

V-263 T形RC橋脚における橋軸直角方向の地震応答に及ぼす柱高さの影響

徳島大学工業短期大学部 正会員○横井克則

徳島大学工学部 正会員 島 弘

徳島大学工業短期大学部 正会員 水口裕之

1. はじめに

図-1に示すようなT形RC橋脚などの2質点系では、地震力が橋軸直角方向に作用した場合と、橋軸方向に作用したときとは異なる応答を示す。著者らは、橋軸直角方向に地震力が作用すると、ある振動数において橋脚上端にモーメントを発生させるロッキング振動が生じ、このロッキング振動によってRC橋脚の上部に大きなモーメントが発生すれば、主筋の段落としが危険な状態になる可能性があることを明らかにした¹⁾。しかし、このようなロッキング振動を生じるときのRC橋脚の非線形領域における耐震性については、まだまだデータ不足である。そこで本研究では、橋軸直角方向に地震力を受けるT形RC橋脚の柱高さを変化させ、橋脚の動的応答について検討した。

2. 実験概要

2.1 供試体 供試体は単立柱式RC橋脚の模型であり、実物に対する模型の縮尺率は、相似則および寸法効果を考慮して約1/20とした。実験条件である柱高さは、455mm、355mm、255mmの3種類とした。各供試体の断面形状および寸法を図-2に示す。主筋比は1.70%、帯筋比は0.032%、軸応力は0.8MPaとした。主筋にはD3の異形棒綱、帯筋には直径0.9mmの鉄線を用い、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。モルタル強度は各供試体とも35MPaである。

2.2 載荷方法 振動台への入力波は図-3に示すように、正弦波を用いて、最大加速度が一定の間に、振動数が2Hzから20Hzまで変化するものとした。この変化量は、低振動から高振動になるにつれて、0.1Hzから0.5Hzまで直線的に大きくし、一定加速度の間に、周期の異なる74個の波を入力した。さらに、最大加速度を3m/s²、5m/s²、6m/s²の3段階とした。実験は、図-4のような載荷装置を用いて、各柱高さで1体ずつ行った。

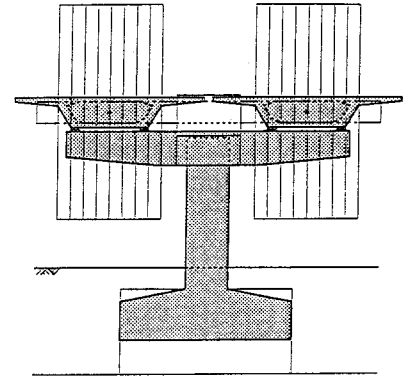


図-1 T型RC橋脚
(想定構造物と実験との対応)

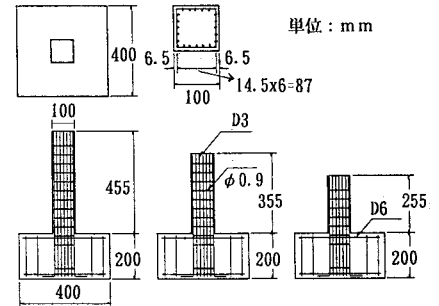


図-2 供試体

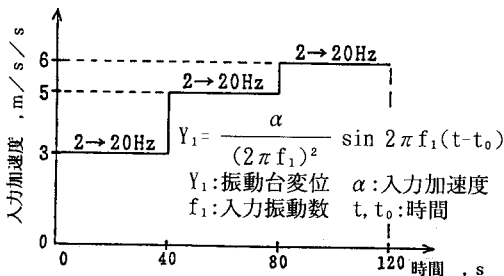


図-3 入力波

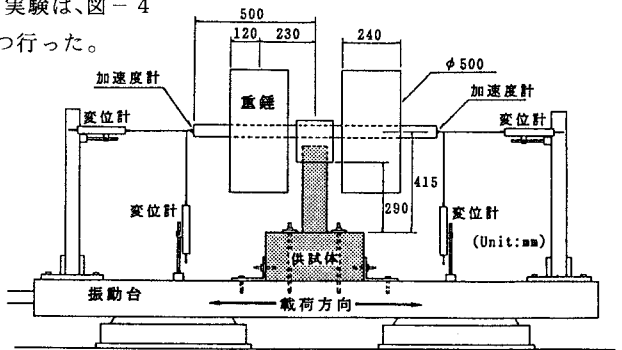


図-4 載荷装置

3. 実験結果および考察

3.1 ロッキング振動発生振動数 損傷度が曲げひび割れ発生程度時におけるロッキング振動発生振動数の実験値と計算値を比較した結果を表-1に示す。ロッキング振動は、重錘の位置よりも下方にある点を中心として回転する低振動数時(1次)の固有振動と、重錘よりも上方にある点を中心として回転する高振動数時(2次)の固有振動が存在する²⁾。なお、計算は減衰を無視して行った。実験値は、図-5に示すような振動数と重錘の回転の各加速度との関係、いわゆる加速度共振変位振動曲線から、低振動時および高振動時のときの1つずつのピークから求めた。

その結果、低周波側の値はほぼ一致した。しかし、高周波側の値が計算値に比べて小さいのは、破壊が進むにつれて線形振動に準ずる計算では、剛性低下を伴った振動数の変化を追いきれないためである。

3.2 ロッキング振動による回転モーメント ロッキング振動が発生したときに、供試体躯体部に生じる曲げモーメントの分布を図-6に示す。橋軸直角方向に地震力が作用したときは、水平方向の慣性力によるモーメント

(M_h)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(M_r)が加わり、躯体上端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、張り出しはり下端の位置である。この点でのモーメントの和を M_t として、3つの供試体高さによる M_t の最大値と計算による供試体の降伏曲げモーメント(M_y)を比較すると、表-2に示すように M_t が M_y の5~7.5割程度になっている。

しかし、 M_t の値が最も大きいのは柱高さが355mmのものである。これは、図-5で示したような角加速度の最大値を比較すると表-2で示すようになり、柱高さが355mmのものが最も大きくなっている。すなわち、ロッキング振動の影響を最も受けていると考えられる。

4. まとめ

T型RC橋脚の橋軸直角方向に地震力が作用したとき、最も危険な断面となる張り出しはり下端位置でのモーメントの最大値は、柱高さによって異なった。すなわち、ロッキング振動による橋脚の地震応答は、柱高さによって影響を受ける。

謝辞 実験の実施にあたり、徳島大学建設材料学研究室卒論生山内昭弘氏(現:松尾橋梁㈱)のご協力を頂きました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献 1)横井克則・島 弘・水口裕之:T形RC橋脚における橋軸直角方向に地震力が作用したときの動的応答、コンクリート工学年次論文報告集, Vol. 15, 1993. 2)小坪清真:土木振動学, 森北出版, 1973.

表-1 ロッキング振動発生振動数(曲げひび割れ発生時)

供試体高さ, mm	455		355		255	
振動モード	1次	2次	1次	2次	1次	2次
入力加速度, m/s^2	3		3		5	
計 算 値, Hz	5.5	20.9	6.9	25.8	7.8	30.4
実 験 値, Hz	4.8	16.7	7.5	15.5	8.3	16.7

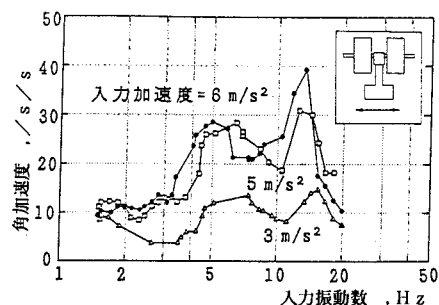


図-5 加速度共振変位振動曲線(柱高さは355mm)

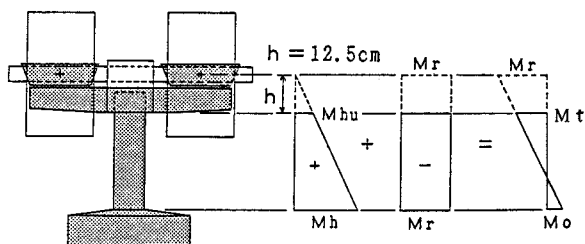


図-6 曲げモーメントの分布

表-2 曲げモーメントの比較(入力加速度=6m/s/s)

供試体高さ, mm	455		355		255	
振動モード	1次	2次	1次	2次	1次	2次
$M_{t \max}$, kN·m	0.9	0.8	1.25	1.30	1.20	0.90
M_y , kN·m	1.78					
$M_{t \max}/M_y$	0.51	0.45	0.70	0.73	0.67	0.51
角加速度, $/s/s$	16.2	24.6	28.5	40.2	26.3	27.8