

CS-70

軸力と曲げを受けるコンクリート充填鋼管柱の耐荷機構に関する研究

東京工業大学 正員 館石和雄 東京工業大学 正員 沖中知雄
 (財)鉄道総研 正員 村田清満 東京工業大学 学生員 吉田謙一郎

1. はじめに

コンクリートを鋼管柱の内部に充填し、その合成挙動を期待するコンクリート充填鋼管柱は、耐力、じん性ともにすぐれており、近年適用が増えている。その力学特性に関しては各所で実験的・解析的研究が行われているが、特に曲げを受ける場合の耐荷力機構についてはまだ未解明な点が多い。本研究では実験および解析により、軸力と曲げを受けるコンクリート充填鋼管柱の力学性状について検討したものである。

2. 試験体および試験方法

図1に試験体を示す。使用した鋼管は STK400、コンクリートの一軸圧縮強度は 32MPa である。鉛直に 40tonf の力を作用させた状態で、試験体頂部に水平変位を与えた。試験は単調に変位を増加させた場合と、降伏変位を基準に変位を漸増させていく場合(同一変位繰返し回数: 3回)の2ケースについて行った。降伏変位としては鋼管の引張側最外縁が降伏に達したときとした。

3. 荷重—変位関係

図2に試験体頂部での水平荷重—変位関係の包絡線を示す。いずれの載荷パターンにおいても非常に高い変形性能を示している。最大耐力付近で鋼管に座屈の発生が確認されたが、同一変位の繰返しを3回とした場合においてもその進展は非常に遅かった。試験は装置の制約により変位が約 130mm の時点で終了した。単調載荷の場合と同一変位3回繰返しの場合とでは、耐力にはそれほどの違いは見られないが、3回繰返しの場合の方が、最大耐力点以降、耐力の低下がやや大きい。

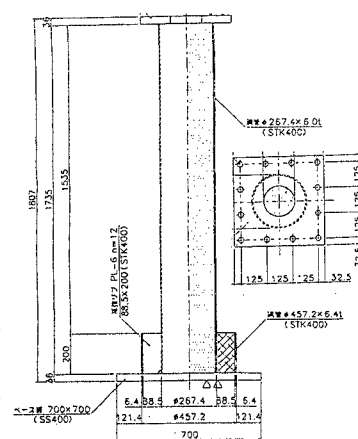


図1. 試験体

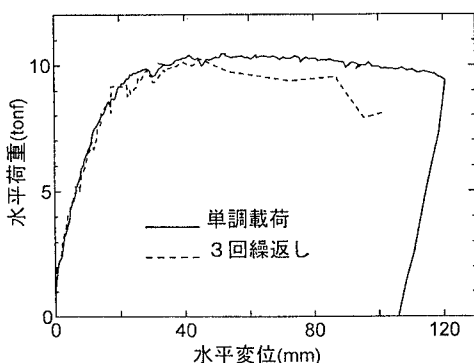


図2. 荷重—変位包絡線

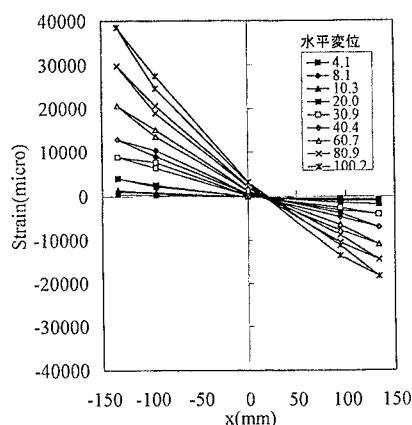


図3. 鋼管の鉛直ひずみ分布

コンクリート充填鋼管柱、合成挙動、耐力、じん性、拘束効果

〒152 目黒区大岡山 2-12-1 • Tel.03-5734-2692 • FAX.03-3726-2201

4. 鋼管のひずみ分布

図3に鋼管表面での断面方向の鉛直方向ひずみの分布を示す。かなりの大変形領域にわたるまで、鋼管のひずみ分布は直線に近く、また、中立軸の移動も大きくない。図4に管周方向でみた水平方向ひずみの分布を示す。測定点はいずれも基部から25mmの位置であり、座屈が発生した位置よりもやや下側である。引張縁および圧縮縁において、塑性化とほぼ同時に周方向のひずみが著しく増加しているが、側面($\theta=0, 180^\circ$)においては周方向ひずみの増加はほとんど見られない。

5. 3次元有限要素解析

曲げを受けたときの柱断面の応力状態および拘束効果を明らかにするために、3次元有限要素解析を行った。コンクリートの構成則は前川らの提案しているモデル¹⁾を用い、鋼管の構成則は完全弾塑性とした。解析モデルは図5に示すような鋼管の輪切りモデルであり、鋼とコンクリートの間には、引張に対しては剛性ゼロ、圧縮に対しては剛性が十分に大きい非線形ばね要素を入れた。軸力およびせん断力の影響は考慮していない。ひずみの実測結果において、鋼管の中立軸はそれほど大きく動かなかったことから、中立軸を中心から20mmの位置にして、直線の変位勾配を与えて解析を行った。コンクリートと鋼管の変位勾配は同一であると仮定しているが、引張ひずみを受けるコンクリート部分には変位を与えていない。解析は鋼管が降伏する曲率の2倍程度まで行った。

図6に断面での変位分布の例を示す。濃淡は半径方向の変位の大きさを表している。引張側では鋼管とコンクリートの変位が連続しているが、圧縮側では変位が不連続となっており、両者が離れていることがわかる。これは鋼管の降伏前、降伏後も同様であった。図7に圧縮側最外縁での、コンクリートおよび鋼管の横方向変位を示す。コンクリートが塑性化し、ポアソン比が増加する以前に、鋼管が降伏し横方向変形が大きくなるため、最後まで両者の間に相互作用は生じていない。これにより、今回用いた試験体では、降伏から2倍程度までの変位においては、圧縮側におけるコンクリートと鋼管の間に付着はなく、拘束効果はなかったものと推定できる。それよりも変位が大きい場合の耐力力機構の解明は今後の課題である。

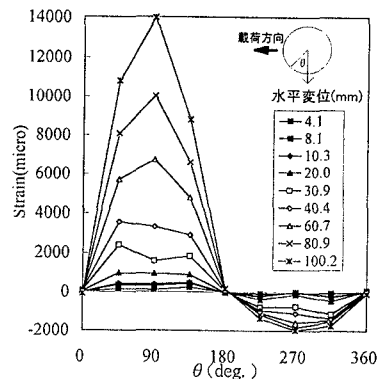


図4. 周方向ひずみ分布



図5. 解析モデル

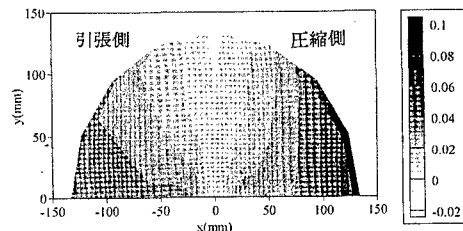


図6. 断面内変位分布

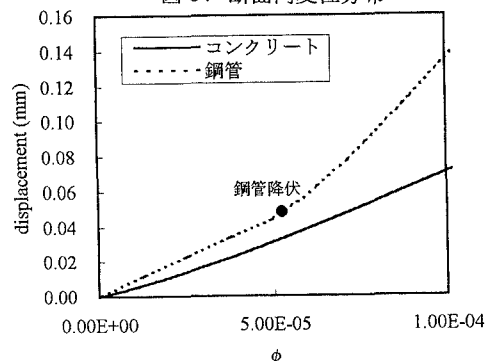


図7. 鋼管とコンクリートの変位

1) Maekawa, K. et al, Triaxial Elasto-Plastic and Fracture Model for Concrete, Proc. of JSCE, No.460/V-18, 1993.