

Ⅲ-B21 地盤中の鋼管杭の変形特性に関する交番水平載荷試験

建設省土木研究所	正会員○大越	盛幸
〃	正会員 福井	次郎
〃	正会員 木村	嘉富
〃	正会員 石田	雅博
〃	正会員 阪野	彰

1. まえがき

構造物の耐震設計においては、従来のように単に荷重を静的に作用させ生じる断面力や応力度を照査するだけではなく地震時の挙動を把握することが求められてきており、その手法として動的解析が取り入れられるようになってきている。動的解析を行うためには、構造物を構成する各要素の変形に関する履歴特性をモデル化する必要があり、橋脚などについては載荷試験を基にその履歴特性が明らかとなってきている。一方、基礎の水平抵抗は基礎と地盤との相互作用であり、その履歴特性についてはまだ十分には把握されていないのが現状である。このため、鋼管杭、鉄筋コンクリート杭、PHC杭といった履歴特性が異なる杭を同一地盤中に設置して交番水平載荷試験を行い、その水平抵抗特性を明らかにした。本稿では、試験方法および鋼管杭に関する試験結果の概要を報告する。

2. 試験概要

試験は図-1に示す土槽(3m×4m×11m)において行った。表-1に試験杭の諸元を示す。試験杭には長さ9.0m、直径318.5mmの鋼管を使用した。ここで、ケース2の試験杭は一般に用いられている鋼管杭と同程度の板厚杭径比としている。一方、ケース1は大変形領域までの地盤の抵抗特性を把握するため、鋼材として降伏点の高いSTK490を用い板厚も10.3mmとした。試験杭の圧縮側、引張側にひずみゲージを貼付けた。貼付け位置は、杭頭より0.5mから2mまで10cm間隔で、さらにその下方3mの範囲において15cm間隔、それ以深は50cm間隔とした。また、水平地盤反力度の参考とするため、正荷重載荷時圧縮側の杭体表面に小型土圧計を貼付けた。なお、杭先端および載荷点側はピンを使用してヒンジ構造としている。

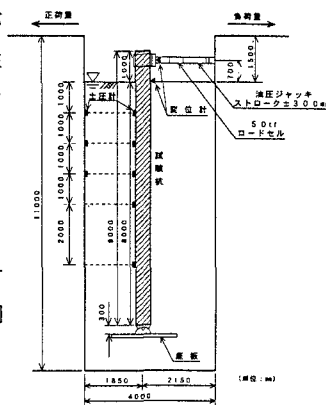


図-1 試験概要

表-1 試験杭の諸元

ケース	杭長 (mm)	杭径 (mm)	板厚 (mm)	鋼材	降伏点 (kgf/mm ²)
1	9,000	318.5	10.3	STK490	3,200以上
2			5.8	STK400	2,400以上

地盤材料は鹿島砂 ($D_{50}=0.67\text{mm}$, $F_L=0.8\%$, $U_c=2.66$) を用いた。地盤作成は、試験杭を建込んだ後、水中落下法にて行った。地盤を均質にするため、落下高さを一定に保ち、また水位が常に地盤上1m以上になるように管理した。地盤が2m上昇ごとに水位を地盤面まで下げコアカッター法にて試料を採取し密度測定を行った。試験地盤の密度は平均 1.51g/cm^3 、相対密度約19.5%となっている。地盤作成終了後、均質性を確認するため土槽の4隅でオランダ式二重管コーン貫入試験を実施した。図-2に試験結果を示す。貫入抵抗 q_c は深度方向に増加している。これは上載圧の影響と考えられるため、有効上載圧 1.0kgf/cm^2 に相当する貫入抵抗値 q_{c1} に換算した。深度1m以浅では若干小さくなっているが、 q_{c1} は概ね $20\sim40\text{kgf/cm}^2$ の範囲にあり、地盤はほぼ均質

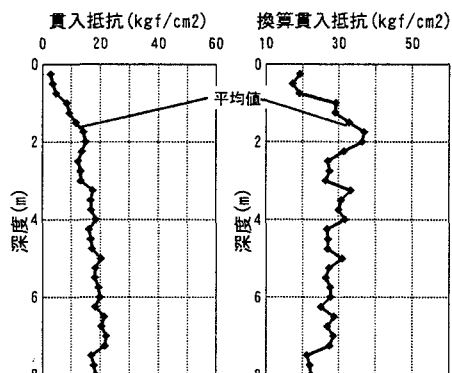


図-2 オランダ式二重管コーン貫入試験結果 (平均値)

キーワード：鋼管杭、土中試験、交番水平載荷試験、履歴曲線

〒305 茨城県つくば市旭1番地 TEL 0298-64-2211 FAX 0298-64-0565

であるといえる。試験中の水位については作成地盤面の高さを保持している。

載荷は各ケースとも載荷点での水平変位 15 mm を δ_0 とし、 $\pm n\delta_0$ ($n=1, 2, 3, \dots$)

となるよう変位制御 図-3 水平荷重-水平変位の履歴曲線(ケース1) 図-4 水平荷重-水平変位の履歴曲線(ケース2) による交番水平載荷試験とした。各変位における繰返し回数は3回で、載荷速度は 60 mm/分 である。試験終了後、地盤表面の沈下量を測定した。また、地盤撤去中に杭体の損傷状況を観察した。

3. 試験結果および考察

3.1 荷重変位曲線

図-3、4にケース1、2の水平荷重-水平変位の履歴曲線を示す。ケース1については比較的初期の段階から紡錘型の履歴曲線となっている。水平変位が増大するにしたがって剛性は徐々に低下しているものの、その形状は最大水平変位 240 mm まで保たれている。また、同じ水平変位において繰返しによる水平荷重の低下は認められず、安定した履歴曲線となっている。試験後の杭体の損傷は、地盤面から 1.4 m 付近が若干屈曲している程度であった。

ケース2については水平変位 135 mm までケース1と同様な履歴曲線を示しているが、水平変位 180 mm より水平荷重の低下が大きくなり、水平変位 240 mm で水平荷重が 0.6 tf まで落ちている。試験後、地盤を掘削したところ地盤面より 1.5 m の深度において鋼管が破断していた。破断面は載荷方向を短辺とした長方形となっている。

ケース1およびケース2の包絡線を図-5に示す。初期剛性についてケース1はケース2の約 1.3 倍となっており、これは鋼管の剛性比(ケース1/ケース2) 1.7 よりも小さな値を示している。

両試験の比較から、水平荷重の低下は地盤の塑性化による低下よりも試験体の終局による荷重低下が履歴特性を支配しているため、大変形時の設計を行うには、地盤とともに杭の特性を把握する必要があると思われる。

3.2 ひずみ分布

図-6にケース2の深度方向のひずみ分布図を示す。最大ひずみについては水平変位 135 mm まで漸増的に増加している。しかし、そこを越えたあたりから増加が大きくなっていることがわかる。これは $P-\delta$ 曲線の変曲点ともほぼ一致している。ひずみは地盤面より 1.5 m が最大となっており、鋼管の破断箇所と同一となっている。

4. あとがき

緩い砂地盤において鋼管杭の交番水平載荷試験を行い、その履歴特性を把握した。今後はひずみゲージを解析し、地盤抵抗の履歴特性を明らかにしていきたい。

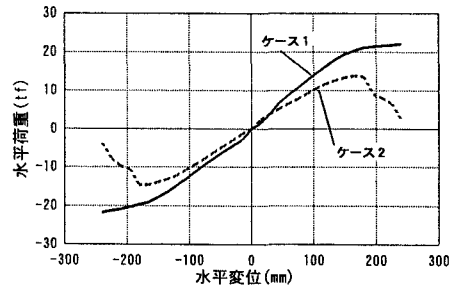
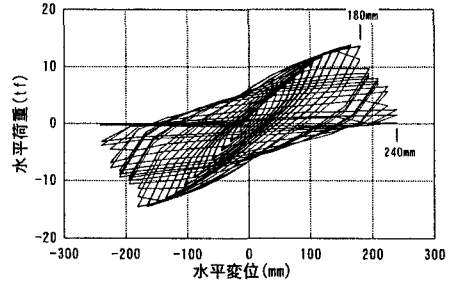
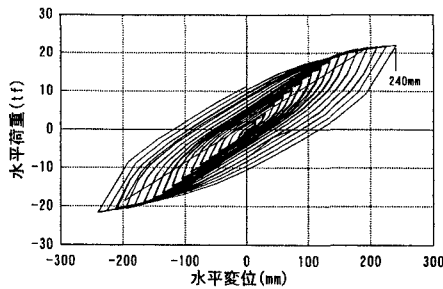


図-5 履歴曲線の包絡線

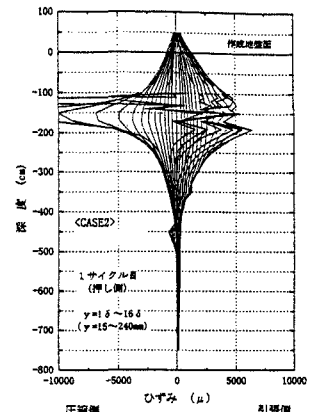


図-6 ひずみ分布(ケース2)

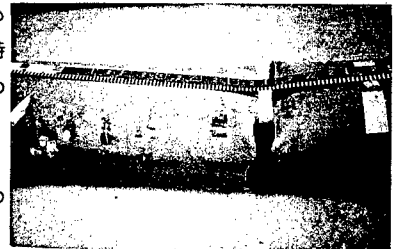


写真-1 破断状況