

新日本製鉄(株) 正員 吉村 尚  
 東京大学工学部 正員 渡辺 晃  
 東京大学工学部 正員 堀川清司

1. はじめに

海岸線に構造物を設置すると、周辺海浜地形は時により著しく変化する。この海浜変形に関しては定性的にはかなりわかっており、数値シミュレーション等による定量的な予測の試みもなされているが、現象に対するわれわれの理解はまだ充分とはいえない。そこで本研究では定量化への1ステップとして、基礎的な実験に立ち戻り、波高分布や平均流と底質移動、地形変化の関連を考えしてみた。

2. 実験の条件と方法

実験には長さ6m、幅1.2m、深さ25cmの小型平面造波水槽を用い、一端に中央粒径0.20mm、比重2.65の標準砂を勾配1/10で幅約1.8mに敷きならして模型海浜とした。構造物としては不透水性離岸堤を選び、実験は、自然海来时(ケース1)と離岸堤設置時(ケース2)の2ケースを対象として行なった。両ケースの比較により離岸堤の影響を明らかにするために、離岸堤の有無以外の実験条件は以下のように両ケースで共通にした。1) 初期海浜勾配は1/10、2) 沖側平坦部の水深は16cm、3) 波は周期1.0秒、沖波換算波高4.3cmで汀線に直角に入射、4) 波の作用時間は合計4時間、である。なお、離岸堤模型には、厚さ3mm、長さ40cmの鋼板を水槽幅中央で自然海浜時の砕波点に相当する離岸位置に鉛直にたてたものを用いた。

計4時間の波の作用時間を、30分、30分、1時間、2時間と区分し、各時間区分毎に地形、波高、底面流速等の測定を行なった。底面流速は、比重調整した四塩化炭素とトルエンの混合物をトレーサとして測定した。又、底質砂自身の移動方向の観察は困難であるので、蛍光着色した比重1.14、粒径約4mmのプラスチック粒子を投入し、その移動方向を追跡した。

3. 実験結果と考察

前述のように、各ケースとも4つの時間区分毎に測定を行なったが、主要な地形変化は約1時間以内に起っているため、ここでは造波開始後30分～60分の間のデータを紹介する。

(1) 自然海浜のケース

造波開始1時間後には、図-1に示すように、前浜上に2つのビーチカスプと3本のチャンネルが、また沖側にはカस्प0 20 40 60 80 100 120  
 に対応して砂州および洗掘部が発生している。なお、砕波位置は $x \approx 70$ cmであった。

図-2は波高分布である。図-1と比較すると、砕波帯内の波高分布と汀線付近の地形がよく対応していることがわかる。このことから、砕波帯内の波高分布と地形変化の間には密接な関連があるといえよう。

油滴状トレーサの動きより推定される底面付近の流れと、固体粒子トレーサの移動方向

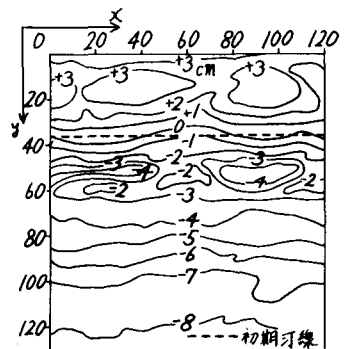


図-1 1時間後の地形(ケース1)

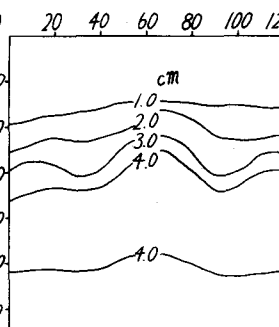


図-2 波高分布(ケース1)

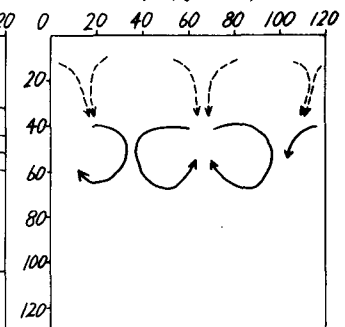


図-3 流れと砂の移動方向のパターン(ケース1)

は互いに良く一致していた。それをパターン化して示したのが図-3である。碎波帯内に2組の循環流が発生しており、その流れに沿った砂の移動が生じて、結果として図-1に示すようなリズムック地形が形成・発達したものと考えられる。図-3を図-2と比較すると、波高の高い部分から低い部分へ向かう流れが発生していることがわかる。従来からいわれていることであるが、自然海浜におけるリズムック地形の発達には、循環流を中介とする波高分布と地形の相互作用が重要な役割を果たしていることが確認された。

## (2) 離岸堤設置のケース

離岸堤設置時の1時間後の地形を図-4に示す。堤背後に既にトンボ口が形成されている。このトンボ口は造波開始30分後には明確な形状を呈し、その後の変動は少ない。このことから、離岸堤設置時の地形変化は、比較的短時間のうちに平衡状態に達してしまうといえよう。

図-5は、造波開始から1時間後までの地形変化、すなわち底面地盤高の変化量を示している。離岸堤前面および開口部の初期汀線位置近傍に顕著な侵食が生じていることがわかる。

図-6は波高分布である。これと図-4を比較すると前述の自然海浜のケースと同様、堤背後の波高分布は地形と対応している。ただし、この場合の波高分布は前ケースのある程度自発的なものと異なり、離岸堤の存在による強制的なもので、離岸堤設置直後から発生し、時間的変動も自然海浜時と比べて小さい。

堤背後の底面付近の流れ（油滴トレーサの動き）と底質の移動方向（固体粒子トレーサの移動方向）は、自然海浜時と同様よく一致しており、パターン化すると図-7のようになる。ただし、このようなパターンは、地形変化の影響をうけて時間経過と共に若干変化する。しかし、トンボ口が比較的早い時期に形成され安定してしまうことから判断して、トンボ口の発生に対しては、強制的な波高分布によって引き起こされた図-7のような流れによる砂の移動が重要といえる。また、図-7の流れのパターンおよび図-5に基づく砂量収支の概算結果よりすると、今回の実験において発生したトンボ口は、おおむね汀線と離岸堤ライン間の領域での砂の再配置によって形成されたものであるといえる。

## 4. まとめ

自然海浜の場合には、波、流れ、地形が相互に同程度の影響を及ぼしあう海浜変形が生じるという印象が強い。これに対し離岸堤設置時には、離岸堤により波の場が決定され、その結果堤背後に流れが生じ、その流れに沿った砂の移動によって地形に影響が及ぶという形で比較的短時間のうちに現象が進行することがわかった。底面付近の平均流と砂の移動量の間には密接な関連が存在することが推測されたが、その関連を定量的に明らかにするには至らなかった。今後、更に詳細な実験によりその関連性を調べると共に、今回の実験データを海浜変形予測モデルの確立に役立たせたい。

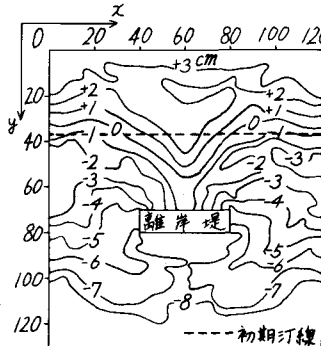


図-4 1時間後の地形(ケース2)

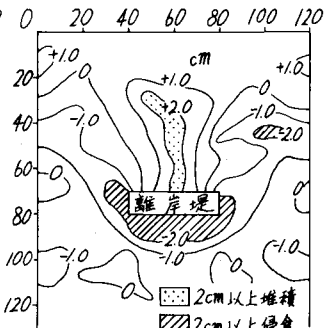


図-5 造波開始から1時間後までの地形変化(ケース2)

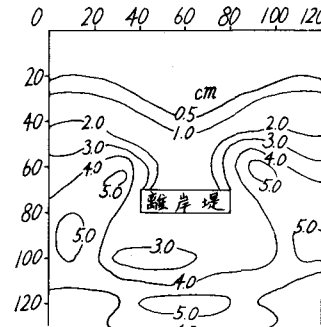


図-6 波高分布(ケース2)

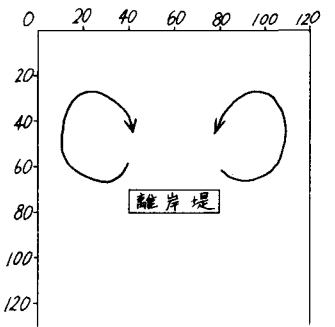


図-7 流れと砂の移動方向のパターン(ケース2)