

振動時地盤における動的土圧の合力及び作用位置に関する研究

苦小牧高専 正員 澤田 知之
 7E0- 能町 純雄
 苦小牧高専 正員 近藤 崇

1. はじめに

筆者等がこれまでに行った一連の振動台による模型実験の結果より、地震時等振動時地盤に於ける深さ方向の動的土圧分布や振動土圧振幅は、特に入力加速度が大きく低周波入力時には常時と大きく異なるという結果が得られている^{1) 2)}。本稿は、振動時地盤の剛な壁面に対する動的土圧合力とその作用位置の検討を今まで行ってきた模型実験供試体を解析対象として考察したものである。

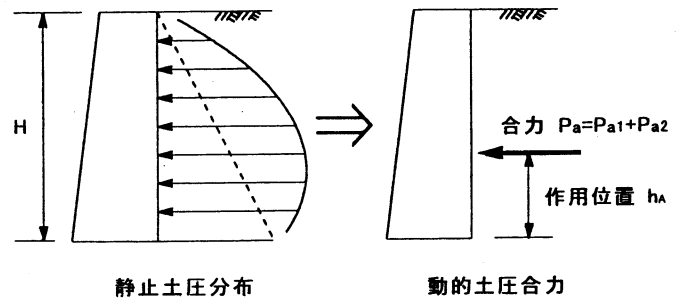


図-1 一般図

2. 解析概要

既往の研究では、土は弾性体として2次元弾性論の平面歪み状態に於ける動的解析を行い弾性解³⁾を求めている。よって、振動時全土圧 P_A は常時土圧 P_{a1} と振動時土圧 P_{a2} の和として次の(1)式のように示される。尚、解析諸元は図-1に示すような実験模型を対象とした。

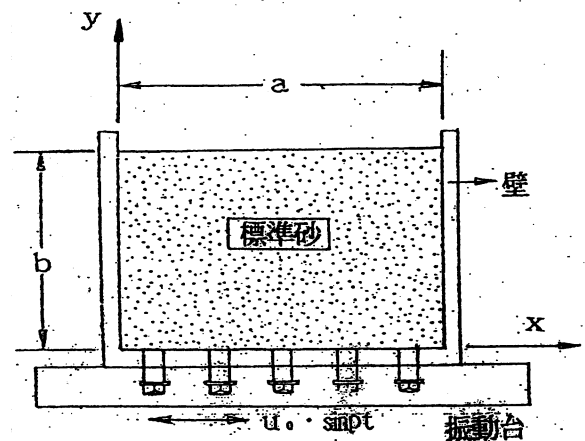


図-2 解析モデル

ここで

$$\begin{aligned}
 P_{a2} = & \sum_m \frac{(1 - (-1)^m)}{2} \left[be \left\{ \left(1 - \frac{2}{\pi} \frac{\psi_m(0)}{\beta_m} \right) \frac{P^2}{\beta_m^2} + \frac{\psi h}{\pi} \left(\frac{\psi'_m(0)}{\beta'_m} - \frac{\psi_m(0)}{\beta_m} \right) \right\} \right. \\
 & + X_m \frac{meb}{\pi} \left\{ -4h(me)^2 \left(\frac{\phi'_m(1)}{\beta'_m} - \frac{\phi'_m(0)}{\beta'_m} - \frac{\phi_m(1)}{\beta_m} + \frac{\phi_m(0)}{\beta_m} \right) \right. \\
 & + 2P^2 \left(\frac{\phi'_m(1)}{\beta'_m} - \frac{\phi'_m(0)}{\beta'_m} \right) + 2(1-2h)P^2 \left(\frac{\phi_m(1)}{\beta_m} - \frac{\phi_m(0)}{\beta_m} \right) \left. \right\} \\
 & + Y_m \frac{b}{\pi} \left\{ 2h(me)^2 \left(\frac{\phi_m(1)}{\beta_m} - \frac{\phi_m(0)}{\beta_m} - \frac{\phi'_m(1)}{\beta'_m} + \frac{\phi'_m(0)}{\beta'_m} \right) \right. \\
 & \left. \left. + (1-2h)P^2 \left(\frac{\phi_m(1)}{\beta_m} - \frac{\phi_m(0)}{\beta_m} \right) \right\} \right] \quad (2)
 \end{aligned}$$

同様に壁先端に於ける転倒モーメント G_A から作用位置 h_A は次式で示される。

$$h_A = \frac{G_A}{P_A} = \frac{(1-2h)b^2P^2\pi^2 \pm 24Kg_{a2}'}{3\{(1-2h)bP^2\pi^2 \pm 8KP_{a2}'\}} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} g_{a2}' = \sum_m \frac{(1-(-1)^m)}{2} \left[b^2 e \left\{ \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{\pi} \frac{\psi_m(0)}{\beta_m} \right) \frac{P^2}{\beta_m^2} + \frac{2h}{\pi} \left(\frac{\psi_m'(0)}{\beta_m} - \frac{\psi_m(0)}{\beta_m} \right) \right\} \right. \\ \left. + X_m \frac{meb^2}{\pi} \left\{ -4h(me)^2 \left(\frac{\phi_m'(1)}{\beta_m} - \frac{1}{\beta_m^2\pi} - \frac{\phi_m(1)}{\beta_m} + \frac{1}{\beta_m^2\pi} \right) \right. \right. \\ \left. \left. + 2P^2 \left(\frac{\phi_m'(1)}{\beta_m} - \frac{1}{\beta_m^2\pi} \right) + 2(1-2h)P^2 \left(\frac{\phi_m(1)}{\beta_m} - \frac{1}{\beta_m^2\pi} \right) \right\} \right. \\ \left. + Y_m \frac{b^2}{\pi} \left\{ 2h(me)^2 \left(\frac{1}{\beta_m^2\pi} - \frac{\phi_m(0)}{\beta_m} - \frac{1}{\beta_m^2\pi} + \frac{\phi_m'(0)}{\beta_m} \right) \right. \right. \\ \left. \left. + (1-2h)P^2 \left(\frac{1}{\beta_m^2\pi} - \frac{\phi_m(0)}{\beta_m} \right) \right\} \right] \end{aligned} \quad (4)$$

上記、式中 ρ : 密度、 K : 震度、 p : 振動数、 h : 減衰定数
 e : b/a 等である。また、 X_m 、 Y_m は境界未知数であり境界
 条件³⁾より定められる。同様に ϕ_m 、 ϕ_m' 、 ψ_m 、 ψ_m' などは深
 さ方向のパラメータ $\eta=y/b$ で一義的に決まる関数である。

3. 計算結果及び考察

いま図-3及び4に内部摩擦角 ϕ が各々 20° 、 30° 及び 40°
 の場合における動的土圧 P_A と作用位置 h_A の震度 K による
 変化を示した。この結果より、静止状態($K=0$)では P_A
 の物部式および h_A の山口柏樹式と一致することが示された。
 また ϕ の増加により P_A は小さくなるが、 h_A はほとんど変化
 が無いこととなった。本例においては、既往の振動台実験の
 供試体諸元を用いたが、壁を押す方向である正の震度では
 提案した式による解析値がいずれも比較の参考式を下回った。
 今後、壁摩擦角 δ 、減衰定数 h 及び固有円振動数 p 等々との
 関連を多く検討する必要があると考えられる。その他の結果
 は当日発表の予定である。

参考文献

- 1) 澤田・能町・近藤：地震時地盤における深さ方向の慣性
力分布の模型実験、土木学会第53回年次学術講演会、
I-B209、1998。
- 2) 澤田・能町・近藤：振動台による地震時土圧の模型実験、
土木学会第54回年次学術講演会、I-B399、1999。
- 3) 澤田・能町・近藤：振動台上の砂箱内地盤モデルにおける
動的応力と変位の弾性解、苫小牧工業港等専門学校紀要、
第32号、PP. 95-112、1997。

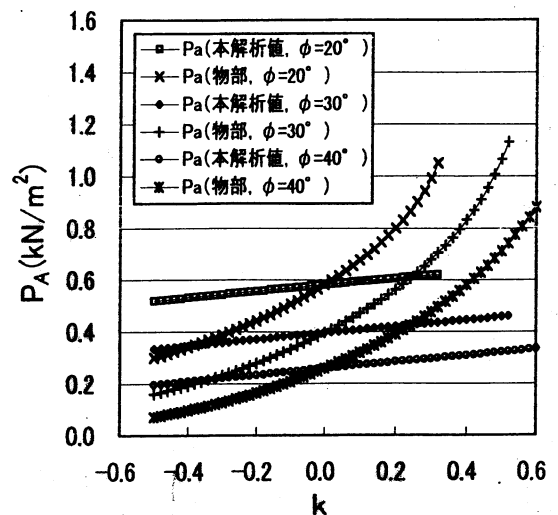


図-3 動的土圧合力

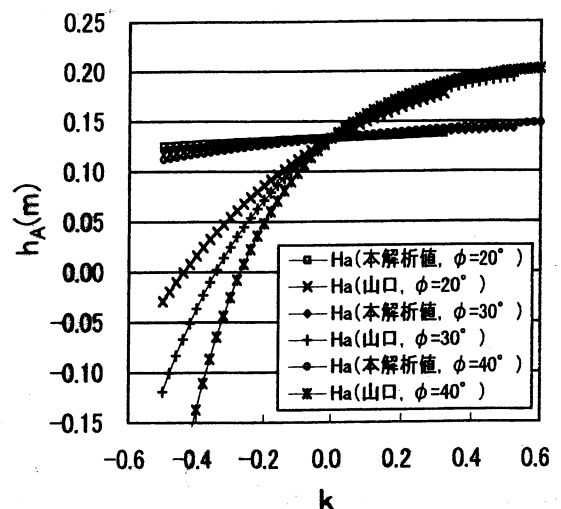


図-4 作用位置

計算諸元 $\delta(^{\circ}) = 0.500$ $b(m) = 0.400$
 $e = 0.471$ $\rho(t/m^3) = 1.520$
 $p = 0.013$