

第Ⅰ部門

角形二重鋼管・コンクリート合成ディープビームの曲げせん断実験

神戸市立工業高等専門学校専攻科 学生員 ○池澤正太

神戸市立工業高等専門学校 正会員 上中宏二郎, 水越睦視

1. はじめに

二重鋼管・コンクリート合成(Concrete filled double skin steel tubular, CFDST)部材とは、同心上に二種類の異なる鋼管を配置し、その間のみにコンクリートを充填した中空の構造物である。このように従来のコンクリート充填鋼管(Concrete filled steel tubular, CFT)部材¹⁾と比較して軽量となる利点を有する。

これまで、著者らは内外円鋼管の CFDST(CC-CFDST)の中心圧縮実験²⁾、三点曲げせん断実験³⁾などを行ってきた。また、外円鋼管、内角形鋼管の CFDST(CS-CFDST)短柱⁴⁾を行ってきた。本研究では、内外正方形鋼管の CFDST(SS-CFDST)短柱の中心圧縮実験⁵⁾に引き続き、SS-CFDST の三点曲げせん断実験を行い、主に内鋼管・外鋼管幅比が曲げせん断特性に与える影響について実験的に検討することを目的としている。

2. 実験方法

表-1 に供試体の一覧を示す。供試体は内外鋼管厚 t_i , t_o を 1.0 または 1.6mm とし、外鋼管の幅(B_o)は 160mm と一定である。また、内鋼管幅(B_i)を 0(CFT), 38, 75, 113mm とし、内鋼管・外鋼管幅比(B_i/B_o)の範囲は 0.0~0.7 の合計 8 体である。

図-2 に荷重方法を示す。2MN 荷重試験機を用いて、供試体中央に集中荷重 P を与え、供試体に曲げ、せん断力を作用させた。また、スパン中央下部には変位計を設置して、中央のたわみを測定した。

3. 実験結果と考察

(1) 破壊形式

図-3 に内鋼管が 38mm の破壊形式を示す。荷重点と支点の間に明確なせん断破壊が見られ、それに伴って鋼管の局部座屈が見られる。さらに、供試体端部では、拘束されていない充填コンクリートが外側へ押し出されていた。

(2) 変形特性

図-4 に作用せん断力と変位の関係を示す。同図より、

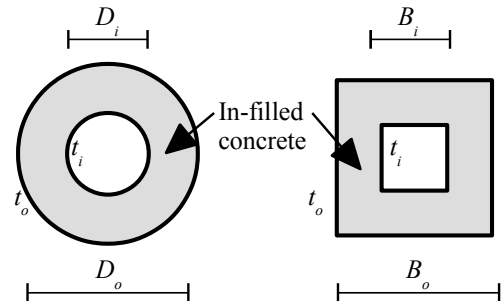


図-1 CFDST の断面

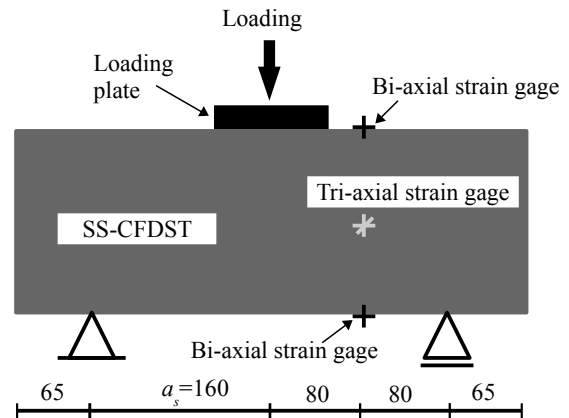


図-2 荷重方法

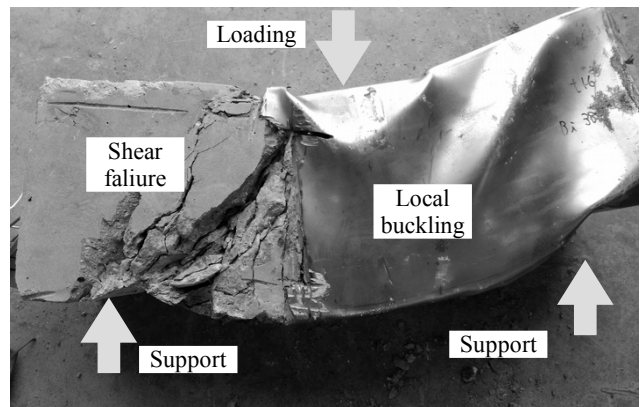


図-3 破壊形式

内鋼管幅(B_i)が 75mm までなら、正方形 CFT と比較しても変形性能の大きな差異は見られないことがわかる。

(3) せん断強度

せん断強度を算定するにあたり、充填コンクリートが負担するせん断強度は、二羽らが提案した以下の式を用いた。

Shota IKEZAWA, Kojiro UENAKA and Mutsumi MIZUKOSHI

Email: kcct-uenaka@g.kobe-kosen.ac.jp

表-1 供試体一覧

#	Tag	Square steel tube					Concrete	
		B_o	t_o, t_i	B_i	B_o/t_o	B_i/B_o	Yield. point	
		(mm)	(mm)	(mm)			f_y (N/mm ²) f'_c (N/mm ²)	
1	10-000	160.5	1.0	0.0	160.5	0.00	202.3	24.6
2	10-038	160.7	1.0	37.3	160.7	0.23		
3	10-075	160.4	1.0	74.9	160.4	0.47		
4	10-113	160.1	1.0	112.6	160.1	0.70		
5	16-000	160.2	1.6	0.0	100.1	0.00	201.6	
6	16-038	160.0	1.6	37.5	100.0	0.23		
7	16-075	160.3	1.6	74.9	100.2	0.47		
8	16-113	160.3	1.6	112.5	100.2	0.70		

$$V_c = 0.20 f'_c \left(100 p_w \right)^{\frac{1}{3}} \left(\frac{d}{1000} \right)^{-\frac{1}{4}} \left(0.75 + 1.4 \frac{d}{a_s} \right) b_w d \quad (1)$$

ここで, f'_c : コンクリート強度(N/mm²), b_w : ウェブ幅, a_s : セン断スパン長, d は有効高さ(mm)である。さらに内外鋼管によるせん断補強効果を以下の通りとした。

$$V_{so} = 2 B_o t_o f_y, \quad V_{si} = 2 B_i t_i f_y \quad (2a,b)$$

ここで, f_y は内外鋼管の降伏応力である。

以上より, SS-CFDST のせん断耐力(V_{est})を以下の通りとした。

$$V_{est} = V_c + V_{so} + V_{si} \quad (3)$$

図-5 に実験せん断強度(V_{exp})を式(3)で除した定式化せん断強度と内鋼管・外鋼管幅比(B_i/B_o)の関係を示す。同図より, $B_i/B_o \leq 0.47$ であるなら式(3)を用いてせん断強度の推定が可能であることがわかる。

4. まとめ

- (1)破壊形式は $B_i/B_o \leq 0.47$ の範囲であれば, 充填コンクリートのせん断破壊に伴う鋼管の局部座屈であった。
- (2)せん断力と変位の関係より, $B_i/B_o \leq 0.47$ であれば正方形 CFT と比較しても変形性能の大きな差異は見られなかった。
- (3) $B_i/B_o \leq 0.47$ の実験せん断強度は, RC ディープビームのせん断強度と鋼管の補強効果を累加したもので評価できた。

謝辞: 載荷実験の実施に当たっては, 神戸市立工業高等専門学校に学生諸君にご協力いただきました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献 1)日本建築学会:コンクリート充填鋼管設計施

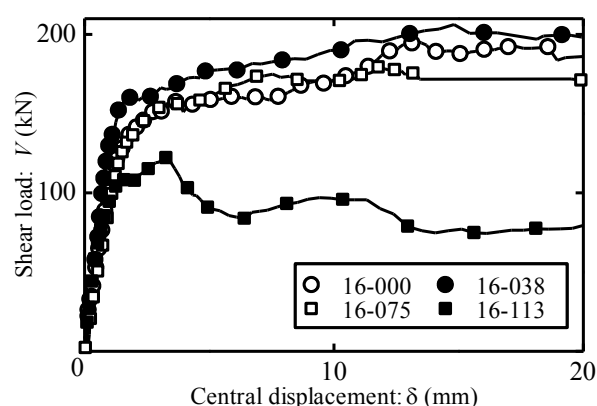


図-4 セン断力と変位

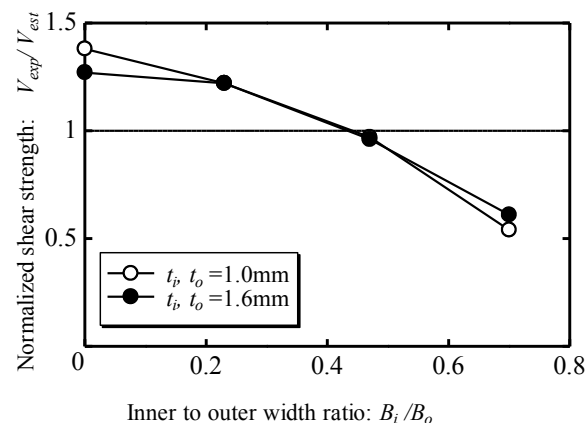


図-5 セン断強度と内鋼管・外鋼管幅比

工指針, 丸善, 2008. 2)Uenaka, K. et al.: *Thin-Walled Structures*, Elsevier, 48(1), 19-24, 2010.3)Uenaka, K. et al.: *Thin-Walled Structures*, Elsevier, 49(2), 256-263, 2011. 4)Uenaka, K.: *Journal of Constructional Steel Research*, Elsevier, 120, 1-7, 2016. 5)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, 38(2), 1279-1284, 2016. 6)二羽:第2回 RC 構造のせん断問題に対する解析的研究に関するコロキウム論文集, 日本コンクリート工学協会, 119-128, 1983.