

# 津波侵入波形の数値シミュレーション

東北工業大学 ○澁谷陽、正 新井信一、正 高橋敏彦、足利工業大学 正 長尾昌朋

## 1. はじめに

津波が遡上してくる時に被害が小規模にとどまる建物の検討は人命保護の上からも大事なことである。そのため遡上津波が建物に加える流体力の特性を調べ、被害の軽い建物の在り方を調べたい。本研究ではまず、遡上時の津波の波形を求めようとした。CADMAS-SURF を用いて計算を試みたが、領域を沖波を計算する「広域」と岸付近を計算する「遡上域」に分けて計算する方法をとった。得られた波形を考察し、今後の実験方法を考察する際の参考とする。

## 2. 計算方法

図 1 に示したのは、広域の数値水槽の計算諸元である。計算領域は水平方向に長さ 2650m × 鉛直方向に高さ 21m である。海底の傾斜は、仙台海岸を想定したもので、1/100 となっている。津波として孤立波を使用した。孤立波についての線形第一次近似式を以下に示す。水深を  $h$ 、水面上昇量を  $\eta$ 、水面上昇量の最大値を  $\eta_{\max}$ 、波速を  $C$ 、時間を  $t$ 、水粒子速度を  $u$  (X 方向)、 $v$  (Y 方向) とすると、

$$\eta = \eta_{\max} \operatorname{sech}^2 \left[ \sqrt{\frac{3\eta_{\max}}{4h^3}} (x - Ct) \right] \quad (1)$$

$$C = \sqrt{gh} \left( 1 + \frac{\eta_{\max}}{2h} \right) \quad (2)$$

$$u = \sqrt{gh} \frac{\eta_{\max}}{h} \operatorname{sech}^2 \left[ \sqrt{\frac{3\eta_{\max}}{4h^3}} (x - Ct) \right] \quad (3)$$

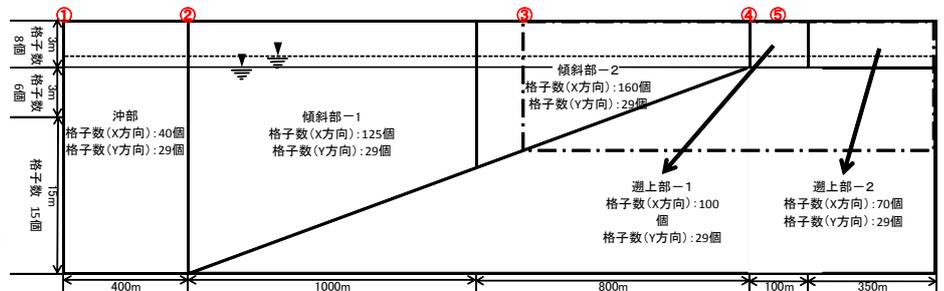


図 1 数値水槽 (広域)

$$v = \sqrt{gh} \cdot \sqrt{3} \left( \frac{\eta_{\max}}{h} \right)^{\frac{3}{2}} \frac{y}{h} \operatorname{sech}^2 \left[ \sqrt{\frac{3\eta_{\max}}{4h^3}} (x - Ct) \right] \cdot \tanh \left[ \sqrt{\frac{3\eta_{\max}}{4h^3}} (x - Ct) \right] \quad (4)$$

CADMAS-SURF で入力する流速は上記の (3) と (4) で、左端部の境界条件として与えた。流速は、水底から静水面までの距離を 13 等分した要素から入力している。

## 3. 広域での計算条件

計算を実施し、図 1 の①～⑤の水位を出力した。まず水面なしの計算結果を以下に示す。水面なしとは初期水位が図 1 の実線で示した例であり、静水面と陸上部の高さが等しく、したがって遡上部はドライである。下記の図には波が複数出現している。これは、孤立波の入力時間を 160 s で計算しており、160 秒経過すると、また同じ入力が繰返されてしまうからである。したがって、初めの第 1 波のみを以下の考察対象とする。

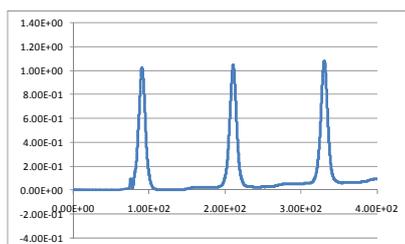


図 2-1 ①での水位

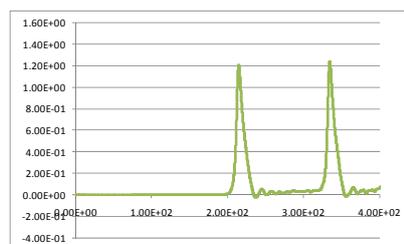


図 2-2 ③での水位

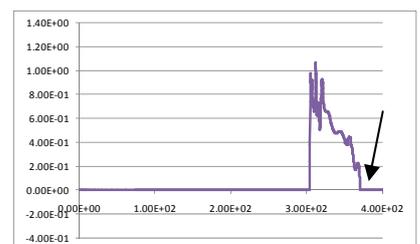


図 2-3 ④での水位

キーワード 津波、孤立波、遡上

東北工業大学 工学部 建設システム工学科 宮城県仙台市太白区八木山香澄町 35 番 1 号 TEL022-305-3540

①～③の箇所までは計算は正常に実行されていると思われる。しかし斜面と遡上部の角に位置する図2-3の④の矢印で示した部分と図示してない遡上部の⑤では計算が途中で破綻したものと考えられる。次に、遡上部にも水面を作り、0.7mだけ初期水面を上昇させて計算を行った。計算出力箇所の①～③は省略し④の結果のみを図3に示す。その結果によると a の領域では計算が正常に実行されていると考えられるが、b の領域では計算は破綻した疑いがある。しかし、a の部分なら十分使用できると考えられる。

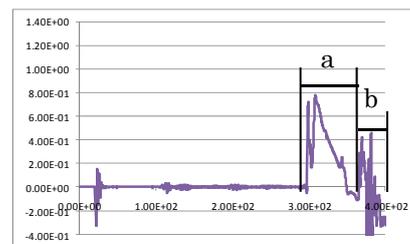


図3 ④での水位

#### 4. 遡上域での計算結果

広域の計算では水面なし、水面ありに関わらず遡上部での計算が十分といえない。そこで、図1の一点鎖線で囲んだ部分(岸側)を切り取ってメッシュを細かくして計算を行ってみた。入力する流速は図1の③の水底から波面まで1m間隔のメッシュでの流速データを使用した。図4には水面なし、図5には水面ありの数値水槽の計算諸元を示した。なお、計算出力箇所を示す数字に「'」をつけて水面ありの計算出力箇所としている。

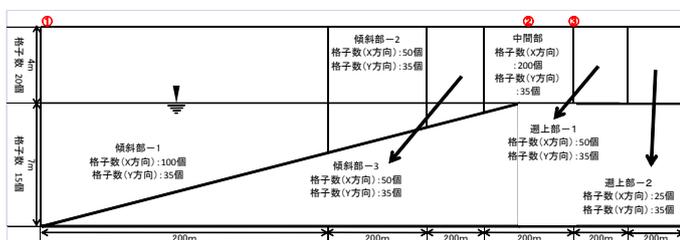


図4 数値水槽 (遡上域、水面なし)

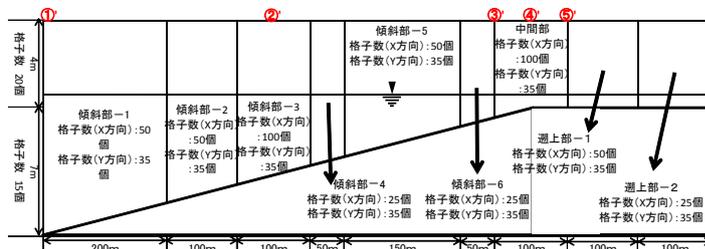


図5 数値水槽 (遡上域、水面あり)

水面なしの水位の計算結果として②の場合のみを図6に示す。メッシュを小さくしても a 部以降での破綻がみられる。

次に、遡上部に水位がある場合の計算を行った。図7に計算結果を示す。遡上域でも計算が正常に実行されたと思われる。図の丸で囲まれた部分は反射波の影響である。

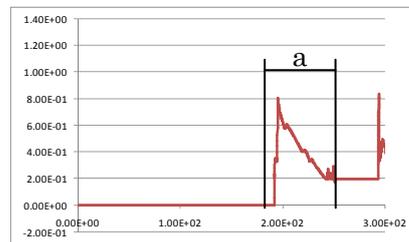


図6 ②での水位

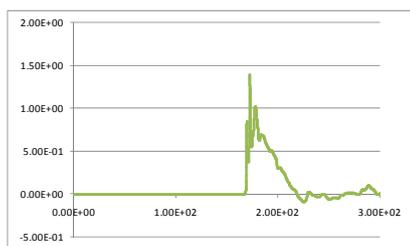


図7-1 ③'での水位

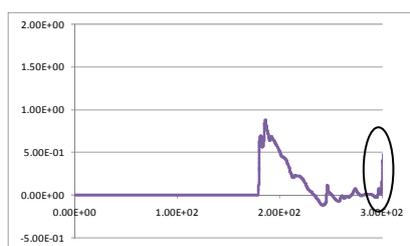


図7-2 ④'での水位

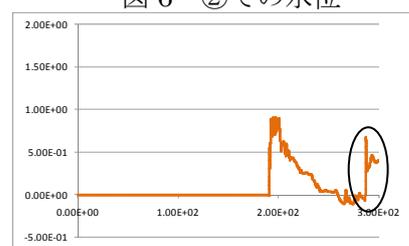


図7-3 ⑤'での水位

#### 5. まとめ

今回の数値シミュレーション計算の結果では、孤立波が碎波しながら岸へと押しよせ、遡上すると前面が切り立ち、その後水位が下がるような三角波に近い波形となる。実験でも把握したいと思うが、このような波形の波が遡上した時の構造強度を調べる必要のあることが分かった。

#### 参考文献

1. 財団法人沿岸開発技術研究センター：CADMAS-SURF 数値波動水路の研究開発、沿岸開発ライブラリー No.12、2001年
2. 数値波動水路の耐波設計への適用に関する研究会：海域施設の耐波設計に適用できる数値波動水路 (CADMAS-SURF) の研究・開発とその将来展望、土木学会論文集 II、705 巻、pp.1-17、2002年