

防衛大学校 正員 真嶋泰雄 正員 池内正幸。正員 室村利幸

序論 本研究は床部を構成する砂(底砂)が波動によって床部近傍に生ずる水平往復流(底流)のみの影響でいかに運動をするかを実験的に調べ検討したものである。

実験装置および方法 造波水路はBallistic Pendulum型造波機をさびえた巾0.6m, 高さ0.8m, 長さ21.6mの水路で水路中央床部には1区画が(0.09m²)の50枚の区画を明示した。底砂には相模川産の川砂を用い, これを5種の粒径に篩分けた。実験は各粒径毎, 上記床部上に一層にしまつて, 水深, 周期を変えて行い, 上記区画中, 底砂が1枚以上動いてゐる区画数を数え, 同時にその時の波を測定した。運動底砂量を定量的に表わすために, 底砂運動相対度数Pを考える。

$$P = \frac{\text{1枚以上の底砂が動く区画数}}{\text{全区画数}} \times \frac{(\text{粒径})^2}{\text{1区画面積}}$$

底面表面には底流から剪断力が作用し, 従来(1)式の如く表わされてゐる。

$$\tau = \rho \alpha u^2 \quad \text{----- (1)} \quad \text{ここに } \tau: \text{剪断力}$$

ρ : 底流流速, α : 無次元定数²⁾, u : 底流流速

いま, (1)式の u に微小振巾波理論による床部における水分子の最大水平分速度の値をとり, 底砂を粒径 d の球と仮定すれば, 底砂1枚に作用する剪断力は(2)式の如くなる。³⁾

$$\tau = \rho \alpha \frac{\pi^2 H^2}{4 T^2 \sinh^2 kh} \times \frac{\pi^2 d^2}{4} \quad \text{----- (2)} \quad \text{ここに } H: \text{波高, } T: \text{周期}$$

岸は砂を用いて実験し, $\alpha = 0.00252$ を求めた。³⁾ 一方, 底砂に作用する拘束力として, 通常, 底砂の静止摩擦力が考えられ(3)式で表わされてゐる。

$$R = \frac{1}{6} d^3 \rho (s-1) g \tan \phi \quad \text{----- (3)} \quad \text{ここに}$$

R : 底砂1枚の静止摩擦力, s : 底砂比重, $\tan \phi$: 底砂の中中における静止摩擦係数を示す。

結果および考察 図1および表1は本実験に使用した波, および底砂の特性値を示す。いま(2)式の α に0.00252を代入して, 実験データについて P と剪断力, 拘束力の比 τ/R との相関を調べてみると図2の如くなる。ここに

$$\frac{\tau}{R} = 0.00378 \frac{1}{(s-1)gd \tan \phi} \times \frac{\pi^2 H^2}{4 T^2 \sinh^2 kh} \quad \text{----- (4)}$$

この図から明らかになるように, 運動底砂量を表わす P と, 剪断力,

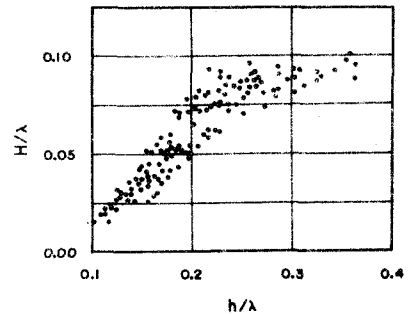


図 1

Diameter (mm)	Specific gravity	Friction coef. in water
0.59-1.19	2.69	0.983
1.19-1.68	2.69	1.050
1.68-2.00	2.68	1.063
2.00-2.38	2.68	1.195
2.38-4.78	2.68	1.171

表 1

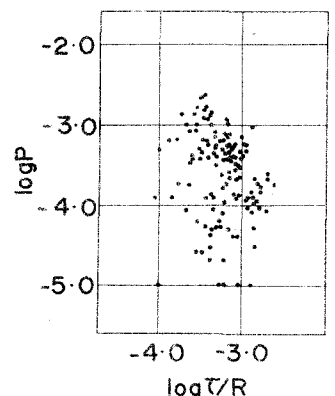


図 2

相乗力の比 L/R との相関は必ずしもよくない。そこで底砂は底流よりその全表面にわたり、剪断力のみにあらず動水圧も受けると考え、又底砂の運動機構は水平往復運動ではなくて、前後さすの回転運動であると考え、モーメントの釣合から底砂の運動を考えしてみる。有限振幅波理論によれば、任意水深 z における水分子の水平分速度は(5)式で与えられている。

$$u = \frac{1}{2} c k r \coth k z \cos k(x-ct) + \frac{1}{4} c k^2 r^2 (1 + \coth^2 k z) \cos^2 k(x-ct) + \frac{1}{8} c k^3 r^3 \{ \coth^3 k z + 3 \coth k z \} \cos^3 k(x-ct) + \dots \quad (5)$$

ここに $r = H \sin k z / \sinh k h$ 。剪断力によるモーメントを M_s 、動水圧によるモーメントを M_d とすれば、底砂の受ける全モーメント M は、 $M = M_s + M_d$ となる。

$$M_s = A \int_0^{\pi} \rho U^2 \cos \phi d\phi \quad (6)$$

$$M_d = B \int_0^{\pi} \frac{1}{2} \rho U^2 d\phi \quad (7) \quad \text{ここに } A, B$$

はそれぞれ係数、 ϕ ：底砂表面傾角。(6)、(7)式の u に(5)式を代入して、 k^2 以上の項を無視し、1周期で平均すれば、

$$M_s = 2A \rho d^3 \left\{ \frac{\pi^2 H^2}{4 T^2 \sinh^2 k h} + \frac{4 \pi^2 H^3}{3 T^2 L \sinh^3 k h} \right\}$$

$$M_d = \frac{1}{8} B \rho d^3 \left\{ \frac{\pi^2 H^2}{4 T^2 \sinh^2 k h} + \frac{4 \pi^2 H^3}{3 T^2 L \sinh^3 k h} \right\} \quad \text{従って}$$

$$M = \rho d^3 \left\{ \frac{\pi^2 H^2}{4 T^2 \sinh^2 k h} + \frac{4 \pi^2 H^3}{3 T^2 L \sinh^3 k h} \right\} (2A + \frac{1}{8} B) \quad (8)$$

一方、底砂は運動開始時、各接触点で静止摩擦 K に比例した相乗力を受けると思定すれば、相乗力によるモーメント M_r は

$$M_r = C \frac{1}{2} \rho d^3 (S-1) g \tan \phi \times 2d \quad (9)$$

となる。(8)、(9)式より M/M_r を導けば(10)式となる。

$$\frac{M}{M_r} = K \left\{ \frac{\pi^2 H^2}{4 T^2 \sinh^2 k h} + \frac{4 \pi^2 H^3}{3 T^2 L \sinh^3 k h} \right\} / (S-1) g d \tan \phi \quad (10)$$

ここに K

は、比例係数とする。すなわち、ある底流により M_r の値がある値に達し、その結果、底砂は P だけ運動を開始したとすると、 $P = M/M_r$ とおき、係数 K を算出する。

この K と底流流速および底砂径とを考えたレイノルズ数 Re との相関を調べてみると図3の如くなり、両者の間には、あまりに相関性がみえなかった。すなわち

$$\log K = 2.448 \log Re - 7.805 \quad (11)$$

(11)式の K を(10)式に代入して計算し M/M_r と P の相関を調べると図4の如くなり、底流の作用による底砂の運動をかなりよく説明できる。即ち(11)式において K はある一定値をもつ定数ではなくて、底流流速および底砂径と関係する係数と考えられる。

文献 1), 2) 日高孝次：海洋物理学 41 p. 82~83

3), 3') 佐藤清一、岸力：深砂に関する研究(7) 土木研究所報告第84号の6

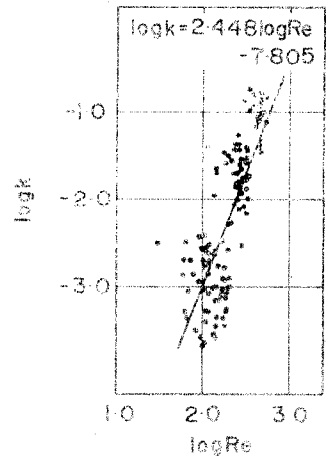


図 3

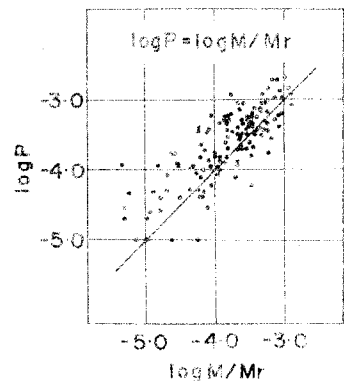


図 4