

II-21

レーザープロファイラデータを用いた
仙台港周辺での津波解析と被害

東北大学工学部 学生員○ 進藤 一弥
東北大学大学院 正 員 今村 文彦

1. まえがき

従来の津波遡上計算では対象領域が広く、詳細な地形データを得ることが難しく、また建物などの構造物のモデル化にも問題があった。しかし現在、局地的な解析をする上でレーザープロファイラ等を利用すれば、数メートル単位の地形データを用いて解析可能であり、そこで建物を地形データとして取り扱うことが可能となっている。今後、詳細な津波解析及び被害推定は住民避難を喚起する上で重要であると考え、その利用が期待される。そこで、本研究ではレーザープロファイラデータを用い、仙台港周辺を対象とし、地形モデルによる遡上解析、被害推定を行う。また、対象領域を格子間隔 (dx) 2m, 4m で比較し、津波遡上計算の精度についても検討する。

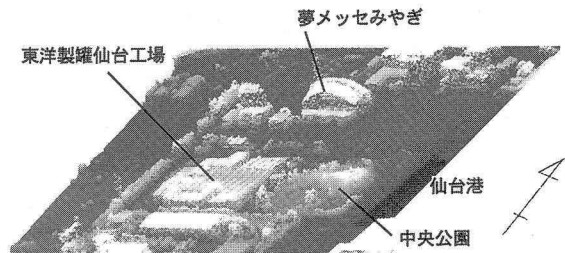


図-1 地形データ (仙台港の一部)

2. 対象領域

主に対象とするのは図-1 に示す仙台港の $1\text{km} \times 1\text{km}$ とする。計算は領域東端（図-2 参照）からの強制入力波により行う。対象地域は工場、石油タンク、フェリーターミナルなどが存在する産業地域である。そのため津波が発生した場合、人的被害、建物被害、経済的な被害等、大きな被害が出る可能性があると思われる。また、大きなイベント施設（夢メッセみやぎ）や公園が近くにあり、休日でも人が集まりやすいところでもある。

レーザープロファイラのデータはグリッドデータであるため、データを補間することにより、2m, 4m メッシュのピクセルデータを作成した。また、海底および河川の地形データに関してはレーザープロファイラでは測定不可能のため、既存の 12.5m メッシュのデータを補間した上で用いた。

3. 数値計算モデル

今回の解析は一般的な非線形長波理論式を用いて地形モデルとして実施した。建物を地形と見なし、凹凸の激しい地形を遡上するものとして扱う。そのため、破壊や透過性は考慮できない。粗度係数は小谷 (1999) の 0.025 を用いる。また、格子間隔 4m との比較をし精度を検討する。なお、本研究で用いる計算モデルの精度は油屋 (2002) によって dx は小さいほど良いことが示されている。津波は宮城県沖地震を想定した 2m の波高、比較のためのそれよりも大きい 3m, 4m の波の 3 種類を入射させる。入力波は簡単のため、周期 10 分の sin 波とする。境界条件はすべて壁条件とした。

4. 津波解析

(1) モデル地形での解析 - 入射波の検討 -

まず、単純な地形での検討を行った。津波遡上計算において東西南北端のいずれかが全面海域という条件である場合、端から全面一様に波を入射させ計算できる。しかし、今回の数値計算では東側全面から一様に波を入射させることはできない。そこで、モデル地形を用いて入力波の適切な設定を確かめる必要がある。各入力波の入力方法は 1 列のみで入射させたものと 2 列で入射させたもの、また陸の有無の計 4 通りで比較する。各モデルの違いを表-1 に示す。model 3, model 4 は北側と南側に陸に設定したものである。

表-1 モデル地形の条件

model 1	陸なし, 1 列
model 2	陸なし, 2 列
model 3	陸あり, 2 列
model 4	陸あり, 1 列

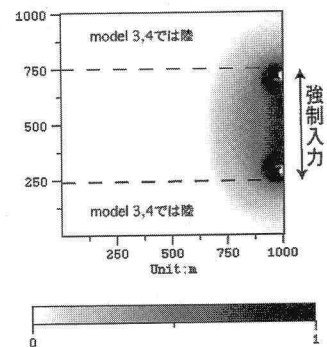


図-2 モデル 1 (水位分布)

図-2は model 1 の 40 秒後の空間水位分布である。入射させた波の端から明らかに異常な波が発生しているのが分かる。一方, model 2 の場合は適切な波の広がり方が確認できた。model 3 と model 4 を比較した場合, 水位に差はあるもののほぼ同じ波形を得られた。水深が深い場合や, 東側全面から入射させた場合では model 1 のような現象は起こらないことから, このような現象が生じる原因としては, 領域の端のセルでは移流項の計算が適切にできないために発生したことが分かった。図-3 にモデル地形での時系列波形を示す。これらの結果より, 強制入力する領域は 2 列で入射させるという方法を用いる必要があると言える。

(2) 実地形での計算 - 格子間隔による結果の比較 -

ここでは, 格子間隔 2m, 4m の地形モデルに加えて格子間隔 4m で等価粗度係数 n を段階的に変化させた抵抗モデルも併せて比較する。格子間隔 4m の抵抗モデルは粗度係数 n を地形の高さに応じて変化させるもので 3m と 4m を閾値として 3 段階に変化させた。入射波は 2m, 3m, 4m とし, 最大波高分布, 同じ地点における波高の違いについて調べた。海域部では波高に差はほとんど見られないのに対し, 陸上部では入射波を大きくするにつれて格子間隔の違いにより浸水深に数 cm の差が生じてくる。これは格子間隔 2m と 4m では計算点を全く等しくとることができないため生じる場合と, 格子間隔の違いによる精度の差であると思われる。陸を遡上するにつれて格子間隔による浸水深の違いは大きくなる。図-4 に図-5 の出力点における入射波 3m と 4m, 各格子間隔の時系列波形を示す。入射波 3m の時の違いはわずかなのであるのに対し, 入射波 4m では差が大きくなっている。浸水深を評価するときに格子間隔 4m では大きい結果の差が出ることが分かった。ただし, 格子間隔 4m の地形モデルと抵抗モデルの結果は一致した。最後に入射波 4m の時の浸水域を図-5 に示す。浸水深に違いが見られたが数 cm であるため, 浸水域の格子間隔による違いは数 m と, ほとんど見られなかった。

5. 被害推定について

津波による被害には流出, 崩壊, 火災などの物理的な被害から, 港湾機能の停止などによる経済的な被害まで多岐にわたる。仙台港にはプレハブなどの簡易な建物も多く, それらは容易に流出転倒し, また, 4m 程度の津波が来襲するとすれば船舶は陸に上がるか沈没すると思われる。計算領域の中央部は木材置き場として利用されており, またこの周辺には自動車も多く, それらが流され, 建物等に衝突すればさらに被害は拡大すると考えられる。

今回の解析により 2m の津波では船舶が岸壁に衝突するなどの被害, 3m では自動車の流出, 4m では建物への浸水といった被害が予想される。しかし, 船舶, 自動車から火災が生じ, 釣り人などの人的被害が生じるとするとこの限りではない。今後さらに検討していきたい。

謝辞: 地形データは国際航業株式会社から提供を受けた。

ここに, 謝意を表す。

参考文献

- 1) 小谷美佐 (1999): GIS を用いた津波計算と被害推定法の開発, 東北大学修士論文, pp.18-31
- 2) 油屋貴子 (2002): 家屋による抵抗を考慮した津波遡上計算, 東北大学修士論文, pp.65-125

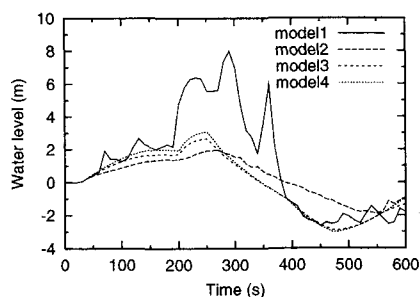


図-3 モデル地形での時系列波形

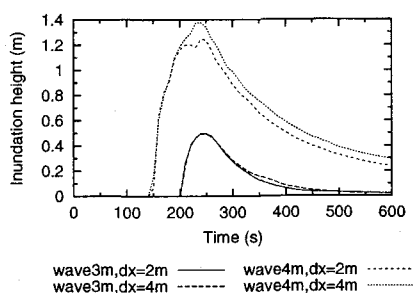


図-4 時系列波形 (地点は図-5 中)

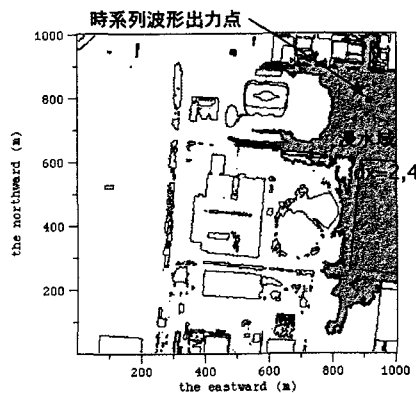


図-5 浸水域 (波高 4m)