

土 木 研 究 所 資 料

橋の衝撃荷重に関する試験調査報告書〔I-1987〕

昭和62年1月

建設省土木研究所
構造橋梁部構造研究室

Copyright © 1987 fiscal year 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 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、複写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。

橋の衝撃荷重に関する試験調査報告書〔I-1987〕

構造研究室 室長 横山 功一
研究員 井上 純三
藤城 隆*
永原 隆

要 旨

限界状態設計法における道路橋の衝撃係数について検討するために、橋の動的応答シミュレーション、鋼床版試験橋での衝撃測定実験を行った。本報告書はこれらの調査、解析をまとめたものである。

キーワード： 限界状態設計法，衝撃係数，動的応答シミュレーション，鋼床版，
衝撃実験

* 現在 土木研究所企画部施設課

まえがき

近年橋梁設計において従来の許容応力度設計法に代わる限界状態設計法への移行に向けての調査研究が進められている。現行道路橋示方書の衝撃規定の妥当性についても実態に即したより合理的で明確な再検討が望まれている。

衝撃とは活荷重による動的な影響を指し、橋梁設計では衝撃係数をもって衝撃の度合を表している。衝撃係数は橋梁の動的応答特性、路面平坦性、車両の振動特性、走行速度など多くの要因により複雑に変化する。また道路橋の衝撃は鉄道橋の衝撃とは異なり、対象とする活荷重の大きさや作用位置にばらつきが大きく、橋の構造形式や床組なども鉄道橋よりも複雑であり、理論的な取扱いが容易ではない。わが国の設計では、従来より諸外国の基準値を参考にした経験的な値が用いられてきた。

構造研究室では従来より実橋実測、モデルによる数値解析、模型実験などにより、道路橋の衝撃係数に関する調査を進めている。本報告書は昭和60年度に実施したこれらの調査解析をとりまとめたものである。まず第1章では橋梁設計における衝撃係数の位置付け、衝撃係数に関する既往の調査、知見について整理した。次に第2章ではL荷重の衝撃係数について検討するために実施した橋の動的応答シミュレーションについてとりまとめた。さらに第3章ではT荷重の衝撃係数について検討するために行った鋼床版試験橋での衝撃係数測定実験についてとりまとめた。

目 次

1. 衝撃係数に関する既往の調査	1
1.1 走行車両による動的効果—衝撃—	1
1.2 衝撃係数の歴史的変遷と問題点	1
1.3 既往の研究成果	2
2. L荷重の衝撃係数に関する検討	12
2.1 検討の概要	12
2.2 橋の動的応答シミュレーション	
2.2.1 シミュレーションの概要	12
2.2.2 シミュレーションの条件	13
2.2.3 シミュレーション結果	13
2.3 まとめ	16
3. T荷重の衝撃係数に関する検討	17
3.1 鋼床版衝撃実験の概要と目的	17
3.2 鋼床版衝撃実験	17
3.2.1 調査橋梁	17
3.2.2 試験車	17
3.2.3 静的載荷試験	17
3.2.4 動的載荷試験	18
3.3 調査結果	18
3.3.1 静的載荷試験	18
3.3.2 動的載荷試験におけるデータの整理法	19
3.3.3 動的載荷試験	20
3.4 まとめ	22
参考文献	78

1. 衝撃係数に関する既往の調査

1.1 走行車両による動的効果 — 衝撃 —

橋梁活荷重の実態調査によると、車両の大型化、重量化は依然として続いており、橋梁を初めとする道路構造物は厳しい自動車荷重条件下に置かれている。この自動車荷重は舗装や床版、伸縮装置の損傷要因となる他、地盤振動や騒音の原因ともなっている。このような状況のもとで自動車荷重の動的な影響についても明らかにする必要性が生じてきている。ここでは衝撃の影響について、強度設計、疲労、使用性の観点から整理する。

1) 強度設計

車両が橋梁上を走行すると路面凹凸や橋梁のたわみにより車両—橋梁系の連成振動が生じ、路面には変動する自動車荷重が作用し、これにより橋梁には動的な応答が発生する。この大きさは一般に静荷重によるものよりも大きく、橋梁部材には静的応力（たわみ）よりも大きい応力（たわみ）が生じる。従って橋梁設計では活荷重に対してこの動的増分を考慮する必要がある。

2) 疲 勞

橋梁部材は活荷重の繰り返しを受けて疲労する。道路橋床版の疲労損傷や鋼部材の疲労クラックは衝撃を伴った活荷重が繰り返し作用することが原因となっている。さらに、応力の交番など静載荷時とは異なる荷重の加わり方や、局所的な応力集中が、これらの損傷を助長するものと考えられる。

3) 使用性

橋梁が振動すると、使用者に不快感を与えたり、車両の走行性を損なう原因となる。都市内高速道路の高架橋梁部では、走行車両による桁の振動や伸縮装置通過時の衝撃が、支承、橋脚を介して基礎に伝わり、地盤振動を生じさせたり、騒音の原因ともなっている。また、交通荷重を受けて損傷した伸縮装置、床版、舗装の補修工事が日常化し、維持管理上の問題点となっている。

1.2 衝撃規定の歴史的変遷と現行規定の問題点

1) 道路橋示方書

道路橋示方書の衝撃規定の変遷を表—1.1に示す。大正15年に衝撃規定が設けられ、昭和14年に改訂を経た後は、昭和47年の改訂でL荷重の衝撃係数とT荷重の衝撃係数が区別され、L荷重の衝撃係数についてはこれを橋種により変化させた規定となったことが注目される。しかし、現行の衝撃係数は基本的には諸外国の規定を参考にしつつ経験的に設定されたものと考えられ、L荷重の衝撃係数については活荷重との組合せにおける合理性の検討が、T荷重の衝撃係数については実測値に基づく検討が必要とされている。

2) 諸外国の規定

諸外国の設計示方書でとられている衝撃係数を図—1.1に示す。道路橋示方書と同様にスパンのてい減関数として表されているものが多い。特徴的なものとして、50m以上のスパンに対して衝撃係数を考慮しない西ドイツの規定、橋梁—車両の共振現象を考慮し、動荷重増幅率を橋梁の1次固有振動数で与

えたカナダ・オンタリオ州の基準が挙げられる。

1.3 既往の研究成果

1) 方法論別の研究成果

(1) 実 測

① 橋

道路橋の動的応答に関する実測例を示す。表—1.2は、鋼単純トラス橋の実測値である¹⁾。衝撃係数の最大値は0.22程度であり、速度、車両重量に関しては、一定した傾向を示していない。また山田、小堀らの実測²⁾によると、衝撃係数は走行速度が大きくなると増大し、走行台数が多くなると減少するという結果が得られている。もしこの結果が正しければ渋滞時を想定した活荷重に対して考慮すべき衝撃係数の値は小さくても良いことになる。

② 床 版

床版の衝撃応答に関する実測も最近では行われるようになってきている。表—1.3に鋼床版縦リブの衝撃係数の実測結果³⁾を示す。また図—1.2にRC床版の衝撃係数の実測結果⁴⁾を示す。衝撃係数は路面の状態（段差量）によってかなり異なった値となっており、衝撃係数の設定には実橋路面に生じる凹凸の程度を明らかにする必要がある。

(2) 解 析

① 動的応答解析（シミュレーション法）

走行車両による道路橋の動的応答を数値計算により求める手法（シミュレーション法）による研究がかなり行われてきている。山田、小堀²⁾はランダム自動車荷重列による動的係数を求めてスパンの低減関数により表される道路橋の設計動的係数を得た。また本田⁵⁾は多径間連続桁道路橋の設計動的係数を求めた結果、多径間連続桁橋の設計動的係数が単純桁の設計動的係数よりも小さくできることを明らかにした。

② 不規則振動論

走行自動車による橋の動的応答の解析に不規則振動論を用いることが試みられた。山田、小堀²⁾はこの検討から動的係数の載荷台数による低減を求めた。設計における衝撃係数は大型車が密に載荷した場合を考えているので、スパン長によって衝撃係数を低減してよいことを裏付けるデータとなっている。

2) 基礎データ

(1) 橋の振動数とスパン

橋梁—車両の共振現象を考える場合振動数は動的応答の大きさに影響する重要な因子となる。1台走行による動的係数をスパン長との関係で整理した検討によると、自動車の固有振動数と橋桁の固有振動数がよく似た範囲にあるスパン30mから40mの橋では衝撃係数が大きく、スパンが大きくなると1台の自動車によっても衝撃係数は小さくなっている⁶⁾。図—1.3(a)、(b)に橋の振動数とスパンの関係および橋の振動数と動荷重増幅率の実測例を示す⁷⁾。

(2) 橋梁路面の凹凸性状と衝撃

路面の平坦性の評価には、 σ 値による評価の他、パワースペクトルによる評価に関する研究が行われている。路面凹凸の良否が衝撃係数に及ぼす影響について、土木研究所がシミュレーション法により検討した結果を図-1.4に示す⁸⁾。パワースペクトルで与えられる3種の路面凹凸A, B, C (実路面凹凸高で、BはAの2倍、CはAの4倍)で衝撃係数の値はかなり異なっており、路面凹凸の良否が衝撃係数に与える影響は大きい。

(3) 伸縮装置付近の凹凸

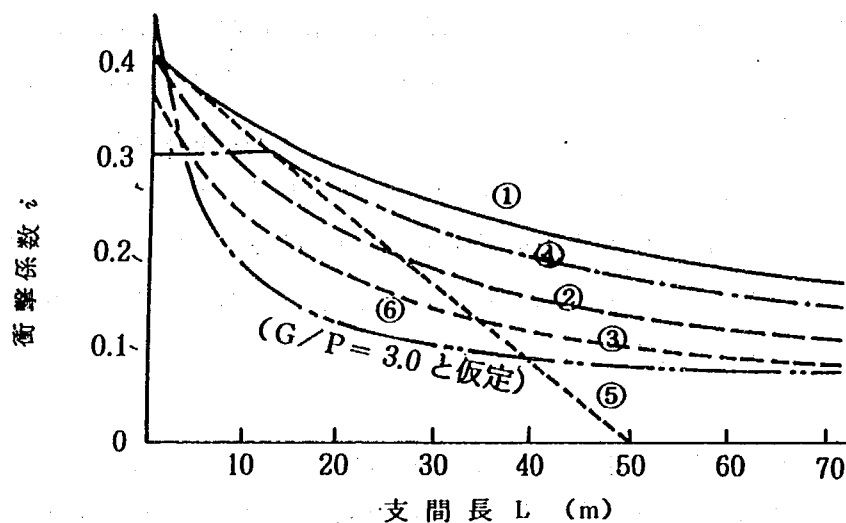
道路橋伸縮装置付近の路面は、舗装の摩耗や流動、橋台背面の沈下により極端な段差が生じていることが多く、走行車両による衝撃力は一般路面に対するよりも大きくなっている。この伸縮装置付近の路面の性状について、伸縮装置の前後にある長さの評価区間を設け、この範囲内での最大高低差を読み取り最大段差量として整理する検討が行われている。最大段差量は評価区間のとり方によってかなり異なった値となる。建設省土木研究所が行った中小の単純桁橋梁15橋の調査⁹⁾では、段差の評価区間を伸縮装置前後1 m計2 m, 前後2 m計4 m, 前後5 m計10 mと変化させた時、最大段差量の平均値は14.9 mm, 20.8 mm, 38.7 mm となった。本田、梶川らの北陸3県の一般国道と県道に架設されている91橋の調査¹⁰⁾では、最大段差量の平均値は18.3 mm (評価区間伸縮装置前後1.5 m計3 m)であった。伸縮装置付近の路面平坦性は路面の維持管理水準にもかかわり、高速道路など比較的良好な維持管理が行われている道路や新設橋梁では、段差量は小さくなる。

(4) 段差と衝撃

実路面では段差の形状が複雑であり、車両衝撃力に関する詳細な要因解明には至っていない。ここでは、土木研究所で行われた段差走行試験の結果¹¹⁾について説明する。図-1.5は、3軸ダンプトラック (前1軸、後2軸)の中軸輪荷重に着目し、段差に作用する衝撃力と段差量 (0~30 mm), 速度 (10~70 km/hr), 積載重量 (0, 6, 10 t) との関係を示したものである。段差量、速度の増加とともに動的輪荷重は増大するが、積載重量が大きい場合動的係数は減少する。しかし積載重量が10 tの場合でも段差が20 mm, 走行速度が60 km/hr程度になると動的係数は1を超えている。

また、図-1.6は積載重量が10 tの中軸輪荷重に着目して、段差通過後の荷重分布と走行速度別の荷重分布の包絡線を示したものである。段差通過後も、車両からは段差上と同程度かそれ以上の荷重が作用している。また段差の影響範囲は車速が高速になるにつれて広がっている。従って橋の伸縮装置部に段差が生じた場合、伸縮装置自体だけでなくその付近の床版にもかなりの衝撃が作用することになる。

- ① 日本 鋼橋..... $\frac{10}{50+L}$
- ② 日本 プレストレストコンクリート橋..... $\frac{10}{25+L}$
- ③ 日本 鉄筋コンクリート橋..... $\frac{7}{20+L}$
- ④ アメリカ(AASHTO) 鋼橋・コンクリート橋..... $\frac{15.24}{L+38}$ (ただし, 0.3以下)
- ⑤ ドイツ(DIN 1072) 鋼橋・コンクリート橋..... $0.4 - 0.008L$
- ⑥ フランス(Fascicule Special 60-17bis) 鋼橋・コンクリート橋..... $\frac{0.4}{1+0.2L} + \frac{0.6}{1+4\frac{G}{P}}$ (ただし G ; 死荷重
P ; 活荷重)



⑦ カナダ・オンタリオ州の基準

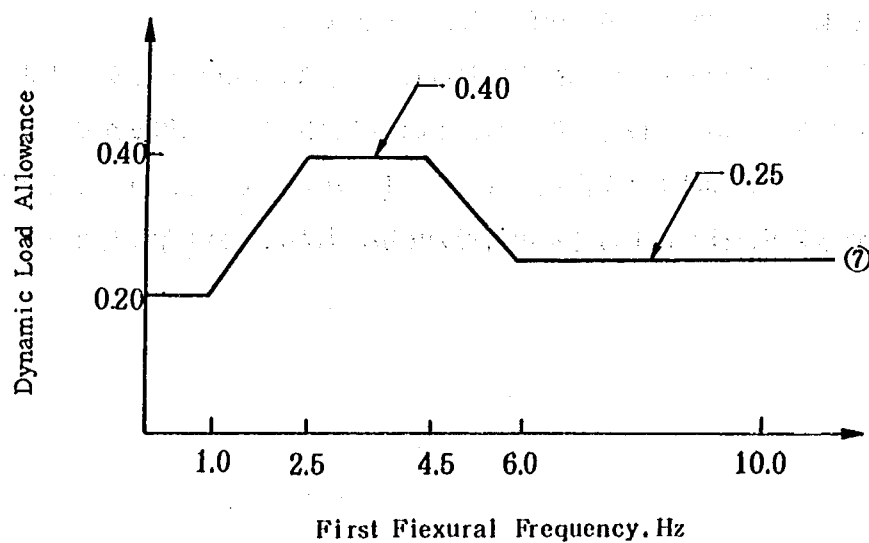
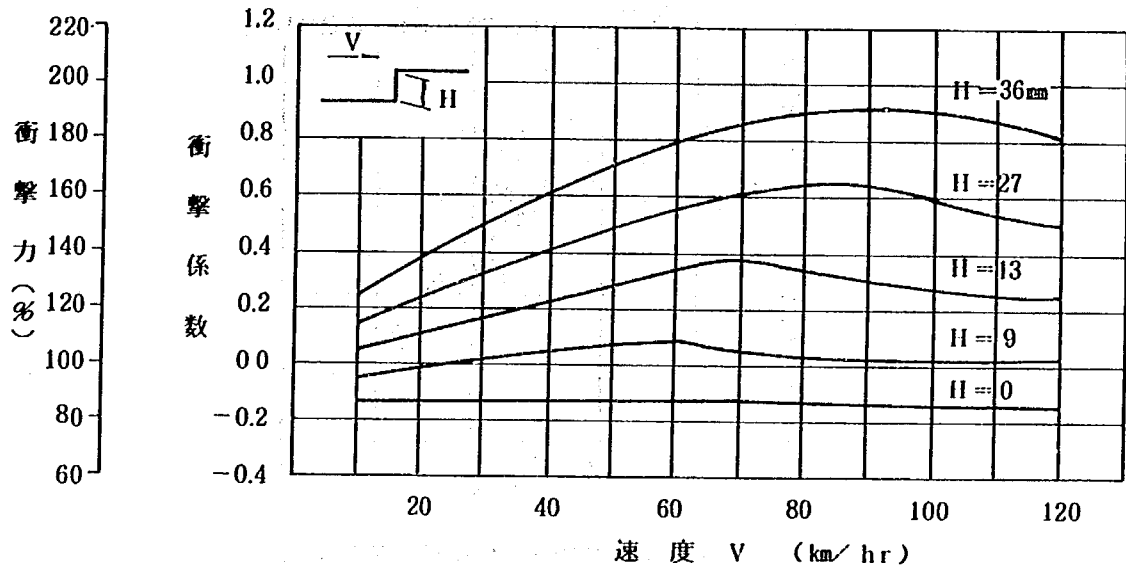
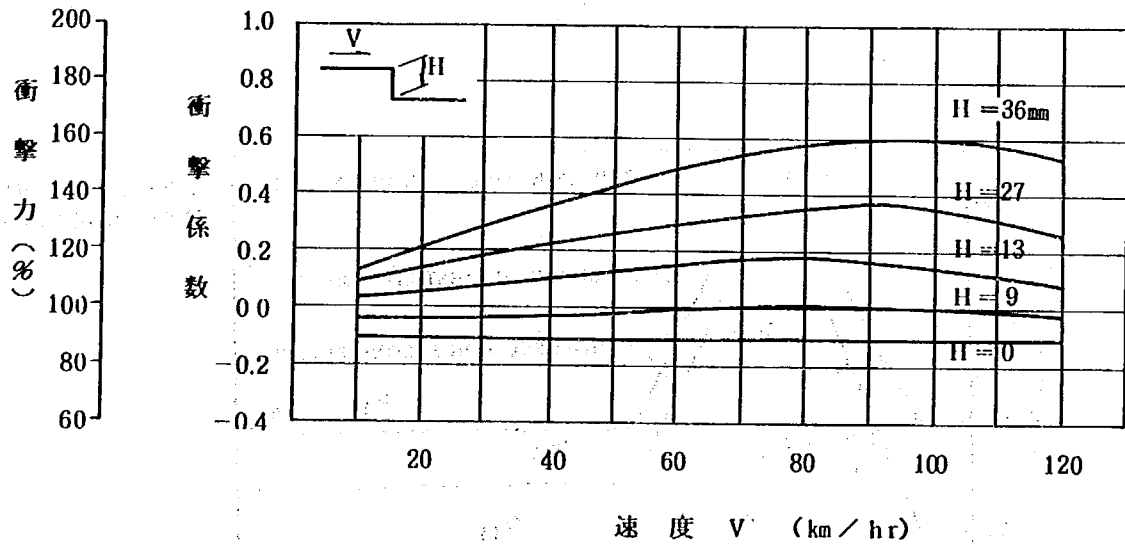


図-1.1 諸外国の規定

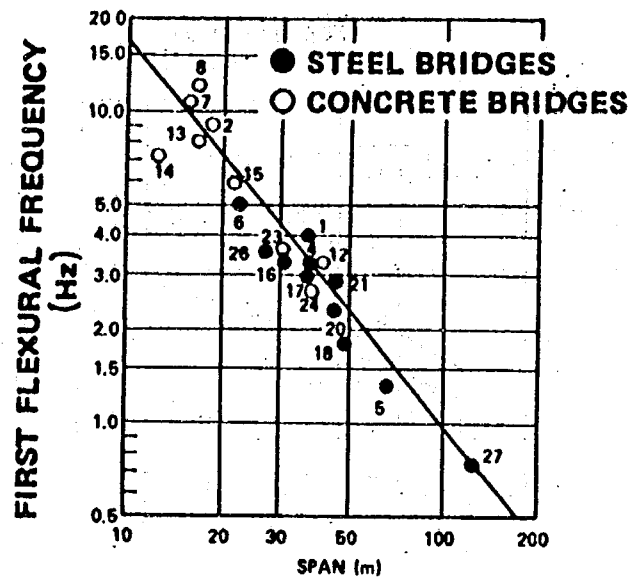
段差異時の場合

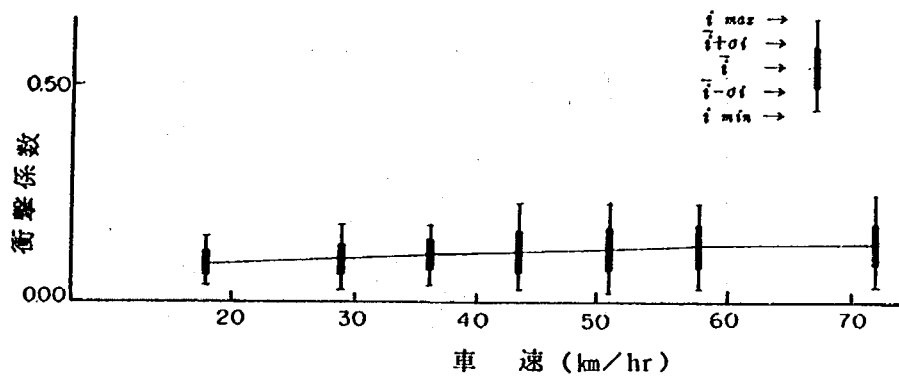


段差異時の場合

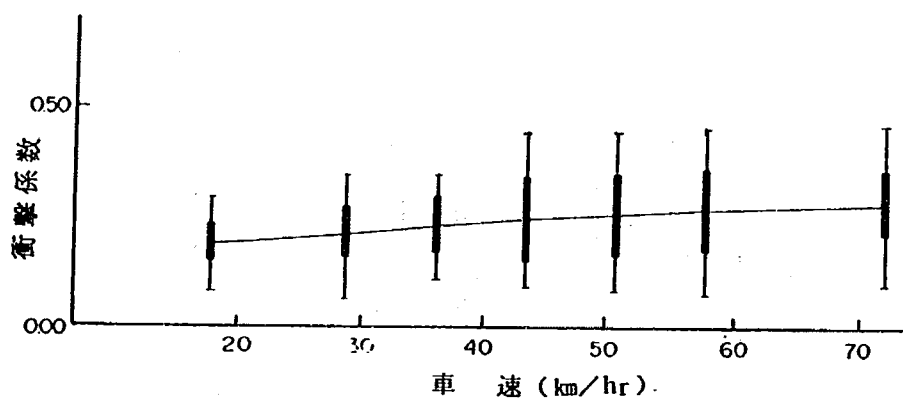


図一 1.2 各段差高における走行速度と衝撃係数の関係¹⁾

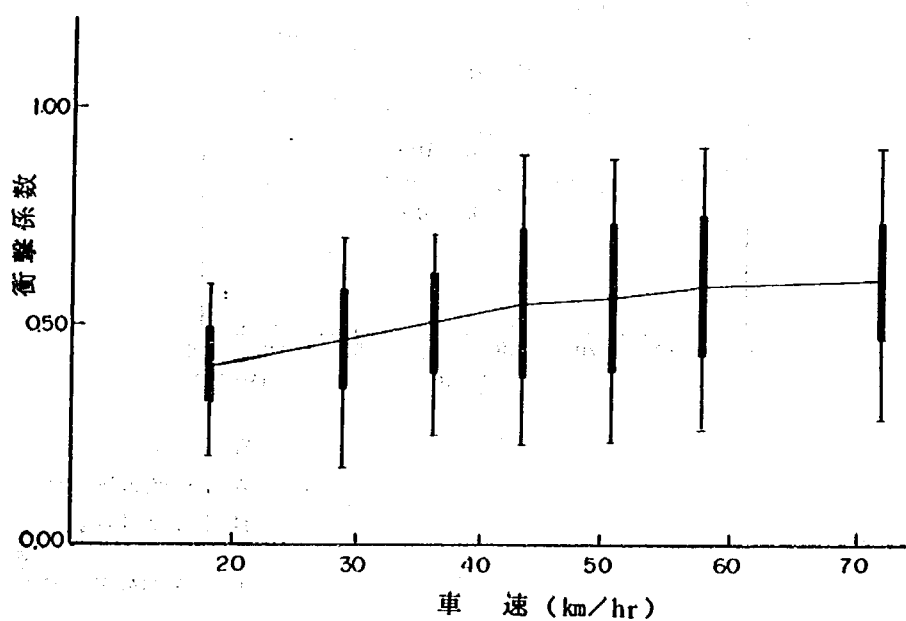




(1) 衝擊係數 ($l=40m$, 路面凹凸 A, 1/4点)



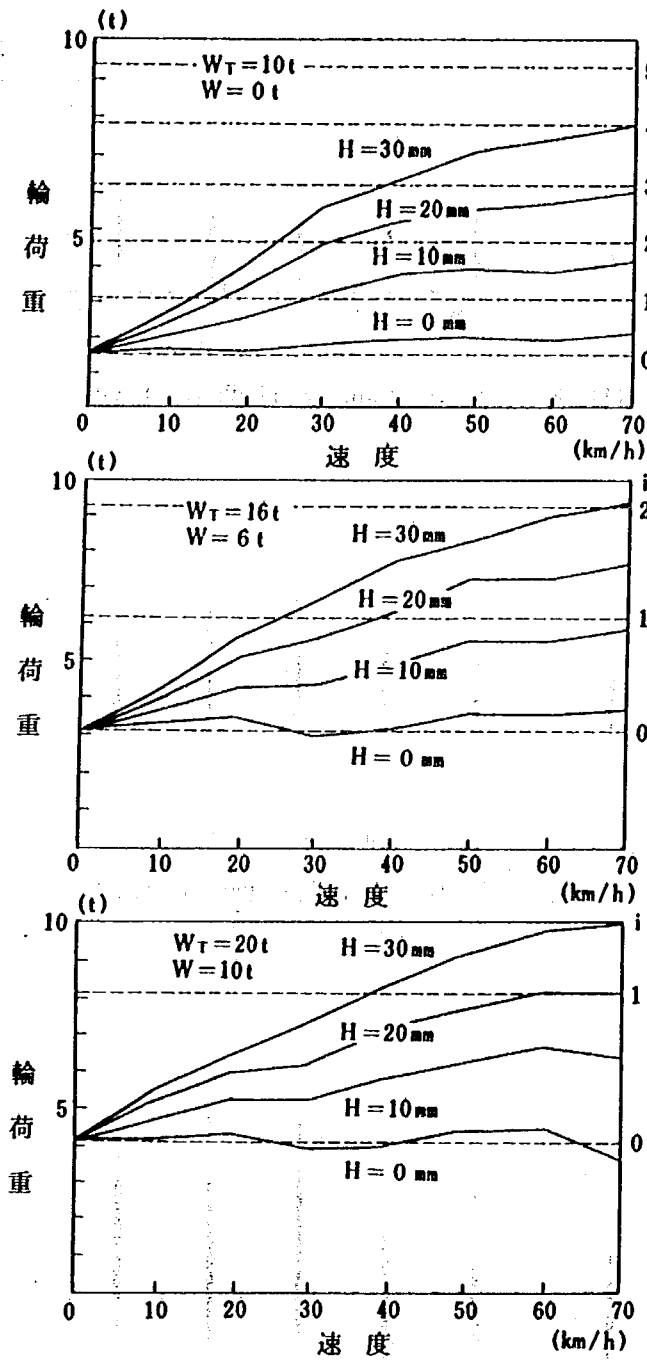
(2) 衝擊係數 ($l=40m$, 路面凹凸 B, 1/4点)



(3) 衝擊係數 ($l=40m$, 路面凹凸 C, 1/4点)

圖一1.4 路面凹凸と衝擊係數⁸⁾

3 軸車段差走行試験結果



W_T : 総重量 (t)

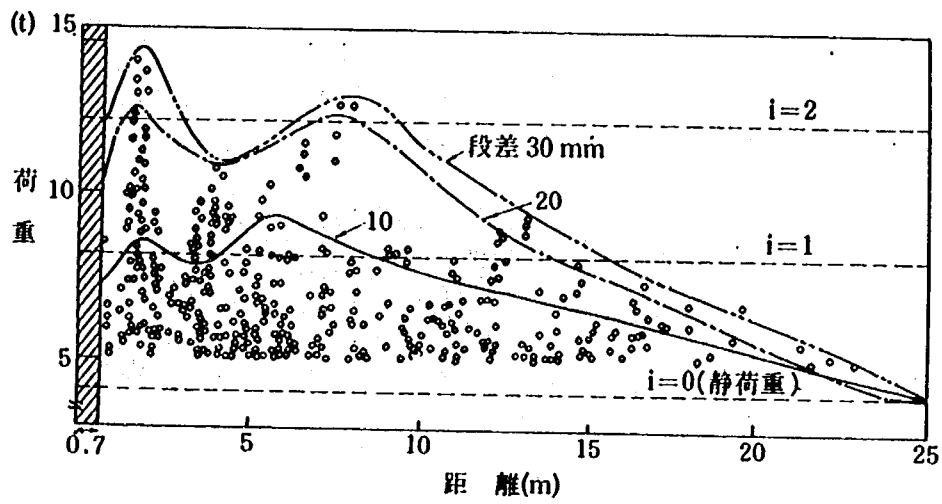
W : 積載重量 (t)

H : 段差量 (mm)

i : 動的倍率 = $\frac{\text{動荷重} - \text{静荷重}}{\text{静荷重}}$

図-1.5 段差走行試験結果¹¹⁾

(a) 段差部通過後の荷重分布及び段差量別包絡線



(b) 走行速度別の荷重分布包絡線

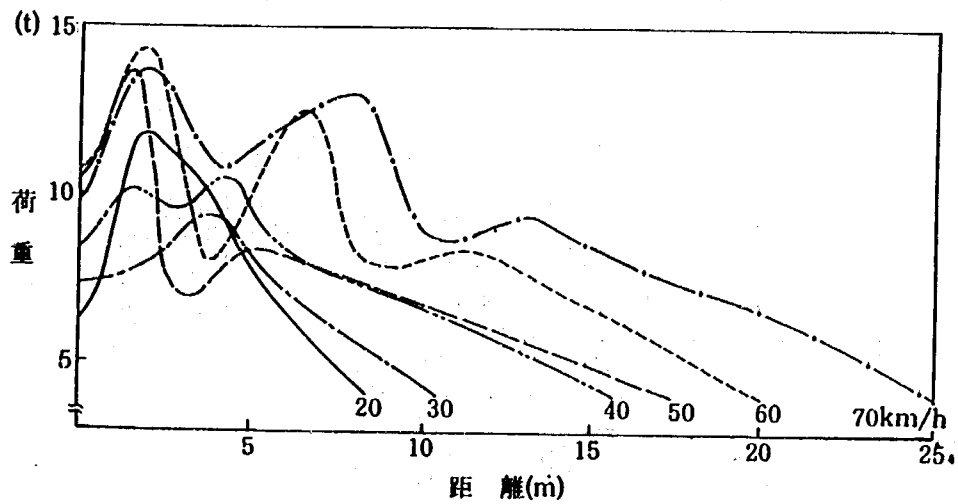


図-1.6 段差通過後に作用する自動車荷重¹⁾

表-1.1 道路橋設計荷重の変遷

名 称	橋 の 等 級		活 荷 重				負 載 の 方 法	衝 撃 係 数
	道路の種類	等 級	車 道		歩 道			
			車 両 荷 重	等 分 布 荷 重	群 集 荷 重	群 集 荷 重		
			自動車	軽 便 機	(大正8年、15年で は群集荷重と称す)	(昭和14年では、 分布荷重と称す)		
明治19年8月 (1886) 国 道の築造標準 (内務省訓令 第13号)	国 道	規 定 な し	規 定 な し		車 道・歩道の区分なし 400貫/坪 (450kg/m ²)		橋上満面に横載す る。	規 定 な し
大正8年12月 (1919) 道路 構造令及び街 路構造令 (内 務省令)	街 路	規 定 な し	3,000 貫 (11,250kg)	15 t	15貫7尺 ² (≒613kg/m ²) 径間に応じ相当軽減することを得			規 定 な し
	国 道	"	2,100 貫 (7,875kg)	12 t	12貫7尺 ² (≒490kg/m ²) 径間に応じ相当軽減することを得			
	府 県 道	"	1,700 貫 (6,375kg)	別々に規 定なし	12貫7尺 ² (≒490kg/m ²) 径間に応じ相当軽減することを得			
大正15年6月 (1926) 道路 構造に関する 細則案 (内務 省土木局)	街 路	一 等 橋	12 t	14 t	主桁、主橋 120,000 170 t 主桁、主橋以外 600 kg/m ²	主桁、主橋 100,000 170 t 主桁、主橋以外 500 kg/m ²	1.自動車は橋梁の 縦方向に1台とする 2.主桁は1橋梁 につき1台とし他 の車両と同時に負 載しない 3.車両は橋の方向 に4台まで 4.群集荷重は自動 車主桁の左右前 後に等分布する	$i = \frac{20}{60 + l} \leq 0.3$ 群集荷重、主 桁荷重は衝 撃を生ぜしめ ない
	国 道	二 等 橋	8 t	11 t	主桁、主橋 100,000 170 t 主桁、主橋以外 500 kg/m ²	主桁、主橋 80,000 170 t 主桁、主橋以外 400 kg/m ²		
	府 県 道	三 等 橋	6 t	8 t	二等橋に同じ	二等橋に同じ		
昭和14年2月 (1939) 鋼道 路橋設計示方 書案 (内務省 土木局)	国道及び小 路II等以上の 街路	一 等 橋	13 t	17 t	$l < 30m$ 500 kg/m ² $30m \leq l \leq 120m$ (545-15 l) kg/m ²	1.自動車は縦方向 に1台、横方向に 制限しない 2.主桁は1橋1 台で他の活荷重と 同時に負載しない 3.等分布荷重は自 動車の前後左右に 分布する。車道の 床版縦断の設計に は考えない	$i = \frac{20}{50 + l}$ 歩道の等分布 荷重、主桁 荷重は衝撃を 生ぜしめない	
	府県道及び 小路II等以上 の街路	二 等 橋	9 t	14 t	$l < 30m$ 400 kg/m ² $30m \leq l \leq 120m$ (430-l) kg/m ²			
	(注) 小路II等……幅員8m以上の街路 小路III等……幅員4m以上8m未満の街路							

名 称	橋 の 等 級		活 荷 重					負 載 の 方 法	衝 撃 係 数						
	道路の種類	等 級	車 道			歩 道	群 衆 荷 重		1.床及び床組の車道部はT荷重とし、自動車は縦方向に1台、横方向に制限しない 2.主桁にはL荷重とし載荷範囲は制限しない。線荷重は1橋につき1個	$i = \frac{20}{50 + l}$ 歩道の群衆荷重は衝撃を生ぜしめない					
			車 両 荷 重	等 分 布 荷 重	等 分 布 荷 重										
昭和31年5月 (1956) 鋼道 路橋設計示方書 (日本道路協会)	一般国道 二級国道 主要地方道	一等橋	20t (T-20)	荷 重 線 荷 重 L-20	線 荷 重 $a \times 5,000$ kg/m	等 分 布 荷 重 $l \leq 80$ $a \times 350$ kg/m ²	等 分 布 荷 重 $l > 80$ $a \times (430 - l)$ kg/m ²	500kg/m ² 主桁 300kg/m ²							
	都道府県道 市町村道	二等橋	14t (T-14)	L-14	一等橋の70%										
	(注) 床及び床組の設計……T荷重 主桁の設計……L荷重			(注) $\alpha = 1 - \frac{l - 5.5}{50} \quad (1 \geq \alpha \geq 0.75)$ $to = L$ 荷重の載荷重 (m)											
昭和39年8月 (1964) 鋼道 路橋設計示方書 (日本道路協会)	同	上	同 上	荷 重 L-20 L-14	主載荷重(幅5.5m)		従載荷重	同 上	同 上	同 上	同 上				
					線荷重 p kg/m ²	等分布荷重 p kg/m ²						主車線荷重の50%			
						$l \leq 80$	$l > 80$								
						430-l ≥ 300									
(注) 床版及び床組の設計……T荷重 主桁の設計……L荷重			支間 (m)		$l \leq 80$	$60 < l \leq 130$	$l > 130$								
昭和47年3月 (1972) 道路 構造令 I 共通欄 (日本道路協会)	一般国道 都道府県道 市町村道	一等橋	20t (T-20)	同 上	同 上	同 上	同 上	同 上	同 上	同 上	同 上				
	都道府県道 市町村道	二等橋	14t (T-14)									床版及び床組 500 kg/m ² 主桁は下段にする			
	(注) 床版及び床組の設計……T荷重 主桁の設計……L荷重		支間 (m)										$l \leq 80$	$60 < l \leq 130$	$l > 130$
			荷重 (kg/m ²)										350	430-l	300
昭和48年4月 (1973) 特定 の路線にかかる 橋、高架の 道路等の技術 基準について (建設省都市 局長道路局長)	湾岸道路 高速自動車国道 その他	43t (TT-43)	同 上	同 上	同 上	同 上	同 上	同 上	同 上	同 上	同 上				
	(注) 床版及び床組の設計……T荷重 主桁の設計……L荷重											支間 (m)	$l \leq 80$	$60 < l \leq 130$	$l > 130$
												荷重 (kg/m ²)	350	430-l	300
												荷重 (kg/m ²)	350	430-l	300
1.床版及び床組の車道部はT-43を縦方向1台、横方向2台とし横方向にT-20を負載する 2.主桁にはL-20とし主載荷重部にT-43を横方向に2台負載する															

表-1.2 衝撃係数(実験値)¹⁾

着目点	車両総重量 (ton)	走行速度 (km/h)				平均値
		40	50	60	70	
1/4点	11.8	0.138	0.054	0.095	0.205	0.123
	15.1	0.103	0.092	0.074	0.088	0.089
	21.2	0.177	0.049	0.084	0.133	0.111
	25.2	0.139	0.045	0.160	0.220	0.141
	平均値	0.139	0.060	0.103	0.162	0.116
1/2点	11.8	0.119	0.046	0.030	0.085	0.070
	15.1	0.116	0.065	0.051	0.089	0.080
	21.2	0.185	0.046	0.077	0.134	0.111
	25.2	0.123	0.073	0.180	0.201	0.144
	平均値	0.136	0.058	0.085	0.127	0.101

表-1.3 衝撃係数実測結果³⁾

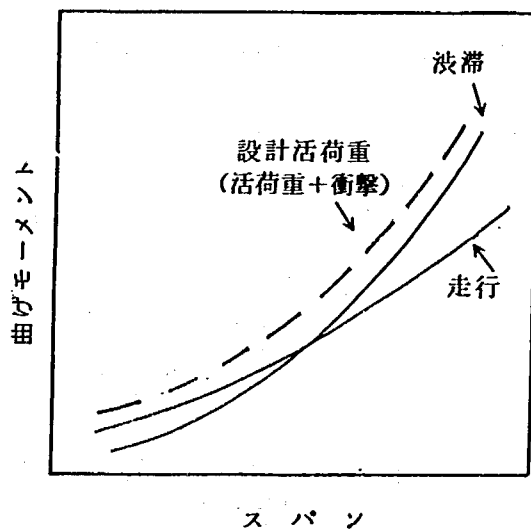
		速 度 10 km/h						速 度 20 km/h						備 考
車 種	静歪(μ)	動 歪(μ)	動歪 静歪	平均	標準偏差	平均	標準偏差	動歪(μ)	動歪 静歪	平均	標準偏差	平均	標準偏差	
トラック (2軸)	153.5	195.5	1.27	1.27	0.012			178.0	1.16	1.16	0.008			動歪は踏み板（H＝ 20mm）の場合の実例 値
		197.5	1.29					180.0	1.17					
		193.0	1.26					176.0	1.15					
		—	—					—	—					
		—	—					—	—					
ダンプ (3軸)	105.5	123.0	1.17	1.15	0.019	1.19	0.054	122.0	1.16	1.15	0.017	1.13	0.031	
		118.0	1.12					118.0	1.12					
		120.0	1.14					120.0	1.14					
		122.0	1.16					122.0	1.16					
		—	—					—	—					
セミ トレーラー (5軸)	147.5	178.0	1.21	1.18	0.019			161.5	1.09	1.10	0.019			
		170.5	1.16					163.5	1.11					
		174.5	1.18					164.5	1.12					
		173.0	1.17					158.5	1.07					
		—	—					—	—					

2. L 荷重の衝撃係数に関する検討

2.1 検討の概要

現行道路橋示方書の活荷重規定はある渋滞時を想定した活荷重（L 荷重）とこの活荷重に対して定められた衝撃係数とから構成されている。しかし、活荷重と衝撃は自動車列の走行状態との関連で独立には扱えないものと考えられる。実交通流では交通量が変化するとそれに伴って車速も変化するため、橋梁上においても走行状態、渋滞など様々の自動車走行モードが発生する。設計において用いる衝撃係数の検討を行う際には比較的大きな衝撃を伴った通常走行状態、比較的小さな衝撃を伴った低速走行状態（のろのろ渋滞）、衝撃の影響を含まない完全渋滞など各走行モードの違いについても検討し、活荷重と衝撃との組合せで橋梁の最大応答を与える走行条件を把握し、限界状態となる自動車荷重条件に対して安全となるように活荷重および衝撃係数を設定する必要がある（図－2.1）。

今回は活荷重シミュレーションにより得られた限界状態荷重列に対する動的応答シミュレーションにより L 荷重設計衝撃係数に関する検討を行った。



図－2.1 設計活荷重(活荷重+衝撃)の考え方

2.2 橋の動的応答シミュレーション

2.2.1 シミュレーションの概要

既往の動的応答シミュレーション解析¹²⁾により、短スパン橋梁では走行時が、長スパン橋梁では波滞時が桁に最大曲げモーメントが発生する荷重条件となることが明らかとなっている。しかし、この解析で対象とした自動車荷重列は全ての車両が20t車から成る荷重列であり、実際の橋梁の限界状態を与える活荷重列とは異なっている。そこで今回は限界状態活荷重列として、活荷重シミュレーション¹³⁾により得られた完全波滞時に最大曲げモーメントを与える荷重列を用い、これが低速走行または通常走行したときの動的応答解析を行い、限界状態活荷重に対する衝撃の影響（走行モードの影響）について検

討した。

2.2.2 シミュレーションの条件

1) 橋梁諸元

活荷重シミュレーションで検討が行われたスパン20m, 60m, 120mの橋梁を対象とし、これらの諸元を表-2.1に示すように設定した。

2) 自動車荷重列

活荷重シミュレーションにより得られた最大曲げモーメント発生荷重列(大型車混入率40%, 渋滞回数600回/日)に対して、これが低速走行および通常走行したときの車間距離を与えた。本活荷重列は、重交通の走行頻度が高い路線の車両重量実態調査データに基づくシミュレーションにより、供用期間50年を想定した場合に超過する確率が10%の荷重レベルに対応している。最大曲げモーメント発生荷重列を図-2.2に、各走行状態における車間距離を表-2.2に示す。

3) 路面条件

パワースペクトルによる路面平坦性評価で、極良、良、普通にランク分けされる3種の路面凹凸波形を用いた(図-2.3)。実際の橋梁路面の平坦性がいずれにランク分けされるかは、維持管理水準とも係わり、簡単に結論づけることは難しい。大まかな目安として高速道路など良好な維持管理が行われている道路では極良、一般国道、良好な維持管理がなされている県道では良、その他の県道、市町村道では普通にランク分けされるものが多いようである。また舗装路面で悪や極悪にランク分けされるものは少ない。

2.2.3 シミュレーション結果

1) 衝撃係数

各ケースの衝撃係数を整理した結果を表-2.3に示す。衝撃係数はスパン、速度、路面平坦性の違いにより異なった値となった。スパン20mで速度が大きく、路面平坦性が良くない場合、衝撃係数は大きくなり、曲げモーメントで見た場合、最大0.25程度の値となった。一方、スパン60, 120mの場合は衝撃係数は小さく、最大でも0.06程度の値となった。

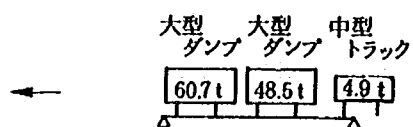
2) 走行モードの影響

走行モードの影響について検討するために、完全渋滞、低速走行、通常走行の各ケースについて桁の最大発生曲げモーメントを整理した結果を表-2.4に示す。

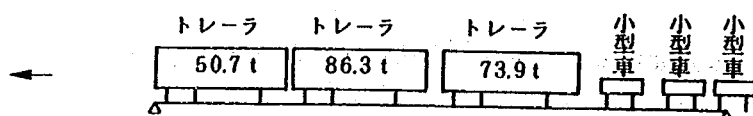
スパン20mの場合、速度が大きく、路面平坦性が良くないケースについては、低速走行、通常走行時の最大発生曲げモーメントが、完全渋滞時の曲げモーメントを上回る値となった。曲げモーメント比で見ると、衝撃の影響を考慮した場合の曲げモーメントは、完全渋滞時の曲げモーメントと比較して最大14%程度大きくなった。

一方スパン60m, 120mの場合は、完全渋滞時の曲げモーメントが、低速走行時の曲げモーメントより大きくなった。

i) 支間長20m, 大型車混入率40%



ii) 支間長60m, 大型車混入率40%



iii) 支間長120m, 大型車混入率40%

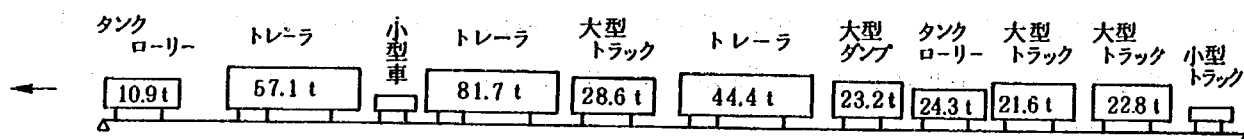


図-2.2 最大曲げモーメント発生荷重列

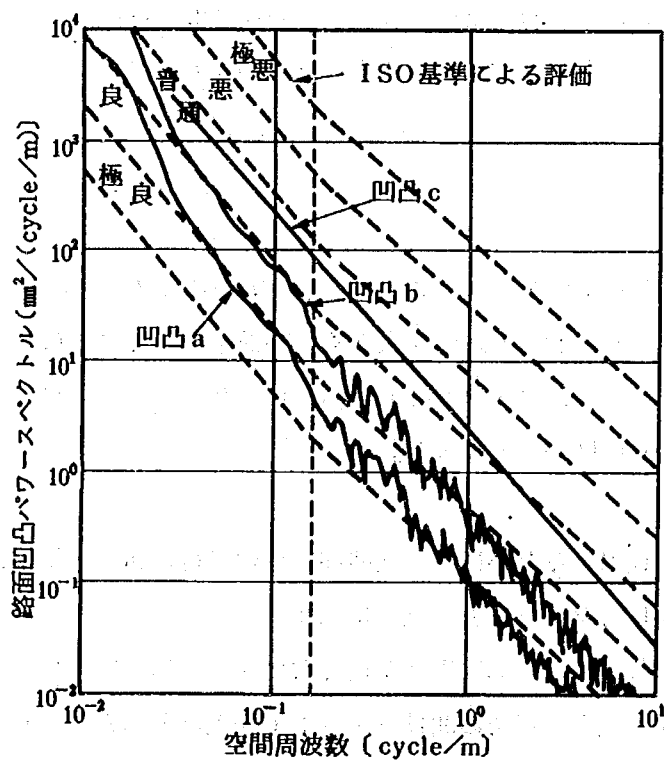


図-2.3 路面凹凸a, b, c パワースペクトル図

表-2.1 橋 梁 諸 元

スパン	20 m	60 m	120 m
形 式	建設省標準設計H形鋼橋 幅員番号12, 床版厚係数 1.20 幅員=12m	単純鋼箱桁橋RC床版 床版厚係数 1.20 幅員=9.7 m	単純鋼床版箱桁橋 幅員=9.7 m
単 位 長 さ 当 り 質 量 (kg/m)	12,230	12,020	8,530
断 面 2 次 モーメント (m ⁴)	0.0714	0.45	1.66

表-2.2 走行速度と車間距離

	完全渋滞	低速走行	通 常 走 行
速度 (km/hr)	0	20	40, 60 (スパン20mのみ)
車間距離 (m)	2.0	6.2	7.0

表-2.3 衝 撃 係 数

スパン (m)	速 度 (km/hr)	路面凹凸	衝 撃 係 数	
			変 位	曲げモーメント
20	20	a	0.05	-0.01
		b	0.10	0.04
		c	0.19	0.12
	40	a	0.09	0.04
		b	0.16	0.10
		c	0.29	0.22
	60	a	0.14	0.07
		b	0.20	0.13
		c	0.33	0.25
60	20	a	0.02	0.01
		b	0.05	0.02
		c	0.11	0.06
120	20	a	0.01	0.01
		b	0.02	0.01
		c	0.02	0.03

表-2.4 走行モードの影響比較

スパン (m)	速 度 (km/hr)	路面凹凸	変 位 (mm)	曲げモーメント (t・m)	曲げモーメント比 (曲げモーメント/ 完全渋滞曲げモーメント)
20	0 (完全渋滞)	—	8.58	314	1.00
	20	a	6.91	286	0.91
		b	7.23	298	0.95
		c	7.86	322	1.03
	40	a	7.18	298	0.95
		b	7.61	315	1.00
		c	8.47	350	1.11
	60	a	7.48	308	0.98
		b	7.88	324	1.03
		c	8.71	358	1.14
60	0 (完全渋滞)	—	78.4	2063	1.00
	20	a	69.6	1812	0.88
		b	71.4	1834	0.89
		c	75.3	1911	0.93
120	0 (完全渋滞)	—	231	5481	1.00
	20	a	190	4596	0.84
		b	190	4626	0.84
		c	192	4686	0.85

2.3 まとめ

限界状態活荷重列に対する橋の動的応答シミュレーションにより、L荷重衝撃係数について検討した。今回の検討結果を以下にとりまとめる。

1) 衝撃係数は橋のスパン、活荷重列の速度、路面平坦性の違いにより異なった値となった。衝撃係数は0.0～0.25の範囲で分布し、スパンが短かく、速度が大きく、路面平坦性が良くない場合大きくなる。

2) スパン20mの場合、衝撃の影響を考慮した走行時の曲げモーメントが、完全渋滞時の曲げモーメントと比較して最大14%程度大きくなった。

3) 一方スパン60m、120mの場合は、完全渋滞時の曲げモーメントが、走行時の曲げモーメントを上回る値となった。

4) 限界状態設計法の検討の中での考え方（供用期間50年、超過確率10%）のもとで設定された活荷重に対しては、短スパンでは衝撃の影響を考慮する必要があるものの、長スパンではこれを考慮しなくても良い可能性があることが明らかとなった。

5) 衝撃係数を考慮しなくて良い限界スパン、スパンに関する衝撃係数のてい減の仕方については、シミュレーションの仮定、条件に関する検討を今後追加して決定する必要がある。

3. T 荷重の衝撃係数に関する検討

3.1 鋼床版衝撃実験の概要と目的

床版および床組に不利な応力を生じさせる荷重と、主桁に不利な応力を生じさせる荷重とは、その分布範囲、起りうる回数に差があることから、床版および床組の設計に用いる活荷重をT荷重として、主桁の設計に用いるL荷重と区別している。従ってT荷重の衝撃係数の妥当性について再検討する際には、L荷重とは異なる荷重の特性とこれに対する部材の動的応答特性を把握する必要がある。

T荷重は1台の大型車両を輪荷重にモデル化した荷重であり、これに対する衝撃係数は局所的な段差や車両振動特性や部材の動的応答特性によりかなり変化するものと考えられる。今回の検討では大型ダンプトラックを用いた鋼床版試験橋上での走行試験により求められた実測データを用いて、路面の段差量、車両の積載重量、走行速度がT荷重の衝撃係数に及ぼす影響について検討した。

3.2 鋼床版試験橋衝撃実験

3.2.1 調査橋梁

対象とした橋梁は、土木研究所舗装走行実験場内に架設された鋼床版試験橋本四第1橋である。その平面図、断面図を図-3.1に示す。対象橋梁の主たる諸元は、橋長が9.9 m、幅員が4.5 mであり、縦リブはU断面リブ（トラフリブ）を採用しており30cm間隔で配置されている。

3.2.2 試験車

試験車として前1軸、後2軸（タンデム軸）の3軸大型ダンプトラックを用い、総重量を20、30 tonの2通りに変化させた。試験車は図-3.2に示すように前軸はシングル、中軸、後軸はダブルのタイヤであり、車軸間距離は前軸・中軸間が3.2 m、中軸・後軸間が1.3 mである。また各積載重量における輪荷重、軸荷重を表-3.1に示す。

3.2.3 静的載荷試験

静的載荷試験では、図-3.3および写真-3.1に示すように試験車の中軸（タンデム軸の前軸）左車輪（ダブルタイヤ）の中心が載荷目標線上にくるようにして橋軸方向に載荷位置を移動させる橋軸方向載荷試験と、動的載荷試験時に予想される試験車走行位置のずれが部材応答に与える影響を調査するために載荷目標線より左右10cm（2cmピッチ）の範囲で幅員方向に載荷位置を移動させる幅員方向載荷試験を行なった。橋軸方向載荷試験および幅員方向載荷試験の載荷位置平面図を図-3.4に示す。×印は橋軸方向載荷であり、中軸左車輪の載荷位置を表わす。また、・印は幅員方向載荷であり、後軸左車輪の載荷位置を表わす。写真-3.2は静的載荷試験前に行なった載荷位置のマーキング作業である。

ひずみゲージの貼付け状況を写真-3.3に、貼付け位置を図-3.5に示す。また変位計（渦電流式非接触型変位計）の取付け位置を図-3.6に示す。図に示すように計測に用いたひずみゲージは、縦リブ81枚、横桁18枚、主桁10枚の計109枚であり、縦リブ、主桁については橋軸方向、横桁については橋軸直角方向のひずみである。また変位計は6体であり、すべて鉛直方向の変位である。

3.2.4 動的載荷試験

動的載荷試験では段差量 (0, 10, 20mm), 段差位置 (スパン中央, スパン中央より 1, 2, 3m 手前), 試験車の走行速度 (20, 40km/hr), 総重量 (20, 30 ton) を変化させ, 試験車が載荷目標線上を通過したときの鋼床版各部のひずみ, 変位応答および試験車の車体加速度を計測した。橋梁側の記録は D. D. R. (デジタル・データ・レコーダ) で行なったがチャンネル数とサンプリング周波数に制約があったためジョイント部 (パネル 1, 2) とスパン中央部 (パネル 3, 4) の測定を分けて行なった。そのために実験は, 表-3.2 に示すように計 66 ケースについて行なった。計測に用いた変位計, ひずみゲージおよび加速度計の取付け位置を図-3.6, 7(a), (b), 8 に示す。

また, 試験車の走行速度, 位置を検出し, 試験車側と試験橋側のデータを同期させるために, 試験橋側のデータにはロード・スイッチのパルス信号を, 試験車側には段差板による車体加速度の乱れを入力した (図-3.9)。

3.3 調査結果

3.3.1 静的載荷試験

ひずみは引張側を, 変位は下方を正 (+) として整理した。

1) 橋軸方向載荷試験

図-3.10(a)~(f) に各部材 (縦リブ, 横桁, 主桁) の静的応答影響線図の一例を示す。

(a) は変位の結果を示したものであるが, スパン中央の変位計では中軸が, ジョイント部の変位計では後軸が着目点付近に載荷されたときに最大値が現れる。また載荷目標線下の変位計 (No. 3 は縦リブ, 5 は横桁) は, ジョイント部で 50%, スパン中央部で 25% 程度主桁変位よりも大きな値を示す。

(b) 1, 2 は橋軸方向に配置した縦リブゲージの応力図である。横桁上にある縦リブゲージは, 車輪がゲージ上に載荷されたとき以外はほとんど圧縮側の応力が作用している。横桁から離れた縦リブゲージは, 引張側の応力が作用する載荷位置の範囲が広がり, タンデム軸のいずれかの車輪がゲージ上に載荷されたときに最大応答が生じている。

(c) は幅員方向に配置した縦リブゲージの応力図である。各ゲージの間隔は 60cm と密な配置になっているが, 車輪が載荷される No. 48, 80 以外のゲージでは応答が小さくなっている。この現象は, 今回使用した試験橋の縦リブ間では荷重の分配があまり行なわれないことの現れであり, 左車輪 (載荷目標線) 下にある縦リブゲージは, 右車輪の影響はあまり受けないと言える。

(d) は橋軸方向に配置した横桁ゲージの応力図であるが, タンデム軸の中心が着目点付近に載荷されたときに最大応答を生じている。また, (e) は幅員方向に配置した横桁ゲージの応力図であるが, 縦リブゲージと異なり各ゲージ共似た形状を示しており荷重の分配が行なわれている。

(f) は橋軸方向に配置した主桁ゲージの応力図であるが, 横桁ゲージと同じような応答を示した。

図-3.10(g) 1, 2 に各載荷状態 (P 1 は前軸, P 2 は中軸, P 3 は後軸を表わす) における載荷目標線下縦リブゲージ (No. 1 ~ 76) の応力分布を示す。載荷位置の No. 35 と No. 45 を比較すると, 前軸付近の応力分布は載荷位置による差は見られない。しかし, タンデム軸 (中軸, 後軸) 付近の応力分布は両軸が同

一パネル内にあるか、あるいは2つのパネルに分かれているかにより形状が変化している。これはタンデム軸付近の縦リブ応力が一方の輪荷重だけでは決まらないことを意味し、動的載荷試験の結果に大きな影響を及ぼすものと考えられる。

2) 幅員方向載荷試験

試験車走行時に予想される幅員方向へのずれが部材応答に与える影響を左車輪下縦リブ応力(76点)および変位(6点)について整理した。結果(ジョイント部, スパン中央部)を図-3.11(a), (b)に示す。

上図は応力分布と変位を、また下図は載荷目標線外(左右2, 4, 6, 8, 10cm)の応力(変位)を載荷目標線上に載荷したときの応力(変位)で除して1を減じた値(以下、応力比, 変位比という)をプロットしたものである。太い実線, 太い×印はそれぞれ試験車を載荷目標線上に載荷したときの縦リブ応力分布, 変位を表わし, 細い実線は載荷目標線より左側にずらしたときの縦リブ応力分布を, 細い破線は載荷目標線より右側にずらしたときの縦リブ応力分布を, 細い×印は載荷目標線外の変位を表わす。

変位比に着目すると, ジョイント部, スパン中央部共に10%内にあり, 載荷位置のずれによる応答の変化はほとんどない。

縦リブの応力分布に着目すると, 幅員方向に載荷位置がずれると最大 $15\text{kg}/\text{cm}^2$ の差が生じている。応力比で見ると, 車輪が載荷されている付近のゲージでは10%程度であるが, 応答の絶対量が小さいゲージではかなり差がある。しかし橋軸方向載荷試験結果で触れたように, 縦リブゲージ, 横桁ゲージ, 主桁ゲージは, 車輪が橋軸方向に関してゲージ上に載荷されたときに最大応答を生じるため, 左右10cmの載荷位置のずれによる最大応答の差は10%程度におさえられるものと思われる。

以上の結果より, 動的載荷試験では目視により走行位置のずれが載荷目標線から左右10cm以内となっていることを確認しながら行なった。

3.3.2 動的載荷試験におけるデータの整理方法

1) 試験橋側のデータ

試験橋側のひずみ応力, 変位データは, 図-3.12(a)~(f)に示すような動的応答波形図から最大値を求め, 走行車両による動的な影響を衝撃係数(動的応答倍率) i として整理した。

$$i = \frac{\text{動的応答(ひずみ応力, 変位)の最大値}}{\text{橋軸方向載荷試験(ひずみ応力, 変位)の最大値}} - 1 \quad \cdots \cdots (3.1)$$

図-3.12は積載重量(10 ton), 走行速度(20km/h), 計測地点(スパン中央部)は同じ条件で, 段差量(左図は0 mm, 右図はスパン中央部に20mm)を変化させたときの動的応答波形図(37チャンネルはロード・スイッチの信号, その他は図-3.7 参照)である。

2) 試験車側のデータ

試験車側の車体加速度データは, 車両が路面に対して作用する動的付加荷重(静荷重からの変動成分)の算出に用い, 動的付加荷重最大値および動的係数 i を求めた。また, 図-3.9 に示すような実験システムによる車体加速度の乱れから, 動的付加荷重最大値の橋軸方向発生位置も求めた。

$$i = \frac{\text{車軸（車輪）の動的付加荷重最大値}}{\text{車軸（車輪）の静的な軸荷重（輪荷重）}} \dots\dots\dots (3.2)$$

車体加速度からの動的付加荷重算出法は、まず各軸（中軸、後軸）においてバネ上（車体）2か所、バネ下（車軸）2か所の加速度より、力の作用点である左右の懸架バネ上およびタイヤ中心の加速度を求める（図－3.13）。求められた加速度を用いて、車輪の動的付加荷重、軸の動的付加荷重はそれぞれ次のように加速度と質量の積で表わすことができる。

$$F_L (\text{左車輪の動的付加荷重}) = m_{uL} \cdot \ddot{Z}_{uL} + m_{tL} \cdot \ddot{Z}_{tL} \dots\dots\dots (3.3)$$

$$F (\text{軸の動的付加荷重}) = F_L + F_R \dots\dots\dots (3.4)$$

ここに、 m_{uL} は左バネ上質量、 m_{tL} は左バネ下質量、 $\ddot{Z}_{uL}$ は左バネ上加速度、 $\ddot{Z}_{tL}$ は左バネ下加速度、 F_R は右車輪の動的付加荷重を表わす。

上記の算出法で求められた動的付加荷重の信頼性は、土木研究所試験走路内に埋設した車両衝撃力測定装置（動輪荷重計測器、以下、装置と略す。）を用いた車両走行試験により検証済みである。因に、装置側荷重と装置上で発生する最大荷重を比較した結果は、装置側の荷重値が7 tonを越えるあたりから動的付加荷重算出法による値がやや大きな値を示す傾向にはあるが、相関係数が0.98、動的付加荷重算出法による荷重値／装置側荷重値の平均値が1.048、標準偏差が0.086であった（図－3.14）。

3.3.3 動的載荷試験

1) 試験橋

各ケースにおけるひずみ応力および変位の動的応答最大値、衝撃係数を表－3.3(a)～(k)に示す。

図－3.15(a)～(g)は、表－3.3のデータから縦リブに着目してパラメータ（段差量、段差位置、走行速度、積載重量）の動的影響を示したものである。太い実線は各縦リブの静的応答最大値を、また細かい実線と破線2本は、繰り返し回数3回の動的応答最大値を結んだものである。

(a)、(b)は試験車の積載重量を変化させたときの影響を示したものであるが、車両重量20 tonでは動的応答値が静的応答値を上回るゲージが多いが、30 tonでは静的応答値を下回るゲージが多い。すなわち積載重量が増すと衝撃係数は減少する傾向を示す。(c)は段差量を変化させたときの影響を示したものであるが、段差量が増大するとわずかではあるが動的応答値も増大する。(d)、(e)は段差位置を移動させたときの影響を示したものである。走行速度が20km/hでは段差位置の移動による縦リブ応答の変化がみられるが、40km/hでは一定の傾向がみられない。(f)、(g)は走行速度を変化させたときの影響を示したものである。実験の条件（P＝ジョイント部、W＝20 ton、H＝0 mm）では走行速度が増すと動的応答値が増大するが、その他のケースでは動的応答値がやや減少する傾向にある。

表－3.4は表－3.3の繰り返し回数3回の衝撃係数平均値を用いて部材別に整理したものである。表に使用した衝撃係数平均値はばらつきのすくない、すなわち応答の絶対量が大きなデータを用いた（表3－5）。

まず、衝撃係数を各部材毎にパラメータ（段差量、走行速度、積載重量）の影響をみると、走行速度に関して横桁は一定の傾向を示さず、主桁の応力、変位は速度が増すと同程度かやや増大する傾向を示し、縦リブとは異なる結果である。段差量に関して横桁は段差量が増すとやや増大し、主桁の応力、変位は影響が大きく、総重量 20ton の段差 20mm では 0 mm の 2 倍程度の値を示す。また、積載重量に関してはどの部材も一様な傾向を示し、積載重量が増加すると減少する。

次に、各部材の衝撃係数の大きさを比較してみると主桁の応力、変位は全体的に大きな値を示すが、縦リブ、横桁の応力は主桁の半分程度である。これは、主桁の固有振動数（約 3 ～ 4 Hz）と試験車のバネ上振動数（約 3.5 Hz）が一致したことによる共振現象の現れと考えられる。

2) 試験車

図- 3.16(a), (b)に車体加速度から算出した試験車の動的付加荷重の応答例を示す。(a)は段差量が 0mm, (b)は段差量が 20mm をスパン中央部に配置したときの応答波形であり、図中に示したジョイントおよび段差の位置は、試験橋の前後に配置した段差板（図- 3.9 参照）による車体加速度の乱れの時間間隔と段差板間の距離（49.9m）より段差板間中における試験車の平均走行速度を求めて算出した。両ケースを比較してわかるように、段差量が 0 mm の場合は入口側ジョイント近傍の段差による応答でピーク荷重が現れ、段差量が 20mm の場合は段差板による応答でピーク荷重が現れている。

表- 3.6 は動的付加荷重の応答波形から求めた各試験ケースにおける動的付加荷重最大値とその衝撃係数である。また表- 3.7(a)~(d)は表- 3.6 に示した動的付加荷重最大値が発生する橋軸方向の位置（入口側ジョイントからの距離）である。前述したように段差量が 0 mm の場合は入口側ジョイント近傍の段差による応答でピーク荷重が現れるため、厳密にいうと段差がないわけではない。そこで、以下に述べる事柄は段差が 0 mm のケースについては入口側ジョイント近傍の段差による影響についてであり、段差があるケースについては人工の段差板による影響についてである。

動的付加荷重最大値と衝撃係数のパラメータの影響は以下の通りである。積載荷重については、各車軸、車輪ともに動的付加荷重は増大するが衝撃係数は減少している。段差量については人工段差（10, 20mm）に着目すると、衝撃係数は段差量とともに増大する。走行速度については、各ケースともに走行速度が増すと衝撃係数は増大する。しかし段差が 0 mm（ジョイント部の段差）のケースでは、人工段差があるケースよりも走行速度による影響が顕著に現れている。これは、ジョイント部の段差が人工段差板（橋軸方向の幅 = 0.7 m）よりも波長の長い段差であることが影響していると考えられる。

動的付加荷重最大値の橋軸方向発生位置については、表- 3.7 に示すように段差量が 0 mm のケースでは入口側ジョイント近傍で発生し、段差があるケースでは段差板の後方 1 m ～ 3 m で発生している。同じ中軸の車軸と車輪の発生位置に着目してみると、発生位置は異なっており、左車輪と右車輪の応答にずれがあることがわかる。また、中軸、後軸間は 1.3 m であるが、発生位置の差が軸間距離に対応しておらず、タンデム軸間でも応答にずれがあることがわかる。段差位置の影響については、段差板のスパン中央方向移動によって発生位置もスパン中央方向にずれている。

3) 試験橋のデータと試験車のデータの比較

試験橋のデータと試験車のデータを個々に分析してきたが、ここでは両者の比較を行なう。

両者の大きな相違点は、衝撃係数の大きさである。段差量20mmのケースにおけるデータを比較すると、試験車の中軸では0.46～0.90、中軸左車輪では0.67～1.32、主桁変位では0.56～0.92、主桁応力では0.08～0.75、横桁応力では-0.09～0.44、縦リブ応力では-0.18～0.56であり、主桁変位以外は試験車の応答よりも小さな応答しか示さなかった。また、パラメータ（段差量、段差位置、積載重量、走行速度）の影響についても主桁変位以外は異なった影響が現れた。

以上のような現象が現れた理由としては、以下の事項が考えられる。

- ・試験橋データの考察でも述べたが、主桁の固有振動数と試験車のバネ上振動数が一致したことにより共振現象が現れた。
- ・縦リブ、横桁は、静的載荷試験の橋軸方向載荷試験結果（図-3.10）をみてわかるように、主桁に比べて試験車の影響を受ける時間が短いために応答しきれない。
- ・縦リブ応力はタンデム軸の一方の軸荷重では決まらない（静的載荷試験の橋軸方向載荷試験結果の考察）ということと、中軸と後軸の動的付加荷重の応答にずれがある（試験車側データの考察）ことによって、タンデム軸の動的付加荷重に換算すると車軸（車輪）相当の衝撃係数が発生しない可能性がある。

3.4 まとめ

鋼床版試験橋で衝撃係数実測を行ない、T荷重衝撃係数について検討するためのデータを得た。今回の検討結果をまとめると以下の通りとなる。

- (1) 段差がない場合の衝撃係数は、主桁の変位、ひずみを除くと縦リブ、横桁ともに設計衝撃係数（ $= 0.4$ ）を下回る値となった。しかし段差がある場合の衝撃係数は大きくなり、20mm程度の段差になると、設計値を上回る衝撃係数が得られた。また衝撃係数は走行速度に対しては一定の傾向を示さず、車両重量が増加すると減少した。
- (2) T荷重による衝撃は自動車荷重の直接的な作用により生じ、特に段差の影響を強く受ける。従って衝撃係数を段差量の関数として与えた方が実態と良く適合すると言えよう。しかし、設計では実橋梁の路面平坦性（段差量）の実態を考慮し、ある程度安全側の値を設定すれば良いものと考えられる。
- (3) 橋梁の一般部（伸縮装置から離れた部分）では20mm程度の段差が生じることは稀であり、今回の実測結果などから判断すると現行の設計値を上回る衝撃係数が作用する可能性は少なく、現行の衝撃係数（ $i = 0.4$ ）での対応が可能であると考えられる。
- (4) 一方、伸縮装置部では良好な維持管理が行なわれている道路を除くと、20mm程度の段差が生じる可能性はかなりあり、設計値を超える衝撃係数が生じることが十分に予想される。従って伸縮装置付近の床版については衝撃係数を現行よりも大きくとる必要があろう。
- (5) 段差のある場合、車両が路面に加える動的付加荷重と鋼床版の動的応答から求めた衝撃係数とのギャップが大きくなった。動荷重とこれに対する床版応答特性の解明を試みる必要があろう。
- (6) 今後、実測例が比較的少ないRC床版の衝撃係数実測を行ない、今回の検討結果の検証を行なう。また路面平坦性の実態や過積載車両の影響に関する新たなデータが得られれば、設計値の精度をさらに良くすることも可能となろう。

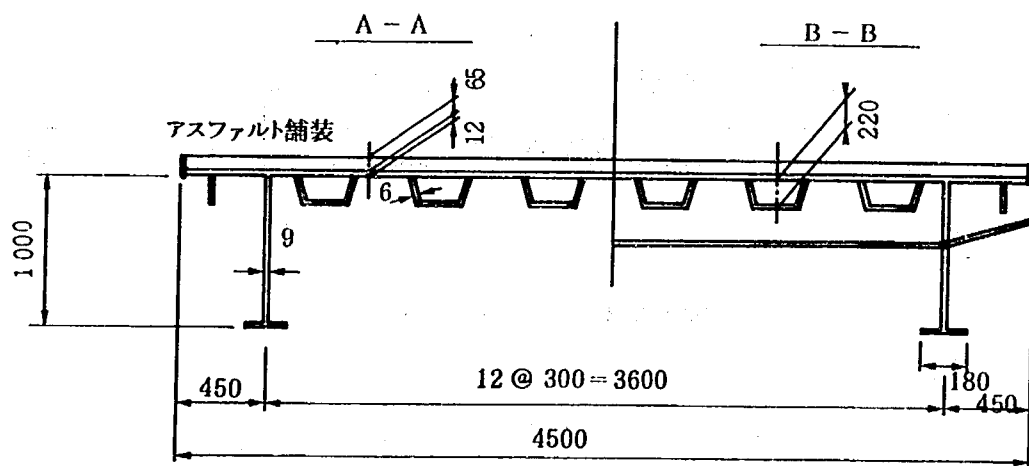
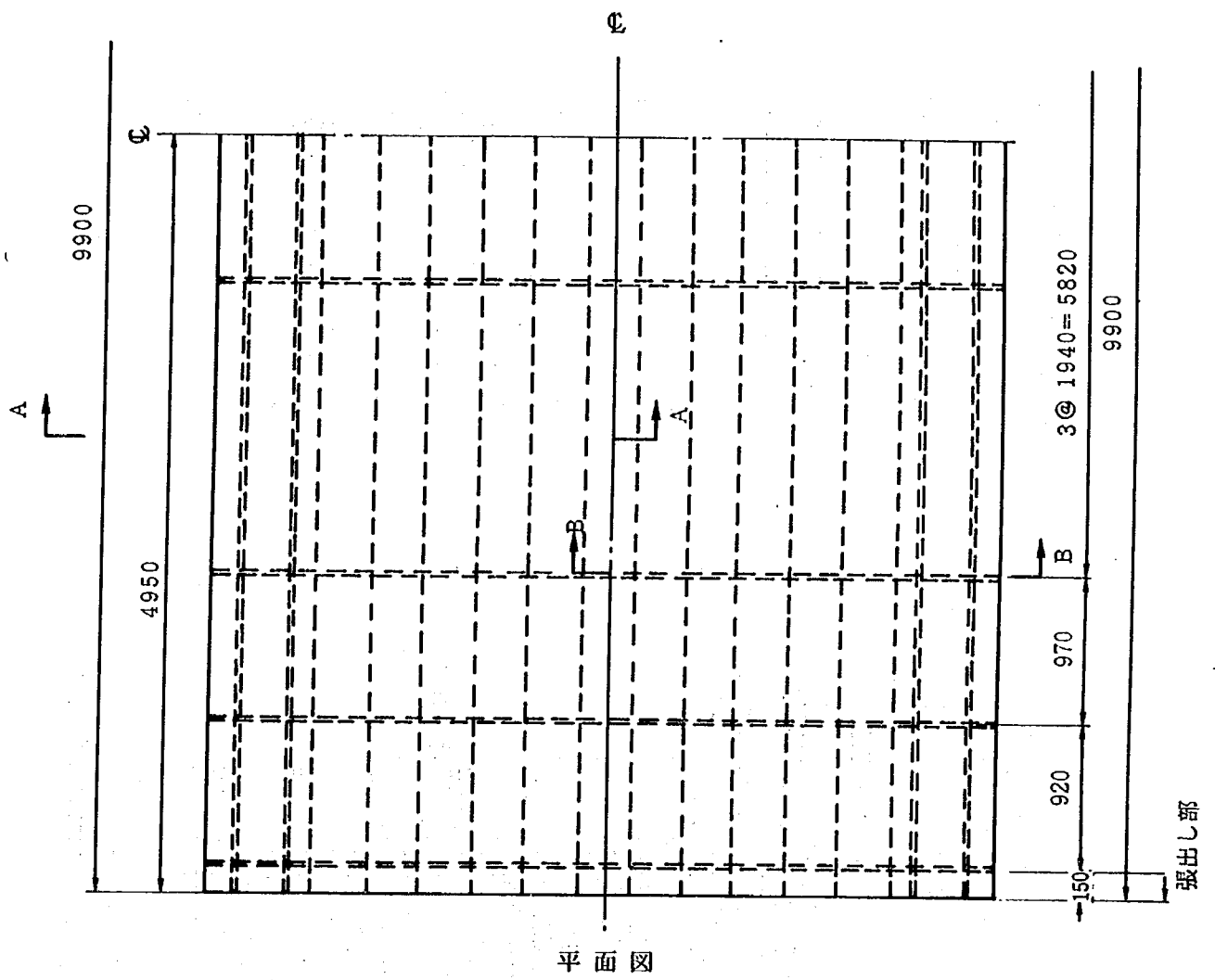
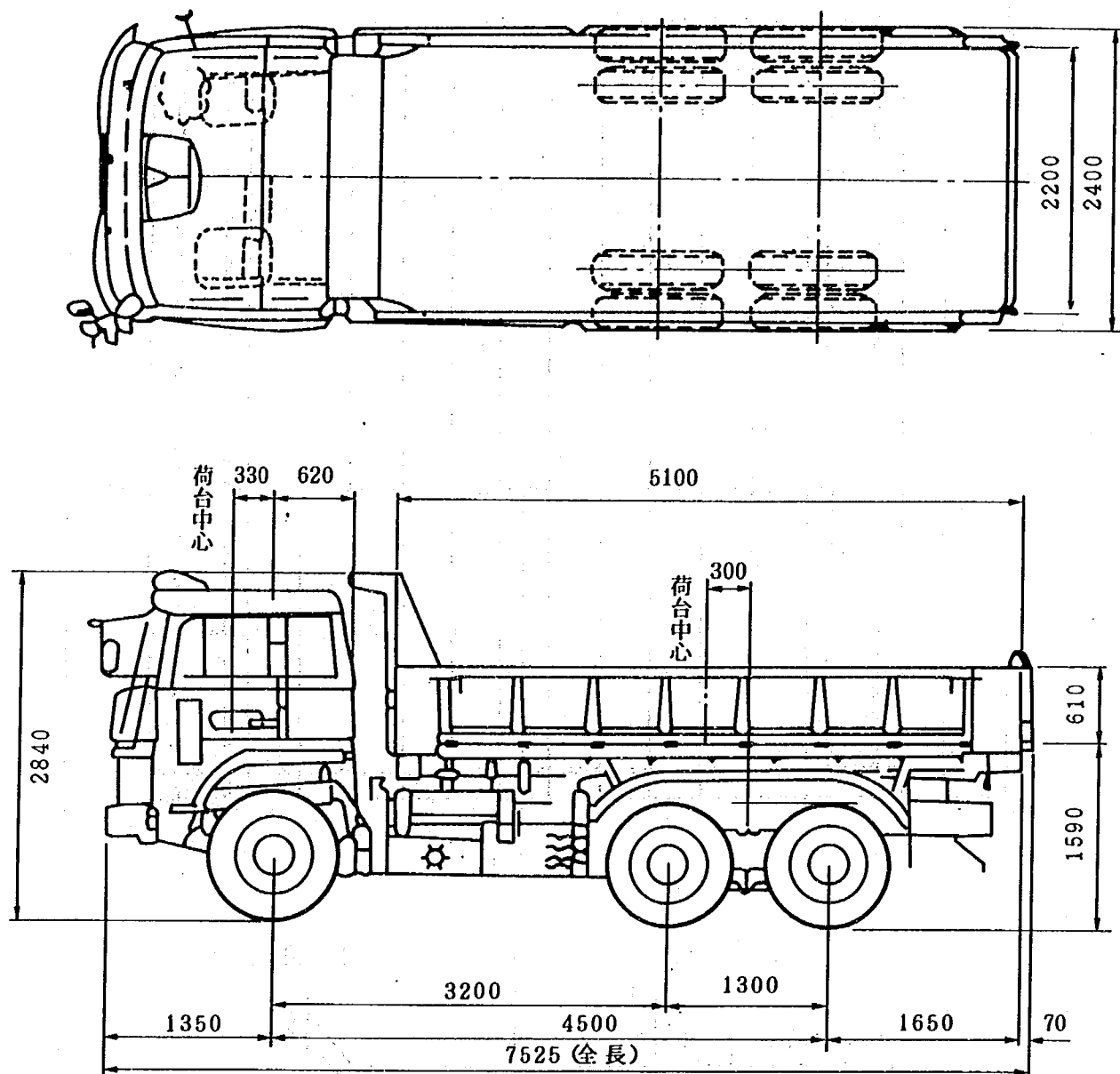
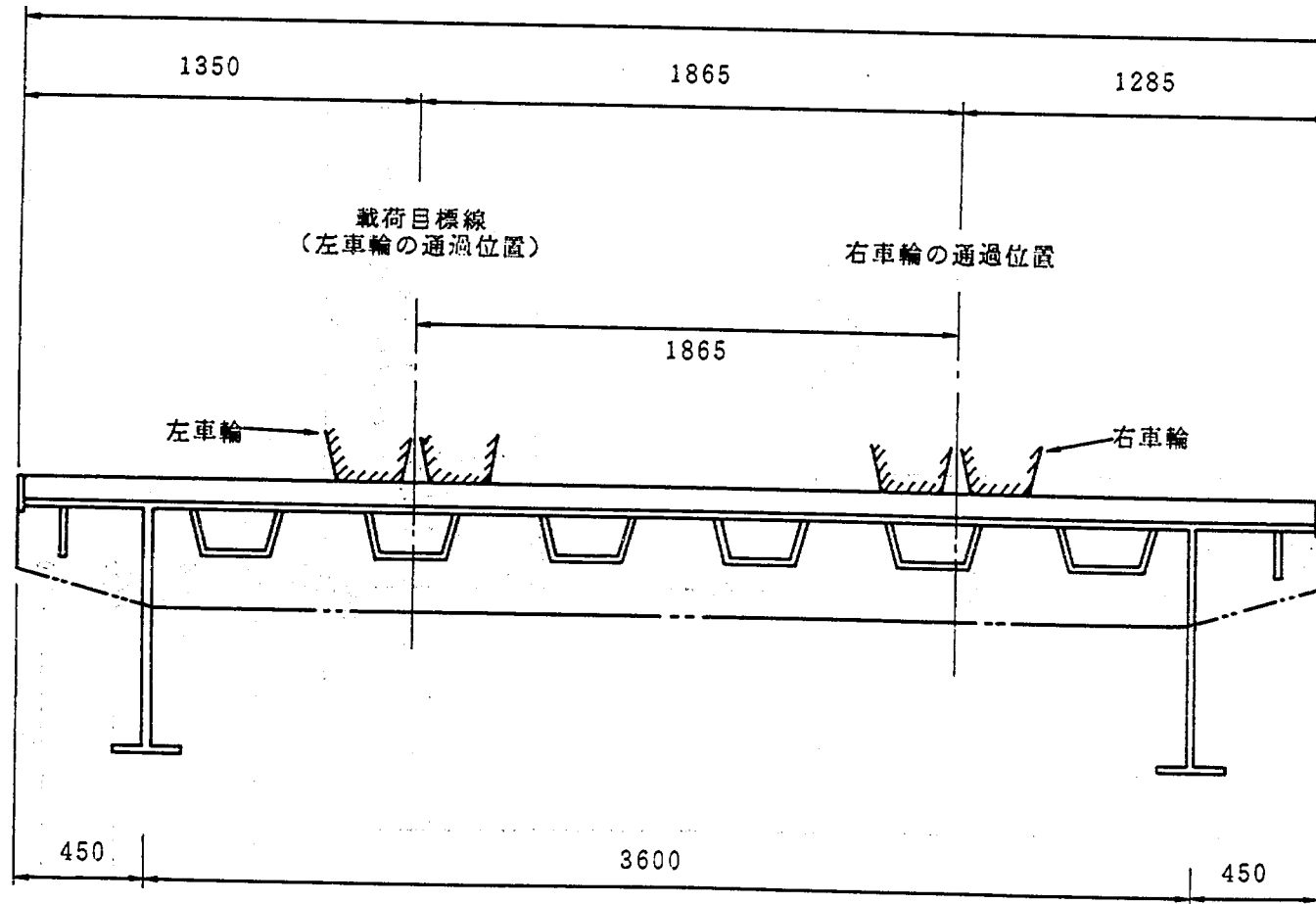


図-3.1 対象橋梁



図一 3.2 試 験 車

幅員 4500



図一 3.3 静的載荷試験および動的載荷試験の載荷目標線

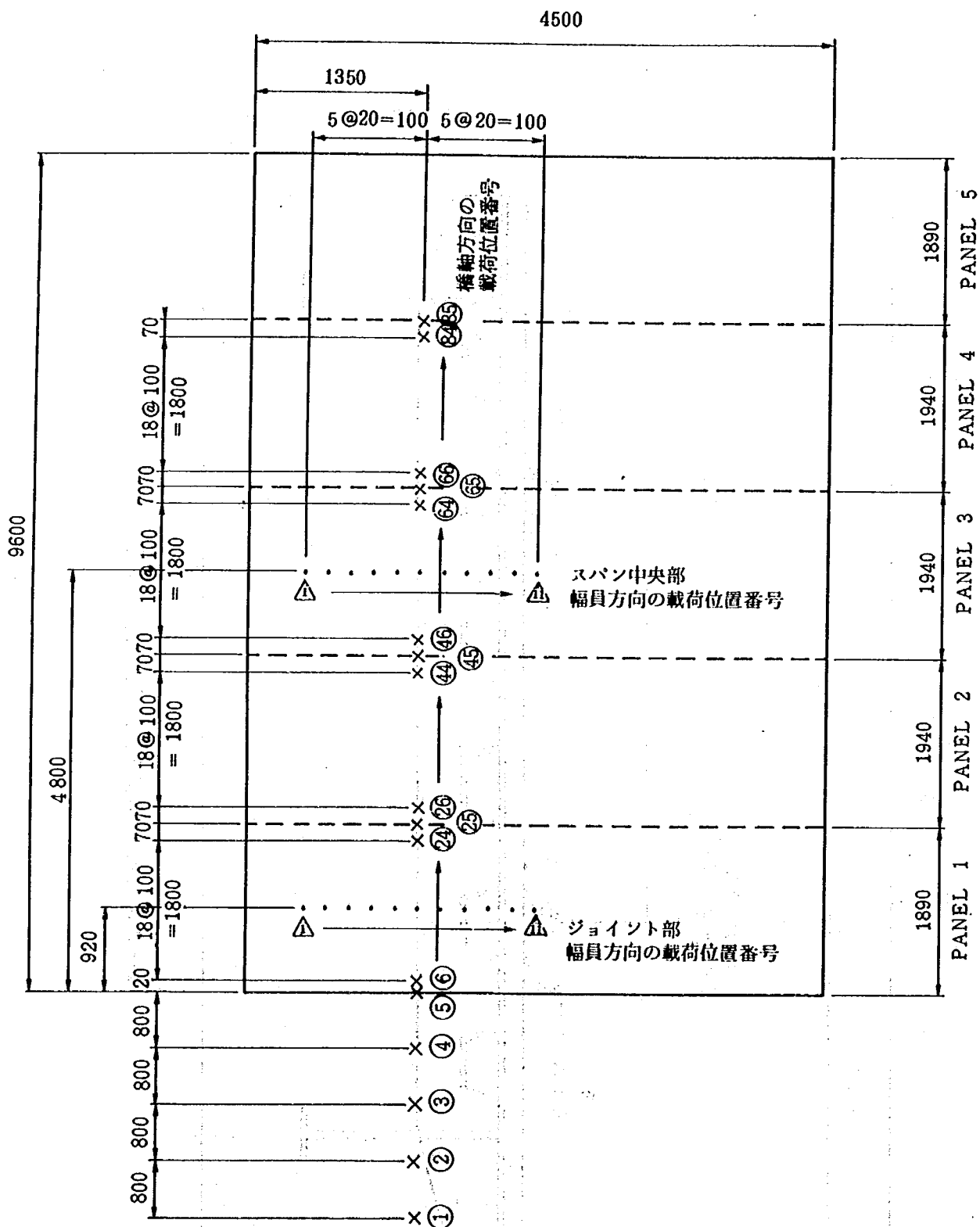
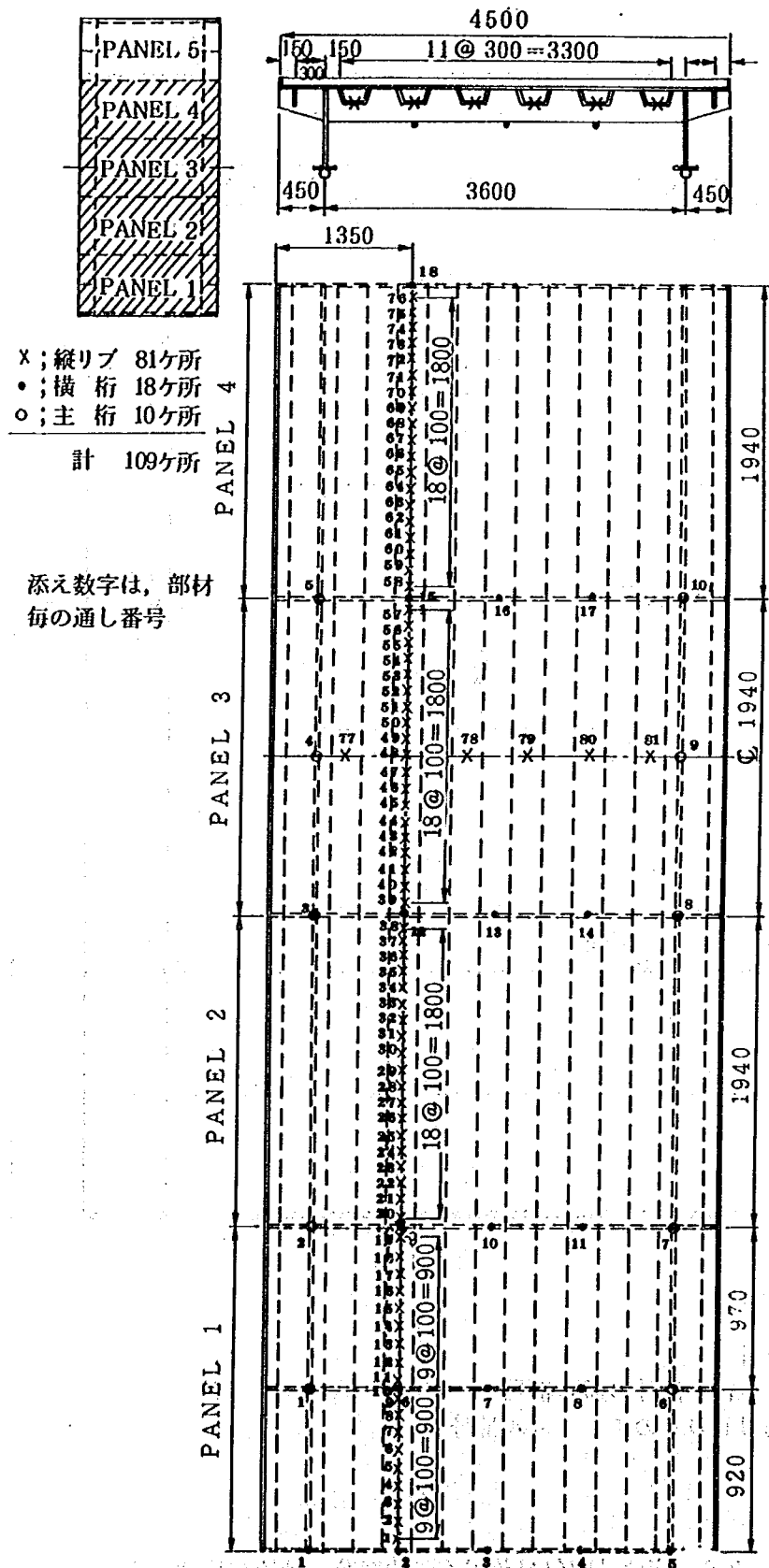
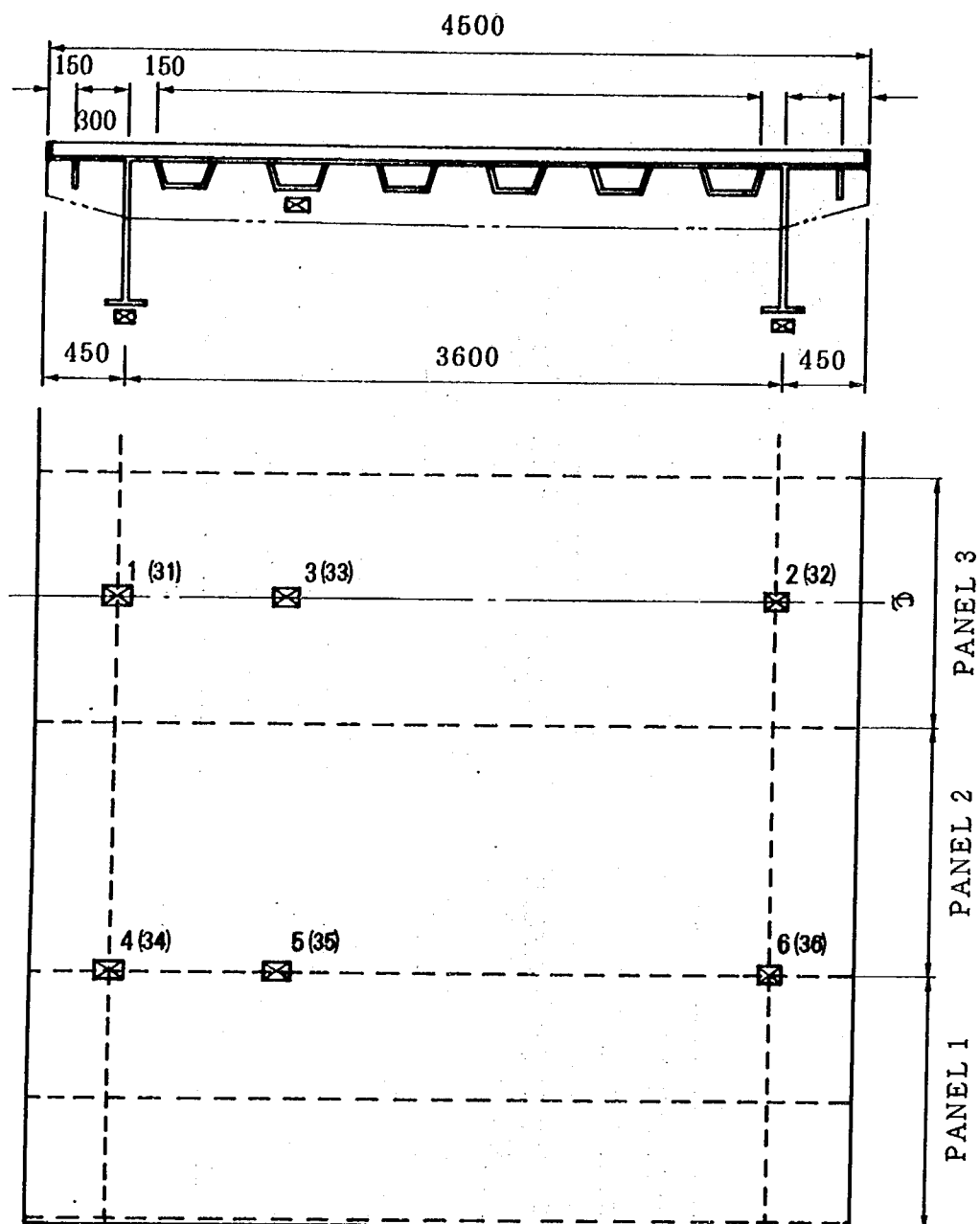


図-3.4 載荷位置の平面図



2

図一 3.5 静的載荷試験時のひずみゲージ貼付け位置



注；；変位計

添え数字は、変位計の通し番号

()内はDDRのチャンネル番号

図一 3.6 変位計取付け位置（静的載荷，動的載荷共通）

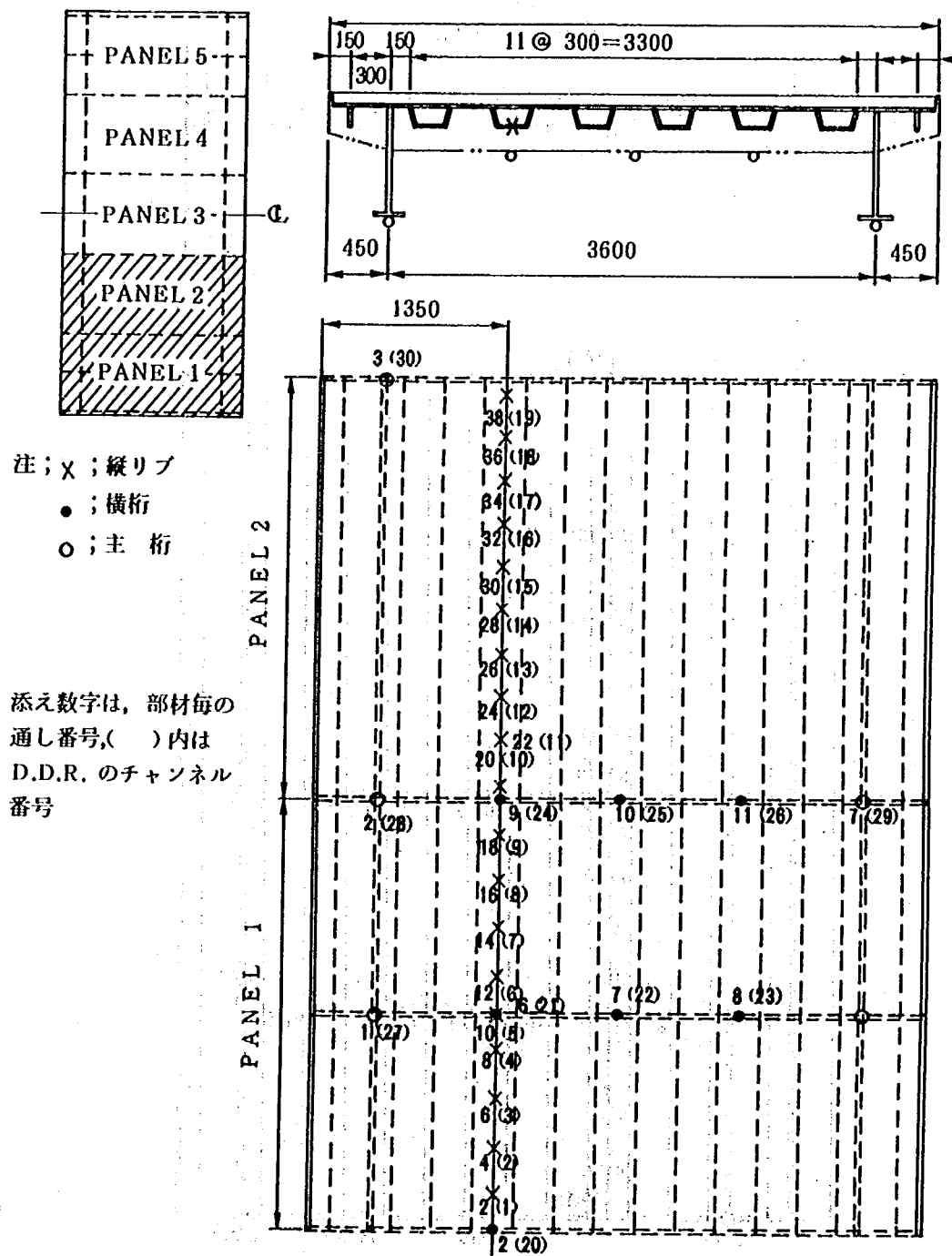


図-3.7 (a) 動的載荷試験時のひずみゲージ貼付け位置と D.D.R. の
 チャンネル割当て (ジョイント部)

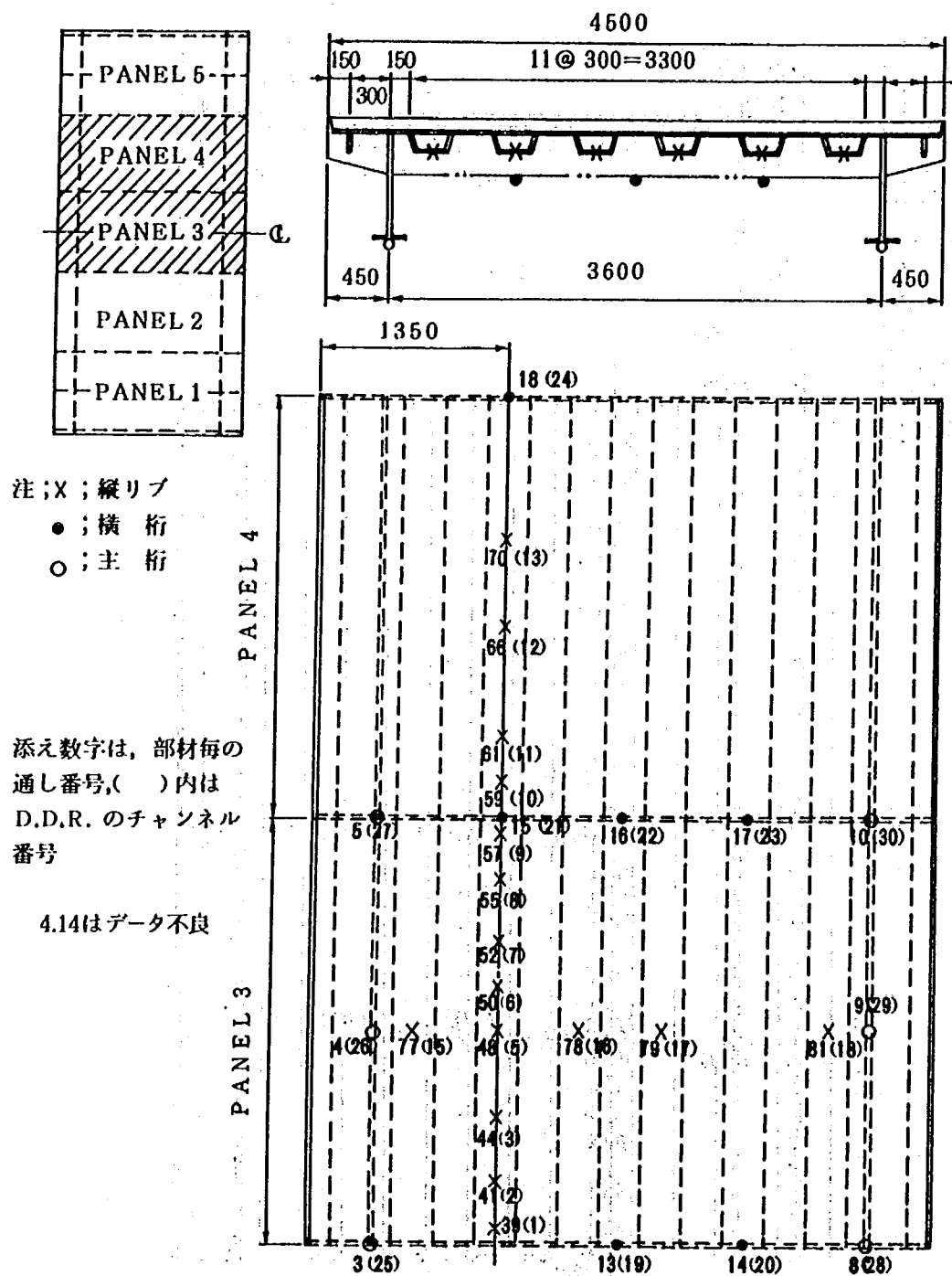


図- 3. 7 (b) 動的載荷試験時のひずみゲージ貼付け位置と D. D. R. のチャンネル割当て (スパン中央部)

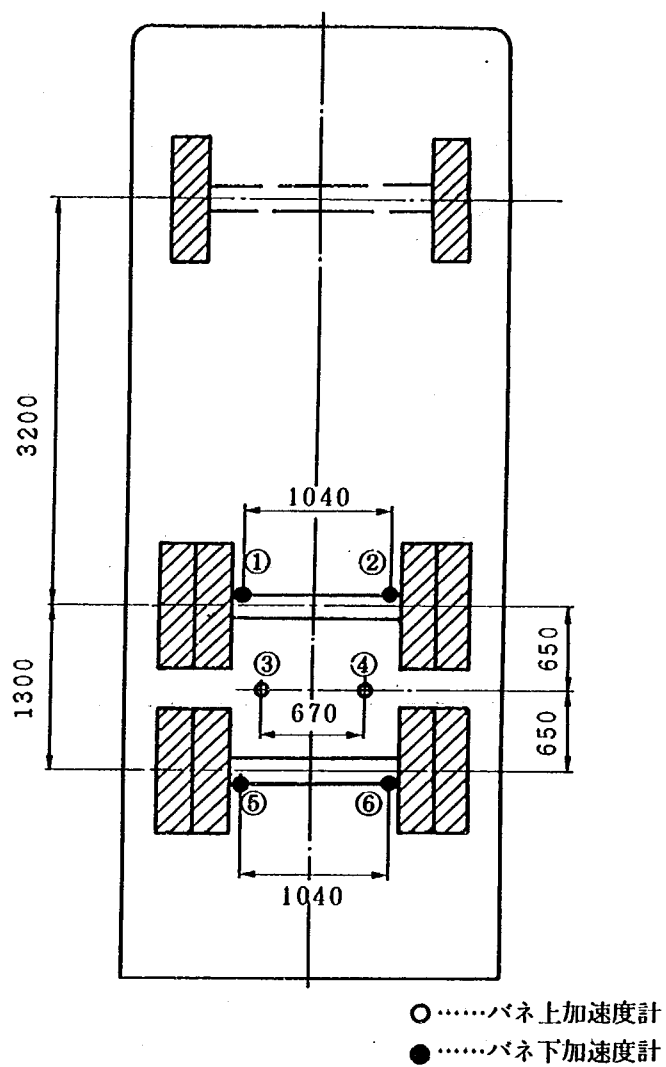


図-3.8 加速度計取付位置

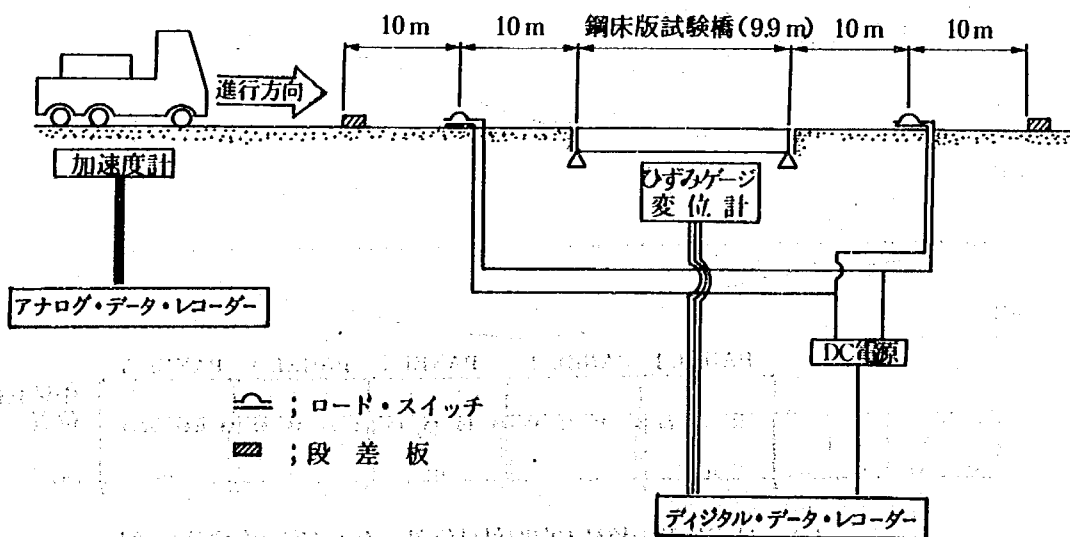
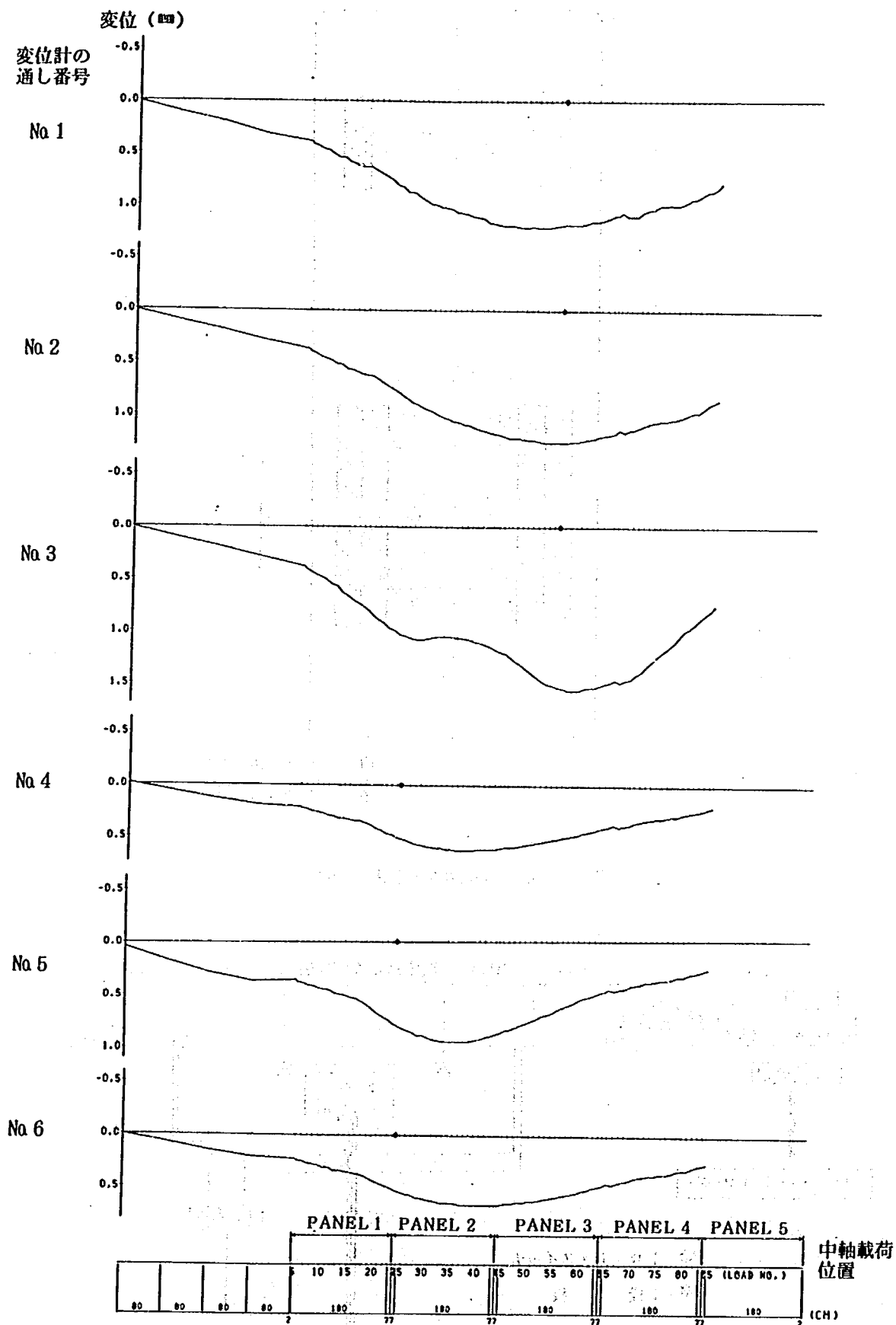
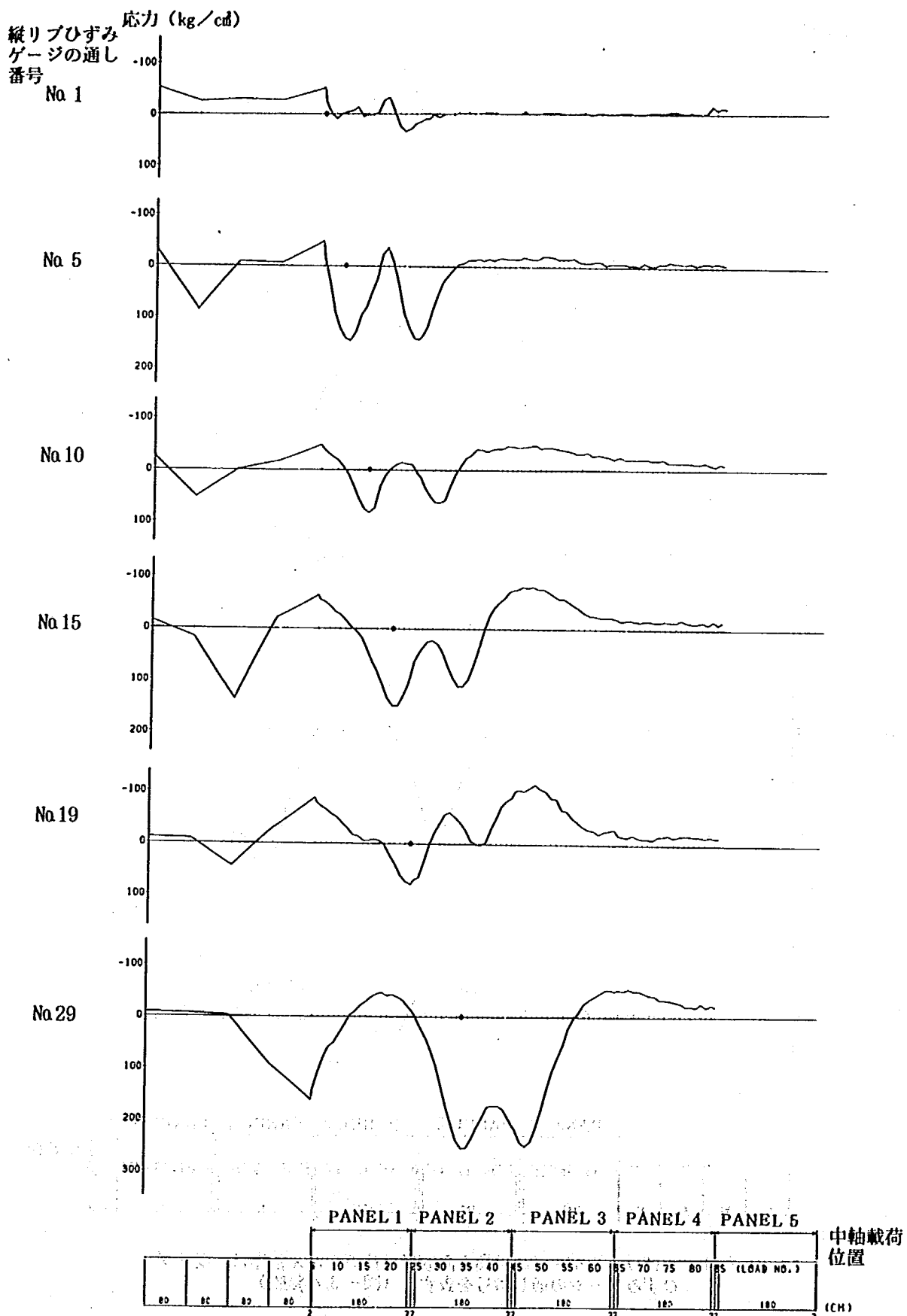


図-3.9 実験システム



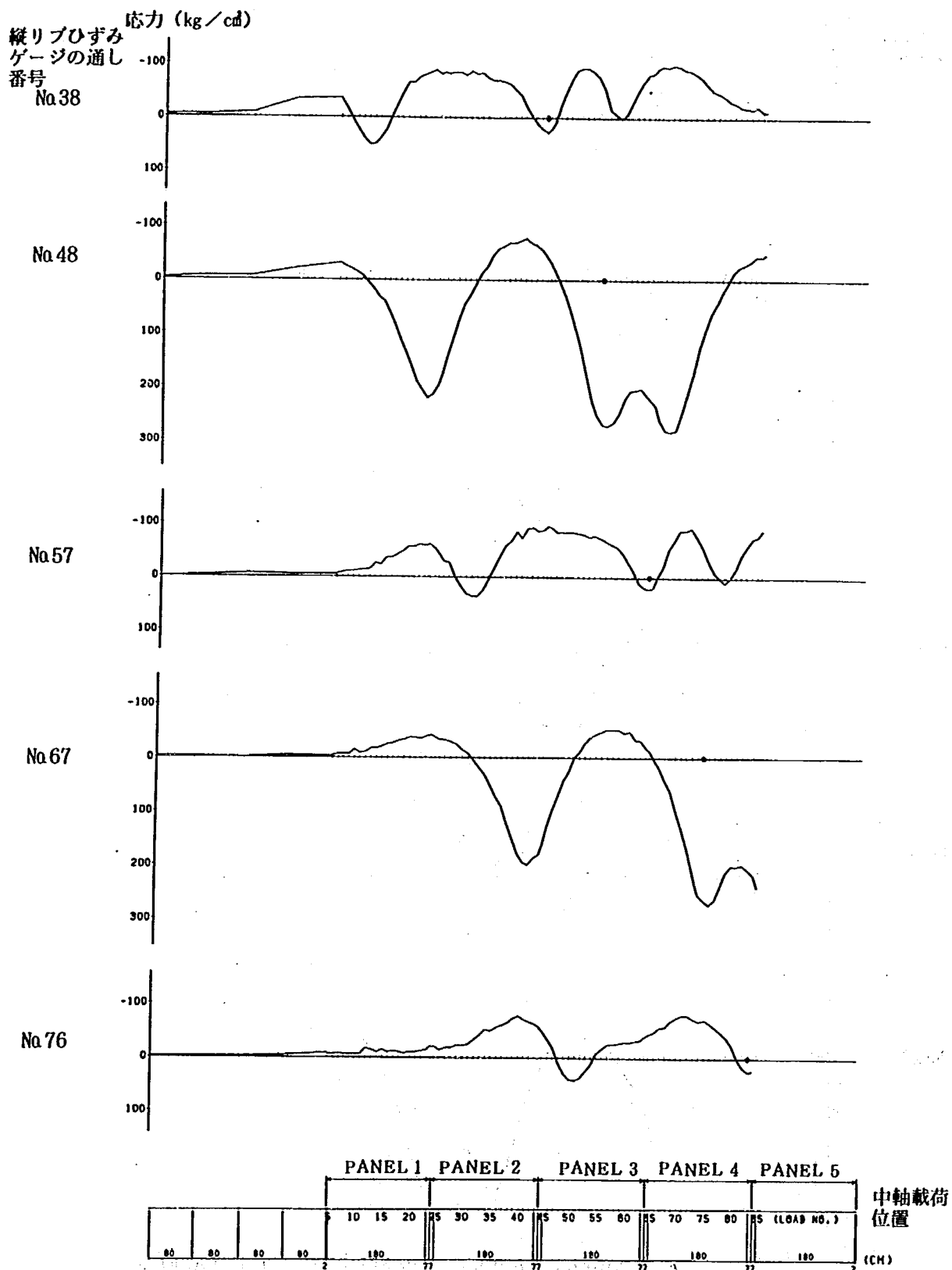
注；・は変位計の橋軸方向取付け位置，添え数字は変位計の通し番号を表す（図-3.5 参照）

図-3.10(a) 橋軸方向載荷試験結果（変位影響線図）



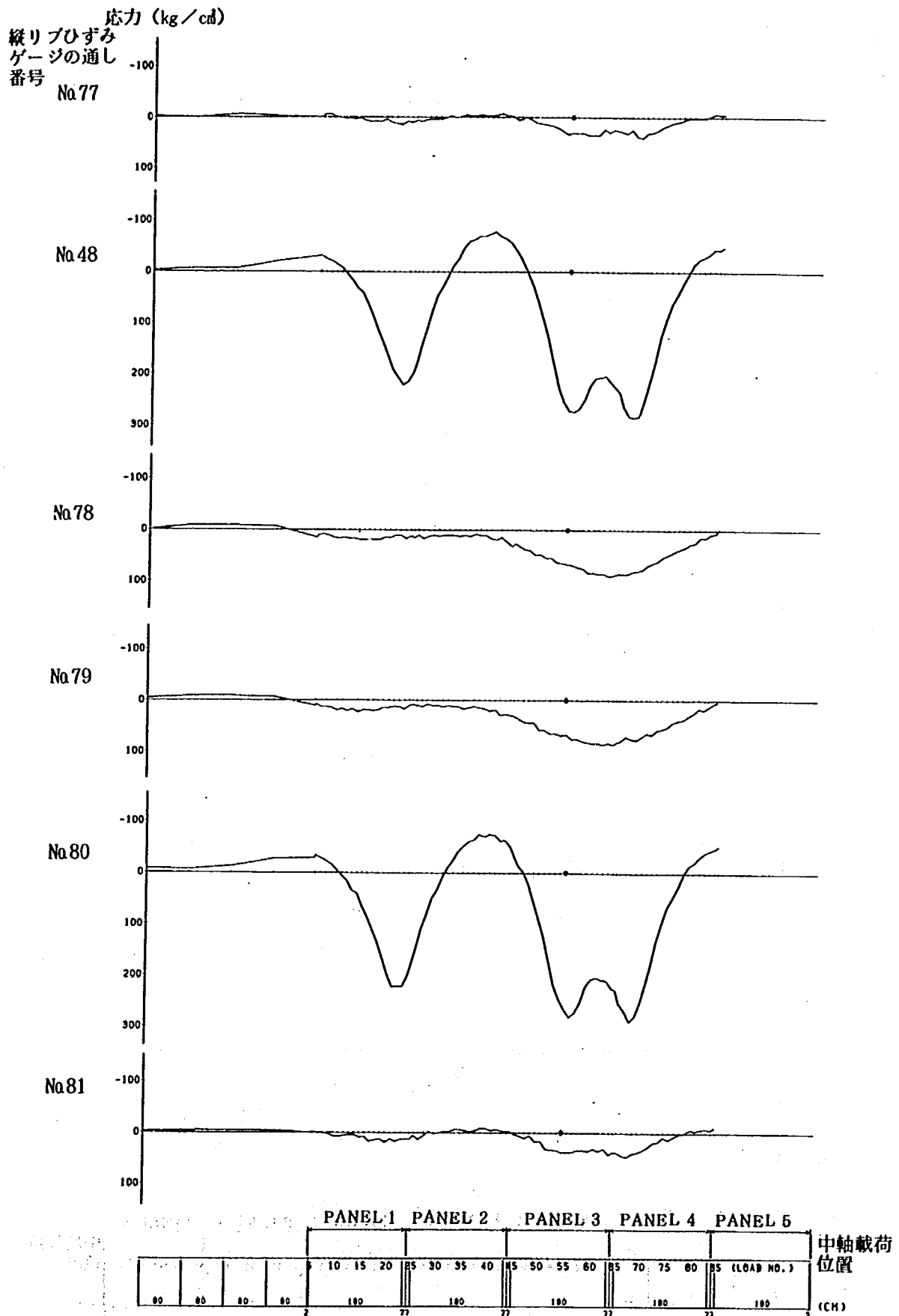
注)・はひずみゲージの橋軸方向取付け位置、添え数字は、縦リブひずみゲージの通し番号を表す。(図-3.4 参照)

図-3.10(b).1 橋軸方向載荷試験結果(橋軸方向縦リブひずみ影響線図)



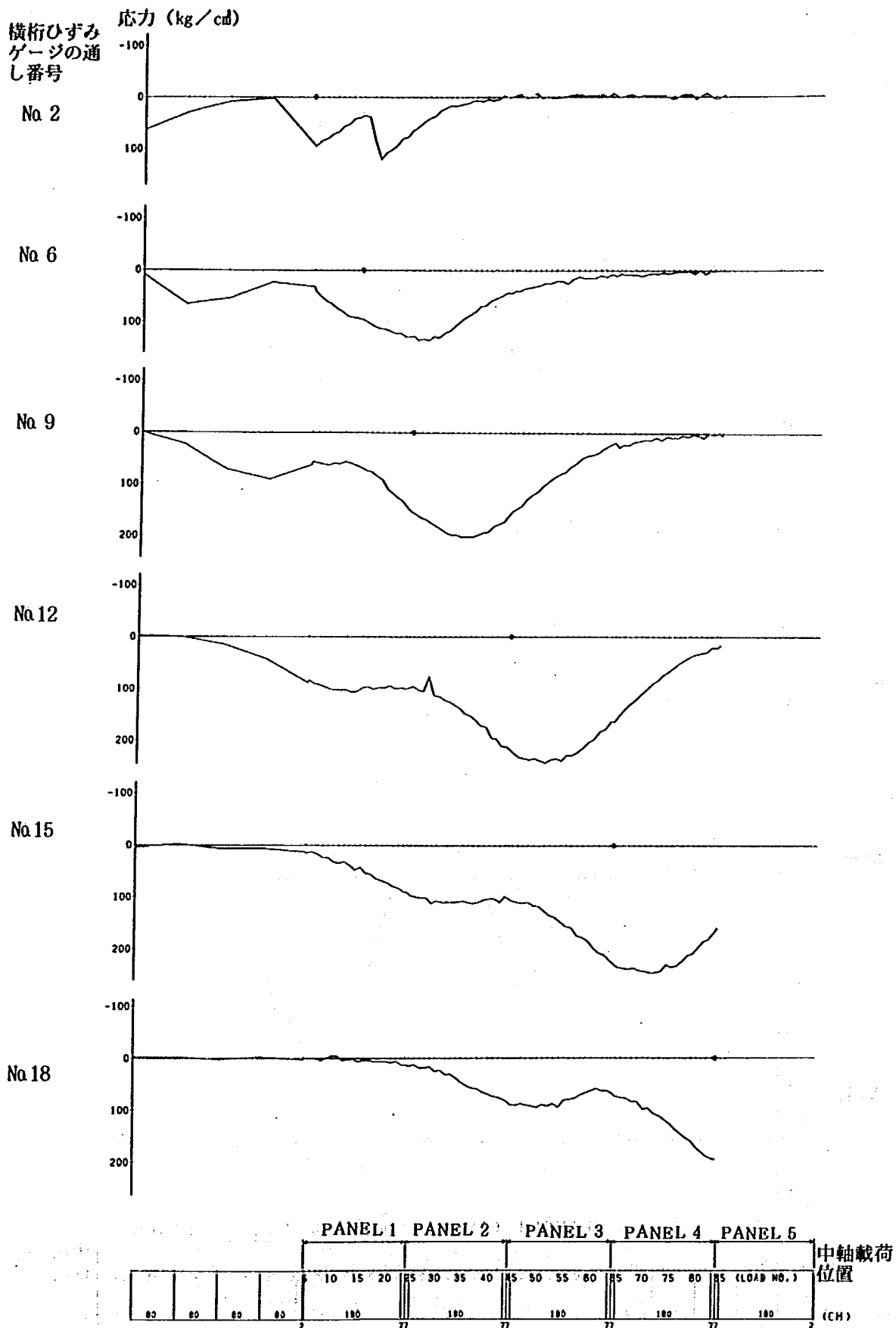
注；・はひずみゲージの橋軸方向取付け位置、添え数字は、縦リブひずみゲージの通し番号を表す。(図-3.4 参照)

図-3.10(b).2 橋軸方向載荷試験結果(橋軸方向縦リブひずみ影響線図)



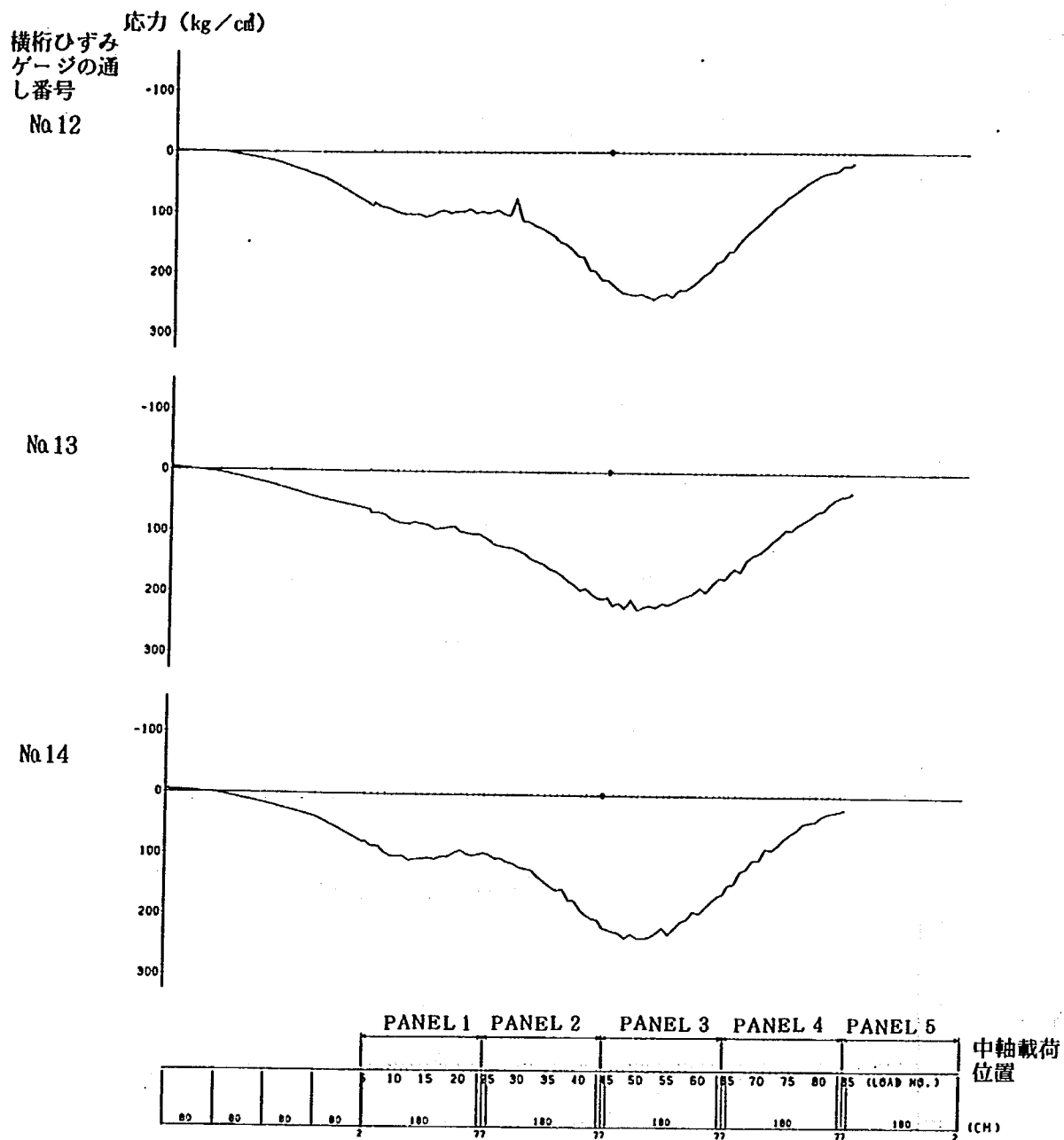
注：・はひずみゲージの橋軸方向取付け位置，添え数字は，縦リブひずみゲージの通し番号を表す。（図-3.4 参照）

図-3.10(c) 橋軸方向載荷試験結果（幅員方向縦リブひずみ影響線図）



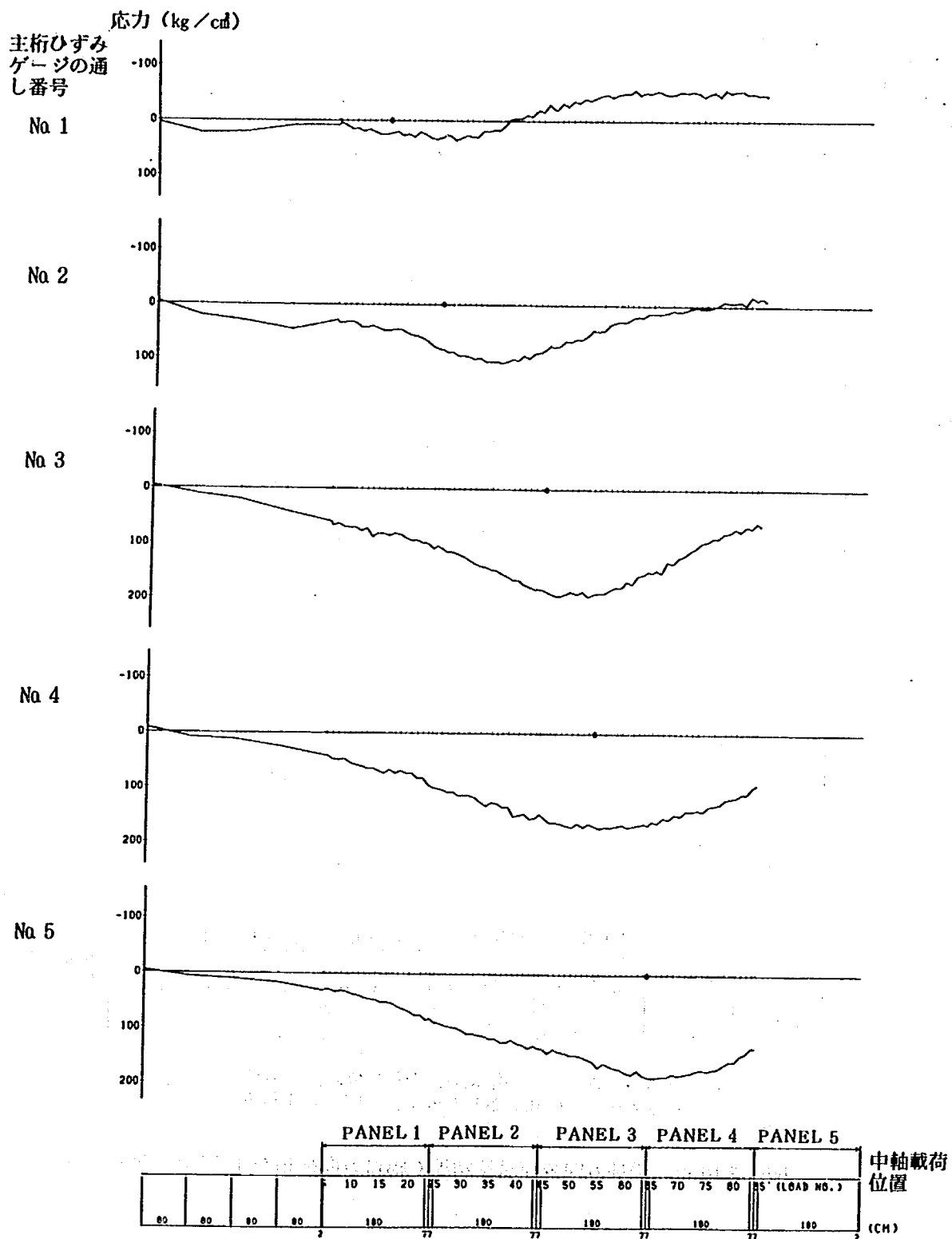
注；・はひずみゲージの橋軸方向取付け位置，添え数字は，横桁ひずみゲージの通し番号を表す。（図-3.4 参照）

図-3.10(d) 橋軸方向載荷試験結果（橋軸方向横桁ひずみ影響線図）



注；・はひずみゲージの橋軸方向取付け位置，添え数字は，横桁ひずみゲージの通し番号を表す。（図- 3.4 参照）

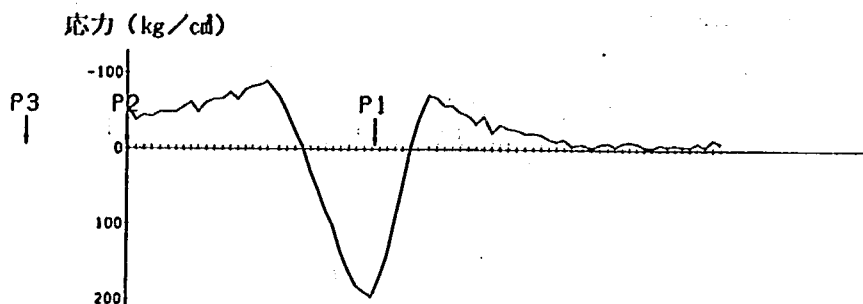
図- 3.10(e) 橋軸方向載荷試験結果（幅員方向横桁ひずみ影響線図）



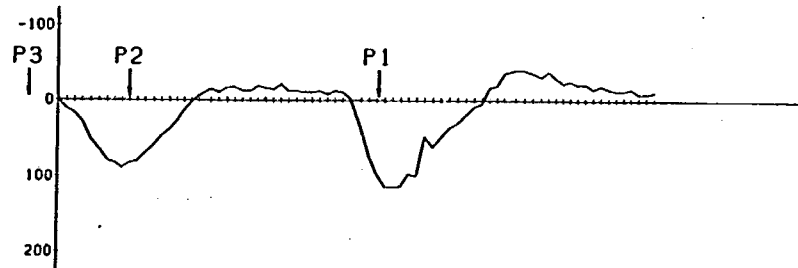
注；・はひずみゲージの橋軸方向取付け位置、添え数字は、主桁ひずみゲージの通し番号を表す。（図-3.4 参照）

図-3.10(f) 橋軸方向載荷試験結果（橋軸方向主桁ひずみ影響線図）

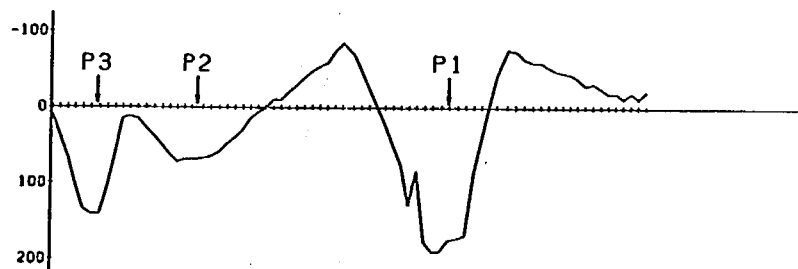
中軸荷
位置
No. 5



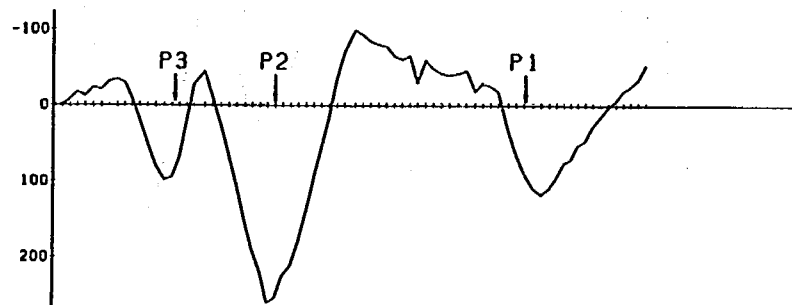
No. 15



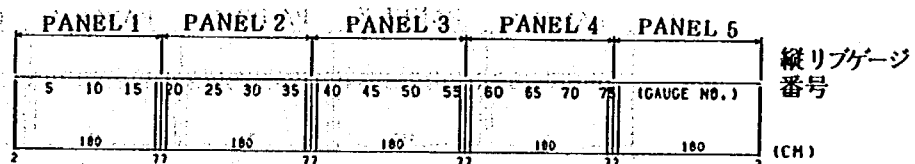
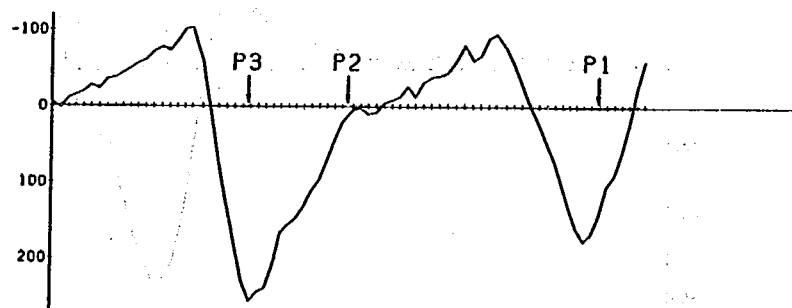
No. 25



No. 35



No. 45

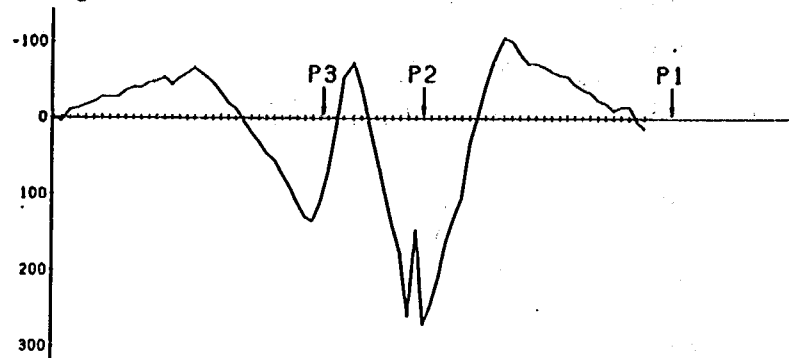


注；P1, P2, P3 はそれぞれ試験車の前輪, 中輪, 後輪を, また番号
は中輪の荷重位置を表す。(図-3.8 (a)~(f)参照)

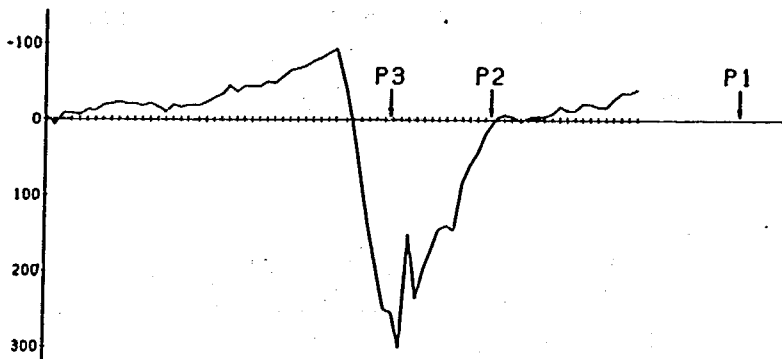
図-3.10(g).1 橋軸方向荷重試験結果(荷重位置別の縦リブ応力分布図)

中軸載荷
位 置
No.55

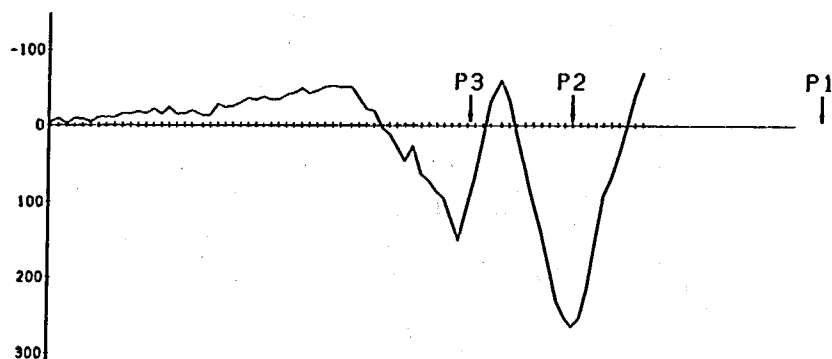
応力 (kg/cm²)



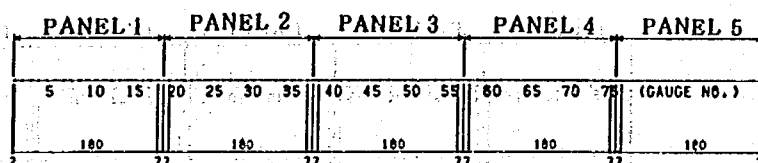
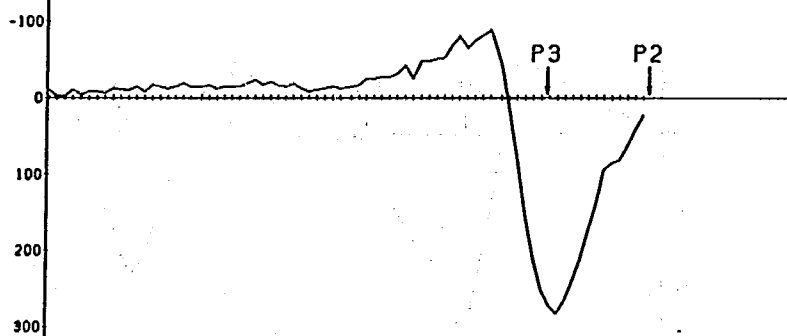
No.65



No.75



No.85



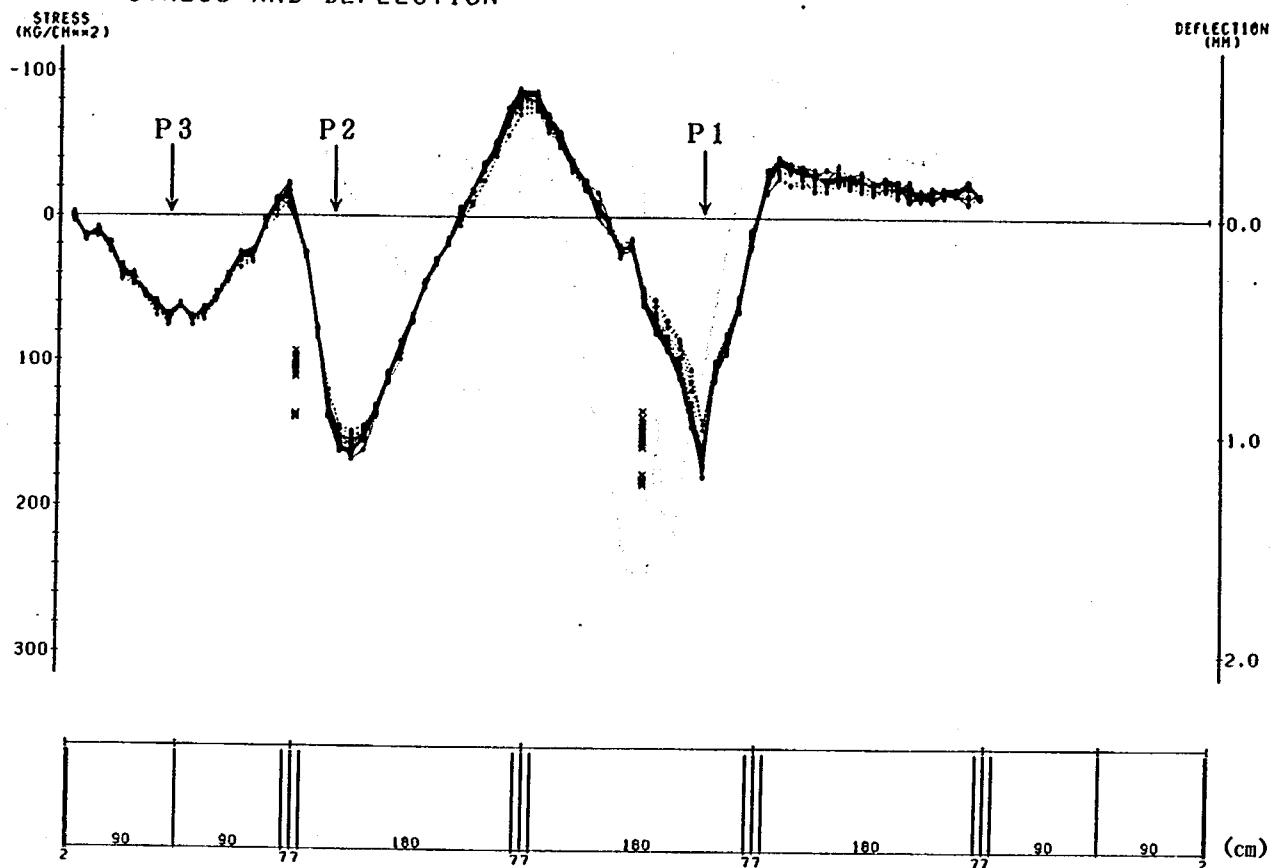
縦リブゲージ
番号
(CH)

注； P1, P2, P3 はそれぞれ試験車の前輪, 中輪, 後輪を, また番号は中輪の載荷位置を表す。(図-3.8(a)~(f)参照)

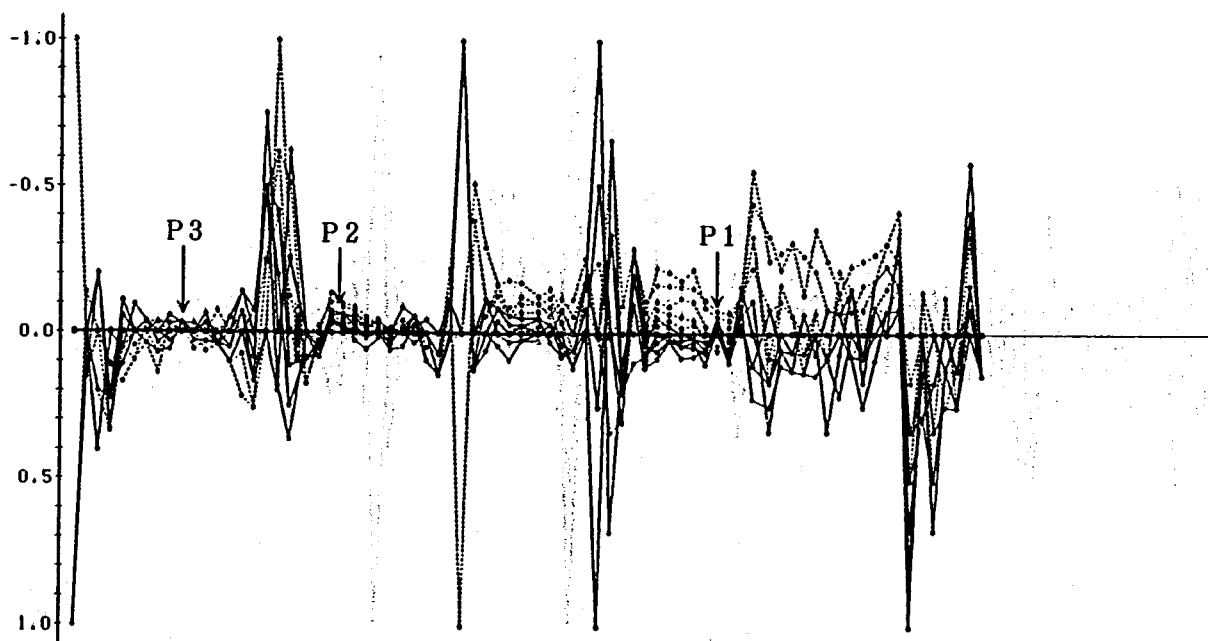
図-3.10 (g), 2 橋軸方向載荷試験結果 (載荷位置別の縦リブ応力分布図)

JOINT

STRESS AND DEFLECTION

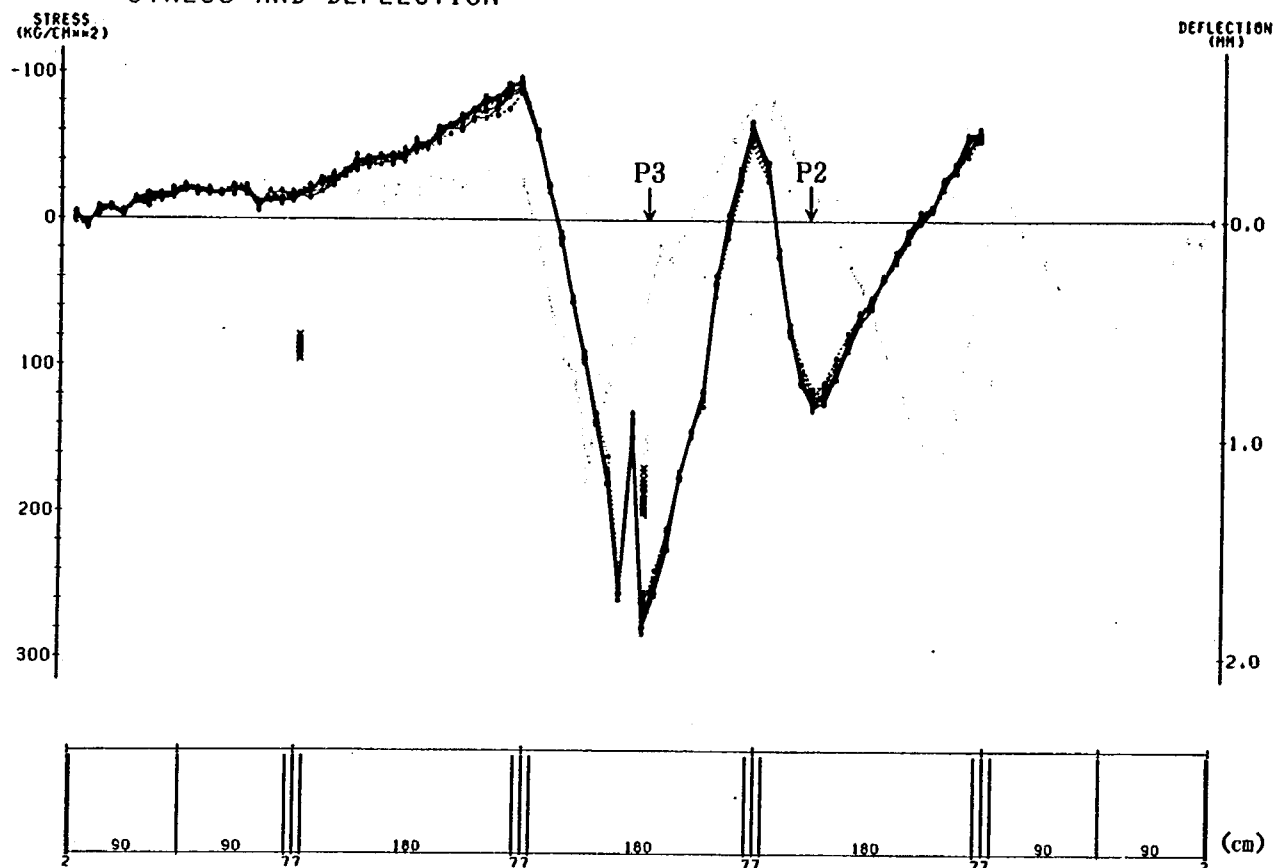


(LOAD1==11/LOAD6)-1



(図-3.11(a) 幅員方向載荷試験結果(ジョイント部載荷))

CENTER STRESS AND DEFLECTION



$(LOAD1 = 11 / LOAD6) - 1$

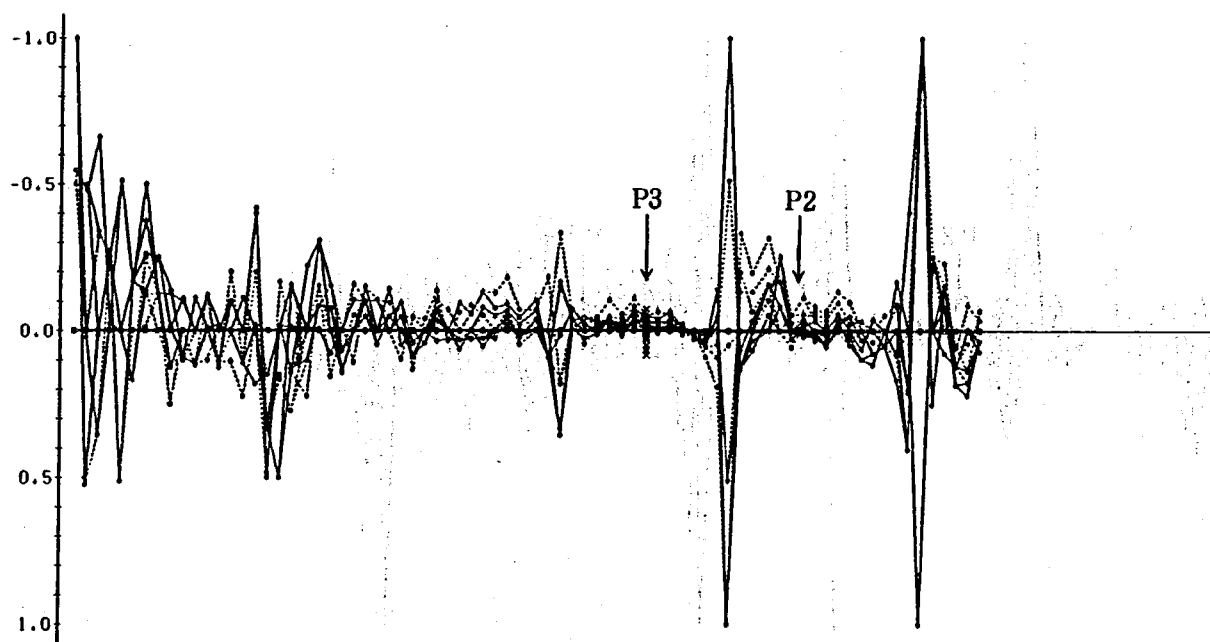


図-3:11(b) 幅員方向載荷試験結果(スパン中央部載荷)

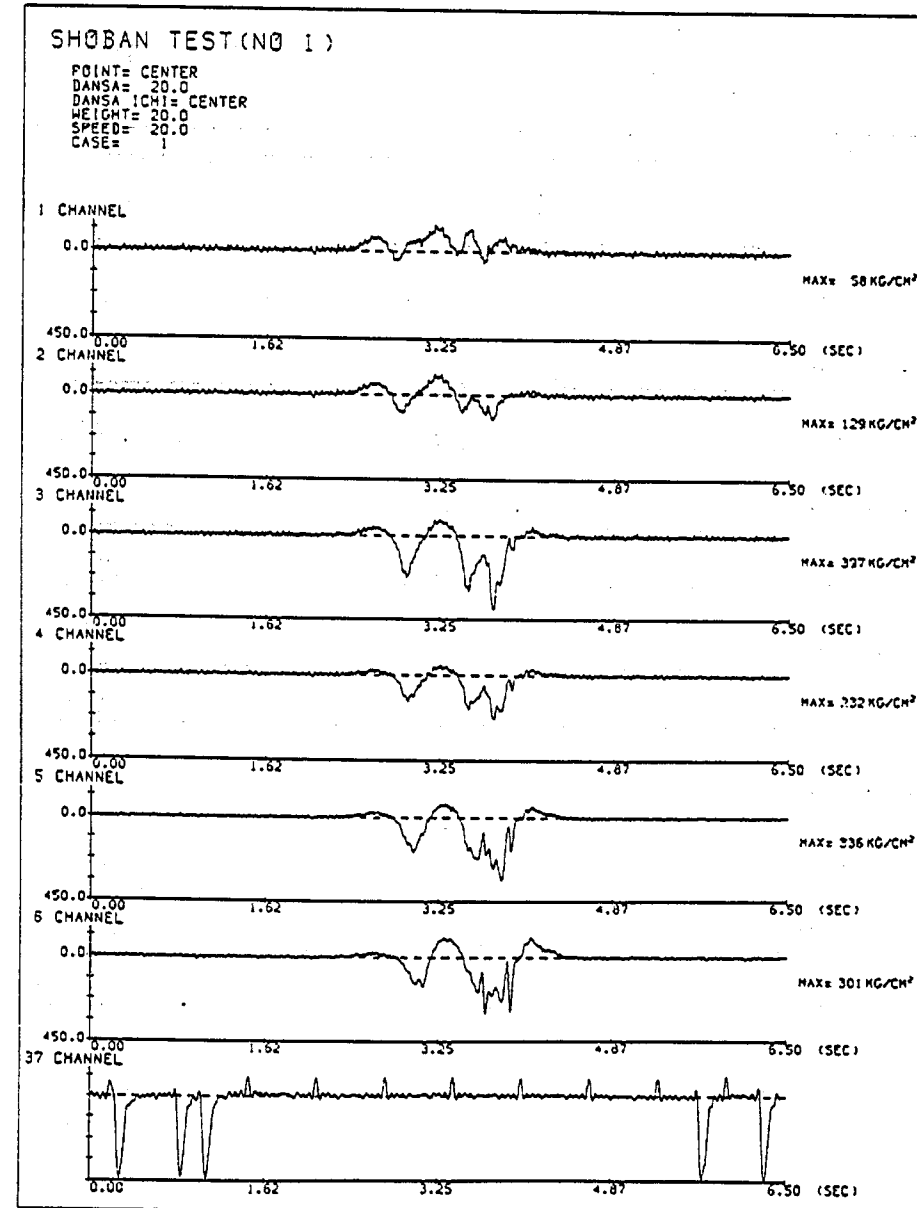
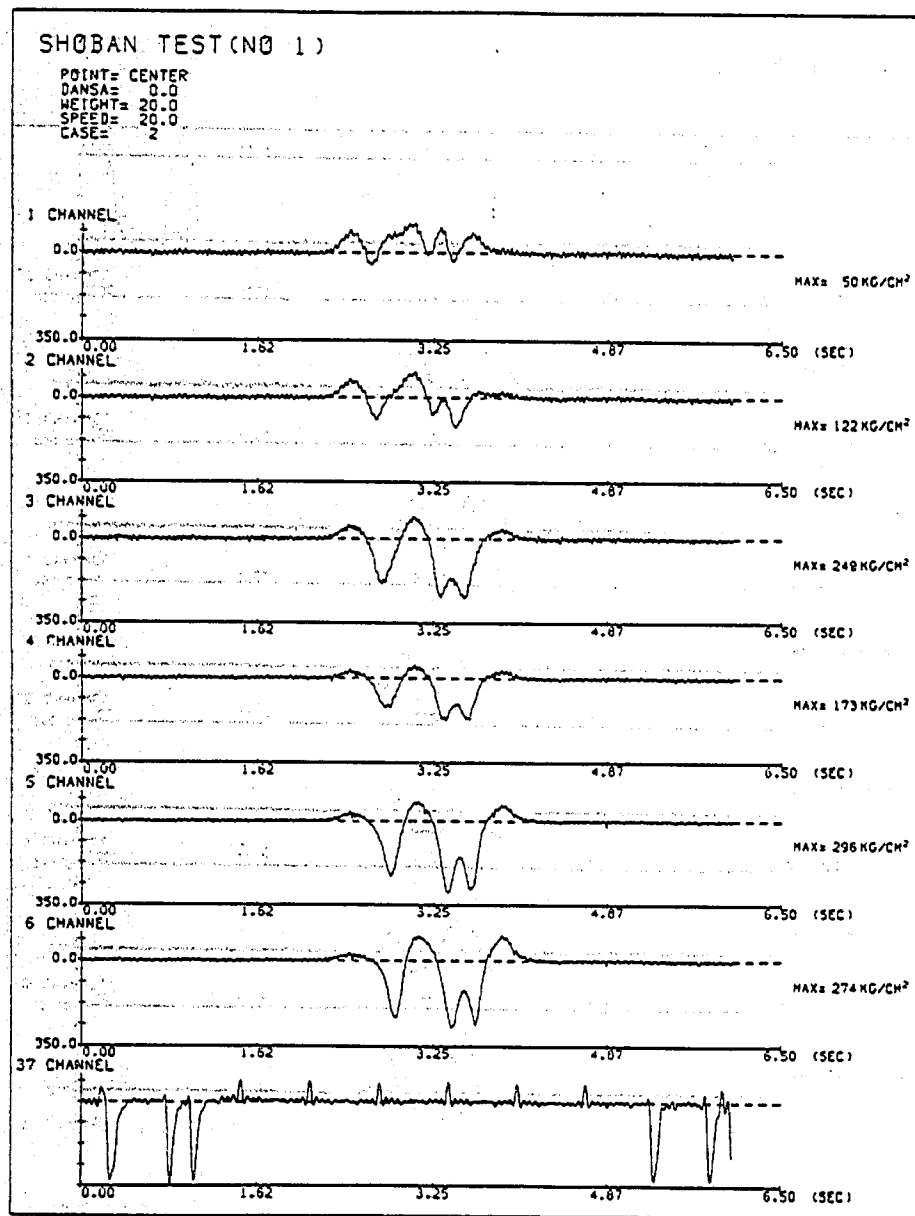


圖-3.12(a) 動的 応答 波形 図

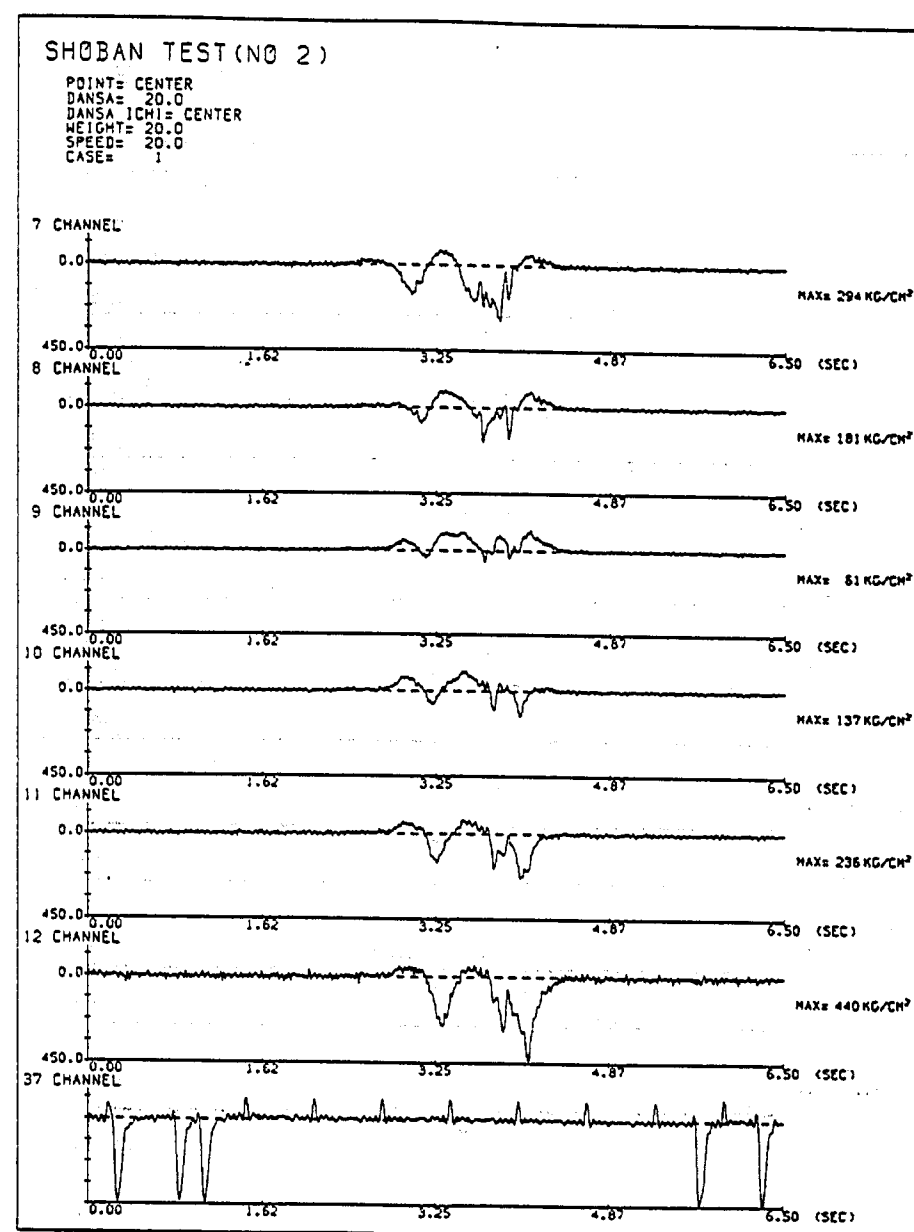
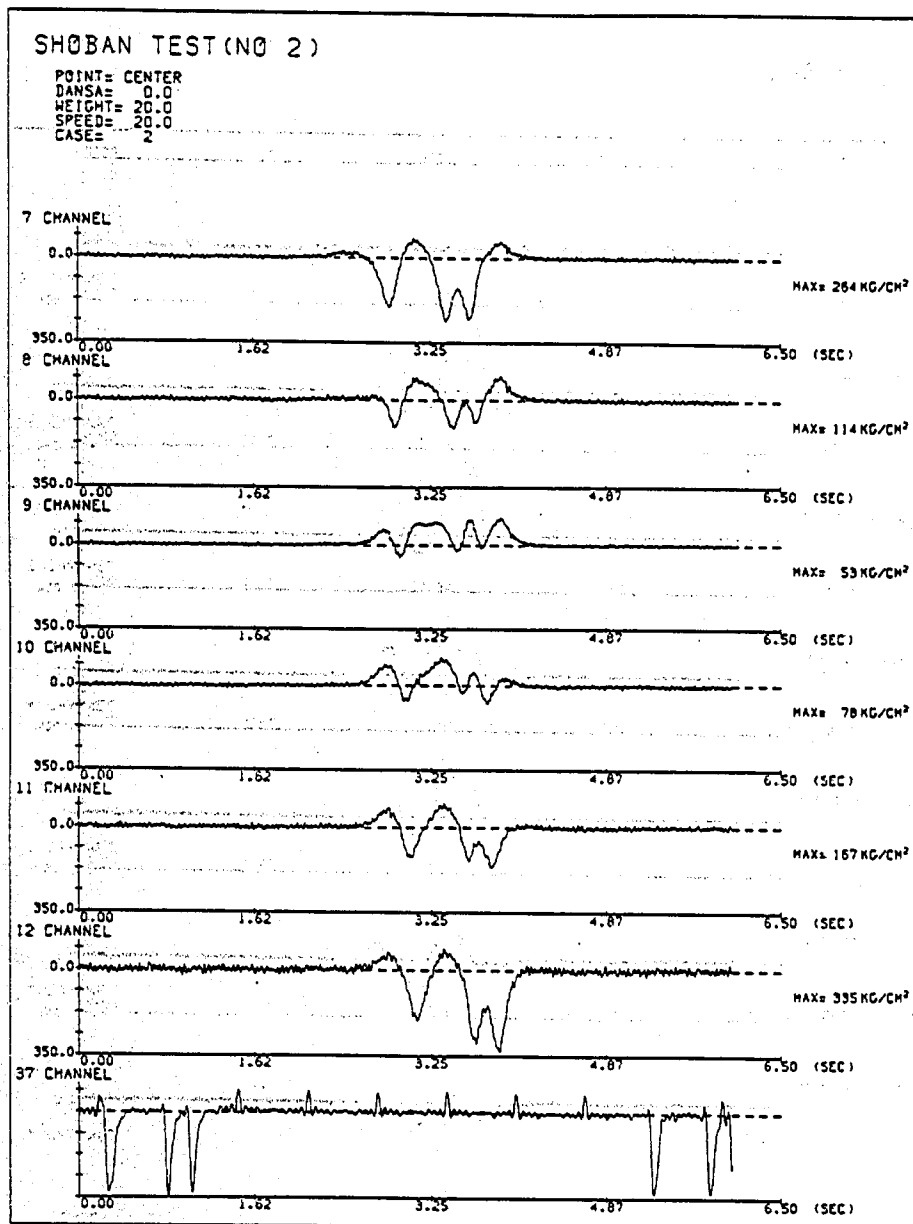


图-3.12(b) 動的応答波形图

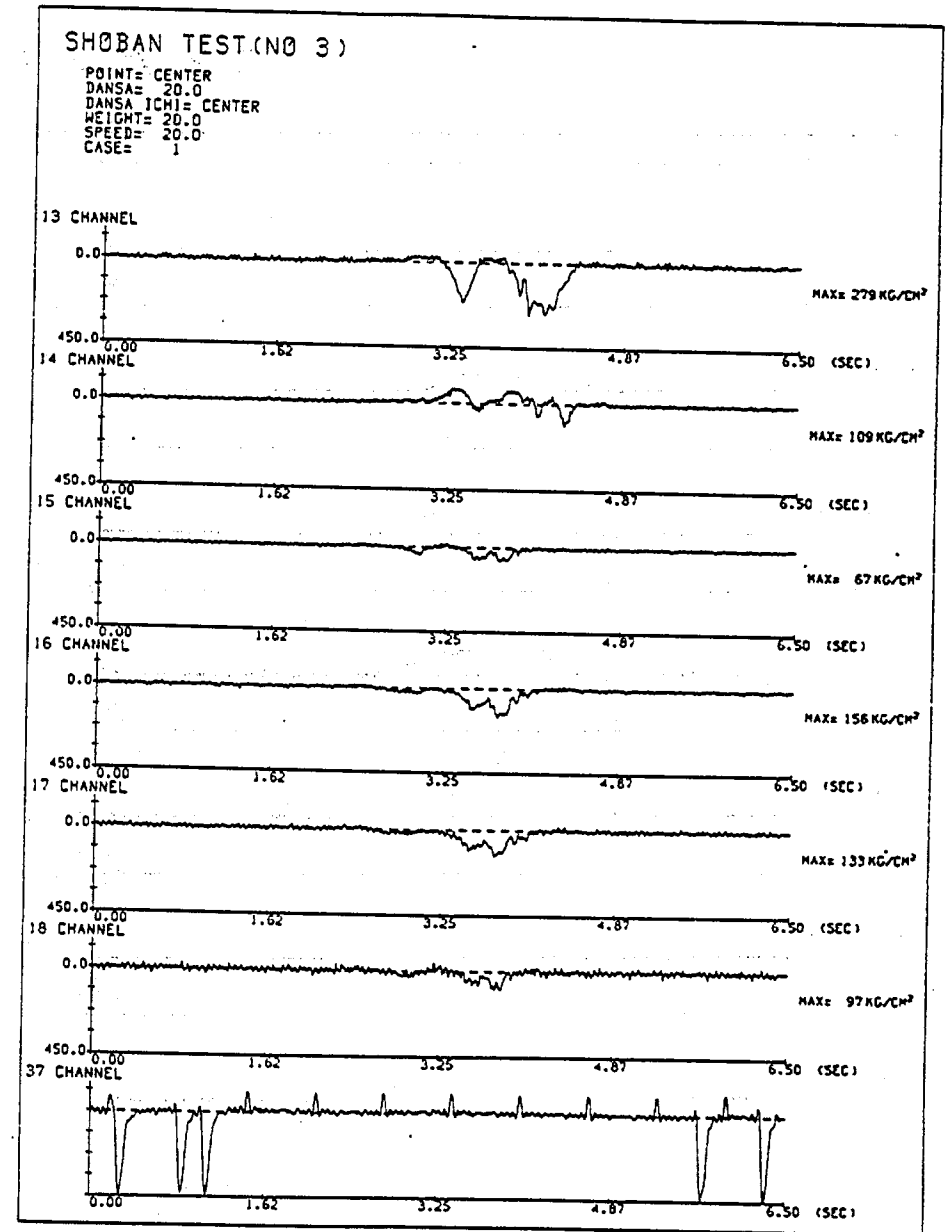
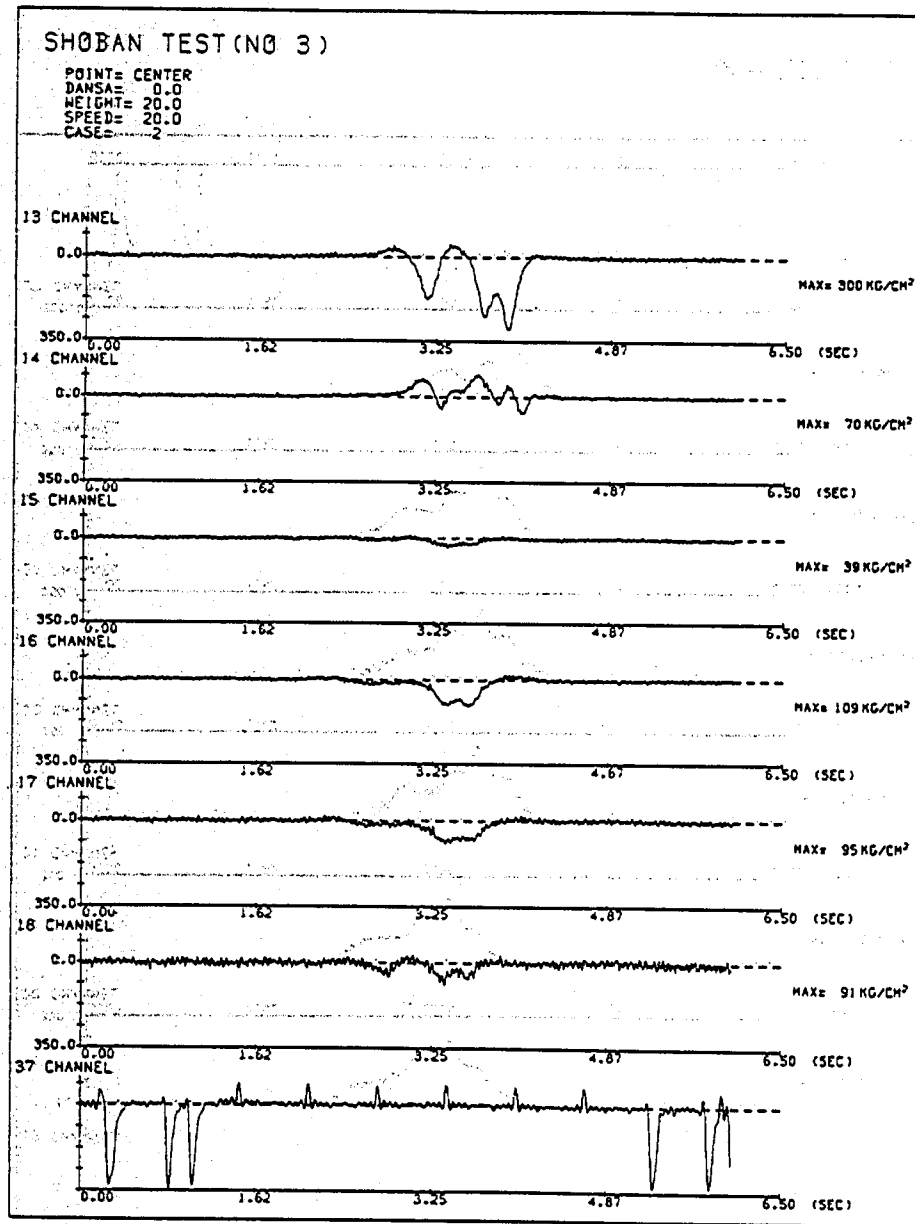


図-3.12(c) 動的応答波形図

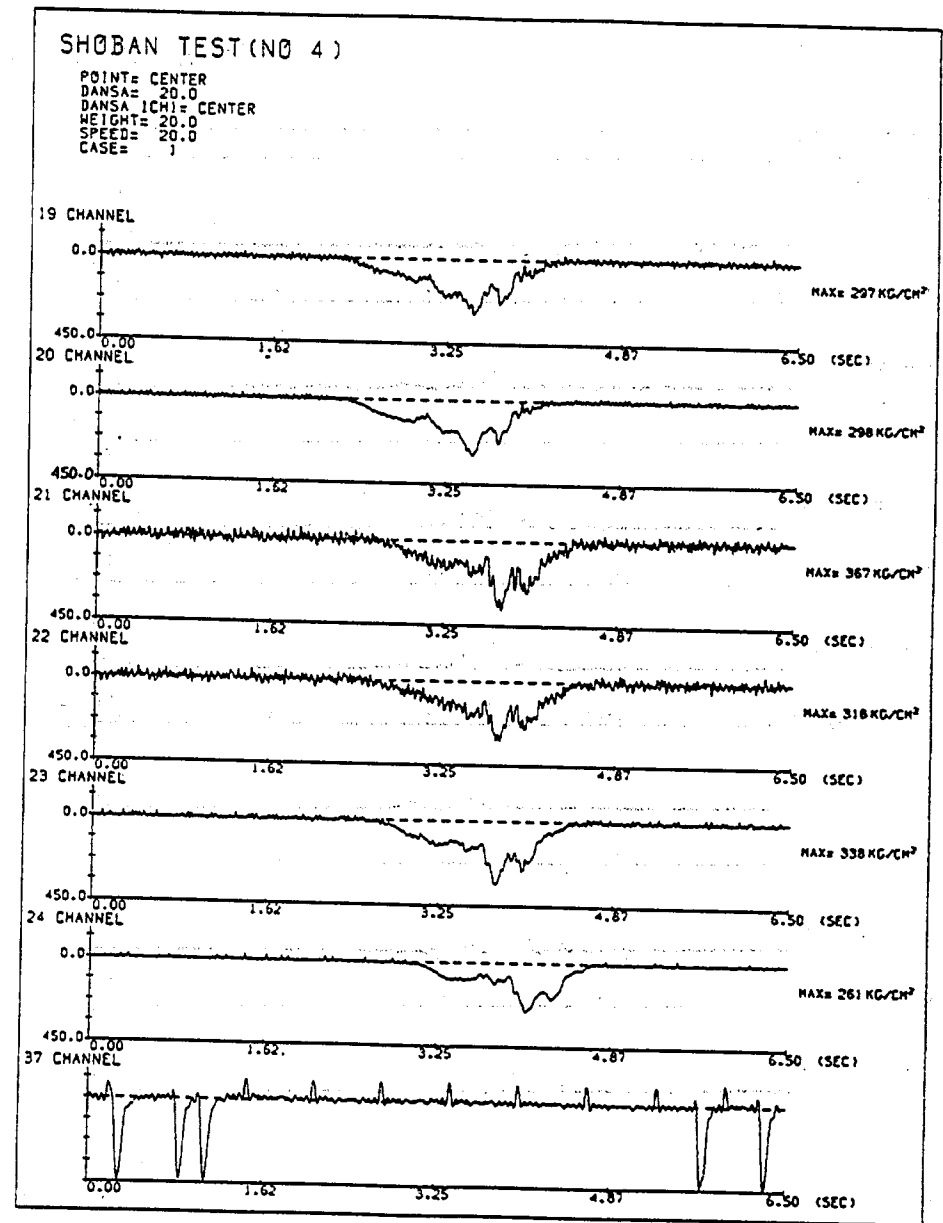
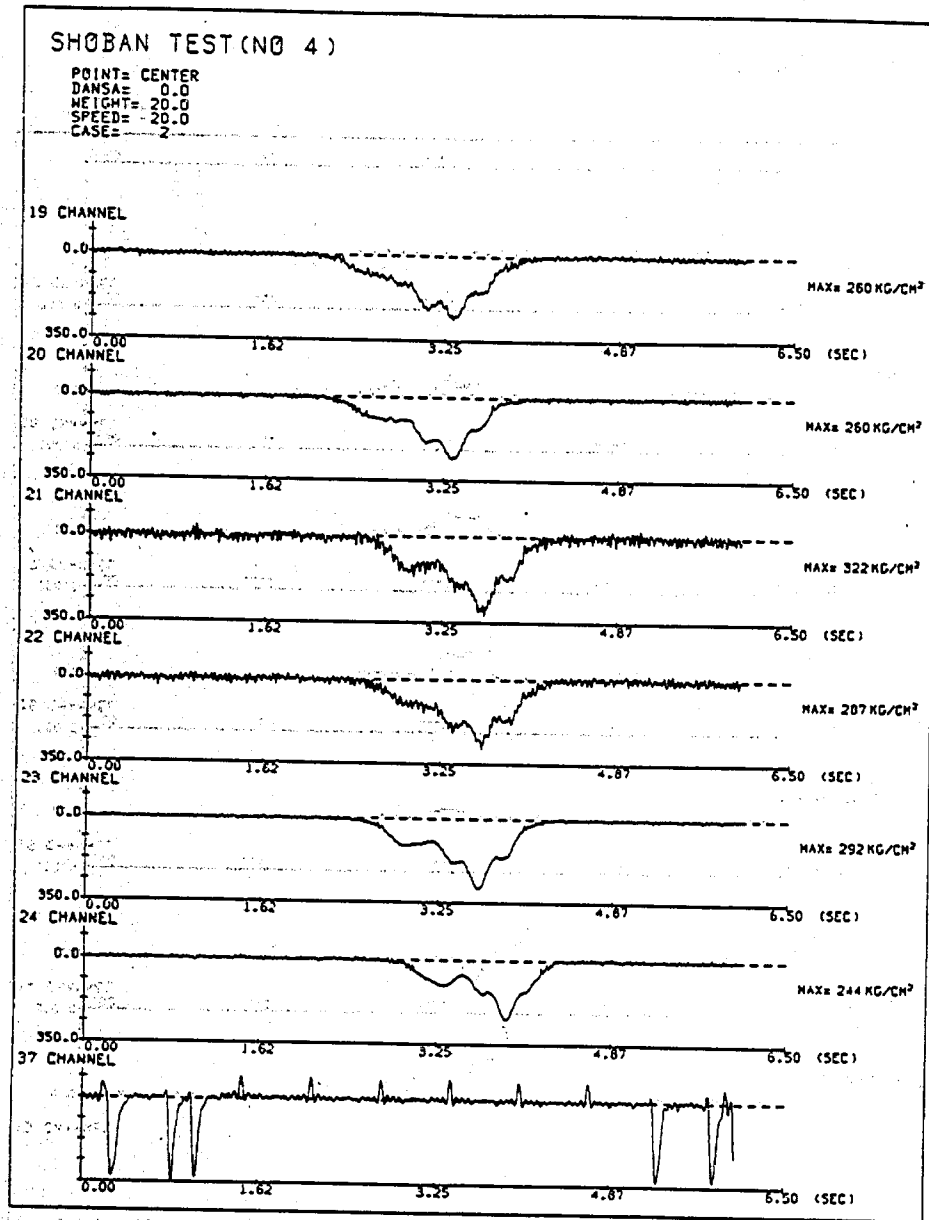


图-3.12(d) 動的応答波形図

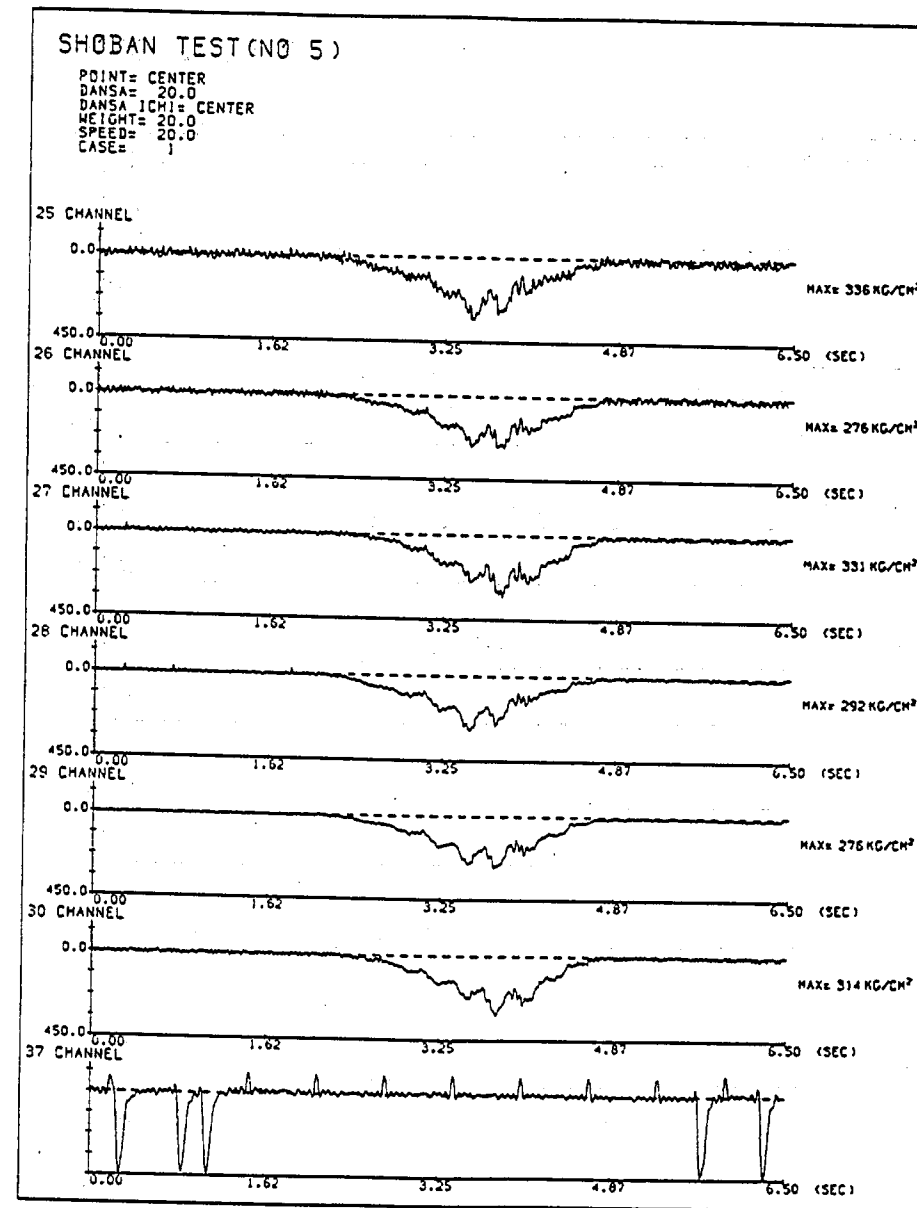
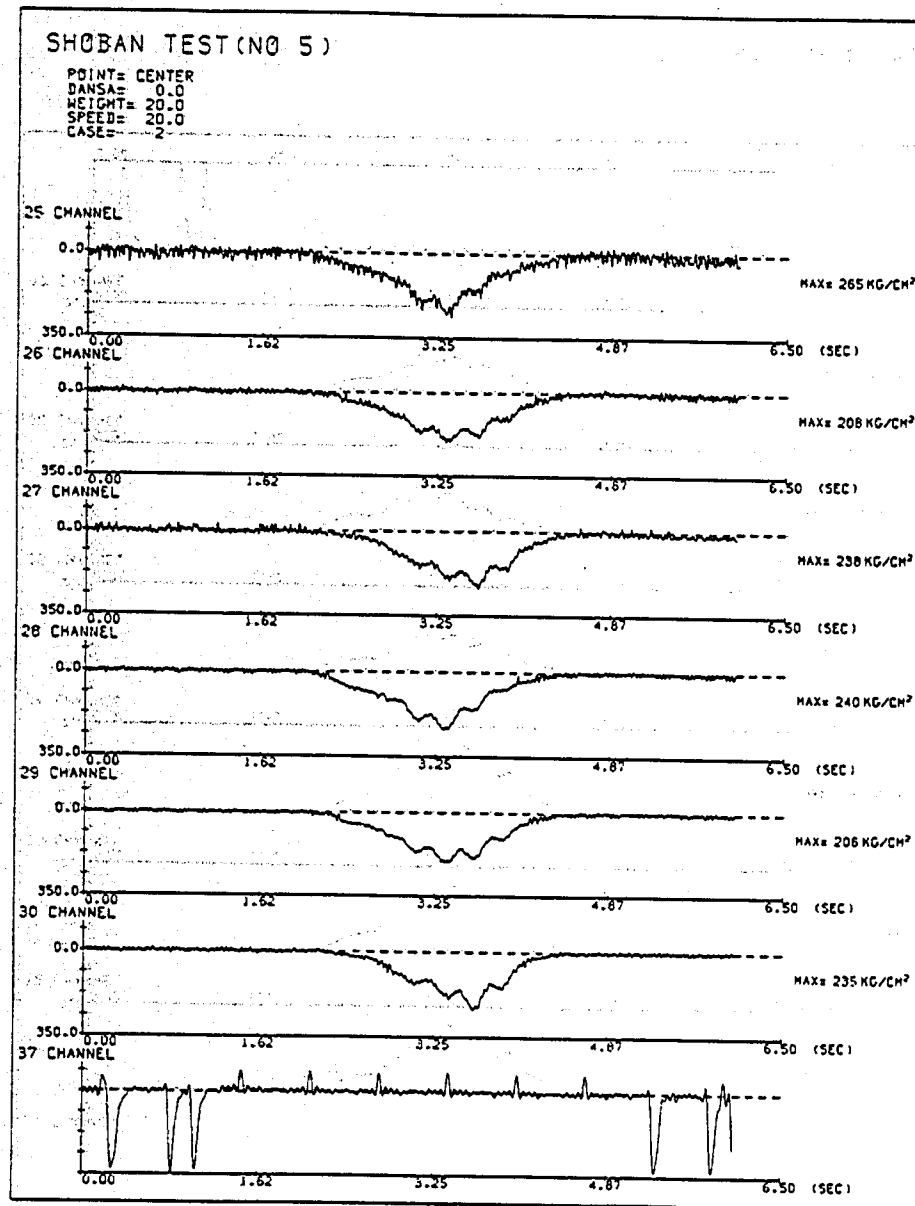


图-3.12(e) 動的応答波形図

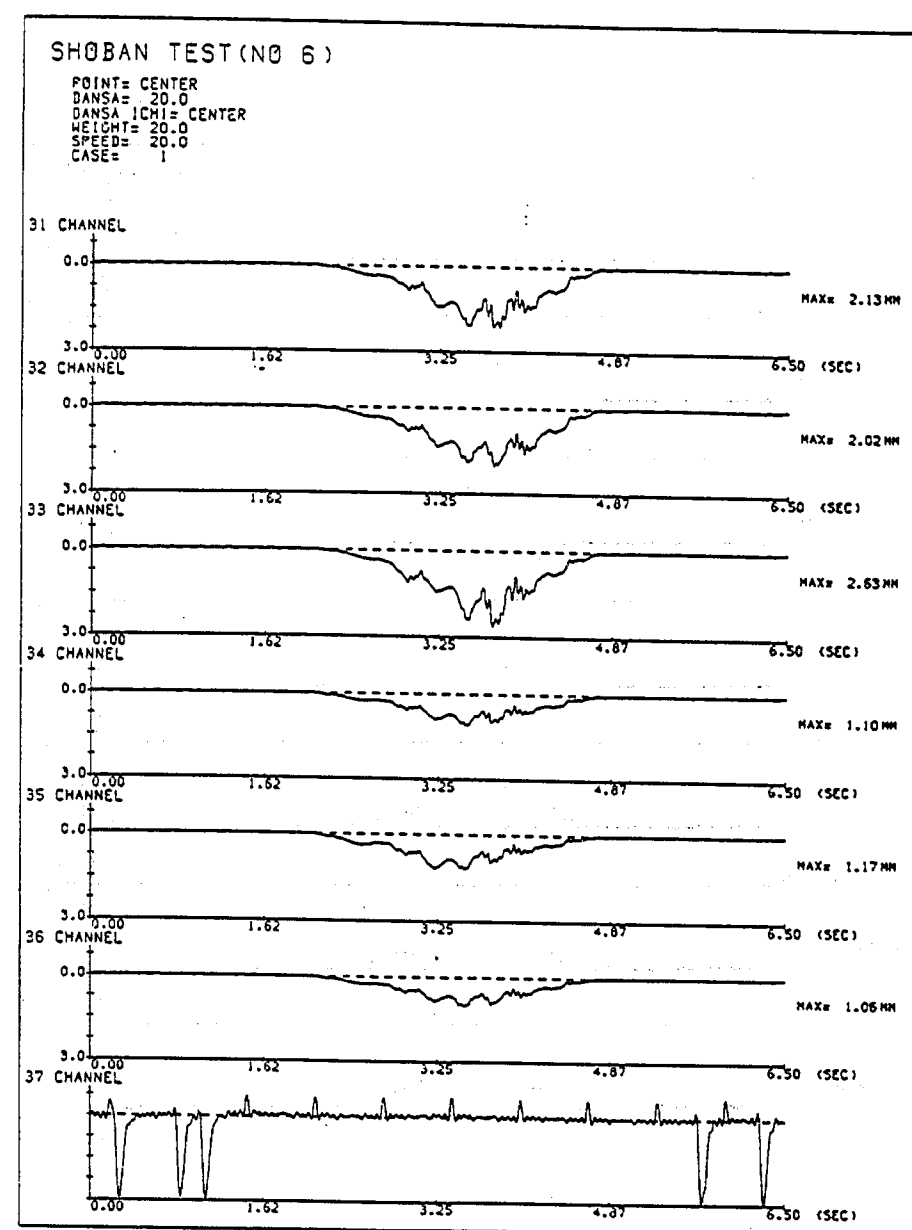
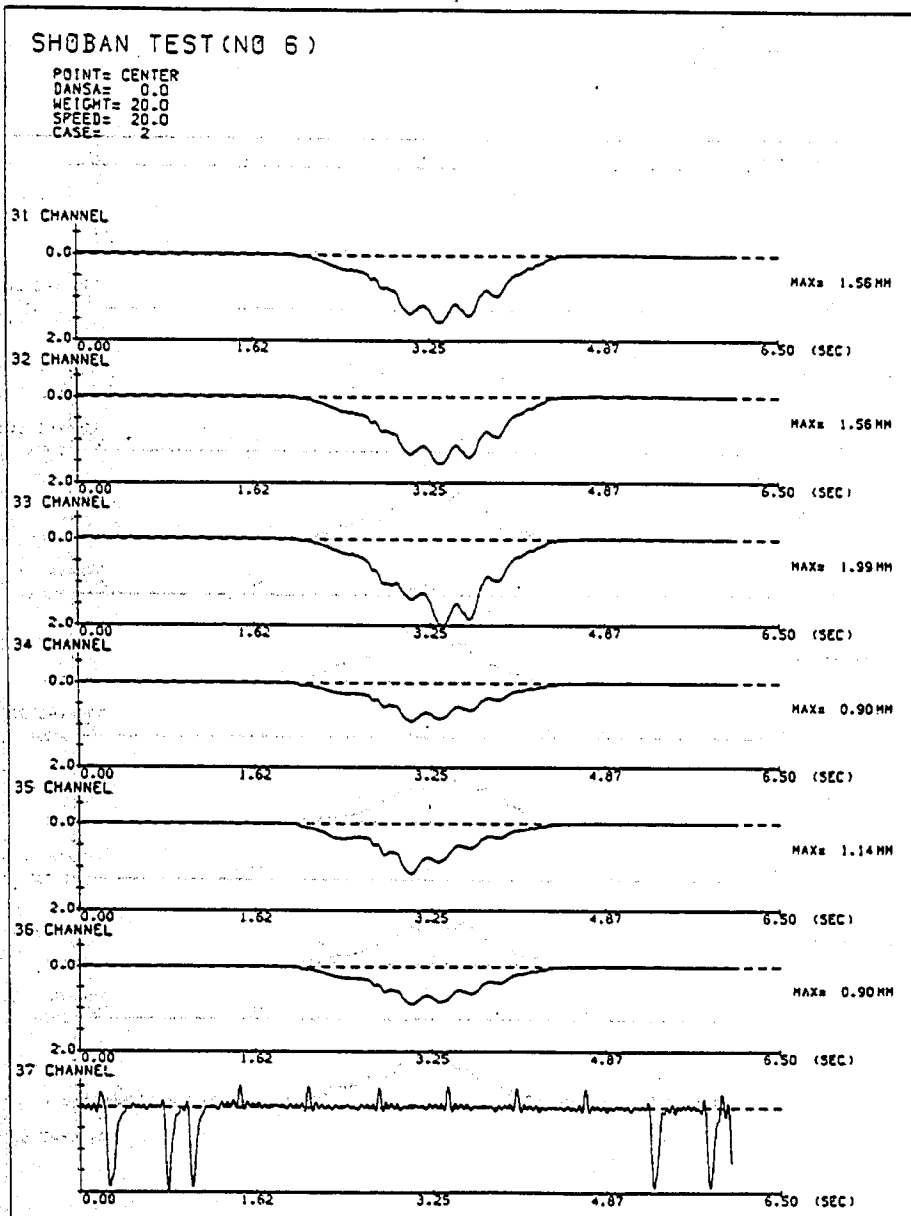


圖-3.12(f) 動的応答波形図

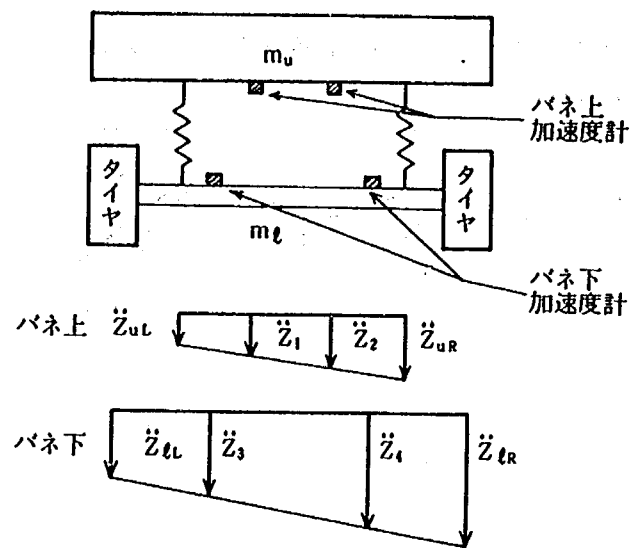


図-3.13 バネ上, バネ下の加速度算出法

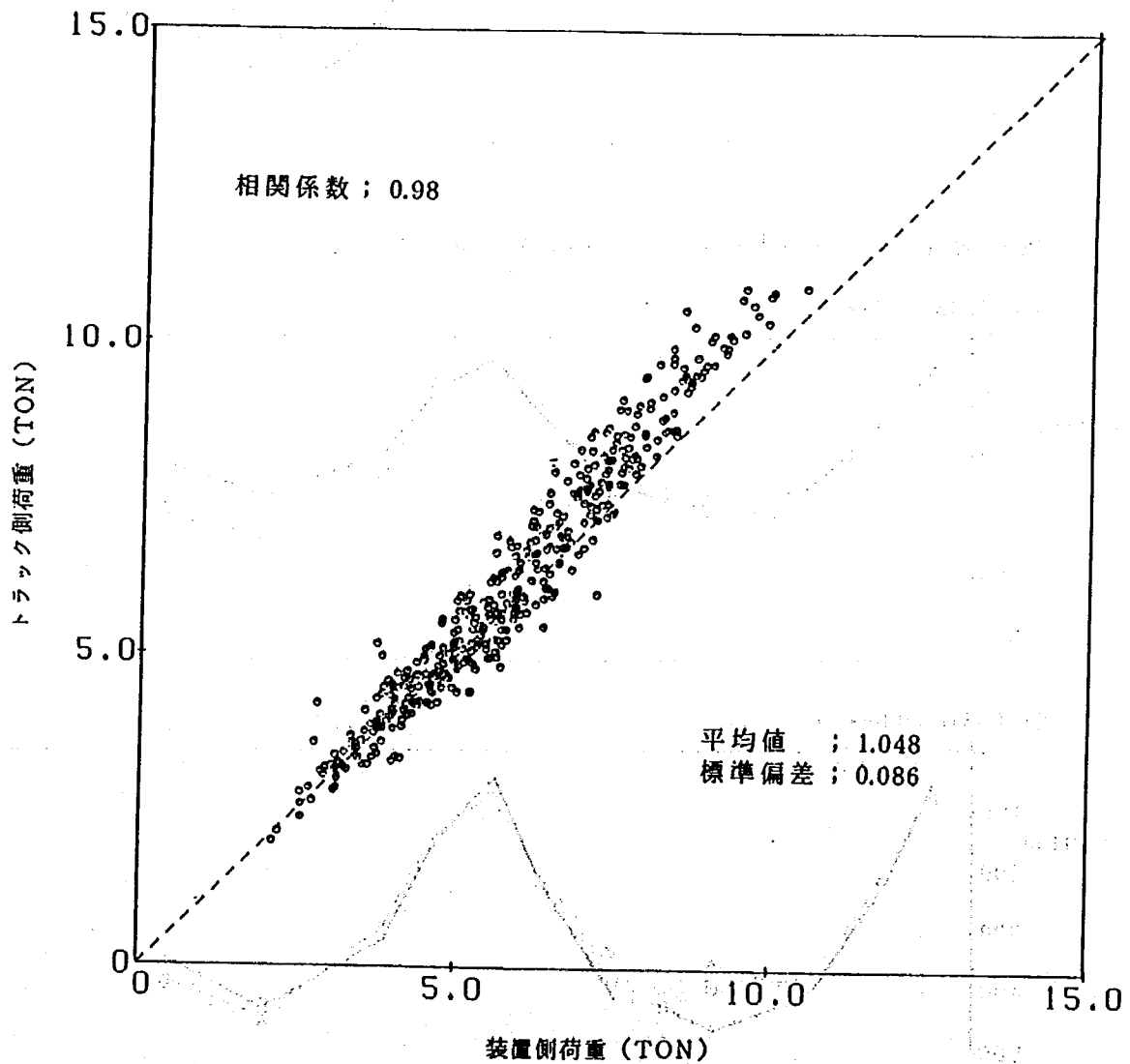
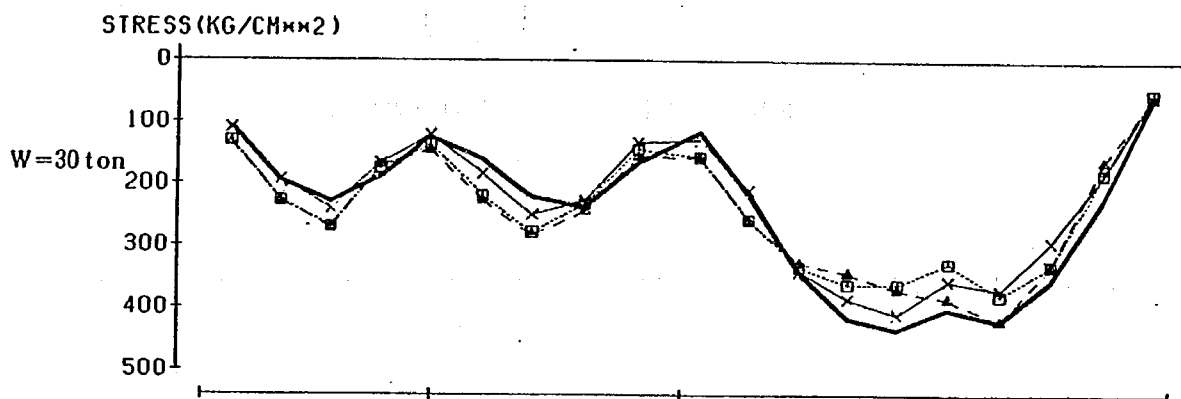
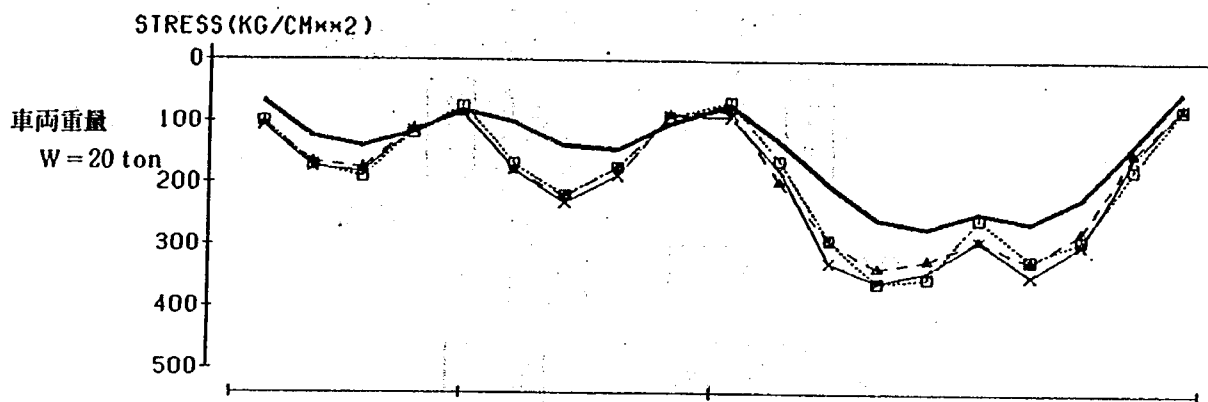


図-3.14 トラック側と装置側の荷重比較図

実験の条件 (計測地点 P = ジョイント部, 段差量 = 0 mm, 走行速度 V = 40 km/h)



実験の条件 (P = スパン中央部, H = 0.0 mm, V = 20 km/h)

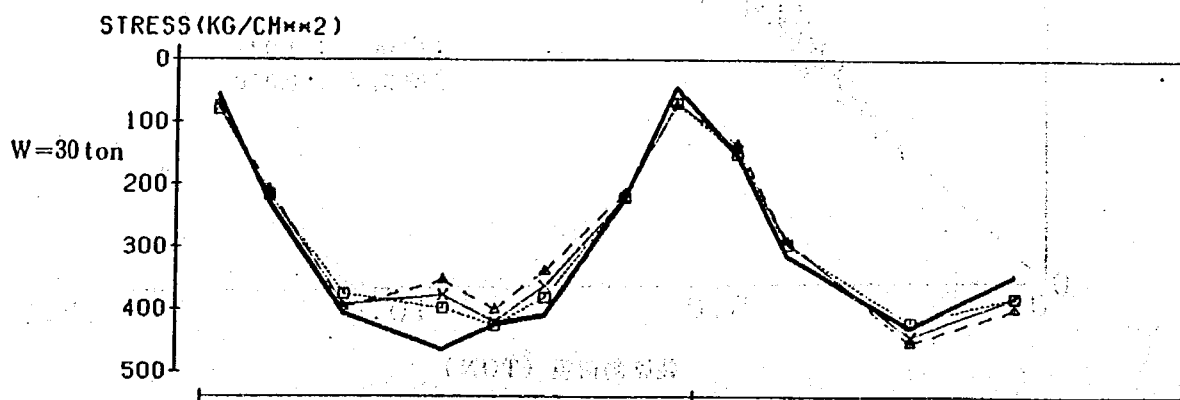
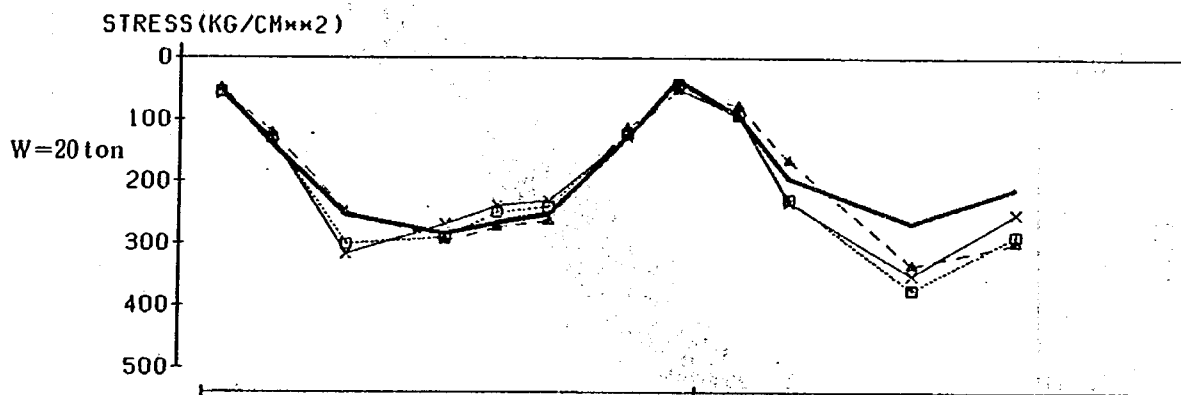


図-3.15(a) 縦リブに着目した各パラメータの動的影響 (積載重量)

実験の条件 (P = スパン中央部, H = 20mm (スパン中央), V = 20km/h)

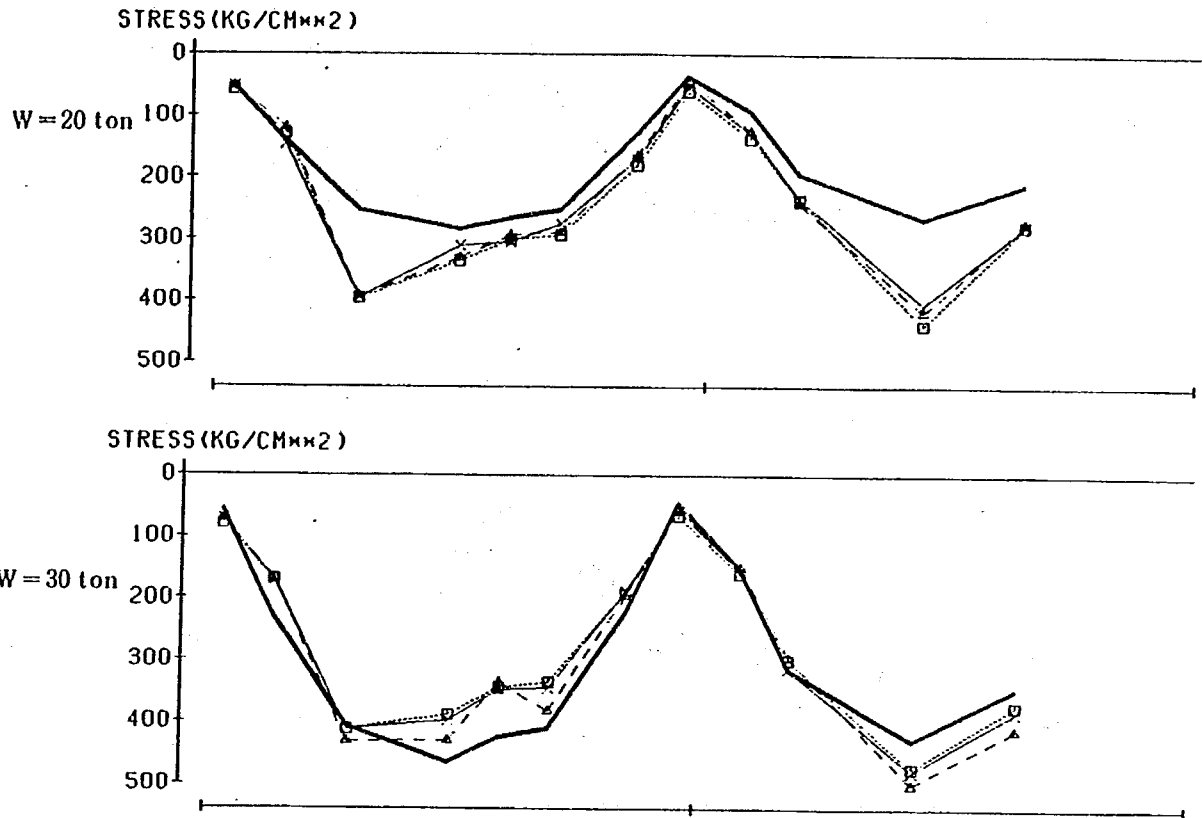
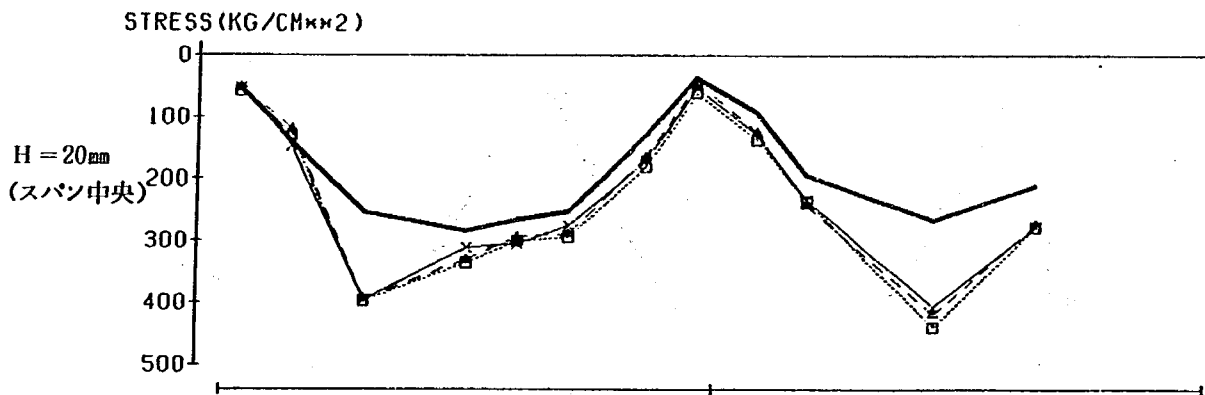
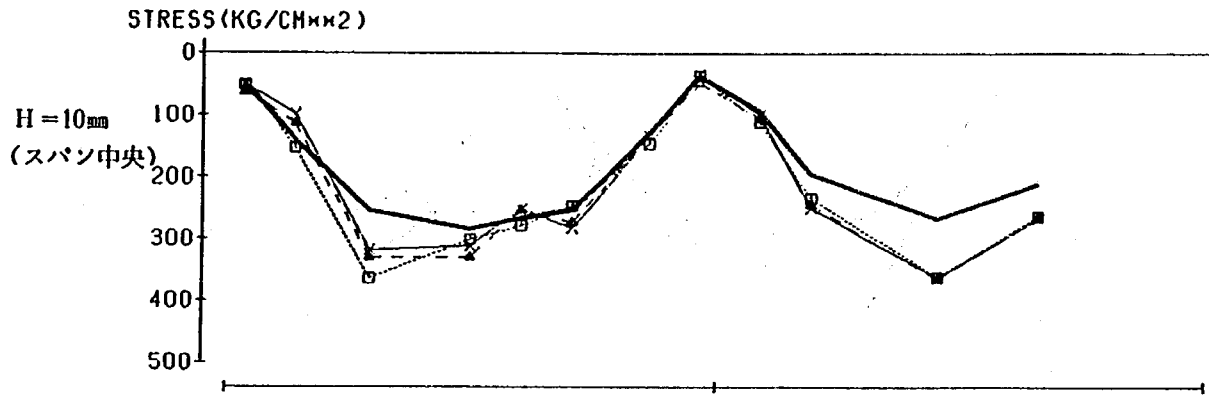


図- 3.15(b) 縦リブに着目した各パラメータの動的影響 (積載重量)

実験の条件 (P = スパン中央部, W = 20 ton, V = 20km/h)



実験の条件 (P = スパン中央部, W = 20 ton, V = 40km/h)

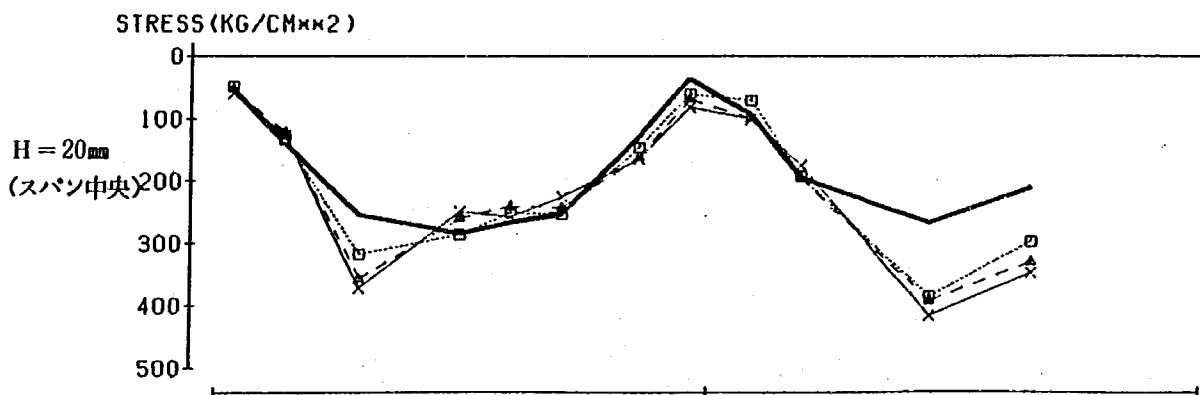
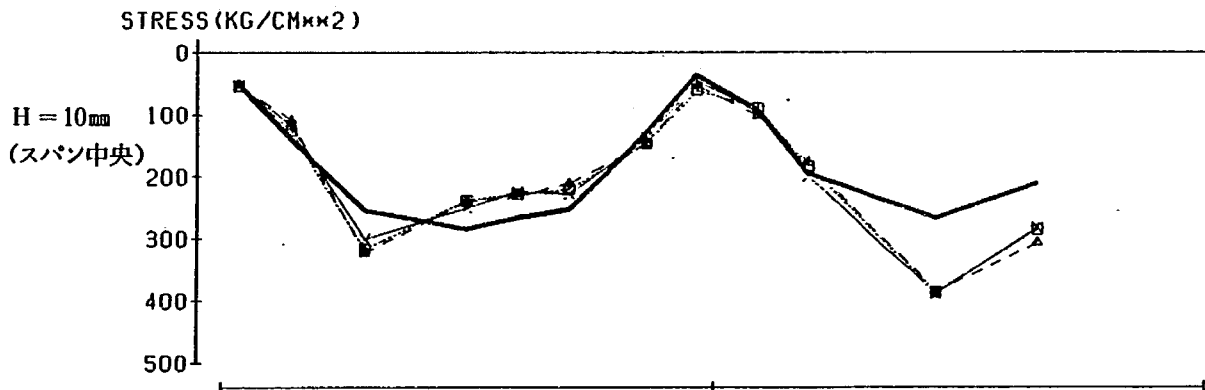


図-3.16(c) 縦リブに着目した各パラメータの動的影響(段差量)

実験の条件 (P = スパン中央部, W = 20 ton, H = 20mm, V = 20km/h)

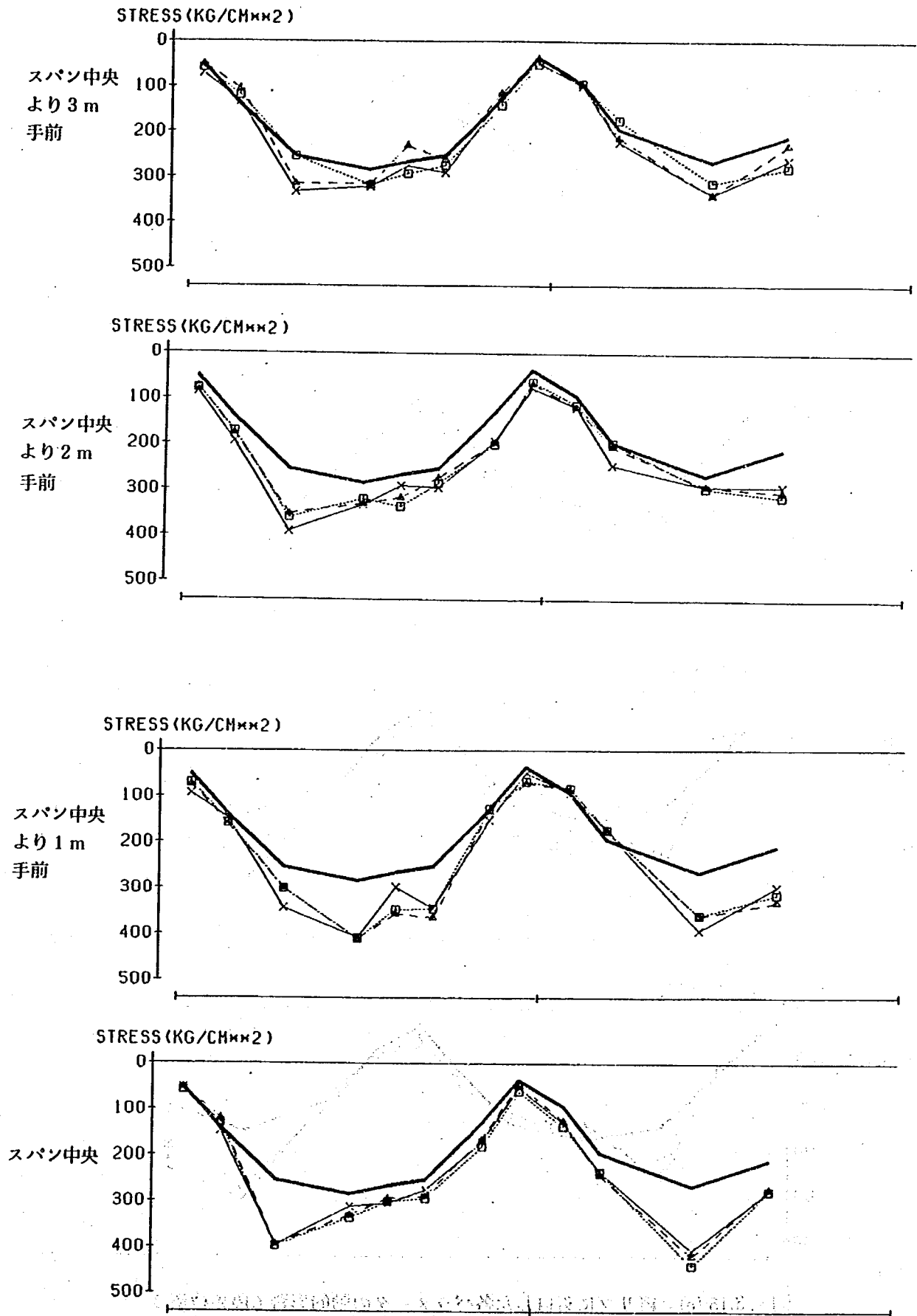


図-3.15 (d) 縦リブに着目した各パラメータの動的影響 (段差位置)

実験の条件 (P = スパン中央部, W = 20 ton, H = 20mm, $\dot{V} = 40\text{km/h}$)

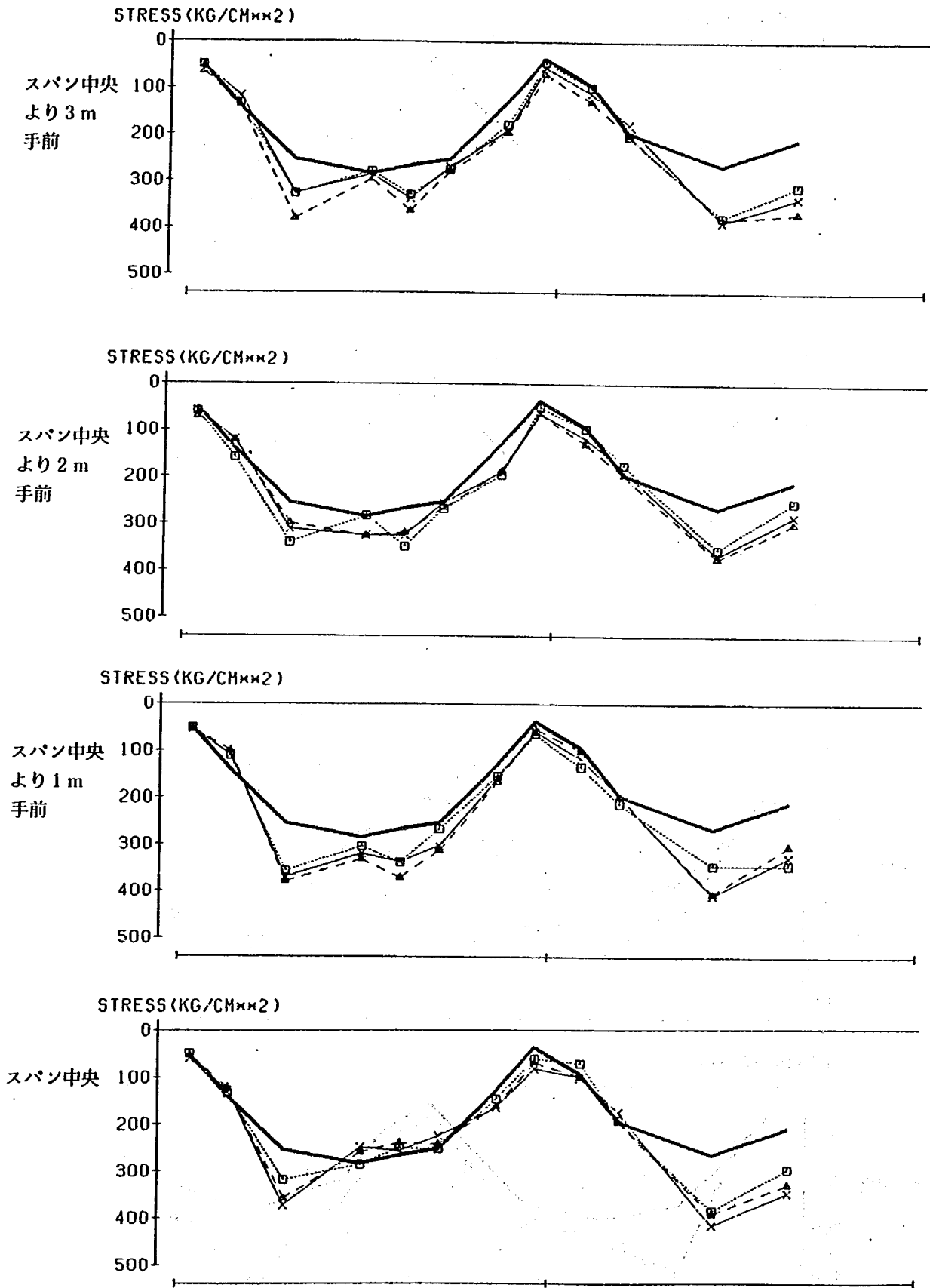
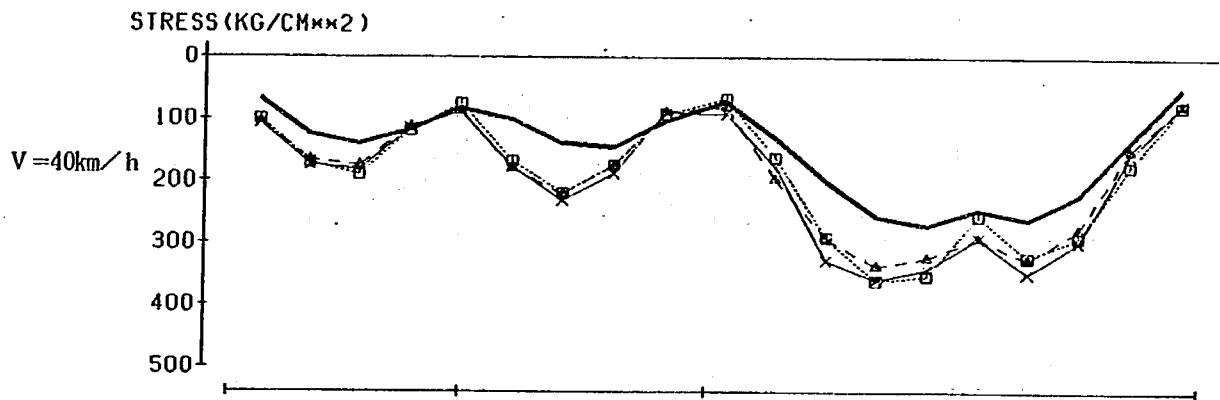
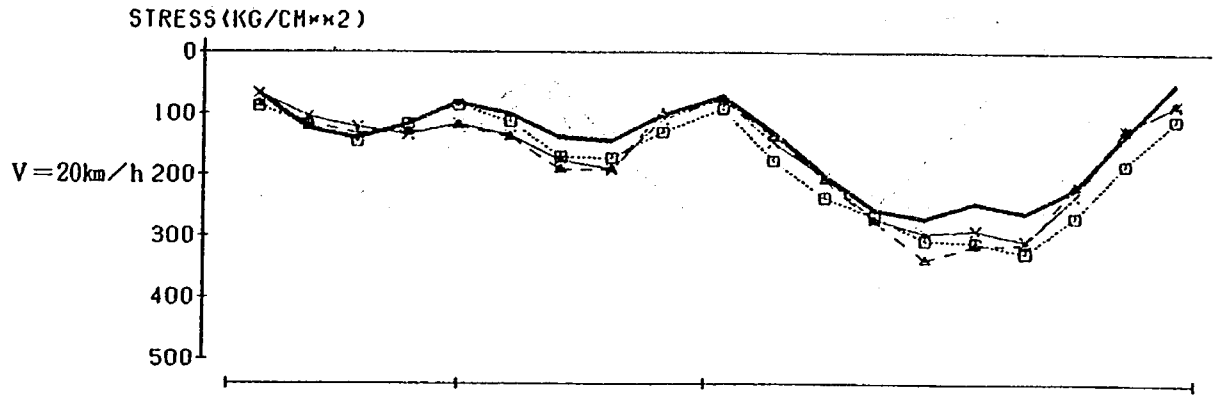


図- 3.15 (e) 縦リブに着目した各パラメータの動的影響 (段差位置)

実験の条件 (P = ジョイント部, W = 20 ton, H = 0 mm)



実験の条件 (P = スパン中央部, W = 20 ton, H = 0 mm)

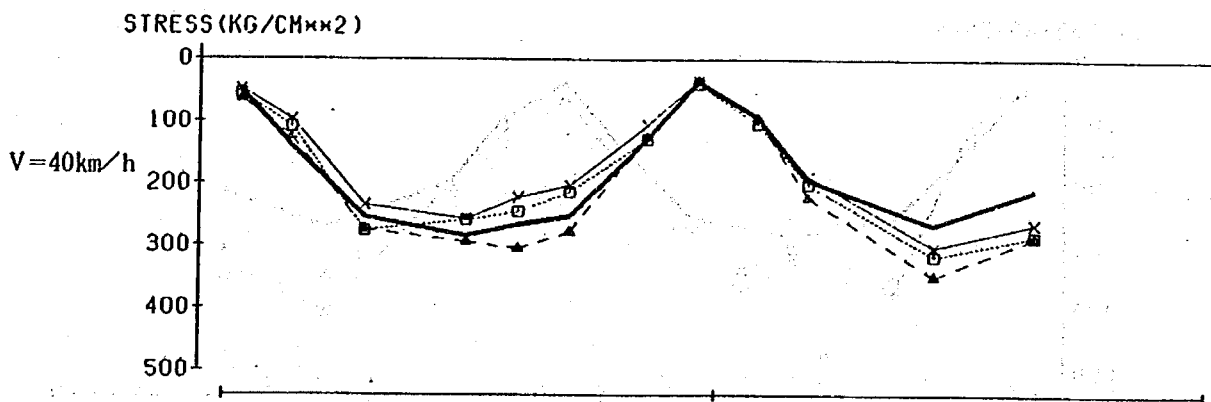
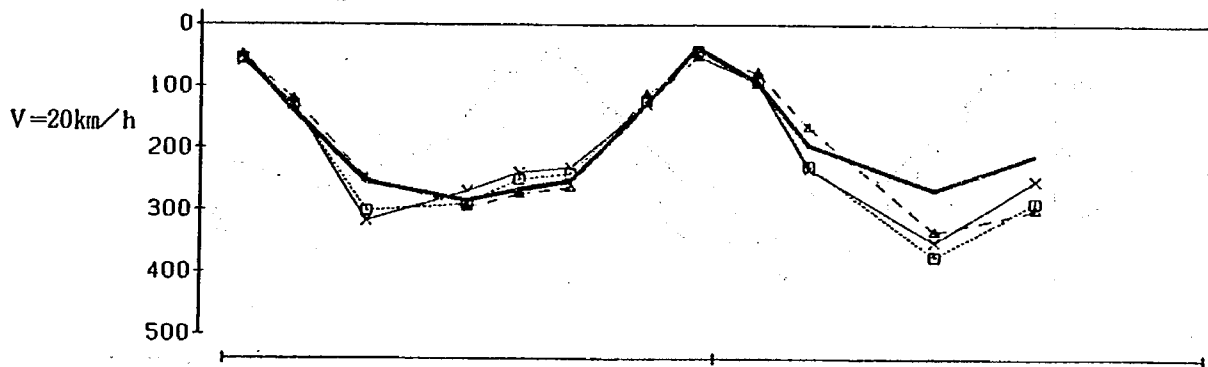
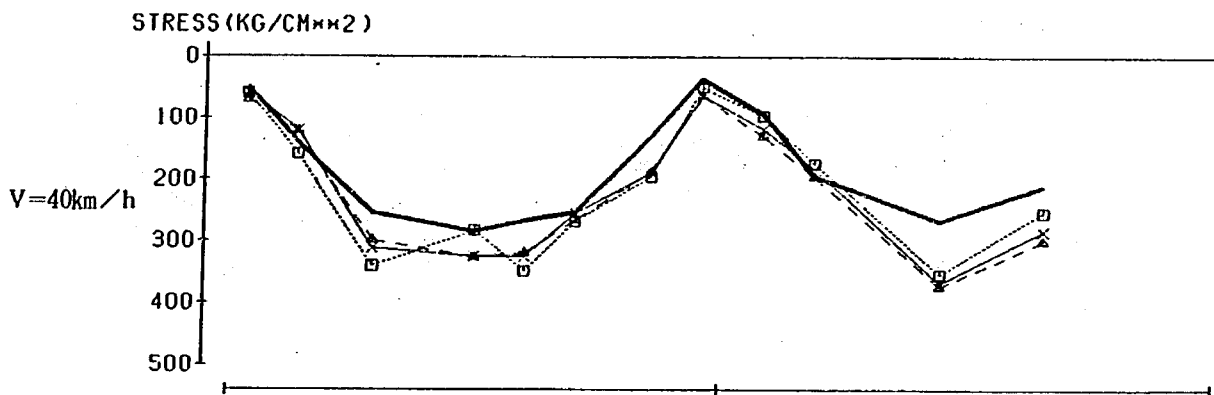
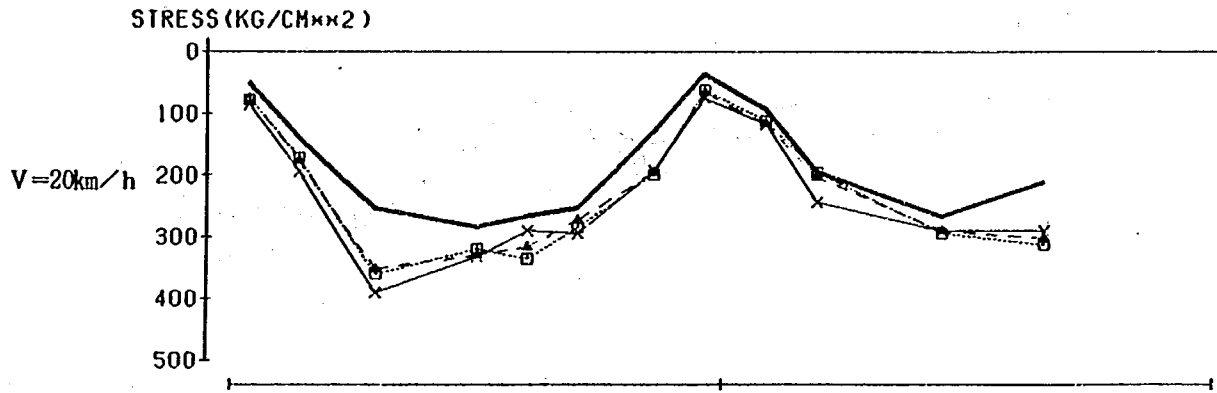


図-3.15(f) 縦リブに着目した各パラメータの動的影響 (走行速度)

実験の条件 (P = スパン中央部, W = 20 ton, H = 20mm (スパン中央より 2 m 手前))



実験の条件 (P = スパン中央部, W = 20 ton, H = 20mm (スパン中央より 1 m 手前))

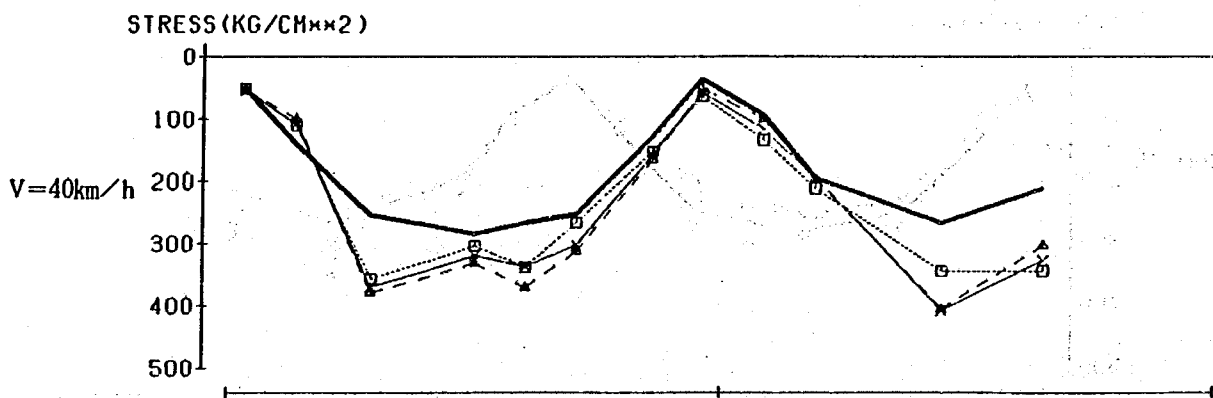
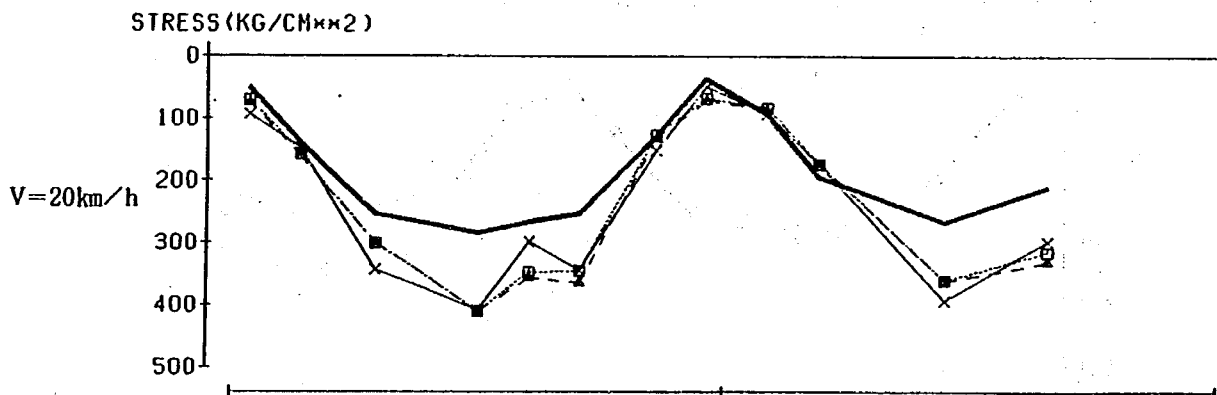
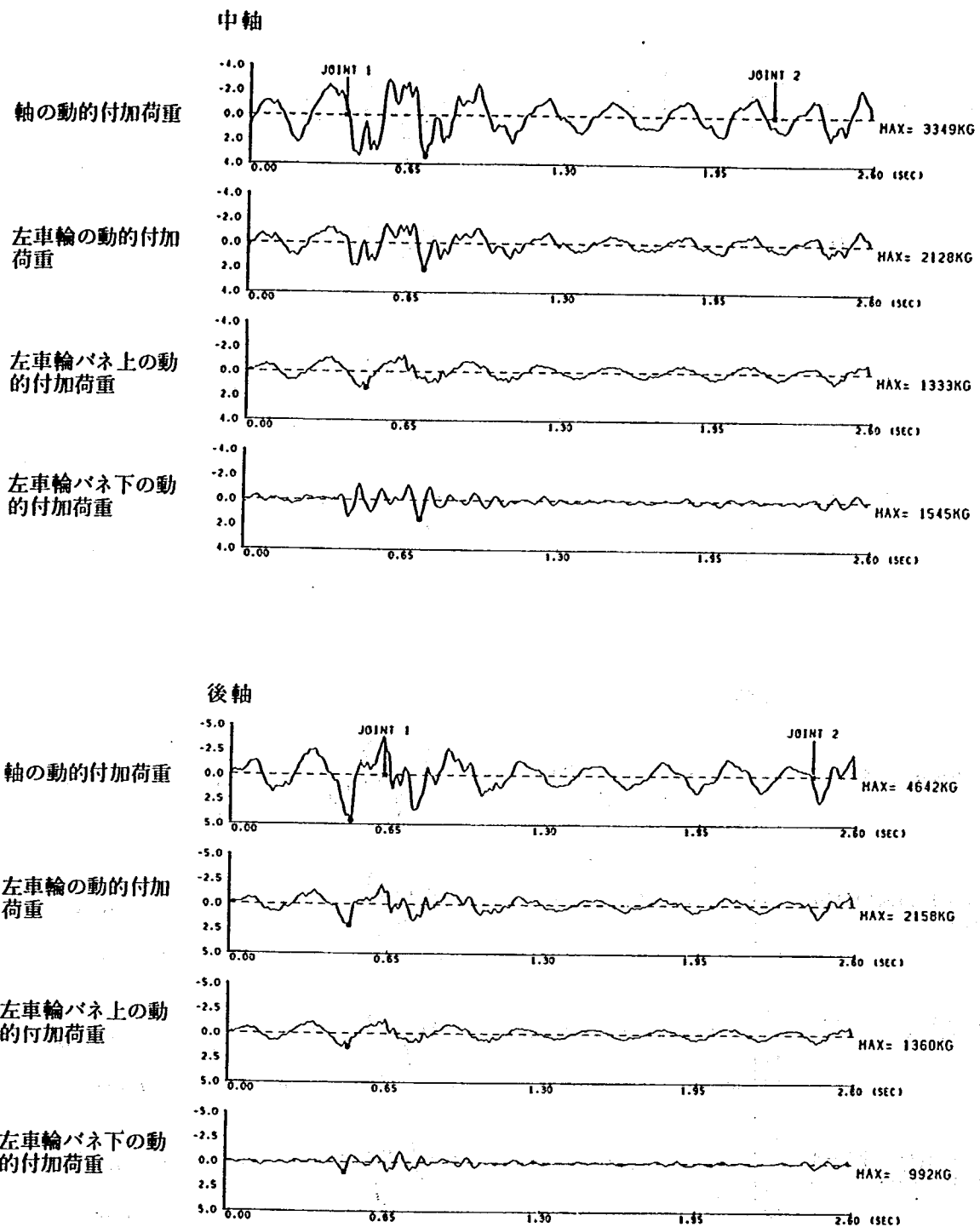


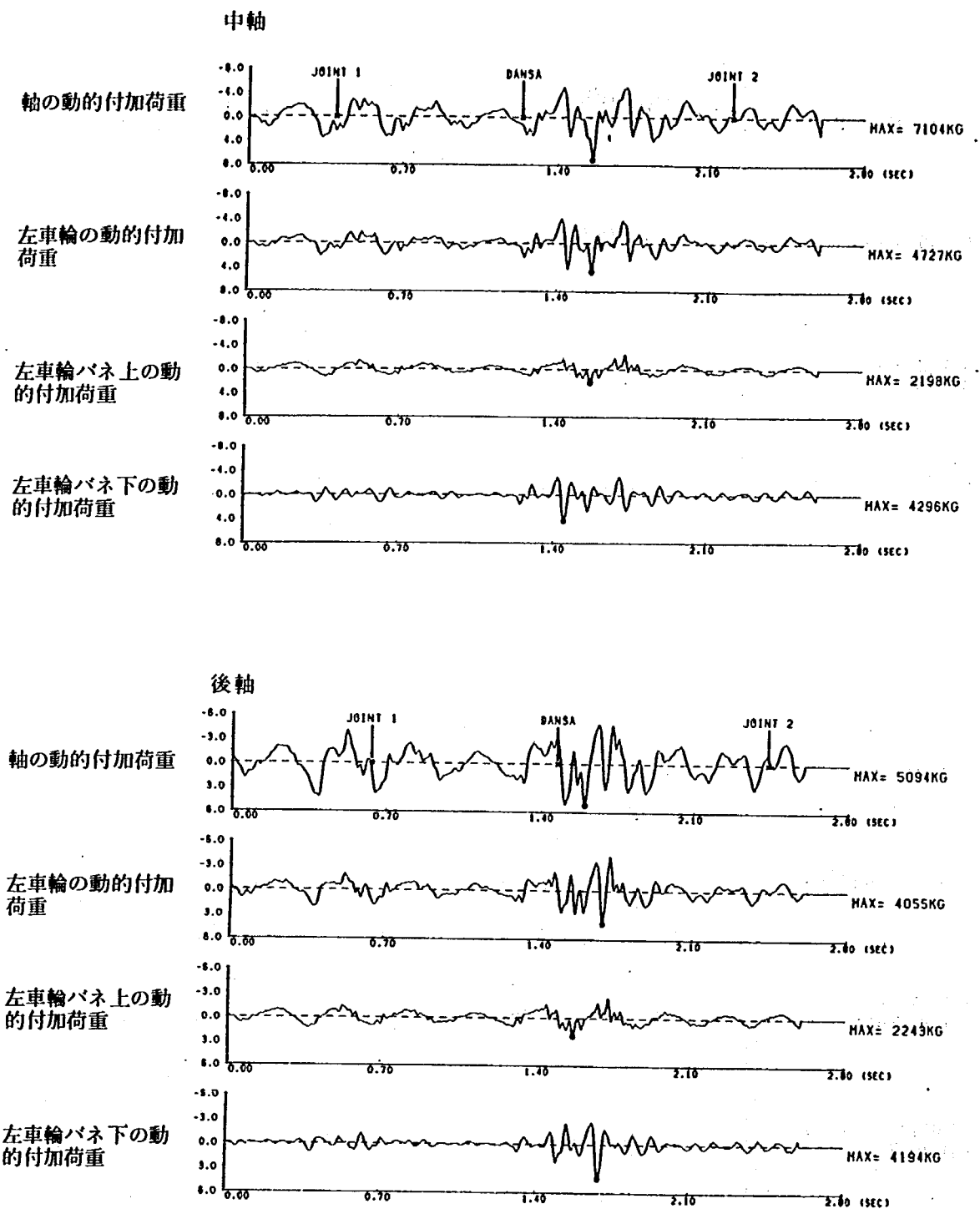
図-3.16 (g) 縦リブに着目した各パラメータの動的影響 (走行速度)



JOINT 1 ; 入口側の伸縮装置

JOINT 2 ; 出口側の伸縮装置

図-3.16(a) 車体加速度から算出した動的付加荷重(段差; 0 mm)



JOINT 1 : 入口側の伸縮装置

JOINT 2 ; 出口側の伸縮装置

図- 3.16(b) 車体加速度から算出した動的付加荷重(段差; スパン中央に20mm)

表-3.1 試験車の輪荷重

総重量 20 ton (積載重量10 ton)

車 軸	1 回 目	2 回 目	平 均	軸 重
後 軸 左	3,800 kg	3,890 kg	3,845 kg	
後 軸 右	3,760	3,640	3,700	7,545 kg
中 軸 左	3,890	3,830	3,860	
中 軸 右	3,640	3,680	3,660	7,520
前 軸 左	2,730	2,710	2,720	
前 軸 右	2,710	2,730	2,720	5,440
				総 重 量 = 20,505 kg

総重量 30 ton (積載重量20 ton)

車 軸	1 回 目	2 回 目	平 均	軸 重
後 軸 左	6,230 kg	6,280 kg	6,255 kg	
後 軸 右	5,970	5,900	5,935	12,190 kg
中 軸 左	6,230	6,150	6,190	
中 軸 右	5,710	5,790	5,750	11,940
前 軸 左	3,180	3,180	3,180	
前 軸 右	3,160	3,170	3,160	6,345
				総 重 量 = 30,475 kg

表-3.2 実験ケース

通常走行

パラメータ	ケース数	内 容
試験車重量	2	20, 30 ton
走行速度	2	20, 40km/h
繰り返し回数	3	
計測地点	2	ジョイント部, スパン中央部

24ケース

段差走行（段差位置の影響）

パラメータ	ケース数	内 容
試験車重量	1	20 ton
走行速度	2	20, 40km/h
段差位置	4	スパン中央, スパン中央より 1, 2, 3, m手前
繰り返し回数	3	
計測地点	1	スパン中央部

24ケース

段差走行（段差量の影響）

パラメータ	ケース数	内 容
試験車重量	2	20, 30 ton
走行速度	2	20, 40km/h
段差量	1.5	10, 20 (30 ton のみ) mm
繰り返し回数	3	
計測地点	1	スパン中央部

18ケース

計66ケース

表-3.3 (a) 動的載荷試験結果(JOINT)

チ D ン R ネ ル の	通 部 材 番 号 の	20 ton																
		走行速度 20 km/h																
		段 差 量 0 mm																
		ゲ ー ス 1		2		3		平 均										
静的応答値		動的応答値		動的係数		動的応答値		動的係数		動的応答値		動的係数		動的応答値		動的係数		
縦 リ ブ ひ ず み	1-2	67	88	0.31	85	0.26	67	0.00	80	0.19								
	2-4	124	119	-0.04	115	-0.07	106	-0.15	113	-0.09								
	3-6	141	146	-0.04	133	-0.05	123	-0.13	134	-0.05								
	4-8	118	117	-0.00	131	0.11	135	0.15	128	0.09								
	5-10	82	87	0.06	120	0.47	118	0.44	108	0.32								
	6-12	101	113	0.12	139	0.38	136	0.35	129	0.28								
	7-14	138	171	0.24	191	0.38	176	0.27	179	0.30								
	8-16	145	173	0.19	191	0.32	192	0.32	185	0.28								
	9-18	103	131	0.27	100	-0.03	110	0.07	114	0.10								
	10-20	71	92	0.29	77	0.08	76	0.06	82	0.14								
	11-22	130	177	0.36	138	0.06	146	0.12	154	0.18								
	12-24	199	237	0.19	208	0.04	204	0.02	216	0.08								
	13-26	256	267	0.04	275	0.07	272	0.06	271	0.06								
	14-28	271	307	0.13	339	0.25	296	0.09	314	0.16								
	15-30	246	310	0.26	315	0.28	291	0.18	305	0.24								
	16-32	261	327	0.25	313	0.20	307	0.18	316	0.21								
	17-34	223	269	0.21	219	-0.02	235	0.05	241	0.08								
	18-36	137	183	0.34	126	-0.08	126	-0.08	145	0.06								
	横 折 ひ ず み	19-38	50	110	1.18	85	0.69	85	0.69	93	0.85							
20-2		120	138	0.15	167	0.40	160	0.34	155	0.30								
21-6		135	175	0.30	183	0.36	175	0.30	178	0.32								
22-7		126	140	0.11	150	0.19	148	0.17	146	0.16								
23-8		128	146	0.14	150	0.17	146	0.14	147	0.15								
24-9		202	265	0.31	289	0.43	278	0.38	277	0.37								
25-10		179	228	0.28	262	0.47	254	0.42	248	0.39								
26-11		236	271	0.15	207	-0.12	246	0.04	241	0.02								
27-1		36	100	1.80	63	0.76	57	0.60	73	1.05								
28-2		107	211	0.97	152	0.42	146	0.36	170	0.58								
29-7		107	184	0.72	153	0.43	148	0.38	162	0.51								
主 桁 変 位	30-3	195	270	0.38	247	0.26	249	0.27	255	0.30								
	31-1	1.21	1.82	0.50	1.56	0.29	1.57	0.30	1.65	0.36								
	32-2	1.26	1.55	0.23	1.62	0.29	1.65	0.31	1.61	0.28								
	33-3	1.56	2.20	0.41	1.95	0.25	1.95	0.25	2.03	0.30								
	34-4	0.62	0.96	0.55	0.91	0.47	0.89	0.44	0.92	0.49								
	35-5	0.95	1.28	0.35	1.16	0.22	1.13	0.19	1.19	0.25								
	36-6	0.66	1.04	0.58	0.91	0.38	0.93	0.41	0.96	0.46								

20 ton											
40 km/h											
0 mm											
1		2		3		平 均					
動的応答値		動的係数		動的応答値		動的係数		動的応答値		動的係数	
100	0.49	104	0.55	107	0.59	104	0.54				
171	0.38	166	0.34	174	0.40	170	0.37				
190	0.35	176	0.25	182	0.29	183	0.30				
119	0.01	112	-0.05	115	-0.02	115	-0.02				
75	-0.08	87	0.06	88	0.07	83	0.02				
168	0.67	179	0.77	177	0.75	175	0.73				
219	0.58	221	0.60	231	0.67	224	0.62				
174	0.20	175	0.21	187	0.29	179	0.23				
93	-0.10	89	-0.14	90	-0.13	91	-0.12				
67	-0.06	80	0.12	91	0.27	79	0.11				
162	0.25	197	0.51	177	0.36	179	0.37				
291	0.46	292	0.47	328	0.65	304	0.53				
360	0.40	337	0.31	359	0.40	352	0.37				
353	0.30	323	0.19	342	0.26	339	0.25				
256	0.04	292	0.19	292	0.19	280	0.14				
322	0.23	327	0.25	349	0.34	333	0.27				
291	0.31	278	0.25	298	0.34	289	0.30				
176	0.29	150	0.10	157	0.15	161	0.18				
78	0.55	76	0.51	75	0.49	76	0.52				
116	-0.03	107	-0.10	124	0.04	116	-0.03				
169	0.26	156	0.16	167	0.24	164	0.22				
133	0.06	123	-0.02	123	-0.02	126	-0.01				
150	0.17	150	0.17	152	0.19	151	0.18				
215	0.06	218	0.08	227	0.12	220	0.09				
199	0.11	206	0.15	227	0.27	211	0.18				
194	-0.18	236	0.00	236	0.00	222	-0.06				
56	0.57	53	0.48	59	0.65	56	0.57				
128	0.20	137	0.28	147	0.37	137	0.28				
118	0.10	128	0.19	133	0.24	126	0.18				
242	0.24	236	0.21	237	0.21	238	0.22				
1.62	0.34	1.58	0.31	1.62	0.34	1.61	0.33				
1.58	0.25	1.59	0.26	1.54	0.22	1.57	0.24				
1.92	0.23	1.85	0.19	1.86	0.19	1.88	0.20				
0.95	0.53	0.92	0.48	0.97	0.56	0.95	0.52				
1.08	0.14	1.06	0.12	1.12	0.18	1.09	0.15				
0.93	0.41	0.93	0.41	0.94	0.42	0.93	0.41				

単位: ひずみ kg/cm²

変位 mm

表-3.3(b) 動的載荷試験結果 (CENTER)

チ ン D ン R の ネ ル	通 部 材 番 号 の	20 ton										20-ton									
		走行速度 20 km/h										40 km/h									
		0 mm										0 mm									
		ゲ-ス		1		2		3		平 均		1		2		3		平 均			
		動的応答値	動的係数	動的応答値	動的係数	動的応答値	動的係数	動的応答値	動的係数	動的応答値	動的係数	動的応答値	動的係数	動的応答値	動的係数	動的応答値	動的係数	動的応答値	動的係数	動的応答値	動的係数
縦 リ ブ ひ ず み	1	39	50	56	0.12	50	0.00	59	0.18	55	0.10	56	0.12	65	0.30	49	-0.02	57	0.13		
	2	41	139	130	-0.06	122	-0.12	131	-0.06	128	-0.08	109	-0.22	126	-0.09	98	-0.29	111	-0.20		
	3	44	254	301	0.19	249	-0.02	317	0.25	289	0.14	276	0.09	274	0.08	235	-0.07	262	0.03		
	4	不良																			
	5	48	284	290	0.02	296	0.04	269	-0.05	285	0.00	259	-0.09	294	0.04	258	-0.09	270	-0.05		
	6	50	266	250	-0.06	274	0.03	239	-0.10	254	-0.04	246	-0.08	305	0.15	223	-0.16	258	-0.03		
	7	52	254	241	-0.05	264	0.04	231	-0.09	245	-0.03	214	-0.16	278	0.10	203	-0.20	232	-0.09		
	8	55	129	123	-0.05	114	-0.12	128	-0.01	122	-0.06	129	0.00	125	-0.03	106	-0.18	120	-0.07		
	9	57	36	42	0.17	53	0.47	50	0.39	48	0.34	40	0.11	35	-0.03	34	-0.06	36	0.01		
	10	59	92	93	0.01	78	-0.15	94	0.02	88	-0.04	104	0.13	95	0.03	98	0.07	99	0.08		
	11	61	194	228	0.18	167	-0.14	234	0.21	210	0.08	202	0.04	223	0.15	189	-0.03	205	0.05		
	12	66	267	375	0.41	335	0.26	351	0.32	354	0.33	317	0.19	350	0.31	303	0.14	323	0.21		
	13	70	212	288	0.36	300	0.42	252	0.19	280	0.32	285	0.35	287	0.36	265	0.25	279	0.32		
	14	不良																			
	15	77	40	46	0.15	39	-0.03	43	0.07	43	0.06	34	-0.15	49	0.22	71	0.77	51	0.28		
	16	78	90	121	0.34	109	0.21	111	0.23	114	0.26	104	0.15	88	-0.02	78	-0.14	90	0.00		
	17	79	86	108	0.25	95	0.10	107	0.24	103	0.20	84	-0.03	97	0.13	112	0.30	98	0.13		
	18	81	46	90	0.95	91	0.97	75	0.62	85	0.85	75	0.62	62	0.34	44	-0.05	60	0.30		
横 折 ひ ず み	19	13	225	264	0.17	260	0.16	263	0.17	262	0.17	266	0.18	284	0.26	274	0.22	275	0.22		
	20	14	235	271	0.15	260	0.11	272	0.16	268	0.14	280	0.19	290	0.23	282	0.20	284	0.21		
	21	15	244	324	0.33	322	0.32	305	0.25	317	0.30	307	0.26	291	0.19	300	0.23	299	0.23		
	22	16	217	277	0.28	287	0.32	265	0.22	276	0.27	261	0.20	254	0.17	265	0.22	260	0.20		
	23	17	239	283	0.18	292	0.22	269	0.13	281	0.18	275	0.15	267	0.12	274	0.15	272	0.14		
	24	18	195	248	0.27	244	0.25	237	0.21	243	0.24	212	0.08	230	0.18	206	0.05	216	0.10		
	25	3	195	294	0.50	265	0.36	273	0.40	277	0.42	261	0.34	283	0.45	292	0.49	279	0.43		
	26	4	172	234	0.36	208	0.21	205	0.19	216	0.25	206	0.20	225	0.31	221	0.28	217	0.26		
	27	5	187	271	0.45	238	0.27	236	0.26	248	0.33	220	0.18	234	0.25	253	0.35	236	0.26		
	28	8	199	272	0.36	240	0.20	248	0.24	253	0.27	262	0.31	261	0.31	238	0.19	254	0.27		
	29	9	177	228	0.29	206	0.17	203	0.15	212	0.20	220	0.25	219	0.24	203	0.15	214	0.21		
	30	10	191	256	0.34	235	0.23	218	0.14	236	0.24	234	0.22	220	0.15	207	0.08	220	0.15		
主 桁 変 位	31	1	1.21	1.85	0.53	1.56	0.29	1.64	0.36	1.68	0.39	1.63	0.35	1.79	0.48	1.78	0.47	1.73	0.43		
	32	2	1.26	1.81	0.44	1.56	0.24	1.60	0.27	1.66	0.32	1.72	0.37	1.73	0.37	1.56	0.24	1.67	0.33		
	33	3	1.56	2.20	0.41	1.99	0.28	2.01	0.29	2.07	0.33	1.99	0.28	2.12	0.36	2.01	0.29	2.04	0.31		
	34	4	0.62	1.06	0.71	0.90	0.45	0.92	0.48	0.96	0.55	0.94	0.52	0.99	0.60	1.04	0.68	0.99	0.60		
	35	5	0.95	1.27	0.34	1.14	0.20	1.15	0.21	1.19	0.25	1.11	0.17	1.09	0.15	1.16	0.22	1.12	0.18		
	36	6	0.66	1.04	0.58	0.90	0.36	0.91	0.38	0.95	0.44	0.99	0.50	0.97	0.47	0.94	0.42	0.97	0.46		

単位; ひずみ kg/cm²
変位 mm

表-3.3 (c) 動的載荷試験結果 (CENTER)

チ D ン R の	通 部 材 番 号	20 ton										20 ton							
		走行速度 20 km/h										40 km/h							
		段 差 量 20 mm (スパン中央より 3 m)										20 mm (スパン中央より 3 m)							
		ケ ー ス		1		2		3		平 均		1		2		3		平 均	
		静的応答値	動的応答値	動的係数	動的応答値	動的係数	動的応答値	動的係数	動的応答値	動的係数	動的応答値	動的係数	動的応答値	動的係数	動的応答値	動的係数	動的応答値	動的係数	
縦 リ ブ ひ ず み	1	39	50	59	0.18	53	0.06	71	0.42	61	0.22	50	0.00	66	0.32	51	0.02	56	0.11
	2	41	139	120	- 0.14	106	- 0.24	135	- 0.03	120	- 0.14	133	- 0.04	135	- 0.03	117	- 0.16	128	0.08
	3	44	254	255	0.00	316	0.25	333	0.31	301	0.19	328	0.29	381	0.50	327	0.29	345	0.36
	4	不良																	
	5	48	284	318	0.12	316	0.11	322	0.14	319	0.12	280	- 0.01	297	0.05	286	0.01	288	0.02
	6	50	266	293	0.10	231	- 0.13	276	0.04	267	0.00	330	0.24	364	0.37	338	0.27	344	0.29
	7	52	254	275	0.08	262	0.03	291	0.15	276	0.09	275	0.08	280	0.10	269	0.06	275	0.08
	8	55	129	142	0.10	115	- 0.11	122	- 0.05	126	- 0.02	179	0.39	195	0.51	190	0.47	188	0.46
	9	57	36	51	0.42	38	0.06	47	0.31	45	0.26	45	0.25	71	0.97	56	0.56	57	0.59
	10	59	92	94	0.02	98	0.07	99	0.08	97	0.06	78	0.07	129	0.40	111	0.21	113	0.23
	11	61	194	175	- 0.10	214	0.10	223	0.15	204	0.05	202	0.04	201	0.04	178	- 0.08	194	0.00
	12	66	267	313	0.17	340	0.28	339	0.27	331	0.24	378	0.42	382	0.43	388	0.46	383	0.44
	13	70	212	280	0.32	230	0.09	263	0.24	258	0.22	312	0.47	370	0.75	337	0.59	340	0.60
	14	不良																	
横 析 ひ ず み	15	77	40	46	0.15	87	1.17	74	0.85	69	0.72	41	0.02	56	0.40	69	0.72	55	0.38
	16	78	90	120	0.33	102	0.13	107	0.19	110	0.22	131	0.45	133	0.47	118	0.31	127	0.41
	17	79	86	98	0.14	144	0.67	129	0.50	124	0.44	105	0.22	127	0.47	132	0.53	121	0.41
	18	81	46	83	0.80	61	0.32	62	0.34	69	0.49	84	0.82	98	1.12	64	0.39	82	0.78
	19	13	225	267	0.19	295	0.31	293	0.30	285	0.27	294	0.31	300	0.33	305	0.36	300	0.33
	20	14	235	262	0.12	313	0.33	307	0.31	294	0.25	308	0.31	313	0.33	311	0.32	311	0.32
	21	15	244	282	0.16	328	0.35	321	0.32	310	0.28	266	0.09	279	0.15	280	0.15	275	0.13
	22	16	217	263	0.21	292	0.35	269	0.24	275	0.27	223	0.03	249	0.15	254	0.17	242	0.12
	23	17	239	272	0.14	300	0.25	299	0.25	290	0.21	240	0.00	250	0.05	257	0.07	249	0.04
	24	18	195	220	0.13	230	0.18	236	0.21	229	0.17	242	0.24	252	0.29	243	0.24	246	0.26
主 析 ひ ず み	25	3	195	265	0.36	326	0.67	299	0.53	297	0.52	302	0.55	353	0.81	351	0.80	335	0.72
	26	4	172	210	0.22	256	0.49	275	0.60	247	0.44	264	0.53	300	0.74	303	0.76	289	0.68
	27	5	187	227	0.21	289	0.55	270	0.44	262	0.40	258	0.38	294	0.57	293	0.57	282	0.51
	28	8	199	264	0.32	271	0.36	273	0.37	269	0.35	324	0.62	342	0.72	316	0.58	327	0.64
	29	9	177	224	0.27	237	0.34	240	0.36	234	0.32	288	0.63	303	0.72	285	0.61	292	0.65
	30	10	191	243	0.27	232	0.21	250	0.31	242	0.26	278	0.45	287	0.50	276	0.44	280	0.46
主 析 変 位	31	1	1.21	1.78	0.47	2.15	0.78	2.10	0.74	2.01	0.66	2.22	0.83	2.43	1.01	2.38	0.97	2.34	0.94
	32	2	1.26	1.80	0.43	1.85	0.47	1.85	0.47	1.83	0.46	2.27	0.80	2.37	0.88	2.18	0.73	2.27	0.80
	33	3	1.56	2.18	0.40	2.50	0.60	2.50	0.60	2.39	0.53	2.61	0.67	2.83	0.81	2.72	0.74	2.72	0.74
	34	4	0.62	1.12	0.81	1.23	0.98	1.21	0.95	1.19	0.91	1.18	0.90	1.26	1.03	1.26	1.03	1.23	0.99
	35	5	0.95	1.36	0.43	1.45	0.53	1.44	0.52	1.42	0.49	1.24	0.31	1.25	0.32	1.28	0.35	1.26	0.33
	36	6	0.66	1.13	0.71	1.05	0.59	1.06	0.64	1.09	0.65	1.23	0.86	1.26	0.91	1.18	0.79	1.22	0.85

単位; ひずみ kg/cm

変位 mm

表-3.3 (d) 動的載荷試験結果 (CENTER)

チ D ン R の 号	通 部 材 番 号	車両重量 20 ton										20 ton									
		走行速度 20 km/h										40 km/h									
		段 差 量 20 mm (スパン中央より 2 m)										20 mm (スパン中央より 2 m)									
		ケ ー ス		1		2		3		平 均		1		2		3		平 均			
		静的応答値	動的応答値	動的係数	動的応答値	動的係数	動的応答値	動的係数	動的応答値	動的係数	動的応答値	動的係数	動的応答値	動的係数	動的応答値	動的係数	動的応答値	動的係数			
縦 リ ン グ の み	1	39	50	78	0.56	76	0.52	86	0.72	80	0.60	61	0.22	71	0.42	60	0.20	64	0.28		
	2	41	139	172	0.24	177	0.27	194	0.40	181	0.30	158	0.14	122	-0.12	120	-0.14	133	-0.04		
	3	44	254	361	0.42	352	0.39	391	0.54	368	0.45	340	0.34	299	0.18	312	0.23	317	0.25		
	4	不良																			
	5	48	284	320	0.13	330	0.16	333	0.17	328	0.15	283	-0.00	326	0.15	325	0.15	311	0.10		
	6	50	266	336	0.26	317	0.19	291	0.09	315	0.18	349	0.31	319	0.20	325	0.22	331	0.24		
	7	52	254	285	0.12	273	0.08	295	0.16	284	0.12	268	0.06	266	0.05	255	0.01	263	0.04		
	8	55	129	199	0.54	195	0.51	193	0.50	196	0.52	195	0.51	187	0.45	189	0.47	190	0.48		
	9	57	36	62	0.72	66	0.83	75	1.08	68	0.88	50	0.39	64	0.78	63	0.75	59	0.64		
	10	59	92	112	0.22	118	0.28	117	0.27	116	0.26	97	0.55	130	0.41	118	0.28	115	0.41		
	11	61	194	196	0.01	203	0.05	244	0.26	214	0.11	174	-0.10	195	0.01	184	-0.05	184	-0.05		
	12	66	267	294	0.10	291	0.09	290	0.09	292	0.09	354	0.33	374	0.40	368	0.38	365	0.37		
	13	70	212	313	0.48	303	0.43	290	0.37	302	0.43	253	0.20	300	0.42	284	0.34	279	0.32		
	14	不良																			
	15	77	40	47	0.17	48	0.20	67	0.67	54	0.35	46	0.15	57	0.42	63	0.57	55	0.38		
	16	78	90	142	0.57	151	0.67	118	0.31	137	0.52	115	0.27	125	0.39	120	0.33	120	0.33		
	17	79	86	128	0.48	126	0.46	129	0.50	128	0.48	123	0.43	118	0.37	124	0.44	122	0.41		
	18	81	46	95	1.06	121	1.62	76	0.65	97	1.11	89	0.93	85	0.84	103	1.23	92	1.00		
横 リ ン グ の み	19	13	225	305	0.36	311	0.38	292	0.30	303	0.35	313	0.39	302	0.34	288	0.28	301	0.34		
	20	14	235	302	0.29	299	0.27	296	0.26	299	0.27	300	0.28	307	0.31	304	0.29	304	0.29		
	21	15	244	292	0.20	308	0.26	291	0.19	297	0.22	348	0.43	304	0.25	296	0.22	316	0.30		
	22	16	217	271	0.25	285	0.31	257	0.19	271	0.25	300	0.38	273	0.26	270	0.25	281	0.30		
	23	17	239	280	0.17	286	0.20	287	0.20	284	0.19	296	0.24	287	0.20	287	0.20	290	0.21		
	24	18	195	207	0.06	204	0.04	206	0.05	206	0.05	212	0.08	210	0.07	205	0.05	209	0.07		
	25	3	195	331	0.69	325	0.66	310	0.59	322	0.65	323	0.65	351	0.80	353	0.81	342	0.75		
主 桁 の み	26	4	172	265	0.54	253	0.47	267	0.55	262	0.52	290	0.68	304	0.76	290	0.68	295	0.71		
	27	5	187	275	0.49	279	0.49	279	0.49	278	0.49	292	0.56	286	0.53	297	0.59	292	0.56		
	28	8	199	321	0.61	306	0.53	269	0.35	299	0.50	291	0.46	321	0.61	311	0.56	308	0.54		
	29	9	177	269	0.52	255	0.44	242	0.37	255	0.44	259	0.47	271	0.54	280	0.59	270	0.53		
	30	10	191	301	0.57	285	0.49	282	0.47	289	0.51	265	0.39	282	0.47	300	0.57	282	0.48		
主 桁 変 位	31	1	1.21	2.11	0.74	1.97	0.63	2.10	0.74	2.06	0.70	2.33	0.93	2.46	1.03	2.44	1.02	2.41	0.99		
	32	2	1.26	2.10	0.67	1.95	0.55	1.89	0.50	1.98	0.57	2.01	0.60	2.12	0.68	2.16	0.71	2.10	0.66		
	33	3	1.56	2.45	0.57	2.36	0.51	2.42	0.55	2.41	0.54	2.55	0.63	2.64	0.69	2.71	0.74	2.63	0.69		
	34	4	0.62	1.19	0.92	1.11	0.79	1.17	0.89	1.16	0.87	1.22	0.97	1.30	1.10	1.31	1.11	1.28	1.06		
	35	5	0.95	1.30	0.37	1.23	0.29	1.23	0.29	1.25	0.32	1.32	0.39	1.39	0.46	1.42	0.49	1.38	0.45		
	36	6	0.66	1.21	0.83	1.12	0.70	1.04	0.58	1.12	0.70	1.09	0.65	1.16	0.76	1.21	0.83	1.15	0.75		

単位; ひずみ kg/cm
変位 mm

表-3.3 (e) 動的載荷試験結果 (CENTER)

チ ン D ン ネ ル の	通 部 材 番 号 の	20 ton										20 ton									
		走行速度 20 km/h										40 km/h									
		段 差 量 20 mm (スパン中央より 1 m)										20 mm (スパン中央より 1 m)									
		ケ ー ス		1		2		3		平 均		1		2		3		平 均			
静的応答値	動的応答値	動的係数	動的応答値	動的係数	動的応答値	動的係数	動的応答値	動的係数	動的応答値	動的係数	動的応答値	動的係数	動的応答値	動的係数	動的応答値	動的係数	動的応答値	動的係数			
繰 り 上 げ み	1	39	50	70	0.40	75	0.50	94	0.88	80	0.59	52	0.04	54	0.08	54	0.08	53	0.07		
	2	41	139	158	0.14	162	0.17	148	0.06	156	0.12	111	- 0.20	101	- 0.27	108	- 0.22	107	- 0.23		
	3	44	254	301	0.19	300	0.18	343	0.35	315	0.24	356	0.40	379	0.49	370	0.46	368	0.45		
	4	不良																			
	5	48	284	410	0.45	411	0.45	408	0.44	410	0.45	304	0.07	331	0.17	319	0.12	318	0.12		
	6	50	266	347	0.30	356	0.34	299	0.12	334	0.25	338	0.27	371	0.39	337	0.27	349	0.31		
	7	52	254	346	0.36	365	0.44	344	0.36	352	0.39	267	0.05	313	0.23	303	0.19	294	0.16		
	8	55	129	127	- 0.02	133	0.03	152	0.18	137	0.06	153	0.19	166	0.29	158	0.22	159	0.23		
	9	57	36	68	0.89	72	1.00	49	0.36	63	0.75	64	0.78	52	0.44	58	0.61	58	0.61		
	10	59	92	83	- 0.10	85	- 0.08	92	0.00	87	- 0.06	134	0.46	100	0.09	116	0.26	117	0.27		
	11	61	194	174	- 0.10	173	- 0.11	175	- 0.10	174	- 0.10	212	0.09	197	0.02	196	0.01	202	0.04		
	12	66	267	361	0.35	362	0.36	394	0.48	372	0.40	345	0.29	405	0.52	408	0.53	386	0.45		
	13	70	212	315	0.49	332	0.57	298	0.41	315	0.49	344	0.62	304	0.44	327	0.54	325	0.53		
	14	不良																			
繰 り 下 げ み	15	77	40	52	0.30	66	0.65	59	0.47	59	0.47	66	0.65	54	0.35	61	0.52	60	0.51		
	16	78	90	160	0.77	137	0.52	144	0.60	147	0.63	121	0.34	131	0.45	126	0.40	126	0.40		
	17	79	86	129	0.50	134	0.55	125	0.45	129	0.50	123	0.43	100	0.16	112	0.30	112	0.30		
	18	81	46	137	1.97	97	1.10	136	1.94	123	1.67	100	1.16	83	0.80	80	0.73	88	0.90		
	19	13	225	313	0.39	304	0.35	293	0.30	303	0.35	299	0.33	282	0.25	296	0.32	292	0.30		
	20	14	235	311	0.32	315	0.34	308	0.31	311	0.32	284	0.21	279	0.19	274	0.17	279	0.19		
	21	15	244	327	0.34	333	0.37	360	0.48	340	0.40	301	0.24	357	0.47	320	0.31	326	0.34		
	22	16	217	289	0.33	288	0.33	317	0.46	298	0.37	282	0.30	319	0.47	281	0.30	294	0.36		
	23	17	239	293	0.23	314	0.31	328	0.37	312	0.30	304	0.27	308	0.29	309	0.29	307	0.28		
	24	18	195	236	0.21	230	0.18	243	0.24	236	0.21	250	0.28	247	0.26	246	0.26	248	0.27		
主 部 材 変 位	25	3	195	339	0.73	339	0.73	315	0.61	331	0.69	346	0.77	331	0.69	349	0.79	342	0.75		
	26	4	172	293	0.70	302	0.75	280	0.63	292	0.69	315	0.83	277	0.61	283	0.64	292	0.69		
	27	5	187	299	0.60	304	0.63	299	0.60	301	0.61	292	0.56	307	0.64	286	0.53	295	0.58		
	28	8	199	343	0.72	330	0.65	300	0.50	324	0.62	309	0.55	285	0.43	281	0.41	292	0.46		
	29	9	177	308	0.75	292	0.65	270	0.53	290	0.64	259	0.47	255	0.44	253	0.43	256	0.45		
	30	10	191	314	0.64	300	0.57	314	0.64	309	0.62	307	0.61	301	0.57	297	0.55	302	0.58		
主 部 材 変 位	31	1	1.21	2.28	0.88	2.32	0.92	2.09	0.73	2.23	0.84	2.33	0.93	2.25	0.86	2.27	0.88	2.28	0.89		
	32	2	1.26	2.33	0.85	2.23	0.77	2.10	0.67	2.22	0.76	2.14	0.70	2.06	0.63	2.05	0.63	2.08	0.65		
	33	3	1.56	2.80	0.79	2.79	0.79	2.63	0.69	2.74	0.76	2.47	0.58	2.48	0.59	2.42	0.55	2.46	0.57		
	34	4	0.62	1.18	0.90	1.18	0.90	1.09	0.76	1.15	0.85	1.35	1.18	1.30	1.10	1.33	1.15	1.33	1.14		
	35	5	0.95	1.22	0.28	1.21	0.27	1.14	0.20	1.19	0.25	1.51	0.59	1.47	0.55	1.49	0.57	1.49	0.57		
	36	6	0.66	1.24	0.88	1.18	0.79	1.12	0.70	1.18	0.79	1.25	0.89	1.21	0.83	1.21	0.83	1.22	0.85		

単位; ひずみ kg/cm

変位 mm

表-3.3 (f) 動的載荷試験結果 (CENTER)

チ D ン D ン R の ネ ル の	通 部 材 番 号 の	20 ton										20 ton									
		走行速度 20 km/h										40 km/h									
		段 差 量 20 mm (スパン中央)										20 mm (スパン中央)									
		ケ ー ス		1		2		3		平 均		1		2		3		平 均			
		静的応答値	動的応答値	動的係数	静的応答値	動的係数	静的応答値	動的係数	静的応答値	動的係数	静的応答値	動的係数	動的応答値	動的係数	静的応答値	動的係数	静的応答値	動的係数			
縦 リ ブ の み	1	39	50	58	0.16	53	0.06	53	0.06	55	0.09	49	- 0.02	53	0.06	60	0.20	54	0.08		
	2	41	139	129	- 0.07	120	- 0.14	146	0.05	132	- 0.05	133	- 0.04	122	- 0.12	127	- 0.09	127	- 0.08		
	3	44	254	397	0.56	394	0.55	396	0.56	396	0.56	318	0.25	358	0.41	372	0.47	349	0.38		
	4	不良																			
	5	48	284	336	0.18	331	0.17	312	0.10	326	0.15	286	- 0.01	260	- 0.08	250	- 0.12	265	- 0.06		
	6	50	266	301	0.13	294	0.10	305	0.15	300	0.13	251	- 0.06	241	- 0.09	258	- 0.03	250	- 0.06		
	7	52	254	294	0.16	289	0.14	276	0.09	286	0.13	253	- 0.00	243	- 0.04	226	- 0.11	241	- 0.05		
	8	55	129	181	0.40	165	0.28	170	0.32	172	0.33	147	0.14	163	0.26	165	0.28	158	0.23		
	9	57	36	61	0.69	45	0.25	53	0.47	53	0.47	61	0.69	69	0.92	82	1.28	71	0.96		
	10	59	92	137	0.49	125	0.36	130	0.41	131	0.42	71	- 0.23	100	0.09	101	0.10	91	- 0.01		
	11	61	194	236	0.22	243	0.25	235	0.21	238	0.23	193	- 0.01	196	0.01	176	- 0.09	188	- 0.03		
	12	66	267	440	0.65	419	0.57	407	0.53	422	0.58	386	0.45	393	0.47	417	0.56	399	0.49		
	13	70	212	279	0.32	275	0.30	278	0.31	277	0.31	298	0.41	331	0.56	348	0.64	326	0.54		
	14	不良																			
横 析 の み	15	77	40	67	0.67	65	0.63	57	0.42	63	0.57	57	0.42	70	0.75	65	0.63	64	0.60		
	16	78	90	156	0.73	154	0.71	164	0.82	158	0.75	128	0.42	126	0.40	141	0.56	132	0.46		
	17	79	86	133	0.54	129	0.50	141	0.64	134	0.56	111	0.29	113	0.31	119	0.38	114	0.33		
	18	81	46	97	1.10	91	0.97	106	1.29	98	1.12	72	0.56	82	0.77	74	0.60	76	0.64		
	19	13	225	297	0.32	301	0.34	291	0.29	296	0.32	292	0.30	295	0.31	292	0.30	293	0.30		
	20	14	235	298	0.27	299	0.27	277	0.18	291	0.24	288	0.23	291	0.24	280	0.19	286	0.22		
	21	15	244	367	0.51	347	0.42	335	0.38	350	0.44	303	0.24	312	0.28	346	0.42	320	0.31		
	22	16	217	316	0.46	314	0.45	305	0.41	312	0.44	263	0.21	269	0.24	299	0.38	277	0.28		
	23	17	239	338	0.41	330	0.38	340	0.42	336	0.40	276	0.15	275	0.15	277	0.16	276	0.15		
	24	18	195	261	0.34	262	0.34	266	0.36	263	0.35	253	0.29	265	0.36	261	0.34	260	0.33		
主 桁 の み	25	3	195	336	0.72	334	0.71	306	0.57	325	0.67	316	0.62	355	0.82	352	0.80	341	0.75		
	26	4	172	276	0.60	272	0.58	270	0.57	273	0.58	258	0.50	274	0.59	275	0.60	269	0.56		
	27	5	187	331	0.77	320	0.71	303	0.62	318	0.70	269	0.44	292	0.56	309	0.65	290	0.55		
	28	8	199	292	0.46	290	0.45	269	0.35	284	0.42	282	0.41	288	0.44	284	0.42	285	0.42		
	29	9	177	276	0.56	263	0.49	267	0.51	269	0.52	250	0.42	263	0.49	260	0.47	258	0.46		
	30	10	191	314	0.64	283	0.48	317	0.66	305	0.59	273	0.43	280	0.46	284	0.49	279	0.46		
主 桁 変 位	31	1	1.21	2.13	0.76	2.09	0.73	2.09	0.73	2.10	0.74	2.13	0.76	2.24	0.85	2.21	0.83	2.19	0.81		
	32	2	1.26	2.02	0.60	1.97	0.56	2.02	0.60	2.00	0.59	1.99	0.58	2.05	0.63	1.96	0.56	2.00	0.59		
	33	3	1.56	2.63	0.69	2.55	0.63	2.57	0.65	2.58	0.66	2.46	0.58	2.64	0.69	2.58	0.65	2.56	0.64		
	34	4	0.62	1.10	0.77	1.10	0.77	1.02	0.65	1.07	0.73	1.14	0.84	1.17	0.89	1.14	0.84	1.15	0.86		
	35	5	0.95	1.17	0.23	1.17	0.23	1.10	0.16	1.15	0.21	1.19	0.25	1.21	0.27	1.21	0.27	1.20	0.26		
	36	6	0.66	1.06	0.61	1.04	0.58	0.99	0.50	1.03	0.56	1.08	0.64	1.11	0.68	1.05	0.59	1.08	0.64		

単位: ひずり kg/cm

変位 mm

表-3.3 (g) 動的載荷試験結果 (CENTER)

測定位置	テッド ナンバー の	通部材 番号	20 ton										40 ton									
			走行速度 20 km/h										40 km/h									
			段差量 10 mm (スパン中央)										10 mm (スパン中央)									
			ケース 1		2		3		平均		1		2		3		平均					
静的応答値	動的応答値	動的係数	静的応答値	動的係数	静的応答値	動的係数	静的応答値	動的係数	静的応答値	動的係数	静的応答値	動的係数	静的応答値	動的係数	静的応答値	動的係数						
縦方向	1	39	50	51	0.02	63	0.26	52	0.04	55	0.11	54	0.08	52	0.04	53	0.06	53	0.06			
	2	41	139	153	0.10	114	-0.18	99	-0.29	122	-0.12	126	-0.09	110	-0.21	118	-0.15	118	-0.15			
	3	44	254	364	0.43	330	0.30	318	0.25	337	0.33	317	0.25	323	0.27	301	0.19	314	0.24			
	4	不良																				
	5	48	284	301	0.06	330	0.16	312	0.10	314	0.11	239	-0.16	240	-0.15	251	-0.12	243	-0.14			
	6	50	266	279	0.05	254	-0.05	252	-0.05	262	-0.02	229	-0.14	233	-0.12	224	-0.16	229	-0.14			
	7	52	254	247	-0.03	273	0.08	282	0.11	267	0.05	221	-0.13	211	-0.17	229	-0.10	220	-0.13			
	8	55	129	147	0.14	133	0.03	133	0.03	138	0.07	147	0.14	146	0.13	138	0.07	144	0.11			
	9	57	36	36	0.00	47	0.31	35	-0.03	39	0.09	61	0.69	53	0.47	46	0.28	53	0.48			
	10	59	92	111	0.21	105	0.14	99	0.08	105	0.14	90	-0.02	102	0.11	93	0.01	95	0.03			
	11	61	194	234	0.21	244	0.26	249	0.28	242	0.25	184	-0.05	177	-0.09	199	0.03	187	-0.04			
	12	66	267	362	0.36	366	0.37	363	0.36	364	0.36	387	0.45	386	0.45	389	0.46	387	0.45			
	13	70	212	264	0.25	266	0.26	268	0.27	266	0.26	287	0.36	308	0.45	284	0.34	293	0.38			
	14	不良																				
	15	77	40	55	0.38	62	0.55	54	0.35	57	0.43	65	0.63	63	0.57	59	0.47	62	0.56			
	16	78	90	143	0.59	123	0.36	123	0.36	130	0.44	97	0.08	101	0.12	95	0.05	98	0.08			
	17	79	86	121	0.40	112	0.30	111	0.29	115	0.33	105	0.22	104	0.21	95	0.10	101	0.18			
	18	81	46	89	0.93	78	0.69	79	0.71	82	0.78	64	0.39	55	0.19	50	0.08	56	0.22			
横方向	19	13	225	280	0.24	291	0.29	295	0.31	289	0.28	283	0.26	271	0.20	269	0.20	274	0.22			
	20	14	235	275	0.17	292	0.24	289	0.23	285	0.21	290	0.23	285	0.21	283	0.20	286	0.21			
	21	15	244	373	0.53	326	0.34	322	0.32	340	0.40	289	0.19	278	0.14	280	0.15	282	0.16			
	22	16	217	305	0.41	288	0.33	270	0.25	288	0.33	258	0.19	247	0.14	250	0.15	252	0.16			
	23	17	239	318	0.33	292	0.22	283	0.18	298	0.24	284	0.19	284	0.19	280	0.17	283	0.18			
	24	18	195	240	0.23	241	0.23	249	0.27	243	0.24	229	0.17	238	0.22	232	0.19	233	0.19			
主桁ひずみ	25	3	195	313	0.60	328	0.68	322	0.65	321	0.64	319	0.63	322	0.65	313	0.60	318	0.63			
	26	4	172	254	0.47	261	0.51	256	0.49	257	0.49	255	0.48	253	0.47	247	0.43	252	0.46			
	27	5	187	305	0.63	278	0.49	272	0.46	285	0.53	259	0.39	260	0.39	265	0.42	261	0.40			
	28	8	199	272	0.36	264	0.32	268	0.34	268	0.34	272	0.36	269	0.35	269	0.35	270	0.35			
	29	9	177	251	0.42	229	0.30	235	0.33	238	0.35	229	0.30	234	0.33	233	0.32	232	0.32			
	30	10	191	280	0.46	259	0.35	264	0.38	268	0.40	249	0.30	260	0.36	255	0.33	255	0.33			
主桁変位	31	1	1.21	2.05	0.69	2.06	0.70	2.01	0.66	2.04	0.68	1.99	0.64	2.06	0.70	2.02	0.67	2.02	0.67			
	32	2	1.26	1.92	0.52	1.82	0.44	1.82	0.44	1.85	0.47	1.74	0.38	1.79	0.42	1.81	0.44	1.78	0.41			
	33	3	1.56	2.49	0.60	2.34	0.50	2.32	0.49	2.38	0.53	2.28	0.46	2.39	0.53	2.31	0.48	2.33	0.49			
	34	4	0.62	1.05	0.69	1.08	0.74	1.05	0.69	1.06	0.71	1.03	0.66	1.05	0.69	1.07	0.73	1.05	0.69			
	35	5	0.95	1.16	0.22	1.28	0.35	1.28	0.35	1.24	0.31	1.22	0.28	1.24	0.31	1.26	0.33	1.24	0.31			
	36	6	0.66	1.03	0.56	1.02	0.55	1.03	0.56	1.03	0.56	0.99	0.50	1.03	0.56	1.04	0.58	1.02	0.55			

単位 ; ひずみ kg/cm²
変位 mm

表-3.3(h) 動的載荷試験結果 (CENTER)

チ ン D ン ネ ル の 号	通 部 材 番 号	30 ton										30 ton									
		走行速度 20 km/h										40 km/h									
		段 差 量 10 mm (スパン中央)										10 mm (スパン中央)									
		ケ ー ス		1		2		3		平 均		1		2		3		平 均			
静的応答値	動的応答値	動的係数	動的応答値	動的係数	動的応答値	動的係数	動的応答値	動的係数	動的応答値	動的係数	動的応答値	動的係数	動的応答値	動的係数	動的応答値	動的係数	動的応答値	動的係数			
縦 リ ン グ の み	1	39	55	52	-0.05	63	0.15	69	0.25	61	0.12	65	0.18	88	0.60	94	0.71	82	0.50		
	2	41	229	142	-0.38	167	-0.27	175	-0.24	161	-0.30	167	-0.27	193	-0.16	195	-0.15	185	-0.19		
	3	44	407	378	-0.07	406	-0.00	389	-0.04	391	-0.04	405	-0.00	359	-0.12	353	-0.13	372	-0.08		
	4	不良																			
	5	48	464	392	-0.16	383	-0.18	387	-0.17	387	-0.17	403	-0.13	435	-0.06	437	-0.06	425	-0.08		
	6	50	425	347	-0.18	353	-0.17	375	-0.12	358	-0.16	397	-0.07	366	-0.14	346	-0.19	370	-0.13		
	7	52	411	350	-0.15	334	-0.19	349	-0.15	344	-0.16	368	-0.10	386	-0.06	385	-0.06	380	-0.07		
	8	55	223	172	-0.23	194	-0.13	203	-0.09	190	-0.15	219	-0.02	204	-0.09	198	-0.11	207	-0.07		
	9	57	45	49	0.09	56	0.24	59	0.31	55	0.21	73	0.62	77	0.71	86	0.91	79	0.75		
	10	59	152	115	-0.24	145	-0.05	149	-0.02	136	-0.10	108	-0.29	128	-0.16	127	-0.16	121	-0.20		
	11	61	314	252	-0.20	281	-0.11	290	-0.08	274	-0.13	232	-0.26	241	-0.23	254	-0.19	242	-0.23		
	12	66	429	382	-0.11	474	0.11	444	0.04	433	0.01	413	-0.04	422	-0.02	468	0.09	434	0.01		
	13	70	346	370	0.07	393	0.14	360	0.04	374	0.08	395	0.14	412	0.19	426	0.23	411	0.19		
	14	不良																			
横 リ ン グ の み	15	77	55	101	0.85	88	0.61	89	0.63	93	0.70	101	0.85	104	0.90	118	1.16	108	0.97		
	16	78	160	190	0.19	223	0.40	212	0.33	208	0.31	227	0.42	255	0.60	228	0.43	237	0.48		
	17	79	139	176	0.27	173	0.25	179	0.29	176	0.27	203	0.46	202	0.46	212	0.53	206	0.48		
	18	81	101	94	-0.07	128	0.27	121	0.20	114	0.13	127	0.26	156	0.55	137	0.36	140	0.39		
	19	13	355	369	0.04	366	0.03	365	0.03	367	0.03	418	0.18	431	0.21	435	0.22	428	0.20		
	20	14	382	362	-0.05	349	-0.09	372	-0.02	361	-0.05	427	0.12	429	0.12	445	0.17	434	0.14		
	21	15	391	431	0.10	409	0.05	384	-0.02	408	0.04	362	-0.07	348	-0.11	340	-0.13	350	-0.10		
	22	16	347	396	0.14	381	0.10	357	0.03	378	0.09	341	-0.02	335	-0.03	328	-0.05	335	-0.03		
	23	17	382	442	0.16	403	0.06	379	-0.01	408	0.07	363	-0.05	350	-0.08	349	-0.09	354	-0.07		
	24	18	313	308	-0.02	362	0.16	340	0.09	337	0.08	343	0.10	352	0.12	363	0.16	353	0.13		
主 桁 の み	25	3	326	387	0.19	371	0.14	398	0.22	385	0.18	465	0.43	466	0.43	495	0.52	475	0.46		
	26	4	286	327	0.14	336	0.18	348	0.22	337	0.18	392	0.37	389	0.36	411	0.44	397	0.39		
	27	5	313	398	0.27	433	0.38	383	0.22	405	0.29	402	0.28	405	0.29	420	0.34	409	0.30		
	28	8	336	335	-0.00	362	0.08	378	0.13	358	0.07	434	0.29	455	0.35	457	0.36	449	0.33		
	29	9	294	320	0.09	358	0.22	361	0.23	346	0.18	409	0.39	434	0.48	431	0.47	425	0.45		
	30	10	313	373	0.19	402	0.28	366	0.17	380	0.21	381	0.22	397	0.27	387	0.24	388	0.24		
主 桁 変 位	31	1	1.83	2.68	0.46	2.76	0.51	2.79	0.52	2.74	0.50	3.13	0.71	3.18	0.74	3.34	0.83	3.22	0.76		
	32	2	1.79	2.45	0.37	2.69	0.50	2.68	0.50	2.61	0.46	2.96	0.65	3.11	0.74	3.16	0.77	3.08	0.72		
	33	3	2.18	3.22	0.48	3.35	0.54	3.34	0.53	3.30	0.52	3.72	0.71	3.79	0.74	3.86	0.77	3.79	0.74		
	34	4	1.05	1.47	0.40	1.53	0.46	1.57	0.50	1.52	0.45	1.72	0.64	1.71	0.63	1.82	0.73	1.75	0.67		
	35	5	1.46	1.79	0.23	1.98	0.36	2.03	0.39	1.93	0.33	1.84	0.26	1.86	0.27	1.93	0.32	1.88	0.28		
	36	6	1.10	1.37	0.25	1.57	0.43	1.59	0.45	1.51	0.38	1.62	0.47	1.70	0.55	1.73	0.57	1.68	0.53		

単位; ひずみ kg/cm²
変位 mm

表-3.3 (i) 動的載荷試験結果 (CENTER)

チ ン D R の	通 部 材 番 号	車両重量 30 ton									
		走行速度 20 km/h									
		段差量 20 mm (スパン中央)									
		ゲ-ス		1		2		3		平 均	
縦 リ ン グ の み	静 的 応 答 値	動 的 応 答 値	動 的 係 数	動 的 応 答 値	動 的 係 数	動 的 応 答 値	動 的 係 数	動 的 応 答 値	動 的 係 数	動 的 応 答 値	動 的 係 数
1	39	55	79	0.44	72	0.31	71	0.29	74	0.35	
2	41	229	169	-0.26	168	-0.27	171	-0.25	169	-0.26	
3	44	407	412	0.01	432	0.06	412	0.01	419	0.03	
4	不良										
5	48	464	388	-0.16	430	-0.07	397	-0.15	405	-0.13	
6	50	425	344	-0.19	336	-0.21	347	-0.18	342	-0.19	
7	52	411	335	-0.19	381	-0.07	344	-0.16	353	-0.14	
8	55	223	191	-0.14	195	-0.13	189	-0.15	192	-0.14	
9	57	45	66	0.47	59	0.31	57	0.27	61	0.35	
10	59	152	160	0.05	149	-0.02	156	0.03	155	0.02	
11	61	314	300	-0.04	296	-0.06	313	-0.00	303	-0.03	
12	66	429	474	0.11	501	0.17	479	0.12	485	0.13	
13	70	346	374	0.08	413	0.19	384	0.11	390	0.13	
14	不良										
15	77	55	93	0.70	112	1.05	109	1.00	105	0.92	
16	78	160	244	0.53	237	0.49	216	0.35	232	0.46	
17	79	139	170	0.23	195	0.41	185	0.33	183	0.32	
18	81	101	151	0.50	131	0.30	115	0.14	132	0.31	
19	13	355	369	0.04	373	0.05	366	0.03	369	0.04	
20	14	382	359	-0.06	363	-0.05	358	-0.06	360	-0.06	
21	15	391	422	0.08	450	0.15	426	0.09	433	0.11	
22	16	347	393	0.13	422	0.22	399	0.15	405	0.17	
23	17	382	412	0.08	461	0.21	432	0.13	435	0.14	
24	18	313	365	0.17	370	0.18	362	0.16	366	0.17	
25	3	326	409	0.26	407	0.25	418	0.28	411	0.26	
26	4	286	358	0.25	398	0.39	384	0.34	380	0.33	
27	5	313	427	0.36	466	0.49	445	0.42	446	0.42	
28	8	336	376	0.12	361	0.07	351	0.04	363	0.08	
29	9	294	370	0.26	396	0.35	353	0.20	373	0.27	
30	10	313	404	0.29	441	0.41	394	0.26	413	0.32	
31	1	1.83	2.94	0.61	3.22	0.76	3.10	0.69	3.09	0.69	
32	2	1.79	2.72	0.52	2.97	0.66	2.69	0.50	2.79	0.56	
33	3	2.18	3.49	0.60	3.78	0.73	3.63	0.67	3.63	0.67	
34	4	1.05	1.61	0.53	1.65	0.57	1.68	0.60	1.65	0.57	
35	5	1.46	2.07	0.42	2.00	0.37	2.10	0.44	2.06	0.41	
36	6	1.10	1.61	0.46	1.53	0.39	1.53	0.39	1.56	0.41	

30 ton											
40 km/h											
20 mm (スパン中央)											
1		2		3		平 均		1		平 均	
動 的 応 答 値	動 的 係 数	動 的 応 答 値	動 的 係 数	動 的 応 答 値	動 的 係 数	動 的 応 答 値	動 的 係 数	動 的 応 答 値	動 的 係 数	動 的 応 答 値	動 的 係 数
76	0.38	103	0.87	98	0.78	92	0.68				
166	-0.28	191	-0.17	188	-0.18	182	-0.21				
424	0.04	397	-0.02	407	0.00	409	0.01				
415	-0.11	422	-0.09	432	-0.07	423	-0.09				
350	-0.18	347	-0.18	352	-0.17	350	-0.18				
376	-0.09	377	-0.08	393	-0.04	382	-0.07				
218	-0.02	225	0.01	221	-0.01	221	-0.01				
85	0.89	105	1.33	97	1.16	96	1.13				
109	-0.28	111	-0.27	110	-0.28	110	-0.28				
232	-0.26	257	-0.18	253	-0.19	247	-0.21				
445	0.04	485	0.13	470	0.10	467	0.09				
403	0.17	408	0.18	404	0.17	405	0.17				
116	1.12	119	1.18	127	1.33	121	1.21				
223	0.40	236	0.48	225	0.41	228	0.43				
205	0.48	222	0.60	223	0.61	217	0.56				
117	0.16	159	0.58	136	0.35	137	0.36				
443	0.25	464	0.31	455	0.28	454	0.28				
445	0.17	472	0.24	461	0.21	459	0.21				
380	-0.03	341	-0.13	352	-0.10	358	-0.09				
348	0.00	336	-0.03	333	-0.04	339	-0.02				
364	-0.05	332	-0.13	346	-0.09	347	-0.09				
340	0.09	359	0.15	346	0.11	348	0.12				
494	0.52	515	0.58	517	0.59	509	0.56				
421	0.47	451	0.58	447	0.56	440	0.54				
424	0.35	439	0.40	440	0.41	434	0.39				
447	0.33	497	0.48	473	0.41	472	0.41				
414	0.41	466	0.58	441	0.50	440	0.50				
382	0.22	419	0.34	406	0.30	402	0.29				
3.37	0.84	3.58	0.96	3.59	0.96	3.51	0.92				
3.08	0.72	3.41	0.91	3.32	0.85	3.27	0.83				
3.87	0.78	4.14	0.90	4.09	0.88	4.03	0.85				
1.87	0.78	1.96	0.87	1.96	0.87	1.93	0.84				
1.98	0.36	2.09	0.43	2.09	0.43	2.05	0.41				
1.70	0.55	1.89	0.72	1.83	0.66	1.81	0.64				

単位; ひずみ kg/cm
変位 mm

表-3.3(j) 動的載荷試験結果 (CENTER)

チ ン D ン R の	通 部 材 番 号 の	30 ton										30 ton									
		走行速度 20 km/h										40 km/h									
		段 差 量 0 mm										0 mm									
		1		2		3		平 均		1		2		3		平 均					
静的応答値	動的応答値	動的係数	静的応答値	動的係数	動的応答値	動的係数	静的応答値	動的係数	動的応答値	動的係数	静的応答値	動的係数	動的応答値	動的係数	静的応答値	動的係数					
縦 リ ブ ひ ず み	1	39	55	81	0.47	70	0.27	76	0.38	76	0.37	74	0.35	97	0.76	85	0.55	85	0.55		
	2	41	229	218	-0.05	209	-0.09	217	-0.05	215	-0.06	220	-0.04	224	-0.02	237	0.03	227	-0.01		
	3	44	407	376	-0.08	398	-0.02	394	-0.03	389	-0.04	400	-0.02	373	-0.08	388	-0.05	387	-0.05		
	4	不良																			
	5	48	464	399	-0.14	354	-0.24	378	-0.19	377	-0.19	426	-0.08	450	-0.03	458	-0.01	445	-0.04		
	6	50	425	427	0.00	402	-0.05	421	-0.01	417	-0.02	447	0.05	448	0.05	435	0.02	443	0.04		
	7	52	411	382	-0.07	339	-0.18	363	-0.12	361	-0.12	423	0.03	424	0.03	423	0.03	423	0.03		
	8	55	223	222	-0.00	215	-0.04	222	-0.00	220	-0.01	210	-0.06	201	-0.10	210	-0.06	207	-0.07		
	9	57	45	70	0.56	74	0.64	69	0.53	71	0.58	56	0.24	70	0.56	67	0.49	64	0.43		
	10	59	152	152	0.00	136	-0.11	144	-0.05	144	-0.05	121	-0.20	136	-0.11	122	-0.20	126	-0.17		
	11	61	314	297	-0.05	290	-0.08	294	-0.06	294	-0.06	267	-0.15	266	-0.15	250	-0.20	261	-0.17		
	12	66	429	421	-0.02	454	0.06	444	0.04	440	0.03	422	-0.02	440	0.03	412	-0.04	425	-0.01		
	13	70	346	381	0.10	400	0.16	382	0.10	388	0.12	395	0.14	430	0.24	417	0.21	414	0.20		
	14	不良																			
横 桁 ひ ず み	15	77	55	87	0.59	82	0.50	86	0.58	85	0.56	91	0.67	120	1.20	116	1.12	109	1.00		
	16	78	160	218	0.37	210	0.32	208	0.30	212	0.33	224	0.40	213	0.34	222	0.39	220	0.38		
	17	79	139	191	0.38	184	0.33	189	0.36	188	0.36	200	0.44	220	0.59	212	0.53	211	0.52		
	18	81	101	120	0.19	122	0.21	110	0.09	117	0.16	136	0.35	127	0.26	127	0.26	130	0.29		
	19	13	355	371	0.04	365	0.03	361	0.02	366	0.03	397	0.12	411	0.16	399	0.12	402	0.13		
	20	14	382	379	-0.01	357	-0.06	356	-0.07	364	-0.05	411	0.08	431	0.13	426	0.12	423	0.11		
	21	15	391	378	-0.03	387	-0.01	375	-0.04	380	-0.03	369	-0.06	356	-0.09	374	-0.04	366	-0.06		
	22	16	347	347	0.00	363	0.05	353	0.02	354	0.02	350	0.01	345	-0.01	348	0.00	348	0.00		
	23	17	382	384	0.01	392	0.03	383	0.00	386	0.01	366	-0.04	372	-0.03	383	0.00	374	-0.02		
	24	18	313	318	0.02	346	0.11	333	0.06	332	0.06	333	0.06	356	0.14	348	0.11	346	0.10		
	25	3	326	414	0.27	387	0.19	388	0.19	396	0.22	440	0.35	465	0.43	447	0.37	451	0.38		
	26	4	286	378	0.32	353	0.24	362	0.27	364	0.28	376	0.32	406	0.42	395	0.38	392	0.37		
	27	5	313	395	0.26	390	0.25	389	0.24	391	0.25	394	0.26	412	0.32	409	0.31	405	0.30		
	28	8	336	389	0.16	350	0.04	360	0.07	366	0.09	405	0.21	420	0.25	416	0.24	414	0.23		
29	9	294	384	0.31	352	0.20	357	0.21	364	0.24	386	0.31	396	0.35	402	0.37	395	0.34			
30	10	313	369	0.18	371	0.19	363	0.16	368	0.18	371	0.19	374	0.19	377	0.20	374	0.19			
主 桁 変 位	31	1	1.83	3.00	0.64	2.83	0.55	2.87	0.57	2.90	0.59	2.98	0.63	3.26	0.78	3.20	0.75	3.15	0.72		
	32	2	1.79	2.84	0.59	2.66	0.49	2.69	0.50	2.73	0.53	2.84	0.59	2.94	0.64	2.96	0.65	2.91	0.63		
	33	3	2.18	3.64	0.67	3.44	0.58	3.51	0.61	3.53	0.62	3.62	0.66	3.85	0.77	3.83	0.76	3.77	0.73		
	34	4	1.05	1.57	0.50	1.58	0.50	1.57	0.50	1.57	0.50	1.57	0.50	1.72	0.64	1.67	0.59	1.65	0.58		
	35	5	1.46	2.01	0.38	1.96	0.34	1.98	0.36	1.98	0.36	1.70	0.16	1.81	0.24	1.76	0.21	1.76	0.20		
	36	6	1.10	1.53	0.39	1.50	0.36	1.51	0.37	1.51	0.37	1.53	0.39	1.59	0.45	1.56	0.42	1.56	0.42		

単位; ひずみ kg/cm
変位 mm

表-3.3 (k) 動的載荷試験結果 (JOINT)

チ ン ネル の 通 部 材 番 号 の ケ ー ス	車両重量 30 ton 走行速度 20 km/h 段差量 0 mm											
		1		2		3		平 均				
		静的応答値	動的応答値	動的係数	動的応答値	動的係数	動的応答値	動的係数	動的応答値	動的係数	動的応答値	動的係数
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
縦 リ ブ ひ ず み	1	2	107	103	-0.04	115	0.07	114	0.06	111	0.03	
	2	4	194	172	-0.11	191	-0.01	177	-0.09	180	-0.07	
	3	6	229	250	0.09	239	0.05	226	-0.01	238	0.04	
	4	8	189	174	-0.08	169	-0.11	163	-0.14	169	-0.11	
	5	10	124	121	-0.02	117	-0.06	130	0.05	123	-0.01	
	6	12	160	144	-0.10	137	-0.14	158	-0.01	146	-0.08	
	7	14	220	208	-0.06	238	0.08	243	0.10	230	0.04	
	8	16	238	241	0.01	258	0.09	261	0.10	253	0.07	
	9	18	166	175	0.05	182	0.10	173	0.04	177	0.06	
	10	20	116	114	-0.01	113	-0.02	94	-0.19	107	-0.07	
	11	22	216	241	0.11	254	0.17	230	0.06	242	0.11	
	12	24	342	412	0.20	400	0.17	360	0.05	391	0.14	
	13	26	416	446	0.07	404	-0.03	365	-0.12	405	-0.03	
	14	28	434	463	0.07	391	-0.10	450	0.04	435	0.00	
	15	30	401	375	-0.06	419	0.04	459	0.14	418	0.04	
	16	32	421	424	0.01	470	0.12	486	0.15	460	0.09	
	17	34	357	384	0.08	412	0.15	410	0.15	402	0.13	
	18	36	225	246	0.09	256	0.14	237	0.05	246	0.09	
	19	38	61	69	0.13	64	0.05	64	0.05	66	0.08	
横 リ ブ ひ ず み	20	2	178	187	0.05	198	0.11	215	0.21	200	0.12	
	21	6	215	221	0.03	237	0.10	233	0.09	230	0.07	
	22	7	202	209	0.04	218	0.08	213	0.06	213	0.06	
	23	8	202	222	0.10	232	0.15	230	0.14	228	0.13	
	24	9	326	345	0.06	386	0.18	400	0.23	377	0.16	
	25	10	305	315	0.03	350	0.15	365	0.20	343	0.13	
	26	11	343	326	-0.05	376	0.10	387	0.13	363	0.06	
主 桁 ひ ず み	27	1	69	79	0.14	92	0.33	86	0.24	86	0.24	
	28	2	185	252	0.36	280	0.52	281	0.52	271	0.47	
	29	7	189	204	0.08	228	0.21	253	0.34	228	0.21	
	30	3	326	348	0.07	385	0.18	395	0.21	376	0.15	
主 桁 変 位	31	1	1.83	2.73	0.49	3.17	0.73	3.16	0.73	3.02	0.65	
	32	2	1.79	2.40	0.34	2.74	0.53	2.75	0.54	2.63	0.47	
	33	3	2.18	3.29	0.51	3.79	0.74	3.73	0.71	3.60	0.65	
	34	4	1.05	1.55	0.48	1.64	0.56	1.68	0.60	1.62	0.55	
	35	5	1.46	1.93	0.32	2.10	0.44	2.14	0.47	2.06	0.41	
	36	6	1.10	1.41	0.28	1.47	0.34	1.55	0.41	1.48	0.34	

30 ton											
40 km/h											
0 mm											
1		2		3		平 均					
動的応答値	動的係数	動的応答値	動的係数	動的応答値	動的係数	動的応答値	動的係数	動的応答値	動的係数	動的応答値	動的係数
131	0.22	135	0.26	110	0.03	125	0.17	227	0.17	193	-0.00
227	0.17	227	0.17	193	-0.00	216	0.11	269	0.18	271	0.18
269	0.18	271	0.18	240	0.05	260	0.14	175	-0.07	170	-0.10
137	0.10	146	0.18	121	-0.02	135	0.09	219	0.37	227	0.42
278	0.26	283	0.28	250	0.13	270	0.22	232	-0.02	244	0.03
144	-0.13	156	-0.06	134	-0.19	145	-0.13	157	0.36	157	0.36
258	0.19	259	0.20	210	-0.03	242	0.12	334	-0.02	327	-0.04
362	-0.13	344	-0.17	386	-0.07	364	-0.12	362	-0.17	371	-0.15
328	-0.18	386	-0.04	356	-0.11	357	-0.11	380	-0.10	421	0.00
331	-0.07	332	-0.07	293	-0.18	319	-0.11	182	-0.19	162	-0.28
52	-0.15	60	-0.02	57	-0.07	56	-0.08	187	0.05	194	0.09
242	0.13	249	0.16	227	0.06	239	0.12	223	0.11	225	0.12
312	-0.04	318	-0.02	274	-0.16	301	-0.07	317	0.04	318	0.04
327	-0.05	325	-0.05	285	-0.17	312	-0.09	101	0.46	107	0.55
217	0.17	222	0.20	232	0.26	224	0.21	207	0.09	210	0.11
395	0.21	414	0.27	387	0.19	399	0.22	3.41	0.86	3.40	0.86
2.81	0.57	2.87	0.60	2.64	0.47	2.77	0.55	3.96	0.82	3.97	0.82
1.72	0.64	1.76	0.68	1.74	0.66	1.74	0.66	1.77	0.21	1.86	0.27
1.48	0.35	1.55	0.41	1.44	0.31	1.49	0.36				

単位; ひずみ kg/cm
変位 mm

表一 3.4 衝撃係数実測値

縦リブひずみ応力の衝撃係数 (3回平均値)

総重量 (t)	段差量 (mm)	段差位置	速 度 (km/hr)	
			20	40
20	なし	—	0.00 ~ 0.24	-0.09 ~ 0.37
	10	スパン中央	-0.02 ~ 0.33	-0.14 ~ 0.24
	20	同上	0.13 ~ 0.56	-0.06 ~ 0.38
		中央1m手前	0.25 ~ 0.45	0.12 ~ 0.45
		中央2m手前	0.12 ~ 0.45	0.04 ~ 0.25
		中央3m手前	0.00 ~ 0.19	0.02 ~ 0.36
30	なし	—	-0.19 ~ 0.03	-0.18 ~ 0.04
	10	スパン中央	-0.17 ~ -0.04	-0.13 ~ -0.07
	20	同上	-0.19 ~ 0.03	-0.18 ~ 0.01

横桁ひずみ応力の衝撃係数 (3回平均値)

総重量 (t)	段差量 (mm)	段差位置	速 度 (km/hr)	
			20	40
20	なし	スパン中央	0.14 ~ 0.30	0.14 ~ 0.23
	10	同上	0.21 ~ 0.40	0.16 ~ 0.22
	20	〃	0.24 ~ 0.44	0.15 ~ 0.31
30	なし	〃	-0.05 ~ 0.03	-0.06 ~ 0.13
	10	〃	-0.05 ~ 0.09	-0.10 ~ 0.20
	20	〃	-0.06 ~ 0.17	-0.09 ~ 0.28

主桁ひずみ応力の衝撃係数 (3回平均値)

総重量 (t)	段差量 (mm)	段差位置	速 度 (km/hr)	
			20	40
20	なし	スパン中央	0.20 ~ 0.42	0.15 ~ 0.43
	10	同上	0.34 ~ 0.64	0.32 ~ 0.63
	20	〃	0.42 ~ 0.70	0.42 ~ 0.75
30	なし	〃	0.09 ~ 0.28	0.19 ~ 0.38
	10	〃	0.07 ~ 0.29	0.24 ~ 0.46
	20	〃	0.08 ~ 0.42	0.29 ~ 0.56

主桁変位の衝撃係数（3回平均値）

総重量 (t)	段差量 (mm)	段 差 位 置	速 度 (km / hr)	
			20	40
20	な し	スパン中央	0.32 ~ 0.39	0.33 ~ 0.43
	10	同 上	0.47 ~ 0.68	0.41 ~ 0.67
	20	〃	0.59 ~ 0.74	0.59 ~ 0.81
30	な し	〃	0.53 ~ 0.59	0.63 ~ 0.72
	10	〃	0.46 ~ 0.51	0.72 ~ 0.76
	20	〃	0.56 ~ 0.69	0.83 ~ 0.92

表-3.5 使用したデータのD.D.R.のチャンネル番号

測定量	位 置			D.D.R.のチャンネル番号
ひずみ	縦リブ	段差なし	伸縮装置部	13, 14, 15, 16 ch
			スパン中央部	3, 5, 6, 7 ch
		段差あり	スパン中央部	3, 5, 6, 7 ch
	横 桁	スパン中央部		19, 20, 21, 22, 23, 24 ch
	主 桁	〃		25, 26, 27, 28, 29, 30 ch
変 位	主 桁	伸縮装置部, スパン中央部共通		31, 32 ch

表一 3.6 車体加速度から算出した動的付加荷重最大値および動的係数

計測地点	積載重量 [ton]	走行速度 [km/h]	段差量 [mm]	段 差 位 置 (スパン中央か らの距離)[m]	回数	中軸動的付 加 荷 重 [kg]	中 軸 動 的 係 数	中軸左車輪 動的付加荷 重 [kg]	中軸左車輪 動的係数	後 軸 動 的 付 加 荷 重 [kg]	後 軸 動 的 係 数	後軸左車輪 動的付加荷 重 [kg]	後軸左車輪 動的係数
伸縮装置部	20.0	20.9	0.0			3458	0.46	1968	0.52	4496	0.60	2169	0.57
		38.1				5671	0.75	3151	0.84	7257	0.96	3902	1.03
スパン中央部	20.0	20.6	0.0			3412	0.46	2103	0.56	4838	0.64	2369	0.63
		38.5				5967	0.79	3719	0.99	7027	0.93	3763	1.00
	20.0	20.7	20.0	手前 3.0		6012	0.80	4067	1.08	5157	0.69	3827	1.01
		38.5				6370	0.85	4958	1.32	7045	0.93	6360	1.69
	20.0	19.3	20.0	手前 2.0		6330	0.84	4141	1.10	5019	0.66	4023	1.07
		38.9				5244	0.70	4962	1.32	6725	0.89	5199	1.38
	20.0	20.6	20.0	手前 1.0		6062	0.81	4322	1.15	5178	0.69	3703	0.98
		38.4				5790	0.77	4594	1.22	6850	0.91	5262	1.39
	20.0	19.8	20.0	0.0		6767	0.90	4389	1.17	5164	0.69	3954	1.05
		38.0				5559	0.74	4403	1.17	6645	0.88	5061	1.34
	20.0	20.5	10.0	0.0		3904	0.52	2280	0.61	5003	0.66	2445	0.65
		38.3				5090	0.67	3259	0.87	6683	0.89	3850	1.02
	30.0	21.5	10.0	0.0		4099	0.34	2361	0.40	3963	0.33	2656	0.43
		37.5				8145	0.68	3940	0.66	6532	0.53	3156	0.52
	30.0	19.8	20.0	0.0		5437	0.46	4011	0.67	4747	0.39	2697	0.44
		37.0				8985	0.75	4957	0.83	7747	0.63	4200	0.69
	30.0	20.5	0.0			4139	0.35	1857	0.31	3803	0.31	2281	0.37
		38.2				8245	0.69	4102	0.69	6915	0.57	3409	0.56
伸縮装置部	30.0	19.8	0.0			4403	0.37	2208	0.37	4415	0.36	2190	0.36
		38.4				7146	0.60	3516	0.59	6475	0.53	3251	0.53

表-3.7 (a) 各動的付加荷重最大値の作用位置(入口側ジョイントからの距離)

計測地点	車両重量 (ton)	走行速度 (km/h)	段差量 (mm)	段 差 位 置 スパン中央から の距離 (m) ()内は入口側ジ ョイントからの 距離 (m)	回数	中軸最大荷 重作用位置 (m)	中軸左車輪 最大荷重作 用位置(m)	後軸最大荷 重作用位置 (m)	後軸左車輪 最大荷重作 用位置(m)
伸縮装置部	20.0	22.9	0.0		1	0.77	0.26	-0.57	-0.57
		19.8			2	-0.29	1.43	-1.22	-1.22
		19.9			3	-0.12	1.46	-1.18	-1.18
		38.8			1	1.66	0.69	-0.08	-0.12
		37.7			2	1.87	1.87	0.05	0.05
		37.7			3	1.61	1.61	-0.19	-0.19
スパン中央部	20.0	20.5	0.0		1	1.42	2.46	-0.08	-0.08
		21.3			2	0.70	0.24	-0.82	-0.82
		20.0			3	1.78	1.78	-0.77	-0.77
		39.1			1	1.72	1.62	-0.09	-0.15
		37.8			2	1.67	1.61	-0.09	-0.13
		38.6			3	1.75	0.81	0.0	0.0
	20.0	23.7	20.0	手前 3.0 (1.6)	1	4.58	3.90	-0.15	3.29
		18.9			2	3.48	2.90	1.87	1.87
		19.5			3	3.72	3.12	2.09	3.10
		38.3			1	4.79	4.79	2.97	2.97
		38.9			2	4.96	4.96	3.12	3.12
		38.2			3	4.89	4.89	-0.12	3.05
	20.0	18.8	20.0	手前 2.0 (2.6)	1	4.62	4.62	3.03	4.04
		19.2			2	4.71	4.71	3.66	4.16
		19.9			3	4.61	4.61	3.53	4.01
		38.0			1	1.51	4.56	-0.20	3.89
		39.6			2	4.83	4.61	-0.17	4.01
		39.0			3	1.76	4.12	-0.05	4.06
	20.0	21.3	20.0	手前 1.0 (3.6)	1	5.94	5.33	-0.78	5.33
		21.3			2	5.92	5.33	-0.78	5.34
		19.3			3	5.54	4.99	3.94	5.01
		39.2			1	1.80	5.13	0.0	5.14
		37.7			2	1.61	4.97	-0.18	4.99
		38.4			3	1.63	5.03	-0.10	5.05
	20.0	19.8	20.0	0.0 (4.6)	1	6.40	6.40	5.32	5.81
		20.6			2	6.63	6.63	5.55	6.02
		19.2			3	6.75	6.75	5.12	6.15
		37.4			1	1.57	7.77	-0.19	5.93
		38.1			2	1.65	6.04	-0.11	6.04
		38.6			3	1.64	6.07	-0.11	6.03

表一 3.7 (b) 各動的付加荷重最大値の作用位置（入口側ジョイントからの距離）

計測地点	車両重量 (ton)	走行速度 (km/h)	段差量 (mm)	段 差 位 置 スパン中央から の距離 (m) ()内は入口側ジ ョイントからの 距 離 (m)	回数	中軸最大荷 重作用位置 (m)	中軸左車輪 最大荷重作 用位置(m)	後軸最大荷 重作用位置 (m)	後軸左車輪 最大荷重作 用位置(m)
スパン中央部	20.0	19.0	10.0	0.0	1	6.44	6.44	- 1.33	4.82
		21.1		(4.6)	2	6.90	0.28	- 0.78	- 0.78
		21.5			3	0.89	7.04	- 0.65	- 0.65
		38.3			1	1.66	0.77	- 0.08	- 0.08
		38.6			2	1.64	1.55	- 0.15	- 0.15
		38.0			3	1.61	0.66	- 0.16	- 0.16
	30.0	24.5	10.0	0.0	1	1.14	1.14	- 0.45	6.11
		20.5		(4.6)	2	0.41	6.73	5.26	5.26
		19.6			3	0.45	6.55	- 0.88	5.05
		38.9			1	1.70	1.70	0.86	4.10
		37.0			2	1.50	1.47	0.70	- 0.37
		36.5			3	1.46	1.46	0.50	0.50
	30.0	19.3	20.0	0.0	1	0.24	6.54	- 1.06	5.26
		21.1		(4.6)	2	6.74	6.74	5.67	5.67
		19.1			3	0.23	6.53	- 1.07	5.27
		38.4			1	1.81	5.60	0.07	4.29
		36.1			2	1.52	1.52	0.57	5.91
		36.6			3	1.62	1.62	0.68	4.09
	30.0	19.7	0.0		1	0.22	0.22	- 1.08	- 1.20
		21.1			2	0.70	0.84	- 0.64	- 0.71
		20.7			3	0.34	0.47	- 0.98	- 1.08
		38.8			1	1.58	1.58	- 0.20	0.61
		37.6			2	1.68	1.62	0.66	0.66
		38.1			3	1.71	1.65	0.70	0.70
伸縮装置部	30.0	22.6	0.0		1	1.05	1.05	- 0.52	- 0.52
		18.8			2	- 0.07	- 0.07	- 1.40	- 1.40
		18.0			3	0.05	0.05	- 1.26	- 1.26
		38.5			1	1.84	1.84	0.89	0.89
		37.4			2	1.61	1.61	0.68	0.68
		39.4			3	1.78	1.71	0.0	0.0

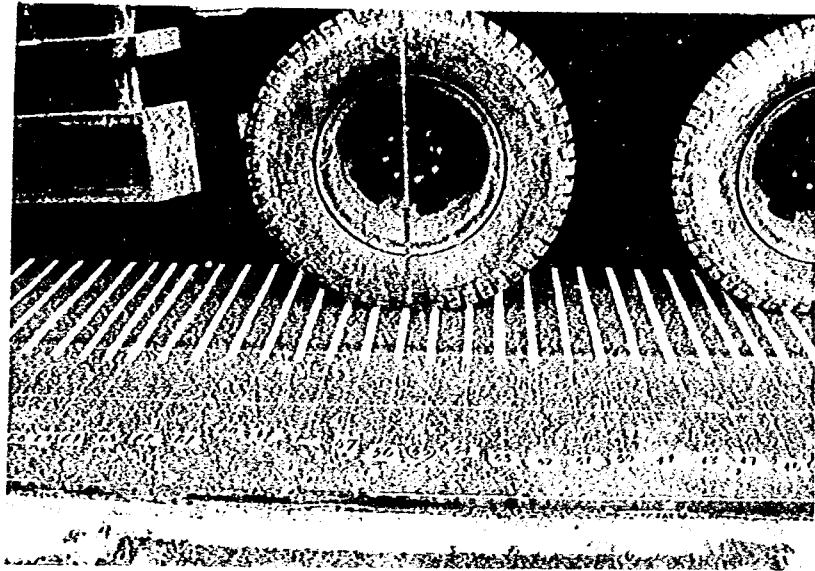


写真-3.1 静的載荷試験

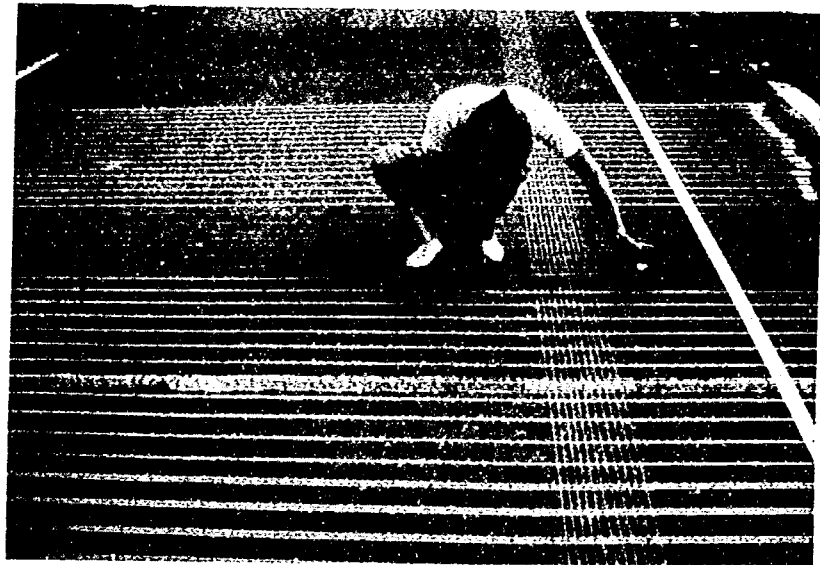


写真-3.2 載荷位置のマーキング



写真-3.3 ひずみゲージの貼付け状況

参 考 文 献

- 1) 成田, 桂樹, 江本; 衝撃係数の再検討に関する実橋実験, 土木技術資料 Vol. 22 No. 5
MAY 1980
- 2) 山田, 小堀; 活荷重に対する道路橋の動的応答—衝撃係数—に関する考察 土木学会論文集
第148号 昭和42年12月
- 3) 金井, 佐藤; 橋梁活荷重の信頼性解析, 土木研究所資料第1865号 昭和57年7月
- 4) 日本道路公団伸縮装置改良委員会; 伸縮装置調査研究(その4) 報告書 昭和49年3月
- 5) 本田, 小堀, 山田; 多径間連続桁橋の動的応答と衝撃係数に関する考察, 土木学会論文報告集
第331号 1983年3月
- 6) 構造物の安全性・信頼性 土木学会編
- 7) J.R.BILLING, Dynamic loading and testing of Bridges in Ontario, Canadian
Journal of Civil Engineering, Volume 11, Number 4, December 1984
- 8) 成田, 桂樹, 江本; 路面凹凸を考慮した橋梁の衝撃係数, 土木技術資料 Vol.20 No.3
MARCH 1978
- 9) 成田, 桂樹, 江本, 藤城; 橋梁の設計動荷重に関する試験調査報告書〔III—1979〕
土木研究所資料第1555号 昭和55年3月
- 10) 本田, 城戸, 梶川, 小堀; 道路橋の路面凹凸パワースペクトル密度に関する調査, 土木学会論文
報告集第315号 1981年11月
- 11) 横山, 井上, 永原, 藤城; 橋の伸縮装置に作用する自動車荷重, 土木技術資料 Vol. 28 No.5
MAY 1986
- 12) 横山, 井上, 藤城, 永原; 道路橋の衝撃係数に関する実橋実験とシミュレーション解析, 土木技術
資料 Vol. 28 No.5 MAY 1986
- 13) 岩崎, 篠原, 藤野, 田中; 実態調査結果を用いたシミュレーションによるL活荷重特性値の検討,
土木学会第41回年次講演会 昭和61年11月

橋の衝撃荷重に関する試験調査報告書
〔1-1987〕

ISSN 0386-5878
土研資料 第 2426 号
昭和 62 年 1 月

キーワード：限界状態設計法，衝撃係数，動的応答シミュレーション，鋼床板，
衝撃実験

要 旨

限界状態設計法における道路橋の衝撃係数について検討するために，橋の動的
応答シミュレーション，鋼床版試験橋での衝撃測定実験を行った。本報告書はこ
れらの調査，解析をまとめたものである。

郵便はがき

40円切手
をはいて
下さい。

建設省土木研究所
構造橋梁部構造研究室
御中

茨城県筑波郡豊里町大字旭一番地

No. 1

No. 4

配布先氏名

配布先住所

○

土木研究所資料第 2426 号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名 ④

○