

地震によるT形RC橋脚のロッキング振動

松尾橋梁株式会社 正 ○山内昭弘
 徳島大学工業短期大学部 正 横井克則
 徳島大学工業短期大学部 正 水口裕之
 徳島大学工学部 正 島 弘

1. はじめに

RC橋脚はコンクリート構造物の中でも地震時に極めて複雑な挙動を示す構造物のひとつであり、設計する地震力によってその応答が大いに異なってくる。特にT形橋脚などの2質点系では、橋脚天端にモーメントが生じるようなロッキング振動を起こすために、通常の静的水平加力実験では実際の挙動を模擬できない。そこで本研究では、振動台を用いた動的載荷実験を行い、図-1に示すようなT形RC橋脚モデルに地震力が作用する場合のロッキング振動とその発生振動数を調べ、ロッキング振動によって生じる回転モーメントが橋脚の応答に与える影響について検討を行った。

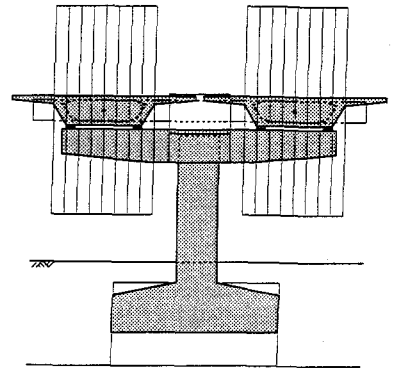


図-1 T形RC橋脚モデル

2. 実験概要

2.1 供試体 実験供試体は、図-2に示すような単一柱式RC橋脚模型とし、実橋脚に対する供試体の縮尺率を1/15~1/20とした。主筋比は1.70%、せん断スパン比は4.3、軸応力は0.8MPaとした。主鉄筋にはD3の異形棒鋼、帯鉄筋には0.9mmの鉄線、コンクリートには骨材最大寸法が2.5mmのモルタルを用いた。

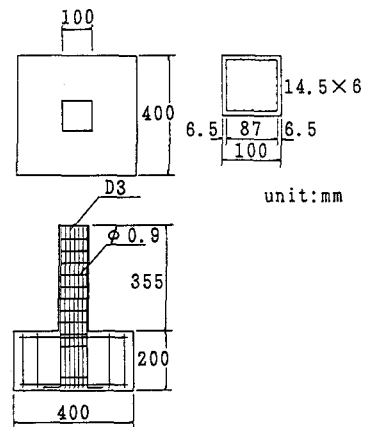


図-2 供試体寸法

2.2 載荷方法 載荷時の振動台への入力波は図-3に示すような正弦波を用いて最大加速度が一定で振動数が2~20Hzまで変化するものとし、さらに最大加速度は3段階に変化させた。実験は図-4のような載荷装置を用いて行い、地震力の作用方向を橋軸方向と橋軸直角方向の1体ずつで行った。

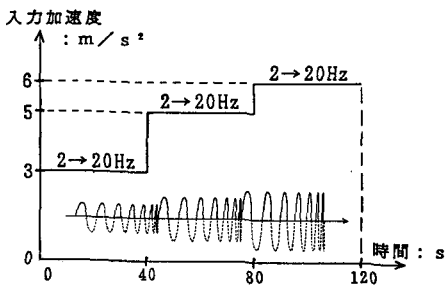
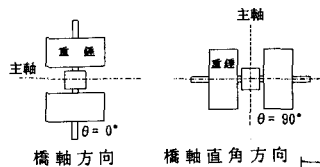


図-3 入力波

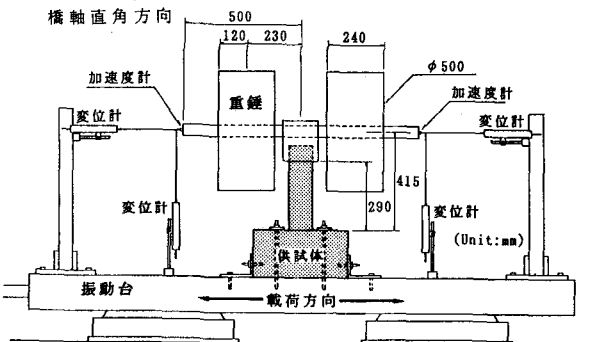


図-4 載荷装置

3. 実験結果

3.1 ロッキング振動 橋軸直角方向に地震波を入力したときの振動数と重錘の各加速度との関係、いわゆる加速度共振変位振動曲線を図-5に示す。低振動数および高振動数のときに1つずつのピークが確認できる。図-6に示すように、重錘の位置よりも下方にある点を中心に回転する1次（低振動数時）の固有振動と重錘よりも上方にある点を中心に回転する2次（高振動数時）の固有振動が存在することから、このそれぞれのピーク時にロッキング振動が発生していると考えられる。図-7、図-8は橋軸方向と橋軸直角方向に地震波を入力したときの振動数と加速度比（水平方向の応答加速度/振動台加速度）との関係を示した。この結果、橋軸方向に入力したものでは共振を示すピークが1つであるのに対して、橋軸直角方向に入力したものは、低振動数および高振動数のときに2つのピークが認められた。これは、ロッキング振動が回転と水平方向の連成振動であることの結果である。

3.2 モーメントの影響 ロッキング振動するときに躯体に生じる曲げモーメントの分布を図-9に示す。橋軸直角方向に地震力が作用する場合は水平方向の慣性力によるモーメントに、ロッキング振動によって生じる回転慣性力による回転モーメントが加わり、躯体上部にもモーメントが発生する。ここで、躯体上部で曲げモーメントに対して最も危険な断面は、張り出しばり下端の位置である。この点でのモーメントの和を M_u として、 M_u の最大値と供試体の降伏曲げモーメント M_y を比較すると、表-1に示すように M_u が降伏曲げモーメントの7.5割近くになり、非常に大きいことがわかった。

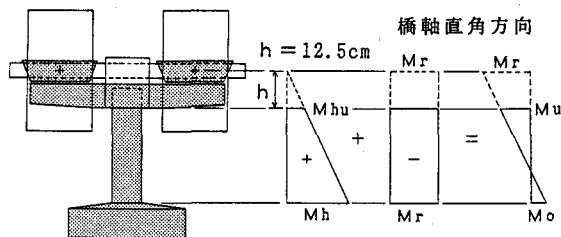


図-9 供試体頭部に作用するモーメント

表-1 モーメントの比較

供試体高さ	355 mm
$M_u \max$	1.3 kN・m
降伏曲げモーメント: M_y	1.78 kN・m
$M_u \max / M_y$	0.73

4. まとめ

T形RC橋脚の橋軸直角方向に地震力が作用したとき、ロッキング振動が発生した。本実験では、降伏曲げモーメントの7.5割程度の曲げモーメントが橋脚上端に生じた。

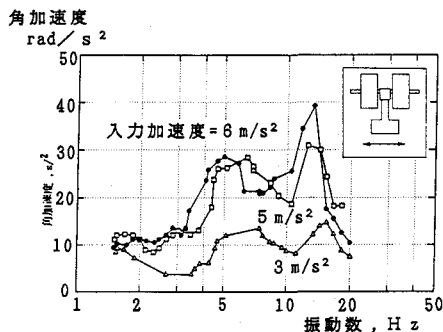


図-5 加速度共振変位振動曲線

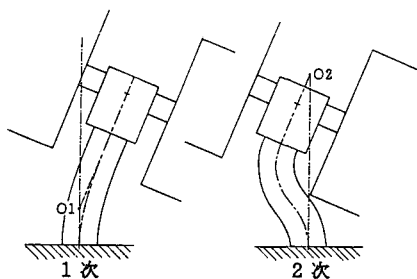


図-6 ロッキング振動の振動形

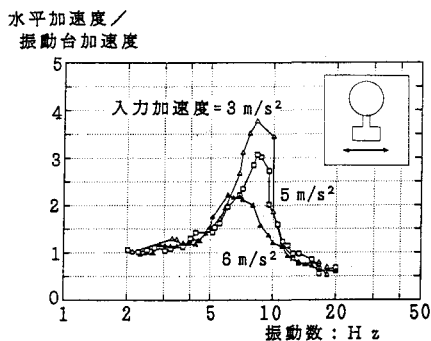


図-7 水平加速度比（橋軸方向）

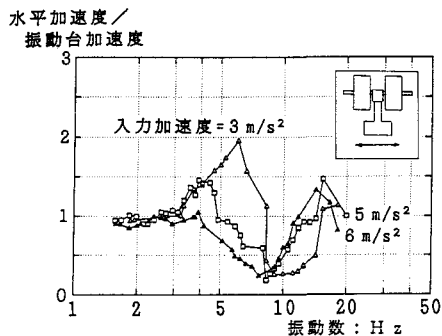


図-8 水平加速度比（橋軸直角方向）