

茨城県原子力安全対策委員会
東海第二発電所
安全性検討ワーキングチーム(第19回)
ご説明資料

委員からの指摘事項等を踏まえた論点及び 県民意見を踏まえた論点への説明

2021年9月24日

日本原子力発電株式会社

本資料のうち、☐ は営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

津波の想定波源の設定の方法及び考え方並びにその保守性について

【説明概要】

- 発電所における津波を想定する上で設定する津波の想定波源(特性化波源モデル)の設定にあたっては、「平均応力降下量」、「断層面積に占めるすべり域(超大すべり域, 大すべり域及び背景領域)の割合」、「平均すべり量とすべり域のすべり量の関係」の3つについて, 巨大地震に関する経験的関係を用いている。
- これは, 中央防災会議や旧原子力安全基盤機構でも採用されている方法である。
- 波源の設定において, 断層面積, 平均応力降下量及び剛性率を設定するとモーメントマグニチュードが求まる。すべり域(超大すべり域, 大すべり域及び背景領域)のすべり量は, モーメントマグニチュードが変動しないように設定する。
- なお, 想定波源の設定において, 平均応力降下量はばらつきを考慮し, 保守的な値としてばらつき範囲の上限値を使用していることから, マグニチュードは保守的となっている。

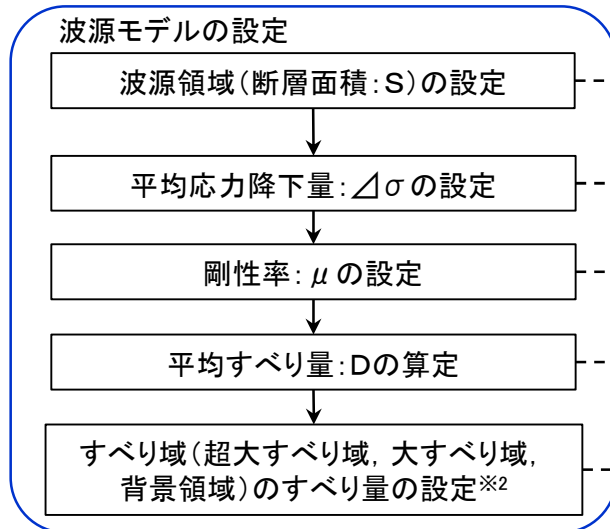
特性化波源モデルの設定方法

第3回ワーキングチーム
資料3 修正

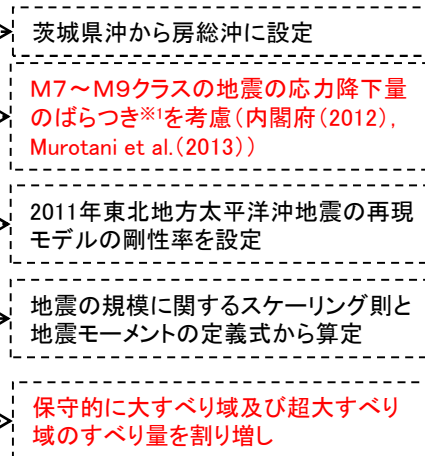


- 特性化波源モデルのパラメータについて、設定フローに従って設定した。

【設定フロー】



【設定根拠】



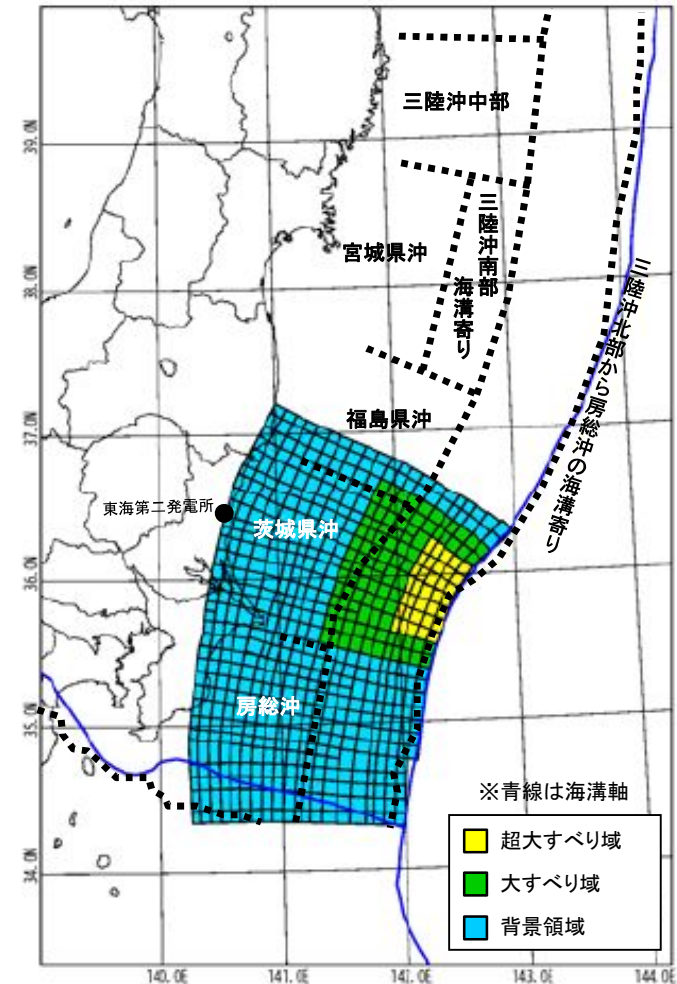
パラメータ	設定値
断層面積: S	53,684 km ²
平均応力降下量: Δσ	3.00 MPa
剛性率: μ	4.7 × 10 ¹⁰ N/m ²
モーメントマグニチュード: Mw	8.7
平均すべり量: D	6.1 m
地震モーメント: M ₀	1.5 × 10 ²² Nm

パラメータ		設定値
超大すべり域	すべり量	24.3 m
	面積比率(断層面積)	全体面積の5% (2,659 km ²)※3
大すべり域	すべり量	12.1 m
	面積比率(断層面積)	全体面積の15% (8,231 km ²)※3
背景領域	すべり量	3.8 m
	面積比率(断層面積)	全体面積の80% (42,794 km ²)※3

※1 M7～M9クラスの地震の応力降下量のばらつきは、標準偏差を考慮すると0.82～3.00MPaの範囲であり、保守的な値としてばらつき範囲の上限値である3.00MPaを平均応力降下量として設定する。

※2 上で設定したS, Δσ, μ から求まるモーメントマグニチュードが変動しないようにすべり量を設定する。
なお、Δσの設定において「ばらつきを考慮」していることから、マグニチュードは保守的となっている。
すべり域(超大すべり域, 大すべり域, 背景領域)のすべり量の設定については次頁参照。

※3 断層面積は右図の特性化波源モデル値。
ただし、超大すべり域, 大すべり域の位置により若干変動する。



特性化波源モデル(一例)

(参考) 保守性を考慮した基準津波の設定について

第3回ワーキングチーム
資料3 修正



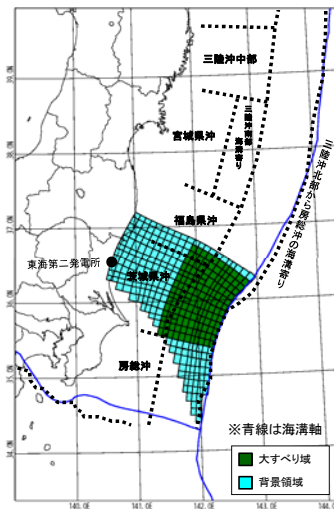
- 2011年東北地方太平洋沖地震から得られた知見からは、「茨城県沖に想定する津波波源」が波源として妥当であるが、保守的設定(波源領域の拡張, 超大すべり域の設定, すべり量の割り増し等)を行った「茨城県沖から房総沖に想定する津波波源」を基準津波の波源として選定している。
- なお、解析における水位上昇量の最大値である最大水位上昇量が「茨城県沖に想定する津波波源」は約8mに対し、「茨城県沖から房総沖に想定する津波波源」は約16mであり、約8mの裕度を確保していることを確認している。

茨城県沖に想定する津波波源の諸元

パラメータ		設定値
断層面積:S		29,630 km ²
モーメントマグニチュード:Mw		8.5
平均すべり量:D		4.5 m
すべり量	超大すべり域 (面積比率)	—
	大すべり域:2D (面積比率)	9.0 m (全体面積の40%)
	背景領域:0.33D	1.5 m
最大水位上昇量:m		8.17

茨城県沖から房総沖に想定する津波波源の諸元

パラメータ		設定値
断層面積:S		53,684 km ²
モーメントマグニチュード:Mw		8.7
平均すべり量:D		6.1 m
すべり量	超大すべり域:4D (面積比率)	24.3 m (全体面積の5%)
	大すべり域:2D (面積比率)	12.1 m (全体面積の15%)
	背景領域:0.62D	3.8 m
最大水位上昇量:m		16.08

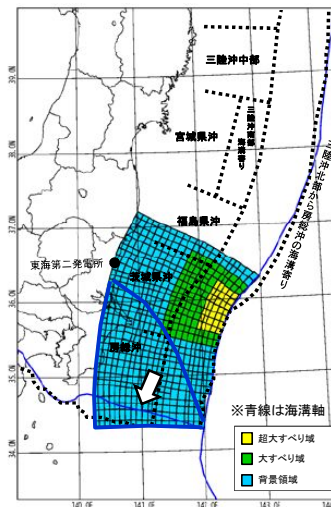


茨城県沖に想定する津波波源

保守的設定1, 2, 3を考慮

保守的設定1. 津波波源の南限を房総沖まで拡張

※北米プレートとフィリピン海プレートの境界を越えて矩形となるように設定

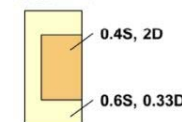


茨城県沖から房総沖に想定する津波波源

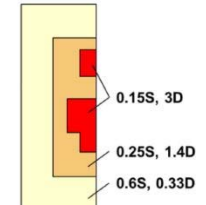
論点No.26-3

保守的設定2. 超大すべり域を設定

大規模
(~Mw8.8)
2段階すべり



超大規模
(Mw8.9~)
3段階すべり

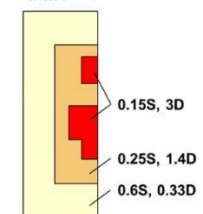


杉野他(2014)では、Mw8.7の場合、超大すべりを設定していない

超大すべりを設定

保守的設定3. 大すべり域及び超大すべり域のすべり量を割り増し

超大規模
(Mw8.9~)
3段階すべり



0.05S, 4D

0.15S, 2D

(杉野他(2014))

【論点No.26】

津波の想定波源の設定の方法及び考え方並びにその保守性について

【委員からの指摘事項等】

No.18

指摘事項等・県民意見に下線を記載
対応する資料頁数等を 内に記載

津波の想定波源とマグニチュード8.7の関係について、平均すべり量を重要視して、それによって求められたマグニチュードは固定するという評価の考え方について、わかりやすい説明をすること。

P.2

①防潮堤の構造及び設置ルート変更後の基準津波の遡上に関する再解析結果及び再現性確認の妥当性について

【説明概要】

波源モデルや津波伝播に関するモデルの設定にあたっては、2011年東北地方太平洋沖地震津波の津波痕跡高さを再現出来るモデルの設定と同じ考えとしている。

波源モデルや津波伝播に関するモデル(設定するメッシュサイズの大きさなど)の妥当性については、広域(最小50mのメッシュサイズ)及び発電所周辺(最小5mのメッシュサイズ)で2011年東北地方太平洋沖地震津波の津波痕跡高さを良好に再現出来ることを確認している。

②東日本大震災の痕跡値と再現解析の浸水範囲との比較及びその結果について

【説明概要】

2011年東北地方太平洋沖地震津波による発電所で痕跡が確認された範囲と再現計算による浸水範囲を比較した結果、同程度であり、波源モデルや津波伝播に関するモデル(評価するモデル)が妥当であることを確認している。

③海底地形の考慮について(海底勾配が1／100以下程度の遠浅であることの考慮等を含む)

【説明概要】

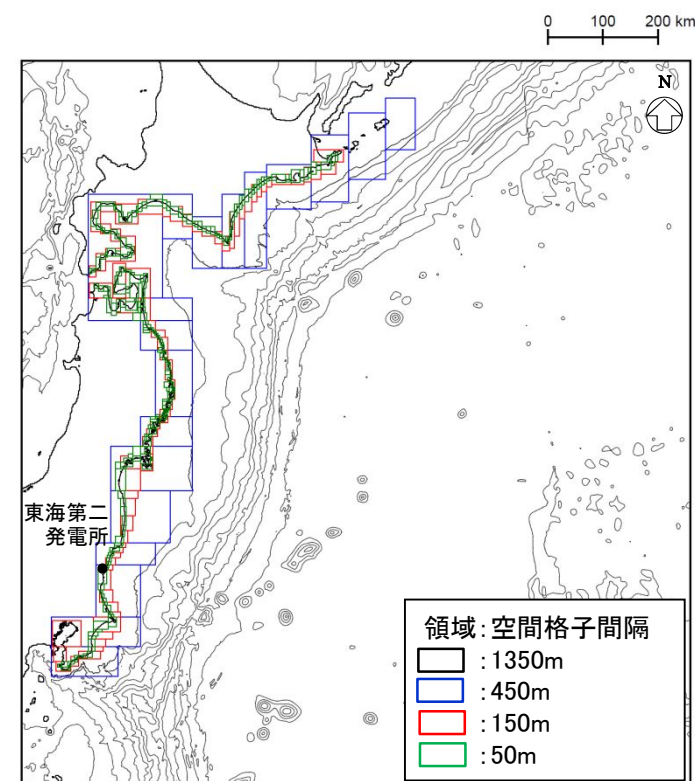
既往津波を良好に再現出来るモデルを用い、最新の海底地形データも反映し、発電所の津波想定を行っている。なお、保守性については、論点26の通りである。

- 波源モデルや津波伝播に関するモデルの設定にあたっては、2011年東北地方太平洋沖地震津波の津波痕跡高さを再現出来るモデルの設定と同じ考えとしている。
- 波源モデルや津波伝播に関するモデルの妥当性を確認するため、広域(最小50mのメッシュサイズ)における2011年東北地方太平洋沖地震の津波痕跡高さの再現性の観点から以下の条件で検討した。

広域の再現解析の計算条件

項目	条件	備考
計算領域	北海道から千葉房総付近までの太平洋 (南北約1,300km, 東西約1,200km)	
メッシュ構成	沖合1,350m→450m→150m→沿岸50m	長谷川他(1987)
基礎方程式	非線形長波理論	後藤・小川(1982)の方法
計算スキーム	スタグガード格子, リープ・フロッグ法	後藤・小川(1982)の方法
初期変位量	Mansinha and Smylie(1971)の方法	
境界条件	沖側: 後藤・小川(1982)の自由透過の条件 陸側: 計算格子間隔50m領域は小谷他 (1998)の陸上遡上境界条件 それ以外は完全反射条件	
越流条件	防波堤: 本間公式(1940) 護岸: 相田公式(1977)	
海底摩擦係数	マンニングの粗度係数($n=0.03\text{m}^{-1/3}\text{s}$)	
水平渦動粘性係数	考慮していない($K_h=0$)	
計算時間間隔	$\Delta t=0.5$ 秒	C.F.L.条件を満たすように 設定
計算時間	津波発生後240分間	十分な計算時間となるよう に設定
潮位条件	T.P.-0.4m	地震発生時の潮位

津波水位=潮位+水位変動量+2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量



海域のコンター線は1000m間隔で表示

計算領域と格子分割

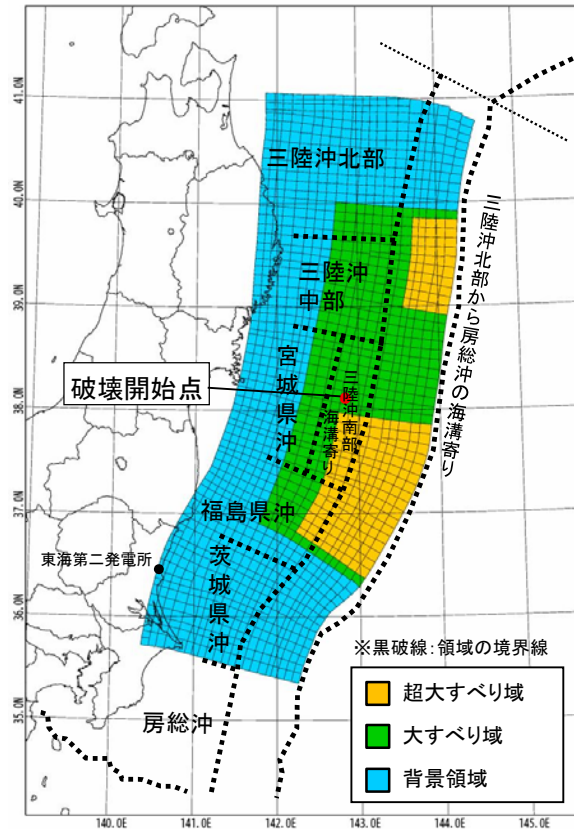
東北地方太平洋沖型の津波波源(広域の再現性の確認結果)

第3回ワーキングチーム
資料4 修正



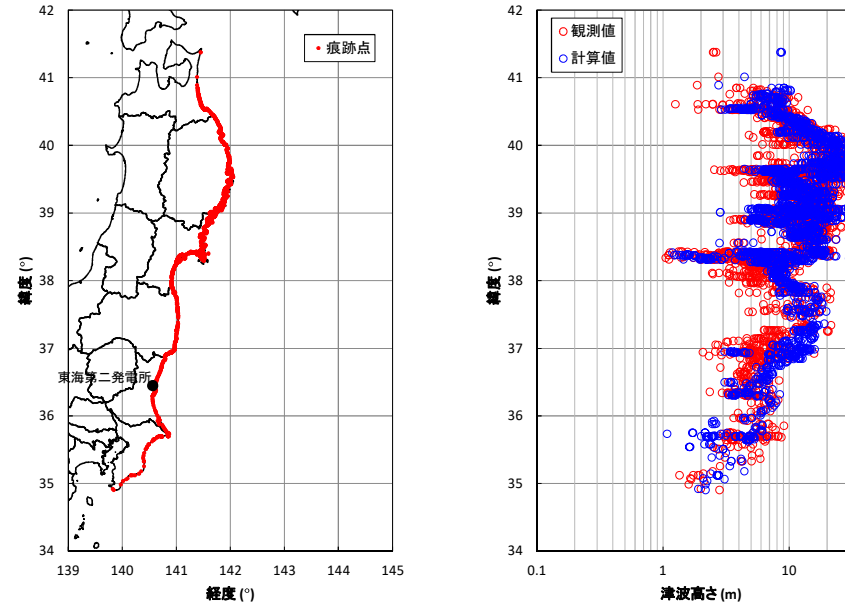
- 設定した波源モデルは、2011年東北地方太平洋沖地震の津波痕跡高(東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ(2012))に対して計算値の方が大きくなっているが(幾何平均 $K=0.94$)、幾何標準偏差($\kappa=1.43$)は土木学会(2016)の再現性の目安値を満足している。
- なお、幾何平均 K は1より小さい(痕跡高に対して計算値の方が大きい)ため保守的である。

【東北地方太平洋沖型の波源モデル】



破壊開始点 : 震源位置
破壊伝播速度 : 3.0km/s
立ち上がり時間 : 30秒

【再現性の確認結果】



青森県北部～千葉県南部における2011年東北地方太平洋沖地震に伴う津波の
痕跡地点(左図)及び痕跡高(右図)
(東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ(2012)のデータを使用)

地点数 n	幾何平均 K	幾何標準偏差 κ
2,772	0.94	1.43

【幾何平均 K 及び幾何標準偏差 κ の再現性の目安】
 $0.95 < K < 1.05$
 $\kappa < 1.45$

(土木学会(2016))

幾何平均 K : 計算による津波高さ(計算値)と津波痕跡高(観測値)の平均的な対応関係を示す。
幾何標準偏差 κ : 計算値と観測値との対応関係のばらつきを示す。

波源モデルや広域(最小50mのメッシュサイズ)の津波伝播に関するモデルについて、2011年東北地方太平洋沖地震津波の津波痕跡高さを良好に再現出来ることを確認している。

東北地方太平洋沖型の津波波源 (発電所周辺の再現性の確認: 計算条件及び計算領域)

第3回ワーキングチーム
資料4 修正



- ・ 広域の津波の再現性が良好な波源モデルや津波伝播に関するモデルを基本として、メッシュの大きさ、陸側境界条件等を一部見直し、発電所周辺(最小5mのメッシュサイズ)における2011年東北地方太平洋沖地震の津波痕跡高さの再現性の観点から以下の条件で検討した。
- ・ 津波伝播に関するモデルが既往津波を良好に再現出来るモデルであることを確認し、発電所の津波想定を行っている。

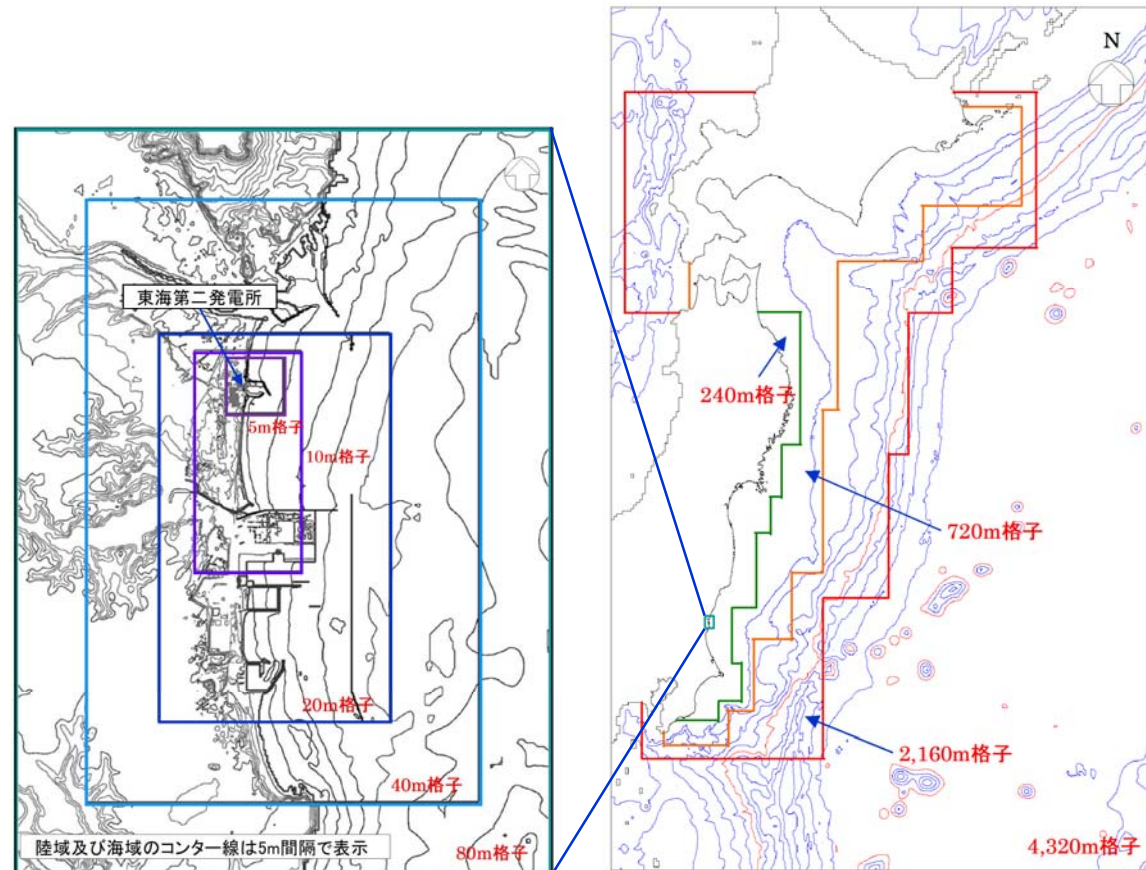
発電所周辺の再現解析の計算条件

項目	条件	備考
計算領域	北海道から千葉房総付近までの太平洋 (南北約1,300km, 東西約800km)	
メッシュ構成	沖合4,320m→2,160m→720m→沿岸域240m→ 発電所周辺80m→40m→20m→10m→5m	長谷川他(1987)
基礎方程式	非線形長波理論	後藤・小川(1982)の方法
計算スキーム	スタガード格子, リープ・フロッグ法	後藤・小川(1982)の方法
初期変位量	Mansinha and Smylie (1971)の方法	
境界条件	沖側: 後藤・小川(1982)の自由透過の条件 陸側: 敷地周辺(計算格子間隔80m~5m)の領域は小谷他(1998)の陸上遡上境界条件 それ以外は完全反射条件	
越流条件	防波堤: 本間公式(1940) 護岸: 相田公式(1977)	
海底摩擦係数	マニングの粗度係数($n=0.03\text{m}^{-1/3}\text{s}$)	
水平渦動粘性係数	考慮していない($K_h=0$)	
計算時間間隔	$\Delta t=0.05$ 秒	CFL条件を満たすように設定
計算時間	津波発生後240分間	十分な計算時間となるように設定
潮位条件	T.P.-0.49m	地震発生時の日立港潮位

津波水位 = 潮位 + 水位変動量 + 2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量

津波伝播に関するモデルに用いた地形データ

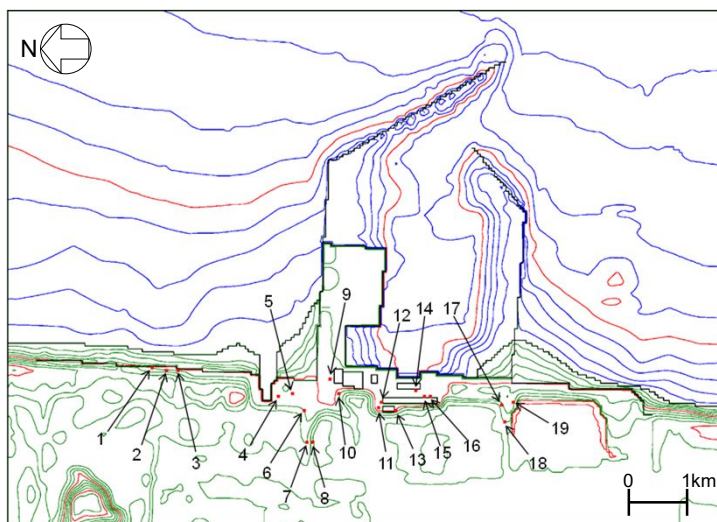
項目	データ
陸上地形	・ 津波解析用地形データ: 茨城県(2007) ・ 敷地平面図: 日本原子力発電(株)(2007)
海底地形	・ JTOPO30: (財)日本水路協会(2006) ・ 沿岸の海の基本図デジタルデータ: (財)日本水路協会(2002) ・ 津波解析用地形データ: 茨城県(2007) ・ 東海水深図: 日本原子力発電(株)(2007)



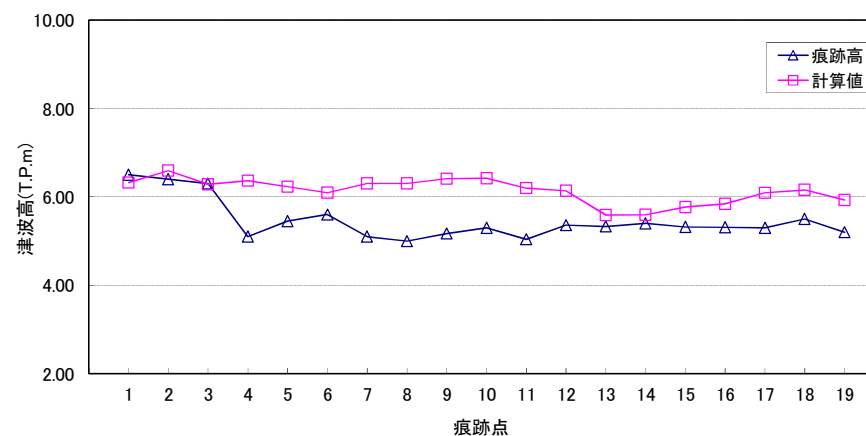
計算領域と格子分割(発電所周辺)

計算領域と格子分割(沖合～沿岸域)

- 設定した波源モデルは、発電所では痕跡高に対して計算値の方が大きくなっているが(幾何平均 $K=0.89$)、幾何標準偏差($\kappa=1.08$)は土木学会(2016)の再現性の目安値を満足している。
- なお、幾何平均 K は1より小さい(痕跡高に対して計算値の方が大きい)ため保守的である。



敷地内評価点



計算値と痕跡高の比較

地点数 n	幾何平均 K	幾何標準偏差 κ
19	0.89	1.08

【幾何平均 K 及び幾何標準偏差 κ の再現性の目安】

$0.95 < K < 1.05$

$\kappa < 1.45$

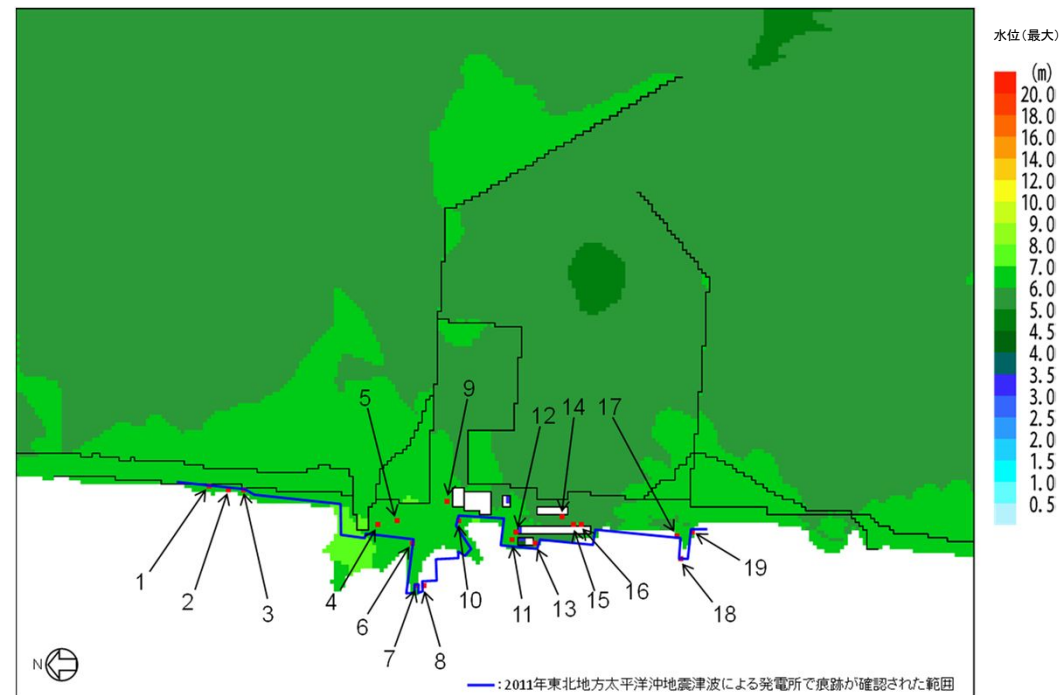
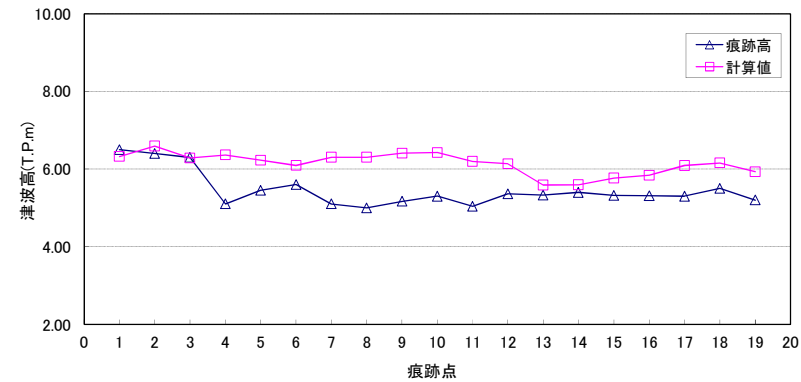
(土木学会(2016))

波源モデルや発電所周辺(最小5mのメッシュサイズ)の津波伝播に関するモデルについて、2011年東北地方太平洋沖地震津波の津波痕跡高さを良好に再現出来ることを確認している。

2011年東北地方太平洋沖地震津波の痕跡域と再現計算の浸水範囲との比較



- 2011年東北地方太平洋沖地震津波による発電所で痕跡が確認された範囲と再現計算による浸水範囲を比較した結果、同程度であり、波源モデルや津波伝播に関するモデル(評価するモデル)は妥当であることを確認している。



2011年東北地方太平洋沖地震津波の再現計算の浸水範囲

論点No.27,28,30-6

【論点No.27】

防潮堤の構造及び設置ルート変更後の基準津波の遡上に関する再解析結果及び再現性確認の妥当性について

【委員からの指摘事項等】

No.19

痕跡値は50mのメッシュでは解像できない場所の詳細の津波の遡上現象まで含まれた結果であることに留意した上で再現すること。

指摘事項等・県民意見に下線を記載
対応する資料頁数等を 内に記載

P.2-5

【論点No.28】

東日本大震災の痕跡値と再現解析の浸水範囲との比較及びその結果について

【委員からの指摘事項等】

No.20

東北地方太平洋沖型の津波波源の発電所周辺の再現性確認結果に関して、評価するモデルが妥当であるか、浸水範囲についても説明すること。

指摘事項等・県民意見に下線を記載
対応する資料頁数等を 内に記載

P.6

【論点No.30】

海底地形の考慮について(海底勾配が1／100以下程度の遠浅であることの考慮等を含む)

【委員からの指摘事項等】

No.22

P.4

指摘事項等・県民意見に下線を記載
対応する資料頁数等を 内に記載

海底の地形を考慮した上で、今回の評価は十分に保守的であるということでよいのか。

港湾の固有周期の算定結果及び時刻歴波形を用いた局所的な増幅の有無等に関する解析結果について

【説明概要】

- 港湾の内外において、最大水位上昇量や傾向に大きな差異はなく、文献より求めた港湾の固有周期(4分程度)と基準津波の周期(30分程度)が大きく異なることから、港湾内の局所的な海面の励起は生じていないと推測される。
- 津波の伝播経路を考え、港湾内の各地点の水位の時刻歴波形を重ね合わせた結果、同様の波形を示していることから、津波による港湾内の局所的な海面の固有振動による励起は生じていないと考えられる。

港湾内の局所的な海面の励起について

- 港湾の内外において、**最大水位上昇量や傾向に大きな差異はなく、文献(水理公式集—昭和60年版—, 土木学会, p.563-564, 1985)より求めた港湾の固有周期(4分程度)と基準津波の周期(30分程度)が大きく異なることから、港湾内の局所的な海面の励起は生じていないと推測される。(図1)**
- 津波の伝播経路を考え、港湾内の各地点(①港口, ②泊地中央, ③取水口, ④港奥北, ⑤港奥南)の水位の時刻歴波形を重ね合わせた結果、**同様の波形を示していることから、津波による港湾内の局所的な海面の固有振動による励起は生じていないと考えられる。(図2)**

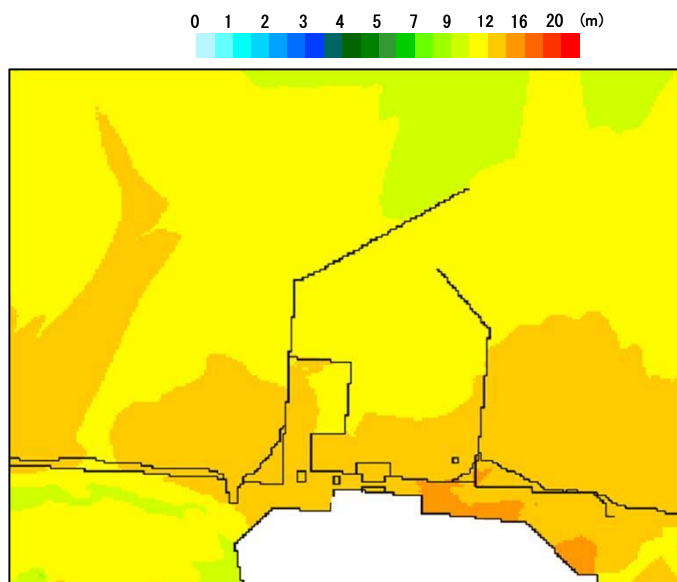


図1. 基準津波(水位上昇側)による敷地周辺における最大水位上昇量分布

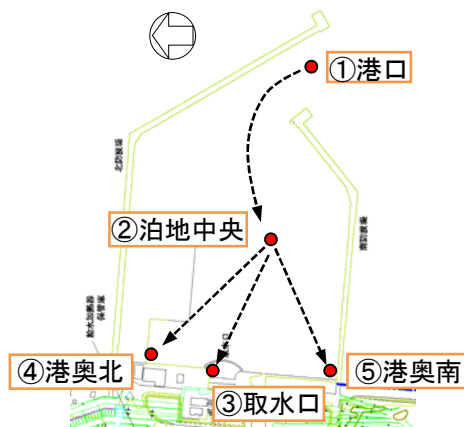
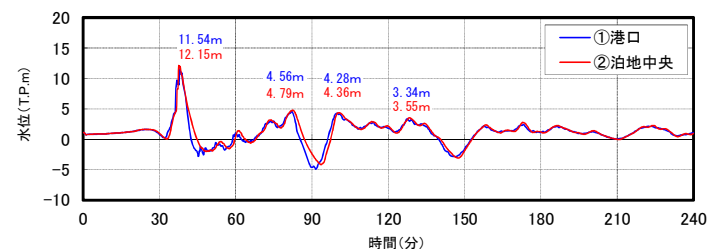
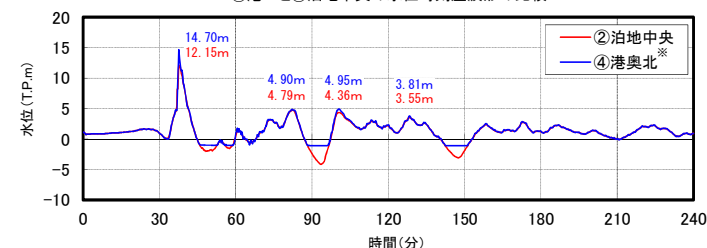


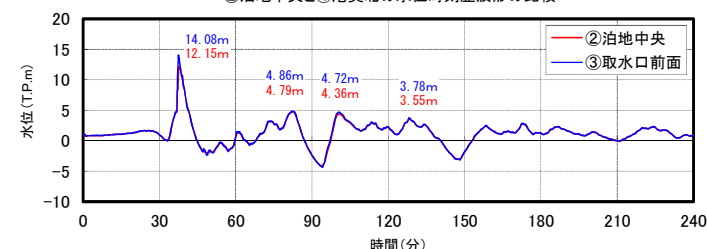
図2.1 港湾内における時刻歴波形の地点



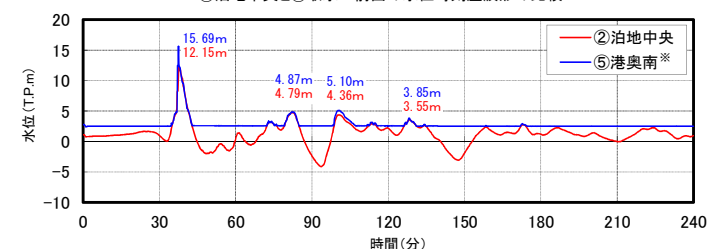
①港口と②泊地中央の水位時刻歴波形の比較



②泊地中央と④港奥北の水位時刻歴波形の比較



②泊地中央と③取水口前面の水位時刻歴波形の比較



②泊地中央と⑤港奥南の水位時刻歴波形の比較

※水位は海底面を下限としているため、水位が直線となる時間帯がある。

図2. 2 港湾内における時刻歴波形の地点別比較

【論点No.29】

港湾の固有周期の算定結果及び時刻歴波形を用いた局所的な増幅の有無等に関する解析結果について

【委員からの指摘事項等】

No.21

防波堤を含めた港内の振動の特性に関する予測結果について、固有振動がどういうモードでどういう周期を持っているのか確認し、説明すること。

P.2

指摘事項等・県民意見に下線を記載
対応する資料頁数等を 内に記載

防潮堤の設置ルート変更に伴う敷地面積減少による影響及び運用上の変更等について

【説明概要】

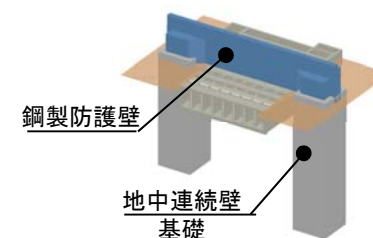
防潮堤ルート変更に伴う津波防護対象施設等や運用への影響はない。

- ・施設への影響：防潮堤ルート変更後も、津波から防護する施設の配置の変更は必要なく、津波が到達しない箇所となっているため、防潮堤ルート変更の影響を受けない。
- ・運用への影響：防潮堤ルート変更後も、敷地北側へのアクセスも可能であり、重大事故時等に対応するためのルートも確保できるため、防潮堤ルート変更の影響を受けない。

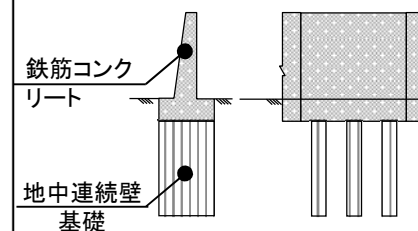
1. 防潮堤のルート変更の概要

- 敷地北側の防潮堤ルートを下図のとおり変更した(全長 約2.2km → 約1.7km)。
- 防潮堤は、地震時における地盤の変形や津波による洗堀などに対して、浸水防護をより確実なものとするため表層地盤改良を行う計画としていたが、表層地盤改良等の実施が敷地北側に設置する「低レベル放射性廃棄物埋設事業所廃棄物処理施設(L3 事業所)」及び他事業者施設の地下水流況に影響を及ぼす可能性等を考慮して、岩着支持杭形式への構造変更とあわせて、防潮堤のルートの一部を変更した。
- また、当初は岩着させない摩擦杭での構造成立性を確認していたが、豊浦標準砂による周辺地盤の強制的な液状化を考慮した評価を行うこととなったため、杭を岩着させ、より安全性を高める構造に変更した。
- ルート変更に伴う津波防護への影響はない。

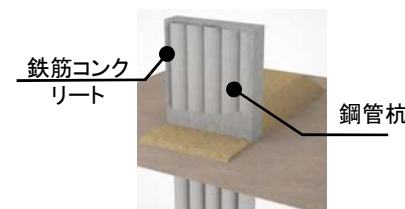
①鋼製防護壁



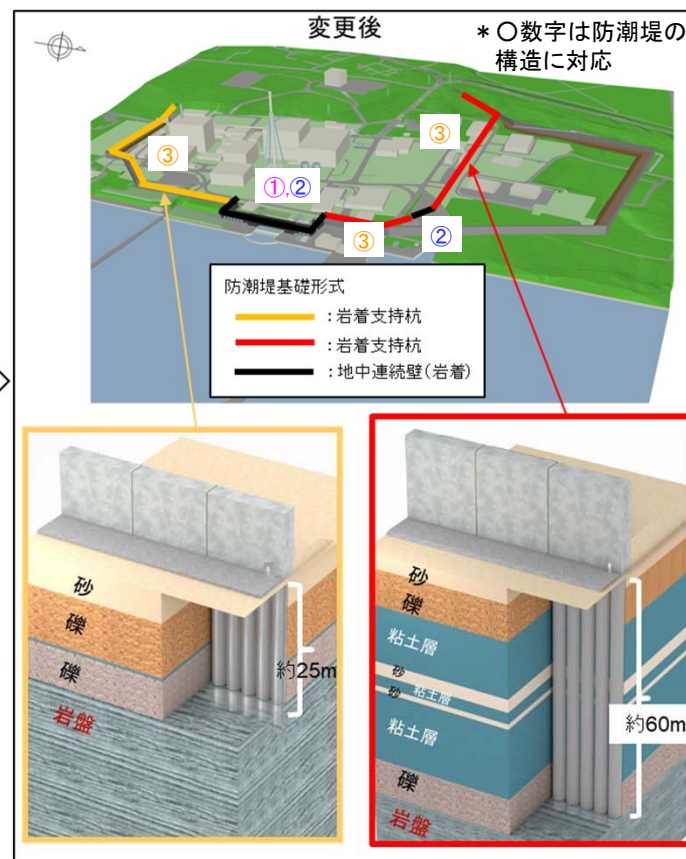
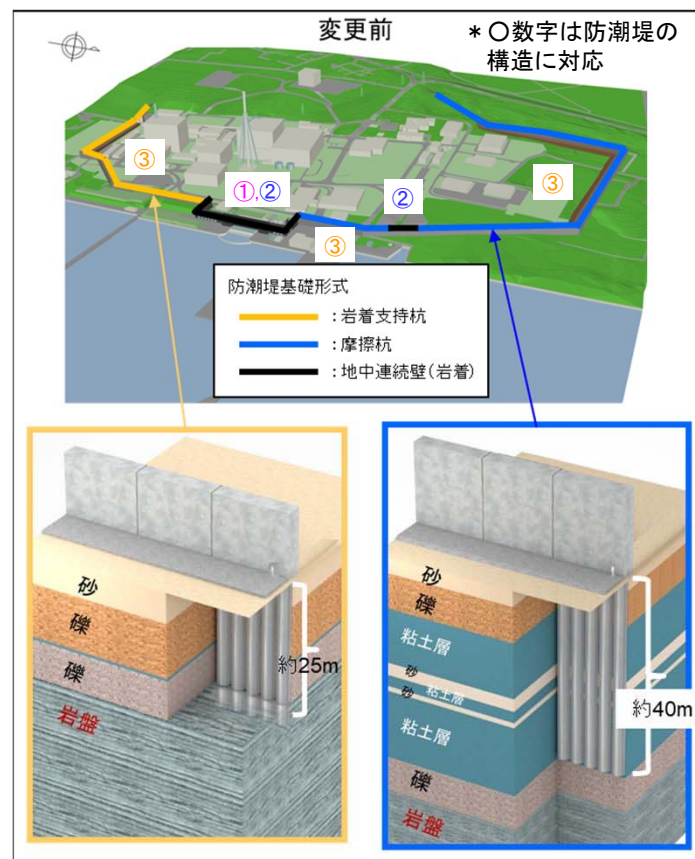
②鉄筋コンクリート防潮壁



③鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁



防潮堤の構造イメージ

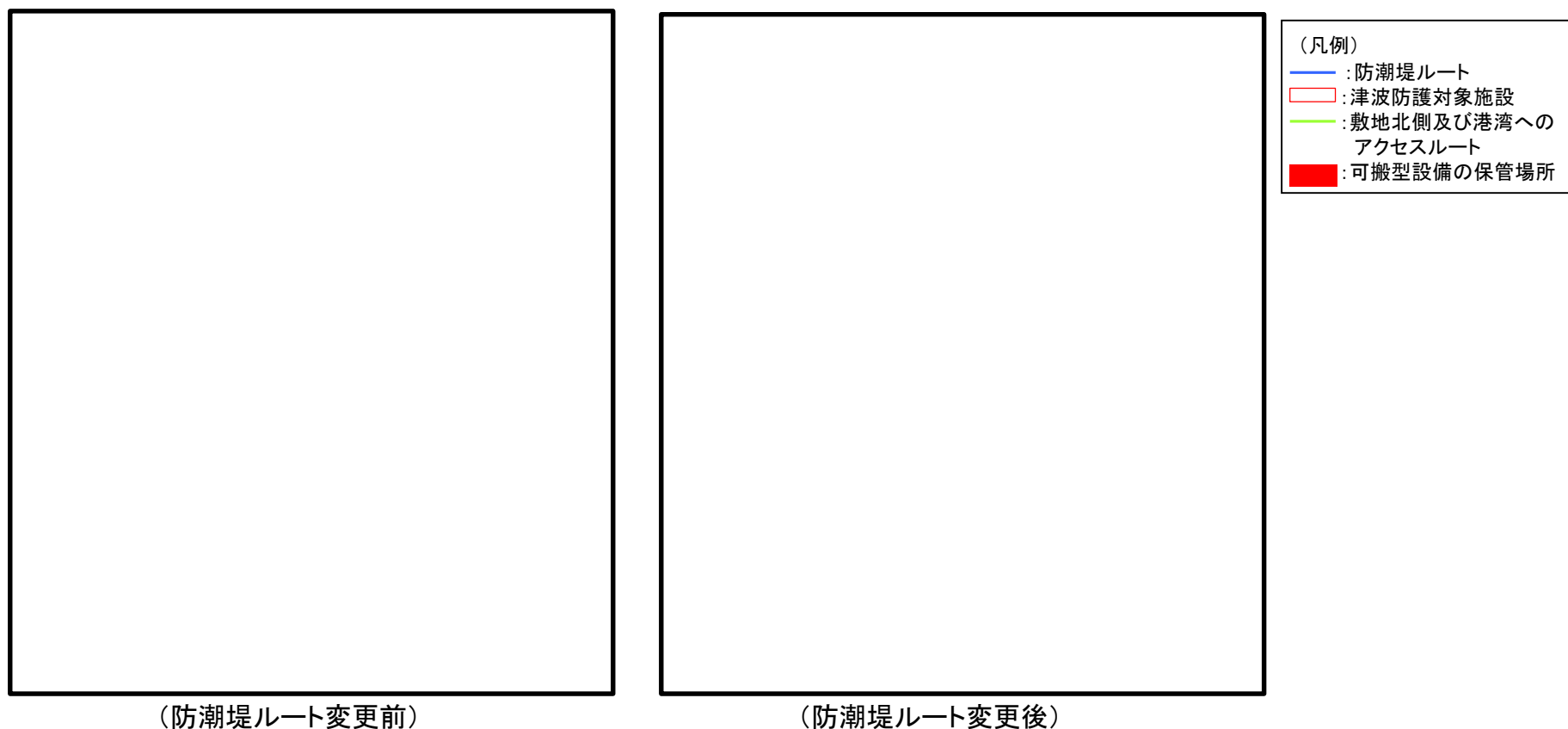


2. 防潮堤ルート変更に伴う津波防護対象施設等及び保管場所の配置への影響



●防潮堤ルート変更に伴う津波防護対象施設及び敷地北側への影響はない。

- ・津波から防護する施設は、防潮堤ルート変更前後とも、**防潮堤の内側又は高台に設置されるため、配置の変更はなく、防潮堤ルート変更の影響を受けない。**
- ・防潮堤ルート変更後においても、防潮堤沿いに**敷地北側へアクセスできる道路を設ける。**
- ・重大事故等時に使用する**可搬型設備の保管場所**は、常設重大事故等対処設備及び設計基準対処設備から十分な離隔距離を確保して分散配置がされているが、防潮堤ルート変更前後とも配置に変更はなく、**防潮堤ルート変更の影響を受けない。**

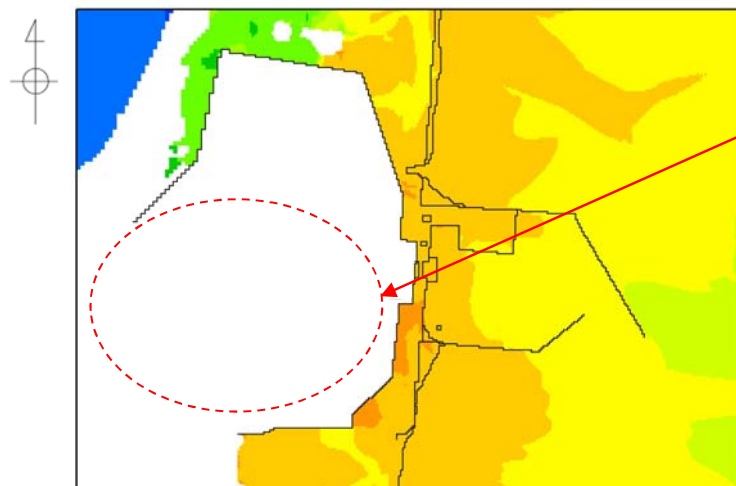
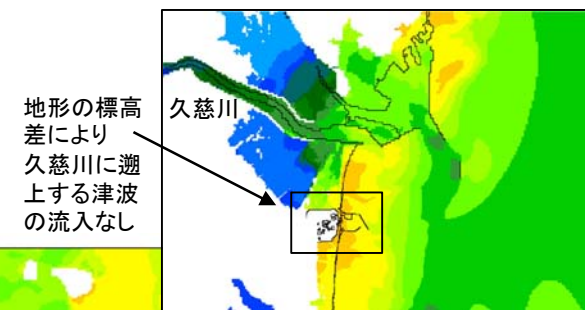


津波防護対象施設の配置
論点No.31-3

3. 防潮堤ルート変更に伴う津波高さ及び施設への影響

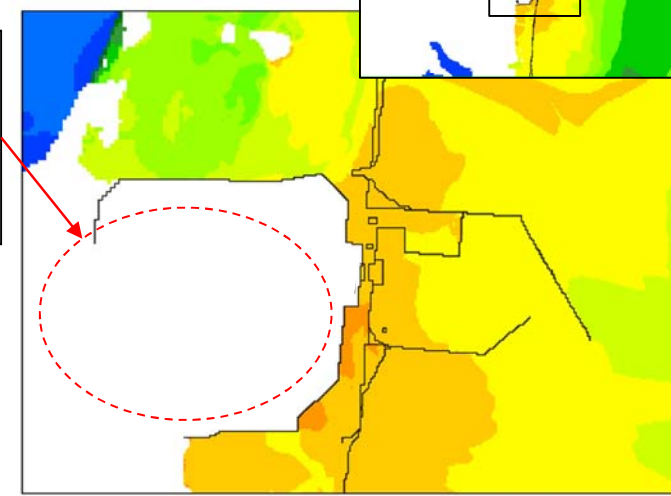
●防潮堤ルート変更に伴う津波高さへの影響はなく、防潮堤高さ及び津波防護対象施設への影響はない。

- ・防潮堤ルート変更後は、各区画とも津波高さが同じか低くなる傾向
- ・変更の前後とも、防潮堤高さは津波高さを上回り、防潮堤内側への浸水を防止
- ・変更の前後とも、津波防護対象施設が設置される箇所には、津波は到達せず



(防潮堤ルート変更前)

ルート変更に関わらず津波防護対象施設を設置する箇所は防潮堤により防護され、津波は到達しない。



(防潮堤ルート変更後)

津波遡上の解析結果



防潮堤の区画	各区画での最大津波高さ (防潮堤ルート変更前)	各区画での最大津波高さ (防潮堤ルート変更後)	入力津波高さ	防潮堤高さ
北側	T.P.+15.2m	T.P.+12.0m	T.P.+15.4m	T.P.+18m
東側	T.P.+17.7m	T.P.+17.7m	T.P.+17.9m	T.P.+20m
南側	T.P.+16.6m	T.P.+16.6m	T.P.+16.8m	T.P.+18m

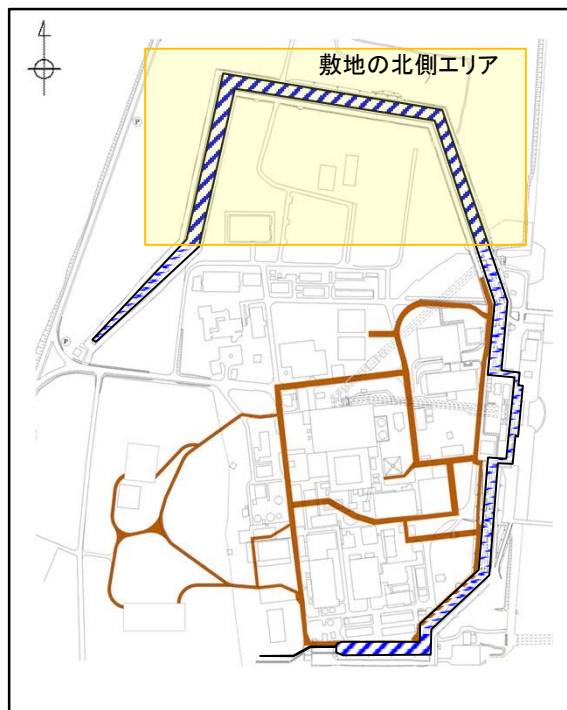
4. 防潮堤ルート変更に伴う重大事故等時への対応の影響

●防潮堤ルート変更に伴う重大事故等時のアクセスルートへの影響はない。

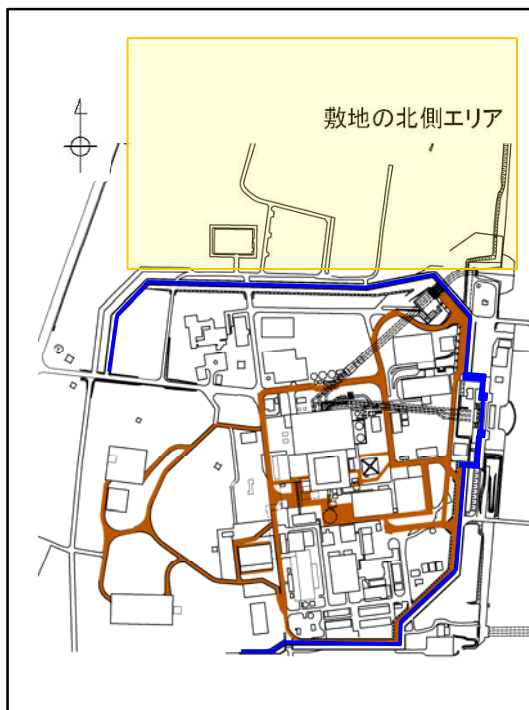
- ・重大事故等時において必要となるルートは、敷地の北側にないため、防潮堤ルート変更の影響を受けない。
- ・外部支援に係る発電所構内への進入ルートは、敷地の北側エリアを通行するルート以外にも複数確保するため、防潮堤ルート変更の影響を受けない。

【凡例】

■ : 防潮堤 — : アクセスルート



アクセスルート図(防潮堤ルート変更前)



アクセスルート図(防潮堤ルート変更後)

5. 防潮堤の外側に設置される施設への影響

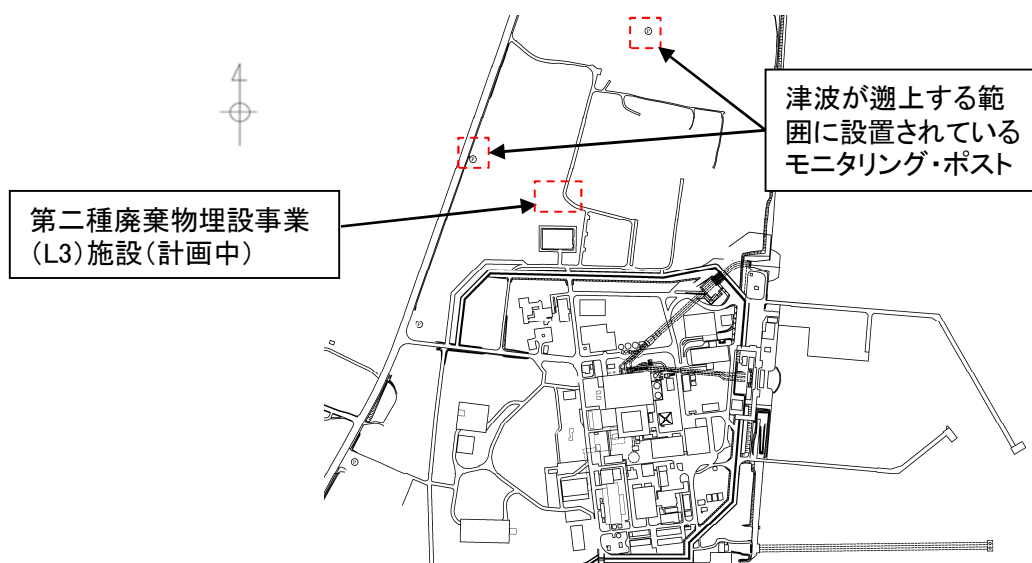
○モニタリング・ポスト

防潮堤の外側にはモニタリング・ポストが設置されており、基準津波が遡上する範囲に設置されているものについては、津波により機能喪失する可能性があるが、代替設備により機能を確保できるため、安全性への影響はない。

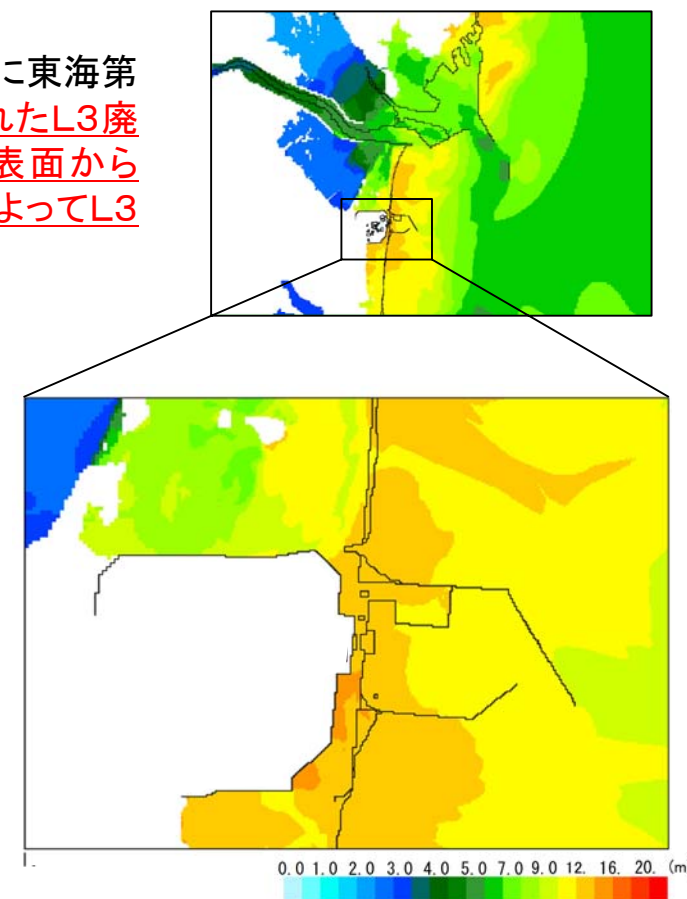
＜別紙2参照＞

○第二種廃棄物埋設事業(L3)施設(設置を申請中)

設置を計画している第二種廃棄物処理埋設事業(L3)施設の埋設箇所には東海第二発電所の基準津波が遡上すると仮定した場合でも、L3施設に埋設されたL3廃棄物は上面に覆土がされていること、定置作業中のL3廃棄物は、地表面から約4m掘り下げたトレンチ内に定置され、海水に浮かないことから、津波によってL3廃棄物が流出することはないと考える。＜別紙3参照＞

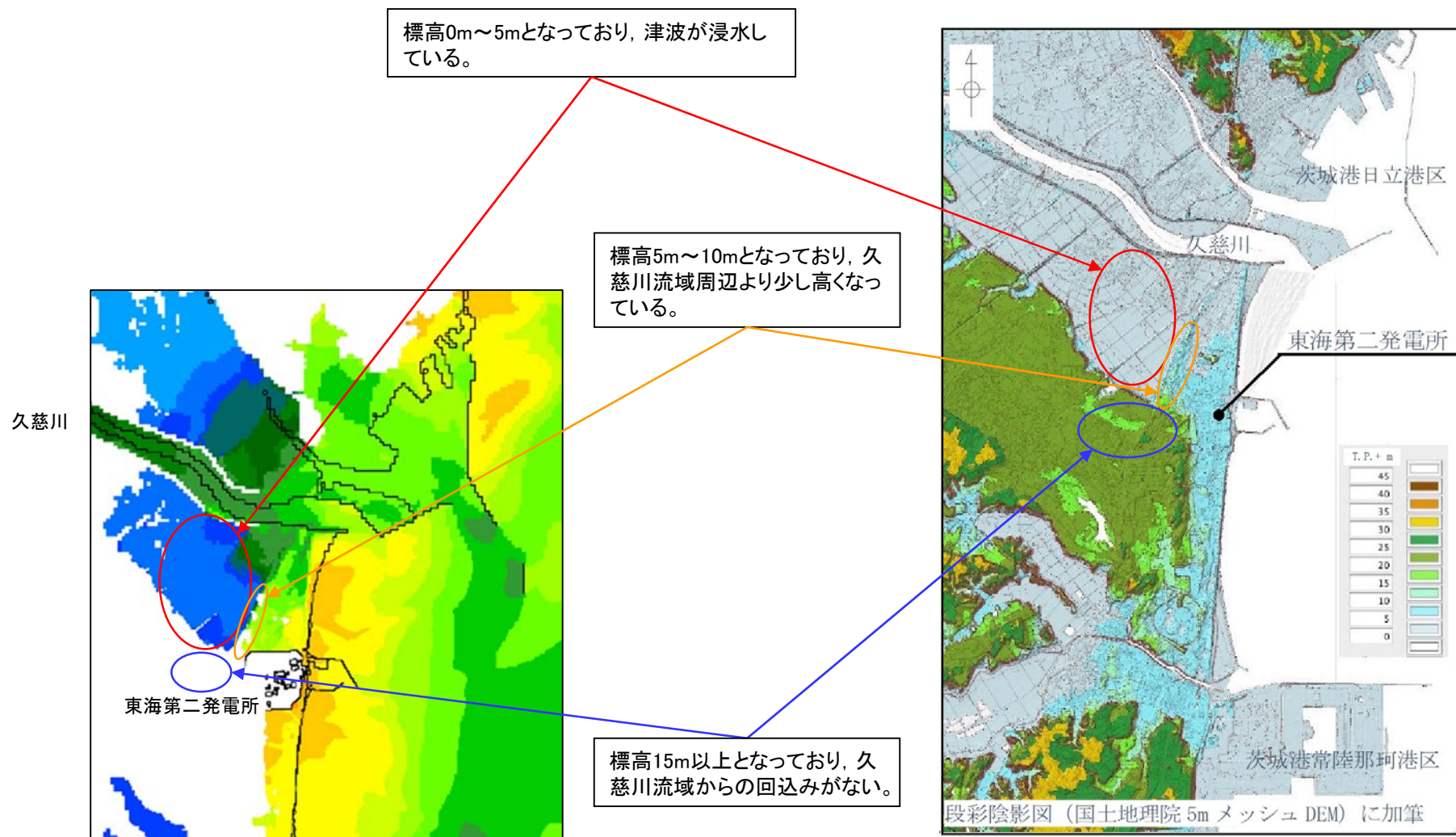


防潮堤の外側に設置される施設



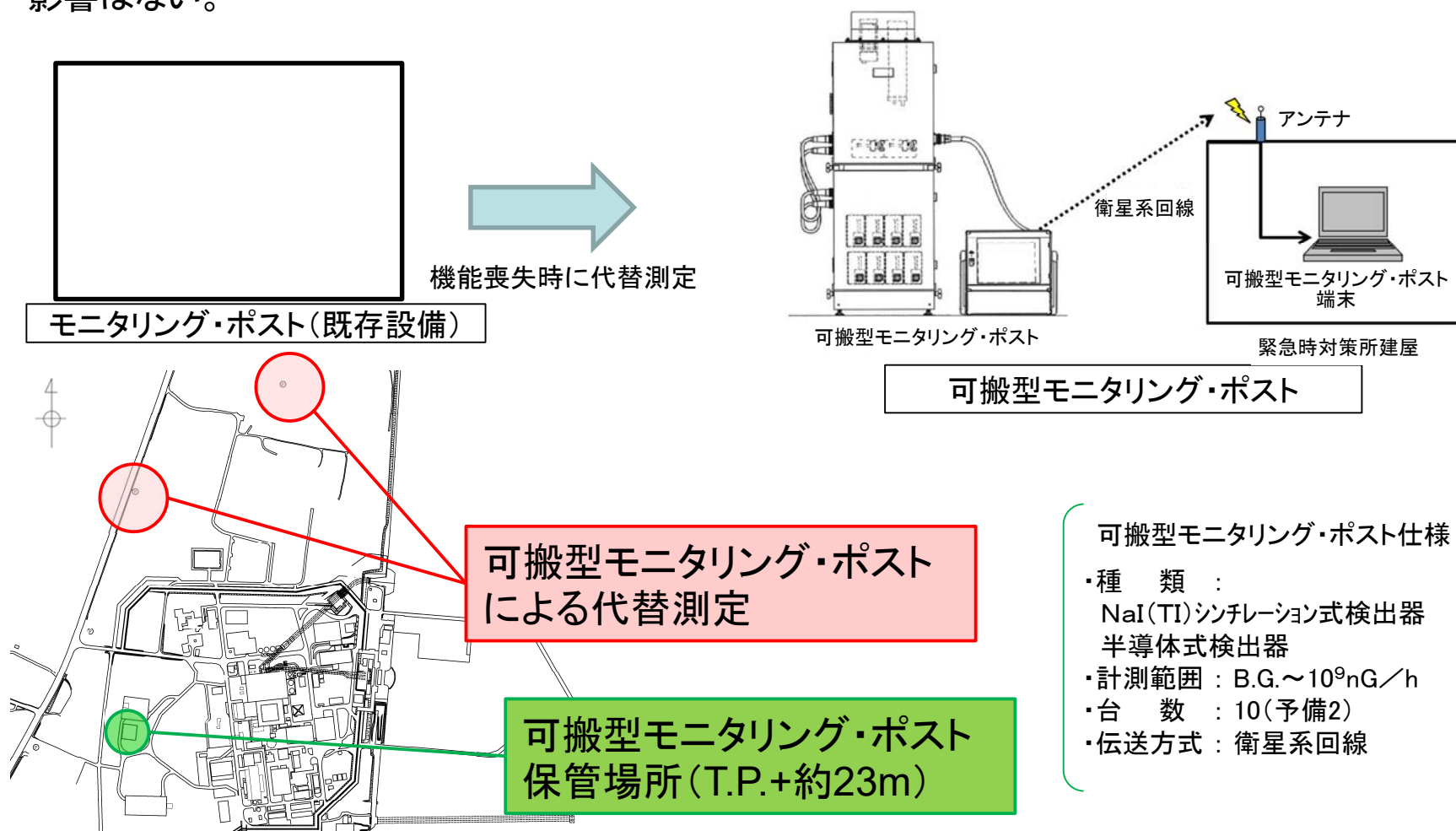
基準津波が遡上する範囲

<別紙1> 発電所周辺の浸水域と標高の関係



<別紙2> モニタリング・ポストへの影響

- ✓ モニタリング・ポストは、発電所周辺の放射線量の監視を行う機能を有している。
- ✓ 防潮堤の外側にはモニタリング・ポストが設置されており、基準津波が遡上する範囲に設置されているものについては、津波により機能喪失する可能性があるが、津波の影響を受けない場所に配置している放射能観測車又は可搬型モニタリング・ポストにより機能を代替するため、安全性への影響はない。

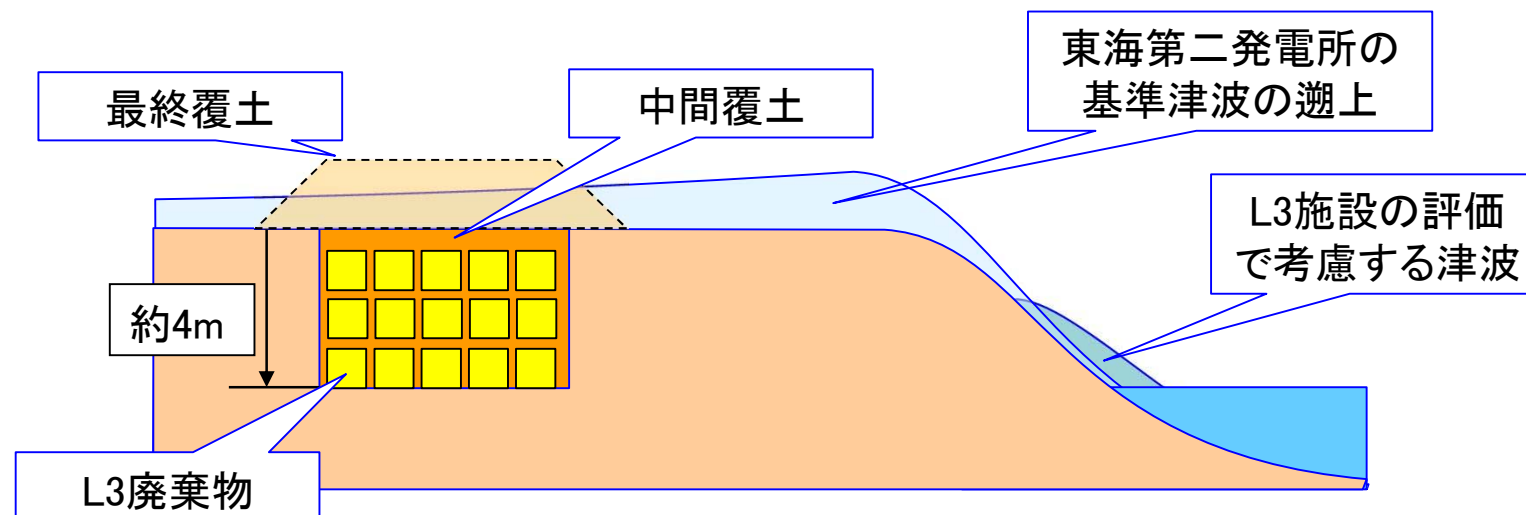


＜別紙3＞ 第二種廃棄物埋設事業(L3)施設への影響

○第二種廃棄物埋設事業(L3)施設(申請中*)

- ・設置を計画している東海L3施設は、「第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」により、安全機能を有する施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波に対して安全機能が損なわれないことが要求されている。
- ・ここで、今後の設置を計画しているL3施設の埋設箇所に東海第二発電所の基準津波が遡上すると仮定した場合でも、L3施設に埋設されたL3廃棄物は上面に覆土がされていること、定置作業中のL3廃棄物は、地表面から約4m掘り下げたトレンチ内に定置され、海水に浮かないことから、津波によってL3廃棄物が流出することはないと考える。

* 万が一、廃棄物が海洋に流出するようなことを想定した場合であっても、極めて放射能レベルの低い廃棄物のため、影響は小さい。



第二種廃棄物埋設事業(L3)施設概念図

* 第二種廃棄物埋設事業(L3)施設は、2015年7月に申請(2016年12月一部補正)し、現在は審査対応中となっている。

【論点No.31】

防潮堤の設置ルート変更に伴う敷地面積減少による影響及び運用上の変更等について

【委員からの指摘事項等】

No.23

指摘事項等・県民意見に下線を記載
対応する資料頁数等を 内に記載

防潮堤の設置ルートの変更がなされ、敷地を囲む面積が減っているが、これに関しては特に問題は生じないのか。防潮堤が敷地の中を通ることによって支障はないのか。

P.2-8

原子炉建屋等の内郭防護及び溢水影響評価の詳細について

【説明概要】

- 内郭防護として、地震により機器の損傷等が生じることを想定し、損傷箇所からの保有水の流出及び津波の流入による溢水量を評価し、原子炉建屋等の防護する区画への影響はないことを確認している。
- 構内排水路による排水機能や地盤への浸透は考慮しない等の保守的な条件で、溢水伝搬挙動解析を実施した結果、原子炉建屋の浸水深は0.13m、使用済燃料乾式貯蔵建屋回りの浸水深が0.12mである。
- 浸水深が、原子炉建屋の床面高さ0.2m、使用済燃料乾式貯蔵建屋の床面高さ0.3mを超えないため、防護対象区画への浸水影響はない。

原子炉建屋等の内郭防護及び溢水影響評価(全体概要)



●内郭防護として、機器の損傷等を想定し、損傷箇所からの保有水の流出及び津波の流出による溢水の影響を評価した結果、原子炉建屋等への影響はなかった。

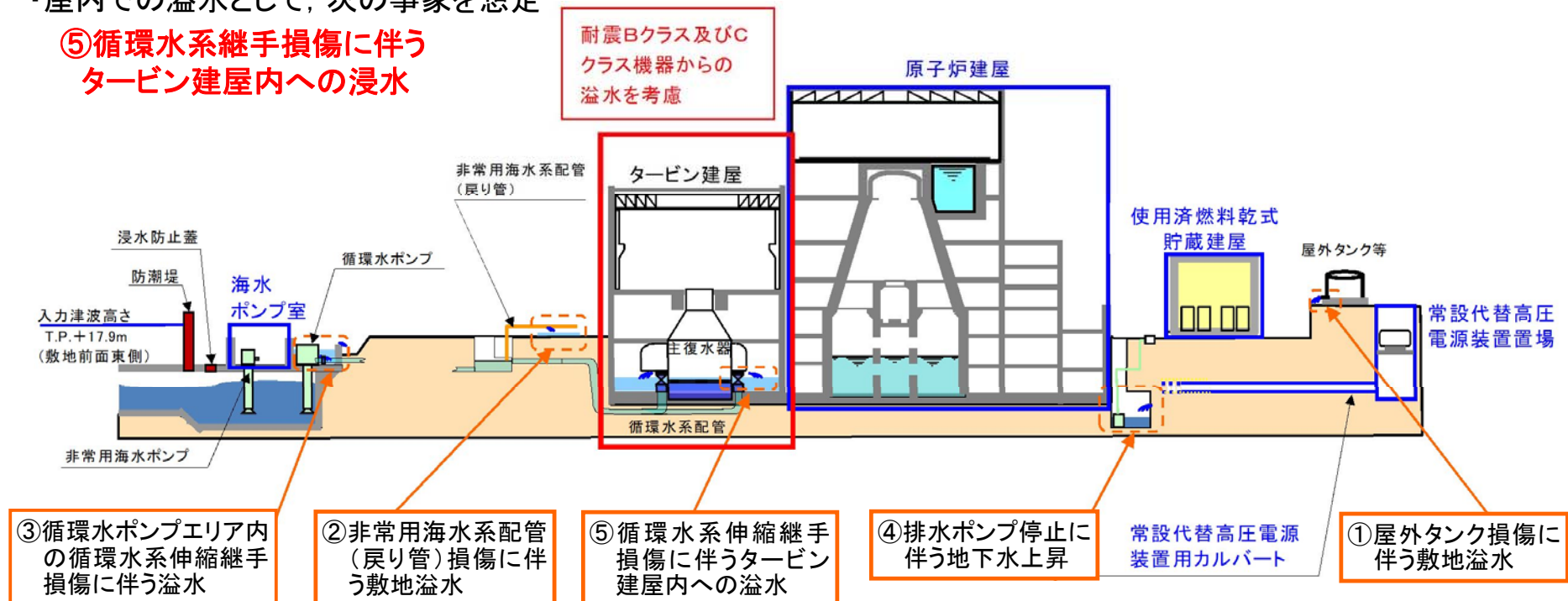
・地震により機器の損傷等が生じることを想定し、損傷箇所からの保有水の流出及び津波の流入による溢水量を評価し、原子炉建屋等への影響を確認

・屋外での溢水として、次の事象を想定

- ①屋外タンク損傷に伴う敷地溢水
- ②非常用海水系配管(戻り管)損傷に伴う敷地浸水
- ③循環水ポンプエリア内の循環水系伸縮継手損傷に伴う浸水
- ④排水ポンプ停止に伴う地下水上昇

・屋内での溢水として、次の事象を想定

- ⑤循環水系継手損傷に伴うタービン建屋内への浸水



原子炉建屋等の内郭防護及び溢水影響評価(敷地への溢水)



屋外で敷地に浸水する溢水

注:本評価は、屋外タンクの移設を反映して再評価した結果を示す。
なお、移設前の評価については<別紙1>に示す。

①屋外タンク等の損傷に伴う敷地浸水

◆溢水量評価 その1(溢水浸水深評価)

- ・屋外タンクの損傷により保有水が流出し、滞留する範囲を考慮して評価した結果、浸水深は約0.1m(以下)となった。
- ・T.P.+8mにおける原子炉建屋の床面高さは0.2m、使用済燃料乾式貯蔵建屋の床面高さは0.3mであり、
本評価では屋外タンクの損傷に伴う溢水は流入しない。

溢水源からの距離・面積に応じた浸水深

範囲	溢水源からの距離	評価浸水深
①	50m	1.61m
②	100m	0.41m
③	200m	0.11m

滞留する範囲を考慮して評価した結果

建屋	許容浸水深(床面の高さ)	敷地浸水深	評価結果
原子炉建屋	0.2m	約0.1m	影響なし
使用済燃料乾式貯蔵建屋	0.3m	0.1m以下	影響なし

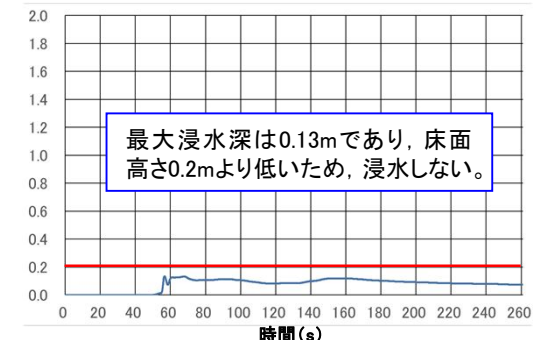
◆溢水量評価その2(溢水伝搬挙動解析)

- ・屋外タンクが損傷して保有水(4500m³)が流出した時の溢水伝搬挙動解析を実施し、原子炉建屋の機器搬入口及び使用済燃料乾式貯蔵建屋の機器搬入口の浸水水位を評価
- ・原子炉建屋の機器搬入口の浸水水位は、床面高さ0.2mより低く、浸水しないため、防護対象区画への影響はなし
- ・使用済燃料乾式貯蔵建屋の機器搬入口の浸水水位は、床面高さ0.3mより低く、浸水しないため、防護対象施設への影響はなし

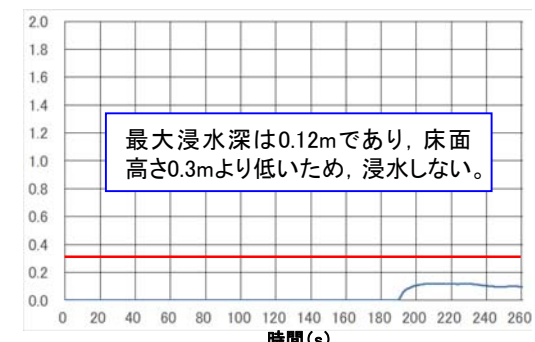
評価箇所

⇒原子炉建屋、使用済燃料乾式貯蔵建屋等について、
防護対象設備への溢水影響がないことを確認

評価箇所における
浸水深



①原子炉建屋(機器搬入口前)



②使用済燃料乾式貯蔵建屋

屋外で敷地に浸水する溢水

②非常用海水系配管(戻り管)損傷に伴う敷地浸水

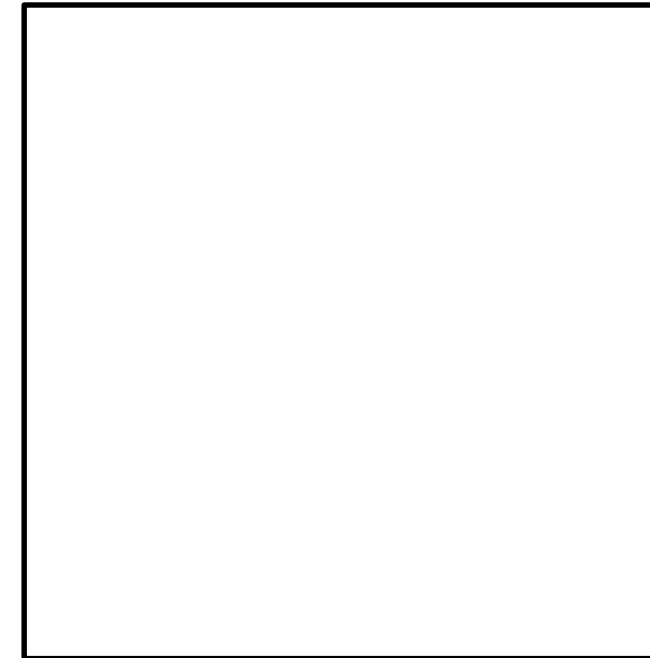
◆溢水影響評価

○非常用海水系配管(戻り管)の損傷部からの非常用海水ポンプの運転に伴う溢水と津波の流入に伴う溢水を考慮して、原子炉建屋及び使用済燃料貯蔵建屋への影響を評価

- ・非常用海水ポンプの運転継続を想定し、ポンプ全7台運転に伴う流量 約4321m³/hが流出することを考慮する。
- ・津波の襲来までに放水路ゲートの閉止が可能であることから、放水路を逆流した敷地内への 津波の流入は考慮しない。
- ・損傷部から流出した溢水は、敷地に広がるものとして評価する。

○評価の結果→原子炉建屋及び使用済燃料乾式貯蔵建屋回りの 浸水深は0.2m以下となり、床面高さより低いため浸水しない。

⇒原子炉建屋、使用済燃料乾式貯蔵建屋等について、
防護対象設備への溢水影響がないことを確認



非常用海水系配管(戻り管)設置箇所

(1) 屋外の区画内での溢水

③ 循環水ポンプエリア内での循環水系伸縮継手損傷に伴う浸水

◆ 溢水量評価

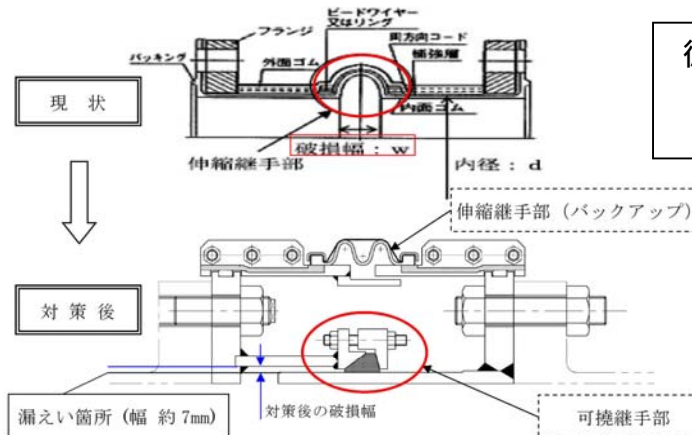
- ・ 損傷部からの海水の流入を考慮※1

※1 漏洩検知器により損傷部からの溢水を検知し、循環水ポンプを停止して出口弁を閉止するインターロックを設ける。このため、地震発生からポンプ停止及び出口弁閉止まで(5分間)の間の損傷部から流入する溢水量を考慮する。

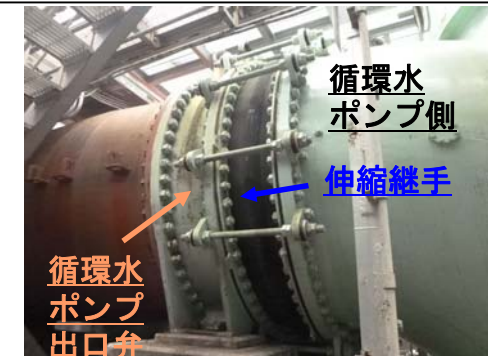
なお、インターロックにより、津波が襲来(約37分後)するまでにポンプ停止及び弁閉止が可能のため、津波の流入を考慮する必要はない。

循環水系伸縮継手をゴム製伸縮継手からメカニカル式クローザージョイントに取替実施
⇒現状の伸縮継手からのリング破損による溢水量を大幅に低減※2

※2 流出箇所(損傷箇所)の面積が1/10以下となるので、溢水量を大幅に低減できる。



循環水ポンプ出口弁と伸縮継手配置変更
⇒弁閉止で流入を遮断し津波浸水を防ぐ
<別紙2参照>



変更前(現状)

$$\text{溢水量 約} 515\text{m}^3 \leq \text{循環水ポンプエリア内に貯留可能な容量 約} 645\text{m}^3$$

⇒これらの対策により循環水ポンプエリア内で貯留可能であり他区画への流出がないことを確認

貫通部止水対策は、海水ポンプ室の浸水防護重点化範囲を全て実施

④ 排水ポンプ停止に伴う地下水位上昇

◆ 溢水量評価

- ・ 保守的に、地下部がすべて浸水すると想定しても影響しない。

浸水水位 T.P.+8.0m(敷地地下部)

地下部には止水処置を実施しており、防護区画内に浸水することはない。

(2) 屋内での溢水

① 循環水系伸縮継手損傷に伴うタービン建屋内への浸水

◆ 溢水量評価

- ・ 損傷部からの保有水及び津波の流入(※)と耐震B, Cクラス機器の破損による溢水を考慮
- ・ 溢水量が, タービン建屋の地下部に貯留可能な容量以下となることを確認

※漏洩検知器による循環水ポンプ停止と隔離弁閉インターロックを設ける。ポンプ停止及び弁閉止まで(5分間)の流入量を浸水量評価により算定。また, 漏洩を検知した際のインターロックにより, 津波が襲来するまでにポンプ停止及び弁閉止が可能なため, 津波は流入しない。

地震起因による溢水量

項 目		溢水量(m ³)
循環水系配管伸縮継手部の損傷箇所	地震発生から漏洩検知インターロックによる循環水ポンプ停止および復水器水室出入口弁の閉止までの溢水量	約14,723
	津波の流入量	0
耐震B, Cクラス機器の保有水量		約8,610
屋外タンク等の損傷による溢水の流入量		約101
合 計		約23,434

≤

タービン建屋の溢水を貯留できる空間容積*

タービン建屋階層	空間容積(m ³)
T.P.-4.00～T.P.-1.60m	約2,784
T.P.-1.60～T.P.+5.50m	約17,326
T.P.+5.50～T.P.+8.20m	約6,589
合 計	約26,699

* 溢水を貯留できる空間の大部分は地下部であり, 溢水の滞留に対して貯留できる機能を保持できる。

⇒タービン建屋の地下部に貯留可能であり, 他区画への流出がないことを確認

約23,434m³(地震起因による溢水量) < 約26,699m³(タービン建屋の溢水を貯留できる空間容積)

貫通部止水対策は, 裕度を見込みT.P.+8.2mまで実施

<別紙1>屋外タンク等の損傷に伴う敷地洪水の評価(屋外タンク移設前評価)



屋外で敷地に浸水する洪水

①屋外タンク等の損傷に伴う敷地洪水

◆洪水量評価 その1(洪水浸水深評価)

- ・屋外タンクの損傷により保有水が流出し、滞留する範囲を考慮して評価した結果、浸水深は約0.1mとなった。
- ・T.P.+8mにおける原子炉建屋の床面高さは0.2m、使用済燃料乾式貯蔵建屋の床面高さは0.3mであり、
本評価では屋外タンクの損傷に伴う洪水は流入しない。

洪水源からの距離・面積に応じた浸水深		
範囲	洪水源からの距離	評価浸水深
①	50m	1.61m
②	100m	0.41m
③	200m	0.11m

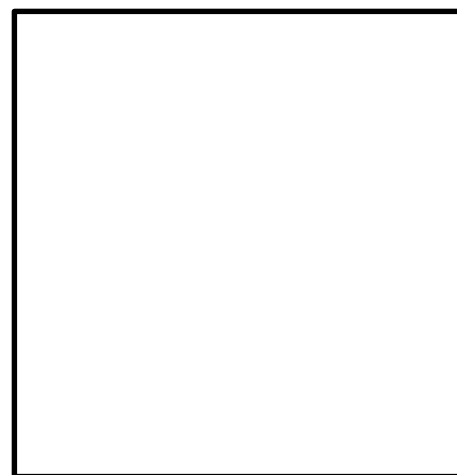
滞留する範囲を考慮して評価した結果

建屋	許容浸水深(床面の高さ)	敷地浸水深	評価結果
原子炉建屋	0.2m	約0.1m	影響なし
使用済燃料乾式貯蔵建屋	0.3m	約0.1m	影響なし

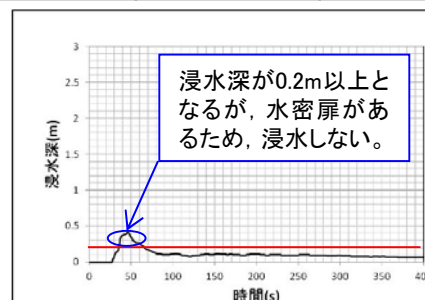
◆洪水量評価その2(洪水伝搬挙動解析)

- ・屋外タンクが損傷して保有水が流出した時の洪水伝搬挙動解析を実施し、原子炉建屋の機器搬入口及び使用済燃料乾式貯蔵建屋の機器搬入口の洪水水位を評価
- ・原子炉建屋の機器搬入口の洪水水位は、床面高さ0.2mを超えるものの、一時的であり、搬入口には水密扉があるため、防護対象区画への洪水影響はなし
- ・使用済燃料乾式貯蔵建屋の機器搬入口の洪水水位は、床面高さ0.3mを超えるものの、一時的であり、洪水量はわずかであり、防護対象施設への影響はなし

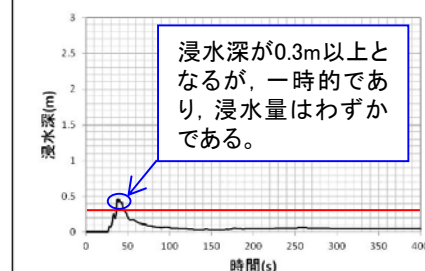
⇒原子炉建屋、使用済燃料乾式貯蔵建屋等について、
防護対象設備への洪水影響がないことを確認



評価箇所



①原子炉建屋 (機器搬入口前)



②使用済燃料乾式貯蔵建屋 (機器搬入口前)

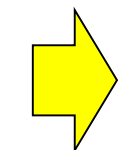
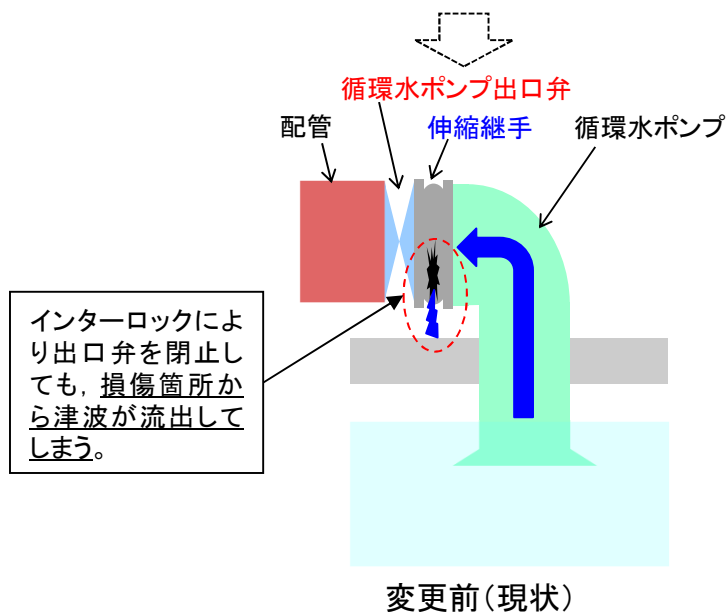
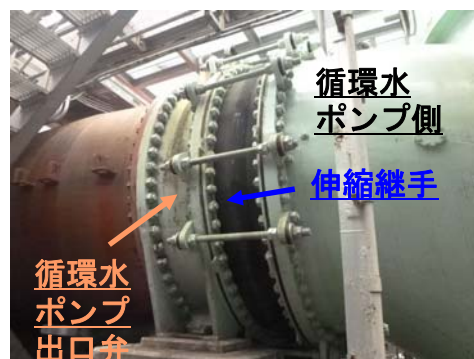
評価箇所における
浸水深

<別紙2> 出口弁と伸縮継手の配置変更による対策について



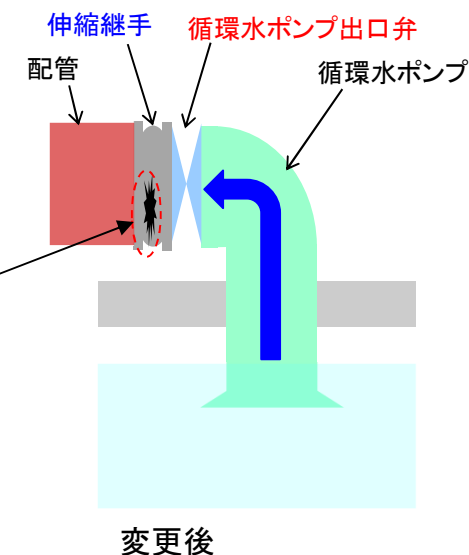
○循環水ポンプ出口弁と伸縮継手の位置を入替え、循環水ポンプ側からの津波の流入を防止する。

- ・現状は、「循環水ポンプー伸縮継手ー循環水ポンプ出口弁ー配管」といった配置となっているため、インターロックにより循環水ポンプ出口弁を閉止しても、循環水ポンプ側から津波が回込み、伸縮継手の損傷箇所から流出してしまうので、循環水ポンプ側から津波が流入してしまう構造となっている。
- ・「循環水ポンプー循環水ポンプ出口弁ー伸縮継手ー配管」といった配置に変更し、インターロックにより循環水ポンプ出口弁を閉止することにより、循環水ポンプ側から津波が流入することを防止できる構造とする。



構造変更

論点No.35-8



【論点No.35】

原子炉建屋等の内郭防護及び溢水影響評価の詳細について

【委員からの指摘事項等】

No.29

指摘事項等・県民意見に下線を記載
対応する資料頁数等を 内に記載

屋外タンク等の損傷に伴う保有水流出時の原子炉建屋の浸水深50cmについて、溢水影響がないとした根拠を説明すること。 P.3

貯留堰の容量の考え方について

【説明概要】

非常用海水ポンプ全7台の30分間の取水容量約 $2,162\text{m}^3$ に対し、基準津波による引き波が貯留堰の天端高さを下回った場合に取水できる有効貯留容量は約 $2,370\text{m}^3$ である。このため、引き波が貯留堰の天端高さを下回る約3分間に対して、非常用海水ポンプ全7台が30分間以上運転可能な貯留容量を確保できている。

また、基準津波により運ばれた砂等が貯留堰内に堆積した場合を想定しても、非常用海水ポンプ全7台が3分間以上運転可能な貯留容量を十分確保できている。

1. 貯留堰の容量の考え方について

●引き波による取水ピット水位低下に対し、非常用海水ポンプ取水性を保持することを目的に取水口前面に貯留堰を設置

- ① 非常用海水ポンプの取水可能水位 : T.P. -5.66m (残留熱除去系海水ポンプ)
- ② 引き波による取水ピットの下降側の評価水位 : T.P. -6.0m (取水ピットの下降側水位 T.P. -5.64m に潮位のばらつきを考慮)
- ③ 現状設備では①の水位を②の水位が下回るため、非常用海水ポンプの取水性を確保するため貯留堰を設置

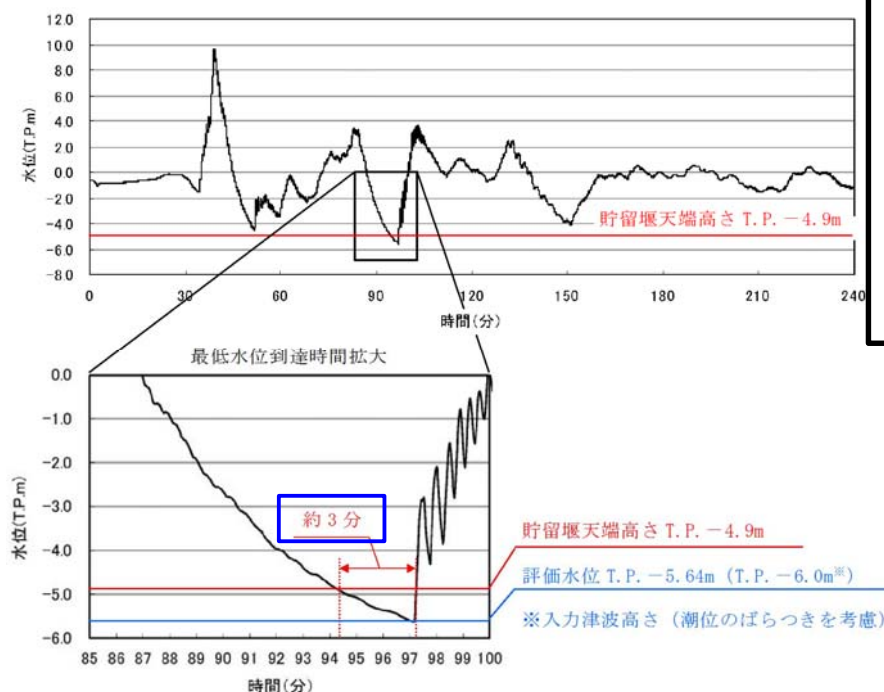


図1 取水ピットの引き波の時刻歴波形と継続時間

- 有効貯留容量(約2,370m³) > 非常用海水ポンプ全7台の30分間の取水容量(約2,162m³)
 ⇒ 基準津波による引き波が貯留堰の天端高さを下回る時間は約3分間であるのに対し(図1), 貯留堰により非常用海水ポンプ全7台が約30分間以上運転継続可能な貯留容量を確保していることから(図2), 津波による水位低下時も非常用海水ポンプの運転継続性に問題はない。

■ : 有効貯留容量(約2,370m³)

貯留堰天端高さと非常用海水ポンプの取水可能水位の間の水量が、引き波で海面が貯留堰の天端高さを下回っている間に非常用海水ポンプが取水できる水量となる。

図2 取水口～取水ピット断面図と貯留堰の有効貯留容量

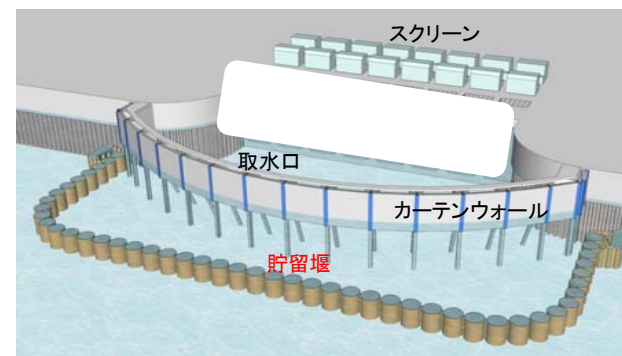


図3 貯留堰の設置イメージ

2. 砂が堆積した場合の貯留堰の容量への影響について(1/2)

● 津波により貯留堰内、取水路内に砂が堆積する場合であっても、非常用海水ポンプの取水性は保持される。

- ・2ページに示すとおり、引き波による水位低下に対して、貯留堰の天端高さT.P.－4.9mと非常用海水ポンプの取水可能水位T.P.－5.66mとの間の水量を有効貯留容量として、非常用海水ポンプの取水性を保持するために必要な水量を確保している。
- ・基準津波による砂の堆積の影響として、取水口前面(貯留堰内)に砂が堆積する厚さは最大で0.47m、取水ピット内に砂が堆積する厚さは最大で0.03mと評価している。(基準津波による砂の移動・堆積のシミュレーション結果による)
 - 取水口前面(貯留堰内)の海底面の高さはT.P.－6.89mであり、T.P.－6.42mの高さまで砂が堆積する可能性がある。
 - 取水路の底面高さは最も高い箇所T.P.－6.04mであり、T.P.－6.01mの高さまで砂が堆積する可能性がある。
- ・取水口前面(貯留堰内)及び取水路内に砂が堆積した場合でも、非常用海水ポンプの取水可能水位T.P.－5.66mより低い位置となることから、有効水量に影響はなく、非常用海水ポンプの取水性を保持するために必要な水量を確保することができる。

* 敷地に遡上する津波では、防潮堤を越えた津波により非常用海水ポンプが機能喪失することを前提としているため、貯留堰の機能は必要としない。

貯留堰の有効貯留容量(非常用海水ポンプ全7台が約30分間以上運転継続可能な容量)には影響ない。



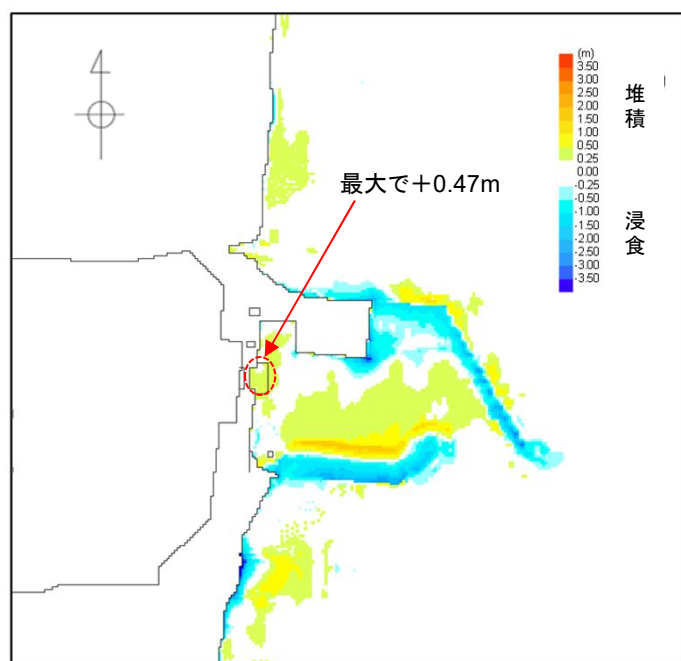
取水口前面、取水路とも砂が堆積したときの高さは、非常用海水ポンプの取水可能水位以下の高さとなっている。

貯留堰の有効貯留容量と砂が堆積した場合の高さの関係

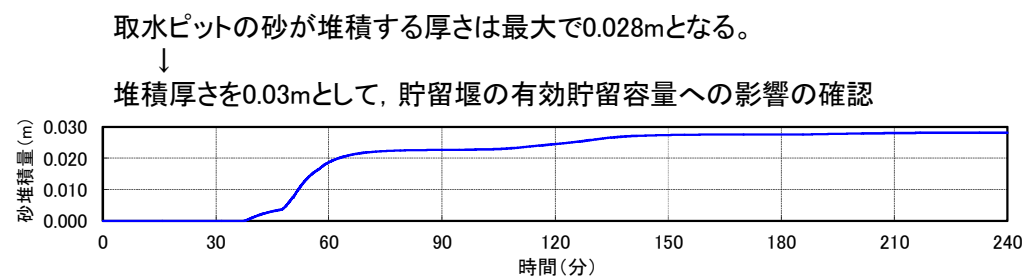
2. 砂が堆積した場合の貯留堰の容量への影響について(2/2)

●基準津波による砂の移動・堆積のシミュレーション結果

- ・基準津波による砂の堆積の解析の結果、取水口前面(貯留堰内)に砂が堆積する厚さは最大で0.47mとなった。
- ・基準津波による取水路内の砂の堆積の解析の結果、取水ピット内に砂が堆積する厚さは最大で0.028mとなった。
このため、切り上げて0.03mとして砂堆積の影響を評価した。



基準津波による砂の堆積・浸食分布



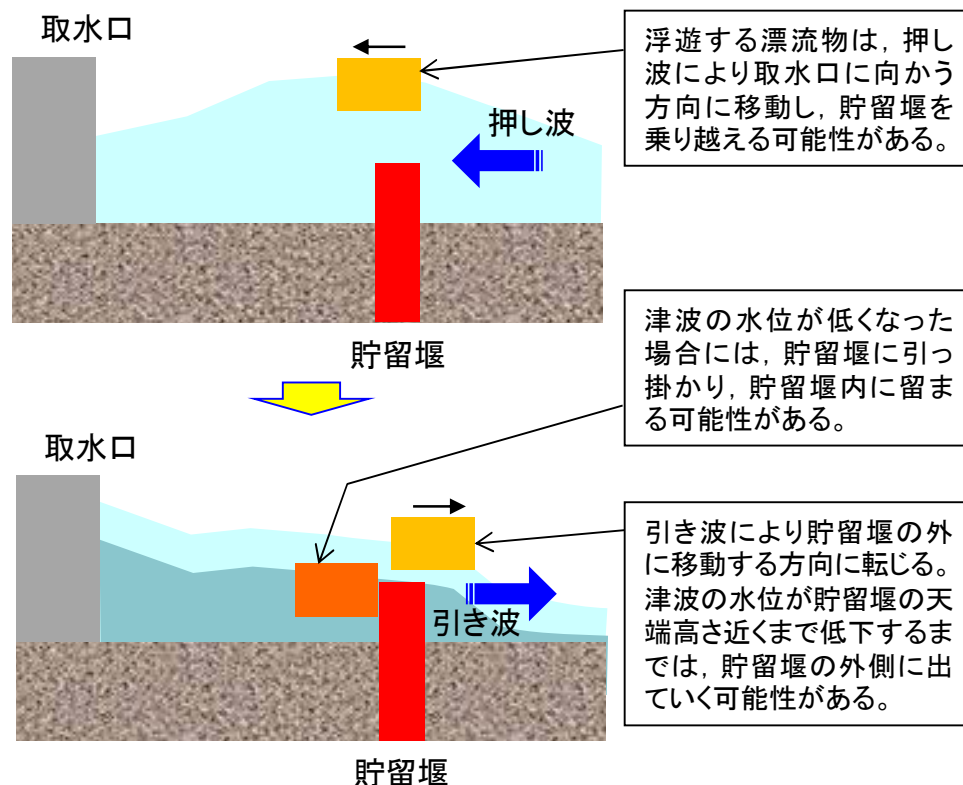
基準津波による取水ピットの砂堆積の時刻歴

3. 漂流物による貯留堰の容量への影響について(1/2)

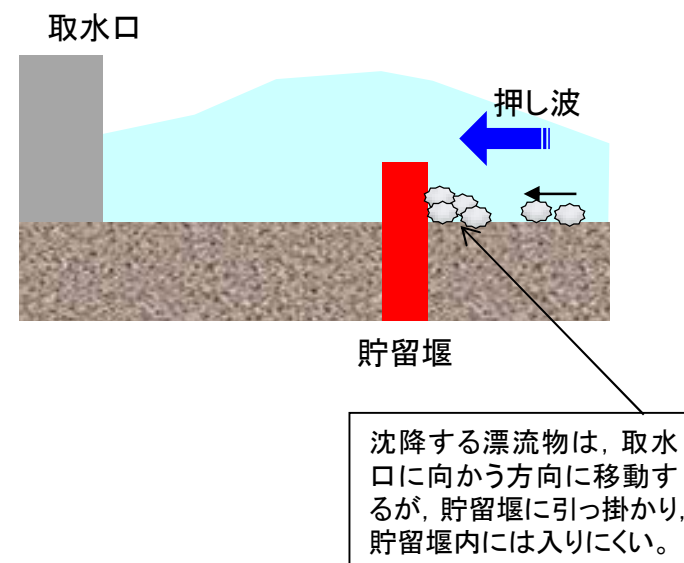
●津波漂流物による貯留堰内への堆積影響

多量の漂流物が、貯留堰内に堆積することは考え難いが、貯留堰～スクリーン間を埋め尽くすように堆積することを仮定して、貯留堰の有効貯留容量への影響を確認し、非常用海水ポンプの取水性を評価する。

- ・論点No.41に示すとおり、津波の流況から発電所の北側及び南側からの漂流物は到達し難い。
- ・さらに、以下の状況から、貯留堰内には、多量の漂流物が堆積することは考え難い。
 - 浮遊する漂流物については、押し波によって取水口に向かう方向に移動して貯留堰内に到達する可能性があるが、引き波により貯留堰の外に移動する方向に転じることから、多量の漂流物が貯留堰内に残留することは考え難い。
 - 沈降する漂流物のうち、比較的質量が小さいものについては、押し波によって取水口に向かう方向に移動するが、貯留堰自体がある程度、障壁となることを考慮すると、多量の漂流物が貯留堰内に入り込むことは考え難い。



浮遊する漂流物が移動するイメージ



沈降する漂流物が移動するイメージ

3. 漂流物による貯留堰の容量への影響について(2/2)

- 多量の漂流物が貯留堰内に堆積することは考え難いが、貯留堰～スクリーン間を埋め尽くすように堆積することを仮定した場合であっても、非常用海水ポンプの取水性を保持するために必要な水量は確保される。
 - ・5ページに示すとおり、津波の流況や漂流物の挙動より、多量の漂流物が貯留堰内に堆積することは考え難い。
 - ・「貯留堰」と「スクリーン*」の間のスペースが漂流物で埋め尽くされ、この箇所の有効貯留容量が無効になると仮定して評価する。
 - *スクリーンは取水ピットへの異物の侵入を防止するために設置されており、漂流物の堆積はここまでに留まると考えられる。
 - ・評価の結果、基準津波による引き波が貯留堰の天端高さを下回る時間は約3分間であるのに対し(2ページ図1参照)、非常用海水ポンプ全7台が約10分間運転することが可能な水量を確保していることを確認した。

非常用海水ポンプの運転可能時間の評価
(貯留堰内側を漂流物が埋め尽くした場合を仮定)

項目	評価内容
①有効貯留容量	2,370m ³
②漂流物により無効となる容量	1,603m ³
③取水可能な水量(①－②)	767m ³
④非常用海水ポンプ取水流量(全7台)	4,323m ³ /h
⑤運転可能時間(③／④)	約10分(>約3分)

漂流物が堆積する範囲と無効となる容量の関係

論点No.36-6

【論点No.36】

貯留堰の容量の考え方について

【委員からの指摘事項等】

No.30

指摘事項等・県民意見に下線を記載
対応する資料頁数等を 内に記載

引き波が貯留堰の天端高さを下回る約3分間に対して、非常用海水ポンプ全7台が30分以上運転可能な容量を確保できているという意味を説明すること。

津波襲来時に打ち寄せられる土砂や泥等による取排水への影響について

【説明概要】

構内排水路逆流防止設備は、津波によって生じる土砂等の影響を考慮した場合にも、排水性及び津波の止水性が確保できる設計としている。

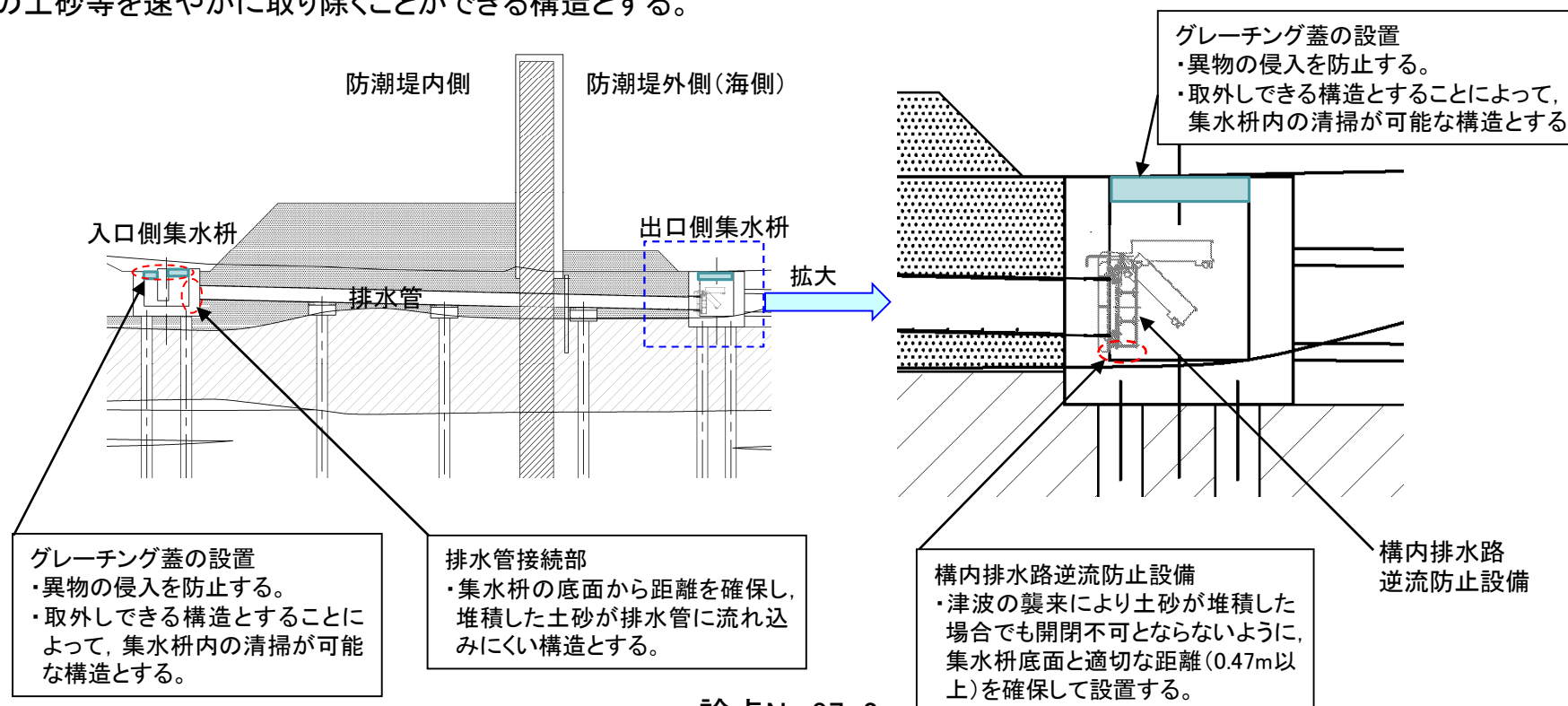
また、日常点検において構内排水路逆流防止設備を設置する出口側集水枡の土砂の堆積状況等を確認するとともに、集水枡の土砂等を速やかに取り除くことができる構造とする。

なお、土砂等の取水性への影響については、論点No.36(3ページ)に示す。

構内排水路の漂流物、土砂等に対する対策

● 構内排水路及び構内排水路逆流防止設備は、異物や土砂の堆積に対して、排水性及び津波の止水性を損なわない構造とする。

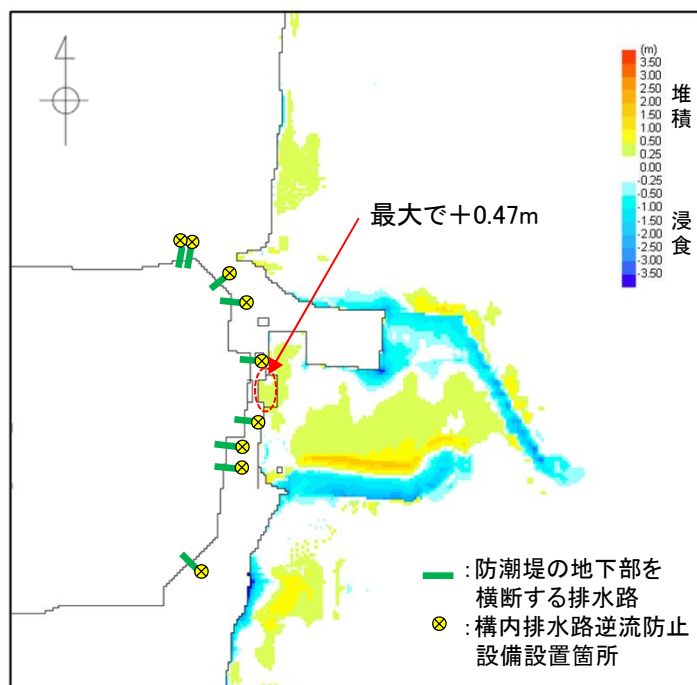
- ・入口側集水枡及び出口側集水枡にはグレーチング蓋を設置し、漂流物等の異物の侵入を防止することによって、排水管の閉塞や構内排水路逆流防止設備の排水性及び津波の止水性への悪影響を防止する。
- ・入口側集水枡の排水管接続部は、集水枡の底面からの距離を確保して設置し、枡内に堆積した土砂が排水管内に流れ込みにくい構造とすることによって、排水管の閉塞や構内排水路逆流防止設備の排水性及び津波の止水性への影響を防止する。
- ・構内排水路逆流防止設備は、集水枡の底面から適切な距離を確保して設置することにより、枡内に堆積した土砂が構内排水路逆流防止設備の動作を妨げない構造とすることによって、排水性及び津波の止水性への影響を防止する。
- ・日常点検において、構内排水路逆流防止設備を設置する出口側集水枡の土砂の堆積状況等を確認するとともに、集水枡の土砂等を速やかに取り除くことができる構造とする。



津波の襲来による砂の堆積について

●基準津波の襲来による海底の砂の移動により、砂が堆積する箇所があるが、高さは+0.47m程度であり、構内排水路及び構内排水路逆流防止設備への影響はない。

- ・基準津波による砂移動については、海底の砂の移動による堆積と浸食を評価しているため、海域のデータのみとなる。このため、取水口前面における砂堆積のデータにより、構内排水路逆流防止設備（出口側集水柵）の影響を評価している。
- ・基準津波の襲来により海底の砂が移動し堆積又は浸食する箇所が生じる。取水口前面の堆積高さは最大でも+0.47m
- ・構内排水路逆流防止設備は、出口側集水柵に設置され、防潮堤沿い（外側）に位置する。このため、出口側集水柵にも津波の襲来により、取水口前面と同程度の砂が堆積する可能性がある。
- ・土砂の堆積高さはわずかであり、2ページに示すように構内排水路逆流防止設備は出口側集水柵の底面から適切な距離（0.47m以上）を確保して設置するため、構内排水路が閉塞したり、構内排水路逆流防止設備の開閉が阻害されることはないことから、構内排水路及び構内排水路逆流防止設備の排水性及び津波の止水性へ影響を及ぼすことはない。



基準津波による砂の堆積・浸食分布と構内排水路逆流防止設備の位置

＜別紙＞ 構内排水路の設計について(1/2)

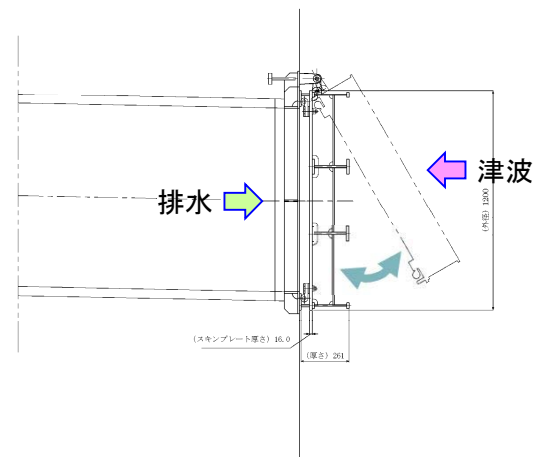
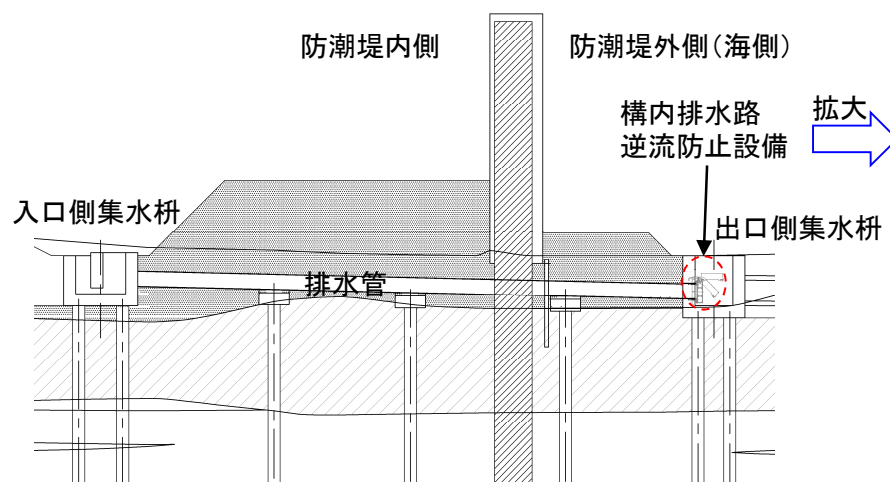
- ・防潮堤内の雨水を排水するために、放水路に接続される場所(1箇所)及び防潮堤の地下部を横断する場所(9箇所)に、排水路を設置している。
- ・排水路は、水戸地方気象台の観測記録の日最大降水量81.7mm/hを上回るように、127.5mm/hの雨水を排水できる設備としている。
- ・防潮堤の地下部を横断する場所には構内排水路逆流防止設備を設置している。



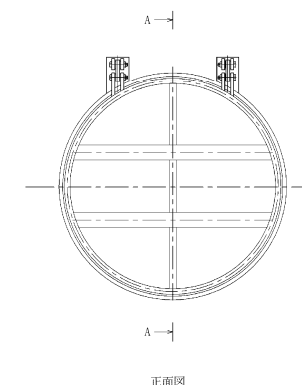
＜別紙＞ 構内排水路の設計について(2/2)



- ・防潮堤内の雨水は、入口側集水枡に集められ、防潮堤下部に埋設された排水管により防潮堤外に導かれ、出口側集水枡を経由して、海に排水している。
- ・出口側集水枡には、防潮堤内の入口側集水枡に溜まった雨水等の水圧で開、防潮堤外の津波の水圧で閉となる構造の構内排水路逆流防止設備を設置し、排水路から津波が流入することを防止している。
- ・津波が襲来した場合には、構内排水路逆流防止設備が閉となり排水できない状況となる。しかし、津波は押し波と引き波が繰り返されることから閉となるのは一時的な状況であり、日最大降水量81.7mm/hに対して降水量127.5mm/hを排水できるよう余裕を持った設計であるため、十分な雨水の排水性は確保できる。



A～A断面図



注1：
294-01 ...

【論点No.37】

津波襲来時に打ち寄せられる土砂や泥等による取排水への影響について

【委員からの指摘事項等】

No.31

構内排水路について、福島事故では大量の泥が打ち上げられてきているが、それでも目詰まりがないということを
十分確認しているか。

P.2-3

指摘事項等・県民意見に下線を記載
対応する資料頁数等を 内に記載

基準津波やそれ以下で比較的大きい津波及び敷地に遡上する津波等の想定される様々な津波を考慮した場合における漂流物選定の考え方について

【説明概要】

発電所と周辺地域を調査し、漂流物となる可能性、発電所への到達の可能性を考慮して漂流物を抽出し、防潮堤への衝突、冷却用海水系の取水性への影響を検討し、安全性を確保できることを確認している。これらの検討結果は基準津波に基づくものであるが、敷地に遡上する津波に対しても、この漂流物選定の内容は適用できると判断している。

1. 津波によって発生する漂流物の評価の概要



● 津波によって発生する漂流物に対して、発電所への影響を評価する。

- ・漂流物となる可能性のあるものを抽出し、発電所への到達の可能性を考慮して、発電所への影響を評価する。
- ・防潮堤は、**到達する可能性がある漂流物(漁船, 流木, 車両)の衝突を考慮**して設計している。
- ・漂流物(建物のガレキ等)が**冷却用海水系の取水性へ影響を及ぼさない**ことを確認している。

▶ 発電所と周辺地域を調査*^①し、漂流物となる可能性*^②，発電所への到達の可能性*^③を考慮して、漂流物を抽出*^④

抽出した漂流物: **漁船, 建物のガレキ等**(防潮堤外側)
足場板(防潮堤内側※)

※防潮堤内側の漂流物は、敷地に遡上する津波の評価において考慮する。

抽出した漂流物: **流木, 車両**(防潮堤外側)
流木, 車両(防潮堤内側※)

^①～^⑤の詳細を次項以降に示す。

▶ 過去の被災事例を考慮*^⑤して、防潮堤に到達する可能性のあるものを安全側に想定

○ 防潮堤や取水口に到達する可能性があるとした漂流物について、防潮堤等への衝突、冷却用海水系の取水性への影響を検討し、安全性が確保できることを確認した。

評価、設計の内容

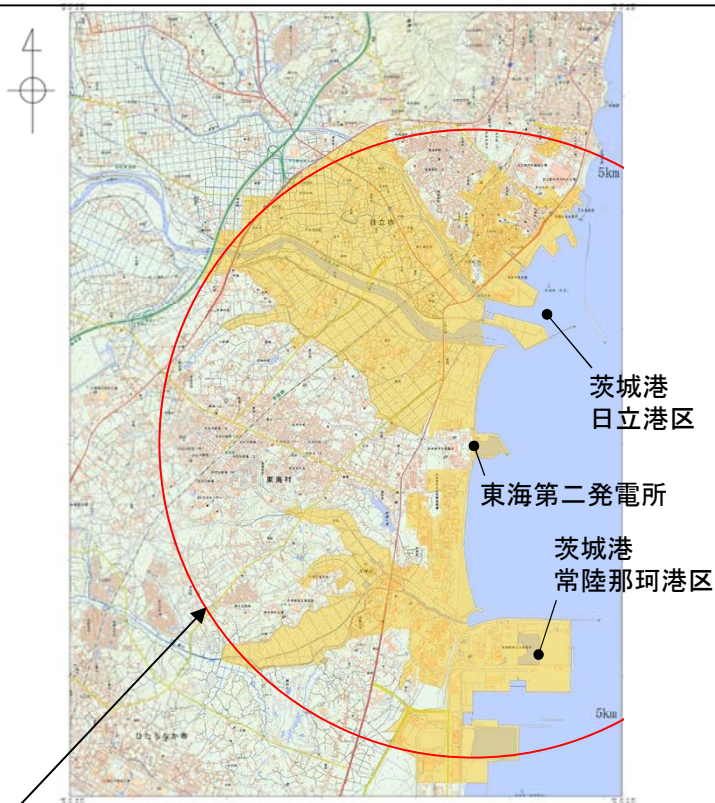
- 建物のガレキ等による冷却用海水系の取水性への影響(取水口の閉塞の可能性)を評価し、**影響を及ぼさないことを確認** <別紙12参照>
- 防潮堤外側については、漁船, 流木, 車両のうち、最大荷重となる車両が衝突することを想定した場合でも、**防潮堤の健全性が確保できるように設計** <論点No.32, 34参照>
- 防潮堤内側については、足場板, 流木, 車両のうち、最大荷重となる足場板が衝突することを想定した場合でも、**健全性が確保できるように水密扉を設計** <別紙13参照>

2. 津波によって発生する漂流物の評価(漂流物となる可能性のあるものの抽出)



●津波によって漂流物となる可能性のあるものを調査

- ・基準津波の流向・流速及び津波が陸域に遡上する範囲を考慮して、**東海第二発電所から半径5kmの範囲**を対象に漂流物となる可能性のあるものを調査し、漂流物となる可能性のあるものを抽出
- ・**発電所周辺の港湾(茨城港日立港区, 茨城港常陸那珂港区)**、工場及び研究施設を含めて調査



調査範囲は、津波のシミュレーション結果を踏まえて、津波の流向・流速から、漂流物が発電所へ向かって移動する可能性のある距離を評価した結果が約3.6kmとなったことから、漂流物の移動距離より大きくなるように設定し、**発電所から半径5kmの範囲**とした。

【漂流物調査範囲図】

■ : 調査範囲(基準津波の遡上域を包絡した範囲)

調査の結果、漂流物となる可能性のあるものとして、船舶、建物、設備等を抽出。主な漂流物となる可能性のあるものは以下のとおり。

発電所敷地内

- 船舶
 - ・燃料等輸送船, 作業台船等
- 建物類
 - ・プラント設備の建物(鉄筋コンクリート造)
 - ・事務所等(鉄筋コンクリート造, 鉄骨造)
- 設備類
 - ・プラント設備(配管, 弁, クレーン等), 資機材類
- その他
 - ・車両, 植生等

発電所敷地外

- 船舶
 - ・漁船, 大型船(貨物船等)
- 建物類
 - ・商業施設, 公共施設, 倉庫等(鉄筋コンクリート造, 鉄骨造)
 - ・プラント・工場設備の建物(鉄筋コンクリート造, 鉄骨造)
 - ・家屋
- 設備類
 - ・プラント・工場設備(大型タンク, 配管, 弁, クレーン等)
 - ・資機材類
- その他
 - ・車両, 植生等

p2の*①関連

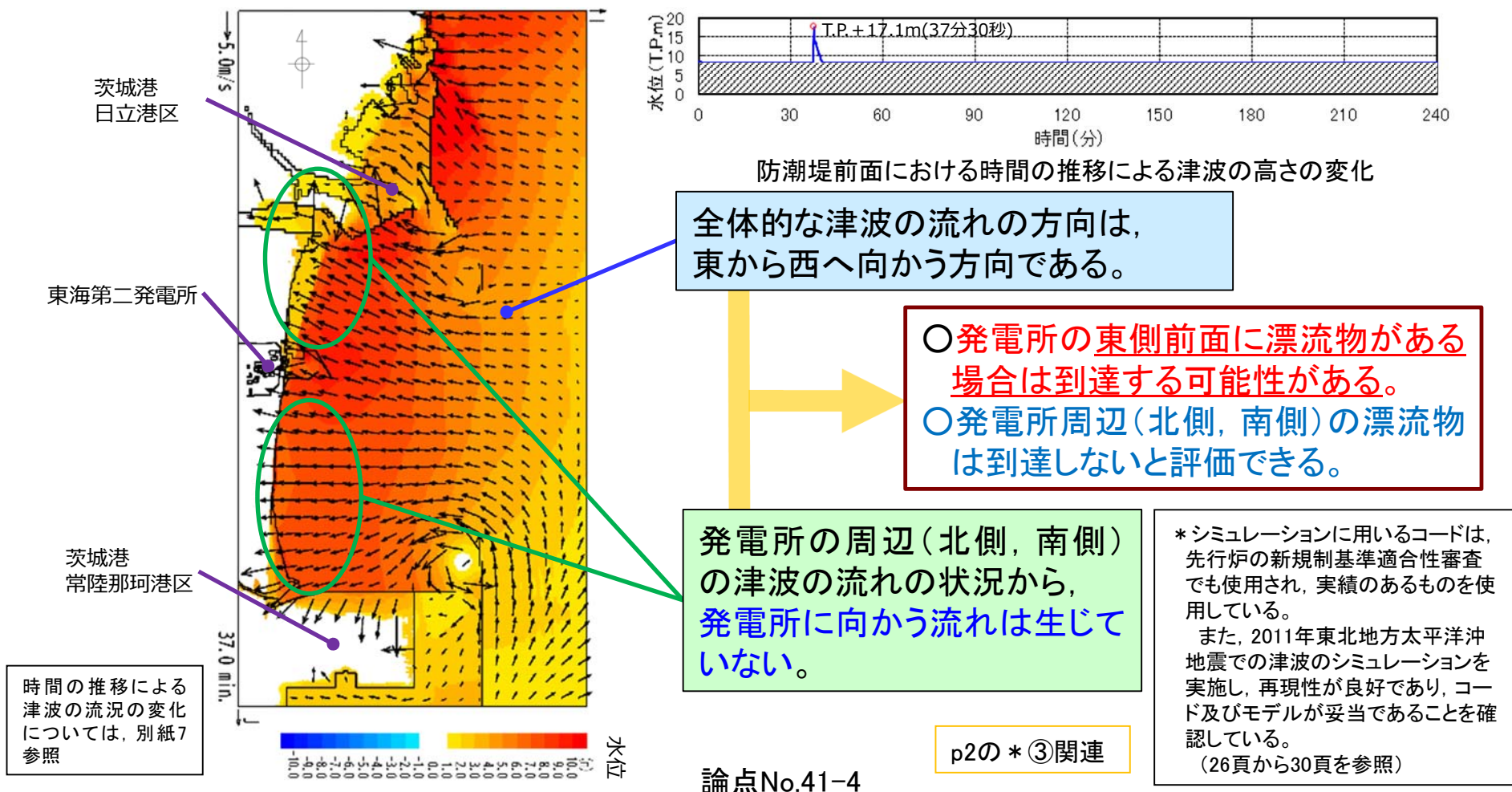
論点No.41-3

p2の*②関連

2. 津波によって発生する漂流物の評価(津波の流況の確認)

●津波の流況を確認し、漂流物の発電所への到達の可能性を評価する。

- ・漂流物は津波の流れに沿って漂流することを踏まえ、基準津波の流れの状況をシミュレーション*により解析し、発電所への到達の可能性を評価する。
- ・ここでは、基準津波が発電所に襲来する際の押し波の様子を示す。
- ・津波の流況から、発電所の東側前面に漂流物がある場合は到達する可能性があるが、北側及び南側からは到達しないと評価できる。

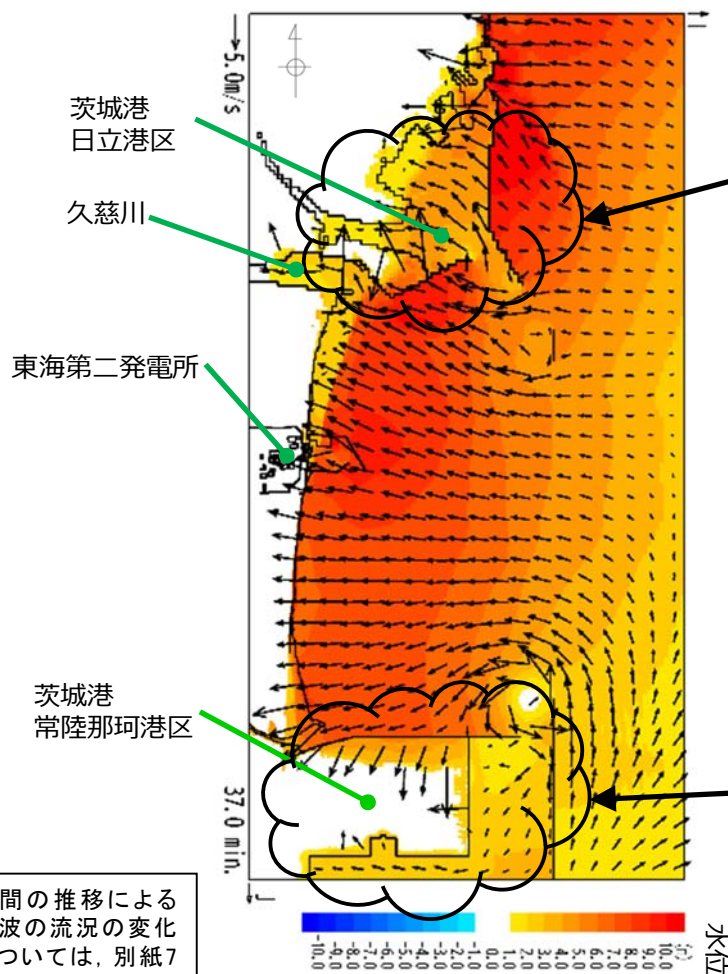


2. 津波によって発生する漂流物の評価(発電所への到達の可能性の評価)(1/2)



●津波によって発生する漂流物が発電所へ到達する可能性を評価する。

- ・漂流物となる可能性のあるものの調査結果及び津波の流況確認から、発電所へ到達する可能性のある漂流物を抽出する。
- ・敷地周辺の漂流物は、**発電所には到達しない**と評価した。



- ・茨城港日立港区の周辺には、**大型船が入港する他に、大型タンク等のプラント・工場の設備等**がある。
- ・津波の流れの方向は、岸壁や久慈川沿いに遡上する方向であることから、漂流物は岸壁や港の西側の陸域に乗り上げる、または、久慈川沿いに遡上していくと評価できる。このため、漂流物は**発電所には向かうことはなく、到達しない**。

発電所の北側及び南側にある港湾からの漂流物(大型船、設備等)は、**発電所には到達しない**と評価した。

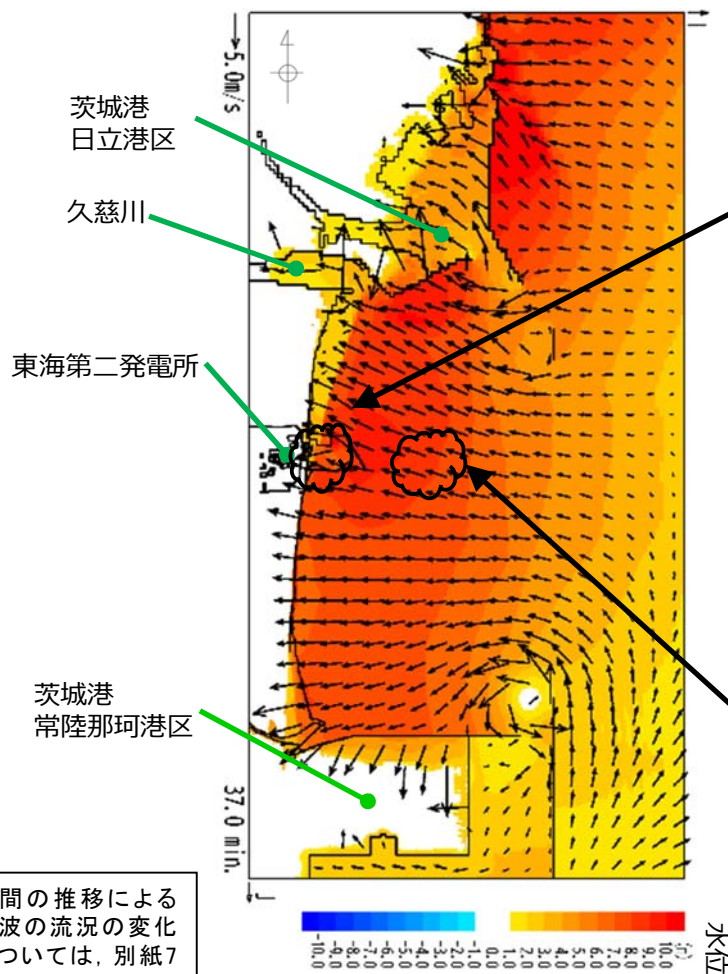
- ・茨城港常陸那珂港区の周辺には、**大型船が入港する他に、火力発電所等のプラントの設備等**がある。
- ・しかし、津波の流れの方向は、岸壁に遡上する方向であることから、漂流物は岸壁や港の西側の陸域に乗り上げると評価できる。このため、漂流物は**発電所には向かうことはなく、到達しない**。

2. 津波によって発生する漂流物の評価(発電所への到達の可能性の評価)(2/2)



●津波によって発生する漂流物が発電所へ到達する可能性を評価する。

- ・漂流物となる可能性のあるものの調査結果及び津波の流況確認から、発電所へ到達する可能性のある漂流物を抽出する。
- ・漁船及び建屋のガレキ等が到達する可能性があると評価した。



時間の推移による
津波の流況の変化
については、別紙7
参照

- ・発電所の海沿いには、建屋等の構造物がある。
- ・建屋等の構造物は、取水口の近傍にもあり、津波の押し波・引き波によって、建屋のガレキ等が取水口に到達する可能性がある。

* 使用済燃料乾式貯蔵建屋評価では大型の作業台船(50t)が運用廃止する以前の評価をしており漂流物として保守的な想定のためそのまま採用したが、原則として緊急離岸する大型船等は評価対象から排除できる

発電所に到達する可能性のある漂流物のうち、最も質量が大きい漁船が防潮堤に衝突することを考慮する。
(その他に、過去の被災事例から、流木・車両についても防潮堤への衝突を考慮する。)

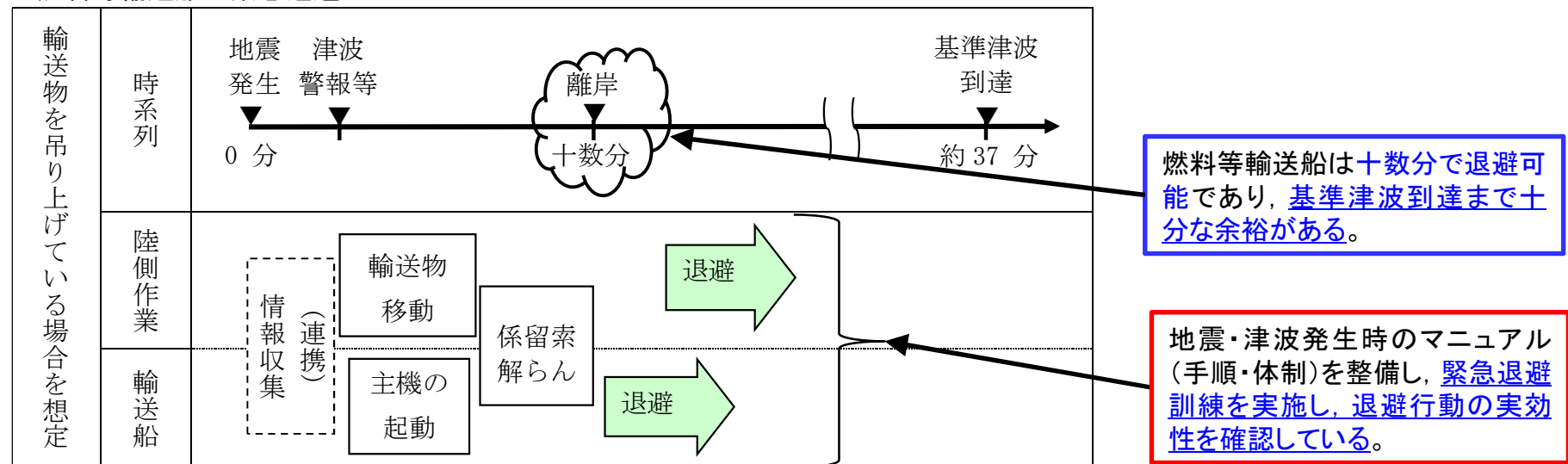
- ・発電所の東側の比較的近い海域では、漁船が操業する可能性がある。
- ・津波の流れ方向は西向きであるため、漁船が防潮堤に到達する可能性がある。

2. 津波によって発生する漂流物の評価（発電所の港湾に入港する船舶の評価）



- 東海第二発電所の港湾には、燃料等輸送船、浚渫（しゅんせつ）船、貨物船等が入港するが、緊急退避又は係留避泊（けいりゅうひはく）等の措置により漂流物とはならないことから、取水口及び防潮堤へは到達しない。
 - ・燃料等輸送船は、津波警報等の発表時には、緊急退避を行うこととしており、2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえ、輸送に先立ち、マニュアルを整備している。
 - ・当社は、当社と船会社間の連絡体制を整備するとともに、地震・津波発生時のマニュアルを整備し、整備した手順・体制に沿った緊急退避訓練を輸送船の船員及び荷役担当者が参加して実施し、退避行動の実効性を確認している。
 - ・退避までに最も時間を要する燃料等輸送船が荷役中（輸送物吊り上げ中）に津波が発生した場合においても、これまでの緊急退避訓練の実績より、緊急離岸が可能となる時間は地震発生後十数分であり、基準津波の到達時間である約37分後までに港外に退避することが可能である。
 - ・浚渫（しゅんせつ）船、貨物船等は、入港前に、緊急退避、係留避泊（けいりゅうひはく）又は陸上避難の手順及び体制が整備され、実効性のある措置であることを確認したうえで入港させるため、漂流物とはならない。
 - ・港外では、港内で生じるような複雑な流れではなく、比較的長周期で波長が長くなっていることから、比較的大型の船舶については適切な操船により津波を乗り越えることが可能な状況であり、漂流物とはならない。
 - ・防潮堤の健全性に影響を与えないような比較的小型の船舶については、係留強化又は陸上避難の措置をとる場合がある。

<燃料等輸送船の緊急退避のタイムチャート>



2. 津波によって発生する漂流物の評価(大型船舶に対する評価のまとめ)



○敷地内(東海港)

敷地内に入港する船舶は、漂流物とならないように以下のとおり運用・管理を確実に実施していく。(当社の管理)

- ▶燃料等輸送船は、津波警報等の発表時には、緊急退避を行うこととしており、2011年東北地方太平洋沖地震を踏まえ、輸送に先立ち、マニュアルを整備している。(p7)
- ▶当社は、当社と船会社間の連絡体制を整備するとともに、地震・津波発生時のマニュアルを整備し、緊急退避訓練を実施し、退避行動の実効性を確認している。(p7)
- ▶退避までに最も時間を要する燃料等輸送船が荷役中(輸送物吊り上げ中)に津波が発生した場合においても、これまでの緊急退避訓練の実績より、緊急離岸が可能となる時間は地震発生後十数分であり、基準津波の到達時間である約37分までに緊急退避が可能である。(p7)
- ▶浚渫(しゅんせつ)船、貨物船等については、入港前に、緊急退避、係留避泊(けいりゅうひはく)又は陸上避難の手順及び体制を整備され、津波が到達するまでに、当社がいずれかの措置について、実効性がある措置であることを確認したうえで入港させるため、漂流物とはならない。(p7)

p2の*②関連

○敷地外(茨城港日立港区、茨城港常陸那珂港区)

敷地外の港湾に入港する船舶は、安全性及び防災の観点から漂流物とならないような措置をする運用(他事業者の管理)となっているが、万が一、漂流した場合についても評価し、発電所への影響がないことを確認している。

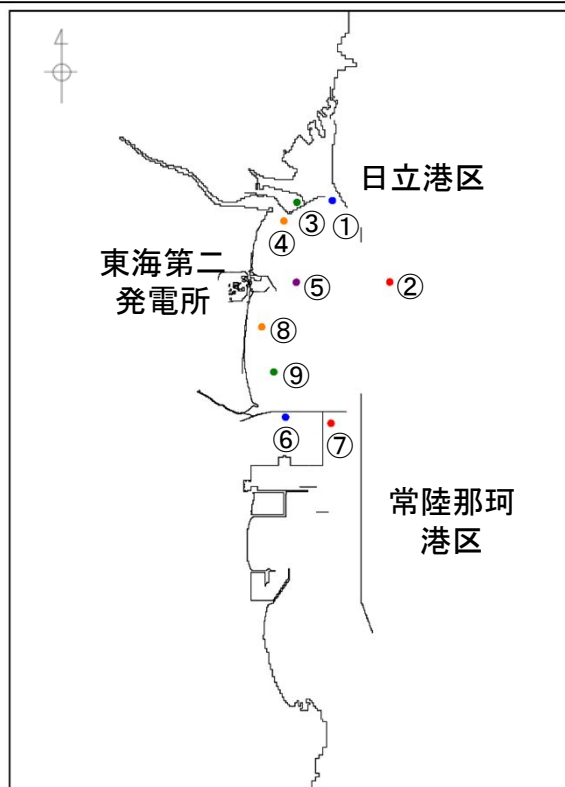
- ▶茨城港日立港区及び茨城港常陸那珂港区に入港している大型船舶は、緊急退避又は係留避泊(けいりゅうひはく)の措置を行うとされていることから、漂流物にはならないと評価できる。
- ▶万が一、大型船舶が津波により漂流することを想定した場合にあっても、津波の流況(流向)から、停泊地近傍で漂流するか港湾近傍の陸域に座礁するため、発電所には到達しないと評価できる。(p5,9)
- ▶茨城港日立港区への入港・出港の際に発電所東側海域を通過するが、比較的大型の船舶は適切な操船により津波を乗り越えることが可能であり、漂流物とはならない。万が一、津波により漂流することを想定した場合にあっても、津波の流況(流向)から、航行している場所の近傍で漂流するため、発電所には到達しないと評価できる。(p5,9)
- ▶船舶は荒天時は、安全性及び災害防止の観点から、係留避泊(けいりゅうひはく)・安全な海域に避難する等の措置を講じることから、漂流しない。万が一、係留避泊(けいりゅうひはく)又は海域に避難し停泊している時に、大型船舶が津波により漂流することを想定した場合にあっても、津波の流況(流向)から、停泊地近傍で漂流するか港湾近傍の陸域に座礁するため、発電所には到達しないと評価できる。(p5,9)

p2の*②、*③関連

2. 津波によって発生する漂流物の評価(漂流物の軌跡の確認)(1/2)

●発電所の周辺地域に漂流物を想定して、基準津波を用いた漂流物の軌跡を解析し、**発電所への影響はないことを確認**している。(発電所及び周辺施設に防波堤がある場合)

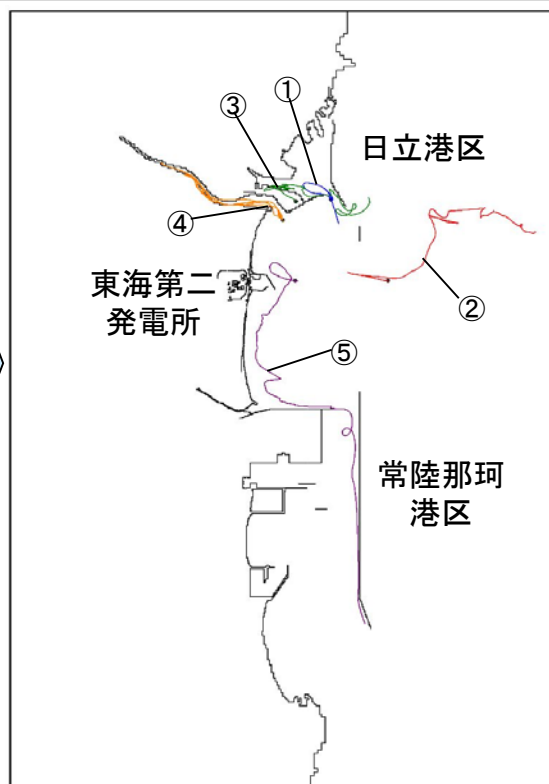
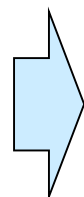
- ・p4～p6に示した津波の流況の分析による評価に加えて、水粒子の軌跡を解析した。
- ・漂流物の軌跡は、発電所には向かう傾向とはなっておらず、津波の流況の分析による評価と同じ傾向を示している。



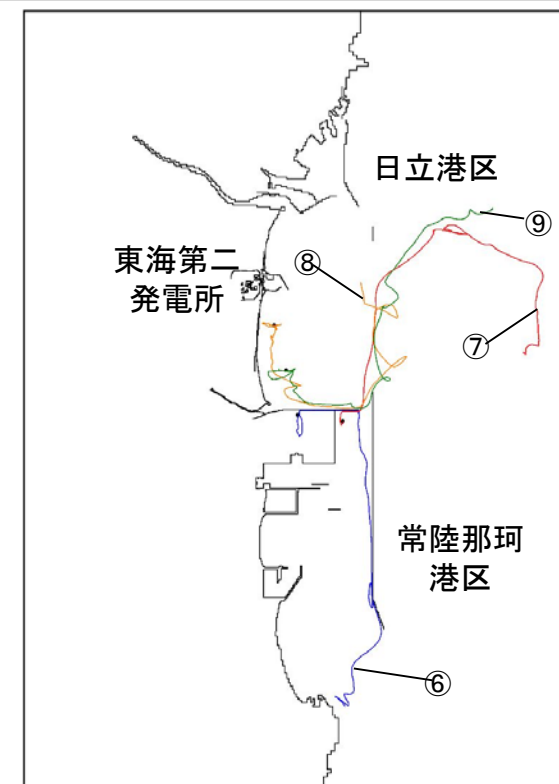
評価点(9地点)の初期配置図

海水の流れにより、それぞれの箇所に設定した漂流物がたどる軌跡を解析*する。

* 解析は、津波の流況等の模擬に用いた数値シミュレーションの解析データにより、体積及び質量を持たない水粒子の軌跡を描いたシミュレーションであり、津波を引き起こす地震の発生から、津波が収まる時間(240分後)までの間で実施する。実際の漂流物は、慣性力や抵抗を受ける影響により、津波の流速より緩慢な動きとなる。これに比べて、水粒子は、津波と同じ挙動で移動し、より鋭敏な動きとなる。



①～⑤の軌跡(防波堤あり)



⑥～⑨の軌跡(防波堤あり)

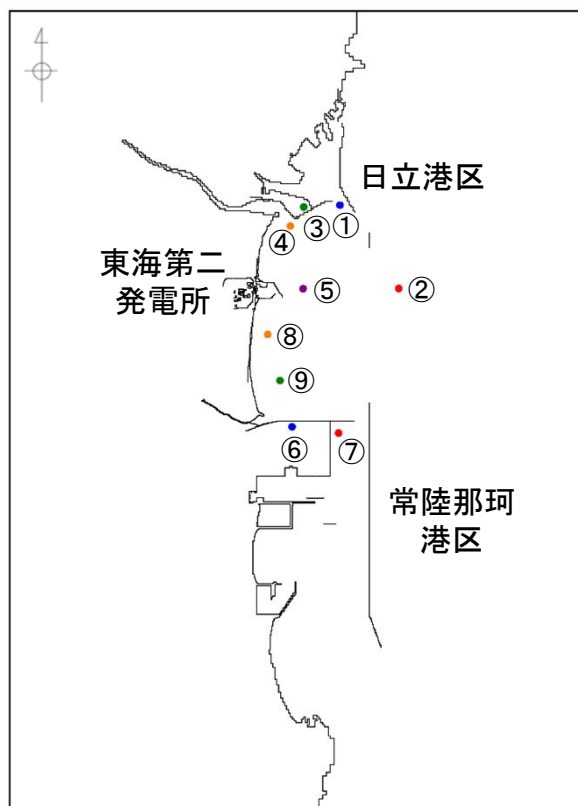
- ・発電所周辺に漂流物があつたとしても、**初期地点の近傍に留まるか、あるいは、発電所から離れていく傾向**となった。
- ・軌跡の解析の結果からは、漁船が発電所の東側で操業する可能性を想定して設定した⑤についても、**発電所に到達しない結果となったが**、津波の流況を踏まえて評価した結果を考慮し、**安全側に漁船が防潮堤に衝突することを想定して設計**している。

論点No.41-9

p2の*③関連

2. 津波によって発生する漂流物の評価(漂流物の軌跡の確認)(2/2)

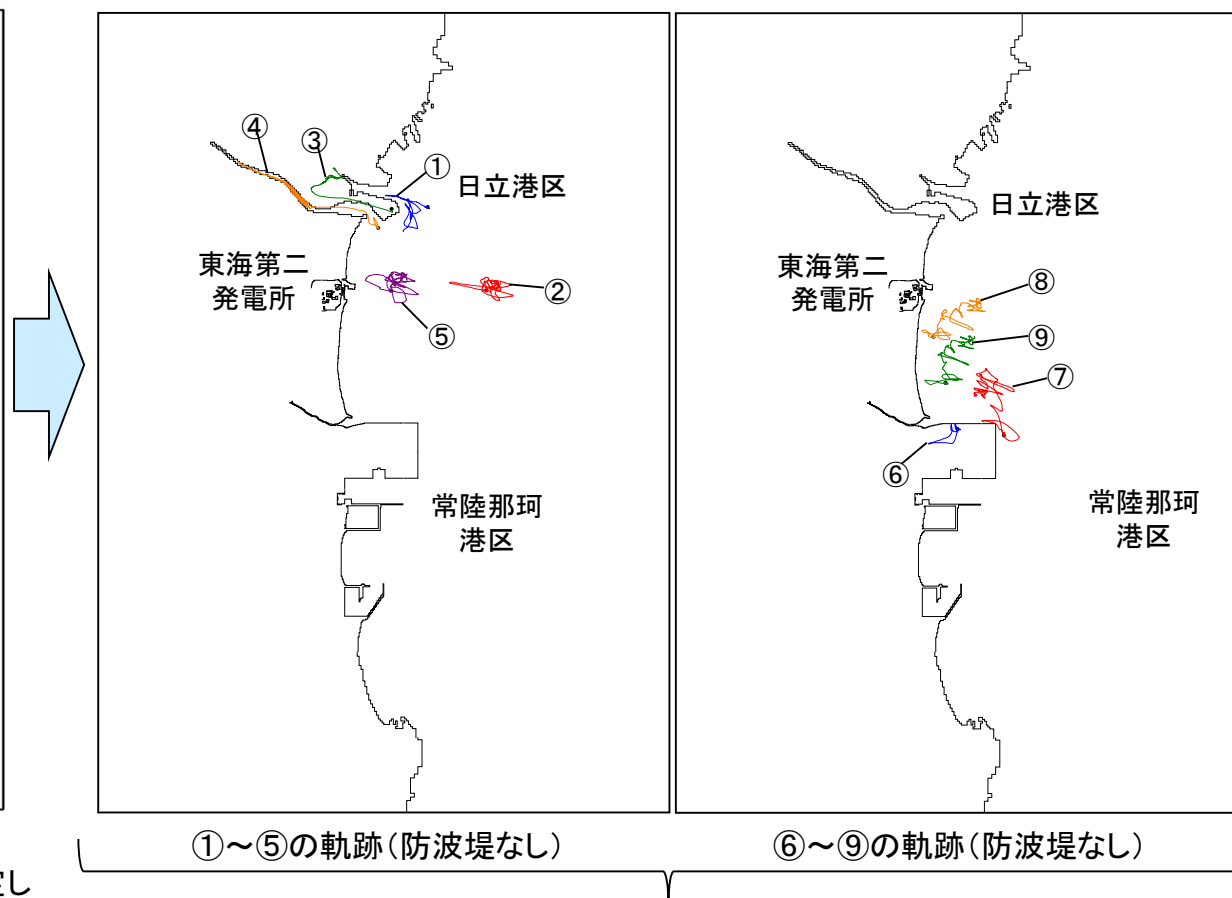
- 発電所の周辺地域に漂流物を想定して、基準津波を用いた漂流物の軌跡を解析し、**発電所への影響はないことを確認**している。(発電所及び周辺施設に防波堤がない場合)



評価点(9地点)の初期配置図

海水の流れにより、それぞれの箇所に設定した漂流物がたどる軌跡を解析*する。

* 解析は、津波の流況等の模擬に用いた数値シミュレーションの解析データにより、体積及び質量を持たない水粒子の軌跡を描いたシミュレーションであり、津波を引き起こす地震の発生から、津波が収まる時間(240分後)までの間で実施する。実際の漂流物は、慣性力や抵抗を受ける影響により、津波の流速より緩慢な動きとなる。これに比べて、水粒子は、津波と同じ挙動で移動し、より鋭敏な動きとなる。



①～⑤の軌跡(防波堤なし)

⑥～⑨の軌跡(防波堤なし)

- ・防波堤がない場合は津波の流況については、防波堤の影響を受けないので、防波堤近傍に乱れた流れが生じにくい状況となっている。
- ・このため、漂流物は、押し波と引き波の影響により、**初期地点の近傍を往復するような軌跡となる傾向が強まっている。**

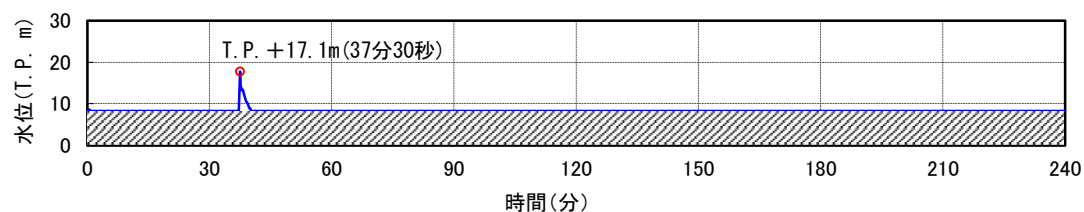
論点No.41-10

3. 基準津波と敷地に遡上する津波の比較(時間の推移による津波高さ)

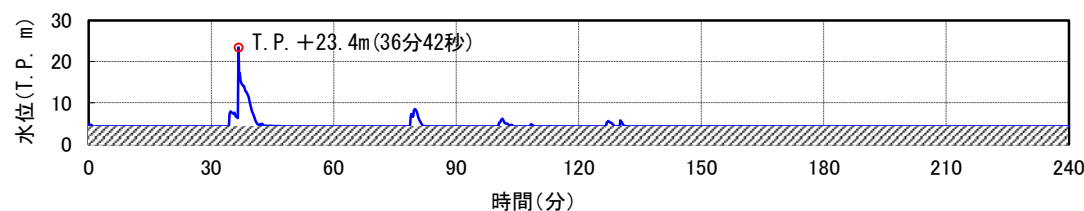


●基準津波と敷地に遡上する津波の時間の推移による津波の高さの変化を比較した。

- ・防潮堤前面における津波高さで時間の推移による変化を比較した。
- ・基準津波, 敷地に遡上する津波とも, 37分前後に最大の高さとなる津波が襲来し, 時間の経過とともに収まっている。
- ・基準津波, 敷地に遡上する津波とも, 時間の推移による津波高さの変化は同じ傾向となっている。



基準津波



敷地に遡上する津波

防潮堤前面における時間の推移による津波の高さの変化

3. 基準津波と敷地に遡上する津波の比較(流況の比較)

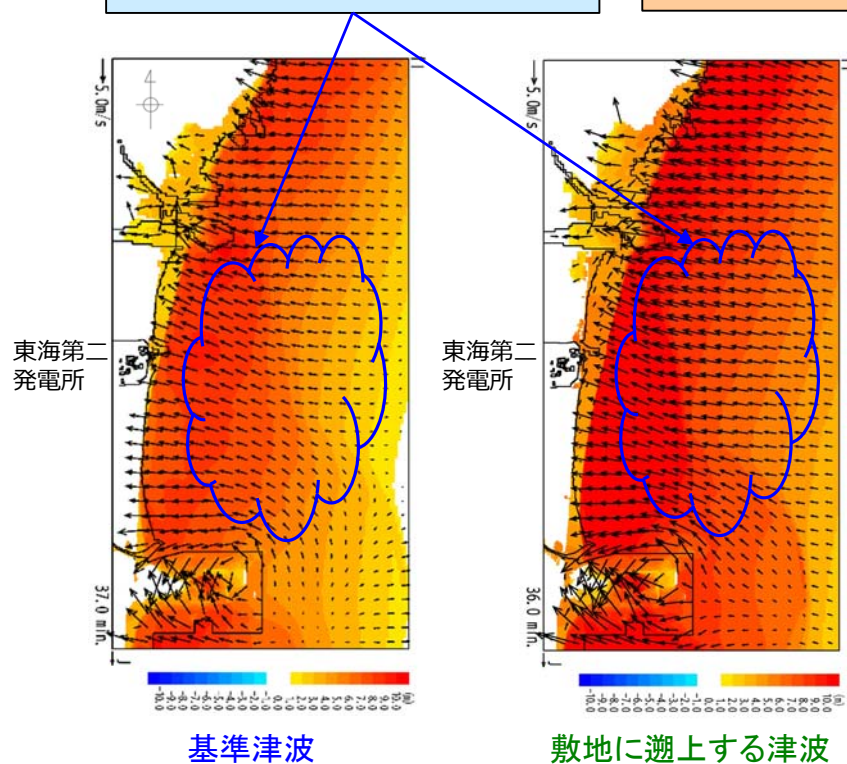
●基準津波と敷地に遡上する津波の流況を比較した。

- ・津波が発電所へ襲来する時は、基準津波、敷地に遡上する津波とも全体的に東から西へ向かう流れとなっている。
- ・発電所の周辺で陸域に遡上した津波は、基準津波、敷地に遡上する津波とも地形の高低の影響を受けながら進行するが、発電所に向かうような流れにはなっていない。
- ・茨城港日立港区周辺では、基準津波、敷地に遡上する津波とも久慈川沿いに遡上していく流れとなっている。
- ・基準津波、敷地に遡上する津波とも同じ傾向の流況となっており、漂流物の挙動も同じ傾向になると評価できる。

全体的な津波の流れの方向は、東から西へ向かう方向である。

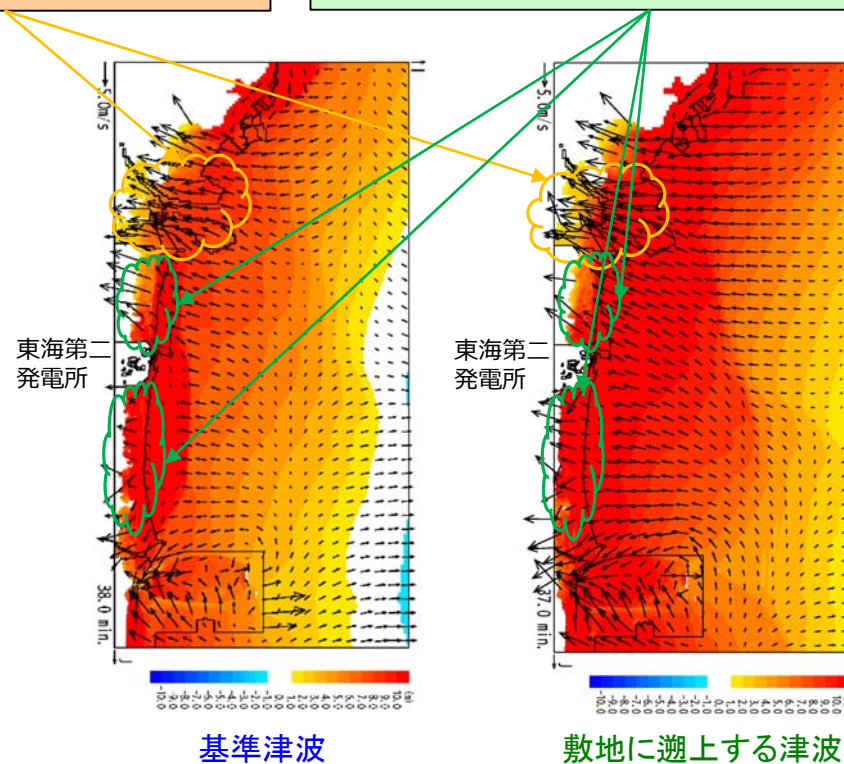
茨城港日立港区周辺は、久慈川沿いに遡上していく流れとなっている。

発電所の周辺(北側、南側)の津波の流れの状況から、発電所に向かう流れは生じていない。



津波が襲来するときの状況

注: 敷地に遡上する津波は、防波堤がない状態で、防潮堤前面においてT.P.+24mになるように設定している。このため、防波堤がない場合のデータのみとなる。



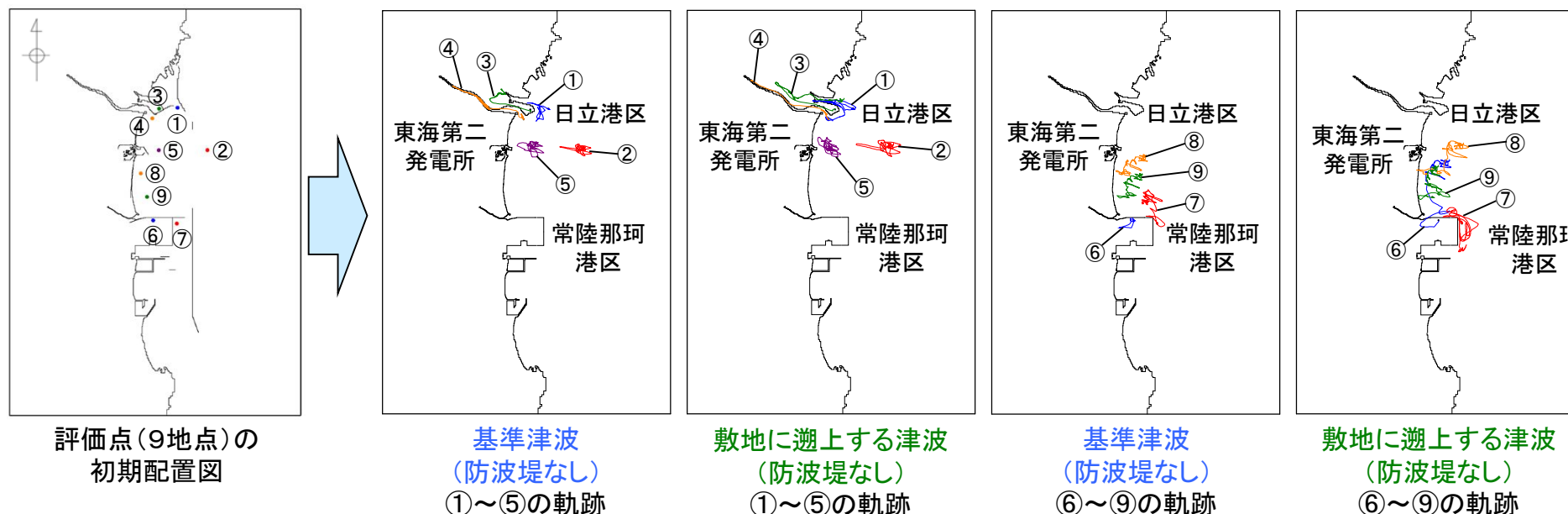
陸域に遡上するときの状況

時間の推移による津波の流況の変化については、別紙7.8参照

p2の*③関連

3. 基準津波と敷地に遡上する津波の比較(漂流物の軌跡)

- 基準津波による漂流物の軌跡と敷地に遡上する津波による漂流物の軌跡を比較した。
- ・敷地に遡上する津波による漂流物の軌跡は、押し波、引き波によって初期地点周辺を往復するような軌跡となっている。
- ・基準津波による漂流物の軌跡と敷地に遡上する津波による漂流物の軌跡は、概ね同様の傾向となっている。
- ・基準津波、敷地に遡上する津波とも、発電所へ到達する漂流物はない。
- ・以上のとおり、基準津波と敷地に遡上する津波で漂流物の挙動の傾向に大きな差はなく、9地点の漂流物の軌跡の傾向から発電所への影響がないことを確認できる。
- ・なお、漂流物の軌跡は、p12に示した津波の流況の分析による評価と同じ傾向を示している。



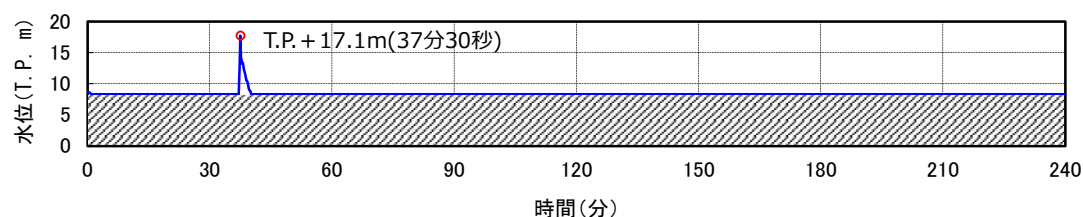
注: 敷地に遡上する津波は、防波堤がない状態で、防潮堤前面においてT.P.+24mになるように設定している。このため、防波堤がない場合のデータのみとなる。

4. 基準津波と北方から襲来する津波の比較(時間の推移による津波高さ)

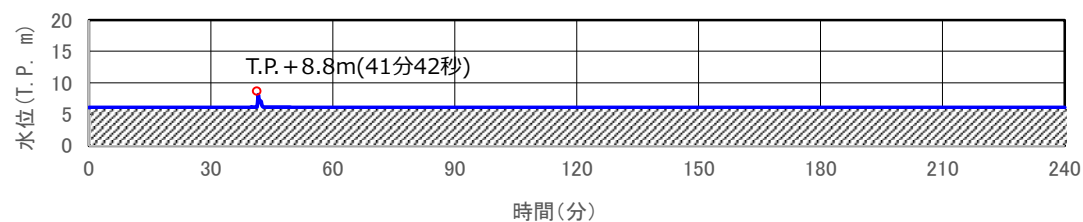


●基準津波と北方から襲来する津波の時間の推移による津波の高さの変化を比較した。

- ・発電所よりも北方から襲来する津波として、2011年東北地方太平洋沖地震型の津波を想定し、防潮堤前面における津波高さについて時間の推移による変化を比較した。
- ・基準津波が約37分、北方から襲来する津波が約42分に最大の高さとなる津波が襲来し、時間の経過とともに収まっている。
- ・最大高さは、基準津波がT.P.+17.1mに対して、北方から襲来する津波はT.P.+8.8mと低くなっている。
- ・基準津波、北方から襲来する津波とも、時間の推移による津波高さの変化は同じ傾向となっている。



基準津波



北方から襲来する津波

防潮堤前面における時間の推移による津波の高さの変化

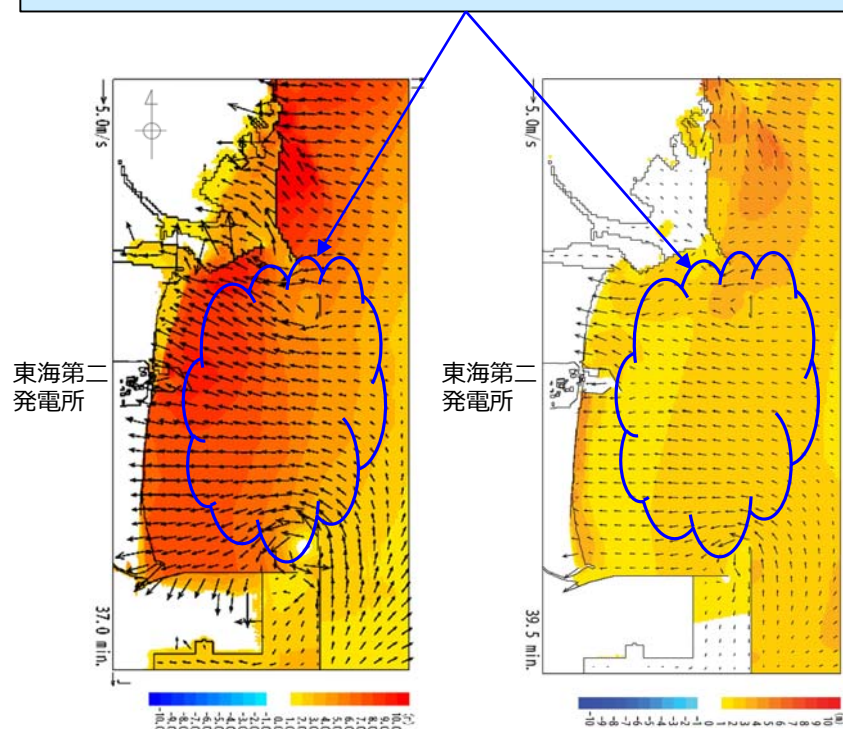
4. 基準津波と北方から襲来する津波の比較(流況の比較)

●基準津波と北方から襲来する津波の流況を比較した。

- ・発電所よりも北方から襲来する津波として、2011年東北地方太平洋沖地震型の津波を想定し、津波の流況を比較した。
- ・津波が発電所へ襲来する時は、基準津波、北方から襲来する津波とも全体的に東から西へ向かう流れとなっている。
- ・発電所の周辺(北側、南側)では、基準津波は陸域に遡上するが、北方から襲来する津波は海岸線付近で反射するような状況であり、陸域への遡上が少なく、流速も小さくなる傾向である。
- ・北方から襲来する津波による漂流物の挙動は、基準津波による漂流物の挙動と同じ傾向か、緩慢になる傾向と評価できる。

全体的な津波の流れの方向は、東から西へ向かう方向である。

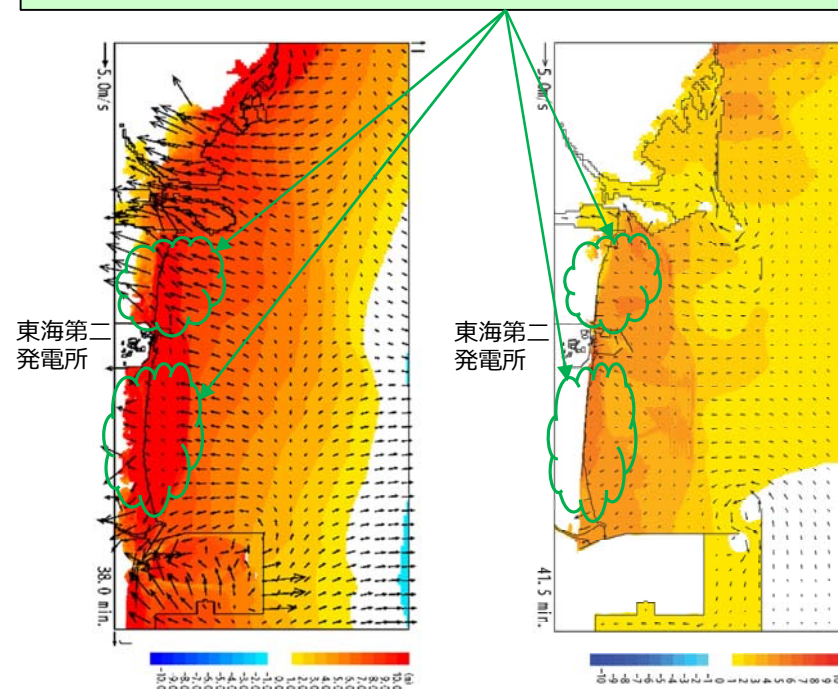
発電所の周辺(北側、南側)では、津波は海岸線付近で止まっており、陸域への遡上は少なく、流速も小さい。



基準津波

北方から襲来する津波

津波が襲来するときの状況



基準津波

北方から襲来する津波

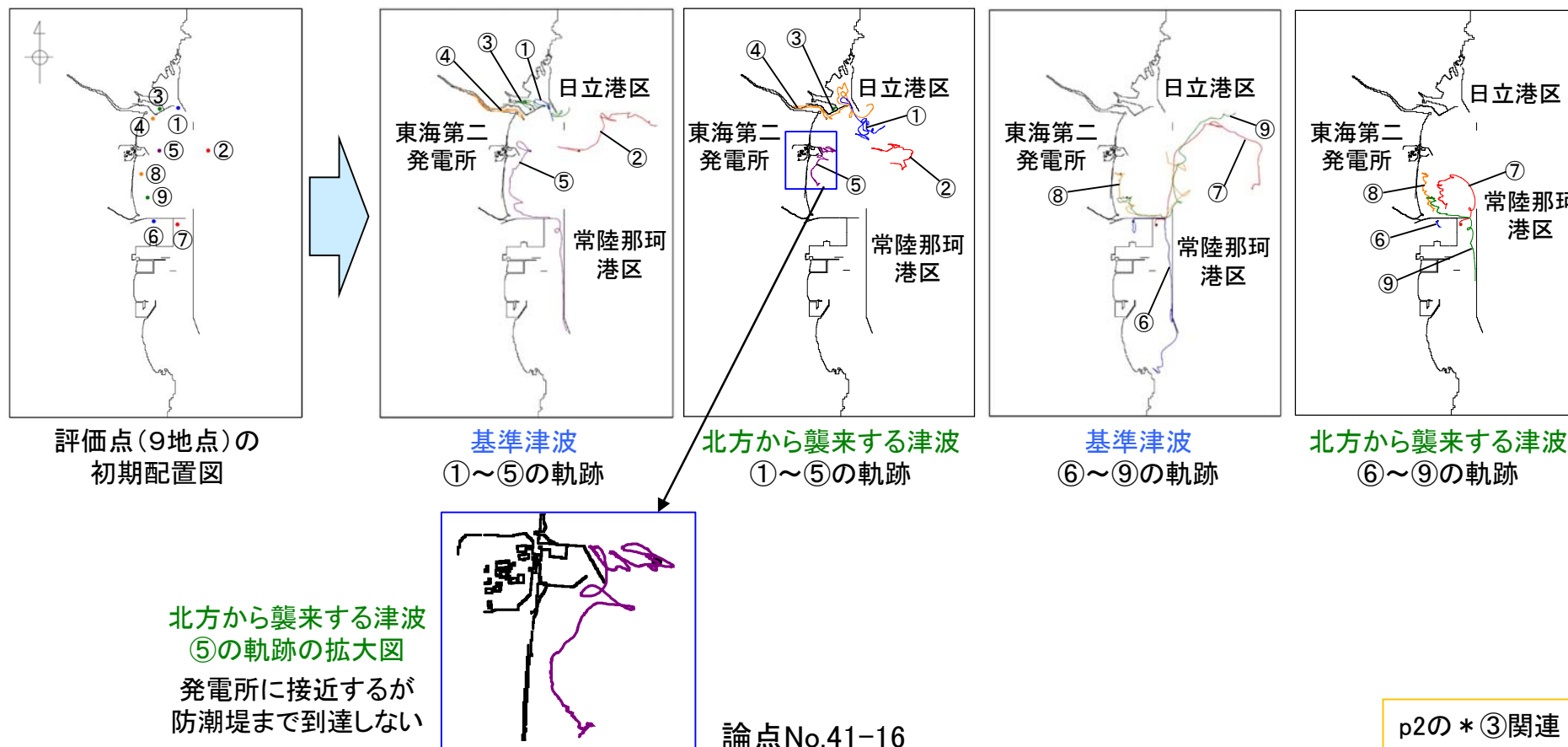
陸域に遡上するときの状況

時間の推移による津波の流況の変化については、別紙7.9参照

4. 基準津波と北方から襲来する津波の比較(漂流物の軌跡)(1/2)

●基準津波による漂流物の軌跡と北方から襲来する津波による漂流物の軌跡を比較(防波堤あり)

- ・発電所よりも北方から襲来する津波として、2011年東北地方太平洋沖地震型の津波を想定し、漂流物の軌跡を比較した。
- ・北方から襲来する津波による漂流物の軌跡は、基準津波による漂流物の軌跡よりもやや南側に移動する傾向があるが、押し波、引き波によって初期地点周辺を往復するような軌跡となっており、基準津波よりも緩慢な動きとなっている。
- ・基準津波、北方から襲来する津波とも、発電所へ到達する漂流物はない。
- ・基準津波と北方から襲来する津波で漂流物の挙動の傾向に大きな差はなく、発電所への影響がないことを確認できる。
- ・なお、漂流物の軌跡は、p15に示した津波の流況の分析による評価と同じ傾向を示している。

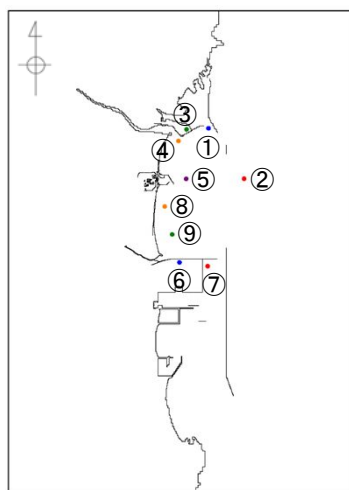


4. 基準津波と北方から襲来する津波の比較(漂流物の軌跡)(2/2)

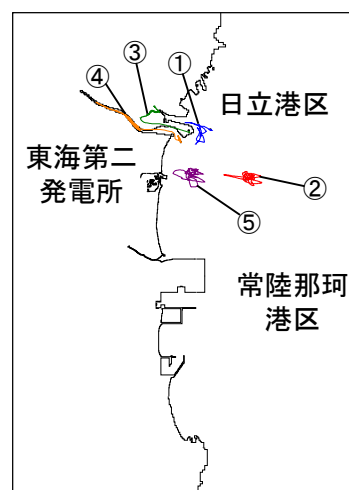
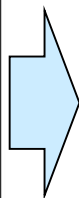


●基準津波による漂流物の軌跡と北方から襲来する津波による漂流物の軌跡を比較(防波堤なし)

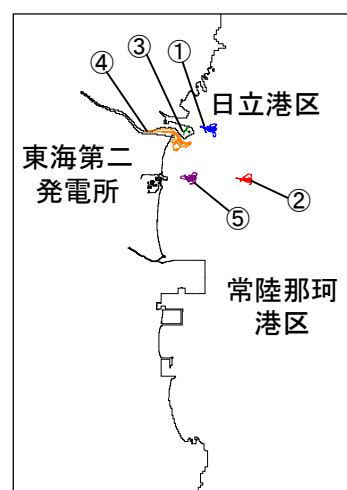
- ・防波堤なしの場合の漂流物の軌跡は、防波堤ありのときと同様に、押し波、引き波によって初期地点周辺を往復するような軌跡となっており、基準津波よりも緩慢な動きとなっている。
- ・防波堤ありのときと同様に、基準津波、北方から襲来する津波とも、発電所へ到達する漂流物はない。
- ・防波堤ありのときと同様に、基準津波と北方から襲来する津波で漂流物の挙動の傾向に大きな差はなく、発電所への影響がないことを確認できる。



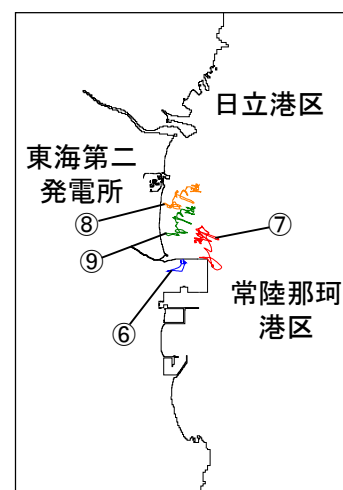
評価点(9地点)の
初期配置図



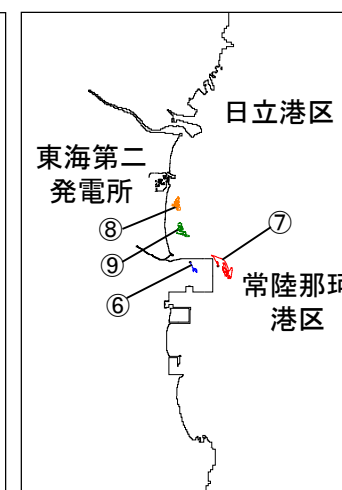
基準津波
①～⑤の軌跡



北方から襲来する津波
①～⑤の軌跡



基準津波
⑥～⑨の軌跡



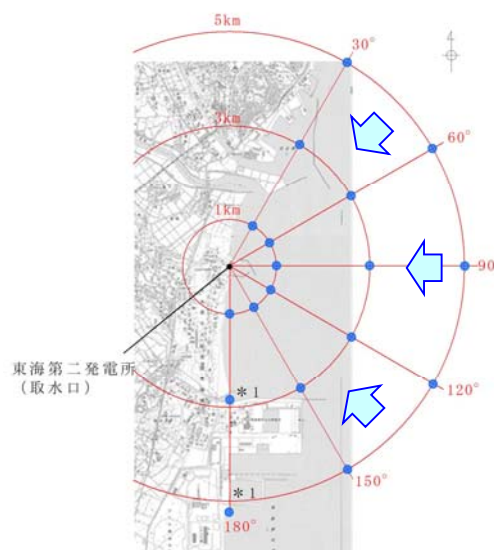
北方から襲来する津波
⑥～⑨の軌跡

<別紙1> 東海第二発電所周辺の津波漂流物調査エリア (1/4)



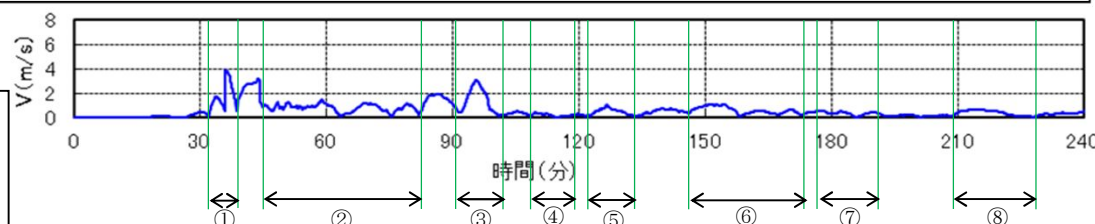
● 基準津波の流向・流速及び津波が陸域に遡上する範囲を考慮して、**東海第二発電所から半径5kmの範囲を調査の対象**とした。

・ 発電所周辺の海域18か所の流向、流速及び継続時間から、**津波により漂流物が発電所に向かって移動する可能性のある距離**を約3.6kmと算出し、安全側に丸めて**半径5kmを調査範囲**とした。



・ 漂流物調査の範囲を設定するために、以下のように保守的に漂流物が移動する可能性のある距離を算出する。

・ 津波は、押し波と引き波を繰り返すため、漂流物が**最大流速の速度のまま移動することはないが、保守的に、発電所へ向かう流向となっている間は最大流速で進むことを仮定して、移動距離を算出する。**



津波の流れが、発電所へ向かう流向となっている時の流速と継続時間から、水粒子の移動距離を算出した。

移動距離＝

継続時間×**最大流速**
抽出地点(1km, 90°)(防波堤あり)の算出例を示す。

	継続時間	×	最大流速	=	移動距離
①	6.9分	×	4.0m/s	=	1.66km
②	37.2分	×	1.6m/s	=	3.57km
③	10.8分	×	3.1m/s	=	2.01km
④	10.9分	×	0.5m/s	=	0.33km
⑤	11.1分	×	1.1m/s	=	0.73km
⑥	26.9分	×	1.1m/s	=	1.78km
⑦	14.5分	×	0.6m/s	=	0.52km
⑧	19.1分	×	0.8m/s	=	0.92km

移動量算出結果(防波堤あり)

抽出地点	30°	60°	90°	120°	150°	180°
1km	0.21km	0.51km	3.57km	1.28km	2.10km	2.27km
3km	0.17km	1.13km	1.77km	0.02km	1.01km	1.51km
5km	0.43km	0.57km	1.58km	0.64km	0.61km	1.42km

移動量算出結果(防波堤なし)

抽出地点	30°	60°	90°	120°	150°	180°
1km	0.46km	0.79km	1.45km	1.27km	1.16km	1.71km
3km	0.45km	0.86km	1.77km	1.56km	3.09km	0.01km
5km	1.23km	1.06km	1.58km	1.58km	1.47km	1.62km

漂流物が発電所に向かって移動する可能性のある距離**約3.6km** ⇒ **調査範囲: 半径5km**

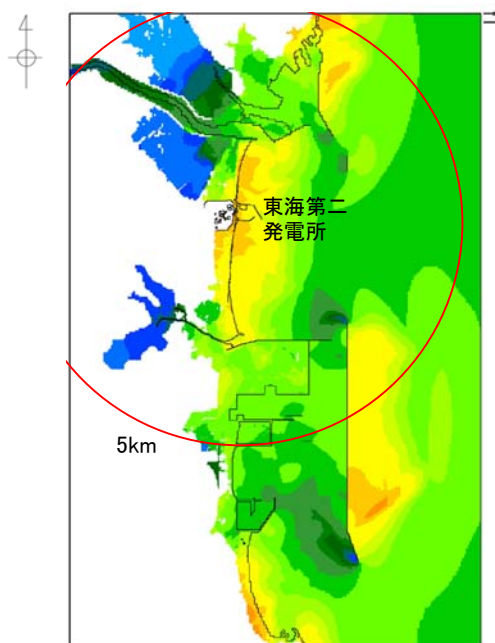
論点No.41-18

＜別紙1＞東海第二発電所周辺の津波漂流物調査エリア（2／4）

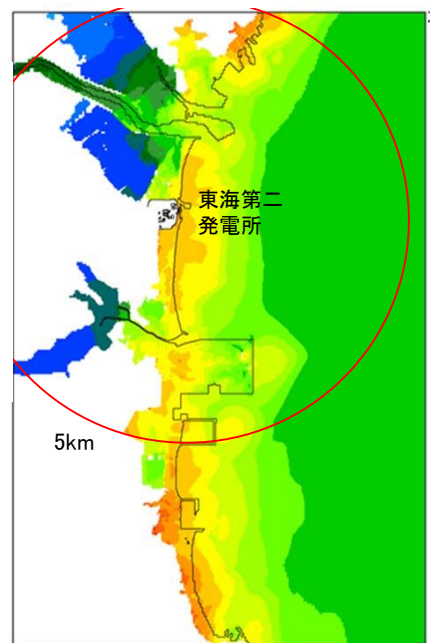


●基準津波の流向・流速及び津波が陸域に遡上する範囲を考慮して、東海第二発電所から半径5kmの範囲を調査の対象とした。

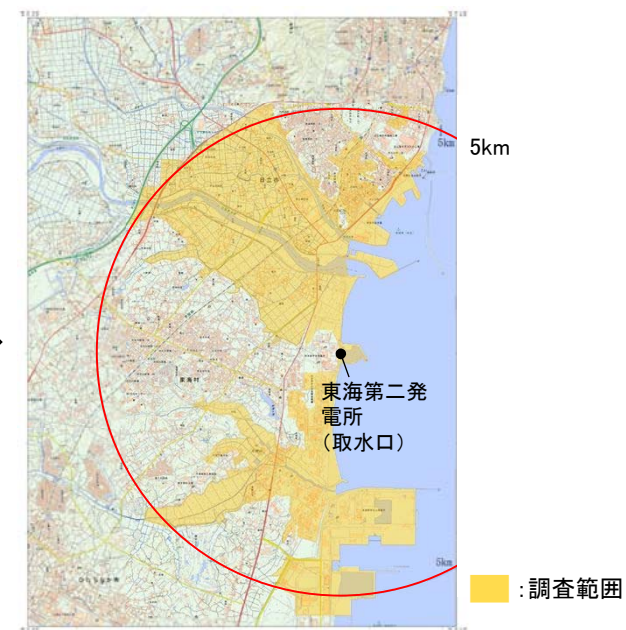
・半径5kmの範囲において、基準津波が遡上する範囲を包絡するように調査範囲を設定した。



遡上解析結果
(防波堤あり)



遡上解析結果
(防波堤なし)

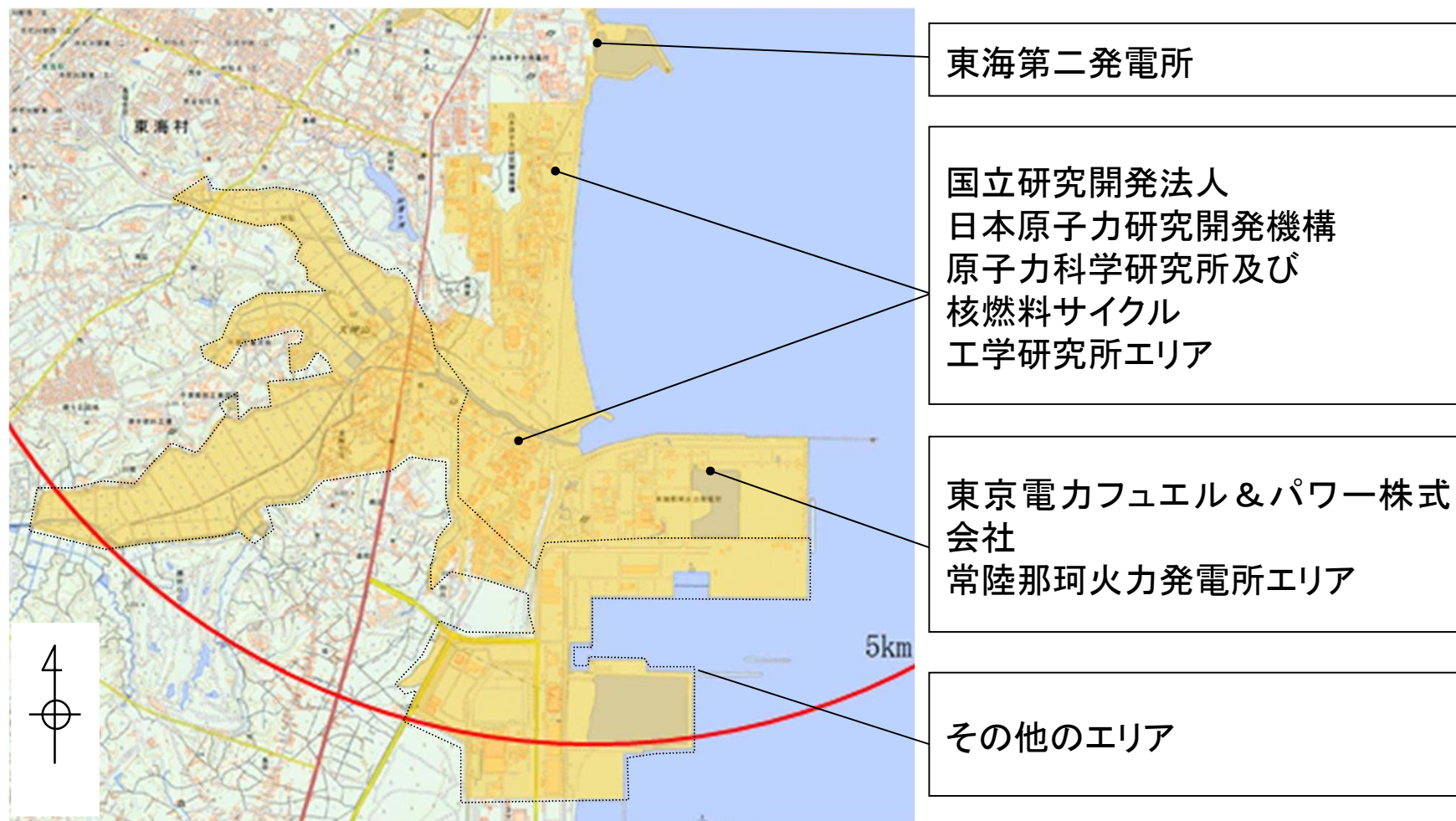


漂流物調査範囲

＜発電所北側エリア＞

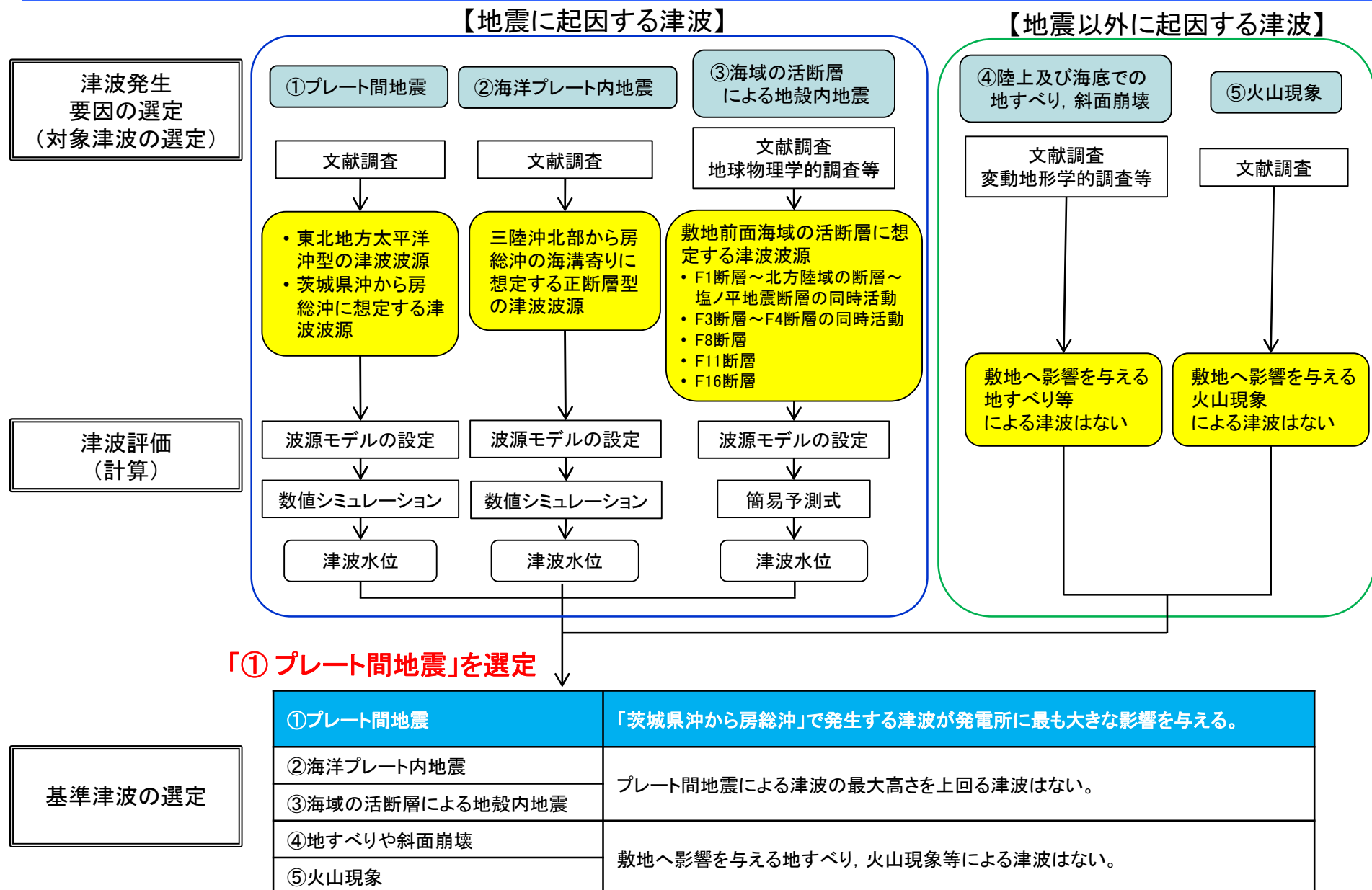


＜発電所南側エリア＞



<別紙2> 津波評価のあらまし (津波評価の流れ)

第10回ワーキングチーム
資料2-2再掲



<別紙2> 津波評価のあらまし (地震に起因する津波 ①プレート間地震に起因する津波)



想定津波波源について

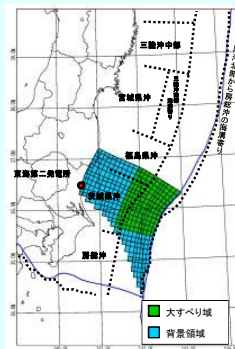
- ・過去に発生した津波
- ・2011年東北地方太平洋沖地震の知見 等を参考に設定

第10回ワーキングチーム
資料2-2再掲

波源モデルの設定

茨城県沖に
想定する津波波源

Mw=8.5

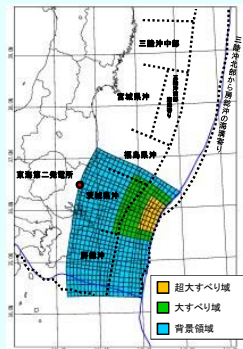


保守的な設定

- ①津波波源の南限を房総沖まで拡張
- ②超大すべり域を設定
- ③大すべり域及び超大すべり域のすべり量を割り増し

茨城県沖から房総沖に
想定する津波波源

Mw=8.7



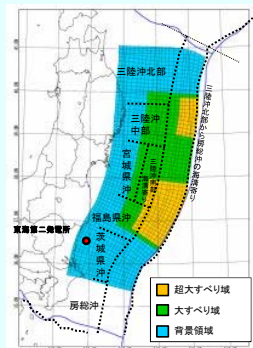
保守的な設定

- ④大すべり域及び超大すべり域がプレート境界を跨いだケースも考慮※

※次頁参照

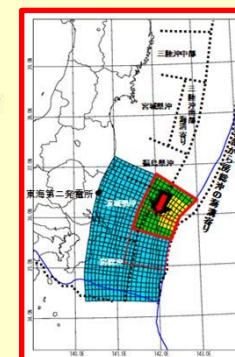
東北地方太平洋沖型の津波波源

Mw=9.1



数値シミュレーション

概略評価
大すべり域等の位置, 形状の
不確かさ考慮



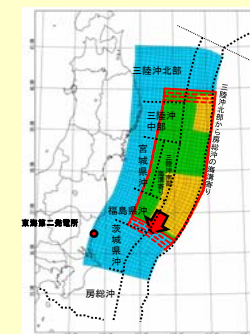
最大水位
上昇量
(防潮堤前面)
17.60 m

最大水位
下降量
(取水口前面)
-5.47 m

発電所での津波水位
変動量がより大きい
津波波源の選定

「茨城県沖から房総沖に
想定する津波波源」
を選定

概略評価
大すべり域等の位置, 形状の
不確かさ考慮



最大水位
上昇量
(防潮堤前面)
8.13 m

最大水位
下降量
(取水口前面)
-3.69 m

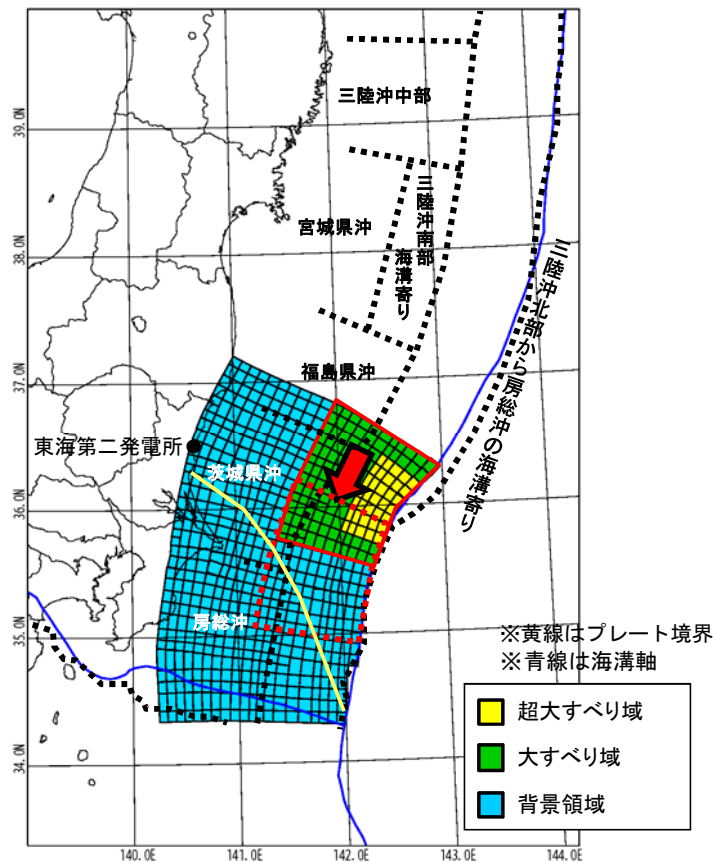
(補足) 保守的な設定④について

第3回ワーキングチーム
資料3修正

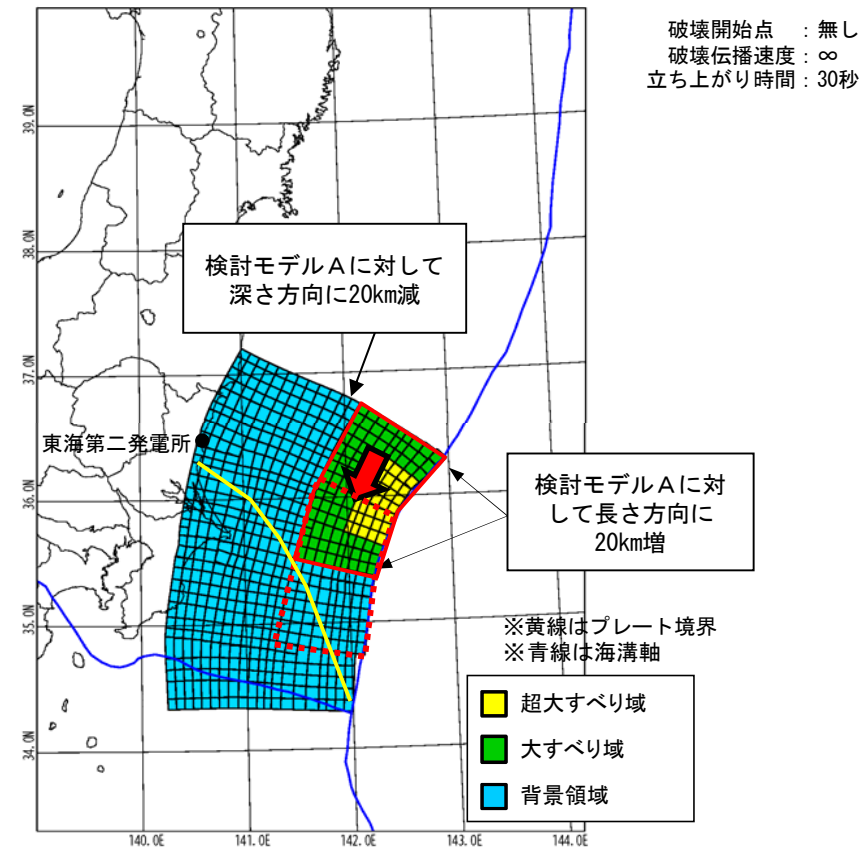


- 大すべり域の形状の違いが津波水位変動量に与える影響を把握するため、大すべり域の形状を変えた2パターンのモデルについて検討した。
- 波源モデルの北限を基準に、大すべり域、超大すべり域を茨城県沖から房総沖の範囲で南へ10kmずつ移動させて、発電所への津波水位の影響が最も大きくなる波源モデルを確認した。
- その結果、防潮堤前面の最大水位上昇量の最大値は17.60m、取水口前面の最大水位下降量の最大値は-5.47mとなることを確認した。

保守的な設定4. 大すべり域及び超大すべり域がプレート境界を跨いだケースも考慮



検討モデルA



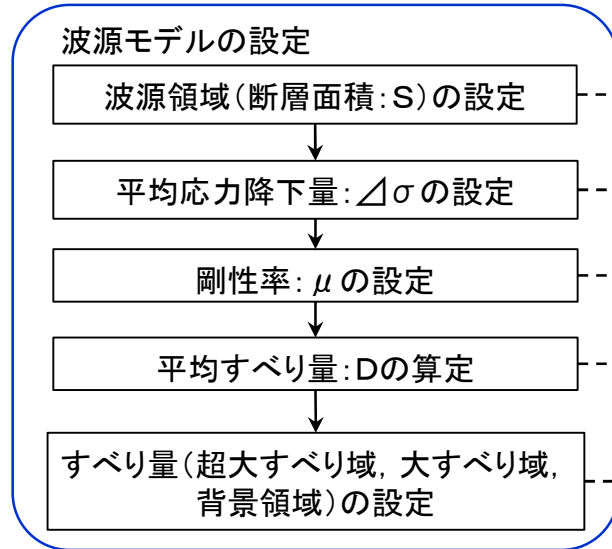
検討モデルB

<別紙3> 東北地方太平洋沖型の津波波源(広域の再現解析: 特性化波源モデル)



- 文献調査の結果から敷地に比較的大きな影響を及ぼしたと考えられる既往津波として、2011年東北地方太平洋沖地震津波を抽出した。
- 2011年東北地方太平洋沖地震の波源モデルについては、破壊伝播を考慮した特性化波源モデルとした。
- 破壊開始点は震源位置、破壊伝播速度は3.0km/s、立ち上がり時間は30秒とした。

【設定フロー】



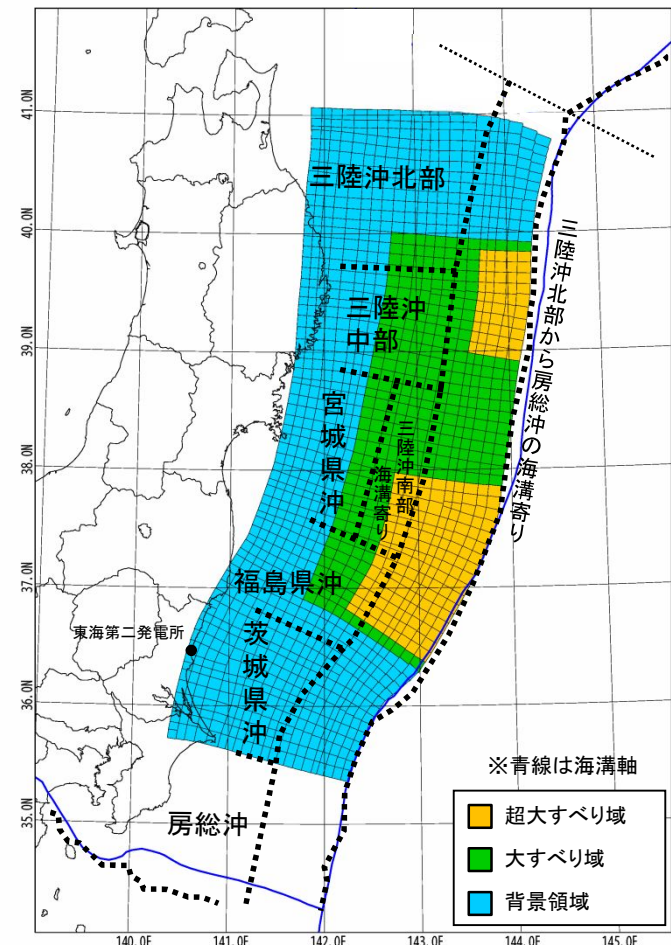
【設定根拠】



パラメータ	設定値
断層面積: S	134,733 km ²
平均応力降下量: Δσ	3.0 MPa
剛性率: μ	4.7 × 10 ¹⁰ N/m ²
モーメントマグニチュード: Mw	9.1
平均すべり量: D	9.6 m
地震モーメント: M ₀	6.1 × 10 ²² Nm

※ 断層面積は右図の特性化波源モデル値
ただし、超大すべり域、大すべり域の位置により若干変動する。

パラメータ		設定値
超大すべり域	すべり量	28.9 m
	面積比率(断層面積)	全体面積の15% (20,010 km ²)※
大すべり域	すべり量	13.5 m
	面積比率(断層面積)	全体面積の25% (33,825 km ²)※
背景領域	すべり量	3.2 m
	面積比率(断層面積)	全体面積の60% (80,898 km ²)※



特性化波源モデル(一例)

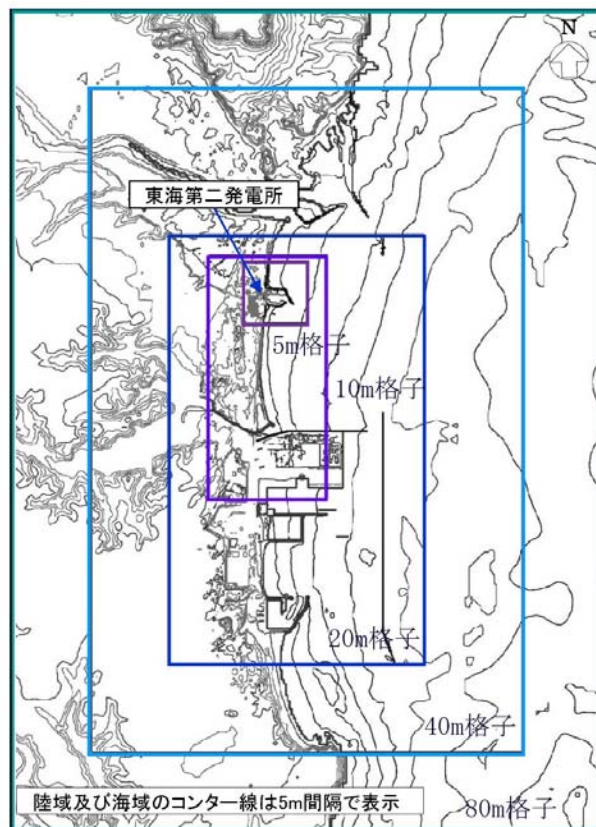
<別紙4> 津波の流況等の模擬に用いた数値シミュレーションコード



● 津波の流況の等の模擬に用いた数値シミュレーションコード

- ・シミュレーションに用いるコードは、先行して許認可を得たプラントの新規制基準適合性審査でも使用され、実績のあるものを使用している。
- ・2011年東北地方太平洋沖地震での津波のシミュレーションを実施し、再現性が良好であり、コード及びモデルに適用性があることを確認している。
- ・妥当性を確認した本コードにより、地形(斜面、道路等)やその標高、人口構造物の設置状況等をモデル化して遡上計算に用いる。

津波シミュレーションの概略及び詳細計算手法



シミュレーションコードによる
敷地及び敷地周辺の格子構成図

項 目	条 件		備 考
解析領域	北海道から千葉房総付近までの太平洋 (南北約1,300km, 東西約800km)		
メッシュ構成	沖合4,320m→2,160m→720m→沿岸域240m→ 発電所周辺80m→40m→20m→10m→5m		長谷川他(1987)
基礎方程式	非線形長波理論		後藤・小川(1982)の方法
計算スキーム	スタッガード格子, リープ・フロッグ法		後藤・小川(1982)の方法
初期変動量	Mansinha and Smylie(1971)の方法		
境界条件	沖合:後藤・小川(1982)の自由透過の条件 陸域:敷地周辺(計算格子間隔80m～5m)の領 域は小谷他(1998)の陸上遡上境界条件 それ以外は完全反射条件		
越流条件	防波堤:本間公式(1940) 護 岸:相田公式(1977)		
海底摩擦係数	マニングの粗度係数($n=0.03\text{m}^{-1/3}\text{s}$)		
水平渦動粘性係数	考慮していない($K_h=0$)		
計算時間間隔	$\Delta t=0.05$ 秒		C.F.L.条件を満たすように 設定
計算時間	津波発生後240分間		十分な計算時間となるよう に設定
潮位条件※	概 略パラメータス ティ	T.P.+0.22m	茨城港常陸那珂港区(茨 城港日立港区)の潮位表 (平成16年～平成21年)を 用いて設定
	詳 細パラメータス ティ	T.P.+0.81m(上昇側)	
		T.P.-0.61m(下降側)	

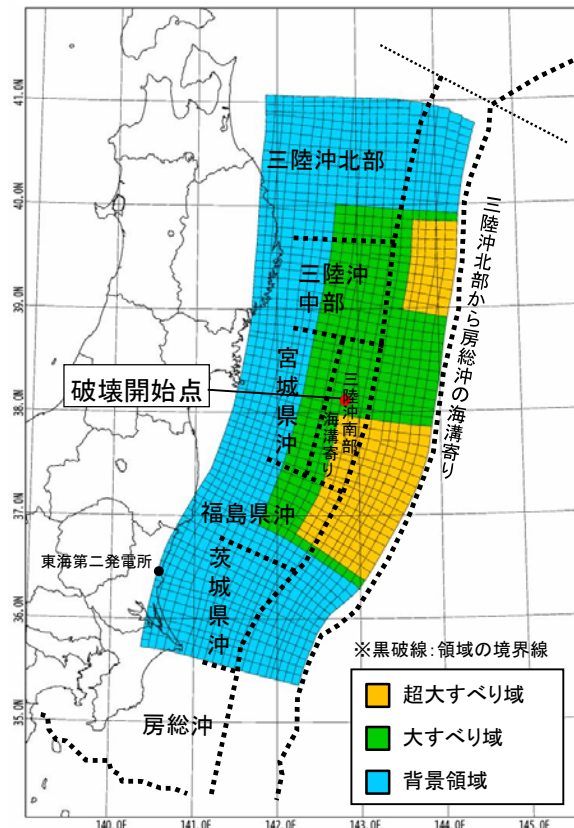
論点No.41-26

<別紙5> 東北地方太平洋沖型の津波波源(広域の再現性の確認結果)



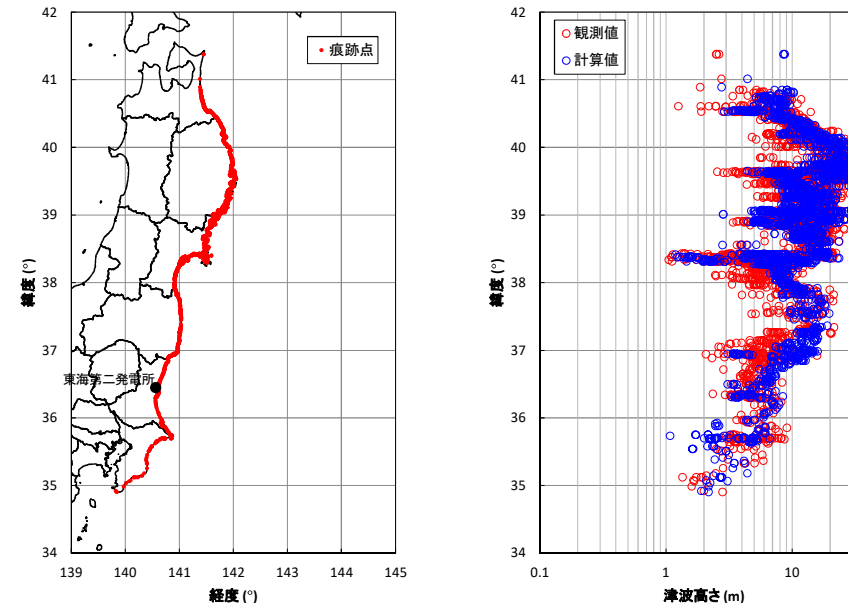
- 設定した波源モデルは、2011年東北地方太平洋沖地震の津波痕跡高(東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ(2012))に対して計算値の方が大きくなっているが(幾何平均 $K=0.94$)、幾何標準偏差($\kappa=1.43$)は土木学会(2016)の再現性の目安値を満足している。
- なお、幾何平均 K は1より小さい(痕跡高に対して計算値の方が大きい)ため保守的である。

【東北地方太平洋沖型の波源モデル】



破壊開始点 : 震源位置
破壊伝播速度: 3.0km/s
立ち上がり時間: 30秒

【再現性の確認結果】



青森県北部～千葉県南部における2011年東北地方太平洋沖地震に伴う津波の
痕跡地点(左図)及び痕跡高(右図)
(東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ(2012)のデータを使用)

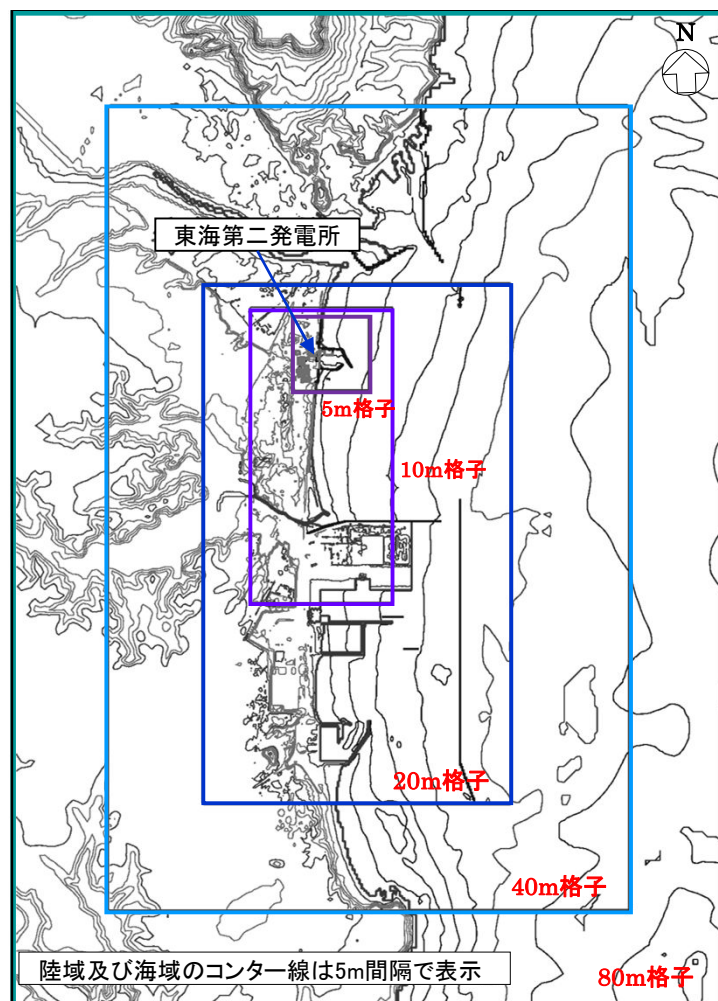
地点数 n	幾何平均 K	幾何標準偏差 κ
2,772	0.94	1.43

【幾何平均 K 及び幾何標準偏差 κ の再現性の目安】
 $0.95 < K < 1.05$
 $\kappa < 1.45$

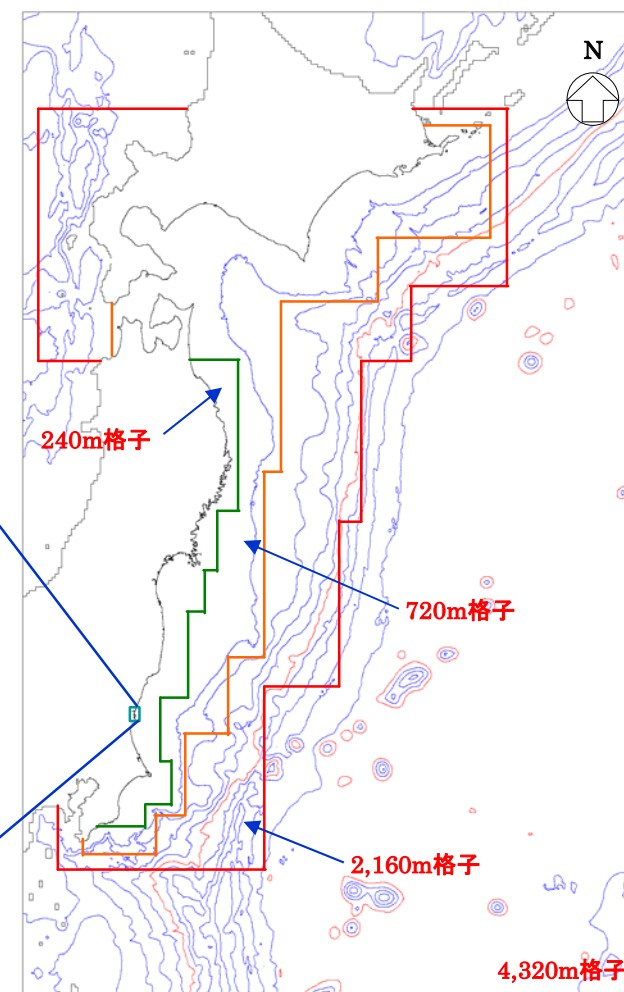
(土木学会(2016))

幾何平均 K : 計算による津波高さ(計算値)と津波痕跡高(観測値)の平均的な対応関係を示す。
幾何標準偏差 κ : 計算値と観測値との対応関係のばらつきを示す。

波源モデルや広域(最小50mのメッシュサイズ)の津波伝播に関するモデルについて、2011年東北地方太平洋沖地震津波の津波痕跡高さを良好に再現出来ることを確認している。



計算領域と格子分割(発電所周辺)

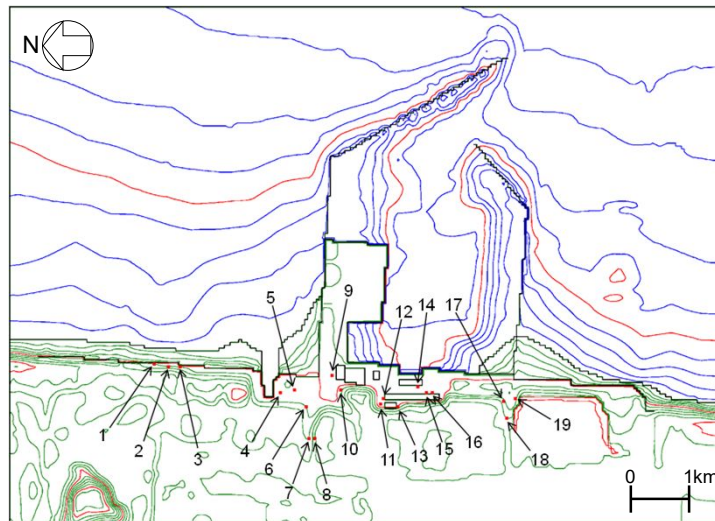


計算領域と格子分割(沖合～沿岸域)

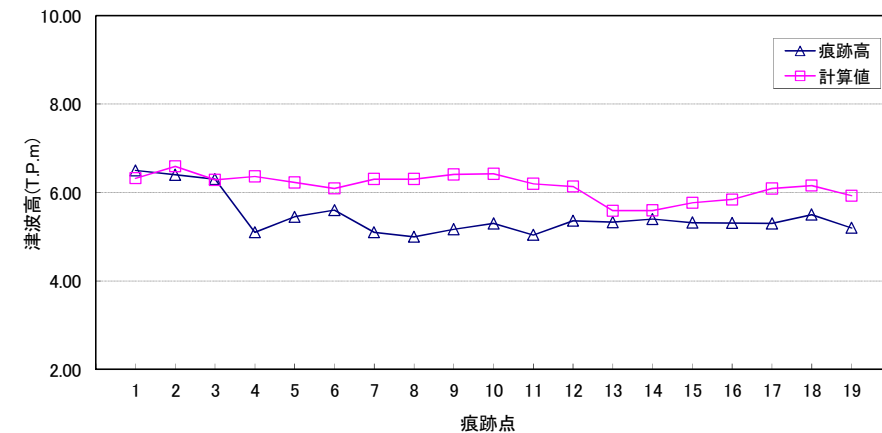
<別紙5> 東北地方太平洋沖型の津波波源(発電所周辺の再現性の確認結果)



- 設定した波源モデルは、発電所では痕跡高に対して計算値の方が大きくなっているが(幾何平均 $K=0.89$)、幾何標準偏差($\kappa=1.08$)は土木学会(2016)の再現性の目安値を満足している。
- なお、幾何平均 K は1より小さい(痕跡高に対して計算値の方が大きい)ため保守的である。



敷地内評価点



計算値と痕跡高の比較

地点数 n	幾何平均 K	幾何標準偏差 κ
19	0.89	1.08

【幾何平均 K 及び幾何標準偏差 κ の再現性の目安】

$0.95 < K < 1.05$

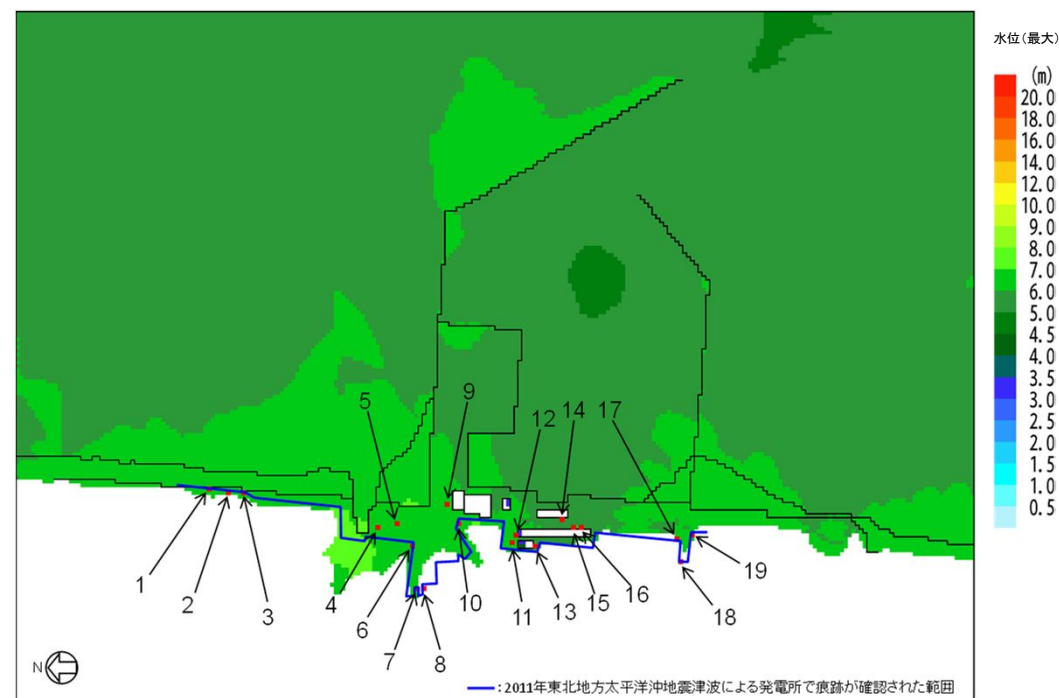
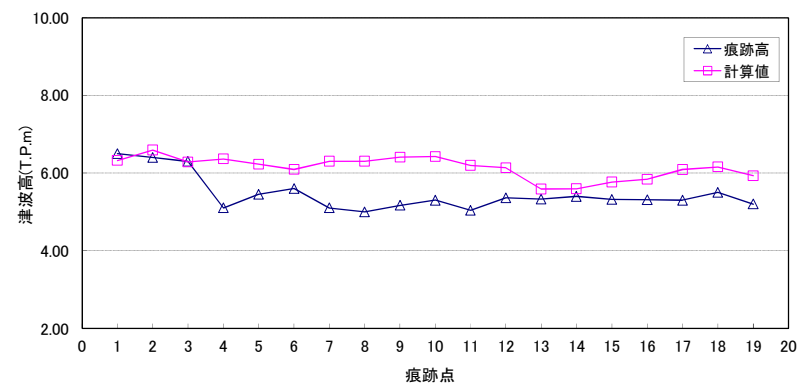
$\kappa < 1.45$

(土木学会(2016))

- 以上から、計算条件及び破壊伝播(破壊開始点、破壊伝播速度及び立ち上がり時間)を考慮した特性化波源モデルの妥当性が確認された。

＜別紙6＞ 2011年東北地方太平洋沖地震津波の痕跡域と再現計算の浸水範囲との比較

- 2011年東北地方太平洋沖地震津波による発電所で痕跡が確認された範囲と再現計算による浸水範囲を比較した結果、同程度であり、波源モデルや津波伝播に関するモデル(評価するモデル)は妥当であることを確認している。



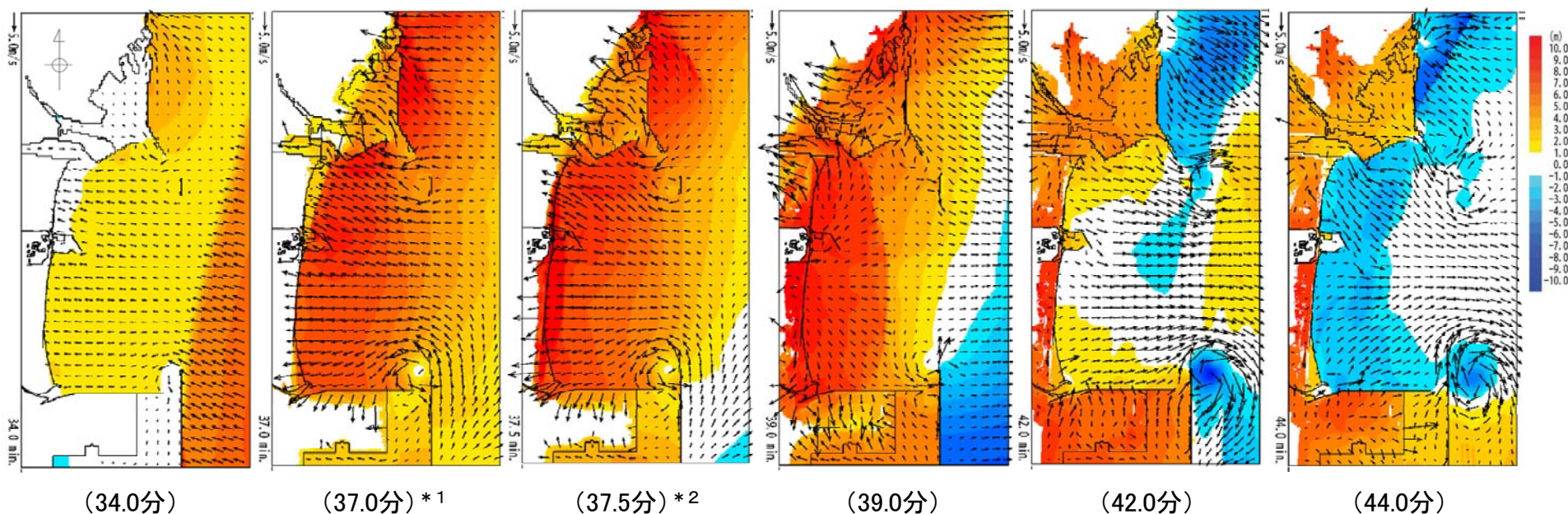
2011年東北地方太平洋沖地震津波の再現計算の浸水範囲

論点No.41-30

＜別紙7＞基準津波の流況(防波堤あり)

●基準津波の流況は、押し波時には東から西へ向かう流れとなり、引き波時には反転して西から東に向かう流れとなる。

- ・津波が襲来するとき(押し波)の全体的な流れは、東から西に向かう方向となっている。また、防波堤の近傍では、旋回流などが生じて、複雑な流れとなっているが、発電所に向かう流れとはなっていない。
- ・34分頃に発電所近傍の水位の上昇が始まり、37分を過ぎたころから陸域への遡上が始まる。防潮堤前面(東側)においては、37.5分頃に最大水位となる。
- ・39分頃に海域の流れの方向が変わり始め、その後、引き波に転じる。
- ・引き波時の全体的な流れは、西から東に向かう方向となっている。また、防波堤の近傍では、押し波時と同様に、旋回流などが生じて、複雑な流れとなっているが、発電所に向かう流れとはなっていない。



時間の推移による津波の流況の変化

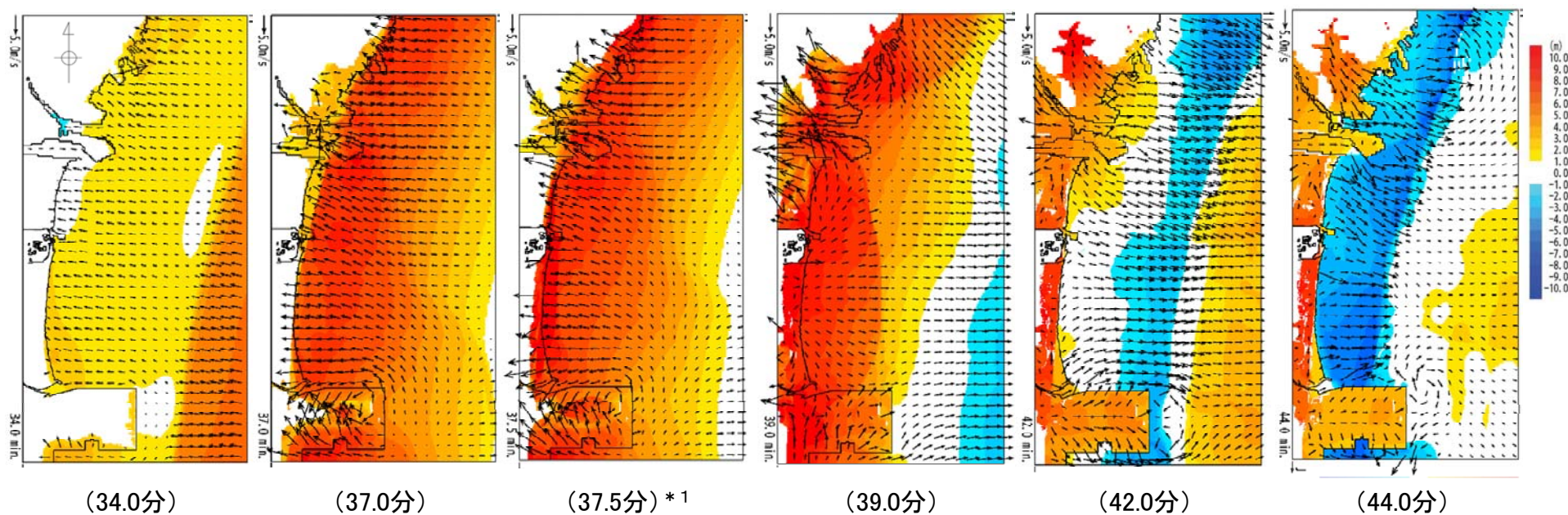
*1 津波の流況の説明に用いている図

*2 防潮堤前面(東側)で、最大水位となる頃の図

＜別紙7＞基準津波の流況(防波堤なし)

●基準津波の流況は、押し波時には東から西へ向かう流れとなり、引き波時には反転して西から東に向かう流れとなる。

- ・津波が襲来するとき(押し波)の全体的な流れは、東から西に向かう方向となっている。また、茨城港日立港区及び茨城港常陸那珂港区の岸壁の近傍で、少し複雑な流れとなっているが、発電所へ向かう流れとはなっていない。
- ・34分頃に発電所近傍の水位の上昇が始まり、37分を過ぎたころから陸域への遡上が始まる。防潮堤前面(東側)においては、37.5分頃に最大水位となる。
- ・39分頃に海域の流れの方向が変わり始め、その後、引き波に転じる。
- ・引き波時の全体的な流れは、西から東に向かう方向となっている。また、茨城港日立港区及び茨城港常陸那珂港区の岸壁の近傍で、少し複雑な流れとなっているが、発電所へ向かう流れとはなっていない。



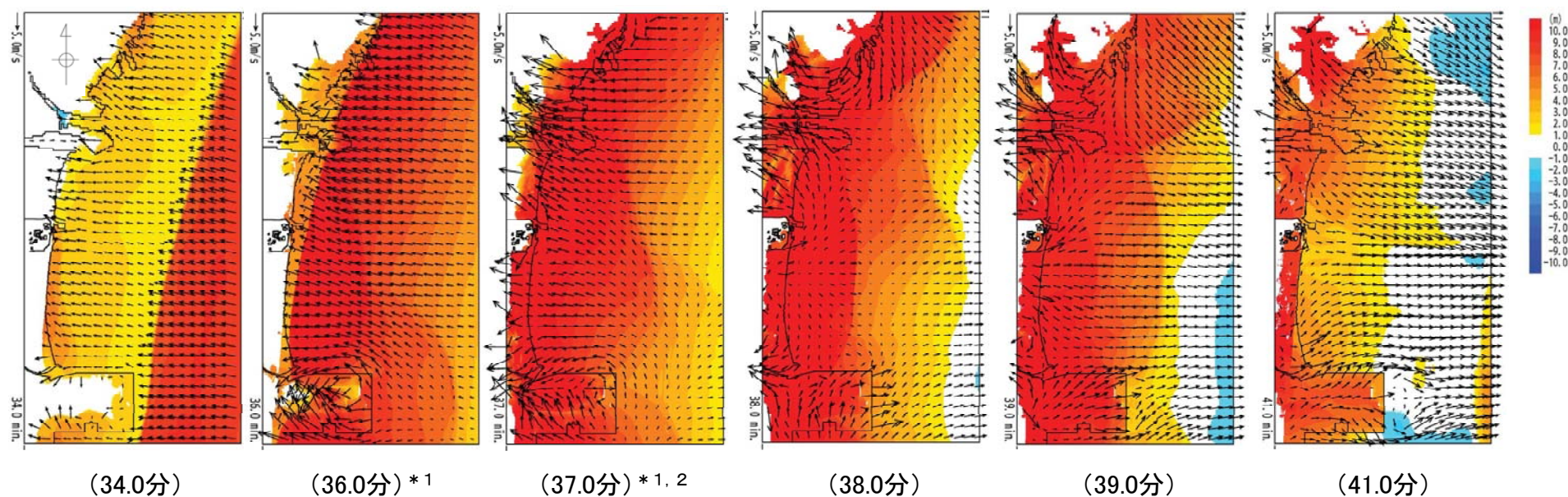
時間の推移による津波の流況の変化

*1 防潮堤前面(東側)で、最大水位となる頃の図

＜別紙8＞敷地に遡上する津波の流況(防波堤なし)

●敷地に遡上する津波の流況は、押し波時には東から西へ向かう流れとなり、引き波時には反転して西から東に向かう流れとなる。

- ・津波が襲来するとき(押し波)の全体的な流れは、東から西に向かう方向となっている。また、茨城港日立港区及び茨城港常陸那珂港区の岸壁の近傍で、複雑な流れとなっているが、発電所へ向かう流れとはなっていない。
- ・34分頃に発電所近傍の水位の上昇が始まり、その後から陸域への遡上が始まる。防潮堤前面(東側)においては、36.7分頃に最大水位となる。
- ・38分頃に海域の流れの方向が変わり始め、その後、引き波に転じる。
- ・引き波時の全体的な流れは、西から東に向かう方向となっている。また、茨城港日立港区及び茨城港常陸那珂港区の岸壁の近傍で、複雑な流れとなっているが、発電所へ向かう流れとはなっていない。



時間の推移による津波の流況の変化

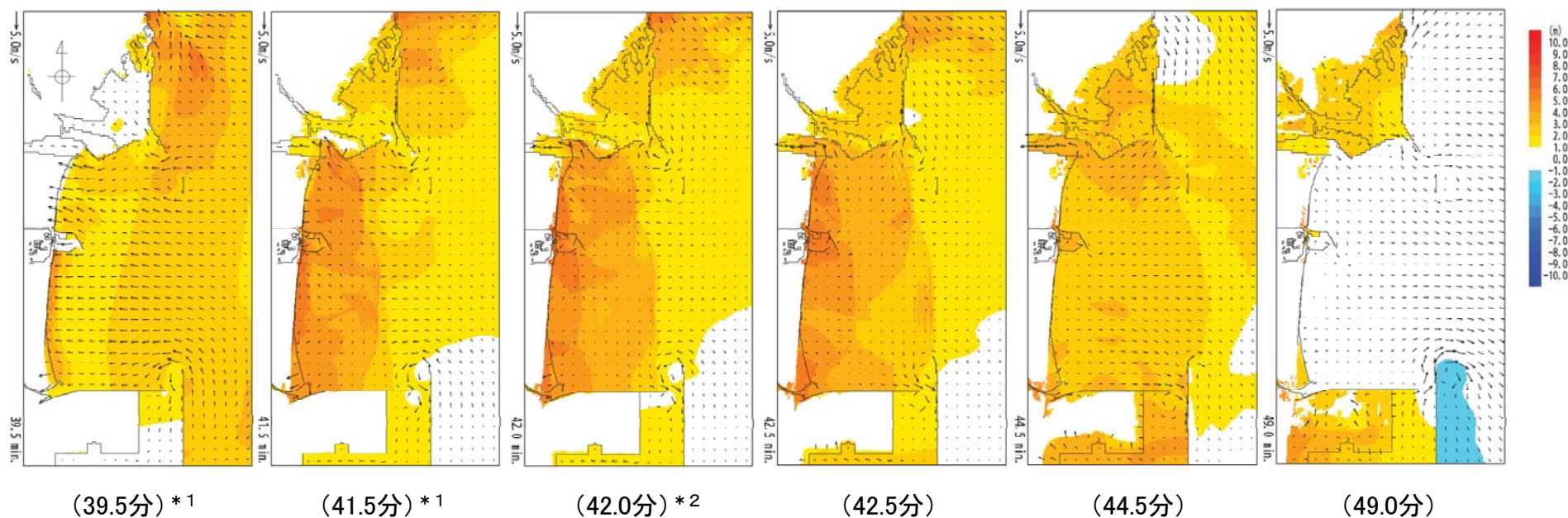
*1 津波の流況の説明に用いている図

*2 防潮堤前面(東側)で、最大水位となる頃の図

＜別紙9＞北方から襲来する津波の流況（防波堤あり）

●北方から襲来する津波の流況は、押し波時には東から西へ向かう流れとなり、引き波時には反転して西から東に向かう流れとなる。

- ・津波が襲来するとき（押し波）の全体的な流れは、東から西に向かう方向となっている。また、防波堤の近傍では、少し複雑な流れとなっているが、発電所に向かう流れとはなっていない。
- ・39.5分頃に発電所近傍の水位の上昇が始まり、その後、遡上するが、陸域への遡上は少なく、流速も小さい。防潮堤前面（東側）においては、41.7分頃に最大水位となる。
- ・42.5分頃に海域の流れの方向が変わり始め、その後、引き波に転じる。
- ・引き波時の全体的な流れは、西から東に向かう方向となっている。また、防波堤の近傍では、押し波時と同様に、少し複雑な流れとなっているが、発電所に向かう流れとはなっていない。



時間の推移による津波の流況の変化

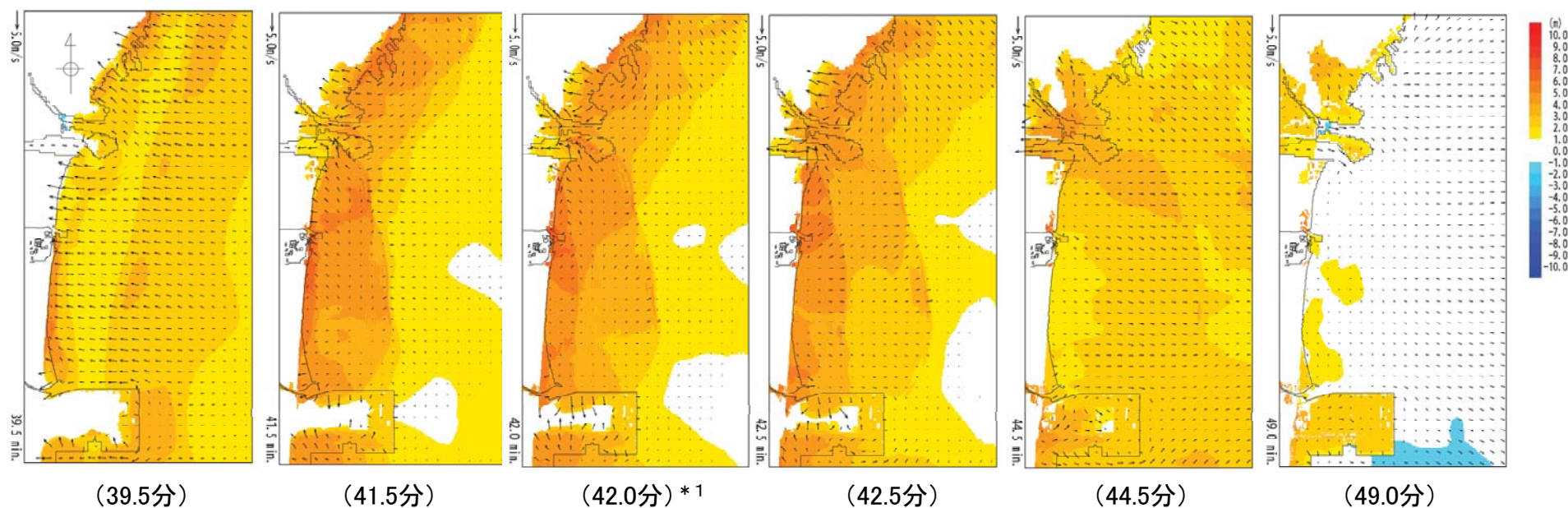
*1 津波の流況の説明に用いている図

*2 防潮堤前面（東側）で、最大水位となる頃の図

＜別紙9＞北方から襲来する津波の流況（防波堤なし）

●北方から襲来する津波の流況は、押し波時には東から西へ向かう流れとなり、引き波時には反転して西から東に向かう流れとなる。

- ・津波が襲来するとき（押し波）の全体的な流れは、東から西に向かう方向となっている。また、茨城港日立港区及び茨城港常陸那珂港区の岸壁の近傍で、少し複雑な流れとなっているが、発電所に向かう流れとはなっていない。
- ・39.5分頃に発電所近傍の水位の上昇が始まり、その後、遡上するが、陸域への遡上は少なく、流速も小さい。防潮堤前面（東側）においては、41.7分頃に最大水位となる。
- ・42.5分頃に海域の流れの方向が変わり始め、その後、引き波に転じる。
- ・引き波時の全体的な流れは、西から東に向かう方向となっている。また、茨城港日立港区及び茨城港常陸那珂港区の岸壁の近傍で、押し波時と同様に、少し複雑な流れとなっているが、発電所に向かう流れとはなっていない。



時間の推移による津波の流況の変化

*1 防潮堤前面（東側）で、最大水位となる頃の図

●東北地方太平洋沖地震時の津波被害状況の特徴

・鉄筋コンクリート造の建築物:

浸水深が15mを超えるような規模の津波襲来を受けた建築物も存在し、壁面や窓等の損傷が確認されたが、**建築物全体が滑動し、漂流するような事例は確認されていない。**

・鉄骨造建築物:

外装板が波力により破損し漂流した事例を確認。津波襲来により早期に外装板が破損し大きな波力を受けなかったと推測される建築物は残存し、**外装板が破損する前に大きな波力を受けたと推測されるものは崩壊、転倒したものも確認**

・木造建築物:

最大浸水深が2m程度以下の規模の地域ではほぼ残存していたが、**最大浸水深が4mを超える規模の地域では流失する可能性が高い。**

漂流物評価及び発電所施設への影響評価でこれらの知見を考慮



構造:鉄筋コンクリート造
津波浸水深:15.4m

【被害状況】
構造的な被害は発生していない。※1



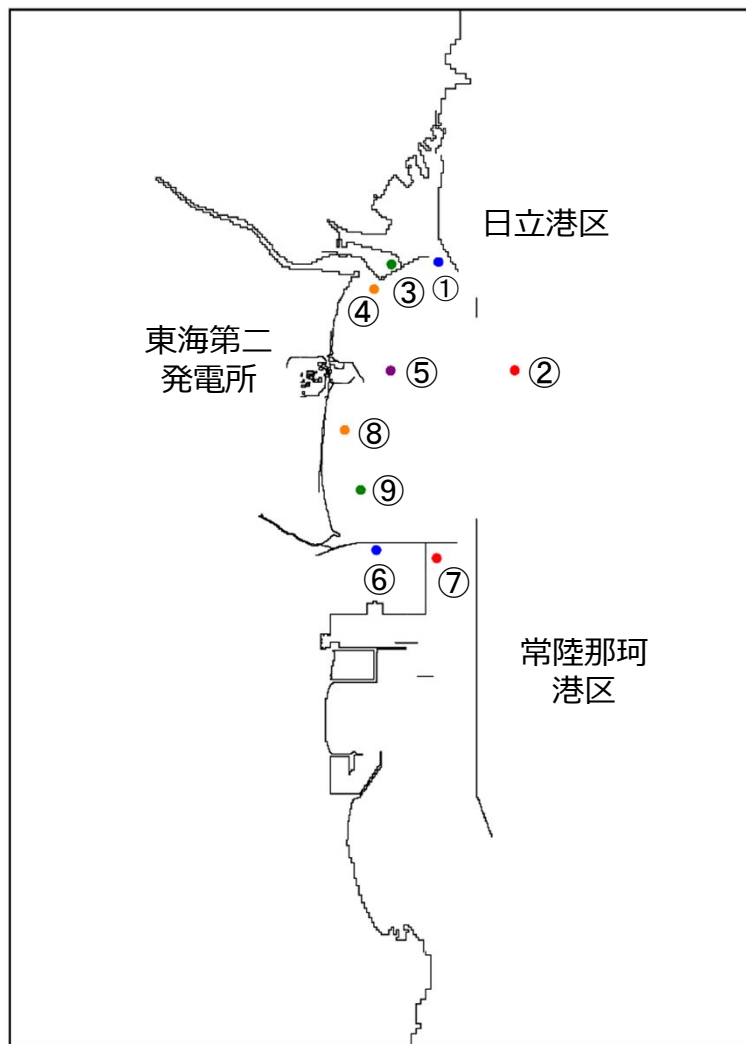
構造:鉄筋コンクリート造
規模:3階建て
(詳細寸法記載なし)

【被害状況】
柱、梁の損壊が確認された。※2



構造:鉄骨造
規模:3階建て 縦11.4m×横8.8m×高さ10.9m

【被害状況】
外装板のほとんどが脱落流失していることが確認された。※3



【漂流物の軌跡解析の評価点の初期配置】

初期配置の考え方

評価点の初期配置については、発電所への影響の可能性を考慮し、周辺海域に以下のとおり設定する。

- ① 茨城港日立港区に入港・出港する大型船(貨物船等)を考慮し、設定した。
- ② 茨城港日立港区へ入港・出港する際に、大型船が発電所東側を航行する経路を考慮し、設定した。
- ③ 茨城港日立港区にはLNG基地があるため、大型タンク等の設備を考慮し、設定した。
- ④ 茨城港日立港区にはLNG基地があるため、LNG基地に隣接して大型船(LNGタンカー)が停泊することを考慮し、設定した。
- ⑤ 漁船が発電所東側の近傍で操業する可能性を考慮し、設定した。
- ⑥ 茨城港常陸那珂港区の岸壁には火力発電所があるため、大型の発電設備を考慮し、設定した。
- ⑦ 茨城港常陸那珂港へ入港・停泊する大型船(石炭運搬船、貨物船等)を考慮し、設定した。
- ⑧ 発電所南側には、研究施設があるため、万が一、漂流物が生じた場合を仮定し、設定した。
- ⑨ ⑧と同じ。

●建物のガレキ等が取水口に到達した場合でも、取水口を完全に閉塞させることはなく、冷却用海水系の取水性は確保される。

- ・津波の流況から、多量の漂流物が取水口前面に到達することは考え難いため、冷却用海水系の取水性への影響はないと評価できる。
- ・建物等については、地震・津波により損傷してガレキ化することによって漂流物となることから、取水口前面に到達した場合でも、隙間なく整列し取水口に密着することは考え難く、取水口を完全に閉塞させることはないため、冷却用海水系の取水性への影響はないと評価できる。
- ・保守的に、取水口近傍の建屋（メンテナンスセンター）の壁一面分の外装板が取水口に貼りつくような状況を想定した場合でも、取水口を完全に閉塞させることはないため、冷却用海水系の取水性への影響はないと評価できる。

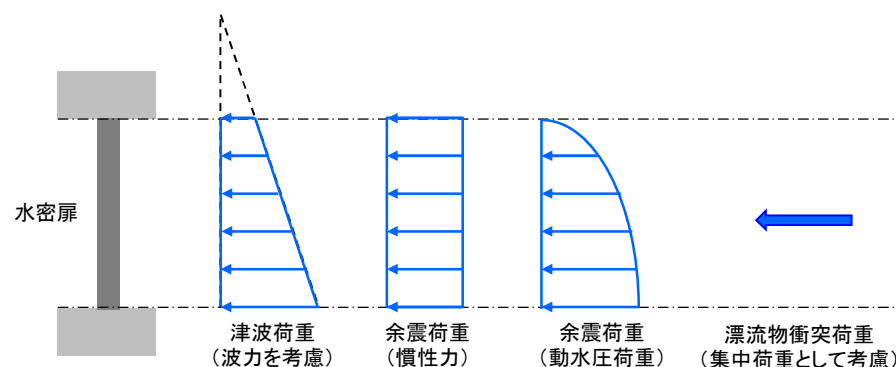
建屋（メンテナンスセンター）の壁一面分の外装板がそのままの形状を保って取水口に到達した場合であっても、左図に示すように、取水口を閉塞させるような形状・大きさとはなっていないため、冷却用海水系の取水性は確保できる。

<別紙13> 水密扉の津波に対する強度評価

●防潮堤内側の水密扉については、漂流物が衝突することを想定した場合であっても、健全性が確保できるように設計している。

- ・原子炉建屋の敷地に遡上する津波から防護するために設置する水密扉のうち、漂流物が衝突する可能性がある水密扉については、津波に対する強度評価を実施する際には、漂流物衝突荷重も考慮したうえで、健全性が確保できるように設計する。
- ・防潮堤内側の漂流物として抽出した足場板、流木、車両のうち、荷重として最大となる足場板の衝突を考慮する。
- ・津波荷重は、波力を考慮した荷重とする。

水密扉の津波に対する評価では、保守的な評価となるように、津波荷重、余震荷重（慣性力及び動水圧荷重）、漂流物衝突荷重の組合せを考慮して評価する。



水密扉の津波に対する強度評価時の荷重の作用図

足場板（0.01ton）、流木（0.08ton）、車両（1.5ton）が水密扉に衝突することを想定

防潮堤内側の津波の流況から
2m/sで衝突することを考慮

漂流物の種類・位置や津波の流況を考慮して、荷重の算定式を選定

- ・足場材：FEMAの式^{*1}
- ・流木：道路橋示方書の式^{*2}
- ・車両：道路橋示方書の式^{*2}

算出結果

- ・足場材：12.7kN
- ・流木：0.2kN
- ・車両：3.0kN

最大荷重となる足場板の衝突を考慮
12.7kN

漂流物衝突荷重の算出フロー図

*1 「Guidelines for Design of Structures for Vertical Evacuation from Tsunamis Second Edition, FEMA P-646, Federal Emergency Management Agency, 2012」に示される算定式

*2 「道路橋示方書（Ⅰ 共通編・Ⅳ 下部構造編）（（社）日本道路協会、平成14年3月）」に示される算定式

【論点No.41】

基準津波やそれ以下で比較的大きい津波及び敷地に遡上する津波等の想定される様々な津波を考慮した場合における漂流物選定の考え方について

【委員からの指摘事項等】

指摘事項等・県民意見に下線を記載
対応する資料頁数等を 内に記載

No.34

周りにいろいろな漁港もあるし、常陸那珂港もあるし、漂流のルートもあるが、漂流物を漁船5トンにしたことについて、その選定の考え方を説明すること。

No.35

敷地に遡上する津波による使用済燃料乾式貯蔵建屋への漂流物について50tとあるが、どのような想定によるものか。

【県民意見(頂いたご意見・特に関心のある事項)】

No.206

それから、漁船が日立港に入っているというのは書いてありましたけれども、そういうものではなくて、日立港は自動車輸入港では日本で3番目に多い港ということになっております。そのあたり、非常に大きな自動車専用の運搬船が入ってきている。一昨年あたりの実績ですと大体4万台は入ってきている。そういうふうなことも書いてあります。そういうふうなことが全然。

P.3-5,8,9

それから、毎日、北海道の釧路港との間で、RORO船といいまして、大きなトラックトレーラー車の後ろだけ、荷物のところだけですけれども、あれが毎日入ってきます。そういうふうな船も毎日ですから、350隻とか入ってくるということでありまして、ものすごい巨大な自動車船や、ガスタンク船や、それから、RORO船と言われるものも入ってきて、毎日のようになってくる。

P.3-5,8,9

先だっの東日本大震災のときには、津波で生乳タンクが岸壁の上から流されまして、日立市内だったと思いますけれども、海岸に漂着しているというものもあります。

もう一つ、39ページ、関連してですが、津波の高さが20メートルぐらいあるということはどういうことを意味するか。18メートルなら18メートルでもいいですが、大型船舶の喫水というのは10メートルぐらいしかありません。ですから、20メートルの津波の上に10メートルの喫水、喫水というのは、船の水と触るところから底までの深さをいいますが、これは持ち上がって流れてしまうんですね。流れてきて、その状態でもって東海第二原発の今回計画している、現在ある防波堤は高さは数メートルしかありませんから、もちろんそれも通り越して、今、これをつくるという20メートルのコンクリートの擁壁の上にぶつかってくると、今度はそこから横倒しになってくるということになるんです。だから、水面から上だけでもろに高さ30数メートルもあるんです。あれが倒れてくる。

P.11,12

それから、RORO船と言われる北海道から毎日来ている定期船、これも倒れてくる。あのあたりは全部、水の中になっちゃうわけですから、そういう事態が全く想定されていない。

P.11,12

* 委員指摘事項等及び県民意見は第15回ワーキングチーム
(令和元年6月26日)資料3-1及び資料3-2に基づく

【県民意見(頂いたご意見・特に関心のある事項)】

No.206(続き)

それから、もう一つ、大型船舶等の漂流物について一切記載がないと。実は、あえて書いてあったものがあるんですよ。それは5トン未満の船舶があるというふうなことは、今日の文書ではありませんけれども、あえて書いてあるんですよ。それ以外が全くないということはどういうことなんだろうと。日立港に入っている船舶は、5トン未満船というのは港湾統計上は書かないことになっておりますから、5トン以上を書くことになっております。5トンぐらいの小さな船を、漁船をもともと数字として出していたということ自体が全く理解できない。現状を見ていない。日本でベンツとか外国からいろいろな自動車が入ってきますけれども、いろいろなものを含めて、輸入だけ見ても日立港は全国3位なんです。だから聞いているんです。大型船舶が入ってきていますよと。1年に1隻とか2隻とかという次元ではございませんよと。そういうことを言っているんです。

P.2-9

No.261

大型船、万トン級の船が津波でやってこない保証はほしかった。

No.340

P.3-5,8,9

3. 津波による大型船舶の衝突(対策に説得力がない)P.27

No.508

P.3-5,8,9

⑥P.27船舶は津波のとき沖へは逃げられないと専門家が言っていた。

No.829

P.3-5,8,9

＜大型台風による二次災害の対策が不十分＞

大型船が津波で防潮堤に激突し破壊する可能性の対策がなされていない。

P.3-5,8,9

【県民意見(頂いたご意見・特に関心のある事項)】

No.853

(21) 津波漂流物や海砂等による冷却水の取水阻害(津波)

漂流物となる可能性のある施設、設備等を調査し、発電所から半径5kmには定期航路がなく、小さな漁船が漂流して防潮堤等に衝突しても冷却水の取水に影響しないとしているが、直ぐ北の日立港や南約3kmにある常陸那珂港には、国内外の大型船が頻繁に寄港している。これらの大型船が、津波警報に従って短時間で確実に沖合まで退避するのは難しい。 P.8

昨年、タンカーが漂流して関空連絡橋を破損した事例のように、漂流した大型船等が取水口等を破損する可能性も考えられる。 P.8

また、大小の様々な津波漂流物が取水口を塞いだり、海砂等が貯留堰の内側に堆積して取水できなくなるおそれがないか心配である。 P.2,4,6

【県民意見(頂いたご意見・特に関心のある事項)】

No.970

東海第2発電所への海からの脅威は単に津波ばかりではない。本発電所の近傍にある日立港には自動車の輸入基地があり、また日立製作所の工場で作られた各種の製品が運び出され、それらの原料資材等も搬入されている。さらに、石油・LPGの基地がある。日立港区事業所に問い合わせたところによると、2000t級の油タンカーがかなり頻繁に出入りしている。さらに長さ300m幅50mのおそらく総トン数3～5万以上はある巨大なLPGタンカーがほぼ月一度のペースで荷揚げに来ているとのことであった。日立港の船の出入りは少なくないのだ。 P.2,3

まず想定しなければならないのは、8年が経過しても記憶に新しい津波の襲来である。昨年は政府の地震調査委員会が今後30年以内に全国各地の震度6弱以上の地震が起きる確率を発表した。それによると水戸は確率82%で全国2位の高さである。さらに今年になって、同委員会が関東・東北沖の日本海溝で起きる海溝型地震の起きる確率は茨城沖はM8で確率は80%である。いずれも80%を超えている。天気予報で降水確率80%以上であれば、外出には雨具の携行は必須であろう。つまり今後20年以内に「大地震は起きる」と覚悟すべきだ。まず地震の揺れによって老朽化した本原発の機器の損傷が心配されるが、テーマが広がり過ぎるので、この論考では海からの脅威、それも津波そのものではなく、船舶による危険について論じることとする。まず考えられるのが津波によって東海港内または日立港へ出入りする船舶、さらに付近で航行・漁労をしている漁船が津波により押し流されて冷却水取水口にぶちあたり機器を損傷することである。原電の予測では船舶が押し流されて来る方向は南東に限られ、船は5t以下としている。しかし、上記のように日立港には多くの船が出入りしている。原電の予測は何の根拠もない希望的予測に過ぎない。真面目に危険性を予測しているとは思えない。 P.4-6,8,9,13-15

【県民意見(頂いたご意見・特に関心のある事項)】

No.970(続き)

さらに考えねばならないのは日立港に出入りする船舶同士の衝突がある。これには深刻な前例がある。1974年に東京湾でLPG・石油混載タンカー第十雄洋丸44,723tとリベリア籍の貨物船パシフィックアレス15,000tが衝突、漏れたガスに衝突の際の火花が引火して爆発炎上を起こした。大火災となった雄洋丸が一時は横須賀港の防波堤の1.8Kmまで接近して横須賀の市街が焦土化する恐れもあった。タグボート乗組員の決死の作業で曳航索をとり、引き離すことができた。最終的にはサルベージ船で東京湾外銚子沖まで曳航され、海上自衛隊の砲撃雷撃で沈没処理された。

以下にウィキペディアの一部を引用する

炎上[編集]「第十雄洋丸」の衝突箇所には穴が開き、漏れ出た積荷のナフサが衝突時に生じた火花で引火して爆発、衝突箇所からは炎が噴き出して「第十雄洋丸」の右舷船首に食い込んだままの「パシフィック・アレス」を巻き込む大火災に発展、さらに周辺海域へ流れ出したナフサが海面で炎上したため、辺り一面が火の海と化した。海上保安庁は巡視船を動員して、事故に気づいて戻ってきた「第十雄洋丸」の水先艇の「おりおん1号」とともに救助活動を開始した他、消火活動を行うために自前の消防船「ひりゆう」及び「しよりりゆう」を出動させ、海上消防委員会並びに沿岸の東京消防庁、横浜市消防局及び川崎市消防局にも応援出動を依頼し、海上消防委員会からは所属する消防船「おおたき」が派遣された他、東京消防庁、横浜市消防局及び川崎市消防局も所属する消防艇を派遣したこうして消火が開始されたものの、「第十雄洋丸」は当時日本最大のLPG・石油混載タンカーで、合計57,000トンに及ぶ多量の可燃物を積んでいたため消火は困難を極め、16時40分頃には「第十雄洋丸」が積荷の可燃物に引火して大爆発を起こした。この間にも「第十雄洋丸」は「パシフィック・アレス」とともに衝突時の形態を保ったまま、現場から南西方向に漂流を続けていたため、衝突した両船を引き離すことが急がれ、19時頃に火勢が衰えたのを見計らって接近したタグボートが「パシフィック・アレス」に曳索を掛けて引き離し、現場から10 kmほど離れた場所まで曳航した。この時に至っても一方の「第十雄洋丸」は炎上し、横須賀市方向へ向けて漂流を続けていたため、海上保安庁は「第十雄洋丸」を安全な場所へ座礁させることにしたが、当時の海上保安庁に大型船舶を曳航できる機材はなく、深田サルベージ建設に曳航を依頼した。

【県民意見(頂いたご意見・特に関心のある事項)】

No.970(続き)

深田サルベージ及び現場のタグボートは、消防艇の放水支援の下、民間タグボートの船長が放水支援を受けながら船体後部に接近、直接船体を手で触って温度確認を実施した後、進入可能として船員3名が船尾のパイロットラダー[3]より乗船、船尾作業甲板に曳索を取り付けて曳航を開始し、千葉県富津沖の浅瀬に座礁させた。なお曳航開始地点は横須賀市の防波堤から1.8 kmの位置であり、曳航に失敗した場合、横須賀市が焦土化する恐れもあった。

<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E7%AC%AC%E5%8D%81%E9%9B%84%E6%B4%8B%E4%B8%B8%E4%BA%8B%E4%BB%B6>

画像; [https://search.yahoo.co.jp/image/search?rkf=2&ei=UTF-](https://search.yahoo.co.jp/image/search?rkf=2&ei=UTF-8&p=%E9%9B%84%E6%B4%8B%E4%B8%B8#mode%3Ddetail%26index%3D0%26st%3D0)

[8&p=%E9%9B%84%E6%B4%8B%E4%B8%B8#mode%3Ddetail%26index%3D0%26st%3D0](https://search.yahoo.co.jp/image/search?rkf=2&ei=UTF-8&p=%E9%9B%84%E6%B4%8B%E4%B8%B8#mode%3Ddetail%26index%3D0%26st%3D0)

ウィキの記述にあるように、雄洋丸事故は東京湾内の事故であったから、東京消防庁・海上消防委員会・横浜市消防局・川崎市消防局さらに海上保安庁所属の消防船艇が多数消火に参加したが、鎮火は全く不可能であった。この論考を書くにあたって茨城海上保安部・日立市臨港消防署などに電話で問い合わせたが、茨城県内には専門の消防船艇は皆無であることが分かった。わずかに巡視船とタグボートに搭載されている放水設備に頼るほかない。雄洋丸事故の事例で見るように専門の消防船艇が多数出動しても、一旦燃え上がった大型タンカーの消火はほとんど絶望的であると認識しておく必要がある。消防船艇が皆無の茨城県の港湾ではなおさらである。まして日立港にはLNGを満載した巨大タンカーが入港する。東海港の至近海面で雄洋丸事故のようなことが起こらない保障は何処にもない。雄洋丸が横須賀の市街を焦土にしそうなったように、本原発も炎上するタンカーの接近によって類焼の危険があることを認識すべきである。さらに巨大なLNGタンカーが原発近傍で爆発を起こした場合はさらに危険である。

第16回論点No.59参照

まかり間違えれば本原発が制御不能になれば近接する再処理施設も制御不能になる可能性が高く、そうなれば千万人単位の死者が出ることもあり得るのだからその危険性は計り知れない。

* 委員指摘事項等及び県民意見は第15回ワーキングチーム
(令和元年6月26日)資料3-1及び資料3-2に基づく

【県民意見(頂いたご意見・特に関心のある事項)】

No.1018

Q3:資料(27)漂流物(83)取水口付近の漂流物の評価

”日立港や常陸那珂港に停泊中または付近を航行中の大型船舶については(中略)発電所には漂流してこない事を確認した”とあるが、津波の流速と流向だけを踏まえた結論のように見受ける。台風、強風時は船舶等が漂流する可能性がある。過去には、強風で流された船舶が日立港防波堤にぶつかった事例がある。 P.8

東北震災では、津波に流された船舶等が防波堤を超えて港に侵入した。日立港では数多くの船がほぼ毎日往来している。自然条件や港の現状を踏まえた結論とは思えない。現実とはかけ離れた結論である、との印象を持つ。

No.1113

P.3-5,8,9,13-15

・付近の港や、河口などから津波により流された漂流物が、施設に被害を与えることが考えられる。

No.1160

P.2-6

3)津波で、日立港や常陸那珂港へ出入りする大型船が原発の防潮堤へぶつかってくることは本当にはないと言えますか。 P.3-5,8,9

基準津波及び敷地に遡上する津波の策定における保守性について

【説明概要】

基準津波の波源は津波高さが高くなるように設定しており、また、基準津波に自然現象(潮位の変動、高潮の影響)を考慮した高さを上回るように、防潮堤の高さを設定している。

敷地に遡上する津波は、潮位の変動及び高潮の影響等の自然現象の有無に関わらず、確率論的リスク評価において全炉心損傷頻度に対して津波のリスクが有意となる事象として、防潮堤内側に流入した津波によって設備の機能が喪失するような津波高さとして設定している。

1. 保守性を考慮した基準津波の設定について

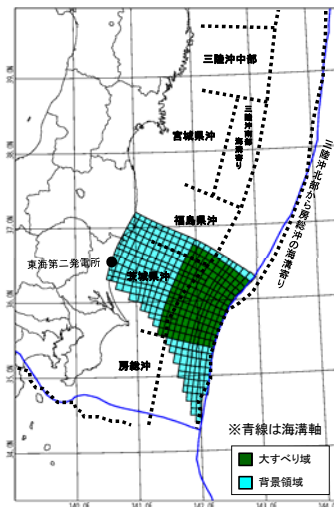
- 2011年東北地方太平洋沖地震から得られた知見からは、「茨城県沖に想定する津波波源」が波源として妥当であるが、保守的設定（波源領域の拡張，超大すべり域の設定，すべり量の割り増し等）を行った「茨城県沖から房総沖に想定する津波波源」を基準津波の波源として選定している。
- なお，解析における水位上昇量の最大値である最大水位上昇量が「茨城県沖に想定する津波波源」は約8mに対し，「茨城県沖から房総沖に想定する津波波源」は約 16mであり，約8mの裕度を確保していることを確認している。

茨城県沖に想定する津波波源の諸元

パラメータ		設定値
断層面積:S		29,630 km ²
モーメントマグニチュード:Mw		8.5
平均すべり量:D		4.5 m
すべり量	超大すべり域 (面積比率)	—
	大すべり域:2D (面積比率)	9.0 m (全体面積の40%)
	背景領域:0.33D	1.5 m
最大水位上昇量:m		8.17

茨城県沖から房総沖に想定する津波波源の諸元

パラメータ		設定値
断層面積:S		53,684 km ²
モーメントマグニチュード:Mw		8.7
平均すべり量:D		6.1 m
すべり量	超大すべり域:4D (面積比率)	24.3 m (全体面積の5%)
	大すべり域:2D (面積比率)	12.1 m (全体面積の15%)
	背景領域:0.62D	3.8 m
最大水位上昇量:m		16.08

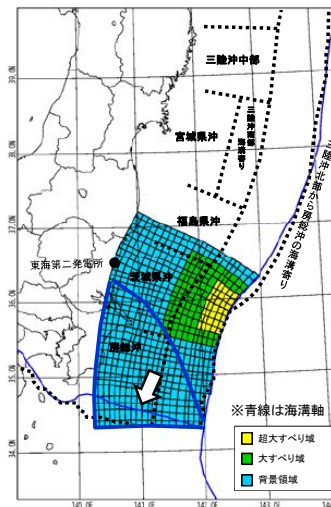


茨城県沖に想定する津波波源

保守的設定1, 2, 3を考慮

保守的設定1. 津波波源の南限を房総沖まで拡張

※北米プレートとフィリピン海プレートの境界を越えて矩形となるように設定

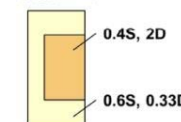


茨城県沖から房総沖に想定する津波波源

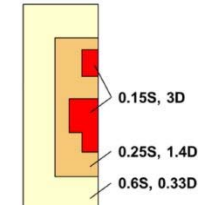
論点No.42-2

保守的設定2. 超大すべり域を設定

大規模
(~Mw8.8)
2段階すべり



超大規模
(Mw8.9~)
3段階すべり

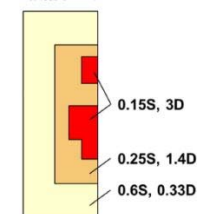


杉野他(2014)では,
Mw8.7の場合, 超大すべり
を設定していない

超大すべりを設定

保守的設定3. 大すべり域及び超大すべり域のすべり量を割り増し

超大規模
(Mw8.9~)
3段階すべり



0.05S, 4D

0.15S, 2D

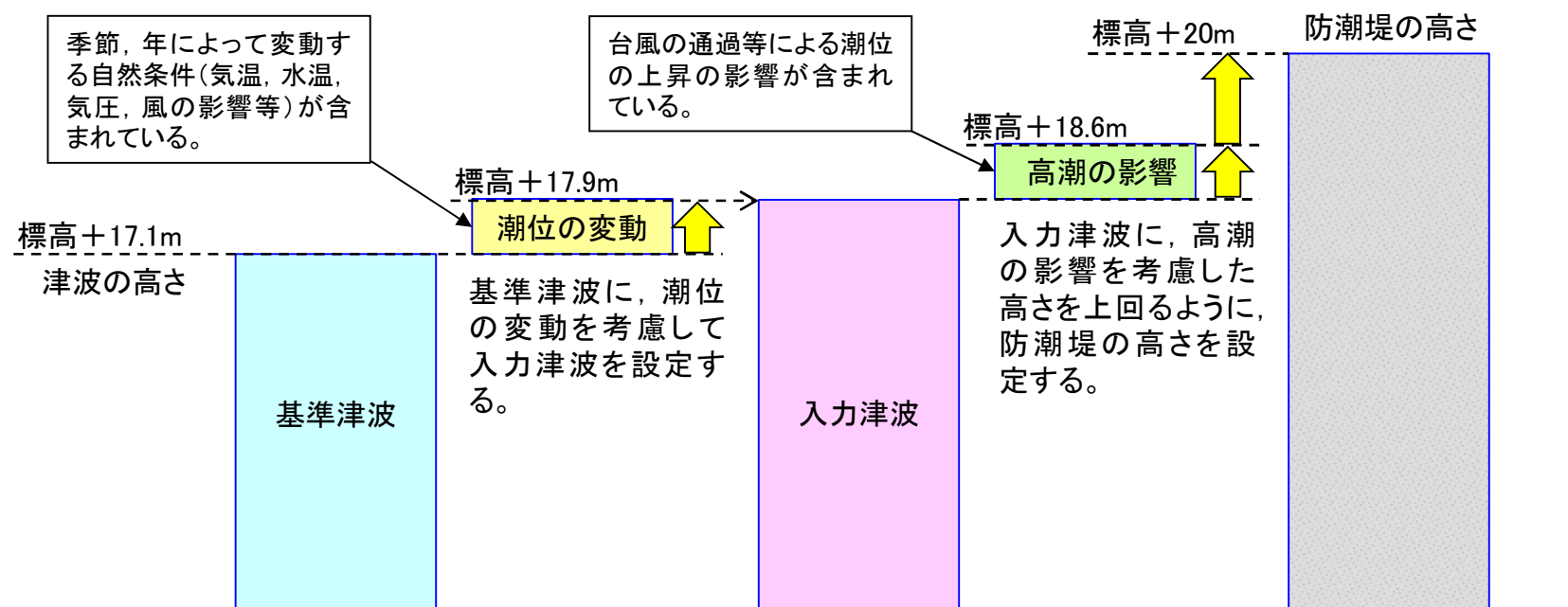
(杉野他(2014))

2. 基準津波での潮位の変動及び高潮の影響の考慮について

●防潮堤は、基準津波に潮位の変動と高潮の影響を考慮した高さを超えるような高さで設置する。

○基準津波に潮位の変動を考慮して、入力津波高さを設定している。さらに、入力津波高さに高潮の影響を考慮した高さを上回るように、防潮堤の高さを決めている。

- ・潮位の変動は、敷地周辺の港湾における過去の潮位記録を基に設定しているため、季節、年によって変動する自然条件(気温、水温、気圧、風の影響等)が含まれている。
- ・高潮の影響は、敷地周辺の港湾における過去の年最高潮位記録を基に設定しているため、台風の通過等による潮位の上昇の影響が含まれている。



基準津波の高さに対する防潮堤高さの設定の考え方

3. 敷地に遡上する津波での潮位の変動及び高潮の影響の考慮について



- 敷地に遡上する津波は、潮位の変動及び高潮の影響等の**自然現象の有無に関わらず**，確率論的リスク評価において全炉心損傷頻度に対して津波のリスクが有意となる事象として，**防潮堤内側に流入した津波によって設備の機能が喪失するような津波高さとして設定している。**

- ①防潮堤を越えて流入した津波が防潮堤内側に浸水することによって，設備の機能が喪失し，全炉心損傷頻度への影響を評価する。
- ②評価の結果，標高+20m～+24mの津波については，論点No.45-2に示すように非常用海水ポンプ等の機能喪失が生じることにより，津波のリスクが有意となる。
- ③この評価に基づき，非常用海水ポンプ等の機能喪失が生じるような高さの津波になるように，防潮堤前面において標高+24mの津波を敷地に遡上する津波として設定した。
- ④このため，敷地に遡上する津波は，潮位の変動や高潮の影響等の自然現象の考慮の有無に関わらず，津波のリスクが有意になる事象として，非常用海水ポンプ等の設備の機能を喪失させるような津波高さとして設定している。

➡ この敷地に遡上する津波(津波区分1，津波区分2)に対しては，重大事故等対処設備等を活用して，炉心の損傷を防止する等の対策を図っていく。

津波区分	津波高さ	津波による影響を受ける建屋・機器	起回事象	
津波区分1	T. P. +20m～T. P. +22m	・ 非常用海水ポンプ機能喪失	・ 最終ヒートシンク喪失	炉心損傷頻度 約4×10^{-6}/年 (全炉心損傷頻度の約5.3%)
津波区分2	T. P. +22m～T. P. +24m	・ 非常用海水ポンプ機能喪失 ・ 起動変圧器，予備変圧器機能喪失 ・ 原子炉建屋内浸水による複数の緩和機能喪失	・ 原子炉建屋内浸水による複数の緩和機能喪失	
津波区分3	T. P. +24m～	・ 非常用海水ポンプ機能喪失 ・ 起動変圧器，予備変圧器機能喪失 ・ 原子炉建屋内浸水による複数の緩和機能喪失 ・ 防潮堤損傷	・ 防潮堤損傷	炉心損傷頻度 約3×10^{-7}/年 (全炉心損傷頻度の約0.4%)

(参考) 基準津波策定に係る保守性を考慮した特性化波源モデルの設定



波源		茨城県沖に想定する津波波源	茨城県沖から房総沖に想定する津波波源		
		・プレート間地震と津波地震の連動型地震を仮想的に考慮 ・プレート境界及び構造境界から波源領域を設定	【保守的設定1】 津波波源の南限を 房総沖まで拡張	【保守的設定1.2】 津波波源の南限を 房総沖まで拡張 ＋ 超大すべり域を設定	【保守的設定1.2.3】 津波波源の南限を 房総沖まで拡張 ＋ 超大すべり域を設定 ＋ 大すべり域及び超大すべり域の すべり量を割り増し
断層面積:S		29,630 km ²	53,684 km ²	53,684 km ²	53,684 km ²
モーメントマグニチュード:Mw		8.5	8.7	8.7	8.7
平均すべり量:D		4.5 m	6.1 m	6.1 m	6.1 m
すべり量	超大すべり域 (面積比率)	—	—	18.2 m(3D) (全体面積の15%)	24.3 m(4D) (全体面積の5%)
	大すべり域 (面積比率)	9.0 m(2D) (全体面積の40%)	12.1 m(2D) (全体面積の40%)	8.5 m(1.4D) (全体面積の25%)	12.1 m(2D) (全体面積の15%)
	背景領域 (面積比率)	1.5 m(0.33D) (全体面積の60%)	2.0 m(0.33D) (全体面積の60%)	2.0 m(0.33D) (全体面積の60%)	3.8 m(0.62D) (全体面積の80%)
特性化波源モデル(一例)					

(参考) 基準津波の想定波源(特性化波源モデル)の設定について

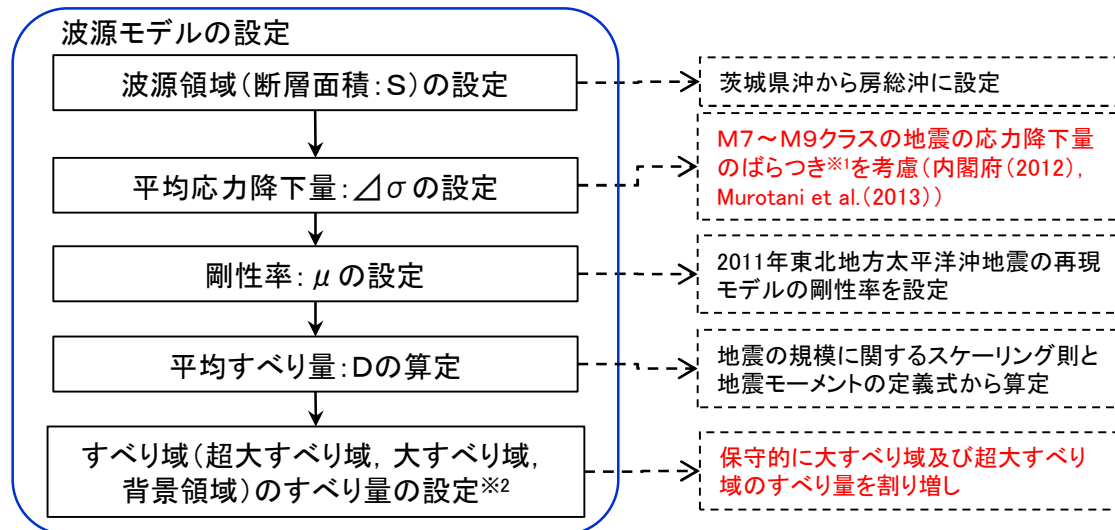
第3回ワーキングチーム
資料3 修正



- 基準津波の設定においては、以下の津波の想定波源の設定フローに従って設定している。

【設定フロー】

【設定根拠】



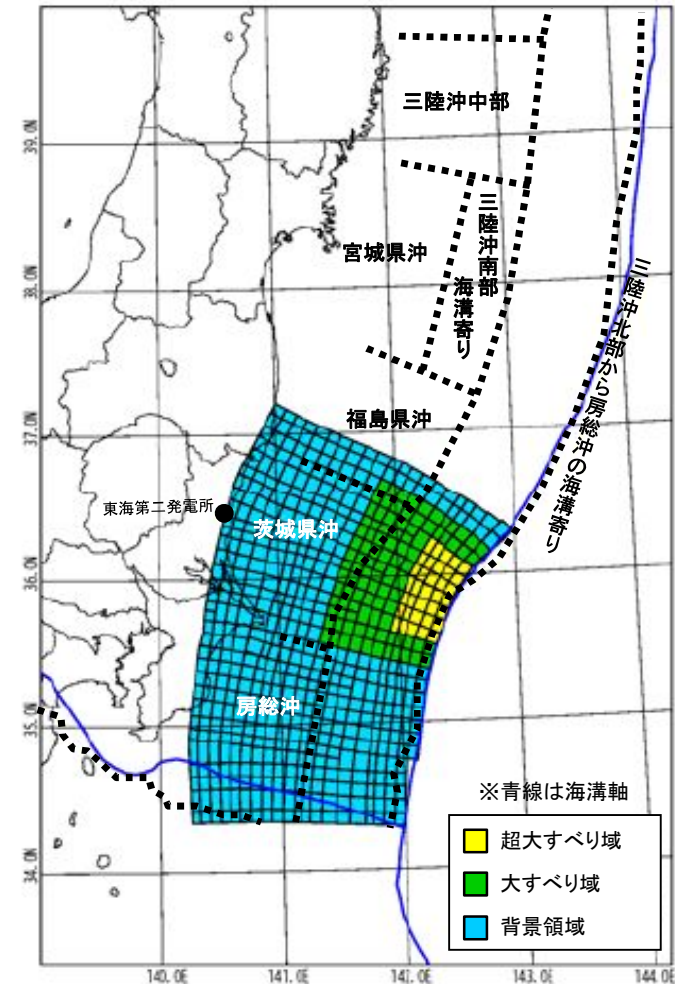
パラメータ	設定値
断層面積: S	53,684 km ²
平均応力降下量: $\Delta\sigma$	3.00 MPa
剛性率: μ	4.7×10^{10} N/m ²
モーメントマグニチュード: Mw	8.7
平均すべり量: D	6.1 m
地震モーメント: M_0	1.5×10^{22} Nm

パラメータ		設定値
超大すべり域	すべり量	24.3 m
	面積比率(断層面積)	全体面積の5% (2,659 km ²)※3
大すべり域	すべり量	12.1 m
	面積比率(断層面積)	全体面積の15% (8,231 km ²)※3
背景領域	すべり量	3.8 m
	面積比率(断層面積)	全体面積の80% (42,794 km ²)※3

※1 M7~M9クラスの地震の応力降下量のばらつきは、標準偏差を考慮すると0.82~3.00MPaの範囲であり、保守的な値としてばらつき範囲の上限値である3.00MPaを平均応力降下量として設定する。

※2 上段で設定したS, $\Delta\sigma$, μ から求まるモーメントマグニチュードが変動しないようにすべり量を設定する。
なお、 $\Delta\sigma$ の設定において「ばらつきを考慮」していることから、マグニチュードは保守的となっている。

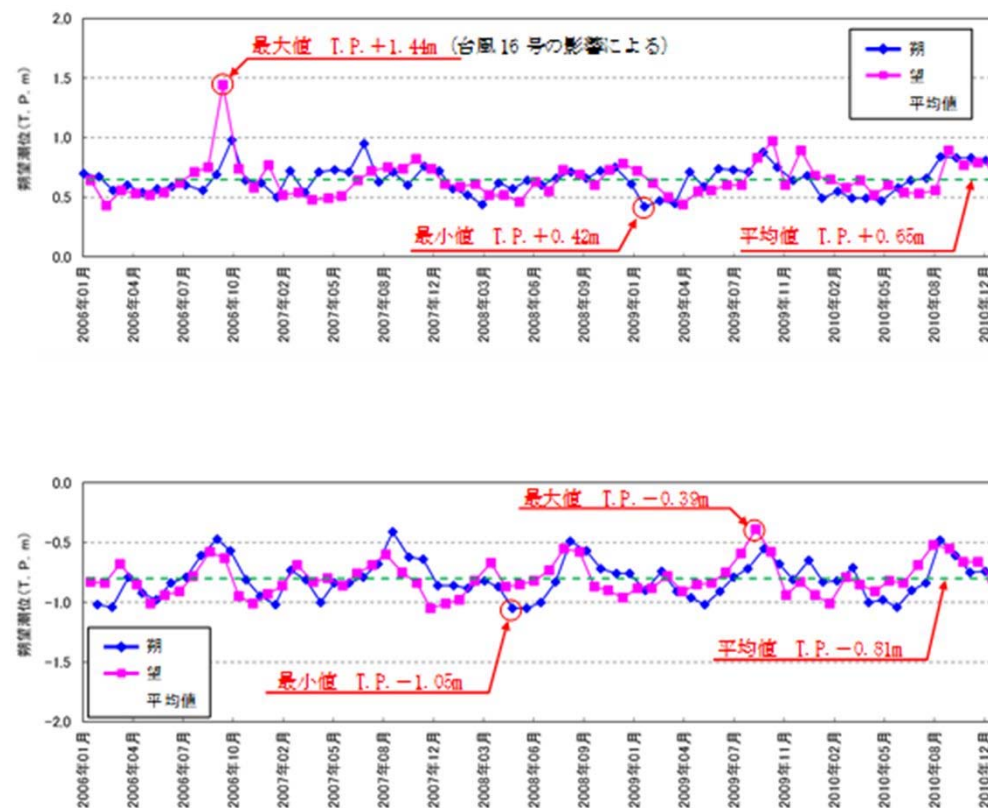
※3 断層面積は右図の特性化波源モデル値。ただし、超大すべり域、大すべり域の位置により若干変動する。



特性化波源モデル(一例)

(参考) 茨城港日立港区の潮位観測記録

- ・潮位の変動は、茨城港日立港区における潮位変動の観測記録(2006年1月～2010年12月)に基づき設定している。
- ・高潮の影響は、茨城港日立港区における年最高潮位の観測記録(1971年～2010年)に基づき設定している。



茨城港日立港区における潮位変動の観測記録

茨城港日立港区における年最高潮位の観測記録

年	年最高潮位			順位	発生要因
	月	日	潮位(m)		
1971	9	1	0.89		
1972	11	21	0.80		
1973	10	28	0.73		
1974	1	10	0.85		
1975	9	8	0.76		
1976	9	28	0.83		
1977	9	19	0.86		
1978	9	17	0.79		
1979	10	7	1.00	4	台風18号から温帯低気圧へ
1980	12	24	1.11	2	二つ玉低気圧通過
1981	10	2	0.78		
1982	10	20	0.80		
1983	9	9	0.75		
1984	10	27	0.79		
1985	8	31	0.87		
	11	14	0.87		
1986	10	8	0.94	9	台風第18号通過
1987	9	17	0.74		
	2	4	0.74		
1988	9	16	0.94	9	台風第18号通過
1989	8	6	0.99	6	台風第13号通過
1990	10	8	0.89		
1991	10	13	1.00	4	台風第21号通過
1992	9	11	0.85		
1993	11	14	0.69		
1994	10	22	0.78		
1995	11	24	0.75		
1996	9	22	0.79		
1997	9	19	0.91		
1998	11	17	0.75		
1999	10	27	0.83		
2000	9	4	0.76		
	12	11	0.76		
2001	8	22	0.79		
2002	10	1	1.10	3	台風第21号通過
2003	10	26	0.81		
2004	9	30	0.78		
2005	12	5	0.82		
2006	10	7	1.44	1	台風16号から温帯低気圧へ
2007	7	16	0.95	8	台風4号から温帯低気圧へ
2008	12	14	0.78		
2009	10	8	0.97	7	台風第18号通過
2010	9	25	0.89		

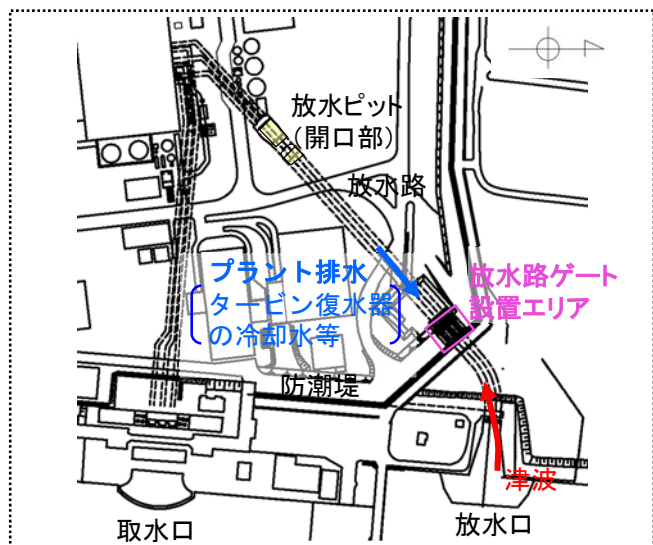
(参考)防潮堤内側の雨水の排水について

- ・防潮堤内側の雨水を排水するために、放水路に接続される場所(1箇所)及び防潮堤の地下部を横断する場所(9箇所)に、排水路を設置する。
- ・排水路は、水戸地方気象台の観測記録の日最大降水量81.7mm/hを上回るように、127.5mm/hの雨水を排水できる設備を設置する。
- ・排水路からの津波の流入を防止するために、放水路に接続される場所には放水路ゲート、防潮堤の地下部を横断する場所には構内排水路逆流防止設備を設置する。



(参考)放水路ゲートについて

○津波が放水路を経由し、放水ピットの開口部から敷地内に流入することを防止するため、放水路ゲートを設置する。



放水路ゲート設置エリア

○主要仕様

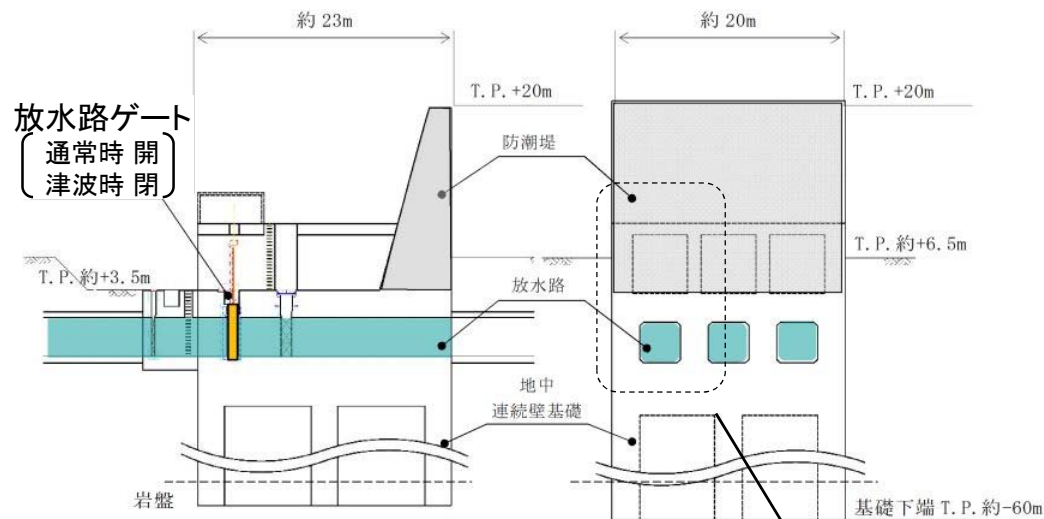
➢主要材料

- ・基礎：鉄筋コンクリート製
- ・扉体：鋼製
- ・台数：3台（各放水路1台）

➢駆動方式：電動駆動式、自重降下式

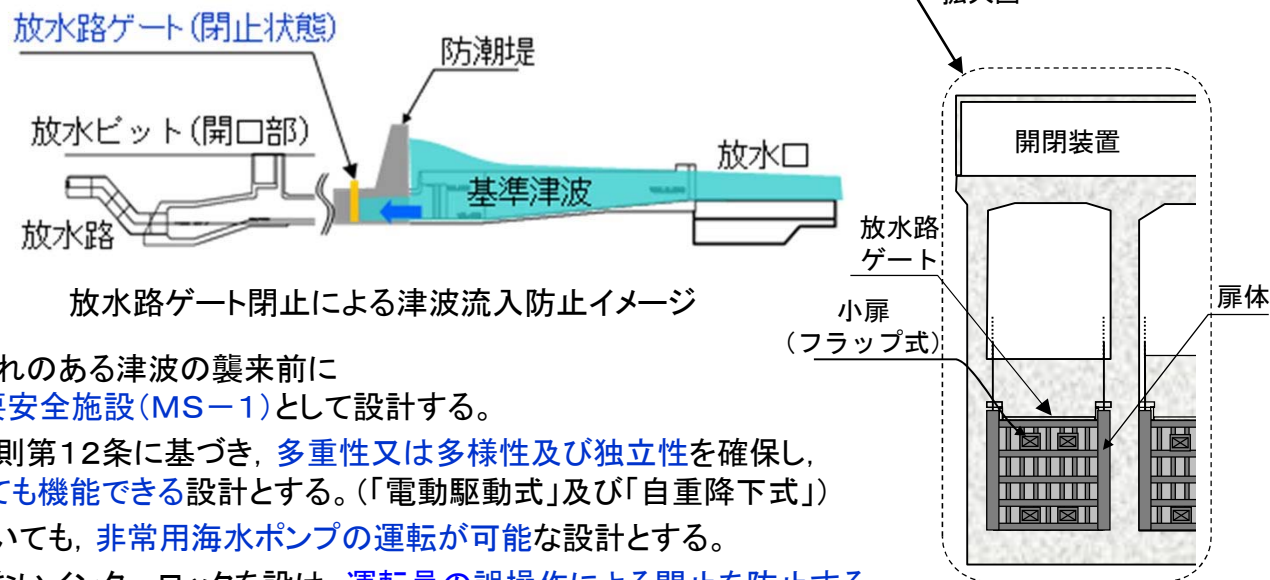
○設計方針

- 放水路ゲートは、敷地への遡上のおそれのある津波の襲来前に遠隔閉止を確実に実施するため、重要安全施設(MS-1)として設計する。
- 重要安全施設として、設置許可基準規則第12条に基づき、多重性又は多様性及び独立性を確保し、外部電源が利用できない場合においても機能できる設計とする。（「電動駆動式」及び「自重降下式」）
- 放水路ゲートが閉止している状態においても、非常用海水ポンプの運転が可能な設計とする。
- また、循環水ポンプが運転中は閉止しないインターロックを設け、運転員の誤操作による閉止を防止する。



放水路ゲート概略構造図（閉止状態）

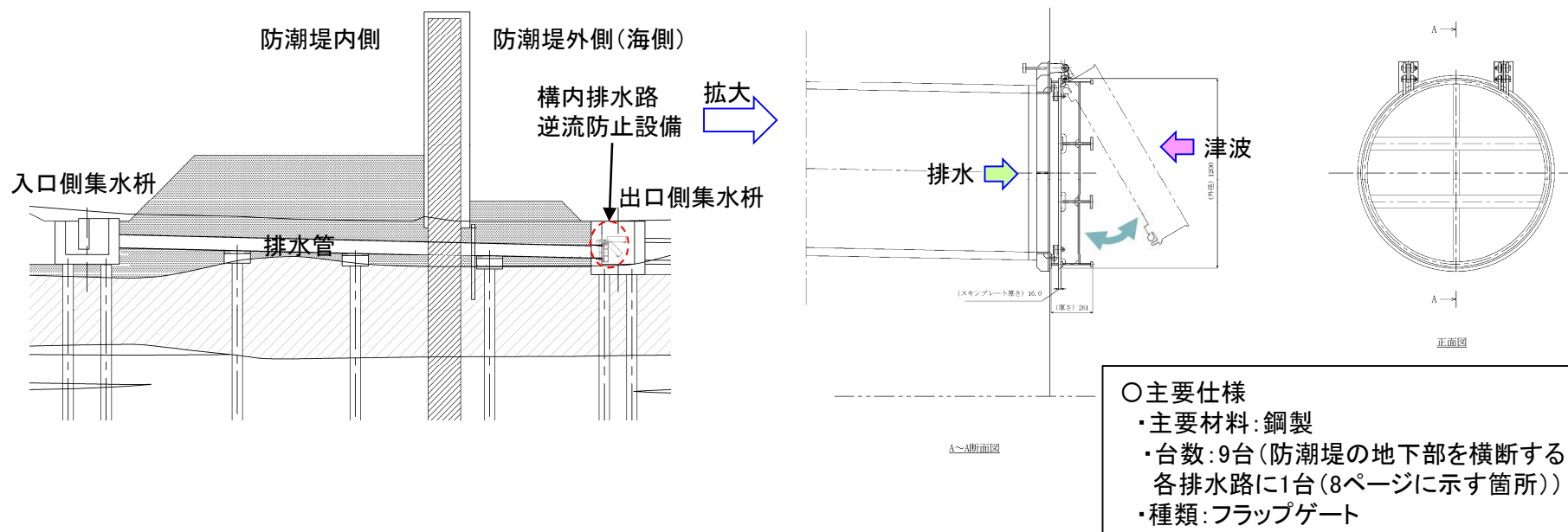
拡大図



放水路ゲート閉止による津波流入防止イメージ

(参考) 構内排水路逆流防止設備について

- 防潮堤内側の雨水は、入口側集水枡に集められ、防潮堤下部に埋設された排水管により防潮堤の外側に導かれ、出口側集水枡を経由して、海に排水される。
- 出口側集水枡には、防潮堤内側からの水圧で開、防潮堤外側からの水圧で閉となる構造の構内排水路逆流防止設備を設置し、排水路から津波が流入することを防止する。



- 津波が襲来した場合には、構内排水路逆流防止設備が閉となり排水できない状況となるが、津波は押し波と引き波が繰り返されることから閉となるのは一時的な状況であり、且つ雨水排水設備は観測された最大1時間降水量 (81.7mm/h※) に対して降水量127.5mm/hを排水できるよう余裕を持った設計であるため、大雨の影響で敷地浸水深が上昇する恐れはない。

※: 最寄りの気象官署である水戸地方気象台における観測値

【論点No.42】

基準津波及び敷地に遡上する津波の策定における保守性について

【県民意見(頂いたご意見・特に関心のある事項)】

No.1016

Q1:資料(25)基準津波

基準津波(Mw8.7)は海水温度, 気圧, 風向き, 台風などの自然条件を考慮したかどうかの説明が無い。海水温度は夏と冬では異なる。従って, 一定の値にはならないと推定される。計算誤差の記述が無い。季節や気象条件に関係なく, なぜ年中同じ値を使用するのか疑問である。

P.2-4

No.1023

Q8:資料(39)基準津波を超え敷地に遡上する津波の発生の想定

P.4

防潮堤を超える津波は, 台風や強風など自然条件も想定して計算されたものか, 説明がないので良く分からない。日立港では, 強風で打ち寄せられた波が, 防波堤を超えて港に流れ込む様子が度々見られる。風の影響は無視出来ないはずだ。また, 雨水排水路や海水ポンプ配管路は, 津波が侵入し逆流する可能性がある。台風, 強風時は, 想定浸水深がより高くなると予想される。

P.8-10

P.2-4, 7

指摘事項等・県民意見に下線を記載
対応する資料頁数等を 内に記載

* 委員指摘事項等及び県民意見は第15回ワーキングチーム
(令和元年6月26日)資料3-1及び資料3-2に基づく

【県民意見(頂いたご意見・特に関心のある事項)】

No.1025

Q10:資料(42)炉心損傷防止対策③

P.2-4, 7

海水の遡上限界値や浸水深の記載がある。この値は台風、大雨、強風など自然条件を考慮したものなのか説明が無く良く分からない。Q2で示したとおり、防潮堤で囲んだ敷地内は水が溜まりやすく排水しにくい。昨今は異常気象が目立つ。毎時50mmの大雨など、発生してもおかしくはない。限界降雨量はどの位なのか、評価値があれば知りたいところである。大雨時の地震発生は無いとは言えず、むしろ日本の気候では現実的である。この場合、浸水想定レベルは、資料記載の値より上昇する可能性がある。予想される過酷な自然条件で検討した、有効性のある安全対策が求められる。

P.2-4, 7, 8, 10

近隣の産業施設における火災・爆発等の東海第二発電所への影響について

【説明概要】

発電所の周辺にあるLNG基地の爆発や、日立港の船舶の爆発・火災や漂流・油流出が発電所の安全性に影響しないことを確認している。

- ・LNG基地の爆発 : 爆発により発電所に到達する風圧は小さく、また、爆発に伴い発生する飛来物は発電所施設まで到達しない。また、LNG貯蔵施設の増設や地下パイプラインの建設を考慮しても、これらの爆発は発電所に影響しない。
- ・船舶の爆発、火災 : 発電所に船舶が最も近づいて、火災・爆発を起こしても影響しない。
- ・船舶衝突、油流出 : 発電所の取水口に船舶が衝突したり、流出した油が到達しても、海水の取水性を損なうことはない。

● 危険物貯蔵施設等の爆発

- ・ 高圧ガス漏洩、引火によるガス爆発を想定した場合において、発電所から約1.5kmの位置にあるLNG基地に対して危険限界距離以上の離隔距離を確保していることを確認
- ・ LNGタンクは既設1基より2基に増設工事中（貯蔵容量23万キリットル/基）。増設後の施設条件を考慮しても爆発影響の増加は軽微に留まり、発電所に影響を与えないことを確認
- ・ LNG基地のタンクは低温貯蔵型タンクであり、大規模なタンク破裂事象は発生し難く、タンクの爆発による飛来物は発電所に到達しないことを確認
- ・ LNG基地のガスタンクから大規模な漏えいが発生して発電所方向に流れた場合でも、ガスの比重や発電所との1.5kmの離隔距離等により、発電所に影響を与えることはないと判断

△ 別紙1参照 △



発電所と日立LNG基地の位置関係



発電所敷地から最も近い位置にある高圧ガス貯蔵施設

※: 400mは、LNG基地の爆発を想定した場合の危険限界距離

論点No.59-2

373mから求めた保守的な影響範囲

● 危険物貯蔵施設等の爆発

- ・ 発電所から約1.5km北方にあるLNG基地より南方に向けてパイプラインを建設中。気体で高圧圧送(7MPa)されるパイプラインのガス管は地中1.2m以深に埋設され、鋼管の材質は伸び・可撓性が高く、溶接による接合方法と相まって大地震でも漏洩せず、更に、遠隔監視・操作でガスの遮断が可能とされている。＜別紙1参照＞
- ・ これらより、パイプラインの爆発事故は起こり難いと考えられるが、不測の事態による爆発を仮定
- ・ パイプラインの敷設位置は防護すべき発電所施設より850m以上離れており、**LNG基地のガスタンク本体(増設中のLNGタンクを含む(詳細はp.6参照))が爆発した場合の危険限界距離(373m及び410m)を上回る**。また、**発電所施設に更に近い道路を通行する燃料輸送車両の火災・爆発を評価し、この場合でも発電所施設に影響を与えないことを確認**。更に、**ガスパイプライン爆発事例を参照したところ、重大な被害はパイプライン近傍に留まると考えられ、850m以上離れた箇所まで被害を及ぼす恐れは小さいと考えられる**。＜参考1＞
- ・ これらより、**パイプラインの万一の爆発を想定しても、発電所施設に影響を及ぼすことはない**と判断される。



LNG基地から繋がるパイプライン敷設計画(建設中)

LNGパイプラインと発電所の位置関係概略図

● 燃料輸送船の爆発＜別紙2参照＞

- ・ 高圧ガス漏洩、引火によるガス爆発を想定した場合において、LNG基地に入港する最大規模の燃料輸送船が、船舶の喫水と水深より、船底が海底とぶつかるためこれ以上進入しない位置まで漂流してきたことを想定した条件で、危険限界距離以上の離隔距離を確保していることを確認
- ・ LNG基地に実際に入港する最大規模の燃料輸送船は低温貯蔵型タンクであり、大規模なタンク破裂事象は発生し難く、タンクの爆発による飛来物は評価対象施設に到達しないことを確認

● 燃料輸送船の火災＜別紙3参照＞

- ・ LNG基地に入港する最大規模の燃料輸送船の火災に対して、船底が海底とぶつかるためこれ以上進入しない位置まで漂流してきたことを想定した条件で、危険距離以上の離隔距離を確保していることを確認
- ・ 発電所港湾内に入港する最大規模の定期船の火災に対して、危険距離以上の離隔距離を確保していることを確認

* 輸送船等の評価では、代表的に燃料油の火災及びLNG・LPGの爆発を想定している。＜別紙4参照＞



図 評価対象施設と燃料輸送船の位置関係



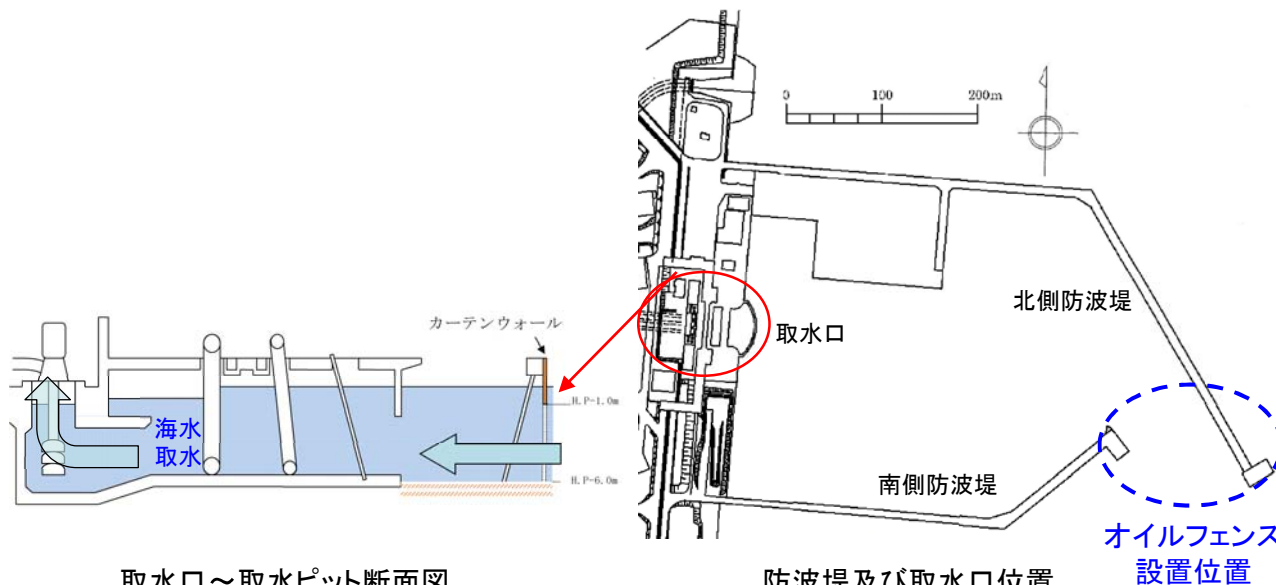
図 評価対象施設と燃料輸送船の位置関係

想定される外部事象に対する影響評価(船舶の衝突等)



【影響評価結果】

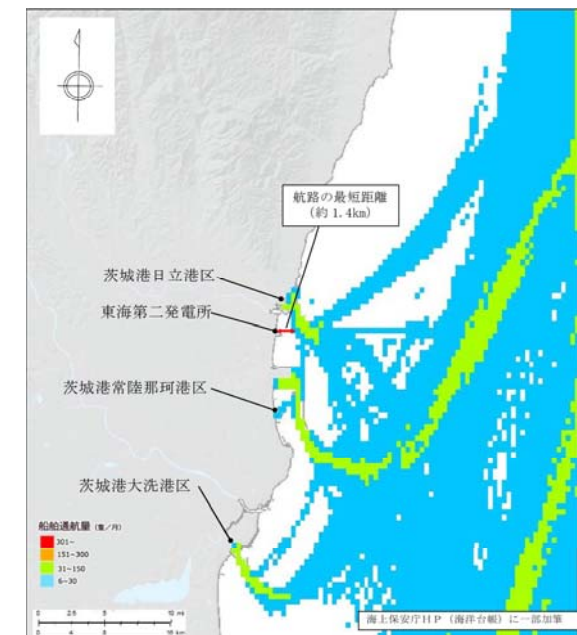
- ・発電所周辺の海上交通のうち、最も近い航路でも発電所より約1.4kmの離隔距離が確保されていること、大型船舶の喫水 [] 及び発電所沖合約900mの水深が [] であることから、大型船舶が発電所に到達する可能性は小さい。
- ・発電所に入港する燃料輸送船等は、異常気象・荒天が想定される場合には、必要に応じて緊急退避等の措置をとるため港湾内で事故が発生する可能性は小さい。万が一、港湾内で事故が発生し、輸送船等が取水口前面に到達した場合でも、半円状のカーテンウォールにより阻害され、水深が [] 確保されていることから取水性を損なうことはない。
- ・漁船等の小型船舶が発電所近傍で漂流した場合でも、防波堤によって発電所港湾内に侵入してくる可能性は小さい。万が一防波堤を通過した場合でも、取水口は呑み口が広いこと、取水性を損なうことはない。
- ・これらの船舶の座礁等により、積載燃料や輸送油(重油等)が流出・拡散して発電所に向かう場合を想定しても、油の比重は海水より小さく表層近くに留まることから、速やかにオイルフェンスを設置して油の接近を抑制することで、取水口からの深層取水に悪影響を与えることはない。なお、早期のオイルフェンス設置ができない場合でも、比重の小さい油は海面表層付近に留まることから、直ちに取水性に悪影響を与えることはない。



取水口～取水ピット断面図

防波堤及び取水口位置

論点No.59-5



発電所周辺の航路

● 危険物貯蔵施設等の爆発

- ・ LNG基地の**LNGタンクは既設1基より2基に増設工事中**であることから、増設後の施設条件における爆発評価への影響を確認する。
- ・ ガス爆発の危険限界距離*の算出式は以下のとおり。

* ガス爆発の爆風圧が0.01MPa以下になる距離(人体に対して影響を与えない圧力)

$$X = 0.04 \lambda \sqrt[3]{K \times W} \quad (\text{出典: 原子力発電所の外部火災影響評価ガイド})$$

X: 危険限界距離[m]、 λ : 換算距離 $14.4[\text{m} \cdot \text{kg}^{-1/3}]$ 、K: 石油類の定数[-]、W: 設備定数[-]

- ・ LNGタンク増設後の危険限界距離の評価結果は以下のとおり、**危険限界距離は現行施設条件の373mから増加するものの410mに留まり、発電所からの離隔距離1500mを下回ることを確認した。**

評価ケース	想定爆発源	容量(t)	危険限界 距離(m)	離隔 距離(m)	考 察
現行施設の 条件	LNGタンク 1基	97,704	373	1,500m	LNGタンク増設によりガス貯蔵量が増えて危険限界距離は長くなる傾向となるが、危険限界距離はガス貯蔵量の三乗根に比例するため、貯蔵量が大幅に増えても距離への影響は小さい。
	LPGタンク 1基	31,000			
LNGタンク 増設後	LNGタンク 2基	195,408	410		
	LPGタンク 1基	31,000			

● LNG基地のガスタンク爆発時の飛来物の飛散距離の評価

- ・ LNG基地の**ガスタンク爆発時の飛来物の最大飛散距離**を評価する。LNGタンク・LPGタンクは低温貯蔵型であり、タンク爆発時に飛来物に付与されるエネルギーより最高速度を求め飛散距離を算出する。
- ・ 以下の算出式により、各タンクの爆発エネルギーと飛来物の初速度を算出する。

$$v_i = \sqrt{\frac{2 \times A_{ke} \times E_{av}}{M_v}}$$

v_i : 飛散物初速度(m/s), E_{av} : 爆発時エネルギー(J), M_v : 空タンク材重量(kg)

A_{ke} : エネルギーの飛散物付与割合(0.2*)

(上限:0.6, 概算見積もり:0.2, BLEVE(沸騰液膨張蒸気爆発):0.04)

*「Methods for the Calculation of Physical Effects (TNO Yellow Book, CPR14E(Part 1),3rd edn, van den Bosch, C. J. H. & Weterings)」による。

(出典:Methods for the Calculation of Physical Effects (TNO Yellow Book, CPR14E(Part 1),3rd edn)

$$E = \frac{(\rho_1 - \rho_2)V}{\gamma - 1}$$

E : タンク爆発による発生エネルギー(J)

ρ_1 : タンク内圧力(0.19808MPa; LNG貯蔵タンク安全弁設定圧力×1.2), ρ_2 : 大気圧力(0.1013MPa)

V : タンク体積(m^3), γ : 比熱比(—)

- ・ ここで得られた最高速度をもとに、射出角をパラメータとした最大到達距離を評価した結果、**飛来物の最大飛散距離は557mに留まり、発電所からの離隔距離1,500mを下回ることを確認した。**

想定爆発源	タンク体積(m^3)	比熱比(—)	タンク材重量(kg)	爆発エネルギー(J)	最高速度(m/s)	飛散距離(m)	離隔距離(m)	考 察
LNGタンク1基	253,000	1.3	7.6×10^6	8.2×10^{10}	66	最高速度よりLPGタンクで包絡	1,500m	LNGタンクの増設は飛散距離に影響しない。 (タンク単体の爆発エネルギーが各タンク構成材等に付与されるため)
LPGタンク1基	55,000	1.1	2.7×10^6	5.3×10^{10}	89	・鋼製パイプ*1:557 ・コンクリート板*2 (タンク本体):244		

*1: 長さ13m×直径1m, 重さ5t *2: 長さ13m×幅22m×厚さ1cm, 重さ22t (長い形状の飛来物は飛散距離が大きくなる傾向からタンク寸法に合わせて長く設定)

● LNG基地の低温・低圧の貯蔵型のガスタンクの爆発形態について

- ・ **LNG基地のLNGタンク及びLPGタンクは**, 各ガスを沸点温度まで冷却し, 液化させた状態で貯蔵する **低温・低圧貯蔵型のガスタンク***¹である。このタイプのガスタンクは, 万一の爆発事故時においても, **常温・加圧貯蔵型のガスタンク***¹と比べて, **爆発の影響は緩和する傾向**とされている。

区 分	ガスタンクの例	温 度	圧 力
低温・低圧貯蔵型	低温貯蔵LNGタンク	約-162℃	大気圧近傍
常温・加圧貯蔵型	LPGタンクローリ	常温	約2MPa

- ・ **加圧貯蔵型のガスタンクで事故時に発生する恐れのある大規模な爆発火災事象***²は, 加圧され液体で貯蔵されたガスタンクが, 火災で加熱されることによりタンク内の圧力が更に上昇し, タンクの一部破損で起こる液体の急激な気化に伴い発生する現象とされている。

*² BLEVE: Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion (沸騰液膨張蒸気爆発)

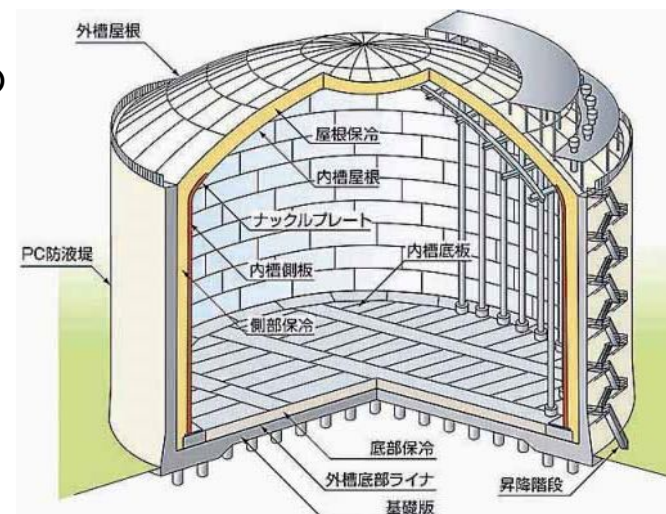
- ・ 一方, **大気圧に近い低圧で貯蔵されている低温貯蔵型のタンクは**, 内部が保冷層で覆われ外部から熱が入り難く, 通常時はBOG圧縮機*³等でタンク内圧を一定に制御していることと, 耐圧設計そのものが低いことから, 異常時でも加圧貯蔵タンクと比較してタンク内圧が上昇し難く, **大規模な爆発火災事象は発生し難いとされている**。*⁴

*³ タンクから発生するボイルオフガスを再液化し, タンク内圧を一定に制御する。

*⁴ 出典「Environmental Assessment for the Sabine Pass Liquefaction Project」(次頁)

- ・ これらより, **LNG基地のLNGタンク及びLPGタンクは低温貯蔵型ガスタンクの事故時に想定される爆発形態を想定し, タンクの限界圧力まで圧力が上昇してタンクが破壊する条件***⁵でガス爆発の飛来物影響評価を行っている。

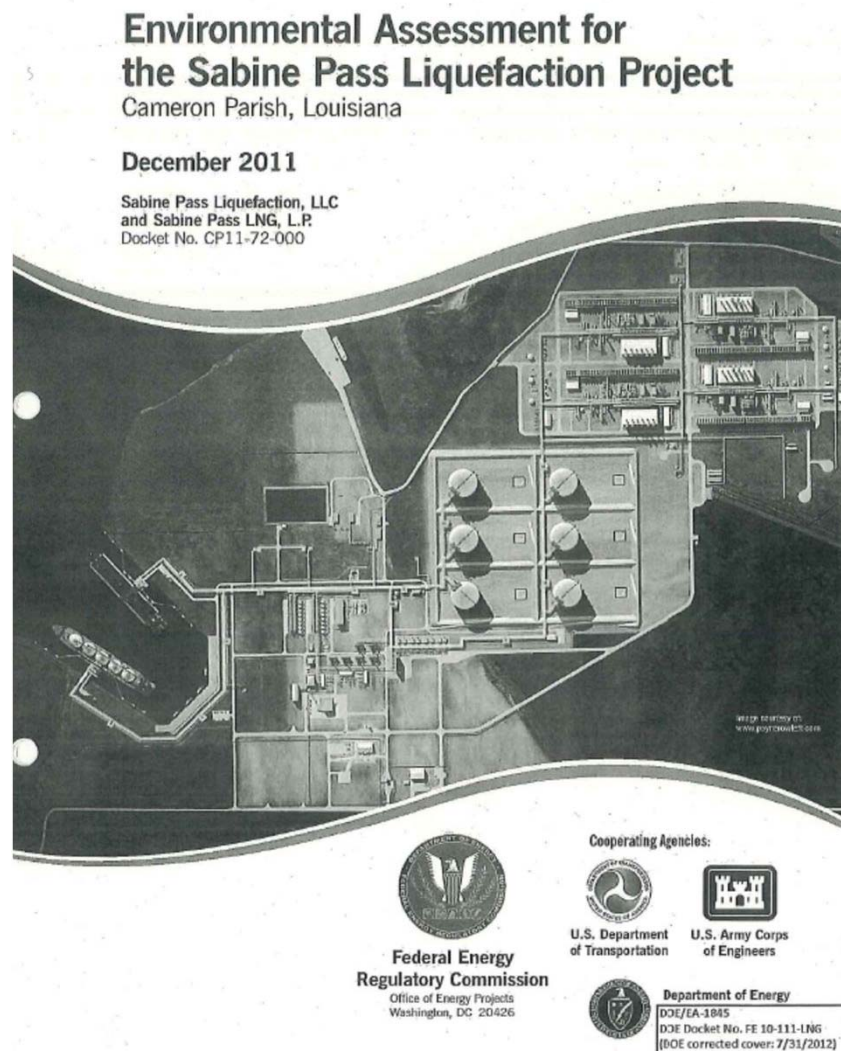
*⁵ ガスタンクが火災で加熱されタンクの限界圧力(安全弁設定圧力×1.2倍; 約0.2MPa)まで内圧上昇し破壊, 発生エネルギーの一部がタンク構成材に付与され飛来物化する。



LNGタンク構造図

出典: 日立市報 2014年1月1日号

● LNG基地の低温・低圧の貯蔵型のガスタンクの爆発形態について



A deflagration may propagate back to the spill site if the vapor concentration along this path is sufficiently high to support the combustion process. When the flame reaches vapor concentrations above the UFL, the deflagration could transition to a fireball and result in a pool or jet fire back at the source. A fireball would occur near the source of the release and would be of a relatively short duration compared to an ensuing jet or pool fire.

The extent of the affected area and the severity of the impacts on objects either within an ignited cloud or in the vicinity of a pool fire would primarily be dependent on the quantity and duration of the initial release, the surrounding terrain, and the environmental conditions present during the dispersion of the cloud. Radiant heat and dispersion modeling are discussed in Section 2.8.5.

Fires may also cause failures of nearby storage vessels, piping, and equipment. The failure of a pressurized vessel could cause fragments of material to fly through the air at high velocities, posing damage to surrounding structures and a hazard for operating staff, emergency personnel, or other individuals in proximity to the event. In addition, failure of a pressurized vessel when the liquid is at a temperature significantly above its normal boiling point could result in a boiling-liquid-expanding-vapor explosion (BLEVE). BLEVEs of flammable liquids can produce overpressures and a subsequent fireball when the superheated liquid rapidly changes from a liquid to a vapor upon the release from the vessel. Atmospheric storage tanks are unlikely to BLEVE due to the smaller difference between their design pressure and ambient pressure.

Overpressures

大気圧程度 of ガス貯蔵タンクは、タンクの設計圧力と大気圧との差が小さく、BLEVEに至り難い。(当社抄訳)

and location, the degree of confinement and containment of the area, and the type of the releasing flame travel distance.

The potential for unconfined LNG vapor cloud detonations was investigated by the Coast Guard in the late 1970s at the Naval Weapons Center at China Lake, California. Using methane, the primary component of natural gas, several experiments were conducted to determine whether unconfined LNG vapor clouds would detonate. Unconfined methane vapor clouds ignited with low-energy ignition sources (13.5 J), produced flame speeds ranging from 12 to 20 mph. These flame speeds are much lower than the flame speeds associated with a deflagration with damaging overpressures or a detonation.

To examine the potential for detonation of an unconfined natural gas cloud containing heavier hydrocarbons that are more reactive, such as ethane and propane, the Coast Guard conducted further tests on ambient-temperature fuel mixtures of methane-ethane and methane-propane. The tests indicated that the addition of heavier hydrocarbons influenced the tendency of an unconfined natural gas vapor cloud to detonate. Less processed natural gas with greater amounts of heavier hydrocarbons would be more sensitive to detonation.

Although it has been possible to produce damaging overpressures and detonations of unconfined LNG vapor clouds, the natural gas delivered by pipeline for liquefaction and export would have lower ethane and propane concentrations than those that resulted in damaging overpressures and detonations. The substantial amount of initiating explosives needed to create the shock initiation during the limited range of vapor-air concentrations also renders the possibility of detonation of these vapors at an LNG plant as unrealistic. Consequently, the primary hazards to the public from an LNG spill, either on land or water, would be from dispersion of the flammable vapors or from radiant heat generated by a pool fire.

In comparison with LNG vapor clouds, there is a higher potential for unconfined propane clouds to produce damaging overpressures, and an even higher potential for unconfined ethylene vapor clouds to produce damaging overpressures. Unconfined ethylene vapor clouds also have the potential to transition

2-71

Environmental Assessment for the Sabine Pass Liquefaction Project 抜粋
Federal Energy Regulatory Commission(米国エネルギー省連邦エネルギー規制委員会)

タンク本体の破損を想定

-

*2 タンクを破損させた外部事象により、自然発火の高温条件を与える可能性もある。(ガス自然発火温度:約500℃～約600℃)

空気よりも重く、蒸散後に風向きにより発電所に向かう可能性があるが、発電所までは太平洋沿岸洋上を介し1.5km離れており、流出・移動の過程で大気中に拡散していくことから、発電所付近まで可燃濃度を保ったまま滞留し、そこで爆発するような状況は考え難い。

論点No.59-10 ガス物性値の出典：日本ガス協会HP、LPガス協会HP

● LNG基地のガスタンクからの大規模漏えいの発電所への影響 ②

- ・ また、何れのガスにも毒性はなく、かつ、拡散したガスが発電所周辺まで到達しても、中央制御室等の換気設備は外気取り込みを停止可能であり、要員の居住性に影響を与えることはない。
- ・ ここで、近年の国内外のガス爆発・災害事例を参照すると、漏洩して建物内や下水道等の閉鎖空間に蓄積したガス溜まりや、ガスタンクそのものが爆発・火災に至る事故が大半となっている。

発生年月	場所	ガス爆発・災害事例の概要
1963年1月	東京都江戸川区深川	地下埋設された都市ガス高圧導管の亀裂による漏えいガスが <u>下水道に滞留</u> し、爆発・火災発生
1980年8月	静岡県静岡市	静岡駅前地下街で <u>湧水処理槽のメタン</u> が小規模な爆発、この爆発で都市ガスの配管が破損し、 <u>地下街及び上部のビル内に都市ガスが滞留</u> し、大規模な爆発・火災発生
1981年10月	北海道夕張市	北炭夕張新炭鉱の <u>坑道内でメタンガス突出事故</u> が発生し、酸欠・粉塵事故、次いで坑内火災が発生
1992年4月	メキシコ グアダラハラ	送油管と配水管の接触・腐食によりガソリンが漏えい、 <u>下水道に流入して揮発</u> し、引火・爆発
2011年3月	千葉県市原市	東北地方太平洋沖地震により点検作業で満水状態のLPGタンクが倒壊し、 <u>近接する複数の配管を損傷、ガス漏えい・火災が発生し、隣接する複数のLPGタンクが爆発</u>

出典：コスモエネルギーホールディングス株式会社「千葉製油所の火災・爆発事故について」、他

- ・ これらの内容より、LNG基地から大規模なガス漏えいが発生しても、遠方の発電所の安全機能に影響を与えることはないと判断する。

＜別紙1＞LNG基地のLNGタンク増設及びパイプライン建設（1／6）

「日立LNG基地 2号LNGタンク」の建設工事着手について

東京ガス株式会社
平成30年4月3日
広報部

東京ガス株式会社（社長：内田 高史、以下「東京ガス」）は、4月1日、今後の更なる天然ガス需要の増加に対応するため、「日立LNG基地」（茨城港日立港区内、以下「同基地」）における「2号LNGタンク」（以下「本タンク」）の建設工事に着手しました。

東京ガスは、2020年に向けた天然ガス需要の増加に対応した製造・供給インフラの柱の一つとして、2012年7月より同基地の建設に着手し、2016年3月に竣工、営業運転を開始しています。今後の更なる天然ガス需要の増加に対応するため、このたび、本タンクの建設工事に着手し、2020年度の運転開始を目指します。

なお、東京ガスは、高圧ガスパイプライン「茨城幹線」（延長 約92km、茨城県日立市～茨城県神栖市）についても、2020年度の供用開始を目指して建設工事を進めており、今後、既存の「鹿島臨海ライン」（茨城県神栖市）と「茨城～栃木幹線」（茨城県日立市～栃木県真岡市）とを接続し、高圧ガスパイプラインのループ化を更に図ることにより、首都圏全体における供給安定性の向上に貢献するとともに、供給ネットワーク全体の輸送能力の増強を図ります。

東京ガスグループは、「チャレンジ2020ビジョン」において「LNGバリューチェーンの高度化」を掲げ、その一環として「エネルギーの安全かつ安定的な供給」を推進しており、今後も更なるエネルギーの安全かつ安定的な供給に努めてまいります。

日立LNG基地および2号LNGタンクの概要

所在地	茨城県日立市 茨城港日立港区内
日立LNG基地 設備概要	<ul style="list-style-type: none">・ 1号LNGタンク（23万kl、地上式1基）・ LPGタンク（5万kl、地上式1基）・ 製造施設（LNG気化設備、3基）・ ローリー出荷施設・ 大型栈橋（外航LNG船用受入設備）ほか
2号LNGタンク 仕様	<ul style="list-style-type: none">・ 地上PC式LNGタンク・ 貯蔵容量：23万kl、貯槽外径：約90m、高さ：約60m

出典：東京ガス株式会社 プレスリリース 2018/04/03「日立LNG基地 2号LNGタンク」の建設工事着手について

<別紙1>LNG基地のLNGタンク増設及びパイプライン建設（2／6）

竣工イメージ図

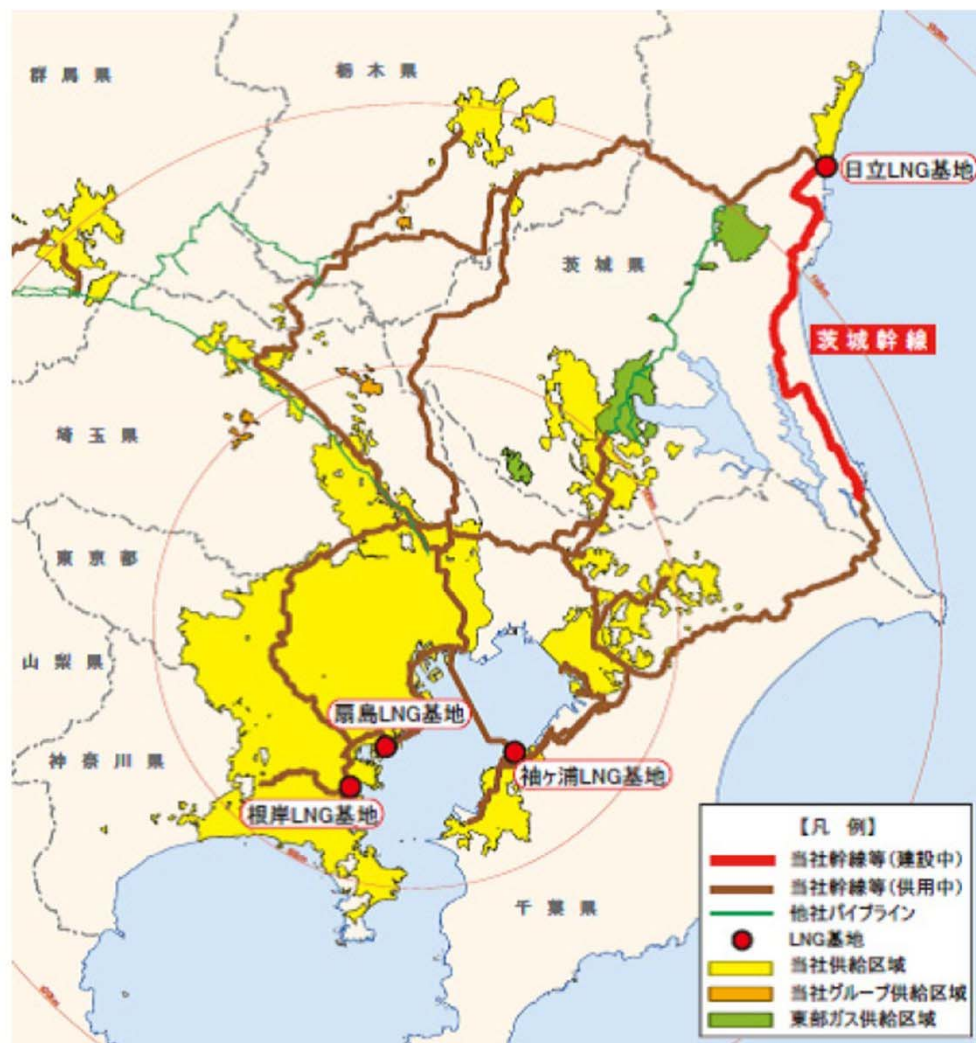


出典：東京ガス株式会社 プレスリリース 2018/04/03「日立LNG基地 2号LNGタンク」の建設工事着手について

論点No.59-13

＜別紙1＞LNG基地のLNGタンク増設及びパイプライン建設（3／6）

東京ガスの供給エリア概要図



出典：東京ガス株式会社 プレスリリース 2018/04/03「日立LNG基地 2号LNGタンク」の建設工事着手について

論点No.59-14

<別紙1>LNG基地のLNGタンク増設及びパイプライン建設（4／6）



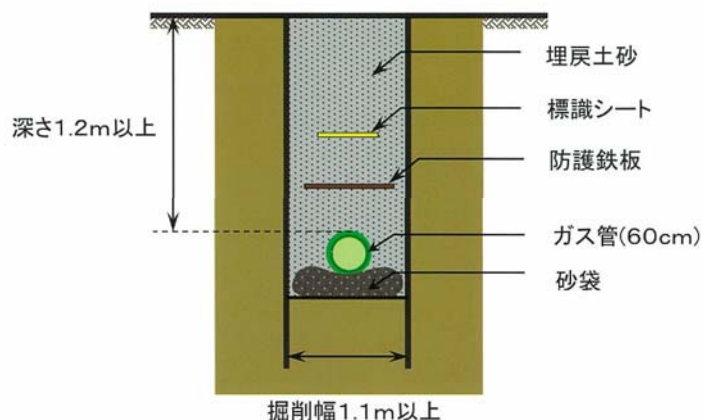
「茨城幹線」計画概要

現段階における計画概要は下表のとおりです。

工事区間	始点：茨城県日立市（日立 LNG 基地） 終点：茨城県神栖市（東和田ブロックバルブステーション）		
延長	約90km	管 径	約60cm
材 質	鋼管	圧 力	7MPa
完成時期	2020年度末（予定）		

主な建設仕様

- ガス管の接合 —— ガス管の接合は高品質な溶接接合を採用します。
溶接接合部は、ガス事業法に基づく非破壊試験を全数実施し、十分に安全な品質であることを確認します。
- 標準断面図 —— ガス管は主に道路下に埋設します。（標準的な断面は下図の通り）



完成後に行う維持管理業務

- 路線パトロール —— 路線上で事前に照会のない他企業者の工事の発見ならびに施設の異常の有無、路線状況の変化を発見するため、パトロールを行います。
- 照会工事立会い —— 他企業者が行う工事の際には安全を確保するため、事前に十分な打ち合わせを行うとともに現場での立会を行います。
- 施設保全 —— 各種施設の点検・検査、機器類の機能検査を定期的に行い、施設の正常作動を確認します。



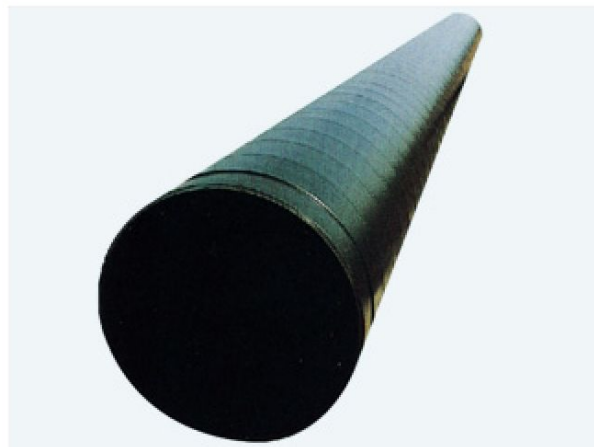
出典：東京ガス株式会社 パンフレット「環境にやさしいエネルギーでより豊かな生活をー茨城幹線 計画概要ー」より抜粋

＜別紙1＞LNG基地のLNGタンク増設及びパイプライン建設（5／6）

輸送幹線パイプライン設備

パイプラインの材料

輸送幹線パイプラインの材料は、世界的に広く使用されている米国石油協会（API）高圧ラインパイプ（5L）規格の×－42、×－52、×－60、×－65などの鋼管を使用しており、これらの材料は引張り強度、耐力が大きく強靱で、かつ伸びも大きく可撓性のある優れたものです。
なお、パイプの外面には腐食防止のためポリエチレン、コーラルタール・エナメルなどの塗覆装が施されています。



地震対策

大地震が起きても影響のない材質（鋼管）と接合方法（溶接接合）にて建設しております。これにより、阪神淡路大震災規模の地震が起きても、ガスが漏洩することはありません。

写真：

阪神淡路大震災時のガスパイプラインの状況

（第二神明道路大蔵谷IC付近）

「ガス地震対策検討会報告書（資源エネルギー庁監修）」より



出典：東京ガスパイプライン株式会社 HP
「業務内容 輸送幹線パイプライン設備」より抜粋

＜別紙1＞LNG基地のLNGタンク増設及びパイプライン建設（6／6）

パイプラインの接合

輸送幹線パイプラインの接合は、高品質な溶接接合を採用しており、十分な品質であることを確認しています。

接合部検査

輸送幹線パイプラインの接合部（溶接部）については、すべての接合部について、外観検査・レントゲン検査（X線透過試験）などを実施しております。

遠隔監視・遠隔操作設備

輸送幹線パイプライン網のガバナステーション、バルブステーションは、東京ガス(株)の供給指令センターで、24時間・365日常時監視および遠隔操作できるようになっています。なお、停電時には、自動的に備え付けの予備電源に切り換えます。

バルブステーション(略称:VS)

保安上ガスを遮断する、遮断バルブを設けています。



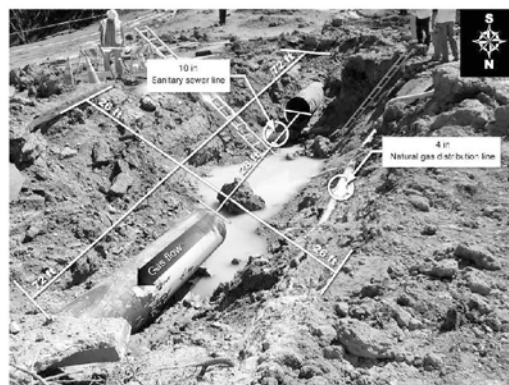
東京ガス(株) 供給指令センター

出典:東京ガスパイプライン株式会社 HP
「業務内容 輸送幹線パイプライン設備」より抜粋

<参考1>パイプライン爆発事故事例(1/2)

● 米国 カリフォルニア州San Bruno 天然ガスパイプラインにおけるガス漏えい・爆発事故

項 目	内 容
発生日時	2010年9月9日
発生場所	米国カリフォルニア州 San Bruno
対象施設	PG&E社 地下埋設天然ガスパイプライン「Line132」 (鋼製, 外径762mm, 地下2mに敷設)
事故内容	<p>パイプラインからのガス漏洩・爆発</p> <ul style="list-style-type: none"> ・爆発地点に長さ22m, 幅8mのクレーターが生成 ・パイプラインの一部(長さ8.4m, 重さ約1360kg)が約30m離れた地点に落下 ・爆発地点付近の住宅で火災発生, 死亡者発生
事故原因	1956年に設置したパイプラインの配管長手方向シーム溶接部の欠陥の長期運転に伴う拡大, 破壊・貫通に伴うガス漏洩及び引火



爆発地点のクレーターと破断した配管 論点No.59-18

事故後の2011年6月20日の現場

出典: 圧力技術
第50巻3号,
他

<参考1>パイプライン爆発事故事例(2/2)

● 台湾 高雄市ガス漏えい・爆発事故

項 目	内 容
発生日時	2014年7月31日～8月1日
発生場所	台湾 高雄市 Cianjhen地区
対象施設	李長榮化学工業 プロピレンガス用パイプライン(地下敷設)
事故内容	パイプラインの腐食に伴う下水道へのガス漏えい, 引火・爆発 ・下水道沿いの道路が数100m陥没, 車両が横転, 火災発生, 死亡者発生 ・原動機付自転車が5階建ビルの屋上まで飛散
事故原因	パイプラインの不適切な敷設, 不十分な保守管理による腐食に伴うガス漏洩



高雄市内の石油化学工場、パイプライン及び爆発現場の位置関係



ガス爆発現場の状況

＜別紙2＞船舶の爆発影響評価



- ・日立LNG基地のLNG輸送船及びLPG輸送船並びに内航船の爆発を想定。
- ・輸送船は、喫水の関係で水深 の位置までしか近づけないことから、当該ポイントから評価対象施設までの離隔距離が最も短くなる地点での爆発を想定。
- ・内航船は、喫水の関係で水深 の位置までしか近づけないことから、当該ポイントから評価対象施設までの離隔距離が最も短くなる地点での爆発を想定。
- ・海水ポンプ室と放水路ゲートは、津波防護施設に遮られ爆風圧の影響は受け難いため、評価対象外とする。



LNG輸送船及びLPG輸送船の爆発地点と
評価対象施設との位置関係



内航船の爆発地点と
評価対象施設との位置関係

●爆風圧の影響評価

- ・爆発（爆風圧）の危険限界距離*の算出式は以下のとおり。

* ガス爆発の爆風圧が0.01MPa以下になる距離（人体に対して影響を与えない圧力）

$$X = 0.04 \lambda \sqrt[3]{K \times W} \quad (\text{出典: 原子力発電所の外部火災影響評価ガイド})$$

X: 危険限界距離[m]、 λ : 換算距離 14.4[m・kg^{-1/3}]、K: 石油類の定数[-]、W: 設備定数[-]

- ・評価対象施設は、危険限界距離を上回る離隔を有していることを確認した。

船舶の爆発（爆風圧）に対する評価結果

爆発源	危険限界距離(m)	離隔距離(m)
LNG輸送船	335	1,100(主排気筒)
LPG輸送船	340	1,100(主排気筒)
内航船	165	390(タービン建屋)

●爆発飛来物の影響評価

- ・爆発エネルギーから求まる最高射出速度に対し、射出角をパラメータとして最大到達距離を評価した。
- ・評価対象施設は、飛来物の到達距離を上回る離隔を有していることを確認した。

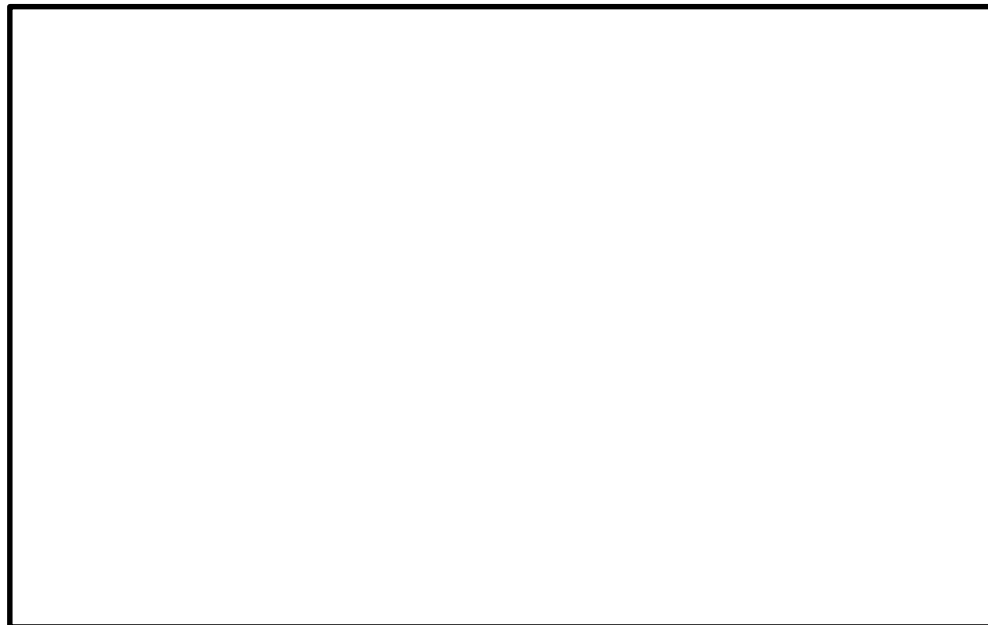
船舶の爆発（飛来物）に対する評価結果

爆発源	飛来物の到達距離(m)	離隔距離(m)
LPG輸送船	497	940(海水ポンプ室)

＜別紙3＞船舶の火災影響評価



- ・日立LNG基地のLNG輸送船及びLPG輸送船並びに内航船及び定期船の火災を想定。
- ・輸送船は、喫水の関係で水深 の位置までしか近づけないことから、当該ポイントから評価対象施設までの離隔距離が最も短くなる地点での火災を想定。（LPG輸送船はLNG輸送船に評価が包絡）
- ・定期船は、喫水の関係で水深 の位置までしか近づけないことから、当該ポイントから評価対象施設までの離隔距離が最も短くなる地点での火災を想定。（内航船は定期船に評価が包絡）



LNG輸送船の火災地点と
評価対象施設との位置関係



定期船の火災地点と
評価対象施設との位置関係

<別紙3> 船舶の火災影響評価



- ・以下の式にて、評価対象物の表面温度Tが許容値に至る危険距離を計算した。

(例: 建屋の場合)

評価対象物の表面温度:
(出典: 各種文献(設備毎))

$$T = T_0 + \frac{\varepsilon E \sqrt{\alpha t}}{\lambda} \left[\frac{1}{\sqrt{\pi}} \exp\left(-\frac{x^2}{4\alpha t}\right) - \frac{x}{2\sqrt{\alpha t}} \operatorname{erfc}\left(\frac{x}{2\sqrt{\alpha t}}\right) \right]$$

(出典: 原子力発電所の外部火災影響評価ガイド)

評価対象施設の危険距離:
(出典: 原子力発電所の
外部火災影響評価ガイド)

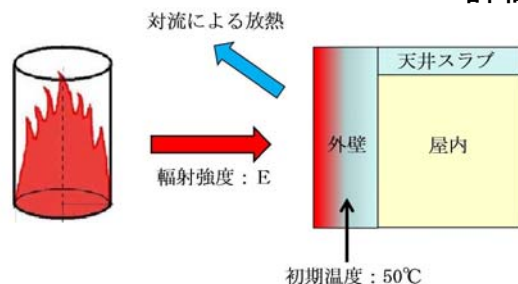
$$\Phi = \frac{1}{\pi n} \tan^{-1} \left(\frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left\{ \frac{(A - 2n)}{n\sqrt{AB}} \tan^{-1} \left[\sqrt{\frac{A(n-1)}{B(n+1)}} \right] - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left[\sqrt{\frac{(n-1)}{(n+1)}} \right] \right\}$$

$$\text{ただし } m = \frac{H}{R} \div 3, \quad n = \frac{L}{R}, \quad A = (1+n)^2 + m^2, \quad B = (1-n)^2 + m^2$$

Φ : 形態係数, L : 離隔距離(m), H : 炎の高さ(m), R : 燃焼半径(m)

$$E = R f \cdot \Phi$$

E : 輻射強度(W/m^2), $R f$: 輻射発散度(W/m^2), Φ : 形態係数



円筒火災モデルと輻射熱評価の概念図

- ・各評価対象施設の評価点の表面温度が許容値となる危険距離を算出した結果、危険距離は、離隔距離を十分に下回ることを確認した。

LNG輸送船火災に対する評価結果

主な評価対象施設	危険距離(m)	離隔距離(m)
原子炉建屋	263	1,100
放水路ゲート	87	1,050
非常用ディーゼル発電機	153	1,100
海水系ポンプ	142	940

定期船火災に対する評価結果

主な評価対象施設	危険距離(m)	離隔距離(m)
原子炉建屋	85	300
放水路ゲート	29	220
非常用ディーゼル発電機	50	330
海水系ポンプ	47	70

＜別紙4＞評価対象とした危険物等の選定(1／4)



●危険物の種類の区分

- ・消防法において、危険物は、「**引火性、発火性の物資、燃焼を促進させる物質**」とされており、その種類や性質等に応じて以下の6種類に分類されている。

●発電所の評価対象とした危険物等

- ・本評価では、発電所周辺での取扱量が多く、引火性液体であり広範囲に漏えいし大規模な火災発生の危険性を有する、**危険物第四類の貯蔵施設や輸送車両・輸送船等を火災源**と想定している。
- ・また、これらの危険物以外に、同様に発電所周辺での取扱量が多く、爆発時の影響が大きいと考えられる、**LNG、LPG等のガス貯蔵施設及び輸送車両・輸送船等のガス爆発**を想定している。

消防法における危険物の分類

類 別	区 分	性 質	物品の例
第一類	酸化性固体	他の物質を強く酸化させる性質の固体で、可燃物と混合したとき極めて激しい燃焼を起こさせる。	・過酸化ナトリウム ・硝酸アンモニウム
第二類	可燃性固体	火炎で着火又は低温で引火し易い固体で、燃焼が早く消火が困難	・硫黄 ・マグネシウム粉
第三類	自然発火性物質及び禁水性物質	空気にさらされることで自然発火し、又は水と接触して発火若しくは可燃性ガスを発生する。	・ナトリウム ・水酸化ナトリウム
第四類	引火性液体	液体であって、引火性を有する。	・ガソリン ・灯油、軽油、重油
第五類	自己反応性物質	固体又は液体であって、加熱分解等により比較的低い温度で多量の熱を発生し、又は爆発的に反応が進行する。	・ニトロセルロース ・トリニトロトルエン
第六類	酸化性液体	その物自体は燃焼しない液体だが、混在する他の可燃物の燃焼を促進する。	・過酸化水素 ・硝酸

＜別紙4＞評価対象とした危険物等の選定(2／4)



(1) 第四類以外の危険物の影響(貯蔵等;施設)

- ・ 第四類以外の危険物について、発電所付近の施設の火災・爆発事故影響を推定した。
- ・ 東海第二発電所の付近で第四類以外の危険物を取り扱う施設の位置は右図、また内容は以下のとおり。
- ・ ここで示したとおり、当該施設は発電所付近の危険物第四類(ガソリン、灯油、軽油等)及びLNG・LPGの貯蔵施設*¹と比べて、発電所からの離隔距離が長く、また貯蔵容量ははるかに少ない。

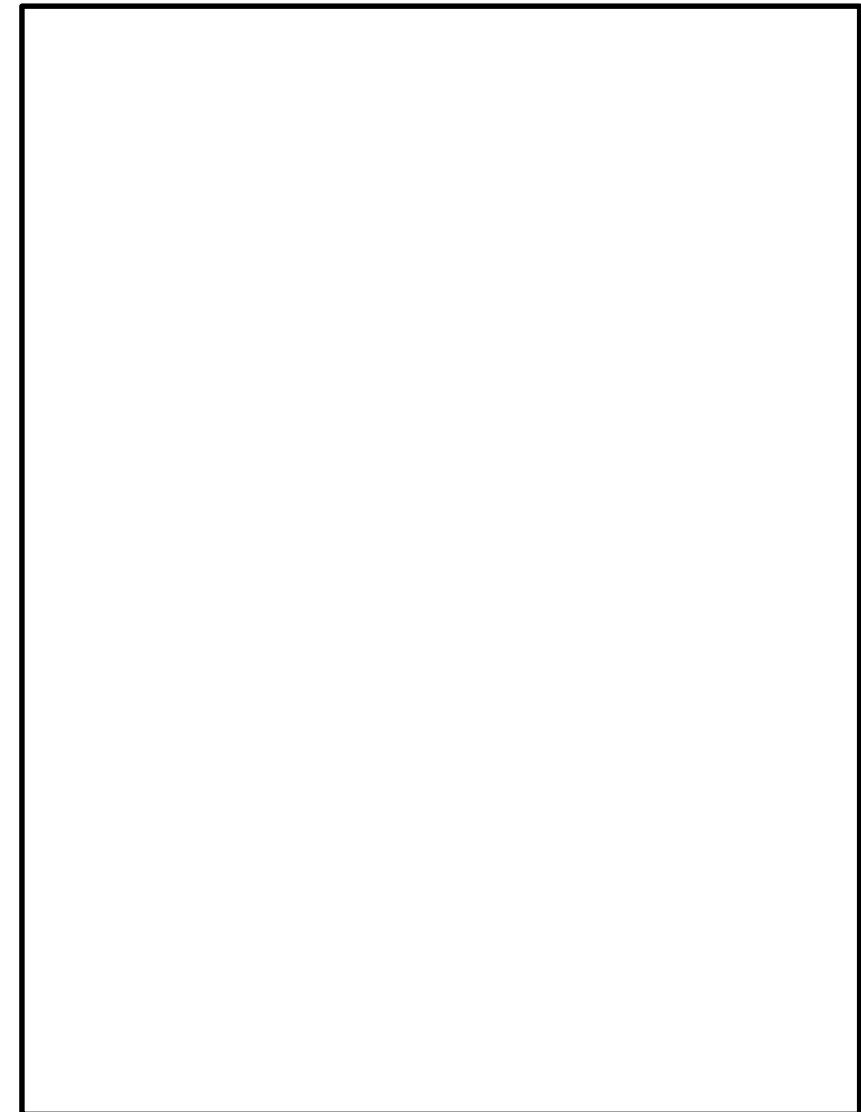
*¹ 例: 発電所北方約1.5km, LNGタンク容量約23万m³

- ・ これより、当該施設で火災・爆発等の事故が生じたとしても、危険物第四類及びLNG・LPGの貯蔵施設の事故と比べて、発電所への影響は小さいものと推定される。

東海第二発電所付近の第四類以外の危険物施設*²

事業者名	危険物種別	タンク容量 (m ³)	発電所からの 離隔距離

*² 発電所から10km圏内の危険物施設の調査結果より



* 「国土地理院地図(電子国土Web)」に加筆

東海第二発電所付近の第四類以外の危険物施設位置

(2) 第四類以外の危険物の影響(輸送;道路)

- ・ 第四類以外の危険物について、発電所付近を走行する輸送車の火災・爆発事故影響を推定した。
- ・ 危険物第五類(自己反応性物質)として、ニトロ化合物のTNT(トリニトロトルエン)等があり、これは爆薬として利用されている。爆発影響を確認する点で代表的な化学物質と考えられる。
- ・ これまでのワーキングチームの検討において、爆薬や弾薬等の輸送車の爆発による発電所への影響を以下のとおり確認している。*

・ 発電所に隣接する国道245号線上^注における爆薬・弾薬の輸送車の爆発事故を想定

^注 発電所評価対象施設までの最短離隔距離450m

・ TNT火薬の爆風圧と換算距離、道路法の車両総重量の制限の関係より、**国道の輸送車両の爆発が発電所の評価対象施設に悪影響を与えないことを確認**

- ・ これより、**第四類以外の危険物の輸送車の火災・爆発による発電所への影響は小さいものと推定する。**

* 第16回ワーキングチーム 論点No.56「爆薬や弾薬等の輸送車の爆発による敷地への影響について」参照

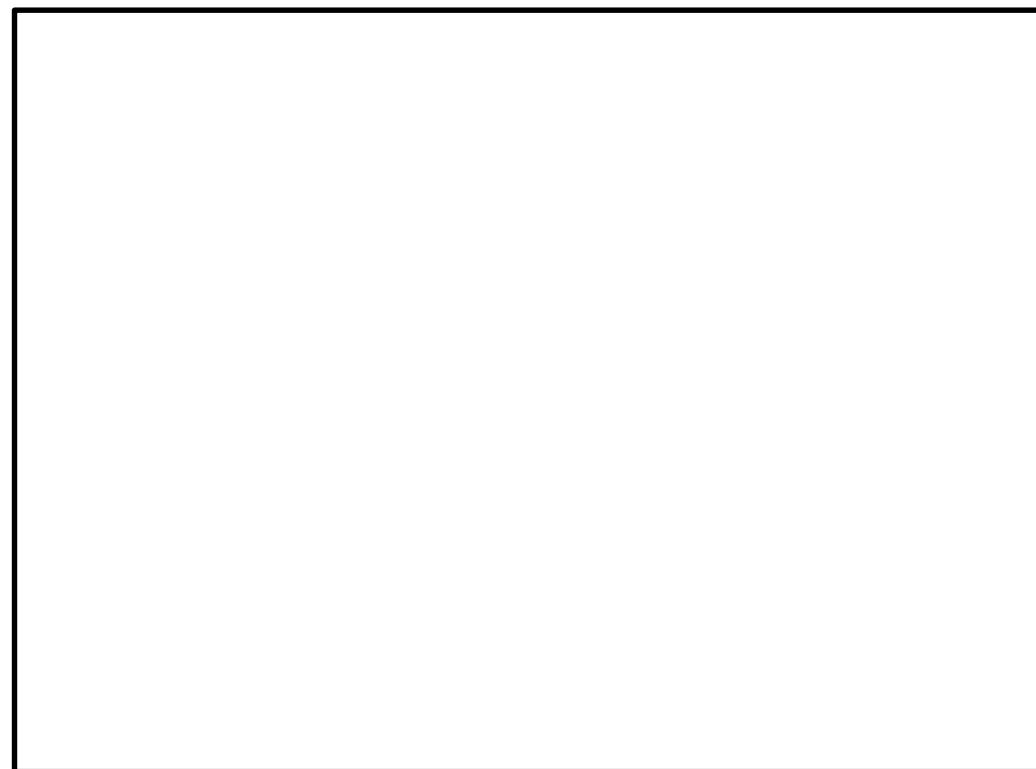


図 評価対象施設と公道を通行する車両の位置関係

＜別紙4＞評価対象とした危険物等の選定(4／4)

(3) 第四類以外の危険物の影響(輸送; 航路)

- ・ 第四類以外の危険物について、発電所付近を航行する輸送船の火災・爆発事故影響を推定した。
- ・ 東海第二発電所付近の航路は、発電所北方の茨城港日立港区から続いており、**発電所の評価対象施設から約1.4kmの離隔距離**を有している。
- ・ 発電所北方の日立港区で扱われる輸送品は、石油製品、鉱産物、工業用原料、自動車、食料品等であるが、過去2年間の荷役実績にて、**第四類以外の危険物については積み込み・積み下ろしがないことを確認**しており、該当する危険物の輸送の可能性・頻度は低いと推定される。



- ・ 以上の(1)～(3)の確認結果より、火災・爆発の評価対象として、**危険物第四類及びLNG・LPGを選定することで、発電所に対する主な火災・爆発の影響を確認できると判断**している。

- ・ ここで、海外における事故事例を参照すると、第四類以外の危険物の爆発事故が複数確認されている。国内では当該危険物の流通量は少なく、また危険物としての管理が行われることから、類似の爆発事故の可能性は低いと考えるが、将来的な発電所への潜在リスクを把握する観点から、今後も発電所周辺の第四類以外の危険物の情報収集を続け、外部火災の影響評価条件への影響を確認していくこととする。



* 海上保安庁HP情報(2017年集計)に加筆

東海第二発電所周辺の航路

＜参考2＞＜論点No.57参照＞

近年、海外では硝酸アンモニウムが原因と推定される大規模な爆発事故が複数発生している。ここでは国内外の硝酸アンモニウムの需給状況と爆発事故事例についてまとめた。

●海外における硝酸アンモニウムの需給状況

- ・硝酸アンモニウム(NH_4NO_3)は、硝酸とアンモニアが結合した常温で無色結晶の固体であり、融点は 169.5°C 、吸湿性と水溶性が高く、硝安の名前で肥料として用いられ、また爆薬の原料でもある。^{*1}
- ・海外では、硝安は肥料としての需要が大きく、2017年における世界生産量は約2,000万トンに及ぶとされている。^{*2}

*1:ブリタニカ国際百科事典、日本大百科全書、*2:Wikipedia

●国内における硝酸アンモニウムの需給状況

- ・一方で、国内においても硝安(硝酸アンモニウム)は生産されているが、国内の生産規模は海外に比べて小さく(2008年度の硝安生産量:30,400トン)^{*3}、また硫安、塩安、尿素等の全窒素肥料に対する硝安系肥料の割合は2%弱を占めるに過ぎないとされ、海外と比べて国内の流通量は少ない。^{*4}
- ・国内で需要が少ない理由として、降雨の多い日本では土壤中で負の電荷を持つ硝酸(NO_3^-)が流されやすく窒素成分が無駄になること、湿度が高い気候が吸湿性を有する硝安肥料に不適であること、また硝安は爆発物の指定を受け取り扱いに規制を受けること等が原因とされている。^{*4, *5, *6}

*3:財団法人農林統計協会「ポケット肥料要覧」(硝安の以降の統計は廃止されている)

*4:世界大百科事典(第2版)、*5:化学辞典(第2版)*6:西尾通徳の環境保全型農業レポートNo.61,

●硝酸アンモニウムが原因とされる爆発事故事例

- ・近年、海外では硝酸アンモニウムが原因とされる大規模な爆発事故が複数発生しており、倉庫内での保管方法が不適切であったこと等が事故原因として指摘されている。(次頁以降参照)
- ・一方で、国内では近年、硝酸アンモニウムが原因とされる爆発事故は発生していない。この理由として、上述のとおり相対的に国内での取扱量が少ないことや、消防法の危険物指定に基づく管理が浸透していること等が理由として推定される。

● 米国テキサス州の肥料工場の爆発事故

項 目	内 容
発生日時	2013年4月17日
発生場所	アメリカ合衆国テキサス州マクレナン郡ウエスト
対象施設	化学肥料会社ウエスト・ファーティライザーの肥料工場
事故内容	<p>工場で火災が発生し、貯蔵倉庫の化学肥料(硝酸アンモニウム*)が爆発</p> <ul style="list-style-type: none"> ・事故現場に30mに及ぶクレーター形成 ・工場及び周辺の集合住宅、学校、福祉施設等60棟～80棟が破壊 ・死傷者多数発生 <p style="text-align: right;">* 2012年時点の貯蔵量270t</p>
事故原因	工場内で原因不明の火災発生後に、2度の大規模な爆発に至った。



化学肥料工場の事故時の状況



事故後の工場内の確認作業

＜参考2＞硝酸アンモニウムが原因とされる爆発事故事例(2／3)



● 中華人民共和国 天津港のコンテナ倉庫群の爆発事故

項 目	内 容
発生日時	2015年8月12日
発生場所	中華人民共和国 天津市滨海新区 天津港
対象施設	瑞海公司 ^{ルイハイ} 危険物倉庫(硝酸アンモニウム, 硝酸カリウム, 金属Na, Mg等 計2,500t)
事故内容	<p>倉庫で保管中の硝酸アンモニウム等の引火・爆発</p> <ul style="list-style-type: none"> ・2回の爆発で直径約100mのクレーター状の巨大な穴が形成 ・約150m範囲内の建物が大破, 半径2km圏内の建物の窓ガラス等が破損 ・死傷者多数発生
事故原因	倉庫受入区のコンテナ区に保管中のニトロセルローズが不適切な扱いにより乾燥・発火し, 他の化学薬品に引火して火災が拡大, 硝酸アンモニウム等に延焼し爆発に至った。



大規模爆発の現場にできた巨大な穴



廃墟と化した爆発現場



● レバノン バイルート港湾倉庫での爆発事故

項 目	内 容
発生日時	2020年8月4日
発生場所	バイルート 首都バイルート港湾地区
対象施設	港湾倉庫(硝酸アンモニウム 2,750t保管)
事故内容	倉庫内に保管していた大量の硝酸アンモニウムに引火, 爆発 ・2回目の爆発で, 倉庫跡に幅124m, 深さ43mのクレーター形成 ・マグニチュード3.3の地震と同等の地震波観測, 10km先まで爆風が到達
事故原因	不法運航の貨物船から没収した硝酸アンモニウムを適切な安全管理を行うことなく6年間に渡り保管。(爆発時に倉庫外壁の穴の溶接作業中との報道有)



爆発で立ち上る煙



破壊された穀物倉庫(左)と爆発現場のクレーター(右)



バイルート港の爆発跡

【論点No.59】

近隣の産業施設における火災・爆発等の東海第二発電所への影響について

【委員からの指摘事項等】

指摘事項等・県民意見に下線を記載
対応する資料頁数等を 内に記載

＜第16回ワーキングチーム指摘事項＞

- ・LNG基地のガスタンク爆発時の飛来物の発電所への影響について資料に加えること。
- ・LNG基地のガスタンクからガスが大量漏えいして発電所に向かい発火するようなリスクを検討すること。
- ・周辺火災によるLNGタンクの加温、破裂に伴う爆発事故について検討すること。
- ・爆発性の化学物質等を積載した輸送船等の爆発事故について検討すること。（米国における硝酸アンモニウム事故事例参照）

【論点No.59】

近隣の産業施設における火災・爆発等の東海第二発電所への影響について

【県民意見(頂いたご意見・特に関心のある事項)】

指摘事項等・県民意見に下線を記載
対応する資料頁数等を 内に記載

No.205

それから、33ページのところで、付近に石油コンビナートなどはないと。それから、83ページのところで、取水口のあたりに漂流物は大丈夫だと書いてありますけれども、今回の説明書全般をしてみますと、東海第二原発の北側に少なくとも日立港という大きな港があると。そこにどのような船舶や施設があるかということについて全く書かれていないと。これはどういうことなんだろうと思うんですね。 「外部事象対策」近隣工場火災参照

大きな施設のなものとしては、日立港の第1埠頭のすぐ山側のところに石油タンクの基地がありまして、そこには16基のタンクがあります。重油とかいろいろ入っているわけです。タンカーは日立港に毎日のように入っている。そのトータル的な容量は2.2キロリットルぐらいだったと思います。それから、第5埠頭には、地上式では世界最大23万キロワットのLNGタンクがあります。あとはLPGタンクが8万キロリットル、そして、現在、同じすぐ脇に23万キロワットのLNGタンクをもう1基建設中です。そういうことも書いていない。

No.750

外部火災対策P30 近隣の産業施設の火災影響については、発電所敷地外の半径10km以内に石油コンビナート等に相当する施設がないことを確認とあるが、LNGガス基地(日立港)の事故対応についてはどの様に考えているのか？

【県民意見(頂いたご意見・特に関心のある事項)】

No.207

崖の上の石油タンクもひびが入って、油が日立港に流れてきて、それから、そちらの原発の中に入っていくということも十分考えられる。 P.5

平成14年の12月に北朝鮮のチルソン号が座礁しましたときに、燃料油が船から流れ出しまして、北は高萩市、南はひたちなか市、つまり東海村を越しているわけです。そこまで漂着して、市民がそこへ出て行ってボランティアで砂浜を回収したんです。

ですから、そういうふうな事実もありますので、そのあたりも含めて、過去の経歴、それから、現在使われている状況、ちなみに、外国船の1万トン以上だったと思いますが、日立のここの建物の中に図書館がありますから、私もちょっと調べてみたんですが、2008年のデータが最後で、それ以後はありませんけれども、67隻、1万トン以上の外国船が日立港に入っています。

ですから、そういうふうな基本的な現状をなぜ無視したのかということも含めましてお尋ねしたいと思います。

No.1020

P.5

Q5:資料(30)外部火災対策

”発電所敷地外の半径10km以内に石油コンビナート等に相当する施設がないことを確認”とある。しかし、5km以内の日立港地域にはガスタンクが設置されている。また地下にはガス管が埋設され、徐々に延長されている。この現状認識の相違は違和感を覚える。

P.2-3
P.6-19

①重大事故等対策における発電所外部への情報発信について

【説明概要】

重大事故等発生時は、発電所の災害対策本部等より各関係機関に発生事象やプラント状況等の連絡を行う。発電所で生じた事象の過酷度と緊急事態の区分として、警戒事態(AL)、施設敷地緊急事態(SE)及び全面緊急事態(GE)の3段階とし、プラントが該当する各事態に達した時点で順次、関係機関への情報発信を行っていく。

②緊急時に外部機関へ確実な情報提供を行うための工夫等について

【説明概要】

発電所から各組織への連絡方法は、迅速に情報伝達を行いつつ誤伝達を防止する観点から主にFAXを用いた一斉送信(各関係機関への同時送信)としており、また相手先への送信の確実性を期すため、FAX送信後に各機関に個別に電話で着信確認を行い、必要があれば補足等を行う。

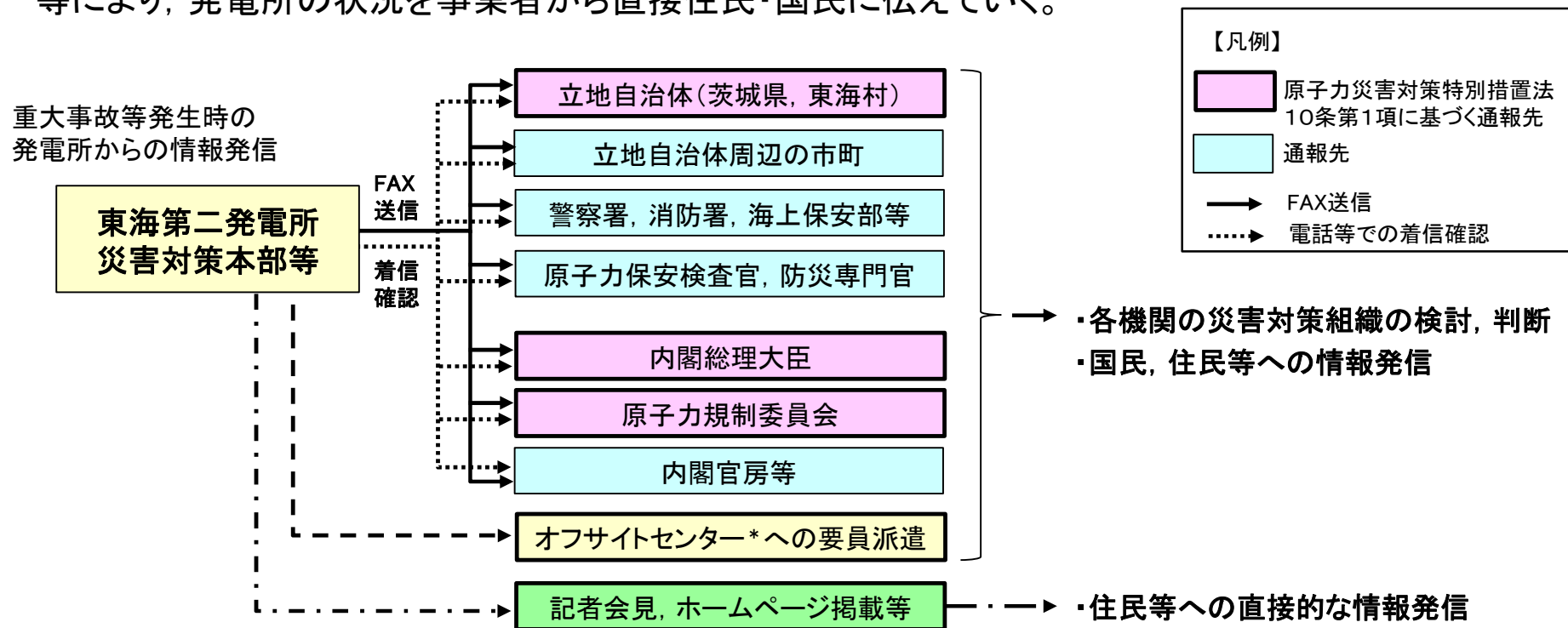
③災害対策本部活動における各組織の連携について

【説明概要】

災害対策本部は本部長以下の指揮統括のもと、実施組織と支援組織は調整・連携を図った上で現場作業を開始し、その状況を本部に報告して判断を仰ぐ。また支援組織は現場での実施組織の作業に対して、必要な支援を行う。

1. 重大事故等発生における発電所外部への確実な情報発信の方策（1／2）

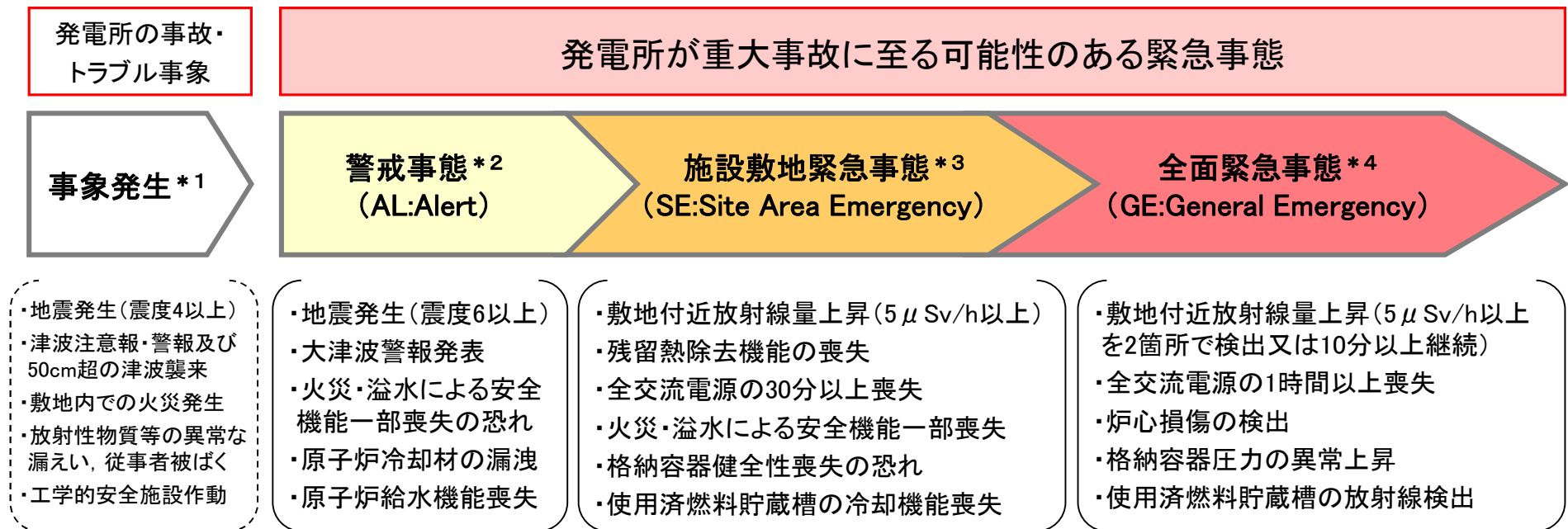
- 東海第二発電所で放射性物質の異常な放出を伴う重大な事故が発生するか、又は発生する恐れが生じる事態に至った場合、**発電所災害対策本部等より関係機関に迅速に事象の連絡を行う**。各機関は連絡内容等に基づき、災害対策の検討や住民等への情報発信等を行っていく。
- 発電所から各組織への連絡方法は、迅速に情報伝達を行いつつ誤伝達を防止する観点から主にFAXを用いた一斉送信（各関係機関への同時送信）**としており、また相手先への送信の確実性を期すため、FAX送信後に各機関に個別に電話で着信確認を行い、必要があれば補足等を行う。
- また、個別の機関への連絡以外にも、**マスメディアを通じた記者会見やホームページへの情報掲載等**により、発電所の状況を事業者から直接住民・国民に伝えていく。



* オフサイトセンターとは、発災発電所から離れた場所で現地の応急対策をとるための拠点施設であり、国、都道府県、市町村及び事業者等の防災対策関係者が情報共有を図り合同で応急対策を講じていく組織
論点No.116,139,143-2

1. 重大事故等発生における発電所外部への確実な情報発信の方策（2／2）

- 重大事故等発生時の発電所の**情報発信の判断基準は、発生した事象の過酷度と緊急事態の区分に応じて設定**しており、プラントの状態が該当する緊急事態区分に達した時点で順次発信する。
- 緊急事態の区分は、事象進展により発電所のプラント状態がより厳しくなる順に、**警戒事態(AL)**、**施設敷地緊急事態(SE)**及び**全面緊急事態(GE)**の3段階に区分している。
- なお、これら3区分の非常事態にまで至らない、**発電所の軽度の事故・トラブル事象等に対しても情報提供を実施**しており、関係個所への連絡、プレス公表等を適時実施している。



情報発信を行う緊急事態3区分及び事故・トラブル事象の具体例

*1: 発電所設備の故障等、通常とは異なる状態

*2: 発電所での異常事象の発生又はその恐れのある事態

*3: 公衆に放射線による影響をもたらす可能性のある事象が生じており、緊急時に備えた避難等の準備を開始する必要がある事態

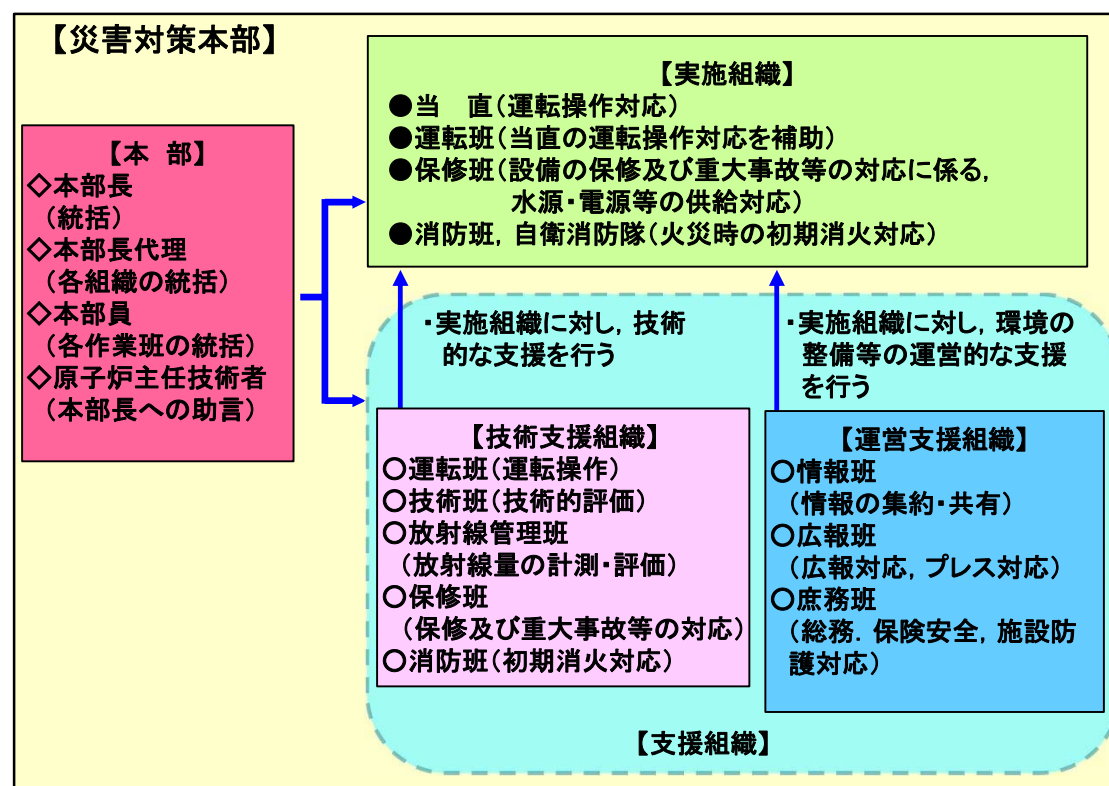
*4: 公衆に放射線による影響をもたらす可能性が高い事象が生じており、避難・屋内退避等を実施する必要がある事態

2. 災害対策本部の活動における指揮命令系統と組織間連携（1／2）



○発電所災害対策本部を構成する各組織の主な役割は以下のとおり。

- ・本部（本部長以下）：災害対策本部全体を統括，事故原因除去や災害拡大防止の戦略等を決定する。
各組織の統括，各作業版班の統括，本部長への進言を行う。
- ・実施組織：主に現場での運転操作，設備の保修，水・電源の供給，消火活動等を実施する。
- ・支援組織：実施組織に対する技術的，環境整備面での支援を行う。
現場作業の実施方針検討，作業指示，状況把握，現場サポート，本部報告・進言



災害対策本部の組織構成

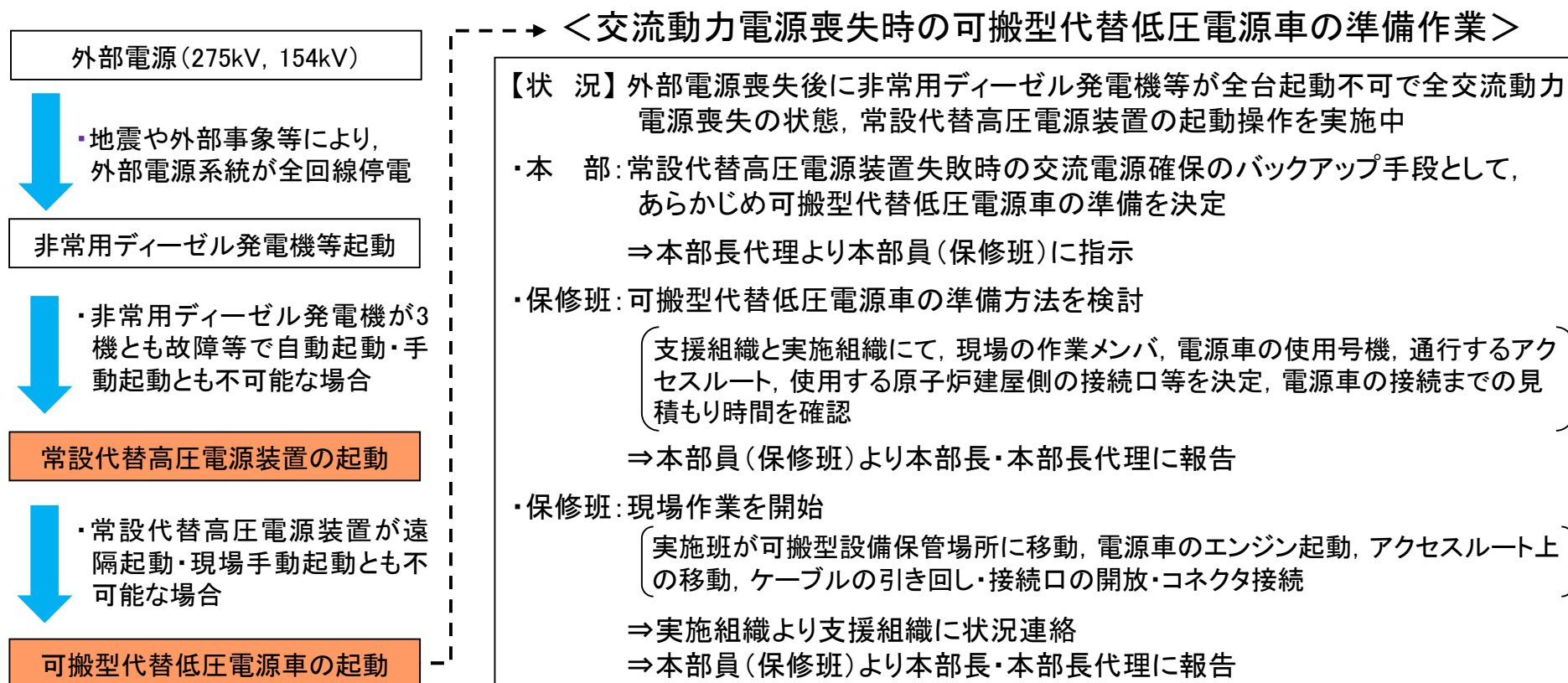
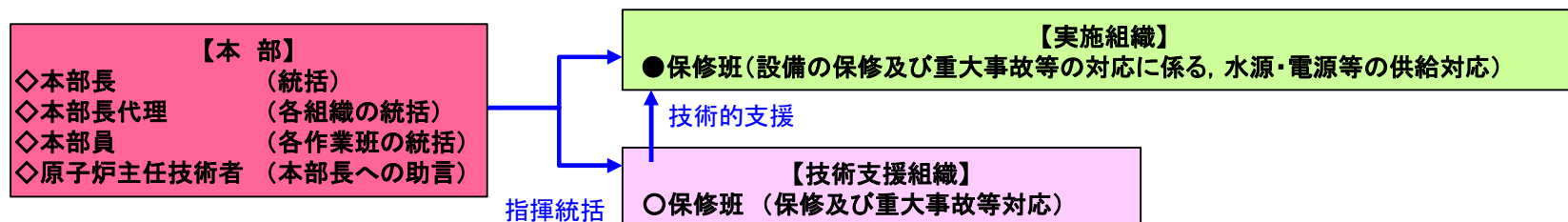
○災害対策に当たっては，以下の流れで指揮命令系統に沿った情報伝達を行い，組織間の連携を円滑・確実に行っていく。

- ①【本部】は災害対策に係る戦略を検討・決定し，【支援組織】に指示を行う。
- ②【技術支援組織】は対応戦略を受けた具体的な作業内容を検討し，【実施組織】と調整する。
- ③【実施組織】は現場で作業を開始，作業状況を【技術支援組織】に伝達。また【技術支援組織】は現場のサポート（放射線管理等）等を行い，【運営支援組織】は情報の集約等を行う。
- ④【技術支援組織】は本部に作業状況を報告する。また必要に応じて作業内容の変更等の進言を本部に行う。
- ⑤【本部】は作業状況を受けて戦略上の変更要否を判断，【各支援組織】に再指示を行う。

2. 災害対策本部の活動における指揮命令系統と組織間連携（2／2）



○災害対策本部の実働作業における指揮命令系統と組織間の連携の対応例として、交流動力電源喪失時の電源確保対策のうち可搬型代替低圧電源車の準備作業の内容を示す。



＜別紙＞ 災害対策本部の実施組織及び支援組織の機能・役割

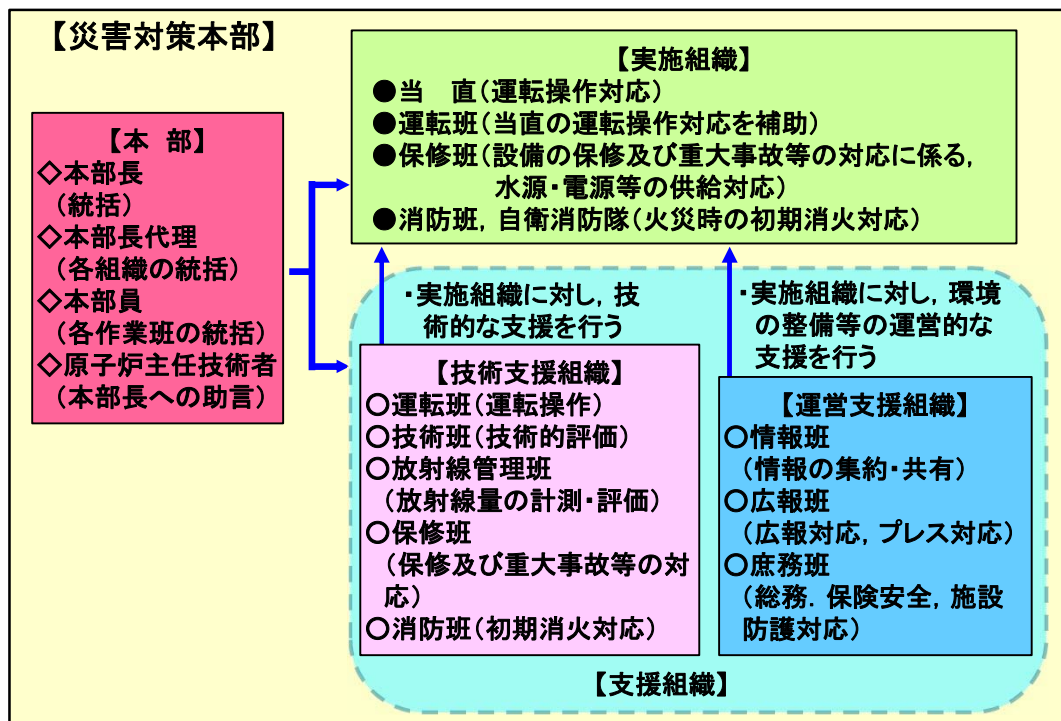


- 重大事故等対策を実施する組織を**実施組織**，実施組織を支援する**支援組織に分けて編成**
- 役割分担及び**責任者を明確化**し，効果的な重大事故等対策を実施し得る体制を整備

原子力災害が発生するおそれがある場合又は発生した場合

原子力防災管理者(所長)は警戒事態又は非常事態を宣言

所長を本部長とする災害対策本部を設置
 ・事故原因の除去
 ・原子力災害の拡大の防止
 ・その他必要な活動



- 原子力防災管理者(所長)は, 事象に応じて, 警戒事態又は非常事態を宣言し, **所長を本部長とする災害対策本部を設置**
- 発電所の警戒事態又は非常事態の宣言を受け, 本店は本店警戒事態又は本店非常事態を発令し, 本店対策本部を設置
- 災害対策本部の構成
 - ◇ 本部
 - 実施組織,
 - 支援組織 (技術支援組織, 運営支援組織)

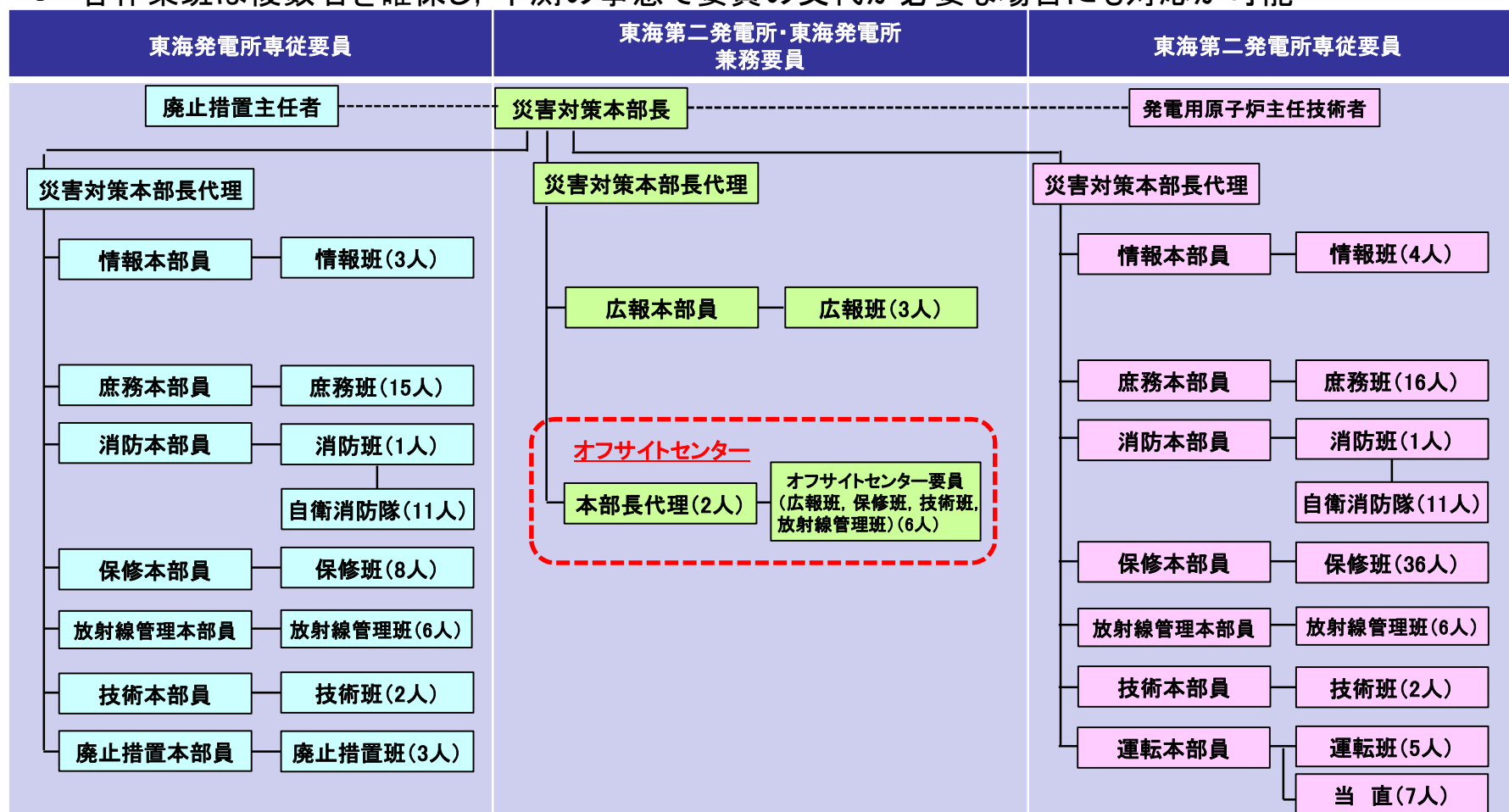
上記の実施及び支援の両組織に,
8つの作業班に振り分けて, 指揮命令系統を明確化

<別紙> 発電所毎の災害対策本部の構成



➤ 発電所毎に, 重大事故等に対応する災害対策本部を構築し, 事故収束活動を実施

- **災害対策本部長**は災害対策本部を統括管理
- 各発電所に専従する**災害対策本部長代理**は, **実施組織及び支援組織を取り纏め**, これらに係わる本部員に**指揮命令**
- 各作業班は役割分担及び班長を定め, **指揮命令系統を明確化**
- 各作業班は複数名を確保し, 不測の事態で要員の交代が必要な場合にも対応が可能

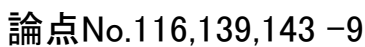


＜別紙＞ 東海第二発電所災害対策本部の体制



- 災害対策本部は、重大事故等対策を実施する実施組織及びその支援組織の役割分担及び責任者を定め、効果的な重大事故等対策を実施し得る体制を整備（次頁参照）
 - 災害対策本部の体制は、所長を災害対策本部長とし、災害対策本部長代理、本部員及び発電用原子炉主任技術者で構成される「本部」と8つの作業班で構成する。これらの作業班は、機能毎に実施組織及び支援組織に区分され、さらに支援組織は技術支援組織と運営支援組織に区分する。
 - 8つ作業班は、役割分担、対策の実施責任を有する班長を定め、指揮命令系統を明確にし、効果的な重大事故対策を実施し得る体制を整備

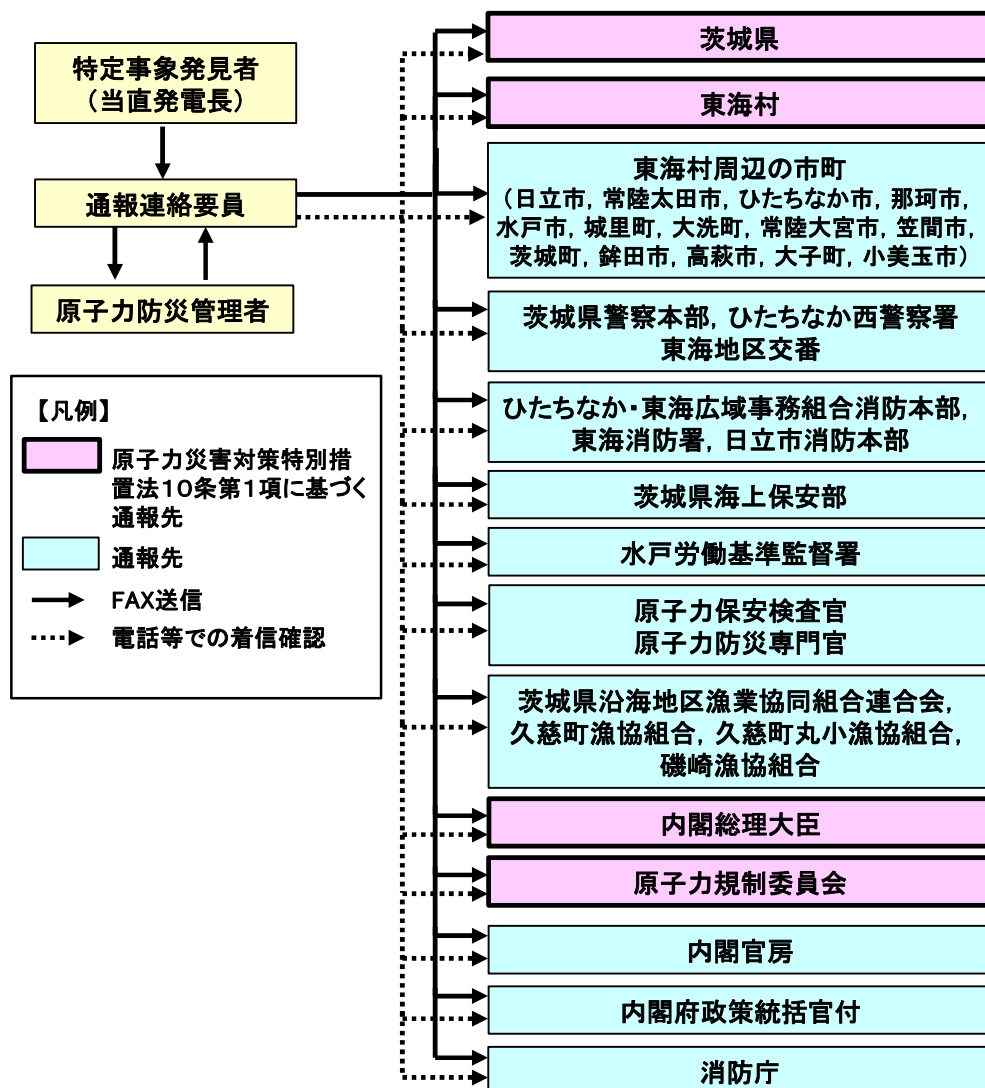
要 員	役 割
本部長	災害対策本部の統括・指揮
本部長代理	東海第二の統括、広報及びオフサイトセンター対応の統括
原子炉主任技術者	災害対策本部長への助言
情報班	事故に関する情報の収集・整理、社外機関との連絡調整
広報班	広報に関する関係機関との連絡・調整、報道機関対応
庶務班	災害対策本部の運営、要員・資機材等の調達、医療に関する措置、所内警備、待避誘導、社外関係機関への連絡
消防班	消火活動
保修班	不具合設備の応急復旧、給水・電源確保に伴う措置、可搬型設備の準備と操作、アクセスルート確保、放射性物質拡散抑制対応
放射線管理班	発電所内外の放射線・放射能の状況把握、被ばく管理、汚染拡大防止措置に関する対応と技術的助言
技術班	事故状況の把握・評価、プラント状態の進展予測・評価、事故拡大防止対策の検討及び技術的助言
運転班	プラント状況の把握、事故の影響緩和・拡大防止に係る運転上の技術的助言
当直	運転操作に関する指揮・命令・判断、事故の影響緩和・拡大防止に関する運転上の措置
オフサイトセンター派遣	関係機関との連絡・調整



<別紙> 関係機関への連絡体制



- 重大事故等が発生した場合には、発電所の通報連絡責任者が、内閣総理大臣、原子力規制委員会、茨城県知事及び東海村並びにその他定められた通報連絡先への通報連絡を、FAXを用いて一斉送信するとともに、その着信を確認する。



- 通報連絡責任者は特定事象発見者から事象発生 of 連絡を受けた場合は、原子力防災管理者へ報告するとともに、通報連絡を実施する。
- 重大事故等(原子力災害対策特別措置法10条第1項に基づく通報連絡すべき事象等※)が発生した場合の通報連絡は、左図に示す通報連絡先にFAXを用いて一斉送信する。
- 内閣総理大臣、原子力規制委員会、茨城県知事、東海村長に対しては、電話でFAXの着信を確認する。

※原子力災害対策特別措置法10条第1項に基づく
通報連絡すべき事象

- 敷地境界付近の放射線量の上昇
- 原子炉注水機能の喪失のおそれ
- 全交流電源の30分以上の喪失
- 使用済燃料貯蔵槽の冷却機能喪失 等

計24事象

【論点No.116】

重大事故等対策における発電所外部への情報発信について

【委員からの指摘事項等】

No.112

指摘事項等・県民意見に下線を記載
対応する資料頁数等を 内に記載

今回の説明は、事故等の対策の手順や有効性など、原電のみで対応可能な事象だが、リアルタイムで状況が変化していくときの外部への情報の発信というのはリンクさせるような形で今後説明があるのか、それとも何かもう決まっているのか。

P.2,3

【県民意見(頂いたご意見・特に関心のある事項)】

No. 487

第二発電所の全体的又は一部分的放射のうの放射率等の確認、情報等連絡伝達等の一連の報告、及び自民にいち早く状況の把握し、TV・ラジオ・その他の放送により伝達し、意思疎通のできるものであって欲しいと思います。

P.2,3

【論点No.139】

災害対策本部活動における各組織の連携について

【委員からの指摘事項等】

No.126

技術支援と運営支援の組織は常に連携しながら運営していかななくてはならないと思うが、実際、どのようにしてこの2つの組織が連携するのか、具体的に説明すること。

P.4,5

指摘事項等・県民意見に下線を記載
対応する資料頁数等を 内に記載

【論点No.143】

緊急時に外部機関へ確実な情報提供を行うための工夫等について

【委員からの指摘事項等】

No.130

指摘事項等・県民意見に下線を記載
対応する資料頁数等を 内に記載

緊急時においては、オフサイトへの情報提供が必要になってくると思うが、どのように外部の必要なところに対して確実に情報を提供していくのか。どのくらい確実に、相手方も含めて行われるかということは検討しているか。

P.2,3

