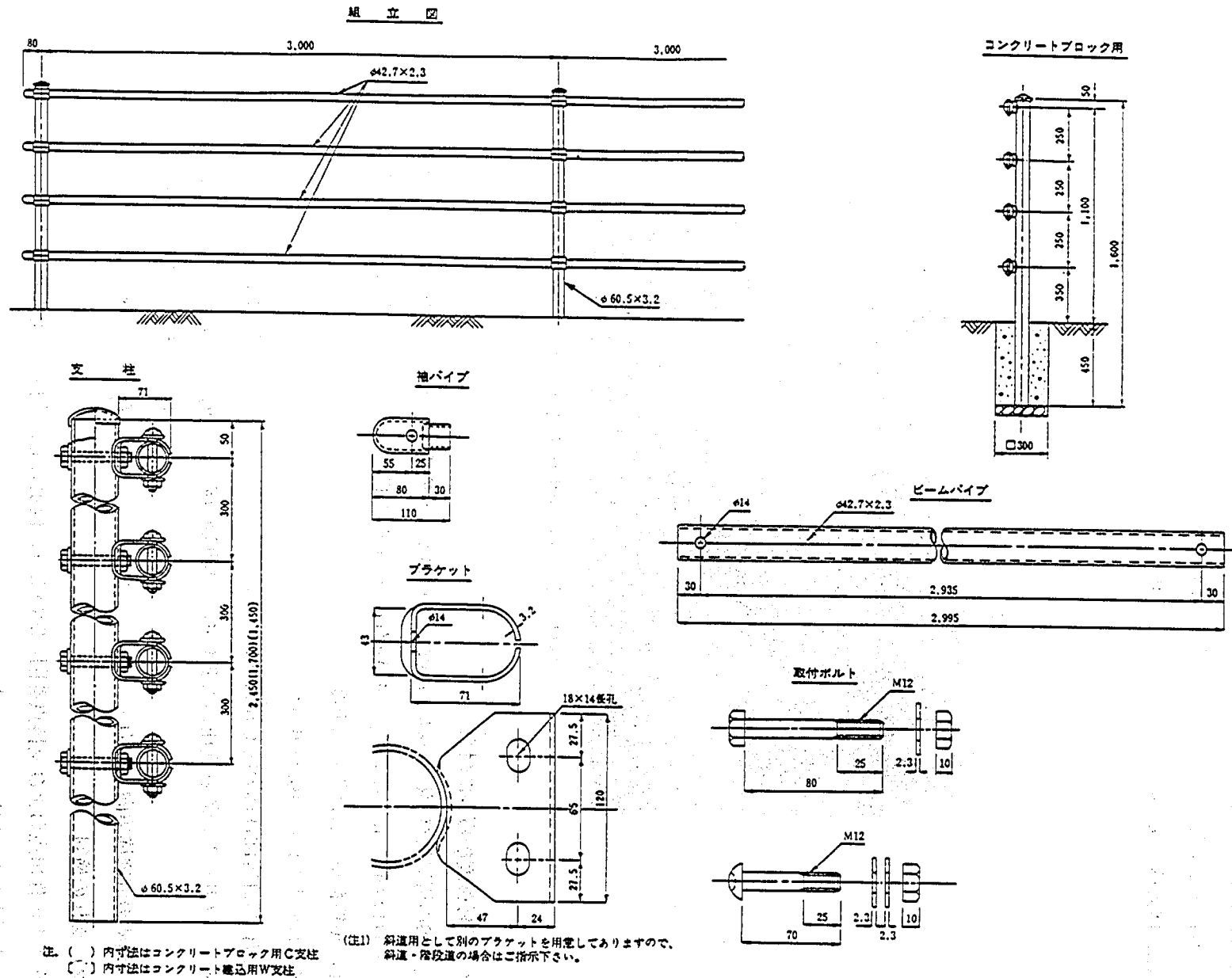


図-19 供試体

• 断面応力度

支柱径 $\phi 60.5 \times 3.2$ mmを用いると断面係数 Z は 7.84 cm^3 となることから

$$\sigma = \frac{M}{Z} = \frac{13,200}{7.84} = 1,684 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_a = 2,400 \text{ kg/cm}^2$$

となり、支柱は静的には耐力は十分であるといえる。

3) ビームの検討

ビーム耐力については、図-21のように単純バリとして、各ビーム取付ボルトの位置を支持点とした場合

• 曲げモーメント

$$M_V = \frac{W_V \cdot L^2}{8} = \frac{60 \times 2.935^2}{8} = 64.61 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_H = \frac{W_H \cdot L^2}{8} = \frac{40 \times 2.935^2}{8} = 43.07 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

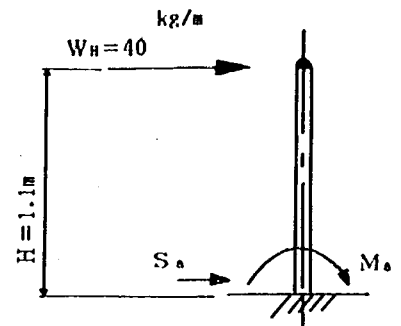


図-20 水平力の作用点

• 断面応力度

ビーム材としての $\phi 42.7 \times 2.3$ mmを用いると断面係数 Z は、 2.8 cm^3 となることから $M_H < M_V = 64.61 \text{ kg} \cdot \text{m}$ より、

$$\sigma = \frac{M_V}{Z} = \frac{64.61 \times 10^3}{2.8} = 2,308 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_a = 2,400 \text{ kg/cm}^2$$

となり、ビーム部材強度も安全側である。



図-21 ビームの荷重分布

4) 基礎部の検討

(a) コンクリート基礎の場合

• ブロック根入れ長さ45cmの場合について、図-22に示すような荷重分布で寸法の妥当性について検討すると、

$$P = \frac{f_1 \cdot a \cdot t}{4}, \quad m = \frac{2}{3} \cdot t$$

$$P \cdot m = W_H \cdot L \cdot \left(H + \frac{t}{2} \right)$$

$$\frac{f_1 \cdot a \cdot t}{4} \times \frac{2}{3} \cdot t = W_H \cdot L \cdot \left(H + \frac{t}{2} \right)$$

$$f_1 = \frac{6 \cdot W \cdot L}{a \cdot t^2} \cdot \left(H + \frac{t}{2} \right) = \frac{6 \cdot W \cdot L}{a \cdot t} \cdot \left(\frac{H}{t} + \frac{1}{2} \right) \quad (\text{t/cm}^2)$$

$$f_2 = \frac{W \cdot L}{a \cdot t} \quad (\text{t/cm}^2)$$

$$f_{\max} = \frac{6 \cdot W_H \cdot L}{a \cdot t} \cdot \left(\frac{H}{t} + \frac{1}{2} \right) + \frac{W_H \cdot L}{a \cdot t} = \frac{W_H \cdot L}{a \cdot t} \cdot \left(\frac{6 \cdot H}{t} + 4 \right) \quad (\text{t/cm}^2)$$

$$t_2 \cdot f_{\max} = \frac{W_H \cdot L}{a} \cdot (6 \cdot H + 4 \cdot t)$$

$$a \cdot f_g \cdot t^2 - 4 W_H \cdot L \cdot t - 6 W_H \cdot L \cdot H = 0$$

短期許容横方向地耐力 $f_g = 20 \text{ t/m}^2$ として、

$$0.3 \times 20 \times t^2 - 4 \times 0.04 \times 3.0 \times t - 6 \times 0.04 \times 3.0 \times 1.10 = 0$$

$$6 \cdot t^2 - 0.48 \cdot t - 0.792 = 0$$

$$t = \frac{0.48 + \sqrt{0.48^2 + 4 \times 6 \times 0.792}}{2 \times 6} = 0.405 \text{ m} < t^0 = 0.45 \text{ m}$$

となり、許容以内である。

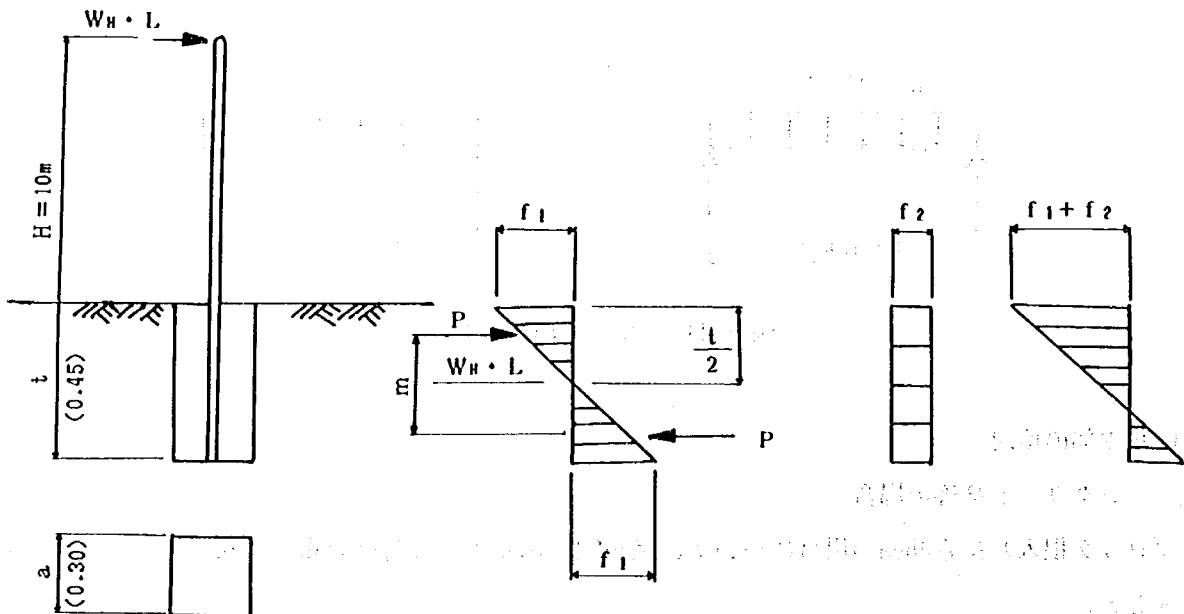


図-22 基礎部の荷重分布(コンクリート基礎)

(b) 土中埋込みとした場合

支柱1本に掛かる約40kgの鋼材重量が土の鉛直方向支持力に影響しないものとして、水平抵抗力について根入れ長さ1.2 mの場合を検討する。この場合、図-23に示すような支持力分布形状を仮定した。

$$P = \frac{f_1 \cdot d \cdot t}{4}, \quad m = \frac{2}{3} \cdot t$$

$$P \cdot m = \frac{f_1 \cdot d \cdot t}{4} \times \frac{2}{3} \cdot t = S \left(H + \frac{t}{2} \right)$$

となる。

これより、図-9に示す f_1 、 f_2 を求めると次のようになる。

$$f_1 = \frac{6 \cdot S}{d \cdot t^2} \cdot \left(H + \frac{t}{2} \right) = \frac{6 \cdot S}{d \cdot t} \left(\frac{H}{t} + \frac{1}{2} \right) \quad (\text{t/cm}^2)$$

$$f_2 = \frac{S}{d \cdot t} \quad (\text{t/cm}^2)$$

これから $f_{\max}$ を求めると、

$$f_{\max} = f_1 + f_2 = \frac{6 \cdot S}{d \cdot t} \left(\frac{H}{t} + \frac{1}{2} \right) + \frac{S}{d \cdot t} = \frac{S}{d \cdot t} \left(\frac{6H}{t} + 4 \right) \quad (\text{t/cm}^2)$$

これより支柱根入れ長さを1.2 mとすると、

$$f_{\max} = \frac{0.12}{0.06 \times 1.2} \left(\frac{6 \times 1.1}{1.2} + 4 \right) = 15.8 \text{ t/m}^2 < f_g = 20 \text{ (t/m}^2\text{)}$$

となり、支柱根入れ1.2 mであれば、設計荷重 40 kg/m は支持力許容範囲内となる。

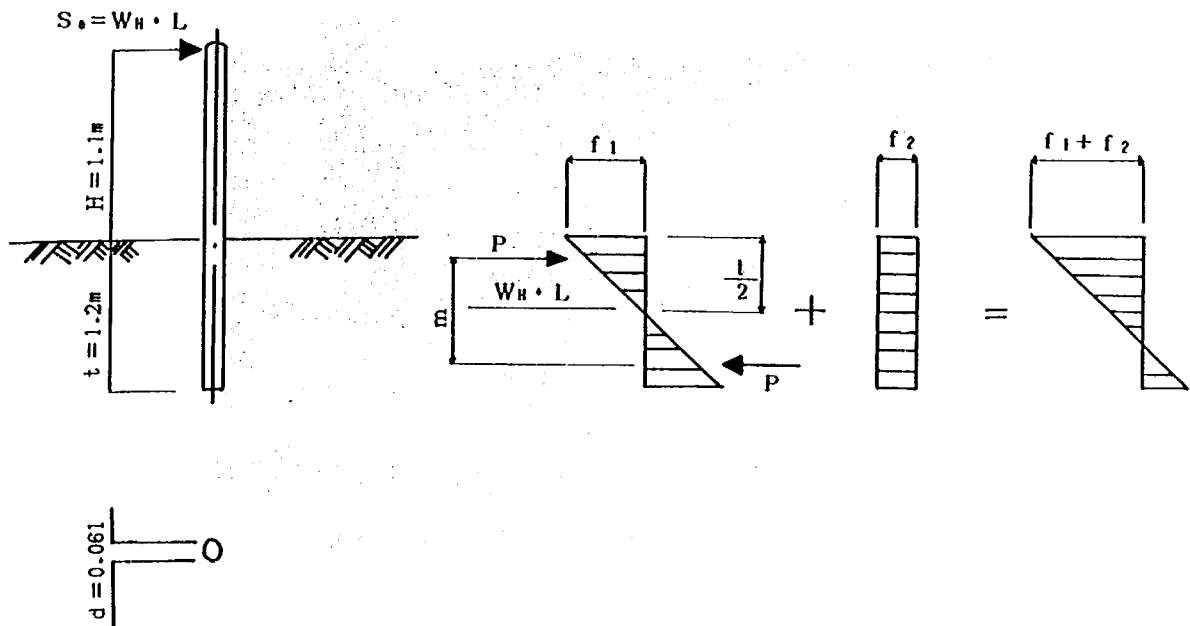


図-23 基礎部の荷重分布(土中埋込み)

5) 衝突実験における変位

自転車転落防止柵として機能を確認するために、速度、重量、衝突角を与えてその変形を求めた。実験は図-24に示すような型式の振り子で物体を落下させ衝撃を与える方法とした。その残留変形の概略を写真-5、6に示した。衝突させる重量は成人男子の平均に近い60kgとし、防護柵の上2段の横ビームで支持するような衝突形式とした。この時の衝突速度は、自転車道設置基準の設計速度30 km/hの80%とし、さらにブレーキ等の操作があるものとして、約20 km/hを衝突直前の目標速度とした。衝突角度は、車両用防護柵の設計条件の15°と最大衝撃力を得るために防護柵に対して直角に衝突する2ケースとした。衝突位置はビーム中心、支柱の2箇所について実施した。なお、基礎は30×30×45 cmのコンクリートブロック根固めである。また、土質条件は、関東ロームのCBR値約2.5であり、比較的ゆるい締固め方の土質と思われる。

(a) ビームに衝突した場合の残留変位

15°での直角方向衝突エネルギーを $W/2g \cdot (V \cdot \sin \alpha)^2$ より求めると、6.3 kg・m となり、その場合ビームには残留変形がなく、ビームの塗装に対してもすべり痕しか認められない。さらに支柱基礎、ブラケット等にも目視調査では変形はみられないことから、弾性領域の範囲内に十分収まっているといえる。

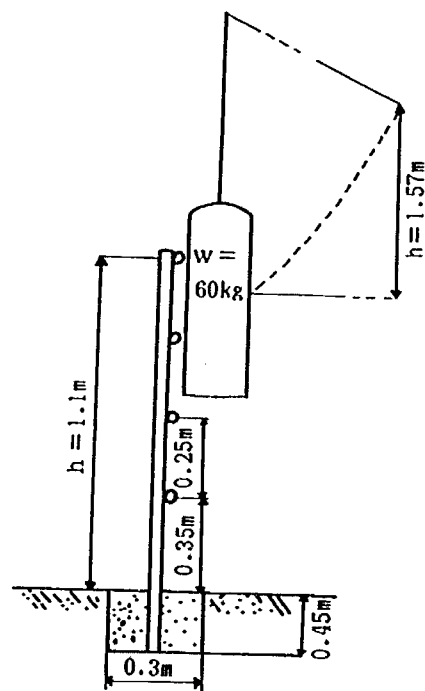


図-24 載荷位置



写真-5 ビームおよび支柱天端の変形状況



写真-6 基礎の土圧変形

また、直角で衝突した時の衝突エネルギー約 $94.5 \text{ kg} \cdot \text{m}$ では、図-25、表-20に示すようにビームの曲げ変形は最大で 10.5 cm であり、残留変形は約 6.7 cm であったが、両側の支柱本体には曲げ変形がなく、基

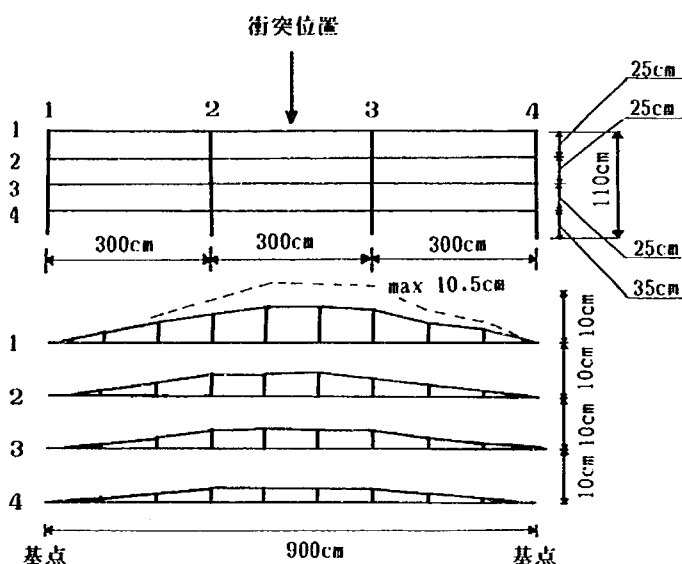


図-25 ビームの変形量

表-20 ビームの変形量

cm										
支柱 ビーム	1			2			3			4
1	0	1.5	3.0	5.5	6.7	6.7	6.5	3.5	2.5	0
2	0	1.0	2.5	4.0	4.0	4.0	4.5	3.5	2.0	0
3	0	1.0	2.0	3.5	3.8	3.5	3.5	2.0	1.0	0
4	0	1.0	1.7	3.0	3.0	3.0	3.0	1.8	0.5	0
支柱傾斜角	0			2.5			2.0			0

礎の根固部から傾斜し変形した。この時の支柱の傾斜は衝突中心の両側支柱で $2^{\circ} \sim 2.5^{\circ}$ 程度である。このように、ビームを直撃した時の最大エネルギーでの実験においても、設計条件の強度であれば防止柵としての機能は十分果たすものと考えられる。なお、ビームの曲げ変形は上2段のみで3、4段目の変形は支柱の傾斜に伴うものである。

(b) 支柱に衝突した場合の残留変位

防護柵の接続部（ブラケット等）を介して支柱に衝撃を与えた場合、 15° の衝突角ではビームの衝突と同様に支柱部には何ら変形は生じない。次に直角に衝突した場合の実験例の表-21、図-26についてみると、地盤の均等性も影響すると思われるが、支柱上部では衝突支柱の変形がビーム、ブラケットを介して他の支柱を反対方向へ曲げて変形させるケースがあった。しかしこれも、変形量が少ないことから問題はないと思われる。

表-22、図-27 についても同様に、直角方向に衝突させた実験の結果を示しているが、最大残留変位は支柱部の上段で約10cm生じている。さらに基礎部周囲の土の最大変形からみて、最大変形位置まで人力で支柱を押した場合、上部で約15cmの変形となった。この変形についても、構造上からブラケット、スリーブ等の継手部が支柱とともに変形するため局所的に小さな曲がりがある程度認められるだけで、部材交換をまったく必要とせず、基礎の据え直し補修だけで十分対応できるものである。

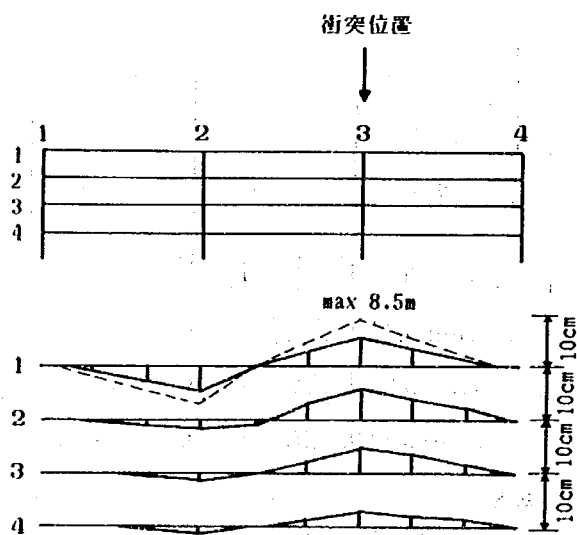


図-26 ビームの変形量

表-21 ビームの変形量

		cm									
支柱	ビーム	1			2			3			4
1	1	0	-0.7	-2.5	-4.5	0	3.0	6.6	3.6	1.0	0
2	2	0	-0.2	-1.0	-1.5	-1.0	3.5	6.0	4.0	2.3	0
3	3	0	0	-0.4	-1.2	-0.2	2.5	4.3	3.2	1.5	0
4	4	0	0	-0.4	-1.2	0	1.3	3.0	2.0	1.3	0
支柱傾斜角		0			0			3.6			0

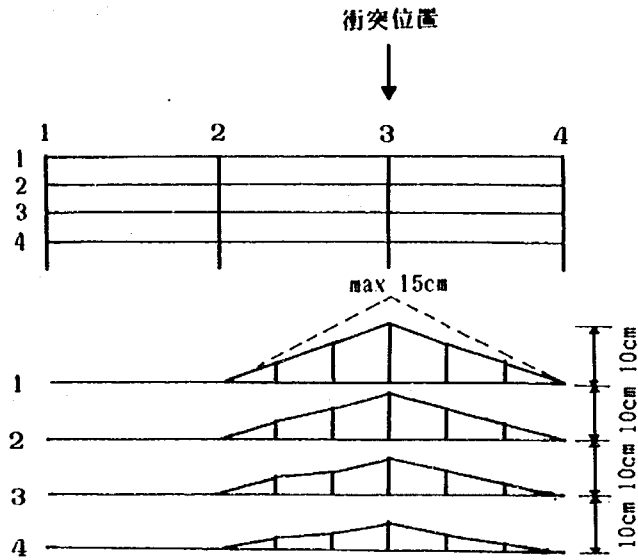


図-27 ビームの変形量

表-22 ビームの変形量

cm										
支柱 ビーム	1			2			3			4
1	0	0	-0.4	-0.2	3.7	7.0	10.4	6.8	3.6	0
2	0	0	0	0.2	3.5	6.0	8.7	5.6	3.0	0
3	0	0	0	0.2	3.2	4.5	6.9	4.7	2.6	0
4	0	0	0	0	2.4	3.8	5.2	3.5	1.6	0
支柱傾斜角	0			0			4.5			0

6) 衝突実験からの部材強度の確認

衝突実験での衝突速度および変位が最大に至るまでの時間より衝突荷重を求め、部材の降伏強度で評価を行った。なお、最大に至るまでの時間 t はモータードライブ写真より推定した。支柱およびビームに単独に作用する時の衝突荷重を次式で求めると、

$$P = \frac{W \cdot V}{g \cdot t}$$

ただし、 P = 衝突荷重 (kg)

W = 衝突する物体の重量 (60kg)

V = 衝突時の速度 (5.5 m/s)

t = 最大変位に至るまでの時間 (0.25 s)

g = 重力の加速度 (9.8 m/s²)

$$P = \frac{60 \times 5.5}{9.8 \times 0.25} = 135 \text{ kg}$$

となる。

この値から支柱径 $\phi 60.5 \times 3.2$ mm, 断面係数 $Z = 7.84$ cm³ の降伏応力, $\sigma = 2,400$ kg/cm² で支柱耐力 P_p を検討する。このとき荷重の作用高を図-28に示す物体の中心として95cmとすると,

$$M = 2,400 \times 7.84 = 18,816 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$P_p = \frac{M}{H} = \frac{18,816}{95} = 198 \text{ kg} > 135 \text{ kg}$$

となり, 支柱材の強度は十分弾性変形内であることから, 実験での衝突条件では支柱自体の曲げ変形が発生しないことが確認できる。

次に横ビームについてみた場合, ビーム径 $\phi 42.7 \times 2.3$ mm, 断面係数 $Z = 2.8$ cm³, 許容応力 $\sigma = 2,400$ kg/cm² のビーム耐力 P_b は, 横ビームのスパンを3mとすると,

$$M = \sigma \times Z = 2,400 \times 2.8 = 6,720 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$P_b = \frac{4M}{L} = \frac{4 \times 6,720}{300} = 89.6 \text{ kg} < 135 \text{ kg}$$

となり塑性変形が発生するが, 今回の実験のように2本のビームで衝突荷重を分担するものとした場合 $135/2 = 67.5$ kg となることから, ビーム1本での衝突荷重は許容応力内での変形であるといっていよう。

なお, ビームの破壊強度からみて破壊応力 σ_c を $4,100$ kg/cm² とすると,

$$M = 4,100 \times 2.8 = 11,480 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$P_b = \frac{4M}{L} = \frac{4 \times 11,480}{300} = 153 \text{ kg}$$

よって, $P_b = 153 \text{ kg} > 135 \text{ kg}$ であり, 塑性変形にはなるが材料は破断に至るものでないことがわかる。

5. 考察とまとめ

① $W = 60$ kg, $V = 20$ kg/h 相当の衝撃力における変形からみると, 残留変形が少ないことから高さの変化にも影響しないので, 水平荷重 40 kg/m の設計条件で構成される部材強度でも危険が生ずる変形はないといえる。

② P種には進行程の規定はないが, 15° での衝突の場合変形は生じておらず, さらに最大の 90° でも15cm程度であることから, ここで検討した構造諸元であれば自転車用として十分対応は可能であろう。

③ 転落防止柵の設計にあたっては, 部材や基礎にある程度の変位を見込んで衝突時の衝撃をやわらげる工夫も必要であろう。今後, これらの点を考慮しながら, より合理的な基礎設計法についての検討を進めていきたい。

■ 防護柵への車両衝突シミュレーションプログラム

1. 概 要

車両が防護柵に衝突したとき、車両の挙動および防護柵の変形がどのようなようになるかを検討するために、建設省土木研究所は種々の防護柵に対するシミュレーションプログラムを作成した¹⁾。このプログラムは、防護柵と車両の位置関係により車両に加わる力を計算し、その力より車両に加わる加速度を算出し、防護柵および車両の位置等を逐次変化させていくシミュレーションであり、計算上は車両の運動方程式をルンゲ・クッタ・ギル法により解いている。しかし、このプログラムでは、防護柵ビームの破断やビーム張力の変化、車両の乗り越え、あるいは1, 3で述べたような中央分離帯用防護柵のひじつき効果について考慮することができないため、大きなエネルギーで衝突したり、深い角度で衝突したような場合の車両や防護柵の挙動、応力等を再現することができない。

そこでここでは、上記の中で路側用防護柵プログラムを基本として、解析精度をより向上させるべく実験値と比較しつつ改訂したものである。

本資料に示すプログラムは、次に示す改訂事項および特徴を有する。

防護柵の種類は、次に示す4種類を考慮することができる。

- 分離帯用ガードレール
- 路側用ガードレール
- 分離帯用ガードケーブル
- 路側用ガードケーブル
- 橋梁用車両防護柵

また、防護柵は次に示す事項を考慮している。

- 支柱の直角方向変位本数を自動設定(ただし、14本まで)する。
- 車両側面後部では、防護柵反力に残留変位を考慮する。
- 両面型におけるひじつき効果を考慮する。
- 防護柵の破断を考慮する。
- ガードレールの張力にスパンごとの変化を考慮する。
- 防護柵は直線部だけでなく曲線部にも適用できる。

車両については、次に示す事項を考慮している。

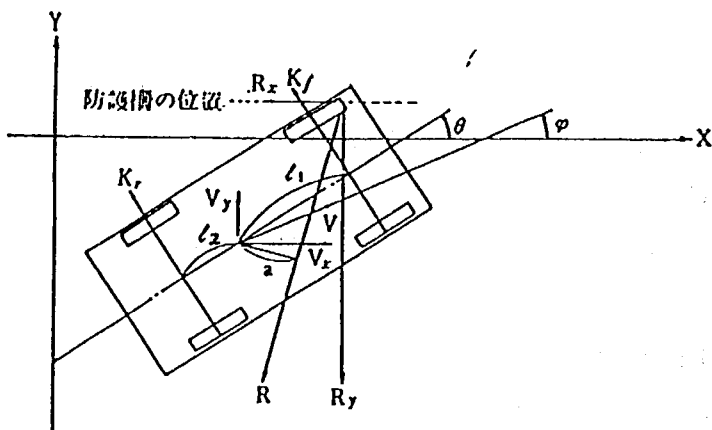
- 車両の前面のバネも考慮し、防護柵への衝突角度は任意である。
- 車両の防護柵への乗り越えを考慮する。

本資料では、上記内容について解析式を示し、プログラムの使用方法を説明した後、計算例を示した。また、パラメータの値を変えて種々のケースのシミュレーション解析を行い、パラメータの値の決め方について少し考察を加えた。いくつかのパラメータについては適切な値を設定するために、より多くの実験

値と比較することが必要であるが、ここでは暫定値を挙げておいた。

2. 衝突車に関する仮定と計算式

衝突車に関する仮定は以下のとおりである（図-29）。



ただし

XY : 衝突車の重心の XY 座標 (m)

θ : 衝突車の姿勢角 (rad)

w : 衝突車の重量 (t)

ρ : 衝突車の慣性半径 (m)

K_f, K_r : 前後輪のコーナリングフォース (t)

l_1, l_2 : 前後輪の重心からの隔り (m)

R : 防護柵よりの力 (t), R_x, R_y

X, Y 方向成分 (t)

a : 車の重心より R までのアーム

g : 重力の加速度 ($\approx 9.8 \text{ m/sec}^2$)

φ : 衝突車の重心の進行角 (rad)

V : 重心の速度 (m/sec)

$$\frac{W}{g} \cdot \frac{d^2 X}{dt^2} = (K_f + K_r) \cdot \sin \theta + R_x$$

$$\frac{W}{g} \cdot \frac{d^2 Y}{dt^2} = -(K_f + K_r) \cdot \cos \theta + R_y$$

$$\frac{W}{g} \cdot \rho^2 \cdot \frac{d^2 \theta}{dt^2} = -K_f \cdot l_1 + K_f \cdot l_2 + a \cdot R$$

$$K_f = \frac{l_2}{l_1 + l_2} \cdot W \cdot k_f \quad K_r = \frac{l_1}{l_1 + l_2} \cdot W \cdot k_r$$

k_f, k_r : 横すべり摩さつ係数

$$k_f = 5.7 \beta_f \quad k_r = 5.7 \beta_r$$

ただし $|k_f| \cdot |k_r| \leq f_{\max}$

β_f, β_r : 横すべり角 (rad)

$f_{\max}$: 最大横すべり摩さつ係数

$$\beta_f = \varphi - \theta + \frac{l_1}{V} \cdot \frac{d\theta}{dt} \quad \beta_r = \varphi - \theta - \frac{l_2}{V} \cdot \frac{d\theta}{dt}$$

図-29 衝突車の運動方程式¹¹⁾

① 車両の運動は平面的に考える。また運動に関しては、車両は剛体と考える。よって車両の自由度は3、方程式も3である¹³⁾。

② 車両に作用する力としては、防護柵より受ける力とタイヤのコーナリングフォースのみを考える¹⁴⁾。

③ 車両が防護柵に衝突したときに、車両は変形するものとする。力と変形の関係は、図-30に示すように、車体側面部は車体軸に直角方向の変形に対して比例関係にあるとし、車体前面部は、車体軸方向の変形に対して比例関係にあるとする。ただし、一旦かかった荷重が減少しても変形は戻らないものと仮定し、再载荷の時は変形が増大しないまま既往最大荷重に達し、その後初めの比例関係に戻って変形するものとする。

車体側面のバネ定数は、前端から後端まで直線的に変化するものとし、車体前面のバネ定数は端部より中央部まで直線的に変化するものとする(図-31)。

なお車体全面に関しては前面の変形を考慮するが、車体側面に関しては特定部分の変形を考慮することができる。また入力データにより、前面または側面のみの変形を考慮することもできる。

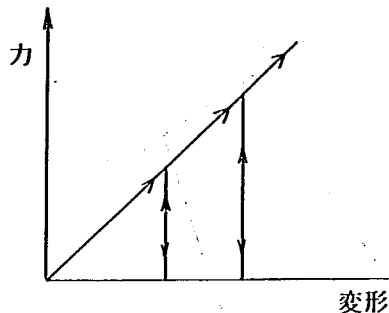


図-30 車両の変形～力の関係

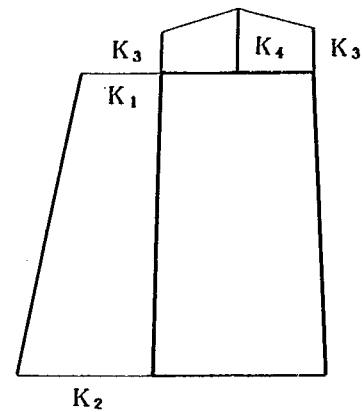


図-31 車両のバネ定数の分布

これらの仮定に基づき得られる衝突車の運動方程式、変形によって生ずる力の計算式を以下に示す。

2.1 車両の変形と反力の計算式(図-32)

$$X_1 = X_0 - a_1 \cdot \cos \theta - b_1 \cdot \sin \theta$$

$$Y_1 = Y_0 - a_1 \cdot \sin \theta + b_1 \cdot \cos \theta$$

$$X_2 = X_0 - a_2 \cdot \cos \theta - b_2 \cdot \sin \theta$$

$$Y_2 = Y_0 - a_2 \cdot \sin \theta + b_2 \cdot \cos \theta$$

$$X_1' = -(\delta - Y_1) \tan \theta + X_1$$

$$X_2' = -(\delta - Y_2) \tan \theta + X_2$$

$$C_0 = (X_1' - X_1) \sin \theta + (Y_1 - \delta) \cos \theta = (Y_1 - \delta) / \cos \theta$$

$$C_{100} = (X_2' - X_2) \sin \theta + (Y_2 - \delta) \cos \theta = (Y_2 - \delta) / \cos \theta$$

$$C_0' = C_0 / \tan \theta$$

$$C_{100}' = (C_0 - 2b_1) / \tan \theta$$

ここで, X_0, Y_0 : 重心の X, Y 座標

θ : 姿勢角

a_1, a_2 : 前後端の重心よりの長さ

b_1, b_2 : 前後端の幅の半分

X_1, Y_1 : 左前端的 X, Y 座標

X_2, Y_2 : 左後端的 X, Y 座標

δ : 防護柵の Y 座標

C_0, C_{100} : 車体側面の前端の変形量

C_0', C_{100}' : 車体前面の左右端の変形量

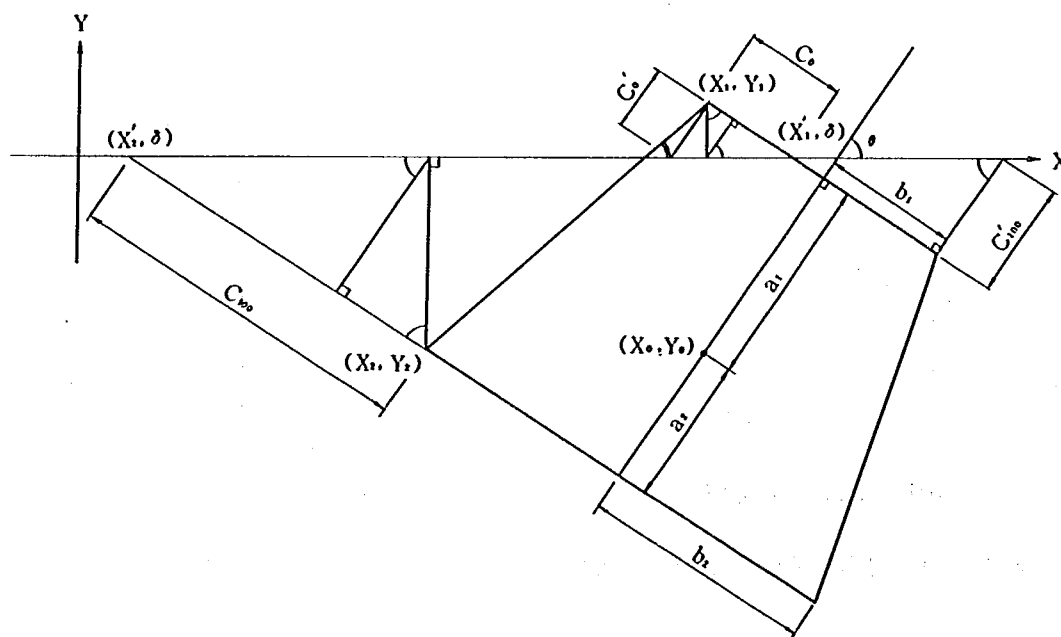


図-32 車両の想定変形量

2.2 車体側面部が防護柵の変形におよぼす力

$$C_a = \{ n \cdot C_{100} + (100 - n) C_0 \} / 100$$

$$P_a = k \cdot C_a$$

$$k = \{ n k_2 + (100 - n) k_1 \} / 100$$

ただし, $C_a < C_{a \max}$ ならば $P_a = 0$, $n = 0, 100$ ならば $P_a = P_a / 2$

$$P = \frac{a_1 + a_2}{100} \sum_0^{100} P_a$$

$$P_y = P \cos \theta$$

ここで, C_a : 各小部分の変形量

P_a : 各小部分に働く力

$C_{a \max}$: 各小部分の前段階までの最大変形量。これを越えた部分にのみ力が生じる。

k : 車体の変形のバネ定数

P : 車体の変形に対応する力

P_y : 防護柵の変形におよぼす力

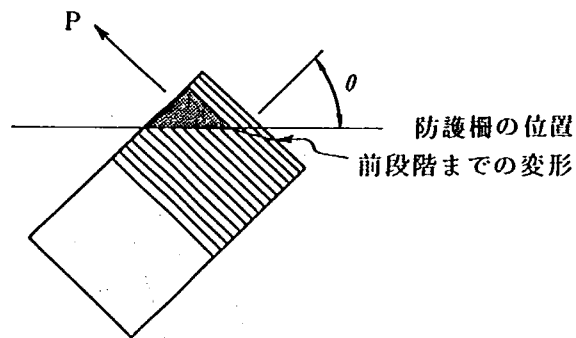


図-33 車体側面部の設定変形量

2.3 車体前面部が防護柵の変形におよぼす力

側面部と全く同様に考える。

$$C_a = \{n \cdot C_{100}' + (100 - n) C_0'\} / 100$$

$$P_a = k \cdot C_a$$

$$k = \{n \cdot k_4 + (50 - n) k_3\} / 50 \quad n \leq 50$$

$$k = \{n' \cdot k_3 + (50 - n') k_4\} / 50 \quad n > 50 \quad n' = n - 50$$

ただし, $C_a < C_{a \max}$ ならば $P_a = 0$ $n = 0, 100$ ならば $P_a = P_a / 2$

$$P = \frac{2 b_1}{100} \sum_0^{100} P_a$$

$$P_y = P \sin \theta$$

P_y : 防護柵の変形におよぼす力

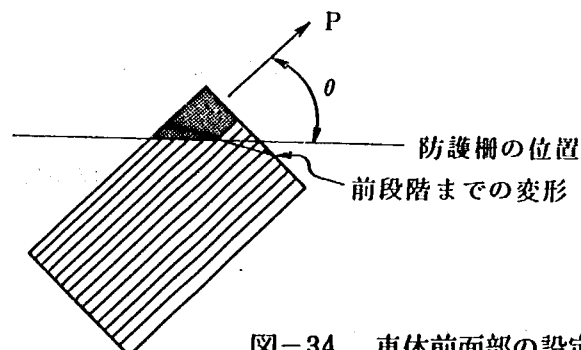


図-34 車体前面部の設定変形量

1. 車体の右側面が防護柵に接触することは考慮しない。
2. 防護柵への衝突角度がある値より小さいときは、車体の前面が防護柵に及ぼす力は考慮せず、ある値より大きいときは、車体側面が防護柵に及ぼす力は考慮しない。これらの値はデータとして入力できる。
3. 防護柵の変形におよぼす力は、車体の変形に対する力の防護柵直角方向成分で考慮する。 C_0 , C_{100} (C_0' , C_{100}') は幾何学的に求めたものであり、例えば θ が大きいときは下図に示すように、 C_0 が非常に大きくなり、これに対する車体側面の反力も大きくなる。このため、車体反力の防護柵直角方向成分のみを考慮する。また、ここでの車両の変形量は、実際の変形量を示すものではない。

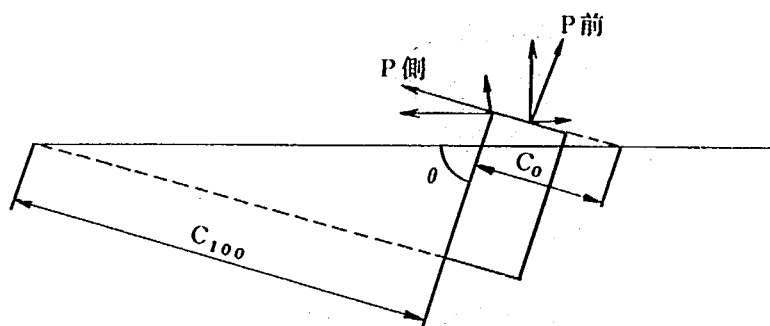


図-35 車体に働く力の成分

2.4 曲線部への衝突

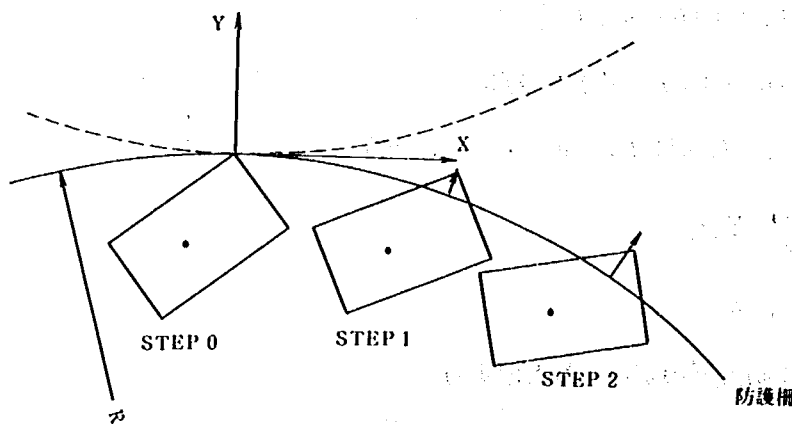


図-36 曲線部での衝突車の挙動

1. 衝突開始地点 (STEP 0) を座標原点とし、曲線部の半径 R を前図実線の場合を正、破線の場合を負とする。
2. 支柱間隔等は、円弧距離で定義する。
3. 防護柵の力～変位関係は、直線部のものを用いる。

4. 衝突開始点を絶対座標系の原点とし、局部座標系を次のように定義する。車の重心から曲線におろした垂線を y 軸とし、その垂線の足を通る接線を x 軸とする。

5. 車と防護柵の反力をもとめるときは局部座標系を用いて算出する。車の変形量を算出するときには、円弧を考慮せず直線とする。

6. 防護柵への衝突角度は $(\theta + \alpha)$ とする (図-37)。

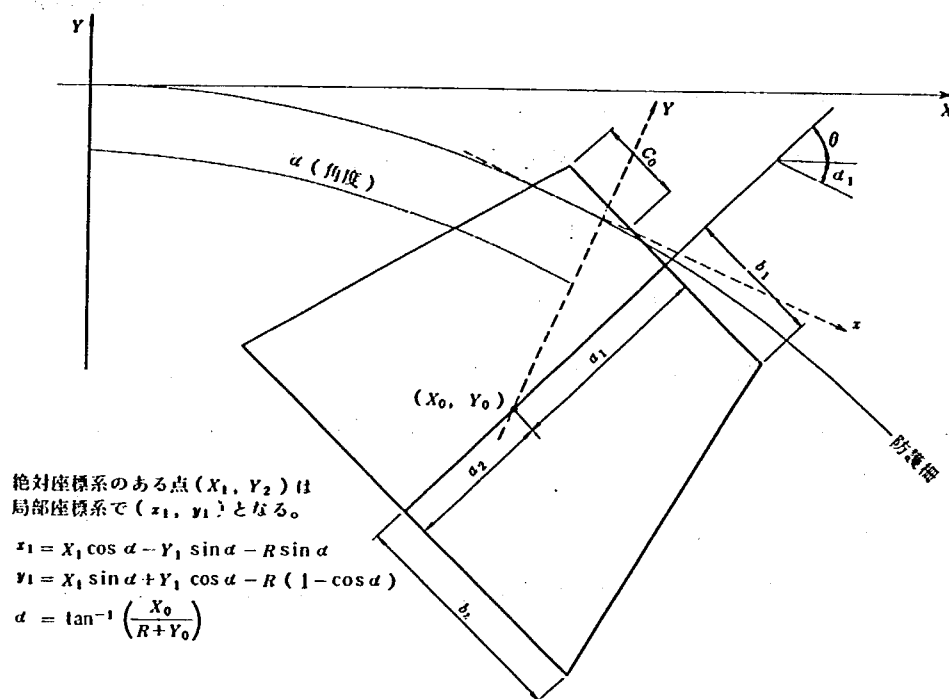


図-37 曲線部での車両の想定変形量

3. 防護柵に関する仮定と計算式

3.1 支柱

① 両端の支柱は、支持力はあるが変位はしない。

ただし、直角方向に変位する支柱本数を最大14本まで考慮することができ、両端の支持力が無視できる範囲で解析を行うことができる。

② 支柱の防護柵直角方向の荷重～変位関係は、静的載荷試験結果に基づいて定めるものとし、図-38のようにモデル化する。

また、車体側面の後部での防護柵への接触に関しては支柱の残留変位を考慮する (後述)。

③ 支柱の防護柵平行方向の抵抗は、防護柵のバネ定数に含めて入力データを定める。

④ 支柱の水平変位が大きくなり、それに伴ってビーム中心の鉛直

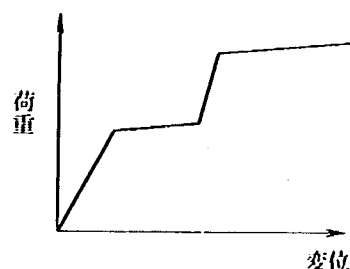


図-38 変位-荷重の関係

変位が大きくなると、車両の乗り越えを考慮することもできる。

3.2 ガードレール

① 荷重のかかっているビームを、支柱間隔をスパンとする単純曲げビームとし、曲げと引張りの両方を受けるものとする。

② 他のビームは、連続ビームとせず、引張りのみを受けるものとする。

③ ビームの曲げモーメントと曲率の関係は、ある値まで比例し、それ以後は一定の曲げモーメントとする。

④ ビームの曲げと引張りの相互の影響は考慮しない。

⑤ ガードレールの伸びと張力の関係を求める際に次の近似式を用いる。

$$\sqrt{1+x^2} = 1 + x^2/2 \quad (x \ll 1)$$

$$\sin \theta = \theta \quad (\theta \ll 1)$$

⑥ ガードレールの張力がある値以上になると、破断を考慮することもできる。

⑦ 各スパンごとの張力の変化を考慮することもできる。以下は分離帯用のみ。

⑧ 間隔材は座屈しないものとする。

⑨ ビーム材の抵抗は、前面と背面の両方を考慮する。

⑩ ビームの塑性ヒンジは、前面では荷重載荷位置、背面では間隔材位置（スパン中央）で生じるものとする。

3.3 ガードケーブル

① 初張力を考慮し、ケーブルの張力のみを考慮する。

② ガードケーブルの伸びと張力との関係を求める際に次の近似式を用いる。

$$\sqrt{1+x^2} = 1 + x^2/2 \quad (x \ll 1)$$

$$\sin \theta = \theta \quad (\theta \ll 1)$$

さらに、本プログラムでは、車体側面は、前後輪位置で各々独立にガードレールに接触するものとし、前後輪位置でのガードレール反力の相互干渉による低下を、次頁以下に示すような便宜的な干渉係数によって考慮する。

3.4 車両の乗り越え

防護柵の鉛直変位

$$\sin \theta = \frac{\delta_H}{R} \quad \cos \theta = \frac{\sqrt{R^2 - \delta_H^2}}{R}$$

$$\delta_v = R - R \cos \theta - a \sin \theta$$

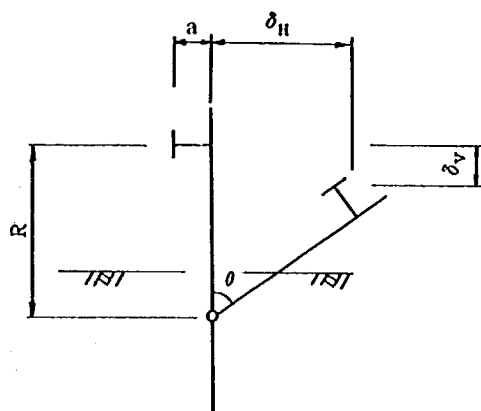


図-39 防護柵の変位

$$= R - \sqrt{R^2 - \delta_H^2} - \frac{a}{R} \delta_H$$

$$\therefore R^2 - \delta_H^2 = \left(R - \frac{a}{R} \delta_H - \delta_V \right)^2$$

$$= R^2 + \frac{a^2}{R^2} \delta_H^2 + \delta_V^2 - 2a\delta_H + 2\frac{a}{R} \delta_H \delta_V - 2R\delta_V$$

$$\left(1 + \frac{a^2}{R^2} \right) \delta_H^2 + 2a \left(\frac{\delta_V}{R} - 1 \right) \delta_H - 2R\delta_V + \delta_V^2 = 0$$

$\delta_V = \delta_{V0}$ になると車が防護柵を乗り越えるとすれば、 $\delta_V = \delta_{V0}$ を上の2次方程式に代入して得られる根 δ_{H0} において防護柵の水平抵抗は0になる。

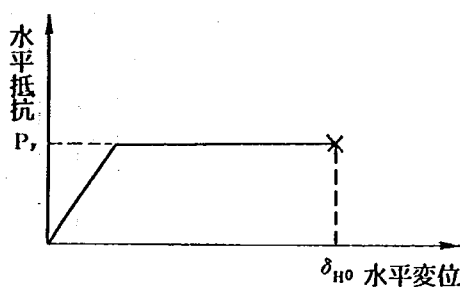


図-40 水平抵抗と水平変位との関係

3.5 後輪位置でのガードレール反力

バンパー及び前輪位置でのガードレール反力は前節までの方法によって与えられが、後輪位置でのガードレール反力は支柱の残留変位を図-41のように考え、ガードレールの荷重変位関係を図-42のように仮定する。

前輪及び後輪のガードレール反力は次式で補正できる様になっている。

$$P_F = P_{F0} \frac{1}{A}$$

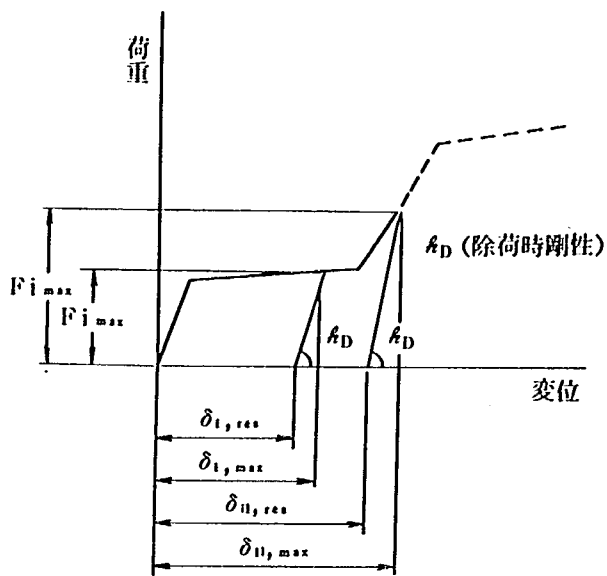


図-41 支柱の荷重変位関係

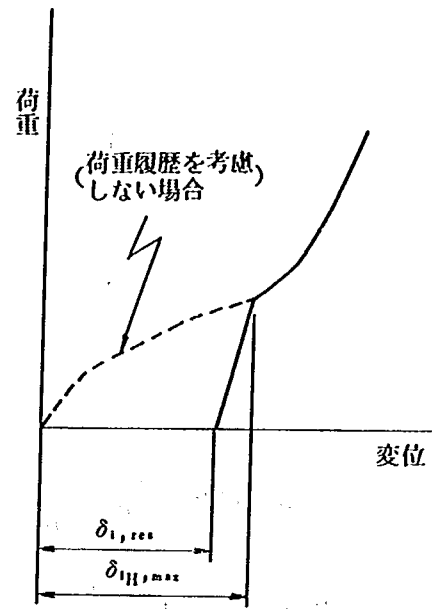


図-42 ビームの荷重変位関係

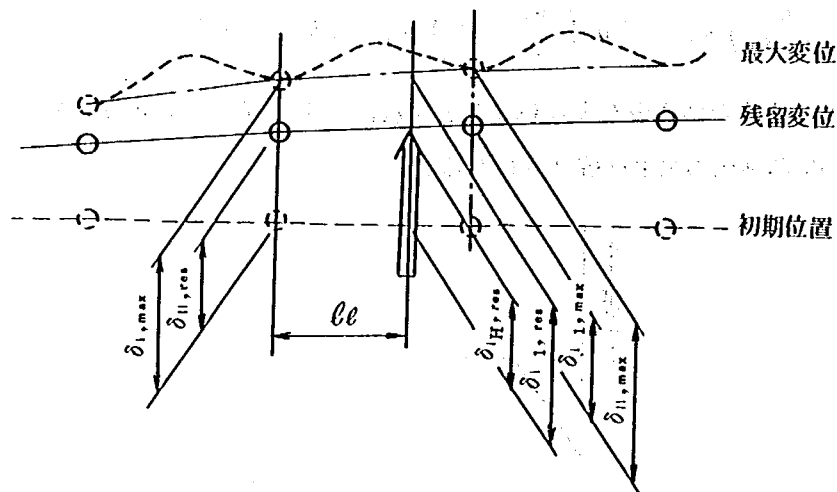


図-43 防護柵の荷重変位関係

$$P_R = P_{RO} \frac{A_{BACK}}{A}$$

ただし、 P_F : 前輪でのガードレール反力

P_R : 後輪でのガードレール反力

P_{FO} : 前後輪の干渉を考慮しない場合の P_F

P_{RO} : 前後輪の干渉を考慮しない場合の P_R

A_{BACK} : P_R の低減係数

$$A = \frac{P_{FO} + P_{RO}}{(P_{FO}^\alpha + P_{RO}^\alpha)^{\frac{1}{\alpha}}} : \text{前後輪位置でのガードレール反力の干渉係数}$$

α と A の関係は次のようになる。

$$P_{FO} = 0 \text{ の場合} \quad A = 1$$

$$P_{RO} = 0 \text{ の場合} \quad A = 1$$

$$P_{FO} = P_{RO} \text{ の場合} \quad A = 2^{1-\frac{1}{\alpha}}$$

$$\alpha = 1 \quad A = 1 \quad (\text{前後輪間の相互作用ナシ})$$

$$\alpha = 1.5 \quad A = \sqrt{3} = 1.26$$

$$\alpha = 2 \quad A = \sqrt{2} = 1.41$$

$$\alpha = 3 \quad A = 2^{\frac{2}{3}} = 1.56$$

$$\alpha = 4 \quad A = 2^{\frac{3}{4}} = 1.68$$

$$\alpha = \infty \quad A = 2 \quad (\text{前後輪の位置が一致})$$

3.6 ガードレールの張力のスパンごとの変化 (図-44)

本項目は、ビームの各スパン接続部にあるボルト穴の遊びを考慮したものであるが、計算上は便宜的に、各スパンごとの張力の変化を考慮することにより対処している。

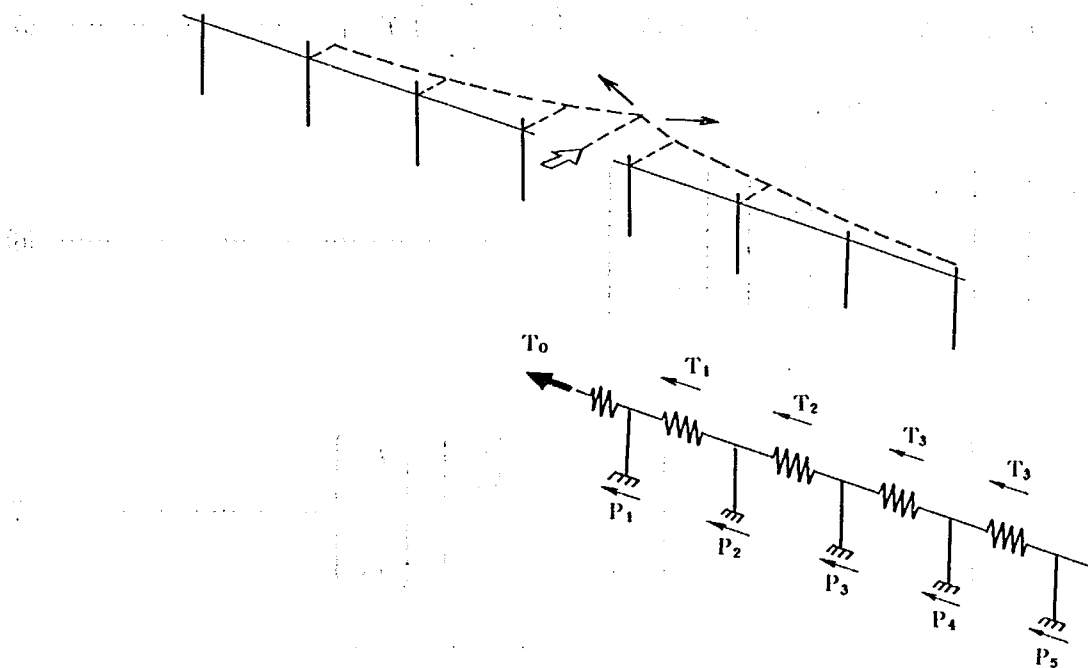
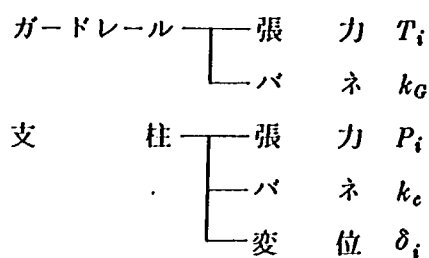


図-44 ガードレールの張力変化



$$\begin{cases} T_{i-1} = T_i + P_i \\ P_i = k_c \delta_i \\ T_{i-1} = k_G (\delta_i - \delta_{i-1}) \end{cases}$$

つり合い方程式

$$\begin{cases} T_{i-1} = T_i + P_i & \dots\dots\dots (1) \\ P_i = k_c \delta_i & \dots\dots\dots (2) \\ T_{i-1} = k_G (\delta_{i-1} - \delta_i) & \dots\dots\dots (3) \end{cases}$$

(3)式に(2)式を代入して

$$\frac{T_{i-1}}{k_G} = \frac{P_{i-1}}{k_c} - \frac{P_i}{k_c} \rightarrow P_i = P_{i-1} - \frac{k_c}{k_G} T_{i-1} \dots\dots\dots (4)$$

(1)式に上式を代入して

$$T_i = T_{i-1} - P_i \rightarrow T_i = -P_{i-1} + \left(1 + \frac{k_c}{k_G}\right) T_{i-1} \dots\dots\dots (5)$$

(4)(5)式は次のように書きなおせる。

$$\begin{Bmatrix} P_i \\ T_i \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & -\frac{k_c}{k_G} \\ -1 & 1 + \frac{k_c}{k_G} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} P_{i-1} \\ T_{i-1} \end{Bmatrix} \dots\dots\dots (6)$$

端部の支柱が n 本目にあるとすれば,

$$\begin{Bmatrix} P_n \\ T_n \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & -\frac{k_c}{k_G} \\ -1 & 1 + \frac{k_c}{k_G} \end{bmatrix} \dots\dots \begin{bmatrix} 1 & -\frac{k_c}{k_G} \\ -1 & 1 + \frac{k_c}{k_G} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} P_1 \\ T_1 \end{Bmatrix} \dots\dots\dots (7)$$

$$\underbrace{\hspace{15em}}_{\substack{(n-1) \text{ 個} \\ \parallel}} \begin{Bmatrix} A_{11}^{(n-1)} & A_{12}^{(n-1)} \\ A_{21}^{(n-1)} & A_{22}^{(n-1)} \end{Bmatrix} \text{ と置く。}$$

注) $A_{11}^{(n-1)}$ 等は, $(n-1)$ 個のマトリクスの乗算の結果を示すものとする。

$$\begin{cases} P_n = A_{11}^{(n-1)} P_1 + A_{12}^{(n-1)} T_1 \\ T_n = A_{21}^{(n-1)} P_1 + A_{22}^{(n-1)} T_1 \end{cases}$$

ここで, $T_0 = P_1 + T_1$, $T_n = 0$ であるので,

$$A_{21} P_1 + A_{22} (T_0 - P_1) = 0$$

したがって,

$$\begin{cases} P_1 = \frac{-A_{22}^{(n-1)}}{A_{21}^{(n-1)} - A_{22}^{(n-1)}} T_0 \\ T_1 = T_0 - P_1 = \left(1 + \frac{A_{22}^{(n-1)}}{A_{21}^{(n-1)} - A_{22}^{(n-1)}} \right) T_0 \end{cases}$$

各支柱, ガードレールの作用力は(6)式から, 次のように求めることができる。

$$P_i = \left(\frac{-A_{11}^{(i-1)} A_{22}^{(n-1)} + A_{12}^{(i-1)} A_{21}^{(n-1)}}{A_{21}^{(n-1)} - A_{22}^{(n-1)}} \right) \times T_0 = \alpha_i T_0$$

$$T_i = \left(\frac{-A_{21}^{(i-1)} A_{22}^{(n-1)} + A_{22}^{(i-1)} A_{21}^{(n-1)}}{A_{21}^{(n-1)} - A_{22}^{(n-1)}} \right) \times T_0 = \beta_i T_0$$

また, 荷重作用点における伸縮バネ定数は,

$$k = \frac{T_0}{2 \delta_1 + T_0 / k_G} = \frac{k_c \times k_G}{2 \times r \times k_G + k_c} = C_f = C_r$$

$$r = \frac{-A_{22}^{(n-1)}}{A_{21}^{(n-1)} - A_{22}^{(n-1)}}$$

以上に示すように, 荷重作用点における伸縮バネ C_f , C_r , 張力の変化を k_c , k_G により簡単に表わすことができる。

3.7 分離帯用防護

以下に, 分離帯用のガードレールとガードケーブルのつり合い方程式およびこの方程式を解く手順について述べる。

なお, 路側用の防護柵については, それぞれの方程式において, 次のようにすればよい。

1) ガードレール

後面ビームのバネ定数 $C_r = 0$

間隔材の反力 $P_{efm} = P_{erm} = 0$

2) ガードケーブル

後面ビームのバネ定数 $C_r = 0$

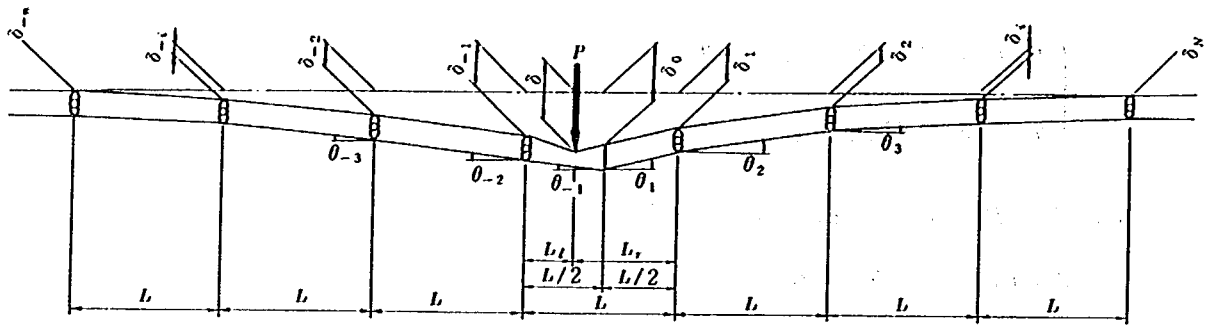


図-45 分離帯用ガードレールの模式図(1)

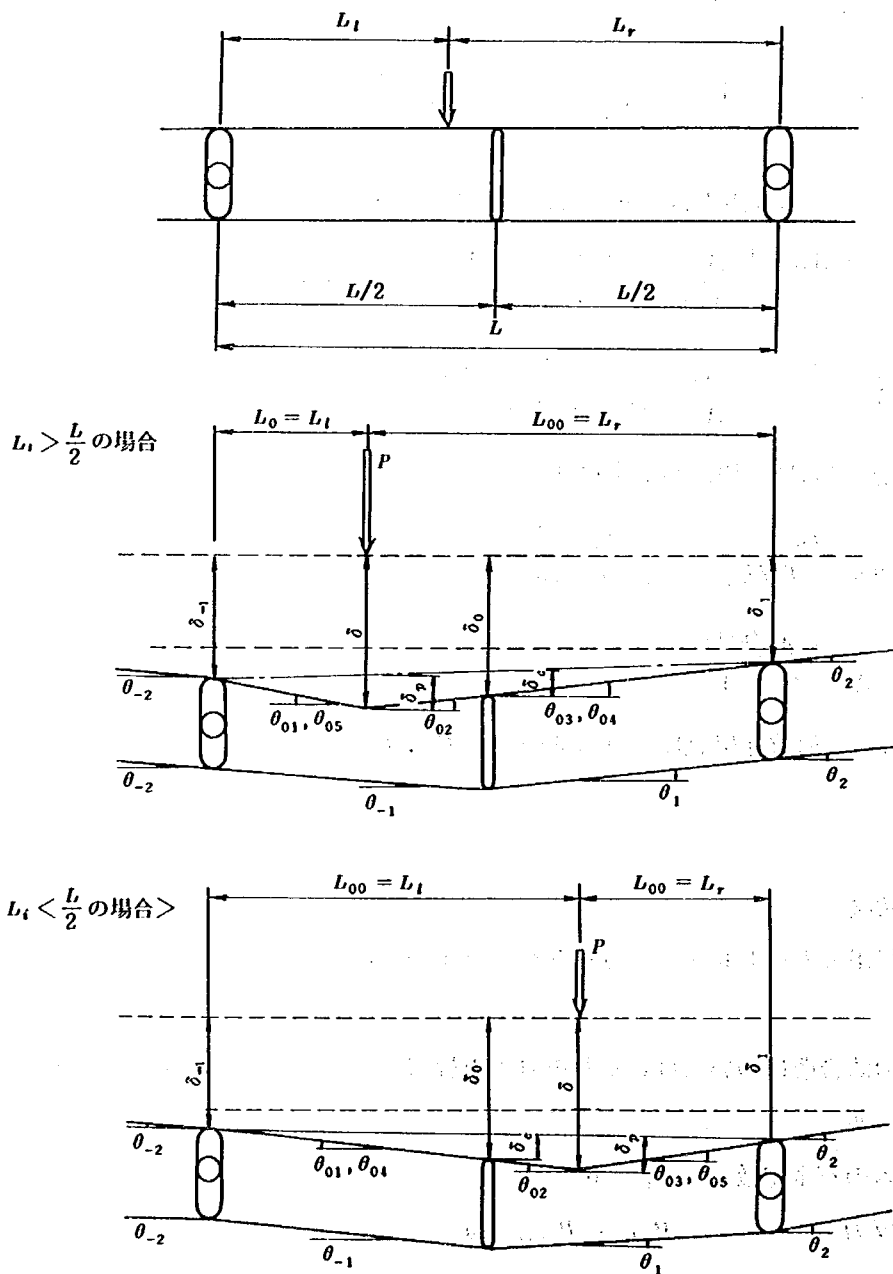


図-46 分離帯用ガードレールの模式図(2)

(1) 分離帯用ガードレール (図-45, 46)

前面ビームにおける曲げ荷重の釣り合い方程式

降 伏 前

$$\delta_P = \frac{L_l^2 L_r^2}{3EI L} P_m - \frac{L_0 (3L^2 - 4L_0^2)}{48EI} P_{cfm}$$

$$\delta_c = \frac{L_0 (3L^2 - 4L_0^2)}{48EI} P_m - \frac{L_3}{48EI} P_{cfm}$$

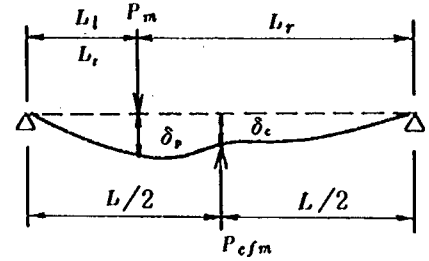


図-47 降伏前の釣り合い

降 伏 後

$$L_0 < L_{00}$$

$$P_{m1} = \frac{M_u}{L_0}$$

$$P_{m2} = P_m - \frac{M_u}{L_0}$$

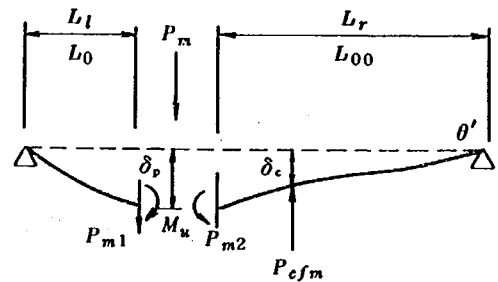


図-48 降伏後の釣り合い

$$P_{m1} = \frac{M_u}{L_0} = \frac{L_{00}}{L} P_m - \frac{1}{2} P_{cfm}$$

$$\therefore P_m = \frac{L}{L_{00}} \left(\frac{M_u}{L_0} + \frac{1}{2} P_{cfm} \right)$$

$$\begin{aligned} P_{m2} &= P_m - \frac{M_u}{L_0} = \frac{L}{L_0} \left(\frac{M_u}{L_0} + \frac{1}{2} P_{cfm} \right) - \frac{M_u}{L_0} \\ &= \frac{L_{00}}{L_0^2} M_u + \frac{L}{2L_0} P_{cfm} \end{aligned}$$

δ から P を求める手順

1) 仮定値 ($2(n-1)+2$ 個)

$$\delta_0, \delta_1, \dots, \delta_{n-1}, \delta_{-1}, \delta_{-2}, \dots, \delta_{-(n-1)}$$

2) 準備計算

$$\delta_n = \delta_{-n} = 0$$

$$\theta_1 = \frac{\delta_0 - \delta_1}{L/2} \quad \theta_{-1} = \frac{\delta_0 - \delta_{-1}}{L/2}$$

$$\theta_i = \frac{\delta_{i-1} - \delta_i}{L} \quad \theta_{-i} = \frac{\delta_{-i+1} - \delta_{-i}}{L} \quad (i = 2, \dots, n)$$

$0 < L_l < L/2$ の場合

$$\left(\begin{array}{l} L_0 < L_l, \quad L_1 = L_l, \quad L_2 = L/2 - L_l, \quad L_3 = L/2, \quad L_{00} = L_r \\ \theta_{01} = \frac{\delta - \delta_{-1}}{L_1}, \quad \theta_{02} = \frac{\delta - \delta_0}{L_2}, \quad \theta_{03} = \frac{\delta_0 - \delta_1}{L_3}, \quad \theta_{04} = \theta_{03}, \quad \theta_{05} = \theta_{01} \end{array} \right.$$

$L/2 < L_l < L$ の場合

$$\left(\begin{array}{l} L_0 = L_l, \quad L_1 = L/2, \quad L_2 = L_l - L/2, \quad L_3 = L_r, \quad L_{00} = L_l \\ \theta_{01} = \frac{\delta_0 - \delta_{-1}}{L_1}, \quad \theta_{02} = \frac{\delta - \delta_0}{L_2}, \quad \theta_{03} = \frac{\delta - \delta_1}{L_3}, \quad \theta_{04} = \theta_{01}, \quad \theta_{05} = \theta_{03} \end{array} \right.$$

$$\delta_c = \delta_0 - \frac{\delta_1 + \delta_{-1}}{2} \quad \delta_P = \delta - \left\{ \delta_{-1} + \frac{L_l}{L} (\delta_1 - \delta_{-1}) \right\}$$

$$T_{f0} = C_f \left\{ \frac{1}{2} \sum_{i=2}^n (\theta_i^2 + \theta_{-i}^2) + \frac{1}{2} \sum_{i=2}^3 L_i \theta_{0i}^2 \right\}$$

$$T_{r0} = C_r \left\{ \frac{L}{2} \sum_{i=2}^n (\theta_i^2 + \theta_{-i}^2) + \frac{L}{4} (\theta_1^2 + \theta_{-1}^2) \right\}$$

$$A = \frac{L_l^3 L_r^2}{3EI L} \quad B = -\frac{L_0 (3L^2 - 4L_0^2)}{48EI} \quad C = -\frac{L^3}{48EL}$$

$$P_m = \frac{1}{AC + B^2} (C\delta_P - B\delta_c)$$

$$P_{cfm} = \frac{1}{AC + B^2} (B\delta_P + A\delta_c)$$

$$M_u < -\frac{L_0}{2} P_{cfm} + \frac{L_l L_r}{L} P_m \text{ の場合}$$

$$P_{cfm} = \frac{48EI}{L^3} \delta_c \leq \frac{4M_u}{L}$$

$$P_m = \frac{L}{L_l L_r} \left(M_u + \frac{L_0}{2} P_{cfm} \right)$$

$$P_{cfm} = \frac{48EI}{L^3} \delta_c \leq \frac{4M_u}{L}$$

3) つり合い方程式 $0 \leq L_l \leq L$

1) $L_l < \varepsilon$

$$P = (T_{f0} + T_{r0}) (\theta_2 + \theta_{-2}) + F(\delta_{-1}) = P_{car}$$

$$\text{ii)} \quad L_l > L - \varepsilon$$

$$P = (T_{f0} + T_{r0}) (\theta_3 + \theta_{-2}) + F(\delta_1) = P_{car}$$

$$\text{iii)} \quad \frac{L}{2} - \varepsilon < L_l < \frac{L}{2} + \varepsilon$$

$$P = (T_{f0} + T_{r0}) (\theta_1 + \theta_{-1}) + P_{crm} - P_{cfm} = P_{car}$$

$$P_1 = (T_{f0} \theta_{03} - T_{f1} \theta_2) + (T_{r0} \theta_1 - T_{r1} \theta_2) + P_m \frac{L_l}{L} = F(\delta_1)$$

$$P_{-1} = (T_{f0} \theta_{01} - T_{f1} \theta_{-2}) + (T_{r0} \theta_{-1} - T_{r1} \theta_2) + P_m \frac{L_l}{L} = F(\delta_{-1})$$

iv) 上記以外

$$P = T_{f0} (\theta_{02} + \theta_{05}) + P_m = P_{car}$$

$$P_c = T_{f0} (\theta_{02} - \theta_{04}) + P_{cfm} = T_{r0} (\theta_{-1} + \theta_1) + P_{crm}$$

$$P_1 = (T_{f0} \theta_{03} - T_{f1} \theta_2) + (T_{r0} \theta_1 - T_{r1} \theta_2) + P_m \frac{L_l}{L} = F(\delta_1)$$

$$P_{-1} = (T_{f0} \theta_{01} - T_{f1} \theta_{-2}) + (T_{r0} \theta_{-1} - T_{r1} \theta_{-2}) + P_m \frac{L_l}{L} = F(\delta_{-1})$$

i), ii), iii), iv) 共通

$$\begin{aligned} P_i &= (T_{f(i-1)} \theta_i - T_{fi} \theta_{i+1}) + (T_{r(i-1)} \theta_i - T_{ri} \theta_{i+1}) \\ &= F(\delta_i) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{-i} &= (T_{f(i-1)} \theta_{-i} - T_{fi} \theta_{-i-1}) + (T_{r(i-1)} \theta_{-i} - T_{ri} \theta_{-i-1}) \\ &= F(\delta_{-i}) \quad i = 2, \dots, n-1 \end{aligned}$$

以上のつり合い方程式が成立しない場合は、1)に戻る。

注) $T_{fi} = \beta_i T_{f0}$ ($T_{ri} = \beta_i T_{r0}$)

(2) 分離帯用ガードケーブル (図-49)

δ から P を求める手順

1) 仮定値 ($2(n-1)$ 個)

$$\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_{n-1}, \delta_{-1}, \delta_{-2}, \dots, \delta_{-(n-1)}$$

2) 準備計算

$$\delta_n = \delta_{-n} = 0$$

$$\theta_1 = \frac{\delta - \delta_1}{L_r}$$

$$\theta_{-1} = \frac{\delta - \delta_{-1}}{L_l}$$

$$\theta_i = \frac{\delta_{i-1} - \delta_i}{L}$$

$$\theta_{-i} = \frac{\delta_{-(i-1)} - \delta_{-i}}{L} \quad (i = 2, 3, \dots, n)$$

$$T_f = T_{f0} + C_f \left\{ \frac{L}{2} \sum_{i=2}^n (\theta_i^2 + \theta_{-i}^2) + \frac{L_l}{2} \theta_{-1}^2 + \frac{L_r}{2} \theta_1^2 \right\}$$

$$T_r = T_{r0} + C_r \left\{ \frac{L}{2} \sum_{i=2}^n (\theta_i^2 + \theta_{-i}^2) + \frac{1}{2L} (L_r \theta_1 - L_l \theta_{-1})^2 \right\}$$

3) つり合い方程式

i) $L_l < \epsilon$

$$P = (T_f + T_r) (\theta_2 + \theta_{-2}) + F(\delta_{-1}) = P_{car}$$

ii) $L_l > L - \epsilon$

$$P = (T_f + T_r) (\theta_2 + \theta_{-2}) + F(\delta_1) = P_{car}$$

iii) $\epsilon < L_l < L - \epsilon$

$$P = T_f (\theta_1 + \theta_{-1}) = P_{car}$$

$$P_1 = T_f (\theta_1 - \theta_2) + T_r \left(\frac{L_r \theta_1 - L_l \theta_{-1}}{L} - \theta_2 \right) = F(\delta_1)$$

$$P_{-1} = T_f (\theta_{-1} - \theta_{-2}) + T_r \left(\frac{L_r \theta_1 - L_l \theta_{-1}}{L} - \theta_{-2} \right) = F(\delta_{-1})$$

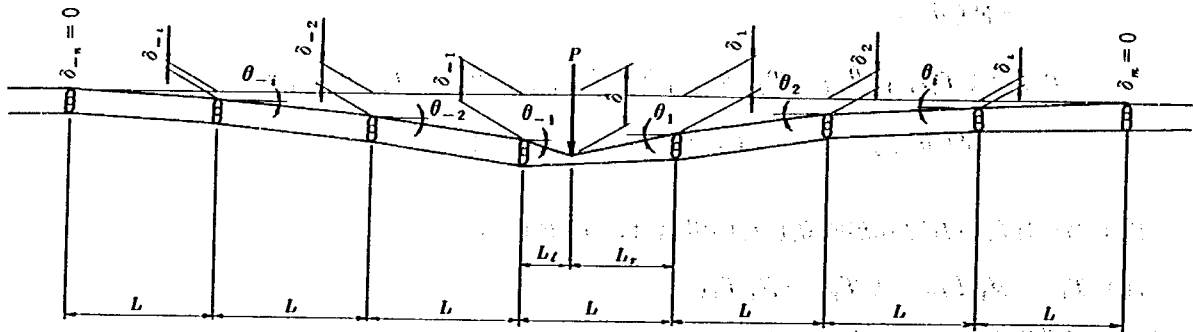


図-49 分離帯用ガードケーブルの模式図

i), ii), iii) 共通

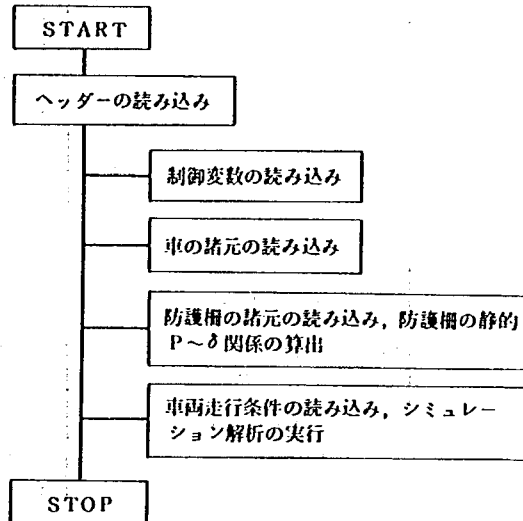
$$P_i = (T_f + T_r) (\theta_i - \theta_{i+1}) = F(\delta_i) \quad \left\{ i = 2, \dots, (n-1) \right\}$$

$$P_{-i} = (T_f + T_r) (\theta_{-i} - \theta_{-(i+1)}) = F(\delta_{-i})$$

4. プログラムマニュアル

4.1 フローチャート

表-23 プログラム全体の流れ



シミュレーション解析部のフローチャート

表-24 シミュレーション解析部の流れ

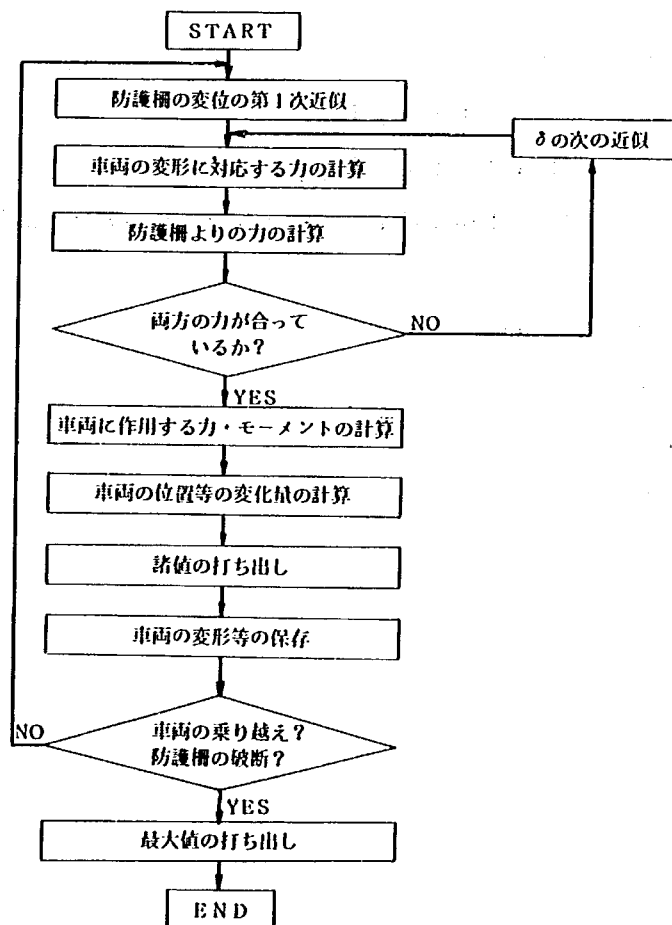
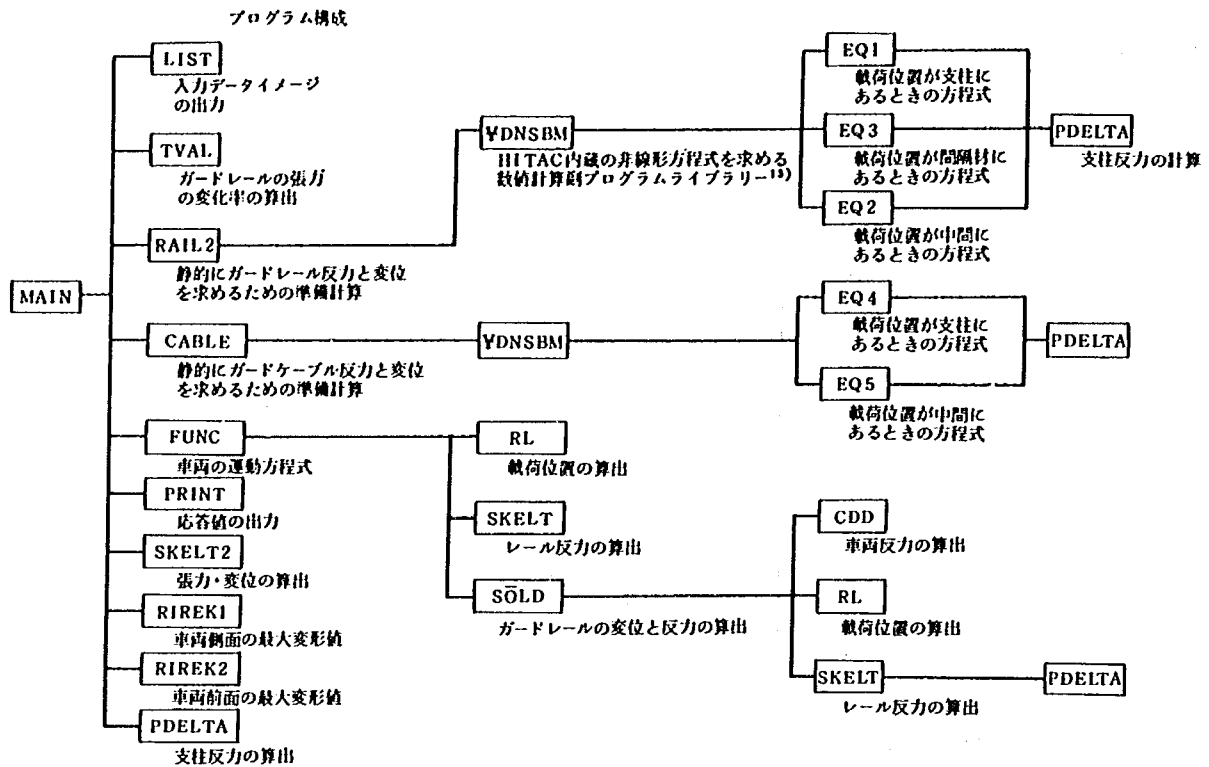


表-25 プログラム構成



4.2 インプット・データマニュアル

次頁以下に、インプット・データマニュアルを示す。

各データ値の設定については、6 に示す結果を参照されたい。

また、次に示す項目のようにデフォルト値を設定しているものについては、通常の解析の場合ブランクにしておけばよい。

A-1 : NOUT, iTMAX, JUMP, iCHK

A-2 : EPS1, EPS2

A-5 : TETAS, TETAF

A-10 : AFR, ABACK

INPUT DATA FORM

TITLE								A-0	
NAME	HEAD								
TYPE	A								
COLUMN	+	1.....+	2.....+	3.....+	4.....+	5.....+	6.....+	7.....+	8.....+
⊙ HEAD ; データの入力、解析実行に対する指標 (計算例、参照) NHEAD に次に示す文字を入力すると、次のような意味をもつ。 • CTRL ; 制御に関するデータの入力 (A-1-A-2 を入力) • CAR ; 車の諸元の入力 (A-3-A-6 を入力) • GUARD ; 防護欄の諸元の入力、および防護欄の静的解析の実行 (A-7-A-12 を入力) • RUN ; 車両の走行条件の入力、およびシミュレーション解析の実行 (A-13-A-14 を入力) • END ; 全てのデータの終わりを示す 注) シミュレーション解析を実行する場合、1 ケースめは、CTRL, CAR, GUARD, RUN に関するデータ群から成り、2 ケースめ以降は、前ケースに対して変更する項目のデータのみを入力すればよい。ただし、RUN に関するデータは、必要。防護欄の静的解析のみを実行する場合は、CTRL, GUARD に関するデータ群から成り、2 ケースめ以降は上記と同様である。									

INPUT DATA FORM

TITLE									A-1
NAME	KIND	H	IPRT	NOUT	ITMAX	JUMP	NCSP		ICNK
TYPE	I	I	I	I	I	I	I		511
COLUMN	1.....+	2.....+	3.....+	4.....+	5.....+	6.....+	7.....+	8.....+	9.....+
• KIND ; 防護欄の種類 =1: ガードレール (中央分離帯用) =2: ガードレール (路側用) =3: ガードケーブル (中央分離帯用) =4: ガードケーブル (路側用) • H ; 計算ステップ数 (H×H が追跡時間となる。ただし、防護欄が破断した時、または、車が防護欄を乗り越えた時は、H 以下で自動的に計算は STOP する。) 0 ≤ H ≤ 1000 • IPRT ; =1 のとき 静的解析の途中結果を印刷する。(OUT PUT 参照) =0 のとき 静的解析の途中結果を印刷しない。 • NOUT ; 衝突解析結果の OUT PUT 間隔 (H×NOUT ごとに OUT PUT される) (ブランクのとき NOUT=1 に設定) • ITMAX ; 連立非線形方程式解法時の最大反復回数 (ブランクのとき ITMAX=10)									

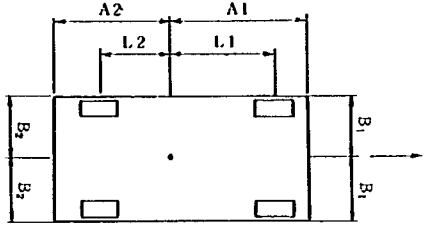
INPUT DATA FORM

TITLE								A-1
NAME								
TYPE								
COLUMN	1	2	3	4	5	6	7	8
	• JUMP ; 連立非線形方程式解法時の初期条件コントロールデータ (通常ブランク) • NCSP ; 車と防護欄の接触位置のコントロールデータ =0 のとき自動設定 =1 のとき位置を入力する (A-6 参照) • ICHK ; 計算途中結果の印刷のコントロールデータ (通常はブランク) ICHK(1) ; =1 のとき連立非線形方程式解法時の初期条件を印刷 ICHK(3) ; =1 のとき応答の Time History を次の順に Disk に保存 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 時刻、ACX, ACY, DEF1, DEF2, FY1, FY2, TH, PH, CPH, XO, YO, DEF3, FY3 ICHK(5) ; =1 衝突時の、前輪および後輪の荷重作用位置を印刷							

INPUT DATA FORM

TITLE					A-2
NAME	H	HANKEI	EPS1	EPS2	
TYPE	F	F	F	F	
COLUMN	1	2	3	4	5
	• H ; 計算の時間きざみ (SEC) • HANKEI ; 防護欄設置の曲線半径 (m) (下図に示すように +- を考慮する) HANKEI > 1000 のとき直線とみなす。 • EPS1 ; 連立非線形方程式解法時の収束係数 (ブランクのとき EPS1=0.0001) • EPS2 ; 連立非線形方程式解法時の収束係数 (ブランクのとき EPS2=0.00001)				

INPUT DATA FORM

TITLE								A-3
NAME	L1	L2	A1	A2	B1	B2	V1	V2
TYPE	F	F	F	F	F	F	F	F
COLUMN	1	2	3	4	5	6	7	8
	• L1 ; 衝突車の前輪軸の重心よりの隔たり(m) • L2 ; 衝突車の後輪軸の重心よりの隔たり(m) • A1 ; 衝突車の前端の重心よりの隔たり(m) • A2 ; 衝突車の後端の重心よりの隔たり(m) • B1 ; 衝突車の前部の幅の半分(m) • B2 ; 衝突車の後部の幅の半分(m) • V1 ; 衝突車の前輪の輪距の半分(m) • V2 ; 衝突車の後輪の輪距の半分(m) 							

INPUT DATA FORM

TITLE								A-4
NAME	VR	DU	R2	CV	CK1	CK2	CK3	CK4
TYPE	F	F	F	F	F	F	F	F
COLUMN	1	2	3	4	5	6	7	8
	• VR ; 衝突車の車輪の半径(m) • DU ; 衝突車の運転席の重心よりの隔たり(m) • R2 ; 衝突車の慣性半径の2乗 (m²) • CV ; 衝突車の重量(t) • CK1 ; 衝突車の側面前端でのバネ定数 (1 m当たり) (t/m²) • CK2 ; 衝突車の側面後端でのバネ定数 (1 m当たり) (t/m²) • CK3 ; 衝突車の前面端部でのバネ定数 (1 m当たり) (t/m²) • CK4 ; 衝突車の前面中央部でのバネ定数 (1 m当たり) (t/m²)							

R 2：衝突車の慣性半径の2乗について

重心回りの回転慣性モーメント (I) は、次式で表わされる。

$$I = I_x + I_y = \sum_i m_i r_i^2 = \sum_i m_i (x_i^2 + y_i^2)$$

r_i^2 : 回転慣性半径の2乗

m_i : 微小部分の質量

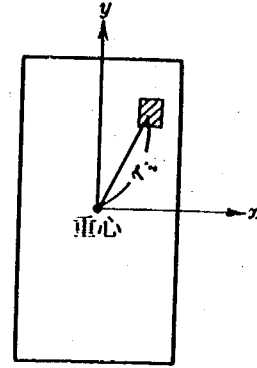


図-50 重心回りの回転慣性モーメント

今、簡単な例として、下図に示すような等分布重量の剛体の場合について慣性半径を算出する。

$$I_x = \int_{-a}^a 2 b m y^2 dy = 2 b m \left[\frac{y^3}{3} \right]_{-a}^a$$

$$= 2 b m \frac{2 a^3}{3}$$

$$I_y = \int_{-b}^b 2 a m x^2 dx = 2 a m \cdot \frac{2 b^3}{3}$$

$$I = I_x + I_y = m \cdot 2 b \cdot 2 a \left(\frac{a^2}{3} + \frac{b^2}{3} \right)$$

$$= M \left(\frac{a^2}{3} + \frac{b^2}{3} \right)$$

m : 単位面積当り質量 (平面で考えている)

M : 全重量

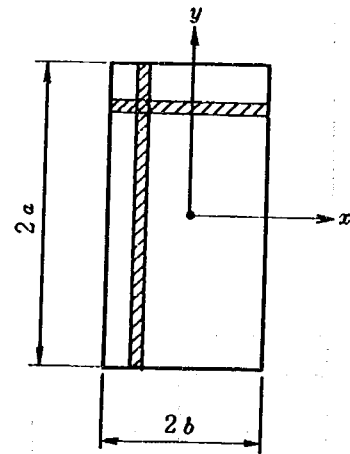


図-51 等分布重量の慣性半径

慣性半径の2乗は $\left(\frac{a^2}{3} + \frac{b^2}{3} \right)$ である。

注) 車両のように等分布重量でない場合には、上式に示すように各部分ごとの重量分布がわかれば、算出できる。

INPUT DATA FORM

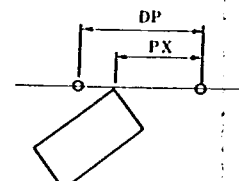
TITLE						A-5	
NAME	FVC	FVC2	FH	TETAS	TETAF		
TYPE	F	F	F	F	F		
COLUMN	1	2	3	4	5	6	7
	1	2	3	4	5	6	7
	• FVC ; 衝突車と防護欄の間の摩擦係数 (側面) • FVC2 ; 衝突車と防護欄の間の摩擦係数 (前面) • FH ; 路面の最大横すべり摩擦係数 • TETAS ; この値以上の角度のとき車体側面のバネによる防護欄反力を考慮しない。(度) (ブランクのときTETAS=87に設定する) • TETAF ; この値以下の角度のとき車体前面のバネによる防護欄反力を考慮しない。(度) (ブランクのときTETAF= 3に設定する)						

INPUT DATA FORM

[illegible]

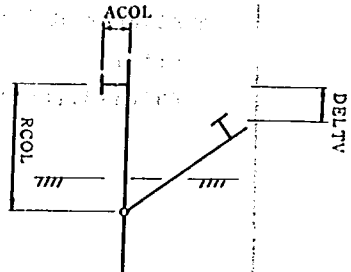
INPUT DATA FORM

TITLE								A-7	
NAME	NHON	EI	MO	CFK	CRK	PX	DP	PFH	
TYPE	I	F	F	F	F	F	F	F	
COLUMN	1	2	3	4	5	6	7	8	
・ NHON ; 直角方向に変位する支柱の初期本数 ($4 \leq \text{NHON} \leq 14$ の偶数) (端部支柱の反力が大きいとき2本ずつ増加させる) ・ EI ; ガードレールの曲げ剛性 (t/m) ・ MO ; ガードレールの極限曲げモーメント (t) * EI, MO は片面当たり (前、後面は同一値とする) ・ CFK ; 前面防護欄の引っ張り材としてのバネ定数 (t/m) ・ CRK ; 後前面防護欄の引っ張り材としてのバネ定数 (t/m) ただし、ガードレールの場合で、A-8 で MHON $\neq 0$ のとき CFK, CRK の値は、無視される。 ・ PX ; 衝突開始点と最近接前方支柱との隔たり (m) ・ DP ; 支柱間隔 (m) ・ PFH ; 平行方向支持力 (t)									



INPUT DATA FORM

TITLE								A-8	
NAME	MHON	RAILK	THADAN	PTANB	RCOL	ACOL	DELTV	TINTAL	
TYPE	I	F	F	F	F	F	F	F	
COLUMN	1	2	3	4	5	6	7	8	
・ MHON ; ガードレールの張力の変化を考慮する支柱本数。考慮しないときは MHON=0 ・ RAILK ; ガードレールの引っ張り材としてのバネ定数 (t/m) (MHON $\neq 0$ のとき使用) ・ THADAN ; 防護欄の破断時の張力 (t) ・ PTANB ; 端部支柱の反力。この値以上になると、直角方向に変位する支柱本数を自動的に増加させる。 (t) ・ RCOL ; 右図参照 (m) ・ ACOL ; 右図参照 (m) ・ DELTV ; 右図参照。支柱の変位が この値以上になると車両は、 防護欄を乗り越える。 (m) * RCOL, ACOL, DELTV は、車両の防護欄の乗り越えに関する定数である。乗り越えを考慮しないときは、 DELTV > RCOL とすればよい。 ・ TINTAL ; ガードケーブルの初期張力 (t)									



(1) ガードレールの引張り材としてのバネ定数について

MHON : P. ~ P. に示すように、ビーム接続部のボルト穴の遊びを考慮するとき必要となる。

- MHON > 0 のとき、RAiLK を入力することにより、自動的に CFK, CRK (CFK = CRK) を算出する。
- MHON = 0 のとき、すなわちボルト穴の遊びを考慮しないときは、CFK, CRK を直接入力しなければならない。RAiLK は不要である。

(2) PTANB について

直角方向に変位する支柱本数は、NHON を考慮しているが、変位が大きくなってくると、両端の変位を考慮していない支柱の反力が大きくなってくる。このとき PTANB にある値を入力しておくと、支柱反力が PTANB 以上になると自動的に NHON を 2 本ずつ増加（ただし 14 本まで）させることができる。

ただし、6 に示すように、通常の解析においては NHON として 12 本も考慮すれば十分であるので、このときは PTANB として大きな値（例えば、PTANB = 100.0）を入力すればよい。

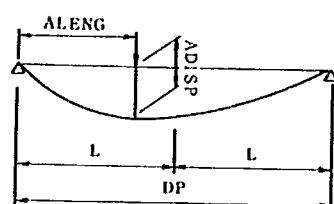
INPUT DATA FORM

TITLE								A-9
NAME	PDEL(1)	PDEL(2)	PDEL(3)	PDEL(4)	PDEL(5)	PDEL(6)	PDEL(7)	PDEL(8)
TYPE	F	F	F	F	F	F	F	F
COLUMN	1	2	3	4	5	6	7	8
・支柱の荷重—変位関係（1本当たり） 右図参照								

INPUT DATA FORM

TITLE						A-10
NAME	NL	ND	AFR	AKD	ABACK	
TYPE	I	I	F	F	F	
COLUMN	1	2	3	4	5	6
・NL ; 静的に力—変位関係を求める位置の数 $NL \leq 20$ ・ND ; 設定変位数 $ND \leq 40$ ・AFR ; 前後輪位置での防護欄反力の干渉係数（ブランクのとき $AFR=1.0$） ・AKD ; 支柱の除荷時の剛性（t/m）（ブランクのとき $AKD=PDEL(1)/PDEL(5)$） ・ABACK ; 後輪位置での防護欄反力の低減係数（ブランクのとき $ABACK=1.0$）						

INPUT DATA FORM

TITLE								A-11
NAME	ALENG(1)	ALENG(2)						
TYPE	F	F						
COLUMN	1	2	3	4	5	6	7	8
* 8F10.0でNL個、小さい順に入力する。 ・力-変位関係の設定位置 ALENG=X のとりうる範囲は、 (a) $X=0$, $0.15L < X < 0.85L$, $X=L$ ・ALENG(1)=0.0, ALENG(NL)=Lであること。 $L < X \leq 2L$のときの結果は、プログラム中にて自動的に作成する。 注) $0 < X < 0.15L$ 等のときは、非線形方程式が解けない場合がある。								
								

INPUT DATA FORM

TITLE								A-12
NAME	ADISP(1)	ADISP(2)						
TYPE	F	F						
COLUMN	1	2	3	4	5	6	7	8
* 8F10.0でND個、小さい順に入力する。 力-変位関係の設定変位 ADISP(1) > 0								

INPUT DATA FORM

TITLE								A-13
NAME	V	TH						
TYPE	F	F						
COLUMN	1	2	3	4	5	6	7	8
• V ; 衝突車の衝突速度 (km/h) • TH ; 衝突車の衝突角度 (度) ($0 < TH \leq 90$)								

INPUT DATA FORM

TITLE								A-14
NAME	ITITL							
TYPE	20A4							
COLUMN	1	2	3	4	5	6	7	8
• ITITL ; 解析ケースのタイトル								

出力時のメッセージ

① *** TERMINAL ERROR FROM MSL II ROUTINE ¥DNSBM ***

静的解析時，非線形方程式の収束計算がうまくいかないとき出力される。計算は STOP → データマニュアルの A-12 で $ADISP(i)$ ， $ADISP(i+1)$ の間隔を小さくする。

② *** HADAN ***

防護柵が破断したことを示す。該当ケースの計算は終了する。

③ *** GET OVER ***

車両が防護柵を乗り越えたことを示す。該当ケースの計算は終了する。

④ *** UNBALANCE POWER BETWEEN CAR AND GUARD ***

車両反力と防護柵反力がつり合っていないことを示す。該当ケースの計算は終了する。

5. 計 算 例

次頁以下に計算例を示す。

この計算例では、次に示す4ケースのシミュレーション解析を行っている。

中央分離帯用のガードレールに対し、

- ① 直線部に 10° で衝突した場合
- ② 直線部に 20° で衝突した場合
- ③ 曲線部（半径60m）に 10° で衝突した場合
- ④ 曲線部（半径60m）に 20° で衝突した場合

インพุット・データ・イメージ

	1	2	3	4	5	6	7	8
1)	CTROL							
2)	1	120	1	1		00100		
3)	0.01	2000.0	0.0001	0.001				
4)	CAR							
5)	4.01	2.35	5.31	5.29	1.15	1.22	1.0	0.93
6)	0.53	4.31	4.93	15.9	50.0	100.0	50.0	50.0
7)	0.1	0.2	0.7					
8)	5.31	3.42	1.83	2.88				
9)	GUARD							
10)	8	30.85	0.84	72.5	72.5	1.0	2.0	0.0
11)	0	20000.	1000.	100.0	1.0	0.1	2.0	0.0
12)	2.88	3.2	24.2	25.0	0.099	0.8	1.5	2.0
13)	6	16						
14)	0.	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0		
15)	0.002	0.02	0.05	0.07	0.1	0.15	0.2	0.35
16)	0.5	0.7	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4
17)	RUN							
18)	68.8	10.0						
19)	CASE 1	TH=10.0						
20)	RUN							
21)	68.8	20.0						
22)	CASE 2	TH=20.0						
23)	CTROL							
24)	1	120	1	1		00100		
25)	0.01	60.0	0.0001	0.001				
26)	RUN							
27)	68.8	10.0						
28)	CASE 3	TH=10.0	HANKEI=60					
29)	RUN							
30)	68.8	20.0						
31)	CASE 4	TH=20.0	HANKEI=60					
32)	END							

KIND= 1

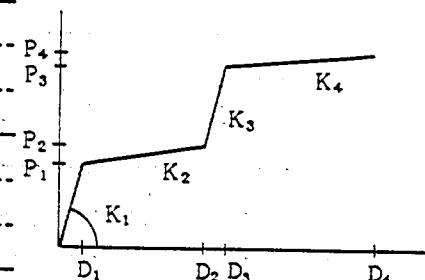
NHON	EI(TM2)	MO(TM)	CF(T/M)	CR(T/M)	PX(M)	DP(M)	PFM(T)	AFR	AKD(T/M)	ABACK						
8	30.85	0.840	72.50	72.50	1.00	2.00	0.0	1.00	29.09	1.00						
MHON	RK(T/M)	T*(T)	PO(T)	RC(M)	AC(M)	DV(M)	DH(M)	TO(M)								
0	20000.00	1000.00	100.00	1.000	0.100	2.000	100.000	0.0								
P1	P2	P3	P4	D1	D2	D3	D4	K1	K2	K3	K4					
2.880	3.200	24.200	25.000	0.099	0.800	1.500	2.000	29.091	0.456	30.000	1.600					
ALENG	0.0	0.200	0.400	0.600	0.800	1.000										
ADISP	0.002	0.020	0.050	0.070	0.100	0.150	0.200	0.350	0.500	0.700	0.900	1.000	1.100	1.200	1.300	1.400

。データマニュアルのA-1でiPRT=0とすればP.55～P.62は出力されない。

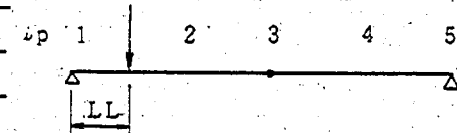
RK: RAILK
T*: THADAN
PO: PTANB
RC: RCOL
AC: ACOL
DV: DELTV
TO: TiNTAL

データマニュアルA-8参照

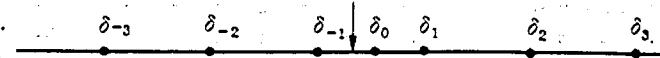
DH: 乗り越え時の支柱の水平変位量(RCOL, ACOL, DELTVより算出されるが、この例では乗り越えを考慮していない)



IT	IP	LL	δ	YPAR	δ_1	δ_2	δ_3	δ_4	δ_{-1}	δ_{-2}	δ_{-3}	δ_{-4}	δ_0	静的解析結果の出力
			DELTA	PPAR	TF	TR	PM	PCFM	PCRM	PC				
			レール反力	前面張力	後面張力	曲げ反力	間隔材反力	間隔材反力	間隔材軸力	間隔材軸力				
1	1	0.0	0.0020	0.0020	0.0000	0.0000	0.0000	0.0020	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0020	
1	1	0.0	0.0200	0.0200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0200	
1	1	0.0	0.0500	0.0500	0.0002	0.0000	0.0000	0.0500	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0500	
1	1	0.0	0.0700	0.0700	0.0004	0.0000	0.0000	0.0700	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000	0.0700	i_r : 収束計算の反復回数
1	1	0.0	0.1000	0.1000	0.0012	0.0000	0.0000	0.1000	0.0012	0.0000	0.0000	0.0000	0.1000	i_p : 荷重位置を示す指標
1	1	0.0	0.1500	0.1500	0.0038	0.0001	0.0000	0.1500	0.0038	0.0001	0.0000	0.0000	0.1500	
2	1	0.0	0.2000	0.2000	0.0084	0.0004	0.0000	0.2000	0.0084	0.0004	0.0000	0.0000	0.2000	
2	1	0.0	0.3500	0.3500	0.0353	0.0036	0.0004	0.3500	0.0353	0.0036	0.0004	0.0000	0.3500	
3	1	0.0	0.5000	0.5000	0.0798	0.0127	0.0020	0.5000	0.0798	0.0127	0.0020	0.0000	0.5000	
4	1	0.0	0.7000	0.7000	0.2187	0.0451	0.0089	0.7000	0.2187	0.0451	0.0089	0.0000	0.7000	
5	1	0.0	0.9000	0.9000	0.3812	0.0950	0.0224	0.9000	0.3812	0.0950	0.0224	0.0000	0.9000	
5	1	0.0	1.0000	1.0000	0.4702	0.1529	0.0380	1.0000	0.4702	0.1529	0.0380	0.0000	1.0000	
5	1	0.0	1.1000	1.1000	0.5608	0.2163	0.0565	1.1000	0.5608	0.2163	0.0565	0.0000	1.1000	
5	1	0.0	1.2000	1.2000	0.6511	0.2798	0.0767	1.2000	0.6511	0.2798	0.0767	0.0000	1.2000	
5	1	0.0	1.3000	1.3000	0.7406	0.3432	0.0985	1.3000	0.7406	0.3432	0.0985	0.0000	1.3000	
5	1	0.0	1.4000	1.4000	0.8179	0.4080	0.1373	1.4000	0.8179	0.4080	0.1373	0.0000	1.4000	



DELTA: 変位, 左から $\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_n, \delta_{-1}, \delta_{-2}, \dots, \delta_{-n}, \delta_0$ が出力される。



注) ガードケーブルの場合には δ_0 は出力されない。

IT	IP	LL	YPAR	DELT PPAR	TF	TR	PM	PCFM	PCRM	PC		
1	2	0.20	0.0020	0.0002	0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0022	0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0013
				0.070	0.000	0.000	0.070	0.010	0.010	0.010		
3	2	0.20	0.0200	0.0024	0.0000	0.0000	0.0000	0.0216	0.0000	0.0000	0.0000	0.0126
				0.699	0.015	0.015	0.699	0.103	0.103	0.103		
3	2	0.20	0.0500	0.0062	0.0000	0.0000	0.0000	0.0540	0.0002	0.0000	0.0000	0.0315
				1.755	0.095	0.095	1.754	0.260	0.259	0.260		
3	2	0.20	0.0700	0.0089	0.0001	0.0000	0.0000	0.0755	0.0005	0.0000	0.0000	0.0442
				2.469	0.184	0.184	2.469	0.366	0.365	0.365		
3	2	0.20	0.1000	0.0124	0.0002	0.0000	0.0000	0.1080	0.0014	0.0000	0.0000	0.0629
				3.287	0.375	0.375	3.285	0.488	0.484	0.486		
4	2	0.20	0.1500	0.0161	0.0004	0.0000	0.0000	0.1631	0.0045	0.0001	0.0000	0.0924
				3.517	0.853	0.853	3.512	0.524	0.516	0.520		
2	2	0.20	0.2000	0.0226	0.0010	0.0000	0.0000	0.2177	0.0101	0.0005	0.0000	0.1232
				3.915	1.483	1.482	3.904	0.586	0.570	0.579		
3	2	0.20	0.3500	0.0527	0.0054	0.0005	0.0001	0.3574	0.0364	0.0037	0.0004	0.2119
				5.881	3.721	3.614	5.375	1.276	1.274	1.325		
3	2	0.20	0.5000	0.0906	0.0136	0.0021	0.0003	0.4616	0.0695	0.0104	0.0015	0.3003
				8.527	6.630	5.500	5.600	1.680	1.680	1.945		
3	2	0.20	0.7000	0.2413	0.0477	0.0094	0.0018	0.6315	0.1692	0.0334	0.0063	0.4718
				11.920	10.065	7.778	5.600	1.680	1.680	2.231		
3	2	0.20	0.9000	0.3957	0.0954	0.0229	0.0052	0.8110	0.3217	0.0773	0.0176	0.6467
				16.156	13.857	10.490	5.600	1.680	1.680	2.590		
3	2	0.20	1.0000	0.4836	0.1570	0.0407	0.0099	0.8848	0.3833	0.0996	0.0243	0.7372
				20.246	16.194	11.450	5.600	1.680	1.680	2.893		
2	2	0.20	1.1000	0.5705	0.2200	0.0605	0.0155	0.9641	0.4609	0.1559	0.0400	0.8282
				24.335	18.380	12.353	5.600	1.680	1.680	3.186		
2	2	0.20	1.2000	0.6576	0.2836	0.0827	0.0224	1.0464	0.5398	0.2131	0.0576	0.9197
				28.808	20.753	13.499	5.600	1.680	1.680	3.509		
2	2	0.20	1.3000	0.7467	0.3530	0.1171	0.0331	1.1311	0.6182	0.2694	0.0763	1.0124
				33.529	23.198	14.791	5.600	1.680	1.680	3.855		
2	2	0.20	1.4000	0.8210	0.4216	0.1661	0.0491	1.2176	0.6965	0.3254	0.0962	1.0985
				38.913	25.845	16.209	5.600	1.680	1.680	4.248		

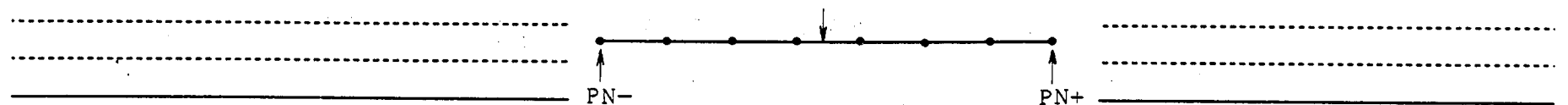
IT	IP	LL	YPAR	DELT PPAR	TF	TR	PM	PCFM	PCRM	PC		
1	2	0.40	0.0020	0.0006	0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0022	0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0015
				0.081	0.000	0.000	0.081	0.023	0.023	0.023		
3	2	0.40	0.0200	0.0056	0.0000	0.0000	0.0000	0.0222	0.0000	0.0000	0.0000	0.0152
				0.810	0.015	0.015	0.810	0.230	0.230	0.230		
3	2	0.40	0.0500	0.0141	0.0000	0.0000	0.0000	0.0556	0.0002	0.0000	0.0000	0.0379
				2.031	0.092	0.091	2.030	0.577	0.576	0.576		
2	2	0.40	0.0700	0.0196	0.0001	0.0000	0.0000	0.0768	0.0005	0.0000	0.0000	0.0499
				2.821	0.174	0.172	2.818	0.309	0.309	0.310		
2	2	0.40	0.1000	0.0245	0.0002	0.0000	0.0000	0.0946	0.0009	0.0000	0.0000	0.0669
				3.498	0.304	0.263	3.477	1.363	1.363	1.367		
3	2	0.40	0.1500	0.0274	0.0005	0.0000	0.0000	0.1262	0.0025	0.0000	0.0000	0.0946
				3.780	0.691	0.491	3.675	1.680	1.680	1.697		
2	2	0.40	0.2000	0.0307	0.0010	0.0000	0.0000	0.1550	0.0051	0.0002	0.0000	0.1229
				3.982	1.275	0.769	3.675	1.680	1.680	1.726		
3	2	0.40	0.3500	0.0534	0.0046	0.0004	0.0000	0.2630	0.0225	0.0019	0.0002	0.2151
				5.371	3.833	2.130	3.675	1.680	1.680	1.922		
3	2	0.40	0.5000	0.0948	0.0135	0.0019	0.0003	0.3803	0.0540	0.0077	0.0011	0.3155
				8.052	7.213	4.010	3.675	1.680	1.680	2.306		
3	2	0.40	0.7000	0.2623	0.0509	0.0099	0.0018	0.5470	0.1186	0.0230	0.0043	0.4959
				11.595	10.957	6.411	3.675	1.680	1.680	2.849		
3	2	0.40	0.9000	0.4174	0.0990	0.0234	0.0053	0.7311	0.2731	0.0646	0.0145	0.6731
				15.405	14.653	9.077	3.675	1.680	1.680	3.475		
3	2	0.40	1.0000	0.5093	0.1674	0.0426	0.0102	0.8158	0.3396	0.0864	0.0207	0.7672
				17.710	16.541	10.277	3.675	1.680	1.680	3.831		
2	2	0.40	1.1000	0.5986	0.2339	0.0638	0.0163	0.8832	0.4023	0.1211	0.0309	0.8593
				21.521	18.995	11.255	3.675	1.680	1.680	4.346		
2	2	0.40	1.2000	0.6859	0.2983	0.0864	0.0232	0.9557	0.4750	0.1748	0.0470	0.9511
				25.699	21.477	12.329	3.675	1.680	1.680	4.893		
2	2	0.40	1.3000	0.7763	0.3711	0.1262	0.0355	1.0314	0.5470	0.2271	0.0639	1.0443
				30.010	23.991	13.509	3.675	1.680	1.680	5.475		
2	2	0.40	1.4000	0.8375	0.4319	0.1715	0.0506	1.1101	0.6208	0.2809	0.0828	1.1262
				35.518	26.959	14.821	3.675	1.680	1.680	6.198		

IT	IP	LL	YPAR	DELT PPAR	TF	TR	PM	PCFM	PCRM	PC		
1	2	0.60	0.0020	0.0009	0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0022	0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0018
				0.091	0.000	0.000	0.091	0.036	0.036	0.036		
3	2	0.60	0.0200	0.0094	0.0000	0.0000	0.0000	0.0218	0.0000	0.0000	0.0000	0.0175
				0.907	0.013	0.013	0.907	0.359	0.359	0.359		
3	2	0.60	0.0500	0.0236	0.0001	0.0000	0.0000	0.0548	0.0001	0.0000	0.0000	0.0413
				2.286	0.084	0.082	2.284	0.398	0.398	0.399		
2	2	0.60	0.0700	0.0294	0.0001	0.0000	0.0000	0.0681	0.0003	0.0000	0.0000	0.0551
				2.849	0.143	0.129	2.843	1.181	1.181	1.183		
2	2	0.60	0.1000	0.0334	0.0003	0.0000	0.0000	0.0768	0.0006	0.0000	0.0000	0.0738
				3.229	0.279	0.185	3.200	1.680	1.680	1.687		
2	2	0.60	0.1500	0.0351	0.0007	0.0000	0.0000	0.0790	0.0015	0.0000	0.0000	0.1055
				3.382	0.794	0.335	3.200	1.680	1.680	1.712		
2	2	0.60	0.2000	0.0392	0.0014	0.0001	0.0000	0.0857	0.0031	0.0001	0.0000	0.1381
				3.767	1.641	0.604	3.200	1.680	1.680	1.772		
4	2	0.60	0.3500	0.0643	0.0057	0.0005	0.0000	0.1926	0.0170	0.0015	0.0001	0.2410
				5.516	4.331	1.843	3.200	1.680	1.680	2.095		
3	2	0.60	0.5000	0.1255	0.0175	0.0024	0.0003	0.3239	0.0451	0.0063	0.0009	0.3560
				7.991	7.331	3.615	3.200	1.680	1.680	2.629		
3	2	0.60	0.7000	0.3021	0.0584	0.0113	0.0021	0.4888	0.0946	0.0183	0.0034	0.5402
				11.550	11.110	6.195	3.200	1.680	1.680	3.474		
3	2	0.60	0.9000	0.4638	0.1237	0.0291	0.0005	0.6730	0.2397	0.0564	0.0126	0.7225
				15.295	14.713	8.833	3.200	1.680	1.680	4.402		
2	2	0.60	1.0000	0.5558	0.1924	0.0487	0.0116	0.7644	0.3095	0.0784	0.0187	0.8175
				17.157	16.439	10.168	3.200	1.680	1.680	4.880		
3	2	0.60	1.1000	0.6465	0.2611	0.0711	0.0181	0.8363	0.3702	0.1028	0.0262	0.9110
				20.286	18.732	11.493	3.200	1.680	1.680	5.578		
2	2	0.60	1.2000	0.7344	0.3266	0.0948	0.0255	0.9014	0.4383	0.1542	0.0415	1.0035
				24.178	21.210	12.700	3.200	1.680	1.680	6.394		
2	2	0.60	1.3000	0.8148	0.3988	0.1427	0.0403	0.9700	0.5058	0.2041	0.0576	1.0940
				28.550	23.801	13.931	3.200	1.680	1.680	7.296		
2	2	0.60	1.4000	0.8683	0.4554	0.1862	0.0552	1.0426	0.5762	0.2563	0.0759	1.1763
				34.328	26.952	15.347	3.200	1.680	1.680	8.456		

IT	IP	LL	YPAR	DELT PPAR	TF	TR	PM	PCFM	PCRM	PC		
1	2	0.80	0.0020	0.0013	0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0020	0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0019
				0.098	0.000	0.000	0.098	0.046	0.046	0.046		
2	2	0.80	0.0200	0.0135	0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0202	0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0193
				0.978	0.012	0.012	0.978	0.462	0.462	0.462		
4	2	0.80	0.0500	0.0332	0.0001	0.0000	0.0000	0.0497	0.0001	0.0000	0.0000	0.0458
				2.419	0.073	0.071	2.418	0.802	0.802	0.802		
2	2	0.80	0.0700	0.0427	0.0002	0.0000	0.0000	0.0638	0.0003	0.0000	0.0000	0.0621
				3.114	0.133	0.120	3.108	1.629	1.629	1.631		
3	2	0.80	0.1000	0.0436	0.0003	0.0000	0.0000	0.0650	0.0005	0.0000	0.0000	0.0840
				3.184	0.271	0.181	3.150	1.680	1.680	1.691		
3	2	0.80	0.1500	0.0455	0.0009	0.0000	0.0000	0.0672	0.0013	0.0000	0.0000	0.1209
				3.345	0.785	0.425	3.150	1.680	1.680	1.735		
2	2	0.80	0.2000	0.0503	0.0019	0.0001	0.0000	0.0732	0.0028	0.0001	0.0000	0.1585
				3.735	1.598	0.821	3.150	1.680	1.680	1.839		
3	2	0.80	0.3500	0.0817	0.0080	0.0008	0.0001	0.1478	0.0145	0.0014	0.0001	0.2770
				6.006	4.625	2.414	3.150	1.680	1.680	2.464		
3	2	0.80	0.5000	0.1834	0.0257	0.0036	0.0005	0.2831	0.0397	0.0056	0.0008	0.4124
				8.097	6.978	4.063	3.150	1.680	1.680	3.136		
3	2	0.80	0.7000	0.3587	0.0705	0.0138	0.0026	0.4520	0.0889	0.0175	0.0033	0.6008
				11.812	10.747	6.980	3.150	1.680	1.680	4.408		
3	2	0.80	0.9000	0.5311	0.1633	0.0388	0.0088	0.6359	0.2215	0.0526	0.0119	0.7910
				15.554	14.175	9.734	3.150	1.680	1.680	5.720		
2	2	0.80	1.0000	0.6236	0.2329	0.0596	0.0144	0.7281	0.2917	0.0746	0.0180	0.8876
				17.478	15.888	11.172	3.150	1.680	1.680	6.412		
3	2	0.80	1.1000	0.7153	0.3024	0.0831	0.0214	0.8120	0.3575	0.0983	0.0252	0.9836
				20.042	17.932	12.785	3.150	1.680	1.680	7.305		
3	2	0.80	1.2000	0.8037	0.3745	0.1197	0.0325	0.8719	0.4214	0.1464	0.0397	1.0778
				23.838	20.263	14.218	3.150	1.680	1.680	8.504		
2	2	0.80	1.3000	0.8585	0.4344	0.1661	0.0475	0.9365	0.4882	0.1972	0.0564	1.1655
				29.222	23.137	15.773	3.150	1.680	1.680	10.135		
2	2	0.80	1.4000	0.9178	0.4951	0.2124	0.0638	1.0053	0.5559	0.2477	0.0744	1.2543
				35.163	26.199	17.540	3.150	1.680	1.680	11.950		

IT	IP	LL	YPAR	DELTPPAR	TF	TR	PH	PCFH	PCRM	PC		
1	3	1.00	0.0020	0.0017	0.0000	0.0000	0.0000	0.0017	0.0000	0.0000	0.0000	0.0020
1	3	1.00	0.0200	0.0173	0.0000	0.0000	0.0000	0.0173	0.0000	0.0000	0.0000	0.0200
3	3	1.00	0.0500	0.0432	0.0001	0.0000	0.0000	0.0432	0.0001	0.0000	0.0000	0.0500
2	3	1.00	0.0700	0.0576	0.0003	0.0000	0.0000	0.0576	0.0003	0.0000	0.0000	0.0700
1	3	1.00	0.1000	0.0580	0.0005	0.0000	0.0000	0.0580	0.0005	0.0000	0.0000	0.1000
1	3	1.00	0.1500	0.0606	0.0014	0.0000	0.0000	0.0606	0.0014	0.0000	0.0000	0.1500
2	3	1.00	0.2000	0.0676	0.0030	0.0001	0.0000	0.0676	0.0030	0.0001	0.0000	0.2000
3	3	1.00	0.3500	0.1342	0.0144	0.0015	0.0002	0.1342	0.0144	0.0015	0.0002	0.3500
3	3	1.00	0.5000	0.2725	0.0395	0.0057	0.0008	0.2725	0.0395	0.0057	0.0008	0.5000
3	3	1.00	0.7000	0.4490	0.0918	0.0187	0.0037	0.4490	0.0918	0.0187	0.0037	0.7000
3	3	1.00	0.9000	0.6360	0.2257	0.0545	0.0125	0.6360	0.2257	0.0545	0.0125	0.9000
2	3	1.00	1.0000	0.7303	0.2974	0.0775	0.0190	0.7303	0.2974	0.0775	0.0190	1.0000
2	3	1.00	1.1000	0.8144	0.3659	0.1061	0.0277	0.8144	0.3659	0.1061	0.0277	1.1000
2	3	1.00	1.2000	0.8746	0.4319	0.1572	0.0435	0.8746	0.4319	0.1572	0.0435	1.2000
2	3	1.00	1.3000	0.9398	0.4991	0.2083	0.0608	0.9398	0.4991	0.2083	0.0608	1.3000
2	3	1.00	1.4000	1.0093	0.5668	0.2588	0.0793	1.0093	0.5668	0.2588	0.0793	1.4000

ADISP	0.002	0.020	0.050	0.070	0.100	0.150	0.200	0.350	0.500	0.700	0.900	1.000	1.100	1.200	1.300	1.400
PRAILレ 0.0	0.058	0.582	1.464	2.061	2.950	3.130	3.437	5.278	8.584	12.337	19.623	24.408	29.326	34.552	40.117	46.476
PRAILレ 0.200	0.070	0.699	1.755	2.469	3.287	3.517	3.915	5.881	8.527	11.920	16.156	20.246	24.335	28.808	33.529	38.913
PRAILレ 0.400	0.081	0.810	2.031	2.821	3.498	3.780	3.982	5.371	8.052	11.595	15.405	17.710	21.591	25.699	30.010	35.518
PRAIL反 0.600	0.091	0.907	2.286	2.849	3.229	3.382	3.767	5.516	7.991	11.550	15.295	17.157	20.286	24.178	28.550	34.328
PRAIL力 0.800	0.098	0.978	2.419	3.114	3.184	3.345	3.735	6.006	8.097	11.812	15.554	17.478	20.042	23.838	29.222	35.163
PRAIL 1.000	0.101	1.006	2.520	3.366	3.402	3.612	4.114	6.728	8.604	12.792	16.333	18.418	21.528	26.858	32.800	39.309
TF 前面 0.0	0.000	0.014	0.090	0.176	0.354	0.775	1.333	3.627	6.569	9.540	12.936	14.354	15.883	17.628	19.591	21.712
TF 前面 0.200	0.000	0.015	0.095	0.184	0.375	0.853	1.483	3.721	6.630	10.065	13.857	16.194	18.380	20.753	23.198	25.845
TF 前面 0.400	0.000	0.015	0.092	0.174	0.304	0.691	1.275	3.833	7.213	10.957	14.653	16.541	18.995	21.477	23.991	26.959
TF 前面 0.600	0.000	0.013	0.084	0.143	0.279	0.794	1.641	4.331	7.331	11.110	14.713	16.439	18.732	21.210	23.801	26.952
TF 前面 0.800	0.000	0.012	0.073	0.133	0.271	0.785	1.598	4.625	6.978	10.747	14.175	15.888	17.932	20.263	23.137	26.199
TF 前面 1.000	0.000	0.011	0.071	0.130	0.248	0.706	1.423	3.902	5.763	9.395	12.286	13.957	15.902	18.053	20.434	23.000
TR 後面 0.0	0.000	0.014	0.090	0.176	0.354	0.775	1.333	3.627	6.569	9.540	12.936	14.354	15.883	17.628	19.591	21.712
TR 後面 0.200	0.000	0.015	0.095	0.184	0.375	0.853	1.482	3.614	5.500	7.778	10.490	11.450	12.353	13.499	14.791	16.209
TR 後面 0.400	0.000	0.015	0.091	0.172	0.263	0.491	0.769	2.130	4.010	6.411	9.077	10.277	11.255	12.329	13.509	14.821
TR 後面 0.600	0.000	0.013	0.082	0.129	0.185	0.335	0.604	1.843	3.615	6.195	8.833	10.168	11.493	12.700	13.931	15.347
TR 後面 0.800	0.000	0.012	0.071	0.120	0.181	0.425	0.821	2.414	4.063	6.980	9.734	11.172	12.785	14.218	15.773	17.540
TR 後面 1.000	0.000	0.011	0.071	0.130	0.248	0.706	1.423	3.902	5.763	9.395	12.286	13.957	15.902	18.053	20.434	23.000
PC 間隔材軸力 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PC 間隔材軸力 0.200	0.010	0.103	0.260	0.365	0.486	0.520	0.579	1.325	1.945	2.231	2.590	2.893	3.186	3.509	3.855	4.248
PC 間隔材軸力 0.400	0.023	0.230	0.576	0.310	1.367	1.697	1.726	1.922	2.306	2.849	3.475	3.831	4.346	4.893	5.475	6.198
PC 間隔材軸力 0.600	0.036	0.359	0.399	1.183	1.687	1.712	1.772	2.095	2.629	3.474	4.402	4.880	5.578	6.394	7.296	8.456
PC 間隔材軸力 0.800	0.046	0.462	0.802	1.631	1.691	1.735	1.839	2.464	3.136	4.408	5.720	6.412	7.305	8.504	10.135	11.950
PC 間隔材軸力 1.000	0.050	0.503	1.260	1.683	1.701	1.806	2.057	3.364	4.302	6.396	8.166	9.209	10.764	13.429	16.400	19.654
PN+ 端部支柱反力 0.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.013	0.085	0.289	0.545	0.897	1.351	1.929	2.981
PN+ 端部支柱反力 0.200	-0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.016	0.064	0.137	0.239	0.383	0.630	1.032
PN+ 端部支柱反力 0.400	-0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.016	0.062	0.137	0.246	0.392	0.666	1.056
PN+ 端部支柱反力 0.600	-0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.018	0.077	0.155	0.274	0.432	0.760	1.167
PN+ 端部支柱反力 0.800	-0.000	-0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.023	0.105	0.194	0.328	0.560	0.925	1.395
PN+ 端部支柱反力 1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.005	0.035	0.153	0.265	0.441	0.786	1.243	1.824
PN- 端部支柱反力 0.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.013	0.085	0.289	0.545	0.897	1.351	1.929	2.981
PN- 端部支柱反力 0.200	-0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.009	0.057	0.214	0.335	0.615	0.987	1.449	2.022
PN- 端部支柱反力 0.400	-0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.037	0.172	0.278	0.467	0.794	1.199	1.730
PN- 端部支柱反力 0.600	-0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.029	0.149	0.249	0.396	0.704	1.087	1.606
PN- 端部支柱反力 0.800	-0.000	-0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.029	0.142	0.243	0.388	0.684	1.097	1.627
PN- 端部支柱反力 1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.005	0.035	0.153	0.265	0.441	0.786	1.243	1.824



CONDITION OF SIMULATION M=120 H= 0.010(SEC)

* CAR

L1(M)	L2(M)	A1(M)	A2(M)	B1(M)	B2(M)	W1(M)	W2(M)	WR(M)	DU(M)	R**2(M2)	W(T)	K(T/M2)	K(T/M2)	K(T/M2)	K(T/M2)
4.010	2.350	5.310	5.290	1.150	1.220	1.000	0.930	0.530	4.310	4.930	15.90	50.00	100.00	50.00	50.00

C1(M)	C2(M)	C3(M)	C4(M)	FWC	FWC2	FMAX	TETAS	TETAF
5.310	3.490	1.830	2.880	0.100	0.200	0.700	87.00	3.00

* GURDRAIL KIND= 1

NHON	EI(TM2)	MO(TM)	CF(T/M)	CR(T/M)	PX(M)	DP(M)	PFM(T)	AFR	AKD(T/M)	ABACK
8	30.85	0.840	72.50	72.50	1.00	2.00	0.0	1.00	29.09	1.00

MHON	RK(T/M)	T*(T)	PO(T)	RC(M)	AC(M)	DV(M)	DH(M)	TO(M)
0	20000.00	1000.00	100.00	1.000	0.100	2.000	100.000	0.0

P1	P2	P3	P4	D1	D2	D3	D4	K1	K2	K3	K4
2.880	3.200	24.200	25.000	0.099	0.800	1.500	2.000	29.091	0.456	30.000	1.600

ALENG	0.0	0.200	0.400	0.600	0.800	1.000	1.200	1.400	1.600	1.800	2.000
-------	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

ADISP	0.002	0.020	0.050	0.070	0.100	0.150	0.200	0.350	0.500	0.700	0.900	1.000	1.100	1.200	1.300	1.400
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

* RUNNING

V(K/M)	TH(D0)	EY(TM)	R(M)
68.8	10.0	8.93*****	

* TITLE CASE 1 TH=10.0

CASE 1 TH=10.0					(重心の(運転席の				(運転席の加速度)		(防護柵の変形量)			(防護柵の反力)			(防護柵の張力)		
時刻	(車の左前輪中心位置)		(左後輪中心位置)		(姿勢角)	進行角	進行角	(運転席の速度)	(前後)	(左右)	(側面前)	(側面後)	(前面)	(側面前)	(側面後)	(前面)	(張)	(真)	
T	XW1	YW1	XW2	YW2	TH	PH	CPH	VCX	VCY	ACX	ACY	DEF1	DEF2	DEF3	FY1	FY2	FY3	TF	TR
(S)	(M)	(M)	(M)	(M)	(DO)	(DO)	(DO)	(M/S)	(M/S)	(G)	(G)	(M)	(M)	(M)	(T)	(T)	(T)	(T)	(T)
	X0	Y0	TH2																
	(M)	(M)	(DO)																
	(車の重心位置)		(衝突角度)																
0.0	-1.25	-0.37	-7.51	-1.55	10.0	10.0	10.0	18.82	3.32	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
	-5.03	-2.05	10.00																
0.010	-1.07	-0.34	-7.32	-1.51	10.0	10.0	10.0	18.82	3.32	-0.00	-0.06	0.00	0.0	0.00	0.15	0.0	0.03	-0.0	-0.0
	-4.84	-2.02	10.00																
0.020	-0.88	-0.31	-7.13	-1.48	10.0	10.0	10.0	18.82	3.31	-0.01	-0.18	0.01	0.0	0.00	0.48	0.0	0.11	0.0	0.0
	-4.65	-1.99	10.00																
0.030	-0.69	-0.27	-6.94	-1.45	10.0	10.0	9.9	18.83	3.28	-0.02	-0.35	0.02	0.0	0.01	0.95	0.0	0.23	0.0	0.0
	-4.47	-1.96	10.00																
0.040	-0.50	-0.24	-6.75	-1.41	10.0	10.0	9.8	18.83	3.24	-0.03	-0.53	0.03	0.0	0.01	1.45	0.0	0.38	0.1	0.1
	-4.28	-1.92	9.99																
0.050	-0.31	-0.21	-6.56	-1.38	10.0	9.9	9.6	18.84	3.18	-0.05	-0.71	0.05	0.0	0.02	1.93	0.0	0.55	0.1	0.1
	-4.09	-1.89	9.98																
0.060	-0.12	-0.18	-6.38	-1.35	10.0	9.9	9.3	18.85	3.10	-0.06	-0.86	0.07	0.0	0.02	2.34	0.0	0.75	0.2	0.2
	-3.90	-1.86	9.96																
0.070	0.07	-0.15	-6.19	-1.31	9.9	9.8	9.1	18.85	3.01	-0.07	-1.03	0.09	0.0	0.03	2.78	0.0	1.00	0.3	0.3
	-3.71	-1.82	9.93																
0.080	0.25	-0.12	-6.00	-1.28	9.9	9.7	8.7	18.87	2.90	-0.09	-1.24	0.11	0.0	0.03	3.34	0.0	1.28	0.5	0.5
	-3.52	-1.79	9.89																
0.090	0.44	-0.09	-5.81	-1.24	9.8	9.7	8.3	18.88	2.77	-0.10	-1.36	0.13	0.0	0.03	3.65	0.0	1.57	0.6	0.4
	-3.34	-1.76	9.84																
0.100	0.63	-0.06	-5.62	-1.21	9.8	9.6	7.9	18.89	2.64	-0.11	-1.34	0.16	0.0	0.04	3.48	0.0	1.86	0.9	0.4
	-3.15	-1.73	9.78																
0.110	0.82	-0.03	-5.43	-1.17	9.7	9.5	7.5	18.90	2.50	-0.12	-1.40	0.18	0.0	0.04	3.59	0.0	2.12	1.3	0.7
	-2.96	-1.70	9.70																
0.120	1.01	-0.01	-5.24	-1.14	9.6	9.4	7.1	18.91	2.36	-0.13	-1.54	0.20	0.0	0.05	3.99	0.0	2.36	1.5	1.3
	-2.77	-1.66	9.61																
0.130	1.21	0.01	-5.06	-1.10	9.5	9.3	6.6	18.93	2.20	-0.14	-1.57	0.22	0.0	0.06	4.14	0.0	2.54	2.0	1.4
	-2.58	-1.63	9.50																
0.140	1.40	0.04	-4.87	-1.07	9.4	9.1	6.2	18.94	2.05	-0.15	-1.59	0.24	0.0	0.07	4.23	0.0	2.70	2.5	1.2
	-2.40	-1.60	9.37																
0.150	1.59	0.06	-4.68	-1.03	9.2	9.0	5.7	18.95	1.89	-0.16	-1.60	0.25	0.0	0.08	4.42	0.0	2.75	2.6	1.4
	-2.21	-1.57	9.24																
0.160	1.78	0.08	-4.49	-1.00	9.1	8.9	5.2	18.96	1.74	-0.17	-1.65	0.27	0.0	0.09	4.66	0.0	2.87	2.7	2.1
	-2.02	-1.54	9.08																
0.170	1.97	0.09	-4.30	-0.96	8.9	8.8	4.7	18.96	1.57	-0.19	-1.71	0.28	0.0	0.09	4.78	0.0	3.14	2.9	2.9
	-1.83	-1.51	8.91																
0.180	2.17	0.11	-4.11	-0.92	8.7	8.6	4.2	18.97	1.40	-0.20	-1.66	0.29	0.0	0.09	4.65	0.0	3.32	3.0	3.0
	-1.65	-1.49	8.73																
0.190	2.36	0.13	-3.92	-0.89	8.5	8.5	3.7	18.98	1.23	-0.21	-1.73	0.30	0.0	0.11	5.17	0.0	3.24	3.3	2.9
	-1.46	-1.46	8.52																

注) 曲線部ではTHとTH2は異なる値となる。

CASE 1 TH=10.0

T (S)	XW1 (M) X0 (M)	YW1 (M) Y0 (M)	XW2 (M) TH2 (DO)	YW2 (M)	TH (DO)	PH (DO)	CPH (DO)	VCX (M/S)	VCY (M/S)	ACX (G)	ACY (G)	DEF1 (M)	DEF2 (M)	DEF3 (M)	FY1 (T)	FY2 (T)	FY3 (T)	TF (T)	TR (T)
0.200	2.55	0.14	-3.73	-0.85	8.3	8.3	3.2	18.98	1.07	-0.21	-1.63	0.31	0.0	0.11	5.00	0.0	3.27	3.5	2.1
0.210	-1.27	-1.43	8.31	-0.81	8.1	8.2	2.7	18.98	0.91	-0.23	-1.65	0.31	0.0	0.11	5.09	0.0	3.42	4.0	1.9
0.220	2.75	0.15	-3.54	-0.77	7.8	8.0	2.2	18.98	0.74	-0.24	-1.66	0.32	0.0	0.12	5.46	0.0	3.25	4.4	2.3
0.230	-1.08	-1.40	8.07	-0.74	7.6	7.8	1.7	18.98	0.57	-0.25	-1.80	0.32	0.0	0.12	6.02	0.0	3.33	4.1	3.3
0.240	2.94	0.16	-3.35	-0.70	7.3	7.7	1.2	18.98	0.39	-0.27	-1.77	0.32	0.0	0.11	5.89	0.0	3.56	4.1	3.1
0.250	-0.90	-1.38	7.83	-0.66	7.0	7.5	0.7	18.97	0.23	-0.26	-1.52	0.32	0.0	0.12	5.50	0.0	3.35	4.5	2.6
0.260	3.13	0.17	-3.16	-0.63	6.7	7.3	0.3	18.96	0.09	-0.26	-1.28	0.32	0.0	0.12	5.23	0.0	3.03	4.3	2.2
0.270	-0.71	-1.35	7.57	-0.59	6.4	7.1	-0.1	18.95	-0.04	-0.27	-1.31	0.32	0.0	0.11	5.09	0.0	3.35	4.0	2.2
0.280	3.33	0.18	-2.97	-0.55	6.1	7.0	-0.5	18.94	-0.17	-0.28	-1.34	0.31	0.0	0.10	5.11	0.0	3.51	3.5	2.4
0.290	-0.52	-1.32	7.29	-0.52	5.7	6.8	-0.9	18.93	-0.30	-0.28	-1.27	0.31	0.0	0.10	5.28	0.0	3.23	3.3	3.2
0.300	3.52	0.18	-2.78	-0.48	5.4	6.6	-1.3	18.91	-0.42	-0.28	-1.10	0.30	0.0	0.10	4.91	0.0	3.17	3.2	3.1
0.310	-0.34	-1.30	7.00	-0.44	5.0	6.4	-1.6	18.89	-0.52	-0.28	-1.06	0.29	0.0	0.08	4.63	0.0	3.36	2.9	2.9
0.320	3.72	0.19	-2.59	-0.41	4.7	6.2	-1.9	18.87	-0.63	-0.28	-1.07	0.28	0.0	0.08	4.97	0.0	3.15	2.9	2.8
0.330	-0.15	-1.28	6.69	-0.37	4.3	6.0	-2.2	18.85	-0.73	-0.28	-0.92	0.28	0.0	0.07	4.79	0.0	2.90	2.7	2.1
0.340	3.91	0.19	-2.40	-0.34	4.0	5.8	-2.5	18.83	-0.82	-0.27	-0.80	0.27	0.0	0.07	4.59	0.0	2.72	2.6	1.5
0.350	0.04	-1.25	6.38	-0.30	3.6	5.6	-2.7	18.81	-0.89	-0.26	-0.64	0.26	0.0	0.07	4.44	0.0	2.38	2.8	1.3
0.360	4.11	0.19	-2.21	-0.27	3.2	5.4	-2.9	18.79	-0.95	-0.26	-0.51	0.25	0.01	0.07	4.40	0.40	2.03	2.7	1.4
0.370	0.23	-1.23	6.06	-0.24	2.9	5.3	-3.0	18.77	-0.99	-0.23	0.16	0.24	0.02	0.0	4.51	1.18	0.0	2.2	1.6
0.380	4.30	0.19	-2.02	-0.21	2.5	5.1	-3.0	18.75	-0.97	-0.22	0.20	0.23	0.04	0.0	4.44	2.15	0.0	2.0	1.7
0.390	0.41	-1.21	5.72	-0.18	2.2	4.9	-2.9	18.72	-0.95	-0.21	0.33	0.22	0.06	0.0	4.02	3.05	0.0	2.0	1.2

CASE 1 TH=10.0

T	XW1	YW1	XW2	YW2	TH	PH	CPH	VCX	VCY	ACX	ACY	DEF1	DEF2	DEF3	FY1	FY2	FY3	TF	TR
(S)	(M)	(M)	(M)	(M)	(DO)	(DO)	(DO)	(M/S)	(M/S)	(G)	(G)	(M)	(M)	(M)	(T)	(T)	(T)	(T)	(T)
	X0	Y0	TH2																
	(M)	(M)	(DO)																
0.400	6.44	0.13	0.08	-0.15	1.9	4.6	-2.8	18.70	-0.92	-0.20	0.33	0.21	0.09	0.0	3.85	3.20	0.0	2.0	0.9
	2.46	-1.00	1.85																
0.410	6.63	-0.12	0.28	-0.12	1.5	4.4	-2.7	18.68	-0.89	-0.19	0.26	0.20	0.12	0.0	3.88	3.26	0.0	1.8	0.9
	2.65	-0.99	1.53																
0.420	6.82	0.11	0.47	-0.09	1.2	4.2	-2.7	18.66	-0.87	-0.17	0.22	0.19	0.14	0.0	3.89	3.47	0.0	1.9	1.4
	2.84	-0.97	1.23																
0.430	7.01	0.11	0.66	-0.07	0.9	4.0	-2.6	18.65	-0.84	-0.16	0.25	0.18	0.16	0.0	3.66	3.78	0.0	2.1	1.9
	3.02	-0.96	0.94																
0.440	7.21	0.10	0.85	-0.04	0.7	3.7	-2.5	18.63	-0.82	-0.15	0.30	0.18	0.18	0.0	3.29	3.78	0.0	2.3	2.3
	3.21	-0.95	0.66																
0.450	7.40	0.09	1.04	-0.02	0.4	3.5	-2.5	18.62	-0.80	-0.14	0.13	0.17	0.21	0.0	3.67	3.64	0.0	2.5	2.5
	3.39	-0.93	0.40																
0.460	7.59	0.09	1.23	0.00	0.1	3.3	-2.4	18.60	-0.79	-0.13	0.07	0.16	0.22	0.0	3.80	4.15	0.0	2.6	2.3
	3.58	-0.92	0.15																
0.470	7.78	0.08	1.42	0.02	-0.1	3.0	-2.4	18.59	-0.78	-0.12	0.12	0.15	0.24	0.0	3.48	4.24	0.0	2.8	1.8
	3.77	-0.91	-0.09																
0.480	7.97	0.07	1.61	0.04	-0.3	2.8	-2.4	18.58	-0.77	-0.11	0.13	0.15	0.26	0.0	3.35	4.49	0.0	3.3	1.5
	3.95	-0.90	-0.32																
0.490	8.16	0.07	1.80	0.06	-0.5	2.6	-2.3	18.57	-0.76	-0.11	0.06	0.14	0.28	0.0	3.47	4.80	0.0	3.7	2.0
	4.14	-0.89	-0.54																
0.500	8.35	0.06	1.99	0.07	-0.7	2.3	-2.3	18.56	-0.75	-0.10	0.08	0.13	0.29	0.0	3.41	5.45	0.0	3.6	3.0
	4.32	-0.89	-0.75																
0.510	8.53	0.06	2.17	0.09	-0.9	2.0	-2.3	18.55	-0.74	-0.09	0.07	0.13	0.30	0.0	3.28	5.51	0.0	3.9	2.7
	4.51	-0.88	-0.94																
0.520	8.72	0.05	2.36	0.10	-1.1	1.8	-2.3	18.54	-0.74	-0.09	-0.01	0.12	0.31	0.0	3.40	5.32	0.0	4.3	2.1
	4.69	-0.87	-1.12																
0.530	8.91	0.04	2.55	0.12	-1.3	1.5	-2.3	18.53	-0.74	-0.08	-0.07	0.11	0.32	0.0	3.49	5.20	0.0	4.2	2.0
	4.88	-0.87	-1.29																
0.540	9.10	0.04	2.74	0.13	-1.5	1.3	-2.3	18.53	-0.75	-0.07	-0.04	0.11	0.33	0.0	3.25	5.27	0.0	4.0	2.5
	5.07	-0.86	-1.45																
0.550	9.29	0.03	2.93	0.14	-1.6	1.0	-2.3	18.52	-0.75	-0.07	0.04	0.10	0.34	0.0	2.93	5.69	0.0	3.9	3.9
	5.25	-0.86	-1.60																
0.560	9.48	0.02	3.12	0.14	-1.7	0.8	-2.3	18.51	-0.75	-0.06	-0.04	0.09	0.35	0.0	3.04	5.35	0.0	4.0	4.0
	5.44	-0.86	-1.74																
0.570	9.66	0.01	3.30	0.15	-1.9	0.6	-2.3	18.51	-0.75	-0.06	-0.06	0.08	0.36	0.0	3.12	5.97	0.0	4.1	3.9
	5.62	-0.85	-1.87																
0.580	9.85	0.01	3.49	0.16	-2.0	0.3	-2.3	18.50	-0.76	-0.05	-0.06	0.08	0.36	0.0	2.97	5.68	0.0	4.3	2.7
	5.81	-0.85	-1.99																
0.590	10.04	0.00	3.68	0.16	-2.1	0.1	-2.4	18.50	-0.77	-0.05	-0.10	0.07	0.37	0.0	3.04	5.75	0.0	4.7	2.2
	5.99	-0.85	-2.10																

CASE 1 TH=10.0

T (S)	XW1 (M) X0 (M)	YW1 (M) Y0 (M)	XW2 (M) TH2 (DO)	YW2 (M)	TH (DO)	PH (DO)	CPH (DO)	VCX (M/S)	VCY (M/S)	ACX (G)	ACY (G)	DEF1 (M)	DEF2 (M)	DEF3 (M)	FY1 (T)	FY2 (T)	FY3 (T)	TF (T)	TR (T)
0.600	10.22	-0.01	3.87	0.17	-2.2	-0.1	-2.4	18.49	-0.78	-0.05	-0.10	0.06	0.37	0.0	3.04	6.19	0.0	5.0	2.6
0.610	10.41	-0.01	4.05	0.17	-2.3	-0.4	-2.4	18.48	-0.78	-0.05	-0.01	0.06	0.37	0.0	2.75	6.90	0.0	4.3	4.1
0.620	10.60	-0.02	4.24	0.17	-2.4	-0.6	-2.4	18.48	-0.78	-0.04	0.04	0.05	0.37	0.0	2.39	6.50	0.0	4.7	3.2
0.630	10.78	-0.03	4.43	0.17	-2.4	-0.8	-2.4	18.48	-0.77	-0.04	0.10	0.04	0.37	0.0	1.97	6.10	0.0	4.9	2.5
0.640	10.97	-0.04	4.61	0.17	-2.5	-1.0	-2.4	18.47	-0.76	-0.03	0.18	0.04	0.37	0.0	1.52	5.80	0.0	4.7	2.2
0.650	11.15	-0.04	4.80	0.17	-2.6	-1.2	-2.3	18.47	-0.74	-0.03	0.25	0.03	0.37	0.0	1.10	5.74	0.0	4.2	2.6
0.660	11.34	-0.05	4.98	0.17	-2.6	-1.4	-2.2	18.47	-0.71	-0.03	0.32	0.02	0.36	0.0	0.75	6.06	0.0	4.0	3.8
0.670	11.52	-0.06	5.17	0.17	-2.6	-1.5	-2.1	18.47	-0.68	-0.02	0.31	0.02	0.36	0.0	0.51	5.39	0.0	3.8	3.7
0.680	11.71	-0.06	5.35	0.16	-2.7	-1.7	-2.0	18.47	-0.65	-0.02	0.34	0.01	0.36	0.0	0.37	5.97	0.0	3.8	3.7
0.690	11.89	-0.07	5.54	0.16	-2.7	-1.8	-1.9	18.47	-0.61	-0.02	0.33	0.00	0.35	0.0	0.18	5.49	0.0	3.8	2.4
0.700	12.08	-0.08	5.72	0.15	-2.7	-1.9	-1.8	18.47	-0.58	-0.02	0.34	0.0	0.35	0.0	0.0	5.42	0.0	4.1	1.9
0.710	12.26	-0.08	5.91	0.14	-2.7	-2.1	-1.7	18.47	-0.55	-0.02	0.32	0.0	0.34	0.0	0.0	5.71	0.0	4.3	2.1
0.720	12.45	-0.09	6.09	0.13	-2.6	-2.2	-1.6	18.47	-0.52	-0.02	0.33	0.0	0.33	0.0	0.0	6.23	0.0	3.7	3.3
0.730	12.63	-0.09	6.28	0.13	-2.6	-2.3	-1.5	18.47	-0.49	-0.02	0.25	0.0	0.32	0.0	0.0	5.64	0.0	4.0	2.2
0.740	12.82	-0.10	6.46	0.12	-2.6	-2.4	-1.5	18.47	-0.47	-0.02	0.17	0.0	0.31	0.0	0.0	5.07	0.0	3.6	1.6
0.750	13.00	-0.10	6.64	0.11	-2.5	-2.5	-1.4	18.47	-0.45	-0.02	0.13	0.0	0.30	0.0	0.0	5.06	0.0	3.0	2.2
0.760	13.18	-0.11	6.83	0.10	-2.5	-2.6	-1.4	18.46	-0.44	-0.02	0.07	0.0	0.29	0.0	0.0	4.66	0.0	2.8	2.8
0.770	13.37	-0.11	7.01	0.09	-2.4	-2.7	-1.4	18.46	-0.44	-0.02	0.08	0.0	0.28	0.0	0.0	4.85	0.0	2.7	2.6
0.780	13.55	-0.12	7.19	0.07	-2.3	-2.8	-1.3	18.46	-0.43	-0.02	0.06	0.0	0.27	0.0	0.0	4.67	0.0	2.5	1.7
0.790	13.73	-0.12	7.38	0.06	-2.3	-2.9	-1.3	18.46	-0.42	-0.02	0.03	0.0	0.26	0.0	0.0	4.46	0.0	2.6	1.1

CASE 1 TH=10.0

T (S)	XW1 (M)	YW1 (M)	XW2 (M)	YW2 (M)	TH (DO)	PH (DO)	CPH (DO)	VCX (M/S)	VCY (M/S)	ACX (G)	ACY (G)	DEF1 (M)	DEF2 (M)	DEF3 (M)	FY1 (T)	FY2 (T)	FY3 (T)	TF (T)	TR (T)
	X0 (M)	Y0 (M)	TH2 (DO)																
0.800	13.92	-0.13	7.56	0.05	-2.2	-2.9	-1.3	18.46	-0.42	-0.02	0.03	0.0	0.25	0.0	0.0	4.39	0.0	2.5	1.2
	9.87	-0.97	-2.22																
0.810	14.10	-0.13	7.74	0.04	-2.1	-3.0	-1.3	18.45	-0.42	-0.02	0.04	0.0	0.23	0.0	0.0	4.52	0.0	2.1	1.7
	10.06	-0.98	-2.15																
0.820	14.28	-0.13	7.93	0.03	-2.1	-3.1	-1.3	18.45	-0.42	-0.02	0.01	0.0	0.22	0.0	0.0	4.17	0.0	1.9	1.3
	10.24	-0.99	-2.07																
0.830	14.47	-0.14	8.11	0.01	-2.0	-3.1	-1.3	18.45	-0.42	-0.02	-0.01	0.0	0.21	0.0	0.0	3.85	0.0	1.8	0.7
	10.43	-1.00	-2.00																
0.840	14.65	-0.14	8.29	-0.00	-1.9	-3.1	-1.3	18.45	-0.42	-0.02	-0.00	0.0	0.19	0.0	0.0	3.88	0.0	1.3	0.7
	10.61	-1.01	-1.92																
0.850	14.83	-0.15	8.47	-0.01	-1.8	-3.2	-1.3	18.44	-0.42	-0.02	-0.01	0.0	0.18	0.0	0.0	3.82	0.0	1.2	1.0
	10.79	-1.02	-1.84																
0.860	15.02	-0.15	8.66	-0.03	-1.8	-3.2	-1.3	18.44	-0.42	-0.02	-0.05	0.0	0.17	0.0	0.0	3.00	0.0	1.0	1.0
	10.98	-1.03	-1.76																
0.870	15.20	-0.16	8.84	-0.04	-1.7	-3.2	-1.3	18.44	-0.43	-0.02	-0.04	0.0	0.15	0.0	0.0	3.09	0.0	0.9	0.9
	11.16	-1.04	-1.68																
0.880	15.38	-0.16	9.02	-0.05	-1.6	-3.2	-1.3	18.44	-0.43	-0.02	-0.03	0.0	0.14	0.0	0.0	3.15	0.0	0.7	0.5
	11.35	-1.05	-1.60																
0.890	15.57	-0.17	9.21	-0.07	-1.5	-3.2	-1.3	18.43	-0.43	-0.02	-0.03	0.0	0.13	0.0	0.0	2.93	0.0	0.6	0.3
	11.53	-1.06	-1.52																
0.900	15.75	-0.17	9.39	-0.08	-1.4	-3.2	-1.3	18.43	-0.43	-0.02	-0.04	0.0	0.11	0.0	0.0	2.74	0.0	0.5	0.3
	11.71	-1.07	-1.43																
0.910	15.93	-0.18	9.57	-0.10	-1.4	-3.2	-1.4	18.43	-0.44	-0.02	-0.02	0.0	0.10	0.0	0.0	2.75	0.0	0.4	0.3
	11.90	-1.08	-1.35																
0.920	16.11	-0.18	9.75	-0.11	-1.3	-3.2	-1.4	18.43	-0.44	-0.02	-0.02	0.0	0.09	0.0	0.0	2.63	0.0	0.2	0.2
	12.08	-1.09	-1.28																
0.930	16.30	-0.19	9.94	-0.12	-1.2	-3.2	-1.4	18.43	-0.44	-0.02	-0.02	0.0	0.07	0.0	0.0	2.48	0.0	0.2	0.1
	12.27	-1.10	-1.20																
0.940	16.48	-0.19	10.12	-0.14	-1.1	-3.2	-1.4	18.42	-0.44	-0.02	-0.02	0.0	0.06	0.0	0.0	2.39	0.0	0.2	0.1
	12.45	-1.11	-1.12																
0.950	16.66	-0.20	10.30	-0.15	-1.0	-3.2	-1.4	18.42	-0.45	-0.02	-0.04	0.0	0.05	0.0	0.0	1.78	0.0	0.1	0.1
	12.64	-1.12	-1.04																
0.960	16.85	-0.20	10.49	-0.16	-1.0	-3.1	-1.4	18.42	-0.45	-0.01	-0.07	0.0	0.04	0.0	0.0	1.06	0.0	0.1	0.1
	12.82	-1.13	-0.97																
0.970	17.03	-0.20	10.67	-0.18	-0.9	-3.1	-1.4	18.42	-0.46	-0.01	-0.06	0.0	0.02	0.0	0.0	0.81	0.0	0.0	0.0
	13.00	-1.14	-0.89																
0.980	17.21	-0.21	10.85	-0.19	-0.8	-3.0	-1.4	18.42	-0.46	-0.01	-0.06	0.0	0.01	0.0	0.0	0.46	0.0	0.0	0.0
	13.19	-1.15	-0.82																
0.990	17.39	-0.21	11.03	-0.20	-0.8	-3.0	-1.5	18.42	-0.47	-0.01	-0.07	0.0	0.00	0.0	0.0	0.01	0.0	0.0	0.0
	13.37	-1.16	-0.76																

CASE 1 TH=10.0

T (S)	XW1 (M) X0 (M)	YW1 (M) Y0 (M)	XW2 (M) TH2 (DO)	YW2 (M)	TH (DO)	PH (DO)	CPH (DO)	VCX (M/S)	VCY (M/S)	ACX (G)	ACY (G)	DEF1 (M)	DEF2 (M)	DEF3 (M)	FY1 (T)	FY2 (T)	FY3 (T)	TF (T)	TR (T)
1.000	17.58	-0.22	11.22	-0.21	-0.7	-2.9	-1.5	18.42	-0.48	-0.00	-0.05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	13.56	-1.17	-0.69																
1.010	17.76	-0.22	11.40	-0.22	-0.6	-2.8	-1.5	18.42	-0.48	-0.00	-0.04	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	13.74	-1.18	-0.64																
1.020	17.94	-0.23	11.58	-0.24	-0.6	-2.8	-1.5	18.42	-0.48	-0.00	-0.02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	13.92	-1.19	-0.58																
1.030	18.13	-0.24	11.77	-0.25	-0.5	-2.7	-1.5	18.42	-0.48	-0.00	-0.01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	14.11	-1.20	-0.53																
1.040	18.31	-0.24	11.95	-0.26	-0.5	-2.6	-1.5	18.42	-0.48	-0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	14.29	-1.21	-0.48																
1.050	18.49	-0.25	12.13	-0.27	-0.4	-2.6	-1.5	18.41	-0.48	-0.00	0.01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	14.48	-1.22	-0.43																
1.060	18.68	-0.25	12.32	-0.28	-0.4	-2.5	-1.5	18.41	-0.48	-0.00	0.02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	14.66	-1.22	-0.39																
1.070	18.86	-0.26	12.50	-0.29	-0.3	-2.4	-1.5	18.41	-0.48	-0.00	0.03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	14.84	-1.23	-0.34																
1.080	19.04	-0.26	12.68	-0.30	-0.3	-2.4	-1.5	18.41	-0.48	-0.00	0.04	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	15.03	-1.24	-0.31																
1.090	19.23	-0.27	12.87	-0.31	-0.3	-2.3	-1.5	18.41	-0.47	-0.00	0.04	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	15.21	-1.25	-0.27																
1.100	19.41	-0.27	13.05	-0.31	-0.2	-2.3	-1.5	18.41	-0.47	-0.00	0.05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	15.40	-1.25	-0.23																
1.110	19.59	-0.28	13.23	-0.32	-0.2	-2.2	-1.4	18.41	-0.46	-0.00	0.06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	15.58	-1.26	-0.20																
1.120	19.78	-0.28	13.42	-0.33	-0.2	-2.1	-1.4	18.41	-0.46	-0.00	0.06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	15.77	-1.27	-0.17																
1.130	19.96	-0.28	13.60	-0.34	-0.1	-2.1	-1.4	18.41	-0.45	-0.00	0.07	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	15.95	-1.27	-0.14																
1.140	20.15	-0.29	13.79	-0.35	-0.1	-2.0	-1.4	18.41	-0.45	-0.00	0.07	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	16.13	-1.28	-0.11																
1.150	20.33	-0.29	13.97	-0.35	-0.1	-2.0	-1.4	18.41	-0.44	-0.00	0.07	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	16.32	-1.29	-0.08																
1.160	20.51	-0.30	14.15	-0.36	-0.1	-1.9	-1.3	18.41	-0.43	-0.00	0.08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	16.50	-1.29	-0.06																
1.170	20.70	-0.30	14.34	-0.37	-0.0	-1.8	-1.3	18.41	-0.42	-0.00	0.08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	16.69	-1.30	-0.04																
1.180	20.88	-0.31	14.52	-0.38	-0.0	-1.8	-1.3	18.41	-0.42	-0.00	0.08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	16.87	-1.31	-0.01																
1.190	21.06	-0.31	14.70	-0.38	0.0	-1.7	-1.3	18.41	-0.41	-0.00	0.08	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	17.05	-1.31	0.01																

CASE 1 TH=10.0

T (S)	XW1 (M)	YW1 (M)	XW2 (M)	YW2 (M)	TH (DO)	PH (DO)	CPH (DO)	VCX (M/S)	VCY (M/S)	ACX (G)	ACY (G)	DEF1 (M)	DEF2 (M)	DEF3 (M)	FY1 (T)	FY2 (T)	FY3 (T)	TF (T)	TR (T)
	X0 (M)	Y0 (M)	TH2 (DO)																
1.200	21.25	-0.32	14.89	-0.39	0.0	-1.7	-1.2	18.41	-0.40	-0.00	0.09	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	17.24	-1.32	0.03																

MAX T	間隔材軸力	運転席加速度	最大値 生起時刻	-0.28 0.320	-1.80 0.230	0.32 0.240	0.37 0.630	0.12 0.230	6.02 0.230	6.90 0.610	3.56 0.240	5.0 0.60	4.1 0.61
MAX	PC(T) T(SEC)	3.410 0.610	AC(G) T(SEC)	1.819 0.230									

MAX OF POST

NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	支柱位置
X (M)	-19.00	-17.00	-15.00	-13.00	-11.00	-9.00	-7.00	-5.00	-3.00	-1.00	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00	変位
DELT(M)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	0.000	0.001	0.051	0.238	0.358	0.367	0.294	0.177	
P (T)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	0.000	0.03	1.49	2.94	3.00	3.00	2.97	2.92	反力
T(SEC)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.440	0.500	0.460	0.390	0.460	0.570	0.660	0.760	0.850	生起時刻
NO.	16	17	18	19	20											
X (M)	11.00	13.00	15.00	17.00	19.00											
DELT(M)	0.061	0.003	0.000	0.000	0.000											
P (T)	1.78	0.09	0.00	0.00	0.00											
T(SEC)	0.940	0.980	0.810	0.870	0.970											

DESTRUCTION OF CAR (SIDE) (M) 車の変形量(側面) 注) *****印は、車の変形を考慮しない位置、または変形量が10.0以上のとき出力される。

0.171	0.158	0.145	0.133	0.123	0.114	0.106	0.099	0.093	0.089	0.087	0.086	0.088	0.092	0.096	0.101	0.106	0.111	*****	*****
*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****

DESTRUCTION OF CAR (FRONT) (M) 車の変形量(前面)

5.790	5.360	4.929	4.499	4.069	3.638	3.208	2.777	2.353	1.995	1.663	1.346	1.065	0.792	0.531	0.288	0.082	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

** PLOTTER **

データマニュアルA-1でiCHK(3)=1としたため、応答値がDISKに保存されたことを示す。

CONDITION OF SIMULATION M=120 H= 0.010(SEC)

* CAR

L1(M)	L2(M)	A1(M)	A2(M)	B1(M)	B2(M)	W1(M)	W2(M)	WR(M)	DU(M)	R**2(M2)	W(T)	K(T/M2)	K(T/M2)	K(T/M2)	K(T/M2)
4.010	2.350	5.310	5.290	1.150	1.220	1.000	0.930	0.530	4.310	4.930	15.90	50.00	100.00	50.00	50.00

C1(M)	C2(M)	C3(M)	C4(M)	FWC	FWC2	FMAX	TETAS	TETAF
5.310	3.490	1.830	2.880	0.100	0.200	0.700	87.00	3.00

* GURDRAIL KIND= 1

NHON	EI(TM2)	MO(TM)	CF(T/M)	CR(T/M)	PX(M)	DP(M)	PFM(T)	AFR	AKD(T/M)	ABACK
8	30.85	0.840	72.50	72.50	1.00	2.00	0.0	1.00	29.09	1.00

MHON	RK(T/M)	T*(T)	PO(T)	RC(M)	AC(M)	DV(M)	DH(M)	TO(M)
0	20000.00	1000.00	100.00	1.000	0.100	2.000	100.000	-0.0

P1	P2	P3	P4	D1	D2	D3	D4	K1	K2	K3	K4
2.880	3.200	24.200	25.000	0.099	0.800	1.500	2.000	29.091	0.456	30.000	1.600

ALENG	0.0	0.200	0.400	0.600	0.800	1.000	1.200	1.400	1.600	1.800	2.000
ADISP	0.002	0.020	0.050	0.070	0.100	0.150	0.200	0.350	0.500	0.700	0.900

* RUNNING

V(K/M)	TH(D0)	EY(TM)	R(M)
68.8	20.0	34.65*****	

* TITLE CASE 2 TH=20.0

以下に、2ケース目以降のシミュレーション結果が出力されるが、ここでは省略する。

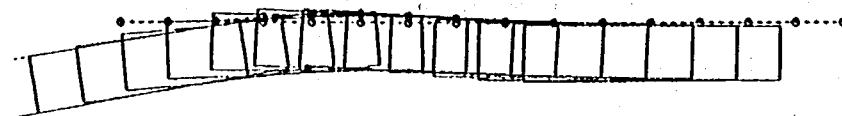
CASE 2 TH=20.0

T (S)	XW1 (M) X0 (M)	YW1 (M) Y0 (M)	XW2 (M) TH2 (DO)	YW2 (M)	TH (DO)	PH (DO)	CPH (DO)	VCX (M/S)	VCY (M/S)	ACX (G)	ACY (G)	DEF1 (M)	DEF2 (M)	DEF3 (M)	FY1 (T)	FY2 (T)	FY3 (T)	TF (T)	TR (T)
0.0	-1.17 -4.60	-0.59 -2.90	-7.12 20.00	-2.83	20.0	20.0	20.0	17.96	6.54	-0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0
0.010	-0.99 -4.42	-0.52 -2.83	-6.94 20.00	-2.76	20.0	20.0	20.0	17.96	6.53	-0.01	-0.11	0.01	0.0	0.00	0.29	0.0	0.11	0.0	0.0
0.020	-0.81 -4.24	-0.45 -2.77	-6.76 20.00	-2.70	20.0	20.0	19.9	17.97	6.51	-0.04	-0.37	0.02	0.0	0.01	0.93	0.0	0.40	0.0	0.0
0.030	-0.63 -4.06	-0.39 -2.70	-6.58 19.99	-2.63	20.0	20.0	19.8	17.98	6.46	-0.08	-0.71	0.04	0.0	0.02	1.84	0.0	0.81	0.1	0.1
0.040	-0.45 -3.88	-0.33 -2.64	-6.40 19.98	-2.56	20.0	19.9	19.5	18.00	6.37	-0.12	-1.08	0.07	0.0	0.04	2.78	0.0	1.33	0.2	0.2
0.050	-0.27 -3.70	-0.26 -2.57	-6.22 19.96	-2.50	20.0	19.8	19.1	18.03	6.26	-0.16	-1.35	0.11	0.0	0.06	3.44	0.0	1.85	0.6	0.5
0.060	-0.09 -3.52	-0.20 -2.51	-6.05 19.92	-2.43	19.9	19.7	18.7	18.06	6.12	-0.18	-1.49	0.17	0.0	0.08	3.50	0.0	2.50	1.3	1.3
0.070	0.09 -3.34	-0.14 -2.44	-5.87 19.87	-2.37	19.9	19.6	18.3	18.09	5.97	-0.22	-1.72	0.22	0.0	0.09	3.82	0.0	3.25	2.0	2.0
0.080	0.27 -3.16	-0.08 -2.38	-5.69 19.80	-2.30	19.8	19.5	17.7	18.13	5.79	-0.25	-1.94	0.26	0.0	0.14	4.64	0.0	3.54	2.9	2.6
0.090	0.46 -2.98	-0.02 -2.32	-5.51 19.71	-2.23	19.7	19.4	17.1	18.17	5.60	-0.27	-1.98	0.30	0.0	0.19	4.97	0.0	3.65	4.5	2.4
0.100	0.64 -2.80	0.03 -2.25	-5.33 19.60	-2.16	19.6	19.2	16.5	18.22	5.40	-0.30	-2.16	0.35	0.0	0.22	5.46	0.0	4.13	6.1	3.1
0.110	0.82 -2.62	0.09 -2.19	-5.15 19.47	-2.10	19.5	19.1	15.8	18.26	5.18	-0.35	-2.46	0.38	0.0	0.24	6.29	0.0	4.72	7.2	4.5
0.120	1.01 -2.44	0.14 -2.13	-4.97 19.31	-2.03	19.3	18.9	15.1	18.31	4.93	-0.39	-2.66	0.41	0.0	0.28	7.17	0.0	4.93	8.4	5.4
0.130	1.20 -2.27	0.19 -2.07	-4.79 19.13	-1.96	19.1	18.7	14.2	18.36	4.66	-0.42	-2.76	0.45	0.0	0.32	7.76	0.0	5.14	9.2	6.2
0.140	1.38 -2.09	0.24 -2.01	-4.61 18.92	-1.89	18.9	18.5	13.4	18.41	4.39	-0.45	-2.78	0.49	0.0	0.35	7.92	0.0	5.41	10.7	6.1
0.150	1.57 -1.91	0.28 -1.95	-4.43 18.68	-1.82	18.7	18.3	12.5	18.46	4.11	-0.50	-3.00	0.52	0.0	0.36	8.40	0.0	6.07	11.7	7.7
0.160	1.76 -1.73	0.33 -1.89	-4.25 18.42	-1.75	18.4	18.0	11.6	18.50	3.81	-0.53	-3.08	0.55	0.0	0.39	8.97	0.0	6.23	12.6	9.1
0.170	1.95 -1.55	0.37 -1.83	-4.07 18.12	-1.68	18.1	17.8	10.7	18.55	3.49	-0.59	-3.35	0.57	0.0	0.40	9.74	0.0	6.82	12.7	10.5
0.180	2.14 -1.37	0.40 -1.78	-3.89 17.80	-1.61	17.8	17.5	9.6	18.60	3.15	-0.63	-3.51	0.60	0.0	0.43	10.35	0.0	6.86	13.7	11.0
0.190	2.33 -1.19	0.44 -1.72	-3.72 17.44	-1.54	17.4	17.2	8.5	18.64	2.80	-0.67	-3.66	0.62	0.0	0.45	10.66	0.0	7.12	14.9	10.3

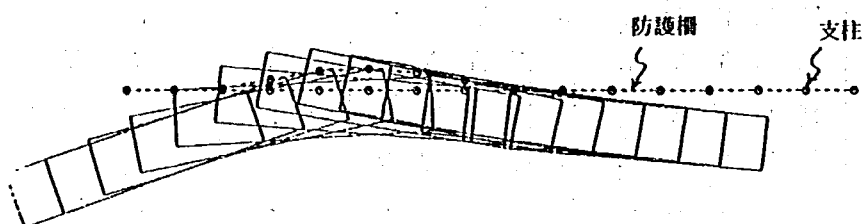
次に、計算の結果得られた車両の軌跡を参考として示す。

図は、車両位置を0.1 sec（10ステップ）毎に描いたものである。

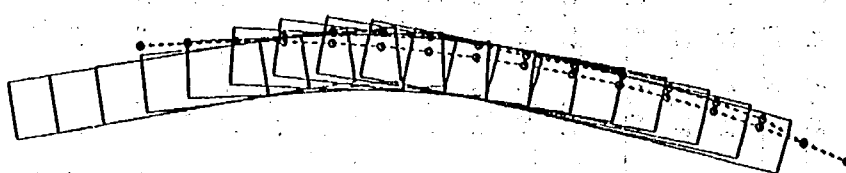
CASE 1 TH-10.0



CASE 2 TH-20.0



CASE 3 TH-10.0 HANKEI-60



CASE 4 TH-20.0 HANKEI-60

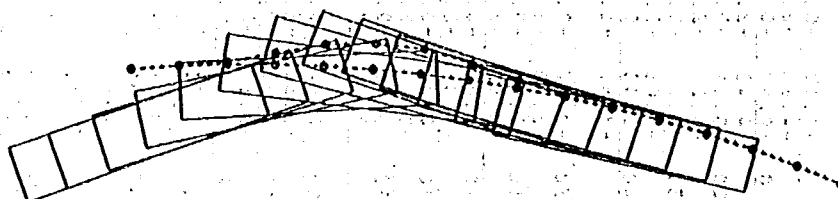


図-52 衝突車の挙動

6. パラメータ解析

本節においては、本プログラムで用いられている各種パラメータの値が、防護柵および車両の挙動にどのような影響を及ぼすかを検討する。

解析に用いるパラメータは非常に多く、全パラメータについて検討を行なうことは解析ケースが多くなり、また、パラメータ相互間の影響まで検討することはさらに困難である。このためここでは、車両および防護柵に関する指定数は、標準的な値として表-26~28に示す値を用い、原則として1つのパラメータに着目する。

なお、中央分離帯用ガードレールにおいては、この場合防護柵の破断および車両の乗り越えに関しては考慮していない。また、CFK, CRKの値はMHON, RAiLKから算出された値である。

防護柵の静的解析時(変位~力関数)のパラメータ

中央分離帯用ガードレールの場合

NL: 位置数 = 6

ND: 変位数 = 16

ALENG: 位置 = 0.0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0

ADiSP: 変位 = 0.002, 0.02, 0.05, 0.07, 0.1, 0.15, 0.2, 0.35, 0.5, 0.7,
0.9, 1.0, 1.1, 1.2, 1.3, 1.4

6.1 防護柵に関するパラメータ解析

(1) 防護柵に関するパラメータ解析

- ① NHON (直角方向に変位する支柱本数) の影響
- ② MHON (ガードレールの張力の変化を考慮する支柱本数) の影響
- ③ RAiLK (ガードレールの引張り材としてのバネ定数) の影響

以下に、次のものについて示す。

防護柵の静的解析結果として、

- ① ガードレールに強制変位を生じさせたときの支柱変位分布図(図-53)
 - ② ガードレールに強制変位を生じさせたときの荷重および端部支柱反力(図-54)
 - ③ MHONの違いによる張力の低下率および荷重作用点のガードレールの伸縮バネ定数(図-55)
- シミュレーション解析ケースおよび解析結果として、
- ④ 解析ケースおよび解析結果一覧表(表-29)
 - ⑤ 車両の挙動を10ステップごとに描いた図(図-56~58)

MHON, RAiLKのパラメータは、ビーム接続部のボルト穴の遊びに関連するパラメータである。

RAiLK = 20,000 t/m は、

$$EA/l$$

E: 中央分離帯用ガードレールの弾性係数

A : ガードレールの断面積

l : 支柱間隔

より算出されるバネ定数にほぼ相当しており、穴の遊びによる剛性の低下をほとんど考慮していないケースであり、 $RAiLK = 5,000 \sim 300 \text{ t/m}$ は考慮したケースである。

(2) 各パラメータの影響

これらの結果より、今回の解析条件の下での各パラメータの影響について述べる。

1) NHON (直角方向に変位する支柱本数) の影響

静的解析結果によると $NHON = 8$ 本の場合と 10 本以上の場合では、ごくわずかに差が生じているが、シミュレーション解析結果では全く差は生じていない。

静的解析結果の支柱変位分布図からもわかるとおり、载荷位置変位が 1.2 m と大きくても、支柱がやや大きく変位するのは载荷位置から 2 ～ 3 本目までであり、またその変位量も 8 本と 14 本では差がない。

NHON としては、10 本程度考慮すれば十分と思われる。

2) MHON (ガードレールの張力の変化を考慮する支柱本数) の影響

前記同様 MHON による差はほとんど生じていない。MHON としては、20 本考慮すれば十分と思われる。

3) $RAiLK$ (ガードレールの引張材としてのバネ定数) の影響

$RAiLK$ は 20,000 ～ 300 と大きく変化させているが、これから算出される荷重作用点のバネ定数は、250 t/m ～ 62 t/m の範囲である。 $RAiLK$ が変化すると応答値として張力の変化が大きい、その他はやや小さめの差となっている。

表 - 26 衝突車の諸元

(・印は「中央分離帯用防護柵に関する研究」昭和60年6月より)

記 号	記 号 の 説 明	単 位	大 型 車	乗 用 車
• L_1	車の前輪軸から重心までの距離	m	4.01	1.131
• L_2	車の後輪軸 "	m	2.35	1.569
• A_1	前端から重心までの距離	m	5.31	1.931
• A_2	後 "	m	5.29	2.719
• B_1	前端幅の半分	m	1.15	0.835
• B_2	後 "	m	1.22	0.835
• W_1	前輪距の半分	m	1.00	0.720
• W_2	後 "	m	0.80	0.720
• W_R	車輪の半径	m	0.53	0.290
• DU	運転席と重心までの距離	m	4.31	0.131
• R^2	車の慣性半径の2乗	m ²	4.93	1.589
• W	車の重量	t	15.90	1.566
• K_1	衝突車の側面前端でのバネ定数	t/m ²	50.0	75.0
• K_2	" 後 "	t/m ²	100.0	50.0
• K_3	衝突車の前面端部 "	t/m ²	50.0	50.0
• K_4	" 中央部 "	t/m ²	50.0	50.0
• FWC	衝突車側面と防護柵との摩擦係数	—	0.1	0.2
• FWC_2	" 前面 "	—	0.2	0.2
• FM	路面の最大横すべり係数	—	0.7	0.5
• C_1	衝突車側面の防護柵との接触位置	m	5.31	1.931
• C_2	" "	m	3.49	0.0
• C_3	" "	m	1.83	0.0
• C_4	" "	m	2.88	2.719

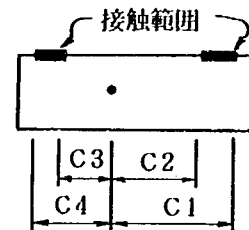
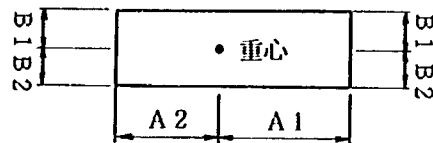


表 - 27 防護柵の諸元

(・印は「中央分離帯用防護柵に関する研究」昭和60年6月より)

記 号	記 号 の 説 明	単 位	ガードレール (分離帯)	ガードレール (路 側)
NHON	直角方向に変位する支柱本数	本	12	8
• EI	ガードレールの曲げ剛性	t・m ²	25.64	12.82 *
• MO	ガードレールの極限モーメント	t・m	1.62	0.81 *
CFK	前面防護柵の伸縮バネ定数	t/m	(113.6)	(119.5)
CRK	後 "	t/m	(113.6)	—
• PX	衝突開始点と最近接支柱の距離	m	1.5	2.335
• DP	支 柱 間 隔	m	2.0	4.0
• PFM	平行方向支持力	t	0.0	0.0
MHON	ガードレールの張力変化区間支柱本数	本	20	14
RAILK	ガードレールの伸縮バネ定数	t/m	1,000	1,000
THADAN	防護柵の破断時の張力	t	—	—
RCOL	車両乗り越えに関する支柱データ	m	—	2.0
ACOL	" "	m	—	0.14
DELTV	" "	m	—	0.4
TINTAL	ガードケーブルの初期張力	t	—	—
• PDELT (1)	支柱の力～変位関係	t	5.71	4.10
• (2)	"	t	2.75	1.96
• (3)	"	t	4.71	3.75
• (4)	"	t	4.71	3.75
• (5)	"	m	0.105	0.063
• (6)	"	m	1.02	0.880
• (7)	"	m	1.265	1.080
• (8)	"	m	2.00	2.000

* 分離帯用の 1/2 とする

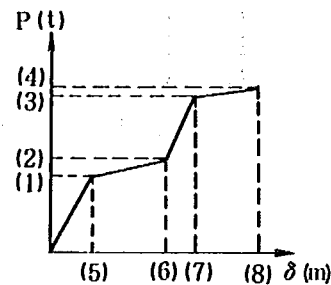
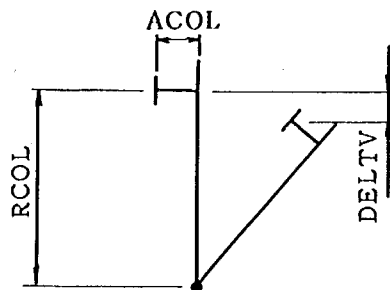


表-28 その他のパラメータ

II	計算の時間きざみ = 0.01 sec
TETAS	車体側面のバネによる防護柵反力を考慮しない角度 = 0 したがって実際は 87 度
TETAF	車体前面のバネによる防護柵反力を考慮しない角度 = 0 したがって実際は 3 度
AFR	前後輪位置での防護柵反力の干渉係数 = 0 したがって実際は 1.0
ABACK	後輪位置での防護柵反力の低減係数 = 0 したがって実際は 1.0
V	車両速度 = 68.8 km/h
TH	衝突角度 = 20 度

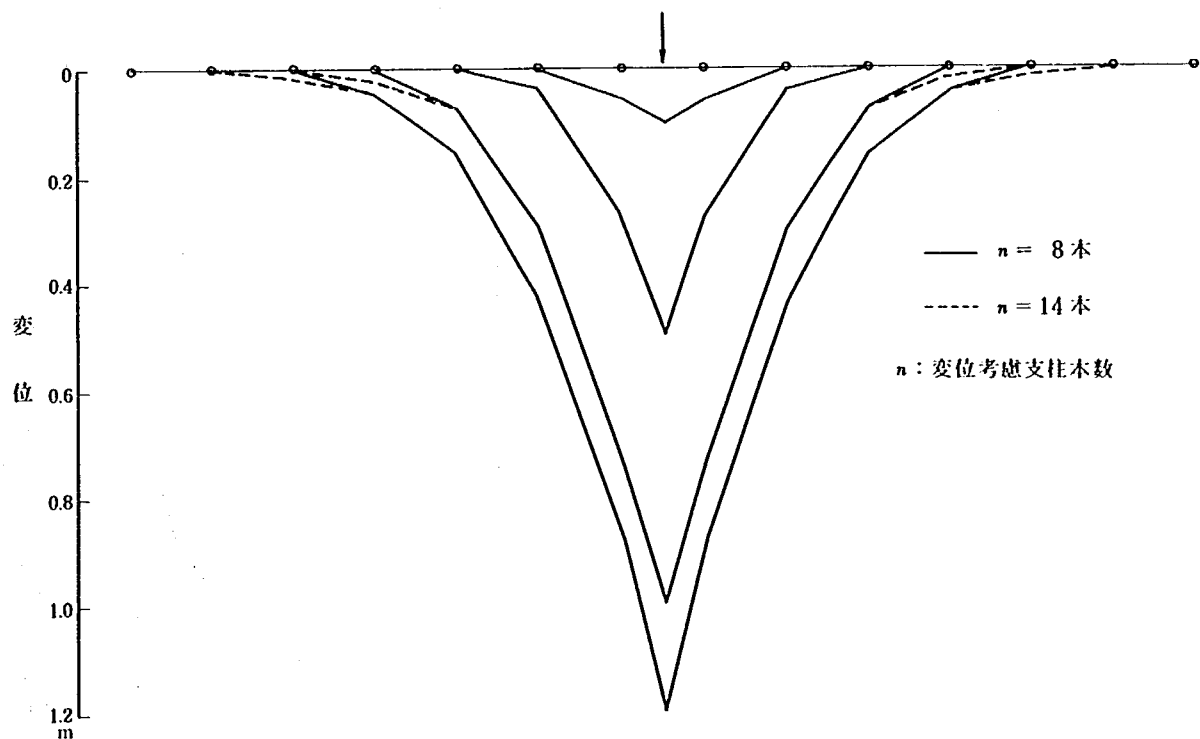


図-53 ガードレールに強制変位を生じさせたときの支柱変位（張力一定）

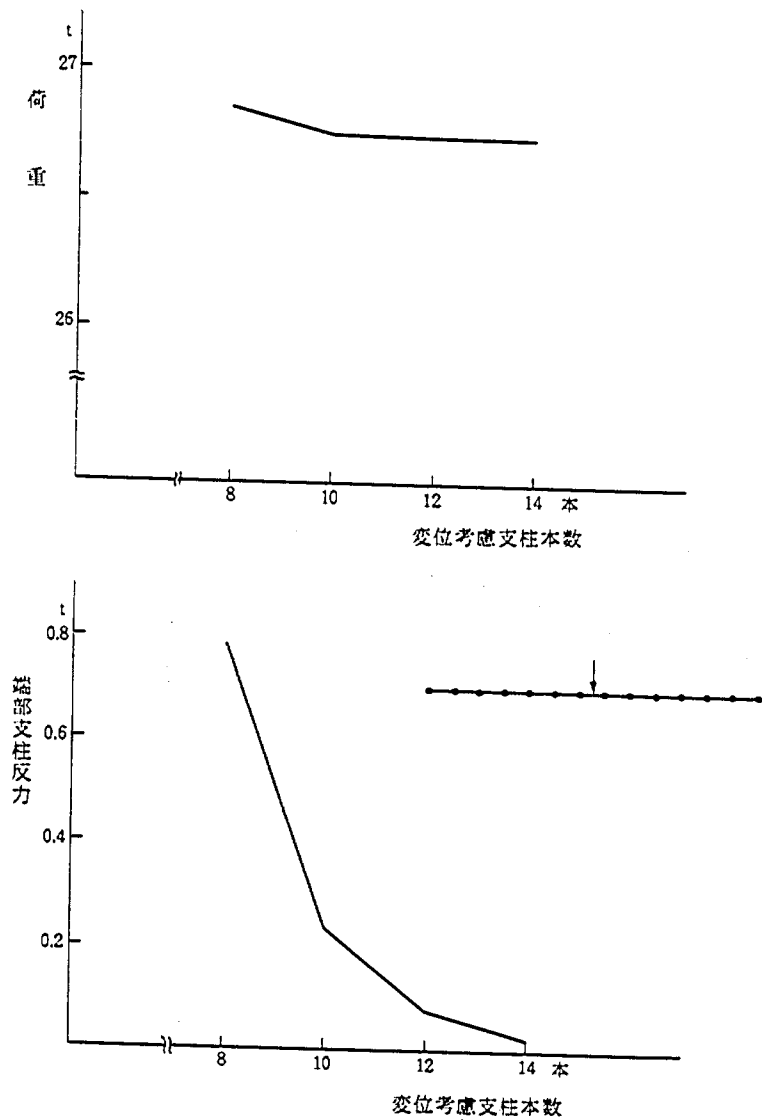


図-54 ガードレールに強制変位を生じさせたときの荷重および端部支柱反力（張力一定）（変位=1.2m）

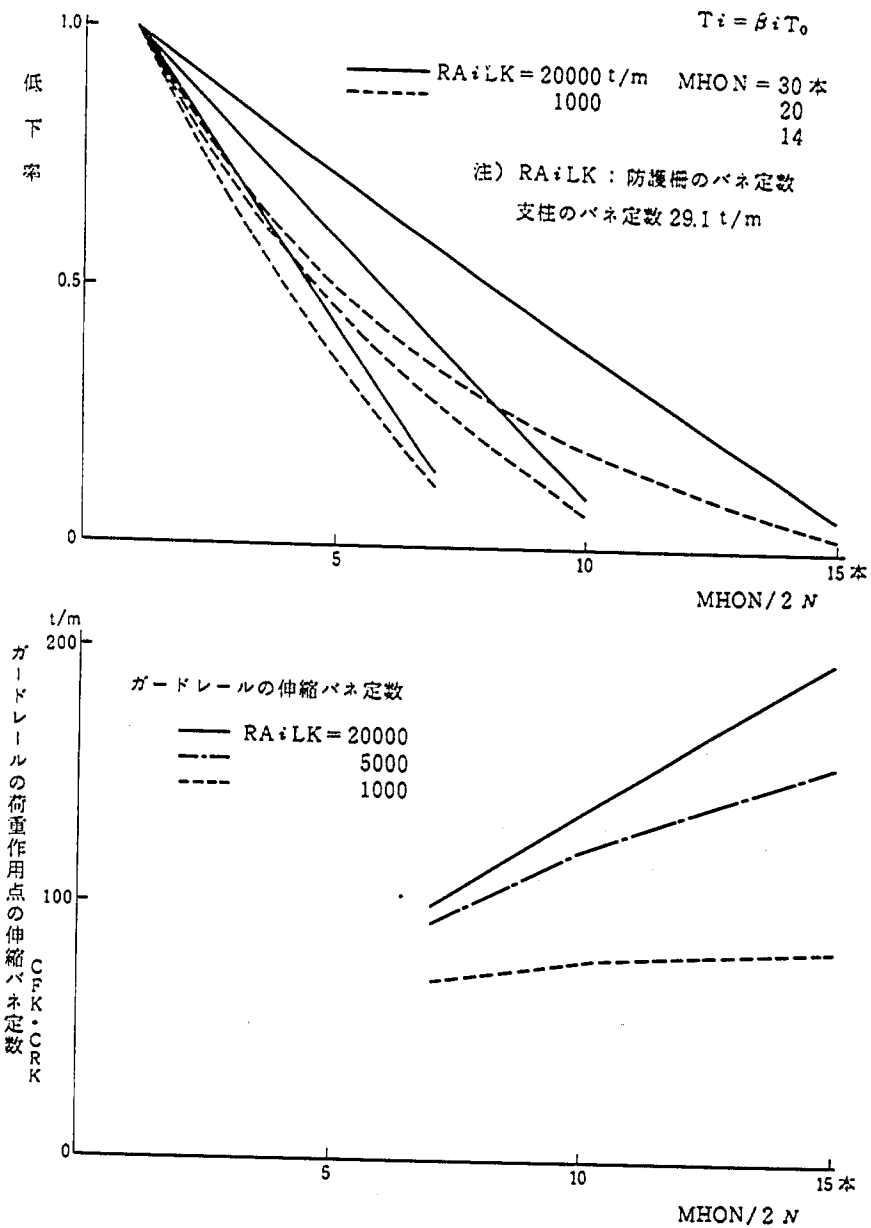
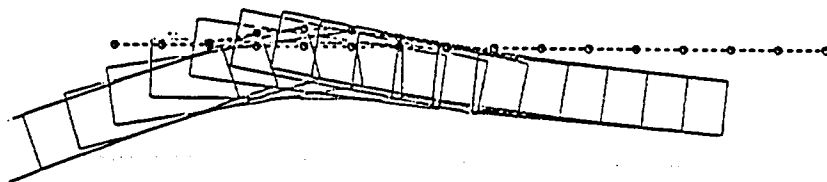


図-55 考慮支柱本数(MHON)による張力の低下率(β_i)

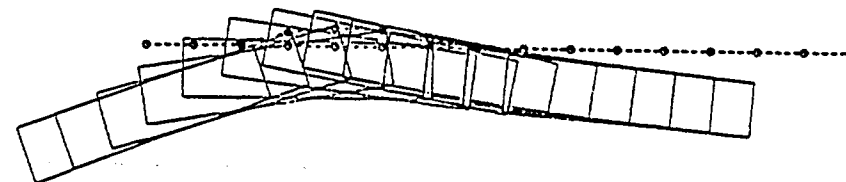
表 - 29 解析結果一覧表(1) 大型車

ケース	パラメータ	運転席の最大加速度		最大ガード レール反力 (t)	最大変位量 (m)	最大張力		間隔材 最大軸力 (t)	離脱時 姿勢角 (度)	離脱時 進行角 (度)
		前後(g)	左右(g)			表側(t)	裏側(t)			
A	1 NHON=8	-1.43	-4.72	20.1	0.78	19.3	16.8	10.1	-6.9	-9.2
	2 10	-1.43	-4.72	20.1	0.78	19.3	16.8	10.1	-6.9	-9.2
	③ 12	-1.43	-4.72	20.1	0.78	19.3	16.8	10.1	-6.9	-9.2
	4 14	-1.43	-4.72	20.1	0.78	19.3	16.8	10.1	-6.9	-9.2
B	1 MHON=14	-1.42	-4.69	19.9	0.79	18.7	16.3	9.9	-7.1	-9.4
	② 20	-1.43	-4.72	20.1	0.78	19.3	16.8	10.1	-6.9	-9.2
	3 26	-1.43	-4.73	20.2	0.78	19.4	16.9	10.1	-6.8	-9.2
	4 30	-1.43	-4.73	20.2	0.78	19.4	17.0	10.1	-6.8	-9.2
C	1 RAILK=20000	-1.44	-5.21	23.5	0.67	27.6	24.6	10.9	-5.6	-9.0
	2 5000	-1.45	-5.14	22.4	0.70	25.4	22.1	11.1	-6.2	-9.2
	③ 1000	-1.43	-4.72	20.1	0.78	19.3	16.8	10.1	-6.9	-9.2
	4 300	-1.37	-4.31	18.2	0.88	14.5	13.6	9.1	-8.0	-10.7

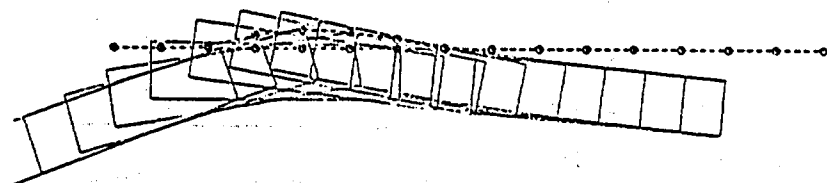
CASE A2 NHON-10



CASE A4 NHON-14



CASE A1 NHON- 8



CASE A3 NHON-12

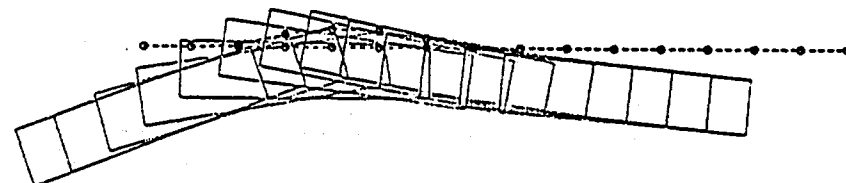


図-56 防護柵パラメータによる衝突車の挙動変化

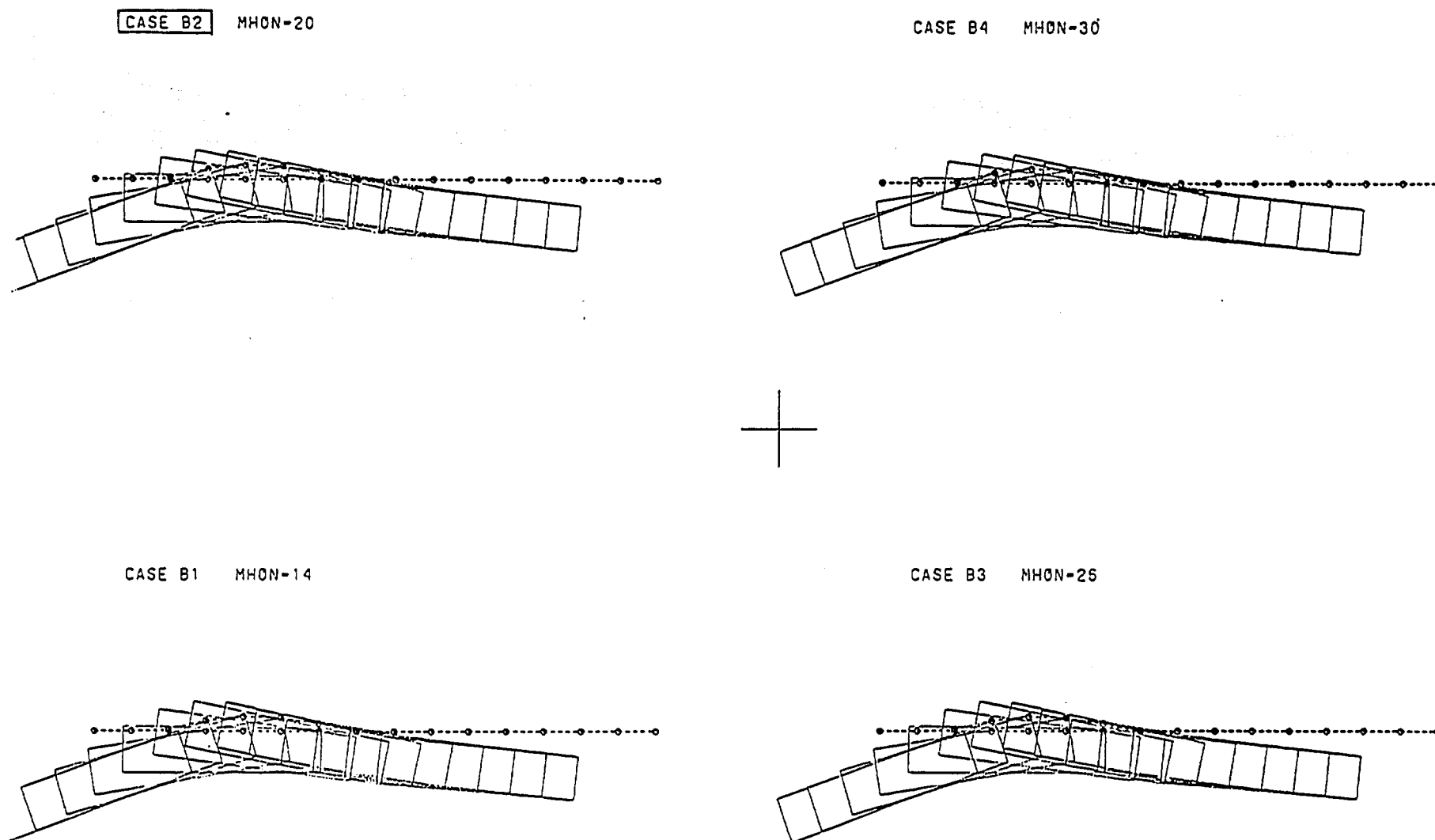
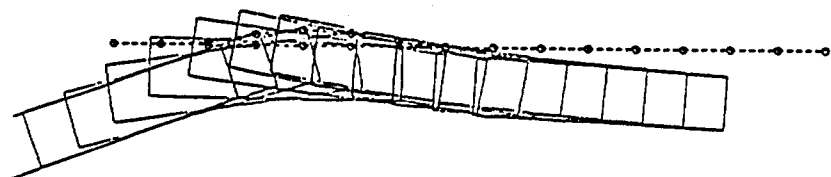
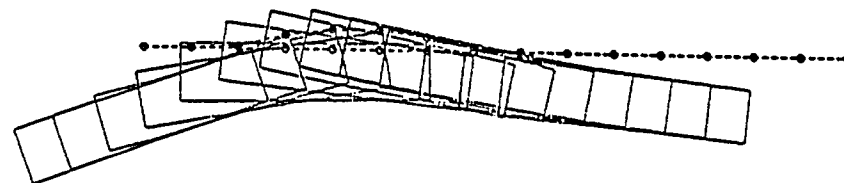


図-57 防護柵パラメータによる衝突車の挙動変化

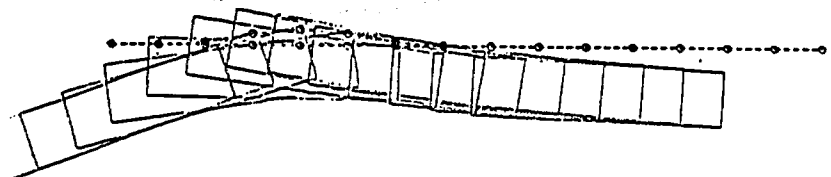
CASE C2 RAILK-5000



CASE C4 RAILK-300



CASE C1 RAILK-20000



CASE C3 RAILK-1000

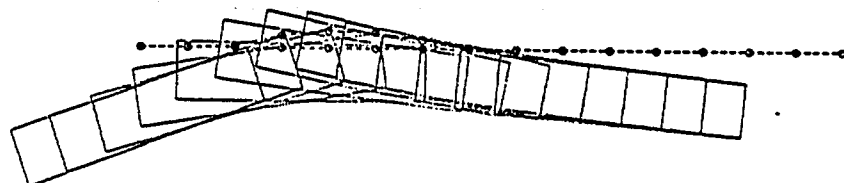


図-58 防護柵パラメータによる衝突車の挙動変化

6.2 車両に関するパラメータ解析

(1) 中央分離帯用ガードレールに大型車が衝突した場合

次に示すパラメータ解析を行う。

- 1) FWC (車両側面と防護柵との摩擦係数) の影響
- 2) FM (路面の最大横すべり係数) の影響
- 3) $R2$ (車両の慣性半径の2乗) の影響
- 4) $k1, k2$ (車両側面のバネ定数) の影響
- 5) AFR (前後輪位置での防護柵反力の干渉係数) の影響
- 6) $ABAc_k$ (後輪位置での防護柵反力の低減係数) の影響
- 7) TH (衝突角度) の違いによる $k1-k4$ (車両バネ) の影響

(2) 路側用ガードレールに小型車が衝突した場合

次に示すパラメータ解析を行う。

- 1) $FWC2$ (車両前面と防護柵との摩擦係数) の影響
- 2) $ROCL$ (車両の乗り越えに関する支柱の長さ。 $ROCL$ は、最終的には、車両の乗り越えまでの支柱の許容水平変位量に関係する) の影響
- 3) $k1, k2$ (車両側面のバネ) の影響

表-30 ~ 32 および図-59 ~ 66 に、解析ケースとともに解析結果一覧表および車両の挙動を10ステップごとに描いた図を示す。ただし、A1, B3, C2, D2, E1, F1, G2のケースは、全く同じものである。

(3) 各パラメータの影響

次に、今回の解析条件の下での各パラメータの影響について述べる。

1) FWC (車両側面と防護柵との摩擦係数) の影響

FWC が大きくなると、運転席の前後方向の加速度がやや大きくなり、防護柵の各応答値は小さくなっているが、その影響は小さい。

2) FM (路面の最大横すべり係数) の影響

FM が大きくなると、すなわちコーナリングフォースが大きくなると、車両の応答値、防護柵の応答値共に減じており、離脱時の進行(姿勢)角も大きく変化している。

3) $R2$ (車両の慣性半径の2乗) の影響

$R2$ が大きくなると、車両の応答値はやや小さくなっているが、防護柵の応答値はほとんど変わらない。ただし、離脱時の進行角は大きく変化している。

現在のところ $R2$ の値は正確ではなく(標準値として4.93を用いた)、この正確な値の検討が必要と思われる。

一辺の長さが、それぞれ $2X, 2Y$ の剛体の慣性半径の2乗は、次式で表わされる。

$$R2 = (X^2 + Y^2) / 3$$

ここで、仮に X として $L1 = 4.01$ 、または $A1 = 5.31$ を用い、 Y として $B = 1.15$ を用いて $R2$ を計

算すると、それぞれ次のようになる。

$$R2 = (4.01^2 + 1.15^2) / 3 = 5.80$$

$$R2 = (5.31^2 + 1.15^2) / 3 = 9.84$$

4) $k1$, $k2$ (車両側面のバネ定数) の影響

$k1$, $k2$ が大きくなると、車両の応答値、防護柵の応答値共にやや大きくなっているが、その影響は小さい。

5) AFR (前後輪位置での防護柵反力の干渉係数) の影響

AFR が大きくなっても、車両の応答値、防護柵の応答値共にほとんど変化していない。

ただし AFR は、前後輪が同時に接触する場合に影響してくるパラメータであり、今回のケースでは、前後輪が同時に防護柵に接触する時間が非常に短いため、このような結果になっている。

6) $ABACK$ (後輪位置での防護柵反力の低減係数) の影響

$ABACK$ が小さくなると、車両の応答値は全く変わらないが、防護柵の応答値は減少しており、離脱時の進行角も変化している。

7) TH (衝突角度) の違いによる $k1 - k4$ (車両バネ) の影響

衝突角度が小さい時、車両前面のバネがある場合 ($G1$, $G2$) とない場合 ($G5$, $G6$) とを比較すると、車両の応答値、防護柵の応答値共にやや異なっているが、その差はそれほど顕著ではない。

衝突角度が大きい時、車両前面のバネがある場合 ($G4$) とない場合 ($G8$) とを比較すると、車両の応答値、防護柵の応答値に顕著な差はみられない。ただし張力は大きく異なっているが、これは、解析上 $G4$ では張力の算出において、車両側面部のものと車両前面部のものとを単に加え合わせているためである。また $G8$ では、車両側面部のバネを考慮していないため、衝突後、側面部で反力が生じず非現実的な挙動を示している。

以上より、衝突角度が小さい時は車両前面のバネは考慮しないか、または考慮する時もその影響は小さいと思われるので、実際よりも小さいバネ値を入力すればよい。

衝突角度が大きい場合には、車両側面のバネは考慮しなくてもよいと思われるが、 $G8$ に示すように衝突開始後の挙動において非現実的な結果が得られる場合もあるので、入力データとして、少なくとも車両側面後部にはバネ値を入力したほうがよい。

8) $FWC2$ (車両前面と防護柵との摩擦係数), $RCOL$ (車両の乗り越えに関する支柱の長さ; $RCOL$ は、最終的には車両の乗り越えまでの支柱の許容水平変位量に関係する), $k1$, $k2$ (車両側面のバネ) の違いによるシミュレーション解析

実験においては、小型車が路側用ガードレールに衝突し、そのままガードレールを乗り越えた。これをシミュレートするために、種々のパラメータ解析を行ったが、ガードレールに関する諸定数も不明な項目が多い。

$H1$, $H2$ では、 $RCOL = 2.0$ m に設定した。この時乗り越えまでの支柱の許容水平変位量は 1.314 m となるが、解析結果は乗り越えには至らなかった。 $H2$ で $FWC2 = 0.9$ に設定したのは、衝突

角度が45度と大きい時には実際上ポケッティング現象が生じ、車両はガードレール面に沿っては動けなくなることを考慮したものである。

H 3～H 6では、 $R C O L = 1.0$ mに設定した。この時乗り越えまでの支柱の許容水平変位量は0.879 mとなり、解析結果は全て乗り越えが生じ、15ステップ前後で計算はストップしている。車両の応答値はH 5のケースが実験値に近いようである。

表-30 解析結果一覧表(1) 大型車

ケース		パラメータ	運転席の最大加速度		最大ガード レール反力 (t)	最大変位量 (m)	最大張力		間隔材 最大軸力 (度)	離脱時 姿勢角 (度)	離脱時 進行角 (度)
			前後(g)	左右(g)			表側(t)	裏側(t)			
A	①	FWC = 0.1	-1.43	-4.72	20.1	0.78	19.3	16.8	10.1	- 6.9	- 9.2
	2	0.2	-1.47	-4.72	19.7	0.76	18.5	16.4	9.4	- 6.5	- 9.3
	3	0.3	-1.52	-4.71	19.2	0.73	17.8	15.6	8.5	- 4.9	- 8.6
	4	0.4	-1.56	-4.69	18.8	0.70	17.0	15.3	8.4	- 4.5	- 8.7
B	1	FM = 0.3	-1.72	-5.26	26.1	1.08	26.6	24.2	12.6	-11.5	-12.1
	2	0.5	-1.57	-4.98	22.8	0.92	23.0	19.6	10.4	- 8.1	-11.0
	③	0.7	-1.43	-4.72	20.1	0.78	19.3	16.8	10.1	- 6.9	- 9.2
	4	0.9	-1.31	-4.40	17.8	0.67	16.0	14.2	8.2	- 3.9	- 7.4
C	1	R 2 = 3.451 (0.7 倍)	-1.47	-5.37	20.3	0.78	19.1	16.9	9.0	- 0.5	- 6.3
	②	4.930 (1.0 倍)	-1.43	-4.72	20.1	0.78	19.3	16.8	10.1	- 6.9	- 9.2
	3	6.409 (1.3 倍)	-1.32	-4.65	19.7	0.76	18.4	16.1	9.8	-11.3	-12.0
	4	7.888 (1.6 倍)	-1.22	-4.49	19.0	0.73	20.7	16.6	9.1	-14.3	-13.3
D	1	K 1 = 35 , K 2 = 70	-1.40	-4.58	19.4	0.74	18.2	15.7	9.4	- 6.9	- 9.1
	②	50 100	-1.43	-4.72	20.1	0.78	19.3	16.8	10.1	- 6.9	- 9.2
	3	65 130	-1.46	-4.78	20.6	0.81	19.9	17.3	9.8	- 6.7	- 9.4
	4	80 160	-1.48	-4.86	20.9	0.82	20.2	17.7	9.6	- 6.3	- 9.4
実 験 結 果				- 5.4	17.2	0.93			12.1		- 7.0

表-31 解析結果一覧表(2) 大型車

ケース	パラメータ	運転席の最大加速度		最大ガード レール反力 (t)	最大変位量 (m)	最大張力		間隔材 最大軸力 (t)	離脱時 姿勢角 (度)	離脱時 進行角 (度)
		前後(g)	左右(g)			表側(t)	裏側(t)			
E	① AFR=1.0	-1.43	-4.72	20.1	0.78	19.3	16.8	10.1	-6.9	-9.2
	2 2.0	-1.43	-4.72	20.2	0.79	19.4	16.9	10.1	-6.9	-9.3
	3 3.0	-1.43	-4.72	20.2	0.79	19.4	16.9	10.1	-6.9	-9.3
	4 4.0	-1.43	-4.72	20.2	0.79	19.4	16.9	10.1	-6.9	-9.3
F	① ABACK=1.0	-1.43	-4.72	20.1	0.78	19.3	16.8	10.1	-6.9	-9.2
	2 0.8	-1.43	-4.72	17.8	0.88	17.6	15.4	11.0	-8.7	-10.9
	3 0.6	-1.43	-4.72	15.2	1.02	15.2	13.6	12.0	-11.4	-11.8
	4 0.4	-1.43	-4.72	12.9	1.22	15.2	12.6	13.3	-15.2	-14.1
G	1 TH=10	-0.32	-2.24	8.2	0.23	3.4	3.0	4.1	0.7	-2.0
	② 20	-1.43	-4.72	20.1	0.78	19.3	16.8	10.1	-6.9	-9.2
	3 30	-3.57	-7.95	31.3	1.35	33.5	29.8	14.5	-24.7	-16.9
	4 45	-8.58	-11.58	42.7	1.79	63.7	55.6	20.8	—	—
G	5 TH=10, K3=K4=0	-0.25	-1.72	9.9	0.28	5.1	4.3	4.9	-0.2	-2.9
	6 20 0	-1.12	-3.55	20.9	0.82	20.2	17.6	10.4	-3.1	-8.6
	7 30 0	-2.83	-5.35	33.0	1.41	34.8	31.8	16.2	-14.9	-15.7
	8 45, K1=K2=0	-8.27	-9.47	42.4	1.87	46.0	43.6	19.3	—	—

表-32 解析結果一覧表(3) 小型車

ケース	パラメータ	運転席の最大加速度		最大ガード レール反力 (t)	最大変位量 (m)	最大張力		間隔材 最大軸力 (t)	離脱時 姿勢角 (度)	離脱時 進行角 (度)
		前後(g)	左右(g)			表側(t)	裏側(t)			
H	1 FWC 2 = 0.2, RCOL = 2.0	- 9.19	- 9.03	9.9	0.93	38.1	—	—	—	—
	2 0.9 2.0	- 15.60	- 3.46	11.2	1.07	45.4				
	3 0.2 1.0	- 9.19	- 9.00	9.9	0.93	38.1				
	4 0.9 1.0	- 14.57	- 3.40	10.6	1.05	43.8				
H	5 0.2 RCOL = 1.0 K1 = K2 = 0	- 5.53	- 4.43	10.6	0.98	21.6				
	6 0.9 RCOL = 1.0 K1 = K2 = 0	- 9.73	0.34	11.3	1.07	23.5				
実験結果		- 5.8	- 2.2		1.00 ↑ 支柱残留変位					

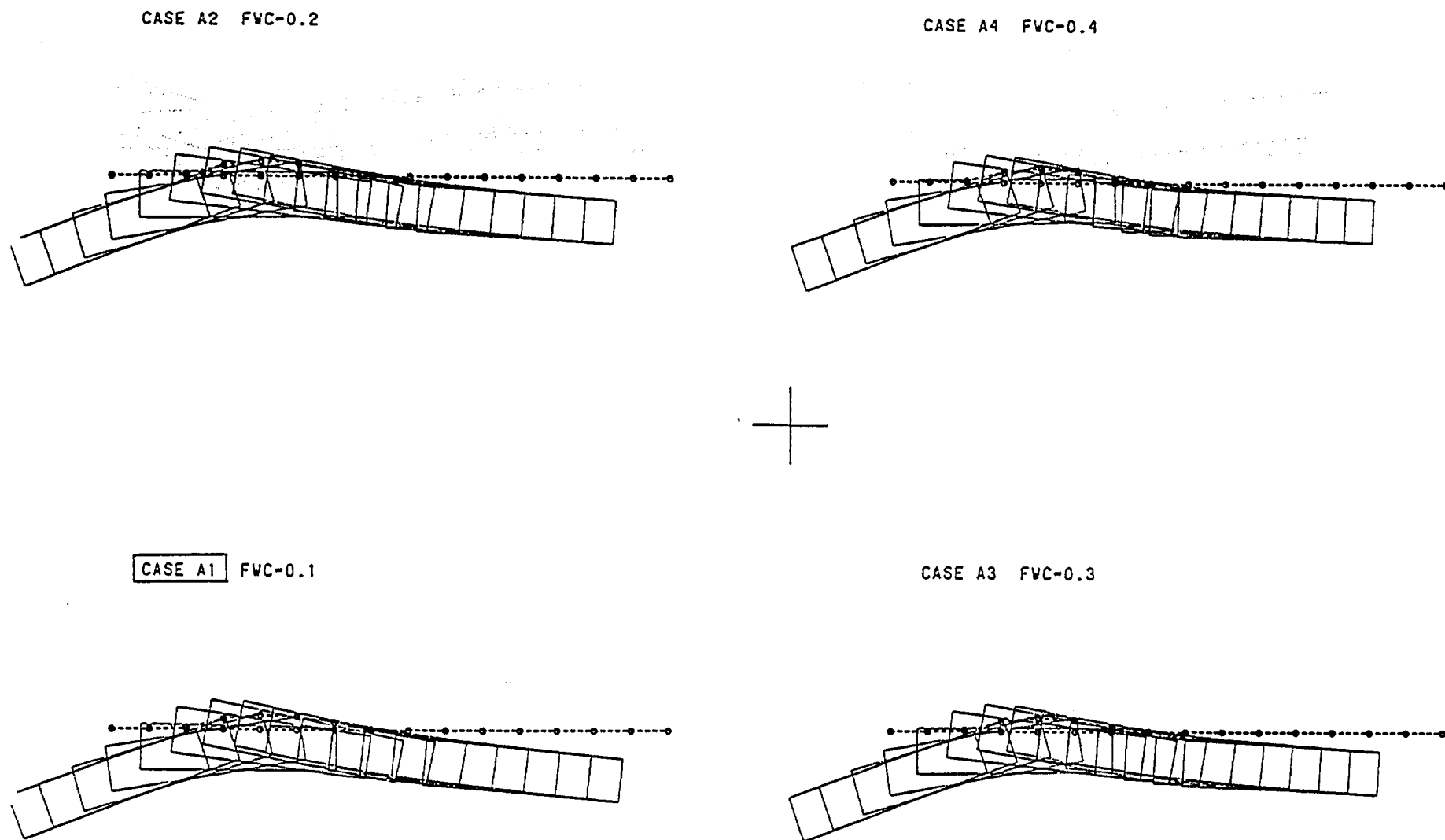
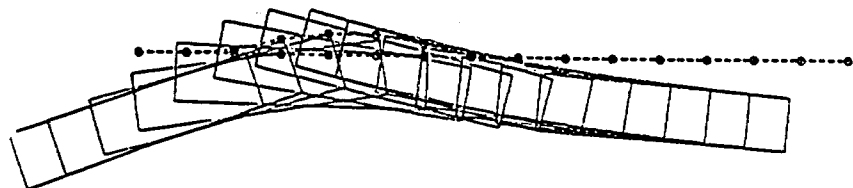
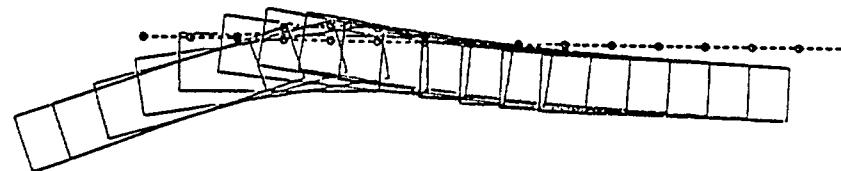


図- 59 車両パラメータによる衝突車の挙動変化

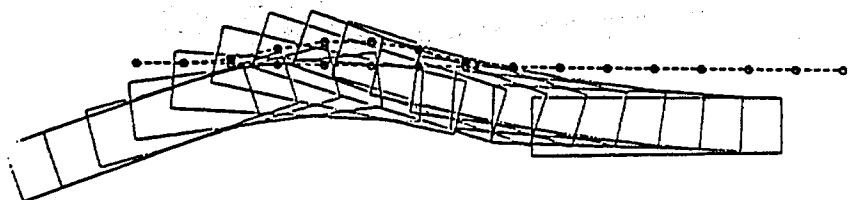
CASE B2 FM-0.5



CASE B4 FM-0.9



CASE B1 FM-0.3



CASE B3 FM-0.7

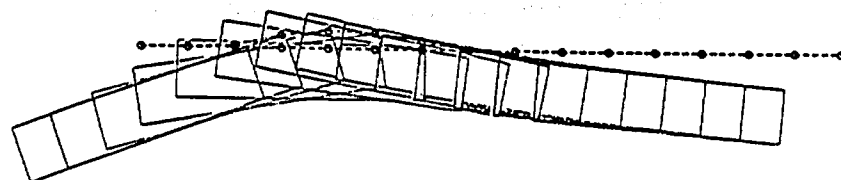
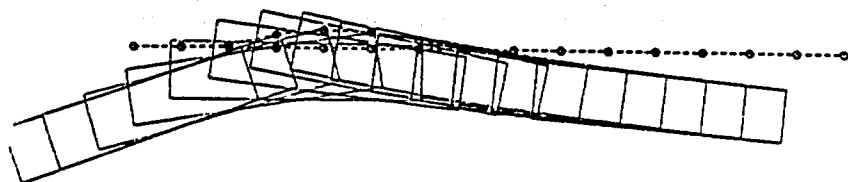
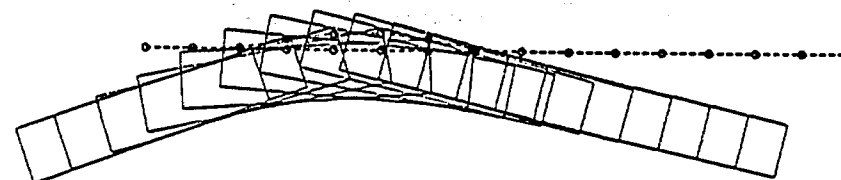


図- 60 車両パラメータによる衝突車の挙動変化

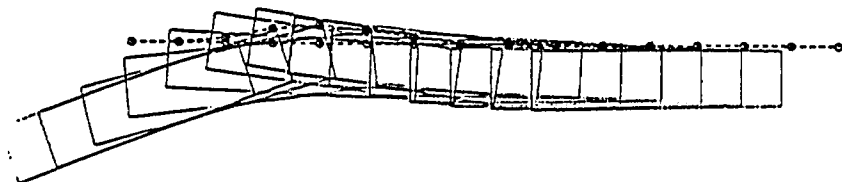
CASE C2 R2-4.930(1.0)



CASE C4 R2-7.888(1.6)



CASE C1 R2-3.451(0.7)



CASE C3 R2-6.409(1.3)

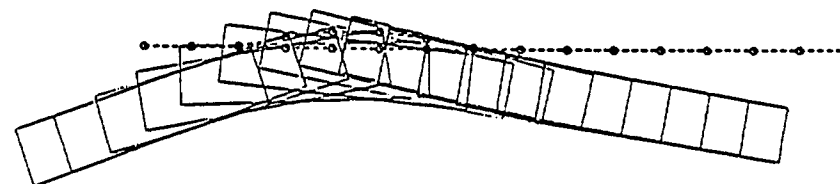
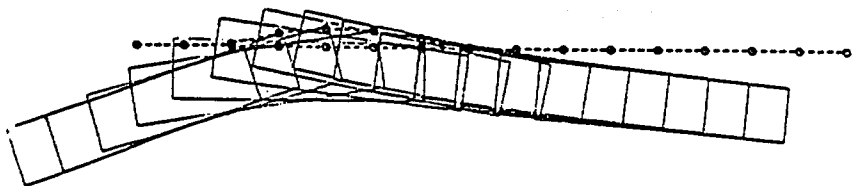
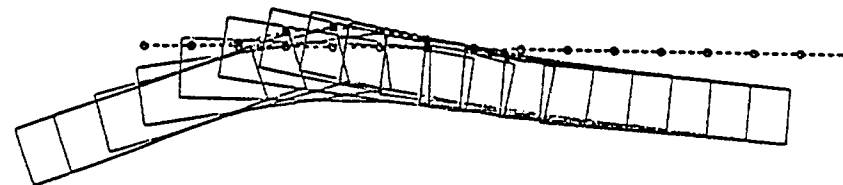


図-61 車両パラメータによる衝突車の挙動変化

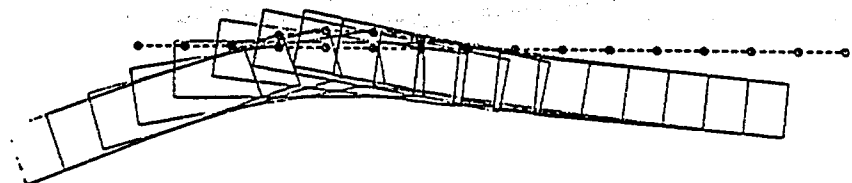
CASE D2 K1-50 K2-100



CASE D4 K1-80 K2-160



CASE D1 K1-35 K2-70



CASE D3 K1-65 K2-130

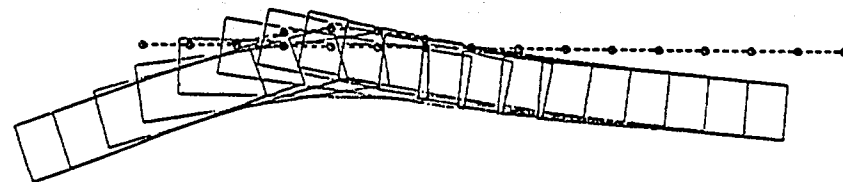
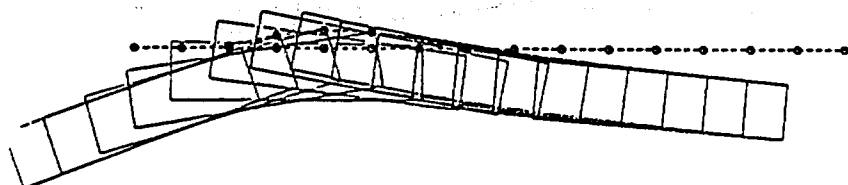
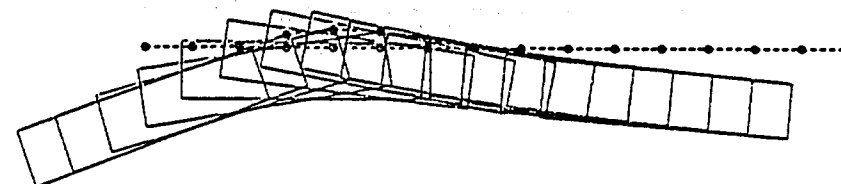


図-62 車両パラメータによる衝突車の挙動変化

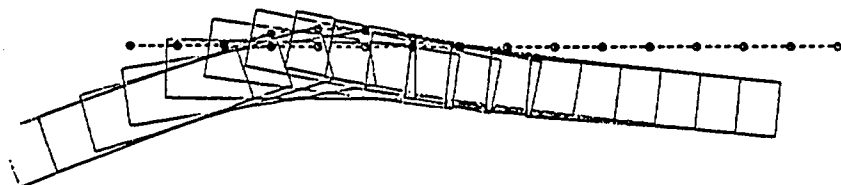
CASE E2 AFR-2.0



CASE E4 AFR-4.0



CASE E1 AFR-1.0



CASE E3 AFR-3.0

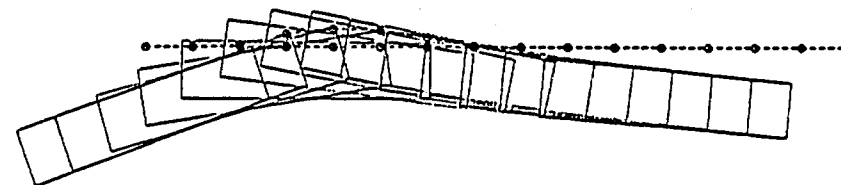
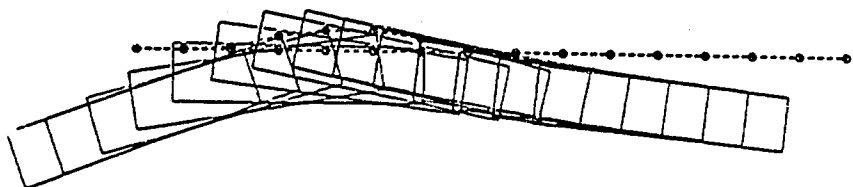
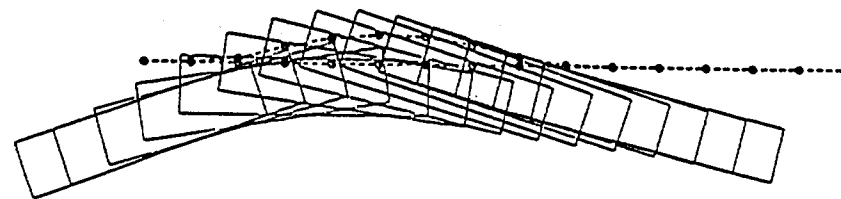


図-63 車両パラメータによる衝突車の挙動変化

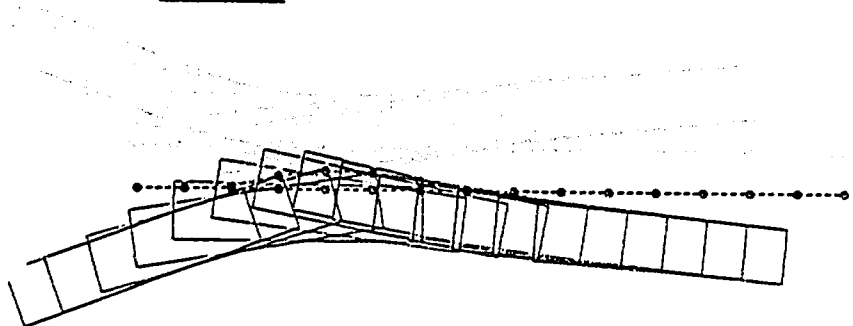
CASE F2 ABACK-0.8



CASE F4 ABACK-0.4



CASE F1 ABACK=1.0



CASE F3 ABACK-0.6

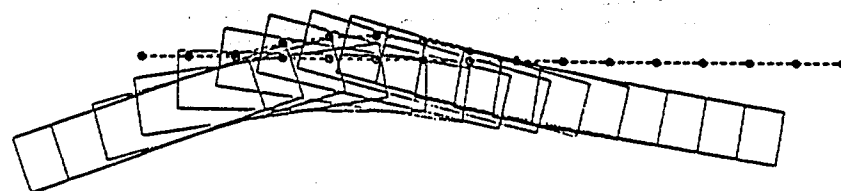
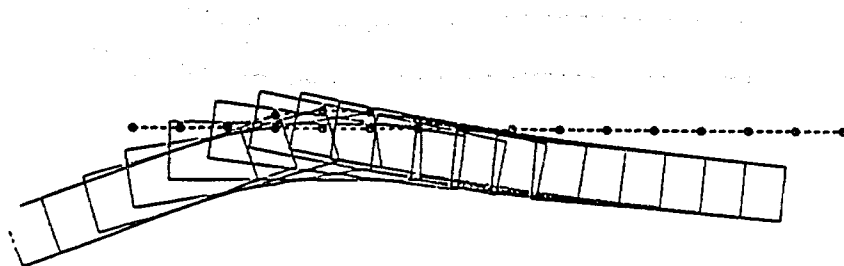
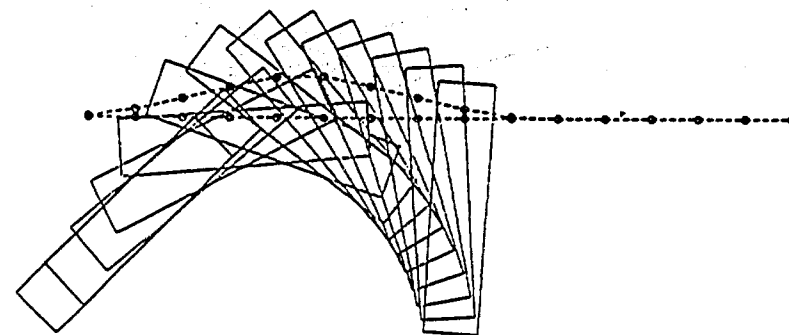


図-64 車両パラメータによる衝突車の挙動変化

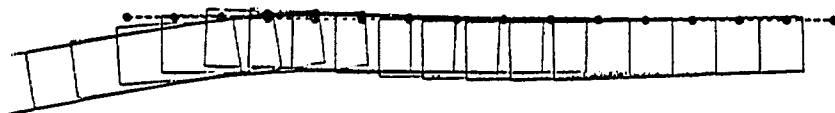
CASE G2 TH-20



CASE G4 TH-45



CASE G1 TH-10



CASE G3 TH-30

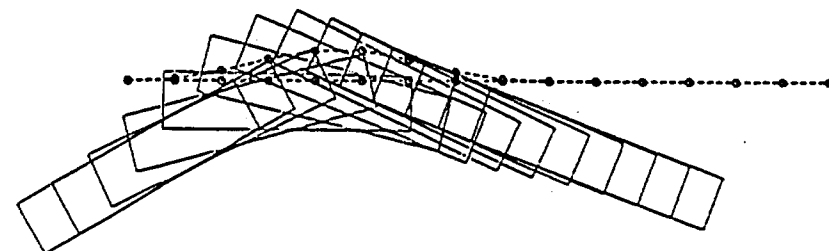


図-65 車両パラメータによる衝突車の挙動変化

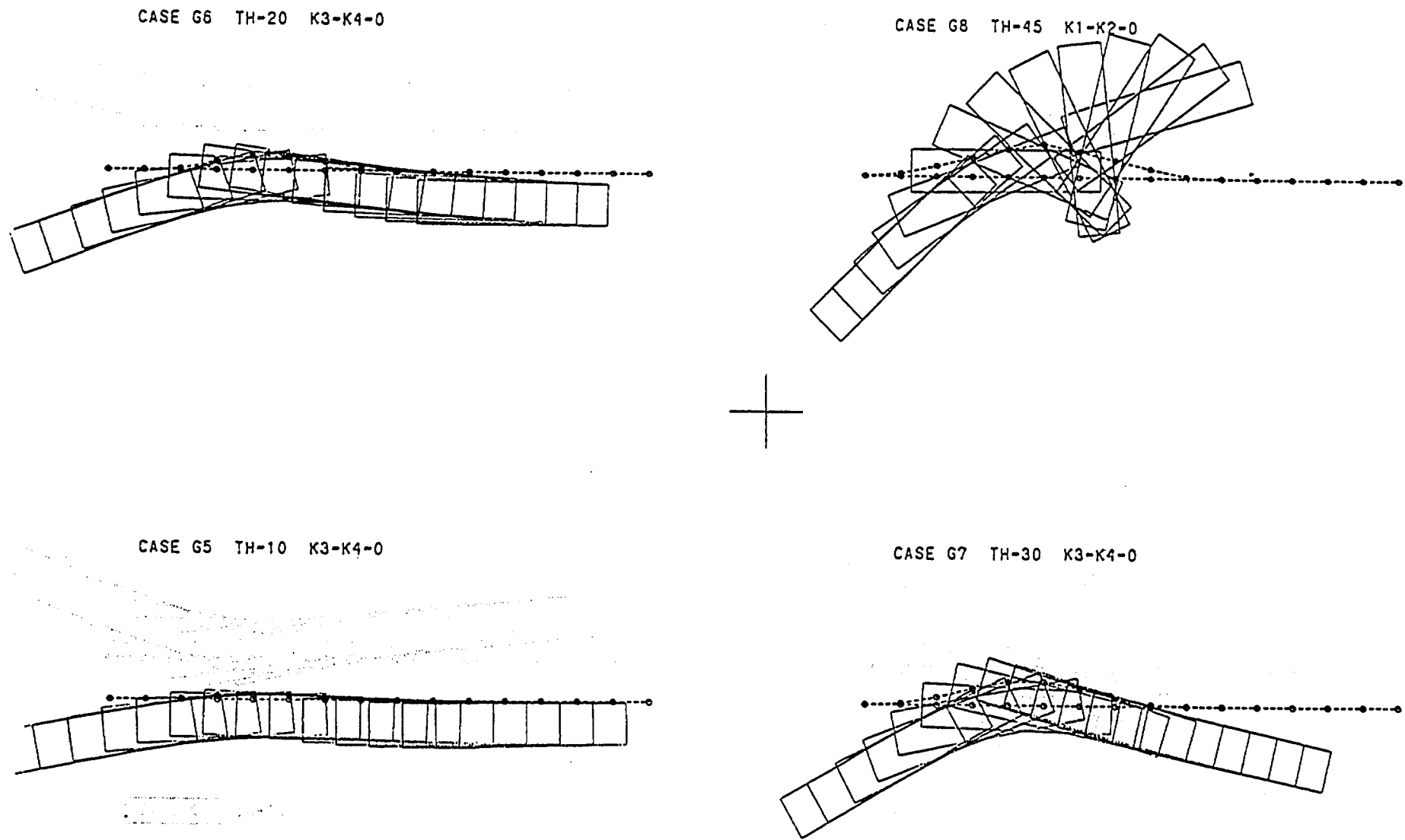


図-66 車両パラメータによる衝突車の挙動変化

6.3 ま と め

本章においては、主として中央分離帯用ガードレールに大型車が衝突した場合のシミュレーション解析として、解析に必要な諸定数のうち、特にその値の設定が困難なパラメータについて種々のパラメータ解析を行ってきた。

これらの結果より、中央分離帯用ガードレール、大型車に関する諸定数は、下表に示す値を用いればよいと思われる。ただし、これらの値は今回の解析範囲内において、解析結果に大きな影響を与えないという観点と従来からの使用例から設定したものであり、必ずしも最適値と言うわけではない。

R_2 (車の慣性半径の2乗)については、解析結果に影響が大きく、対象とする車両に応じて設定すべきである。

分 離 帯 用 レ ー ル	CFK	113.6 t/m
	CRK	113.6 t/m
	PFM	0.0 t
	MHON	20 本
	RA i LK	1,000 t/m
大 型 車	k_1	50 t/m ²
	k_2	100 t/m ²
	k_3	50 t/m ²
	k_4	50 t/m ²
	FWC	0.1
	FWC 2	0.2
	FM	0.7
そ の 他	AFR	1.0
	ABACK	1.0

参 考 文 献

- 1) 柴田正雄, 「防護柵の実車衝突実験」, 土木技術資料 Vol.11, No.7, 昭和44年7月。
- 2) 柴田正雄, 「防護柵の実車衝突実験(その2)」, 土木技術資料 Vol.13, No.10, 昭和46年10月。
- 3) 日本道路協会, 「コンクリート壁式剛性防護柵の構造に関する研究」, 昭和49年3月。
- 4) 高速道路調査会, 「橋梁用鋼製防護柵に関する研究報告書」, 昭和53年2月。
- 5) 土木研究所, 軽金属協会, 「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」, 昭和55年3月。
- 6) 日本道路協会, 「中央分離帯用防護柵に関する研究報告書」, 昭和60年6月。
- 7) 日本道路協会, 「防護柵設置要綱」, 昭和47年10月。
- 8) 荒川一夫, 「高欄の推力について」, 土木技術第4巻第8号, 昭和24年8月。
- 9) 日本道路協会, 「自転車道等の設計基準解説」, 昭和49年10月。
- 10) 日本道路協会, 「立体横断施設技術基準・同解説」, 昭和54年1月。
- 11) 建設省土木研究所, 「防護柵衝突シミュレーションに関する研究」, 土木研究所資料第574号, 昭和47年3月。
- 12) 江守一郎, 「自動車事故工学」, 技術書院。
- 13) 日立製作所, 「HITAC 数値計算副プログラムライブラリー」。
- 14) 溝口, 小野田, 「高速走行時のすべり摩擦係数」, 土木技術資料 Vol.11, No.7, 昭和44年7月。

あ と が き

本稿で述べた防護柵に関する研究は、土木研究所で現在までに実施された防護柵開発に関するすべての実験の結果である。防護柵の構造を検討するに当たっては、車両構造、道路構造、部材強度等を検討し、シミュレーション解析、部材の強度試験、実車衝突実験による安全性の確認等を行ってその効用と安全性を確認している。一つの構造形式を開発する場合にも短期的には十分には解決できない課題も多く、引き続き研究が必要である。また、車両事故の事故形態や社会の交通事故に対する考え方が年々変化する可能性があることから、防護柵に要求される機能も少しずつ変化してきている。したがって、防護柵の改善にあたって残された技術的課題を研究する際には、そのような社会的背景をも十分分析しておく必要があると考えられる。

付 録

衝突シミュレーション用プログラム

100

100

100 100 100 100 100 100 100 100 100 100

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
1	00001	PROGRAM LB0109	00000001
2			00000002
3		C LB010900 1986.8	00000003
4		C 91B3-15-4 CAR COLLISION (GUARDRAIL & GUARDCABLE)	00000004
5		C	00000005
6	00002	IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)	00000006
7	00003	COMMON /BLK1/ A1,A2,AX,AY,ATH,81,B2,C1,C2,CW,CK,CK1,CK2,CT,CH,	00000007
8		1 CD0(3),CD1(3),CD,D6,DP,DU,EI,ECD,EG,EY,FWC,FM,GK,H,K,	00000008
9		2 L1,L2,LL,LLIX,LRIX,M0,PK,PW,PFM,PH,R,R2,RY,ST,	00000009
10		3 TH,T,V,VX,VY,VTH,WR,W1,W2,X0,XWF,Y0,YWF,YR,	00000010
11		4 Y(7),F(7),G(7),CDR(101),CDR3(101)	00000011
12	00004	REAL*8 K,L1,L2,LL,LLIX,LRIX,M0	00000012
13	00005	COMMON /BLK2/ A,AA,C08,CF,CR,CS,D1,D2,DX1,DX2,D2D,DPF,D2S,K9,KF,	00000013
14		1 KR,L,P1,P2,P1D,P2D,PF,RX,SP,SPX,TT,W,XC1,XC2,XR1,	00000014
15		2 XR2,XD1,XD2,XRR,XDD1,XDD2,YC1,YC2,YR1,YR2,YCD,YL,	00000015
16		3 YRM,YLM	00000016
17	00006	REAL*8 K9,KF,KR,L	00000017
18	00007	COMMON /AA/ DELT1(10),DELT2(10),FDELT1(10),FDELT2(10),AK(4),	00000018
19		1 PDELT(8),TETA1(10),TETA2(10),TETA3(5)	00000019
20	00008	COMMON /BB/ NHON,IPOSIT,CFK,CRK,YPAR,TF,TR,PM,PCFM,PCRM,ITMAX	00000020
21	00009	COMMON /CC/ DELT(20),DELTO(20),EPS1,EPS2,EPS3,WK1(20,20),WK(20,5)	00000021
22	00010	COMMON /DD/ ICHK(5),NERRI(50),NERRJ(50)	00000022
23	00011	COMMON /EE/ NL,ND,ALENG(40),ADISP(40),PRAIL(40,40),TFTF(40,40),	00000023
24		1 TRTR(40,40),PCPC(40,40),YMAX(2,20),DISMAX(2,50),	00000024
25		1 DDELT(14,40,40),PN1(20,40),PN2(20,40)	00000025
26	00012	COMMON /FF/ PLDATA(20,500)	00000026
27	00013	COMMON /GG/ DMAX,DRES,SPAN,AKD,NBACK,PX	00000027
28	00014	COMMON /HH/ AAA,PCF,PCR,PGF,PGR,XRFF,XRRR,ISP1,ISP2,AFR	00000028
29		1 ,BLENG,CLENG,IDNS,XRC,YRC,ABACK,AAA1,ELENG,PCFF,XRFF	00000029
30		1 ,PGFF,ISP3	00000030
31	00015	COMMON /II/ KIND,TFTR0(40)	00000031
32	00016	COMMON /JJ/ TINTAL,CK3,CK4,FWC2,HANKEI,TETASS,TETAFF	00000032
33	00017	DIMENSION NHEAD(7),NAME(18),DEL(50),DPAR(3),FDEMAX(50),XPOST(50)	00000033
34	00018	DIMENSION ITITL(20)	00000034
35	00019	DATA NAME ,4H CAR ,4H COLL,4H SION,4H ,4H ,4H ,4H ,	00000035
36		1 ,4H ,4H ,4H ,4H ,4H ,4H ,4H ,	00000036
37		1 ,4H ,4H ,4H ,4H /	00000037
38	00020	DATA NHEAD ,4H CTRO,4H CAR ,4H GUAR,4H RUN ,4H WDK ,4H ROK ,4H END /	00000038
39	00021	REAL*4 PLDATA	00000039
40		C	00000040
41		C	00000041
42		C INPUT DATA OF CALCULATION & CAR CONDITION	00000042
43	00022	CALL LIST	00000043
44	00023	IJKL=0	00000044
45	00024	8888 READ(5,2500) IHEAD	00000045
46	00025	2500 FORMAT(A4)	00000046
47	00026	DO 2510 I=1,7	00000047
48	00027	JHEAD=I	00000048
49	00028	IF(IHEAD.EQ.NHEAD(I)) GO TO 2520	00000049
50	00029	2510 CONTINUE	00000050

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
51	00030	WRITE(6,2530)	
52	00031	2530 FORMAT(1H,5X,'*** HEAD ERR ***')	00000051
53	00032	STOP	00000052
54	00033	2520 GO TO (9991,9992,9993,9994,9995,9996,9999),JHEAD	00000053
55		C	00000054
56	00034	9991 READ(5,1001) KIND,M,IPRT,NOUT,ITMAX,JUMP,NCSP,(ICK(I),I=1,5)	00000055
57	00035	READ(5,1002) H,HANKEI,EPS1,EPS2	00000056
58	00036	IF(JUMP.EQ.0) JUMP=2	00000057
59	00037	IF(ITMAX.EQ.0) ITMAX=10	00000058
60	00038	IF(NOUT.EQ.0) NOUT=1	00000059
61	00039	IF(EPS1.EQ.0.) EPS1=0.0001	00000060
62	00040	IF(EPS2.EQ.0.) EPS2=0.00001	00000061
63	00041	IF(DABS(HANKEI).GT.1000.0) HANKEI=1.0E10	00000062
64	00042	EPS3=0.05	00000063
65	00043	GO TO 8888	00000064
66		C	00000065
67	00044	9992 READ(5,1002) L1,L2,A1,A2,B1,B2,W1,W2	00000066
68	00045	READ(5,1002) WR,DU,R2,CW,CK1,CK2,CK3,CK4	00000067
69	00046	READ(5,1002) FWC,FWC2,FM,TETAS,TETAF	00000068
70	00047	IF(CK1.EQ.0.0) CK1=1.0E-10	00000069
71	00048	IF(CK2.EQ.0.0) CK2=1.0E-10	00000070
72	00049	IF(CK3.EQ.0.0) CK3=1.0E-10	00000071
73	00050	IF(CK4.EQ.0.0) CK4=1.0E-10	00000072
74	00051	IF(TETAS.EQ.0.0) TETAS=87.0	00000073
75	00052	IF(TETAF.EQ.0.0) TETAF= 3.0	00000074
76	00053	TETASS=TETAS*0.01745	00000075
77	00054	TETAFF=TETAF*0.01745	00000076
78	00055	A12=(A1+A2)/100.	00000077
79	00056	IF (NCSP.NE.0) GO TO 8	00000078
80	00057	NCSP1=1	00000079
81	00058	NCSP2=16	00000080
82	00059	NCSP3=84	00000081
83	00060	NCSP4=101	00000082
84	00061	D1=A1	00000083
85	00062	D2=D1-15.5*A12	00000084
86	00063	C4=A2	00000085
87	00064	C3=C4-16.5*A12	00000086
88	00065	GO TO 9	00000087
89	00066	8 READ(5,1015) D1,D2,C3,C4	00000088
90	00067	NCSP1=IFIX((A1-D1)/A12+0.49999)+1	00000089
91	00068	NCSP2=IFIX((A1-D2)/A12+0.49999)+1	00000090
92	00069	NCSP3=IFIX((A1+C3)/A12+0.49999)+1	00000091
93	00070	NCSP4=IFIX((A1+C4)/A12+0.49999)+1	00000092
94	00071	1015 FORMAT(4F10.0)	00000093
95	00072	9 CONTINUE	00000094
96	00073	1001 FORMAT(7I5,20X,5I1)	00000095
97	00074	1002 FORMAT(8F10.0)	00000096
98	00075	GO TO 8888	00000097
99		C	00000098
100		C INPUT DATA OF GUARDRAIL CONDITION	00000099
			00000100

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
101		C	
102	00076	9993 READ(5,1004) MHON,EI,M0,CFK,CRK,PX,DP,PFM	00000101
103	00077	READ(5,1004) MHON,RAILK,THADAN,PTANB,RCOL,ACOL,DELTV,TINTAL	00000102
104	00078	IF(DELTV.GT.RCOL) GO TO 2490	00000103
105	00079	Z1=1.0+ACOL*ACOL/RCOL/RCOL	00000104
106	00080	Z2=ACOL*(1.0-DELTV/RCOL)	00000105
107	00081	Z3=DELTV*DELTV-2.0*RCOL*DELTV	00000106
108	00082	DELTH0=(Z2+DSQRT(Z2*Z2-Z1*Z3))/Z1	00000107
109	00083	GO TO 2450	00000108
110	00084	2490 DELTH0=100.0	00000109
111	00085	2450 CONTINUE	00000110
112	00086	L=DP	00000111
113	00087	SPAN=DP	00000112
114	00088	READ(5,1002) (PDELT(I),I=1,8)	00000113
115	00089	AK(1)=PDELT(1)/PDELT(5)	00000114
116	00090	AK(2)=(PDELT(2)-PDELT(1))/(PDELT(6)-PDELT(5))	00000115
117	00091	AK(3)=(PDELT(3)-PDELT(2))/(PDELT(7)-PDELT(6))	00000116
118	00092	AK(4)=(PDELT(4)-PDELT(3))/(PDELT(8)-PDELT(7))	00000117
119	00093	CALL TVAL(MHON,RAILK,AK(1),CFK,CRK,TFTRO,ICLK(2))	00000118
120	00094	READ(5,1003) NL,ND,AFR,AKD,ABACK	00000119
121	00095	IF(KIND.EQ.2.OR.KIND.EQ.4) CRK=0.0	00000120
122	00096	IF (AFR .EQ.0.) AFR =1.	00000121
123	00097	IF (AKD .EQ.0.) AKD =AK(1)	00000122
124	00098	IF (ABACK.EQ.0.) ABACK=1.	00000123
125	00099	READ(5,1002) (ALENG(I),I=1,NL)	00000124
126	00100	READ(5,1002) (ADISP(I),I=1,ND)	00000125
127	00101	1003 FORMAT(2I5,3F10.0)	00000126
128	00102	1004 FORMAT(I5,7F10.0)	00000127
129		C	00000128
130	00103	IF (IPRT.EQ.0) GO TO 211	00000129
131	00104	WRITE(6,1019) KIND	00000130
132	00105	WRITE(6,1009)	00000131
133	00106	WRITE(6,1010) MHON,EI,M0,CFK,CRK,PX,DP,PFM,AFR,AKD,ABACK	00000132
134	00107	WRITE(6,2600)	00000133
135	00108	WRITE(6,2610) MHON,RAILK,THADAN,PTANB,RCOL,ACOL,DELTV,DELTH0,	00000134
136		TINTAL	00000135
137	00109	1 WRITE(6,2010)	00000136
138	00110	WRITE(6,2020) (PDELT(I),I=1,8),(AK(I),I=1,4)	00000137
139	00111	WRITE(6,2100) (ALENG(I),I=1,NL)	00000138
140	00112	WRITE(6,2110) (ADISP(I),I=1,ND)	00000139
141	00113	1019 FORMAT(1H1// ' KIND=' ,I2)	00000140
142	00114	1009 FORMAT(1H0,' MHON EI(TM2) M0(TM) CF(T/M) CR(T/M) PX(M)	00000141
143		*P(M) PFM(T) AFR AKD(T/M) ABACK')	00000142
144	00115	1010 FORMAT(1H ,2X,I6,F9.2,F8.3,2F8.2,F8.2,5F8.2)	00000143
145	00116	2600 FORMAT(1H0,' MHON RK(T/M) T*(T) P0(T) RC(M) AC(M)	00000144
146		1(M) DH(M) T0(M)')	DV00000145
147	00117	2610 FORMAT(1H ,2X,I6,F9.2,2F8.2,4F8.3,F8.2)	00000146
148	00118	2010 FORMAT(1H0,2X,' P1 P2 P3 P4 D1 D2 D3	00000147
149		1 D4 K1 K2 K3 K4 ')	00000148
150	00119	2020 FORMAT(1H ,3X,12F7.3)	00000149
			00000150

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
151	00120	2100 FORMAT(1H0,1X,'ALENG',17F7.3)	
152	00121	2110 FORMAT(1H0,1X,'ADISP',17F7.3)	00000151
153		C	00000152
154	00122	211 CONTINUE	00000153
155	00123	212 CONTINUE	00000154
156	00124	2250 NERR=0	00000155
157	00125	NN=NHON/2+1	00000156
158	00126	DO 210 I=1,NL	00000157
159	00127	PM=0.	00000158
160	00128	PCFM=0.	00000159
161	00129	PCRM=0.	00000160
162	00130	LL=ALENG(I)	00000161
163	00131	IF(IPRT.EQ.0) GO TO 400	00000162
164	00132	WRITE(6,220)	00000163
165	00133	WRITE(6,320)	00000164
166	00134	220 FORMAT(1H1//)	00000165
167	00135	320 FORMAT(1H ,2X,'IT IP',4X,'LL',3X,'YPAR',3X,'DELT',/	00000166
168		1 24X,'PPAR',4X,'TF',5X,'TR',5X,'PM',3X,	00000167
169		1 'PCFM',3X,'PCRM',4X,'PC'//)	00000168
170	00136	400 CONTINUE	00000169
171		C	00000170
172		C	00000171
173		C	00000172
174	00137	STATIC FORCE-DISP RELATIONSHIP	00000173
175	00138	NHON2=NHON/2	00000174
176	00139	DO 210 J=1,ND	00000175
177	00140	YPAR=ADISP(J)	00000176
178	00141	GO TO (1,1,2,2),KIND	00000177
179	00142	1 CALL RAIL2(P1,IPRT,I,J,NERR,JUMP,PC)	00000178
180	00143	GO TO 3	00000179
181	00144	2 CALL CABLE(P1,IPRT,I,J,NERR,JUMP,PC)	00000180
182	00145	3 CONTINUE	00000181
183	00146	PRAIL(I,J)=P1	00000182
184	00147	TFTF (I,J)=TF	00000183
185	00148	TRTR (I,J)=TR	00000184
186	00149	PCPC (I,J)=PC	00000185
187	00150	PN1 (I,J)=(TF+TR)*TETA1(NN)	00000186
188	00151	PN2 (I,J)=(TF+TR)*TETA2(NN)	00000187
189	00152	IF(I.EQ.1) GO TO 3300	00000188
190	00153	DO 550 IJ=1,NHON	00000189
191	00154	DDELT(IJ,I,J)=DELT(IJ)	00000190
192	00155	550 CONTINUE	00000191
193	00156	GO TO 3310	00000192
194	00157	3300 CONTINUE	00000193
195	00158	DO 3320 IJ=1,NHON2	00000194
196	00159	I1=IJ+NHON2	00000195
197	00160	DDELT(I1,I,J)=DELT(IJ)	00000196
198	00161	3320 DDELT(IJ,I,J)=DELT(IJ+1)	00000197
199	00162	DDELT(NHON2,I,J)=0.0	00000198
200	00163	3310 CONTINUE	00000199
		210 CONTINUE	00000200

CARD	ISM	SOURCE STATEMENT	
201	00164	NL1=NL-1	
202	00165	NL2=NL	00000201
203	00166	NL=2*NL-1	00000202
204	00167	DO 3330 I=1,NL1	00000203
205	00168	II=NL-I+1	00000204
206	00169	ALENG(II)=DP-ALENG(I)	00000205
207	00170	DO 3340 J=1,ND	00000206
208	00171	PRAIL(II,J)=PRAIL(I,J)	00000207
209	00172	TFTF(II,J)=TFTF(I,J)	00000208
210	00173	TRTR(II,J)=TRTR(I,J)	00000209
211	00174	PCPC(II,J)=PCPC(I,J)	00000210
212	00175	DO 3350 IJ=1,NHON2	00000211
213	00176	II=IJ+NHON2	00000212
214	00177	DDELT(IJ,II,J)=DDELT(I,I,J)	00000213
215	00178	DDELT(II,II,J)=DDELT(IJ,I,J)	00000214
216	00179	3350 CONTINUE	00000215
217	00180	3340 CONTINUE	00000216
218	00181	3330 CONTINUE	00000217
219	00182	215 CONTINUE	00000218
220			00000219
221	00183	C 217 IF(IPRT.EQ.0) GO TO 580	00000220
222	00184	ND1=-15	00000221
223	00185	ND2=0	00000222
224	00186	380 ND1=ND1+16	00000223
225	00187	ND2=ND2+16	00000224
226	00188	IF(ND2.GT.ND) ND2=ND	00000225
227	00189	WRITE(6,220)	00000226
228	00190	WRITE(6,3110) (ADISP(I),I=ND1,ND2)	00000227
229	00191	3110 FORMAT(1H0,1X,'ADISP',7X,16F7.3)	00000228
230	00192	WRITE(6,310)	00000229
231	00193	DO 360 I=1,NL2	00000230
232	00194	WRITE(6,240) ALENG(I),(PRAIL(I,J),J=ND1,ND2)	00000231
233	00195	360 CONTINUE	00000232
234	00196	WRITE(6,310)	00000233
235	00197	DO 410 I=1,NL2	00000234
236	00198	WRITE(6,420) ALENG(I),(TFTF(I,J),J=ND1,ND2)	00000235
237	00199	410 CONTINUE	00000236
238	00200	WRITE(6,310)	00000237
239	00201	DO 430 I=1,NL2	00000238
240	00202	WRITE(6,440) ALENG(I),(TRTR(I,J),J=ND1,ND2)	00000239
241	00203	430 CONTINUE	00000240
242	00204	WRITE(6,310)	00000241
243	00205	DO 560 I=1,NL2	00000242
244	00206	WRITE(6,570) ALENG(I),(PCPC(I,J),J=ND1,ND2)	00000243
245	00207	560 CONTINUE	00000244
246	00208	WRITE(6,310)	00000245
247	00209	DO 910 I=1,NL2	00000246
248	00210	WRITE(6,920) ALENG(I),(PN1(I,J),J=ND1,ND2)	00000247
249	00211	910 CONTINUE	00000248
250	00212	WRITE(6,310)	00000249
			00000250

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
251	00213	DO 960 I=1,NL2	
252	00214	WRITE(6,970) ALENG(I),(PN2(I,J),J=ND1,ND2)	00000251
253	00215	CONTINUE	00000252
254	00216	IF(ND2.NE.ND) GO TO 380	00000253
255	00217	240 FORMAT(1H,1X,'PRAIL',17F7.3)	00000254
256	00218	420 FORMAT(1H,1X,'TF',17F7.3)	00000255
257	00219	440 FORMAT(1H,1X,'TR',17F7.3)	00000256
258	00220	570 FORMAT(1H,1X,'PC',17F7.3)	00000257
259	00221	920 FORMAT(1H,1X,'PN+',17F7.3)	00000258
260	00222	970 FORMAT(1H,1X,'PN-',17F7.3)	00000259
261	00223	580 CONTINUE	00000260
262		C DO 3360 J=1,NL	00000261
263		C DO 3360 KL=1,ND	00000262
264		C3360 WRITE(6,1231) (DOELT(I,J,KL),I=1,NHON)	00000263
265		C1231 FORMAT(1H,'DOELT',16F7.3)	00000264
266		C	00000265
267		C JUDGE P	00000266
268		C	00000267
269	00224	IF(NHON.EQ.14) GO TO 2290	00000268
270	00225	DO 2200 I=1,NL	00000269
271	00226	IF(PN1(I,ND).GT.PTANB) GO TO 2210	00000270
272	00227	IF(PN2(I,ND).GT.PTANB) GO TO 2210	00000271
273	00228	2200 CONTINUE	00000272
274	00229	GO TO 2290	00000273
275		C	00000274
276	00230	2210 NHON=NHON+2	00000275
277	00231	GO TO 2250	00000276
278		C	00000277
279	00232	2290 CONTINUE	00000278
280	00233	GO TO 8888	00000279
281		C	00000280
282		C	00000281
283		C INPUT DATA OF CAR RUNNING CONDITION	00000282
284	00234	9994 READ(5,1002) V,TH	00000283
285	00235	READ(5,3010) ITITL	00000284
286	00236	3010 FORMAT(20A4)	00000285
287		C	00000286
288	00237	WORK1=CW*(V*DSIN(0.01745*TH)/3.6)**2/19.6	00000287
289	00238	WRITE(6,1018) M,H	00000288
290	00239	WRITE(6,1007)	00000289
291	00240	WRITE(6,1008) L1,L2,A1,A2,B1,B2,W1,W2,	00000290
292		* WR,DU,R2,CW,CK1,CK2,CK3,CK4	00000291
293	00241	WRITE(6,1016)	00000292
294	00242	WRITE(6,1017) D1,D2,C3,C4,FWC,FWC2,FM,TETAS,TETAF	00000293
295	00243	IF(KIND.LE.2) WRITE(6,1021) KIND	00000294
296	00244	IF(KIND.GT.2) WRITE(6,2620) KIND	00000295
297	00245	WRITE(6,1009)	00000296
298	00246	WRITE(6,1010) NHON,EI,M0,CFK,CRK,PX,DP,PFM,AFR,AKD,ABACK	00000297
299	00247	WRITE(6,2600)	00000298
300	00248	WRITE(6,2610) NHON,RAILK,THADAN,PTANB,RCOL,ACOL,DELTV,DELTH0,	00000299
			00000300

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
301		1 TINTAL	00000301
302	00249	WRITE(6,2010)	00000302
303	00250	WRITE(6,2020) (PDEL(I),I=1,8),(AK(I),I=1,4)	00000303
304	00251	WRITE(6,2100) (ALENG(I),I=1,NL)	00000304
305	00252	WRITE(6,2110) (ADISP(I),I=1,ND)	00000305
306	00253	WRITE(6,1100) V,TH,WORK1,HANKEI	00000306
307	00254	WRITE(6,3020) ITITL	00000307
308	00255	1018 FORMAT(1H1// ' CONDITION OF SIMULATION M=',I3,' H=',F6.3,	00000308
309		1 '(SEC)'/1H0,3X,'* CAR')	00000309
310	00256	1007 FORMAT(1H0, ' L1(M) L2(M) A1(M) A2(M) B1(M) B2(M)	00000310
311		*W1(M) W2(M) WR(M) DU(M) R**2(M2) W(T) K(T/M2) K(T/M2) K(T/M2)	00000311
312		*K(T/M2)')	00000312
313	00257	1008 FORMAT(1H ,3X,8F7.3,3F7.3,2F7.2,4F8.2)	00000313
314	00258	1016 FORMAT(1H0,3X,' C1(M) C2(M) C3(M) C4(M) FWC FWC2 FMAX	00000314
315		*TETAS TETAF')	00000315
316	00259	1017 FORMAT(1H ,3X,7F7.3,2F7.2)	00000316
317	00260	1021 FORMAT(1H0,3X,'* GURDRAIL KIND=',I2)	00000317
318	00261	2620 FORMAT(1H0,3X,'* GURDCABLE KIND=',I2)	00000318
319	00262	1100 FORMAT(1H0,3X,'* RUNNING'/	00000319
320		1 1H0,5X,'V(K/M) TH(DO) EY(TM) R(M)'/5X,F6.1,F7.1,2F8.2)	00000320
321	00263	3020 FORMAT(1H0,3X,'* TITLE',2X,20A4)	00000321
322	00264	350 CONTINUE	00000322
323	00265	WRITE(6,310)	00000323
324		C	00000324
325	00266	IF(NERR.EQ.0) GO TO 200	00000325
326	00267	WRITE(6,500) NERR	00000326
327	00268	500 FORMAT(1H0,5X,'**',I4,2X,'ERROR **//9X,'LENG DISP')	00000327
328	00269	DO 510 I=1,NERR	00000328
329	00270	510 WRITE(6,520) NERRI(I),NERRJ(I)	00000329
330	00271	520 FORMAT(1H ,8X,I4,2X,I4)	00000330
331	00272	STOP	00000331
332		C	00000332
333		C PREPARE & INITIALIZE	00000333
334		C	00000334
335	00273	200 CONTINUE	00000335
336		C	00000336
337	00274	L=DP	00000337
338	00275	SPAN=DP	00000338
339	00276	NTMON=NHON	00000339
340	00277	DO 603 I=1,3	00000340
341	00278	CD0(I)=0.	00000341
342	00279	603 CD1(I)=0.	00000342
343	00280	PC=0.	00000343
344	00281	DO 600 I=1,2	00000344
345	00282	DO 601 J=1,20	00000345
346	00283	601 YMAX(I,J)=0.	00000346
347	00284	DO 602 J=1,50	00000347
348	00285	602 DISMAX(I,J)=0.	00000348
349	00286	600 CONTINUE	00000349
350	00287	LL=0.	00000350

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
351	00288	TF=0.	
352	00289	TR=0.	00000351
353	00290	V=V/3.6	00000352
354	00291	TH=0.0174533*TH	00000353
355	00292	PH=TH	00000354
356	00293	LLIX= 100.0	00000355
357	00294	LRIK=-100.0	00000356
358	00295	DO 10 N=1,101	00000357
359	00296	CDR(N)=1.0E20	00000358
360	00297	10 CONTINUE	00000359
361	00298	DO 20 N=NCSP1,NCSP2	00000360
362	00299	CDR(N)=0.0	00000361
363	00300	DO 22 N=NCSP3,NCSP4	00000362
364	00301	CDR(N)=0.0	00000363
365	00302	DO 24 N=1,101	00000364
366	00303	CDR3(N)=0.0	00000365
367	00304	DPAR(1)=0.0001	00000366
368	00305	DPAR(2)=0.0001	00000367
369	00306	DPAR(3)=0.0001	00000368
370	00307	NHON2=NHON/2	00000369
371	00308	XREAR0=-(A1+A2)*DCOS(TH)+(B1-B2)*DSIN(TH)	00000370
372	00309	NBACK =NHON2+(PX-XREAR0+L)/L	00000371
373	00310	NTHON =NBACK+NHON2	00000372
374		C Y2-Y4 , Y5-Y7 ; DISP , VEL (G. OF CAR AT COLLISION)	00000373
375	00311	Y(1)=0.0	00000374
376	00312	Y(2)=-A1*DCOS(TH)+B1*DSIN(TH)	00000375
377	00313	Y(3)=-A1*DSIN(TH)-B1*DCOS(TH)	00000376
378	00314	Y(4)=TH	00000377
379	00315	Y(5)=V*DCOS(PH)	00000378
380	00316	Y(6)=V*DSIN(PH)	00000379
381	00317	Y(7)=0.0	00000380
382	00318	EY=0.0	00000381
383	00319	C1=1.0-SQRT(0.5)	00000382
384	00320	C2=2.0-C1	00000383
385	00321	D6=1.0/6.0	00000384
386	00322	DO 11 I=1,7	00000385
387	00323	Q(I)=0.0	00000386
388	00324	11 CONTINUE	00000387
389	00325	F(1)=1.0	00000388
390	00326	WRITE(6,1011) ITITL	00000389
391	00327	WRITE(6,1012)	00000390
392	00328	1011 FORMAT(1H1/10X,20A4,	00000391
393		* ///' T XW1 YW1 XW2 YW2 TH PH CPH	00000392
394		* VCY VCY ACX ACY DEF1 DEF2 DEF3 FY1 ,	00000393
395		* ,FY2 FY3 TF TR/1X,	00000394
396		* (S)',4(' (M)',1X,3(' (DO)',2(' (M/S)'),	00000395
397		* (G) (G) (M) (M) (M)',3(' (T)'),' (T) (T)'	00000396
398	00329	1012 FORMAT(1H ,6X,' X0 Y0 TH2/'	00000397
399		1 7X,' (M) (M) (DO)'/)	00000398
400	00330	CALL FUNC(DPAR)	00000399
			00000400

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
401	00331	XRC=0.0	00000401
402	00332	CALL PRINT(1,0,0.D0,0.D0,0.D0,0.D0,0.D0,0.D0,0.D0)	00000402
403	00333	LINE=0	00000403
404		C	00000404
405		C	00000405
406		C	00000406
407	00334	DO 16 J=1,M	00000407
408	00335	MSTEP=J	00000408
409	00336	NFCUT=J	00000409
410		C	00000410
411	00337	RUNGE KUTTA GILL'S METHOD	00000411
412	00338	DO 12 I=1,7	00000412
413	00339	K=H*F(I)	00000413
414	00340	R=0.5*K-Q(I)	00000414
415	00341	Q(I)=Q(I)+3.0*R-0.5*K	00000415
416	00342	Y(I)=Y(I)+R	00000416
417	00343	12 CONTINUE	00000417
418	00344	CALL FUNC(DPAR)	00000418
419	00345	DO 13 I=1,7	00000419
420	00346	K=H*F(I)	00000420
421	00347	R=C1*(K-Q(I))	00000421
422	00348	Q(I)=Q(I)+3.0*R-C1*K	00000422
423	00349	Y(I)=Y(I)+R	00000423
424	00350	13 CONTINUE	00000424
425	00351	CALL FUNC(DPAR)	00000425
426	00352	DO 14 I=1,7	00000426
427	00353	K=H*F(I)	00000427
428	00354	R=C2*(K-Q(I))	00000428
429	00355	Q(I)=Q(I)+3.0*R-C2*K	00000429
430	00356	Y(I)=Y(I)+R	00000430
431	00357	14 CONTINUE	00000431
432	00358	CALL FUNC(DPAR)	00000432
433	00359	DO 15 I=1,7	00000433
434	00360	K=H*F(I)	00000434
435	00361	R=(K-2.0*Q(I))*D6	00000435
436	00362	Q(I)=Q(I)+3.0*R-0.5*K	00000436
437	00363	Y(I)=Y(I)+R	00000437
438	00364	15 CONTINUE	00000438
439	00365	CALL FUNC(DPAR)	00000439
440		EY=YR	00000440
441	00366	C	00000441
442	00367	FRONT WHEEL	00000442
443	00368	CALL SKELT2(BLENG,DPAR(1),TF1,TR1,PC1,NHON,ISP1,1)	00000443
444	00369	DO 28 I=1,NHON	00000444
445	00370	DEL(I)=0.	00000445
446	00371	28 CONTINUE	00000446
447	00372	IF(DPAR(1).EQ.0.) GO TO 34	00000447
448	00373	DO 30 I=1,NHON2	00000448
449	00374	I1=ISP1+I	00000449
450	00375	I2=ISP1-I+1	00000450
		II=I+NHON2	
		DEL(I1)=DEL(I2)	

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
451	00376	DEL(I2)=DELTO(I1)	
452	00377	30 CONTINUE	00000451
453	00378	NTHON=MAX0(NTHON,I1,I2)	00000452
454		REAR WHEEL	00000453
455	00379	34 CALL SKELT2(CLENG,DPAR(2),TF2,TR2,PC2,NHON,ISP2,2)	00000454
456	00380	IF (DPAR(2).EQ.0.) GO TO 36	00000455
457	00381	DO 32 I=1,NHON2	00000456
458	00382	I1=ISP2+1	00000457
459	00383	I2=ISP2-I+1	00000458
460	00384	II=I+NHON2	00000459
461	00385	IF (DELTO(I).GT.DEL(I1)) DEL(I1)=DELTO(I)	00000460
462	00386	IF (DELTO(II).GT.DEL(I2)) DEL(I2)=DELTO(II)	00000461
463	00387	32 CONTINUE	00000462
464	00388	NTHON=MAX0(NTHON,I1,I2)	00000463
465		FRONT FRONT	00000464
466	00389	36 CALL SKELT2(ELENG,DPAR(3),TF3,TR3,PC3,NHON,ISP3,1)	00000465
467	00390	IF (DPAR(3).EQ.0.) GO TO 38	00000466
468	00391	DO 37 I=1,NHON2	00000467
469	00392	I1=ISP3+1	00000468
470	00393	I2=ISP3-I+1	00000469
471	00394	II=I+NHON2	00000470
472	00395	IF (DELTO(I).GT.DEL(I1)) DEL(I1)=DELTO(I)	00000471
473	00396	IF (DELTO(II).GT.DEL(I2)) DEL(I2)=DELTO(II)	00000472
474	00397	37 CONTINUE	00000473
475	00398	NTHON=MAX0(NTHON,I1,I2)	00000474
476	00399	38 TF=TF1/AAA1+TF2/AAA+TF3	00000475
477	00400	TR=TR1/AAA1+TR2/AAA+TR3	00000476
478			00000477
479	00401	C IF(KIND.LE.2) GO TO 7600	00000478
480	00402	IF(TF1.GT.0.) TF1=TF1-TINTAL	00000479
481	00403	IF(TF2.GT.0.) TF2=TF2-TINTAL	00000480
482	00404	IF(TF3.GT.0.) TF3=TF3-TINTAL	00000481
483	00405	TF=TF1/AAA1+TF2/AAA+TF3+TINTAL	00000482
484	00406	IF(TR1.GT.0.) TR1=TR1-TINTAL	00000483
485	00407	IF(TR2.GT.0.) TR2=TR2-TINTAL	00000484
486	00408	IF(TR3.GT.0.) TR3=TR3-TINTAL	00000485
487	00409	TR=TR1/AAA1+TR2/AAA+TR3+TINTAL	00000486
488	00410	7600 CONTINUE	00000487
489	00411	PC=DMAX1(PC1,PC2,PC3)	00000488
490		C RENEWAL OF MAXIMUM VALUE	00000489
491	00412	CALL RIREKI(CD0,CD1,CDR,A1,A2)	00000490
492	00413	CALL RIREK2(CD0,CD1,CDR3)	00000491
493	00414	DO 620 I=1,NTHON	00000492
494	00415	IF(DABS(DEL(I)).GT.DABS(DISMAX(1,I))) DISMAX(2,I)=Y(1)	00000493
495	00416	IF(DABS(DEL(I)).GT.DABS(DISMAX(1,I))) DISMAX(1,I)=DEL(I)	00000494
496	00417	620 CONTINUE	00000495
497		C OUTPUT OF RESPONSE	00000496
498	00418	IWORK1=MOD(J,NOUT)	00000497
499	00419	IF(IWORK1.EQ.0) LINE=LINE+1	00000498
500	00420	IF(MOD(J,5).NE.0) GO TO 300	00000499
			00000500

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
501	00421	IF(MOD(LINE,5).NE.0) GO TO 300	
502	00422	WRITE(6,310)	00000501
503	00423	310 FORMAT(1H)	00000502
504	00424	300 CONTINUE	00000503
505	00425	307 IF(MOD(LINE,20).EQ.0.AND.MOD(J,20).EQ.0) WRITE(6,1011) ITITL	00000504
506	00426	IF(MOD(LINE,20).EQ.0.AND.MOD(J,20).EQ.0) WRITE(6,1012)	00000505
507	00427	JJJ=J+1	00000506
508	00428	YRC=YR	00000507
509	00429	CALL PRINT(JJJ,IWORK1,DPAR(1),DPAR(2),DPAR(3),PGF,PGR,PGFF,PC)	00000508
510		C	00000509
511	00430	IF(DABS(PCF -PGF).GT.0.9) GO TO 2350	00000510
512	00431	IF(DABS(PCR -PGR).GT.0.9) GO TO 2350	00000511
513	00432	IF(DABS(PCFF-PGFF).GT.0.9) GO TO 2350	00000512
514	00433	IF(TF.GT.THADAN.OR.TR.GT.THADAN) GO TO 2300	00000513
515	00434	DO 2320 I=1,NTHON	00000514
516	00435	IF(DISMAX(1,I).GT.DELTH0) GO TO 2330	00000515
517	00436	2320 CONTINUE	00000516
518		C	00000517
519	00437	IF (ICLK(5).EQ.0) GO TO 16	00000518
520	00438	WRITE (6,6110) XRFF,ISP1,BLENG,XRRR,ISP2,CLENG,DMAX,DRES	00000519
521	00439	6110 FORMAT(9X,'F ',F7.2,I7,F7.2,' R ',F7.2,I7,F7.2,' D	00000520
522		1 ,2F7.3)	00000521
523	00440	16 CONTINUE	00000522
524	00441	GO TO 2390	00000523
525	00442	2300 WRITE(6,2310) MSTEP,TF,TR	00000524
526	00443	2310 FORMAT(1H ,2X,'** HADAN ** M=',I5,5X,'TF=',F7.2,5X,'TR=',F7.2)	00000525
527	00444	GO TO 2390	00000526
528	00445	2330 WRITE(6,2340) MSTEP	00000527
529	00446	2340 FORMAT(1H ,2X,'** GET OVER ** M=',I5)	00000528
530	00447	GO TO 2390	00000529
531	00448	2350 WRITE(6,2360) PCF,PGF,PCR,PGR,PCFF,PGFF	00000530
532	00449	2360 FORMAT(1H , '** UNBALANCED POWER BETWEEN CAR AND GUARD **',6F10.3)	00000531
533	00450	2390 CONTINUE	00000532
534		C	00000533
535		C	00000534
536		C	00000535
537	00451	DO 700 I=1,NTHON	00000536
538	00452	700 CALL POELTA(1,DISMAX(1,I),FDEMAX(I),AK,PDELT)	00000537
539	00453	WRITE(6,630) (YMAX(1,I),I=1,10)	00000538
540	00454	WRITE(6,630) (YMAX(2,I),I=1,10)	00000539
541	00455	WRITE(6,640) YMAX(1,11),YMAX(1,12)	00000540
542	00456	WRITE(6,641) YMAX(2,11),YMAX(2,12)	00000541
543	00457	DO 805 I=1,NTHON	00000542
544	00458	XPOST(I)=(I-NBACK-1)*L+PX	00000543
545	00459	805 CONTINUE	00000544
546	00460	WRITE(6,707)	00000545
547	00461	III2=0	00000546
548	00462	810 III1=III2+1	00000547
549	00463	III2=III1+14	00000548
550	00464	IF (III2.GT.NTHON) III2=NTHON	00000549
			00000550

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
551	00465	WRITE(6,708) (I	
552	00466	WRITE(6,712) (XPOST(I)	00000551
553	00467	WRITE(6,709) (DISMAX(1,I),I=1111,1112)	00000552
554	00468	WRITE(6,710) (FDEMAX(I)	00000553
555	00469	WRITE(6,711) (DISMAX(2,I),I=1111,1112)	00000554
556	00470	800 CONTINUE	00000555
557	00471	IF(1112.NE.NTHON) GO TO 810	00000556
558	00472	WRITE(6,1013)	00000557
559	00473	WRITE(6,1014) (CDR(N),N=1,101)	00000558
560	00474	WRITE(6,1023)	00000559
561	00475	WRITE(6,1014) (CDR3(N),N=1,101)	00000560
562	00476	630 FORMAT(1H0,3X,'MAX',61X,3F7.2,5F6.2,2F5.1)	00000561
563	00477	680 FORMAT(1H ,3X,' T ',61X,3F7.3,5F6.3,2F5.2)	00000562
564	00478	640 FORMAT(1H0,3X,'MAX',4X,'PC(T) ',3X,F7.3,6X,'AC(G) ',3X,F7.3)	00000563
565	00479	641 FORMAT(1H , 10X, 'T(SEC)',3X,F7.3,6X,'T(SEC)',3X,F7.3/)	00000564
566	00480	707 FORMAT(1H0,3X,'MAX OF POST')	00000565
567	00481	708 FORMAT(1H0,' NO. ' 15I7)	00000566
568	00482	709 FORMAT(1H ,' DELT(M) ',15F7.3)	00000567
569	00483	712 FORMAT(1H ,' X (M) ' 15F7.2)	00000568
570	00484	710 FORMAT(1H ,' P (T) ',15F7.2)	00000569
571	00485	711 FORMAT(1H ,' T(SEC) ',15F7.3)	00000570
572	00486	1013 FORMAT(1H0,' DESTRUCTION OF CAR (SIDE) (M)'/)	00000571
573	00487	1014 FORMAT(20(1X,F5.3))	00000572
574	00488	1023 FORMAT(1H0,' DESTRUCTION OF CAR (FRONT) (M)'/)	00000573
575		C	00000574
576		C	00000575
577		C	00000576
578	00489	IF(ICHK(3).EQ.0) GO TO 330	00000577
579	00490	MSTEP=MSTEP+1	00000578
580	00491	IJKL=IJKL+1	00000579
581	00492	IF(IJKL.EQ.1) REWIND 20	00000580
582	00493	IF(IJKL.EQ.1) REWIND 21	00000581
583	00494	DO 340 I=1,14	00000582
584	00495	WRITE(20) (NAME(J),J=1,18),MSTEP,PLDATA(1,1)	00000583
585	00496	340 WRITE(20) (PLDATA(I,J),J=1,MSTEP)	00000584
586	00497	WRITE(6,370)	00000585
587	00498	370 FORMAT(1H //5X,'** PLOTTER **')	00000586
588	00499	WRITE(21) A1,A2,B1,B2,PX,DP,HANKEI	00000587
589	00500	WRITE(21) (ITITL(I),I=1,20)	00000588
590	00501	WRITE(21) NTHON	00000589
591	00502	WRITE(21) (XPOST(I),I=1,NTHON),(DISMAX(1,I),I=1,NTHON)	00000590
592	00503	330 CONTINUE	00000591
593	00504	GO TO 8888	00000592
594		C	00000593
595	00505	9995 REWIND 23	00000594
596	00506	WRITE(23) NHON,EI,M0,CFK,CRK,PX,DP,PFM	00000595
597	00507	WRITE(23) MHON,RAILK,THADAN,PTAN8,RCOL,ACOL,DELTV,TINTAL,DELTHO	00000596
598	00508	WRITE(23) (PDELT(I),I=1,8),(AK(I),I=1,4)	00000597
599	00509	WRITE(23) NL,ND,AFR,AKD,ABACK	00000598
600	00510	WRITE(23) (ALENG(I),I=1,NL)	00000599
			00000600

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
601	00511	WRITE(23) (ADISP(I),I=1,ND)	00000601
602	00512	WRITE(23) ((PRAIL(I,J),J=1,ND),I=1,NL)	00000602
603	00513	WRITE(23) ((TFTF(I,J),J=1,ND),I=1,NL)	00000603
604	00514	WRITE(23) ((TRTR(I,J),J=1,ND),I=1,NL)	00000604
605	00515	WRITE(23) ((PCPC(I,J),J=1,ND),I=1,NL)	00000605
606	00516	WRITE(23) (((DDELT(IJ,I,J),J=1,ND),I=1,NL),IJ=1,NHON)	00000606
607	00517	GO TO 8888	00000607
608		C	00000608
609	00518	9996 REWIND 23	00000609
610	00519	READ(23) NHON,EI,M0,CFK,CRK,PX,DP,PFM	00000610
611	00520	READ(23) MHON,RAILK,THADAN,PTANB,RCOL,ACOL,DELTV,TINTAL,DELTHO	00000611
612	00521	READ(23) (PDELT(I),I=1,8),(AK(I),I=1,4)	00000612
613	00522	READ(23) NL,ND,AFR,AKD,ABACK	00000613
614	00523	READ(23) (ALENG(I),I=1,NL)	00000614
615	00524	READ(23) (ADISP(I),I=1,ND)	00000615
616	00525	READ(23) ((PRAIL(I,J),J=1,ND),I=1,NL)	00000616
617	00526	READ(23) ((TFTF(I,J),J=1,ND),I=1,NL)	00000617
618	00527	READ(23) ((TRTR(I,J),J=1,ND),I=1,NL)	00000618
619	00528	READ(23) ((PCPC(I,J),J=1,ND),I=1,NL)	00000619
620	00529	READ(23) (((DDELT(IJ,I,J),J=1,ND),I=1,NL),IJ=1,NHON)	00000620
621	00530	GO TO 8888	00000621
622		C	00000622
623	00531	9999 STOP	00000623
624	00532	END	00000624

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
625	00001	SUBROUTINE LIST	
626	00002	DIMENSION IDATA(20)	00000625
627	00003	REWIND 22	00000626
628	00004	WRITE(6,10) (I,I=1,8)	00000627
629	00005	10 FORMAT(1H1///25X,8(9X,I1))	00000628
630	00006	WRITE(6,20)	00000629
631	00007	20 FORMAT(1H ,24X,8('.....:.....I'))	00000630
632	00008	LINE=0	00000631
633	00009	L=0	00000632
634	00010	100 CONTINUE	00000633
635	00011	READ(5,40,END=200) IDATA	00000634
636	00012	LINE=LINE+1	00000635
637	00013	L=L+1	00000636
638	00014	IF(L.LE.50) GO TO 300	00000637
639	00015	WRITE(6,20)	00000638
640	00016	WRITE(6,10) (I,I=1,8)	00000639
641	00017	WRITE(6,20)	00000640
642	00018	L=1	00000641
643	00019	300 CONTINUE	00000642
644	00020	WRITE(6,30) LINE,IDATA	00000643
645	00021	30 FORMAT(I16,' '),5X,20A4)	00000644
646	00022	WRITE(22,40) IDATA	00000645
647	00023	40 FORMAT(20A4)	00000646
648	00024	GO TO 100	00000647
649	00025	200 CONTINUE	00000648
650	00026	WRITE(6,20)	00000649
651	00027	REWIND 22	00000650
652	00028	RETURN	00000651
653	00029	END	00000652
			00000653

*PROGRAM SIZE 1124(000464) BYTES, SOURCE STATEMENTS = 29, PROGRAM NAME = LIST, NOT USED CORE = 741K BYTES

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
654	00001	SUBROUTINE TVAL(MHON,AKG,AKC,CFK,CRK,TFTR0,ICLK)	00000654
655	00002	IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)	00000655
656	00003	DIMENSION A(4,40),TFTR0(40)	00000656
657	00004	DO 400 I=1,40	00000657
658	00005	TFTR0(I)=1.0	00000658
659	00006	400 CONTINUE	00000659
660		C	00000660
661	00007	IF(MHON.EQ.0) RETURN	00000661
662		C	00000662
663	00008	NMEM=MHON/2	00000663
664	00009	SK=AKC/AKG	00000664
665	00010	F11= 1.0	00000665
666	00011	F12=-SK	00000666
667	00012	F21=-1.0	00000667
668	00013	F22= 1.0+SK	00000668
669	00014	A11= 1.0	00000669
670	00015	A12= 0.0	00000670
671	00016	A21= 0.0	00000671
672	00017	A22= 1.0	00000672
673	00018	A(1,1)=A11	00000673
674	00019	A(2,1)=A12	00000674
675	00020	A(3,1)=A21	00000675
676	00021	A(4,1)=A22	00000676
677	00022	DO 100 IMEM=2,NMEM	00000677
678	00023	I=IMEM	00000678
679	00024	B11=A11	00000679
680	00025	B12=A12	00000680
681	00026	B21=A21	00000681
682	00027	B22=A22	00000682
683	00028	A11=F11*B11+F12*B21	00000683
684	00029	A12=F11*B12+F12*B22	00000684
685	00030	A21=F21*B11+F22*B21	00000685
686	00031	A22=F21*B12+F22*B22	00000686
687	00032	A(1,I)=A11	00000687
688	00033	A(2,I)=A12	00000688
689	00034	A(3,I)=A21	00000689
690	00035	A(4,I)=A22	00000690
691	00036	100 CONTINUE	00000691
692	00037	DO 410 I=2,NMEM	00000692
693	00038	A1=-A(3,I-1)*A22+A(4,I-1)*A21	00000693
694	00039	A2=A21-A22	00000694
695	00040	TFTR0(I)=A1/A2	00000695
696	00041	410 CONTINUE	00000696
697	00042	ALFA=-A22/(A21-A22)	00000697
698	00043	CFK=AKC*AKG/(2.0*ALFA*AKG+AKC)	00000698
699	00044	CRK=CFK	00000699
700	00045	IF(ICLK.EQ.1) WRITE(6,1000) (TFTR0(I),I=1,NMEM)	00000700
701	00046	1000 FORMAT(1H0,1X,'TVAL',20F6.3)	00000701
702	00047	RETURN	00000702
703	00048	END	00000703

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
704	00001	SUBROUTINE FUNC(DPAR)	00000704
705			00000705
706			00000706
707		Y(I)----->F(I) (FOR RUNGE KUTTA GILL'S METHOD)	00000707
708	00002	IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)	00000708
709	00003	COMMON /BLK1/ A1,A2,AX,AY,ATH,B1,B2,C1,C2,CW,CK,CK1,CK2,CT,CH,	00000709
710		1 CD0(3),CD1(3),CD,D6,DP,DU,EI,ECD,EG,EY,FWC,FM,GK,H,K,	00000710
711		2 L1,L2,LL,LLIX,LRIX,M0,PK,PW,PFM,PH,R,R2,RY,ST,	00000711
712		3 TH,T,V,VX,VY,VTH,WR,W1,W2,X0,XWF,Y0,YWF,YR,	00000712
713		4 Y(7),F(7),Q(7),CDR(101),CDR3(101)	00000713
714	00004	REAL*8 K,L1,L2,LL,LLIX,LRIX,M0	00000714
715	00005	COMMON /BLK2/ A,AA,CD8,CF,CR,CS,D1,D2,DX1,DX2,D2D,DPF,D2S,K9,KF,	00000715
716		1 KR,L,P1,P2,P1D,P2D,PF,RX,SP,SP,TT,W,XC1,XC2,XR1,	00000716
717		2 XR2,XD1,XD2,XRR,XDD1,XDD2,YC1,YC2,YR1,YR2,YCD,YL,	00000717
718		3 YRM,YLM	00000718
719	00006	REAL*8 K9,KF,KR,L	00000719
720	00007	COMMON /AA/ DELT1(10),DELT2(10),FDELT1(10),FDELT2(10),AK(4),	00000720
721		1 PDELT(8),TETA1(10),TETA2(10),TETA3(5)	00000721
722	00008	COMMON /AB/ NHON,IPOSIT,CFK,CRK,YPAR,TF,TR,PM,PCFM,PCRM,ITMAX	00000722
723	00009	COMMON /CC/ DELT(20),DELT0(20),EPS1,EPS2,EPS3,WK1(20,20),WK(20,5)	00000723
724	00010	COMMON /DD/ ICHK(5),NERRI(50),NERRJ(50)	00000724
725	00011	COMMON /EE/ NL,ND,ALENG(40),ADISP(40),PRAIL(40,40),TFTF(40,40),	00000725
726		1 TRTR(40,40),PCPC(40,40),YMAX(2,20),DISMAX(2,50),	00000726
727		1 DDELT(14,40,40),PN1(20,40),PN2(20,40)	00000727
728	00012	COMMON /GG/ DMAX,DRES,XXXX(2),IIII,PX	00000728
729	00013	COMMON /HH/ AAA,PCF,PCR,PGF,PGR,XRFF,XRRR,ISP1,ISP2,AFR	00000729
730		1 ,BLENG,CLENG,IONS,XRC,YRC,ABACK,AAA1,ELENG,PCFF,XRFF	00000730
731		1 ,PGFF,ISP3	00000731
732	00014	COMMON /JJ/ TINTAL,CK3,CK4,FWC2,HANKEI,TETASS,TETAFF	00000732
733	00015	DIMENSION DPAR(3),YRMAX(3),YRMIN(3)	00000733
734	00016	L=DP	00000734
735	00017	X0=Y(2)	00000735
736	00018	Y0=Y(3)	00000736
737	00019	TH=Y(4)	00000737
738	00020	VX=Y(5)	00000738
739	00021	VY=Y(6)	00000739
740	00022	VTH=Y(7)	00000740
741	00023	CT=DCOS(TH)	00000741
742	00024	ST=DSIN(TH)	00000742
743	00025	TT=ST/CT	00000743
744	00026	XC1=X0+A1*CT	00000744
745	00027	YC1=Y0+A1*ST	00000745
746	00028	XC2=X0-A2*CT	00000746
747	00029	YC2=Y0-A2*ST	00000747
748		C XR1,YR1,XR2,YR2 ; CAR POSITION FRONT & REAR	00000748
749		C XWF,YWF ; FRONT TIRE POSITION	00000749
750	00030		00000750
751	00031	XR1=XC1-B1*ST	00000751
752	00032	YR1=YC1-B1*ST	00000752
753	00033	XR2=XC2-B2*ST	00000753
		YR2=YC2-B2*ST	00000754

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
754	00034	XR3=XC1+B1*ST	00000754
755	00035	YR3=YC1-B1*CT	00000755
756	00036	XWF=X0+(L1+WR)*CT-W1*ST	00000756
757	00037	YWF=Y0+(L1+WR)*ST-W1*CT	00000757
758	00038	ABC1=1.0	00000758
759	00039	ALFA=0.0	00000759
760	00040	IF(HANKEI.LT.1000.0) ALFA=DATAN(X0/(HANKEI+Y0))	00000760
761	00041	TH10=TH+ALFA	00000761
762	00042	TH40=DATAN(TH10)	00000762
763	00043	IF(TH40.GT.1.0) ABC1=TH40	00000763
764	00044	YR10=YR1	00000764
765	00045	YR20=YR2	00000765
766	00046	YR30=YR3	00000766
767	00047	IF(HANKEI.GT.1000.0) GO TO 720	00000767
768	00048	YR10 =DSIN(ALFA)*XR1+DCOS(ALFA)*YR1-HANKEI*(1.0-DCOS(ALFA))	00000768
769	00049	YR20 =DSIN(ALFA)*XR2+DCOS(ALFA)*YR2-HANKEI*(1.0-DCOS(ALFA))	00000769
770	00050	YR30 =DSIN(ALFA)*XR3+DCOS(ALFA)*YR3-HANKEI*(1.0-DCOS(ALFA))	00000770
771	00051	720 ST10=DSIN(ALFA+TH)	00000771
772	00052	CT10=DCOS(ALFA+TH)	00000772
773			00000773
774		C EQUILIBRIUM EQUATION	00000774
775		C	00000775
776	00053	YRFF=0.0	00000776
777	00054	DO 700 N=1,101	00000777
778	00055	CR=CDR3(N)	00000778
779	00056	YCD=((101-N)*YR10+(N-1)*YR30)/100.0-ST10*CR*0.99	00000779
780	00057	IF(YCD.GE.YRFF) YRFF=YCD	00000780
781	00058	700 CONTINUE	00000781
782	00059	YRMAX(3)=YRFF*ABC1*5.0	00000782
783	00060	YRMIN(3)=0.0	00000783
784	00061	IDNS=1	00000784
785	00062	IF(DABS(TH10).GT.TETASS) GO TO 300	00000785
786	00063	YRF=0.0	00000786
787	00064	NYRMAX=1	00000787
788	00065	N1=100.0*A1/(A1+A2)+1.001	00000788
789	00066	N2=N1+1	00000789
790	00067	DO 200 N=1,N1	00000790
791	00068	CR=CDR(N)	00000791
792	00069	YCD=((101-N)*YR10+(N-1)*YR20)/100.0-CT10*CR*0.99	00000792
793	00070	IF(YCD.GE.YRF) NYRMAX=N	00000793
794	00071	IF(YCD.GE.YRF) YRF=YCD	00000794
795	00072	200 CONTINUE	00000795
796	00073	IF(YRF.LE.0.00001) GO TO 208	00000796
797	00074	IDNS=2	00000797
798		C YRMAX(1)=YRF	00000798
799	00075	YRMAX(1)=YRF*ABC1*5.0	00000799
800	00076	YRMIN(1)=0.0	0000800
801	00077	208 YRR=0.0	0000801
802	00078	NYRMAX=101	0000802
803	00079	DO 210 N=N2,101	0000803

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
804	00080	CR=CDR(N)	
805	00081	YCD=((101-N)*YR10+(N-1)*YR20)/100.0-CT10*CR*0.99	00000804
806	00082	IF (YCD.GE.YRR) NYRMAX=N	00000805
807	00083	IF (YCD.GE.YPR) YRR=YCD	00000806
808	00084	210 CONTINUE	00000807
809	00085	IF (YRR.LE.0.00001) GO TO 300	00000808
810	00086	XR=(XR1*FLOAT(101-NYRMAX)+XR2*FLOAT(NYRMAX-1))/100.	00000809
811	00087	CALL RL(XR,ISP2,CLENG)	00000810
812	00088	CALL SKELT(2,ISP2,CLENG,YRR,PGR)	00000811
813	00089	IF (PGR.GT.0.) IDNS=IDNS+2	00000812
814		YRMAX(2)=YRR	00000813
815		YRMIN(2)=DRES	00000814
816	00090	YRMAX(2)=YRR*ABC1*5.0	00000815
817	00091	YRMIN(2)=0.0	00000816
818	00092	300 CONTINUE	00000817
819	00093	IF (ICLK(5).EQ.0) GOTO 301	00000818
820	00094	WRITE (6,600) YR1,YR2,YRF,YRR,IDNS,CDR(68),CDR(69),CDP(70),CT	00000819
821	00095	600 FORMAT(4F10.5,15,4F10.6)	00000820
822	00096	301 CONTINUE	00000821
823		C	00000822
824	00097	IT=ITMAX	00000823
825	00098	AAA =1.0	00000824
826	00099	AAA1=1.0	00000825
827	00100	GO TO (310,320,330,340),IDNS	00000826
828	00101	310 DPAR(1)=0.	00000827
829	00102	DPAR(2)=0.	00000828
830	00103	PGF=0.	00000829
831	00104	PGR=0.	00000830
832	00105	PCF=0.	00000831
833	00106	PCR=0.	00000832
834	00107	GO TO 390	00000833
835	00108	320 CALL SOLD (1,DPAR(1),PGF,XRFF,ISP1,BLENG,YRMAX(1),YRMIN(1),AAA)	00000834
836	00109	DPAR(2)=0.	00000835
837	00110	PCR=0.	00000836
838	00111	PGR=0.	00000837
839	00112	GO TO 390	00000838
840	00113	330 AAA1=AAA	00000839
841	00114	AAA =AAA/ABACK	00000840
842	00115	CALL SOLD (2,DPAR(2),PGR,XRRR,ISP2,CLENG,YRMAX(2),YRMIN(2),AAA)	00000841
843	00116	DPAR(1)=0.	00000842
844	00117	PCF=0.	00000843
845	00118	PGF=0.	00000844
846	00119	GO TO 390	00000845
847	00120	340 CALL SOLD (1,DPAR(1),PGF,XRFF,ISP1,BLENG,YRMAX(1),YRMIN(1),AAA)	00000846
848	00121	AAA=AAA/ABACK	00000847
849	00122	CALL SOLD (2,DPAR(2),PGR,XRRR,ISP2,CLENG,YRMAX(2),YRMIN(2),AAA)	00000848
850	00123	IF (AFR.EQ.1.) GO TO 390	00000849
851	00124	EPS22=0.001	00000850
852	00125	IF (PGF.LE. EPS22) PGF=0.	00000851
853	00126	IF (PGR.LE. EPS22) PGR=0.	00000852
			00000853

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
854	00127	IF (PGF.LE.EPS22.OR.PGR.LE.EPS22) GO TO 390	00000854
855	00128	AAA=(PGF+PGR)/(PGF**AFR+PGR**AFR)**(1/AFR)	00000855
856	00129	AAA1=AAA	00000856
857	00130	CALL SOLD (1,DPAR(1),PGF,XRFF,ISP1,BLENG,YRMAX(1),YRMIN(1),AAA)	00000857
858	00131	AAA=AAA/ABACK	00000858
859	00132	CALL SOLD (2,DPAR(2),PGR,XRRR,ISP2,CLENG,YRMAX(2),YRMIN(2),AAA)	00000859
860	00133	390 CONTINUE	00000860
861	00134	IF(YRFF.LE.0.00001) GO TO 430	00000861
862	00135	IF(TH10.LT.TETAFF) GO TO 430	00000862
863	00136	AAA3=1.0	00000863
864	00137	CALL SOLD (3,DPAR(3),PGFF,XRFFF,ISP3,ELENG,YRMAX(3),YRMIN(3),AAA3)	00000864
865	00138	GO TO 410	00000865
866	00139	430 DPAR(3)=0.0	00000866
867	00140	PGFF=0.0	00000867
868	00141	PCFF=0.0	00000868
869	00142	410 CONTINUE	00000869
870	00143	PPAR=PGF+PGR+PGFF	00000870
871	00144	IF (PPAR.LE.0.) GO TO 500	00000871
872	00145	XRC=(XRFF*PGF+XRRR*PGR+XRFFF*PGFF)/PPAR	00000872
873	00146	YRC=(DPAR(1)*PGF+DPAR(2)*PGR+DPAR(3)*PGFF)/PPAR	00000873
874	00147	RY=-PPAR	00000874
875	00148	RX=-(PGF+PGR)*FWC-PGFF*FWC2	00000875
876	00149	GO TO 400	00000876
877	00150	500 YR=0.0	00000877
878	00151	RX=0.0	00000878
879	00152	RY=0.0	00000879
880		C	00000880
881	00153	400 CONTINUE	00000881
882	00154	ALFA1=DCOS(ALFA)	00000882
883	00155	ALFA2=DSIN(ALFA)	00000883
884	00156	Y01=Y0	00000884
885	00157	YWF01=YWF	00000885
886	00158	XWF01=XWF	00000886
887	00159	XRC01=XRC	00000887
888	00160	IF(HANKEI.GT.1000.0) GO TO 730	00000888
889	00161	Y01=DSIN(ALFA)*X0+DCOS(ALFA)*Y0-HANKEI*(1.0-DCOS(ALFA))	00000889
890	00162	YWF01=DSIN(ALFA)*XWF+DCOS(ALFA)*YWF-HANKEI*(1.0-DCOS(ALFA))	00000890
891	00163	XWF01=HANKEI*DSIN(XWF/HANKEI)	00000891
892	00164	XRC01=HANKEI*DSIN(XRC/HANKEI)	00000892
893	00165	730 PH=DATAH(VY/VX)	00000893
894	00166	KF=5.7*(TH-PH-L1*VTH/V)	00000894
895	00167	IF(YWF01.GT.0.0) GO TO 110	00000895
896	00168	PF=0.0	00000896
897	00169	GO TO 112	00000897
898	00170	110 DP= XWF01-PX+2.0*DP	00000898
899	00171	DO 11 N=1,100	00000899
900	00172	IF(DPF.LT.DP) GO TO 111	00000900
901	00173	DPF=DPF-DP	00000901
902	00174	11 CONTINUE	00000902
903	00175	111 PF=-PFM*DCOS(2.24*DPF)	00000903

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
904	00176	IF(DPF.GT.0.63) PF=0.0	00000904
905		C	00000905
906		C	00000906
907		C	00000907
908	00177	112 V =DSQRT(VX*VX+VY*VY)	00000908
909	00178	KR=5.7*(TH-PH+L2*VTH/V)	00000909
910	00179	IF(KF.GT. FM) KF= FM	00000910
911	00180	IF(KF.LT.-FM) KF=-FM	00000911
912	00181	IF(KR.GT. FM) KR= FM	00000912
913	00182	IF(KR.LT.-FM) KR=-FM	00000913
914	00183	KF=KF*CW*L2/(L1+L2)	00000914
915	00184	KR=KR*CW*L1/(L1+L2)	00000915
916	00185	AX= 9.8*(-(KF+KR)*ST+RX*ALFA1+RY*ALFA2+PF*ALFA1)/CW	00000916
917	00186	AY= 9.8*((KF+KR)*CT+RY*ALFA1-RX*ALFA2-PF*ALFA2)/CW	00000917
918	00187	ATH=9.8*(KF*L1-KR*L2+(XRC01-X0)*RY*ALFA1-(XRC01-X0)*RX*ALFA2	00000918
919		1 -(YRC-Y01)*RY*ALFA2-(YRC-Y01)*RX*ALFA1-(YWF01-Y01)*PF*ALFA1	00000919
920		1 -(XWF01-X0)*PF*ALFA2)/(CW*R2)	00000920
921	00188	F(1)=1.0	00000921
922	00189	F(2)=VX	00000922
923	00190	F(3)=VY	00000923
924	00191	F(4)=VTH	00000924
925	00192	F(5)=AX	00000925
926	00193	F(6)=AY	00000926
927	00194	F(7)=ATH	00000927
928	00195	RETURN	00000928
929	00196	END	00000929

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
930	00001	SUBROUTINE COD(NN,XR,DPAR,PPAR)	
931	00002	IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)	00000930
932			00000931
933		C CALCULATE REACTION(CAR) FROM DISP	00000932
934		C (PPAR) (DPAR)	00000933
935		C	00000934
936	00003	COMMON /BLK1/ A1,A2,AX,AY,ATH,B1,B2,C1,C2,CW,CK,CK1,CK2,CT,CM,	00000935
937		1 CD0(3),CD1(3),CD,D6,DP,DU,EI,ECD,EG,EY,FWC,FM,GK,H,K,	00000936
938		2 L1,L2,LL,LLIX,LRIX,M0,PK,PW,PFM,PH,R,R2,RY,ST,	00000937
939		3 TH,T,V,VX,VY,VTH,WR,W1,W2,X0,XWF,Y0,YWF,YR,	00000938
940		4 Y(7),F(7),Q(7),CDR(101),CDR3(101)	00000939
941	00004	REAL*8 K,L1,L2,LL,LLIX,LRIX,M0	00000940
942	00005	COMMON /BLK2/ A,AA,CD8,CF,CR,CS,D1,D2,DX1,DX2,D2D,DPF,D2S,K9,KF,	00000941
943		1 KR,L,P1,P2,P1D,P2D,PF,RX,SP,SXP,TT,W,XC1,XC2,XR1,	00000942
944		2 XR2,XD1,XD2,XRR,XDD1,XDD2,YC1,YC2,YR1,YR2,YCD,YL,	00000943
945		3 YRM,YLM	00000944
946	00006	COMMON /HH/ AAA,PCF,PCR,PGF,PGR,XRFF,XRRR,ISP1,ISP2,AFR	00000945
947		1 ,BLENG,CLENG,IDNS,XRC,YRC,ABACK,AAA1,ELENG,PCFF,XRFFF	00000946
948		1 ,PGFF,ISP3	00000947
949	00007	COMMON /JJ/ TINTAL,CK3,CK4,FWC2,HANKEI,TETASS,TETAFF	00000948
950	00008	REAL*8 K9,KF,KR,L	00000949
951	00009	ALFA=0.0	00000950
952	00010	IF (HANKEI.LT.1000.0) ALFA=DATAN(X0/(HANKEI+Y0))	00000951
953	00011	YR10=YR1	00000952
954	00012	YR20=YR2	00000953
955	00013	IF (HANKEI.GT.1000.0) GO TO 350	00000954
956	00014	YR10=DSIN(ALFA)*XR1+DCOS(ALFA)*YR1-HANKEI*(1.0-DCOS(ALFA))	00000955
957	00015	YR20=DSIN(ALFA)*XR2+DCOS(ALFA)*YR2-HANKEI*(1.0-DCOS(ALFA))	00000956
958	00016	350 TH10=TH+ALFA	00000957
959	00017	IF (NN.EQ.3) GO TO 200	00000958
960	00018	NIJ=0	00000959
961	00019	N1=1	00000960
962	00020	N2=100.0*A1/(A1+A2)+1.001	00000961
963	00021	IF (NN.EQ.2) N1=N2+1	00000962
964	00022	IF (NN.EQ.2) N2=101	00000963
965	00023	XD1=-TT*(DPAR-YC1)+XC1	00000964
966	00024	XD2=-TT*(DPAR-YC2)+XC2	00000965
967	00025	A=(YC1-YC2)/(XC1-XC2)	00000966
968	00026	AA=DSQRT(A*A+1.0)	00000967
969	00027	CD0(NN)=(YR10-DPAR)/DCOS(TH10)	00000968
970	00028	CD1(NN)=(YR20-DPAR)/DCOS(TH10)	00000969
971	00029	SP=0.0	00000970
972	00030	SXP=0.0	00000971
973	00031	DO 10 N=N1,N2	00000972
974	00032	CD8=((101-N)*CD0(NN)+(N-1)*CD1(NN))/100.0	00000973
975	00033	CR=CDR(N)	00000974
976	00034	CK=(CK1*(101-N)+CK2*(N-1))/100.0	00000975
977	00035	CS=100.0*CK	00000976
978	00036	CF=CR*(1.0-CK/CS)	00000977
979	00037	IF (CD8.LT.CF) GO TO 10	00000978
			00000979

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
980	00038	IF(CD8.LE.CR) GO TO 110	
981	00039	CD8=CK*CD8	00000980
982	00040	GO TO 111	00000981
983	00041	CD8=CS*(CD8-CF)	00000982
984	00042	111 IF(N.EQ.1.OR.N.EQ.101) CD8=CD8/2.0	00000983
985	00043	CD8=CD8*DCOS(TH10)	00000984
986	00044	SP=SP+CD8	00000985
987	00045	SXP=SXP+(N-1)*CD8	00000986
988	00046	NIJ=NIJ+1	00000987
989	00047	10 CONTINUE	00000988
990	00048	PPAR=(A1+A2)*SP/100.0	00000989
991	00049	IF(SP.GT.0.0001) XR=(XR1*(100.0-SXP/SP)+XR2*SXP/SP)/100.0	00000990
992		C WRITE(6,600) DPAR,PPAR,XD1,XD2,CD0,CD1,SP,SXP,XR,NIJ	00000991
993		C 600 FORMAT(9E13.5,I5)	00000992
994	00050	IF(NN.EQ.1) PCF=PPAR	00000993
995	00051	IF(NN.EQ.2) PCR=PPAR	00000994
996	00052	RETURN	00000995
997		C	00000996
998	00053	200 A=DSIN(TH10)/DCOS(TH10)	00000997
999	00054	XR3=XC1+E1*DSIN(TH)	00000998
1000	00055	CD01=(YR10-DPAR)/DCOS(TH10)	00000999
1001	00056	CD0(NN)=CD01/A	00001000
1002	00057	CD1(NN)=(CD01-2.0*CD1)/A	00001001
1003	00058	SP=0.0	00001002
1004	00059	SXP=0.0	00001003
1005	00060	DO 300 N=1,101	00001004
1006	00061	CD8=((101-N)*CD0(NN)+(N-1)*CD1(NN))/100.0	00001005
1007	00062	CR=CDR3(N)	00001006
1008	00063	N1=N	00001007
1009	00064	CK5=CK3	00001008
1010	00065	CK6=CK4	00001009
1011	00066	IF(N1.LE.50) GO TO 400	00001010
1012	00067	N1=N1-50	00001011
1013	00068	CK5=CK4	00001012
1014	00069	CK6=CK3	00001013
1015	00070	400 CK=(CK5*(51-N1)+CK6*(N1-1))/50.0	00001014
1016	00071	CS=100.0*CK	00001015
1017	00072	CF=CR*(1.0-CK/CS)	00001016
1018	00073	IF(CD8.LT.CF) GO TO 300	00001017
1019	00074	IF(CD8.LE.CR) GO TO 310	00001018
1020	00075	CD8=CK*CD8	00001019
1021	00076	GO TO 311	00001020
1022	00077	310 CD8=CS*(CD8-CF)	00001021
1023	00078	311 IF(N.EQ.1.OR.N.EQ.101) CD8=CD8/2.0	00001022
1024	00079	CD8=CD8*DSIN(TH10)	00001023
1025	00080	SP=SP+CD8	00001024
1026	00081	SXP=SXP+(N-1)*CD8	00001025
1027	00082	300 CONTINUE	00001026
1028	00083	PPAR=2.0*B1*SP/100.0	00001027
1029	00084	IF(SP.GT.0.0001) XR=(XR1*(100.0-SXP/SP)+XR3*SXP/SP)/100.0	00001028
			00001029

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
1030	00085	PCFF=PPAR	00001030
1031	00086	RETURN	00001031
1032	00087	END	00001032
1033	00001	SUBROUTINE RL(XR,ISPAN,LENG)	00001033
1034	00002	IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)	00001034
1035		C	00001035
1036		C	00001036
1037		LL ; POSITION OF REACTION ON BEAM	00001037
1038	00003	COMMON /GG/ DMAX,DRES,L,AKD,NBACK,PX	00001038
1039	00004	REAL*8 L,LENG,LL	00001039
1040	00005	ISPAN=(XR-PX+L)/L+NBACK	00001040
1041	00006	LL=XR-PX+5.0*L	00001041
1042	00007	100 LL=LL-L	00001042
1043	00008	IF(LL.GE.L) GO TO 100	00001043
1044	00009	LENG=LL	00001044
1045	00010	RETURN	00001045
1046	00011	END	00001046
1047	00001	SUBROUTINE SKELT(II,ISPAN,LLL,DISP,FORCE)	00001047
1048	00002	IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)	00001048
1049	00003	DIMENSION DDMAX(1),DFPMAX(1)	00001049
1050	00004	REAL*8 LL,LLL,L	00001050
1051	00005	COMMON /AA/ XXXX(40),AK(4),PDEL(8)	00001051
1052	00006	COMMON /EE/ NL,ND,ALENG(40),ADISP(40),PRAIL(40,40),TFTF(40,40),	00001052
1053		1 TRTR(40,40),PCPC(40,40),YMAX(2,20),DISMAX(2,50),	00001053
1054		1 DDEL(14,40,40),PN1(20,40),PN2(20,40)	00001054
1055	00007	COMMON /GG/ DMAX,DRES,L,AKD	00001055
1056	00008	LL=LLL	00001056
1057	00009	DO 20 K=2,NL	00001057
1058	00010	IL=K	00001058
1059	00011	IF(LL.LE.ALENG(K)) GO TO 30	00001059
1060	00012	20 CONTINUE	00001060
1061	00013	IL=NL	00001061
1062	00014	30 CONTINUE	00001062
1063	00015	DO 50 K=2,ND	00001063
1064	00016	JD=K	00001064
1065	00017	IF(DISP.LE.ADISP(K)) GO TO 60	00001065
1066	00018	50 CONTINUE	00001066
1067	00019	JD=ND	00001067
1068	00020	60 CONTINUE	00001068
1069	00021	ILO=IL-1	00001069
1070	00022	JDO=JD-1	00001070
1071	00023	Y1=(LL-ALENG(ILO))/(ALENG(IL)-ALENG(ILO))	00001071
1072		C	00001072
1073	00024	GO TO (1,2,1),II	00001073
1074		C	00001074
1075	00025	1 Y2=(PRAIL(IL,JDO)-PRAIL(ILO,JDO))*Y1+PRAIL(ILO,JDO)	00001075
1076	00026	Y3=(PRAIL(IL,JD)-PRAIL(ILO,JD))*Y1+PRAIL(ILO,JD)	00001076
1077	00027	Y4=(DISP-ADISP(JDO))/(ADISP(JD)-ADISP(JDO))	00001077
1078	00028	FORCE=(Y3-Y2)*Y4+Y2	00001078
1079	00029	IF (DISP.LE.0.) FORCE=0.	00001079

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
1080	00030	RETURN	
1081	00031	2 DMAX=DISMAX(1,ISPAN)+(DISMAX(1,ISPAN+1)-DISMAX(1,ISPAN))*LLL/L	00001080
1082	00032	Y2=(PRAIL(IL,JD0)-PRAIL(IL0,JD0))*Y1+PRAIL(IL0,JD0)	00001081
1083	00033	Y3=(PRAIL(IL,JD)-PRAIL(IL0,JD))*Y1+PRAIL(IL0,JD)	00001082
1084	00034	Y4=(DMAX-ADISP(JD0))/(ADISP(JD)-ADISP(JD0))	00001083
1085	00035	FMX=(Y3-Y2)*Y4+Y2	00001084
1086	00036	DFPMAX(1)=FPMAX	00001085
1087	00037	DDMAX(1)=DMAX	00001086
1088	00038	CALL PDELTA(1,DDMAX,DFPMAX,AK,PDELT)	00001087
1089	00039	FPMAX=DFPMAX(1)	00001088
1090	00040	DMAX=DDMAX(1)	00001089
1091		C CALL PDELTA(1,DMAX,FPMAX,AK,PDELT)	00001090
1092	00041	IF (FPMAX.LT.0.0) FPMAX=0.	00001091
1093	00042	DRES=DMAX-FPMAX/AKD	00001092
1094	00043	IF (DRES.LT.0.0) DRES=0.	00001093
1095	00044	DDDD=DISMAX(1,ISPAN+1)	00001094
1096		C WRITE(6,600) DMAX,DRES,FMX,ISPAN,DISMAX(1,ISPAN),DDDD,LLL,L	00001095
1097		C 600 FORMAT(3X,'DMAX,DRES,FMX,ISPAN',3E12.4,15,4E12.4)	00001096
1098	00045	IF (DISP.LE.DRES) FORCE=0.	00001097
1099	00046	IF (DISP.GT.DRES) FORCE=FMX*(DISP-DRES)/(DMAX-DRES)	00001098
1100	00047	IF (DISP.GT.DMAX) GO TO 1	00001099
1101	00048	RETURN	00001100
1102	00049	END	00001101
			00001102

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
1103	00001	SUBROUTINE SKELT2(LLL,DISP,TF,TR,PC,NHON,ISPAN,II)	00001103
1104	00002	IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)	00001104
1105	00003	REAL*8 LL,LLL,L	00001105
1106	00004	COMMON /CC/ DELT(20),DELT0(20),EPS1,EPS2,EPS3,WK1(20,20),WK(20,5)	00001106
1107	00005	COMMON /EE/ NL,ND,ALENG(40),ADISP(40),PRAIL(40,40),TFTF(40,40),	00001107
1108		1 TRTR(40,40),PCPC(40,40),YMAX(2,20),DISMAX(2,50),	00001108
1109		1 DDELT(14,40,40),PN1(20,40),PN2(20,40)	00001109
1110	00006	COMMON /GG/ DMAX,DRES,L	00001110
1111	00007	LL=LLL	00001111
1112		C IF(LL.GT.(L/2)) LL=L-LL	00001112
1113	00008	DO 20 K=2,NL	00001113
1114	00009	IL=K	00001114
1115	00010	IF(LL.LE.ALENG(K)) GO TO 30	00001115
1116	00011	20 CONTINUE	00001116
1117	00012	IL=NL	00001117
1118	00013	30 CONTINUE	00001118
1119	00014	DO 50 K=2,ND	00001119
1120	00015	JD=K	00001120
1121	00016	IF(DISP.LE.ADISP(K)) GO TO 60	00001121
1122	00017	50 CONTINUE	00001122
1123	00018	JD=ND	00001123
1124	00019	60 CONTINUE	00001124
1125	00020	IL0=IL-1	00001125
1126	00021	JD0=JD-1	00001126
1127	00022	Y1=(LL-ALENG(IL0))/(ALENG(IL)-ALENG(IL0))	00001127
1128		C	00001128
1129	00023	GO TO (1,2),II	00001129
1130		C	00001130
1131	00024	1 IF (DISP.LE.0.) GO TO 90	00001131
1132	00025	11 Y2=(TFTF(IL,JD0)-TFTF(IL0,JD0))*Y1+TFTF(IL0,JD0)	00001132
1133	00026	Y3=(TFTF(IL,JD) -TFTF(IL0,JD)) *Y1+TFTF(IL0,JD)	00001133
1134	00027	Y4=(DISP-ADISP(JD0))/(ADISP(JD)-ADISP(JD0))	00001134
1135	00028	TF=(Y3-Y2)*Y4+Y2	00001135
1136	00029	Y2=(TRTR(IL,JD0)-TRTR(IL0,JD0))*Y1+TRTR(IL0,JD0)	00001136
1137	00030	Y3=(TRTR(IL,JD) -TRTR(IL0,JD)) *Y1+TRTR(IL0,JD)	00001137
1138	00031	Y4=(DISP-ADISP(JD0))/(ADISP(JD)-ADISP(JD0))	00001138
1139	00032	TR=(Y3-Y2)*Y4+Y2	00001139
1140	00033	Y2=(PCPC(IL,JD0)-PCPC(IL0,JD0))*Y1+PCPC(IL0,JD0)	00001140
1141	00034	Y3=(PCPC(IL,JD) -PCPC(IL0,JD)) *Y1+PCPC(IL0,JD)	00001141
1142	00035	Y4=(DISP-ADISP(JD0))/(ADISP(JD)-ADISP(JD0))	00001142
1143	00036	PC=(Y3-Y2)*Y4+Y2	00001143
1144	00037	DO 100 I=1,NHON	00001144
1145	00038	Y2=(DDELT(I,IL,JD0)-DDELT(I,IL0,JD0))*Y1+DDELT(I,IL0,JD0)	00001145
1146	00039	Y3=(DDELT(I,IL,JD) -DDELT(I,IL0,JD)) *Y1+DDELT(I,IL0,JD)	00001146
1147	00040	Y4=(DISP-ADISP(JD0))/(ADISP(JD)-ADISP(JD0))	00001147
1148	00041	DELT0(I)=(Y3-Y2)*Y4+Y2	00001148
1149	00042	100 CONTINUE	00001149
1150	00043	RETURN	00001150
1151	00044	2 IF (DISP.GT.DMAX) GO TO 11	00001151
1152	00045	IF (DISP.GT.DRES) GO TO 70	00001152

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
1153	00046	90 TF=0.	
1154	00047	TR=0.	00001153
1155	00048	PC=0.	00001154
1156	00049	DO 80 I=1,NHOM	00001155
1157	00050	DELTO(I)=0.	00001156
1158	00051	80 CONTINUE	00001157
1159	00052	RETURN	00001158
1160	00053	70 A=(DISP-DRES)/(DMAX-DRES)	00001159
1161	00054	Y2=(TFTF(IL,JDO)-TFTF(IL0,JDO))*Y1+TFTF(IL0,JDO)	00001160
1162	00055	Y3=(TFTF(IL,JDO)-TFTF(IL0,JDO))*Y1+TFTF(IL0,JDO)	00001161
1163	00056	Y4=(DMAX-ADISP(JDO))/(ADISP(JD)-ADISP(JDO))	00001162
1164	00057	TF=((Y3-Y2)*Y4+Y2)*A	00001163
1165	00058	Y2=(TRTR(IL,JDO)-TRTR(IL0,JDO))*Y1+TRTR(IL0,JDO)	00001164
1166	00059	Y3=(TRTR(IL,JDO)-TRTR(IL0,JDO))*Y1+TRTR(IL0,JDO)	00001165
1167	00060	Y4=(DMAX-ADISP(JDO))/(ADISP(JD)-ADISP(JDO))	00001166
1168	00061	TR=((Y3-Y2)*Y4+Y2)*A	00001167
1169	00062	Y2=(PCPC(IL,JDO)-PCPC(IL0,JDO))*Y1+PCPC(IL0,JDO)	00001168
1170	00063	Y3=(PCPC(IL,JDO)-PCPC(IL0,JDO))*Y1+PCPC(IL0,JDO)	00001169
1171	00064	Y4=(DMAX-ADISP(JDO))/(ADISP(JD)-ADISP(JDO))	00001170
1172	00065	PC=((Y3-Y2)*Y4+Y2)*A	00001171
1173	00066	Y1=(LL-ALENG(IL0))/(ALENG(IL)-ALENG(IL0))	00001172
1174	00067	DO 110 I=1,NHOM	00001173
1175	00068	Y2=(DDELT(I,IL,JDO)-DDELT(I,IL0,JDO))*Y1+DDELT(I,IL0,JDO)	00001174
1176	00069	Y3=(DDELT(I,IL,JDO)-DDELT(I,IL0,JDO))*Y1+DDELT(I,IL0,JDO)	00001175
1177	00070	Y4=(DMAX-ADISP(JDO))/(ADISP(JD)-ADISP(JDO))	00001176
1178	00071	DELTO(I)=((Y3-Y2)*Y4+Y2)*A	00001177
1179	00072	110 CONTINUE	00001178
1180		C	00001179
1181	00073	RETURN	00001180
1182	00074	END	00001181
			00001182

CARD	ISM	SOURCE STATEMENT	
1183	00001	SUBROUTINE SOLD(NN,D2,P2,XR,ISP1,DLENG,YRMAX,YRMIN,AAA)	00001183
1184	00002	IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)	00001184
1185	00003	YR=YRMAX	00001185
1186	00004	YL=YRMIN	00001186
1187			00001187
1188	00005	C 100 IF(YL.GT.9.9.DR.YL.LT.0.0) YL=0.0	00001188
1189	00006	D1=YL	00001189
1190	00007	CALL CDD(NN, XR , YL,P1D)	00001190
1191	00008	CALL RL (XR, ISP1,DLENG)	00001191
1192	00009	CALL SKELT(NN,ISP1,DLENG,YL,P1)	00001192
1193	00010	P1=P1/AAA	00001193
1194	00011	IF(P1.GE.P1D) GO TO 101	00001194
1195	00012	D2=YR	00001195
1196	00013	GO TO 102	00001196
1197	00014	101 YR=YL	00001197
1198	00015	D2=0.0	00001198
1199	00016	YL=0.0	00001199
1200	00017	102 IR=0	00001200
1201	00018	YPM=YR	00001201
1202	00019	YLM=YL	00001202
1203			00001203
1204	00020	C 103 CALL CDD(NN,XR , D2,P2D)	00001204
1205	00021	CALL RL (XR,ISP1,DLENG)	00001205
1206	00022	CALL SKELT(NN,ISP1,DLENG,D2,P2)	00001206
1207	00023	P2=P2/AAA	00001207
1208	00024	WORK1=(P2-P2D)*#2	00001208
1209	00025	IF(WORK1.LT.0.0001) GO TO 108	00001209
1210	00026	IF(P2.LT.P2D.AND.D2.GT.YLM) YLM=D2	00001210
1211	00027	IF(P2.GT.P2D.AND.D2.LT.YRM) YRM=D2	00001211
1212	00028	IR=IR+1	00001212
1213	00029	IF(IR.EQ.4) GO TO 106	00001213
1214	00030	D2S=D2	00001214
1215	00031	WORK1=(P2-P2D-P1+P1D)*#2	00001215
1216	00032	IF(WORK1.LT.0.000001) GO TO 104	00001216
1217	00033	D2=(D1*(P2-P2D)-D2*(P1-P1D))/(P2-P2D-P1+P1D)	00001217
1218	00034	GO TO 105	00001218
1219	00035	104 D2=0.5*(D1+D2)	00001219
1220	00036	105 IF(D2.GT.YR) D2=YR	00001220
1221	00037	IF(D2.LT.YL) D2=YL	00001221
1222	00038	D1=D2S	00001222
1223	00039	P1=P2	00001223
1224	00040	P1D=P2D	00001224
1225	00041	GO TO 103	00001225
1226			00001226
1227	00042	C 106 P1=0.0	00001227
1228	00043	P1D=1.0	00001228
1229	00044	D1=(YRM-YLM)/2.0	00001229
1230	00045	D2=YLM+D1	00001230
1231	00046	107 CALL CDD(NN,XR , D2,P2D)	00001231
1232	00047	CALL RL (XR,ISP1,DLENG)	00001232

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
1233	00048	CALL SKELT(NN,ISP1,DLENG,D2,P2)	
1234	00049	P2=P2/AAA	00001233
1235	00050	WORK1=(P2D-P2)**2	00001234
1236	00051	IF(WORK1.LT.0.0001) GO TO 108	00001235
1237	00052	WORK1=(P1-P1D)*(P2-P2D)	00001236
1238	00053	IF(WORK1.LT.0.0) D1=-D1	00001237
1239	00054	P1=P2	00001238
1240	00055	P1D=P2D	00001239
1241	00056	D1=D1/2.0	00001240
1242	00057	WORK1=D1*D1	00001241
1243	00058	WORK2=D2*D2*1.0E-16	00001242
1244	00059	IF(WORK1.LT.WORK2) GO TO 108	00001243
1245	00060	D2=D2+D1	00001244
1246	00061	GO TO 107	00001245
1247			00001246
1248	00062	C 108 RETURN	00001247
1249	00063	END	00001248
			00001249

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
1250	00001	SUBROUTINE PRINT(J,IWORK1,DEF1,DEF2,DEF3,FY1,FY2,FY3,PC)	00001250
1251	00002	IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)	00001251
1252	00003	COMMON /ELK1/ A1,A2,AX,AY,ATH,B1,B2,C1,C2,CW,CK,CK1,CK2,CT,CM,	00001252
1253		1 CD0(3),CD1(3),CD,D6,DP,DU,EI,ECD,EG,EY,FWC,FM,GK,H,K,	00001253
1254		2 L1,L2,LL,LLIX,LRIX,M0,PK,PW,PFM,PH,R,R2,RY,ST,	00001254
1255		3 TH,T,V,VX,VY,VTH,WR,W1,W2,X0,XWF,Y0,YWF,YR,	00001255
1256		4 Y(7),F(7),Q(7),CDR(101),CDR3(101)	00001256
1257	00004	COMMON /BB/ NHON,IPOSIT,CFK,CRK,YPAR,TF,TR,PM,PCFM,PCRM,ITMAX	00001257
1258	00005	REAL*8 K,L1,L2,LL,LLIX,LRIX,M0	00001258
1259	00006	COMMON /EE/ NL,ND,ALENG(40),ADISP(40),PRAIL(40,40),TFTF(40,40),	00001259
1260		1 TRTR(40,40),PCPC(40,40),YMAX(2,20),DISMAX(2,50),	00001260
1261		1 DDELT(14,40,40),PN1(20,40),PN2(20,40)	00001261
1262	00007	COMMON /FF/ PLDATA(20,500)	00001262
1263	00008	COMMON /JJ/ TINTAL,CK3,CK4,FWC2,HANKEI,TETASS,TETAFF	00001263
1264	00009	REAL*4 PLDATA	00001264
1265	00010	TH10=(TH+DATAN(X0/(HANKEI+Y0)))*57.3	00001265
1266	00011	XW1=X0+L1*CT-W1*ST	00001266
1267	00012	YW1=Y0+L1*ST+W1*CT	00001267
1268	00013	XW2=X0-L2*CT-W2*ST	00001268
1269	00014	YW2=Y0-L2*ST+W2*CT	00001269
1270	00015	VCX=VX-ST*DU*VTH	00001270
1271	00016	VCY=VY+CT*DU*VTH	00001271
1272	00017	CPH=DATAN(VCY/VCX)	00001272
1273	00018	ACX=(AX*CT+AY*ST-DU*VTH*VTH)/9.8	00001273
1274	00019	ACY=(-AX*ST+AY*CT+DU*ATH)/9.8	00001274
1275	00020	AC=DSQRT(ACX*ACX+ACY*ACY)	00001275
1276	00021	WORK1=57.3*TH	00001276
1277	00022	WORK2=57.3*PH	00001277
1278	00023	WORK3=57.3*CPH	00001278
1279	00024	IF(IWORK1.NE.0) GO TO 100	00001279
1280	00025	WRITE(6,1000) Y(1),XW1,YW1,XW2,YW2,WORK1,WORK2,WORK3,	00001280
1281		* VCX,VCY,ACX,ACY,DEF1,DEF2,DEF3,FY1,FY2,FY3,TF,TR	00001281
1282	00026	WRITE(6,1010) X0,Y0,TH10	00001282
1283	00027	1000 FORMAT(1H ,F7.3,4F7.2,3F6.1,4F7.2,F7.2,2F6.2,3F6.2,2F5.1)	00001283
1284	00028	1010 FORMAT(1H ,7X,3F7.2)	00001284
1285		C	00001285
1286	00029	100 CONTINUE	00001286
1287	00030	IF(DABS(ACX) .GT.DABS(YMAX(1, 1))) YMAX(2, 1)=Y(1)	00001287
1288	00031	IF(DABS(ACY) .GT.DABS(YMAX(1, 2))) YMAX(2, 2)=Y(1)	00001288
1289	00032	IF(DABS(DEF1) .GT.DABS(YMAX(1, 3))) YMAX(2, 3)=Y(1)	00001289
1290	00033	IF(DABS(DEF2) .GT.DABS(YMAX(1, 4))) YMAX(2, 4)=Y(1)	00001290
1291	00034	IF(DABS(DEF3) .GT.DABS(YMAX(1, 5))) YMAX(2, 5)=Y(1)	00001291
1292	00035	IF(DABS(FY1) .GT.DABS(YMAX(1, 6))) YMAX(2, 6)=Y(1)	00001292
1293	00036	IF(DABS(FY2) .GT.DABS(YMAX(1, 7))) YMAX(2, 7)=Y(1)	00001293
1294	00037	IF(DABS(FY3) .GT.DABS(YMAX(1, 8))) YMAX(2, 8)=Y(1)	00001294
1295	00038	IF(DABS(TF) .GT.DABS(YMAX(1, 9))) YMAX(2, 9)=Y(1)	00001295
1296	00039	IF(DABS(TR) .GT.DABS(YMAX(1,10))) YMAX(2,10)=Y(1)	00001296
1297	00040	IF(DABS(PC) .GT.DABS(YMAX(1,11))) YMAX(2,11)=Y(1)	00001297
1298	00041	IF(DABS(AC) .GT.DABS(YMAX(1,12))) YMAX(2,12)=Y(1)	00001298
1299	00042	IF(DABS(ACX) .GT.DABS(YMAX(1, 1))) YMAX(1, 1)=ACX	00001299

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
1300	00043	IF(DABS(ACY) .GT.DABS(YMAX(1, 2)))	00001300
1301	00044	IF(DABS(DEF1) .GT.DABS(YMAX(1, 3)))	00001301
1302	00045	IF(DABS(DEF2) .GT.DABS(YMAX(1, 4)))	00001302
1303	00046	IF(DABS(DEF3) .GT.DABS(YMAX(1, 5)))	00001303
1304	00047	IF(DABS(FY1) .GT.DABS(YMAX(1, 6)))	00001304
1305	00048	IF(DABS(FY2) .GT.DABS(YMAX(1, 7)))	00001305
1306	00049	IF(DABS(FY3) .GT.DABS(YMAX(1, 8)))	00001306
1307	00050	IF(DABS(TF) .GT.DABS(YMAX(1, 9)))	00001307
1308	00051	IF(DABS(TR) .GT.DABS(YMAX(1,10)))	00001308
1309	00052	IF(DABS(PC) .GT.DABS(YMAX(1,11)))	00001309
1310	00053	IF(DABS(AC) .GT.DABS(YMAX(1,12)))	00001310
1311			00001311
1312	00054	PLDATA(1,J)=H*FLOAT(J-1)	00001312
1313	00055	PLDATA(2,J)=ACX	00001313
1314	00056	PLDATA(3,J)=ACY	00001314
1315	00057	PLDATA(4,J)=DEF1	00001315
1316	00058	PLDATA(5,J)=DEF2	00001316
1317	00059	PLDATA(6,J)=FY1	00001317
1318	00060	PLDATA(7,J)=FY2	00001318
1319	00061	PLDATA(8,J)=WORK1	00001319
1320	00062	PLDATA(9,J)=WORK2	00001320
1321	00063	PLDATA(10,J)=WORK3	00001321
1322	00064	PLDATA(11,J)=X0	00001322
1323	00065	PLDATA(12,J)=Y0	00001323
1324	00066	PLDATA(13,J)=DEF3	00001324
1325	00067	PLDATA(14,J)=FY3	00001325
1326	00068	RETURN	00001326
1327	00069	END	00001327

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
1328	00001	SUBROUTINE RIREKI(CD0,CD1,CDR,A1,A2)	
1329	00002	IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)	00001328
1330	00003	DIMENSION CD0(3),CD1(3),CDR(101)	00001329
1331		C	00001330
1332		C	00001331
1333		C	00001332
1334	00004	N1=100.0*A1/(A1+A2)+1.001	00001333
1335	00005	N2=N1+1	00001334
1336	00006	DO 10 N=1,N1	00001335
1337	00007	CD9=((101-N)*CD0(1)+(N-1)*CD1(1))/100.	00001336
1338	00008	IF(CD9.GT.CDR(N)) CDR(N)=CD9	00001337
1339	00009	10 CONTINUE	00001338
1340	00010	DO 20 N=N2,101	00001339
1341	00011	CD9=((101-N)*CD0(2)+(N-1)*CD1(2))/100.	00001340
1342	00012	IF(CD9.GT.CDR(N)) CDR(N)=CD9	00001341
1343	00013	20 CONTINUE	00001342
1344	00014	RETURN	00001343
1345	00015	END	00001344
			00001345

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
1346	00001	SUBROUTINE RIREK2(CD0,CD1,CDR)	00001346
1347	00002	IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)	00001347
1348	00003	DIMENSION CD0(3),CD1(3),CDR(101)	00001348
1349		C	00001349
1350		C	00001350
1351		C	00001351
1352	00004	DO 10 N=1,101	00001352
1353	00005	CD9=((101-N)*CD0(3)+(N-1)*CD1(3))/100.	00001353
1354	00006	IF(CD9.GT.CDR(N)) CDR(N)=CD9	00001354
1355	00007	10 CONTINUE	00001355
1356	00008	RETURN	00001356
1357	00009	END	00001357

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
1358	00001	SUBROUTINE RAIL2(PPAR,IPRT,III,JJJ,NERR,JUMP,PC)	
1359	00002	IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)	00001358
1360	00003	COMMON /BLK1/ A1,A2,AX,AY,ATH,B1,B2,C1,C2,CW,CK,CK1,CK2,CT,CM,	00001359
1361		1 CD0(3),CD1(3),CD,D6,DP,OU,E1,ECD,EG,EY,FWC,FM,GK,H,K,	00001360
1362		2 L1,L2,LL,LLIX,LRIX,M0,PK,PW,PFM,PH,R,R2,RY,ST,	00001361
1363		3 TH,T,V,VX,VY,VTH,WR,W1,W2,X0,XWF,Y0,YWF,YR,	00001362
1364		4 Y(7),F(7),Q(7),CDR(101),CDR3(101)	00001363
1365	00004	REAL*8 K,L1,L2,LL,LLIX,LRIX,M0	00001364
1366	00005	COMMON /BLK2/ A,AA,C08,CF,CR,CS,D1,D2,DX1,DX2,D2D,DPF,D2S,K9,KF,	00001365
1367		1 KR,L,P1,P2,P10,P2D,PF,RX,SP,SXP,TT,W,XC1,XC2,XR1,	00001366
1368		2 XR2,XD1,XD2,XRR,XDD1,XDD2,YC1,YC2,YR1,YR2,YCD,YL,	00001367
1369		3 YRM,YLM	00001368
1370	00006	REAL*8 K9,KF,KR,L	00001369
1371	00007	COMMON /AA/ DELT1(10),DELT2(10),FDELT1(10),FDELT2(10),AK(4),	00001370
1372		1 PDELT(8),TETA1(10),TETA2(10),TETA3(5)	00001371
1373	00008	COMMON /BB/ NHON,IPOSIT,CFK,CRK,YPAR,TF,TR,PM,PCFM,PCRM,ITMAX	00001372
1374	00009	COMMON /CC/ DELT(20),DELTO(20),EPS1,EPS2,EPS3,WK1(20,20),WK(20,5)	00001373
1375	00010	COMMON /DD/ ICHK(5),NERRI(50),NERRJ(50)	00001374
1376	00011	COMMON /II/ KIND,TFTR0(40)	00001375
1377	00012	DIMENSION DELTX(20)	00001376
1378	00013	EXTERNAL EQ1,EQ2,EQ3	00001377
1379	00014	NK=NHON+1	00001378
1380	00015	IT=ITMAX	00001379
1381	00016	IPOSIT=1	00001380
1382	00017	IF(LL.GT.EPS3) IPOSIT=2	00001381
1383	00018	IF(LL.GT.(L*0.5-EPS3)) IPOSIT=3	00001382
1384	00019	IF(LL.GT.(L*0.5+EPS3)) IPOSIT=4	00001383
1385	00020	IF(LL.GT.(L-EPS3)) IPOSIT=5	00001384
1386			00001385
1387	00021	C GO TO (1,2,3,2,1),IPOSIT	00001386
1388		C	00001387
1389	00022	1 NN=NHON/2-1	00001388
1390	00023	NN1=NN+1	00001389
1391	00024	DELT(1)=YPAR	00001390
1392	00025	DELT(NK)=YPAR	00001391
1393	00026	DO 410 I=1,NN	00001392
1394	00027	410 DELT(I+1)=0.01*YPAR/FLOAT(I*I)	00001393
1395	00028	DO 420 I=1,NN1	00001394
1396	00029	I1=I+NN1	00001395
1397	00030	420 DELT(I1)=DELT(I)	00001396
1398	00031	DO 130 I=1,NN1	00001397
1399	00032	130 DELT1(I)=DELT(I)	00001398
1400	00033	520 DO 110 I=1,NN	00001399
1401	00034	110 DELTX(I)=DELT(I+1)	00001400
1402	00035	IF(ICHK(1).EQ.1) WRITE(6,1000) IT,IPOSIT,LL,YPAR,(DELT(I),I=1,NK)	00001401
1403	00036	1000 FORMAT(1H ,I4,I3,F6.2,16F7.4)	00001402
1404	00037	CALL YDNSBM(EQ1,DELT,NK,EPS1,EPS2,IT,FNORM,WK1,WK,IER)	00001403
1405	00038	IF(IER.GT.0) GO TO 100	00001404
1406	00039	NN=NHON/2+1	00001405
1407	00040	DO 120 I=1,NN	00001406
			00001407

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
1408	00041	I1=I+1	00001408
1409	00042	DELT(I1)=DELT(I)	00001409
1410	00043	I2=I+N	00001410
1411	00044	DELT(I2)=DELT(I)	00001411
1412	00045	120 CONTINUE	00001412
1413	00046	GO TO 100	00001413
1414		C	00001414
1415	00047	2 N=NHON/2	00001415
1416	00048	IF(JJJ.GT.JUMP) GO TO 500	00001416
1417	00049	DELT(1)=L*YPAR/(2.0*L-LL)	00001417
1418	00050	DELT(N+1)=L*YPAR/(L+LL)	00001418
1419	00051	IF(IPOSIT.EQ.2) DELT(NK)=1.5*L*YPAR/(2.0*L-LL)	00001419
1420	00052	IF(IPOSIT.EQ.4) DELT(NK)=1.5*L*YPAR/(L+LL)	00001420
1421	00053	DO 430 I=2,N	00001421
1422	00054	DELT(I)=0.01*YPAR/FLOAT((I-1)*(I-1))	00001422
1423	00055	I1=I+N	00001423
1424	00056	430 DELT(I1)=DELT(I)	00001424
1425	00057	500 DO 310 I=1,NK	00001425
1426	00058	310 DELT(I)=DELT(I)	00001426
1427	00059	IF(ICK(1).EQ.1) WRITE(6,1000) IT,IPOSIT,LL,YPAR,(DELT(I),I=1,NK)	00001427
1428	00060	CALL *DMSBH(EQ2,DELT,NK,EPS1,EPS2,IT,FNORM,WK1,WK,IER)	00001428
1429	00061	IF(IER.GT.0) GO TO 100	00001429
1430	00062	DO 320 I=1,NK	00001430
1431	00063	320 DELT(I)=DELT(I)	00001431
1432	00064	GO TO 100	00001432
1433		C	00001433
1434	00065	3 NN=NHON/2	00001434
1435	00066	DELT(NK)=YPAR	00001435
1436	00067	IF(JJJ.GT.JUMP) GO TO 510	00001436
1437	00068	DELT(1)=0.75*YPAR	00001437
1438	00069	DELT(NN+1)=DELT(1)	00001438
1439	00070	DO 440 I=2,NN	00001439
1440	00071	DELT(I)=0.01*YPAR/FLOAT((I-1)*(I-1))	00001440
1441	00072	I1=I+NN	00001441
1442	00073	440 DELT(I1)=DELT(I)	00001442
1443	00074	510 DO 210 I=1,NN	00001443
1444	00075	210 DELT(I)=DELT(I)	00001444
1445	00076	IF(ICK(1).EQ.1) WRITE(6,1000) IT,IPOSIT,LL,YPAR,(DELT(I),I=1,NK)	00001445
1446	00077	CALL *DMSBH(EQ3,DELT,NN,EPS1,EPS2,IT,FNORM,WK1,WK,IER)	00001446
1447	00078	IF(IER.GT.0) GO TO 100	00001447
1448	00079	DO 220 I=1,NN	00001448
1449	00080	DELT(I)=DELT(I)	00001449
1450	00081	I1=I+NN	00001450
1451	00082	220 DELT(I1)=DELT(I)	00001451
1452	00083	100 CONTINUE	00001452
1453		C	00001453
1454	00084	GO TO (10,20,30,20,10),IPOSIT	00001454
1455		C	00001455
1456	00085	10 PPAR=(TF+TR)*(TETA1(2)+TETA1(2))+FDELT1(1)	00001456
1457	00086	PC=0.	00001457

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
1458	00087	GO TO 200	
1459	00088	20 PPAR=TF*(TETA3(2)+TETA3(5))+PM	00001458
1460	00089	PC=2.0*TR*(2.0*DELT(NK)-DELT(1)-DELT(N+1))/L+PCRM	00001459
1461	00090	GO TO 200	00001460
1462	00091	30 PPAR=(TF+TR)*2.0*TETA1(1)+PM	00001461
1463	00092	PCFM=0.5*PM	00001462
1464	00093	IF(KIND.EQ.2) PCFM=0.0	00001463
1465	00094	PCRM=PCFM	00001464
1466	00095	PC=4.0*TR*(DELT(NK)-DELT(1))/L+PCRM	00001465
1467	00096	200 CONTINUE	00001466
1468	00097	IF(IER.EQ.0) GO TO 230	00001467
1469	00098	NERR=NERR+1	00001468
1470	00099	NERRI(NERR)=III	00001469
1471	00100	NERRJ(NERR)=JJJ	00001470
1472			00001471
1473	00101	C 230 CONTINUE	00001472
1474	00102	IF(IPRT.EQ.0) RETURN	00001473
1475	00103	WRITE(6,1000) IT,IPOSIT,LL,YPAR,(DELT(I),I=1,NK)	00001474
1476	00104	WRITE(6,1020) PPAR,TF,TR,PM,PCFM,PCRM,PC	00001475
1477	00105	1020 FORMAT(1H,20X,7F7.3)	00001476
1478	00106	RETURN	00001477
1479	00107	END	00001478
			00001479

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
1480	00001	REAL FUNCTION EQ1*8(DELTx,NK,K)	00001480
1481	00002	IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)	00001481
1482		C	00001482
1483		C	00001483
1484		C	00001484
1485	00003	DIMENSION DELTX(NK)	00001485
1486	00004	COMMON /BLK2/ A,AA,CDB,CF,CR,CS,D1,D2,DX1,DX2,DZD,DPF,D2S,K9,KF,	00001486
1487		1 KR,L,P1,P2,P1D,P2D,PF,RX,SP,SXP,TT,W,XC1,XC2,XR1,	00001487
1488		2 XR2,XD1,XD2,XRR,XDD1,XDD2,YC1,YC2,YR1,YR2,YCD,YL,	00001488
1489		3 YPM,YLM	00001489
1490	00005	REAL*8 K9,KF,KR,L	00001490
1491	00006	COMMON /AA/ DELT1(10),DELT2(10),FDELT1(10),FDELT2(10),AK(4),	00001491
1492		1 PDELT(6),TETA1(10),TETA2(10),TETA3(5)	00001492
1493	00007	COMMON /B2/ NHON,IPOSIT,CFK,CRK,YPAR,TF,TR,PM,PCFM,PCRM,ITMAX	00001493
1494	00008	COMMON /II/ KIND,TFTR0(40)	00001494
1495	00009	N=NHON/2+1	00001495
1496	00010	N1=N-1	00001496
1497	00011	DO 120 I=1,NK	00001497
1498	00012	120 DELT1(I+1)=DELTx(I)	00001498
1499	00013	CALL PDELTA(N1,DELT1,FDELT1,AK,PDELT)	00001499
1500	00014	DELT1(N)=0.	00001500
1501	00015	DO 100 I=2,N	00001501
1502	00016	TETA1(I)=(DELT1(I-1)-DELT1(I))/L	00001502
1503	00017	TETA2(I)=TETA1(I)	00001503
1504	00018	100 CONTINUE	00001504
1505	00019	X1=0.	00001505
1506	00020	DO 110 I=2,N	00001506
1507	00021	X1=X1+2.0*TETA1(I)*TETA1(I)	00001507
1508	00022	110 CONTINUE	00001508
1509	00023	TF=CFK*L*X1/2.	00001509
1510	00024	TR=CRK*L*X1/2.	00001510
1511	00025	I=NK-K+2	00001511
1512	00026	EQ1=(TF+TR)*(TFTR0(I-1)*TETA1(I)-TFTR0(I)*TETA1(I+1))-FDELT1(I)	00001512
1513	00027	DO 130 I=1,NK	00001513
1514	00028	130 DELTX(I)=DELT1(I+1)	00001514
1515	00029	PETUR:	00001515
1516	00030	END	00001516

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
1517	00001	REAL FUNCTION EQ2*8(DELTx,NK,KK)	
1518	00002	IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)	00001517
1519			00001518
1520		C IPOSIT=2 OR 4 (0 < L0 < L/2 OR L/2 < L0 < L)	00001519
1521		C	00001520
1522	00003	DIMENSION DELTx(NK)	00001521
1523	00004	COMMON /BLK1/ A1,A2,AX,AY,ATH,B1,B2,C1,C2,CW,CK,CK1,CK2,CT,CM,	00001522
1524		1 CD0(3),CD1(3),CD,D6,OP,DU,EI,ECD,EG,EY,FWC,FM,GK,H,K,	00001523
1525		2 L1,L2,LL,LLIX,LRIX,M0,P,K,PW,PFM,PH,R,R2,RY,ST,	00001524
1526		3 TH,T,V,VX,VY,VTH,WR,W1,W2,X0,XWF,Y0,YWF,YR,	00001525
1527		4 Y(7),F(7),G(7),CDR(101),CDP3(101)	00001526
1528	00005	REAL*8 K,L1,L2,LL,LLIX,LRIX,M0	00001527
1529	00006	COMMON /BLK2/ A,AA,CDB,CF,CR,CS,D1,D2,DX1,DX2,D2D,DPF,D2S,K9,KF,	00001528
1530		1 KR,L,P1,P2,P1D,P2D,PF,RX,SP,SPX,TT,W,XC1,XC2,XR1,	00001529
1531		2 XR2,XD1,XD2,XPR,XDD1,XDD2,YC1,YC2,YR1,YR2,YCO,YL,	00001530
1532		3 YRM,YLM	00001531
1533	00007	REAL*8 K9,KF,KR,L	00001532
1534	00008	COMMON /AA/ DELT1(10),DELT2(10),FDELT1(10),FDELT2(10),AK(4),	00001533
1535		1 PDELT(8),TETA1(10),TETA2(10),TETA3(5)	00001534
1536	00009	COMMON /SB/ NHCN,IPOSIT,CFK,CRK,YPAR,TF,TR,PM,PCFM,PCRM,ITMAX	00001535
1537	00010	COMMON /II/ KIND,TFTR0(40)	00001536
1538	00011	N=NHCN/2+1	00001537
1539	00012	N1=N-1	00001538
1540	00013	AL=L-LL	00001539
1541	00014	IF(IPOSIT.EQ.2) AL0=LL	00001540
1542	00015	IF(IPOSIT.EQ.2) AL00=L-LL	00001541
1543	00016	IF(IPOSIT.EQ.4) AL0=L-LL	00001542
1544	00017	IF(IPOSIT.EQ.4) AL00=LL	00001543
1545	00018	DO 200 I=1,N1	00001544
1546	00019	DELT1(I)=DELTx(I)	00001545
1547	00020	I1=I+N-1	00001546
1548	00021	DELT2(I)=DELTx(I1)	00001547
1549	00022	200 CONTINUE	00001548
1550	00023	CALL PDELTA(N1,DELT1,FDELT1,AK,PDELT)	00001549
1551	00024	CALL PDELTA(N1,DELT2,FDELT2,AK,PDELT)	00001550
1552	00025	DELT1(N)=0.	00001551
1553	00026	DELT2(N)=0.	00001552
1554	00027	DO 100 I=2,N	00001553
1555	00028	TETA1(I)=(DELT1(I-1)-DELT1(I))/L	00001554
1556	00029	TETA2(I)=(DELT2(I-1)-DELT2(I))/L	00001555
1557	00030	100 CONTINUE	00001556
1558	00031	TETA1(1)=(DELTx(NK)-DELT1(1))*2.0/L	00001557
1559	00032	TETA2(1)=(DELTx(NK)-DELT2(1))*2.0/L	00001558
1560	00033	IF(IPOSIT.EQ.4) GO TO 130	00001559
1561	00034	TETA3(1)=(YPAR-DELT2(1))/LL	00001560
1562	00035	TETA3(2)=(YPAR-DELTx(NK))/(L/2.0-LL)	00001561
1563	00036	TETA3(3)=(DELTx(NK)-DELT1(1))*2.0/L	00001562
1564	00037	TETA3(4)=TETA3(3)	00001563
1565	00038	TETA3(5)=TETA3(1)	00001564
1566	00039	X2=TETA3(1)*TETA3(1)*LL+TETA3(2)*TETA3(2)*(L/2.0-LL)+	00001565
			00001566

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
1567		1 TETA3(3)*TETA3(3)*(L/2.0)	00001567
1568	00040	GO TO 140	00001568
1569	00041	130 TETA3(1)=(DELT*(NK)-DELT2(1))*2.0/L	00001569
1570	00042	TETA3(2)=(YPAR-DELT*(NK))/(LL-L/2.0)	00001570
1571	00043	TETA3(3)=(YPAR-DELT1(1))/(L-LL)	00001571
1572	00044	TETA3(4)=TETA3(1)	00001572
1573	00045	TETA3(5)=TETA3(3)	00001573
1574	00046	X2=TETA3(1)*TETA3(1)*(L/2.0)+TETA3(2)*TETA3(2)*(LL-L/2.0)+	00001574
1575		1 TETA3(3)*TETA3(3)*(L-LL)	00001575
1576	00047	140 CONTINUE	00001576
1577	00048	X1=0.	00001577
1578	00049	DO 110 I=2,N	00001578
1579	00050	X1=X1+TETA1(I)*TETA1(I)+TETA2(I)*TETA2(I)	00001579
1580	00051	110 CONTINUE	00001580
1581	00052	TF=CFK*L*X1/2.+CFK*X2*0.5	00001581
1582	00053	TR=CRK*L*X1/2.+CRK*L*0.25*(TETA1(1)*TETA1(1)+TETA2(1)*TETA2(1))	00001582
1583	00054	IF(KK.GT.(NK-3)) GO TO 1000	00001583
1584	00055	2000 IF(KK.GT.(N-2)) GO TO 120	00001584
1585	00056	I=KK+1	00001585
1586	00057	EQ2=(TF+TR)*(TFTR0(I)*TETA1(I)-TFTR0(I+1)*TETA1(I+1))-FDELT1(I)	00001586
1587	00058	GO TO 3000	00001587
1588	00059	120 I=KK+1-(N-2)	00001588
1589	00060	EQ2=(TF+TR)*(TFTR0(I)*TETA2(I)-TFTR0(I+1)*TETA2(I+1))-FDELT2(I)	00001589
1590	00061	GO TO 3000	00001590
1591		C	00001591
1592	00062	1000 CONTINUE	00001592
1593	00063	DELT=(DELT*(NK)-(DELT1(1)+DELT2(1))/2.0	00001593
1594	00064	DELT=YPAR-(DELT2(1)+(DELT1(1)-DELT2(1))*LL/L)	00001594
1595	00065	Y1=LL*LL*AL*AL/(3.0*EI*L)	00001595
1596	00066	Y2=-AL*(3.0*L*L-4.0*AL*AL)/(48.0*EI)	00001596
1597	00067	Y3=-L*L*L/(48.0*EI)	00001597
1598	00068	PM=(Y3*DELT-Y2*DELT)/(Y1*Y3+Y2*Y2)	00001598
1599	00069	PCFM=(Y2*DELT+Y1*DELT)/(Y1*Y3+Y2*Y2)	00001599
1600	00070	PCR=48.0*EI*DELT/(L*L*L)	00001600
1601	00071	IF(KIND.EQ.2) PCR=0.0	00001601
1602	00072	IF(KIND.EQ.2) PCR=0.0	00001602
1603	00073	IF(PCRM.GT.(4.0*M0/L)) PCR=4.0*M0/L	00001603
1604	00074	Y4=LL*AL*PM/L-AL*PCFM*0.5	00001604
1605	00075	IF(M0.GT.Y4) GO TO 1100	00001605
1606		C	00001606
1607	00076	PCFM=PCR	00001607
1608	00077	PM=L*(M0+AL*PCFM*0.5)/(LL*AL)	00001608
1609	00078	1100 CONTINUE	00001609
1610	00079	IF(KK.EQ.(NK-2)) EQ2=TF*(TETA3(3)-TFTR0(2)*TETA1(2))	00001610
1611		1 +TR*(TETA1(1)-TFTR0(2)*TETA1(2))	00001611
1612		1 +PM*LL/L-FDELT1(1)	00001612
1613	00080	IF(KK.EQ.(NK-1)) EQ2=TF*(TETA3(1)-TFTR0(2)*TETA2(2))	00001613
1614		1 +TR*(TETA2(1)-TFTR0(2)*TETA2(2))	00001614
1615		1 +PM*AL/L-FDELT2(1)	00001615
1616	00081	IF(KK.EQ.NK) EQ2=TF*(TETA3(2)-TETA3(4))+PCFM	00001616

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
1617			
1618	00082	1	
1619	00083	3000 DO 220 I=1,N1	-TR*(TETA2(1)+TETA1(1))-PCRM
1620	00084	DELTX(I)=DELT1(I)	00001617
1621	00085	I1=I+N-1	00001618
1622	00086	220 DELTX(I1)=DELT2(I)	00001619
1623	00087	RETURN	00001620
		END	00001621
			00001622
			00001623

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
1624	00001	REAL FUNCTION EQ3*8(DELTX,NK,KK)	
1625	00002	IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)	00001624
1626			00001625
1627		C IPOSIT=3 (L0 = L/2)	00001626
1628		C	00001627
1629	00003	DIMENSION DELTX(NK)	00001628
1630	00004	COMMON /BLK1/ A1,A2,AX,AY,ATH,B1,B2,C1,C2,CW,CK,CK1,CK2,CT,CH,	00001629
1631		1 CD0(3),CD1(3),CD,D6,DP,DU,EI,ECD,EG,EY,FWC,FM,GK,H,K,	00001630
1632		2 L1,L2,LL,LLIX,LRIX,M0,PK,PW,PFM,PH,R,R2,RY,ST,	00001631
1633		3 TH,T,V,VX,VY,VTH,WR,W1,W2,X0,XWF,Y0,YWF,YR,	00001632
1634		4 Y(7),F(7),Q(7),CDR(101),CDR3(101)	00001633
1635	00005	REAL*8 K,L1,L2,LL,LLIX,LRIX,M0	00001634
1636	00006	COMMON /BLK2/ A,AA,CD8,CF,CR,CS,D1,D2,DX1,DX2,D2D,DPF,D2S,K9,KF,	00001635
1637		1 KR,L,P1,P2,P1D,P2D,PF,RX,SP,SXP,TT,W,XC1,XC2,XR1,	00001636
1638		2 XR2,XD1,XD2,XRR,XDD1,XDD2,YC1,YC2,YR1,YR2,YCD,YL,	00001637
1639		3 YRM,YLM	00001638
1640	00007	REAL*8 K9,KF,KR,L	00001639
1641	00008	COMMON /AA/ DELT1(10),DELT2(10),FDELT1(10),FDELT2(10),AK(4),	00001640
1642		1 PDELT(8),TETA1(10),TETA2(10),TETA3(5)	00001641
1643	00009	COMMON /BB/ NHQN,IPOSIT,CFK,CRK,YPAR,TF,TR,PM,PCFM,PCRM,ITMAX	00001642
1644	00010	COMMON /II/ KIND,TFTR0(40)	00001643
1645	00011	N=NHQN/2+1	00001644
1646	00012	DO 200 I=1,NK	00001645
1647	00013	DELT1(I)=DELTX(I)	00001646
1648	00014	200 CONTINUE	00001647
1649	00015	CALL PDELTA(NK,DELT1,FDELT1,AK,PDELT)	00001648
1650	00016	DELT1(N)=0.	00001649
1651	00017	DO 100 I=2,N	00001650
1652	00018	TETA1(I)=(DELT1(I-1)-DELT1(I))/L	00001651
1653	00019	TETA2(I)=TETA1(I)	00001652
1654	00020	100 CONTINUE	00001653
1655	00021	TETA1(1)=(YPAR-DELT1(1))*2.0/L	00001654
1656	00022	TETA3(1)=TETA1(1)	00001655
1657	00023	TETA3(3)=TETA1(1)	00001656
1658	00024	X2=TETA3(1)*TETA3(1)*L	00001657
1659	00025	X1=0.	00001658
1660	00026	DO 110 I=2,N	00001659
1661	00027	X1=X1+2.0*TETA1(I)*TETA1(I)	00001660
1662	00028	110 CONTINUE	00001661
1663	00029	TF=CFK*L*X1/2.+CFK*X2*0.5	00001662
1664	00030	TR=CRK*L*X1/2.+CRK*X2*0.5	00001663
1665	00031	2000 IF(KK.EQ.NK) GO TO 1000	00001664
1666	00032	I=NK-KK+1	00001665
1667	00033	EQ3=(TF+TR)*(TFTR0(I)*TETA1(I)-TFTR0(I+1)*TETA1(I+1))-FDELT1(I)	00001666
1668	00034	GO TO 3000	00001667
1669		C	00001668
1670	00035	1000 CONTINUE	00001669
1671	00036	DELTG=YPAR-DELT1(1)	00001670
1672	00037	DELTG=DELTG	00001671
1673	00038	PM=48.0*EI*DELTG/(L*L*L)	00001672
			00001673

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
1674	00039	IF(PM.GT.(4.0*M0/L)) PM=4.0*M0/L	00001674
1675	00040	PM=2.0*PM	00001675
1676	00041	EQ3=TF*(TETA3(3)-TFTR0(2)*TETA1(2))	00001676
1677		1 +TR*(TETA1(1)-TFTR0(2)*TETA1(2))	00001677
1678		1 +PM*0.5-FDELT1(1)	00001678
1679	00042	3000 DO 220 I=1,NK	00001679
1680	00043	220 DELTX(I)=DELT1(I)	00001680
1681	00044	RETURN	00001681
1682	00045	END	00001682

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
1683	00001	SUBROUTINE PDELTA(N,DELT,FDELT,AK,PDELT)	00001683
1684	00002	IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)	00001684
1685	00003	DIMENSION DELT(N),FDELT(N),AK(4),PDELT(8)	00001685
1686	00004	DO 100 I=1,N	00001686
1687	00005	D=DELT(I)	00001687
1688	00006	IF(D.GT.PDELT(5)) GO TO 110	00001688
1689	00007	FDELT(I)=AK(1)*D	00001689
1690	00008	GO TO 100	00001690
1691	00009	110 IF(D.GT.PDELT(6)) GO TO 120	00001691
1692	00010	FDELT(I)=PDELT(1)+AK(2)*(D-PDELT(5))	00001692
1693	00011	GO TO 100	00001693
1694	00012	120 IF(D.GT.PDELT(7)) GO TO 130	00001694
1695	00013	FDELT(I)=PDELT(2)+AK(3)*(D-PDELT(6))	00001695
1696	00014	GO TO 100	00001696
1697	00015	130 FDELT(I)=PDELT(3)+AK(4)*(D-PDELT(7))	00001697
1698	00016	100 CONTINUE	00001698
1699	00017	RETURN	00001699
1700	00018	END	00001700

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
1701	00001	SUBROUTINE CABLE(PPAR,IPRT,III,JJJ,NERR,JUMP,PC)	
1702	00002	IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)	00001701
1703	00003	COMMON /BLK1/ A1,A2,AX,AY,ATH,B1,B2,C1,C2,CW,CK,CK1,CK2,CT,CM,	00001702
1704		1 CD0(3),CD1(3),CD,D6,DP,DU,EI,ECD,EG,EY,FWC,FM,GK,H,K,	00001703
1705		2 L1,L2,LL,LLIX,LRIX,M0,PK,PW,PFM,PH,R,R2,RY,ST,	00001704
1706		3 TH,T,V,VX,VY,VTH,WR,W1,W2,X0,XWF,Y0,YWF,YR,	00001705
1707		4 Y(7),F(7),Q(7),CDR(101),CDR3(101)	00001706
1708	00004	REAL*8 K,L1,L2,LL,LLIX,LRIX,M0	00001707
1709	00005	COMMON /BLK2/ A,AA,CDB,CF,CR,CS,D1,D2,DX1,DX2,D2D,DPF,D2S,K9,KF,	00001708
1710		1 KR,L,P1,P2,P1D,P2D,PF,RX,SP,SXP,TT,W,XC1,XC2,XR1,	00001709
1711		2 XR2,XD1,XD2,XRR,XDD1,XDD2,YC1,YC2,YR1,YR2,YCD,YL,	00001710
1712		3 YRM,YLM	00001711
1713	00006	REAL*8 K9,KF,KR,L	00001712
1714	00007	COMMON /AA/ DELT1(10),DELT2(10),FDELT1(10),FDELT2(10),AK(4),	00001713
1715		1 PDELT(8),TETA1(10),TETA2(10),TETA3(5)	00001714
1716	00008	COMMON /BB/ NHON,IPOSIT,CFK,CRK,YPAR,TF,TR,PN,PCFM,PCRM,ITMAX	00001715
1717	00009	COMMON /CC/ DELT(20),DELTO(20),EPS1,EPS2,EPS3,WK1(20,20),WK(20,5)	00001716
1718	00010	COMMON /DD/ ICHK(5),NERRI(50),NERRJ(50)	00001717
1719	00011	DIMENSION DELTX(20)	00001718
1720	00012	EXTERNAL EQ4,EQ5	00001719
1721	00013	NK=NHON	00001720
1722	00014	IT=ITMAX	00001721
1723	00015	IPOSIT=1	00001722
1724	00016	IF(LL.GT.EPS3) IPOSIT=2	00001723
1725	00017	IF(LL.GT.(L-EPS3)) IPOSIT=3	00001724
1726		C	00001725
1727	00018	GO TO (1,2,1),IPOSIT	00001726
1728		C	00001727
1729		C	00001728
1730		C	00001729
1731	00019	1 NN=NHON/2-1	00001730
1732	00020	NN1=NN+1	00001731
1733	00021	DELT(1)=YPAR	00001732
1734	00022	DO 410 I=1,NN	00001733
1735	00023	410 DELT(I+1)=0.01*YPAR/FLOAT(I*I)	00001734
1736	00024	DO 420 I=1,NN1	00001735
1737	00025	I1=I+NN1	00001736
1738	00026	420 DELT(I1)=DELT(I)	00001737
1739	00027	DO 130 I=1,NN1	00001738
1740	00028	130 DELT1(I)=DELT(I)	00001739
1741	00029	520 DO 110 I=1,NN	00001740
1742	00030	110 DELTX(I)=DELT(I+1)	00001741
1743	00031	IF(ICHK(1).EQ.1) WRITE(6,1000) IT,IPOSIT,LL,YPAR,(DELT(I),I=1,NK)	00001742
1744	00032	1000 FORMAT(1H ,I4,I3,F6.2,16F7.4)	00001743
1745	00033	CALL YDNSEH(EQ4,DELT,NK,EPS1,EPS2,IT,FNORM,WK1,WK,IER)	00001744
1746	00034	IF(IER.GT.0) GO TO 100	00001745
1747	00035	NN=NHON/2+1	00001746
1748	00036	DO 120 I=1,NN	00001747
1749	00037	I1=I+1	00001748
1750	00038	DELT(I1)=DELT(I)	00001749
			00001750

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
1751	00039	I2=I+N	
1752	00040	DELT(I2)=DELT(I)	00001751
1753	00041	120 CONTINUE	00001752
1754	00042	GO TO 100	00001753
1755		C	00001754
1756	00043	2 N=NHON/2	00001755
1757	00044	IF(JJJ.GT.JUMP) GO TO 500	00001756
1758	00045	DELT(1)=L*YPAR/(2.0*L-LL)	00001757
1759	00046	DELT(N+1)=L*YPAR/(L+LL)	00001758
1760	00047	DO 430 I=2,N	00001759
1761	00048	DELT(I)=0.01*YPAR/FLOAT((I-1)*(I-1))	00001760
1762	00049	I1=I-N	00001761
1763	00050	430 DELT(I1)=DELT(I)	00001762
1764	00051	500 DO 310 I=1,NK	00001763
1765	00052	310 DELT(I)=DELT(I)	00001764
1766	00053	IF(ICHK(1).EQ.1) WRITE(6,1000) IT,IPOSIT,LL,YPAR,(DELT(I),I=1,NK)	00001765
1767	00054	CALL YONSBM(EQS,DELT,NK,EPS1,EPS2,IT,FNORM,WK1,WK,IER)	00001766
1768	00055	IF(IER.GT.0) GO TO 100	00001767
1769	00056	DO 320 I=1,NK	00001768
1770	00057	320 DELT(I)=DELT(I)	00001769
1771	00058	GO TO 100	00001770
1772		C	00001771
1773	00059	100 CONTINUE	00001772
1774		C	00001773
1775	00060	GO TO (10,20,10),IPOSIT	00001774
1776		C	00001775
1777	00061	10 PPAR=(TF+TR)*(TETA1(2)+TETA1(2))+FDELT1(1)	00001776
1778	00062	PC=0.	00001777
1779	00063	GO TO 200	00001778
1780	00064	20 PPAR=TF*(TETA1(1)+TETA2(1))	00001779
1781	00065	PC=0.0	00001780
1782	00066	200 CONTINUE	00001781
1783	00067	IF(IER.EQ.0) GO TO 230	00001782
1784	00068	NERR=NERR+1	00001783
1785	00069	NERRI(NERR)=III	00001784
1786	00070	NERRJ(NERR)=JJJ	00001785
1787		C	00001786
1788	00071	230 CONTINUE	00001787
1789	00072	IF(IPRT.EQ.0) RETURN	00001788
1790	00073	WRITE(6,1000) IT,IPOSIT,LL,YPAR,(DELT(I),I=1,NK)	00001789
1791	00074	WRITE(6,1020) PPAR,TF,TR,PM,PCFM,PCRM,PC	00001790
1792	00075	1020 FORMAT(1H,20X,7F7.3)	00001791
1793	00076	RETURN	00001792
1794	00077	END	00001793
			00001794

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
1795	00001	REAL FUNCTION EQ4*8(DELT, NK, K)	
1796	00002	IMPLICIT REAL*8 (A-H, O-Z)	00001795
1797			00001796
1798		C	00001797
1799		C	00001798
1800	00003	IPOSIT=1 OR 3 (LL=0 OR LL=L)	00001799
1801	00004		00001800
1802		DIMENSION DELT(NK)	00001801
1803		COMMON /BLK2/ A, AA, CD8, CF, CR, CS, D1, D2, DX1, DX2, D2D, DPF, D2S, K9, KF,	00001802
1804		1 KR, L, P1, P2, P1D, P2D, PF, RX, SP, SXP, TT, W, XC1, XC2, XR1,	00001803
1805	00005	2 XR2, XD1, XD2, XRR, XDD1, XDD2, YC1, YC2, YR1, YR2, YCD, YL,	00001804
1806	00006	3 YRM, YLM	00001805
1807		REAL*8 K9, KF, KR, L	00001806
1808	00007	COMMON /AA/ DELT1(10), DELT2(10), FDELT1(10), FDELT2(10), AK(4),	00001807
1809	00008	1 PDELT(8), TETA1(10), TETA2(10), TETA3(5)	00001808
1810	00009	COMMON /BB/ NHON, IPOSIT, CFK, CRK, YPAR, TF, TR, PM, PCFM, PCRM, ITMAX	00001809
1811	00010	COMMON /II/ KIND, TRTRO(40)	00001810
1812	00011	COMMON /JJ/ TINTAL, CK3, CK4, FWC2, HANKEI, TETASS, TETAFF	00001811
1813	00012	N=NHON/2+1	00001812
1814	00013	N1=N-1	00001813
1815	00014	DO 120 I=1, NK	00001814
1816	00015	120 DELT1(I+1)=DELT(I)	00001815
1817	00016	CALL PDELTA(N1, DELT1, FDELT1, AK, PDELT)	00001816
1818	00017	DELT1(N)=0.	00001817
1819	00018	DO 100 I=2, N	00001818
1820	00019	TETA1(I)=(DELT1(I-1)-DELT1(I))/L	00001819
1821	00020	TETA2(I)=TETA1(I)	00001820
1822	00021	100 CONTINUE	00001821
1823	00022	X1=0.	00001822
1824	00023	DO 110 I=2, N	00001823
1825	00024	X1=X1+2.0*TETA1(I)*TETA1(I)	00001824
1826	00025	110 CONTINUE	00001825
1827	00026	TF=CFK*L*X1/2.0+TINTAL	00001826
1828	00027	TR=CRK*L*X1/2.0+TINTAL	00001827
1829	00028	IF(KIND.EQ.4) TR=0.0	00001828
1830	00029	I=NK-K+2	00001829
1831	00030	EQ4=(TF+TR)*(TETA1(I)-TETA1(I+1))-FDELT1(I)	00001830
1832	00031	DO 130 I=1, NK	00001831
1833	00032	130 DELT(I)=DELT1(I+1)	00001832
		RETURN	00001833
		END	

CARD	ISM	SOURCE STATEMENT	
1834	00001	REAL FUNCTION EQS*8(DELTX,NK,KK)	00001834
1835	00002	IMPLICIT REAL*8 (A-H,O-Z)	00001835
1836		C	00001836
1837		C	00001837
1838		C	00001838
1839	00003	IPOSIT=2 (0 < LL < L)	00001839
1840	00004	DIMENSION DELTX(NK)	00001840
1841		COMMON /BLK1/ A1,A2,AX,AY,ATH,B1,B2,C1,C2,CW,CK,CK1,CK2,CT,CM,	00001841
1842		1 CD0(3),CD1(3),CD,D6,DP,DU,EI,ECD,EG,EY,FWC,FM,GK,H,K,	00001842
1843		2 L1,L2,LL,LLIX,LRIX,M0,PK,PW,PFM,PH,R,R2,RY,ST,	00001843
1844		3 TH,T,V,VX,VY,VTH,WR,W1,W2,X0,XWF,Y0,YWF,YR,	00001844
1845	00005	4 Y(7),F(7),Q(7),CDR(101),CDR3(101)	00001845
1846	00006	REAL*8 K,L1,L2,LL,LLIX,LRIX,M0	00001846
1847		COMMON /BLK2/ A,AA,CD8,CF,CR,CS,D1,D2,DX1,DX2,D2D,DPF,D2S,K9,KF,	00001847
1848		1 KR,L,P1,P2,P10,P2D,PF,RX,SP,SXP,TT,W,XC1,XC2,XR1,	00001848
1849		2 XP2,X01,XD2,XRR,XDC1,XDD2,YC1,YC2,YR1,YR2,YCD,YL,	00001849
1850	00007	3 YRM,YLM	00001850
1851	00008	REAL*8 K9,KF,KR,L	00001851
1852		COMMON /AA/ DELT1(10),DELT2(10),FDELT1(10),FDELT2(10),AK(4),	00001852
1853	00009	1 PDELT(8),TETA1(10),TETA2(10),TETA3(5)	00001853
1854	00010	COMMON /BB/ NHON,IPOSIT,CFK,CRK,YPAR,TF,TR,PM,PCFM,PCRM,ITMAX	00001854
1855	00011	COMMON /II/ KIND,TRTR0(40)	00001855
1856	00012	COMMON /JJ/ TINTAL,CK3,CK4,FWC2,HANKEI,TETASS,TETAFF	00001856
1857	00013	N=NHON/2+1	00001857
1858	00014	N1=N-1	00001858
1859	00015	AL=L-LL	00001859
1860	00016	DO 200 I=1,N1	00001860
1861	00017	DELT1(I)=DELTX(I)	00001861
1862	00018	I1=I+N-1	00001862
1863	00019	DELT2(I)=DELTX(I1)	00001863
1864	00020	200 CONTINUE	00001864
1865	00021	CALL PDELTA(N1,DELT1,FDELT1,AK,PDELT)	00001865
1866	00022	CALL PDELTA(N1,DELT2,FDELT2,AK,PDELT)	00001866
1867	00023	DELT1(N)=0.	00001867
1868	00024	DELT2(N)=0.	00001868
1869	00025	DO 100 I=2,N	00001869
1870	00026	TETA1(I)=(DELT1(I-1)-DELT1(I))/L	00001870
1871	00027	TETA2(I)=(DELT2(I-1)-DELT2(I))/L	00001871
1872	00028	100 CONTINUE	00001872
1873	00029	TETA1(1)=(YPAR-DELT1(1))/AL	00001873
1874	00030	TETA2(1)=(YPAR-DELT2(1))/LL	00001874
1875	00031	X1=0.	00001875
1876	00032	DO 110 I=2,N	00001876
1877	00033	X1=X1+TETA1(I)*TETA1(I)+TETA2(I)*TETA2(I)	00001877
1878	00034	110 CONTINUE	00001878
1879		TF=CFK*L*X1/2.+CFK*LL*TETA2(1)*TETA2(1)*0.5	00001879
1880	00035	1 +CFK*AL*TETA1(1)*TETA1(1)*0.5+TINTAL	00001880
1881	00036	TR=CRK*L*X1/2.+CRK*(AL*TETA1(1)-LL*TETA2(1))*2/(2.0*L)+TINTAL	00001881
1882	00037	IF(KIND.EQ.4) TR=0.0	00001882
1883	00038	IF(KK.GT.(NK-2)) GO TO 1000	00001883
		2000 IF(KK.GT.(N-2)) GO TO 120	

CARD	ISN	SOURCE STATEMENT	
1884	00039	I=KK+1	
1885	00040	EQ5=(TF+TR)*(TETA1(I)-TETA1(I+1))-FDELT1(I)	00001884
1886	00041	GO TO 3000	00001885
1887	00042	120 I=KK+1-(N-2)	00001886
1888	00043	EQ5=(TF+TR)*(TETA2(I)-TETA2(I+1))-FDELT2(I)	00001887
1889	00044	GO TO 3000	00001888
1890			00001889
1891	00045	C 1000 CONTINUE	00001890
1892	00046	X2=(AL*TETA1(1)-LL*TETA2(1))/L	00001891
1893	00047	IF(KK.EQ.(NK-1)) EQ5=TF*(TETA1(1)-TETA1(2))+TR*(X2-TETA1(2))	00001892
1894		1 -FDELT1(1)	00001893
1895	00048	IF(KK.EQ.NK) EQ5=TF*(TETA2(1)-TETA2(2))+TR*(-X2-TETA2(2))	00001894
1896		1 -FDELT2(1)	00001895
1897	00049	3000 DO 220 I=1,N1	00001896
1898	00050	DELTX(I)=DELT1(I)	00001897
1899	00051	I1=I+N-1	00001898
1900	00052	220 DELTX(I1)=DELT2(I)	00001899
1901	00053	RETURN	00001907
1902	00054	END	00001987
			00002887

-----1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----*-----COMMENTS-----*

LISTING OF MEMBERS

MEMBER NAME LB0110A0

PROGRAM LB0110

REAL*8 A1,A2,B1,B2,PX,DP,HANKEI,XPOST,DISMAX

DIMENSION PLDATA(20,500),NAME(18),NKPLT1(50),ITITL(20)

DIMENSION XPOST(50),DISMAX(2,50)

CALL PLOTS(0.0,0.0,0.8)

AY=0.0

IJK=0

REWIND 20

REWIND 21

CALL LIST

READ(22,800) NCASE

C

DO 900 ICASE=1,NCASE

C

READ(22,800) NKPLT,XYSCL,XORG,YORG,XSIZ,YSIZ,YSIZMX

READ(22,810) (NKPLT1(I),I=1,NKPLT)

IF(YSIZMX.EQ.0.0) YSIZMX=85.0

800 FORMAT(I5,6F10.0)

810 FORMAT(16I5)

READ(21) A1,A2,B1,B2,PX,DP,HANKEI

READ(21) (ITITL(I),I=1,20)

READ(21) NTHON

READ(21) (XPOST(I),I=1,NTHON),(DISMAX(1,I),I=1,NTHON)

IF(HANKEI.GT.1000.0) HANKEI=1.0E10

RHAN=HANKEI

C

DO 100 I=1,14

READ(20) (NAME(J),J=1,18),MSTEP,PLDATA(1,1)

READ(20) (PLDATA(I,J),J=1,MSTEP)

100 CONTINUE

CALL ORIGIN(IJK,AY,XSIZ,YSIZ,YSIZMX,AY1)

CALL WAKU (XSIZ,YSIZ)

C

Y3=YSIZ-4.0

X3=2.0

X4=XSIZ-3.0

CALL SYMBOL(3.0,Y3,0.3,ITITL,0.0,80)

DO 110 I=1,40

AL1=(PX+FLOAT(I-15)*DP)

AL2=(PX+FLOAT(I-14)*DP)

TETA1=AL1/RHAN

TETA2=AL2/RHAN

X1=RHAN*SIN(TETA1)*XYSCL+XORG

X2=RHAN*SIN(TETA2)*XYSCL+XORG

D1=RHAN*(1.0-COS(TETA1))*XYSCL

D2=RHAN*(1.0-COS(TETA2))*XYSCL

Y1=YORG-D1

Y2=YORG-D2

LISTING OF MEMBERS

```

IF(X1.LT.X3.OR.X2.GT.X4)
IF(Y1.GT.Y3.OR.Y2.GT.Y3.OR.Y1.LT.X3.OR.Y2.LT.X3) GO TO 110
CALL SYMBOL(X1,Y1,0.15,1.0,0,-1)
CALL PLOT(X1,Y1,3)
CALL DASHP(X2,Y2,0.1)
CALL SYMBOL(X2,Y2,0.15,1.0,0,-1)
110 CONTINUE

```

C

```

NTHON1=NTHON-1
DO 300 I=1,NTHON1
AL1=XPOST(I)
AL2=XPOST(I+1)
DIS1=DISMAX(1,I)
DIS2=DISMAX(1,I+1)
TETA1=AL1/RHAN
TETA2=AL2/RHAN
X1=(RHAN+DIS1)*SIN(TETA1)*XYSCL+XORG
X2=(RHAN+DIS2)*SIN(TETA2)*XYSCL+XORG
D1=(RHAN+DIS1)*(1.0-COS(TETA1))*XYSCL
D2=(RHAN+DIS2)*(1.0-COS(TETA2))*XYSCL
Y1=DIS1*XYSCL+YORG-D1
Y2=DIS2*XYSCL+YORG-D2
IF(X1.LT.X3.OR.X2.GT.X4)
IF(Y1.GT.Y3.OR.Y2.GT.Y3.OR.Y1.LT.X3.OR.Y2.LT.X3) GO TO 300
CALL SYMBOL(X1,Y1,0.15,1.0,0,-1)
CALL PLOT(X1,Y1,3)
CALL DASHP(X2,Y2,0.1)
CALL SYMBOL(X2,Y2,0.15,1.0,0,-1)
300 CONTINUE

```

C

```

DO 200 I=1,NKPLT
I1=NKPLT1(I)
IF(I1.GT.MSTEP) GO TO 210
PLX0=PLDATA(11,I1)
PLY0=PLDATA(12,I1)
PLTH=PLDATA( 8,I1)*0.017453
PLXC1=PLX0+A1*COS(PLTH)
PLYC1=PLY0+A1*SIN(PLTH)
PLXC2=PLX0+A2*COS(PLTH)
PLYC2=PLY0+A2*SIN(PLTH)

```

C

```

PLXR1=(PLXC1-B1*SIN(PLTH))*XYSCL+XORG
PLYR1=(PLYC1-B1*COS(PLTH))*XYSCL+YORG
PLXR2=(PLXC2-B2*SIN(PLTH))*XYSCL+XORG
PLYR2=(PLYC2-B2*COS(PLTH))*XYSCL+YORG
PLXR3=(PLXC1+B1*SIN(PLTH))*XYSCL+XORG
PLYR3=(PLYC1-B1*COS(PLTH))*XYSCL+YORG
PLXR4=(PLXC2+B2*SIN(PLTH))*XYSCL+XORG
PLYR4=(PLYC2-B2*COS(PLTH))*XYSCL+YORG
WRITE(6,1000) PLXR1,PLYR1,PLXR2,PLYR2,PLXR3,PLYR3,PLXR4,PLYR4

```

C

-----1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----*-----COMMENTS-----*

LISTING OF MEMBERS

C1000 FORMAT(1H,5X,8F10.3)
CALL PLOT(PLXR1,PLYR1,3)
CALL PLOT(PLXR2,PLYR2,2)
CALL PLOT(PLXR4,PLYR4,2)
CALL PLOT(PLXR3,PLYR3,2)
CALL PLOT(PLXR1,PLYR1,2)

200 CONTINUE
210 CONTINUE
900 CONTINUE

C
CALL PLOT(0.0,0.0,999)
RETURN

END

SUBROUTINE LIST

DIMENSION IDATA(20)

REWIND 22

WRITE(6,10) (I,I=1,8)

10 FORMAT(1H1///25X,8(9X,I1))

WRITE(6,20)

20 FORMAT(1H,24X,8('.....:.....I'))

LINE=0

L=0

100 CONTINUE

READ(5,40,END=200) IDATA

LINE=LINE+1

L=L+1

IF(L.LE.50) GO TO 300

WRITE(6,20)

WRITE(6,10) (I,I=1,8)

WRITE(6,20)

L=1

300 CONTINUE

WRITE(6,30) LINE,IDATA

30 FORMAT(1I8,' ',5X,20A4)

WRITE(22,40) IDATA

40 FORMAT(20A4)

GO TO 100

200 CONTINUE

WRITE(6,20)

REWIND 22

RETURN

END

SUBROUTINE ORIGIN(IJK,AY,XSIZ,YSIZ,YSIZMX,AY1)

0005

C

0010

SET UP ORIGIN

0015

C

0020

C

IJK=IJK+1

0025

AY1=YSIZ*FLOAT(IJK-1)

0030

AY2=AY1-YSIZ

0035

AY=AY+YSIZ

0040

1 2 3 4 5 6 7 8 COMMENTS

LISTING OF MEMBERS

IF(AY.GT.YSIZMX) GO TO 200	0045
IF(IJK.EQ.1) CALL PLOT(0.0,0.0,-3)	0050
IF(IJK.NE.1) CALL PLOT(0.0,YSIZ,-3)	0055
GO TO 210	0060
200 CALL PLOT(XSIZ,-AY2,-3)	0065
AY=YSIZ	0070
IJK=1	0075
AY1=YSIZ*FLOAT(IJK-1)	0080
210 CONTINUE	0085
RETURN	0090
END	0095
SUBROUTINE WAKU(XSIZ,YSIZ)	0005
CALL PLOT(0.0,0.0,3)	0010
CALL PLOT(1.0,0.0,2)	0015
X1=XSIZ-1.0	0020
CALL PLOT(X1,0.0,3)	0025
CALL PLOT(XSIZ,0.0,2)	0030
CALL PLOT(XSIZ,1.0,2)	0035
Y1=YSIZ-1.0	0040
CALL PLOT(XSIZ,Y1,3)	0045
CALL PLOT(XSIZ,YSIZ,2)	0050
CALL PLOT(X1,YSIZ,2)	0055
CALL PLOT(1.0,YSIZ,3)	0060
CALL PLOT(0.0,YSIZ,2)	0065
CALL PLOT(0.0,Y1,2)	0070
CALL PLOT(0.0,1.0,3)	0075
CALL PLOT(0.0,0.0,2)	0080
RETURN	0085
END	0090

JIP6661-I 177 RECORDS PRINTED IN MEMBER LB0110A0

-----1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----*-----COMMENTS-----*

LISTING OF MEMBERS

MEMBER NAME G0110A0

16	0.5	5.0	6.5	21.0	14.5	30.0									
1	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
16	0.5	5.0	6.5	21.0	14.5	30.0									
1	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
16	0.5	5.0	6.5	21.0	14.5	30.0									
1	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
16	0.5	5.0	6.5	21.0	14.5	30.0									
1	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150

JIP666I-I 9 RECORDS PRINTED IN MEMBER G0110A0

防護柵の開発に関する研究

ISSN0386-5873
土木研究所資料 第 2450 号
昭和62年 2 月 (1986年)

- ① 過去の衝突実験結果のまとめ
 - ② 中央分離帯用防護柵 (Sm種) の開発
 - ③ 歩行者, 自転車用転落防止柵 (P種) の高さの検討
 - ④ 衝突シミュレーションプログラムの検討
- の4つの研究結果について報告するものである。

キーワード: 防護柵, 転落防止柵, 中央分離帯, 衝突シミュレーション

郵便はがき

305-□□

40円切手
をはいて
下さい

茨城県筑波郡豊里町大字旭一番地

建設省土木研究所

交通安全研究室御中

No. _____

No. _____

配布先氏名

配布先住所



土木研究所資料第 2450 号 部

上記のとおり受領しました。

所 属(住所)

氏 名

印

土木研究所資料第2450号
防護柵の開発に関する研究

