

遠心模型実験のための粘性流体による液状化地盤作製方法に関する研究

港湾空港技術研究所 正会員 ○石橋 伸司, 北詰 昌樹, 高橋 英紀

1. はじめに

液状化地盤に対する動的遠心模型実験では、浸透時間の相似率と動的現象の相似率を合わせるため、間隙水に粘性流体を用いる場合が多い。また、地盤の飽和度が液状化特性に与える影響は大きく、飽和度を計測して実験と解析を行うことは非常に重要である。しかしながら、既存の研究では間隙を水とした要素試験レベルでの飽和度については進められているものの粘性流体で作製した液状化地盤の飽和度についてはほとんど調べられていないのが現状である。そこで本研究では、動的遠心模型実験における地盤の作製方法が飽和度に及ぼす影響を主に地盤中に伝播する弾性波速度（P 波速度）を用いて検討した。

2. 地盤の作製方法と試験法

地盤を作製するアクリル容器の概略図を図-1 に示している。アクリル容器は直径 220mm の円筒形であり、底板の上に直径 5mm の穴が多数開いているアクリル板を置いている。これは粘性流体の地盤への浸透流量を大きくするためである。P 波を計測するための加速度計はアクリル板を接着し、加速度計を釣り糸で吊り下げられるようにした（図-2 参照）。釣り糸が張った状態になるように輪ゴムを用

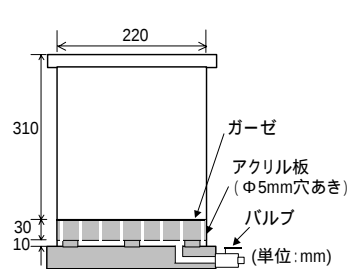


図-1 アクリル容器

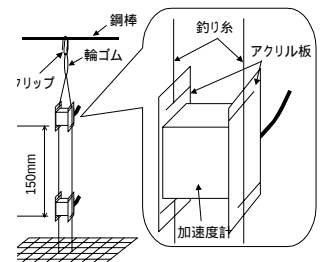


図-2 加速度計設置略図

いて加速度計をアクリル容器内に設置し、加速度計の間隔を 150mm に固定した。アクリル容器の中に砂降らし法¹⁾で乾燥した相馬硅砂 5 号を降らし、地盤を作製した。また、地盤の高さは 210mm になるようにバキュームで地盤表面を整形した。本研究では、「緩い地盤 (D_r 20%)」と「非常に密な地盤 (D_r 95%)」の 2 種類の地盤に対して試験を行った。

動的遠心模型実験は 50g の遠心加速度場で行われることを想定して、間隙水には水の粘度の 50 倍に相当する 50cSt の粘性流体を用いた。この粘性流体は、水溶性セルロースエーテルを蒸留水に混合して作製したものである。透水は以下の 3 通りの方法で行った。1 つ目は、真空脱気した粘性流体を大気圧中で水頭差によって透水する方法である。2 つ目は、乾燥地盤と粘性流体ともに 12 時間以上真空脱気して、真空下で水頭差によって透水する方法である。3 つ目は、乾燥地盤の底から炭酸ガスを注入し、間隙の空気を炭酸ガスに置換した後、地盤と粘性流体を 12 時間以上真空脱気し真空下で水頭差によって透水する方法である。以上の 3 通りの方法によって、「緩い地盤(Case1)」と「非常に密な地盤(Case2)」の 2 種類の地盤に対して透水を行い、供試体を計 6 本作製した。

試料容器の底板をハンマーで軽く叩き、供試体内の上下 2 箇所に設置した加速度計で P 波を計測した。加速度の計測には動的計測システムを用いた。サンプリング周波数は 100kHz で、計測時間は 0.5 秒である。計測後、加速度計の設置間隔 0.15m を 2 個の加速度計が P 波を受感した時間差で除し、P 波速度を算出した。また、供試体の飽和度を、供試体の重量と体積から求めた。

3. 実験結果

図-3 と図-4 には、計測した加速度の時系列を示している。図-3 には緩い地盤($D_r=15 \sim 25\%$)の加速度データを、図-4 には密な地盤の加速度データを示している。左側の縦軸は下に設置した加速度計の値を、右側の縦軸は上に設置した加速度計の値を取っている。P 波を人為的に発生させているため、加速度の大きさは一定で

キーワード 遠心模型実験, 粘性流体, 液状化地盤, 飽和度, 弾性波速度

連絡先 〒239-0826 横須賀市長瀬 3-1-1 (独)港湾空港技術研究所 TEL046-844-5055 E-mail: ishibashi-s86s3@pari.go.jp

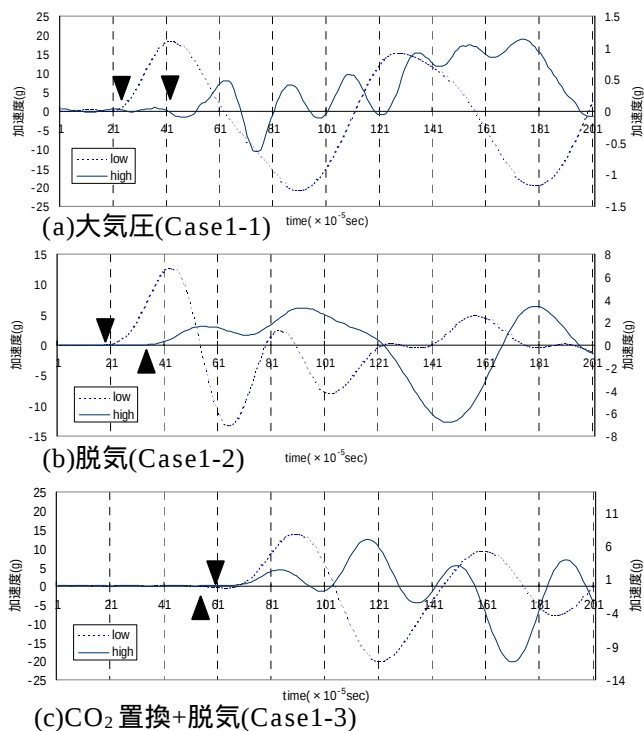


図-3 緩い地盤の P 波

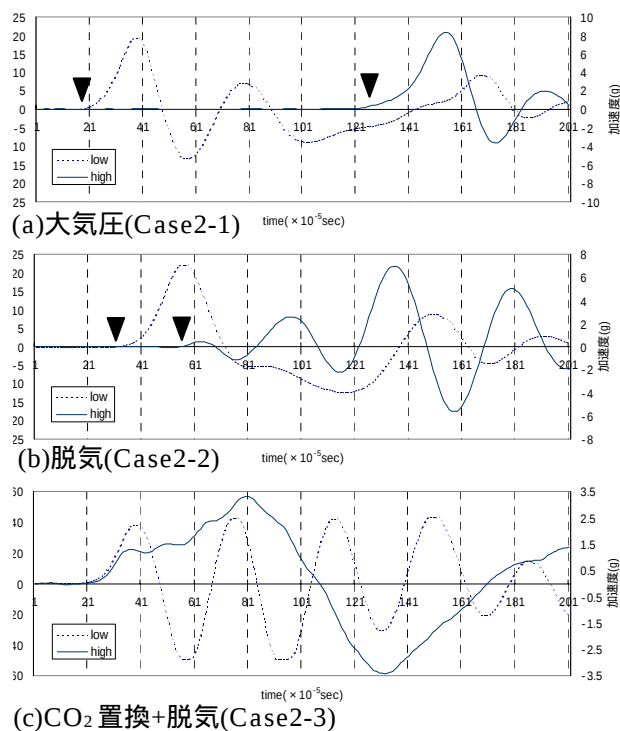


図-4 密な地盤の P 波

はない。ただし本研究では、加速度データのグラフ形状が立ち上がった時点を P 波受感時間と定義したので、グラフ形状が立ち上がった時間付近のデータを図示している。図-3 から判断すると、(a)大気圧中で透水した供試体、(b)真空下で透水した供試体、(c)炭酸ガスで置換し真空下で透水した供試体の順に、P 波の受感時間差は小さくなっている。つまり、前記の順で P 波速度が大きかった。また、図-4 に示した密な地盤に対する試験結果においても同様の傾向が見られた。

供試体の重量と体積から求めた飽和度と P 波速度の関係を図-5 に示している。ただし、密な地盤に対して炭酸ガスで置換し真空下で透水した供試体については、図-4(c)に示すようにグラフの立ち上がりがほぼ重なっていたため P 波受感時間差を求めることができず、図-5 にはプロットしていない。試験結果としてグラフ上にプロットした値は、1 つの供試体に対して、3 回発生させた P 波速度を平均したものである。重量と体積から求めた飽和度についてみると、(a),(b),(c)の順に飽和度が大きくなっている。理論式は石原らによって求められた式²⁾を参考にして求めたものである。理論式において、密な地盤と緩い地盤ともに飽和度が 98%程度まで P 波速度はほぼ一定であり、98%を超えると P 波速度が急激に大きくなっている。試験結果もほぼ同様の傾向であり、地盤の飽和度が大きくなることによって P 波速度が大きくなっていると考えられる。これらのことから、地盤の作製方法が飽和度に大きく影響を与えることが明らかになった。

4. おわりに

今回の報告では、実験データが少なかったが、液状化地盤の作製方法による飽和度の違いが明らかになった。今後、実験データを増やしより詳細に検討する予定である。

参考文献

- 1)寺師昌明 他:遠心模型実験の計画と結果の信頼性、港湾技術研究所報告,第 28 巻 3 号,1989,pp59 ~ 79.
- 2)石原研而 他:地下水面近傍にある不完全飽和砂質土の液状化特性評価,平成 12 ~ 13 年度科学研究費補助金研究成果報告書,基盤研究(B)(2),平成 14 年 10 月.

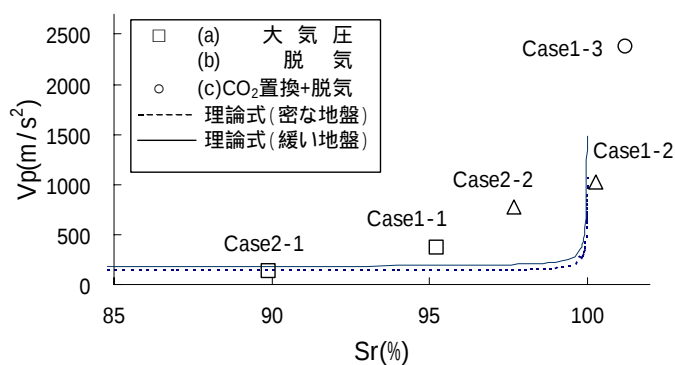


図-5 飽和度と P 波速度の関係