

鋼管群杭の大変形水平載荷試験（その１ 試験概要）

日本原子力発電 正会員 ○青砥一浩
大林組 正会員 尾形隆永

日本原子力発電
大林組

富樫勝男
清 広歳

１．はじめに

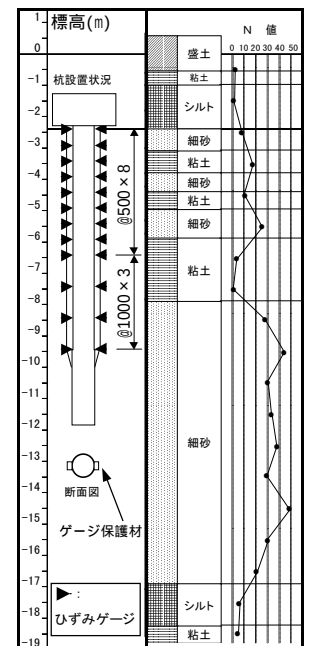
水平荷重によって鋼管杭が終局に至る過程を把握することは、大地震時に対する杭基礎構造物の耐力を評価する上で極めて重要である。また、通常、杭は群杭として用いられることが多く、杭の挙動、極限水平耐力に関する群杭効果を明らかにすることも重要である。本研究では、鋼管杭の終局に至るまでの挙動及び群杭効果の把握を目的として、杭頭を固定とした最大９本までの鋼管群杭に対して実大試験を実施した。本論（その１）では、その試験概要について報告する。

２．試験目的

試験体は、表 - 1 に示す合計 8 体を計画し、試験目的ごとにシリーズ と に分類している。シリーズ の目的は、杭頭を固定とした単杭の終局に至るまでの挙動、極限水平耐力及び極限水平耐力に対する載荷パターンの影響を把握することである。シリーズ の目的は、群杭について終局に至るまでの挙動及び極限水平耐力を把握し、群杭効果を明らかにすることである。なお、杭中心間隔が十分大きいシリーズ を単杭、2.5Dであるシリーズ を群杭として取扱うものとする。

３．試験方法

地盤は試験ヤード全体に亘ってほぼ様な地質構造を示している。図 - 1 に試験ヤードほぼ中央でのボーリング柱状図を示す。標高 -8m 以深には N 値 30 程度以上の細砂層が分布しており、試験杭の先端を細砂層の中間部付近まで打設した。試験体配置図及びボーリング調査位置を図 - 2 に示す。試験杭は杭長 10m、杭径 318.5mm、厚さ 6.9mm の鋼管杭で、材質はSKK400である。杭頭は鉄筋コンクリート製のフーチングにより固定されている。また、鋼管杭表面には曲げによる軸



（注記）ゲージ保護材はみぞ形鋼(100×50)

図 - 1 柱状図（ボーリング D）

表 - 1 試験体概要

試験体 NO.	シリーズ I (単杭: 杭中心間隔 7.5D=2400mm)	試験体 NO.	シリーズ II (群杭: 杭中心間隔 2.5D=800mm)
1	単杭(2×1) (3.5m×1.3m×1.0m)*1 ・単調一方向載荷*2	4	2本杭(2×1) (1.9m×1.3m×1.0m)
2	単杭(2×1) (3.5m×1.3m×1.0m) ・正負交番載荷 ・最終サイクル除荷あり	5	3本杭(3×1) (2.7m×1.3m×1.0m)
3	単杭(2×1) (3.5m×1.3m×1.0m) ・正負交番載荷 ・最終サイクル除荷なし	6	4本杭(2×2) (1.9m×1.9m×1.0m)
		7	6本杭(3×2) (2.7m×1.9m×1.0m)
		8	9本杭(3×3) (2.7m×2.7m×1.0m)

（注記）*1: (3.5m×1.3m×1.0m)はフーチングのサイズ(長辺×短辺×高さ)を示す。

*2: 載荷パターンの特徴を示す。なお、シリーズ II は試験体3と同じ載荷パターンとする。

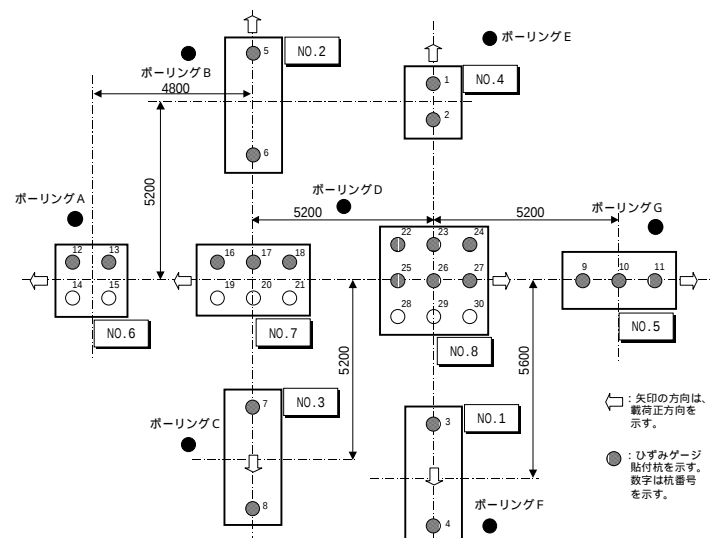


図 - 2 試験体配置図及びボーリング調査位置

鋼管杭、群杭、水平載荷試験、正負交番載荷、極限水平耐力

日本原子力発電 : 〒100-0004 東京都千代田区大手町 1-6-1, TEL 03-3201-7048, FAX 03-3212-8463

大林組 : 〒131-8510 東京都墨田区堤通 1-19-9, TEL 03-5247-8559, FAX 03-5247-8683

ひずみを計測するため図 - 1 に示すようなピッチでひずみゲージを貼付するとともに、みぞ形鋼により保護した。

試験方法は原則として地盤工学会基準「杭の水平載荷試験方法・同解説」¹⁾に準拠して実施している。載荷方式は、表 - 1 に示すように試験体1では単調一方載荷、試験体2～8では正負交番多サイクル載荷後、杭がほぼ極限水平耐力に至るまで単調に載荷する方式とした。試験体3に対する載荷パターンを代表例として図 - 3 に示す。他の群杭に対する載荷パターンも図 - 3 と同様としたが、各サイクルの最大荷重は杭1本当たりの載荷荷重が等しくなるように設定した。

4. 試験結果

(1) シリーズ

図 - 4 にシリーズの荷重 - 変位曲線を示す。各試験体の荷重 - 変位曲線の包絡線及び極限水平耐力はほぼ一致しており、正負交番載荷がその後の杭の挙動及び極限水平耐力に及ぼす影響はほとんどないことがわかる。

(2) シリーズ

図 - 5 にシリーズの荷重 - 変位曲線を示す。各試験体の極限水平耐力は杭本数の増加に伴い大きくなっていることがわかる。しかしながら、各試験体の処女荷重載荷時の荷重 - 変位曲線を杭1本当たりの平均載荷荷重に換算して示した図 - 6 を見ると試験体間での差は小さくほぼ同一の包絡線を示しており、杭1本当たりの極限水平耐力に対する群杭の杭本数の影響が明確には認められない。また、この群杭の包絡線は単杭と比較して全体的に杭頭水平変位が大きく、杭1本当たりの極限水平耐力も単杭の70～80%程度の値を示しており明確な群杭効果が認められる。なお、試験体4では最終サイクル載荷途中で杭の引抜きが発生したため明瞭な極限水平耐力を定義できなかった。

5. まとめ

杭頭を固定とした単杭及び最大9本までの実大鋼管群杭に対する水平載荷試験結果から以下の知見を得た。単杭では、単調載荷で得られた極限水平耐力と正負交番載荷を経験した後の単調載荷で得られた極限水平耐力はほぼ一致した。群杭では、載荷荷重を杭本数で除して得られた平均載荷荷重と水平変位の関係で見ると単杭の結果とは明瞭に差が現れた。また、試験体間での差は小さく群杭の杭本数の影響が明確には認められなかった。

参考文献

1) 地盤工学会：杭の水平載荷試験方法・同解説、1983

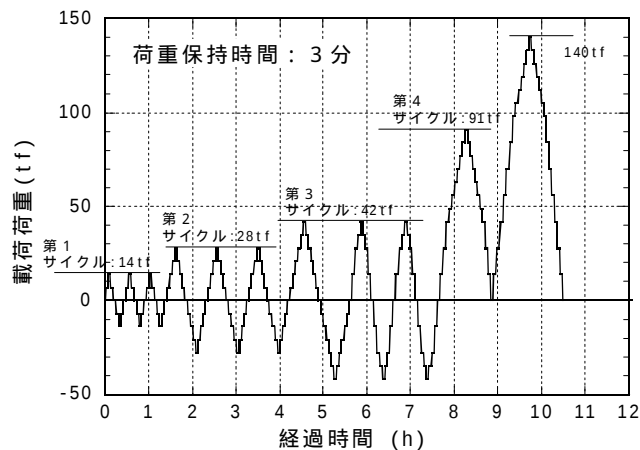


図 - 3 載荷パターン (試験体3)

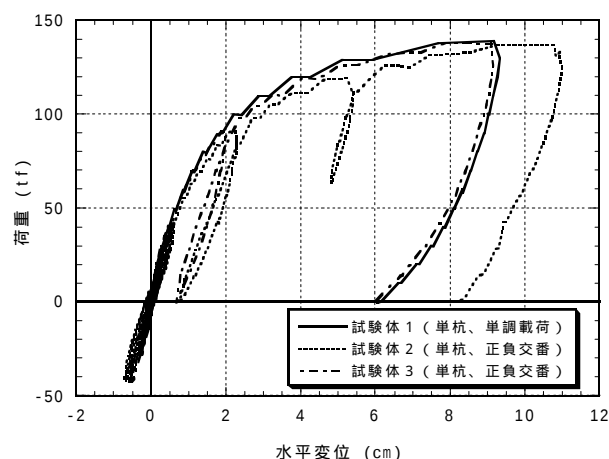


図 - 4 荷重 - 変位曲線 (シリーズ)

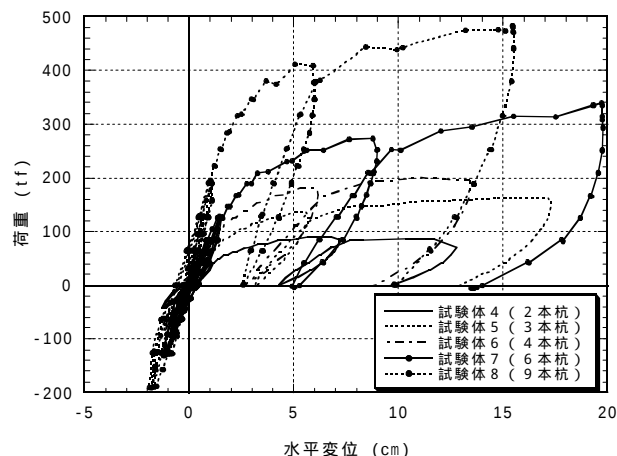


図 - 5 荷重 - 変位曲線 (シリーズ)

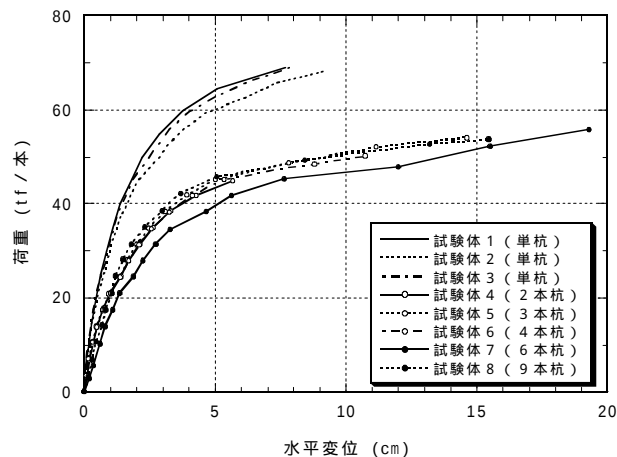


図 - 6 荷重 - 変位曲線 (杭1本当たり)