

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
 大阪市立大学大学院 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 (Concrete filled elliptical steel tubular members, 以下, CFEST とする。断面は図-1 参照) とは, 楕円形状の鋼管にコンクリートを充填した新しいタイプの鋼・コンクリート合成構造部材であり, コンクリート充填鋼管部材¹⁾ (Concrete filled steel tubular members, 以下, CFT) の一種である。CFEST を河川内の橋脚に用いれば, 水流をなめらかにすできるため, 洗掘の問題が軽減できると考えられる。本研究では既報²⁾に引き続き大径厚比 ($2a/t > 70$) を有する CFEST の径厚比, ならびに载荷軸方向 (Major / Minor) を実験変数とした 6 体の純曲げ実験を行い, 上記パラメータが純曲げ特性に与える影響について考察した。

2. 実験方法

表-1 に供試体一覧を示す。供試体の長さ (H) は 160mm としており, 供試体数は, 2 種類の実験変数, すなわち径厚比 ($2a/t$) と载荷軸方向 (Major / Minor) を組み合わせた合計 6 体である。大きい直径 ($2a$) の長さを Major 軸, 小さいもの ($2b$) を Minor 軸としている。また, 径厚比 ($2a/t$) の範囲は 69.6~160 となっている。

载荷方法は, 図-2 に示すように, CFEST 両端を载荷治具 (Side beam) に高力ボルトで接合した後, 集中荷重 (P) を与え, CFEST 供試体にせん断力が作用しない一定の曲げモーメント, すなわち純曲げモーメントを作用させた。

3. 実験結果と考察

(1) 破壊形式

図-3 に得られた破壊形式の典型例として, $t = 1.6\text{mm}$ の Minor 軸実験の実験終了後の状態を示す Major, Minor 両軸実験ともに, 従来の CFT 同様に曲げ圧縮側で局部座屈が発生した後, 曲げ引張側の鋼管が破断するものであった。これは, 全供試体 6 体に共通するものであった。

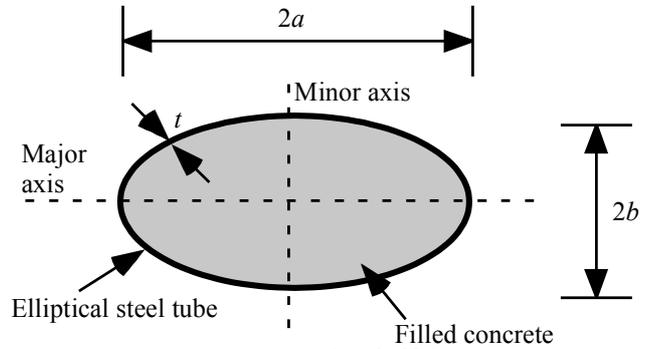


図-1 コンクリート充填楕円鋼管部材(CFEST)

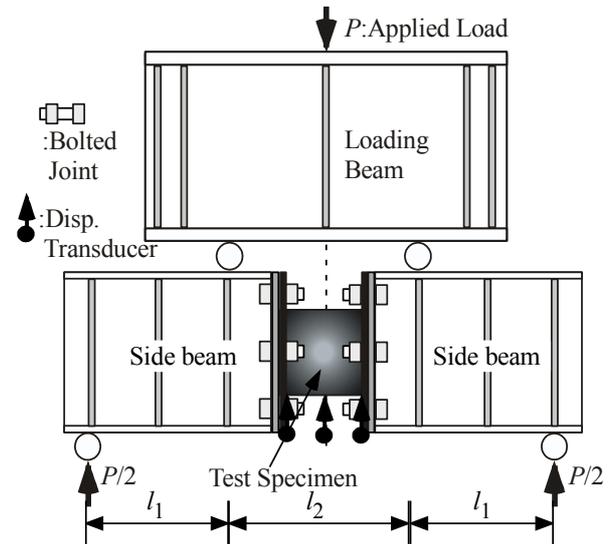


図-2 载荷方法

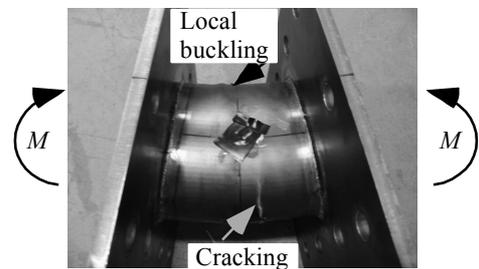


図-3 破壊形式(Minor 軸実験)

(2) 純曲げモーメント-変位関係

図-4 に作用純曲げモーメント $M (=Pl_1/2)$ と中央の

表-1 供試体一覧と実験結果

No	Specimen label	Elliptical steel tube					Axis	f_y (N/mm ²)	f_u (N/mm ²)	Conc. strength f_c' (N/mm ²)	Experimental results		
		Thick. t (mm)	Diameter $2a$ (mm) $2b$ (mm)		Ratio $2a/t$ $2b/t$						Length L (mm)	M_u (kN m)	M_{est} (kN m)
1	10-minor	1.0	160	80	160.0	80.0	minor major	196.0	345.4	37.9	10.6	2.7	3.98
2	10-major	1.0	160	80	160.0	80.0					5.0	1.3	3.83
3	16-minor	1.6	160	80	100.0	50.0	minor major	313.3	358.0		14.1	6.0	2.37
4	16-major	1.6	160	80	100.0	50.0					7.8	3.3	2.35
5	23-minor	2.3	160	80	69.6	34.8	minor major	298.7	373.4		21.6	8.0	2.71
6	23-major	2.3	160	80	69.6	34.8					10.0	4.9	2.03

変位 (δ) の関係を Minor 軸を例に示す。同図より、鋼管厚 (t) が大きくなると変形性能 (作用曲げモーメント M と変位 δ の面積) の向上が見られる。これは、鋼管厚が大きくなることに起因する曲げ剛性の増加のためと考えられる。また、変形量が 35mm を超えても、顕著な耐力低下は見られず、CFEST は CFT 同様に優れた変形性能を有することも確認できる。

(3) 純曲げ強度

図-5 に純曲げ強度 (M_u) と径厚比 ($2a/t$) の関係を示す。同図より、当然のことながら、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_u) が低下する傾向が現れている。つぎに、算定純曲げ強度 (M_{est}) は、等価応力ブロックを用いて、以下の式より求めた。

$$M_{est} = \frac{2}{3} k f_c' ab(b+t) \cos^3 \alpha + \frac{2}{3} f_y t \{t^2 - (2b+a)t + (2ab+b^2)\} \cos^3 \alpha \quad (1)$$

ここで、図-6 に算定強度と純曲げ強度の関係を示す。 M_{est} はひずみ硬化により実験値を下回るものの、 $M_u = 2.55M_{est}$ とすれば、良好に評価できることがわかる。

4. まとめ

- (1) 破壊形式は、楕円鋼管の圧縮側が局部座屈を起こした後、引張側の鋼管が破断するものであった。
- (2) 径厚比 ($2a/t$) が大きくなると変形性能および純曲げ強度 (M_u) が低下する傾向が見られた。
- (3) 純曲げ強度 (M_u) は算定純曲げ強度 (M_{est}) を用いて安全側に評価された。また、実験強度 (M_u) と算定純曲げ強度 (M_{est}) には良好な相関係数 ($r=0.94$) が見られた。

謝辞： 載荷実験の実施に当たっては、神戸市立工業高等専門学校に在籍された学生諸君にご協力いただいた。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献 1) 日本建築学会：鉄骨鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説, 2001. 2) 上中宏二郎：鋼構造論文集, 日本鋼構造協会, Vol. 18, No. 70, pp. 49-54, 2011.

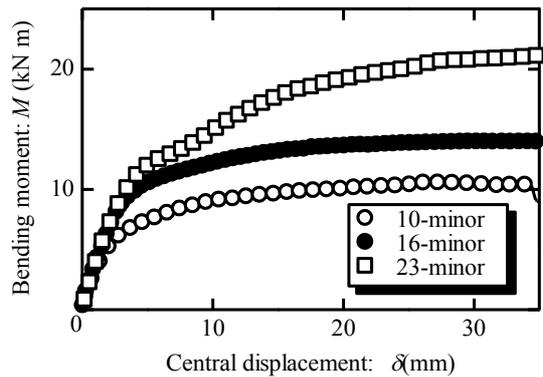


図-4 変形特性

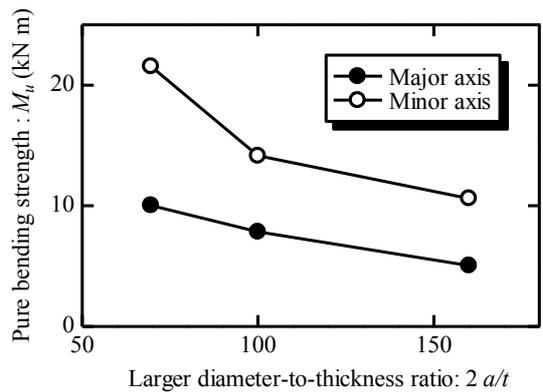


図-5 径厚比と純曲げ強度

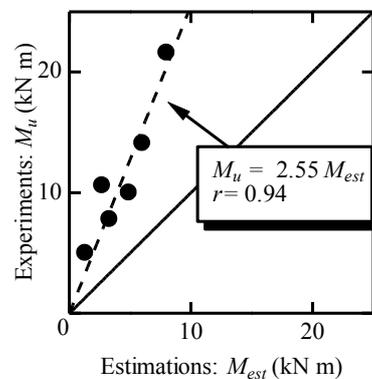


図-6 算定強度と実験強度