

T形RC円柱橋脚の地震によるロッキング振動

高知工業高等専門学校 正会員○横井克則
 徳島大学工学部 正会員 水口裕之
 徳島大学工学部 正会員 島 弘
 徳島大学大学院 学生員 山本洋平

1. はじめに

図-1に示すようなT形RC橋脚などの1質点2自由度系の構造物は、地震力が橋軸直角方向に作用した場合、ある振動数においてロッキング振動が生じる。著者ら¹⁾²⁾は、このロッキング振動によってRC橋脚の上部には回転モーメントが発生し、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。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、未検討のまま残されている。そこで、本研究では橋脚断面の形状による影響について調査するために、供試体として断面が円形のもとと矩形的の橋脚模型を用いて、ロッキング振動の発生振動数やこのとき発生する回転モーメントについて比較検討した。

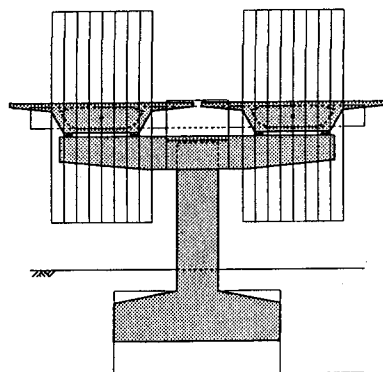


図-1 T形RC橋脚
 (網掛け：想定構造物、細線：実験供試体)

2. 実験概要

2.1 供試体 供試体は、単一柱式T形RC橋脚の縮小模型であり、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。供試体の設計は、コンクリート標準示方書を参考にして決定し、また断面の異なる2つの供試体の条件が同じになるように、主筋本数、重錘の重さなどを調整した。主筋にはD3の異形棒網、せん断補強筋には直径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。各供試体の断面形状および寸法を図-2に、諸条件を表-1に示す。

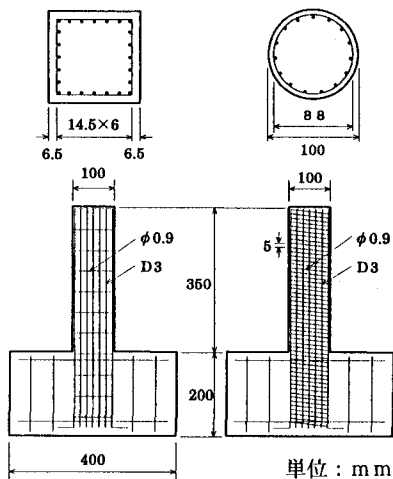


図-2 供試体

2.2 荷重方法 振動台への入力波は、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まで増加するものとした。振動数の増加量は、0.1Hzから0.5Hzの範囲で振動数に比例させて大きくし、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3、3.5、4、5、6m/s²の5段階とした。実験は図-3のような荷重装置を用いて、各1体行った。

表-1 供試体条件

	円形断面	矩形断面
主筋比, %	1.70	1.74
せん断補強形式	帯状	らせん状
せん断補強筋比, %	0.032	0.578
せん断スパン比	4.9	4.7
軸応力, MPa	0.80	0.80
モルタル強度, MPa	35	29

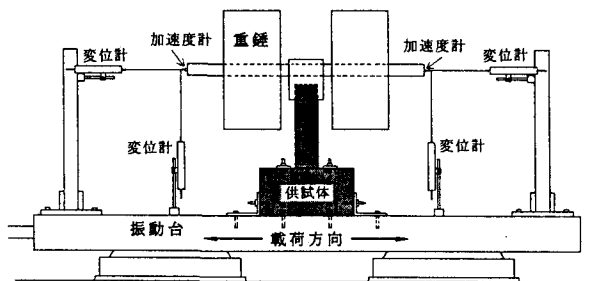


図-3 荷重装置

3. 実験結果および考察

3.1 ロッキング振動発生振動数 各供試体の損傷度が

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。なお、計算値は減衰を無視して求めた。実験値は、図-4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、低振動時の値はほぼ一致したが、高振動時の値は計算値に比べて小さくなっている。これは、ロッキング振動の高振動時における振動形は複雑であり、今回行った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と考えられる。

また、矩形断面に比べて円形断面の方が発生振動数が小さくなっている。これは、矩形に比べて円形断面の橋脚の等価剛性が1/3程度になっているからであると考えられる。

表-2 ロッキング振動発生振動数 (曲げひび割れ発生時)

橋脚断面	円形		矩形	
等価剛性, kN/cm	10.7		30.0	
振動モード	1次	2次	1次	2次
入力加速度, m/s ²	3.5		3.0	
計算値, Hz	3.0	18.6	6.9	25.8
実験値, Hz	3.8	13.3	7.5	15.5

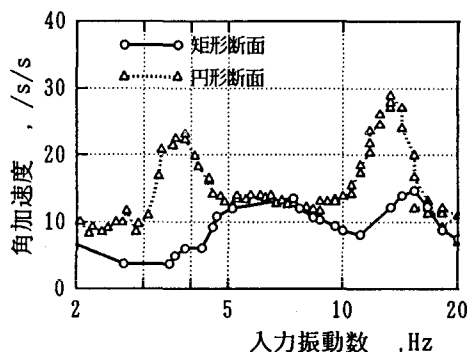


図-4 加速度共振変位振動曲線 (曲げひび割れ発生時)

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-5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(Mh)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(Mr)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Mtとして、各供試体のMtの最大値と供試体の最大抵抗モーメント(Mmax)を比較すると、表-3で示すように各供試体とも4割程度と同じとなっている。すなわち、橋脚断面の形状の違いが、ロッキング振動によって躯体上部に生じる回転モーメントに及ぼす影響は小さいと考えられる。

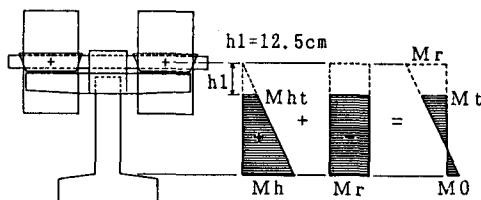


図-5 曲げモーメントの分布

表-3 曲げモーメントの比較 (コンクリート剥離時)

橋脚断面	円形		矩形	
振動モード	1次	2次	1次	2次
Mtmax, kN·m	0.65	0.70	1.25	1.30
Mmax, kN·m	1.80		3.28	
Mtmax/Mmax	0.36	0.39	0.38	0.40

4. まとめ

円柱橋脚と矩形橋脚で比較した場合、断面形状の違いが、ロッキング振動によって躯体上部に生じる回転モーメントに及ぼす影響は小さい。

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, No. 2, pp. 1101-pp. 1106, 1993. 2)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の地震応答に及ぼす柱高さの影響, 土木学会第48回年次学術講演会概要集第5部, pp552-553, 1993.