

名古屋大学大学院
名古屋大学工学部

学生員 〇 河邑 眞
正 員 市原 松平

1. はなはき

砂質土の地震時土圧に関する研究は、塑性論にもとづく地震時主動土圧、地震時受働土圧についてと、弾性論にもとづく振動土圧の両面について進められてきている。両者の相違は壁体の変位により裏込め土が塑性平衡状態 *plastic equilibrium state*)にあるかどうかによると考えられる。筆者らは、塑性平衡状態における壁面土圧、すなわち地震時主動土圧の算定のため土圧の再配分について研究してきたが、この再配分とは裏込め土中に弾性状態と塑性状態が混在した状態を説明する方法と考えられる。そこで、筆者らは塑性状態にある土圧に加えるべき振動土圧について計算値と実験値を用いて考察する。

解析方法は、裏込め土を弾性体と仮定し剛性率 G が一定な場合と砂層の深さ方向に変化する場合について、ウットの方法を用いた。また、計算値は乾燥した密な状態の豊浦砂を用いた大型振動砂槽による振動実験の結果を用いた。砂槽の長さ L と裏込め土の高さ H との比 $L/H = 3.64$ である。

2. 解析方法

2-1. $G = \text{const.}$ の場合

正弦波外力をうける裏込め土の水平方向の運動方程式は次式で与えられる。座標ならびに境界条件は図-1に示すとおりである。

$$L u(x, y, t) = g \ddot{u}(x, y, t) + c \dot{u}(x, y, t) + p u b e^{i\omega t} \quad (1)$$

u ; 水平方向の変位, ω ; 角振動数, c ; 減衰定数, L ; 演算子

ここに $u(x, y, t) = \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=1}^{\infty} \Omega_{n,m}(t) \phi_{n,m}(x, y)$ とおくと、式(1)の解は、

$$u(x, y, t) = - \frac{\ddot{u} b}{g} \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=1}^{\infty} \frac{P_{n,m} \phi_{n,m}(x, y) e^{i\omega t}}{\left\{ \left(1 - \frac{\omega^2}{\omega_{n,m}^2} \right) + 2i \zeta_{n,m} \frac{\omega}{\omega_{n,m}} \right\}} \quad (2)$$

ここに、

$$P_{n,m} = - \frac{g}{\omega_{n,m}^2} \frac{\int_V u_{n,m} dV}{\int_V \phi_{n,m} \phi_{n,m} dV} \quad (3)$$

式(2)の変位関数と構成則を用いて振動土圧を求めた。実験振動土圧と振動砂槽の加速度との位相差は極めて小さいので計算では $L = 0$ とした。

2-2. $G = f(x)$ の場合

剛性率 G が深さ方向に変化し鉛直方向の変位は無視しうるとすると運動方程式は次式で導かれる。

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{1}{g} G \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{1}{24} \left(G \frac{\partial u}{\partial y} \right) - p a \omega^2 \sin \omega t \quad (4)$$

上式を数値積分し振動土圧を求める。

計算は $G = 1.92 (1 - x/H) \times 10^5$ g/cm^2 として行った。

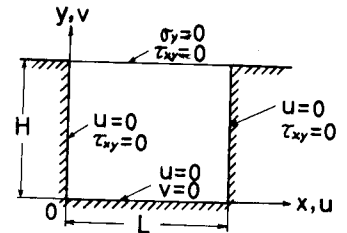


Fig.1

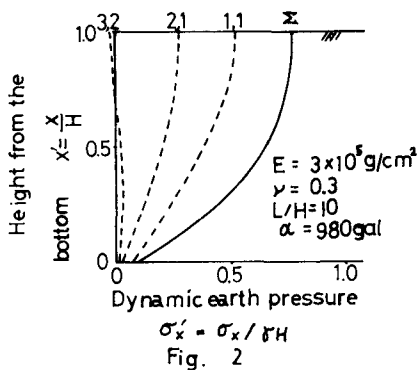


Table 1

Mode	$\Omega = \frac{\omega_{n,m}}{\omega_g}$
1,1	1.057
1,2	1.864
1,3	3.028
2,1	1.429
2,2	1.837
2,3	3.233
3,1	1.805
3,2	3.570
3,3	4.874

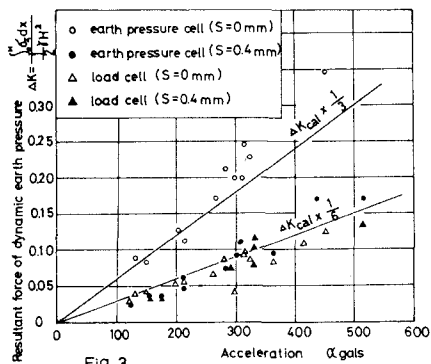


Fig. 3

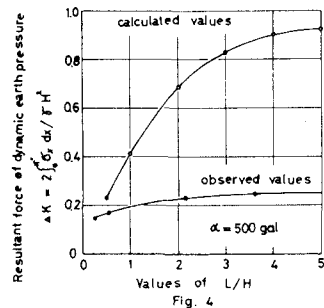


Fig. 4

3. 結果と考察

図-2はモーダルアナリシスにより、寸法比 $L/H=10$ 、 $E=5 \times 10^5$ g/cm^2 、 $\nu=0.3$ で計算した振動土圧分布の一例である。表-1は上記の計算における振動数方程式の解を各モードについて示したものである。

図-3は乾燥した密な状態の豊浦砂による振動土圧実験において荷重計と土圧計を用いて計測した振動土圧合力と加速度との関係を示したものである。振動土圧の計測値は、振動砂槽の可動壁が固定されている場合と、平均壁変位量が 0.4 mm に達した場合の2つの壁変位条件について示している。この図より、土圧計の計測による振動土圧合力は壁変位後約50%減少するのに対し、荷重計の計測による振動土圧合力は壁変位による影響が小さいことがわかる。この理由は裏込め砂の充填時にバイブレーターで締め固めを行なうため、土圧計の受圧面の押し込みが生じていると考えられる。図-3に示した計算線はモーダルアナリシスによる計算値 ΔK_{cal} に比例定数を乗じた値である。この比例定数は $1/3$ と $1/6$ について示している。この図より、一様で剛性率を仮定し実寸法比を用いて計算した値は実測値より極めて小さいことがわかる。

ここで、筆者らはこの差異の原因として(1)寸法比、(2)剛性率 G の深さ方向への変化、という2点を考えた。

図-4は加速度 500 gal における振動土圧合力と寸法比 L/H の関係を示したものである。計算による振動土圧合力は寸法比の影響をうけるので、隔壁を設け寸法比を変えて実験を行ない荷重計で計測した値と計算値の比較を示したものである。この図から、実測の振動土圧合力は計算値程、寸法比の影響を受けにくいことがわかる。

図-5は土圧計を用いて計測した振動土圧分布と計算値の比較を示したものである。計算は、条件(1)寸法比 $L/H=0.5$ 、剛性率 $G=1.92 \times 10^5$ g/cm^2 、条件(2) $L/H=3.64$ 、 $G=1.92(1-X/H) \times 10^5$ g/cm^2 として行なったものである。この図から、寸法比を $1/2$ にした場合と剛性率 G の深さ方向への変化を仮定した方が実測値に近しい分布を与えることがわかる。条件(2)については計算値の $1/3$ の値を示している。

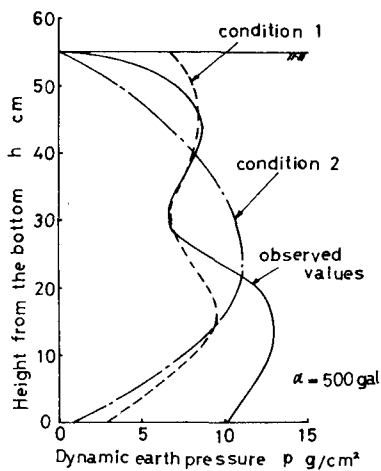


Fig. 5

参考文献

- 1) 満田守雄; 土圧計を用いた乾燥砂の静的、および動的土圧実験, 名古屋大学工学部土木工学科 卒論 昭52.
- 2) 上部達夫; 裏込め土中に隔壁を設けた静的、および動的土圧実験, 名古屋大学工学部土木工学科 卒論 昭46.