

高強度 C F T 柱の構造性能に関する研究

—低降伏比高強度円形 CFT 柱—

Study on Structural Performance of High Strength CFT Column - High Strength Circular CFT Column of Low Yield Proportion -

○坂東美乃利¹, 杉本太一², 難波隆行³, 植木卓也³, 加村久哉³, 北嶋圭二⁴, 中西三和⁴, 安達洋⁴
Minori Bando¹, Taichi Sugimoto², Takayuki Nanba³, Takuya Ueki³, Hisaya Kamura³,
Keiji Kitajima⁴, Mitsukazu Nakanishi⁴, Hiromi Adachi⁴

The purpose of this study is to expose the structure performance of concrete filled steel tube(hereafter refers to as CFT)column subjected to the concentric axial compressive load. This paper presents the summary of compression experiment, results and proof stress increase about low yield ratio high strength circle CFT.

1. はじめに

本研究では、高強度材料を用いた CFT 柱の構造性能を明らかにすることを目的として、鋼管の材料強度・幅厚比(径厚比)・寸法をパラメーターとした高強度 CFT 柱の一軸圧縮試験を行った。また、CFT 柱の充填コンクリート部分、鋼管部分に対応したプレーンコンクリート柱実験、中空鋼管実験を同時に行った。

既報¹⁾²⁾では、高強度材料を用いた角形及び円形 CFT 柱に対する実験概要及び実験結果について報告した。角形 CFT 柱では、十分な相互拘束効果が得られなかったため軸圧縮耐力が計算値より低い値となった。一方、円形 CFT 柱では、高い拘束効果が得られたが、新都市指針の定める材料強度適用範囲の試験体とは異なる傾向となった。本報では、低降伏比高強度円形 CFT 柱の実験概要及び実験結果を報告するとともに、プレーンコンクリート柱・中空鋼管実験結果と比較することで、高強度円形 CFT 柱の相互拘束効果による耐力増加現象について検討する。

2. 実験概要

2.1 試験体概要

試験体名称及び形状を Fig.1 に、試験体構造諸元を

[試験体名称例]

CFT C 11- II-23

① ② ③ ④ ⑤

- ①:種類 { CFT:CFT 柱
C:プレーンコンクリート柱
S:中空鋼管
- ②:断面形状 { R:角形
C:円形
- ③:実験年度 { 09:2009 年度 11:2011 年度
10:2010 年度
- ④:寸法ランク { I:150~180[mm] III:330~360[mm]
II: 250~280[mm] IV: 400~430[mm]
- ⑤:幅厚比,径厚比

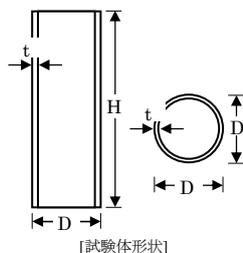


Figure 1.Name of specimen and section of specimen

Table 1 に示す。計算耐力 N_0 は(1)式により計算した。試験体は、鋼管に 550N/mm² 級鋼を使用し、コンクリートの設計基準強度 F_c は 100N/mm² とした。

$$N_0 = A_s \cdot s \cdot \sigma_y + A_c \cdot c \cdot \sigma_B \quad \dots(1)$$

A_s : 鋼管の断面積 σ_y : 鋼管の降伏強度
 A_c : コンクリートの断面積 σ_B : コンクリートの圧縮強度
 $N_y = A_s \cdot s \cdot \sigma_y$ $N_c = A_c \cdot c \cdot \sigma_B$

2.2 载荷方法および計測概要

载荷方法は、30MN 大型構造物試験機による一軸圧縮試験とした。CFT 柱・プレーンコンクリート柱・中空鋼管各実験とも、試験体周囲四面の鉛直変位と軸方向ひずみ及び周方向ひずみの計測を行った。変位計設置位置を Fig.2 に、ひずみゲージ貼付位置を Fig.3 に示す。

3. 実験結果

プレーンコンクリート柱実験結果を Table 2 に、応力-ひずみ(以下 σ - ϵ)関係を Fig.4 示す。中空鋼管実験結果

Table 1.List of test specimens

試験体名	D [mm]	t [mm]	D/t	H [mm]	材料強度		N_0 [kN]	N_y/N_0
					YS [N/mm ²]	$c \cdot \sigma_B$ [N/mm ²]		
CFTC11-IV-23	427	18.6	23	1280	426	117	24092	0.42
CFTC11-II-23	268	11.6	23	805	458	117	9813	0.44
CC11-IV	400	-	-	1200	-	117	14709	-
CC11-II	250	-	-	750	-	117	5746	-
SC11-IV-23	428	18.6	23	1284	426	-	10186	1.0
SC11-II-23	270	11.6	23	810	458	-	4312	1.0

YS:鋼板の降伏強度, σ_B :コンクリート圧縮強度

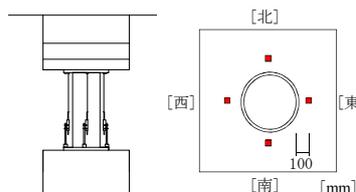


Figure 2.Placement sensor

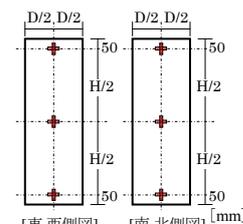


Figure 3 Position of strain gauge

- 1 : 日大理工・学部・海建 Undergraduate student, Undergraduate School of Science & Technology, Nihon Univ.
- 2 : 日大理工・院・海建 Graduate Student, Graduate 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.

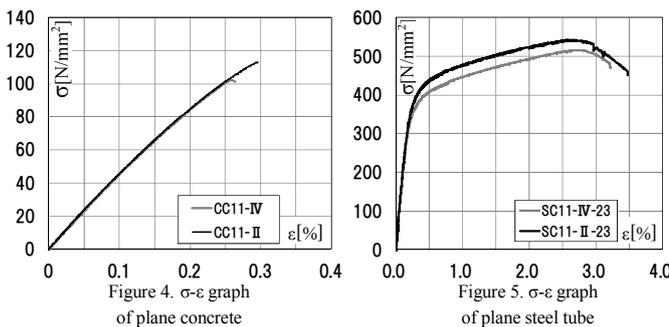
を Table 3 に、 σ - ε 関係を Fig.5 に示す. CFT 柱実験結果を Table 4 に、 N/N_0 - ε 関係を Fig. 6 に示す.

CFT 柱実験値と累加値との比較

CFTC11 シリーズ試験体については、その充填コンクリート部分及び鋼管部分に相当するプレーンコンクリート柱実験及び中空鋼管実験を同時に行った. 各試験体の同一ひずみ時におけるこれらの試験体荷重を比較することで、相互拘束効果による耐力増加現象について検討する. Fig.7 は CFT 柱最大荷重時の荷重負担内訳である. 相互拘束効果が働く CFT 柱の鋼管は 2 軸応力状態となるため、軸方向負担荷重が中空鋼管柱より低下する. 低下した鋼管荷重とプレーンコンクリート柱荷重の累加値と、CFT 柱荷重の差は拘束効果によるコンクリート強度上昇の結果生じたものと考えられる. [荷重(N)-軸方向ひずみ(ε_z)関係]

Fig.8 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力を保つと仮定して、中空鋼管荷重との累加値(N_0)を算出し、CFT 耐力(N)と比較したものである. Fig.8 中に各試験体の周方向ひずみ(ε_θ)を併記する. ひずみ値は、いずれも圧縮を正值としている. Fig.8 より CFT 柱と累加値は、プレーンコンクリート柱の破壊ひずみまでは同様の挙動を示す. また、CFTC11-IV-23 において、プレーンコンクリート柱の破壊ひずみから充填コンクリートのすべり破壊開始までの間、直前までの剛性をほぼ維持しつつ耐力が上昇した. その結果、CFT 柱の最大荷重は累加値と比較して、CFTC11-IV-23 試験体では N_0 'の 10%、CFTC11-II-23 試験体では N_0 'の 4%耐力が上昇する. [軸方向ひずみ(ε_z)-周方向ひずみ(ε_θ)関係]

ε_z - ε_θ 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(軸方向ひずみ 0.32%付近)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の破壊開始後、CFT 柱の荷重が上昇し始めるのと同時に、CFT 柱の周方向ひずみの伸張が速まる. これは相互拘束効果が働いていることを示している.



4. まとめ

高強度円形 CFT 柱の実験結果とプレーンコンクリート柱・中空鋼管実験結果を比較することで以下の知見が得られた.

- ①550N/mm²級鋼管を使用した CFT 柱試験体では、一時的な荷重停滞が生じたが、プレーンコンクリート柱の破壊とはほぼ同ひずみ時に起きていることから、充填コンクリートの局所的な圧縮破壊による影響と考えられる. また、鋼管の降伏による周方向への膨張速度上昇が充填コンクリートのマイクロクラック生成による膨張よりも先に起こる 550N/mm²級鋼管を使用した試験体で顕在化したものと考えられる.
- ②CFT 柱と累加値の比較から、CFT 柱は初期状態において充填コンクリートと鋼管に相互関係はなく、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.

5. 参考文献

次報(既往の研究との比較および考察)にまとめて記す.

Table 2. Test results of plane concrete

試験体名	材料強度 $c\sigma_B$ [N/mm ²]	実験結果			対応試験体名
		N_{max} [kN]	σ_{max} [N/mm ²]	ε_{max} [%]	
CC11-IV	117	12863	102	0.26	CFTC11-IV-23
CC11-II		5544	113	0.30	CFTC11-II-23

Table 3. Test results of plane steel

試験体名	径厚比 D/t	材料強度		実験結果		対応試験体名
		YS [N/mm ²]	TS [N/mm ²]	$s\sigma_y$ [N/mm ²]	σ_{max} [N/mm ²]	
SC11-IV-23	23	426	567	392	516	CFTC11-IV-23
SC11-II-23	23	458	595	422	541	CFTC11-II-23

Table 4. Test results of CFT

試験体名	材料強度		鋼管 耐力比 N_v/N_0	実験結果		N_{max}/N_0
	YS [N/mm ²]	$c\sigma_B$ [N/mm ²]		N_{max} [kN]	ε_{max} [%]	
CFTC11-IV-23	426	117	0.42	24551	0.57	1.02
CFTC11-II-23	458	117	0.44	9802	0.50	1.00

