

CIP 法&非線形分散長波式による津波河川遡上シミュレーションモデルの開発

(株)防災技術コンサルタント 正会員 ○千田 健一

(株)防災技術コンサルタント 正会員 岩間 俊二 (岩手大学 社会人博士課程在学)

(株)防災技術コンサルタント 館澤 寛, 三上 勉, 鈴木 介, 菊池 茂, 石川 勝章

1. 目的

非線形分散長波理論に基づき、移流項に CIP 法を用いた新しい津波河川遡上シミュレーションモデルを開発したので報告する。

2. 1次元シミュレーション

(1) 支配方程式 1次元非線形分散波方程式は、後藤・今村・首藤らの研究¹⁾を参考に、アーセル数が大きい場合の非線形分散長波方程式を採用した。

(2) 数値計算法 差分スキームは、東北大学津波モデルに倣い Staggered grid の Leap-frog 法を採用した。移流項は、空間方向に3次の精度をもつ CIP 法で差分化した。分散項には、空間方向に2次精度の陽的中央差分を採用した。

(3) 浅水域における孤立波のシミュレーション 当モデルの特徴を把握するため、従来一般に用いられる非線形長波モデル+一次精度風上差分法と当モデルの比較を行なった。条件は、水深10m一定、空間格子間隔10mとし、初期水位条件は、 $x=0m$ に峰を持つ波高11mの凍結孤立波とした。底面摩擦項はゼロとした。この場合、解析解は、波高約1/2の孤立波となる。2モデルの計算結果を図1に示す。非線形長波+一次元風上差分法では、波形の前傾化と波高

減衰を生じた。一方、当モデルは、波高減衰は殆ど生じず、孤立波が保存される。このことから、当モデルは、従来モデルに対し、孤立波を精度よく計算できることがわかる。

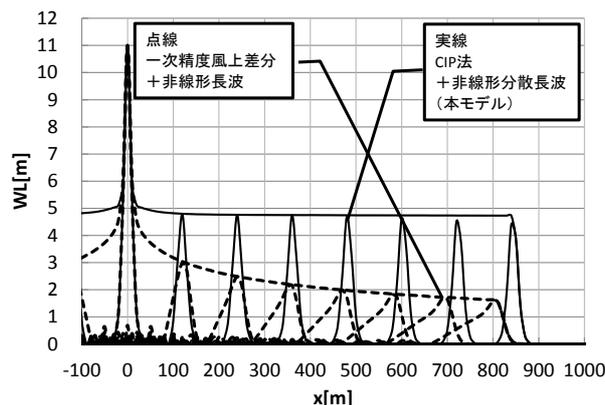


図1 本モデルと従来モデルの孤立波シミュレーション比較

(4) ソリトン分裂シミュレーション²⁾ 津波ソリトン分裂の数値計算に関しては、後藤、藤間、首藤の研究が著名である¹⁾。同研究の数値計算水路形状は、図2に示すように、水平床と1/20の一樣勾配を組み合わせたものである。入射波条件は、 $x/h_1 = 10$ に波峰を持つ波高水深比0.12の孤立波である。当モデルのシミュレーション結果は、既往研究とほぼ一致した。

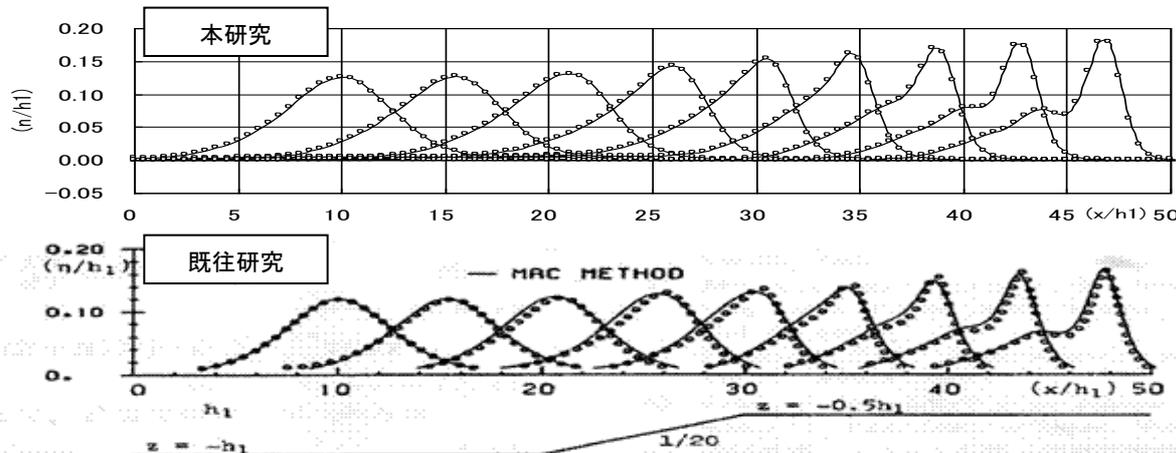


Fig. 4 Comparison of numerical results for a deformation of solitary wave propagating over a slope onto a shelf of smaller depth.

図2 本モデルのシミュレーション結果(上段)と既往研究(下段)との比較

キーワード 津波, CIP 法, 津波ソリトン, 非線形分散長波, ソリトン分裂シミュレーション

連絡先 〒020-0757 岩手県滝沢市大釜風林3番41 (株)防災技術コンサルタント TEL 019-691-9600 (代表)

3. 2次元河川遡上シミュレーション³⁾

(1) 支配方程式及び入射波条件 条件は1次元ソリトン分裂シミュレーションと全く同じ。

(2) 水位・地形条件 図3に示す。

(3) シミュレーション結果 河口付近を遡上する津波シミュレーションを、3次元アニメ技術を用いて可視化した(図4)。入射境界位置では、波峰1個の

孤立波が、河口付近では3波以上に分裂している。河口沖合い $x=660$ 付近で、勾配 $1:20$ で水深 10m から、 5m に浅くなったため、孤立波が分裂したものである。そのソリトン波列が河口部に到達すると、汀線では反射、次第に川幅が狭まる河岸では、反射波による波高の増幅が生じた。

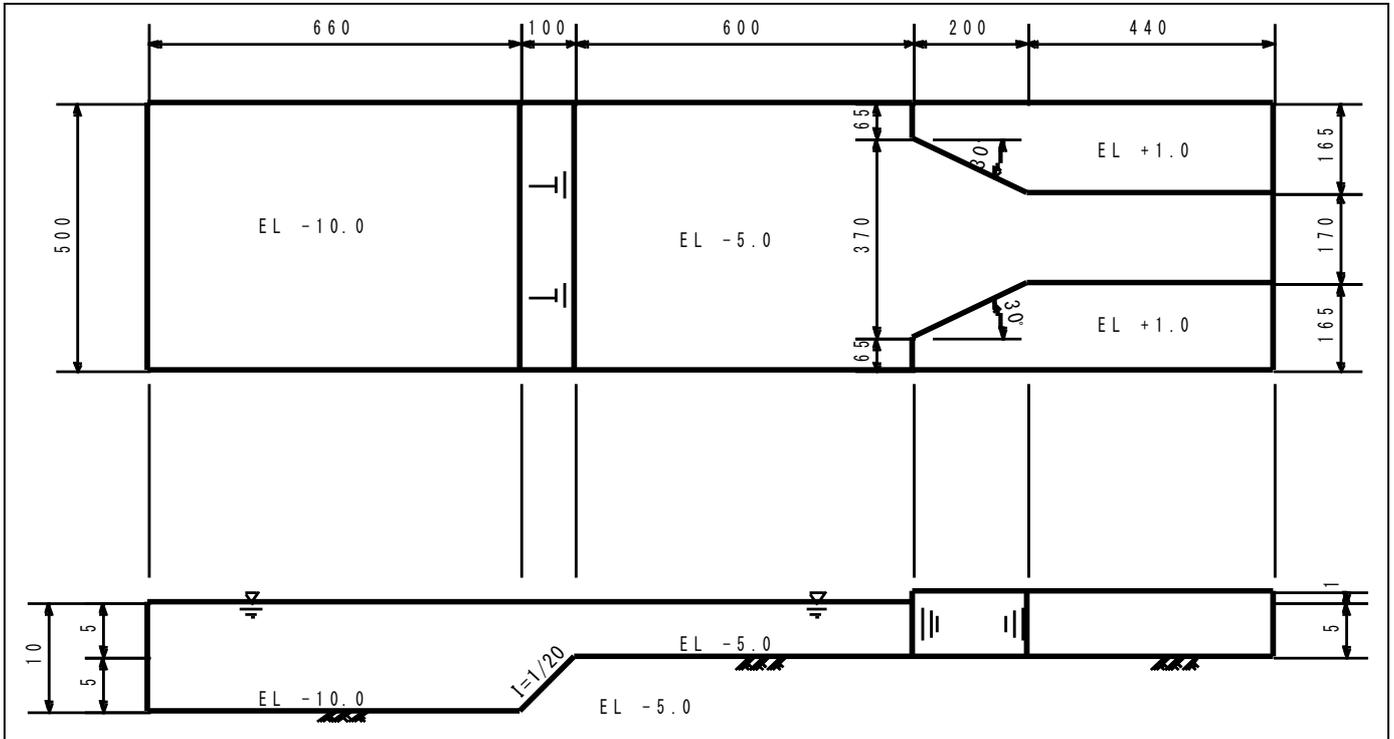


図3 地形モデル

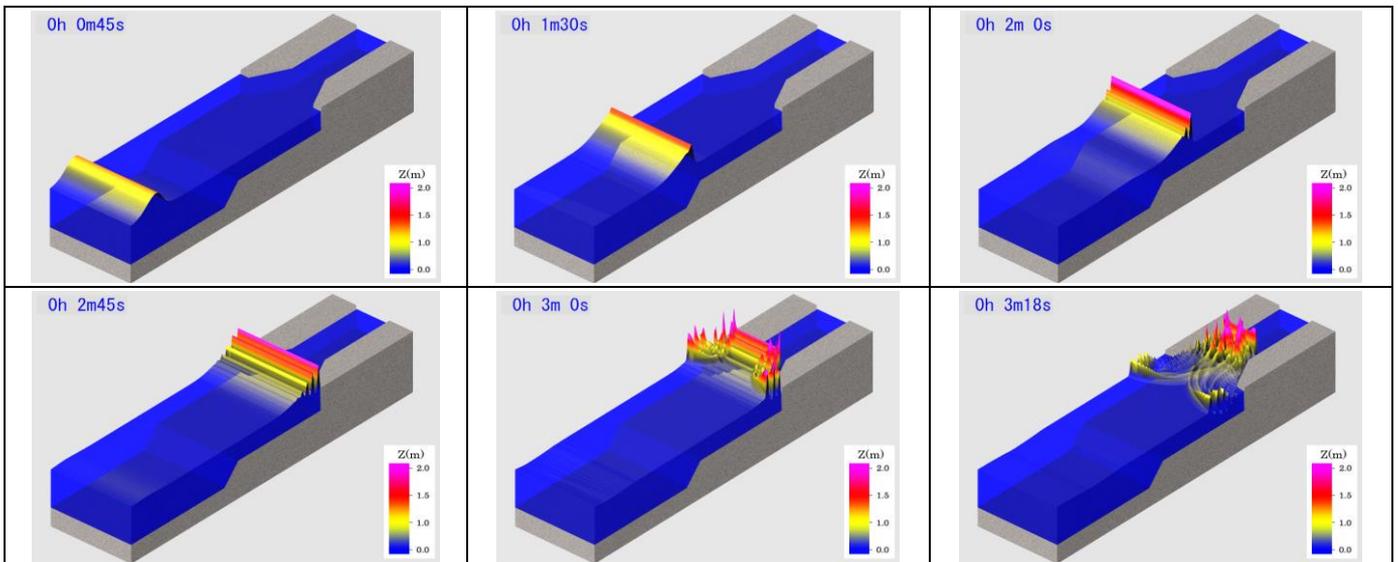


図4 河口付近を遡上する津波ソリトン分裂(本モデル)

参考文献

- 1) 後藤, 藤間, 今村, 首藤(1984)「アーセル数が大きい場合の非線形分散波の方程式」, 土木学会論文集第 351 号/II-2 pp. 193-210
- 2) 千田(2009)「一次元非線形分散波の方程式を用いた CIP 法による河川を遡上する津波の数値計算」, 平成 20 年度土木学会東北支部研究発表会/II-48 p. 189-190(CDR)
- 3) 千田, 岩間, 鈴木(2009)「二次元非線形分散波の方程式を用いた CIP 法による河川を遡上する津波の数値計算」, 平成 20 年度土木学会東北支部研究発表会/II-49 p. 191-192(CDR)