

東京都立大学工学部 正員 ○ 安 川 浩
大学院 学生員 堀田 新太郎

1. 要旨 水面下に天端を有する土留壁の岸側を水平に埋め立てる時、水中に小段が形成される。この小段の沖側端が波により洗掘される機構と、小段先端に至る渦の消長との関連の点とを考察した。砂面の最大洗掘は予想に反して渦の直下よりむしろ岸側に生じ、また底質として、豊洲標準砂(比重2.6, $d_{90}=0.25\text{mm}$)と軽量骨材メタライト(比重2.2, $d_{90}=1.2\text{mm}$)とを用いて同一の波の条件下に洗掘速度を比較した。単一粒子としての重量の大きいメタライトの方がより大きな洗掘速度を生じた。この結果を Frazer による渦の中心に回転する円柱の壁面に及ぼす剪断力の分布と比較した。

2. 定常的な渦の壁面に及ぼす剪断力

Frazer⁽¹⁾ によれば、渦の中心に回転する円柱の壁面と平行に移動する円柱の壁面に及ぼす剪断力は次式で表わされる。

$$\tau = \frac{2\gamma}{K} (V/V) \left[\frac{2r^2\delta}{(x^2+y^2)^{3/2}} - \frac{(S-1)}{(x^2+y^2)} \right]$$

$$\therefore \delta = \frac{2Ka\omega}{V \sinh 2k} - 1$$

V : 円柱の壁面に対する相対速度

ω : 円柱の回転角速度

a : 円柱の半径

$$\delta = a \sinh 2k, \quad d = a \cosh 2k$$

3. 実験施設と方法

長さ27m、幅0.5mの造波水槽の一端に長さ6m、高さ20cmの水平な小段を設け、水深 $\frac{h}{L} = \frac{1}{4} \sim \frac{1}{10}$ の範囲の波について小段による反射率と Wake の外形を測定した。次に小段上の底質に豊洲標準砂(比重2.6, $d_{90}=0.25\text{mm}$)とメタライト(比重2.2, $d_{90}=1.2\text{mm}$)を用いて、同一の実験条件による洗掘量を比較した。

4. 実験結果と考察

小段による波の反射率は Mehaute⁽²⁾, Lamb⁽³⁾, Newman⁽⁴⁾ 等による理論値と一致する。また小段上の波高は Mehaute による位置率を用いて計算した。渦の中心位置は時刻とともに変化したが、その中心が小段先端から最も近い位置により代表せると図-2 のようになり、

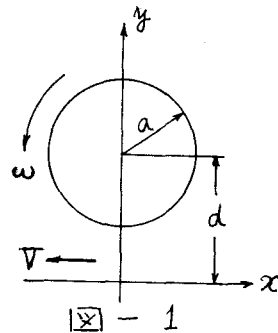


図-1

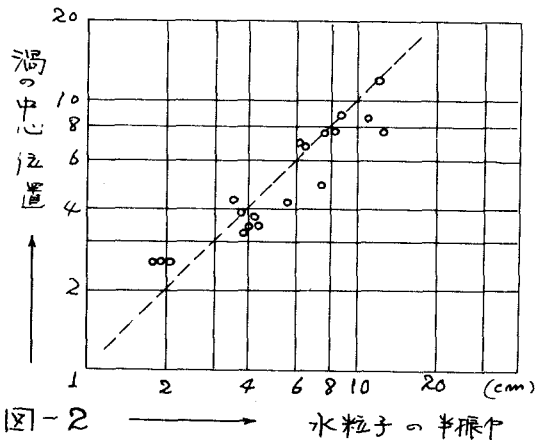


図-2 水粒子の半径 a

小段上の液による底部の粒子運動の半振巾とほぼ一致する。また時間の各の洗振面を記録し、特定断面における洗振時間曲線の勾配から求めた $\frac{\partial \eta}{\partial t}$ は洗振速度の一例を図-3 に示す。標準砂とメサライトでは洗振層内の距離が異なると予想されたが、図-4、図-5 からわかるように洗振速度が最大の場所にはほぼ等しい。洗振速度そのものはメサライトの方が一般に大きく、粗さの効果は顕著に表われている。従って粒径の小さな底質層洗振が大きいとはいえないようである。

次に渦の中心と洗振速度最大位置との関係を図-6 に示すが結果によっても洗振は渦の形成時よりも遅く流いが始まってからか遅いようであり、Frazer の剪断力分布に示した $S > 1$ あるいは $S < -\frac{1}{2}$ に応じて渦の直下に最大剪断力が生じる場合と渦の中心から $\sqrt{\frac{2\pi\tau}{\rho \cdot g}}$ の位置に生じる場合があることを考慮すると興味ある類似と云えよう。

参考文献

- (1) Frazer: Trans. Roy. Soc. London. Vol 225 (1926)
- (2) Mehante: Proc. A.S.C.E Hy. 1956
- (3) Lamb: Hydrodynamics. 6th Ed.
- (4) Newman: J. Fluid Mech. (1965) Vol 28, part 2

