

30年ぶりに撤去された波高計基礎杭から考察する安定性の評価

Evaluation of Safety of Foundation Pile with Wave-meter Evacuated since 30 Years

森 洋 (もり ひろし)

東京都港湾局 主任

1. はじめに

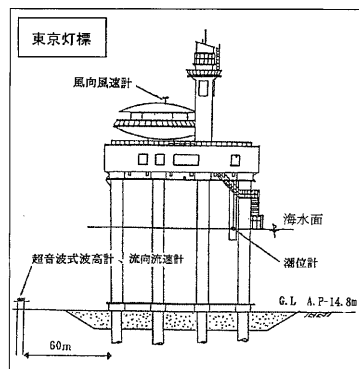
南東方向に開口部を有し比較的水深の浅い最奥部に位置する東京港は、高潮の影響を受けやすい地形にあるため、東京都港湾局では高潮対策として昭和38年より波浪の観測（風向風速、潮位、波高、流向流速）を行っている。航路標識として建設された国土交通省所管の東京灯標（図－1、口絵写真－18）の一角に波浪観測計器類（図－2）を設置し、継続的に観測を実施してきた。しかし、羽田空港（D滑走路）再拡張事業による第一航路の変更により、東京灯標が機能移転し（東京灯標信号所の廃止等）、平成23年度に撤去された。それに伴い、昭和56年度から波高等を観測してきた波高計基礎杭（東京灯標から60 m離れた海底部）の撤去を30年ぶりに行った¹⁾。

2. 撤去工事

実際、波高計設置のための簡易的な基礎（鋼管）杭であったためか、当時の竣功図面はほとんど無く、寸法形状が確認出来るのは、図－3に示した資料図面例程度であった。ちなみに、波高計センサーが海底面から数 m離れた位置に設置してある主な理由は、海底の土砂移動により波高計が埋まらないこと、海底面の粗度による影響等を出来るだけ受けないようにするためである。筆者が工学的に興味をそそられるのは、資料図面内に記載されている、基礎杭上部にある空気室並びにツバの様な突起物である。おそらく、当時の技術者が出来るだけ軟弱な東京湾の海底地盤に対して、波高計センサーの設置位

置を維持するため、浮力と突起板で抵抗しようと工夫した痕跡であると推測する。ただし、資料図面の精度が乏しく、実際に基礎杭を引き抜いてみないと判明できない部分も多かった。

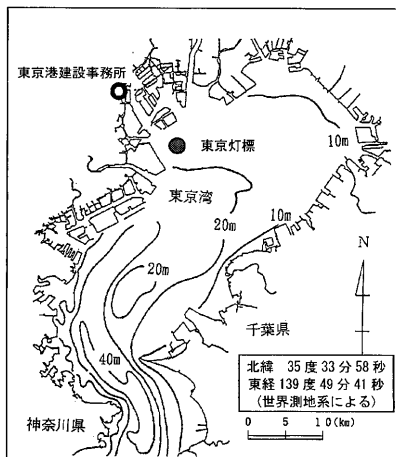
口絵写真－19に、パイプロハンマーによって引き抜かれた波高計基礎杭の全様を示すが、ほぼ資料図面と同様な空気室（高さ2 m程度）の存在を確認した。また、引抜き時に、出来るだけ引抜き抵抗力を減らそうとしたため、水中でツバを切断したが、図－3に示した資料図面と同様な位置で、幅約58 cmのツバの存在を確認して



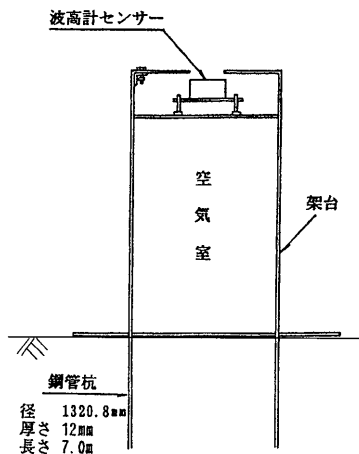
計器名	形 式	設置高・深度
風向風速計	超音波式	A. P. +23.9m
潮位計	フース式	球分体高さ A. P. +9.47m
波高計	超音波式	A. P. -14.0m
流向流速計	超音波式	A. P. -14.0m

A.P. : 荒川工事基準面

図－2 波浪観測計器類



図－1 東京灯標の位置図



図－3 資料図面例

いる。実際は、海底面から約2mほど突出した杭頭部分に設置してある波高計を、船舶等から保護するためと推測される保護構造物（口絵写真—20）が付設されていた。引き抜かれた基礎杭は、一見、ロケットの様な風貌で、当時の設計者の遊び心と構造外観の優れた意匠に感銘するものである。

3. 安定性の評価

前章にも触れたが、今回引き抜いた基礎杭は大変特異な構造を呈しているにもかかわらず、30年間安定的に波高計基礎杭の機能を果たしており、地盤工学的な見地から、簡易的ではあるが、基礎杭に対する安定性評価を試みる。

当時の詳細な地盤情報が無いため、東京灯標から約500m離れた新海面処分場埋立予定地での調査ボーリングから取りまとめた一軸圧縮試験結果を図—4に示す。G.L.—40m付近までは有楽町層粘性土が堆積しており、基礎杭の貫入深度（約5m）にあたる平均的な一軸圧縮強度（ q_u ）は15 kN/m²程度であった。

安定性の評価手法に用いる杭の抵抗力（ R ）は、杭の許容支持力を検討するために多く採用されている式(1)を用いる²⁾。

$$R = q_d A + U \sum L_i f_i \quad \cdots (1)$$

ここに、 q_d は杭先端における単位面積当たりの極限支持力、 A は杭先端面積、 U は杭の周長、 L_i は周面摩擦力を考慮する層厚、 f_i （ $=q_u/2$ ）は周面摩擦力を考慮する層の最大周面摩擦力度である。ただし、今回の評価では、危険側を勘案して、 q_d や突起板（ツバ）による抵抗値は、無視するものとする。そして、空気室分の浮力（ B ）を杭の周面摩擦力（ R ）に付加した荷重を、杭の全荷重（ W ）で乗じた値（ F_s ）によって、安定性を評価する（式(2)）。

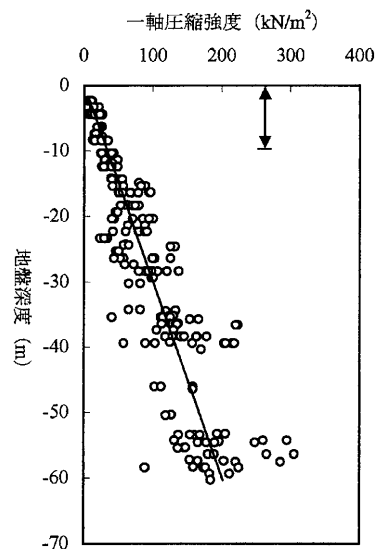
$$F_s = \frac{B + R}{W} \quad \cdots (2)$$

図—5には、図—4に示した矢印部分に当たるG.L.—10mまでの拡大図に、安定性を検討するために想定した3タイプの対象強度範囲（破線部分）を示す。G.L.—2.5mまではデータが無いため、 q_u 値をゼロとした。Type Iは最小強度範囲を、Type IIは平均強度範囲を、Type IIIは最大強度範囲を、それぞれ想定した。

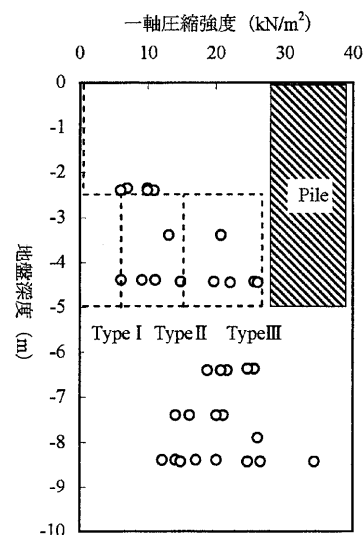
表—1には、強度想定範囲をそれぞれ変化させた場合での、安定性の評価結果を示す。最小強度範囲であるType Iの場合であっても、 F_s は1以上になることが確認できる。ただし、空気室分の浮力（ B ）をゼロとした場合、 q_u が7 kN/m²以下では、 F_s は1を下回るため、浮力による影響は無視出来なくなることには注意を要する。

4. おわりに

30年ぶりに再会した波高計基礎杭の構造から、杭の安定性評価を試みた。基礎杭上部の空気室による浮力の影響を、簡易的ではあるが、うまく評価出来たと考える。



図—4 一軸圧縮試験結果



図—5 強度想定範囲

表—1 安定性の評価結果

Type	q_u (kN/m ²)	F_s
I	5	1.43
II	15	2.86
III	27	4.57

このように、比較的荷重の小さい海象観測機器設置のための基礎杭程度であれば、基盤面まで貫入することなく、空気室による浮力等の考え方（フローティングタイプの構造設計）で十分対応出来ることの可能性を、30年前の技術者は声なきメッセージとして我々に示唆しており、諸先輩方のアイデアにただただ感銘するのみである。

参 考 文 献

- 1) 東京都港湾局：平成22年度東京港波浪観測施設撤去及びその他工事（工事報告書），2011.
- 2) ㈱日本道路協会：道路橋示方書・同解説（Ⅳ 下部構造編），2002.

（原稿受理 2012.5.1）