

波の不規則性を考慮した海浜流の数値モデル

愛媛大学工学部 正員 山口 正隆
 泉鋼業 正員○細野 浩司
 奥村組土木興業 森木 睦

1. 緒言：海浜流の数値モデルはこれまでに数多く開発されているが、これらのほとんどは規則波理論に基づくものであり、波の不規則性を考慮した海浜流の数値モデルとしてはこれまでのところHubertz(1984)の研究があるだけである。このモデルは1次元的な変化をもつ海底地形を対象としたHsio(1978)のモデルに基づいて波浪変形計算を行っていることから、沿岸流のみが計算される1次元モデルであると考えられるし、波と流れの干渉効果も考慮されていない。そこで、本研究は、任意の2次元的な海底地形に対して適用可能な波の不規則性を考慮した海浜流の数値モデルを提案するものであり、波浪変形計算においては波と流れの干渉効果が含まれている。

2. 数値計算モデル：モデルに使用した方程式は、波浪変形計算に対してWillebrand(1975)により導かれた流れおよび海底地形変化が同時に存在する場合のwave action 波数スペクトルの保存則と浅海での平衡周波数スペクトルの概念に基づく砕波減衰項、平均水位変化および海浜流計算に対して鉛直方向に積分した連続式および運動量方程式である。数値計算は波浪変形計算に対して、特性曲線法的一种であるpiecewise ray methodと高次平面補間式および方向に関する1次補間式を併用する方法、海浜流計算に対しては差分法により行われた。また、砕波に伴うエネルギー減衰は周波数スペクトルの計算結果が浅海でのKitaigorodskiiら(1975)による平衡周波数スペクトル値を越えることはないと仮定して評価された。

3. 計算結果：まず、数値モデルのうち波高変化に関するBattjes ら(1978)の実験結果との比較に基づき、補正係数の導入によって波浪変形計算モデルを調整した。図-1は、一様勾配上の波高変化および平均水位変化に対する計算結果と実験結果との比較を示したものであり、波高変化が一致すれば平均水位変化も良好な対応が得られる。つぎに、図-2は平行等深線地形に対する規則波および不規則波の計算結果を示したものである。

まず、波高の岸沖方向分布図によると、不規則波の計算結果は水深減少に伴いなめらかな減少傾向を示しているが、浅水部では補正係数の影響により減少率がやや増大している。一方、規則波ではshoaling

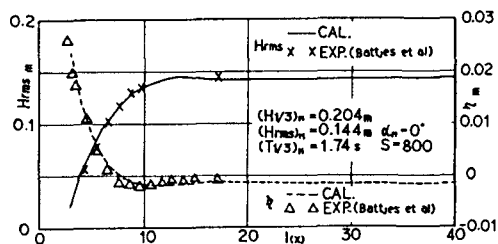


図-1 実験結果との比較

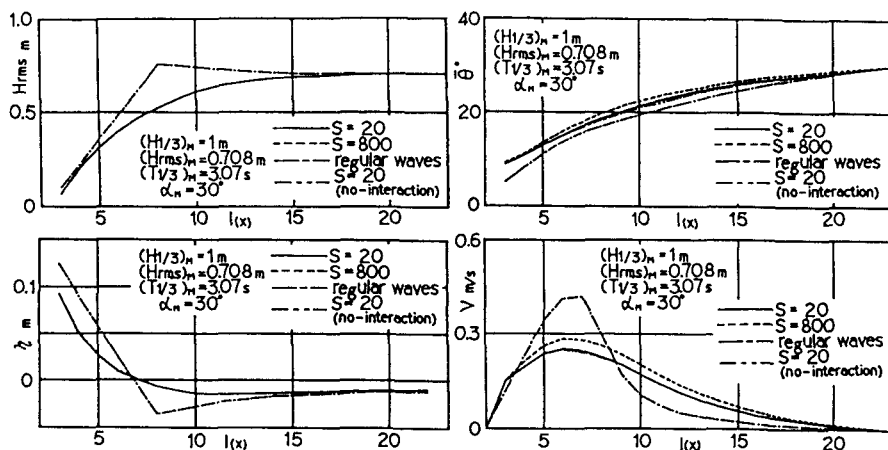


図-2 平行等深線地形に対する計算結果

により波高が増大して砕波限界に達したのち、水深に関してはほぼ線型的に減少する。波向変化の図によると、不規則波の場合は規則波の場合に比べて波向の変化割合はかなり緩やかであり、汀線への到達角度は規則波の約2倍である。ついで、平均水位変化の図によると、不規則波による結果はなめらかな増加傾向を示しており、規則波に見られるset-downからset-upへの明確な遷移は存在しない。また、不規則波による平均水位変化は規則波によるそれより小さい。沿岸流分布の図によると、不規則波の分布形状は領域全体でなめらかであり、流速の絶対値は方向分布幅の狭いケースでも規則波の半分程度しかなく、ピーク位置もより岸側に移るのに対し、領域中央より沖側および汀線近くでは不規則波の流速の絶対値は規則波より大きい。以上の

平行等深線地形に対する計算結果より、波の不規則性は波高分布を平滑化するので、沿岸流や平均水位変化の岸沖方向分布にも同様の傾向が現れること、方向分布幅の影響は波向および沿岸流の絶対値に比較強く現れるが、これらの岸沖方向分布に与える影響は小さいことおよび波と流れの干渉効果の影響はほとんど見られないことなどが明らかになった。図-3はNodaの対称凹型モデル地形に対する海浜流の計算結果を不規則波および規則波について示したものである。いずれの結果においても地形中心線を対称軸とした循環流が沖合と汀線近傍にそれぞれ左右対称に存在しているが、不規則波の場合、沖合循環流の軸長が規則波のそれより長く、流速の絶対値は前述の沿岸流の場合において見られたように、規則波の半分以下である。図-4は

湾入海岸地形に対する計算結果を示したものである。これによると、平行等深線部および湾入部沖合では沿岸流が卓越する。一方、湾入部右側では流れが2つに分流し、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。最後に、Sonu(1972)による現地観測結果(図-5)との比較に基づき、本研究で開発した海浜流の数値モデルの妥当性および適用性を検討したのが図-6である。これによると、計算領域中心の左右に存在する循環流の位置、汀線近傍における沿岸流など、全体的な

流況は定性的に両者において一致しているが、流速の絶対値の対応は十分とは言いがたい。

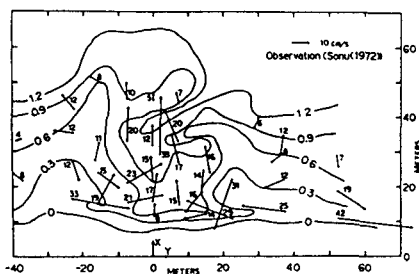


図-5 Sonuによる観測結果

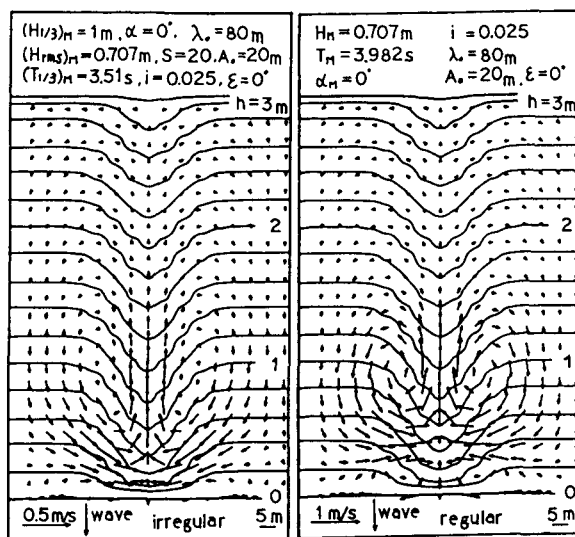


図-3 対称凹型モデル地形に対する計算結果

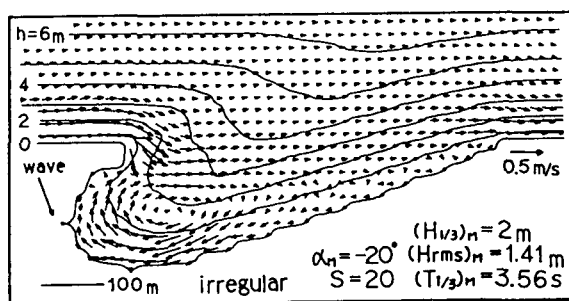


図-4 湾入海岸地形に対する計算結果

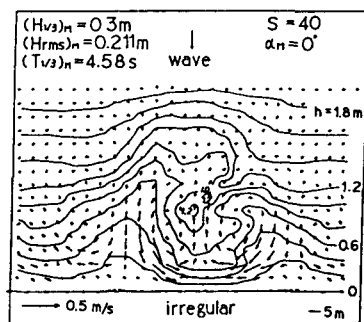


図-6 現地地形に対する計算結果