

III-252 薄層支持杭の支持力評価に関する一考察

(株)フジエンジニアリング 正員 ○仲田 慶正
 阪神高速道路公団 正員 幸 和範
 (株)フジエンジニアリング 正員 今田 和夫
 (株)フジエンジニアリング 正員 城野 玄房

1. はじめに

近年、ウォーターフロント開発をはじめ、埋立地盤における構造物の建設が増加し、立地条件ばかりでなく地盤条件も悪化し、そのため構造物を支える基礎も薄層支持杭や摩擦杭の採用が増えているのが現状である。本文では薄層支持杭に着目し、薄い支持層に根入れされた場所打ち杭の支持力評価に関して、鉛直載荷試験結果ならびに同地点で実施した静的コーン貫入試験(Cone Penetration Test: 略称CPT)結果¹⁾²⁾を基に、有効層厚比と支持層下位の粘性土の強度をパラメーターとして支持力に影響を及ぼす支持層の層厚と、CPTデータを用いた支持力算定方法の検討を行ったものである。

2. 有効層厚比と先端支持力度の関係

既往の設計基準³⁾⁴⁾や研究⁵⁾によれば、有効層厚比(H/D)が3以下下の場合は支持層下位の粘性土の強度を考慮した支持力評価が必要とされている。そこで、載荷試験結果から求めた先端支持力度(qd)とCPT結果から判定した有効層厚比とを比較し図-1に示した。先端支持力度は、極限支持力(杭頭沈下量が杭径(D)の10%に達したときの荷重)から降伏荷重時の周面摩擦力を引くことにより求めたものである。図-1によれば、対象としている箇所はほとんどが有効層厚比3以下に分布しているが、先端支持力度と有効層厚比とは、相関係数 r=0.88と良好な相関性が得られている。また、道路橋示方書(以下道示と略す)下部構造編に示されている先端支持力度: qd=300tf/m²をほとんどのデータが越えており、設計上 qd=300tf/m²を採用するならば薄層支持杭であっても、大きな低減は必要としないものと考えられる。

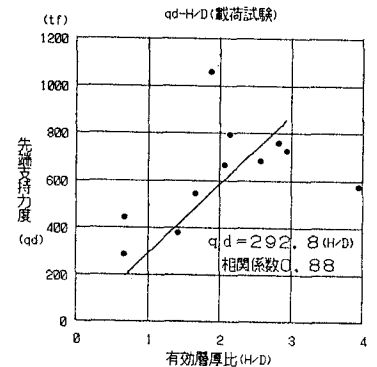


図-1 先端支持力度と有効層厚比

3. 下位粘性土の強度を考慮した先端支持力度

支持層下位の粘性土の強度を考慮した先端支持力度は、次式により求めた。

$$q_d = \frac{1}{(2 \cdot H/D \cdot \tan \theta + 1)^2} \times q_u \quad \dots (1)$$

$$q_u = 0.12 q_c \quad \dots (2)$$

ここに、qd: 粘土の強度を考慮した先端支持力度 (tf/m²)

H: 有効支持層厚 (m)

D: 杭径 (m)

θ: 分散角 (=38° とする)

qu: 一軸圧縮強度(図-3による) (tf/m²)

qc: 先端抵抗値 (tf/m²)

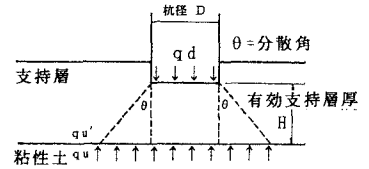


図-2 先端支持力の分散図

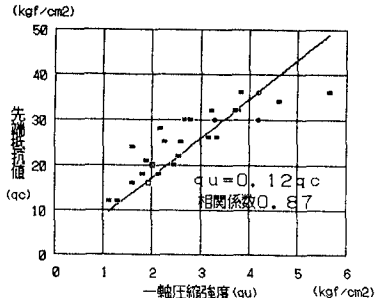


図-3 先端抵抗値と一軸圧縮強度の比較

図-3は、大阪湾岸地域で実施した一軸圧縮試験結果とCPTにおける先端抵抗値(q_c)の比較を示したものであるが、両者は相関係数0.87と良い相関性を示しており、この回帰式よりCPTによる q_c 値から q_u を評価した。分散角は、パンチングせん断破壊を起したと考えられる載荷試験結果をもとに、有効層厚比と下位粘性土の強度から求めたものである。(1)式により求めた先端支持力と、鉛直載荷試験結果から算定した先端支持力度との比率と有効層厚比との関係を図-4に示した。図-4から有効層厚比が1.6以上あれば先端支持力度は下位粘性土の強度に影響されないが、1.6以下については下位粘性土の強度を考慮した支持力評価が必要であると言える。

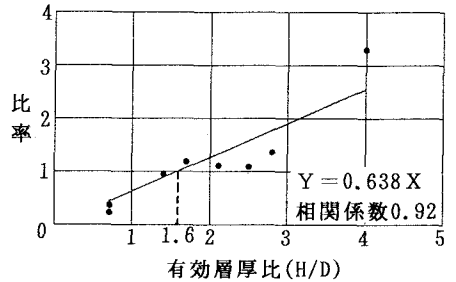


図-4 先端支持力度相関比率と有効層厚比との関係

4. 支持力低減方法

薄層支持における先端支持力度の低減方法は以下に示すとおりである。

条件： $H/D < 1.6$ の場合

$$\text{算式： } q_d' = \frac{1}{(2 \cdot H/D \cdot \tan \theta + 1)^2} \times q_d \text{ において}$$

$$q_d' > q_u \text{ ならば } q_d' = (2 \cdot H/D \cdot \tan \theta + 1)^2 q_u$$

$$q_d' < q_u \text{ ならば } q_d' = q_d'$$

ただし、図-4でもみられるように有効層厚比が1以下、特に0.7においては載荷試験と比較すると25~37%程度と過小評価となる。逆に載荷試験値を正值とすれば2.7~4.0倍の割増しが必要である。これは、支持層が非常に薄いため杭に作用する荷重により、押抜きせん断的に粘性土に荷重が作用し、むしろ杭の一部と見做せる挙動を示しているものと想定される。したがって、道示における硬質粘土層に根入された杭の先端支持力層 $q_d = 3 q_u$ の考え方の準用が必要と言えよう。ただし、その係数については現段階ではデータ数も少なく今後の検討課題としたい。

5. まとめ

- ① 載荷試験結果に基づく先端支持力度と有効層厚比とは良好な相関性が認められる。また、有効層厚比が小さくても先端支持力度は道示の300tf/m²をクリアしている。
 - ② 支持層下位の粘性土の強度をCPTにより評価し、支持力低減の範囲を検討したところ、有効層厚比が1.6以上については下位粘性土の強度によらず、支持層強度で支持力が決定される。
 - ③ 有効層厚比が1.0以下において、下位粘性土の強度から求められる支持力度は過小評価傾向にある。
- また、その補正方法等については今後の研究課題とする。

6. 今後の課題

薄層支持に影響を及ぼす要因として、有効層厚比と下位粘性土の強度に着目して検討した結果、CPTデータを用いた支持力評価が可能であると言えるが、より支持力推定精度を向上させるためには、さらにデータの蓄積を図ると共に、支持層自体の強度ならびに粘性土の層厚による影響も考慮し、総合的に評価を行うことが必要である。

<参考文献>

- 1) 小池、松井：“場所打ち杭の鉛直載荷試験結果と支持力設計” 基礎工, 1988.1 pp103~109
- 2) 井阪、中林、村中、今田：“静的コーン貫入試験による場所打ち杭の支持力評価” 橋梁と基礎, Vol. 25, No. 12, pp35~38
- 3) 設計基準 第2部 構造物設計基準(橋梁編):平成2年6月, 阪神高速道路公団
- 4) 場所打ち杭の支持力設計要領:平成2年6月, 阪神高速道路公団
- 5) 岡村、竹村、神田、木村：“軟弱粘土層に挟まれた砂層の支持力特性について” 土木学会, 第46回年次学術講演会講演概要集 (pp922~923)