

振動時地盤の模型実験における振動土圧振幅と共振について

澤 田 知 之^{*}・能 町 純 雄^{**}・近 藤 崇^{***}

On Amplitude of Dynamic-earth Pressure and Resonance for the Model Test of Seismic Ground

Tomoyuki SAWADA, Sumio G. NOMACHI and Takashi KONDO

要 旨

本論文は、モデル地盤（標準砂）による振動台実験を行い水平振動を与え、振動方向に直角な側壁面に作用する振動土圧を測定したものである。その結果、振動による側壁面に対する正と負の動的土圧による振動土圧振幅が得られた。また前回¹⁾報告した実験装置及び供試体に関する固有振動特性を観点を変えて整理・検討したものを報告するものである。

Abstract

In this paper, It is shown that amplitude of dynamic-earth pressure for the model test of seismic ground on shaking table. And Comparing also with previous paper¹⁾, Resonance for the such the experiment from another point of view.

1. ま え が き

地震時地盤には水平方向の大きな慣性力が作用し静止時とは異なった土圧の深さ方向分布となると考えられる。本稿では、この静的状態と比べて土圧の深さ方向の分布形態や強度に不明な点が残るところの振動時地盤のモデル地盤を振動台上に設置された砂箱内に標準砂で作成し、振動実験による振動方向に直角な壁に対する正（壁を押す方向）と負（壁から離れる方向）の各土圧差（和）からなる振動土圧振幅の深さ方向分布を求め得たので報告するものである。一方、前回報告した¹⁾実験装置全体とモデル地盤の固有振動特性を実験結果からの振動振幅－入力周波数の観点から考察したものも報告する。

2. 実 験 概 要

図－1の実験概要及びモデル地盤－写真－に示すように、実験は正弦波による振動時の最大及び最小時の土圧を測定し、その深さ方向の分布を求

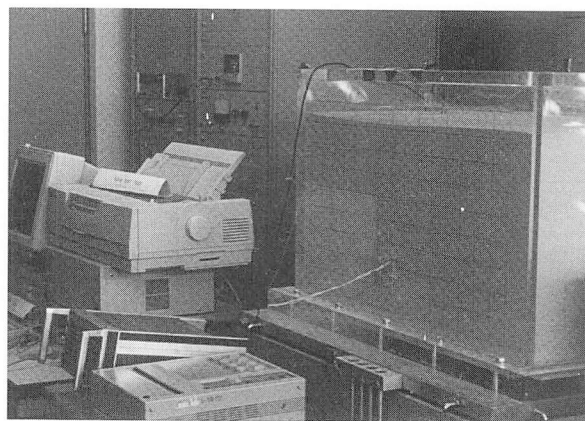


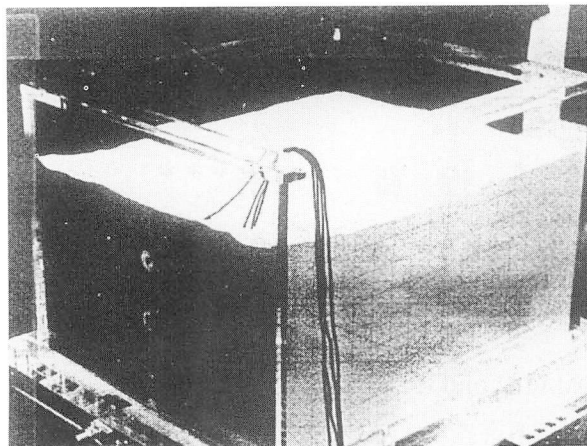
図1 実験概要

めた。モデル地盤はアクリル製の砂箱（縦70cm×横85cm×深さ55cm）に砂の上面から、8.5cm、20.5cm、30.5cm及び38.5cmの位置の砂箱側面に小型土圧計（KYOWA BE 2KC）を取り付け（写真参照）、標準砂（豊浦産、単位体積重量1.52g/cm³、内部摩擦角44°、静止土圧係数Kc = 0.3）を50cmの深さに充填して作成した。制御盤により、正弦波を1Hzから10Hzまで各1Hz毎に入力し（但し、6Hzは共振域の為除く）、各周波数における加速度（G）を0.1Gから1.0Gまで各々0.1Gづつ順次、増加入力して振動実験を行い砂箱に取り付けた土圧計と記録計（サーマ

* 教 授 環境都市工学科

** 名誉教授 北海道大学

*** 助 手 環境都市工学科



—写真— モデル地盤及び土圧計位置

ルアレイコーダー)により、動的土圧の測定を行った。

3. 実験結果と考察

3-1 振動土圧振幅

使用した土圧計の個々の精度確認の結果、動歪測定器 (DPM-700B) の校正係数を各々変えることとした為に、各土圧計の表示の確認を100g分銅を各土圧計に直接載せて測定を行った後、実験に入った。

図-2～7には6 Hzを除いた各入力周波数2 Hzから8 Hzにおける入力加速度0.1G～0.5G (但し、0.3Gの測定値は0.2Gと0.4Gの間に入り、図が込み合うため、省略した) による深さ方向の動的土圧分布を示す。いずれも、入力正弦波の壁を押し方向の正のピーク時と壁から離れる方向の負のピーク時の土圧を示しており深さ方向の分布は非線形な2次的モード分布を呈し、その間の数値を振動土圧振幅として求めることが出来た。各図より入力周波数 (Hz) が大きくなると土圧振幅は漸次増加し、6 Hzで測定不能な程大きくなり、それを超える7, 8 Hzで小さく現れた。また、各々の図中では、入力加速度が大きくなると振動土圧振幅は大きく表れ、入力加速度が小さい時 (0.3G以下) は、この土圧振幅は小さく深さ方向に一定となり震度法の適用の妥当性が確認出来ることを示す。

又、実験で得られた動的土圧分布は震度法に根拠を置く理論値の線形分布と異なって、側壁の上部で一度大きく膨らみ順次深い位置で小さくなる非線形分布となる傾向が見られた。

図-8には、入力周波数10Hz時で、入力加速

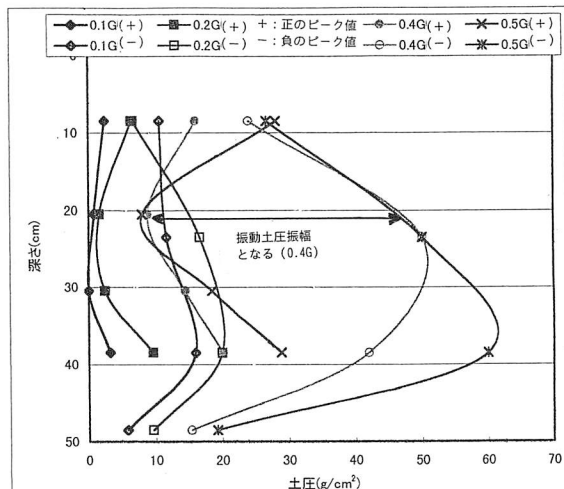


図-2 2 Hz 入力時の加速度による土圧分布

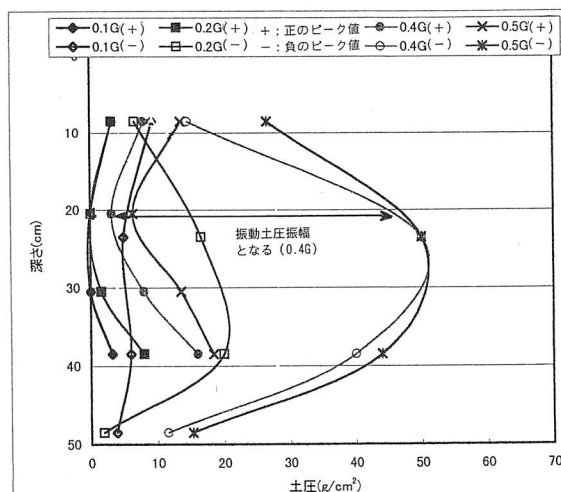


図-3 3 Hz 入力時の加速度による土圧分布

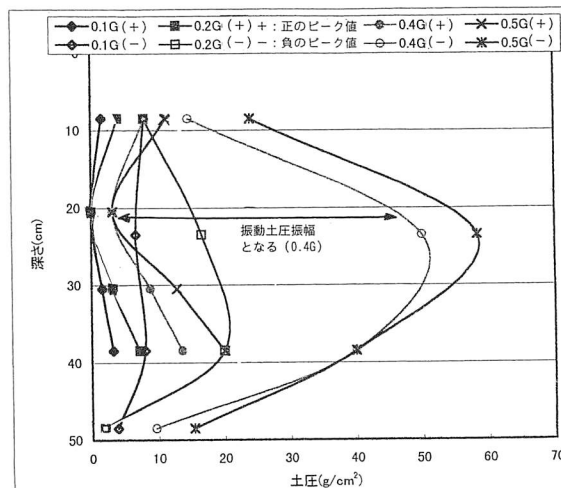
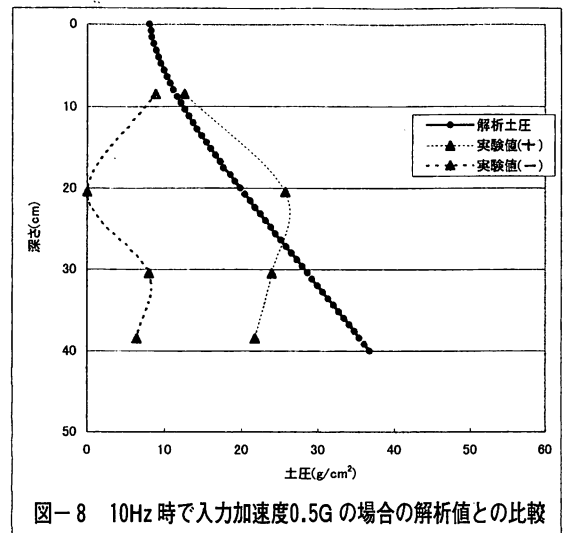
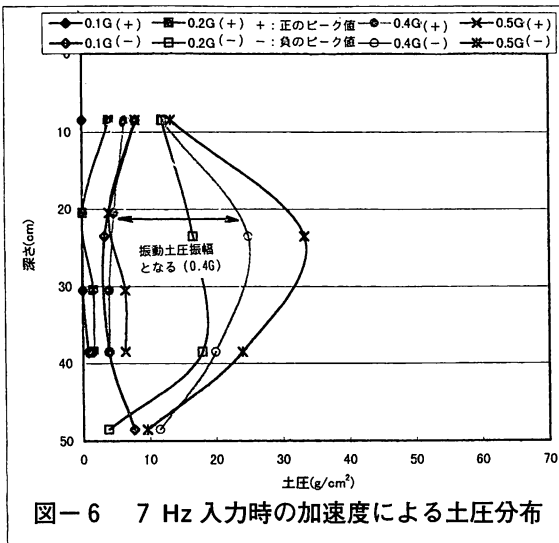
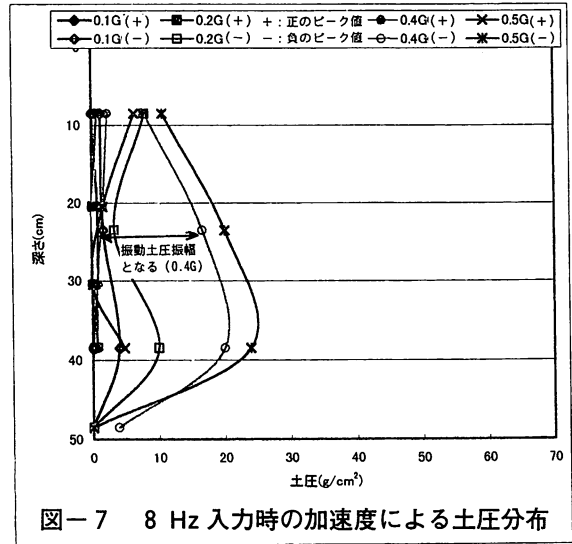
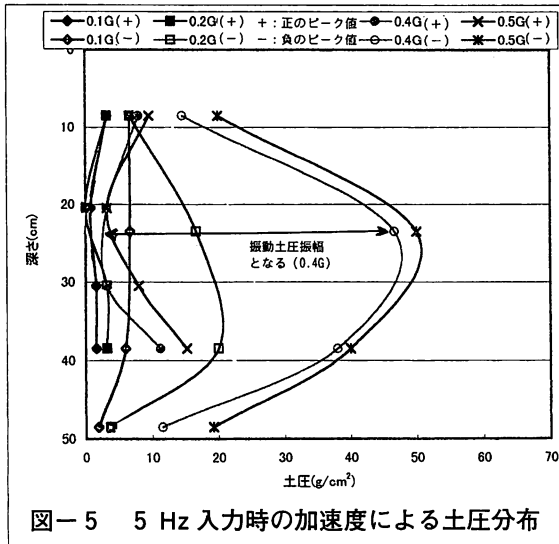


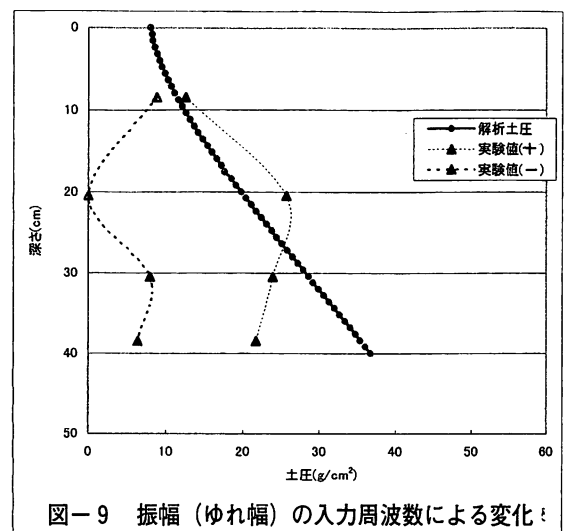
図-4 4 Hz 入力時の加速度による土圧分布



度0.5G に於ける解析値と実験値の比較を示しているが、解析値を挟んでかなり異なった分布状態を示した。砂の内部摩擦角等の振動時の性質の変化を考慮して計算を行うことや、理論解析に於ける平面歪み状態が、実験供試体の境界または底部（振動台と砂箱の設置面）を十分に表していないと考えられ、解析仮定の再検討も今後の課題と考えられる。

3-2 共振の検討

図-9 に供試体の振動振幅の入力周波数による変化を示す。これから、入力周波数が大きくなると、振動振幅（供試体の揺れ幅）は小さくなる傾向を示すが、6 Hz 付近で入力周波数が4.5Hz よりおおきな入力周波数であるにもかかわらず、振



動振幅が減少することなく、同程度の振幅で揺れることが示されている。また、動的土圧もその近傍で急増し測定のスケーラウトが生じた。

よって、本振動台模型実験は6 Hz 近傍で共振現象となり、6 Hz での測定値は信頼性が低下するため本実験はそれ以外の周波数で行うべきであるということが確認できた。

4. まとめ及び今後の課題

地震等振動時地盤における深さ方向の動的土圧振幅の検討を行ってきたが、実験結果より、定性的ではあるが震度法適応の目安を得ることができ、弾性解析結果との比較も試みることも出来た。

しかし、定量的に評価を行うためには、さらに多くの実験結果と解析結果が必要と考えられる。解析仮定の検討も含めて今後の課題と考えられる。

参考文献

- 1) 澤田知之, 能町純雄, 近藤崇: 地震時の地盤における深さ方向慣性力の分布に関する実験, 苫小牧工業高等専門学校紀要, 第34号, pp.93-108, 1999.
- 2) 澤田知之, 能町純雄: On Dynamic Pressure to Side Wall of a Box Filled Sand, 苫小牧工業高等専門学校紀要, 第30号, pp.73-77, 1995.
- 3) 澤田・能町・小室: 砂で充たされた振動台の箱における振動時側壁圧について, 土木学会北海道支部論文報告集, 第51号(A), pp.11-121, 1995.
- 4) 物部長穂: 地震上下動に関する考察ならびに振動雑論, 土木学会誌, Vol.10, No.5, pp.106-1094, 1924.
- 5) Ichihara, M. and Matsuzaka, H. : Earth Pressure during Earthquake, Soils and Foundation, Vol.13, No. 4, pp.75-86, 1973.
- 6) 大原資生: 耐震工学, 森北出版社, p.85, 1974.
- 7) 澤田・能町・近藤: 振動台上の砂箱内地盤モデルにおける動的応力と変位の弾性解, 苫小牧工業高等専門学校紀要, 第32号, pp.95-111, 1997.

(平成11年11月30日受理)