# FEMによるせん断土槽の動的特性解析

中央大学	正会員	藤井	斉昭
中央大学	非会員	友定	晴雄
東亜建設工業㈱	正会員	〇田中	徹
五洋建設㈱	正会員	河村	健輔

#### 1. はじめに

動的遠心模型実験では剛な土槽よりも柔な土槽の方が好ましい挙動を示すといわれている<sup>1)</sup>.しかし,土槽の設計条件によりその挙動に及ぼす影響は様々であり,動的解析でもその影響を考慮することは重要である.本報ではせん断土槽の壁面リング重量やメンブレンの剛性等によるせん断土槽の動的特性について検証した.実験データを 井合らにより開発された2次元有効応力解析有限要素法プログラムFLIP(ver.5.1.6)<sup>2)</sup>を用いて解析を行なった.

#### 2. 実験方法

実験では中央大学土質基礎研究室所有のビーム型遠心実験装置(有 効半径 3.05m) およびアルミ製せん断土槽(L600×B250×H330)を 使用した.計器配置および模型概要を図-1に示す.本土槽は,四方隅 部鉛直方向に200KN/m<sup>2</sup>の拘束圧をかけ壁面リング間にはボールベア リングを設置している.壁面リングの重量は下部9段=5.12kg/枚,上 部 12 段=4.26kg/枚,最上段=10.56kg/枚である.このせん断土槽に水 を張り(H=149mm),表-1の条件で電磁式加振装置による加振実験を 行なった.

## 3. 解析モデル

せん断土槽の各リングを質点と梁でモデル化したものを図-2 に示 す.メンブレンの影響を考慮するため、質点間にせん断バネを設け、 このバネ剛性に比例するレーレー減衰も併せて設定した.また,せん 断バネとダンパーは、全て同一とし,同一リングの左右の節点は、多 点拘束により、同一水平変位となるように設定した.内部の水は、動 水圧が考慮できる流体要素とした.ただし,スロッシングのような水 面の変形する挙動は再現できない.したがって,実験結果から同定す べきパラメータは、せん断バネ値およびせん断バネに設定したレーレ ー減衰のβ値の2種となる.これらのパラメータの感度解析を今回の 加振条件でスロッシングの影響がもっとも少ない振動加速度 50galの ケースについて行なった.

## 4. 解析結果

①感度解析結果および同定したパラメータ感度の検討

感度解析結果から,加振加速度 50gal のケースに最も適合するパラ メータとしてせん断バネ値 Ks=11,000kN/m<sup>2</sup>, レーレー減衰  $\beta$  値=0.015 が得られた. 50gal 加振における実験値と解析値の比較を図-3 に示す. 表-1 実験条件

遠心加速度	40G	
振動波形	正弦波	
振動加速度	50gal,100gal,200gal	
周波数	2Hz	
加振時間	13sec	
波数	26波	



図-1 計器配置および模型概要



また,設定したせん断バネ値とレーレー減衰のβ値を中心値にして、両パラメータの感度を検証した結果を図-4,5 に示す.これより,β値一定でせん断バネ値Ksを10,000~12,000kN/m<sup>2</sup>の範囲で変化させた場合,せん断バネ値が 小さくなると位相が遅れるが,応答加速度振幅に与える影響は少ない.特に,水張り部ではせん断バネ値が振幅に

キーワード 遠心模型実験 せん断土槽 FEM 振動台実験

連絡先 〒230-0035 神奈川県横浜市鶴見区安善町1丁目3 TEL 045-503-3741 FAX 045-502-1206

-441-

与える影響は極めて少ない.これは、水張り部ではせん断バネ 値よりも動水圧が卓越しているためであると考えられる.また, せん断バネ値 Ks 一定でβ値を0.010~0.020で変化させた場合, レーレー減衰のβ値が小さくなると応答加速度振幅が大きく なるが位相に与える影響は少ない.特に,水張り部ではβ値が 振幅に与える影響は極めて少ない.こちらも前者と同様の理由 であると考えられる.

②100gal, 200gal 加振への適用

50gal 加振の感度解析より設定されたパラメータを用いて 100gal, 200gal 加振における実験値と解析値の比較を図-6,7 に示す.この図より,200gal 程度までの加振であれば、ここで 設定したモデルで加振時の挙動を概ね再現できると判断した.



図-3 実験値と解析値の比較(50gal)

拘束の少ない気中部では、若干整合性は劣るが、通常、地盤となる水張り部の節点 A2 と A3 で解析値は実験結果を 良好に再現しており、解析時に本モデルを採用することの有効性を示唆していると考えられる.

#### 5. まとめ

以上の結果より、本実験で使用したせん断土槽の動的特性を確認することができた.この特性を考慮して動的模型実験の解析を行なうことにより、模型地盤の動的挙動を一層再現出来ると考えられる.今後、上記の影響を考慮 して動的模型実験の解析を行なう予定である.

**参考文献** 1)廣岡明彦, 酒見知也, 川崎宏二, 山本陽一, 竹村二朗 遠心模型振動実験手法の現状と課題「時間に関する相似則と資料容器境界 の影響に関する考察」東京工業大学土木工学科研究報告 NO.53(1996) 2) Iai, S., Matsunaga, Y. and Kameoka, T. (1990): Strain space plasticity model for cyclic mobility, : Report of the Port and Harbour Research Institute, Vol.29, No.4, pp.27-56







図-6 実験値と解析値の比較(100gal)



図-5 バラメータ感度分析 (Ks=11,000kN/m<sup>2</sup>固定)



図-7 実験値と解析値の比較(200gal)