

1. はじめに

二重鋼管合成 (Concrete Filled Double Skin Tubular, CFDST) 部材とは、大きさの異なる鋼管を同心円上に配置して、両鋼管の間のみにコンクリートを充填した複合構造物である。CFDST は中空鋼管を有するため、必然的に、従来のコンクリート充填鋼管部材 (CFT) 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 の中心圧縮実験¹⁾、純曲げ実験²⁾、曲げせん断実験^{3,4)}を行ってきた。つづいて、本研究では、角型内鋼管を有する外円鋼管の CFDST (図-1 参照) の曲げせん断実験を行い、内鋼管幅と外鋼管径の比 (B/D_o) が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する。

2. 実験方法

表-1 に供試体一覧を、図-2 に荷重方法をそれぞれ示す。供試体は鋼管厚 (t_i , t_o) と内鋼管幅 B の組み合わせの合計 8 体である。荷重方法は荷重はり (Loading beam) を介して集中荷重 P を分配させ、逆対称二点荷重方法により、供試体に一定のせん断力 ($V=Pa/(a+b)$) を作用させた。また、荷重点直下に 50mm の変位形を設置し、供試体の変形性能を測定した。さらに、内外鋼管に 2 枚の 2 軸ひずみゲージ、1 枚の 3 軸ひずみゲージを添付し、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

図-3 に破壊形式を示す。全供試体において、荷重点と支点を結ぶ直線上に、充填コンクリートのせん断破壊が見られた。また、 $t=1.6\text{mm}$ の供試体では、せん断破壊が進行後、圧縮側の内鋼管を支点とした局部曲げモーメントの発生による外鋼管のひび割れが観察された。これは、既報の純曲げ試験²⁾の引張側の破壊と同様であった。

(2) 作用せん断力-変位関係

図-4 に作用せん断力 (V) と変位の関係を示す。ここで、変位は供試体幅 b で除した値である。同図より、供試体幅の 10% 程度の変形が進行しても、供試体に顕著な耐力低下が認められず、角型内鋼管を有する CFDST はじん性に富んだ部材と考えられる。さらに、内鋼管の影響はほとんど見られず、内鋼管がせん断補強に寄与していると考えられる。

(3) せん断強度

表-1 に得られた実験せん断強度 (V_{exp}) を示している。また、参照値の CFDST の算定せん断強度 (V_{est}) は以下のとおりに求められる。

$$V_{est} = V_u + V_{so} + V_{si} \quad (1)$$

ここで、 V_u は二羽が提案した RC のディーブビームのせん断強度⁵⁾、 V_{si} 、 V_{so} : トラス理論による内外鋼管によるせん断強度をそれぞれ示す。

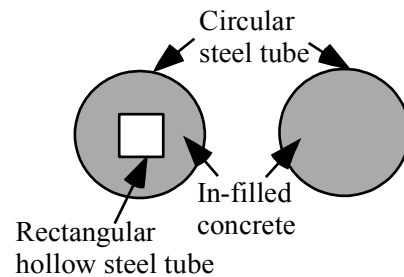


図-1 角型内鋼管を有する CFDST

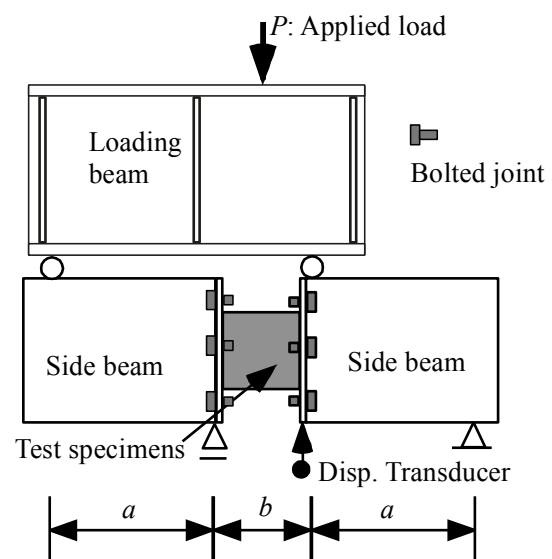


図-2 荷重方法

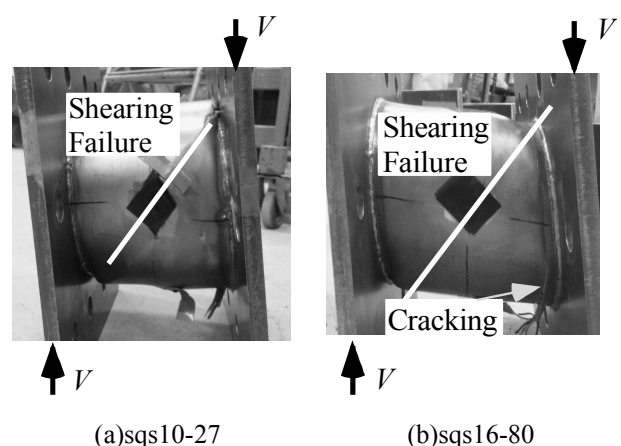


図-3 破壊形式

表-1 実験結果一覧

No.	Specimen Label	B (mm)	t_i (mm)	D_o (mm)	t_o (mm)	B/D_o	D_o/t_o	f_y (MPa)	f_u (MPa)	f'_c (MPa)	V_{exp} (kN)	V_{est} (kN)	$\frac{V_{exp}}{V_{est}}$
1	sqs10-00	0.0	0.0			0.00				36.5	188.9	105.2	1.80
2	sqs10-27	27.0	1.0		1.0	0.17	160.0	204.3	352.5		174.8	105.0	1.67
3	sqs10-53	53.0	1.0			0.33				37.9	174.6	107.4	1.63
4	sqs10-80	80.0	1.0			0.50					133.1	109.5	1.22
5 ⁴⁾	sqs16-00	0.0	0.0	160		0.00		345.2	454.6	31.9	230.8	178.3	1.29
6	sqs16-27	27.0	1.6		1.6	0.17	100.0				264.3	193.6	1.37
7	sqs16-53	53.0	1.6			0.33		233.3	331.4	37.9	317.9	211.5	1.50
8	sqs16-80	80.0	1.6			0.50					209.4	229.6	0.91

図-5 に式(1)より求めた算定強度と実験強度の関係を
示す。同図より、相対比 $V_{exp}/V_{est}=1.30$ となり、算定値は
実験値を安全側に評価すること、ならびに、ばらつき
が少なく(相関係数 $r=0.86$)良好に評価できていることが
わかる。さらに、図-6 に無次元せん断強度(V_{exp}/V_{est})と
内外の鋼管幅比(B/D_o)の関係を示す。式(1)を用いて、
 $B/D_o < 0.33$ までなら、 B を大きくしても顕著な無次元
せん断強度(V_{exp}/V_{est})の低下は見られず、CFT と比較して
も十分なせん断強度を有するものと考えられる。

4. まとめ

本研究では、角型内鋼管を配置した CFDST 部材の逆
対称二点曲げ載荷試験を合計 8 体行い、鋼管幅比(B/D_o)
がせん断特性に与える影響について考察したものである。
結論付けられる事項を列記すると以下のとおりで
ある。

- (1)得られた破壊形式は、支点と支点を結ぶ充填コンク
リートのせん断破壊であった。また、内鋼管の影響
による外鋼管の引張破断が見られた。
- (2)得られた変形性能は、10%の変形が進行しても顕著
な耐力低下が見られず、角型内鋼管の大きさが変形
特性に与える影響は少ないと考えられた。
- (3)従来の RC 理論に基づくせん断強度を用いて、
CFDST のせん断強度を算定したところ、算定強度は
実験強度を良好に評価することがわかった。また、
 $B/D_o < 0.33$ までなら、角型内鋼管がせん断強度に与
える影響は少ないと考えられた。

謝辞：本実験を遂行するに当たり、神戸市立工業高等
専門学校都市工学科に在籍された学生にご協力いた
だき、感謝の意を表します。

参考文献：1)Uenaka, K. et al.: Concrete Filled Double Skin
Circular Stub Columns under Compression, *Thin-Walled Structures*,
Elsevier, 48(1), 19-24, 2010. 2)Uenaka, K. et al.: Concrete Filled
Double Skin Tubular Members subjected to Bending, *Steel &
Composite Structures -An International Journal*, Techno-Press, 8(4),
297-312, 2008. 3)Uenaka, K. et al.: Mechanical Behavior of
Concrete Filled Double Skin Tubular Circular Deep Beams, *Thin-
Walled Structures*, Elsevier, 49(2), 256-263, 2011. 4)上中宏二郎：
中空式二重鋼管・コンクリート合成部材のせん断特性，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. 5)二羽淳一郎：FEM 解析に基づくディープ
ビームのせん断耐力算定式，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，pp. 119-128，
1983.

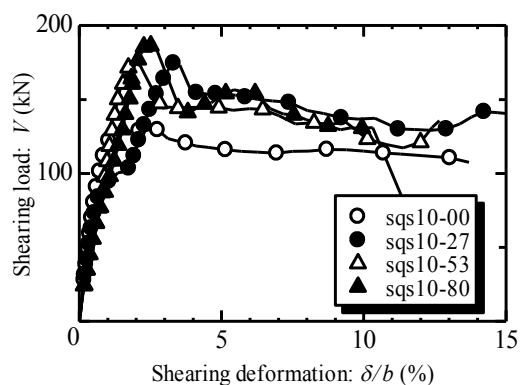


図-4 せん断力-変位関係

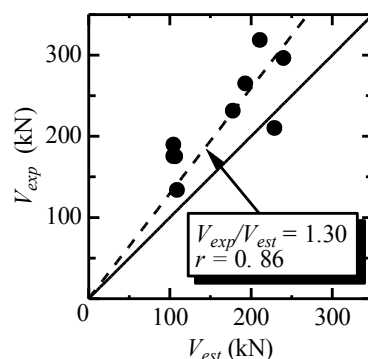


図-5 算定強度と実験強度

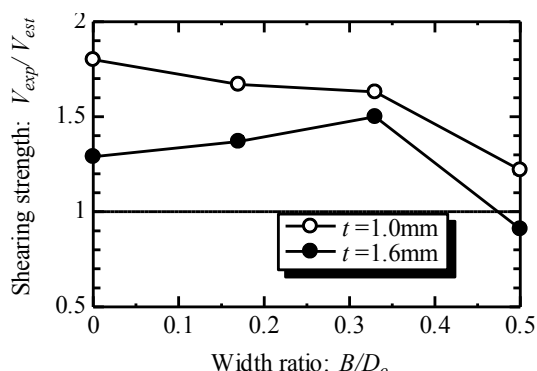


図-6 せん断強度比と鋼管幅比