

セル内壁に働く振動土圧、間隙水圧に関する模型実験

神戸大学工学部 正 員 畑中元弘
 神戸大学大学院 学正員 ○白井義朗
 神戸大学大学院 学正員 菅原泰彦

最近、けい船岸壁構造として鋼板セル岸壁が用いられている。鋼板セル岸壁は、常時の安定性に関しては一般設計方式が樹立されているが、地震時の安定性に関してはいまだ不明な点が多い。したがって本研究においては地震時に生じるセル内の土圧、間隙水圧についての模型実験を行い、間隙水圧については理論的考察もあわせて行った。

1 実験概要

図-1に示すような鋼板セル模型を振動台の上に設置し、振動方向および直角方向に土圧計(壁面)・水圧計(壁面より10cm内側)を取りつけ、乾燥砂・飽和砂の2種について、セル内の静土圧および台の定常加速度が種々となる振動土圧・間隙水圧の測定を行った。なお振動台の加速度は0.05g~0.5g間で段階的に増加した。

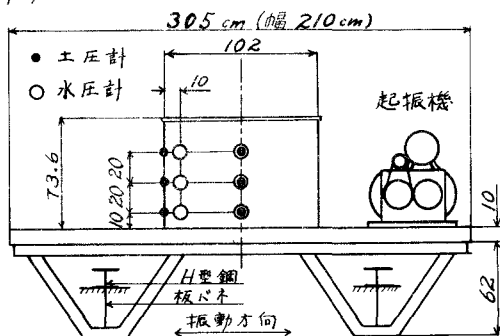


図-1 実験装置

2. 実験結果と考察

・静土圧 — 図-2に示す。乾燥砂の場合円形セル内の壁かけの土圧係数はほぼtanφの値、すなわちφ=25°~30°で0.47~0.70程度といわれているが、今回の本実験値はこれに比べて、かなり大きな値となっている。また同図b)の飽和砂の場合には曲線分布を示し、a)の場合と異なっている。

・乾燥砂の場合の振動土圧 — 図-3に測定結果を示す。実線は振動方向土圧振幅、破線は振動直角方向土圧振幅を示すが、各位置の土圧記録の位相は同一ではなく、振動方向については、全記録を通り下段の破線と上段の破線には180°の位相差が見られ、直角方向については、同一でない場合もはじめている。これは振動中のセルのわずかな変形の差が大きく影響しているのではないかとと思われる。また同図より振動方向に對し、直角方向では著しく小さいことがわかる。なお図中の鎖線を示した直線は地震時土圧の増分(計算値 壁面摩擦角=0°, 内部摩擦角=30°)を示したものである。

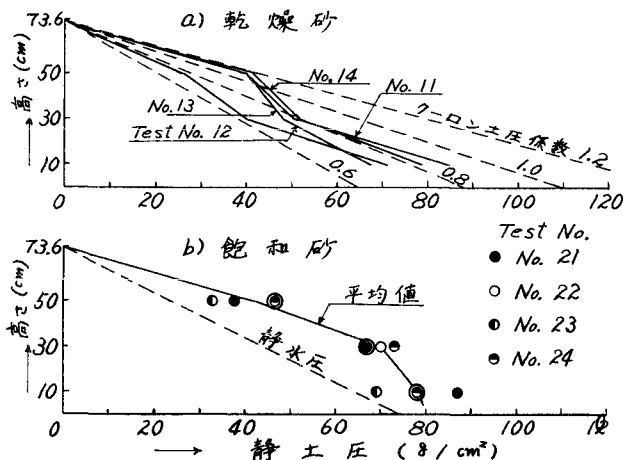


図-2 静土圧分布

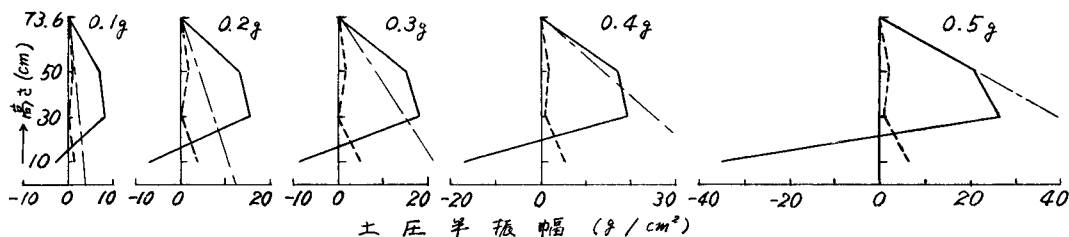


図-3 セル内壁に働く振動土圧の1例 (乾燥砂)

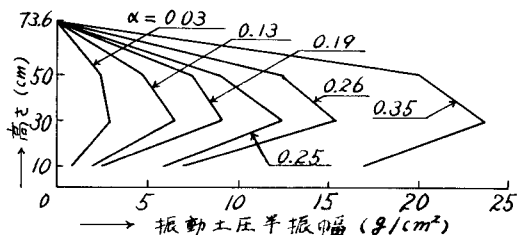
・飽和砂の場合の振動土圧(土圧+水圧) — 図-4は振動方向の振動土圧を、図-5は間隙水圧を加速度別に示したものである。図-4の下段の振動土圧は加速度がほぼ $0.15g$ までは上中段の波と下段の波は同一位相で、 $0.2 \sim 0.25g$ では位相差を生じ、約 $0.3g$ 以上では位相差がほぼ 180° となっているので、下段振動土圧を一度上中段と同位相の側にプロットした。したがって土圧のみの分布形は乾燥砂の場合と類似している。

間隙水圧の理論式は2次元の場合について得られ次式を3次元に拡張すれば次式になる。

$$p = \frac{4\rho_w \alpha g a \cos \theta}{\pi} \left[\sum_{m=1}^{A-1} \frac{(-1)^{m+1} J_1(j_m r) \cos \mu_m z/h}{(2m-1) \{j_m a J_0(j_m a) - J_1(j_m a)\}} + \sum_{m=A}^{\infty} \frac{(-1)^{m+1} I_1(j'_m r) \cos \mu_m z/h}{(2m-1) \{j'_m a I_0(j'_m a) - I_1(j'_m a)\}} \right] e^{i\omega t}$$

$$\text{ここに } \mu_m = \frac{(2m-1)\pi}{z}, \quad j_m = \sqrt{\frac{\rho_w \omega^2}{K} - i \frac{\rho_w \lambda g \omega}{kK} - \frac{\mu_m^2}{h^2}}, \quad j'_m = \sqrt{\frac{\mu_m^2}{h^2} - \frac{\rho_w \omega^2}{K} + i \frac{\rho_w \lambda g \omega}{kK}},$$

K , ρ_w は水の体積弾性係数、密度、 k , λ は中詰砂の透水係数、間隙率、 i は虚数単位、 ω は外力の振動数、 a は $\mu_m^2/h^2 > \rho_w \omega^2/K$ を満足する m の最小値であり、 J , I はベッセル関数、変形ベッセル関数である。なお上式 j_m, j'_m 中の $\rho_w \lambda g \omega / kK$ 項を省略すれば、セル内が水で満たされた場合の解³⁾となる。実験に用いたセル模型のdimensionおよび中詰砂(ほぼ $k = 0.1 \text{ cm/sec}$, $\lambda = 0.3$)の場合には、



中詰砂の影響が無視でき、間隙水圧は水のみのもみ圧としてよく、図-5の破線のようになる。しかしながら、セル模型のdimensionに対し、中詰砂の k が $10^{-5} \sim 10^{-7} \text{ cm/sec}$ 程度になれば、き下 k の値が大きく($k = 0.1 \text{ cm/sec}$ 程度)とも、実物大のセルのdimensionを考

図-4 セル内壁に働く振動土圧の1例 (飽和砂)

えれば、上式中の中詰砂の項の影響により、水のみの場合の動水圧分布とは違ってくるであろう。同図の実験結果と理論値については、加速度が小さい範囲では、分布形は対応しているが、大きい範囲では分布形は異なっている。これは、上式では、中詰土の性状変化を考慮していないためであろうと思われる。

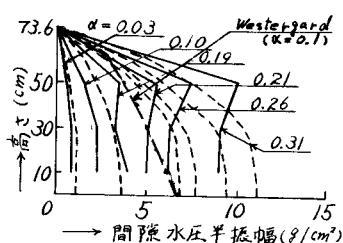


図-5 間隙水圧

参考文献

- 1) 北島昭一: 運研報告 Vol.12, No.3, 1962.5
- 2) 大原資生: 土学論 No.87, 1962.11
- 3) 長尾義三 後藤尚男 外2名: 土木学会関西支部第24次学術講演会 講演概要 1965