

高強度 C F T 柱の構造性能に関する研究

—長方形 C F T 柱の実験結果—

Study on Structural Performance of High Strength CFT Column

Test Results of CFT Column with Rectangular Section

○坂東美乃利¹, 杉本太一¹, 難波隆行², 加村久哉², 北嶋圭二³, 中西三和³, 安達洋³

*Minori Bando¹, Taichi Sugimoto¹, Takayuki Nanba², Hisaya Kamura²,

Keiji Kitajima³, Mitsukazu Nakanishi³, Hiromi adachi³

In this paper, the experiment result of CFT column with rectangular section, steel tubes and plain concrete. And this report confind effect of CFTcolumn.

1. はじめに

前報では、高強度長方形 CFT 柱の実験概要について報告した。本報では、実験結果について報告する。

2. プレーンコンクリート柱実験結果

2.1 破壊状況

プレーンコンクリート柱試験体の最終破壊状況を Fig.1 に示す。全ての試験体において破壊過程は同様に、最大耐力を示した直後に爆裂現象を起し耐力を急激に落とした。長方形試験体は、コア供試体圧縮試験において強度の低かった試験体上部が破壊した。

2.2 応力-ひずみ関係

実験結果を Table 1 に、応力-ひずみ関係を Fig.2 に示す。今回の試験体はこれまでの試験体¹⁾と同様に実験値が材料試験強度よりも低く、9 割程度の強度を示した。長方形試験体は試験体上部で破壊したが、最大応力は上段から採取したコア供試体よりも高い値を示した。試験体上端付近では載荷面の摩擦による拘束力が強度に影響した可能性がある。

3. 中空鋼管実験結果

3.1 破壊状況

中空鋼管試験体の最終破壊状況を Fig.3 に示す。全ての試験体で柱の中段に凹凸の座屈現象を確認した。

3.2 応力-ひずみ関係

実験結果を Table 2 に、応力-ひずみ関係を Fig.4 に示す。なお、表中の降伏応力は 0.2% オフセット値である。幅厚比が大きな試験体が他の試験体に比べ、小さいひずみで座屈による耐力低下を起こした。

4. CFT 柱実験結果

CFT 柱試験体の実験結果を Table 3 に示す。表には最大耐力を計算耐力で除して基準化した値 (N_{max}/N_0) を

併せて示す。計算耐力の算出には、中空鋼管実験の降伏応力とコンクリートの材料試験強度を用いる。

4.1 破壊状況

CFT 柱の最終破壊状況を Fig.5 に示す。全ての試験体で鋼管に凸型の座屈現象が見られ耐力を低下させた。しかし、コンクリートの脆性破壊による急激な耐力低下の現象は起こしていない。

Table 1. Test results of plane concrete

試験体名	形状	材料試験結果 [N/mm ²]	実験値			対応する CFT 試験体	
			最大耐力 [kN]	最大応力 [N/mm ²]	最大耐力時歪 [μ]		ヤング係数 [N/mm ²]
CR-S	正方形	59.7	7362	56.2	2394	33442	CFTR-S-22-6
CR-R	長方形	59.7	6820	54.2	2625	28692	CFTR-R-31-6 CFTR-R-23-7

Table 2. Test results of steel tube

試験体名	形状	幅厚比 B/t	材料試験 降伏強度 [N/mm ²]	実験値		対応 試験体名
				降伏応力 [N/mm ²]	最大応力 [N/mm ²]	
SR-S-22	正方形	22.2	424	426	434	CFTR-S-22-6
SR-R-31	長方形	長辺	30.8	424	420	CFTR-R-31-6
		短辺	20.5	432		
SR-R-23	長方形	長辺	22.8	471	450	CFTR-R-23-7
		短辺	20.5	432		



Figure 1. Final failure pattern of plane concrete

Figure 3. Final failure pattern of steel tube

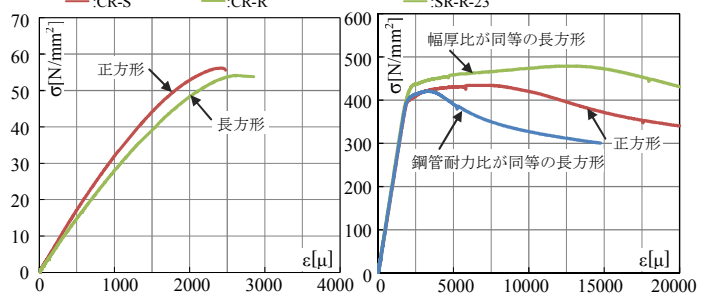


Figure 2. Stress-strain curve of plane concrete

Figure 4. Stress-strain curve of steel tube

1 : 日大理工・院・海建 Graduate Student, Graduate School of Science & Technology, Nihon Univ.

2 : J F E スチール株式会社 土木・建築研究部 JFE Steel Corporation Civil Engineering Research Dept.

3 : 日大理工・教員・海建 Prof., Dept. of Oceanic Architecture & Engineering College of Science & Technology, Nihon Univ. Dr.

4.2 軸圧縮耐力-軸方向ひずみ関係

軸圧縮耐力-軸方向ひずみ関係を Fig.6 に示す. 全ての試験体で同様の初期勾配を示し, 最大耐力を示した後は本研究の円形 CFT 柱試験体¹⁾に比べ急激な耐力低下を示した. 全ての試験体で最大耐力時のひずみは 3000 μ 程度を示した. 正方形試験体と長方形試験体で最大耐力比の差はほとんど見られない. また, 最大耐力直後の軟化勾配が大きい順に, 鋼管耐力比が同等の長方形試験体, 幅厚比が同等の長方形試験体, 正方形試験体であり, 正方形断面の拘束力の影響が長方形断面に比べ大きいと考えられる.

5. CFT 柱実験値と累加値の比較

Fig.7~9 は CFT 柱の充填コンクリートがプレーンコンクリート柱の破壊後も破壊直前の軸圧縮耐力を保つと仮定して, 中空鋼管との同一ひずみ時における荷重の累加値を算出し, CFT 柱実験値と比較したものである. 図中に各試験体の横方向ひずみを併記する. ひずみ度は, いずれも圧縮を正としている.

[軸圧縮耐力-軸方向ひずみ関係]

CFT 柱実験値と累加値は, プレーンコンクリート柱の破壊ひずみまで同様な挙動を示している. プレーンコンクリート柱破壊後も CFT 柱の荷重は上昇し, CFT 柱の最大耐力は同一ひずみ時の累加値と比較して, 正方形試験体は 5%, 鋼管耐力比が同等の長方形試験体は 9%, 幅厚比が同等の長方形試験体は 6%の耐力が上昇した. 全ての CFT 柱試験体で中空鋼管が降伏するのとはほぼ同ひずみ時に CFT 柱も勾配(剛性)が低下している.

[軸方向ひずみ-横方向ひずみ関係]

軸方向ひずみ-横方向ひずみ関係において, CFT 柱と中空鋼管はプレーンコンクリート柱の破壊点まで同様の勾配である. これは CFT 柱の相互拘束効果がこの時点までは作用していないことを示している. プレーンコンクリート柱破壊開始後, CFT 柱の荷重が累加値を上回り始めるのと同時に, CFT 柱の横方向ひずみの進展が速まる. これは充填コンクリートが膨張し鋼管を押し広げようとするため, その反力として鋼管から充

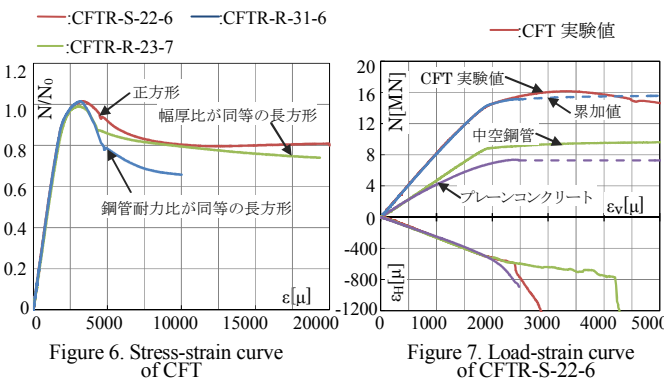


Figure 6. Stress-strain curve of CFT

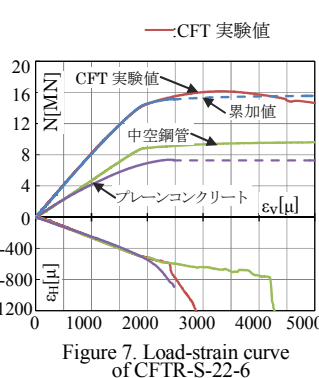


Figure 7. Load-strain curve of CFTR-S-22-6

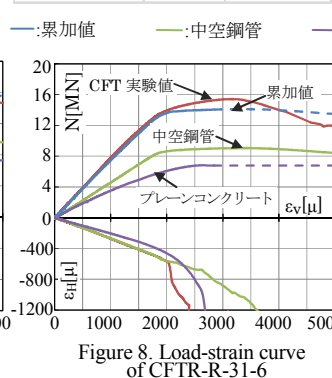


Figure 8. Load-strain curve of CFTR-R-31-6

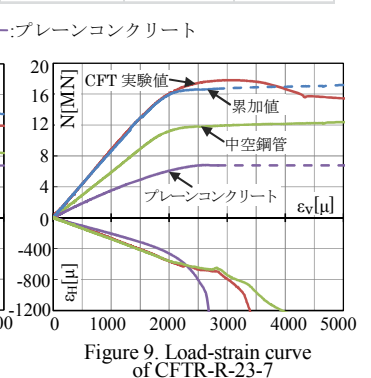


Figure 9. Load-strain curve of CFTR-R-23-7

填コンクリートへの拘束力が加わるものと考えられる.

6. まとめ

長方形 CFT 柱および正方形 CFT 柱, プレーンコンクリート柱, 中空鋼管実験から以下の知見が得られた.

- ① 柱上端から採取したコア供試体は, 材料試験や他の箇所のコア供試体と比較して, 強度が低下した.
- ② プレーンコンクリート柱の最大応力は, 材料試験結果よりも低く, 柱上端のコア供試体より高い値を示した.
- ③ 今回の試験において, CFT 柱の最大耐力比は正方形断面と長方形断面でほぼ同等であった.
- ④ CFT 柱の軟化勾配の比較により, 正方形断面の拘束力の影響が長方形断面に比べ大きいと考えられる.
- ⑤ CFT 柱と中空鋼管・プレーンコンクリート柱の累加値との比較から, 角形 CFT 柱は荷重初期においては充填コンクリートと鋼管の相互作用の効果は少なく, 充填コンクリート破壊後に相互拘束効果による耐力上昇が起こることが分かった.

[参考文献]

- 1) 難波 他: 高強度 CFT 柱の構造性能に関する研究(その 1~5), 日本建築学会大会学術講演会梗概集, 2011,2012
- 2) 社会法人新都市ハウジング協会:コンクリート充填鋼管(CFT)造技術基準・同解説, 2009
- 3) 社団法人日本建築学会:鉄骨鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説, 2001
- 4) 社団法人日本建築学会:コンクリート充填鋼管構造設計施工指針, 2008.10
- 5) 社団法人日本建築学会:鋼構造設計規準, 2005
- 6) 山口 他: 長方形断面 CFT の中心圧縮性状に関する実験的研究(その1,2), 日本建築学会大会学術講演梗概集 2001
- 7) 藤本 他: コンクリート充填長方形鋼管の構造性能に関する研究, 日本大学生産工学部学術講演会講演概要 2012
- 8) 藤本 他: 断面形状を考慮した角形 CFT 柱の設計式, 日本建築学会技術報告集, 757-760, 2009
- 9) 藤本 他: 断面形状を考慮した角形 CFT 柱の設計式, 日本建築学会技術報告集, 757-760, 2009

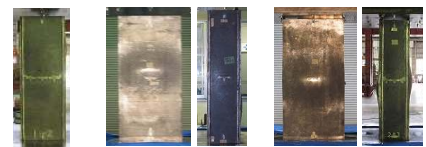


Figure 5. Final failure pattern of CFT

Table 3. Test results of CFT

試験体名	形状	実験値			計算耐力 ¹⁾ N ₀ ' [kN]
		最大耐力 [kN]	最大耐力時歪 [μ]	最大耐力 / 計算耐力 ¹⁾	
CFTR-S-22-6	正方形	16146	3317	1.01	15910
CFTR-R-31-6	長方形	15416	3153	1.01	15209
CFTR-R-23-7	長方形	17801	2989	0.99	17986