

模型砂槽における振動土圧特性

豊橋技術科学大学

正員 河邑 眞

豊橋技術科学大学大学院

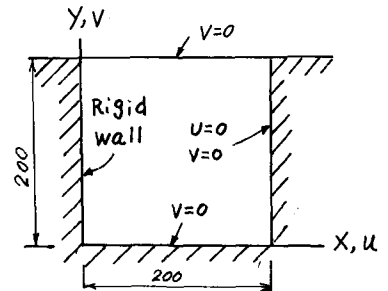
学生員 岡村 宏二郎

1. まえがき

地震時土圧の特性を明確にするために、市原・松澤¹⁾(1973)をはじめ過去多くの模型砂槽を用いた振動土圧実験が行われてきており、筆者らも可動壁を有する長さ 2 m、高さ 1.5 m、幅 2 m の模型砂槽を用いて振動土圧実験を行ってきた。この振動土圧は裏込め土のひずみレベルにより弾性的挙動や弾塑性的挙動を示すと考えられる。ここでは、裏込め土が弾性状態にある振動土圧の特性について、有限要素法による計算結果と上述の筆者らの実験結果と比較する。さらに、裏込め土が弾塑性体と考えた場合についても検討を加える。

2. 算定方法

模型砂槽を対象として、図 1 に示すような三方が剛性壁で囲まれた土槽が水平方向に正弦振動しているというモデルを考える。この土層を一様なせん断剛性をもつ弾性体と考えれば、式(1)に示す運動方程式をモーダル解析を用いて解くことも可能である。



$$G \left\{ K \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + (K^2 - 1) \frac{\partial^2 v}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right\} = P \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u_b(t)}{\partial x^2} \right)$$

(1)

$$G \left\{ \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + (K^2 - 1) \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + K \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right\} = P \frac{\partial^2 v}{\partial t^2}$$

図-1 モデル図

ここに、 G : せん断弾性係数、 K : v_p/v_s 、 P : 単位体積質量、 u, v : x 方向および y 方向の変位成分。

筆者らは弾塑性問題の適用が容易である有限要素法を用いて算定を行う。節点の変位ベクトルを δ とする要素全体について次の関係が成立する。

$$[M] \{\dot{\delta}\} + [C] \{\dot{\delta}\} + [K] \{\delta\} = \{F\}$$

(2)

ここに、

$$[M] = \int_V [N]^T P [N] dV$$

$$[C] = \int_V [N]^T \mu [N] dV$$

$$[K] = \int_V [B]^T [D] [B] dV$$

$$[F] = \int_V [N]^T \{P_0\} dV + \int_S [N]^T \{t_0\} dS$$

μ : 減衰定数、 P_0 : 物体力、 t_0 : 表面力。

(2) 式を線型加速度法により時間積分し、節点の加速度ベクトルを求めることができよう。

計算の条件としては、土のヤング率 $E = 500 \text{ kgf/cm}^2$ 、ポアソン比 $\nu = 0.3$ 、単位体積質量 $\rho = 1.54 \times 10^{-3} \text{ g/cm}^3$ 、砂槽長さ 2 m、高さ 2 m とし、入力波としては、2 Hz の正弦振動を与える。弾塑性解析に用いる応力-ひずみ関係としては、セーブル・フーロアの破壊面を塑性ポテンシャルと考えたモデルを用い、内部摩擦角 $\phi = 40^\circ$ 、粘着 $c = 0 \text{ gf/cm}^2$ とした。

3. 計算結果の一例

図3は図2に示す要素内の積分点における振動土圧の時間的变化を示している。入力波とはほぼ同位相の応答を1-1断面の振動土圧は示し、3-3断面では逆位相となっている。

図4は図3のピーク時における水平土圧の分布を示したものである。この結果から、振動により増加する土圧は深さによって大きく変化しないことがわかる。

図5は、筆者らの実験による振動土圧の値と、計算結果の比較を行なったものである。計算値は実験値の39%~46%とな

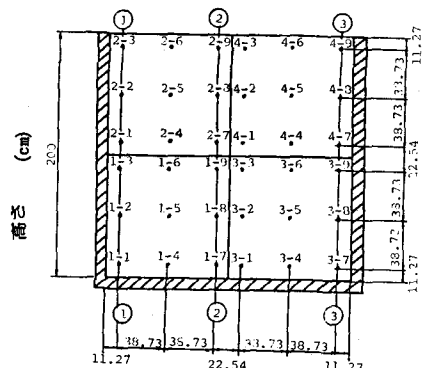


図-2 断面図 振動方向

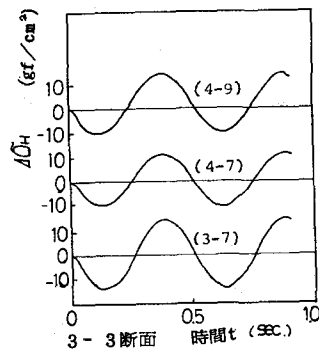
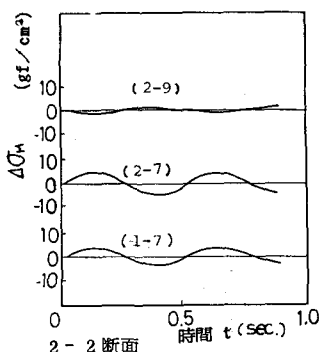
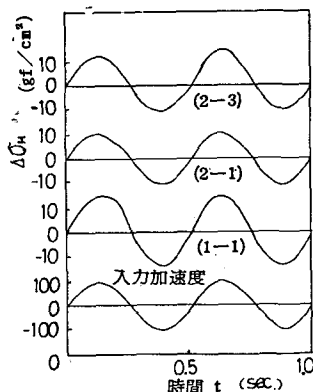


図-3 水平土圧 振幅

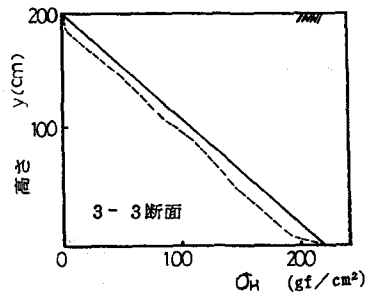
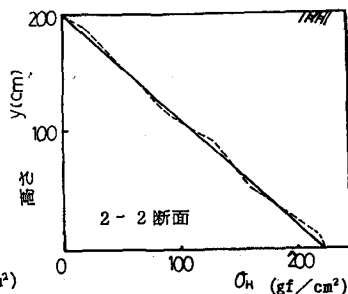
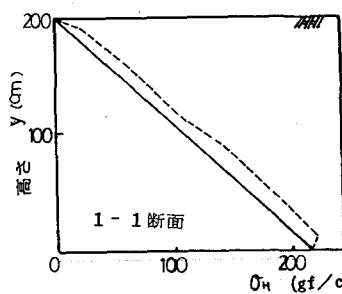


図-4 水平土圧 σ_h (gf/cm²)

っている。

図6は、入力加速度 $a=100\text{gal}$ における水平土圧の分布を、弾塑性解析と弾性解析について比較したものである。弾塑性の影響は砂槽の上部で顕著にみられる。

以上のことから、有限要素法を用いた解析により、振動土圧の特性を定性的にあらわすことが可能

とわら。 (参考文献) 1) Ichihara et al (1973); Soils and Foundation Vol.13, No. 4, 2) 河島ら (1973); 土木学会

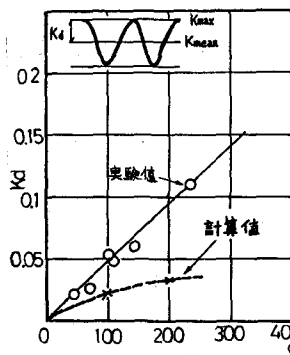


図-5 土圧振幅

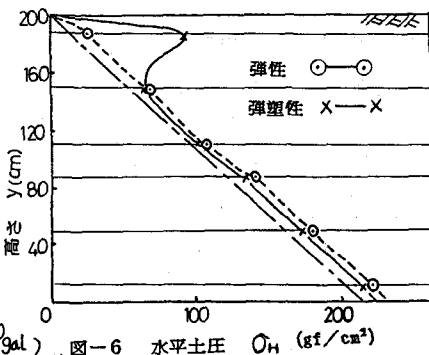


図-6 水平土圧 σ_h (gf/cm²)