

鋼管内蔵角形 CFT 柱の構造性能に関する研究

日大生産工(院) ○範 シンウ 日大生産工 藤本 利昭

1. まえがき

コンクリート充填鋼管(CFT: Concrete Filled Steel Tube, 以下, CFT と略記)構造は鋼管の内部にコンクリートを充填した鋼とコンクリートの合成構造のことである。強度・剛性・靱性能に優れているため、鉄骨造、鉄筋コンクリート造、鉄骨鉄筋コンクリート造に次ぐ第四の構造として注目されている。

近年、既往の研究では、充填コンクリート量の低減による軽量化を目的とし、径が異なる二つの鋼管を同心円上に配置し、両鋼管の間のみにコンクリートを充填した二重鋼管合成柱についての研究が行われている^{1)~4)}。しかしながら、これらの研究は円形断面に対するものであり、角形断面に対しての研究はほとんどなく、その構造性能は十分に解明されていない。そこで本研究では、鋼管を内蔵した角形CFT柱の基本的な構造性能を把握するため、中心圧縮実験を行うこととした。

2. 試験体概要

表-1に試験体一覧、図-1に試験体形状を示す。

鋼管内蔵角形CFTは高さ450mmに統一し、外側鋼管を幅 $B_o=150\text{mm}$ 、板厚 $t_o=4.5\text{mm}$ 、内側鋼管を幅 $B_i=75\text{mm}$ 、板厚 $t_i=3.2\text{mm}$ とした。試験体は内側鋼管の角度を外側鋼管に対して 0° 、 45° の2種類、さらに内側鋼管のコンクリート充填有無による比較のため、内側鋼管内コンクリートあり、コンクリート無しとした試験体計4体を計画した。

また、鋼管内蔵角形CFTの構造性能と比較するため、外側鋼管および内側鋼管と同じ寸法のCFTおよび中空鋼管の計4体も併せて製作している。なお、何れの試験体も鋼管には一般構造用角形鋼管STKR400を充填コンクリートには $F_c=30(\text{N/mm}^2)$ を使用している。

鋼管内蔵角形CFTの試験体名称は内側鋼管にコンクリート充填していないものを“CFDST”(CFDST: Concrete Filled Double Skin Steel Tubes)、内側鋼管にコンクリート充填したものを“CFDLT”(CFDLT: Concrete Filled Double Layer Steel Tubes)と示し、これに加えて内側鋼管の角度を 0° 、 45° としたものを“0”、“45”と示す。鋼管内蔵角形CFT

との比較に用いる試験体名称は、CFTをCFT、中空鋼管をSとし鋼管幅と組み合わせて示している。

実験は鋼管内蔵角形CFT 4体、CFT 2体、中空鋼管2体の計8体の試験体を用いて行う。

表-1 試験体一覧

試験体名称	試験体寸法			
	幅×せい $B_o \times D_o (\text{mm})$	高さ $L (\text{mm})$	板厚 $t_o (\text{mm})$	幅厚比 $D_o/t_o (B_o/t_o)$
CFT150	150×150	450	4.5	33.3
S150	150×150	450	4.5	33.3
CFT75	75×75	450	3.2	23.4
S75	75×75	450	3.2	23.4
CFDST0	150×150	450	4.5	33.3
CFDLT0	150×150	450	4.5	33.3
CFDST45	150×150	450	4.5	33.3
CFDLT45	150×150	450	4.5	33.3

※内側鋼管寸法はS75と同じ

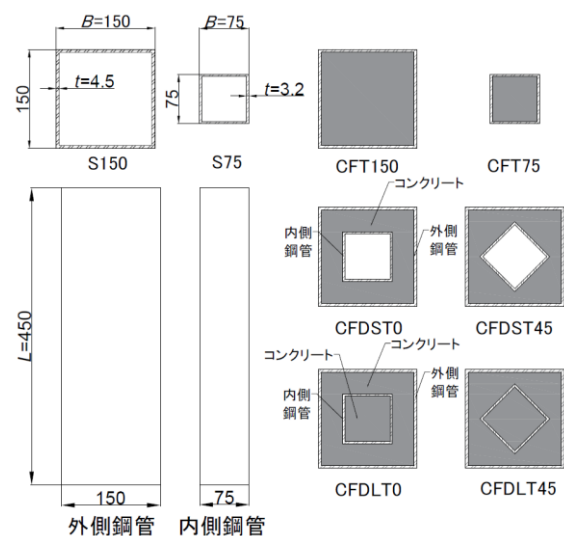


図-1 試験体形状（単位：mm）

3. 実験方法

実験に用いる載荷装置および変位計測位置を図-2に示す。加力は2000kN万能試験機を使用し、試験体拘束条件は上部を球座、下部を固定とする。載荷は一方向単調載荷とし、軸方向ひずみが5%に達するまで行うこととする。なお、実験に際しては、凹凸のある試験体の打設面は平滑にして実験を行うこととする。

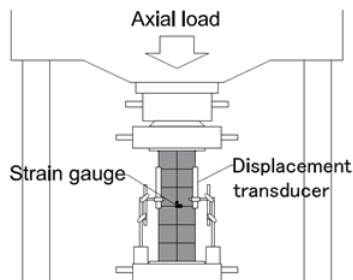


図-2 荷重装置および変位計測

4. 予備計算及び検討

実験を行う前に試験体の終局耐力を把握するために予備計算を行った。

表-2に鋼管内蔵角形CFTとCFT150の最大軸力と最大曲げモーメントの計算結果一覧、図-3に鋼管内蔵角形CFTの終局耐力曲線をCFT150の終局耐力曲線と併せて示す。

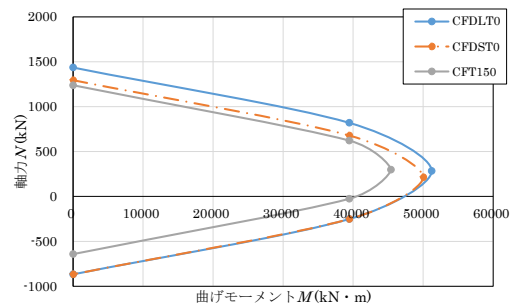
表-2より鋼管内蔵角形CFTとCFT150の最大曲げモーメントを比較するとCFDSTではCFT150に比べCFDST0は10.2%大きく、CFDST45は9.6%大きくなった。さらにCFDLTではCFT150に比べCFDLT0は12.8%大きく、CFDLT45は12.1%大きいことが分かった。

また、図-3a) , b)より内側鋼管の回転角度が同じ試験体で比較すると内側鋼管の回転角度 0° と 45° の試験体どちらも内側鋼管の中にコンクリートを充填した方が最大曲げモーメントは大きくなっていた。これらより、CFT150よりも中空鋼管を内蔵したCFDST、さらにコンクリート充填したCFDLTの方が終局耐力を向上させることが分かった。これは内側鋼管およびコンクリートが軸方向力と曲げモーメントを負担できるためである。

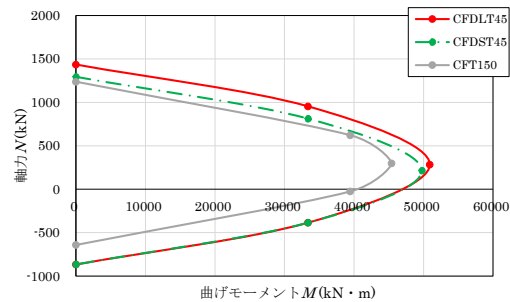
図-3c)より鋼管内蔵角形CFTの試験体の4体の終局曲線において内側鋼管 0° と 45° の終局耐力曲線に大きな差は見られなかったが、表-2により最大曲げモーメントは 45° よりも 0° の方がやや大きくなっていた。その理由として内側鋼管の塑性断面係数が 45° よりも 0° の方が大きくなるためである。

表-2 計算結果一覧

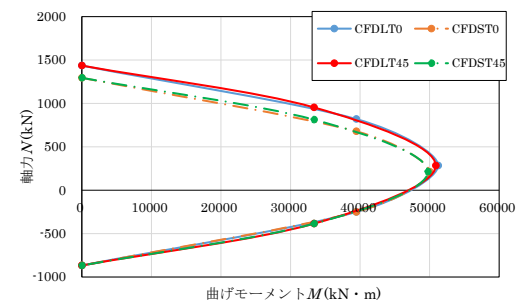
試験体名称	最大軸力 $N(\text{kN})$	最大曲げモーメント $M(\text{kN} \cdot \text{m})$
CFT150	1238	45399
CFDST0	1294	50018
CFDST45	1294	49758
CFDLT0	1436	51229
CFDLT45	1436	50899



a) 内側鋼管 0°



b) 内側鋼管 45°



c) 内側鋼管 0° , 45°

図-3 終局耐力曲線

5. まとめ

本研究では鋼管内蔵角形CFT, CFTおよび中空鋼管の予備計算から、得られた知見を以下に示す。

- 同断面積の比較において、最大モーメントはCFT柱より鋼管内蔵角形CFT柱の方が大きい。
- 鋼管内蔵角形CFT柱の内側鋼管にコンクリートを充填することで、柱の軸力と曲げモーメントが向上する。
- 角形鋼管内蔵CFT柱の断面積が同じ場合、内側鋼管の角度が 45° よりも 0° の方が最大モーメントは大きくなる。

参考文献

- 1) 上中広二郎, 鬼頭宏明, 園田恵一郎, 二重鋼管合成短柱の圧縮特性に関する実験的研究, 鋼構造論文集, 第14巻, 第53号, pp.67-75, 2007.3
- 2) 林堂靖史, 杉浦邦征, 河野広隆, 大島義信, 出向井 雄一, コンクリート充填中空式二重鋼管柱の曲げ特性に関する研究, 構造工学論文集, Vol. 54A, pp. 807-814, 2008.3
- 3) 上中広二郎, 濱本誠司, 鬼頭宏明, 二重鋼管合成柱の中心圧縮特性に及ぼす内・外鋼管厚比の影響, コンクリート工学年次論文集, Vol.127, pp. 1285-1290, No.2, 2005
- 4) 李 文聰, 高軸力を受ける二重CFT柱の耐震性能に関する研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.39, No.2, pp. 139-144, 2017