

漂流物の影響防止施設として設ける津波漂流物防護柵について

(再処理施設に関する設計及び工事の計画)

【概要】

- 高放射性廃液貯蔵場(HAW)、ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟及び第二付属排気筒を津波漂流物から防護する防護柵については、令和3年4月27日付けで認可を受けた廃止措置計画に基づき、工事の準備を進めているところである。
- 本件は、上記廃止措置計画において別途申請するとして事故対処設備の保管場所の整備工事範囲にかかる津波漂流物防護柵と、引き波による漂流物侵入防止のための津波漂流物防護柵を設置するものである。
- 事故対処設備の保管場所の整備工事範囲に設置する津波漂流物防護柵については、既認可の津波防護柵の設計方針に従って設置する。また、事故対処設備の保管場所からのアクセスルート上には、事故対処資機材等の通行が可能となるよう防護柵の機能を兼ね備えたスイング式ゲートを設置する。
- 引き波用津波漂流物防護柵については、津波流況解析では漂流物が引き波によって防護対象施設へ到達することはないと評価しているものの、核燃料サイクル工学研究所構内を走行する公用車(中型バス 約 9.7 t)を漂流物の対象とし、予防的な防護対策として設置する。また、津波流況解析の結果では、当該防護柵の設置予定場所近傍での引き波の高さはT.P.+9.9 m～T.P.+10.5 m、引き波の流速は 1.3～2.7 m/sであったことから、それらの最大値(引き波の高さT.P.+10.5 m、引き波の流速 2.7m/s)を設計条件とする。耐震重要度分類はCクラスとするが、設置場所近傍に防護対象施設が存在することから廃止措置計画用設計地震動によって防護対象施設に波及的影響を与えないように設計する。

令和3年5月18日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

漂流物の影響防止施設として設ける 津波漂流物防護柵の設計及び工事の計画の概要について

1. 概要

「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」（令和2年5月29日申請）において、高放射性廃液貯蔵場（HAW）、ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟及び第二付属排気筒（以下「防護対象施設」という。）を、廃止措置計画用設計津波（以下「設計津波」という。）の遡上に伴い発生することが想定される漂流物（代表漂流物）の衝突から防護するために、漂流物の影響防止施設を設けることとした。

漂流物の影響防止施設は、設計津波の遡上方向及び漂流物の軌跡等を考慮して防護対象施設までの漂流物の侵入経路途中に設置し、漂流物を捕捉することで、漂流物を防護対象施設の外壁等に到達させないことをその機能とする。なお、漂流物の影響防止施設の捕捉対象とする漂流物（設計上考慮する最大の漂流物）としては、建家外壁において防護が可能な漂流物（流木（約0.55 t））を超える影響をもたらす代表漂流物（最大のものは還水タンク（約14 t））とする。

本申請においては、PCDF管理棟駐車場の地盤改良工事予定範囲に設置する防護柵、PCDF管理棟駐車場からのアクセスルート上には通行が可能となるよう防護柵の機能を兼ね備えたスイング式ゲート及び引き波用津波漂流物防護柵の設計及び工事の概要を示す。

2. 設計

2.1 漂流物の影響防止施設の構成

2.1.1 施設の目的

漂流物の影響防止施設は、設計津波の遡上に伴い防護対象施設に向かって流れてくる漂流物を防護対象施設の外壁に衝突（到達）させないことを目的とし、目的達成の方法としては、防護対象施設の周囲の漂流物の侵入経路上において漂流物を捕捉しその侵入を防止できるように、障害となる施設を設置することである。

したがって、漂流物の影響防止施設の構成及び配置は、設計津波の遡上解析の結果（流況）に基づき想定される津波の侵入経路、漂流物の特徴（大きさ、質量等）、漂流物の発生位置及び漂流後の軌跡解析の結果等を考慮して定める。

また、求められる機能としては、設計津波による波力及び侵入を阻止する漂流物の衝突荷重に耐えるとともに、津波の起因である地震（廃止措置計画用設計地震動を想定する。）による地震力に対しても耐えるものとする。

2.1.2 施設の構成

漂流物の影響防止施設は、新たに設ける津波漂流物防護柵と、既存の分離精製工場（MP）建家から構成する。津波の遡上方向と想定される漂流物の侵入経路及びそれらの施設の配

置関係の概要を図 1に示す。

再処理施設の東側（太平洋側正面）には常陸那珂火力発電所が立地していることから、津波の再処理施設敷地内への遡上方向としては、再処理施設の北東側の新川河口付近から南東方向に向けてと、常陸那珂火力発電所の南側にある常陸那珂港（再処理施設の南東側）から北西方向に向けての2方向が想定される。したがって、これら2方向からの遡上波に伴って漂流物が高放射性廃液貯蔵場（HAW）及びガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟に向けて流れ込むことが予想される。

分離精製工場（MP）建家は、高放射性廃液貯蔵場（HAW）の北側、ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の東側のそれぞれ近傍に位置していることから、これらの防護対象施設に津波が侵入する経路上に存在している。また、

鉄筋コンクリート造建築物であり、漂流物の影響防止施設として要求される要件（配置及び強度の要求）を満たしたものであることから、分離精製工場（MP）建家（鉄筋コンクリート造部分）を漂流物の影響防止施設とする。

一方で、分離精製工場（MP）建家によって閉塞できない侵入経路上には、新たに漂流物防護柵を設け、漂流物を捕捉する。設置箇所は、分離精製工場（MP）の南側から高台までの間（図 1の下図の漂流物防護柵（A））と、分離精製工場（MP）の西側からガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の北側を通って津波の浸水深が浅くなる位置まで（図 1の下図の漂流物防護柵（B））の2か所とする。

なお、引き波による漂流物については、遡上解析と軌跡解析の結果に基づき、敷地西側から高放射性廃液貯蔵場（HAW）及びガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟に到達することはないと判断している。また、引き波の流速については、流況解析の結果から、高放射性廃液貯蔵場（HAW）及びガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟周辺の津波の流速は、押し波では約6 m/s に対して引き波では約2 m/s となり、引き波による影響は小さいと考えられる*が、漂流物による津波防護対策に万全を期する観点から、高放射性廃液貯蔵場（HAW）及びガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の西側から公用車等が漂流物として流れ込むことを保守的に仮定し、予防的に防護対策を行う。

引き波用津波漂流物防護柵の設置にあたっては、設置場所周辺の引き波の遡上解析結果より流速は1.3～2.7 m/s、引き波の高さはT.P.+9.9 m～T.P.+10.5 mであり、引き波用津波漂流物防護柵の設計上考慮する流速は 2.7 m/s、引き波の高さはT.P.+10.5 m（TVF管理棟地点）とした。また、引き波時に捕捉する津波漂流物は、代表漂流物の選定結果を踏まえ、重量が最も重く衝突による引き波用津波漂流物防護柵への影響が大きい中型バス（重量約9.7t、高さ3m×幅2.3m×長さ9 m、喫水0.45 m）とした。

※廃止措置変更認可申請（原規規発第2104272号(令和3年4月27日)）

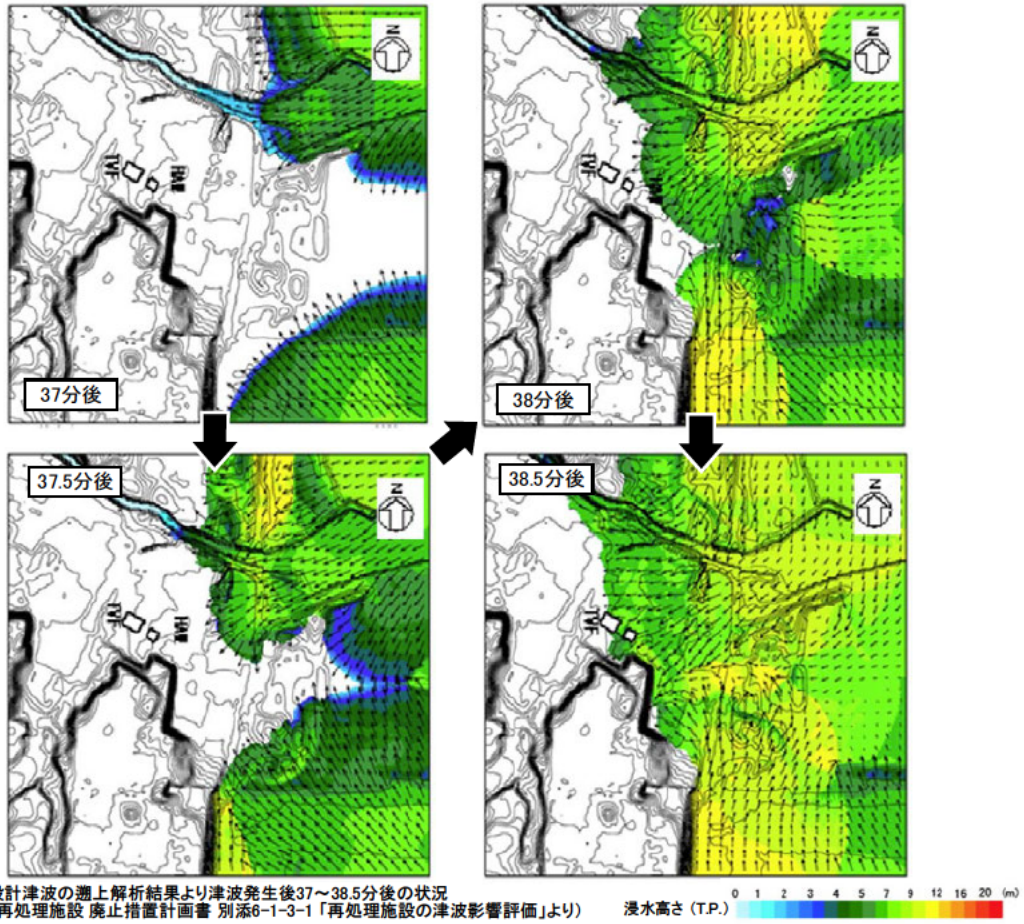


図 1 津波の遡上状況を考慮した漂流物の影響防止施設の配置概念

2.1.3 設計及び評価の流れ

図 2に漂流物の影響防止施設の設計及び評価の流れを示す。

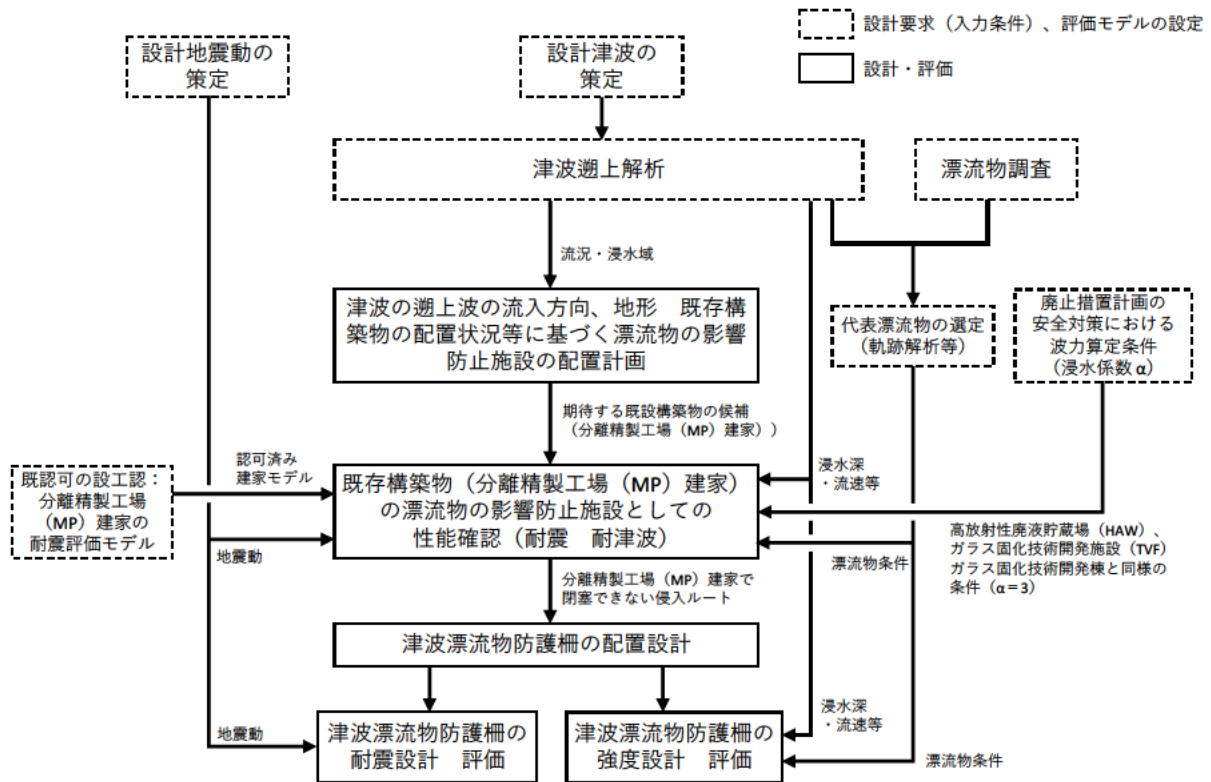


図 2 漂流物の影響防止施設の設計及び評価の流れ

はじめに、設計津波の遡上解析結果に基づき防護対象施設への津波及び漂流物の侵入ルート进行想定し、そのルート上に漂流物の影響防止施設をどのように設けるかの概略を検討する。その際には、地形・既存構築物の配置状況を考慮し、既存構築物の内、漂流物の影響防止施設として期待できるものを抽出する。

次に、漂流物の影響防止施設として期待できるものとして選定した既設構築物とその性能を持ちうるものであるかの確認を行う。性能確認においては、設計津波の波力及び漂流物調査等に基づき選定された代表漂流物の衝突荷重を考慮する。その結果に応じて、漂流物の影響防止施設として期待できる既設構築物が存在しない漂流物侵入ルート上に、津波漂流物防護柵を配置するための設計を行う。

最後に、設置する津波漂流物防護柵が漂流物の影響防止施設として十分な性能を持ちうるものとなるよう強度設計を行い、諸元・仕様を決定する。併せて、漂流物の影響防止施設とする既存構築物及び津波漂流物防護柵は、津波の起因となる地震動（廃止措置計画用設計地震動を想定する。）に対しても十分な耐震性を有することを確認する。

2.2 津波漂流物防護柵の設計

2.2.1 適用基準

支柱及びワイヤロープにおける漂流物に対する強度設計は（財）沿岸技術研究センター及び（社）寒地港湾技術研究センター発行（平成26年3月）の「津波漂流物対策施設 設計ガイドライン」（以下「設計ガイドライン」という。）に基づき行う。

設計地震動に対する強度設計は、（公社）日本道路協会発行の「道路橋示方書・同解説」に基づき行う。

2.2.2 概念と全体構造

津波漂流物防護柵は、漂流物が防護対象施設に到達する前にこれを捕捉するもので、漂流物の侵入経路を横断するように一定間隔をもって支柱を列状に設置し、それら支柱間に多数本のワイヤロープを張ることにより柵を形成するものである（図3）。漂流物は支柱間のワイヤロープによって捕捉されるか、支柱本体に衝突して停止することで、津波漂流物防護柵の内側へ侵入できなくする。漂流物の衝突エネルギーはワイヤロープの張力と伸び、支柱の変形（弾性及び塑性）によって吸収する。

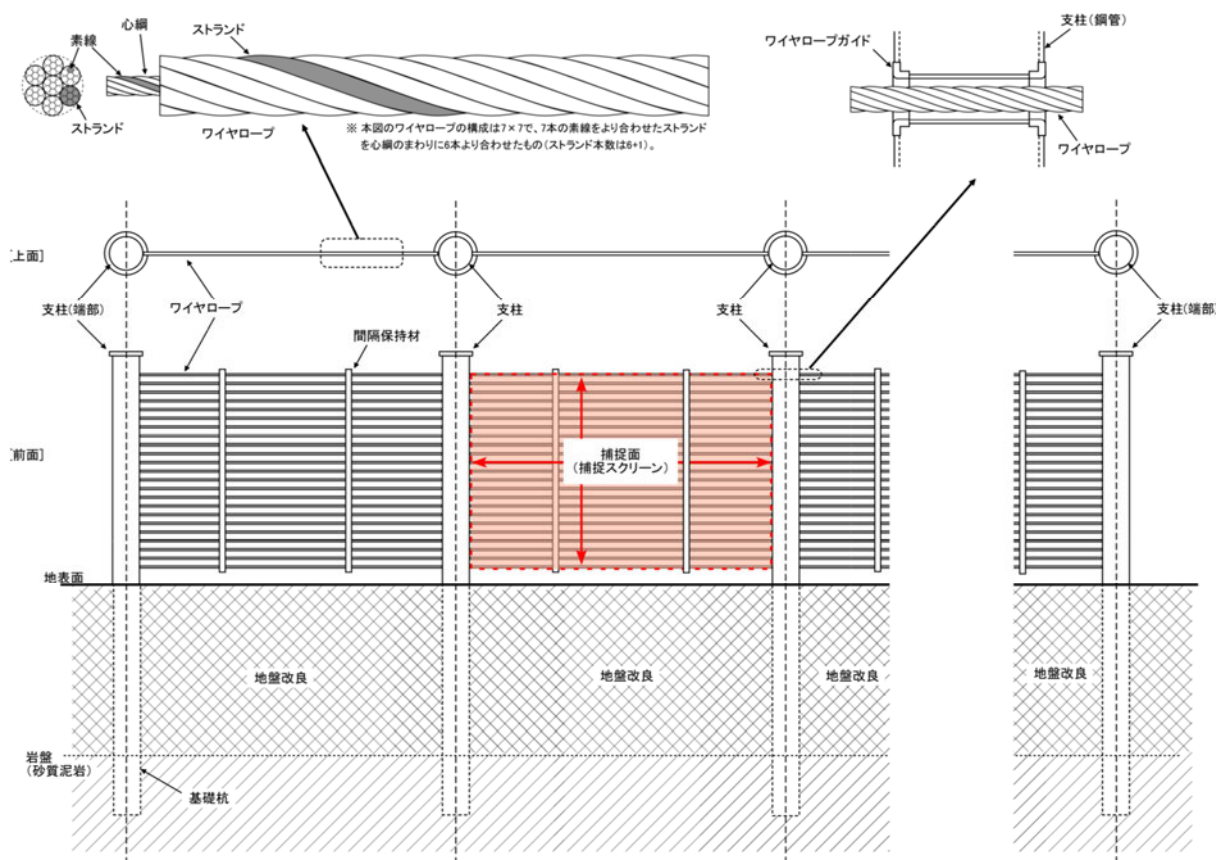


図3 漂流物防護柵の概念図

津波漂流物防護柵の支柱にはJIS規格（JIS A 5525）の鋼管杭を用いる。支柱内部は中空である。端部の支柱はワイヤロープを津波漂流物防護柵両端において固定する役割を持ち、ワイヤロープは途中の支柱に開けられた孔を通して津波漂流物防護柵の両端部の支柱まで張られる。個々の支柱は地下に埋め込まれた基礎杭によりそれぞれ支持される。なお、基礎杭周辺は地盤改良により、地震時における支持地盤以浅の地盤の液状化の影響を受けないようにする。

支柱間の上下方向に一定間隔でワイヤロープを複数本張り巡らすことによって漂流物を捕捉する捕捉面（捕捉スクリーン）を形成する。捕捉面の高さ方向の幅は設置位置における津波の浸水深（地上から津波の最大高さ位置までの距離）と捕捉対象となる漂流物の大きさに応じて定め、津波の最大浸水深時においても漂流物が津波漂流物防護柵を乗り越えることが無いようにする。

ワイヤロープにはJIS規格（JIS G 3549）の構造用ワイヤロープを用いる。ワイヤロープの構造は、複数本の鋼製素線を撚り合わせた線材（ストランド）を、さらに複数本撚り合わせたものとなっている（図 3の上図）。ワイヤロープは津波漂流物防護柵の両端部の支柱で固定され、途中の支柱に対しては固定せず支柱に開けられた孔を通してのみとし、ワイヤロープの伸縮を拘束しない。ただし、ワイヤロープが漂流物を受けた際にワイヤが孔の隅部に押し付けられて摩耗するのを防止するため及び漂流物捕捉時のワイヤロープの伸縮を妨げないようにロープガイド（ロープと杭の当たり面を曲面にする部材）を設ける。ワイヤロープの上下方向の間隔は捕捉対象とする漂流物の大きさに応じて適切に定め、漂流物がワイヤの間から抜け出さないような間隔とするとともに、作用する荷重に耐えうるものとする。また、上下方向のワイヤロープ間の間隔を維持するために支柱間のワイヤロープの中間位置に間隔保持材（スペーサー）を設ける。

2.2.3 設計条件

(1) 検討ケース

津波漂流物防護柵の評価に係る検討ケースを表 1に示す。

表 1 検討ケース一覧

検討ケース	評価部材	津波		地震力	
		衝突荷重	抗力	廃止措置 計画用 設計地震動	余震
耐震性評価					
①地震力が作用するケース	支柱	—	—	○ (弾性)	—
	基礎杭				
	ゲート				
	取り付け部*				
耐津波性評価					
(1) 衝突エネルギーに対する検討					
①漂流物が支柱に衝突するケース	支柱	○ (弾塑性)	—	—	—
②漂流物がワイヤロープに衝突するケース	ワイヤロープ	○ (弾塑性)	—	—	—
(2) 抗力に対する検討					
①ワイヤロープに抗力が生じるケース	ワイヤロープ	—	○ (弾塑性)	—	—
(3) 伝達力に対する検討					
①漂流物が支柱に衝突した場合に生じる伝達力	支柱	○ (弾性)	—	—	—
②漂流物がワイヤロープに衝突した場合の伝達力	支柱	○ (弾性)	—	—	—
③ワイヤロープが閉塞した場合の支柱への伝達力	支柱	—	○ (弾性)	—	—
(4) 基礎杭に対する検討					
①漂流物あるいは抗力が作用した場合	基礎杭	○ (弾性)	○ (弾性)	—	—
(5) 津波荷重と余震との重畳に対する検討					
①津波荷重と余震が同時作用するケース	支柱	—	○ (弾塑性)	—	○ (弾塑性)
	ワイヤロープ				
(6) 取り付け部の検討					
①ワイヤロープに最大張力が作用するケース	ねじ部 カプラー	○	○	—	—
(7) ゲートの検討					
①ゲートに津波漂流物が作用するケース	ゲート	○	—	—	—
(8) 取り付け部の検討*					
①取り付け部材に最大応力が作用するケース	取り付け部	○	○	—	—

* 引き波用津波漂流物防護柵における検討

(2) 強度条件

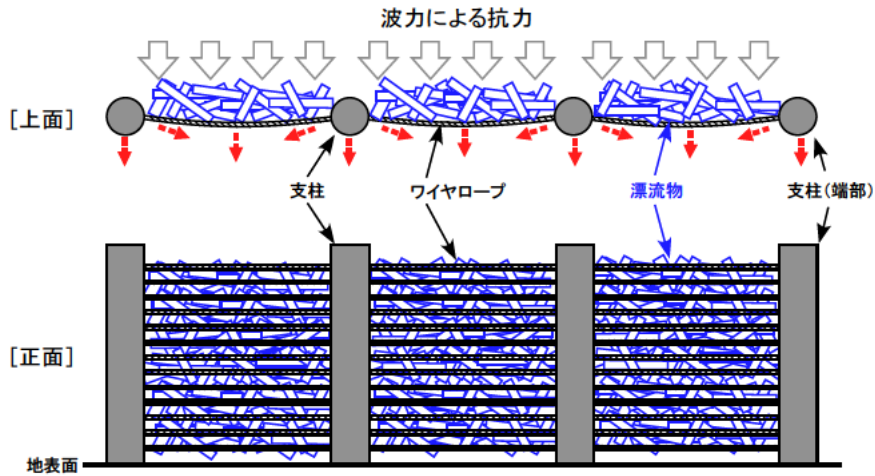
支柱及びワイヤロープは、捕捉する漂流物のうち、最大の衝突エネルギー持つ漂流物を受け止めることが可能な耐力を持ったものとする。

また、ワイヤロープそのものは断面積が小さいため直接受ける津波の波力は小さいものの、漂流物が捕捉された後では漂流物の断面積に作用する波力も伝達されることから、保守的にワイヤロープが構成する捕捉面が完全に閉塞したと仮定した場合に受ける波力の荷重（以下「抗力」と示す。）に対しても耐え得るものとする。

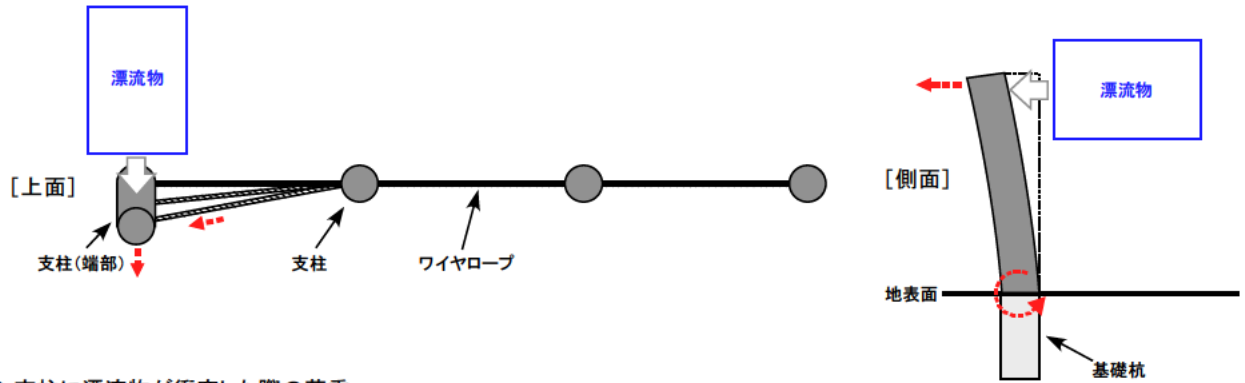
これらのワイヤロープに作用する荷重は支柱にも伝達されることから、支柱及び支柱を支持している基礎杭の強度もそれに耐え得るものとする。なお、漂流物が直接衝突する支柱は塑性変形を許容する。ただし、その場合、衝突した支柱を支える支柱（隣接する支柱）は弾性範囲内で支えるものとする。

以上より、津波漂流物防護柵で漂流物の衝突荷重を受ける構成要素は以下に示す荷重条件に耐える強度を持つものとして設計する（図 4）。

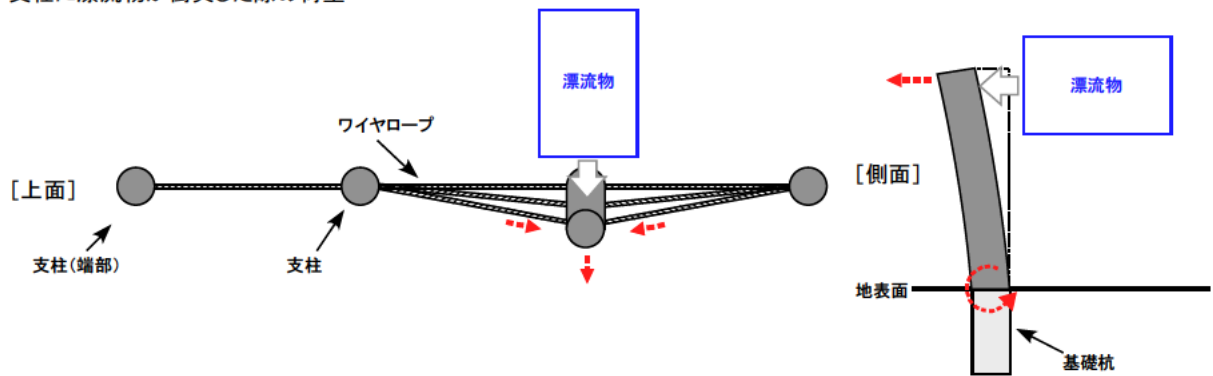
○ 捕捉面が閉塞した際に作用する波力による抗力



○ 支柱(端部)に漂流物が衝突した際の荷重



○ 支柱に漂流物が衝突した際の荷重



○ 捕捉面に漂流物が衝突した時の荷重

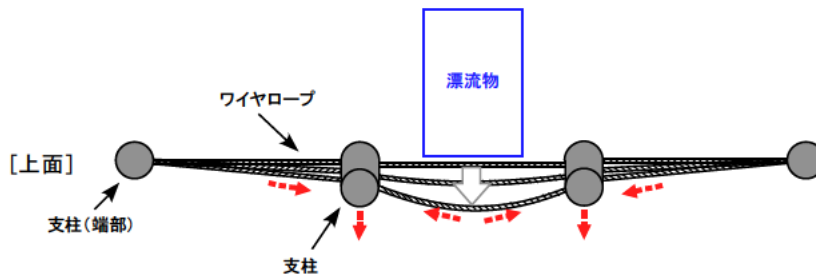


図 4 津波漂流物防護柵に作用する荷重の形態

強度設計の条件とする津波は設計津波とし、漂流物は分離精製工場（MP）建家の評価と同様に、漂流物の内、最も衝突エネルギーの大きい還水タンク（約14t、外径2m×長さ4.5m）とする。衝突エネルギーは、漂流物は衝突の体勢によって付加重量（慣性力により漂流物と一体となって動く水の質量）が異なることから、最も厳しい体勢を考慮する。

設計条件とする津波の浸水深（地上から津波の最大高さ位置までの距離）及び流速は、津波漂流物防護柵が配置される場所の中で最大となる値（5.6 m/s）を使用する（表 2）。

表 2 津波に関する設計条件

項目	条件	設定の理由
浸水深（押し波時）	7.0 m	漂流物防護柵の設置場所周辺における最大の津波高さ（波力算定用津波高さ T.P.+12.03 mに潮位のばらつき0.18 mを加えた高さT.P.+12.21 m）に保守性を加えた津波高さT.P.+12.3 mに対し、設置場所付近で最小となる地盤高さ（T.P.+5.3 m）を差し引いた値より設定。
津波の流速（押し波時）	5.6 m/s	漂流物防護柵の設置場所周辺における最大の流速（5.52 m/s）より設定。
浸水深（引き波時）	3.3 m	引き波用津波漂流物防護柵の設置場所周辺における引き波時の最大の津波高さ（波力算定用津波高さ T.P.+10.28 mに潮位のばらつき0.18 mを加えた高さT.P.+10.46 m）に保守性を加えた津波高さT.P.+10.5 mに対し、設置場所付近で最小となる地盤高さ（T.P.+7.2 m）を差し引いた値より設定。
津波の流速（引き波時）	2.7 m/s	引き波用津波漂流物防護柵の設置場所周辺における引き波時の最大の流速（2.64 m/s）より設定。
海水密度	10.1 kN/m ³	理科年表より。

(3) 耐震性

津波は地震を起因として生じる自然現象であることから、津波の遡上に先立って発生する地震に対しても十分な耐震性を有する必要がある。したがって、津波漂流物防護柵は設計地震動による地震力（設計津波の起因となる地震による地震動に比べて設計地震動が上回ることは確認している。）が作用した後においても、漂流物の捕捉機能が保持できるものとする。

具体的には、設計地震動による地震力に対して施設全体として弾性範囲の設計とする。また、支柱を支える基礎杭は十分な支持性能を持つ地盤に設置する。

(4) 荷重の組合せ

津波による浸水中に余震が発生した場合を考慮し、余震による地震力と津波による抗力を組み合わせた荷重に耐えうる設計とする。また、ワイヤロープが全閉塞した場合を考慮して、抗力に対して捕捉面全体（支柱及び基礎杭）で耐えうる設計とする。

(5) その他の外部事象に対する条件

津波及び地震以外の、竜巻、火山事象、外部火災等は、津波との重畳を考慮しないことから、これらの事象により津波漂流物防護柵の機能が喪失する可能性がある場合に対しては、修繕による機能の回復が可能な設計とする。

ただし、これらの事象により津波漂流物防護柵が損壊等を生じ、防護対象施設の重要な安全機能に対して波及的影響を与えないように設計する。

(6) 津波後の再使用性

津波後の再使用性を考慮し、津波による波力及び漂流物の衝突により塑性変形を許容する部分に対しては、修繕による機能の回復が可能な設計とする。

2.2.4 構造及び配置

設置する津波漂流物防護柵の全体配置を図 5に、標準構造を図 6に、諸元を表 3に示す。

津波漂流物防護柵の配置は、プルトニウム転換技術開発施設（PCDF）管理棟駐車場斜面と分離精製工場（MP）建家の間からの漂流物の侵入（南東方向からの侵入）を防ぐもの（図 5の①及び②の区間）と、分離精製工場（MP）建家の西側側面からの漂流物の侵入（北方向からの侵入）を防ぐもの（図 5の③及び④の区間）から成り、それぞれの方向について通常時の資材等の搬出入を考慮しつつ漂流物の侵入を防ぐためにラビリンズ状の配置（つづら折り）とすることから、全体で4区間に分割する。なお、事故対処設備の配備場所としているプルトニウム転換技術開発施設（PCDF）管理棟の駐車場の地盤補強工事が計画されているが、当該工事範囲（作業範囲含む）に津波漂流物防護柵設置位置が重複する（図 5の①の南端部分の破線部）ことから、この部分の津波漂流物防護柵の設置工事はプルトニウム転換技術開発施設（PCDF）管理棟の駐車場の地盤補強工事に含めることとする。

設置区間①と②は高放射性廃液貯蔵場（HAW）東側区間で、高放射性廃液貯蔵場（HAW）東側への漂流物の侵入を防止する役割で設ける。通常時の資材等の搬出入は設置区間①と設置区間②の隙間を通して行う計画である。

設置区間③は分離精製工場（MP）建家 西側区間で、分離精製工場（MP）建家と分析所（CB）の間を通過して侵入する漂流物から防護するために設ける。

設置区間④はガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の北側を全体的に防護するとともに分離精製工場（MP）建家まで延長することにより、分離精製工場（MP）建家とクリプトン回収技術開発施設（Kr）の間を通過して侵入する漂流物から防護するために設ける。通常時の資材等の搬出入は設置区間③と設置区間④の東端区間の隙間、もしくは設置区間④の西端を通して行う計画である。

なお、支柱設置場所周辺には既設の地中埋設物等が多数存在することから、工事においてこれら既設の地中埋設物等を回避するために支柱設置位置の微調整を行う場合があるが、その場合においても後述する強度評価が満たされるよう、既定の設計条件の範囲内に収まるように配置位置を調整する。

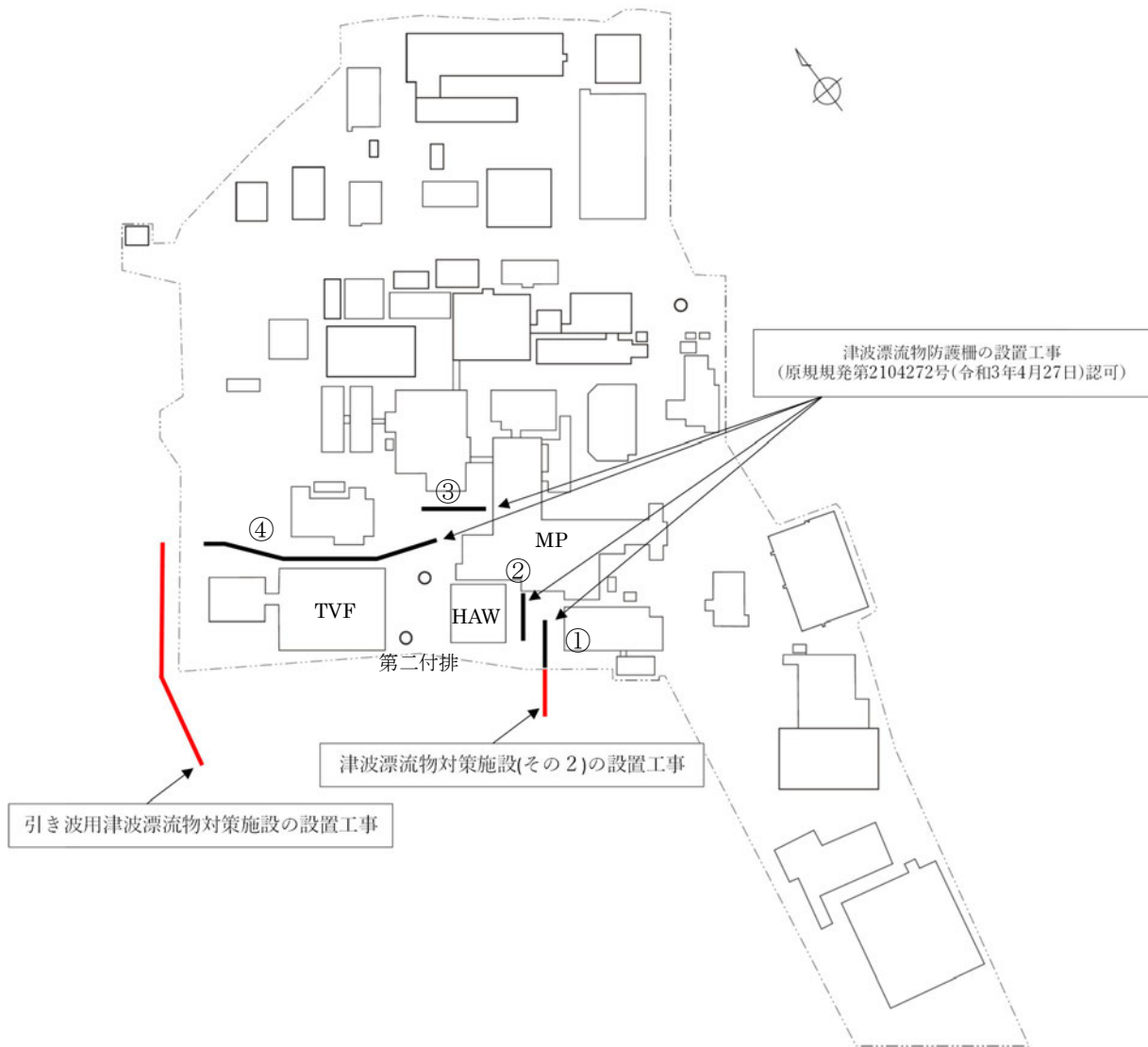


図 5 津波漂流物防護柵の全体配置計画図

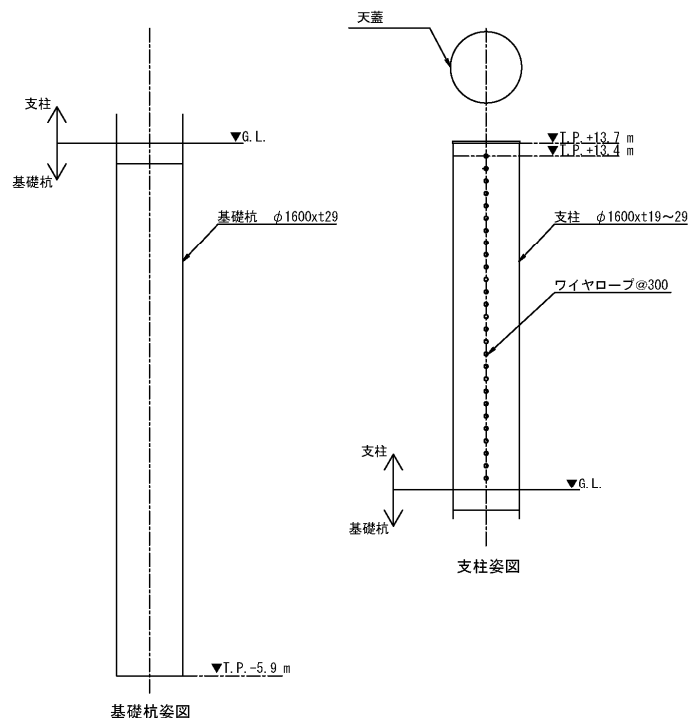


図 6 漂流物防護柵の標準構造

(1) 支柱

支柱は外径1600 mm、管肉厚19~29 mmの鋼管杭（JIS A 5525におけるSKK490）を使用し、支柱高さは設置場所によらず捕捉面上端高さがT.P.+13.7 m（表 2に示した津波浸水高さ T.P.+12.3 mに、代表漂流物の喫水面上高さと波面の振幅等に対する余裕に上端ワイヤロープ取付位置と天端までのマージンとして300 mmを考慮して設定）になるように定めるものとする。単一の津波漂流物防護柵の間に設置する支柱の設置間隔は9.5 mを基本とし、既設埋設物の状況により調整が必要な箇所は設置間隔を9.5 m以下とする。

代表漂流物である還水タンクが衝突した際の、支柱及び津波浸水深等の位置関係を図 7 に示す。

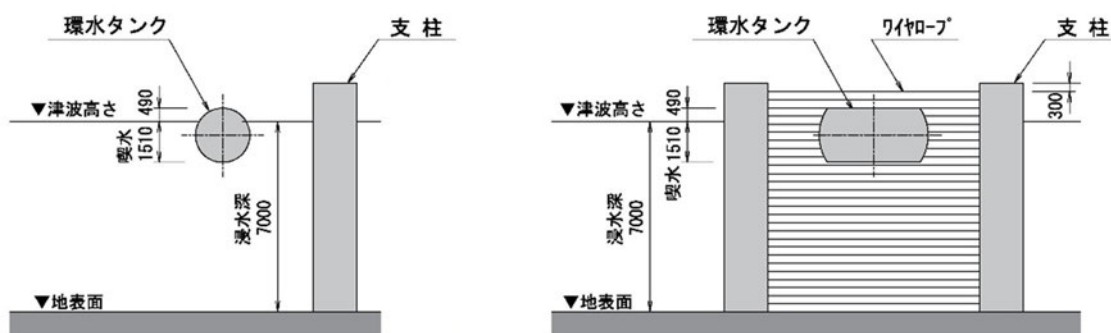


図 7 浸水深、代表漂流物の衝突位置と津波漂流物防護柵の位置関係

(2) ワイヤロープ

ワイヤロープは心綱有りの7×7構成（鋼製素線7本撚りのストランドを、鋼製素線7本撚りの心綱周りに6本撚りこんだ構成）、ロープ径25 mmの構造用ワイヤロープ（JIS G 3549

におけるST1470) を用いる。

ワイヤロープは捕捉面（捕捉スクリーン）支柱天端から300 mmの位置（T.P.+13.4 m）から300 mm間隔で設置する。ワイヤロープは漂流物防護柵の両端の支柱で固定される。ワイヤロープと支柱との固定金具は図 8に示す構造とし、調整ロッドのねじ込みによってワイヤロープの張力や長さを調整する。

ワイヤロープの単一の最大長さは約47.5 mであり、漂流物防護柵の全長がこれを超える場合は複数のワイヤロープを接続金物により接続する。

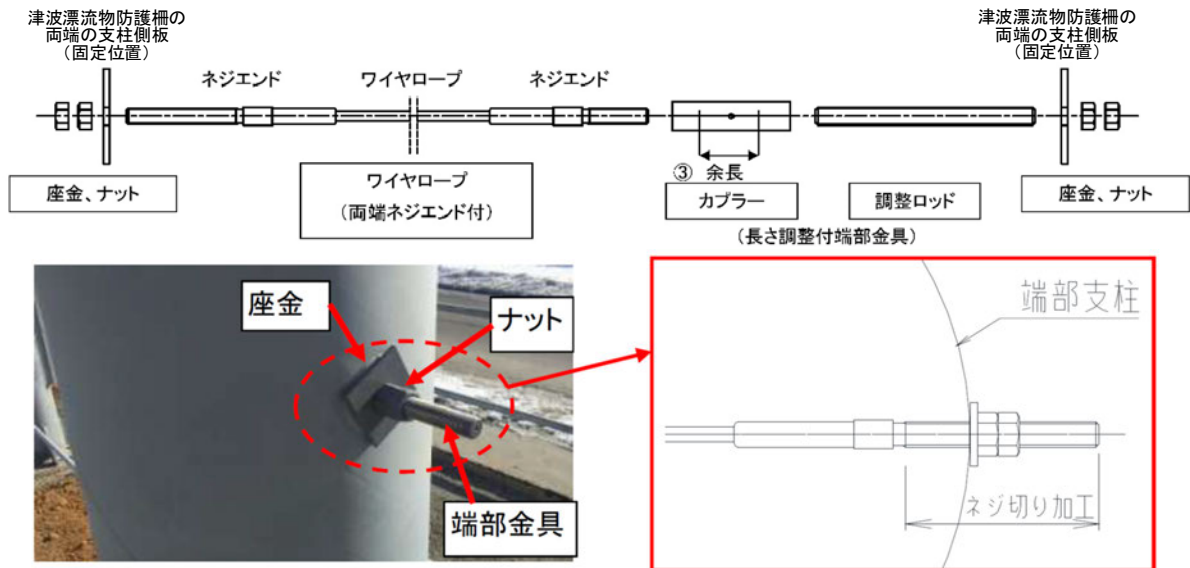


図 8 ワイヤロープの固定構造

(3) 基礎杭

基礎杭は支柱と同じ外径1600 mm、管肉厚29 mmの鋼管杭 (JIS A 5525におけるSKK490) を使用し、支柱との構造的連続性を確保する。杭深さは、設置位置の支持地盤深さに応じて設定する。

基礎杭は十分な支持性能を持つ地盤に設置するが、支持地盤以浅の杭周囲の地盤の液状化により過大な土圧を受けることが無いよう、杭周囲の地盤を改良する。

表 3 津波漂流物防護柵の諸元

設置区間	支柱本数	津波漂流物防護柵 延長距離
① 高放射性廃液貯蔵場 (HAW) 東側 区間 (海側)	3 本 (4 本) ※	19 m (25m) ※
② 高放射性廃液貯蔵場 (HAW) 東側 区間 (陸側)	4 本	29 m
③ 分離精製工場 (MP) 西側区間	5 本	34 m
④ ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガ ラス固化技術開発棟 北側区間	17 本	134 m

※ 支柱設置位置が干渉する PCDF 駐車場の地盤改良工事において 4 本の支柱を設置する。

2.2.5 評価方針

漂流物に対する強度設計は「設計ガイドライン」に基づき以下に示す通りに実施する。

(1) 荷重条件

設計条件とする代表漂流物は還水タンク（横置円筒型タンク）であり、その諸元は質量約14 t、外径2 m×長さ4.5 mである。設計ガイドラインに基づき衝突時のエネルギー（衝突エネルギー）を算出する。

- ① 衝突エネルギーは、漂流物の速度 V 、仮想重量（漂流物重量+付加重量） W と流速、重力加速度 g を使用して以下の式で算出する。

$$E = \frac{WV^2}{2g}$$

- ② 漂流物の仮想重量は、以下の式により質量及び長さ(又は幅)、喫水深さ、海水の単位体積重量を掛け合わせて算出した付加重量を考慮する。

$$W = W_0 + W' = W_0 + \frac{\pi}{4}D^2L\gamma_w$$

ここで、
 W : 仮想重量 (kN)
 W_0 : 漂流物重量 (kN)
 W' : 付加重量 (kN)
 D : 漂流物の喫水 (m)
 L : 漂流物の長さまたは幅 (m)
 γ_w : 海水の単位体積重量 (kN/m³)

なお、漂流物が設計速度（遡上波の最大流速と同じとした）で衝突するのは、遡上波の先端波によって流されてくる場合であり、遡上波の流速の時刻歴に基づく第2波、第3波の流速は第1波より十分低いことから、漂流物が設計流速で衝突する回数は1回となる。しかしながら、漂流物防護柵の設計においては少なくとも最大流速での衝突が2回生じても耐える強度を確保することにより十分な裕度を確保する。

(2) 支柱の強度評価方針

支柱に直接衝突する漂流物の衝突エネルギーが支柱の吸収エネルギー量を下回ることを確認する。

支柱による吸収エネルギー E_T は、図 9に示すように、支柱の衝突断面の局部変形による吸収エネルギー E_R と支柱の梁変形による吸収エネルギー E_P を合わせた数値とする。

$$E_T = E_R + E_P$$

$$E_R = P_0 \frac{\delta_{L0}}{1.8}$$

$$E_P = P_0 \delta_{pa}$$

$$P_0 = \frac{Z_p \sigma_{yd}}{H}$$

ここで、
 σ_{yd} : 動的降伏応力 ($\sigma_{yd} = 1.2 \times \sigma_y$)
 σ_y : 静的降伏応力

$$\sigma_y = 703.3 \left(\frac{D}{t_p} \right)^{-0.104}$$

Z_p : 支柱の塑性断面係数

H : 荷重作用高さ

局部変形による吸収エネルギー E_R の計算において、荷重 P_0 に対応する凹み量は次式で計算する。

$$\delta_{L0} = D \left\{ \frac{4(D - t_p)^{1.25}}{KHt_p} \right\} = D \left\{ \frac{4Z_p}{KHt_p^2} \right\}^{1.25}$$

ここで、 D : 鋼管径

δ_L : 局部変形量 ($\leq D$ を適用範囲とする)

t_p : 鋼管肉厚

K : 実験係数 ($K = 185$)

σ_{yd} : 動的降伏応力 ($\sigma_{yd} = 1.2 \times \sigma_y$)

σ_y : 静的降伏応力

$$\sigma_y = 703.3 \left(\frac{D}{t_p} \right)^{-0.104}$$

Z_p : 支柱の塑性断面係数

H : 荷重作用高さ

梁変形による吸収エネルギー E_P の計算において、局部座屈発生時の塑性変形量 δ_{pa} 、塑性回転角 θ_{pa} は次式より計算する。

$$\delta_{pa} = \theta_{pa} H$$

$$\theta_{pa} = \frac{1.355}{\frac{D}{t_p}}$$

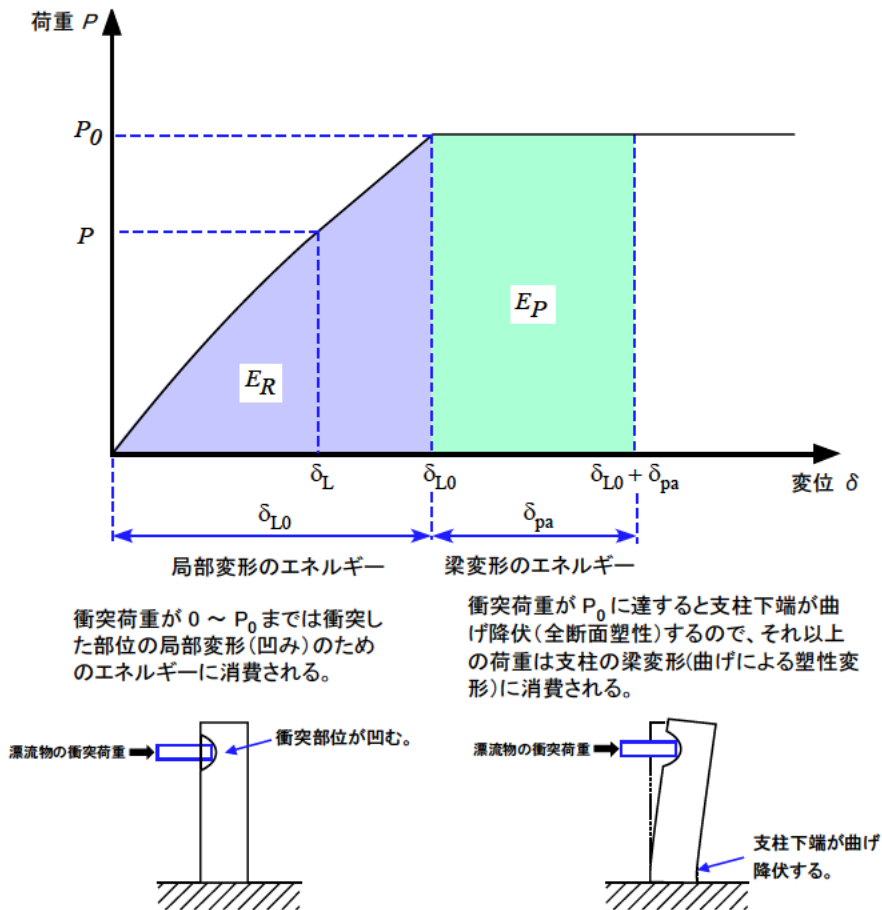


図 9 衝突荷重を受ける支柱の吸収エネルギーの評価モデル

また、支柱及びワイヤロープに漂流物が衝突した場合のワイヤロープから支柱への曲げ応力を算出し、支柱に生じる曲げ応力が支柱の動的降伏応力 σ_{yd} を下回ることを確認する（衝突は短時間に作用する衝撃荷重であることから動的降伏応力を用いる。）。

更に、ワイヤロープが漂流物により閉塞した場合のワイヤロープから支柱への曲げ応力を算出し、支柱に生じる曲げ応力が支柱の静的降伏応力 σ_y を下回ることを確認する。

(3) ワイヤロープの強度評価方針

漂流物の衝突エネルギーがワイヤロープの吸収エネルギー量を下回ることを確認する。ワイヤロープの吸収エネルギー量は以下に示す式を用いて算出する。ワイヤロープによる吸収エネルギーは、図 10に示すように、ロープの伸びによる弾性域における吸収エネルギー（ ER_1 ）と降伏域～塑性域による吸収エネルギー（ ER_2 、 ER_3 ）を合わせた数値とする。また、ワイヤロープの伸び率は設計ガイドラインの規定により最大3%とする。

$$ER_1 = \frac{n_s L}{2E_w \times A} (T^2 - T_0^2) \quad (T_0 < T < T_y \text{の範囲})$$

$$ER_2 = n_s (T_y + T') \times (\Delta L' - \Delta L_e) \times \frac{L}{2} \quad (\Delta L_e < \Delta L < 1.5\% \text{の範囲})$$

$$ER_3 = 0.9n_s \times T_b \times L \times (\Delta L - 1.5\%) \quad (1.5\% < \Delta L < 3.0\% \text{の範囲})$$

ここで、 $\Delta L'$: ER_2 区間内でのワイヤロープの伸び率 (最大 1.5%)

- T' : 伸び率が $\Delta L'$ の時の張力
- T_y : ワイヤロープの降伏荷重 ($0.75T_b$)
- n_s : ワイヤロープの設置本数
- L : ワイヤロープの全長
- E_w : ワイヤロープの弾性係数
- T : ワイヤロープに作用する張力
- T_0 : ワイヤロープに作用する初期張力 (= 5 kN)
- T_b : ワイヤロープの破断荷重
- ΔL : ワイヤロープの伸び率 (最大 3%とする。)
- ΔL_e : ワイヤロープの弾性限界における伸び率

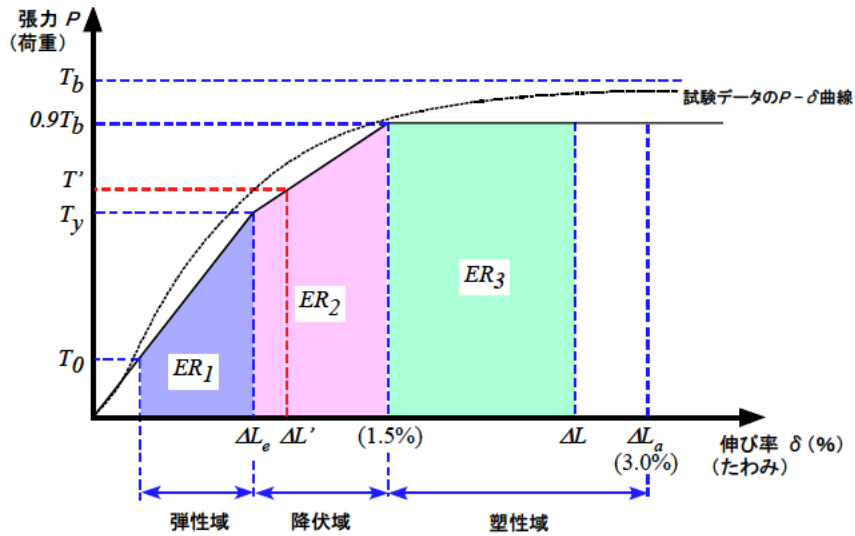


図 10 ワイヤロープの吸収エネルギーの評価モデル

また、ワイヤロープが漂流物により全面閉塞した場合に作用する抗力(津波の波力) F_D がワイヤロープの最大抵抗荷重 F_R (津波漂流物防護柵の単位長さ当たりを受け止めることが出来る等分布荷重)を下回ることを確認する。評価は図 11に示すモデルに基づき、次式により計算する。

抗力:

$$F_D = C_D \frac{\gamma_w}{2g} AU^2 \quad (\text{kN/m})$$

ここで、 C_D : 抗力係数 (捕捉スクリーン面を平板と見なす)

γ_w : 海水の単位体積重量 (kN/m³)

g : 重力加速度 (m/s²)

A : 防護柵の単位長さ当たりの捕捉スクリーン面積 (m²/m)
(捕捉スクリーンの上端から下端まで閉塞すると仮定)

U : 津波の流速 (m/s)

最大抵抗荷重:

$$F_R = 8T_R \delta_R n_s / a^2 \sqrt{1 + 16 \left(\frac{\delta_R}{a} \right)} \quad (\text{kN/m})$$

ここで、 T_R : 設計引張張力 (kN/本)

δ_R : 設計引張張力作用時の垂下量 (m)

$$\delta_R = \sqrt{\frac{3a\delta}{8}}$$

δ : 設計最大伸び量 (m)

$$\delta = L \times \Delta L_e$$

n_s : 捕捉スクリーン本数 (本)

a : 支柱間隔 (m)

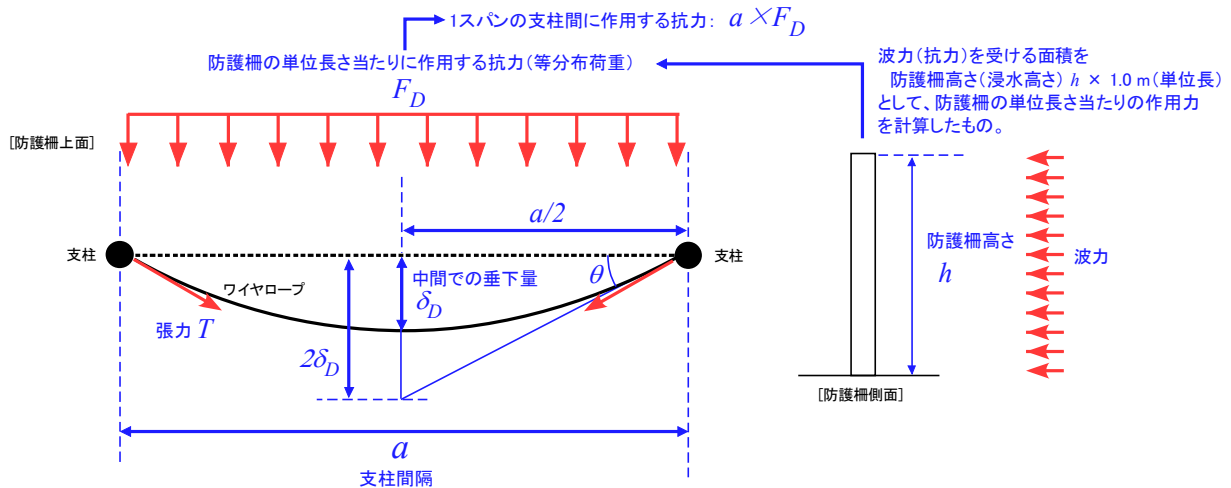


図 11 閉塞時の抗力評価モデル

(4) 基礎杭の強度評価方針

津波漂流物対策施設設計ガイドラインに基づき、基礎杭の強度設計は弾性設計とし、その挙動解析について下記の基本式を用いて算定する。なお、強度評価に当たっては鋼管の腐食（「道路橋示方書・同解説」より、腐食代 1 mmとした）を考慮する。

$$EI \frac{d^4 y}{dx^4} = -P = -pB$$

ここで、 EI : 杭の曲げ剛性 (kN・m²)

x : 地表面からの深さ (m)

y : 深さ x における杭の変位 (m)

P : 深さ x における杭の単位長さ当たりの地盤反力 (kN/m)

p : 深さ x における杭の単位面積当たりの地盤反力 (kN/m²)

$$p = \frac{P}{B}$$

B : 杭幅 (m)

上式を用いて算出した、抗力あるいは漂流物の衝突による荷重によって基礎杭に生じる最大曲げモーメント応力に対して、基礎杭の降伏曲げモーメントを比較することで、基礎杭が弾性範囲内にとどまることを確認する。

(5) 耐震性の評価方針

設計地震動により支柱及び基礎杭に生じる応力に対して、支柱及び基礎杭が弾性範囲内

にとどまることを確認する。

具体的には解放基盤表面（T.P.-303 m）における設計地震動を用いた地盤応答解析を行い、基礎杭位置での応答加速度（震度）を算出し、支柱及び基礎杭の地震応答解析（静的解析）を行う。

(6) 荷重の組合せに関する評価方針

津波襲来時に余震が発生する可能性があるため、津波による荷重と余震との重畳に対する検討を行う。津波による荷重はワイヤロープが津波漂流物によって閉塞した際に生じる抗力とする。

(7) 安定性の評価方針

液状化については道路橋示方書・同解説に基づき、地盤調査結果から液状化検討対象層を抽出し、それら検討対象層の液状化に対する抵抗率（FL値）について設計地震動を用いて算出する。算出されたFL値について、1.0以下の土層については液状化が生じる可能性が否定できないことから、これら土層については地盤改良を行い、液状化が生じないように対策する。

2.2.6 評価結果

(1) 漂流物の衝突エネルギーに対する強度評価結果

表 4に支柱の衝突エネルギーに対する強度評価結果強度評価結果を示す。これより支柱及びワイヤロープは想定する代表漂流物の衝突エネルギー及び設計津波の抗力に対して十分な強度を持つ。

表 4 漂流物の衝突エネルギーに対する強度評価結果

評価項目	結 果				判定	
漂流物が支柱に衝突するケース	吸収エネルギー	1448 kJ	≥	衝突エネルギー	386 kJ	OK
漂流物がワイヤロープに衝突するケース	吸収エネルギー	1127 kJ	≥	衝突エネルギー	386 kJ	OK

(2) 抗力に対する強度評価結果

表 5にワイヤロープ抗力に対する強度評価結果を示す。これよりワイヤロープは想定する代表漂流物の衝突エネルギー及び設計津波の抗力に対して十分な耐力を持つ。

表 5 抗力に対する強度評価結果

評価項目	結 果				判定	
ワイヤロープに抗力が生じるケース	最大抵抗荷重	359 kN/m	≥	抗力	140 kN/m	OK

(3) 伝達力に対する強度評価結果

表 6に伝達力に対する強度評価結果を示す。これより支柱及びワイヤロープは想定する代表漂流物の衝突力及び設計津波の抗力に対して十分な耐力を持つ。

表 6 伝達力に対する強度評価結果

評価項目	結 果				判定	
漂流物が支柱に衝突した場合に生じる伝達力	動的降伏応力	533 N/mm ²	≥	曲げ応力	280 N/mm ²	OK
漂流物がワイヤロープに衝突した場合の伝達力	動的降伏応力	533 N/mm ²	≥	曲げ応力	280 N/mm ²	OK
ワイヤロープが閉塞した場合の支柱への伝達力	静的降伏応力	444 N/mm ²	≥	曲げ応力	274 N/mm ²	OK

(4) 基礎杭の強度評価方針

表 7に基礎杭の強度評価結果を示す。これより基礎杭は想定する代表漂流物の衝突及び設計津波の抗力に対して十分な耐力を持つ。

表 7 基礎杭の強度評価結果

評価項目	結 果				判定	
基礎杭の評価	降伏曲げ モーメント	29,625 kNm	≥	最大曲げ モーメント	26,665 kNm	OK

(5) 耐震性の評価結果

表 8に設計地震動に対する支柱及び基礎杭の強度評価結果を示す。これより津波漂流物防護柵は想定する地震力に対して十分な耐力を持つ。

表 8 基礎杭の強度評価結果

評価項目	結 果				判定	
支柱（曲げ）	許容応力度	277.5 N/mm ²	≥	発生応力	4 N/mm ²	OK
基礎杭（曲げ）	許容応力度	277.5 N/mm ²	≥	発生応力	130 N/mm ²	OK

(6) 荷重の組合せ評価結果

表 9に津波による荷重（ワイヤーロープの閉塞時の抗力）と余震との重畳に対する支柱の強度評価結果を示す。これより津波による荷重と余震との重畳に対して十分な耐力を持つ。

表 9 津波による荷重と余震との重畳に対する強度評価結果

評価項目	結 果				判定	
津波と余震との重畳	静的降伏応力	444N/mm ²	≥	曲げ応力	276 N/mm ²	OK

(7) 安定性の評価結果

(i) 液状化

道路橋示方書・同解説を踏まえ、液状化対象検討層を抽出し、それら検討層に対して液状化判定を行った。表 10に液状化判定結果を示す。地下水位以深の砂層に液状化のおそれがあるため、地盤改良を行い液状化のおそれのないようにする。

表 10 液状化判定結果

上端 T.P. (m)	層種	N 値	FL 値	判定※
6.2	盛土	4.3	—	—
6.0	埋土	4.3	—	—
5.9	砂	3	—	—
4.9		3	—	—
4.0		3	—	—
3.1		4	0.253	NG
2.2		4	0.239	NG

▼地下水位(T.P.+3.1m)

※ 判定：OK=液状化のおそれがない。NG=液状化のおそれがある。

2.2.7 地震・津波以外の外部事象の影響に対する考慮

地震・津波以外に考慮すべき外部事象である、竜巻、火山事象、外部火災は津波の起因事象あるいは従属事象でないことから設計津波との重畳を考慮しないが、これらの事象に対して津波漂流物防護柵の機能が損なわれることがあったとしても、補修等により機能を回復するものとする。

ただし、これらの外部事象による損傷によって防護対象施設に波及的影響を与えることがないように、以下の対応を行う。

- ・支柱及びワイヤロープは、設計竜巻において飛来物となることがないように固定する。
- ・支柱及びワイヤロープは、不燃性の材料を用いる。
- ・津波漂流物防護柵の配置においては、事故対処のためのアクセスルートや作業場所の障害とならないよう考慮する。

2.3 ゲートの設計

2.3.1 適用基準

ゲートの評価において準拠する規格・基準等を以下に示す。

- ・ 「ダム・堰施設技術基準(案)」(国土交通省)

2.3.2 概念と全体構造

津波漂流物防護柵(その2)は主に鋼管、ワイヤロープ及びステンレス製のゲートで構成される。

ゲートは、事故対処に使用する重機等の通行が可能な両翼のスイング式構造とする。ゲートの姿図を図 12 に示す。

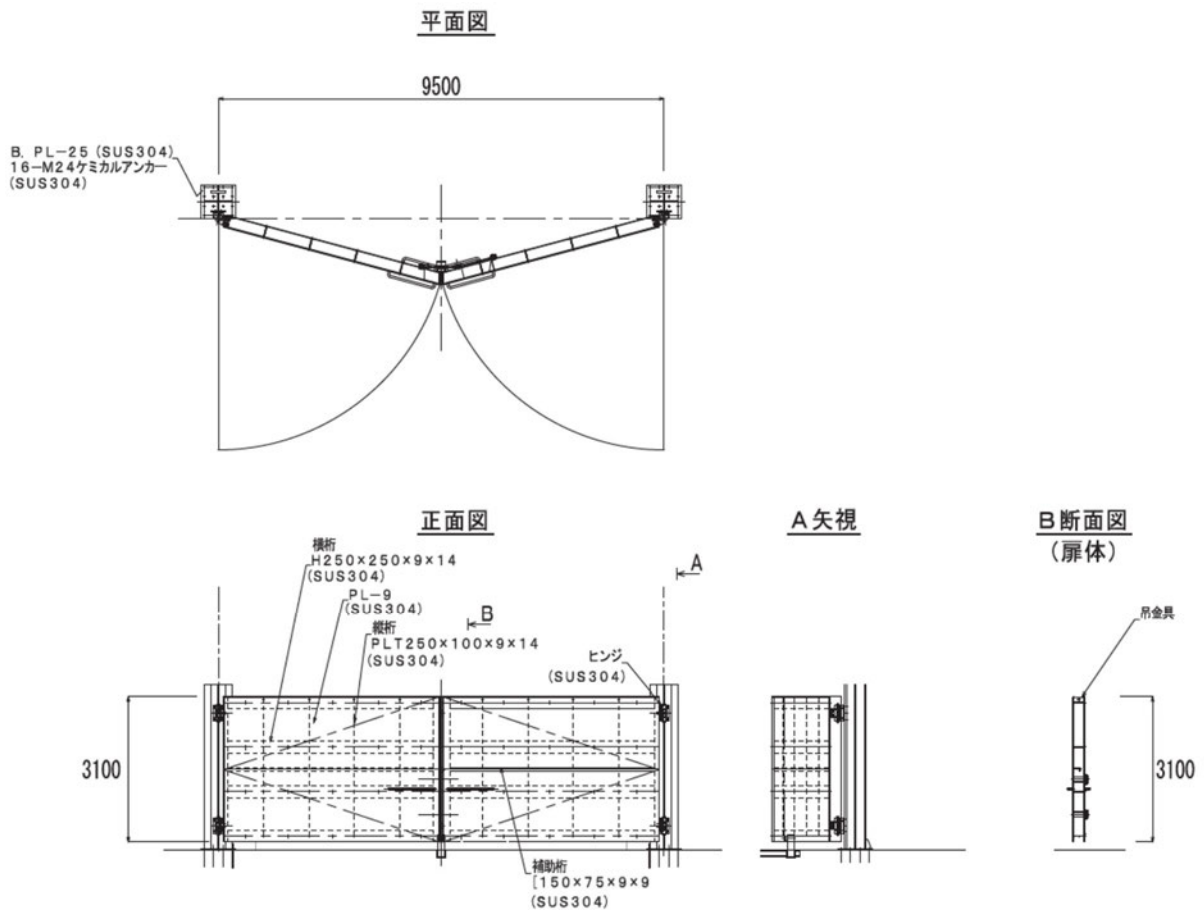


図 12 津波漂流物防護柵(その2) ゲート詳細図

2.3.3 設計方針

津波漂流物防護柵(その2)は廃止措置計画用設計地震動及び廃止措置計画用設計津波に対して耐震性及び耐津波性を有する設計とする。

2.3.4 配置

ゲートの位置を図 13 に示す。

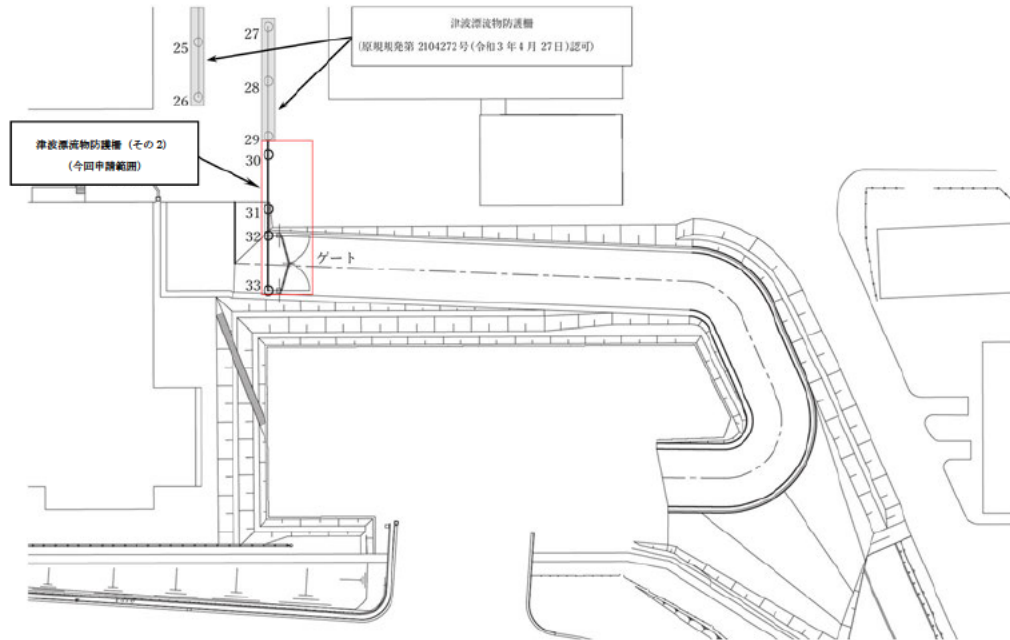


図 13 津波漂流物防護柵(その 2)の位置

2.3.5 評価方針

耐震性を有する設計として、ゲートの許容応力度に対して廃止措置計画用設計地震動による地震力によって生じる応力が下回ることを確認する。また、津波漂流物によって生じる衝突力及び津波によって生じる波力に対してゲートが必要な強度を確保することを確認する。

2.3.6 評価方法

地盤の地震応答解析結果を踏まえ、地表面の応答加速度を重力加速度で除した震度を用いて応力解析を行う。応力解析には水平動及び鉛直動の重ね合わせを考慮し、地表面の応答加速度が最大となる S_s-D について行う。応力解析に用いた震度を下表に示す。

ゲートの耐津波評価は、「ダム・堰施設技術基準(案)」に準拠して行う。照査については、ゲートの耐力に対してゲートに生じる応力(津波漂流物の衝突時)が下回ることを確認する。

表 応力解析に用いる震度

	震度	
	水平方向	鉛直方向
Ss-D	0.99	0.53

2.3.7 ゲートの強度評価結果

ゲートの強度評価については、地震力によって生じる応力がゲートの許容応力度を下回ることを確認する。

ゲートの強度評価結果を表 12 に示す。

表 12 ゲートの強度評価結果 (Ss-D)

評価項目		結果				判定	
地震力がゲートに作用した場合の評価	せん断	許容応力度	90 N/mm ²	≥	発生応力度	9 N/mm ²	OK

2.3.8 ゲートの耐津波評価結果

ゲートの耐津波評価結果を表 13 に示す。

表 13 ゲートの耐津波評価結果

評価項目		結果				判定	
津波漂流物が衝突した際の評価		許容応力度	150 N/mm ²	≥	発生応力度	120 N/mm ²	OK

2.4 引き波用津波漂流物防護柵の設計

2.4.1 適用基準

支柱及びワイヤロープにおける漂流物に対する強度設計は、(財)沿岸技術研究センター及び(社)寒地港湾技術研究センター発行(平成26年3月)の「津波漂流物対策施設 設計ガイドライン」(以下「設計ガイドライン」という。)に基づき行う。

設計地震動に対する強度設計は、(公社)日本道路協会発行の「道路橋示方書・同解説」に基づき行う。

2.4.2 概念と全体構造

引き波用津波漂流物防護柵は主に鋼管及びワイヤロープで構成される。

鋼管は支柱部分(径1.0 m×板厚16 mm)及び基礎杭部分(径1.2 m×板厚22 mm)となっており、取り付け部材により一体化させる。

基礎杭は基礎地盤である久米層(砂質泥岩)に支持させる。久米層は十分な支持性能を有するため、不等沈下は発生しない。

ワイヤロープは構造用ワイヤロープ(構造用ストランドロープ7×7、径25 mm)の他、支柱との固定のためのネジエンド、カプラー、調整ロッドなどが付属する。鋼管をおおむね一定間隔で列状に設置し、それら鋼管の高さ方向にワイヤロープを400 mm間隔で所定高さまで複数本設置することにより津波漂流物防護柵を形成する。なお、支柱にはワイヤロープを固定させる端部の支柱と、ワイヤロープを貫通させる中間の支柱がある。また、付属するネジエンド等は構造用ワイヤロープよりも大きい強度を確保する。

引き波用津波漂流物防護柵の姿図を図14に、平面詳細図を図15に示す。標準的な支柱間隔は9.5 mとする。引き波用津波漂流物防護柵の延長距離については、図16に示す1-11間は約90 m、11-17間は約45 mとして、約48 mを超える場合については接続部(支柱間隔約3 m)を設け、引き波用津波漂流物防護柵への影響が大きい車両が通過しないようにする。

2.4.3 設計方針

引き波用津波漂流物防護柵は廃止措置計画用設計地震動及び廃止措置計画用設計津波(押し波並びに引き波)に対して耐震性及び耐津波性を有する設計とする。

2.4.4 構造及び配置

引き波用津波漂流物防護柵の位置を図 16 に示す。

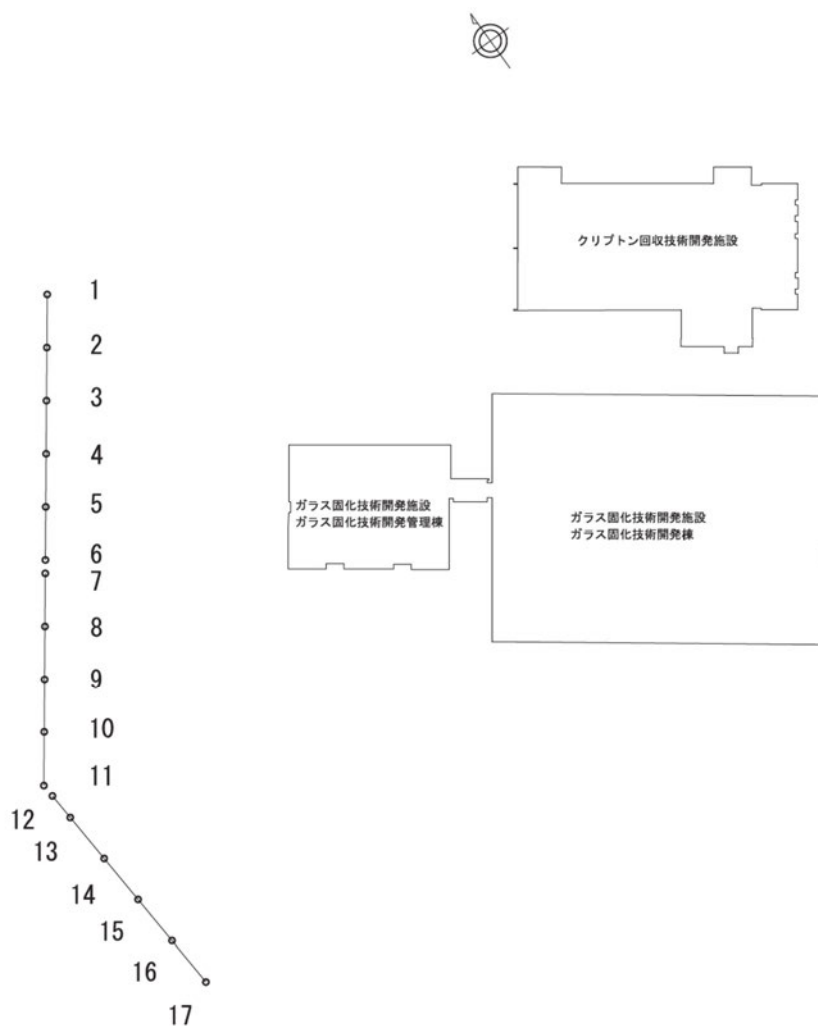


図 16 引き波用津波漂流物防護柵の位置

引き波用津波漂流物防護柵の構造を図 14 に示す。

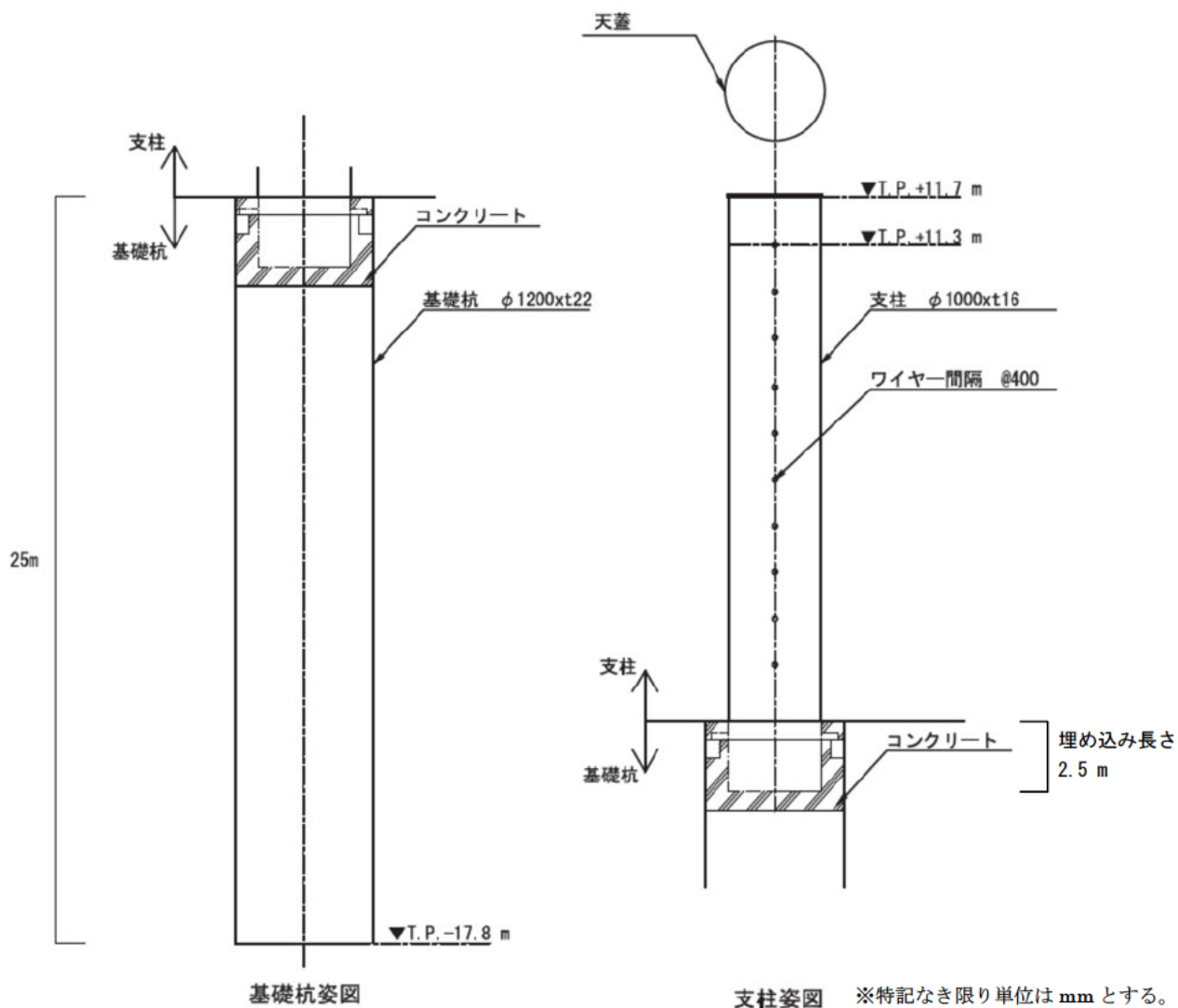


図 14 引き波用津波漂流物防護柵 姿図

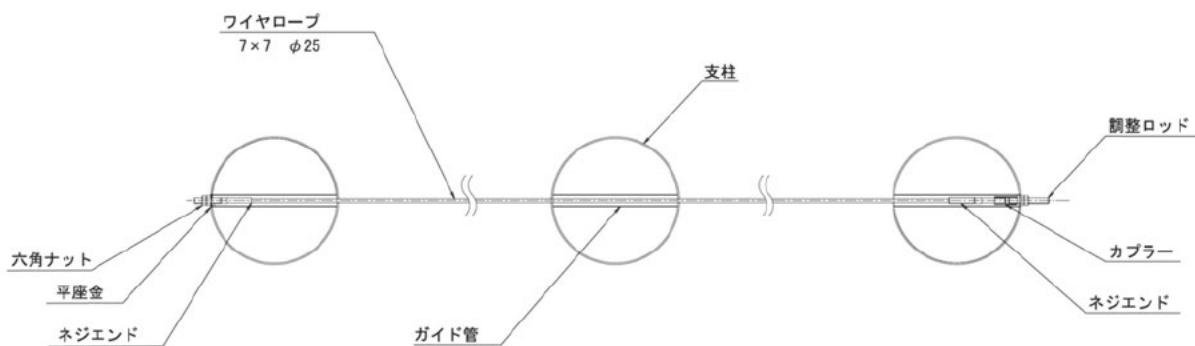


図 15 引き波用津波漂流物防護柵 平面詳細図

2.4.5 評価方針

耐震性を有する設計として、支柱、基礎杭及び支柱及び基礎杭の取り付け部の許容応力度に対して廃止措置計画用設計地震動による地震力によって生じる応力が下回ることを確認する。

耐津波性を有する設計として、廃止措置計画用設計津波によってワイヤロープが津波漂流物で全面閉塞した状態で津波を受けることで生じる抗力、並びに廃止措置計画用設計津波の引き波によって生じる津波漂流物による衝突に対して支柱、基礎杭、ワイヤロープ及び取り付け部が必要な強度を確保することを確認する。

(衝突エネルギーに対する検討)

- ・ 津波漂流物の衝突エネルギーが支柱の吸収エネルギーを下回る。
- ・ 津波漂流物の衝突エネルギーがワイヤロープの吸収エネルギーを下回る。

(抗力に対する検討)

- ・ 津波による抗力がワイヤロープの最大抵抗荷重を下回る。

(伝達力に対する検討)

- ・ 支柱に津波漂流物が衝突した場合について、ワイヤロープからの張力を通じて隣接支柱に生じる応力が支柱の動的降伏応力を下回る。
- ・ ワイヤロープに津波漂流物が衝突した場合について、ワイヤロープからの張力を通じて支柱に生じる応力が支柱の動的降伏応力を下回る。
- ・ ワイヤロープに抗力が作用している場合について、ワイヤロープからの張力を通じて支柱に生じる応力が支柱の静的降伏応力を下回る。

(取り付け部に対する検討)

- ・ 支柱及び基礎杭の取り付け部材に発生する応力が部材の耐力を下回ることを確認する。

2.4.6 評価結果

(1) 漂流物の衝突エネルギーに対する強度評価結果

表 4に支柱の衝突エネルギーに対する強度評価結果強度評価結果を示す。これより支柱及びワイヤロープは想定する代表漂流物の衝突エネルギー及び設計津波の抗力に対して十分な強度を持つ。

表 111 漂流物の衝突エネルギーに対する強度評価結果

評価項目	結 果				判定	
漂流物が支柱に衝突するケース	吸収エネルギー	637 kJ	≥	衝突エネルギー	41 kJ	OK
漂流物がワイヤロープに衝突するケース	吸収エネルギー	1288 kJ	≥	衝突エネルギー	41 kJ	OK

(2) 抗力に対する強度評価結果

表 5にワイヤロープ抗力に対する強度評価結果を示す。これよりワイヤロープは想定する代表漂流物の衝突エネルギー及び設計津波の抗力に対して十分な耐力を持つ。

表 112 抗力に対する強度評価結果

評価項目	結 果		判定
ワイヤロープに抗力が生じるケース	最大抵抗荷重	156 kN/m \geq 抗力	95 kN/m OK

(3) 伝達力に対する強度評価結果

表 6に伝達力に対する強度評価結果を示す。これより支柱及びワイヤロープは想定する代表漂流物の衝突力及び設計津波の抗力に対して十分な耐力を持つ。

表 113 伝達力に対する強度評価結果

評価項目	結 果		判定
漂流物が支柱に衝突した場合に生じる伝達力	動的降伏応力	548 N/mm ² \geq 曲げ応力	273 N/mm ² OK
漂流物がワイヤロープに衝突した場合の伝達力	動的降伏応力	548 N/mm ² \geq 曲げ応力	273 N/mm ² OK
ワイヤロープが閉塞した場合の支柱への伝達力	静的降伏応力	456 N/mm ² \geq 曲げ応力	293 N/mm ² OK

(4) 基礎杭の強度評価方針

表 7に基礎杭の強度評価結果を示す。これより基礎杭は想定する代表漂流物の衝突及び設計津波の抗力に対して十分な耐力を持つ。

表 114 基礎杭の強度評価結果

評価項目	結 果		判定
基礎杭の評価	降伏曲げモーメント	13,981 kNm \geq 最大曲げモーメント	9,227 kNm OK

(5) 耐震性の評価結果

表 8に設計地震動に対する支柱、基礎杭及び取り付け部材の強度評価結果を示す。これより引き波用津波漂流物防護柵は想定する地震力に対して十分な耐力を持つ。

表 115 耐震性の強度評価結果

評価項目	結 果				判定	
支柱（曲げ）	許容応力度	210.0 N/mm ²	≥	発生応力	4 N/mm ²	OK
基礎杭（曲げ）	許容応力度	277.5 N/mm ²	≥	発生応力	155 N/mm ²	OK

※ 取り付け部に生じる応力は支柱及び基礎杭に生じる応力よりも小さいため、取り付け部における耐震性の強度評価は支柱及び基礎杭における耐震性の強度評価に包含される。

3. 工事の計画

3.1 津波漂流物防護柵の工事の方法

津波漂流物防護柵の主要な材料は鋼管（基礎杭、支柱）及びワイヤであり、これら以外に地盤改良（液状化対策）を行うためのセメントがある。これらの材料のうち鋼管及びワイヤについては材料を入手後に工場にて加工して現地搬入する。また、ゲートについても向上にて加工して現地搬入する。

工事の手順としては、既存撤去（既存の構造物・埋設物及び設備の撤去・移設）の後、液状化対策としてセメント系固化材を用いた地盤改良を行う。その後、改良した地盤に対して鋼管（基礎杭）を打設し、支持層である砂質泥岩層（久米層）に埋め込む。鋼管（基礎杭）の打設の後、鋼管（支柱）を一体化させる。ワイヤ設置については、その長さに応じて必要な鋼管（支柱）を複数設置した後に中間の鋼管（支柱）の間を通して端部の鋼管（支柱）にて固定する。また、ゲートについては支柱を据え付けた後、ゲートの扉体を設置する。

上記の工事の手順に応じて試験・検査を行う。具体的には材料検査（鋼管など）、寸法検査（鋼管の径、基礎杭の埋込み深さ、支柱の天端高さ、支柱の間隔、ワイヤの間隔など）、強度検査（地盤改良土の圧縮強度）、外観検査、配置検査について、測定もしくは目視により確認を行う。

これらの工事に当たっては、火気作業、高所作業及び掘削作業を伴うため、所要の安全対策を行う。

本工事のフローを図 16に示す。

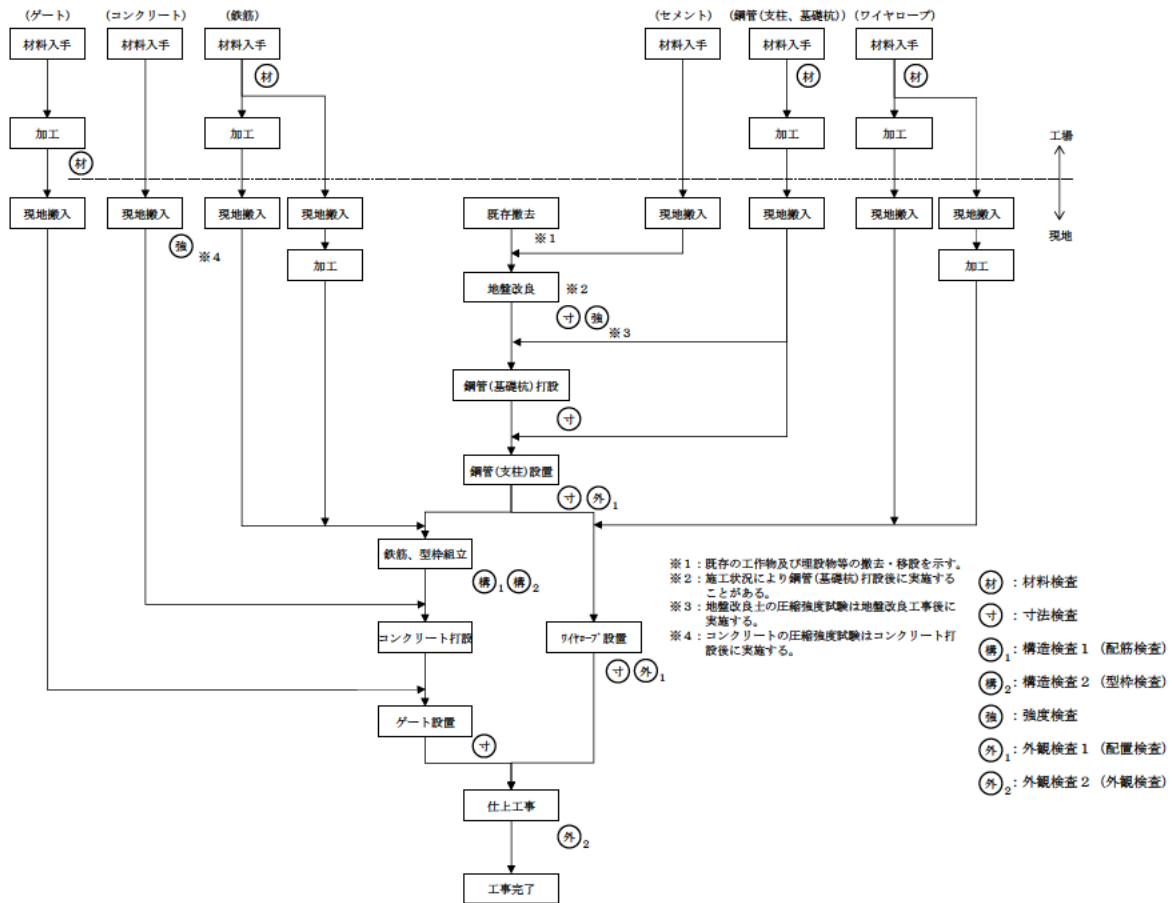


図 16 津波漂流物防護柵 (その2) の工事フロー

3.2 引き波用津波漂流物防護柵の工事の方法

津波漂流物防護柵の主要な材料は鋼管（基礎杭、支柱）及びワイヤである。これらの材料のうち鋼管及びワイヤについては材料を入手後に工場にて加工して現地搬入する。

工事の手順としては、既存撤去（既存の構造物・埋設物及び設備の撤去・移設）の後、鋼管（基礎杭）を打設し、支持層である砂質泥岩層（久米層）に埋め込む。鋼管（基礎杭）の打設の後、鋼管（支柱）設置しコンクリートを打設して一体化させる。ワイヤ設置については、その長さに応じて必要な鋼管（支柱）を複数設置した後に中間の鋼管（支柱）の間を通しながら端部の鋼管（支柱）にて固定する。

上記の工事の手順に応じて試験・検査を行う。具体的には材料検査（鋼管など）、寸法検査（鋼管の径、基礎杭の埋込み深さ、支柱の天端高さ、支柱の間隔、ワイヤの間隔など）、外観検査、配置検査について、測定もしくは目視により確認を行う。

これらの工事に当たっては、火気作業、高所作業及び掘削作業を伴うため、所要の安全対策を行う。

本工事のフローを図 17に示す。

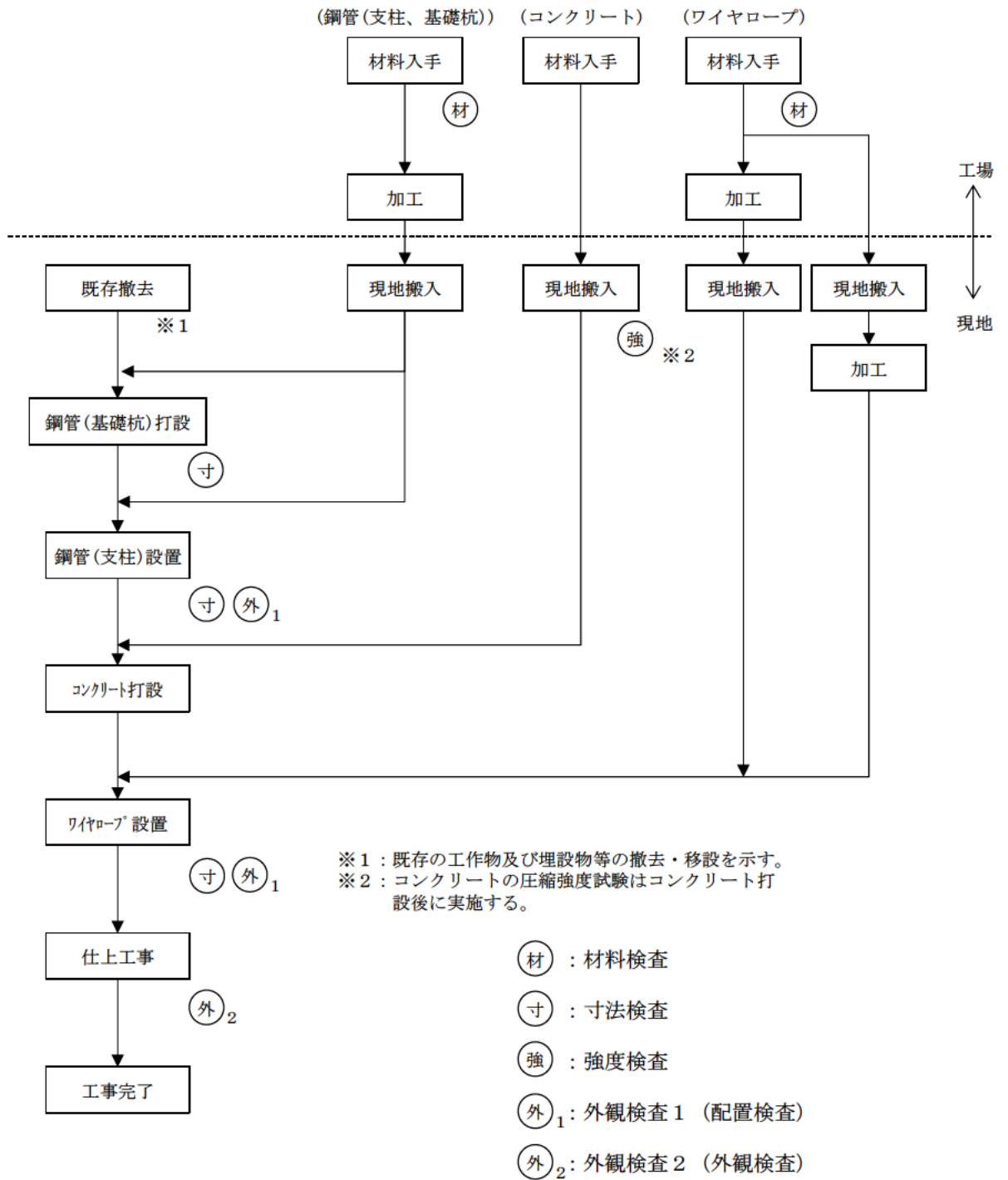


図 17 引き波用津波漂流物防護柵工事フロー図

3.3 津波漂流物防護柵、ゲート及び引き波津波漂流物防護柵の工事の時期

本工事の工程を表 17に示す。

本工事においては高放射性廃液貯蔵場（HAW）及びガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の周辺において作業を行う。このため、これら施設周辺の別工事（高放射性廃液貯蔵場（HAW）周辺の地盤改良工事、主排気筒の耐震改修工事、プルトニウム転換技術開発施設（PCDF）管理棟駐車場の地盤改良工事等）の計画と調整し、工事を進める。

表 17 津波漂流物防護柵の設置工事工程表

	令和 3 年度				令和 4 年度			
津波漂流物防護柵(その2) 設置工事								
	工事							
引き波用津波漂流物防護柵 設置工事								
	工事							

※ 安全対策工事の進捗等により工程は見直す場合がある。