

東京港臨海道路における大口径鋼管杭の水平載荷試験

杭, 水平載荷試験 横浜港湾空港技術調査事務所 正会員 名嘉 元康 東京工業大学 国際会員 日下部 治  
 , 地盤反力 港湾空港技術研究所 国際会員 菊池 喜昭 土木研究所 正会員 福井 次郎  
 東京港湾事務所 佐々木 宏 横浜港湾空港技術調査事務所 下司 弘之  
 鋼管杭協会 正会員 山下久男 地盤試験所 正会員 高野 公作

1. まえがき

東京港臨海道路では、橋脚の基礎工として鋼管矢板基礎が計画されている。当地域は、海底面下に軟弱な粘性土層が厚く堆積している場所である。今回、この軟弱層が厚い水深 7.5m の海域で水平載荷試験を実施するに当たり、土中部の杭を大変形させることを目的として水中載荷で試験を実施した。本稿では、その水中載荷の実施方法ならびに試験結果について報告する。

2. 水平載荷試験概要<sup>1)</sup>

試験杭は、東京礫層に打ち込まれた 1500mm の開端鋼管杭である。水平載荷試験は、試験杭 1 本に対し反力杭 4 本による反力杭方式で実施した。試験杭および反力杭の仕様を表 - 1 に示す。試験対象地盤は、AP-6.9m 以深の沖積層が中心である。当該地盤の土質柱状図と杭の根入れ状況を図 - 1 に示す。水平載荷試験では、上層部の地盤反力を求めるため AP-5.0m ~ AP-34.0m までひずみ計 (2 方向 × 14 断面) を取り付けた。試験方法は、地盤工学会の水平載荷試験基準<sup>2)</sup>に基づいて実施した。

表 - 1 杭の仕様

杭種	杭径 (mm)	杭長 (m)
試験杭	1,500 × 28t	79.5
反力杭	1,500	86.0 93.5

3. 載荷装置および基準点の計画

今回の試験計画にあたり、加力点位置の設定が課題であった。当海域は水深が 7.5m 前後であり、加力点を海上に設けて試験を実施した場合には突出長が大きくなり、曲げモーメントが増大し、かつ試験杭に十分な地盤面以深の水平変位を与えることができない。そこで、加力装置は AP-4.7m (海底面から 2.2m 上方) の水中とし、加力点で 200mm 以上の変形を与えられる載荷装置を準備した。このようにして、試験杭に大変形を生じさせ深度方向の地盤反力の測定精度を上げた。加力装置は、載荷能力 200kN の油圧ジャッキ 2 台を直列に並べ大変形に対応できるように配置した。また、変位測定の基準となる基準点および基準梁も水中に設置した。基準杭は、H 形鋼 (H-400 × 400) をパイロハンマーで打設し、載荷試験装置が沈まないように根入れ長を 40m 確保した。変位計は、ストローク 300mm で防水型の変形を試験杭の周囲に 3 点設置した。地盤まで打設した。この安定を図った基準杭に水中にて基準梁を設置し、これに大変形に追従可能なストローク 300mm の防水型の変位計を試験杭の周囲に 3 点設置した。水平載荷装置および基準杭・基準梁の設置図を図 - 2 に示す。

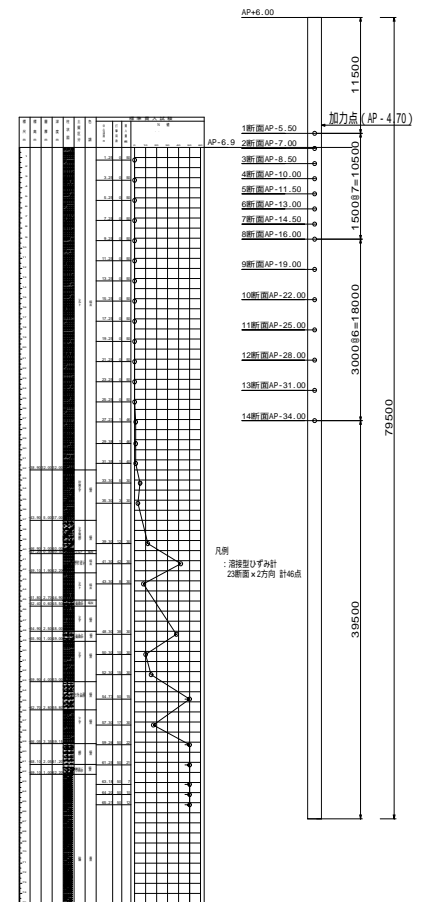


図 - 1 土質柱状図と杭の根入れ状況

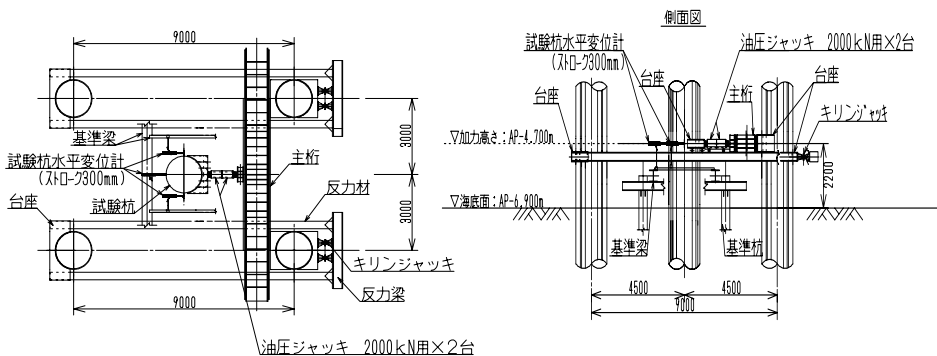


図 - 2 載荷試験装置および基準梁

Lateral load test of a large diameter steel pipe pile loaded near seabed level in Tokyo port seaside road project  
 M.Naka ( MLIT ), O.Kusakabe(Tokyo Institute of Technology), Y.Kikuchi(PARI), J.Fukui(PWRI)  
 , H.Sasaki(MLIT), H.Geshi(MLIT), H.Yamashita(JASPP), K.Kousaku(Jibansikenjyo)

#### 4. 試験結果

水平載荷試験は、1,080 kN まで載荷し加力点で 250mm 変形させた。加力点位置における荷重と変位の関係を図 - 3 に示す。

深度方向のひずみ測定結果より曲げモーメント、その曲げモーメントを数値積分して求めた変位および水平地盤反力の分布を図 - 4 に示す。その変位～深度分布図に示すように、地中部第 1 不動点は AP-25.0m 付近であり、この深度付近までの水平地盤反力を算出することができた。

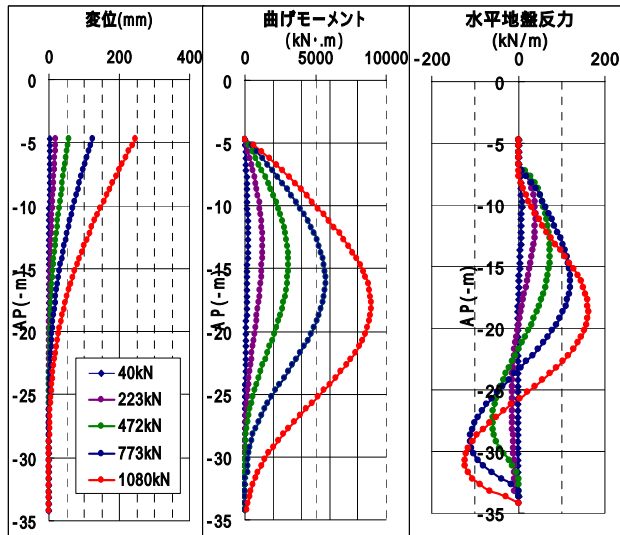


図 - 4 深度～変位，モ-メント，水平地盤反力分布

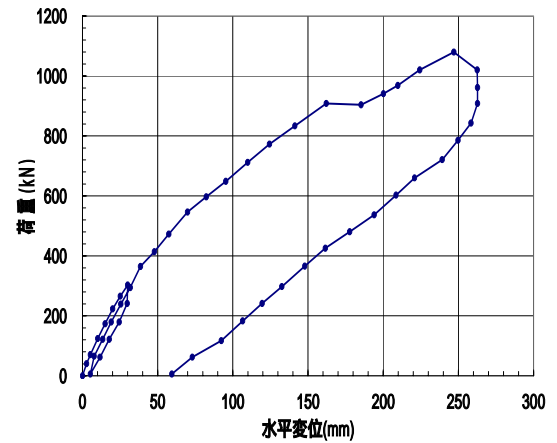


図 - 3 荷重～変位曲線

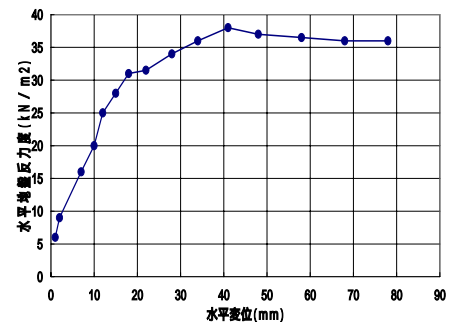


図 - 5 水平地盤反力度と水平変位の関係例

#### 5. 考察

水平載荷試験結果から求まる水平地盤反力(kN/m)から、海底面直下の粘性土 (Ac2) 層 (N 値 = 0) の反力土圧を図 - 4 に示した。ある深度での水平地盤反力度と水平変位の関係を図 - 5 に示す。この図の例のように水平地盤反力度はある変位で最大値を取る。

表 - 2 に深度ごとの最大水平地盤反力から求めた最大水平地盤反力度を示す。また、試験から求めた水平地盤反力度を道路橋示方書<sup>3)</sup>で求められる L2 地震時の水平地盤反力度の上限値 ( $P_{Hu}$ ) と比較した結果を図 - 6 に示す。道路橋示方書 下部構造編より、地震時の受動土圧強度 ( $P_u$ ) は式 (1) より、水平地盤反力度の上限値 ( $P_{Hu}$ ) は式 (2) より算出した。

$$P_u = \gamma \cdot h + 2C \quad (1)$$

ここに、 $\gamma$  : 水中単位体積重量 = 5(kN/m<sup>3</sup>)  
 $h$  : 層厚(m)  $C$  : 15(kN/m<sup>2</sup>)

$$P_{Hu} = \rho \cdot \rho \cdot P_u \quad (2)$$

ここに、 $\rho = 1$  ,  $\rho = 1$

図 - 6 からわかるように、道示の L2 地震時に用いる水平地盤反力度の上限値に対し、載荷試験結果の値は大きくなる傾向を示した。

#### 6. まとめ

大口径鋼管杭の水中加力での水平載荷試験を実施した。この方式により加力点の水平変位が = 250mm と大きな変形を与えることができ、貴重な資料を得ることができた。

最後に本試験の実施に際してご協力頂いた関係各位に謝意を表します。

#### 参考文献

- 1) 菊池, 佐々木, 下司, 才村, 山下: 東京港臨海道路大口径鋼管杭の載荷試験, 基礎工, 2004.10
- 2) 地盤工学会: 地盤工学会基準「杭の水平載荷試験方法・同解説」, 昭和 58 年 10 月
- 3) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説 下部構造編; 平成 14 年 3 月

表 - 2 単位面積当り水平地盤反力度

標高 (AP-m)	水平地盤反力度 $P_n$ (kN/m <sup>2</sup> )
- 9.2	38
- 9.7	41
-11.2	54
-12.7	72
-14.7	96
-16.2	115
-18.7	128

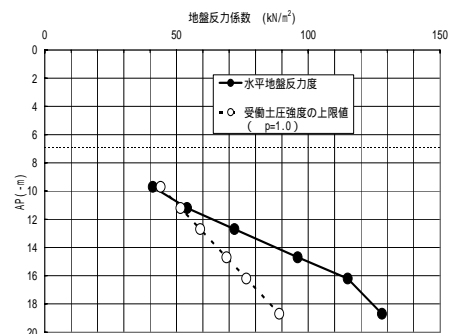


図 - 6 水平地盤反力度, 受動土圧強度の分布