

第V部門

柱基部の断面構造が異なる中空断面RC橋脚の正負交番载荷実験

京都大学工学部 学生員 ○門谷 晃太

京都大学大学院工学研究科 正会員 植村 佳大
 京都大学大学院工学研究科 正会員 高橋 良和

1. 背景および目的

中空断面を有するRC橋脚(中空断面RC橋脚)では、現行設計にて柱基部を中実断面とすることが規定されている¹⁾。しかし、基部が中空である中空断面RC橋脚は多く現存しており、その既存不適格な橋脚の耐震性能把握が急務となっている。また、現行設計を満たす基部が中実である中空断面RC柱を対象とした既往の研究は限られており²⁾、更なる検討が必要であるといえる。そこで本研究では、基部が中空および中実断面である二種類の中空断面RC供試体に対して正負交番繰り返し载荷を実施し、それらの耐震性能について検討する。

2. 実験概要

実験供試体概要を図-1に示す。中空断面供試体では柱高さが0~3200mmの領域が中空断面であり、基部中実断面供試体では柱高さ0~1600mmの領域が中実断面、柱高さが1600~3200mmの領域が中空断面となっている。

本実験では、最外縁の軸方向鉄筋が初めて降伏した時点の水平変位を基準振幅 δ_y ($=16\text{mm}$)とし、その整数倍の水平変位において繰り返し回数3回の正負交番载荷を実施した(载荷試験1)。その際、载荷軸力は1150kNとした。また本研究では、载荷面・载荷面裏側の軸方向鉄筋がともに座屈した時の変位を終局変位と定義し、終局後に終局変位において多数繰り返し载荷を行うことで、同一振幅下での多数繰り返し载荷が柱の地震時性能に与える影響について検討した(载荷試験2)。

3. 実験結果および考察

(1) 荷重-変位関係および鉛直変位-水平変位関係

図-2に両供試体の荷重-変位関係および鉛直変位-水平変位関係を示す。両供試体とも载荷試験1においては大きな差は見られなかったものの、载荷試験2において、中空断面供試体でのみ内側軸方向鉄筋の座屈に伴う急激な復元力の低下および軸沈下が見られた。

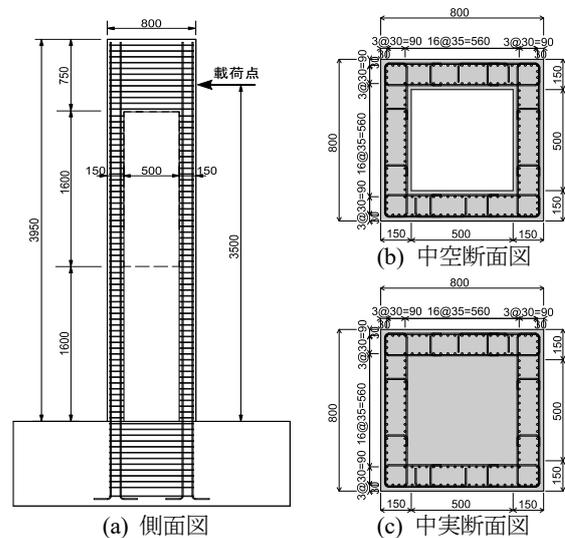


図-1 供試体概要 (Unit: mm)

表-1 供試体諸元

		中空断面供試体	基部中実断面供試体
軸方向鉄筋	種別	D10(SD345) 152本	
	鉄筋比	2.78	1.70
帯鉄筋	種別	D6(SD345)@60mm	
	鉄筋比	0.70	0.26
中間帯鉄筋		D6(SD345)@60mm	
軸応力(kN)		2.95	1.80
曲げせん断耐力比		1.27	1.70

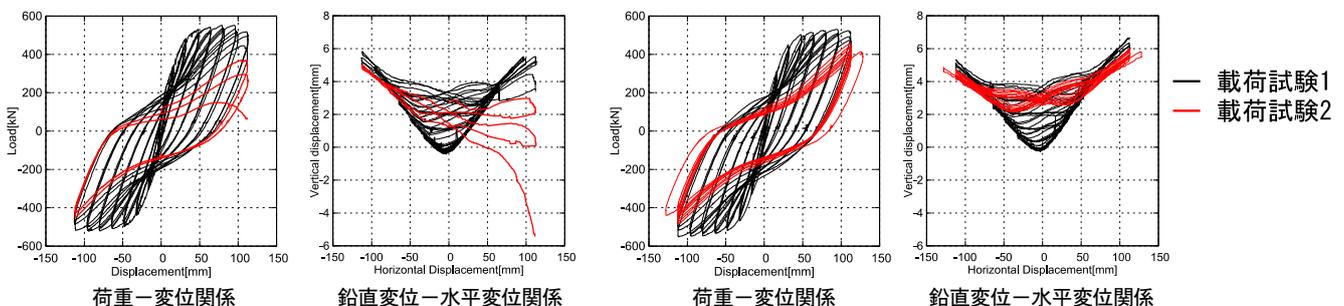


図-2 荷重-変位関係および鉛直変位-水平変位関係

Kota KADOTANI, Keita UEMURA, Yoshikazu TAKAHASHI
 kadotani.kouta.32s@st.kyoto-u.ac.jp

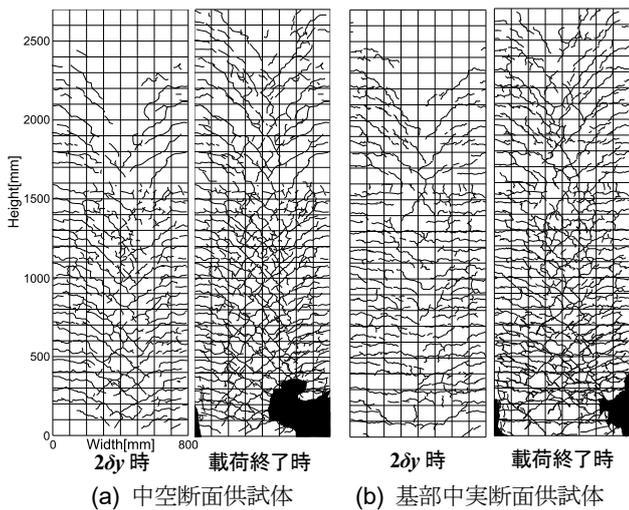


図-3 供試体側面のひび割れ図

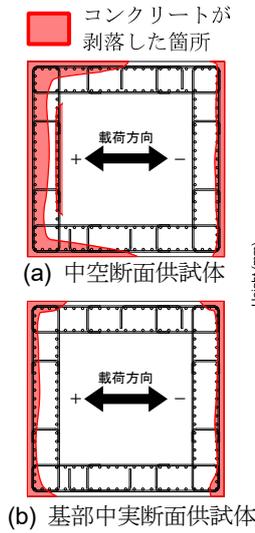


図-4 供試体基部損傷図

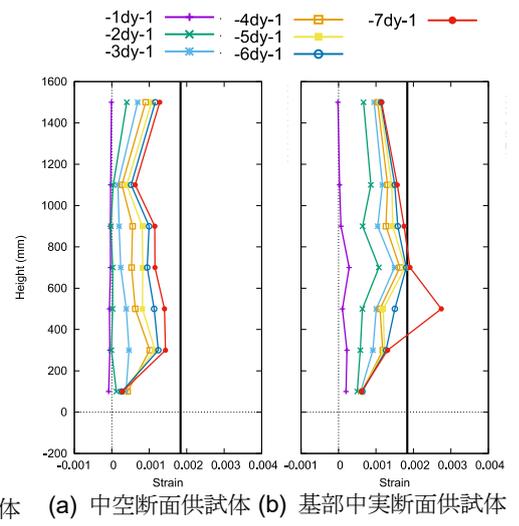


図-5 帯鉄筋ひずみの高さ方向分布

この脆性的な破壊は、荷重振幅の増大に伴うものではなく、同一振幅での繰り返し荷重によって生じたものである。よって、基部が中空断面である柱構造では、内側軸方向鉄筋の座屈が発生すると、応答変位が増大せずとも、その後の繰り返し応答により急激な荷重低下が発生することが明らかとなった。

(2) 破壊性状

各供試体における荷重側面のひび割れ図を図-3に示す。図より、中空断面部ではウェブ部で中空特有の斜めひび割れが確認された。一方、中実断面部では荷重初期においては水平ひび割れが発生していたが、荷重が進むにつれてそのひび割れが斜め方向に進展する様子が確認された。その後、両供試体ともひび割れの増加・進展、外側かぶりコンクリートの浮き・剥離、外側軸方向鉄筋の座屈の順に破壊が進行した。また、中空断面供試体でのみ、内側軸方向鉄筋の内側座屈が確認された。

図-4に荷重試験終了時の各供試体の基部断面の損傷部(赤色網掛け部)を示す。中空断面供試体はフランジ部コンクリートが大きく損傷しており、粉体化が確認された。中空断面供試体でのみ急激な耐力低下がみられたのは、この軸力を保持する圧縮領域のコンクリート断面積が大きく減少したものによると考えられる。

(3) 帯鉄筋ひずみ

図-5に各供試体の荷重側面における外側帯鉄筋ひずみの高さ方向分布を示す。図より、中空断面供試体の方が基部中実断面供試体よりも全体として大きな値を示していることがわかる。これは中空断面供試体の方がせん断力に抵抗するウェブ部のコンクリート断面積が小さく、帯鉄筋のせん断分担量が大きいことによるものだと考えられる。

これらのことから、曲げ破壊が優先して起きるよう設計された中空断面RC柱でも、中空断面部においてせん断の影響は無視できない可能性があるといえる。

4. まとめ

中空断面供試体と基部中実断面供試体において、終局以前では結果に大きな差異は見られなかったものの、終局以後の同一振幅繰り返し荷重時に、中空断面供試体で基部のコンクリート損傷に伴う急激な軸沈下および荷重低下が発生した。また、中空断面供試体では、柱側面のウェブ部に斜めひび割れが発生し、帯鉄筋の降伏も確認された。これは、中空断面供試体ではせん断力に抵抗できるウェブ部のコンクリート断面積が小さいことが原因であると考えられる。

謝辞: 本研究は、西日本高速道路株式会社との共同研究として実施し、一部は「2020年度京都大学と西日本高速道路株式会社における共同研究」の助成を受けて実施した。謝意を表します。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説-V 耐震設計編，2017.11
- 2) 湯川保之，緒方辰男，須田久美子：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.