付着特性を考慮したリブ付鋼管継手の引抜性能に関する解析的研究

1.はじめに

高橋脚の省力化・急速施工を目指した工法である鋼管・コンク リート複合構造は、高さ方向の鋼管の接合は現在溶接であるが、 鋼管径が大きいため工費を要する。そこで代わりに、図1のよう なリブ付鋼管継手が考案され、既往の実験結果¹⁾より破壊形態は、 内側鋼管降伏型(Yi 型)、外側鋼管降伏型(Yo 型)、コンクリート 破壊型(C 型)に分類されることが分かった。これまでの研究²⁾で は、3 次元 FEM 解析(FINAL³⁾)により、3 タイプの破壊形態を表現 できる構造、材料モデルを構築したが、実験と異なる応力状態 (図 2)や荷重すべり(P-S)関係の精度に課題があった。本研究で は、継手コンクリートと鋼管の付着モデルを新たに考案し、パラ メトリックスタディーにより定式化を行う。

2. 付着モデルの考案

2.1 付着モデルの概要

図3に、新たに考案した付着モデルを示す。既往の研究では実験からの簡易モデルを利用したが、本研究では、実験結果から、 鋼管のひずみ ϵ が 200 μ の時にコンクリートにひび害れが発生す ると仮定し、その時の各試験体の付着応力(τ)とすべり(S)を抽 出、それぞれの平均値を τ_0 (=3.4V/mm²)、S₀(=0.24mm)とした。鋼 管の厚み等による拘束効果は、鋼管表面に鉛直に作用する面圧と 摩擦係数 μ を設定することで考慮し、 μ =0.50 とした。また、継 手部と外側鋼管の付着モデルについても同じモデルを適用した。

2.2 最大荷重の比較

図4に、実験と解析の最大荷重の関係を示す。全体として、解 析による最大荷重を実験値に概ね近似することができた。また破 壊形態は、付着モデルの有無による応力状態の大きな変化は見ら れなかったが、全11体の試験体で実験の破壊形態を再現できた。

3. パラメトリックスタディーの概要

本構造の実用化のためには、上記破壊形態を計算により判定す る必要がある。ここでは、Yo型とC型の境界となる条件を求め るため、パラメトリックスタディーを行った。解析モデルは中詰 型とし、内側鋼管よりも外側鋼管による拘束効果が大きいことか

キーワード 合成構造、リブ付鋼管、継手、付着、FEM

前橋工科大学大学院	学生会員	○長	秀輝
前橋工科大学		岩日	日裕太
前橋工科大学	フェロー	岡里	予素之



図4 実験と解析の最大荷重の関係

解析値

連絡先 〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町 460-1 前橋工科大学 社会環境工学科 TEL 027-265-7387

ら内側鋼管は外径 ϕ_i =600mm、厚み t_i =9mm で一定とし、外側鋼管の 外径 ϕ_o 、厚み t_o 、有効継手長さleをそれぞれパラメータとした。 また材料強度は、コンクリートの圧縮強度が24.0N/mm²、鋼管の降 伏強度はSKK490 材の特性値より315.0N/mm²とした。

4. 解析結果と考察

4.1 パラメトリックスタディーの結果

図5に、有効継手長さ0e=150~390mmの各破壊形態の判定結果 を示す。座標軸は、縦軸が外側鋼管の外径々。横軸は外側鋼管の厚 みt。であり、それぞれの関係を座標に示した。全ての継手長さに おいて破壊形態は、厚みt。が大きくなるにつれて、また外径々。が 小さくなるとYo型からC型になることが分かる。これは、外側鋼 管の厚みが大きくなること、内側鋼管と外側鋼管の間隔が小さく なることにより、継手コンクリートへの拘束力が増大するためで ある。尚、標準の有効継手長さ(0e=270mm)よりも長い 0e=330,390mm では、内側鋼管と外側鋼管の母材部防引 誘路伏した後、C型あるい はYo型、いずれかの破壊形態となる応力状態が見られた。

4.2 破壊形態境界の決定

それぞれの外側鋼管の外径 ϕ_o において、鋼管の厚みt。を変える ことによって破壊形態の境界を決定し、境界線を描画した(**図5**)。 これらを比較すると ϕ_o =650mmを除いて大きなばらつきはなく、 ℓe の違いによる破壊形態境界との関係性は見られなかった。

4.3 破壊形態境界曲線

上記の結果を合わせて標準化した破壊形態境界曲線を図6に示 す。標準タイプである外側鋼管の厚みt。=9mm、外径 ϕ 。=750mm を1.0 として t_o, ϕ 。をそれぞれ比(K_{to}, K_o)で表し、各境界値をプロット した。そして、最小二乗法により2次曲線 K_{to} =f(K_o)を描いた。 これを次式に示す。

 $K_{to} = f(K_{\phi o}) = -13.94 K_{\phi o}^{2} + 32.30 K_{\phi o} - 17.02$

ここで、Yo型: $K_{to} < f(K_{\phi})$ 、C型: $K_{to} > f(K_{\phi})$ これにより、本研究の範囲で破壊形態が判定できる。

5.まとめ

(1)既往の実験結果より、3つの破壊形態に適用する鋼管とコンク リートの付着モデルを構築した。

(2)パラメトリックスタディーにより、外側鋼管の厚みと外径の関係から破壊形態の境界を導くことができ、有効継手長さの違いと破壊形態の境界には関係性がないことが分かった。

(3) 破壊形態の境界曲線を決定することによって、本研究の中詰型モデルについては有効継手長さに関係なく破壊形態の判定が概ね可能となる。



参考文献

 岡野素之、他:リブ付き鋼管による重ね継手の応力伝達性能、土 木学会第3回合成構造の活用に関するシンポジウム論文集、pp.185~ 190,1995.11

2)長 秀輝: 鋼管・コンクリート複合構造における二重管接合の3次元FEM解析、H25年度卒業研究

3) FINALHP : (http://www.engineering-eye.com/)