

II-80

歪み固定砂れんによる底層流制御効果に関する実験的研究

九州大学工学部 学生員 ○坂本寛和

九州大学工学部 正会員 入江 功 小野信幸

筑波大学 正会員 武若 聡

1. 目的

海岸砂の主要な供給源である河川からの排出土砂は、近年急激に減少し、全国的な海岸侵食が発生している。また、将来的には地球温暖化に伴う海面上昇により、さらなる被害の拡大が予想されている。この海岸侵食問題に対して、防災はもとより親水性、景観、生態系などの点から、より質の高い海岸整備が望まれており、養浜等により豊かな砂浜を造成し且つそれを保持する技術が求められている。著者らは、沖浜帯の岸沖漂砂を制御する構造物として歪み固定砂れん(以下、歪み砂れん)を提案し、これを養浜断面の沖浜帯に設置して砂の流出を防止する工法について検討してきた¹⁾²⁾。歪み砂れんとは図-1に示すような正弦波形で模した砂れん形状を沖側に歪ませたもので、この上を波が通過すると、砂れん頂部の岸側と沖側に強度の異なる剥離渦が発生し、底層部に岸向き定常流が生じて底質を岸側へ輸送する。本研究では、種々の波に対する歪み砂れん上の流れを測定し、漂砂制御能力が有効に発揮される砂れんの形状及び波長に対する条件とそのメカニズムについての検討を行った。

2. 内容

(1) 歪み砂れんの形状

本研究では図-2に示す3種類の形状の歪み砂れんを用いて実験を行った。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 $h=29\text{cm}$)に、周期 $T=1.5\text{s}$ 、波高 $H=8\text{cm}$ の規則波を作用させてできる砂れん形状($\lambda=5.5\text{cm}$ 、 $\eta=1.0\text{cm}$)より求めた。

砂れんAは正弦波をもとに頂部を $\lambda/4$ 沖側に歪ませた形状である。砂れんBは砂れん頂部の両側で渦の強度が増大するように、Hansen³⁾が用いた放物線近似の砂れん形状を砂れんAと同様に歪めた。砂れんCは砂れん頂部沖側でのみ渦の強度が増大するように、砂れん頂部の沖側を砂れんB、岸側を砂れんAの形状を用いた。

(2) 実験方法

実験は長さ28m、幅0.3m、高さ0.5mの二次元造波水路で行い、水路底に6mの区間にわたって歪み砂れんを水平に敷きつめ、静水深は砂れん頂部上で29cmに設定した。入射波の周期 T は1.0~2.0s、波高 H は5~9cmの間で適宜変化させた。3種類の歪み砂れんについて、レーザー流速計により砂れん頂部上での水平流速の鉛直分布を測定した。砂れんAについては、連続した4つの砂れん谷部に各20gの底質を投入し、波作用後の底質の移動分散状況も調べた。底質には、細砂(粒径 $D=0.16\text{mm}$ 、比重 $\rho=2.6$)、ガラスビーズ($D=0.08\text{mm}$ 、 $\rho=2.6$)、メラミン樹脂($D=0.33\text{mm}$ 、 $\rho=1.5$)の3種を用いた。

(3) 実験結果

[砂れん形状に対する条件] 図-3に、歪み砂れん上に発生した定常流の鉛直分布の一例(砂れんA : H

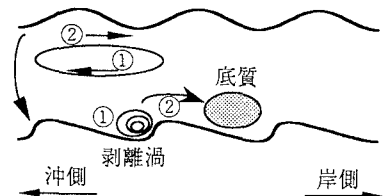


図-1 歪み固定砂れんによる底質移動

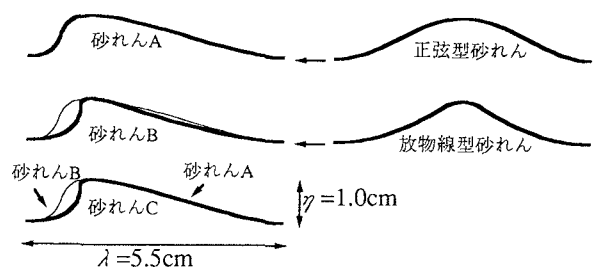


図-2 歪み砂れんの形状

キーワード：歪み砂れん、剥離渦、岸沖漂砂、底層流制御

連絡先：福岡県福岡市東区箱崎6-10-1 九州大学工学部建設都市工学科(水工) : Tel(Fax)092-642-3293

$\approx 8\text{cm}$, $T=1.5\text{s}$)を示す。全実験ケースについて一定の基準で評価するため、砂れん頂部から砂れん波高 η の整数倍の高さ $\delta (=k\eta$: $k=1, 2, 3, \dots)$ まで定常流速を積算した量を流量 Q_k (岸向き正) とし、歪み砂れんの底層流制御能の評価に用いた。図-4に $\delta=3\eta$ としたときの流量 Q_3 を示す。横軸は砂れん頂部上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。図より、砂れんAでは全ケースで岸向きの底層流が生じ、砂れんBでは $d_0/\lambda=1.5$ 、砂れんCでは $d_0/\lambda=1.8$ を境に流れは岸向きから沖向きに転じたことが分かる。また、砂れんCは $d_0/\lambda < 1.2$ での流れの制御能力が高く、全ケースの岸向き流れの最大値はこの範囲で示された。

【砂れん波長に対する条件】図-5は、砂れんA上に置かれた底質の移動分散状況より求めた底質分布の重心移動速度 V_g を示したものである。 V_g のオーダーは底質の種類によって異なるものの、流れと同様に V_g はすべて岸向きを示し、 $d_0/\lambda=1.7$ 付近で最も速度大となっている。

(4)結果の考察

歪み砂れん上の流れは砂れん頂部の岸側と沖側に形成される渦により影響を受けている。以下、渦の形成の様子をビデオ撮影により観察した結果と(3)の結果から歪み砂れんの底層流制御効果について考察する。渦の観察より、砂れんAでは砂れん頂部沖側のみで渦の形成が見られたが、砂れんB,Cでは d_0/λ の増加に伴って砂れん頂部岸側でも沖側の渦と同程度もしくはそれ以上の規模の渦が生じていたことが確認された。このような歪み砂れんの形状の違いによって形成される渦に違いが生じるのは、砂れん頂部から下流側での圧力勾配が異なるためと考えられる。水粒子運動による流れが、砂れん頂部を越えて下流側を通過する場合で、斜面の勾配が急であれば、砂れん面に沿う圧力勾配が大きくなり、剥離渦が生じやすい。これには、歪み砂れんの斜面の曲率や頂部付近の尖り等、砂れんの微妙な形状が大きな影響を及ぼすといえる。底質移動速度最大値を与える $d_0/\lambda=1.7$ の条件は、波の下で砂れんが形成される条件と一致していることは興味深い。

3. 結論

歪み砂れん上の流れの測定を行い、その特性について検討した結果、以下のような結論が得られた。

- ①歪み砂れん上に置かれた底質は砂れん上の定常流によって運ばれる。
- ②砂れん上の渦の発生・発達には砂れんの表面に沿う圧力勾配に関係しており、砂れんの形状や波の条件によっては、制御目標とする流れ(岸向き流れ)が反転することも有り得る。
- ③底質移動速度が最大となる条件は $d_0/\lambda=1.7$ であり、これは移動床で砂れんが生成される条件と同じである。

【参考文献】

- 1)入江ら(1993)：歪み砂れんマットによる沖浜帯の岸沖漂砂の制御、海岸工学論文集、第40巻、pp.561～565。
- 2)Irie et.al.(1998)：Retaining Beach Sand by a Distorted Ripple Mat, International Conference on Coastlines, Structures and Breakwaters '98, now printing.
- 3)Hansen et.al.(1994)：Distribution of suspended sediment over wave generated ripples, Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering, Vol. 120, pp.37～55.

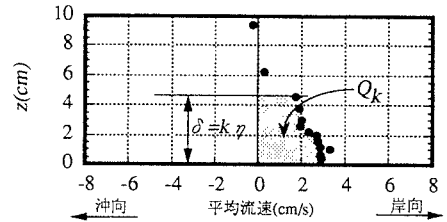


図-3 1周期平均流速の一例
(砂れんA, $T=1.50\text{s}$, $H=7.99\text{cm}$)

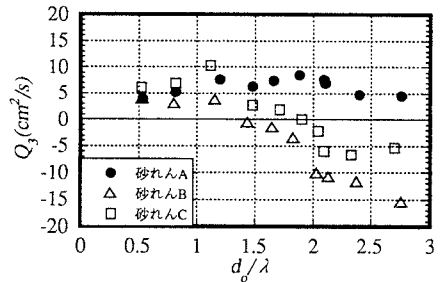


図-4 歪み砂れん上の流れ

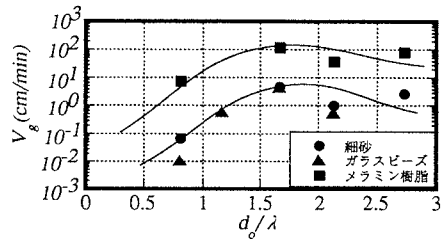


図-5 砂れんA上の底質移動