

V-406

鋼管・コンクリート複合構造橋脚の耐震性能についての実験的研究

日本セメント（株） 正会員 前堀 伸平
 （株）大林組 正会員 加藤 敏明
 京都大学工学研究科 正会員 高橋 良和
 京都大学工学研究科 フェロー会員 家村 浩和

1. はじめに

近年では建設技術・労働者不足を背景に、省力化・急速施工を兼ね備えたものとして、鋼管をRC内に埋め込んだ鋼管・コンクリート複合構造が注目されている。しかしこうした構造の力学的特性や耐震性能は十分に明らかになっているとは言い難い。そこで本研究では鋼管・コンクリート複合構造橋脚の耐震性及び変形性能を、モデルとなる供試体を用いて実験的に検討した。

2. 実験概要

実験に用いた供試体の断面図を図-1に、側面図を図-2に示す。また供試体のパラメータを表-1に示す。いずれの供試体とも軸方向鉄筋としてSD295D10を8本用い、外径76.3mm、肉厚2.8mmの鋼管STK400を4本設置した。またせん断補強筋には、高強度PC鋼線φ2.0をスパイラル筋として用い、底部から2D区間までを50mmピッチで、それ以降を100mmピッチで巻き付けた。帯鉄筋比は0.04%であるが、通常の帯鉄筋との降伏強度の比を掛け合わせた換算帯鉄筋比は0.21%となった。

載荷方法は、供試体長の1%（a/dが2のものについては0.5%）の変位を基準として、この整数倍の変位振幅で、正負各2回ずつ繰り返すことを基本とし、軸力一定(294kN)下での正負交番の水平変位制御で、供試体が終局状態に至るまで載荷を行った。

またハイブリッド地震応答実験も行った。ハイブリッド実験では、1自由度せん断バネモデルとし、固有周期は高橋脚を意識して2.0秒とした。入力地震波は、タイプⅠとして宮城県沖地震における開北橋LGの地震波、タイプⅡとして兵庫県南部地震における神戸海洋気象台NSの地震波を用意し、これらの加速度を適当にスケールリングして実際の入力とした。

3. 実験結果及び考察

静的載荷実験では、せん断スパンの違いによって破壊形式が異なった。a/dが4である供試体P4-1では、く体下端部に曲げひび割れがたくさん入り、最終的には圧縮側のコンクリートが圧壊し、軸方向鉄筋が座屈して曲げ破壊を起こした。一方a/dが2である供試体P2-1,2では、載荷初期の段階からせん断ひび割れが多くみられ、最終的にせん断破壊を起こしたが、斜めひび割れが

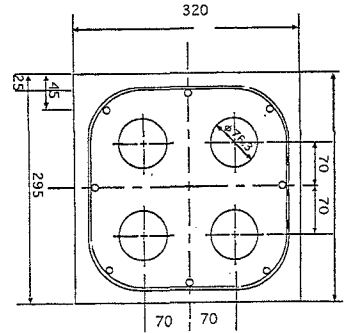


図-1 供試体断面図

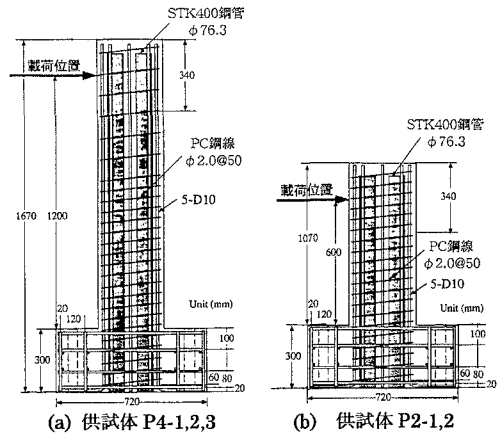


図-2 供試体側面図

表-1 供試体パラメータ

供試体 No.	実験タイプ	a/d
P4-1	静的曲げ	4.0
P4-2	ハイブリッドタイプⅡ	4.0
P4-3	ハイブリッドタイプⅠ	4.0
P2-1	静的せん断	2.0
P2-2*	静的せん断	2.0

*鋼管の付着方向のためリブを多く取り付けた

キーワード 複合構造、鋼管、耐震性能、せん断耐力、変形性能、靱性

〒606-8317 京都市左京区吉田本町 TEL(075)752-5088 FAX(075)753-5926

形成されても直ちに破壊には至らず、斜めひび割れ先端のコンクリートが圧縮破壊するせん断圧縮破壊を起こした。いずれの供試体においても脆性的な破壊は免れた。

静的載荷実験より得られた荷重－変位曲線を図-3,4に、主な実験結果を表-2に示す。なお最外縁の軸方向引張鉄筋が降伏する時を降伏時、荷重－変位曲線の各サイクルにおけるピーク変位時の荷重が、最大荷重の80%を下回らない最大の変位を終局変位と定義し、正負それぞれの方向について求めている。また靱性率はこれらの変位の比から求めている。これによると、鋼管・コンクリート複合構造は、従来のRC構造とは少し異なった履歴曲線を描くことがわかる。最大荷重点以降では徐々に荷重が低下しているものの、かなりの荷重を維持しており大きな変形性能を有している。これは鋼管によってある程度せん断力が分担されているためだと考えられる。

また、終局変位、靱性率ともに、破壊形式が異なるにもかかわらず、十分に大きな値をとることがわかる。とりわけせん断破壊をした供試体において、十分な変形性能を発揮して脆性的な破壊を免れたことは、従来のRC構造との大きな違いであり、本構造の特長でもある。各供試体とも終局変位を超えるような変位に対しても鋼管の存在によってある程度の荷重を残している。

次にハイブリッド実験の結果について表-3に示す。最大応答加速度は、タイプⅠとⅡでほぼ同じ程度の値となっている。最大入力加速度の大きさの違いを考えると、この長周期モデルではタイプⅠの地震波により共振しやすいことがわかる。最大応答変位は静的実験で得られた終局変位を大きく超えているが、そのような大変形に対しても、実験途中で供試体が崩壊してしまうことなく最後まで荷重を受け持った。また、残留変位も大変形を受けたにしては小さい値にとどまった。これも鋼管の存在によるものと考えられ、本構造の特長と考えられる。

4. 結論

本研究で明らかになった事項を以下に示す。

- (1) 鋼管・コンクリート複合構造は、鋼管の存在によりせん断破壊を起こす場合でも、脆性的な破壊を免れ、大きな靱性を示す。
- (2) 鋼管・コンクリート複合構造は、従来の定義による終局変位を超えるような大変形に対しても、なお優れた変形性能を発揮し、崩壊を免れている。
- (3) 鋼管・コンクリート複合構造では、残留変位も比較的小さい値にとどまる。

【参考文献】

- 1) 渡辺忠男他3名：鋼管鉄筋コンクリートの耐力・変形性能 コンクリート工学年次論文報告集，1996
- 2) 田中克直：中空断面 RC 橋脚の変形性能と耐荷力に関する研究 京都大学大学院修士論文，1997

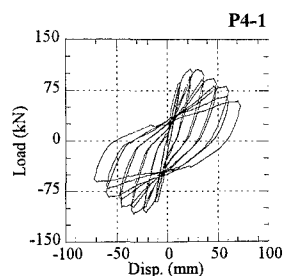


図-3 荷重－変位関係（供試体 P4-1）

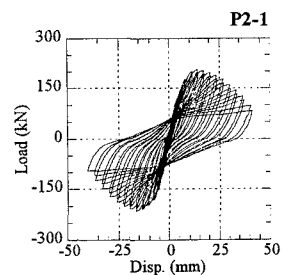


図-4 荷重－変位関係（供試体 P2-1）

表-2 実験結果

供試体 No.	方向	降伏荷重 (kN)	降伏変位 (mm)	最大荷重 (kN)	終局変位 (mm)	靱性率
P4-1	+	68.9	7.13	107.2	48.6	6.82
	－	66.6	5.89	108.7	47.9	8.13
P2-1	+	122.5	4.15	205.2	26.9	6.48
	－	120.6	4.37	213.6	29.3	6.70
P2-2	+	112.9	4.89	200.6	30.3	6.20
	－	111.4	3.73	215.5	28.8	7.72

表-3 ハイブリッド実験結果

供試体 No.	最大入力 加速度 (gal)	最大応答 加速度 (gal)	最大応答 変位 (mm)	残留 変位 (mm)
P4-2	146.2	31.5	62.4	12.09
P4-3	57.4	28.6	63.0	1.10