

I - 18

RCFT 構造の橋脚モデルに関する実験的研究 その1

八戸工業大学大学院 学生員 ○ 石橋 博則

八戸工業大学 正会員 長谷川 明

八戸工業大学 フェロー 塩井 幸武

1.はじめに

鉄筋コンクリート充填鋼管(RCFT)構造は、従来のコンクリート充填鋼管(CFT)に比べ優れた力学的特性を有している。実構造物の構造特性として、曲げとせん断が同時に作用する。そこで本研究は、RCFT 構造の曲げせん断に対する力学的特性は明らかとなっていないことから、1) 異なる配筋、2) 鋼管のリブの有無、3) 径厚比および、4) コンクリート強度、以上の試験パラメータを用いて RCFT 構造の曲げせん断に対する力学的特性を明らかにするために曲げせん断試験を実施した。ここでは主に、試験の概要と結果について報告する。

2.試験概要

試験体は、橋脚をモデル化し、柱部材を RCFT・CFT 柱構造としてフーチングと一体化させたものである。また、水平載荷時における軸直角方向への変形を防止するため、柱構造を2本設ける方法を取った。主な試験状況を図-1に示す。柱部材は、図-2に示すような寸法で、鋼管の

板厚(t)を 3.2mm(N32)・4.5mm(N45)・6.0mm(N60)の普通鋼管と、6.0mm(R60)のリブ付き鋼管を使用して、充填状況や配筋の種類から分類した柱構造試験体を 18 体作成した。また、後述の単純累加強度を求めるため RC 試験体も 3 体作成した。なお、フーチング構造は RCFT 構造ではなく、一般的に用いられる RC 躯体とした。

試験に使用した材料は、普通鋼管に SS490 を、リブ付き鋼管に STK490 を使用した。鉄筋には、柱構造の主鉄筋に SR235φ6、帯鉄筋に SR235φ3 をそれぞれ使用し、フーチング構造には SD295AD13 を使用した。また、中詰コンクリートの材料特性は表-1に示す通りである。

試験装置は最大 500kN まで載荷可能な装置を使用した。試験は、試験体頭部を正負交番載荷より行い、載荷は荷重制御方式より実施した。測定項目は、載荷荷重、試験体の変位、鋼管表面ひずみ、鉄筋ひずみおよび中詰コンクリートひずみである。

3.試験結果

図-3にリブ付き鋼管シリーズのモーメントと曲率の関係を示す。高強度コンクリート充填 CFT 柱構造と低強度コンクリート充填 RCFT 柱構造がほぼ同等の耐荷力を有していた。また、一部の試験体で変形が一方へ偏る現象が見られた。これは、試験体が繰り返し載荷を受けた中で、ある載荷時に試験体基部の片方の鋼管が塑性変形を起こし、その変形を残留しながら回転したために変形が片方に進行したと考えられている。

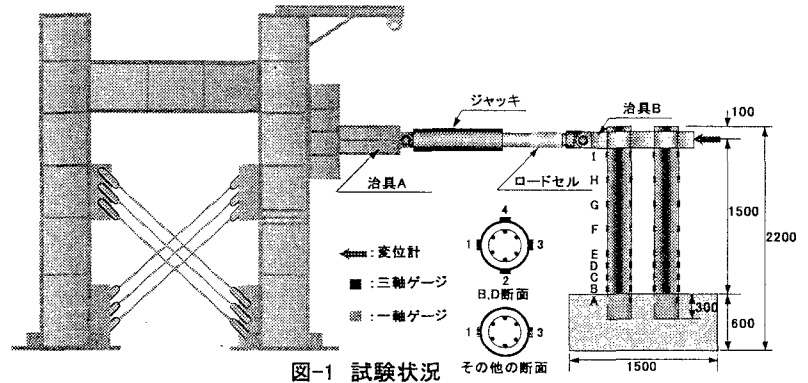


図-1 試験状況

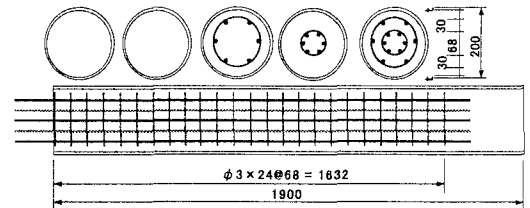


図-2 柱構造配筋図

表-1 コンクリート材料特性

柱構造コンクリート特性						
コンクリート種別	28日圧縮強度 (N/mm ²)	骨材最大寸法 (mm)	スランパ (cm)	スランパフロー (mm)	空気量 (%)	混和剤
高強度コンクリート	46.8	15	26	360×395	3.5	増粘剤、高活性AE減水剤
低強度コンクリート	23.6	15	25	455×483	5.9	

フーチング構造コンクリート特性						
コンクリート種別	28日圧縮強度 (N/mm ²)	骨材最大寸法 (mm)	スランパ (cm)	スランパフロー (mm)	空気量 (%)	混和剤
低強度コンクリート	19.8	15	27	398×435	7.5	増粘剤、高活性AE減水剤

表-2 に各試験体の最大耐力、中空鋼管に対する強度増大率、合成効果および靱性率をそれぞれ示す。最大耐力は、板厚が厚いほど曲げ耐力の増大に寄与した。なかでも、リブ付き鋼管タイプの低強度コンクリート充填 RCFT 柱構造と高強度コンクリート充填 CFT 柱構造はほぼ同等の曲げ耐力を示した。

中空鋼管に対する強度増大率は、対応する中空鋼管柱構造の最大耐力と RCFT・CFT 柱構造の最大耐力の比とした。また、合成効果は RC 柱構造の最大耐力と中空鋼管柱構造の最大耐力の和を単純累加強度とし、その累加強度と RCFT・CFT 柱構造の最大耐力の比とした。

板厚が薄いほど強度増大率は向上した。これは、鋼管の板厚が薄いほど局部座屈の抵抗性に乏しく、コンクリートを充填したことで座屈補剛効果が生まれ、相対的に強度増大率が向上したと考えられる。高強度コンクリート充填 CFT 柱構造の強度増大率は優れ、低強度コンクリート充填 RCFT 柱構造とほぼ同等の強度増大率を示した。かぶり厚さが小さい RCFT 柱構造（かぶり小・二重配筋）の合成効果および強度増大率は著しく向上した。これは、かぶりを小さくすることで鋼管の局部座屈に伴うコンクリートの断面欠損を抑制し、合成効果および強度増大率が向上したものと考えられる。また、リブ付き鋼管を使用することで、曲げ耐力、合成効果および強度増大率とも向上していた。

靱性率は、試験体の偏りによって最大耐力と最大変位が異なったため、最大変位と降伏時の変位の比とした最大変位時の靱性率で評価した。なお、最大変位時の耐力力は最大耐力力の約 90% を示していた。

高強度コンクリート充填 CFT 柱構造は、低強度コンクリート充填 CFT 柱構造より靱性率は向上し、低強度コンクリート充填 RCFT 柱構造の靱性率とほぼ同等の値を有していることから、充填されたコンクリートの強度が高いほど、鋼管基部に発生する局部座屈の抑制に貢献し、変形性能が向上したと考えられる。配筋の違いによる影響をリブ付き鋼管シリーズで比較すると、変形の偏りなどによってややばらつきが多い結果となったが、CFT 柱構造より RCFT 柱構造の靱性率は優れている。これは、鉄筋によって充填コンクリートのせん断破壊を抑制したため、変形性能が向上したと考えられる。また、変形の偏りが見られなかった二重配筋 RCFT 柱構造の靱性率が劣る結果となった。これは、かぶり大 RCFT 柱構造とかぶり小 RCFT 柱構造は、変形の偏りによって試験体本来の変形より増大したために、二重配筋 RCFT 柱構造より靱性率が優れる結果となったと考えられる。リブの有無については、リブ付き鋼管シリーズは普通鋼管シリーズより靱性率が劣る結果となった。また、板厚の違いによる影響は、さほど大きな違いは見られなかった。

4.まとめ

- (1) CFT 柱構造に比べ RCFT 柱構造の耐力力は優れている。特に、二重配筋 RCFT 柱構造は最も優れた力学的特性を示した。
- (2) 高強度コンクリート充填 CFT 柱構造は、低強度コンクリート充填 CFT 柱構造より耐力力は向上し、低強度コンクリート充填 RCFT 柱構造の耐力力および変形性能とも同等な挙動を示す。
- (3) 鋼管の板厚が薄いもののほど、RCFT・CFT 柱構造の中空鋼管に対する強度増大率は向上する。
- (4) 充填する RC のかぶり厚さを小さくすることで、耐力力、強度増大率および合成効果の増大に寄与する。
- (5) 鋼管内部に取り付けられたリブは鋼管とコンクリートの一体化を図り、RCFT・CFT 柱構造の耐力力の増大に寄与した。

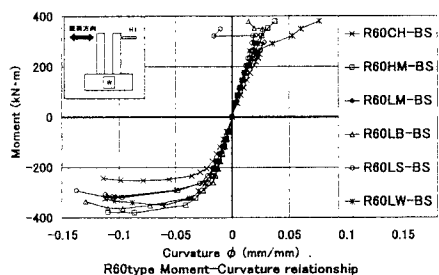


図-3 M-φ包絡線

表-2 試験結果

試験体	最大曲げ耐力力 (kN・m)	強度増大率 μ_{up}	合成効果 α	靱性率 μ
充填状況	試験体No.			
中空	N32CH-BS	87.3	-	11.6
	N45CH-BS	140.7	-	13.4
	N60CH-BS	204.6	-	12.2
	R60CH-BS	262.4	-	6.6
高強度	N32HM-BS	188.8	2.18	7.7
	N45HM-BS	219.8	1.56	14.1
	N60HM-BS	262.0	1.28	8.2
	R60HM-BS	379.9	1.45	8.2
低強度	N32LM-BS	160.6	1.84	8.4
	N45LM-BS	158.3	1.13	8.8
	N60LM-BS	263.2	1.29	7.8
	R60LM-BS	325.1	1.24	7.2
かぶり小	N60LB-BS*	測定機器トラブルによりデータ不備		
	R60LB-BS	379.1	1.44	1.35
かぶり大	N60LS-BS*	測定機器トラブルによりデータ不備		
	R60LS-BS	349.5	1.33	1.23
二重配筋	N60LW-BS	293.0	1.43	1.22
	R60LW-BS	380.0	1.45	1.28