

# 津波遡上計算法の比較

東北大学工学部 学生会員 中根 亘  
 東北大学工学部 正会員 首藤伸夫  
 東北大学工学部 正会員 後藤智明

## 1. 緒言

過去、津波は我国の沿岸地方に大きな被害をもたらしている。なかでも、津波が陸上を遡上する時には、多くの家屋・施設や人命を瞬時に損なうことがあり、津波の被害の推定や対策にあたっては、津波の遡上現象を正確に把握する必要がある。近年、この遡上現象を予測するのに種々の方法が提案されているが、その中でも数値計算法がかなり有効であることが認められつつある。そこで、本研究では、これら計算法の中で代表的な計算法をとり上げ、精度・問題点などについて比較検討してみた。

## 2. 津波遡上計算法

対象とした計算法を表1に、計算条件を表2に示す。計算には、*leap-frog*法を用いた。また、地形は、理論解との比較及び簡単のために、一様勾配の斜面と水平床を組み合わせる一次元水路とした。岩崎・真野<sup>1)</sup>、波先端の取り扱いの方法として2種考えているが、ここでは、そのうちの2次元伝播問題に適用が容易な方を採用している。相田の方法<sup>2)</sup>の特徴は、波先端の境界条件として、フルード数を与えるものであるが、この値は、相田の定めた0.5と宮野の提唱した2.0の2種類を用いた。首藤・後藤<sup>3)</sup>の方法では、物質座標系を用いている。

## 3. 計算結果の比較

まず、最大遡上高について、首藤により導かれた理論解<sup>4)</sup>と計算結果の比較を図1に示す。これより、格子間隔が小さいほど、また、 $L/\lambda$ が小さいほど、すなわち周期が長く、勾配が急なほど理論解に一致することがわかる。特に、首藤・後藤の方法では全体的によく一致している。相田の方法については、2種類とも似通った値であったので、ここでは、合せて表現した。

次に、最大遡上時と最大引浪時の典型的な空間波形を、周期が600秒( $T=2$ )と300秒( $T=1$ )の場合について、理論解と計算結果とで比較してみた。(図2-4) 図2では、ケース1・2ともによく一致している。図3では、汀線付近で振動が生じているが、これは、水際線を階段状に置き換えたため、鉛直部分から波の反射が生じているためと推定される。このため、エネルギーの一部が沖に反射されて、遡上高が低くなっているのであろう。図4では、ケース2の時、同様な振動が生じているが、これは波先端のフルード

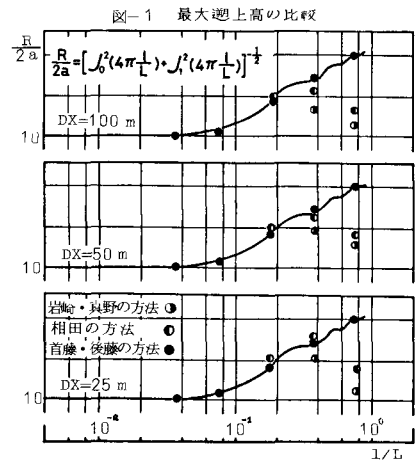


表-1 計算方法

表-2 計算条件

	連続の式	運動の式	波先端の条件
相田の方法	$\eta + \xi = 0$	$\xi + \frac{1}{2}(\frac{dx}{dt})^2 + \sigma \eta = 0$	Froude 数 0.5
岩崎 真野の方法			Froude 数 2.0
首藤 後藤の方法	$H + \lambda(a) \frac{\eta}{2a} + \lambda(a+x) - \lambda(a) = 0$	$\xi + \sigma \eta = 0$	$H + \lambda(a+x) = 0$

M 観測位置 H 波高 X 水粒子の水平方向変位 D 突水深 d 静水深

水平床の長さ	10 × DX
水深	h = 50 m
斜面勾配	$\alpha = 1/100, 1/50, 1/10$
格子間隔	DX = 25, 50, 100 m
時間間隔	DT = 10 s
入力波形	正弦波
周期	T = 300, 600 s
振幅	A = 10 m

数を2.0とするとかなり目立たなくなる。おそらく、流入する流量を多めにするため、反射する流量の割合が減少するためと思われる。

次に、格子間隔の寸法が計算結果にどう影響するかを、特に最大遡上高について検討してみた。(図5,6) 図5では、全般的に理論値に近い値が得られ、図1,2で示されるように、この方法がかなり精度の良いものであることがわかる。ただ、 $\frac{DX \cdot \alpha}{L}$ の値が大きくなる、すなわち波長が小さく勾配が急になると精度が低下していく可能性がある。また図6では、相田の方法でフルード数2.0を用いたものが、流量を多めにするためか、理論値より大きい値を示すことがある。しかし、全体的には、 $\frac{DX}{gT^2}$ の値が小さいほど精度が良くなる傾向があり、例えば、誤差10%以内で計算したい場合には、 $\frac{DX}{gT^2}$ が $1.0 \times 10^{-3}$ よりも小さくなるように、計算条件を設定すれば良いことになる。

#### 4. 結論

本研究で取り扱った計算方法では、波長を長くして格子間隔を小さくするほど、理論値により近い値が得られた。ただし、そのかわりに、計算時間が長くなるという欠点があるので、必要とする精度に応じて、図5,6で示されるように適当な条件を選ぶのが望ましい。また、岩崎・真野や相田の方法では、より良い波形を得るために、汀線付近での細かい振動を取り除く必要があり、汀線での空間格子のとり方や、相田の方法における浪先端でのフルード数の再検討などが今後の問題であろう。

なお、計算には東北大学大型計算機センターACOS-6を使用した。また、この研究の一部は文部省科学研究費(代表者 東大地震研 梶浦欣二郎教授)による。

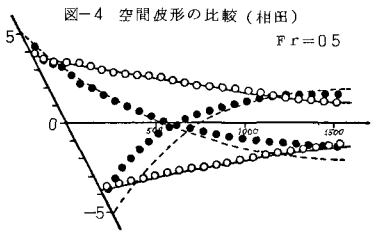
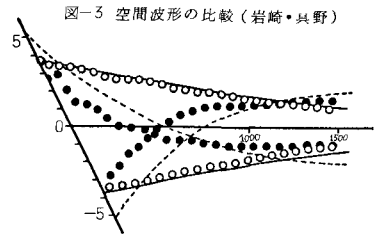
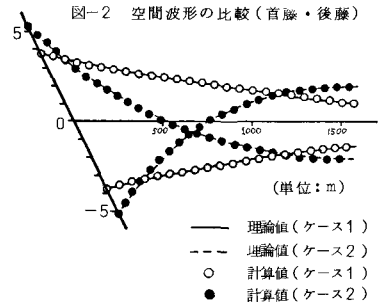


図-6 格子間隔との関係

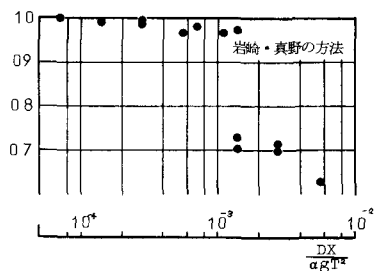
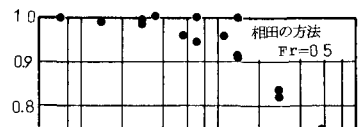
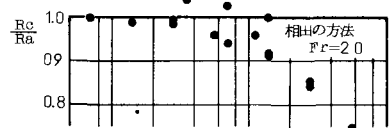
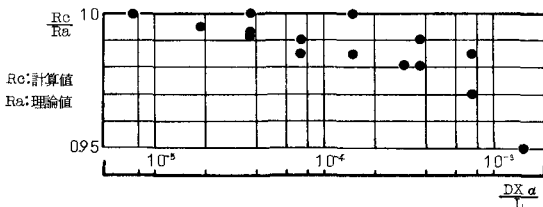


図-5 格子間隔との関係(首藤・後藤)



#### <参考文献>

- 1). 岩崎敏夫・真野明：第26回海講論文集，1979.
- 2). 相田勇：地震研究所彙報，52，1977.
- 3). 首藤伸夫・後藤智明：第24回海講論文集，1977.
- 4). Shuto, N.: Standing waves in front of a sloping dike, Proc. 13th Conf. on Coastal Eng. ASCE, 1972.