

土 木 研 究 所 資 料

コンクリート桁高架橋交通振動実測 調査報告書

昭和63年 8月

建設省土木研究所
構造橋梁部構造研究室

Copyright ©(1988)by P.W.R.I.

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

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

コンクリート桁高架橋交通振動実測 調査報告書

構造研究室 室長 横山 功一

研究員 井上 純三

伊 関 英彦

要 旨

コンクリート桁高架橋の交通振動特性を把握し、またコンクリート桁橋と鋼鈑桁橋との橋種の違いによる振動軽減対策としての効果を検証するために、高架橋交通振動の実測調査を行った。昨年度までに同様な実測調査を行った各種構造形式の高架橋と比較した結果、鋼鈑桁高架橋よりもコンクリート桁高架橋の方が構造物自体の振動の大きさについて軽減効果のあることが分かった。

キーワード：コンクリート桁高架橋，振動軽減対策

ま え が き

道路交通振動に関する研究は構造研究室においては昭和48年度から開始され、道路構造別の予測式の作成を中心に研究を行ってきた。高架道路の振動問題については昭和60年度から本格的な調査を開始し、各種構造形式の高架道路の振動特性把握、振動軽減対策の検討を目的として高架橋における交通振動実測調査を行い、調査成果はそれぞれ報告書にとりまとめられている。本報告書は昭和62年度に実施したコンクリート桁高架橋の実測調査、及びこれら一連の調査検討結果を踏まえて、とりまとめ報告するものである。

目 次

まえがき

1. 概 説	1
1.1 調査経緯	1
1.2 調査概要	1
2. 交通振動実測調査	2
2.1 調査橋梁	2
2.2 調査内容	8
2.2.1 測定項目	8
2.2.2 走行試験方法	8
2.2.3 試験車	8
2.2.4 測定システム	8
3. 調査結果	13
3.1 時刻歴図	13
3.2 最大加速度	26
3.3 スペクトル解析	35
3.4 振動モード	42
4. 構造的な振動軽減対策の検討	50
5. まとめ	54
謝 辞	55
参考文献	55

1. 概 説

1.1 調査経緯

高架道路の交通振動問題に関する調査は、構造研究室においては昭和60年度を初年度として開始し、各種構造形式の異なる高架道路を対象に振動実測調査を行い、高架道路の振動特性把握、振動軽減対策の検討を進めてきている。昭和60年度は橋脚形式による対策の検討として橋脚形式の異なる単純鋼鈑桁橋（T型橋脚，門型ラーメン橋脚）¹⁾の二橋梁を対象に振動実測調査を行った。その結果，門型ラーメン橋脚のほうがT型橋脚よりも橋脚に生ずる振動は小さいことが分かった。昭和61年度は上部構造形式による対策の検討として，主桁を連続化した連続鋼鈑桁橋²⁾を対象に振動実測調査を行った。その結果，主桁を連続化することにより桁の振動はかなり低減され，また中間支点上では振動発生源となる伸縮装置部がないため振動軽減対策上有利な構造であることが分かった。そして昭和62年度は橋種の違いによる対策の検討として，鋼鈑桁橋とは橋種の異なるコンクリート桁橋を対象に振動実測調査を行った。

本報告書は，昭和62年度に実施したコンクリート桁橋の実測調査と，これら昭和60年度～昭和62年度に実施した高架橋交通振動実測調査の結果を総合的に検討し，交通振動軽減に関する構造対策の有効性，または橋種の違いによる振動軽減効果についての検討成果をとりまとめたものである。

1.2 調査概要

本調査はコンクリート桁高架橋の交通振動特性を把握し，橋種による交通振動軽減対策の効果を検証するために，高架道路上で試験車（20 t 車）を用いた走行試験を行い高架橋各部，及び周辺地盤の振動加速度，沿道における音圧を測定した。

調査対象橋梁は前年度同様な実測調査を行った3径間連続鋼鈑桁と対比するために，上部構造形式が概ね同一で，かつ橋種の異なる3径間連結PC桁（T型コンクリート橋脚）とした。最後に，これらのデータをもとにコンクリート桁高架橋の振動特性を把握し，さらに橋種の違いによる高架橋交通振動の振動軽減効果についての検討を行った。

2. 交通振動実測調査

2.1 調査橋梁

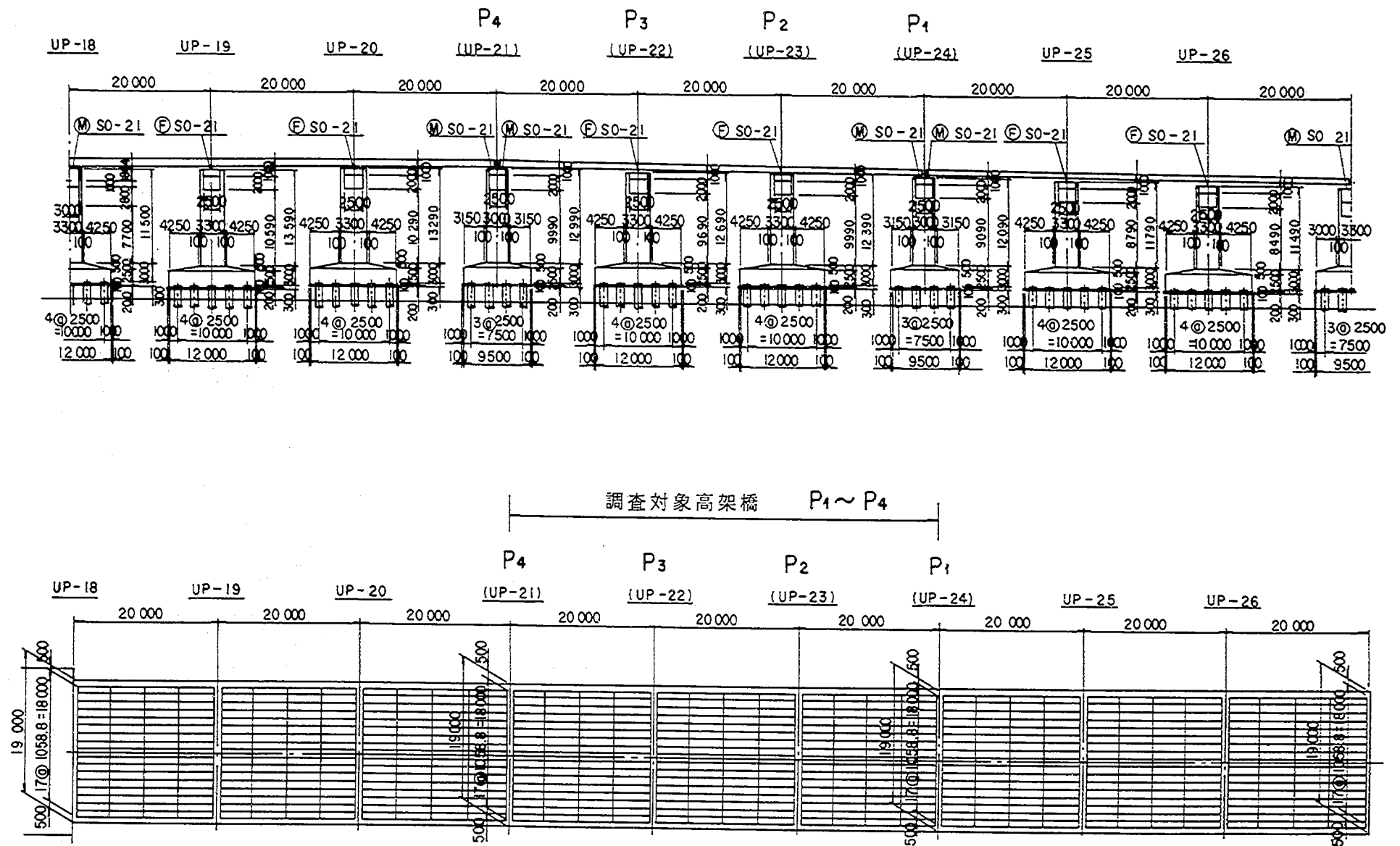
今回調査対象とした橋梁は、阪神高速道路の3径間連結PC桁高架橋（以下、コンクリート桁橋と称す）である。本橋梁は橋種の違いが交通振動の特性や大きさに及ぼす影響を調べるために、前年度同様な調査を行った調査橋梁（3径間連続鋼鈹桁橋）と構造諸元が概ね同一となるように選定を行った。本橋梁の概要は表一1に示したように、上部構造はPCプレテンション桁の単純桁を3径間に渡って連結化したもので、構造形式的には3径間連続桁と考えた。下部構造については基礎形式が場所打ち杭となっていて前年度の調査橋梁と条件は同じであるが、橋脚形式はRCのT型橋脚で前年度の門型ラーメン橋脚とは異なっている。コンクリート桁橋の一般図を図一1に、構造図を図一2(1)、(2)に、そして外観を写真一1にそれぞれ示した。

対象高架橋周辺の地質調査は図一3に示す2地点において行われ、それらの土質柱状図は図一4に示したとおりで、対象高架橋周辺の土質は砂及び礫混り砂から構成されているのが分かる。またN値について見ると10以上の広い範囲で分布しており、全体的に大きい値を示していることから比較的良好な地盤であると判断される。

表一1 調査対象高架橋概要

橋 種	高 架 橋 構 造 形 式			道 路 条 件	
	上 部 構 造	下部構造	基礎構造	車線数	幅 員
コンクリート桁橋	3径間連結桁 橋長 60.0 m (3@20m)	RC単柱 (T型)	場所打ち杭	4	19.0 m

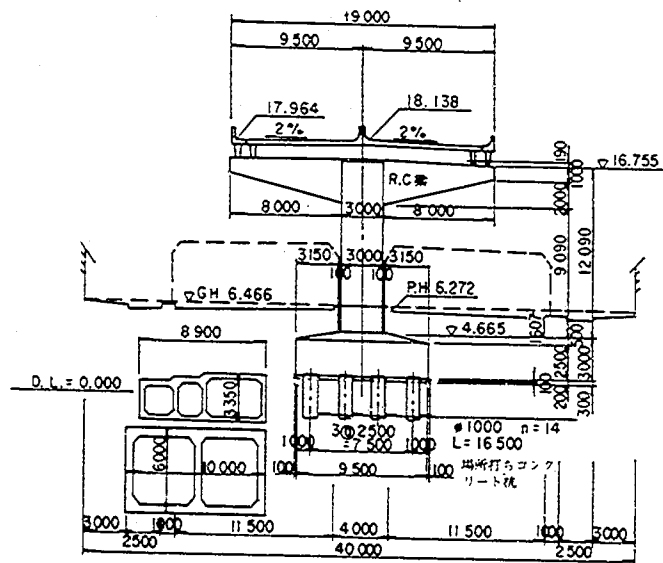
参考 (鋼鈹桁橋 3径間連続桁 RC門柱 場所打ち杭 4 19.0 m)
橋長 81.0 m (27+29+25m) (ラーメン)



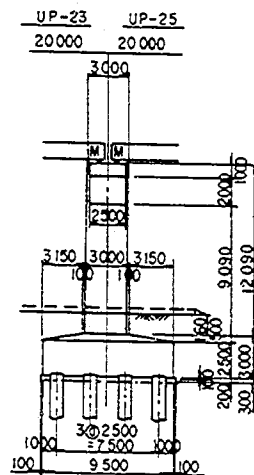
圖一 1 高架橋一般圖

P₁(UP-24)

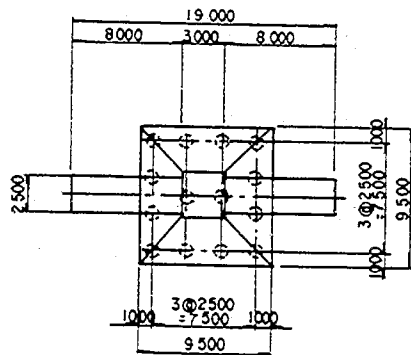
正面図



側面図

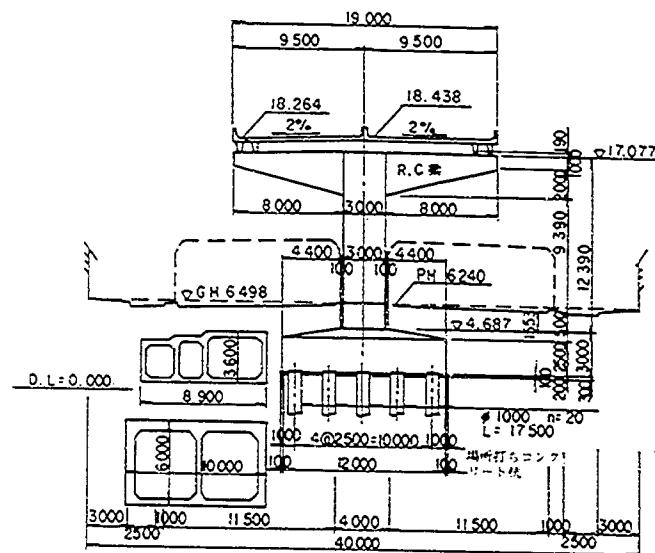


平面図

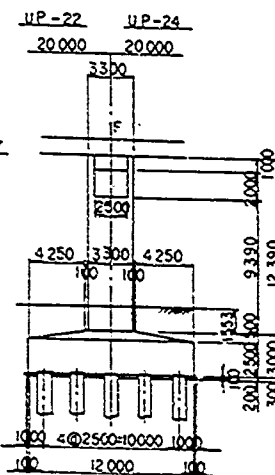


P₂(UP-23)

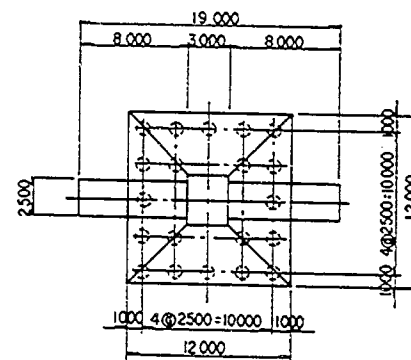
正面図



側面図



平面図

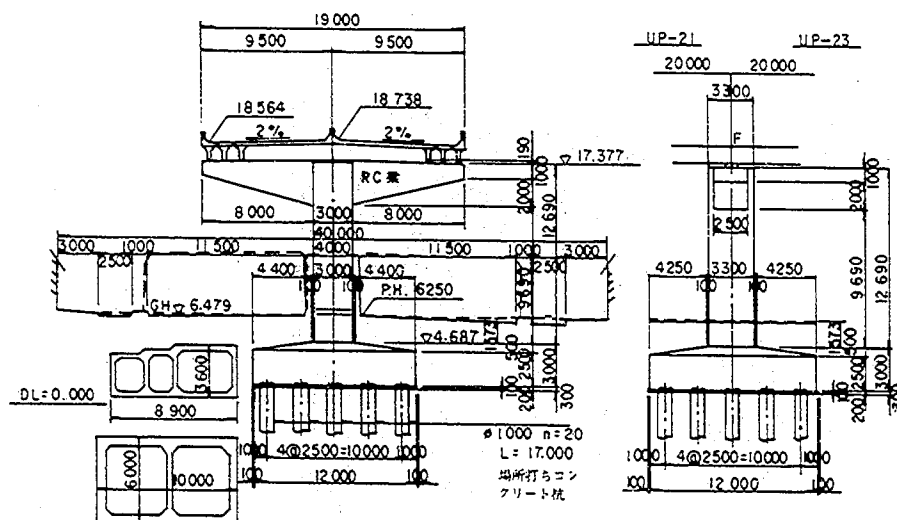


図—2(1) 高架橋構造図

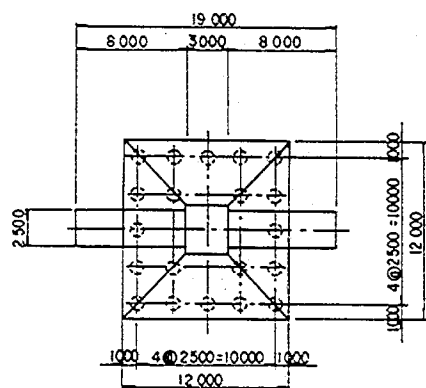
P₃(UP-22)

正面图

側面図



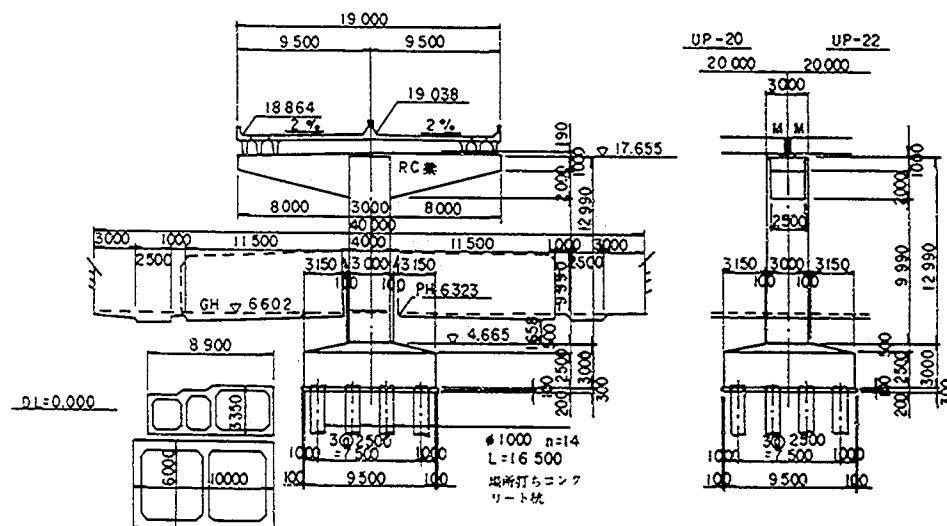
平面图



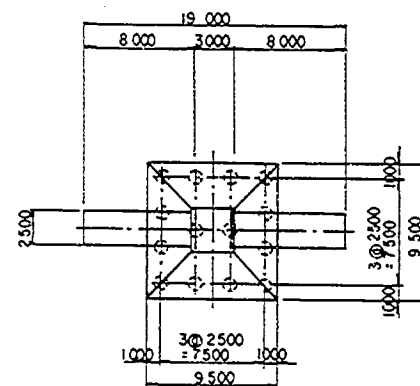
P₄ (UP-21)

正面图

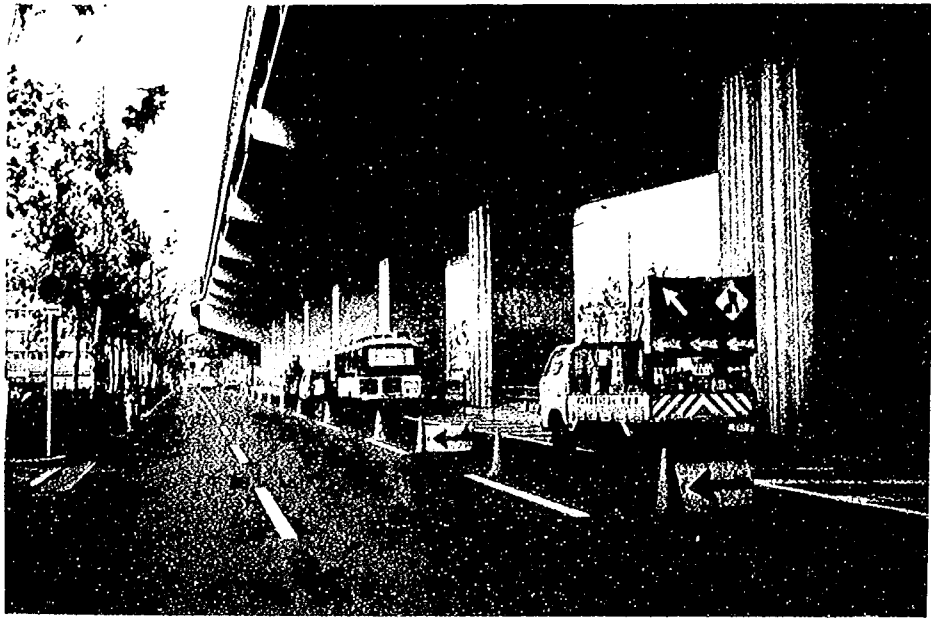
側面図



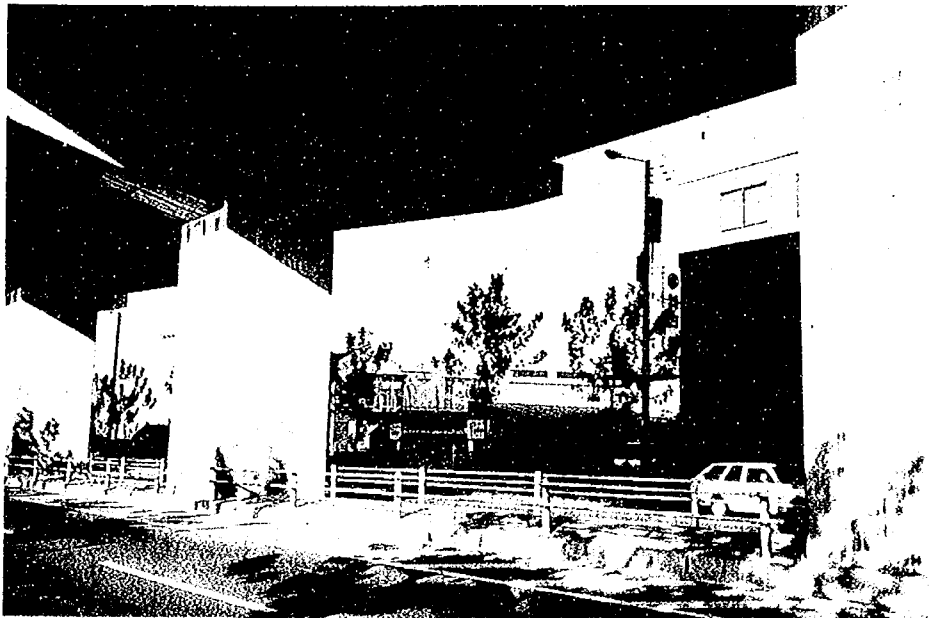
平面图



圖一 2 (2) 高架橋構造圖

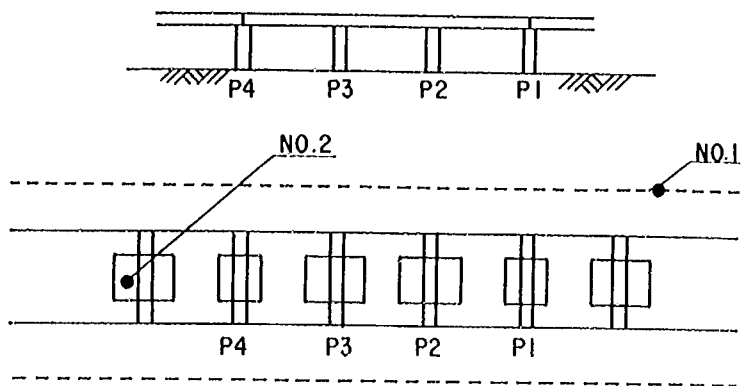


対 象 橋 梁 全 景

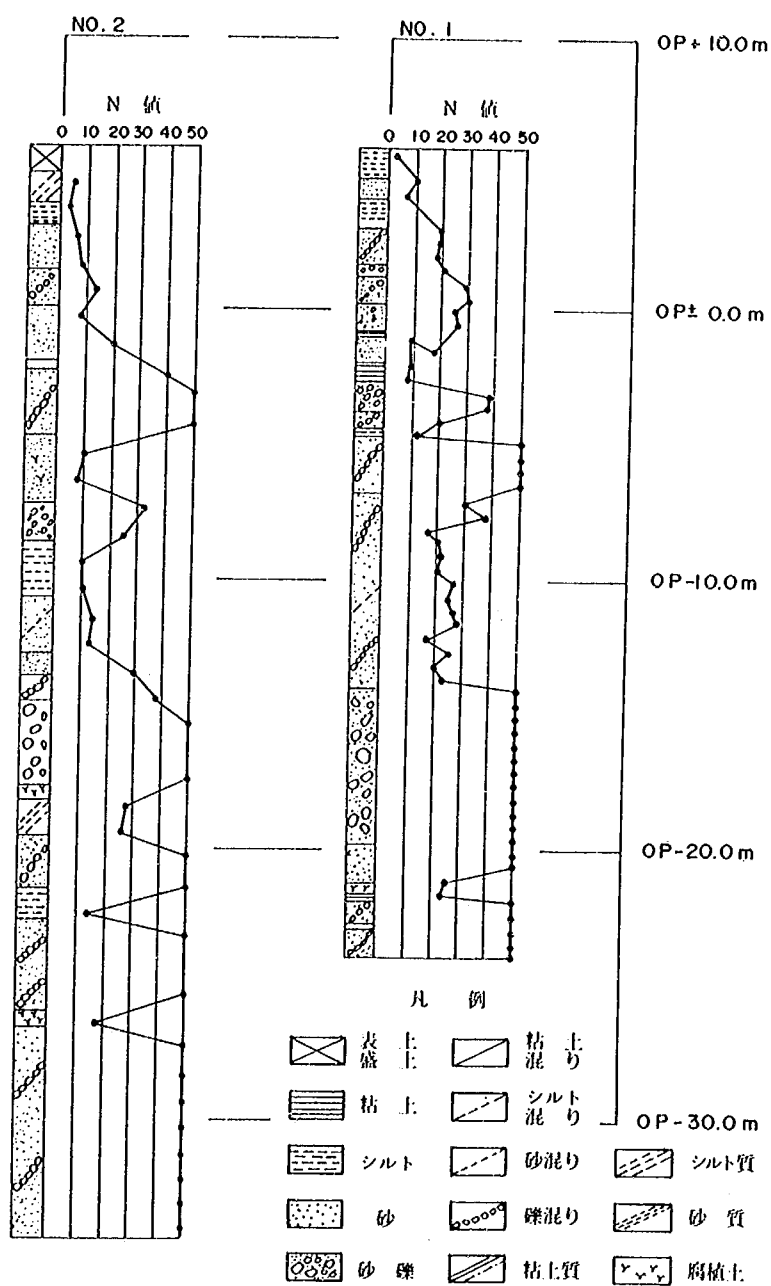


橋 脚

写真一 1 調査橋梁外観



図—3 土質調査位置図



図—4 土質柱状図

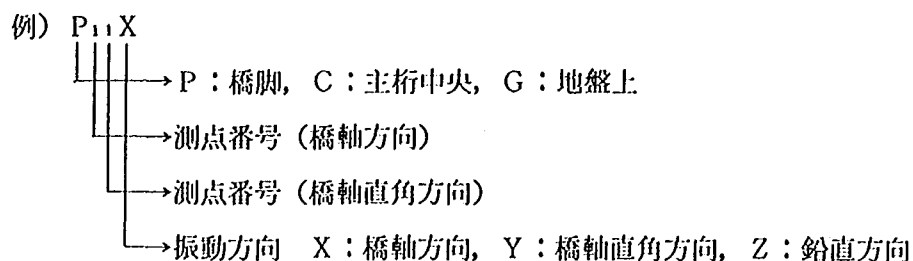
2.2 調査内容

2.2.1 測定項目

測定項目は(1)構造物の振動加速度、(2)周辺地盤の振動加速度、(3)沿道の音圧の3項目とし、総計34成分とした。

測点は、高架橋の動きを3次元的に把握するために高架橋主桁中央、橋脚天端、橋脚基部、及び橋脚周辺の地盤上に、それぞれ加速度計を配置した。また同時に主桁中央部にあたる歩道上に低周波音レベル計を設置し、音圧の測定も行った。

測点の配置図を図—5に、そして調査項目を表—2に示した。なお、測点名の記号については以下の表示を行うこととする。



2.2.2 走行試験方法

測定は試験車走行により行い、表—3に示した走行パターンに従って試験車の走行位置（走行車線、追越し車線）、走行速度（40、60km/h）を変化させた。試験車走行は高架上（高架道路）、及び高架下（平面街路）の一般車交通の影響を避けるために比較的交通量の少ない深夜に行い、試験車ができるだけ単独走行に近い条件のもとで実施できるようにした。とくに高架道路上での規制は行っていない。

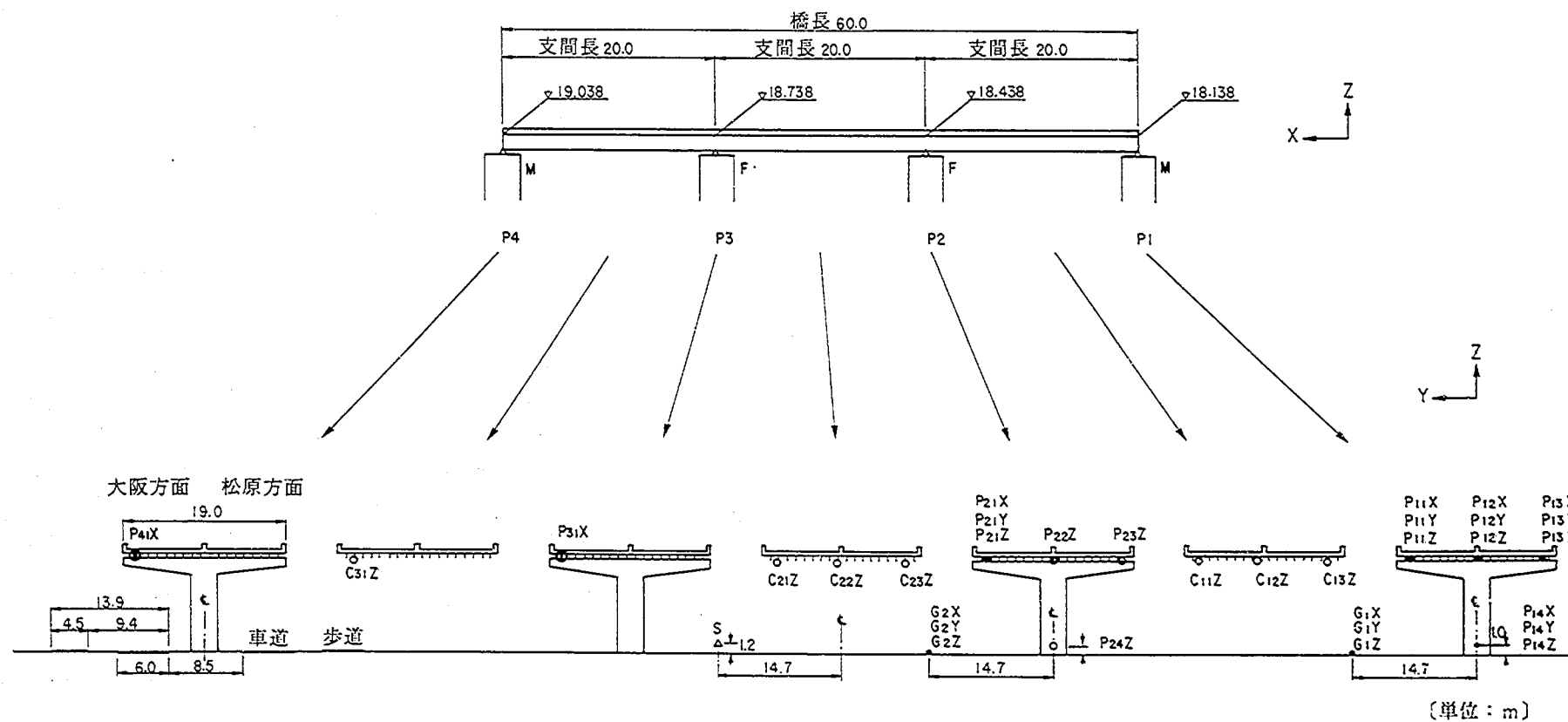
2.2.3 試験車

試験車は、図—6、及び表—4に示したように総重量20tの前1軸、後2軸の3軸大型ダンプトラックを用いた。試験車の外観は写真—2のとおりである。

2.2.4 測定システム

測定時の機器の構成を図—7に、使用機器の一覧表を表—5に示す。測定記録はすべてデジタルデータレコーダによる磁気記録とし、データサンプリング間隔（ Δt ）は0.01（s）とした。

← 試験車走行方向



● : 加速度(各 3 成分; X, Y, Z)

X; 橋軸方向
Y; 橋軸直角方向
Z; 鉛直方向

⊙ : 加速度(各 1 成分; X)

○ : 加速度(各 1 成分; Z)

△ : 音圧(1 成分; 地上 1.2 m)

TOTAL : 34 成分

例) P11X P : 橋脚 C : 主桁中央 G : 地盤上
測点番号(橋軸方向)
" (" 直角方向)
振動方向(X, Y, Z)

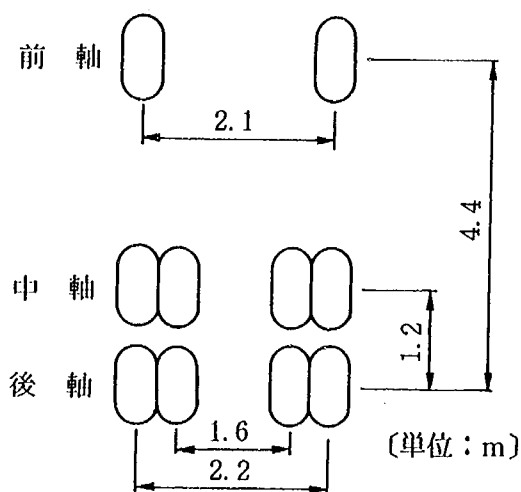
図-5 測点配置図

表一 2 調査項目

調査項目	測点位置	地点数	測点成分数
加速度 (Z)	桁スパン中央	7	7
加速度 (X)	橋脚天端	2	2
加速度 (Z)	橋脚天端	2	2
加速度 (X, Y, Z)	橋脚天端	4	12
加速度 (Z)	橋脚基部	1	1
加速度 (X, Y, Z)	橋脚基部	1	3
加速度 (X, Y, Z)	地 盤	2	6
音 圧	歩 道 上	1	1
総 計		20	34

表一 3 試験車走行パターン

走行位置	走行回数		走行回数計
	40km/h	60km/h	
走行車線	4	4	8
追越車線	—	4	4



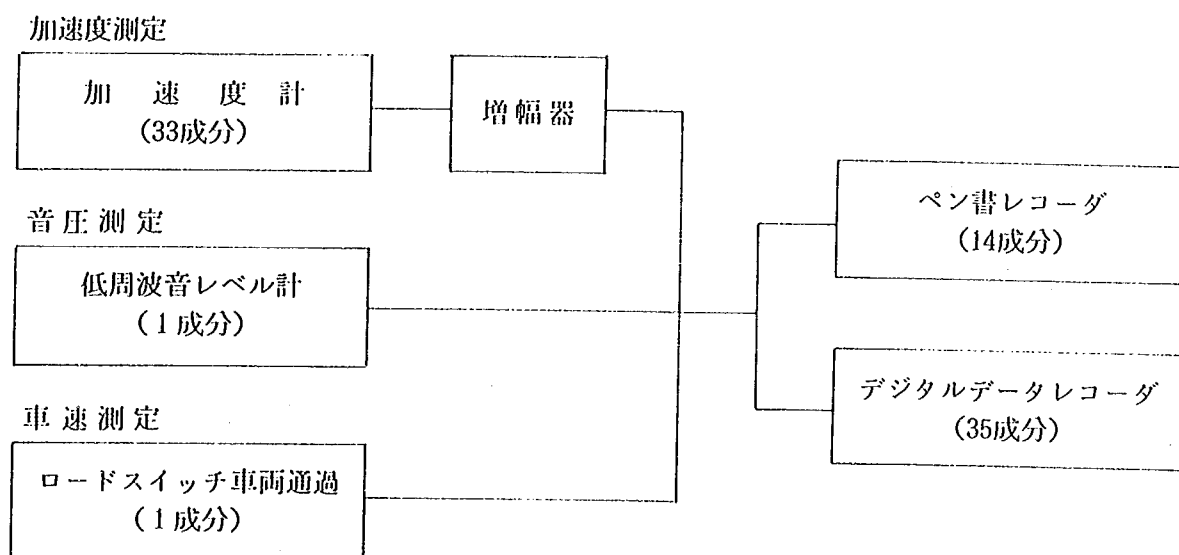
図一 6 荷重車諸元(いすゞ: K-SSZ451D)

表一 4 荷重車重量

重 量 (ton)		
前 軸	中, 後軸	計
5.3	14.6	19.9



写真一 2 試 験 車



図一 7 計測システム

表-5 使用計器

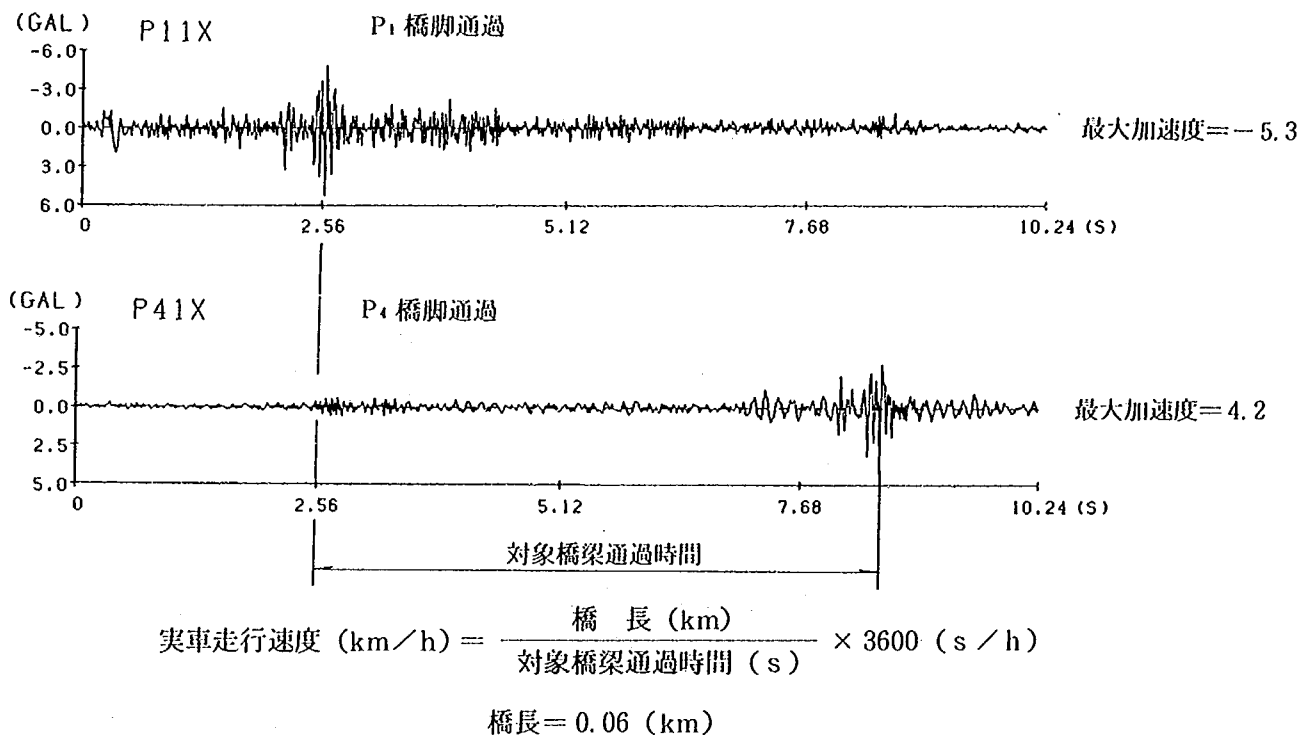
計器名	型 式	メーカー	使用個数	備 考
加 速 度 計 (サーボ型)	V401BR V401R V401AR	AKASHI	33 個	その他 ・中継ケー ブル
増 幅 器 (加速度)	N24C N24SA N24E	AKASHI	8 台	
低 周 波 音 計 レ ベ ル 計	NA-17	RION	1 セット	
デ ジ タ ル データレコーダ	TEAC DR-2000B (MT-800)	TEAC	1 台	
ペン書レコーダ	LINEAR CORDER MARKV	WATANABE	1 台	
メモリスコープ	MS-5100A	岩通電子 測 定 器	1 台	
マルチメータ	TR6355	タケダ理研	1 台	

3. 調査結果

3.1 時刻歴図

対象橋梁を試験車が通過した時の振動波形図を走行車線走行時、追越し車線走行時の他の車両の影響が最も小さいデータを代表例としてそれぞれ図一8、図一9に示した。これらの図では高架橋の主桁、橋脚天端、橋脚基部、ならびに橋脚側面から14.7 m離れた地盤上での鉛直、水平方向の加速度波形記録と、沿道における音圧記録を示している。試験車の対象橋梁への進入、通過は試験車からの無線連絡によりロードスイッチから信号を入力した。図ではMARKERにより試験車のおおよその位置が確認できる。

試験車の実車走行速度は、対象橋梁両側の橋脚に設置した測点の振動波形をもとに計算した。図一10に試験車が対象橋梁両側のそれぞれの橋脚を通過した時の振動波形図と、実車走行速度の計算方法を示した。



図一10 実車走行速度の計算方法

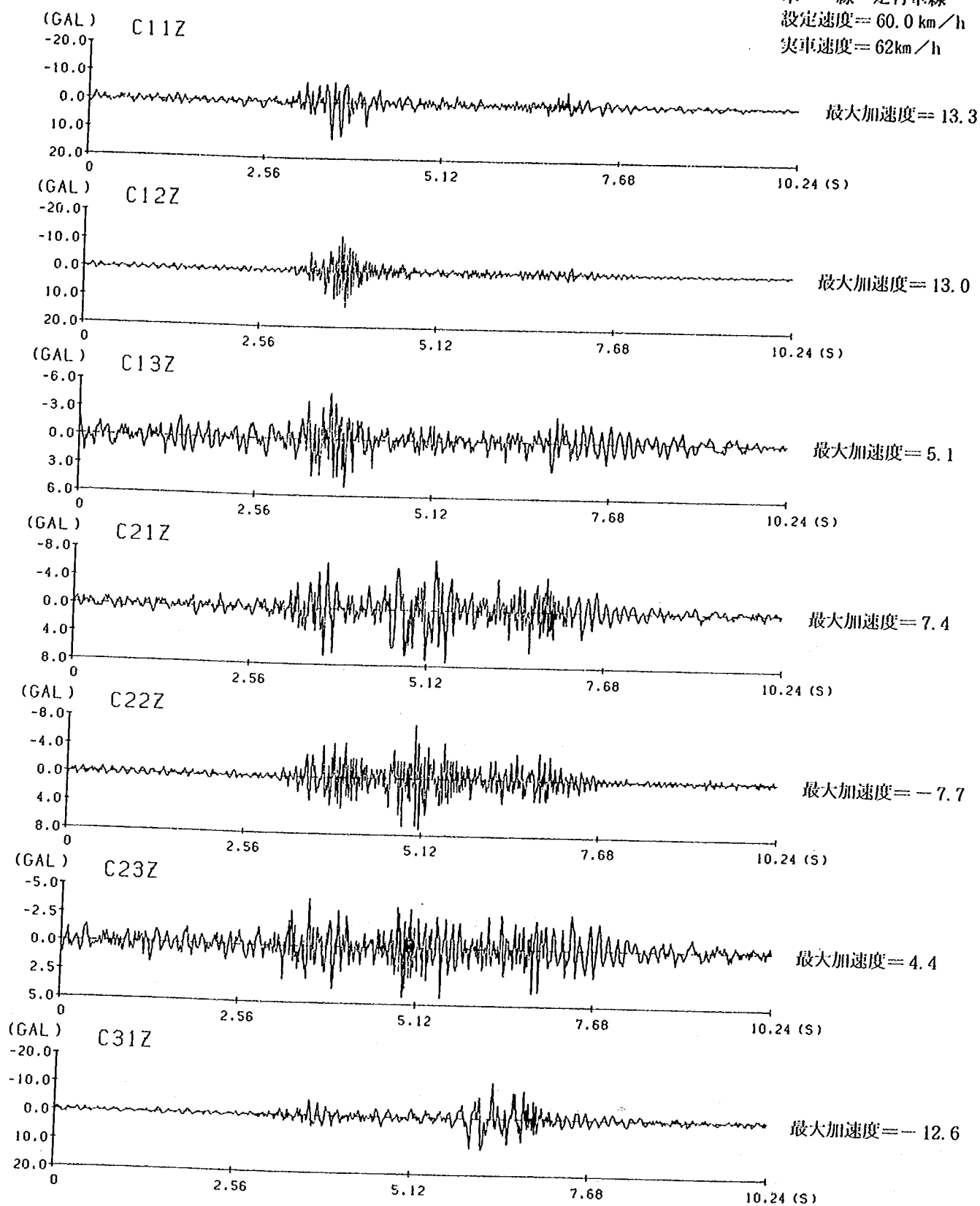
走行、追越し、いずれの振動波形図からも、試験車が桁を通過する時には外桁（走行車線側、及び対向車線側）には比較的低い周波数の振動が支配的に発生しているのに対し、中桁（橋脚直上部）では高い周波数の振動が認められるようになる。

また、橋脚については桁で測定された振動が主に低い振動数成分が支配的であるのに対し、更にそれに加えて高い振動数成分が含まれた振動が発生する傾向が見られる。

地盤上に発生する振動についても橋脚で測定された振動と同様のことが言え、低い振動数成分と高い振動数成分が含まれた振動となっている。走行車両からの振動の影響を伸縮装置部のある橋脚と伸縮装置部のない橋脚の周辺地盤で比較してみると、橋軸方向の振動成分にはその影響はほとんど見られないのに対し、橋軸直角方向、及び鉛直方向の成分には比較的その影響が明瞭に現れているのが分かる。

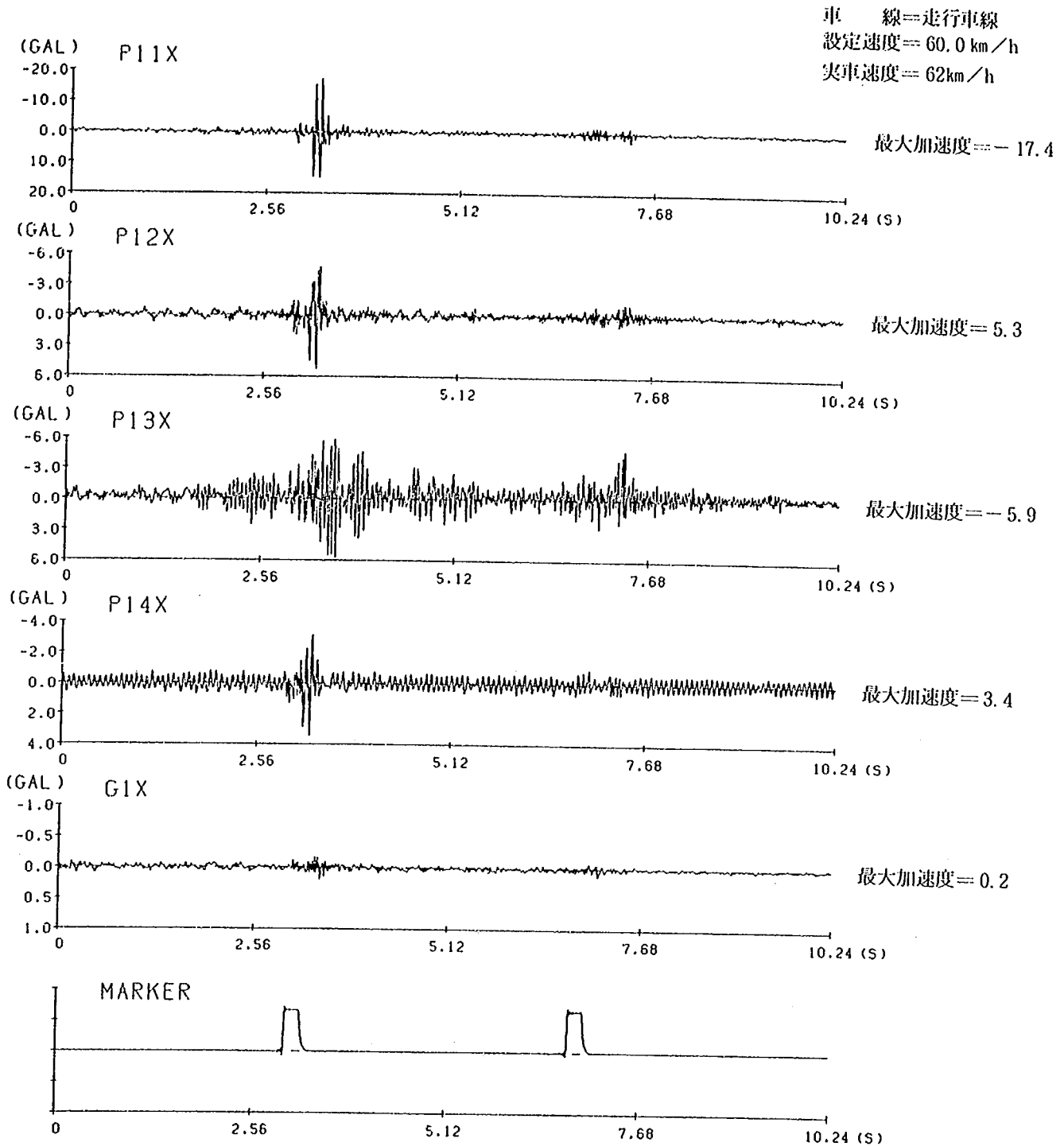
昭和62年度コンクリート桁高架橋交通振動実測調査 (LABEL No.12-1)

車 線=走行車線
 設定速度= 60.0 km/h
 実車速度= 62km/h



図一8(1) 試験車通過時の振動波形 (走行車線60km/h走行)

昭和62年度コンクリート桁高架橋交通振動実測調査 (LABEL No.12—2)



図一8(2) 試験車通過時の振動波形 (走行車線60km/h走行)

昭和62年度コンクリート桁高架橋交通振動実測調査 (LABEL No.12---3)

車 線=走行車線
 設定速度= 60.0 km/h
 実車速度= 62km/h

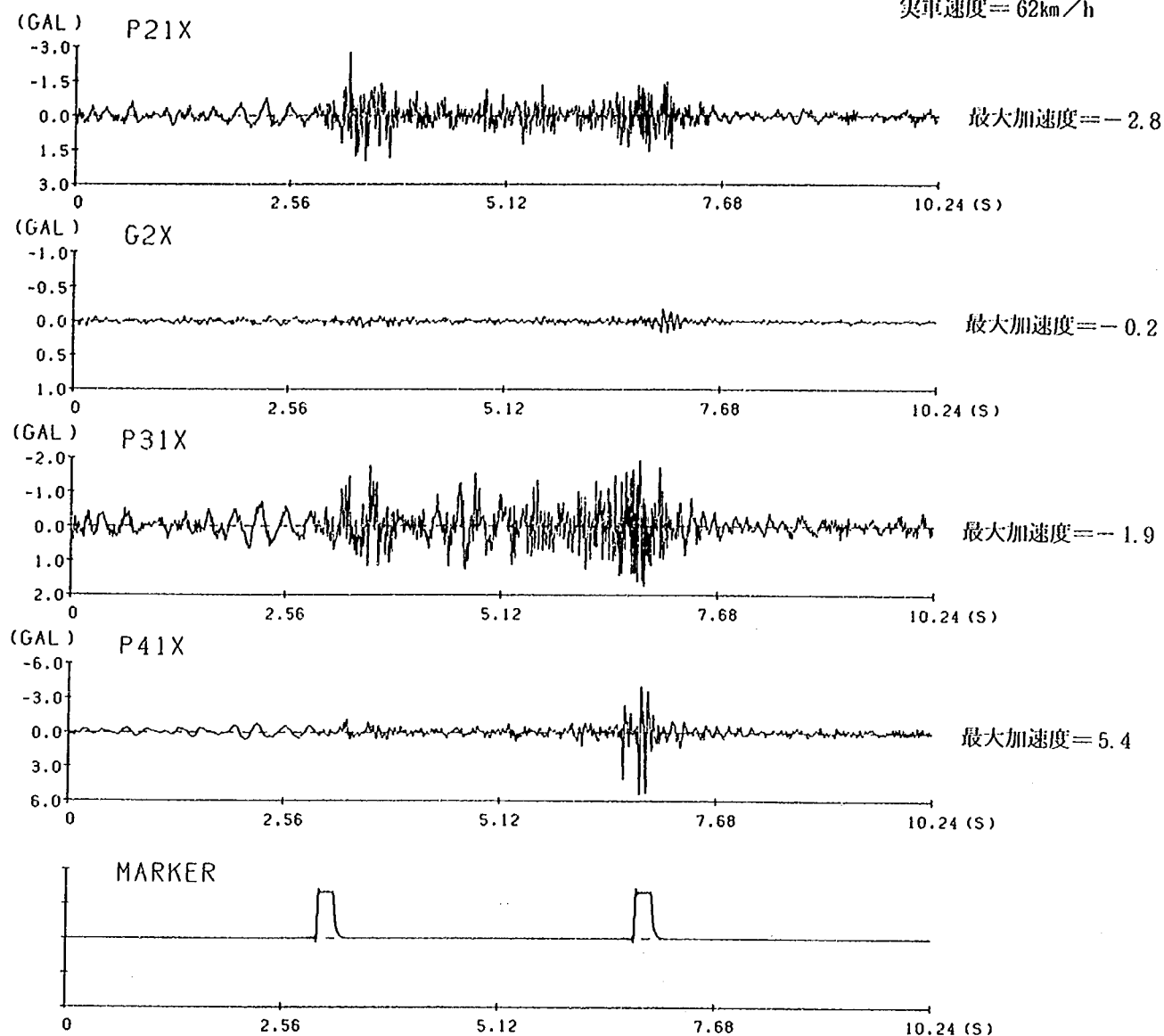


図-8(3) 試験車通過時の振動波形 (走行車線60km/h走行)

昭和62年度コンクリート桁高架橋交通振動実測調査 (LABEL No.12-4)

車 線=走行車線
 設定速度= 60.0 km/h
 実車速度= 62km/h

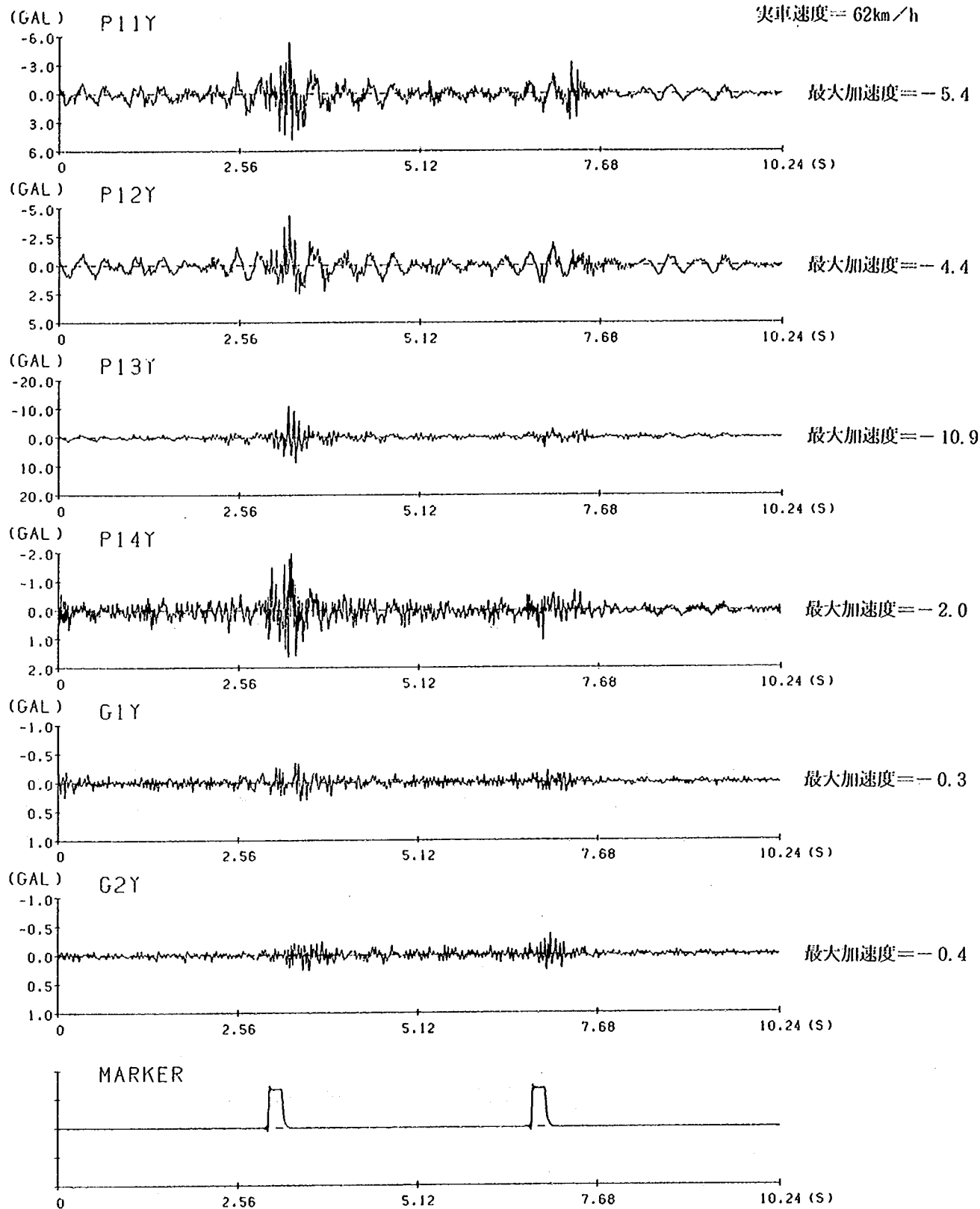
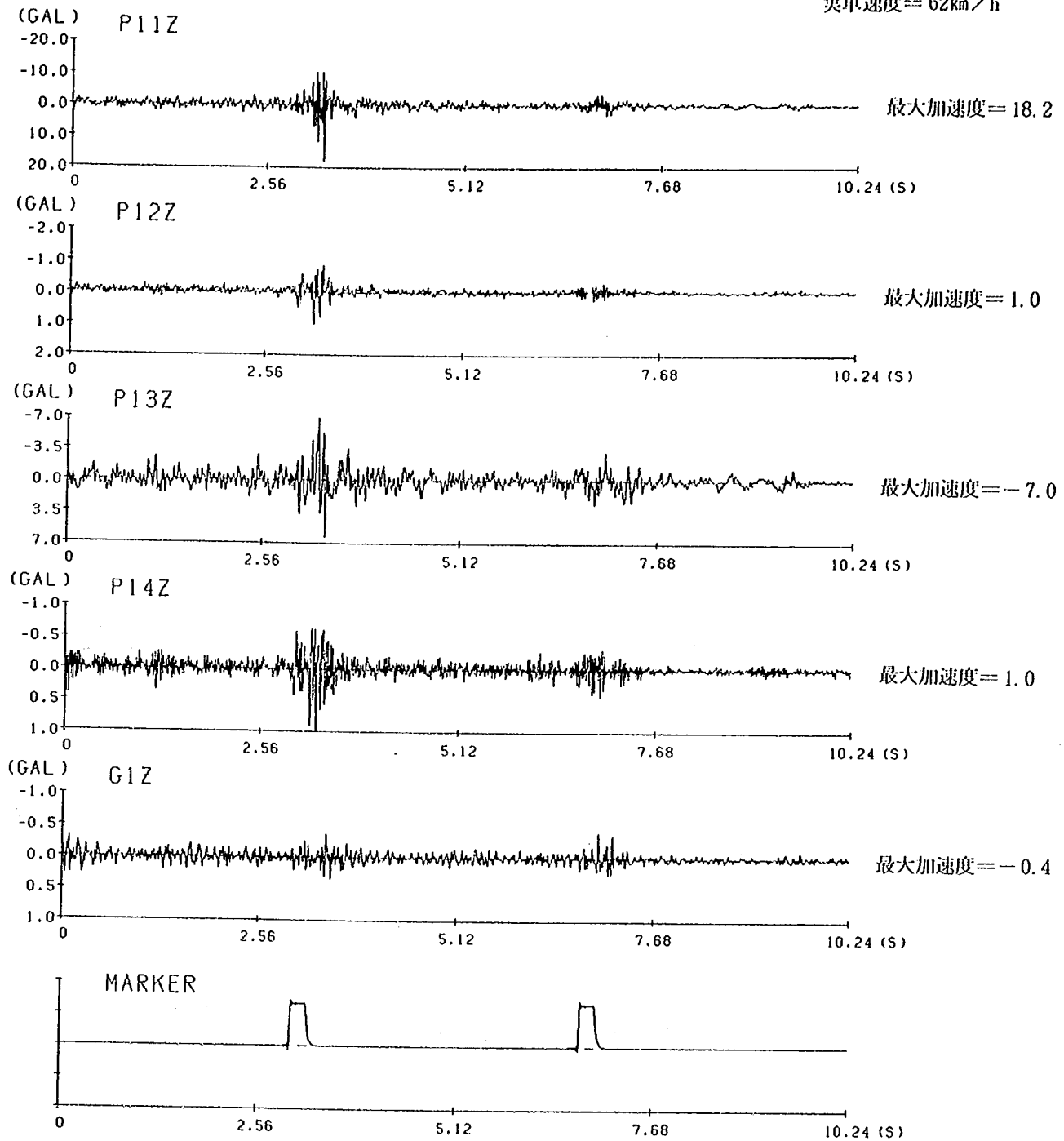


図-8(4) 試験車通過時の振動波形 (走行車線60km/h走行)

昭和62年度コンクリート桁高架橋交通振動実測調査 (LABEL No.12—5)

車 線=走行車線
 設定速度= 60.0 km/h
 実車速度= 62km/h



図一8(5) 試験車通過時の振動波形 (走行車線60km/h走行)

昭和62年度コンクリート桁高架橋交通振動実測調査 (LABEL No.12-6)

車 線==走行車線
 設定速度== 60.0 km/h
 実車速度== 62km/h

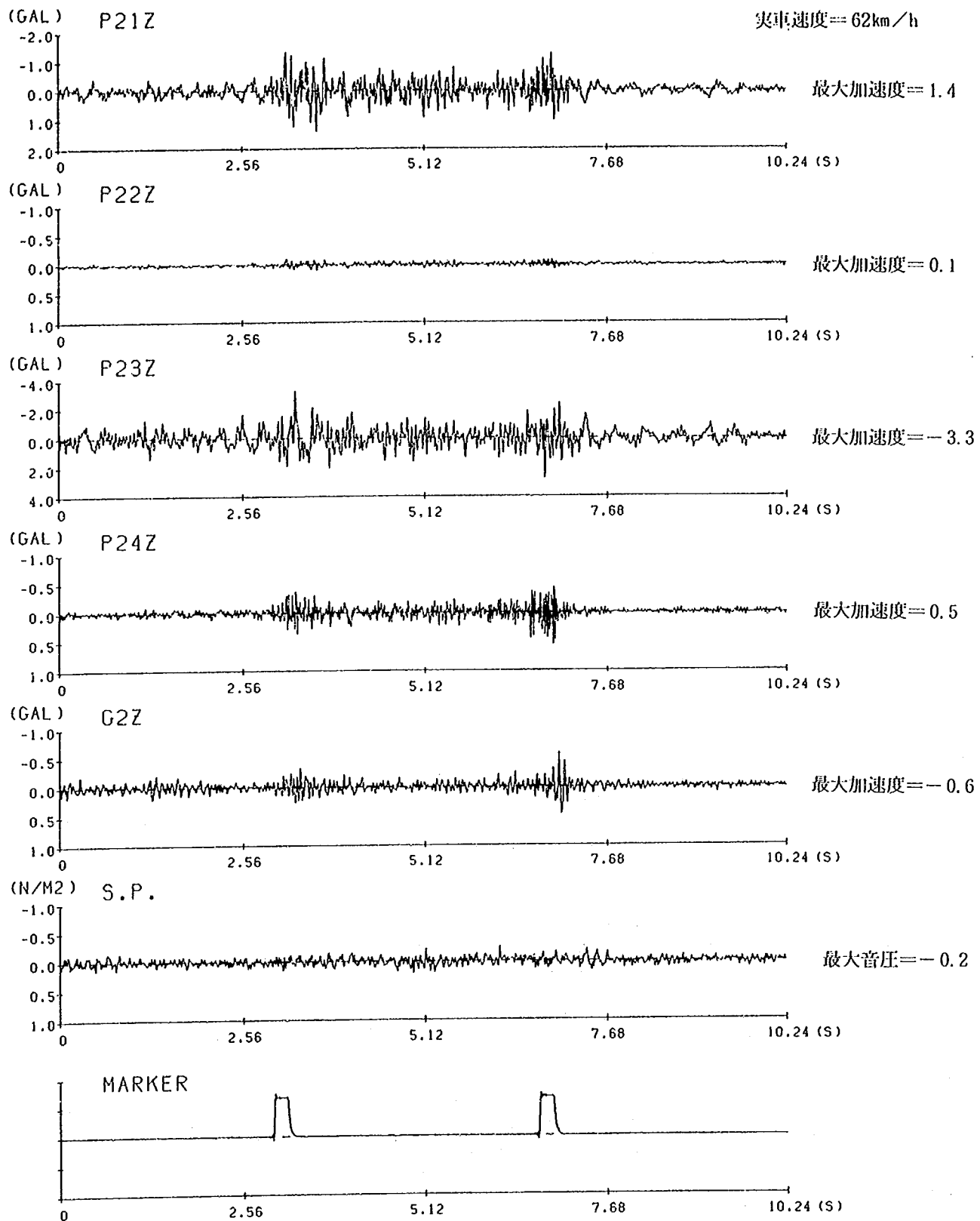


図-8(6) 試験車通過時の振動波形 (走行車線60km/h走行)

昭和62年度コンクリート桁高架橋交通振動実測調査 (LABEL No.15-1)

車 線=追越車線
 設定速度= 60.0 km/h
 実車速度= 58km/h

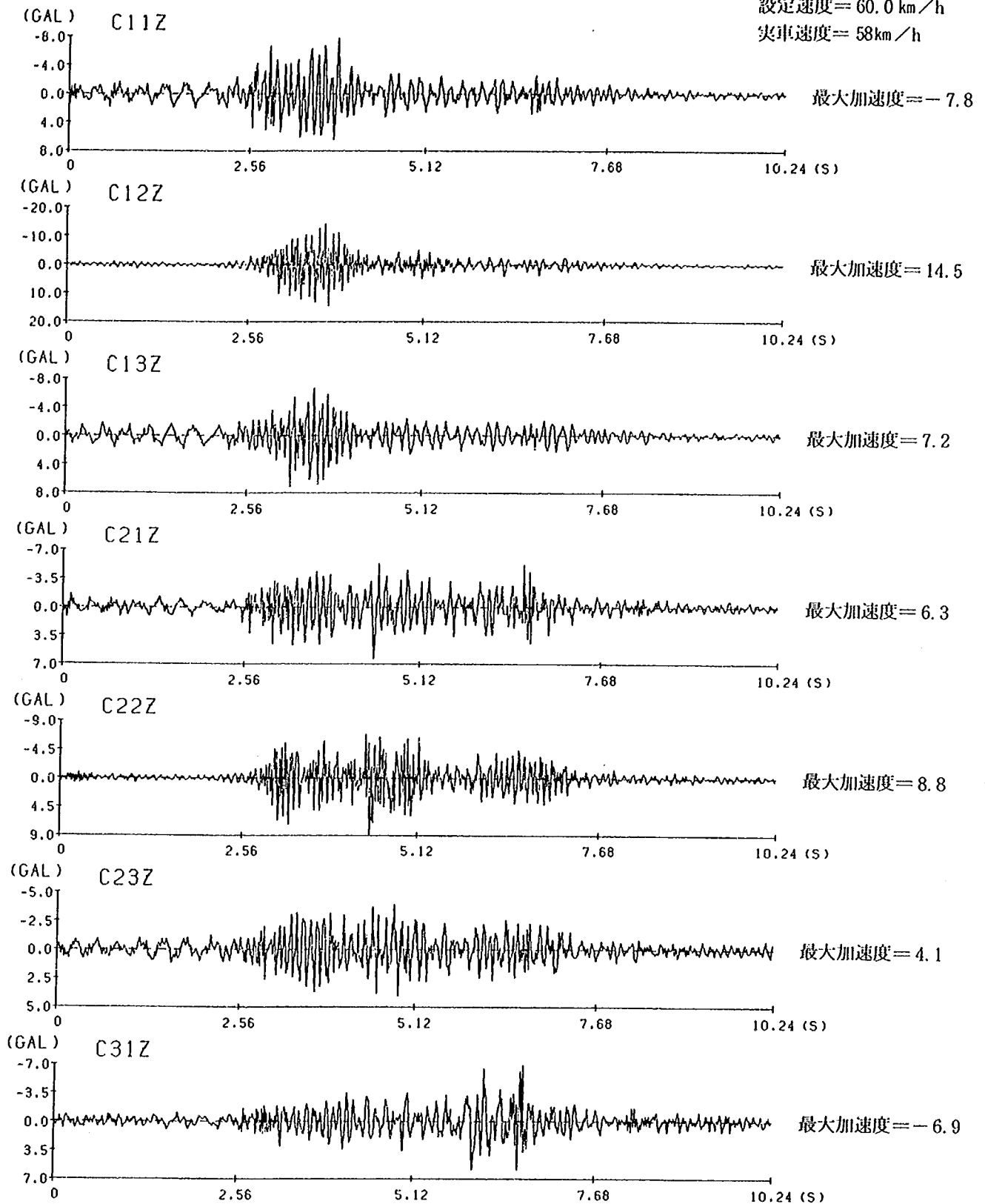
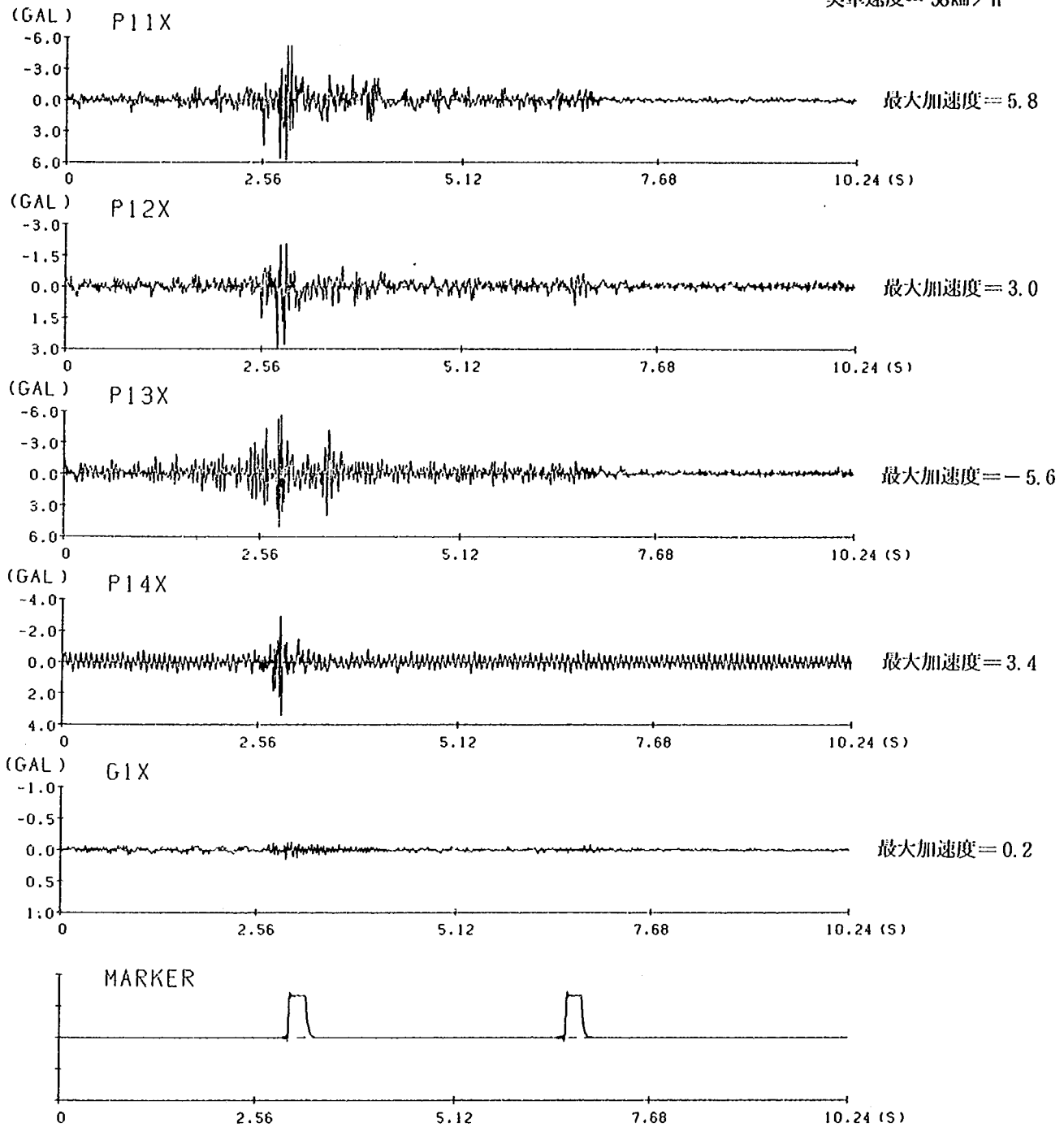


図-9(1) 試験車通過時の振動波形 (追越車線60km/h走行)

昭和62年度コンクリート桁高架橋交通振動実測調査 (LABEL No.15—2)

車 線==追越車線
 設定速度== 60.0 km/h
 実車速度== 58km/h



図一9(2) 試験車通過時の振動波形 (追越車線60km/h走行)

昭和62年度コンクリート桁高架橋交通振動実測調査 (LABEL No.15-3)

車 線=追越車線
 設定速度=60.0 km/h
 実車速度=58km/h

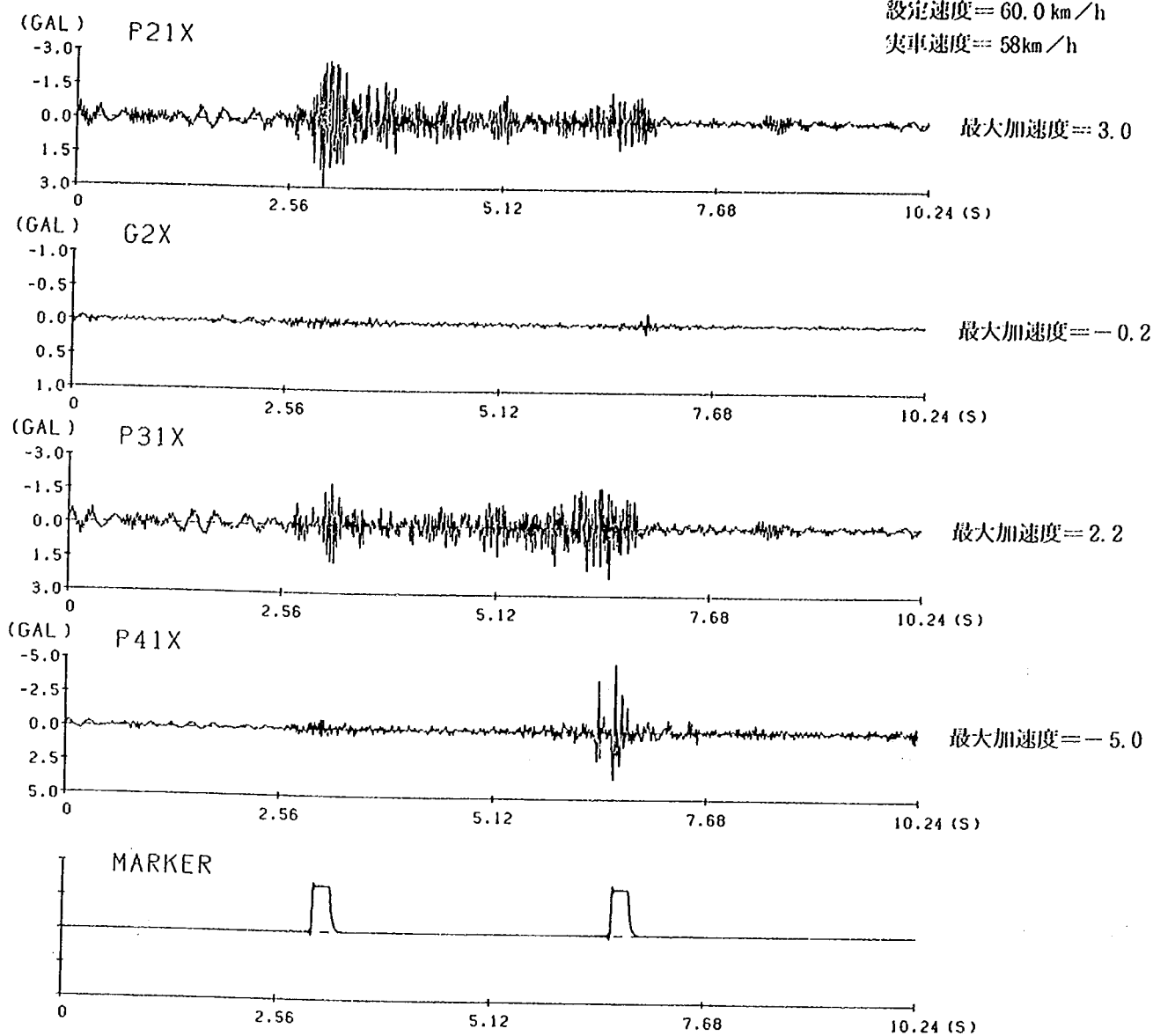
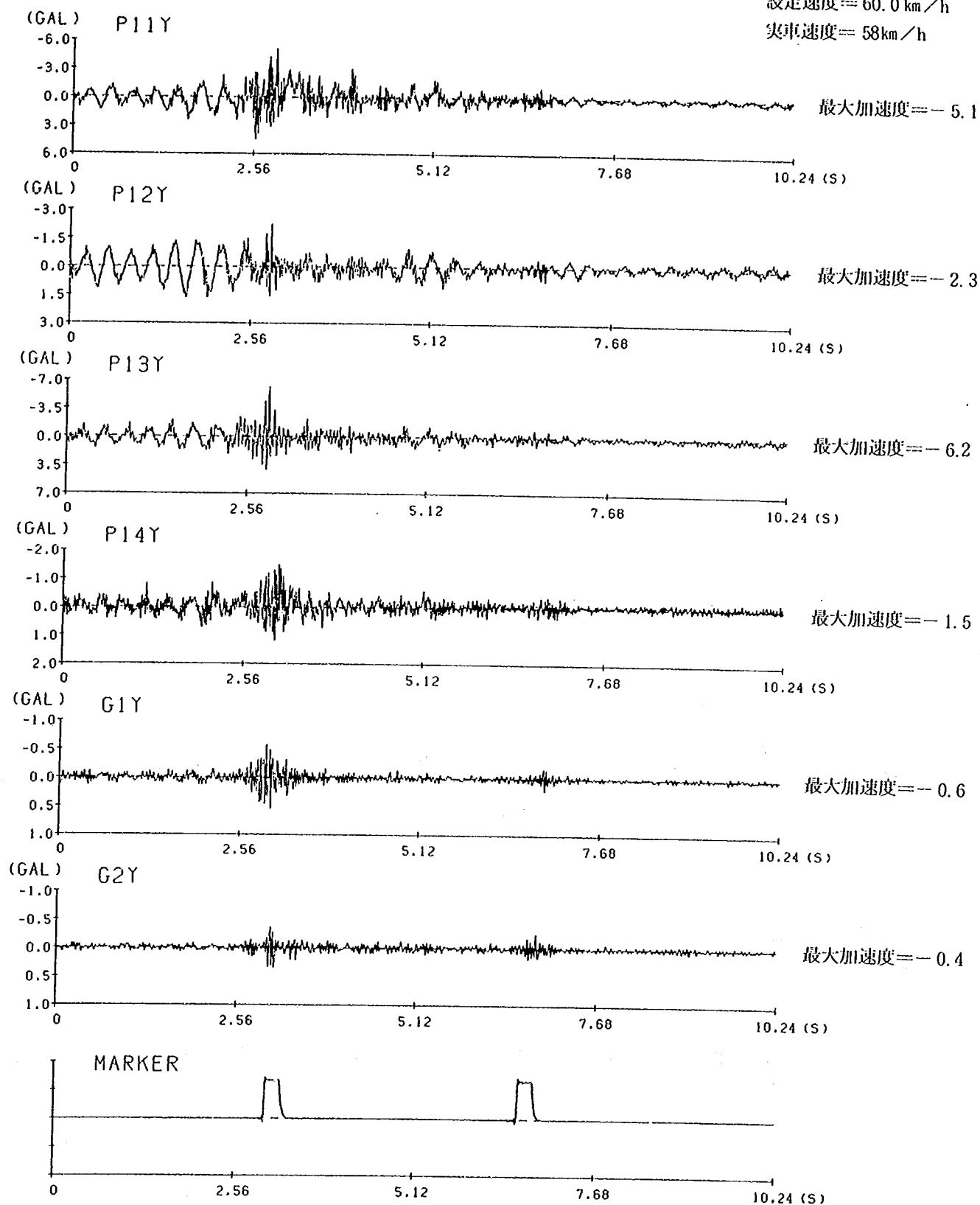


図-9(3) 試験車通過時の振動波形 (追越車線60km/h走行)

昭和62年度コンクリート桁高架橋交通振動実測調査 (LABEL No.15—4)

車 線＝追越車線
 設定速度＝60.0 km/h
 実車速度＝58km/h



図一9(4) 試験車通過時の振動波形 (追越車線60km/h走行)

昭和62年度コンクリート桁高架橋交通振動実測調査 (LABEL No.15-5)

車 線=追越車線
 設定速度=60.0 km/h
 実車速度=58 km/h

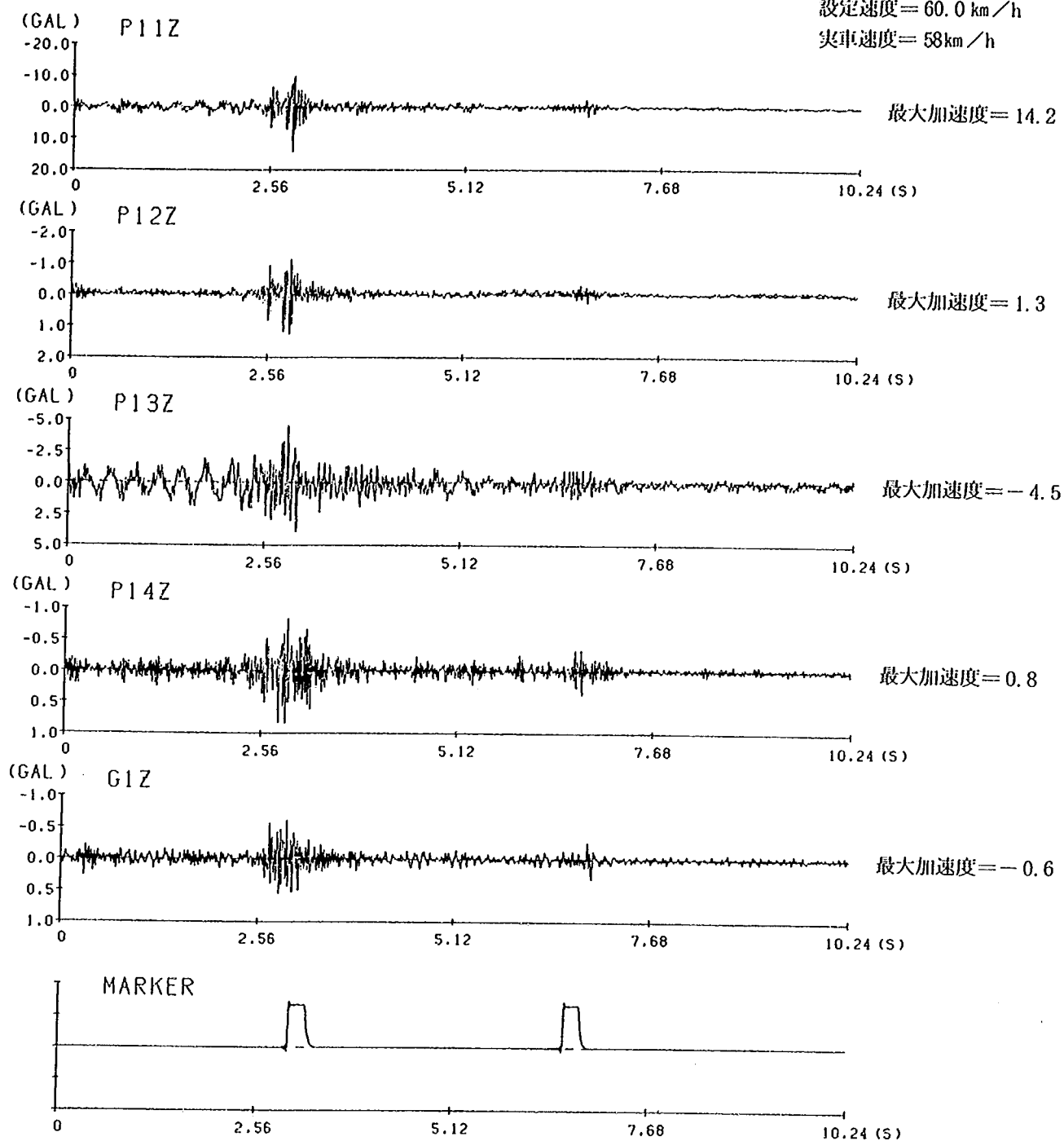
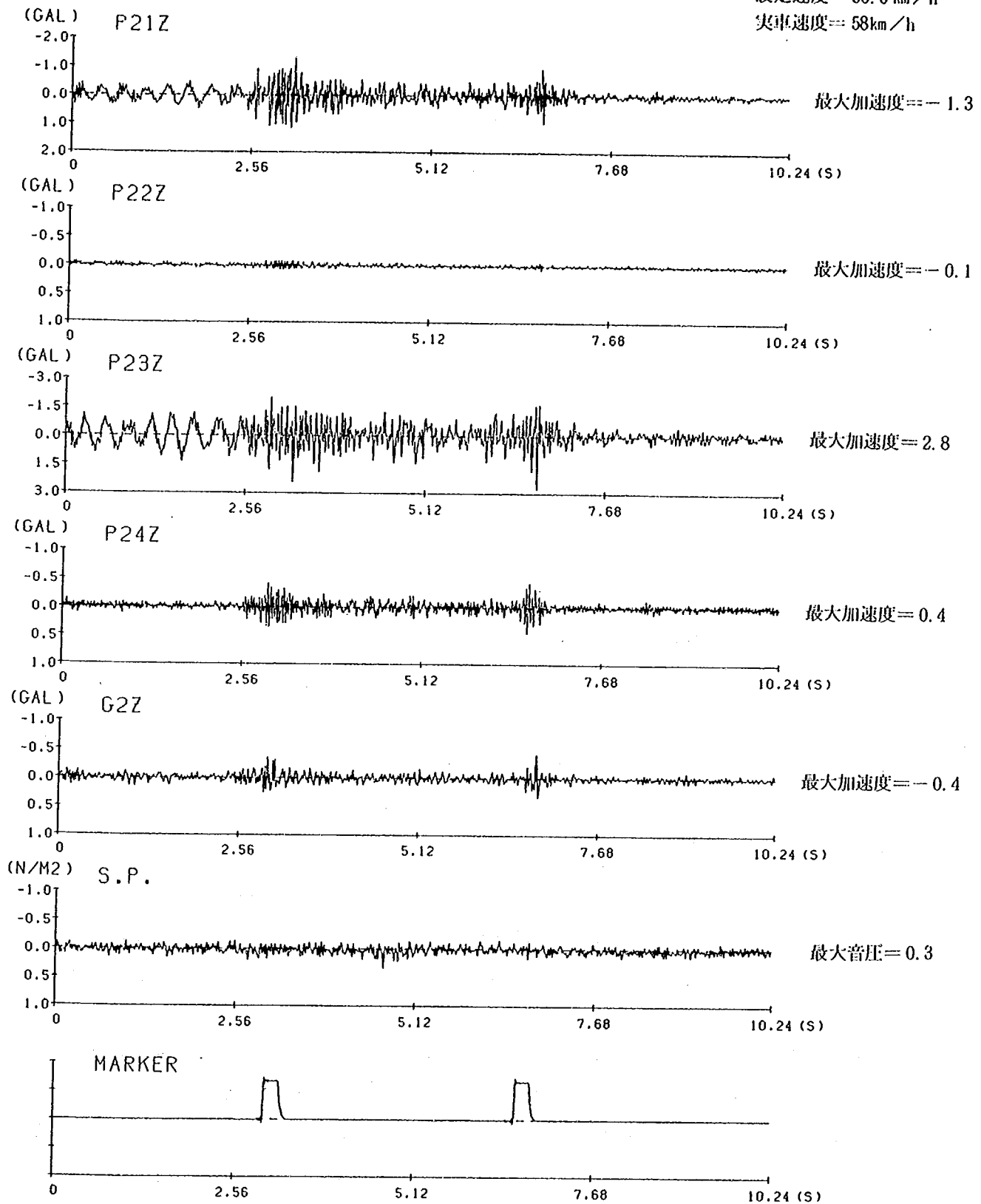


図-9(5) 試験車通過時の振動波形 (追越車線60km/h走行)

昭和62年度コンクリート桁高架橋交通振動実測調査 (LABEL No.15—6)

車 線=追越車線
 設定速度= 60.0 km/h
 実車速度= 58km/h



図一9(6) 試験車通過時の振動波形 (追越車線60km/h走行)

3.2 最大加速度

振動波形図から試験車が走行した時の高架橋の各部、周辺地盤に生ずる振動加速度、及び音圧等の最大値を読み取り表—6に整理した。

鉛直方向の加速度最大値は桁中央で5～15gal、橋脚天端で0.1～20gal、橋脚基部で0.5～2gal、地盤上で0.3～0.8galの範囲で分布しており、伸縮装置部のある橋脚で発生する加速度最大値が最も大きい。加速度最大値の発生時刻は、桁について見ると側径間では試験車が伸縮装置部を通過した時、あるいは径間中央付近を走行した時に、そして中央径間では径間中央付近を走行した時に生じている。更に径間相互の最大加速度値の大小関係についてみると側径間どうしでは概ね同一の値を示し、それらの値は中央径間の振動よりも大きいというのが全般的な傾向である。また橋脚についても試験車が伸縮装置部を通過した時に最大値を示し、伸縮装置のない橋脚についても同様である。ただ加速度の最大値の大きさを比較すると伸縮装置部のある橋脚の方が遙かに大きく、その違いは伸縮装置部の影響であることは明確である。特にその傾向は試験車の速度が増すと著しく、伸縮装置が及ぼす影響の大きいことが分かる。

また、振動が地盤に伝わると加速度の最大値は高架橋各部の振動に比べてかなり小さくなり、鉛直、水平方向の振動成分とも同じオーダとなっている。振動の大きさを方向別に比較すると、橋軸方向の振動は他の方向の振動に比べて最も小さく、振動の減衰する割合も他の方向の振動成分と比較して大きい。いずれの振動成分も加速度の最大値が生じているのは試験車が伸縮装置部を通過した時であり、構造物と同様に伸縮装置部の及ぼす地盤への影響の大きいことが分かる。

ここで、試験車の走行速度、走行位置が高架橋の振動に与える影響を調べるために、先に示した最大加速度、最大音圧一覧表を用いて図—11にとりまとめた。試験車の走行速度の増加に伴いその影響を最も強く受けているのは伸縮装置部のある橋脚天端である。それは特に試験車が走行する側の梁の自由端部において著しい増加傾向を示しており、これは活荷重による偏心モーメントを受けやすいことによる影響が現れたためである。更に、橋脚直上部の梁にも速度による影響は現れているが、梁の固定端部であることから梁の自由端部で見られた顕著な増加は示さない。対向車線側の梁の端部の振動についてみても速度による影響は現れないが、橋軸直角方向の振動成分については速度の増加に伴う影響が著しく現れている。また、伸縮装置のない橋脚天端や橋脚基部においては若干の増加傾向を示す程度か、あるいは横ばいの傾向を示す。主桁について見ても試験車の速度の増加による影響は殆ど見られず、対向車線側の桁、及び第3径間の桁に至ってはむしろ若干減少する傾向さえ見られる。地盤振動についても速度の増加に伴う影響は現れていない。

走行位置による最大加速度への影響についてみると、走行車線走行時の方が追越し車線走行時よりも応答値は大きくなっており、伸縮装置部のない橋脚天端、及び主桁にその傾向が顕著に見られる。地盤振動について見てみると生じている応答値が小さいために明確なことは言えないが、傾向としては走行位置による違いは見られないが、振動成分によっては追越し車線走行時の方が走行車線走行時よりも僅かに大きくなるようである。

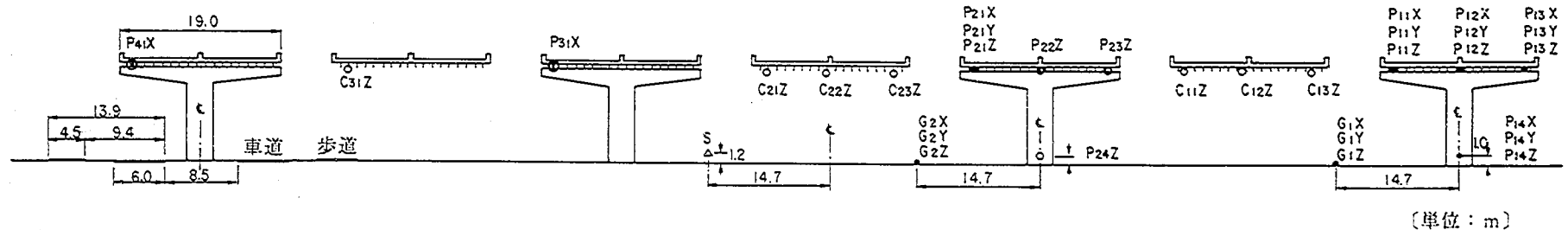
音圧については試験車の走行速度や走行位置による影響は現れなかった。

各種走行試験を終えた結果、本橋梁が走行車両から受ける振動の大きさは伸縮装置部のある橋脚が最も

表一6 最大加速度，最大音圧調査結果一覧表

試験車走行条件			加 速 度 (gal)																												音 圧		ラ ベ ル No				
			X 成 分								Y 成 分								Z 成 分												(N/㎡)						
設定走行 速 度 (km/h)	実車速度 (km/h)	車 線	橋 脚								地 盤		橋 脚								地 盤		主 桁						橋 脚						地 盤		支間中央 S
			P ₁₁	P ₁₂	P ₁₃	P ₁₄	P ₂₁	P ₃₁	P ₄₁	G ₁	G ₂	P ₁₁	P ₁₂	P ₁₃	P ₁₄	P ₂₁	G ₁	G ₂	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃	C ₂₁	C ₂₂	C ₂₃	C ₃₁	P ₁₁	P ₁₂	P ₁₃	P ₁₄	P ₂₁	P ₂₂	P ₂₃	P ₂₄	G ₁	G ₂		
40	37	走 行	5.4	3.1	28.0	3.3	2.5	2.4	4.0	0.1	0.2	7.0	3.9	6.7	2.9	—	0.4	0.4	15.1	10.4	12.7	7.9	9.1	9.7	11.5	12.1	1.0	25.5	1.0	1.9	0.1	4.9	0.5	0.6	0.6	0.4	5
	36		5.3	2.2	3.0	2.5	2.0	1.7	4.2	0.1	0.1	4.1	2.1	4.1	1.5	—	0.3	0.4	10.7	9.2	5.3	8.7	7.7	5.0	14.3	8.8	0.9	5.1	1.2	1.2	0.1	2.9	0.4	0.3	0.5	0.3	⑥
	39		8.7	3.0	6.2	2.5	2.1	2.2	3.6	0.1	0.1	5.3	2.8	5.5	1.6	—	0.3	0.3	12.8	10.8	5.1	6.6	7.5	4.2	11.6	10.6	0.9	5.1	2.0	0.2	0.1	3.1	0.5	0.4	0.4	0.3	7
	45		7.7	3.6	4.4	2.0	1.8	2.7	4.0	0.2	0.2	4.2	4.1	4.0	2.0	—	0.5	0.3	10.5	9.3	6.7	8.5	5.4	6.2	14.5	12.7	1.0	3.9	1.0	1.9	0.1	3.3	0.5	0.4	0.3	—	18
60	59	走 行	17.4	5.8	7.0	3.3	2.8	2.2	4.5	0.2	0.2	8.0	4.3	10.1	1.8	—	0.4	0.3	15.1	11.9	5.3	12.0	5.1	4.9	12.1	18.1	0.9	6.0	1.0	1.6	0.1	2.9	0.6	0.4	0.5	0.2	10
	58		20.3	4.1	4.2	2.7	3.0	2.9	4.6	0.1	0.2	7.4	4.6	8.5	1.7	—	0.4	0.3	15.8	12.2	4.8	8.7	7.4	5.5	13.0	18.6	0.9	4.3	1.2	1.6	0.1	3.1	0.6	0.4	0.4	0.2	11
	62		17.4	5.3	5.9	3.4	2.8	1.9	5.4	0.2	0.2	5.4	4.4	10.9	2.0	—	0.3	0.4	13.3	13.0	5.1	7.4	7.7	4.4	12.6	18.2	1.0	7.0	1.0	1.4	0.1	3.3	0.5	0.4	0.6	0.2	⑫
	62		15.8	4.4	7.6	4.5	2.9	2.6	6.8	0.2	0.2	10.7	5.0	9.1	2.0	—	0.4	0.3	15.3	12.2	6.3	7.1	6.3	5.4	10.9	16.2	1.2	9.8	1.7	1.9	0.1	3.0	0.8	0.4	0.7	0.3	19
60	60	追 越	10.6	3.2	8.9	3.8	3.7	1.7	4.8	0.1	0.1	6.3	2.4	6.1	1.8	—	0.7	0.4	7.2	8.9	6.0	5.2	8.1	4.5	7.2	10.6	1.5	5.5	0.9	1.5	0.1	2.7	0.5	0.8	0.5	0.2	13
	58		5.9	4.1	7.2	3.5	2.5	2.1	5.5	0.1	0.1	4.9	3.0	4.8	1.6	—	0.5	0.3	7.2	14.5	8.0	6.2	8.8	5.1	9.9	13.1	1.5	3.4	1.1	1.4	0.1	2.7	0.4	0.6	0.5	0.2	14
	58		5.8	3.0	5.6	3.4	3.0	2.2	5.0	0.2	0.2	5.1	2.3	6.2	1.5	—	0.6	0.4	7.8	14.5	7.2	6.3	8.8	4.1	6.9	14.2	1.3	4.5	0.8	1.3	0.1	2.8	0.4	0.6	0.4	0.3	⑮
	60		12.1	4.0	7.6	1.9	2.8	1.9	5.3	0.2	0.2	8.6	2.4	5.7	1.9	—	0.6	0.4	8.1	11.6	6.5	7.0	8.1	7.3	9.7	11.0	1.8	4.0	1.3	1.4	0.1	3.0	0.5	0.8	0.5	0.3	16

注) ラベルNoの○付番号は各ケースの代表データを示す。表中の一部は、欠測データ及び不良データである。



● : 加速度(各3成分; X, Y, Z)

X; 橋軸方向
Y; 橋軸直角方向
Z; 鉛直方向

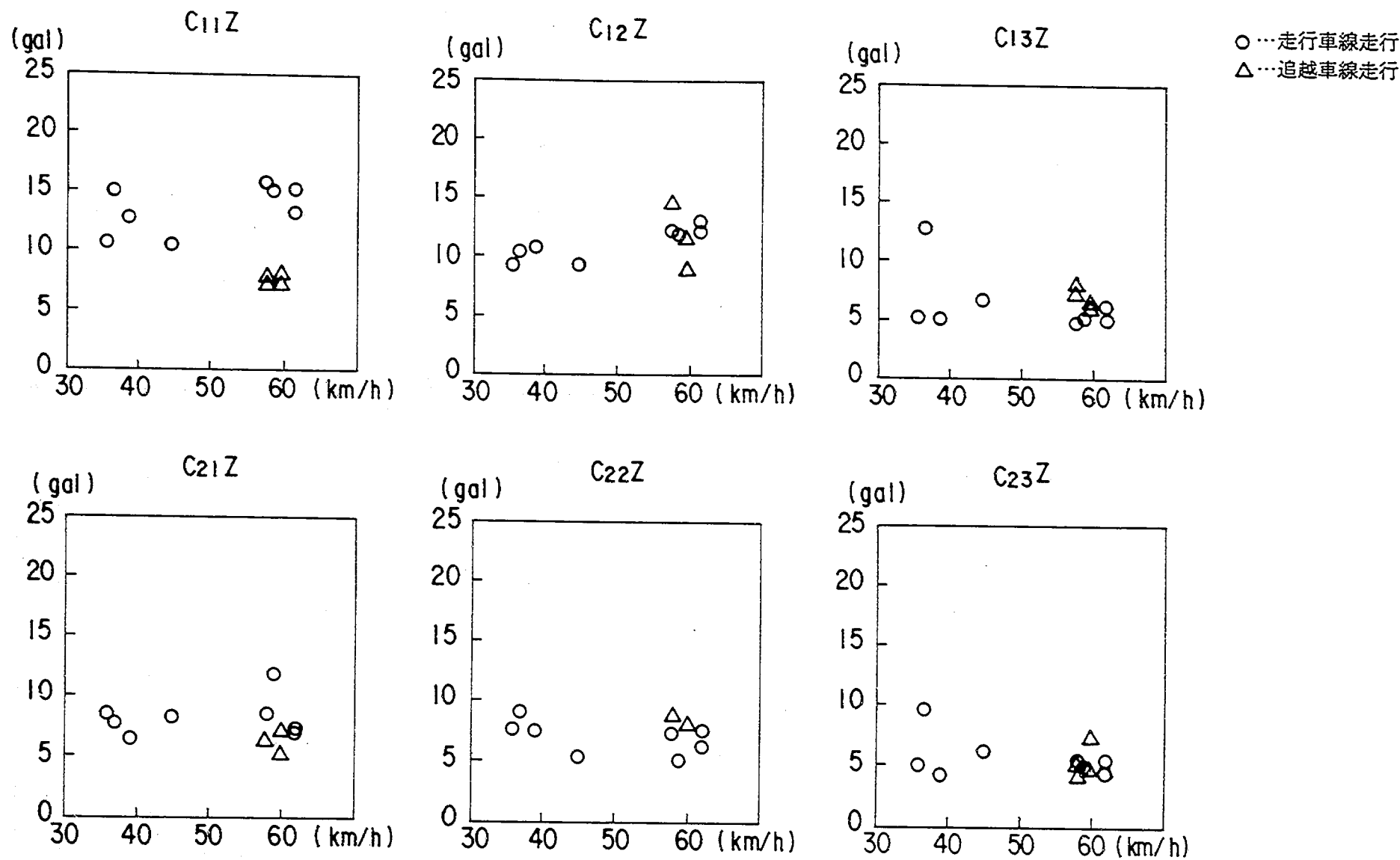
○ : 加速度(各1成分; X)

○ : 加速度(各1成分; Z)

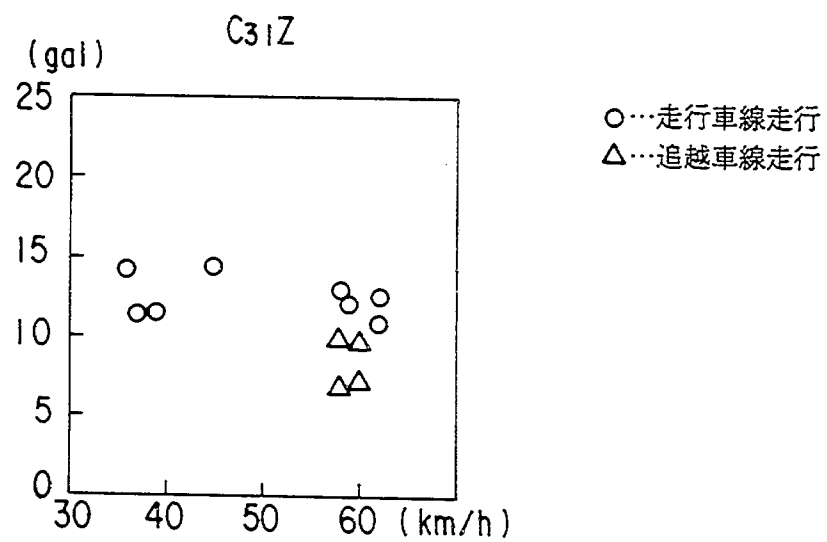
△ : 音圧(1成分: 地上1.2m)

TOTAL: 34成分

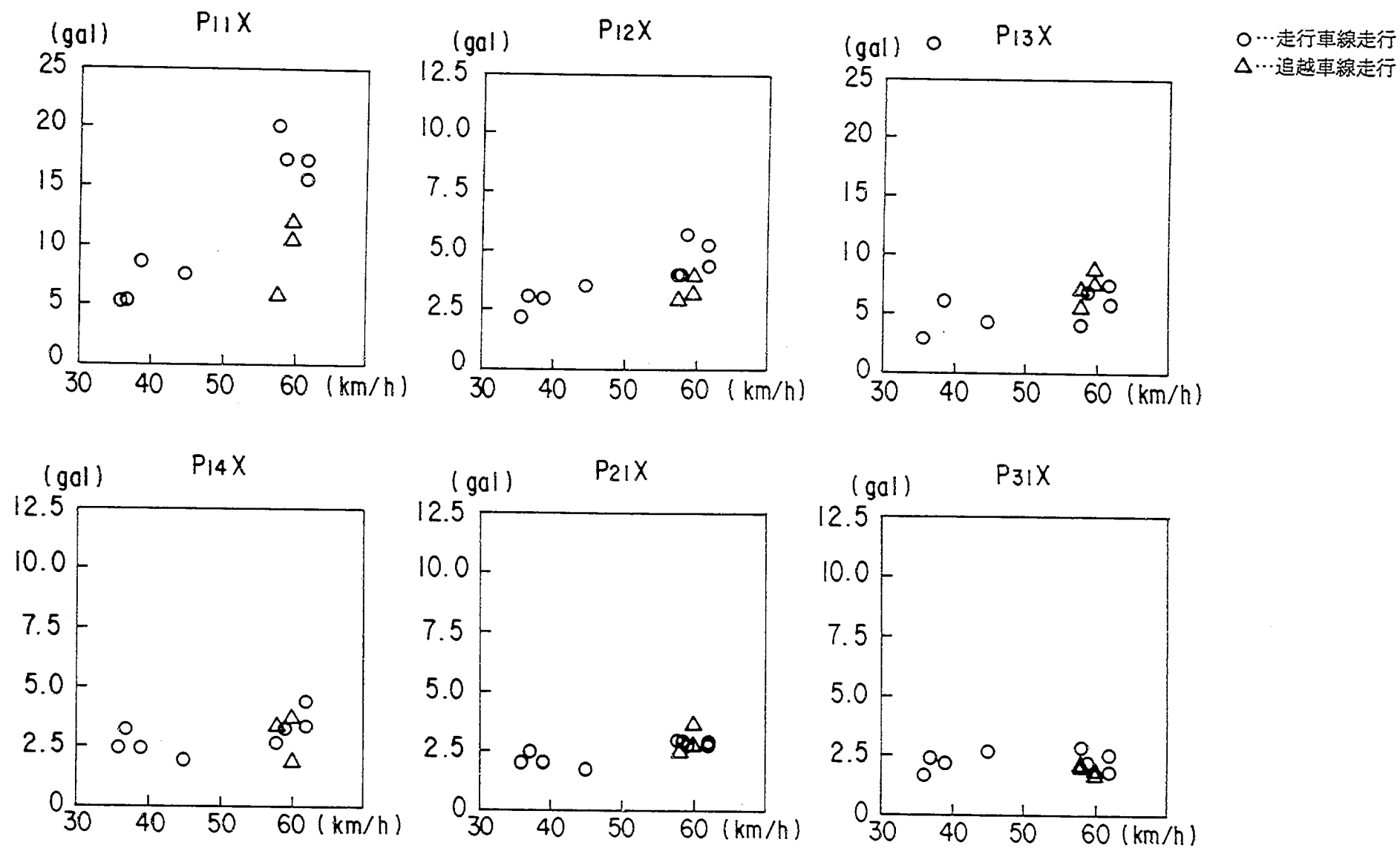
例) P₁₁X
P: 橋脚 C: 主桁中央 G: 地盤上
測点番号(橋軸方向)
" (" 直角方向)
振動方向(X, Y, Z)



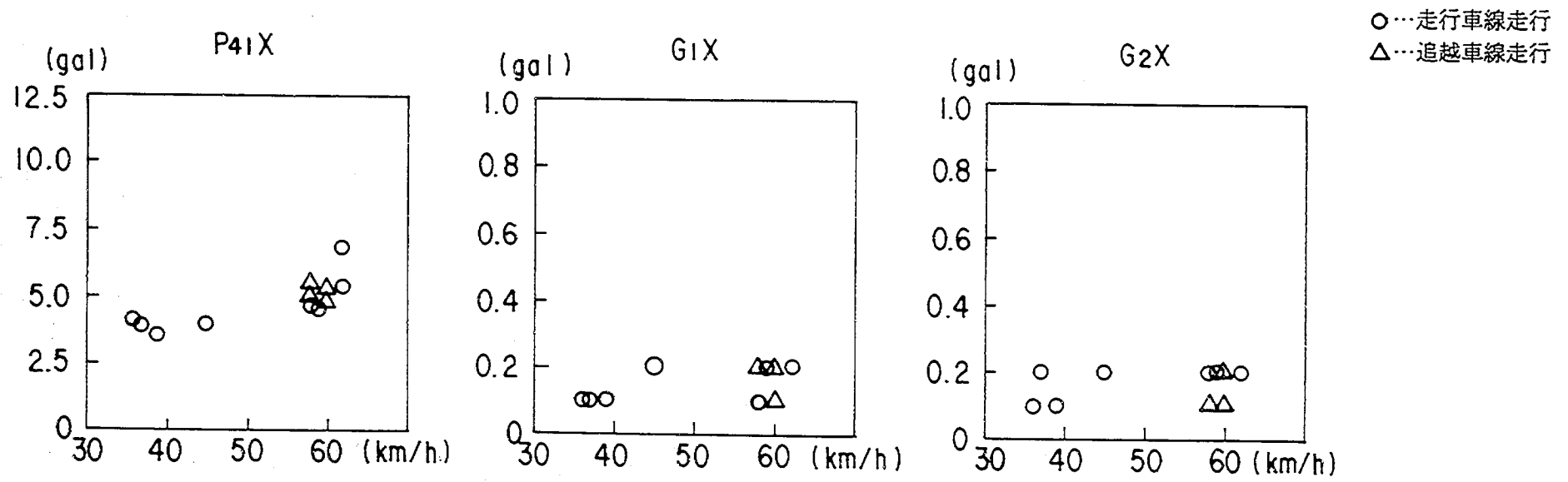
図一11(1) 試験車走行速度，走行位置の違いによる最大加速度値への影響



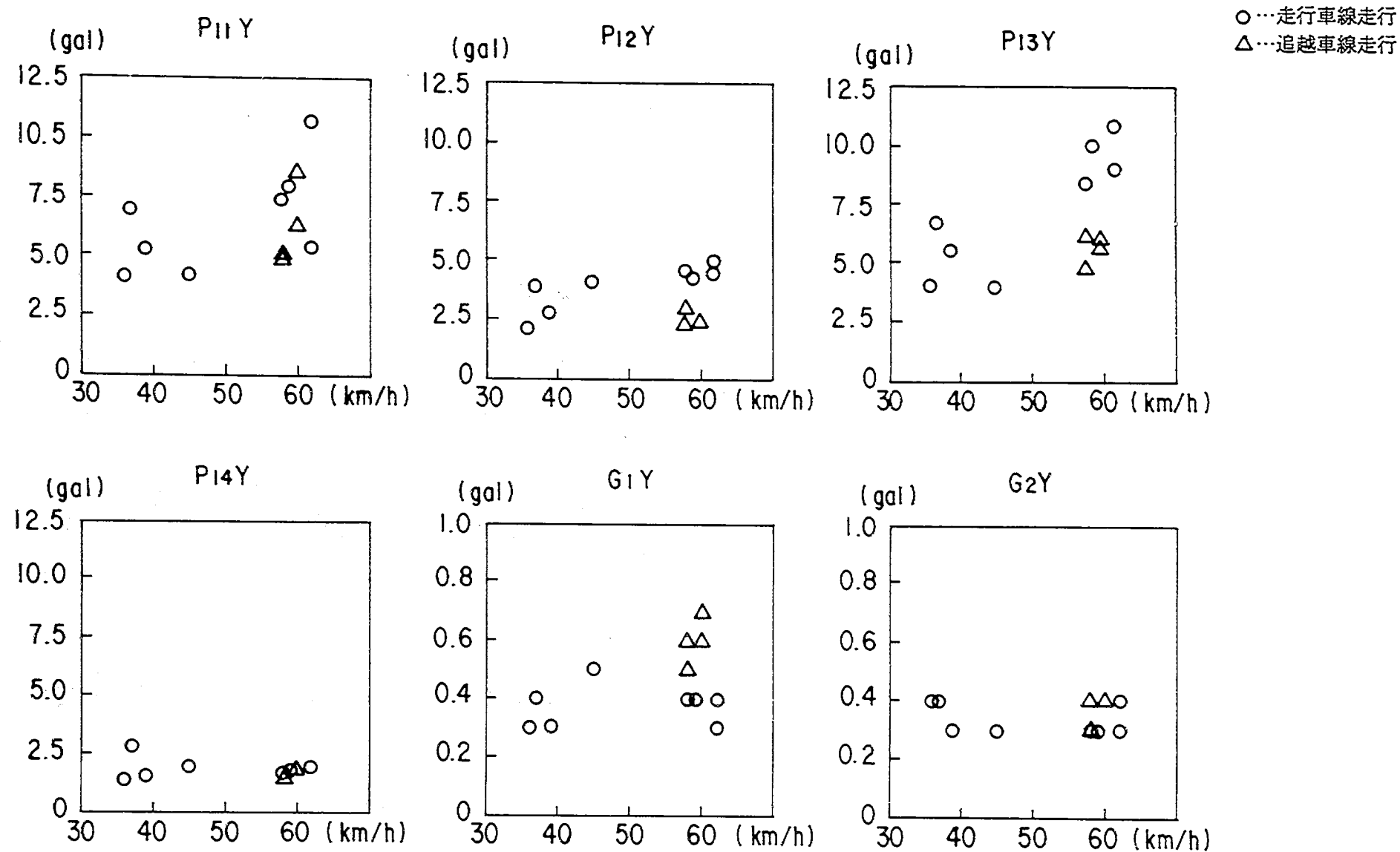
図一11(2) 試験車走行速度，走行位置の違いによる最大加速度値への影響



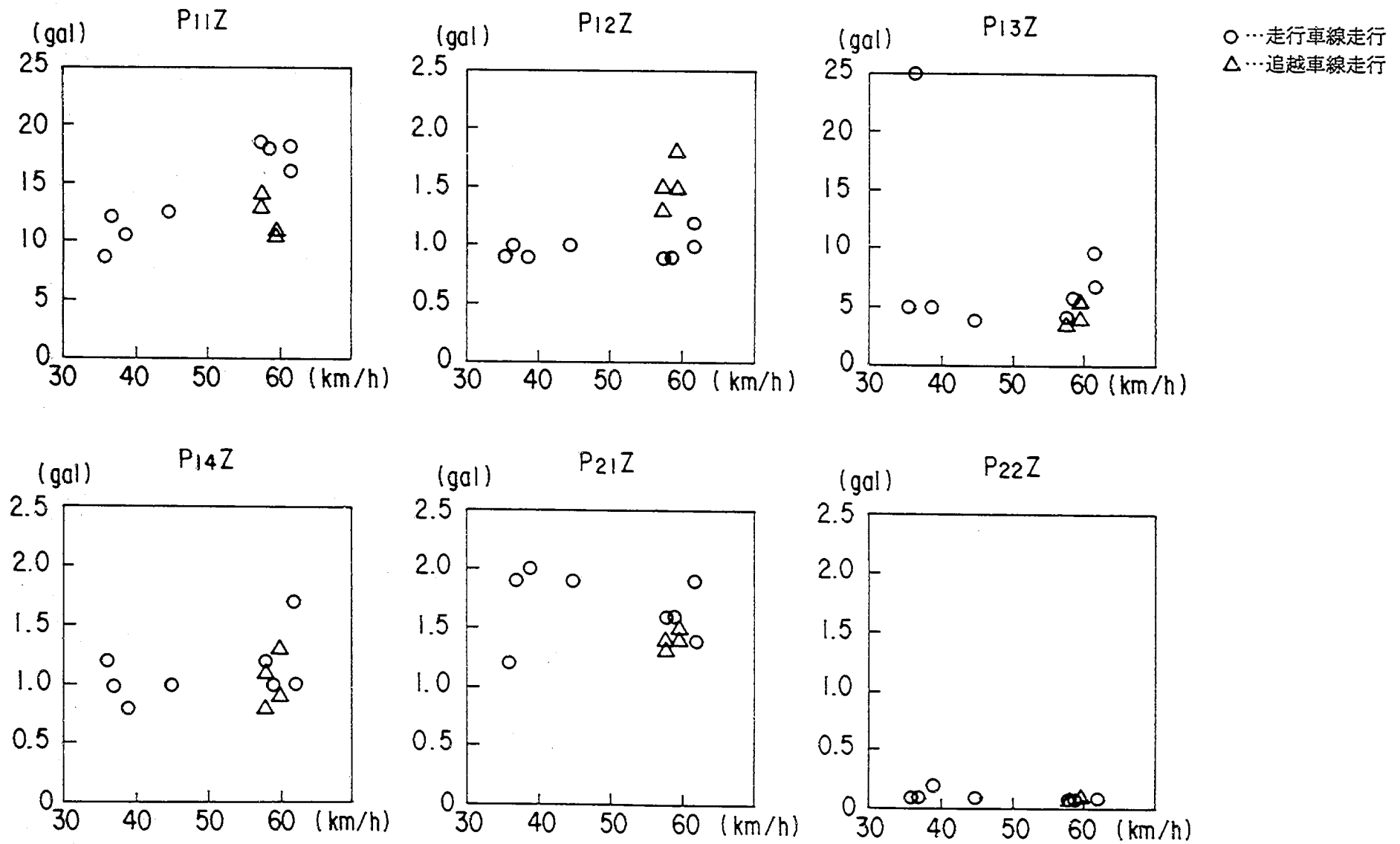
図一11(3) 試験車走行速度，走行位置の違いによる最大加速度値への影響



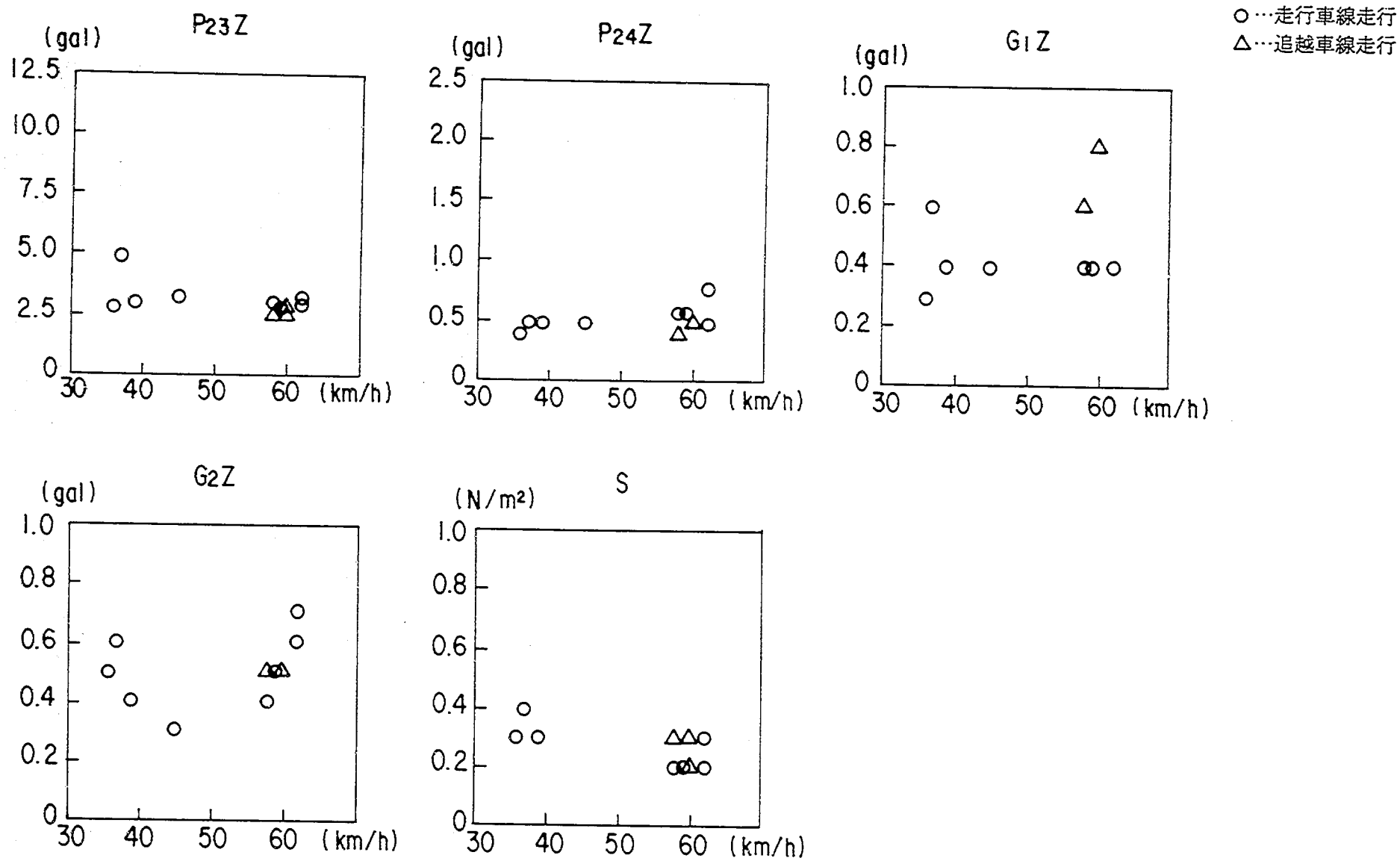
図一11(4) 試験車走行速度，走行位置の違いによる最大加速度値への影響



図一11(5) 試験車走行速度、走行位置の違いによる最大加速度値への影響



図一11(6) 試験車走行速度、走行位置の違いによる最大加速度値への影響



図一11(7) 試験車走行速度，走行位置の違いによる最大加速度値への影響

大きく、次いで主桁、そして伸縮装置部のない橋脚天端、及び橋脚基部になるとさらに小さくなり、地盤に伝わるという減少が見られることが分かった。鋼鈑桁高架橋の実測調査で明らかとなった傾向と比較すると、桁で発生する振動の方が橋脚で発生する振動よりも小さいというコンクリート桁橋特有の振動特性が確認できた。

3.3 スペクトル解析

試験車走行時の高架橋各部、周辺地盤、及び音圧の振動波形の周波数特性を調べるために、パワースペクトル解析による周波数解析を行った。解析にあたってはスペクトルの平滑化を行い卓越振動数の読み取りを容易にした。

計算条件は以下のとおりである。

解析対象時間 ($T = N \Delta t$) : 10.24 秒
時間間隔 (Δt) : 0.01 秒
対象データ数 (N) : 1,024 個
バンド幅 : 2.16

図一12に各種走行試験ケースの中から代表例として試験車が走行車線を走行した時のパワースペクトル密度関数を示した。また、パワースペクトル解析より得られた結果から卓越振動数を読み取り表一7に整理した。これらから高架橋の周波数特性についてまとめると以下のとおりである。

(1) コンクリート桁の鉛直振動

C₁₁Z ~ C₃₁Zの周波数解析結果より、パワースペクトルがピークを示すのは6.6 ~ 7.5 Hzの低周波数領域と24.5 ~ 26.8 Hzの高周波数領域においてである。前者はおもに外桁において、後者はおもに中桁において現れている。特に中桁には両方の領域のピークが現れるが、試験車の走行速度が速くなれば高周波数領域のピークが持つパワー値は大きくなる傾向がある。

(2) 橋脚の振動

1) 橋軸方向の振動 (X方向)

P₁₁X ~ P₄₁Xの周波数解析から橋脚の橋軸方向振動数成分には様々な振動成分が含まれているのが分かる。伸縮装置のある橋脚には走行車両通過時の衝撃力が加わるため、広い周波数領域において複数のピークが見られるが、伸縮装置部のない橋脚ではピークを示す成分は比較的明瞭になる。含まれる成分としては6 ~ 7 Hz程度の主桁の卓越振動数に等しいものと、24 Hz付近あるいは37 Hz付近の橋脚の固有振動数成分、または伸縮装置部の影響と思われるものが目立っている。

橋脚基部と橋脚天端を比較すると橋脚基部では天端では見られなかった14 Hz付近の振動数成分だけが著しく卓越するようになる。

2) 橋軸直角方向の振動 (Y方向)

P₁₁Y ~ P₁₄Yの周波数解析によると、橋脚天端の橋軸直角方向には2 ~ 3個のピークが見られる。それらの範囲は3 Hz付近、または15 Hz付近でピークを示すが、橋脚基部になると広い周波数領域に渡って複数のピークは見られるものの、それらの振動数成分は減衰し特に32 Hz付近の高周波数領域

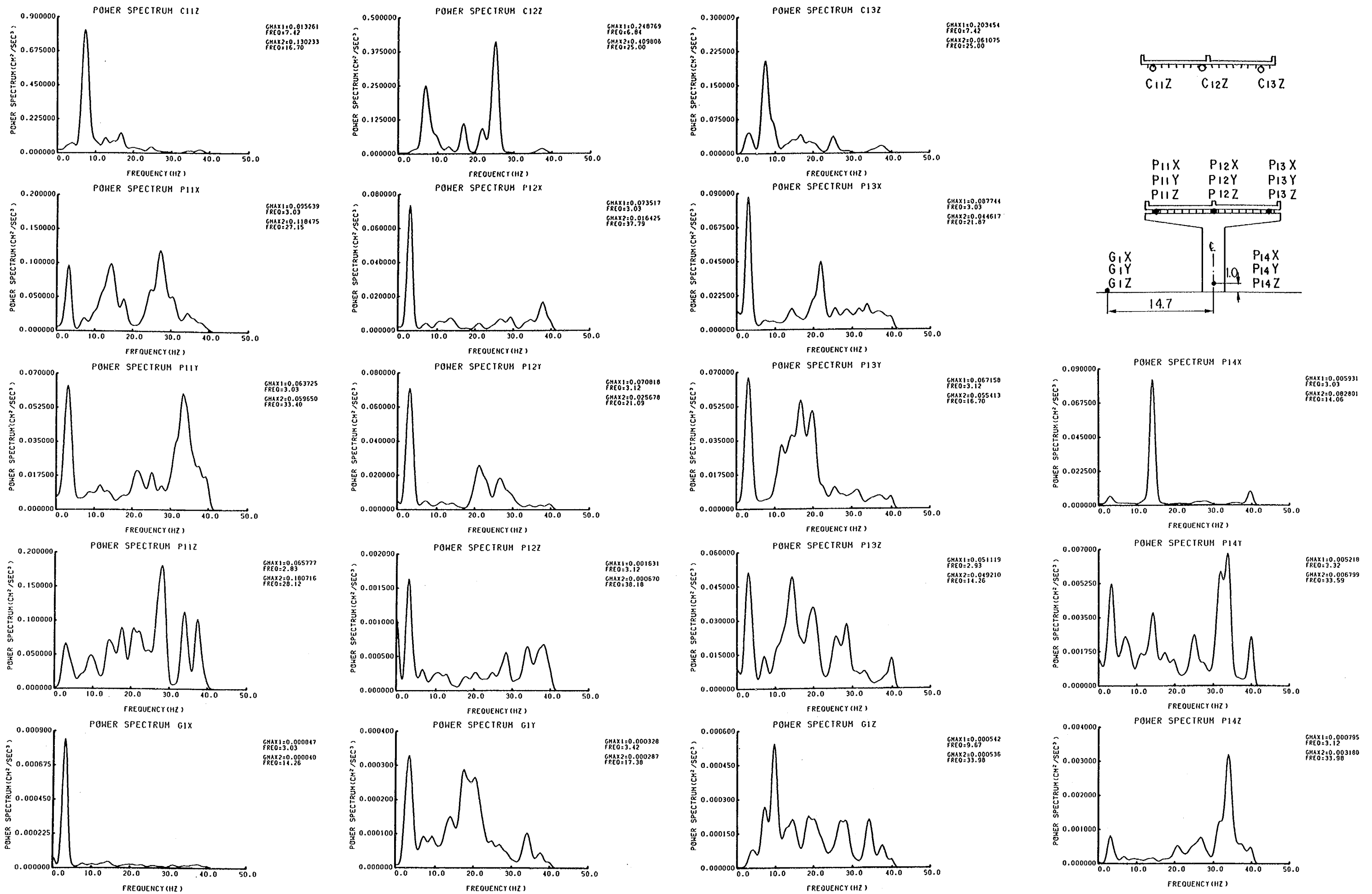


図-12(1) 高架橋各箇所における振動加速度パワースペクトル
(ラベルNo.11 走行車線走行 V=60km/h相当)

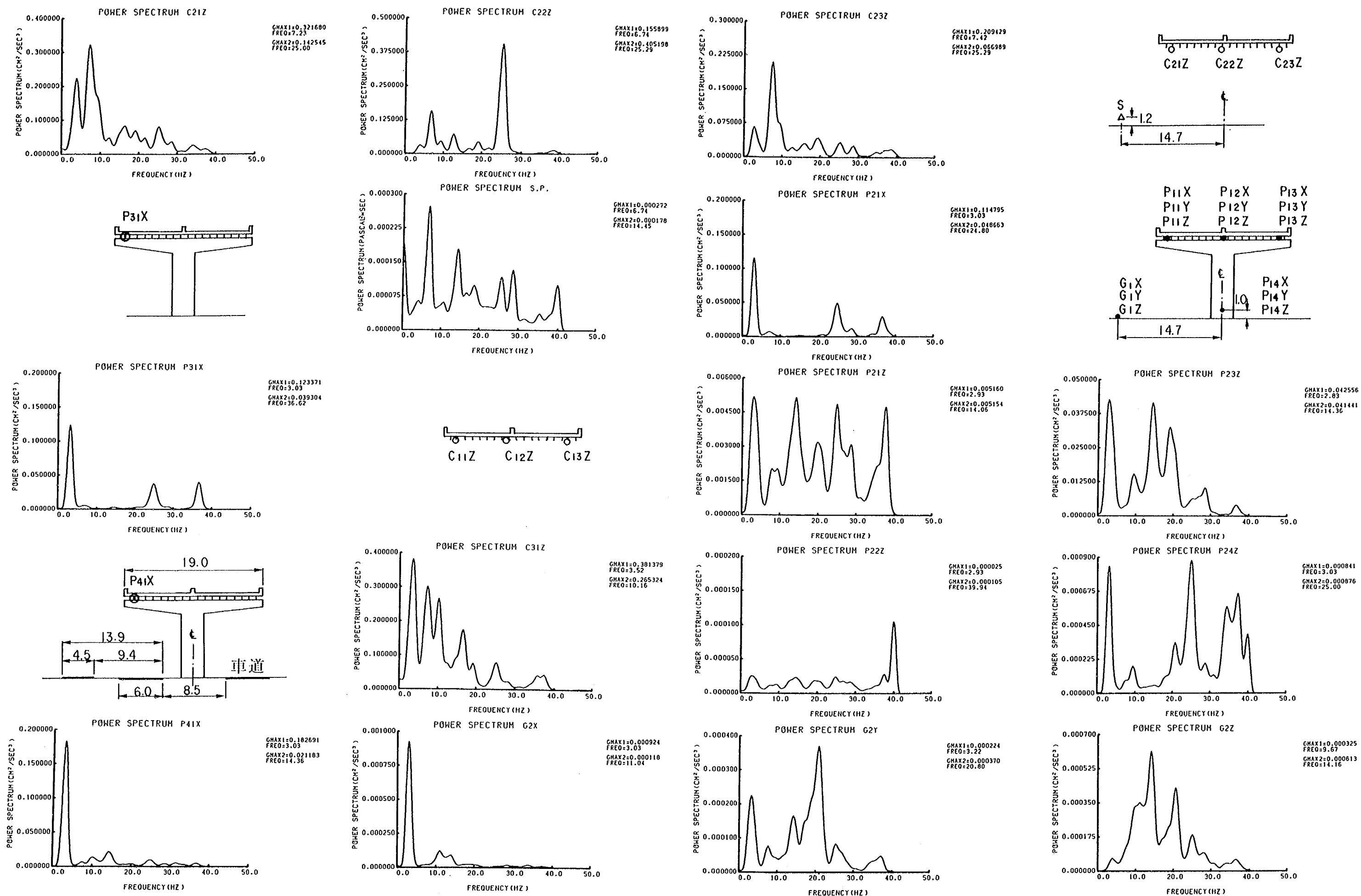


図-12(2) 高架橋各箇所における振動加速度パワースペクトル
 (ラベルNo.11 走行車線走行 V=60km/h相当)

表-7 パワースペクトル卓越振動数一覧表

上段：1番目のピーク振動数
下段：2番目のピーク振動数

試験車走行条件			卓 越 振 動 数 (Hz)																															音 圧		ラ ベ ル No.	
			X 成 分								Y 成 分								Z 成 分																		
			橋 脚				地 盤				橋 脚				地 盤				主 桁					橋 脚					地 盤								支間中央
設定走行 速度 (km/h)	実車速度 (km/h)	車 線	P ₁₁	P ₁₂	P ₁₃	P ₁₄	P ₂₁	P ₃₁	P ₄₁	G ₁	G ₂	P ₁₁	P ₁₂	P ₁₃	P ₁₄	P ₂₁	G ₁	G ₂	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃	C ₂₁	C ₂₂	C ₂₃	C ₃₁	P ₁₁	P ₁₂	P ₁₃	P ₁₄	P ₂₁	P ₂₂	P ₂₃	P ₂₄	G ₁	G ₂	S	
40	37	走	16.4	39.5	26.5	14.4	24.8	24.7	16.2	7.9	8.1	3.1	3.1	3.1	32.6	—	16.9	16.6	7.5	7.2	7.9	8.0	25.1	8.3	7.4	22.8	6.9	8.0	32.6	8.6	39.9	8.3	24.1	7.7	9.0	6.3	5
			7.8	7.6	22.2	39.7	3.4	7.1	7.6	3.2	3.3	21.0	19.3	14.8	3.1	—	3.2	8.0	16.6	24.6	—	3.3	6.8	25.1	—	3.1	16.4	17.7	6.8	16.4	8.5	13.2	9.3	16.7	16.3	16.7	
	36		25.2	29.1	25.1	14.3	6.6	6.6	15.5	7.1	6.7	25.0	3.0	16.6	32.2	—	22.4	22.3	6.7	6.6	6.8	6.6	6.6	6.9	6.7	22.5	6.6	6.9	6.5	9.2	39.9	16.3	22.9	6.7	9.3	6.6	⑥
			16.0	6.7	15.9	39.5	24.5	23.3	7.5	18.2	13.3	3.1	29.4	3.1	22.1	—	6.6	17.9	—	24.7	—	—	25.1	—	—	6.7	22.3	22.4	32.6	12.5	9.2	9.3	9.4	22.5	17.8	14.4	
	39		14.8	35.0	18.6	14.1	26.0	25.6	7.6	3.6	11.0	3.2	21.0	13.3	32.3	—	25.9	19.7	7.3	6.9	7.1	7.0	25.9	7.1	7.4	25.3	27.2	14.6	32.7	26.9	39.9	26.9	39.9	25.8	9.3	6.8	7
			8.1	7.2	37.3	—	6.9	7.0	16.5	7.4	3.7	25.3	3.3	3.3	7.3	—	17.2	7.5	—	24.7	—	3.6	6.8	25.9	—	6.9	6.8	3.3	26.9	7.7	26.8	16.6	24.5	7.3	7.8	25.8	
	45		15.9	37.6	19.0	14.6	28.8	7.9	7.9	7.9	3.6	3.7	3.7	3.7	3.7	—	3.7	20.5	7.8	7.8	7.7	7.9	8.4	7.7	7.9	26.3	29.3	3.7	30.4	3.8	3.8	3.7	28.3	7.9	9.4	—	18
			8.0	3.8	7.7	3.8	7.6	22.9	26.6	19.6	11.5	26.8	22.6	19.0	11.0	—	17.4	8.0	30.4	24.8	24.8	9.4	9.4	9.4	26.6	3.8	3.8	15.3	3.7	39.8	8.2	20.4	8.0	26.6	8.7	—	
60	59	走	14.2	37.7	18.6	14.3	25.5	25.7	14.8	3.5	11.1	3.1	29.3	20.7	31.9	—	17.6	21.3	7.5	24.5	7.6	10.1	25.5	7.5	3.8	35.2	39.2	14.6	32.1	19.3	19.5	19.1	35.7	10.3	21.1	—	10
			7.6	3.4	4.3	7.7	3.3	3.5	3.9	35.6	3.6	22.0	23.6	2.9	3.6	—	3.6	3.4	32.1	6.9	24.5	3.9	6.7	10.0	10.5	2.8	3.9	2.8	3.9	3.4	3.6	3.2	3.8	7.2	8.7	14.3	
	58		27.2	3.0	3.0	14.1	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.1	3.1	33.6	—	3.4	20.8	7.4	25.0	7.4	7.2	25.3	7.4	3.5	28.1	3.1	2.9	34.0	2.9	39.9	2.8	25.0	9.7	14.2	6.7	11
			3.0	37.8	21.9	3.0	24.8	36.6	14.4	14.3	11.0	33.4	21.1	16.7	3.3	—	17.4	3.2	34.0	6.8	25.0	25.0	6.7	25.3	10.2	2.8	38.2	14.3	3.1	14.1	2.9	14.4	3.0	8.7	8.7	14.5	
	62		14.0	35.3	19.4	14.5	24.5	3.4	15.5	3.1	11.4	2.7	2.7	12.4	32.3	—	3.4	21.6	7.4	24.7	7.5	4.0	25.5	7.5	4.1	35.6	38.1	2.7	32.6	3.3	3.5	2.8	27.0	10.0	11.9	6.6	⑫
			8.7	3.4	—	8.2	3.1	24.7	3.5	36.1	3.3	26.3	24.0	2.8	3.0	—	21.9	3.4	14.1	7.1	24.7	10.2	20.9	10.0	10.8	2.7	—	15.2	4.0	15.7	20.6	15.9	3.7	7.3	8.7	14.1	
	62		15.4	3.1	15.9	14.6	3.0	3.0	3.0	3.1	3.1	2.8	2.8	2.9	31.7	—	16.8	16.2	7.7	24.7	9.7	7.6	25.1	9.8	7.5	2.8	31.5	10.9	31.5	3.1	3.1	3.0	28.1	10.0	12.4	6.3	19
			3.1	36.6	10.5	—	25.5	25.6	15.8	13.2	11.6	37.6	24.4	13.6	2.9	—	3.1	2.9	31.5	7.8	7.5	10.1	6.7	7.6	16.4	19.6	38.2	2.8	3.4	16.3	16.3	9.7	3.2	8.7	8.7	10.8	
60	60	追	22.5	37.9	18.6	14.7	26.1	3.2	3.2	26.1	3.3	3.1	2.8	17.3	32.1	—	25.7	26.0	10.2	10.3	10.3	10.1	25.4	10.1	10.1	25.8	25.9	10.4	32.0	26.8	26.8	27.1	26.3	25.9	12.4	28.3	13
			—	3.3	—	—	3.2	25.8	15.2	3.2	26.0	25.4	25.2	—	8.3	—	3.3	5.0	5.3	24.8	7.3	26.8	5.0	8.7	8.7	—	28.1	26.0	2.7	—	2.7	3.8	8.7	5.2	14.2		
	58		24.4	37.1	19.6	14.6	26.8	25.4	15.1	26.7	25.6	25.4	3.6	20.6	32.2	—	25.5	25.7	10.2	24.7	10.3	10.0	25.0	10.0	10.0	25.4	25.4	10.3	32.3	26.7	39.9	26.8	25.3	26.0	10.3	6.6	14
			14.0	25.1	—	—	5.1	3.6	3.6	3.5	3.4	3.5	25.9	3.6	8.7	—	5.0	5.0	5.4	5.4	6.9	8.7	5.6	6.9	8.7	3.6	5.2	3.4	5.2	3.8	4.0	3.7	5.0	5.1	5.1	26.5	
	58		24.5	14.4	19.7	14.6	25.6	37.0	14.7	3.2	3.4	3.1	3.1	3.0	32.0	—	25.2	26.0	10.1	24.6	10.3	9.9	24.9	10.0	10.1	24.9	25.2	3.1	32.2	26.4	39.9	3.1	25.5	25.4	10.0	13.6	⑬
			3.2	28.3	14.6	—	3.4	3.5	4.0	26.4	25.4	31.3	26.0	14.6	3.1	—	3.1	3.2	6.8	6.7	6.9	6.8	6.7	6.8	7.0	3.1	—	24.4	3.7	3.1	3.1	26.6	4.1	8.7	8.7	6.8	
	60		26.6	28.1	13.8	14.6	26.8	26.5	3.1	3.2	3.1	2.9	2.7	15.2	31.7	—	26.0	26.5	10.0	25.0	10.2	10.0	25.4	10.1	10.0	26.2	26.3	25.9	31.8	27.3	16.8	16.6	27.4	26.4	15.7	14.2	16
			8.7	—	5.5	2.7	3.2	3.2	15.1	26.4	26.2	26.7	22.2	2.7	5.4	—	2.8	2.7	8.7	0.6	7.4	8.7	5.5	7.5	7.6	2.7	37.1	2.7	3.6	2.6	2.6	2.6	4.3	6.6	8.7	6.6	

注) ラベルNo.の○付番号は各ケースの代表データを示す。

表中空白は判別不能である。

表中一印は欠測及び不良データである。

で卓越するようになる。

3) 鉛直方向の振動 (Z 方向)

P_{11} Z ~ P_{23} Z の周波数解析によると、橋脚天端の鉛直方向に現れる振動数成分には梁の端部と橋脚直上部とでは異なる傾向が見うけられる。つまり梁の端部には桁の固有振動数成分に対応するもの、橋脚固有の振動数成分、あるいは伸縮装置部からの影響に起因すると考えられる振動ピークが広い周波数領域に渡って複数個分布しているのに対し、橋脚直上部になると分布するピークの数はいくつか少なく伸縮装置のある橋脚では桁の固有振動数による 6 Hz 付近のもの、または伸縮装置からの影響と思われる 25 Hz 付近の振動数成分がみられる。

(3) 地盤振動

地盤の振動には主桁や橋脚に対応する振動数成分や、地盤振動特性によると考えられる振動数成分が様々に存在する。卓越する振動数成分は走行位置により違いが見られ振動特性が変化するのである。つまり、走行車線走行時には低い周波数領域で、追越し車線走行時には高い周波数領域でもピークを示す傾向にある。また特に橋軸直角方向の振動数成分には走行位置の違いに関係なく、低周波、高周波領域でピークを示す。

(4) 音圧

音圧の周波数解析結果よりパワースペクトルがピークを示すのは 7 Hz 付近の低周波領域である。これは主桁の卓越振動数に近い値であり、パワースペクトル図を比較しても振動性状も似ていることから音圧の振動特性と桁の振動特性は相関関係が強いと考えられる。

3.4 振動モード

(1) 橋軸方向 (橋軸面内)

主桁と橋脚の動きの関係を調べるために、振動モード図として図-13に代表例を示した。同図は試験車が走行車線を走行した時の対象橋梁進入前、第一径間通過中、第二径間通過中、第三径間通過中、及び対象橋梁通過後の 5 時間帯における振動モードである。1 時間帯におけるモード図相互の時間間隔は、振動モード波形の一周期の動きがとらえられるように、桁の固有振動数が約 7 Hz であることから 0.03 秒毎に示してある。

この図によると、桁のモードには対象橋梁進入以前から橋脚を介して試験車の影響が現われ始めている。そして試験車が対象橋梁通過中、通過後には桁には曲げ一次振動が発生しているが、径間相互において振動モードが同位相を呈することがある。これは先のスペクトル解析からも推察できるように第二径間の桁には高次の振動が含まれているため、それによる影響が現われているのか、あるいは本対象橋梁は単純桁を連結化した桁であるにもかかわらず連続桁としての機能を果たしておらず、径間毎に単純桁としてのモードを呈しているものとも考えられる。いずれにしても桁には複雑な連成運動が生じているのがうかがえる。

(2) 橋軸直角方向 (橋軸直角面内)

主桁相互の動きの関係を調べるために、第一径間、第二径間スパン中央での橋軸直角方向の振動モー

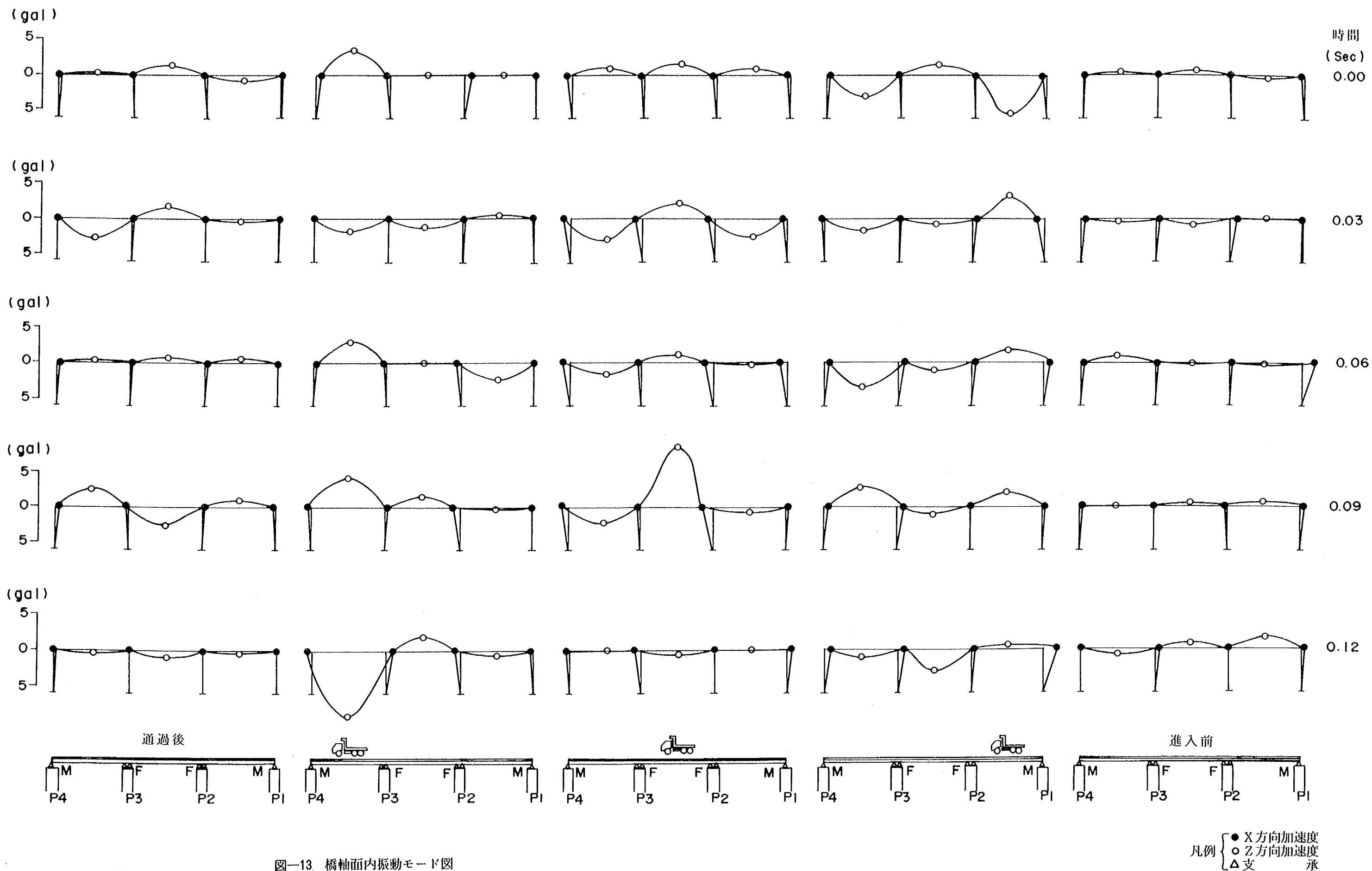


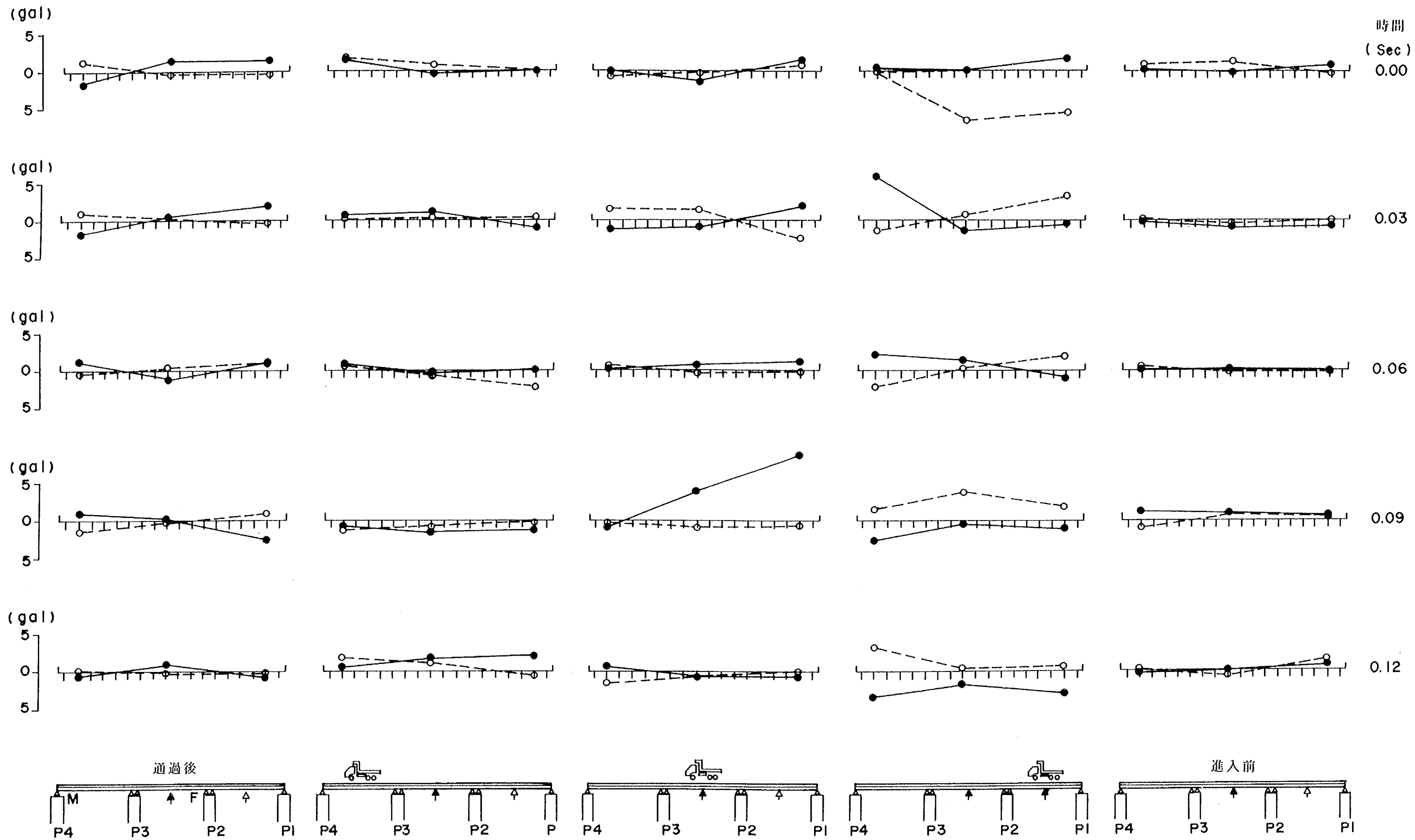
図-13. 橋軸面内振動モード図

ドを同様に図一14に示した。同図は試験車が走行車線を走行した時のものであり、各々の時間帯の振動モードは先に示した橋軸方向の振動モードと同時刻である。

各時間帯における振動モードを比較すると、桁には試験車の進入以前より振動の影響が現れ始めている。そして、試験車が対象径間を通過すると各径間における振動モードには、総体的に桁全体が上下方向に同時にたわむようなモードが現れ、桁全体が活荷重に対して均等に抵抗しているのが認められる。このことは桁全体が版構造のように一体となって作用している効果が現れたものと言える。また、ある瞬間においては梁の端部と中央部で逆位相になる著しくねじれた振動が含まれた振動モードを呈する場合も見受けられる。

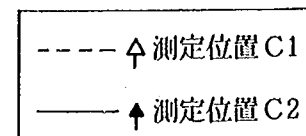
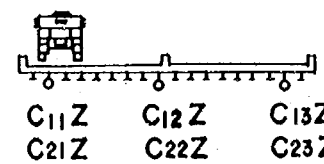
参考のため、試験車走行側の桁と反対側の桁の加速度データから、それらの加算の平均と減算の平均による解析結果からたわみ振動とねじれ振動を分離してみた。そして試験車が対象径間を通過中、及び通過後の桁に生じているたわみ振動とねじれ振動の比率を計算した。これによると試験車が走行車線走行時において対象径間を通過する際にはねじれ振動の比率は高くなるが、総体的にみると、桁に生じている振動はねじれ振動に対してたわみ振動の方が圧倒的に支配的である。また走行位置の違いで比較しても、追い越し車線走行になると走行車線走行時よりも偏心モーメントも与えにくいため、桁には殆どねじれ振動が生じていないようである。さらに、対象径間通過後の自由振動におけるモードにはこれら振動の影響は残るが、比較的早く減衰しているのが分かる。このことは桁スパンが短いため、桁の振動数が鋼板桁の固有振動数（3～4 Hz）と比較しても7 Hzと高く、その分振動の減衰が早いことが要因として考えられる。また桁の振動波形図を見ても分かるように試験車通過後の振動は低減が早いことから説明できる。

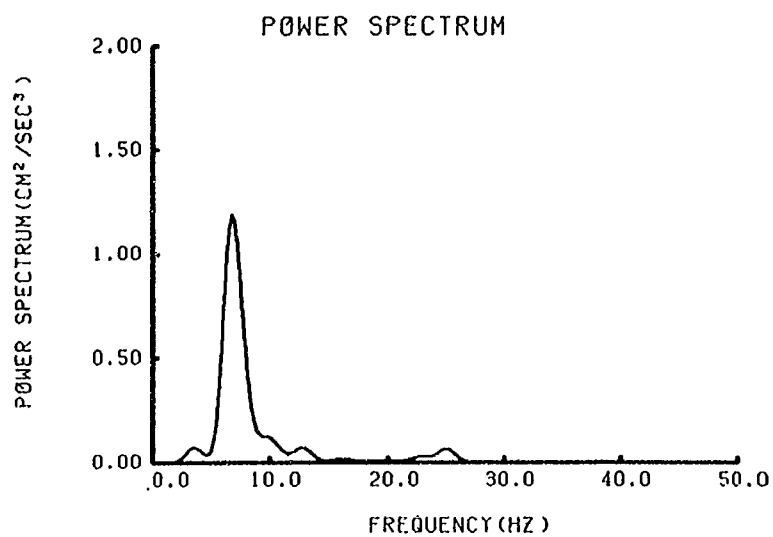
図一15、及び図一16にそれぞれ加算、減算の解析結果からのスペクトル図を一例として示した。これらの解析結果からたわみの固有振動数は6.6～10.1 Hzであり、ねじれの固有振動数は7.5～9.9 Hzであると推定できる。従って、桁で測定された6.6～7.5 Hzの振動は、これらたわみ、ねじれ振動が連成したものと考えられ、24.5～26.8 Hzの振動は高次振動が現れたものと考えられる。この高次振動が中桁で現れやすいのは中桁がT型橋脚の橋脚上で剛に支持されていることによるのではないかと推定される。



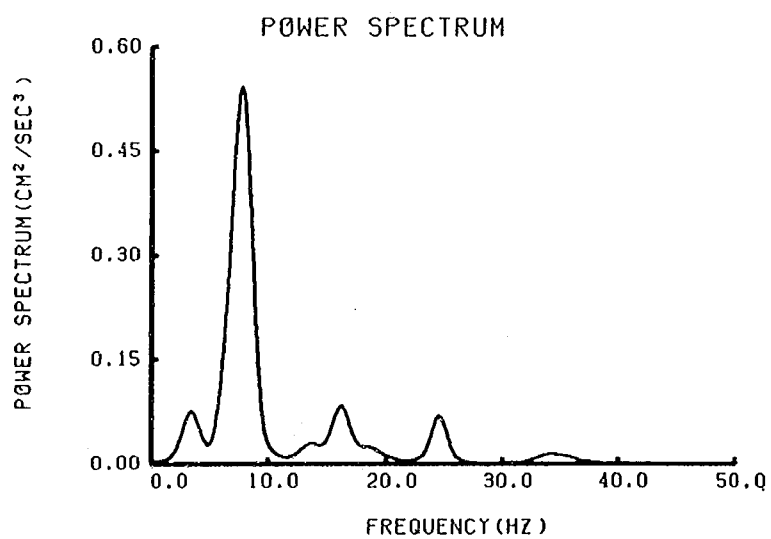
図一14 橋軸直角面内振動モード図

(走行車線走行)





図—15 たわみ振動のパワースペクトル図



図—16 ねじれ振動のパワースペクトル図

4. 構造的な振動軽減対策の検討

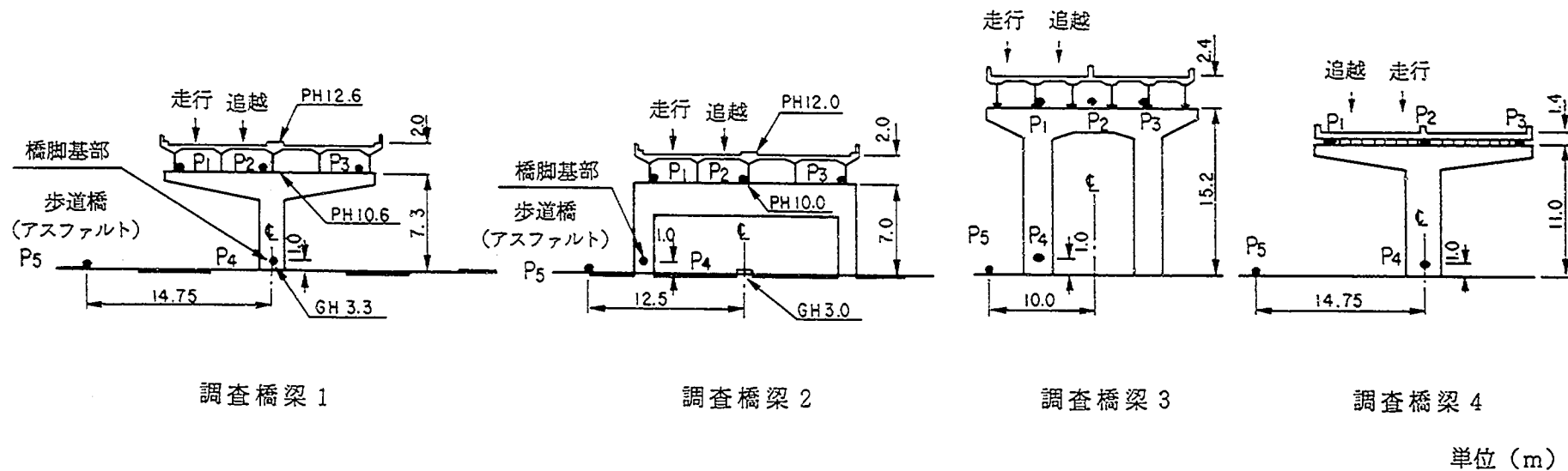
交通振動軽減対策の効果を検証するために、昭和60～62年度の過去3年間に行ってきた実測調査結果より構造的対策として橋脚形式、上部構造形式、そして橋種の違いによる最大加速度値の比較を行った。比較対象とした橋梁の断面図と概要は図一17と表一8のとおりである。橋梁1と橋梁2は上部構造形式が単純桁で等しく、橋脚形式がT型単柱と門型ラーメンで異なっている。橋梁2と橋梁3は下部構造がRC門柱で等しく、上部構造形式が単純桁と連続桁で異なっている。橋梁3と橋梁4は上部構造形式が連続桁と連結桁で概ね等しく、鋼板桁とコンクリート桁で異なっている。

表一8 調査対象高架橋の概要

調査橋梁	高架構造形式		道路条件	
	上部構造	下部構造	車線数	幅員
1	単純合成鋼板桁 橋長 27.0 m	RC単柱 T型	4	17.6 m
2	単純合成鋼板桁 橋長 27.5 m	RC門柱 ラーメン	4	17.6 m
3	3径間連続非合成鋼板桁 橋長 81.0 m (27+29+25m)	RC門柱 ラーメン	4	19.0 m
4	3径間連結PC桁 橋長 60.0 m (3@20m)	RC単柱 T型	4	19.0 m

図一18に縦軸に振動加速度の対数をとる、桁、橋脚天端、橋脚基部、及び地盤での振動加速度の違いを橋梁1～4について比較したものを示した。図より以下の点が明らかとなった。

- 1) 桁の加速度は橋梁1と橋梁2ではほぼ同程度で橋脚形式による違いはあまり見られない。橋梁2と橋梁3とでは橋梁3は橋梁2の半分程度で連続桁とすることにより桁の振動はかなり低減されることが分かる。さらに橋梁4は橋梁3の半分以上の低減を示しており、鋼板桁をコンクリート桁とすることによりいっそうの振動低減効果が現われる。
- 2) 橋脚天端の加速度は橋梁1と橋梁2を比較すると、測点P1では橋梁2で生じている加速度の方が橋梁1よりも遙かに小さい。これは橋梁2の測点位置が梁の固定端部であるのに対し、橋梁1の方は梁の自由端部で、かつ梁の張り出しも長い活荷重による偏心モーメントを受けやすいからである。しかし、測点P2で比較すると逆に橋梁2が橋梁1と同程度もしくはやや大きくなっているが、これは橋梁1の測点位置がT型橋脚の梁の固定端部であり剛性が大きいのに対し、橋梁2の方は梁のスパン中央であるため梁のたわみ振動の影響が出ているものと考えられる。橋梁3、4ではP1、P2いずれの位置でも生じている加速度は小さく、つまり連続桁であるために桁に生ずる加速度が小さいことと、

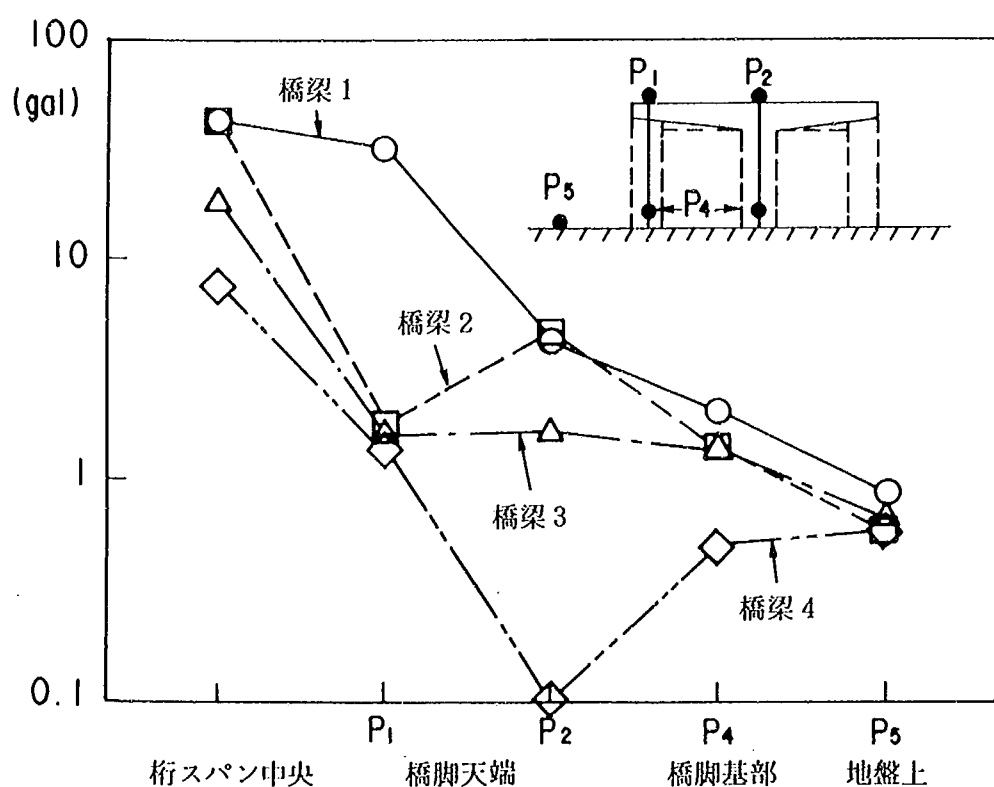


図一17 各橋梁の断面図

振動発生源となる伸縮装置部がないことによる効果が、さらに橋梁4についてはコンクリート桁であることの効果が現われたものと考えられる。

3) 橋脚基部では橋梁2, 3 (ラーメン橋脚) は橋梁1 (T型橋脚) よりも小さく、桁の連続化や橋脚形式による効果が現われているが、橋梁4 (T型橋脚) ではコンクリート桁や橋脚天端で生じている振動が小さいために橋梁2, 3 (ラーメン橋脚) よりもさらに小さくなっている。

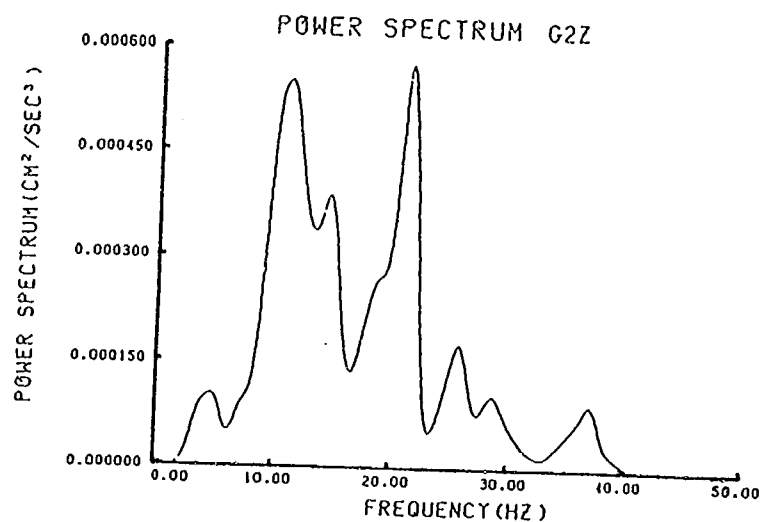
4) 地盤上では橋梁4 (コンクリート桁) の方が橋梁1, 2, 3 (鋼鉄桁) よりも小さくなる傾向が見られ、橋種の違いによる効果が現れたと考えられる。しかし、地盤振動については高架構造物自身の振動にみられるような顕著な低減効果は認められなかった。これは高架橋周辺の地盤条件や、実測現場の環境条件の制約上、橋脚からの測点位置の距離が調査橋梁それぞれについて違うこと等が要因として考えられる。



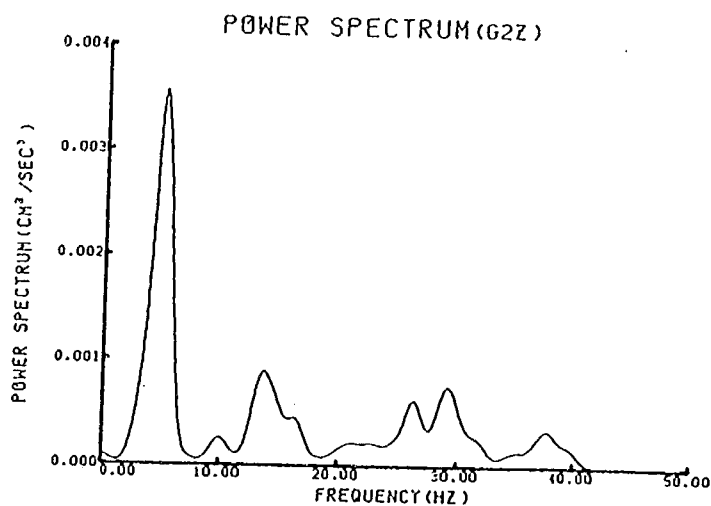
図一18 振動加速度の比較

参考のために、図一19に地盤振動特性の違いをコンクリート桁橋と鋼鉄桁橋でスペクトル図により比較して示した。なお、鋼鉄桁橋のスペクトル図は昭和61年度に調査を行った連続桁橋を代表例として選んだ。図からも分かるように鋼鉄桁橋の周辺地盤の振動数成分は主桁の卓越振動数に等しい低周波領域についてのみ最も卓越したピークを示し、それ以外の周波帯での振動数成分は殆ど減衰しているのが傾向である。それに対し、コンクリート桁橋の周辺地盤の振動数成分には桁の卓越振動数に相当する振動成分は殆ど含まれず、橋脚固有の振動特性、あるいは地盤固有の振動特性によると考えられる振動数成分が9~14Hz, 20Hz 付近、及び25Hz 付近の広い範囲でそれぞれピークを示すが、どの周波帯で最も卓越したピークを示すかにつ

いては、一定の傾向は示さない。次に卓越振動数が持つパワー値の大きさを比較するとコンクリート桁橋の方は鋼鉄桁橋の20分の1から10分の1程度にまで減少しており、加速度の大きさでは殆ど両橋には違いが見られないが、パワー値の大きさが違いが見られ卓越振動数が高いことを合わせて考えると、振動レベルは小さくなることが予想される。



コンクリート桁橋



鋼鉄桁橋

図一19 地盤振動のパワースペクトル図

5. ま と め

今回の実測調査、及び交通振動軽減対策の検討により明らかになったことを以下にまとめる。

(1) コンクリート桁橋の交通振動特性

- 1) コンクリート桁高架橋の交通振動は桁のたわみ振動に起因する6～7 Hzの低周波数成分と伸縮装置部通過時に生ずる10～40 Hzの高周波数成分とからなる。
- 2) 地盤上で卓越する振動数成分は、桁の卓越振動数成分に等しいものは殆ど含まれず、橋脚及び地盤固有の振動特性によると考えられる高周波領域のものである。
- 3) 地盤振動は車両の速度や走行位置の影響を受けにくい。
- 4) 音圧の振動特性と桁の振動特性は相関がある。

(2) 構造形式、橋種の違いによる交通振動軽減効果

- 1) 門型ラーメン橋脚はT型橋脚と比較して橋脚に生ずる振動が小さい。
- 2) 連続桁形式は単純桁形式と比較して桁に生じる振動は小さく、また中間支点上では振動発生源となる伸縮装置がないため振動軽減対策上有利な構造と考えられる。
- 3) 同じ連続桁形式でもコンクリート桁橋は鋼鈑桁橋と比較して桁に生ずる振動は小さい。
- 4) 地盤振動については鋼鈑桁橋における様々な構造的相違があっても高架構造自身にみられる顕著な低減効果は現れなかった。一方、コンクリート桁橋の地盤振動は鋼鈑桁橋の地盤振動と比較してわずかの低減が見られたため、コンクリート桁橋としての効果が現れたと言える。しかし、これらは橋脚からの測点位置の距離や高架橋周辺の地盤条件が調査橋梁それぞれについて違うため、構造的対策の有効性についての厳密な意味での比較にはなお問題が残るところである。
- 5) なお、地盤振動の最大加速度値は走行車両の伸縮装置部通過時に発生するため、伸縮装置部の段差を除去する対策も有効であると考えられる。

謝 辞

本調査を実施するにあたり、阪神高速道路公団保全施設部保全技術課の関係各位から多大な協力を得ました。ここに記して感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) 建設省土木研究所構造研究室：高架橋交通振動実測調査報告書，土木研究所資料第2428号，昭和62年 1 月
- 2) 建設省土木研究所構造研究室：連続桁高架橋交通振動実測調査報告書，土木研究所資料2500号，昭和62 年 7 月

コンクリート桁高架橋交通振動
実測調査報告書

I S S N 0386-5878

土 研 資 料 第2659号

昭和63年 8 月 (1988)

横山 功一、井上 純三
伊関 英彦

要 旨 コンクリート桁高架橋の交通振動特性を把握し、またコンクリート
桁橋と鋼鉄桁橋との橋種の違いによる振動軽減対策としての効果を検証するた
めに、高架橋交通振動の実測調査を行った。昨年度までに同様な実測調査を行
った各種構造形式の高架橋と比較した結果、鋼鉄桁高架橋よりもコンクリート
桁高架橋の方が構造物自体の振動の大きさについて軽減効果のあることが分か
った。

キーワード：コンクリート桁高架橋、振動軽減対策

郵便はがき

郵便切手
は
つ
て
下
さ
い

3 0 5 - □ □

建設省土木研究所

構造橋梁部構造研究室

御中

茨城県つくば市大字旭一番地

No. 13

No. 13

配布先氏名

配布先住所

土木研究所資料第2659号 部

上記のとおり受領しました。

所 属（住所）

氏 名

印