

入間川橋橋脚診断並びに補強効果について

松尾長五郎*

Investigation of the Piers of a Railway Bridge and their Reinforcement

By
Chogoro Matsuo

The railway bridge piers on the Ikebukuro Line of Seibu Railways Co. had to be reinforced, in order to bear the running load of train from KS 12 to KS 15. Therefore, we carried out the vibration tests to measure the intensity of the bridge piers.

On the result of the test, the acceleration ratio of horizontal vibration to vertical on No.5 pier was higher than the value of safety limit, and then train speed was limited temporarily within 46 km/h. After the investigation we found out the increase of the acceleration ratio on No.5 pier to be caused by a cavity in the pier.

By injecting mortar into the cavity, the acceleration ratio decreased exceedingly. It results that the bridge bears the load equivalent to KS 15.

1. ま え が き

西武鉄道池袋線、仏子一元加治間の入間川に架設されている入間川橋（6連5橋脚）の鉄道橋を、輸送増強のため、本橋をKS12からKS15相当の荷重に耐えるように整備することとなり、そのため、本橋の現況を知る必要が生じ、これを振動試験により診断したものである。

2. 試 験 日

第1回 昭和35年7月18日

第2回 昭和36年6月19日

第3回 昭和37年6月5日

3. 計 器

橋脚の振動試験には、図3に示す橋脚用振動計が用いられ、その機能は、次に示すものである。

- 1) 成 分
 - 二 成 分 前後方向左右方向
- 2) 己有周期 0.5 秒
- 3) 倍 率 50 倍
- 3) 時 間 時間は、電接時計を用い、ペン

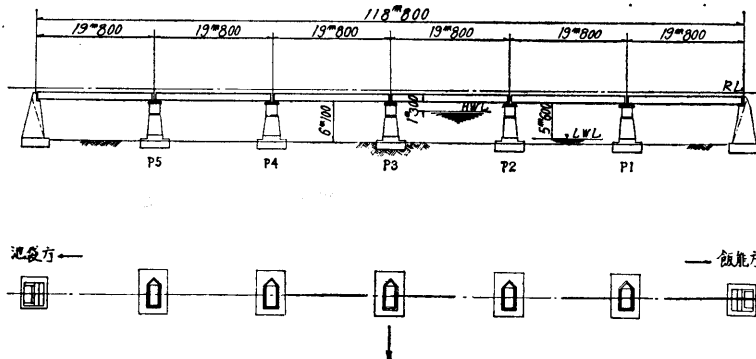


図1 入間川鉄道橋全図

* 交通技術部



図 2 入間川鉄道橋全景および試験車



図 3 橋脚用振動計

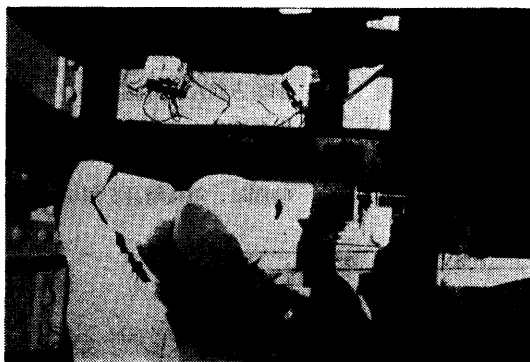


図 4 二成分振動計による測定状況

で同時記録せしめる。

4. 診断方法

橋脚用振動計を橋脚天端中央に(図4)設置し、橋梁上を通過する列車速度を 10 km/h, 30 km/h, 50 km/h, 50 km/h 以上の 4 種類に分け走行させて、その時の振動の大きさを測定した。

試験車は、図2および5に示すものを用いた。

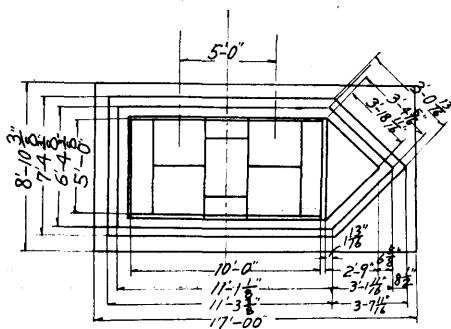
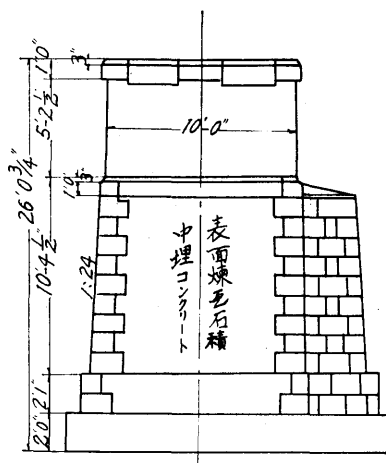


図 6 橋脚一般図

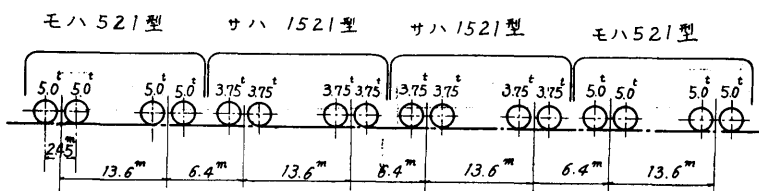


図 5 試験車

地質柱状図

調査場所 入間川西武鉄道橋脚

調査期日 昭和37524~37525

調査地点

担当者ライト工業天野順行

水位

M

地質柱状図										標準貫入試験										
標尺 N	深度 M	層厚 M	標高 M	図表	地質名	色	相対 密度	記 事	テ サ ン プ ル	深度 M	打 撃 数 回	許容地耐力t/cm ²								
												○—N 値 10 20 30 40 50								
	00				コンクリート	暗 灰														
	0.46	0.46																		
	0.5				固結 シルト	褐		雲母腐蝕物 混入		0.61 ~0.91	36/ 30	(10/10/10)	(10/10/10)							
	0.95	0.49																		
	1.0				"	暗青灰 と褐の 斑		雲母腐蝕物 混入		1.06 ~1.36	40/ 30	(10/10/10)	(10/10/10)							
	1.25	0.30			"															
	1.36	0.11			"	暗青灰		角型礫(2%~5%) 混入												
	1.45	0.09			"	"		角型礫(2%~5%) 混入												
	1.54	0.05			"	"		角型礫(2%~5%) 混入												
	1.54	0.04			"	"														
	1.90	0.36			"	青 灰				1.60 ~1.70	40/ 30	(10/10/10)	(10/10/10)							
	2.15	0.25			粘質シルト	暗緑灰		角型礫粘質シルト 混入												
	2.30	0.25			固結シルト	褐灰														
	2.35	0.05			粘質シルト	暗緑灰				2.05 ~2.35	36/ 30	(10/10/10)	(10/10/10)							
	2.5				固結 シルト	暗 褐 灰		腐蝕物混入												
	2.59	0.34																		
	2.80	0.11			"	暗 青 灰		色調斑状		2.50 ~2.80	48/ 30	(10/10/10)	(10/10/10)							
	3.0							雲母混入 4.00mm以上の 石礫(2%~3%) 不揃いの混入		2.95 ~3.15	50/ 20	(10/10/10)	(10/10/10)							
	3.5					暗 青 灰				3.65 ~3.87	50/ 22	(10/10/10)	(10/10/10)							
	4.0																			
	4.5																			
	4.89	2.09			粘質シルト	暗緑灰				4.65 ~4.85	50/ 20	(10/10/10)	(10/10/10)							
	5.0	0.13			"	青灰														
	5.09				固結 シルト	暗 青 灰				5.33 ~5.60	50/ 27	(10/10/10)	(10/10/10)							

5. 第5号橋脚（P5）の現状（試験条件）

- 1) 本脚は、単線橋脚で、形状寸法等は、図6の通りである。
- 2) 本脚は、煉瓦石積で、亀裂およびその他の変状は、外観には見られない。
- 3) 本脚附近を流れている水は、常時は少く、測定時も深い所で1 m程であり、本脚附近は流心となっている。
- 4) 本脚附近の地質は、図7に示す通りである。

6. 第1回の試験結果

第1回の試験結果は、図8および9に示す通りで、第5号橋脚の水平対上下振動加速度比が（この場合の上下振動加速度は1 gとして行なった）が列車速度10 km/h、30 km/h、50 km/hのいずれの場合も、橋脚の安定限度値（以下限度という） $K=0.0027V+0.06$ の値をこえていて、その最大は列車速度50 km/h附近で0.36である。

7. 第1回の試験の診断およびその処置

前述のように、試験した結果、振動加速度比が大きき限度値以上であるので、本脚は不健全な橋脚と診断し、この振動を少くするため、橋脚基礎部分を補強するよう勧告した。

その後、西武鉄道においては図10に示すように、橋脚周辺の河床を1 m 50cm掘り下げ、そこに長さ16 m 50cm、直径90cmの蛇籠を敷き、その上にコンクリートを蛇籠から上に30cmの厚さに流し込んで根固め補強の処置を行なった。

8. 第2回の試験結果

この工事が昭和36年4月に完工したので、その効果を見るために第2回目の試験を6月19日に行なった。

試験結果は、図12および13に示す通りで、補強後の振動加速度比は、第1回の試験と同じ列車速度において、最大0.28で、この測定値も限度より大きな値である。

9. 第2回の試験の診断および処置

第2回の試験の結果、基礎の補強効果は見られなく、まだ不健全な橋脚であると診断し、本脚上を通過する列車速度に対する許容加速度比を0.26として、図12に示すごとく通過するすべての列車に、46 km/hの

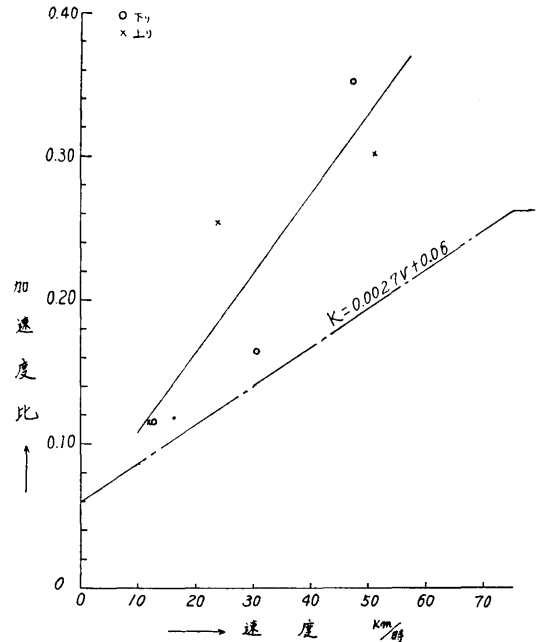


図8 第5号橋脚第1回試験における速度と加速度比との関係（昭和35年7月18日測定、測定場所橋脚天端中央）

速度制限する処置を行なった。

10. 精密検査およびその結果

1) 橋質調査

本脚は、前述の基礎補強を行なつても、その効果は認められないので、その原因を知るため図14に示す箇所をボーリングして、基礎下面からの地質を調査した。

地質調査結果は、図7に示す通りで、基礎底面より46 cmの所に固結シルトがある。

この固結シルトを良く調査した結果、これが水中にあるか、または、地下にあつて、直接空気中にさらされない場合は岩盤のように硬くて強いが、一旦空気中にさらされると、これが崩壊して脆くなることが判明した。

このことは、附近河床の露出部分および基礎補強の時に掘り出した部分に表われている現象である。

2) 橋脚内部調査

橋脚下部の4ヶ所に直径6.5 cmの穴をあけ、基礎部分を調査した結果、橋脚内部が空洞になっていることが判明した。

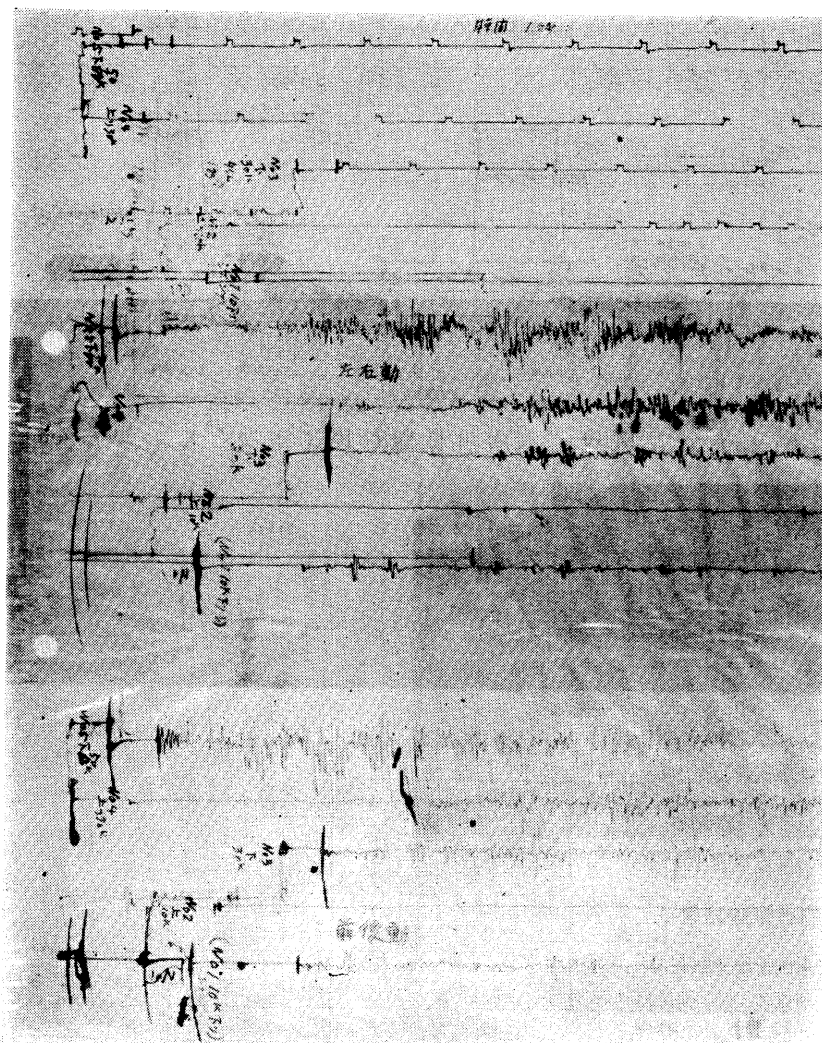


図 9 西武入間川第 5 号橋脚 (昭和 35 年 7 月 20 日測定)

11. 精密検査による診断

本脚の振動が増大した原因を精密検査結果から診断すると、本脚の基礎部分が流水の変化により、水中にある場合と無い場合が交互に作用したため、基礎底部の固結シルトが崩壊流出して、その部分を空洞にし、その空洞部分に躯体内の充填物が落下し、これも長い期間中に流出し、その結果基礎底部と躯体内に大きな空洞を生じせしめ、これが、振動の増大の原因であると診断した。

12. 処置 (モルタル圧入工法)

前述の通り橋脚内部および基礎に大きな空洞があることが判明したので、これをモルタル圧入によつて補強する処置を行なうこととした。

その結果躯体内部には、セメントで 20 袋、基礎部分には 30 袋と多量のセメントが圧入された。

その圧入量の状態は、図 14、15 および 16 に示す通りである。

なお、モルタル圧入工法とは、密閉したミキサーにより作られたモルタル (水 100 に対してセメント 80% のミルク状) に圧力ポンプにより、最高 10 気圧の圧力を加へて、高圧ゴムホースを通じて目的物に圧入する方法である。

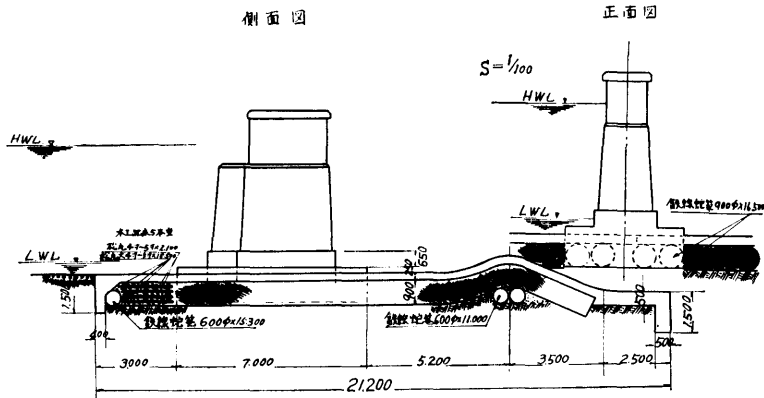


図 10 入間川橋脚根固工事図 単位 mm

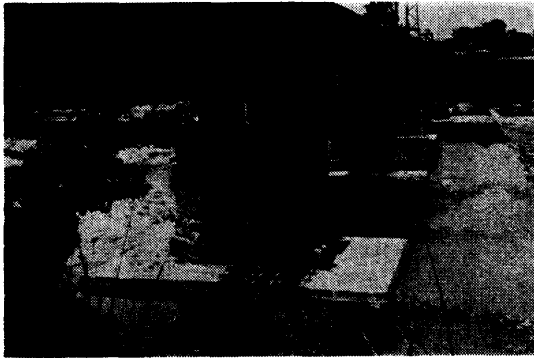


図 11 橋脚基礎根固め状況 (仏子方から望む)

13. 第 3 回の試験結果

モルタル圧入工事が、昭和37年5月に完了したので、その効果を見るため、昭和37年6月5日に第3回の試験を実施した。

試験結果は、図17, 18に示すごとく、その振動加速度比は著しく減少し、列車速度 54 km/h で0.06となった。

この値は、第1回の試験の振動加速度比より95%、第2回の試験より78%減少している。

14. 成 果

本脚の基礎および躯体にモルタル圧入を実施した結果、その振動加速度比が大巾に減少し、限度値内に納つて健全な橋脚に復帰した。

15. 結 論

本入間川橋脚第5号橋脚は、補強前の振動加速度比が0.35で橋脚の限度以上であつたが、精密検査の結果

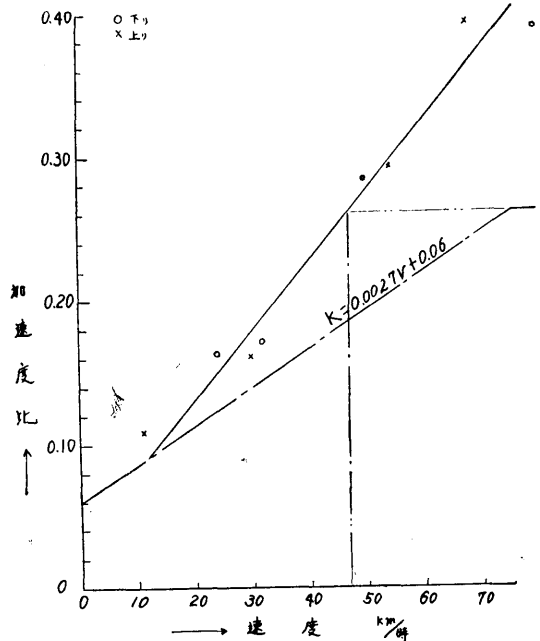


図 12 第5号橋脚第2回試験における速度と加速度比との関係 (昭和36年6月19日測定)

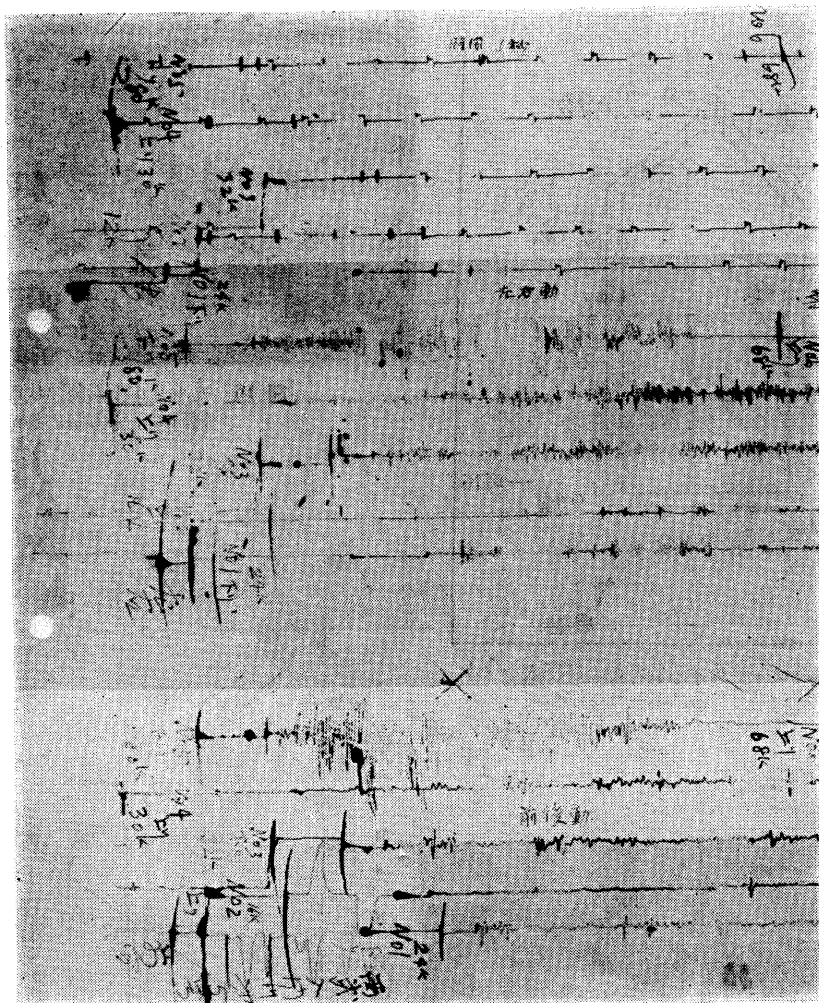


図 13 西武入間川第 5 号橋脚 (昭和36年 6 月19日測定)

から、基礎および躯体内部にモルタル圧入を行なった結果、これが0.06と大巾な減少を示し健全な橋脚となつたので、実施している 46 km/h の速度制限を解除した。

参 考 文 献

- 1) 鉄道橋脚の安定限度 昭和32年 2 月, 運輸技術研究所報告第 7 卷第 2 号。
- 2) 中川橋橋脚の安定度ならびに補強効果について 昭和33年12月, 運輸技研資料 No. 15 (土木-1)
- 3) 平川橋橋脚診断並びに補強効果について 昭和 37年 2 月, 運輸技研資料 No. 40 (土木-7)

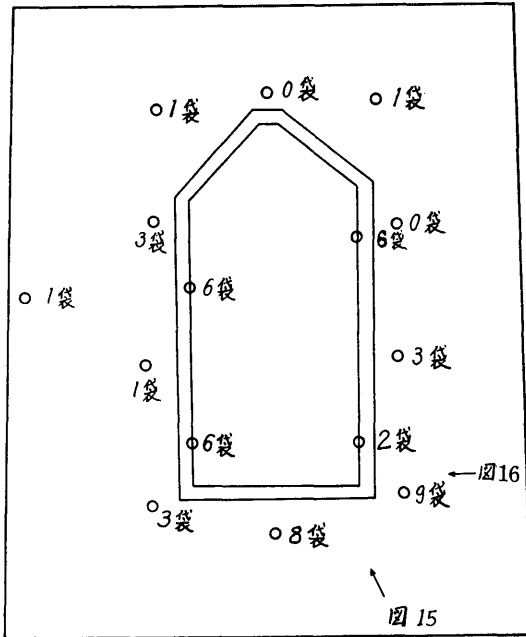


図 14 基礎のボーリング箇所および圧入セメント数 ○はボーリング箇所

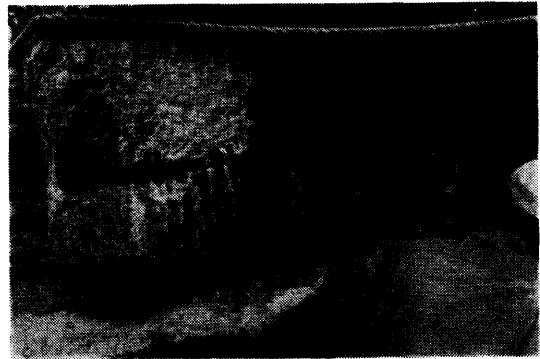


図 16 モルタル圧入後の状況 図14に示す方向より望む



図 15 モルタル圧入後の状況 図14に示す方向より望む

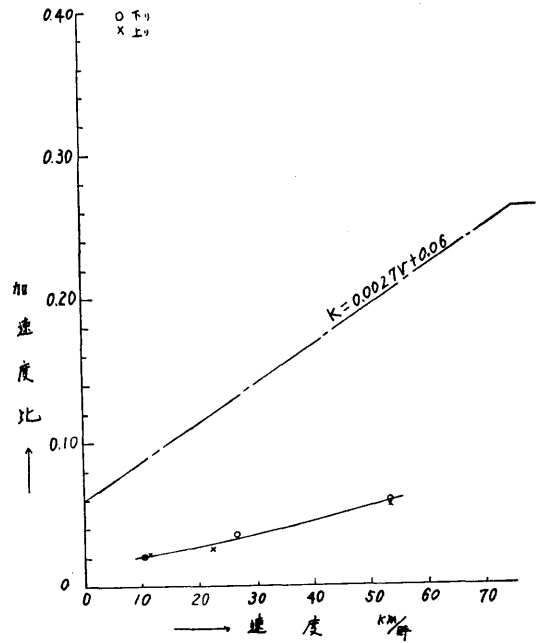


図 17 第3回試験における速度と加速度比との関係 (昭和37年6月5日測定)

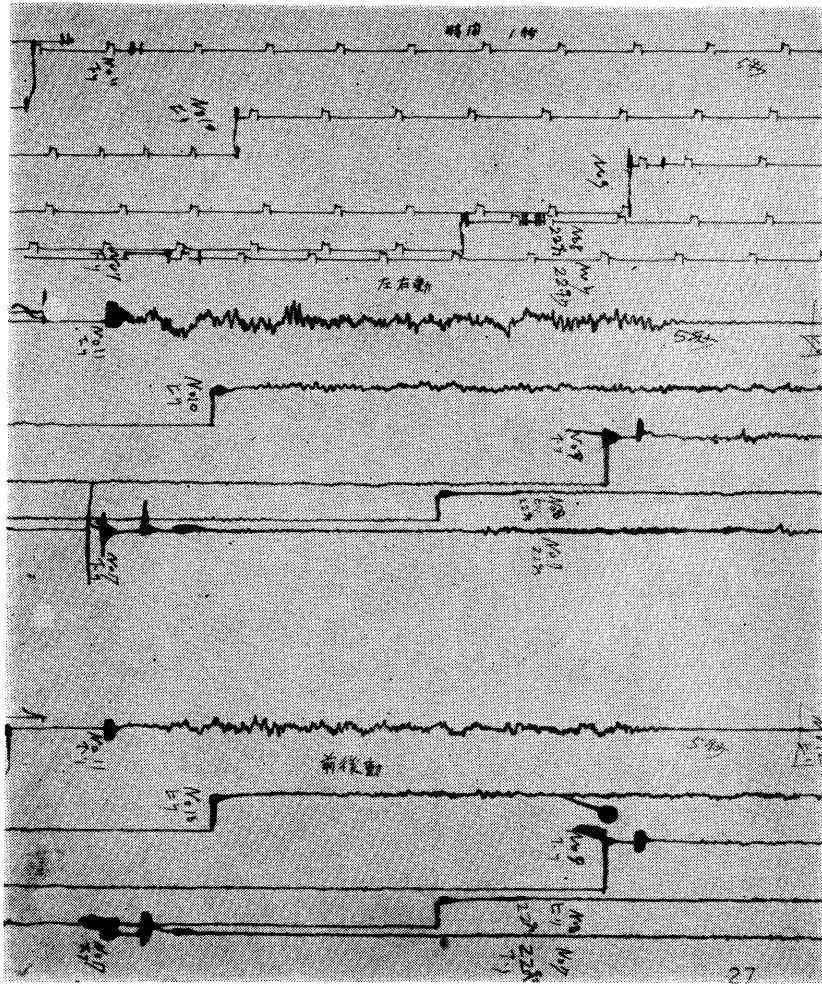


図 18 西武入間川第 5 号橋脚 (昭和37年 6 月 5 日測定)