

大阪大学大学院 学生員○宮本崇広
 (株) 太陽工業 正会員 安井章雄
 (株) 関西電力 正会員 有光 剛
 大阪大学工学部 正会員 出口一郎

1. はじめに

従来、海底に形成される砂漣に関しては数多くの研究がなされており、底質粒径、水深、波特性が分かればその波高、波長を算定する式が幾つか提案されている。

砂漣は微地形であるにも関わらず岸沖方向漂砂、特に離岸方向漂砂移動に重要な役割を果たす。しかし、その形成機構については、現在のところ明らかにされていない。一般に砂漣の形成には波による海底の水粒子速度と海底砂の移動の場所的な不均一さ、及び海底地形変動の3つの現象が複雑に関係を及ぼしあって形成される。

本研究では、砂漣の波長変調により岸沖漂砂制御が可能かどうかを検討する方法として、人工的に海底での水粒子運動、漂砂移動に規則的な擾乱を与えることにより、砂漣の波長変調が可能かどうかということについて実験的に検討を加えたものである。

2. 実験の概要

実験は図-1に概略を示す2次元造波水槽を用い、水槽内に設置した水平床上で行った。移動床は水平床ほぼ中央の6mの区間で $d_{50}=0.0125\text{cm}$ の豊浦標準砂を敷き詰めて作成した。水平床上の水深は25cmで実験波は周期 $T=1.1\sim 1.5\text{sec}$ 、波高 $H=5.1\sim 10.0\text{cm}$ の規則波を用いた。用いた構造物は図-2に示す様な3種類の山形鋼材、2種類の平板鋼材、膜体である。

山形鋼材では底設することにより乱れと漂砂移動の不連続性を作る。平板鋼材では鋼材の真下の底質の浮遊を直接制御し、漂砂移動の不連続性を作る。膜体では周期的な乱れを作る。

実験は固定床実験と移動床実験と2つに分けられる。固定床実験では固定床に構造物を敷いてその周辺の流況の変化を調べた。また、移動床実験は構造物を単体で設置する実験と複数の構造物を間隔を開けて設置する2種類の実験を行った。単体での実験はその構造物の周辺の地形の変化を調べた。複数設置の実験では、初期砂漣波長の1.5倍から6倍の間隔に構造物を配置しその構造物間の砂漣の波数の変化を調べた。水位変動は容量式波高計で、水粒子速度は3次元超音波流速計で、水深は光学式砂面計で測定した。

3. 実験結果と考察

(a) 構造物の影響範囲

構造物を固定床に設置しその沖側・岸側30cmの範囲で2.5cmから10cm間隔で水深方向に測線を設定しそれぞれの測線で底面から6または8力所の測定点を設置し流速を測定した。その結果とStream Functionを用いた計算の流速の値と比較した。山形鋼材を設置した場合は大きさに関わらず岸側・沖側約10cmの範囲で鋼材に

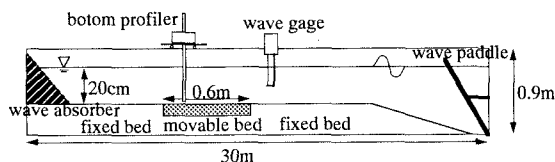


図-1 実験水槽

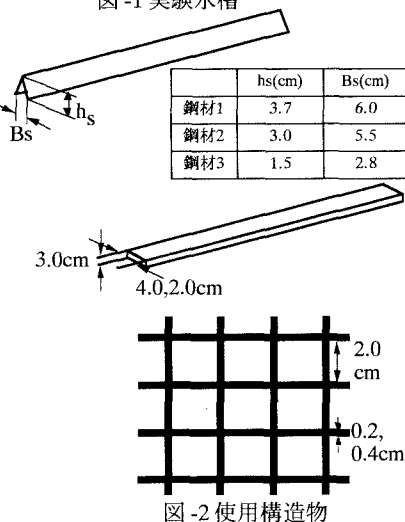


図-2 使用構造物

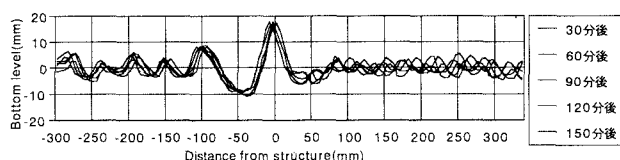


図-3 山形中鋼材周辺の地形変化

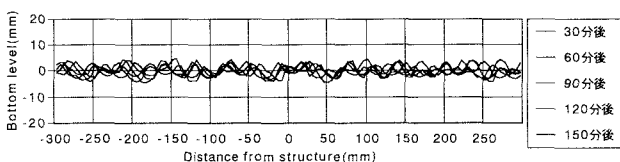


図-4 平板中鋼材周辺の地形変化

よる影響で実験値と理論値が一致しなくなった。以遠ではほぼ一致した結果が得られた。また、平板鋼材では実験値と理論値がほぼ一致しており殆ど流れ場に影響を与えていないと考えられる。

(b) 構造物の影響による地形変化

鋼材を移動床に単体で設置しその周辺の地形を30分ごとに150分間の地形変化を調べた。図-3に山形鋼材2の地形変化を示すが、山形鋼材では大きさによらずどの鋼材でも、沖側では時間変化しており、岸側では30分後の地形から変化していなかった。また、どの山形鋼材も鋼材設置点のすぐ岸側での砂漣波長は約10cmとなり、構造物無しの砂漣波長の2倍にまで大きくなっている。また山形鋼材の山部によって岸側の砂漣の位相が固定されていることも分かる。しかし、図-4に示すように平板鋼材では地形の時間変化は岸側にも及び鋼材の周辺の砂漣の波長にも変化は見られなかった。

(c) 複数の構造物設置による波数の変化

山形鋼材を設置するとそこが砂漣の crest になることから砂漣波長の1.5~6倍の間隔で山形鋼材を設置してその鋼材間の砂漣の波数を調べた。図-5にその結果を示す。図-5の横軸は構造物の設置間隔 l を構造物がないときの砂漣の波長 λ_0 で無次元化した量を、縦軸は構造物間に形成された砂漣の波数を示す。

実験結果にはばらつきが見られる。砂漣波長変調が生じないならば $l/\lambda_0=1,2,3,\dots$ に対応してその間に形成される砂漣波数も1,2,3...となり、両者の関係は図中に示される実線上にプロットされるはずである。図より明らかなように多くの実験結果、特に周期 $T=1.1\text{sec}$ の場合は全て、実線の右側にプロットされ、明らかに砂漣波長が長くなっている事が分かる。また $l/\lambda_0=6$ 以内ならば、構造物設置位置によって砂漣位相が決定されるため整数波数の砂漣が形成されることも分かる。なお、 $T=1.1\text{sec}$ の場合の方が $T=1.3\text{sec}$ の場合よりも砂漣波長が長くなる傾向が強いのは、前者の方がアーセル数が小さく、線形性が強いいため山形鋼材上で発生する渦による乱れが前後対称に近くなるためであると考えられる。

(d) 膜体を設置したケースの地形変化

膜体は最も簡単に周期的で一様な擾乱を発生させる構造物と期待できる。しかし図-6に示すように固定床実験では、膜体によって発生する乱れエネルギーの値は構造物なしの時の乱れエネルギーと同程度で、図中に示す山形鋼材によって発生する乱れの1/8程度である。移動床実験で膜体の設置高さを変化させてその下方にできる砂漣の波長・波高を調べたが、図-7に示されるように形成される砂漣波長 λ は膜なしの場合とほぼ同じであった。なお、縦軸は砂漣波長を底部水粒子軌道振幅で無次元化したものである。砂漣波高は接地したときのみ小さくなるが膜体を浮かせても変化はなかった。

4. まとめ

山形鋼材ではその鋼材の影響範囲に入る間隔で設置した場合、砂漣波長が大きくなることもある。特に、周期の短い波に条件の下ではより砂漣波長は大きくなる傾向にある。

平板鋼材では流れ場に乱れを起こすことも、周辺の地形に影響を与えることも無かった。

膜体では周期的な乱れが起こせる構造物として用いたが、発生した乱れは微弱で、砂漣波長を変調させるに至らなかった。

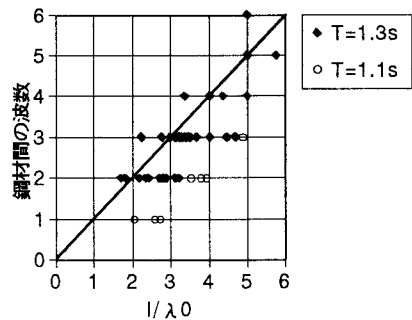


図-5 波数の変化

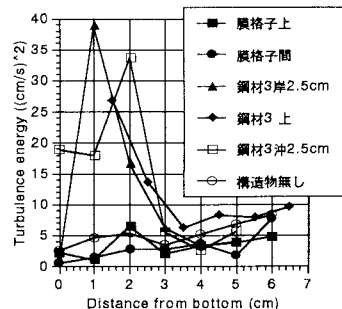


図-6 膜体の乱れエネルギーの比較

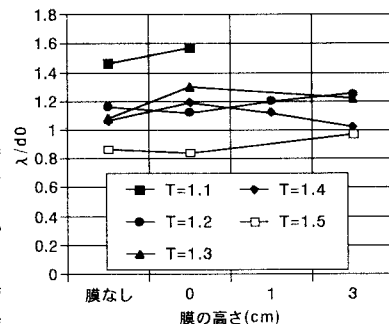


図-7 無次元波長