

埋込み節杭の摩擦応力-沈下量関係曲線の検討

埋込み杭, 節杭, 載荷試験
摩擦応力, 沈下量, N値

正会員○仲内邦顕*1 伊藤淳志*2 韓 英敏*1
正会員 小椋仁志*3 田中佑二郎*4

1. はじめに

筆者らは、埋込み節杭の載荷試験結果より荷重-沈下量関係を推定する方法に関する研究¹⁾の一環として、文献²⁾において、摩擦応力を掘削径に基づく周面積より求め、Kondner型双曲線による摩擦応力 f -沈下量 S 関係曲線の検討を行った。しかし、Kondner型双曲線では f が S とともに単調に増加する曲線となるため、 f がピーク以降減少する場合の関係を表現することができない。そこで文献³⁾では、 f の減少を表現できる関数を採用して検討を行ったが、対象とした実測データはピーク以降減少するものに限定していた。今回は、単調増加するデータも含めて全ての載荷試験資料について f - S 関係曲線を求め、それらの近似曲線の係数と N 値との相関を検討したので以下に報告する。

2. 近似曲線式

近似曲線式として採用した関数は、(1)式であり⁴⁾、この曲線は図1に示したごとく、 f のピーク以降の減少を表現することができる。また、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)式となる。この曲線は、 S が 0 に近づくとき、 $f=S/(a+bS)$ に、 S が増大するとき $f=1/(b+cS)$ にそれぞれ漸近する。 $c=0$ の場合、(1)式は $f=S/(a+bS)$ の Kondner 型双曲線となり、 S の増大につれて一定値 $f=1/b$ に漸近する。

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

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

(1)式の関数を採用して、埋込み節杭の 117 件の載荷試験結果のデータについて、 f - S 関係の実測値を最小二乗法により曲線近似した。摩擦応力が計測された区間数を土質別に表1に示しておく。近似曲線の例として、摩擦応力がピーク以降減少する場合を図2(a)に、摩擦応力が沈下量とともに増加する場合を図2(b)に示した。同図中の破線は、Kondner型双曲線で近似した場合の曲線であり、(1)式による実線の方がより近似していることが分かる。

3. 近似曲線の係数と N 値との相関

図3~図6は、砂質土の区間の近似曲線の係数 c および G_0 , f_y , S_y と区間の平均 N 値との関係を示したものである。図中の実線は回帰直線であり、破線は±標準偏差 σ

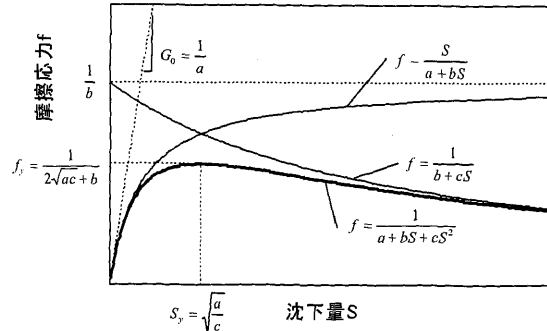


図1 (1)式の曲線

表1 データ数一覧

	砂質土	粘性土	廣植土	盛土等	合計
資料全区間	315	302	57	41	715
採用区間	300	291	49	0	640
ピークが存在する区間	160	158	30	0	348
ピークが存在する区間/採用区間	53	54	61	—	54

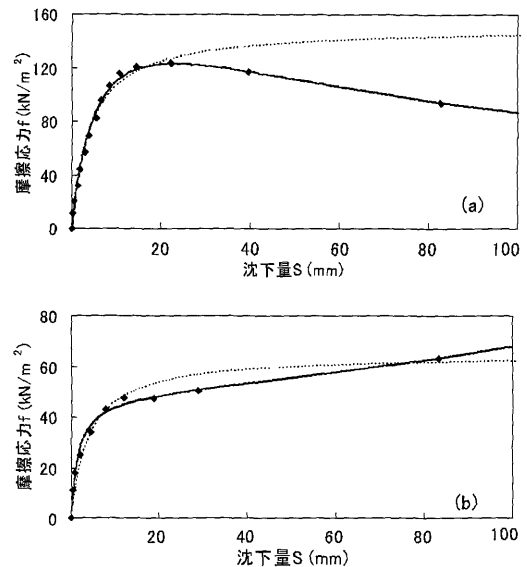


図2 近似曲線の例

を表している。図5には文献⁵⁾に示されている埋込み杭の摩擦応力算定式 $f_y=2.5N$ の直線を併記しておいた。また表2に、 G_0 , f_y および S_y の回帰直線式、標準偏差 σ および相関係数 r をまとめて示しておく。これらの図および表より、 f_y および G_0 については、 N 値と正の相関性が認められ、特に f_y の相関性が高いことが分かる。これに対して、 S_y は N 値にかかわらず平均でほぼ 50mm となっている。 c の値が正の場合は f - S 曲線にピークがあり、負の

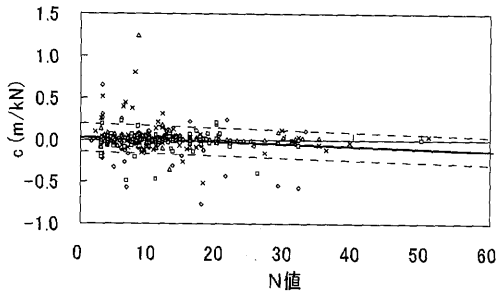


図3 c-N値関係(砂質土)

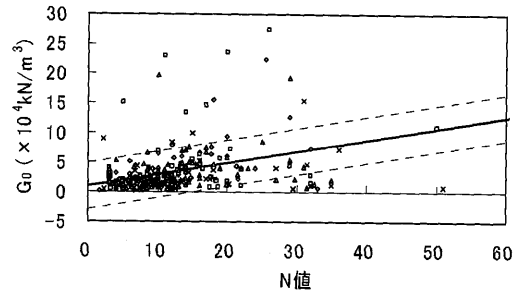


図4 G₀-N値関係(砂質土)

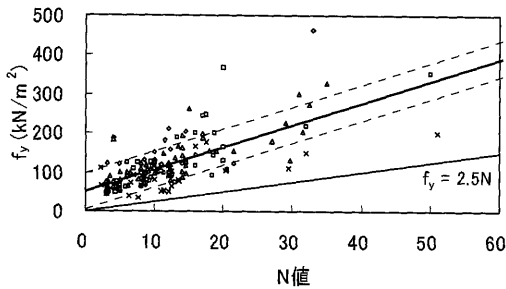


図5 ピーク時の摩擦応力 f_y-N値関係(砂質土)

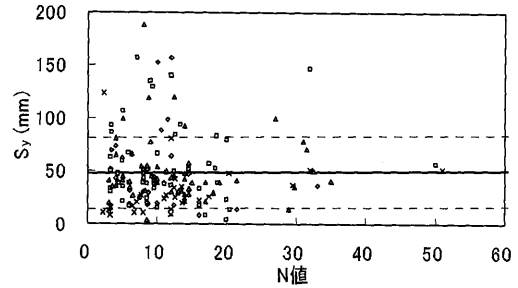


図6 ピーク時の沈下量 S_y-N値関係(砂質土)

表2 回帰直線式一覧

係数	土質	回帰直線	標準偏差 σ	相関係数 r
G₀(kN/m³)	砂質土	9730+1950N	39000	0.378
	粘性土	17400+2360N	35100	0.270
	腐植土	4110+3040N	17500	0.409
f_y(kN/m²)	砂質土	52.1+5.63N	46.3	0.711
	粘性土	38.6+3.59N	20.1	0.628
	腐植土	9.57+4.78N	8.79	0.842
S_y(mm)	砂質土	47.7+0.0496N	33.9	0.012
	粘性土	38.4-0.844N	28.1	-0.125
	腐植土	31.6+0.0811N	17.3	0.014

場合は単調増加となるが、図3のごとく、N値からはその判断ができないといえる。

4. f-S曲線の推定

文献⁴⁾を参考として、f-S曲線の推定を試みた。表2から砂質土の場合には、G₀およびf_yはそれぞれ(3)式および(4)式と回帰された。(3)式にN値を代入すればaが求まる。(4)式にそのaの値およびcの範囲としてc=0 (f-S曲線が単調増加する場合) または c=回帰式+σ (ピークを持つ場合) の値を代入すれば、bを逆算することができる。結果として、f-S曲線が単調増加~ピークを持つ場合の範囲を推定することができる。

$$G_0 = \frac{1}{a} = 9730 + 1950 N \quad (\text{kN/m}^3) \quad (3)$$

$$f_y = \frac{1}{2\sqrt{ac} + b} = 52.1 + 5.63 N \quad (\text{kN/m}^2) \quad (4)$$

N=10, 20 および 30 の場合の結果を図7に示した。N値が大きいくほど曲線の分布の範囲が広がるが、おおよその推定は可能であると考えられる。

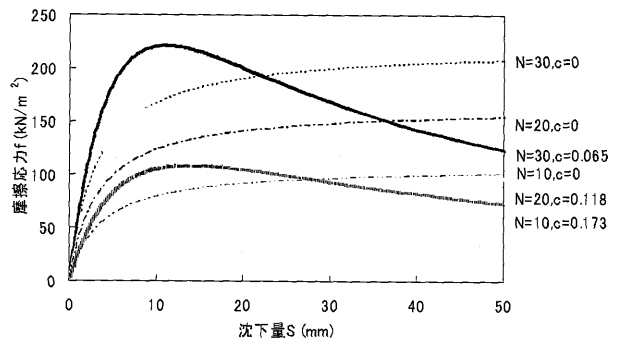


図7 f-S曲線推定図(砂質土)

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山本淳氏に謝意を表す。

【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応力の荷重~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) 伊藤淳志, 小椋仁志, 田中佑二郎, 小林恒一: 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, 日本建築学会大会, pp.573~574, 2005.9
- 4) 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
- 5) 日本建築学会: 建築基礎構造設計指針, p.205, 2001.10

*1 関西大学大学院

*2 関西大学 助教授・工博

*3 ジャパンパイル(株)・工博

*4 ジャパンパイル(株)

Graduate School, Kansai Univ.

Assoc. Prof., Kansai Univ, Dr Eng.

JAPAN PILE CORPORATION, Dr Eng.

JAPAN PILE CORPORATION