

杭の水平支持力設計法における地盤反力係数の逆解析

岐阜大学 工学部

酒向 一也

岐阜大学 工学部 正員

本城 勇介

岐阜大学 工学部 学生員

伊庭 英樹

1. 研究目的

最近、性能設計の導入や限界状態設計法の普及により、杭基礎の設計において変形や破壊の予測精度への要求が益々高まってきた。本研究では、実験室内で行われた精度の高い杭の載荷試験結果を逆解析することにより、地盤反力係数を推定し、またその信頼性を評価し、設計のための資料とすることを目的としている。この論文では、その逆解析の問題点を明らかにすることを目的とする。データとして、運輸省港湾技術研究所の杭の横方向からの載荷試験結果等を用いる。(菊池ほか, 1992)

2. 研究方法

2.1 手順

- 1) 弾性支承上の梁モデルを有限要素法によるプログラム化する。地盤反力係数としては、線形、バイリニア、港研方式等で解析をする。
- 2) 計測されている杭頭水平変位、曲げモーメント分布を計測値と比較し、その差の二乗を逆解析の目的関数とする。その上で、推定しようとするパラメータより構成される平面上に目的関数のコンター図を書き、解析の性質について考察する。その焦点は、問題の不適切性である。
- 3) 逆解析の問題を知った上で、解を安定的に求める適切化の方法について検討する。即ち、特異値分解法、北川の方法、ベイズ法、拡張ベイズ法等で、問題の適切化をはかる。
- 4) 各地盤反力モデルの計算値と計測値の残差について考察し、各々の残差の意味を考える。

以上の研究は、より大規模な多量のデータを用いた地盤反力係数推定のための逆解析の予備解析として行うものである。

2.2 杭の水平載荷実験

本研究で用いたデータは、菊池らにより行われた土槽内での模型杭への水平載荷試験の結果であ

る。実験条件要約を表-1,2 に示す。

菊池らは、実験結果に基づき、港研方式による地盤反力係数を推定している。この推定値に従って計算を行い、これを計測値とモーメント分布について比較したのが図-1(a),(b)である。全体的に、形状には類似性が見られるものの、最大モーメント、中立点の位置等に差が見られる。

2.3 問題の不適切性に関する考察

港研方式による地盤反力係数は、

$$k_H = \frac{1}{2} k_0 \cdot x \cdot y^{-\frac{1}{2}} \quad (1)$$

として与える。ここに k_0 は定数、 x は深度(cm)、

y は杭の水平変位(cm)である。ここではこれを、

$$k_H = \alpha \cdot k_0 \cdot x \cdot y^{\alpha-1} \quad (2)$$

とおいておく。従ってこのモデルは k_0 と α の2つのパラメータを持つ。

(2)式を用いて、次の目的関数の k_0 、 α 平面におけるコンター図を書いた。

$$J(k_0, \alpha) = (\underline{y}^* - \underline{y}(k_0, \alpha))^T (\underline{y}^* - \underline{y}(k_0, \alpha)) \quad (3)$$

ここに、 $\underline{y}^*$ と $\underline{y}(k_0, \alpha)$ は各々全ての計測点の全荷重ステップにおける杭頭変位と曲げモーメントの計測値と計算値のベクトルである。

図-2 に(3)式の $J(k_0, \alpha)$ の k_0 - α 平面におけるコンター図を示した。菊池らは $k_0=0.200$ 、 $\alpha=0.5$ を実

験値より推定値としている。しかし、 $J(k_0, \alpha)$ は

k_0 - α 平面で細長い谷を形成し、 k_0 と α の間のト

レードオフ関係、即ち不適切性を示している。

3. 結び

不適切性の解決方法、その他の考察については講演時に譲る。

参考文献

菊池喜昭、高橋邦夫、鈴木操 (1992):「繰返し水平荷重下で大変形する砂地盤中の杭の挙動」港湾技術研究所報告 第31巻 第4号

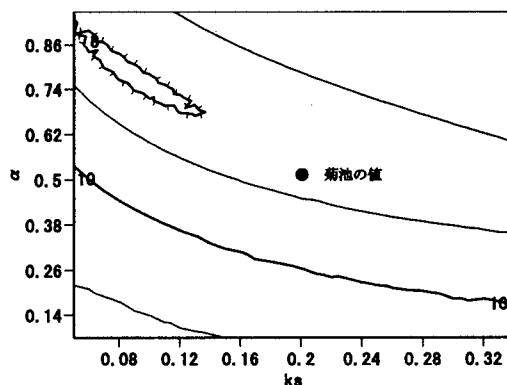
表-1 菊池の実験条件

論文実験番号	case2
杭全長 (cm)	250
有効幅 (cm)	20
根入れ長 (cm)	210
載荷高さ (cm)	25
杭の曲げ剛性 ($\text{kgf}\cdot\text{cm}^2$)	3000000

表2 ステップ毎のデータ

	荷重(kgf)	杭頭変位(mm)
step(1)	0.4	0
step(2)	38.1	19.61
step(3)	72.7	43.73
step(4)	108.4	71.05
step(5)	143.2	99.46
step(6)	179.4	130.04
step(7)	215.1	158.88
step(8)	250.4	188.6
step(9)	290.3	219.69
step(10)	327.5	248.54
step(11)	363.7	274.09
step(12)	404.4	302.31
step(13)	427.1	318.68

対数表示



対数表示

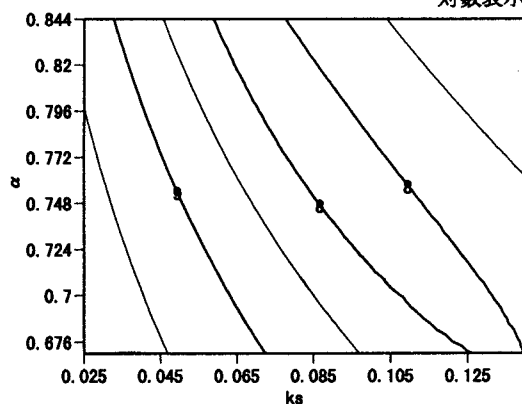


図-3 コンター図

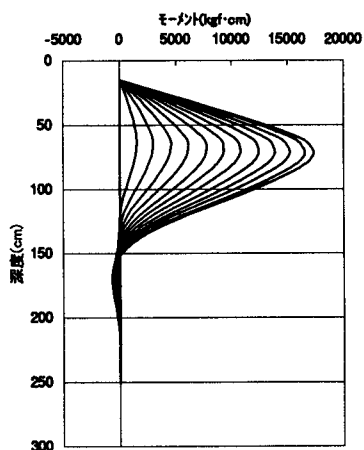


図-1(a) 菊池モーメント図

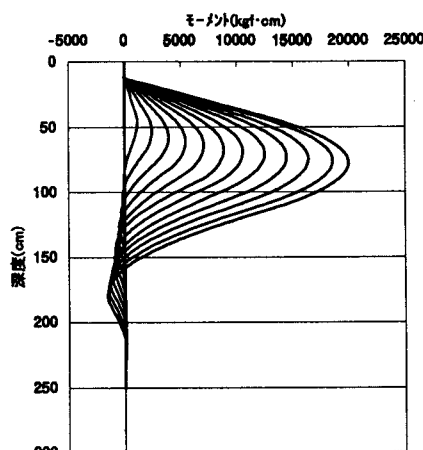


図-1(b) 計算モーメント図