

埋込み節杭の杭頭荷重—沈下量関係の推定方法

正会員 ○小椋 仁志\* 同 伊藤 淳志\*\*  
同 韓 英敏\*\*\* 同 田中佑二郎\*\*\*\*

埋込み杭 鉛直荷重 沈下量  
載荷試験 先端抵抗 摩擦抵抗

1. 序

筆者らは、杭の荷重—沈下量関係を簡便に精度よく推定することを目的として、杭の先端抵抗—先端沈下量関係と周面摩擦抵抗—沈下量関係を適切な関数で与え、杭の縮み量を考慮して変位の適合条件式を解く方法（荷重伝達法）を用いた検討を行ってきた。文献<sup>1)</sup>では埋込み節杭のデータを対象にした推定方法を提案したが、この検討では杭径として節部径を採用していた。しかし、杭周固定材の強度や剛性を考えると、杭本体の径よりも掘削径で評価の方が適切であろう。また、新しいデータには拡大掘削を行う工法のものもあり、この点からも杭本体の径で評価するのは不合理になった。

そこで、文献<sup>1)</sup>のデータに新しいデータを加え、掘削径によって再検討した。その結果は文献<sup>2)</sup>で先端抵抗—先端沈下量関係について、文献<sup>3)</sup>で周面摩擦抵抗—沈下量関係について報告した。本報では、文献<sup>3)</sup>の検討を改めて吟味し直した結果と、再検討結果による杭頭沈下量の推定値と載荷試験による実測値とを比較した結果を報告する。

2. 周面摩擦抵抗—沈下量関係

本報で解析の対象とした載荷試験数は、節杭を用いた4種類の埋込み工法による117件である。杭径は表1に示す5種類であり、杭長は4~43mである。

周面摩擦抵抗と沈下量との関係を検討するに当たり、各杭のひずみゲージ区間の摩擦応力 $f_f$ は、軸力差を掘削径の円筒面積で除して算出している。土質別のデータ数を表1に示す。杭は節杭が大半であるが、節杭と継いだストレート杭のデータも含まれている。ただし、両者には、有意な差は認められなかった。

表1の全区間の $f_f$ と沈下量 $S_f$ との関係をKondner型の双曲線で近似し<sup>3)</sup>、初期接線勾配および漸近値と区間の平

均N値との関係を求めた。砂質土の場合の関係を図1と図2に示す。また、土質別の回帰直線式を表2に示す。

3.  $P_0-S_0$ 関係の推定

文献<sup>2)</sup>の先端抵抗 $q_p$ —先端沈下量 $S_p$ 曲線の先端平均N値との回帰式および本報前節の $f_f-S_f$ 曲線のN値との回帰式を採用して、荷重伝達法<sup>4)</sup>によって全載荷試験データについて杭頭の荷重 $P_0$ —沈下量 $S_0$ 関係を計算した。計算結果の一例を実測値と合わせて図3に示す。同図に示した

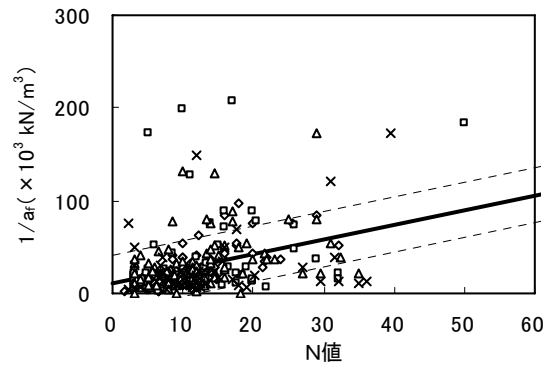


図1 初期接線勾配  $1/a_f$ —N 値関係(砂質土)

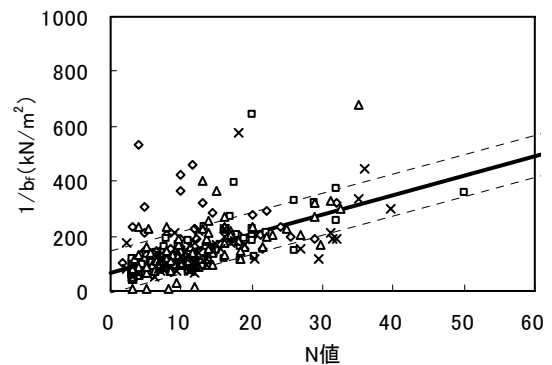


図2 漸近値  $1/b_f$ —N 値関係(砂質土)

表1 周面摩擦抵抗のデータ数

節部径—軸部径 (mm)	掘削径 (mm)	砂質土	粘性土	腐植土	計
φ 440-300	500~620	70	80	27	177
φ 500-400	550~680	102	99	16	217
φ 600-450	630~800	67	65	9	141
φ 650-500	680~800	59	65	2	126
φ 800-600	850~1050	5	2	0	7
合計		303	311	54	668

表2 周面摩擦抵抗—沈下量関係の回帰直線式

定数	土質	回帰直線	標準偏差 (σ)	相関係数 (R)
$1/a_f$ (kN/m <sup>3</sup> )	砂質土	10900+1580N	29600	0.400
	粘性土	15000+1750N	22400	0.307
	腐植土	7070+345N	7450	0.118
$1/b_f$ (kN/m <sup>2</sup> )	砂質土	67.1+7.03N	76.5	0.584
	粘性土	50.1+4.40N	31.6	0.499
	腐植土	14.8+6.05N	16.4	0.686

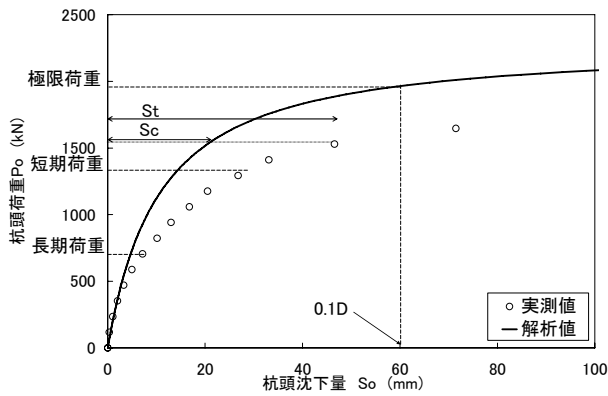


図3  $P_0-S_0$ 関係の推定例

ように、実測沈下量  $S_t$  と同一荷重の解析による沈下量  $S_c$  との比  $S_t/S_c$  を全てのデータについて求め、その値を自然対数  $\ln(S_t/S_c)$  とした場合のヒストグラムを図4(a)に示す。自然対数としたのは、 $S_t/S_c$  では  $S_t > S_c$  の場合の値が1以上となるのに対し、 $S_t < S_c$  の場合は0~1の狭い範囲の値となり、後者のデータを軽く扱うことになって不合理な結果となるためである。 $\ln(S_t/S_c)$ の値が0に近いほど解析値が実測値に近いと言えるが、全データの平均値  $m$  は0.145、標準偏差  $\sigma$  は0.332となった。同図にはこれらのデータを正規分布とした場合の曲線を描いておいた。

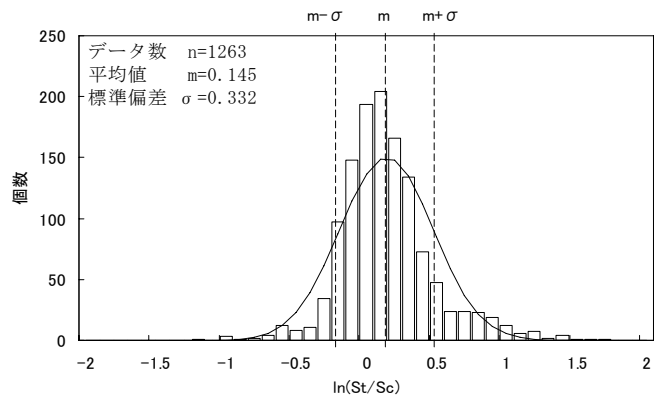
ここで、 $S_0$ が掘削径  $D$ の10%の時の  $P_0$ を極限荷重とし、その2/3を短期荷重、1/3を長期荷重と考え、 $P_0=0$ からそれらの荷重までの実測データについて、上記と同様のヒストグラムを図4(b)および(c)にそれぞれ示した。図4(c)の長期荷重までの範囲では、 $m=0.108$ 、 $\sigma=0.315$ となった。これは、データ数468個の35%の164個が実測値が解析値の0.9倍から1.1倍 ( $\ln(S_t/S_c)$ が-0.105から0.095)の範囲に、88%の413個が実測値が解析値の0.5倍から1.5倍 ( $\ln(S_t/S_c)$ が-0.693から0.405)の範囲に含まれることを意味しており、推定精度はきわめてよいことが分かる。

以上より本推定手法は、理論式の簡便性と、地盤定数としては  $N$  値のみを用いて求めたものであることを考えると、十分に満足できる精度の推定法といえる。

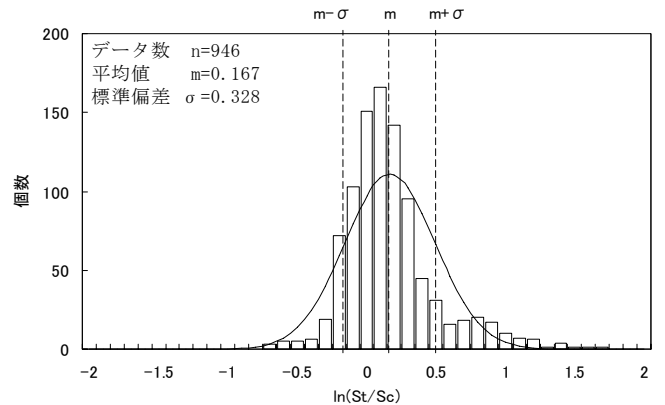
【謝辞】 本研究を行うにあたりご協力いただいた関西大学卒業研究生の辻本浩樹氏に謝意を表す。

【参考文献】

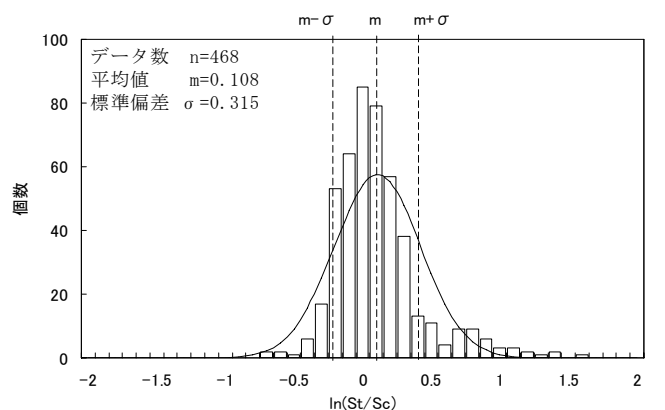
- 1) 二見智子, 小椋仁志: 埋込み節杭のデータによる摩擦杭の荷重~沈下量関係推定法の提案, 第44回地盤工学シンポジウム, pp.127~132, 1999.11
- 2) 韓英敏, 伊藤淳志, 小椋仁志, 田中佑二郎: 埋込み節杭の先端抵抗-先端沈下量関係曲線について, 日本建築学



(a) 全データ



(b) 短期



(c) 長期

図4  $\ln(S_t/S_c)$ のヒストグラム

会大会学術講演梗概集, 2007.8

- 3) 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, 日本建築学会大会学術講演梗概集, B-1, pp.543~544, 2004.8
- 4) 伊藤淳志, 山肩邦男: 差分方程式に基づく単杭の鉛直荷重-沈下量関係の理論解析法およびその砂地盤への適用, 日本建築学会構造系論文集, No.505, pp.77~84, 1998.3

\*ジャパンパイル(株)・工博

\*\*関西大学 准教授・工博

\*\*\*関西大学大学院

\*\*\*\*ジャパンパイル(株)

JAPAN PILE CORPORATION, Dr. Eng.

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

Graduate School, Kansai Univ.

JAPAN PILE CORPORATION