

大阪市立大学工学部 学生会員 ○岡崎 雄一
 大阪市立大学大学院工学研究科 学生会員 菅沼 哲
 大阪市立大学大学院工学研究科 正会員 角掛 久雄
 大阪市立大学大学院工学研究科 正会員 鬼頭 宏明

1. はじめに

コンクリート充填鋼管(以後 CFT)とは、円形または角形断面鋼管にコンクリートを充填した合成部材である。主な性能として、鋼管と充填コンクリートの相互拘束効果によって、靱性・耐力の向上が期待されている。

本来、土木構造物は建築構造物に比べ断面が大きく、圧縮耐力に対する作用軸力比も小さいため建築学会¹⁾で定められた制限幅厚比(SS400 相当の角形 CFT: $B/t=72$)よりも大きなものが適用可能であると考えられる。そこで、著者らは土木構造物への適用を目的とし、建築学会の制限幅厚比を超えた CFT を対象として研究を行ってきた²⁾。

文献²⁾では、ズレ止めを設置しない角形 CFT 柱部材の曲げ・せん断載荷実験において、実験と数値解析によって幅厚比が大きい(鋼管の剛性が小さい)ものほど、鋼管と充填コンクリートが一体的な挙動を示すことがわかった。破壊メカニズムを把握するにあたって、鋼管と充填コンクリート間の付着特性の把握が必要であるが、その研究例は少なく、現行の設計指針¹⁾においても 1980 年に発表された森下らの実験³⁾の値を採用している。そのため、本研究では、幅厚比を実験変数とし、角型 CFT の付着性状を検討する。

2. 実験概要

本研究では、図-1 のようにコンクリートの押し抜き試験を行う。断面は $200 \times 200\text{mm}$ の角形断面とし、実験変数は、幅厚比 $B/t=200, 125, 62.5, 33.3$ (対応する鋼管厚 $t=1.0, 1.6, 3.2, 6.0\text{mm}$)の 4 種を各 2 対、計 8 体の実験を行う(表-1 参照)。供試体名は T の後に鋼管厚、最後の数字は体数を示している。なお、 $B/t=200, 125(t=1.6, 1.0\text{mm})$ の供試体に関しては、鋼管下部の局部座屈防止のために 2.3mm の巻き立て補強を行っている。

計測項目は、図-2 に示すように鋼管の軸方向ひずみ、鋼管とコンクリートの相対変位、コンクリートの下部のすべり量および荷重を計測した。

3. 実験結果

ここでは制限幅厚比の前後となる $B/t=62.5(t=3.2)$ と $125(t=1.6)$ の供試体の付着応力-すべり量関係と鋼管の軸方向ひずみ分布を図-3, 4 にそれぞれ示す。なお、付着応力は載荷荷重を全付着面積で除して算定したものであり、図-4 にプロット点は付着切れ発生時の荷重の 25, 50,

表-1 供試体一覧

供試体名	鋼管厚 t mm	鋼管幅 B mm	幅厚比 B/t	付着長 L mm	全長 H mm	補強厚 a mm
T6.0-1 T6.0-2	6.0	200	33.3	400	490	0.0
T3.2-1 T3.2-2	3.2		62.5			
T1.6-1 T1.6-2	1.6		125			2.3
T1.0-1 T1.0-2	1.0		200			

表-2 鋼管の材料定数

公称板厚 t mm	降伏強度 σ_{sv} N/mm ²	引張強度 σ_{su} N/mm ²	弾性係数 E_s kN/mm ²	ポアソン比 ν_s
6.0	350.8	436.7	206.0	0.29
3.2	339.9	439.3	206.2	0.29
1.6	278.0	413.1	211.2	0.28
1.0	179.5	328.5	207.1	0.35

表-3 コンクリートの材料定数

圧縮強度 σ_{ck} N/mm ²	引張強度 σ_t N/mm ²	弾性係数 E_c kN/mm ²	ポアソン比 ν_c N/mm ²
27.1	2.2	20.7	0.19

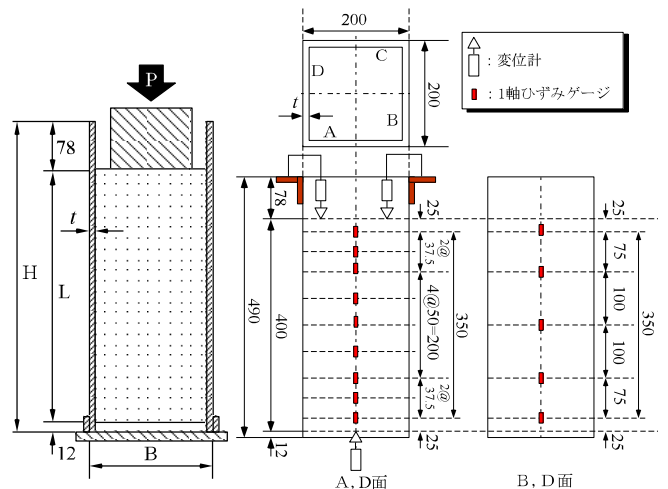


図-1 実験概要

図-2 計測項目

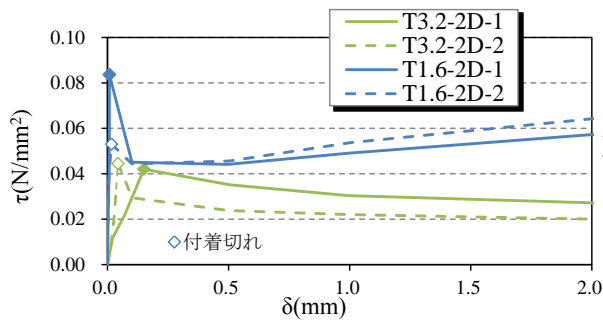


図-3 付着応力-すべり量関係

75, 100%とすべり量 0.2mm の 5 点を示す。ひずみは各側面中央の軸方向ひずみの平均である。また、ひずみが圧縮側の部分は充填コンクリートから鋼管に応力が伝達している部分、引張側の部分を鋼管と充填コンクリート間の付着がなく、鋼管が面外へ変形している部分として考察している。

図-3 より、 $B/t=125(t=1.6)$ の方が付着切れ発生時の付着応力が大きく、付着切れ発生以降の応力低下が急激となっている。これは幅厚比が大きいほど鋼管の剛性は小さくなる。そのため、コンクリート打設時の変形による拘束応力が大きくなるが、付着切れ発生以降面外へ変形しやすいので低下が大きくなると考えられる。図-4 より $B/t=125$ が付着切れ発生以降、鋼管下部のひずみが圧縮から引張へ急激に移行していることから、鋼管が付着切れに伴って面外へ変形していると考えられる。一方、幅厚比が小さい場合には鋼管の剛性が大きくなるので、コンクリート打設時の変形がほとんどなく、逆に乾燥収縮によって鋼とコンクリート間の付着が弱まり、付着応力が小さくなる可能性が考えられる。なお、 $B/t=125$ の付着応力-すべり量関係に関して、すべり量 0.5mm 以降、付着応力が緩やかに増加しているのは、鋼管下部に施した 2.3mm の巻き立て補強による拘束効果の影響だと考えられる。

図-5 は幅厚比ごとの付着切れ発生時付着強度を示している。図中の圧縮部のみ考慮は鋼管が圧縮側へひずんでいる部分のみを付着面積として除した応力を表している。図より、付着応力は幅厚比に比例する傾向が見られる。 $B/t=200(t=1.0)$ の付着強度が非常に小さいのは実験前の時点で鋼管の浮きが見られ、本実験では良好な付着状態が確保できなかったためである。また、コンクリートの押し抜き試験はコンクリートのポアソン比によって鋼管の拘束効果を受けるため、鋼管に加力し鋼管と充填コンクリート両方で支持する平押し試験よりも付着応力が大きくなると考えられているが、CFT 指針⁷⁾で定められている角型 CFT の付着強度 0.1N/mm^2 (平押し試験)を超えるものはほとんどない。これは、既往研究と比較して付着長が小さいことおよび、供試体の取り扱いの問題などによって良好な付着状態を維持することができず、充填コンクリートのポアソン比で拘束効果を発揮する前に付着切れが発生したためだと考えられる。

4. 結論

- (1) 付着応力は幅厚比に比例し、幅厚比が大きいほど鋼管と充填コンクリートに一体性が見られ、付着切れ発生以降の応力低下も大きくなる。
- (2) 既往研究で行われた平押し試験よりも付着応力が小さく、コンクリートの押し抜きで期待していた、充填コンクリートのポアソン比による付着応力の向上はほとんど見られなかった。

参考文献

- 1) 日本建築学会：コンクリート充填鋼管構造設計施工指針， 2008
- 2) 角掛久雄，山田佳博，菅沼哲，大内一：コンクリート充填極薄肉鋼管短柱の曲げせん断実験，コンクリート工学年次論文集，Vol.33，pp.1141-1146，2011
- 3) 森下陽一，富井政英吉村浩二：コンクリート充填正方形および正八角形鋼管柱の鋼管と充填コンクリート間の付着性状に関する実験的研究，日本建築学会大会学術講演概要集，pp.1909-1910，1980

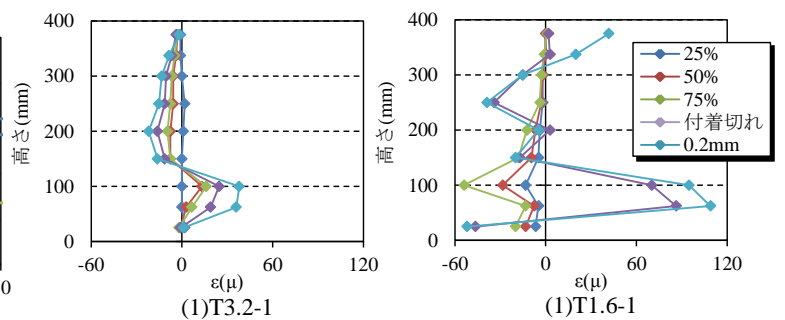


図-4 鋼管のひずみ分布

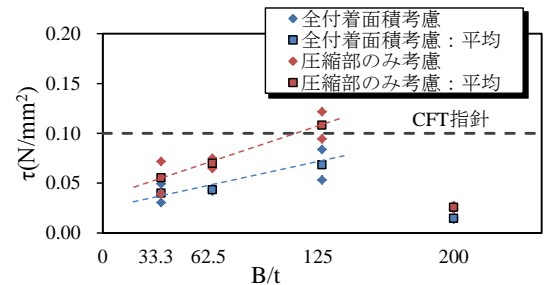


図-5 幅厚比ごとの付着強度