

○神戸高専専攻科 学生員 早見 真、神戸市立高専 正会員 上中宏二郎  
 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柱<sup>1)</sup>(以下、DCFTとする)は、2つの径の異なる鋼管を同心円上に配置し、その間にコンクリートを充填することで、従来のコンクリート充填鋼管柱<sup>2)</sup>(以下、CFTとする)と比較して、軽量となる利点を有する。

本研究では、DCFT 特有のパラメータである内径・外形比 ( $D_i/D_o$ ) が、中心圧縮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

供試体一覧を表-1、載荷方法を図-1にそれぞれ示す。変位の測定は、軸方向変形のみについて計3箇所で行った。また、鋼管ひずみの測定は、二軸ひずみゲージを内・外鋼管に計12箇所貼付して行った。さらに、載荷中には鋼管の膨らみ及び座屈などを目視観察した。

## 2. 実験結果及び考察

表-1に実験結果一覧を示す。ここで  $N_u$ とは、日本建築学会で提案された中心圧縮強度の算定強度式<sup>2)</sup>(以下、累加強度式とする)を内鋼管の影響を考慮し、修正したものであり、(1)式のように表される。

$$N_u = A_c f_c + (1+\eta) A_{so} f_y + A_{si} f_y \quad (1)$$

ここに、 $A_c$ :コンクリート断面積  $f_c$ :コンクリート強度、 $A_{so}$ :外鋼管の断面積、 $f_y$ :鋼管の降伏強度、 $A_{si}$ :内鋼管の断面積、 $\eta$ :鋼管の耐力上昇係数(0.27)をそれぞれ示す。

### (1)破壊形式

典型例として t10-750 の外鋼管の破壊状況と、t23-1125 の内鋼管内の破壊状況をそれぞれ写真-1(a)、(b)に示す。これらより、得られた破壊形式は、コンクリートがせん断破壊を起こしたことで、鋼管中腹部が局部座屈を起こして破壊に至っていることがわかる。また、内鋼管内部でも、コンクリートのせん断破壊に沿って鋼管が破壊面に沿って座屈していることが確認できる。

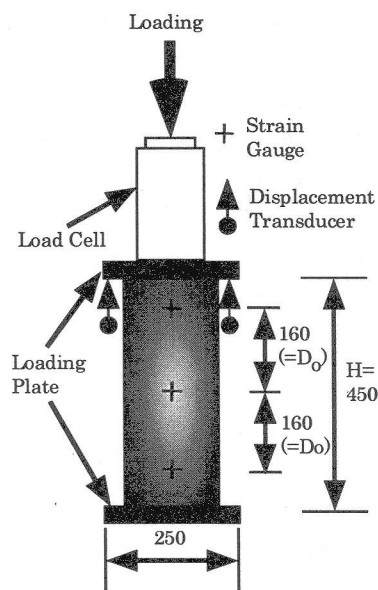
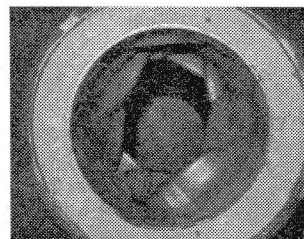


図-1 載荷方法



(a) t10-750



(b) t23-1125

写真-1 破壊形式

### (2)変形特性

図-2に鋼管厚2.3mmシリーズの供試体の変形特性を示す。同図より、DCFTの初期剛性は、変形の0.5%までCFTのそれとほぼ同等のものが得られた。また、最大耐力到達後の中心圧縮力(N)は3.5%の変位で70%以上保持していることがわかる。

### (3)中心圧縮強度

図-3に本実験で得られた中心圧縮強度( $N_{exp}$ )と式(1)の算定値を比較したものを示す。同図より、本実験で得られたDCFTの中心圧縮強度は、相対比  $N_{exp}/$

表-1 供試体及び実験結果一覧

| #  | Tag     | $D_o$<br>(mm) | $t$<br>(mm) | $D_i$<br>(mm) | $D_i/D_o$ | $D_o/t$ | $E_s$<br>(Gpa) | $f_y$<br>(Mpa) | $E_c$<br>(Gpa) | $f_c$<br>(Mpa) | $N_u$<br>(kN) | $N_{exp}$<br>(kN) | $N_{exp}/N_u$ |
|----|---------|---------------|-------------|---------------|-----------|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|-------------------|---------------|
| 1  | 10-000  | 158.7         | 0.90        | 0.0           | 0.00      | 176.3   | 218            | 221            | 23.7           | 19.0           | 525           | 656               | 1.25          |
| 2  | 10-375  | 158.4         | 0.90        | 38.4          | 0.24      | 176.0   | 218            | 221            | 23.7           | 19.0           | 480           | 635               | 1.32          |
| 3  | 10-750  | 159.0         | 0.90        | 75.9          | 0.48      | 176.7   | 218            | 221            | 23.7           | 19.0           | 475           | 540               | 1.14          |
| 4  | 10-1125 | 159.1         | 0.90        | 113.7         | 0.71      | 176.8   | 218            | 221            | 23.7           | 19.0           | 436           | 378               | 0.87          |
| 5  | 16-000  | 157.5         | 1.50        | 0.0           | 0.00      | 105.0   | 232            | 308            | 23.7           | 19.0           | 647           | 815               | 1.26          |
| 6  | 16-375  | 158.1         | 1.50        | 39.4          | 0.25      | 105.4   | 232            | 308            | 23.7           | 19.0           | 664           | 852               | 1.28          |
| 7  | 16-750  | 158.2         | 1.50        | 76.9          | 0.49      | 105.5   | 232            | 308            | 23.7           | 19.0           | 709           | 728               | 1.03          |
| 8  | 16-1125 | 158.3         | 1.50        | 114.3         | 0.72      | 105.5   | 232            | 308            | 23.7           | 19.0           | 600           | 589               | 0.98          |
| 9  | 23-000  | 157.7         | 2.14        | 0.0           | 0.00      | 73.7    | 222            | 286            | 23.7           | 19.0           | 774           | 908               | 1.17          |
| 10 | 23-375  | 157.6         | 2.14        | 39.7          | 0.25      | 73.6    | 222            | 286            | 23.7           | 19.0           | 789           | 968               | 1.23          |
| 11 | 23-750  | 157.6         | 2.14        | 77.3          | 0.49      | 73.6    | 222            | 286            | 23.7           | 19.0           | 846           | 879               | 1.04          |
| 12 | 23-1125 | 157.4         | 2.14        | 114.8         | 0.73      | 73.6    | 222            | 286            | 23.7           | 19.0           | 791           | 704               | 0.89          |

$N_u=1.11$ 、相関係数  $r=0.85$  という結果から、概ね CFT と同様に評価できることが解る。すなわち、DCFT は中空断面にも関わらず、CFT 同様にコンクリートへの拘束効果を与えていたと考えられる。

#### (4) 応力状態

図-4 に鋼管厚 1.6mm 供試体シリーズの内鋼管の応力状態( $\sigma_z$ ,  $\sigma_\theta$ )を示す。また、これらは平面応力状態の Prandtl-Reuss の構成則に基づいており、 $\sigma_\theta$  は周方向、 $\sigma_z$  は軸方向応力をそれぞれ示す。

図-4 から、 $\sigma_z$  が降伏応力( $f_y$ )に到達後、 $\sigma_\theta$  が降伏局面に沿って圧縮方向に発生していることがわかる。これは、充填コンクリート内に微細なひび割れが発生したことにより、コンクリートが体積膨張を起こしたためと思われる。

#### 4. まとめ

- (1) 得られた破壊形式は、コンクリートがせん断破壊することによって、鋼管に局部座屈をもたらした。
- (2) DCFT の初期剛性は CFT と同等のものが得られた。最大耐力後の強度は変形の 3.5% まで約 70% 保持した。
- (3) DCFT の中心圧縮強度は、CFT で用いられる累加強度式により、概ね CFT と同様に評価できた。
- (4) 内鋼管の周方向応力( $\sigma_\theta$ )は、充填コンクリートが体積膨張を起こしたことにより、 $\sigma_z$  が降伏応力に到達後、圧縮方向に発生した。

#### 参考文献

- 1) Wei, S. et. al.: Performance of New Sandwich Tube under Axial Loading: Experiment, Jour. of Struct. Eng., American Society of Civil Engineers, Vol. 121, No. 12, pp. 1806-1814, December, 1995.
- 2) 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

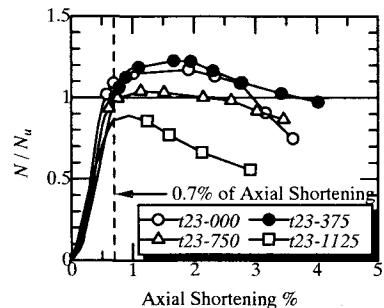


図-2 変形特性

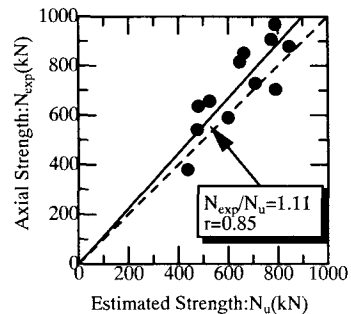


図-3 中心圧縮強度と累加強度値

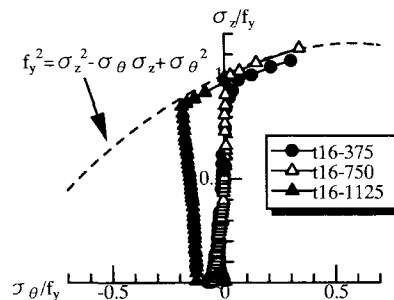


図-4 内鋼管の応力状態( $t=1.6\text{mm}$ )