

III-526

東京国際空港進入灯橋梁橋脚の水平載荷試験

運輸省第二港湾建設局 正会員 池田 直太
 運輸省第二港湾建設局 小岩 末美
 運輸省第二港湾建設局 生 巢 武
 (株)構造技術センター 末吉 健太郎

1. はじめに

鋼管斜杭の水平抵抗挙動は未解明な部分も多く、橋梁基礎杭等の設計では、横方向地盤反力係数を杭の傾斜角に関係なく一定の値を用いることが多い。東京国際空港沖合展開部新B滑走路進入灯橋梁の橋脚は、鋼管斜杭を用いた多柱式基礎を採用している。今回、当該橋梁の設計の妥当性の検証と設計データの蓄積を目的として、実物の橋脚2基を用いた鋼管斜杭の水平載荷試験を実施したのでここに報告する。

2. 試験概要

橋脚の位置を図-2に示し、杭の仕様を表-1に示す。

試験は、海上部に位置する2基の橋脚(P1, P2)の杭頭フーチング部を2本のPC鋼線とセンターホールジャッキにより互いに引き合う方式で実施した(図-3)。杭の配置は図-4に示すとおり平面方向に45°、鉛直方向に15°傾斜した頭部剛結の4本脚の基礎で、試験時は杭頭フーチングまで施工された状態であった。地盤は支持層であるDs層(A.P-50~60m)の上部は軟弱な浚渫埋土や沖積粘土層で構成され、特に最上層のAc1層は $q_u=0.24\text{kgf/cm}^2$ 程度と非常に軟弱な土層となっている(図-1)。

測定項目としては、載荷荷重、杭頭変位量、杭頭傾斜角および杭体歪とした(表-2)。変位は陸上固定点~P1、P1~P2間をインバール線を介して変位計により測定した。杭体歪は杭打設後の試験であったことからドライ部分のみとし、載荷方向ならびに直角方向の4点を各杭とも4断面、歪ゲージにより計測した(図-4)。また、最大荷重は本構造物での試験を考慮し、設計荷重の2倍程度の200tfとした。

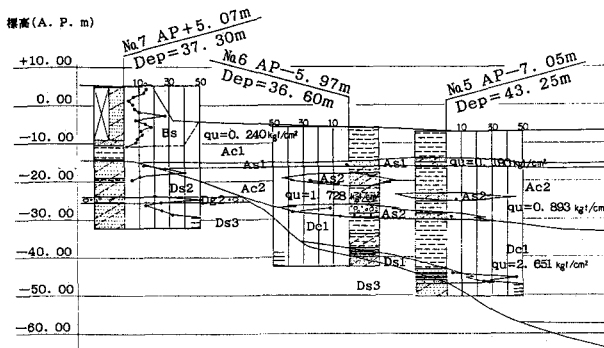


図-1 地盤概要

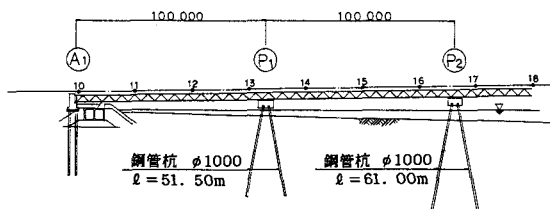


図-2 橋脚の位置

表-1 杭の仕様

	本数	杭径 (mm)	杭長 (m)	厚さ (mm)	長さ (m)	断面積 (cm²)	断面2次モーメント (cm⁴)	断面係数 (cm³)
P1	4	φ1000	51.5	19	23	585.6	704×10^8	140×10^3
				14	2	340	527×10^8	105×10^3
				12	26.5	292	454×10^8	909×10^3
P2	4	φ1000	61.0	16	21	494.6	598×10^8	119×10^3
				12	40	292	454×10^8	909×10^3

表-2 試験内容

試験規準	土質工学会規準「杭の水平載荷試験方法」
試験杭	多柱式基礎(φ1.0m×4本、θ=15°)
計画最大荷重	200tf
載荷方法	一方5サイクル
荷重	ロードセル
変位	変位計
傾斜角	傾斜計
杭体応力	歪ゲージ
計測項目	軸方向 4×4×8 128点 軸直通方向 4×2×8 64点

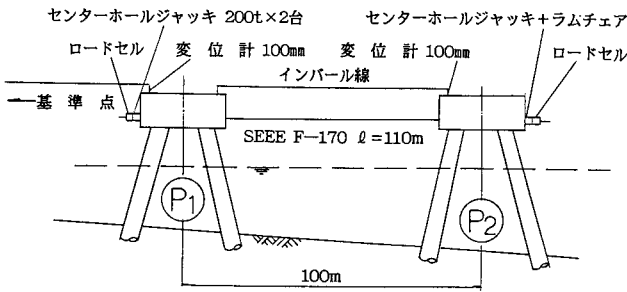


図-3 試験装置

3. 試験結果

図-5にP1橋脚の荷重～変位曲線を示す。また、図-6と図-7に杭体歪ならびに歪値から求めた曲げモーメントの代表的な分布図を示す。杭頭変位量は、腐食代を含む杭断面での設計相当値より10%程度小さい傾向にあり、200tf载荷時でP1橋脚が45mm、P2橋脚が64mmであった。また、杭頭傾斜角がほとんどなかったことから、橋脚は载荷方向にほぼ設計値程度の変位をしたと思われる。杭体歪は、多少の異常値はあるものの概ね図-6のような弾性挙動の傾向を示している。①断面の歪が小さいのは杭頭部の剛度の影響と考えられる。

横方向地盤反力係数は、チャンの方法と港研方式(S型地盤)の二通りの方法により求めた。図-8～図-11に推定k値曲線と実測値の関係を示す。ここで、荷重は曲げモーメントから求めたセン断力とし、前列杭(インバター)と後列杭(アウトバター)に分けてプロットした。この図より、チャンの方法では前列杭は $k=2.0 \sim 10.0 \text{ kgf/cm}^3$ 、後列杭は $k=0.5 \sim 2.0 \text{ kgf/cm}^3$ 、港研方式では前列杭は $k_s=0.01 \sim 0.03 \text{ kg/cm}^3$ 、後列杭は $k_s=0.003 \sim 0.005 \text{ kg/cm}^3$ であり、アウトバターとインバターのk値の比は概ね4倍程度の結果を得た。

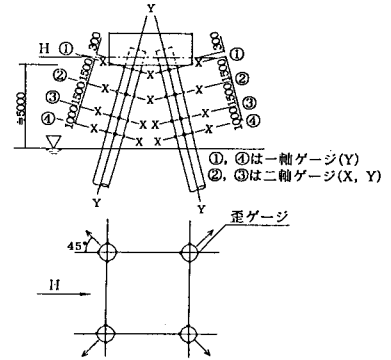


図-4 歪ゲージ取付位置

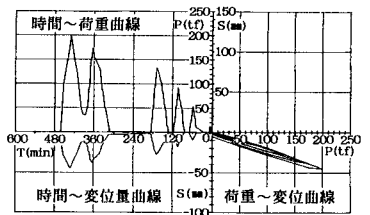


図-5 P1試験結果図

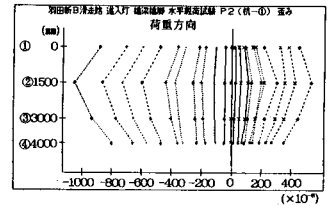


図-6 P2(杭-①)歪分布図

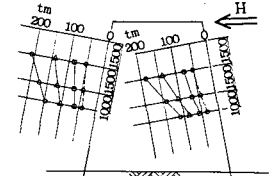


図-7 P2曲げモーメント図

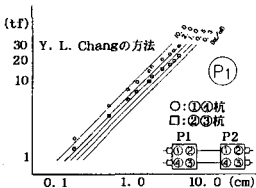


図-8 荷重～k値

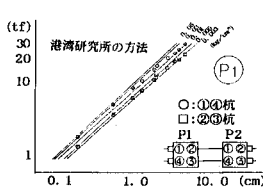


図-9 荷重～k値

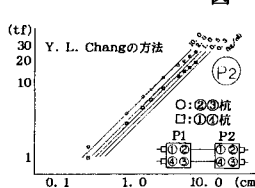


図-10 荷重～k値

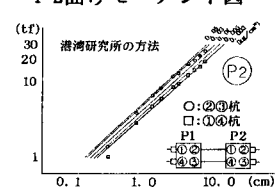


図-11 荷重～k値

4. まとめ

今回の実構造物を用いた水平载荷試験の結果では、橋脚は設計と同程度の水平挙動をしていること、また、アウトバターとインバターのk値の比は、既往の研究報告¹⁾では2程度であるが、概ね4程度の結果を得た。

今後は、試験で得られた結果を用いて平面解析および立体解析による数値シミュレーションを行い、類似構造物の設計法の検討を行う予定である。

〔参考文献〕1) 久保 浩一：杭の横抵抗に関する実験的研究（その3），運輸技術研究所報告，1962年3月