

酒田港津波シミュレーションの動画

佐藤 敏：海洋研究室

Movies on simulations of tunamis attacking Sakata Harbour

Satoshi Sato : Ocean Research Laboratory

1. はじめに

前報(佐藤, 1997)において, 秋田港の津波シミュレーション結果の動画表示について記したが, そのシミュレーションは, 秋田港の前面海域に開境界を設定し, その開境界の水面を上下させることにより振動を励起させるものであったため, 津波シミュレーションとは言い難いシミュレーションであった。また, 動画についても流速や水面の昇降を色分けして表示しただけのものであり, 水面の昇降を3次元的に表現したものではなかった。

その後, 秋田港の計算結果について, 海面昇降の3次元的な表示による動画を作成した。また, 前報にも記したように, 水路部との共同研究で日本水路協会は研究事業として, 「港湾域における津波の挙動に関する研究」を開始し, 日本海中部地震や昭和三陸地震をモデルとした津波シミュレーションを行い, 秋田港や釜石港を対象として, 細かいメッシュで港湾内の津波の計算を行っている。

以下では, 「港湾域における津波の挙動に関する研究」の進捗状況とその計算結果の動画の作成について紹介する。

2. 港湾域における津波の挙動に関する研究

この研究は, 水路部と共同で日本水路協会が船舶振興会の補助を受け平成8年度から3年計画で実施しているものであり, 地震津波の港湾内での挙動を細かなメッシュサイズ計算することのできる津波シミュレーションプログラムを開発し, 地震津波による港湾内での最大最小水位や最大流速等の情報を予め提供することを可能にし, もって災害・海難の防

止に資することを目的としている。

ここで開発されるプログラムは, 震源と計算対象となる港湾の両者を包含する海域を計算領域とし, その領域で水平2次元の方程式系を用いて津波の計算を行うように設計されている。津波の計算は, 1) 地震による地殻変動に伴う津波の発生, 2) 震源域から沿岸までの伝播, 3) 港湾域での波形変形, 摩擦減衰等, の3過程に分けて考える。1) については, 断層モデルを波源モデルとして適用し, 海底の鉛直変位がある変動時間で生じたものとして津波の計算を開始する。2) については, 津波が浅水理論にしたがって運動するものとし, さらに, 運動方程式中の移流項及び摩擦項を省略した線型長波の方程式を用い, この方程式を差分化して時間積分することにより, 適当な格子間隔で水位と流速とが求められる。計算格子については, 外洋では荒い格子間隔, 沿岸に近づくにつれて細かい格子間隔になる多重格子を用いて格子間で計算を引き継いで行く。3) では, 2)と同様に浅水理論に基づくが, 運動方程式中に移流項と摩擦項(水平粘性及び底摩擦)を含めて計算を行うようになっている。

平成8年度と平成9年度は, プログラムの作成を行うとともに, プログラムの検証のために, 日本海中部地震と昭和三陸地震を対象とした計算を実施した。平成8年度に実施した日本海中部地震の計算では, モデル港湾として秋田, 能代, 酒田の3港を対象とした。計算格子は, 震源付近では4050mの正方格子とし, 沿岸に近づくにつれ, 1/3の大きさの格子に計算を引き継ぎ, モデル港湾周辺では50mの大きさの正方格子で計算を実施した。波源モデルは相田(1984)のモデル10を用いている。

平成9年度は、宮古、釜石、大船渡の3港をモデル港湾として、昭和三陸地震の計算を実施した。モデル港湾内での計算格子の大きさは、前年度と同じく50mとなっている。波源モデルは相田(1977)による。

各年度の計算結果については、験潮記録をはじめとする実測値や地震により流出した木材の航空写真から推定した流速等との比較を行い、かなり良好な結果が得られている(日本水路協会, 1997, 1998)。

この研究は平成10年度をもって終了するが、最終成果として、各管区本部水路部のワークステーションで計算実行可能なプログラムが納入されることになっており、平成11年度から、それぞれの管区で管内の港湾を対象とした津波のシミュレーションを実施できるようになる。

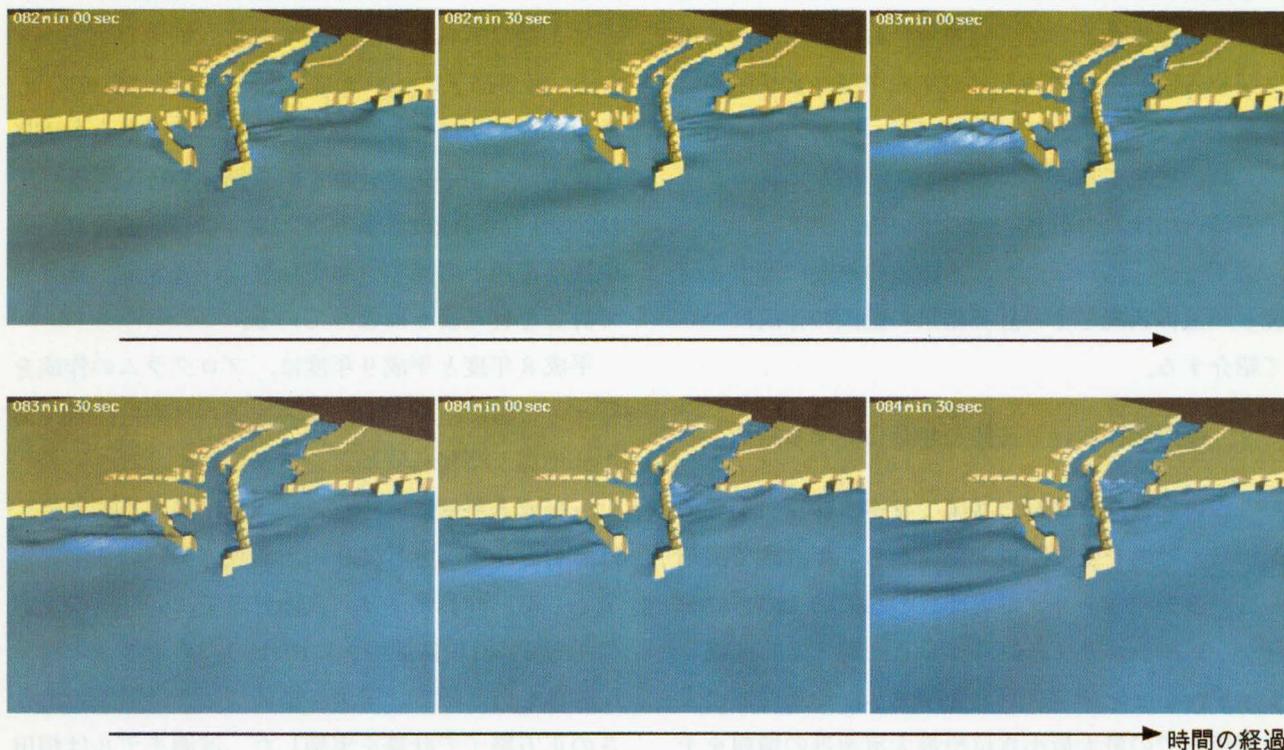
3. 酒田港津波シミュレーションの動画

上記で紹介した津波プログラム検証計算のうち、酒田港の計算結果について動画を作成した。動画は第1図に示した各時間ステップの海面の形状を rayshade というプログラムを用いて3次元的に図化し、それらをつなげて作成した。rayshade は、レ

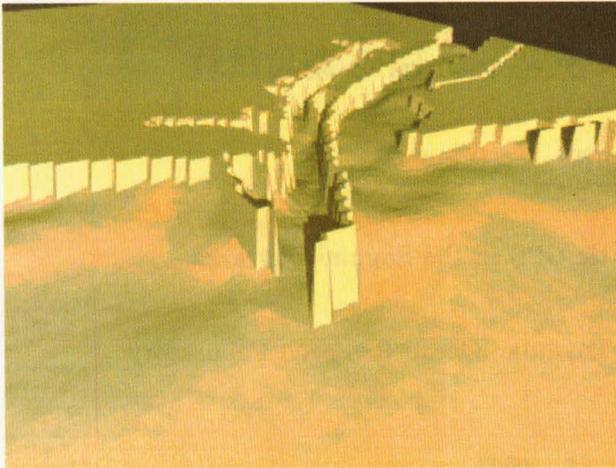
イトレーシングの画像を作成するプログラムで、あるフォーマットで書かれた空間記述ファイルを読み込んで、そのイメージを mvt フォーマット等の画像ファイルにするものである。プログラムは、1990年から1991年にかけて Craig Kolb 氏と Rod Bogard 氏によって作成され (Kolb, 1992), <http://www-graphics.stanford.edu/~cek/rayshade/rayshade.html> 等のホームページを通じて自由に利用できるようになっている。ユーザーによるホームページも多数開設されており、<http://www.fbe.unsw.edu.au/Learning/RayShade/Notes-on/> は非常に詳しい。

第1図に示した図は、rayshade の機能のうち、格子上で高さの情報を持つ平面を表現する機能により、地形(第2図)と水面(第3図)の2つ平面を表現したものである。なお、第1図のそれぞれの画像の左上には、地震発生からの経過時間が記載されているが、これは rayshade で作成された画像の上に別のプログラムで書き加えたものである。

以上の一連の図から作成した mpeg フォーマット等のアニメーションは、イントラネットに掲載している。



第1図 酒田港津波シミュレーション画像



第2図 地形の画像



第3図 水面の画像

4. おわりに

50m格子という細かなスケールでの酒田港の津波シミュレーション結果を3次的に表現して動画として表わした。上にも記したように津波シミュレーションは、平成11年度から各管区本部水路部において実行可能となるので、管内の港湾の水深メッシュデータや防波堤等の高さのデータを整備して、仮想地震津波の計算を実行されることを望みます。

参考文献

相田 勇：三陸沖の古い津波のシミュレーション，
地震研究所彙報，52，pp.71-101，(1977)

相田 勇：1983年日本海中部地震津波の波源数値モデル，地震研究所彙報，59，pp.93-104，(1984)

Kolb, Craig E：Rayshade user's guide and reference manual, 55p., (1992)

日本水路協会：港湾域における津波の挙動の調査研究，調査研究資料77，(1997)

日本水路協会：港湾域における津波の挙動の調査研究，調査研究資料84，(1998)

佐藤 敏：秋田港津波シミュレーションの動画，水路部技報，15，pp.29-31，(1997)