

漂砂量に及ぼす流速場の非対称性の影響

名古屋工業大学 ○ 学生員 川合 正恭  
正 員 石田 昭

1. はじめに

波動場における岸沖方向の漂砂量を正確に算定することは現状では困難である。その原因の一つは、Bijker<sup>1)</sup>らの実験でも報告されているように流速場の非対称性が大きく影響を与えるからと考えられている。本研究は、流速場が単振動からずれることによって発生する漂砂量を室内水槽内で測定し、砂澱に作用する掃流力及び仮想質量力の影響を調べようとするものである。

2. 正味の漂砂量が生じる要因と実験方法

波動場が完全な単振動で、恒流成分もないとすれば、底質砂の正味の漂砂量は存在しない。正味の漂砂量が存在する原因は、底質砂の上の水粒子速度が単振動から若干歪むことと、質量輸送速度等の恒流成分が存在するためである。そこで、C.H.Hulsbergen<sup>2)</sup>らが用いたのと同様な water-block 振動装置において、振動させる pulsating block の変位  $X$  が基本振動  $A_1$  と二倍振動  $A_2$  を重ねあわせたような場合を考えて実験を行った。岸沖方向の掃流力の違いは  $A_2$  を加えることによって現れ (Aシリーズの実験と呼ぶ)、仮想質量力の違いは基本周波数成分と二倍周波数成分との位相差  $\theta_2$  を与えることによって現れる (Bシリーズの実験と呼ぶ)。使用した底質砂は、中央粒径が 0.050 cm (5号砂)、0.029 cm (6号砂)、0.019 cm (7号砂) の3種類の市販されている珪砂である。底面近傍での水粒子の変位  $X$ 、流速  $U_b$ 、加速度  $\partial U_b / \partial t$  を次のように考える。但し、岸向きを正とする。

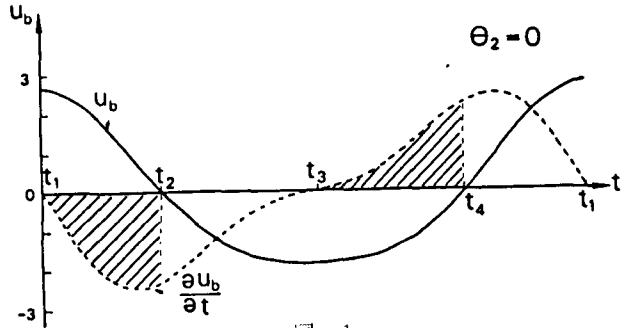


図-1

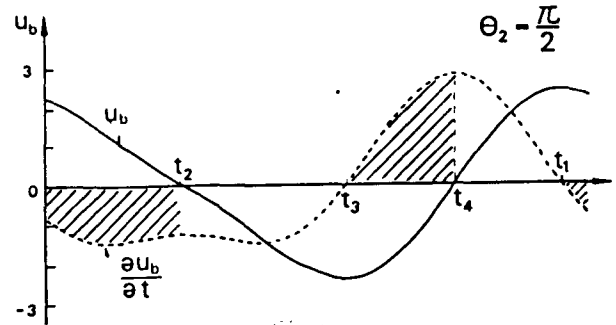


図-2

図-1、2 水粒子の変位  $X$ 、流速  $U_b$ 、加速度  $\partial U_b / \partial t$  の関係

$$X = A_1 \sin(\sigma t) + A_2 \sin(\sigma t + \theta_2) \tag{1}$$

$$U_b = \partial X / \partial t = A_1 \sigma \cos(\sigma t) + 2 A_2 \sigma \cos(2\sigma t + \theta_2) \tag{2}$$

$$\partial U_b / \partial t = -A_1 \sigma^2 \sin(\sigma t) - 2 A_2 \sigma^2 \sin(2\sigma t + \theta_2) \tag{3}$$

(但し  $\sigma = 2\pi / T$ )

図-1・図-2は $A_1=5.0$  cm、 $A_2=0.5$  cmとして、 $\theta_2=0$ の場合と $\theta_2=\pi/2$ の場合について、底面流速 $U$ と加速度 $\partial U/\partial t$ を示したものである。ここで、目視による知見に基づく漂砂機構を考察する。図-1では、沖向きと岸向きの最大流速は違うが、加速度波形は沖向きと岸向きで良く似ている。底面砂粒に制動が働く区間( $U_0$ と $\partial U/\partial t$ が異符号の時)は、図の斜線の部分で示されるが、 $t_1 \sim t_2$ 区間の方が加速度が大きいため、沖方向の制動の方が大きいことが分かる。この間の流れは岸向きであるから、rippleの岸側斜面には大きな組織渦が発生し高濃度の浮遊砂雲が発生するのが見られる。 $t_2 \sim t_3$ 区間では、 $U$ と $\partial U/\partial t$ とも沖向きなので浮遊砂雲中の砂は沖方向に運ばれる。同様に $t_3 \sim t_4$ 区間では、 $t_1 \sim t_2$ 区間の逆でrippleの沖側斜面に組織渦が発生し、 $t_4 \sim t_1$ 区間で砂は岸方向に運ばれる。しかし、制動の規模が $t_1 \sim t_2$ 区間より小さいため沖向き漂砂量の方が多くなる。このように流速波形の上下の非対称性が強くなると沖向き漂砂量の方が多くなる。図-2は、流速波形が前後に非対称の場合の一例で、この場合は前傾する場合の底面流速である。最大流速は、岸向きと沖向きで同じ値であるが、加速度波形は沖向き、岸向きで非対称である。図より $t_1 \sim t_2$ 区間よりも $t_3 \sim t_4$ 区間での制動が激しい事がわかるので、この事より岸向きの漂砂量が多いことが分かる。逆に後傾波形の場合、沖向きの漂砂量が多くなる。

3. 実験結果とその考察

図-3・図-4は、実験Aシリーズ・Bシリーズの6号砂の岸向き、沖向きの漂砂量を示したものである。ここで、 $\alpha$ は岸向き最大流速と沖向き最大流速との比の値で、 $\beta$ は加速度が岸向きの時間と沖向きの時間との比の値であり前述の波の上下の非対称性、前後の非対称性を表すパラメーターである。又、 $\alpha$ は掃流力の違いを、 $\beta$ は仮想質量力の違いを示すパラメーターとも考えられる。図-3より $\alpha$ が大きくなると沖向きの漂砂量が多くなり、図-4より $\beta$ が大きくなると岸向きの漂砂量が多くなる事が分かる。これは、図-1図-2での考察とほぼ一致する。本実験の結果に基づき漂砂量公式の中に $\alpha$ と $\beta$ を入れる方法を現在検討中である。

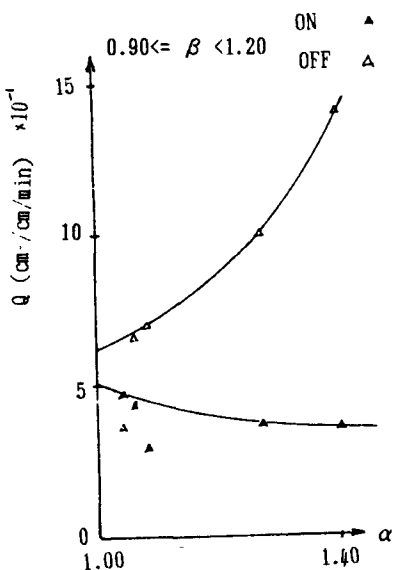


図-3 Aシリーズ

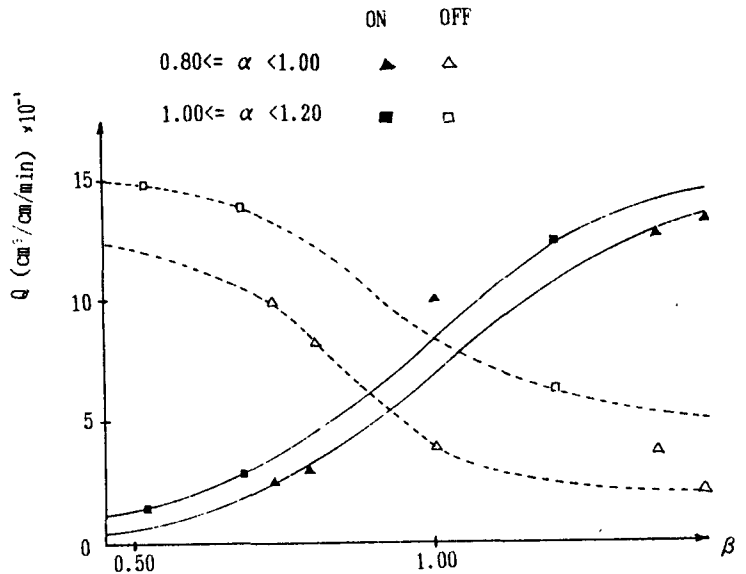


図-4 Bシリーズ

参考文献

1) Bijkel, E.W., E.V.Hijum and P.Vellinga ; Sand transport by waves, Proc.15th Conf.on Coastal Engg., pp 1149~1167, 1976      2) Hursbergen, C.H.,: Origin, effect and suppression of secondary waves, Proc.14th Conf.on Coastal Engg., pp 392~411, 1974