

パイプロを用いた締固め改良地盤の評価に向けた土槽実験

(株)不動テトラ

正会員

○高田 英典

正会員 竹内 秀克, 今井 優輝

鈴木 亮彦, 山下 勝司

防災科学技術研究所

正会員

中澤 博志

1. はじめに

締固め改良地盤の評価は、砂杭間の標準貫入試験から得られる N 値で行われる。しかし、改良地盤の液状化強度を杭間 N 値で評価した場合、水平応力増加による影響や締固められた砂杭が存在することによる複合地盤効果等を適切に評価できていない。また、チューブサンプリング試料を用いた繰返し三軸試験から得られた液状化強度は、採取時の乱れにより、原位置の液状化強度に対して、過小評価となることが知られている。この問題に対し、原位置において直接的に地盤内の間隙水圧を計測することによって、改良効果を評価する試みがなされてきた¹⁾²⁾。筆者らは地盤を直接起振し、その際の水圧変化によって改良地盤性能を評価する方法を検討している³⁾。

本報では、未改良地盤と締固め改良地盤を想定した土層を作製し、簡易な起振機を用いた起振により動的外力を与え、土層に作用する加速度および発生する過剰間隙水圧の計測を行った起振実験について報告する。

2. 実験概要

実験には、図-1 に示すような $4000\text{mm} \times 1000\text{mm} \times 1500\text{mm}$ の剛土槽を用いた。作製した土層は、液状化地盤を想定した相対密度 $Dr=60\%$ と、締固め改良地盤を想定した $Dr=80, 90\%$ とした。土層内には、鉛直・水平方向を計測する加速度計(20 箇所)と間隙水圧計(9 箇所)を設置し計測を行った。 $Dr=60\%$ の土層は、所定の相対密度となるように計量した材料砂を 15cm ごとにタンピングで締固めた後、土槽下部から注水し飽和化を行った。 $Dr=80\%$ の土層は、前述の $Dr=60\%$ の土層を排水した後、振動台の加振とタンピングで締固めることにより作製した。 $Dr=90\%$ の土層は、絶乾状態の材料砂を $Dr=60\%$ の土層と同様の方法で作製した。起振用の H 鋼は、土層作製時に積層と同時に埋め込むことで、貫入による土層の乱れや応力状態の変化が生じないようにした。土層の材料砂には、宇部珪砂 6 号を用いた。表-1 に材料砂の物理的性質を示す。図-2 に材料砂の相対密度 Dr ～繰返しせん断応力比 SR 関係を示す。作製した土層の繰返しせん断応力比は、 $Dr=60\%$ で $SR=0.24$ 、 $Dr=90\%$ で $SR=0.50$ である。起振は図-3 に示すように、ランマーまたはパイプロを用いて H 鋼を 30s 間振動させることで土層に振動を加えた。

3. 実験結果

本実験では、3 離隔 3 深度の 9 地点で、加速度と間隙水圧を計測しているが、ここでは最も傾向の違いがみられた起振の離隔 2m 、深度 0.9m の結果を図-4 に示す。 $Dr=60\%$ と $Dr=80\%$ の土層に作用した加速度を比較すると、 $Dr=80\%$ の方が大きい加速度が計測された。

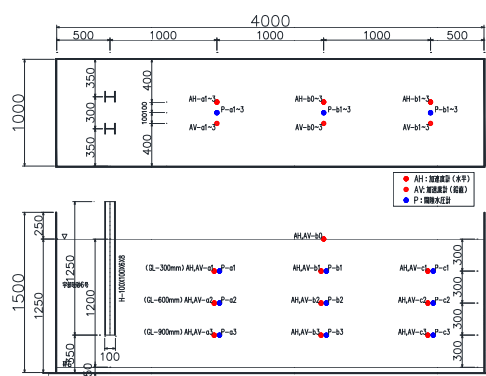
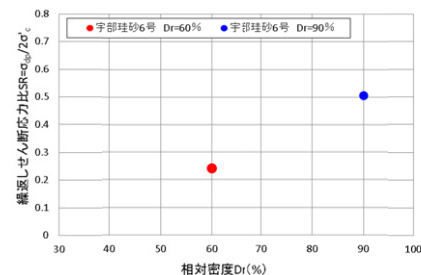


図-1 実験土槽

表-1 宇部珪砂 6 号の物理特性

土粒子の密度 ρ (g/cm^3)	2.606
最大間隙比 e_{max}	0.980
最小間隙比 e_{min}	0.573
均等係数 U_c	2.073
平均粒径 D_{50} (mm)	0.3288

図-2 相対密度 Dr ～繰返しせん断応力比 SR 関係(宇部珪砂 6 号)

キーワード 液状化, 締固め改良, 起振, 間隙水圧

(株) 不動テトラ 〒103-0016 東京都中央区日本橋小網町 7-2 TEL : 03-5644-8534 FAX : 03-5644-8537

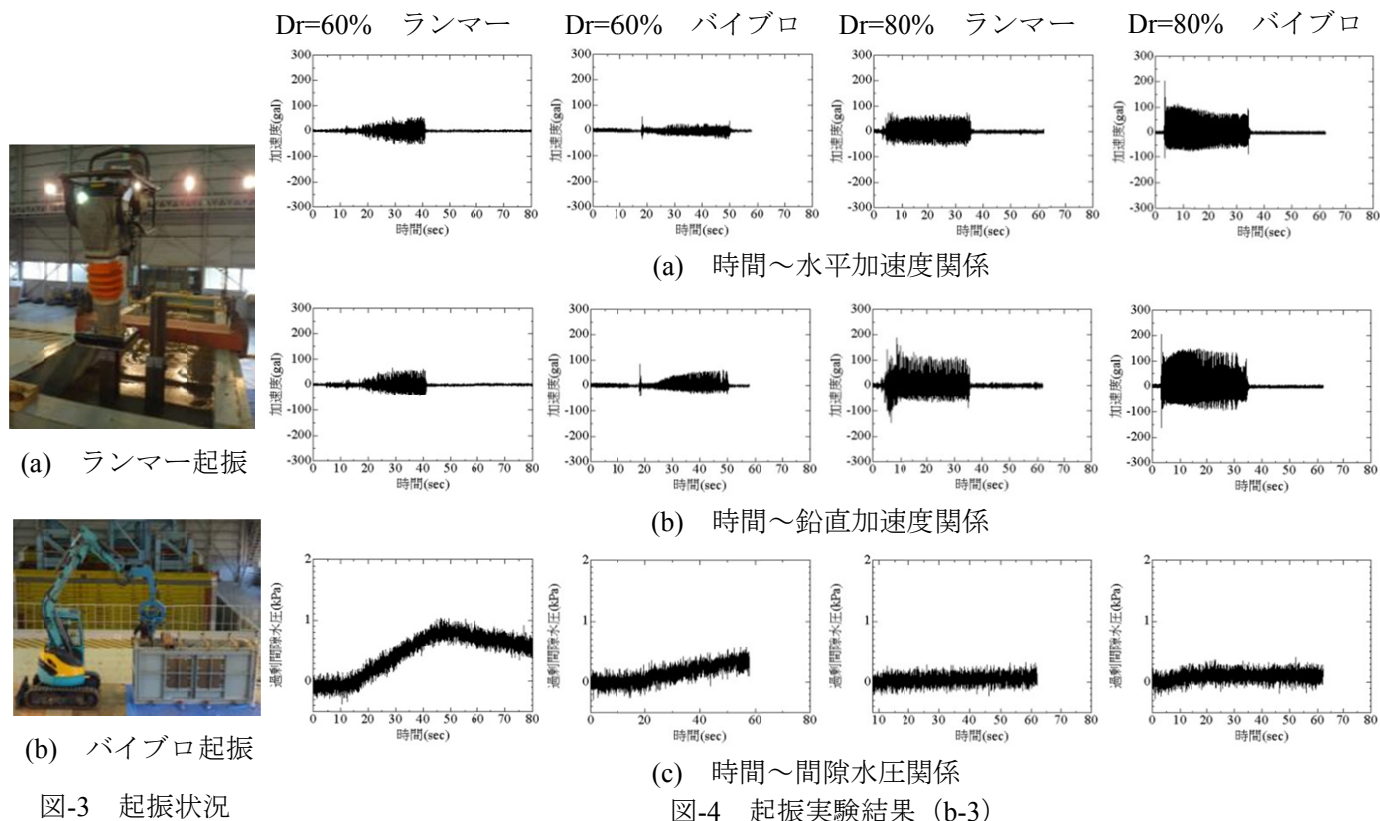


図-4(c) 時間～間隙水圧関係から、 $Dr=60\%$ では過剰間隙水圧の発生がみられるのに対し、 $Dr=80\%$ では、 $Dr=60\%$ に比べ大きい加速度が作用しているが過剰間隙水圧の発生はみられなかった。

図-5に全ての試験ケースにおける加速度～過剰間隙水圧比 ru 関係を示す。試験結果の加速度は、計測された最大加速度を重力加速度で除した値であり、過剰間隙水圧比は、計測された最大間隙水圧を有効土被りで除した値である。 $Dr=60\%$ では、鉛直・水平成分とも小さい加速度に対し、過剰間隙水圧比が最大で 0.2 程度計測された。図-2 に示す $Dr=60\%$ の繰返しせん断応力比より、液状化には至っていないが明確な間隙水圧の上昇がみられた。一方で $Dr=80\%$ では、いずれの加速度に対しても、過剰間隙水圧比は 0.05 程度であった。以上より、異なる相対密度の地盤における水圧発生の違いを、簡易な起振機を用いることで観測可能であると考えられる。

4. まとめ

未改良地盤と締固め改良地盤を模擬した密度の異なる土層を、簡易な起振機を用いて起振した。計測された加速度と間隙水圧の値から、地盤の相対密度の違いにより、過剰間隙水圧発生の傾向が大きく異なることがわかった。今後は、起振によって発生する加速度と間隙水圧を計測することで、改良地盤の液状化強度を評価できる手法の検討を実施する予定である。

参考文献：1)酒井ら：小口径砕石コンパクションパイル工法の改良効果，第30回地盤工学研究発表会，pp.2163-2164，1995。

2)斉藤ら：サンドコンパクションパイルによる液状化対策工の効果，第36回土木学会年次学術講演会，III-361，pp.720-721，1981

3)山下ら：バイブロを用いた起振時水圧計測による締固め改良地盤の評価，第52回地盤工学研究発表会，0818，2017

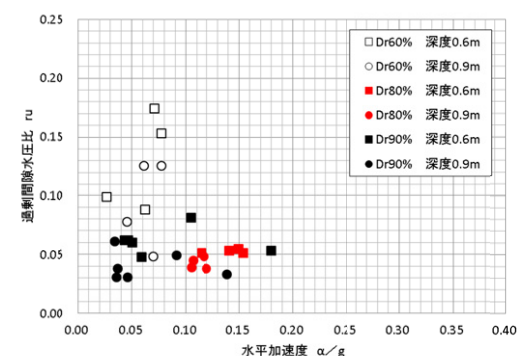
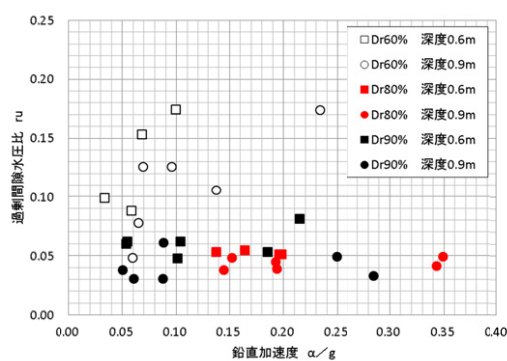


図-5 加速度～過剰間隙水圧比関係