

高強度 CFT 柱の構造性能に関する研究

—実験結果の検討—

Study on Structural Performance of High-Strength CFT Column

- Investigation of test results -

○栗原翔太<sup>1</sup>, 中西三和<sup>2</sup>, 安達洋<sup>2</sup>

\*Shota Kurihara<sup>1</sup>, Mitukazu Nakanisi<sup>2</sup>, Hiromi Adachi<sup>2</sup>

In this paper, the confinement effect of steel tube on concrete and the influence of specimen's size on the ultimate strength and deformability are investigated based on the test results. Furthermore, the ultimate strengths of CFT columns are evaluated from the comparison between the experimental results and calculated values based on the simple cumulative strength formula.

1. はじめに

前報で、実験概要及びプレーンコンクリート柱(以下コンクリート柱)と既往の中空鋼管実験結果について報告した。本報では、CFT 実験結果を示すとともに中空鋼管のみの実験結果及びコンクリート柱の実験結果との比較検討を行う。検討内容は、寸法効果と単純累加強度式との比較、CFT としての鋼管の拘束効果の確認、中空鋼管の実験結果を用いたコンクリートと鋼管の負担する荷重分担率である。また、ひずみゲージのデータから、各面や柱頭・中央、変位計データとの比較を行い、載荷終了後の破壊状況との関連を考察した。

2. CFT 実験結果

各試験体の実験結果を Table 1 に示し、終局圧縮耐力で基準化した軸方向力-軸方向ひずみ関係(以下  $N_{max}/N_0$ - $\epsilon$  関係)を Fig 1 に示す。Fig 1 の縦軸は、軸方向力  $N_{max}$  を単純累加強度式による計算耐力  $N_0$  で除して基準化した  $N_{max}/N_0$ 、横軸のひずみは鉛直変位測定値を試験体高さで除した平均ひずみである。Fig 1 からわかるように、すべての試験体において最大荷重点まではほぼ同様な傾きの弾性剛性を維持したまま到達し、鋼管の座屈に伴う耐力低下を経験したあと緩やかな軟化曲線を描きながら耐力を低下させた。また、すべての試験体において、最大荷重は単純累加強度式から求められる終局圧縮耐力計算値に達しなかった。

3. 寸法効果と単純累加強度式との比較

基準化した軸方向力-柱断面寸法 (以下  $N_{max}/N_0$ -D 関係) を Fig 2 に示す。Fig 2 からすべての試験体で単純累加強度計算値を下回る実験結果となった。一方、断面寸法 D が大きくなるに従って、 $N_{max}/N_0$  が小さくなる傾向にあり、寸法効果の影響が見られた。

Table 1. Test results of CFT

試験体	最大荷重時			$N_{max}/N_0$	剛性 $E_0$ [kN/mm]
	実験値 $N_{max}$ [kN]	計算値 $N_0$ [kN]	ひずみ $\epsilon_{max}$ [%]		
CFT-1	20754	23807	0.39	0.87	6062
CFT-2	12373	13082	0.44	0.95	4478
CFT-3	5708	5831	0.47	0.98	2998
CFT-4	14745	15840	0.47	0.93	5017

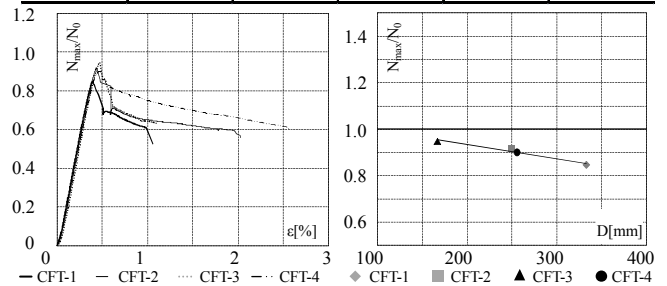


Figure 1.  $N_{max}/N_0$ - $\epsilon$  curve

Figure 2.  $N_{max}/N_0$ -D curve

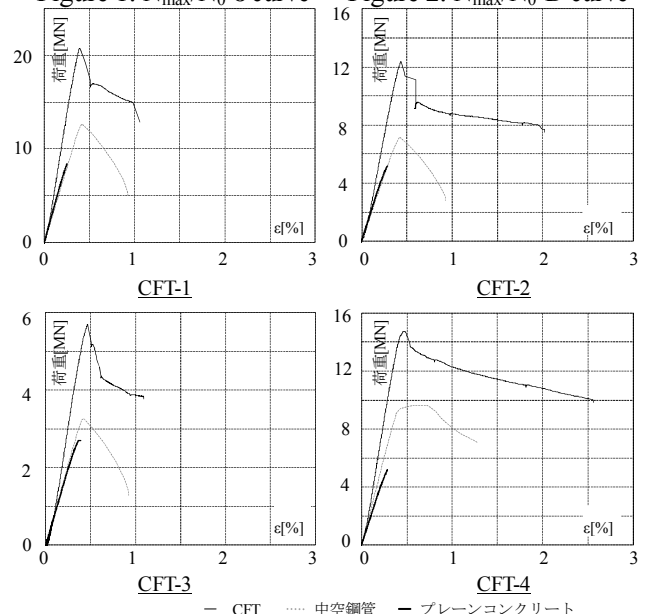


Figure 3. Load(P)-strain( $\epsilon$ ) curve

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

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

4. 拘束効果の確認

CFT 各試験体の荷重-ひずみ関係を中空鋼管<sup>1)</sup>及びブレンコンクリートの実験結果を比較して Fig 3 に示した。Fig 3 よりすべての試験体で、CFT は中空鋼管あるいはコンクリート柱単体よりも初期剛性は上昇しているのに対して、最大荷重時のひずみはコンクリート柱、鋼管、CFT 柱の順に大きくなった。これは、CFT が最大耐力を発揮するまでコンクリートの脆性破壊が起こっていないことを示すもので、鋼管による拘束効果の影響といえる。

5. 弾性範囲におけるコンクリートと鋼管の荷重負担

上述した拘束効果を確認するために、CFT 柱の鋼管のひずみが弾性範囲内にある場合の鋼管部分が負担する荷重を求め、その荷重に対応する応力-ひずみ関係と中空鋼管のみの応力-ひずみ関係を重ね書きして Fig 4 に示した。また、この鋼管が負担する荷重を同ひずみにおける CFT 柱の荷重から差し引き、コンクリート部分が負担する荷重（応力）として求め、コンクリート柱の応力-ひずみ関係と比較した。CFT の鋼管がほぼ弾性の範囲内においても、コンクリートが負担する応力はコンクリート柱の場合よりも高い値を示しており、鋼管の拘束効果が発揮されていることが確認された。

6. ひずみゲージ測定結果の比較

CFT-2 の各面で測定したひずみ計測結果、柱頭・中央ひずみ計測結果、さらに変位計により計測した平均ひずみとの比較を Fig 5, 6, 7, に示す。Fig 5 から、

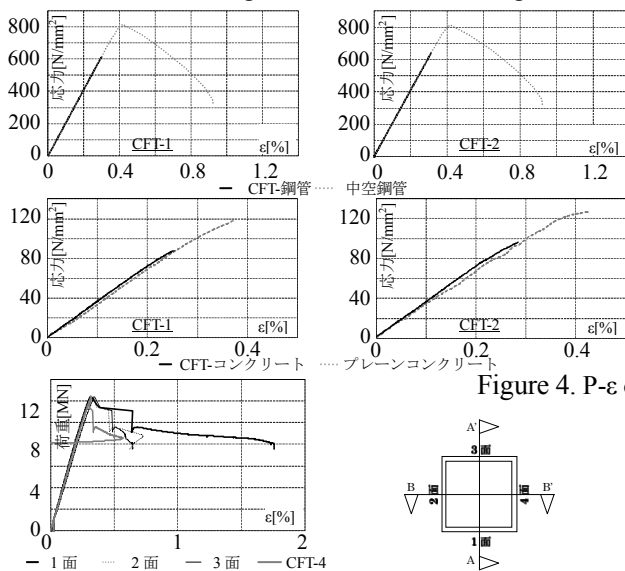


Figure 4. P-ε of load distribution

Figure 5. P-ε:face1.2.3.4

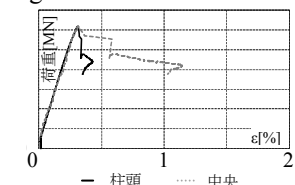


Figure 6. P-ε:top・middle

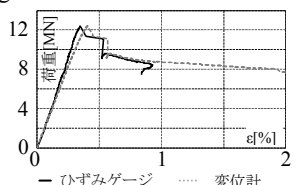


Figure 7. P-ε:by disp

各面のひずみに大きな差は生じず、中空鋼管試験でみられた座屈現象が現れなかった。また、Fig 6, 7 から、柱頭と中央のひずみが同様であり、またひずみゲージと変位計のデータに大きな差は生じなかったことから一様な応力状態であったことがわかる。

7. CFT 実験の破壊状況

Fig 8, Fig 9, Fig 10 に破壊状況断面概要、各面における破壊状況、破壊状況写真を示す。すべての試験体で、最大耐力到達直後に大きな爆裂音が鳴り、耐力を急激に落とした。爆裂音がなった後も加力を続けたところ、周りの鋼管が部分的に凸型に盛り上がった。この現象から、CFT 柱内部のコンクリートが鋼管よりも先に破壊したものと考えられる。

8. まとめ

実験結果の検討から以下の知見が得られた。

- ①CFT 試験体の寸法増加によって、 $N_{max}/N_0$  が低下していく寸法効果を確認した。
- ②コンクリート柱と CFT 柱では最大耐力時のひずみが、CFT 柱の方が大きな値を示していることから拘束効果が発揮されていることがわかる。特に、CFT-2 と CFT-4 とでは 5%ほどひずみが伸展した。
- ③鋼管が弾性範囲内であるが、鋼管が負担する荷重から求めたコンクリートの負担する荷重はコンクリート柱の結果を上回り、拘束効果の影響がみられた。

<参考文献>

[1] 難波：「建築構造用 800N/mm<sup>2</sup> 級鋼部材の力学的性能」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2008 年 9 月

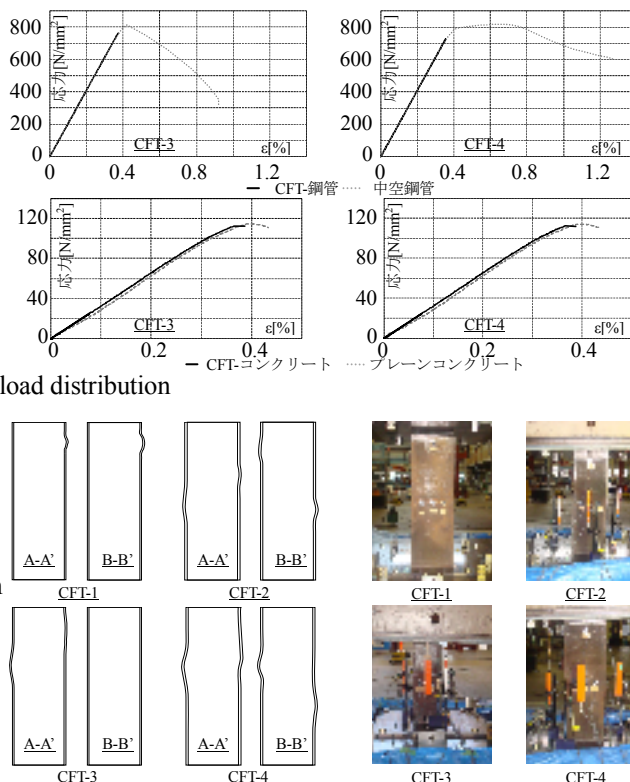


Figure 9. Final failure section

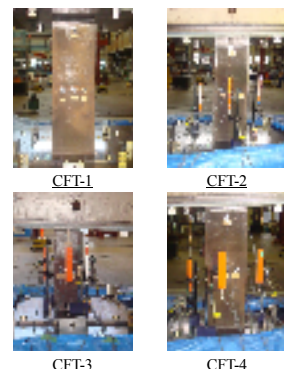


Figure 10. Fracture pattern