

5. 基準津波の策定

1. 火山による山体崩壊に伴う津波	4
1-1 渡島大島に関する検討結果	6
1-2 ニセコ・雷電火山群に関する検討結果	12
1-2-1 山体崩壊と地質・地質構造等の関係について	14
1-2-2 山体崩壊と火山活動の関係について	32
1-2-3 ニセコ・雷電火山群の評価について	40
2. 陸上の斜面崩壊（陸上地すべり）に伴う津波	42
2-1 川白に関する検討結果	44
3. 陸上の斜面崩壊（岩盤崩壊）に伴う津波	67
3-1 岩盤崩壊に関する検討結果	69
4. 津波影響評価（地震以外の津波）	76
4-1 計算条件及び計算手法について	80
4-2 津波影響評価（陸上地すべり・海底地すべり）	85
4-3 津波影響評価（岩盤崩壊）	111
4-4 津波影響評価（まとめ）	133
5. 基準津波の策定	135
6. 津波に対する安全性	147
6-1 取水路の水位変動について	149
6-2 貯留堰の容量について	162
参考文献	168

5. 基準津波の策定

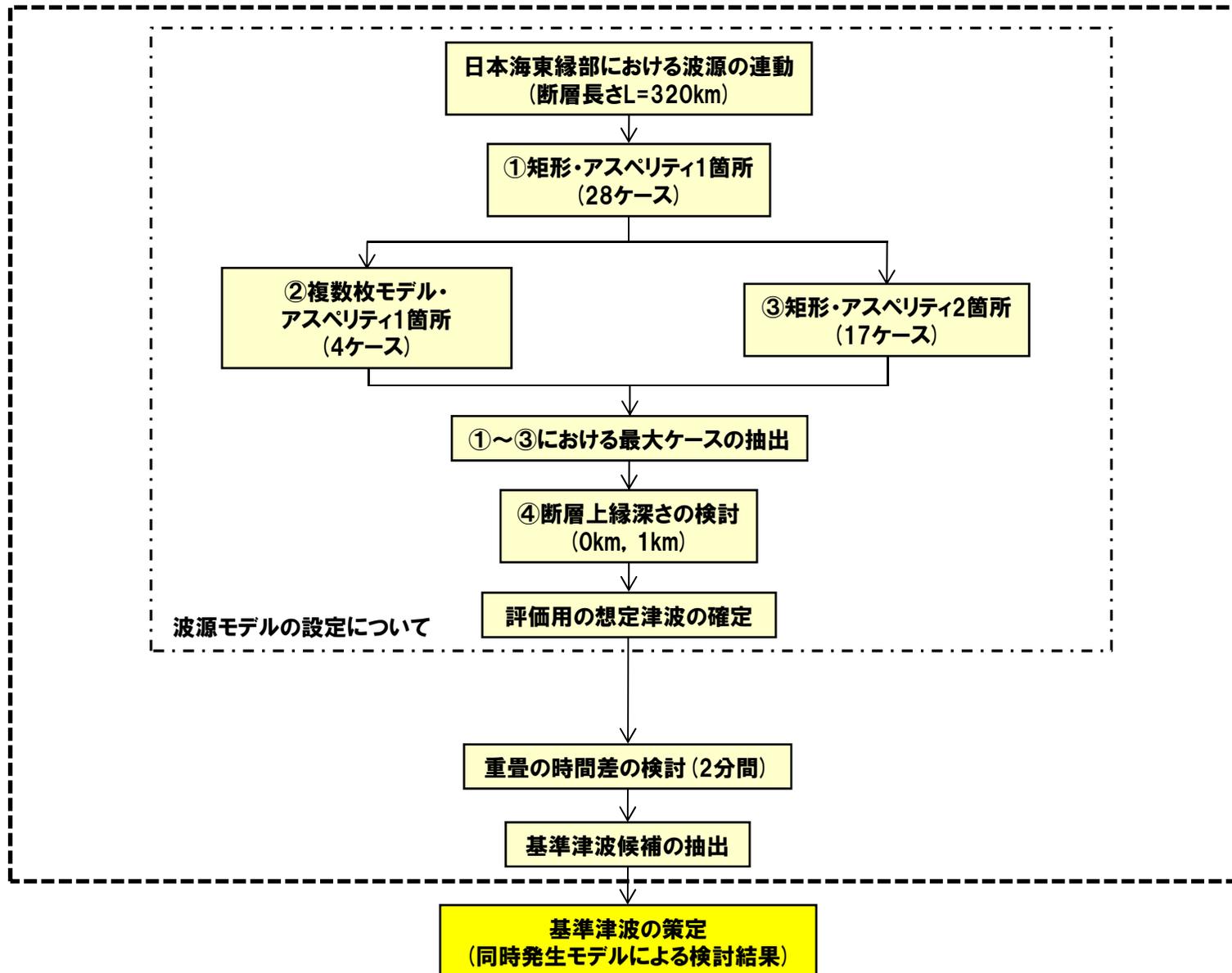
検討方針

- 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波と組合わせを考慮する地震以外の津波として、陸上地すべりに伴う津波のうち、「川白一括」を選定した。
- 日本海東縁部に想定される地震（に伴う津波）の発生後、2分間のうちに「陸上地すべりに伴う津波（川白一括）」が発生するものとして、組合せ後の影響が最大となる水位時刻歴波形を抽出する。
- 時間差を考慮した同時発生モデルによる数値シミュレーションを実施し、基準津波を策定する。

5. 基準津波の策定

検討フロー

再掲(H27/5/15審査会合)

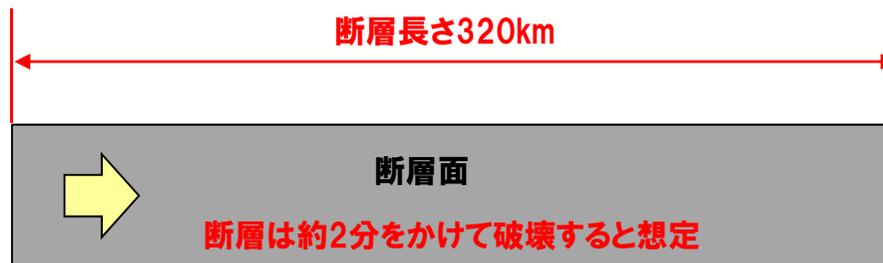


5. 基準津波の策定

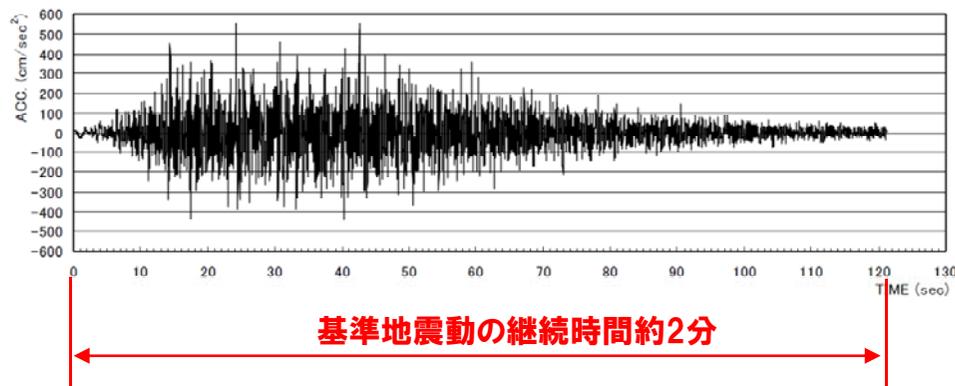
重畳の時間差の検討-継続時間の検討

一部修正(H27/5/15審査会合)

- 津波波源として想定する断層の破壊継続時間はおよそ2分間(120秒)。
- 基準地震動Ss(550gal)の地震継続時間はおよそ2分間(120秒)。
- 以上から、日本海東縁部に想定される地震(に伴う津波)の発生後、2分間のうちに「陸上地すべりに伴う津波(川白一括)」が発生するものとして、組合せ後の影響が最大となる水位時刻歴波形を抽出する。



※破壊伝播速度2.7km/sとし、断層が120秒かけて破壊(320km÷2.7km/s≒120秒)すると想定。



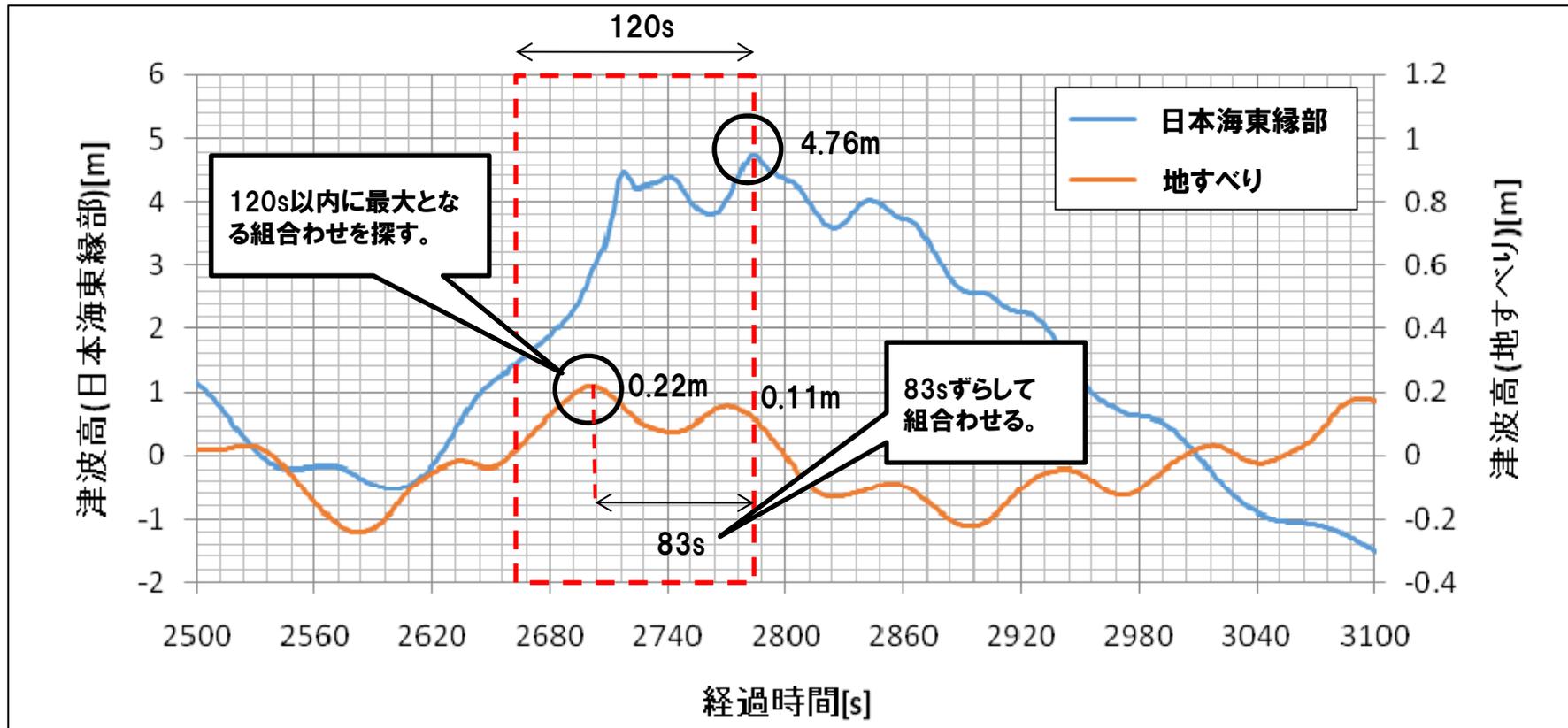
5. 基準津波の策定

重畳の時間差の検討-時間遅れの考慮

一部修正(H27/5/15審査会合)

- 崩壊開始時刻を地震発生後, 0~120秒以内とし, 最大の津波高になるよう重畳させる。
- 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波のピークを基準とし, 120秒間のうち「陸上地すべりに伴う津波(川白一括)」のピークとなる時間分の遅れを考慮し, 重畳させる。

検討例



5. 基準津波の策定

評価点における波源の組合せ

○各評価点で最大となる組合せにより、時間差を考慮した同時発生モデルによる数値シミュレーションを実施した結果、表の組合せが最大となった。

評価点	波源	川白一括
	日本海東縁部	時間差 (秒)
敷地前面 最大水位上昇量	※1	0
3号炉取水口 最大水位上昇量	※2	6
3号炉取水口 最大水位下降量	※1	107
1号及び2号炉取水口 最大水位上昇量	※1	0
1号及び2号炉取水口 最大水位下降量	※1	107

※1 断層パラメータ: 東西方向東端, 西傾斜 ($\delta = 30^\circ$), 断層幅40.0km, 断層上縁深さ1km, アスペリティ位置df (2箇所)

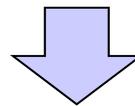
※2 断層パラメータ: 東西方向東端, 西傾斜 ($\delta = 30^\circ$), 断層幅40.0km, 断層上縁深さ1km, アスペリティ位置d (1箇所)

5. 基準津波の策定

数値シミュレーション結果（日本海東縁部＋川白一括）

- 日本海東縁部に想定される地震に伴う津波と、川白一括について、時間差を考慮した同時発生モデルによる数値シミュレーションを実施した。
- 数値シミュレーションに当たっては、敷地の高さT.P.+10.0mを上回る可能性を考慮し、防潮堤等がモデル化された最新の地形を反映したモデルを用いた。

評価点 \ 波源	日本海東縁部	川白一括	同時発生モデル ※最新地形
	日本海東縁部 ＋ 川白一括		
敷地前面 最大水位上昇量	8.15m	7.69m	12.63m
3号炉取水口 最大水位上昇量	6.61m	3.45m	8.47m
3号炉取水口 最大水位下降量	7.50m	4.18m	7.82m
1号及び2号炉取水口 最大水位上昇量	6.82m	3.64m	7.24m
1号及び2号炉取水口 最大水位下降量	7.18m	3.97m	7.18m

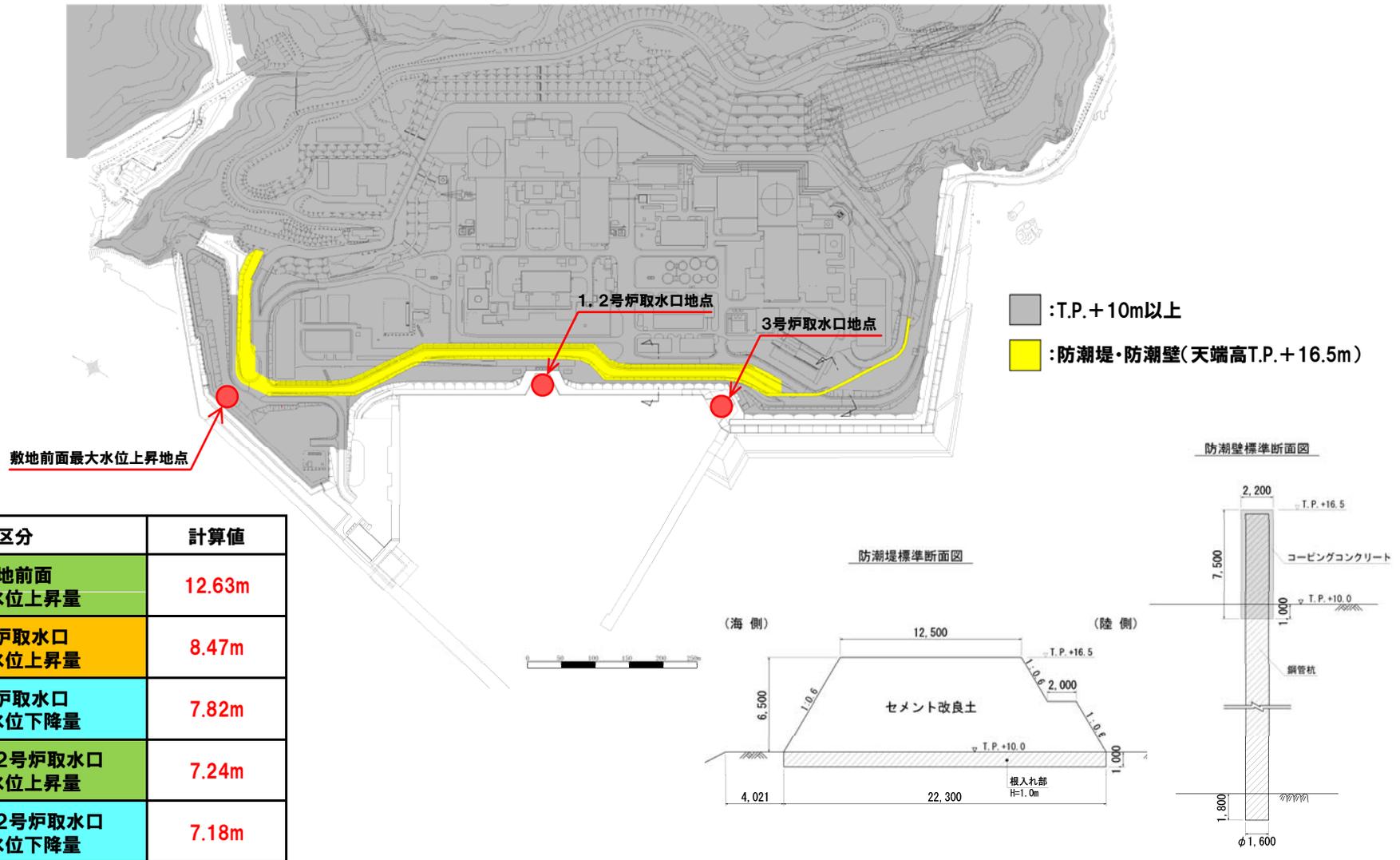


- 時間差を考慮した同時発生モデルによる数値シミュレーションを実施した結果、いずれの水位変動も日本海東縁部単独を上回る結果となった。
- よって、「**日本海東縁部＋陸上地すべり川白一括**」を基準津波とする。

5. 基準津波の策定

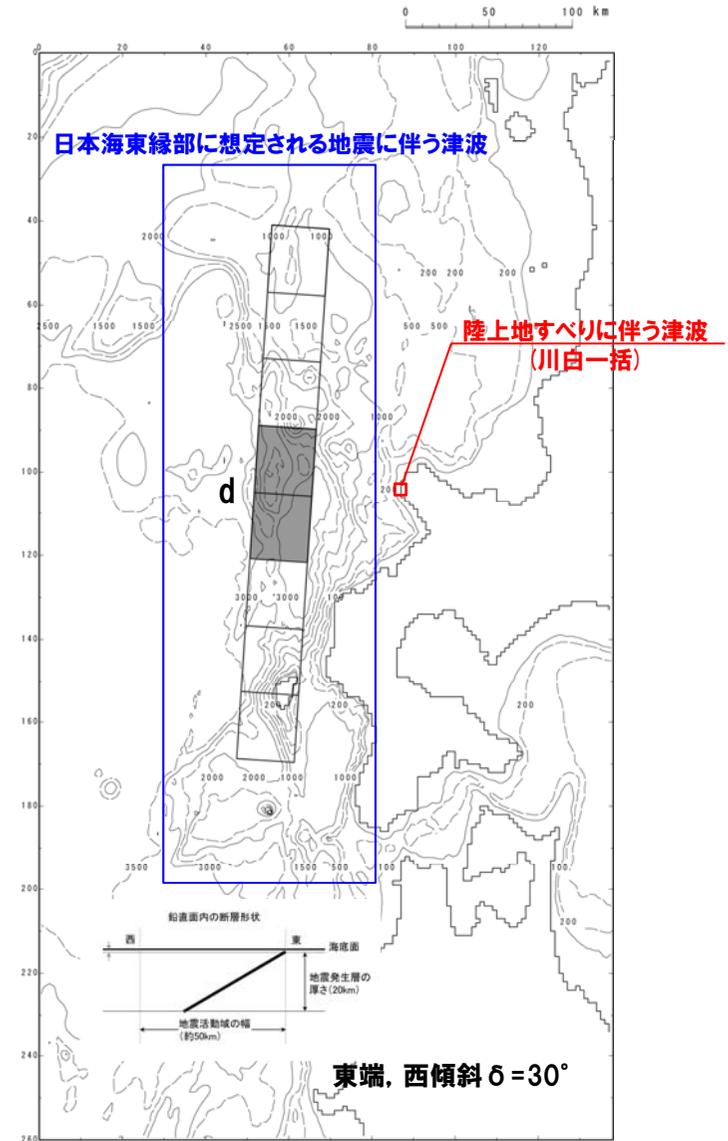
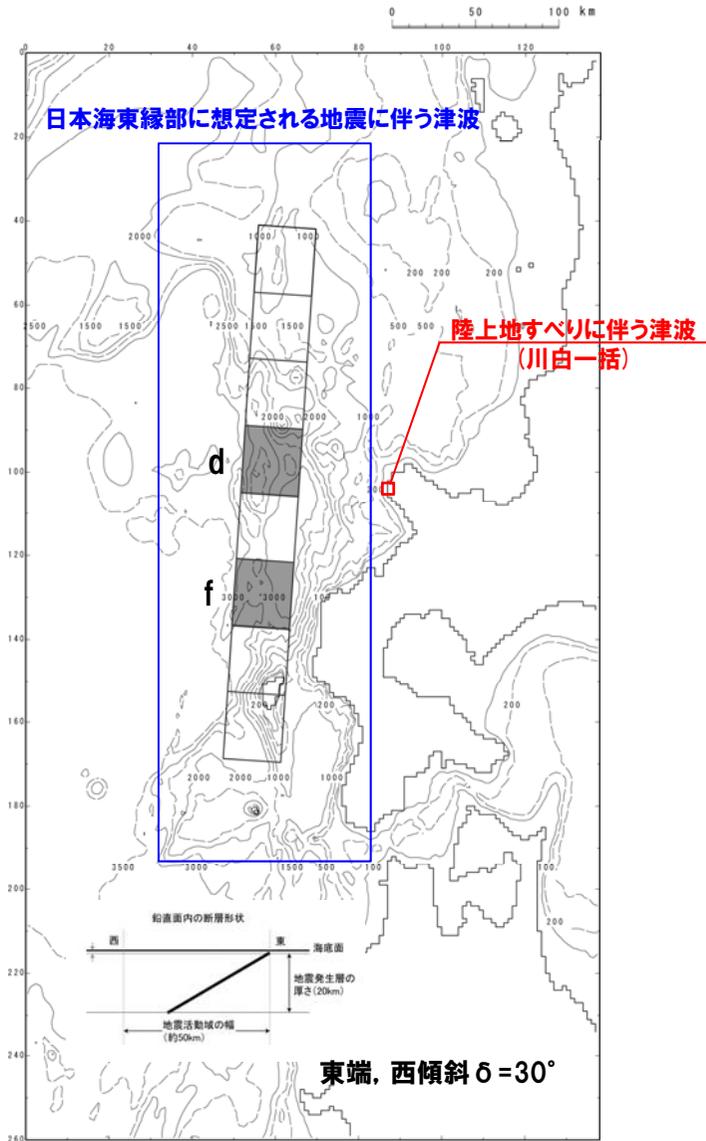
構内敷地高について

○敷地前面における最大水位上昇量が12.63mであるのに対し、天端高T.P.+16.5mの防潮堤及び防潮壁が設置されていることから、基準津波による遡上波は地上部から流入しない。



5. 基準津波の策定

基準津波の波源位置

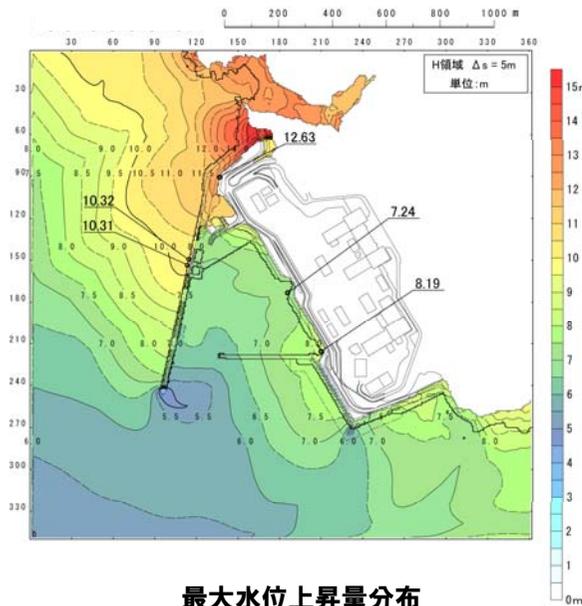


敷地前面・1, 2号炉取水口最大水位上昇ケース
取水口最大水位下降ケース

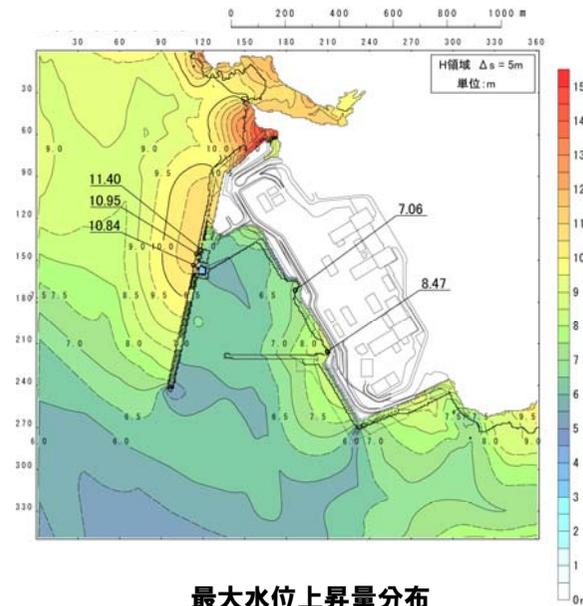
3号炉取水口最大水位上昇ケース

5. 基準津波の策定

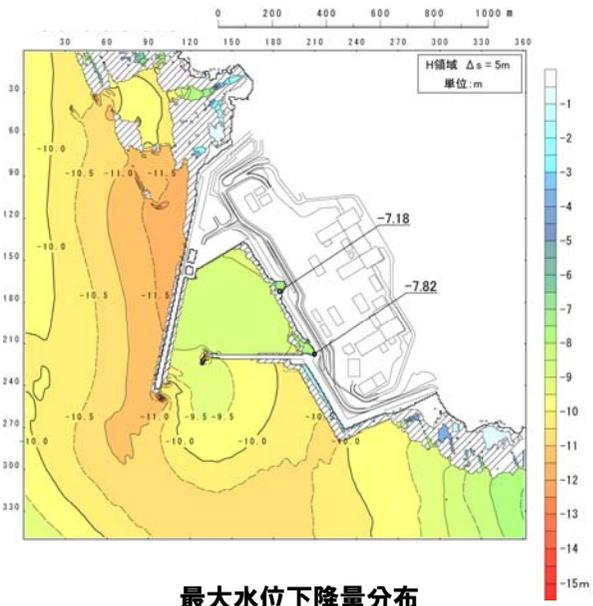
数値シミュレーション結果 (3号炉)



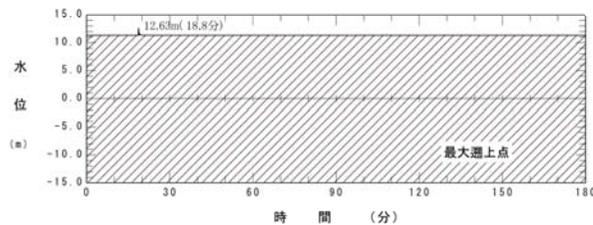
最大水位上昇量分布
(敷地前面最大水位上昇ケース)



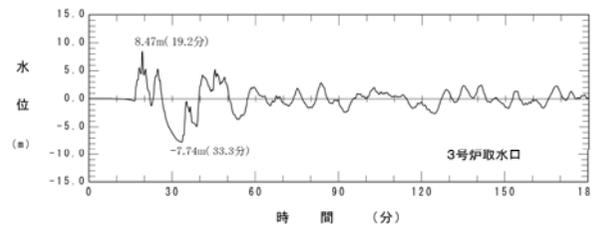
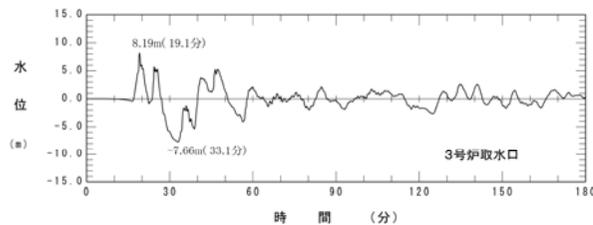
最大水位上昇量分布
(取水口最大水位上昇ケース)



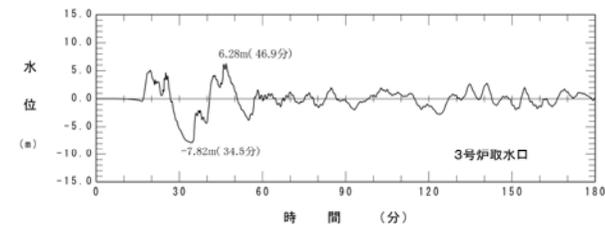
最大水位下降量分布
(取水口最大水位下降ケース)



水位時刻歴波形
(敷地前面最大水位上昇ケース)



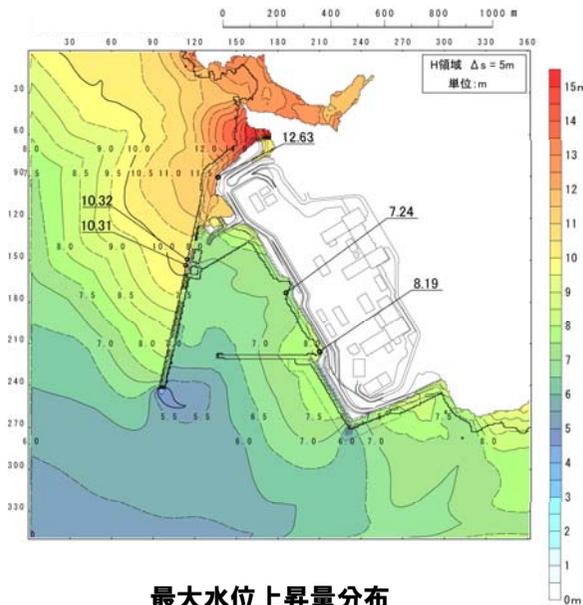
水位時刻歴波形
(取水口最大水位上昇ケース)



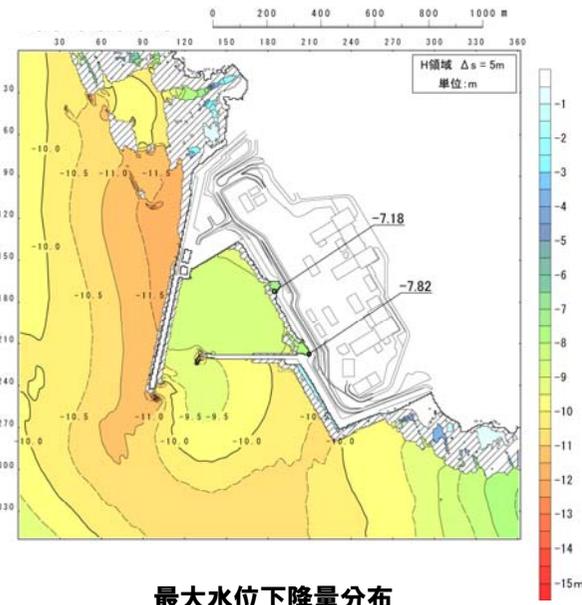
水位時刻歴波形
(取水口最大水位下降ケース)

5. 基準津波の策定

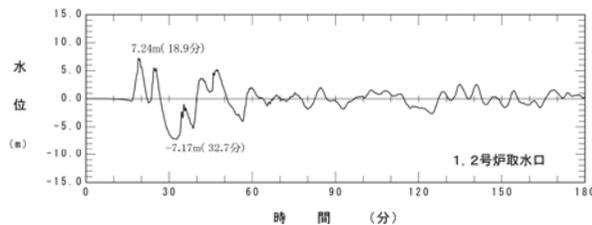
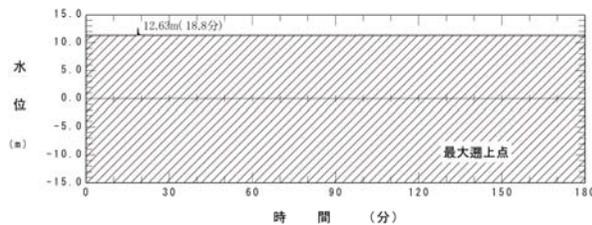
数値シミュレーション結果 (1, 2号炉)



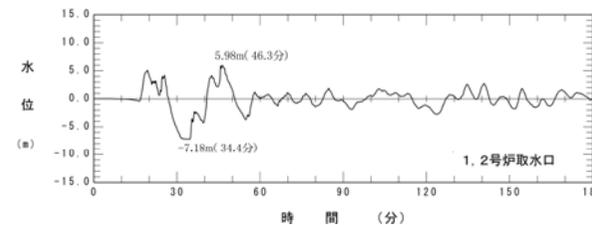
最大水位上昇量分布
(敷地前面・取水口最大水位上昇ケース)



最大水位下降量分布
(取水口最大水位下降ケース)



水位時刻歴波形
(敷地前面・取水口最大水位上昇ケース)

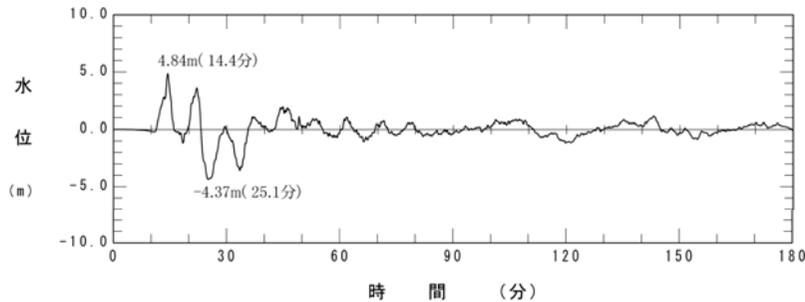


水位時刻歴波形
(取水口最大水位下降ケース)

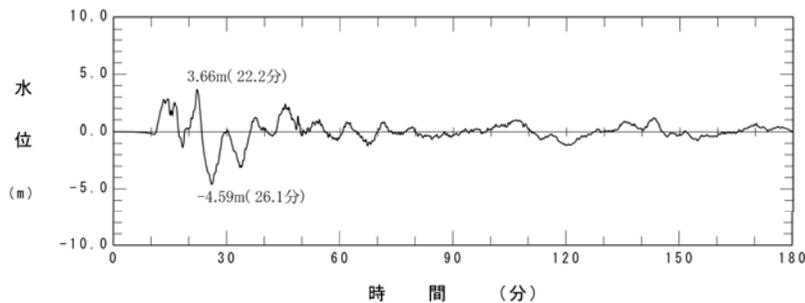
5. 基準津波の策定

基準津波策定位置

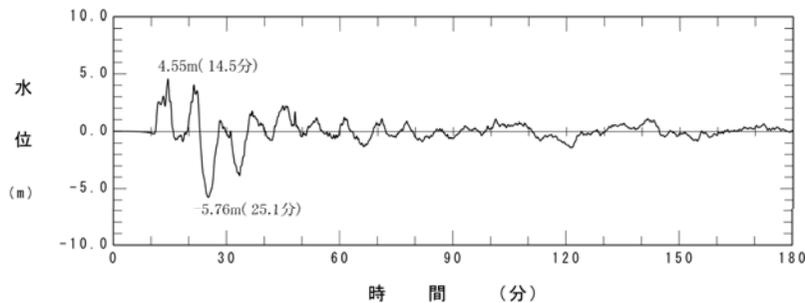
○基準津波策定位置は、敷地西方約5kmの地点（水深100m）とした。



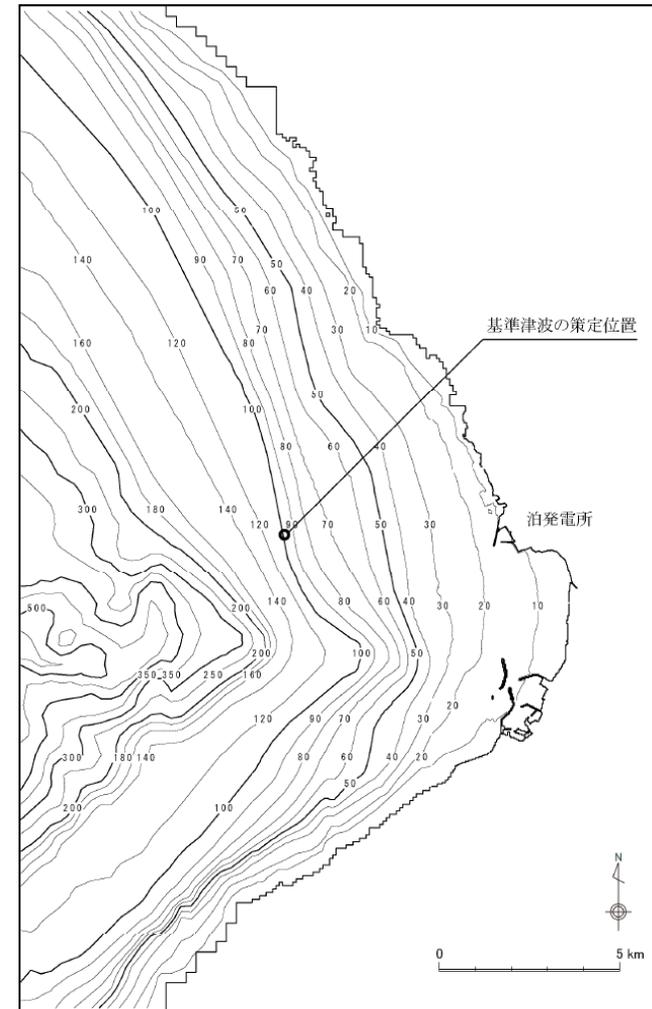
時刻歴波形 (基準津波①): 敷地前面・1, 2号炉取水口最大水位上昇ケース)



時刻歴波形 (基準津波②): 1, 2号炉及び3号炉取水口最大水位下降ケース)



時刻歴波形 (基準津波③): 3号炉取水口最大水位上昇ケース)



基準津波策定位置

6. 津波に対する安全性

1. 火山による山体崩壊に伴う津波	4
1-1 渡島大島に関する検討結果	6
1-2 ニセコ・雷電火山群に関する検討結果	12
1-2-1 山体崩壊と地質・地質構造等の関係について	14
1-2-2 山体崩壊と火山活動の関係について	32
1-2-3 ニセコ・雷電火山群の評価について	40
2. 陸上の斜面崩壊（陸上地すべり）に伴う津波	42
2-1 川白に関する検討結果	44
3. 陸上の斜面崩壊（岩盤崩壊）に伴う津波	67
3-1 岩盤崩壊に関する検討結果	69
4. 津波影響評価（地震以外の津波）	76
4-1 計算条件及び計算手法について	80
4-2 津波影響評価（陸上地すべり・海底地すべり）	85
4-3 津波影響評価（岩盤崩壊）	111
4-4 津波影響評価（まとめ）	133
5. 基準津波の策定	135
6. 津波に対する安全性	147
6-1 取水路の水位変動について	149
6-2 貯留堰の容量について	162
参考文献	168

6. 津波に対する安全性

検討方針

○津波に対する安全性の検討として、以下を実施する。

- ①基準津波に伴う取水路の水位変動評価。
- ②貯留堰の容量に対する、海水ポンプの運転可能時間の整理。

1. 火山による山体崩壊に伴う津波	4
1-1 渡島大島に関する検討結果	6
1-2 ニセコ・雷電火山群に関する検討結果	12
1-2-1 山体崩壊と地質・地質構造等の関係について	14
1-2-2 山体崩壊と火山活動の関係について	32
1-2-3 ニセコ・雷電火山群の評価について	40
2. 陸上の斜面崩壊(陸上地すべり)に伴う津波	42
2-1 川白に関する検討結果	44
3. 陸上の斜面崩壊(岩盤崩壊)に伴う津波	67
3-1 岩盤崩壊に関する検討結果	69
4. 津波影響評価(地震以外の津波)	76
4-1 計算条件及び計算手法について	80
4-2 津波影響評価(陸上地すべり・海底地すべり)	85
4-3 津波影響評価(岩盤崩壊)	111
4-4 津波影響評価(まとめ)	133
5. 基準津波の策定	135
6. 津波に対する安全性	147
6-1 取水路の水位変動について	149
6-2 貯留堰の容量について	162
参考文献	168

6-1 取水路の水位変動について

検討方針

○新たに基準津波として策定した「日本海東縁部＋陸上地すべり川白一括」に伴う取水路の水位変動について、管路解析を実施する。

波源 評価点	同時発生モデル
	日本海東縁部 ＋ 川白一括
敷地前面 最大水位上昇量	12.63m
3号炉取水口 最大水位上昇量	8.47m
3号炉取水口 最大水位下降量	7.82m
1号及び2号炉取水口 最大水位上昇量	7.24m
1号及び2号炉取水口 最大水位下降量	7.18m

6-1 取水路の水位変動について

計算条件

項目	設定値
計算領域	取水口～取水路～取水ピットスクリーン室～取水ピットポンプ室
計算時間間隔	0.005秒
基礎方程式	連続式及び運動方程式
取水条件 (ポンプ取水量)	原子炉補機冷却海水ポンプの取水流量 3号炉 : 1.0m ³ /s (水路一連あたり) 1, 2号炉 : 1.0m ³ /s (水路一連あたり)
取水路の損失係数	貝の付着代 粗度係数 0.0m 0.014m ^{-1/3} ・s
局所損失係数	水理公式集 土木学会 (1999), 水力発電演習 千秋信一 (1967) 火力・原子力発電所土木構造物の設計 (増補改訂版) 電力土木技術協会 (1995) による
潮位条件	水位上昇側 : 朔望平均満潮位 T.P.+0.26m 水位下降側 : 朔望平均干潮位 T.P.-0.14m
計算時間	地震発生後3時間

< 開水路 >

連続式

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

運動方程式

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial H}{\partial x} + gA \left(\frac{n^2 |v| v}{R^{4/3}} + \frac{1}{x} f \frac{|v| v}{2g} \right) = 0$$

ここに,

t : 時間

R : 径深

Q : 流量

x : 管路の流れ方向の長さ

v : 流速

f : 局所損失係数

x : 管底に沿った座標

A_p : 取水ピット, 若しくは, 立坑部の平面積

A : 流水断面積

H : ピエゾ水頭

H_p : 取水ピット, 若しくは, 立坑部の水位

z : 管底高

Q_s : 取水ピット, 若しくは, 立坑部へ流入する流量の総和

g : 重力加速度

n : マニングの粗度係数

< 管水路 >

連続式

$$\frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

運動方程式

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + gA \frac{\partial H}{\partial x} + gA \left(\frac{n^2 |v| v}{R^{4/3}} + \frac{1}{x} f \frac{|v| v}{2g} \right) = 0$$

< 取水ピット及び立坑部 >

連続式

$$A_p \frac{dH_p}{dt} = Q_s$$

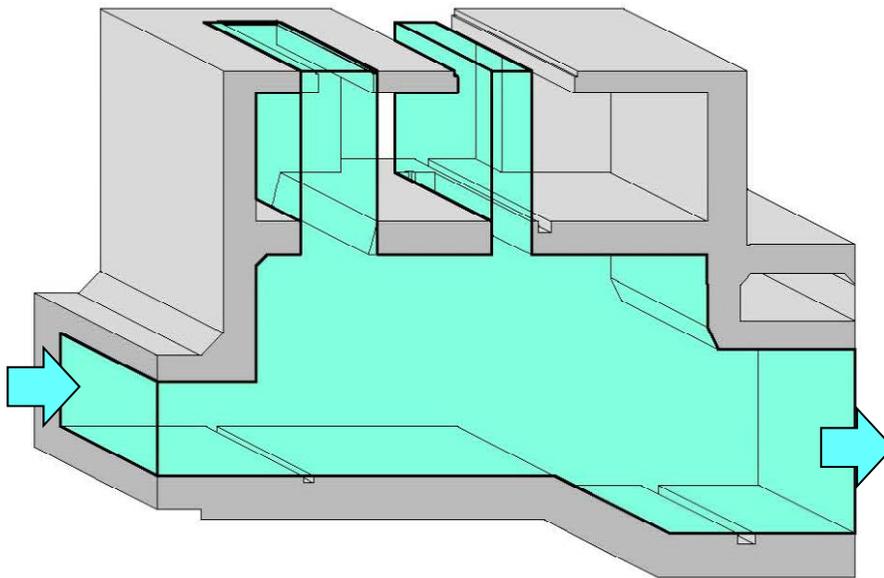
6-1 取水路の水位変動について

取水ピットのモデル変更

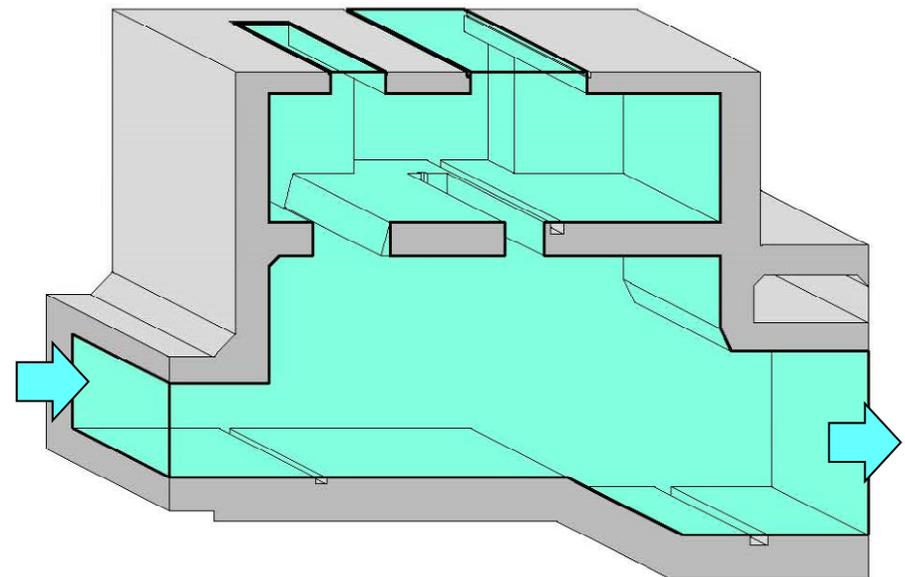
- 取水ピットは、中間スラブ上部の空間部が存在する。
- 水位変動は、水面面積に大きな影響を受けるため、取水ピットのモデル化を下記のように変更した。

変更前:水路方向に1次元で取水ピットをモデル化し、中間スラブの開口部直上部分のみをモデル化。

変更後:取水ピット内の水容積を考慮したモデル(取水ピット内の鉛直方向の水面変化を容易に表現可能なモデル)に変更。



変更前



変更後

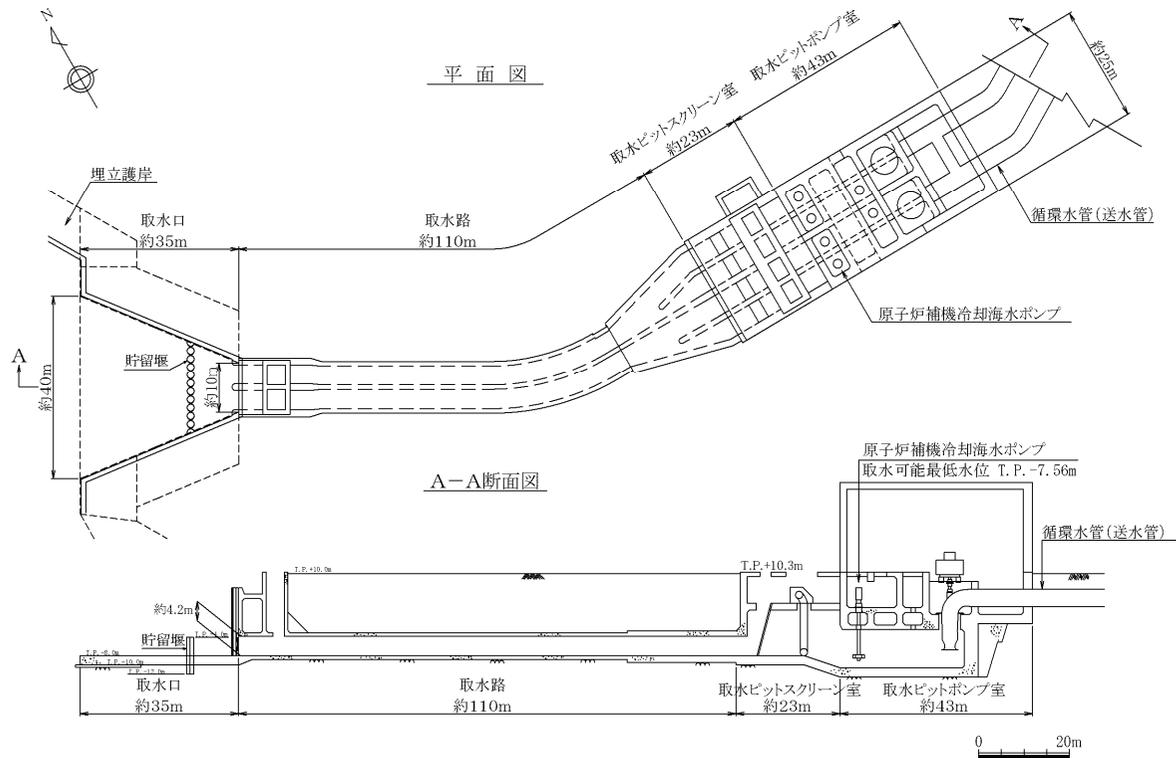
変更前後のモデルイメージ

6-1 取水路の水位変動について

検討結果 (3号炉取水路-水位上昇側) (1/2)

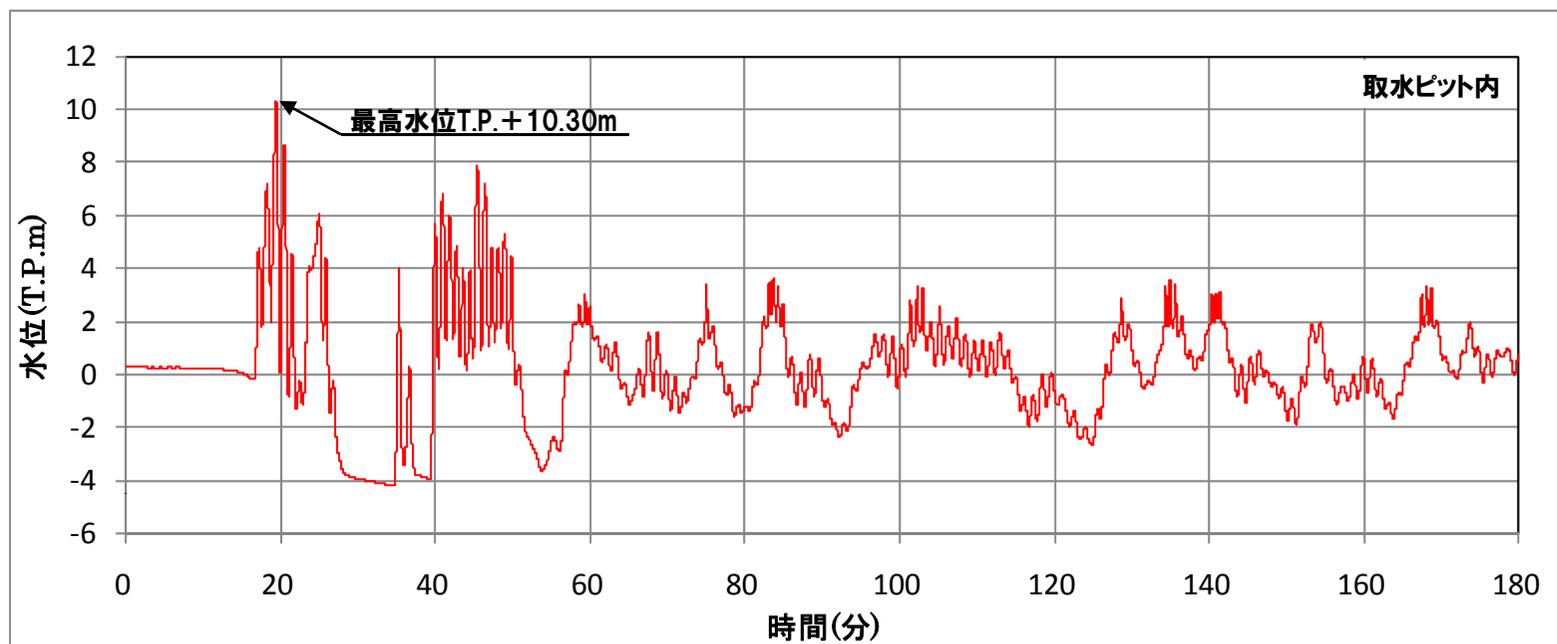
- 3号炉取水ピット内の水位変動を検討した結果, 最高水位はT.P.+ 10.30mで, 溢水量は約560m³となった。
- 3号炉取水路に対して浸水対策を施すことにより敷地への津波の流入を防止する。

津波波形	最高水位 (溢水量)
同時発生モデル (日本海東縁部 +川白一括)	T.P.+ 10.30m (約560m ³)



6-1 取水路の水位変動について

検討結果 (3号炉取水路-水位上昇側) (2/2)



同時発生モデル (日本海東縁部+川白一括)

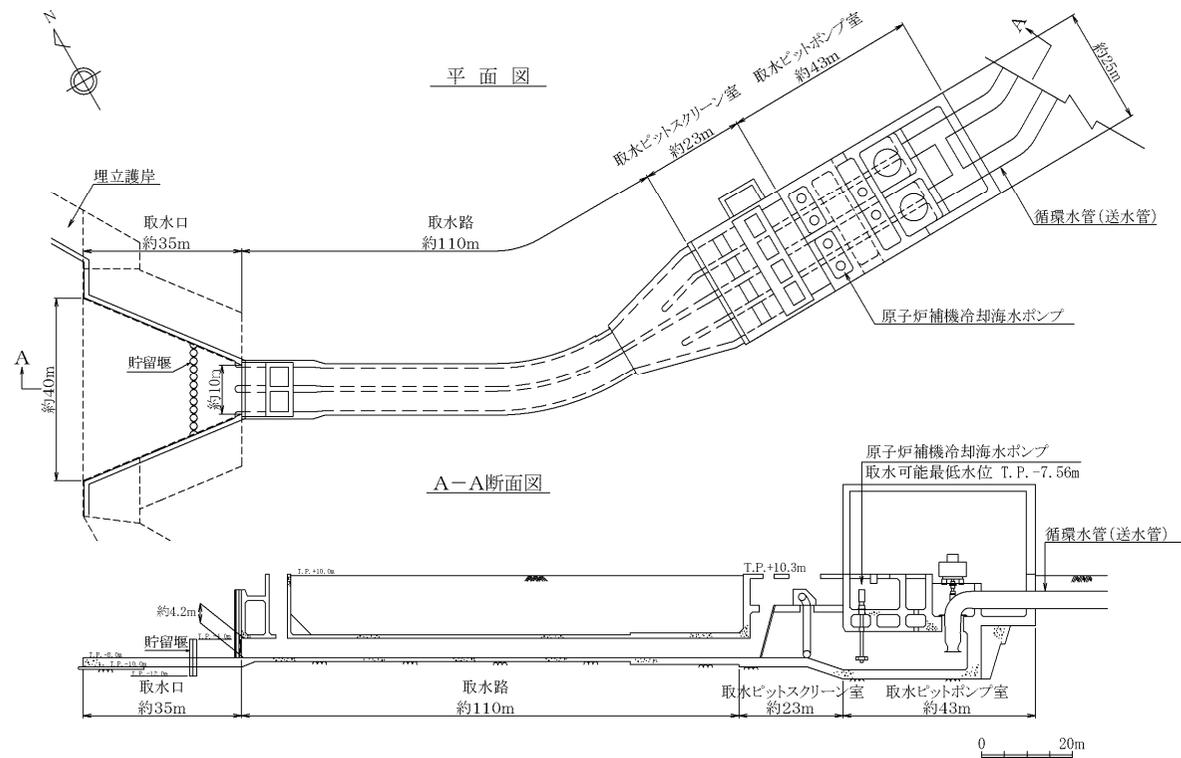
6-1 取水路の水位変動について

検討結果 (3号炉取水路-水位下降側) (1/2)

○3号炉取水ピット内の原子炉補機冷却海水ポンプの取水性への影響を検討した結果、最低水位は T.P. -4.25m となり、原子炉補機冷却海水ポンプの取水性に影響はない。

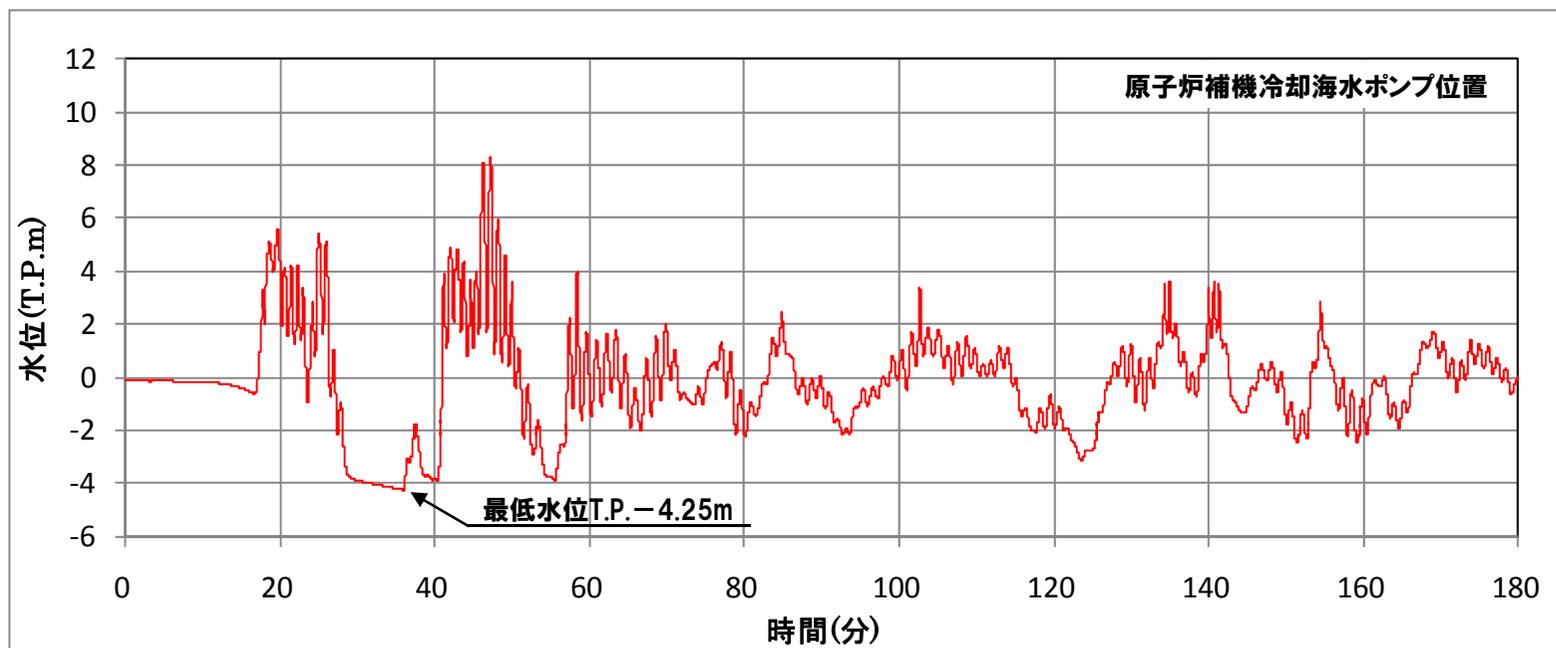
津波波形	最低水位
同時発生モデル (日本海東縁部 +川白一括)	T.P. -4.25m

※原子炉補機冷却海水ポンプ
取水可能最低水位 T.P. -7.56m



6-1 取水路の水位変動について

検討結果 (3号炉取水路-水位下降側) (2/2)



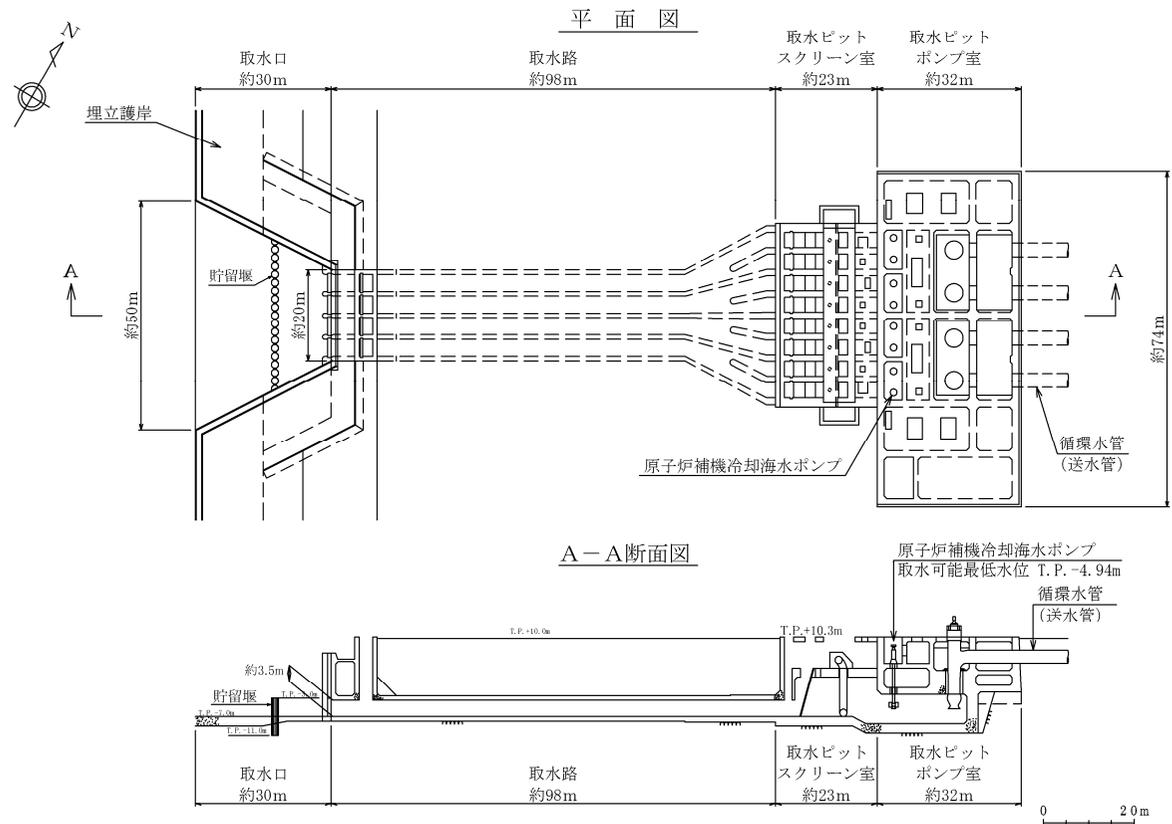
同時発生モデル (日本海東縁部+川白一括)

6-1 取水路の水位変動について

検討結果 (1, 2号炉取水路-水位上昇側) (1/2)

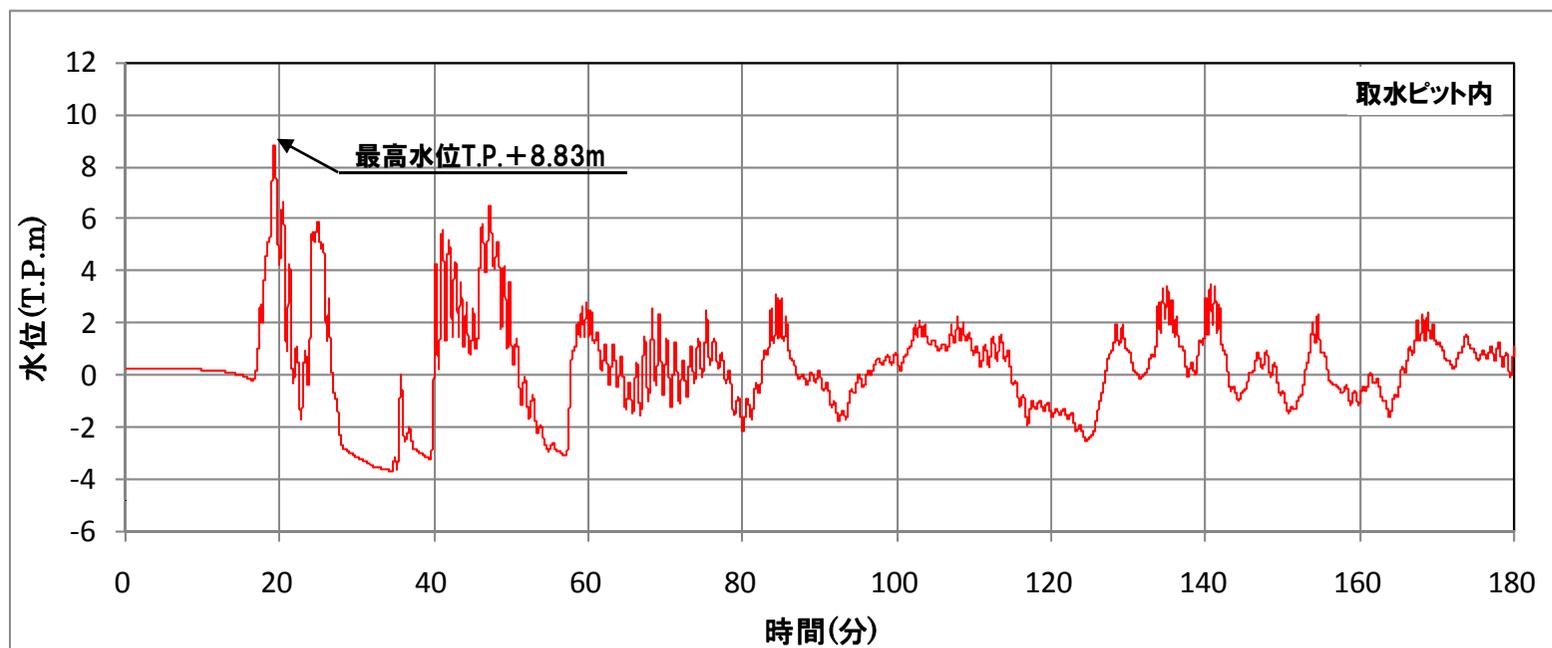
○1, 2号炉取水ピット内の水位変動を検討した結果, 最高水位はT.P.+8.83mとなり, 敷地への津波の流入はない。

津波波形	最高水位
同時発生モデル (日本海東縁部 +川白一括)	T.P.+8.83m



6-1 取水路の水位変動について

検討結果(1, 2号炉取水路-水位上昇側)(2/2)



同時発生モデル(日本海東縁部+川白一括)

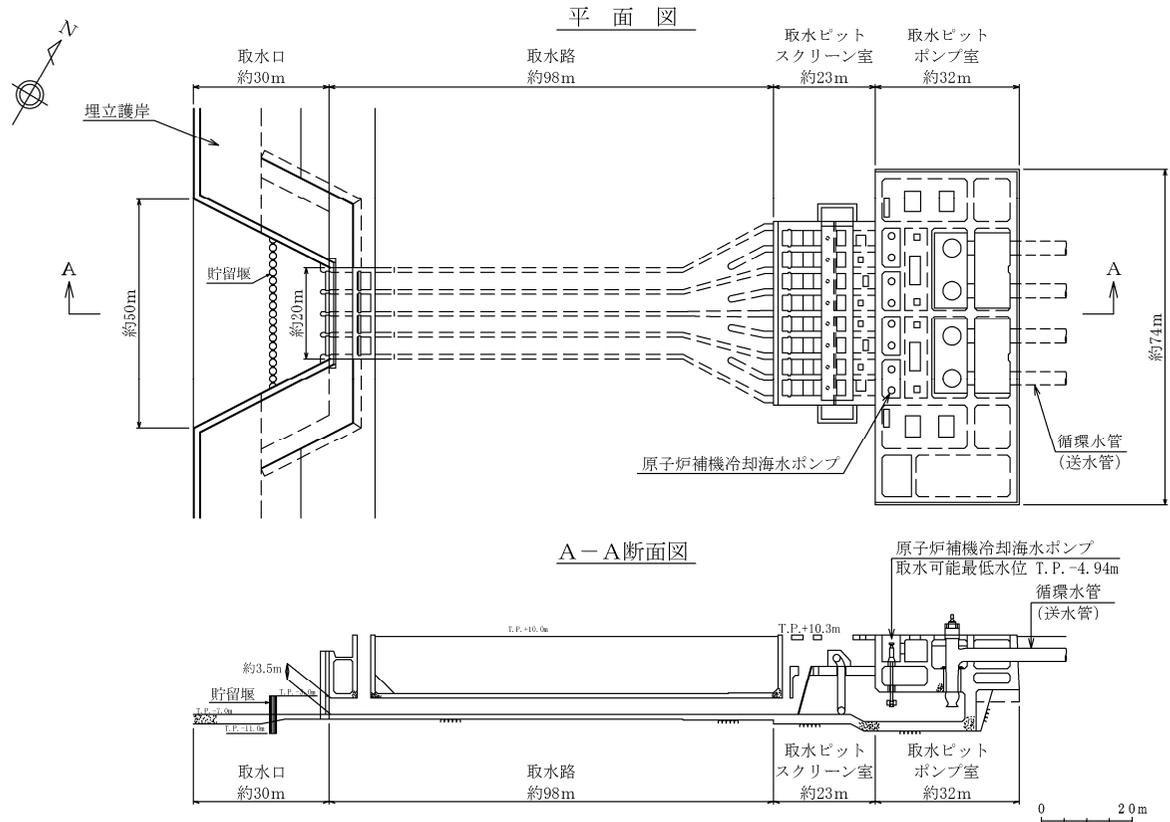
6-1 取水路の水位変動について

検討結果 (1, 2号炉取水路-水位下降側) (1/2)

○1, 2号炉取水ピット内の原子炉補機冷却海水ポンプの取水性への影響を検討した結果, 評価水位は T.P. -3.94mとなり, 原子炉補機冷却海水ポンプの取水性に影響はない。

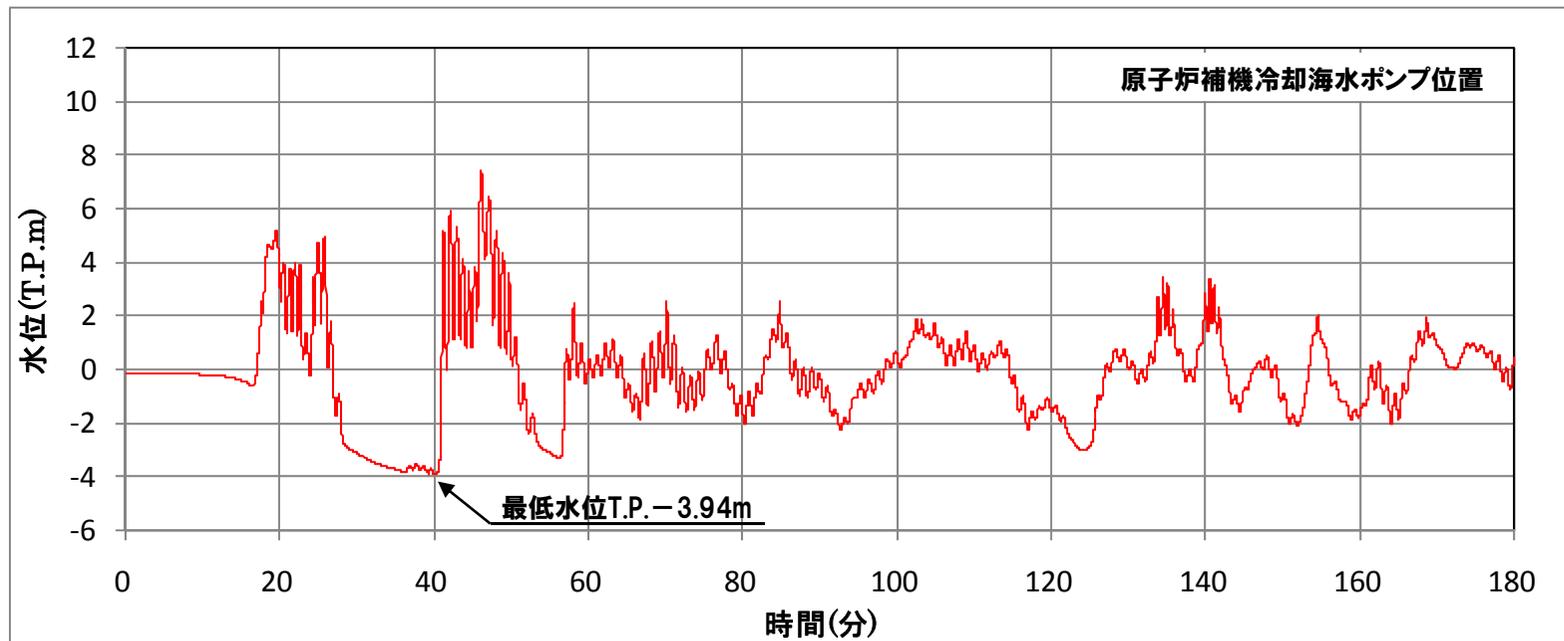
津波波形	最低水位
同時発生モデル (日本海東縁部 +川白一括)	T.P. -3.94m

※原子炉補機冷却海水ポンプ
取水可能最低水位 T.P. -4.94m



6-1 取水路の水位変動について

検討結果(1, 2号炉取水路-水位下降側)(2/2)



同時発生モデル(日本海東縁部+川白一括)

6-1 取水路の水位変動について

まとめ

- 新たに基準津波として策定した「日本海東縁部+陸上地すべり川白一括」に伴う取水路の水位変動について、管路解析を実施した。
- 3号炉取水路からの津波の流入を検討した結果、約560m³の溢水が発生する結果となった。
- 3号炉取水路に対して浸水対策を施すことにより敷地への津波の流入を防止する。
- 1, 2号炉取水路からの津波の流入を検討した結果、敷地への津波の流入はない。
- 3号炉及び1, 2号炉取水ピット内の原子炉補機冷却海水ポンプの取水性への影響を検討した結果、原子炉補機冷却海水ポンプの取水性に影響はない。

ケース	3号炉		1, 2号炉	
	水位上昇側 (溢水量)	水位下降側	水位上昇側	水位下降側
同時発生モデル (日本海東縁部+川白一括)	T.P.+10.30m (約560m ³)	T.P.-4.25m	T.P.+8.83m	T.P.-3.94m

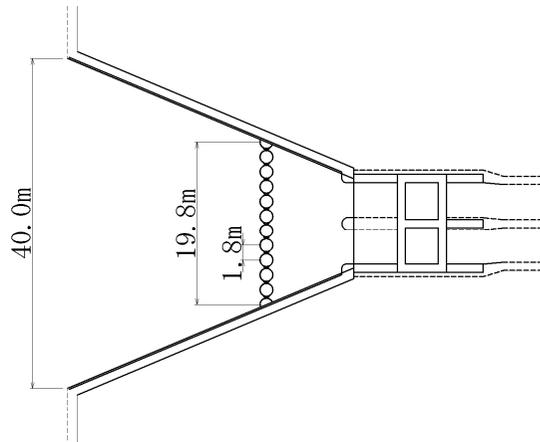
1. 火山による山体崩壊に伴う津波	4
1-1 渡島大島に関する検討結果	6
1-2 ニセコ・雷電火山群に関する検討結果	12
1-2-1 山体崩壊と地質・地質構造等の関係について	14
1-2-2 山体崩壊と火山活動の関係について	32
1-2-3 ニセコ・雷電火山群の評価について	40
2. 陸上の斜面崩壊（陸上地すべり）に伴う津波	42
2-1 川白に関する検討結果	44
3. 陸上の斜面崩壊（岩盤崩壊）に伴う津波	67
3-1 岩盤崩壊に関する検討結果	69
4. 津波影響評価（地震以外の津波）	76
4-1 計算条件及び計算手法について	80
4-2 津波影響評価（陸上地すべり・海底地すべり）	85
4-3 津波影響評価（岩盤崩壊）	111
4-4 津波影響評価（まとめ）	133
5. 基準津波の策定	135
6. 津波に対する安全性	147
6-1 取水路の水位変動について	149
6-2 貯留堰の容量について	162
参考文献	168

6-2 貯留堰の容量について

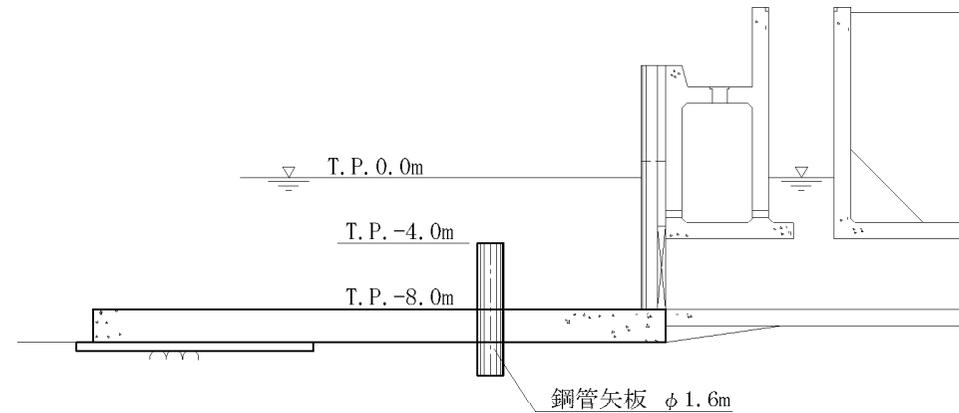
貯留堰の形状

再掲(H27/5/15審査会合)

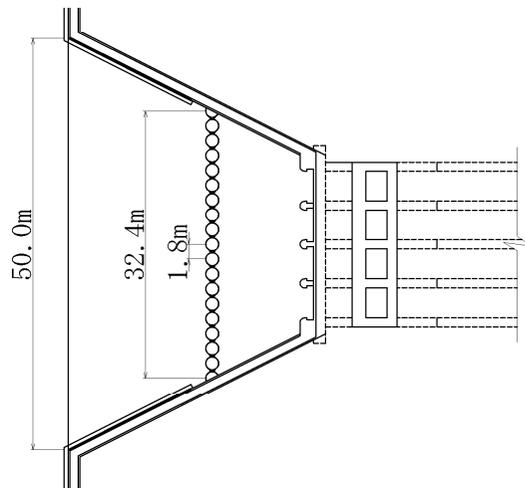
○貯留堰は、海中に設置された鋼管矢板構造の構造物である。



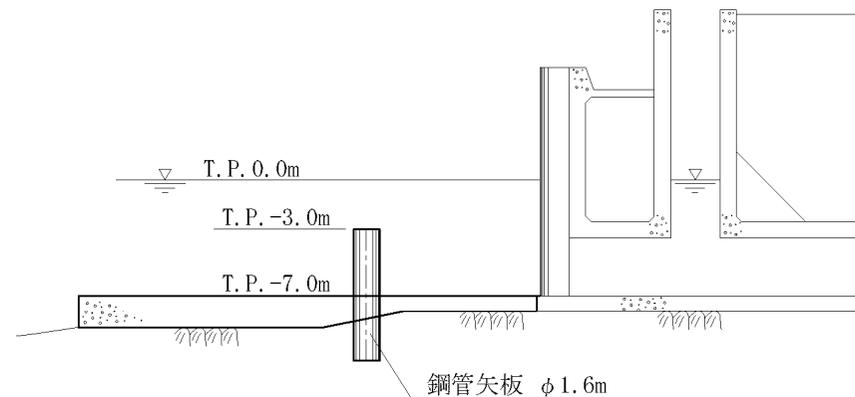
3号炉貯留堰 平面図



3号炉貯留堰 縦断面図



1, 2号炉貯留堰 平面図



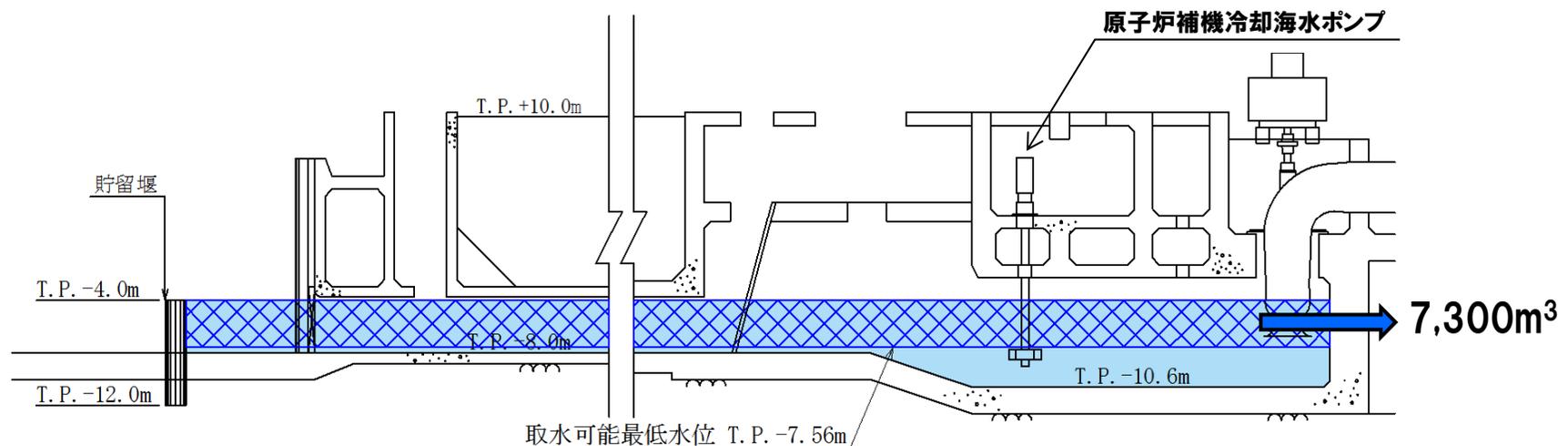
1, 2号炉貯留堰 縦断面図

6-2 貯留堰の容量について

海水ポンプの連続運転可能時間 (3号炉)

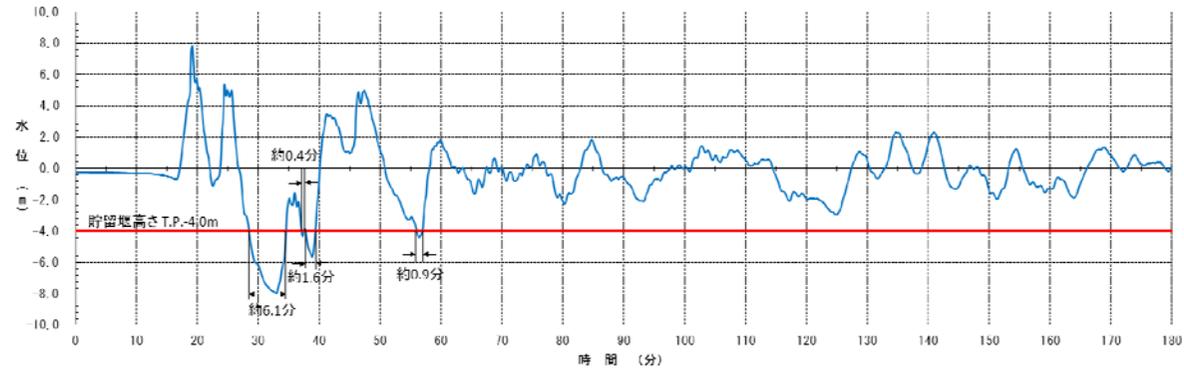
○3号炉については、貯留堰の容量から計算した、通常運転中の海水ポンプの運転継続可能時間は、約2時間であるのに対し、入力津波が貯留堰の天端高さ以下となる時間は、最大で7分程度であることから、海水ポンプの連続運転に対して問題のない貯水容量と評価している。

取水路	貯留堰の容量	ポンプ定格流量	連続運転可能時間	水位が貯留堰の天端高さ以下となる時間 (上段は最長時間, 下段は合計時間)		
				基準津波①	基準津波②	基準津波③
3号炉	7,300m ³	1,700m ³ /h	約128分 (2台運転)	約6.1分 (約9.0分)	約7.0分 (約8.5分)	約6.8分 (約8.9分)

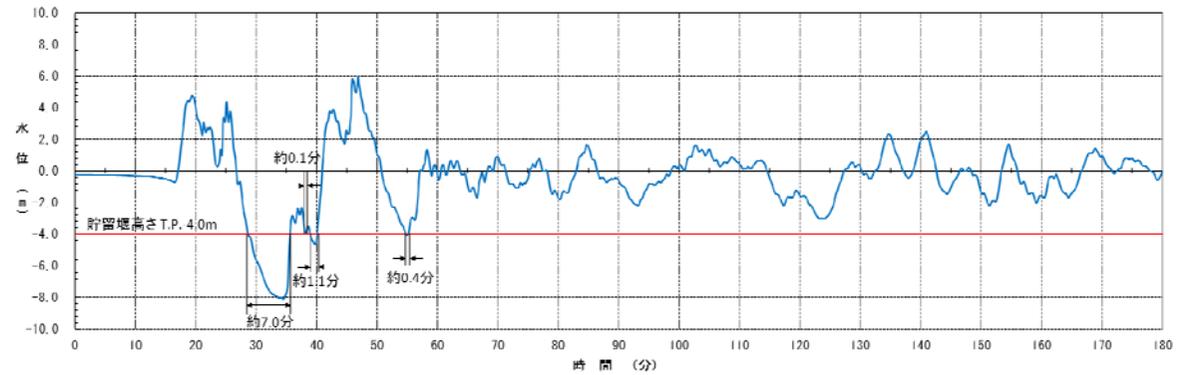


入力津波波形 (3号炉)

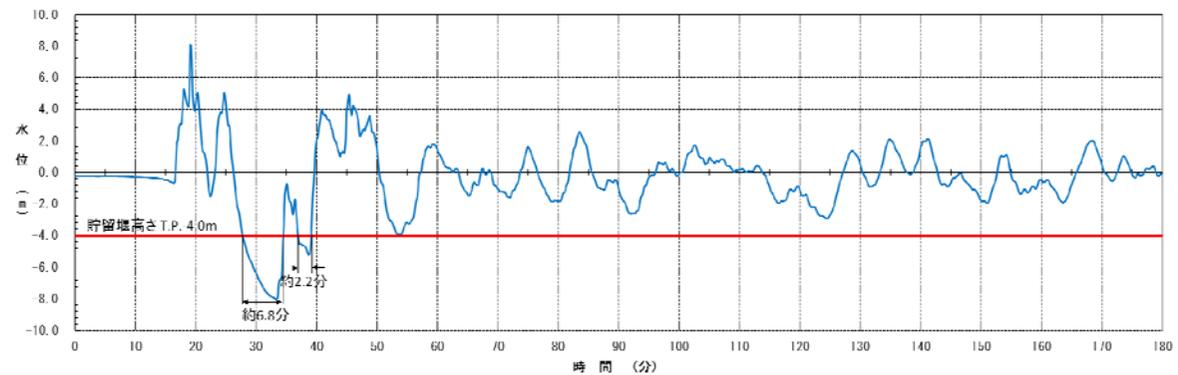
基準津波①



基準津波②



基準津波③

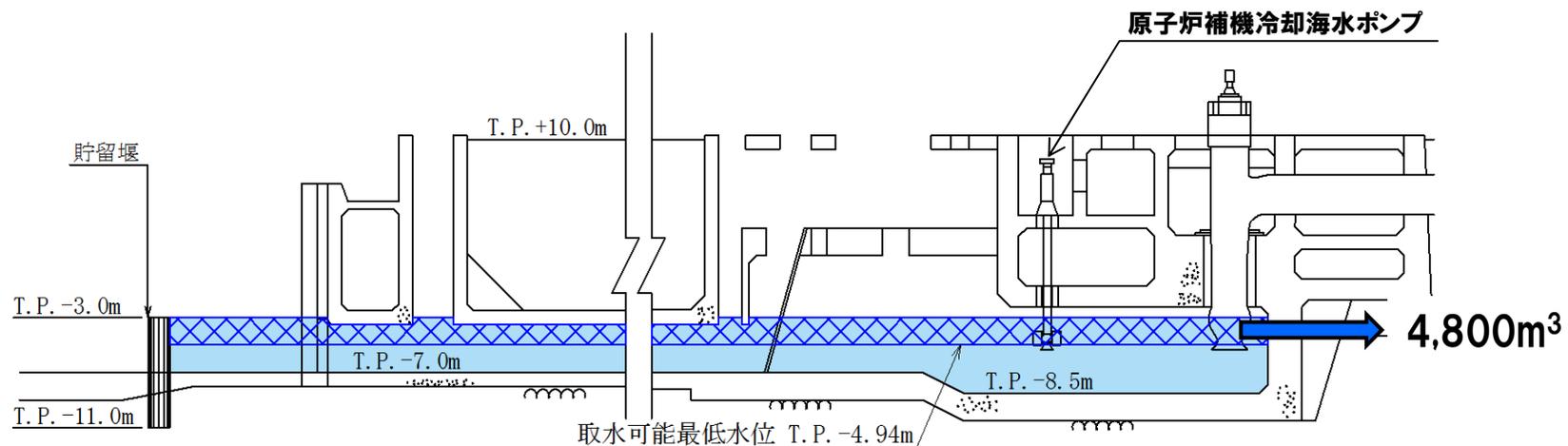


6-2 貯留堰の容量について

海水ポンプの連続運転可能時間 (1, 2号炉)

○1, 2号炉については, 貯留堰の容量から計算した, 通常運転中の海水ポンプの運転継続可能時間は, 約37分であるのに対し, 入力津波が貯留堰の天端高さ以下となる時間は, 最大で8分程度であることから, 海水ポンプの連続運転に対して問題のない貯水容量と評価している。

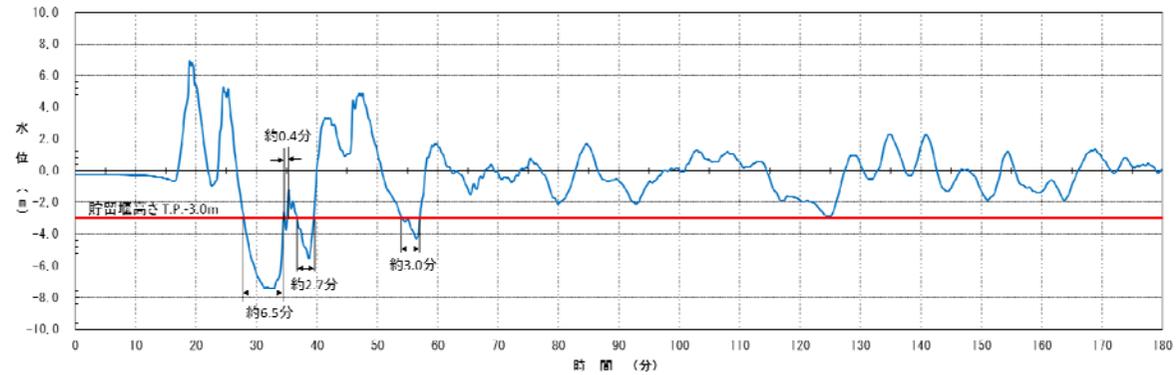
取水路	貯留堰の容量	ポンプ定格流量	連続運転可能時間	水位が貯留堰の天端高さ以下となる時間 (上段は最長時間, 下段は合計時間)		
				基準津波①	基準津波②	基準津波③
1, 2号炉	4,800m ³	1,900m ³ /h	約37分 (4台運転)	約6.5分 (約12.6分)	約8.0分 (約13.8分)	約7.4分 (約13.5分)



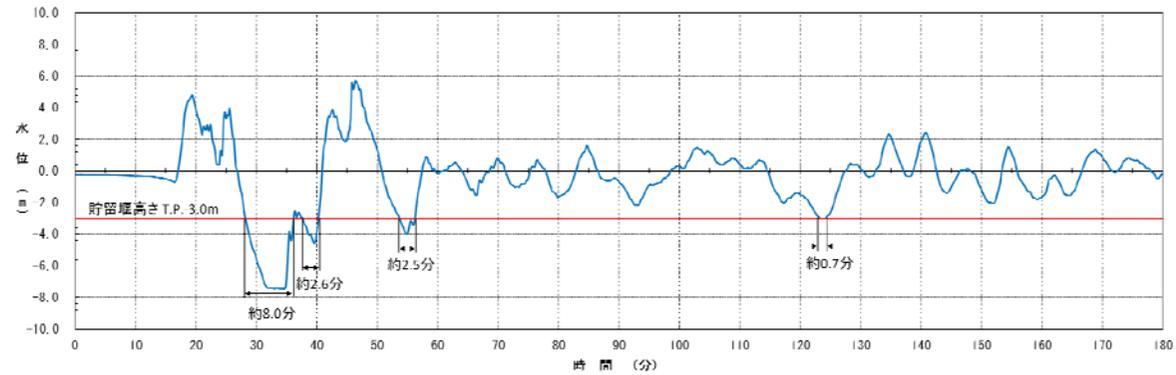
6-2 貯留堰の容量について

入力津波波形 (1, 2号炉)

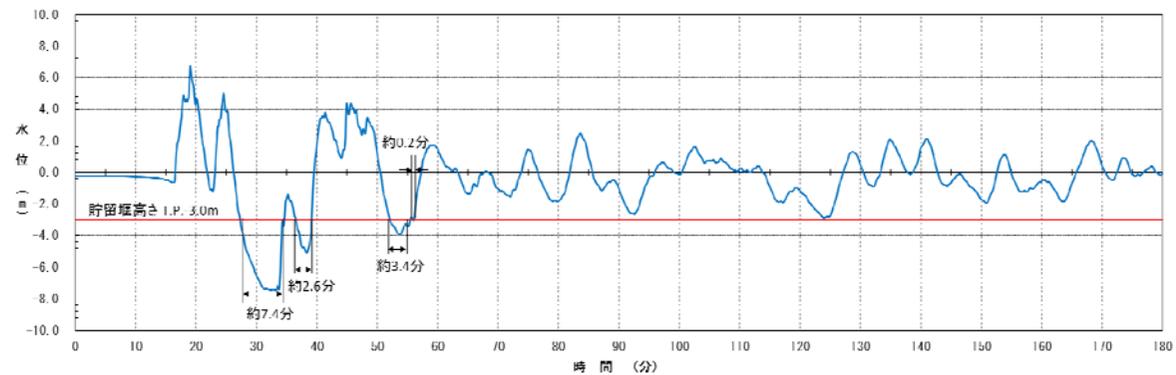
基準津波①



基準津波②



基準津波③



1. 火山による山体崩壊に伴う津波	4
1-1 渡島大島に関する検討結果	6
1-2 ニセコ・雷電火山群に関する検討結果	12
1-2-1 山体崩壊と地質・地質構造等の関係について	14
1-2-2 山体崩壊と火山活動の関係について	32
1-2-3 ニセコ・雷電火山群の評価について	40
2. 陸上の斜面崩壊（陸上地すべり）に伴う津波	42
2-1 川白に関する検討結果	44
3. 陸上の斜面崩壊（岩盤崩壊）に伴う津波	67
3-1 岩盤崩壊に関する検討結果	69
4. 津波影響評価（地震以外の津波）	76
4-1 計算条件及び計算手法について	80
4-2 津波影響評価（陸上地すべり・海底地すべり）	85
4-3 津波影響評価（岩盤崩壊）	111
4-4 津波影響評価（まとめ）	133
5. 基準津波の策定	135
6. 津波に対する安全性	147
6-1 取水路の水位変動について	149
6-2 貯留堰の容量について	162
参考文献	168

- (1) 産業技術総合研究所 (2013) :日本の火山 (第3版).
- (2) Satake,K. (2007) :Volcanic origin of the 1741 Oshima-Oshima tsunami in the Japan Sea, Earth Planets Space, Vol.59, pp.381-390.
- (3) 高速道路調査会 (1985) :地すべり地形の安定度評価に関する研究報告書, p.36.
- (4) 井口隆 (2006) :日本の第四紀火山で生じた山体崩壊・岩屑なだれの特徴-発生状況・規模と運動形態・崩壊地形・流動堆積状況・発生原因について-, Journal of the Japan Landslide Society, Vol.42, No.5 (2006) January, pp.409-420.
- (5) 中村浩之・井上公夫・土屋智・石川芳治 (2000) :地震砂防, 古今書院.
- (6) 太田一也 (1987a) :眉山大崩壊のメカニズムと津波, 月刊地球, 9巻4号, pp.214-220.
- (7) 唐木田芳文・早坂祥三・長谷義隆 (1992) :九州地方, 日本の地質9, 共立出版.
- (8) 倉沢一・高橋 清 (1965) :九州雲仙火山岩の岩石学のおよび化学的性質について -島原半島火山岩類の性質を含めて- 地質, 調査所月報, 16, pp.258-274.
- (9) 雲仙岳の火山活動解説資料 (2015) :福岡管区気象台 火山監視・情報センター.
- (10) 小嶋尚・野上道男・小野有五・平川一臣 (2003) :日本の地形2 北海道, 東京大学出版会.
- (11) 児玉浩・宇井忠英・中川光弘 (1998b) :ニセコ火山群の火山活動史, 日本岩石鉱物鉱床学会 平成9年度学術講演会予稿集, p.8.
- (12) 勝井義雄・岡田弘・中川光弘 (2007) :北海道の活火山, 北海道新聞社.
- (13) 気象庁 (2013) :日本活火山総覧 (第4版).
- (14) 奥野充 (2003) :ニセコ・イワオヌプリ, 大雪山・旭岳, 屈斜路・アトサヌプリにおける最新噴火の年代学的研究, 文部省科学研究費重点領域研究 北海道における完新世火山の火山活動特性の評価研究成果報告書, pp.13-23.
- (15) 新エネルギー総合開発機構 (1986) :昭和60年度全国地熱資源総合調査 (第2次) 火山性熱水対流系地域タイプ① (ニセコ地域) 調査 火山岩分布年代調査報告書 要旨.
- (16) 新エネルギー総合開発機構 (1987) ⁽¹⁾ :昭和61年度全国地熱資源総合調査 (第2次) 火山性熱水対流系地域タイプ① (ニセコ地域) 地熱調査成果図集.
- (17) 新エネルギー総合開発機構 (1987) ⁽²⁾ :全国地熱資源総合調査 (第2次) 火山性熱水対流系地域タイプ① ニセコ地域火山地質図1:50,000, ニセコ地域地熱地質編図1:100,000 説明書.
- (18) 北海道日本海沿岸における大規模岩盤崩落検討委員会 :北海道日本海沿岸における大規模岩盤崩落検討委員会報告書, 平成12年10月.
- (19) 気象庁 (2011) :地震年報.
- (20) 吉田英嗣 (2010) :土砂供給源としてみた日本の第四紀火山における巨大山体崩壊, 地学雑誌, 119 (3), pp.568-578.
- (21) 長森英明・古川竜太・早津賢二 (2003) :戸隠地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 産総研地質調査総合センターpp.62-73.
- (22) 中野俊・竹内誠・吉川敏之・長森英明・荻谷愛彦・奥村晃史・田口雄作 (2002) :白馬岳地域の地質, 地域地質研究報告 (5万分の 1地質図幅) 産総研地質調査総合センター, pp.55-68.

- (23) 町田洋 (1964) : 姫川流域の一溪流の荒廃とその下流部に与える影響, 地理学評論, vol.37, pp.1-11.
- (24) 宮越英紀 (1985) : 稗田山の巨大崩れ, 新砂防, vol.38, No.2 (139), pp.28-30.
- (25) 石渡明・田崎和江・田崎耕市 (2001) : 金沢市の戸室火山岩屑堆積物の特徴とその中の木片の¹⁴C年代, 日本地質学会第108回学術大会講演要旨, p.140.
- (26) 今井收功 (1959) : 金沢, 5萬分の1地質図幅説明書, 地質調査所, p.15.
- (27) 清水智・山崎正男・板谷徹丸 (1988) : 両白-飛騨地域に分布する鮮新-更新世火山岩のK-Ar年代, 蒜山研究所報告, No.14, 岡山理科大学, pp.1-36.
- (28) 長秋雄 (2015) : 金沢白石垣(戸室石)の帯磁率-自然石積石垣・割石積石垣・粗加工石積石垣-, 地質調査研究報告, 第66巻, 第1/2号, pp.25-40.
- (29) 三村弘二 (2001) : 福井県経ヶ岳火山南西麓の覆瓦構造をもつ塚原野岩屑なだれ堆積物と¹⁴C年代, 地質調査研究報告, 第52巻, 第6/7号, pp.303-307.
- (30) 山本博文・土田浩司 (2002) : フォーラム-地形図に現われる福井の地域環境-5: 塚原野台地の流れ山地形の変遷. 福井大学地域環境研究教育センター研究紀要『日本海地域の自然と環境』, 9, pp.93-100.
- (31) 星住英夫・松本哲一・中野俊 (2012) : 中部九州東部地域の火山区分について, 日本火山学会講演予稿集, P.161.
- (32) 星住英夫・小野晃司・三村弘二・野田徹郎 (1988) : 別府地域の地質, 地質調査所報告 (5萬分の1地質図幅), 地質調査所, p.90.
- (33) 東京大学地震研究所編 (1982) : 新収日本地震史料第2巻, 日本電気協会, pp.1-57.
- (34) 山岸宏光・石井正之 (1979) : 5萬分の1地質図幅説明書「余別および積丹岬」北海道立地下資源調査所.
- (35) 藤原明敏 (1970) : 地すべり調査と解析, pp.148-149.
- (36) 稲垣秀輝・大久保拓郎・長谷川修一・矢田部龍一 (2005) : 古期地すべりの安定性, 土と基礎, Vol.53, No.2, pp.17-19.
- (37) 柳田誠・長谷川修一 (2000) : 地すべり地形の年齢-地すべり地形の形成から消失までの時間-, 第39回日本地すべり学会研究発表会講演集, pp.591-594.
- (38) 国土交通省 (2008) : 地すべり防止技術指針及び同解説, 平成20年4月, 国土交通省砂防部 独立行政法人土木研究所, p.52.
- (39) 水山高久・吉松弘行・鈴木浩之 (1985) : 湛水した砂防ダムに流入する土石流の影響, 第29回水理講演会論文集, pp.639-644.
- (40) 道上正規・檜谷浩・木戸 正二 (1996) : 貯水池内での土砂流入に伴う水面波に関する実験的研究.
- (41) 松村和樹・高濱淳一郎・嶋大尚・村上正人・道上正規・檜谷浩・畦森雅樹・北栄雅人 (1997) : 土塊が水域に突入することによる段波の形成過程に関する実験的研究.
- (42) 森脇寛 (1987) : 崩土の到達距離予測, 日本地すべり学会誌, 地すべり, 第24巻, 第2号, pp.10-16.
- (43) 松本智裕・橋和正・今村文彦・首藤伸夫 (1998) : 土石流による津波発生・伝播モデルの開発, 海岸工学論文集, 第45巻, pp.346-350.
- (44) 土木学会 (2002) : 「原子力発電所の津波評価技術」, 土木学会原子力土木委員会津波評価部会.
- (45) Kawamata, K., K.Takaoka, K.Ban, F.Imamura, S.Yamaki, and E.Kobayashi (2005) : Model of tsunami generation by collapse of volcanic eruption: The 1741 Oshima-Oshima Tsunami, Tsunamis, Vol23, pp.79-96.

- (46) 鈴木博・長嶋昭 (1980) : 高圧力下における海水の粘性係数, 日本機械学会論文集 (B編), 46巻, 408号, pp.1574-1582.
- (47) 東日本高速道路(株), 中日本高速道路(株), 西日本高速道路(株) (2006) : 設計要領第一集土工編: pp.1-44.
- (48) 東日本高速道路(株), 中日本高速道路(株), 西日本高速道路(株) (2007) : 設計要領第二集橋梁建設編: pp.4-8.
- (49) 高橋保・小林幸一郎 (1993) : 粘性土石流の流動機構に関する研究, 京都大学防災研究所年報第36号B-2, pp.433-449.
- (50) 地盤工学会 (2009) : 地盤材料試験の方法と解説-二分冊の1-, 丸善, p.55.
- (51) 日本機械学会 (2006) : 機械工学便覧基礎編 α 4 流体力学, 丸善, p.84.
- (52) 土木学会 (1999) : 水理公式集 (平成11年版), p.245, pp.374-376.
- (53) 千秋信一 (1967) : 発電水力演習, 学献社, pp.83-87.
- (54) 電力土木技術協会 (1995) : 火力・原子力発電所土木構造物の設計 (増補改訂版), p.788, pp.828-833.

(WEB)

- ・海上保安庁海域火山データベース: <http://www1.kaiho.mlit.go.jp/GIJUTSUKOKUSAI/kaiikiDB/list-2.htm>
- ・気象庁 火山活動解説資料: http://www.seisvol.kishou.go.jp/tokyo/STOCK/monthly_v-act_doc/monthly_vact.htm
- ・(独) 防災科学技術研究所 地すべり地形分布図データベース: <http://lweb1.ess.bosai.go.jp/>
- ・(独) 産業技術総合研究所地質調査総合センター 日本の火山: <https://gbank.gsj.jp/volcano/>