

羽田空港 D 滑走路建設工事に於ける鋼管杭の水平載荷試験

鹿島建設 正会員 ○新原雄二 永谷達也 大林組 森山 信
大成建設 正会員 水野 立 清水建設 正会員 佐藤純哉
国土交通省東京空港整備事務所 北川俊治

1. はじめに

羽田空港D滑走路建設工事の棧橋部では、ジャケット支持杭の設計の妥当性を確認することを目的として、現地において杭の載荷試験を実施した¹⁾。本報は、羽田空港D滑走路棧橋部で実施した杭載荷試験のうち、水平載荷試験の結果について報告するものである。

2. 棧橋杭の水平支持力に関する設計

棧橋杭の設計では、港湾基準²⁾に従って港研方式の杭軸直角方向の横抵抗定数(地盤バネ)を算出し、道路橋示方書³⁾に従った受働土圧強度を上限値する非線形バネでモデル化している。

$$p = k_c y^{0.5}, \quad k_c = c_u \sqrt{\frac{2\pi}{\epsilon_{50} \cdot d}}$$

ここで、 p : 杭の単位面積あたりの地盤反力(kN/m²)、 k_c : C 型地盤における横抵抗定数(kN/m^{2.5})、 y : 杭の変位、 c_u : 粘着力(kN/m²)、 ϵ_{50} : 非排水せん断における $q_u/2$ のときのひずみ量、 d : 杭径(m)である。

3. 水平載荷試験の概要

試験杭は④層(東京砂層, N値>50)に 3D 根入れされたφ1600 の鋼管杭である。杭の水平方向の挙動に影響を及ぼす表層付近の地盤は、N 値≒0 の軟弱粘性土層である①-C 層・②-C 層(有楽町層に相当)が厚さ 30m 程度堆積している。この試験杭と同仕様の反力杭を1本打設し、試験杭と反力杭との間に 2500kN 油圧ジャッキを海底面から 2m の位置 (AP-13.5m) の水中部に設置して水平方向に加力し、加力位置における杭の変位及び鋼管杭に生じるひずみを計測した。また、計画最大変位は大変形時の地盤の

挙動を考慮できるよう δ_{max} =250mm とし、5サイクルの繰返し載荷を実施した。試験位置の土層図と歪ゲージの取付位置を図-1 に、加力装置を図-2 に示す。

4. 水平載荷試験結果

加力点位置の荷重-変位量関係を図-3 に示す。

杭に取付けた歪ゲージの

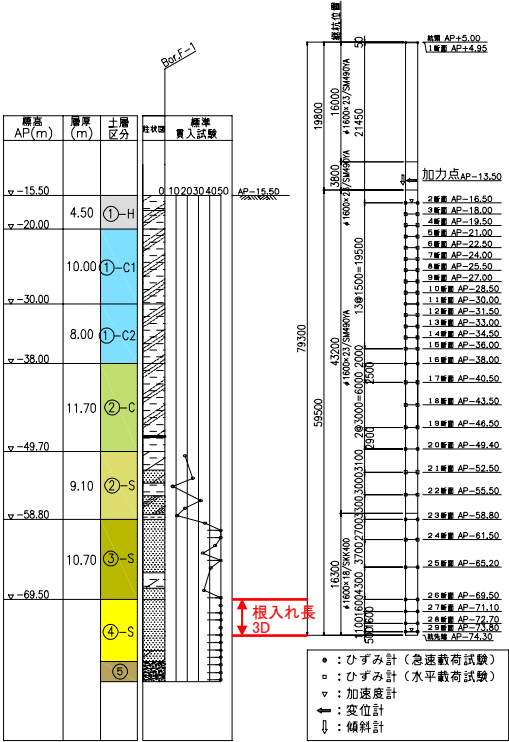


図-1 土層図と計測機器取付位置

表-1 試験杭仕様

	材質	杭径(mm)	板厚(mm)	杭長(m)
上杭	SM490YA	1600	23	63.0
下杭	SKK400	1600	18	16.3
全長	—	—	—	79.3

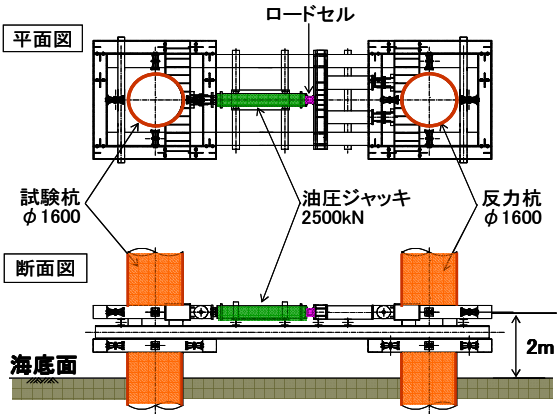


図-2 水平載荷試験装置

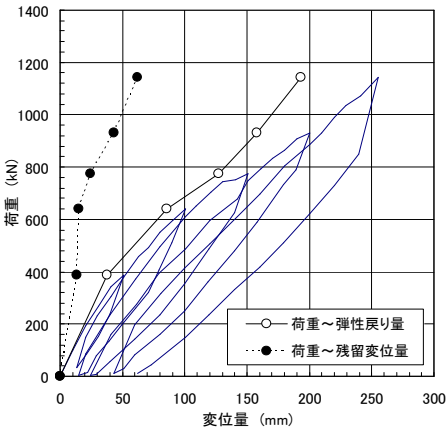


図-3 荷重-水平変位量(加力点位置)

キーワード: 羽田 D 滑走路, 棧橋構造, 大口径鋼管杭, 杭載荷試験, 水平載荷試験, 地盤反力
連絡先(〒135-0064 東京都江東区青海 2 地先 中央防波堤外側埋立地(その 1),
羽田D滑走路建設工事共同企業体 接続部護岸・棧橋工区 TEL03-3599-3381)

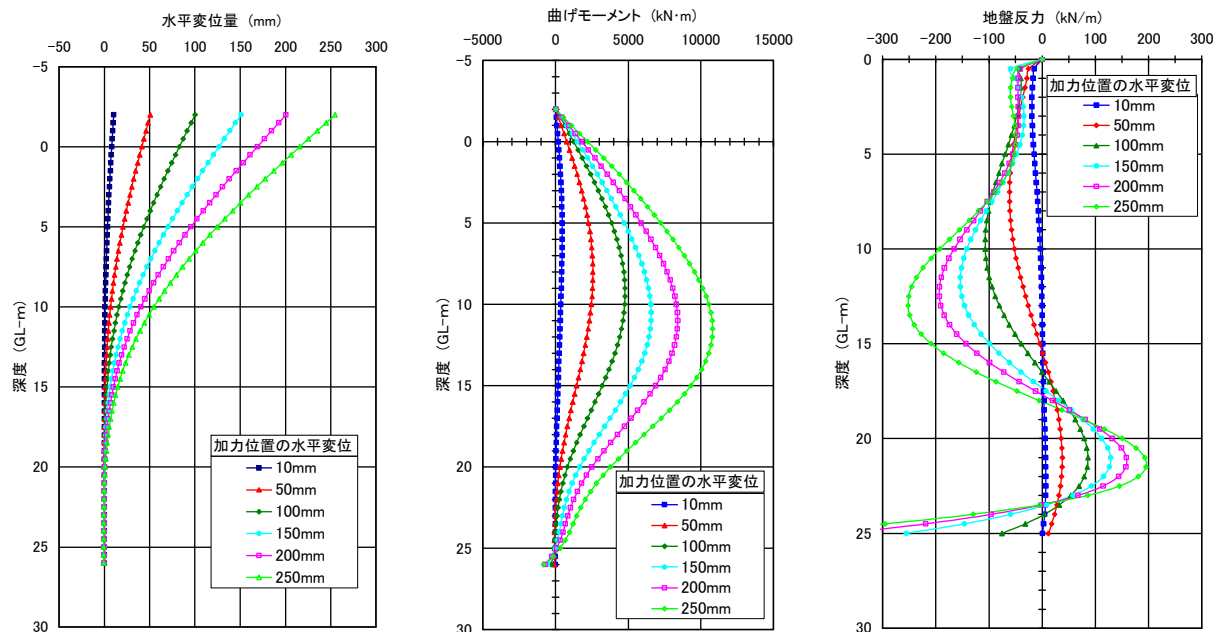


図-4 水平荷重試験による水平変位量、曲げモーメント、地盤反力の深度分布

計測結果から杭の深度方向の曲げモーメントを求め、それを2階積分して水平変位を、2階微分して地盤反力を算出した(図-4)。杭の水平変位は、①-C層と②-C層の境界にあたるGL-20m付近で概ね0となっている。

5. 試験結果に基づく地盤反力係数と栈橋部材への影響

試験結果より、杭の水平変位ごとに算出した横抵抗定数 k_c の深度方向の分布を図-5に、地盤反力と水平変位の関係を図-6に示す。図-5から杭変位が大きくなると横抵抗定数の実測値が低下する傾向が確認できる。設計値と比較して、横抵抗定数の実測値は海底面付近で小さく、深くなるに従って大きくなり、概ね設計値の0.6~1.5倍程度となっている。地盤反力も同様に、深度の浅いGL-4.5m(AP-20m)の実測値は設計値を若干下回っているが、深度の深いGL-14.5m(AP-30m)では実測値の方が大きい傾向が見られた。この横抵抗係数のばらつきを考慮して栈橋部の部材応力を評価した結果を表-2に示す。横抵抗定数のばらつきによる栈橋部材の応力度への影響は、大きい場合でも4%程度の増加であり、設計上問題のないことを確認した。

6. まとめ

羽田空港D滑走路栈橋部において、大口径鋼管杭の水平荷重試験を実施した。加力点位置での水平変位が250mmと大きな変形を与えて地盤の横抵抗定数等を測定し、貴重なデータを得るとともに、栈橋構造の設計の妥当性を確認することができた。最後に、本試験実施に際してご協力いただいた関係各位に謝意を表します。

参考文献

1)永谷他:D滑走路における杭の支持力試験について、東京国際空港建設技術報告会(第四回)技術報告集、関東地方整備局東京空港事務所、平成19年12月21日。2)日本港湾協会:港湾の施設の技術上の基準・同解説、平成11年4月。3)日本道路橋会:道路橋示方書・同解説IV下部構造編、平成14年3月。

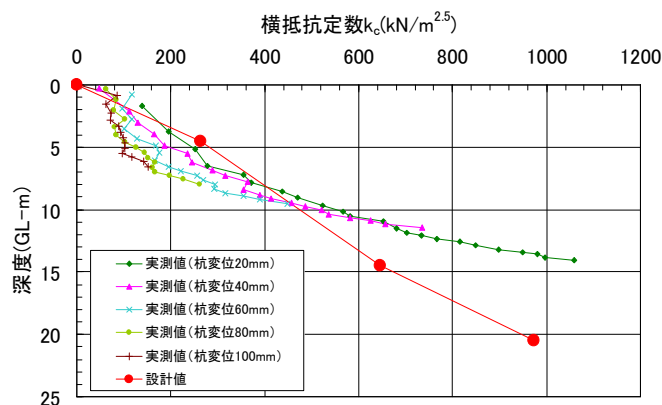
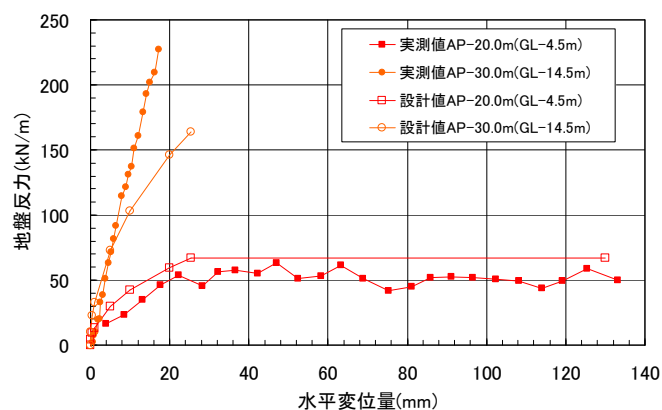
図-5 杭変位ごとの横抵抗定数 k_c の深度分布

図-6 地盤反力-水平変位量の関係

表-2 横抵抗定数の栈橋部材応力への影響

部位	発生応力度の比率 (設計値を1.0とした場合)	
	k_c が0.6倍	k_c が1.5倍
杭	0.94	0.99
レグ	0.88	1.04
ブレース	0.96	1.00
上部桁	0.88	1.02