

局部座屈を考慮した鋼の応力-ひずみ関係のモデル化

熊本大学 学生員 〇千場 幸輝

熊本大学 正 員 渡辺 浩

熊本大学 正 員 嶋元 達郎

熊本大学 正 員 山尾 敏孝

1. まえがき

コンクリート充填鋼管等の合成柱は、耐荷力や剛性に富み、また耐震上も優れた構造物であると考えられる。この構造に関する研究の多くは実験に基づくものであり、個別的で一般性に乏しく耐震特性として重要な塑性変形能力を十分に評価出来るには至っていない。この研究の本来の目的は、コンクリート充填鋼管構造を一次元棒要素と一軸の応力-ひずみ関係を用いて定式化を行い、この種の構造物が終局状態に至るまでの挙動を解析的に明らかにしていくことである。¹⁾ 棒要素を用いる場合、断面構成板の局部座屈の影響は直接考慮できないので鋼の応力-ひずみ関係にその影響を持ち込むことを考える。そこで板の局部座屈挙動を有限要素法で解析し、その結果を用いて局部座屈の影響を考慮した鋼の応力-ひずみ関係をモデル化しようとするものである。

部材の終局挙動を構成鋼板の局部座屈の影響を考慮して求める方策として有効幅理論に基づく方法²⁾など種々の近似解法が提案されているが、ここでは純圧縮力が作用する構成板要素の応力-ひずみ曲線を弾塑性有限変位解析であらかじめ求め、それを構成鋼板の応力-ひずみ曲線と見なし、これを用いて棒要素としてのコンクリート充填鋼管構造を解析することにより局部座屈の影響を考慮することを考える。³⁾

2. 応力-ひずみ関係のモデル化の考え方

図1のようなコンクリート充填鋼管のある一面の板要素を、図2のような周辺固定支持圧縮板にモデル化して説明する。この板要素の上下辺に一樣な変位(荷重)を与えると、載荷辺の応力分布は一樣でなく、その応力分布の形状は概念的に図2のようになると考えられる。²⁾したがって、図3に示すような長さ方向の帯状要素に着目すると、この位置の端部応力と平均軸ひずみの関係を求めれば幅方向の位置の関数として板要素の応力-ひずみ関係が得られることになる。

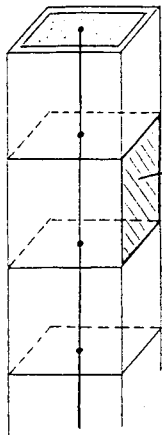


図1 充填鋼管

隅部 中央部

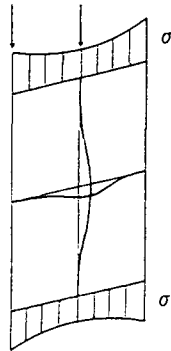


図2 板要素

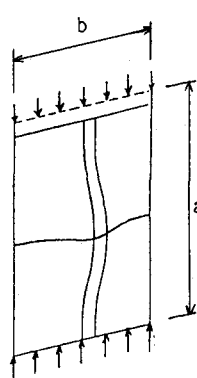


図3 長さ方向の帯状要素

無次元幅厚比(R)の式

$$R = \frac{b}{t} \sqrt{\frac{\sigma_y}{E} \cdot \frac{12(1-\nu^2)}{\pi^2 k}}$$

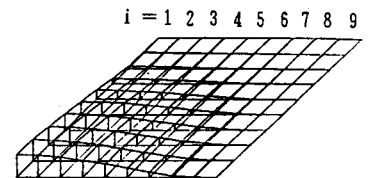


図4 解析モデル

(板要素の1/4)

3. 解析方法と解析モデル

解析方法は、文献5)に示されている板要素の有限変位弾塑性解析法及び計算方法を使用した。本解析で用いた解析データは、板厚 $t=0.45$ cm, アスペクト比 $a/b=1.0$ と固定し、無次元幅厚比 $R=0.5, 0.7, 1.0, 1.25$ で鋼材は SS41 SM50 SM58 の3タイプを考えた。表-1に使用した各鋼材の特性値等を示す。

4. 解析結果と考察

図5は鋼種SM50のRを変化させたときの各帯状要素の平均応力-平均ひずみ曲線を示す。図中の番号*i*は解析において想定した各帯状要素の位置を示し、鋼板中央部から隅部へ向かって順に1からの番号で表した。解析モデルの有限要素分割は縦横ともに9分割としたため帯状要素の最大番号は9となり、これは鋼板解析モデルにおいて隅の位置を示す。Rの値の変化により局部座屈後（あるいはそれ以前から）の各点での応力にばらつきが生じ減少していく事が分かる。図6にはR=1.25で鋼材を変えたときの幅方向の位置における応力の分布の比較図を示す。縦軸には応力 σ を降伏応力 σ_y で除した値を用いている。この図は見方を変えると各平均ひずみ（ ϵ/ϵ_y ）における鋼板内部の応力度の分布と同じ形状を表すと考えて良い。

5. モデル化と式

実際の鋼の応力-ひずみ関係のモデル化とその式等については当日発表する。

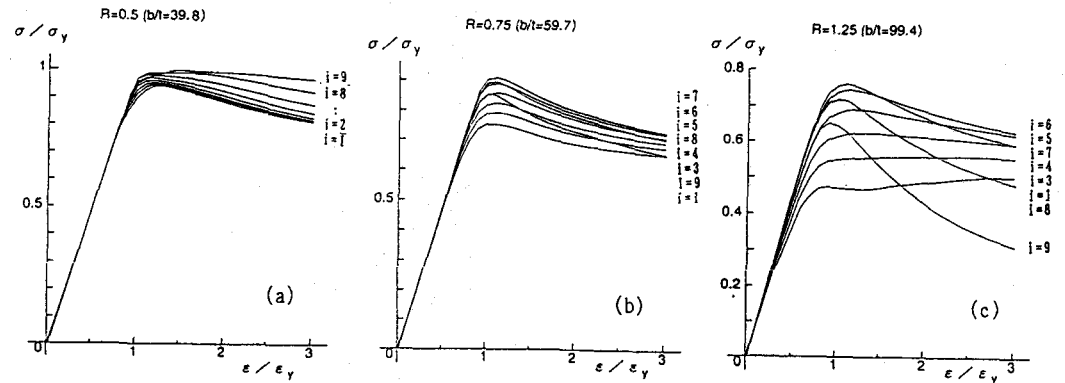


図5 各帯状要素の平均応力-平均ひずみ曲線 (SM50)

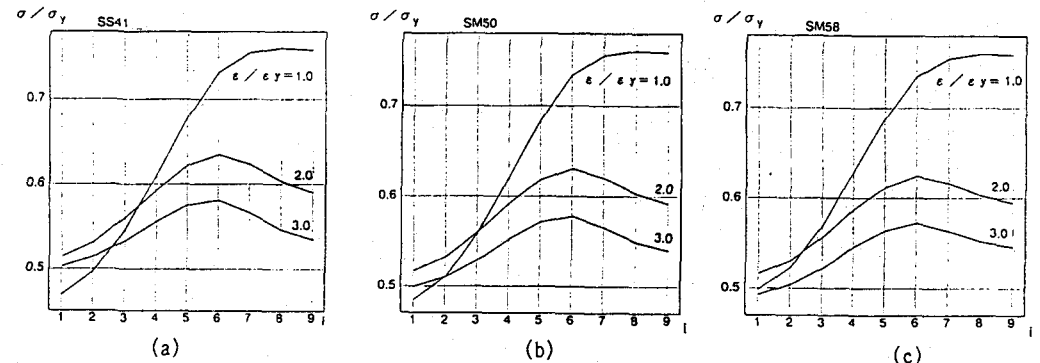


図6 位置(i)による応力度 (R=1.25)

参考文献

- 1) 渡辺 浩・嶋元 達郎・坂田 力・森島 伸吾:「コンクリート充填鋼管構造の弾塑性有限解析法」 土木学会第47回年次学術講演会講演概要集 第一部 CS5-9(I) P94-95 1992.9
- 2) 宇佐美 勉:「Post-Buckling of Plates in Compression and Bending」 Proc. OF ASCE, Vol.108, No.3,1987.
- 3) Little,G.H.:「The Strength of Square Steel Box Columns-Design Curves and their Theoretical Basis」 The Structural Engineer,Vol.57A, No.2, 1979.
- 4) J.Kawaguchi, S.Morino, H.Atsumi and S.Yamamoto:「Strength Deterioration Behavior of Concrete-Filled Steel Tubular Beam-Columns」 Engineering Foundation Conference on Composite Construction II 1992.6,Potosi,Mo,USA
- 5) 山尾 敏孝・嶋元 達郎:「板要素とはり要素の結合による薄肉鋼構造物の有限変位弾塑性解析」 構造工学論文集 Vol.32A 1986.3