

免震基礎を有する橋脚の模型振動実験

鉄道総合技術研究所（元早稲田大学）

正会員 ○渡辺 勉

早稲田大学 学生会員 安 同祥

早稲田大学 学生会員 近藤 岳史

早稲田大学 フェロー 清宮 理

1. 目的 層厚の厚い軟弱な地盤に大規模橋梁を建設する時、低コストを実現するため、下部構造と基礎構造を分離して、その間に緩衝材を用いた免震層を構築する新構造を提案した¹⁾。その構造ですべりを許して免震化させるが条件によっては大きなロッキングが生じることが模型振動実験や動的応答計算より明らかになった^{2) 3)}。このロッキングに対処するためにフーチングの幅を広げて橋脚の重心位置を下げ、ロッキングを低減させる効果があるかどうかを確認するために模型振動実験を行った。その結果、効果が確認されたのでここに報告をする。また、入力地震波に鉛直振動を与えたとき、提案している橋脚に与える影響について検証実験を行ったのでその結果も示す。

2. 実験の概要 実験模型は図-1、図-2 に示すような一基の橋脚である。上部構造の質量は鉄板で与え、下部構造はモルタルで作成した。基礎構造は杭式でアルミの角棒と受け台からなるフレーム構造を用いた。実験模型作成にあたり、相似則に基づいて、III種地盤の建設された杭基礎を有する1基の橋脚とその上部構造を1/36のスケールに縮小している。相似則は振動台の加振能力によって決定され、またアルミのフレーム構造は基礎のパネ値に合うように設計した。またフーチングと受け台の間は分離されており、この間に材料を挟むことで免震層を構築している。実験模型の主な諸元は次に示すとおりである。上部構造；質量：46kg、重心位置：下部構造天端から53mm。下部構造；重量：36kg、高さ：440mm、フーチング寸法：310(加振方向)×350mm、※拡幅タイプは加振方向360mm、430mmの2通りに拡幅。基礎構造；アルミ角棒：□10×20×630mm-10本 相似則；変位：1/36、加速度1/1、質量(重量)：1/36³、振動数：6/1。免震材料；砂、テフロンシート。

3. 実験ケース及び入力地震動 使用した地震波は、1995年の兵庫県南部地震の際に神戸ポートアイランドで観測された基盤波のNS成分(図-3)と鉛直成分(図-4)である。実験ケースと構造形式の関係を表-1に示す。なお、入力波の振幅は10%、20%、50%、80%、90%、100%と段階的に増加して実験を実施した。

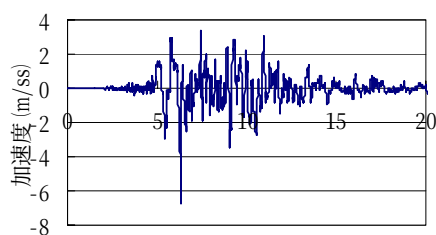


図-3 水平成分

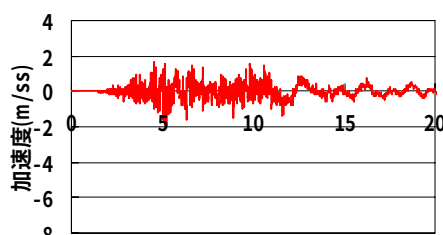


図-4 鉛直成分

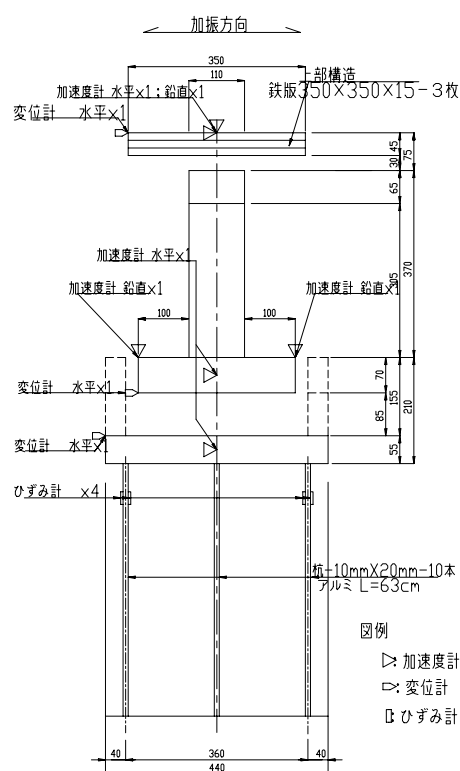


図-1 模型概要及び計測器配置図



図-2 実験模型

キーワード 振動実験, 免震, 鉛直振動, 橋脚,

連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学理工学部社会環境工学科清宮研究室 TEL03-5286-3852

表-1 実験ケース

		フーチングの拡張の有無			
		有り		無し	
免震材料		砂	テフロン	砂	テフロン
入力地震波	水平のみ	○	○	○	○
	水平+鉛直			○	○

表-3 アルミ角棒の曲げモーメント

フーチング幅	曲げモーメント (Nm)
310	0.0155
360	0.0164
430	0.0168

表-2 フーチング拡張による効果

免震材料	フーチング幅	上部構造応答値(m/ss)		
		水平加速度	水平応答倍率	鉛直加速度
テフロン	310	5.08	0.79	3.68
	360	5.93	0.93	1.43
	430	5.08	0.80	1.24
砂	310	6.70	1.05	24.60
	360	8.23	1.37	12.63

4. 実験結果 4.1 フーチング拡張による効果 下部構造のフーチングを拡張したことによる効果を表-2に示す。またそのときのアルミ角棒の上部での曲げモーメントを表-3に示す。結果より、上部構造に発生する鉛直応答加速度は低減されていることがわかる。また水平応答加速度は、ほとんど変化がなく若干増加するケースも見られた。これは、入力加速度は同じであるが、構造物の鉛直振動によるエネルギー吸収が減った分を水平振動によってエネルギーを吸収するようになったためと考えられる。また、曲げモーメントに関しては拡張によって増加する傾向にあることがわかった。これは、フーチングを拡張したことによって、受け台から上の重量が増加していることが原因と考えられる。ロッキングによる鉛直加速度を低減するためにフーチングを大きくすることは有効であるが、あまり大きくしすぎると重量が増加して基礎をもともとのサイズより大きくしなければならなくなり、経済性から見ると、逆に不利な構造物になってしまうことが予想される。

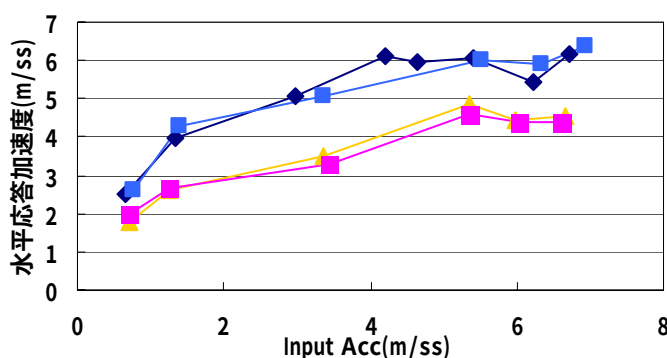


図-5 上部構造の水平応答加速度

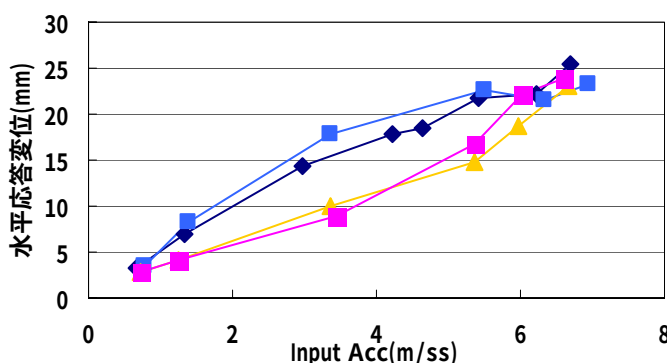


図-6 上部構造の水平応答変位

凡例（免震材、地震動） ■砂、水平 ■砂、水平+鉛直 ▲テフロン、水平 ◆テフロン、水平+鉛直

4.2 鉛直振動の影響 提案する免震構造に水平地震動に合わせて、鉛直地震動も加えたときの構造への影響を図-5、図-6に示す。図より、免震材料を砂のときもテフロンのときも、入力地震動に違いがあっても免震材料が同じである二つのグラフはほぼ同じ線を描いていることが

わかる。したがって、提案する免震構造は、入力地震動に水平成分に加えて鉛直成分を考慮したとしても、両者はほぼ同じ応答を示すということが言える。表-4に示した曲げモーメントについても鉛直成分を考慮したとしても、水平成分のみのケースとほぼ変わらない応答値を示した。

5. 結論 フーチングを拡張した模型と鉛直地震動を考慮したそれぞれの模型振動実験より以下のことが判明した。
①フーチングを拡張することでロッキング振動が抑えられる。しかし、フーチングを大きくしすぎると自重が大きくなり基礎への負担が増す。
②提案する免震構造に水平地震動に加えて鉛直地震動を与えても、水平地震動のみの場合と応答はほとんど変わらなかった。よって、鉛直方向の振動の影響はほとんどないことがわかった。なお本研究は五洋建設（株）及び（株）オリエンタルコンサルタンツと共同で実施している。

6. 参考文献 1) 安同祥, 渡辺勉, 近藤岳史, 清宮理: 橋梁の免震基礎に関する模型振動実験, 第27回地震工学研究発表会, Vol.27, 2003.11

表-4 アルミ角棒の曲げモーメント

		曲げモーメント (kN・m)	
振動方向	免震材料	砂	テフロン
	水平	0.0144	0.0136
	水平+鉛直	0.0140	0.0133