

女川原子力発電所における 平成23年東北地方太平洋沖地震により発生した 津波の調査結果について

平成23年7月8日
東北電力株式会社

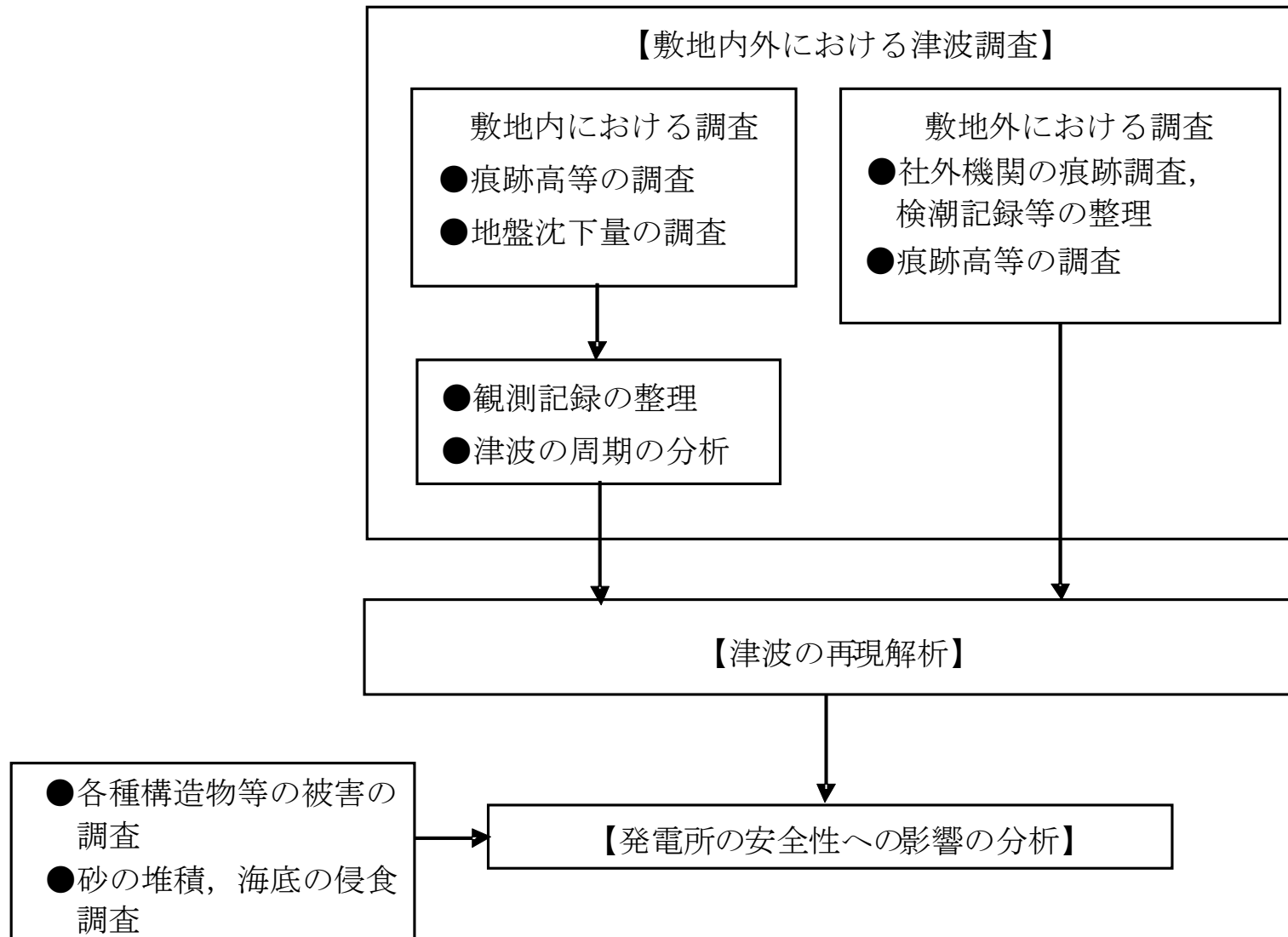
1. はじめに
2. 敷地内外における津波調査
 - (1) 痕跡高(浸水高, 遡上高)等の調査
 - (2) 津波の周期の分析
 - (3) 地盤沈下量の調査
 - (4) 津波の水位
3. 津波の再現解析結果
4. 発電所の安全性への影響の分析
 - (1) 津波に伴う水位下降の評価
 - (2) 津波に伴う砂の堆積, 海底の侵食状況
 - (3) 各種構造物等の被害
5. まとめ

- 平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震に伴い発生した津波について、女川原子力発電所で取得された津波の観測記録および敷地前面の痕跡調査等を平成23年4月7日に報告※している。

※女川原子力発電所における平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震時に取得された地震観測記録および津波の調査結果に係る報告書

- 本日、追加の調査および女川原子力発電所に来襲した津波の再現解析による分析等を実施し、その結果について報告した。





津波の影響の分析に係る検討の流れ

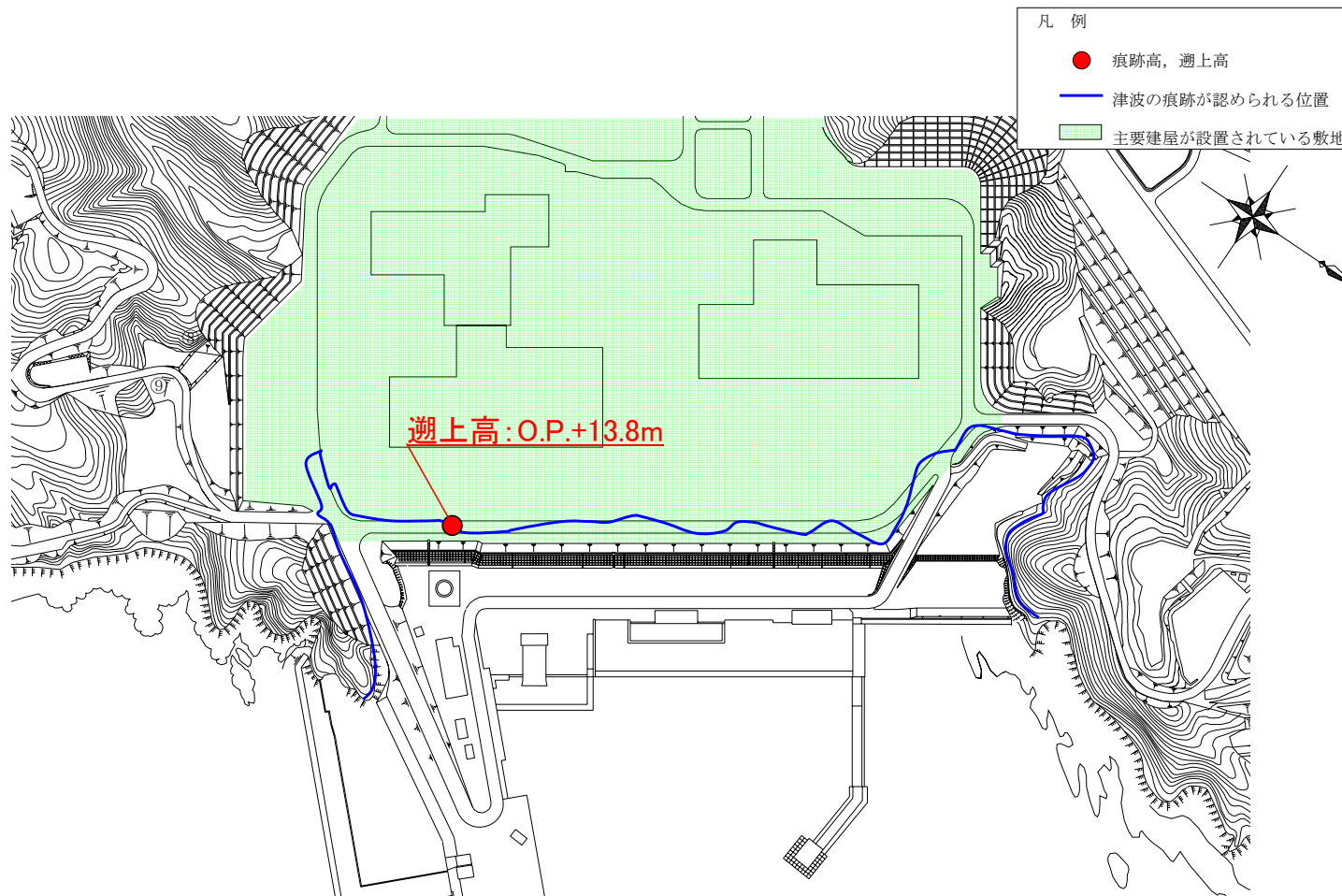


2. 敷地内外における津波調査

5

(1) 痕跡高(浸水高, 遡上高)等の調査

- 女川原子力発電所に来襲した津波の痕跡高(浸水高, 遡上高)をGPS測量により把握
- 主要な建屋が設置されている敷地前面における遡上高は, 最大でO.P. ※¹約+13.8m※²



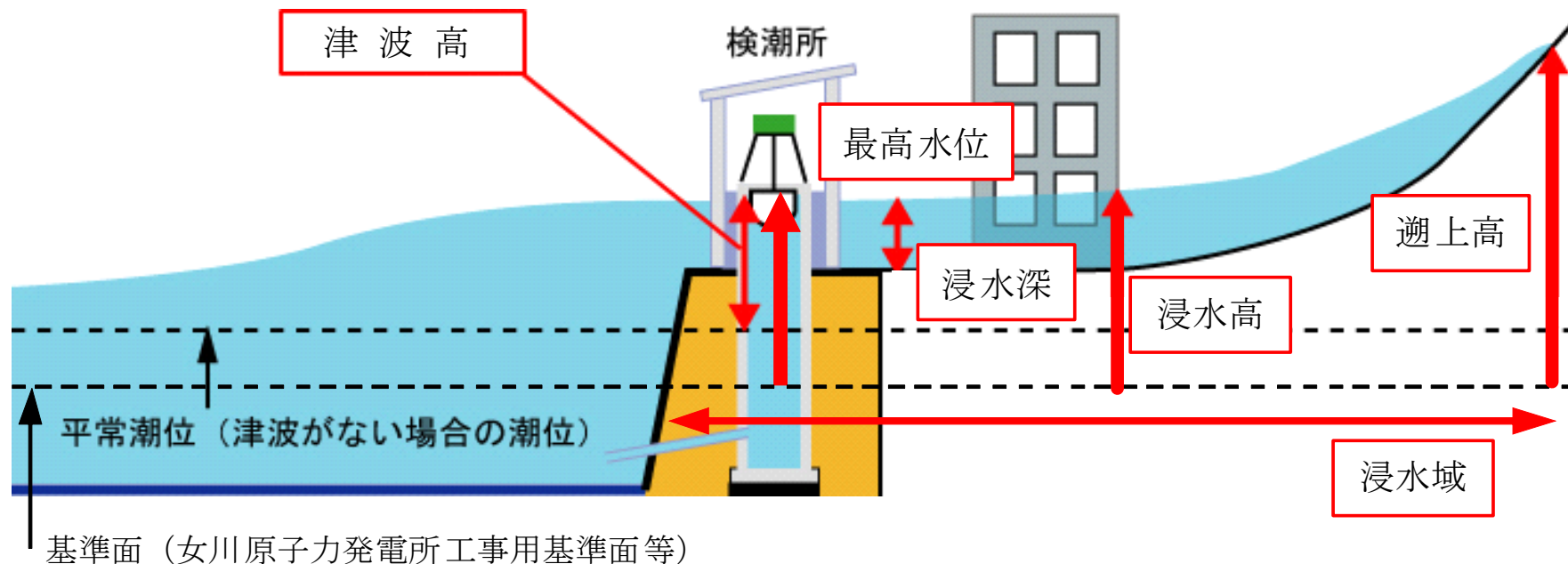
※1: O.P.とは, 女川の工事用基準面で,
O.P.±0.0mは東京湾
平均海面(T.P.)-0.74mである

※2: 地盤沈下量約1mを考慮した値



Tohoku Electric Power

- 最高水位：潮位計で観測された津波の高さの最高値（標高で表す）
 - 津波高：津波によって海面が上昇した高さ（mで表す）
 - 浸水高：建屋や設備に残された津波の痕跡の高さ（標高で表す）
 - 遡上高：海岸から内陸に津波が及んだ高さ（標高で表す）
 - 浸水域：津波によって浸水した範囲
- ※痕跡高：浸水高，遡上高を総称



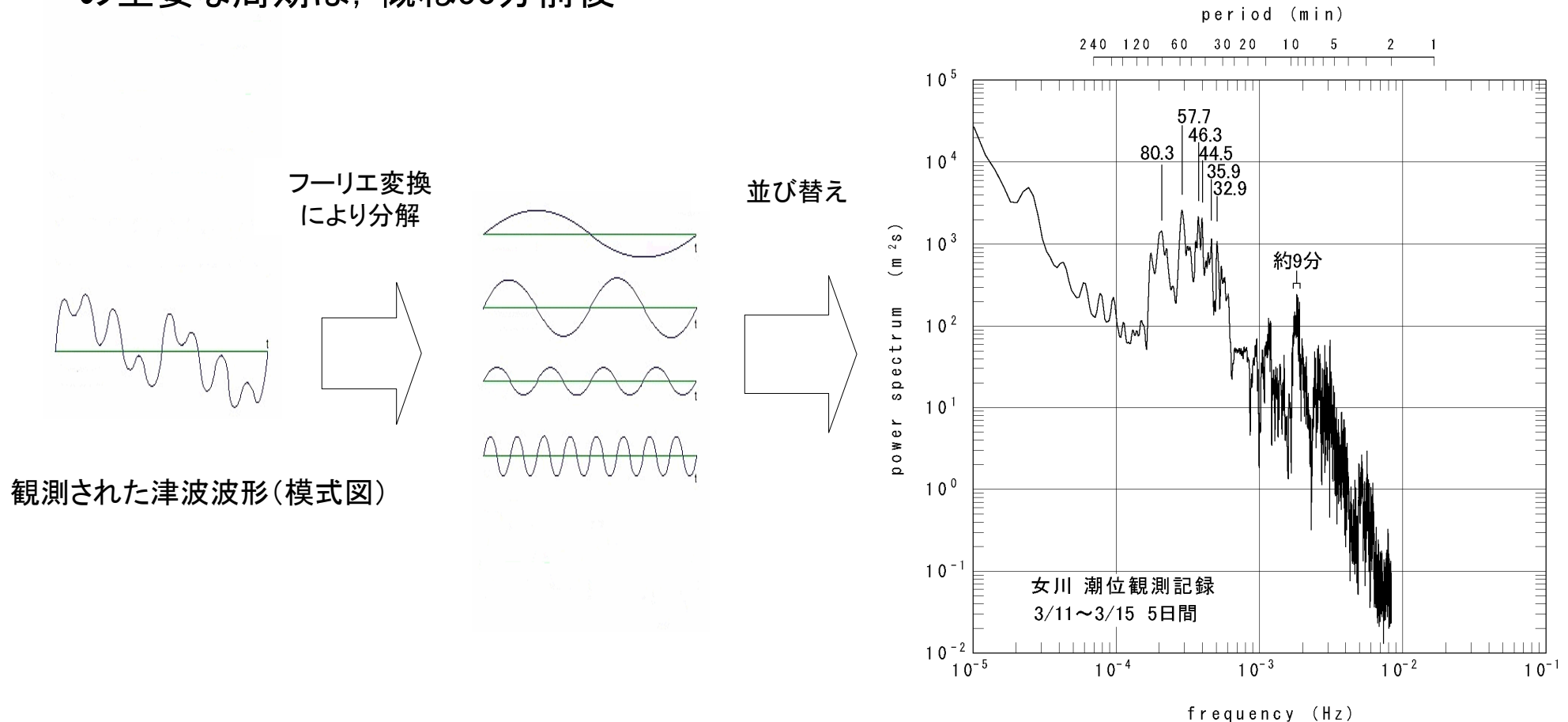
※：4月7日時点では，潮位計で観測された水位の最高値を津波の高さと表現していたが，今回，潮位計で観測された水位から，平常潮位を差し引いた値を津波高とし，潮位計で観測された水位の最高値を最高水位とした。

2. 敷地内外における津波調査

7

(2) 津波の周期の分析

- 女川原子力発電所で観測された津波波形を分析し、津波の主要な周期を把握。津波の主要な周期は、概ね50分前後



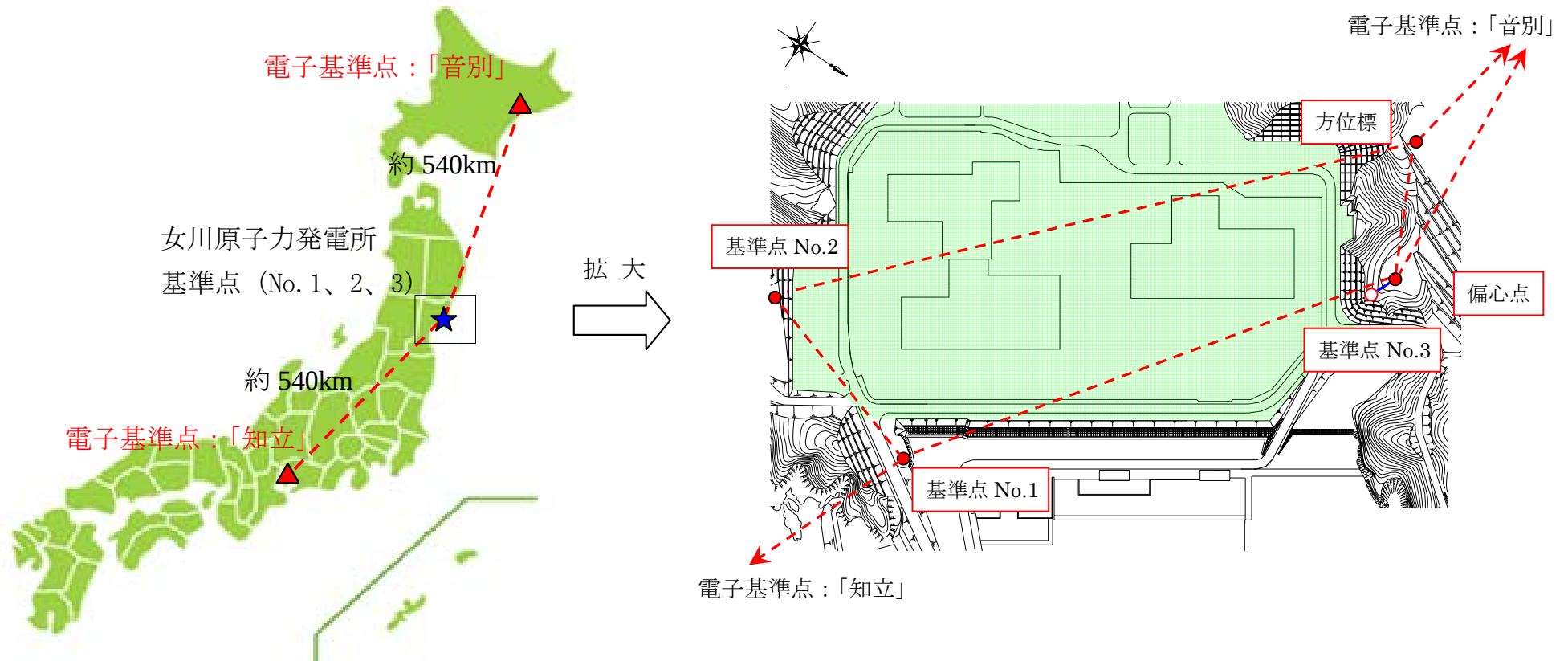
- 津波の主要な周期(50分前後)は、発電所周辺の地形等の固有周期とは合致せず、地形等の影響により顕著な波高の増幅は生じなかったと考えられる。



2. 敷地内外における津波調査

(3) 地盤沈下量の調査

- 地震に伴う発電所敷地の地盤沈下量を把握するため、GPS測量を実施
- 発電所敷地の地盤は、一様に1m程度沈下していることを確認

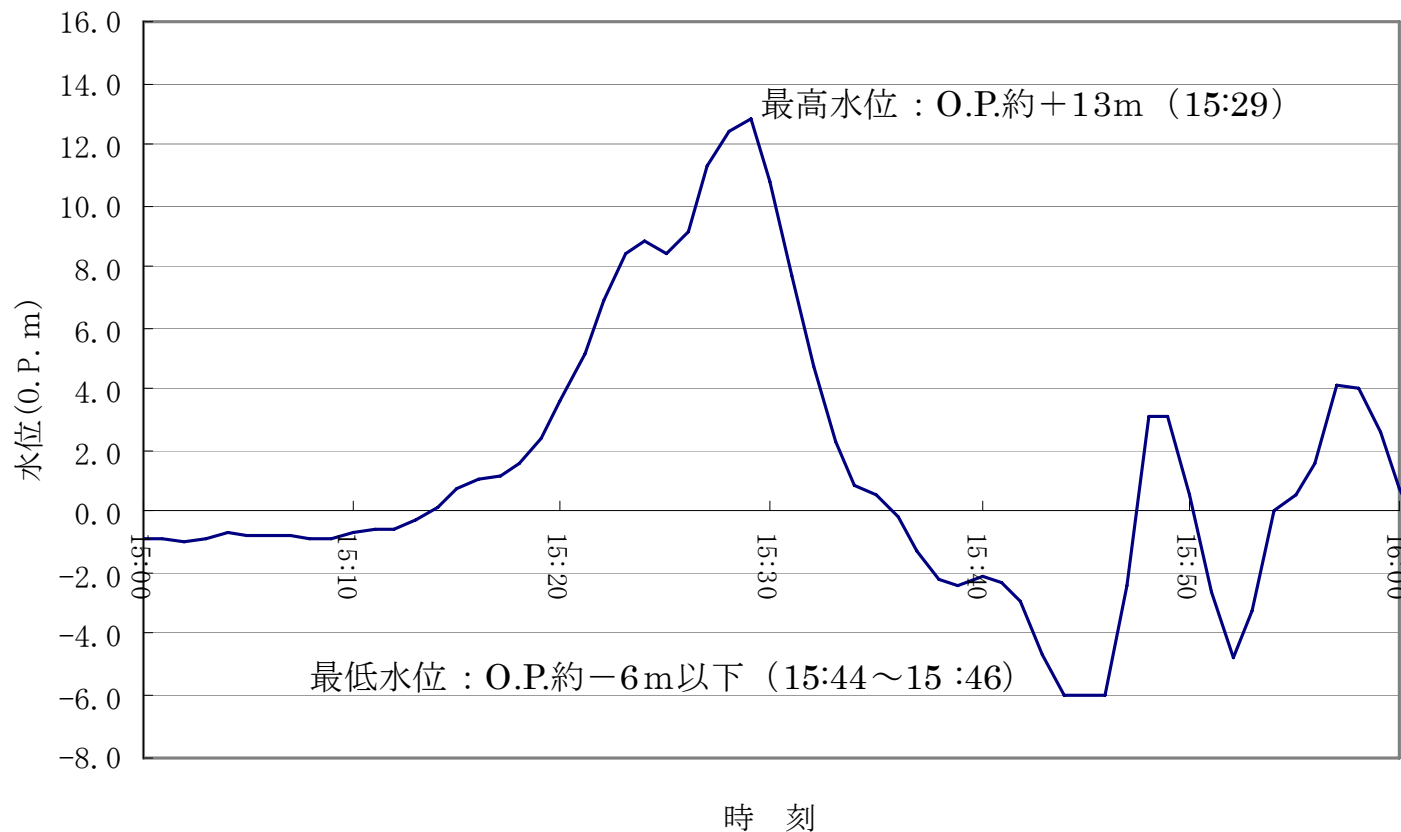


2. 敷地内外における津波調査

9

(4) 津波の水位

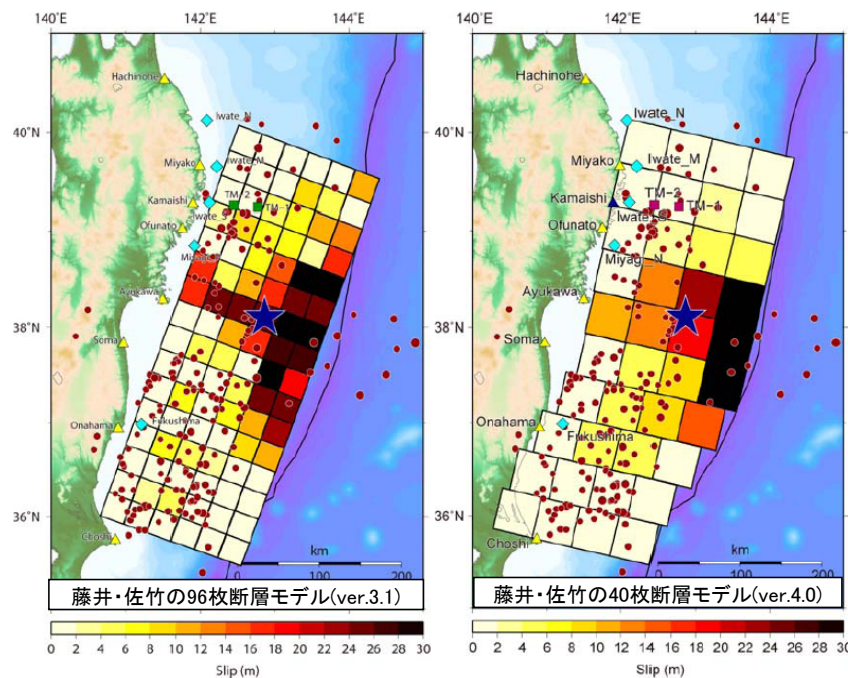
- 女川原子力発電所の潮位計で観測された津波の高さ(最高水位)は、敷地の地盤沈下約1mを考慮すると、O.P.約+13m(4月7日報告値と同値)



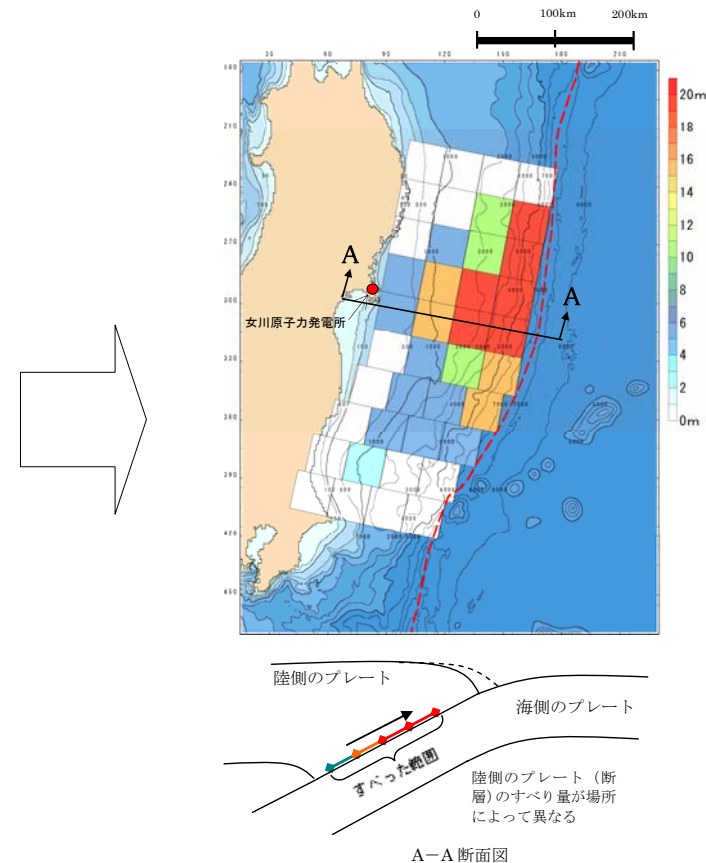
3. 津波の再現解析結果

10

- 藤井・佐竹(2011)の40枚断層モデルを基に女川原子力発電所近傍の痕跡高等を良好に再現する津波の波源モデルを作成



独立行政法人建築研究所HPより引用し加筆



当社で作成した波源モデル(すべり量分布)

走向	傾斜角	断層上縁深さ	最大すべり量	モーメントマグニチュード Mw
193°	14°	3km	20m	8.94

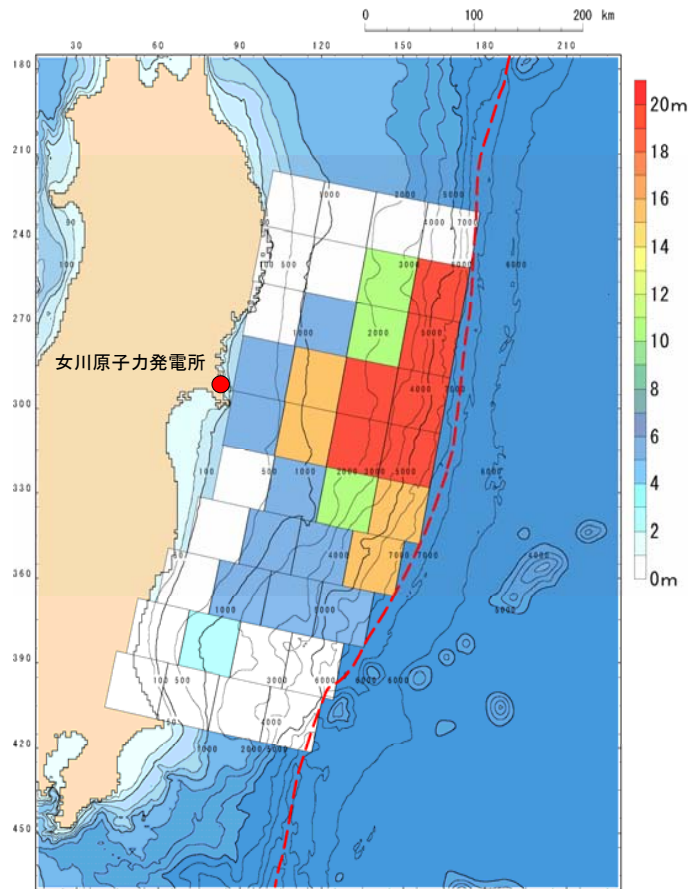


Tohoku Electric Power

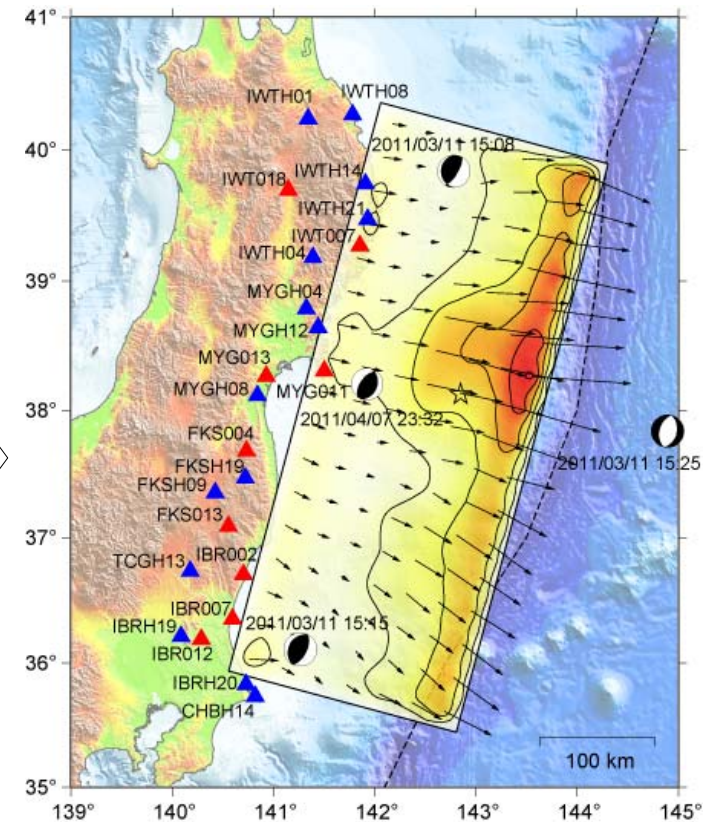
3. 津波の再現解析結果

11

- 波源モデルの作成に当たっては，社外機関の地震動解析モデル等との整合性を確認しながら検討



当社で作成した波源モデル(すべり量分布)



防災科研による海溝近傍のすべり量を説明する地震波インバージョンの結果

独立行政法人防災科学研究所HPより引用



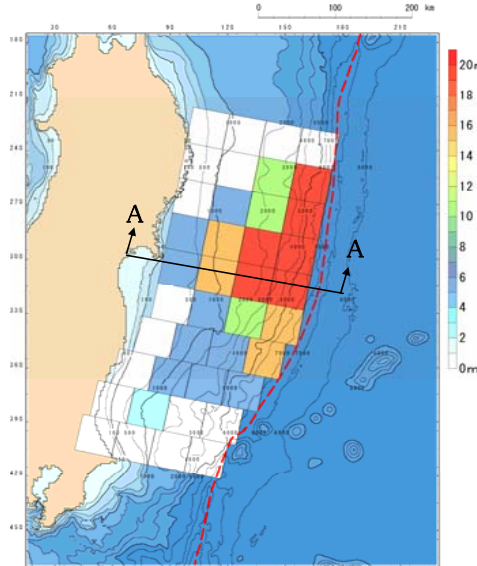
Tohoku Electric Power

3. 津波の再現解析結果

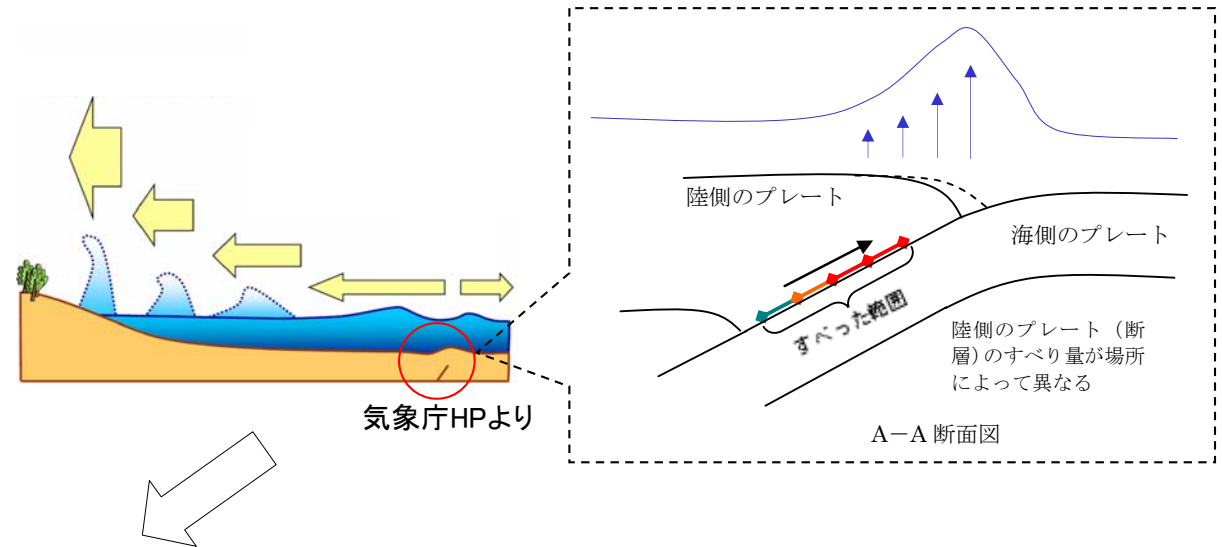
12

● 津波解析の流れ

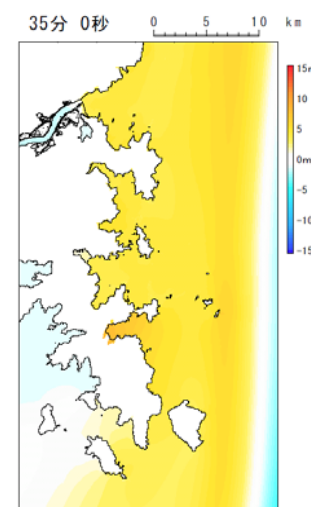
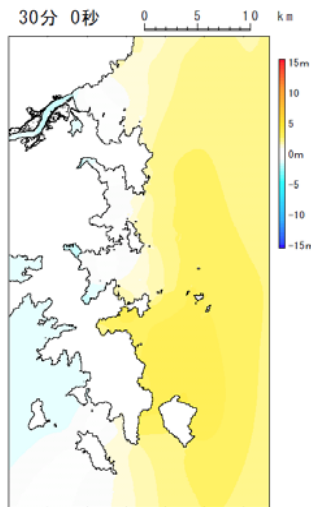
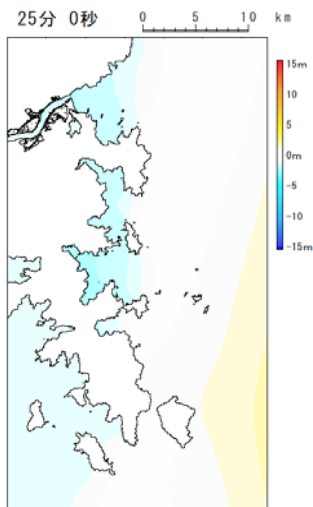
■ STEP1 すべり分布の作成



■ STEP2 地殻変動させる



■ STEP3 波の連続方程式を時々刻々に解いて、発電所への影響を把握

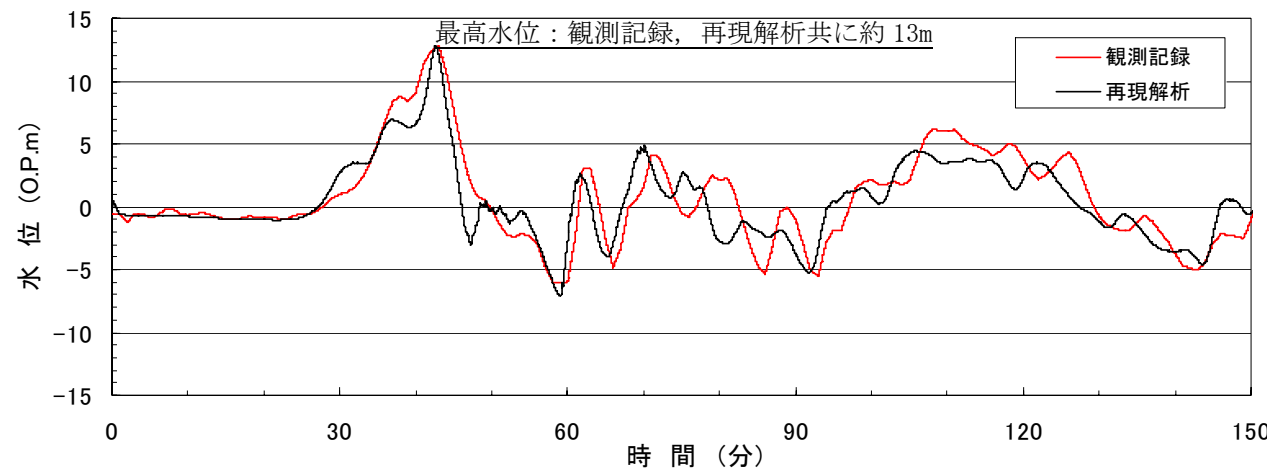


3. 津波の再現解析結果

13

再現性の確認

- 女川原子力発電所の潮位計で観測された水位と解析で得られた水位は良く一致している



- 調査で得られた痕跡高と解析で得られた痕跡高も良く一致している（発電所近傍）

	K	κ
再現解析の結果	K=1.00	$\kappa=1.04$
土木学会(2002)による再現性の目安	$0.95 < K < 1.05$	$\kappa < 1.45$

$$\log K = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log K_i \quad , \quad \log \kappa = \left[\frac{1}{n} \left\{ \sum_{i=1}^n (\log K_i)^2 - n(\log K)^2 \right\} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$K_i = R_i / H_i$$

n : 地点数, R_i : i番目の地点での観測値(痕跡高),

H_i : i番目の地点での再現解析結果

※: K, κ は再現解析と痕跡調査結果との差やばらつきの程度を表す指標

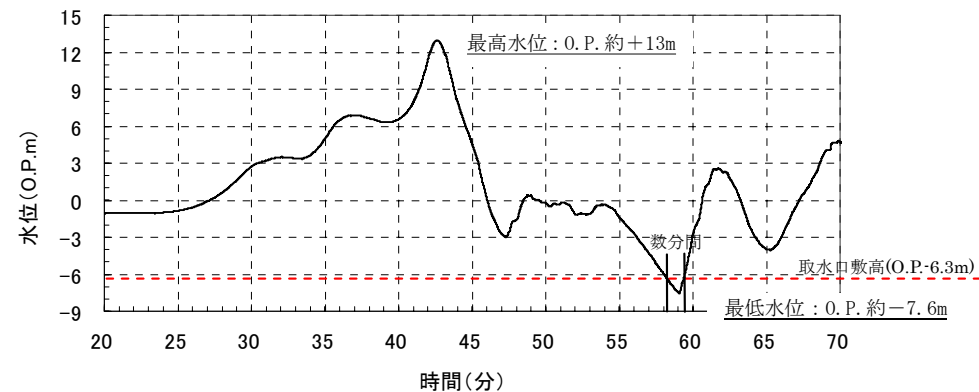
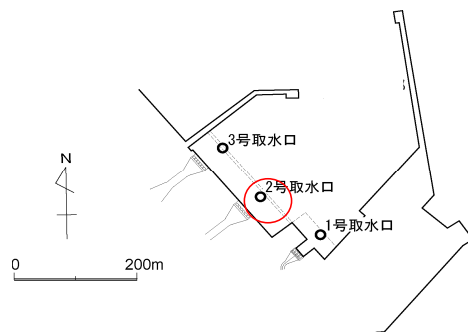


Tohoku Electric Power

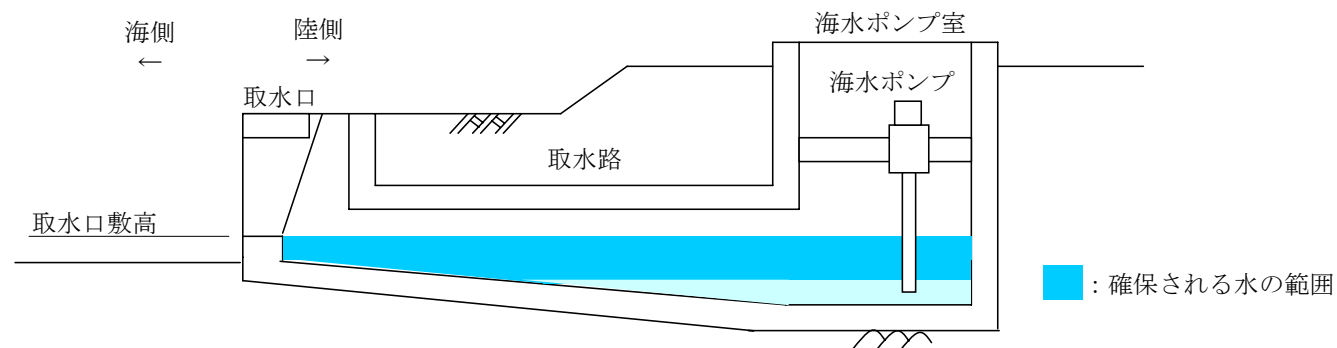
4. 発電所の安全性への影響の分析

14

- 1号～3号の取水口前面では最低水位O.P.約-7.6m
- 数分間程度、水位が取水口敷高を下回ったと推定
- 原子炉補機冷却系海水ポンプに必要な海水が1号機では約40分間、2, 3号機では約38分、取水設備内に確保される構造となっていることから、発電所の安全性に影響が無かったことを確認



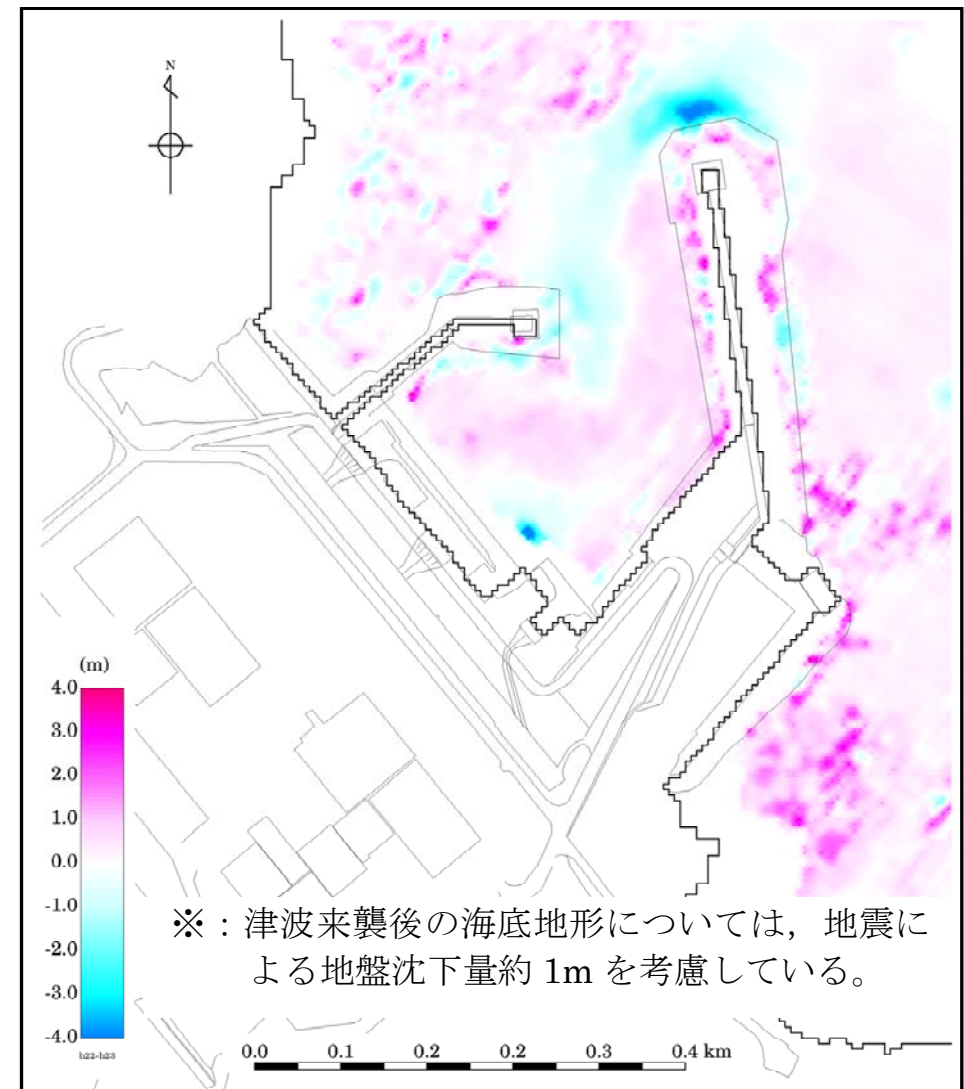
取水口前面の水位と取水口敷高の関係(2号機の例)



取水設備の概要図(断面図)



- 女川原子力発電所に来襲した津波に伴う砂の堆積，海底の侵食状況を測量により把握
 - 津波来襲に伴い，0.5m～0.6m程度の砂の堆積，最大5.5m程度の侵食を確認
 - 津波に伴う堆砂により取水口が閉塞することはなかったことを確認
- (原子炉補機冷却系海水ポンプに必要な海水が継続的に取水可能であったことを確認)



津波来襲前後の堆積侵食状況

(3) 各種構造物等の被害

- 既に女川1号重油貯蔵タンクの倒壊等を確認しているが、更に津波に伴う構造物等の被害を追加調査
 - 低い位置(O.P.+2.5m※)に設置されている小屋等に浸水による損傷を確認
 - 安全上重要な施設に新たな被害が無かったことを確認
- ※:地盤沈下量約1mを考慮した値

- 東北地方太平洋沖地震に際して女川原子力発電所に来襲した津波に係る追加調査および再現解析を実施した。
- 女川原子力発電所に来襲した津波を再現する波源モデルを作成した。
- この波源モデルのすべり量分布から、今回の津波は波源が広範囲に渡っており、日本海溝沿いのすべり量が大きい特徴があることが確認された。
- 追加調査等により、女川原子力発電所に来襲した津波に伴う水位下降や砂の堆積等が発電所の安全性に影響を及ぼさなかったことを確認した。