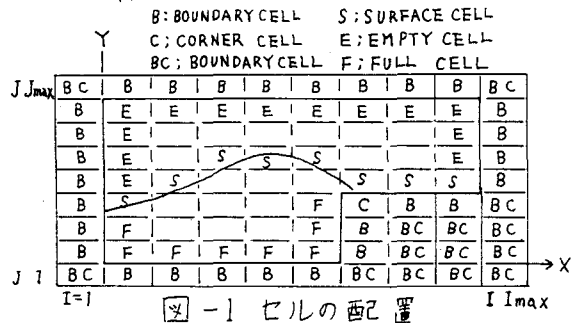


鉛直岸壁からの遡上津波の数値解析

名古屋工業大学 正員 細井 正延  
 名古屋工業大学 学生員 ○花輪 達志  
 名古屋工業大学 正員 喜岡 涉

1. まえがき 鉛直岸壁からの津波の遡上を対象とした解析の方法としては、特性曲線法を用いた岩崎・富樫の研究や相田の差分法によるものがあるが、いずれも長波近似の解析となっており、鉛直方向の流速を無視している。著者らは、前報で、すでに特性曲線法による計算波形と実験波形の比較検討を行なったが、理論波形においては、天端上で波高が不連続になること、遡上波の前端での波形が腰掛状になること、反射波の波形が計算上あたかも砕波したかのようになり、解析には、その適用限度があることがわかった。この理由として特性曲線法では、鉛直方向の流速を無視していること、限界流となる支配断面が不連続境界上に存在すること、先端条件、底面摩擦の問題などが考えられる。<sup>3)</sup> 鉛直方向の流速を考慮した解析例として藤田・日下のMAC法があるが、本研究では、MAC法を改良したSUMMAC法によって遡上波形の挙動特性を調べた。

2. 解析方法 基礎方程式には、Navier-Stokesの運動方程式と連続式を用いた。偏微分方程式を差分式で解くために、計算領域を図-1で表示しているような矩形のセル群に分割した。基礎方程式についての差分式は、文献(4)に述べられている。SUMMAC法とMAC法の差は、自由表面の位置を決定する



るのに、MAC法では、表面に配置したMarker粒子を追跡するというLagrange的手法によったがSUMMAC法では、Marker粒子は、流体それぞれを代表せず、自由表面の運動学的条件から決定するEuler的手法によっている。SUMMAC法による改良点は、粒子速度を計算する時、MAC法では二変数の内挿公式が用いられたが、これでは流速が急激に変化する領域においては誤差が大きくなるため、SUMMAC法では、Taylor展開により求めた。自由表面付近での流速を算出する時やMarker粒子を移動させる時は、流体外部の流速をGregory-Newton内挿公式により求め、表面付近での圧力の算定には、自由表面境界上で、 $\phi = \phi_a$  ( $\phi_a$ : 自由表面境界上での圧力) と設定し、点(i,j)での圧力は、Taylor展開することにより求めた。

3. 計算結果と考察 初期条件として $T = 0$ secの時に、鉛直岸壁の天端から8m離れた地点において、次に示すLaitoneの第一近似式による孤立波の波形とU, Vを与え、孤立波を進行させ岸壁上に遡上させた。

$$\begin{aligned} \eta_s &= d + H \operatorname{sech}^2 \left\{ \sqrt{\frac{3H}{4d^3}} x \right\} & \eta_s; \text{水面高 } x; \text{水平距離} \\ \frac{U}{\sqrt{gd}} &= \frac{H}{d} \operatorname{sech}^2 \left\{ \sqrt{\frac{3H}{4d^3}} x \right\} & d; \text{静水深 } H; \lambda \text{ 孤立波高} \\ \frac{V}{\sqrt{gd}} &= \sqrt{3} \left( \frac{H}{d} \right)^{\frac{3}{2}} \frac{1}{d} \operatorname{sech}^2 \left\{ \sqrt{\frac{3H}{4d^3}} x \right\} \cdot \tanh \left\{ \sqrt{\frac{3H}{4d^3}} x \right\} \end{aligned}$$

圧力は静水圧分布を仮定し、粘性項は無視した。境界条件としては、free-slip条件を用い、また、越波条件として、 $U_{i+1/2,j} = \alpha U_{i+1,j}$ ,  $V_{i+1,j+1/2} = 0$ ,  $P_{i+1,j} = 0$ , ( $\alpha$ は流速の伝達係数)  $U, V, P$ は図-2に示す値である。 $\alpha$ の値については、実験結果と比較検討することによって便宜的に決定する係数値であるが、0.5前後の値をとると考えられる。先端条件として、質量保存の法則により、 $U_{i+1/2,j} = 0$ ,  $V_{i+1,j+1/2} = U_{i+1/2,j} \cdot \delta y / \delta x$ ,  $P_{i+1,j} = 0$ ,  $U, V, P$ は図-3に示す値である。図-4(a)~(d)は、鉛直壁の高さ0.50m, 静水深0.40m, 入射波高0.10mとした時の計算波形の時間的変化である。ここでは $\alpha$ は、0.5と仮定した。横軸は、遡上距離、縦軸は、水位を示す。波が遡上後、減衰して後方に水位が引いていく時に、波の前がくみれて進み岸壁上で不連続になるのは、理由として、岸壁上では、水が低く流れるためGregory-Newtonの内挿公式が適用できず、連続式Dの値が大きくなる。また、越波条件、先端条件が、実際に適合されているかどうか、これは本理実験により検討する必要がある。また、相対水深の相違や、底面摩擦による影響を計算波形と実験波形を比較検討するつもりである。その結果については、講演時に発表する。

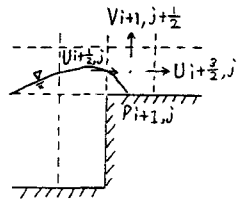


図-2 越波の条件

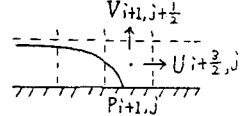


図-3 波の先端条件

最後に、数値計算の遂行にあたり佐藤孝夫氏(現、運輸省)のプログラムを参考にした。同氏ならびに解析及び実験に協力された本学学部生、江口立世、西村良平両君に対し感謝の意を表する。

参考文献 1) 岩崎・富樫 ; 水平な陸上への津波の遡上に関する研究, 第13回海議(1966)  
 2) 相田 ; 陸上に溢れし津波の数値実験, 北電研究所報告  
 3) 藤田・日下 ; 岸壁を遡上する孤立波の形状と波力の計算, 第27回海議(1980)  
 4) 相田 ; 沿岸海洋現象における2,3のシミュレーション手法, 海洋科学 Vol. 5, No.1, 1973, pp.56-64

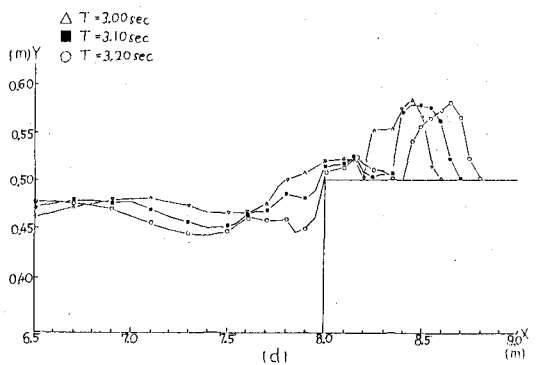
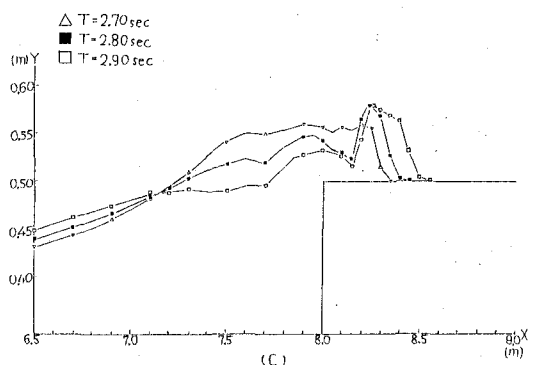
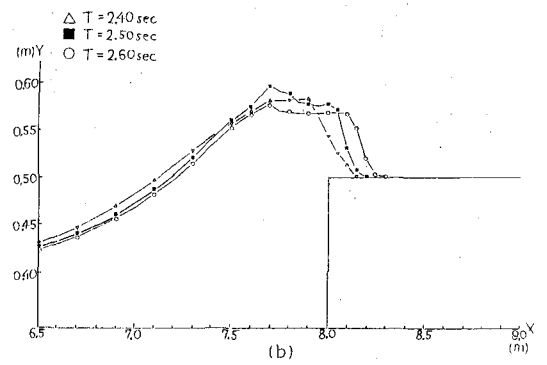
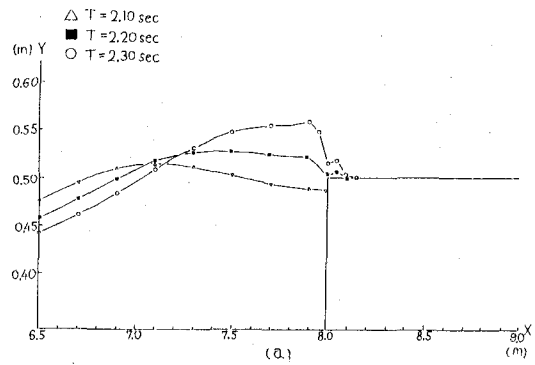


図-4 遡上波形の時間変化