

スケール差による鉄筋コンクリート充填鋼管構造の力学的挙動の違い

八戸工業大学大学院 学生会員 ○佐藤 光徳 鈴木 拓也
八戸工業大学 大嶋 啓介 田中 優祐
八戸工業大学大学院 正 会 員 長谷川 明

1. はじめに

鉄筋コンクリート充填鋼管構造（RCFT）は構造部材として耐力と共に変形性能において優れた挙動を示すことが既往の実験により明らかとなっている。しかし、実際に構造物への適用を考慮した場合、実験と実際の構造物のスケール差による挙動の違いが懸念される。そこで実際の構造物での使用実績が多い鋼材強度比 0.5 程度を目標とし、 $\phi 150 \times H450\text{mm}$ と $\phi 300 \times H700\text{mm}$ の試験体を作成して圧縮試験を行い、スケール差による挙動の違いを検討した。また、併せて CFT、RC・C についても同様の検討を行った。

2. 試験体

試験体一覧を表-1 に示す。鋼材の特性値は、SS400 は降伏強度 314N/mm^2 、引張強度 422N/mm^2 、SD295 は降伏強度 352N/mm^2 、引張強度 519N/mm^2 となっている。充填コンクリートは $\phi 150$ 試験体が 27.09Mpa であり、 $\phi 300$ 試験体は試験機の性能と鋼材強度比 0.5 に保つため低強度とし、 12.45Mpa である。

3. 試験方法

計測機器は図-1 のように設置した。また、試験体は圧縮試験機に図-2 のように設置し、載荷版設置後に変位計を 4 本取り付け付けた。

荷重載荷はマニュアル操作で行い、荷重速度は $\phi 150$ 試験体においては $3.5 \sim 5.3\text{kN/s}$ 、 $\phi 300$ 試験体は $14 \sim 21\text{kN/s}$ で試験を行った。

最大荷重到着後、 $\phi 150$ 試験体は変位計長さの制約から、変位 40mm まで、 $\phi 300$ 試験体は変位 70mm まで荷重を載荷した。ただし、危険とみなした場合は試験を終了した。

表-1 試験体一覧

種類		試験体名	形状	主鉄筋		螺旋鉄筋			鋼管		コンクリート
				鉄筋種類	鉄筋径	鉄筋種類	鉄筋径	スパイラル径	鋼管種類	鋼管長さ	
Φ150	RCFT	SP1001～1003		SD295	Φ6mm	SS400	Φ3mm	Φ100	SS400 板厚3.2mm	450mm	27.09N/mm ²
		SP0601～0603						Φ60			
		SP1601						Φ60, Φ100			
	CFT	CFT1～3									
	鋼管	CH1～3									
	RC・C	RSP1001		SD295	Φ6mm	SS400	Φ3mm	Φ100			27.09N/mm ²
		RSP0601						Φ60			
		RSP1601						Φ100, Φ60			
		C1～3									
	Φ300	RCFT	SP1001～1003		SD295	Φ6mm	SS400	Φ3mm	Φ100	SS400 板厚3.2mm	700mm
CFT		CFT1～3									
RC・C		RSP1001～1003		SD295	Φ6mm	SS400	Φ3mm	Φ100			
		C1～2									



図-1 計測機器設置状況



図-2 試験体設置状況

4. 試験結果と考察

(1) 最大荷重の比較

各試験体の最大荷重と比較を表-2 に示す。

各径における試験体の RCFT と CFT との比較においては、φ150 では 1.01～1.18 倍、φ300 では 1.09 倍と同じような傾向を示しており、鉄筋の挿入による耐荷力の上昇が確認できた。また、RC、C に対しても同様に同じような荷重倍率を示しており、これらの試験体のスケール増大による最大耐力の増大は一定の傾向がある。

また、各径における試験体の RC との比較においても、鋼管の有無で 2.5 倍以上の強度増大があり、RCFT 構造の異種材料の組み合わせによる強度増大が顕著に現れている。

SP060 との比較においては、φ300 試験体の SP100 で 1.93 倍となっており、単純累加強度でスケール差を比較した以下の式

$$P_{300} / P_{150} = (P_{S300} + P_{R300} + P_{C300}) / (P_{S150} + P_{R150} + P_{C150})$$

における計算結果 1.92 倍と同じ程度の耐荷力増加を示しており、理論値と試験値で差が少ないことが判明した。

表-2 最大荷重比較

試験体	φ150試験体									φ300試験体			
	SP060	SP100	SP160	CFT	CH	RSP060	RSP100	RSP160	C	SP100	CFT	RSP100	C
最大荷重 (kN)	1166	1231	1360	1152	425	460.6	537.7	422.1	506.8	2251	2071	846.3	757.9
各CFTとの比較	1.01	1.07	1.18	1	0.37	0.40	0.47	0.37	0.44	1.09	1	0.41	0.37
各RCとの比較	2.53	2.67	2.95	2.50	0.92	1	1.17	0.92	1.10	2.66	2.45	1	0.90
SP060との比較	1	1.06	1.17	0.99	0.36	0.40	0.46	0.36	0.43	1.93	1.78	0.73	0.65

(2) 荷重変位曲線の比較

φ150 と φ300 の比較を図-3 に示す。

最大荷重に達するまでの変位は全体的に φ150 試験体の方が小さい傾向があることが判明した。これは鋼管の断面積が大きいこと、コンクリート強度が大きいこと、鋼管の拘束効果が大きいこと等による初期剛性が高いことがその理由であると考えられる。

また、最大荷重後の変位は、RCFT・CFT に関してはやや φ150 試験体の方が小さい傾向があるが、これはコンクリートが高強度であることによる脆性破壊が、鋼管の板厚による拘束効果よりも大きく作用した結果と考えられる。RC に関しては径が大きいことによる、鉄筋内部のコンクリート拘束効果の減少が最大耐力後の耐力低下につながったと考えられる。

5. まとめ

結果として、(1) から最大荷重の比較においては RCFT 構造の優れた耐荷力を確認できたと共に、スケール差による最大荷重の増加比率がほぼ一定であることが示された。また、(2) から RC に関しては拘束力の減少による耐荷力の減少が顕著に現れたものの、RCFT・CFT・C に関してはスケール差による挙動の違いが少ないことが示された。

以上のデータから、RCFT 構造はスケール差による挙動の違いが小さく、実際の構造物への適用に際して試験データを適用できるという結論が得られた。

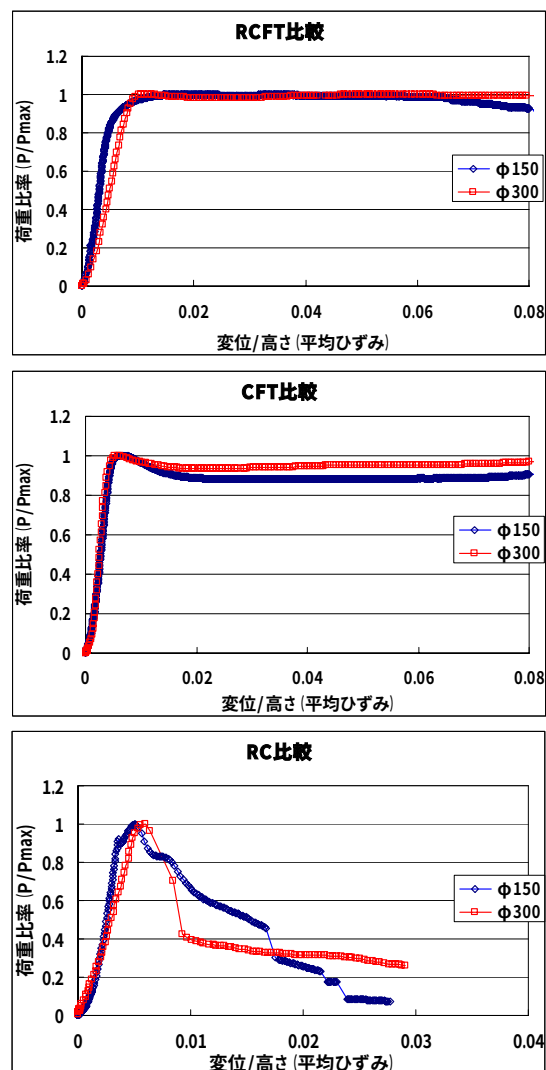


図-3 荷重変位曲線の比較