

埋込み節杭の摩擦応力-沈下量関係の近似曲線について

正会員 ○伊藤 淳志* 同 小椋 仁志**
二見 智子***

埋込み杭, 節杭, 載荷試験
摩擦応力, 沈下量, N値

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、曲線の係数とN値との関係について検討した。ただし、摩擦応力はひずみ計取り付け区間の平均値として、その間の軸力差を節部径の円筒面積で除した値を採用していた。しかし、セメントミルクなどの周面固定液を使用する埋込み杭の摩擦抵抗は、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。したがって、杭本体径の周面積で算定した見かけの摩擦応力は大きく現れ、掘削径が異なる場合は同一地盤での摩擦応力に差が生じることになる。同一工法の載荷試験データを参考として支持力や荷重-沈下量関係を検討する場合は問題ないが、他の工法にはそのまま適用できない。そこで今回、文献¹⁾で報告した載荷試験資料にその後のデータを追加し、改めて掘削径に基づく摩擦応力と沈下量との関係近似曲線についての検討を行ったので以下に報告する。

2. 載荷試験資料

対象とした載荷試験資料は、3種類のセメントミルク工法による埋込み節杭のものであって、表1に示した4種類の径(単位: mm)の節杭を使用した106件である。杭長は4m~43mである。いずれの杭もひずみ計測が行われており、杭頭位置でのひずみ測定値と杭頭荷重との関係を指数関数近似した式を用いて各断面での軸力を算定している。各ひずみ計測区間の摩擦応力 f は、軸力差を掘削径の円筒断面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。表1には、計測した区間数を杭径および計測区間の土質別に示しておいた。同表では盛土区間での計測数を除いており、合計608区間である。

3. 双曲線近似

$f \sim S$ 関係を近似する関数として、Kondner型双曲線を採用することが多い。同曲線は、図1に○印で示したデータのごとく、 f が単調増加する場合にのみ適用が可能であるが、式が簡便であり、その係数から初期接線の勾配 $1/a$ および極限の漸近値 $1/b$ が明確であるため、工学的に理解しやすい。そこで、この双曲線を採用して、表

表1 載荷試験数および区間数

杭径(掘削径)	試験数	砂質土	粘性土	腐植土
φ440-300(500)	34	69	79	27
φ500-400(550)	31	76	83	18
φ600-450(630)	18	46	53	8
φ650-500(680)	23	71	76	2
計	106	262	291	55
採用数		105	96	15

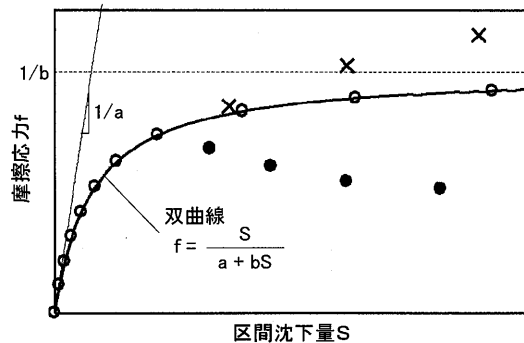
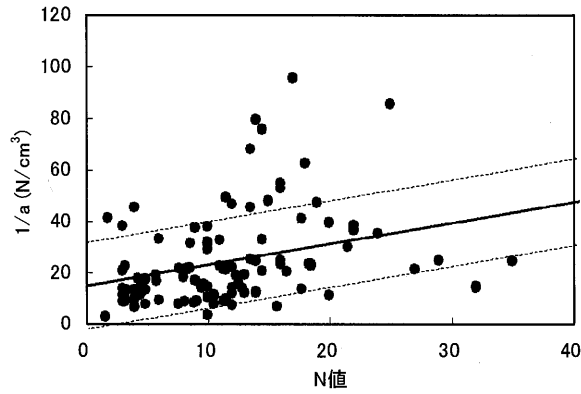


図1 双曲線近似

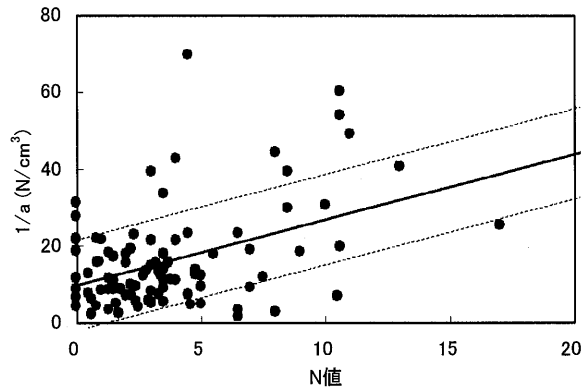
1の全区間のデータについて最小自乗法による近似を行った。しかし結果として、図1の×印のデータ(初期は○印と同じとする)のごとく、 S が小さい範囲では近似するが、 S の大きい範囲で近似しない場合や、その逆に S の大きい範囲では近似するが、小さい範囲で近似しないもの、また図1の●印のデータ(初期は○印と同じとする)のごとく、 f がピーク値の後に減少するため全体を近似できないものがあった。前者に属するデータは全608区間中276区間(45%)であった。また、後者は116区間(19%)であり、2次の双曲線で近似できる場合も考えられるが、今後検討することとして、以下では、これらの区間を除いた216区間(36%)の近似曲線を採用して検討を行うこととした。土質別の内訳を表1に示しておく。

4. 双曲線定数とN値との相関

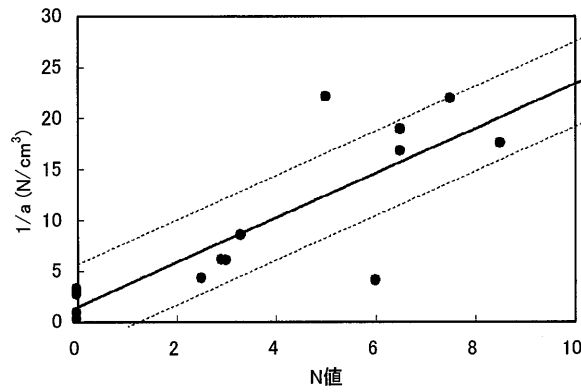
図2は、近似曲線の初期接線勾配 $1/a$ と計測区間の平均N値との関係を土質別に示したものである。また図3は、漸近値 $1/b$ についての同様の図である。図中の実線は回帰直線であり、破線は士標準偏差を表している。今回は目視的に近似性がよいデータに限って回帰分析を行



(a) 砂質土

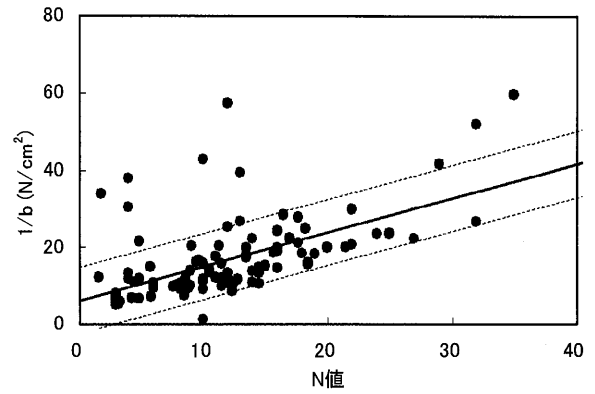


(b) 粘性土

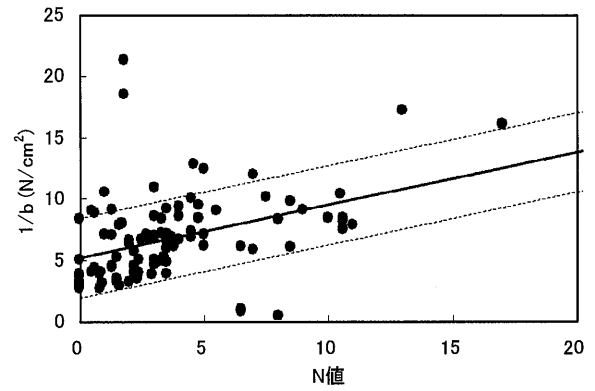


(c) 腐植土

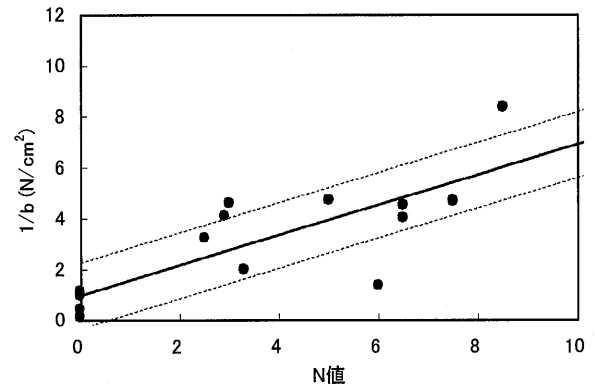
図2 初期接線勾配1/a-N値関係



(a) 砂質土



(b) 粘性土



(c) 腐植土

図3 漸近値1/b-N値関係

ったが、ある程度のばらつきが見られる。しかし、正の相関が認められ、埋込み杭の $f \sim S$ 関係を評価する場合の参考となろう。表2に、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。

【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木内健二、白神雄亮、竹中健祐の諸氏に謝意を表す。

【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から沈下量関係推定法の提案, 第44

表2 双曲線定数の回帰直線式

定数	土質	回帰直線	σ	r
1/a (N/cm ³)	砂質土	0.82N+14.77	16.92	0.315
	粘性土	1.70N+9.79	11.78	0.431
	腐植土	2.19N+1.48	4.17	0.840
1/b (N/cm ²)	砂質土	0.89N+6.06	8.63	0.579
	粘性土	0.43N+5.19	3.23	0.401
	腐植土	0.59N+0.97	1.30	0.803

回地盤工学シンポジウム論文集, pp. 127~132, 1999. 11

* 関西大学 助教授・工博

** ㈱ジオトップ・工博

*** ㈱ジオトップ

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

GEOTOP Corporation, Dr.Eng.

GEOTOP Corporation