

III-A 130 遠心力場における振動実験の相似則に関する検証

中央大学 学生員 北條 一男 正会員 藤井 斉昭
 五洋建設技術研究所 正会員 林 健太郎 正会員 村松 伴博

1. はじめに

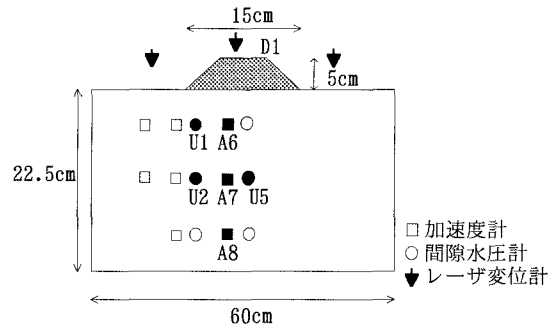
遠心力場で行われる振動実験において実物の砂質土を飽和させて用いる場合、対応する実モデルと時間の縮尺を合わせる必要から、一般には粘性の高い間隙流体を模型地盤に用いている。これは重力加速度のn倍の遠心力場で行う振動実験では、模型地盤の透水係数を1/nにしなければならないことによるものである。ところで筆者らは先に、重力場における大型模型による振動実験と遠心力場における小型模型との直接比較を行い¹⁾良い一致をみているが、さらに重力場と遠心力場における相似則を実験的に検証することを試みている。これまでも指摘されているように、実物の砂試料を用いた遠心模型実験では残念ながら、試料の粒径についてのみ相似則が成り立たない。しかし、粒径の相似則を満たすことは困難である上、地盤の応答特性にも影響することから、現実には実物の試料で模型地盤を作り、間隙には粘性の高い流体が用いられている。ここでは豊富な粒径範囲をもつ工業用ガラスビーズを模型地盤の試料に採用し、試料の粒径による影響について調べた。

2. 実験概要

ここに示す実験は市販されているガラスビーズの中から2種類の粒径のもの（以下、平均粒径をもとにした呼び名で0.05と0.80とする）をそれぞれ単体で用いて行った。実験に用いた試料ならびに作成した模型地盤の物性を表一に示す。模型地盤の作成手順はこれまでの報告²⁾と同様、積層板型のせん断土槽内に気乾状態の試料を所定の密度(Dr≒60%)になるよう水中落下法で詰めた。このとき図一1の模型概要に示す位置に間隙水圧計と加速度計を配置し、模型地盤表面には同一試料で作った堤体を荷重として載せた。

表一 地盤の物性

呼び名	0.05	0.80
粒径 (mm)	0.037~ 0.063	0.710~ 0.990
間隙比 e	0.66	0.60
乾燥密度 ρ_d (g/cm ³)	1.46	1.55
透水係数 k (cm/s)	2.34×10^{-3}	1.04×10^{-1}
間隙流体の粘性 η (測定値) (mPa·s)	1.23 (水)	64.2 (グリセリン)



図一 1 模型概要

実験は20Gの遠心力場において、図一1の模型に水平方向の振動を加えた。その入力波形は一般的なsin波形で実物に対応させると周波数が5Hz、最大加速度±176gal、波数は60波であった。表一に示されるように、これら2種類の模型地盤は粒径で約1.6倍、透水係数では約4.4倍の違いがある。このように材質が同じで相似な粒度配合をもつ2種類の飽和試料において、間隙流体の透水速度が両者で等しくなるように調整してあれば、上述の水平加振に対して地盤内の加速度や過剰間隙水圧が同じ応答をするものと期待される。もし応答が異なる場合は、遠心力場での動的問題の相似則に関し、粒径ならびに間隙流体の粘性抵抗の影響を改めて検討していく必要がある。

3. 実験結果

図一1のU1、U2、U5の位置における過剰間隙水圧の時刻歴を2つのケース（0.05と0.80）で比較したものを図一2に示す。何れの場合も加振の初期において過剰間隙水圧は急増し、その後は振動の終了まで漸増する傾向を示している。このように過剰間隙水圧の上昇過程では0.05と0.80で傾向的によく一致しているものの、その加振後の消散過程においては明らかに違いが見られる。間隙流体の粘性抵抗により、両者の透水係数を見掛け上は同じにして実験を行ったにもかかわらず、0.80の消散速度が早くなっている。

次に、図一1のA6、A7、A8の位置における加速度の応答を2つのケースで対比させたものを図一3に示す。図から明らかなように、両者で加速度の応答に著しい違いが認められる。即ち、粒径の大きい0.80の方は加振後すぐに加速度振幅が急激に減衰しているのに対し、粒径の小さい0.05の方は加振中、それほど顕著な減衰は見られない。なお、加振による間隙水圧の変動（図一2）に対し、加速度の応答が極端に違うことから、0.80では加振直後に加速度センサーが回転していることも考えられた。しかし、鉛直と水平の二方向で加速度を確認したが、回転は認められなかった。

一方、図一4は実験後の地表面変位を示したもので、0.80の堤体中心部における沈下が際だっている。

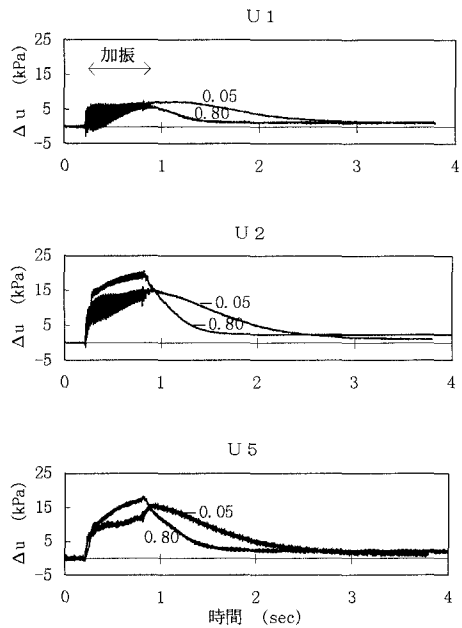
4. まとめ

今回の実験から得られた主な知見は次の通りである。

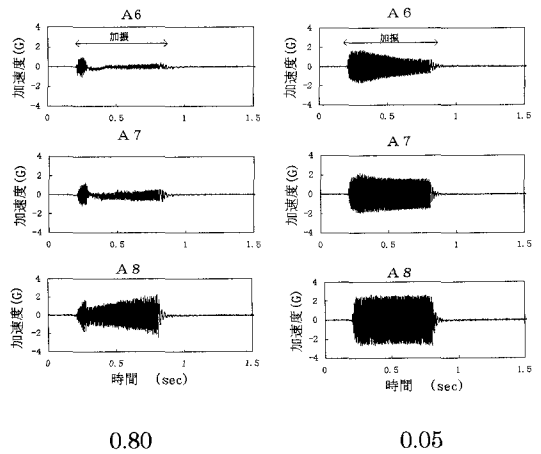
- ①地盤の透水係数を合わせることで、過剰間隙水圧の上昇過程はよく一致する。
- ②試料の粒径による違いは加速度の応答に顕著に表れる。
- ③粒径の大きい0.80の場合、有効応力比が1以下であるにもかかわらず、応答加速度は殆どなくなり地表面沈下も顕著になる。

（参考文献）

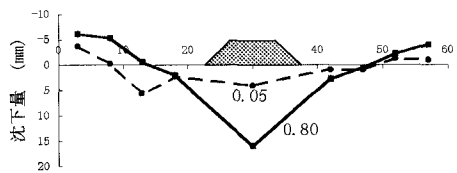
- 1) 村松 伴博・林 健太郎・藤井 斉昭：重力場と遠心力場における振動実験の比較、第31回地盤工学研究発表会、1996（投稿中）
- 2) 平野 勇・東 世司美・藤井 斉昭^{ほか}：遠心模型実験による埋設管の動的挙動、土木学会第50回年次学術講演会概要集、III、pp540—541、1995



図一2 過剰間隙水圧の時刻歴



図一3 応答加速度



図一4 地表面変位図