

構造物を考慮した八戸市における津波遡上解析

Tsunami runup analysis in Hachinohe city considering effects of structures

尾崎壮一¹⁾, 古里春花¹⁾, 堀合紳弥²⁾, 野島和也³⁾, 田中聖三⁴⁾, 高瀬慎介¹⁾,

Soichi OZAKI, Haruka FURUSATO, Shinya HORIAI,

Kazuya NOJIMA, Seizo TANAKA, Shinsuke TAKASE

¹⁾八戸工業大学大学院 (〒 031-8501 青森県八戸市大字妙字大開 88-1)

²⁾東北大学災害科学国際研究所 (〒 980-8572 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 468-1)

³⁾日本工営株式会社先端研究センター (〒 300-1259 茨城県つくば市稲荷原 2304)

⁴⁾広島工業大学工学部環境土木工学科 (〒 731-5193 広島県広島市佐伯区三宅 2-1-1)

This paper presents tsunami runup analysis in Hachinohe city considering effects of structures. In the area of the Japan Trench and the Kuril Islands Trench, large earthquakes and large tsunamis exceeding M7 to M8 are expected to occur. We will conduct a tsunami simulation using tsunami fault parameters assumed by the Giant Earthquake Model Study Group along the Japan Trench and the Kuril Trench of the Cabinet Office. The safety of tsunami evacuation towers and shelters was studied using tsunami simulation results for the city of Hachinohe.

Key Words : Tsunami simulation, Tsunami evacuation tower

1. はじめに

日本海溝・千島海溝沿いの領域では、M7 から M8 を超える巨大地震や地震の揺れは小さいものの大きな津波を引き起こす地震まで多種多様な地震が観測されており、大きな被害を与えている。このことから過去に発生している地震をもとに地震や津波に対する防災対策が進められた。しかし 2011 年にこれまでの予想をはるかに超える M9. 0 の東北地方太平洋沖地震が起きたことにより、東北地方を中心とした地域では津波による大きな被害を受けた。青森県八戸市では 6. 4 m の津波が八戸港を中心とした地域を襲った。このような被害を受けて 2020 年には内閣府中央防災会議では、日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデル検討会のもと、新たに東北地方太平洋沖地震を踏まえた予想が出された。その際に青森県八戸市を襲う津波は 26. 1 m と推計された。この予測は東北地方太平洋沖地震の約 4 倍であったため、再度津波発生時の防災や減災対策が課題となっている。

そこで本研究では、内閣府の日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデル検討会で新たに検討された日本海溝地震の津波断層パラメータを用いて構造物を考慮した津波遡上シミュレーションを行った。また、八戸市が指定している避難所や避難タワー付近の水位の時刻歴を取得し、これらの施設の安全性についても検討を行った。

2. 解析手法

(1) 支配方程式

津波の伝播および浸水の数値シミュレーションには、Leap-Frog 法に基づく差分法 [2] を適用した。

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{M^2}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{MN}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{gn^2}{D^{\frac{1}{3}}} M \sqrt{M^2 + N^2} = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{MN}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{N^2}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{gn^2}{D^{\frac{1}{3}}} N \sqrt{M^2 + N^2} = 0 \quad (3)$$

ここで、 η, M, N, D は、それぞれ水位、x 方向の流速、y 方向の流速、全水深である。

(2) 解析モデルと計算条件

解析で用いた断層パラメータは、内閣府中央防災会議の日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデル検討会で用いられた断層パラメータを使用した。また、解析領域や地形などは、青森県が実施した津波浸水想定を参考に沖合から、関東から北海道中部までの解析領域とした。メッシュ作成には、図-1 に示す沖合から関東から北海道中部までの 450m 格子、図-2 に示す岩手県沿岸北部から青森県上北地域までの 150m 格子、青森県三八地域から上北地域までの 50 m 格子、八戸市周辺地域の 10m 格子、図-3 に示す詳細解析領域として、八戸市周辺地域の 2m 格子に分割し、配置した。構造物のデータは、国土地理院の基盤地図情報を参考に作成を行った。なお、解析では、防潮堤のあるなしの津波遡上の変化についても行っている。また、表-1 にその他の解析条件を示す。

表-1 解析条件

項目	設定条件
モデル	日本海溝地震モデル 2
計算潮位	T.P.+0.70m
断層モデル	Fujii-Satake モデル Ver.8.0
計算時間	地震発生から 4 時間
津波初期波源	Okada(1992) により地殻変動量計算

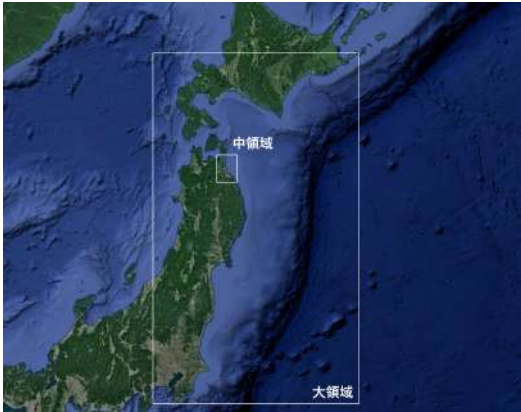


図-1 解析領域 1

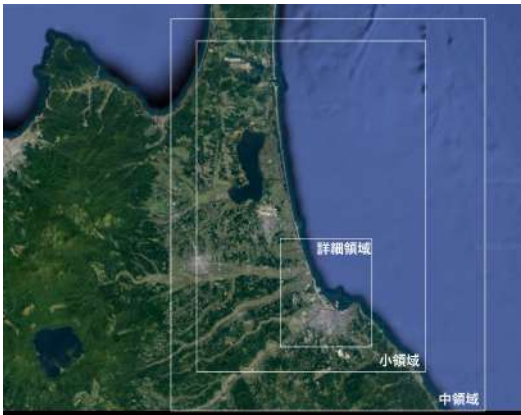


図-2 解析領域 2

3. 解析結果

計算結果として、図-4,5 に、地震発生後 185 分後の浸水分布図を示す。このケースは、建物あり、防波堤ありの計算結果である。八戸港を中心に 16m を越える津波が八戸港に到達しており、防波堤を乗り越え、市街地まで浸水していることがわかる。また、河川にそって津波が遡上し、その影響で広範囲に浸水エリアが広がっていることも確認できた。この結果は、八戸市が公開しているハザードマップ [3] とも一致しており、本解析の妥当性も確認できた。

津波の波形データの取得のために観測点を設けている。本研究では、観測点には八戸市の避難所・避難場所を対象としており、避難場所の有効性についての検証を行う。今回の解析では八戸市が東北地方太平洋沖地震後に改築、新築を行った八戸市防災センターと小中野公民館を観測地点として設定している。図-6,7 に

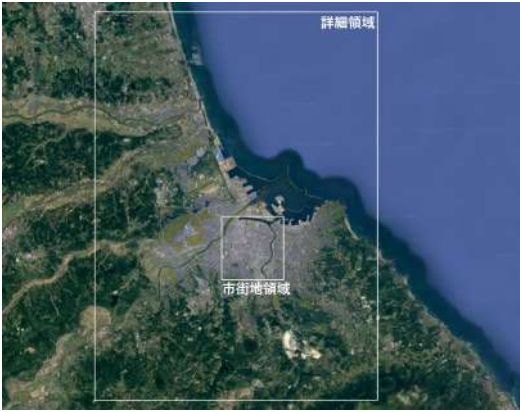


図-3 解析領域 3

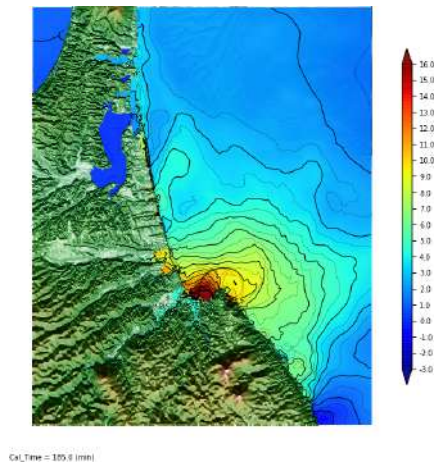
観測地点における津波の浸水高さを表すグラフを示す。八戸防災センターでの防波堤がないときの最高浸水高さは約 9.6 m であった。また防波堤があるときの最高浸水高さは約 8.5 m であることが確認できる。八戸市防災センターの避難階は 3 階であり、その底面高さは 11.0 m であることから 3 階の避難階が浸水する可能性は低いと考えられる。また防波堤がある場合とない場合で最大で約 2 m の浸水高さを軽減できることが確認できた。小中野公民館での防波堤がないときの最高浸水高さは約 9.5 m であった。また防波堤があるときの最高浸水高さは約 8.6 m であることが確認できる。小中野公民館の避難階も 3 階であり、その避難階底面高さは 10.0 m であり、防波堤がないときの浸水高さと 0.5 m しか違いがないことが分かる。このことから小中野公民館では避難階では浸水しないものの浸水の危険が高いことが確認できた。

4. おわりに

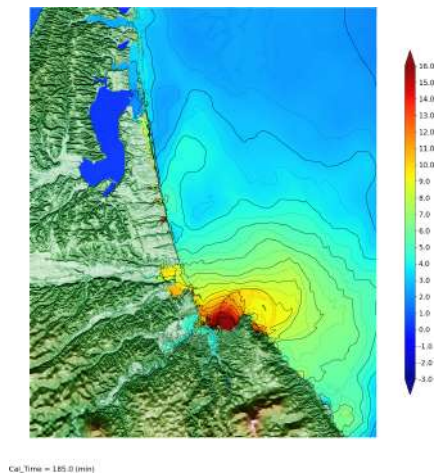
本研究では内閣府中央防災会議の日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデル検討会で検討されることとなった日本海溝地震についての津波遡上解析を行った。堤防並びに構造物を考慮した場合の津波遡上シミュレーションでは、海沿いと河川を中心に津波が遡上してることが確認できた。また観測地点の水位変化のグラフより八戸市防災センターと小中野公民館の避難場所としての有効性について検討した。今後の課題として、構造物倒壊を考慮した遡上解析を行い、浸水領域の比較等について検討していく。

参考文献

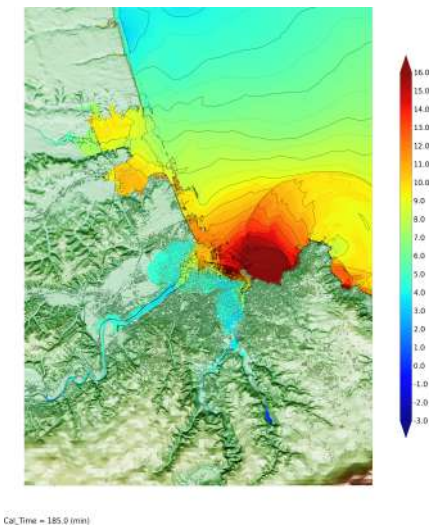
[1] 国土交通省港湾局：港湾の津波避難施設の設計ガイドライン，2017
[2] 後藤智明，小川由信：Leap-Frog 法による津波の数値計算法，東北大学工学科資料，52p, 1982.
[3] 八戸市ハザードマップ：https://www.city.hachinohe.aomori.jp/kurashi_tetsuzuki/kurashinoanzen_anshin/bosaijoho/1/8950.html



(a)150mメッシュ

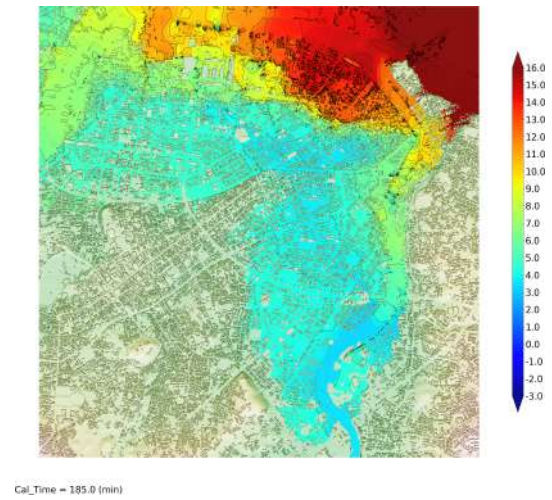


(b)50mメッシュ

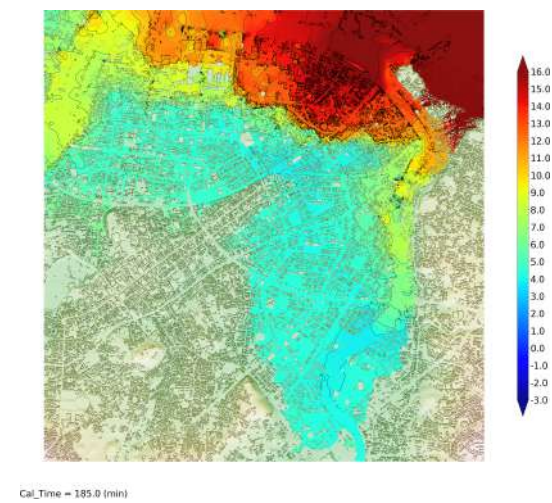


(c)10mメッシュ

図-4 185 分後の水位分布図



(a)2mメッシュ防波堤あり



(b)2mメッシュ防波堤なし

図-5 防波堤の有無による水位分布図

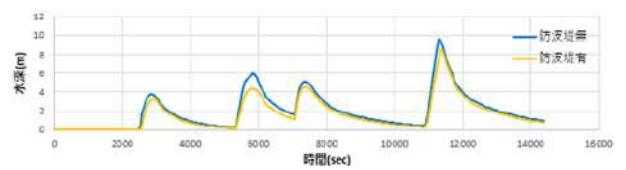


図-6 水位の時刻歴図（八戸市防災センター）

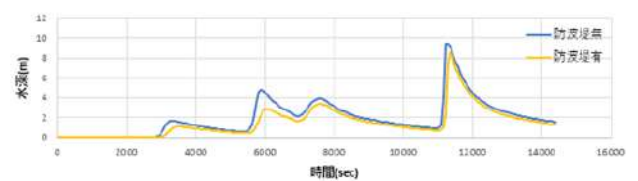


図-7 水位の時刻歴図（小中野公民館）