

I S S N 0386—5878
土 研 資 料 第 1555 号

土 木 研 究 所 資 料

橋梁の設計動荷重に関する試験調査報告書〔Ⅲ—1979〕

昭和 55 年 3 月

建設省土木研究所
構造橋梁部構造研究室

Copyright © 54 年度 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なってはならない。

は じ め に

昭和54年度に実施した「橋梁の設計動荷重に関する試験調査（中課題）」（道路事業調査費）の成果をとりまとめて報告する。その内容は以下の3章である。

第1章 路面凹凸に起因する実働自動車荷重実測調査

昭和53年度および54年度に実施した実測調査（調査Cおよび調査D）の解析結果を報告する。これらの調査の目的は、大型トラックの積載量が実働自動車荷重に与える影響を明らかにすることである。

第2章 単純桁橋の衝撃係数に関する実橋実験および数値計算

前年度に実施した内山大橋走行実験の二次解析結果（衝撃係数の実測値と計算値の比較）、および今年度実施した複数車走行時の応答計算結果を報告する。

第3章 伸縮装置部実働自動車荷重実測調査

本調査は伸縮装置に作用する自動車荷重（鉛道・水平方向）の大きさを明らかにするとともに、設計、施工法の合理化を図ることを主目的にして今年度から新たに開始された「伸縮装置に作用する自動車荷重に関する試験調査（小課題）」として実施したものであり、段差部で発生する自動車荷重の把握を目的とした。

昭和55年3月

建設省土木研究所

構造研究室	室長	成田	信之
	研究員	桂樹	正隆
	室員	江本	勝
	室員	藤城	隆

目 次

は じ め に

1. 路面凹凸に起因する実働自動車荷重実測調査	1
1.1 調査目的および要領	1
1.2 調 査 結 果	1
表	3
図	6
2. 単純桁橋の衝撃係数に関する実橋実験および数値計算	27
A 内山大橋走行実験	27
2.1 実験目的、内山大橋の概要、調査項目およびその方法	27
2.2 今年度の調査内容	27
2.3 静的載荷実験およびその結果	27
2.4 二次解析結果	27
2.4.1 路面凹凸調査結果	27
2.4.2 荷重車走行試験結果	28
2.4.3 数 値 計 算	29
2.4.4 数 値 計 算 結 果	30
2.4.5 考 察	30
2.5 ま と め	31
B 複数車走行時の応答計算	31
表	32
図	39
3. 伸縮装置部実働自動車荷重実測調査	50
3.1 調査目的および概要	50
3.2 調 査 要 領	50
3.2.1 調査対象橋梁	50
3.2.2 路面平坦性調査	51
3.2.3 荷重車走行試験	51
3.3 解析方法およびその結果	51
3.3.1 路面平坦性記録	51
3.3.2 動的付加荷重記録	51
表	52
図	56

1. 路面凹凸に起因する実働自動車荷重実測調査

1.1 調査目的および要領

本調査は(1)パワースペクトルを用いた路面凹凸評価法の確立、(2)路面凹凸とそれにより誘起される実働車荷重との関係の把握、等を目的として昭和51年度から毎年1回実施されており、今年度がその4回目である。それぞれの調査を年度順に調査A、B、C、およびDと呼ぶと、調査AおよびBについては、その調査要領、解析結果等は既に昨年度までの報告書に紹介した。調査Cについては昨年度の報告書に調査要領を報告し、解析結果はその一部を紹介したにとどまった。今年度実施した調査Dの調査要領は原則として調査Cと同じであるので以下にその相異点を中心に簡単に述べる。

- (1) 調査地点数 12ヶ所(1ヶ所当り100mの調査区間)
- (2) 路面凹凸の測定
 - 3mプロフィールメーターおよび高速プロフィールメーター
 - 測定位置は荷重車の左車輪通過線上
- (3) 動的付加荷重の測定
 - 後軸静軸重……5種類(車両は調査BおよびCと同一のものを使用)
 - 荷重-1 : 10,340 Kg 荷重-2 : 9,040 Kg
 - 荷重-3 : 6,360 Kg 荷重-4 : 5,410 Kg
 - 荷重-5 : 4,520 Kg (空荷状態)
 - 走行速度……3種類(20、30、40 Km/h)
- (4) 記録の解析
 - 路面平坦性記録
 - 3mプロフィールメーター → σ 、PrI、TCR
 - 高速プロフィールメーター → 路面凹凸パワースペクトル密度
 - 動的付加荷重記録
 - パワースペクトル、標準偏差、最大動荷重、車両の伝達関数

1.2 調査結果

ここでは調査CおよびDの解析結果を以下の表および図に示す。本年度はこれまで調査結果をとりまとめる方針であったが、時期の関係上調査Dの資料解析までしか終了していないので、全体成果のとりまとめは来年度早々に実施することとしたい。

(1) 調査地点および路面平坦性

• 調査C — 表-1.1

• 調査D — 表-1.2

(2) 調査結果一覧表

◦ 調査C — 表-1.3

◦ 調査D — 表-1.4

(3) 路面平坦性標準偏差と動荷重標準偏差の関係

◦ 調査C — 図-1.1

◦ 調査D — 図-1.5

(4) 路面平坦性標準偏差と最大動荷重の関係

◦ 調査C — 図-1.2

◦ 調査D — 図-1.6

(5) 路面凹凸パワースペクトルと動荷重標準偏差の関係

◦ 調査C — 図-1.3

◦ 調査D — 図-1.7

(6) 路面凹凸パワースペクトルと最大動荷重の関係

◦ 調査C — 図-1.4

◦ 調査D — 図-1.8

表- 1.1 調査地点および路面平坦性 (調査C)

地点 番号	調査対象場所	舗装 種別	目視による 路面状況	標準偏差 σ (mm)	PrI (cm/Km)	S(0.1)*	備 考
1	土木研究所試走路	Co	良	254	59.2	2.42×10	
2	君津郡袖ヶ浦町	As	極良	108	5.6	1.04×10	
3	袖ヶ浦町長浦	"	悪	208	21.3	1.47×10	
4	"	"	普	142	7.7	1.58×10	
5	"	"	良	148	3.9	1.26×10	
6	"	"	極良	191	220	1.95×10	
7	"	"	普	223	35.3	2.61×10	
8	"	"	極良	0.96	1.5	6.81	
9	"	"	普	290	80.4	5.21×10	
10	八千代市村上	"	"	107	0.5	4.82	
11	" 島田	"	悪	249	38.2	2.00×10	
12	" 島田台	"	悪	275	35.5	2.82×10	

* 0.1 c/mでの路面凹凸パワースペクトル密度 (mm²/c/m)

表- 1.2 調査地点および路面平坦性 (調査D)

	調 査 箇 所	目視による 路面状況	縦断凹凸調査			記 事
			σ (mm)	RI (cm/Km)	PrI (cm/Km)	
1	土木研究所試走路	上	0.67	100	0.97	実大トンネル横外側
2	図書館大学前 (西大通り)	上	1.09	280	0.00	下り3車線 外側
3	大穂町篠崎 上り	上	1.44	280	7.25	建築研究所
4	土木研究所前 (西大通り)	上	1.81	200	23.67	下り2車線 外側
5	防災センター前 (東大通り)	中上	2.23	210	35.75	下り2車線 外側
6	国土地理院前 (西大通り)	中上	2.67	220	51.21	下り2車線 外側
7	豊里町百家 上り	中	3.32	370	43.48	
8	豊里町手子生 上り	中下	3.76	410	120.29	西谷田川白樺橋
9	大穂町上原 下り	中下	4.13	340	111.59	物理学研究所
10	谷田部町鬼ヶ窪 上り	下	4.48	2690	304.35	
11	桜村柴崎 上り	下	4.96	630	173.91	
12	大穂町向山 上り	下	5.50	980	373.43	

表-1.3 調査結果一覧表(調査O)

地点 番号	空 荷			半 載			S (0.1) *	σ (mm)
	車 速 (km / h)	最 大 動 荷 重 (t on)	動 荷 重 標 準 偏 差 (t on)	車 速 (km / h)	最 大 動 荷 重 (t on)	動 荷 重 標 準 偏 差 (t on)		TCR (cm / km)
								Pr 1 (cm / km)
1	238	1.15	0.254	22.7	1.60	0.478	2.42×10	2540
	31.1	1.40	0.282	30.5	1.80	0.579		
	38.6	1.55	0.332	36.7	1.90	0.752		
	48.3	1.65	0.462	44.2	3.50	0.804		
	53.0	1.55	0.437	61.4	2.60	0.836		59.2
2	24.3	0.55	0.175	22.7	0.60	0.209	1.08×10	1079
	31.6	0.50	0.114	31.2	0.90	0.278		
	38.2	0.50	0.147	37.7	1.50	0.409		5.6
3	23.9	0.85	0.175	22.2	1.10	0.358	1.47×10	2079
	31.3	0.80	0.170	30.8	1.60	0.465		
	38.7	1.05	0.218	37.4	1.80	0.544		21.3
4	24.5	0.65	0.153	23.6	1.00	0.347	1.58×10	1415
	31.0	0.75	0.159	30.8	1.10	0.382		
	38.8	0.75	0.178	38.5	1.60	0.461		7.7
5	24.4	0.65	0.148	23.0	1.00	0.339	1.26×10	1484
	31.3	0.70	0.160	31.4	1.00	0.337		
	37.9	1.05	0.182	37.1	1.30	0.430		3.9
6	24.3	0.45	0.151	22.9	1.10	0.291	2.00×10	1914
	31.1	0.85	0.168	30.5	1.30	0.366		
	40.1	1.15	0.213	38.1	1.80	0.532		22.0
7	24.5	0.70	0.187	22.7	1.30	0.397	2.71×10	2227
	31.4	0.65	0.180	30.0	1.50	0.449		
	36.0	1.20	0.234	37.5	1.90	0.534		35.3
8	23.9	0.95	0.147	22.7	1.00	0.322	6.81×10 ⁰	0.963
	32.1	0.80	0.165	30.8	1.10	0.380		
	39.6	0.85	0.201	38.5	1.10	0.366		1.5
9	24.5	1.00	0.267	22.9	2.30	0.546	5.21×10	2899
	32.7	1.15	0.293	30.6	2.20	0.628		
	39.0	1.90	0.377	37.1	3.20	0.660		80.4
10	23.3	0.60	0.122	23.8	0.90	0.287	5.01×10 ⁰	1067
	31.3	0.55	0.154	30.8	1.00	0.295		
	38.3	0.55	0.165	36.5	1.10	0.360		0.5
11	21.6	1.10	0.185	21.8	1.90	0.443	2.00×10	2493
	30.3	1.25	0.217	30.0	1.30	0.425		
	38.1	1.65	0.268	37.2	1.80	0.425		38.2
12	21.4	0.50	0.131	23.3	1.80	0.354	2.93×10	2748
	30.7	1.00	0.167	31.1	1.80	0.467		
	39.0	1.35	0.231	36.9	2.10	0.508		35.5

* 0.1 c/m での路面凹凸パワースペクトル密度 (mm/c/m)

表-1.4 調查結果一覽表 (調查 D)

地点番号	荷重 - 1			荷重 - 2			荷重 - 3			荷重 - 4			荷重 - 5			S(0.1) (ml/c/m)	σ(mm) TCR (cm/cm) Pr1 (cm/cm)
	車速 (km/h)	最大動荷重 (ton)	動荷重標準偏差 (ton)	車速 (km/h)	最大動荷重 (ton)	動荷重標準偏差 (ton)	車速 (km/h)	最大動荷重 (ton)	動荷重標準偏差 (ton)	車速 (km/h)	最大動荷重 (ton)	動荷重標準偏差 (ton)	車速 (km/h)	最大動荷重 (ton)	動荷重標準偏差 (ton)		
1	23.7	201	0.430	23.2	1.87	0.324	23.7	1.16	0.196	23.2	1.13	0.165	23.5	0.73	0.166	1.62×10 ⁰	0.67
	29.6	219	0.543	30.8	1.19	0.406	31.5	1.53	0.230	32.4	1.25	0.178	32.1	1.16	0.173		200
	38.1	123	0.431	39.7	1.07	0.418	39.5	0.85	0.289	39.4	1.21	0.285	40.5	1.04	0.178		0.97
	46.1	1.69	0.499	47.4	1.09	0.319	46.6	0.96	0.254	48.8	1.00	0.231	47.6	0.97	0.333		
	54.8	1.53	0.543	56.0	1.33	0.434	54.9	1.02	0.325	56.4	0.94	0.276	55.8	0.85	0.239		
2	22.8	0.89	0.335	23.3	1.16	0.326	23.6	1.04	0.223	23.6	0.67	0.196	23.9	0.56	0.160	4.06×10 ⁰	1.09
	30.8	1.82	0.510	30.3	1.20	0.314	31.3	1.05	0.260	31.5	0.74	0.215	31.8	0.57	0.200		560
	38.0	1.53	0.571	38.1	1.35	0.413	39.0	1.36	0.427	39.6	1.05	0.216	39.3	1.23	0.225		0.00
3	22.7	1.27	0.326	23.3	1.18	0.263	23.6	0.55	0.170	23.3	0.43	0.153	23.3	0.51	0.214	7.50×10	1.44
	31.7	1.74	0.611	30.5	0.94	0.355	31.7	0.65	0.234	31.5	0.54	0.159	32.4	0.46	0.138		560
	39.3	1.43	0.591	39.0	1.05	0.389	39.0	1.08	0.418	39.4	0.75	0.282	39.7	0.44	0.154		7.25
4	23.7	1.43	0.525	23.7	1.35	0.561	23.5	0.89	0.252	24.0	0.79	0.208	24.0	0.68	0.230	1.00×10	1.81
	31.9	2.31	0.767	31.1	1.55	0.558	31.5	1.12	0.283	32.0	0.92	0.258	31.9	0.81	0.270		400
	36.6	2.14	0.724	38.9	1.90	0.609	39.8	1.37	0.440	39.6	1.16	0.333	39.0	0.89	0.266		23.67
5	23.9	1.37	0.561	22.8	1.10	0.371	24.1	0.61	0.231	23.4	0.58	0.191	24.4	0.55	0.159	4.06×10	2.23
	32.3	1.51	0.474	30.9	1.28	0.415	31.4	0.61	0.194	31.6	0.54	0.190	32.0	0.65	0.202		420
	38.4	1.65	0.626	38.4	1.80	0.582	39.1	1.37	0.434	39.8	0.84	0.331	39.9	0.65	0.193		35.75
6	23.3	1.61	0.554	22.7	1.37	0.498	23.3	1.12	0.308	23.5	1.08	0.318	23.3	0.80	0.257	6.00×10	2.67
	30.7	2.13	0.692	31.9	1.60	0.504	31.5	1.13	0.320	31.6	1.21	0.311	31.4	1.13	0.267		440
	38.1	2.32	0.692	37.1	1.96	0.639	38.8	1.58	0.351	39.2	1.22	0.317	39.1	1.59	0.283		51.21
7	24.9	3.55	0.715	23.1	2.71	0.527	23.5	3.01	0.381	23.8	2.70	0.304	24.0	3.24	0.287	2.30×10 ²	3.32
	31.6	6.43	0.804	30.9	5.57	0.759	31.8	5.30	0.478	31.6	4.98	0.406	32.1	3.31	0.330		740
	40.0	4.96	1.062	38.5	5.29	0.852	39.5	7.06	0.627	39.3	5.25	0.506	39.4	5.22	0.440		43.48
8	24.2	4.87	0.917	23.1	5.27	0.806	23.3	5.52	0.632	23.3	4.64	0.561	23.5	5.28	0.539	5.01×10	3.76
	31.8	7.76	1.117	31.6	7.04	1.048	31.4	6.14	0.746	31.4	5.30	0.689	31.6	5.23	0.676		820
	39.5	6.18	1.240	39.7	8.27	1.036	38.9	9.56	0.972	38.8	9.58	0.974	38.9	7.47	0.928		120.29
9	23.7	2.42	0.743	23.4	1.99	0.644	24.1	1.34	0.285	23.4	1.24	0.274	23.3	0.95	0.248	9.44×10	4.13
	32.1	3.09	0.902	31.9	2.43	0.655	31.2	1.45	0.376	32.0	0.94	0.301	32.3	1.36	0.313		680
	38.5	2.63	0.886	38.6	2.20	0.751	39.2	2.02	0.463	39.8	1.53	0.430	39.3	1.75	0.352		111.59
10	23.6	2.23	0.668	23.2	1.98	0.527	23.5	1.64	0.359	22.7	1.47	0.327	23.4	1.26	0.331	6.68×10	4.48
	32.4	2.16	0.701	31.2	2.10	0.602	31.2	1.62	0.340	31.1	1.42	0.333	31.3	1.28	0.318		5380
	38.8	2.98	0.660	37.5	2.29	0.677	39.5	1.47	0.441	39.5	1.71	0.375	39.2	1.48	0.338		304.35
11	24.1	2.62	0.824	23.7	2.57	0.747	24.2	1.99	0.563	23.9	2.13	0.483	23.8	3.20	0.457	1.44×10 ²	4.96
	31.7	2.57	0.864	30.8	3.33	0.884	32.0	2.74	0.567	31.4	2.59	0.555	32.0	2.94	0.557		1260
	38.7	2.27	0.672	38.3	2.44	0.761	39.1	3.36	0.699	39.4	3.21	0.680	39.3	2.97	0.695		173.91
12	23.9	4.05	1.047	23.1	3.04	0.828	23.5	2.42	0.584	23.5	2.50	0.545	23.0	2.27	0.490	1.50×10 ²	5.50
	30.5	4.50	1.426	29.5	4.29	1.145	31.7	3.44	0.870	31.1	3.55	0.716	30.8	2.44	0.664		1980
	38.4	4.67	1.540	38.2	4.87	1.344	38.6	5.06	1.001	39.5	3.99	0.917	39.3	3.19	0.913		373.43

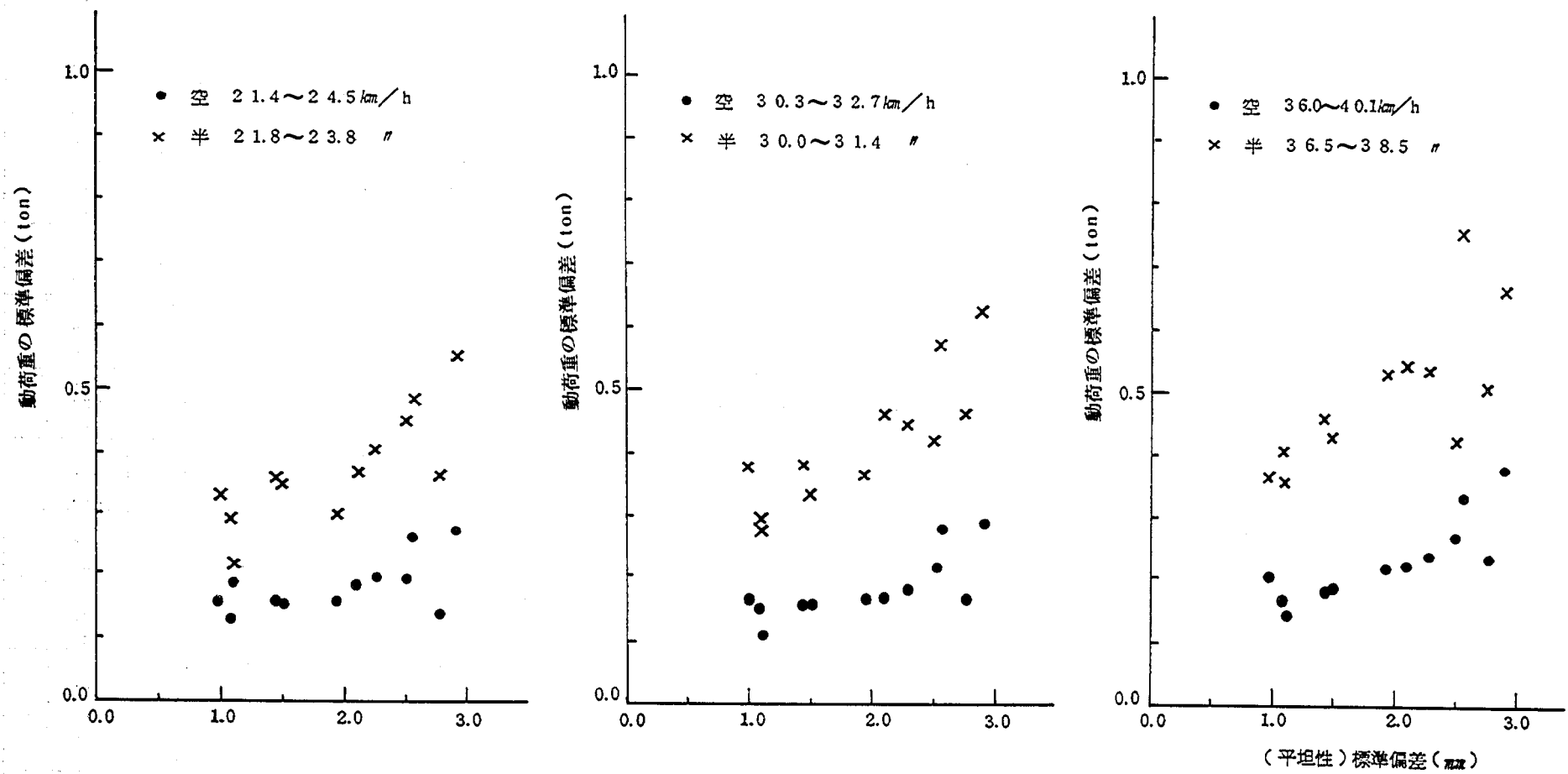


図-1.1 路面平坦性標準偏差と動荷重標準偏差の関係(調査C)

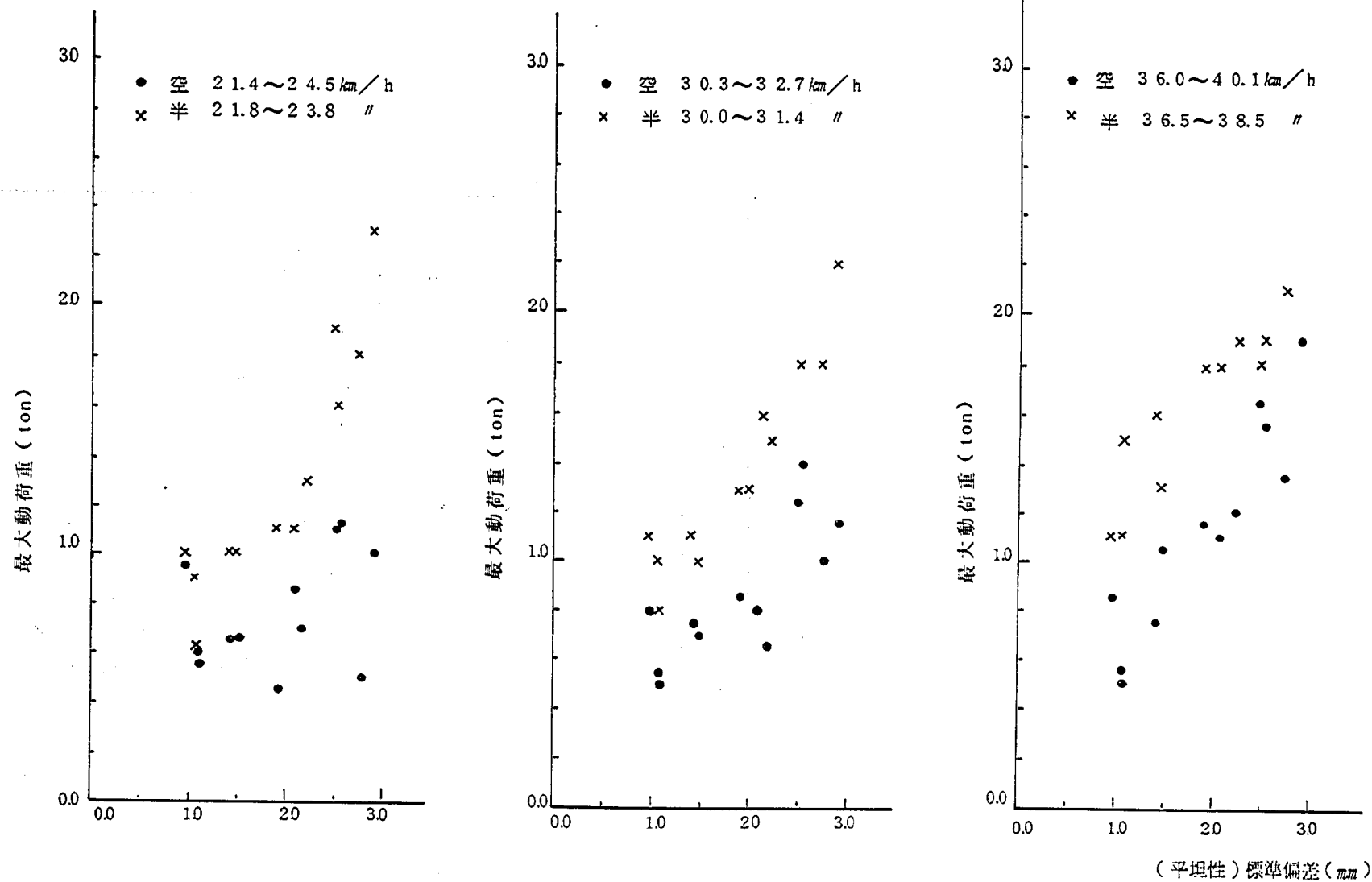


図-1.2 路面平坦性標準偏差と最大動荷重の関係(調査C)

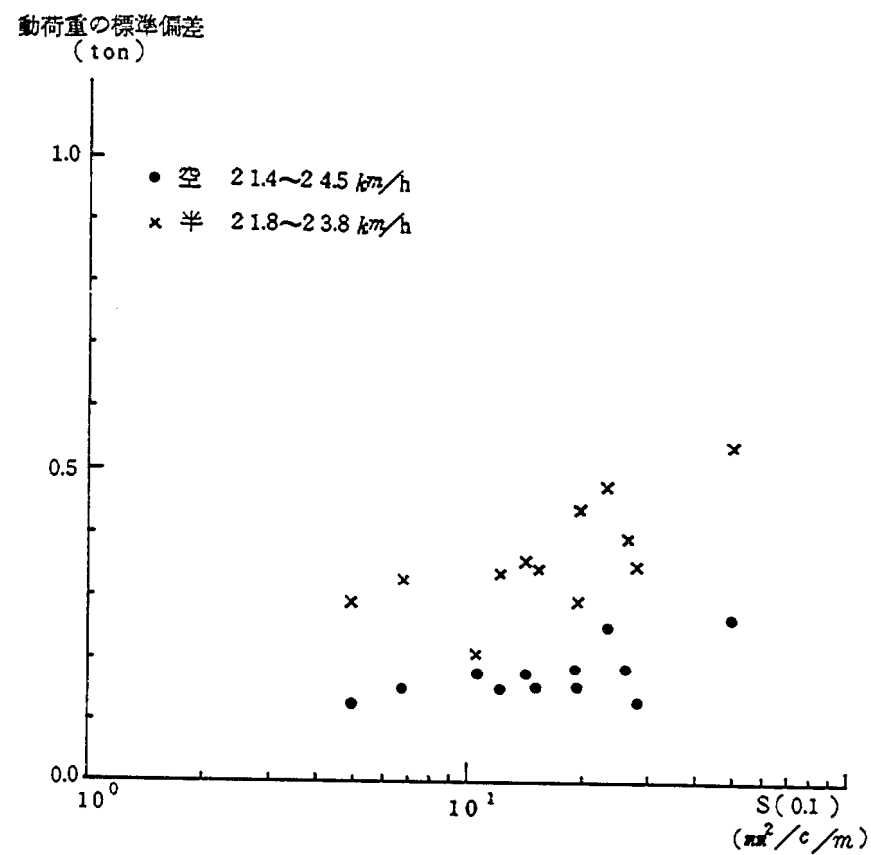
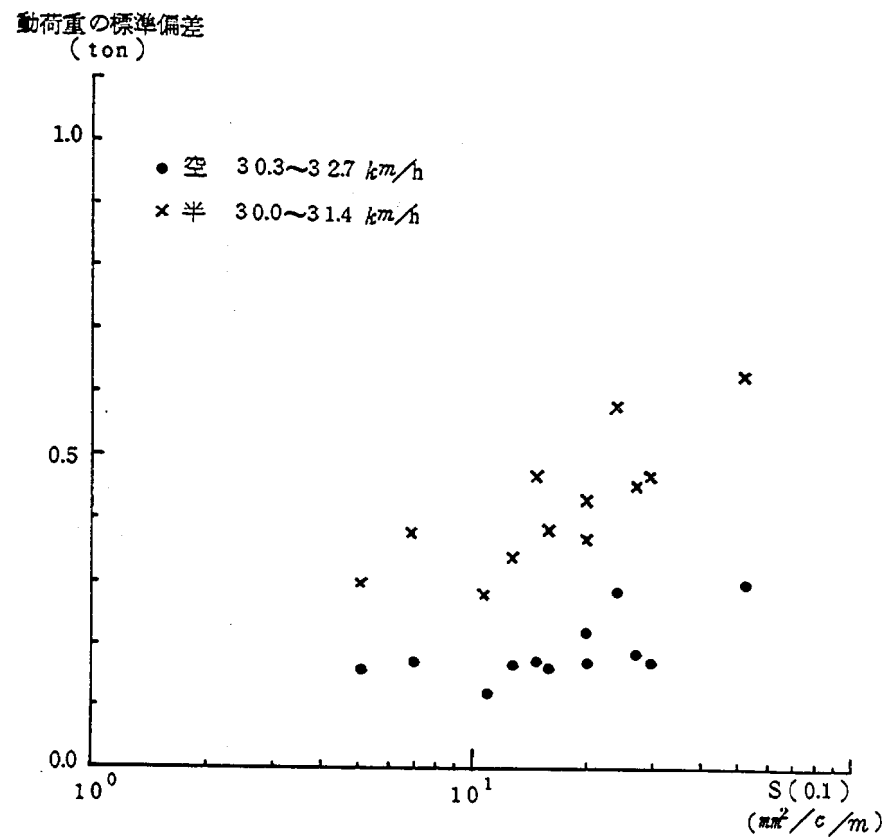


図-1.3(1) 路面凹凸パワースペクトルと動荷重標準偏差の関係(調査C)

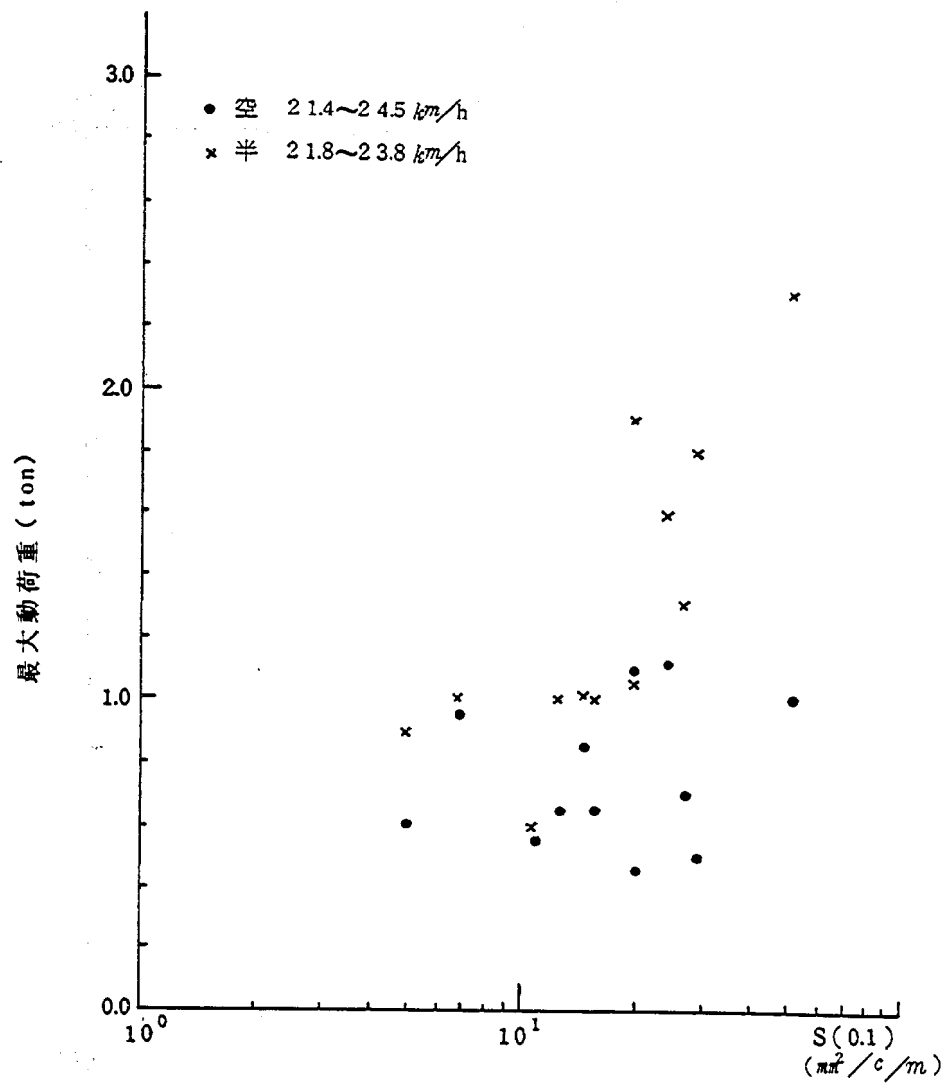


図-1.4(1) 路面凹凸パワースペクトルと最大動荷重の関係(調査C)

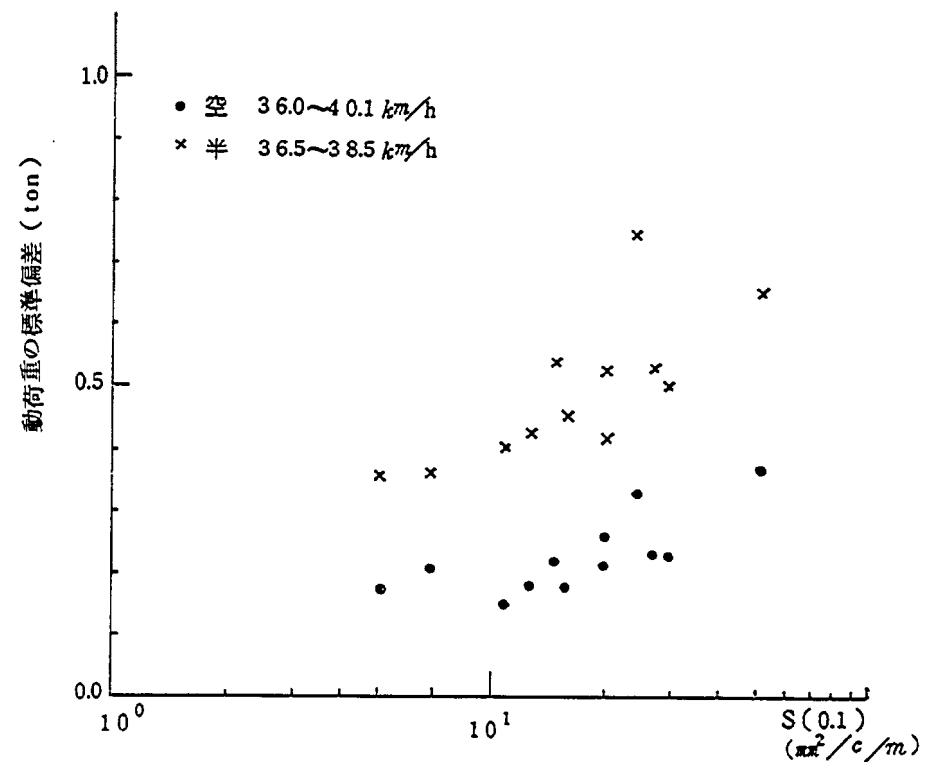


図-1.3(2) 路面凹凸パワースペクトルと動荷重標準偏差の関係(調査C)

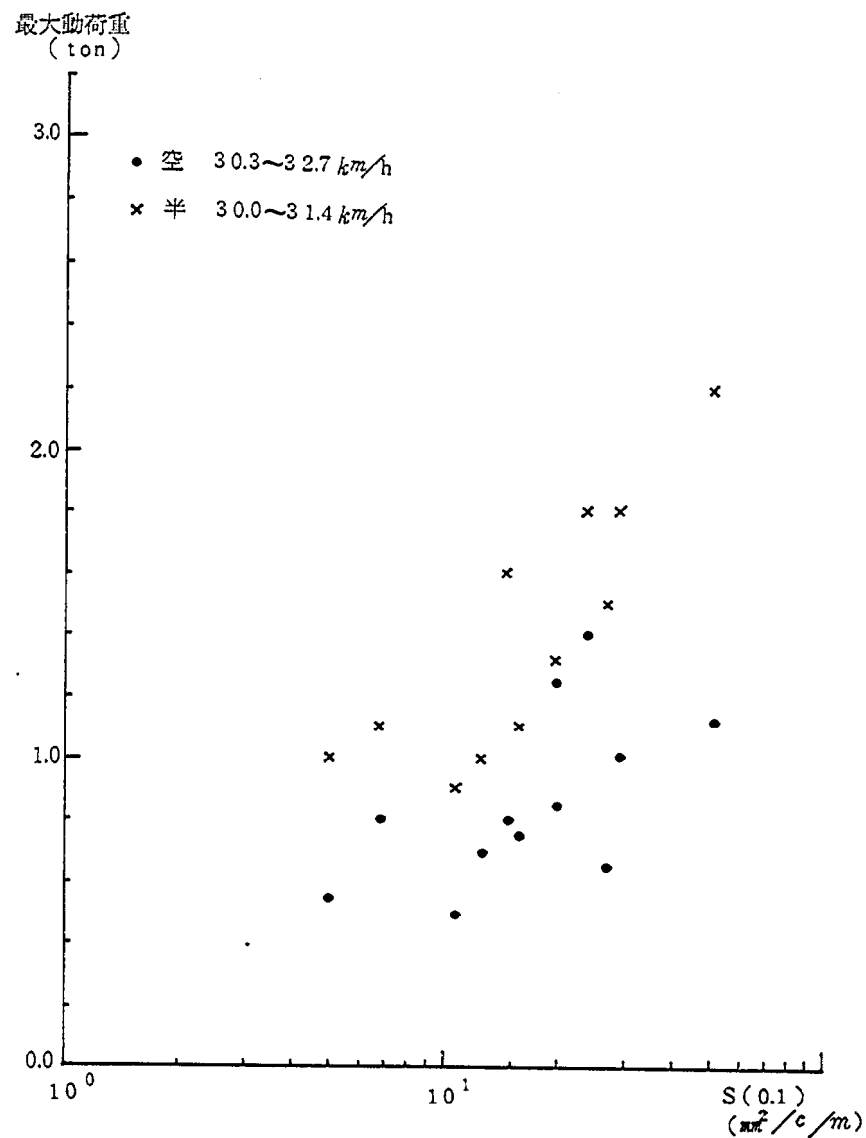
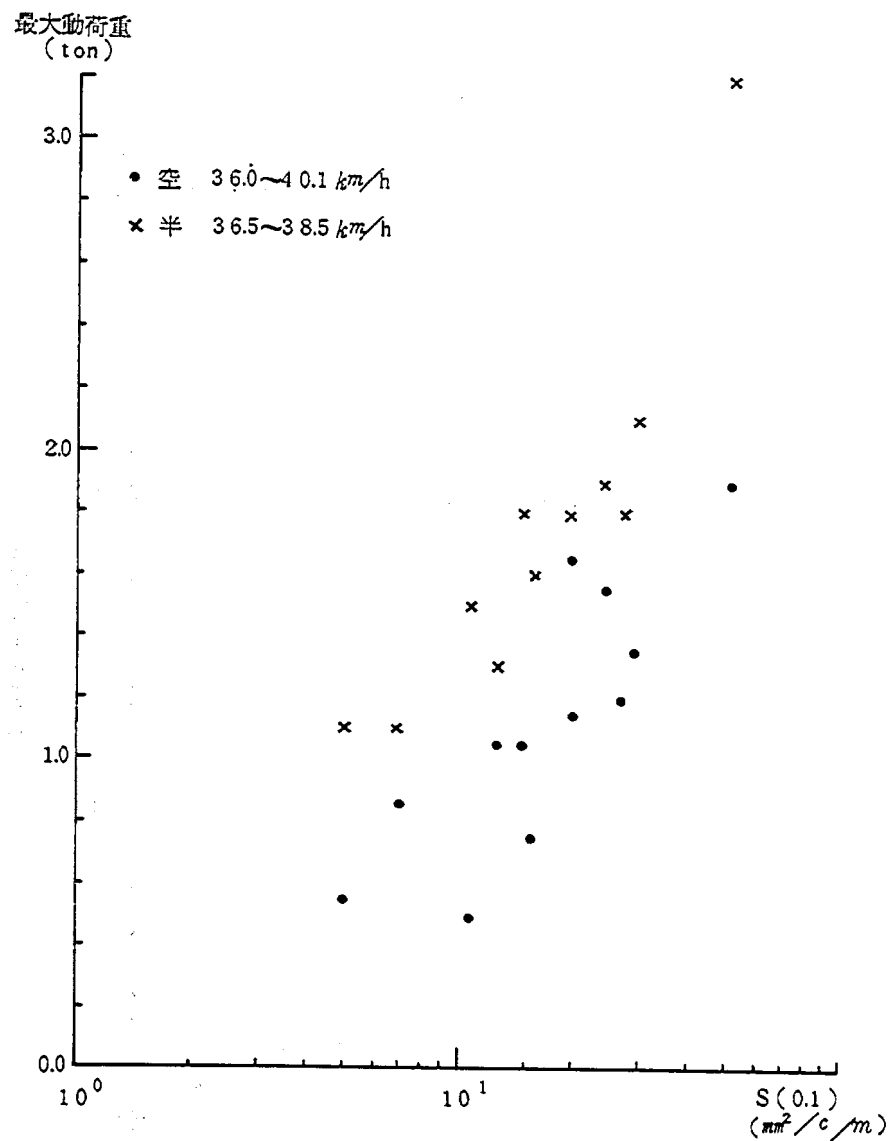


図-1.4(2) 路面凹凸パワースペクトルと最大動荷重の関係(調査C)

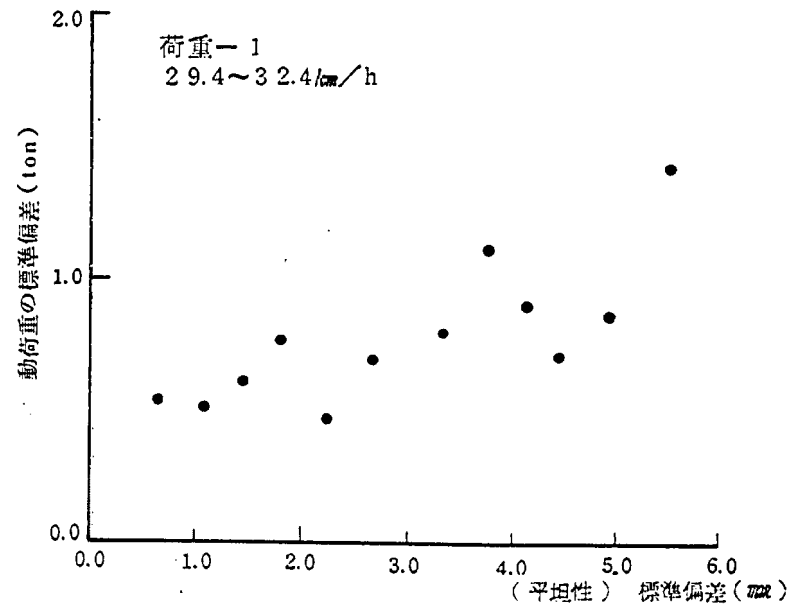
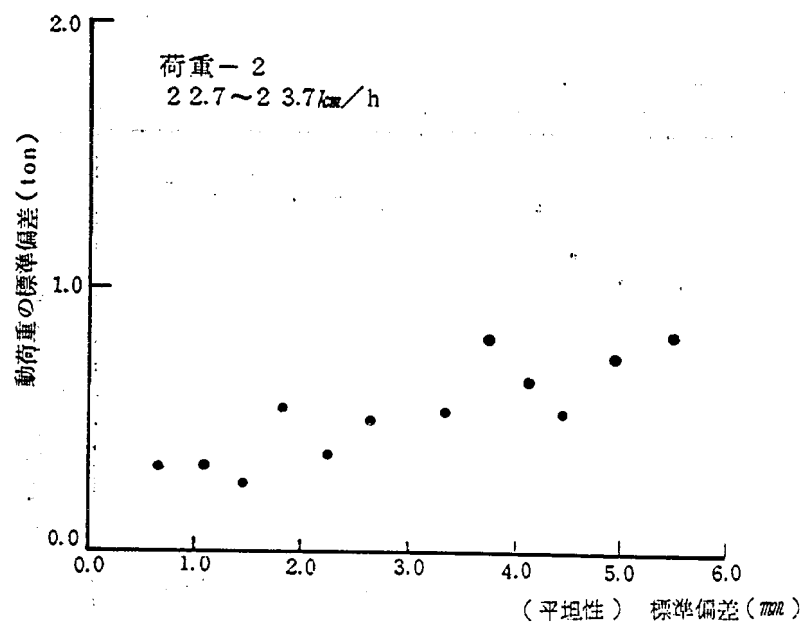
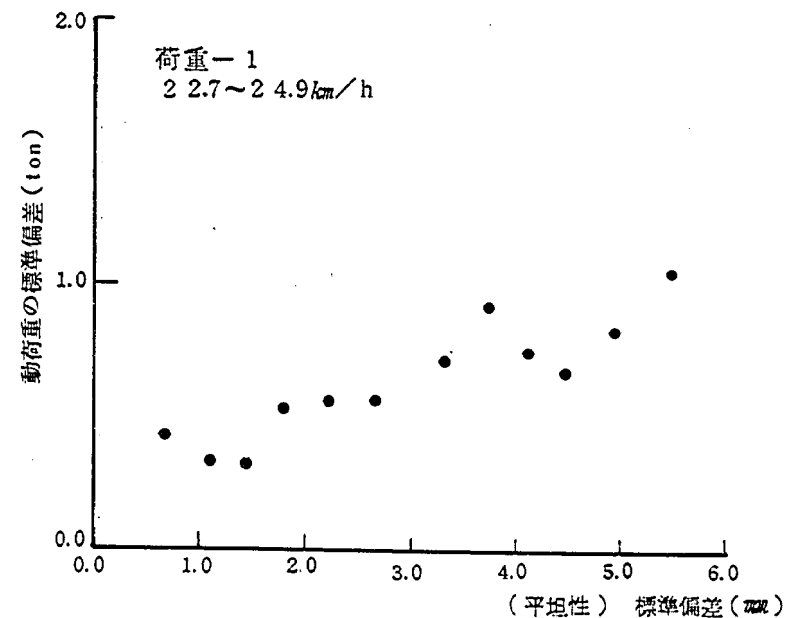
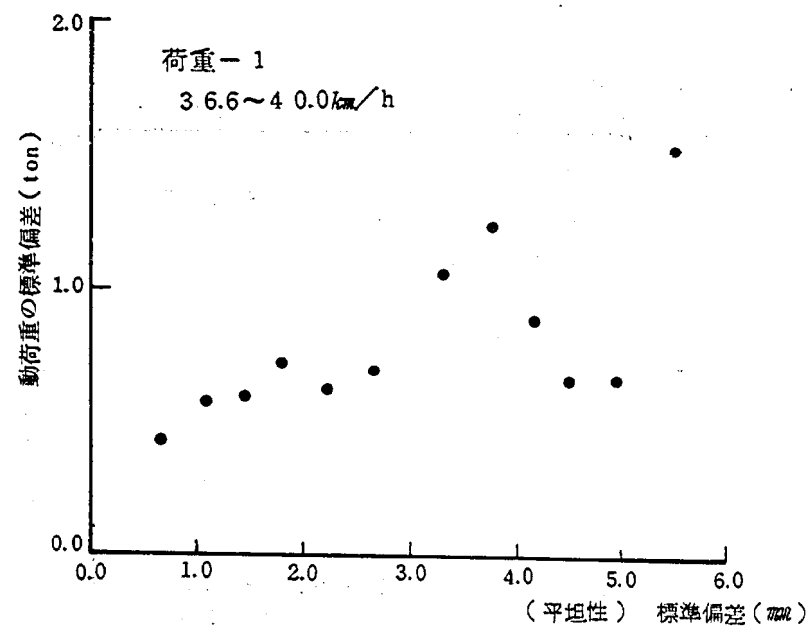


図-1.5(1) 路面平坦性標準偏差と動荷重標準偏差の関係(調査D)

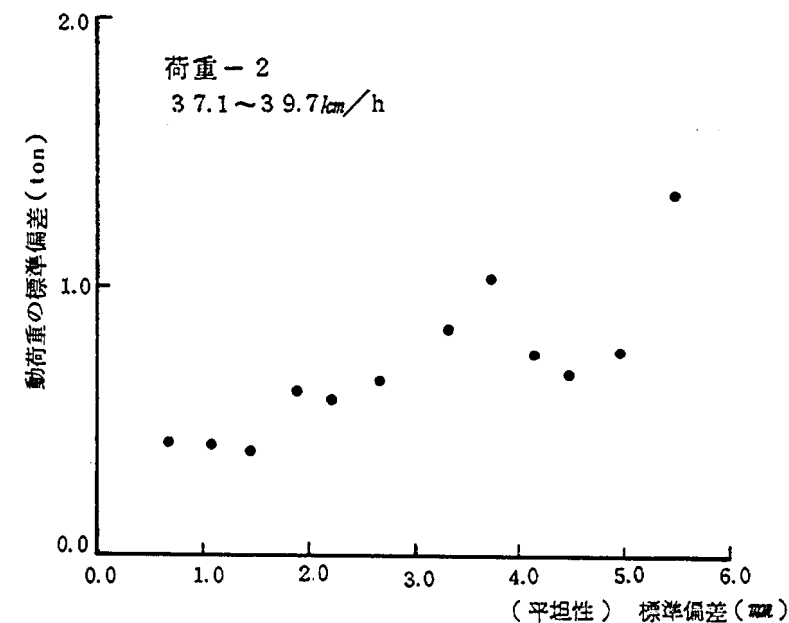
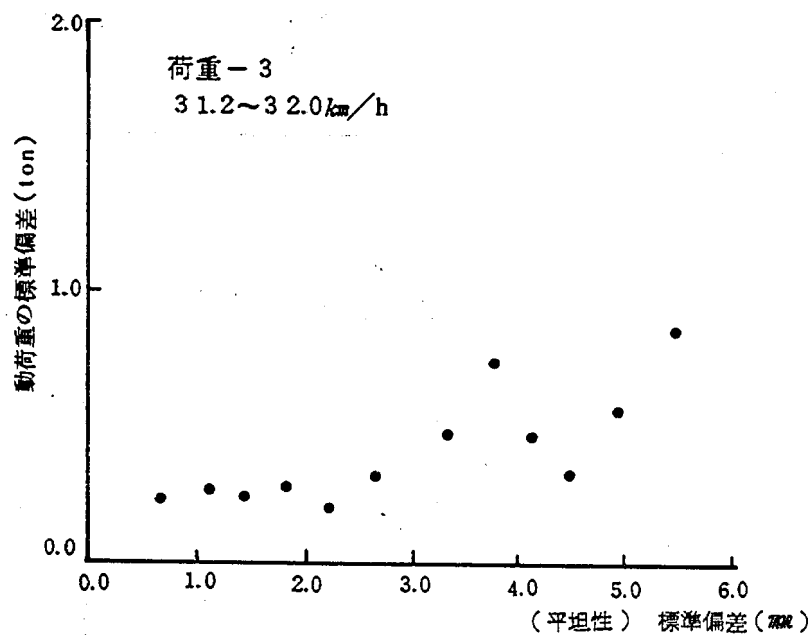
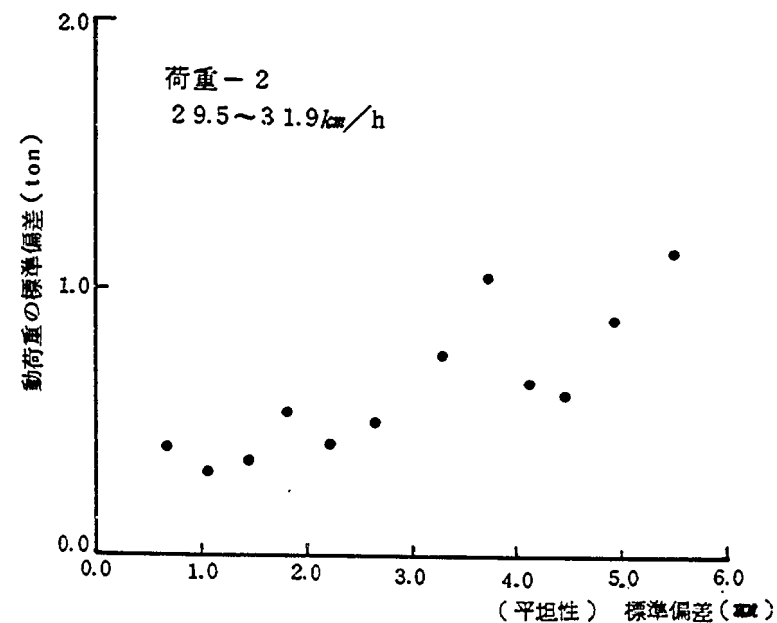
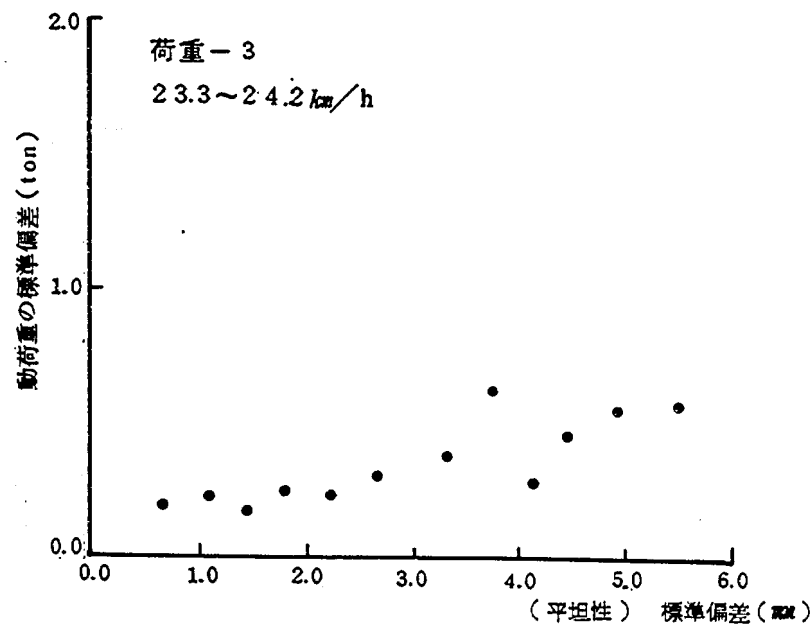


図-1.5(2) 路面平坦性標準偏差と動荷重標準偏差の関係(調査D)

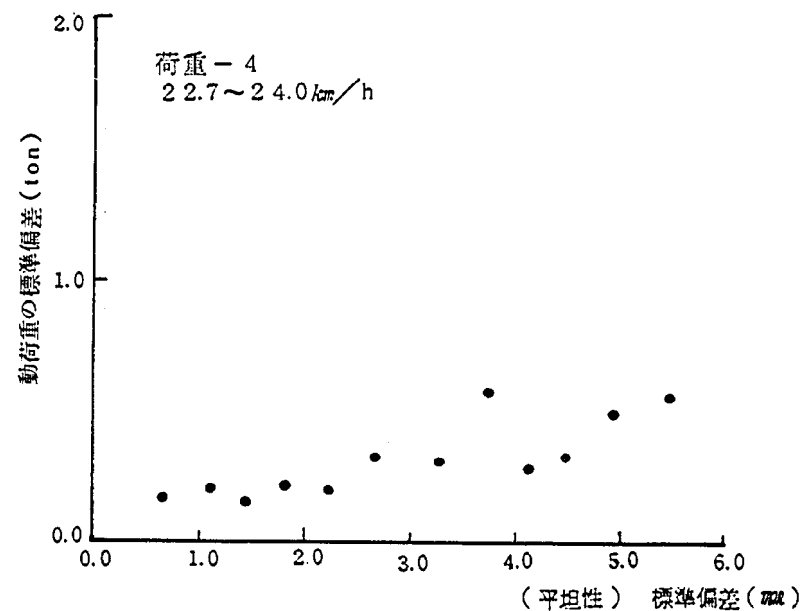
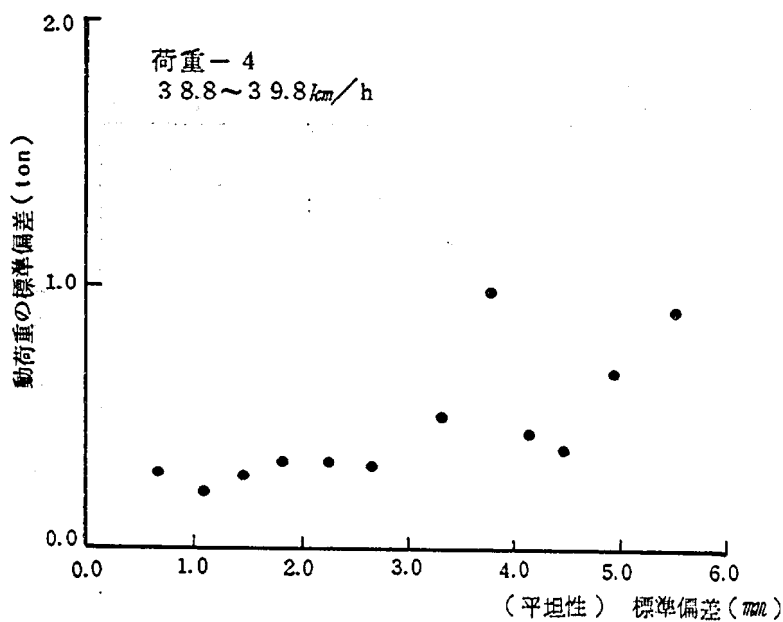
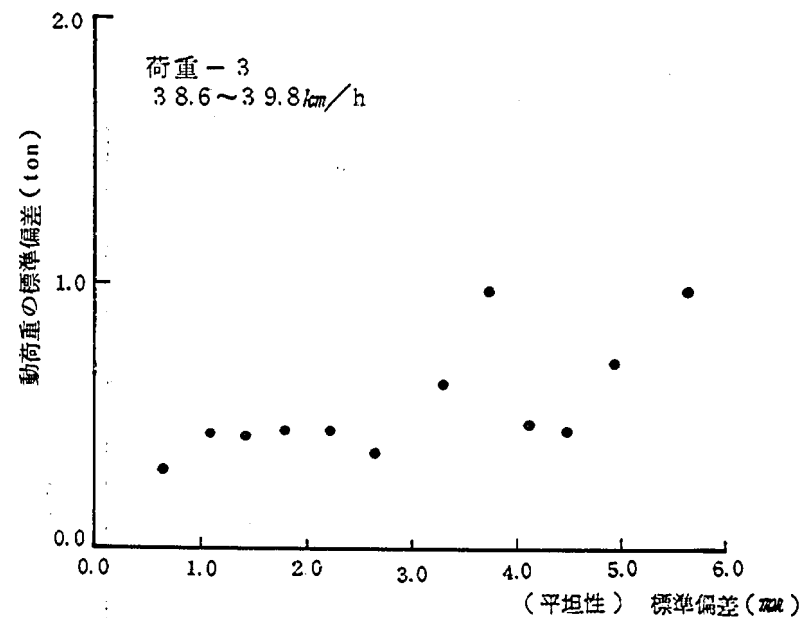
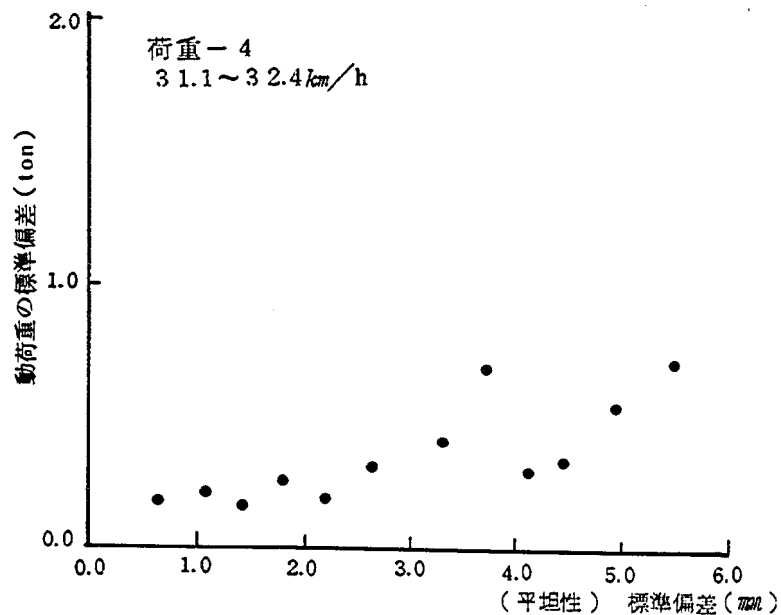


図 - 1.5 (3) 路面平坦性標準偏差と動荷重標準偏差の関係 (調査 D)

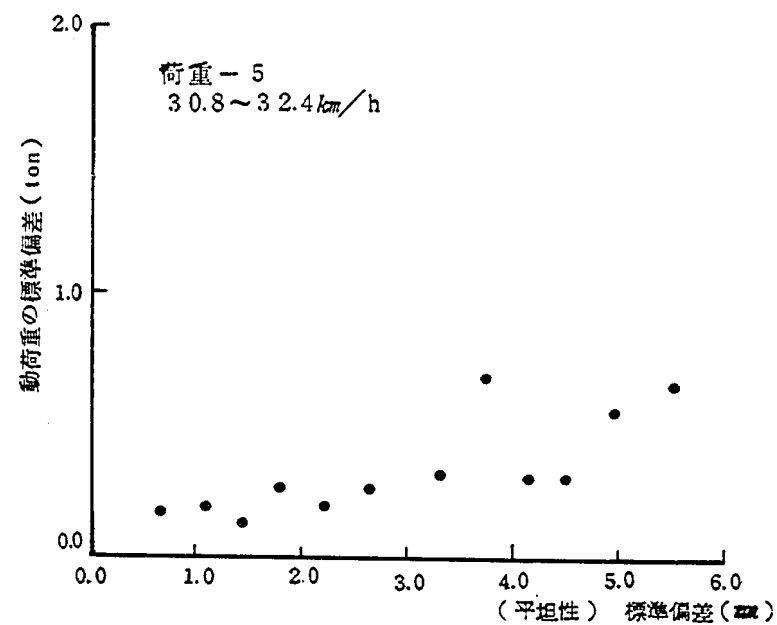
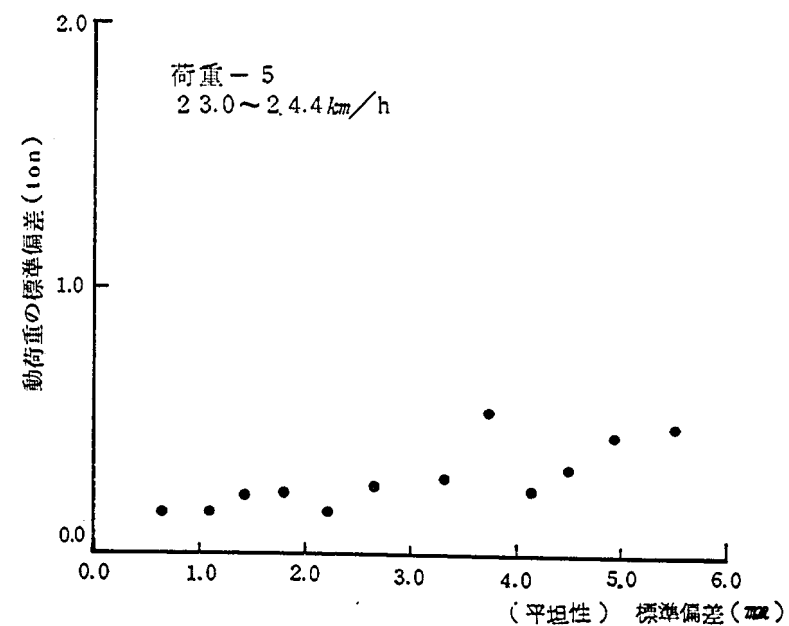
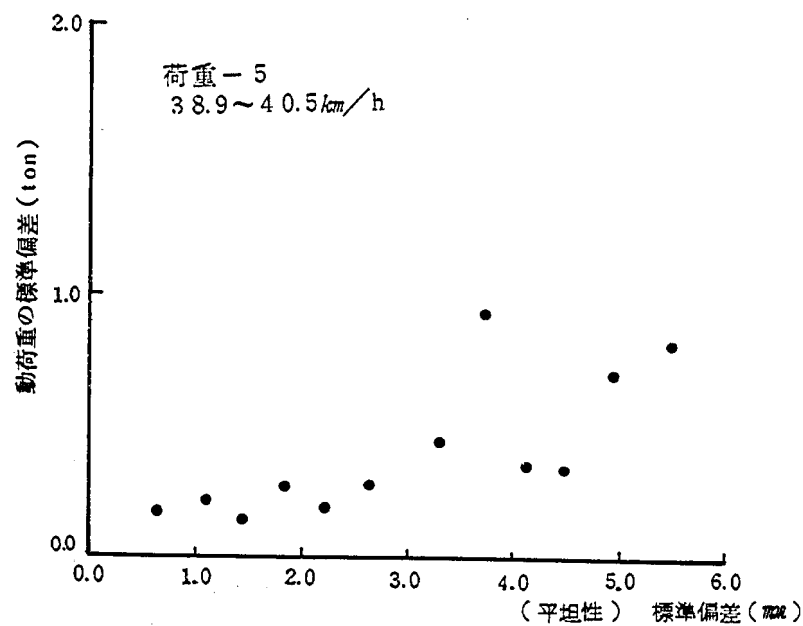


図 - 1.5 (4) 路面平坦性標準偏差と動荷重標準偏差の関係 (調査 D)

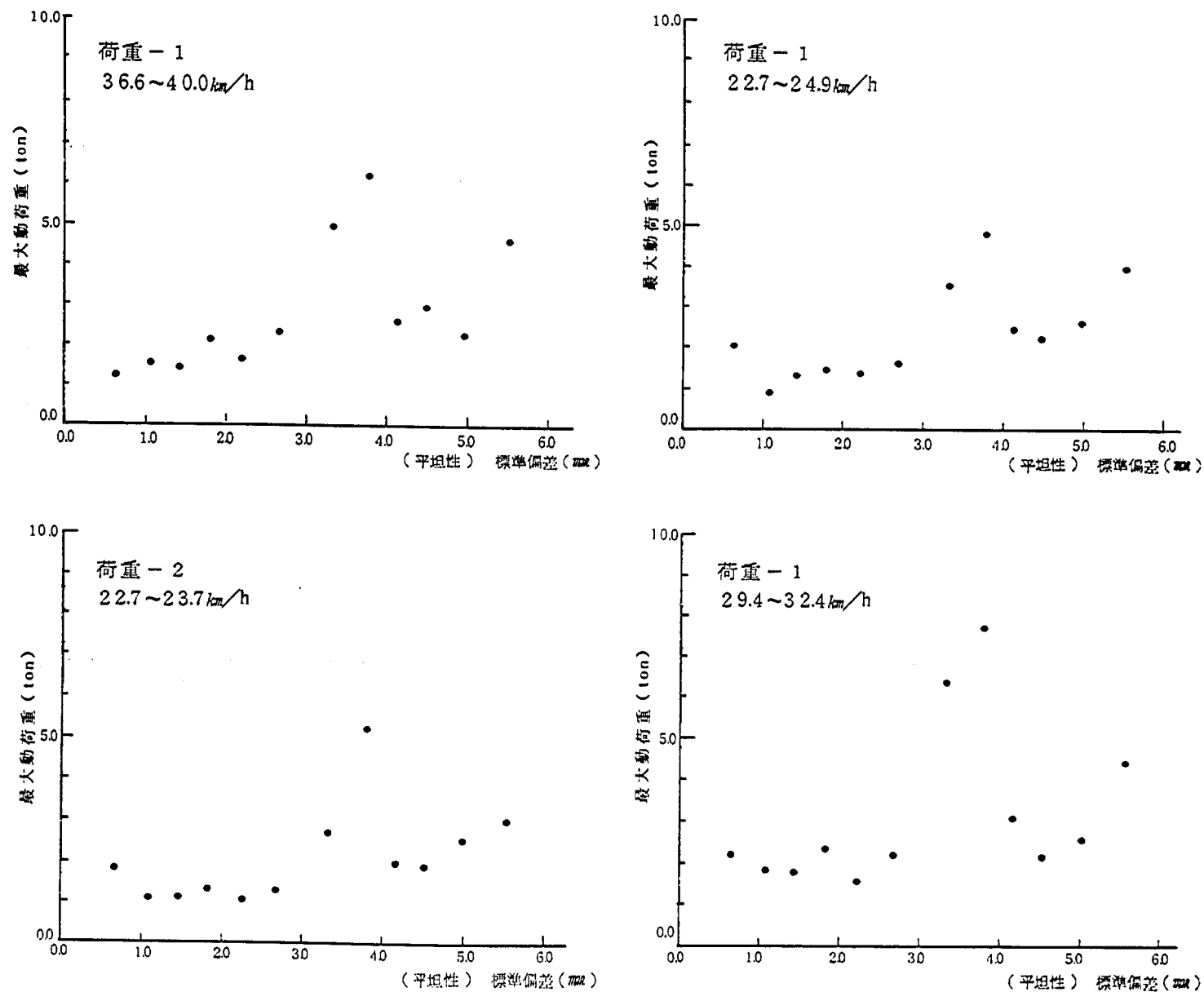


図 - 1.6 (1) 路面平坦性標準偏差と最大荷重の関係 (調査 D)

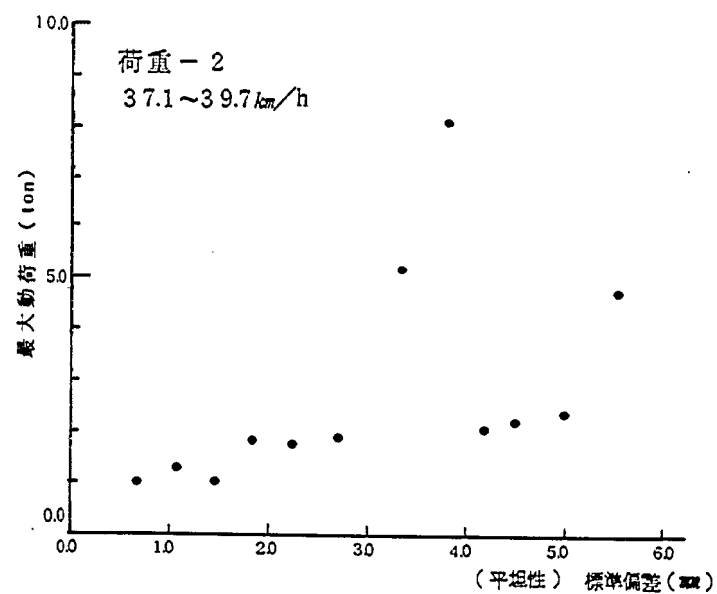
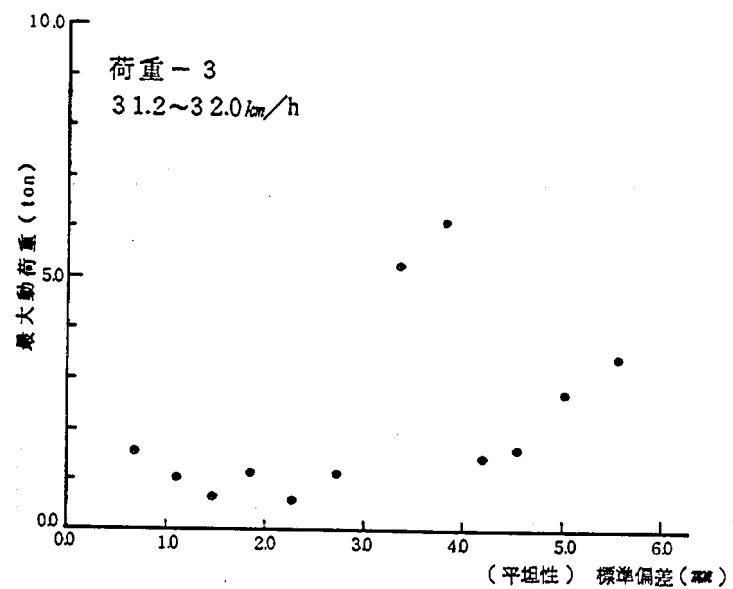
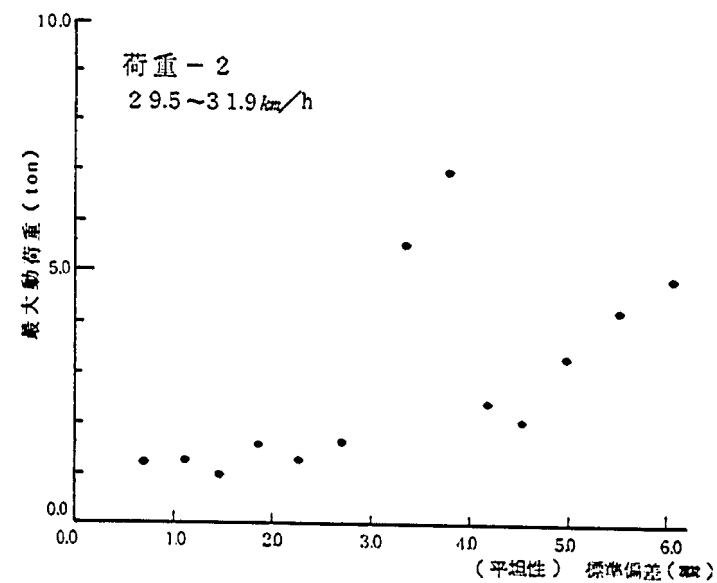
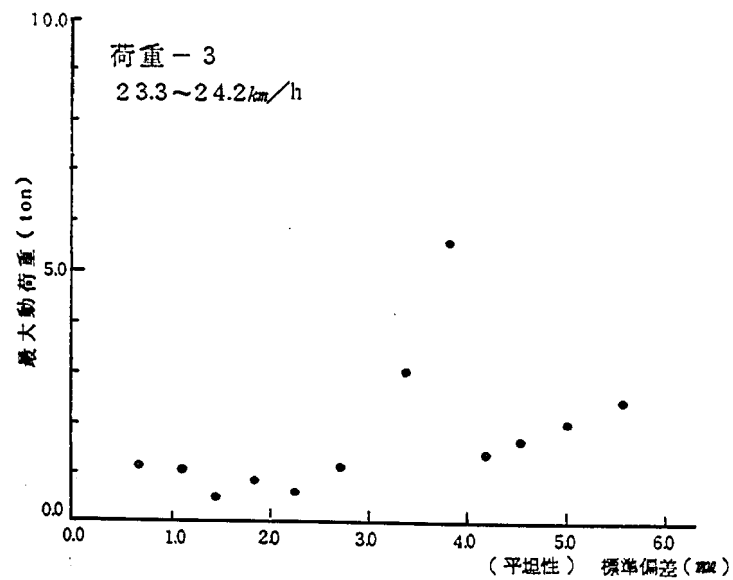


図 - 1.6 (2) 路面平坦性標準偏差と最大荷重の関係 (調査 D)

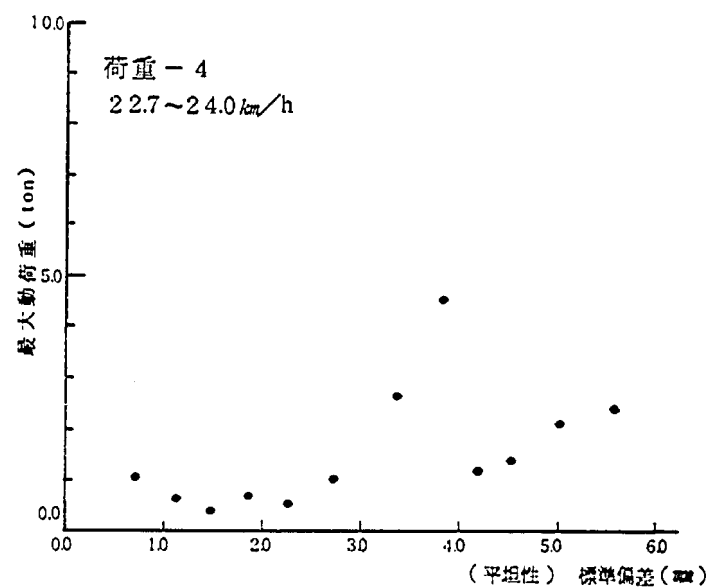
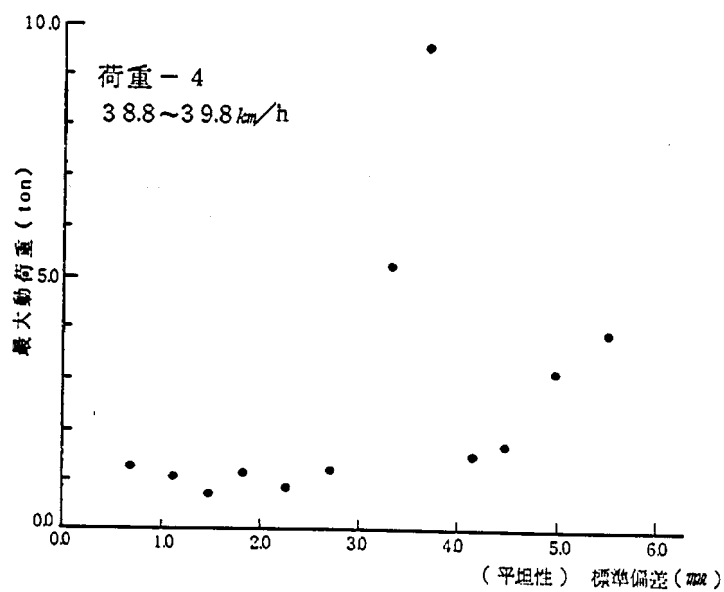
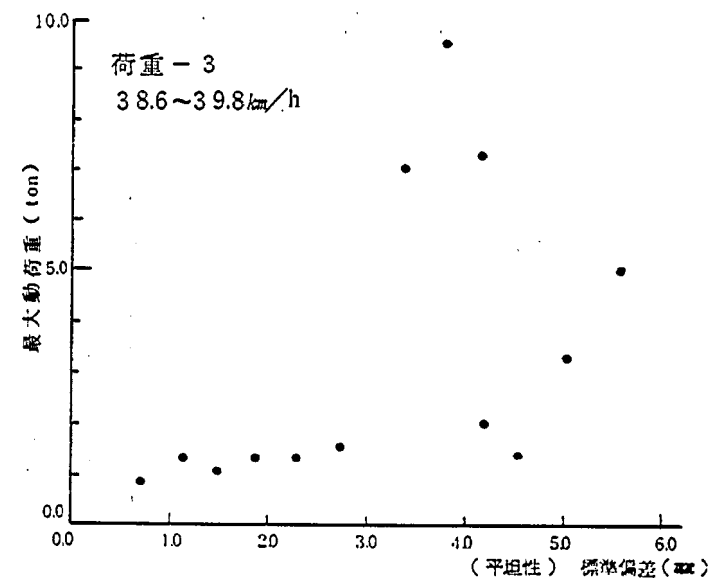
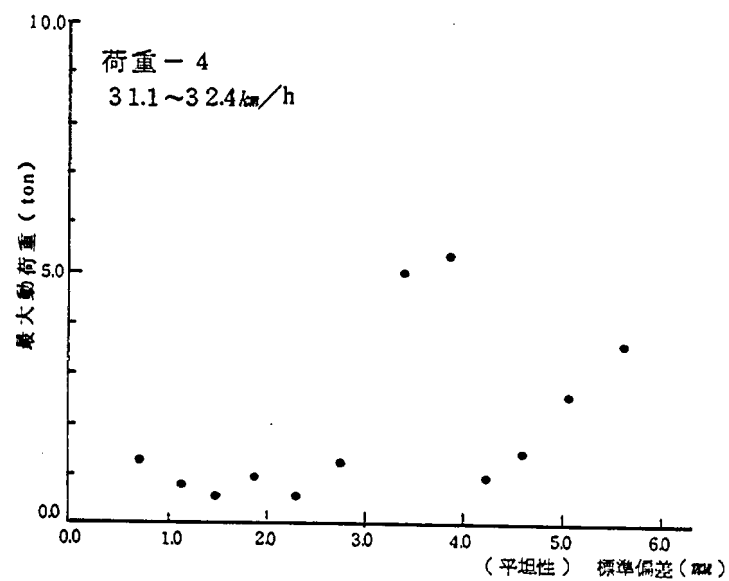


図 - 1.6 (3) 路面平坦性標準偏差と最大荷重の関係 (調査 D)

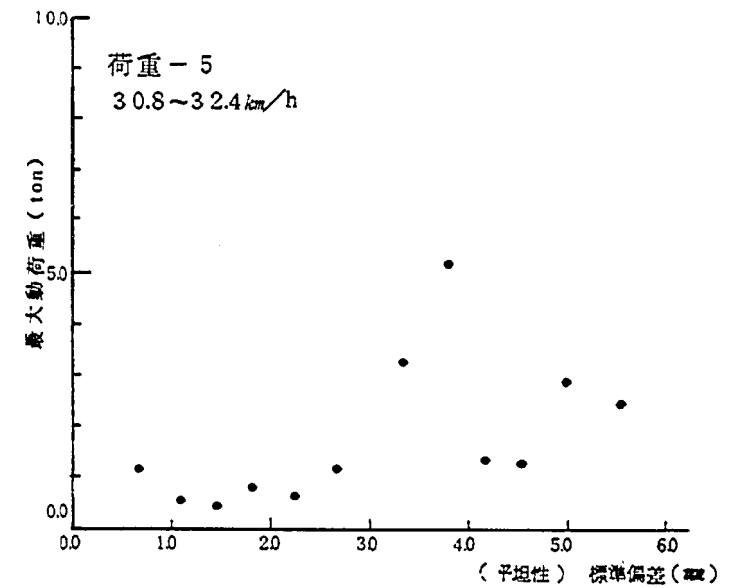
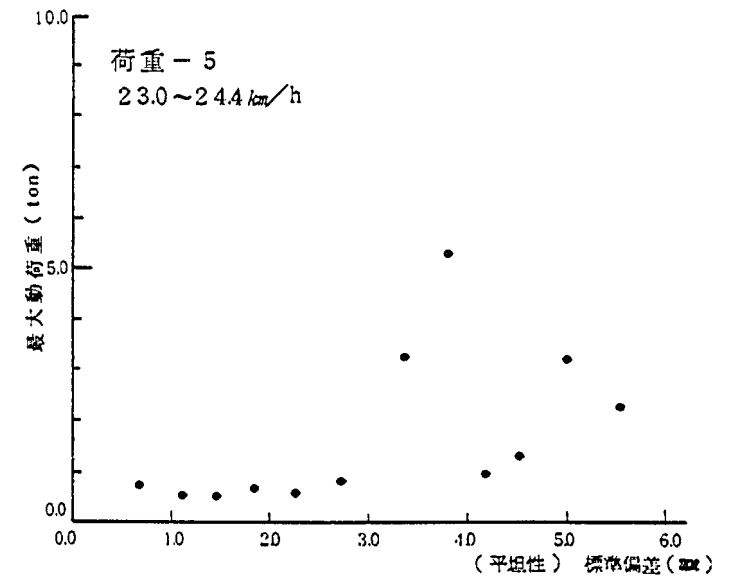
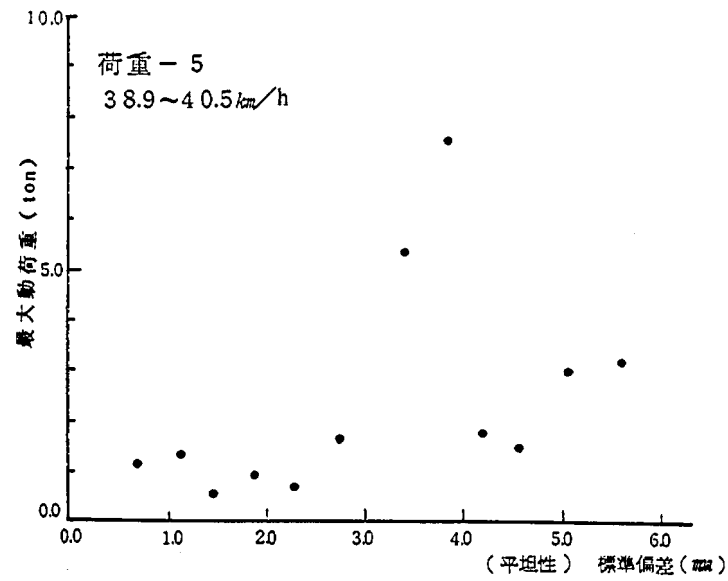


図 - 1.6 (4) 路面平坦性標準偏差と最大荷重の関係 (調査 D)

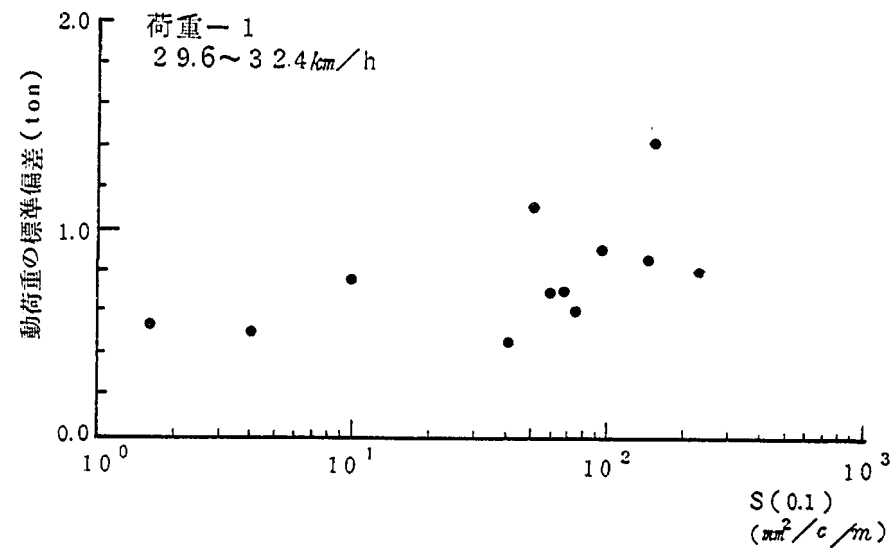
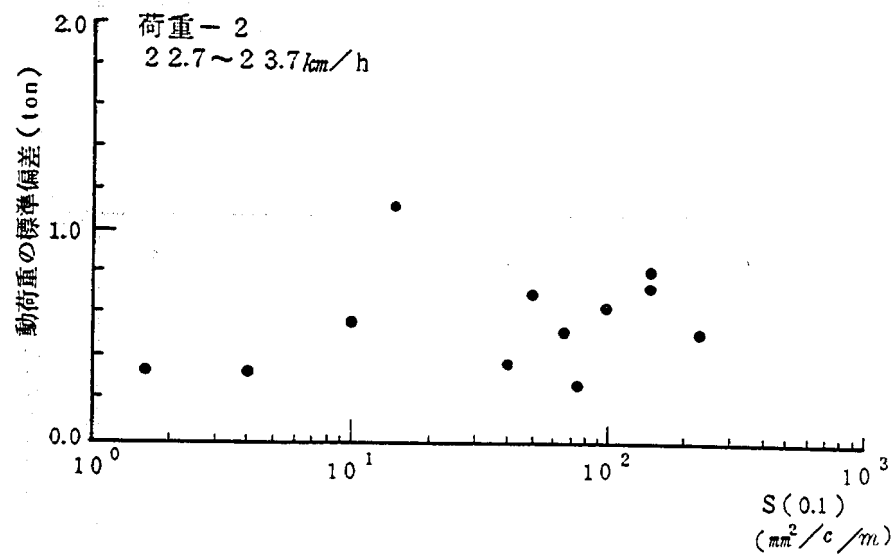
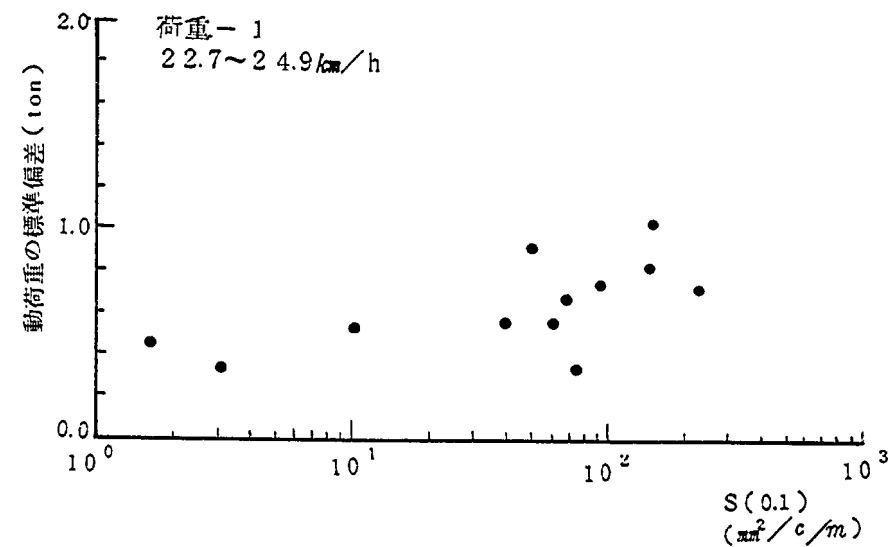
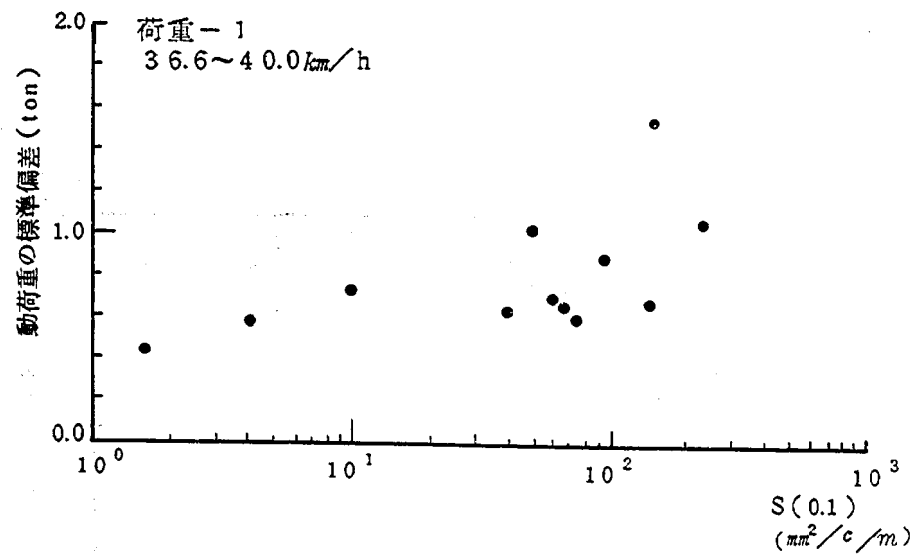


図-1.7(1) 路面凹凸パワースペクトルと動荷重標準偏差の関係(調査D)

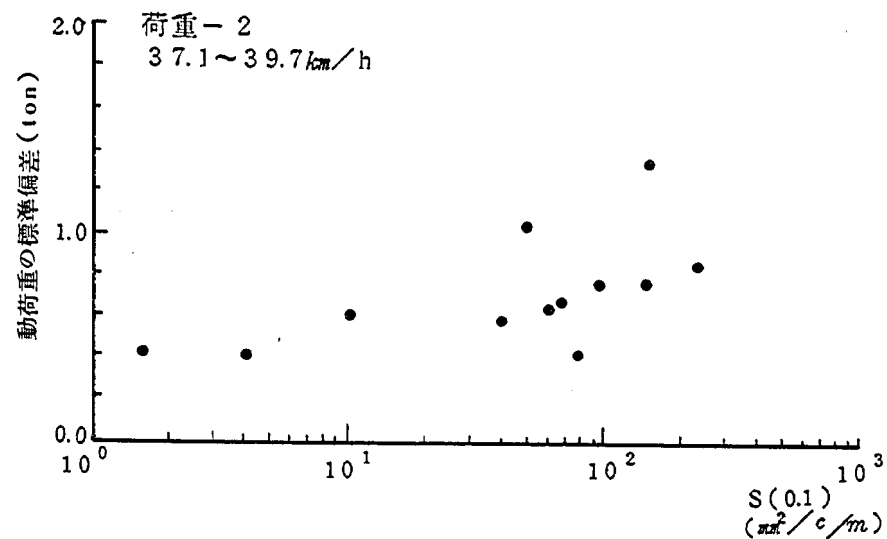
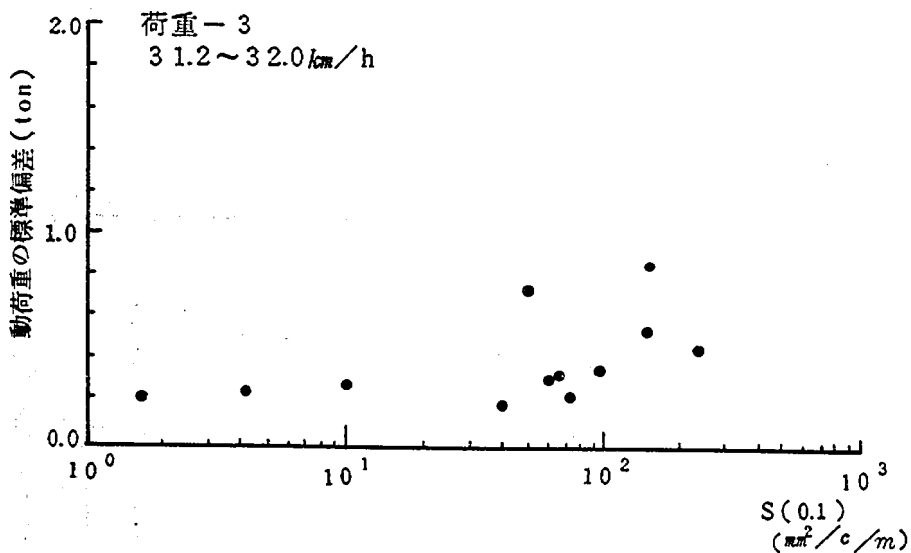
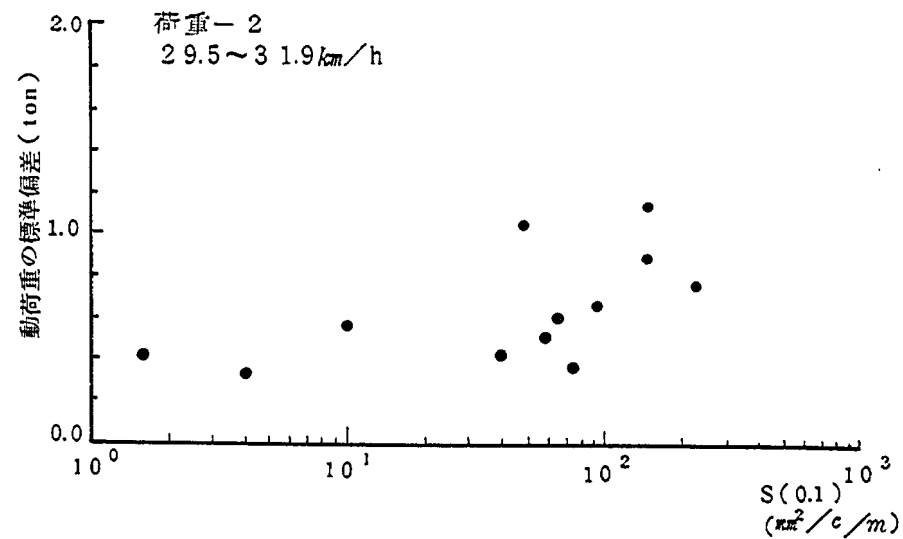
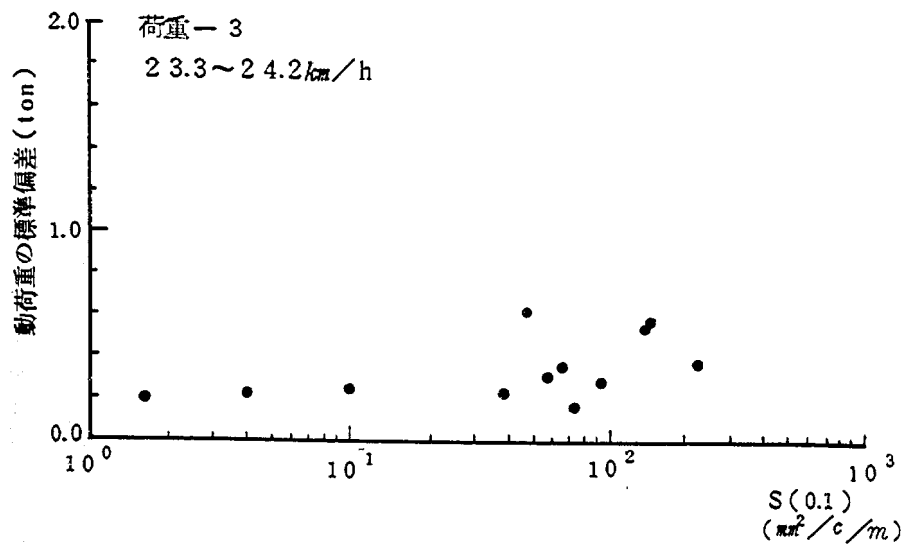


図-1.7(2) 路面凹凸パワースペクトルと動荷重標準偏差の関係(調査D)

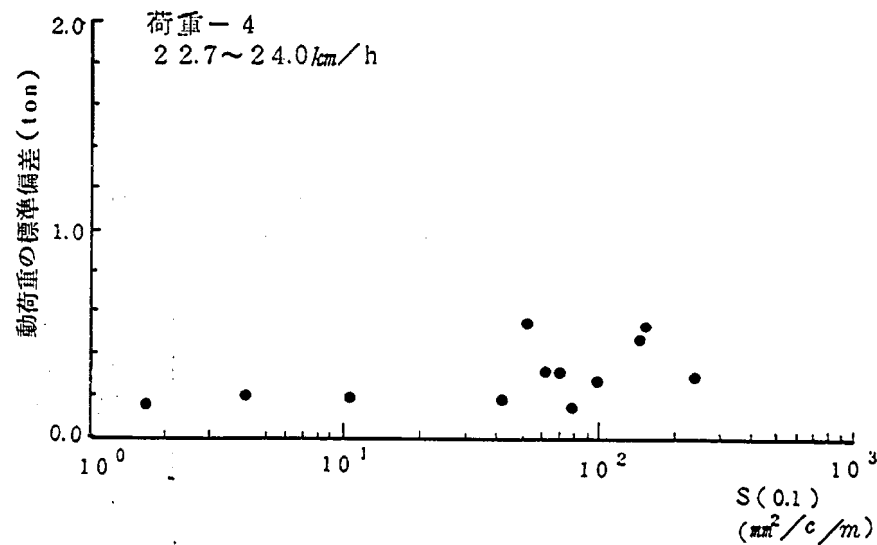
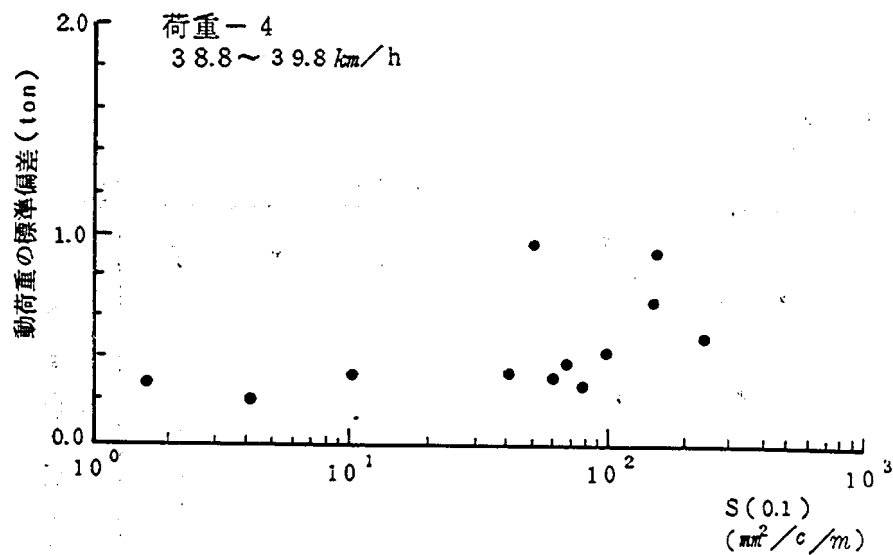
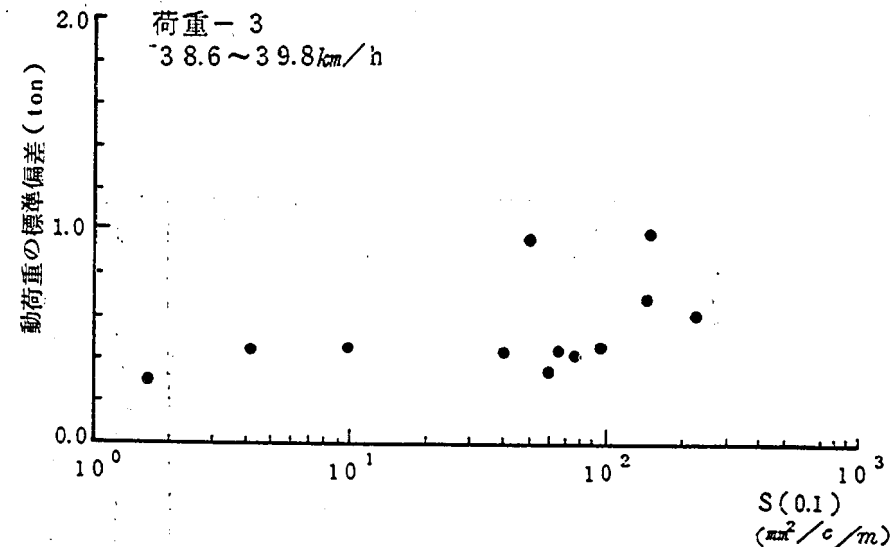
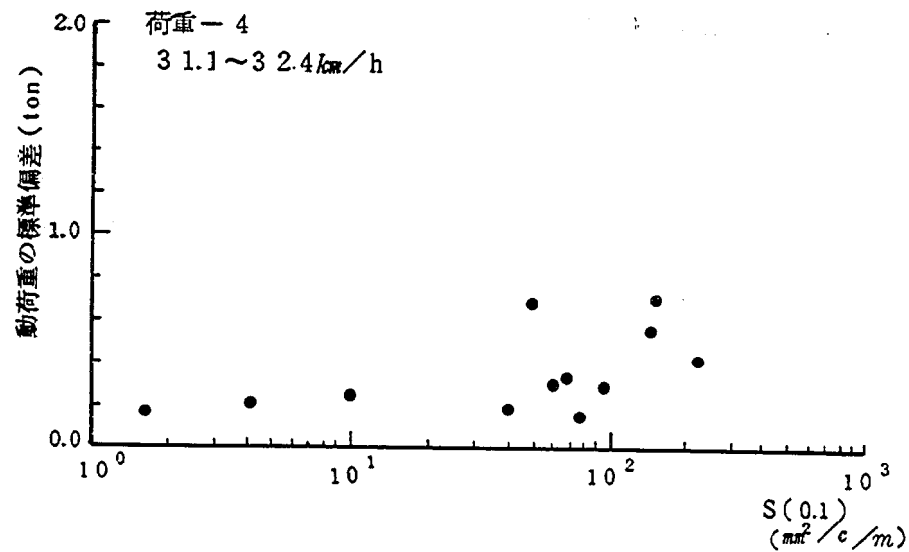


図-1.7 (3) 路面凹凸パワースペクトルと動荷重標準偏差の関係 (調査D)

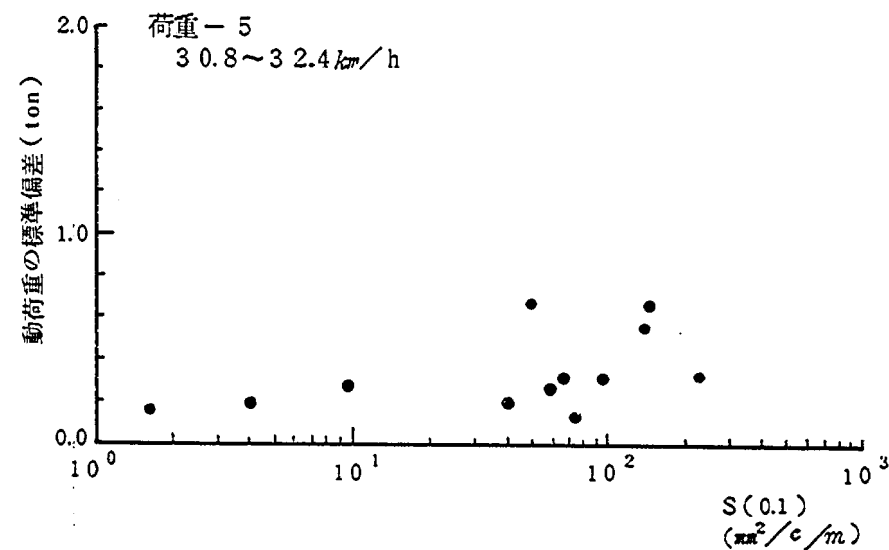
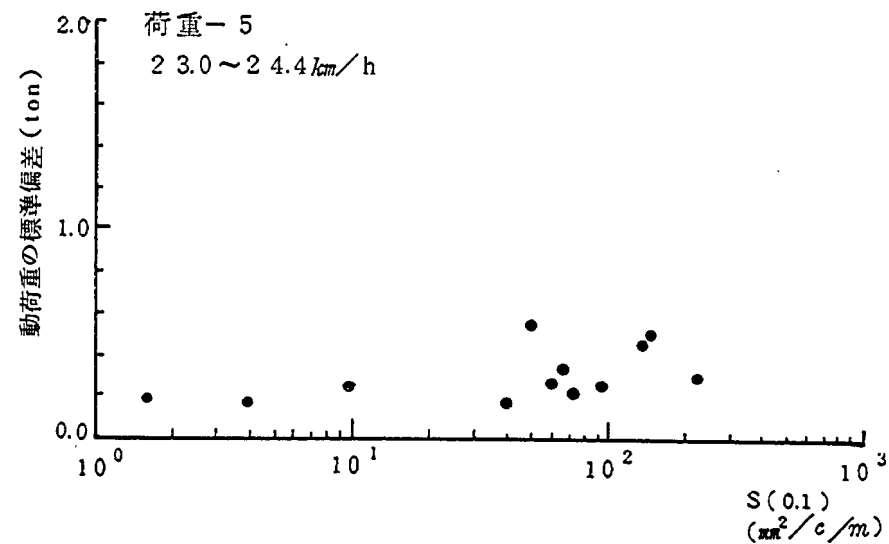
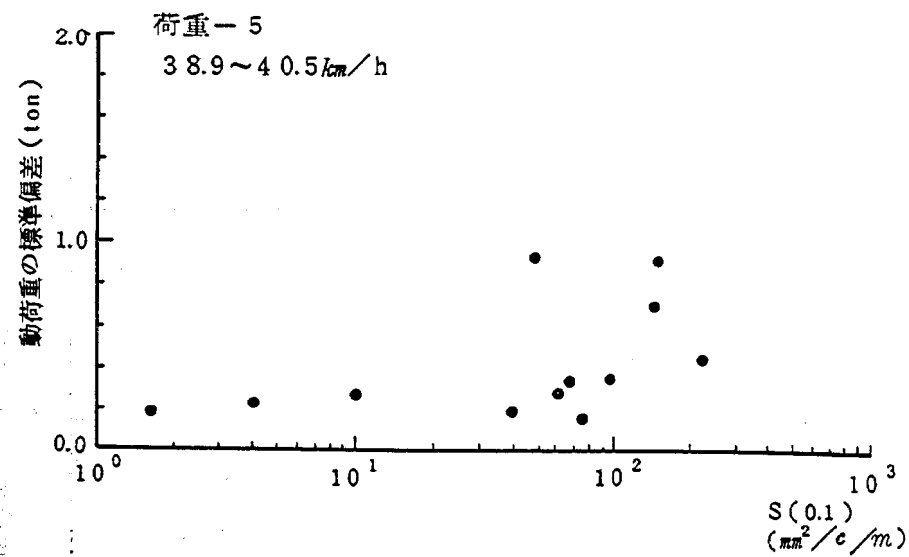


図-1.7(4) 路面凹凸パワースペクトルと動荷重標準偏差の関係(調査D)

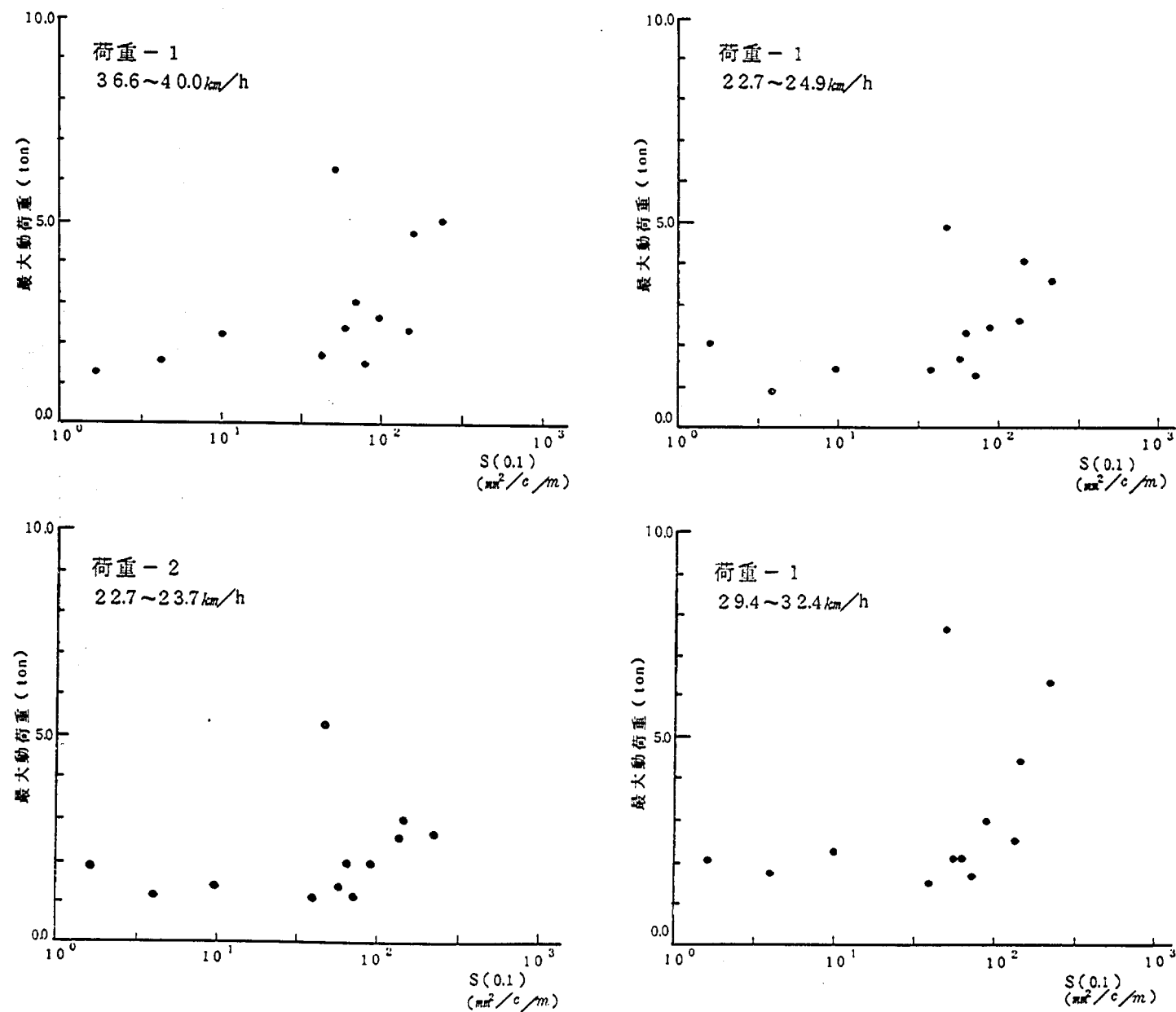


図 - 1.8 (1) 路面凹凸パワースペクトルと最大動荷重の関係 (調査 D)

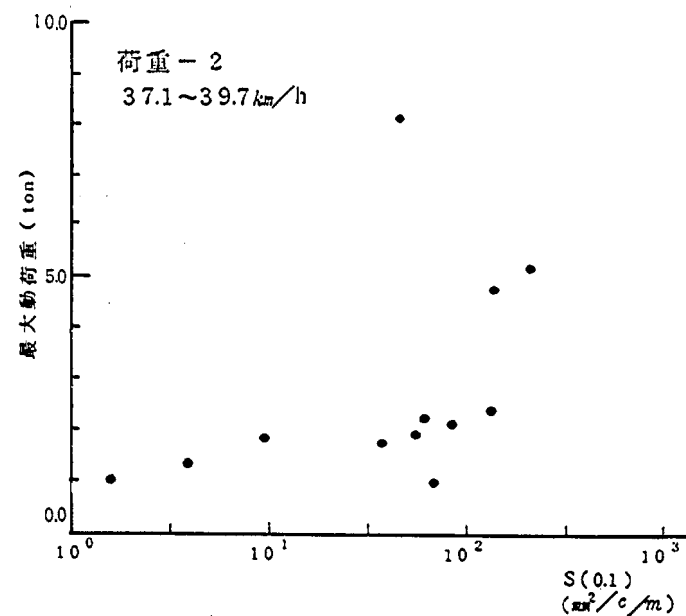
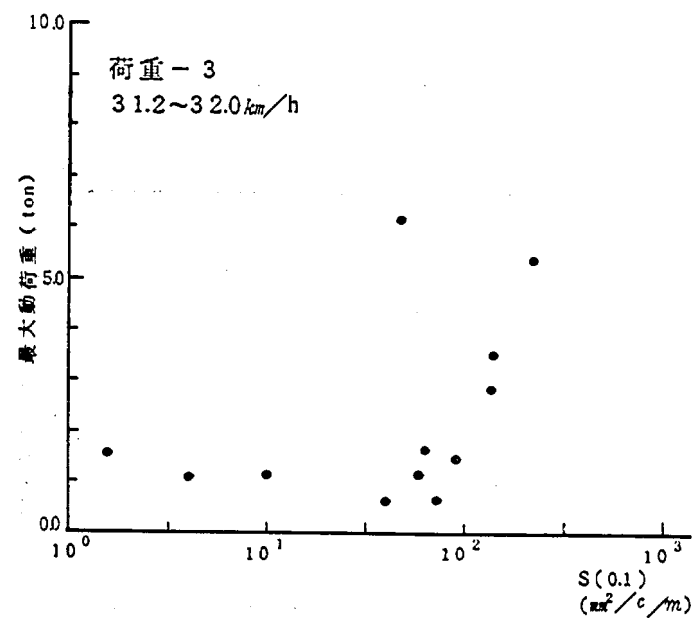
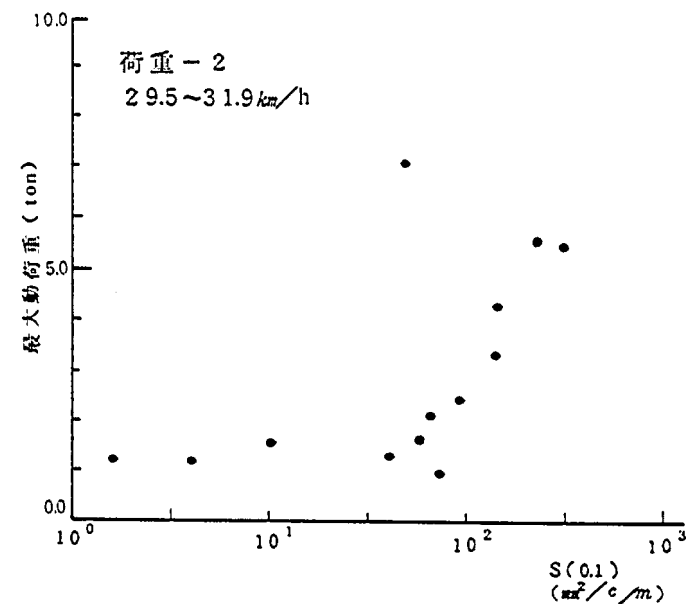
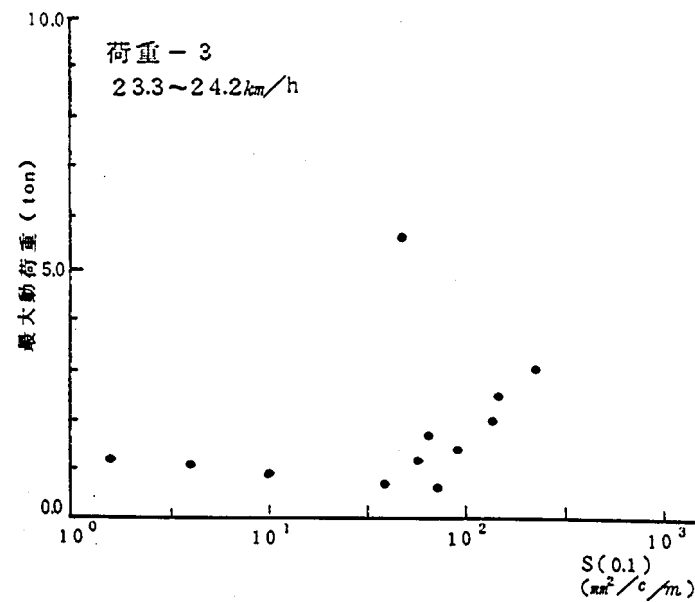


図 - 1.8 (2) 路面凹凸パワースペクトルと最大動荷重の関係 (調査 D)

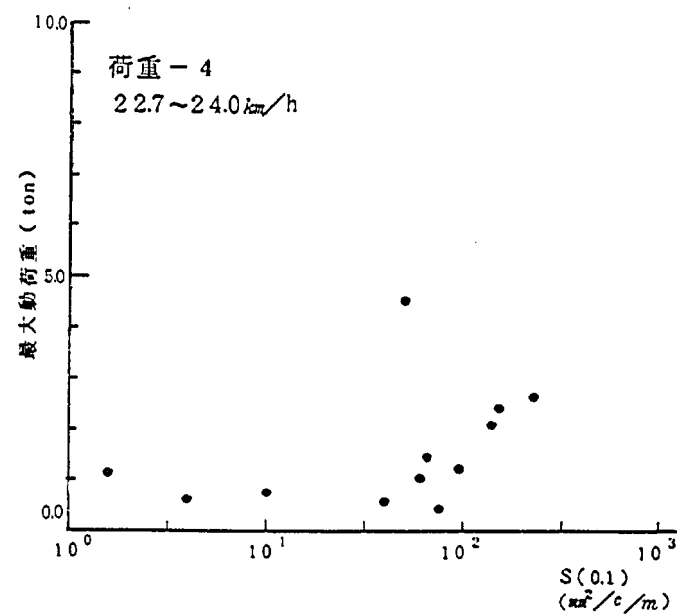
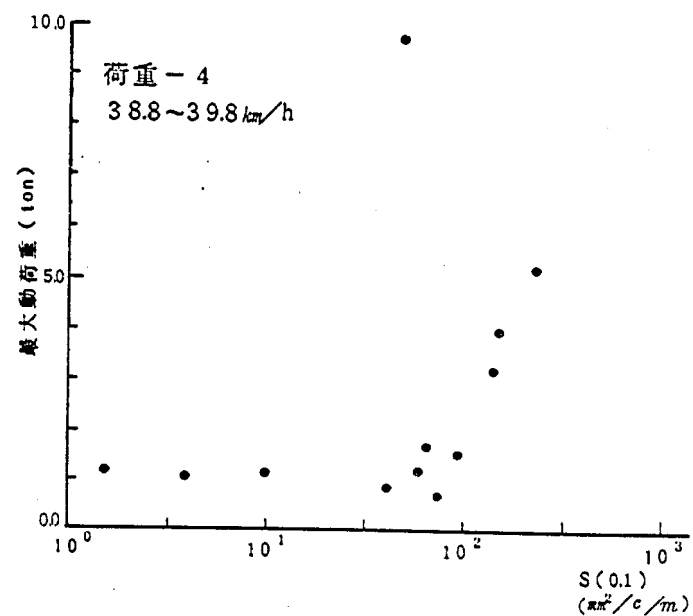
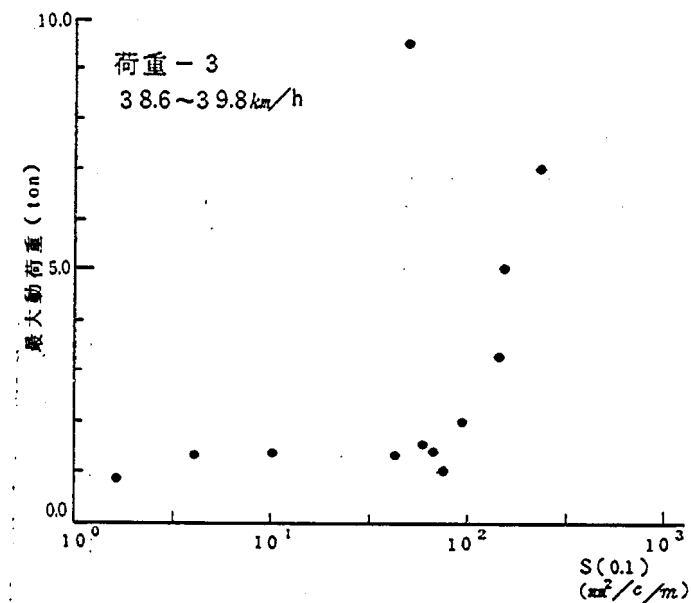
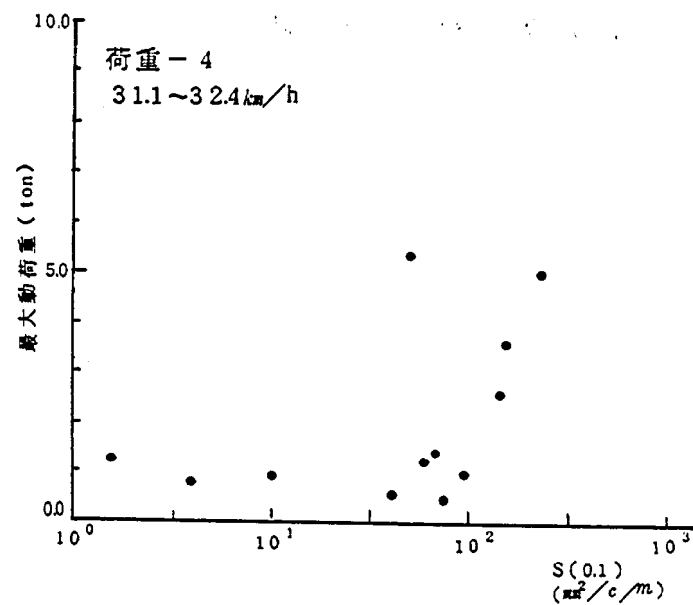


図 - 1. 8 (3) 路面凹凸パワースペクトルと最大動荷重の関係 (調査 D)

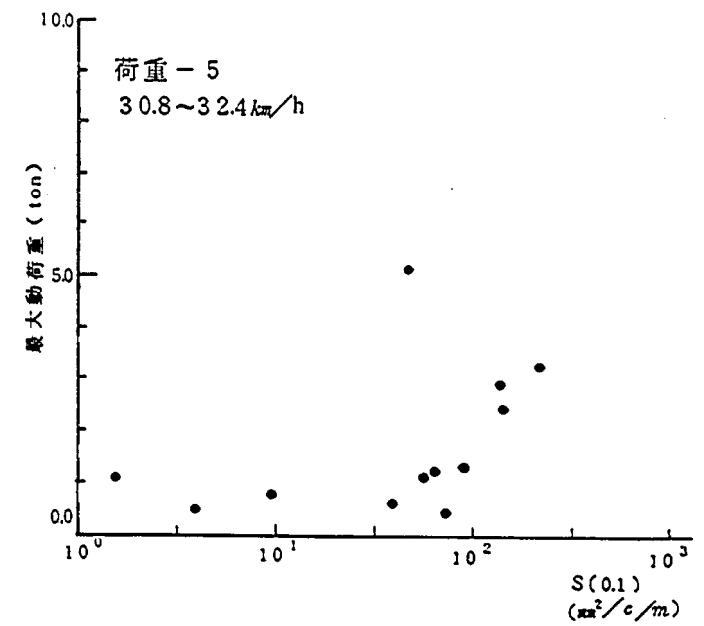
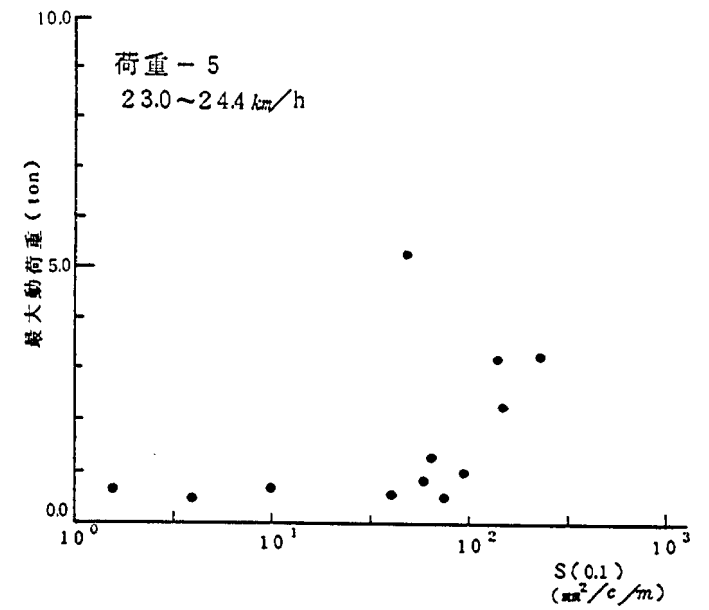
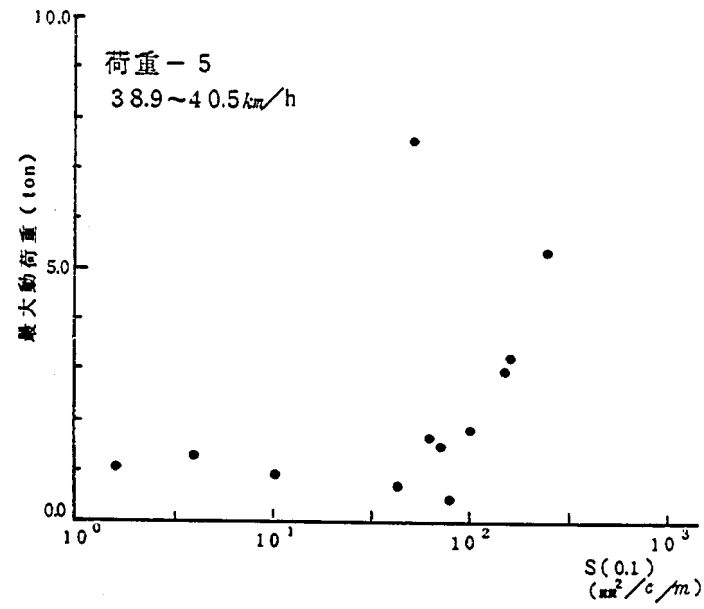


図 - 1.8 (4) 路面凹凸パワースペクトルと最大動荷重の関係 (調査 D)

2. 単純桁橋の衝撃係数に関する実橋実験および数値計算

A 内山大橋走行実験

2.1 実験目的、内山大橋の概要、調査項目、およびその方法

本実験は単純桁橋の衝撃係数に関する数値計算の妥当性を検討するために、昭和53年度に一般国道254号の内山大橋（対象部は支間長70.2mの鋼単純上路トラス橋）において実施したものであり、その概要、調査項目、調査手法、および一次解析結果は昨年度の報告書に述べたのでここでは省略する。

2.2 今年度の調査内容

今年度は走行実験で得られた資料に対する二次解析を実施したが、昭和53年度の実験における静的載荷結果では必要な精度が得られなかったので、二次解析に先立って新ためて静的載荷実験を実施した。二次解析では、加速度記録を二重積分して得られる変位応答から衝撃係数の実測値を算出するとともに、実験で得られた路面凹凸高、車両および橋梁の構造条件を用いて数値計算による現場実験の再現を試み、実測結果と比較した。以下にその詳細を報告する。

2.3 静的載荷実験およびその結果

荷重には碎石を満載した総重量約20tonの3軸大型ダンブトラックを2台使用した。車両諸元および現場でトラックスケールを用いて測定した輪重を図-2.1および表-2.1に示す。

載荷ケースは荷重車-A、Bの2台を橋軸方向中心線に沿って直列に載荷する載荷ケース-Aと荷重車-Aの1台を中央付近に載荷する載荷ケース-Bの2種類とし、それぞれのケースについて各4回実施した。荷重車の載荷位置を図-2.2に示す。この時の変位の計測には、支間中央の歩道上の主構位置に配置したターゲットの鉛直変位量を下仁田側取付部から光学式変位計（1,200mm望遠レンズ併用）により測定する方法を用いた。

結果は表-2.2に示すように、載荷ケース-Aが平均4.60mm、載荷ケース-Bで平均2.42mmのたわみ量であった。

2.4 二次解析結果

2.4.1 路面凹凸調査結果

得られた路面凹凸波形を図-2.3に示す。測定線の違いにより波形に多少の相違が見られるが、

両波形とも最大の高低差は 30 mm 程度である。また、図 - 2.4 はこれから路面凹凸のパワースペクトルを求めた結果であり、図中に示した ISO が定めた評価基準から判断すると、今回の路面の平坦性は“ 極良 ”と考えられる。

2.4.2 荷重車走行試験結果

(1) 車体振動

荷重車の構造特性を明らかにするため、橋梁上走行中に見られる橋梁と車両の連成振動状態を避けて一般道路を走行中の車体振動加速度を周波数分析した。その結果は表 - 2.3 に示すように、バネ下固有振動数は総重量の影響を受けないが、当然のことながら、バネ上固有振動数は総重量の増加とともに減少する。

(2) 橋梁の加速度応答

図 - 2.5 に橋梁の振動加速度記録の一例を示す。これより、ジョイント部通過時の比較的周波数の高い振動と、支間中走行時の周波数の低い周期性の強い振動とが含まれていることが理解されるが、前者の振動は橋梁の各部で時間差を有して観測されていることから、床版を伝播してゆく振動と考えられる。図 - 2.6 は振動加速度のフーリエスペクトルである。各図に共通したピークは約 2.7、9.4 Hz であり、それぞれ橋梁の一次（対称）振動および車両のバネ下振動に起因する橋梁振動と考えられる。一方、25.2 t において約 3.1 Hz、11.8 t において約 4.9 Hz で卓越するピークは表 - 3 との比較からバネ上振動に対応するものであろう。また、1/4 点においてのみ卓越する約 5.7 Hz のピークは橋梁の二次（逆対称）振動と判断される。

(3) 橋梁の変位応答

橋梁の変位応答を算出する方法として、得られた加速度記録を 1 ms 間隔で数値化し下記の文献^{*}に示されている高速フーリエ変換による積分プログラム (INFS) を用いた。この時、加速度記録をそのまま 2 重積分すると微小な零点ドリフトが大きな振動変位として表われるので、ディジタルフィルターを併用し、低振数成分を除去した。遮断周波数は種々の試算結果から低周波成分が十分に除去されて、しかも橋梁の固有振動数成分にも影響を与えない周波数として 1465 Hz を選んだ。したがって、車両走行に伴う静的変位成分も同時に除去された動的応答成分のみが算出されることとなるので、2.3 の静的载荷実験から求められる橋梁の曲げ剛性 (2.4.3 (1) 参照) を用いて逆に静的変位を計算し、動的応答変位に加算した。このようにして求められた橋梁の変位応答の一例を図 - 2.7 に示す。衝撃係数は図中の ● 印および ■ 印を付した変位値から次式により求めた。

$$\text{衝撃係数 } i = \frac{\text{静的変位} + \text{動的変位の最大値 (● 印)}}{\text{静的変位の最大値 (■ 印)}} - 1$$

解析結果を表 - 2.4 にまとめた。

* 大崎順彦：地震動のスペクトル解析入門、鹿島出版会、昭和 51 年 7 月

2.4.3 数 値 計 算

(1) 橋 梁 の モ デ ル 化

曲げ剛性は橋軸方向に一定と仮定して、表-2.2に示した静的載荷実験結果から算出した。1台載荷の場合には、 $EI = 6.083 \times 10^7 \text{ t} \cdot \text{m}^2$ 、2台載荷に対しては 6.245×10^7 が得られたので、本橋の曲げ剛性はその平均値から

$$EI = 6.164 \times 10^7 \text{ t} \cdot \text{m}^2$$

とした。

また、単位長さ当りの重量は、本橋の設計計算書から求められる完成系に対する支点反力の合計を支間長(70.2m)で除して算出した。

$$w = 11,400 \text{ Kg} / \text{m}$$

(2) 車 両 の モ デ ル 化

車両のモデル化は図-2.8に示すように、車両を2質点系に置換した場合(モデルA)と前後軸を独立させた4質点系(モデルB)の2ケースを行った。ここで、モデルBの後軸は実車両の後前軸と後後軸をまとめてモデル化するものであり、モデル化後の前軸とは4mの間隔を有する互いに独立した振動系とした。

a) モデルA

m_1 、 m_2 、 k_1 の関係は次式で与えられる。

$$2\pi f_1 = \sqrt{k_1 / m_1} \quad (f_1 : \text{バネ上振動数、Hz})$$

$$(m_1 + m_2)g = W \quad (W : \text{総重量、Kg})$$

そこで、未知数である m_2g を1,000、2,000、3,000、4,000の4通りに仮定し、さらに総重量11.8ton時に f_1 が実測値の5Hz(表-2.3参照)に一致するように k_1 を求め、その値を用いて他の総重量の場合の f_1 を算出した結果を図-2.9に示す。これより、 $m_2g = 3,000 \text{ (Kg)}$ とした。残りの諸元は以下の関係式から決定した。

$$C_1 = 2\beta_1 \sqrt{m_1 k_1} \quad (\beta_1 : \text{バネ上減衰定数})$$

$$C_2 = 2\beta_2 \sqrt{m_2 k_2} \quad (\beta_2 : \text{バネ下減衰定数})$$

$$2\pi f_2 = \sqrt{k_2 / m_2} \quad (f_2 : \text{バネ下振動数、Hz})$$

ここで、 β_1 、 β_2 は当研究室が過去に実施した実験結果をそのまま用いた。すなわち、その実験では法定積載量満載時に近い状態での車両をモデル化して、 $\beta_1 = 0.45$ 、 $\beta_2 = 0.01$ を得ているので、今回についてはその状態に最も近いと考えられる総重量21.2ton時に β_1 、 β_2 がその値になるように車両諸元を定めた。また、 f_2 は表-2.3から10.5Hzとした。得られた車両諸元を表-2.5に示す。

b) モデルB

モデルBについては、モデルAの結果を参考にして前後軸の重量バランスが1:4となり、し

かも振動数および減衰定数が変化しないように諸元を定めた。結果を表－2.5に記した。

2.4.4 数値計算結果

以上のようにモデル化された橋梁および車両諸元を用いて数値計算された衝撃係数を表－2.6に示す。ここには右車輪線上の実路面凹凸を用いた計算値と、左車輪線上での計算値、およびその平均値を示してある。また、図－2.10に計算結果の図化の一例を示す。

2.4.5 考 察

表－2.4によると衝撃係数(i)の実測値は車速の増加とともに単調増加する傾向は示さず、車速が50および60 Km/h時に比較的小さな値となっている。この傾向は去年度までの報告書に示した単一車走行時の数値計算結果とは一致しないが、本実験結果はあくまで一つのサンプル値であり、一方数値計算の結果はサンプル値の平均値を表わしているからと考えられる。次に、実測値iと車両重量(W)の関係を見てみると、着目点が1/4点の場合には $W=11.8$ 、 25.2 (ton)時に大きな衝撃が発生しているのに対し、1/2点においてはWの増加がiの単調増加に結びついており、着目点によってその傾向が異なっている。これには車体振動、特にバネ上振動数と橋梁の固有振動数との関連が重要な役割りを果たしている。すなわち、橋梁の固有振動数は2.4.2(2)で述べたように一次振動が約2.7 Hz、二次振動が約5.7 Hzであり、一方のバネ上振動数は表－2.3の値のように変化するので、 $W=25.2$ ton時には車両のバネ上と橋梁の一次振動とが、また $W=11.8$ ton時には橋梁の二次振動とが共振状態に近づいているためと考えられる。しかし1/2点位置は橋梁の二次振動モードの節に当るため、 $W=11.8$ ton時でも衝撃係数が小さくなっている。このiとWの関係を数値計算結果(表－2.6)についても検討すると、1/2点では実測値における傾向と同じであるが、1/4点においては $W=11.8$ ton時のiの増大、即ち橋梁二次振動との共振が見られない。ここで、数値計算における橋梁のモデル化を振り返ってみると、曲げ剛性(EI)および単位長さ当り重量(W)は橋軸方向に一定という仮定が置かれていた。したがって、このようなモデルの固有振動数を次式で計算すると、

$$f_n = \frac{n^2 \pi}{2 \ell^2} \sqrt{\frac{EI g}{w}} \quad \left(\begin{array}{l} n : \text{振動次数} \\ \ell : \text{支間長} \end{array} \right)$$

$f_1 = 2.32$ 、 $f_2 = 9.28$ Hz となり、一次振動は実測値と良く近似しているものの、二次振動数に大きな差が生じている。このため、車両のバネ上振動と橋梁二次振動との共振がシミュレートされなかったものと判断される。したがって、橋梁の二次振動数が今回の場合よりも小さくなると考えられるより支間長の長い橋梁における1/4点の衝撃係数の計算値の算出にはより実際に即した橋梁のモデル化が必要であろう。

今回の数値計算では車両のモデル化を2種類行った。図－2.11はそれぞれについての計算値と実測値の比較図であり、2軸構造としたモデルBの方がiが常に小さく算出されている。これは

載荷台数の増加による衝撃係数の逓減効果によるものと考えることができよう。また実測値とよい適合を示すのはモデルBの方であり、より現実に近いモデル化が良い結果を示している。しかし、図－2.1 1(b)によると実測の衝撃が大きいところで計算値が小さくなっており、今回よりも路面平坦性の悪い条件下での実橋実験の必要性を示唆しているといえよう。また、モデルBの方が良い結果を与えたことから判断して、これまでに実施してきた数値計算結果（ここではモデルAを用いている。）の見直しが今後の課題として必要となろう。図－2.1 2に車速別の衝撃係数を示す。これより、実測値が40および50 Km/hで小さくなる傾向が計算結果にも表われている。

以上の点を総合して考えると、衝撃係数の理論値の算出に用いてきた計算手法は、車両および橋梁のモデル化に若干の問題点は残るものの、手法そのものとしては概ね妥当なものであると判断される。

2.5 ま と め

数値計算および実橋実験で明らかになった事項、および今後の課題を以下にまとめる。

- (1) 数値計算手法は概ね妥当と認められる。
- (2) しかし、車両のモデル化は1台の車両を2軸系して扱う方がより優れている。
- (3) また、橋梁の2次振動と車両のバネ上振動との共振が考えられる場合には、橋軸方向に断面諸量が一定であるというこれまでの仮定を検討する必要がある。
- (4) したがって、これまでに終了した計算結果を以上の2点に留意して見直す必要がある。
- (5) また、路面平坦性がより劣悪な条件下での実橋実験の必要性が認められる。

B 複数車走行時の応答計算

前年度に引き続き複数車走行による単純桁橋の動的応答計算を実施した。今年度は、すべての数値計算結果をとりまとめる予定であったが、前節の結果より数値計算に対する若干の疑問点が生じたので、ここでは数値計算結果のみを紹介することとする。結果は表－2.7に示した。

表-2.1 荷重車輪重

単位: ton

	前 輪		中 輪		後 輪		総重量
	右 側	左 側	右 側	左 側	右 側	左 側	
荷 重 車 － A (A 号車)	2.3	2.7	3.5	3.7	3.7	4.6	20.5
	5.0		7.2		8.3		
荷 重 車 － B (B 号車)	2.3	2.9	3.7	3.5	3.8	4.0	20.2
	5.2		7.2		7.8		

表-2.2 静的載荷試験結果

載荷状態	鉛直たわみ量 (mm)		
	測定値		平均
1台載荷〔B〕 (総重量 20.5t)	2.51 2.38	2.28 2.50	2.42
2台載荷〔A〕 (総重量 40.7t)	4.55 4.68	4.66 4.51	4.60

表-2.3 荷重車の振動特性

総重量 (ton)	固有振動数 (Hz)	
	バネ下質量	バネ上質量
25.2	10 ~ 11	3 ~ 3.5
21.2		約 3.5
15.1		4 ~ 4.5
11.8		約 5

表-2.4 衝突係数 (実測値)

観測点	車重(t)	40 Km/h		50 Km/h		60 Km/h		70 Km/h		平均
1/4 点	11.8	0.1353 0.1630 0.1158	0.138	0.0514 0.0423 0.0749 0.0733 0.0267	0.054	0.0590 0.1229 0.0166 0.1821	0.095	0.2056 0.2067 0.2032	0.205	0.123
	15.1	0.1048 0.0868 0.1114 0.1088	0.103	0.0751 0.1295 0.0724	0.092	0.1012 0.0472 0.0727	0.074	0.0572 0.1104 0.0978	0.088	0.089
	21.2	0.2420 0.2181 0.0377 0.1961 0.1928	0.177	0.0406 0.0575 0.0476 0.0517	0.049	0.0763 0.0990 0.0766	0.084	0.1195 0.1418 0.1370	0.133	0.111
	25.2	0.1441 0.1317 0.1408	0.139	0.0547 0.0346 0.0454	0.045	0.1656 0.1217 0.1921	0.160	0.2353 — 0.2045	0.220	0.141
	平均	0.139		0.060		0.103		0.162		0.116
1/2 点	11.8	0.1171 0.1274 0.1124	0.119	0.0560 0.0319 0.0691 0.0487 0.0252	0.046	0.0289 0.0142 0.0352 0.0419	0.030	0.0799 0.1101 0.0662	0.085	0.070
	15.1	0.1291 0.1100 0.1163 0.1069	0.116	0.0810 0.0494 0.0641	0.065	0.0608 0.0645 0.0278	0.051	0.0541 0.1062 0.1066	0.089	0.080
	21.2	0.2516 0.2085 0.0768 0.1850 0.2044	0.185	0.0280 0.0639 0.0406 0.0521	0.046	0.0710 0.0873 0.0714	0.077	0.1183 0.1475 0.1347	0.134	0.111
	25.2	0.1540 0.0612 0.1541	0.123	0.0728 0.0881 0.0584	0.073	0.1891 0.1579 0.1924	0.180	0.2044 — 0.1975	0.201	0.144
	平均	0.136		0.058		0.085		0.127		0.101

表-2.5 車両のモデル化

モデルA		K ₁	C ₁	m ₂ g	K ₂	C ₂
		886,000	36,500	3,000	1,330,000	404
モデルB	前軸	K _{F1}	C _{F1}	m _{F2} g	K _{F2}	C _{F2}
		177,200	7,300	600	266,000	80.8
	後軸	K _{R1}	C _{R1}	m _{R2} g	K _{R2}	C _{R2}
		708,800	29,200	2,400	1,064,000	323.2

総重量 (ton)	モデルA	モデルB	
	m ₁ g	m _{F1} g	m _{R1} g
252	22,200	4,440	17,760
21.2	18,200	3,640	14,560
15.1	12,100	2,420	9,680
11.8	8,800	1,760	7,040

表-2.6(1) 衝 撃 係 数 (計算値、モデル A)

	重 量 (t)	路面凹凸	4 0 Km/h		5 0 Km/h		6 0 Km/h		7 0 Km/h		平 均
¼ 点	11.8	左	0.160	0.152	0.108	0.109	0.118	0.172	0.137	0.180	0.153
		右	0.144		0.109		0.225		0.222		
	15.1	左	0.163	0.164	0.105	0.108	0.121	0.184	0.132	0.200	0.164
		右	0.164		0.110		0.246		0.268		
	21.2	左	0.135	0.155	0.140	0.128	0.082	0.185	0.167	0.267	0.184
		右	0.175		0.115		0.287		0.367		
	25.2	左	0.114	0.130	0.189	0.151	0.069	0.194	0.198	0.313	0.197
		右	0.146		0.112		0.318		0.428		
	平 均		0.150		0.124		0.184		0.240		0.175
	½ 点	11.8	左	0.140	0.148	0.106	0.105	0.114	0.140	0.113	0.167
右			0.156	0.103		0.165		0.220			
15.1		左	0.143	0.152	0.107	0.111	0.120	0.158	0.129	0.192	0.153
		右	0.160		0.115		0.195		0.255		
21.2		左	0.128	0.142	0.127	0.132	0.103	0.169	0.185	0.262	0.176
		右	0.156		0.136		0.234		0.339		
25.2		左	0.116	0.124	0.145	0.132	0.088	0.185	0.213	0.309	0.188
		右	0.132		0.119		0.281		0.404		
平 均			0.142		0.120		0.163		0.233		0.164

表-2.6(2) 衝 撃 係 数 (計算値、モデル B)

	車 重 (t)	路面凹凸	4 0 Km/h		5 0 Km/h		6 0 Km/h		7 0 Km/h		平 均
¼ 点	11.8	左	0.129	0.133	0.091	0.088	0.066	0.106	0.092	0.112	0.110
		右	0.136		0.084		0.166		0.131		
	15.1	左	0.131	0.141	0.085	0.085	0.065	0.119	0.084	0.126	0.118
		右	0.150		0.085		0.173		0.167		
	21.2	左	0.108	0.131	0.102	0.094	0.039	0.112	0.088	0.157	0.124
		右	0.154		0.085		0.184		0.226		
	25.2	左	0.089	0.108	0.131	0.111	0.036	0.121	0.108	0.184	0.131
		右	0.127		0.091		0.206		0.260		
	平 均			0.128		0.095		0.115		0.145	
½ 点	11.8	左	0.118	0.132	0.092	0.086	0.070	0.084	0.075	0.113	0.104
		右	0.146		0.081		0.098		0.151		
	15.1	左	0.122	0.136	0.094	0.091	0.073	0.096	0.084	0.127	0.113
		右	0.150		0.087		0.119		0.170		
	21.2	左	0.110	0.128	0.099	0.104	0.063	0.106	0.115	0.161	0.125
		右	0.145		0.109		0.149		0.206		
	25.2	左	0.098	0.111	0.103	0.099	0.055	0.117	0.128	0.186	0.128
		右	0.123		0.094		0.178		0.244		
	平 均			0.127		0.095		0.101		0.147	

表-2.7(1) 複数車走行時の応答計算結果

着目点 1/4点

計算条件 ℓ :支間長(m) V :車速(m/s) ℓ' :車頭間隔(m) N :車両台数	諸 値	路面凹凸: A'			路面凹凸: B'			路面凹凸: C'		
		たわみ	曲げモーメント	せん断力	たわみ	曲げモーメント	せん断力	たわみ	曲げモーメント	せん断力
No. 15 $\ell = 60$ $V = 2.5$ $\ell' = 10$ $N = 6$	i_{min}	0.003	-0.007	-0.227	0.006	0.001	-0.218	0.017	0.021	-0.200
	$\bar{i}$	0.009	-0.002	-0.223	0.018	0.010	-0.211	0.037	0.034	-0.186
	i_{max}	0.013	0.002	-0.218	0.026	0.015	-0.202	0.051	0.044	-0.170
	σ	0.003	0.002	0.002	0.005	0.004	0.004	0.008	0.006	0.007
	$\bar{i} + 2 \cdot \sigma$	0.015	0.002	-0.219	0.028	0.018	-0.203	0.053	0.046	-0.172
No. 16 $\ell = 60$ $V = 5.0$ $\ell' = 10$ $N = 6$	i_{min}	0.008	-0.002	-0.221	0.019	0.014	-0.205	0.040	0.046	-0.172
	$\bar{i}$	0.017	0.008	-0.212	0.034	0.030	-0.188	0.071	0.077	-0.142
	i_{max}	0.031	0.025	-0.203	0.063	0.066	-0.174	0.128	0.147	-0.112
	σ	0.007	0.007	0.005	0.012	0.013	0.009	0.024	0.024	0.017
	$\bar{i} + 2 \cdot \sigma$	0.031	0.022	-0.202	0.058	0.056	-0.170	0.119	0.125	-0.108
No. 17 $\ell = 100$ $V = 7.5$ $\ell' = 16.7$ $N = 6$	i_{min}	0.003	-0.003	-0.217	0.011	0.010	-0.202	0.024	0.036	-0.168
	$\bar{i}$	0.008	0.003	-0.212	0.017	0.021	-0.190	0.037	0.059	-0.146
	i_{max}	0.013	0.014	-0.199	0.027	0.040	-0.166	0.055	0.092	-0.101
	σ	0.002	0.004	0.004	0.004	0.008	0.008	0.007	0.015	0.015
	$\bar{i} + 2 \cdot \sigma$	0.012	0.011	-0.204	0.025	0.037	-0.174	0.051	0.089	-0.116
No. 18 $\ell = 100$ $V = 10.0$ $\ell' = 16.7$ $N = 6$	i_{min}	0.015	0.007	-0.211	0.008	0.014	-0.200	0.039	0.054	-0.164
	$\bar{i}$	0.038	0.031	-0.188	0.059	0.060	-0.153	0.106	0.124	-0.080
	i_{max}	0.051	0.045	-0.171	0.084	0.090	-0.123	0.154	0.181	-0.003
	σ	0.012	0.011	0.011	0.022	0.019	0.020	0.036	0.033	0.037
	$\bar{i} + 2 \cdot \sigma$	0.062	0.053	-0.166	0.103	0.098	-0.113	0.178	0.190	-0.006
No. 19 $\ell = 100$ $V = 12.5$ $\ell' = 16.7$ $N = 6$	i_{min}	0.012	0.005	-0.208	0.015	0.014	-0.181	0.022	0.049	-0.131
	$\bar{i}$	0.017	0.014	-0.200	0.025	0.036	-0.168	0.044	0.083	-0.106
	i_{max}	0.030	0.027	-0.189	0.052	0.060	-0.145	0.096	0.125	-0.054
	σ	0.004	0.006	0.005	0.009	0.011	0.009	0.017	0.018	0.019
	$\bar{i} + 2 \cdot \sigma$	0.025	0.026	-0.190	0.043	0.058	-0.150	0.080	0.119	-0.068

表-2.7(2) 複数車走行時の応答計算結果

計算条件 ℓ :支間長(m) V :車速(m/s) ℓ' :車間距離(m) N :車両台数	諸 値	路面凹凸: A'			路面凹凸: B'			路面凹凸: C'		
		たわみ	曲げモーメント	せん断力	たわみ	曲げモーメント	せん断力	たわみ	曲げモーメント	せん断力
例 20 $\ell = 100$ $V = 5.0$ $\ell' = 14.3$ $N = 7$	i_{min} $\bar{i}$ i_{max} σ $\bar{i} + 2\sigma$	0.004 0.014 0.029 0.006 0.026	0.009 0.018 0.033 0.006 0.030	-0.193 -0.185 -0.175 0.004 -0.177	0.010 0.026 0.051 0.011 0.048	0.019 0.034 0.060 0.011 0.056	-0.179 -0.165 -0.148 0.008 -0.149	0.018 0.052 0.095 0.022 0.096	0.035 0.070 0.114 0.021 0.112	-0.152 -0.124 -0.095 0.017 -0.090
例 21 $\ell = 100$ $V = 7.5$ $\ell' = 14.3$ $N = 7$	i_{min} $\bar{i}$ i_{max} σ $\bar{i} + 2\sigma$	0.003 0.019 0.043 0.011 0.041	0.012 0.025 0.050 0.010 0.045	-0.190 -0.176 -0.157 0.011 -0.154	0.012 0.037 0.075 0.019 0.075	0.017 0.049 0.091 0.019 0.087	-0.172 -0.150 -0.117 0.019 -0.112	0.028 0.076 0.139 0.036 0.148	0.050 0.104 0.173 0.036 0.176	-0.136 -0.094 -0.036 0.033 -0.028
例 22 $\ell = 100$ $V = 10.0$ $\ell' = 14.3$ $N = 7$	i_{min} $\bar{i}$ i_{max} σ $\bar{i} + 2\sigma$	0.005 0.011 0.019 0.003 0.017	0.010 0.019 0.028 0.004 0.027	-0.186 -0.181 -0.172 0.003 -0.175	0.007 0.019 0.032 0.006 0.031	0.019 0.037 0.052 0.008 0.053	-0.167 -0.158 -0.139 0.006 -0.146	0.021 0.037 0.059 0.009 0.055	0.049 0.075 0.102 0.013 0.101	-0.127 -0.111 -0.075 0.011 -0.089
例 23 $\ell = 100$ $V = 5.0$ $\ell' = 12.5$ $N = 8$	i_{min} $\bar{i}$ i_{max} σ $\bar{i} + 2\sigma$	0.002 0.006 0.013 0.003 0.012	0.023 0.028 0.034 0.003 0.034	-0.173 -0.169 -0.164 0.002 -0.165	0.004 0.012 0.024 0.005 0.022	0.029 0.039 0.051 0.006 0.051	-0.164 -0.154 -0.146 0.005 -0.144	0.009 0.025 0.047 0.009 0.043	0.042 0.062 0.087 0.012 0.086	-0.141 -0.124 -0.109 0.009 -0.106
例 24 $\ell = 100$ $V = 7.5$ $\ell' = 12.5$ $N = 8$	i_{min} $\bar{i}$ i_{max} σ $\bar{i} + 2\sigma$	0.003 0.008 0.016 0.003 0.014	0.025 0.031 0.042 0.005 0.041	-0.170 -0.161 -0.153 0.005 -0.151	0.007 0.016 0.028 0.005 0.026	0.030 0.046 0.064 0.008 0.062	-0.156 -0.140 -0.124 0.009 -0.122	0.016 0.033 0.054 0.009 0.051	0.053 0.078 0.110 0.014 0.106	-0.124 -0.094 -0.064 0.017 -0.060

着目点 4点

表-2.7 (3) 複 数 車 走 行 時 の 応 答 計 算 結 果

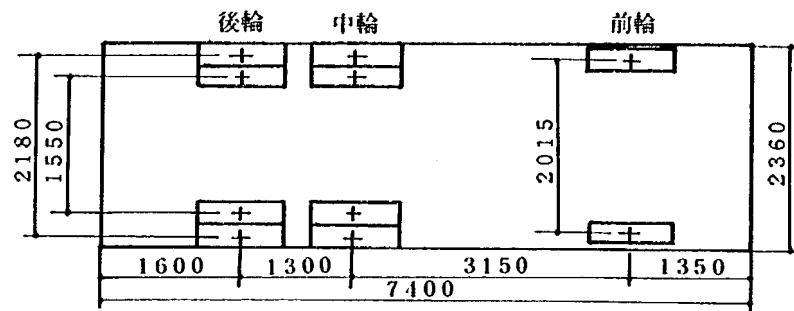
着目点 4点

計算条件 ℓ : 支 間 長 (m) V : 車 速 (m/s) ℓ' : 車 頭 間 隔 (m) N : 車 両 台 数	諸 値	路 面 凹 凸 : A'			路 面 凹 凸 : B'			路 面 凹 凸 : C'		
		た わ み	曲 げ モーメント	せん断力	た わ み	曲 げ モーメント	せん断力	た わ み	曲 げ モーメント	せん断力
No. 25 $\ell = 60$ $V = 10.0$ $\ell' = 20$ $N = 3$	i_{min}	0.018	-0.005	-0.355	0.045	0.027	-0.324	0.100	0.079	-0.259
	$\bar{i}$	0.034	0.012	-0.340	0.068	0.059	-0.296	0.138	0.156	-0.205
	i_{max}	0.054	0.032	-0.324	0.097	0.092	-0.255	0.184	0.241	-0.117
	σ	0.010	0.009	0.008	0.013	0.015	0.017	0.022	0.032	0.035
	$\bar{i} + 2 \cdot \sigma$	0.054	0.030	-0.324	0.094	0.089	-0.262	0.182	0.220	-0.135
No. 26 $\ell = 60$ $V = 12.5$ $\ell' = 20$ $N = 3$	i_{min}	0.011	-0.012	-0.351	0.034	0.019	-0.308	0.072	0.087	-0.235
	$\bar{i}$	0.039	0.016	-0.331	0.079	0.069	-0.279	0.165	0.181	-0.170
	i_{max}	0.062	0.038	-0.311	0.119	0.118	-0.242	0.237	0.277	-0.104
	σ	0.013	0.011	0.010	0.025	0.022	0.017	0.047	0.042	0.034
	$\bar{i} + 2 \cdot \sigma$	0.065	0.038	-0.311	0.129	0.113	-0.245	0.259	0.265	-0.102
No. 27 $\ell = 60$ $V = 15.0$ $\ell' = 20$ $N = 3$	i_{min}	0.017	0.002	-0.349	0.043	0.040	-0.317	0.096	0.116	-0.244
	$\bar{i}$	0.045	0.024	-0.325	0.092	0.088	-0.268	0.196	0.217	-0.150
	i_{max}	0.086	0.067	-0.293	0.159	0.158	-0.206	0.304	0.340	-0.044
	σ	0.016	0.016	0.014	0.030	0.029	0.029	0.058	0.057	0.060
	$\bar{i} + 2 \cdot \sigma$	0.077	0.056	-0.297	0.152	0.146	-0.210	0.312	0.331	-0.030
No. 28 $\ell = 60$ $V = 17.5$ $\ell' = 20$ $N = 3$	i_{min}	0.024	0.010	-0.343	0.067	0.051	-0.282	0.171	0.176	-0.173
	$\bar{i}$	0.073	0.051	-0.304	0.130	0.123	-0.233	0.258	0.286	-0.089
	i_{max}	0.109	0.093	-0.269	0.189	0.189	-0.173	0.385	0.410	0.027
	σ	0.020	0.019	0.017	0.032	0.035	0.025	0.061	0.065	0.048
	$\bar{i} + 2 \cdot \sigma$	0.113	0.089	-0.270	0.194	0.193	-0.183	0.380	0.416	0.007
No. 29 $\ell = 100$ $V = 10.0$ $\ell' = 20$ $N = 5$	i_{min}	0.006	0.005	-0.249	0.013	0.024	-0.228	0.031	0.054	-0.183
	$\bar{i}$	0.016	0.015	-0.237	0.032	0.040	-0.204	0.066	0.094	-0.137
	i_{max}	0.025	0.027	-0.223	0.054	0.069	-0.183	0.112	0.153	-0.100
	σ	0.005	0.006	0.007	0.009	0.012	0.013	0.018	0.023	0.024
	$\bar{i} + 2 \cdot \sigma$	0.026	0.027	-0.223	0.050	0.064	-0.178	0.102	0.140	-0.089

表-2.7(4) 複数車走行時の応答計算結果

計算条件 ℓ :支間長(m) V :車速(m/s) ℓ' :車頭間隔(m) N :車両台数	諸 値	路面凹凸: A'			路面凹凸: B'			路面凹凸: C'		
		たわみ	曲げモーメント	せん断力	たわみ	曲げモーメント	せん断力	たわみ	曲げモーメント	せん断力
No. 30 $\ell = 100$ $V = 12.5$ $\ell' = 20$ $N = 5$	i_{min}	0.014	0.009	-0.244	0.026	0.031	-0.225	0.047	0.078	-0.175
	$\bar{i}$	0.042	0.043	-0.219	0.064	0.079	-0.179	0.117	0.159	-0.094
	i_{max}	0.079	0.084	-0.190	0.130	0.150	-0.128	0.233	0.282	-0.003
	σ	0.017	0.019	0.013	0.028	0.029	0.024	0.054	0.054	0.048
	$i + 2\sigma$	0.076	0.081	-0.193	0.120	0.137	-0.131	0.225	0.267	0.092
No. 31 $\ell = 100$ $V = 15.0$ $\ell' = 20$ $N = 5$	i_{min}	0.014	0.008	-0.247	0.015	0.026	-0.221	0.029	0.070	-0.166
	$\bar{i}$	0.024	0.028	-0.231	0.036	0.057	-0.196	0.064	0.121	-0.122
	i_{max}	0.036	0.051	-0.214	0.056	0.095	-0.162	0.111	0.195	-0.054
	σ	0.006	0.009	0.009	0.011	0.018	0.016	0.022	0.033	0.031
	$i + 2\sigma$	0.036	0.046	-0.212	0.058	0.093	-0.164	0.108	0.187	-0.060
No. 32 $\ell = 100$ $V = 17.5$ $\ell' = 20$ $N = 5$	i_{min}	0.012	0.015	-0.240	0.013	0.030	-0.212	0.038	0.081	-0.154
	$\bar{i}$	0.027	0.031	-0.225	0.038	0.060	-0.187	0.070	0.126	-0.106
	i_{max}	0.044	0.046	-0.209	0.069	0.088	-0.160	0.118	0.176	-0.061
	σ	0.010	0.010	0.007	0.016	0.016	0.012	0.022	0.024	0.023
	$i + 2\sigma$	0.047	0.051	-0.211	0.070	0.092	-0.163	0.114	0.174	-0.060

荷重車-A (FUSO 280PSV8D)



荷重車-B (NISSAN DIESEL)

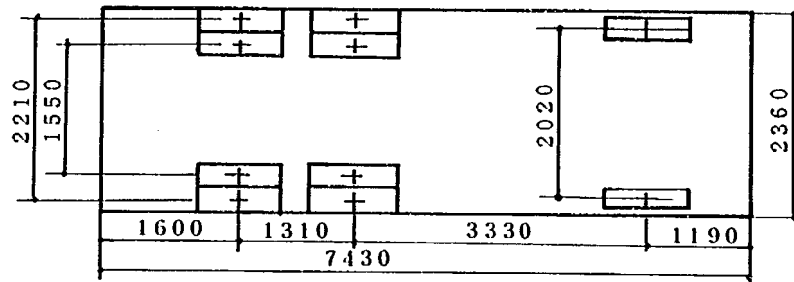


図-2.1 荷重車寸法

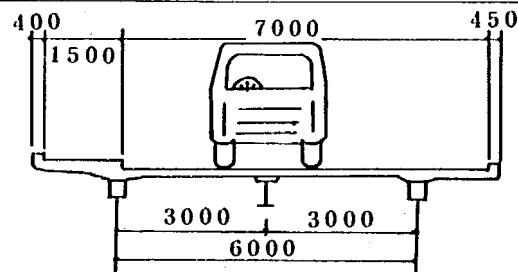
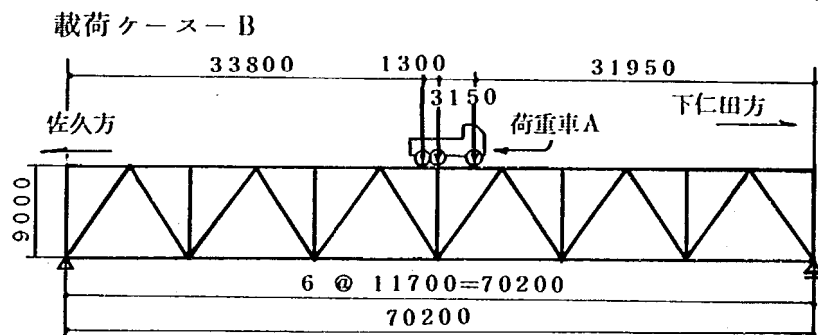
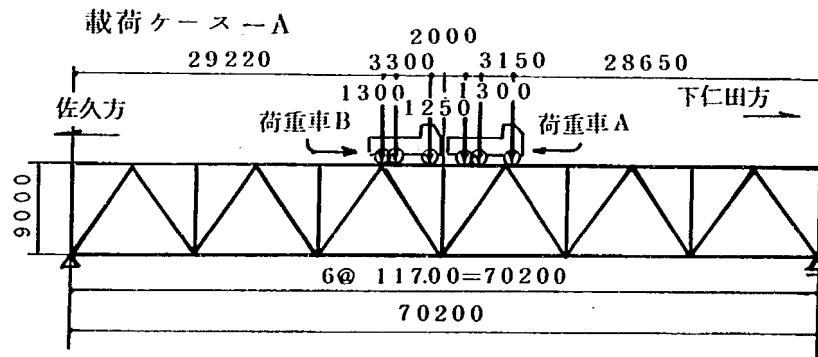


図-2.2 載荷位置図



図-2.3 路面凹凸波形

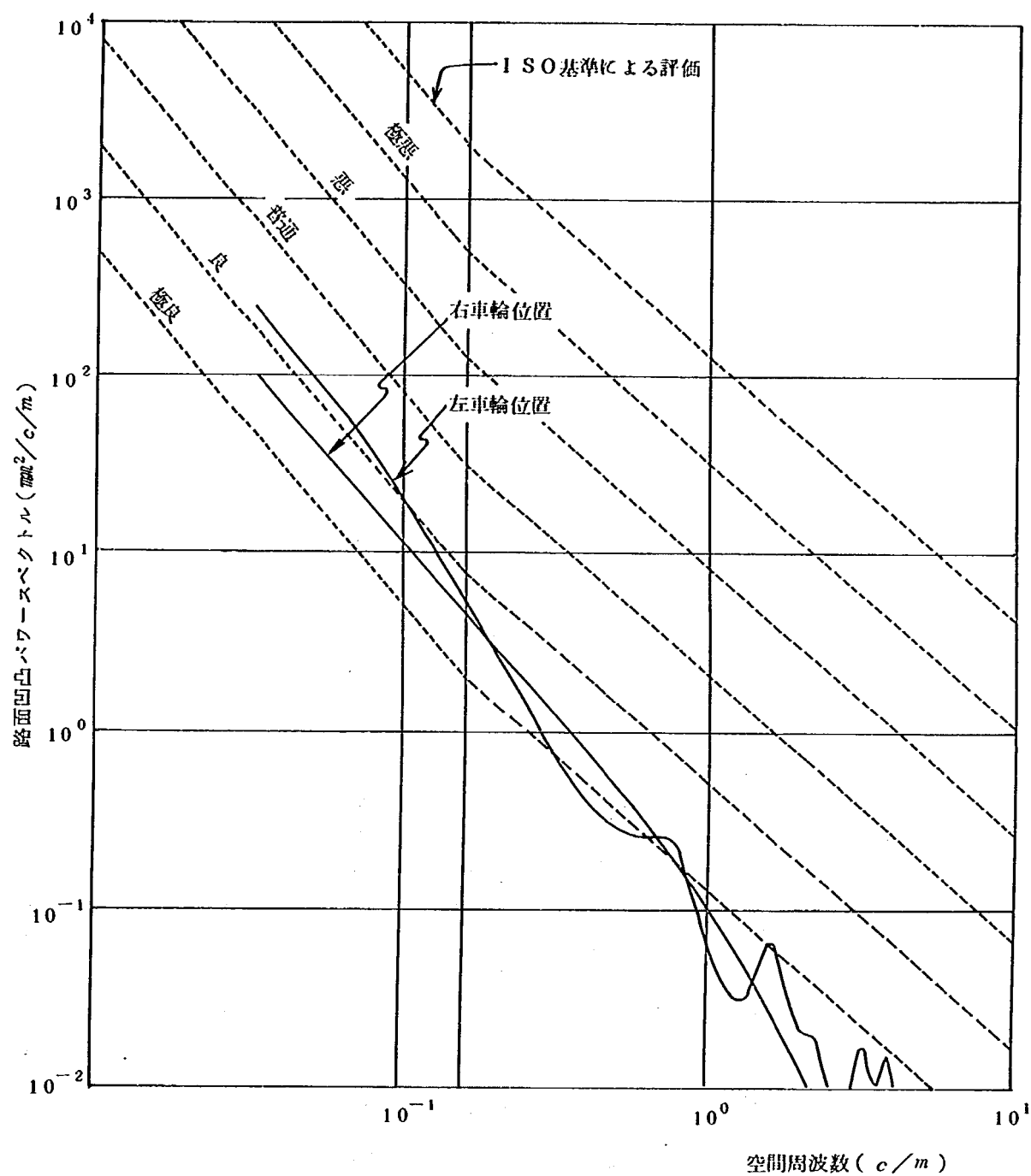


図- 2.4 路面凹凸パワースペクトル

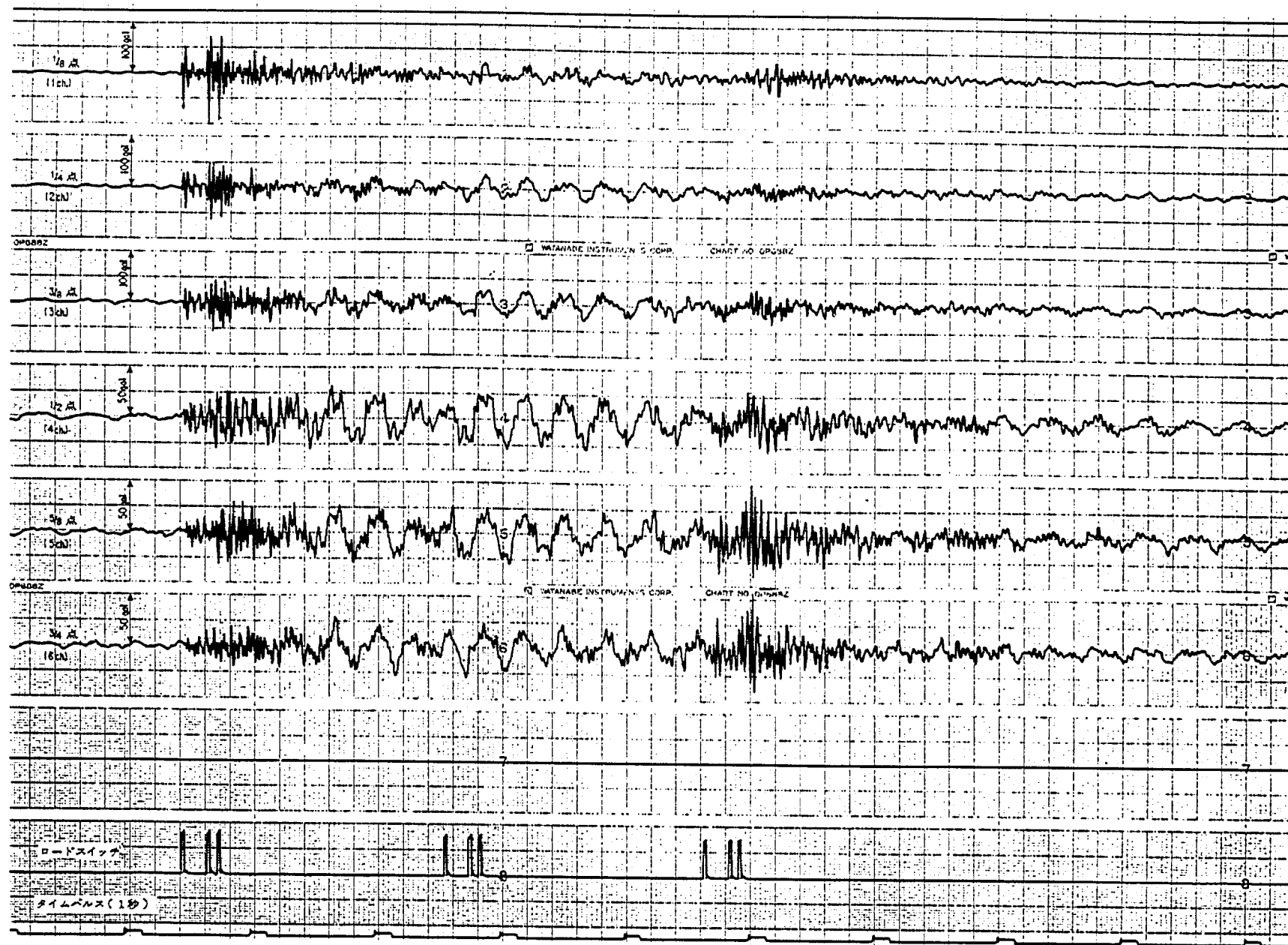


図-2.5 収録記録の一例 (25.2 ton, 60km/h, 3回目)

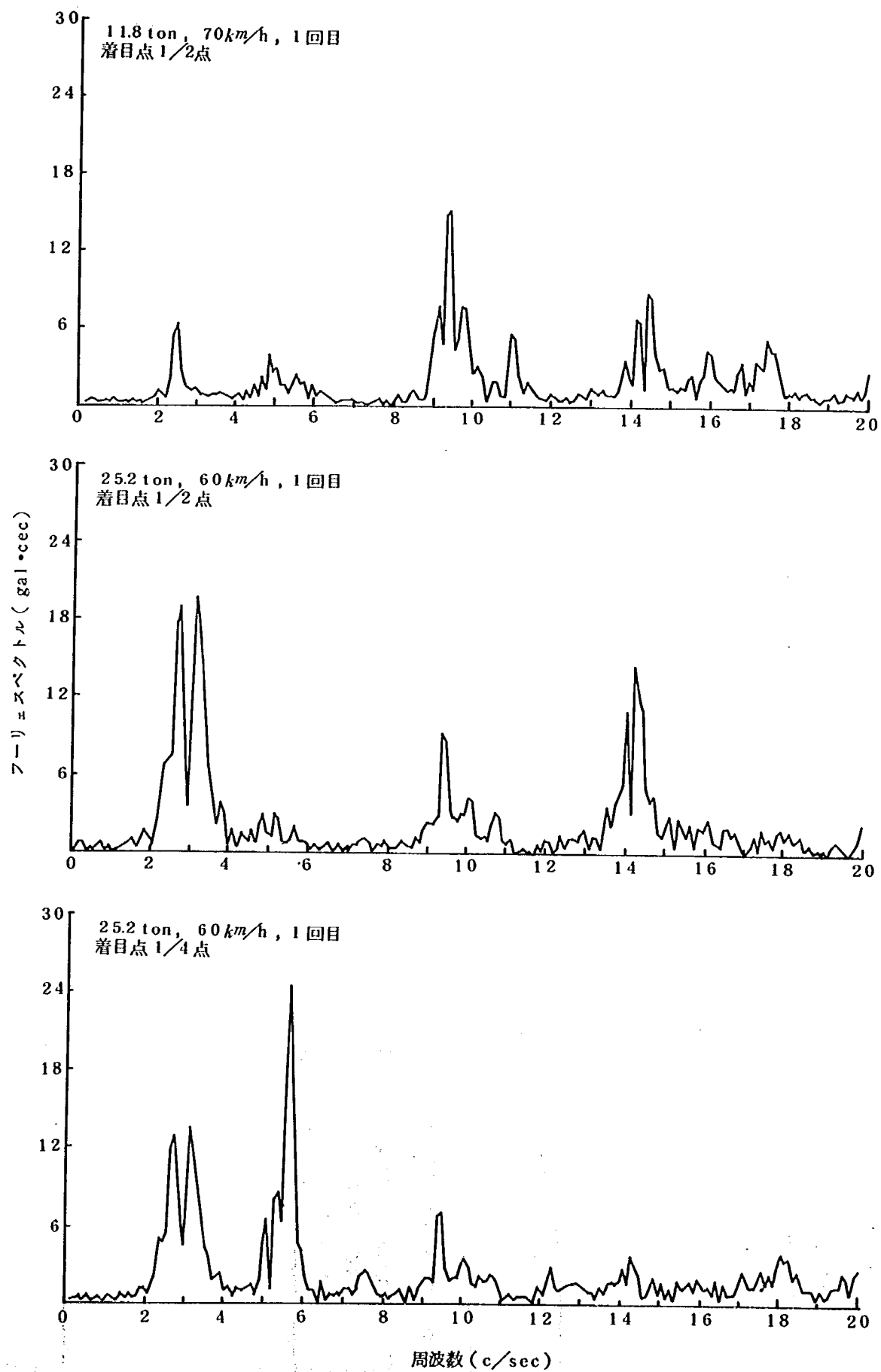
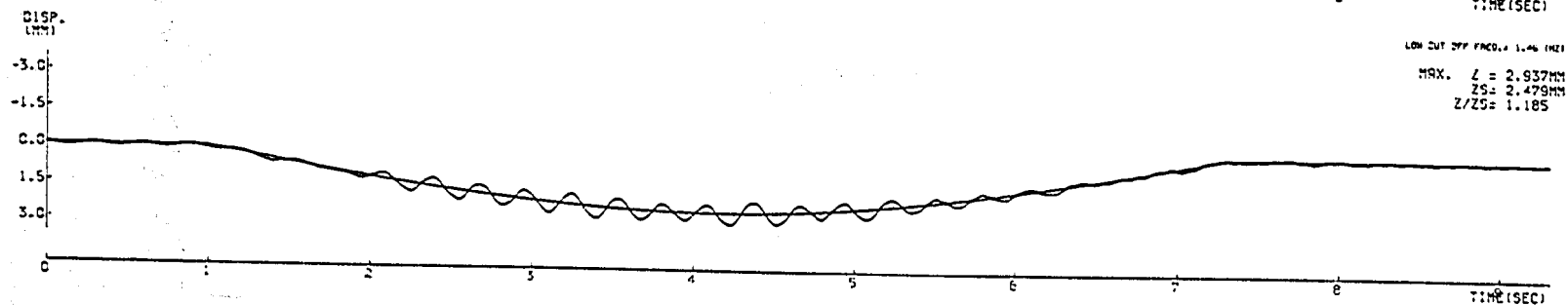
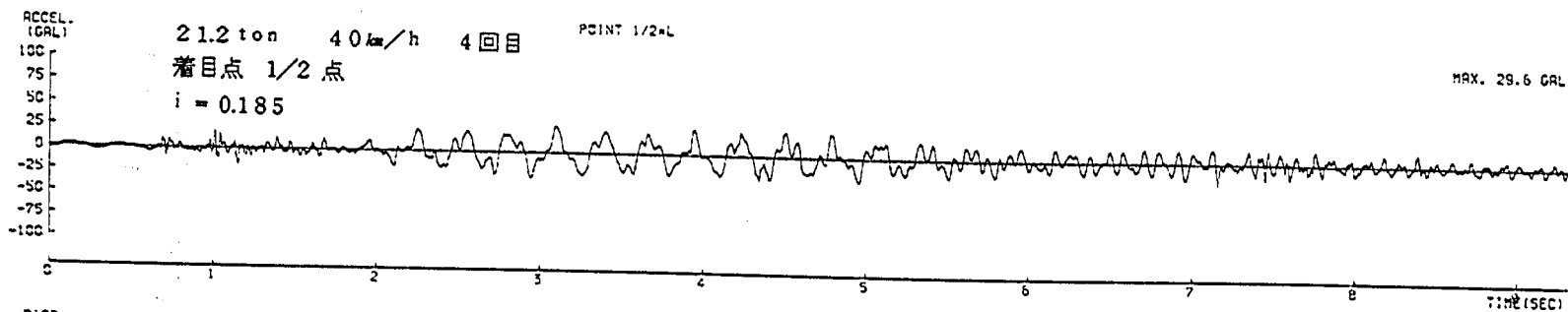


図-2.6 橋梁加速度応答のフーリエスペクトル

UCHIYAMA BR. RUN NO. 20-40-4



UCHIYAMA BR. RUN NO. 25-60-1

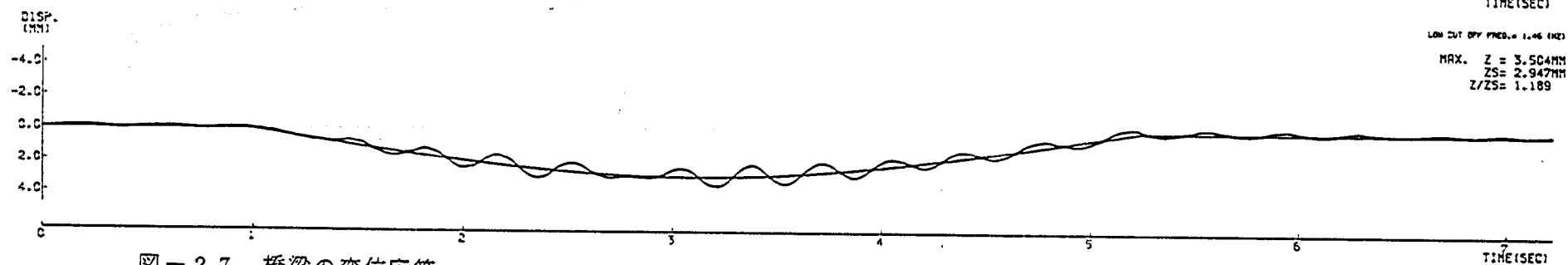
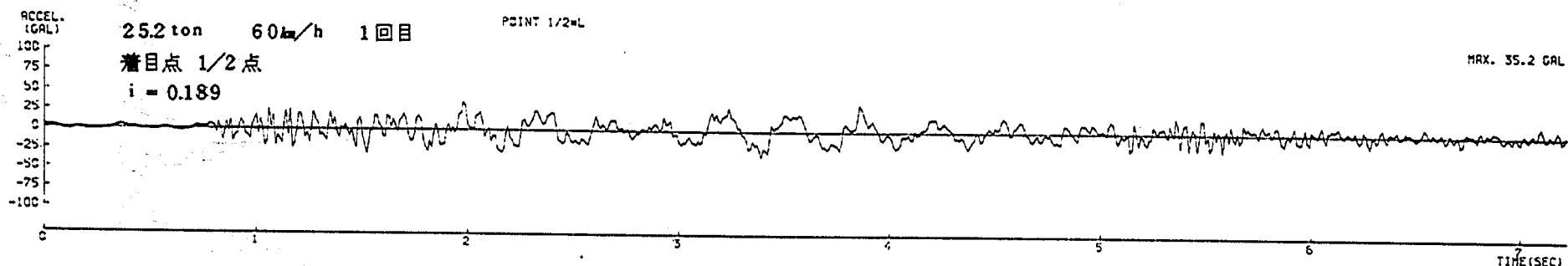


図-2.7 橋梁の変位応答

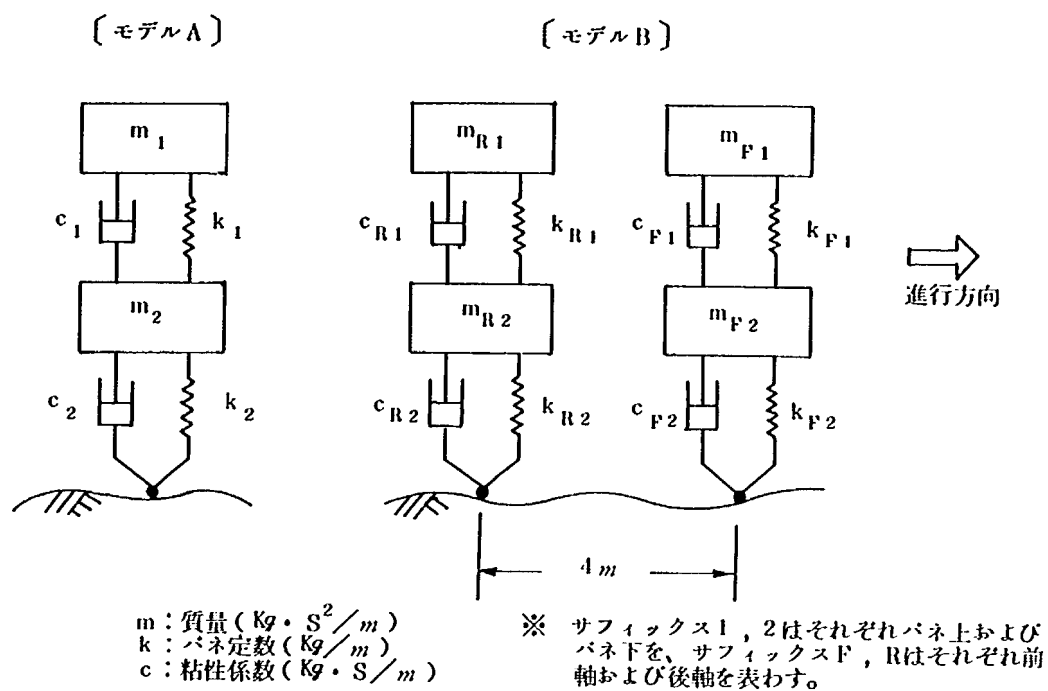


図-2.8 車両モデル

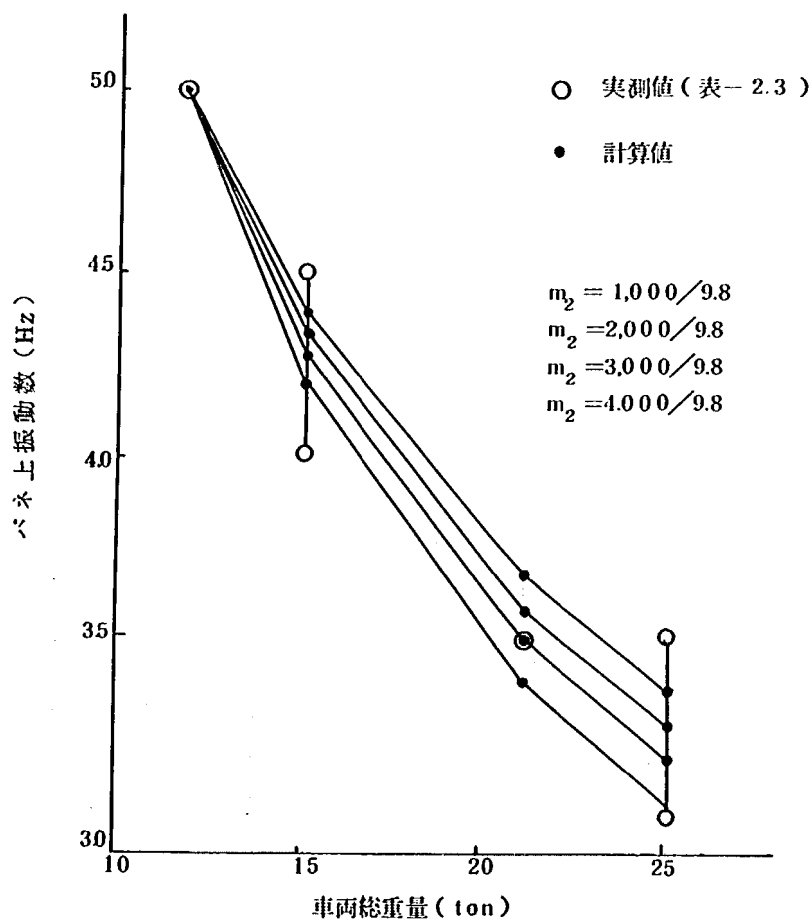


図-2.9 車両のモデル化

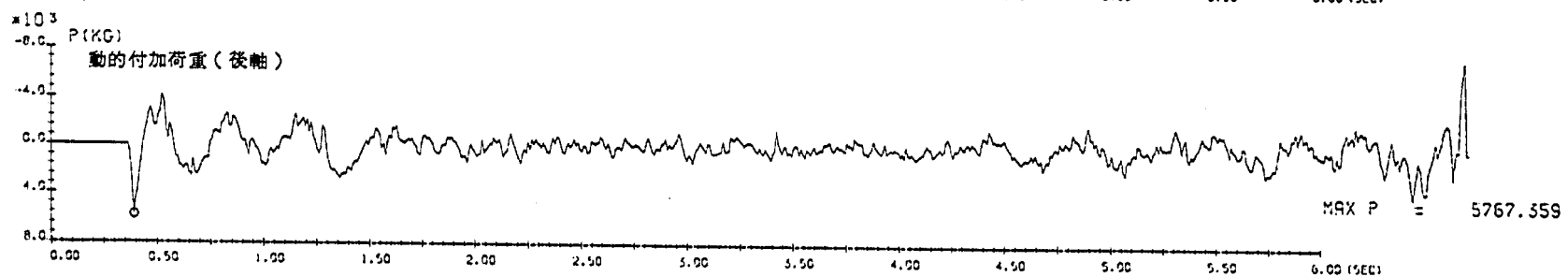
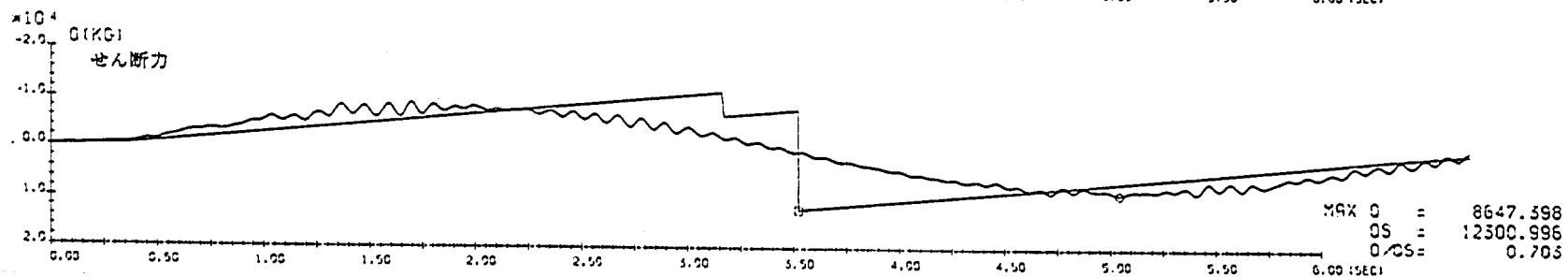
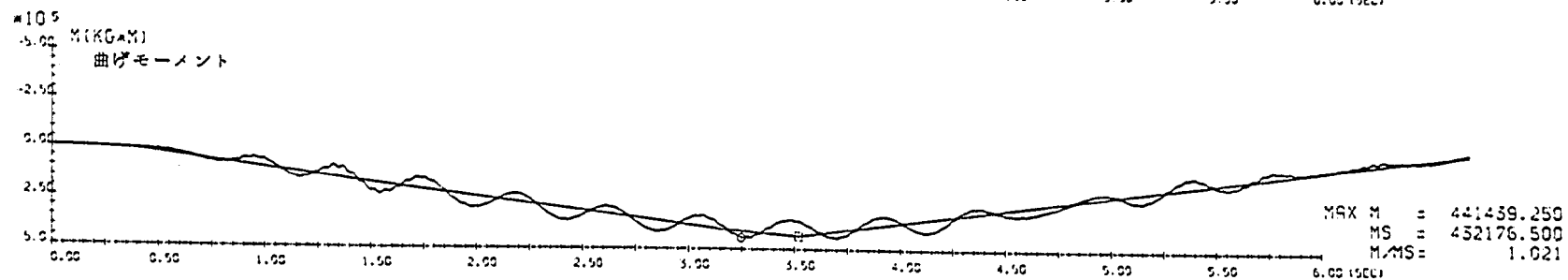
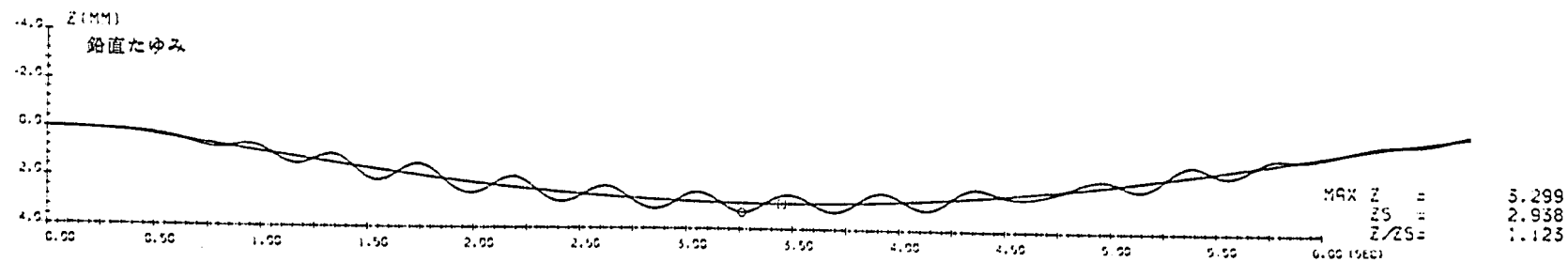
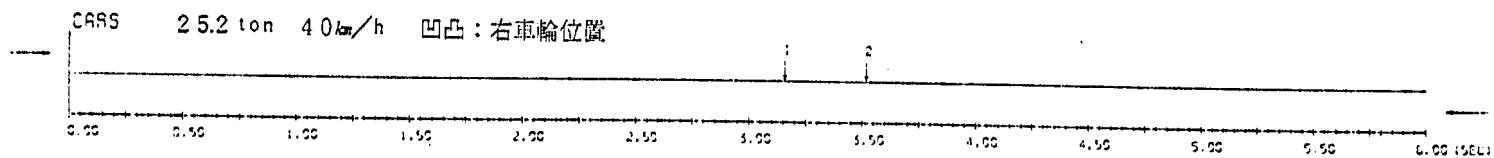


図-2.10 (1) 橋梁の動的応答の計算結果 (モデル B)

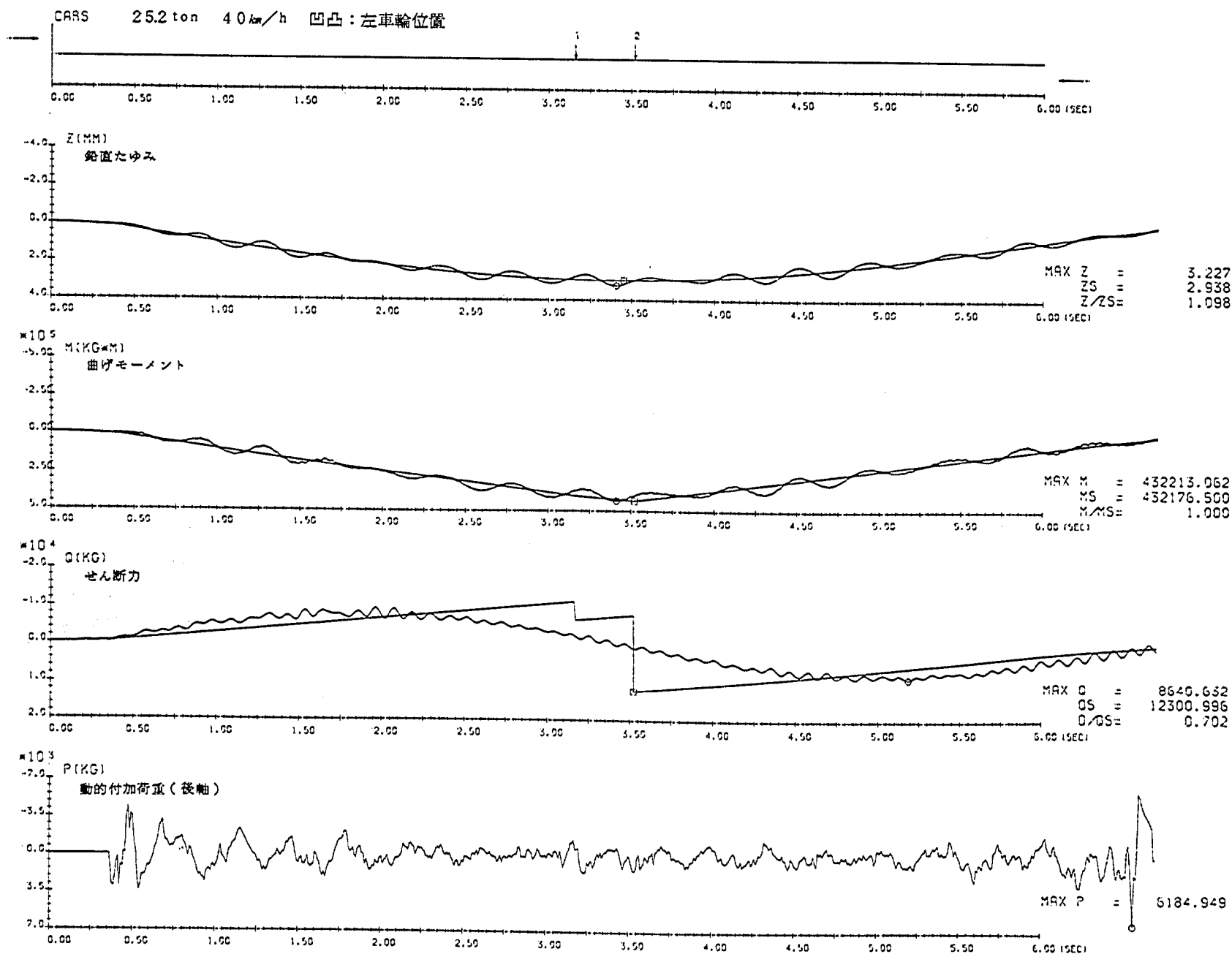


図-2.10(2) 橋梁の動的応答の計算結果(モデルB)

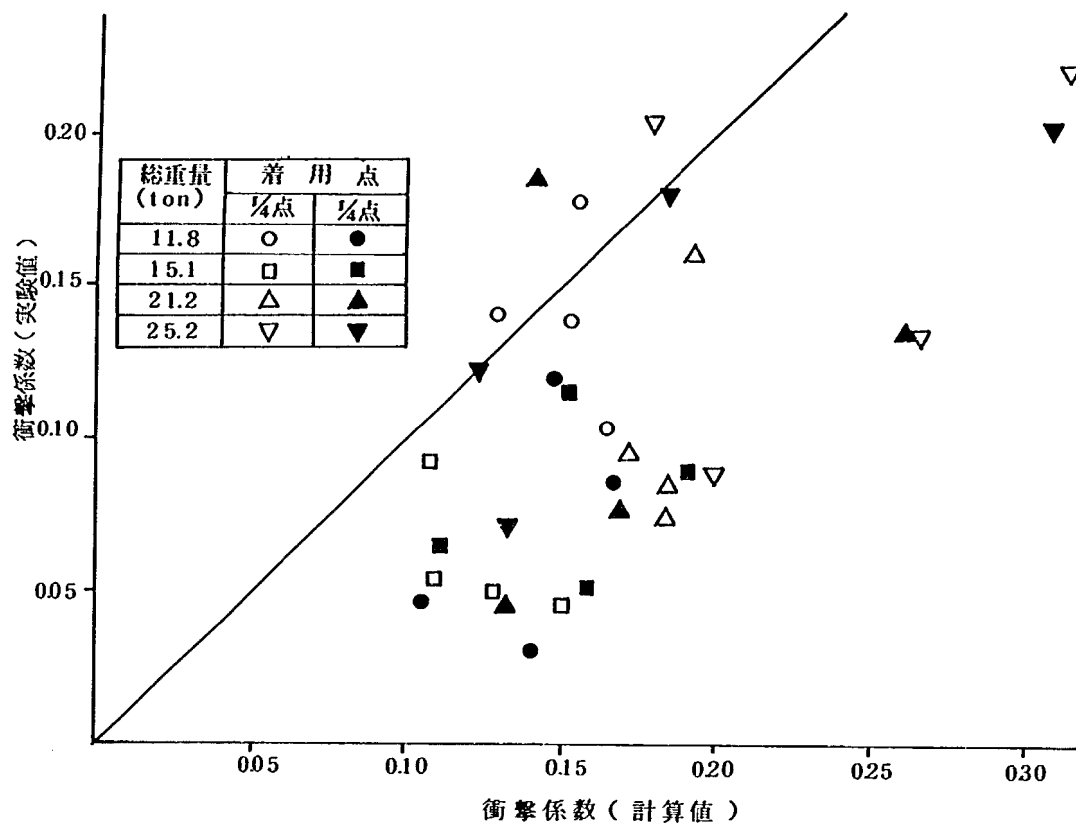


図- 2.1 1(a) 実験値と計算値の比較 (モデル A)

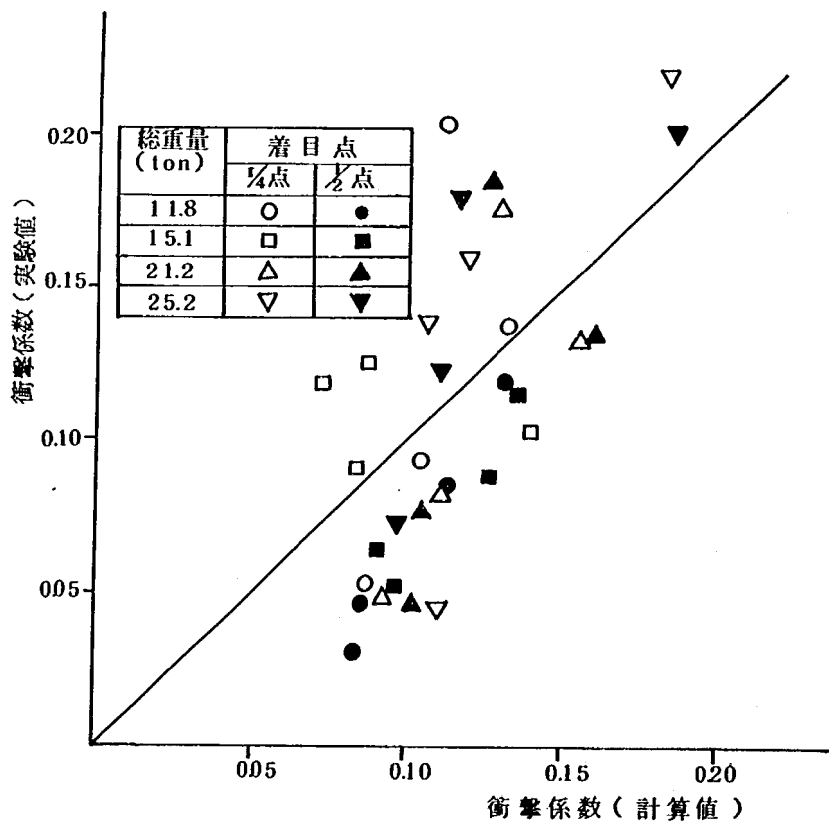


図- 2.1 1(b) 実験値と計算値の比較 (モデル B)

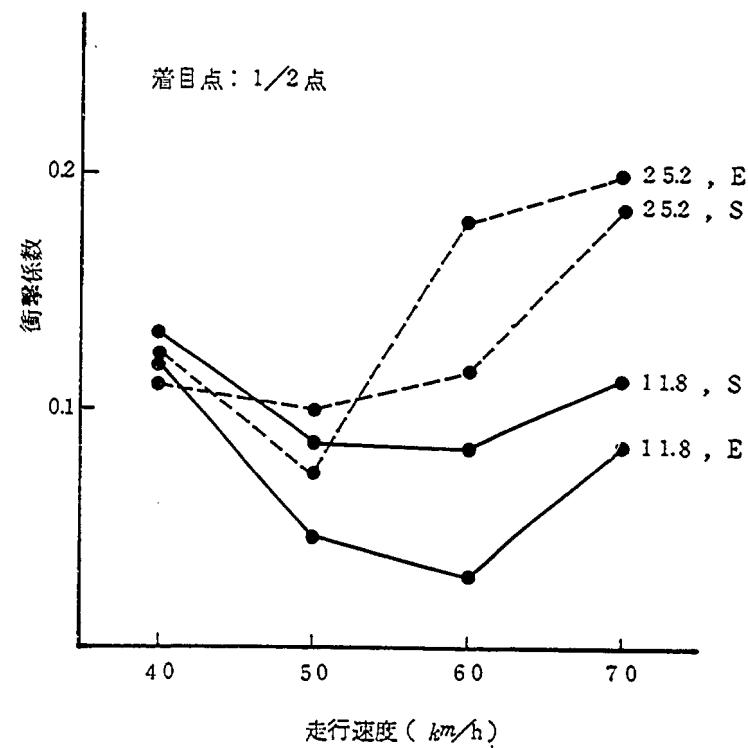
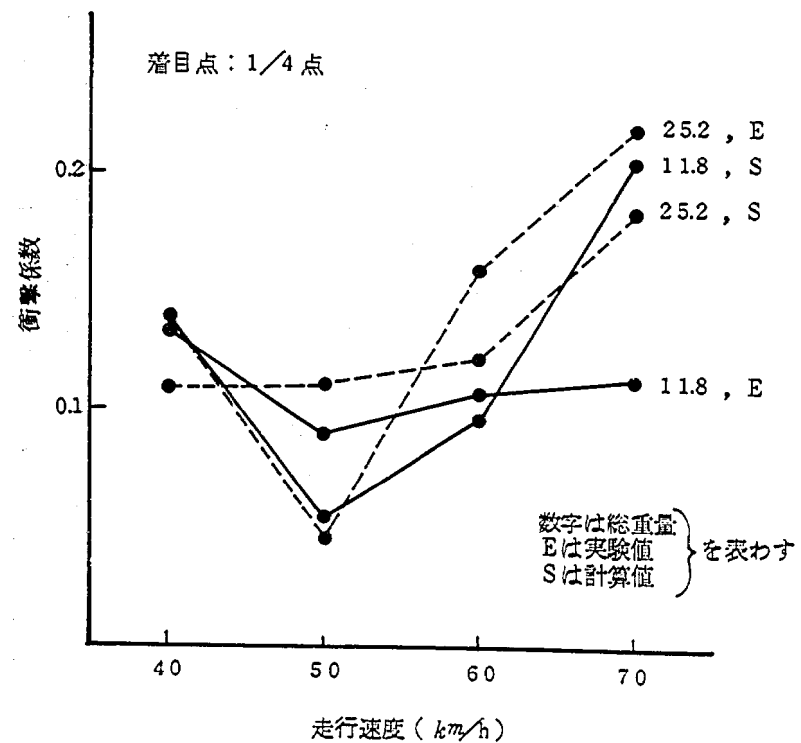


図 - 2.1 2 走行速度別の衝撃係数 (モデル B)

3. 伸縮装置部実働自動車荷重実測調査

3.1 調査目的および概要

橋梁の伸縮装置は比較的破損率が高いため道路管理上の大きな問題となっている。構造研究室は本報告書の第1章で述べた路面凹凸に起因する実働自動車荷重の実測調査等を通じて、路面の不陸部あるいは段差部で生じる自動車荷重が特に大きいことを明らかにしてきた。橋梁伸縮装置部付近にはこの段差が発生している場合が多く、したがってこれに作用する自動車荷重の大きさも他の一般部以上であるものと考えられる。そこで、今年度は「伸縮装置に作用する自動車荷重に関する試験調査（小課題）」の初年度として、この自動車荷重の実態資料を収集する目的で実測調査を実施した。

調査は土木研究所周辺の15橋の単純桁橋を対象として実施されたが、その内容は路面平坦性調査と荷重車走行試験とに大別される。

3.2 調査要領

3.2.1 調査対象橋梁

調査の対象とした橋梁は表-3.1に示す土木研究所周辺の小規模な単純桁橋15橋である。支間長は最小が3.9m、最大が32.1mであり、すべて2車線である。

3.2.2 路面平坦性調査

2車線のうちのどちらかを測定対象車線とし、その車線の次項で述べる荷重車が走行する時の右および左車輪通過線上の路面凹凸高さを、3mプロフィールメーターおよび横断プロフィールメーターを用いて測定した。測定長は前者の場合には $30m + L$ （スパン長）+ $30m$ とし、後車の場合は $10.5m + L + 10.5m$ とした。横断プロフィールメーターは、本来道路横断方向の凹凸量（わだち堀れ）の測定に用いるものであるが、この測器は測定能率が悪いものの実路面凹凸高を測定できるという特徴を有しているため、今回の調査では敢えて道路軸方向にトラバースさせて縦断プロフィールを測定することとした。

3.2.3 荷重車走行試験

荷重車は本報告書の第1章の調査で使用している荷重車を使用し、また自動車荷重の測定方法も同様である。荷重車の重量は積載量を変化させることにより、後軸静荷重を次の5通りに変化させた。

荷重-1	10,360 Kg	荷重-2	8,280 Kg	荷重-3	7,000 Kg
荷重-4	5,580 Kg	荷重-5	4,590 Kg		

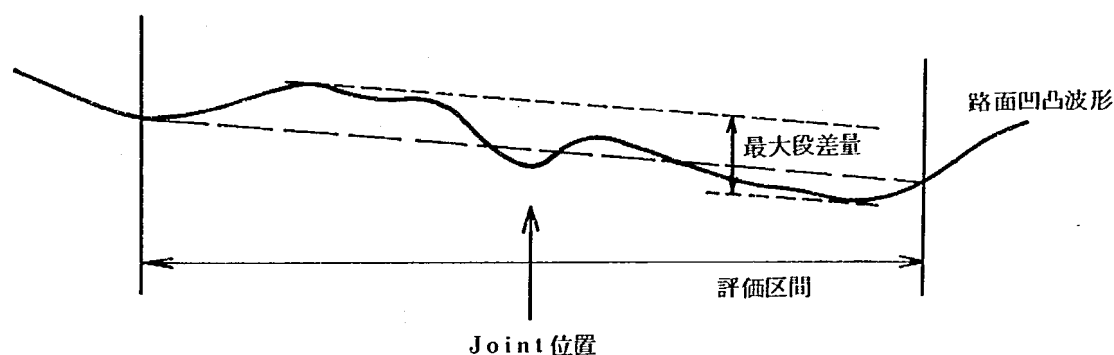
また、車速は20、30、40Km/hの3通りとし、これらの条件下で荷重車を走行させた時に発生する後軸右車輪および後軸左車輪の動的付加荷重、さらにその合計としての後軸動的付加荷重を測定した。

3.3 解析方法およびその結果

3.3.1 路面平坦性記録

3mプロフィルメーターによる記録からは舗装要綱に示されている標準偏差値(σ)と、RIおよびPrIを算出した。この結果は表-3.1に合わせて記入した。

横断プロフィルメーターによる記録からは、下図に示すように伸縮装置の前後にある長さの評価区間を設け、この範囲内の最大高低差を読み取り最大段差量とした。評価区間長は伸縮装置の前後±1m(合計2m)、±2m(合計4m)、±5m(合計10m)の3種類として最大段差量を読みとった結果を表-3.2に示す。



3.3.2 動的付加荷重記録

得られた記録波形の一例を図-3.1に示す。これらの波形から、伸縮装置付近で発生している後軸の+側の最大動荷重と、30m+L+30mの区間内での後軸の動荷重の標準偏差を算出した。その結果を表-3.3および表-3.4に示す。

図-3.2には最大段差量を最大動荷重の関係を、また図-3.4には路面平坦性標準偏差と動荷重標準偏差の関係を示した。

表-3.1 調査橋梁一覧表

	橋梁名	道・河川名	長 m	幅 m	橋材	位置	伸縮装置	備考	路面凹凸標準偏差 σ (mm)			RI (cm/K σ)	PrI (cm/K σ)
									右	左	平均		
1	旭橋	西大通り	30.8	7.0	I型鋼	豊里町旭	ゴム	S 51. 3 竣工	2.63	4.25	3.44	341	103
2	白鷺橋	蓮沼川	11.8	7.0	P C	大穂町上口の堀	カットオフ	S 50. 11 竣工	5.56	3.21	4.39	794	164
3	要橋	排水路	4.4	7.0	R C	" 要	片側 アングル補強	竣工年月不明	3.65	5.64	4.65	520	143
4	九重橋	花室川	31.8	7.5	I型鋼	桜村倉ノ掛	銅フィンガー	S 50. 8 竣工	3.35	4.09	3.72	376	85
5	柏橋	"	32.1	7.5	"	" 上大角豆	"	S 48. 10 竣工	3.60	2.90	3.25	310	85
6	乙戸橋	乙戸川	3.9	6.0	R C	土浦市乙戸町	片側 アングル補強	S 32. 8 竣工	2.11	4.18	3.15	579	86
7	八千代橋	蓮沼川	15.9	6.0	I型鋼	谷田部町西大橋	銅重ね合せ	S 50. 3 竣工	5.24	5.97	5.61	547	258
8	睦橋	西谷田川	13.5	6.0	R C	" 中北	片側 アングル補強	S 36. 1 竣工	5.40	5.03	5.22	578	210
9	高丸橋	東谷田川	12.6	6.0	"	豊里町西谷ヶ代	目地板	オーバーレイ S 32. 10 竣工	1.70	2.64	2.17	551	44
10	白幡橋	西谷田川	14.0	7.3	P C	" 手子生	カットオフ	S 53. 3 竣工	4.87	4.38	4.63	453	174
11	岡田橋	将門川	17.6	6.5	P C	石下町向下	"	S 54. 3 竣工	3.77	4.94	4.36	496	146
12	左平田橋	排水路	4.5	5.9	R C	" 左平田新田	目地板	オーバーレイ S 33. 2 竣工	3.33	4.75	4.04	504	118
13	吉川橋	"	4.0	6.2	"	岩井市勸助新田	"	オーバーレイ S 35. 12 竣工	1.87	2.11	1.99	227	19
14	大日橋	吉田用水	4.5	6.5	"	水海道市大輪町	片側 アングル補強	S 36. 3 竣工	3.57	4.63	4.10	659	141
15	菅原橋	排水路	6.7	6.0	"	" 内久根	目地板	オーバーレイ S 43. 4 竣工	4.46	4.10	4.28	1327	100

表-3.2 最大段差量

单位: mm

桥梁番号	評価区間: ±1 m						評価区間: ±2 m						評価区間: ±5 m					
	入口側			出口側			入口側			出口側			入口側			出口側		
	左	右	平均	左	右	平均	左	右	平均	左	右	平均	左	右	平均	左	右	平均
1	12.0	21.2	16.6	7.6	8.8	8.2	16.0	24.4	20.2	9.2	12.0	10.6	59	63	61	42	35	39
2	26.8	24.8	25.8	16.0	22.8	19.4	32.0	36.0	34.0	19.2	24.0	21.6	45	44	45	26	24	25
3	28.0	22.4	25.2	18.0	10.8	14.4	40.0	32.0	36.0	21.2	24.0	22.6	46	28	37	85	33	59
4	15.6	20.8	18.2	18.0	10.0	14.0	16.0	20.0	18.0	12.0	16.0	14.0	30	30	30	20	30	25
5	10.0	12.0	11.0	14.0	13.6	13.8	9.2	13.2	11.2	16.0	16.0	16.0	31	20	26	20	24	22
6	18.0	17.2	17.6	15.2	12.0	13.6	30.0	26.0	28.0	24.0	12.0	18.0	45	42	44	34	32	33
7	13.2	10.8	12.0	14.0	12.4	13.2	17.6	12.0	14.8	24.0	13.6	17.0	23	26	25	50	44	47
8	22.0	20.8	21.4	14.4	24.8	19.6	26.0	20.0	23.0	14.8	32.8	23.8	38	26	32	24	43	34
9	14.0	8.0	11.0	8.0	8.0	8.0	16.0	10.8	13.4	12.8	12.8	12.8	22	12	17	18	22	20
10	22.0	20.0	21.0	24.4	16.8	20.6	21.2	20.0	20.6	28.0	18.4	23.2	21	23	22	28	26	27
11	24.0	22.4	23.2	12.0	18.0	15.0	45.6	40.0	42.8	52.4	48.0	50.2	74	84	79	86	84	85
12	11.2	10.4	10.8	48.8	6.0	27.4	11.2	14.0	12.6	52.0	8.0	30.0	46	38	42	60	37	49
13	4.0	1.2	2.6	1.6	2.0	1.8	7.2	4.0	5.6	4.0	2.4	3.2	20	2	11	16	6	11
14	16.0	12.4	14.2	18.0	20.0	19.0	34.8	36.0	35.4	24.0	25.2	24.6	74	72	73	35	50	43
15	4.0	1.2	2.6	4.0	4.8	4.4	8.8	8.0	8.4	14.8	10.0	12.4	50	40	45	61	42	52

表-3.3 伸縮装置付近の最大動荷重

<出口側ジョイント部>

№	車速	荷重 1	荷重 2	荷重 3	荷重 4	荷重 5
1	20	1.98	1.56	1.50	1.48	1.37
	30	2.96	2.58	2.40	1.73	1.20
	40	3.60	4.16	4.20	2.78	2.34
2	20	2.54	2.30	1.80	1.49	2.05
	30	7.50	2.20	2.60	2.00	2.44
	40	7.00	3.20	2.80	2.54	2.80
3	20	1.10	1.90	1.36	1.20	1.10
	30	2.94	2.40	1.88	1.00	0.78
	40	3.13	3.57	2.20	1.58	2.00
4	20	1.70	1.60	1.38	1.34	0.96
	30	2.10	1.84	1.82	1.96	1.60
	40	2.30	2.20	1.80	2.07	1.86
5	20	1.59	1.27	1.12	1.30	1.48
	30	2.80	2.80	2.44	2.40	1.70
	40	2.42	3.20	3.04	2.44	2.00
6	20	1.57	1.39	1.30	1.42	1.46
	30	2.20	1.44	1.60	1.72	1.62
	40	2.48	2.54	2.54	2.80	2.84
7	20	1.55	2.00	1.66	2.70	2.76
	30	1.90	2.42	2.76	2.40	2.84
	40	3.20	3.42	3.18	3.20	3.80
8	20	4.14	4.00	4.00	3.60	3.02
	30	4.10	3.44	3.26	3.14	3.40
	40	4.30	4.00	3.33	3.42	3.84
9	20	1.00	1.41	1.12	1.25	0.90
	30	1.36	1.80	1.70	0.90	1.50
	40	2.00	2.00	1.96	1.70	2.00
10	20	4.92	5.00	5.58	5.20	4.66
	30	6.27	5.86	5.64	5.40	5.20
	40	6.33	5.58	6.03	5.80	6.43
11	20	4.54	4.20	1.90	1.73	1.53
	30	5.24	5.96	2.72	2.51	2.22
	40	6.57	6.73	3.58	3.70	3.22
12	20	1.62	0.78	1.57	2.12	1.35
	30	2.03	2.00	1.75	1.88	1.75
	40	1.62	2.03	2.03	2.35	1.02
13	20	0.50	0.70	0.57	0.47	0.28
	30	0.78	0.67	0.75	0.48	0.52
	40	1.52	0.82	0.75	0.56	0.52
14	20	1.70	2.07	1.87	2.16	2.16
	30	3.50	2.50	3.18	2.52	2.04
	40	3.44	2.70	2.44	2.60	3.00
15	20	0.98	1.07	0.76	0.82	0.70
	30	0.51	1.03	0.83	0.98	0.69
	40	0.65	0.92	0.97	1.00	0.90

単位 (ton)

<入口側ジョイント部>

№	車速	荷重 1	荷重 2	荷重 3	荷重 4	荷重 5
1	20	2.17	1.55	1.74	1.61	1.88
	30	3.60	4.70	3.04	2.58	2.50
	40	5.12	4.10	4.64	3.04	2.79
2	20	4.24	2.00	2.28	1.80	2.38
	30	5.50	3.90	3.84	3.56	3.54
	40	4.77	4.80	4.40	4.04	4.46
3	20	2.90	3.72	3.28	3.20	3.38
	30	4.76	5.40	4.80	3.96	5.04
	40	6.50	6.07	5.60	5.40	5.40
4	20	4.00	3.40	3.60	3.46	3.82
	30	3.14	3.78	4.16	5.22	5.20
	40	3.92	4.62	4.40	6.50	5.10
5	20	2.92	2.50	2.56	2.41	2.17
	30	4.10	3.58	3.48	3.76	3.52
	40	3.74	2.72	4.20	4.14	4.36
6	20	1.57	1.80	2.69	2.51	2.76
	30	1.80	2.52	3.10	3.16	2.10
	40	2.50	2.52	2.94	3.24	3.76
7	20	2.38	2.64	2.04	3.40	3.40
	30	2.43	2.94	3.40	3.20	3.20
	40	2.76	2.76	3.20	3.80	4.86
8	20	2.48	2.50	2.88	4.04	3.86
	30	3.60	4.00	3.34	5.18	3.86
	40	5.83	5.33	4.93	4.10	4.14
9	20	1.73	2.10	1.90	1.80	1.91
	30	2.30	2.75	3.00	2.50	2.55
	40	3.02	2.60	3.20	3.00	3.08
10	20	3.00	2.90	2.96	3.16	3.66
	30	3.80	4.50	3.64	3.60	4.60
	40	4.73	5.24	6.17	4.82	5.27
11	20	1.32	1.30	1.68	1.17	1.13
	30	3.40	2.92	2.50	2.52	1.98
	40	4.63	4.27	2.44	2.66	3.10
12	20	1.91	2.04	1.79	1.79	1.89
	30	1.80	2.40	1.70	2.15	2.05
	40	2.23	2.46	2.68	2.32	1.97
13	20	0.58	0.28	0.51	0.47	0.51
	30	1.03	0.80	0.68	0.54	0.50
	40	1.13	0.75	0.70	0.34	0.47
14	20	2.46	2.20	2.16	1.60	2.04
	30	3.06	3.20	2.94	2.44	2.40
	40	4.48	3.96	3.80	3.24	3.30
15	20	1.20	1.31	1.02	0.97	0.90
	30	0.71	1.10	0.98	1.27	0.60
	40	0.89	1.40	1.02	0.82	1.12

単位 (ton)

表-3.4 動荷重標準偏差

(ton)

Point No	車速 (km/h)	荷重-1	荷重-2	荷重-3	荷重-4	荷重-5
1	20	0.548	0.487	0.418	0.365	0.334
	30	0.692	0.643	0.571	0.434	0.393
	40	0.828	0.844	0.749	0.632	0.559
2	20	0.598	0.507	0.443	0.361	0.344
	30	0.992	0.678	0.633	0.553	0.527
	40	1.085	1.018	0.878	0.729	0.715
3	20	0.532	0.474	0.422	0.463	0.415
	30	0.706	0.565	0.534	0.450	0.490
	40	1.002	0.917	0.753	0.648	0.587
4	20	0.471	0.452	0.390	0.371	0.357
	30	0.572	0.521	0.473	0.549	0.540
	40	0.718	0.650	0.583	0.647	0.535
5	20	0.526	0.437	0.416	0.364	0.315
	30	0.532	0.530	0.483	0.442	0.421
	40	0.667	0.601	0.584	0.518	0.524
6	20	0.431	0.393	0.381	0.380	0.404
	30	0.599	0.537	0.495	0.458	0.373
	40	0.682	0.612	0.561	0.553	0.596
7	20	0.654	0.618	0.557	0.551	0.540
	30	0.746	0.744	0.732	0.669	0.650
	40	1.008	0.837	0.795	0.763	0.861
8	20	0.591	0.532	0.497	0.493	0.455
	30	0.627	0.634	0.565	0.622	0.536
	40	0.791	0.751	0.698	0.606	0.599
9	20	0.432	0.406	0.309	0.276	0.278
	30	0.567	0.460	0.457	0.344	0.346
	40	0.540	0.585	0.524	0.451	0.429
10	20	0.651	0.633	0.616	0.534	0.537
	30	0.845	0.822	0.708	0.661	0.709
	40	0.919	0.880	0.908	0.843	0.929
11	20	0.617	0.570	0.436	0.343	0.318
	30	0.953	0.784	0.543	0.480	0.453
	40	1.305	1.160	0.604	0.580	0.575
12	20	0.516	0.402	0.365	0.342	0.275
	30	0.539	0.550	0.450	0.404	0.361
	40	0.631	0.590	0.556	0.461	0.420
13	20	0.476	0.280	0.301	0.214	0.200
	30	0.331	0.308	0.394	0.311	0.328
	40	0.452	0.414	0.375	0.306	0.268
14	20	0.630	0.489	0.428	0.415	0.406
	30	0.832	0.639	0.600	0.539	0.519
	40	1.049	0.921	0.773	0.673	0.662
15	20	0.427	0.412	0.383	0.341	0.343
	30	0.597	0.448	0.397	0.375	0.353
	40	0.593	0.431	0.484	0.412	0.370

POINT-10 L=14.0(M) W= 4.59(TON) V=38.3(KM/H)

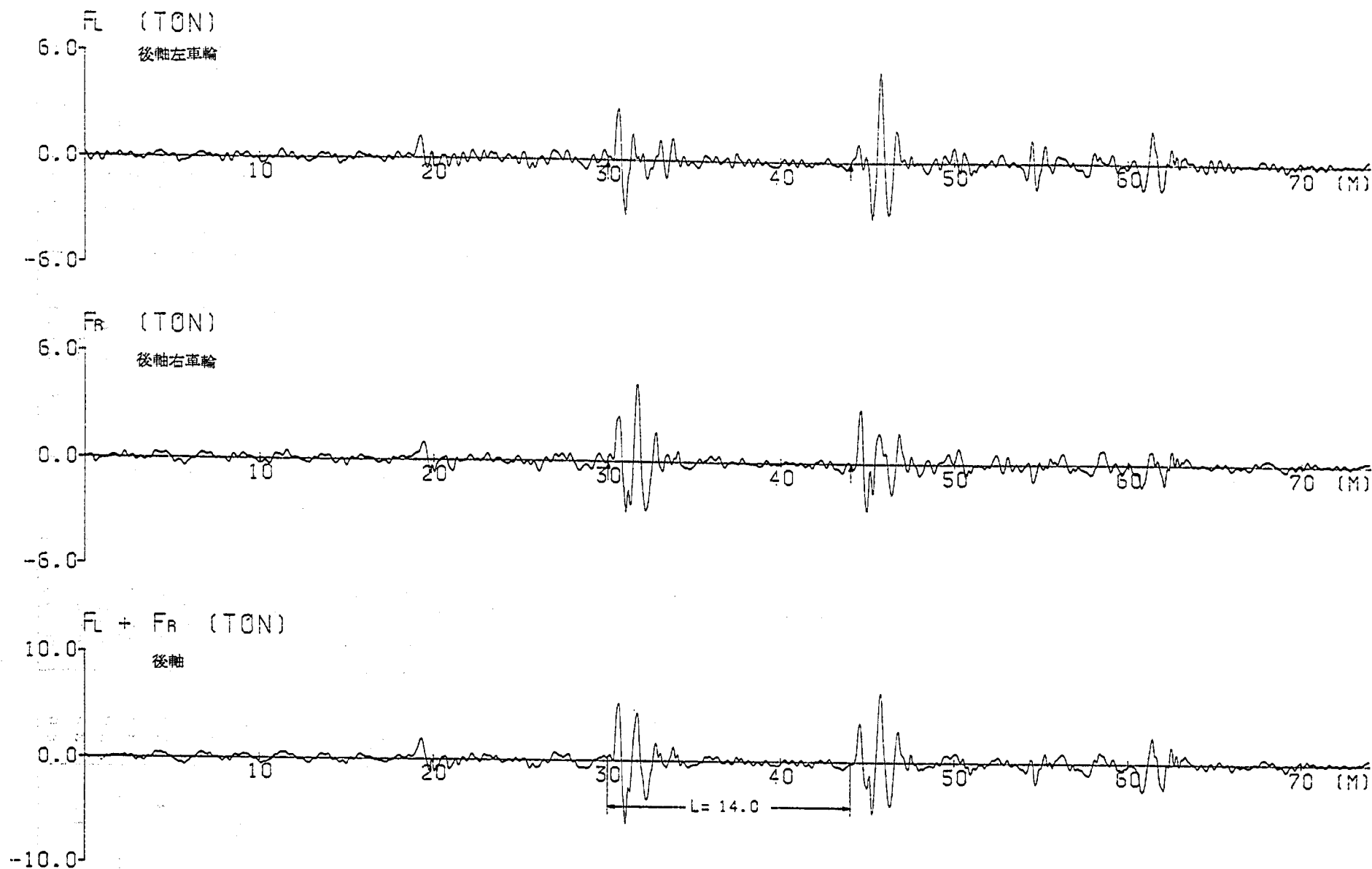


図-3.1(1) 動的付加荷重記録

POINT-10 L=14.0(M) W= 5.58(TON) V=38.9(KM/H)

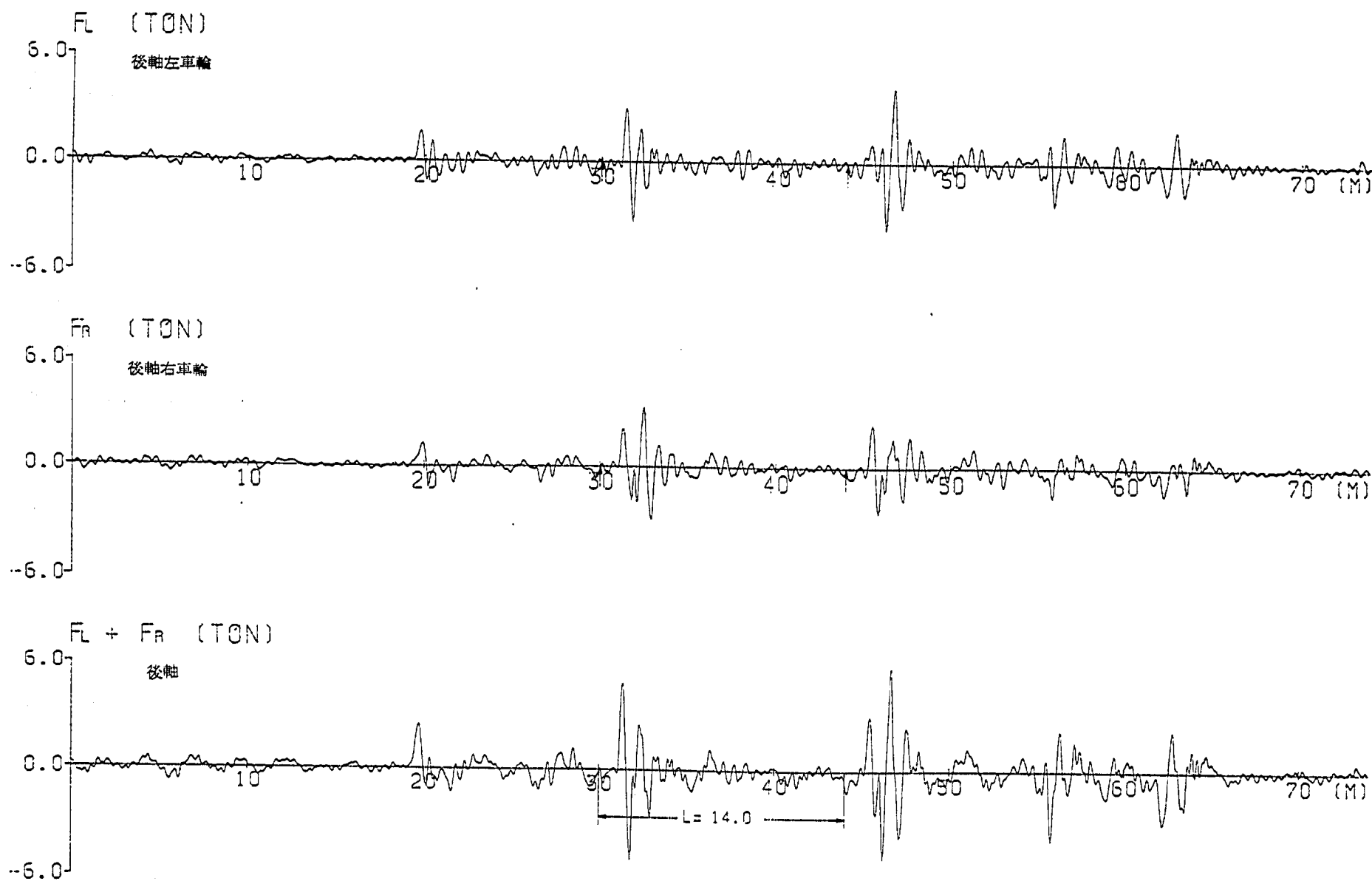


図-3.1(2) 動的付加荷重記録

POINT-10 L=14.0(M) W= 7.00(TON) V=38.3(KM/H)

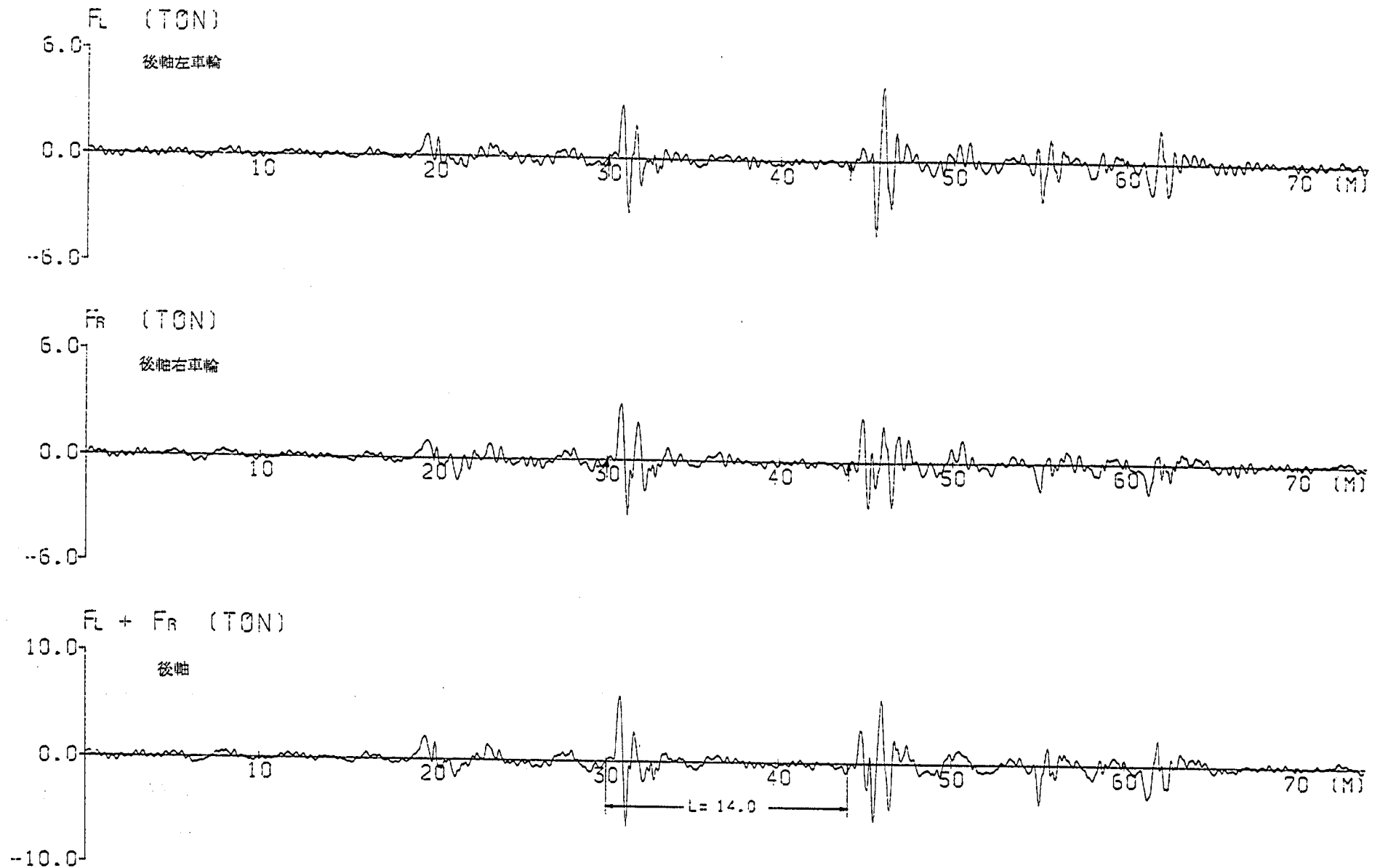


図-3.1(3) 動的付加荷重記録

POINT-10 L=14.0(M) W= 8.28(TON) V=36.9(KM/H)

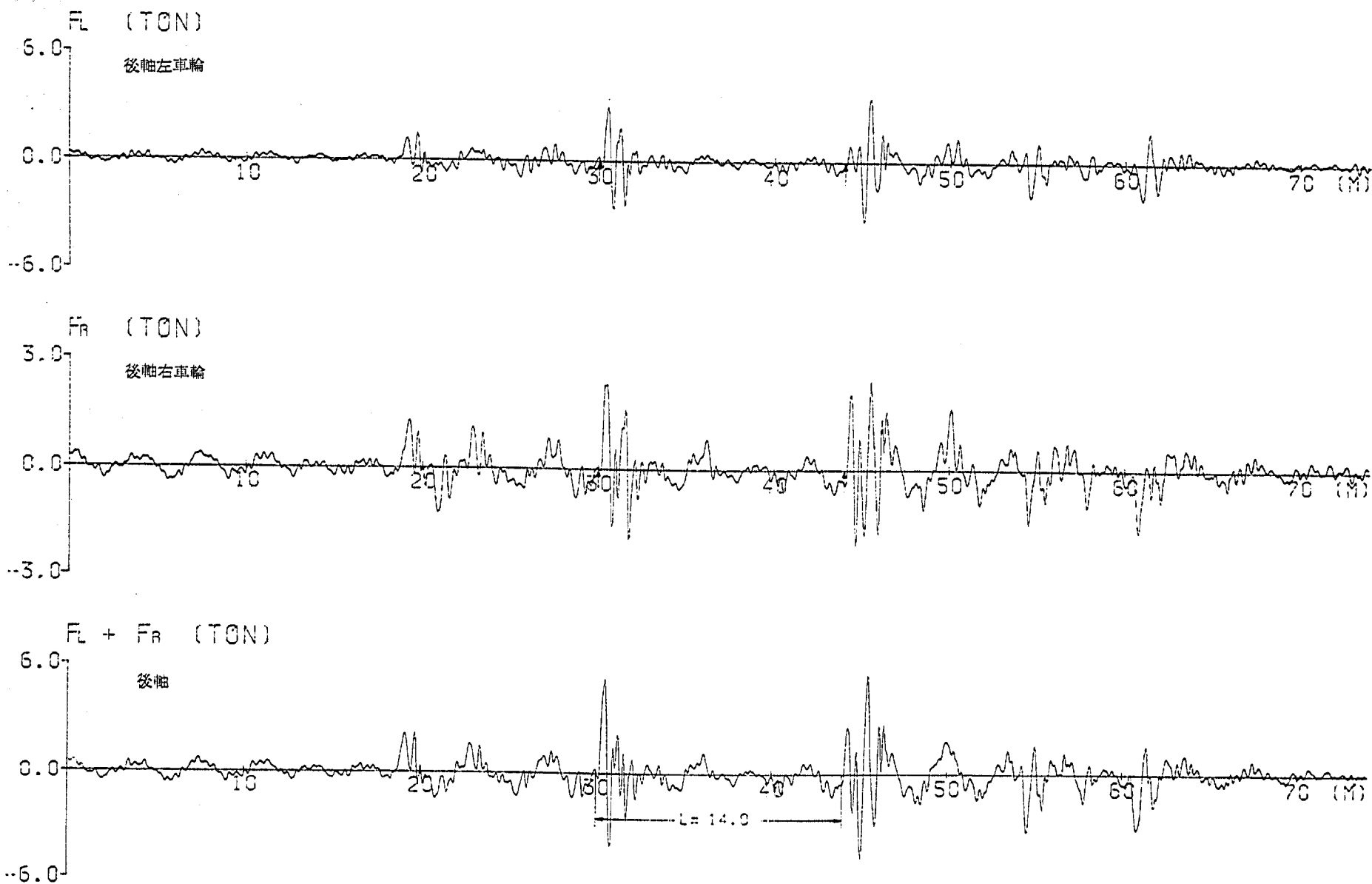


図-3.1(4) 動的付加荷重記録

POINT-10 L=14.0(M) W=10.36(TON) V=37.6(KM/H)

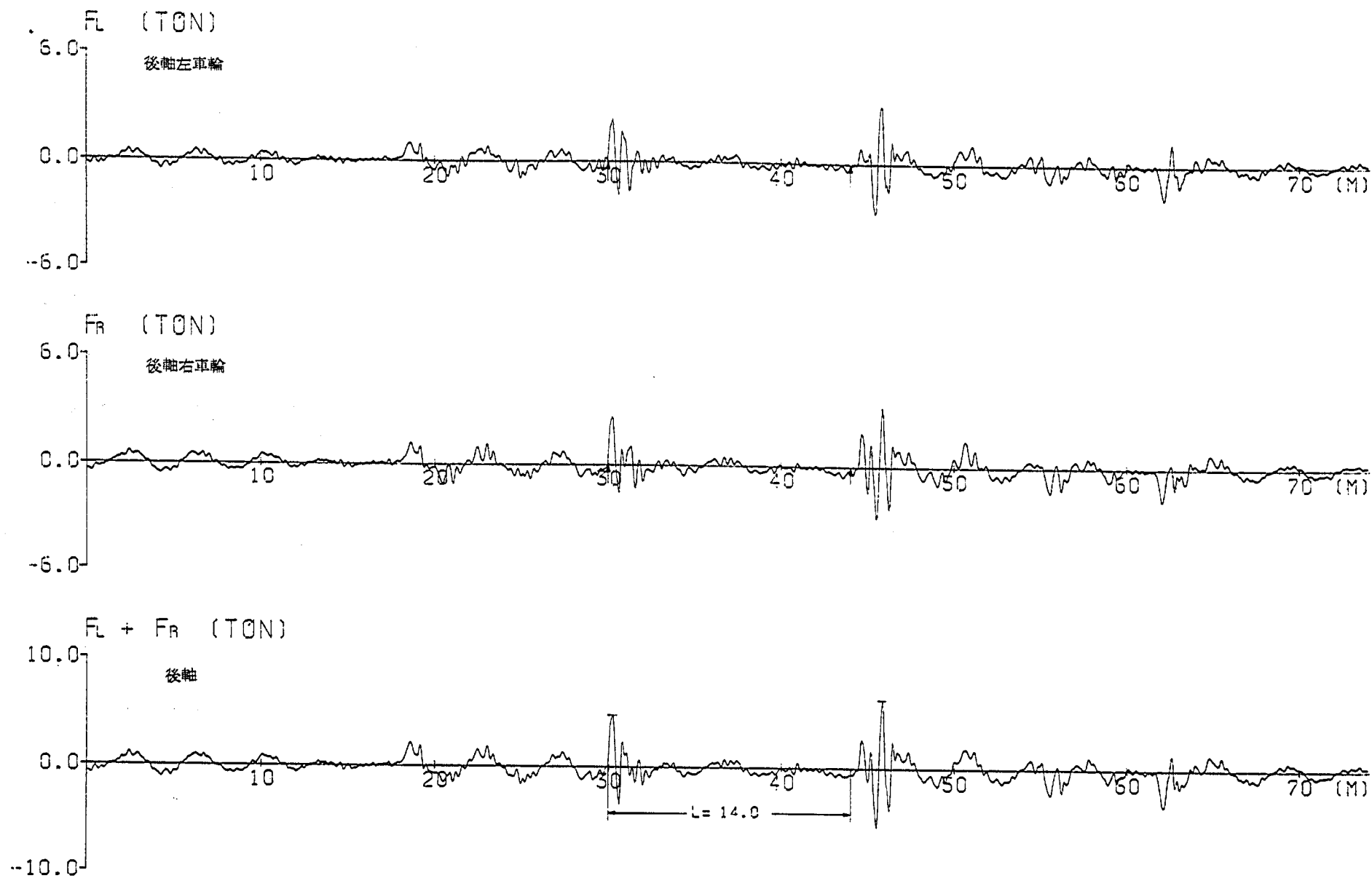


図-3.1(5) 動的付加荷重記録

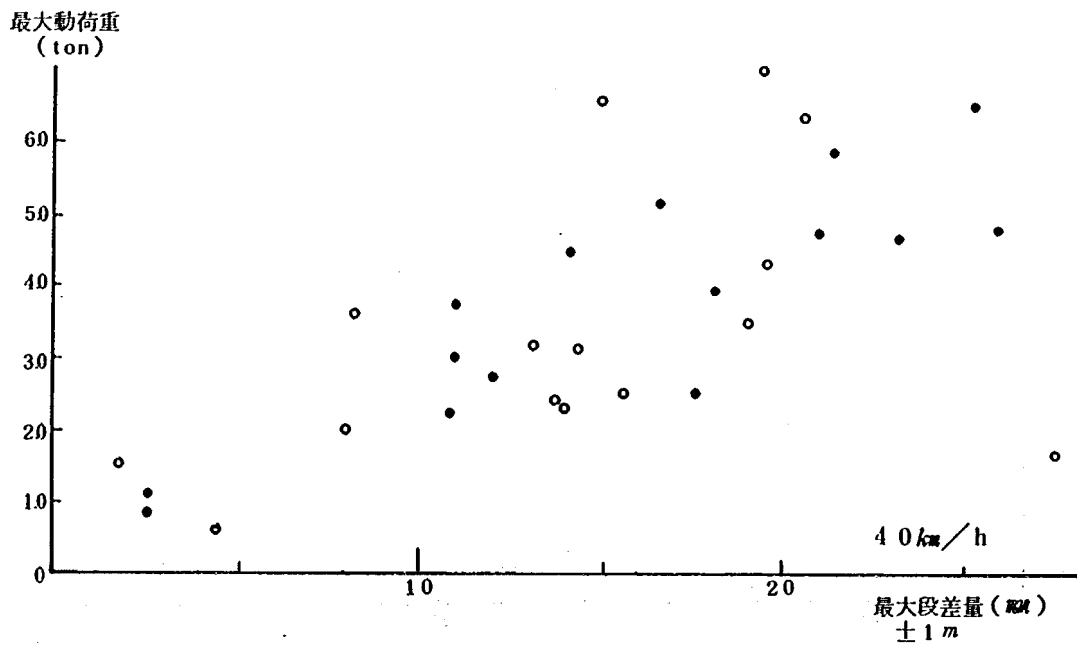
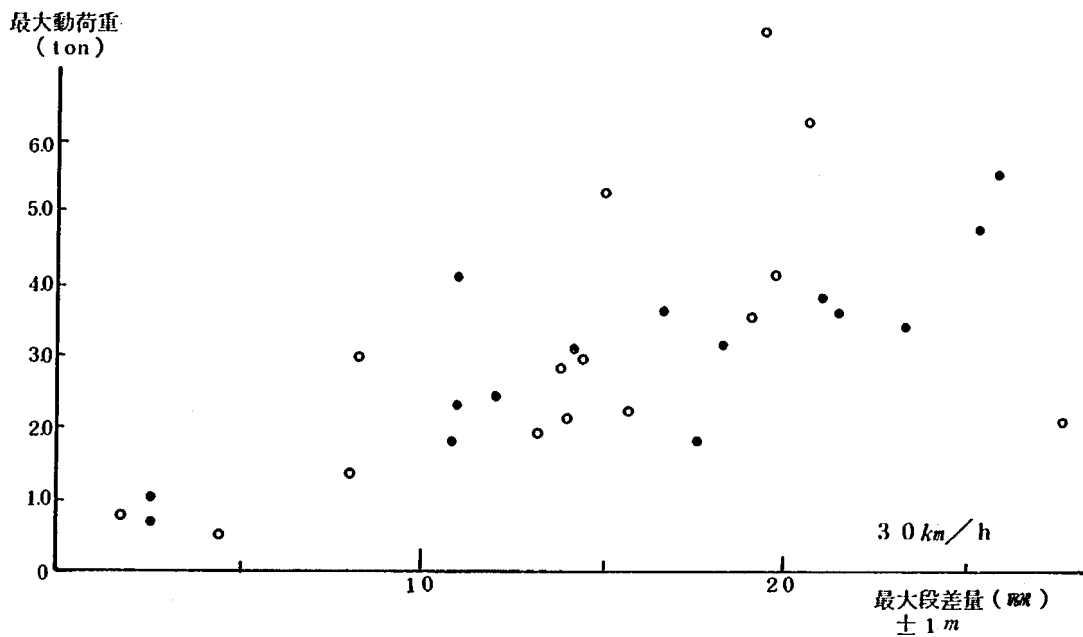
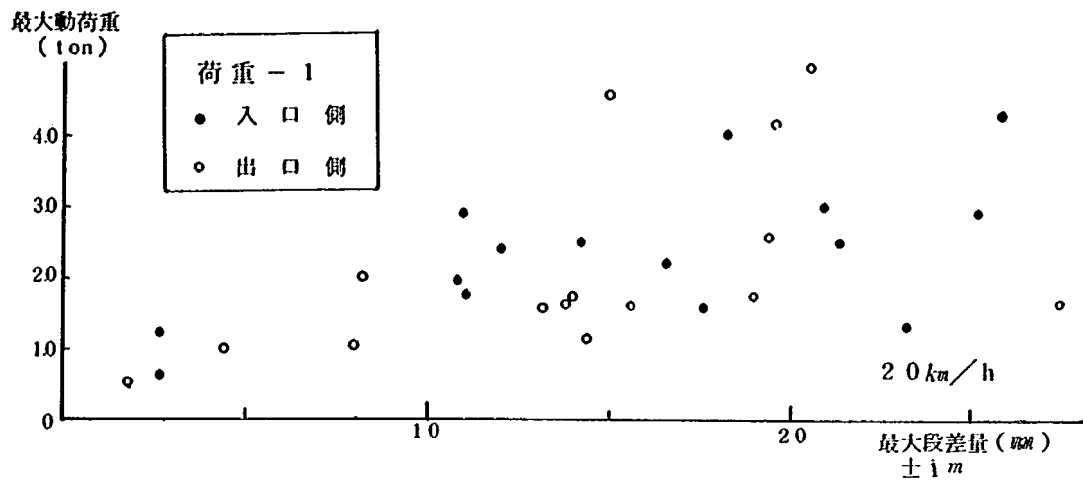


図 - 3.2 (1) 最大段差量と最大動荷重の関係

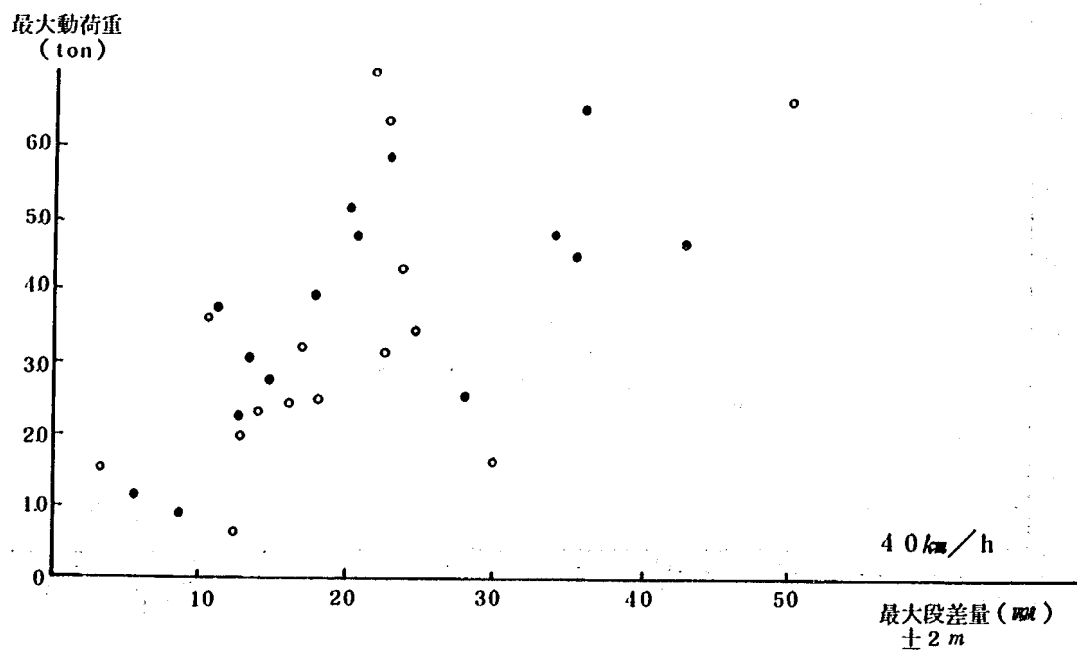
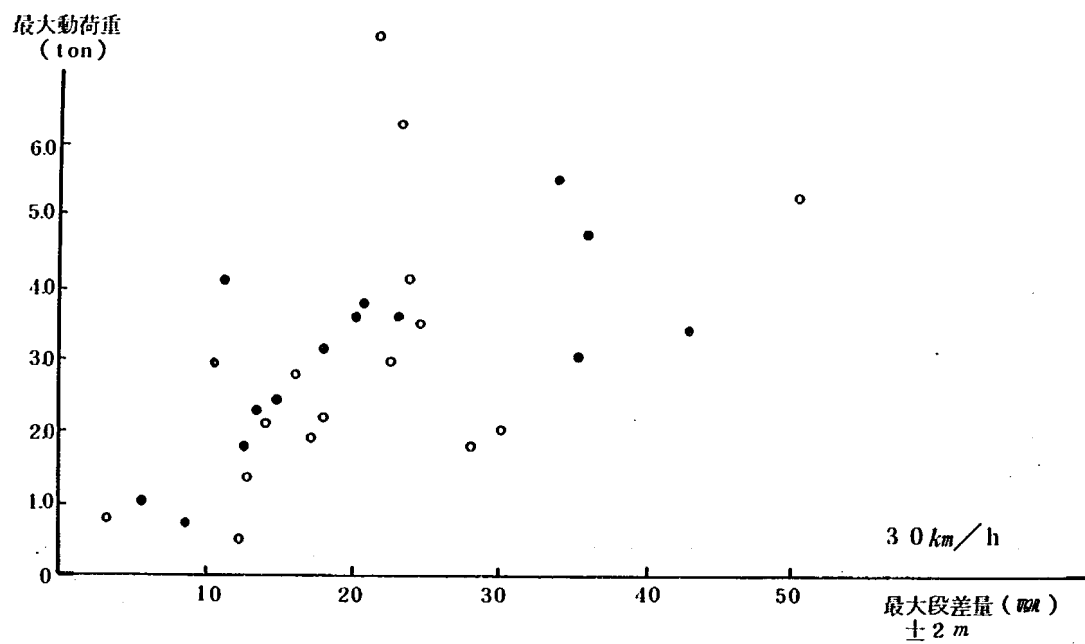
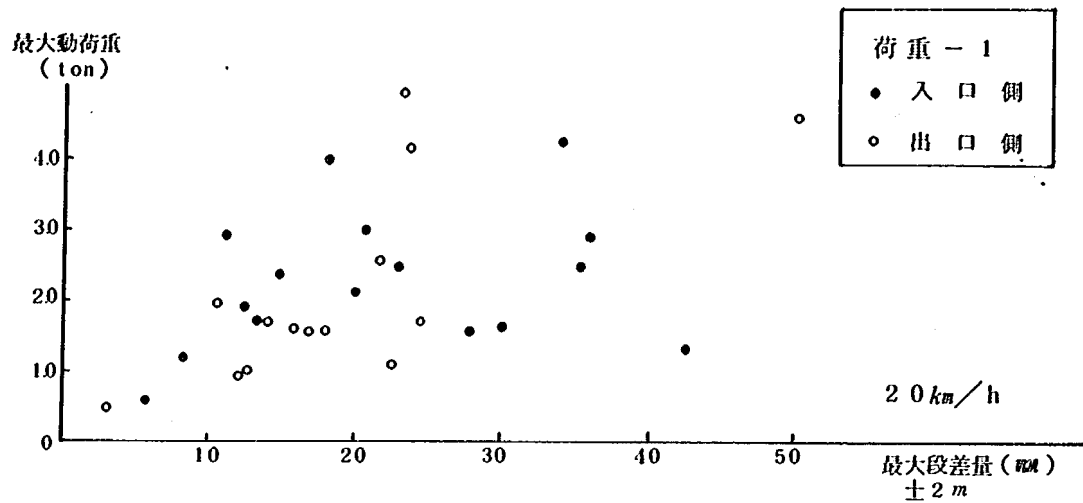


図 - 3.2 (2) 最大段差量と最大動荷重の関係

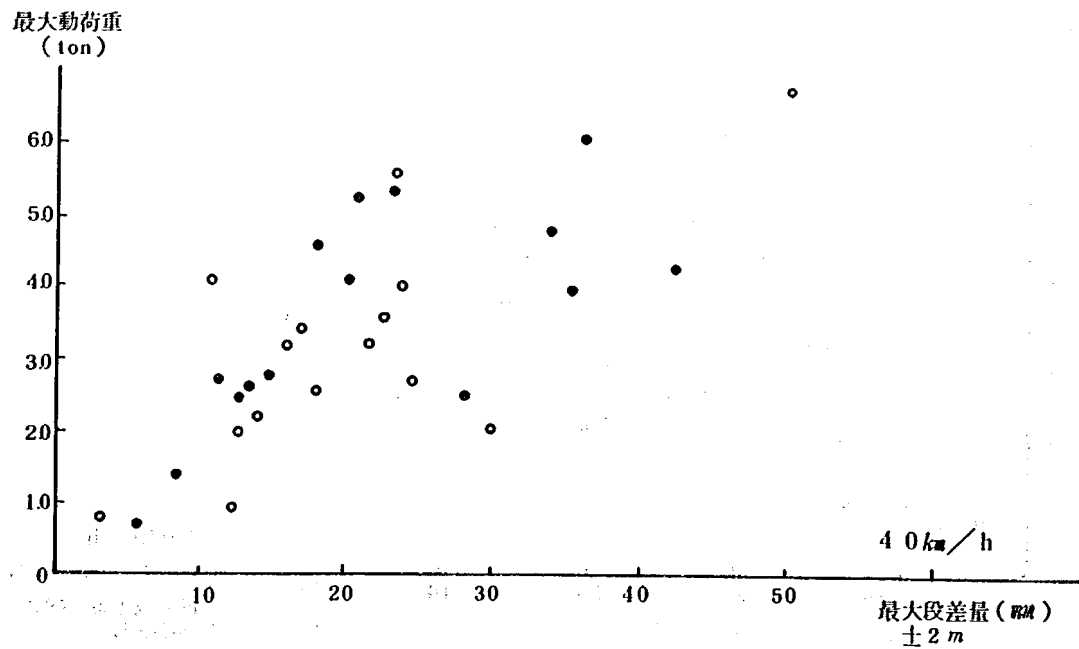
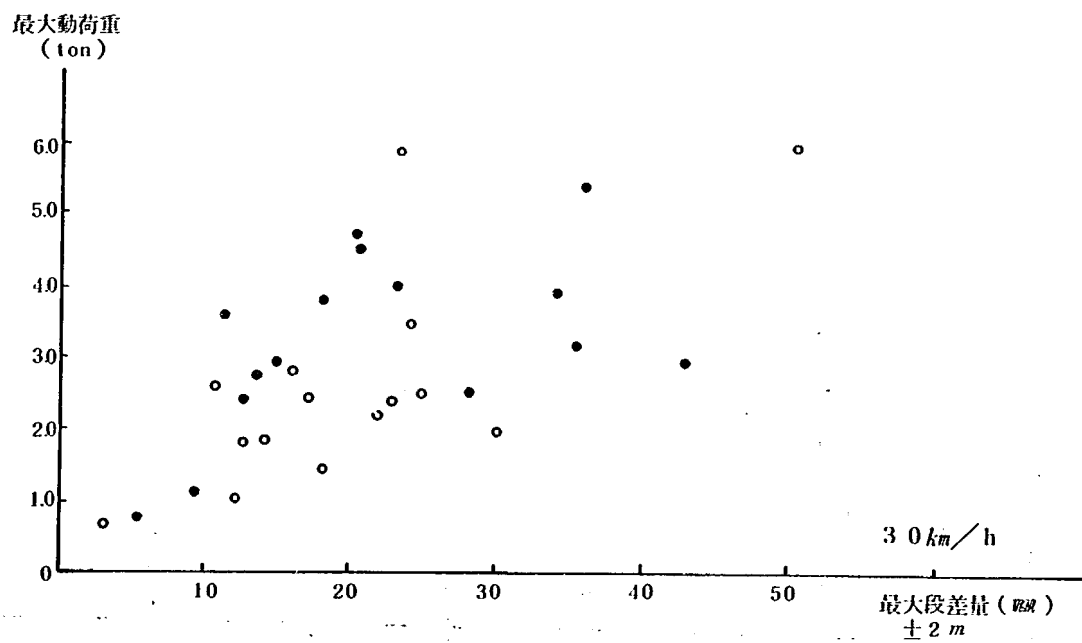
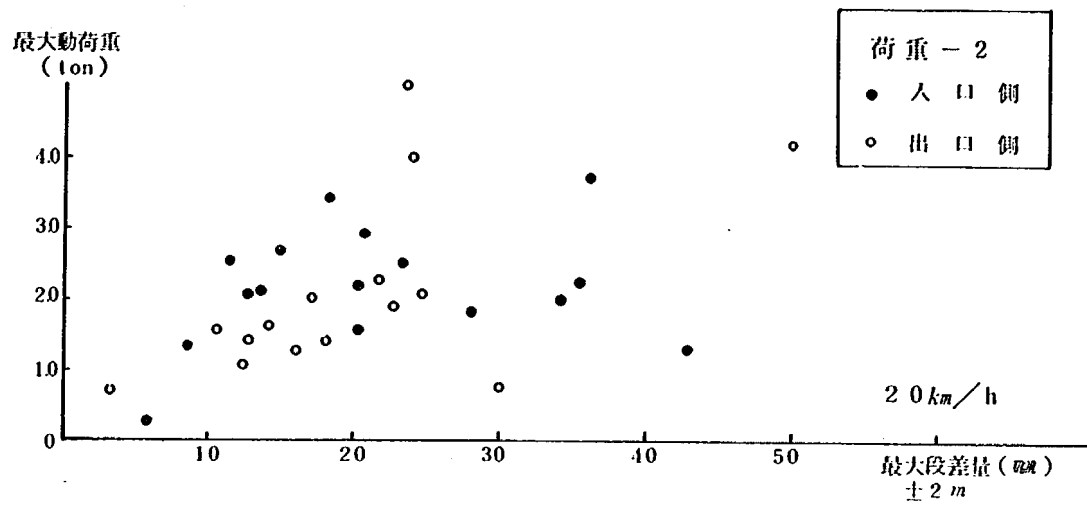


図 - 3.2 (3) 最大段差量と最大動荷重の関係

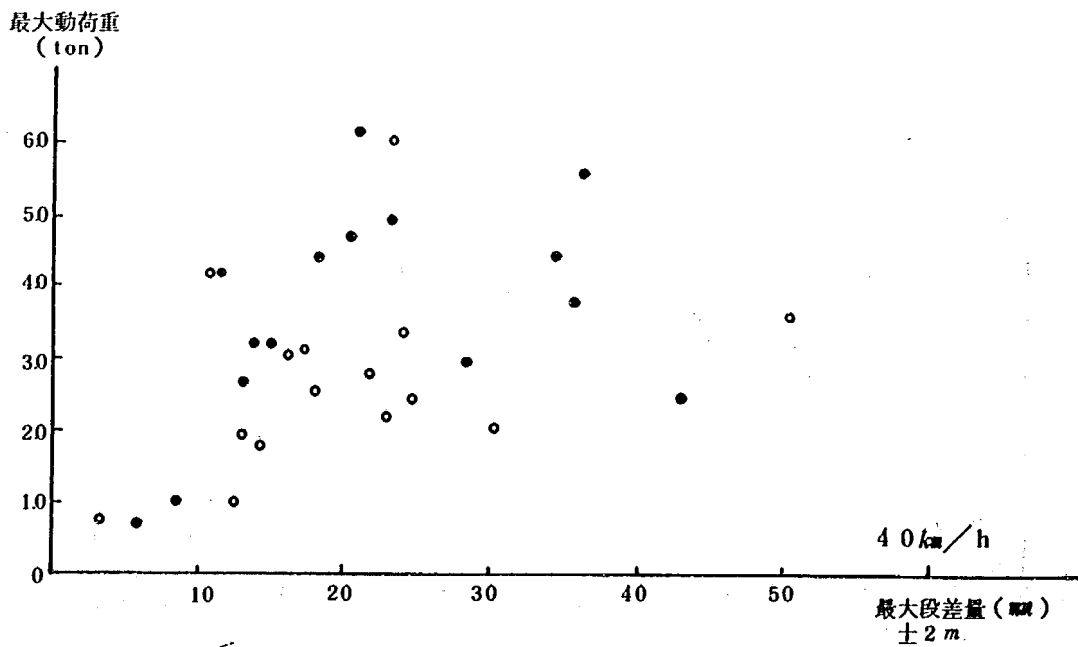
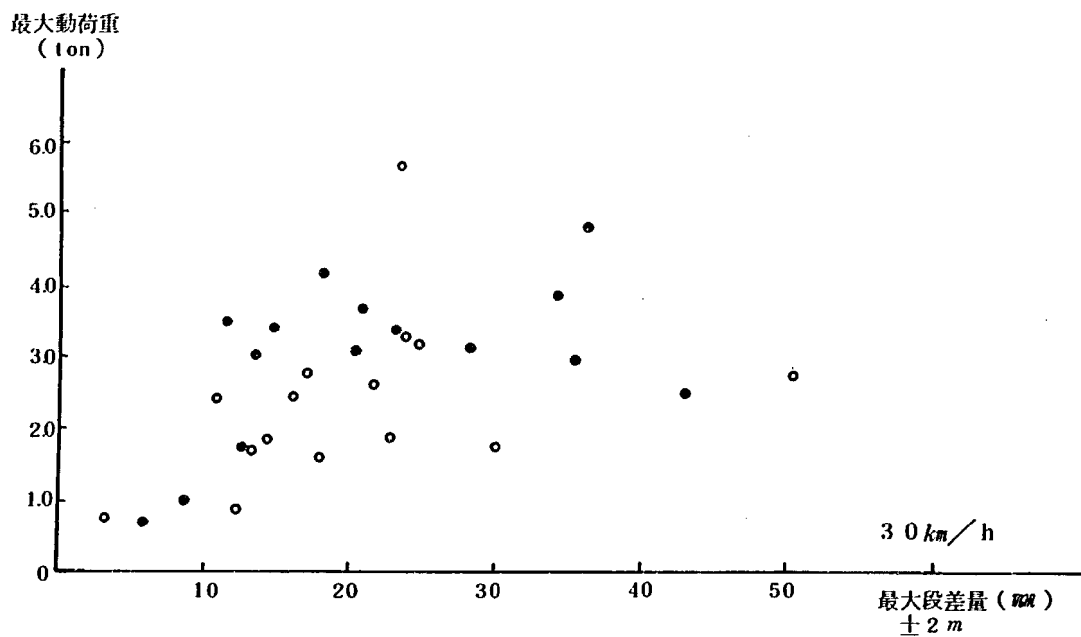
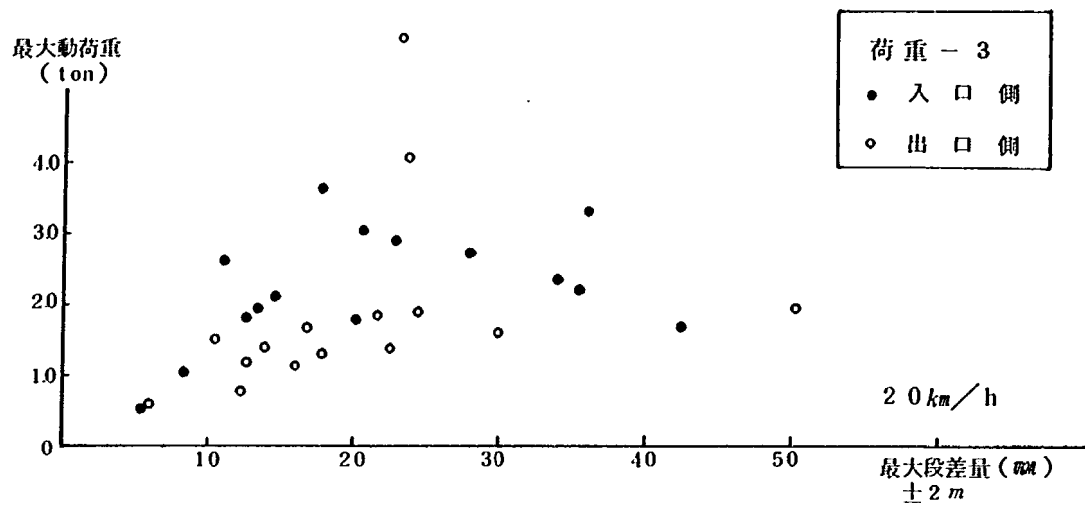


図 - 3.2 (4) 最大段差量と最大動荷重の関係

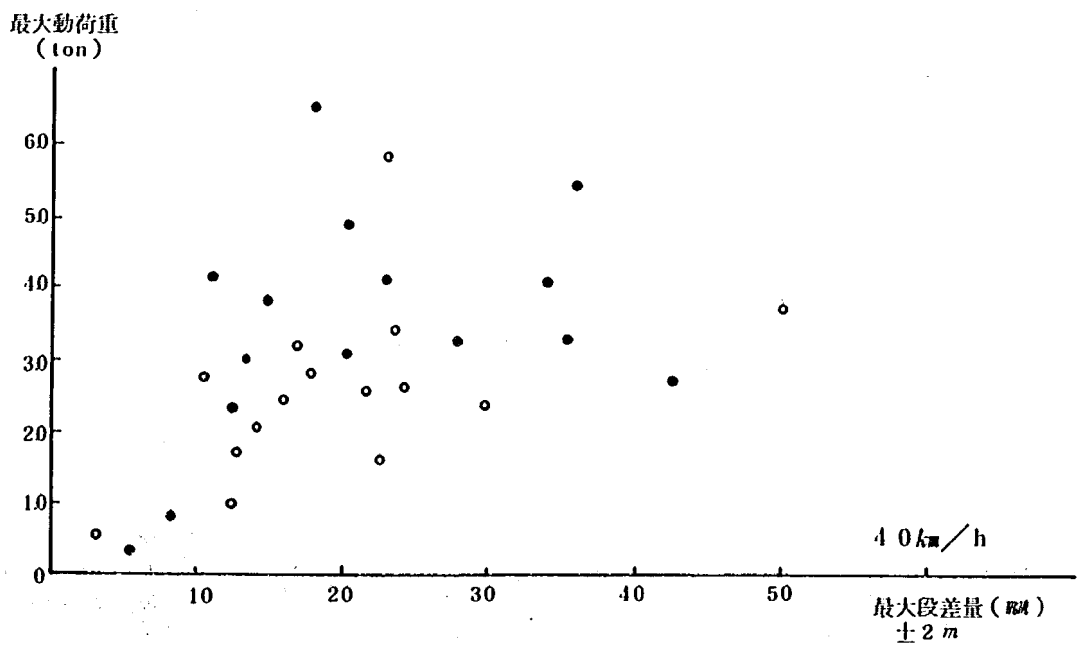
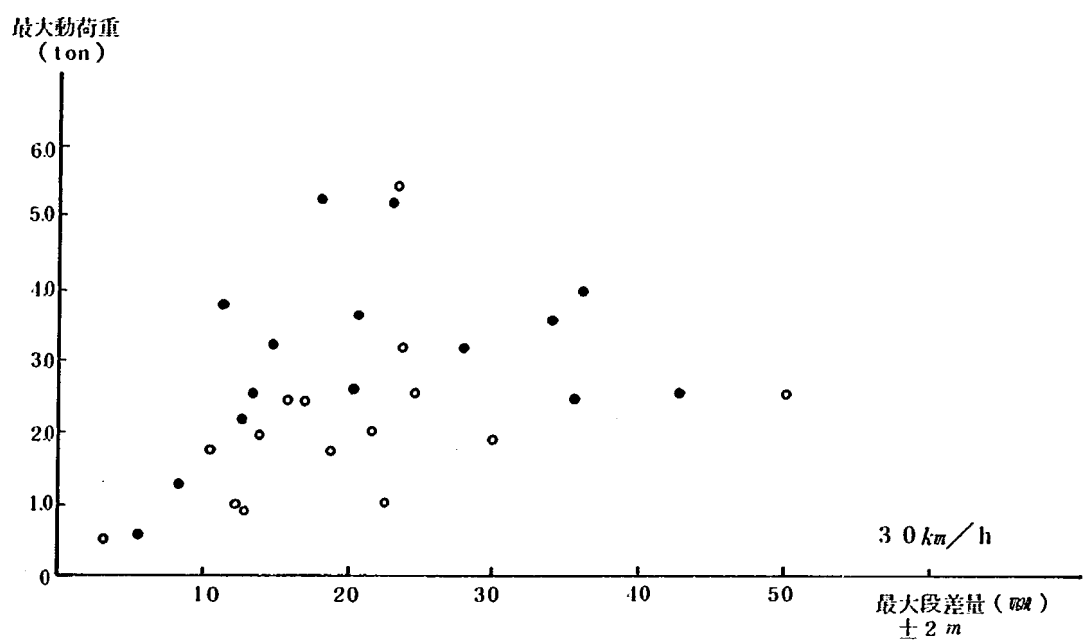
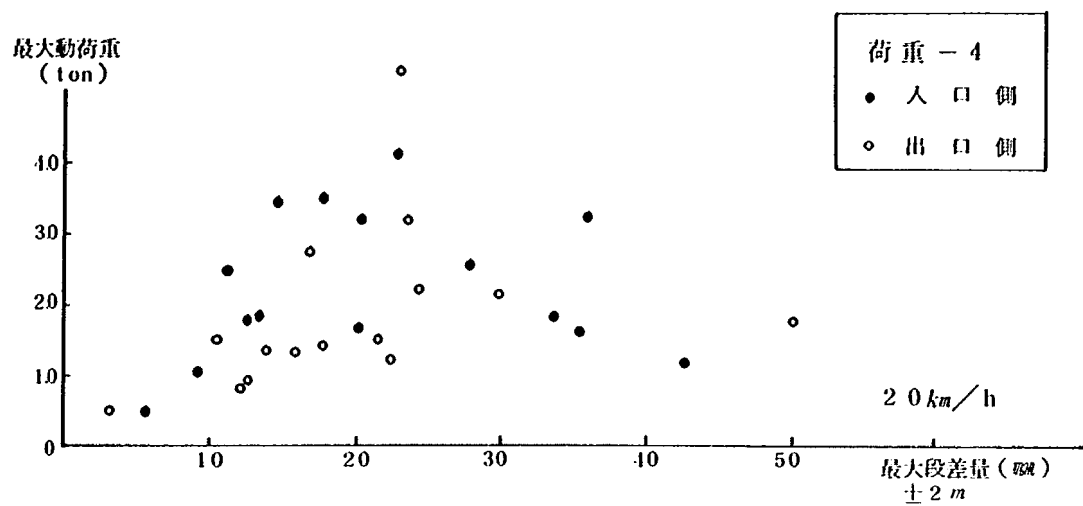


図-3.2(5) 最大段差量と最大動荷重の関係

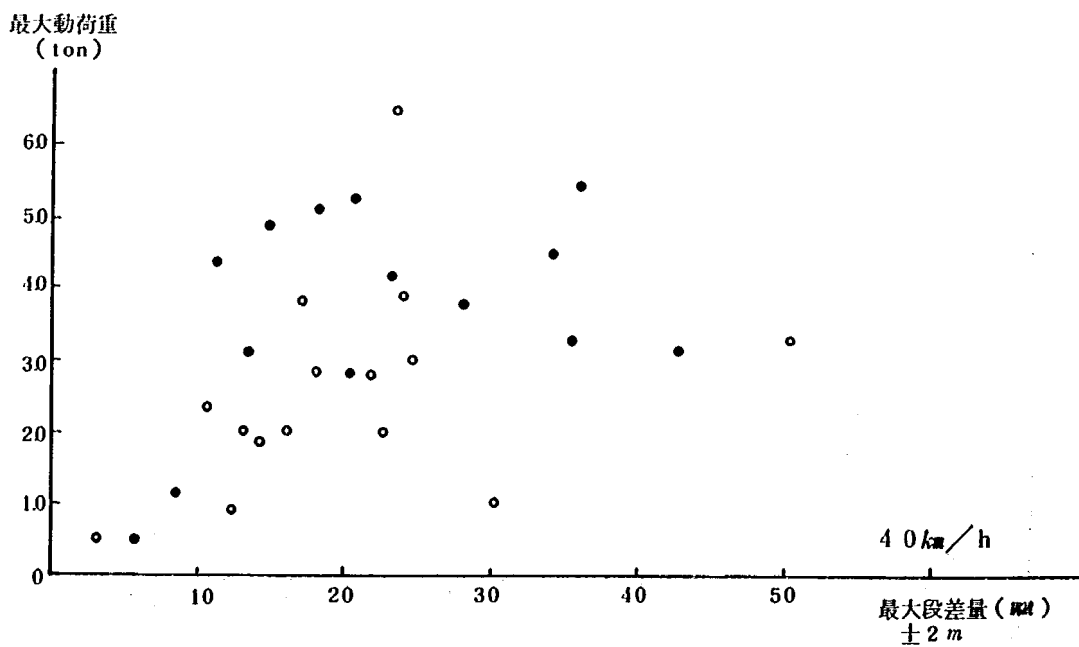
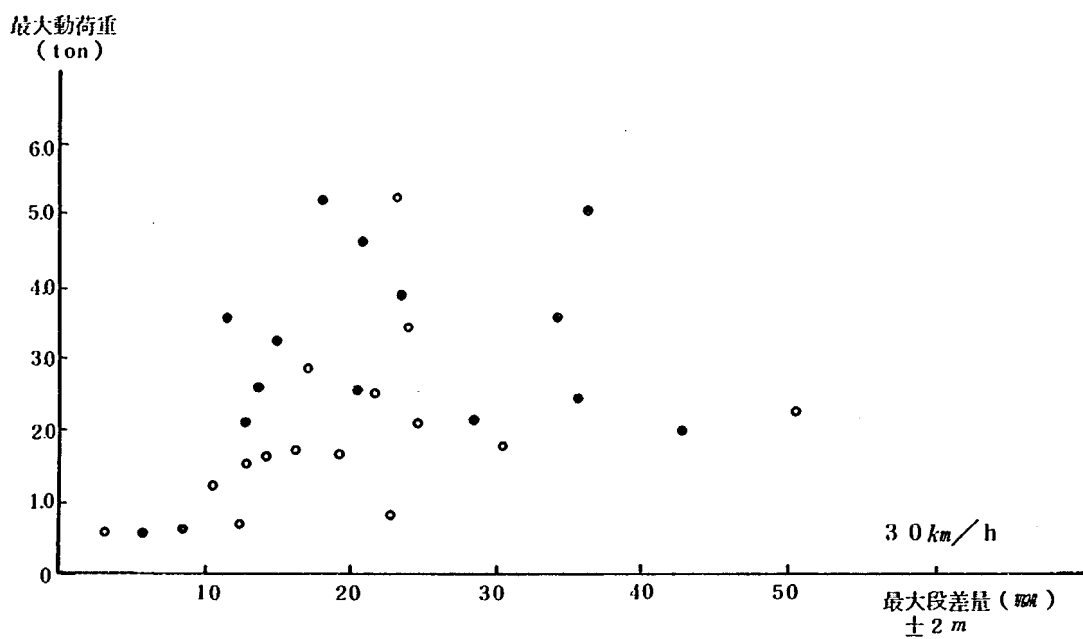
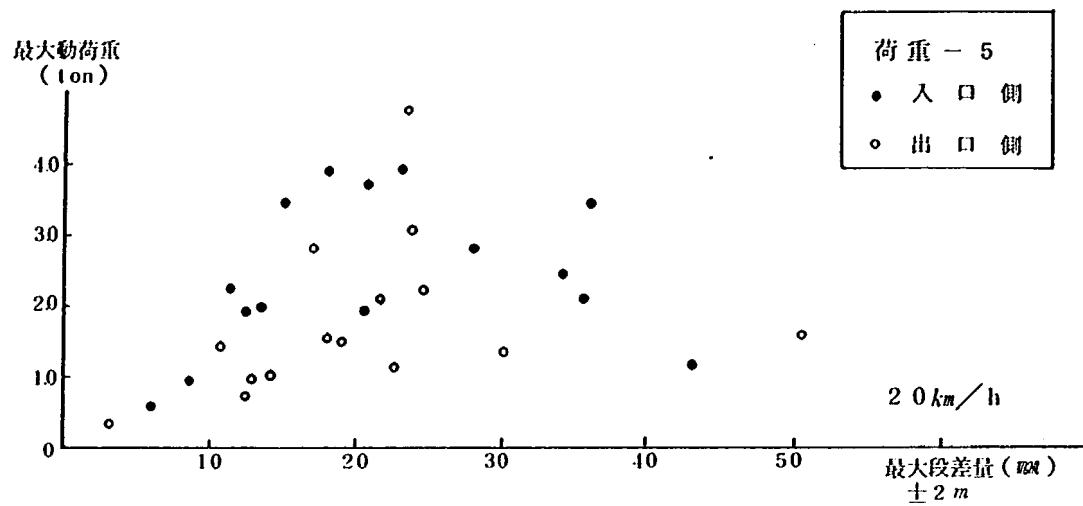


図 - 3.2 (6) 最大段差量と最大動荷重の関係

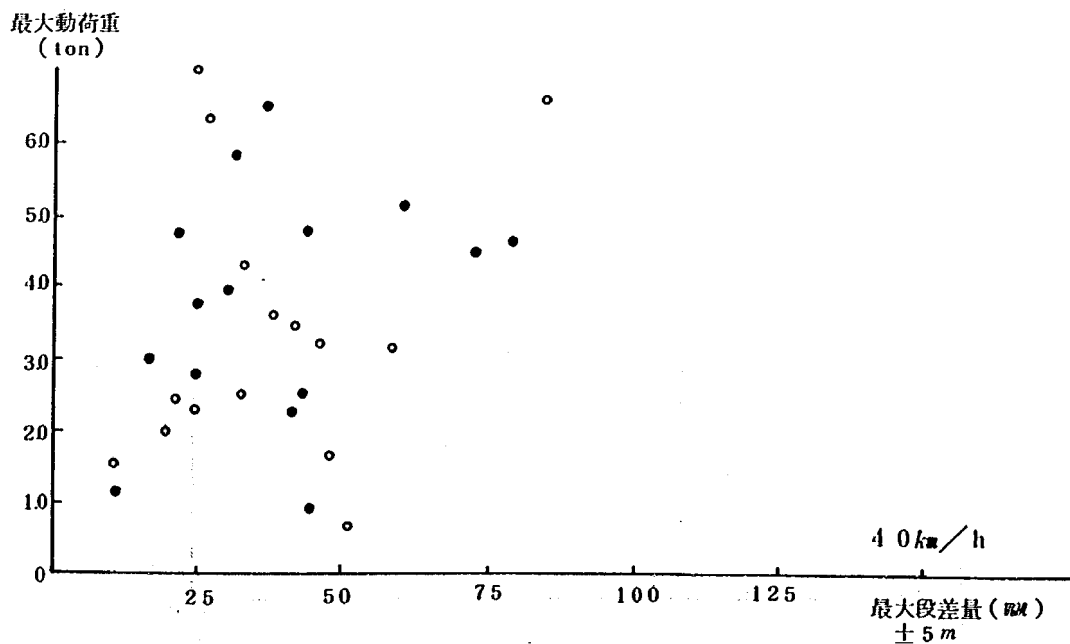
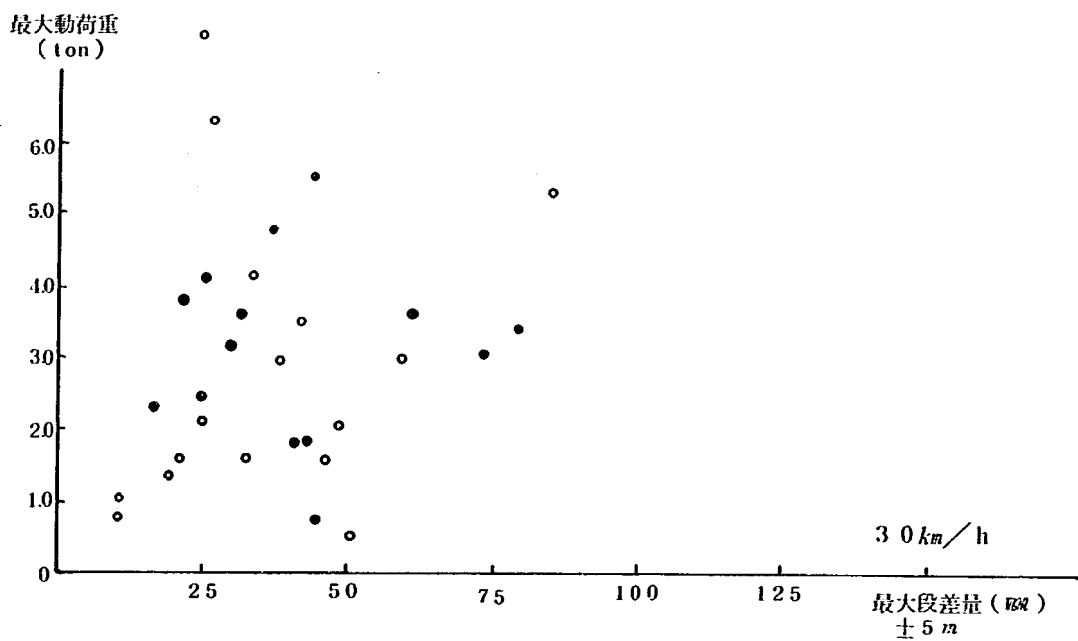
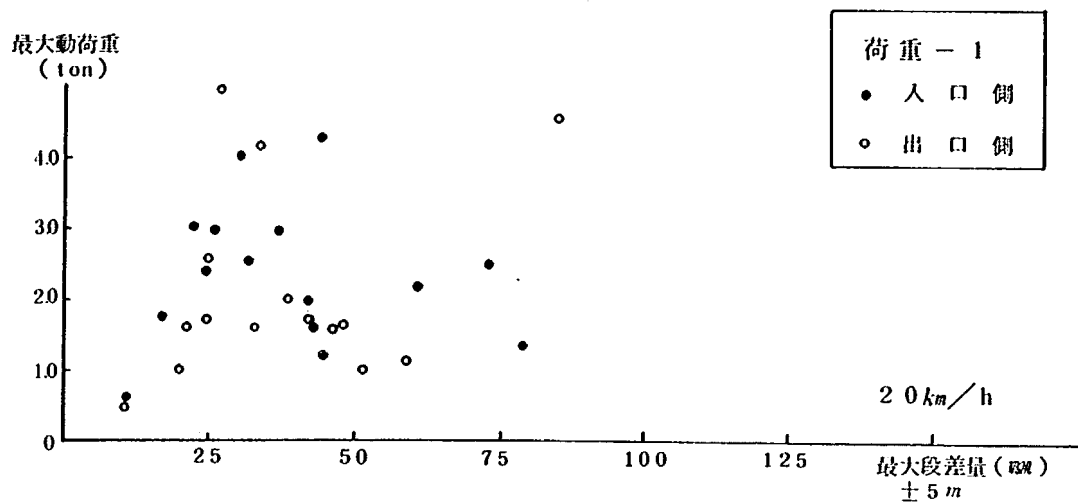


図 - 3.2 (7) 最大段差量と最大動荷重の関係

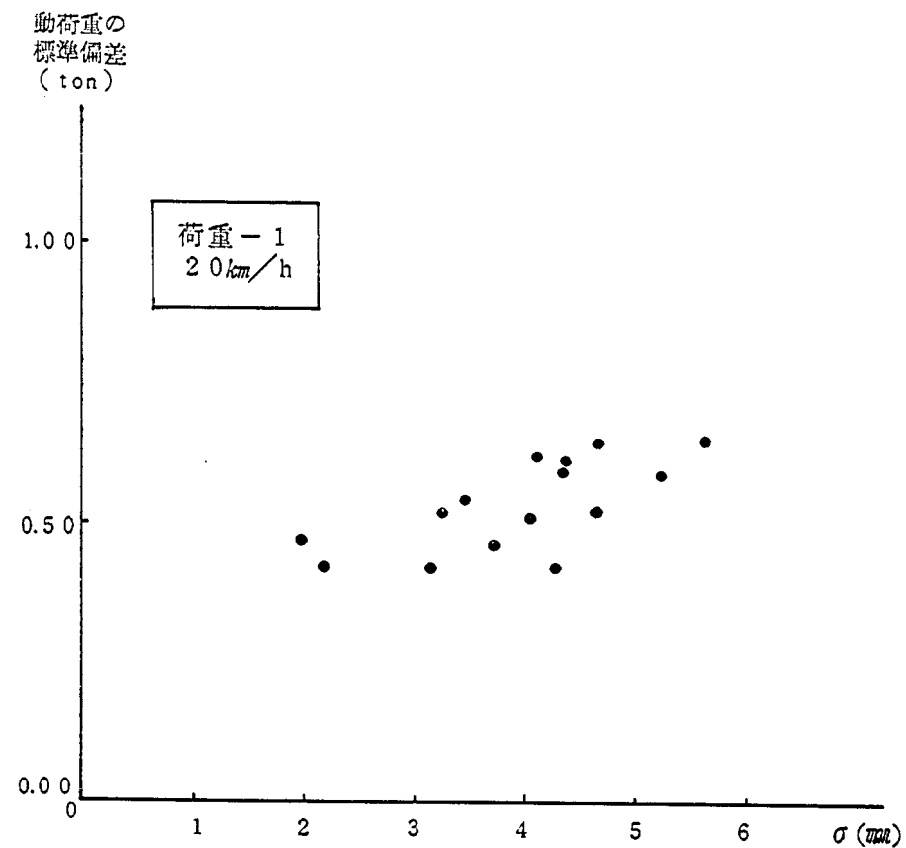
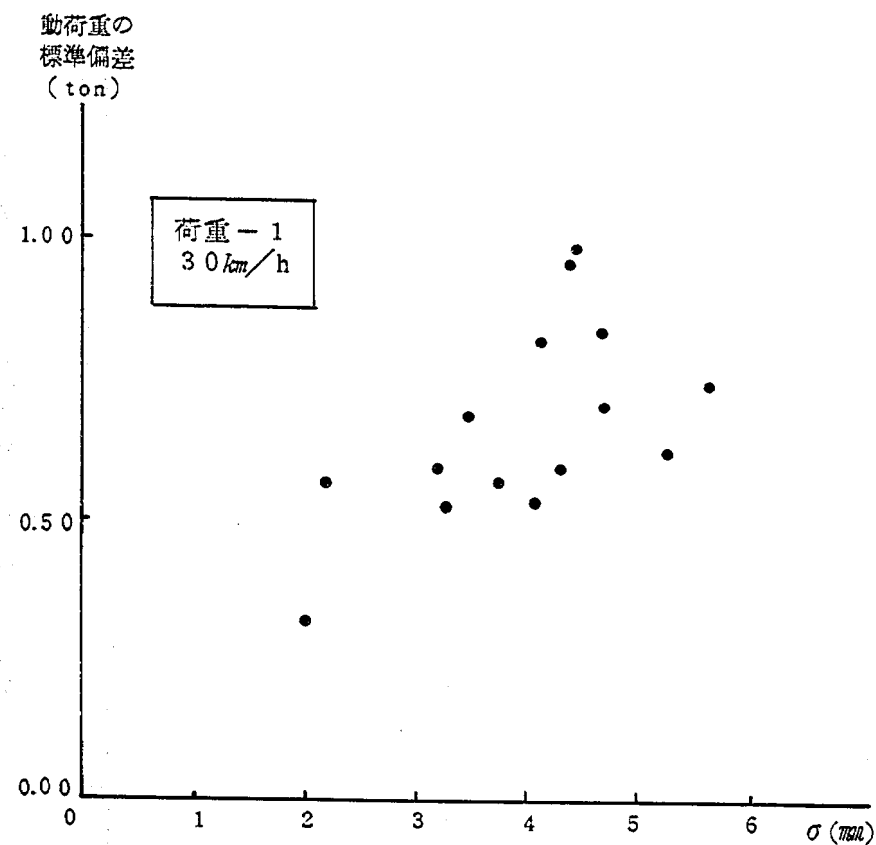


図 - 3.3 (1) 路面平坦性標準偏差 (σ) と動荷重標準偏差の関係

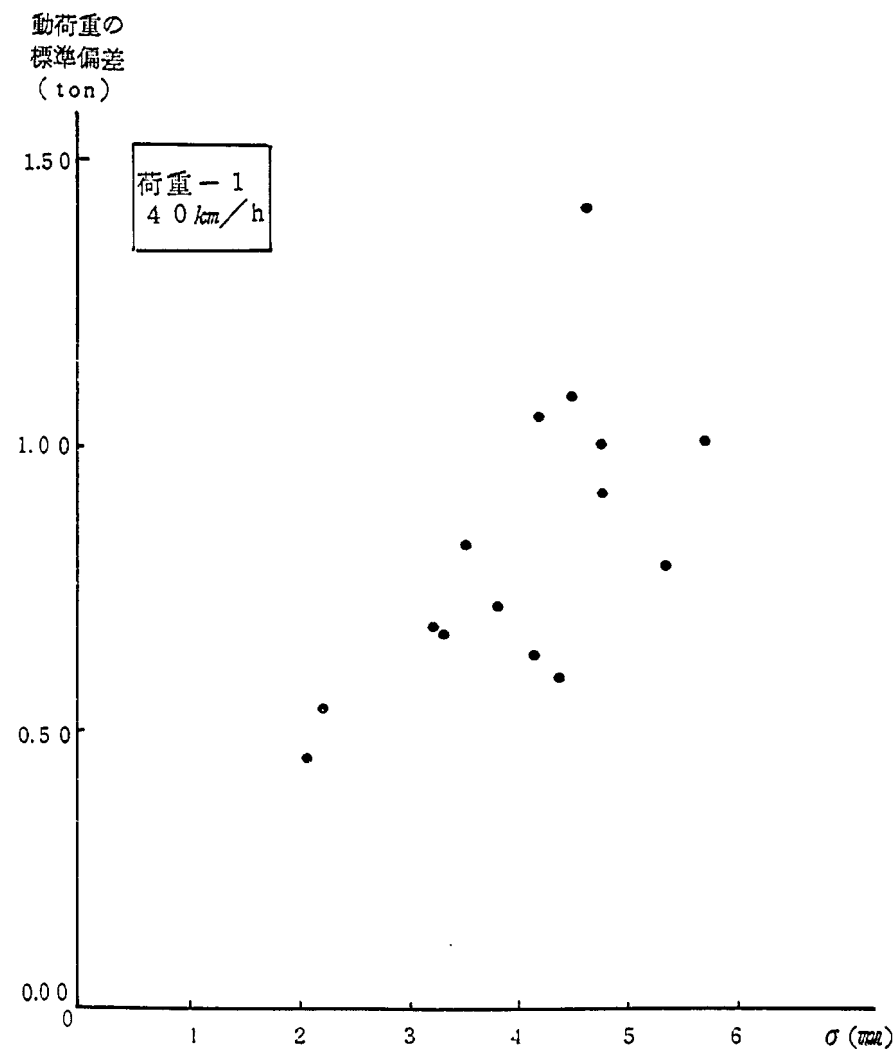
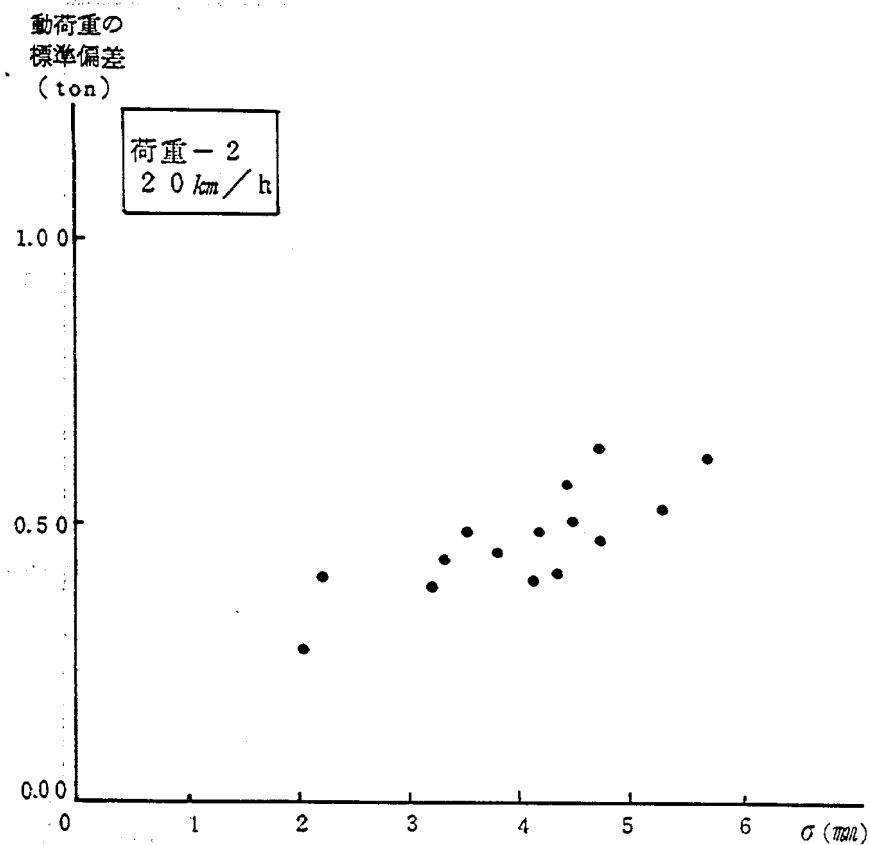


図 - 3.3 (2) 路面平坦性標準偏差 (σ) と動荷重標準偏差の関係

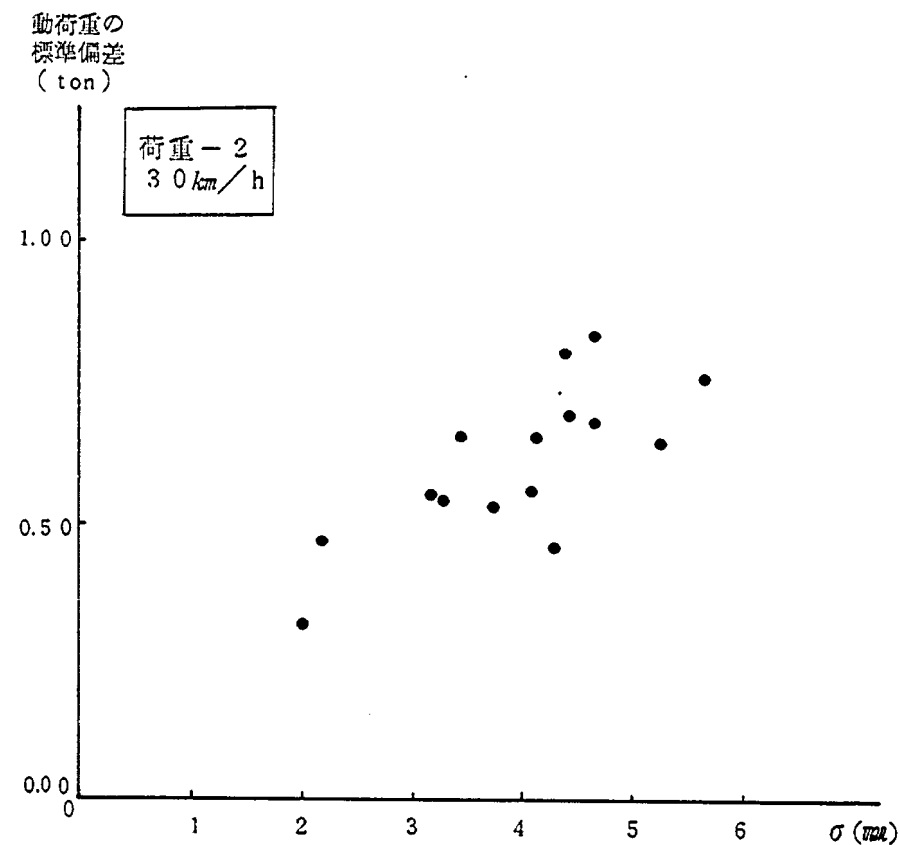
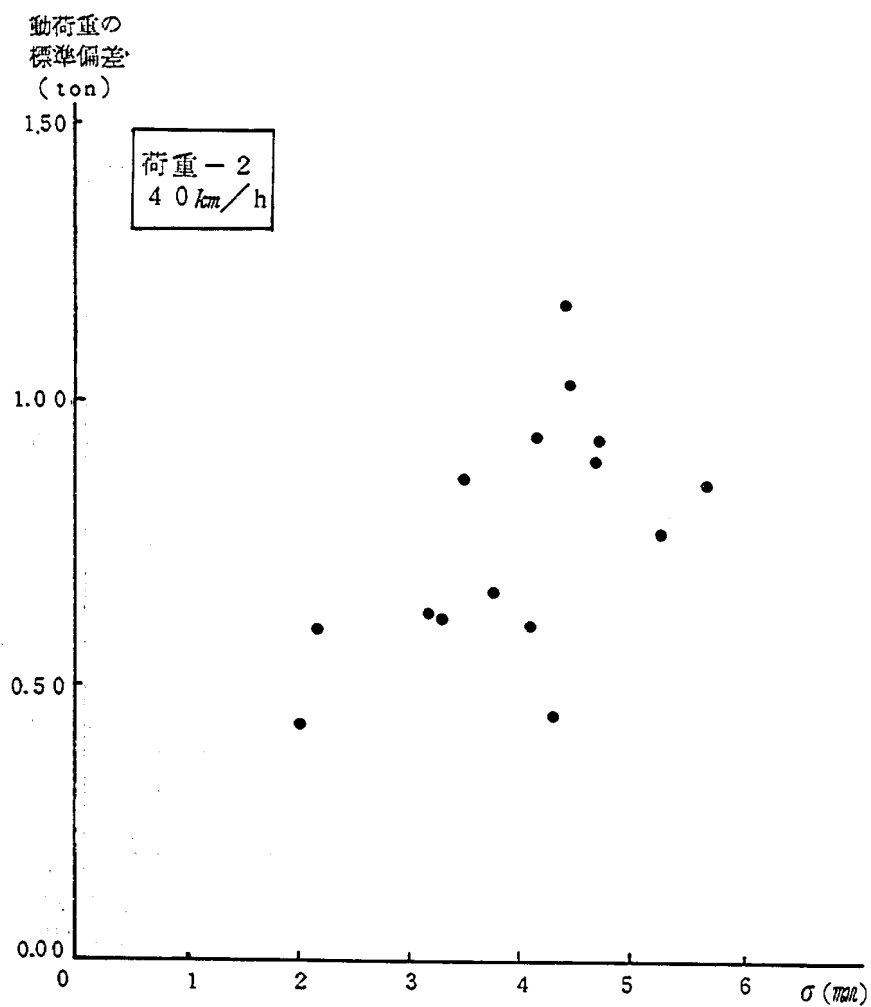


図 - 3.3 (3) 路面平坦性標準偏差 (σ) と動荷重標準偏差の関係

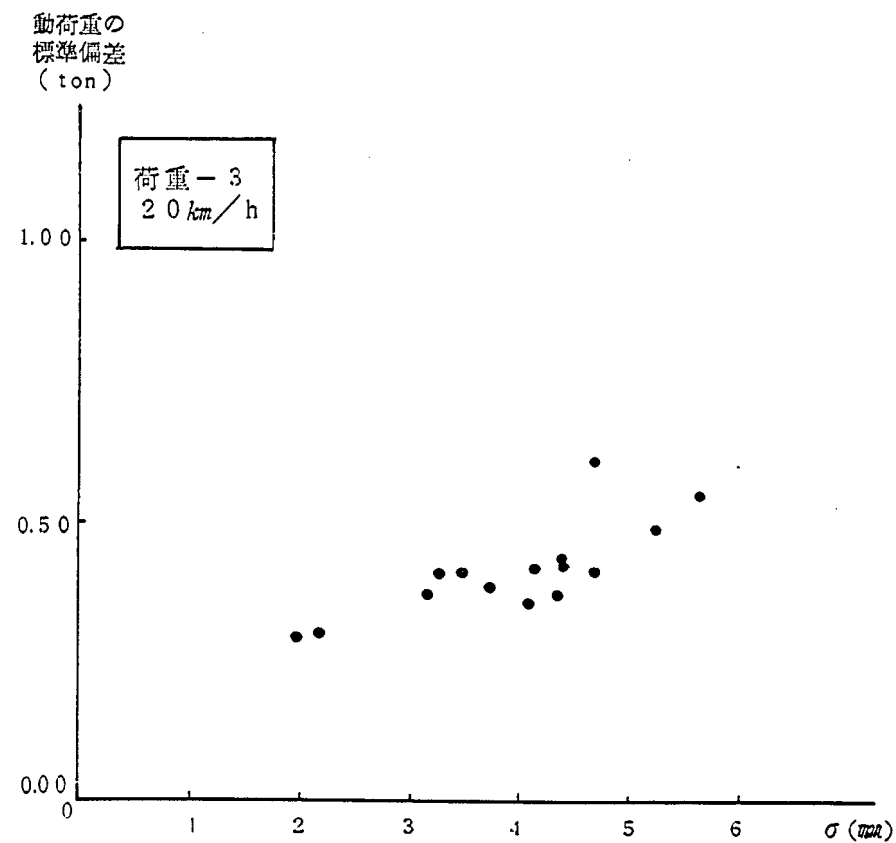
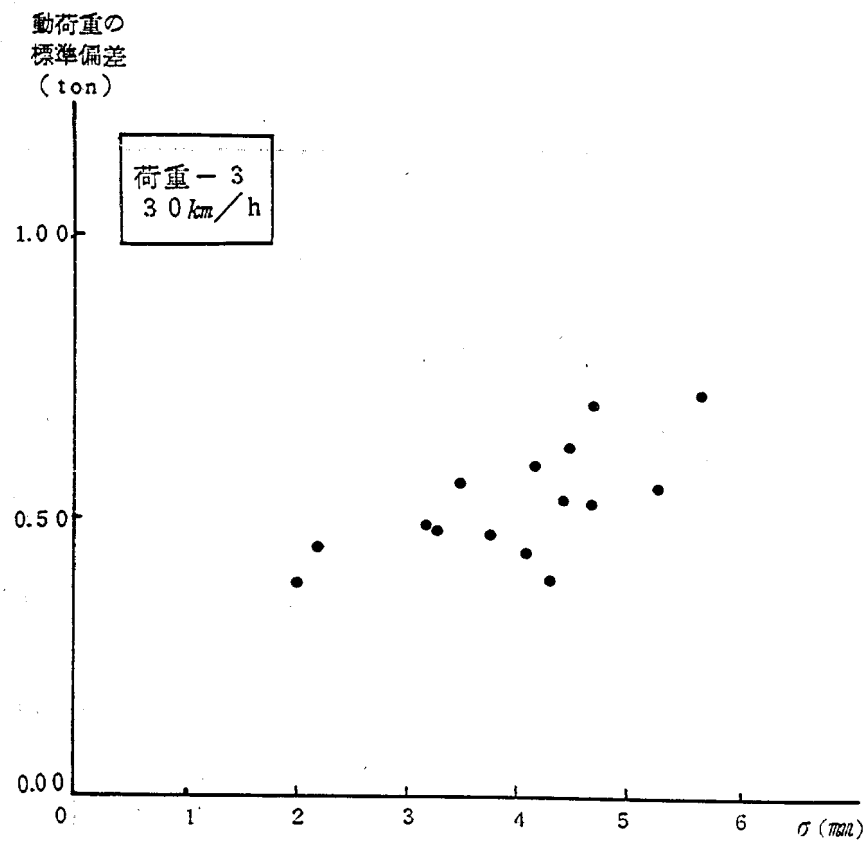


図 - 3.3 (4) 路面平坦性標準偏差 (σ) と動荷重標準偏差の関係

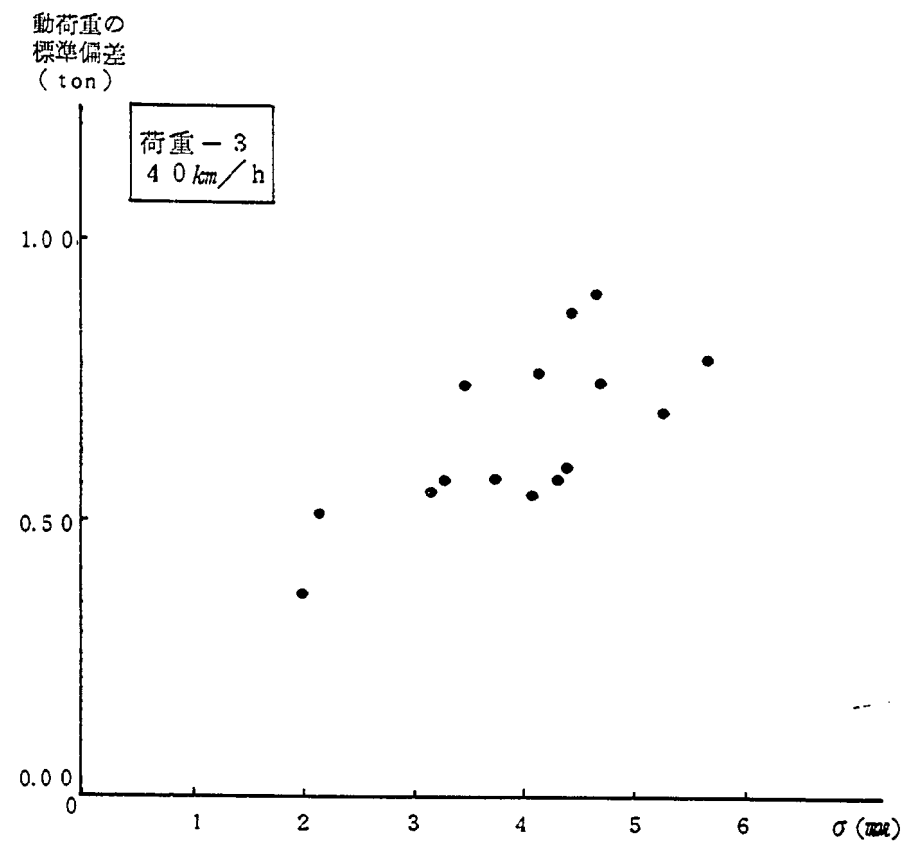
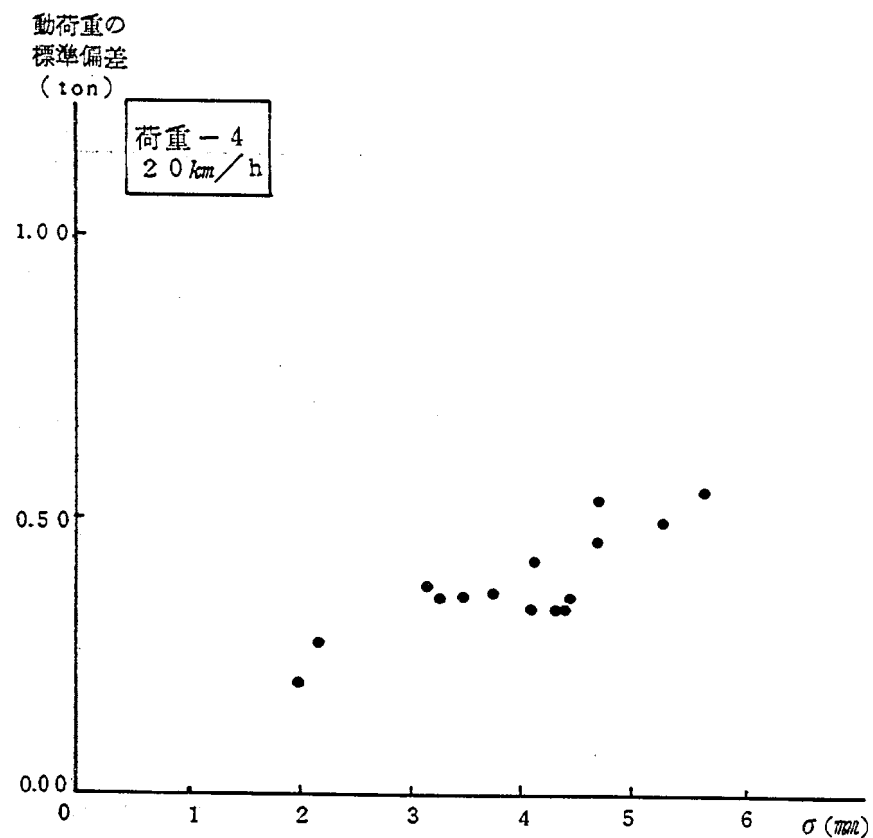


図 - 3.3 (5) 路面平坦性標準偏差 (σ) と動荷重標準偏差の関係

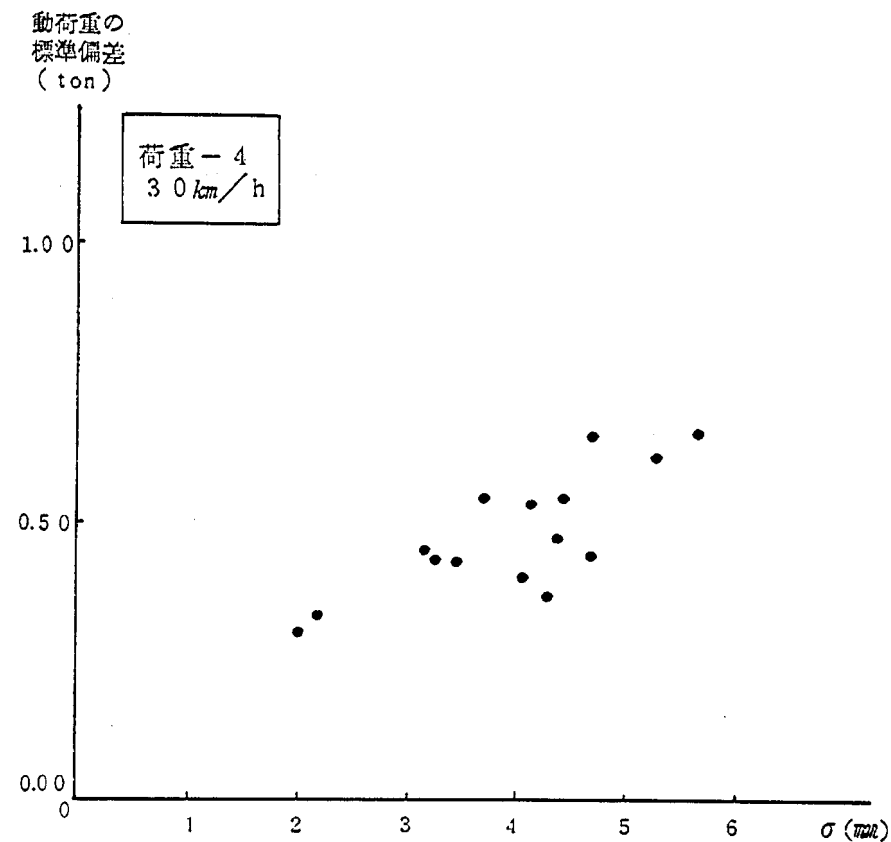
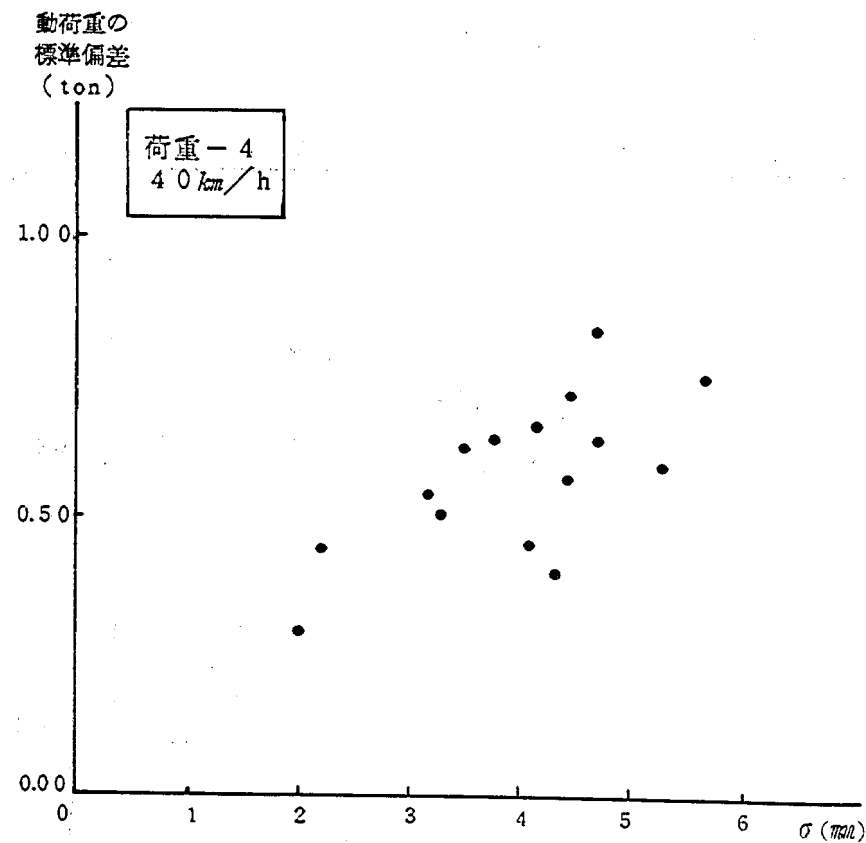


図 - 3.3 (6) 路面平坦性標準偏差 (σ) と動荷重標準偏差の関係

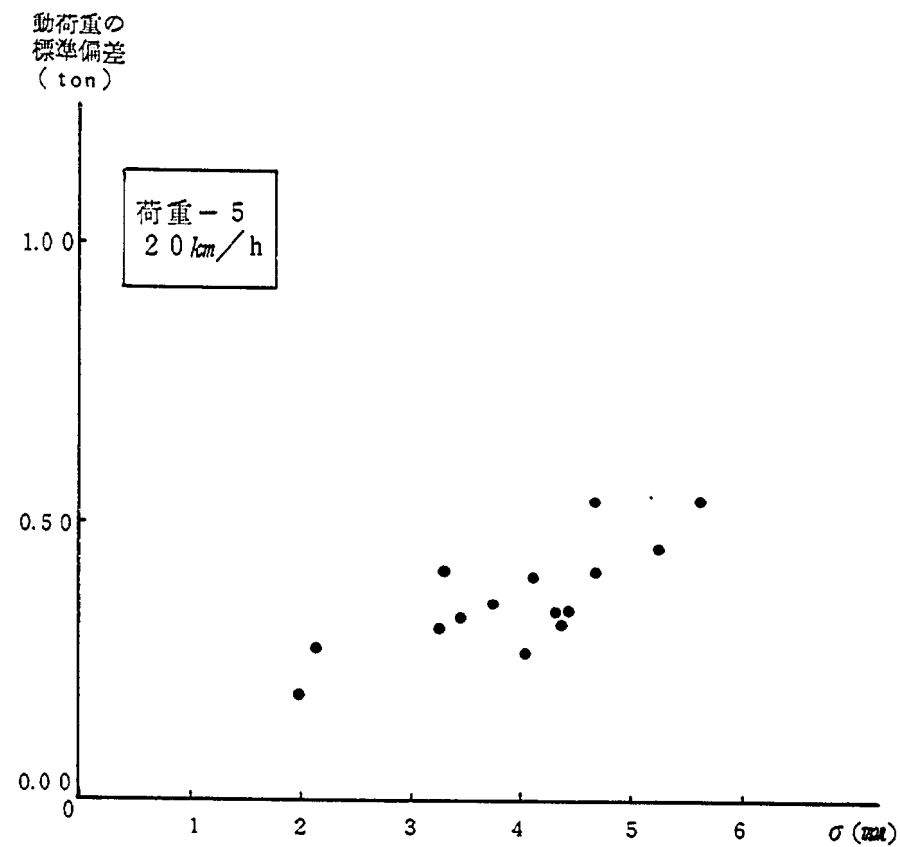
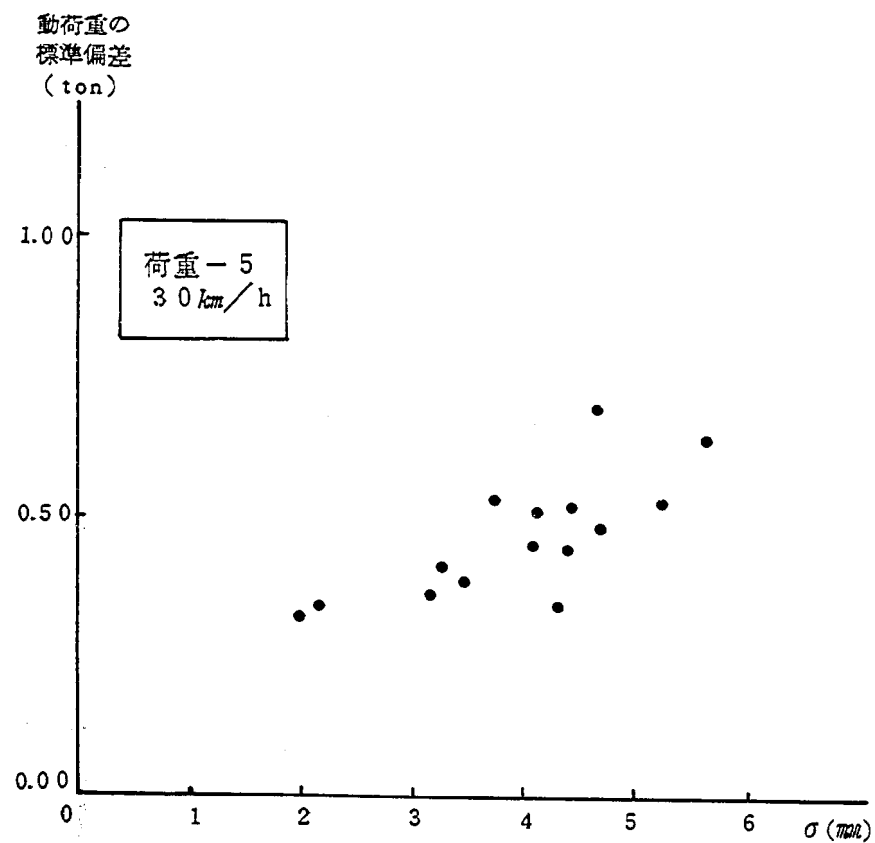


図 - 3.3 (7) 路面平坦性標準偏差 (σ) と動荷重標準偏差の関係

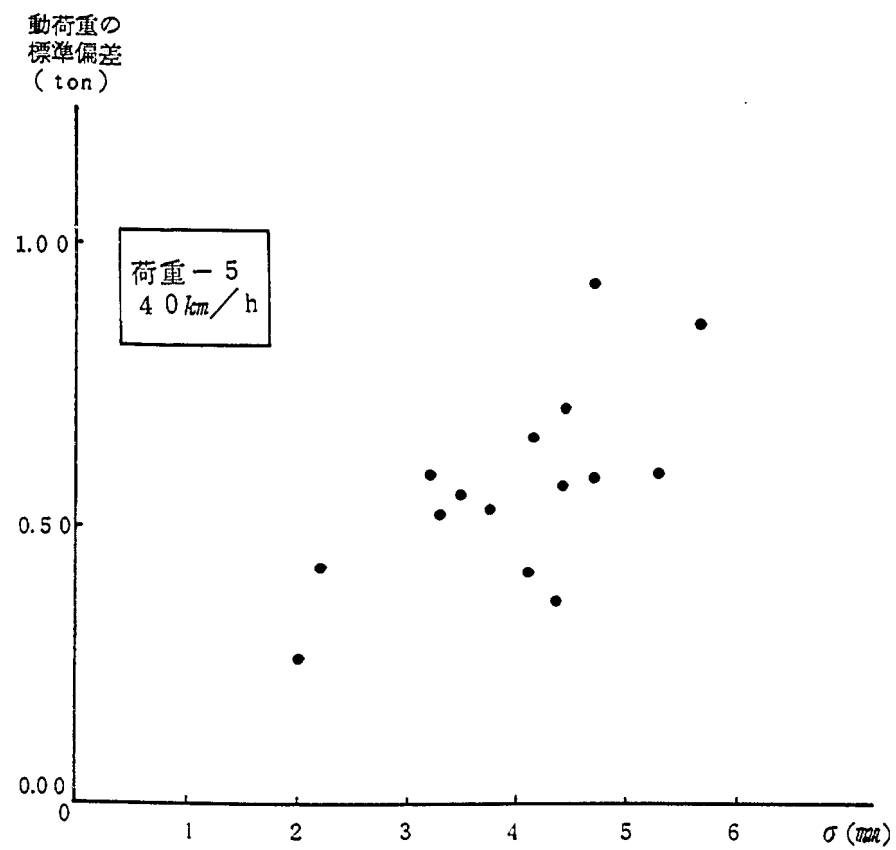


図 - 3.3 (8) 路面平坦性標準偏差 (σ) と動荷重標準偏差の関係



土木研究所資料第1555号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名

⑩



橋梁の設計動荷重に関する
試験調査報告書〔Ⅱ-1979〕

土木研究所資料第1555号
昭和55年3月(1979)

成田 信之・桂樹 正隆

キーワード：路面凹凸，伸縮装置，動的付加荷重，衝撃係数

要 旨

昭和54年度に実施した橋梁の設計動荷重に関する試験調査の
成果をとりまとめたものである。内容は、(1)路面凹凸に起因する実働自動
車荷重実測調査、(2)単純桁橋の衝撃係数に関する実橋実験および数値計算、
(3)伸縮装置部実働自動車荷重実測調査である。



郵便はがき

305-□□

20円切手
をはって
下さい。

茨城県筑波郡豊里町大字旭一番地
建設省土木研究所
構造研究室 御中

No. 1

No. 1

配布先氏名

配布先住所

