

コンクリート充填角形鋼管短柱の圧縮靱性向上に関する基礎研究

正会員 ○山本 貴正 1*
同 白田 太 2*

CFT 最大圧縮力 空隙
グラウト材 局部座屈 相互作用効果

1. はじめに

1.1 研究の背景・目的

コンクリート充填鋼管(CFT)柱の角形は、鋼管平板部で生じる局部座屈の影響で、円形と比較して靱性が低い。そこで、筆者らは、角形 CFT 柱の外周に角形鋼管(以下、補強用鋼管)を配置することで、補強用鋼管の拘束力により局部座屈抑制効果が付加され、角形 CFT 柱の靱性を向上させることができると考えた。本報では、補強用鋼管を配置した角形 CFT 短柱の圧縮靱性向上について検討している。なお、前報¹⁾の試験体も併せて検討している。

1.2 関連する既往研究

CFT 短柱の最大圧縮力の鋼管とコンクリートの相互作用効果は、次式の加算圧縮力 $[N_0]$ を基準にして、検討される。

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

ここに、 A_s 、 A_c ：鋼管およびコンクリートの原断面積、 σ_y ：鋼管の降伏応力度、 σ_B ：コンクリート標準試験体の圧縮強度(以下、コンクリート標準強度)
なお、CFT 短柱の最大圧縮力の推定値 $[N_u]$ は、式(2)が提案されている²⁾。

$$N_0 = (1.0 + \eta) A_s \cdot \sigma_y + A_c \cdot \sigma_B \cdot \psi \quad \text{角形} : \eta = 0.0 \quad (2)$$

ここに、 η ：相互作用効果による耐力上昇係数、 ψ ：コンクリート標準強度の補正係数
式(2)は、幅厚比制限値以内であることが条件である。
コンクリートの圧縮強度と板状の空隙を有するコンクリート圧縮強度 $[\sigma_p]$ の関係は、式(3)が得られている³⁾。

$$\frac{\sigma_p}{\sigma_B} = \exp(-2.49 \frac{A_p}{A_c}) \quad (3)$$

ここに、 A_p ：空隙を控除したコンクリートの断面積

2. 実験概要

図-1 に試験体の概要、表-1 に実験要因を示す。CFT の鋼管は、STKR400 の□100x100x3.2[公称幅厚比:31、 σ_y : 413N/mm²(0.2%off-set)]および□100x100x2.3(公称幅厚比:43、 σ_y : 353N/mm²)、補強用鋼管は STKR400 の□125x125x3.2(公称幅厚比:39、 σ_y : 444N/mm²)を用いた。補強用鋼管を有する断面の最大圧縮力が、無補強箇所より高くないようにするために長方形の XPS(押出法ポリスチレンフォーム)を CFT 内に内蔵させている。使用材料、実験方法などの詳細については、既報¹⁾を参照されたい。

3. 実験結果

3.1 最終破壊状況

写真-1(a)(b)に、例として、幅厚比 47.4 かつグラウト材高強度を有する RCFT と RCFT-d 短柱の上端部の最終破壊状況をそれぞれ示す。同写真より、RCFT-d 短柱は、

表-1 実験要因・水準

グラウト材 圧縮強度 (N/mm ²)	XPS 公称幅 (mm)	鋼管 幅厚比 (公称)	コンクリート 標準強度 (N/mm ²)	標本サイズ			
				CFT	RCFT	CFT-d	RCFT-d
29.1	-	47.4 (43)	50.7	1	1	-	-
-	66		53.0	1	-	1	-
58.7	-		51.8	1	1	1	1
-	45	31.1 (31)	63.2	1	-	4	-
29.1	-		50.7	1	1	-	-
-	66		53.0	1	-	1	-
58.7	-	-	51.8	1	1	1	1
-	45	-	63.2	1	-	2	-

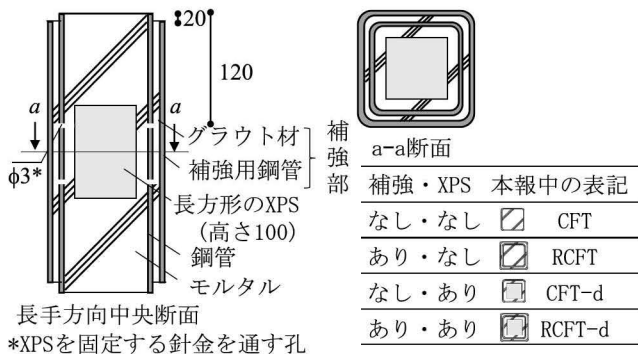
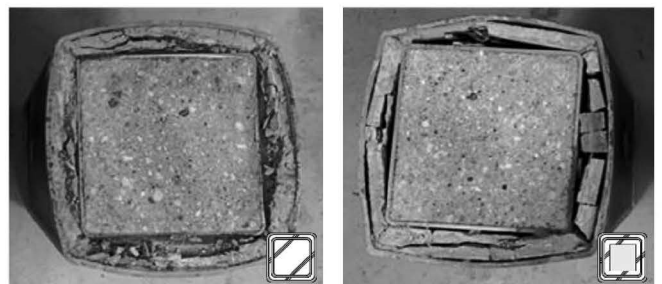


図-1 試験体概要 例) 補強あり・XPSあり



(a) XPSなし(RCFT)

(b) XPSあり(RCFT-d)

写真-1 最終破壊状況の例(幅厚比47.4・補強あり)

RCFT と同様に補強用鋼管上部の断面が円状に変形するが、RCFT と異なりグラウト材と内側鋼管に隙間があることがわかる。これは、中央部付近のグラウト材が、空隙の影響で生じる内側鋼管の局部座屈と外周鋼管で圧壊されて、上部のグラウト材を押し広げているためと考えられる。なお、目視によると、これらの変形は、最大圧縮力到達以降に確認をした。

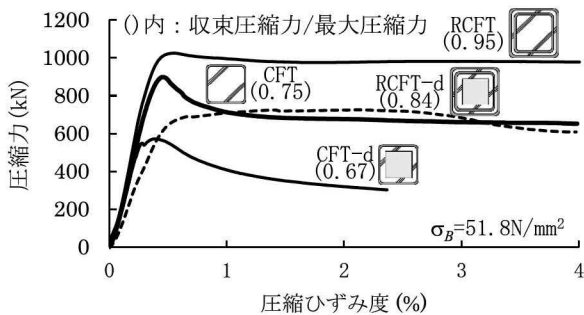
3.2 荷重-変形関係

図-2(a)(b)に、圧縮力-圧縮ひずみ度関係に及ぼす補強・XPS およびグラウト材圧縮強度の影響の例をそれぞれ示す。図中の括弧内は最大圧縮力に対する収束圧縮力^{付)}(劣化抵抗率)を表している。同図(a)より、XPS 有無ともに、補強ありの最大圧縮力かつ劣化抵抗率は、なしと比較して高いことがわかる。なお、RCFT-d は、CFT と比較して、最大圧縮力は低い、劣化抵抗率が高いことが認められる。同図(b)に示すように、グラウト材圧縮強度は、各幅厚比の RCFT とともに、劣化抵抗率に影響する。これは、グラウト材の破壊が、収束圧縮力の領域では生じていること(3.1 参照)が起因していると考えられる。

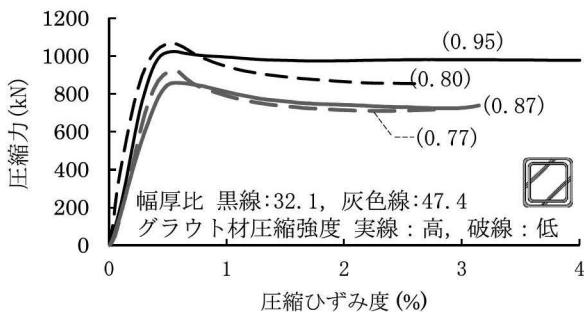
3.3 最大圧縮

(1) CFT-d

図-3 に、CFT-d 短柱の最大圧縮力と加算圧縮力の関係に及ぼす空隙公称幅の影響を示す。図の縦軸は、XPS を空隙と仮定して(図-2(a)参照)補正係数 $[\psi]$ を式(3)とした



(a) 補強・XPSの影響(鋼管幅厚比:32.1)



(b) グラウト材圧縮強度の影響(RCFT)

図-2 圧縮力-圧縮ひずみ度関係の例

推定値[式(2)]で除してある。横軸は、鋼管の原断面積と降伏応力度の積(鋼管部断面力)を式(1)の加算圧縮耐力で除した値(鋼管部断面耐力比)である。同図より、各試験体の縦軸は、1.0 付近に点在していることがわかる。

(2) RCFT-d・RCFT

図-4 に、RCFT-d と RCFT 短柱の最大圧縮力と鋼管断面力比の関係を併せて示す。図の縦軸は、相互作用効果による耐力上昇を考慮して(図-2(a)参照)耐力上昇係数 $[\eta]$ を円形 CFT 短柱に用いられる 0.27、かつ XPS を空隙と仮定して(図-2(a)参照)補正係数 $[\psi]$ を式(3)とした推定値[式(2)]で除してある。なお、断面の力のつりあいより、外補強用鋼管の側圧は、コンクリートに作用しないとして、最大圧縮力の推定値に、補強用鋼管を変数としていない式(2)を使用している。影同図より、各試験体の縦軸は、1.0 付近に点在していることがわかる。

4. おわりに

補強用鋼管を配置した角形CFT短柱の圧縮靱性向上について検討した。

謝辞 本稿の研究成果は、平成31年度愛知工業大学耐震実験センター研究助成の支援による。

付録1 最大圧縮力到達後の圧縮力の極小値の平均値としている。

参考文献 1) 福田, 他 4 名: AIJ 東海支部研究報告集, 第 57 号, pp. 1-4, 2019. 2) AIJ: CFT 構造設計施工指針, 第 2 版, 2008. 10 3) 三上, 他 2 名: AIJ 構造系論文集, No. 504, pp1-6, 1998. 2

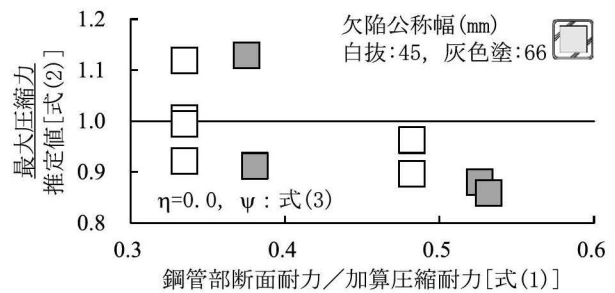


図-3 最大圧縮力(RCFT)

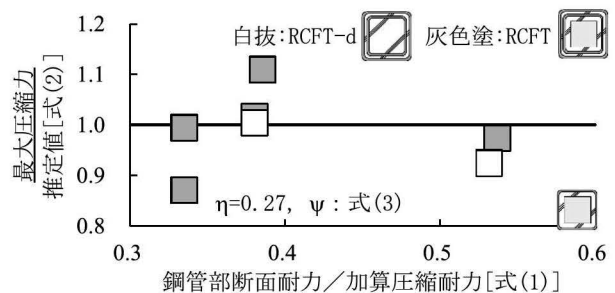


図-4 最大圧縮力(RCFT, RCFT-d)

1* 愛知工業大学工学部建築学科 准教授 博士(工学)

2* 国立豊田工業高等専門学校建築学科 講師 博士(工学)

1* Associ. Prof., Department of Architecture, Faculty of Eng., Aichi Institute of Technology, Dr. Eng.

2* Assist. Prof., Department of Architecture, National Institute of Technology, Toyota College, Dr. Eng.