

応力再配分による砂質土の地震時主働土圧

名古屋大学工学部 (正) 市原 松平
 " " 松沢 宏
 名古屋大学大学院 (学) 河邑 眞

1. まえがき 筆者らの研究室における乾燥砂の地震時主働土圧実験によると、地震力が増大するにしたがって可動壁に作用する土圧合力は増加し、その相対着力点は上昇し、壁面における平均壁摩擦係数 $\tan \delta$ は減少するという土圧特性が明確となった。そこで、筆者らは地震時における土圧の再配分に着目し、これらの土圧特性を説明する土圧式を求めた。

2. 地震時土圧の算定法 図1で斜線を付した微小部分の鉛直、ならびに水平方向の釣合より次式が求められる。

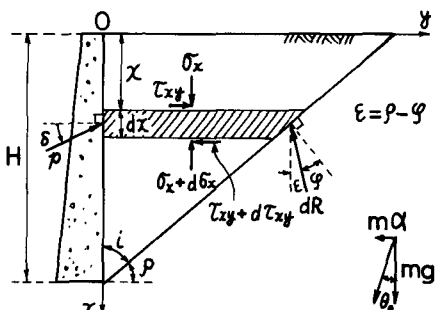


図-1

$$[-(H-x)d\sigma_x + \sigma_x dx] \tan i \cdot \sin \epsilon + [(H-x)d\tau_{xy} + \tau_{xy} dx] \cdot \tan i \cdot \cos \epsilon + \gamma(H-x) dx \tan i (\sin \epsilon + \cos \epsilon \tan \theta_0) = p dx (\sin \delta \sin \epsilon + \cos \delta \cos \epsilon) \quad (1)$$

ここで $\tau_{xy} = S\sigma_x$, $p \cos \delta = \sigma_y = K\sigma_x$, $p \sin \delta = \tau_y x = -S\sigma_x$ とおくと

$$\frac{d\sigma_x}{dx} + \sigma_x \left(\frac{\cot \epsilon}{S \cot \epsilon - 1} \frac{dS}{dx} + \frac{\lambda}{H} \right) + \gamma \frac{1 + \cot \epsilon \tan \theta_0}{S \cot \epsilon - 1} = 0 \quad (2)$$

ただし

$$\frac{\lambda}{H} = \frac{1}{H-x} \left[\frac{\cot i (S - K \cot \epsilon)}{S \cot \epsilon - 1} - 1 \right] \quad (3)$$

$x=0$ で $\sigma_x = 0$ という条件を用いると、式(2)より

$$\sigma_x = -\frac{H}{\lambda} \gamma \frac{1 + \tan \theta_0 \cot \epsilon}{S \cot \epsilon - 1} \left(1 - e^{-\frac{\lambda}{H} x} \right) \quad (4)$$

また、Mohr の円より K , S はパラメーター ψ を用いて次式で表わされる。

$$S = -\sin \psi \sin 2\psi / (1 + \sin \psi \cos 2\psi) \quad (5)$$

$$K = (1 - \sin \psi \cos 2\psi) / (1 + \sin \psi \cos 2\psi)$$

式(3)に式(5)を代入して ψ で表わすと

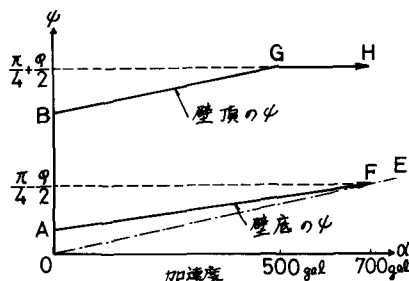


図-2

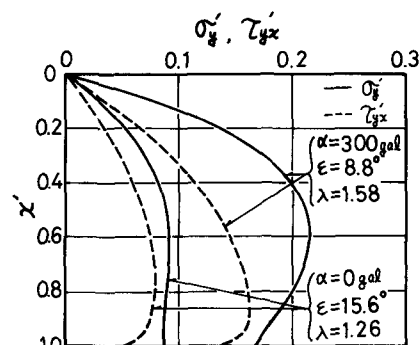


図-3

$$e \sin 2\psi - f \cos 2\psi + g = 0 \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \text{ここに、} e &= \sin \varphi (1 - B \cot \varepsilon), f = \sin \varphi (\cot \varepsilon + B), \\ g &= \cot \varepsilon - B, B = \cot(\varepsilon + \varphi) \{ \lambda(H-x)/H + 1 \} \end{aligned}$$

$$\text{いま、} e = A \cos \Omega, f = A \sin \Omega, \sin \Delta = g/A \text{ とすると}$$

$$\sin(2\psi - \Omega) + \sin \Delta = 0 \quad (7)$$

$$\text{式(7)より、} \psi = (\Omega - \Delta + \pi)/2 \quad (8)$$

この計算法では、 ε と λ を与えることによって式(4), (5), (8)より S , K , および σ_x が計算され、壁面に作用する土圧は次式で与えられる。

$$\sigma_y = K \sigma_x, \tau_{yx} = -S \sigma_x \quad (9)$$

ε と λ は加速度によって変化する値であり、図2に示すように壁底と壁頂の ψ を決めることによって与える。壁底では、 $\varepsilon = \mu - \psi$ という関係が成立する。ここに、 $\mu = \pi/4 - \varphi/2$ である。

図2では、壁摩擦角 $\delta = 29/3$ を与える ψ を $\alpha = 0$ gal における壁底の ψ とし、点Aで示す。直線OEはRankine領域の ψ の $1/2$ 値を示すもので、 $\psi = \mu$ となる点をFとすると、壁底の ψ は加速度の増加とともにAF上を変化すると考える。また、 $\alpha = 0$ gal において平均壁摩擦角 $\bar{\delta}$ が 0.9φ となる ψ を点Bで示すと、壁頂の ψ はOEに平行な線BG上を変化し、500 gal 以上では $\psi = \pi/4 + \varphi/2$ で一定になると考える。

3. 計算値と実測値の比較 図3は、計算によって求めた土圧を無次元量 σ_y' , τ_{yx} で表わし、深さ z に対する分布を示した一例である。

図4～6は、筆者らの研究室で行なった乾燥砂の振動実験の実測値と計算値の比較を示すものである。実験の条件は、裏込め高さ $H = 0.55$ m, $\gamma = 1.59$ g/cm³ の密な状態である。図4に示す土圧合力 $P \cos \bar{\delta}$ (Kg/m) と図5に示す相対着点 η/H については、ともに計算値と実測値がよく一致している。図6に示す平均壁摩擦係数 $\tan \bar{\delta}$ については、計算値の方が大きな値を示しているが、加速度の増加に対して減少している。

上述した方法で、実測の土圧特性を合理的に説明できる。

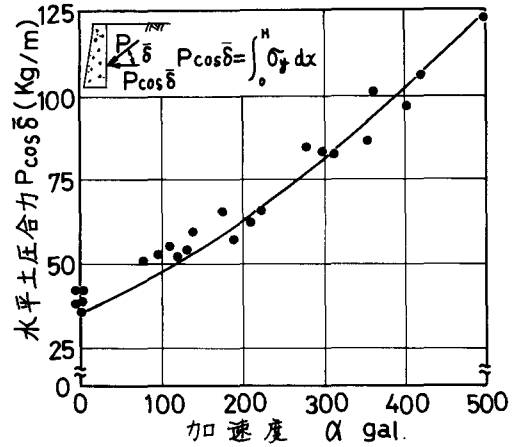


図-4

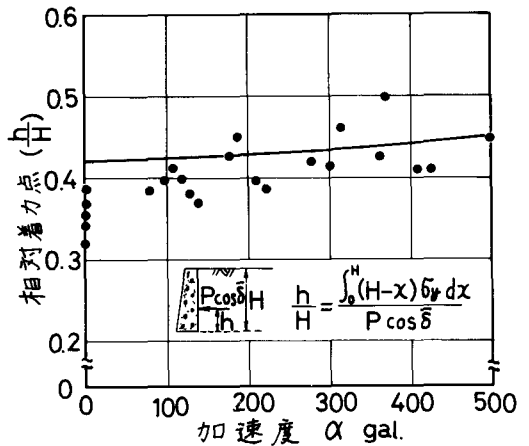


図-5

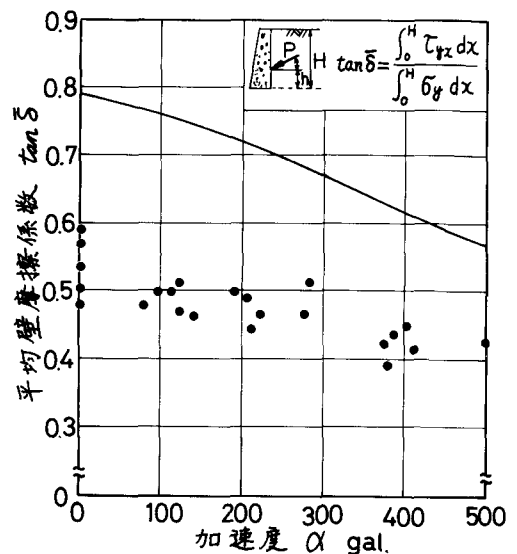


図-6