

横浜市港湾局 正会員 〇久保誠一

横浜市港湾局 正会員 宮沢康生

1. はじめに

現在、横浜港において、大黒ふ頭を建設中である。このふ頭の一部には鉄鋼バースがあり、荷役には走行式の大形クレーンを設置している。このクレーン基礎には、鋼管杭による支持力方式を採用しているが、当地区は、土質の非常に悪いところに位置しているため、基礎杭にはネガティブ・フリクション（以下「N・F」と略す）が作用することが予想され、杭耐力に問題があった。このためN・F低減対策として、杭表面に特殊アスファルトを塗布する方式（以下「処理杭」と称す）¹⁾をとった。しかし当該地点で従来の鋼管杭（以下「無処理杭」と称す）に実際どの程度N・Fが発生し、又処理杭によるN・F低減はどの程度か不明である。今回これを確認すると同時に今後の資料に供するため長期観測実験を行ったものである。なお無処理杭において、N・F測定中に載荷試験を行ったのでこれも併せ報告する。

2. 土質性状および実験概要

当地区の土質は、上部に沖積粘性土層が40~50m堆積しており、一軸圧縮強度 q_u は上方で 21 kg/cm^2 、下方で 1.6 kg/cm^2 である。このため、この層の上方（Y・P-23）は、護岸築造時において床掘置換を行っている。この沖積層の下には、シルト、砂、砂礫等の互層があり、この下位にはN値50以上の固結シルト（土丹層）が基盤をなしている。

実験において、杭は処理杭、無処理杭各々1本である。処理杭は杭外周に特殊アスファルトを2mm厚に塗布し、その外側には1.5mm厚の保護層（合成樹脂）を設けた。また、両杭ともゲージおよびリード線を保護した。このためN・F算定においては、この溝型鋼も考慮に入れた。

3. 無処理杭に作用するN・F

無処理杭のN・Fによる軸力分布、算定区分および土質性状を図-1に、また、杭周面摩擦応力度の経時変化および地盤沈下量を図-2に示す。図-2より、裏込め施工前において、N・Fが作用しているが、これは床掘置換による圧密等の影響と思われる。N・Fの算定区分のうち、A部はN・Fに変動があり不明確であるが大きさほぼ、 2 kg/cm^2 である。これは他の部分に比してかなり小さいが、この部分は割石（ $10\sim50\text{ kg/個}$ ）であるため、沈下の際に、かみ合せの悪い割石の配列が変り、摩擦力が減少したものと思われる。B部については、裏込め施工から6ヶ月でほぼピークに達し、その大きさは約 8 kg/cm^2 である。また、粘性土のC部、D部はそれぞれ9ヶ月、12ヶ月でほぼピークに達したと思われる、その大きさは 9 kg/cm^2 、 11.5 kg/cm^2 となっており、それ以降は大きな変動はない。

B、C、D部において、N・Fがピークに達するまで、それぞれ3ヶ月程度の時間差があるが、これは深度が大きい程沈下による杭と土の相対変位が遅いためと思われる。なお、今回実験結果と「港湾施設の技術上の基準」²⁾および建設省住宅局建築指導課長通達の「負の摩擦力を考慮したくいの設計指針」³⁾等と比較すると今回実測値は、

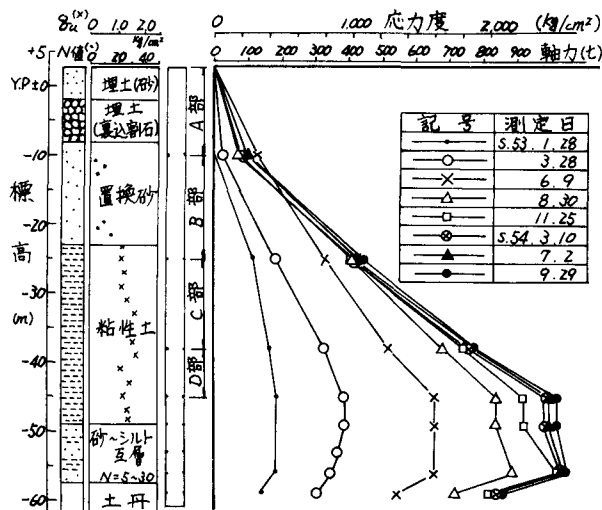


図-1 無処理杭軸力分布及び土質性状

かなり大きな値となっており、又深度が大きい程N・Fの値が大きい(表-1参照)。これらについては、今回調査項目が少なく、実験杭も少なかったので詳細については不明である。また有効応力法でN・Fを考えるとその大きさは $\tau = 0.6'K \tan \phi' = 0.6'K' \tan \phi'$ (ここに $0.6'$: 鉛直方向有効応力, K' : 比例定数, ϕ' : 杭周面摩擦角, $\beta = K' \tan \phi'$) であり、割石~砂(A部)で $\beta = 0.31$ 、砂質土(B部)で $\beta = 0.37$ 、粘性土(C, D部)で $\beta = 0.29$ となった。

表-1 N・F算定値及び実測値 (tf/m²)

区分	条件	$\tau = \frac{N}{S}$	$\tau = \frac{N}{S} + j$	$\tau = \frac{N}{S}$	実測値
B部	設計時 $N=5.15$ ($N=0$)	2	5	—	8
〃	完成後 (554.5) $N=20$	4	7	—	8
C部	$8u = 12 \sim 16$	—	—	7	9
D部	$8u = 13$	—	—	6.5	11.5

4. 処理杭に作用するN・F

処理杭のN・Fに

による軸力分布、算定区分およびN・F経時変化、地盤沈下量をそれぞれ図-3、図-4に

示す。処理杭でA'、B'の区間はアスフ

ォルトを塗布していないため、A'、B'部分のN・Fはそれぞれ $4 \times 10^{-4} \text{ kgf/cm}^2$ 、 $9 \times 10^{-4} \text{ kgf/cm}^2$ 程度であり、無処理杭と大差ない。しかしC'、D'部はアスファルトを塗布した部分であり、N・Fの値はC'部で $0.2 \sim 1.5 \times 10^{-4} \text{ kgf/cm}^2$ 、D'部で $0 \sim 1.5 \times 10^{-4} \text{ kgf/cm}^2$ となる。C'、D'部を総合的に考えると $1.0 \times 10^{-4} \text{ kgf/cm}^2$ 以下であり杭溶接部が無処理であることも考えれば、処理部のN・Fの低減効果は、非常に大きいものと思われる。

5. 鉛直載荷試験

今回無処理杭において、100kgのコンクリートブロックを使用して鉛直載荷試験を行った。載荷期間は14日間であり、その測定結果は表-2に示すが、軸力等は載荷前を基準とした。当試験結果によれば載荷直後においては、載荷重と杭上方のN・Fが相殺され、下方にはほとんど伝達されず圧密層の中央付近まで荷重が伝達されるに2週間程度と思われる。

6. おわりに

今回実験においては、処理杭、無処理杭各々1本であり、また解析においては、N・Fと沈下量および沈下速度の関係、N・Fピーク時の杭と土の相対変位、中立点等は明確に把握できなかった。しかし当地区におけるN・Fは、当初予定よりかなり大きな値となった。また深度が大きいほどピークに達する時間が長く、その値も大きくなった。この大きなN・Fに対し、処理杭のN・F低減効果は顕著であった。最後に、当実験に際し、日本鋼管(株)より、無処理杭を提供していただき、深く感謝します。

〈参考文献〉 1) 染本善藤 田辺 小間: 初めはフリクションを低減する新鋼管杭, 建築技術, No.207, 1975.7. 2) 港湾の施設工技術上の基準: 同解説, 日本港湾協会 1979 3) 建設省住宅局建築指導課長: 負の摩擦力を考慮したくいの設計指針について, 建設省住宅局第2号1975 4) 建築基準法設計基準: 同解説, 日本建築学会

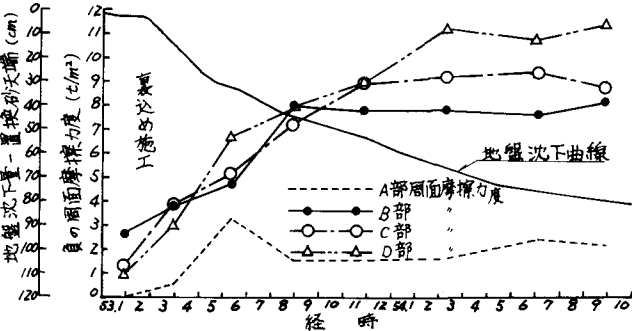


図-2 無処理杭N・F経時変化及び地盤沈下量

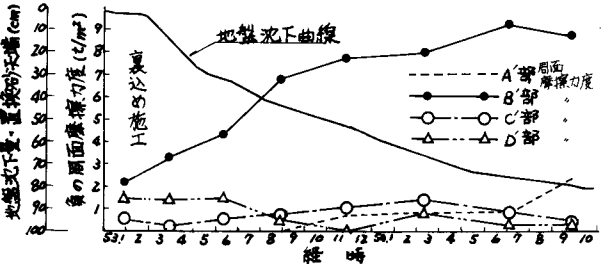


図-4 処理杭N・F経時変化及び地盤沈下量

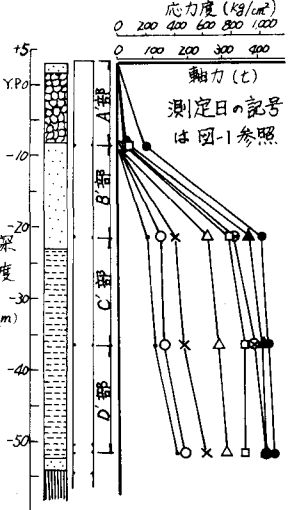


図-3 処理杭軸力分布

表-2 載荷重伝達経時変化

深度 m	載荷重伝達応力 kgf/cm ²				摘要
	載荷直後	7日経過	14日経過	撤去後	
-10.0	35	175	255	-40	理論 荷重 244 kgf/cm ²
-25.0	10	80	140	15	
-38.0	0	90	175	-60	
-45.0	0	30	70	0	
-56.0	0	0	0	-20	

深度はY-P結果による。