

東京電機大学 学生員 山下丈二

東京電機大学 正会員 安田 進

東京電機大学 学 生 勝沼美雪 渡邊隆夫

1. はじめに

液状化による地中構造物の被害の一つに、浮上りによる被害がある。以前より行われてきた地中構造物の設計方法では、浮上りに対しての安全率を求めるものしかなく、浮上り量を推定する方法が確立されていない。特に今後レベル 2 地震動に対する検討を行う時に、浮上り量の推定方法と、さらに密な地盤での挙動が問題となる。そこで、本実験では密な地盤を対象にし振動台実験によって地盤の密度と共同溝の浮上り量の関係を検討することを目的とした。また、同時に短期間で複数回の実験を行うために、一般に行われている実験ごとに砂の出し入れをする方法をとらず、一度土槽内に入れた試料を繰返し使用する方法も考えた。

2. 試料の再利用方法に関する実験

実験装置の振動台には電気油圧式振動試験装置を用い、土槽には擬似せん断土槽（幅 1200mm×奥行き 450mm×深さ 700mm）を用いた。試料には豊浦砂を用い、その相対密度を 60%未満、60%、70%、80%、90%とした。

実験の最初に $D_r = 60\%$ になるように豊浦砂をある程度の水位をもたせた土槽に投入した。これによる加振実験を行った後は、試料上部から圧力水をパイプを用いて 10cm 間隔で送り込むジェット方法をとった。また、同時に底盤から圧力水を送り込むボイリング方法もとった。このようにすると、試料は完全に浮遊状態になり均質に緩くなった。これを所定の密度の地盤とするため、対象とする相対密度が 60%未満の時は締め固めずに高さからそのときの相対密度を逆算して求め、60%の時は規定の高さになるように加振して締め固めた。70%以上の地盤を作製するときには、その相対密度に応じた量の砂を投入し攪拌後、地表面に錘を載せ、規定の高さまで加振して締め固めた。その後、地盤が均一に砂が詰まっているかどうかを確かめるためにコーン・ペネトrometerと簡易貫入試験を行なった。更に、その値を水中落下法で作製した地盤と比較した。

図-1 に簡易貫入試験結果例を示す。多少ばらつきがあるものの打撃回数の値は、再利用の各回でほぼ同一を示し、また、水中落下法で作製した地盤の値ともほぼ同一であった。

この図は $D_r = 90\%$ のものを示しているが他の密度でも同様であり今回の再利用法を用いた地盤作製は再現性があり有効であるとみなした。このように作製した模型地盤に対し、各密度とも加速度入力をいくつか考えて実験を繰り返した。

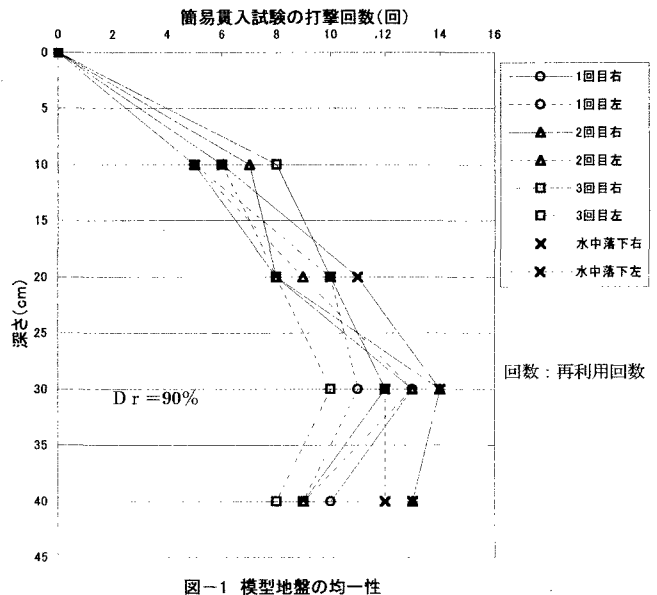


図-1 模型地盤の均一性

キーワード：液状化・振動台実験・地中構造物・浮上り・地震

連絡先：〒350-0394 埼玉県比企郡鳩山町石坂 TEL 0492-96-2911 (2748) FAX 0492-96-6501

そして、密度毎に液状化回数と加速度の関係を求め、各密度の液状化回数が 10 回の時の加速度を求めた。これを図-2 で示す。そしてこれをもとに 10 波で液状化する入力加速度と相対密度の関係を曲線のように推定した。この曲線をもとに、(▲) で示した入力加速度で以下の浮上りの実験を行なうようにした。

3. 浮上りに関する実験

模型地盤は上述した再利用方法で作製した。次に共同溝モデル(幅 150mm ×奥行き 450mm ×高さ 100mm)と加速度計を、ケーシングを用いて部分的に掘削して埋設した。共同溝モデルには各面に水圧計をとり付けてある。浮上り量は共同溝上部に取り付けた巻き取り式変位計で計測した。

液状化に対する安全率 F_L の定義は、その地盤が持つ液状化強度比 R と加わるせん断応力比 L の両者の比で表わされる。ここでは R を地盤が本来持っている液状化に対する強度ということで液状化回数 10 回のときの加速度とし、 L を図-2 の (▲) の値で加えた加速度とした。図-3 にこのようにして求めた F_L と 10 波目での浮上り量 H の関係を示す。これを見ると、各相対密度とも F_L が小さくなるにつれて浮上り量が大きくなる傾向を示した。ただし、 Dr が大きくなるにつれて H が小さくなっていった。

F_L を 0 から 1 の間で 0.1 毎に区切り、その浮上り量と相対密度の関係を推定してプロットすると図-4 となった。地盤が密になると液状化しても浮上り量は小さく、また、浮上り量は F_L に大きく関係した。

4. まとめ

(1)一度用いた地盤を試料の出し入れせずに再利用する方法としてジェット・ボーリングによる攪拌は有効であることがわかった。

(2)地盤の相対密度および F_L が液状化による地中構造物の浮上りに与える影響は非常に大きいことがわかった。

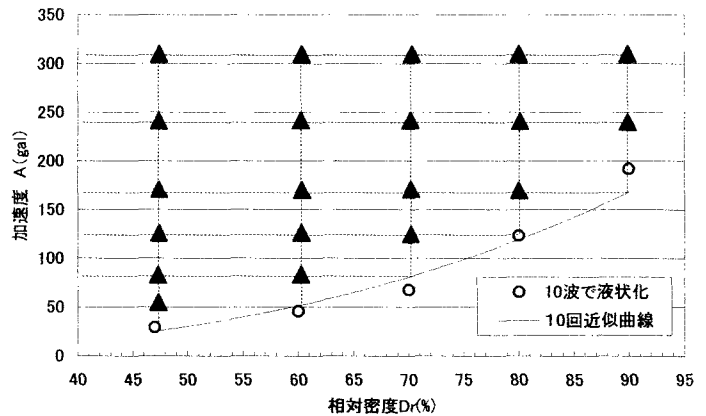


図-2 10波目で液状化した時の相対密度 Dr と加速度 (gal) の関係

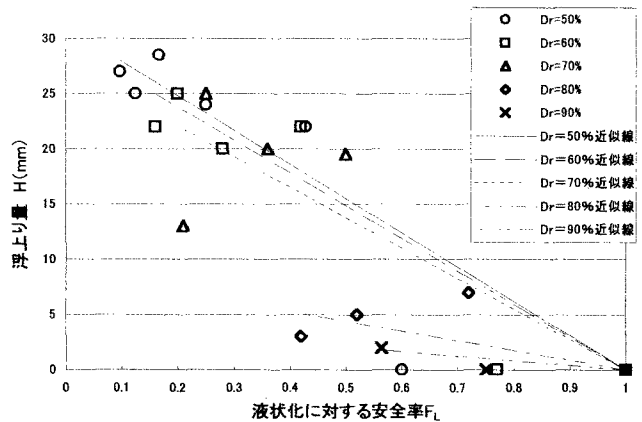


図-3 液状化に対する安全率 F_L と浮上り量 H の関係

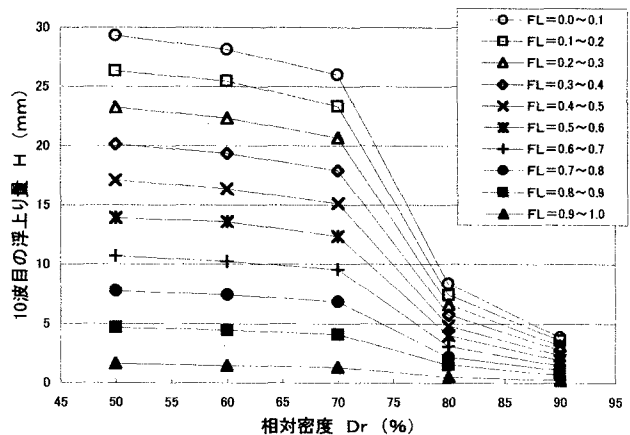


図-4 相対密度 Dr - 浮上り量 H の関係 (安全率 F_L 別)