

神戸市立高専 正会員 ○上中宏二郎, 後藤 亮太

大阪市立大学大学院 正会員 鬼頭 宏明, 大阪工業大学 フェロー 園田恵一郎

### 1. はじめに

中空式二重鋼管・コンクリート合成部材(以下, DCFT とする。)とは, 径の異なった二つの鋼管を同心円上に配置し, 両鋼管の隙間にコンクリートを充填したものである<sup>1)</sup>. このような構造形式により, 従来のコンクリート充填鋼管(以下, CFT とする)と比較し, 軽量となる利点を有する. 本研究では内径・外径比および径厚比を変化させた合計 12 体の供試体を用いて, 上記パラメータが純曲げ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

#### 2.1 供試体

供試体の高さ  $H$  と外鋼管径  $D_o$  は 450mm, 160mm とそれぞれ固定している. また, 鋼管厚は 1.0, 1.6, 2.3mm の 3 種類とし, 内鋼管径 0mm (CFT), 37.5mm, 75.0mm, 112.5mm の計 4 種類の合計 12 体である (表-1 参照). なお, 載荷方法は図-1 に示すとおりである.

鋼管のひずみは二軸ひずみゲージを内鋼管・外鋼管計 24 箇所貼付し, 供試体の変形は, 変位計を供試体中央と中央から左右 160mm の位置に設置し測定した.

#### 2.2 算定強度

供試体の応力状態は図-2 のとおりである. 式(1),(2)を用いて,  $N-M$  相関曲線を求め,  $N=0$  の時の中立軸の角度  $\alpha$  を代入し, 式(2)より算定純曲げ強度を求めた<sup>2)</sup>.

$$N_u = \frac{\pi f_c}{2} (R^2 - R_i^2) \left(1 - \frac{2\alpha}{\pi} - \frac{\sin 2\alpha}{\pi}\right) - 4f_{sy} \alpha (R t_{so} + R_i t_{si}) \quad (1)$$

$$M_u = \frac{2f_c}{3} (R^3 - R_i^3) \cos^3 \alpha + 4f_{sy} \cos \alpha (R^2 t_{so} + R_i^2 t_{si}) \quad (2)$$

ここで,  $f_{sy}$ : 鋼管用鋼材の降伏強度,  $f_c$ : コンクリートの終局強度,  $R, R_i$ : 外鋼管半径( $D_o/2$ ), 内鋼管半径( $D_i/2$ ),  $t$ : 外鋼管厚および内鋼管厚,  $\alpha = \sin^{-1}((1-x/R_{si}))$  をそれぞれ示す (図-2 参照). なお, 得られた算定強度を表-1 に示す.

### 3 実験結果

#### 3.1 破壊形式

供試体は一樣に外鋼管圧縮側端部で座屈を起こし(図-3 参照), 外鋼管引張側端部で破断が生じた. また, 内鋼管は引張側で降伏していた. さらに, 内部コンクリートを確認したところ引張側でひびわれが発生していた. なお全供試体を通して径厚比による破壊形式の差異は認められなかった.

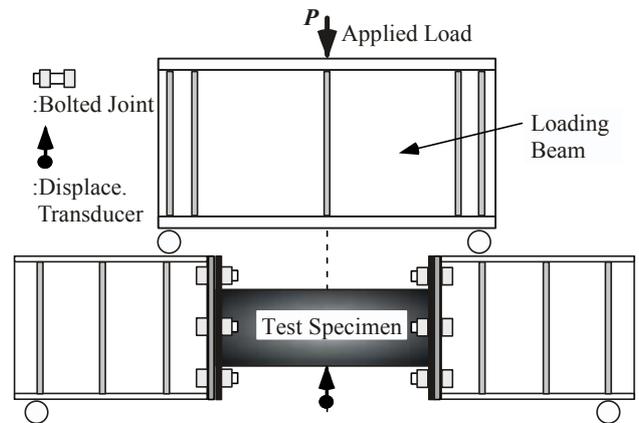


図-1 載荷方法

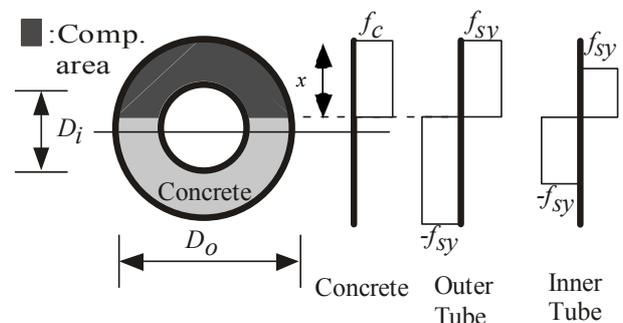


図-2 供試体応力状態と中立軸

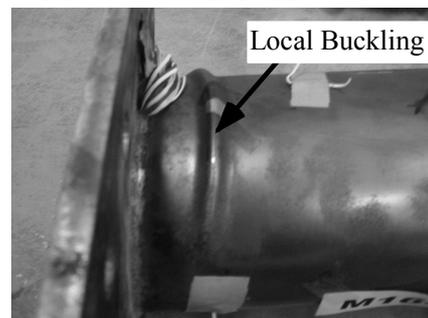


図-3 外鋼管の局部座屈

#### 3.2 変形性能

図-4 に作用曲げモーメント( $M$ )と三点の変位データより算定した曲率( $\phi$ )の関係を示す. 同図より初期荷重段階では内径・外形比に関わらず同様の剛性を示しており,  $\phi=0.04(1/m)$ 付近までは, 同様の変形挙動を示していることがわかる. すなわち, DCFT は中空断面にも関わらず, CFT と同等の変形性能を示していることが分かる.

#### 3.3 純曲げ強度

まず, 図-5 に実験強度を算定強度で割り無次元化した純曲げ強度比( $M_{exp}/M_u$ )と内径・外形比( $D_i/D_o$ )の関係を示

表-1 供試体一覧

No.	Tag	Steel Tube					Concrete		Est.	Exp	Ratio
		$D_o$ (mm)	$D_i$ (mm)	$t_i, t_o$ (mm)	$E_s$ (Gpa)	$f_y$ (MPa)	$E_c$ (GPa)	$f_c$ (MPa)	$M_u$ (kN m)	$M_{exp}$ (kN m)	$M_{exp} / M_u$
1	m10-000	160.0	0	0.8	250	286	24.2	25.7	11.9	14.0	1.18
2	m10-375	160.0	37.5	0.8	250	286	24.2	25.7	12.5	14.8	1.18
3	m10-750	160.0	75	0.8	250	286	24.2	25.7	13.3	14.6	1.10
4	m10-1125	160.0	112.5	0.8	250	286	24.2	25.7	13.6	13.1	0.96
5	t16-000	160.0	0.0	1.6	179	320	24.2	25.7	16.3	19.5	1.20
6	t16-375	160.0	37.5	1.6	179	320	24.2	25.7	17.6	21.6	1.23
7	t16-750	160.0	75.0	1.6	179	320	24.2	25.7	20.1	23.4	1.16
8	t16-1125	160.0	112.5	1.6	179	320	24.2	25.7	23.2	20.3	0.88
9	t23-000	160.0	0.0	2.3	179	320	24.2	25.7	22.7	27.7	1.22
10	t23-375	160.0	37.5	2.3	179	320	24.2	25.7	24.2	29.6	1.22
11	t23-750	160.0	75.0	2.3	179	320	24.2	25.7	27.4	28.2	1.03
12	t23-1125	160.0	112.5	2.3	179	320	24.2	25.7	32.0	32.5	1.02

純曲げ強度比( $M_{exp}/M_u$ )と内径・外形比( $D_i / D_o$ )の関係を示す。同図より実験強度が(1)の算定強度式で評価できるものと考えられる。一方で、内径( $D_i$ )が大きくなるに従って、実験強度が低下している傾向がうかがえる。

つぎに、図-6に実験強度と算定曲げモーメントの関係を示す。同図より、 $M_{exp} / M_u = 1.09$ 、相関係数 $r=0.94$ となり、DCFTの純曲げ強度は(2)式を用いて良好に評価できていることが分かる。

4 まとめ

本研究は中空式二重鋼管・コンクリート合成部材(DCFT)の内径・外径比ならびに径厚比が純曲げ特性に与える影響について、実験的に検討したものである。結論づけられる事項を列記すると以下の通りとなる。

- (1) 破壊形式は内径・外径比ならびに径厚比に関係なく、鋼管端部で座屈および破断が生じた。
- (2) 得られたDCFTの変形挙動は、 $\phi=0.04(1/m)$ 付近まで、 $D_i / D_o$ の変化に関係なく、概ねCFTと同等の挙動を示した。
- (3)  $M-N$ 相関曲線の $N=0$ とした純曲げ強度を用いて、実験強度は良好に評価することが出来た。しかし、内径・外径比が大きくなるに従って、純曲げ強度は低下する傾向が見られた。

謝辞

載荷実験を行うに当たり、杉本義博氏、出射彬氏にご協力をいただき、感謝いたします。

参考文献

- 1) 上中, 鬼頭, 園田, 早見: 二重鋼管・コンクリート合成柱の中心圧縮特性に及ぼす内径・外径比の影響, 第5回複合構造の活用に関するシンポジウム講演論文集, 土木学会, pp. 105-110, 2003.
- 2) 土木学会: 鋼コンクリート複合構造の理論と設計(1)基礎編: 理論編, 構造工学シリーズ9-4, pp. 114-116, 1999.

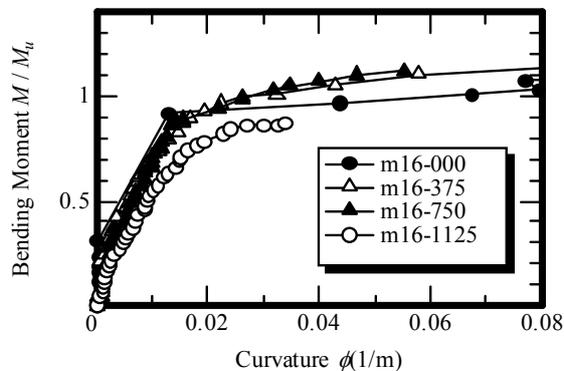


図-4 曲げモーメントと曲率

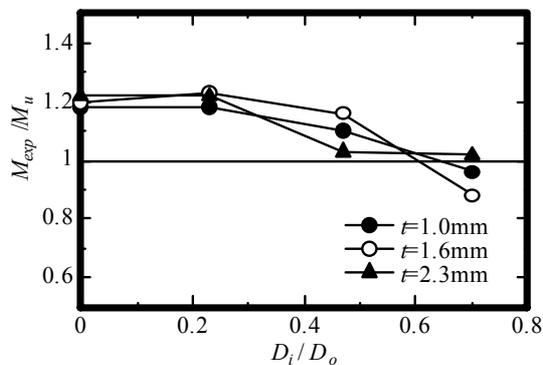


図-5 算定強度と内径外径比

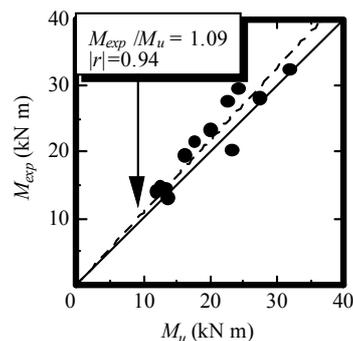


図-6 実験強度と算定曲げモーメント