

## 任意汀線形状海岸を対象とした海浜流モデル

愛媛大学工学部 正員 山口 正隆

愛媛大学大学院 学生員 細野 浩司

1. 緒言: 著者はこれまで任意地形を対象とした非定常波浪、海浜流および海底地形変動モデルを開発してきたが、モデルにおいては、波数成分に関する方程式を差分法で解いているため、その適用は直線汀線海岸の場合に限られる。そこで、本研究では、著者のモデルのうち、波向計算を wave ray method に変更することにより、波と流れの干渉効果まで考慮した任意汀線形状海岸に適用可能な海浜流の数値モデルを提案する。

2. 数値計算モデル: モデルに使用した方程式は、それぞれ波向および波数計算に対し波数の保存則と非回転条件、波高計算に対し wave action の保存則と Miché 型の破壊条件式、平均水位および海浜流計算に対し鉛直方向に積分された連続式および運動量保存式である。任意汀線形状海岸を対象としてこれらの方程式を差分法で解く場合、波数成分以外の未知数に対する境界条件は set-up に伴う汀線の移動を考慮しても簡単であるが、波数成分に対しては、波数も汀線が無限大になるし、波向も汀線に直角方向になることから、汀線での境界条件を設定することは難しい。そこで、波数成分に対する支配方程式を wave ray に沿って解いたのち、これらの値を正格子細に内挿することにより、任意汀線での境界条件を使用せずに波数および波向を算出する方法を採用する。なお、内挿による格子点での波向が得られない場合には、沿岸方向あるいは岸地方向に外挿する。

3. 計算結果および考察: 図-1 および 図-2 は No.1 の封林凹型モデル地形に対する海浜流および波向線の計算結果を示したものであり、結果の封林性から各図の右半分は波と流れの干渉効果を無視した計算結果を示している。すなわち、封林凹型地形に波が直角入射する時、領域中心線を封林軸として形成される大きな一対の循環流の発達は、干渉効果が無視されるとかなり増大するとともに、汀線近傍では流回も変化する。また、図-2 を見ると、干渉効果を無視した場合に形成された焦線は干渉効果の導入によって見事に解消されるが、この場合の波向線は流れの影響を受けて左右に蛇行している。つぎに、図-3 および 図-4 は凸型汀線地形に対する計算結果を示したものであり、とくに、図-4 の右側の図は計算初期段階で平均水位の変化および干渉効果が無視である場合の波向線図である。まず、図-3 によると、領域中心線を封林として封林凹型地形の場合と同様な一対の循環流が形成されているが、とりわけ凸部側の向岸流はかなり強い。一方、図-4 の比較によると、計算の初期段階で凸型地形の頂部に形成されていた焦線は海浜流が発達した段階では消滅するとともに、流れの影響により波向変化が小さくなっていく。以上の考察から、波と流れの干渉効果を考慮した場合には波向変化が流れの影響により減少して波向

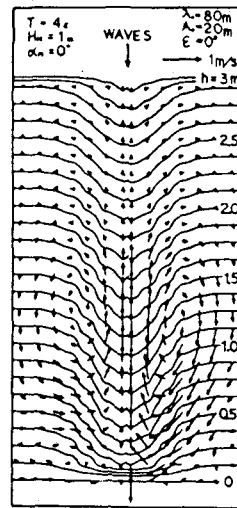


図-1

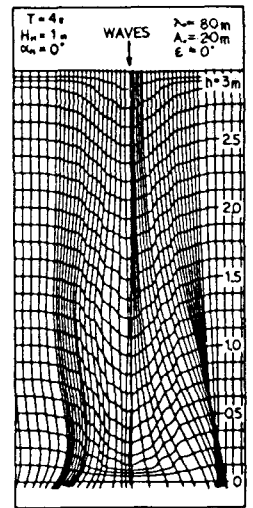


図-2

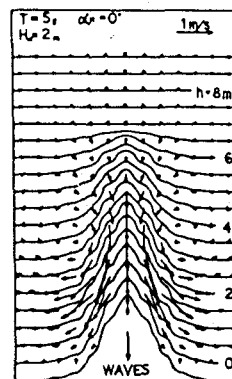


図-3

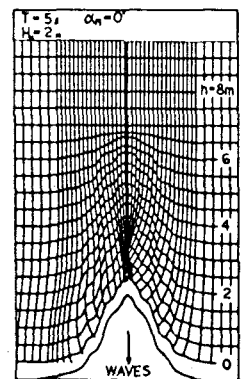


図-4

線の集中に伴う急線の形成が回避される場合もあることと明らかにした。つぎに、凹型任意汀線海岸の例として半月弧汀線地形および湾入汀線地形をとりあげる。まず、半月弧湾に波が直角入射した場合の海浜流ベクトルを示した図-5によると  $\alpha_0$  による対称凹型地形の場合と同様に領域全体を占める一対の主循環流と汀線近傍に偏平な一対の副循環流が形成され、領域中心線上では強い離岸流が見出される。そして、流達は凹強部の終端付近で非常に大きく、いかに平行等深線部の水が凹強部に流入しているように見える。ついで斜め入射波の場合の計算結果を図示したのが図-6であり、この場合の海浜流分布は直角入射の場合に半月弧部で形成された循環流と平行等深線部に形成された沿岸流が重畳した状態を示す。この結果、半月弧部沖側では沿岸流が顕著に蛇行する一方、半月弧内では右側の循環流がこずれるし、左側の循環流の軸長が縮小し、循環流はよくなる。さらに、半月弧の右側汀線部に形成されていた偏平な循環流は消滅している。なお、この場合には急線の問題は生じないものの、干渉効果を考慮すれば、波向線の蛇行が明確に現われる。図-7、図-8および図-9は湾入地形に対する海浜流分布の計算結果と直角入射および斜め入射の場合について図示したものであり、これらの図から波の入射角によって流れのパターンが著しく変化することがわかる。すなわち、直角入射の場合の図-7によると、湾入部では領域右側の等深線に沿って発達した沿岸流が湾奥部によって沖合に流出し、2つに分流している。そして、一方は領域右へ進み、全体として湾入部に大きな循環流を形成しているし、他方は左側へ曲がり、また領域左側の突出部先端沖合で反時計方向の回転をもつ循環流となる。ついで、 $\alpha_0 = 30^\circ$  の場合には半月弧の場合と同様  $\alpha_0 = 0^\circ$  の海浜流に沿岸流が加わらるので、大規模な循環流は消滅し、等深線に沿う大きな蛇行流となっている。また小規模な循環流が湾入部沖合、突出部先端および湾入部背後に存在する。さらに、 $\alpha_0 = 30^\circ$  の場合には  $\alpha_0 = 0^\circ$  の海浜流分布と負の流速をもつ沿岸流が合成された流況が得られるので、平行等深線および凹強部の沖合では沿岸流が卓越するが、 $\alpha_0 = 30^\circ$  の場合に比べて蛇行傾向が小さい。一方、湾入部の右側では依然湾入部から平行等深線部に流出する沿岸流成分が卓越するのに対し、左側の湾奥部ではかなり大きな規模の循環流が形成されている。結局、湾入部左側領域浅水部ではいずれの波向に対しても等深線に沿う時計方向回転の沿岸流成分が卓越する。なお、突出部汀線近傍にはいつも反時計方向の回転をもつ小規模な循環流が存在する。

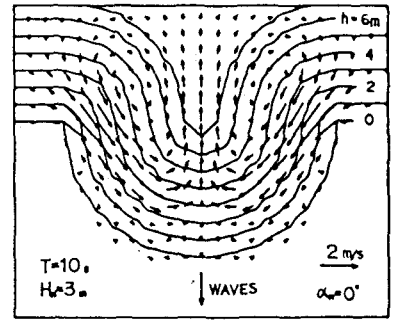


図-5

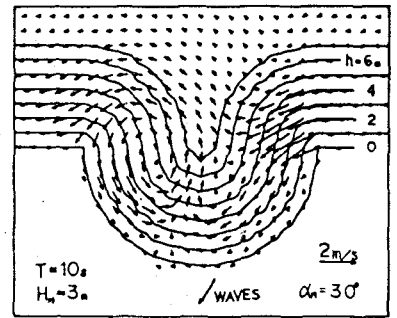


図-6

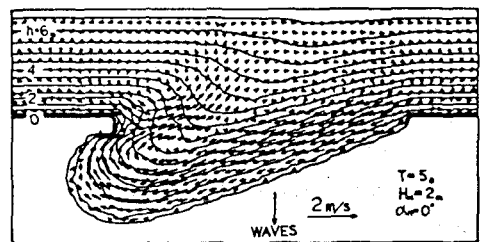


図-7

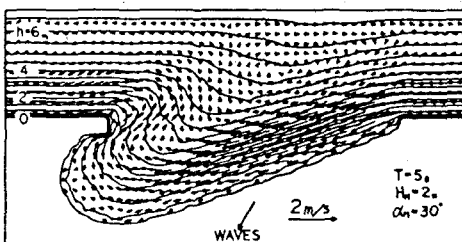


図-8

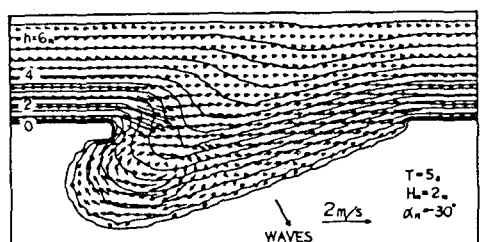


図-9