

波による底面近傍の流れに及ぼす砂れん歪みの効果

九州大学工学部 学生員 ○渡邊 桂三 坂本 寛和

同 上 正会員 入江 功 小野 信幸 牛房 幸光

1. はじめに

我が国では海岸侵食問題が全国的に発生しており、さらに将来的には地球温暖化に伴う海面上昇により、被害が拡大することが心配されている。著者らは、漂砂を制御する一つの方法として、海底に固定床歪み砂れんを敷き詰め、砂れん上では砂れんの岸側・沖側に発生する渦の大小によって流れを一方に制御する方法を提案してきた。

本研究では、波作用下での底面近傍の流れに及ぼす砂れん歪みの方向及び形状特性の効果について調べる実験を行った。

2. 実験内容

(1) 砂れんの形状

実験に用いた砂れんの形状を図-1に示す。砂れんの波長 λ と波高 η は、中央粒径 $D=0.16\text{mm}$ の砂からなる移動床(水深 $h=0.29\text{m}$)に、周期 $T=1.5\text{s}$ 、波高 $H=0.08\text{m}$ の規則波を作用させてできる砂れん形状を参考にして求めた($\lambda=0.055\text{m}$ 、 $\eta=0.01\text{m}$)。これをもとに、正弦波形で近似したもの(TypeI-a)、この頂部を沖側に $\lambda/4$ 歪ませたもの(TypeI-b)、また岸側に $\lambda/4$ 歪ませたもの(TypeI-c)、さらに正弦波形より実際の砂れんに近い形状の放物線型(TypeII-a、ただし製作の都合上砂れん頂部は円近似してある)及びこの頂部を沖側に $\lambda/4$ 歪ませたもの(TypeII-b)の5種類の固定砂れんを製作した。

(2) 実験内容

実験は長さ28m、幅0.3m、高さ0.5mの二次元造波水路で行い、水路端には反射波を抑えるために消波板を設置した。水路中央部に約5.0mの区間にわたって固定砂れんを水平に敷きつめた。静水深は砂れん頂部上で0.29mに設定した。入射波の周期 T は1.0~2.0s、波高 H は0.05~0.09mの間で適宜変化させ、それぞれの砂れんについて10ケースの実験を行った。

流れ場の測定にはレーザー流速計を用い、砂れん頂部上で鉛直方向に高さを変化させ、水平流速を測定した。測定結果から1周期平均流速、流速振幅、乱れ強度及び、波形の非対称パラメータを算出した。

また、波作用下での渦の発生状況をとらえるため、砂れん上にメラミン樹脂($D=0.33\text{mm}$ 、 $\rho=1.5$)及びアニリンブルーを投入し8mmビデオカメラで撮影した。

3. 実験結果及び考察

(1) 固定砂れん上の流れ場

流速測定結果より求められた1周期平均流速の鉛直分布(一例)を図-2に示す。図より砂れん形状の違いにより底層部における平均流速分布は大きく異なる様子が見られる。流れ場に影響を与える渦の規模は砂れんの波高と関係があると考えられる。そこで、全ての実験条件に対する流れ場を定量的に評価するため、砂れん頂部から砂れん波高

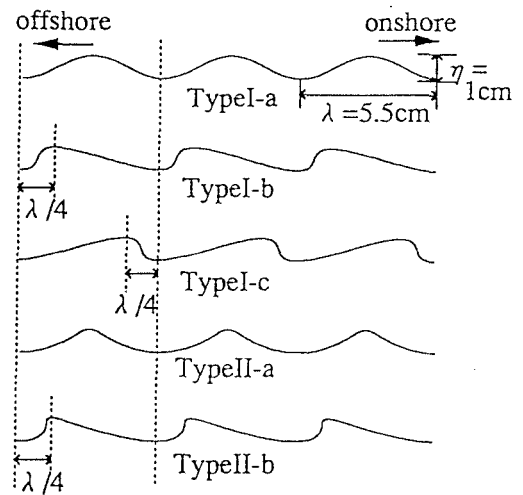


図-1 固定砂れんの形状

上3段：正弦波形

$$\text{下2段：放物線 } y = \frac{4\eta}{\lambda^2}x^2 + \frac{4\eta}{\lambda}x + \frac{\eta}{2}$$

の整数倍の高さ δ ($\neq \eta$: $k=1,2,3, \dots$)までの1周期平均流速を積算し、これを流量 Q (岸向き正)として評価した。図-3に $\delta=6\eta$ の場合について示す。ただし、横軸は波動境界層外縁における水粒子の軌道長径 d_0 を砂れんの波長 λ で除した量である。それぞれについて検討した結果、次のような傾向が読みとれる。

①歪みなしの場合(TypeI-a, TypeII-a) : Q は d_0/λ の変化に対応して類似した減少傾向を示した。

②岸側歪みの場合(TypeI-c) : 全てのケースで流れは冲向きであった。

③沖側歪みの場合(TypeI-b, TypeII-b) : TypeI-bが全てのケースにおいて流れが岸向きであるのに対して、TypeII-bでは $d_0/\lambda=1.5$ 前後を境に冲向きの流れに転じている。

以上のことから、砂れんの歪み度及び形状が異なる固定砂れんを用いて実験を行った結果、底面近傍の流れは波浪条件と砂れんの歪み及び形状により違いがみられることが分かった。

(2)固定砂れん上の渦の発生状況

図-4は各砂れん形状に対する岸沖両側にできる渦の規模を模式的に示したものである。太線は砂れん形状が上に凸な部分を示している。

・TypeI-a : 砂れん頂部両側で渦が発生するが、波の有限振幅性により底面流速場が非対称であるため、砂れん頂部岸側では沖側に比べ大きな渦が発生する。そのため、流れは冲向きに制御される。

・TypeI-b : 砂れん頂部沖側では顕著な渦が発生するのに対し、砂れん頂部岸側では渦の発生はみられない。そのため、流れは岸向きに制御される。

・TypeII-b : 砂れん頂部沖側でも渦の発生はみられるが、砂れん頂部岸側ではより大規模な渦が発生する。そのため、流れは冲向きに制御される。

TypeI-bとTypeII-bは同じ歪み度を持つが、TypeI-bは正弦波形をもとにしているため、砂れん頂部岸側で形状が上に凸な領域が広い。それに比べてTypeII-bは放物線をもとにしているため、砂れん頂部岸側で形状が上に凸な領域が狭い。そのため、流れが岸方向のときTypeII-bはTypeI-bに比べて圧力勾配が大きいため流線が剥離しやすく、砂れん頂部岸側でも渦が発生するものと思われる。

4.おわりに

以上のことより、砂れんが存在する底面付近の流れは、砂れんの歪み度及び形状、それに伴う渦の発生状況によって大きく異なることが分かった。今後、斜面での測定も行い、より詳しく流れ場について検討を行いたい。

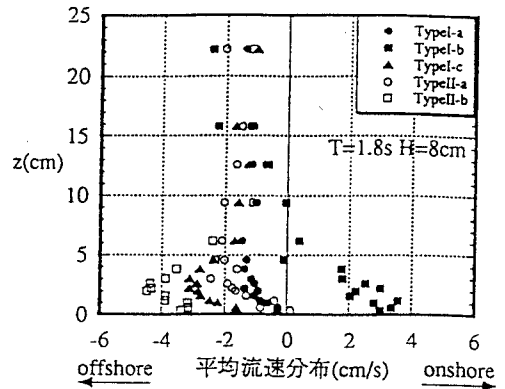


図-2 1周期平均流速分布

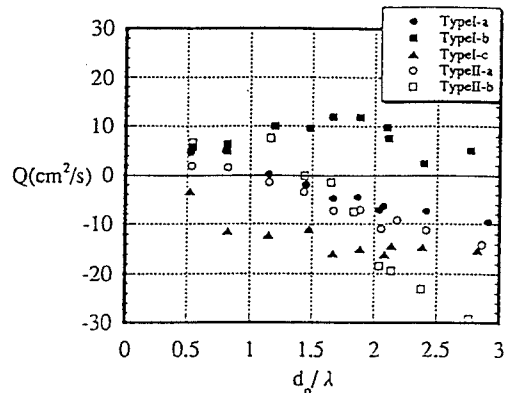


図-3 流量 Q ($\delta=6\eta$)

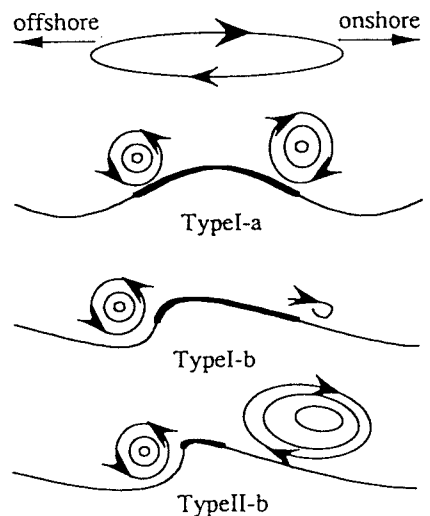


図-4 固定砂れん上の渦の発生状況