

歪み砂れんによる底層流の制御

九州大学工学部 学生員 ○藤井 研一 辻 利徳
正 員 入江 功 村上 啓介

1. まえがき

波の存在のもとで、砂れんの形状の歪みが底面に沿う正味の流れをつくりだすことはよく知られている。もし人工的に造った砂れんマットの向きを変えることにより、底面に沿う流向までも制御できれば、養浜の促進による海岸保全機能の増大、航路泊地の埋没防止など多くの漂砂対策工に応用できるものと思われる。本研究では、波の存在のもとでの底質移動が、砂れんの向きによりどの程度制御可能であるかを三次元水理実験により調べ、さらにその底層流の制御効果を応用して、泥土による航路埋没、すなわちシルテーションを有効に防止できるかを調べたものである。最近、シルテーション対策として、潜堤が有効な工法としてあげられている。しかしいろいろな船舶が航行する海域に潜堤を設けることは、危険である場合が多い。そこで、マット状の歪み砂れんを海底に敷くだけでシルテーションのもととなるフルードマッドの航路への流入を阻止できれば、きわめて安全な対策工となりうるものと思われる。

2. 実験の方法

2-1. 底層流制御効果に関する実験 実験は図-1に示すように、三次元造波水路(長さ3.0m、幅1.7m、高さ0.35m)を用いて行った。水深を13.5cmとした水槽内に幅1.02m、長さ1.22mの図-2のような断面の歪み砂れんマット(歪み砂れんの波長2.3cm、高さ0.5cm)を設置し、マット中央部にアニリンブルーで着色した濃度6%の塩水2mlを投入した後、入射波高 $H_1=3.0$ cm、周期 $T=0.5$ 、 0.6 、 0.7 秒の波を作用させた。波向方向と歪み砂れんの峰線に直角方向との成す角 α を種々変化させ、着色塩水の底面に沿う移動方向 β と進行速度 V_s をビデオ撮影により測定した。図-2に示すように波向と砂れんにより生ずる底層流の方向とが一致する場合(岸向き)を順方向($\alpha=0^\circ$)、両者が反対の場合(沖向き)を逆方向($\alpha=180^\circ$)と定義した。

2-2. 航路埋没防止効果に関する実験 図-3に示すように、水深が13.5cmの二次元水路中央部に幅40cm、深さ10cm、斜面勾配15:10の航路を設置し、航路両側に何も埋没対策工を施さない場合、対策工として底層流制御実験に用いたものと同じ歪み砂れんマットを設置した場合、および潜堤(高さ2.0cm、厚さ0.5cm)を設置した場合について実験を行った。波高は $H_1=3.0$ cmと一定とし、周期 $T=0.5$ 、 0.6 、 0.7 秒と変化させた。シルテーションによる埋没を再現する目的で濃度10%の着色塩水(実際のフルードマッドとはほぼ同比重)を厚さ $h_m=1.0$ cm、 2.0 cmで航路両側に敷き、波を作用させた場合の塩水の航路内への進入量の時間変化を測定した。測定には航路底部より0.5cm、1.0cm、3.0cmの高さに設置した塩分濃度計を用いた。

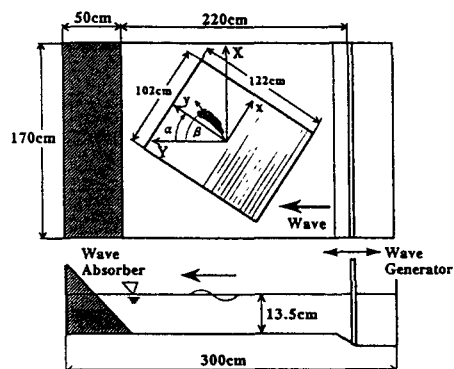


図-1 実験水槽の概要

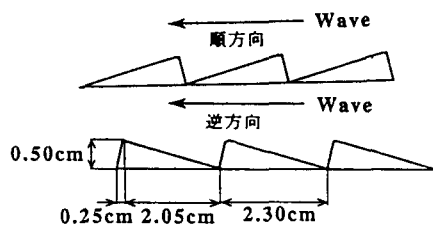


図-2 歪み砂れんの形状

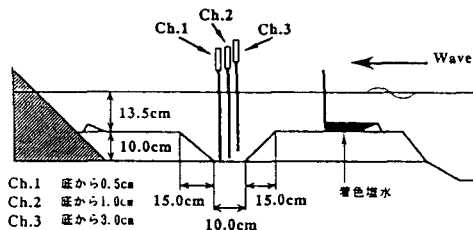


図-3 航路模型の概略

3. 実験結果

3-1. 底層流制御効果 図-4 は $T=0.6$ 秒、 $H_1=3.0$ cm の場合に、波向に対する歪み砂れん方向 α を種々変化させて着色塩水の移動方向 β との関係を求めたものである。この図より β/α は多少のばらつきはあるものの、 α によらずほぼ 1.0 程度の値をとっていることより、着色塩水の移動方向は歪み砂れん方向とほぼ一致していることがわかる。このことは、底層流が歪み砂れんによりその流れの向きを強く拘束されるためであり、波の存在下での底質移動が歪み砂れんの向きを変えることでかなりの程度制御可能であることを示している。

3-2. 埋没防止効果 図-5 は $T=0.6$ 秒、 $H_1=3.0$ cm、 $h_m=2.0$ cm の場合について、埋没防止対策工を施さない場合について、航路底面より 1.0 cm の高さでの塩分濃度の時間変化を示したものである。この図より塩分濃度が定常になった状態で航路底面より海底面からの航路深さの半分の高さまでに存在する平均塩分量を Q 、各測点で波作用開始から定常塩分濃度の 50% に到達するまでの時間の平均値 t を読み取って、 $q=Q/t$ を求め、 $(1-q/q_0)$ (q_0 は対策工を施さない場合を表す) を埋没防止率 r_c と定義して求めた。図-6 は、対策工を施さない場合と、各対策工を施した場合に対する r_c を比較したものである。

4. 考察

図-6 より、 $h_m=2.0$ cm の場合について各埋没防止対策工の効果と比較すると、潜堤を設置した場合あるいは歪み砂れんマットを設置した場合の方が何も対策しない場合に比べ、はるかに埋没防止効果があることがわかる。また $h_m=2.0$ cm の場合は $h_m=1.0$ cm の場合と比較して、両対策工とも r_c の値は減少し、防止効果は下がるもののその減少率は、潜堤を設置した場合よりも、歪み砂れんマットを設置した場合のほうが小さかった。このことは、歪み砂れんを設置した範囲で強い冲向きの底層流が形成され、着色塩水の岸側への移動を常に阻止しているのに対し、 h_m が潜堤の高さに比べ非常に厚い場合は、着色塩水が潜堤を容易に越流し、一旦越流した着色塩水は対策工を施さない場合と同様に短時間で航路内に進入するためである。

歪み砂れんマットは、底層の流向を制御できること、フルードマッドの航路内進入を阻止できることから種々の波と航路の向きの組合せに対し、有効に航路埋没防止機能が期待できるものと考えられる。

5. 参考文献

橋本 誠也・入江 功・小島 治幸：岸沖漂砂の移動機構に関する実験的研究：平成 2 年度土木学会西部支部研究発表会論文集、p. 136～137

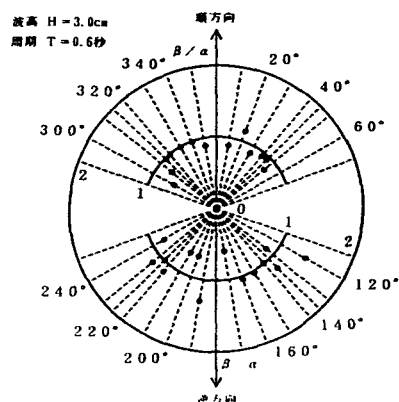


図-4 砂れんの峰線に直角方向と着色塩水の移動方向との関係

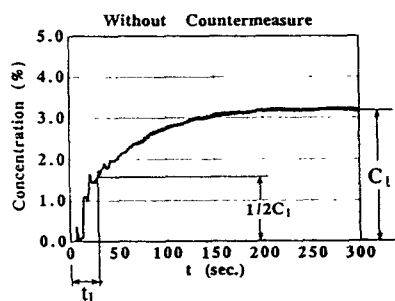


図-5 塩分濃度の時間変化

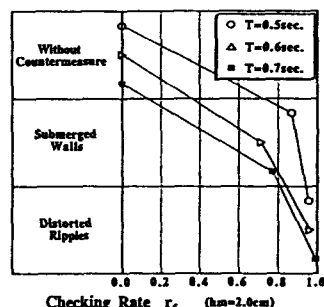


図-6 各対策工の埋没防止率