

山口大学工学部 正会員 大原資生  
同上 正会員 山本哲朗

### 1. まえがき

本文は現在までほとんど研究されていない粘性土の地震時土圧のうちで、特に固定壁に作用する振動土圧を実験的および理論的に検討している。実験は鋼板製振動箱(長さ、幅および深さは $100 \times 58 \times 30$  cm)内で圧密した粘土を対象にして振動土圧測定を行っており、得られた振動土圧分布は弾性理論に基づいた式から計算した振動土圧分布とほぼ一致することが示されている。さらに、模型地盤の剛性率分布と振動土圧分布との関係についての図を示している。

### 2. 実験方法

実験に用いた粘性土は宇都産粘土である。この粘土のおもな物理的性質は次のとおりである。比重( $G_s$ )=2.67, 50% 粒径( $D_{50}$ )=0.0015 mm, 液性限界( $w_L$ )=57.6%, 塑性指数( $I_p$ )=34.1%。

実験は、まず、振動箱に含水比が70%程度のスラリー状粘土を詰めて $0.3 \text{ kg/cm}^2$ の空気圧の下で、4~5週間圧密を行って粘土層を作製した。この時の粘土層の密度は $1.70 \text{ g/cm}^3$ 前後、飽和度は96%以上であった。次に、振動箱を振動台に取りつけて振動台を水平方向に振動し、箱全体に振動数( $f$ )=3 Hzの振動を水平震度( $k_h$ )=0.1~0.4の範囲で与えた。振動土圧は振動方向に直角な一つの固定壁の中央鉛直線上の深さ5, 15および25 cmの3ヶ所に取りつけた土圧計によって測定した。

### 3. 振動土圧分布の測定値

実験から得た振動土圧分布は図-1に示すように2つのタイプに分かれたことは以下に述べる点で注目される。すなわち、本実験での粘土層のように薄い粘土層では、その剛性率は深さ方向に一定と考えられる。理論によると、このような場合の振動土圧分布は図-1(a)に示す結果となるはずであるが、それと違った図-1(b)に示す結果も得られたことである。

粘土層の平均的含水比はほぼ50%であったが、振動土圧分布は含水比分布に大きく影響されることが明らかにされた。すなわち、図-1(a)に示すように、含水比の深さ方向の差が2%程度以下で粘土層が均一と考えられる場合、振動土圧分布は深さ5 cmでの土圧がもっとも大きく、深さが大きくなると土圧が減少する分布(以下、タイプAという)となる。これに対して、図-1(b)の結果のように、含水比が深さが大きくなるにしたがって減少する場合には、振動土圧分布は深さ15 cmでの土圧が深さ5 cmおよび25 cmのそれよりも大きくなる分布(以下、タイプBという)となる。

### 4. 振動土圧分布の理論値および実験値の比較

固定壁に作用する振動土圧の解析は波動方程式(1)を(2)式の境界条件の下で、通常の級数解法(SM)、差分法(DM)によって、

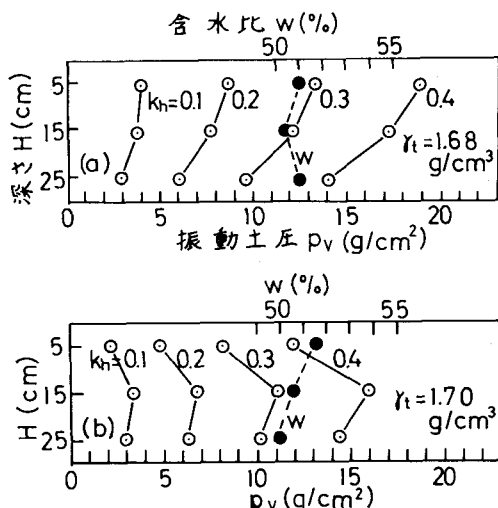


図-1 振動土圧分布と含水比分布の関係

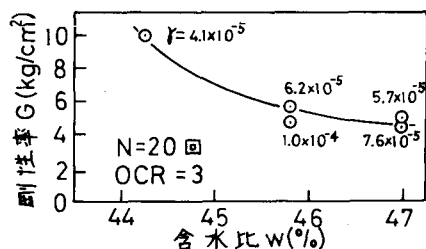


図-2 剛性率と含水比の関係

また, Scott の示した(3)式を応答スペクトル法によって行った。<sup>1)</sup>

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = C_1^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + C_2^2 \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + k_h g \sin pt \quad (1)$$

$$(u)_{x=0} = (u)_{y=0}, \quad (\partial u / \partial y)_{y=H} = 0 \quad (2)$$

ここで,  $u$ : 地盤の水平変位,  $C_1, C_2$ : それぞれ縦波および横波の伝播速度,  $k_h$ : 水平震度,  $g$ : 重力加速度,  $t$ : 時間,  $p$ : 円振動数

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{G}{\rho} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - \frac{2k_u}{\rho b} u \quad (3)$$

ここで,  $G$ : 地盤の剛性率,  $\rho$ : 地盤の質量密度,  $b, k$ : それぞれ Scott モデルでの地盤の長さ, 固定壁と地盤間のスプリングのバネ定数

解析において必要な粘土の剛性率( $G$ )を含水比との関係から求めるために, 単純せん断試験を行って, 図-2の結果を得た。図から, 剛性率は含水比が高くなると, わずかに減少するのが認められる。

図-3は振動土圧分布の解析法を比較した結果である。同一の波動方程式(1)から計算したSMとDMの結果を比べると, 両者の結果には, 粘土層表面で, 最大10%程度の振動土圧の差がある。これはSMでは, Modal analysisによって解析しているのに対して, DMでは粘土層を水平および鉛直方向で各々10, 8等分しているためであろう。なお, DM法では地盤の剛性率, 密度等を任意に変えて解析できるので, 以下の計算はDMで行った。

図-4はタイプAの振動土圧分布の実験値と計算値を示す。 $G = 5.2 \text{ kg/cm}^2$ と一定としているが, 実験値は深さ15 cmより浅い場合, ポアソン比( $\nu$ )=0.3と仮定した計算値とほぼ一致する。一方, 深さ15 cmより深い場合, 実験値は $\nu = 0.45$ の場合の計算値に近くなる。このように粘性土の振動土圧は弾性理論に基づいた式から計算できるが, さらに $\nu$ 等についての詳細な検討が必要である。図-5(a), (b)は剛性率分布と振動土圧分布の計算値を示す。剛性率分布が①の場合の振動土圧分布は, 上述したとおりである。図-2の結果によると, 図-1(b)の含水比分布の場合, 剛性率分布は②あるいは③と考えられ, この場合の振動土圧分布(図-5(b)での②, ③)は図-1(b)の振動土圧分布と定性的に一致する。最後に, 本研究は文部省科学研究費(昭和53年度)の補助を受けた。文献 1) Scott, R. F: Earthquake-induced Earth Pressures on Retaining Walls, Proc. 5th WCEE (1974)

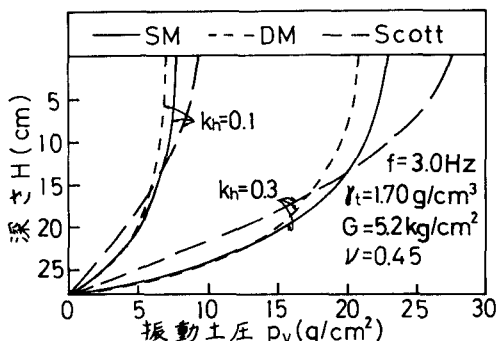


図-3 振動土圧分布の計算値

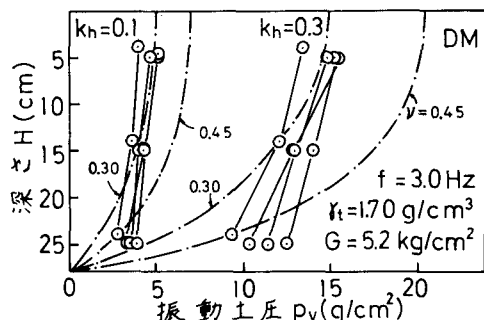


図-4 振動土圧分布の実験値と計算値

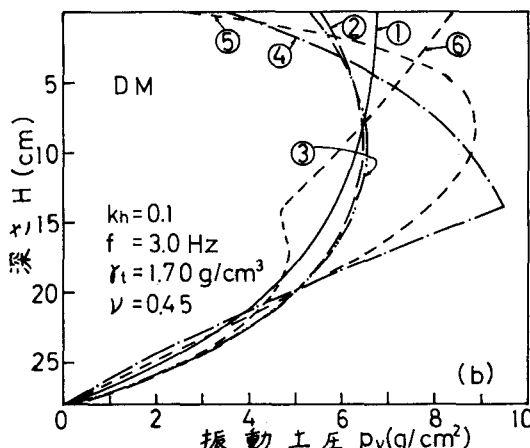
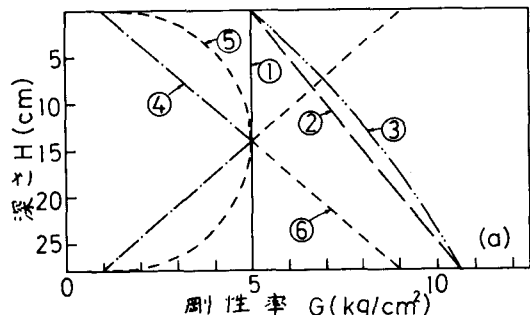


図-5 剛性率分布と振動土圧分布の関係