

III-B 23 鋼管杭の水平耐力に関する実大曲げ圧縮試験

鋼管杭協会 正会員 中山 裕章 吉田 映 柳本 泰伴
正会員 嶋津 晃臣 龍田 昌毅 河野 謙治

1. 目的

阪神大震災を契機として基礎に対しても大地震時の設計（保有耐力設計）の必要性が議論されている。鋼管杭基礎の大地震時の終局状態を考慮した設計法を確立するためには、鋼管杭部材の大変形時の挙動を把握する必要がある。そこで、実物大（ $\phi 600$ ）のスパイラル鋼管を用いて、鋼管杭杭頭部の耐力および変形性能、中詰めコンクリートの効果を確認するため繰り返し曲げ圧縮試験を実施した。

2. 実験方法

2-1 試験体

鋼管杭は杭径600mm、肉厚9mmのSKK400のスパイラル鋼管を用い、杭頭部にコンクリートを中詰めしない試験体と、杭径分(1D)コンクリートを中詰めした試験体を用いた。各試験体の諸元を表1に、試験体(CASE2)の概要を図1に示す。

2-2 載荷方法

実験の概要を図2に示す。杭頭部を固定し、一定鉛直荷重120t（規格降伏荷重の0.3倍）の基礎で、杭頭部から2.4m（杭径の4倍）の位置に変位制御により水平荷重を加えた。基準とする降伏変位量 δ_y は、CASE1において鋼材が降伏応力度（規格値 $\sigma_y=2400\text{kgf/cm}^2$ ）に達する弾性計算荷重を与えた時の変位として求め、それ以降は、 $\pm\delta_y$ 、 $\pm2\delta_y$ 、 $\pm3\delta_y$ 、 $\pm4\delta_y$ 、 $\pm5\delta_y$ 、 $\pm7\delta_y$ …を最大変位量とする、各サイクル3回の正負繰り返し水平載荷を行った。図3に載荷経路を示す。

表1 試験体ケース

実験No.	杭径, 板厚	コンクリート中詰め条件
CASE1	$\phi 600, t_9$	中詰め無し
CASE2	$\phi 600, t_9$	中詰め有り(1D)

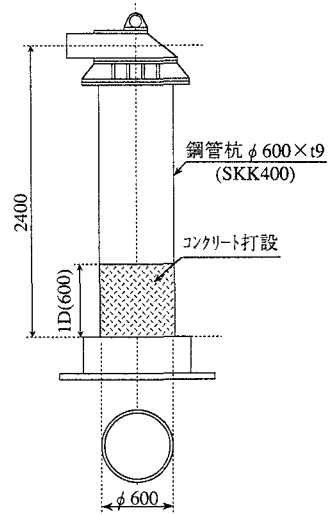


図1 試験体(CASE2)

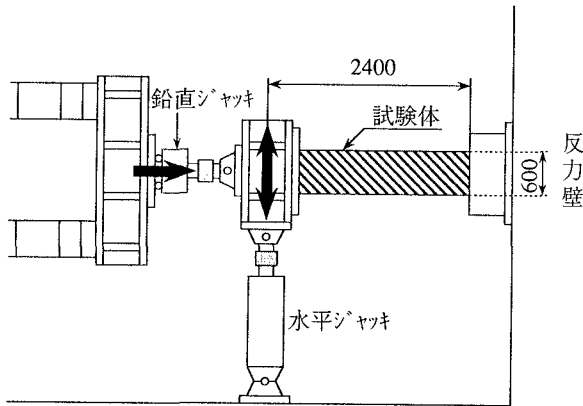


図2 実験装置

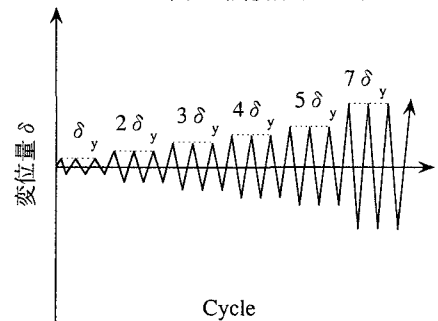


図3 載荷経路

3. 実験結果

図4, 5に水平荷重-水平変位関係図を示す。両者とも $4\delta_y$ で荷重が最大となり、最大水平荷重はCASE1で+37.0tf/-39.2tf、CASE2では+41.0/-39.2tfであり、最大耐力に達する迄は両者にはほとんど差異はみられず、中詰めコンクリートの効果はあまりみられない。しかし、CASE1においては、 $4\delta_y$ の繰り返しにおいて耐力の低下が見

られるようになり、 $5\delta y$ では荷重が大きく低下している。それに対して、CASE2においては $7\delta y$ まで載荷しても、ほぼ最大耐力を保持しており、また、繰返しによる耐力の低下も小さく、中詰めコンクリートの効果により耐力の低下が抑制されていることがわかる。CASE2ではさらに、 $15\delta y$ まで同様の載荷を続けたが、 $1\delta y$ 時の荷重以上の耐力を保持し続けた。

鋼管の変形状況を見ると、 $3\delta y$ においてCASE1, CASE2とも圧縮側において、杭頭部から80mmの位置に高さ1mm程度の膨らみが確認され、 $4\delta y$ では同じ場所で、CASE1では高さ6.5mm, CASE2では高さ5mmの塑性座屈による膨らみが観察された。

図6, 7に杭頭部から25mmの位置のひずみの測定位置より求めた曲げモーメントと曲率($M-\phi$)の関係図を示す。図中には計算値も合わせて示しており、鋼材の降伏応力を 2400kgf/cm^2 , 3053kgf/cm^2 （材料試験値）とした全塑性モーメントを上限値としたバリエーション曲線で示してある。 $2\delta y$ 迄の挙動においては、CASE1, CASE2とも計算値と一致して線形であり、両者に差はみられない。 $3\delta y$ に至るとCASE1, CASE2とも非線形性を示すが、両者とも材料試験から求めた降伏強度から計算した全塑性モーメントまで達し、ほぼ計算で求めたバリエーション曲線に近い挙動を示している。CASE1では $4\delta y$ まで、CASE2では $7\delta y$ まではほぼ全塑性モーメントの値を保持している。

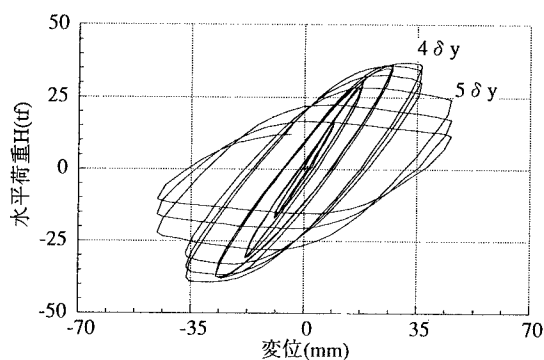


図4 水平変位-水平荷重関係(CASE1)

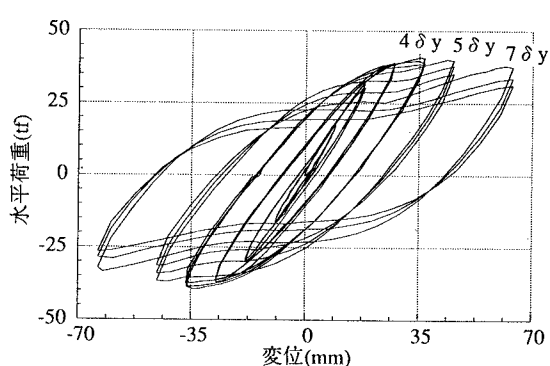


図5 水平変位-水平荷重関係(CASE2)

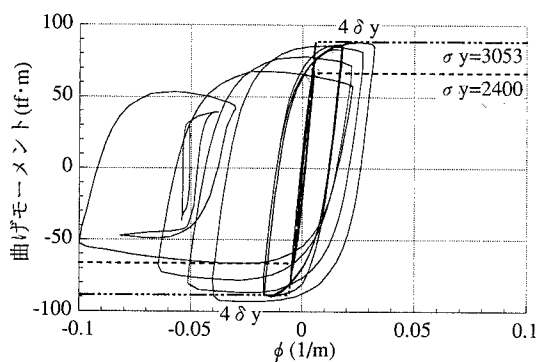


図6 曲げモーメントと曲率の関係(CASE1)

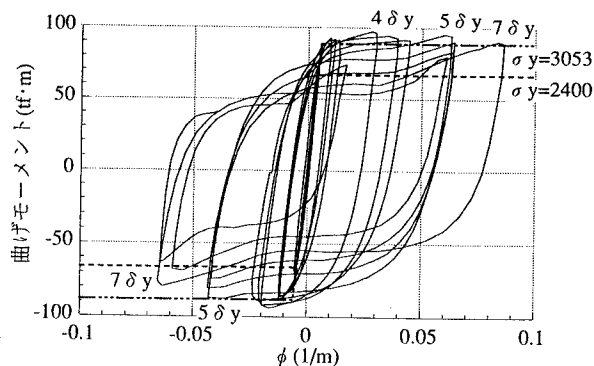


図7 曲げモーメントと曲率の関係(CASE2)

4. まとめ

鋼管杭の杭頭部の挙動に関する実物大実験を実施した。その結果、中詰めをしていない場合においても全塑性モーメントに到るまでは局部座屈の影響もなく良好な挙動を示した。また、杭頭部に杭径分中詰めコンクリートを打設した場合には、耐力の上昇はほとんど見られなかったが、最大耐力以降、耐力の低下を抑制する効果が大きく、変形性能向上に大きく寄与することが確認できた。