

愛媛大学工学部 〇正 員 山 口 正 隆
 愛媛大学大学院 学生員 細 野 浩 司
 愛媛大学大学院 学生員 川 原 博 満

1. まえがき：従来の海浜流の数値モデルは微小振幅波理論に基づく波特性の表示式によって定式化されているが、砕波帯を含む浅水部では、波の非線型性が強く影響するので、砕波帯近傍の動力学現象をより明確にするためには波の非線型性を考慮した海浜流モデルを展開する必要がある。そこで、本研究ではフノイド波理論に基づいて波特性を表示した波浪変形および海浜流の数値モデルを提案し、平行等深線地形および任意海底地形に対する結果と、微小振幅波理論に基づく以前のモデルによる結果と比較・検討する。

2. 数値モデル：著者らによる線型モデルと同様、波浪変形は、波数の保存則および非回転条件から導かれた波数成分に対する支配方程式とエネルギー平衡方程式の数値積分から計算される。この場合、エネルギー平衡方程式におけるエネルギー逓散項として底面摩擦を考慮するとともに、砕波によるエネルギー逓散をBattjesの段波モデルおよび砕波指標による方法の2通りで評価した。一方、平均水位および海浜流の計算は鉛直方向に積分した連続方程式および質量輸送をも含む運動量方程式によって行われる。そして、各方程式に現われる群速度、ラディエーションスト

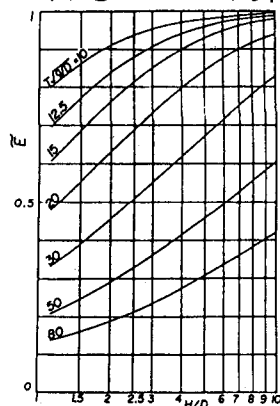


図-1

レスなどの波の平均量や水粒子速度としてChaplelearが計算した第1定義によるフノイド波の第2次近似解を用いる。具体的な計算法としては、広範囲なパラメータの値に対するこれらの平均量の表を用意しておき、各計算段階で現われるパラメータに対し内挿計算を行い、中間値を推定する方法を採用する。この方法によれば、内挿計算の導入により多少プログラムが複雑になるが、基本的には線型モデルとほぼ同じ計算の流れになる。

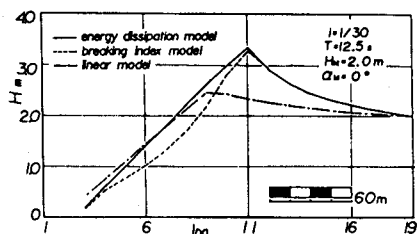


図-2

3. 計算結果および考察：図-1は微小振幅波理論の値で無次元化したエネルギーとH/Dの関係を $T/\sqrt{H/D}$ をパラメータとして示したものである。この図によると、H/Dが小さく $T/\sqrt{H/D}$ が大きいほどフノイド波理論によるエネルギーは微小振幅波理論によるものより小さくなっており、このことから微小振幅波理論は波特性を過大評価することがわかる。図-2～図-5は平行等深線地形を対象とした非線型モデル（砕波指標モデルあるいは段波モデルにより砕波減衰を評価）および線型モデル（砕波指標モデルにより砕波減衰を評価）による計算結果を比較したものである。まず非線型モデルによると、砕波点に至る過程その波高増大率が線型モデルより大きいので、砕波点は沖

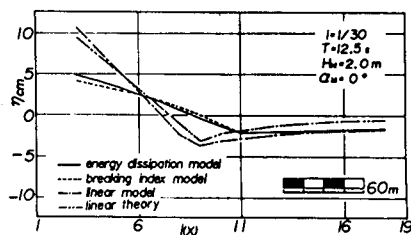


図-3

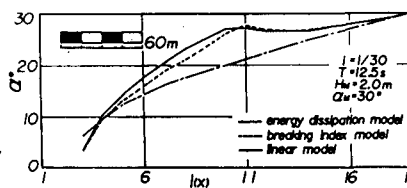


図-4

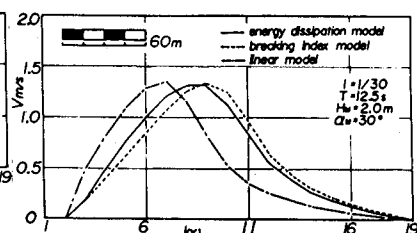


図-5

側に移動するとともに、破波帯内での浪高はより急激に減少する。そして非線型モデルによる set-down の最小点も沖側に移動するし、set-up も微小振幅波理論による結果の $1/25$ 程度しか生じない。また、段波モデルによる浪高減衰は破波指標モデルによるよりかなり急激であるが、set-up の特性にそれほど差は生じない。屈折に伴う波向変化は、微小振幅波理論では、汀線に向かって単調減少するのに対して、クノイド波理論では水深減少に伴って波向が減少したのち、破波点に向かって増大し、破波帯では微小振幅波理論より急減する。一方、沿岸流の最大値も破波点の移動に伴い沖側に移るけれども、沿岸流の分布形および絶対値はほぼ対応しているのは興味深い。以上のことから平行等深線地形を対象とする場合、波の非線型性の影響は浪高、波向および平均水位変化に強く現われることがわかる。次に、図-6、図-7および図-8はNodaによる対称凹型地形に対して、前述の3つのモデルにより計算された海浜流分布図であり、いずれの結果においても領域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、非線型モデルによる流速の絶対値は、線型モデルのものよりかなり小さいし、破波点が沖合に移動することに対応して、循環流中心もより沖合に位置している。また、図-6および図-7を比較すると、領域中心線上に見られる離岸流の値は破波指標モデルの方が多少大きい。図-9、図-10および図-11はNodaによる非対称凹型地形に斜め入射波が作用した場合に対し、3つのモデルにより計算された海浜流分布図であり、いずれの図においても同様な大きさをもつ沿岸流が卓越するとともに、凹部の影響により沿岸流が蛇行したり、岸側で2つの反時計まわりの循環流が形成されているのが見出される。この循環流は微小振幅波理論による結果ではかなり明確な存在であるのに対し、クノイド波理論による結果では流速および規模が小さい。

また、クノイド波理論による結果のいずれにおいても、沖側で時計まわりの弱い循環流が形成されている。以上のことから波の非線型性の影響は循環流の規模および流速に対し大きい、沿岸流に対してはあまり顕著でないといえよう。なお、この他、沿岸砂州のある地形やSonuによる観測結果との比較も実施したが、これらについては講演時に述べるつもりである。

4. 結 語：以上、本研究ではクノイド波理論に基づく海浜流の数値モデルを開発したが、今後最近の高次理論を用いることにより数値モデルの適用範囲を拡張する必要がある。

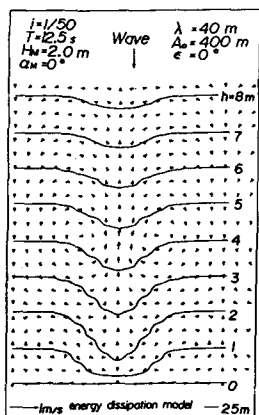


図-6

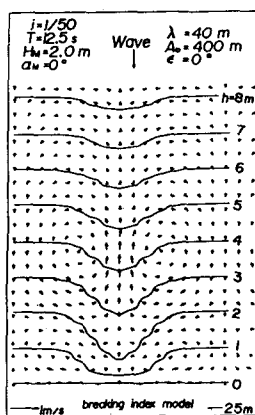


図-7

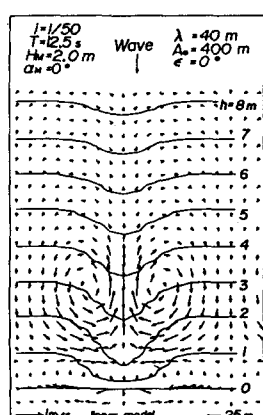


図-8

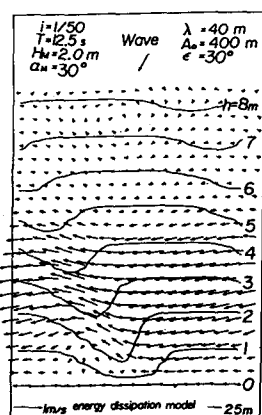


図-9

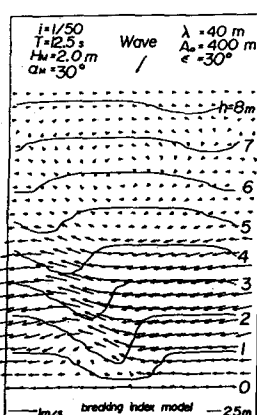


図-10

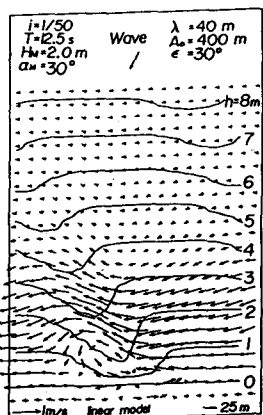


図-11