

III-24

排水補強杭に関する模型振動実験(その1)

建設省 土木研究所 正会員 古賀 泰之 正会員 谷口 栄一
 東急建設技術研究所 ○正会員 越智 健三 正会員 岡本 正広
 同 上 正会員 遠藤 修 正会員 黒田 栄三

1. はじめに

小杭を挿入した豊浦砂の非排水繰返しねじりせん断試験を実施した結果、動的強度についての顕著な補強効果が確認された。¹⁾しかしながら、得られた補強の程度を表わすパラメータ nEA/A_s ¹⁾から、等価面積分担率法により、実物への変換を行なう場合には、ねじりせん断試験の中空供試体の半径方向に境界があることが非常に問題となり、この結果をそのまま適用するには疑問の余地がある。

一方、地盤の有効拘束圧が、ほぼゼロに等しい状態に至っては、排水機能を持たない補強杭では、杭材周面と地盤との摩擦力が十分発揮されず、地盤のせん断変形によって生ずるはずの材力が生じなくなることが十分考えられる。この場合、地盤の有効拘束圧がほぼゼロになる状態を生じさせない、あるいは、もし生じようとしても、すみやかな過剰間隙水圧の消散(この場合、地盤中の広範囲における消散が望ましいが、補強杭周辺部分のみでもよいであろう。)があれば、その補強効果は、相当増大されてくることが考えられる。このような、排水補強杭の補強効果を定量化する時、最終的には、無処理地盤に対する絶対的な値として評価する必要があるが、各種模型実験においては、排水という点(排水距離)に大きなスケールエフェクトが存在する。したがって、直接的な評価を避け、まずは、排水補強杭の排水杭に対する補強効果が、排水のない場合の補強杭の無処理地盤に対する補強効果に比べて、どの程度増幅されどのような傾向にあるのかというスケールエフェクトが除去された相対的な値での評価を行なうこととした。

以上に述べたことを検討するため、排水があるという点でより現実的な状態と考えられる浅間山砂地盤の模型振動台実験を実施した。

2. 実験方法

図1に示すせん断箱を用いた。地盤の作成は、水中落下振動法で、相対密度は62%から66%である。模型補強杭の長さは、約40cmで、地盤厚さを約42cmとすることにより、底板および地表面から約1cm離れた状態にした。用いた部材は、芯径5mmと7mmの2種類で、周辺部には、1.25~2.5mm径の小砂利をエポキシ系接着材で付着させた。作成手順は、排水のない場合は、底板から約5cm程度砂を水中落下させ、補強杭を所定の間隔・高さで立て込み、その後、残りの所定量の砂を詰め込んだ。グラベルパイルおよび排水補強杭は、外径43mmのエンピ管にあらかじめ、碎石、あるいは、その中心に補強杭を挿入したものを立てておき、砂の投入後、エンピ管を引き上げた。図2には、実験ケースをしめす。間隙水圧計・加速度計・変位計・沈下板の設置位置は、図1中に示してある。加振方法は、台加速度を制御し、2Hz10秒の正弦波形を、約40galから20gal づつ増加させるステージング方式で行なった。

3. 実験結果

図1示した加速度計A2の記録から、 $\Delta u/\sigma'_{v2} = 0.7$ までの平均をとり、せん断応力比を次式で算定した。

$$\tau/\sigma'_{v2} = (\bar{\alpha}/g) \cdot (\sigma'_{v2}/\sigma'_{v2}) \cdot (1 - 0.015Z) \quad \text{----- (1)}$$

ここで、 $\bar{\alpha}$:平均片振幅加速度gal, g :重力加速度980gal, σ'_{v2} :上載荷重, σ'_{v2} :有効上載荷重, Z :地表面からの深さmである。実際には、 $\bar{\alpha}$ は地表面の加速度であるが、地表面に近くなるほど、加速度計が、地盤と同一のせん断変形に伴う動きをしているかどうかの疑問が大きくなること、また、 Z が非常に小さいので、(1)式に及ぼす影響が小さいことから、 $Z=0$ mとして、加速度記録に比較的信頼度の高いA2の記録を用いた。本振動台実験の目的は、補強地盤の無処理地盤に対する補強効果を調べることであり、1g下の模型実験で生ずる誤差は、すべてのケースで同一とみなせるため、あまり問題としなくてよいであろう。

図3図4は、図1中の間隙水圧計P2P1のピーク値を有効上載圧 σ'_v で除した過剰間隙水圧比 $\Delta u_2/\sigma'_{v2}, \Delta u_1/\sigma'_{v1}$ と繰返し回数20回の正弦波せん断応力比 τ/σ'_{v2} の関係を示したものである。この両図を見ると、補強地盤では、無処理地盤と異なった過剰間隙水圧上昇過程を示している。すなわち、無処理地盤では、図3より図4の σ'_v の小さい方が、過剰間隙水圧比が上昇しやすい傾向を示しているのに対して、補強地盤では、逆に σ'_v の小さい方が上昇しにくくなっている。このことから、補強地盤では、地盤のせん断変形に追従した材力が伝達されている限り、拘束圧の低い方が、より大きな効果を示し得るということが考えられよう。

以上は、排水のない場合での比較であったが、図5には、グラベルパイルと排水補強杭のほぼ同一と見なし得る排水効果（厳密には、排水補強杭は、芯材の部分だけ排水断面積は小さい。）を持ったものの比較を行なっている。図5より、排水のある場合の補強効果は、排水のない場合と異なり、発生する過剰間隙水圧が大きくなればなるほど、顕著な効果として現われてくるようである。

詳細な検討については、続報で報告する。

<謝辞> 本報告は、建設省耐震地盤改良工法に関する共同研究の一部を取りまとめたものであります。

<参考文献> 1) 古賀他: 小杭を挿入した豊浦砂のねじりせん断液状化強度, 第21回土質工学研究発表会, 1986。

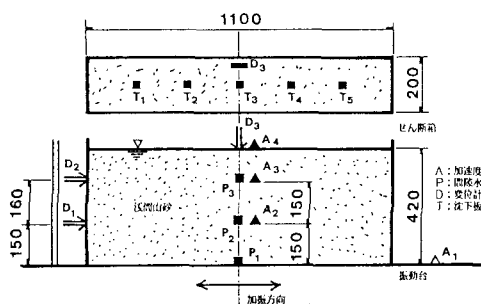


図1. 計測機器の設置位置

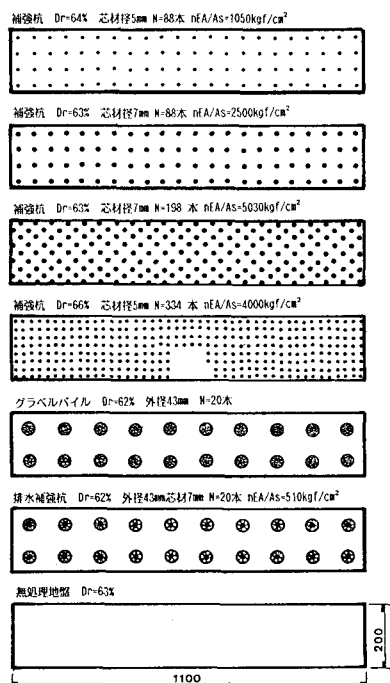


図2. 補強杭・排水補強杭・グラベルパイルの配置位置

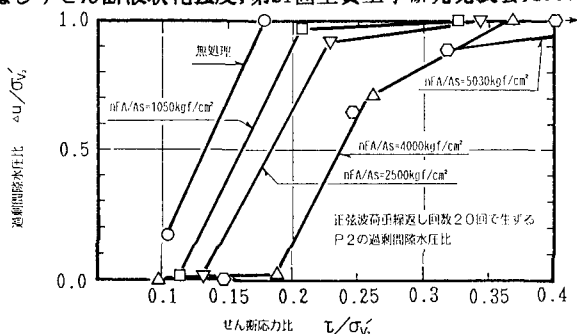


図3. P2における過剰間隙水圧とせん断応力比

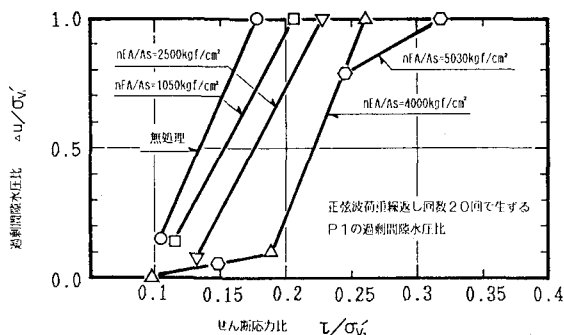


図4. P1における過剰間隙水圧とせん断応力比

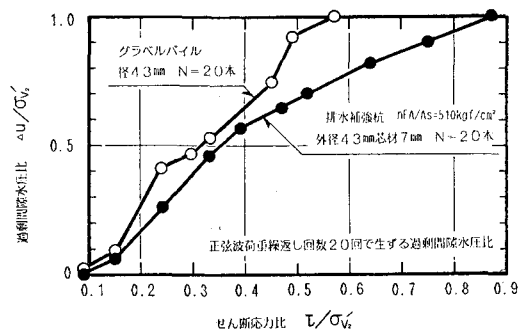


図5. 排水補強杭とグラベルパイルの比較