

水係数 $4.2 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ 、間隙率0.658）を敷設した。底質床中央部の深さ3cmと6cmの位置に土圧計、間隙水圧計を並べて設置し、その直上で波高計により水位変動を測定し、同時に砂漣形状を観察した。水深は0.3と0.4m、周期は0.8～1.2s、波高は1.5～7.5cmの範囲で変化させた。なお前野ら²⁾と同様、変動鉛直有効応力 σ_v は各時刻の土圧変動 P_0 から間隙水圧変動 p_z を引いて求めた。

4. 結果と考察

理論計算のために G 、 S_r 、 ν を与える必要がある。PVCのヤング率は約34ton/cm²であり、 $\nu = 1/3$ とすると $G = 1.2 \times 10^9 \text{ Pa}$ となる。なお、砂の場合にはこれより1オーダー程度大きい。 γ は9.8kN/m³、 P_0 は $2.05 \times 10^{10} \text{ Pa}$ を用いた。図2は表面下3cmでの変動有効応力振幅比 $Pe/\gamma'z$ （ Pe ：変動有効応力振幅、 $\gamma'z$ ：有効土被り圧）とShields数 ψ の関係を飽和度を变化させて計算した結果と比較したものである。なおShields数の計算の際に摩擦係数はSwart³⁾の式から求め、周期、水深はそれぞれ1.2s、0.3mとした。図から $Pe/\gamma'z$ が ψ の増加に伴い単調に増加することや $\psi > 0.3$ で振幅比が1に近づくシートフローが生じることがわかる。海底地盤の液状化限界として次式が提案されている⁴⁾。

$$\sigma_v' = -\gamma'z + \sigma_z' \leq 0 \quad (6)$$

この条件が1周期の間に部分的にも液状化が発生する条件と考えれば $Pe/\gamma'z \geq 1$ と同じであり、液状化の発生とシートフローへの移行がほぼ同時に生じていることがわかる。実験値は $S_r = 0.99$ の計算曲線で概ね説明できるので図3は $S_r = 0.99$ の場合の深度の違いによる振幅比の変化を計算したものである。図から $z \leq 1 \text{ cm}$ では $\psi \geq 0.5$ で

式(6)を満たす状況となり、液状化が発生することがわかる。図4、図5は表面での水圧変動振幅の微小振幅波による計算値で除した無次元有効応力振幅と ψ の関係である。 $z = 3 \text{ cm}$ では ψ が変化してもこれはほぼ一定値を示すが、 $z = 6 \text{ cm}$ では図4中に示した前野らと同様 ψ が大きくなるにつれ振幅が小さくなる傾向がある。しかし計算結果はいずれの深度でも ψ には関係なく一定であり両者に相違が見られる。現時点では理論計算は実験結果を十分表していない。境界条件や底質定数などをさらに検討する必要がある。

謝辞：本研究は文部省科学研究費奨励研究Aの補助の下に実施された。ここに記して謝意を表する。

参考文献 1) Yamamoto et al. (1978), J. Fluid. Mech., 87(1), 193-206. 2) 前野ほか(1989), 36回海講論文集, 789-793. 3) たとえば水村和正(1992), 海岸海洋工学, p. 72, 共立出版 4) Mei and Foda (1981), Geophys. J. R. astro. Soc., 66, 597-631.

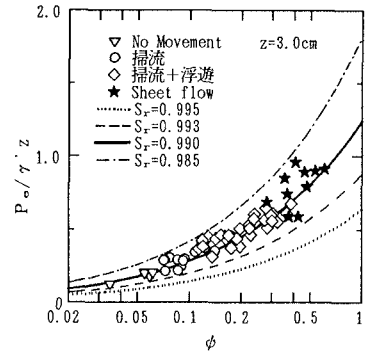


図2 有効応力振幅比とShields数

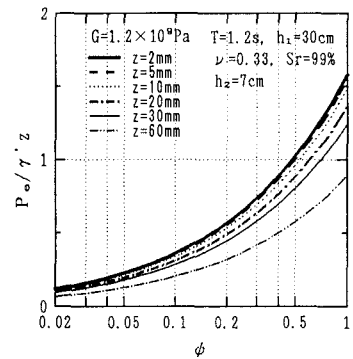


図3 有効応力振幅比と深度

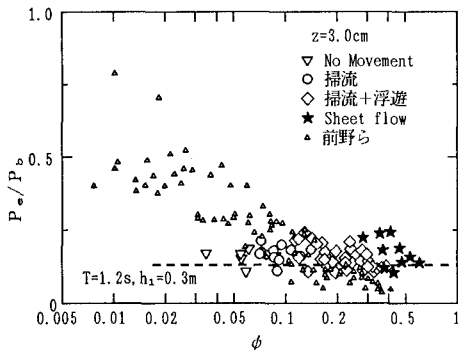


図4 無次元有効応力振幅とShields数 ($z=3 \text{ cm}$)

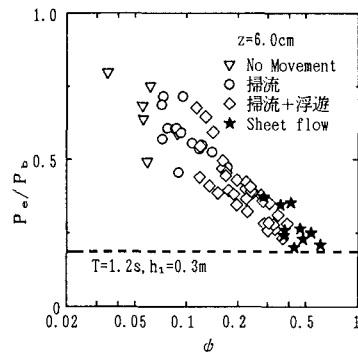


図5 無次元有効応力振幅とShields数 ($z=6 \text{ cm}$)