

# 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2月16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

## ALPS処理水等タンク

流量計・流量調整弁・緊急遮断弁（津波対策）

海水配管ヘッド  
（直径約2m×長さ約7m）

## 緊急遮断弁

## 放水立坑（下流水槽）

海拔33.5m

海拔11.5m

海拔2.5m

海水流量計

海水配管

道路

海水移送ポンプ（3台）

## 希釈設備

5号機取水路

希釈用海水  
（港湾外から取水）

## 放水立坑（上流水槽）

## 放水設備

## 放水トンネル（約1km）

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

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

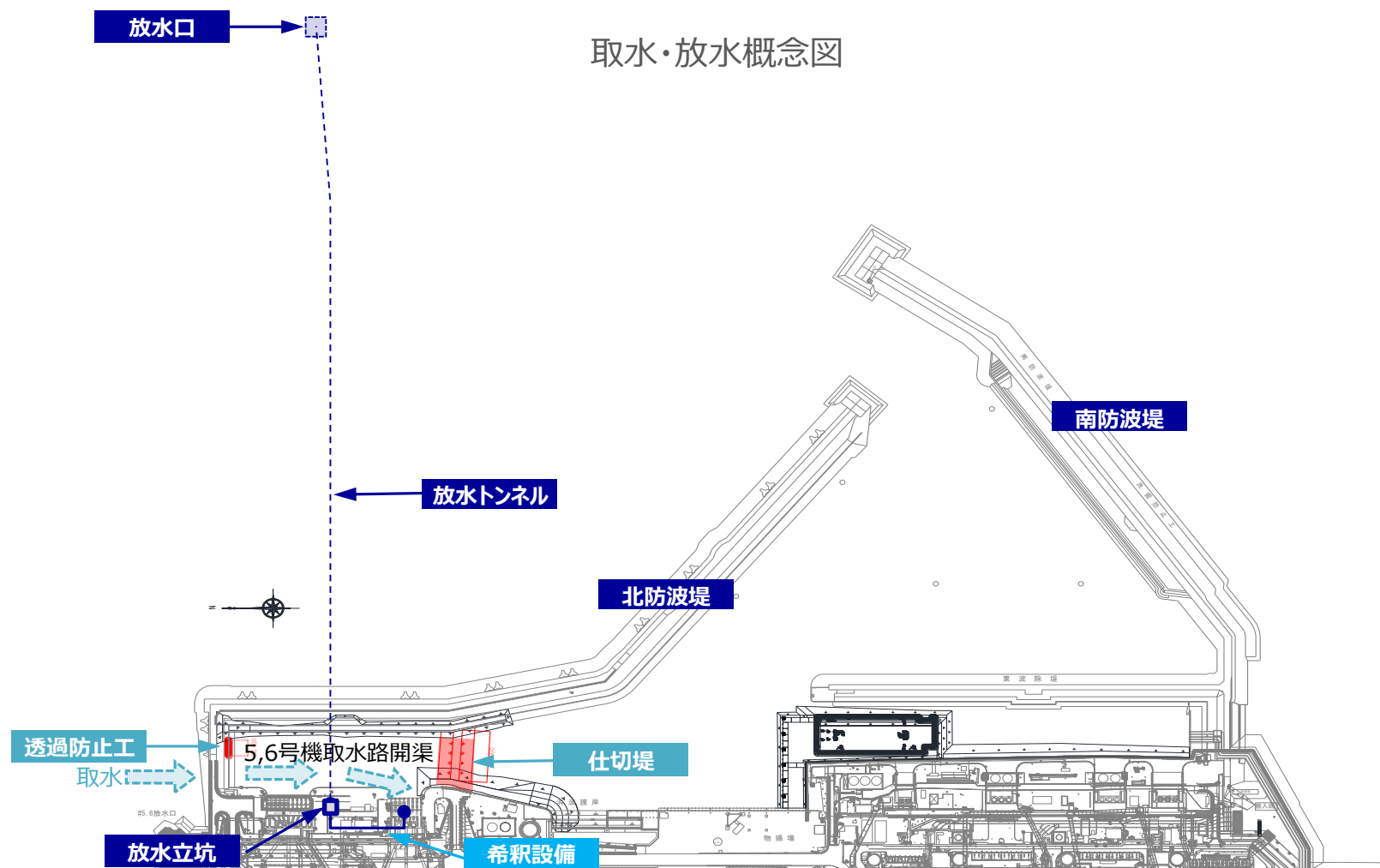
<https://maps.gsi.go.jp/#13/37.422730/141.044970/&base=std&ls=std&disp=1&vs=c1j0h0k0l0u0t0z0r0s0m0f1>



※：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。

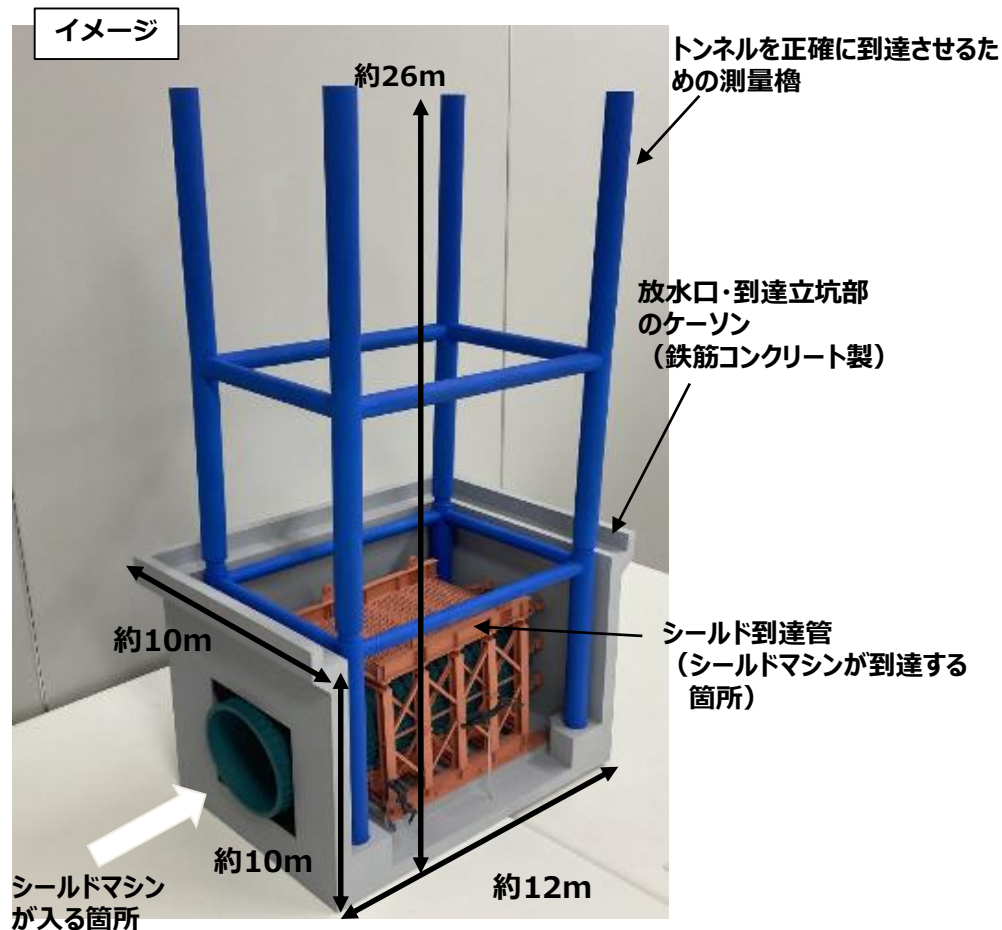


### 3. 放水口ケーソンについて



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

	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						下流水槽の構築							
					放水トンネルの構築 (約800m付近)			放水口ケーソンの設置					
										放水トンネルの構築			
その他		仕切堤の構築他											
系統試験										試験関係			

: 現地据付組立

: 試験関係

} 測量槽/ 到達管撤去含む

※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. 放水口ケーソン埋戻し工事

- ▶ コンクリートプラント船（以下、CP船）で製造した水中不分離モルタル・コンクリートを放水口ケーソン周囲に打設する。
- ▶ 打設は、コンクリートプラント船からの配管打設で実施する。
- ▶ 打設作業中は適宜、潜水土による打設状況確認およびケーソン天端からの下がり計測することで打設高さの確認を実施する。

■ : 対象フロー

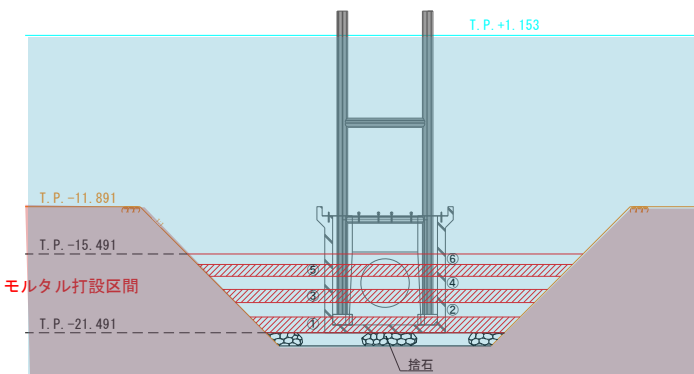
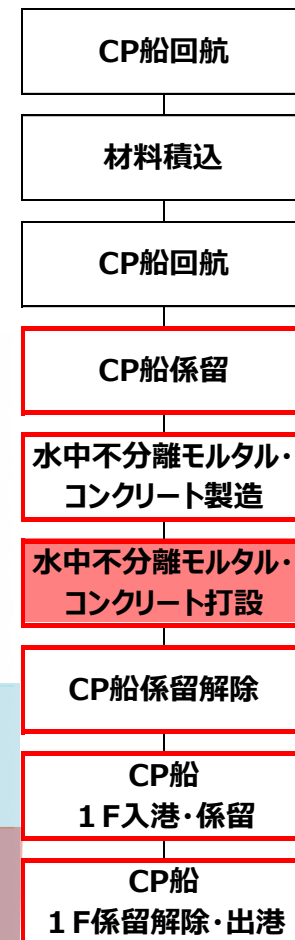


図1 水中不分離モルタル時の打設層厚計画図

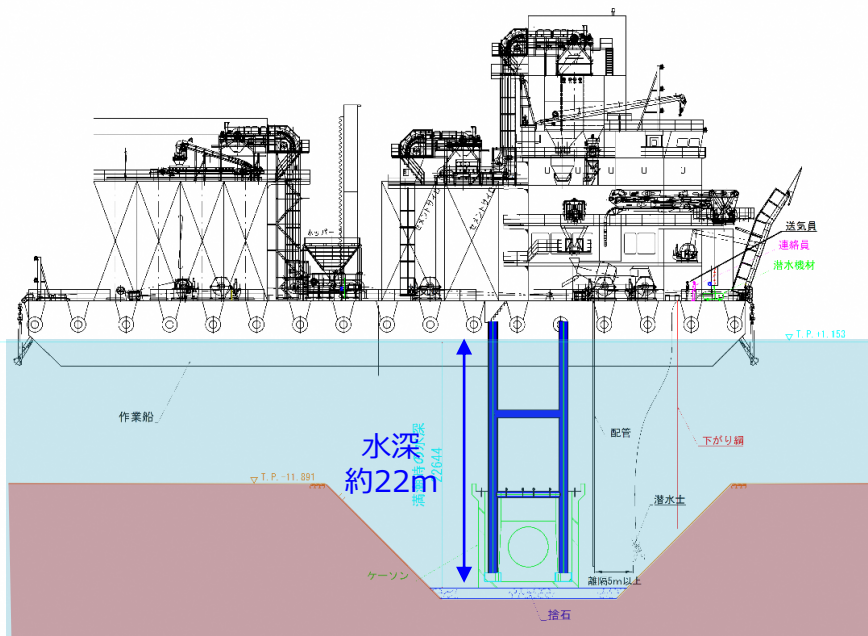
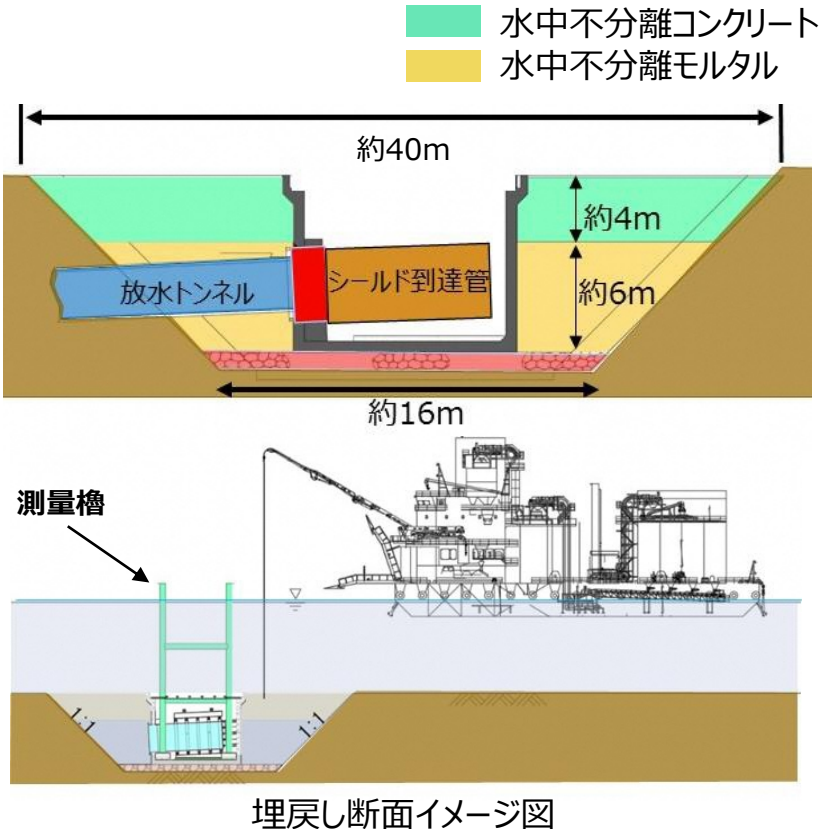


図2 水中不分離モルタル時の打設状況図（配管打設）

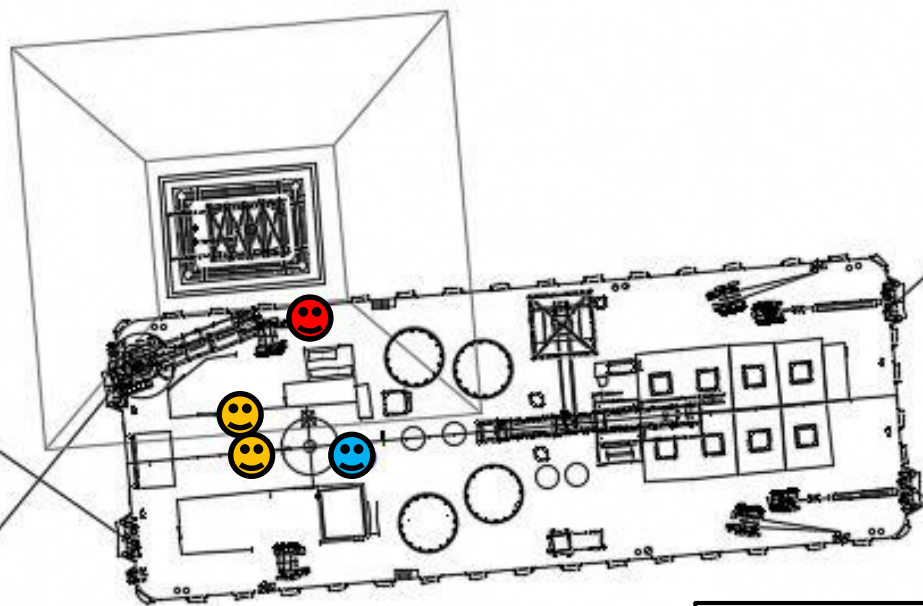
## 6. ケーソン埋戻し工事の実施状況

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、埋戻します。12月8日より水中不分離モルタルの打設を開始し、1月7日に完了しています。現在は、水中不分離コンクリートの打設を行っています。

埋戻しの完了後は、ケーソンに備え付けている仮設の測量櫓(左下図参照)の撤去を行う予定です。

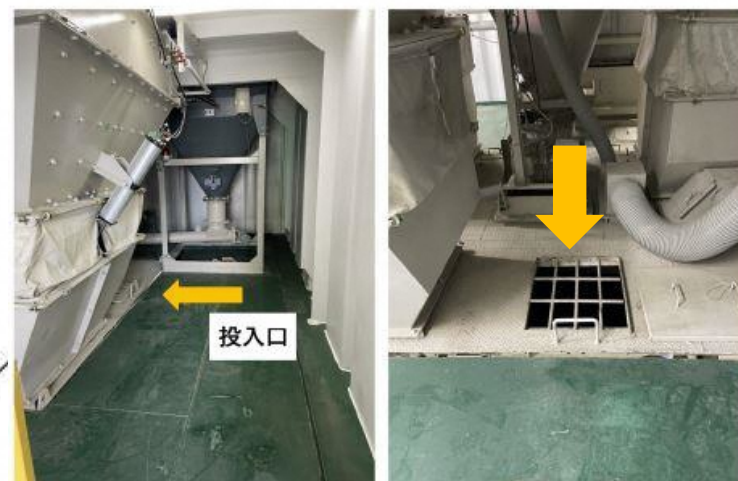


埋戻しの状況



※その他の作業員は、操船室またはプラント制御室

図1 CP船内作業員配置図



※練り混ぜ1回ごとに個包装されたもの(9.0kg)を作業員にて投入する

図2 水中不分離材投入口 (CP船内)

【凡例】

- ☹️ : 打設箇所監視員 (船上屋外1階)
- 😊 : 圧送ホッパー監視員 (船内2階)
- 😄 : 水中不分離剤投入者 (船内3階、2名中1名監視員)



コンクリートプラント船  
モルタル打設中@ 1 F 沖合



コンクリートプラント船

放水口ケーソン

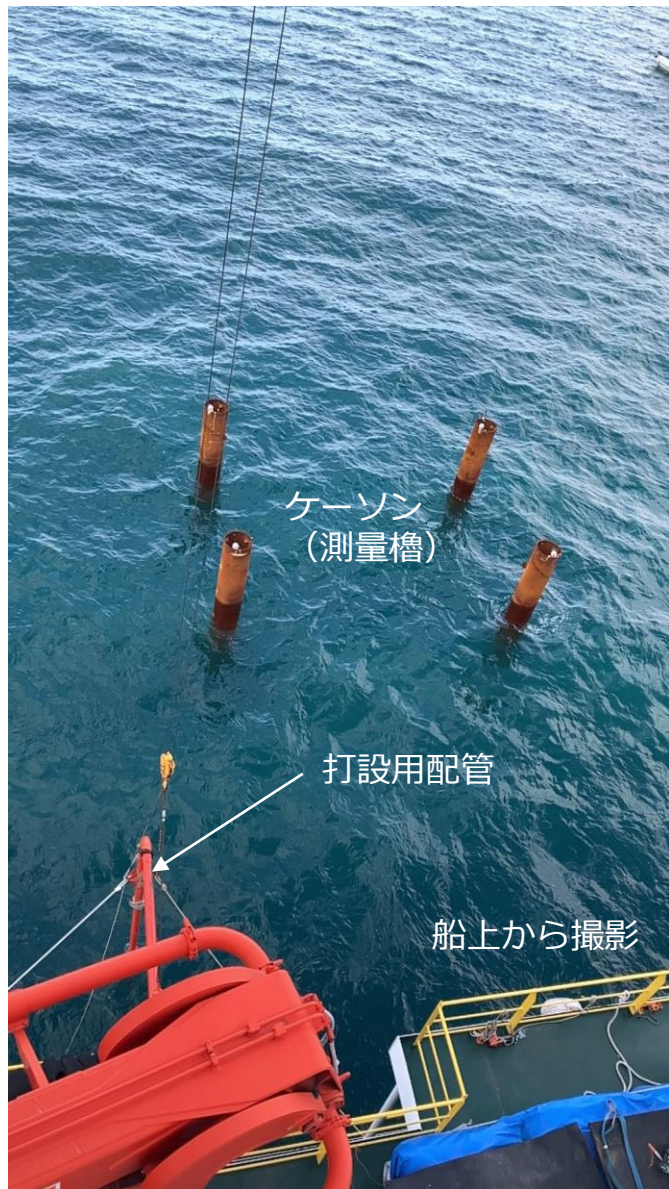


コンクリートプラント船

打設配管

放水口ケーソン

コンクリートプラント船  
モルタル打設中@ 1 F 沖合



水中不分離モルタル  
（品質確認）

- 材料を積込んだコンクリートプラント船（以下、CP船）を1F沖合まで回航する。
- 埋戻し位置付近に、CP船のアンカー4基を使用して係留する。
- アンカー設置後、アンカーワイヤーの巻取り・繰出しをしながら、CP船に搭載されたGNSSの誘導で打設予定位置まで移動する。

■ : 対象フロー

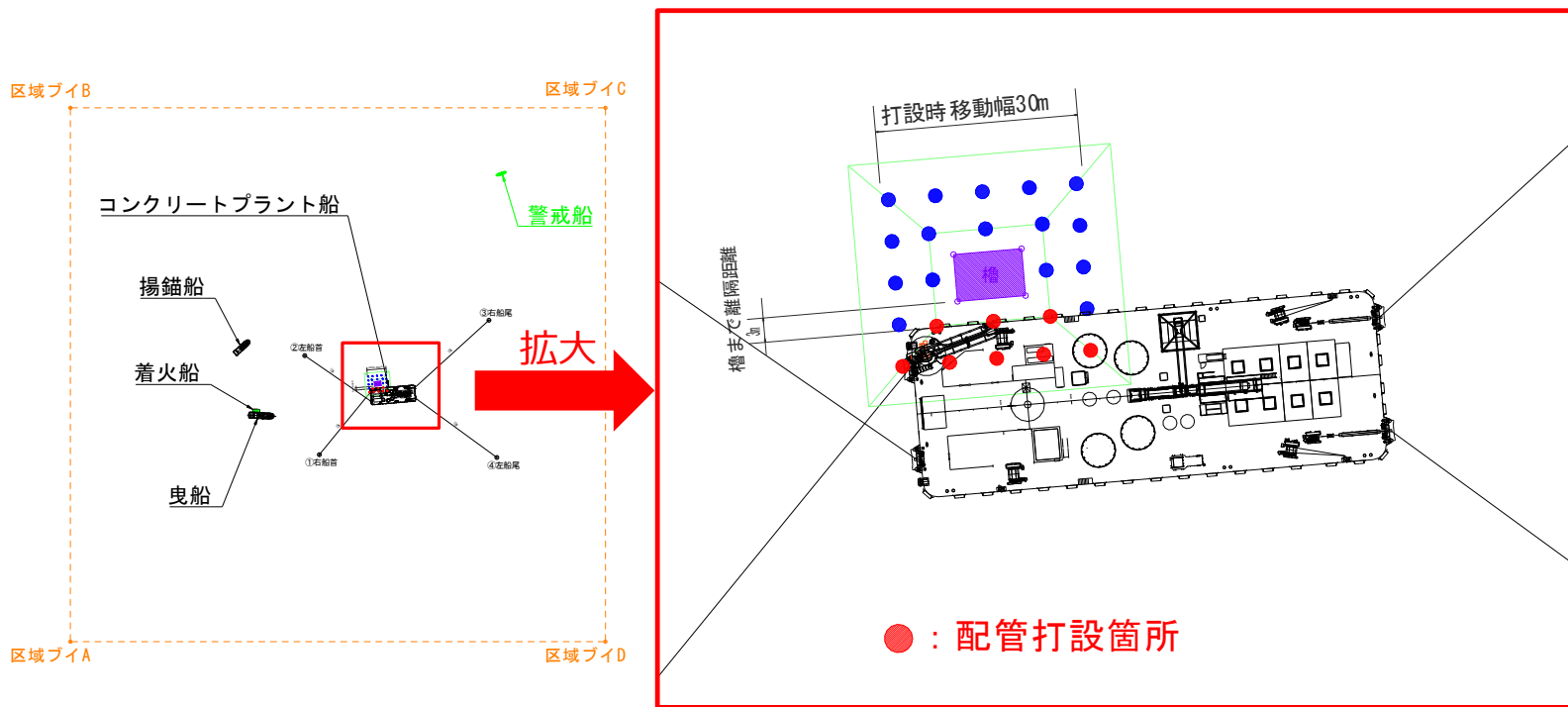
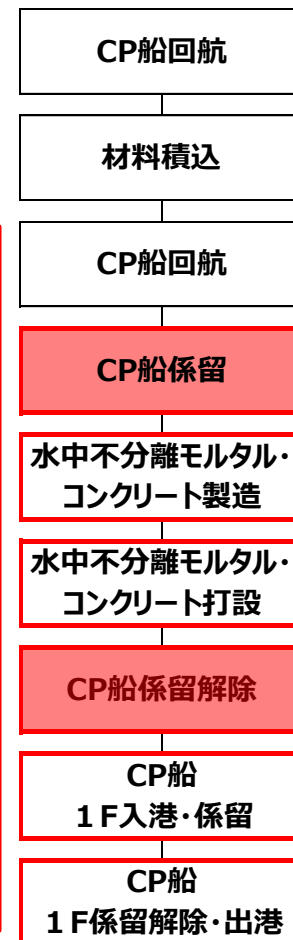


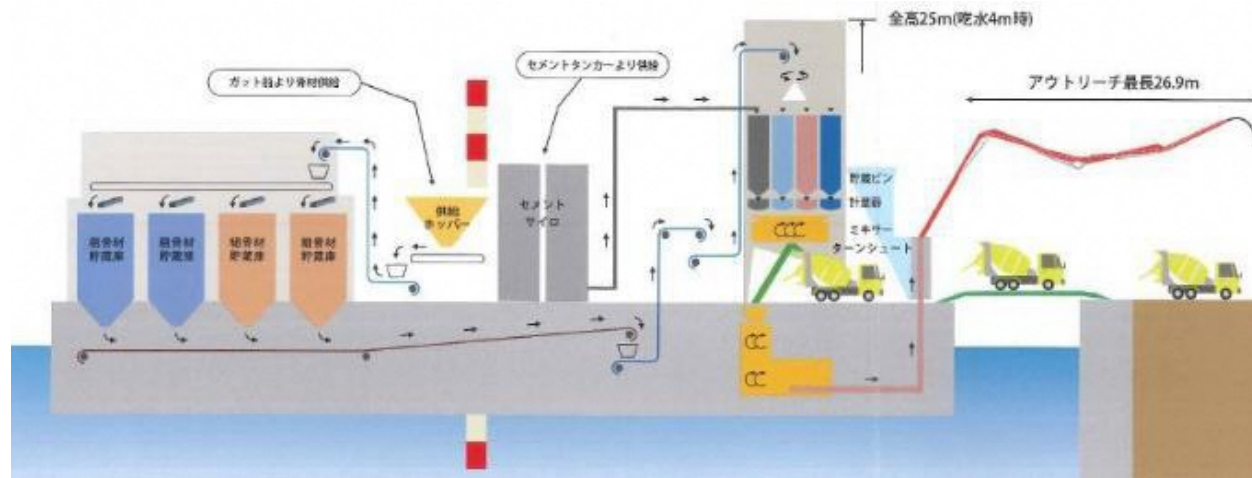
図1 コンクリートプラント船係留計画平面図（一例）

- CP船内で各種材料を練り混ぜ、水中不分離モルタルを製造する。
- 製造はすべてオートメーション化されており、製造・出荷・品質までをオペレーションルームから管理する。
- 練り混ぜは1バッチあたり2.0m<sup>3</sup>※とし、水中不分離剤を投入する。
  - 水中不分離モルタル設計強度：10N/mm<sup>2</sup>相当 ※単位水量が多く、計測できないため、1バッチあたり2.0m<sup>3</sup>で練り混ぜ（通常3.0m<sup>3</sup>）
  - 水中不分離モルタル配合表

■ : 対象フロー

粗骨材の最大寸法 mm	スラフ厚の範囲 cm	空気量の範囲 %	水セメント比 W/C %	細骨材率 S/a %	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )							
					水 W	セメント C	混和材 (石灰石微粉末) L	細骨材 S	粗骨材 G	混和剤		
										水中不分離混和剤	高性能AE減水剤	AE減水剤
	55~65		150	100	370	247	123	1316		4.5		3.7

- CP船回航
- 材料積込
- CP船回航
- CP船係留
- 水中不分離モルタル・コンクリート製造
- 水中不分離モルタル・コンクリート打設
- CP船係留解除
- CP船 1F入港・係留
- CP船 1F係留解除・出港

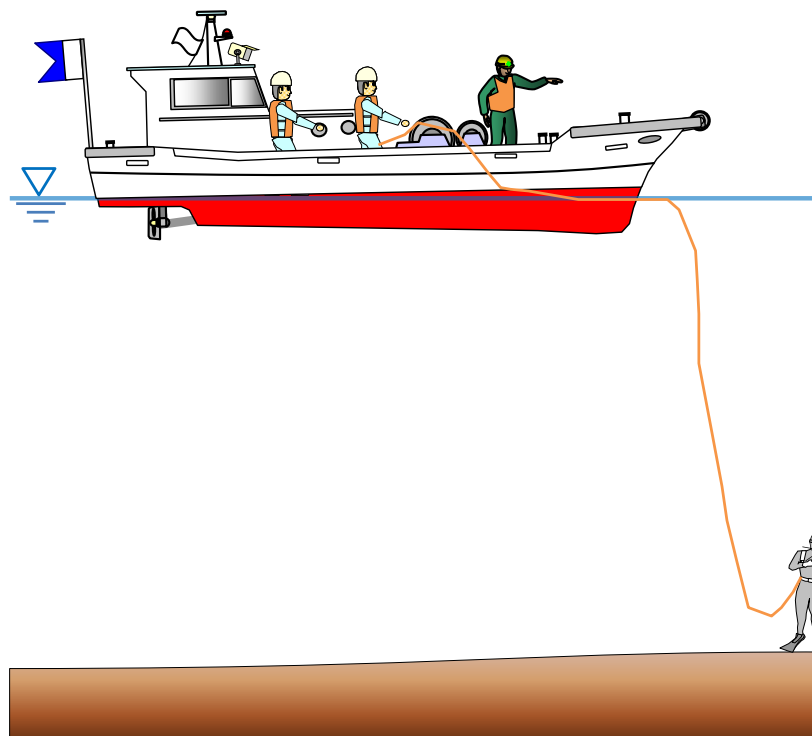


### 重点管理項目抽出理由

- 本工事における潜水作業は水深10m以上、最大水深約22mであるため、潜水病等の潜水災害の恐れがある。

### 安全対策

- 潜水作業を行う際は、作業内容ごとに潜水計画（潜水時間管理等）を作成し、計画に基づいた管理を行う。



### 放水口ケーソン埋戻し

- ・放水口ケーソン埋戻し前事前調査 最大水深22m
- ・放水口ケーソン埋戻し状況調査（確認） 最大水深22m

※なお、本工事においては、2023.2.2時点においても、潜水作業は2022.7以降、約30回程度実施済み

図 潜水作業イメージ

➤ 本工事における潜水作業は、潜水士1名により行うが、万が一の事態に備え、船上に予備潜水士および予備潜水機材を配備する。

## ■ 潜水作業環境

- 水深：0~22m
- 潮流：0.5m/s以下
- 波：0.8m以下
- 周期：10s以下
- 視界：0~10m

これより大きい場合は作業中止

## ■ 潜水方法

船上（陸上）のコンプレッサーからの送気によるフーカー式潜水

※潜水士は、4Lの予備ポンペを装着して潜水する

## ■ 送気系統（右図参照）

## ■ 潜水機材一覧

機械名	規格性能	数量
コンプレッサー	0.8~1.0MPa 400L/min	1
コンプレッサー	0.78~0.98MPa 245L/min	1
予備タンク	0.98MPa 40L・0.98MPa 32L	2
予備緊急ポンペ	19.6MPa 4L	1
空気清浄機（フィルターハーネス）		2
圧力計		4
マスク		2
有線水中電話機		2

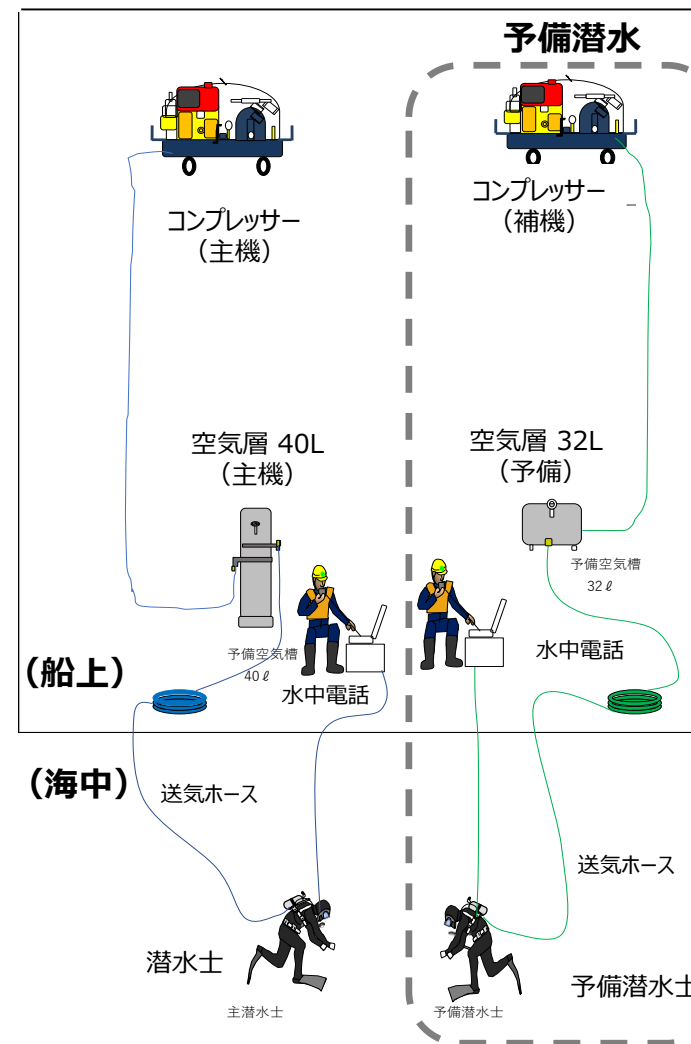


図 送気系統図

### ▶ 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。



## 作業時の連絡方法および警戒要領

- 潜水士との連絡：潜水マスク内の**相互通信装置（水中電話）**での相互連絡（連絡員⇔潜水士）とする。
- 警戒要領：潜水士船に**A旗の掲揚**および選任の**見張員を配置**する。

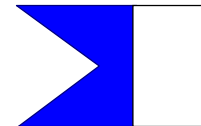


図1 国際A旗

## 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。
- 潜水士1人あたりの潜水回数は2回/日以内とする。
- 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、安ロリングボルト撤去、到達管スライド、到達管玉掛、積基礎固結）										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)		顔化時間(時間)		深度補正(m)										
時刻	5	6	7	8	9	10	11	13	14	15	16	17	18	19	マルチレベル潜水浮上スケジュール									
船上 潜水 深度 (m)	3														開始	適用深度	標準昇上時間	18m	15m	12m	9m	6m	3m	採用
	6																							
	9																							
	12																							
	15																							
コメント欄																								
空呼吸器使用深度 45m																								
記入	回数	経過潜水グループ記号 (RG)	待機時間 (BT)	経過潜水グループ記号 (RG)	待機時間 (BT)	○深度	○潜水時間	○浮上開始	○浮上時間	○浮上完了	潜水作業時間		注意事項等											
	前回印又は印=印	①	②	③	④	⑤	⑥-⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮									
計画	1					22.2	9:00	3:55	9:25	25	24	25	E	3	3	9:29	29	29						
	2	E	120		1.3	22.2	11:28	3:55	15	11	43	19.5	D	3	3	11:48	18	46						
	3																							
	4																							
計画変更時	1																							
	2																							
	3																							
	4																							
実施	1																							
	2																							
	3																							
	4																							

図2 潜水作業計画書

# 【参考】潜水作業計画書（例）

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、機基礎間詰)															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	マルチレベル潜水浮上スケジュール																												
潜水深度(m)	回数	適用深度	適用潜水時間	18m	15m	12m	9m	6m	3m	採用																			
		m	分																										
		m	分																										
		m	分																										
コメント欄																													
記入																													
回数	繰返潜水グループ記号(RG)	★待機時間(SI)	繰返潜水フアクター(RF)(連続潜水)	○深度	○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)		○浮上時間						潜水業務時間		注意事項等							
	前回①又は②=①	②	③		潜降開始時	潜降時間分	潜水時間(BT)分	浮上開始時	修正潜水時間の計算	深度	潜水時間	指定	調整	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				
					⑤	⑥	⑧-⑤=⑦	⑤+⑦=⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯	⑰	⑱	⑳	⑲+⑳=㉑	㉑+㉒=㉒	㉑+㉒=㉒	㉒						
計画	1			22.2	9 00	3 分	25 分	9 25	25 分	24 m	25 分	E	無	3 分						3 分	9:28	28 分	28 分						
	2	E	120 分	1.3	22.2	11 28	3 分	15 分	11 43	19.5 分	24 m	20 分	D	有	3 分					3 分	11:46	18 分	46 分						
	3																												
	4																												
計画変更時	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。

- 潜水士1人あたりの潜水回数は2回/日以内とする。  
1回目：25分、2回目：15分 で計画

### ➤ 緊急時（送気ができない場合）の対応

#### ①コンプレッサーが故障し、送気が停止した ②送気ホースが破断し、送気ができない

- ・ 潜水土と連絡がとれた場合  
→予備空気槽内の空気で浮上する
- ・ 潜水土と連絡がとれ、応援要請があった場合  
→予備潜水土が補機設備で応援に行く
- ・ 潜水土と連絡がとれない場合  
→送気員が送気ホースをたぐりよせ潜水土を引き上げる
- ・ 送気ホースが完全に破断している場合は予備潜水土が補機設備で救助に向かう  
※ただし、二次災害の可能性のある場合は救助を中止し、海上保安部の指示に従う

### ➤ 緊急時（津波注意報・警報が発令された場合）の対応

- ・ 連絡員が潜水土へ浮上の連絡をする
- ・ 潜水土は**浮上速度(10m/分)を遵守**して浮上する
- ・ 現場責任者は情報収集および各所への連絡を行う
- ・ 潜水土の乗船確認後、速やかに沖へ退避する

- 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）

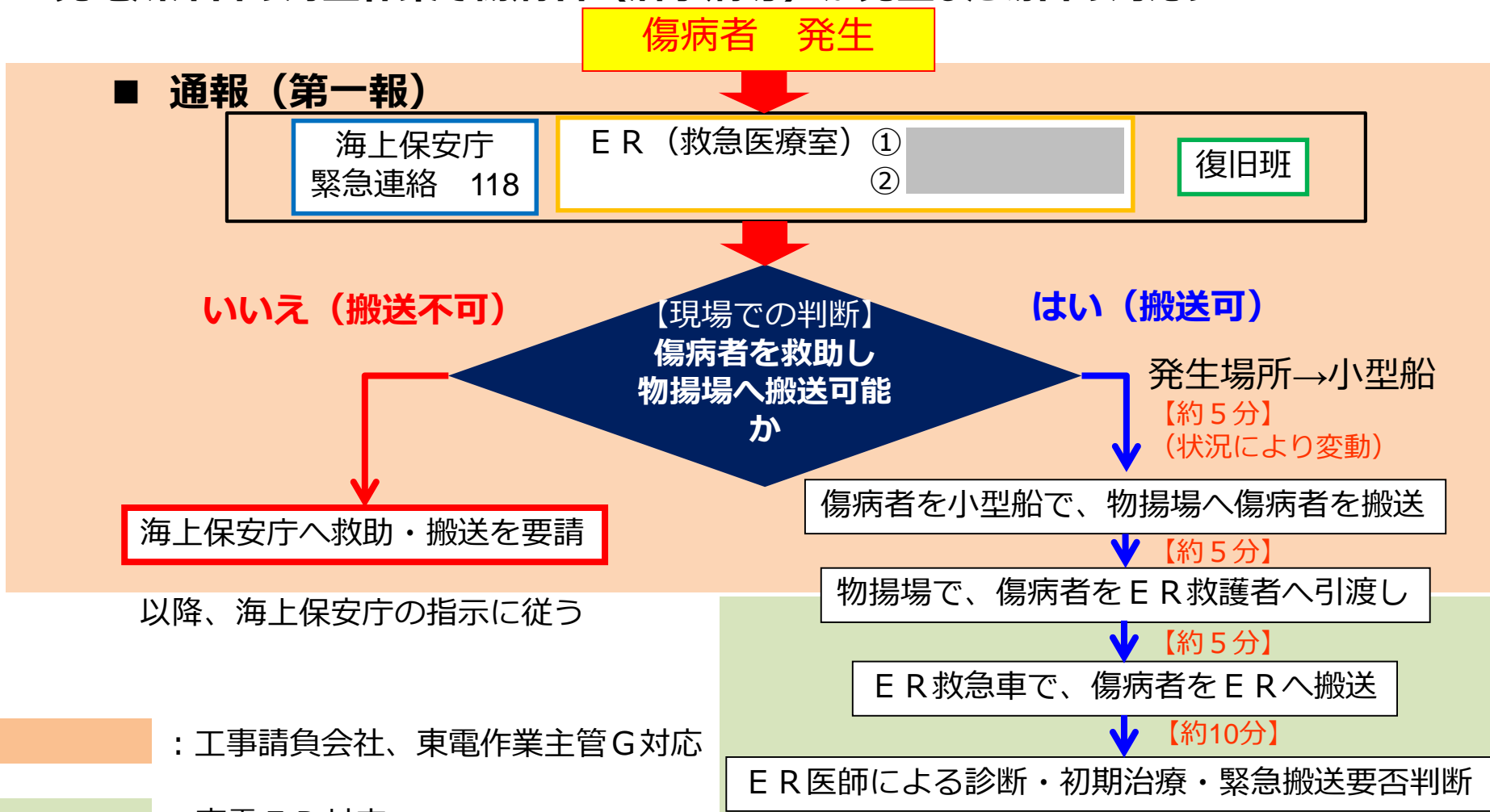
#### ● 搬送方法の選定

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



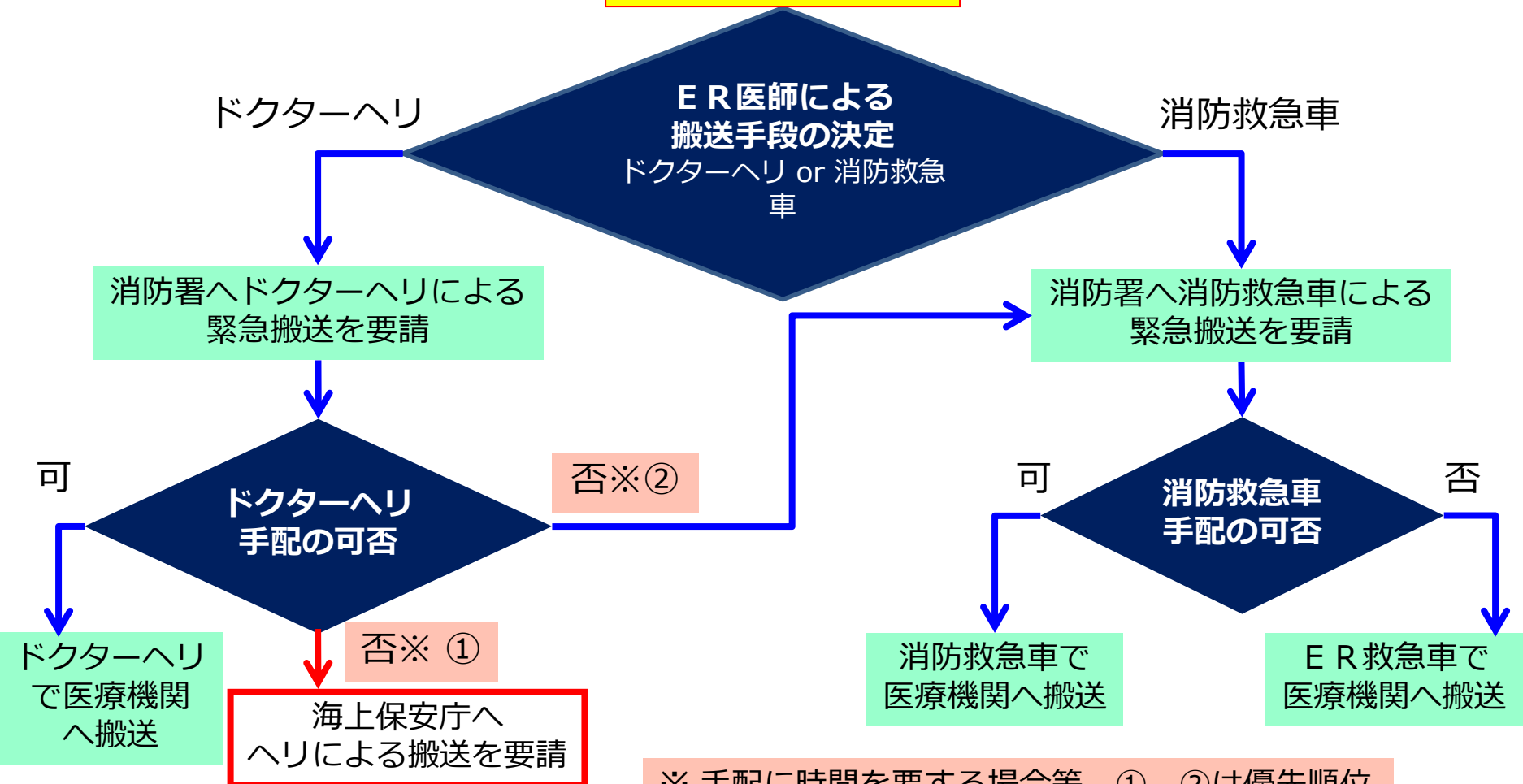
：工事請負会社、東電作業主管G対応

：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

## 【参考】 海上工事における避難訓練の実施

- 不測の事態に備えた避難訓練や救護訓練を定期的の実施（海上工事）。

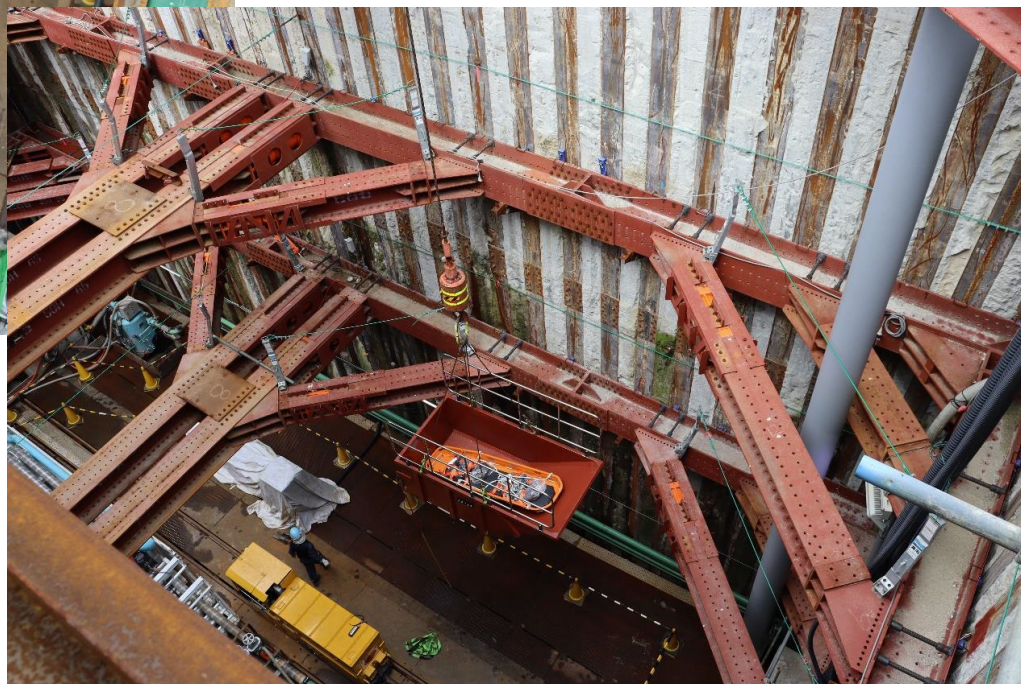
避難訓練実施 2022.7.20



## 8-1 シールドトンネル工事における避難訓練の実施（1）

- 不測の事態に備えた避難訓練や救護訓練を実施

避難訓練実施 2022.9.22



2022.9.22避難訓練（1回目）実施状況



## 8-2 シールドトンネル工事における避難訓練の実施 (2)

- 不測の事態に備えた避難訓練、初期消火訓練、救護訓練を実施

