

鉛直方向杭頭ばね定数に関する土研資料算定式の精度
(プレボーリング節杭工法の载荷試験データ)

ばね定数 プレボーリング工法 载荷試験

千葉工業大学 ○ 学生会員 小林 淳
同 上條 雅大
同 国際会員 鈴木 誠
ジャパンパイル 国際会員 小椋 仁志

1. はじめに

杭の鉛直変位量を簡便に評価する杭頭ばね定数については、土木構造物を対象として道路橋示方書¹⁾に記載されている。しかし、この算定法は地盤特性を考慮できないため、土木研究所資料（以下、土研資料）に新しい算定方法が提案されている²⁾。筆者らは、プレボーリング工法で施工された PHC 節杭の多数の载荷試験データを用いて、杭頭ばね定数のいろいろな算定式の精度を検証している。本報は、土研資料の算定式を対象として、それによる算定値と载荷試験データによる実測値を比較した結果から、その算定式の精度を検証したものである。

2. 土研資料提案式による算定値と载荷試験による実測値

土研資料で提案されている算定式を以下に示す。

$$K_{vd} = \frac{1}{\frac{L}{2EA}(1 + \gamma_y) + \frac{4\gamma_y}{\pi D_p^2 k_v}}$$

ここに、 L ：杭長(m)、 E ：杭体の弾性係数(kN/m²)、 A ：杭体の断面積(m²)、 D_p ：根固め部の径(m)、 γ_y ：杭頭降伏時の先端伝達率の推定値、 k_v ：杭先端の地盤反力係数(kN/m³)である。検証に用いる载荷試験データは、前報³⁾で示した節杭を用いたプレボーリング(拡大)根固め工法の载荷試験(特性調査試験 51 件、確認試験 59 件)である。これらの载荷試験杭の緒元と地盤データを上式に代入して得られた値を K_{vd} の算定値とする。一方、実測値はこの算定式が降伏荷重時のばね定数を対象としていることから極限支持力 P_{uo} の 2/3 を降伏支持力 P_{yo} とし、载荷試験データから得られたその時の沈下量 S_{yo} との比 P_{yo}/S_{yo} とする。 P_{uo} は、本来は道路橋示方書の支持力算定式によるべきであるが、節杭を用いたプレボーリング(拡大)根固め工法杭は掲載されていないため、便宜上、前報³⁾で用いた認定支持力式によることにする。

3. 算定値と実測値の比較

以上の手順で求めた実測値と算定値によって、 K_{vd} の算定式の精度を検証する。図 1 に全データの実測値と算定値の関係を示す。相関係数は 0.279 と、相関性は低い。また、各データの(実測値/算定値)の相加平均は 0.858、相乗平均は 0.689、(実測値の平均/算定値平均)は 0.601 と、平均でみても算定値は実測値よりも数%小さい値となる事が分かる。

図 2 は、(実測値/算定値)を常用対数とした \log_{10} (実測値/算定値) のヒストグラムである。この図から \log_{10} (実測値/算定値) はほぼ正規分布とみなせる事が分かる。 \log_{10} (実測値/算定値) の平均値は -0.162、標準偏差は 0.349 であることから、算定値が 50% の確率で入るのは実測値の 0.40~1.11 倍の範囲、80% の確率では 0.25~1.77 倍の範囲となり、実用的にも満足できる精度とはいえない。

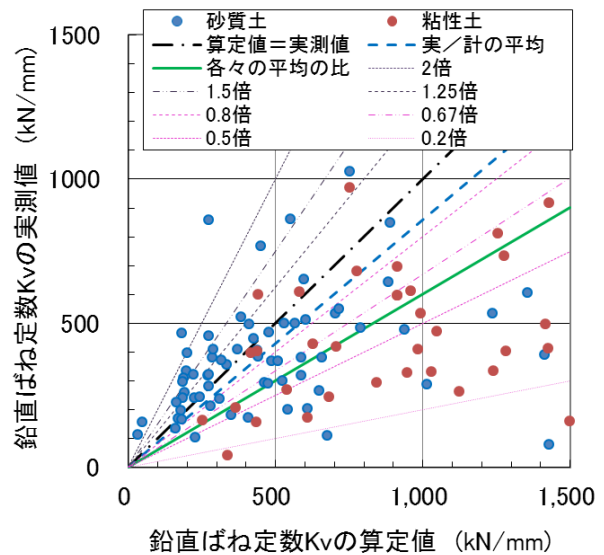


図 1 全てのデータによる実測値と算定値の関係

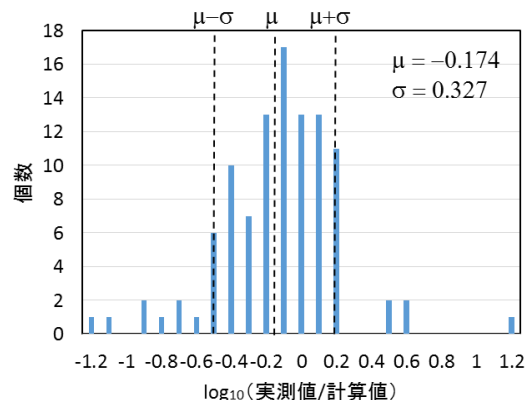


図 2 \log_{10} (実測値/算定値)のヒストグラム (全データ)

Accuracy of "PWRI" estimating formula for vertical stiffness of pile head(Load test results of root solidified prebored nodular piling method)

KOBAYASH Jun, KAMIJO Masahiro, SUZUKI Makoto,
(Chiba Institute of Technology)
and OGRA Hitoshi (Japan Pile Corporation)

次に、杭の先端地盤を砂質土と粘性土に分けて考える。砂質土のデータによる算定値と実測値の関係と $\log_{10}(\text{実測値}/\text{算定値})$ のヒストグラムを図3と図4に示す。相関係数は0.334と高くはないが相関性は認められる。各データの(実測値/算定値)の相加平均は1.058、相乗平均は0.870、(実測値の平均/算定値平均)は0.800と、全データよりは平均で見ると算定値は実測値に近似した値を与えることが分かる。

ヒストグラムから $\log_{10}(\text{実測値}/\text{算定値})$ はほぼ正規分布とみなせることが分かり、 $\log_{10}(\text{実測値}/\text{算定値})$ の平均値は-0.043、標準偏差は0.327となる。これから、算定値が50%の確率で入るのは実測値の0.55~1.38倍の範囲、80%の確率では0.36~2.09倍の範囲になる。ともに範囲は広く、実用的にも満足できる精度とはいえない。

粘土地盤での算定値と実測値の関係を図5に示す。相関係数は0.148と小さく相関性は認められない。各データの(実測値/算定値)の相加平均は0.518、相乗平均は0.430、(実測値の平均/算定値平均)は0.442と、平均で見ると算定値は実測値の半分程度の値になる。

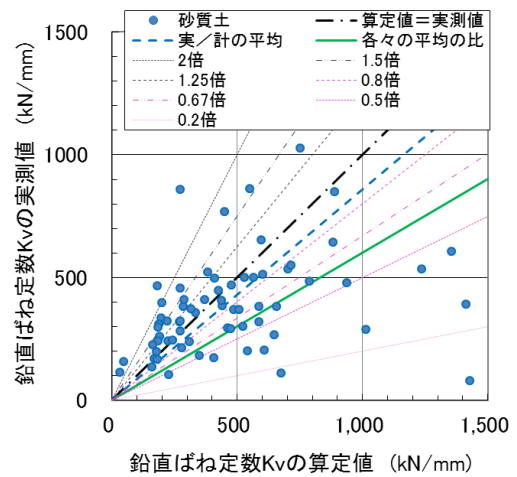


図3 実測値と算定値の関係(砂質土)

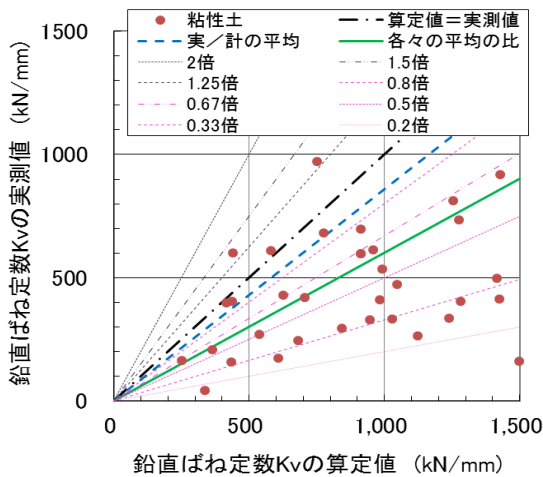


図5 実測値と算定値の関係(粘性土)

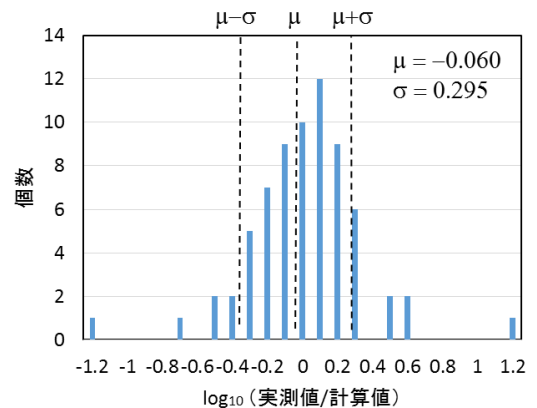


図4 $\log_{10}(\text{実測値}/\text{算定値})$ のヒストグラム(砂質土)

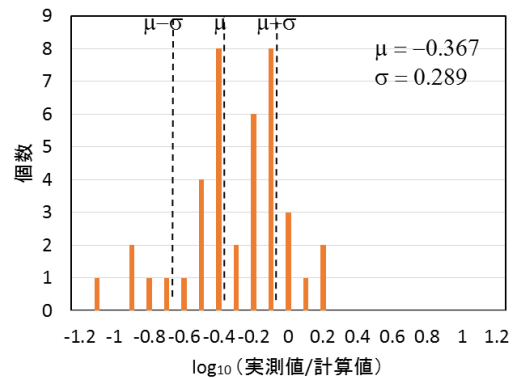


図6 $\log_{10}(\text{実測値}/\text{算定値})$ のヒストグラム(粘性土)

図6のヒストグラムから $\log_{10}(\text{実測値}/\text{算定値})$ はほぼ正規分布とみなせることが分かり、 $\log_{10}(\text{実測値}/\text{算定値})$ の平均値は-0.367、標準偏差は0.289となる。これから、算定値が50%の確率で入るのは実測値の0.27~0.63倍の範囲、80%の確率では0.28~1.01倍の範囲になる。ともに範囲は広く、実用的にも満足できる精度とはいえない。

4. おわりに

本報では、土研資料で提案されている杭頭ばね定数の算定式を、プレボーリング(拡大)根固め工法に適用し、精度を検証した。その結果、先端地盤が砂質土ではある程度信頼できるものの、精度は良くないことがわかった。これは、検証に用いた載荷試験データが土木分野では使われていない施工法や杭によるものであり、土研資料の算定式が対象とされていないものであることを考えると、やむを得ないものと判断される。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・IV下部構造編，2012.3.
- 2) 土木研究所：杭の軸方向の変形特性に関する研究，土木研究所資料第4139号，2009.3.
- 3) 小椋仁志・小林 淳・上條雅大・鈴木 誠：鉛直方向杭頭ばね定数に関する JSCA 算定式の精度 (プレボーリング節杭工法の載荷試験データ)，第50回地盤工学研究発表会，2015.9.