

重複波浪場での漂砂量算定式に関する研究

名古屋工業大学 正員 石田 昭 ○学生員 佐藤 忠

1. はじめに

重複波浪場において底質が腹または節に集まる現象があることはよく知られているが、その漂砂量則に関してはまだ明らかにされていない。節に集まる原因に関しては、入江ら¹⁾の研究によっても波動の有限振幅性によって、流速波形が単振動とは異なってくることに起因することが指摘されている。

本研究では、模擬重複波動場を漂砂量測定水槽内に再現させて、その漂砂量を正確に測定する。それによって、有限振幅性に基づく流速場の歪み方を漂砂量算定式に組み入れる実用的手法を見出す資料を得ようとするものである。漂砂量測定水槽は、砂面上の水塊を電気信号によって任意に振動させることができるものである。

2. 底質に作用する流速

有限振幅重複波の波動場を再現するには、タジバクシュケラーの三次の近似式のように3倍波も考慮する必要があるが、ここでは簡単のために2倍波までを用いて合成した振動流を与えることにする。その流速式は基本的に次のように表示できる。

$$u = u_1 \cos \sigma t + u_2 \sin 2\sigma t \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$u_1 = -\sqrt{\frac{g}{k}} \cdot a k w_0 \frac{\cosh k(h+z)}{\sinh kh} \sin kx \quad \dots \dots \dots (2)$$

$$u_2 = -\frac{3}{8} \sqrt{\frac{g}{k}} \cdot (ak)^2 (w_0^{-7} \cdot w_0) \frac{\sinh 2k(h+z)}{\cosh 2kh} \sin 2kx \quad \dots \dots \dots (3)$$

これによれば、2倍波と基本波との初期位相の差は、節を挟んで180°異なるので流速波形は図-1のようになる。実線は流速、破線は局所的加速度 $\partial u / \partial t$ を示す。図を見てもわかるように完全重複波においては最大掃流力は岸向きと沖向きで等しい大きさであるが、底質に作用する仮想質量力は節の左右で正反対になる。このことが、漂砂方向が逆転する一つの原因であると考えられる。また、流速の基本成分となる u_1, u_2 は場所的正弦的に変化するため、漂砂量の位置的变化を流速波形の変化と関連させて表わすことができるとと思われる。

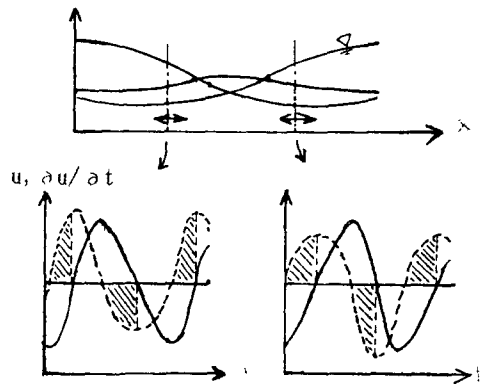


図-1 底面流速

砂漣上の砂移動について観察すると、 u と $\partial u / \partial t$ が同じ向きに作用するときに砂漣の前面に掃流砂が発生する。 u と $\partial u / \partial t$ が逆向きになると(図でハッチを施した区間)掃流力の減少と共に砂粒には制動力が働いて砂漣の後方に発生する渦に、掃流されてきた砂が巻き込まれる。再び u と $\partial u / \partial t$ が同じ向きに作用した時には、渦に巻き込まれたまま浮遊していた砂は、流れに従って運搬される。(図-2)



図-2 砂移動の様子

以上のことをふまえて、流速の変化の状態が正味の漂砂

量にどのように影響を与えるのかを実験によって明らかにしようとするものである。

3. 実験方法

使用した漂砂量測定水槽は、Hursbergenら²⁾が用いたのと同様なウォーターブロック振動装置を備えており、水で満たされたpulsating blockの変位をコンピューターで制御するものである。このpulsating blockによって、砂床上に任意の振動流を起こし、砂床の両側にあるsand trapによってそれぞれの方向の漂砂量を取り出し、測定する。(図-3)pulsating blockの制御に用いる変位は、砂床に重複波動場の底面流速を与えるために次のように決めた。

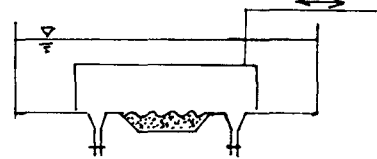


図-3 漂砂量測定水槽

$$x = \frac{u_1}{\sigma} \sin \sigma t - \frac{u_2}{2\sigma} \cos 2\sigma t \quad \dots \dots (4)$$

水深、周期、重複波高を変化させた時の底面流速を理論的に計算し、その値が生じるように変位量を与える。pulsating block内の流速は水深方向にも水平方向にも一定となるので、実際の波動場とは異なるが、砂の巻き上がりには、底面での水平方向の流速変化が大きく寄与すると考えられるため、水深方向の流速が実際の波動と異なることによる影響はそれほどないと考えている。砂床上に砂漣が十分に形成された後に漂砂量を測定する。砂床に用いる底質は市販の珪砂で、中央粒径 d_{50} が0.065cm(5号砂)、0.029cm(6号砂)、0.019cm(7号砂)の三種類を使う。

4. 結果及び考察

図-4は実験結果の一例である。これによれば、最大流速の変化の様子は必ずしも砂の移動量と一致しない。また、この例では正味の漂砂量は節から少し腹側に寄った地点で最小となっている。従って、節に砂堆ができるNタイプ漂砂を意味している。このようにNタイプ漂砂では流速波形の歪に基づく仮想質量力の度合いが漂砂量の大きさに影響するであろうと思われる。今回は腹付近に砂堆ができるLタイプ漂砂は再現されなかったが、今後特に細砂の実験を行ってLタイプ漂砂の原因が何であるのかを確認するとともに、重複波浪下での漂砂量を正確に算定するための方法を調べる予定である。

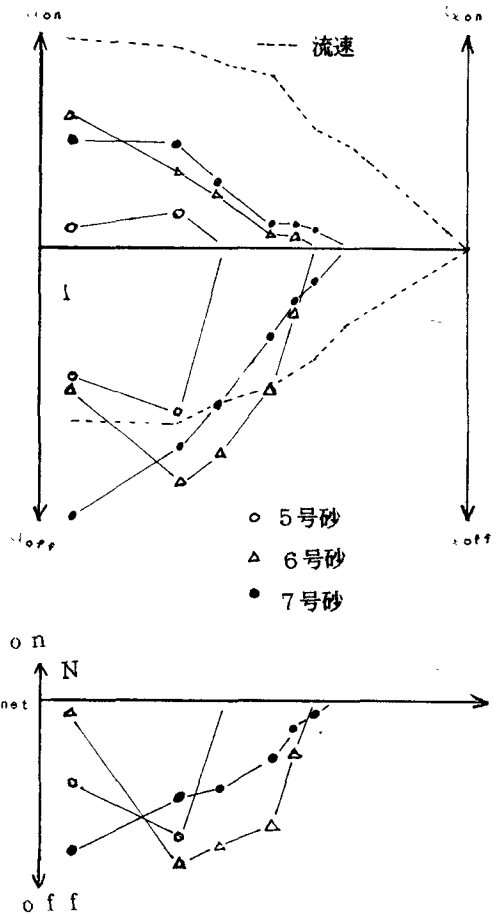


図-4 漂砂量

参考文献

- 1) 入江功, 瀬岡和夫, 近藤隆道, 寺崎賢次: 重複波による防波堤前面での二次元的海底洗掘, 港湾技術研究所報告第23巻第1号, pp.3~52, 1984.
- 2) Hursbergen, C.H.: Origin, effect and suppression of secondary waves, Proc. 14th Conf. on Coastal Engg., pp. 392~411, 1974.