

島根原子力発電所 2号炉 津波による損傷の防止

漂流物対策工の方針について

令和3年3月
中国電力株式会社

今回の説明概要

- 第939回審査会合（令和3年1月28日）において、漂流物衝突荷重の影響を踏まえ、津波防護施設本体の性能目標を維持できない場合は、津波防護施設に漂流物対策工（防波壁の擁壁と一体型構造）を設置し、津波防護施設の一部として位置付ける方針を説明している。
- 基準適合状態の維持の観点から、操業する漁船の将来的な変更の不確かさについて、津波防護施設に裕度を持たせた設計とするため、漂流物対策工（防波壁の擁壁と一体型構造）の規模が大きくなり、津波防護施設の地震時の安全性への影響が懸念される。



今回の説明概要

漂流物対策工の構造形式の追加

- 詳細設計段階において検討する漂流物対策工の構造形式について、防波壁の擁壁と一体型構造に加えて、防波壁の擁壁の地震時・津波時の安全性を向上させる目的として、漂流物対策工を防波壁の擁壁の前面に設置する構造（防波壁の擁壁と分離型構造）も追加検討する。

漂流物対策工の位置付け

- 分離型構造形式のうち、漂流物対策工の設置位置が防波壁の前面となり、津波防護施設と基礎が異なる場合、「基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド」における津波防護施設に漂流物の衝突による波及的影響を及ぼさないように、津波防護施設への影響防止装置として位置付ける。

構造形式の追加検討の目的と理由

構造形式の追加検討の目的

- 基準適合状態の維持の観点から、操業する漁船の将来的な変更の不確かさについて、津波防護施設に裕度を持たせた設計とするため、漂流物対策工（防波壁の擁壁と一体型構造）の規模が大きくなり、津波防護施設の地震時の安全性への影響が懸念されることから、漂流物対策工の新たな構造形式を追加検討することとした。

新たな構造形式を追加選定した理由

- 防波壁の擁壁の前面に設置する構造（防波壁の擁壁と分離型構造）を追加選定した理由は以下のとおり。
 - 漂流物衝突荷重の増加に伴い、津波防護施設に設置する一体型の漂流物対策工の規模が大きくなることから、漂流物対策工を津波防護施設から分離することにより、津波防護施設の地震時の安全性の向上が可能である。
 - 津波防護施設本体の性能目標の維持に影響を及ぼすおそれのある漂流物を津波防護施設に衝突させないことで、津波防護施設の津波時の安全性の向上が可能である。
 - 漂流物対策工（防波壁の擁壁と分離型構造）は、一般産業施設において施工実績のある構造形式である。

	当初検討していた構造形式	今回追加する構造形式
構造形式	防波壁の擁壁と一体型構造	防波壁の擁壁と分離型構造
イメージ		
位置付け	津波防護施設の一部	津波防護施設に設置：津波防護施設の一部 津波防護施設の前面に設置：津波防護施設への影響防止装置

漂流物対策工の設計方針概要（1 / 3）

■ 漂流物対策工の役割及び設計方針概要を以下に示す。

- 津波防護施設本体の性能目標である「概ね弾性状態に留まること」を確保するため、津波防護施設への漂流物の衝突を防止する、又は漂流物衝突荷重を軽減・分散させる漂流物対策工を設置することとし、漂流物対策工の設置位置に応じて以下のとおり位置付ける。

設置位置	漂流物対策工の位置付け
津波防護施設に設置	津波防護施設の一部
津波防護施設の前面に設置	津波防護施設への影響防止装置

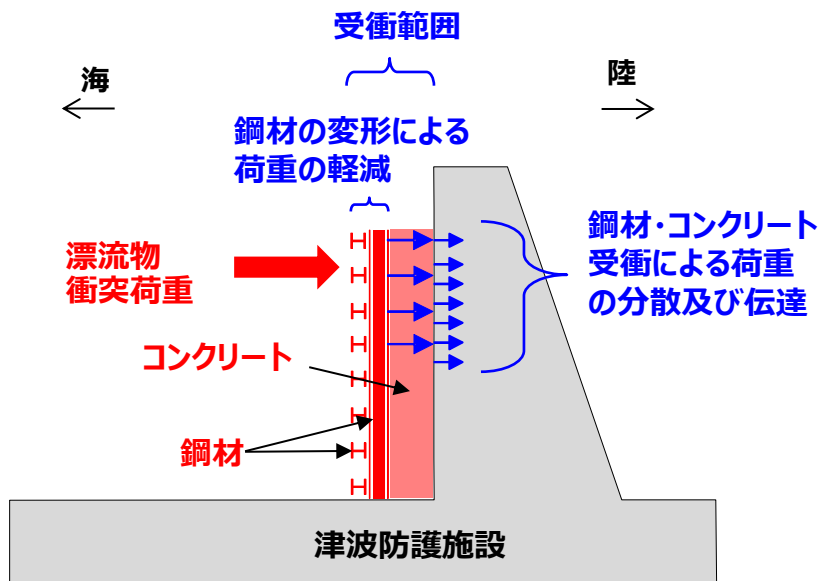
- 漂流物対策工を設置する場合は、漂流物衝突荷重を受け持つこと、又は漂流物衝突荷重を軽減・分散させること等が可能な構造とする。
- 漂流物対策工に期待する効果、効果を発揮するためのメカニズム及び各構造形式における漂流物衝突荷重の荷重伝達イメージを次頁に示す。

漂流物対策工の設計方針概要（2 / 3）

第939回審査会合 資料1-1
P.63 加筆・修正 ※修正箇所を青字で示す

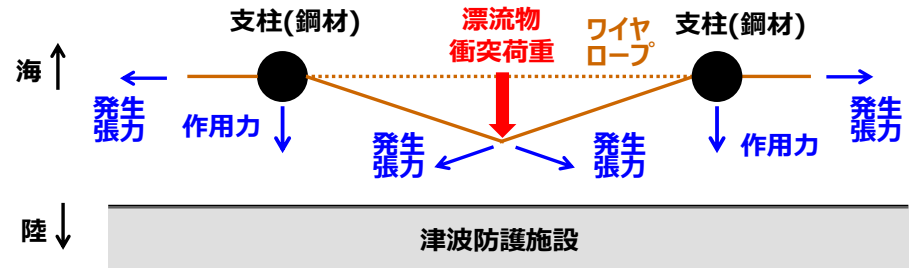
期待する効果	効果を発揮するためのメカニズム	部材（材質）	漂流物対策工の構造形式
・漂流物の衝突荷重を軽減する	・漂流物が衝突した際に、変形することにより衝突エネルギーを吸収する。	・鋼材	①
・漂流物衝突荷重を受け持つ	・漂流物対策工を構成する部材が、漂流物の衝突荷重を受衝することで、漂流物対策工のみで衝突荷重を受け持つ。	・鋼材（ワイヤロープ含む） ・コンクリート	①, ②
・漂流物衝突荷重を分散して伝達する	・漂流物対策工を構成する部材が、漂流物の衝突荷重を受衝することで、漂流物対策工の構成部材により分散した荷重を背後の津波防護施設本体に伝達する。	・鋼材 ・コンクリート	①
・漂流物衝突による津波防護施設の局所的な損傷を防止する	・漂流物を漂流物対策工が受衝することで、津波防護施設まで到達・貫入しない。	・鋼材（ワイヤロープ含む） ・コンクリート	①, ②

漂流物対策工の構造形式：①防波壁の擁壁と一体型構造，②防波壁の擁壁と分離型構造

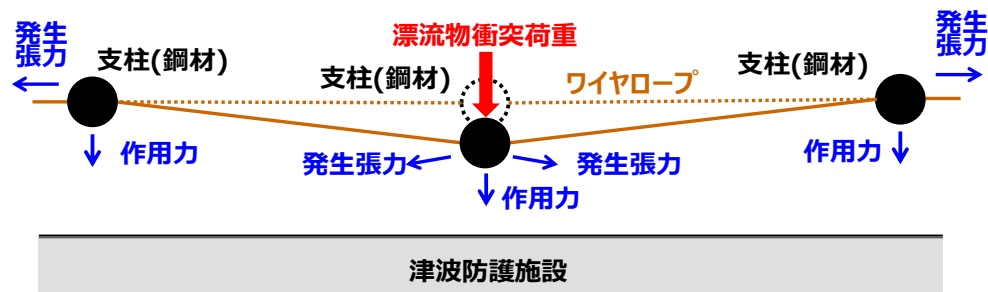


①防波壁の擁壁と一体型構造の荷重伝達イメージ（例）

【漂流物がワイヤロープに衝突する場合】



【漂流物が支柱に衝突する場合】



②防波壁の擁壁と分離型構造の荷重伝達イメージ（例）

漂流物対策工の設計方針概要（3 / 3）

- 鋼材（ワイヤロープ含む）の性能目標として鋼材が破断しないこと，またコンクリートの性能目標としてコンクリート全体がせん断破壊しないこととする。
- 検討ケースは，荷重の組合せを考慮し，以下のケースを実施する。

検討ケース	荷重の組合せ※
地震時	常時荷重 + 地震荷重
津波時	常時荷重 + 津波荷重 + 漂流物衝突荷重 (海域活断層から想定される地震による津波においては入力津波高さ以深の防波壁の部位や漂流物対策工においても漂流物が衝突するものとして照査を実施する。)
重畳時 (津波 + 余震時)	常時荷重 + 津波荷重 + 余震荷重 (海域活断層から想定される地震による津波が到達する防波壁（波返重力擁壁）のケーソンや漂流物対策工等については，海域活断層から想定される地震による津波に対する評価を実施する)

※自然現象による荷重（風荷重及び積雪荷重）は設備の設置状況，構造（形状）等の条件を含めて適切に組み合わせを考慮する

まとめ

- 詳細設計段階において検討する漂流物対策工の構造形式について，防波壁の擁壁と一体型構造に加えて，防波壁の擁壁の地震時・津波時の安全性を向上させる目的として，漂流物対策工を防波壁の擁壁の前面に設置する構造（防波壁の擁壁と分離型構造）も追加する。
- 詳細設計段階において，津波防護施設本体の性能目標を維持できるよう，漂流物衝突荷重を考慮して漂流物対策工の構造形式及び仕様を決定する。
- 漂流物対策工の構造形式及び設置位置に応じた位置付けを以下に示す。
 - 漂流物対策工を防波壁の擁壁と一体化して設置する構造形式，及び漂流物対策工を防波壁の擁壁と分離して設置する構造形式のうち津波防護施設に設置する場合は，津波防護施設に設置することから，「津波防護施設の一部」として位置付ける。
 - 漂流物対策工を防波壁の擁壁と分離して設置する構造形式のうち津波防護施設の前面に設置する場合，津波防護施設と基礎が異なることから，「基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド」における津波防護施設に漂流物の衝突による波及的影響を及ぼさないように，「津波防護施設への影響防止装置」として位置付ける。

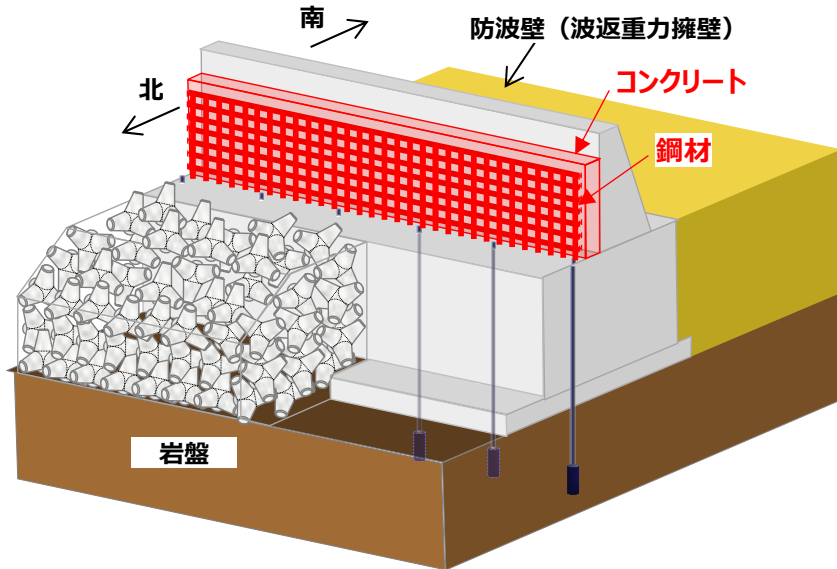
(参考 1) 漂流物対策工の仕様 (例)

■ 漂流物対策工の仕様 (例) を以下に示す。なお、詳細設計段階において、津波防護施設本体の性能目標を維持できるように、漂流物衝突荷重を踏まえて漂流物対策工の仕様を決定する。

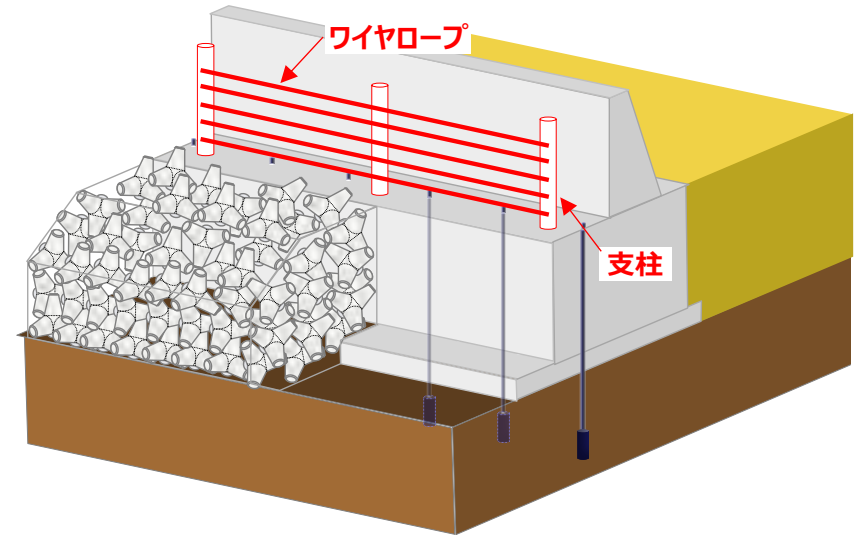
	防波壁の擁壁と一体型構造	防波壁の擁壁と分離型構造
防波壁 (多重鋼管杭式擁壁)		
防波壁 (逆T擁壁)		
防波壁 (波返重力擁壁)		

(参考1) 漂流物対策工の仕様 (例)

- 防波壁 (波返重力擁壁) に設置する漂流物対策工のイメージ (例) を以下に示す。



①防波壁の擁壁と一体型構造イメージ (例)



②防波壁の擁壁と分離型構造イメージ (例)

(参考2) 支柱及びワイヤーロープにより構成された漂流物対策工の設計例

- 支柱及びワイヤーロープにより構成された漂流物対策工は、実用発電用原子炉での適用事例はないが、一般港湾施設での設計例があり、設計条件として漁船（排水トン数：約20トン）や普通自動車を対象とした事例がある。

【設計例1】えりも港の漂流物対策工

えりも港：漂流物対策工の設計条件

条 件	内 容
対象地震	十勝沖・釧路沖地震(M8.1前後)
対象漂流物	漁船(総トン数5~20トン),普通自動車
構造形式	鋼管杭(支柱)+ワイヤーロープ
施設延長	50.0m
ワイヤー設置間隔	0.7m間隔(高さ方向)
支柱高さ	D.L.+5.90m
衝突速度	0.8m/s(普通自動車のみ)

出典：津波漂流物対策施設設計ガイドライン（平成26年3月）
：港湾・漁港における津波漂流物対策に関する研究



えりも港：漂流物対策工の設置状況

(参考2) 支柱及びワイヤーロープにより構成された漂流物対策工の設計例

【設計例2】釧路港の漂流物対策工

釧路港：漂流物対策工の設計条件

条 件	内 容
対象地震	根室沖・釧路沖地震(M8.3前後)
対象漂流物	漁船(総トン数5,10トン),普通自動車
構造形式	鋼管杭(支柱)+ワイヤーロープ
施設延長	137.0m
ワイヤー設置間隔	0.55m間隔 (高さ方向)
支柱高さ	G.L.+2.10m
衝突速度	4.5m/s

出典：津波漂流物対策施設設計ガイドライン（平成26年3月）



釧路港：漂流物対策工の設置状況

(参考2) 支柱及びワイヤーロープにより構成された漂流物対策工の設計例

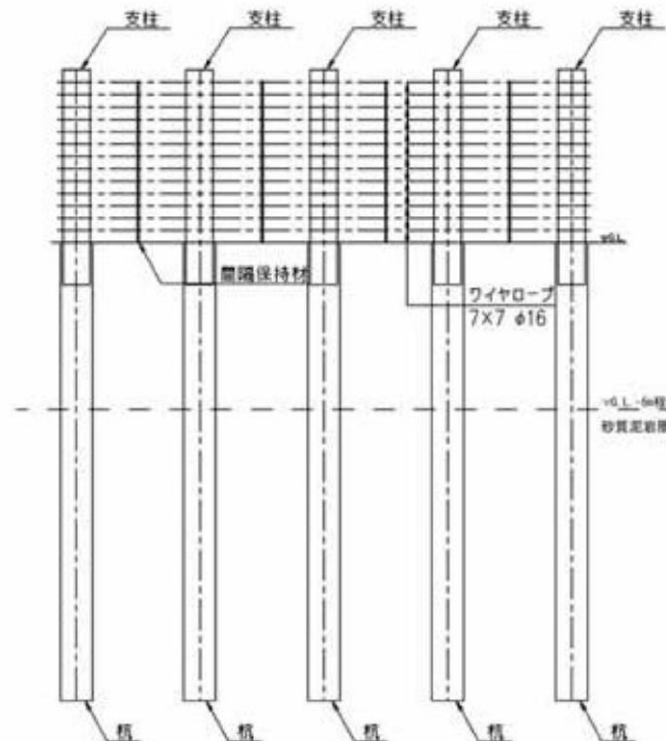
【設計例3】核燃料サイクル工学研究所再処理施設における津波漂流物防護柵

- 核燃料サイクル工学研究所再処理施設において津波漂流物防護柵の設計例がある。当該施設では、設計津波の津波防護施設である建家外壁の周辺には、船舶等の重量物が建家外壁に衝突した場合の影響が大きいと考えられる大型の漂流物の影響を軽減するため津波漂流物防護柵の設置を計画していることから、津波漂流物防護柵を漂流物の影響防止施設と位置付けられている。

津波漂流物防護柵の設計条件

条件	内容
対象津波	設計津波
対象漂流物	小型船舶(総トン数19トン) 水素タンク(約30t) 中型バス(約9.7t)
構造形式	鋼管杭(支柱)+ワイヤーロープ

出典：東海再処理施設における漂流物防護対策について（令和2年4月27日）
：国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 核燃料サイクル工学研究所
再処理施設に係る廃止措置計画変更認可申請書の一部補正について
（令和2年5月29日）



津波漂流物防護柵構造概要図（例）