

防衛大学校 正員 真嶋恭雄 正員 池内正幸 O正員 重村利幸

概要：本研究は室内実験を通じて波動によって生ずる床部剪断力による底質の運動開始の状態を観察し、運動を起した底質量を定量的に求めんとしたものである。

序論：床部出傍では種々の形状及び表面状態を有する砂粒がしまつめられており、又波動の特性により、水はほぼ水平往復振動運動を行なうので、完全に乱された運動を起していると考えることが出来る。従って、今、底質底部に作用する剪断力を τ_d とすれば、Prandtlの理論から、 τ_d は次式の如く表わされる。

$$\tau_d = \rho \omega^2 \left(\frac{dU}{dz} \right)_{z=d}^2$$

$$z \text{ から } \tau_d = \rho \frac{k^2}{(\log_e \frac{z+z_0}{z_0})^2}, \quad \bar{U}_{z=d}^2 = \rho \alpha \bar{U}_{z=d}^2 \quad (1)$$

が得られる。ここに α は常数で佐藤・岸によれば0.00253である。

波動により底質に作用する流速としては、波による水分子速度と質量輸送速度が考えられる。従って、底質底部に作用する流速を U_d 、水分子速度を u_d 、質量輸送を u_d' とすれば

$$U_d = u_d + u_d'$$

対象とする波が浅水表面波の場合には

$$u_d = \frac{\pi H}{T} \frac{\cosh kd}{\sinh kh} \sin(kx - \omega t),$$

$$u_d' = \frac{ck^2 H^2}{8} \frac{\cosh 2kd}{\sinh^2 kh} \quad \text{である。}$$

底質に最大流速が作用したとき運動を開始すると考えれば

$$U_d = \frac{\pi H}{T} \frac{\cosh kd}{\sinh kh} + \frac{ck^2 H^2}{8} \frac{\cosh 2kd}{\sinh^2 kh}$$

この U_d がその(1)式の \bar{U} として底質に作用すると仮定すれば、底質底部に作用する剪断力 τ_d は、
$$\tau_d = \rho \alpha \left[\frac{\pi H}{T} \frac{\cosh kd}{\sinh kh} + \frac{ck^2 H^2}{8} \frac{\cosh 2kd}{\sinh^2 kh} \right]^2 \quad (2)$$
となる。

一方、底質粒子の床板上での最大静止摩擦角を ϕ とし、砂粒子を直径 d の球と考へれば、底質砂の限界静止摩擦力 R は(3)式の様に表わされる。

$$R = \frac{\pi}{6} (\rho_s - \rho_w) g d^3 \tan \phi \quad (3)$$

実験装置及び方法：水路は長さ21.6m、巾0.6m、高さ0.8mの両面ガラス張りである。造波機はBallistic Pendulum型造波機を用い、水路後端より2.68mのところに設置した。駆動は無段変速機を接続した3相モーターにより行なった。水路両端には消波部を設け、又、造波機前方1mのところに3ヶの金網フィルターを設置した。水路後端より、6.45mのところに、巾0.2m、長さ1.3mを床板とし、その両側に高さ0.02mの側壁を有するアクリル樹脂製槽を置き、槽中央部に4ヶの穴を開け、縦を10等分、横を5等分し、計50ヶの区画を描いた。波浪測定は電気抵抗式液面計をストレーンゲージを用いてペンシログラフで自記させて行なった。

底質砂は相模川中流産の川砂を用い、これを粒径により5種類に篩分けて使用した。底質砂は上記篩全長を開け、一層にしまつめ、実験水深は0.2m、0.25m、0.3m、0.35mとし、周期は0.1sec毎変えながら実験した。観測は、底質砂のしまつめの方の干箱を除くため、先づ60液

通過させた後行われ、樋中央部の上記区画で底質砂の1/5以上運動してゐる区画を数え、同時にその時の波を記録した。又各粒径の底質砂の最大静止摩擦角は、静水中、床板の角度を手元で測定された。

表1及び図1は本実験に使用された底質砂の生成波の特性値を示す。

粒径(mm)	比重	最大静止摩擦角
0.59-1.19	2.69	0.39
1.19-1.68	2.69	0.35
1.68-2.00	2.68	0.36
2.00-2.38	2.68	0.36
2.38-4.76	2.68	0.36

表-1 底質砂特性値

実験結果及び考察：図2 $\rho_w U_d^2$ と $(\rho_s - \rho_w) g d \tan \phi$ との比を横軸として、観測全区画数に対する運動発生区画数の比を縦軸としてプロットしたものである。

この比は波動による底質砂底部に作用するせん断力の大よさを、底質砂の運動発生に必要と不充分から推測出来る。しかし両者の間には、底質砂の粒径、表面状態、作用する流速、及びこれらに依存する乱れ具合等、多くの不確定要素が入り組んでいる。そこで著者は波動による底質砂の運動発生相対度数 p のものを考へた。

$$p = \frac{\text{運動発生区画数}}{\text{全観測区画数}} \times \frac{(\text{粒径})^2}{1 \text{区画面積}}$$

この p を Reynolds number との比としてプロットしたものである。両者の間には

$$\log p = -1.579 \log Re - 7.686$$

の関係が認められた。

この研究に当研究室の今井岡次様、及び中野徳治氏に御礼を感謝する。

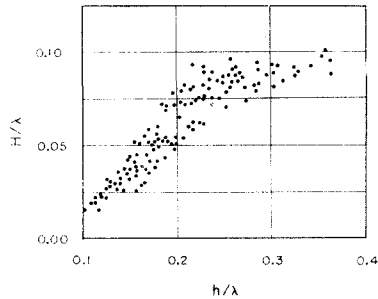


図2 生成波特性値

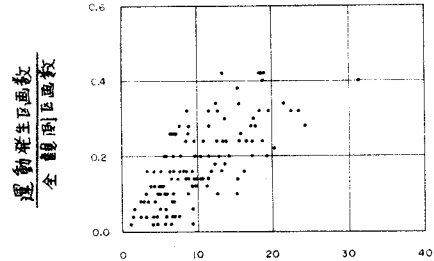


図3 $\frac{\text{運動発生区画数}}{\text{全観測区画数}} - \frac{U_d^2}{(\rho_s - \rho_w) g d \tan \phi}$

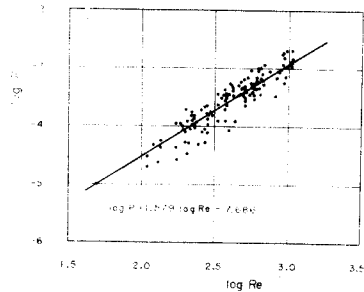


図4 $p - Re$