

## 巻末資料3 津波シミュレーション

### 1. 津波シミュレーション手法

#### 1.1 基礎方程式

連続の式、および運動方程式により、津波の運動を記述する。

シミュレーションでは、計算領域のメッシュサイズや水深に応じて、計算領域ごとに線形長波方程式と非線形長波方程式を選択して用いている。

ここでは、非線形長波方程式について説明する。

##### 1.1.1 非線形長波理論

水深を  $h$ 、波長を  $L$ 、波高を  $H$  とした時、 $h/L$  および  $H/L$  がともに小さいときに用いられる近似が長波理論である。この近似では、圧力は静水圧分布となり、水平方向の流速は鉛直線に沿って一様と仮定される。

このような近似の下では、長波の運動は次のように表される。

連続式：

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0$$

運動方程式：

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{M^2}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{MN}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial x} = fN + K_h \left( \frac{\partial^2 M}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 M}{\partial y^2} \right) - \frac{F}{D^2} MQ$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{MN}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{N^2}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial y} = -fM + K_h \left( \frac{\partial^2 N}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 N}{\partial y^2} \right) - \frac{F}{D^2} NQ$$

ここで、

$x, y$  : 静水面に取った空間座標

$t$  : 時間座標

$\eta$  : 水位変動

$h$  : 静水深

$g$  : 重力加速度

$M, N$  : それぞれ  $(x, y)$  方向の線流量

$$Q = \sqrt{M^2 + N^2}$$

$f$  : コリオリ係数

$F$  : 海底摩擦損失

マンニングの粗度係数を用いて、 $F = \frac{gn^2}{D^{1/3}}$ と表すことができる。

$K_h$  : 水平渦動粘性係数

$D$  :  $D = h + \eta$ で表される全水深

連続の式は、運動方程式から得られる流量から、津波の水位を求める式であり、運動方程式は連続の式から得られる水位から、流量を求める式である。交互に計算を繰り返していくことで、津波の伝播する状況を時間を追って把握することができる。

### 1.1.2 差分スキーム

空間差分にはスタッガード格子を用い、時間差分にはリーブ・フロッグ法を用いた。リーブ・フロッグ法の計算格子では、図 1.1-1 に示すように水位  $\eta$  と水平流量  $M$ ,  $N$  の計算点が時間的にずれている。空間的には、水位はメッシュ中心で、流量はメッシュ辺の中心で計算する。

以下、 $(x, y, t)$  に対応する離散化量を添字  $(i, j, k)$  で表すこととする。

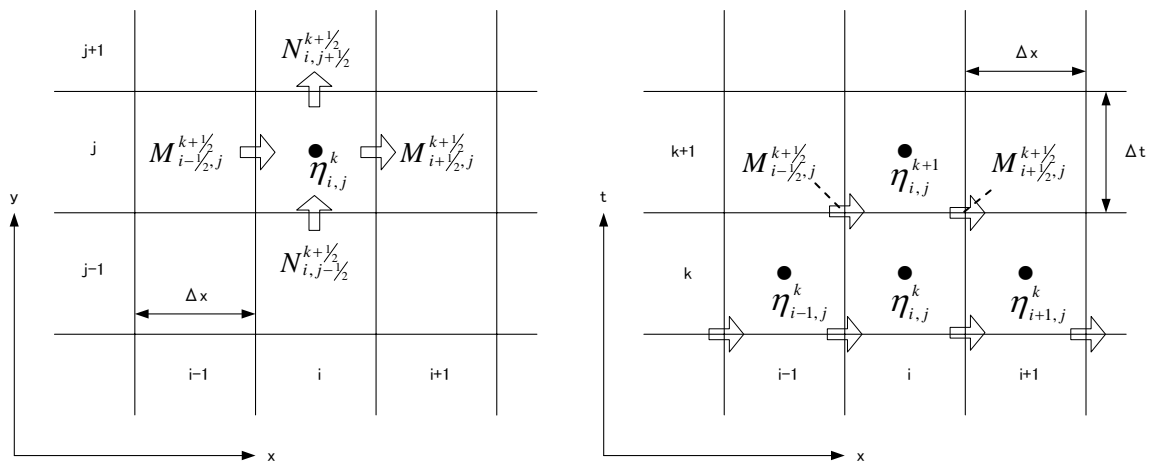


図 1.1-1 スタッガード格子 (左) とリーブ・フロッグ法の計算点配置 (右)

(後藤・柴木, 1993)

連続式の各項は、中央差分により次式のように表現される。

$$\begin{aligned}\frac{\partial \eta}{\partial t} &= \frac{1}{\Delta t} [\eta_{i,j}^{k+1} - \eta_{i,j}^k] \\ \frac{\partial M}{\partial x} &= \frac{1}{\Delta x} [M_{i+\frac{1}{2},j}^{k+\frac{1}{2}} - M_{i-\frac{1}{2},j}^{k+\frac{1}{2}}] \\ \frac{\partial N}{\partial y} &= \frac{1}{\Delta y} [N_{i,j+\frac{1}{2}}^{k+\frac{1}{2}} - N_{i,j-\frac{1}{2}}^{k+\frac{1}{2}}]\end{aligned}$$

以上より、連続式の差分式は、次のように表現される。

$$\eta_{i,j}^{k+1} = \eta_{i,j}^k - \frac{\Delta t}{\Delta x} [M_{i+\frac{1}{2},j}^{k+\frac{1}{2}} - M_{i-\frac{1}{2},j}^{k+\frac{1}{2}}] - \frac{\Delta t}{\Delta y} [N_{i,j+\frac{1}{2}}^{k+\frac{1}{2}} - N_{i,j-\frac{1}{2}}^{k+\frac{1}{2}}]$$

次に、運動方程式の差分式は、次のように表現される。非線形項は風上差分を用いた。

$$\begin{aligned}M_{i+\frac{1}{2},j}^{k+\frac{1}{2}} &= \frac{1}{1+x\mu_{i+\frac{1}{2},j}^{k-\frac{1}{2}}} \left\{ \left(1-x\mu_{i+\frac{1}{2},j}^{k-\frac{1}{2}}\right) M_{i+\frac{1}{2},j}^{k-\frac{1}{2}} - gD_{i+\frac{1}{2},j}^k \frac{\Delta t}{\Delta x} [\eta_{i+1,j}^k - \eta_{i,j}^k] \right. \\ &\quad \left. - \frac{\Delta t}{\Delta x} \left[ \lambda_{11} \frac{(M_{i+\frac{1}{2},j}^{k-\frac{1}{2}})^2}{D_{i+\frac{1}{2},j}^{k-\frac{1}{2}}} + \lambda_{21} \frac{(M_{i+\frac{1}{2},j}^{k-\frac{1}{2}})^2}{D_{i+\frac{1}{2},j}^{k-\frac{1}{2}}} + \lambda_{31} \frac{(M_{i-\frac{1}{2},j}^{k-\frac{1}{2}})^2}{D_{i-\frac{1}{2},j}^{k-\frac{1}{2}}} \right] \right. \\ &\quad \left. - \frac{\Delta t}{\Delta y} \left[ v_{11} \frac{M_{i+\frac{1}{2},j+1}^{k-\frac{1}{2}} N_{i+\frac{1}{2},j+1}^{k-\frac{1}{2}}}{D_{i+\frac{1}{2},j}^{k-\frac{1}{2}}} + v_{21} \frac{M_{i+\frac{1}{2},j}^{k-\frac{1}{2}} N_{i+\frac{1}{2},j}^{k-\frac{1}{2}}}{D_{i+\frac{1}{2},j}^{k-\frac{1}{2}}} + v_{31} \frac{M_{i+\frac{1}{2},j-1}^{k-\frac{1}{2}} N_{i+\frac{1}{2},j-1}^{k-\frac{1}{2}}}{D_{i-\frac{1}{2},j}^{k-\frac{1}{2}}} \right] \right. \\ &\quad \left. + \Delta t f N_{i+\frac{1}{2},j}^{k-\frac{1}{2}} + \frac{K_h}{\Delta x^2} \Delta t [M_{i+\frac{1}{2},j}^{k-\frac{1}{2}} + M_{i-\frac{1}{2},j}^{k-\frac{1}{2}} + M_{i+\frac{1}{2},j+1}^{k-\frac{1}{2}} + M_{i+\frac{1}{2},j-1}^{k-\frac{1}{2}} - 4M_{i+\frac{1}{2},j}^{k-\frac{1}{2}}] \right\} \\ N_{i+\frac{1}{2},j}^{k+\frac{1}{2}} &= \frac{1}{1+y\mu_{i,j+\frac{1}{2}}^{k-\frac{1}{2}}} \left\{ \left(1-y\mu_{i,j+\frac{1}{2}}^{k-\frac{1}{2}}\right) N_{i,j+\frac{1}{2}}^{k-\frac{1}{2}} - gD_{i,j+\frac{1}{2}}^k \frac{\Delta t}{\Delta y} [\eta_{i,j+1}^k - \eta_{i,j}^k] \right. \\ &\quad \left. - \frac{\Delta t}{\Delta x} \left[ \lambda_{12} \frac{M_{i+1,j+\frac{1}{2}}^{k-\frac{1}{2}} N_{i+1,j+\frac{1}{2}}^{k-\frac{1}{2}}}{D_{i,j+\frac{1}{2}}^{k-\frac{1}{2}}} + \lambda_{22} \frac{M_{i,j+\frac{1}{2}}^{k-\frac{1}{2}} N_{i,j+\frac{1}{2}}^{k-\frac{1}{2}}}{D_{i,j+\frac{1}{2}}^{k-\frac{1}{2}}} + \lambda_{32} \frac{M_{i-1,j+\frac{1}{2}}^{k-\frac{1}{2}} N_{i-1,j+\frac{1}{2}}^{k-\frac{1}{2}}}{D_{i,j-\frac{1}{2}}^{k-\frac{1}{2}}} \right] \right. \\ &\quad \left. - \frac{\Delta t}{\Delta x} \left[ v_{12} \frac{(N_{i,j+\frac{1}{2}}^{k-\frac{1}{2}})^2}{D_{i,j+\frac{1}{2}}^{k-\frac{1}{2}}} + v_{22} \frac{(N_{i,j+\frac{1}{2}}^{k-\frac{1}{2}})^2}{D_{i,j+\frac{1}{2}}^{k-\frac{1}{2}}} + v_{32} \frac{(N_{i,j-\frac{1}{2}}^{k-\frac{1}{2}})^2}{D_{i,j-\frac{1}{2}}^{k-\frac{1}{2}}} \right] \right. \\ &\quad \left. - \Delta t f M_{i,j+\frac{1}{2}}^{k-\frac{1}{2}} + \frac{K_h}{\Delta y^2} \Delta t [N_{i,j+\frac{1}{2}}^{k-\frac{1}{2}} + N_{i,j-\frac{1}{2}}^{k-\frac{1}{2}} + N_{i+1,j+\frac{1}{2}}^{k-\frac{1}{2}} + N_{i-1,j+\frac{1}{2}}^{k-\frac{1}{2}} - 4N_{i,j+\frac{1}{2}}^{k-\frac{1}{2}}] \right\}\end{aligned}$$

ここで、

$$\begin{aligned}x\mu_{i+\frac{1}{2},j}^{k-\frac{1}{2}} &= \frac{\Delta t g n^2}{2(D_{i+\frac{1}{2},j}^k)^{\frac{1}{2}}} \sqrt{(M_{i+\frac{1}{2},j}^{k-\frac{1}{2}})^2 + (N_{i+\frac{1}{2},j}^{k-\frac{1}{2}})^2} \\ y\mu_{i,j+\frac{1}{2}}^{k-\frac{1}{2}} &= \frac{\Delta t g n^2}{2(D_{i,j+\frac{1}{2}}^k)^{\frac{1}{2}}} \sqrt{(M_{i,j+\frac{1}{2}}^{k-\frac{1}{2}})^2 + (N_{i,j+\frac{1}{2}}^{k-\frac{1}{2}})^2}\end{aligned}$$

係数  $\lambda$ 、 $\nu$  は流量の方向により次の値を取る。

$$\begin{aligned}M_{i+\frac{1}{2},j}^{k-\frac{1}{2}} \geq 0 &\rightarrow \lambda_{11} = 0, \lambda_{21} = 1, \lambda_{31} = -1 \\ M_{i+\frac{1}{2},j}^{k-\frac{1}{2}} < 0 &\rightarrow \lambda_{11} = 1, \lambda_{21} = -1, \lambda_{31} = 0\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
N_{i+\frac{1}{2},j}^{k-\frac{1}{2}} \geq 0 &\rightarrow v_{11} = 0, v_{21} = 1, v_{31} = -1 \\
N_{i+\frac{1}{2},j}^{k-\frac{1}{2}} < 0 &\rightarrow v_{11} = 1, v_{21} = -1, v_{31} = 0 \\
M_{i,j+\frac{1}{2}}^{k-\frac{1}{2}} \geq 0 &\rightarrow \lambda_{12} = 0, \lambda_{22} = 1, \lambda_{32} = -1 \\
M_{i,j+\frac{1}{2}}^{k-\frac{1}{2}} < 0 &\rightarrow \lambda_{12} = 1, \lambda_{22} = -1, \lambda_{32} = 0 \\
N_{i,j+\frac{1}{2}}^{k-\frac{1}{2}} \geq 0 &\rightarrow v_{12} = 0, v_{22} = 1, v_{32} = -1 \\
N_{i,j+\frac{1}{2}}^{k-\frac{1}{2}} < 0 &\rightarrow v_{12} = 1, v_{22} = -1, v_{32} = 0
\end{aligned}$$

## 1.2 計算の諸条件

### 1.2.1 初期条件

津波計算の数値計算の初期条件としては、震源断層モデルを用いて計算される海底地盤変動の鉛直成分を海面上の水位変動として与える方法を用いた。図 1.2-1 に示すように断層モデルのパラメータを与え、断層近傍の海底面の垂直変動量分布を Mansinha and Smylie(1971)の方法によって計算し、この垂直変動量を海面の水位変動量として与えたものが津波シミュレーションの初期条件となる。

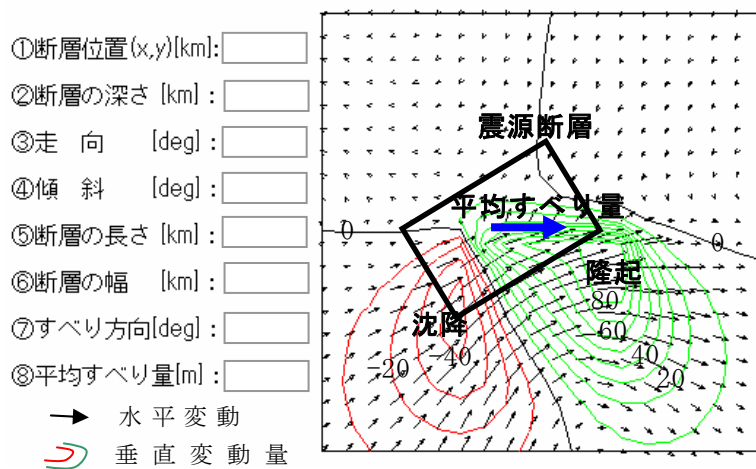


図 1.2-1 Mansinha and Smylie(1971)の方法による地盤変動量の計算例

### 1.2.2 境界条件

#### (1) 沖側境界

境界に仮想的な完全壁面を設定して、そこで発生する重複波の半分が透過波成分と等しいという原理（日野ほか, 1988）を利用し、沖側境界を自由透過させた。

#### (2) 遡上境界

陸上への津波の遡上に関しては、非線形長波理論式を用いる場合のみ適用した。図 1.2-3 に示すように、波先端部において陸側メッシュの地盤高  $h$  より海側メッシュの水位  $\eta$  が高い場合の、その差を実水深  $D$  として流量計算を実施する。

本調査では、 $D > 10^{-5} \text{m}$  の時に遡上計算を行うこととした。

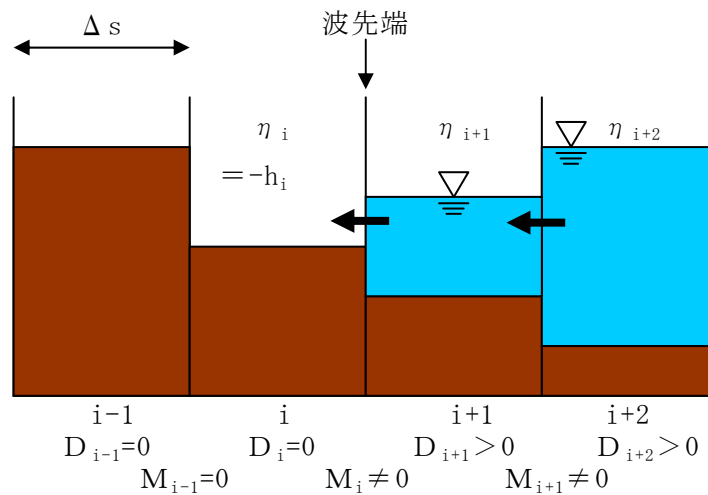


図 1.2-2 遡上境界条件（後藤・柴木, 1993）

#### (3) 越流境界

計算領域内の防波堤、堤防等において、水位がその天端高を越えた場合には、次の本間公式を用いて単位幅当たりの越流量  $Q$  を計算した。

$$Q = 0.35H_1\sqrt{2gH_1} \quad H_2 \leq \frac{2}{3}H_1 \quad (\text{完全越流})$$

$$Q = 0.91H_2\sqrt{2g(H_1 - H_2)} \quad H_2 > \frac{2}{3}H_1 \quad (\text{潜り越流})$$

ここで  $H_1$  と  $H_2$  は天端高を基準とした堤の前後の水の厚さを示す（図 1.2-3）。

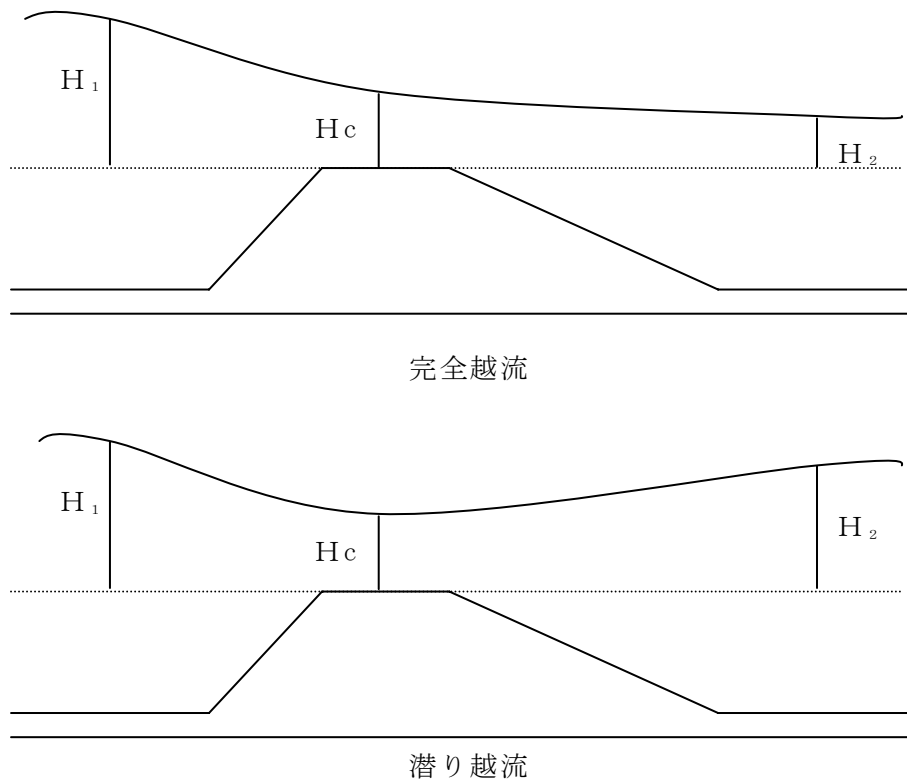


図 1.2-3 越流の模式図（後藤・柴木，1993）

### 1.2.3 その他の条件

#### (1) 計算安定条件

全計算領域を一様の時間間隔  $\Delta t$  で計算した。ただし、以下に示す差分スキームの安定条件（C.F.L条件）を満たすように  $\Delta t$  を設定した。

$$\frac{\Delta s}{\Delta t} = \sqrt{2gh_{\max}}$$

ここで、

$\Delta s$  : 各計算領域のメッシュサイズ

$h_{\max}$  : 各計算領域の最大水深

#### (2) マニングの粗度係数

海底摩擦損失  $F$  は、一般的にはマニングの粗度係数  $n$  で与えられる。

$$F = \frac{gn^2}{D^{1/3}}$$

予測計算では、小谷ほか(1998)を参考にして土地利用によりマンシングの粗度係数を、表 1.2-1 のように設定した。検証計算では、明治三陸地震津波、昭和三陸地震津波当時の土地利用を知る資料が乏しいため、一律  $n = 0.025$  ( $s/m^{1/3}$ ) と設定した。

表 1.2-1 マンシングの粗度係数

土地利用	マンシングの粗度係数 ( $s/m^{1/3}$ )	摘要
海域・河川域	0.025	
田畑域	0.020	荒地含む
森林域	0.030	果樹園・防潮林を含む
低密度居住区	0.040	建物密度 20%未満の人工地
中密度居住区	0.060	建物密度 20~50%
高密度居住区	0.080	建物密度 50%以上

## 2. 延宝房総沖地震津波の波源設定

### 2.1 延宝房総沖地震津波の痕跡調査結果

本調査では、福島県～千葉県沿岸における、延宝房総沖地震時の津波の痕跡資料および現地調査を実施し、各地の津波浸水深および遡上高（痕跡高）を整理した。

被害に関する記事の出典を、史料・文献リストに示す。また、当時の建物棟数の推定の際は、平凡社の「福島県の地名」、「茨城県の地名」、「千葉県の地名」を参考にした。

また、浸水深については、今村ほか(2002)が用いた浸水深と建物被害程度の関係性を参考に、各村の建物被害率から推定した。今村ほか(2002)は、1741年寛保渡島沖津波による津軽半島周辺の被害状況を調査しており、浸水深と建物被害の関係は、同じ江戸時代の建物の被害に適用したものであることから、本調査でも有効であると考えられる。

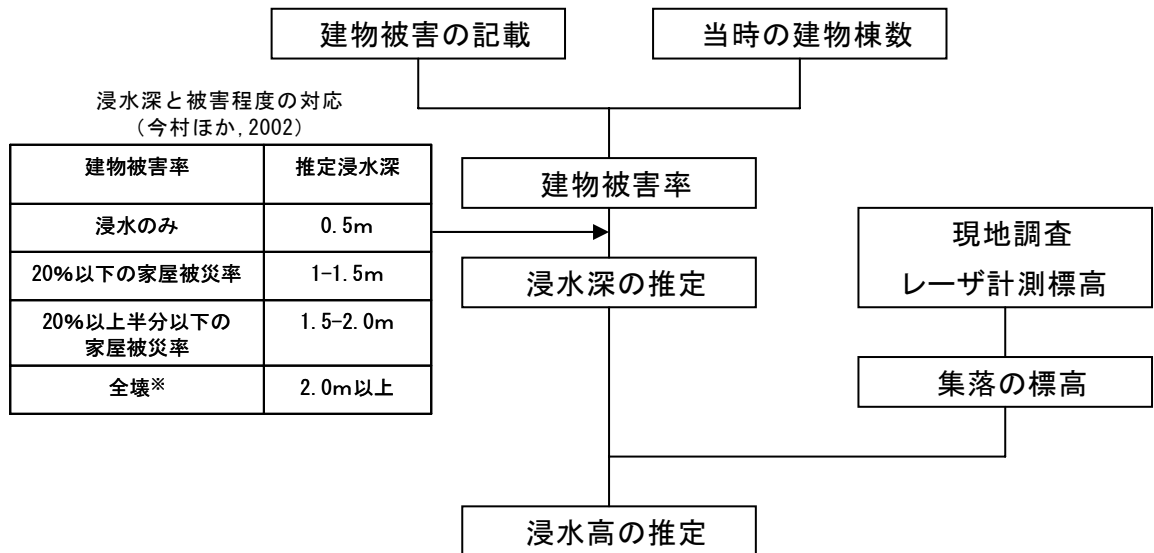


図 2.1-1 浸水高推定のフロー



表 2.1-1 史料・文献リスト

番号	史料名	文献名
①	磐城御領内大風雨大波洪水之 節覚書	東京大学地震研究所編(1982) 「新収 日本地震史料第二巻」
②	永代綴にみる本谷の歴史	宇佐美龍夫編・大和探査技術(株)協力(1998) 「日本の歴史地震史料」拾遺
③	要綱 石城郡町村史	文部省震災予防評議会編(1941) 「増訂 大日本地震史料第一巻」
④	水戸紀年	東京大学地震研究所編(1982) 「新収 日本地震史料第二巻」
⑤	大洗地方史	〃
⑥	玄蕃先代集 乾	〃
⑦ ✕	一宮町史	〃
⑧	柳宮日次記	東京大学地震研究所編(1989) 「新収 日本地震史料 補遺」

表 2.1-2 痕跡調査結果（福島県～茨城県沿岸）

市町村	場所	被害記事(史料番号)	被害軒数	推定棟数	建物被害	推定される浸水深	集落(地点)の標高	推定浸水深
福島県いわき市	豊間	・江名・豊間両浦で218軒流失、44人溺死(①) ・下川～四倉 流死84人、潰家487軒(②)	218	170	50%以上	2m以上	3.5-5.0m	5.5-7.0m以上
福島県いわき市	江名?	・江名・豊間両浦で218軒流失、44人溺死(①) ・下川～四倉 流死84人、潰家487軒(②)		210	50%以上	2m以上	2.0-4.0m	4.0-6.0m以上
福島県いわき市	四倉	・小名浜・長崎・中作・薄磯・四倉・江■にて流失330軒、溺死75人(①) ・下川～四倉 流死84人、潰家487軒(②)	330	430	20-50%	1.5-2.0m	2.5-4.0m	4.0-6.0m
福島県いわき市	薄磯	・小名浜・長崎・中作・薄磯・四倉・江■にて流失330軒、溺死75人(①) ・下川～四倉 流死84人、潰家487軒(②)		130	20-50%	1.5-2.0m	3.0-4.0m	4.5-6.0m
福島県いわき市	中ノ作	・小名浜・長崎・中作・薄磯・四倉・江■にて流失330軒、溺死75人(①) ・下川～四倉 流死84人、潰家487軒(②)		60	20-50%	1.5-2.0m	2.0-4.0m	3.5-6.0m
福島県いわき市	永崎	・小名浜・長崎・中作・薄磯・四倉・江■にて流失330軒、溺死75人(①) ・下川～四倉 流死84人、潰家487軒(②) ・小名浜、神白、永崎にて80人余押し流され(③)		70	20-50%	1.5-2.0m	3.0-4.5m	4.5-6.5m
福島県いわき市	小名浜	・小名浜・長崎・中作・薄磯・四倉・江■にて流失330軒、溺死75人(①) ・下川～四倉 流死84人、潰家487軒(②) ・小名浜、神白、永崎にて80人余押し流され(③)		170	20-50%	1.5-2.0m	2.5-4.0m	4.0-6.0m
茨城県ひたちなか市	那珂港	・那珂湊の別館(湊御殿)の前まで津波が及ぶ(④)				浸水のみ	0.5m以下	4.0-5.0m
茨城県大洗町	磯浜村	・320軒流失(⑤)	320	640	50%	2m以上	3.0-4.0m	5.0-6.0m以上

※平凡社(1982)の「茨城県の地名」によれば、湊村(現ひたちなか市)にて「流失民家30軒、溺死男女30人の被害を出した(『水戸歴世譚』)」とある。同書によれば、家屋数は1,024戸(時期不明)なので、被害率は20%未満となり、浸水深は1-1.5mと推定される。海岸付近の集落の地盤高を4m程度とすれば、浸水深5-5.5m程度となり、表2とは矛盾しない。

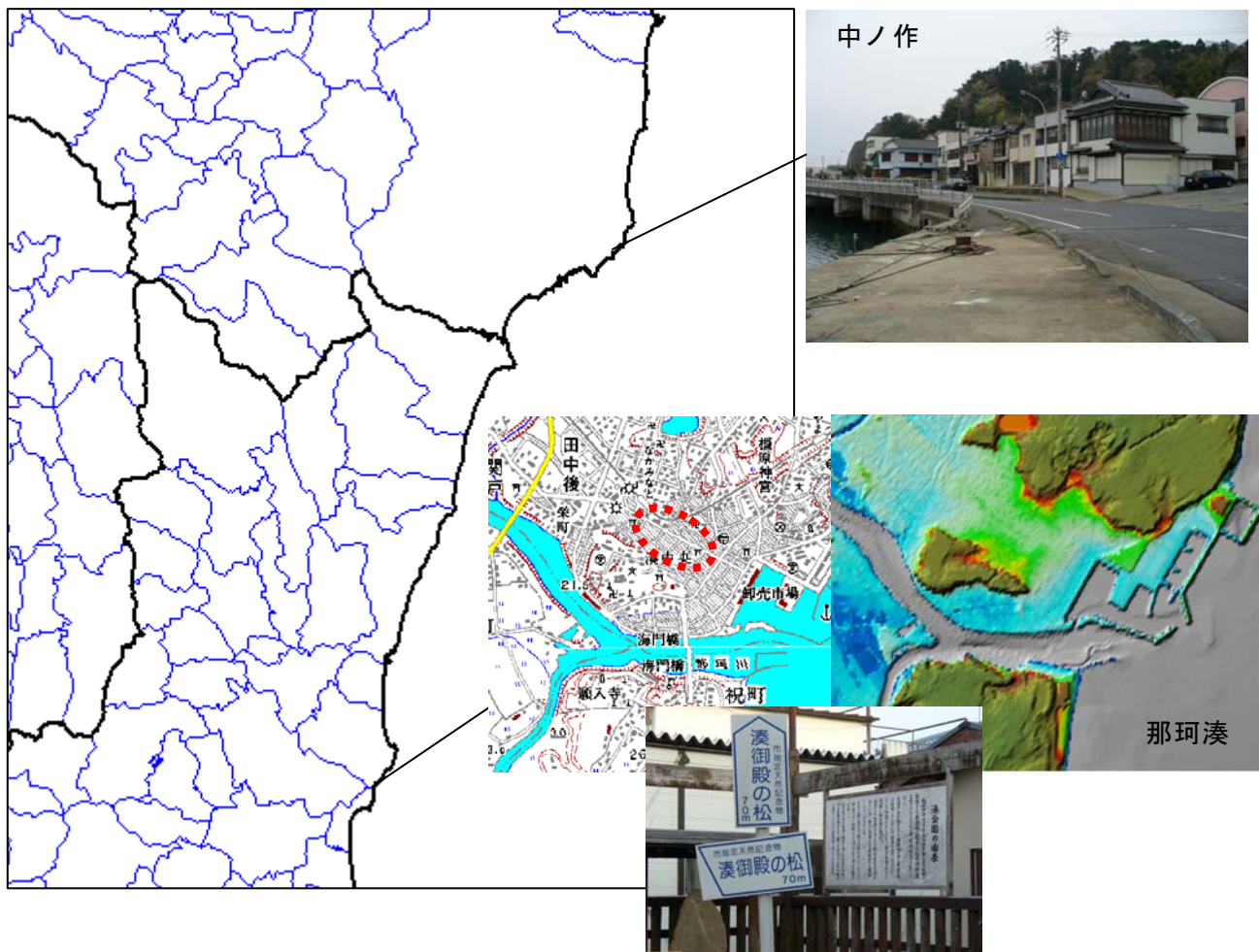
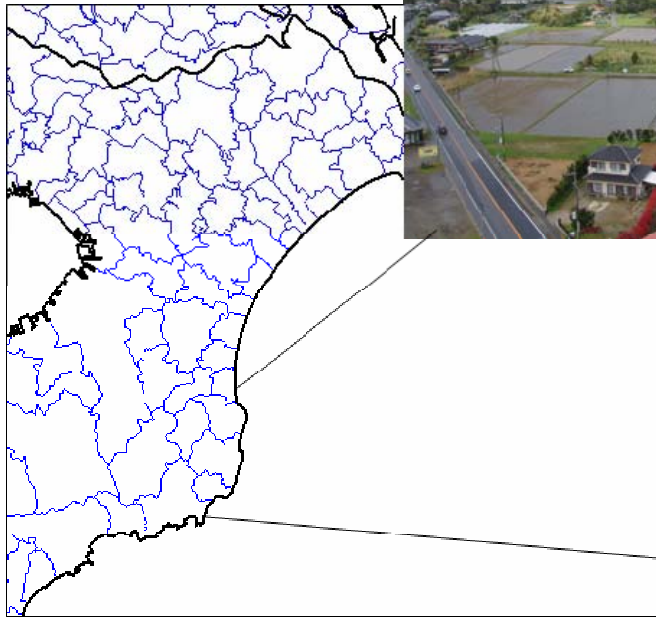


表 2.1-3 痕跡調査結果（千葉県沿岸）

市町村	場所	被害記事(史料番号)	被害軒数	推定棟数	建物被害	推定される浸水深	集落(地点)の標高	推定浸水高
千葉県銚子市	笠上新田	・男女2人浪にとられ死(⑥)						
千葉県銚子市	外川浦	・漁舟被害(⑥)			浸水のみ	0.5m以下	2.0-3.0m	2.5-3.5m
千葉県一宮町	東浪見村	・潰家52軒、死者137人(⑦)	52	340	20%以下	1.0-1.5m	5.0-6.0m	6.0-7.5m
千葉県岬町	御領和泉村	・被害家数不明、死者13人(⑧)		170	20%以下	1.0-1.5m	2.0-3.0m	3.0-4.5m
千葉県大原町	小浜浦	・25.6軒流失、死者9人(⑧)	26	440	20%以下	1.0-1.5m	4.0-5.0m	5.5-7.0m
千葉県大原町	矢指戸村	・24.5軒流失、死者13人(⑧)	25	300	20%以下	1.0-1.5m	5.0-6.0m	6.5-8.0m
千葉県大原町	岩船浦	・40軒流失、死者57人(⑧)	40	200	20-50%	1.5-2.0m		
千葉県御宿町	御宿浦	・170軒流失、死者53人(⑧)	170	90	50%以上	2m以上	3.0-5.0m	5.0-7.0m以上
千葉県勝浦市	郡原村(部原村?)	・56軒流失、死者2人(子供)(⑧)	56	100	50%以上	2m以上		
千葉県勝浦市	沢倉村	・11軒流失(⑧)	11	40	20-50%	1.5-2.0m	4.0-5.0m	5.5-7.0m
千葉県勝浦市	川津村	・19軒流失(⑧)	19	140	20%以下	1.0-1.5m	4.0-5.0m	5.0-6.5m



### 3. 津波河川遡上シミュレーションの検討

#### 3.1 モデル河川での検討

津波の河川遡上の計算は、河川の流量を考慮しない基本的な手法で行うが、河川流量が津波遡上に及ぼす影響を確認するため、モデル河川として選定した大北川（北茨城市）において河川流量を考慮した場合の遡上計算を実施した。

##### 3.1.1 モデル河川（大北川）の特徴

大北川をモデル河川とし、12mメッシュを用いた河川遡上シミュレーションを実施した。

大北川は流量観測河川であり、縦横断図も整備されていることから、河川流量を考慮した場合と考慮しない場合の予測結果の比較を行い、河川流量を考慮した遡上シミュレーション手法適用の可否を検討した。

大北川周辺は、次のような特徴がある。

- ① 河口砂州が発達している。また、砂州は非常によく締まっている。
- ② 大北橋までは左岸はパラペット状の護岸となっている。
- ③ 右岸堤内地は川根付近まで標高5m以下の低地が広がっている。
- ④ 花園川合流点より上流は、天端の高い堤防が築かれている。



図 3.1-1 大北川の特徴

### 3.1.2 大北川の地形モデル

大北川の地形モデルについては、12mメッシュを用いて作成している。JR常磐線の東側に標高5m以下の低地が広がっている様子が分かる。図3.1-2～図3.1-3に大北川河口付近の地形データおよびオルソフォトを示す。

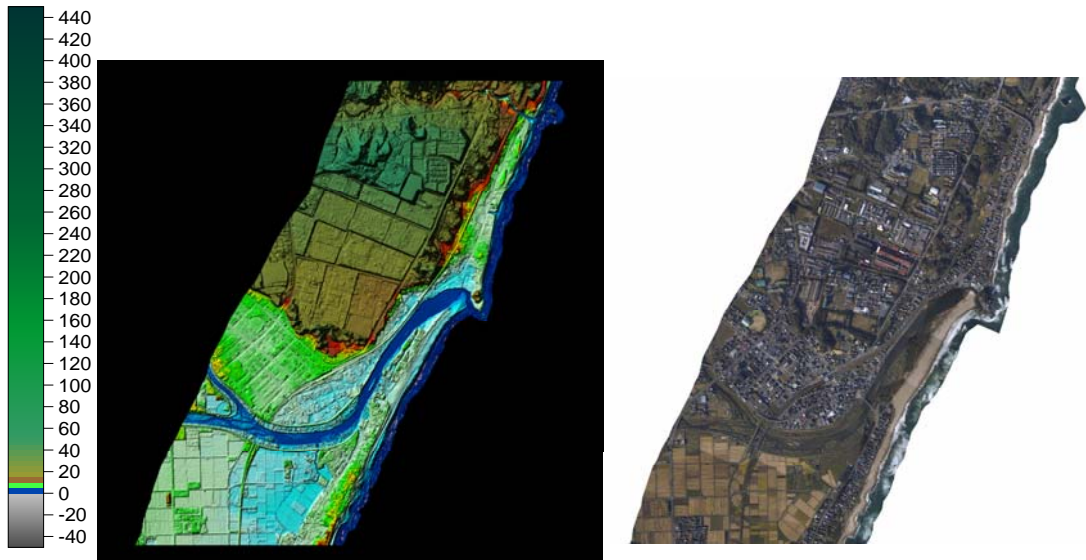


図 3.1-2 大北川河口付近のレーザ計測データ（2mメッシュグランドデータ）

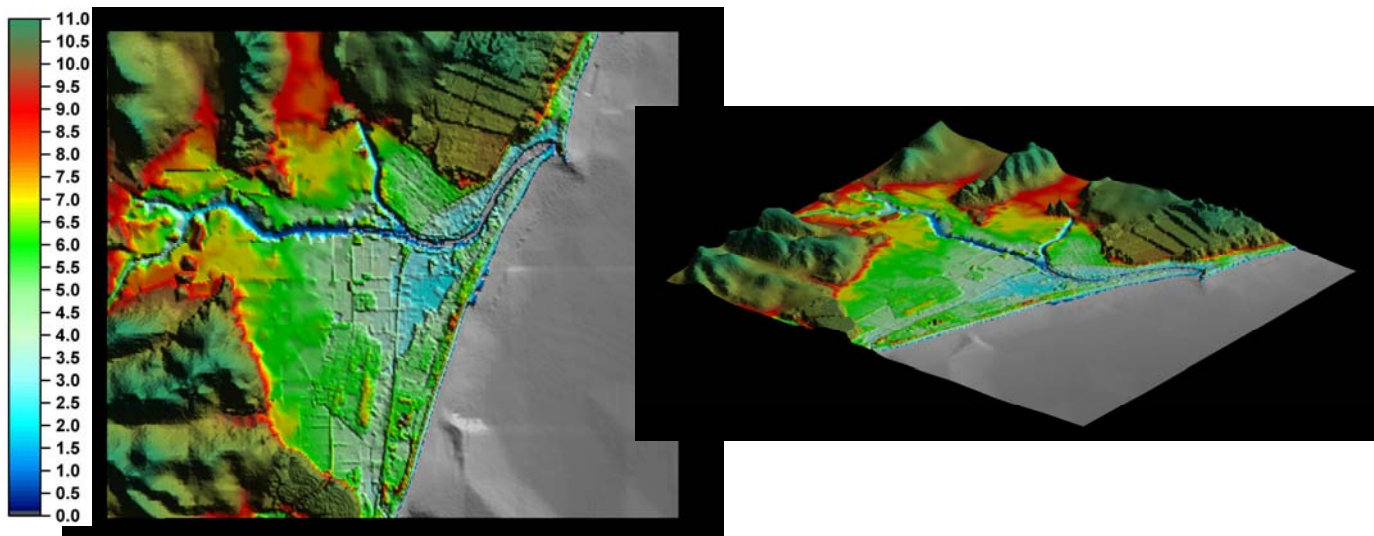


図 3.1-3 レーザ計測データと国土地理院の数値地図50mメッシュ（標高）データを合成した12mメッシュ標高データ

### 3.1.3 河川流量を考慮した遡上シミュレーションの方法

海から河川まで一連のデータモデルとし、つぎの手順でシミュレーションを実施した。

- ・河川の上流側で津波遡上の影響を受けない地点から平水流量を流す。
- ・海の沖側境界を透過境界とし、川と海が定常状態に至るまで計算を続ける。
- ・つぎに地震・津波を発生させる。

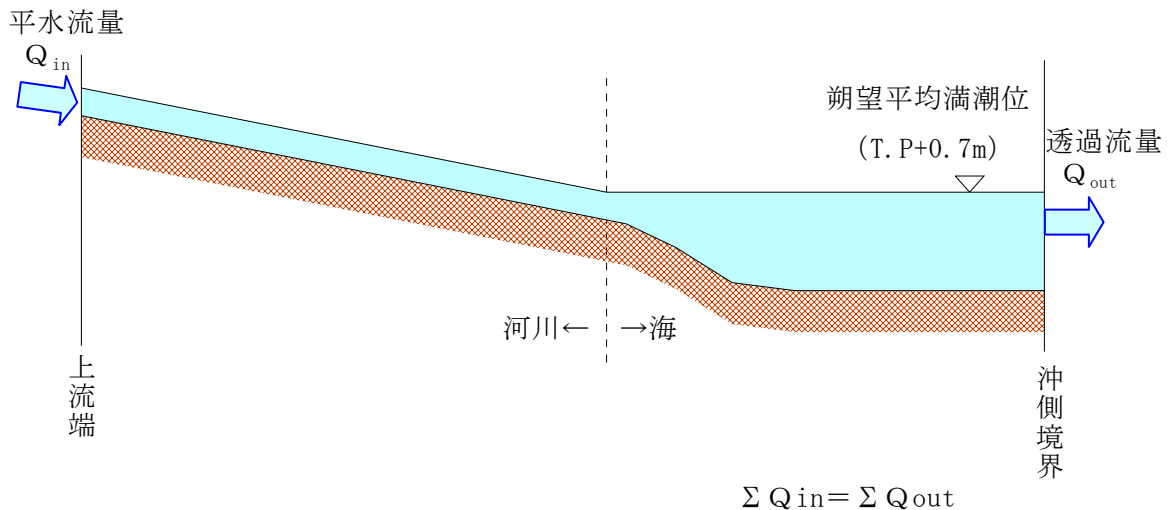


図 3.1-4 河川流量を考慮したシミュレーション手法の模式図

大北川をモデル地区としたシミュレーションの条件は、下記のとおりとする。

表 3.1-1 シミュレーションの条件

項目	条件
初期潮位	朔望平均満潮位 (T. P+0.7m)
河川流量	平水流量 (1.0m <sup>3</sup> /秒)
モデル計算の想定地震	延宝房総沖地震
メッシュサイズ	12m
上流端位置	河口より 6.0km (石岡)

### 3.1.4 シミュレーション結果の比較

大北川をモデル地区としたシミュレーションを、河川流量を考慮した場合と考慮しない場合の両方について実施した結果を比較した。河口付近の陸域への浸水は、流量を考慮した場合の方が若干広く（6メッシュ：図 3.1-5 参照）、水位もやや高くなるメッシュがあった（図 3.1-6 参照）が、浸水程度はほぼ同等であった。

ただし、留意点として河道内の津波の到達時間については、河川水がある場合とない場合で顕著な差が出るのが考えられるので、注意を要する（大北川の事例：表 3.1-2）。

堤内での津波浸水域の評価結果には大きな差がないため、本調査においては、河川流量を考慮しない河川遡上シミュレーションで浸水想定を実施することとした。

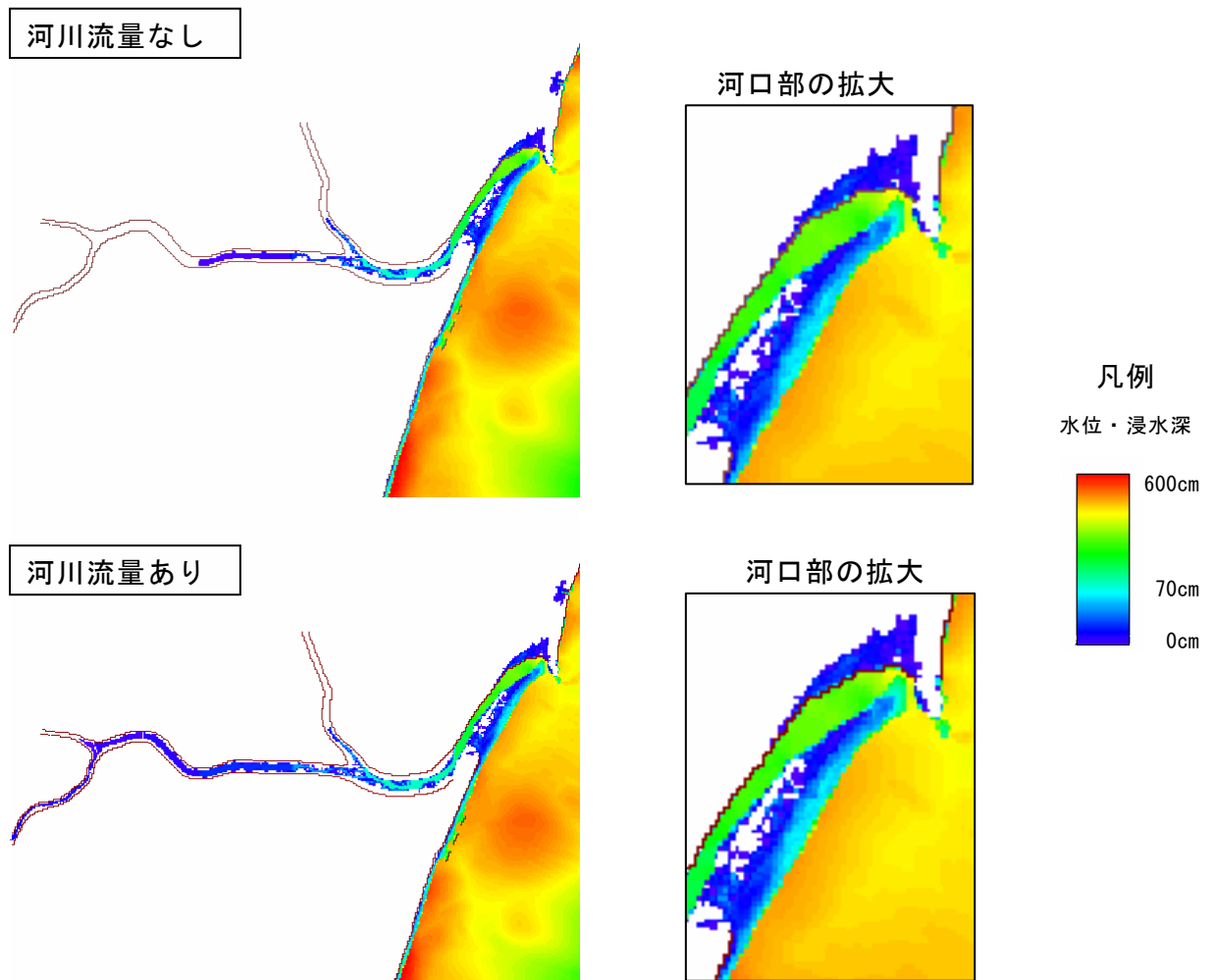


図 3.1-5 河川流量を考慮した場合と考慮しない場合の浸水予測結果の比較

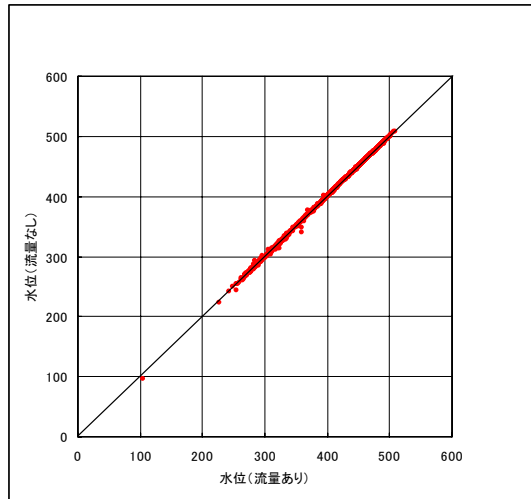
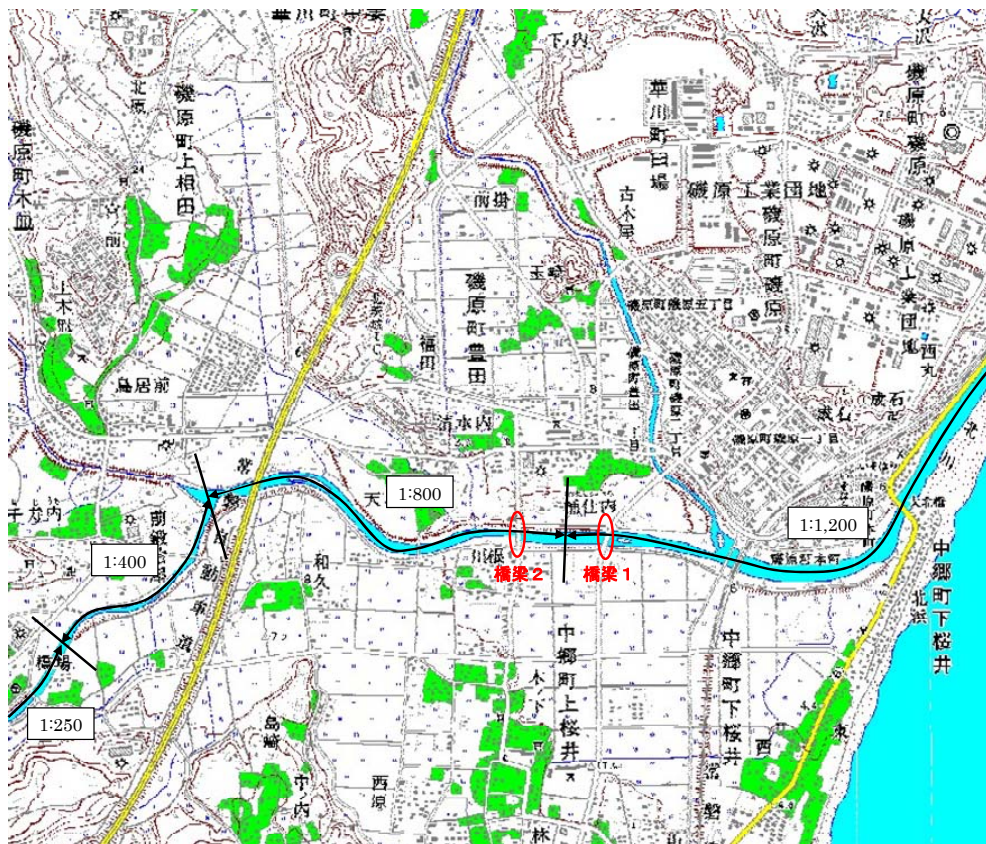


図 3.1-6 河川流量を考慮した場合と考慮しない場合の浸水メッシュの水位の比較

表 3.1-2 河川内の津波到達時間の違い

位置	河川流量あり	河川流量なし
橋梁 1	56 分	63 分
橋梁 2	58 分	86 分





河川流量を考慮する場合と考慮しない場合の河道内の最大水位を比較すると、流量を考慮した場合の方がやや水位が高くなる傾向にある。

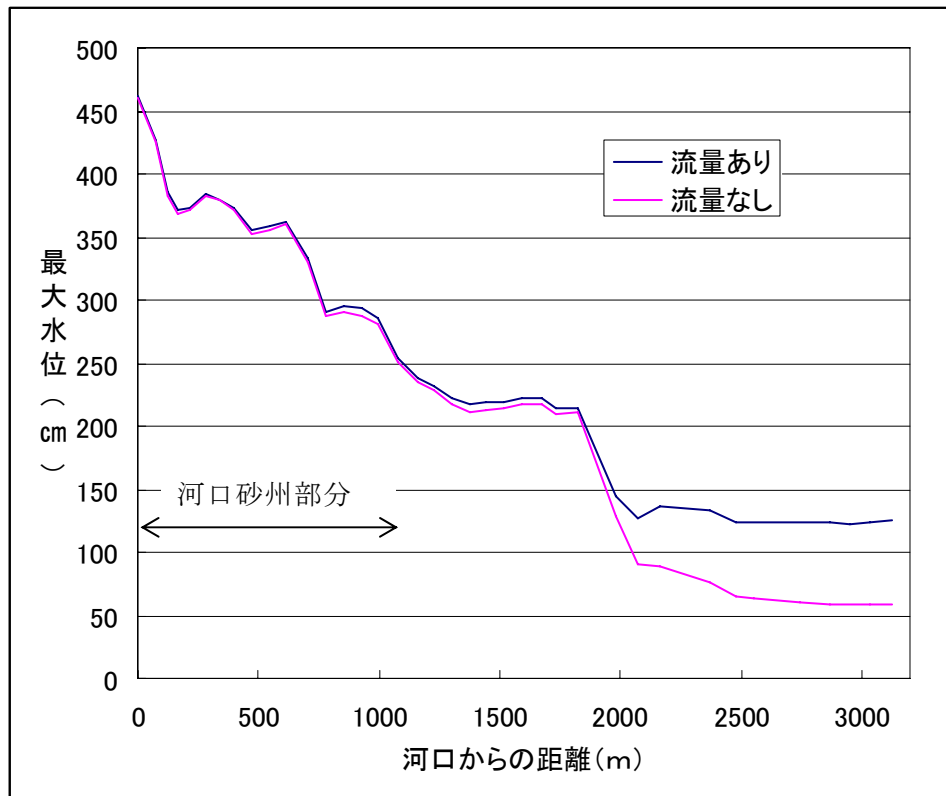


図 3.1-7 河川流量を考慮した場合と考慮しない場合の河道内の水位の比較

### 3.2 遡上計算対象河川

河川については流量を考慮する遡上シミュレーションは実施しないが、河川流量を考慮しないシミュレーションはおこなう。ただし、川幅が十分に大きく（河口幅で計算メッシュが3メッシュ以上を目安とする）、メッシュによる河川のみを対象とする。次に、遡上計算対象となる二級河川を整理する。

なお、直轄河川としては、利根川、久慈川、那珂川、涸沼川があるが、すべて地形を考慮した遡上計算を実施した。

表 3.2-1 河川遡上計算対象とする二級河川

河川名	川幅 (約)	縦横断図 の有無	河川遡上 計算方法 <sup>※1</sup>	水位・流量 観測所 <sup>※2</sup>	ダム
里根川	40m	×	○	—	—
江戸上川	70m	×	○	—	—
大北川	50m	○	◎→○	横川, 石岡, 磯原	小山
花園川	50m	○	○	下川原, 華川, 白場	水沼
塩田川	25m	×	○	—	—
関根川	45m	×	○	—	—
花貫川	40m	○	○	鳥曾根, 北方, 島名	花貫
小石川	25m	×	○	—	—
十王川	25m	○	○	高原, 友部, 伊師本郷	十王
東連津川	50m	×	○	—	—
宮田川	30m	×	○	—	—
鮎川	50m	×	○	—	—
桜川	20m	×	×	(矢の目橋)	—
金沢川	10m	×	×	—	—
大沼川	20m	×	×	—	—
茂宮川	200m	×	○	大和田	—
新川	50m	○	○	—	—
中丸川	50m	○	○ (水門あり)	(長者橋)	—

※1 河川遡上計算方法：◎流量・地形を考慮、○地形考慮、×実施しない

※2 水位・流量観測所の（ ）表示は、流量のみ月3回観測で平水流量は不明

表 3.2-2 一級河川の取り扱い

河川名	メッシュ サイズ	河川遡上 計算方法※1	留意事項
利根川	12m	○	利根川河口堰及び常陸川水門まで遡上計算を実施。堤内については地理院の50mメッシュ標高データを用いて標高データを作成する。
久慈川	12m	○	
那珂川	12m	○	
澗沼川	12m	○	

※1 河川遡上計算方法：◎流量・地形考慮、○地形考慮、×実施しない

## 4. 水位変化グラフ

### 4.1 水位変動の出力地点

地震発生からの各地の水位変動の予測結果を、時系列グラフに出力して整理した。水位変動を出力する地点は、図1および表1に示した。沿岸の市町村に1点以上配置してある。表示時間は、地震発生から3時間とした。



図1 水位変動出力地点

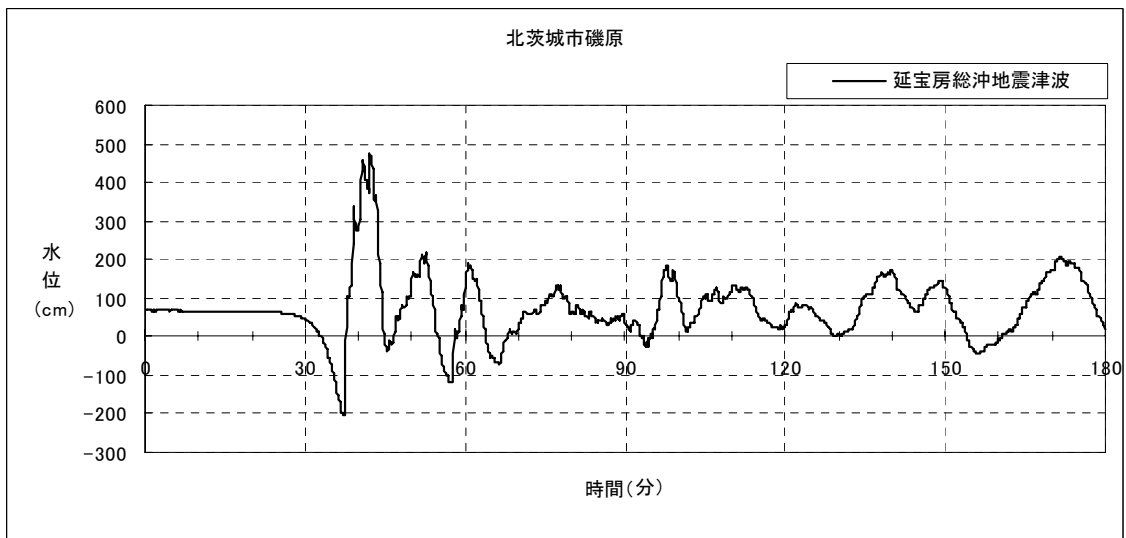
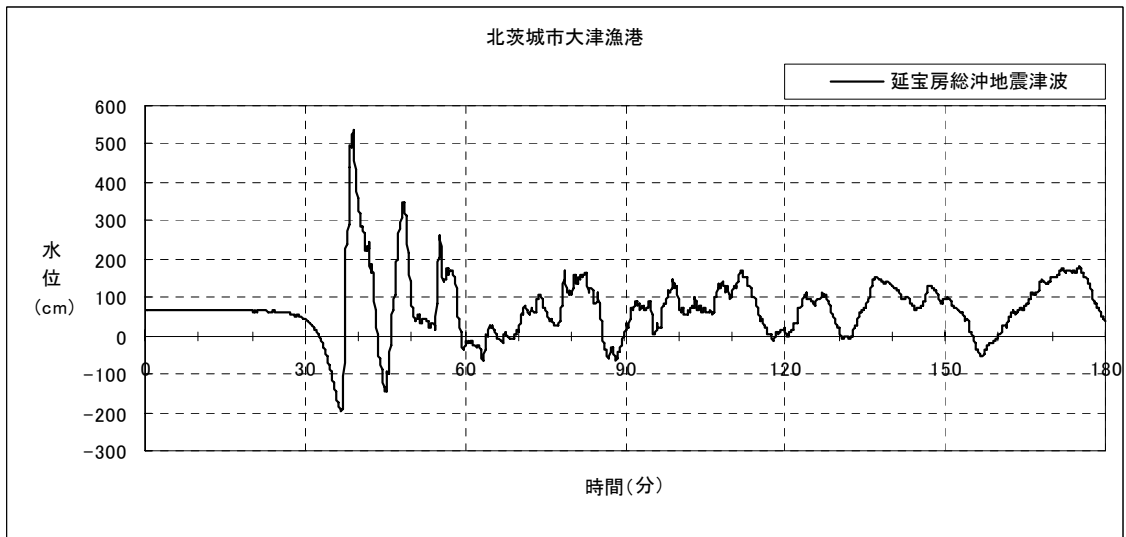
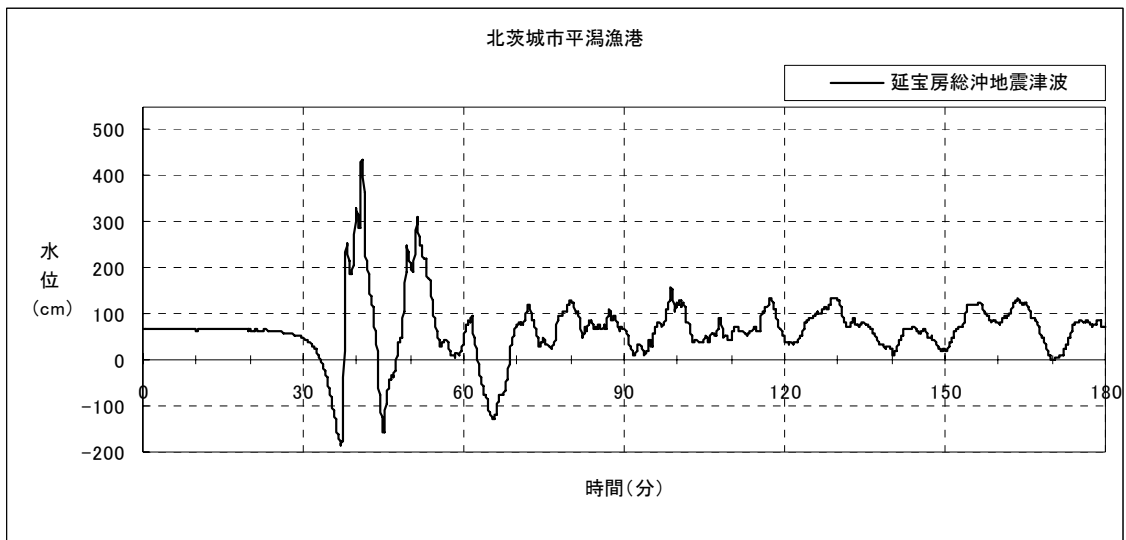
表1 水位変動出力地点一覧

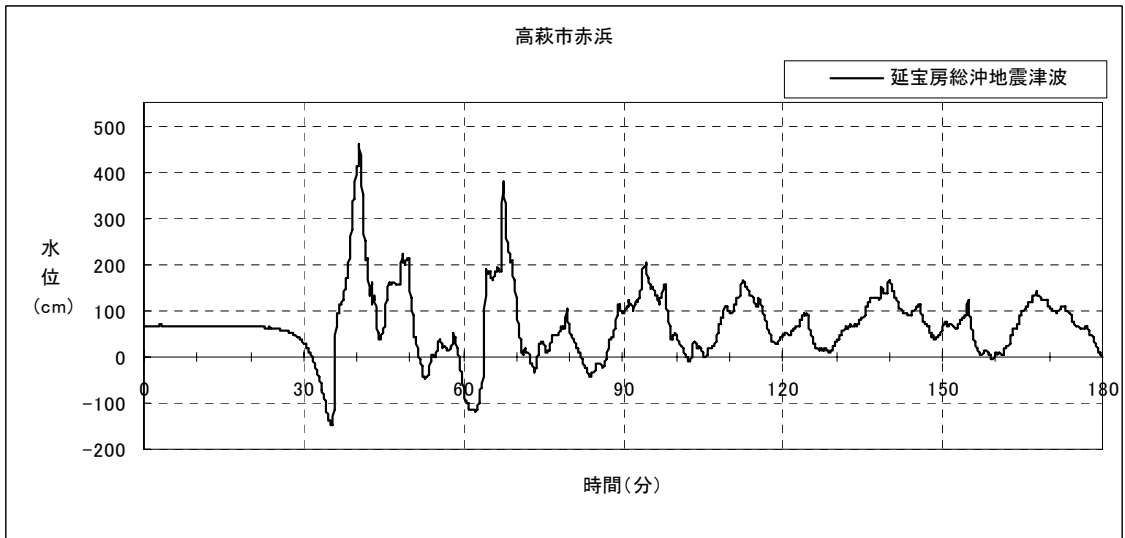
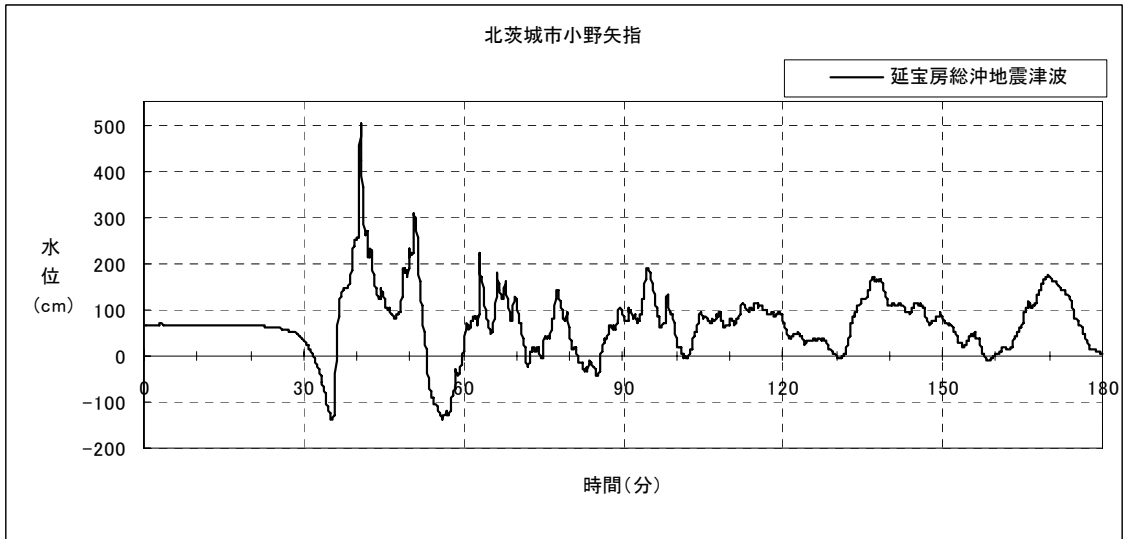
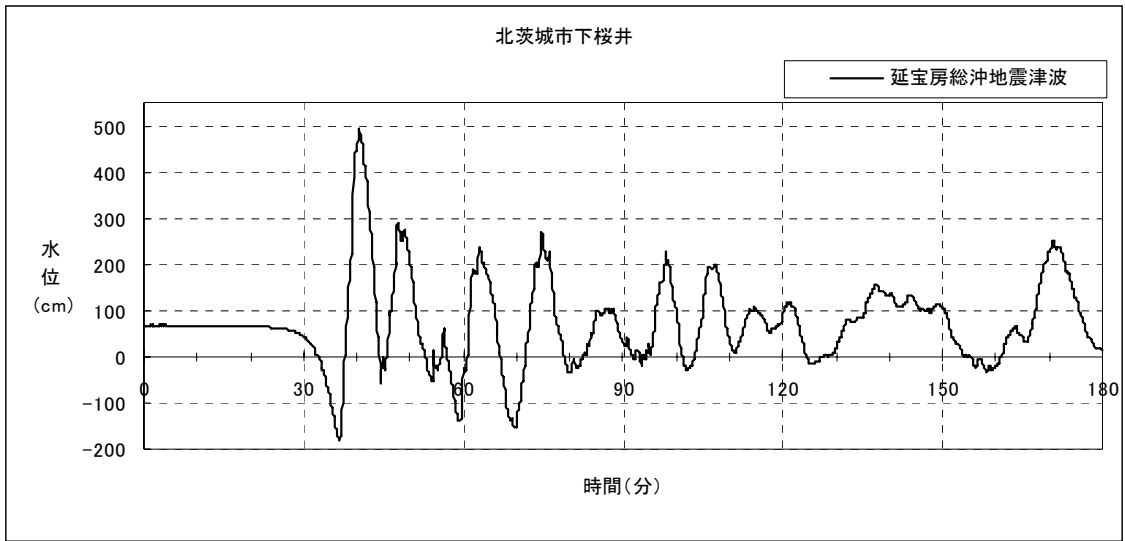
番号	市町村	地点名	出力する想定地震津波	
			延宝房総沖 地震津波	明治三陸タイプ 地震津波
1	北茨城市	平潟漁港	○	○
2	北茨城市	大津漁港	○	○
3	北茨城市	磯原	○	○
4	北茨城市	下桜井	○	○
5	北茨城市	小野矢指	○	○
6	高萩市	赤浜	○	○
7	高萩市	有明町	○	○
8	高萩市	高浜町	○	○
9	日立市	伊師浜	○	○
10	日立市	川尻港	○	○
11	日立市	小木津町	○	○
12	日立市	浜の宮広場	○	○
13	日立市	会瀬漁港	○	○
14	日立市	河原子港	○	○
15	日立市	日立港	○	○
16	東海村	久慈川河口	○	○
17	東海村	新川河口	○	○
18	ひたちなか市	常陸那珂港	○	○
19	ひたちなか市	阿字ヶ浦	○	○
20	ひたちなか市	平磯	○	○
21	ひたちなか市	那珂川河口	○	○
22	大洗町	大洗海岸	○	○
23	大洗町	大洗港	○	○
24	鉾田市	上釜	○	○
25	鉾田市	玉田	○	○
26	鉾田市	柏熊	○	○
27	鉾田市	鹿島灘海浜公園	○	○
28	鉾田市	別所釜	○	○
29	鉾田市	京知釜	○	○
30	鹿嶋市	大小志崎	○	○
31	鹿嶋市	荒井	○	○
32	鹿嶋市	角折	○	○
33	鹿嶋市	明石	○	○
34	鹿嶋市	平井浜	○	○
35	神栖市	鹿島港	○	○
36	神栖市	海浜運動公園	○	○
37	神栖市	日川浜	○	○
38	神栖市	須田浜	○	○
39	神栖市	矢田部	○	○
40	神栖市	舍利浜	○	○
41	神栖市	波崎漁港	○	○

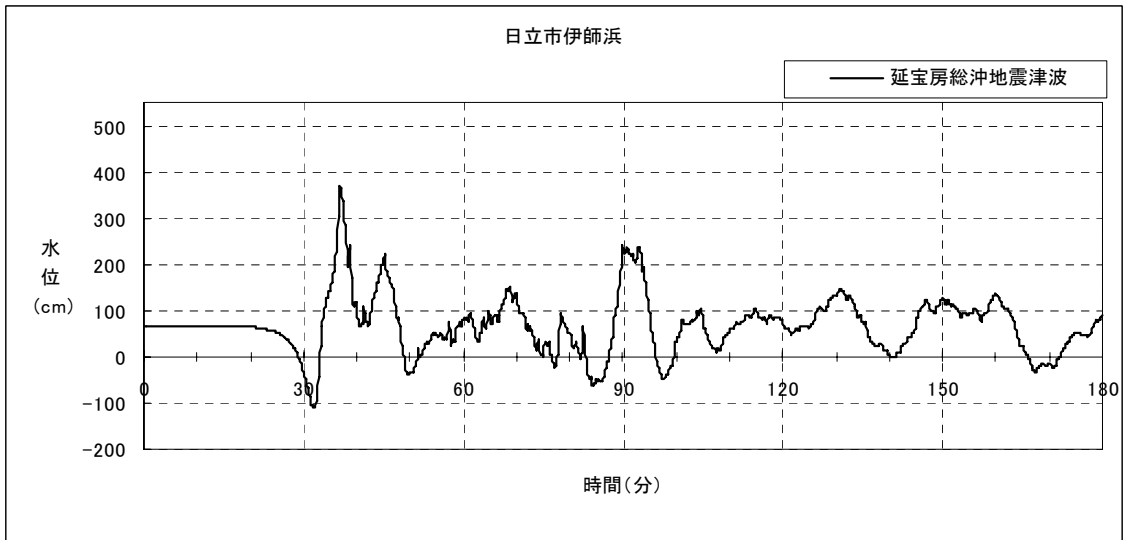
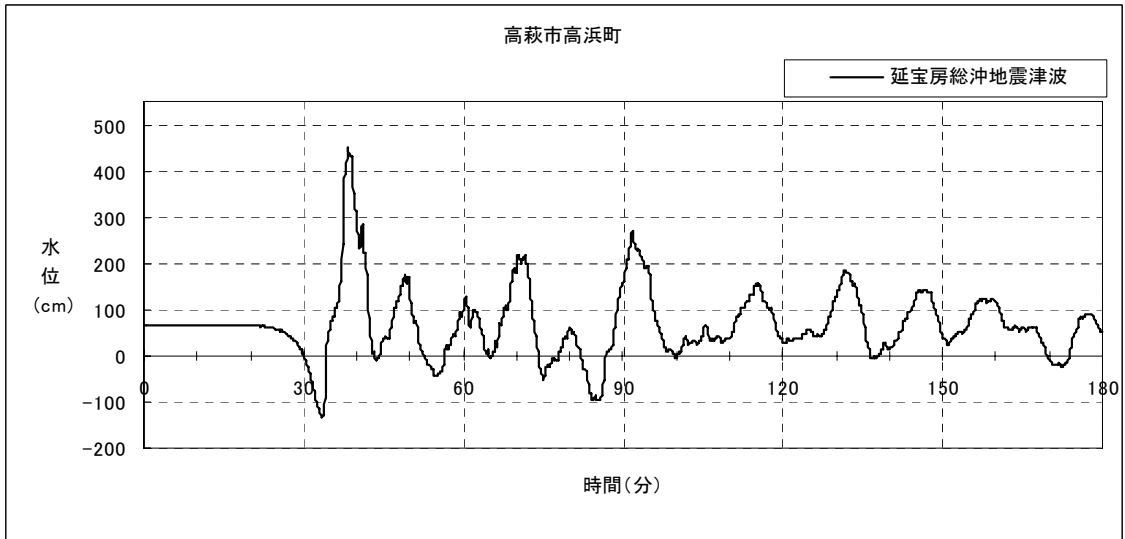
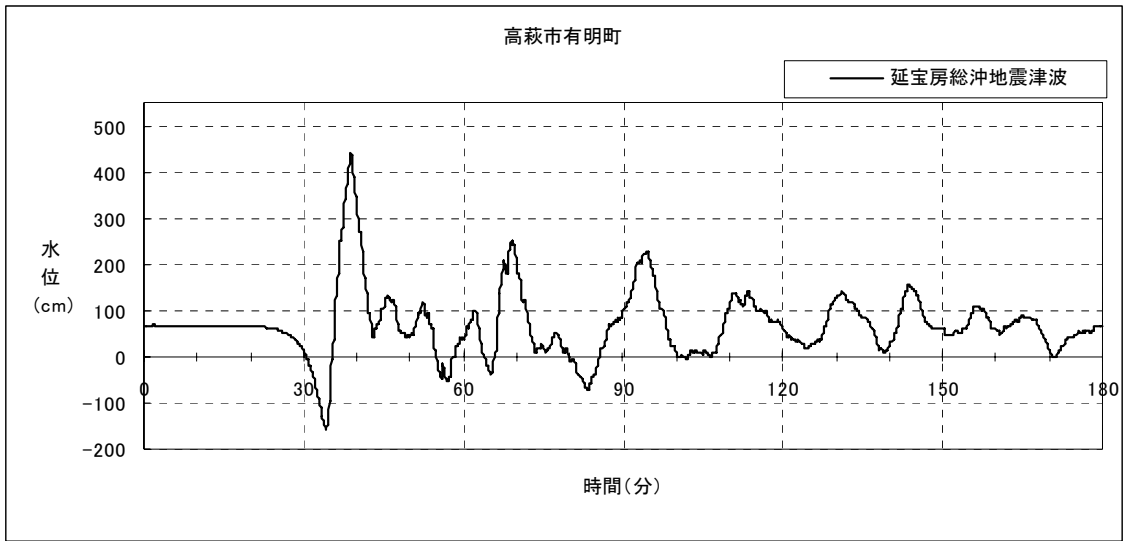
以後、想定地震別に、表1に示した地点順にグラフを示していく。

## 4.2 水位変動グラフ

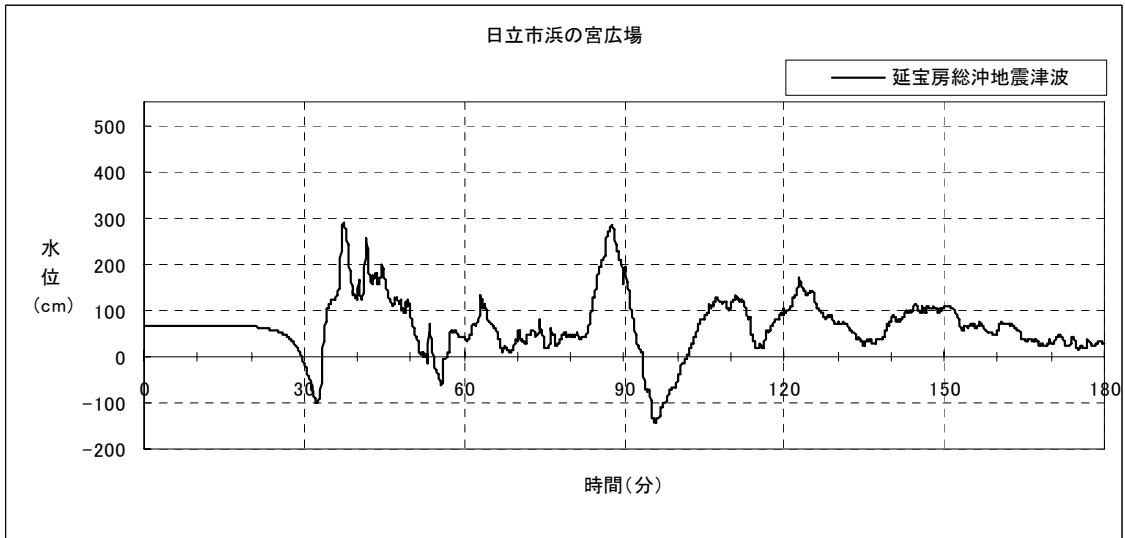
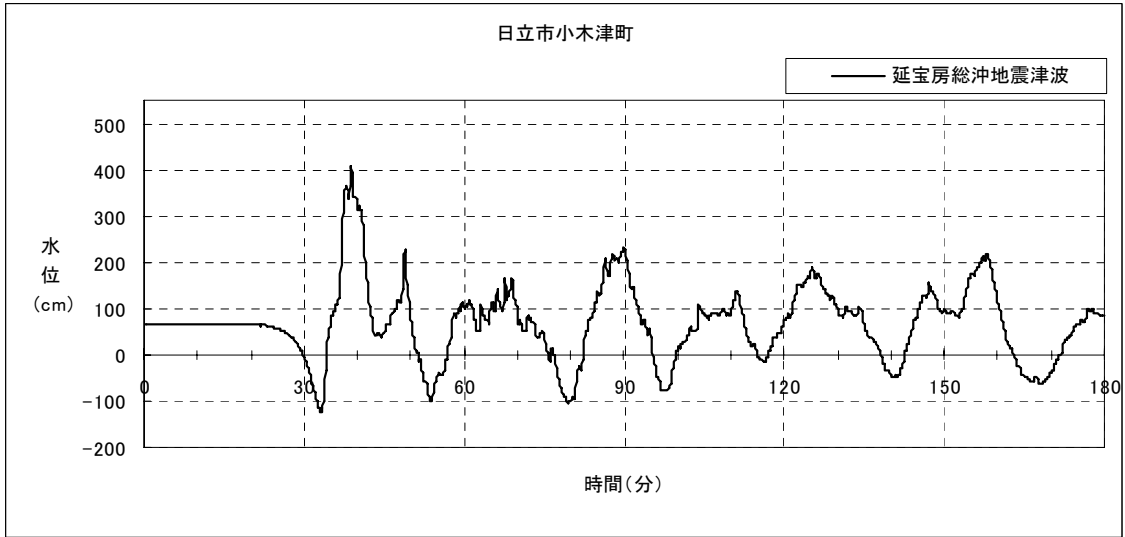
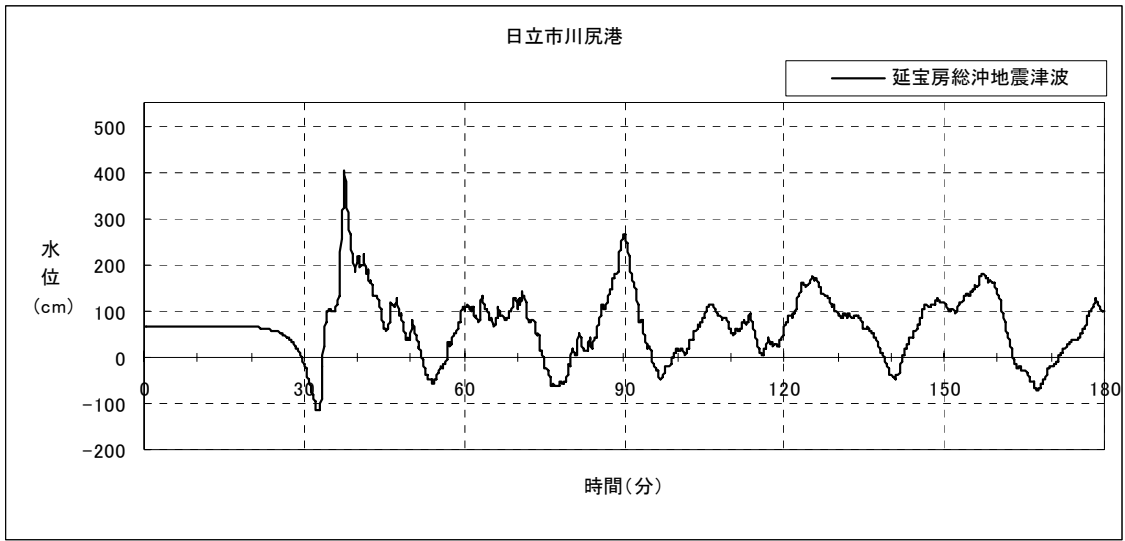
### (1) 延宝房総沖地震津波

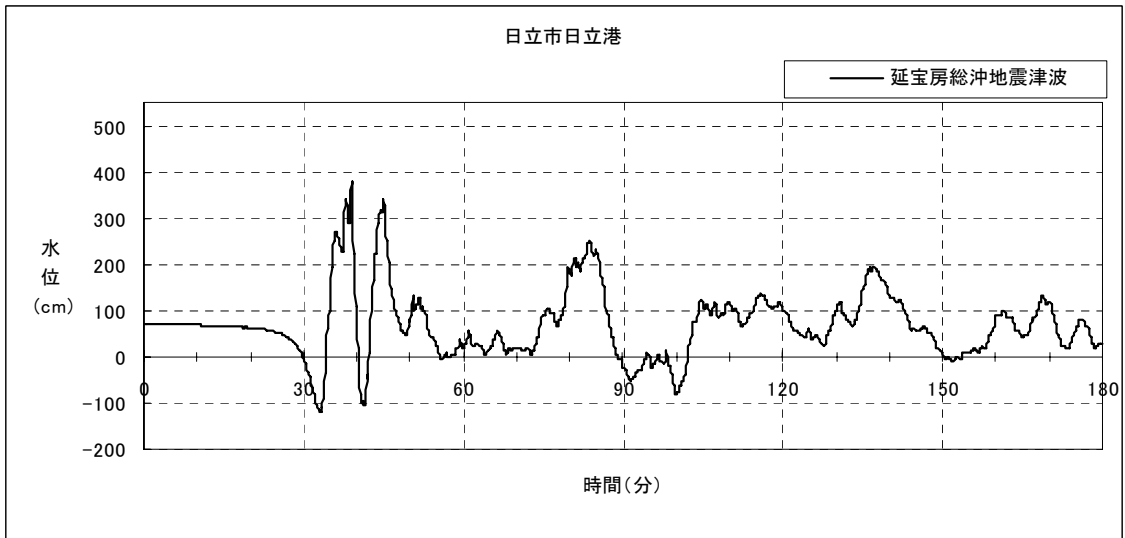
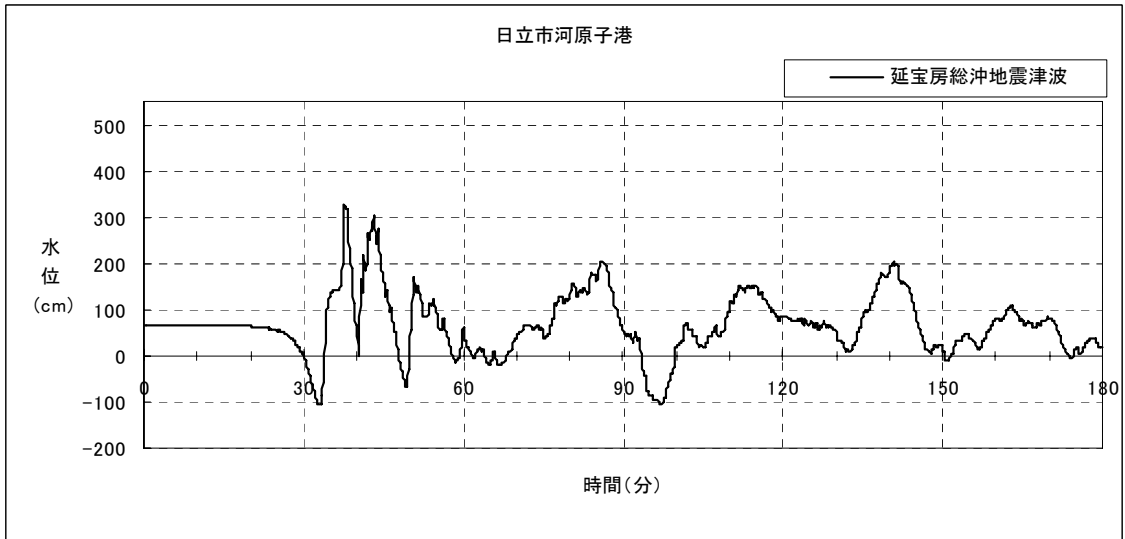
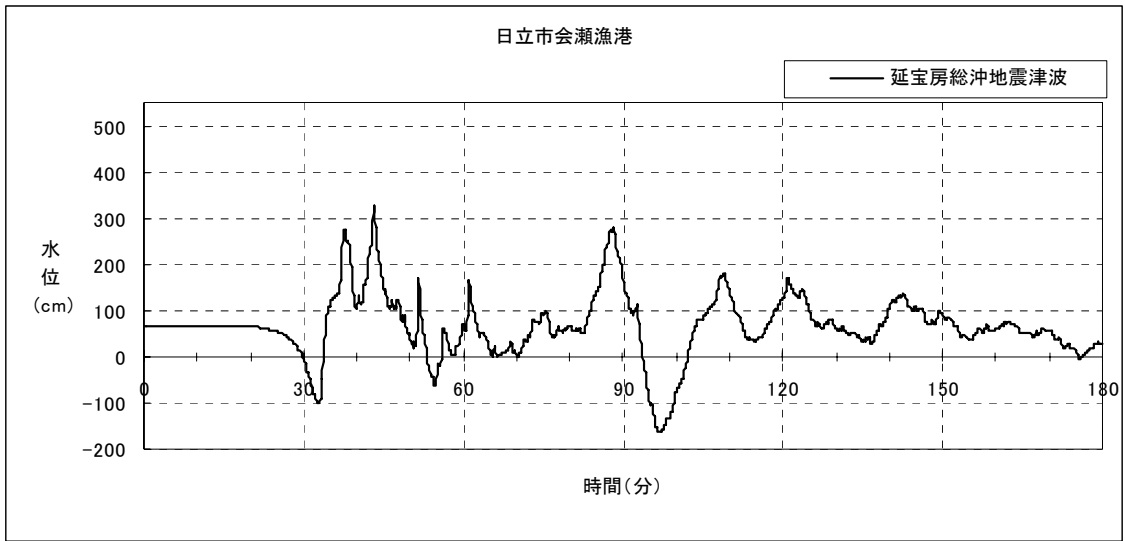


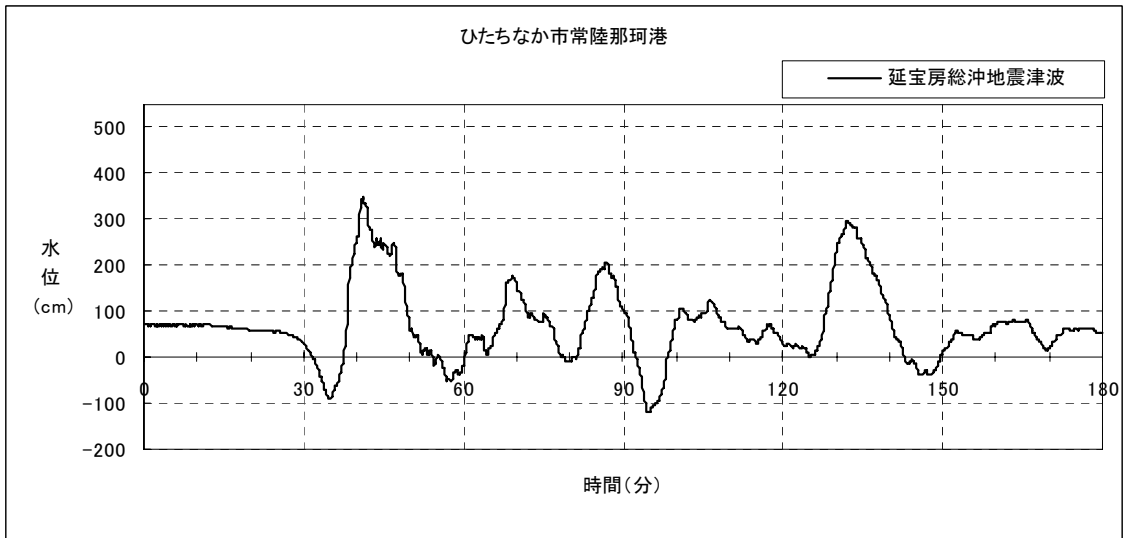
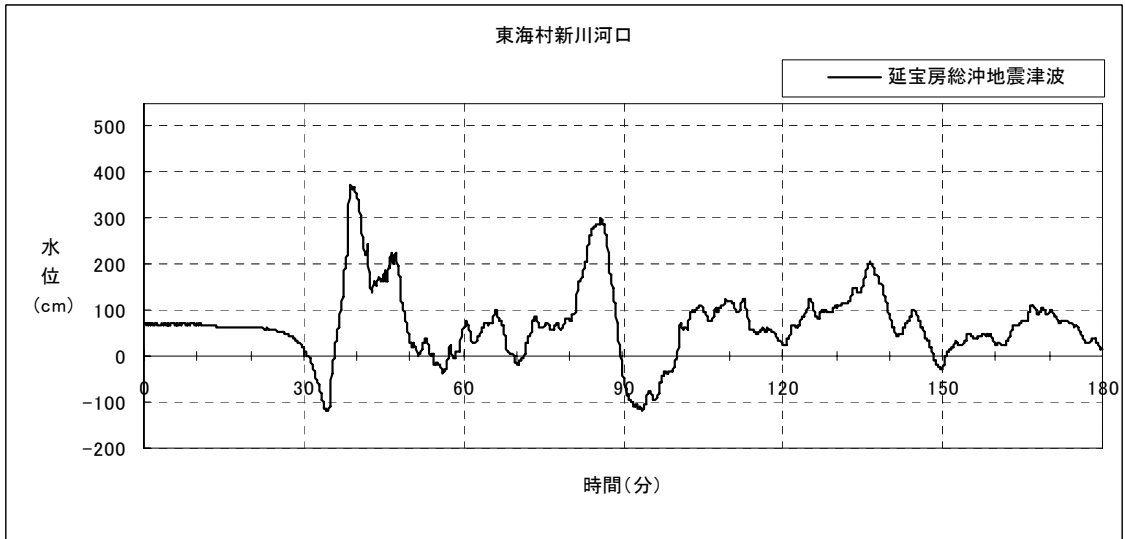
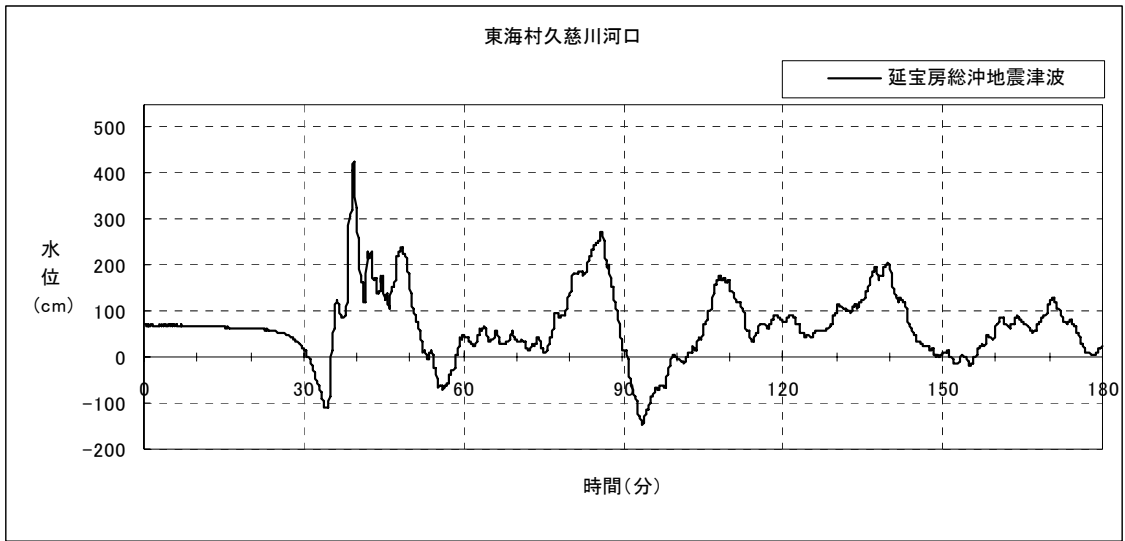


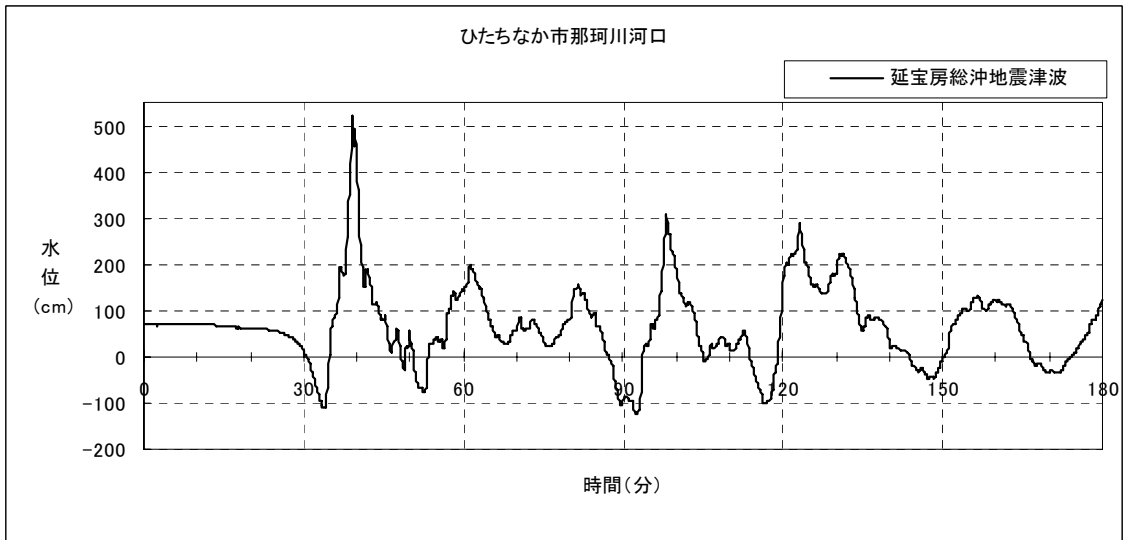
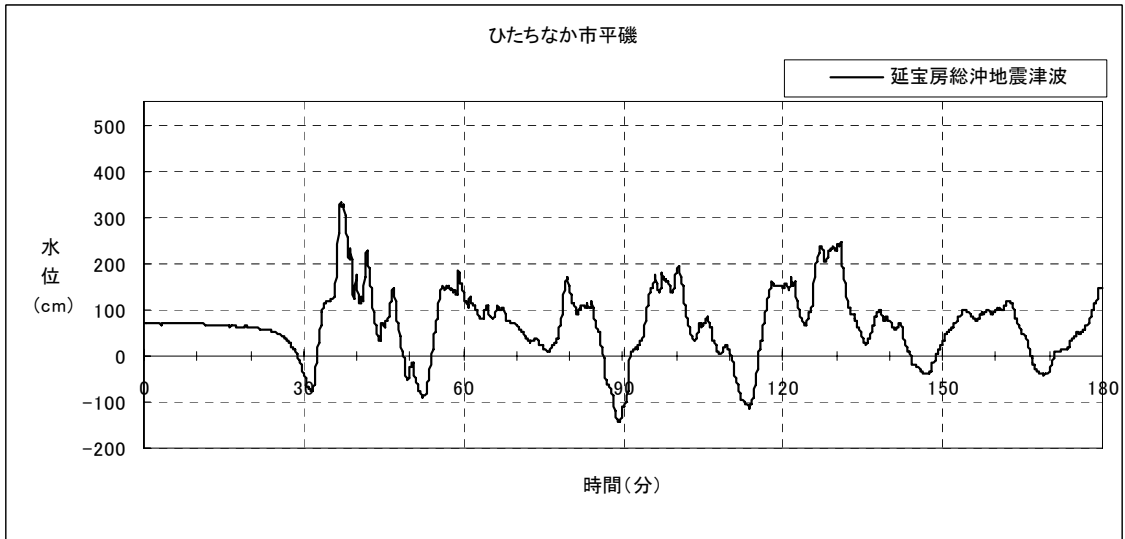
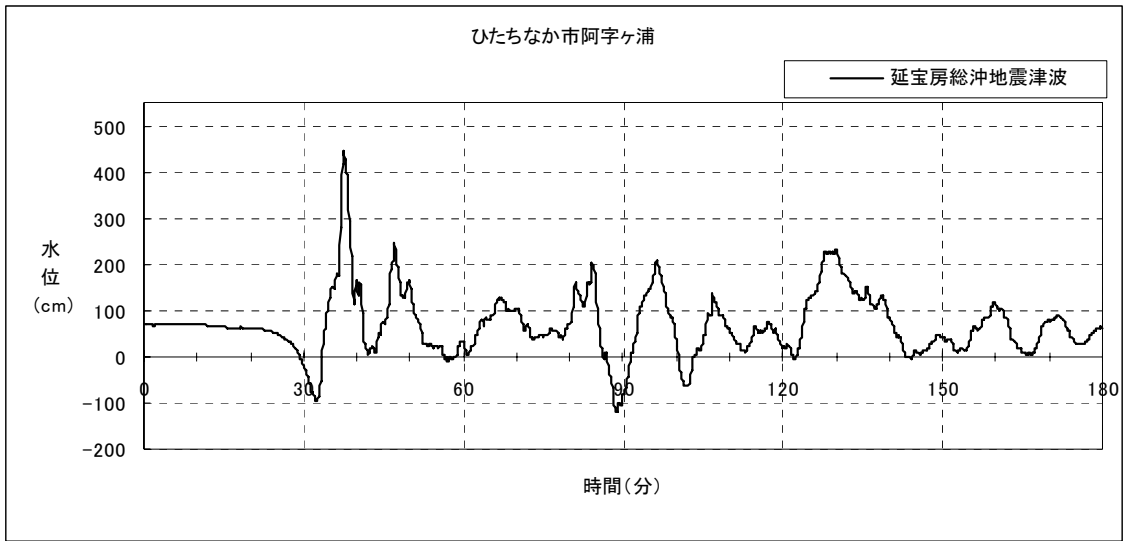


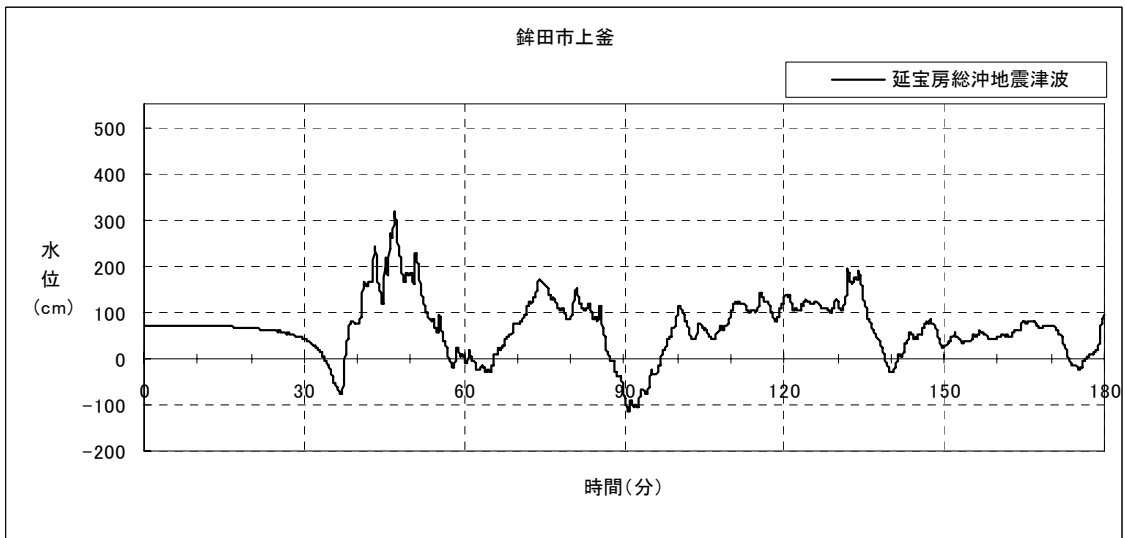
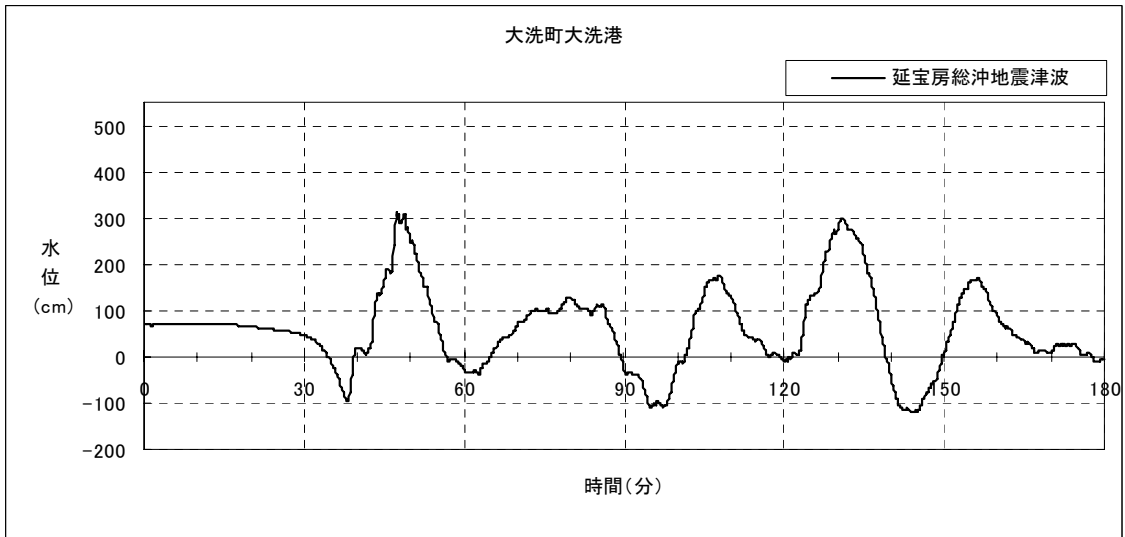
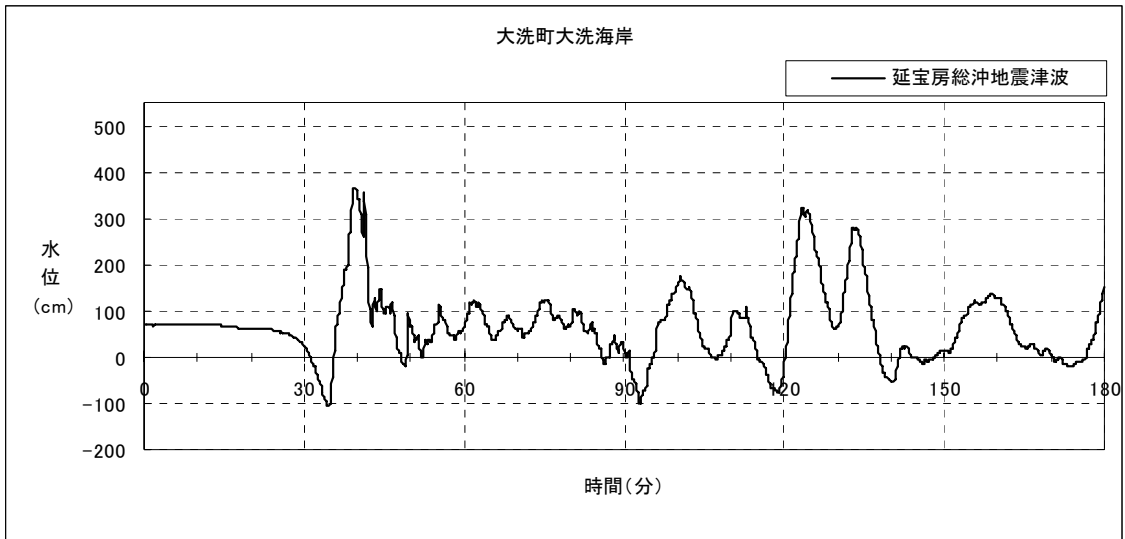


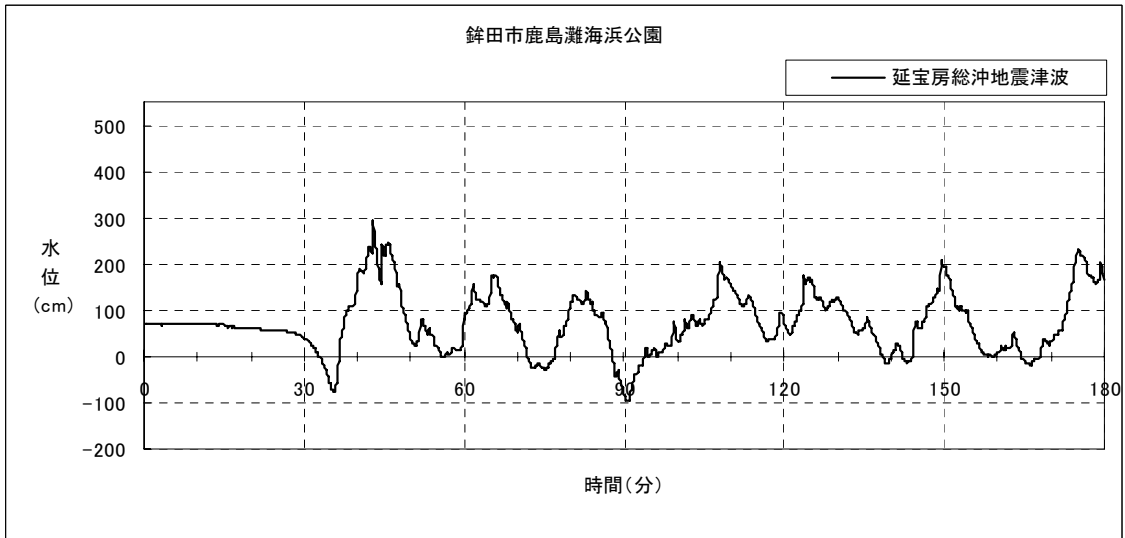
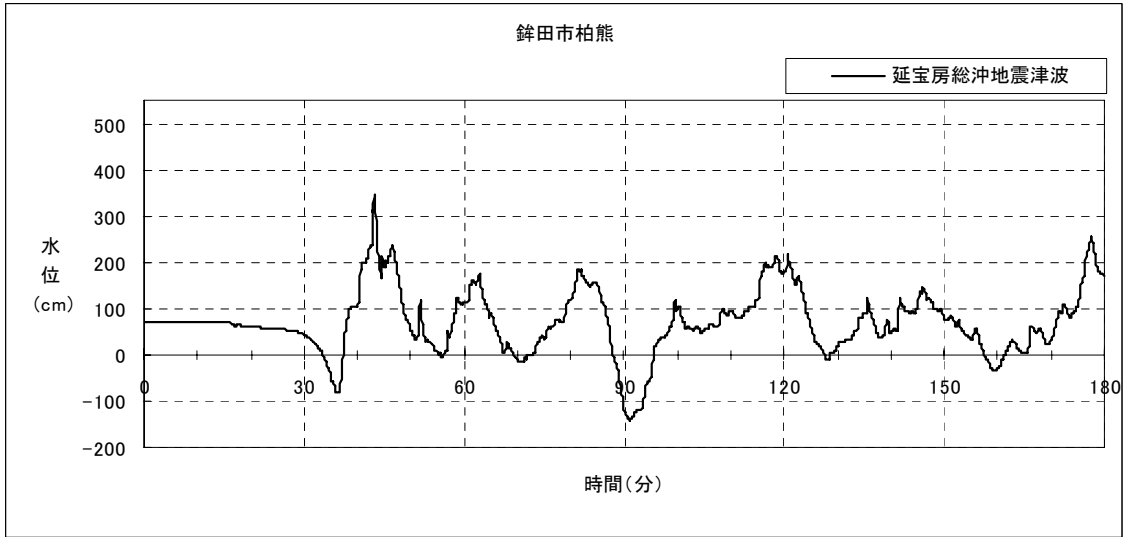
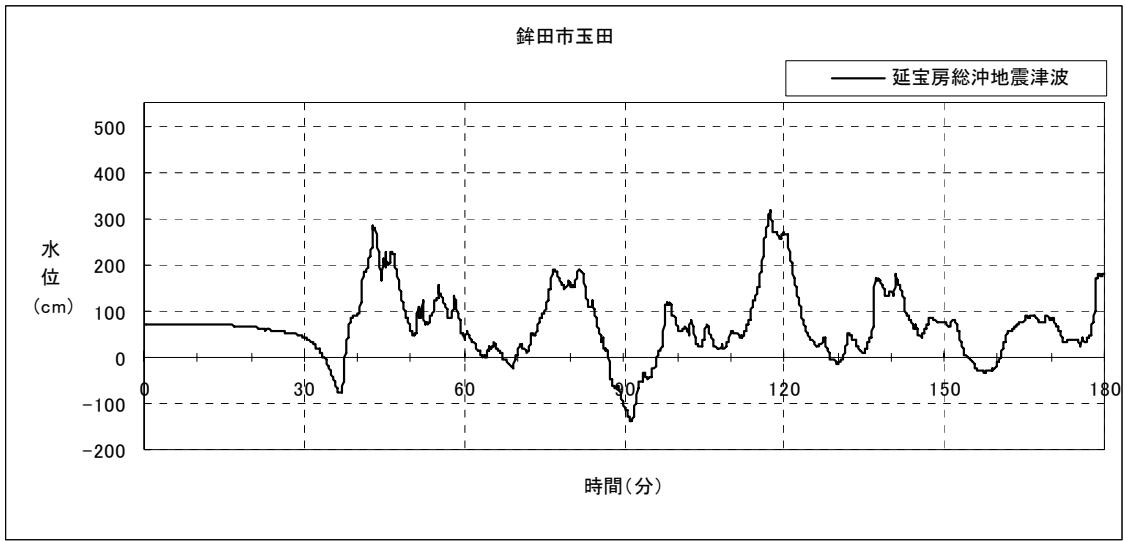


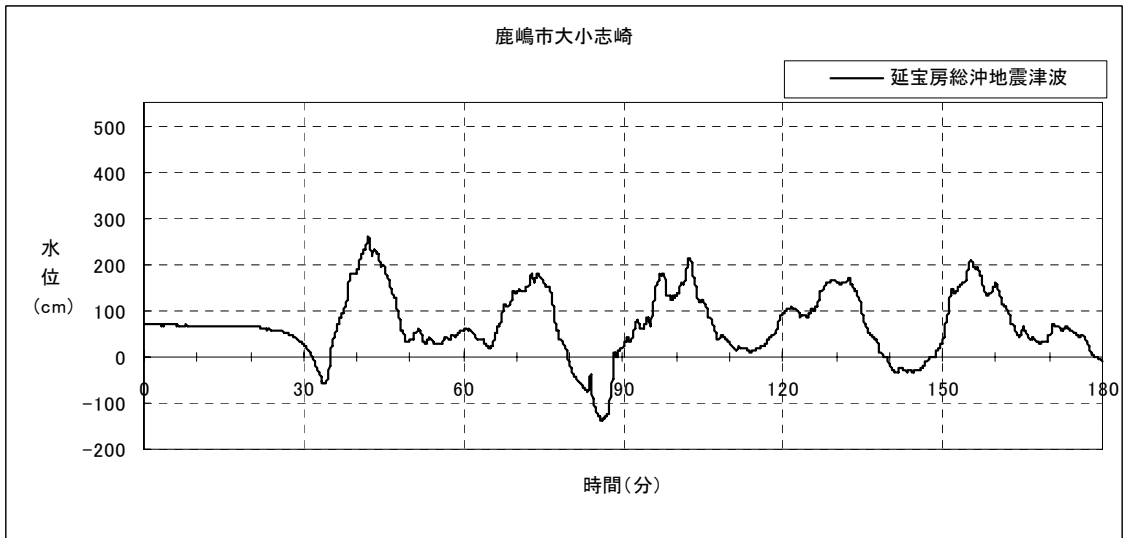
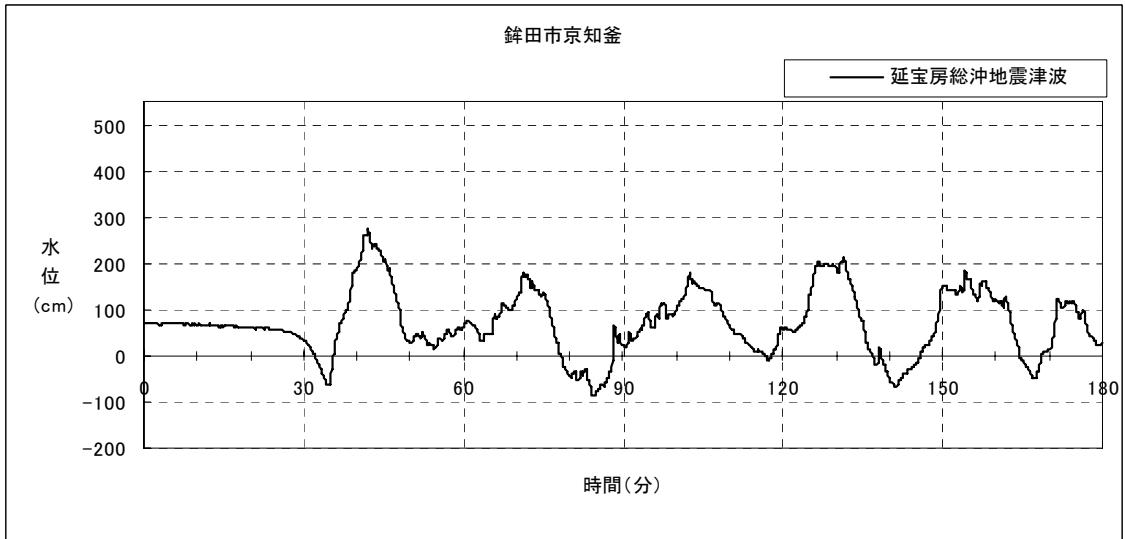
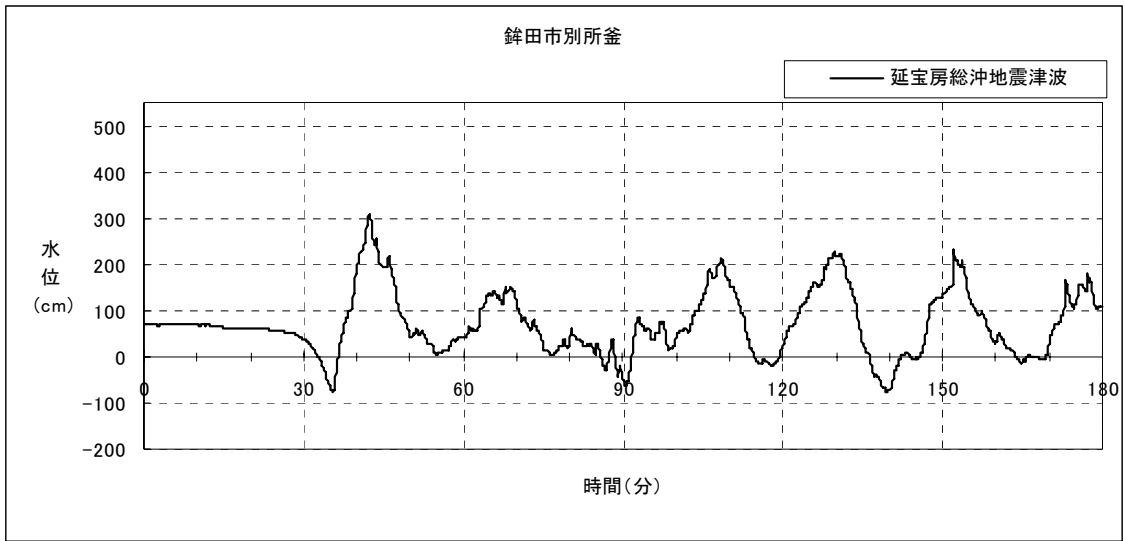


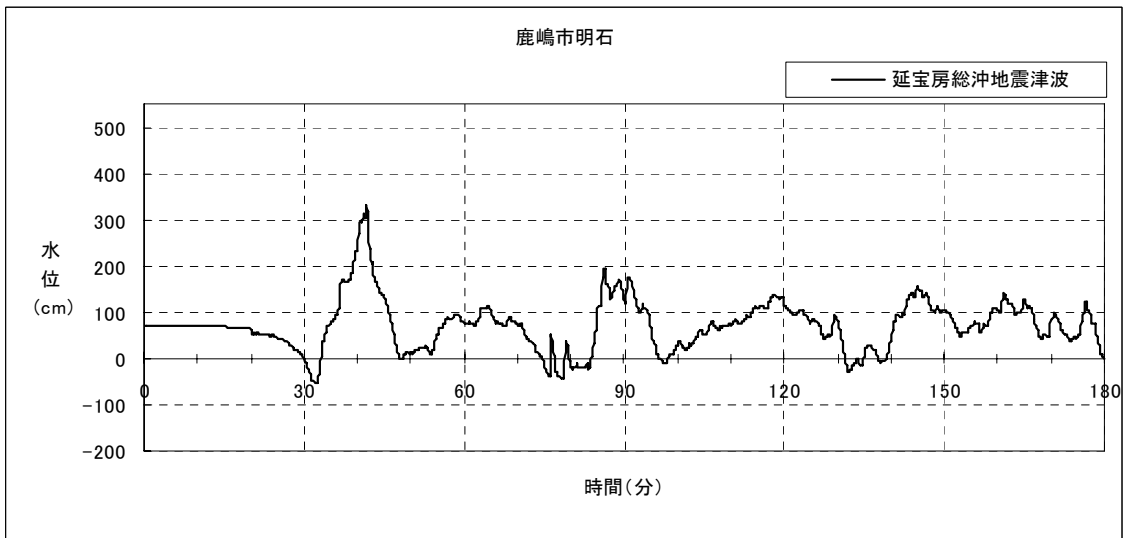
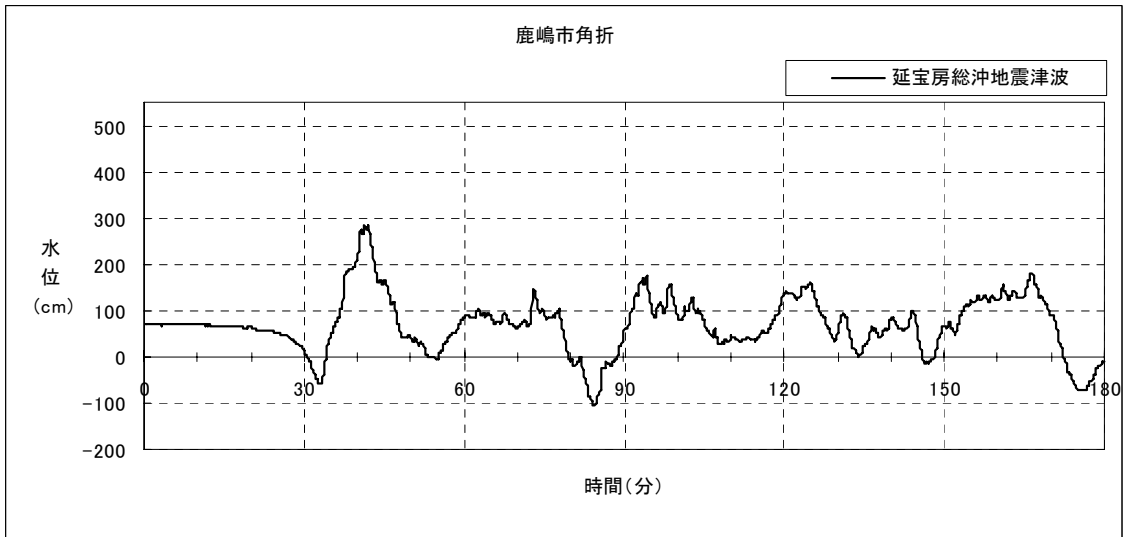
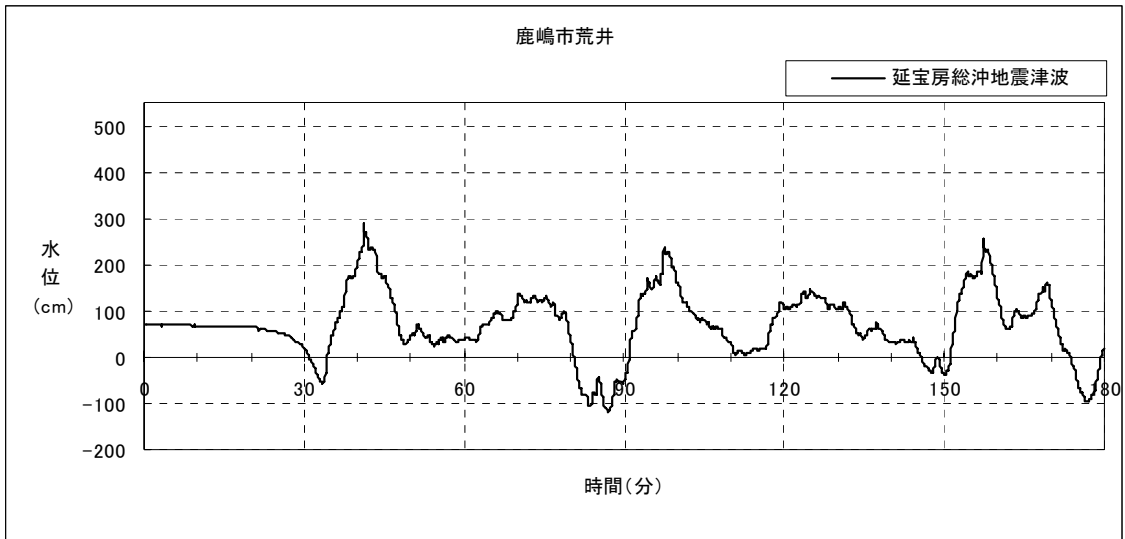




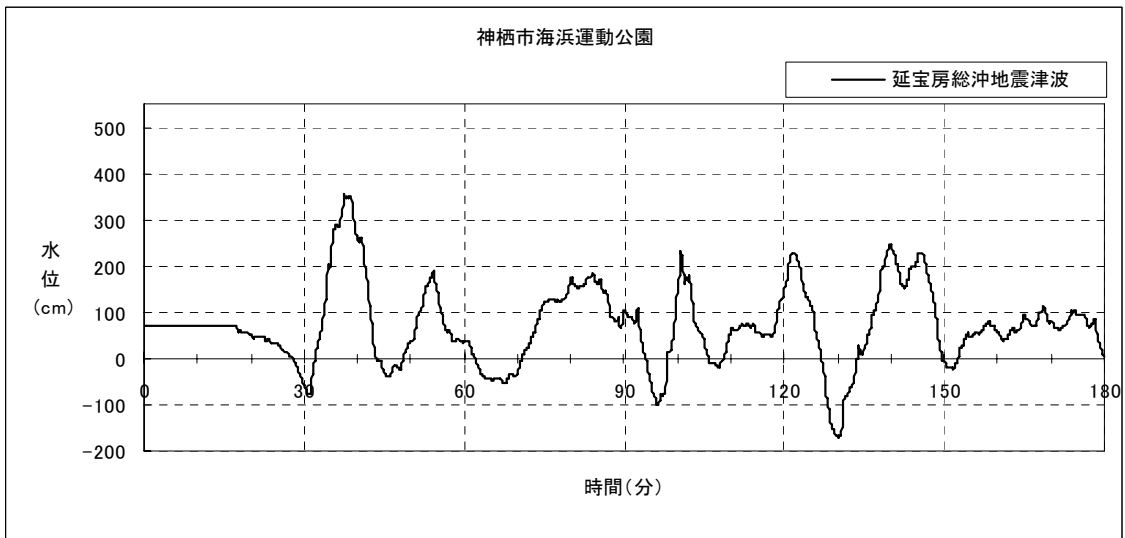
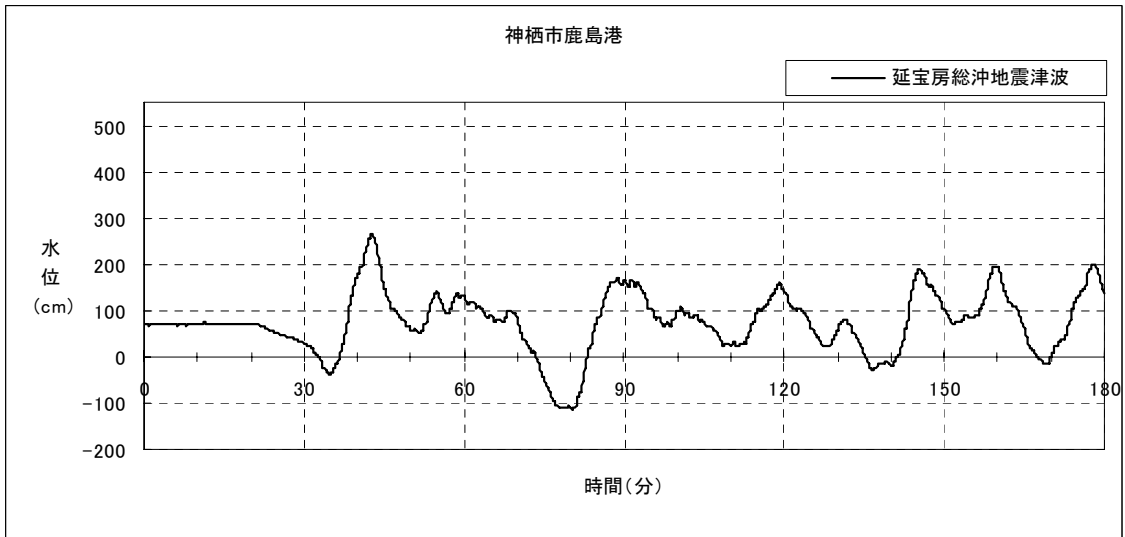
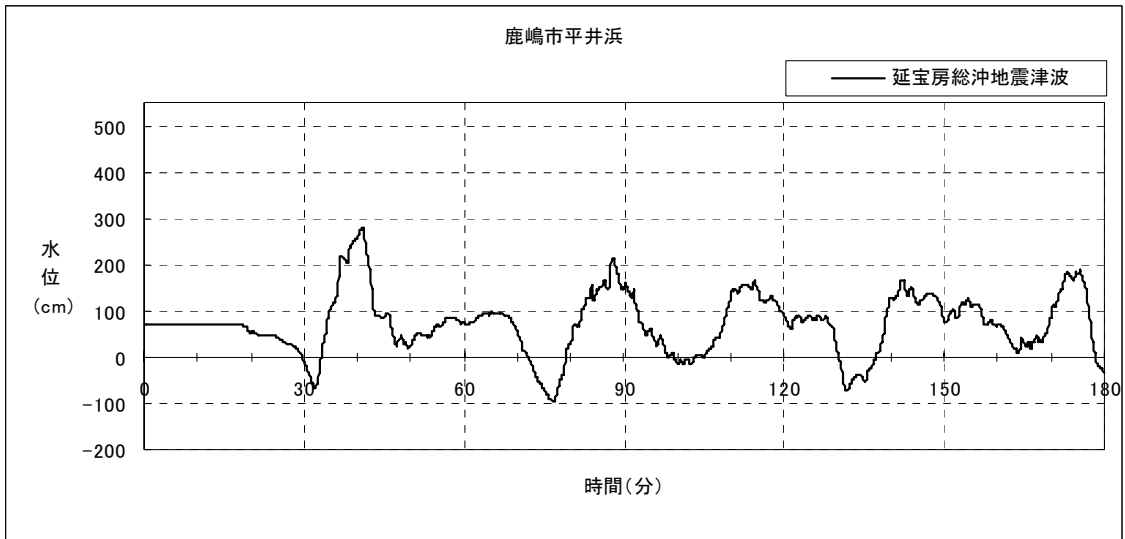


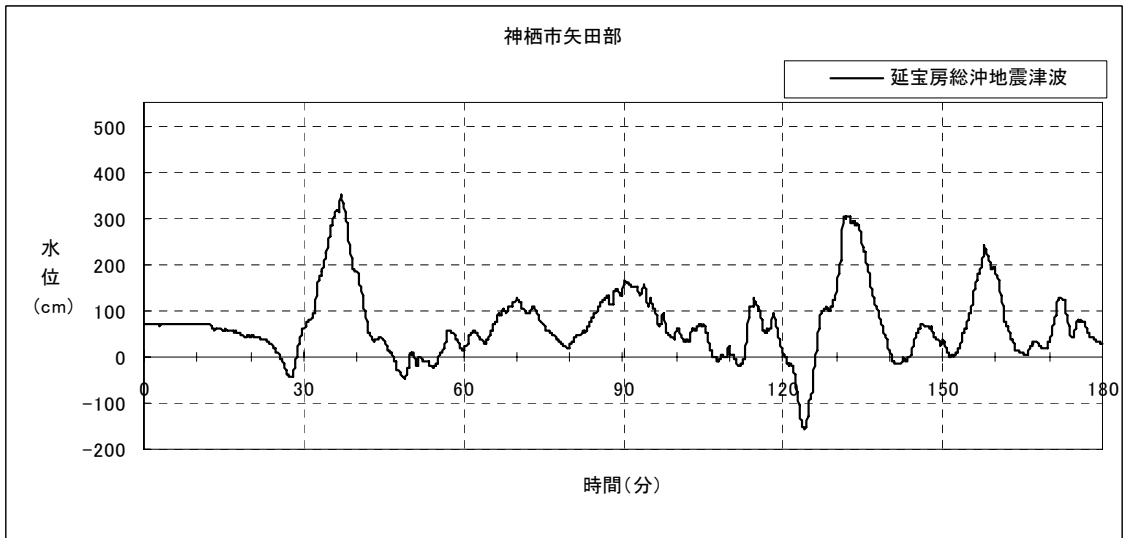
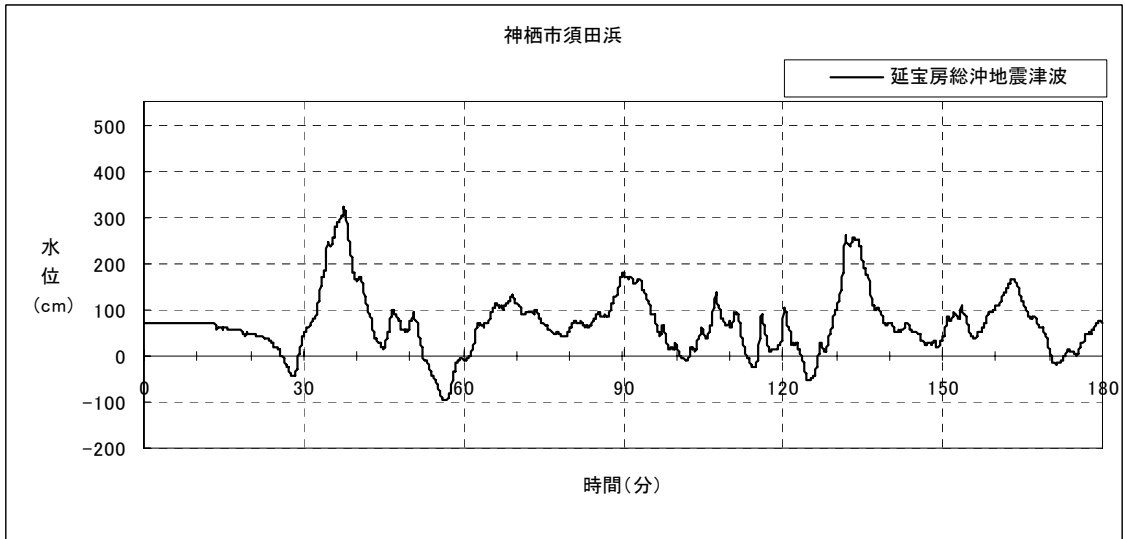
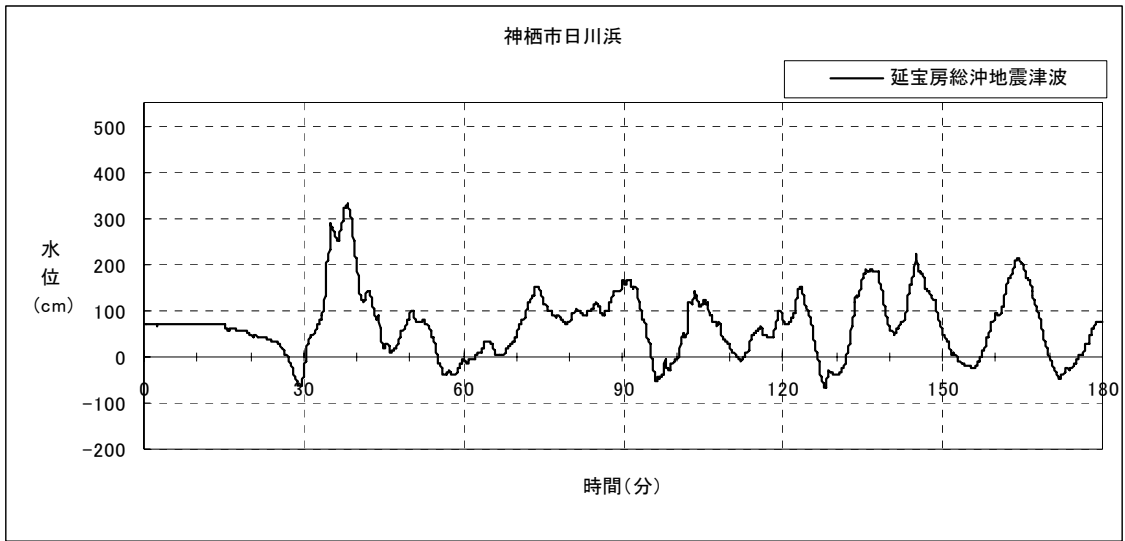


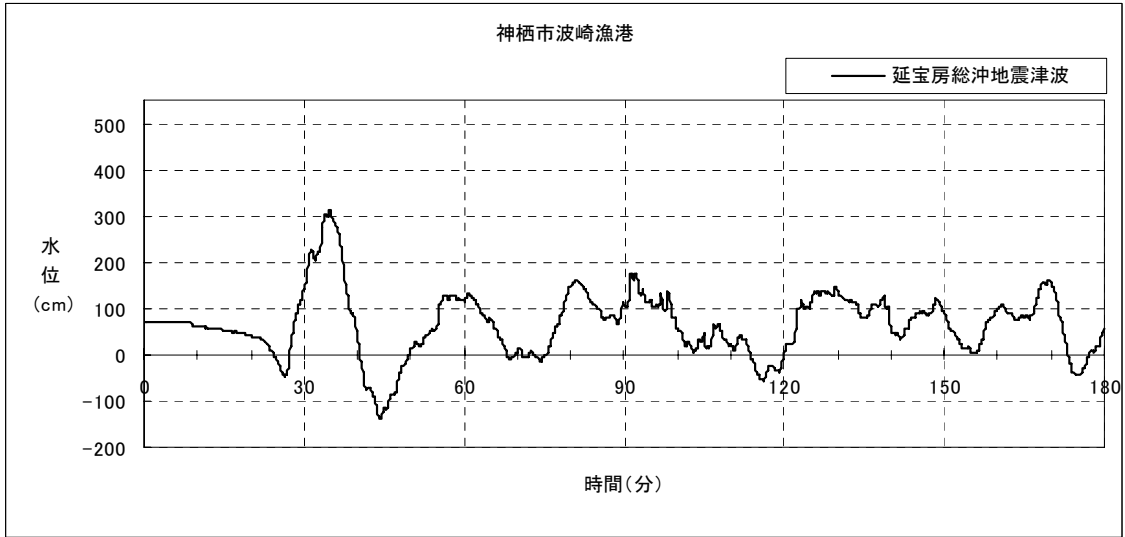
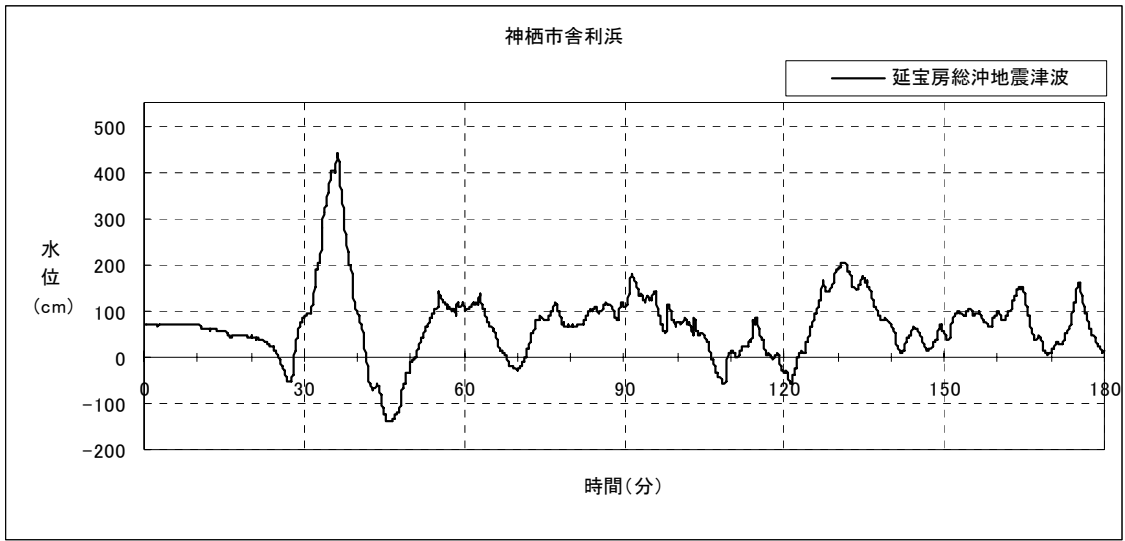












(2) 明治三陸タイプ地震津波

