鋼材の荷重分担率の違いによる RCFT 構造の圧縮特性

㈱コサカ技研　○正会員　鈴木拓也
(社)日本鋼構造協会　専務理事　正会員　塩井幸武
八戸工業大学　正会員　長谷川明

1. はじめに

コンクリート充填鋼管（CFT）構造は，高い耐荷力，変形性能を有することから，従来構造に比べ部材断面を縮小でき，大規模構造への適用も大いに期待される。しかし，実構造物に充填鋼管を適用した際に課題として挙げられるのが，構造物の大規模化による鋼材断面比率の低下である。特に，鋼材比率が低く，高強度のコンクリートを組み合わせた充填鋼管構造は, 最大耐力後の耐荷力低下, コンクリートの脆性破壊が懸念される。

そこで，本研究では CFT 構造に鉄筋を施した RCFT 構造を提案し，鋼管とコンクリートの断面内における比率を変更した RCFT 試験体で圧縮試験を行った。その結果を報告する。

2. 圧縮試験と試験体概要

2.1 鋼材の荷重分担率 γ

本試験におけるパラメーターの鋼材とコンクリートの比率を表したものを鋼材の荷重分担率 γ とする。合成柱での適用にでは，鋼材の荷重分担率 γ が 0.2≦γ≦0.9 のものを適用範囲としており [1] 式-(1)によって計算される。本実験で用いた試験体の鋼材の荷重分担率 γ と材料特性を表-1 に示す。

$$\gamma = \frac{Ps}{Ps + Pc} \cdots (1)$$

Ps : 全塑性時の鋼材の分担荷重
Pc 充填コンクリートの分担荷重
$Ps = \sigma s \times As$　　σs : 鋼材の降伏強度
$Pc = \sigma c \times Ac$　　σc コンクリート強度

2.2 試験体概要

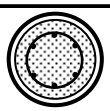
圧縮試験には，外形 150mm，高さ 450mm の円柱試験体を用いた。各試験体断面を表-2 にそれぞれ示す。RCFT 試験体は，鉄筋配置を外側（φ100），内側（φ60）に配置したケース，横拘束筋をスパイラル鉄筋，帯鉄筋を用いたケースをそれぞれ製作した。また，同じ鉄筋配置の RC 試験体も製作し，比較検討を行った。試験体設置状況を写真-1 に示す。写真に示したように，変位計は試験体の円周方向に４本設置し，ひずみゲージについても同様に円周方向に４点とりつけ計測を行った。

写真-1 試験体設置状況

表-1 材料特性

項目		γ=0.32	γ=0.59	γ=0.67	γ=0.74
鋼管	鋼管厚 (mm)	2.3	3.2	4.5	6.0
	強度 (Mpa)	327.3	299.0	296.0	285.0
	断面積 (mm2)	1067.0	1476.0	2057.0	2714.0
コンクリート	強度 (Mpa)	44.3	19.2	19.2	19.2
	断面積 (mm2)	16414	16006	15424	14767
鉄筋	強度 (Mpa)	295.0	235.0	235.0	235.0
	断面積 (mm2)	190.0	190.0	190.0	190.0
合計軸圧縮強度 (kN)		1131.6	793.3	949.7	1101.7

表-2 試験体断面

試験体	断面図	横拘束筋
CFT	内部鉄筋なし	
Φ100 (RCFT)		帯鉄筋　φ100-P60
		螺旋　φ100-SP
Φ60 (RCFT)		帯鉄筋　φ60-P60
		螺旋　φ60-P30

キーワード：RCFT 構造，CFT 構造，圧縮試験，鋼材の荷重分担率 γ
連絡先　〒039-1103　青森県八戸市大字長苗代字上碇田 56 番地 2　TEL:0178-27-3444

3. 圧縮試験結果

3.1 最大荷重での CFT との耐力比

RCFT 試験体の最大荷重, CFT 試験体との耐力比を表-4.1.3 に示す。表から, γ=0.32 において, CFT と RCFT 試験体の最大耐力の差は 0.99～1.02 で差はない。一方, γ=0.59,0.64,0.74 では, 1.07～1.10 と約 10%上昇している試験体もあることがわかる。ここで, 鋼材の荷重分担率γ別の RCFT 試験体の荷重を CFT 試験体の荷重で除した耐力比をまとめると図-1 のようになる。最大荷重時の耐力比は, 1.0 程度で, 鋼材の荷重分担率γによる変化は小さい。しかし,塑性域に入ると鋼材の荷重分担率γが低いケース(γ＝0.32)において, 耐力比に変化が現れる。試験体の鋼管ひずみε=0.01 の場合, 耐力比が約 1.2 倍に増え, 鋼管ひずみε=0.02 の時は, 耐力比が約 1.8 倍に上昇していることがわかる。以上のことから, 鋼材の荷重分担率γが低い場合に鉄筋による靭性向上が有効に働くことが明らかとなった。

表-3 最大荷重でのCFTとの比較

γ	試験体	最大荷重 (kN)	CFTとの耐力比
0.32	CFT	1235	-
	* Φ100-SP	1260	1.02
	* Φ60-SP	1224	0.99
0.59	CFT	975	-
	* Φ100-P60	1052	1.08
	* Φ60-P60	1041	1.07
0.64	CFT	1348	-
	* Φ100-P60	1374	1.02
	* Φ60-P60	1369	1.00
0.74	CFT	1375	-
	* Φ100-P60	1509	1.10
	* Φ60-P60	1473	1.07

*RCFT試験体

3.2 荷重ひずみ曲線による比較

前述の結果から，鋼材の荷重分担率γが低いケースにおいて，RCFT と CFT 試験体の荷重ひずみ曲線(図-2)を比較したところ，γの低いケース＝0.32 で, CFT の脆性的なせん断破壊を鉄筋により補強していることは明瞭で, 鉄筋によるせん断補強が有効であることが明らかとなった。γが低いケース, すなわち大規模構造物へ RCFT 構造が有効であることを示している。

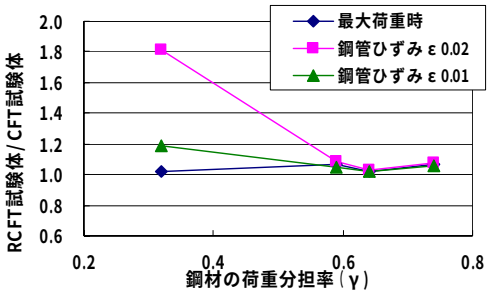


図-1 鋼管ひずみでの比較

3.3 試験体破壊状況からの考察

試験後の破壊状況をγの低いケース(γ=0.32)において，CFT, RCFT(φ100-P60)を写真-2 に示す。CFT 試験体については，せん断破壊面でコンクリートが破断していたが，RCFT については，一部に局部座屈が確認されるものの，コンクリートが破断まで至っておらず，内部鉄筋がせん断破壊に抵抗していたことが確認できた。γが高いケース(γ=0.67)では，どちらの試験体も破断には至っておらず,上下部に局部座屈が発生していた。

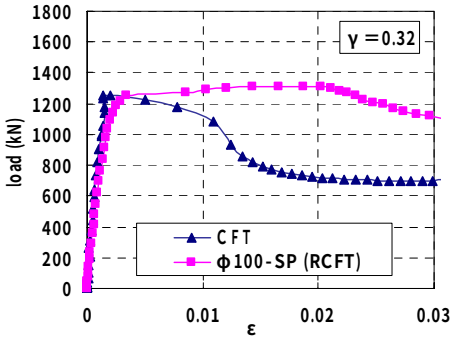


図-2 γ=0.32での荷重ひずみ曲線

4. まとめ

本実験で鋼材の荷重分担率γの違いによる RCFT 構造の圧縮特性について, 以下のようなことが明らかとなった。

① γ＝0.32 において, 最大耐力後, 内部のコンクリートのせん断破壊による脆性的な耐力低下が生じない。

② 鋼管ひずみ比較から，γが低いケースでは, 鉄筋によるせん断補強が特に有効である。

写真-2 γ=0.32での破壊状況

＜参考文献＞

1)土木学会：鋼・コンクリート複合構造の理論と設計（1）基礎編：理論編，丸善，1999.4.30