

III-100 模型液状化地盤の地震時土圧に関する振動台実験

住友金属工業株式会社 正会員○喜田 浩 正会員 西谷 道暢
正会員 飯田 毅

1. まえがき

液状化地盤中に設けられる構造物には地震時に地盤性状の変化に応じた動的水平圧が作用すると考えられる。既に液状化時の動的水平圧の振動成分の評価には飽和砂地盤の単位体積重量を用いた動水圧公式¹⁾の適用が試みられている。ここでは、壁面に排水効果を付与した壁体への作用動的水平圧を明かにする第一段階として、砂箱の一方の側面中央に排水部材を、他方に非排水部材を設け、飽和砂を用いた模型地盤から砂箱側面に作用する動的水平圧について振動台実験を行ったので、その結果の一部を報告する。

2. 実験概要

実験の種類、加振条件を表1、表2に、模型実験の概要を図1に示す。壁体の種類は砂箱側面の中央に面積開孔率5%の溝形鋼(150x75x t 4.5mm)を設けた排水壁と孔の無い溝形鋼を設けた非排水壁の2種で、模型地盤は砂箱中央をビニールシートで仕切り乾燥状態の千葉県産山砂($G_s=2.678, D_{50}=0.38$ mm, $U_c=3.21$)を空中落下させて作成した。計測項目は間隙水圧、土圧、加速度である。

表1 実験の種類と条件

実験 No.	壁の種類	地盤の Dr(%)
1	非排水	43.5
2	局部排水	

表2 加振条件

加振波形、波数、周波数	目標台加速度 (gal)
・正弦波	100, 150
・10波	200, 300
・3Hz	

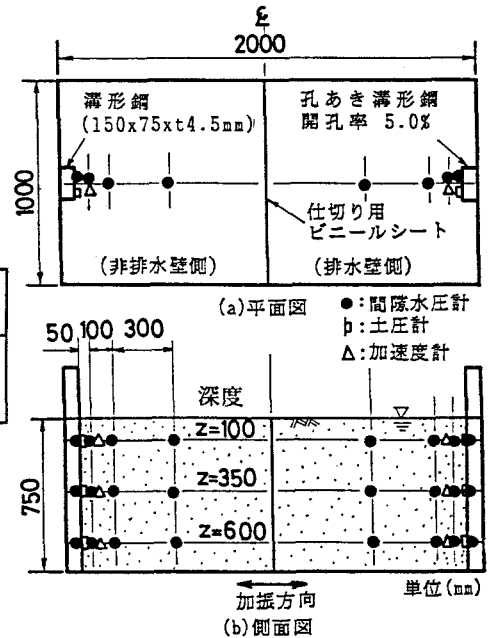


図1 実験装置

3. 実験結果および考察

(1)水圧および土圧計計測圧の経時変化：溝形鋼に取付けた水圧及び土圧計計測圧の経時変化の1例を図2に示す。壁体の加速度は台加速度と等しいため省略している。図2において過剰間隙水圧(以下、水圧という)は排水壁の場合の結果が小さく、土圧計計測圧(以下、動的水平圧という)では漸増成分、振動成分とも排水壁の結果がやや大きいことがわかる。他の加振条件、計測深度においても水圧は図2と同様の傾向を示すが、動的水平圧の漸増成分は異なった結果を示している。前者は孔あき溝形鋼の排水効果が発揮されるためであるが、後者は加振過程で排水壁前面での地盤の等方性が排水効果により若干損なわれるためと考えられる。排水壁での結果については排水条件下での地盤の応力状態の解明が必要であるので別途検討することとし、以下では非排水壁での結果について記す。

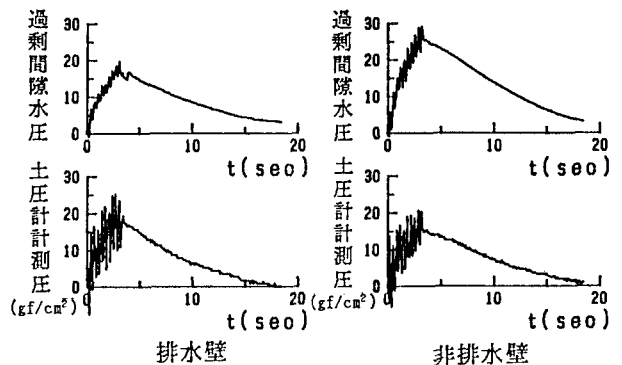


図2 過剰間隙水圧と土圧計計測圧の経時変化 (深度35cm, 100gal加振)

(2)加振中の土圧係数と動的水平圧の漸増成分: 非排水壁の場合には地盤が液状化しても等方的な応力状態が保たれると仮定すると、加振中の水平有効土圧 σ_h' と有効上載圧 σ_v' は間隙水圧と動的水平圧の実測値から求めることができる²⁾。これらの関係の1例を図3に示す。图中、zは計測点の深度、tは加振開始後の時刻、kは土圧係数(= σ_h'/σ_v')である。図3より、非排水壁の場合には水圧上昇過程での土圧係数kはほぼ一定で、k=0.5付近の値を示すと見ることができる。以上より、非排水壁の場合の動的水平圧の漸増成分 $\Delta\sigma_h$ は次式で表し得る。

$$\Delta\sigma_h = (1 - K_0) \cdot Ru \cdot \sigma_{v0}' \cdots (1)$$

ここに、 K_0 : 静止土圧係数、 Ru : $\Delta u/\sigma_{v0}'$ 過剰間隙水圧比、 σ_{v0}' : 着目深度での初期有効上載圧

(3)動的水平圧の振動成分: 非排水壁の場合の液状化状態での動的水平圧の振動成分の実測最大値と下記の動水圧公式¹⁾による計算値との比較例を図4に示す。計算での水平震度 k_h は台加速度である。図中には水の場合の動水圧³⁾計算値も併記した。

$$\sigma_{hd} = \pm (7/8) \cdot k_h \cdot \sqrt{H \cdot z} \cdot (\gamma_w + \gamma') \cdots (2)$$

ここに、 H : 模型地盤厚、 z : 着目点深度、 γ_w : 水の単位体積重量、 γ' : 砂の有効単位体積重量である。図より、(2)式の計算値>実験値 \cong 水の場合の計算値であることがわかる。これは壁前面での地盤加速度が最大水圧発現時に必ずしも最大振幅を示さないことによる。また水圧上昇過程で振動成分がわずかに大きくなる傾向を示すことから、(2)式の水平震度 k_h に壁前面での地盤の加速度を用い、砂の有効単位体積重量 γ' を水圧比との積 $Ru \cdot \gamma'$ と置換えて比較²⁾した結果を図5に示す。図より、実験値は計算値と良く一致することがわかる。以上より、液状化地盤中の剛壁に作用する動的水平圧の算定が可能と考えられる。

4. あとがき

模型液状化地盤の振動台実験により剛な非排水壁に作用する水平圧について以下の点が判明した。

- (1)水平加振による過剰間隙水圧上昇過程での土圧係数は一定で常時と同じとみなし得る。
- (2)液状化時の動的水平圧の振動成分は動水圧公式において壁前面での地盤加速度と過剰間隙水圧比を考慮することにより算定し得る。
- (3)(1)、(2)より、液状化地盤での剛壁に作用する動的水平圧の算定が可能と考えられる。

なお、壁面に排水効果を付与した壁体への作用動的水平圧については今後検討したい。また、本報告取りまとめに際し、御助言を賜った建設省土木研究所 古賀室長、古関研究員に謝意を表します。

<参考文献>

- 1) 土田: 振動により流動化した砂層が壁体に及ぼす圧力、土と基礎、Vol. 16, No. 5, pp3~10, 1968
- 2) 古関、古賀: 液状化地盤の地震時土圧に関する振動台実験、土木学会第46回年次学術講演会、平成3年9月(発表予定)
- 3) 日本港湾協会: 港湾の技術上の基準・同解説 改訂版、平成元年2月

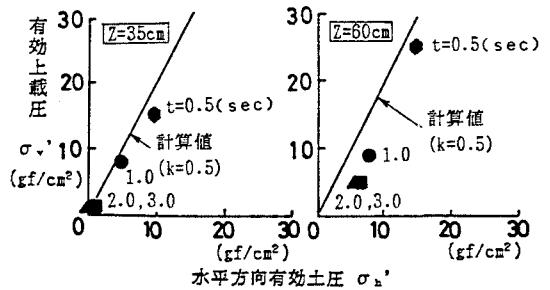


図3 有効上載圧と水平有効土圧の関係

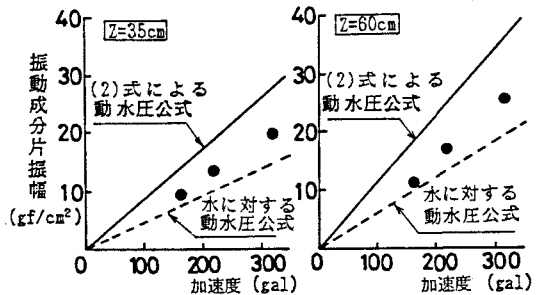


図4 液状化時の最大振動成分

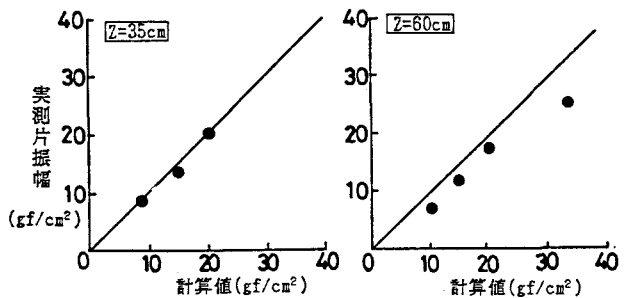


図5 振動成分の実測値と計算値との比較