

2.14.8 信頼性に対する設計上の考慮への 適合性

措置を講ずべき事項

II. 設計，設備について措置を講ずべき事項

1 4. 設計上の考慮

○施設の設計については，安全上の重要度を考慮して以下に掲げる事項を適切に考慮されたものであること。

⑧信頼性に対する設計上の考慮

- ・安全機能や監視機能を有する構築物，系統及び機器は，十分に高い信頼性を確保し，かつ，維持し得る設計であること。
- ・重要度の特に高い安全機能を有するべき系統については，その系統の安全機能が達成できる設計であるとともに，その構造，動作原理，果たすべき安全機能の性質等を考慮して，多重性又は多様性及び独立性を備えた設計であること。

2.14.8.1 措置を講ずべき事項への適合方針

ゼオライト土嚢等処理設備は，十分に高い信頼性を確保し，かつ，維持し得る設計とする。

2.14.8.2 対応方針

安全機能や監視機能を有する構築物，系統及び機器は，十分に高い信頼性を確保し，かつ，維持し得るものとする。

(実施計画：II-1-14-2)

ゼオライト土嚢等処理設備の信頼性に対する設計上の考慮の補足説明

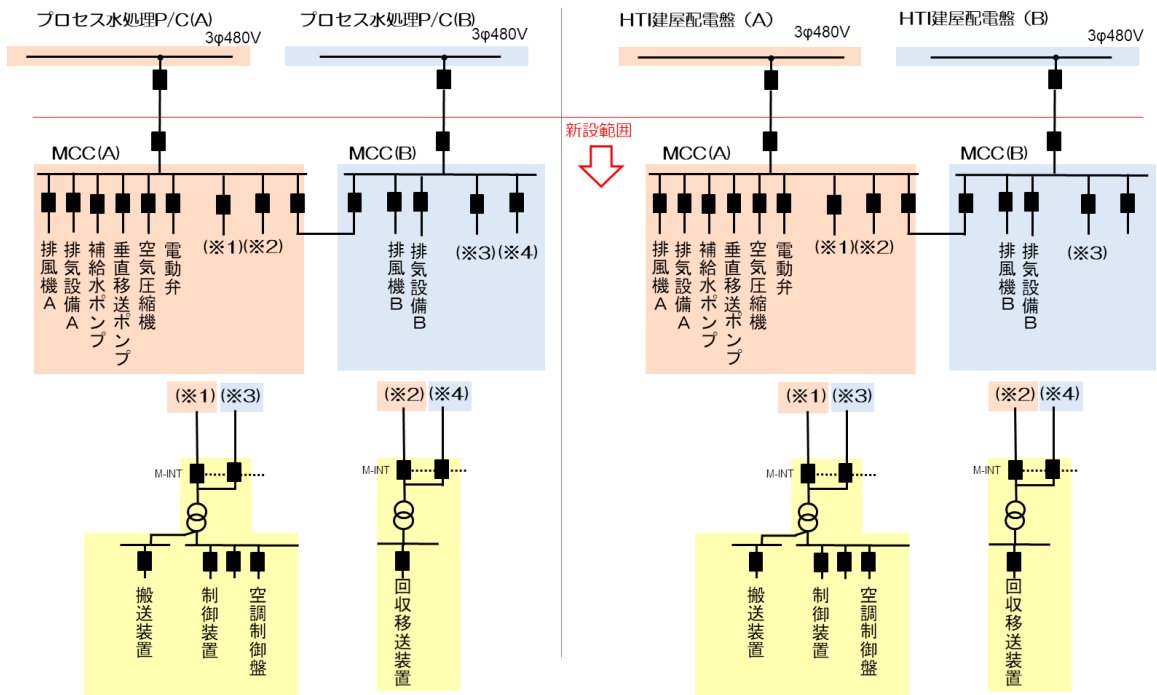
ゼオライト土嚢等処理設備は，以下の観点について考慮し，信頼性を確保する。

(1) 電源の設計

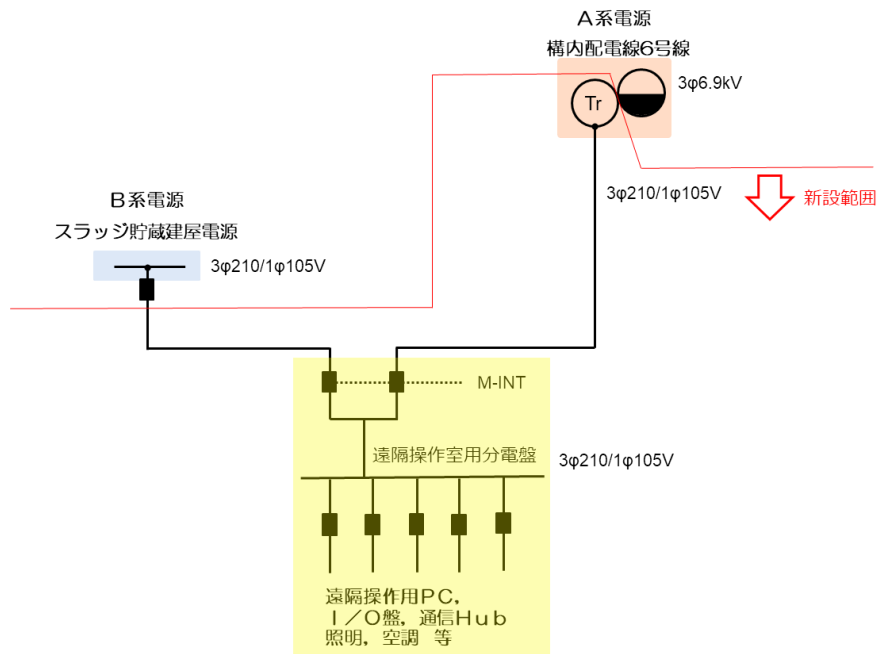
- a. 回収安定化設備および回収・移送装置の動的機器，制御盤，現場計器，空調設備，ユーティリティ設備，遠隔操作設備，等に対して電源を供給する。
- b. 各機器に電源を供給する電源盤は，常用2系統からなる所内共通低圧母線よりそれぞれ受電し，母線連絡回路やメカニカルインターロック回路を設けることで，片系上位電源の計画外停止においても速やかに電源を復帰できる構成とする。

具体的なゼオライト土嚢等処理設備における電源構成のイメージは，図 2.14.8.1-1 の通り。

以上



(a) ゼオライト土嚢等処理設備



(b) 遠隔操作室

図 2.14.8.1-1 ゼオライト土嚢等処理設備における電源構成

(2) 閉じ込め機能

a. 基本的な考え方

ゼオライト土嚢等処理設備については、有意なダスト濃度の上昇がないように放射性物質を限定されたエリアに適切に閉じ込める設計とし、汚染拡大防止対策を行う（図 2.14.8.1-2）。

ゼオライト土嚢等の移送は建屋内かつ配管・容器内で行う計画であり、開放状態でゼオライト土嚢等を直接扱わない設計とする。ゼオライト土嚢等の放射性物質については、万が一放射性物質が系統外に漏えいした場合にもハウス内に閉じ込めることを基本とする。また換気空調設備にてハウス外からハウス内に向かって空気が流れるよう管理し、放射性物質をハウス内に保持する設計とする。

b. 想定される事象に対する閉じ込めの考え方

想定される事象に対する閉じ込めの考え方は以下のとおり。

① 通常運転時

- 換気空調設備にてハウス外からハウス内に向かって空気が流れるよう管理する等により、放射性物質をハウス内に閉じ込める。ハウス区画の合計開口面積、開口部風速を考慮の上、閉じ込め機能を維持可能な排気風量の設計とする。排気系統の動的機器は、メンテナンスや故障時も速やかな再起動、閉じ込め機能確保が可能となるよう多重化する。
- ゼオライト等の脱水時に発生する排水、排気については地下階へ排出する。排出時の地上階への影響評価を実施の上、作業への影響がない設計とする。また地上階については常時ダストモニタで監視し、地上階への影響がないことを確認する。
- ゼオライト保管容器の搬出時における保管容器とゼオライト移送配管の接続部について、取り外し時にゼオライト移送配管内部から放射性物質の流出を防止するため、移送配管のフラッシング後、弁等で系統を隔離し、保管容器の入口配管、出口配管、ベント配管よりホースを取り外す。また、取り外し時にゼオライト保管容器内部からの放射性物質の流出を防止するため、自動閉止機構等を設ける。

② 閉じ込め機能に必要な設備の機能喪失時^{※1}

閉じ込め機能に必要な設備の機能喪失時においても、開放状態でゼオライト等を直接扱わないことから、放射性物質は機器内に閉じ込められる。

※1 Bクラス地震によるCクラス設備の損傷時等、排風機が機能しない場合

c. ゼオライト保管容器搬出入時におけるダスト管理

容器搬出入時はハウスのシャッターを開閉して実施するため、搬出入作業前に、ハウス内のダスト濃度を測定し、問題ないことを確認して作業を実施することで、汚染拡大防止を図る。また、その他フィルタ交換時なども空調が停止するためダスト測定を実施して問題が無いことを確認する。

d. ゼオライト保管容器の接続部の構造

ゼオライト保管容器の接続部の配管継手は、図 2.14.8.1-3 に示すとおり、系統内のダストの飛散を防止するため、自動閉止機構のある配管継手を使用する。また、配管継手を外す前には必ず淡水洗浄工程があるため、ゼオライト等のダストの飛散を抑制することが出来る。

e. 地震時の考慮

前述の通りゼオライト土嚢等処理設備（バウンダリであるゼオライト保管容器及び配管等）は耐震 B クラスであり、ハウスおよびフィルタ、排風機は耐震 C クラスである。B クラス程度の地震時にハウスおよびフィルタ、排風機については損傷する可能性があるが、B クラスのゼオライト保管容器及び配管等が近接するハウスは、ビニール等の軽量で柔軟な素材を採用し、ハウスが壊れた場合においても、ゼオライト保管容器及び配管等への影響を及ぼさないようにする。

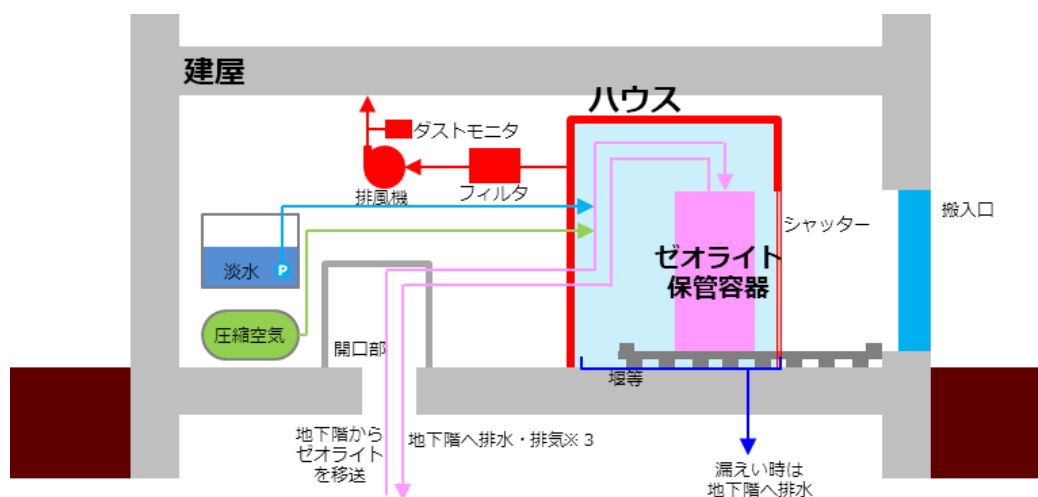


図 2.14.8.1-2 閉じ込め機能の概要図

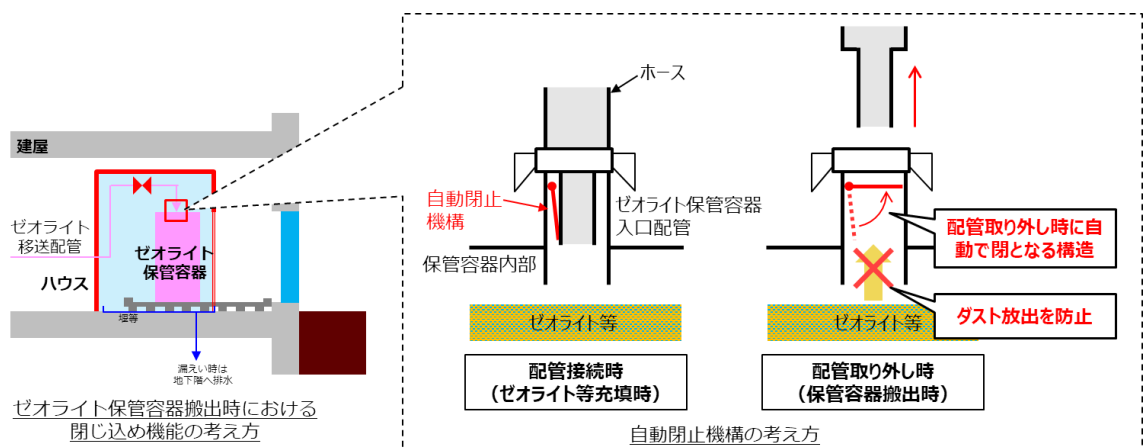


図 2.14.8.1-3 自動閉止機構

(3) ROV による地下階の作業について

ゼオライト土嚢等処理設備は、充填・脱水設備で地下階のゼオライト土嚢等を地上階に抜き出し、ゼオライト保管容器に充填・脱水するために、地下階で ROV を使用してゼオライト土嚢等を充填・脱水設備まで移動させる作業を実施する。作業内容は II-2-51-添 8 の通り。なお、作業はモックアップにより実現性を確認していく。具体的な ROV の洗浄方法のイメージは、図 2.14.8.1-4 の通り。

a. II-2-51-添 8 記載以外の機器

メンテナンスにおける被ばく低減対策とし、ROV を地下階に遠隔で投入、吊上げするために、地上 1 階の既設開口近傍に揚重機（ジブクレーン）を設置する。回収作業時に取り扱う機器の重量は 200kg 以下を想定し、ジブクレーンの吊上げ荷重は 500kg 程度とする。電動チェンブロックのチェーン先端のフック部は把持機構を取り付け、ROV 等を地下 2 階に投入する際は、機器を着脱可能な構造とした。遠隔での作業性を考慮して、通常のペンダントでの操作に加えて、遠隔操作室からの操作が可能な構成とする。そのほか、メンテナンスにおける被ばく低減対策とし、地下階で汚染した ROV を除染するための洗浄システムを設置する。ROV に加え、ケーブルやジブクレーンのワイヤ、ポンプ、ホース等の洗浄も実施する。ROV 全体の除染を考慮し、噴射角度の調整が可能な構造とする。

b. 除染作業手順

装置洗浄用散水システムにてある程度の線量を低減させる。ROV を地上 1 階まで吊り上げ、線量測定器にて、遠隔で線量を測定する。人で扱うことが不可能なレベルに線量が高い場合、仮設の洗浄槽にて ROV の洗浄を実施し、人で扱うことが可能なレベルまで線量を低減させる。その後メンテナンスエリアまで搬送し、メンテナンスを実施する。

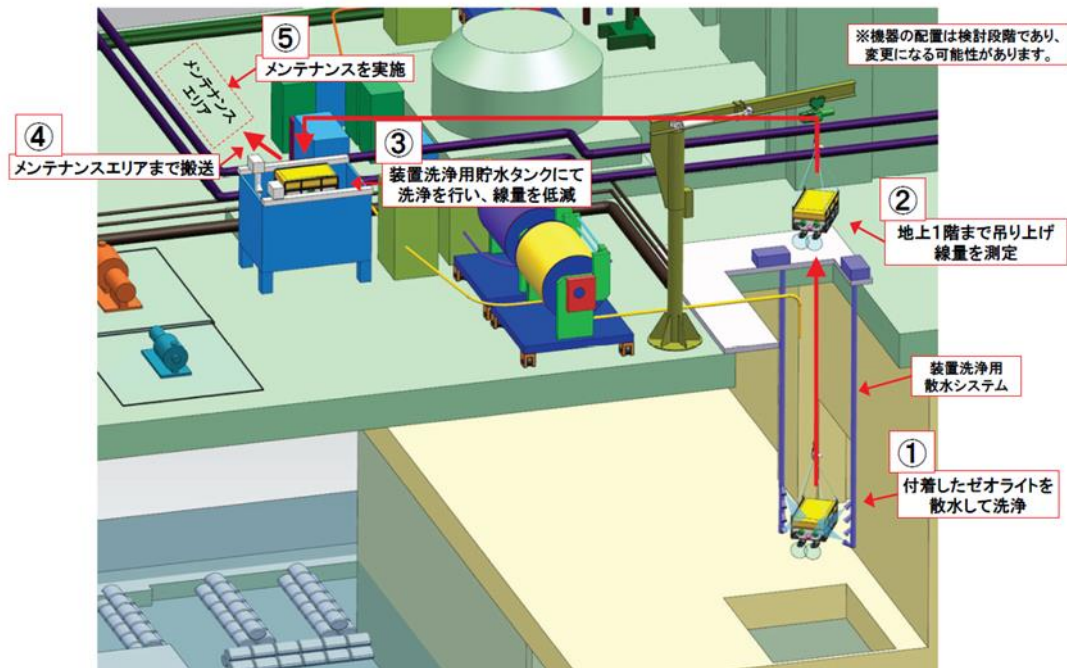


図 2.14.8.1-4 ROV の洗浄方法のイメージ

c. 濁水中の視認性確認手法について

ゼオライト回収時は水中ポンプを操作してゼオライトを吸引回収予定であり、濁水中でのゼオライトの状態の確認が必要となる。図 2.14.8.1-3 に示すとおり、袋の中を水で満たし、カメラを袋入口から覗かせて見ることで濁水中の視認性を向上させることを検討中。今後、水袋カメラを試作して、濁水中における視認性を確認する。また、ソナー等、カメラ以外の確認方法についても検討を進める。

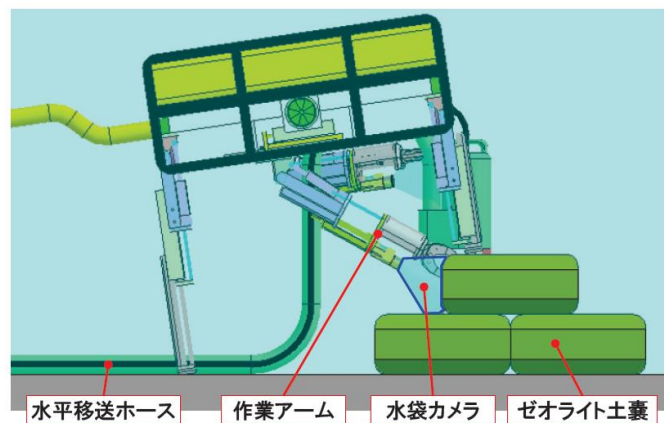


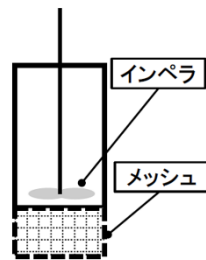
図 2.14.8.1-5 濁水中の視認性確認手法のイメージ

d. ゼオライト垂直移送ポンプとゼオライト中継タンク（垂直移送用）について

地下2階の水中ポンプ（垂直移送ポンプ）での吸上げ時、地上1階の移送設備での閉塞リスクを低減するため、地下2階でゼオライト等の濃度を調整する。垂直移送ポンプの吸込み口の開口面積比で、ゼオライト等の吸込み量を調整希釈するための方策案として、中継タンクはたて置き円筒形とし、中継タンク内の垂直移送ポンプを中心に垂直板を設置し、円周の一部を区切られた箇所にてゼオライト等を集積する。

これにより、設置する垂直移送ポンプの吸込み口の周囲が面積比で分けられ、ゼオライト等が集積されたエリアから高濃度で吸引されたとしても、仕切り板の外側のエリアから滞留水が供給されるため、ポンプ内で希釈する。仮にゼオライト等が集積されたエリアから15wt%で吸引される場合には、仕切り板のエリアを1/5（72°）に調整することで、ポンプ内部で3wt%程度まで希釈される見込みとなる。今後モックアップで実際に確認を実施する。具体的なゼオライト等濃度調整手法のイメージは、図2.14.8.1-5の通り。

水中ポンプ構造(例)



水中ポンプ配置イメージ

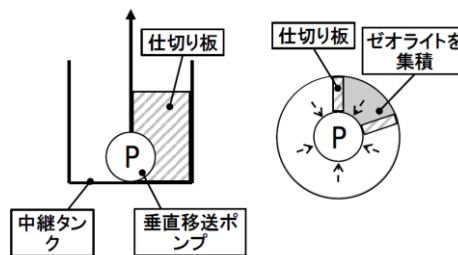


図 2.14.8.1-5 ゼオライト等濃度調整手法のイメージ

e. モックアップに向けたこれまでの知見の反映

遠隔機器を用いるという点で類似点がある、1・2号機SGTS配管撤去、1号機PCV内部調査、3号機燃料取扱機並びに1・2号機排気筒解体で得られた知見を基に、本件への反映事項を検討した結果を表2.14.8.1-1に示す。

表 2.14.8.1-1 モックアップに向けたこれまでの知見の反映事項

No.	分類	不具合事象	得られた知見	知見の反映内容	本件への反映内容
1	ウレタン注入	配管把持装置の動作不良	配管把持装置を吊り上げた際の揺れによるケーブルコネクタの接触不良が発生する。	ケーブルの整線を行い、制御盤内にケーブル固定用サポートを設置すること。	ROV内部でケーブルコネクタが外れにくい形で固定する。
2	配管切断	配管切断中のワイヤーソーの配管噛み込みについて	切断装置のワイヤーソーの刃が配管に噛み込み、動かなくなった。配管の切断面が、切断対象配管の自重や吊り天秤の重心の僅かな偏り等により歪んだ可能性がある。	・噛み込み防止対策 ・噛み込んだ場合の対策	ゼオライト回収作業については、回収を継続することで相手側の状況が変わることも考慮して試験を実施する。

No.	分類	不具合事象	得られた知見	知見の反映内容	本件への反映内容
3	配管切断	モックアップと現場に相違があり切断装置の性能を十分発揮できない	使用するクレーンの大きさの違いから、油圧ホースをジブへ敷設した場合のリスク抽出が十分でなかった。	<ul style="list-style-type: none"> ・現場に近いモックアップを再現 ・現場とモックアップの違いのリストアップ ・タイムスケジュールの確認 	現地に近いモックアップ試験を計画した上で行う。実機を模擬できない事項については事前にリスク抽出と対応方針を検討する。
4	線量	2号機 SGTS 配管の切断後、線量測定を実施し、予想より高い線量を検出	最大 $\beta + \gamma$: 3000mSv/h を確認		現場調査結果を基に遠隔で作業可能な工法を検討する。
5	油ホース	油圧ホースからの油漏れ	油ホースからの油の漏れ	油圧ホースをクレーンジブに這わせることで油圧ホースに負荷がかかっている。	ケーブルへの負荷により水漏れしない構造とする。
6	飛散防止剤	飛散防止剤噴霧ノズルの詰まりについて	ノズルは毎回清掃しているが、詰まりがみられるため、発生飛散防止剤をタンクに入れる直前にろ過水でラインのフラッシングを行う。	<ul style="list-style-type: none"> ・念入りに清掃 ・ろ過水でフラッシングの実施 ・ホース内のろ過水充填 	ゼオライト移送配管については、ゼオライト移送後に適宜、建屋滞留水のみを移送することで配管フラッシングを実施する。また、ゼオライト保管容器充填後に、ろ過水等でフラッシングを実施する。
7	仮設ダストモニタ	外部放射線の影響を含んだ指示値が出力される。	測定場所で1時間BG測定を実施する必要がある。切断装置の飛散防止材のミストや湿分が高い物を採取し、流量低による、ろ紙送りが発生した可能性がある。ろ紙送りされるとBG測定がリセットされるため、再度BG測定が必要。	ダスト採取口を飛散防止剤の影響を受けない位置に変更。	ROVでの作業ではゼオライトを水と一緒に取り扱うため、外部への影響は限定的であるが、作業ハウスで水とゼオライトが外部に飛散しない状態で作業を実施する。
8	通信	通信障害の発生	公共電波との干渉により一時的な通信障害が発生する(他工事でも同様の事象が発生) 装置側アクセスポイント(AP)のハングアップにより復旧に時間を要している。	<ul style="list-style-type: none"> ・電波干渉による通信障害が発生した場合の主通信機と予備通信機の切り替え手順を整備 ・遠隔操作にて装置側のAPを再起動できるようにする ・装置を吊上げる前にAPを再起動する手順に見直しする。 	有線接続で作業を実施する。
9	ケーブル	ROV内部への水が進入してしまう	ROVのケーブル被覆がピンチローラーでしごかれることによりケーブル被覆にしわが発生	ROVの吊り上げ、吊りおろしの回数を減らす(しわの発生を防止するにはケーブルの被覆を厚くする必要があり、遊泳機能へ影響が考えられる)	要素試験、MU等でのしわの発生しにくい運用方法を確認する。ROVの吊り上げ、吊りおろしの回数を減らす。

No.	分類	不具合事象	得られた知見	知見の反映内容	本件への反映内容
10	ケーブル	ROV 内部への水が進入してしまう	ケーブル被覆のしわが干渉物に引っ掛かりケーブル被覆が破損	しわが発生した場合は、しわが干渉物に引っかからない運用で作業を継続する	ケーブルと干渉物との接触が無いように、ROV で監視する。地下 2 階の角部にはケーブルガイドを設置する。
11	通信	線量データが正確に表示されない	ケーブルドラムのノイズが接地の共通箇所を通じて線量計関連機器に回り込み、線量データに影響した	<ul style="list-style-type: none"> ・ドラムコントロール BOX と線量計電装関連機器の設置分離 ・HUB と計測系の分離 ・電源アース分離 ・ノイズカットトランス取付 	<ul style="list-style-type: none"> ・使用可能なアースと設置の種類について事前に確認の上システム構成を検討する。 ・ノイズが入ると問題が生じる機器については、接地、HUB 等を別系統にする
12	通信	タイムスタンプが点滅・時刻が止まる	カメラ通信ラインのケーブルにテンションがかかり、導通不良が発生したことでタイムスタンプの表示に影響を及ぼした	外部からの影響によりテンションがかからない様にケーブルの余長を確保する	外部からの影響によりテンションがかからない様にケーブルの余長を確保する
13	海外調達	部品を供給した海外メーカーの組立不良や動作条件の設定誤り	調達先に対する要求仕様の具現化が不十分であったこと、また、製造過程での品質の確認不足があった	海外ベンダーに対する品質管理強化	海外ベンダーの QMS への改善や調達先の規準等を改善することで、総合的に品質の向上を図る
14	モックアップ (MU)	再現性を高めるべき部位について MU にて再現出来ておらず、課題を洗い出しきれなかった。	MU 特有の条件が、実工事でどのような形で顕在化・表面化するか、MU を計画する段階で、十分な検討と対策が必要。	MU における現場の再現性を高めること、並び MU 時の知見を確実に実機に反映すること。ただし、ありとあらゆる事態や現場状況を再現して MU を行うことは現実的ではないため、不測事態への対応方針の検討を実施すること。	MU における現場の再現性を高めること、並び MU 時の知見を確実に実機に反映すること。不測事態への対応方針の検討を実施すること。
15	モックアップ (MU)	再現性を高めるべき部位について MU にて再現出来ておらず、課題を洗い出しきれなかった。	気象や環境条件など、MU では完全に再現出来ないことを前提に、不測事態の対応など、最終的なセーフティネットになる作業のモックアップはきちんと時間を掛けて行っておくこと	MU 時に操作習熟度を高めることにより実作業の操作ミスの削減を図る	MU 時に操作習熟度を高めることにより実作業の操作ミスの削減を図る

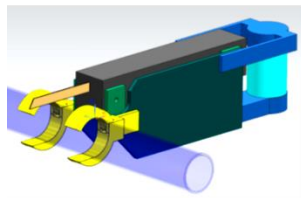
(4) ROV 以外の不具合対応

a. 配管からの漏えい

2重ホースを使用する等、漏えいを防止する構造としたうえで、遮へい付きのトラフ内に設置する方針。万一漏えいした場合は、トラフ内に留まる構造とし、漏えいの拡大を防ぐ。回収対応については、高線量が予想されることから、ロボットにて遠隔で実施する。

b. 配管の詰まりによる閉塞

ゼオライトで配管閉塞しないよう、固液比を制御して移送する計画。なお、これまでの要素試験では配管閉塞は確認されていないが、万一、閉塞した場合は、逆洗が可能な設備構成とする、ロボットにて遠隔で加振する等、閉塞を解消する対策を準備する。それでも閉塞が解消されない場合は、遠隔ロボットを用いて配管を切断、除去する。配管の詰まりによる閉塞解消対策のイメージは、図 2.14.8.1-6 の通り。



閉塞対応配管切断治具



遠隔対応用ロボット（例）

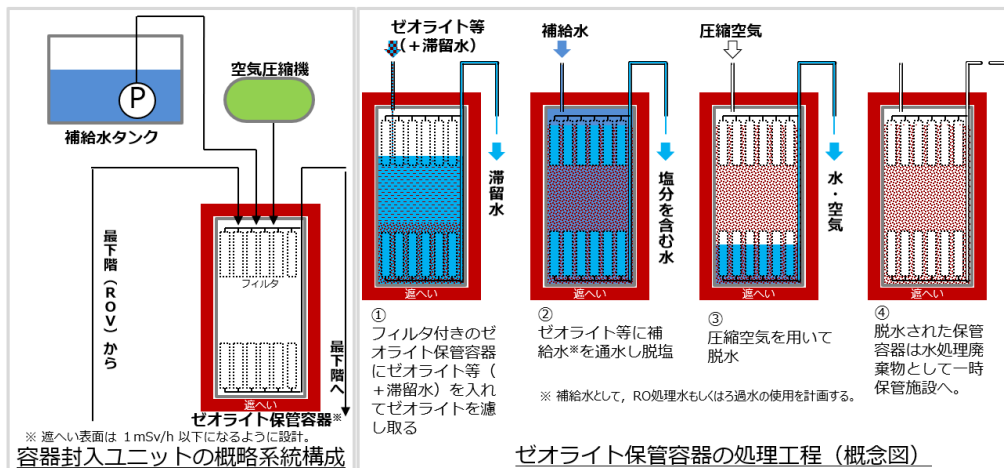
図 2.14.8.1-6 配管の詰まりによる閉塞解消対策のイメージ

(5) 保管容器

ゼオライト等は滞留水と共に地上階へ移送され、フィルタが装備されている遮へい付のゼオライト保管容器に入れて脱水し、ゼオライト等のみが封入された状態とする。ゼオライト保管容器に封入した後は補給水を通水して塩分を除去し、圧縮空気等を利用して脱水する。脱塩、脱水後のゼオライト保管容器は建屋外へ搬出し、33.5m 盤の一時保管施設（第一 or 第四施設）へ輸送する。発生数は40基程度、1本あたり約8E14Bq程度*の放射性物質量となる見込み。保管容器の表面線量は1mSv/hにて設計しており、回収時に容器をモニタリングし、設計線量を超える恐れのある場合については、回収を中断する。ゼオライト保管容器の基本仕様は、図2.14.8.1-7の通り。

*ゼオライト保管容器(2.87m³)1本あたり約8E14Bq程度の放射性物質量

$$2.87[m^3] \times 10E6 \times 1.79[g/cm^3] \times 1.6E8[Bq/g] \text{ (Cs-134, 137, Sr-90 濃度)} = 8.19E14[Bq]$$

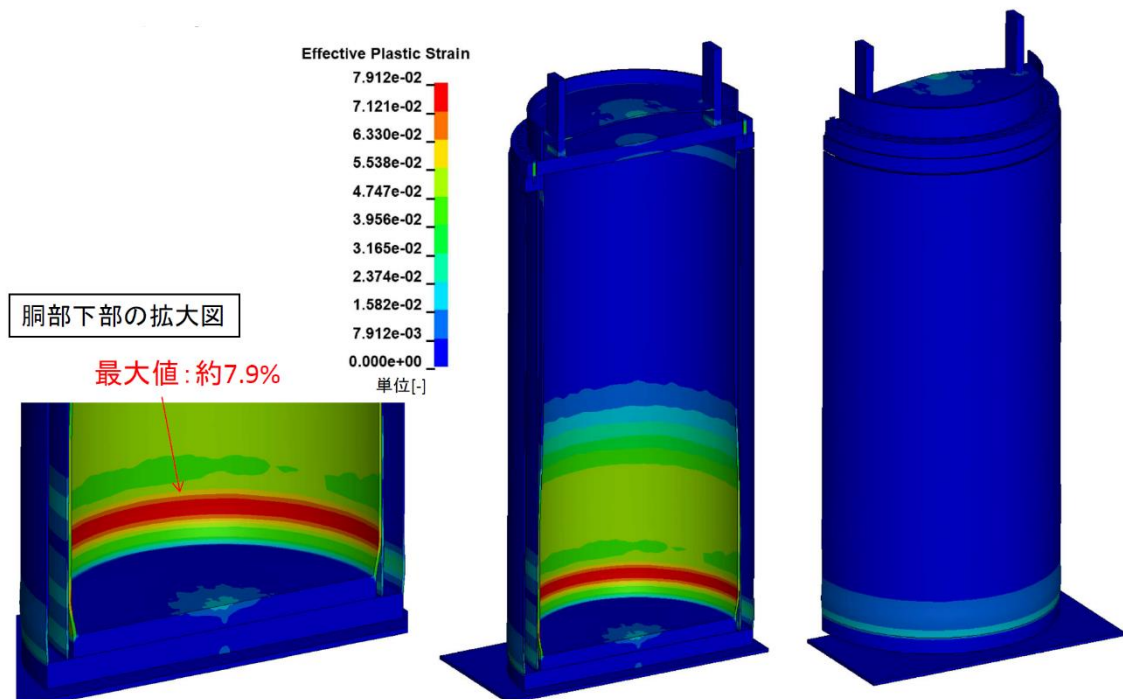


仕様			
構造	縦置き円筒形	高さ	3632mm
材質	SUS316L相当 + 鉛遮蔽	直径	1492mm
重量	22.9 t	容量	2.87m ³
要求機能	<ul style="list-style-type: none"> ● ゼオライト保管容器内で脱塩・脱水を実施 ● 長期の保管期間（30年程度）を考慮すること（耐腐食性の材料を使用） ● ゼオライト保管容器の表面線量率は、作業員の被ばく低減を考慮し、1 mSv/h 以下となるように遮へいを設置すること（上面も含めて遮へいを設置し、遮へいの上から操作を実施することで、作業における被ばくの低減が可能とする） ● 崩壊熱による過熱を防ぐこと ● 保管時は水素バントできる構造とし、可燃性ガスの滞留を防ぐこと ● 再度の取り出しを考慮すること ● 転倒・落下による内容物の漏出を防ぐこと ● PMB・HTIへフォークリフト等で搬出入可能なこと 		
備考	<ul style="list-style-type: none"> ● ゼオライト回収容器は、米国で放射性物質が含まれるスラッジ回収等、多数の適用実績を有する容器の設計をもとに、本ゼオライト土嚢回収作業の作業性、一時保管施設の構造等を考慮して設計した 		

図 2.14.8.1-7 ゼオライト保管容器の基本仕様

○ ゼオライト保管容器の落下評価

構造解析プログラムにより、ゼオライト保管容器が所定の高さから垂直落下し、地面と衝突した時のゼオライト保管容器構造材の応力ひずみを有限要素法により解析することにより評価した（図 2.14.8.1-8）。吊り上げ最大高さ 7.1m から垂直落下した際を評価し、容器の SUS316L 材の変形量(ひずみ)が JIG G 4304 に記載の伸び下限値(40%)より求めたひずみ 33%より小さいことを確認した。(ひずみ 33%以上で破断と判断)



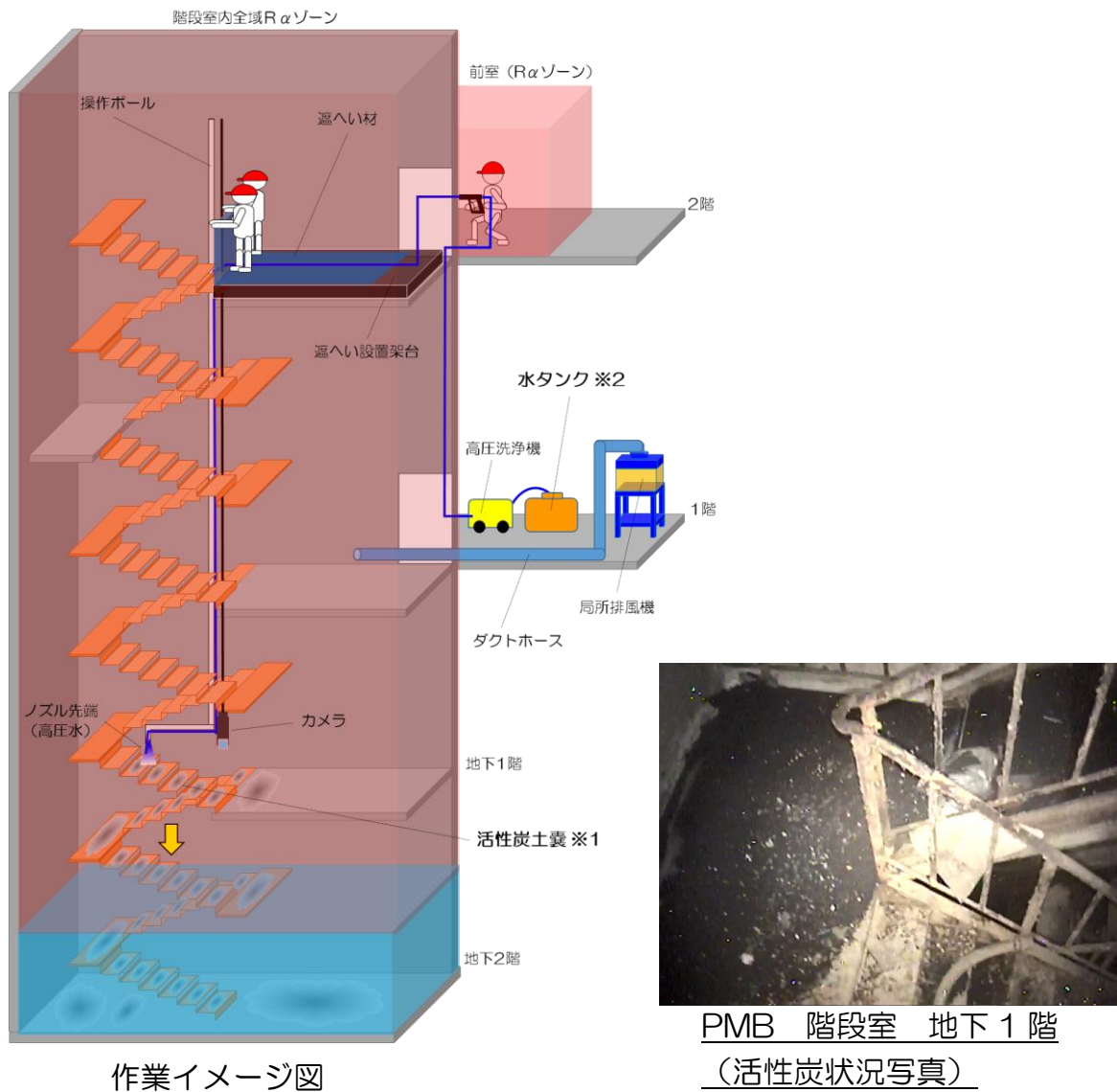
発生する塑性ひずみは約 7.9%と評価され、ゼオライト保管容器は吊り上げ最大高さ 7.1m から垂直落下した場合でも破断しない。

図 2.14.8.1-8 ゼオライト保管容器の落下評価について

斜め落下した際の落下評価については、解析実施中。
今後提示予定。

(6) PMB・HTI 階段室 活性炭土嚢対策について

プロセス主建屋及び高温焼却炉建屋の階段室（1階～最下階）に敷設されている活性炭土嚢について、有人により地上階（2階を予定）から最地下階へ落とし込み、活性炭を集積する。活性炭の落とし込み方法については、高圧水とし、操作ポールを用いて、対象箇所（土嚢袋等）にアクセスする。最地下階に集積した活性炭については、ゼオライト土嚢等処理設備にて回収しゼオライト保管容器に充填する。具体的な活性炭の落とし込み方法のイメージは、図 2.14.8.1-9 の通り。



作業イメージ図

PMB 階段室 地下1階
(活性炭状況写真)

図 2.14.8.1-9 活性炭の落とし込み方法のイメージ

(7) モックアップ概要

a. 実規模モックアップ

ゼオライト土嚢等処理設備について、ゼオライト土嚢等の回収に際し実規模モックアップ（M/U）を実施する。M/Uは日本原子力研究開発機構（JAEA）檜葉遠隔技術開発センターにて実施予定。現場（地下2階）を模擬した水槽を使用。水平方向は実スケールより小さいものの、重要な確認項目である曲がり角におけるケーブルマネジメントについては、周回させることによって、現場と同じ回数を確認予定。上階（地下1階，地上1階）を模擬した架台を設置（高さは実スケール）。現場調査で確認された干渉物，劣化した土嚢袋等を再現し，現場環境を模擬。主にケーブルマネジメント，一連のROVの遠隔動作，ROVにおける想定トラブル対応を検証する予定。M/Uのイメージは，図2.14.8.1-10の通り。

M/Uにおける試験設備案及び各設備の配置案は，それぞれ図2.14.8.1-11及び図2.14.8.1-12の通り。実機相当のゼオライト保管容器，中継容器，移送ポンプ，配管を模擬し，表2.14.8.1-2に示す性能確認を実施する。なお，モックアップ試験における実機との相違点及び，相違を踏まえた考慮については表2.14.8.1-3に示す。

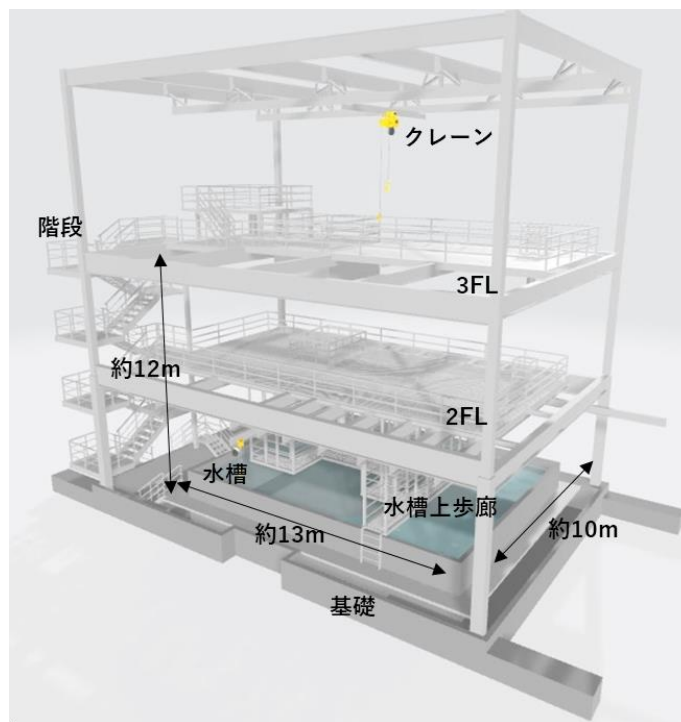


図 2.14.8.1-10 実規模モックアップのイメージ

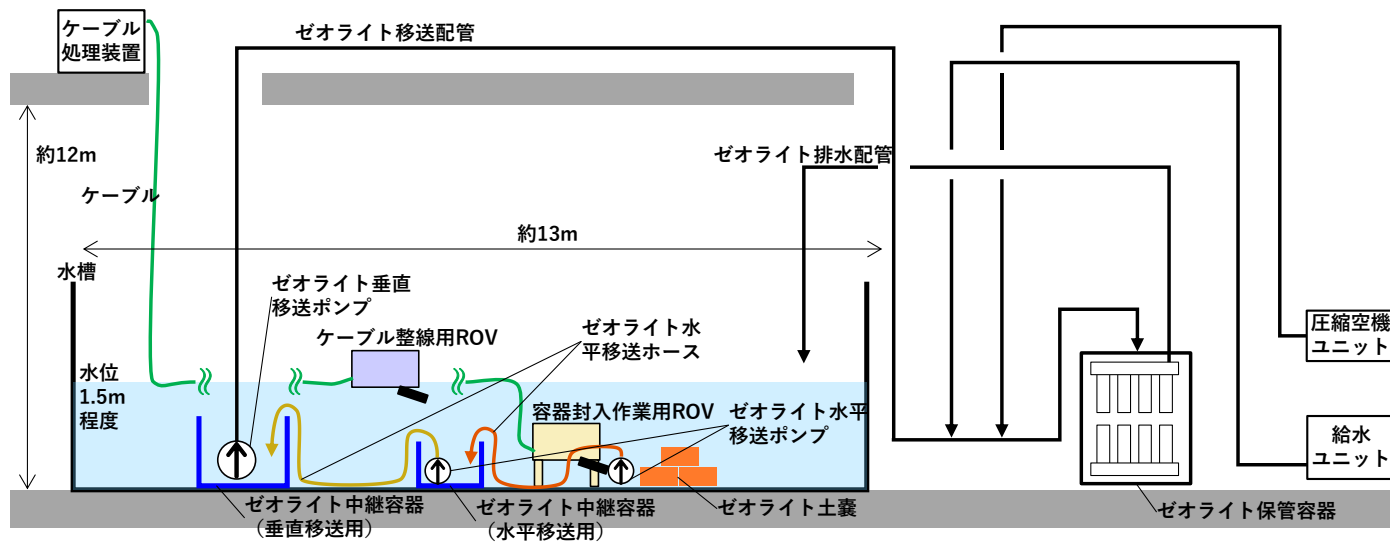


図 2.14.8.1-11 実規模モックアップにおける試験設備 (案)

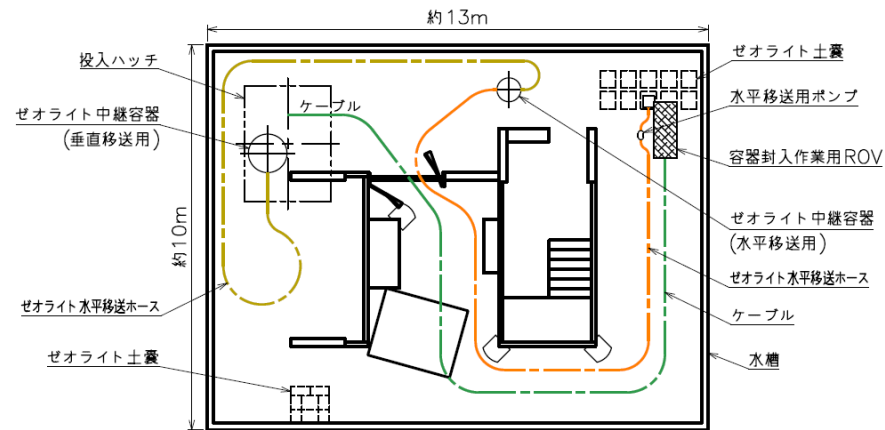


図 2.14.8.1-12 実規模モックアップにおける各設備の配置 (案)

表 2.14.8.1-2 モックアップにおける確認事項と判定基準（案）について

項目		確認事項	判定基準	【参考】地下階での ROV を使用した作業ステップとの対応 (実施計画Ⅱ2.51 添 8)
基本機能	ROV 遊泳	<ul style="list-style-type: none"> ケーブル等を牽引しての遊泳機能（ROV の前進、後退、横行、旋回、潜水）を確認 ROV の停止位置決め精度を確認 同方向の曲がり角部を複数模擬することで角部でのケーブル挙動を確認 	<ul style="list-style-type: none"> ケーブルの牽引が可能なこと（移動可能なこと） 所定の位置まで移動できること（土のう設置場所まで移動可能なこと） 扉部分を通過できること（幅 2m）、干渉物と壁の間を通過できること（幅約 2m）、曲がり角部の通過できること（2～3箇所） 	2. (1)～(9)
	ROV 地下階投入	<ul style="list-style-type: none"> ROV の投入に伴うケーブル処理方法の確認 ROV の引上げに伴うケーブル処理を含め、機器、ROV の引き上げが可能であることを確認 	<ul style="list-style-type: none"> 開口下のケーブル余長を牽引することが可能なこと ROV でケーブルを把持して引張り、コーナー部に余長を持たせることが可能なこと。 地上 1 階から地下 2 階（11m）へ ROV の投入及び回収が可能なこと（ROV の引上げに伴うケーブル処理を含め、機器、ROV の引き上げが可能であることを確認すること） ROV の動作に併せて、ケーブル送り及びケーブル収納が可能なこと 	2. (1) (3) (4) (7) 容器封入作業用 ROV、ゼオライト中継容器、水平移送ホース、移送用ポンプを水中に投入
資機材運搬	資機材の受取り	<ul style="list-style-type: none"> 水中の資機材を ROV アームで把持可能なことを確認 	<ul style="list-style-type: none"> 水中の資機材を ROV アームで把持可能なこと 	2. (2) (4) (6) (8) (9) 容器封入作業用 ROV にて、下記作業を実施 <ul style="list-style-type: none"> ケーブルガイドを設置 水平移送用ホースを中継容器と水平移送用ポンプに接続 水平移送用ホースを展開しながら、水平移送用ポンプを移動
	資機材の移動	<ul style="list-style-type: none"> 水中の資機材を ROV で把持したまま遊泳し、所定の場所に設置することを確認 	<ul style="list-style-type: none"> 水中の資機材を ROV で運搬、設置が可能なこと 	
	移送ホースの展開	<ul style="list-style-type: none"> ROV でポンプを把持し、ホースを牽引した状態での遊泳状況を確認 	<ul style="list-style-type: none"> ROV によりホースとポンプを牽引して所定の位置まで移動できること 	
移送	ゼオライト回収	土のう袋切断	<ul style="list-style-type: none"> 土のう袋を切断、開放して ROV での開放作業を確認 劣化した土嚢袋を切断、開放して ROV での開放作業を確認 	2. (5) 容器封入作業用 ROV にてホースが展開できる範囲まで回収作業を実施
		ポンプによる吸引	<ul style="list-style-type: none"> 開放した土のう袋から吸引可能なことを確認 劣化した土嚢袋を含むゼオライトについて吸引可能なことを確認 	

項目		確認事項	判定基準	【参考】地下階での ROV を使用した作業ステップとの対応 (実施計画Ⅱ 2.51 添 8)
ゼオライト移送	地下階の水平移送	<ul style="list-style-type: none"> 閉塞せず水平移送可能であることを確認 水平移送は実機と同等長さのホースを準備し、余長分は床面に展開した状態で確認 	閉塞せず移送可能であること	
	移送濃度低減機能	<ul style="list-style-type: none"> 中継容器にてゼオライトの移送濃度を低減し、閉塞が無く移送可能であることを確認 	閉塞せず移送可能であること	
	地下階から地上階までの垂直移送	<ul style="list-style-type: none"> 実機相当の約 12m の垂直立ち上がり配管を模擬し、地上階への垂直移送が可能であることを確認 	閉塞せず移送可能であること	
	地上階での水平移送	<ul style="list-style-type: none"> 配管勾配、エルボ等の閉塞リスクが高い場所について、閉塞が無く移送可能であることを確認 	閉塞せず移送可能であること	
保管	ゼオライト充填	<ul style="list-style-type: none"> 保管容器内へのゼオライト回収が可能であること、満充填の際に検知可能であることを確認 	<ul style="list-style-type: none"> 保管容器内に規定量のゼオライトが回収されていること ゼオライトが充填されたときにレベル計が検知すること 	—
	ゼオライト脱水	<ul style="list-style-type: none"> 保管容器内へ圧縮空気を供給し、ゼオライト脱水が可能であることを確認 	<ul style="list-style-type: none"> 圧縮空気通気後のゼオライトについて水が滴らない程度まで脱水可能なこと 	—
ROV におけるトラブル対応	ROV 非常回収	<ul style="list-style-type: none"> ROV の故障を想定し、装置が壊れない範囲で強制引き戻し、ROV による救援が可能であることを確認 	<ul style="list-style-type: none"> ケーブル整線用 ROV で容器封入作業用 ROV にツールを取り付けできること ケーブル整線用 ROV で容器封入作業用 ROV を牽引できること (図 2.14.8.1-13 参照) 	4.2(1)(2) ROV のトラブルへの対応
	地下 2 階移送系統の閉塞	<ul style="list-style-type: none"> 地下階の移送系統が閉塞時における対応が可能であることを確認 	<ul style="list-style-type: none"> ROV でホースを揺らす等の対応が可能であること (図 2.14.8.1-14 参照) 	4.1 ROV 以外の機器のトラブルへの対応
	濁水中の監視	<ul style="list-style-type: none"> 濁水中における水中の作業環境近傍の確認が可能であることを確認 必要に応じ、ソナー等での確認が可能であることを確認 ROV のカメラで相互監視が可能であることを確認 	<ul style="list-style-type: none"> 濁水中において水中の作業環境近傍の確認が可能であること (図 2.14.8.1-15 参照) ROV のカメラで相互監視が可能であること (図 2.14.8.1-16 参照) 	—

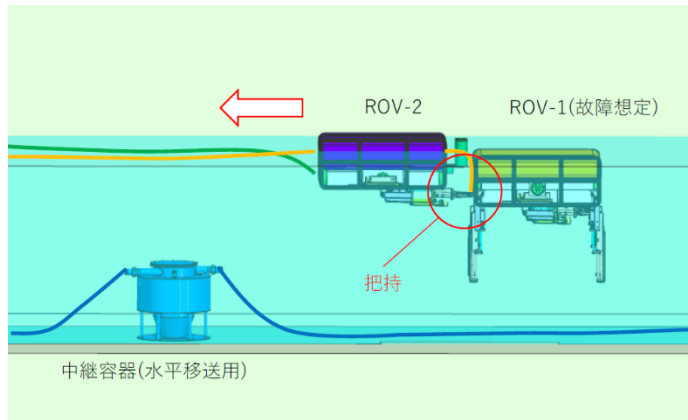


図 2.14.8.1-13 ROV 非常回収の概要

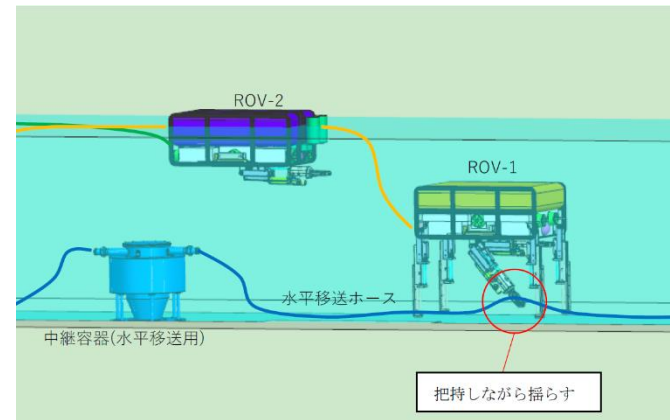


図 2.14.8.1-14 地下 2 階移送システムの閉塞時
対応の概要



図 2.14.8.1-15 濁水中における水中の作業
環境近傍確認の概要

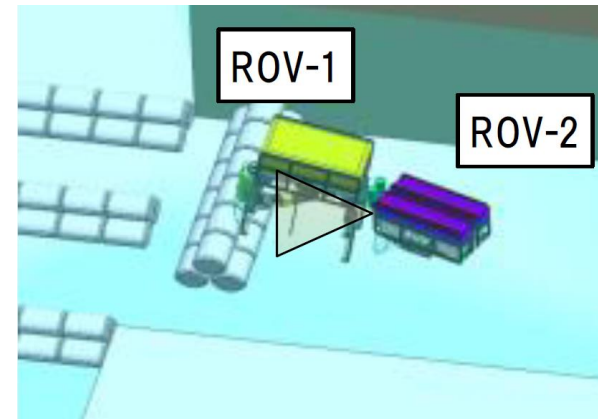


図 2.14.8.1-16 ROV のカメラによる相互
監視の概要

表 2.14.8.1-3 モックアップ試験における実機との相違点及び、相違点を踏まえた考慮

項目	実機との相違点	考え方
ゼオライト土嚢の劣化	相違点なし	・実機におけるゼオライト等の土嚢袋については劣化傾向が確認されていることから、健全な土嚢袋に加え、実機同様の放射性劣化を模擬した土嚢袋を試験に用いる。
移送濃度	相違点なし	・中継容器（垂直移送用）および垂直移送ポンプは実機同様とし、ゼオライト移送濃度についても実機同様とする。 ・ゼオライト等を安定した固液比にて移送を継続できることについては、実機を想定した試験構成及び通水条件として、今後試験にて確認する。
配管長	実機：～181 m M/U 試験：110 m 程度 となり、実機よりも配管長が短い	・配管長や配管構成の違いにより実機よりも配管の圧力損失が小さくなるが、系全体の圧力損失は弁による調整により実機を模擬するため、配管長による影響はない。
配管構成	エルボ数、弁数、勾配、経路は実機と異なる	・配管長や配管構成が実機と異なり、配管構成に起因する閉塞の発生有無については同条件での確認とはならないものの、M/U 試験では狭い間隔でのエルボ設置、保管容器の入口部分立上り模擬等、保守的な構成とする。
保管容器設置高さ	実機：ポンプから最大+12m 位置（地上階） M/U 試験：ポンプと同レベル となり、実機よりも設置高さが低い	・保管容器設置高さが異なることにより、保管容器内の運転圧力が実機よりも高くなる。 ・保管容器内部のフィルタ性能に影響を与える因子はフィルタ差圧であるが、運転圧が異なっても差圧は変化しないため、実機と同じ通水条件となる。
運転圧力	配管構成、保管容器設置高さが異なるため、配管や保管容器内の運転圧力は異なる	・内部流体は非圧縮性流体である水であり、圧力の差異による体積等の変動はなく、流量や流速に影響を与えない。
系統圧力損失	相違点なし	・配管長、配管構成が異なるが、弁による調整により実機と同じ系統圧力損失とする。
系統流量	相違点なし	・流量調節弁により実機と同じ系統流量とする。
管内流速	相違点なし	・系統流量、配管口径を実機と同様とするため、管内流速は実機と同じとなる。
保管容器への流れ方向	相違点なし	・水平配管から保管容器入口に向けての配管立ち上がり方を模擬することで保管容器入口部分の流れ方向は実機と同じとなる。
配管フラッシング	配管構成が異なるため、通水条件が異なる	・フラッシング及び逆洗時における実機を想定した試験構成及び通水条件にて、今後確認する。
保管容器へのゼオライトの充填	試験では保管容器 1 基を充填する	・保管容器の形状、内部構造、レベル計は実機同等とする（なお、容器への充填時の検知誤差については、今後試験にて確認を行う）。 ・試験にて保管容器 1 基を充填可能であることを確認する。
保管容器でのゼオライトの脱水	相違点なし	・保管容器の形状、内部構造は実機同等とし、圧縮空気通気後のゼオライトについて水が滴らない程度（含水率 30wt%以下）まで脱水可能なことを確認する。
保管容器でのゼオライトの脱塩	淡水を使用するため、塩分濃度は実機建屋滞留水と異なる	・試験にて脱塩が可能であることを確認する。
保管容器の交換	試験では保管容器 1 基を充填する	・保管容器の耐圧ホース取り外し機構（自動閉止）の成立性、並びに取り外し時の液体等の飛散状況の検証及び対策検討については、今後確認する。

b. 要素試験

要素試験において、下記事項を確認している。

○ 移送濃度低減機能

確認項目：垂直移送，系統圧力損失，系統流量を模擬した試験装置にて，ゼオライト等と水の固液比を調整して移送し，安定した固液比にて移送を継続できることを確認する。移送濃度調整による移送時の濃度変動を確認する。また，活性炭および不純物の影響についても確認する。

確認結果：確認中

○ 保管容器へのゼオライトの充填

確認項目：液面，容器内で舞っているゼオライト等を検知せず，ゼオライト等の界面を検知できることを確認する。また，固体に対する検知感度を確認する。

確認結果：ゼオライト，活性炭の舞い上がりを模擬したが，検知しないこと，及びゼオライト，活性炭に触れたときに検知することを確認した。固液二層系で固体界面を検知できることを確認した。

○ 保管容器でのゼオライトの脱水

確認項目：脱水運転後に保管容器を開放し，内部のゼオライトを採取して含水率を測定し，水が滴らない程度まで脱水出来ることを確認する。

確認結果：含水率 30wt%以下まで低減し，水が滴らない程度まで脱水出来ていることを確認した。

○ 保管容器でのゼオライトの脱塩

確認項目：脱塩運転後の保管容器出口水の塩素濃度を測定し，脱塩出来ていることを確認する。

確認結果：滞留水模擬液（塩素濃度 100ppm）に浸漬したゼオライトについて，3回洗浄後，10ppm 程度に低減できることを確認した。

○ フラッシング・逆洗機能

確認項目：実機環境を模擬した条件で，設計流量のフラッシングにより配管内に残存するゼオライトが配管勾配等を通り全て配管終端部に集積し圧密しないことを確認する。また，吸い込み口の閉塞を考慮し，逆洗について成立性を確認する。

確認結果：確認中

以上