

開端杭の支持力推定式の評価

独立行政法人港湾空港技術研究所

正会員

○菊池 喜昭

同 上

正会員

水谷 崇亮

同 上

正会員

森川 嘉之

1. はじめに

港湾施設では、長尺杭、大径杭が盛んに用いられており、従来の杭の支持力の考え方が適用できにくくなっている事例が増えてきていると考えられる。わが国では、これまで、杭の先端支持力を N 値から求める方法が普及している。また、杭の支持力には支持層への根入れ長さが影響するとした考え方が用いられることが多い。特に開端杭については支持層への根入れ長さが支持力に及ぼす影響が大きいと考えられている。ここでは、長尺杭の支持力推定式の比較と開端杭の閉塞をどのように考えたらいいかという点について一つの考え方を提示する。

2. 支持力推定式の比較

図-1 はいくつかの先端支持力推定式を比較したものである¹⁾。ここでは、 N 値 50 の地盤のある深度に杭を根入れしたときに計算される先端支持力を示したものである。地盤の単位体積重量 γ_t は 7kN/m^3 としている。EC7 は全体として過大な支持力を算定する傾向にあり、USACE は低めの推定をする傾向にある。港湾基準は、深度方向に一定の支持力を推定するというやや奇異な感じの印象を与える式である。EC7 を除けば、深度 40m 付近までは推定式相互の推定結果の違いは小さいが、根入れ深度が 60m を超えると推定値に大きく差が出てくるようになる。このように、根入れ深さが深くなってくるとどの支持力推定式を用いるかが支持力推定結果に大きな影響を持つことになる。

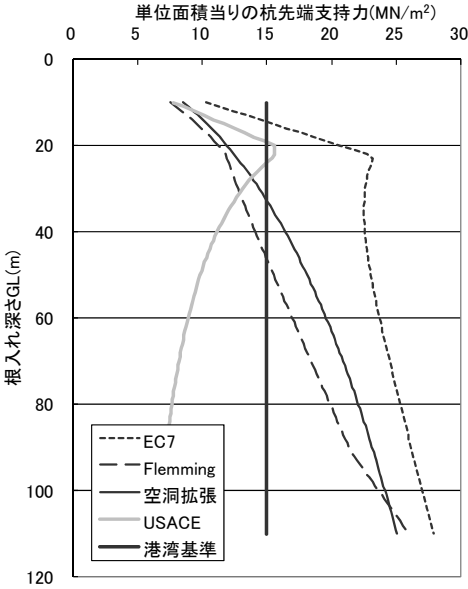


図-1 実測先端抵抗と推定支持力抵抗の比較

3. 開端杭の閉塞率

開端杭では、杭内部に貫入した土と杭との間の摩擦が先端支持力に影響を及ぼすことが知られている。この

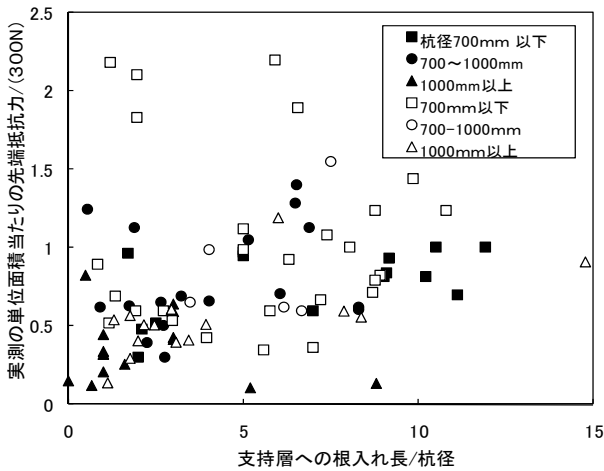


図-2 杭の支持層への根入比と先端抵抗の関係

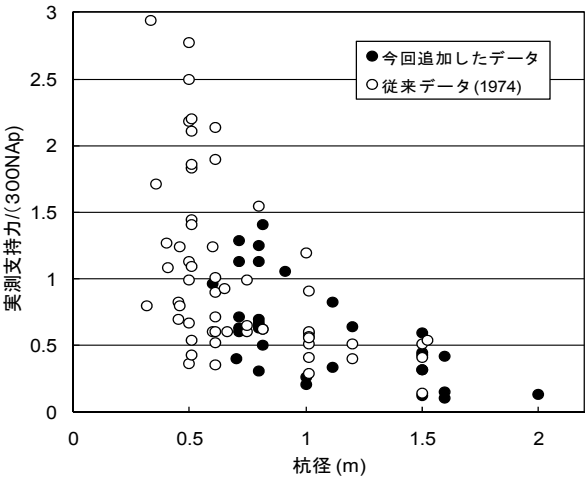


図-3 杭径と先端抵抗の関係

キーワード 杭の先端支持力、鋼杭、閉塞率、設計

連絡先 〒239-0826 横須賀市長瀬 3-1-1 独立行政法人港湾空港技術研究所 TEL 046-844-5037

ため、杭が支持層にどれだけ挿入されているかが支持力に及ぼす影響が大きいと考えられる。図-2は、実測データによる支持力と港湾基準による支持力推定値の比(いわゆる閉塞率)が支持層への根入れ比(=支持層への根入れ長/杭径)によってどのように変わるかを示したものである。図中の記号は杭径によって変えてある。また、白抜きは土木研究所の報告書²⁾で報告されていたデータをまとめたものであり、黒塗りのデータは今回調査したものである¹⁾。結果は広くばらついており、閉塞率が根入れ比に依存しているとは結論できない結果となっている。どちらかというと、杭径が小さければ根入れ比が小さくても大きな閉塞率を示し、杭径が大きくなると根入れ比によらず閉塞率が小さくなる傾向にあるようである。そこで、同じデータについて、横軸を杭径に変えてプロットしなおしたのが図-3である。この図でもデータはばらついてはいるが、全体として一定の傾向があり、また、白抜きデータの傾向と黒塗りデータの傾向には整合性があり、閉塞率が主として杭径に依存するということが分かる。図-4に

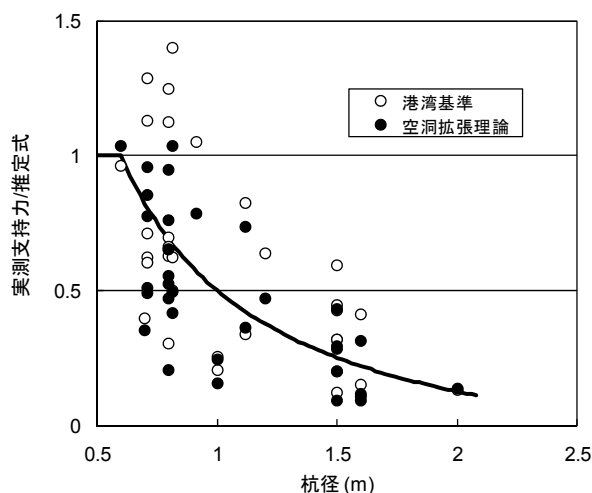
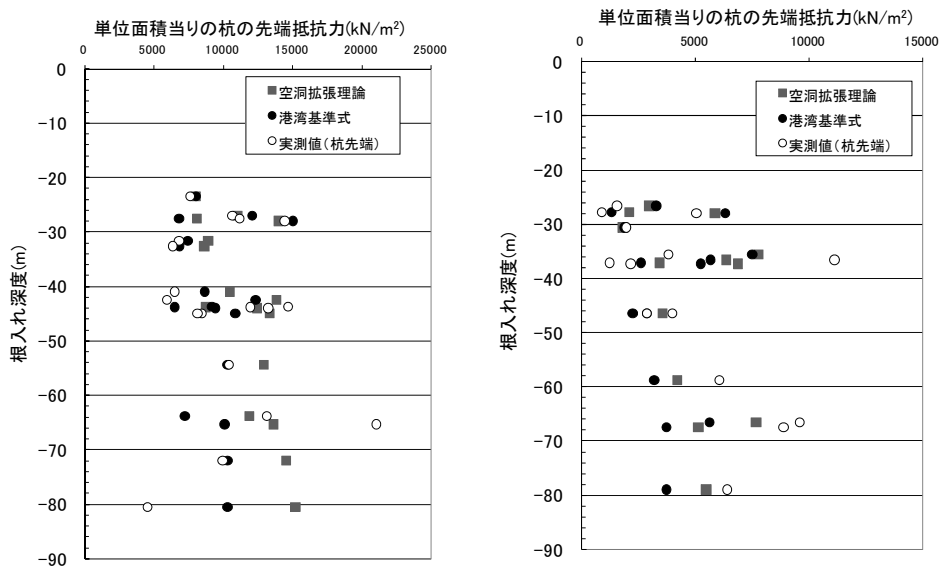


図-4 杭径と先端抵抗の関係



(a) 杭径 1000mm 以下

(b) 杭径 1000mm 以上

図-5 実測先端抵抗と推定支持力抵抗の比較

は、港湾基準による推定値と空洞拡張理論³⁾による推定値の両方で求めた閉塞率を示した。両者には多少の違いはあるが、あまり大きな差は見られない。開端杭の先端支持力 R_{toe} は杭の実質部の抵抗 $R_p = q_{pc} \cdot t \cdot \pi(D_i + t/2)$ と内周面抵抗 $R_{fl} = r_{fl} \cdot \pi \cdot D_i$ の和で表すことができる。閉端杭の先端支持力は $R_{pc} = q_{pc} \cdot \pi \cdot D_o^2 / 4$ と書ける。以上から、 D_i と D_o の比がほぼ 1 であることから、 $D = D_i = D_o$ とすると閉塞率 $\eta = R_{toe} / R_{pc} = (q_{pc} \cdot t + r_{fl}) / (q_{pc} / 4) \cdot D$ となることから、閉塞率が杭径の逆数の関数となると考えて、杭径と閉塞率の間の平均的な関係を図-4 に示した。ここで、杭径が 0.6m 以下では完全に閉塞するというこれまでの考え方を踏襲した。

4. 新しい閉塞率の影響

図-5 に今回収集した杭の支持力実測値と図-4 に示した補正式で閉塞率を補正した推定結果との比較を示した。実測値と推定値にそれなりの相関があるものの、かなりのばらつきがあり、推定式ごとに深度が異なることによる推定値の違いがみられるという問題が残っている。本論文は、港湾空港技術研究所、日本埋立浚渫協会、鋼管杭協会(当時)の共同研究成果をもとにまとめたものである。

【参考文献】 1) 菊池・水谷・森川(2009): 港空研資料 No.1202., 2) 土木研究所(1974): 土木研究所資料, No.899., 3) Yasufuku et al.(2001): Soils and Foundations, Vol.41, No.4.