

## 高強度 C F T 柱の構造性能に関する研究

### — 既往の研究との比較及び検討 —

#### Study on Structural Performance of High Strength CFT Column

#### Comparison of Previous Researches

○杉本太一<sup>1</sup>, 坂東美乃利<sup>2</sup>, 難波隆行<sup>3</sup>, 植木卓也<sup>3</sup>, 加村久哉<sup>3</sup>, 北嶋圭二<sup>4</sup>, 中西三和<sup>4</sup>, 安達洋<sup>4</sup>  
 Taichi Sugimoto<sup>1</sup>, Minori Bando<sup>2</sup>, Takayuki Nanba<sup>3</sup>, Takuya Ueki<sup>3</sup>, Hisaya Kamura<sup>3</sup>,  
 Keiji Kitajima<sup>4</sup>, Mitsukazu Nakanishi<sup>4</sup>, Hiromi Adachi<sup>4</sup>

In this paper, the effect of high strength CFT column, compare the reported experimental results about CFT column to the past study result. And this report confind effect,size effect.

#### 1. はじめに

本報では, 既報<sup>1)2)</sup>及び前報で述べた CFT 柱実験結果と既往の研究結果を比較することで CFT 柱の高強度化の影響を検討する. また, CFT 柱の相互拘束効果, 寸法効果について考察を加える.

#### 2. プレーンコンクリート柱における圧縮強度-寸法関係

圧縮強度比(短柱実験最大値とシリンダー強度の比:  $\sigma_{max}/\sigma_B$ )-寸法(B, D)関係を Fig.1 に示す. 大寸法の短柱試験体では圧縮耐力がシリンダー強度の約 8 割となる. 角形試験体では, 寸法の増大により圧縮耐力が低下する傾向があるが, 円形試験体ではサイズの異なる短柱間の差が小さく, 2010 年度の試験(図中●)では, ほぼ

一定の値となった.

#### 3. CFT 柱試験結果の既往の研究との比較

既往の研究結果を Fig.2 に示す. Fig.2 中に「コンクリート充填鋼管造技術基準・同解説」<sup>3)</sup>の材料強度適用範囲(鋼管強度 440N/mm<sup>2</sup> 以下, コンクリート強度 90N/mm<sup>2</sup> 以下)を併記する. 従来強度材を用いた CFT 柱に関する既往の研究結果と, 本実験における高強度 CFT 柱の実験結果を比較することにより, CFT 柱の高強度化の影響を検討する.

#### [拘束効果比較]

拘束効果に関して, 本実験と既往の研究結果を比較する(Fig.3). Fig.3[b]に, 「コンクリート充填鋼管構造設

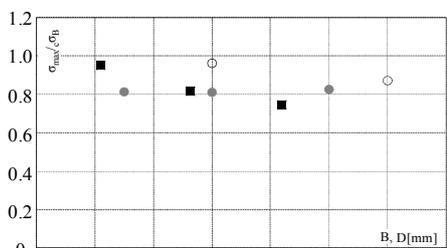


Figure 1.  $\sigma_{max}/\sigma_B$ -B,D graph

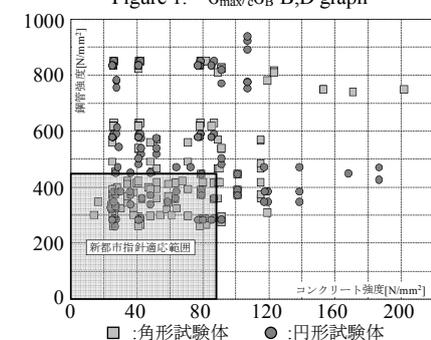


Figure 2. Strength distribution chart

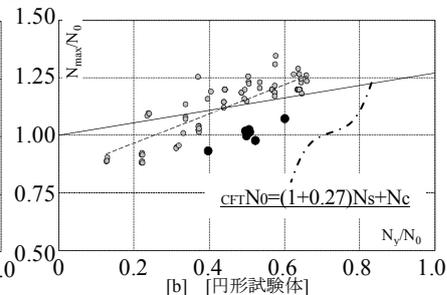
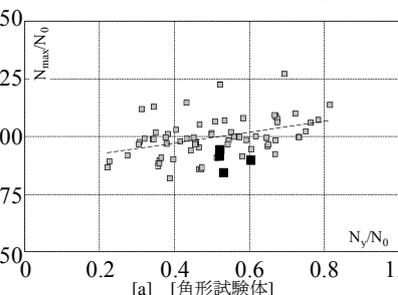


Figure 3.  $N_{max}/N_0$ - $N_y/N_0$  graph

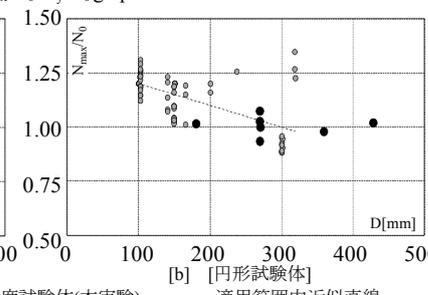
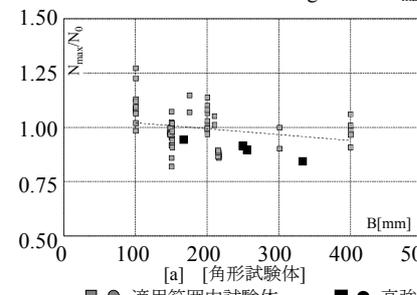


Figure 4.  $N_{max}/N_0$ -B(D) graph

- 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 : JFE スチール株式会社 土木・建築研究部 JFE Steel Corporation, Civil Engineering Research Dept.
- 4 : 日大理工・教授・海建 Prof. Dept. of Oceanic Architecture & Engineering, College of Science & Technology, Nihon Univ. Dr.

計施工指針」<sup>4)</sup>が示す円形試験体の拘束効果( $\xi=0.27$ )を加味した評価値( $c_{FT}N_0$ )と  $N_0$  との比を併記する. Fig.3[a] から, 高強度角形試験体では, 適用範囲内試験体の下限の軸圧縮耐力があることが分かる. Fig.3[b]から, 高強度円形試験体では, 適用範囲内の試験体と同様に, 鋼管耐力割合の増大にともなって最大耐力比が上昇する傾向が確認できる. しかし, 全ての試験体において, 最大耐力は拘束効果( $\xi=0.27$ )を加味した  $c_{FT}N_0$  より低い値となった. シリンダー強度とプレーンコンクリート柱強度の差が影響していると考えられる.

[寸法効果比較]

試験体寸法と試験体耐力の関係に関して, 実験結果と既往の研究結果を比較する(Fig.4). Fig.4[a]に示すとおり, 高強度角形試験体では, 適用範囲内の試験体と同様に, 寸法の増大にともない最大耐力比が低下する傾向がある. また Fig.4[b]に示す円形断面柱では, 適用範囲内の試験体は寸法の増大に伴い最大耐力比が低下するのに対して, 今回の高強度円形試験体では寸法に関わらずほぼ一定の最大耐力比となった.

そこで, 円形 CFT 柱に関する実験データを文献および鋼管耐力比別に分類し, 同一条件の試験体における寸法と最大耐力比の関係について検討する. 各グループに属する試験体の最大耐力比・試験体径関係(Fig.5)を最小二乗法で近似した直線の勾配を Table 1 に示す. ただし, 計算耐力には  $c_{FT}N_0$  を用い, 適用範囲外のデータも使用している. 勾配を試験体数・鋼管径範囲の幅( $D_{max}-D_{min}$ )で重み付けした加重平均は 0.15 となり, 同一グループ内での寸法変化による最大耐力比の低下傾向は認められない. 一方, 各グループの最大耐力比平均値と試験体径平均値の関係には明確な寸法の影響が現れる(Fig.6). このことは, 同じ条件で養生された CFT

柱では寸法の影響が小さく, 充填コンクリートと材料試験用シリンダーの発現強度差が, Fig.4 に示すデータ全体の最大耐力比と寸法の間に関わっている可能性を示唆している.

4. まとめ

既報<sup>12)</sup>及び前報までに示した実験結果と, 既往の研究との比較検討により, 下記の知見を得た.

- ①プレーンコンクリート柱試験体は, 寸法が大きい試験体ほどシリンダー強度と比べ強度低下した.
- ②高強度角形 CFT 柱は, 従来強度 CFT 柱と同様に, 寸法の増大にともない最大耐力比が低下する傾向を示した.
- ③高強度円形 CFT 柱では, 従来強度 CFT 柱と同程度の拘束効果が働くことを確認した. ただし, プレーンコンクリート柱の強度低下分に相当する耐力差が生じた.
- ④円形 CFT 柱の寸法と最大耐力比の関係には, 充填コンクリートと材料試験用シリンダーの発現強度差が影響している可能性がある.

5. 参考文献

- 1) 栗原 他: 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要集
- 2) 栗原 他: 高強度円形 CFT 柱の構造性能に関する実験的研究, 平成 23 年度日本大学理工学部学術講演会要集
- 3) 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
- 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: 鉄骨鉄筋コンクリート構造計算規程・同解説, 2001
- 6) 富井 他: 中心圧縮を受けるコンクリート充填鋼管短柱の弾塑性性状に関する実験的研究 その 1, 2, 学術講演梗概集 構造系, pp.1475-1478, 1977
- 7) 富井 他: 中心圧縮を受けるコンクリート充填鋼管短柱の弾塑性性状に関する研究 その 1, 2, 九州支部研究報告 構造系(22), pp.193-200, 1976.02
- 8) 岡部 他: 高強度コンクリート充填鋼管短柱の圧縮試験, 学術講演会梗概集 C-1, pp.955-956, 1996
- 9) 藤本 他: 高強度材料を用いたコンクリート充てん鋼管短柱の軸圧縮特性, 日本建築学会構造系論文集(498), pp.161-168, 1997.08
- 10) 鈴木 他: 純圧縮を受けるコンクリート充填円形鋼管短柱の力学的特性に関する研究, 構造系論文集(499), pp.123-129, 1997.09
- 11) 山本 他: コンクリート充填円形鋼管短柱の軸圧縮特性に及ぼす寸法効果に関する実験的研究, 構造系論文集(561), pp.237-244, 2002.11
- 12) 寺沢 他: 超高強度鋼を用いたコンクリート充填鋼管柱の構造性能に関する実験的研究, 学術講演梗概集, C-1, pp.1153-1154, 2007
- 13) 社団法人日本建築学会: 鋼構造設計規程, 2005
- 14) 難波 他: 高強度 CFT 柱の構造性能に関する研究(その 3, その 4, その 5, 日本建築学会大会学術講演会梗概集, 2012

Table 1. All result of study about size effect (split into literature,  $N_v/N_0$ )

引用元	鋼管径 D[mm]		鋼管降伏応力 $\sigma_y$ [N/mm <sup>2</sup> ]		コンクリート強度 $\sigma_B$ [N/mm <sup>2</sup> ]		鋼管耐力比 $N_v/N_0$		サンプル数 n	寸法効果を示す勾配※ $\times 10^{-3}/mm$	最大耐力比 $(N_{max}/c_{FT}N_0)$ の平均
	min	max	min	max	min	max	min	max			
文献6,7)	101	150	280	371	23	27	0.57	0.65	10	-0.43	1.06
文献8)	102	140	348	472	26	36	0.53	0.57	8	1.43	1.06
文献9)	149	241	283	579	41	91	0.31	0.37	5	0.85	0.99
	149	337	283	834	25	41	0.44	0.48	3	-0.40	1.00
文献10)	200	300	614	780	28	28	0.74	0.79	2	0.02	1.01
	101	318	331	452	27	36	0.63	0.69	6	0.22	1.06
文献11)	102	318	339	452	36	48	0.56	0.58	4	0.24	1.10
	102	319	339	371	48	48	0.50	0.50	3	-0.08	1.09
文献12)	200	270	776	891	107	107	0.52	0.52	2	-0.25	0.96
	200	270	775	923	107	107	0.60	0.64	2	-0.16	1.00
本実験	180	359	782	843	116	116	0.50	0.52	3	-0.11	0.88
	268	427	426	458	117	117	0.42	0.44	2	0.05	0.90

※ 拘束効果を加味した評価値による最大耐力比( $N_{max}/c_{FT}N_0$ )と寸法(D)の勾配, 寸法効果による強度低下がある場合, 負となる

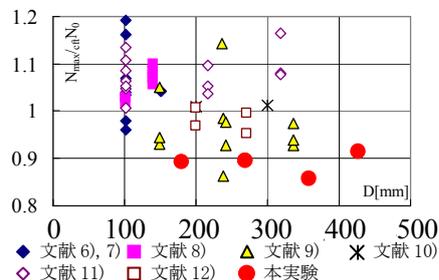


Figure 5.  $D-N_{max}/c_{FT}N_0$  graph (each specimen)

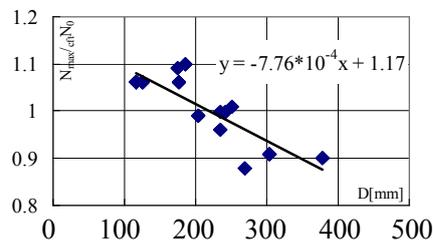


Figure 6.  $D-N_{max}/c_{FT}N_0$  graph (average a group)