

埋込み節杭の先端抵抗—先端沈下量関係曲線について

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

埋込み杭 節杭 載荷試験
先端抵抗 先端沈下量 N 値

1. 序

杭が鉛直荷重を受けたときの沈下量を推定する手法として、埋込み節杭の載荷試験データを統計的に検討して解析した結果を文献¹⁾において報告した。同手法は、杭の先端抵抗 q_p —先端沈下量 S_p 関係および周面摩擦抵抗 f_i —沈下量 S_i 関係を N 値より推定し、荷重伝達法により杭頭の荷重 P_0 —沈下量 S_0 関係を計算するものである。また文献²⁾では、その研究の一環として埋込み節杭の先端掘削面積を採用して求めた q_p と S_p との関係の近似曲線について N 値との相関性を検討した。今回は、近年の比較的掘削径の大きい杭の載荷試験データも含めて、改めて q_p — S_p 曲線の検討を行ったので以下に報告する。

2. 載荷試験データ

対象とした載荷試験データは、文献²⁾で報告した 4 工法の 110 件に新たに 2 工法の 26 件を追加した計 136 件である。6 工法はいずれも節杭を用いた埋込み工法であって、拡大掘削を伴うものも含まれるが、先端支持力機構は同一と考えてよい。先端地盤の土質別の件数を表 1 に示す。()内の値は、追加した 2 工法の件数(内数)である。追加したデータには、杭径(掘削径)、杭長、先端平均 N 値の大きいものが多い。杭長は 4~68.5m となっている。

3. 双曲線近似

各載荷試験データから先端支持力度 q_p —先端沈下量 S_p 関係を求めた。 q_p は最下段節部下面位置の軸力を杭先端位置の掘削断面積で除した値であり、 S_p は先端沈下計による測定値である。 q_p — S_p 関係を近似する関数として、次の式で表される Kondner 型双曲線を採用した。

$$q_p = \frac{S_p}{a + bS_p} \quad (1)$$

ここに a、b は係数であり、図 1 のごとく $1/a$ は初期接線勾配を、 $1/b$ は漸近値を表している。載荷試験で得られた q_p — S_p 関係を最小自乗法により(1)式で近似した。なお、近似に当っては、文献²⁾で報告した 4 工法のデータについても改めて実測値の採否の見直しを行っている。

4. 双曲線定数と N 値との相関

図 2 および図 3 は、前節で示した双曲線定数($1/a$ および $1/b$)と先端平均 N 値との関係を土質別に示したものである。

表 1 載荷試験データ数

節部径—軸部径 (mm)	掘削径 (mm)	先端地盤の土質			計
		砂質土	粘性土	腐植土	
φ 440-300	500~620	23	11 (3)	4	38 (3)
φ 500-400	550~680	27 (2)	10 (3)	3	40 (5)
φ 550-400	1020	0	1 (1)	0	1 (1)
φ 600-450	630~1170	15 (6)	6	0	21 (6)
φ 650-500	680~1050	21 (2)	5	0	26 (2)
φ 800-600	1050~1700	4 (3)	2 (2)	0	6 (5)
φ 1000-800	1300~1470	0	2 (2)	0	2 (2)
φ 1200-1000	1500~2500	1 (1)	1 (1)	0	2 (2)
合計		91 (14)	38 (12)	7	136 (26)

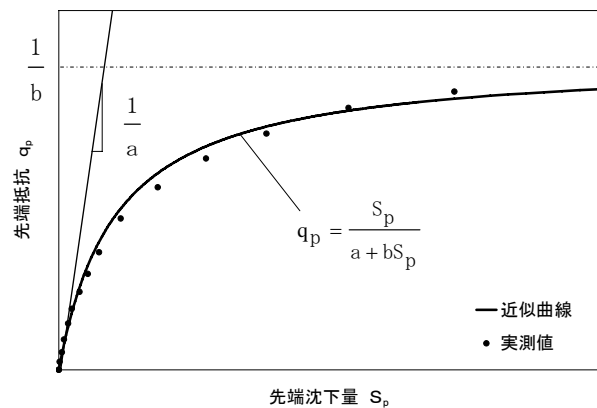


図 1 近似曲線

これらの図では工法別に記号を変えているが、追加した 2 工法は黒塗りの記号にしてある。先端 N 値の平均範囲は、杭先端位置(掘削底面と同じ)を基準として、それより上方に 4D(D:掘削径)~下方に 4D の範囲で 7 種類の区間について検討を行った。その結果として、比較的相関性の高かった上方 0D~下方 3D 間の平均 N 値を図 2 および図 3 で採用している。図中の実線は文献²⁾での 4 工法による回帰直線であり、点線は土標準偏差を示している。表 2 にその回帰直線式、標準偏差 σ および相関係数 R の値を示した。なお、砂質土および粘性土の図中の破線は、全 6 工法のデータによる回帰直線である。図 2、図 3 および表 2 より次のことが言える。

- ① 既往の 4 工法についてみると、双曲線定数と N 値との相関性が、かなり高い。
- ② 追加したデータは、先端 N 値が比較的大きい範囲でばらつきが大きい。しかし、回帰直線は 4 工法のもので大局的には大きな差はないと言えよう。

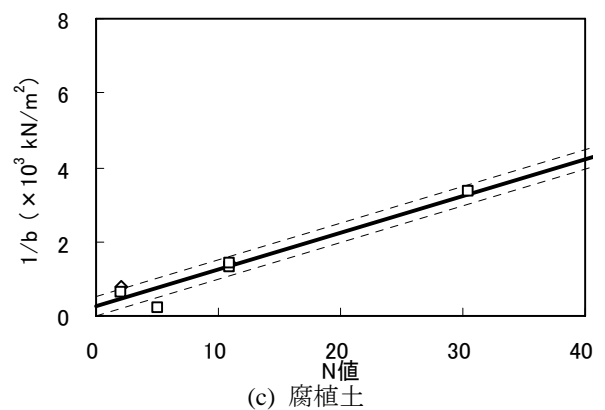
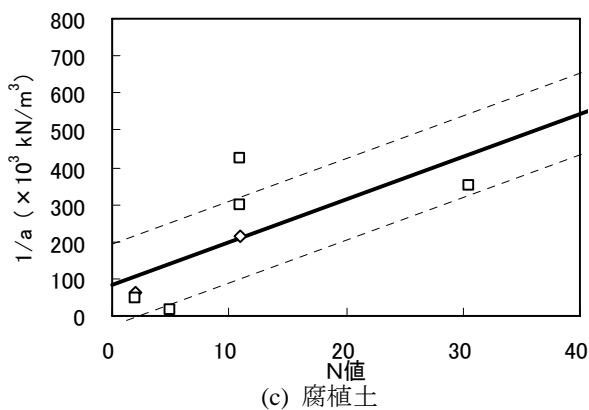
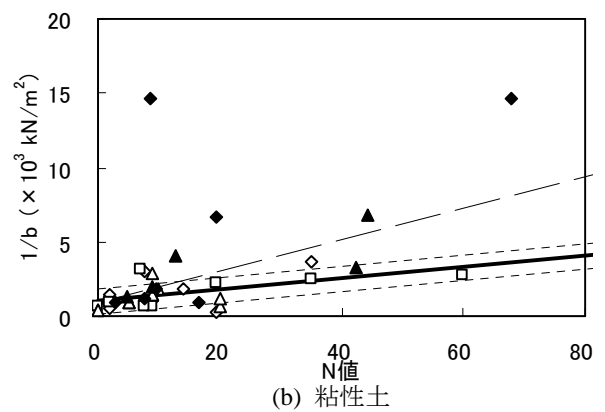
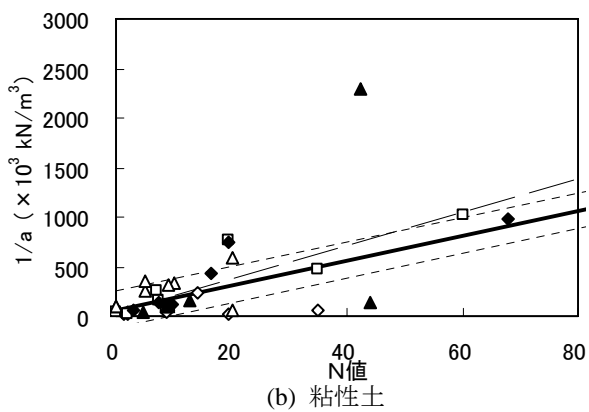
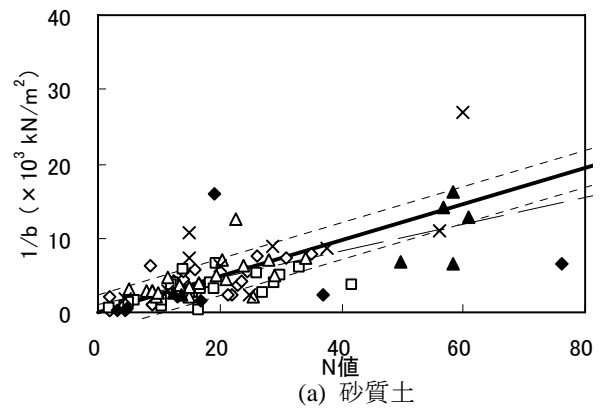
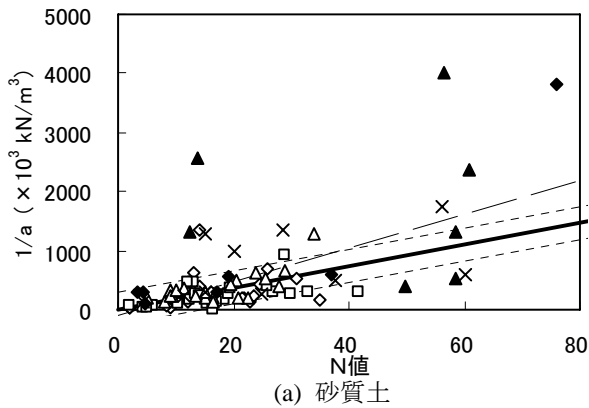


図2 初期接線勾配 1/a-N 値関係

図3 漸近値 1/b-N 値関係

表2 双曲線定数の回帰直線式

定数	土質	回帰直線	標準偏差 (σ)	相関係数 (R)
1/a (kN/m ³)	砂質土	13700+18200N	274000	0.531
	粘性土	67500+12400N	181000	0.677
	腐植土	83100+11500N	108000	0.694
1/b (kN/m ²)	砂質土	-49.4+243N	2510	0.707
	粘性土	1000+38.0N	824	0.525
	腐植土	272+99.6N	251	0.963

【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論文集, pp. 127～132, 1999. 11
- 2) 山本敦, 伊藤淳志, 小椋仁志, 田中佑二郎: 埋込み節杭の先端抵抗～先端沈下量近似曲線に関する検討, 日本建築学会大会, B-1, pp. 505～506, 2006. 9

③以上より、埋込み杭の先端抵抗－先端沈下量関係は表2の回帰直線式より推定が可能であると判断できる。

*関西大学大学院
 **関西大学 准教授・工博
 ***ジャパンパイル(株)・工博
 ****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