

埋込み節杭の摩擦応力-沈下量近似曲線のピーク値について

埋込み杭, 節杭, 載荷試験
摩擦応力, 沈下量, N値

正会員○伊藤 淳志* 同 小椋 仁志**
同 田中佑二郎*** 同 小林 恒一**

1. はじめに

筆者らは、埋込み節杭の載荷試験結果を統計的に整理し、荷重-沈下量関係を推定する方法を提案している¹⁾。その際、摩擦応力 f -沈下量 S 関係をKondner型双曲線関数によって近似し、曲線の係数はN値から推定している。さらに、セメントミルクなどの周面固定液を使用する埋込み節杭の摩擦抵抗は、セメントミルクと地盤との間で生じるものと考えられることから、文献²⁾では掘削径による周面積に基づいて摩擦応力を算定し、沈下量との関係曲線について検討を行った。ただし、Kondner型双曲線では摩擦応力が沈下量とともに単調に増加する場合に限られるため、摩擦応力がピーク以降減衰する場合の関係曲線を表現することができない。そこで今回は、摩擦応力の減少を表現できる二次の双曲線関数³⁾を採用して $f-S$ 関係を近似し、ピーク時の摩擦応力と沈下量についてN値との相関を検討したので以下に報告する。

2. 載荷試験資料

今回は、文献²⁾で報告した載荷試験資料にその後のデータを追加して、4種類のセメントミルク工法による埋込み節杭の117件を対象とした。杭径は $\phi 440-300\text{mm}$ (節部径-軸部径、掘削径500mm) ~ $\phi 800-600\text{mm}$ (同1050mm) の5種類、杭長は4~43mである。ひずみ計測区間は盛土を除いて合計715区間であり、砂質土314区間、粘性土346区間、腐植土55区間となっている。各区間の摩擦応力 f は、軸力差を掘削径の円筒断面積で除して算出し、区間沈下量 S は杭頭沈下量および杭先端沈下量の測定値より、ひずみ測定値に基づく杭体の圧縮量を考慮して算出した。なお、先端地盤は数例を除いて、N値が30以下の砂質土か粘性土となっている。

3. 二次の双曲線近似

(1)式の二次の双曲線関数は、図1に示したごとく摩擦応力のピーク以降の減衰を表現することができ、初期接線勾配 G_0 、ピーク時の摩擦応力 f_y および沈下量 S_y は、(2)式によって計算される³⁾。そこで、この関数を採用して上記の載荷試験結果の各区間について、 $f-S$

$$f = \frac{S}{a + bS + cS^2} \quad (a, b, c \text{ は係数}) \quad (1)$$

$$G_0 = \frac{1}{a}, \quad f_y = \frac{1}{2\sqrt{ac + b}}, \quad S_y = \sqrt{\frac{a}{c}} \quad (2)$$

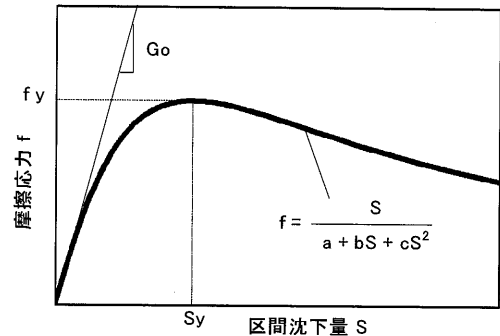


図1 二次の双曲線

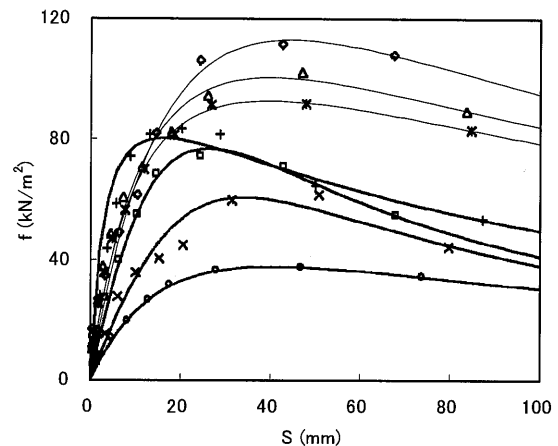
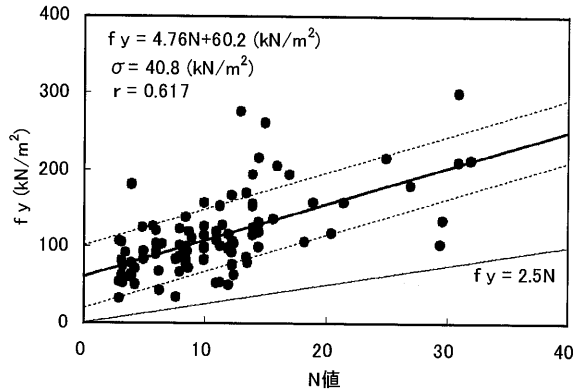


図2 近似曲線の例

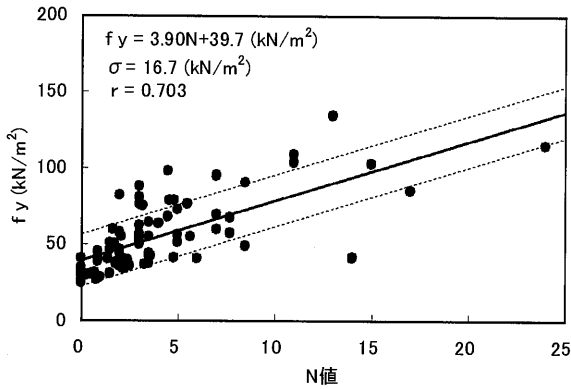
関係の実測値を最小二乗法により曲線近似した。近似曲線の例として、2件の載荷試験結果について実測値とともに図2に示した。ただし、同図にはピーク以降減衰傾向を示す区間のみを描いてある。いずれの曲線についても実測値と比較的良好な近似を示しており、ピーク時の値を精度良く評価できると言える。以上の結果、ピーク時の f_y および S_y が得られたデータは、全715区間中185区間 (26%) であり、砂質土94区間 (30%)、粘性土76区間 (22%)、腐植土15区間 (27%) となった。

4. f_y , S_y と N 値との相関

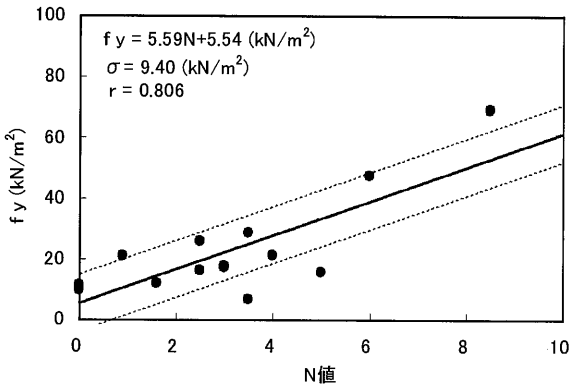
図3は、近似曲線のピーク時の摩擦応力 f_y と計測区間の平均N値との関係を土質別に示したものである。また図4は、ピーク時の区間沈下量 S_y についての同様の図である。図中の実線は回帰直線であり、破線は土標準偏差 σ を表している。各図には回帰直線式、 σ および相



(a) 砂質土

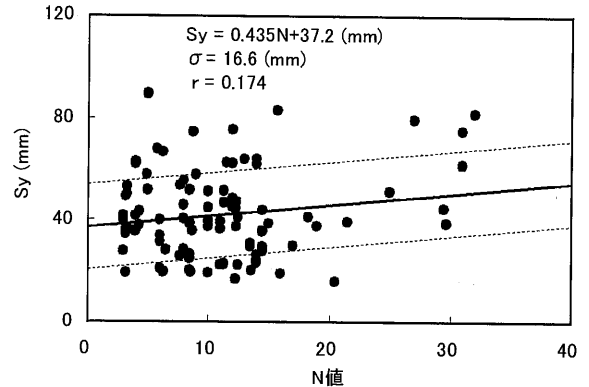


(b) 粘性土

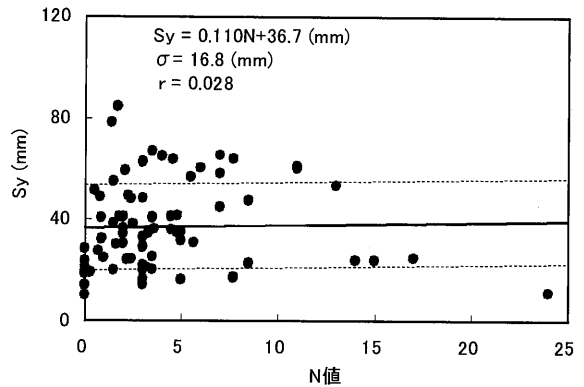


(c) 腐植土

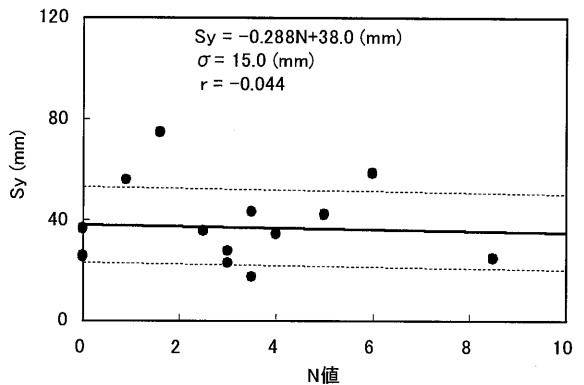
図3 ピーク時の摩擦応力 f_y - N値関係



(a) 砂質土



(b) 粘性土



(c) 腐植土

図4 ピーク時の沈下量 S_y - N値関係

関係数 r を付記しておいた。図3の f_y と N 値とは比較的良好な相関を示していると言える。図3(a)には文献⁴⁾で提案されている算定式 $f_y = 2.5N$ の直線を併記したが、実測値のほぼ下限値といえる。図4の S_y についてはばらつきが大きい、土質あるいは N 値に関わらず、平均値は40mm程度となっていることが興味深い。

【謝辞】 本研究を行うにあたりご協力をいただいた関西大学卒業研究生の上村 篤、日比 剛の両氏に謝意を表す。

【参考文献】 1) 二見智子, 小椋仁志: 埋込み節杭のデータによる摩擦杭の荷重～沈下量関係推定法の提案, 第44回地盤工学シンポジウム論文集, pp. 127～132, 1999. 11
2) 伊藤淳志, 小椋仁志, 二見智子: 埋込み節杭の摩擦応力～沈下量関係の近似曲線について, 日本建築学会大会, pp. 543～544, 2004. 8
3) 山肩邦男, 永井興史郎: 杭の周面摩擦応力度 f ～沈下量 S 関係の近似式とその統計値, 日本建築学会大会, pp. 2315～2316, 1981. 9
4) 日本建築学会: 建築基礎構造設計指針, p. 203, 2001. 10

* 関西大学 助教授・工博

** ジャパンパイル(株)・工博

*** ジャパンパイル(株)

Assoc. Prof., Kansai Univ., Dr.Eng.

JAPAN PILE CORPORATION, Dr.Eng.

JAPAN PILE CORPORATION