

泊発電所 3号炉 耐津波設計方針について (燃料等輸送船の評価方針について)

令和5年7月20日
北海道電力株式会社

1. 本日の説明事項	2
2. 燃料等輸送船の評価に用いる波の特性について	3
3. 燃料等輸送船の評価について	4～6
4. 燃料等輸送船の漂流物化防止対策に係る網羅的検討について	7～18
5. 緊急退避（離岸）の時間短縮検討について	19
6. 燃料等輸送船及び使用済燃料輸送容器に対する要求事項について	20～21

1. 本日の説明事項

- 第1098回審査会合（令和4年12月6日開催）において、漂流物調査方法・抽出結果と影響評価のうちStep1【漂流する可能性】までの内容及び衝突荷重として考慮する漂流物の選定方針について、ご説明させて頂いた。
- 調査分類D（船舶）で確認した「燃料等輸送船」の漂流物評価結果については、基準津波確定後にご説明する方針のため追而扱いとしているが、「燃料等輸送船」が漂流物化した場合、原子炉補機冷却海水ポンプの取水性の評価や津波防護施設への影響（総トン数：約5,000tの「燃料等輸送船」が防潮堤等に衝突することを考慮）が大きいことから、先行して漂流物評価の方針をご説明させて頂く。
- 基準津波確定前に漂流物評価の方針をご説明させて頂くことで、今後、論点となり得る1項目について、効率的に審査頂けるものと考えている。

〈本日の説明事項〉

説明事項

- **「燃料等輸送船」の漂流物化防止対策に係る網羅的検討と有力対策案の抽出結果及び「燃料等輸送船」の漂流物評価の方針**についてご説明する。
- 基準津波の到達時間を踏まえた「燃料等輸送船」の**漂流物評価の結果については、基準津波確定後にご説明する。**

2. 燃料等輸送船の評価に用いる波の特性について

【波の選定について】

- 基準津波確定前の段階であることから、基準津波候補の中から押し波第1波の到達が最も早い波を選定した。
- 以下に、波の評価位置及び特性を示す。

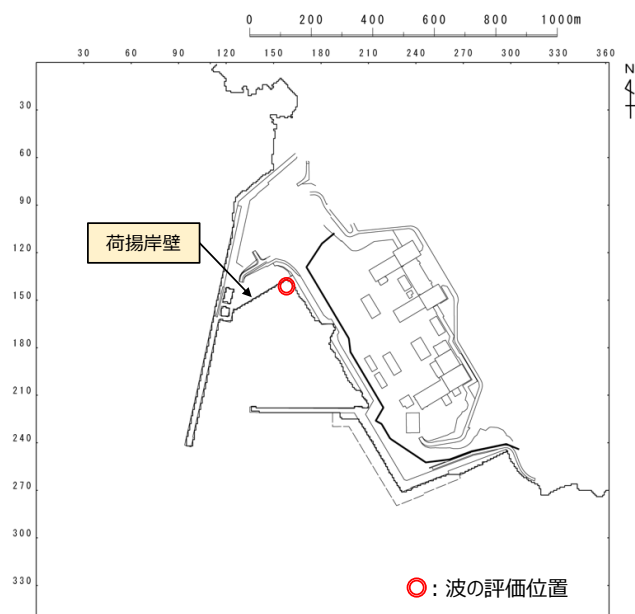


図1 波の評価位置

【基準津波の検討の中で当社が把握した波の特性】

- 押し波第1波は、地震発生後約14分で到達する。
- 押し波第1波の最大水位T.P.7.36m（朔望平均満潮位：0.26mを含む）の発生時刻は、約16分後である。
- 押し波第1波の到達後、一旦、引き波に転じ、約21.5分後に当該津波の最大水位T.P.11.65m（朔望平均満潮位：0.26mを含む）である押し波第2波が到達する。
- 引き波による最低水位T.P.-4.65m（朔望平均干潮位：-0.14mを含む）の発生時刻は、約25分後である。
- 基準津波確定後、波の特性も含め燃料等輸送船の評価を行う。

3. 燃料等輸送船の評価について (1/3)

【基準津波による燃料等輸送船の評価について (1/2)】

- 押し波第1波の到達時において、燃料等輸送船の緊急退避（離岸）を実施せず、荷揚岸壁に係留したままの状態にした場合、荷揚岸壁のレベル、津波の高さ（押し波第1波の最大水位）、燃料等輸送船の喫水の関係から、燃料等輸送船は荷揚岸壁に乗上げ、漂流物化する可能性がある。
- 燃料等輸送船が荷揚岸壁に乗上げ、漂流物化した場合における燃料等輸送船本体、係留索、荷揚岸壁（係船柱を含む）の状態（健全性や破損状態）を特定することは困難であるため、津波防護施設への影響が最も大きくなるような評価（総トン数：約5,000tの燃料等輸送船を津波防護施設である防潮堤に衝突させる）を実施する必要がある。

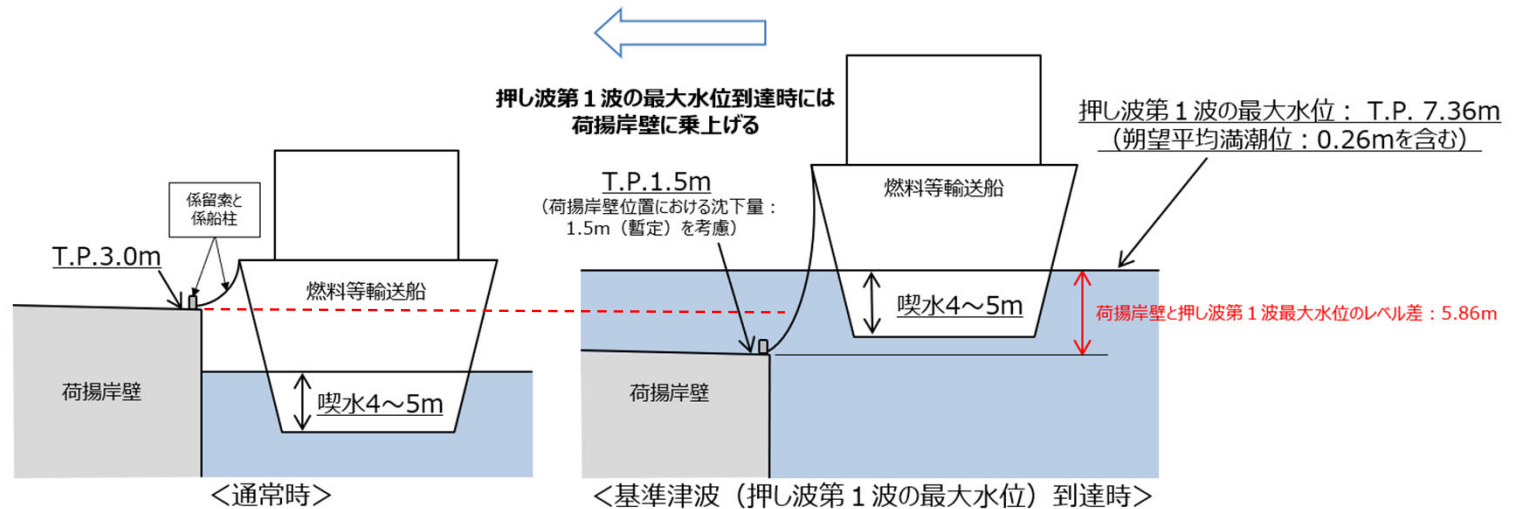


図2 押し波による津波高さと喫水の関係

3. 燃料等輸送船の評価について (2 / 3)

【基準津波による燃料等輸送船の評価について (2 / 2)】

- 燃料等輸送船が漂流物化する場合は、第1098回審査会合（令和4年12月6日）でご説明した考え方にに基づき、「FEMA2012」で衝突荷重を算出する必要がある。
- 現在、防潮堤の構造成立性評価において衝突を考慮している直近海域（発電所周辺500m範囲内）の船舶は、総トン数：約4.9tの作業船（下表、赤枠部の記載より）であるため、防潮堤への衝突を考慮する船舶を作業船から燃料等輸送船に変更する場合、防潮堤の構造成立性は見通せない。
- よって、**基準津波の到達時において、燃料等輸送船の漂流物化を防止する対策について、検討を行う。**
- また、基準津波よりも早く到達するが津波の高さが低い津波（海域活断層、陸上地すべり）については、先行プラントと同様に、荷揚岸壁に燃料等輸送船を係留することで、漂流物化させない方針とする。「係留索の耐力評価」、 「荷揚岸壁への乗上げの可能性」及び「着底に伴う座礁及び転覆の可能性」については、基準津波確定後にご説明する。

第1098回審査会合 (R4.12.6)
資料1-1-2 P.45
対象箇所抜粋・赤枠追記

種別	設置位置		選定結果	衝突荷重の算出式 <<現在、検討中>>
船舶	敷地内		■ <u>衝突荷重算出の対象船舶は、総トン数 4.9t の作業船</u>	■ 直近海域（発電所周辺 500m 範囲内）における衝突荷重の算出式は、FEMA2012 とする。
	敷地外	発電所周辺 500m範囲内	■ <u>衝突荷重算出の対象船舶は、総トン数 4.9t の漁船</u>	■ 直近海域（発電所周辺 500m 範囲内）における衝突荷重の算出式は、FEMA2012 とする。
		発電所周辺 500m範囲外	■ <u>衝突荷重算出の対象船舶は、総トン数 19.81t の漁船</u>	■ 前面海域（発電所周辺 500m 以遠）における衝突荷重の算出式は、道路橋示方書とする。

3. 燃料等輸送船の評価について (3 / 3)

【先行プラントとの比較】

- 先行プラントにおける燃料等輸送船の漂流物化を防止する対応については、以下のとおり。

プラント	津波の種類	最大水位	到達時間※1	漂流物化を防止する対応	緊急退避（離岸）までの時間※1	岸壁高さ※6
東海第二	基準津波	T.P.17.7m	約37分	緊急退避（離岸）	約13分	T.P.2.61m
	早く到達する津波	F16を波源とした津波： T.P.2.08m	F16を波源とした津波： 約26分	係留	—	
柏崎刈羽	基準津波	基準津波1：T.M.S.L. 6.2m※2	基準津波1：約37分	緊急退避（離岸）	約15分	T.M.S.L.5.0m (T.M.S.L.2.71m)
	早く到達する津波	基準津波3：T.M.S.L.5.02m※2	基準津波3：約12分	係留	—	
女川	基準津波	O.P.21.81m※3	約42分	緊急退避（離岸）	約13分	O.P.3.5m
	早く到達する津波	F-2断層・F-4断層による津波： O.P.3.05m※3	F-2断層・F-4断層による津波： 約21分	係留	—	
島根	基準津波	基準津波1：T.P.11.9m	基準津波1：約110分	緊急退避（離岸）	約30～40分	T.P.6.0m
	早く到達する津波	基準津波4：T.P. 2.1m	基準津波4：約15分	係留	—	
泊	基準津波	基準津波候補の中で押し波第1波の到達が最も早い波：※4 T.P.7.36m（押し波第1波の最大水位） T.P.11.65m（当該津波の最大水位）	基準津波候補の中で押し波第1波の到達が最も早い波：※4 約14分（押し波第1波の到達時間） 約21.5分（最大水位の到達時間）	緊急退避（離岸）	検討中 (現状の運用では約16分)	T.P.3.0m (T.P.1.5m)
	早く到達する津波	海域活断層（FS-10断層）：※4※5 T.P.3.46m（押し波第1波の最大水位） T.P.5.23m（当該津波の最大水位）	海域活断層（FS-10断層）：※4※5 約13分（押し波第1波の到達時間） 約41.5分（最大水位の到達時間）	係留	—	

※1：東海・女川・泊は、地震発生後からの時間。柏崎・島根は、津波警報等発令後からの時間。

※2：柏崎の審査資料は、水位の表記がT.M.S.Lである。T.P.に換算する場合は、「T.M.S.L=T.P.」。

※3：女川の審査資料は、水位の表記がO.P.である。T.P.に換算する場合は、「O.P. - 1.3m =T.P.」。

※4：基準津波確定前であるため、暫定値。最大水位は、朔望平均満潮位：0.26mを含む。

※5：基準津波よりも早く到達する津波の中から、押し波第1波の最大水位（T.P.3.46m）が1番大きい「海域活断層（FS-10断層）」を仮選定した。

※6：地盤沈下を考慮するプラントは、（ ）内に地盤沈下を考慮したレベルを記載する。

4. 燃料等輸送船の漂流物化防止対策に係る網羅的検討について (1/12)

【基準津波来襲時における漂流物化防止対策として検討した項目】

燃料等輸送船の漂流物化を防止する対策を以下のとおり整理した。

No.	対策案	
1	係留 ①	荷揚岸壁の耐震化 + 荷揚岸壁に燃料等輸送船を係留
2	係留 ②	荷揚岸壁の耐震化 + 漂流物化を防止する柵（または柱、壁等）の設置
3	係留 ③	係留方法の見直し（係留箇所を追加することで、漂流物化を防止する）
4	造船	泊発電所専用の輸送船の造船
5	構外停泊 (事業所外運搬)	燃料等輸送船の停泊港の変更（発電所構外港の利用）し、事業所外運搬を行う
6	時間短縮	緊急退避（離岸）に掛かる時間の短縮（退避時間を短縮し、津波到達前に緊急退避（離岸）を完了させる）

【基準津波来襲時における漂流物化防止対策の選定に係る考慮事項】

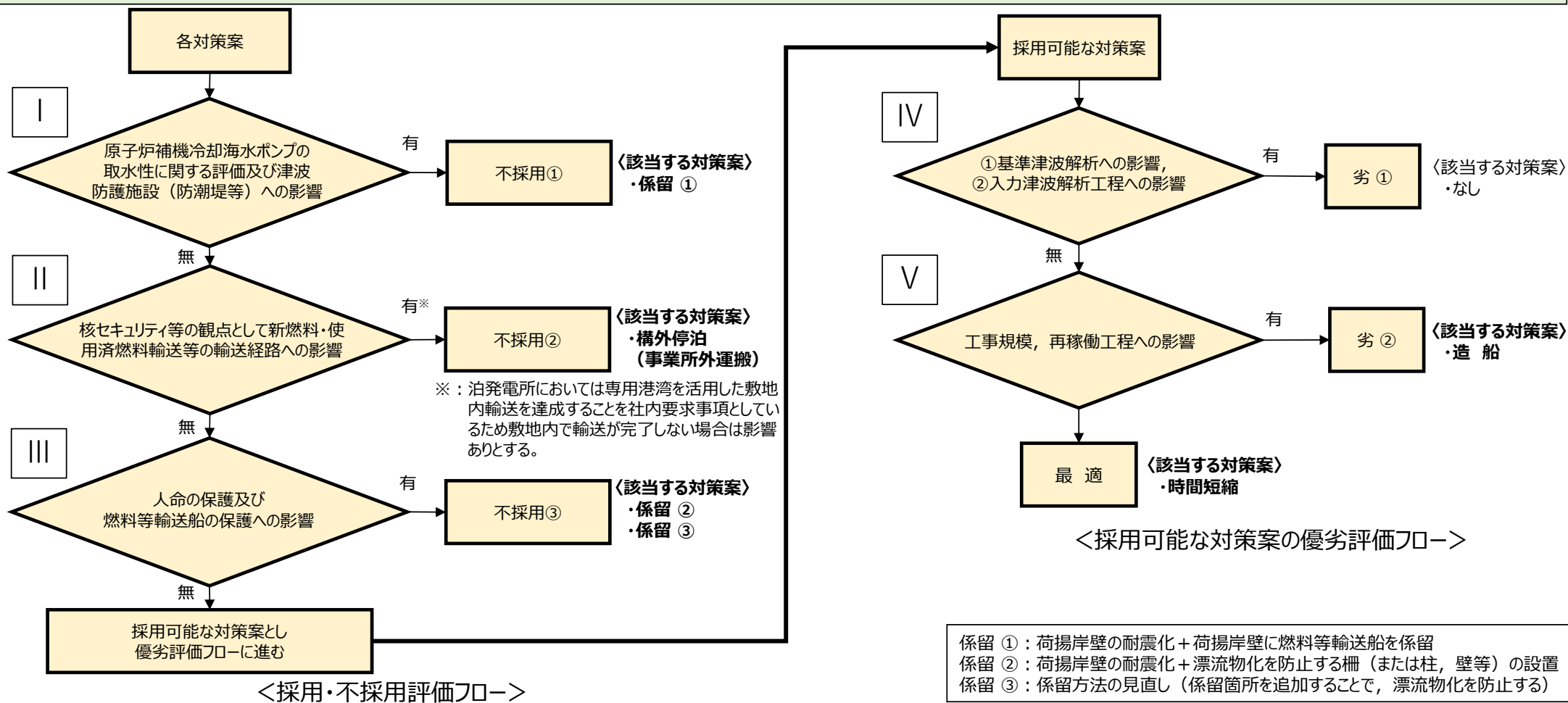
漂流物化防止対策の選定に係る考慮事項を以下のとおり整理した。考慮事項を踏まえ、対策案の採用可否や優劣の評価を実施する。

No.	考慮事項	
I	必須考慮事項	原子炉補機冷却海水ポンプの取水性に関する評価及び津波防護施設（防潮堤等）への影響
II		核セキュリティ等の観点における新燃料・使用済燃料輸送等の輸送経路への影響
III		人命の保護及び燃料等輸送船の保護への影響
IV	影響を可能な限り回避する 事項	①基準津波解析への影響，②入力津波解析工程への影響
V		工事規模，再稼働工程への影響

4. 燃料等輸送船の漂流物化防止対策に係る網羅的検討について (2/12)

【漂流物化防止対策の採否及び優劣評価フロー】

漂流物化防止対策の選定に係る考慮事項を踏まえた「採用・不採用評価フロー」及び「採用可能な対策案の優劣評価フロー」を以下に示す。



係留 ①：荷揚岸壁の耐震化＋荷揚岸壁に燃料等輸送船を係留
 係留 ②：荷揚岸壁の耐震化＋漂流物化を防止する柵（または柱、壁等）の設置
 係留 ③：係留方法の見直し（係留箇所を追加することで、漂流物化を防止する）

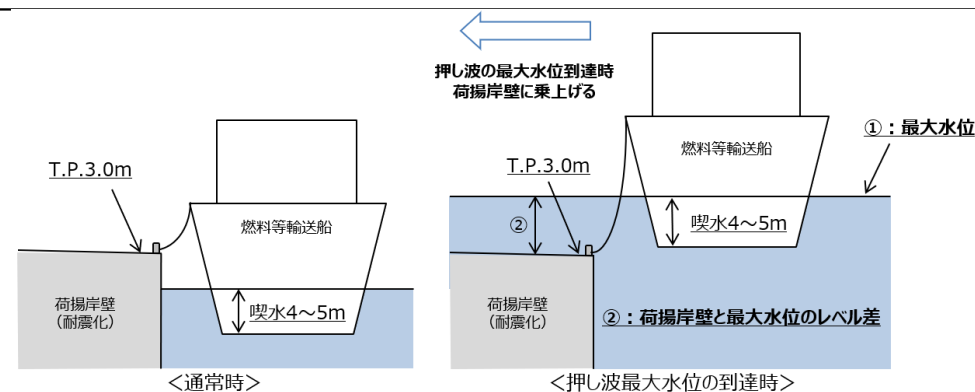
4. 燃料等輸送船の漂流物化防止対策に係る網羅的検討について (3/12)

■ 係留 ①：荷揚岸壁の耐震化 + 荷揚岸壁に燃料等輸送船を係留

	対策概要	対策の成立条件 (以下に示す条件のどちらかがNGとなった場合は、影響あり)
係留 ①	<ul style="list-style-type: none"> 燃料等輸送船を係留する荷揚岸壁の耐震化を行う。 基準津波来襲時、荷揚岸壁に燃料等輸送船を係留して漂流物化を防止する。 	<ul style="list-style-type: none"> 押し波到達時に荷揚岸壁に乗上げないこと。(考慮事項：Ⅰ) 燃料等輸送船が「座礁」、「転覆」、「沈没」及び「破損・損傷による航行不能」状態にならないこと。(考慮事項：Ⅲ)

採用・不採用評価		評価
Ⅰ	原子炉補機冷却海水ポンプの取水性に関する評価及び津波防護施設（防潮堤等）への影響	影響あり (詳細は※1参照)

- ※1：
- 荷揚岸壁の耐震化を行った上で、燃料等輸送船を荷揚岸壁に係留し、漂流物化を防止することが可能であるか検討を行った。
 - 基準津波の押し波第1波の最大水位：T.P.7.36m及び基準津波の最大水位：T.P.11.65mに対して、荷揚岸壁のレベル（T.P.3.0m）、燃料等輸送船の喫水（約4～5m）を考慮すると、両ケースとも燃料等輸送船は、荷揚岸壁に乗上げてしまう。（各レベルの関係は、右図を参照）
 - よって、基準津波来襲時において、燃料等輸送船を耐震化した荷揚岸壁に係留することで漂流物化を防止することは出来ず、原子炉補機冷却海水ポンプの取水性の評価や津波防護施設（防潮堤等）に影響があると評価した。



	押し波第1波	押し波第2波 (当該津波の最大水位)
①：最大水位	T.P. 7.36m (朔望平均満潮位：0.26mを含む)	T.P. 11.65m (朔望平均満潮位：0.26mを含む)
②：荷揚岸壁と最大水位のレベル差	4.36m	8.65m
評価結果	喫水※2 < ②となるためNG (荷揚岸壁に乗上げ、漂流物化する)	喫水※2 < ②となるためNG (荷揚岸壁に乗上げ、漂流物化する)

※2：保守的な評価となるよう、喫水は4mとして評価。

図3 押し波到達時における津波高さとの関係

評価結果	不採用 ①
------	-------

4. 燃料等輸送船の漂流物化防止対策に係る網羅的検討について (4/12)

■ 係留 ② : 荷揚岸壁の耐震化 + 漂流物化を防止する柵 (または柱, 壁等) を設置

	対策概要※1	対策の成立条件 (以下に示す条件のどちらかがNGとなった場合は, 影響あり)
係留 ②	<ul style="list-style-type: none"> 燃料等輸送船を係留する荷揚岸壁の耐震化 (下図のピンクハッチ部) を行う。 耐震化を行った荷揚岸壁に, 耐震性のある柵 (または柱, 壁等) を立て (下図のグレー丸のようなイメージ), 基準津波来襲時において, 燃料等輸送船が荷揚岸壁に乗上げることがないようにする。 	<ul style="list-style-type: none"> 押し波到達時に荷揚岸壁に乗上げないこと。(考慮事項: I) 燃料等輸送船が「座礁」, 「転覆」, 「沈没」及び「破損・損傷による航行不能」状態にならないこと。(考慮事項: III)

※1 : 発電所の港湾内や海域と防潮堤の間に対策を講じる (耐震性のある柵, 柱, 壁等を設置する) ことも検討したが, 評価としては同様の結果となるため, 代表例としてこの1例を示す。

採用・不採用評価		評価
I	原子炉補機冷却海水ポンプの取水性に関する評価及び津波防護施設 (防潮堤等) への影響	影響なし
II	核セキュリティ等の観点として新燃料・使用済燃料輸送等の輸送経路への影響	影響なし
III	人命の保護及び燃料等輸送船の保護への影響	影響あり (詳細は※2参照)

※2 :

- 柵 (または柱, 壁等) によって, 燃料等輸送船の荷揚岸壁への乗上げを防止することが可能であるが, 一方で, 柵 (または柱, 壁等) に衝突することで, 燃料等輸送船が破損・損傷し, 航行不能となる可能性があるため, 燃料等輸送船の保護に影響があると評価した。
- また, この対策を講じる場合, 燃料等輸送船の船員については陸域の安全な場所に退避することを想定しているが, 万一, 燃料等輸送船に船員が取り残された場合には, 人命の保護に影響があると評価した。

評価結果	不採用 ③
------	-------

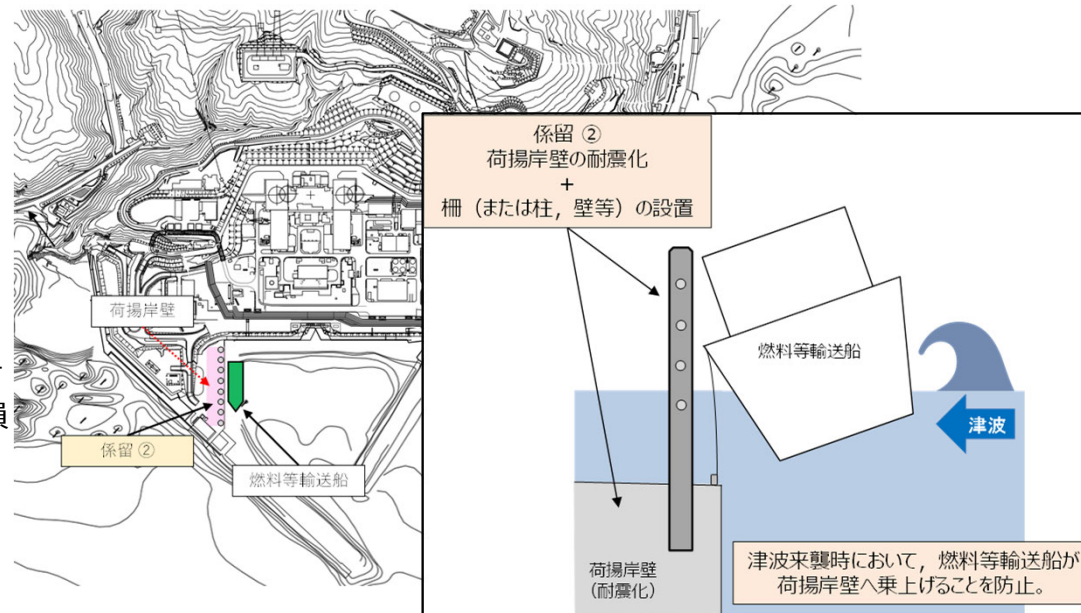


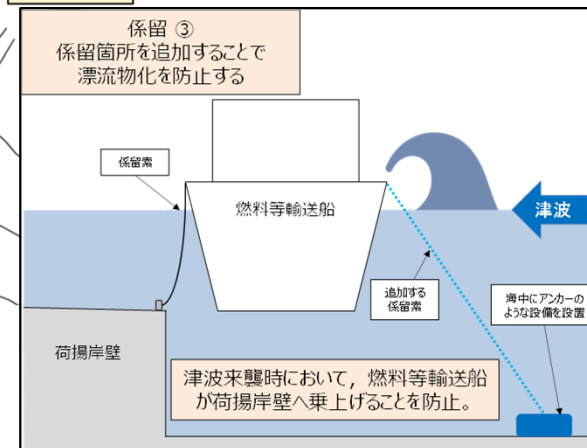
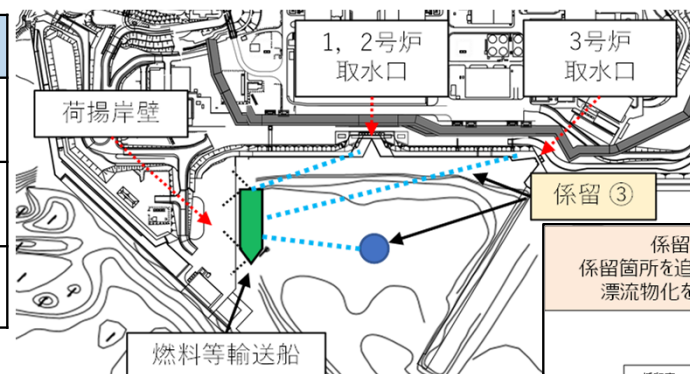
図4 係留 ② (代表例) 概念図

4. 燃料等輸送船の漂流物化防止対策に係る網羅的検討について (5/12)

■ 係留 ③：係留方法の見直し（係留箇所を追加することで、漂流物化を防止する）

	対策概要	対策の成立条件 (以下に示す条件のどちらかがNGとなった場合は、影響あり)
係留 ③	<ul style="list-style-type: none"> ■ 荷揚岸壁からの係留（黒点線のイメージ）に加え、別角度（各号炉の取水口側等）からの係留箇所を追加（水色線のイメージ）し、荷揚岸壁に乗上げることがないようにする。 ■ また、海中にアンカーのような設備を設置（青丸のイメージ）し、その設備からも係留を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 押し波到達時に荷揚岸壁に乗上げないこと。（考慮事項：Ⅰ） ■ 燃料等輸送船が「座礁」、「転覆」、「沈没」及び「破損・損傷による航行不能」状態にならないこと。（考慮事項：Ⅲ）

採用・不採用評価		評価
Ⅰ	原子炉補機冷却海水ポンプの取水性に関する評価及び津波防護施設（防潮堤等）への影響	影響なし
Ⅱ	核セキュリティ等の観点として新燃料・使用済燃料輸送等の輸送経路への影響	影響なし
Ⅲ	人命の保護及び燃料等輸送船の保護への影響	影響あり (詳細は※参照)



※：

- 荷揚岸壁以外の別角度からの係留箇所を追加することによって、燃料等輸送船が係留地点に留まり、荷揚岸壁への乗上げを防止することが可能であるが、一方で、最大水位（T.P11.65m）の到達時には、係留地点において燃料等輸送船が押し波に飲み込まれ、転覆・沈没する可能性があるため、燃料等輸送船の保護に影響があると評価した。
- また、この対策を講じる場合、燃料等輸送船の船員については陸域の安全な場所に退避することを想定しているが、万一、燃料等輸送船に船員が取り残された場合には、人命の保護に影響があると評価した。

評価結果	不採用 ③
------	-------

図5 係留 ③ 概念図

4. 燃料等輸送船の漂流物化防止対策に係る網羅的検討について (6/12)

■ 造船：泊発電所専用の輸送船の造船

対策概要

造船

- 基準津波の押し波第1波の到達時間(約14分)を考慮し、緊急退避(離岸)に掛かる時間を短縮出来るよう、泊発電所用の燃料等輸送船(輸送船の規模を縮小化、積荷の積載方法の見直し、航行速度等の輸送船の性能向上等)を造船する。

採用・不採用評価		評価
I	原子炉補機冷却海水ポンプの取水性に関する評価及び津波防護施設(防潮堤等)への影響	影響なし
II	核セキュリティ等の観点として新燃料・使用済燃料輸送等の輸送経路への影響	影響なし
III	人命の保護及び燃料等輸送船の保護への影響	影響なし

優劣評価		評価
IV	①基準津波解析への影響, ②入力津波解析工程への影響	影響なし
V	工事規模、再稼働工程への影響	影響あり (詳細は※参照)

※：新規輸送船の成立性確認や造船までの期間を考慮すると、再稼働工程に影響があると評価した。

No.	本対策を採用した場合の主な課題事項
1	【新規輸送船の設計条件】 <ul style="list-style-type: none"> ・新規に造船する輸送船の設計条件を明確化する必要がある。 ・船舶の運航に関する条文や、規制要求を満たした上で、緊急退避(離岸)の時間短縮を達成させる設計条件を定めることが必要。
2	【実機を用いた検証・成立性確認】 <ul style="list-style-type: none"> ・No.1で検討した設計条件で新規の輸送船を造船するが、造船後に実機を用いた検証を行い成立性を確認する必要がある、現時点で、成立性を確実に見通すことができない。
3	【新規輸送船の造船期間】 <ul style="list-style-type: none"> ・新規輸送船の造船にどの程度の期間を要するのか、詳細検討を行う必要がある。 ・実機を用いた検証において、成立性がなかった場合は、造船期間に加え、改造期間も考慮する必要がある。
4	【新規輸送船の保管・保全】 <ul style="list-style-type: none"> ・燃料運搬時以外の期間において、新規輸送船の保管場所や保全(点検)の方法をどうするか、検討する必要がある。

評価結果

劣 ②

4. 燃料等輸送船の漂流物化防止対策に係る網羅的検討について（7/12）

■ 構外停泊（事業所外運搬）：燃料等輸送船の停泊港の変更（発電所構外港の利用）し、事業所外運搬を行う

対策概要

構外停泊
(事業所外運搬)

- 燃料等輸送船については、発電所敷地内の港湾への入港を取り止め、周辺地域にある港（岩内港^{※1}）へ入港する運用とする。
※1：テロ対策の観点から、可能な限り泊発電所に近く、燃料等輸送船が停泊可能な規模である岩内港を想定。
- 積荷については、事業所外運搬を行う。（岩内港から泊発電所に陸送する）

採用・不採用評価		評価
I	原子炉補機冷却海水ポンプの取水性に関する評価及び津波防護施設（防潮堤等）への影響	影響なし
II	核セキュリティ等の観点として新燃料・使用済燃料輸送等の輸送経路への影響	影響あり (詳細は※2参照)

- ※2：
- ・ 泊発電所においては専用港湾を活用した敷地内輸送を達成することを社内要求事項としているため、影響があると評価した。
 - ・ また、採用・不採用の評価以外においても、輸送経路上に掛かる橋（右図の赤丸部）の強度が不足しており、（輸送物の重量に耐えることが出来ない）輸送を行う場合は、橋の補強工事が必要となる。

評価結果	不採用 ②
------	-------



図6 輸送経路イメージ図

4. 燃料等輸送船の漂流物化防止対策に係る網羅的検討について（8/12）

■ 時間短縮：緊急退避（離岸）に掛かる時間の短縮（退避時間を短縮し、津波到達前に緊急退避（離岸）を完了させる）

対策概要

時間短縮

■ 泊発電所における燃料等輸送船の緊急退避（離岸）可能時間：約16分[※]について、作業方法や運用の見直し検討（巻き上げ速度の速いクレーンの採用や、使用済燃料輸送容器積込位置の変更等）を行い、基準津波来襲時に緊急退避（離岸）可能とする。 ※：第1098回審査会合（令和4年12月6日）資料1-1-2 P.37より

採用・不採用評価		評価
I	原子炉補機冷却海水ポンプの取水性に関する評価及び津波防護施設（防潮堤等）への影響	影響なし
II	核セキュリティ等の観点として新燃料・使用済燃料輸送等の輸送経路への影響	影響なし
III	人命の保護及び燃料等輸送船の保護への影響	影響なし

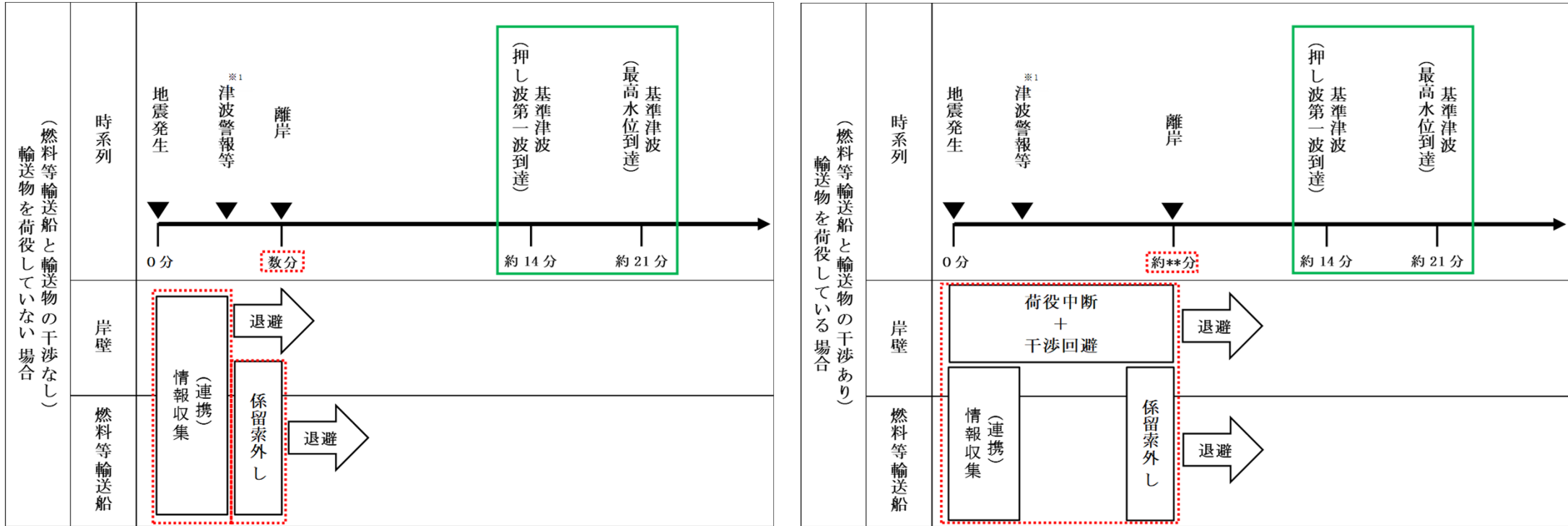
No.	本対策を採用した場合の主な課題事項
1	【新規採用クレーンの選定条件】 ・既存の港湾ジブクレーンよりも巻き上げ速度の速いクレーンを採用することで、時間短縮を図ることを検討しているが、新規採用クレーンの条件について検討を行う必要がある。
2	【燃料等輸送船以外の大型船舶の扱い】 ・燃料等輸送船以外の大型船舶（不定期に来航する貨物船等）についても、今回の時間短縮検討結果と同程度の時間で緊急退避（離岸）する必要があることから、再稼働後は、輸送計画段階において、緊急退避（離岸）の対応が可能な船舶の選定が必要となる。

優劣評価		評価
IV	①基準津波解析への影響， ②入力津波解析工程への影響	影響なし
V	工事規模，再稼働工程への影響	影響なし

評価結果

最適

4. 燃料等輸送船の漂流物化防止対策に係る網羅的検討について (9/12)



※1：地震発生後の3分後（気象庁HPに記載の発表目標時間）に津波警報が発令する

【凡例】

- ：時間短縮検討中の項目
- ：基準津波確定前のため、暫定値（変更が生じる可能性あり）

図7 緊急退避時間短縮検討箇所

4. 燃料等輸送船の漂流物化防止対策に係る網羅的検討について (10/12)

■ 評価結果の整理 (1/2)

		影響評価項目								
		採用・不採用評価フロー判定				採用可能な対策案の優劣評価フロー				
		I. 原子炉補機冷却海水ポンプの取水性に関する評価及び津波防護施設への影響	II. 新燃料・使用済燃料輸送等輸送経路への影響	III. 人命の保護及び燃料等輸送船の保護への影響	IV. ①基準津波解析への影響, ②入力津波解析工程への影響	V. 工事規模, 再稼働工程への影響				
係留①	有	基準津波来襲時において、燃料等輸送船を荷揚岸壁に係留することで漂流物化を防止することは出来ず、取水性の評価や津波防護施設（防潮堤等）に影響がある。	/	発電所内の海域における対策であるため、輸送経路への影響はない。	/	基準津波来襲時において、燃料等輸送船を荷揚岸壁に係留することで漂流物化を防止することは出来ないため、人命や燃料等輸送船の保護に影響がある。	/	荷揚岸壁の耐震化により、敷地の線形形状に変更が生じる可能性があるため、解析結果に影響があると想定。	/	荷揚岸壁における対策工事が発生するため、再稼働工程に影響を及ぼす可能性がある。
係留②	無	耐震性のある柵（または柱、壁等）を設置することで、燃料等輸送船が荷揚岸壁に乗ることがなくなり、漂流物化の防止を達成することが可能であることから、有効な対策と考える。	無	発電所内の海域における対策であるため、輸送経路への影響はない。	有	<ul style="list-style-type: none"> 柵（または柱、壁等）に衝突することで、燃料等輸送船が破損・損傷し、航行不能となる可能性があるため、燃料等輸送船の保護に影響がある。 燃料等輸送船の船員については陸域の安全な場所に退避することを想定しているが、万一、燃料等輸送船に船員が取り残された場合には、人命の保護に影響がある。 	/	荷揚岸壁の耐震化や、耐震性のある柵（または柱、壁等）を設置することにより、敷地の線形形状に変更が生じ、解析結果に影響があると想定。	/	荷揚岸壁における対策工事が発生するため、再稼働工程に影響を及ぼす可能性がある。
係留③	無	別角度からの係留を追加することで、燃料等輸送船が荷揚岸壁に乗ることがなくなり、漂流物化の防止を達成することが可能であることから、有効な対策と考える。	無	発電所内の海域における対策であるため、輸送経路への影響はない。	有	<ul style="list-style-type: none"> 最大水位（T.P11.65m）の到達時、係留地点において燃料等輸送船が押し波に飲み込まれ、転覆・沈没する可能性があるため、燃料等輸送船の保護に影響がある。 燃料等輸送船の船員については陸域の安全な場所に退避することを想定しているが、万一、燃料等輸送船に船員が取り残された場合には、人命の保護に影響がある。 	/	取水口の近辺等に係留柱の追加が必要となるが、敷地の線形形状に変更は生じないと想定されることから、影響はない。	/	係留設備の成立性の確認や、港湾内及び荷揚岸壁における対策工事が発生するため、再稼働工程に影響を及ぼす可能性がある。
造船	無	現状の燃料等輸送船よりも退避時間の短い輸送船を採用することで、基準津波来襲時には、緊急退避（離岸）が可能となることから、有効な対策と考える。	無	発電所内の海域における対策であるため、輸送経路への影響はない。	無	緊急退避（離岸）を行うことで、燃料等輸送船が転覆、座礁等の状態に陥ることはなくなるため、人命及び燃料等輸送船の保護が可能である。	無	使用する燃料等輸送船が変更となるだけであるため、影響はない。	有	新規輸送船の成立性確認や造船までの期間を考慮すると再稼働工程に影響がある。

4. 燃料等輸送船の漂流物化防止対策に係る網羅的検討について (11/12)

■ 評価結果の整理 (2/2)

		影響評価項目								
		採用・不採用評価フロー判定				採用可能な対策案の優劣評価フロー				
		I. 原子炉補機冷却海水ポンプの取水性に関する評価及び津波防護施設への影響	II. 新燃料・使用済燃料輸送等輸送経路への影響		III. 人命の保護及び燃料等輸送船の保護への影響		IV. ①基準津波解析への影響, ②入力津波解析工程への影響		V. 工事規模, 再稼働工程への影響	
構外停泊 (事業所外運搬)	無	燃料等輸送船の停泊港を発電所構外(岩内港を想定)とすることで, 発電所敷地内海域船舶の評価対象として, 燃料等輸送船の考慮が不要となることから, 有効な対策と考える。	有	泊発電所においては専用港湾を活用した敷地内輸送を達成することを社内要求事項としているため, 影響がある。	/	泊発電所における基準津波の最大水位(約11.65m)を考慮すると, 近隣に位置する岩内港においても同程度の津波が来襲する可能性があり, 緊急退避(離岸)が間に合わない場合は, 人命や燃料等輸送船の保護に影響がある。	/	停泊港を構外に変更する対策であるため, 影響はない。	/	<ul style="list-style-type: none"> 輸送経路のテロ対策の検討が必要となるため, 再稼働工程に影響がある。 また, 輸送経路上に掛かる橋の補強も必要となる。
時間短縮	無	基準津波来襲時には, 緊急退避(離岸)が可能となるため, 有効な対策と考える。	無	発電所内の海域における対策であるため, 輸送経路への影響はない。	無	緊急退避(離岸)を行うことで, 燃料等輸送船が転覆, 座礁等の状態に陥ることはなくなるため, 人命及び燃料等輸送船の保護が可能である。	無	緊急退避(離岸)の手順や運用を見直す対策であるため, 影響はない。	無	同左

4. 燃料等輸送船の漂流物化防止対策に係る網羅的検討について (12/12)

【漂流物化防止対策の評価結果のまとめ及び燃料等輸送船の漂流物評価の方針】

以下に再掲する評価結果より、漂流物化防止対策については「緊急退避（離岸）に掛かる時間の短縮」が最適であるため、同対策の検討を進める。

対策案	採用・不採用評価フロー判定			採用可能な対策案の優劣評価フロー		評価結果
	I.原子炉補機冷却海水ポンプの取水性に関する評価及び津波防護施設への影響	II.新燃料・使用済燃料輸送等輸送経路への影響	III.人命の保護及び燃料等輸送船の保護への影響	IV.①基準津波解析への影響 ②入力津波解析工程への影響	V.工事規模、再稼働工程への影響	
係留 ① 荷揚岸壁の耐震化＋ 荷揚岸壁に燃料等輸送船に係留	有					不採用①
係留 ② 荷揚岸壁の耐震化＋漂流物化を防止する柵 (または柱、壁等)の設置	無	無	有			不採用③
係留 ③ 係留方法の見直し (係留箇所を追加することで、漂流物化を防止する)	無	無	有			不採用③
造船 泊発電所専用の輸送船の造船	無	無	無	無	有	劣②
構外停泊 燃料等輸送船の停泊港の変更 (発電所構外港の利用)	無	有				不採用②
時間短縮 緊急退避（離岸）に掛かる時間の短縮 (退避時間を短縮し、津波到達前に緊急退避（離岸）を完了させる)	無	無	無	無	無	最適

5. 緊急退避（離岸）の時間短縮検討について

【緊急退避（離岸）の時間短縮検討】

- 燃料等輸送船の緊急退避（離岸）に掛かる時間を短縮するため、荷役作業時における作業手順や運用、各種マニュアルへの反映事項（手順・運用の遵守や訓練の実施等）について、現在、関係部署と検討を実施している。
- 検討の進捗として、使用済燃料輸送容器の吊り上げ/吊り降ろしについては、既存の港湾ジブクレーン※¹（巻き上げ速度：1m/分）よりも巻き上げ速度が速いクレーン（巻き上げ速度：8～10m/分）を採用することや、使用済燃料輸送容器の積込位置の変更（必ず船倉の上段に積込む※²）等を採用することで、約4～5分程度の時間短縮が見込めることを確認している。更なる時間短縮に向け、関係部署と検討を進める。
 - ※1：既存の港湾ジブクレーンについては、撤去することも検討中。
 - ※2：燃料等輸送船の船倉は上下2段の構造（上段・下段に使用済燃料輸送容器を2基ずつの計4基積込み可能な構造）となっており、上段への積込みに限定することで、使用済燃料輸送容器の吊り上げ/降ろしの距離を短縮することが可能となり、作業時間の短縮に繋がる。
- また、退避開始のトリガーを「緊急地震速報発令」とする運用とし、退避時間を短縮することを検討中。（気象庁のHPに記載されている、津波警報等の発表目標時間：約3分間を短縮）海域、陸域の作業員の安全確保を最優先として検討を行い、採用可否を判断する。

- **上記の取り組みを通じ、基準津波の来襲時において燃料等輸送船が緊急退避（離岸）可能であることを、基準津波確定後にご説明する。**この説明に合わせ、基準津波よりも早く到達する津波の来襲時に、燃料等輸送船を荷揚岸壁に係留することで漂流物化しないことについてもご説明する。
- また、燃料等輸送船の退避手順の見直しを実施することで、陸域の作業員の退避手順にも影響が生じることから、燃料等輸送船の退避手順の見直し結果を踏まえ、陸域の作業員が退避可能であることについても、基準津波確定後にご説明する。
- 緊急退避については、緊急退避（離岸）訓練やその実績等により、実効性を確認する。

6. 燃料等輸送船及び使用済燃料輸送容器に対する要求事項について（1 / 2）

- 燃料等輸送船及び使用済燃料輸送容器に対する、耐津波設計における要求事項は以下のとおりである。

対象条文・審査ガイド	記載内容（対象箇所抜粋）	確認結果
実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（平成二十五年原子力規制委員会規則第五号）	第五条 設計基準対象施設（兼用キャスク及びその周辺施設を除く。）は、その供用中に当該設計基準対象施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波（以下「基準津波」という。）に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。	<ul style="list-style-type: none"> • 左記の要求事項を考慮の上、燃料等輸送船及び使用済燃料輸送容器が漂流物となる可能性について検討を行う。
実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈（別記3）	⑥ 津波防護施設の外側の発電所敷地内及び近傍において建物・構築物及び設置物等が破損又は損壊した後に漂流する可能性がある場合には、防潮堤等の津波防護施設及び浸水防止設備に波及的影響を及ぼさないよう、漂流防止措置又は津波防護施設及び浸水防止設備への影響の防止措置を施すこと。	<ul style="list-style-type: none"> • 基準津波確定後、燃料等輸送船及び使用済燃料輸送容器が、津波防護施設及び浸水防止設備へ影響を及ぼさないことをご説明する。
基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	① 敷地周辺の遡上解析結果等を踏まえて、敷地周辺の陸域の建物・構築物及び海域の設置物等を網羅的に調査した上で、敷地への津波の来襲経路及び遡上経路並びに津波防護施設の外側の発電所敷地内及び近傍において発生する可能性のある漂流物を特定する方針であること。 なお、漂流物の特定に当たっては、地震による損傷が漂流物の発生可能性を高めることを考慮する方針であること。また、敷地港湾及び敷地前面海域において航行、停泊、係留される船舶がある場合は、津波の特性、地形、設置物の配置、船舶の退避行動等を考慮の上、漂流物となる可能性について検討していること。	

6. 燃料等輸送船及び使用済燃料輸送容器に対する要求事項について (2 / 2)

- 他条文及びその他法令の要求事項を整理した結果は以下のとおりである。
- **燃料等輸送船及び使用済燃料輸送容器に対し、新規制基準適合以外に津波に関する要求事項がないことを確認した。**

法令		概要	確認結果
実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則 第16条(燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設)		・新燃料の搬入から使用済燃料の搬出までの取り扱いに関する要求事項が定められている。	・発電所から構外への輸送の間は本条文の適用範囲外であるため考慮不要。
燃料等輸送船 関連条文	船舶安全法	・一般的な船舶の航行に関する要求事項が定められている。	・左記の条文では、燃料等輸送船及び使用済燃料輸送容器に対し、新規制基準適合に係る要求事項や、津波に関する考慮事項は定められていないことから、設置変更許可及び設計及び工事認可に係る審査では、考慮不要。
	危険物船舶運送及び貯蔵規則	・「核燃料物質等の工場又は事業所の外における運搬に関する規則」で定められている使用済燃料輸送容器の技術上の基準に適合し、設計承認を受けた放射性輸送物の運送に係る要求事項等、核燃料物質等の船舶運送の方法に関する要求事項が定められている。	
	照射済核燃料等運搬船の取扱いについて(海査第520号)	・使用済燃料等を運搬する船舶の構造や船舶に備え付けることが必要な設備(輸送物の冷却設備や固縛装置等)に関する要求事項が定められている。	
使用済燃料輸送容器 関連条文	核燃料物質等の工場又は事業所の外における運搬に関する規則	・使用済燃料輸送容器(BM型輸送物に該当)に対する主な技術上の基準が定められている。 【定められている主な技術基準】 <ul style="list-style-type: none"> ■ 容易に、かつ、安全に取扱うことができること。 ■ 運搬中に予想される温度及び内圧の変化、振動等により、亀裂、破損等の生じるおそれがないこと。 ■ 表面に不要な突起物がなく、かつ、表面の汚染の除去が容易であること。 ■ 弁が誤って操作されないような措置が講じられていること。 ■ 表面の放射性物質の密度が原子力規制委員会の定める密度を超えないこと。 	
	核燃料物質等の工場又は事業所の外における運搬に関する技術上の基準に係る細目等を定める告示	・使用済燃料輸送容器(BM型輸送物)の試験条件(一般の試験、特別の試験条件)等が定められている。 【使用済燃料輸送容器(BM型輸送物)の主な試験条件(一般の試験条件)】 <ul style="list-style-type: none"> ・雨量50mm/hに相当する水吹付け ・積み重ね試験(自重の5倍で24時間) ・落下試験(高さ0.3mから落下) ・貫通試験(直径3.2cmの丸棒を高さ1mから輸送物へ落下) 【使用済燃料輸送容器(BM型輸送物)の主な試験条件(特別の試験条件)】 <ul style="list-style-type: none"> ・落下試験(9mの高さから落下) ・落下試験(直径15cmの丸棒へ輸送物を高さ1mから落下) ・耐火試験(800度で30分間) ・浸漬試験(深さ15mの水中に8時間、深さ200mの水中に1時間) 	