

I - A228

繰り返し水平力を受けるコンクリート充填鋼製橋脚の簡易解析法

八千代エンジニアリング 正員 高橋 功 熊本大学 正員 渡辺 浩
 ショーボンド建設 正員 井手 論 熊本大学 正員 崎元 達郎

1. 序論

コンクリート充填鋼管構造の終局挙動解析を3次元要素によるFEMを用いて行うには多大な労力を要する。そこで本研究では、充填コンクリート鋼管構造の終局状態に至るまでの挙動を、一次元はり-柱要素と一軸の応力-ひずみ関係を用いて簡易的に解析する手法を提案する。ここでは、充填コンクリートについては外側鋼管による拘束効果を考慮すること、また鋼管については充填コンクリートによる局部座屈抑止効果を考慮することによりそれぞれの等価な応力-ひずみ関係として与えるなどの工夫を凝らしている。以下、本手法について解説する。

2. 充填コンクリートの応力-ひずみ関係

内部充填コンクリートの応力-ひずみ関係については、正方形箱形鋼管によって拘束を受ける内部充填コンクリートの圧縮強度実験¹⁾で得られた結果をもとに、最小二乗法により、コンクリートの最大強度 σ_{max} 、その時のひずみ ε_0 、及び最大強度以降の劣化勾配 α を鋼管の幅厚比 b/t の関数として求めた。なお、鋼管に充填されている点を考慮して、劣化後の応力度の最小値は最大強度の20%とした。以上の定式化によって得られた応力-ひずみ関係の一例を図-1に示す。図中に道路橋示方書に示されている曲線も示されているが、ここで提案する応力-ひずみ関係は最大強度は拘束の程度により小さく表現され、それ以降の劣化は大きいものとなっている。

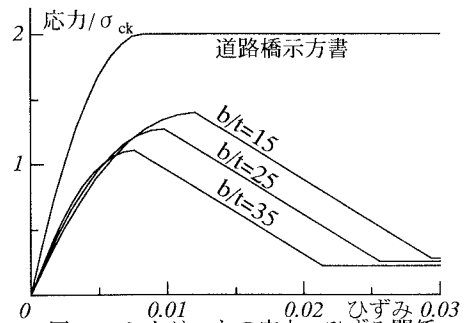


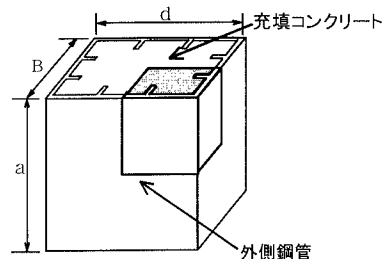
図-1 コンクリートの応力-ひずみ関係

3. 局部座屈を考慮した鋼管の応力-ひずみ関係

外側鋼管の局部座屈挙動は汎用構造解析プログラム MARC を用いた弾塑性有限変位解析により求めた。解析モデルは、図-2 のような補剛箱形断面短柱とし、対称条件を考慮して全体の8分の1部分を取り出し解析対象とした。解析では、一様な軸圧縮変位を鋼管に与え、その反力を求めた。解析パラメータには幅厚比パラメータ R_R 及び補剛材剛比 γ/γ^* を用いた。表-1に解析モデルの材料諸元を示す。

表-1 解析モデルの材料諸元

鋼種	SM490
ヤング係数 $E(\text{Mpa})$	206000
降伏応力 $\sigma_y(\text{Mpa})$	344
ポアソン比 ν	0.3
板厚 $t(\text{mm})$	28
アスペクト比 a/B	1.0
補剛材本数	2本
幅厚比パラメータ R_R	0.3~0.7
補剛材剛比 γ/γ^*	0.6~5.0



以上の手法に従って、図-2に示すような軸圧縮・引張の繰り返し荷重の場合について解析を行った。図-3に、繰り返し

キーワード：骨組解析、応力-ひずみ関係、幅厚比パラメータ、補剛材剛比

連絡先：〒860-8555 熊本市黒髪2-39-1 熊本大学工学部環境システム工学科 Tel.096-342-3579 FAX 096-342-3507

し荷荷の場合においての解析結果の一例として平均応力－平均ひずみ曲線を示す。なお平均応力とは全荷荷節点における反力を断面積で除したものとし、平均ひずみとは全荷荷節点における軸方向変位を軸方向長さで除したものである。これらの結果をもとに、鋼管の挙動を R_R および γ/γ^* の関数として陽な関数で近似することを試みた。図中には近似式も併せて示しているが、良好な近似結果が得られていると考えられる。

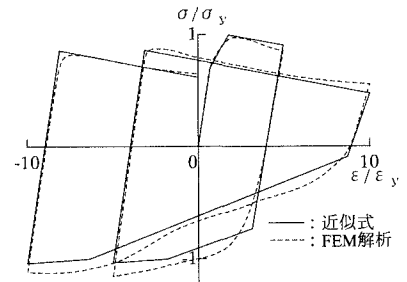


図-3 鋼管の応力－平均ひずみ曲線

($R_R=0.7, \gamma/\gamma^*=1.0$)

4. 充填コンクリート鋼管柱の簡易解析

前章までに得られた、内部充填コンクリートや外側鋼管の応力－ひずみ関係を骨組解析プログラムに組み込むことによって、局部座屈を考慮に入れた充填鋼管構造の簡易解析が可能となる。ここでは土木研究所で行われた充填鋼管柱の繰返し荷荷実験²⁾を対象に解析を行い、比較検討を行った。

実験供試体は表 4-1 の諸元を持った単柱式供試体で、一定軸力及び漸増繰返し水平力が与えられている。そのため部材断面を要素分割し、鋼の応力－ひずみ関係をフランジとウェブの両方に導入した場合とフランジのみに導入した場合とを考慮して解析を行う。

解析結果を実験結果と併せて履歴曲線及び包絡線で図-4 に示す。これらの図より、高ひずみ領域において耐荷力の劣化勾配に多少の相違は見られるものの、局部座屈の影響を骨組解析に導入することにより、局部座屈を考慮しない場合より明らかに実験値の挙動をとらえることができることがわかった。

表-2 実験供試体の諸元

鋼種	SM490
断面寸法 B×B(cm)	90.0×90.0
長さ a(cm)	342.3
板厚 t(cm)	9
縦リブ寸法 h×t(mm)	80×6
横リブ間隔 a'(cm)	90.0
補剛材本数	2 本
幅厚比パラメータ R_R	0.68
補剛材剛比 γ/γ^*	0.55

5. 結論

提案法では、実験の挙動をよく評価することができた。また、提案法によると、充填鋼管柱の終局挙動解析の結果を、パーソナルコンピュータでも 10 分程度で得ることができるため、簡便さでも有効性は十分に認められると考えられる。また、提案法を用いることにより、実験を行うことなく、復元力モデルの作成も可能となる。

（参考文献）

- 1) 荻 雅雄：箱形鋼管によって拘束を受ける内部充填コンクリートの圧縮強度実験，平成 5 年度熊本大学卒業論文，1994
- 2) 建設省土木研究所：道路橋橋脚の地震時限界状態設計法に関する共同研究報告書（Ⅰ），1997

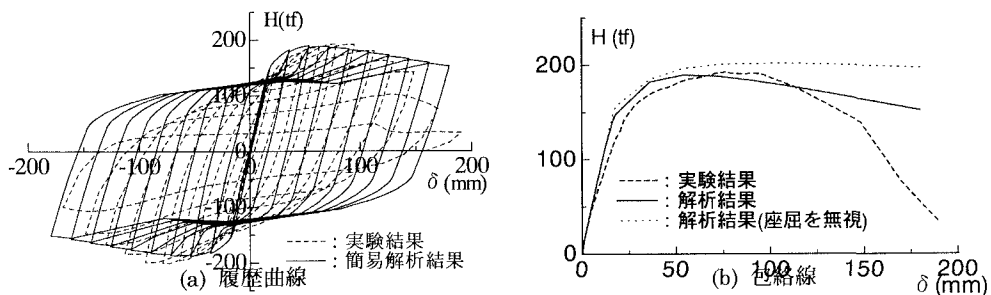


図-4 水平荷重－水平変位曲線