

ジャケット式継手を有するコンクリート充填鋼管柱構造に関する研究

早稲田大学大学院 学生員 佐藤 雄亮
早稲田大学 フェロー 依田 照彦

1. はじめに

構造の合理化という観点から、鋼とコンクリートの合成構造が注目され、様々な構造形式が検討されている。中でも、コンクリート充填鋼管は高い耐震性を有する構造であることが注目され、土木分野においても柱や杭に数多く採用されている。特に、コンクリート充填鋼管を用いた柱は強度とじん性に富んでいる点で有利である。しかしながら、一度大地震で損傷を受けると補修が難しいことも事実である。

本研究では、予想を上回る地震により損傷を受けた場合にも修復可能な範囲に損傷を抑えることができ、すぐに修復することができる橋脚構造としてジャケット式継手構造を位置付け、FEM 解析により力学的性能を検討していく。

2. 解析方法

解析では汎用有限要素コード DIANA(ver.8)を用い、三次元非線形解析を行った。モデルの概略は図1に示す通りである。以下に解析の詳細を示す。

部材要素:鋼材については4節点シェル要素を用い、実験により得られた降伏点とヤング係数をもとに応力-ひずみ関係をバイリニアでモデル化した。コンクリートは8節点ソリッド要素を用い、鋼材と同様に材料試験データから得られた圧縮強度と、圧縮強度より計算した引張強度を用いて応力-ひずみ関係をバイリニアでモデル化している。

界面要素:本解析においては鋼材とコンクリートとの付着を表現するためにシェル要素とソリッド要素の間に界面要素を用いている。界面要素については鉛直方向の引張およびせん断方向の強度をコンクリートの付着強度と仮定し、鉛直方向を圧縮に対して線形化することで接触面での付着のはがれを表現したモデル化を行っている。

境界条件および解析条件:比較対象とする実験と同様に供試体の底面部において全方向の変位を拘束している。この条件のもとで、図1の載荷点に対して強制変位を60mm与えて解析を行った。

計測点:荷重のほかに、実験により特にひずみが卓越する個所としてスリット近傍下部が挙げられるので、この点におけるひずみを実験との比較対象として用いている。

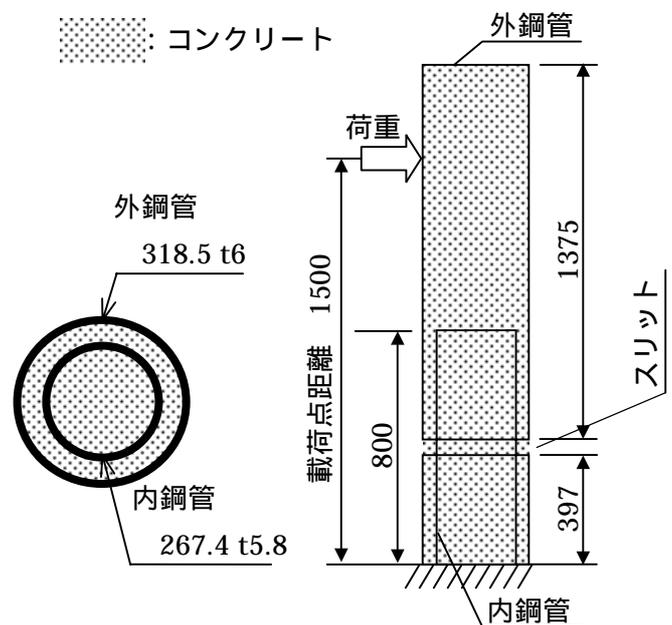


図1 解析モデル概略図(単位:mm)

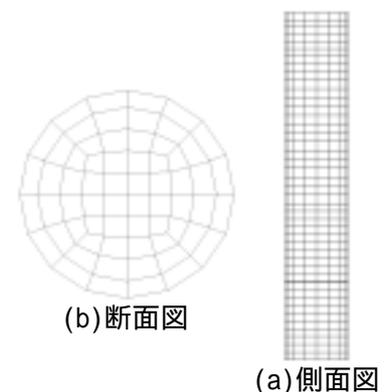


図2 解析モデル図

表1 鋼材の構成則

	降伏点(N/mm ²)	ヤング係数(N/mm ²)
外鋼管	315.7	6.58 × 10 ⁴
内鋼管	333.7	9.27 × 10 ⁵

表2 コンクリートの構成則

圧縮強度	引張強度	付着強度	ヤング係数
32.5	2.34	4.68	3.1 × 10 ⁴

(単位:N/mm²)

キーワード 合成構造, ジャケット式継手, コンクリート充填鋼管

連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保3-4-1 早稲田大学理工学部 Tel&Fax 03-5286-3399

3. 解析結果および考察

図3に荷重 - 載荷点変位曲線を示す。なお、解析では実験とは異なり単調増加としている。図より実験値に比べ解析値の方が初期剛性が大きく出ているが、以降の剛性については比較的一致していることがわかる。初期剛性が大きくなってしまった原因としては、材料構成則が実験データを包絡するようなバイリニア形であるため剛性の低下が表現できず、実際よりも剛性が大きく表現されているものと考えられる。

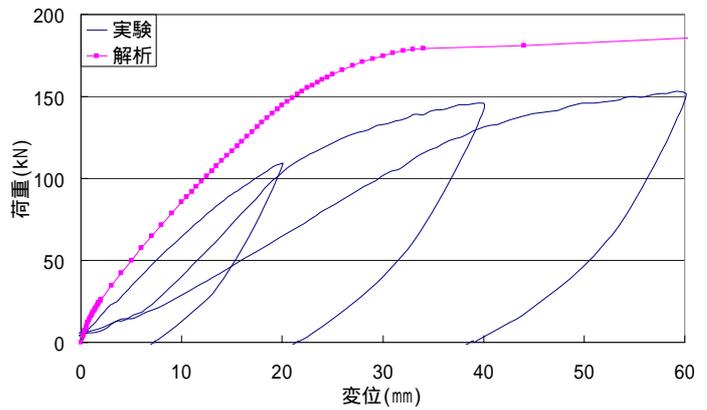


図3 荷重 - 載荷点変位曲線

図4に相当塑性ひずみコンター図を示す。この図より実験時の特徴でもあった、内鋼管端部とスリット部周辺でのひずみが卓越しており、実験結果と一致する結果となっている。

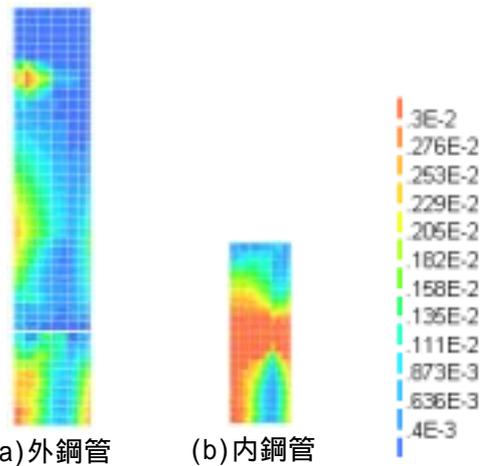


図4 最大変位時の相当塑性ひずみコンター図

図5に最大変位時の軸方向断面内ひずみ分布、図6に最大変位時の円周方向断面内ひずみ分布を示す。この図より内鋼管の中立軸の上昇については表現できているが、実験に比べて外鋼管では解析の方がひずみの値が小さく、内鋼管では解析の方が大きくなっていることがわかる。これは材料構成則がすべてバイリニアであり、コンクリートの引張軟化や圧縮軟化、ポアソン比の変化などを十分に表現できていないためと思われる。

4. 結論

本解析においては、強度とヤング係数のみを用いたバイリニア型の構成則を用いてモデル化を行ったものの、荷重 - 変位曲線やひずみの定性面での評価は十分できていることが確認できた。今後の研究課題としては、卓越する個所におけるひずみの値が実験値と比べて誤差が大きく、ひずみを一致させるためには解析モデルの改良が必要である。

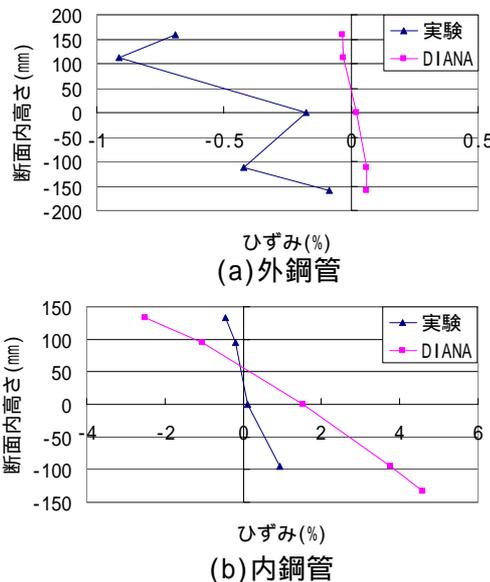


図5 軸方向断面内ひずみ分布

5. 参考文献

- 1) 液状化・側方流動と強地震動に対する次世代高性能橋脚の開発
合成構造を用いた次世代高性能橋脚の開発 平成14年度報告書
早稲田大学工学部 2003.3

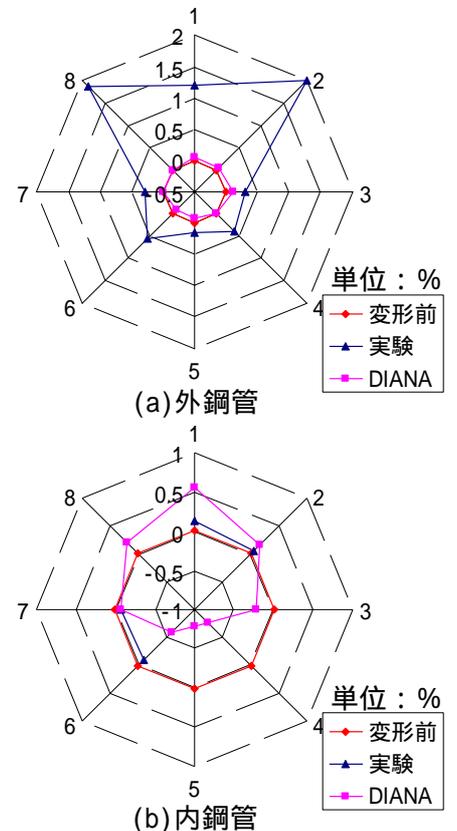


図6 円周方向断面内ひずみ分布