

東北大学大学院 学生員○永野修美

東北大学大学院 学生員 今村文彦

東北大学工学部 正 員 首藤伸夫

1. はじめに

津波数値計算は深海域計算と浅海域計算の二つに分割する場合が多い。深海域では、遡上の効果は小さいと考えられ、完全反射を仮定した鉛直壁を汀線に置く。浅海域では、遡上を考慮に入れ、各種波先端条件を設定した計算が用いられている。深海域と浅海域の接続についての検討は、泉宮・磯部(1986)により行われているが、汀線形状の差については殆ど検討されておらず、それを使い分ける基準は経験により判断されているのが現状である。本論文では、数値実験によって汀線形状の違いによる水位および流速の変化を調べ、判断基準について検討する。

2. 計算方法

図-1に示すように、水平床に一樣勾配斜面が接続した水路での、孤立波の一次元伝播を対象とする。汀線において、鉛直壁を置いた場合とそのまま斜面を遡上させる場合について比較検討する。入射波は同じであるが、汀線から反射してくる波は異なる。計算方法としては、浅水理論をLeap-frog法により差分化したものを用いる。伝播途中での碎波や海底摩擦の影響は考慮に入れていない。計算には孤立波を一波だけ入射させる。この時の波形等の条件は、波高水深比0.01~0.05, 相対水深0.03~0.06, 斜面勾配0.01~0.1の範囲である。

3. 波形及び最大水位の検討

まず、斜面法先での反射波の波高変化について調べる。図-2には、遡上を許す場合と汀線上に鉛直壁を仮定した場合の反射率を示す。横軸には(波形勾配)/(斜面勾配) $(= (\eta/L) i^{-1})$ を選んでいる。図を見ると、遡上を許す場合には、勾配が緩やかになるほど、また波形勾配が大きくなるほど、反射率は小さくなるという一般的な傾向を見せている。一方、鉛直壁の場合には、 $(\eta/L) i^{-1}$ の値が 2×10^{-2} の所に極大があるという形をしており、 1×10^{-2} から 4×10^{-2} の間で反射率が1より大きくなっている。これは図-1に見られるように、鉛直壁に衝突する瞬間に局地的な波形勾配が大きくなると、反射波の先端は段波状になり、波先端に数値的な振動が発生するからである。この現象は 2×10^{-2} 前後で顕著に見られた。

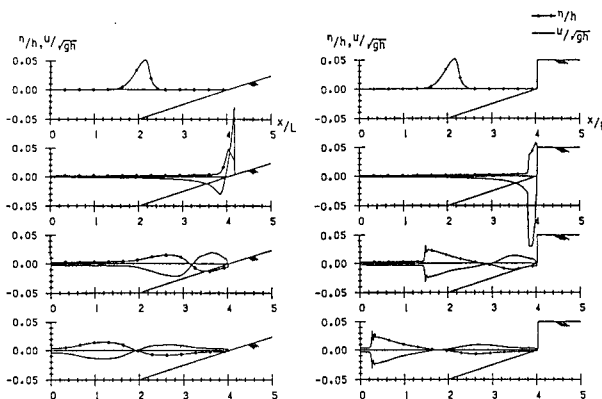


図-1 空間波形

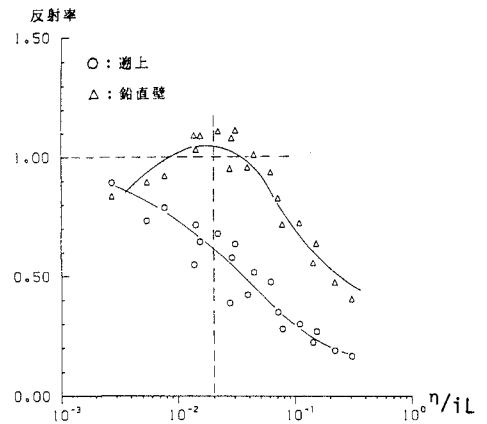


図-2 反射率

図-3には、鉛直壁と遡上の場合の反射率の大きさを比較している。この反射率の比は大きく2つの傾向を持つ。横軸が 6×10^{-2} を境として、左側では一様に増加し、右側ではほぼ一定値を示しているのである。前者は図-2において、遡上の場合と鉛直壁の場合の反射率の差が $(\eta/L)i^{-1}$ とともに増加している部分、後者は反射率が遡上を許した場合と鉛直壁の場合とで同様の傾向を示している部分に対応している。図-3の結果の逆数を鉛直壁での反射率として数値計算上の汀線条件とすれば、反射波高に関しては遡上を許す場合と同じ値を得ることができよう。図-4は、遡上を許す場合と鉛直壁の場合の差を示すものである。静水時汀線上の最大水位については両者の差の絶対値を、遡上解の最大水位で割り百分率として表したものである。波形、流速の比較は、斜面法先位置での時間波形によって行った。ここでの流速が負になった時間帯についてのみ比較している。反射波が卓越している半周期間と考えてよい。水位波形、流速波形の差の総和を、遡上解の水位波形、流速波形の総和で割って百分率として表した。図中、○印は最大水位、△印は波形、□印は流速の相対差を示している。水位と流速は対応が良く、同程度の相対差を示している。浅水理論では、水位と流速の1対1対応が成立するから、これは当然の結果である。これより、最大水位及び波形（又は流速）の相対差は、 $(\eta/L)i^{-1}$ の値がそれぞれ 1×10^{-2} 、 3×10^{-3} 以下であれば、20%以下となることが分かる。

4. 最大水位と遡上高の関係

汀線を鉛直壁と置いた場合、汀線での最大水位が遡上高に見合うものである。図-5は鉛直壁汀線での最大水位、あるいは斜面上での遡上高と入射波高 η の比を表している。遡上を許した場合を○印、鉛直壁の場合を△印で示す。全体的に鉛直壁での最大水位の方が大きな値をしめしているが、 $(\eta/L)i^{-1}$ の値が 2×10^{-2} の付近で鉛直壁での最大水位の方がやや小さめに出る場合もあり注意を要する。

5. おわりに

汀線を鉛直壁と置いた場合と遡上を許した場合の浅水理論による津波数値計算の結果を比較した所、 $(\eta/L)i^{-1}$ の値が 3×10^{-3} 以下であれば、汀線形状の違いによる波形の差、流速の差はほとんどないことが判った。従って、この範囲であれば遡上計算を行う必要はなく、汀線を鉛直壁で仮定すれば十分である。

（参考文献）泉宮尊司・磯部雅彦：領域分割による津波の数値計算法に関する研究，第33回海岸工学講演会論文集，pp. 214～218, 1986

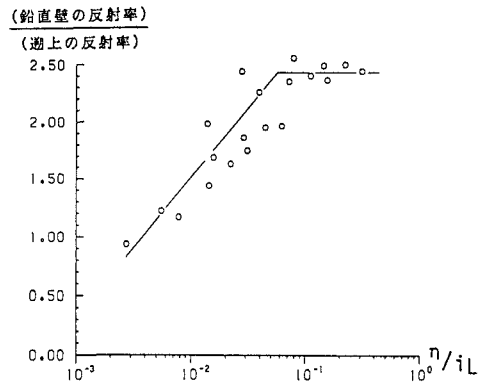


図-3 反射率の比

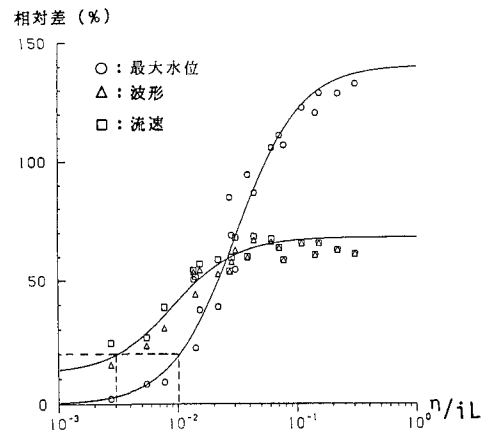


図-4 相対差

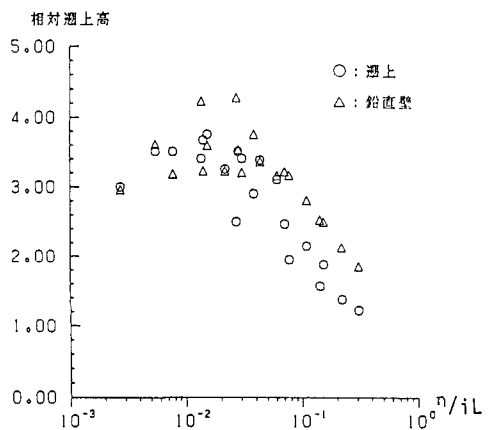


図-5 相対遡上高