

高強度円形 CFT 柱の構造性能に関する実験的研究

—実験結果—

Study on Structural Performance of High Strength Circular CFT Column

- Test Results -

○栗原翔太¹, 杉本太一², 中西三和³, 安達洋³

*Shota Kurihara¹, Taichi Sugimoto², Mitsukazu Nakanishi³, Hiromi Adachi³

In this report, I report the experiment result from the experiment summary which I reported by a previous report. The report contents report the CFT experiment result of compression, the plane concrete experiment result and the emptiness steel tube experiment result that this study took into account.

1. はじめに

前報では、高強度円形 CFT 柱、プレーンコンクリート柱及び中空鋼管実験の一軸載荷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. CFT 柱実験結果

CFT 柱試験体の実験結果を Table 1 に示す。Table 1 には軸方向力 N_{max} を計算耐力 N_0 で除して基準化した値(N_{max}/N_0)を併せて示してある。Table 1 から N_{max} は、寸法・鋼管強度に関わらず、 N_0 と同等の耐力を示した。

2.1 破壊状況

最終破壊状況を Fig 1 に示した。試験体は、最大耐力点到達後も徐々に耐力を低下させ、鋼管部分に凸型の屈座現象が見られたため加力を中止した。この破壊形状から、高強度円形 CFT 柱試験体では、周囲の鋼管により充填コンクリートを拘束し、コンクリートの脆性破壊による急激な耐力低下を抑制したと考えられる。

2.2 N_{max}/N_0 - ϵ 関係

鋼管強度 780N/mm^2 を使用した試験体の N_{max}/N_0 - ϵ 関係を Fig 2、鋼管強度 550N/mm^2 を使用した試験体の N_{max}/N_0 - ϵ 関係を Fig 3 に示す。また、Fig 2、Fig 3 には前報で述べた降伏条件から算定した降伏点をプロット

する。Fig 2、Fig 3 から、全ての試験体で同様の初期勾配(剛性)を維持し、最大耐力の 80%(以下、線形限界)に達した後も徐々に耐力を上昇させながら鋼管が降伏した。その後、試験体は最大耐力点に達し、最大耐力点到達後は、急激な耐力低下を起こすことなく軟化曲線を描いた。Fig 2 から、幅厚比を変動させた CFTC10-II-22, CFTC10-II-30, CFTC10-II-44 試験体は、鋼管の厚みが増すごとに最大荷重、最大荷重時のひずみを上昇させた。円形鋼管においては、鋼管の拘束効果が有効に働き耐力を上昇させることが分かった。

Fig 3 から、CFTC11-IV-23, CFTC11-II-23 試験体は、降伏した後、ひずみ 0.35%付近で荷重を一度停滞(図中○)させたがその後も、徐々に耐力を上昇させている。この一時的な荷重停滞は、局所的に圧縮破壊したものと思われる。すなわち、鋼管は充填コンクリートとの

Table 1. Test results of CFT

試験体名	材料強度		鋼管強度 N_u/N_0	最大荷重		N_{max}/N_0
	σ_y [N/mm ²]	σ_B [N/mm ²]		N_{max} [kN]	ひずみ [%]	
CFTC10-III-30	843	116	0.52	20865	0.59	0.98
CFTC10-II-22	839	116	0.60	14669	1.02	1.07
CFTC10-II-30	791	116	0.50	11886	0.68	1.03
CFTC10-II-44	772	116	0.40	9294	0.56	0.93
CFTC10-I-30	782	116	0.51	5267	0.68	1.01
CFTC11-IV-23	426	117	0.42	24551	0.57	1.02
CFTC11-II-23	458	117	0.44	9802	0.50	1.00



[CFTC10-III-30] [CFTC10-II-22] [CFTC10-II-30] [CFTC10-II-44]



[CFTC10-I-30] [CFTC11-IV-23] [CFTC11-II-23]

Figure 1. Final failure pattern

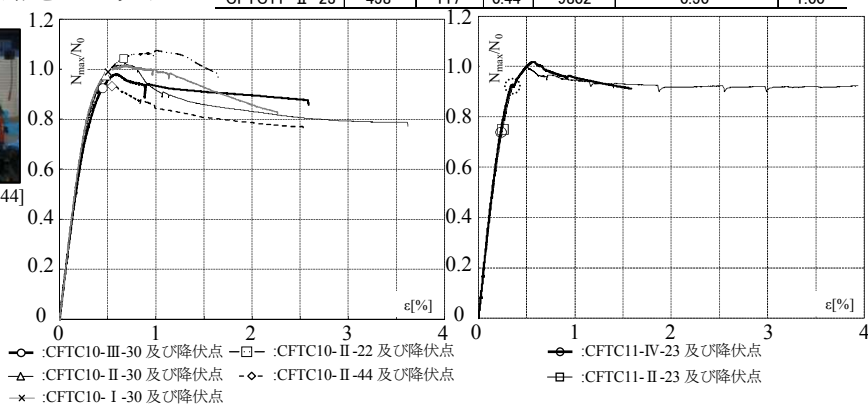


Figure 2. N_{max}/N_0 - ϵ curve

Figure 3. N_{max}/N_0 - ϵ curve

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

2 : 日大理工・学部・海建 Undergraduate student, Undergraduate School of Science & Technology, Nihon Univ.

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

相互拘束効果によって、座屈現象が抑制され耐力を上昇させたと考えられる。また、Fig 2, Fig 3 の比較から、鋼管強度の低下はCFT柱の降伏を早めることが分かった。

3. プレーンコンクリート柱実験結果

3.1 破壊状況

プレーンコンクリート試験体の最終破壊状況を Fig 4 に示す。全ての試験体において、破壊過程は同様で、最大耐力到達直後に、爆裂現象を起こし耐力を急激に落とした。その後、載荷を終了した。

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 5 に示す。縦軸の応力は荷重をコンクリート断面積で除した値であり、横軸は鉛直変位測定値を試験体高さで除したひずみ(ε)である。Table 2 中のヤング係数は最大応力度の 1/3 強度時における割線剛性であり、各試験体においてほぼ同等である。Fig 5 から、全ての試験体において同様な剛性を維持しながら最大耐力点に達し、その後急激に耐力を喪失した。

4. 中空鋼管実験結果

4.1 破壊状況

各試験体の最終破壊状況を Fig 6 に示す。全ての試験体において、降伏後も耐力を徐々に上昇し最大耐力を経験した後柱頭部に、凸型の座屈現象が見られた。

4.2 応力-ひずみ関係

実験結果を Table 3 に、応力-ひずみ関係を Fig 7 に示す。なお Table 3 の降伏強度 σ_y は、0.2%オフセット値である。Table 3, Fig 7 から、試験体は、同様な剛性を維持しながら σ_y に達し、その後も一定の傾きで耐力を上昇させることが分かった。

5. まとめ

高強度円形 CFT 柱、プレーンコンクリート柱及び中空鋼管実験結果から以下の知見が得られた。

①高強度円形 CFT 柱は、線形限界後も徐々に耐力を上昇させながら最大耐力点に達した。最大耐力点到達後は、急激な耐力低下を起こすことなく軟化曲線を描いた。また、鋼管の厚みが増すごとに最大荷重、最大荷重時のひずみを上昇させ、円形鋼管においては、鋼管の拘束効果が有効に働くことが分かった。

②鋼管強度 550N/mm² を使用した試験体では、局所的に圧縮破壊した後、鋼管は充填コンクリートとの相互拘束効果によって、座屈現象が抑制され、耐力を上昇させた。また、鋼管強度の低下は CFT 柱の降伏を早めることが分かった。

③プレーンコンクリート試験体では、全ての試験体において同様な剛性を維持しながら最大耐力点に達し、

その後急激に耐力を喪失した。

③中空鋼管試験体において、試験体は同様な剛性を維持しながら σ_y に達し、その後も一定の傾きで耐力を上昇させることが分かった。

<参考文献>

- [1] 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
- [2] 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
- [3] 社団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
- [4] 社団法人日本建築学会:「鋼構造設計規準」,2005
- [5] 栗原翔太:「高強度 CFT 柱の構造性能に関する研究(その 1,その 2)」, 日本建築学会大会学術講演梗概集,2011,p.1177-1180
- [6] 栗原翔太:「高強度 CFT 柱の構造性能に関する研究」, 平成 22 年度日本大学理工学部学術講演会論文集, p.123-126
- [7] 大阿久也実, 安藤正彦:「高強度コンクリート充填鋼管柱の中心圧縮耐力に関する文献調査(その 1, その 2)」, 海洋建築工学科卒業研究概要集, 2010



Figure 4. Final failure pattern

Table 2. Test results of plane concrete

試験体名	最大荷重時			ヤング係数 × 10 ⁴ [N/mm ²]	対応試験体名
	N _{max} [kN]	σ _{max} [N/mm ²]	ε _{max} [%]		
CC10-III	9236	96	0.31	3.64	CFTC10-III-30
CC10-II	4627	94	0.31	3.32	CFTC10-II-22,30,44
CC10-I	2274	95	0.34	3.23	CFTC10-I-30
CC11-IV	12863	102	0.29	4.03	CFTC11-IV-23
CC11-II	5544	113	0.35	3.75	CFTC11-II-23

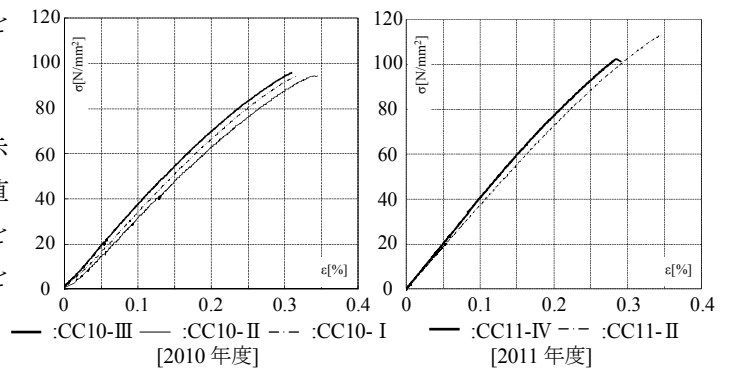


Figure 5. Stress-strain curve of plane concrete

Table 3. Test results of plane steel

試験体名	幅厚比 D/t	YS [N/mm ²]	TS [N/mm ²]	σ_y [N/mm ²]	σ _{max} [N/mm ²]	対応試験体名
SC11-IV-23	22.9	426	567	383	505	CFTC11-IV-23
SC11-II-23	23.2	458	595	401	521	CFTC11-II-23



Figure 6. Final failure pattern

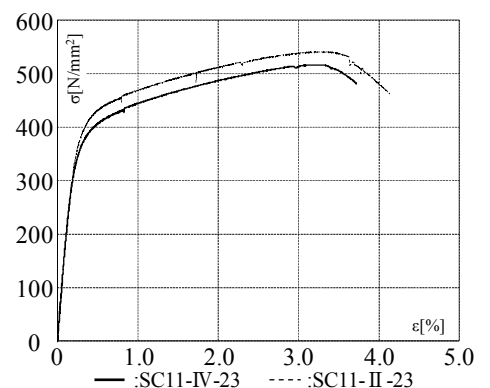


Figure 7. Stress-strain curve of plane steel