

埋め込み杭の周面摩擦発現に関する統計解析

岐阜大学工学部 ○学生員 山本純弘
岐阜大学工学部 正会員 本城勇介
岐阜大学工学部 正会員 小尻利治

1. 研究目的

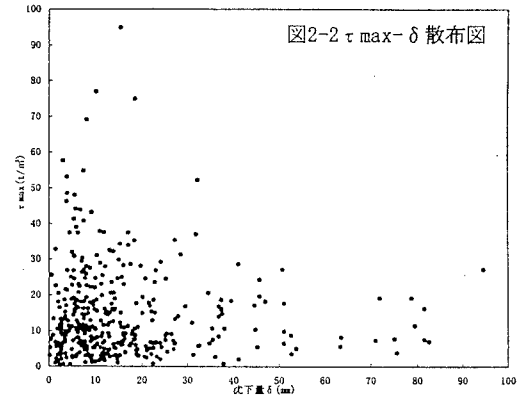
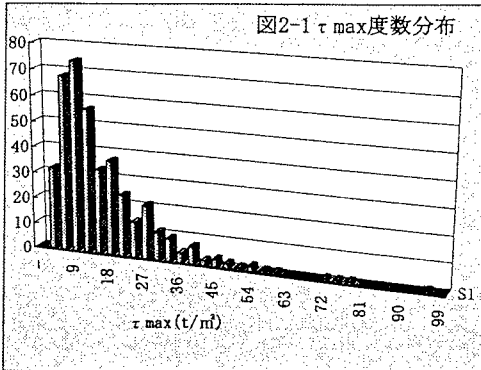
杭頭に作用する鉛直荷重は、杭先端支持力と杭周面摩擦力によって周囲の地盤に伝達するが、設計上考えられる程度の荷重が働く場合には、かなりの部分が杭周面から地盤に伝達し、杭先端にはあまり荷重が伝達しないことが分かってきた。そのため、摩擦杭の見直しが高まっているが、これは、杭先端が支持地盤に達していないため杭の沈下量に対する検討が必要である。このような摩擦杭の沈下予測に必要なものは、杭周面摩擦と沈下量の関係である。

そこで本研究では、日本建築センターで評定を受けるために行われた172件の埋め込み杭の載荷試験の結果データを統計的に解析することにより、埋め込み杭の周面摩擦特性を明らかにする。この結果は、杭に支持される構造物の変形解析の精度向上役立つことが期待される。

2. 研究手順

本研究では、与えられたデータを、次のような手順で解析する。

(1) データより読みとられる杭周面摩擦力 τ と沈下量 δ の関係、 $\tau \sim \delta$ 曲線は、その個々において形状が大きく異なり、測定範囲もまちまちである。そこで、埋め込み杭の特性をよく表すと思われる、最大周面摩擦力 τ_{max} と剛性 $E = \tau_{max} / \delta$ に着目し、考察をおこなう。また τ_{max} や E は、回帰分析の目的変数としても用いる。



(2) パターン分類されたそれぞれのタイプについて、これに影響を及ぼすと考えられる、いろいろな要因との関係を調べ、重回帰分析によって、 τ_{max} や剛性 E に対しどのような説明変数が効いてくるのかを、各パターンごとに分析する。その際、取り上げる全説明変数を、表2-3に示す。

①	杭の諸元	杭長(L)、杭径(D)
②	地盤	砂質土(N値)、粘性土(q_u)、互 属(N値、 q_u)
③	杭周固定液	有り、無し
④	測定条件	位置(軸部、根固め部)、測定深度、 測定長
⑤	杭種	PC、SC、S；ストレート杭、ST 杭
⑥	試験方法	急速多サイクル、多サイクル、緩速多 サイクル、時間制御方式
⑦	摩擦低減処理	有り、無し

表2-3

(3) (1)や(2)で得られた結果を総合的に考察し、このデータベースから得られた埋め込み杭の周面摩擦力発現に関する知見をまとめる。

3. パターン分類

(1) 最大周面摩擦係数 τ_{max} に関して、

① $\tau \sim \delta$ 曲線にピークのあるもの $\rightarrow \tau_{max}$ I タイプ
ピークのないものは測定最終値を取る。
 $\rightarrow \tau_{max}$ I' タイプ

② $\delta \leq D/20$ の範囲における $\tau \sim \delta$ 曲線

τ_{max} が $\delta < D/20$ にある時 $\rightarrow \tau_{max}$ II タイプ

τ_{max} が $\delta = D/20$ にある時 $\rightarrow \tau_{max}$ II' タイプ

③ $\delta \leq D/10$ の範囲における $\tau \sim \delta$ 曲線

τ_{max} が $\delta < D/10$ にある時 $\rightarrow \tau_{max}$ III タイプ

τ_{max} が $\delta = D/10$ にある時 $\rightarrow \tau_{max}$ III' タイプ

(2) 剛性 $E = \frac{\tau_{max}}{\delta}$ に関して、

① τ にピークのあるものを、 $E \sim I$ タイプ
 τ にピークのないものを、 $E \sim I'$ タイプ

② $\delta \leq D/20$ の範囲における $\tau \sim \delta$ 曲線

τ_{max} が $\delta < D/20$ にある時 $\rightarrow E \sim II$ タイプ

τ_{max} が $\delta = D/20$ にある時 $\rightarrow E \sim II'$ タイプ

③ $\delta \leq D/10$ の範囲における $\tau \sim \delta$ 曲線

τ_{max} が $\delta < D/10$ にある時 $\rightarrow E \sim III$ タイプ

τ_{max} が $\delta = D/10$ にある時 $\rightarrow E \sim III'$ タイプ

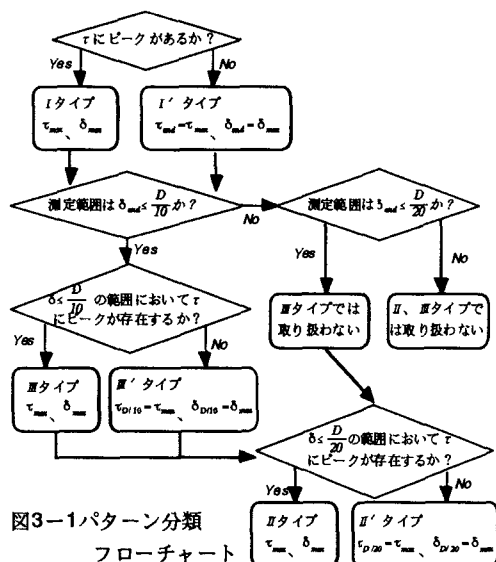


図3-1パターン分類

フローチャート

4. 重回帰分析

観測値と推定されるパラメータとの関係を表す回帰式は次式で表される。

$$Y = X\theta + \varepsilon$$

Y ; 観測ベクトル

X ; 観測行列 (各支持力要因)

θ ; 推定されるパラメータ

ε ; 誤差ベクトル

回帰式の定式化の仮定において、相関係数、 t -統計量の分析に加えて、残差分析により主だったモデルの違背を検出する作業を行う。また、分散不均一性や、条件の違いによるデータ量の格差などの問題も、変数変換や加重最小二乗法等により処理をする。

5. モデルの選択

考えうるいくつかのモデルの良さを評価・比較する基準として、 AIC (赤池情報量基準) を使用し、情報量に応じたモデルの選択を行う。

$$AIC = -2(\text{最大対数尤度}) + 2(\text{パラメータ数})$$

また、従来のモデル選択法である F -検定と、 AIC との比較も行う。

6. おわりに

研究結果は、講演時にゆずる。

謝辞

本研究で用いた貴重なデータベースを快く提供していただいた、日本工業大学の桑原文夫先生に深謝の意を表します。

参考文献

- (1) 桑原文夫：埋め込み杭の周面摩擦発現過程に関する研究、日本工業大学
- (2) S.Chatterjee and B.Price：回帰分析の実際、新曜社 (1980)
- (3) 本城勇介：講座、地盤工学における逆解析、土と基礎、Vol.43, No.12, pp.51-56, (1995)