

高軸力・高軸方向鉄筋比条件下の中空断面 RC 橋脚の正負交番繰返し載荷実験

(独) 土木研究所 正会員 ○八ツ元 仁
(独) 土木研究所 正会員 堺 淳一
(独) 土木研究所 正会員 星隈 順一

1. はじめに

山間部で建設される橋梁では、高さの高い橋脚を採用することが多く、この場合には自重を小さくすることにより地震力の低減や施工コストの低減を図るため、RC 橋脚では中空断面を採用することが多い。このような中空断面 RC 橋脚については、文献 1)の中で、壁厚が小さく高軸力・高軸方向鉄筋比といった構造条件がそろった場合、従来の充実断面橋脚とは異なる破壊形態を示すという結果が報告されている。本研究では、軸方向鉄筋に SD490 を使用した文献 1)とは異なり、SD345 を用いた場合でも高軸力・高軸方向鉄筋比という条件下の中空断面 RC 橋脚において文献 1)で確認された特徴的な破壊形態を示すかどうかを検証するため、正負交番繰返し載荷実験を実施した。

2. 実験概要

図 1 に実験概要を、表 1 に供試体の構造諸元を示す。本実験では軸力の条件が中空断面 RC 橋脚の限界状態に与える影響を検証するため、同じ構造諸元の供試体を 2 体作製した。供試体の断面寸法は、実橋脚の 1/7 程度の規模である文献 1)の供試体と同じとし、軸方向鉄筋比は水平耐力が同等となるように決定した。供試体に使用した軸方向鉄筋、帯鉄筋、横拘束筋は SD345 であり、コンクリートの設計基準強度は 40 N/mm²とした。帯鉄筋は鋭角フック、中間帯鉄筋は一般的に中空断面橋脚の施工で行われている、外周面側で鋭角フック、内面側で直角フックによる定着を行った。載荷については、想定した軸力を橋脚頭部に、水平載荷を橋脚基部より 4,200mm の位置に与えた。高軸力状態を想定した供試体 1 には文献 1)での実験条件と合わせるため柱基部での軸応力が 4.5N/mm²となるように、低軸力状態を想定した供試体 2 には充実断面橋脚の平均的な軸力状態程度として軸応力が 1.0N/mm²となるように軸力を与えた。水平載荷は変位制御により行い、基準変位 δ_0 の整数倍の水平変位を各載荷ステップに対して 3 回繰返

す漸増載荷とした。なお、本実験では実験結果の比較が容易となるように、 δ_0 を供試体 1 の初降伏変位である 35mm で統一した。計測項目は、アクチュエーターによる荷重、載荷点位置における水平変位、橋脚基部付近の曲率、軸方向鉄筋および帯鉄筋のひずみとした。また、ひび割れなどの外観の変状については、外周面については目視による観察を行い、内面の変状については橋脚

表 1 実験供試体諸元

供試体No.	1	2
断面形状	中空	
載荷点高さ(mm)	5,000	
形状(載荷方向×載荷直角方向)	975×730	
せん断スパン比	5	
軸方向鉄筋	種別	SD345
	鉄筋径	D16
	鉄筋比(%)	6.408%
横拘束筋	種別	SD345
	鉄筋径	D10
	間隔(mm)	40
	有効長(mm)	191.25
	体積比(%)	0.018%
軸力(N/mm ²)	4.5	1.0

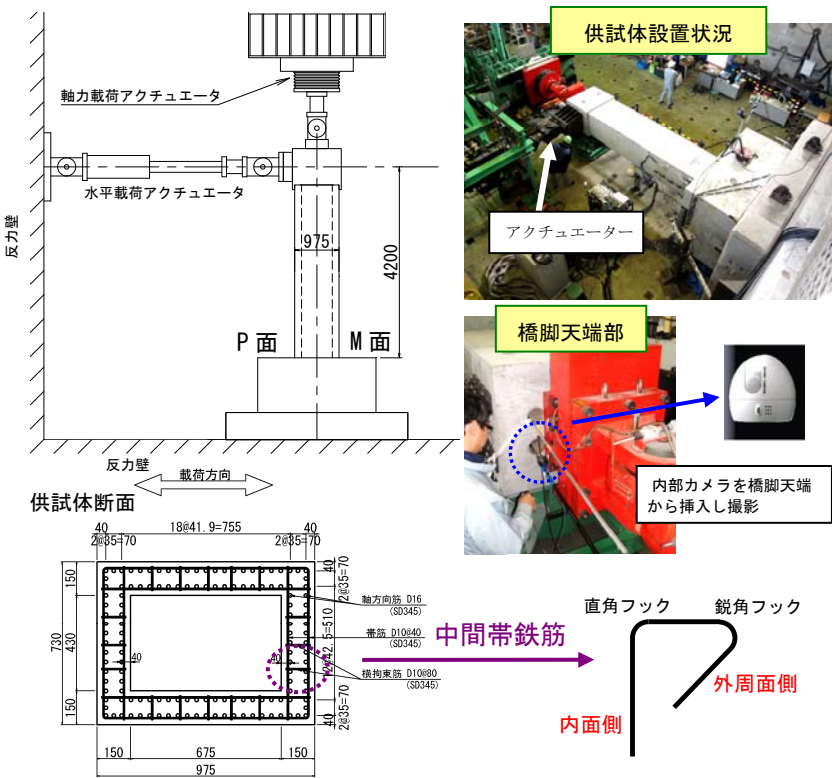


図 1 正負交番載荷実験の概要

キーワード 中空断面 RC 橋脚、高軸力・高軸方向鉄筋比、正負交番繰返し載荷実験、内面損傷、破壊形態

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 土木研究所 構造物橋梁構造研究グループ TEL029-879-6773

天端部に設けた穴から内部カメラを挿入して観察を行った。

3. 実験結果

図2に水平荷重－水平変位の履歴曲線を、表2に各供試体の降伏変位，終局変位および塑性率を示す。また，図中には軸方向鉄筋の降伏時（図中A），かぶりコンクリートの剥落時（図中B），軸方向鉄筋の破断時（図中C）の変位をあわせて記す。なお，図中での水平変位については計測した実データであり，鉄筋の伸び出し等の補正は行っていない。

かぶりコンクリートの剥落が生じた変位は供試体1で $3\delta_0$ ，供試体2で $4\delta_0$ であり，その違いは $1\delta_0$ 程度であったが，終局変位は供試体1で $4\delta_0$ ，供試体2で $6\delta_0$ となり，両者の違いが大きくなった。なお，ここで言う終局変位とは，最大耐力付近で安定していた水平荷重が大きく低下し始める直前の水平変位のことである。終局変位を塑性率で整理してみると，供試体1で正負平均して4.1，供試体2では8.2という結果になった。

写真1，写真2に破壊状態に至る直前の，各供試体におけるフランジ部の外周面および内面の損傷状況写真を示す。供試体1，供試体2ともに内面の損傷が外周面の損傷より進展が早く損傷が大きくなった。内面の方が外周面に比べて圧縮ひずみが小さく，一般には損傷が生じにくいと考えられるが，高軸力・高軸方向鉄筋比の場合にはこの圧縮ひずみの差が相対的に小さくなることや，中間帯鉄筋の内面側の定着が直角フックであるため鋭角フックで定着した外周面側に比べてフックが開きやすく，帯鉄筋のはらみ出しを抑制することができなかったことがこの理由と考えられる。

実験終了時の破壊状態については，供試体1では圧縮フランジ面でのコンクリートの圧縮破壊，供試体2ではウェブ面でのコンクリートの破壊，と破壊に至った部位が異なった。供試体1のように軸応力が大きい場合には，圧縮フランジのコンクリート破壊が早い段階で生じるが，供試体2のように軸応力が小さい場合には，圧縮フランジのコンクリート破壊がなかなか生じず，結果的に繰返しのせん断変形を受けてコンクリートが粉碎されたウェブ面の破壊が支配的となり，このような破壊状態の違いが生じたと考えられる。

4. まとめ

軸方向鉄筋にSD345を用いた中空断面RC橋脚では壁厚が小さく高軸力・高軸方向鉄筋比の場合に，内面の損傷が外周面より大きくなるという損傷の傾向や，軸力条件が異なると破壊形態が大きく異なることが明らかとなった。軸力の条件に関係なく外周面に比べて内面の損傷が大きかった原因の一つが中間帯鉄筋の内面側の定着方法にあること，実際には外周面の損傷から内面の損傷を推測することが難しいこと等を考えると，中空断面RC橋脚を採用する場合は内面の損傷にも十分に配慮する必要があると考える。

参考文献

1) 玉越隆史，星隈順一：軸方向鉄筋にSD490を用いるRC中空断面橋脚の耐震性について，土木技術資料，2011年5月

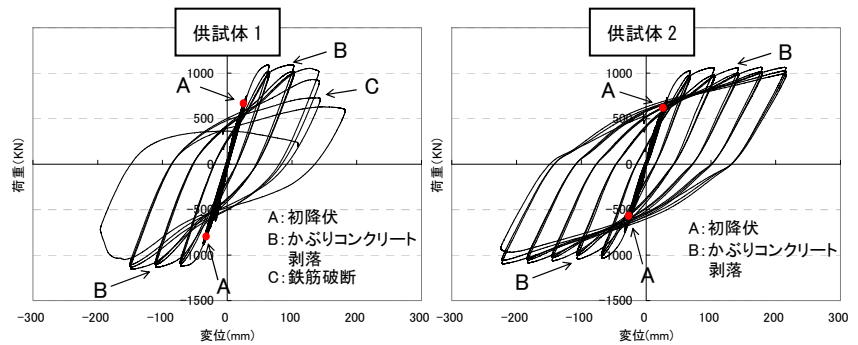


図2 水平荷重－水平変位履歴

表2 各供試体の降伏変位，終局変位および塑性率

	正側			負側		
	降伏変位	終局変位	塑性率	降伏変位	終局変位	塑性率
供試体1	36.1	141.3	3.9	34.6	149.1	4.3
供試体2	25.6	215.3	8.4	26.0	221.7	8.5



写真1 供試体1の損傷状況 ($4\delta_0$)

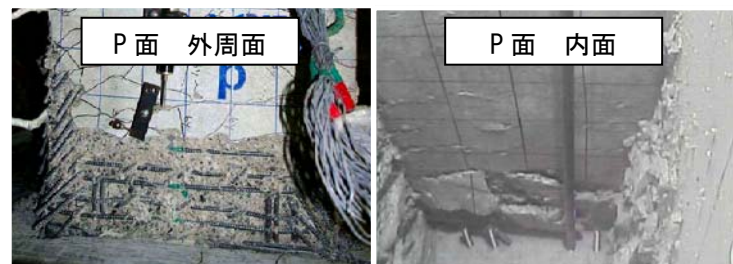


写真2 供試体2の損傷状況 ($6\delta_0$)