

地盤補強材を有する模型杭の水平支持力特性 (その2)

九州共立大学 学生 ○小路 裕之
(株)白石 正会員 阿満 義弘

日本道路公団 正会員 井ヶ瀬 良則
九州共立大学 正会員 前田 良刀

1.はじめに

本文は、地盤補強材を有する模型杭の水平支持力特性に関して、主として、数値解析的な検討を行った結果を述べる。一般に、杭の水平支持力は地表面付近の地盤の受動抵抗のみが考慮されているが、本文ではこの地盤抵抗の他に地中に設置された地盤補強材の効果を考慮して数値計算を行ったので、その結果を報告する。

2.計算方法と計算モデル

図・1 は計算の対象とする模型杭の状況と計算上の力学モデルを示したものである。模型杭は室内での載荷試験¹⁾を行ったもので、真鍮製で、幅 $B = 50\text{mm}$ 、厚さ $t = 15\text{mm}$ 、長さ $L_0 = 700\text{mm}$ (ただし、根入れ長 $D_f = 650\text{mm}$) である。また、杭体の応力測定のコード類を納めるために側面に切欠きを設けている。

地盤補強材は、ガラス繊維からなる産業用ベルトを幅 15mm 、厚さ 0.6mm で一定とし、長さ、および段数を変化させて、地盤中に設置している。

計算モデルは、図・2 に示すように地盤をバネと仮定した弾性支点上の梁モデルである。弾性地盤の地盤反力係数は後述のように計算の結果、無補強の場合に試験値と解析値とが一致する $K_{11} = 4900 \text{ kN/m}^3$ としている。なお、地盤の反力特性は、弾性および塑性挙動を反映したバイリニヤ型とすることや地中部の深さ方向にバネ値を変化させることも可能であるが、今回の載荷試験結果では杭頭での荷重・変位の関係は弾性挙動とみなしてよいので、上述の簡便な仮定としている。

一方、地盤補強材の抵抗力はその軸方向剛性の関係から引張り側の時のみ有効としている。図・2 を参考にして、地盤補強材の抵抗 T_i は次式で求められる。

$$T_i = 2 \times L_b \times W_b \times (\sigma_{v0} + \gamma_d \times Z_i) \tan \delta \cdots (1)$$

ここで、 L_b : 補強材の長さ、 W_b : 補強材の幅、 σ_{v0} : 上載荷重 (今回は $\sigma_{v0} = 3.8 \text{ kN/m}^2$)、 γ_d : 地盤

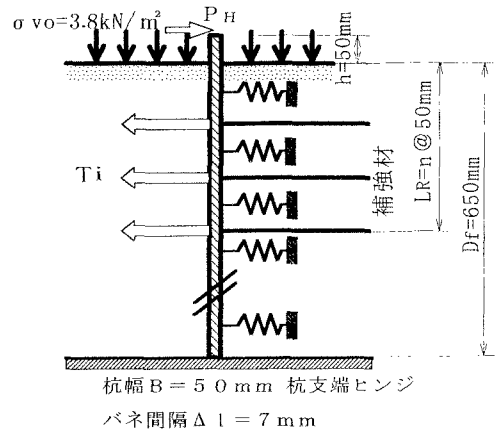


図-1 計算モデル

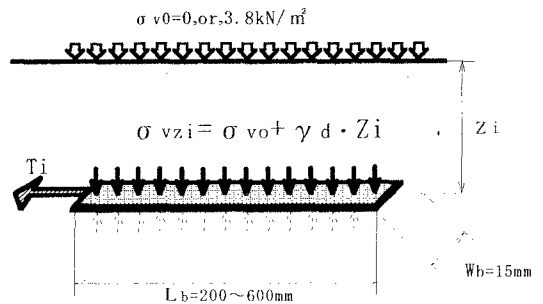


図-2 地盤補強材の引張り抵抗

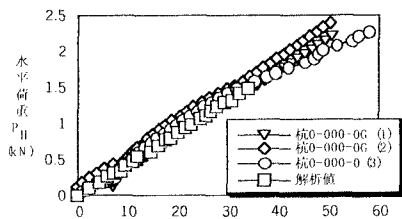


図-3 荷重 H ・変位 δ_H の関係の比較 (無補強杭)

の乾燥単位体積重量 (今回は、 $\gamma_d = 16.0 \text{ kN/m}^3$)、 δ : 補強材と地盤の摩擦角である。なお、摩擦角 δ は別途行った一面せん断試験²⁾ から得られた、 $\delta =$

29°を用いている。また、この引抜き抵抗は微少な変位でピーク強度に達することから、変位に関係なく初期値から一定の抵抗力を有すると仮定している。

また、杭の変形に伴い補強材との相互関係により、地盤の拘束圧が増加し補強材抵抗が増加することも予想されるが、今回の計算モデルではその相互作用は考慮できない。

3. 計算結果とその考察

3.1 荷重・変位関係

図・3は地盤補強材無し、上載荷重無しの場合の荷重・変位の関係である。載荷試験計3ケースと計算結果の比較である。試験結果と計算値はよく一致している。また、図・4は抗体曲げモーメントの比較であり、ひずみゲージから逆算された試験結果と計算値はほぼ良い対応を示している。

3.2 地盤補強材の効果

図・5、図・6は杭の水平支持力に対する地盤補強材の計算結果を示したものである。本研究のような小型模型実験では地盤自重の効果が反映されにくいことから、杭のみの水平抵抗と地盤補強材の抵抗力の比率は実際の現場と異なると考えられるため、地表面での上載荷重を強制的に加えるケースも実施している。図・5は上載荷重無し、図・6は上載荷重有りの場合である。縦軸は補強材の効果を表すもので杭頭での着目変位量 $\delta_{11}=30\text{mm}$ での、無補強材の支持力に対する補強杭の支持力比である。図・5から、その補強効果0.5～5%程度が得られ、また図・6からは3～11%程度の効果が得られることがわかる。補強効果は、補強材の長さおよび段数に比例するが、段数は6段（深さ30cm）まで頭打ちの傾向がある。一方、文献¹⁾では、載荷試験結果に対する同様の比較を行っているが、本文での計算結果よりも大きな補強効果が得られている。すなわち、本計算結果は、多少低めの地盤補強効果を与える結果となっている。

4. まとめ

本文では、杭の水平支持力に与える地盤補強材の効果を考慮した計算モデルを用いて、数値計算を行った。無補強の場合、計算値試験値は良く一致したが、地盤補強材の効果では計算値は多少低めの値を与えた。

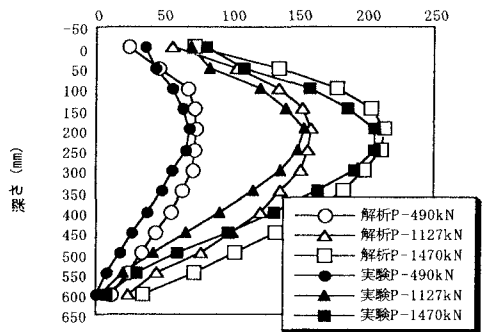


図-4 抗体曲げモーメントの比較（無補強の場合）

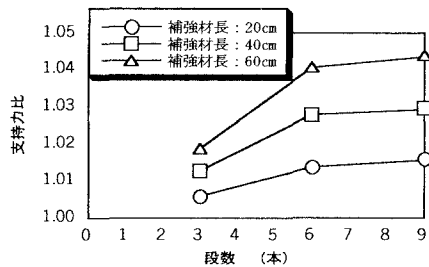


図-5 補強材長さの違いによる支持力効果の変化

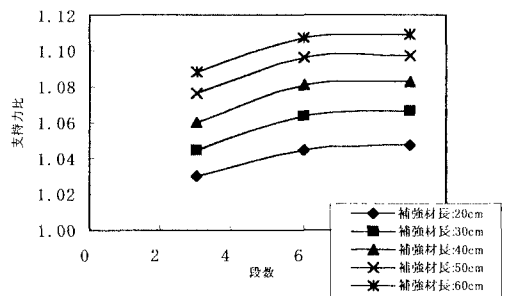


図-6 地盤補強材の効果
($\sigma_{v0}=3.8\text{kN/m}^2$)

参考文献

- 1) 大和、三浦、児玉、前田：地盤補強材を有する模型杭水平支持力特性（その1）土木学会西部支部、H12.3
- 2) 中村、小路、森、前田：岡垣砂のせん断摩擦強度特性 土木学会西部支部、H12.3