

II-20

斜め入射する斜面上の段波の数値計算精度の検討

秋田大学 学員 望月章宏

秋田大学 正員 松富英夫

1. はじめに 1983 年日本海中部地震津波の際にエッジ・ボアという現象が観察された。この現象に関して、その特異な伝播挙動あるいは、海岸構造物への影響に対する危惧などから、理論的な検証が求められてきた¹⁾。そして、第1段階として斜面上に斜め入射する段波の挙動を理論的に検討し、数値計算による評価を行った²⁾。これによって、斜面上を斜め入射する段波は汀線と平行に伝播し、Snellの法則に従う波とは明らかに異なる伝播特性を持っていることを指摘した。

本研究は、この数値計算の精度に関して、経験的な方法で検討を行うものである。

2. 数値計算の概要 ここでは紙面の都合上、理論の詳細は文献²⁾を参照して頂くこととし、数値計算の概略および主な手順を以下に示すことにする。

対象地形、座標系、段波モデルを図-1及び2に示す。この数値計算において初期条件として与えるべき諸元は海底勾配 s 、初期入射角 α 、静水深 h 、段波波高 ΔH 、検査領域の長さ a 、幅 b 、微少時間 Δt である。また、図-3に示す計算地点間隔 DY も任意である。尚、図-2に示す水深 h_s 、 h_a 、 h_{0s} 、 h_{0a} は、初期入射角 α と海底勾配 s によって β 及び γ が決まることによって定まるため、水深に関する初期条件としては、段波先端部分の静水深 h と段波波高 ΔH のみが問題となる。

計算手順としては、①まず地形を決め(海底勾配 s)、図-1の X - Y 平面上において入射地点(静水深 h)を決定する。②初期入射角 α によって決まる同一波峰線上において、 DY だけ離れた2地点に、波高 ΔH の段波モデルを入射させる。③入射した段波は、微少時間 Δt の間に、逐次計算によって得られた伝播速度 ξ で $\xi \Delta t$ だけ伝播する。④この時、2地点における ξ の差を評価することによって、⑤次の Δt での波峰線が決定される。⑥この波峰線と直角方向を次の伝播方向とする。⑦新しく求められた2地点における諸元を初期値として、③以下を繰り返す。

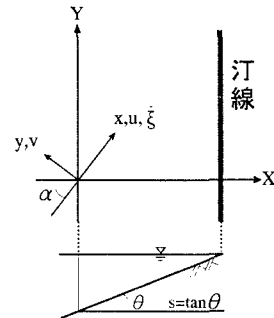


図-1 対象地形

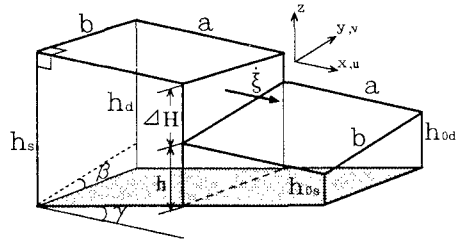


図-2 段波モデル

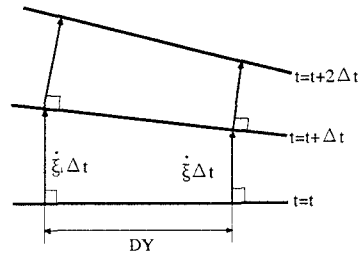


図-3 計算手順略図

3. 精度の検討 この数値計算におけるクーラント数が $\{u+(gh-v^2)^{0.5}\xi\} \Delta t / a$ であることから¹⁾、 a の値が計算結果に大きく影響するという予測のもと、海底地形、入射角、相対段波波高 $\Delta H/h$ を固定し、検査領域の長さ a 、幅 b 、静水深 h を変えて、これらの初期条件が結果に及ぼす影響を比較検討する。

ここでは、最初に $s=1/100$ 、 $\alpha=60^\circ$ 、 $\Delta H/h=0.8$ と固定し、岸沖500m地点に水面勾配を持たない段波が入射する場合を対象とする。

図-4は、上記の条件での計算による段波先端の

軌跡の評価例である．長さ $a=4\text{m}$ と固定し，幅 b を変えると， b を小さくするに従って軌跡はより沖方向へずれる傾向が見て取れる．

図－５は，軌跡が汀線へ最接近した時の座標に着目し， a 及び b の値を凡例に示すような組み合わせで選び，比較したものである． a の値を小さく取るほど，プロットは沖方向に収束している．そして， a を小さく取る程 a/b の違いによる誤差も減少している．つまり， a を固定し b を変えた時， b による計算結果への影響が減少していることが，計算の収束を判断する基準となるのではないかと，いうことを指摘しておきたい．

図－６は，段波を岸沖 700m 地点から入射させて，同様の比較を行ったものである．但し，相対段波波高は図－５のケースと同じ $\Delta H/h=0.8$ である．図－５と６を比較すると，図－６では，特に X 座標のばらつきの幅が図－５のそれよりも狭くなっており，収束の度合いが強いことがわかる．このことから，計算精度には静水深 h に対する長さ a の比も影響している可能性が読みとれる．

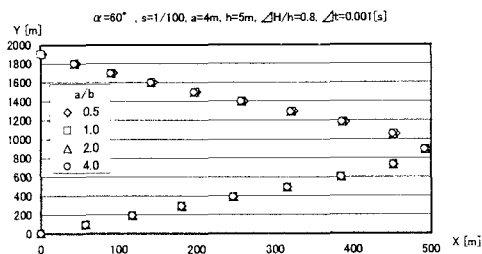
図－７と８は，図－６での比較を伝播経路全体で行うものである．図－５の考察における我々の提案に従い，この計算条件の場合， $a=0.25\text{m}$ とした時， b を変えた事による軌跡全体への影響はみられず，ほぼ同一の軌跡に収束しているのに対して， $a=4\text{m}$ の場合は明らかに b の影響を受けている．

４．むすび 限られたケースに対する検討ではあるが，見いだされた主な傾向を記す．

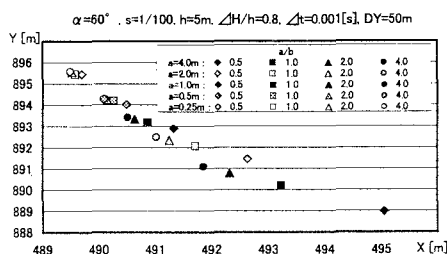
- １) 計算精度が向上すると，段波先端の軌跡は，沖方向へ収束する．
- ２) 精度を上げるためには，長さ a を小さく取ればよいが，どの程度にすべきかという判断基準として，１つは， b を変えたときの影響がほとんど現れないもの，２つ目は，静水深の $1/20 \sim 1/30$ 程度を選べば良い，という可能性がある．(図－５，６より)

《文献》１) Shuto, N: The Nihonkai-Chubu earthquake tsunami on the North Akita coast. Coastal Eng. in Japan. Vol.28, pp.255-264, 1985

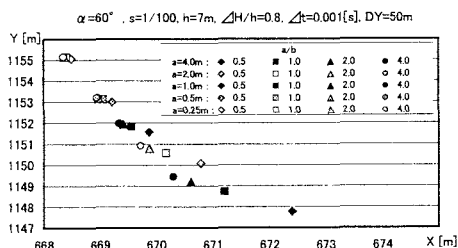
２) 松富英夫・首藤伸夫・D.H.Peregrine: 斜め入射する斜面上の段波の挙動，東北地域災害科学研究，第36巻，2000（印刷中）



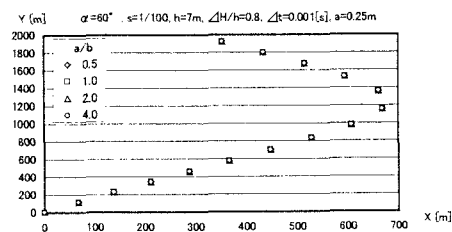
図－４ $a=4\text{m}$ における軌跡



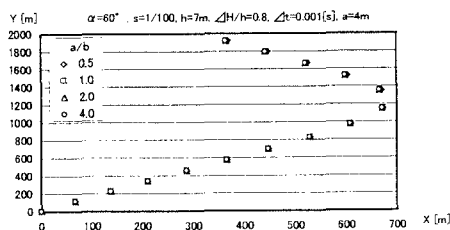
図－５ h に対する a 及び a/b の影響 ($h=5\text{m}$)



図－６ h に対する a 及び a/b の影響 ($h=7\text{m}$)



図－７ 軌跡の比較 ($a=0.25\text{m}$)



図－８ 軌跡の比較 ($a=4\text{m}$)