

内角鋼管と外円鋼管からなる二重鋼管・コンクリート合成部材の圧縮実験

神戸市立工業高等専門学校 学生員○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・コンクリート合成部材（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（CFT）構造¹⁾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、内外円形鋼管を有する CFDST（以下 CC-CFDST）の中心圧縮実験²⁾、純曲げ実験³⁾、三点对称曲げせん断実験⁴⁾、逆対称二点曲げ載荷実験⁵⁾の一連の研究を継続的に行ってきた。そこで、本研究は、既報²⁾に引き続き、外円形鋼管と内角形鋼管の CFDST(以下、CS-CFDST とする。図-1 参照)の中心圧縮実験を行い、内外の鋼管幅比(B/D)が同特性に与える影響について検討することを目的とする。

2. 供試体の概要と測定項目

供試体一覧を表-1 に示す。供試体は、鋼管厚 $t_o, t_i = 1.0, 1.6, 2.3\text{mm}$ 、ならびに内鋼管 $B = 27, 53$ ならびに 80mm の組み合わせの CS-CFDST 供試体 9 体に、鋼管厚 (t_o) が上記 3 種の 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_o/t_o)、ならびに内鋼管・外鋼管幅比 (B/D_o) である。つぎに、図-2 に載荷風景を示す。三台の変位計を供試体上部に配置し、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二軸ひずみゲージを計四箇所貼付し、両鋼管の二軸応力状態を測定した。

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。cs10-27 をはじめとした 9 体の供試体では、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た。しかしながら、cs10-53 および cs10-80 では、載荷点近傍が潰れてしまう局部座屈(Elephant-foot type)を確認することができた。一方で、cs23-80 の破壊形式は、せん断が確認さ

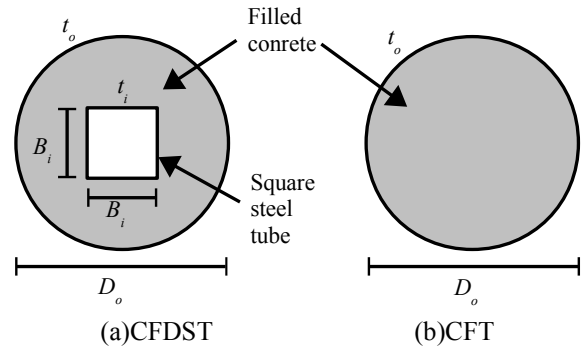


図-1 供試体断面

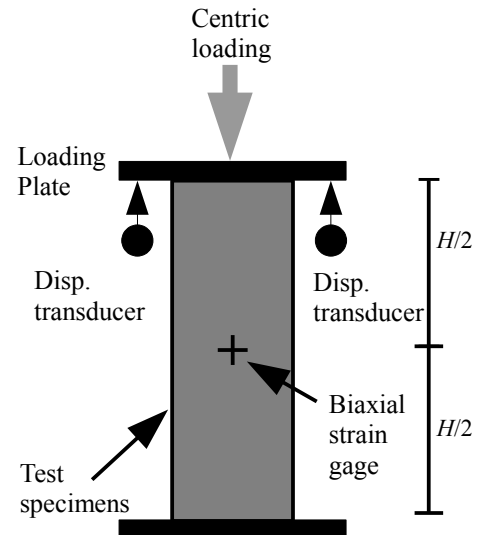
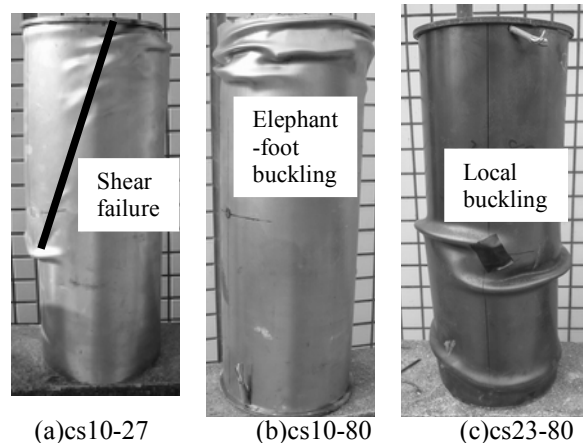


図-2 載荷風景



(a)cs10-27

(b)cs10-80

(c)cs23-80

写真-1 破壊形式

Keyword: CFT, CFDST, inner-to-outer width ratio, axially loading capacity

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 (mm)	D (mm)	B (mm)	D/t	B/D	f_y (N/mm ²)	f_c' (N/mm ²)	N_u (kN)	N_{est} (kN)	N_u/N_{est}
1	cs10-00	1.0	160.0	0.0	160.0	0.00	201	36.5	964.3	784.3	1.23
2	cs10-27	1.0		27.0	160.0	0.17	199	32.3	932.0	696.5	1.34
3	cs10-53	1.0		53.0	160.0	0.33	199	32.3	624.3	650.1	0.96
4	cs10-80	1.0		80.0	160.0	0.50	199	32.3	330.3	555.6	0.59
5	cs16-00	1.6	160.0	0.0	100.0	0.00	245	36.5	1213.2	831.7	1.46
6	cs16-27	1.6		27.0	100.0	0.17	278	32.3	1116.2	782.3	1.43
7	cs16-53	1.6		53.0	100.0	0.33	278	32.3	1188.7	761.4	1.56
8	cs16-80	1.6		80.0	100.0	0.50	278	32.3	795.8	693.5	1.15
9	cs23-00	2.3	160.0	0.0	69.6	0.00	253	36.5	1385.7	879.2	1.58
10	cs23-27	2.3		27.0	69.6	0.17	345	32.3	1534.7	902.2	1.70
11	cs23-53	2.3		53.0	69.6	0.33	345	32.3	1504.3	917.5	1.64
12	cs23-80	2.3		80.0	69.6	0.50	345	32.3	726.2	887.2	0.82

れず局部座屈のみが見られた。

3.2 中心圧縮強度

図-3 に内外鋼管幅比(B/D_0)と定式化した強度比(N_u/N_{est})の関係を示す。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。

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

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。図-3 より、局部座屈を呈した供試体では、 N_u/N_{est} が低下していることがわかる。これは、算定強度 N_{est} が、鋼管の降伏応力を基準としたためであると考えられる。

3.3 二軸応力

図-4 に貼付した二軸ひずみゲージより求めた外鋼管の弾塑性応力状態を示す。ここで、 σ_z 、 σ_θ は鋼管の軸方向、周方向応力である。同図より、充填コンクリートのダイレイタンスの影響により、二軸応力が降伏曲面に到達後、周方向応力(σ_θ)が引張方向へと流動した。この挙動は内鋼管でも同様であった。

4. まとめ

- (1)cs10-53, cs10-80, cs23-80 の破壊形式は鋼管の局部座屈であった。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)局部座屈が発生した供試体(cs10-53, cs10-80, cs23-80)では、強度比(N_u/N_{est})が低下した。
- (3)CFT, CFDST 問わず、全ての供試体において内外鋼管の降伏曲面降伏後の周方向の応力(σ_θ)は、引張方向に流動した。

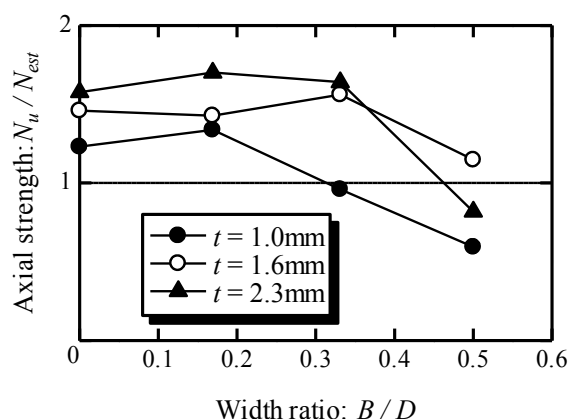


図-3 算定強度比と内外鋼管幅比

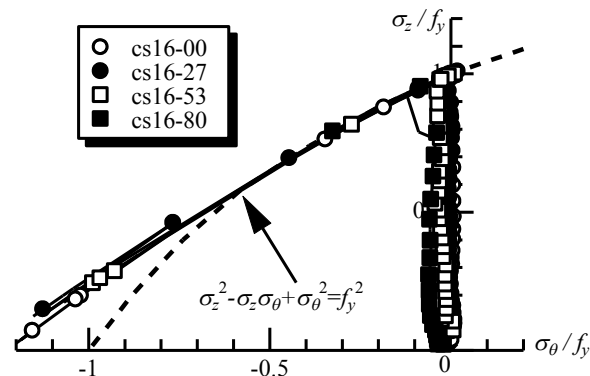


図-4 外鋼管の応力状態

参考文献

- 1) 日本建築学会:コンクリート充填鋼管構造設計施工指針, 2008. 2)Uenaka, K. et al: *Thin-Walled Structures*, Elsevier, 48(1), 19-24, 2010. 3)Uenaka, K. et al: *Steel & Composite Structures*, Techno-Press, 8(4), 297-312, 2008. 4)Uenaka, K. et al: *Thin-Walled Structures*, Elsevier, 49(2), 256-263, 2011. 5)Uenaka, K.: *Thin-Walled Structures*, Elsevier, 70, 33-38, 2013.