

神戸市立工業高等専門学校 学生員 ○清水 集平
 神戸市立工業高等専門学校 正会員 上中 宏二郎

1.はじめに

二重鋼管合成部材(以下,CFDST)とは,直径が異なる二つの鋼管を同心円上に配置し,両鋼管の間にコンクリートを充填した構造形式である.このような構造によって,内鋼管内部が空洞となるため,従来のコンクリート充填鋼管構造(CFT)と比較して軽量となる利点を有する.これまでに,著者らは,円形の内鋼管を有する CFDST については圧縮試験¹⁾,曲げ試験²⁾,曲げせん断試験^{3,4)}を行ってきた.本研究は,既報に引き続き,角型鋼管を内鋼管に用いた CFDST(図-1参照)の中心圧縮試験を行い,鋼管の内径・外径比(B/D)が中心圧縮特性に与える影響について調べることを目的とする.

2.実験方法

2.1 供試体概要

供試体一覧を表-1に示す.供試体は,鋼管厚 $t_o, t_i=1.0, 1.6, 2.3\text{mm}$,ならびに $B=27, 53, 80\text{mm}$ の組み合わせの CFDST 供試体 9 体に,鋼管厚が 1.0, 1.6, 2.3 の CFT 供試体 3 体を加えた合計 12 体である.実験変数は,径厚比(D/t),ならびに内径・外径比(B/D)である.

2.2 測定項目

図-2に載荷風景を示す.3台の変位計を供試体上部の載荷板の下に配置し,載荷軸方向変位(δ)を測定した.さらに,内外鋼管外側の南北方向に2軸ひずみゲージを貼付し,両鋼管の応力状態を測定した.載荷に関しては,供試体上部より中心圧縮力(N)を単調載荷で作用させた.

3.実験結果と考察

3.1 破壊形式

写真-1に破壊形式を示す. sq16-80をはじめとした供試体においては,従来の CFT の破壊形式と同様なせん断破壊とそれによる局部座屈が見られる.しかし, sq10-53 および sq10-80 では,載荷点近傍が潰れてしまう局部座屈(Elephant foot)を確認することができた.一方で, sq23-80 では,せん断は確認されず局部座屈のみが見られた.

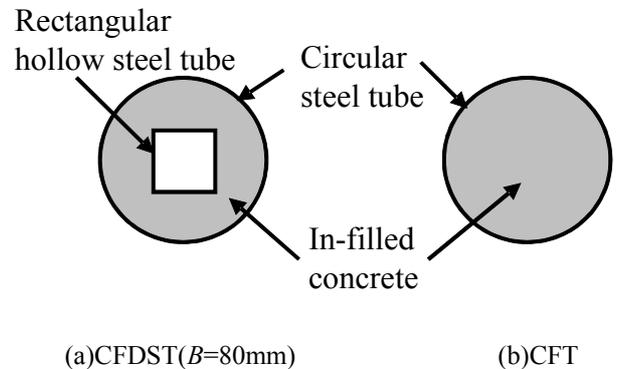


図-1 供試体断面

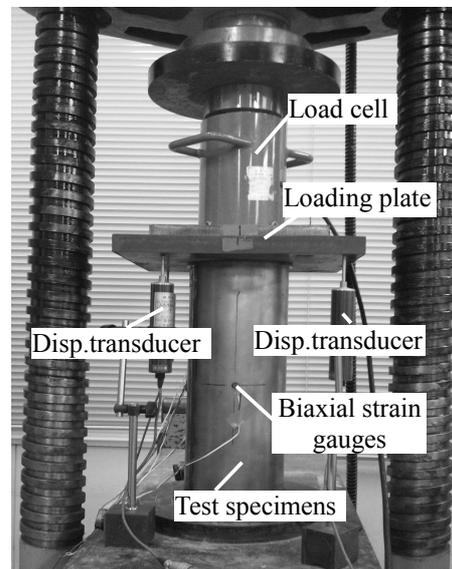


図-2 載荷風景



(a)sq16-80 (b)sq10-80 (c)sq23-80

写真-1 破壊形式

表-1 供試体一覧と実験結果

No.	Tag	t_o, t_i (mm)	H (mm)	D (mm)	B (mm)	D/t	B/D	f'_c (MPa)	f_y (MPa)	N_u (kN)	N_{est} (kN)	N_u/N_{est}
1	cft10	1.0	450.0	160.0	0.0	160.0	0.000	36.5	201.0	964	784	1.230
2	sq10-27	1.0			27.0	160.0	0.169	32.3	199.3	932	697	1.338
3	sq10-53	1.0			53.0	160.0	0.331	32.3	199.3	624	650	0.960
4	sq10-80	1.0			80.0	160.0	0.500	32.3	199.3	330	556	0.594
5	cft16	1.6			0.0	100.0	0.000	36.5	245.0	1216	832	1.462
6	sq16-27	1.6			27.0	100.0	0.169	32.3	278.1	1116	782	1.427
7	sq16-53	1.6			53.0	100.0	0.331	32.3	278.1	1189	761	1.561
8	sq16-80	1.6			80.0	100.0	0.500	32.3	278.1	796	693	1.147
9	cft23	2.3			0.0	69.6	0.000	36.5	253.0	1386	879	1.576
10	sq23-27	2.3			27.0	69.6	0.169	32.3	344.9	1535	902	1.701
11	sq23-53	2.3			53.0	69.6	0.331	32.3	344.9	1504	918	1.640
12	sq23-80	2.3			80.0	69.6	0.500	32.3	344.9	726	887	0.818

3.2 中心圧縮強度

図-3 に内外鋼管幅比(B/D)と定式化した強度比(N_u/N_{est})の関係を示す。なお、縦軸の N_{est} は鋼管の拘束効果を考慮しないCFDSTの中心圧縮強度であり、式(1)の通りに表される。

$$\dots \dots N_{est} = (A_{si} + A_{so}) \cdot f_y + A_c \cdot f'_c \quad \dots \dots (1)$$

ここで、 A_{si} 、 A_{so} 、 A_c :内外鋼管およびコンクリートの断面積、 f_y :鋼材の降伏強度、 f'_c :コンクリートの圧縮強度である。なお、これらの算定強度を表-1に示す。図-3より、局部座屈が発生した供試体では、比較的荷重初期段階で終局状態に至り、 $N_u/N_{est} < 1.0$ であることがわかる。図-4に式(1)による算定強度(N_{est})と実験強度(N_u)の関係を示す。同図より算定値は実験値とほぼ一致、あるいは実験値を安全側に評価した。

3.3 変形性能

図-5に定式化した荷重荷重と変位の関係を示す。ここで、x軸は軸方向変位を供試体高さで除して百分率で表している。同図より、 $t=2.3\text{mm}$ かつ B/D が0.33以下の供試体では、CFTと同じ挙動を示していることがわかる。

4.まとめ

- (1)sq10-53, sq10-80, sq23-80の破壊形式は局部座屈であった。その他の破壊形式はコンクリートのせん断破壊とそれに伴う局部座屈であった。
- (2) $t=2.3\text{mm}$ かつ B/D が0.33以下の供試体は、角型内鋼管が変形性能に与える影響は少なかった。
- (3)局部座屈が発生した供試体(sq10-53, sq10-80, sq23-80)においては、強度比(N_u/N_{est})が低下した。

参考文献 1)Uenaka, et al.: *Thin-Walled Structures*, Elsevier, 48(1), 19-24, 2010. 2)Uenaka, et al.: *Steel & Composite Structures*, Techno-Press, 8(4), 297-312, 2008. 3)Uenaka, et al.: *Thin-Walled Structures*, Elsevier, 49(2), 256-263, 2011. 4)上中: *コンクリート工学年次論文集*, 日本コンクリート工学会, 33(2), 1111-1116, 2011.

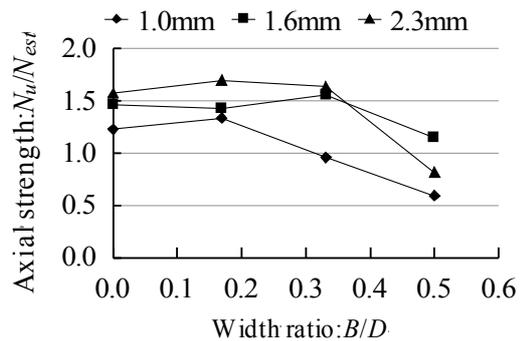


図-3 算定強度比と内外鋼管幅比

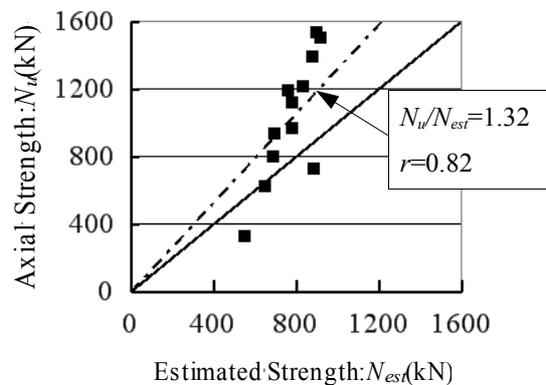


図-4 算定強度(N_{est})と実験強度(N_u)

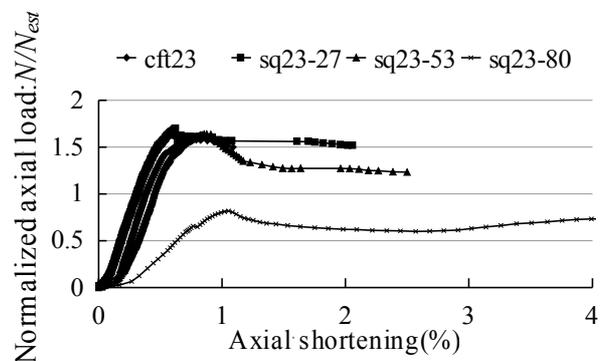


図-5 荷重変位関係($t=2.3\text{mm}$)