橋梁の免震基礎に関する模型振動実験

早稲田大学	建設工学専攻	学生員	安	同祥
早稲田大学	建設工学専攻	学生員	渡辺	勉
早稲田大学	建設工学専攻	フェロー	清宮	理

1.まえがき 従来一体型の下部構造と基礎構造を分離し、その間に緩衝材とすべり材で形成する免震層を 充填し、下部構造と基礎構造との相対変位(ロッキング・すべり)及び緩衝材の履歴減衰を利用して地震エ ネルギーの吸収を図る免震構造を提案し、この免震構造の振動特性及び耐震性能などを調べるために、「道 路橋示方書」に示される動解用地震波形を用いて模型振動実験を実施した.

2.実験模型 相似則に基づいて, 種地盤に建てられた杭基礎を有する1基の橋脚と上部構造を1/36で縮小して実験模型を作成した.この相似比は振動台の能力によって決定した.

上部構造の質量は鉄板によって与え,作用位置は角木材にて調整した.下部構造はモルタルにて作成した. 基礎構造は杭式で今回はアルミの角材と受台からなるフレーム構造を用いて基礎のバネ値に合わせた.橋脚 フーチング部を水平方向に分割し,この間に免震材を挟んだ.

図1に示すように模型の主な諸元は次のとおりである. 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,底版寸法:310(加振方向)\*350mm 基礎構造;アルミ角材: 10mm\*20mm\*500mm - 10本

受台:440mm(加振方向)\*490mm

相似比;変位:1/36,加速度:1/1,重(質)量:1/36<sup>3</sup>,振動数:6/1 3.実験装置及び実験方法 計測機器の配置個所は図1に示す.

フーチング下面のすべりを計測するためにフーチングと受台に加振 方向に加速度計及び変位計を取り付け,ロッキングを計測するためにフ ーチングの両端に鉛直加速度計を取り付けた.また,基礎構造及び上部 構造の振動挙動を計測するためにアルミ材(杭)にひずみ計、鉄板(上部 構造)に加振方向に加速度計及び変位計、鉛直方向に加速度計を取り付 けた.

4.実験ケース及び入力波 実験は基礎フーチング部の構造を大きく 分けて次の3ケースとした.

・ 一体構造(従来型) ・ 分離し緩衝材を充填した構造(今回の実験

に用いた緩衝材は豊浦砂とした) ・ 分離し緩衝材とすべり材を充填した構造(すべり材はテフロンとした)

実験用波形は1995年兵庫県南部地震の時に東神 戸大橋周辺地盤上で記録した波形とした.入力波形 の振動数は相似比に基づいて時刻刻みによって調 整した.なお,入力波の振動数による影響を調べる ために,次の2タイプの波形も入力波とした.

・ 振動数が0.75×foとなる波形

・ 振動数が1.25×foとなる波形

ここに、foは実地震波振動数を6倍(相似比)にした 場合波形の振動数である.入力水平加速度波形のス ベクトルは図2にしめす.

キーワード 免震基礎,模型振動実験,滑り材,残留変位

入力波の振幅は段階的に増加させて実験を実施した.

100000 80000 60000 40000 20000 0 0 20 40 60 80 100 ·振動数∶fo(基準波形) 振動数 f(Hz) ----「道示」東神戸波形 振動数:0.75×fo -振動数:1.25×fo 図2入力水平加速度スベクトル

連絡先 〒169 8555 東京都新宿区大久保3 - 4 - 1 51号館16F - 01 TEL&FAX03-5286-3852



5.実験結果及び考察

・従来構造との比較 表-1に構造系毎の最大 応答値を示す.表-1によ れば,同等の地震動にお いて最大応答値は提案し た免震構造が従来構造の 半分程度になる.

 上部工加速度の最大応答 砂を充填した構造の上部工最大応答加速度 と入力加速度の関係は図3に示す.入力振幅 の増加につれて,上部構造水平加速度の応 答値と入力値との比は下がるが,鉛直加速 度の方は5程度まで上がる.

・最大応答変位および残留変位 上部構造の最大水平応答変位とロッキング 角は図4に,すべり変位と残留変位は図5 に示す、今回実験の摩擦係数が0.5前後あっ たため、ロッキングによる変位が卓越し、 すべり量は小さかった .残留変位について あまり大きな残留変位は見られなかったが、 すべり量が大きくなると,残留変位は大き くなる傾向がある.これは摩擦係数が大き いからと思われる.

5.2 ロッキングによる鉛直加速度について 図6に上部構造の応答加速度スベクトル の一例を示す(このケースでの水平加速度 の最大応答値は751.660Galで、鉛直加速度 の最大応答値は1947.260Galである).この 図によれば鉛直加速度は衝突による高周波 数成分と考えられ,構造物耐震性に対して の影響は,水平加速度に比べ大きくないと 思われる(表-1参照).

6.まとめ 下部構造と基礎構造を

分離することにより免震効果が期待でき る一方, ロッキング・すべりによって荷重 の伝達が不連続となり,衝突が生じたり, 鉛直振動が無視できなくなったりする.ま た、すべりによって過大な残留変位を生じ るおそれがある.これらの問題を解決する ために,鉛直方向も入力して水平振動と鉛 直振動の関連性を分析し, すべり材・緩衝 材・構造系などについて更に検討する必要 がある.



表-1 構造系の最大応答値 入力加速度 上部工水平応 上部工水平変 杭頭曲げモ・ 杭の軸力 kN 答加速度 Gal 位mm Gal メント kN・m -体構造 A 1329.860 0.998 0.030 396.900 18.210 分離し砂充填 B 416.500 19.780 751.660 0.503 0.015 0.539 0.480 0.477 ·B/A 1.000 1.035





