

ALPS処理水希釈放出設備及び関連施設の 工事概要とスケジュールについて

2022年09月08日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

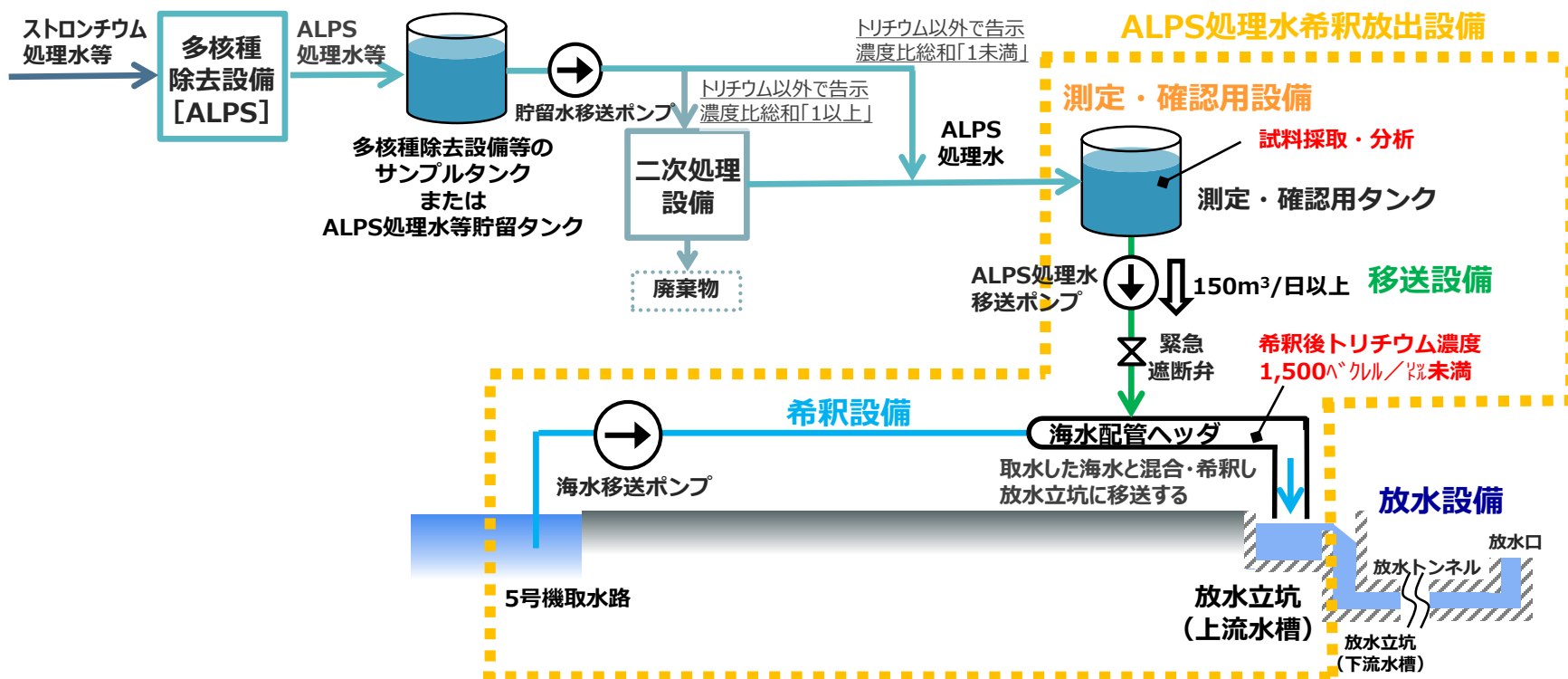
1.1 ALPS処理水希釈放出設備の全体概要

■ 目的

多核種除去設備で放射性核種を十分低い濃度になるまで除去した水が、ALPS処理水（トリチウムを除く放射性核種の告示濃度比総和 1 未満を満足した水）であることを確認し、海水にて希釈して、海洋に放出する。

■ 設備概要

測定・確認用設備は、測定・確認用タンク内およびタンク群の放射性核種の濃度を均一にした後、試料採取・分析を行い、ALPS処理水であることを確認する。その後、移送設備でALPS処理水を海水配管ヘッダに移送し、希釈設備により、5号機取水路より海水移送ポンプで取水した海水と混合し、トリチウム濃度を1,500ベクレル/l未満に希釈したうえで、放水設備に排水する。



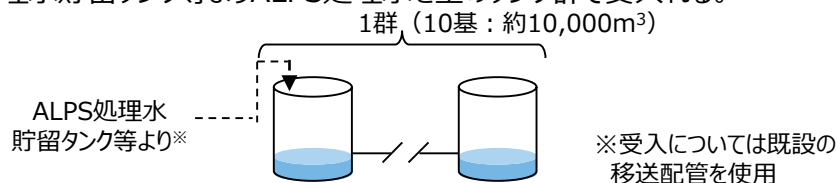
1.2 ALPS処理水希釈放出設備（測定・確認用設備）の概要

■ 測定・確認用設備

- 測定・確認用タンクはK4エリアタンク（計約30,000m³）を転用し、A～C群各10基（1基約1,000m³）とする。
- タンク群毎に、下記①～③の工程をローテーションしながら運用すると共に、②測定・確認工程では循環・攪拌により均質化した水を採取して分析を行う。

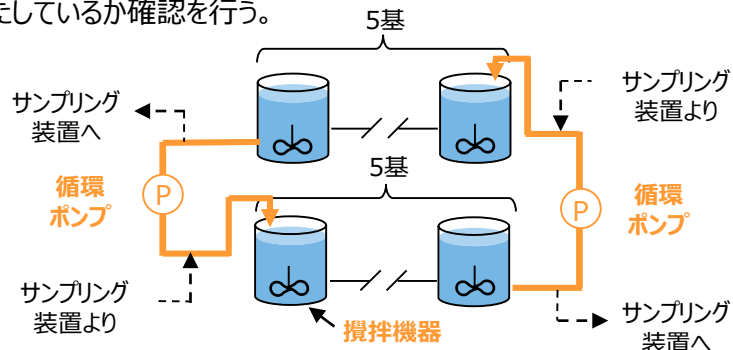
①受入工程

ALPS処理水貯留タンク等よりALPS処理水を空のタンク群で受入れる。



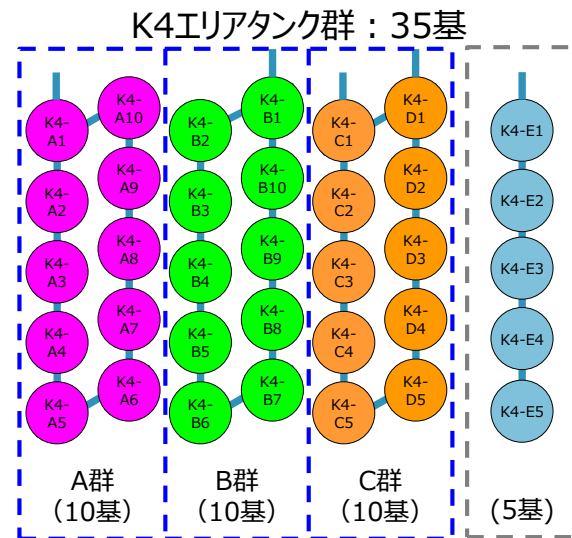
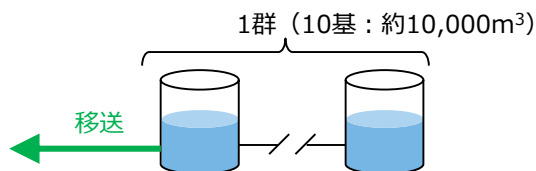
②測定・確認工程

攪拌機器・循環ポンプにてタンク群の水質を均質化した後、サンプリングを行い、放出基準を満たしているか確認を行う。



③放出工程

放出基準を満たしていることを確認した後、ALPS処理水を移送設備により希釈設備へ移送する。



2.5章 ALPS処理水希釈放出設備

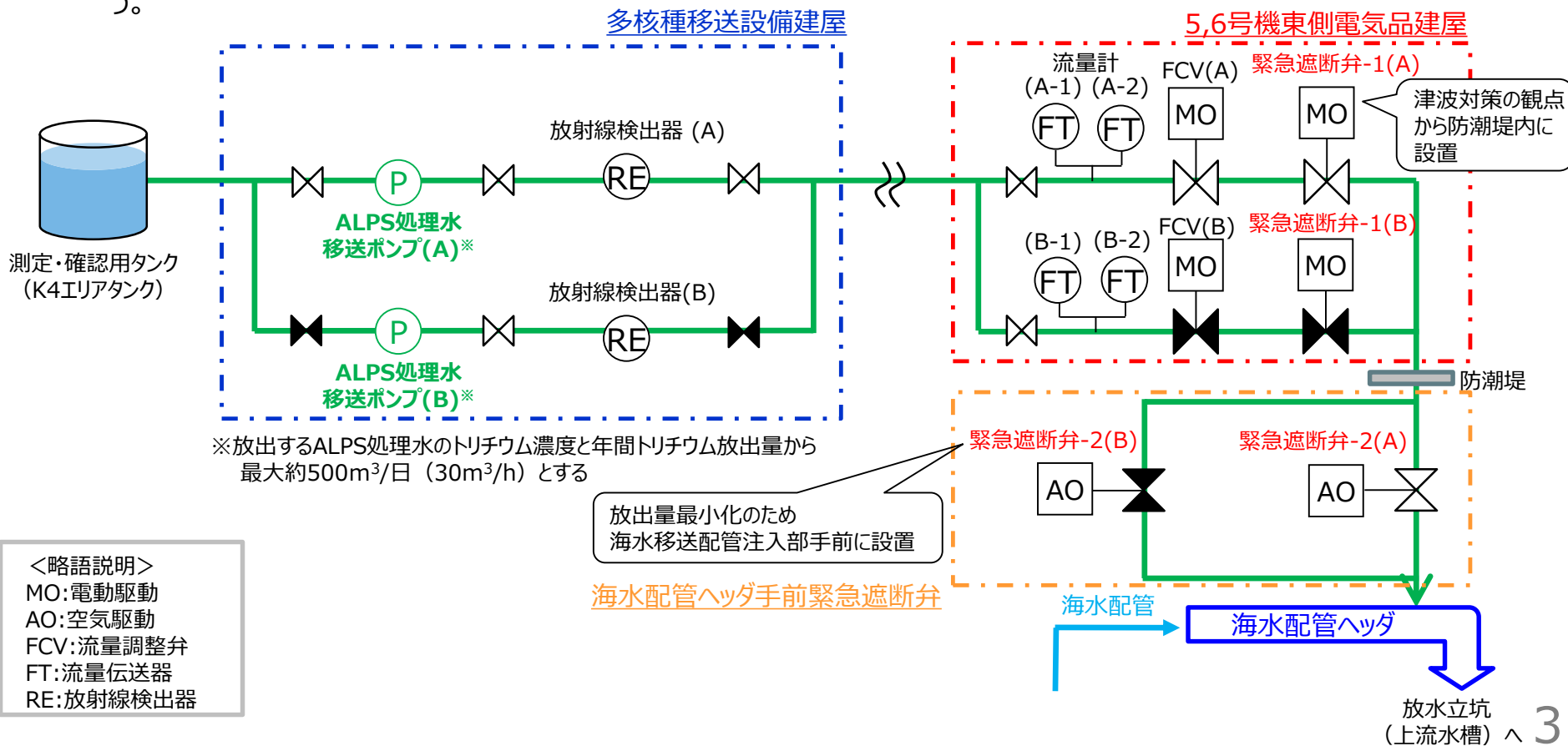
2.5章 多核種処理水貯槽

	A群	B群	C群
1周目	受入	—	—
2周目	測定・確認	受入	—
3周目	放出	測定・確認	受入
4周目	受入	放出	測定・確認
...	測定・確認	受入	放出

1.3 ALPS処理水希釈放出設備（移送設備）の概要

■ 移送設備

- 移送設備は、ALPS処理水移送ポンプ及び移送配管及び緊急遮断弁により構成する。
- ALPS処理水移送ポンプは、運転号機と予備機の2台構成とし、測定・確認用タンクから希釈設備までALPS処理水の移送を行う。
- また、異常発生時に速やかに移送停止できるよう緊急遮断弁を海水配管ヘッダ手前及び、津波対策として防潮堤内のそれぞれ1箇所には設置する。
- なお、ALPS処理水流量計は機器の単一故障等が発生した場合においても、正しく流量測定できるよう二重化を行う。

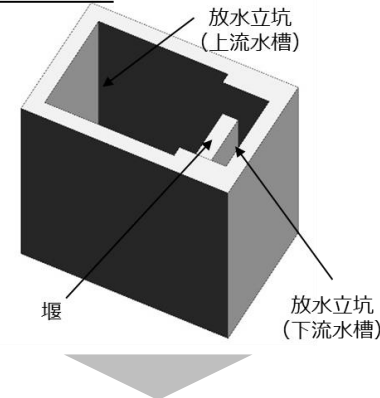


1.4 ALPS処理水希釈放出設備（希釈設備）の概要

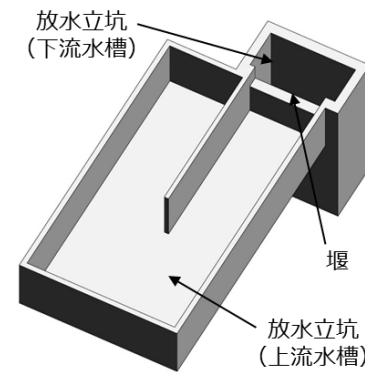
■ 希釈設備

- ALPS処理水を海水で希釈し、放水立坑（上流水槽）まで移送し、放水設備へ排水することを目的に、海水移送ポンプ、海水配管（海水配管ヘッド含む）、放水立坑（上流水槽）により構成する。
- 海水移送ポンプは、移送設備により移送されるALPS 処理水を100倍以上に希釈する流量を確保する。
- なお、放水立坑（上流水槽）は、当初計画から施工時の安全性、供用後の保守性などを考慮したうえで検討を実施することで、広くて浅い水槽へと構造を見直した。

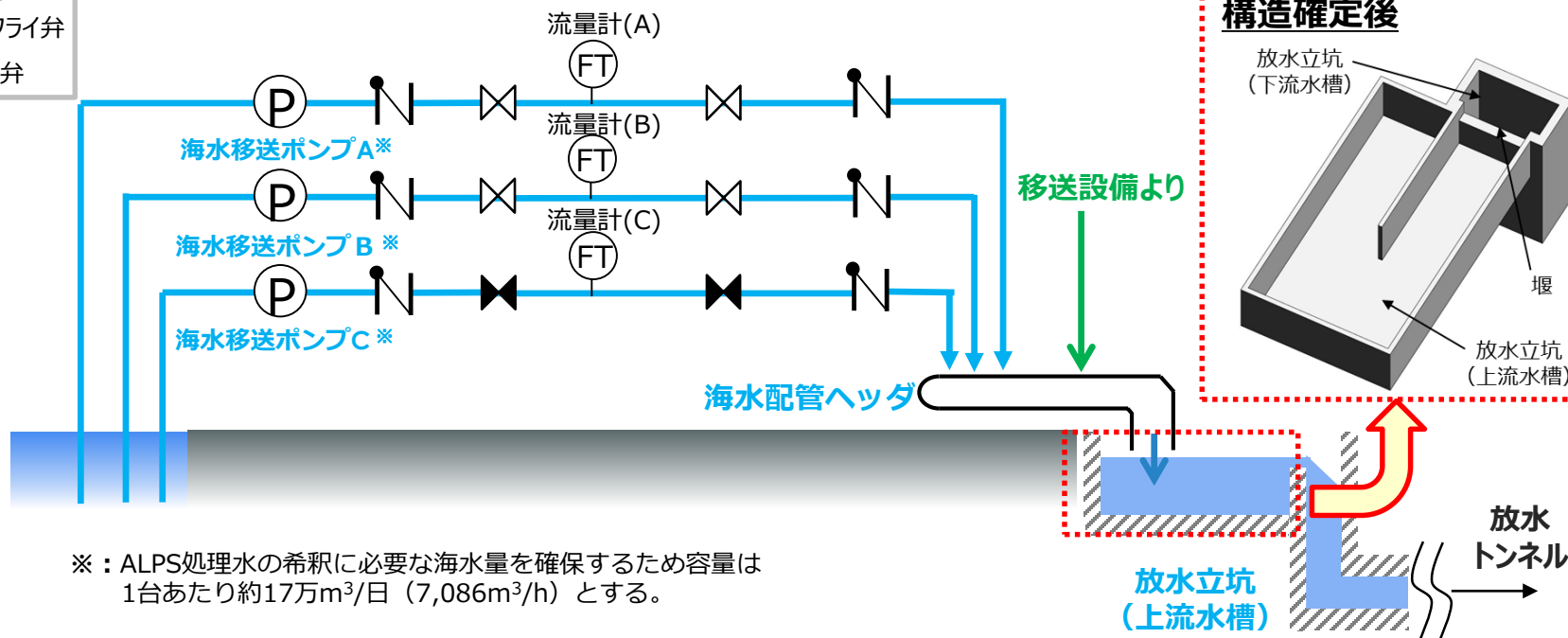
当初計画



構造確定後



<弁説明>
 :バタフライ弁
 :逆止弁



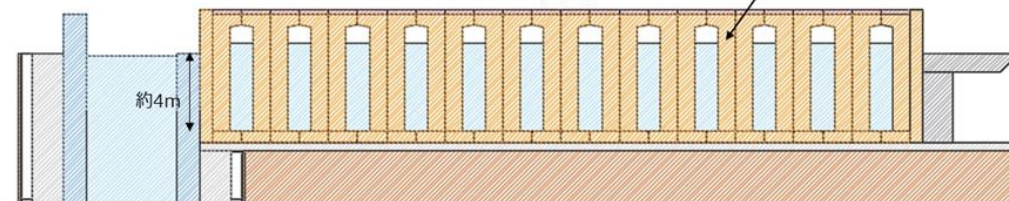
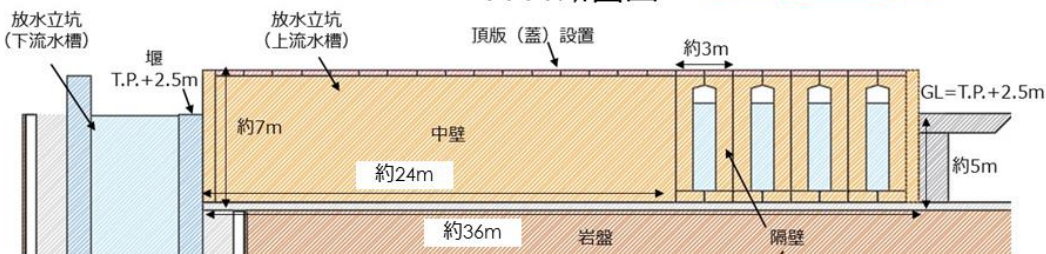
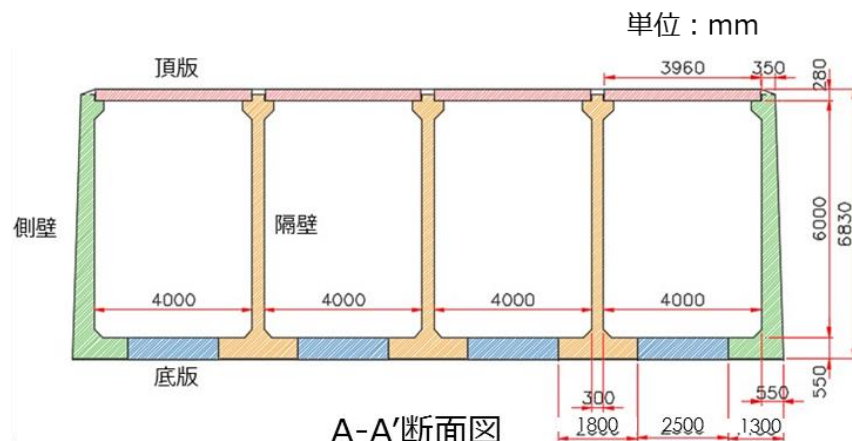
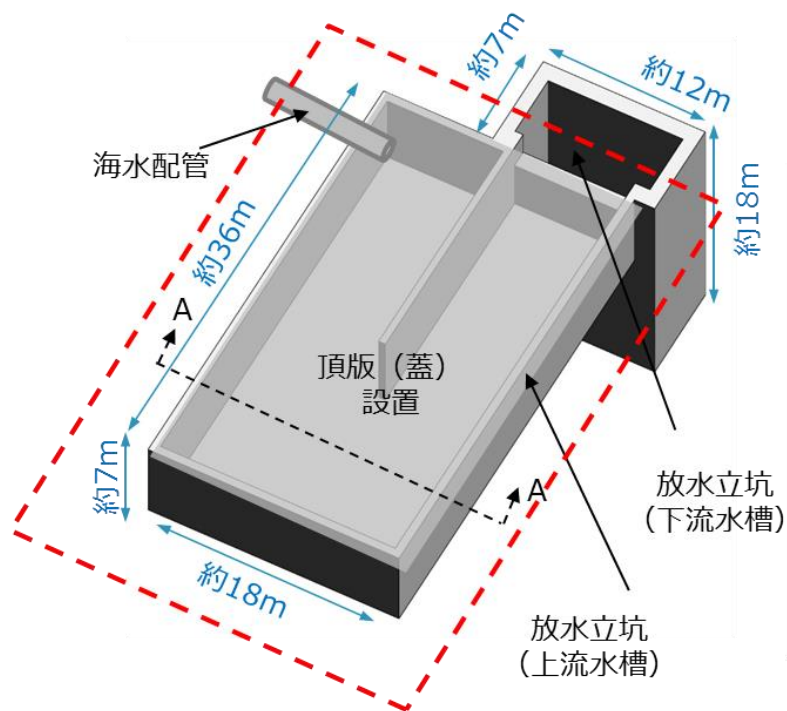
※：ALPS処理水の希釈に必要な海水量を確保するため容量は1台あたり約17万m³/日（7,086m³/h）とする。

1.5 放水立坑（上流水槽）の概要

放水立坑（上流水槽）の諸元※

主要寸法（内空）	たて34,500mm × よこ16,900mm × 高さ6,000mm
容積	約2,000m ³
構造	鉄筋コンクリート造
コンクリート強度	40N/mm ² （設計基準強度）
鉄筋の種類	SD345

※構造強度に影響のない範囲内で寸法変更の可能性あり。



C-C'断面図

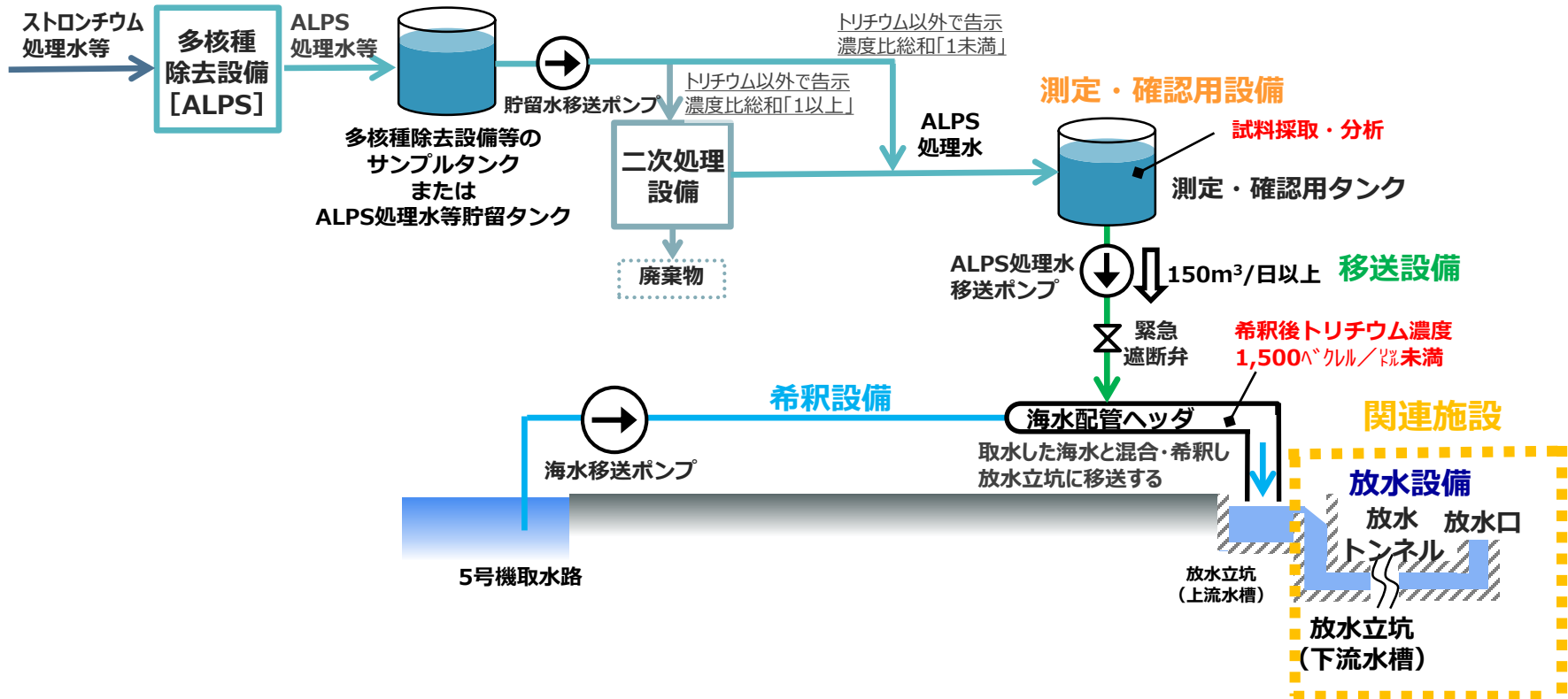
2.1 関連施設（放水設備）の全体概要

■ 目的

ALPS処理水希釈放出設備の排水（海水で希釈して、トリチウムを含む全ての放射性核種の告示濃度比総和1未満を満足した水）を、沿岸から約1km離れた場所から海洋へ放出する。

■ 設備概要

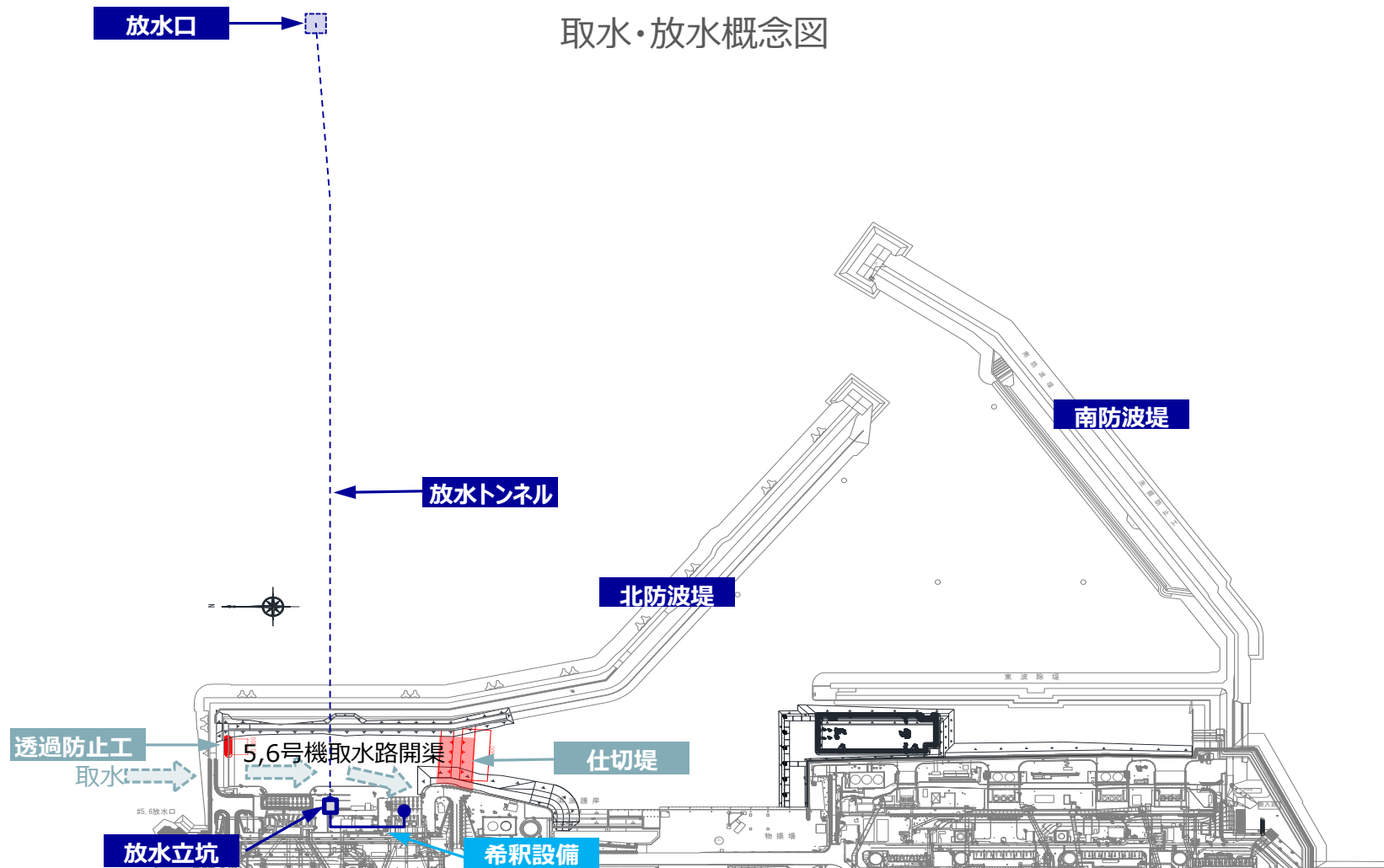
放水設備は、上記目的を達成するため、放水立坑（下流水槽）、放水トンネル、放水口により構成する。



2.2 関連施設（放水設備）の概要

■ 放水設備

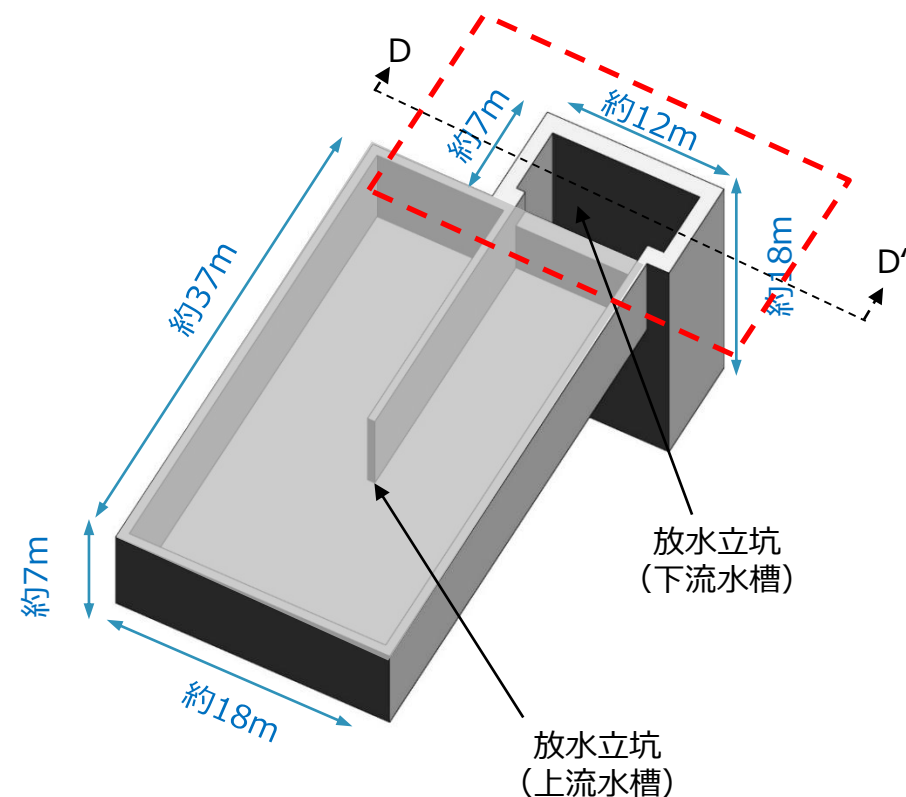
- 放水立坑内の隔壁を越流した水を、放水立坑（下流水槽）と海面との水頭差により、約1km離れた放水口まで移送する設計とする。また、放水設備における摩擦損失や水位上昇等を考慮した設計とする。



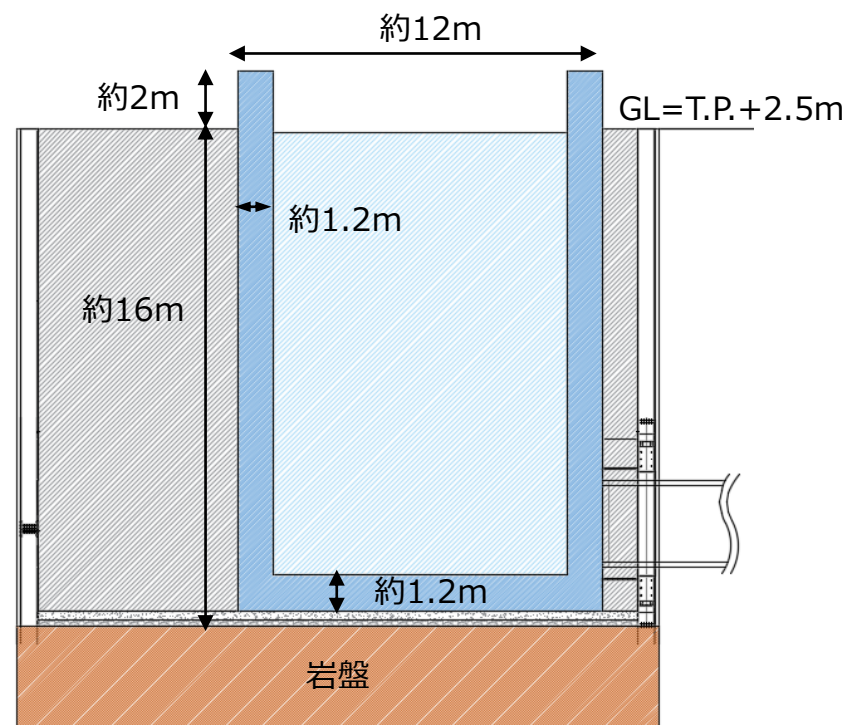
2.3 放水立坑（下流水槽）の概要

放水立坑（下流水槽）の諸元

躯体寸法（内空）	たて4,600mm × よこ10,000mm × 高さ17,200mm
構造	鉄筋コンクリート造
コンクリート強度	24N/mm ² （設計基準強度）
鉄筋の種類	SD345



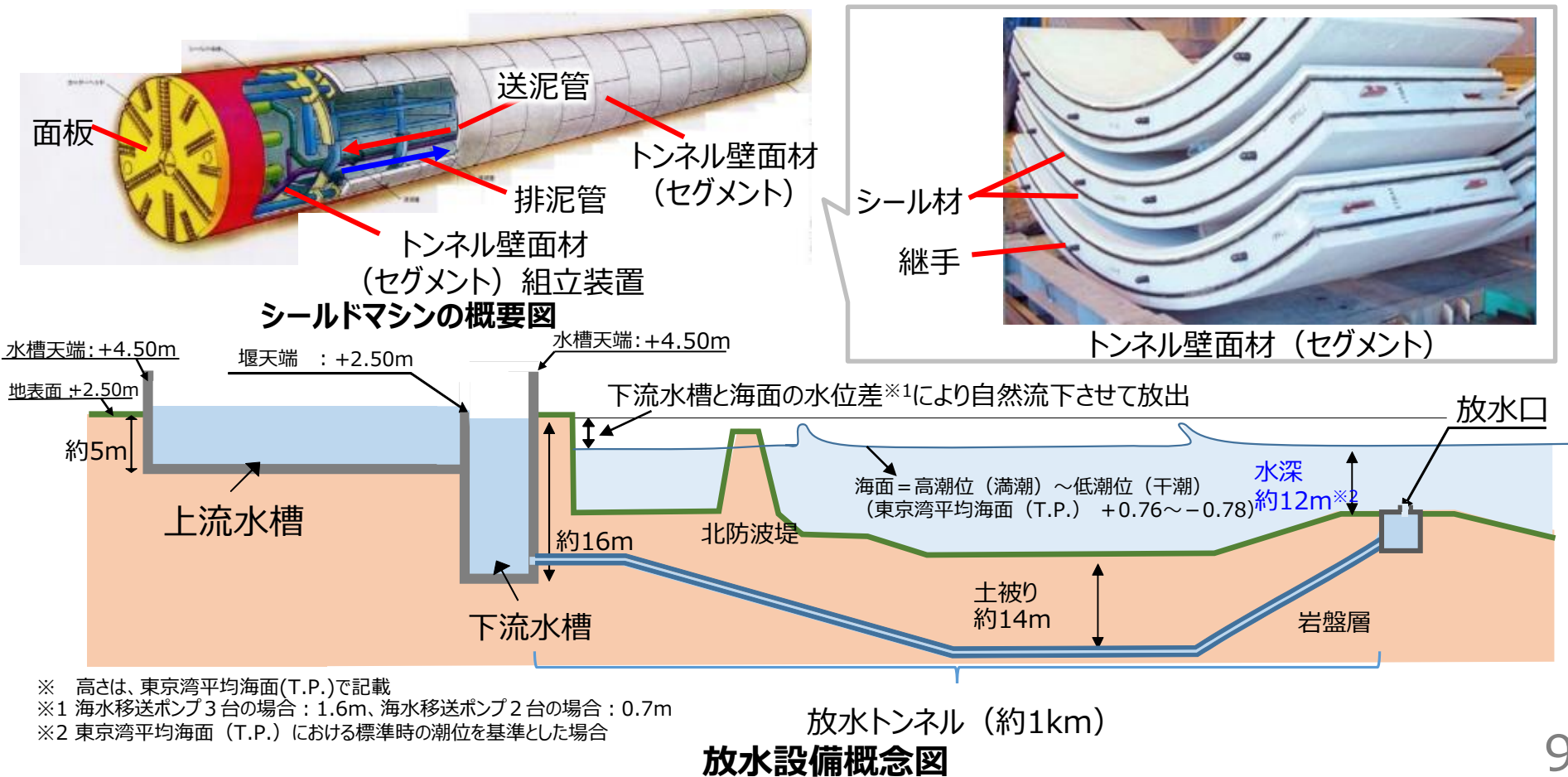
上流水槽・下流水槽イメージ図



D-D'断面図

2.4 放水トンネルの概要

- 放水トンネルは、岩盤層を通過させるため漏洩リスクが小さく耐震性※に優れ、台風（高波浪）や高潮（海面上昇）の影響を考慮した設計としている。また、放水トンネルの損失に見合う水頭差（下流水槽の水面高さと海面の高さの差）を利用して自然流下させる設計（貝類の付着も考慮）としている
- シールド工法（泥水式）を採用し、鉄筋コンクリート製のトンネル壁面材（セグメント）に2重のシール材を取り付けることで止水性を保持している。

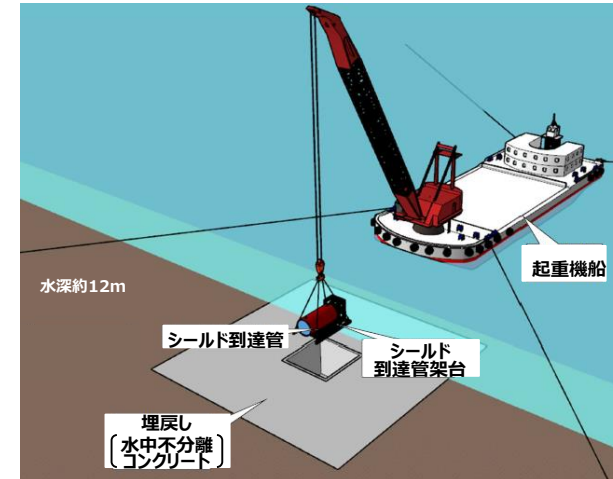
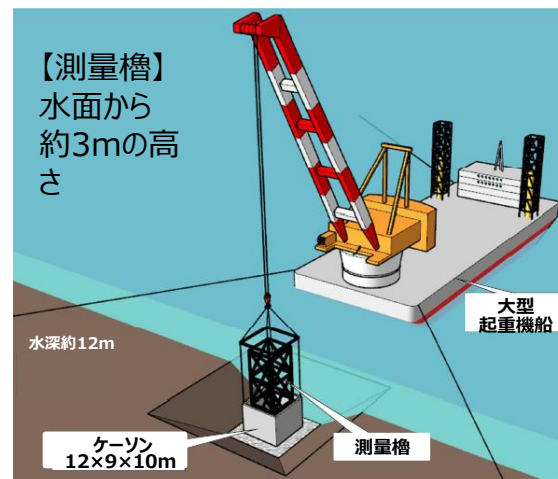
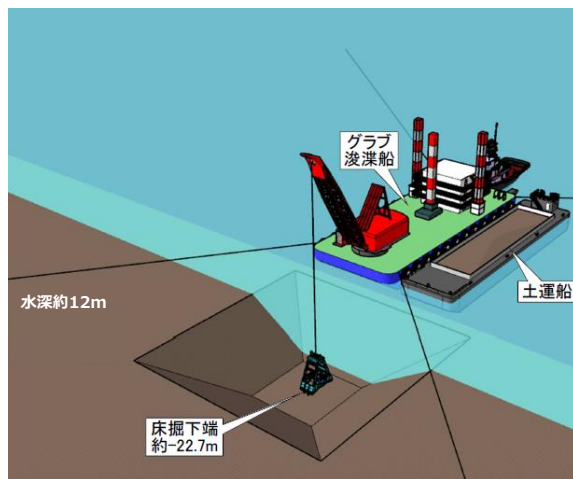


2.5 放水口ケーソンの概要 (1/4)

- 放水トンネルの出口の海底掘削および捨石投入・ならし作業およびその確認が7月22日に完了している。明日以降準備が整い次第、気象・海象をみながら、大型起重機船で鉄筋コンクリート製のケーソン（コンクリート製の大きな箱）を海底に据え付けます。その後、ケーソンの周囲をコンクリートで埋め戻す。
- なお、放水トンネルを掘進したシールドマシンがケーソンに到達した後、放水口ケーソンからシールド到達管（シールドマシン内包）を起重機船で撤去する。

－ 環境整備 (実施済み) －

－ 放水口ケーソンの設置工事 －



【岩盤掘削・ケーソン製作】

1. グラブ浚渫船（海底掘削船）で岩盤を掘削
2. 掘削土を発電所構内に搬入
3. 基礎捨石を投入

【ケーソン据付】

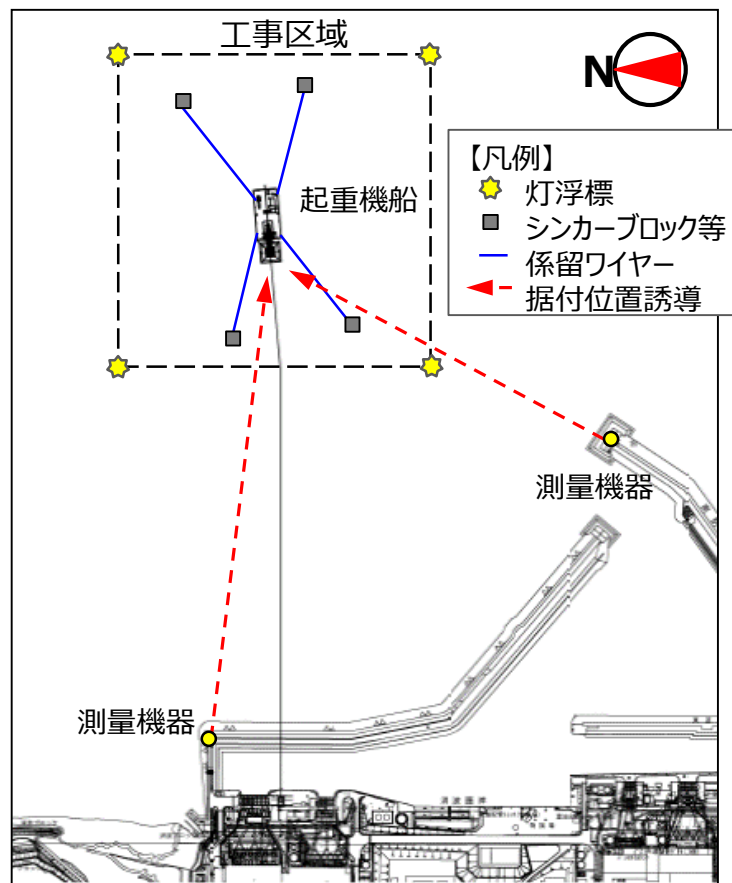
1. 発電所構外から海上運搬したケーソンを大型起重機船で据付
2. ケーソン周囲をコンクリートで埋戻し
3. シールドマシン到達に向け、ケーソンと連結した鋼製の測量槽を用いて、放水口の位置情報を管理

【掘削機撤去・蓋据付】

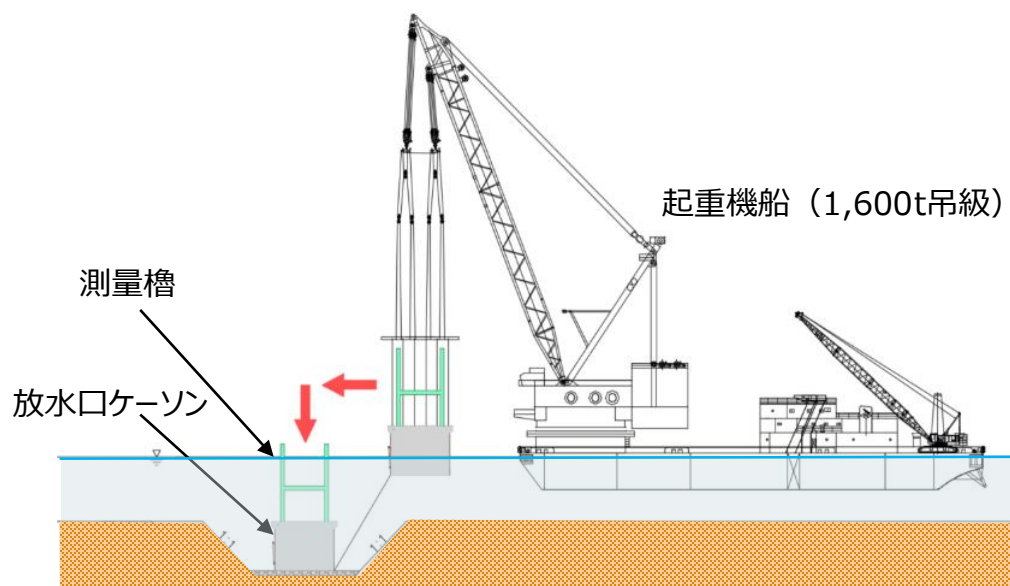
1. シールドマシンがケーソン内部のシールド到達管に到達した後、トンネル内を海水で満たす
2. 回収装置とトンネルを切り離し、起重機船でシールドマシンを立坑から回収
3. 最終的にケーソン蓋を据付

2.5 放水口ケーソンの概要 (2/4)

- 事前に設置したシンカーブロック (110t) およびアンカーに、起重機船を係留ワイヤーで固定する。
- 起重機船に設置したGPSおよびケーソンに設置された測量櫓を陸側 (南防波堤、北防波堤の二箇所) から測量することで、据付予定位置に起重機船を誘導する。当該起重機船の位置決め微調整は、係留ワイヤーを起重機船のウインチによる巻取り・繰出しを行いながら実施し、据付位置まで移動後、放水口ケーソンの据付けを行う。



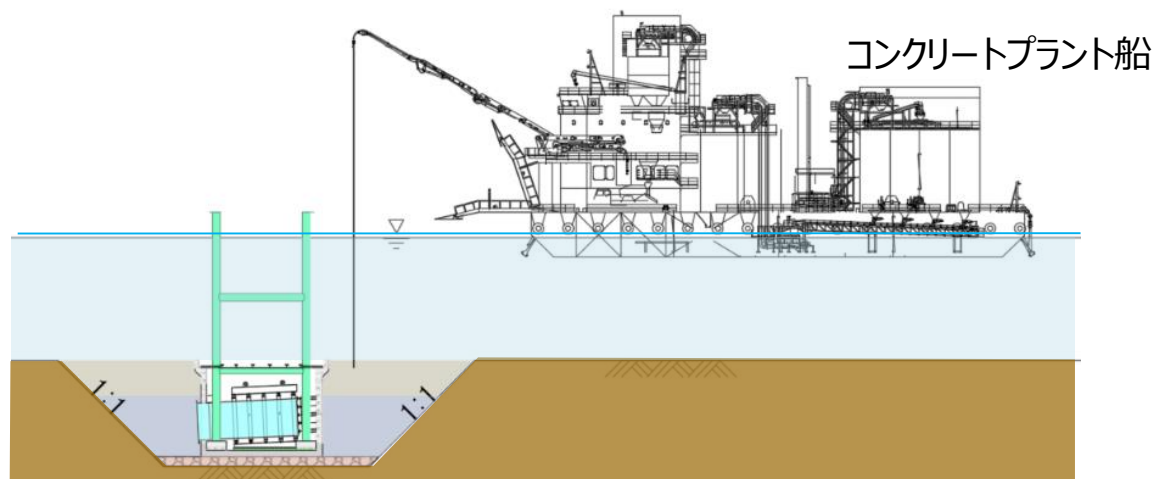
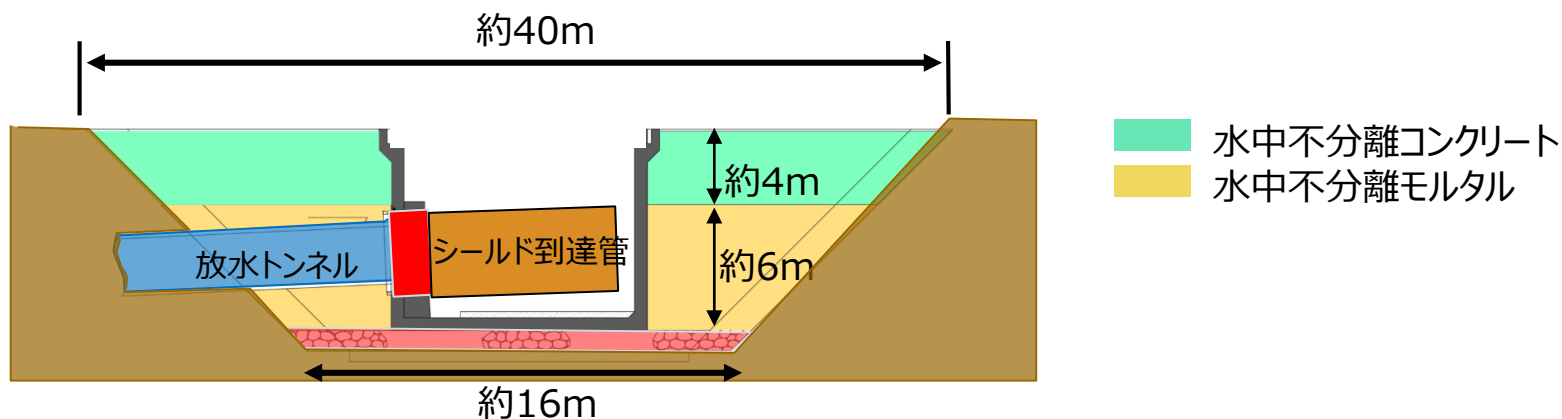
放水口ケーソン据付作業イメージ図 (平面)



放水口ケーソン据付作業イメージ図 (断面)

2.5 放水口ケーソンの概要 (3/4)

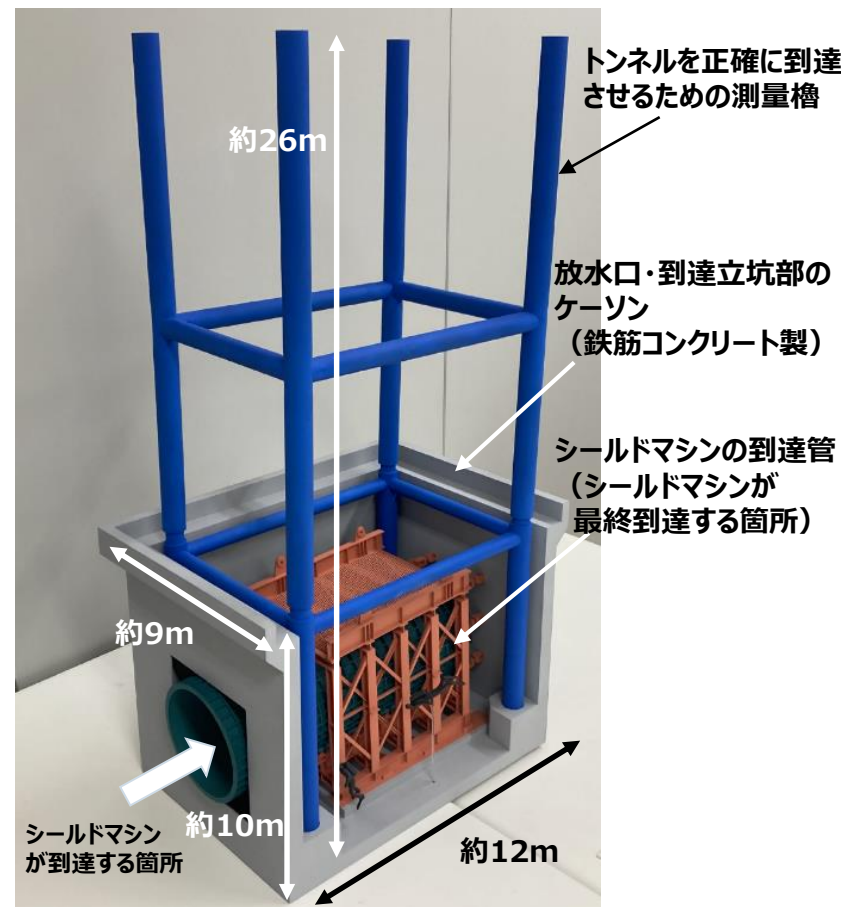
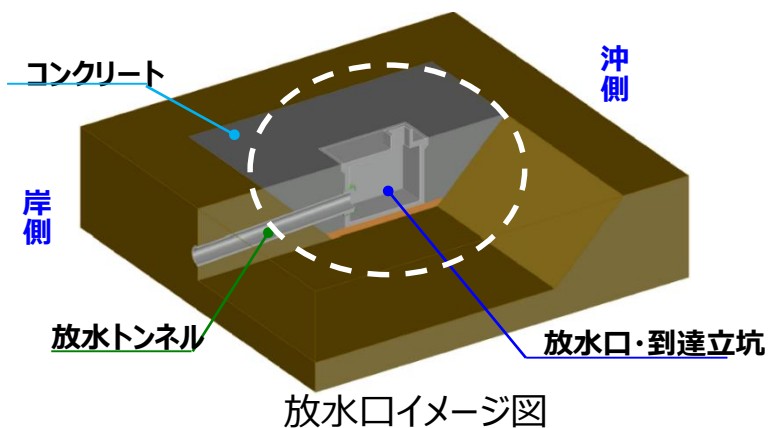
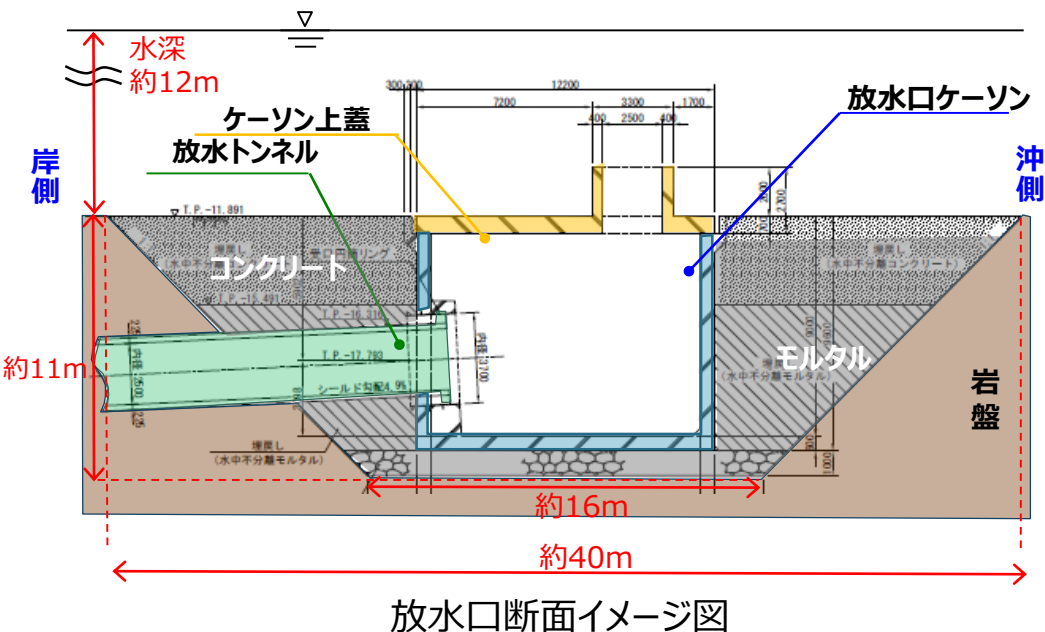
- 放水口ケーソンの据付後に、放水口ケーソンの周囲に、コンクリートプラント船から水中不分離モルタル(シールドマシンが通過する部分)、水中不分離コンクリートを打設して、埋戻す。



埋戻し断面イメージ図

2.5 放水口ケーソンの概要 (4/4)

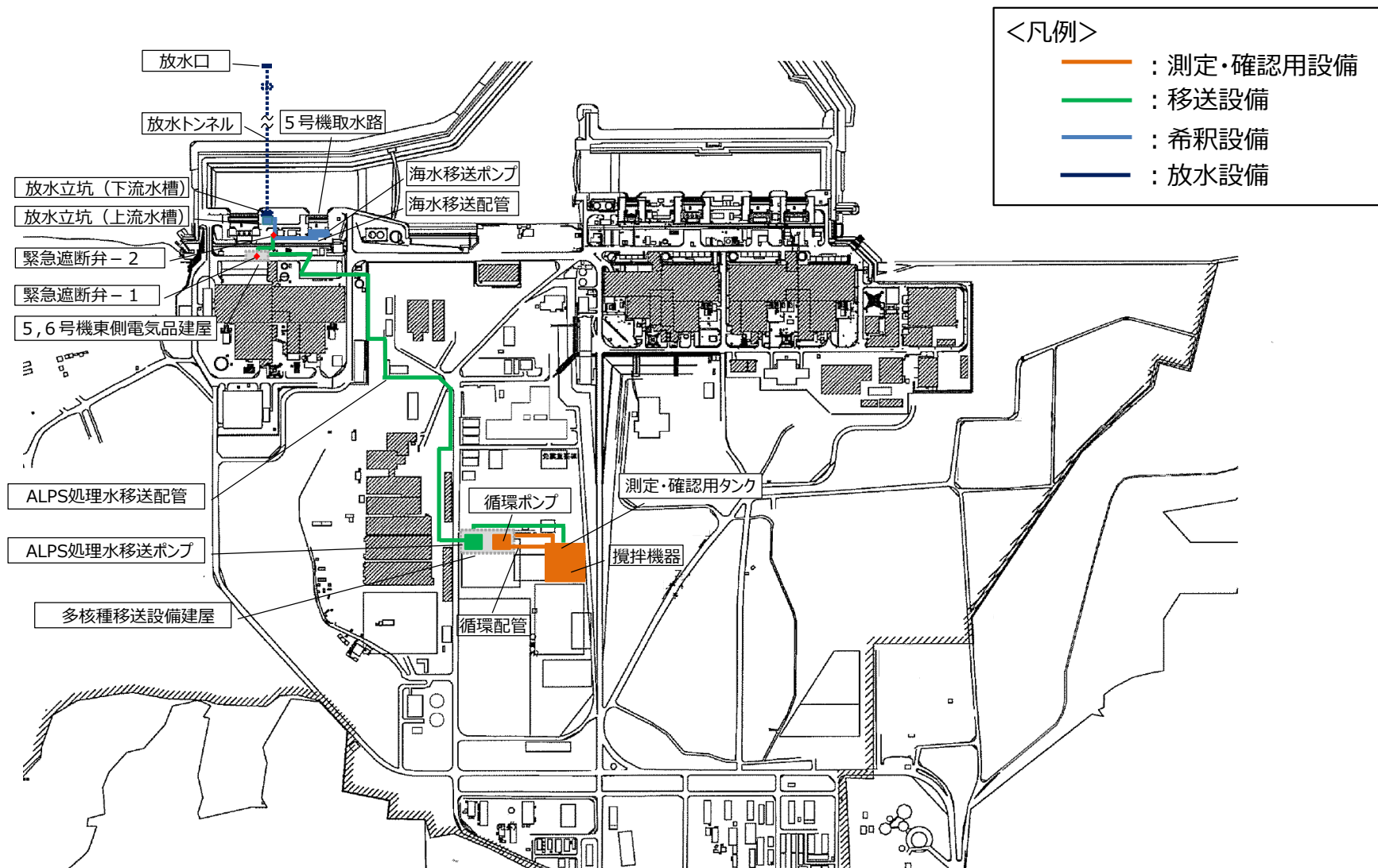
- トンネル掘進中の位置情報を管理するための「測量櫓」と、シールドマシンが到達する「シールド到達管」をケーソン内部に事前に設置している。



放水口ケーソン製作イメージ図

3.1 ALPS処理水希釈放出設備及び関連施設の配置計画

ALPS処理水希釈放出設備及び関連施設を構成する設備の配置は以下の通り。



3.2 ALPS処理水希釈放出設備及び関連施設等の設置工程

- 政府の基本方針を踏まえ、2023年春頃の設備設置を目指し、安全最優先で進める。
- 他方、各工程には気象や海象条件等の変動要因（不確実性）があることから、設備設置は、夏頃となる可能性がある。

	2022年度									2023年度			
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	1Q	2Q	3Q	
測定・確認用設備		循環ポンプ・攪拌機器・配管等の設置											
移送設備／希釈設備		処理水移送ポンプ・海水移送ポンプ・配管等の設置					上流水槽の構築						
放水設備		放水トンネルの構築・放水口ケーソンの設置						下流水槽の構築					
その他		仕切堤の構築他											
系統試験										試験関係			

※本工程は、今後の進捗等を踏まえて、見直すことがある

【補足】安全確保のための設備の全体像

二次処理設備（新設逆浸透膜装置）

トリウム以外の核種の告示濃度比総和「1～10」の処理途上水を二次処理する

二次処理設備（ALPS）

トリウム以外の核種の告示濃度比総和「1以上」の処理途上水を二次処理する

測定・確認用設備

3群で構成し、それぞれ受入、測定・確認、放出工程を担い、測定・確認工程では、循環・攪拌により均質化した水を採取して分析を行う（約1万m³×3群）

移送設備

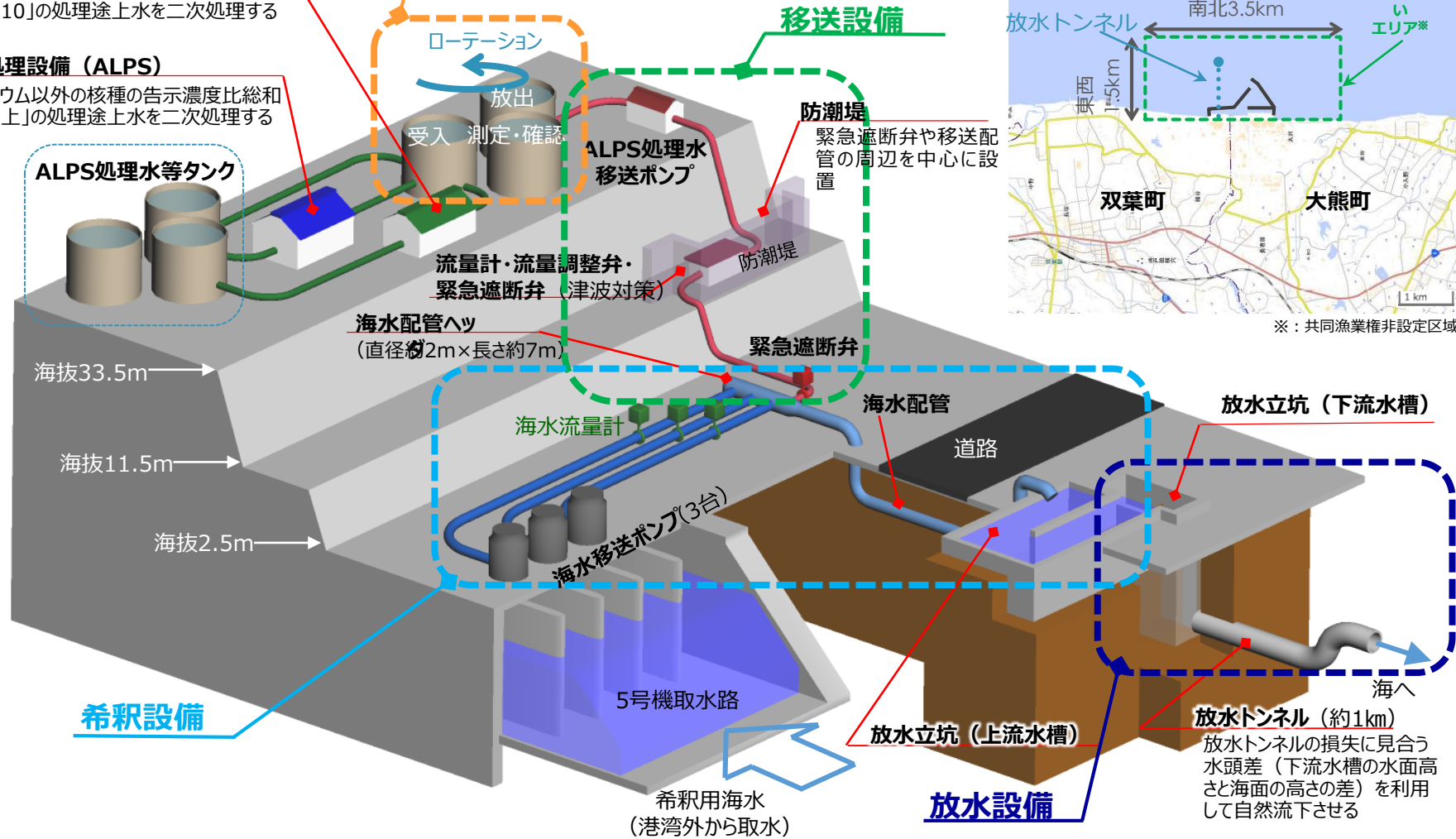
出典：地理院地図（電子国土Web）をもとに東京電力ホールディングス株式会社にて作成

<https://maps.gsi.go.jp/#13/37.422730/141.044970/&base=std&is=std&disp=1&vs=c1j0h0k0l0u0f0z0r0s0m0f1>

日常的に漁業

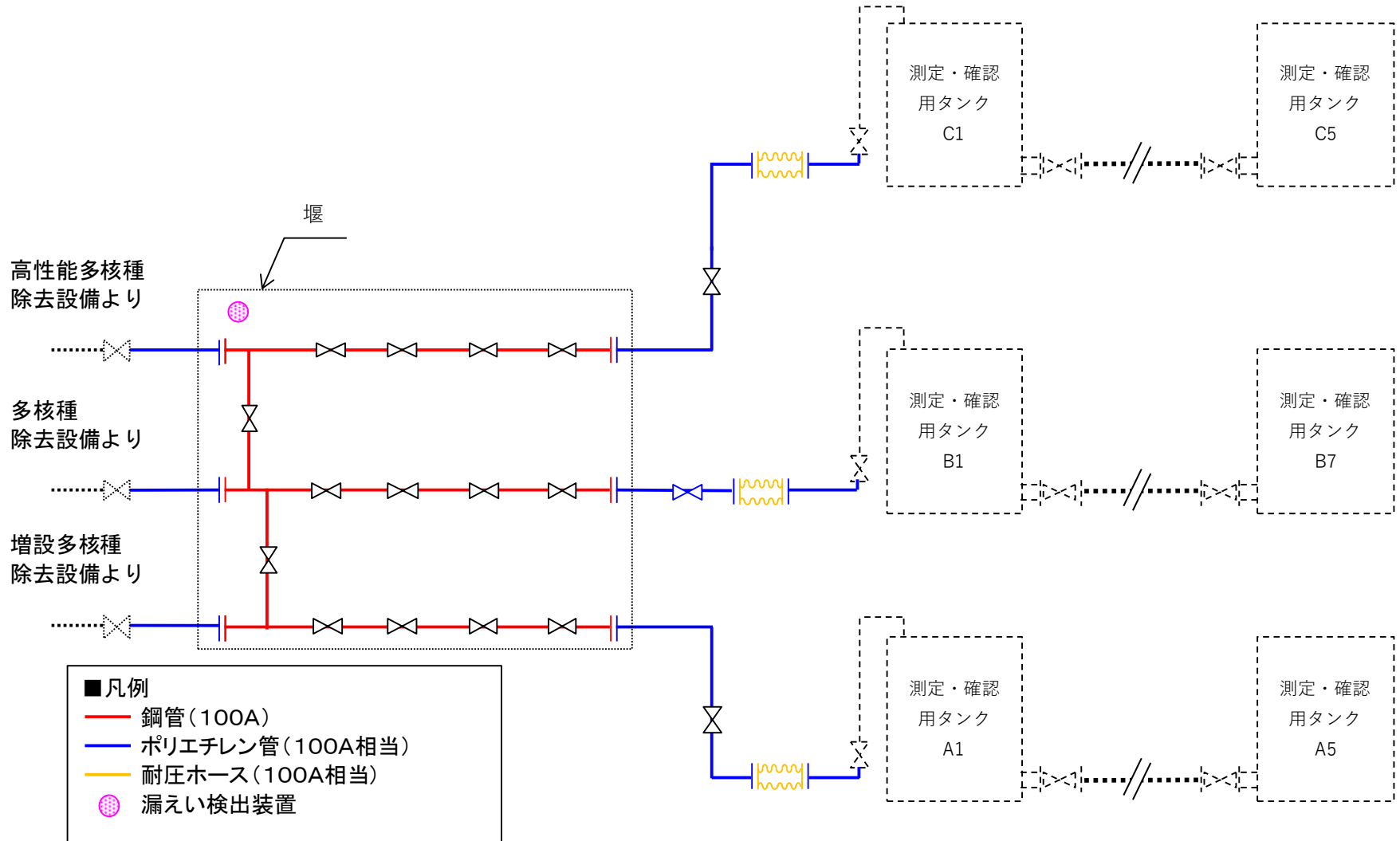


※：共同漁業権非設定区域

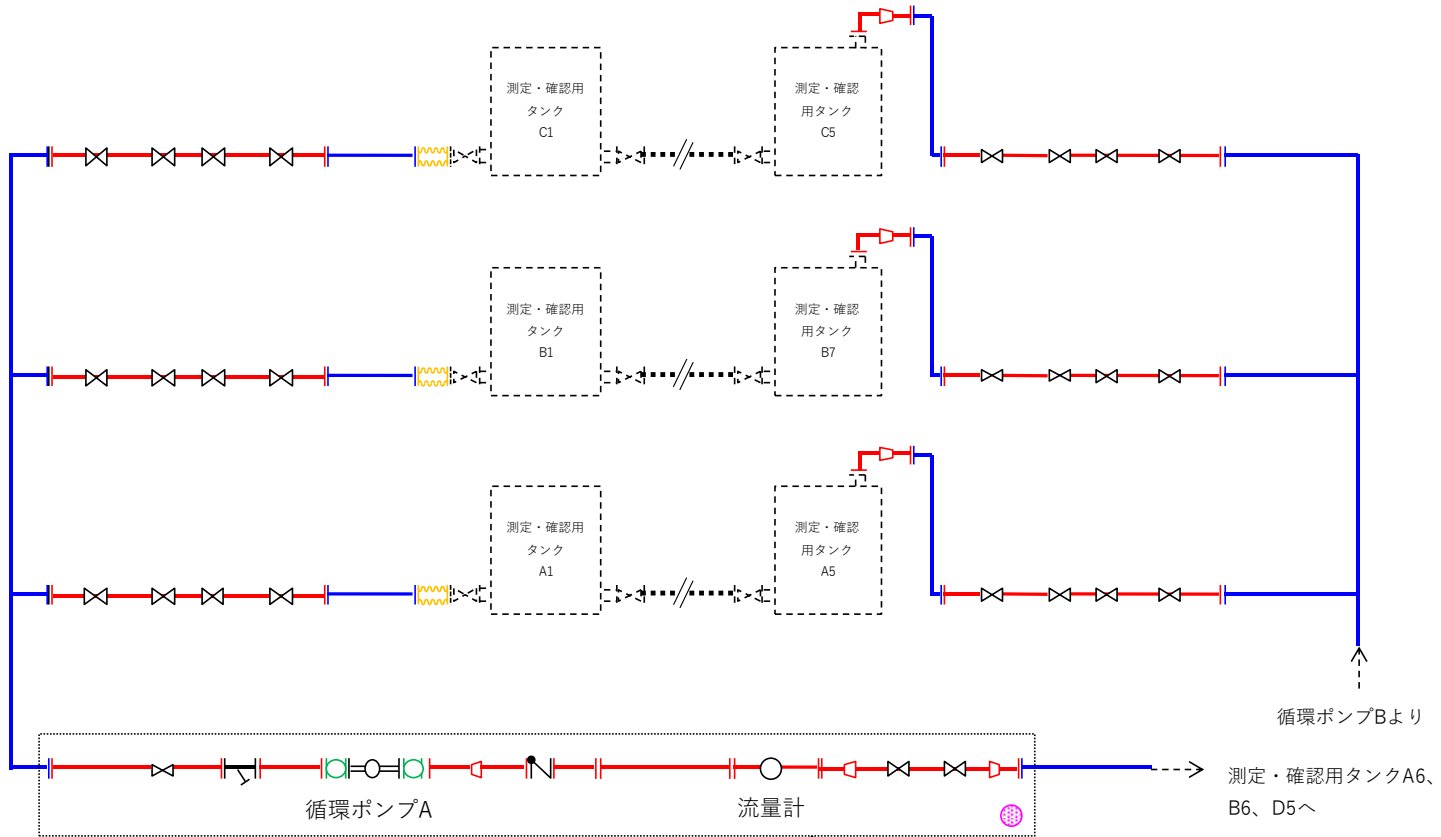


【参考】配管概略図（1 / 5）（測定・確認用設備）

- 配管概略図は以下の通り。
（実施計画：Ⅱ-2-50-添3-3）



- 配管概略図は以下の通り。
（実施計画：Ⅱ-2-50-添3-4）



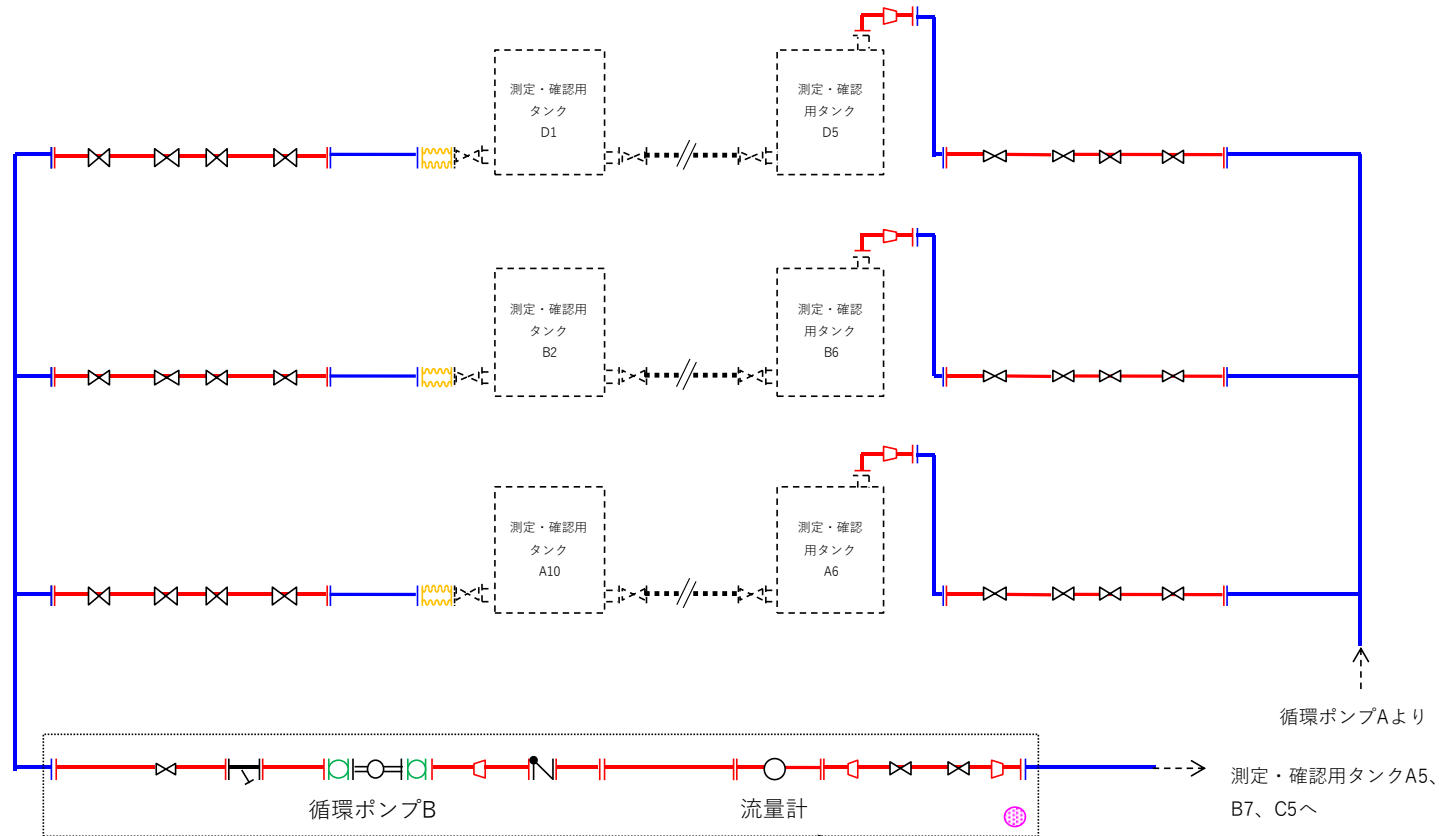
- 凡例
- 鋼管(125A, 150A, 200A)
 - ポリエチレン管(150A相当, 200A相当)
 - 耐圧ホース(200A相当)
 - 伸縮継手(125A相当, 200A相当)
 - 漏えい検出装置

堰(B)系と共用

循環ポンプBより
測定・確認用タンクA6、
B6、D5へ

【参考】配管概略図（3 / 5）（測定・確認用設備）

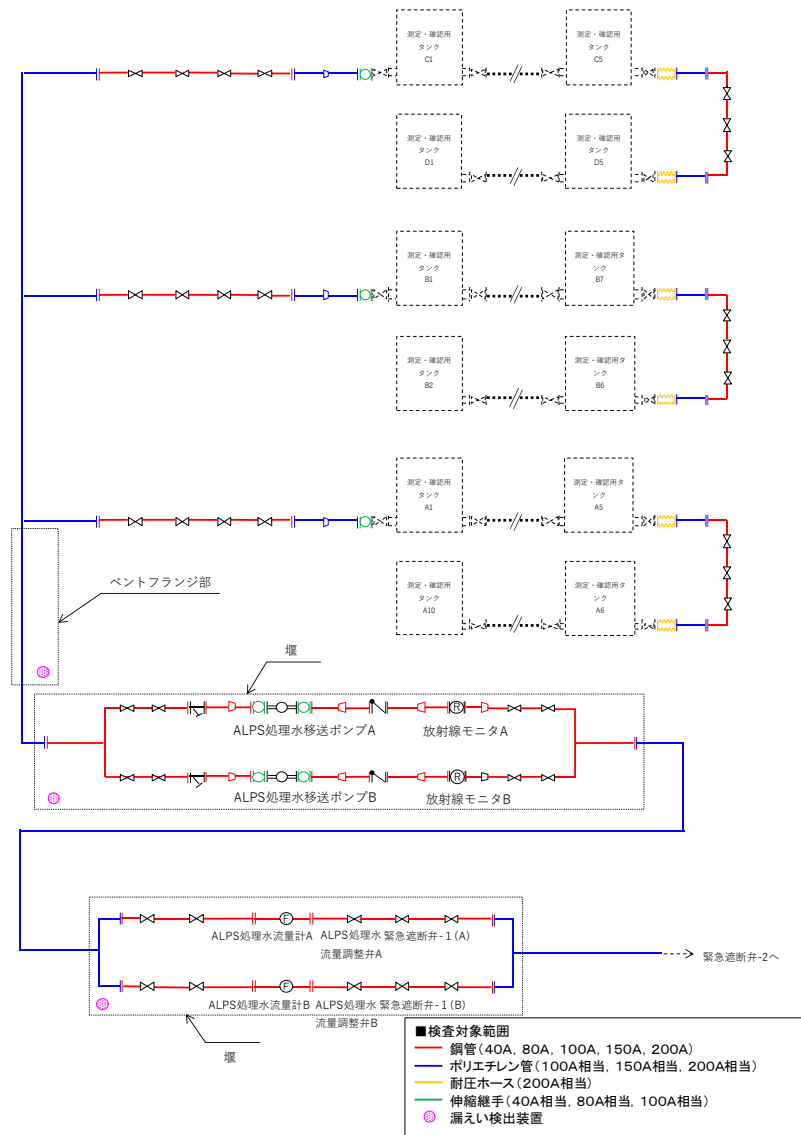
- 配管概略図は以下の通り。
（実施計画：Ⅱ-2-50-添3-4）



- 凡例
- 鋼管 (125A, 150A, 200A)
 - ポリエチレン管 (150A相当, 200A相当)
 - 耐圧ホース (200A相当)
 - 伸縮継手 (125A相当, 200A相当)
 - 漏えい検出装置

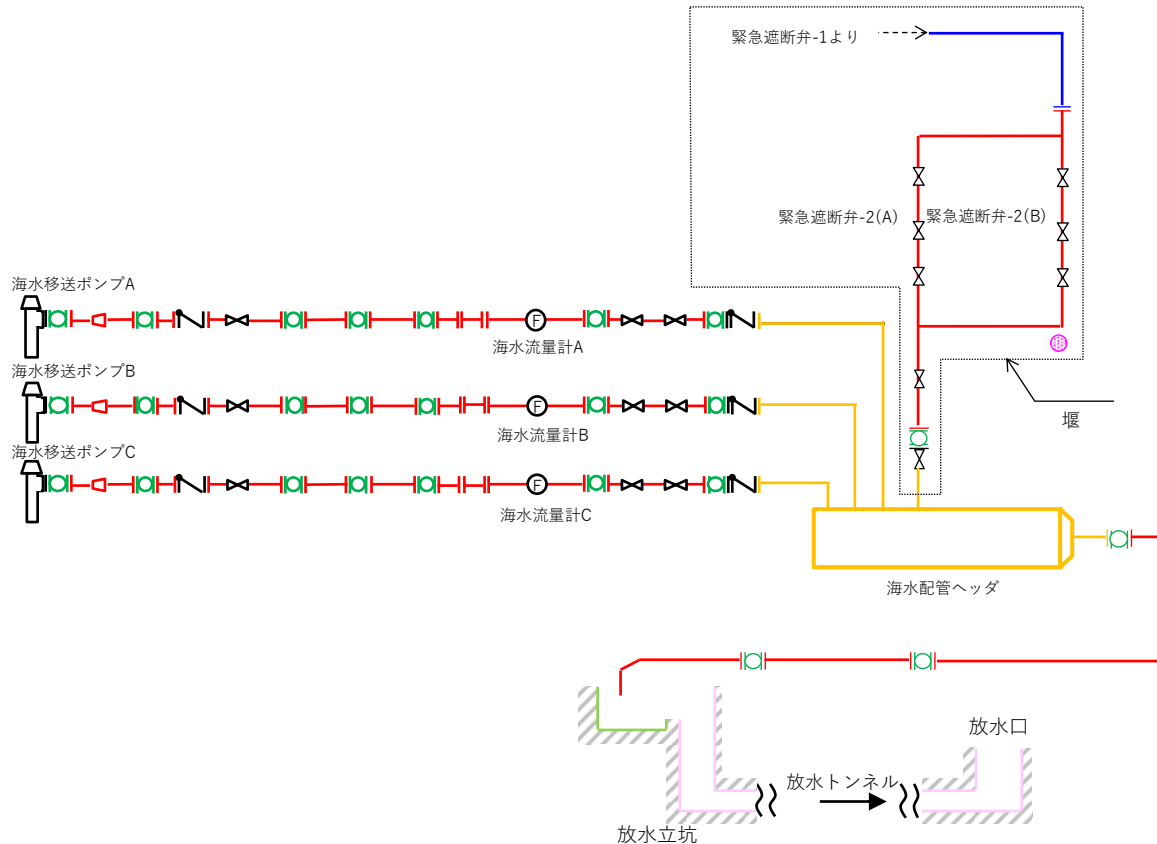
【参考】配管概略図（4 / 5）（移送設備）

- 配管概略図は以下の通り。
（実施計画：Ⅱ-2-50-添3-5）



【参考】配管概略図（5 / 5）（移送設備，希釈設備）

- 配管概略図は以下の通り。
（実施計画：Ⅱ-2-50-添3-6）

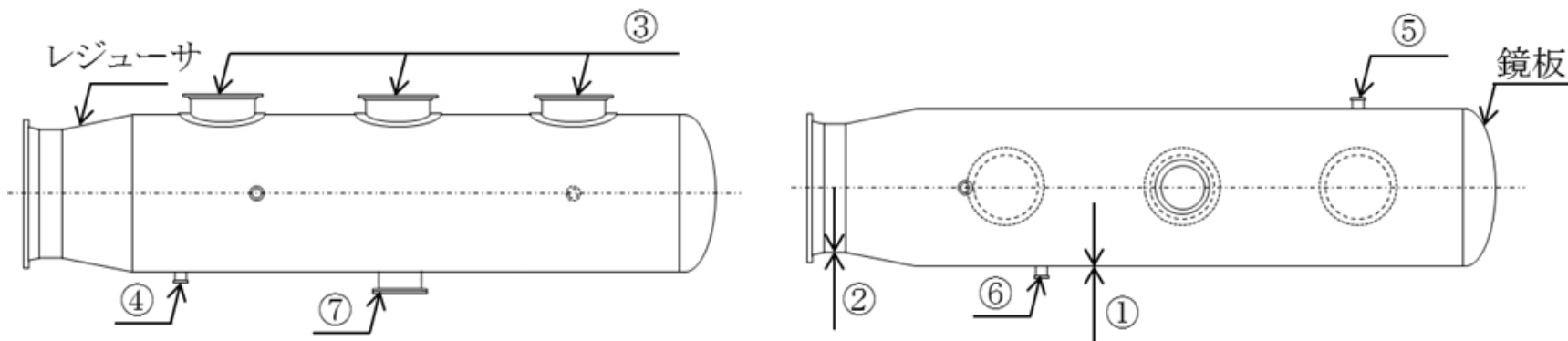


- 検査対象範囲
- 鋼管(100A, 800A, 900A, 1800A)
 - ポリエチレン管(100A相当)
 - 伸縮継手(100A相当, 800A相当, 900A相当, 1800A相当)
 - 海水配管ヘッダ
 - 海水移送ポンプ
 - 漏えい検出装置
 - 放水立坑(上流水槽)
 - 放水立坑(下流水槽), 放水トンネル, 放水口

【参考】海水配管ヘッダの仕様と構造について

■ 海水配管ヘッダの仕様と構造については以下の通り。

部位		呼び径	厚さ	材質	最高使用圧力	最高使用温度
主配管	①主管	2200A	16mm	SM400B	0.60MPa	40℃
	②出口管	1800A	16mm	SM400B	0.60MPa	40℃
	③海水ノズル管	900A	16mm	SM400B	0.60MPa	40℃
	④ALPS処理水注入管	100A	Sch.40	STPG370	0.60MPa	40℃
主配管以外	⑤ベント管	100A	Sch.40	STPG370	0.60MPa	40℃
	⑥ドレン管	100A	Sch.40	STPG370	0.60MPa	40℃
	⑦点検用マンホール	600A	16mm	SM400B	0.60MPa	40℃



海水配管ヘッダの構造図

【参考】 K4エリアタンクの改造内容

1. 循環配管等の接続

A1, A5, A6, A10へ接続（A1-A10の連結管撤去）、A5-A6間にMO弁敷設（攪拌循環を5基に区切るため）

※：A群の内容を例示

2. 移送配管の接続

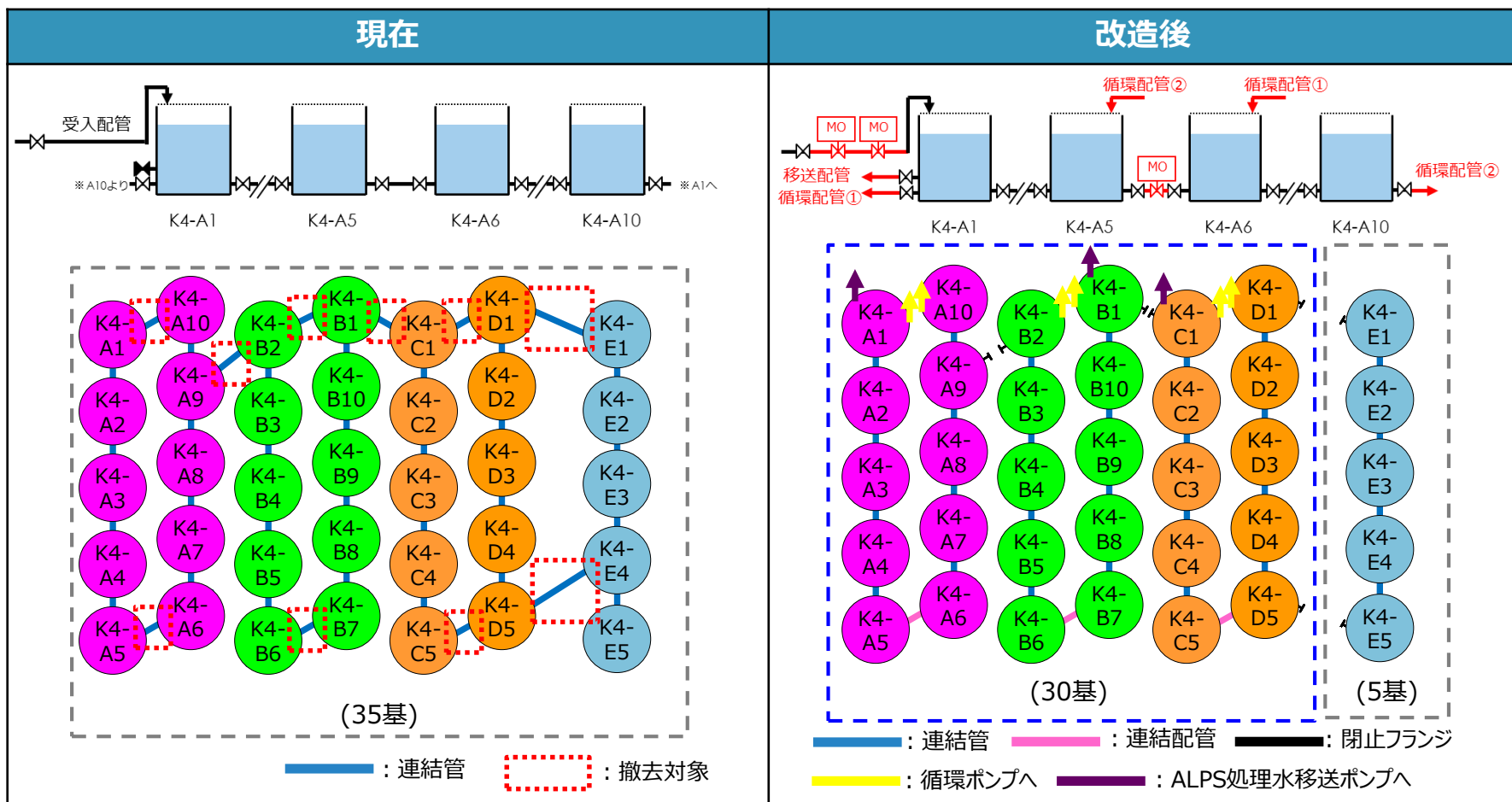
A1出口管台へ接続

3. 受入れ配管改造

混水防止のため、受入れ配管にMO弁設置

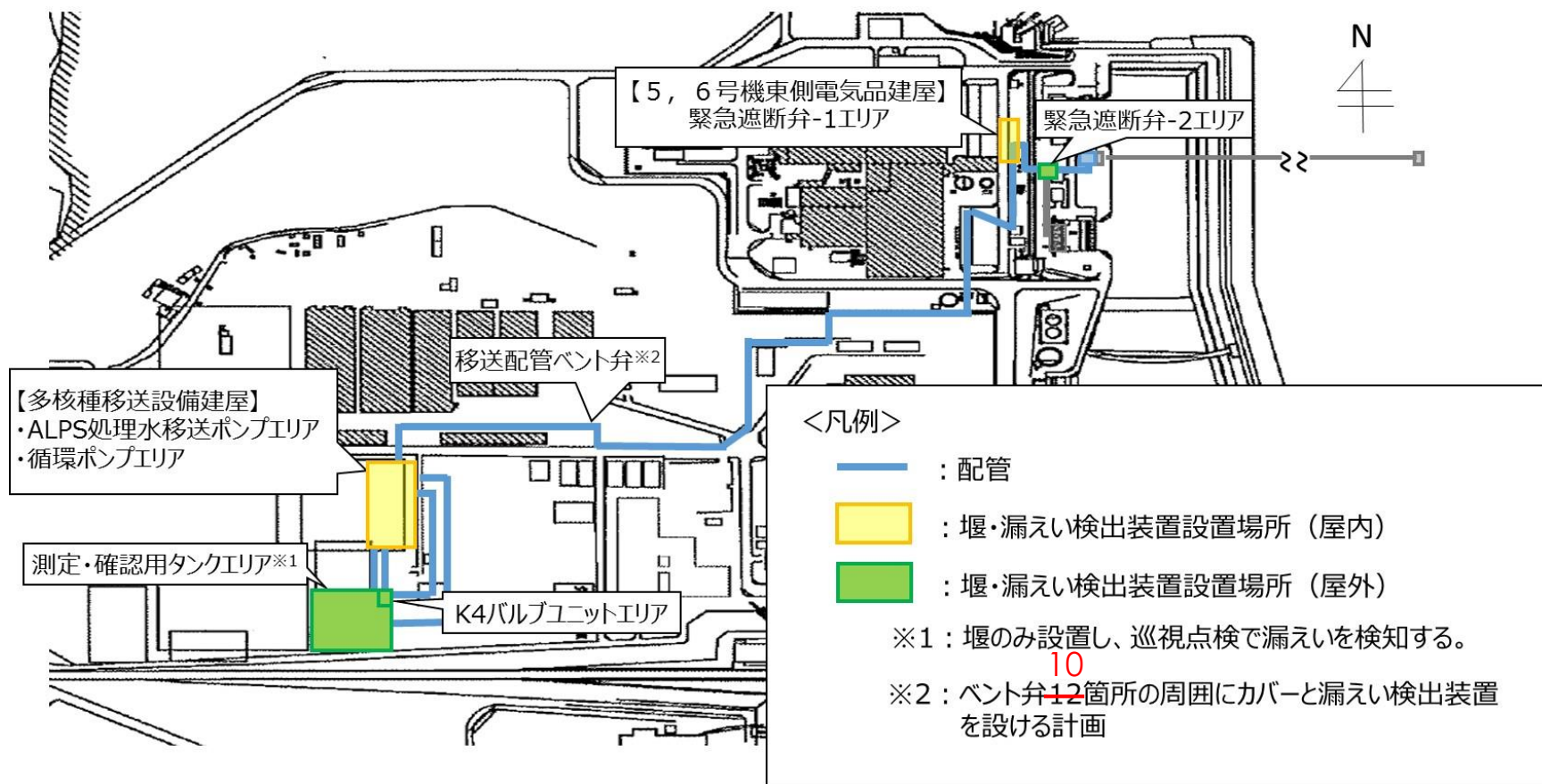
4. 連結管撤去

混水防止のため、タンク群間を跨ぐ連結管（A9-B2間）撤去



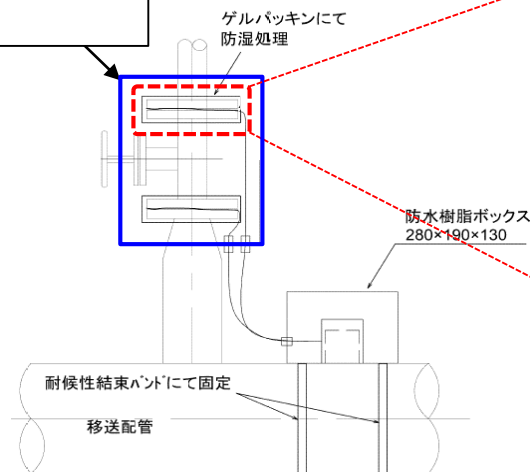
【参考】堰・漏えい検知器等の設置箇所

- ALPS処理水希釈放出設備において、漏えい拡大防止のために堰や漏えい検知器等を設置する箇所は下図の通り。（堰や漏えい検知器等は各エリアにそれぞれ設置する。）

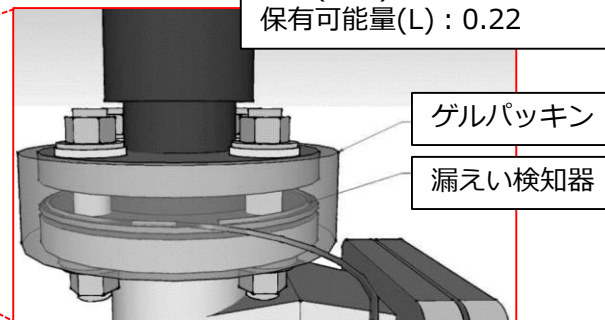


- ALPS処理水移送配管のエア抜き用のベント弁のフランジ部について、下記のように防水カバー及び漏えい検知器を設置。

＜防水カバー仕様＞
寸法(mm) : 200×300×250以上
保有可能量(L) : 10以上



＜ゲルパッキン仕様＞
寸法(mm) : $\Phi 155$ (内径) ×約50
保有可能量(L) : 0.22



A-A 矢視図

- 漏えい検知器は漏えいの想定されるフランジ面間に挿入し、その周囲をゲルパッキンで覆う。
- ゲルパッキンはフランジ形状に合わせた成型品で継ぎ目のない構造でシール性を有する（検知器穿孔の貫通部はコーキング処理を実施）。
- 仮にゲルパッキンより漏えいした場合においても、周囲の防水カバーに水を受けることで外部へ漏えいしない構造としている（カバー・配管との隙間はゴムパッキン・コーキングによりシール性を確保）。

【参考】ベント弁漏えい検知器の動作原理について

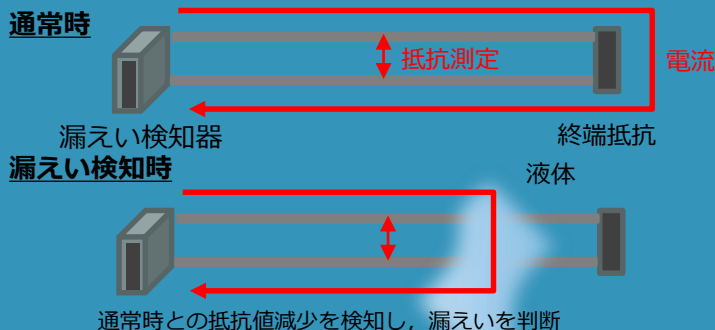
- ベント弁漏えい検知器については、審査会合時に説明した製品が工事期間内に調達することが困難になったため、動作原理は異なるものの、機能・性能には変更はない同等品を設置することで対応する。

<漏えい検出>

<断線検出>

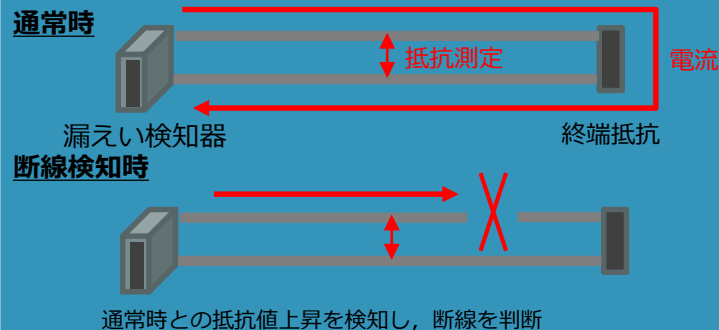
変更後

- 漏えい検知器から漏えい検知帯を通电し、漏えい検知帯の抵抗を測定。
- 漏えい検知帯の抵抗値の変化により、漏えいを判断。



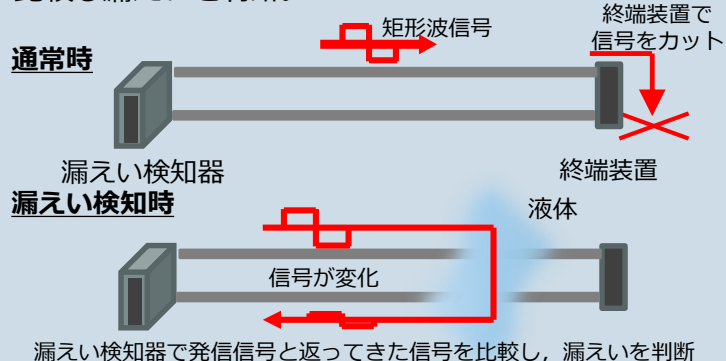
変更後

- 漏えい検知器から漏えい検知帯を通电し、漏えい検知帯の抵抗を測定。
- 漏えい検知帯の抵抗値の変化により、断線を判断。



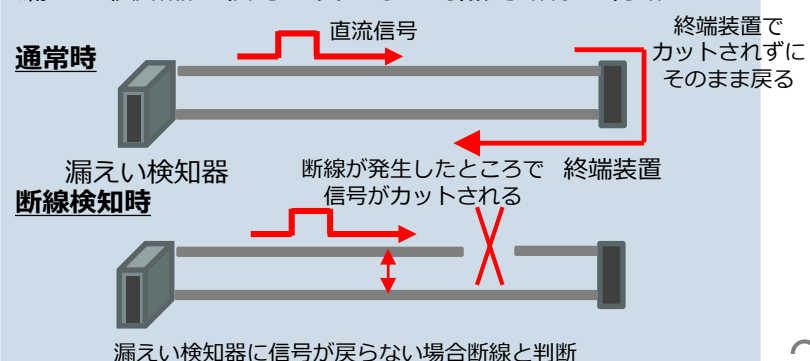
変更前

- 漏えい検知器より漏えい検出用の矩形波信号を発信し、通常であれば終端装置により信号はカットされる。
- 漏えい検知帯に液体が接触した場合は、液体の抵抗により変化した信号が検知器に戻るため、発信信号と比較し漏えいを判断。



変更前

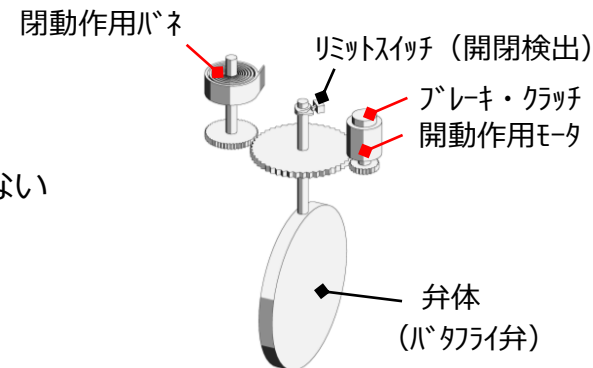
- 漏えい検知器より断線検出用の直流信号を発信し、健全であれば発信信号はそのまま検知器に戻り正常と判断。
- 断線が発生すると断線した箇所で信号がカットされ、漏えい検知器に信号が戻らない時点で断線と判断。



緊急遮断弁 - 1 (MO弁)

➤ 電源喪失時全閉 スプリングリターン式電動緊急遮断弁

- 全開時はモータが駆動し、バネを巻き上げながら弁開にする
- 弁が全開になると内蔵されるブレーキが作動し、巻き上げたバネが戻らないよう保持する (平常時)
- 電源の遮断によりブレーキが開放され、バネの力により弁閉となる
- 開→閉：10秒以内

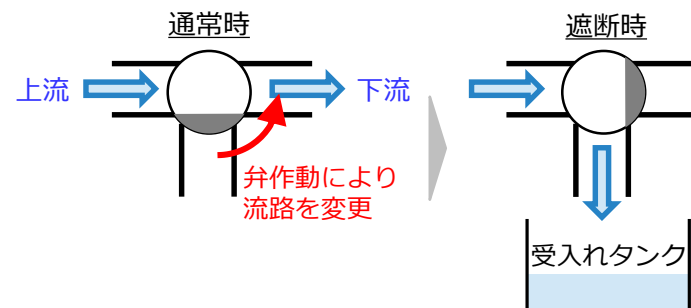
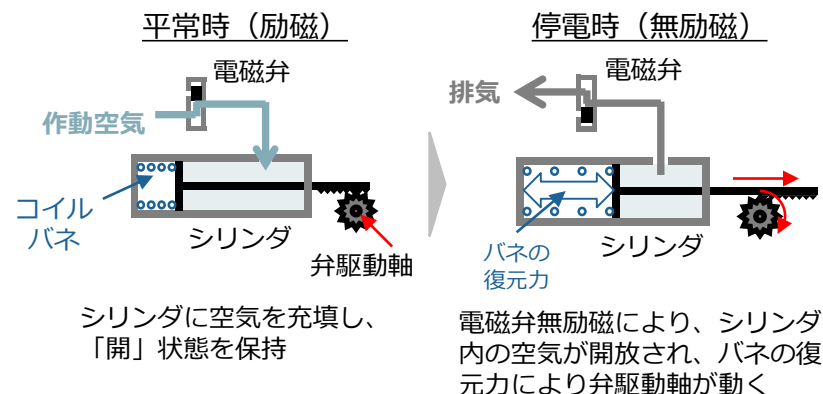


緊急遮断弁-1の構造概略

緊急遮断弁 - 2 (AO弁)

➤ 電源喪失時全閉 空気作動緊急遮断弁

- シリンダ内のピストンを加圧し、ピストンの移動により発生する直線運動を回転運動 (弁駆動) に変換
- コイルバネを内蔵し、停電時に作動空気の電磁弁が無励磁になることにより、シリンダ内のエアを開放してピストンを動かす
- 開→閉：約2秒



ALPS処理水流量調整弁（MO弁）

【仕様】

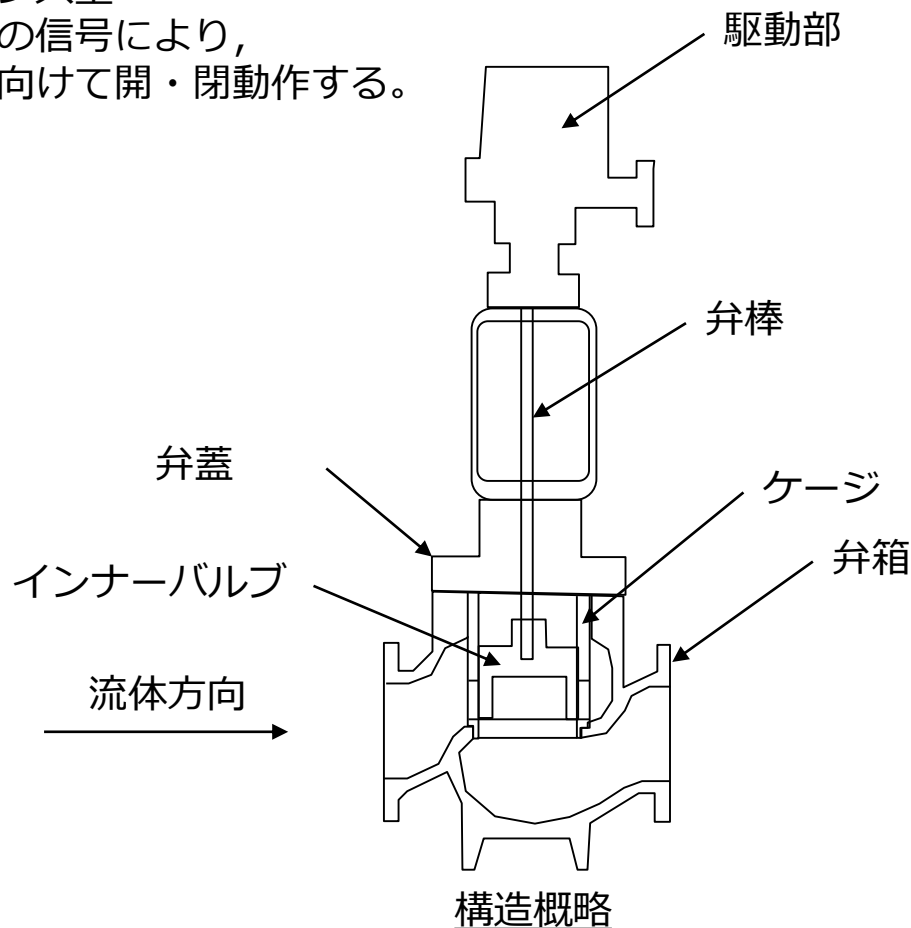
口径：100A

型式：単座形ケージ調節弁

材質：SUS14A（弁箱），SUS316（弁体）

ケージ形状：バランス型

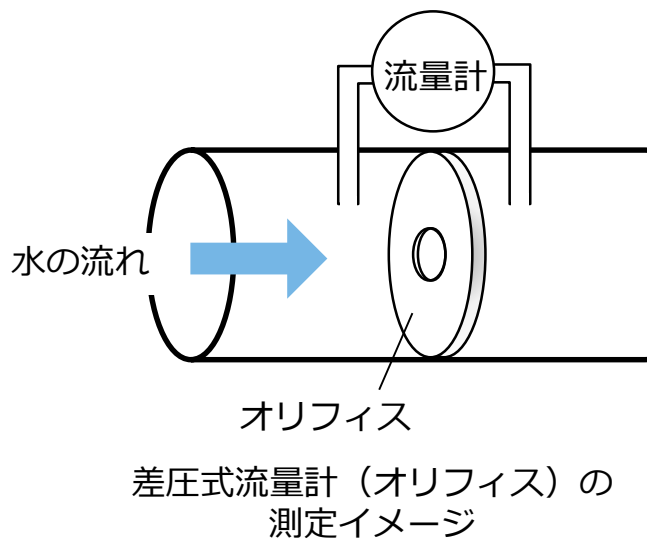
動作：制御盤からの信号により，
目標開度に向けて開・閉動作する。



【参考】 流量計の仕様について

- ALPS処理水流量計及び海水流量計については「差圧式流量計（オリフィス）」※1を採用。
- 各流量計は検出器、演算器（指示含む）の機器で構成されており、仕様及び構成は下記の通り。

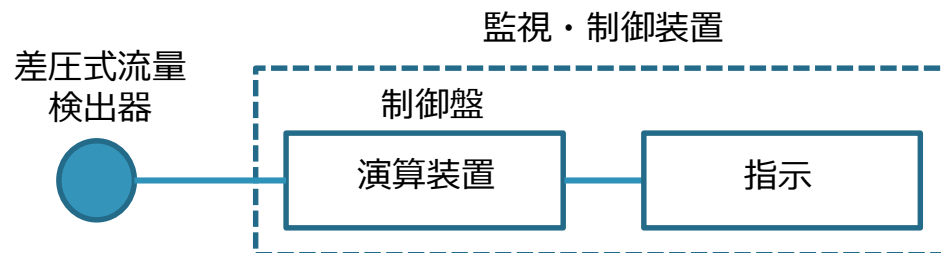
※1：流路にオリフィス（絞り弁）を設置することで、オリフィス前後の圧力差（差圧）を検出し、流量に変換する計測方式



流量計の仕様

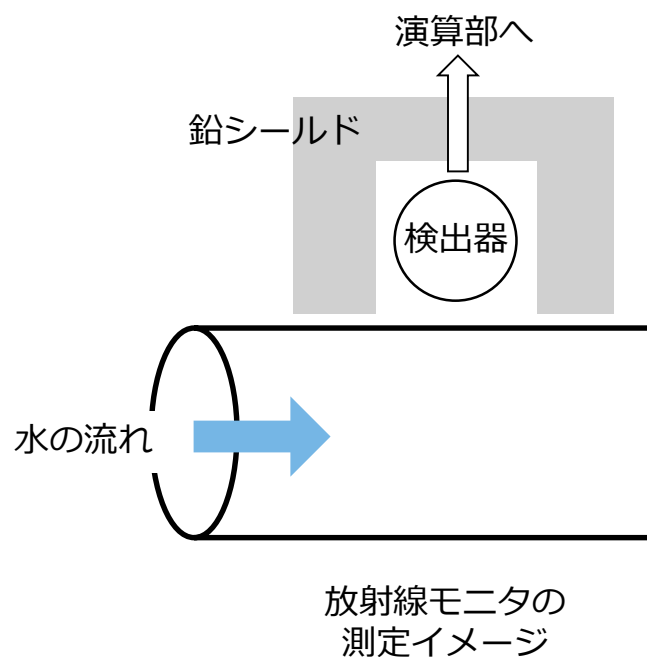
計測方式	差圧式（オリフィス）
仕様(オリフィス)	JIS Z 8762-2※2
計測範囲	0 ~ 40 m ³ /h（ALPS処理水） 0 ~ 10,000 m ³ /h（海水）

※2：円形管路の絞り機構による流量測定方法 第2部：オリフィス板



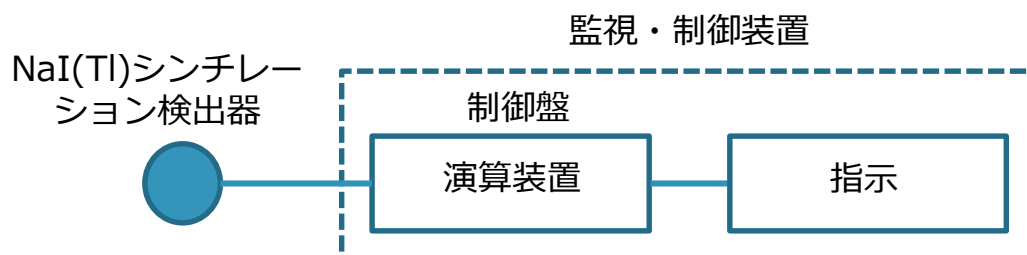
【参考】放射線モニタの仕様について

- 放射線モニタについては「NaI(Tl)シンチレーション検出器」を採用。
- 検出部（検出器含む）、演算部（指示含む）の機器で構成されており、仕様及び構成は下記の通り。



放射線モニタの仕様

検出器種類	NaI(Tl)シンチレーション検出器
測定対象核種 (線種)	^{137}Cs , ^{60}Co (γ 線)
計測範囲	$10^{-1} \sim 10^5 \text{ s}^{-1}$

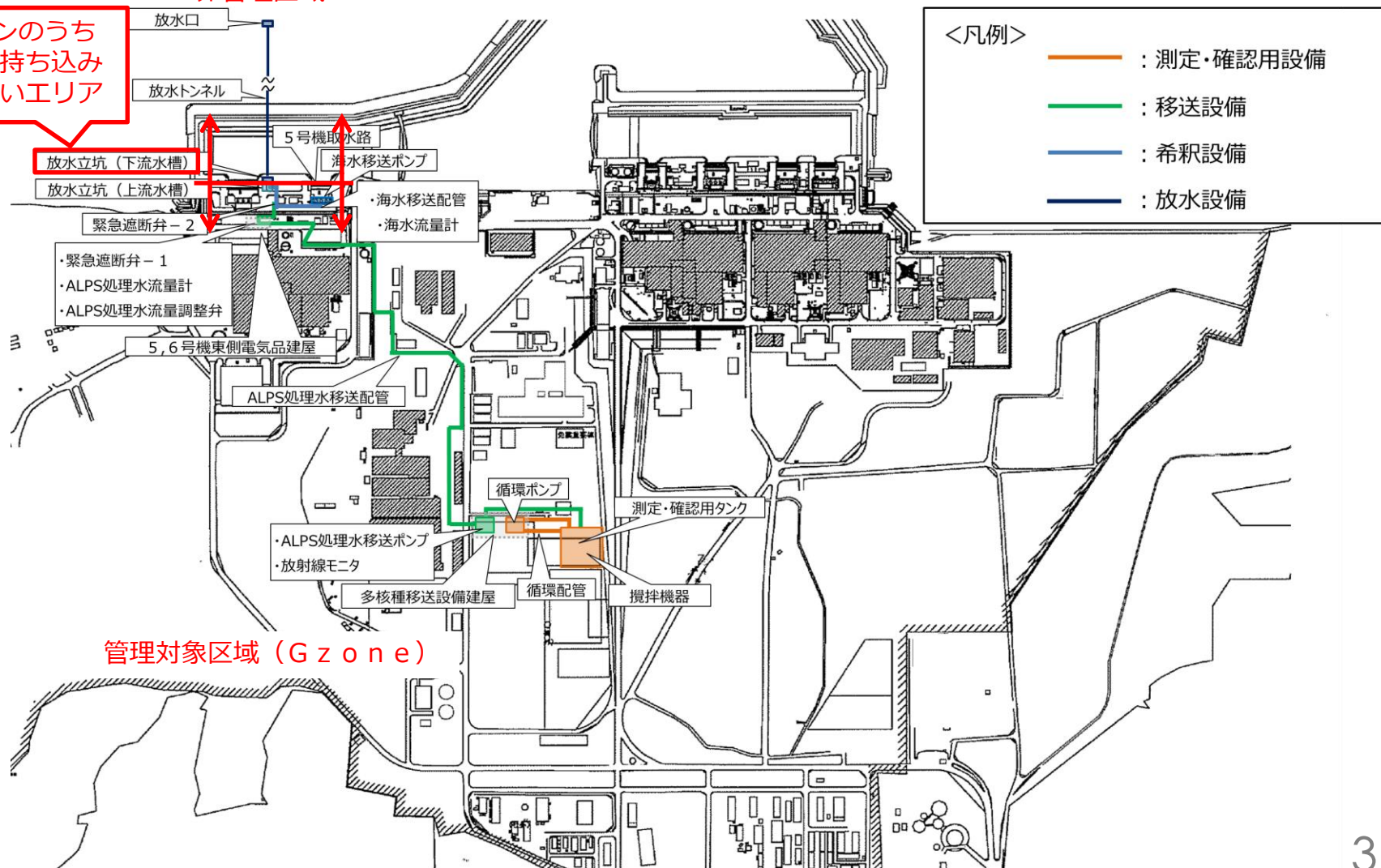


【参考】ALPS処理水希釈放出設備及び関連施設の放射線管理

- ALPS処理水希釈放出設備及び関連施設のうち、放水トンネル～放水口は、非管理区域、それ以外については、管理対象区域（G zone）に設定予定。放水立坑（下流水槽）については、管理対象区域（G zone）ではあるものの汚染を持ち込みさせないエリアとしての管理を予定。

非管理区域

Gゾーンのうち
汚染を持ち込み
させないエリア



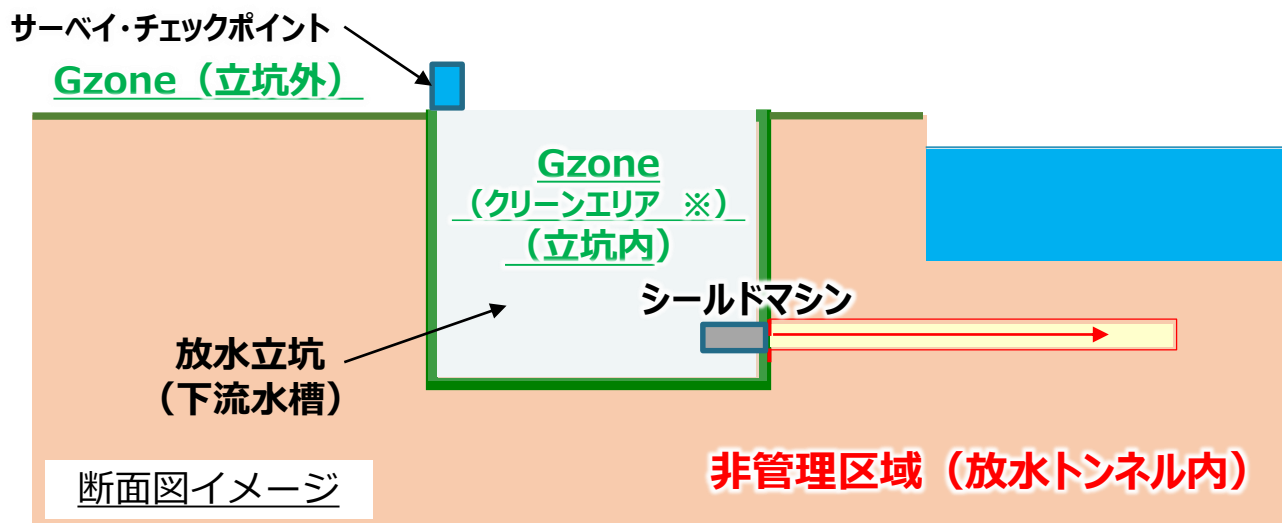
- 管理対象区域（G zone）から放水立坑（下流水槽）へ入域方法は以下の通り。

【入域時】

- 管理対象区域（G zone）から装備交換所（サーベイ・チェックポイント）へ入域する。
- G装備（G靴）を脱装する。
- 全身サーベイを実施する。
- 専用装備（専用靴）を着装する。
- 装備交換所（サーベイ・チェックポイント）から放水立坑（下流水槽）に入域する。

【退域時】

- 放水立坑（下流水槽）から装備交換所（サーベイ・チェックポイント）に入域する。
- 専用装備（専用靴）を脱装する。
- G装備（G靴）を着装する。
- 装備交換所（サーベイ・チェックポイント）から管理対象区域（G zone）へ退域する。



※Gゾーンのうち汚染を持ち込みさせないエリア