

角型内鋼管を有する二重鋼管合成短柱の中心圧縮強度

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

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^{3,4)}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

供試体一覧を表-1 に示す. 供試体は, 鋼管厚 t_o , $t_i=1.0$, 1.6mm , 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.

(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. また, 本校所有の 2MN アムスラー試験機を用いて, 単調載荷方法により, 供試体が破壊に至るまで中心圧縮力(N)を作用させた.

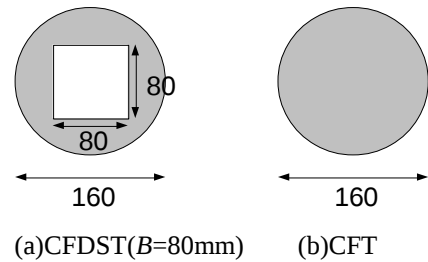


図-1 CFDST と CFT の断面

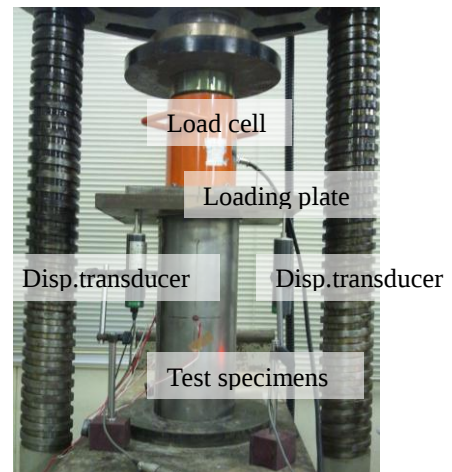


図-2 載荷方法



写真-1 破壊形式

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, それによる局部座屈が見られた.

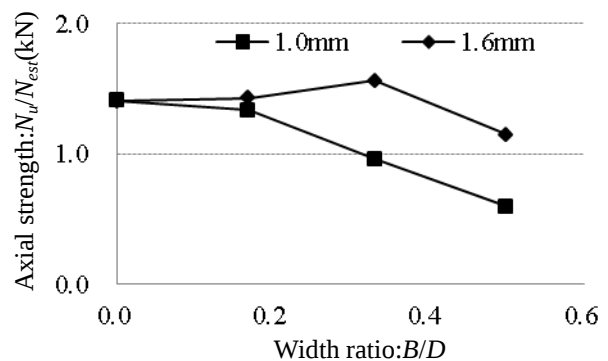


図-3 算定強度比と内外鋼管幅比

キーワード 二重鋼管, CFDST, CFT, 中心圧縮試験, 内径・外形比

連絡先 〒651-2194 神戸市西区学園東町 8 丁目 3 番地 神戸市立工業高等専門学校 TEL:078-795-3269

表-1 供試体一覧と実験結果

No.	Tag	$t_o(\text{mm})$	$t_i(\text{mm})$	$H(\text{mm})$	$D(\text{mm})$	$B(\text{mm})$	D/t	B/D	$f'_c(\text{MPa})$	$f_y(\text{MPa})$	$N_u(\text{kN})$	$N_{est}(\text{kN})$	N_u/N_{est}
1	Cft10	1.0	1.0			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。 $t=1.0\text{mm}$ 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。一方、せん断破壊を呈した $t=1.6\text{mm}$ 供試体は算定強度と概ね一致、あるいは安全側に評価することができた。

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、 $t=1.0\text{mm}$ かつ $B/D>0.33$ の供試体に関しては、せん断破壊を伴わない局部座屈のみの破壊形式であったため荷重は増減を繰り返しグラフが波打つ形になった。

4.まとめ

(1) $t=1.6\text{mm}$ 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) $t=1.0\text{mm}$ 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

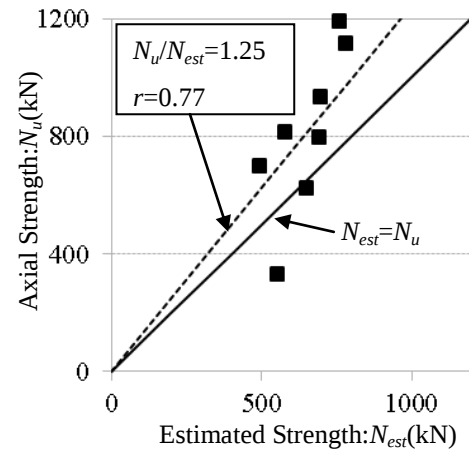
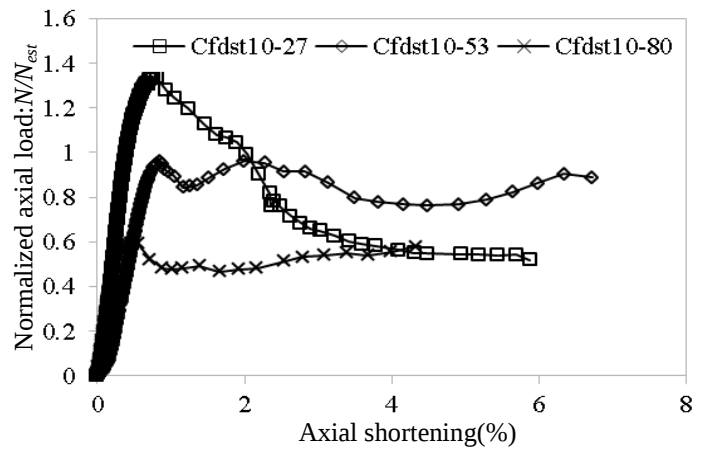


図-4 算定強度と実験強度

図-5 荷重変位関係($t=1.0\text{mm}$)

座屈が発生したため、中心圧縮強度が低下した。

(3) $t=1.0\text{mm}$ かつ $B/D>0.33$ の供試体(Cfdst10-53, Cfdst10-80)では、局部座屈のみ起こったことにより載荷荷重は増減を繰り返した。

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)上中宏二郎: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