

I - 123

異径コンクリート充填鋼管差し込み継手の実験及び解析について

新日本製鐵（株） ○正員 木下 雅敬
正員 沖本 真之

1. はじめに

コンクリート充填鋼管は、その耐荷力特性及び部材の変形能力において大変優れた構造であり、高耐震性構造として期待されている。一方、コンクリート充填鋼管を用いて構造物を構築するに際しては、簡便な接合構造の開発が望まれる。本文においては、1柱1杭基礎構造などを念頭に、径の異なるコンクリート充填鋼管の接合に於て、単純に鋼管を同心円状に重ね合わせ、そのラップ部分にもコンクリートを充填することより力の伝達を行う差し込み継手構造に関して、その曲げせん断実験を行うとともに、FEM解析を実施することで、その耐荷力機構について検討した。

2. 実験方法

継ぎ手部が曲げとせん断を同時に受ける時のラップ長さについて検討する基礎資料を得るため、図-1に示すような一点載荷の片持ち梁の曲げ・せん断試験を行った。

(1) 実験仕様(材料)

内側鋼管 (STK400) $\phi 355.6 \times t 6.4$

降伏点 $f_y = 320 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ (但し、0.2%オフセット値)

外側鋼管 (STK400) $\phi 508.0 \times t 7.9$

降伏点 $f_y = 264 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ (但し、0.2%オフセット値)

充填コンクリート強度(試験当日) 270 kg/cm^2

(2) 実験ケース

ラップ長さ L について、

Case 1: $L = 1.0 D (= 350 \text{ mm})$

Case 2: $L = 1.5 D (= 525 \text{ mm})$

の2ケースについて実験を行っている。

(3) 載荷方法

50 tonfの油圧ジャッキにて、載荷点に水平力を作用させた。

(4) 設計荷重 (材料試験結果に基づく)

内鋼管の全塑性モーメント $31.6 \text{ tonf}\cdot\text{m}$ (荷重点での作用荷重 25.4 tonf に対応)

外鋼管の全塑性モーメント $67.2 \text{ tonf}\cdot\text{m}$ (荷重点での作用荷重 30.7 tonf に対応)

3. 解析方法

解析手法およびコンクリートの構成関係の詳細については、別文献を参照頂きたい¹⁾。

(1) 解析モデル

3次元フルモデル (FEMメッシュは図-2参照)

対称性を考慮して全構造の1/2のみ解析

(2) コンクリートの構成関係

文献1)にて提案する受働的拘束力を受けるコンクリートの構成関係を採用。これにより、鋼管の拘束効果によるコンクリート充填鋼管の耐力上昇等も考慮出来る。

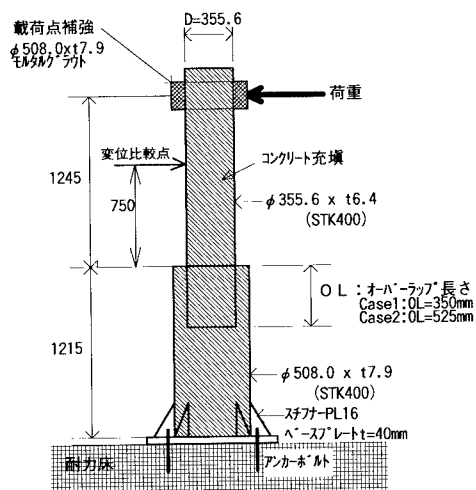


図-1 実験概要図

(3) 鋼材の構成関係

Von-Misesの降伏条件に従う、完全弾塑性体と仮定した。降伏点は、材料試験結果の0.2%オフセット値を採用した。

(4) 鋼管とコンクリートの界面

インターフェース要素により、摩擦～滑り関係を仮定、クーロン摩擦を設定している。また、界面において引張直応力の発生時にはコンクリートと鋼管の肌離れを考慮した。

4. 実験及び解析結果

図-3に、解析により得られた荷重～変位関係を実験結果と比較したものを示す。尚、変位の比較は、図-1に示す変位比較点(接合部より750mm上方の点)にて行っている。図-4によれば、解析値はいずれのケースも最大耐力を5～10%程度過大評価しているものの、重ね継手の長さによる耐力及び剛性の違いをよく表現していると判断できる。図-4は、接合部の回転剛性の実験及び解析による評価を比較したものであり、いずれの場合も内鋼管の抜け出し量及び押し込み量から回転剛性の評価を行ったものである。図-4より、解析により接合部の初期(弾性域)における回転剛性を正確に評価していることがわかる。

実験及び解析によればCase1のオーバーラップ長さの短い場合では外鋼管の上端が周方向に降伏し大きく変形することにより終局に到っている。すなわち、接合部の破壊により終局に到っている。一方、Case2では外鋼管上端の周方向変形は大きくなく、内鋼管自体が曲げ変形することにより終局に到っていることから、接合部の耐力は内鋼管の終局耐力を上回っているものと考えられる。

5. まとめ

接合部の降伏は、内鋼管の曲げモーメントにより生じる接合部の支圧力の隅力が外鋼管を押し外鋼管が周方向に降伏することにより生じる。従って、接合部の耐力は、オーバーラップ長さの他に外鋼管の板厚及び降伏点により大きく支配されるものと考えられる。

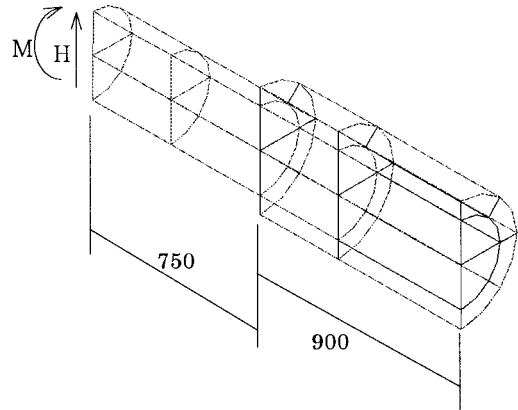


図-2 FEM解析メッシュ図

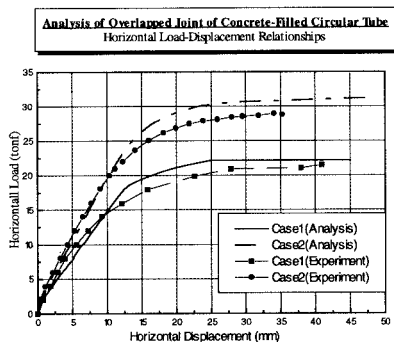


図-3 実験及び解析による荷重～変位関係

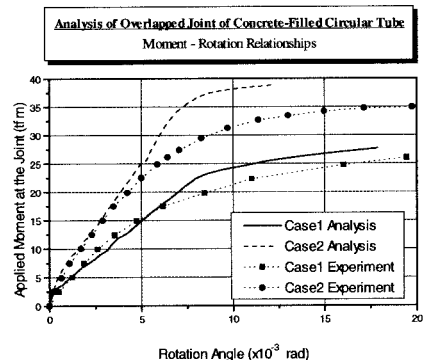


図-4 実験及び解析による接合部の回転剛性

(参考文献)

- 1) M Kinoshita, M N Pavlovic, M D Kotsovos, 'Constitutive models of concrete under passive confinement and their use in structural analysis', Proc. of JSCE No.502/V-25, pp143-154 November 1994