

名古屋大学 正会員 松澤 宏
 名古屋大学大学院 学生員 大谷仁志
 名古屋大学 学生員 矢野康明

1. まえがき

剛性壁に作用する地震時受働土圧の特性を明らかにするため、乾燥した豊浦標準砂を用いて、大型振動砂槽による実験的研究を行った。本報告では、(1)壁の変位に応じる抵抗土圧の特性、(2)振動加速度が、最大抵抗土圧である地震時受働土圧に及ぼす影響、(3)破壊領域の大きさや振動加速度の関係、の3点について実験結果を示すとともに、対数ら線法の実験結果への適応性について考察とする。

2. 実験装置および実験方法

実験に使用した大型振動砂槽は、内のり寸法が長さ 200cm ×幅 200cm ×深さ 75cm であり、長手方向に水平な正弦振動を起こすことができる。砂槽の振動方向の一端は、図-1に示す土圧計利用の可動壁となっており、振動による壁の慣性力を除去するため、左右2枚に分離され、対重によりバランスをとっている。1枚の可動壁は、幅 99.5cm ×高さ 47.5cm で、その下端が砂槽底面より 25cm 上方に位置している。壁に取りつけられた3個の荷重計の連続的な読みから、土圧合力の大きさ、壁摩擦角、合力の着点などを求めることができる。

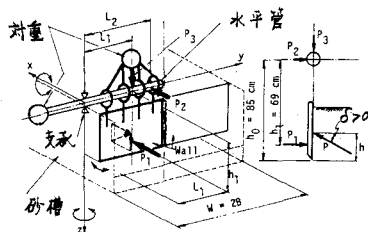


図 - 1

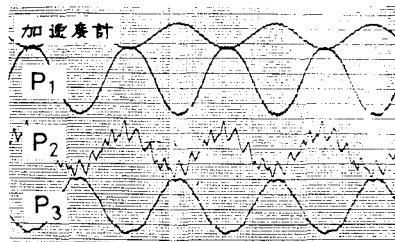


図 - 2

実験には、上述した砂を壁高 $H=42.8\pm 1.0\text{cm}$ 、単位体積重量 $\gamma_s=1.60\pm 0.02\text{g/cm}^3$ ($D_{50}=0.869$)となるように砂槽内に詰めた。砂の充填後、振動数 2.9Hz の安定した振動のもとで、可動壁を鉛直に保ち、水平方向に 0.074mm/sec の速さで中詰め砂に向けて変位させた。壁変位終了後、破壊領域の大きさを調べるため、細い金属棒を貫入してすべり面の位置を調べるとともに、壁から地表面におけるすべり面の位置までの長さを測った。図-2は、振動中における荷重計の記録であるが、加速度の波形に対して同位相あるいは逆位相の、極めて正弦波に近い波形であった。

3. 実験結果と考察

図-3は、加速度 $\alpha=480\text{gal}$ 、壁高 $H=43.0\text{cm}$ で行った振動実験結果の一例であり、土圧係数 K 、壁摩擦係数 $\tan\delta$ 、相対着点 r_p/H を、横軸の壁変位量 d に対して示している。図中の実線は最大慣性力作用時、破線は最小慣性力作用時の値を示しており、矢印はすべり面が地表面に現れた時点を示す。最大慣性力作用時とは、振動中に中詰め砂に作用する慣性力が、壁から砂に向かって作用し、その大きさが最大になる時を称し、この逆を最小慣性力作用時という。 K 、 $\tan\delta$ 、 r_p/H はこれこれこの両曲線の間を振動しながら変化した。図中の ϕ_m は、 K と δ の実測値を用いて対数ら線法により逆算した内部摩擦角である。この図より特筆すべきこととして、(1) K が最大となる壁変位量は、 $d_p=9\sim 11\text{mm}$ ($d_p/H=2.1\sim 2.6\times 10^{-2}$)であるのに対して、 $\tan\delta$ は d_p の2〜3倍の変位量により最大となること、(2) ϕ_m の最大値

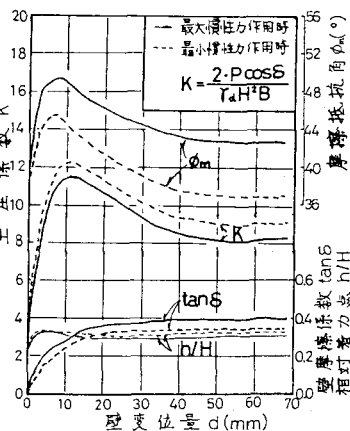


図 - 3

は d_{kp} より小さな変位量で生じたこと、
(3) すべり面が観察された壁変位量は、
 d_{kp} の2.5倍程度であること、(4) R/H
は、壁変位のはほぼ全過程を通じて R/H
 $= 0.3 \sim 0.4$ であったこと、があげら
れる。(1),(2),(3)より、壁に沿うすべ
り、壁下端からのすべり面に沿うす
べりより遅れが発生すること、また
(4)より、壁に作用する土圧は三角形
分布に近いといえよう。

図-4,5,6は振動加速度を横軸にと
り、地震時受働土圧係数 K_{PE} , K_{PE} 時の

壁摩擦角 δ 及び R/H をとれいし示している。図-4によれば、 $\alpha = 0^{gal}$ におい
て $K_p = 15 \sim 17$ であったが、 $\alpha = 450^{gal}$ 付近では、最大慣性力作用時で約25
%、最小慣性力作用時で約20%の減少が見られた。壁摩擦角 δ は図-5に示
されるように、最大慣性力作用時には振動加速度の影響をほとんど受けず、
 $\delta = 16^\circ$ 付近にはばらついてはいるが、最小慣性力作用時には明らかに減少してお
り、 $\alpha = 450^{gal}$ 付近で $13.5 \sim 15.5$ となった。図-6に K_{PE} 時の R/H を図示したが、加速度の大ききにより $R/H = 0.3 \sim 0.4$
の範囲内であることがわかった。また図-4には、対数法を用いた計算値を実線で示したが、 $\delta = 16^\circ$ を用いる
と $\alpha = 49^\circ \sim 50^\circ$ の内部摩擦角で、最大慣性力作用時に対応する計算結果が実験値によく合致した。

金属棒による破壊領域の計算結果の一例を図-7に示した。測定精度はよくないが、すべり面を平面として延長
しても壁最下端を通らないことから、すべり面はひ
とつの平面ではないといえよう。

図-8では、隆起面の壁からの長さを L として、壁
高 H との比 L/H を振動加速度 α に対して示した。 α
 $= 0^{gal}$ で $L/H = 3.5 \sim 3.7$ であったのに対し、振動加
速度が増大するとともに減少し、 $\alpha = 450^{gal}$ で L/H
 $= 2.9 \sim 3.3$ となった。これらの値に対して、対数法
を適用すると、実験値を満足する ϕ_m , δ では、最大慣性力作用時が▲、
最小慣性力作用時が△となり、実験値はその中間の値であった。(かゝるに
 $\phi_m = 50^\circ$, $\delta = 16^\circ$ を用いて計算をすると、実験および破壊の両曲線とな
り、最小慣性力作用時の計算結果が実験値に非常に近似することがわ
かった。図-7のすべり面の形状に対してもかなりよく近似しうることもわ
かった。

4. まとめ

すべり面が一つの平面でないことから、対数法を用いて実験値への
適応性を調べたが、土圧係数に対しては、静的時の実験値を満足する ϕ_m と
 δ を用いて最大慣性力作用時の値がよく近似されるのに対し、破壊領域に
対しては、最小慣性力作用時の計算値の方が実験結果とよく整合した。

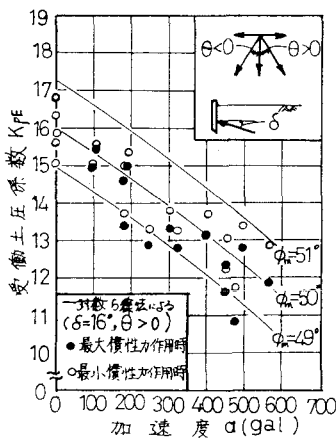


図 - 4

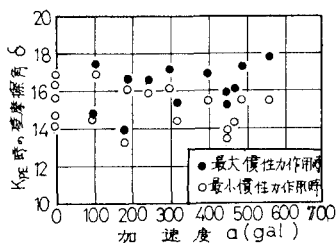


図 - 5

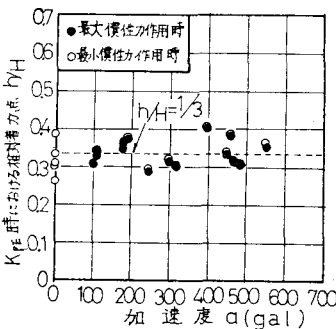


図 - 6

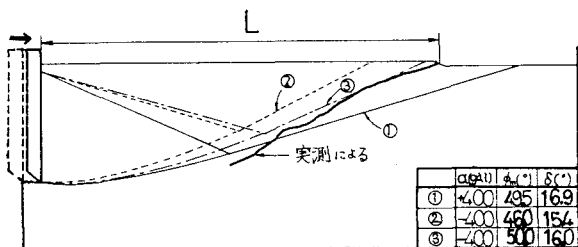


図 - 7

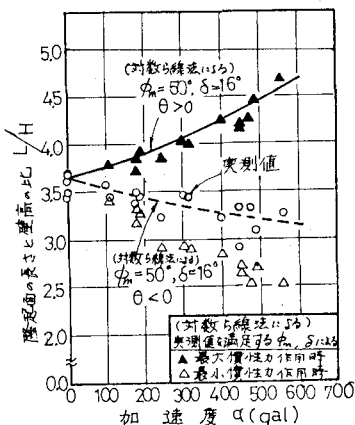


図 - 8