

## 礫浜における砕波帯の流速場と地形変化に関する実験的研究

名古屋大学大学院 正会員 ○水谷 法美  
 名古屋大学大学院 学生会員 馬 賢鎬  
 名古屋大学大学院 学生会員 江口 周

### 1. 緒言

礫浜では、砂浜にはあまり見られないような断面地形が観測される。写真-1 とその断面を測量した結果を例示した図-1 に見られるように、礫浜の打ち上げ帯の上部には急峻な山を持つような地形が形成される。このような地形は、礫移動の外力である砕波帯以浅より打ち上げ帯における流速場に強く依存するものと考えられる。礫浜に限らず、沿岸域における漂砂は、砕波にともなう強い渦流れによって生じる浮遊漂砂やその後の岸への強い打ち上げにともなう掃流漂砂など形態の異なる漂砂が混在する複雑な現象であり、その特性や量を正確に把握するには、漂砂の外力である流れ場の特性を明らかにし、それと関連づけて漂砂の移動機構を考究する必要がある。しかし、砕波帯の流速場は、計測点が常に水中にないため、流速計の性能面の制約から詳細に計測された例はほとんどなく、さらに移動床上における砕波帯の流速場の特性はほとんど未解明であり、したがって、その結果として生じる漂砂の機構面からの解明も充分であるとは言い難い。写真-1 や図-1 に例示した地形の形成機構には、このような流速場の実態と関連づけた検討が必要である。本研究では、これまでに砕波帯内の流速場の計測のために開発されてきたキャンティレバー型流速計を製作し、不透過一様斜面上に厚さの異なる一様勾配の移動床を作成し、砕波帯から遡上帯を含む領域で流速場の計測を行った。あわせて移動床厚の異なる場合の海浜断面の変化を観測し、海浜変形と流速場を力学面から考究することを目的とする。

### 2. 水理実験

二次元造波水槽（幅 0.7m、高さ 0.95m、長さ 30m）を使用して水理実験を行った。水槽内に 1/7 勾配の木製不透過斜面を設置し、その上に  $d_{50}=5\text{mm}$  の礫を使って移動床模型を作成した。この際、層厚を 8cm と 15cm の 2 種類変化させた。この斜面に、周期  $T=1.7\text{s}$ 、入射波高  $H_1=6\text{cm}$  ( $H_1/L=0.0197$ ) の規則波を入射させた。実験では、まず波による地形変化が生じないように移動床上に金網を設置した状態で流速分布を計測した。計測範囲は汀線から沖向きに 150cm の位置から遡上点までとし、その範囲で水平、鉛直方向に 3~6cm 間幅で計測した。流速分布の計測が終了した後、金網を取り除き、地形変化がほぼ平衡に達したと判断できるまで入射波を作用させ、その時の地形を砂面計により計測した。なお、実験では二本の水位計を使用し、斜面の沖側での水位変動と流速計測点における水位変動を同時に計測した。また、漂砂の移動状態を目視で観測すると同時に地形変化過程をデジタルビデオで撮影した。

### 3. 結果と考察

図-2 に層厚が 15cm の場合の一様勾配斜面上の流速ベクトルの時空間変化を示す。なお、流速ベクトルは波 5 周期間における位相平均を行って求めた。砕波帯では、波峰の通過と共に渦が発生し、その直後に底面流速が最大になる。

本実験で撮影したビデオ映像の結果と目視観測によると、砕波帯で浮遊



写真-1 礫浜の打ち上げ帯の状況

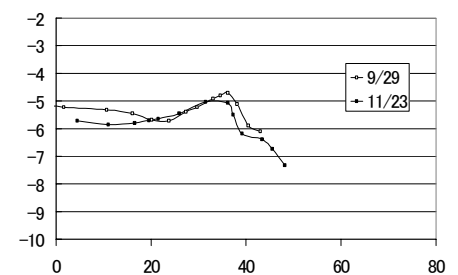


図-1 礫浜の断面形状の観測結果

キーワード：礫浜、海浜断面、砕波帯、流速場

連絡先：〒464-8603 名古屋大学大学院工学研究科地圏環境工学専攻（TEL 052-789-4630 FAX 052-789-1665）

した礫は寄せ波から流速反転前に沈降し、引き波時は掃流状態で沖側への移動することが確認された。一方、遡上帯での漂砂は、寄せ波と共に岸側に掃流状態で移動するが、引き波時には波の一部が礫層内に浸透するため、引き波時の漂砂移動は少なくなる。この浸透流は層厚が15cmの場合の方が8cmの場合よりも顕著であった。図-3は2種類の層厚に対する寄せ波時と引波時の斜面接線方向の最大流速の空間分布と最終地形を示す。図より、層厚が15cmの場合の方が8cmの場合よりも遡上帯での寄せ波と引き波の流速差が大きく、寄せ波時と引き波時の漂砂の外力の非対称性が顕著になる。また、それにとまってその断面もより急峻なピークを持つようになる。図-4は計測した流速とそれから求めた加速度を Morison 式に代入して求めた球体近似の礫に作用する波力と浮遊、および岸・沖向きの回転移動の限界線<sup>1)</sup>とを比較した一例である。砕波点近くの  $x=30\text{cm}$  では両方向ともに移動限界を超え、礫は往復運動をするが、急峻部のピークに近い  $x=-30\text{cm}$  では、流速の非対称性より岸向きの移動限界を超えるものの沖向きには移動限界を超えずに流速反転時には移動しないことを示す。したがって、打上げ帯では岸向き漂砂が卓越し、そこに礫が堆積することにより急峻な地形が形成されることになる。

した礫は寄せ波から流速反転前に沈降し、引き波時は掃流状態で沖側への移動することが確認された。一方、遡上帯での漂砂は、寄せ波と共に岸側に掃流状態で移動するが、引き波時には波の一部が礫層内に浸透するため、引き波時の漂砂移動は少なくなる。この浸透流は層厚が15cmの場合の方が8cmの場合よりも顕著であった。図-3は2種類の層厚に対する寄せ波時と引波時の斜面接線方向の最大流速の空間分布と最終地形を示す。図より、層厚が15cmの場合の方が8cmの場合よりも遡上帯での寄せ波と引き波の流速差が大きく、寄せ波時と引き波時の漂砂の外力の非対称性が顕著になる。また、それにとまってその断面もより急峻なピークを持つようになる。図-4は計測した流速とそれから求めた加速度を Morison 式に代入して求めた球体近似の礫に作用する波力と浮遊、および岸・沖向きの回転移動の限界線<sup>1)</sup>とを比較した一例である。砕波点近くの  $x=30\text{cm}$  では両方向ともに移動限界を超え、礫は往復運動をするが、急峻部のピークに近い  $x=-30\text{cm}$  では、流速の非対称性より岸向きの移動限界を超えるものの沖向きには移動限界を超えずに流速反転時には移動しないことを示す。したがって、打上げ帯では岸向き漂砂が卓越し、そこに礫が堆積することにより急峻な地形が形成されることになる。

4. 結言

遡上帯を含む砕波帯における流速場の計測を行って斜面上の礫に作用する流体力とその自重による抵抗の力学的バランスに基づいた移動限界を比較することによって、漂砂の移動特性が良好に説明できる。さらに、その特性から形成される地形の特徴も説明できることが明らかとなった。今後、より複雑な漂砂の場に適用し、さらなる検討を加える所存である。

<参考文献> 1) 水谷法美・岩田好一郎・T.M.Rufin Jr. : 幅広潜堤の被覆材の耐波安定重量の算定法に関する研究 — 球状被覆材の場合 —, 土木学会論文集, 503, pp. 119-128, 1994.

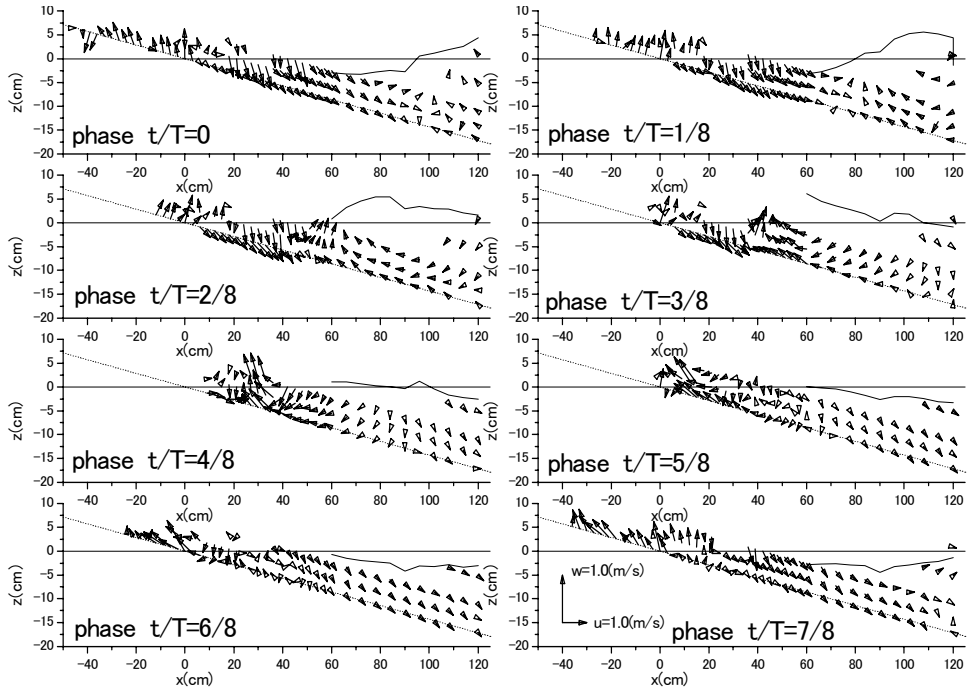


図-2 砕波帯の流速場の時間変化（層厚 15cm の場合）

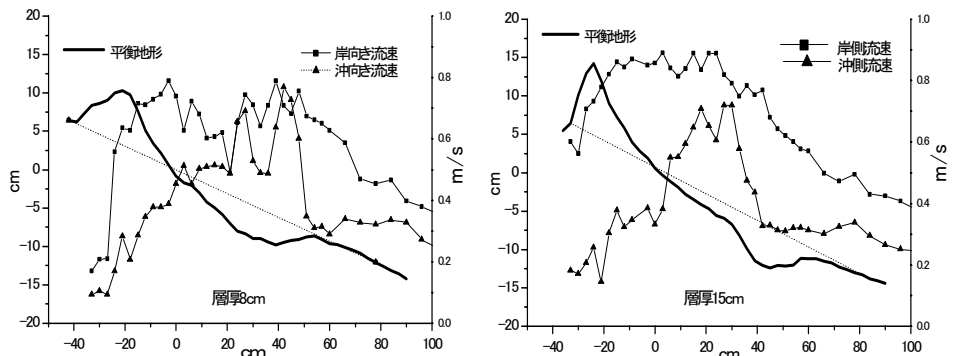


図-3 礫浜の平衡断面と岸・沖最大流速の空間分布

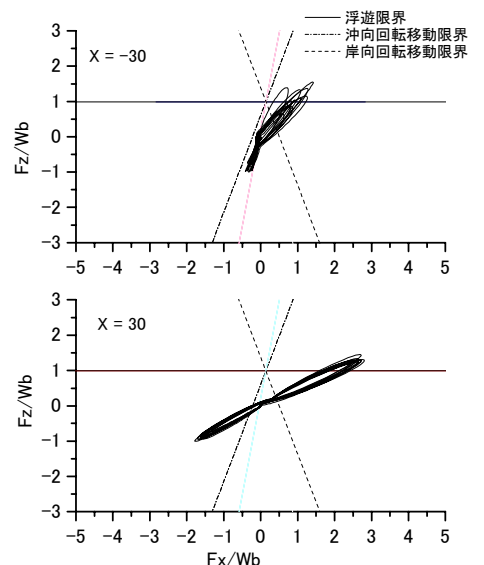


図-4 礫の作用波力と移動限界の関係（層厚 15cm の場合）