

軽量コンクリート充填 2 重鋼管合成部材のせん断実験

神戸市立工業高等専門学校 学生会員 ○橋本 遼佑
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

軽量骨材コンクリート¹⁾は粗骨材, 細骨材に人工軽量骨材を用いたものであり, 従来の普通コンクリートと比較して最大 20%程度の軽量化した構造物の製作が可能である.

つぎに, 2 重鋼管コンクリート合成(Concrete filled double skin steel tubular, CFDST)部材²⁾は, 2 種類の異なる円形, あるいは角型の鋼管を同心円上に配置し, 両者の間のみにコンクリートを充填したものである(図 1 参照). CFDST 部材は, コンクリート充填鋼管(Concrete filled steel tubular, CFT)部材³⁾と比較して, 内鋼管内部が空洞となるため軽量となる利点を有する. したがって, CFDST 部材を橋脚に適用すれば, 地震などによる慣性力の低下, ならびに橋脚基礎部の負担を軽減することができると考えられる.

本研究では, 軽量コンクリート 2 重鋼管(L-CFDST)部材のせん断実験を行い, 主に鋼管の内鋼管・外径比がせん断特性に与える影響について, 実験的検討を行うことを目的とする. 最後に, 軽量コンクリートを用いたせん断スパン比 0.5 の L-CFDST 部材のせん断強度の算定手法について言及した.

2. 供試体概要と実験方法

表 1 に, 製作した L-CFDST 供試体の一覧を示す. 内鋼管の直径(D_i)は, 0mm, 37.5mm, 75.0mm, 112.5mm である. さらに, 鋼管厚(t_i, t_o)は 1.6, 2.3mm であり, 内鋼管と外鋼管の鋼管厚は等しくしている. よって, 内鋼管の直径の比(内外径比, D_o/D_i)の範囲は 0.23~0.7, 外鋼管の径厚比(D_o/t_o)の範囲は 69.6~100 となる.

最後に, 載荷方法を図 2 に示す. 逆対称 2 点載荷方法により, 供試体に一定のせん断力を作用させた.

3. 実験結果と考察

(1)破壊形式

図 3 より, 作用せん断によって 45 度方向に圧縮,

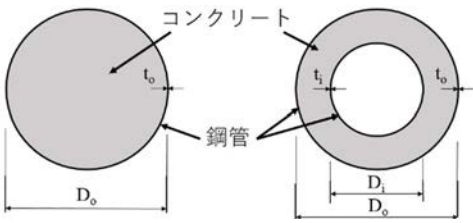


図 1 CFT と CFDST 断面

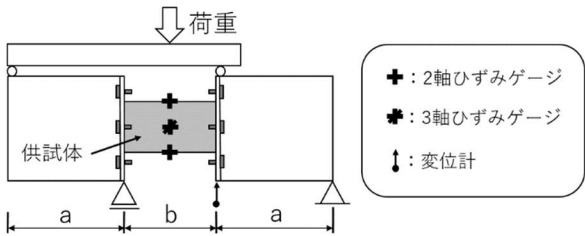


図 2 逆対称 2 点載荷法

表 1 供試体一覧 (外鋼管径 $D_o=160\text{mm}$)

No	Tag	steel tube					concrete	
		t_o (mm)	D_i (mm)	t_i (mm)	D_i/D_o	D_o/t_o	f_y (N/mm ²)	f_c' (N/mm ²)
1 ⁴⁾	L16-000	1.6	-	-	-	100	351	31.0
2	L16-375	1.6	37.5	1.6	0.23		409	39.6
3	L16-750	1.6	75.0	1.6	0.47			
4	L16-1125	1.6	112.5	1.6	0.70			
5 ⁴⁾	L23-000	2.3	-	-	-	69.6	319	31.0
6	L23-375	2.3	37.5	2.3	0.23		258	39.6
7	L23-750	2.3	75.0	2.3	0.47			
8	L23-1125	2.3	112.5	2.3	0.70			

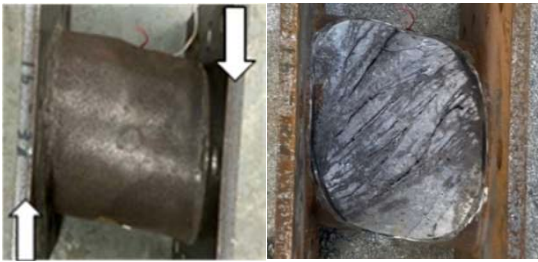


図 3 載荷後の供試体 (L16-375)

およびその直行方向に引張力を受けていることが分かる. また, 終局時には内部のコンクリートがせん断破壊し, 鋼管を座屈させていることが分かる. すべての供試体において, この破壊形式がみられ, 既報⁴⁾で

キーワード コンクリート充填 2 重鋼管, 軽量コンクリート, せん断, 内径・外径比, 径厚比,
連絡先 〒651-2194 神戸市西区学園東町 8-3 r117525@g.kobe-kosen.ac.jp

の CFT と同様の結果となった。

(2)せん断強度

せん断強度の算定は、ディープビームの RC はりの理論に基づくせん断強度⁵⁾の算定手法に類似した以下の手法により行う。

$$V_u = \frac{0.24f_c'^{2/3}\{1 + (100p_w)^{1/2}(1 + 3.33(r/d_o))\}}{1 + (a_s/d_o)^2} b_w d_o \quad (1)$$

$$V_{so} = 2jfy d_o t_o, \quad V_{si} = 2jfy d_i t_i \quad (2a, b)$$

式(1), (2a, b)により求めた算定せん断強度(V_{est})は、実験せん断強度を評価できると言い難いものとなったが、鋼管の降伏強度の影響が大きいことが分かった。よって、鋼管の降伏強度を考慮し、式(1), (2a, b)を修正したところ、修正せん断強度(V_{est-m})が得られた。図4は、実験せん断強度と修正せん断強度の関係を示しており、実験せん断強度を評価できることが分かった。

(3)変形性能

図5に、内鋼管径112.5mmの供試体の作用せん断力と、供試体下部の変位(δ)の関係を示す。ここで、横軸は得られた変位を供試体高さ($b=160\text{mm}$)で除している。

同図より、どちらの供試体も $\delta/b=0.0025$ 付近で最大せん断力に到達していることが分かる。さらに、鋼管厚が大きくなるにつれ、最大せん断力が大きくなっている。これは、断面積における鋼材断面積の占める割合が大きくなるためであると考えられる。また、変位が10%まで進む中で最大せん断力が変化せず、一定のせん断力を保持していることも確認できる。

4. まとめ

本研究は、逆対称2点載荷法における L-CFDST のせん断実験を行った。結論付けられる事項を以下に列記する。

- (1)終局状態では、せん断破壊が発生した。また、内部のコンクリートのせん断破壊時に鋼管が座屈した。
- (2)RC のディープビームに類似した手法により算定した強度では、実験せん断強度を評価できないことが分かった。
- (3)鋼管の降伏強度を考慮した修正算定せん断強度を用いて、実験せん断強度を評価することができた。

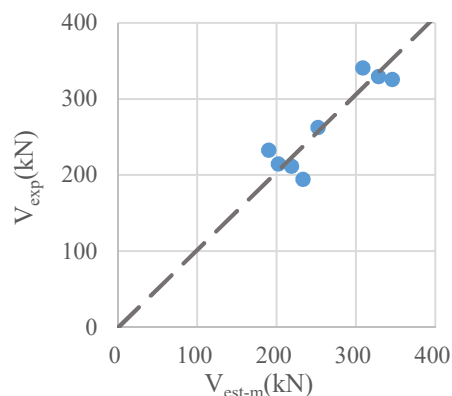


図4 実験せん断強度と修正せん断強度

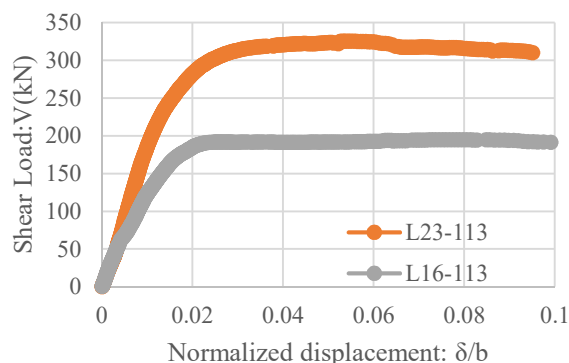


図5 作用せん断力と変位

(4)すべての供試体において、 $\delta/b=0.025$ 付近で最大せん断力に到達していた。また、鋼管厚が大きくなる、すなわち径厚比(D_i/t_o)が小さくなるにつれ、最大せん断力が大きくなっている。

謝辞：本研究の一部は JSPS 科研費(課題番号 18K04338)の助成を受けたものである。ここに記して感謝いたします。

参考文献

- 1)人工軽量骨材協会：人工軽量骨材コンクリート技術資料, No.4, 1987.
- 2)Uenaka, K : Thin-Walled Structures 70, 33-38, 2012.1.
- 3)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.
- 4) Uenaka, K & Mizukoshi, M.: Structures, 30, 659-666, 2021.
- 5)二羽淳一郎：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会, pp. 119-128, 1983.