

地盤補強材を有する模型杭の水平支持力特性（その1）

九州共立大学 工学部 学生 ○大和章一
九州共立大学 工学部 学生 三浦博史

九州共立大学 工学部 学生 児玉明裕
九州共立大学 工学部 正会員 前田良刀

1. はじめに

杭のような深い柔な基礎では、鉛直支持力に比較し、その支持力は小さい。一方、近年の大地震の経験から設計上考慮する水平荷重が従来の2～3倍程度の規模となり、杭基礎の諸元（本数、杭径）などが水平力で決定される事例が増加している。このため、杭の水平支持力評価の重要性が認識されてきている。

本文は、杭基礎の水平支持力向上のために地盤中に設置された地盤補強材と杭を組合せた基礎の水平支持力特性に関するものである。本文では主として、砂地盤中の模型杭の支持力試験結果を述べる。

2. 試験概要

2. 1 試験装置と試験地盤の作成

実験用の地盤は、 $B=40\text{cm}$ 、 $L=236\text{cm}$ 、 $H=65\text{cm}$ の土槽に乾燥した岡垣砂を多重フルイ（3重）による空中落下方式により作成した。落下高さは、 $h=105\sim45\text{cm}$ 程度であり、これを1分間で1往復する速度で人力により移動を繰り返した。この方法により一様な地盤を作成する。また模型実験では、地盤地重の効果が生じくいため、地盤表面上に上載圧（ σ_{v0} ）を加え、地盤補強材の効果を原位置の場合に近づけるようにした。上載圧は、主働側、受働側に $B=5\text{cm}$ 、 $L=40\text{cm}$ 、 $H=5\text{cm}$ の鉄製の重り（ $\sigma_{v0}=3.8\text{kN/m}^2$ ）を各10本載荷させることとした。図-1に杭模型と地盤補強材の模式図を示す。

2. 2 試験方法

水平荷重は、図-2に示す荷重載荷装置を用いて載荷した。剛な載荷ロッドを組み込んだテーブルプレートをペロフラムシリンダで横移動させ、杭頭に荷重を載荷するシステムである。なお、この載荷装置は鉛直荷重も同時に載荷できるが今回は水平荷重のみとしている。また杭頭の結合条件がヒンジとなるように載荷ロッドと杭の結合にピンを有する特別な治具をとりつけている。

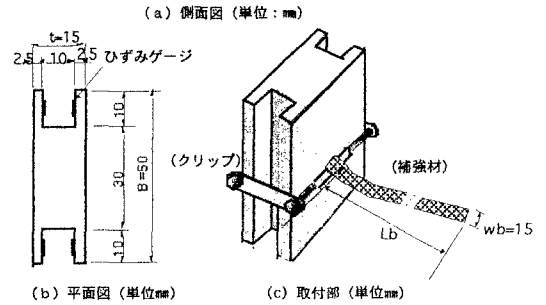
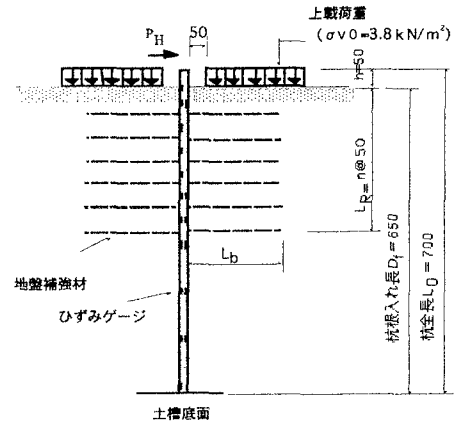


図-1 模型杭と地盤補強材

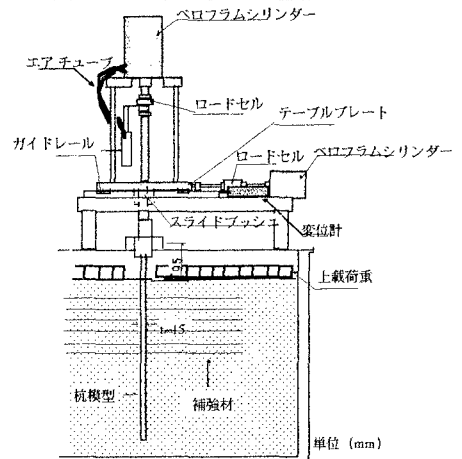


図-2 荷重載荷装置

荷重は各ステップ $\Delta P_H=49\text{N}$ を増加させる単調載荷方法とし、載荷速度は 30 秒間で載荷し、その後 30 秒間荷重を保護し、変位が収まったことを確認した後、次の荷重ステップへ移行することとした。

3. 試験結果と考察

3. 1 地盤改良深さと水平支持力

図-3は、地盤補強材が、 $L_b=600\text{mm}$ の場合の地盤補強材の深さ（段数）の水平支持力の増大に寄与する効果について示したものである。図中には、比較のために無補強の場合も併せて示してある。図-3から解るように地盤補強材により、いずれも水平支持力が増大している。

3. 2 地盤補強材長さと水平支持力

図-4は、地盤改良深さが3段（150mm）の場合の地盤補強材長さ L_b の効果を示したものである。補強材長さが大きくなると水平支持力が増大することがわかる。

3. 3 杭の水平支持力に対する地盤補強材の効果

図-5は上載荷重の無し（ $\sigma_{v0}=0$ ）、有り（ $\sigma_{v0}=3.8\text{ kN/m}^2$ ）の場合について杭の水平支持力に対する地盤補強材の効果を比較検討したものである。対象とするのは杭頭変位 $\delta_H=30\text{mm}$ のときの荷重（水平支持力）であり、縦軸は無補強杭に対するそれぞれの条件下での杭の支持力の比として、横軸に補強材長さ L_b をとり、改良深さ（段数）ごとにその効果を示している。

試験結果はかなりばらついており、試験の精度上の問題があるものの、定性的には次のことがいえる。すなわち、上荷重の効果および地盤補強材の長さ、および段数増加により杭の水平支持力が増大する。また、杭の剛性を大きくした場合（ $B \times W=50 \times 50\text{ mm}$ 、今回は地盤改良深さ3段）には水平支持力特性はさらに改善された。

4. まとめ

本文では主として、模型での載荷試験結果を述べたが、地盤補強材の存在により杭の水平支持力が改善されることが明らかとなった。ただし、上載荷重によりその効果は変化する。また、杭の剛性を増加すると水平支持力もさらに改善される傾向にある。これは地盤の強制変形による地盤補強材との相互関係効果が生じる結果と予想される。

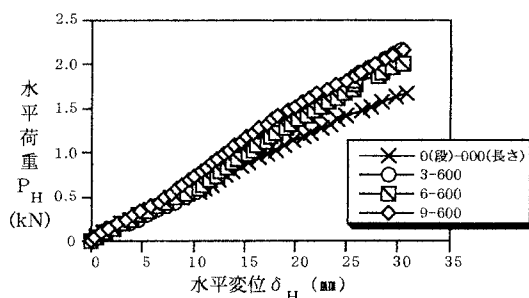


図-3 地盤補強材深さの効果 ($L_b=600$)

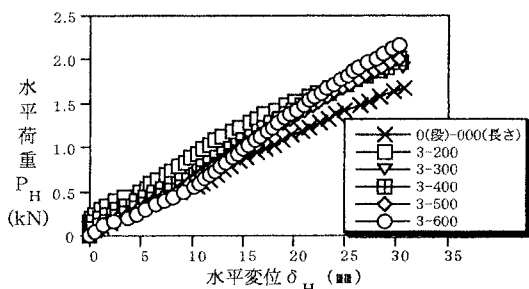


図-4 地盤補強材長さ L_b の効果 (3段 150 mm)

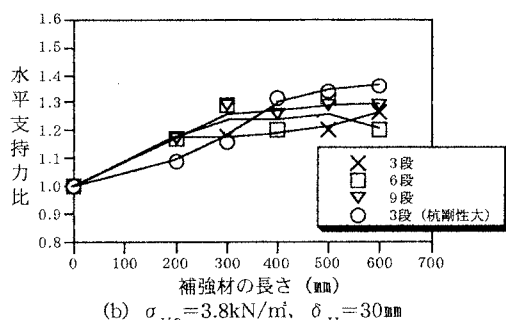
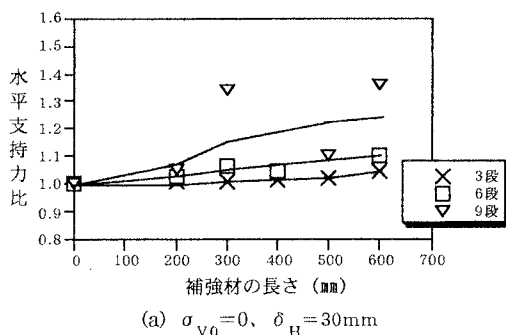


図-5 地盤補強材の支持力に対する効果