

RC 中空断面橋脚の耐震性能に関する実験的検討

(株) 高速道路総合技術研究所 正会員 ○高原 良太
 (株) 高速道路総合技術研究所 正会員 青木 圭一

1. はじめに

平成24年の道路橋示方書の改定により鉄筋コンクリート橋脚の地震時保有水平耐力及び許容塑性率の算出方法が見直されたが、その適用範囲は充実断面の鉄筋コンクリート橋脚とされている。また、中空断面を有する鉄筋コンクリート橋脚（以下、RC 中空断面橋脚という）について、塑性変形能が確実に発揮できるような形状及び配筋についての構造細目が新たに規定されている。そこで本稿では、平成24年以前の基準に基づいて設計・施工された高速道路のRC 中空断面橋脚について載荷実験を行い、その耐震性能の検証を行うとともに、H24 道示の規定の適用性について検討を行った。

2. 実験概要

実験は、既設のRC 中空断面橋脚を模した約1/6縮尺の供試体に対し正負交番繰返し載荷を実施した。供試体は図-1に示す寸法とし、No.1を標準供試体として、まず軸方向鉄筋比と軸応力を変化させた2体（No.2, No.3）を設定した。さらにH24道示で規定された構造細目に着目し、中間帯鉄筋のフック形状の配置を鋭角フックと直角フックで千鳥配置とした1体（No.4）と内空基部を高流動コンクリート及び軽量モルタルで充填し充実断面とした2体（No.5, No.6）を加えた合計6体について実験を行った。各供試体の諸元を表-1に示す。また、実験時のコンクリート圧縮強度は32~40N/mm²、弾性係数は27~32kN/mm²の範囲であった。充填材料の高流動コンクリート、軽量モルタルの圧縮強度はそれぞれ34.5N/mm²、2.6N/mm²であった。

載荷時に与える水平変位については、計算により求めた初降伏荷重（最外縁の軸方向鉄筋が初めて降伏する時の水平力）に達した時の水平変位と計算上の降伏水平耐力から算出される降伏変位 δ_y の整数倍の水平変位とし、各ステップで同じ水平変位を3回ずつ繰り返す漸増載荷を行った。

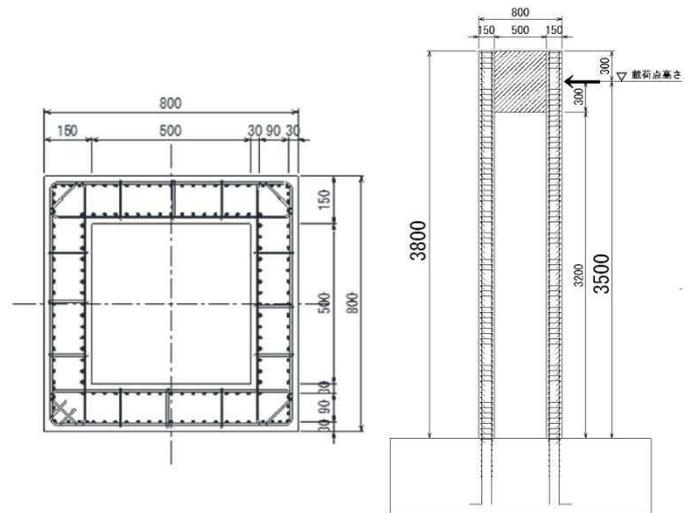


図-1 実験供試体の概要

表-1 供試体の諸元

供試体No.	1	2	3	4	5	6		
せん断スパン比	4.4							
中立軸位置(mm)	119	197	96	179	169	166		
軸応力 (N/mm ²)	2.9	4.5	2.9	4.5	4.5	4.5		
軸方向鉄筋	種別	SD345						
	鉄筋径(mm)	D10						
	間隔(mm)	外側	35	23	60	35	23	23
		内側	35	23	60	35	23	23
鉄筋比(%)	2.8	4.1	1.7	4.1	4.1	4.1		
横拘束鉄筋	種別	SD345						
	鉄筋径(mm)	D6						
	間隔(mm)	45						
	体積比(%)	1.8						
フック形状	外側	鋭角			鋭角			
	内側	直角			千鳥配置			
内空基部充填材料	充填なし				高流動con	軽量モルタル		

※中立軸位置は供試体断面の外縁からの長さを表す

3. 実験結果及び考察

(1) 荷重-変位関係と損傷状況

図-2に供試体No.2と供試体No.5の水平荷重-水平変位関係を示す。両供試体ともに水平荷重の最大値は同程度であるが、No.2は変位 $5\delta_y$ において耐力の大幅な低下が見られたのに対し、No.5は $5\delta_y$ までは耐力を保持し $6\delta_y$ において大幅な低下が生じる結果となった。載荷時の損傷状況については、No.2は $4\delta_y$ において外側軸方向鉄筋の座屈及び外面かぶりコンクリートの剥落が生じ、その後 $5\delta_y$ において内側軸方向鉄筋の座屈及び内面かぶりコンクリートの剥落が生じている。このことから、内面かぶりコン

キーワード RC 中空断面橋脚, 正負交番繰返し載荷, 終局変位塑性率

連絡先 〒194-8508 東京都町田市忠生 1-4-1 (株) 高速道路総合技術研究所 TEL 042-791-1625

クリートの剥落の発生が耐力の大幅な低下につながるということが明らかとなった。この損傷過程はNo. 1においても同様であったが、軸方向鉄筋比の低いNo. 3は耐力の低下が生じて内面のはらみ出しは発生しなかった。No. 3は断面中立軸の位置が唯一内側軸方向鉄筋位置よりも外側となっており、中立軸の位置が内面損傷の発生に影響していると考えられる。一方No. 5は、 $4\delta_y$ において外側軸方向鉄筋の座屈及び外面かぶりコンクリートの剥落が生じる状況はNo. 2と同様であったが、 $5\delta_y$ においても内面の変状が生じることはなく、 $6\delta_y$ において外側軸方向鉄筋の破断が生じ耐力の低下に至った。この損傷過程はNo. 6においても同様であった。これより、内空基部を充実断面とすることにより、内面の損傷発生を抑制することができ、結果として変形性能の向上につながることも明らかとなった。No. 2の終局後の損傷状況を写真-1に示す。

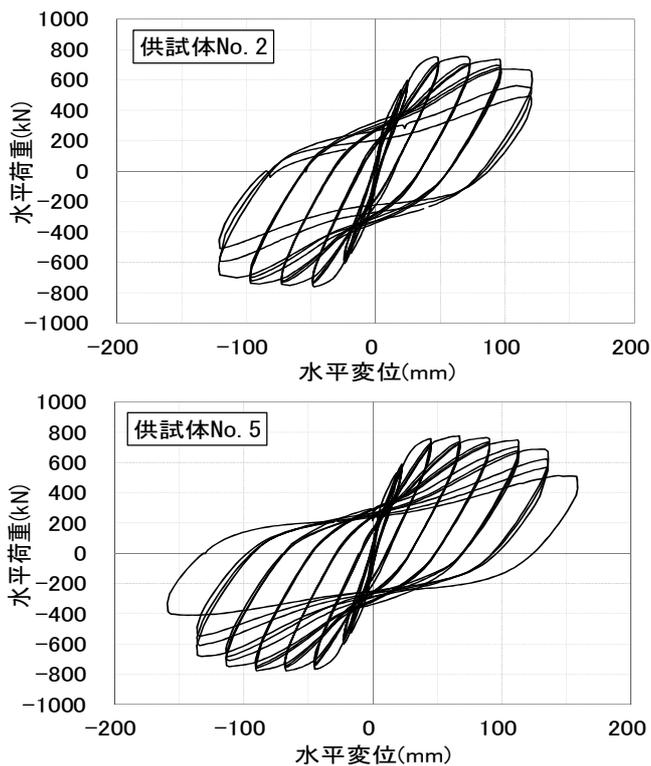


図-2 水平荷重—水平変位の関係



(a) 外面の損傷

(b) 内面の損傷

写真-1 供試体 No. 2 の損傷状況

(2) 終局変位塑性率

図-3に軸方向鉄筋比と終局変位塑性率 μ_{δ_u} の関係を示す。 μ_{δ_u} は、繰返し1回目の最大荷重が計算耐力以上であり、かつ、繰返し3回目の最大荷重が1回目の85%以上であるという条件を満たす最大の変位の δ_y に対する倍率を表している。 μ_{δ_u} は、軸方向鉄筋比が増加するとともに低下する傾向となった。なお、内空基部を充填したNo. 5, No. 6は充填していないNo. 2に比べ μ_{δ_u} が高い値となっており、内空基部の充填によりじん性が向上していることが分かる。また、中間帯鉄筋のフック形状の配置を千鳥配置としたNo. 4は外側をすべて鋭角フックとしたNo. 2と比較しても μ_{δ_u} の値は変わらず、フック形状の配置がじん性に及ぼす影響は顕著には表れなかった。

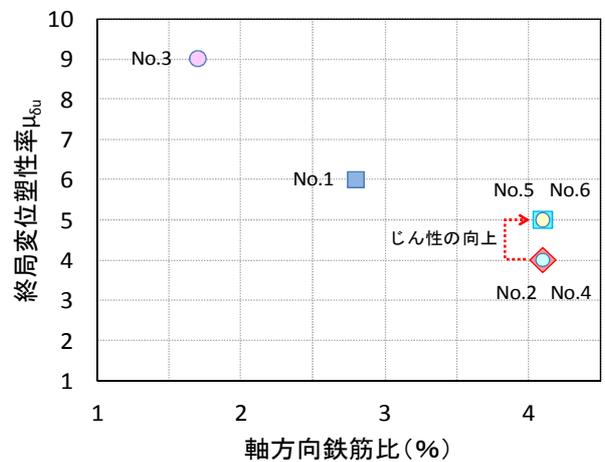


図-3 軸方向鉄筋比と終局変位塑性

4. まとめ

既設のRC中空断面橋脚を模した供試体についての正負交番繰返し載荷実験の結果から以下のことが明らかとなった。

(1) RC中空断面橋脚は変形が進むと、まず外面の損傷が生じた後に内面の損傷が生じ、水平耐力の大幅な低下に至るが、断面中立軸の位置により内面の損傷状況は異なる。

(2) 軸方向鉄筋比が高いほど断面中立軸は内空側に位置し、終局変位塑性率 μ_{δ_u} は低くなっていくが、内空基部を充填し充実断面とすることで内面の損傷が抑制されじん性は向上する。

参考文献

1) 湯川保之, 緒方辰男, 須田久美子, 斉藤宗: 中空断面鉄筋コンクリート高橋脚の耐震性能, 土木学会論文集, No. 613/V-42, pp. 103-120, 1999. 2