

岸沖漂砂の移動機構に関する実験的研究

— 砂れんの寸法及び形状の寄与に関する2、3の検討 —

九州大学工学部 学生員○橋本 誠也 正 員 入江 功 正 員 小島 治幸

1. 研究目的および背景の概要

筆者らは、昨年度の西部支部発表会で固定床砂れんに対し、トレーサーを用いた漂砂実験の手法が、岸沖漂砂特性を明らかにする上で有効であることを示した¹⁾。この手法を用いることによって、波の特性と砂れんの形状特性とをそれぞれ独立に取り扱うことができ、移動床の場合のように波の特性が決まれば、砂れんの形状特性が一意的に定まるような事がなくなる。すなわち、同一の実験水槽の中で、岸沖漂砂に関する諸要素の諸元を相当広範囲に変化させて調べることができると共に、諸元の選び方によってはある程度大スケールの岸沖漂砂現象も再現できることが期待される。本研究は、岸沖漂砂の特性を明らかにする第一歩として、波の諸元と底質の粒径(すなわち沈降速度)及び、砂れんの形状を変えて、それらの要素が岸沖漂砂の移動方向や移動速度にどの様にかかわっているかを明らかにすることを目的としている。

2. 実験条件

(a) 砂れんの形状 (i) 水深 $h'=29\text{cm}$ とし、中央粒径 $d=0.16\text{mm}$ の底質を敷ならした移動床に、波高 $H=8\text{cm}$ 、周期 $T=1.5\text{s}$ の波を作用することによって形成される、砂れんの平均波高 $\eta=1.0\text{cm}$ と平均波長 $\lambda=5.5\text{cm}$ を持つ正弦波で理想化された固定床砂れんを用いた。(ii) 砂れんの歪みが、岸沖漂砂に及ぼす影響を調べるために、図-1に示すように η 、 λ は変えずに形だけを歪ませた固定床砂れんを用いた。(b) 波の諸元：入射波は、波高 $H=8.0\text{cm}$ 、周期 $T=1.0\sim 2.5\text{s}$ の規則波及び不規則波を用いた。

(c) 底質：中央粒径(d)の違う3種類の底質を用いた。ただし、 $d=0.08\text{mm}$ の底質は細砂でこのような細かいものを得にくいので、ガラスビーズ(比重2.52)を用いた。

3. 実験方法

実験は、長さ28m、幅0.3m、深さ0.5mの2次元造波水路で行った。2-(a)の様な形状の、厚さ約6cmの石膏製の固定床砂れんを水路の底に水平部が3mとなるように設置し、その両端に3:25のスロープを設けた。水深は、水路の水平床では $h=35\text{cm}$ 、砂れん上では $h'=29\text{cm}$ とした。この2種類の固定砂れんを用いて、以下の方法で実験を行った。

(a) 砂れん近傍の流況及び、底質移動状況をビデオ撮影した。流況観察は、アニリンブルー染料を用いて可視化し、波の周期や位相の違いによる渦のでき方、移動範囲の違いなどに注目して行った。(b) 底質の移動速度を、固定砂れん上に置いた底質の岸沖方向の分布の重心位置が波により移動する速度 V_g を測って求めた。(詳細は、参考論文(1)を参照されたい) (c) 電磁流速計を用いて砂れんの平均高さから1.45cm毎に17.9cmまで、それ以上は、2.2cm間隔で測定した。測定は、sampling周波数20Hzで51.2秒間行った。これより流速波形及び平均流速を求めた。

4. 実験の結果と考察

(1) 実験水路内における漂砂再現スケールと岸沖漂砂

水路内の実験において、もし他の条件は同じで W_A 、 W_B ($W_A < W_B$) と沈降速度の異なる底質を用いた2つの実験、ケースAとケースBを考えると、フルードの相似則を適用してケースAはケースBに対して $(W_B/W_A)^2$ 倍だけスケールが大きいと考えることができる。今回は、このことを利用してスケールの異なる定性的検討を行う。

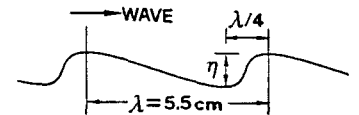


図-1 歪み砂れんの形状

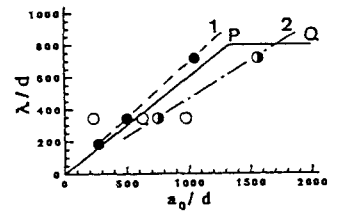


図-2 砂れんの波長と水粒子軌道径の関係

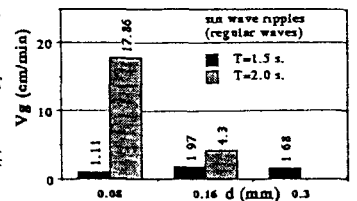


図-3 SIN砂れんの規則波による底質移動速度

図-2は、渡辺ら²⁾による砂れんの相対波長 λ/d と底面における水粒子の相対軌道長径 a_0/d との関係図に今回の実験の範囲を示したものである。ここでは、正弦波形の砂れんを用い、波高 $H=8\text{cm}$ の規則波を用いている。砂れんのスケールと水粒子軌道長径とがほぼ比例関係にある0Pの範囲では、図中線1に沿って、 $d=0.30\text{mm}, 0.16\text{mm}, 0.08\text{mm}$ (ガラスビーズ)に対して実施した3点の黒丸の実験(周期 $T=1.5\text{s}$)は、3種類の異なったスケールの実験を実施した事に相当する。図中線2に沿う $d=0.16\text{mm}, 0.08\text{mm}$ の2点の半黒丸の実験($T=2.0\text{s}$)も同様に考えることができる。その場合の波の下での底質移動速度 V_g の実験結果を図-3に示す。まず、 $T=1.5\text{s}$ の場合は、小スケールの場合の現象を再現していると考えられる $d=0.16\text{mm}, 0.30\text{mm}$ の場合に対し、比較的大スケールの場合を再現していると考えられる $d=0.08\text{mm}$ (ガラスビーズ)の場合の方が冲向きの V_g (プラス側)が小さくなっている。図-4の平均流速の鉛直分布の測定結果にみられるように、冲向きの平均流速(プラス側)が比較的小さい。このため、小スケールの場合、砂れん前後の非対称渦に拘束されて冲向きの移動が激しくなるのに対し、大スケールの場合、砂れんで拘束された冲向き移動があるにもかかわらず、砂れんから自由な浮遊砂が多くなるため、全体として移動速度が抑制されるものと思われる。一方、周期 $T=2.0\text{s}$ の場合、図-3に見られるように大スケールに相当する

$d=0.08\text{mm}$ の場合、冲向きの V_g が著しく大きくなっている。図-4より、これは冲向きの平均流が大きいためと考えられる。このように、岸沖漂砂は現象のスケールが大きくなるにつれ、砂れんに拘束された底質移動より砂れんから自由な浮遊砂の寄与する割合が大きくなり、岸沖漂砂の研究において平均流が重要であることがわかる。

(2) 不規則波の下での岸沖漂砂

図-5は、 $d=0.16\text{mm}$ の場合について有義波高 $H_{1/3}=8.0\text{cm}$ 、有義周期 $T_{1/3}=1.5\sim 2.5\text{s}$ の不規則波に対する V_g を示す。 $T_{1/3}=1.5\text{s}$ の場合は、岸向き(マイナス側)の移動がみられるが、さらに周期が長くなるにつれ、冲向きの移動が著しく増大している。このように不規則波の場合でも周期の増大につれ冲向きの漂砂が大きくなるが、図-3の規則波に比べるとその移動速度は低下している。

(3) 歪み砂れんによる岸沖漂砂

図-6は、図-1に示した歪み砂れんに波高 $H=8.0\text{cm}$ の規則波を作用させた場合の底質移動速度を示したものである。まず、 $T=1.5\text{s}$ の場合、 $d=0.16\text{mm}$ の小スケールの場合も、 $d=0.08\text{mm}$ (ガラスビーズ)の大スケールの場合も著しい岸向き(マイナス側)漂砂が発生している。 $T=2.0\text{s}$ の場合は、 $d=0.16\text{mm}$ の小スケールの場合には冲向き、 $d=0.08\text{mm}$ の大スケールの場合には岸向きとなっている。このように、 $T=1.5\text{s}$ の場合に比べて、 $T=2.0\text{s}$ の場合が著しく冲向き成分が顕著になる理由は、図-4に示す平均流速の鉛直分布の相違によるものと思われる。

5. おわりに

固定床を用い、沈降速度の異なる底質を用いることで、スケールの異なる漂砂現象を考察した。また、歪み砂れんは強い岸向きの漂砂を作り出すので、岸沖漂砂の制御による海岸侵食対策へ応用できる可能性を示唆している。

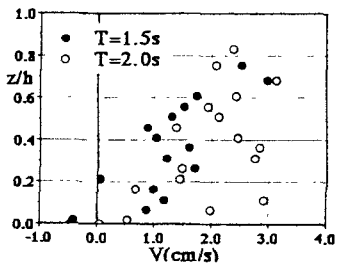


図-4 砂れん上の流速分布

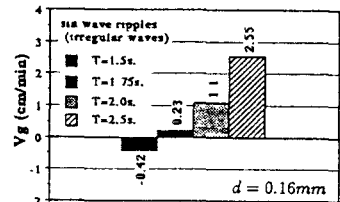


図-5 SIN砂れんの不規則波による底質移動速度

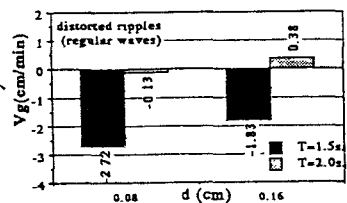


図-6 歪み砂れんの規則波による底質移動速度

【参考文献】1)三原泰司・入江功・小島治幸・牛房幸光:波による底質の浮遊砂移動に関する基礎的研究:平成元年度土木学会西部支部研究発表会論文集, p238~239 2)渡辺 晃・先瀬正成・磯部雅彦:波・流れ共存場における砂鏈形状と漂砂量:第36回海岸工学論文集, p299~303, 1989