

神戸市立工業高等専門学校 学生会員 ○清水集平
正会員 上中宏二郎, 酒造敏廣

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り, 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⁾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)の中心圧縮特性を行い, 内外の鋼管幅比(B/D)が同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

(1)供試体の概要と載荷方法

供試体一覧を表-1 に示す. 供試体は, 鋼管厚 $t_o, t_i=1.0, 1.6\text{mm}$, ならびに $B=27, 53, 80\text{mm}$ の組み合わせの 6 体に既報の CFT 供試体 2 体を加えた合計 8 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. CFDST 短柱に単調載荷による中心圧縮力(N)を作用させた.

(2)測定項目

図-2 に載荷方法を示す. 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.

3.実験結果と考察

(1)破壊形式

写真-1 に破壊形式を示す. Cfdst16-27 は従来の CFT の破壊形式と同様なせん断破壊が見られる. しかし, $B=53\text{mm}$ を越えると載荷点近傍が潰れてしまう局部座屈(Elephant buckling)を確認することができた. 一方で, $t=1.6\text{mm}$ では, 内鋼管幅 B が大きくなっても充填コンクリートが鋼管上部から中央部にかけてのせん断破壊と, 局部座屈が見られた.

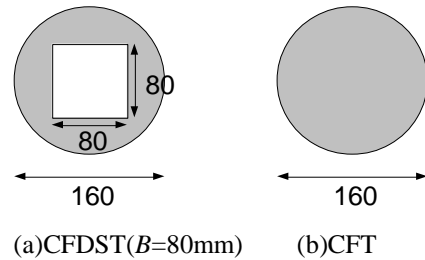


図-1 CFDST と CFT の断面

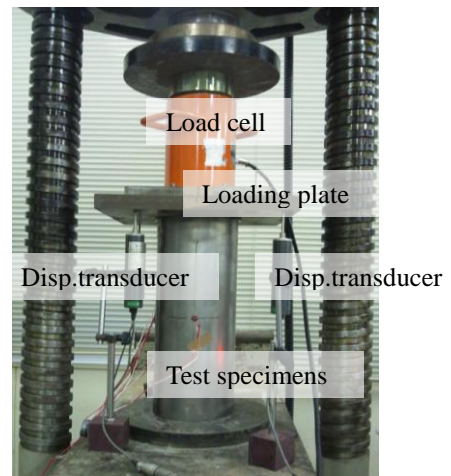


図-2 載荷方法



1)Cfdst16-27 2)Cfdst10-53 3)Cfdst16-53

写真-1 破壊形式

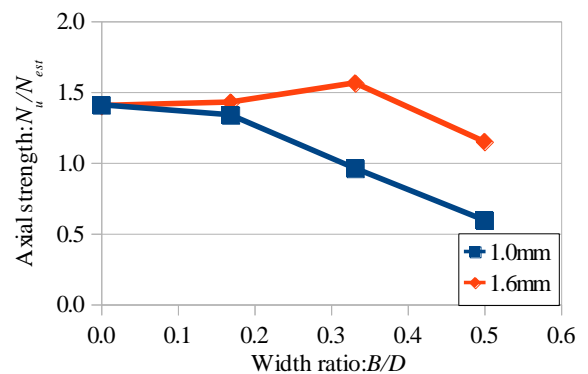


図-3 算定強度比と内外鋼管幅比

表-1 供試体一覧と実験結果

No.	Tag	t_o (mm)	t_f (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	1.0	450.0	160.0	0.0	160.0	0.000	18.7	221.0	700	497	1.408
2	Cfdst10-27	1.0	1.0			27.0	160.0	0.169	32.3	199.3	932	697	1.337
3	Cfdst10-53	1.0	1.0			53.0	160.0	0.331	32.3	199.3	624	650	0.960
4	Cfdst10-80	1.0	1.0			80.0	160.0	0.500	32.3	199.3	330	556	0.594
5	Cft16	1.6	1.6	450.0	160.0	0.0	100.0	0.000	18.7	308.0	815	581	1.403
6	Cfdst16-27	1.6	1.6			27.0	100.0	0.169	32.3	278.0	1116	782	1.427
7	Cfdst16-53	1.6	1.6			53.0	100.0	0.331	32.3	278.0	1189	761	1.562
8	Cfdst16-80	1.6	1.6			80.0	100.0	0.500	32.3	278.0	796	693	1.149

(2)中心圧縮強度

図-3 に内外鋼管幅比(B/D)と定式化した中心圧縮強度(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。

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

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にまとめている。

$t=1.0$ mm 供試体では B/D が大きくなると載荷面に局部座屈が発生したため、比較的載荷初期段階で終局状態に至り、 N_u/N_{est} が低下した。

図-4 に式(1)の算定強度(N_{est})と実験強度(N_u)の関係を示す。同図より相対比(N_u/N_{est})=1.25, 相関係数 $r=0.77$ (図-4破線)となり、算定値と実験値はほぼ一致、あるいはそれを安全側に評価した。

(3)変形特性

図-5 に定式化した載荷荷重(N/N_{est})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(H)で除して百分率で表している。この図より、 $t=1.6$ mm かつ $B/D < 0.33$ であれば顕著な変形性能の低下は見られないことが分かる。

4.まとめ

- (1) $t=1.6$ mm の供試体(Cfdst16-27, Cfdst16-53, Cfdst16-80)と Cfdst10-27 の破壊形式はコンクリートのせん断破壊とそれによる局部座屈であった。また、Cfdst10-53, Cfdst10-80 の破壊形式は載荷面が潰れる局部座屈であった。
- (2) $t=1.0$ mm の供試体(Cfdst10-27, Cfdst10-53, Cfdst10-80)では B/D が大きくなると載荷初期に載荷面近くで局部座屈が発生したため、中心圧縮強度が低下した。
- (3) $t=1.6$ mm かつ $B/D < 0.33$ の供試体(Cft16, Cfdst16-27)では、角型内鋼管が変形性能に与える影響は少なかった。

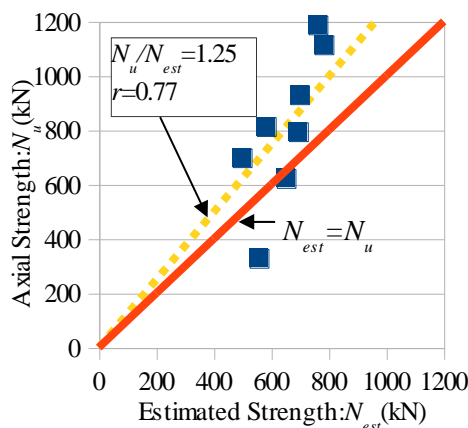


図-4 算定強度と実験強度

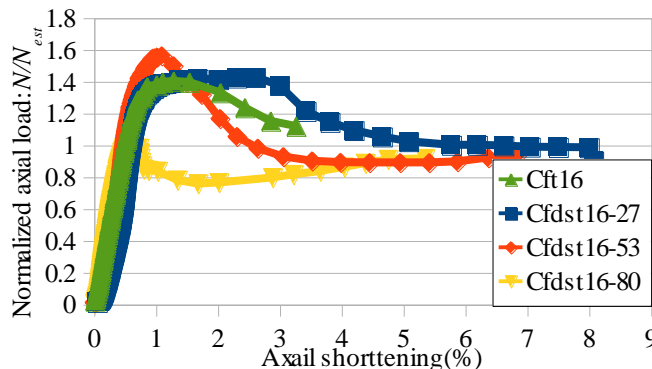


図-5 荷重変位関係($t=1.6$ mm)

謝辞:本研究の一部は、(社)近畿建設協会の助成金により実施した。ここに記して感謝の意を表します。

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.