

神戸市立工業高等専門学校専攻科 学生員 ○庄司 大樹
 神戸市立工業高等専門学校 正会員 上中宏二郎
 神戸市立工業高等専門学校 正会員 水越 睦視

1. はじめに

軽量コンクリートは人工軽量骨材をセメントと水で配合したものであり、普通コンクリートに比べて軽量となる利点がある。しかしながら、軽量コンクリートは引張、曲げ、ならびにせん断強度が普通コンクリートに比べて低くなることが示唆されている¹⁾。一方、コンクリート充填鋼管(以下、CFT)²⁾部材は高い変形性能を有することが知られている。

そこで、本研究では充填コンクリートに軽量コンクリート2種を充填したCFT(以下、L-CFTとする)部材の軽量化を図り、かつ軽量コンクリートの弱点である曲げ、およびせん断強度を補強することを目的としたせん断実験を行った。さらに、著者らが既報³⁾⁵⁾で行った従来の普通コンクリートを充填したCFT(N-CFTとする)とL-CFTのせん断強度の比較を行った。

2. 実験方法

2.1 供試体の概要

供試体の概要を表-1に示す。鋼管は直径 D ならびに幅 b を160mmと一定にしており、鋼管厚 t (=1.0, 1.6, 2.3mm)のみを変化させた。したがって、径厚比(D/t)の範囲は70~160となる。

2.2 荷重方法と測定項目

本実験の荷重方法を図-1(a)に示す。逆対称二点荷重方法により荷重荷重 P を与えて、荷重はりを介して供試体に一定のせん断力($V=Pa/(a+b)$)を作用させ、明確な破壊状態が確認できるまで P を増加させた。

つぎに、図-1(b)にひずみゲージ測定箇所を示す。二軸ひずみゲージ2枚、三軸ひずみゲージ1枚を鋼管の外側に貼付して、鋼管のひずみ状態を測定した。また同図に示すように、荷重点下部に変位計を設置して供試体のせん断変形(δ)も測定した。

3. 実験結果と考察

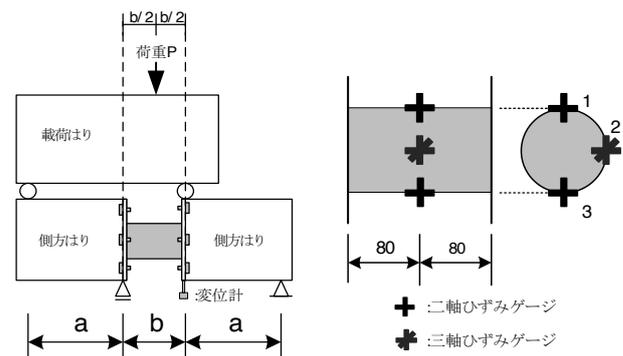
3.1 算定せん断強度

表-2に実験せん断強度(V_{exp})と算定せん断強度(V_{est})を示す。ここでCFT供試体のせん断強度の算定手法として以下の式を参考とした。

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

表-1 供試体一覧

No.	名称	D (mm)	t (mm)	D/t
1	L-CFT10	160	1.0	160.0
2	L-CFT16		1.6	100.0
3	L-CFT23		2.3	69.6



(a) 荷重方法

(b) ひずみ測定箇所

図-1 実験方法

ここに、 V_u :コンクリートが負担するディーブビームのせん断強度⁶⁾、 V_s :鋼部材が負担するせん断強度をそれぞれ示す。

3.2 算定せん断強度と実験せん断強度

図-2に最大値である実験せん断強度 V_{exp} と式(1)により求めた算定せん断強度 V_{est} の関係を示す。また、著者らが既報³⁾⁵⁾で行った普通コンクリートを充填したものの(N-CFT)も図中にプロットしている。

同図より、相対比 $V_{exp}/V_{est}=0.99$ 、および相関係数 $R=0.85$ となり、強い相関が見られたため、 V_{exp} は V_{est} を用いて良好に評価できることがわかる。したがって本実験における実験せん断強度(V_{exp})は算定せん断強度(V_{est})を用いて概ね予測が可能である。

3.3 径厚比と算定せん断強度

図-3に傾厚比 D/t と実験せん断強度 V_{exp} を式(1)で除したせん断強度比(V_{exp}/V_{est})の関係を示す。ここでも図-2と同様に著者らが過去に行った実験結果³⁾⁵⁾もプロットしている。

同図より、充填材が軽量コンクリートである場合と普通コンクリートである場合において両者に顕著な差異は見られなかった。なおかつ径厚比(D/t)が100を超えても、定式化したせん断強度比 V_{exp}/V_{est} が大幅な

表-2 実験結果一覧

No.	名称	f'_c (N/mm ²)	f_y (N/mm ²)	V_u (kN)	V_s (kN)	V_{est} (kN)	V_{exp} (kN)	V_{exp}/V_{est}
1	L-CFT10	31.0	253	108.1	70.6	178.7	160.0	0.90
2	L-CFT16	31.0	216	120.5	96.3	216.8	230.8	1.06
3	L-CFT23	31.0	182	132.3	116.4	248.6	260.6	1.05

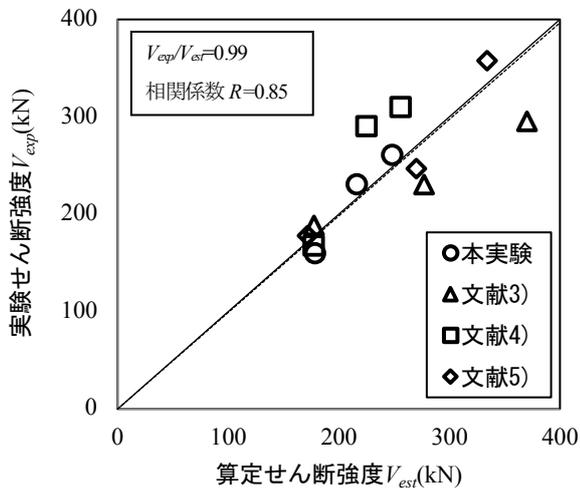


図-2 算定せん断強度と実験せん断強度

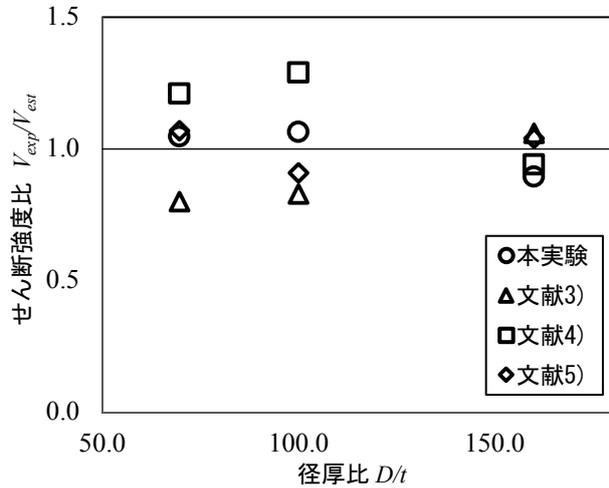


図-3 径厚比とせん断強度比

低下を見せることはなく、径厚比(D/t)が大きくなっても式(1)を用いて良好に評価できることがわかった。

3.4 せん断変形

図-4 に作用せん断力(V)と変位(δ)の関係を示す。なお、横軸は供試体幅 $b(=160\text{mm})$ で除して無次元化している。図-4 より、径厚比(D/t)が小さくなると変形性能は大きくなる傾向がわかる。これは、鋼材面積が大きくなることにより部材の剛性が高くなったためであると考えられる。なお、この傾向は既報の N-CFT の結果³⁾⁵⁾と一致した。

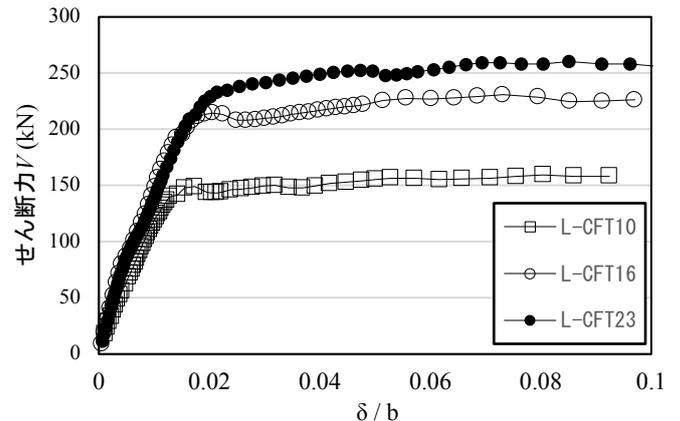


図-4 作用せん断力と変位

4. まとめ

本研究では、3種類の径厚比を有する L-CFT 部材の曲げせん断実験を行った。結論付けられる事項を列記すると以下の通りとなる。

- (1) RC のディープビームのせん断圧縮破壊に基づく算定式で算出したせん断強度(V_{est})は実験せん断強度(V_{exp})を良好に評価した。
- (2) 供試体の径厚比(D/t)が大きくなってもせん断強度比(V_{exp}/V_{est})の顕著な低下は見られなかった。
- (3) L-CFT, ならびに N-CFT 両者とも式(1)を用いて強度算定ができることを示した。
- (4) 得られたせん断力と変形の関係より、径厚比が小さくなると変形性能は低下した。これは、従来の N-CFT と同じ挙動であった。

謝辞: 本研究を行うにあたり、(一社)近畿建設協会より研究助成金をいただきました。ここに記して感謝いたします。

参考文献

- 1) 笠井編：軽量コンクリート，技術書院，pp. 71-87，2002.
- 2) 日本建築学会：コンクリート充填鋼管構造設計施工指針，丸善，2008.
- 3) Uenaka, K.: Concrete Filled Double Skin Circular Tubular Beams with Large Diameter-to-thickness Ratio under Shear *Thin-Walled Structures*, Elsevier, Vol. 70, pp. 33-38, 2013.
- 4) Uenaka, K. and Tsunokake, H: Behavior of Concrete Filled Elliptical Steel Tubular Deep Beam under Bending-shear, *Structures*, Elsevier, Vol. 10, pp. 89-95, 2017.
- 5) Uenaka, K: Concrete Filled Double Skin Tubular Deep Beam Having Outer Circular and Inner Square Sections under Bending-Shear, *Structures*, Elsevier, Vol. 14, pp. 313-321, 2018.
- 6) 田辺，檜貝，梅原，二羽：コンクリート構造，朝倉書店，pp. 107-156，1998.