

神戸市立工業高等専門学校 学生会員○吉谷 康佑, 神戸市立工業高等専門学校 学生会員 山本 貴大  
 神戸市立工業高等専門学校 正会員 上中 宏二郎, 大阪市立大学院工学研究科 正会員 角掛 久雄

1. はじめに

コンクリート充填楕円鋼管部材の純曲げ特性 (Concrete Filled Elliptical Steel Tubular Members, 以下, CFEST, 図-1 参照)とは楕円鋼管にコンクリートを充填した構造であり, 従来の高靱性, 高耐久性を有するコンクリート充填鋼材部材 (Concrete Filled Steel Tubular Members, 以下, CFT)の一種である。

著者らは大きな径厚比 ( $69 < 2a/t < 160$ )を有する CFEST の圧縮実験<sup>1)</sup>, 曲げ実験<sup>2)</sup>を行ってきた。本研究では, 既報の曲げ実験<sup>2)</sup>に従来の円形 CFT 供試体を加えて比較した。また, CFT, ならびに CFEST の曲げ強度算定方法について言及した。

2. 供試体の概要と測定項目

表-1 に供試体一覧を示す。楕円鋼管は 1.0, 1.6, 2.3mm の薄鋼板を楕円形に形成させ, 突合わせ溶接をすることにより製作されている。供試体は 2 種類の鋼管半径  $a=80\text{mm}$  ならびに  $b=40\text{mm}$  ( $a/b=2.0$ )であり, 径厚比 ( $2a/t$ ) の範囲は 69~160 となる。真円鋼管の直径は 80, 160 mm であり, 鋼管厚は CFEST と同じである。

図-2 に示すように,作成された供試体の添接板に荷重器具をボルトで固定し 500kN 曲げ試験機を用いて, 左右対称に 4 点曲げ荷重することにより, 供試体の一定の曲げモーメントを作用させた。また, 供試体高さ方向中心部の上下左右に 2 軸ひずみゲージを 4 箇所貼付し, 鋼管にのひずみを測定した。さらに, 変位計を供試体中央と中央から 80mm 離れた左右対称の位置に設置し, 変位特性を測定した。

3. 実験結果と考察

(1) 破壊形式

得られた CFEST の破壊形式は, 全供試体において圧縮側が局部座屈と引張側の鋼管が破断するものであった。これは従来の CFT のそれと同じものである。

(2) 曲げ強度

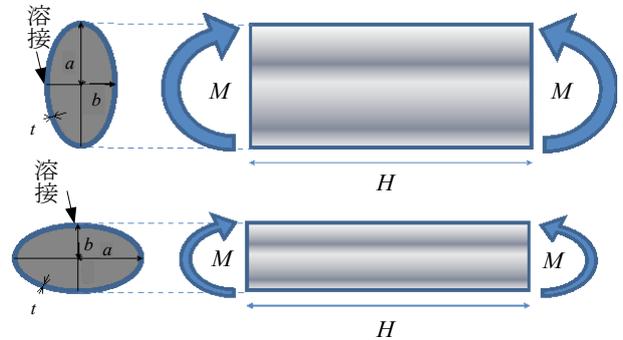


図-1 CFEST の外形(上: major, 下: minor)

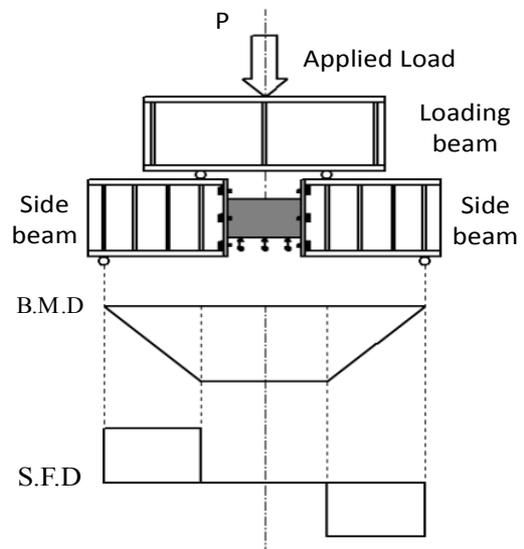


図-2 荷重方法

表-1 に実験結果一覧を示す。ここで,  $M_u$ : 算定曲げ強度,  $M_{exp}$ : 純曲げ強度である。図-3 に純曲げ強度 ( $M_{exp}$ ) と径厚比 ( $2a/t$ ) の関係を示す。同図より, 両軸実験ともに, 径厚比 ( $2a/t$ ) が大きくなると純曲げ強度 ( $M_{exp}$ ) が低下した。これは CFT (c-80, c-160) と同様の傾向である。

つぎに, 図-4 に算定曲げ強度 ( $M_u$ ) と純曲げ強度 ( $M_{exp}$ ) の関係を示す。ここで, 算定強度  $M_u$  とは, 鋼管が全塑性状態かつコンクリートの引張強度とコンファインド効果を無視したものであり, 以下のとおりとなる。

$$M_u = \frac{2}{3} \{ a b^2 k f_c' \cos^3 \alpha + (a b^2 - (a-t)(b-t)^2) f_y \cos^3 \alpha \}$$

ここで,  $\alpha$  は中立軸から圧縮領域底辺までの角度であ

表-1 供試体一覧と実験結果

No.	Tag	Steel Tube						Yield point $f_y$ (Mpa)	Conc. strength $f'_c$ (MPa)	Experimental results			
		Diameter		Height $H$ (mm)	Thick $t$ (mm)	Ratio				$P_u$ (kN)	$M_{exp}$ (kNm)	$M_u$ (kNm)	$M_{exp}/M_u$
		Major $2a$ (mm)	Minor $2b$ (mm)			$2a/t$	$2b/t$						
1	10-minor	159.5	78.6	160.0	1.0	159.5	78.6	196.0	37.9	38.5	5.0	1.3	3.88
2	16-minor	158.7	78.2	160.0	1.6	99.2	48.8	313.3	37.9	59.8	7.8	3.3	2.37
3	23-minor	158.8	78.9	160.0	2.3	69.0	34.3	298.7	37.9	76.6	10.0	4.9	2.05
4	10-major	159.4	77.8	160.0	1.0	159.4	77.8	196.0	37.9	81.0	10.6	2.5	4.24
5	16-major	159.2	77.7	160.0	1.6	99.5	48.6	313.3	37.9	108.0	14.1	6.0	2.36
6	23-major	158.8	78.9	160.0	2.3	69.0	34.3	298.7	37.9	164.6	21.6	8.0	2.70
7	10-c-80	77.5	77.5	160.0	1.0	77.5	77.5	196.0	36.8	25.1	3.3	1.7	1.99
8	16-c-80	76.3	76.3	160.0	1.6	47.7	47.7	313.3	36.8	33.6	4.4	3.9	1.13
9	23-c-80	74.0	74.0	160.0	2.3	32.2	32.2	298.7	36.8	53.6	7.0	5.2	1.35
10	10-c-160	157.0	157.0	160.0	1.0	157.0	157.0	196.0	36.8	104.5	13.7	6.9	1.97
11	16-c-160	156.5	156.5	160.0	1.6	97.8	97.8	313.3	36.8	162.3	21.3	16.6	1.28
12	23-c-160	155.0	155.0	160.0	2.3	67.4	67.4	298.7	36.8	236.3	31.0	22.2	1.40

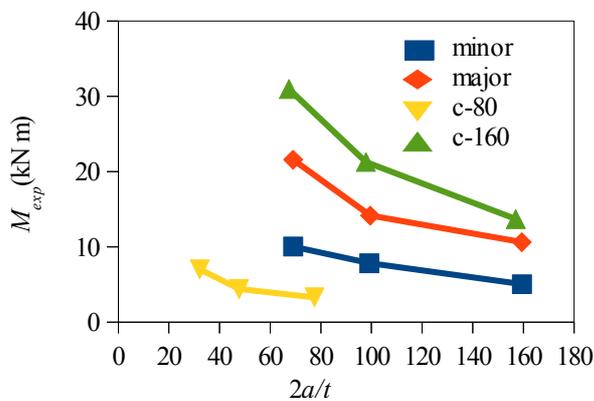


図-3 純曲げ強度 ( $M_{exp}$ ) と径厚比 ( $2a/t$ )

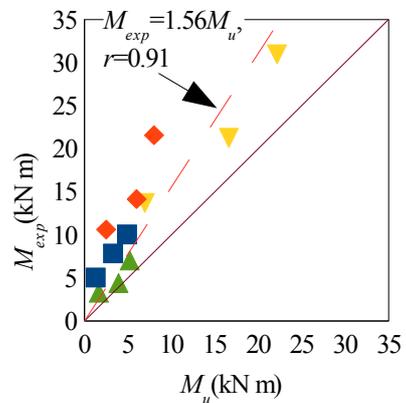


図-4 算定強度と実験強度

る。なお、CFT に関してはコンファインド効果を見逃した文献3)に基づいて算出している。同図より、両者の算定曲げ強度は、CFT、CFEST ともに実験曲げ強度を安全側に評価していることがわかった。

(3) 変形性能

図-5 に変形特性を示す。ここで、図中の  $M_y$  は鋼管の降伏した時の曲げモーメントである。同図より、Major 軸実験の方が、鋼管降伏後も耐力の増加する傾向が見られた。

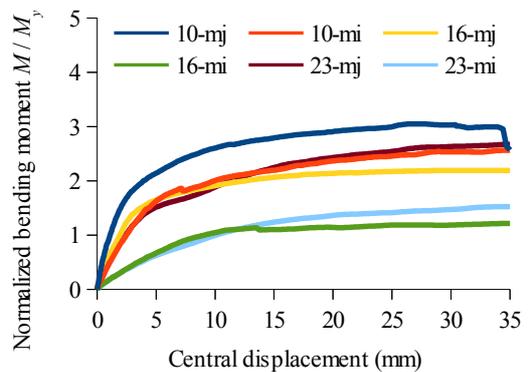


図-5 変形性能

3. まとめ

- (1) 得られた破壊形式は、CFT、CFEST ともに鋼管の座屈と引張破断であった。
- (2) CFEST、CFT の曲げ強度は、コンクリートの拘束効果を考慮しないために算定値を大きく上回った。また、CFT は CFEST よりも算定値に近い値となった。
- (3) Major 軸実験の変形性能は、鋼管の降伏後も耐力が増加する傾向にあった。

謝辞： 载荷実験の実施にあたっては、神戸高専に在籍された学生諸君にご協力いただき、感謝の意を表します。

参考文献 1) Uenaka, K.: Experimental Study on Concrete Filled Elliptical/Oval Steel Tubular Stub Columns under Compression, *Thin-Walled Structures*, Elsevier, Vol. 78, pp. 131-137, 2014. 2) 上中, 角掛: コンクリート充填楕円鋼管部材の純曲げ実験, コンクリート工学年次論文集, 日本コンクリート工学会, Vol. 35, No. 2, pp. 1159-1164, 2013. 3) 日本建築学会: 鉄骨鉄筋コンクリート構造計算基準・同解説, 2001.