

I - A125 コンクリート充填鋼管柱の耐力及び変形性能の推定に関する検討

新日本製鐵 正会員 木下雅敬¹⁾鉄道総合技術研究所 正会員 村田清満²⁾鉄道総合技術研究所 正会員 安原真人²⁾

1. はじめに

コンクリート充填鋼管がその耐力及び変形性能に非常に優れた構造形態であることはよく知られている。これは、鋼管とコンクリートの相互作用により互いの弱点を補完しあうことによるが、鋼管がコンクリートを拘束することにより、単純な合成効果以上にその耐力及び変形性能が向上することもこれまでの実験的研究により明らかになっている^[1]。しかしながら、これらの耐力・変形性能を精度よく推定する技術は、必ずしも確立されていないのが現状である。本文においては、筆者等が行った円形のコンクリート充填鋼管柱の交番繰返し載荷試験^[1]により得られた包絡線を簡単なC D C解析により推定することを試みたので報告する。

2. 解析方法

解析の手順を以下に示す。

- 1) 鋼管及びコンクリートの軸方向の応力～ひずみ関係の設定。
- 2) 1)を仮定した、柱断面の曲げモーメントと曲率の関係の算出
- 3) 2)のM- ϕ 関係を仮定した、C D C解析による柱構造物としての荷重～変形関係の計算

2.1 鋼管の応力～歪み関係の設定

局部座屈を考慮した鋼管の応力～歪みを設定する。加藤等^{[2][3]}が、冷間成型鋼管に対して提案する応力～歪み関係を定式化したものを用いる。

応力～歪み曲線の概略を図-1に示す。

座屈以降の劣化域では、1波の局部座屈波形が成長し、その波長Sはおおよそ以下で表される。

$$S = 2.56\sqrt{Dt} \quad (1)$$

そのとき、長さSの平均軸歪みとその応力との関係における劣化勾配 k_d は次式にて表されとしている。

$$k_d = -0.00815 \cdot E_s \sqrt{\frac{t}{D} \left(\frac{D}{2t} - 10 \right)} \quad (2)$$

ここで、D：鋼管径、t：鋼管肉厚、 E_s 鋼材のヤング率

2.2 充填コンクリートの応力～歪み関係の設定

拘束をうけるコンクリートの応力歪み関係は、Mander等^[4]の提案する関係式に従うものとした。尚、引張応力は無視することとしている。図-2に応力～歪み曲線の模式図を示す

日本建築センターにて実施された実験結果等の検討^[5]によ

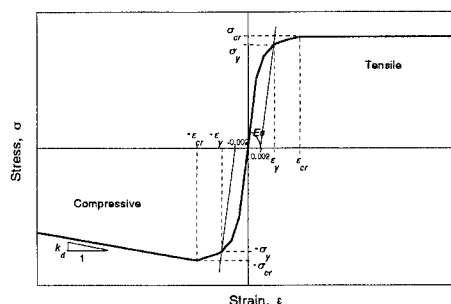


図-1 局部座屈を考慮した鋼管のS S曲線

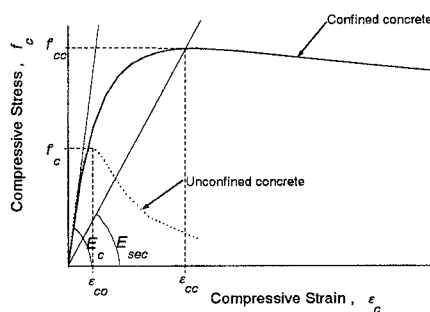


図-2 拘束コンクリートのS S曲線

キーワード：コンクリート充填鋼管、拘束コンクリート、局部座屈、耐力、変形性能

1) 〒293 千葉県富津市新富 20-1 TEL0439-80-3085 FAX0439-80-2745

2) 〒185 東京都国分寺市光町 2-8-38 TEL0425-73-7281 FAX0425-73-7247

り、コンクリート充填鋼管の耐荷力は、鋼管の降伏耐力の30%がコンクリートの拘束圧として作用すると仮定することにより良い推定が得られるとされることがより、ここでも、導入される拘束圧は次式にて与えられるものと仮定した。

$$f_l = \frac{2t(0.3\sigma_y)}{D} \quad (3) \quad \text{ここで、} f_l \text{ は拘束圧、} \sigma_y \text{ は鋼管の降伏応力}$$

2.3 C D C解析

2.1 及び 2.2 にて仮定した応力～歪み関係より充填鋼管断面の $M-\phi$ 関係を計算し、さらにこれを用いて、柱としての変形を計算するわけであるが、実験にて観察されたように徐々に変位 δ を大きくしてゆくと、固定端近傍の圧縮域にて局部座屈が発生し、曲率が進行する一方、荷重 Q が減少する劣化現象がみられる。この現象を追跡するため、以下の仮定をおこなった。

- 1) 局部座屈は、追跡経路 $M \sim \phi$ データのモーメント最大点にて生じる。
- 2) 固定端より局部座屈長に相当する領域（図 2.4.2 の Aゾーン）では、 $M \sim \phi$ 関係の経路上の進行する。一方、Aゾーン以外の領域（Bゾーン）では、除荷するものとする。
- 3) そのとき、Aゾーンの曲率は一定とする。

3. 実験結果との比較

図-4 には、文献[1]にて報告される実験により得られた荷重～変形の包絡線と、上述の C D C解析により得られた柱頭の荷重～変形関係を比較したものを示す。実験における、鋼管径は $\phi 360$ 、柱長さは 1080 mm であった。

図より、計算はコンクリート充填鋼管の耐荷力及び変形状をほぼ再現できていることがわかる。但し、実験では、低サイクル疲労により鋼管の局部座屈波の山部に亀裂が入り終局に至り、包絡線が急激に耐力を失っている。その時の鋼管圧縮縁の局部座屈部の平均軸歪み量は約5～6%前後に相当する。

<参考文献>

[1]村田等、[軸力と曲げを受けるコンクリート充填鋼管柱の耐力、変形性能]、土木学会第50回年次学術講演会、9.1995

[2]加藤等、「軸圧縮力を受ける鋼管の塑性局部座屈耐力」日本建築学会論文報告集、第204号、pp.9-17、2.1973

[3](社)鋼材倶楽部 中低層鋼構造骨組耐震性研究委員会編「中低層鉄骨建物の耐震設計法」、技報堂出版、1978

[4]Mander J.B., Priestley M.J.N., Park ., "Theoretical Stress-Strain Model for Confined Concrete", *J. Struct. Engrg. Div.*, ASCE, 114(8), pp.1804-1826, 1988

[5](財)日本建築センター 躯体構造部会、「新都市型躯体構造システム（その2）ーコンクリート充填鋼管柱構造性能評価委員会 報告書」(財)日本建築センター、3.1989

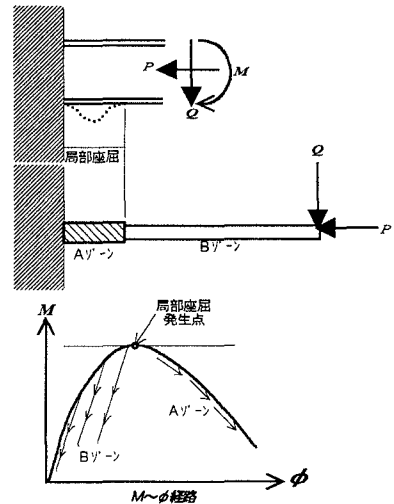


図-3 局部座屈の取り扱い

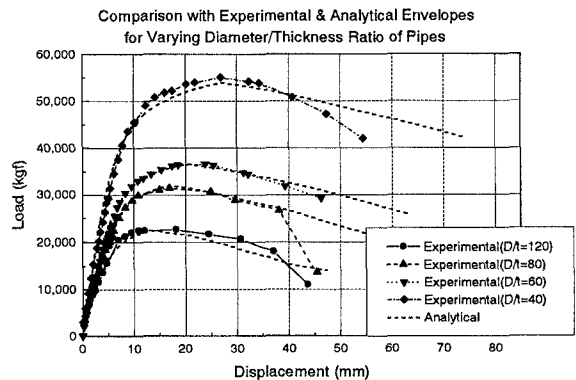


図-4 実験による包絡線と計算値の比較
(径厚比を変化させた場合)