

# ALPS処理水希釈放出設備設置工事における 工事の安全確保状況について

2023年6月14日



東京電力ホールディングス株式会社

# 1. ALPS処理水希釈放出設備および関連施設の全体像

## 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用して分析を行う（約1万m<sup>3</sup>×3群）

## 移送設備

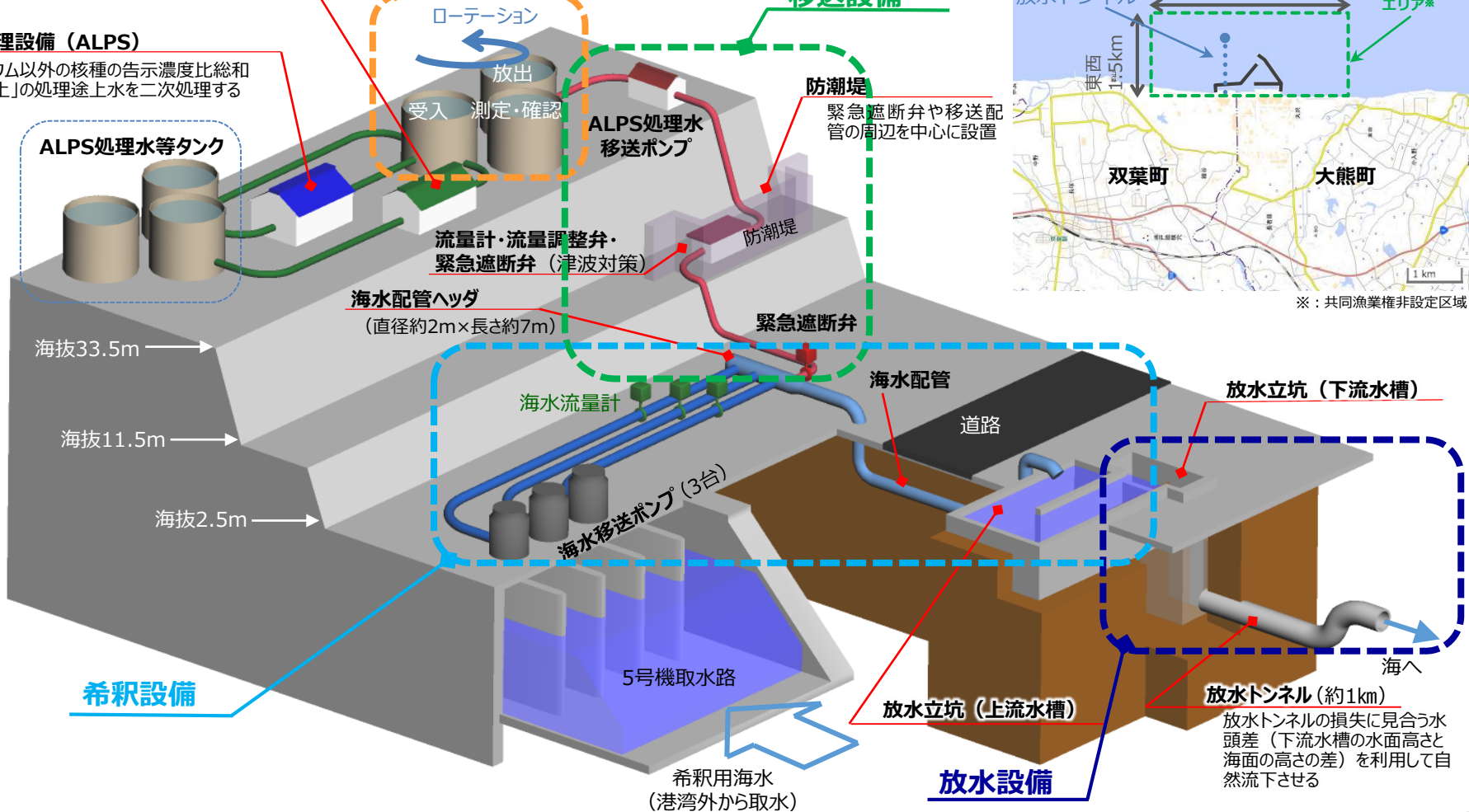
## 防潮堤

緊急遮断弁や移送配管の周辺を中心に設置

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&ls=std&disp=1&vs=c1j0h0k0l0u0t0z0r0s0m0f1>

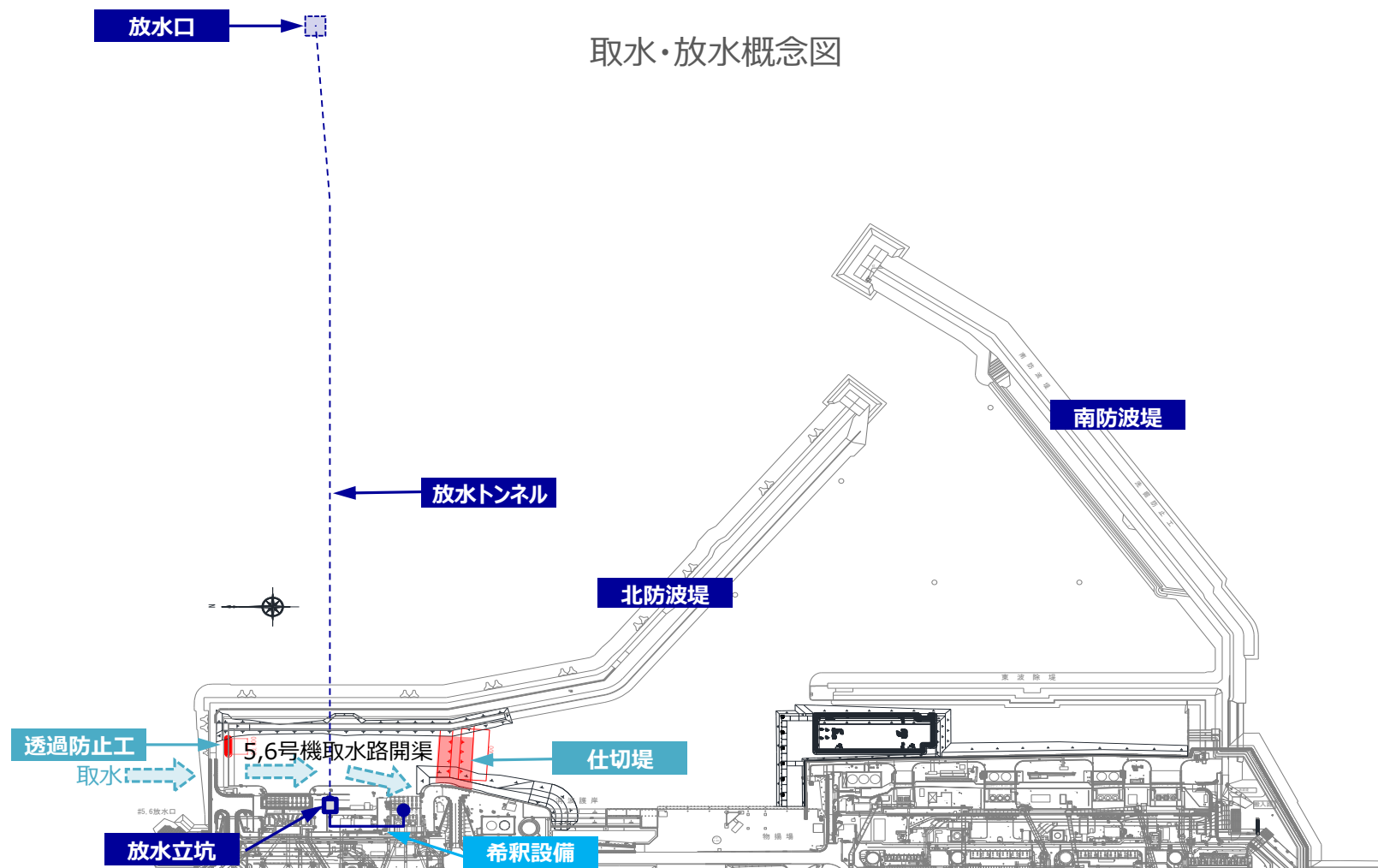


※：共同漁業権非設定区域



## 2. 放水設備の概要

- 放水設備は、放水立坑（上流水槽）内の隔壁（堰）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します。なお、放水設備における摩擦損失や海面水位の上昇等を考慮した設計としています。

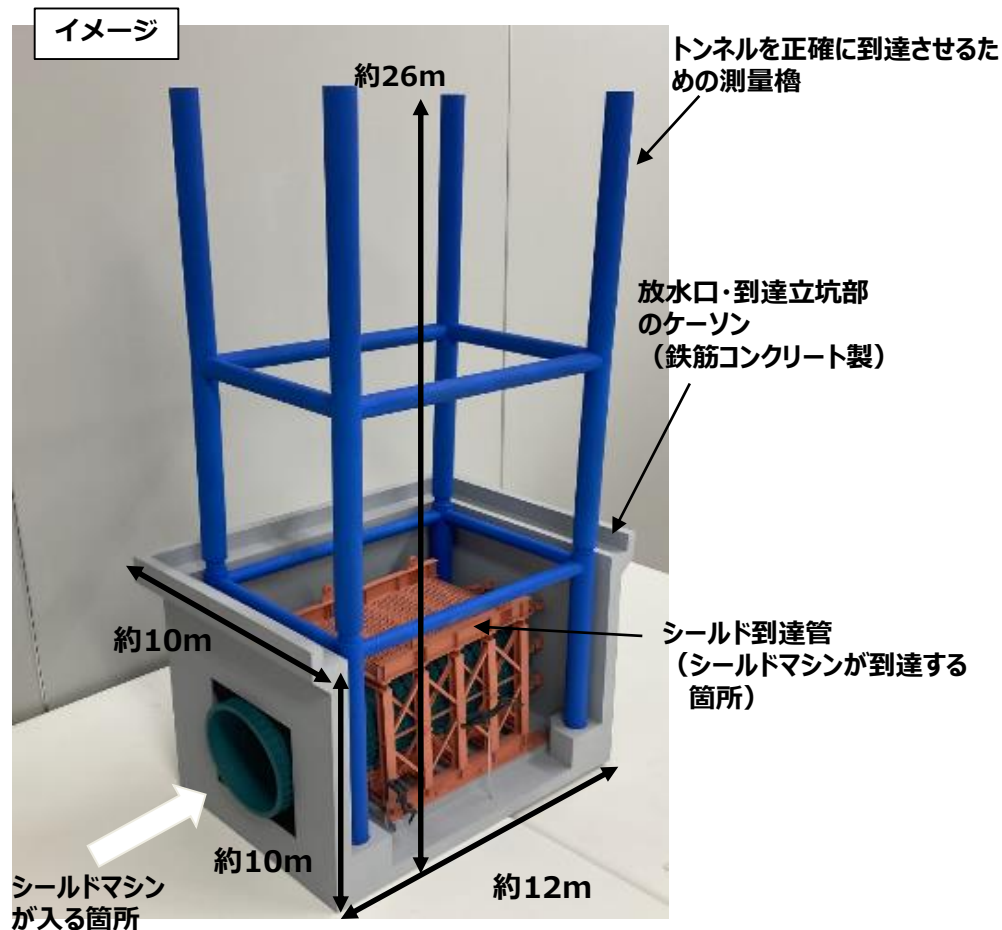


### 3. 放水口ケーソンについて



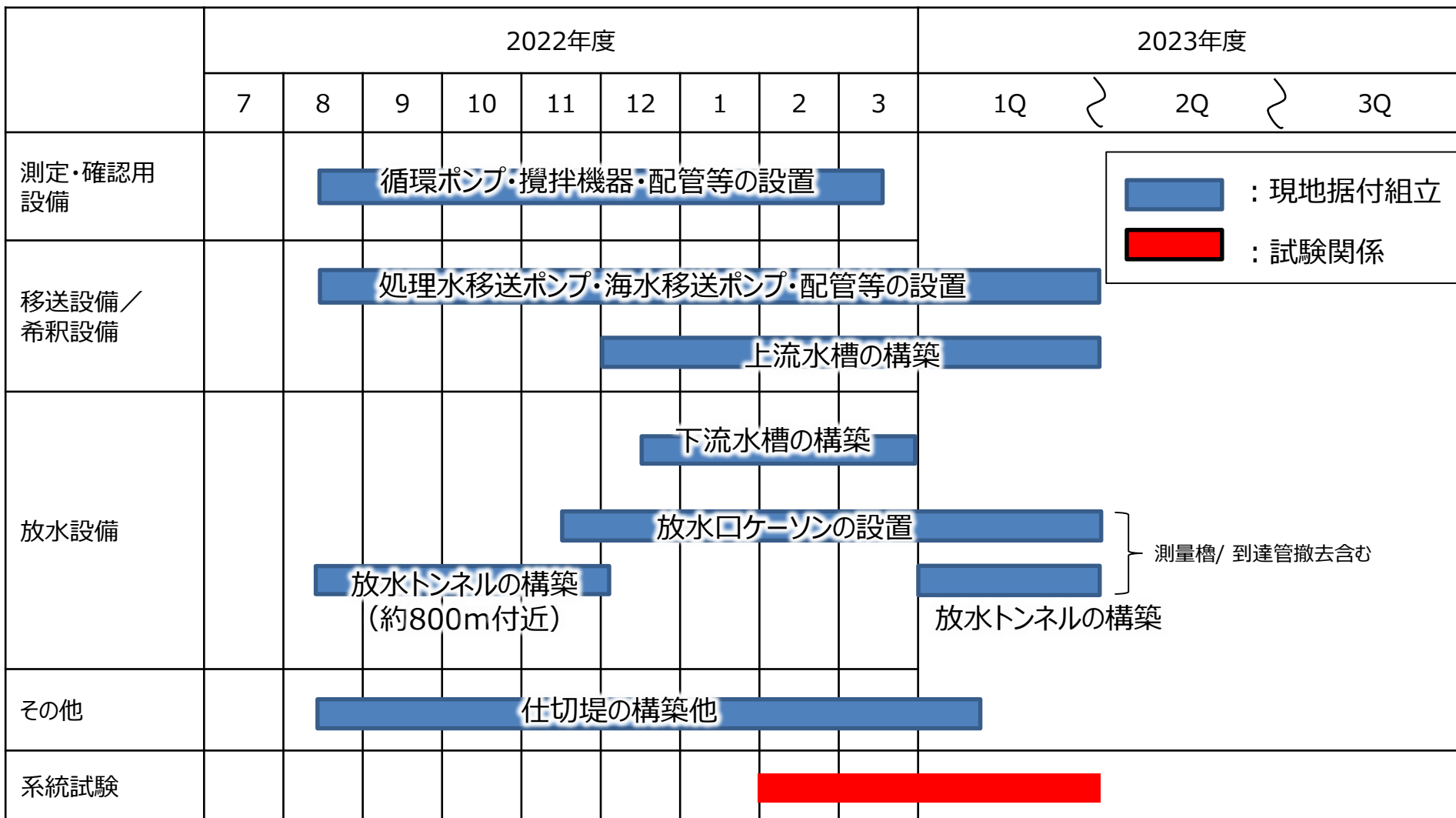
写真 到達管 (実物)

※到達管  
放水トンネルを掘進してきたシールドマシンを管内に到達させ、海上から回収するために使用する鋼製の筒



到達管・放水口ケーソン (据付時) イメージ

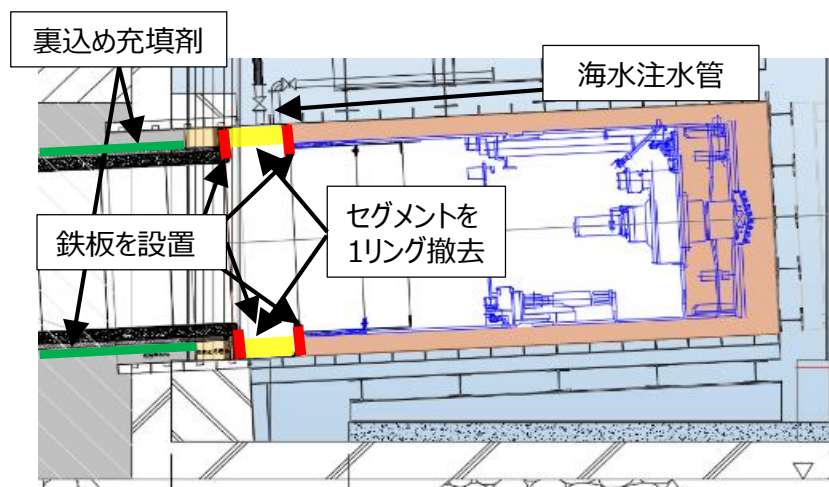
# 4. 全体工程



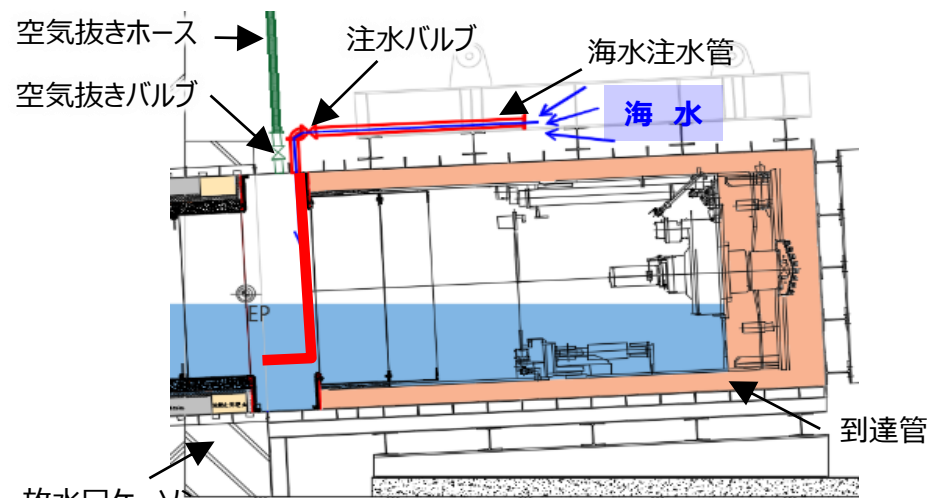
※本工程は、今後の進捗等を踏まえて、見直すことがあります

## 5. 到達管（シールドマシン）の撤去に向けた準備

- **設備撤去** ・ シールドマシン関係設備の後続台車、ホイストクレーン、送排泥管などを撤去します。
- **止水工事** ・ 岩盤内の地下水や放水口ケーソンと埋戻し箇所との接合部の地下水（想定水みち経路）に対して、裏込め充填剤や薬液注入などを用いて、止水します（下図緑色部）。  
・ 海水注水管が位置する箇所のセグメント(トンネル延長約1,030m付近)を1リング撤去します（下図黄色部）。  
・ セグメントを撤去した箇所の両端に止水のための鉄板を設置します（下図赤色部）。  
・ トンネル内の照明、給排水管、レールなど、また、下流水槽の昇降階段などを撤去します。
- **トンネル内・下流水槽の片付け**
- **海水注入** ・ トンネル内および下流水槽の片付け作業の完了後、潜水作業により空気抜きホースを設置し、空気抜きバルブを開放します。  
・ 空気抜きバルブが開放したことを確認した後、潜水作業により注水バルブを開放してトンネル内へ注水します。



止水工事 イメージ図

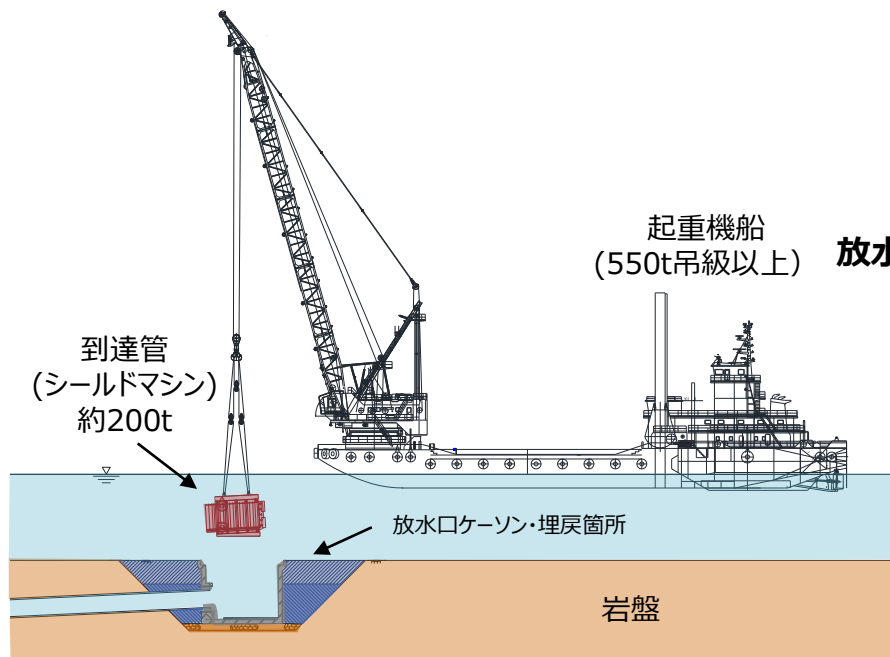


海水注入 イメージ図

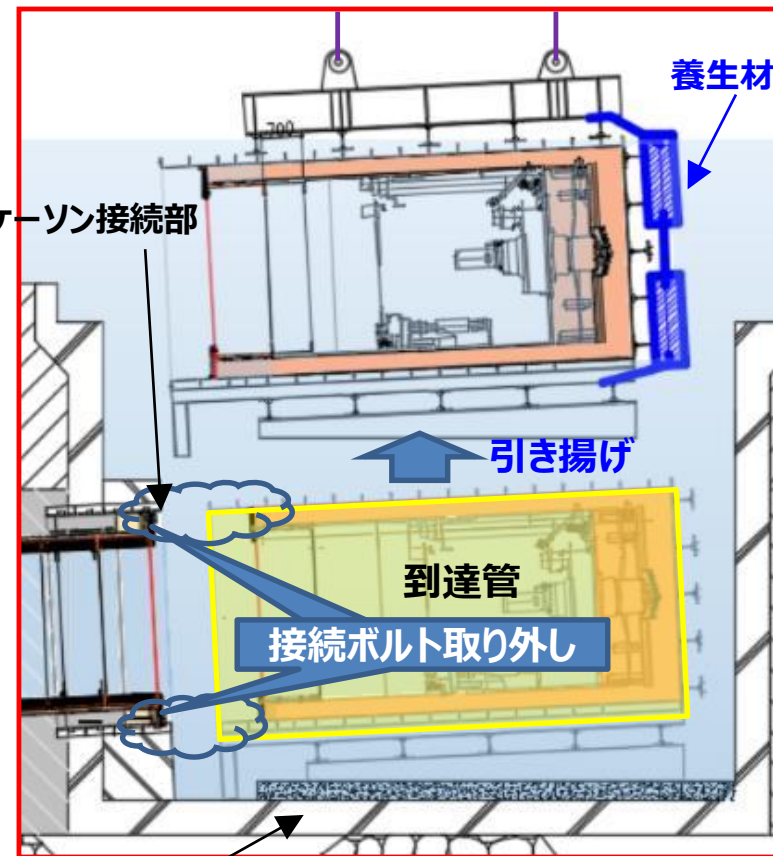
## 6. 到達管（シールドマシン）の撤去

### 【到達管（シールドマシン）の撤去】

- トンネル内が海水で満たされたことを確認し、潜水士が到達管と放水口ケーソン接続部を切り離した後、起重機船にて到達管（シールドマシン）を撤去します。

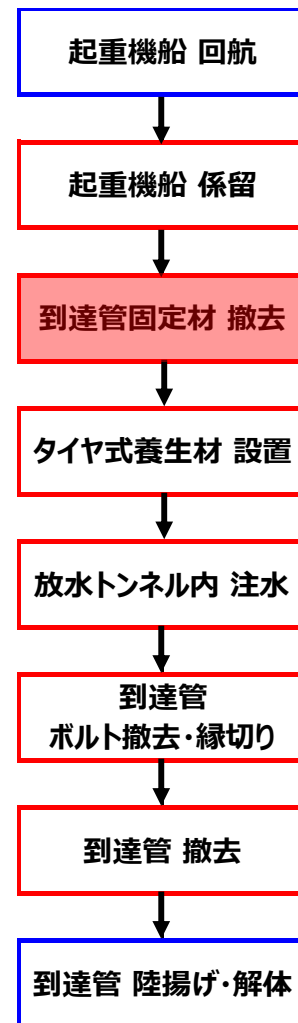


到達管（シールドマシン）撤去作業 イメージ図

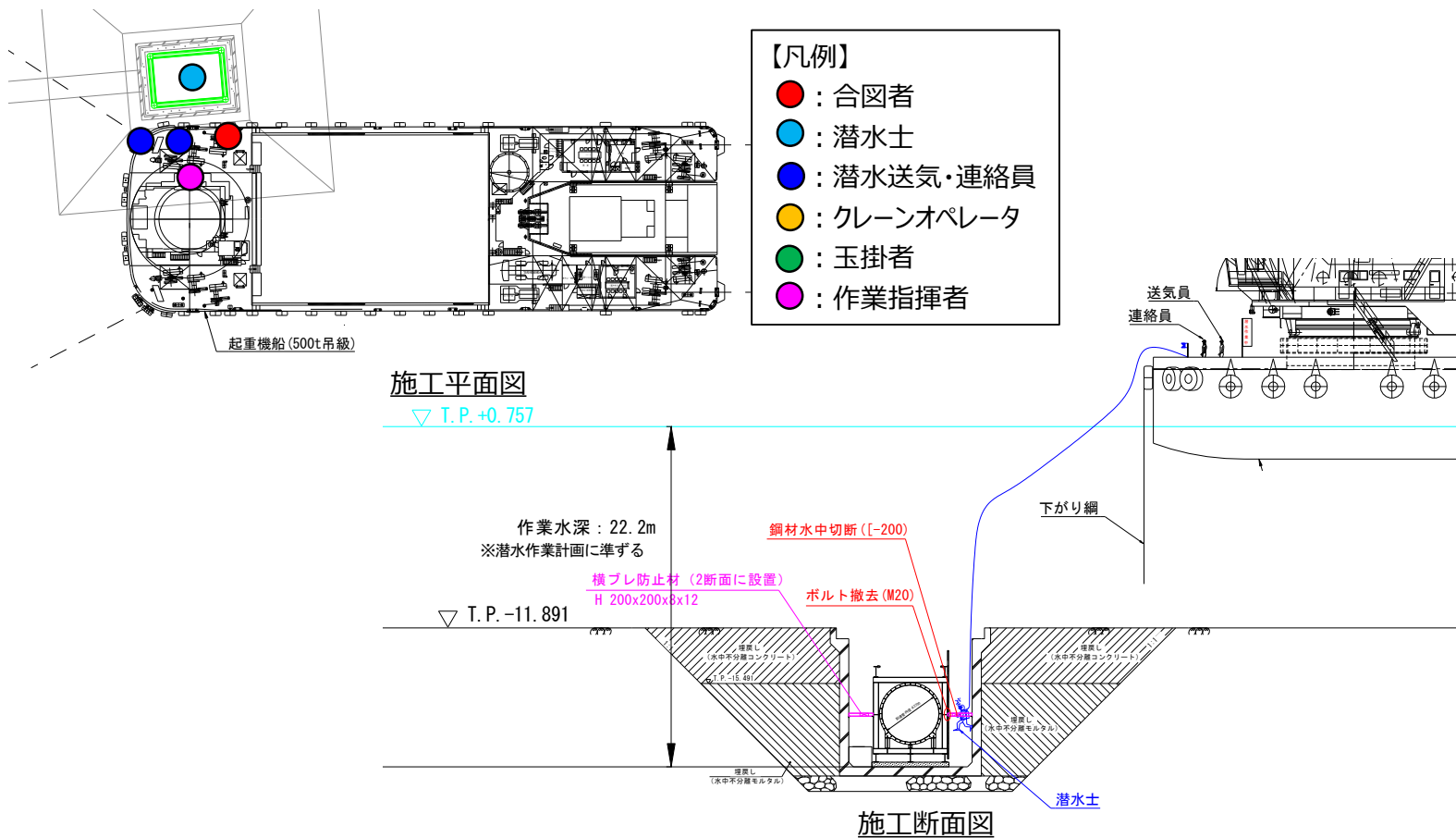


放水口ケーソン

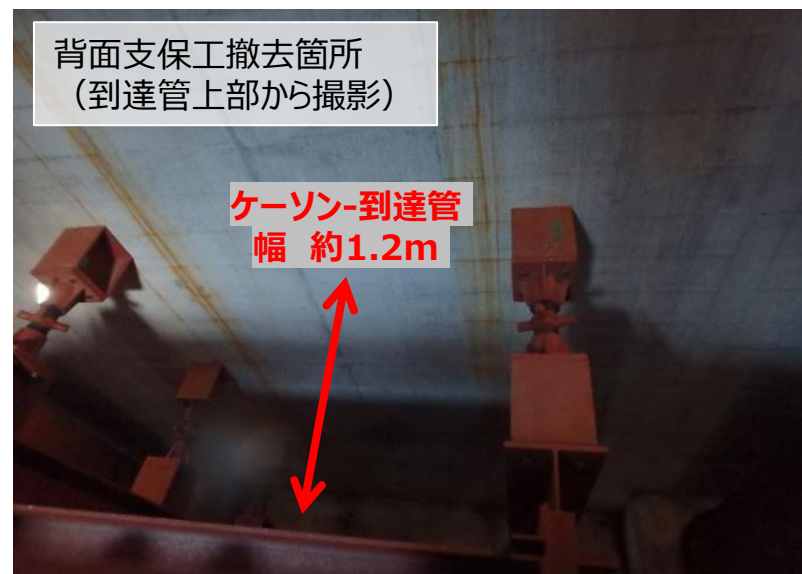
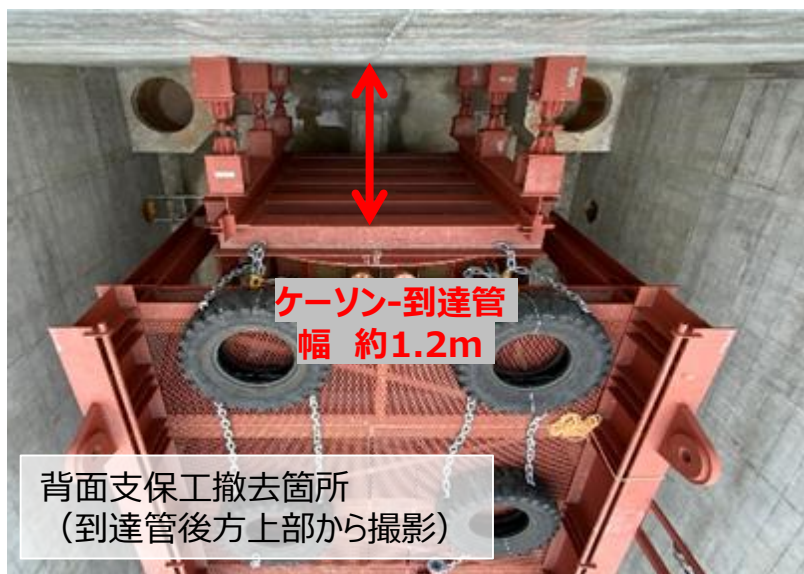
■ : 対象フロー



- 到達管を固定している**横ブレ防止材**、**背面支保工**を潜水士にて撤去する。
- **横ブレ防止材**は、ボルトおよび溶接固定されているため、**エアークラッシュ**または**水中切断（酸素アーク溶断）**で撤去する。
- **背面支保工**は、キリンジャッキにて固定されているため、**ジャッキを緩めて撤去**する。

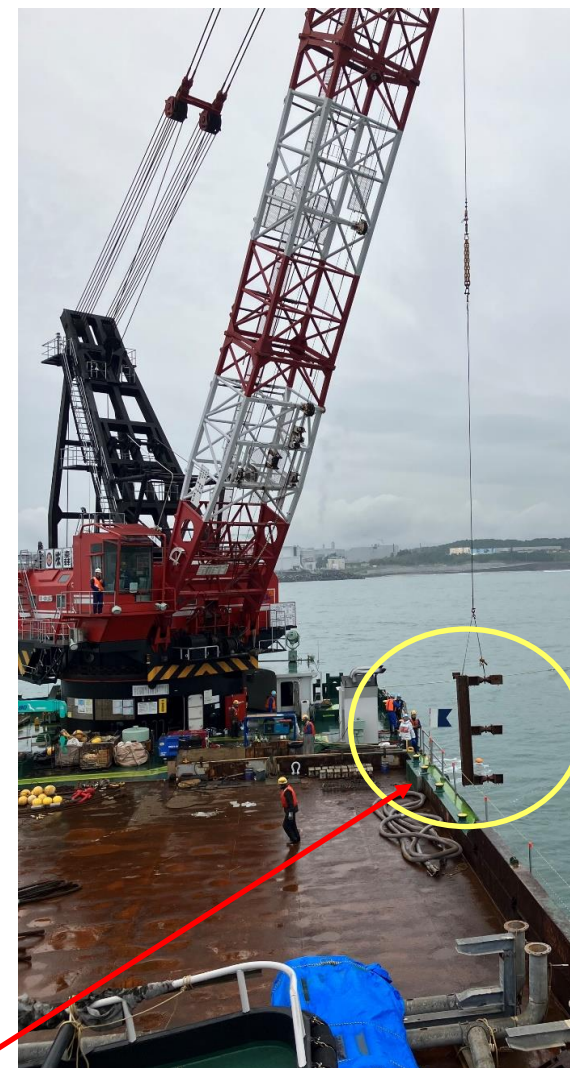








- 到達管固定材撤去完了（2023.5. 31完了）



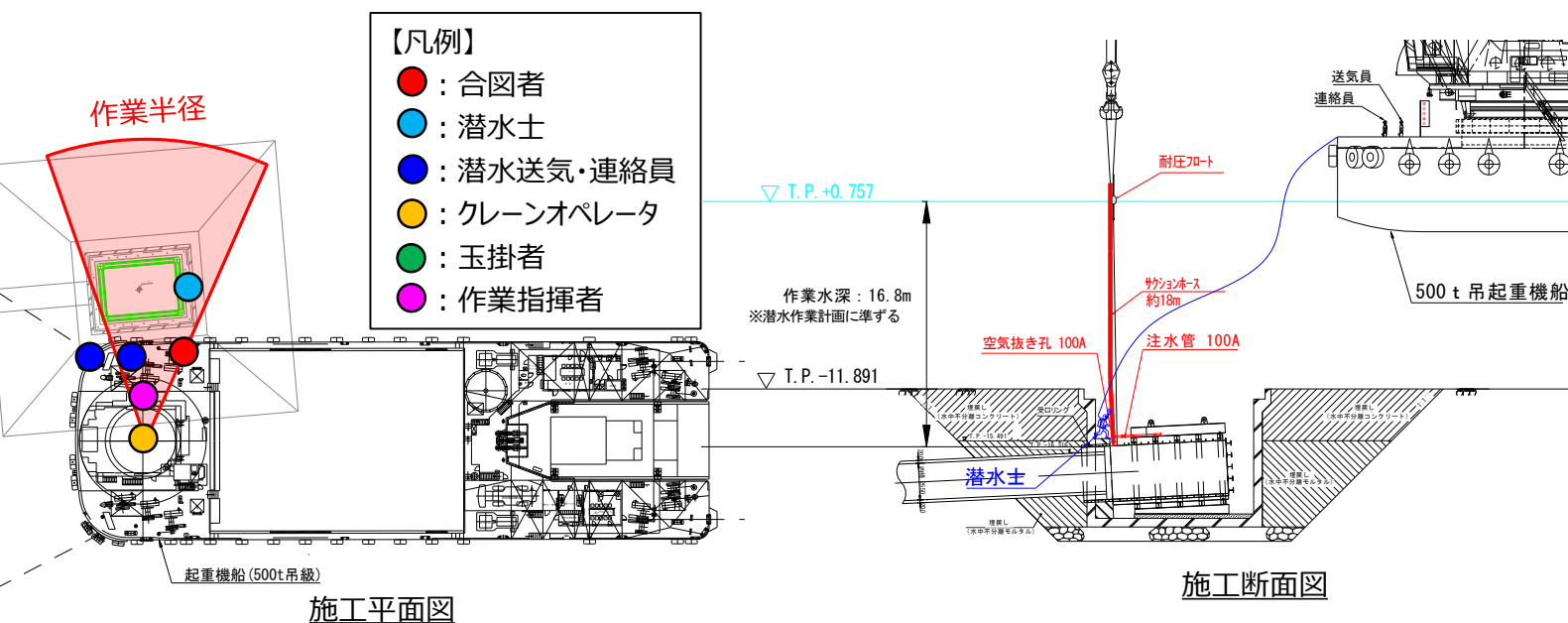
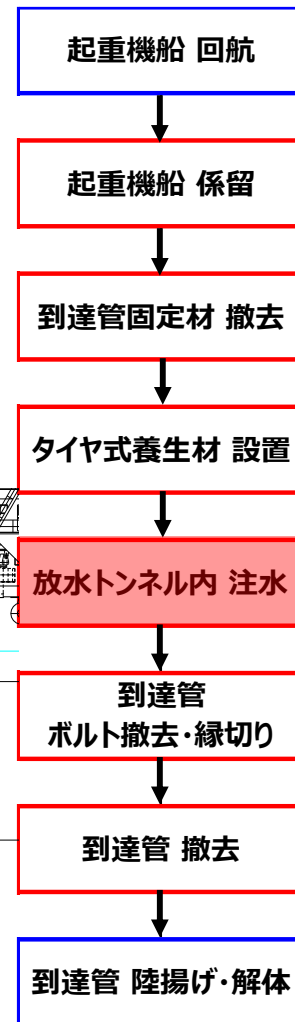
背面支保工

➤ シールドマシンが到達管内に到達し、トンネル内の設備撤去等が完了した後、**トンネル内に海水を注水する。**

## 【注水手順】

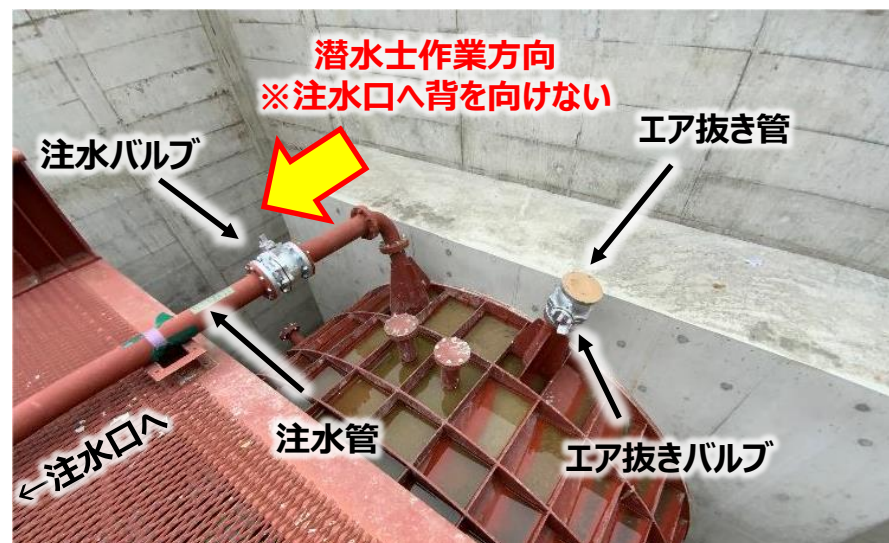
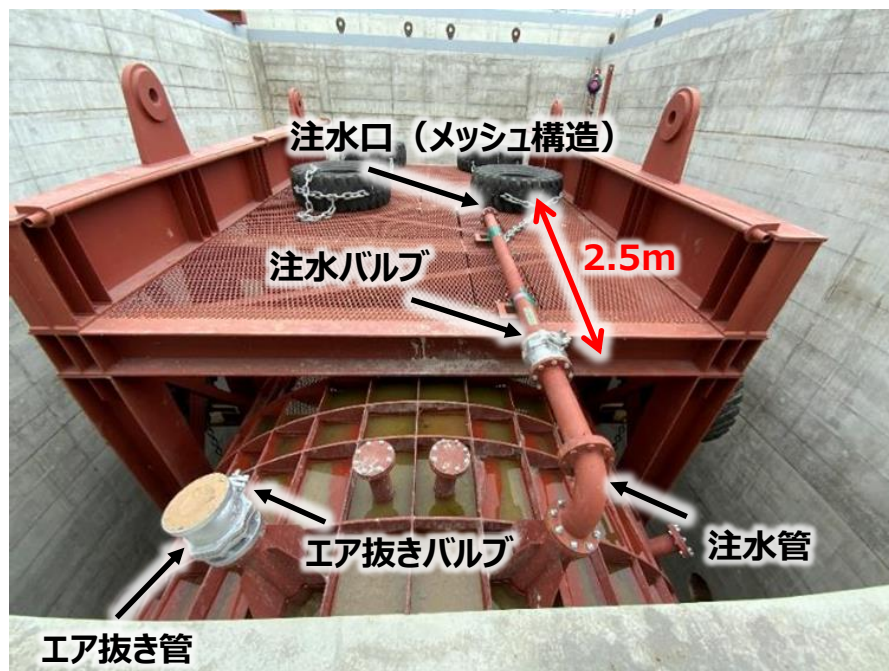
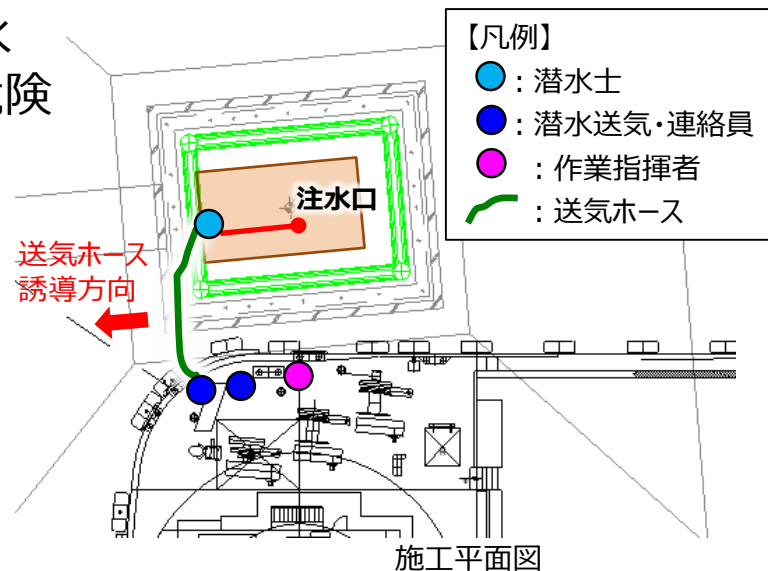
- ① エア抜き用のサクションホース（4吋、18m）をエア抜き管に設置し、起重機船クレーンおよびフロートにて海面まで立ち上げる。
- ② エア抜きバルブ⇒注水バルブの順で開放し、トンネル内へ注水を開始する。
- ③ エア抜きのサクションホース内に海水が上昇し、外水位と同じになったことでトンネル内が海水で満たされていることを確認し、サクションホースを取り外す。

■ : 対象フロー



➤ 注水バルブ解放時、注水管の先端（注水口）に潜水士が吸い込まれる、または送気ホースが吸い込まれる危険性がある。

- ① 注水バルブから**2.5m**離れた位置に注水口を設置する（設置済）
- ② 注水口先端は**メッシュ構造**とする（設置済）
- ③ 潜水士は注水口側ではなく、**離れた位置からバルブ**を操作する
- ④ 船上の送気員が**送気ホース**を注水口と**反対方向**に誘導する
- ⑤ **潜水士と船上の連絡員**が無線で相互連絡をする



## 【ポイント】

- 潜水作業中は、潜水士と船上の連絡員は、**水中電話**を使用して**相互連絡**を行う。

## 【注水バルブ開放時の連絡・対応手順】

- ① **（潜水士⇔連絡員）** 開放準備開始の連絡
- ② **（送気員）** 送気ホースを引っ張り、注水口と反対方向に引っ張り、緩みの無いことを確認
- ③ **（連絡員⇔潜水士）** 送気ホースの緊張（引っ張り）完了の連絡
- ④ **（潜水士）** 送気ホースの緩み、構造物への絡まりなど異常、注水口との位置関係を確認
- ⑤ **（潜水士⇔連絡員）** 送気ホースの確認とバルブ開放準備完了の連絡
- ⑥ **（作業指揮者⇔連絡員）** 準備完了を確認し、バルブ開放の指示
- ⑦ **（連絡員⇔潜水士）** バルブ開放開始の連絡
- ⑧ **（潜水士）** バルブを開放

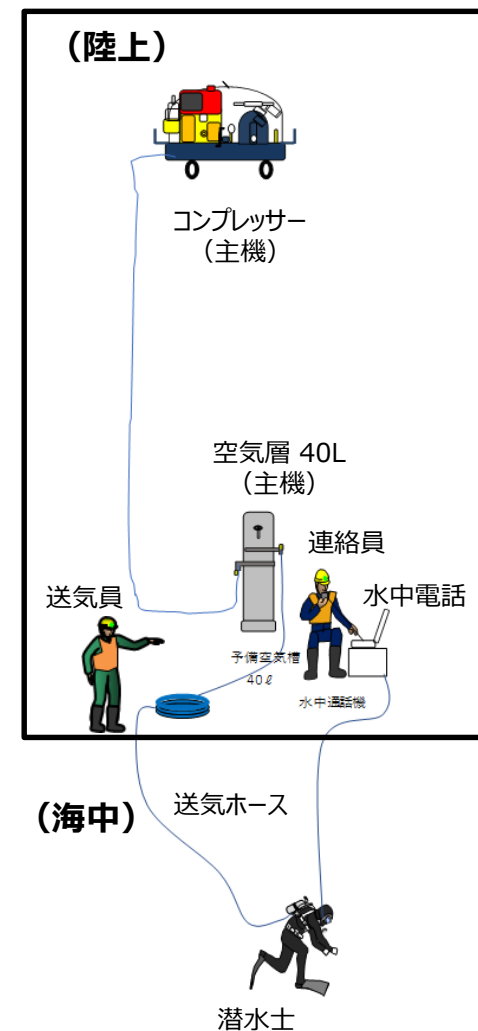
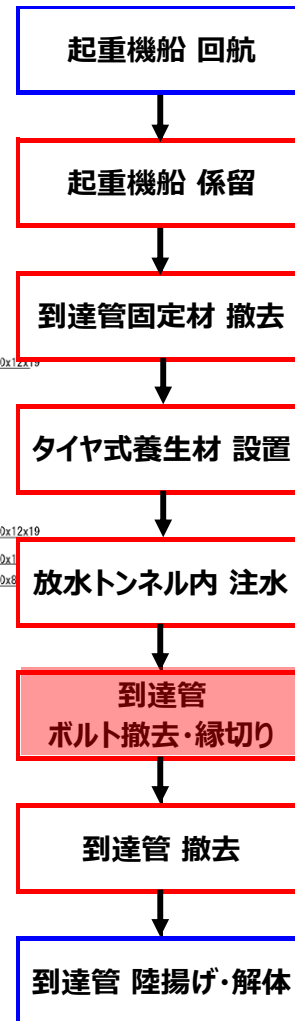


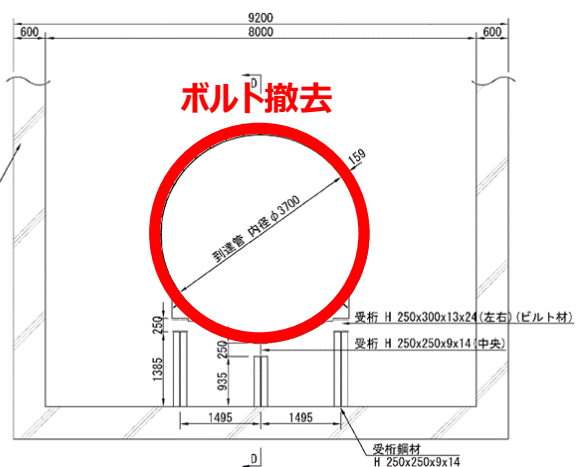
図 潜水送気連絡系統図

- 到達管とケーソンを固定しているボルト（M22、19本）を油圧インパクトレンチを使用して撤去する。ボルトが固着している場合は、水中切断でボルトを撤去する。

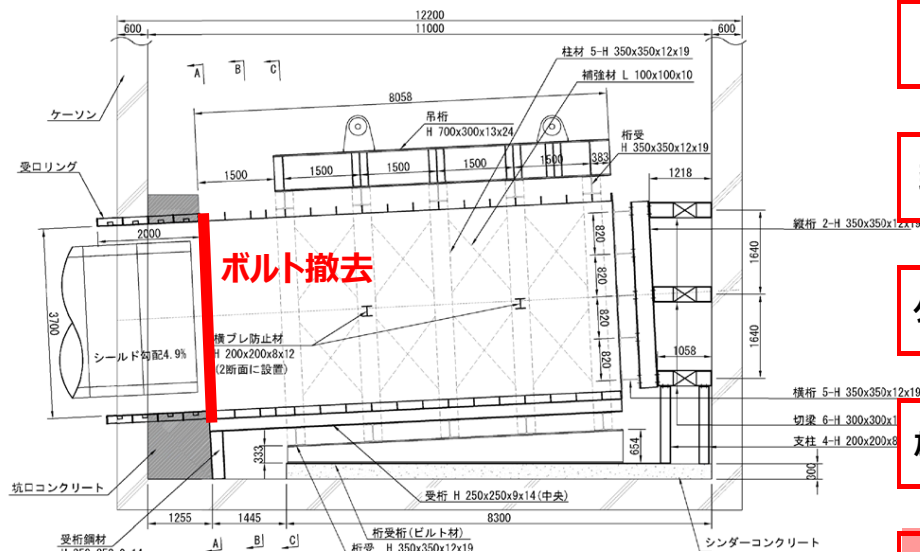
■ : 対象フロー



正面図



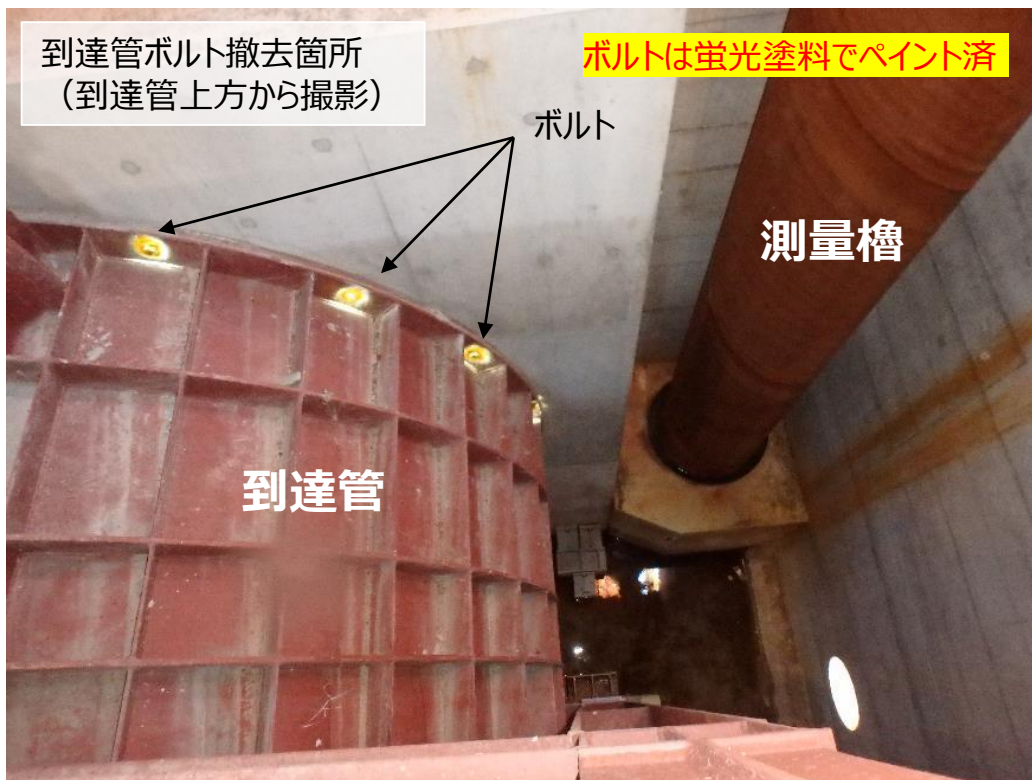
縦断面図



ケーソン内側

ボルトM22



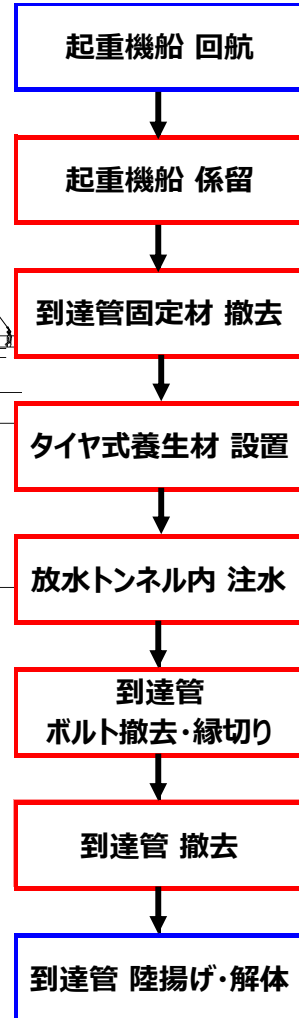




# 【参考】 施工フェーズ 到達管撤去（到達管 撤去）

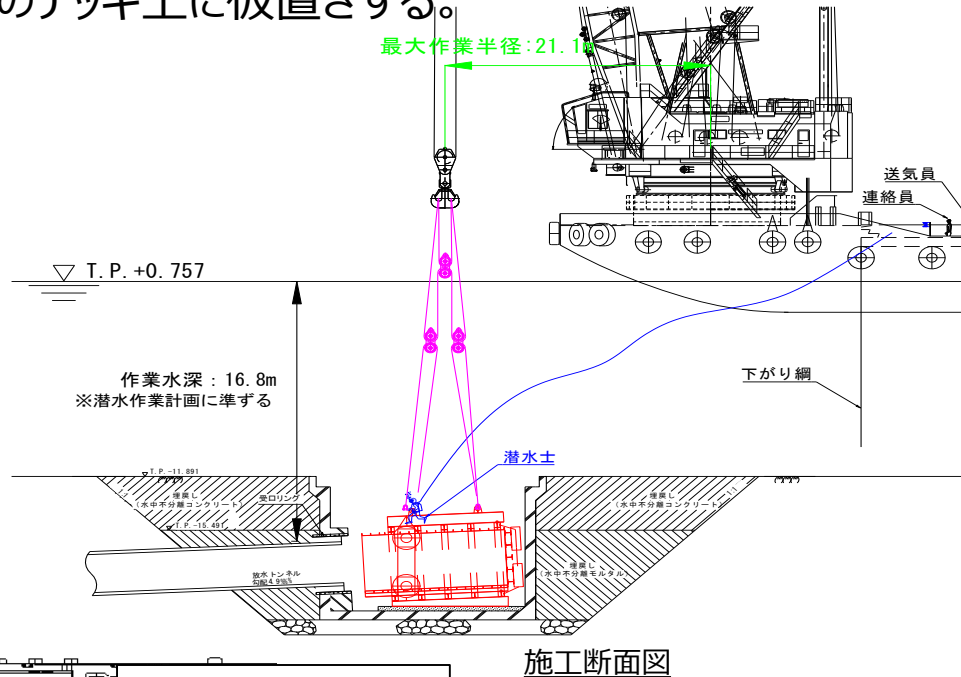
- ▶ 潜水士が到達管上部にある吊ピース4点にシャックル・ワイヤーを玉掛けする。
- ▶ 玉掛け完了後、潜水士の退避を確認し、起重機船クレーンで到達管を撤去する。
- ▶ 撤去した到達管は起重機船のデッキ上に仮置きする。

■ : 対象フロー

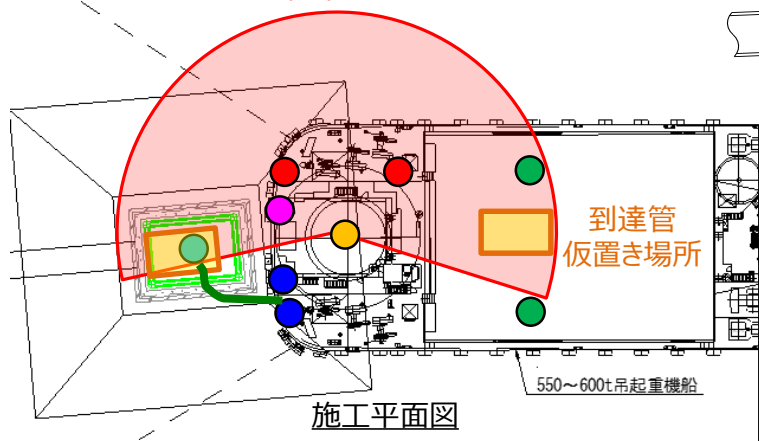


## 【クレーン計画】

吊荷：到達管+シールドマシン 191.4t  
 吊具（ワイヤー等）：83.9t  
 最大作業半径：37.3m  
 定格総荷重：1600t  
 定格荷重：1516.1t（1600t-83.9t）  
 吊荷荷重 = 191.4t < 1516.1t … OK



## 作業半径



## 【凡例】

- : 合図者
- : 潜水士
- : 潜水送気・連絡員
- : クレーンオペレータ
- : 玉掛け者
- : 作業指揮者

- 本工事では、ほぼすべての作業において潜水作業を伴う。
- 作業環境は、水深10m以上、狭隘部等での潜水土1名による単独作業となるため、高度な潜水技術が必要な作業を行うため、潜水災害を未然に防止する必要がある。

### 【重点安全対策】

#### ① 潜水作業計画の作成・運用（無減圧での潜水）

⇒高圧則（高気圧作業安全衛生規則）に基づいた潜水作業計画の作成。

津波等の緊急時に最短で浮上できるように、無減圧での潜水を計画する。

#### ② 作業手順の周知と遵守

- 作業箇所が狭隘部かつ作業内容が複雑であるため、ケーソン製作時に実際に作業を行う潜水土が作業環境と手順を確認（実施済）。
- 作業前に作業手順を周知し、作業中も遵守状況を確認。
- 潜水土交替時の引継ぎ時間（15分、装備交換時間を含む）を設ける。

#### ③ 作業時の指揮命令系統の作成・運用

⇒潜水土と船上の連絡員は水中電話で相互連絡をする。

#### ④ 緊急時の連絡体制の作成・運用

⇒医療機関、海上保安庁等の関係各所と連携し、災害発生時に迅速に対応できるような体制を整備

- 本工事では、1 F沖合約1kmの地点で工事を行うため、**一般航行船舶の安全を確保する必要がある。**
- 沖合での海上工事は、波浪やうねり、潮流、風等の**気象・海象状況の影響を大きく受ける。**
- 海上クレーン作業は、使用する機械の規模が大きく、**挟まれ・巻込まれ等の災害を未然に防止する必要がある。**

### 【重点安全対策】

- ① 海上保安庁への工事説明と届出（工事のお知らせ、水路通報）
- ② 漁業関係者への工事説明とリーフレット配布
- ③ 作業中止基準と荒天時避難計画の作成・運用
- ④ 作業実施判断フローの作成と運用
- ⑤ 係留・ウインチ作業時の作業員配置図の作成・運用
- ⑥ 港湾入出港計画の作成・運用
- ⑦ 油漏洩防止対策の実施

## ➤ 潜水時間および潜水深度管理（潜水作業計画の作成）

- 潜水作業は、緊急時の浮上に備え、**無減圧**での潜水作業を計画する。
- 潜水土1人あたりの潜水回数は2回/日以内とし、**潜行および浮上速度は10m/分以内**とする。
- 作業サイクルは**潜水作業ごとに潜水作業計画書**を作成し、減圧管理、潜行・浮上速度等を管理する。
- 潜水作業計画書に記載の時間を基本とし、変更があった際は都度、計画を行い、関係者へ周知する。

作業内容		到達管撤去（事前調査、ケーソン内清掃、受口リングボルト撤去、到達管スライド、到達管玉掛、樁基礎問詰）																	計画・・・黒色 変更・・・青色 実施・・・赤色		特記事項	高所潜水補正諸元																			
就業内容		潜水作業																				水面高度(m)	順応時間(時間)	深度補正(m)																	
時刻	5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19																																								
船上 潜水 深度 (m)	マルチレベル潜水浮上スケジュール																	回数	適用深度	適用潜水時間	18m	15m	12m	9m	6m	3m	採用														
																		m	分	分	分	分	分	分	分	分	分	分													
																		m	分	分	分	分	分	分	分	分	分	分													
																		m	分	分	分	分	分	分	分	分	分	分													
コメント欄																																									
<div style="border: 2px solid red; padding: 5px; display: inline-block;"> <b>1人あたりの潜水時間45分 (1回目：25分、2回目：20分)</b> </div>																																									
記入	回数	繰返潜水グループ記号(RG)	★待機時間(ST)	繰返潜水ファクター(RF)(連続潜水)	○潜水時間				★修正潜水時間(EBT)	★適用減圧表				繰返潜水グループ記号(RG)指定調整	○浮上時間						潜水業務時間		注 意 事 項 等																		
					○深度	潜降開始時	潜降時間	潜水時間		浮上開始時	修正潜水時間の計算	深度	潜水時間		浮上時間	○深度ごとの浮上停止時間			合計	浮上完了時	合計	累計																			
					④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯	⑰	⑱	⑲	⑳	㉑	㉒	㉓	㉔																	
計 画	1	E	120	1.3	22.2	9 00	3 分	25 分	9 25	25 分	24	25	E	無	3	分					3	分	928	28	分	28	分														
	2				22.2	11 28	3 分	15 分	11 43	19.5 分	24	20	D	有	3	分					3	分	1146	18	分	46	分														
	3																																								
	4																																								
計 画 変 更	1																																								
	2																																								
	3																																								
	4																																								
実 施	1																																								
	2																																								
	3																																								
	4																																								
○潜降及び浮上の速度は10m/分とする。 注意・★印は確認すること、○印は厳守すること。																																									
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="2">設備等の点検表</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>潜水器</td> <td>小型船舶操縦士免許</td> </tr> <tr> <td>送気管</td> <td>潜水土免許</td> </tr> <tr> <td>さがり綱</td> <td>送気員教育修了証</td> </tr> <tr> <td>圧力調整器</td> <td>巻上げ機教育修了証</td> </tr> <tr> <td>空気圧縮機</td> <td>国際信号旗A</td> </tr> <tr> <td>一月</td> <td>空気清浄装置</td> </tr> <tr> <td>三月</td> <td>水中時計</td> </tr> <tr> <td>六月</td> <td>流量計</td> </tr> <tr> <td></td> <td>通話装置の感度</td> </tr> <tr> <td></td> <td>携行物</td> </tr> </tbody> </table>																				設備等の点検表		潜水器	小型船舶操縦士免許	送気管	潜水土免許	さがり綱	送気員教育修了証	圧力調整器	巻上げ機教育修了証	空気圧縮機	国際信号旗A	一月	空気清浄装置	三月	水中時計	六月	流量計		通話装置の感度		携行物
設備等の点検表																																									
潜水器	小型船舶操縦士免許																																								
送気管	潜水土免許																																								
さがり綱	送気員教育修了証																																								
圧力調整器	巻上げ機教育修了証																																								
空気圧縮機	国際信号旗A																																								
一月	空気清浄装置																																								
三月	水中時計																																								
六月	流量計																																								
	通話装置の感度																																								
	携行物																																								

最大水深22.2m時の潜水作業計画

### ▶ 潜水作業時の基本的安全対策

- ① 潜水作業指揮者は、潜水士の健康チェックを行い、健康状態に異常を認めた場合または潜水士より体調不安の申し出があった場合は、その潜水士を当日の潜水作業に従事させない。
- ② 潜水作業終了後14時間は、重激な業務に従事させない。
- ③ 潜水作業は、有資格者が行う。
- ④ 高圧則（高気圧作業安全衛生規則）に定められた事項の遵守
- ⑤ コンプレッサー、予備空気層、予備タンク能力の確認
- ⑥ 潜水器具は定期検査を実施し、始業前点検は、点検者を専任し、点検表に基づき行う。
- ⑦ 送気ホースは、使用開始時期を表示する。
- ⑧ 潜水作業計画に則り、着手前に打合せを実施し、作業当日の作業箇所、水深、潜水可能時間作業手順を明確にし、作業員に周知する。
- ⑨ 潜水士は、潜水作業開始時間を連絡員に連絡し、連絡員は潜水時間を潜水日報に記録し、潜水時間の管理を行う。
- ⑩ 潜水作業者が潜行・浮上する際は、さがり綱を使用します。
- ⑪ 潜水作業中は、作業船の移動（エンジン起動等）は行わない。
- ⑫ 潜水士は、はしごの最下段で頭部を水中に没し、潜水機材に異常がないことを確認する。
- ⑬ 送気員は、送気ホースが潜水士船の下をくぐらないよう注意し、必要以上に繰り出さない。また、アンカーワイヤー等の障害物に送気ホース、さがり綱、作業ロープが絡まないようホース動線に充分注意する。
- ⑭ コンプレッサー吸気口は船舶等機械の排気口より風上へ2 m以上離す。

- 本工事では、1F沖合の水深22m地点で潜水作業を行う予定であるが、水深が深いところでの作業となるため、**潜水病（減圧症）**が発生する可能性がある。
- 潜水病が発生または疑われる場合は、速やかに治療を行う必要があるため、有事の際にスムーズに搬送ができるよう、搬送方法等を工事請負会社、関係公共機関、東京電力で連携し、人命最優先で対応する必要がある。
- 事前に搬送方法等を決め、体制を整えておくことで、潜水病以外の災害が発生した場合も、迅速に対応することができる。

### ■ 潜水病（減圧症）と診断、または疑われる場合の対応

#### ● 搬送先病院の選定

第一候補：いわき市医療センター(福島県いわき市)

その他候補：亀田総合病院（千葉県鴨川市）、  
東北大学病院（宮城県仙台市）、東京医科歯科大学病院（東京都文京区）

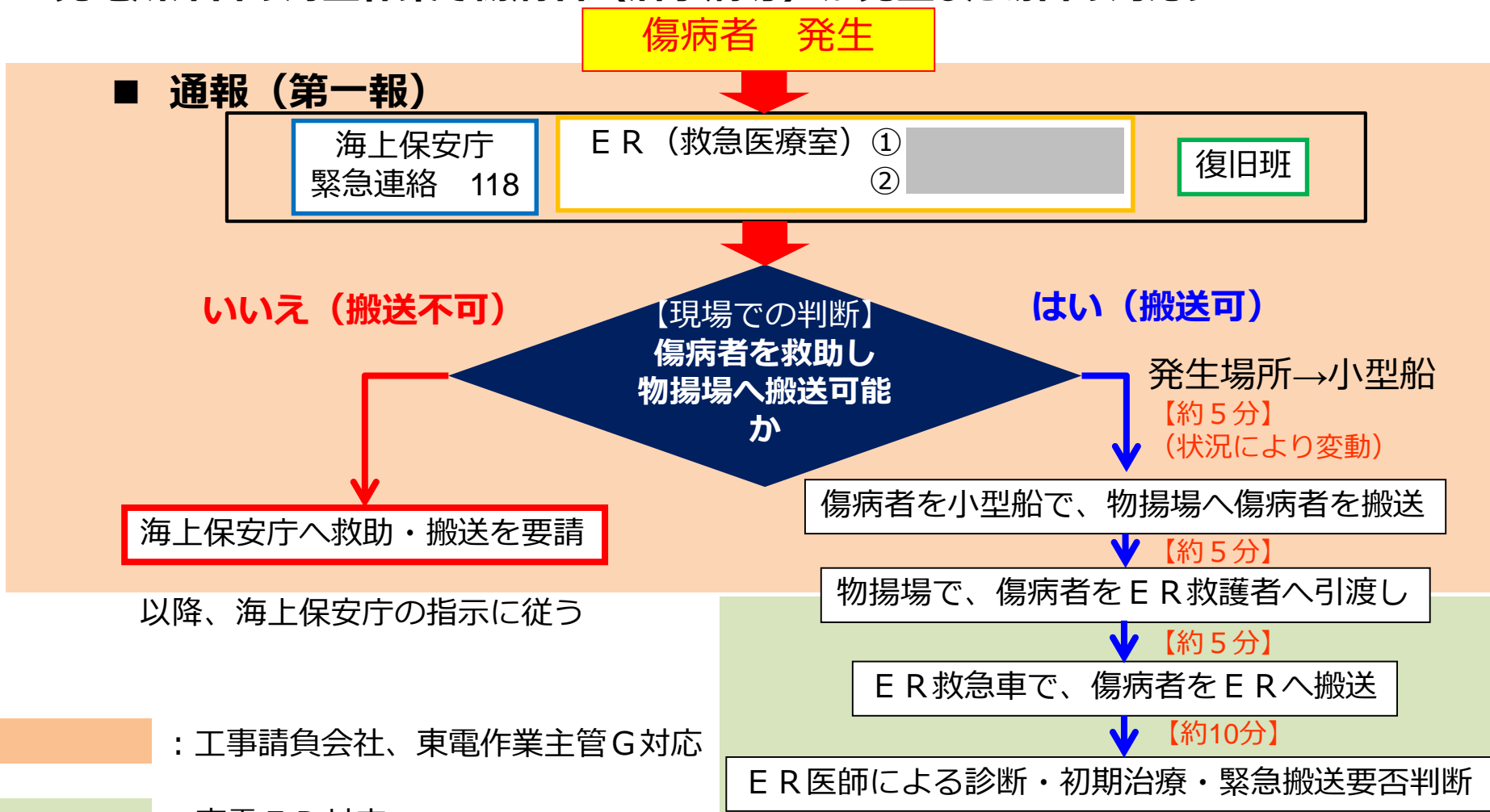
#### ● 搬送方法の選定

ドクターヘリ 救急車 または 海上保安庁ヘリ

#### ヘリコプター搬送時の留意点

- 潜水病（減圧症）の場合、搬送中の高度（気圧）により、症状を悪化させる可能性があるため、搬送先病院までの飛行高度の問題をクリアする必要があるが、搬送先までの飛行高度を確認した結果、いわき市医療センターと亀田総合病院はドクターヘリ搬送可、東北大学病院と東京医科歯科大学病院はドクターヘリ搬送不可。

## ➤ 発電所沖合の海上作業で傷病者（潜水病等）が発生した場合の対応フロー



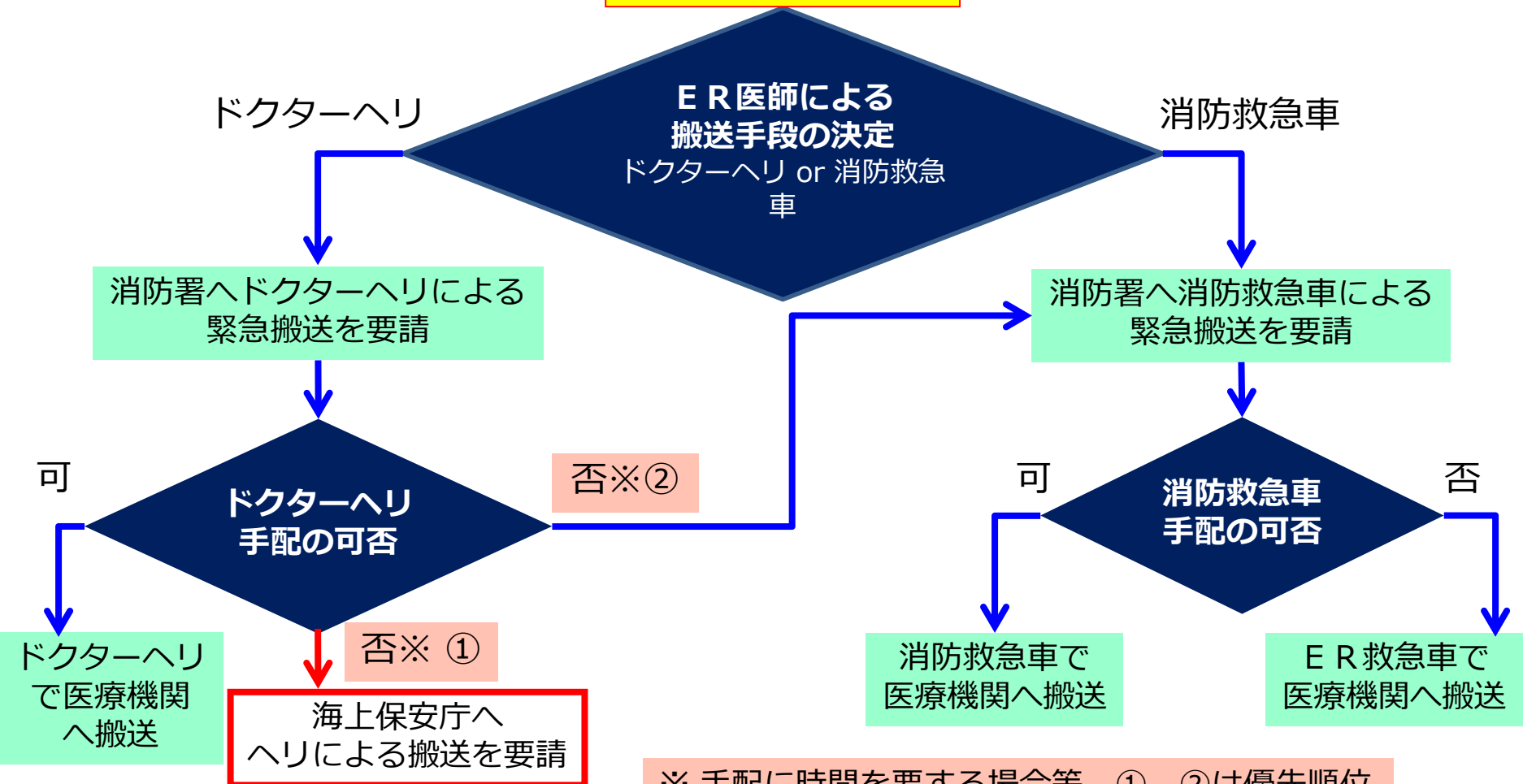
：工事請負会社、東電作業主管G対応

：東電E R対応

※ 【緊急搬送要】（潜水病（減圧症）と診断、または疑われる場合、その他重症等）の対応は、次項参照

## ➤ E R 医師の判断で医療機関へ緊急搬送が必要な場合の対応フロー

**緊急搬送必要**



以降、海上保安庁の指示に従う

※ 手配に時間を要する場合等、①、②は優先順位