

非定常波浪による2次元海浜変形の数値計算

愛媛大学工学部

愛媛大学大学院

愛媛大学大学院

正員 山口 正 隆

学生員 大 津 正 司

学生員 ○西 岡 洋 一

1、まえがき：近年、河川流域や海岸地帯の開発に伴い、漂砂の需給関係の均衡がやぶれ、日本各地で海岸侵食が大きな社会問題となってきた。こうした海浜変形の予測モデルとして、海浜変形を汀線の前進後退で表示する1次元モデルが開発されているが、海底地形変動の詳細を計算できる2次元モデルの方が海岸侵食対策に有用な資料を与えることは明らかであろう。そこで、本研究では、任意の海底地形に非定常な波浪が作用した場合の2次元海浜変形の数値計算法を開発し、定常波浪によるBar地形およびhole地形の海浜変形や、非定常波浪による琵琶湖彦根愛西湖岸の海底地形変動を計算しようとするものである。

2、数値計算法：2次元海浜変形を計算するためには、時間的および空間的に変化する波浪および海浜流の作用下における漂砂量を評価しなければならない。そこで、本研究では、底質は波の作用によって、一般に滑動および跳躍などの運動をするけれども、大局的には往復運動であり、それが海浜流によってその方向に運搬されるという土屋らの考え方をを用いた。しかし、土屋らによって提出された漂砂量推定式はもともと沿岸流のみが存在する波と流れの共存場におけるものであるため、これを拡張し、2次元的な海浜流の場合においては、砂は海浜流の流向に輸送されるものとした。さて、計算にあたっては、まず沖波波長特性をキヌて、波数の非回転条件、非定常エネルギー平衡方程式および合田の碎波条件式から計算した浅海での波浪特性を用いて、海浜流およびset upの計算を行い、波浪、海浜流およびset upに関する定常解を得た。ついで、各格子点での漂砂量を土屋らの漂砂量式に基づいて計算したのち、漂砂の連続式から海底地形変動を算出し、さらに、set upおよび海底地形の変動に伴う水深の変化をも考慮して、再び波浪、海浜流および海底地形変動計算をくりかえした。この場合の側方境界条件としては、Nodaによる沿岸方向の周期性の条件を用いた。

また、沖および岸での境界条件は、計算領域の最も沖側と岸側での漂砂量を0とした。したがって、初期水深で岸から2メッシュを0としているので、海浜変形による汀線の後退は1メッシュ間内となる。数値計算においては、領域を23×9

の格子網に分割し、格子間隔をそれぞれ、 $\Delta x = 12.5\text{ m}$ および $\Delta y = 50\text{ m}$ 、時間間隔を $\Delta t = 1.0\text{ sec}$ とした。また、 y 方向の格子数は元来の領域における格子数9と沿岸方向における周期的条件の適用のため追加された格子数2の合計11である。

3、計算結果および考察：まず、計算領域の最も沖側の地点に波高1m、周期3.5secおよび波向 -30° という定常波浪が作用した場合のBar地形およびhole地形の海浜変形計算について述べる。Bar地形は $i = 7$ 、 $j = 4 \sim 6$ に与え、その他は平行等深線という地形を仮定した。図-1は、海浜の沖方向断面の時間的変化を表わしたものである。これらの図によると、海浜変形はBarのある $i = 7$ から岸側で起っており、 $j = 3$ では本来Barが存在しなかったのに対し、時間が経過するにつれて、Barが出現する。 $j = 4$ では、Barの頂点の水深が浅くなる。一方、すぐ岸側におけるBarの根本では、水深が増大しているが、1時間後にはほぼ変化が止まり、平衡状態に達しているようである。さらに、水深2m近傍に新たに小さなBarが出現し

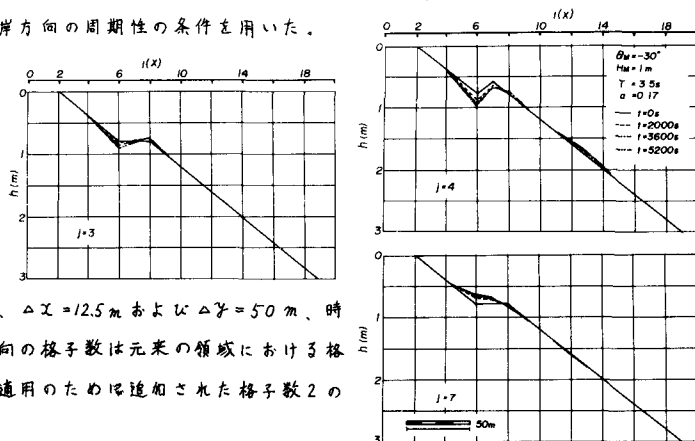


図-1 Bar地形の海浜変形(1)

ている。また $j = 7$ では、 $i = 6 \sim 8$ にあった平坦な地形がほぼ一様勾配をもつ海底断面へと変化している。図-2は、3つの時点における海底地形を平面図に表わしたものであり、前述の断面図およびこの図から、流の入射方向に対して Bar 地形の下手側にあたる岸側の領域で、水深が増大し、しかも時間とともに、その領域は広がっていることがわかる。一方、Bar の左側では、初め単独にあった Bar 地形の 0.7 m で表わされた等深線が岸からの堆積により、他の 0.7 m 等深線とながっている。つぎに、hole 地形として、一定勾配 ($m=0.016$)

をもつ海底地形に、 1 m の水深急変部 $j = 3 \sim 7$ および $i = 8 \sim 13$ に与えたものを用いた。図-3は海峡の沖

方向断面の時間的変化を表わしたものである。この図から、 $j = 1$ では、2400秒後には急激に変化が生じて、

Bar 形地形が現われている。また $j = 2$ では1600秒後に現われた Bar 形地形が時間とともに発達する一方、 $i = 11$ の侵食が顕著に進んでいる。さらに、 $j = 7$ では、hole での堆積が大きくなっており、そのうち、 $i = 9$ では、水深の変化率がまた大きいので、堆積が平衡状態に達するまで、さ

らに時間の経過が必要であると思われる。図-4は海底地形の平面分布を3つの時点において図示したものである。この図から、hole 地形の両側面領域において海底地形の着しい変化が生じ、また、hole 地形は沿岸流の方向に移動するが、hole 内では移動限界水深との関係で、ほとんど海底地形変動は生じないし、周囲の砂により hole が埋められることもないことがわかる。

さらに非定常な波および風の作用のもとでの琵琶湖岸根拠面湖岸における海底地形変動の計算を行った。図-5は計算によって得られた4時点における海底地形を示したものである。この結果によると、初期地形のうち、等深線が湾曲している領域(例えば $(i, j) = (8, 8)$ の地点)では、 $t = 16984 \text{ sec}$ 後において、等深線の曲率が減少し、つぎの時点では、ますます等深線の平坦化が進行する様子が見られる。この変化率は、時間の経過つまり海浜変形の進行とともに減少する傾向がある。さらに、時間が経過すると、水深 3 m 、 3.5 m および 4 m の等深線はほとんど変化しなくなり、かゝる等深線海底地形に近づいていく傾向が現われている。

4. むすび：以上、任意の海底地形の2次元変形の計算法を開発したが、海浜変形特性をより適切に再現するためには、本プログラムで考慮しなかった夾漈砂を評価することが必須であると考えられる。

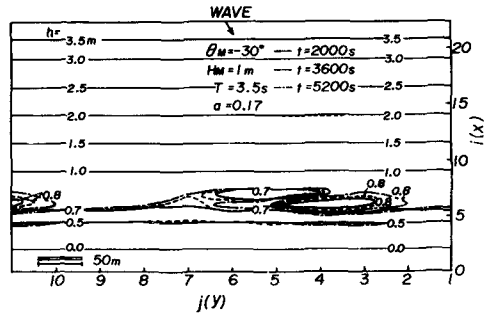


図-2 Bar 地形の海浜変形 (2)

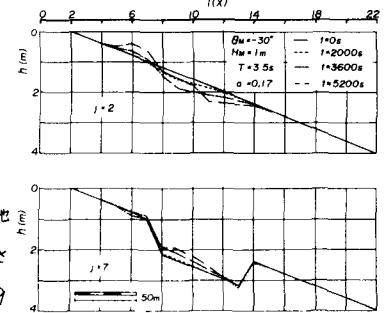


図-3 hole 地形の海浜変形 (1)

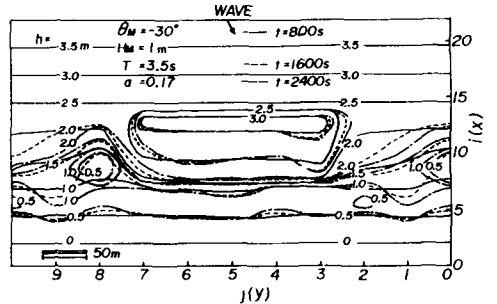


図-4 hole 地形の海浜変形 (2)

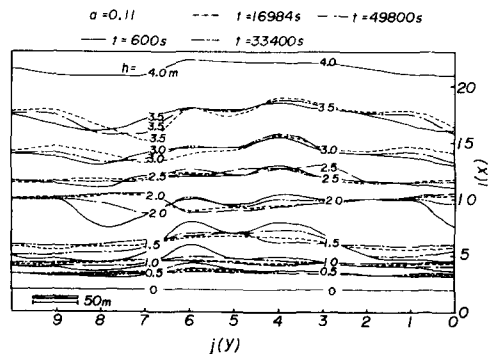


図-5 非定常波浪による岸根拠面湖岸の海浜変形