

R C中空断面高橋脚の耐震性能に関する模型載荷試験について

日本道路公団 正会員 湯川 保之
 同上 正会員 ○築山 有二
 同上 正会員 花田 克彦

1. はじめに

阪神・淡路大震災を契機として、RC橋脚の耐震設計において、構造物のじん性が重要視されるようになったが、従前中空断面は中実断面よりじん性が劣るといわれている。

そこで、中空断面高橋脚の耐震性能を検討するとともに、じん性を高めるための中間帯鉄筋の配置法に関する知見を得るために模型実験を行った。本文では、その実験概要と実験結果の報告を行うものである。

2. 実験計画の概要

2-1 実験の目的

模型実験の目的は次のとおりである。

- ・震災後に示された「復旧仕様」を基に試設計したRC中空断面高橋脚の耐震性能を実験的に把握する。
- ・中間帯鉄筋の具体的な配筋方法に関する知見を得る。

2-2 試験体と実験配列

実験は、高さが40m以上のRC中空断面高橋脚を対象に約 1/10の縮小模型試験体(図-1)を製作し、地震荷重を想定した静的交番繰り返し加力試験により行った。

試験体は合計15体(表-1)で、No.1試験体を標準とし、それぞれ、横拘束鉄筋(帯鉄筋および中間帯鉄筋)の体積比、中間帯鉄筋の加工形状(直角、半円形フックで拘束するタイプ、柱筋幅止めタイプ、帯筋幅止めタイプ等)、中間帯鉄筋の鉄筋径、中間帯鉄筋の補強範囲、基部の断面形状、せん断スパン比およびねじり加力の有無に着目している。

標準試験体の横拘束鉄筋量は「復旧仕様」による地震時保有水平耐力の照査結果を基に設定した。

柱部に使用したコンクリートの圧縮強度は実験時で約400kgf/cm²であった。軸方向鉄筋には、D6鉄筋を焼鈍して使用した。

3. 実験結果

3-1 標準試験体(No.1)の耐震性能

標準試験体の水平荷重-水平変位関係と破壊の進行状況を図-2に示す。標準試験体は最終状態まで軸力を保持して実験を終了しており、十分な耐震性能を有していると考えられる。部材降伏荷重の計算値まで荷重が低下した時点を終局と定義すると、じん性率($\delta u / \delta y$)は10.3であった。

3-2 じん性率と横拘束鉄筋の体積比の関係

横拘束鉄筋の体積比に着目した試験体の実験結果をじん性率と横拘束鉄筋の体積比の関係で示す(図-3、数字は試験体No.)。体積比を変化させる方法には横拘束鉄筋の部材軸方向の間隔を変化させる方法(図中

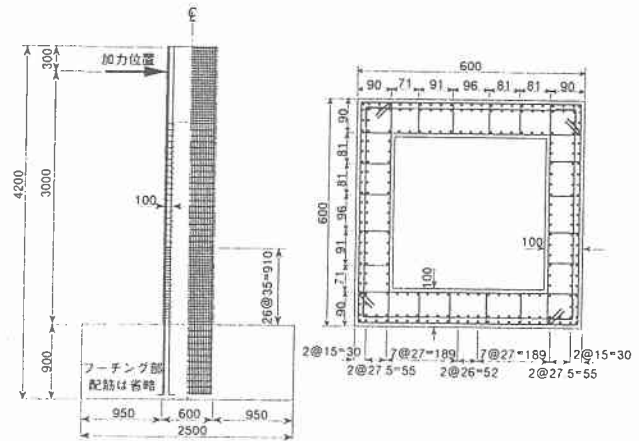


図-1 標準試験体(No.1)の形状寸法と配筋

表-1 実験配列

試験体 No.	間隔 a (mm)	横拘束鉄筋			中間帯鉄筋			基部の平均体積比 (%)	基部の断面形状	せん断スパン比	ねじり	加力条件	
		使用鉄筋	帯鉄筋量	間隔 s (mm)	断面内間隔 d (mm)	使用鉄筋	加工形状						補強の範囲
1	35		0.0036ba	35				1.47	中空	5	-	-	
2	30		0.0042ba	30	96	a案	全高	1.72					
3	20		0.0063ba	20									2.58
4				35	187			D4					1.33
5				35	54	b案	全高	1.69					
6				70	187								0.66
7					96			c案					1.47
8					98	d案	1.54						
9	35		0.0036ba		54		D3						1.46
10				35	96		D4	1.06					
11					187			0.81					
12					96	a案		1.47					
13							基部1D	1.47					
14							全高	1.47					
15	65		0.0019ba	65			全高	0.79					1D中実

b:柱幅 a:帯鉄筋間隔
 平均体積比=(横拘束鉄筋の体積)/(横拘束鉄筋で囲まれたコンクリートの体積)

●) と中間帯鉄筋の断面内間隔を変化させる方法 (図中○) があるが、中間帯鉄筋の断面内間隔を変える方がじん性率に及ぼす影響が大きかった。

また、図中には体積比に着目した試験体のみでなく、中間帯鉄筋だけを細径にし標準試験体と同じ平均体積比になるように配筋した試験体 (NO. 9) 及び中間帯鉄筋を基部の60cm (断面高さに相当) の範囲にのみ配筋した試験体 (NO. 13) の実験結果も併記した。それによると、体積比が同じであれば中間帯鉄筋が細径でも標準試験体と同等以上のじん性率が得られること、中間帯鉄筋の配置が基部のみでも標準試験体よりじん性率が小さくなることはないことがわかった。

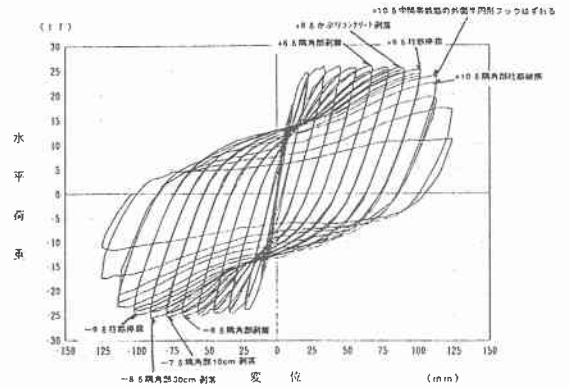


図-2 水平荷重と水平変位の関係

3-3 じん性率と耐力比の関係

基部を中実にした試験体及びせん断スパン比を小さくした試験体の実験結果をじん性率と耐力比 (曲げ耐力に対するせん断耐力の比) の関係で示す (図-4)。横拘束鉄筋の配筋が同じNo. 1 (中空) とNo. 10 (基部中実)、No. 4 (中空) とNo. 11 (基部中実) を比較すると、基部を中実にした方がじん性率が大きくなっている。しかし、通常じん性率評価式のパラメータとして用いられる耐力比との関係でみると帯鉄筋比を変化させたシリーズの勾配 (図中破線) に比べ、基部断面形状がじん性率に及ぼす影響 (図中矢印) は小さい。繰り返し加力を考慮し、 (V_c+V_s) に代わって V_s だけで耐力比を評価しても、矢印の勾配は破線と同等か若干低くなっている。この理由は、交番加力によって実質の V_c 値が低下していることに加え、中空部分では中間帯鉄筋の外側のフックがすべて半円形フックであったのに対し、中実部分では通しで配筋されるため半円形フックと直角フックが千鳥に配置されることにより、中空部分に比べて中間帯鉄筋の効きが良くないことなどの影響が考えられる。

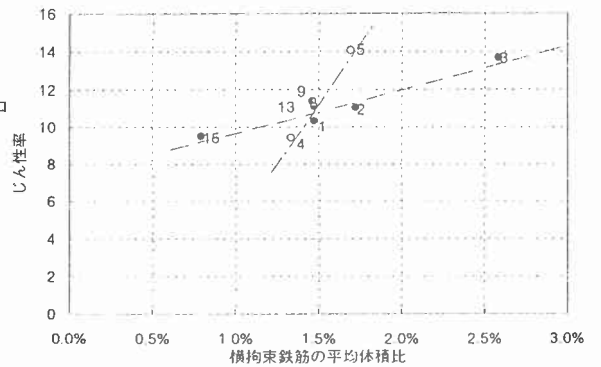


図-3 じん性率と横拘束鉄筋の平均体積比の関係

4. 実験から得られた知見

今回の模型載荷試験の結果から得られた知見をまとめると次のとおりである。

- ・ 中間帯鉄筋を配筋した RC 中空断面橋脚部材は十分な耐震性能を有していた。
- ・ 中間帯鉄筋だけを細径にした場合、体積比を同じにすれば、標準試験体と同等以上のじん性が得られた。
- ・ 中間帯鉄筋を基部 1 D 区間のみに配置した場合でも標準試験体と同様のじん性であった。
- ・ 基部の断面形状については、中空に比べ中実の方がじん性率が大きくなったが、その上昇割合は中実部分の中間帯鉄筋によって増加した V_s 分で見込まれる量と同等か若干低かった。

5. おわりに

中空断面高橋脚においては、今回の実験により十分なじん性を有していることが確認されたと考えられる。また、中間帯鉄筋の配筋方法に関する基本的な知見も得られたと考えられる。

高橋脚を有する橋梁は、一般的に中低橋脚の橋梁に比べて地震時の振動特性が複雑であると言われており今後はさらに検討・解析をすすめ、今回の実験結果をベースに中空断面高橋脚の耐震性能評価に反映させるつもりである。最後に本文が今後の耐震設計の一助となれば幸いである。

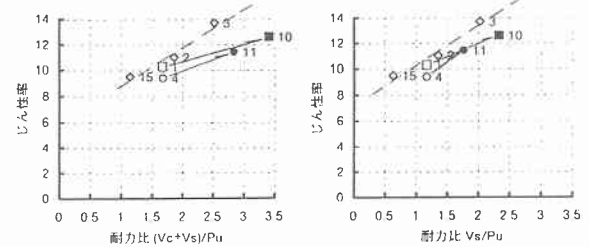


図-4 じん性率と耐力比の関係