

福島第一原子力発電所

1号機及び2号機非常用ガス処理系配管の一部撤去について

2023年3月28日



東京電力ホールディングス株式会社

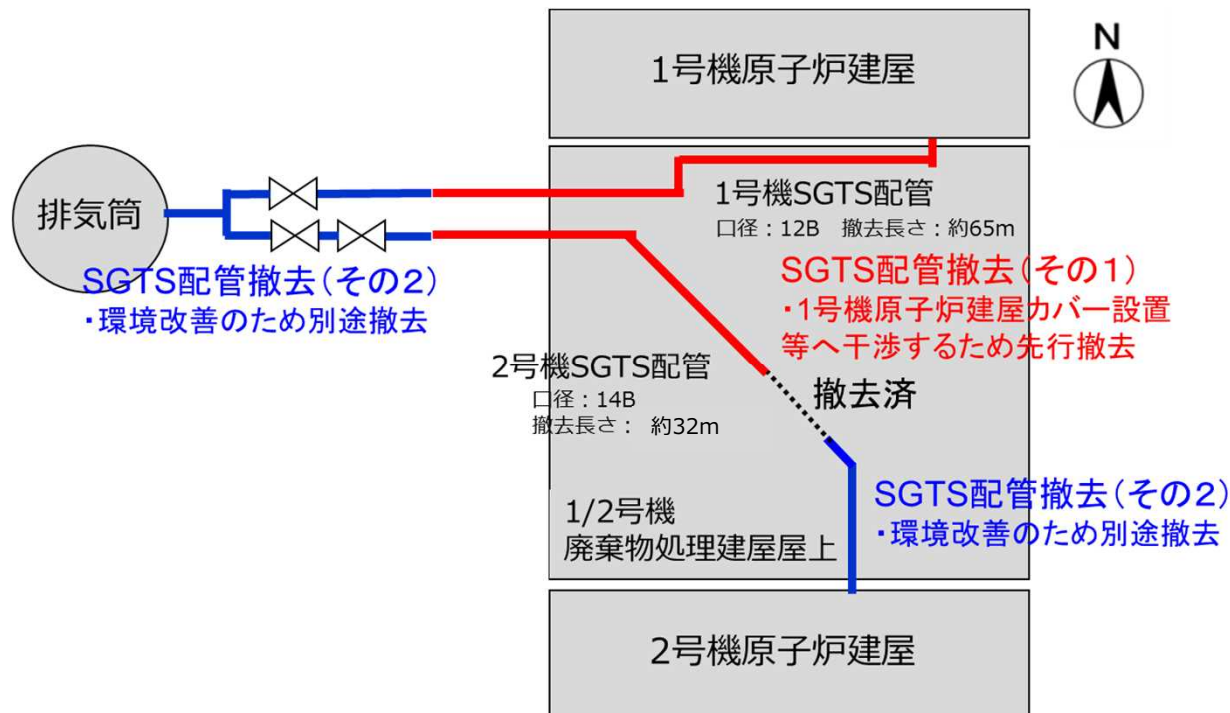
1. 概要
2. SGTS配管切断開始前のウレタン除去作業における傷病者の発生について
3. SGTS配管切断再開前のウレタン追加注入の実績
4. 信頼度向上対策の実績
5. リカバリー対策の被ばく線量対策について
6. SGTS配管撤去工程短縮案について
7. 1/2号機周辺工事の進捗状況

参考資料

- ①M/Uの実績
- ②1/2号機SGTS配管撤去（その1）の信頼度向上対策

1. 概要

- SGTS配管撤去（その1）の切断装置（吊天秤）について，3月3日に構外でのM/Uを完了し，3月9日，海上／陸上輸送にて福島第一原子力発電所構内及び福島県内の試験場への輸送を完了した。
- 陸上輸送した機器の一部に調整が必要であったため，構外の試験場にて作業を実施していたところ，並行して発電所構内で実施していたSGTS配管表面のウレタン除去作業において，人身災害が発生。
- 現在作業を中断し，発生した災害について原因調査及び対策検討を実施中。
- 対策検討が完了し，準備が整った後に作業を再開予定。

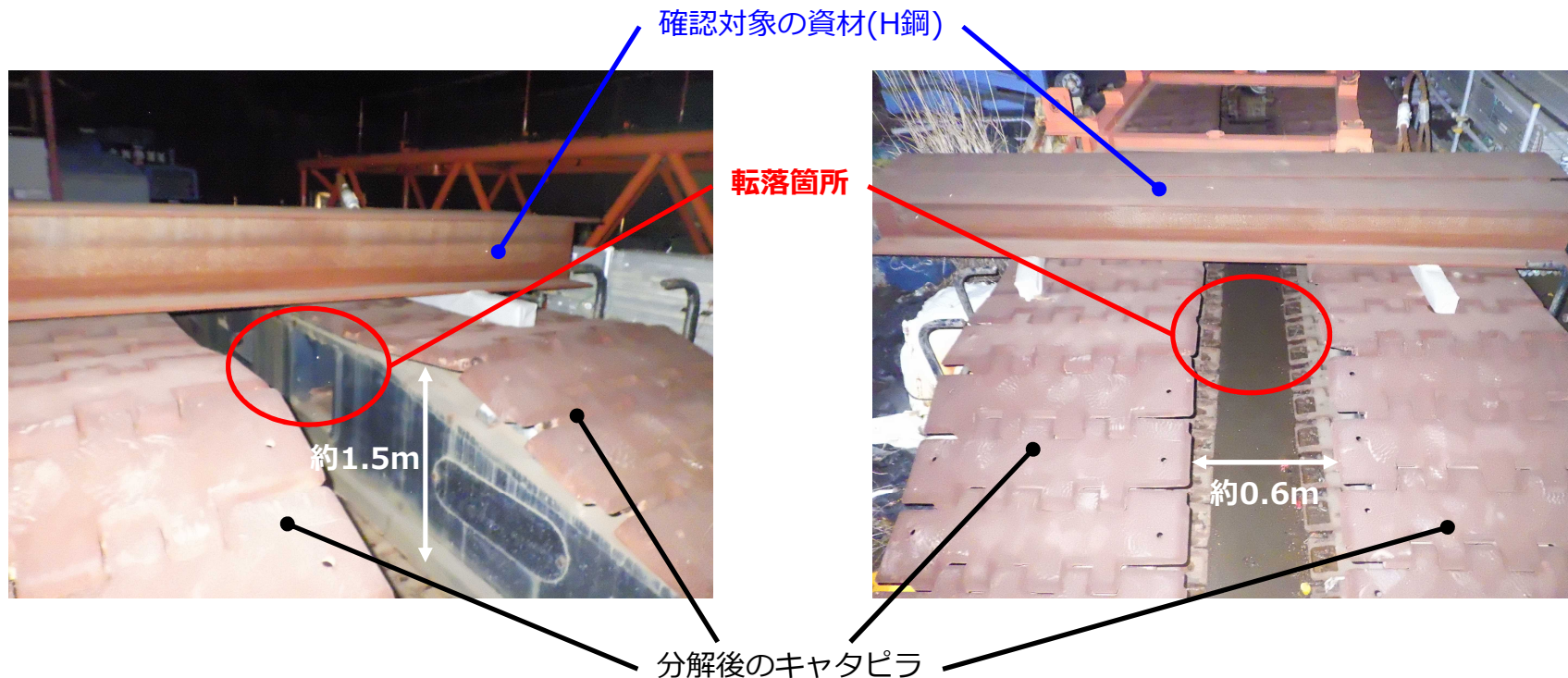


2. SGTS配管切断開始前のウレタン除去作業における傷病者の発生について **TEPCO**

■ ウレタン除去準備作業における傷病者の発生について

- 3月13日に、スラッジヤード重機置き場において、ウレタン除去の治具に使用するH鋼の確認作業を行っていた協力企業作業員が、H鋼等を仮置きしていた分解後のクローラクレーンキャタピラ一部(高さ1.5m程度)から転落し、腰椎骨折する事象が発生。
- 再発防止対策が整い次第、作業を再開予定。

■ 事象発生現場（スラッジヤード重機置き場）

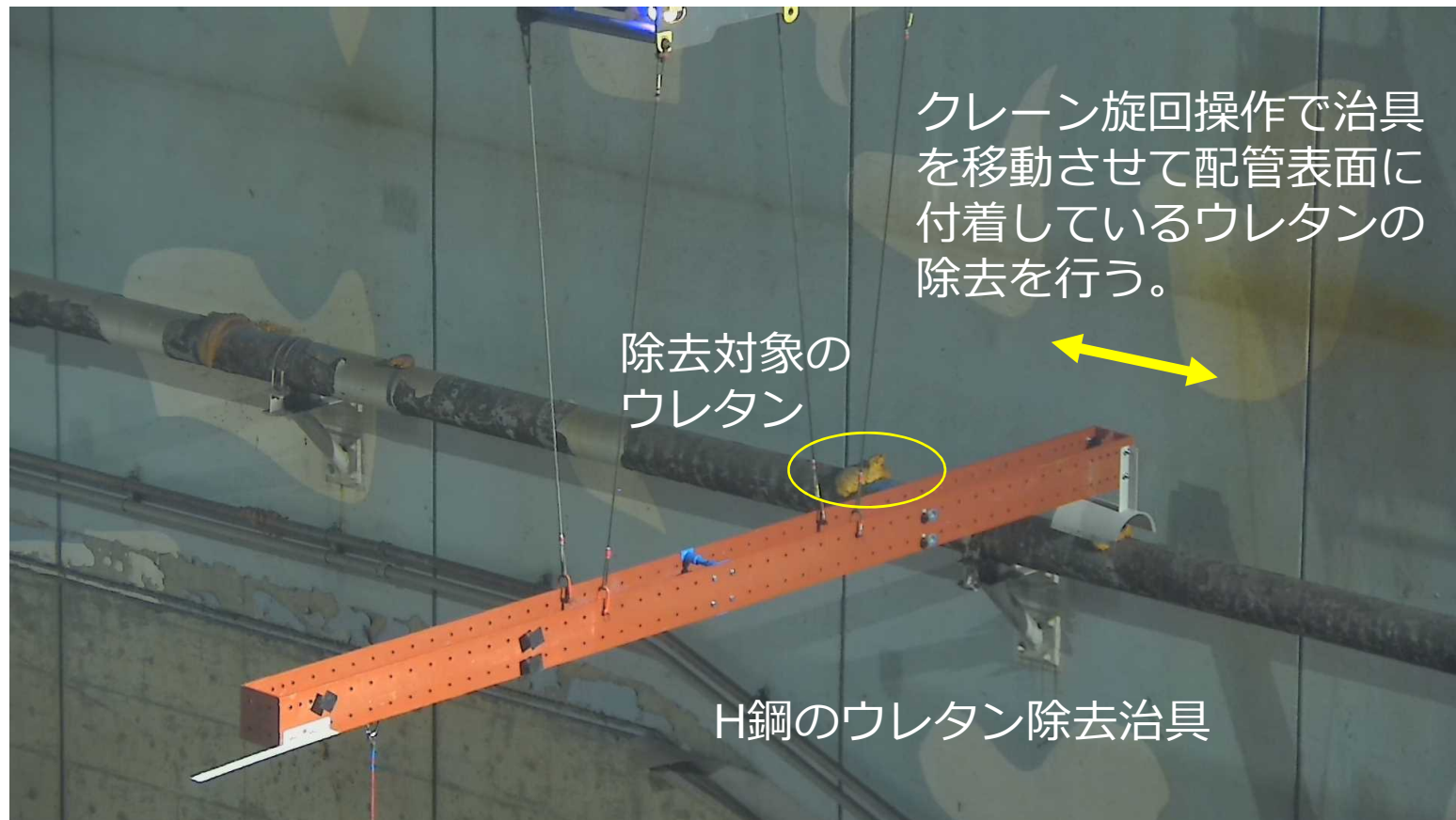


【補足】 SGTS配管切断開始前のウレタン除去作業における 傷病者の発生について

■ ウレタン除去準備作業における傷病者の発生について

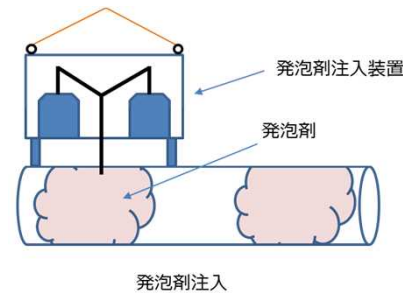
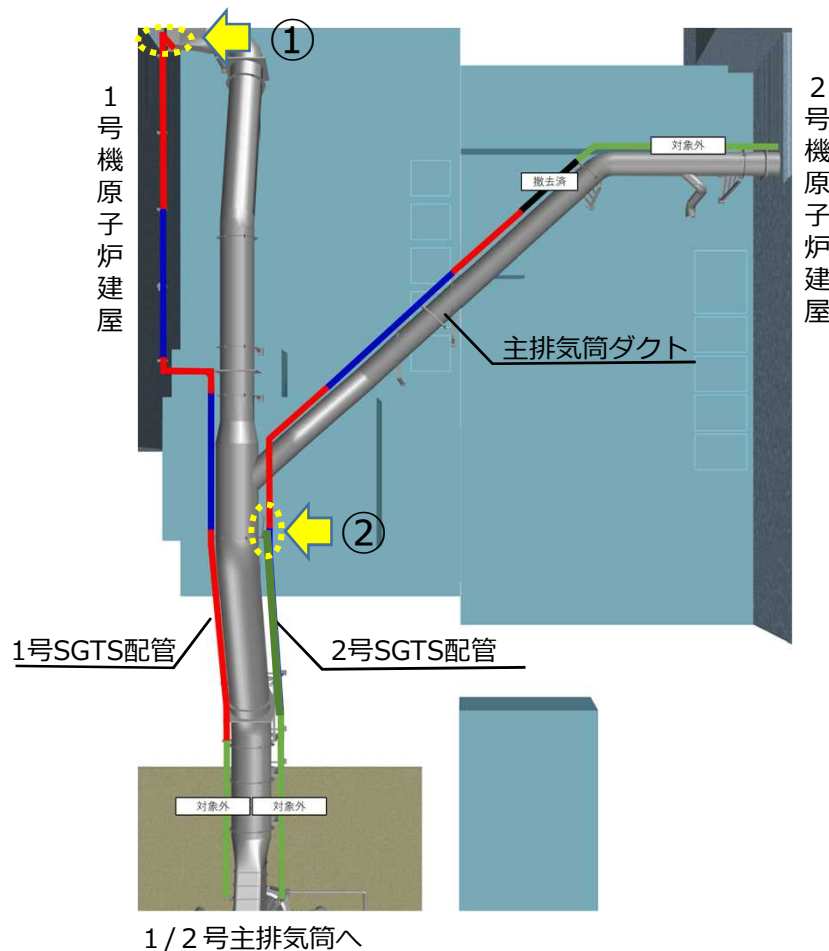
SGTS配管へのウレタン注入時に、注入孔からウレタンが逆流し配管表面へ付着する。

付着したウレタンは切断装置（吊天秤）のワイヤーソー把持装置に干渉するため、事前に除去する事としていた。



3. SGTS配管切断再開前のウレタン追加注入の実績

- ①1号SGTS配管：3月2日完了。鉛直配管のため、念のため実施。
 ②2号SGTS配管：2月24日完了。切断位置の変更に備えて実施。
 配管内部に水素が無いことを、穴開け時の測定にて確認した。



写真：2021年9月ウレタン注入時

【作業体制・計画線量・装備】

- 注入作業：2日間（準備作業除く）→1号，2号各1日
- 計画線量：0.9mSv（APD設定0.8mSv）
- 装備：Y装備
- 総被ばく線量：
 - ・穴あけウレタン注入作業（メイン作業）：1.64mSv
 - 2号（2/24） 0.93mSv（10名）
 - 1号（3/2） 0.71mSv（8名）
 - ・照明設置作業（付帯作業）：1.42mSv
 - 3/1（5名）
- 個人最大線量（γ線）：0.29mSv（メイン作業：玉掛け合図者）
- 個人最大線量（γ線）：0.49mSv（付帯作業：照明設置）

4. 信頼度向上対策の実績

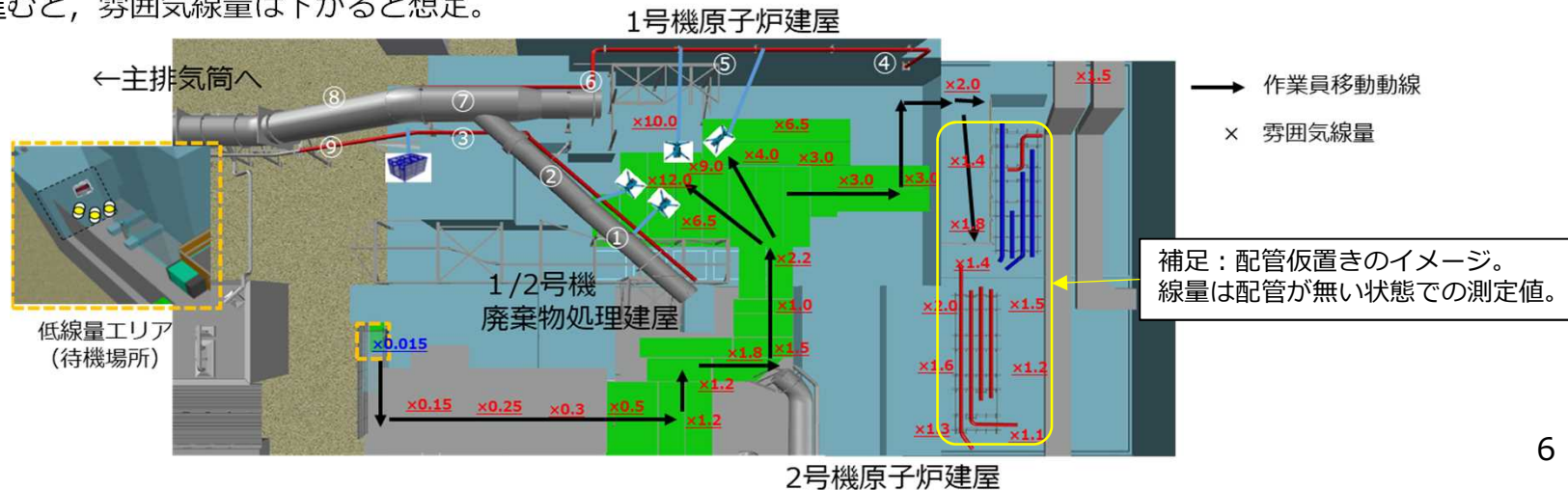
■ M/Uの実績について

- 構外のM/U場にて、現場条件を可能な限り模擬した状況でM/Uを実施し、3月3日に完了。
- 出荷条件を満足していることを確認後、3月6日に吊天秤及び付属機器を分解し、海上／陸上輸送にて出荷。3月9日に海上輸送分を発電所構内へ、陸上輸送分を県内の試験場へ、輸送を完了した。
- 3月16日から切断再開予定としていたが、陸上輸送した一部装置や部品について振動による影響が懸念されたため、県内の試験場にて調整を実施。（海上輸送分については目視確認の結果良好。）
- 完了後に発電所構内へ搬入し、各機器を吊天秤へ組み込み、動作確認及び模擬配管を用いて構内M/Uを実施予定。

■ 出荷条件

- ・ 吊天秤による模擬配管切断を行い、機器の動作及び切断状態に大きな問題が無いことを確認した。
- ・ 現地作業時に切断装置（吊天秤）に異常が発生した場合の念のための対策として、地上重機及び搭乗設備に加えて、高所作業車を使用した作業員による直接切断や、介錯ロープによる寄り付きの補助を準備する事とした。

※現地の作業エリアの線量測定を行い、RW/Bのガレキ撤去等の進捗により人が近づける線量となっていることを確認した。尚、配管撤去が進むと、雰囲気線量は下がると想定。



【補足】 吊天秤以外の使用範囲

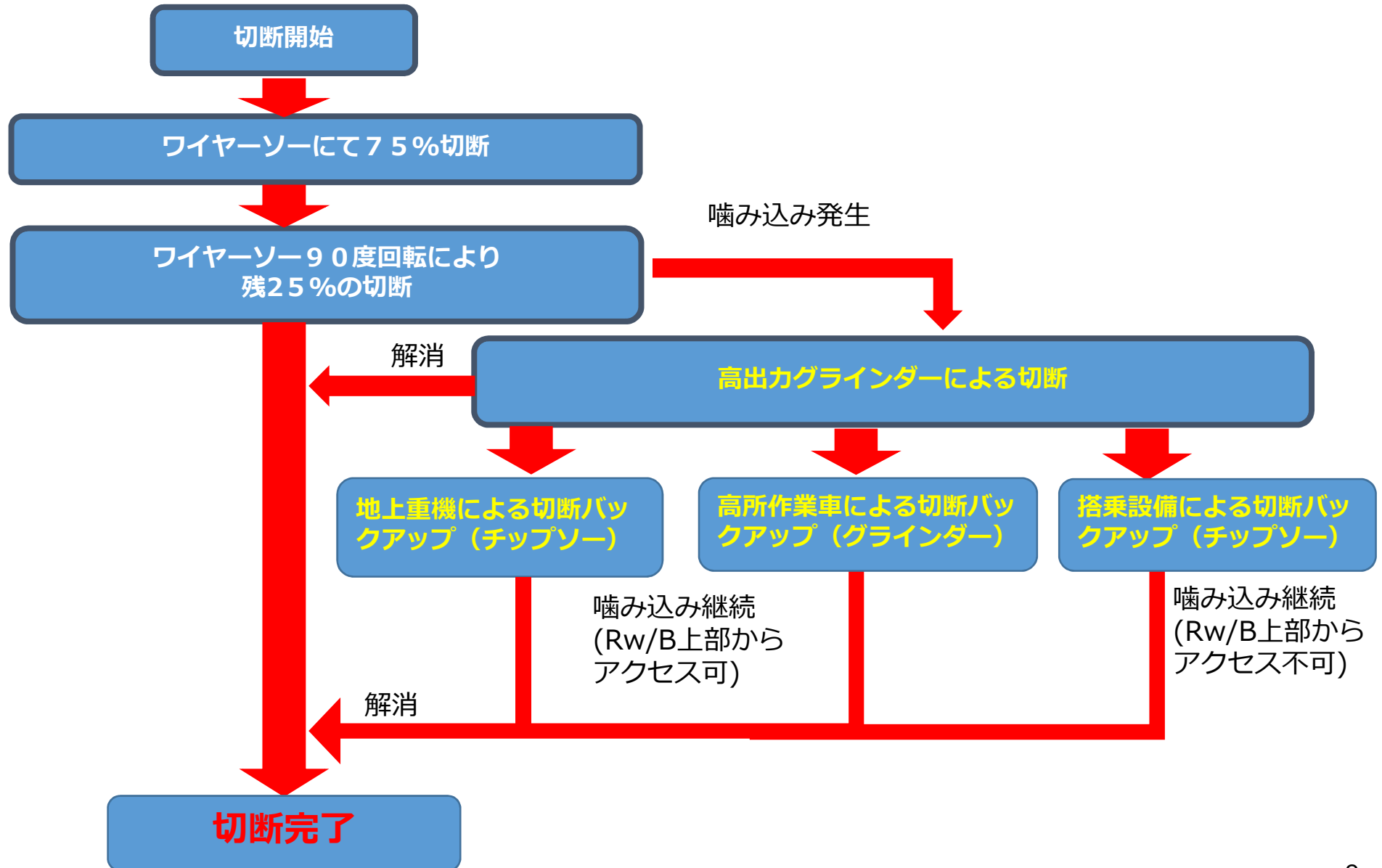


- ⑨項（参考）の配管について、現場調査の3Dスキャン採取時に、雲マークの位置でサポート切断装置が廃棄物処理建屋建築物と干渉し切断が困難であることを確認した。建屋干渉物撤去には周辺ガレキの撤去が必要であるため、ガレキ撤去後に建屋干渉物の撤去及びSGTS配管の切断、撤去を行う予定。
- なお、⑨項は1号機大型カバー設置工事で干渉がないことを確認した。

5. リカバリー対策の被ばく線量対策について

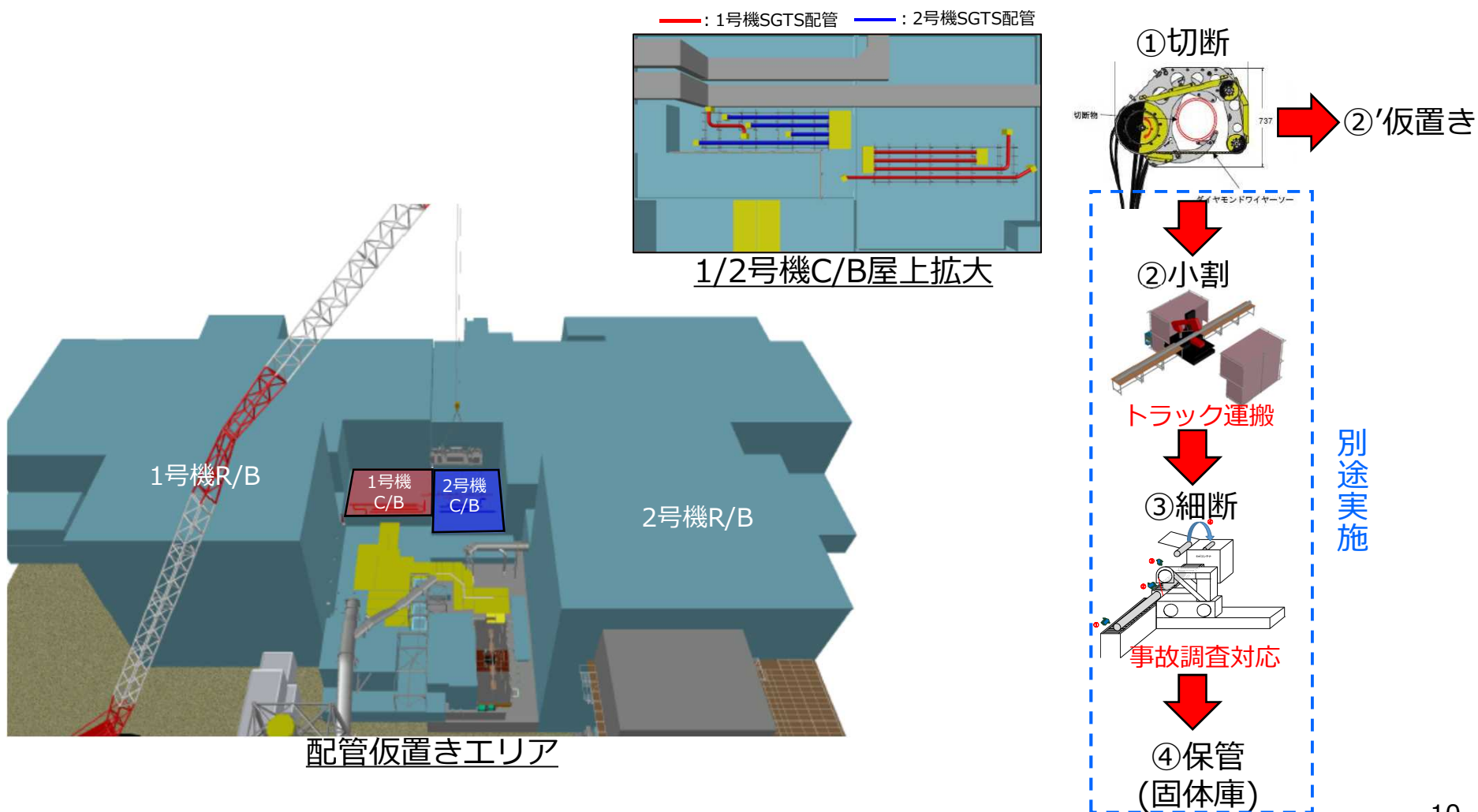
項目	地上重機	搭乗設備	高所作業車
概略図			
操作	無人(設置関係は 有人)	有人	有人
切断方法	チップソー	チップソー	グラインダー
被ばく低減対策	<ul style="list-style-type: none"> 配管から離隔距離(4 m以上)を維持する。 切断開始・停止操作時は低線量エリアで待機する。 	<ul style="list-style-type: none"> 鉛遮へいを設置する。 配管から離隔距離(5 m以上)を維持する。 搭乗設備内で映像を確認しながら遠隔で切断を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> 鉛遮へいを設置する。 配管から離隔距離(2m以上)を維持する。 鉛遮へいの内側で映像を確認しながら遠隔で切断を行う。

【補足】切断作業のフロー



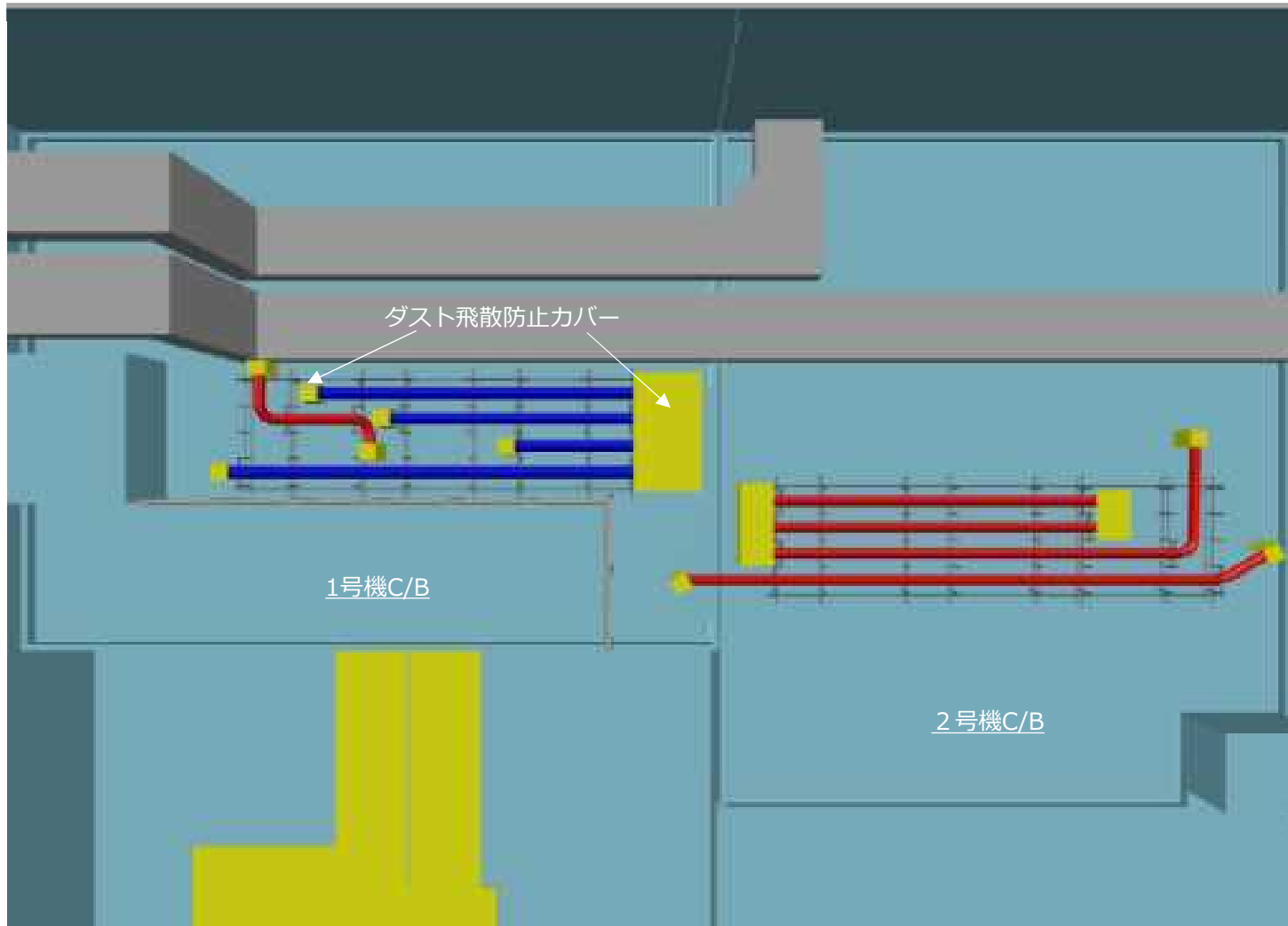
6. SGTS配管撤去工程短縮案について

- 切断した配管は吊り降ろし後，輸送車両へ積載できる長さへ小割し，4号機カバー建屋へ運搬予定であったが，切断作業を優先し，養生したうえでコントロール建屋（以下，C/B）屋上へ仮置きする計画。

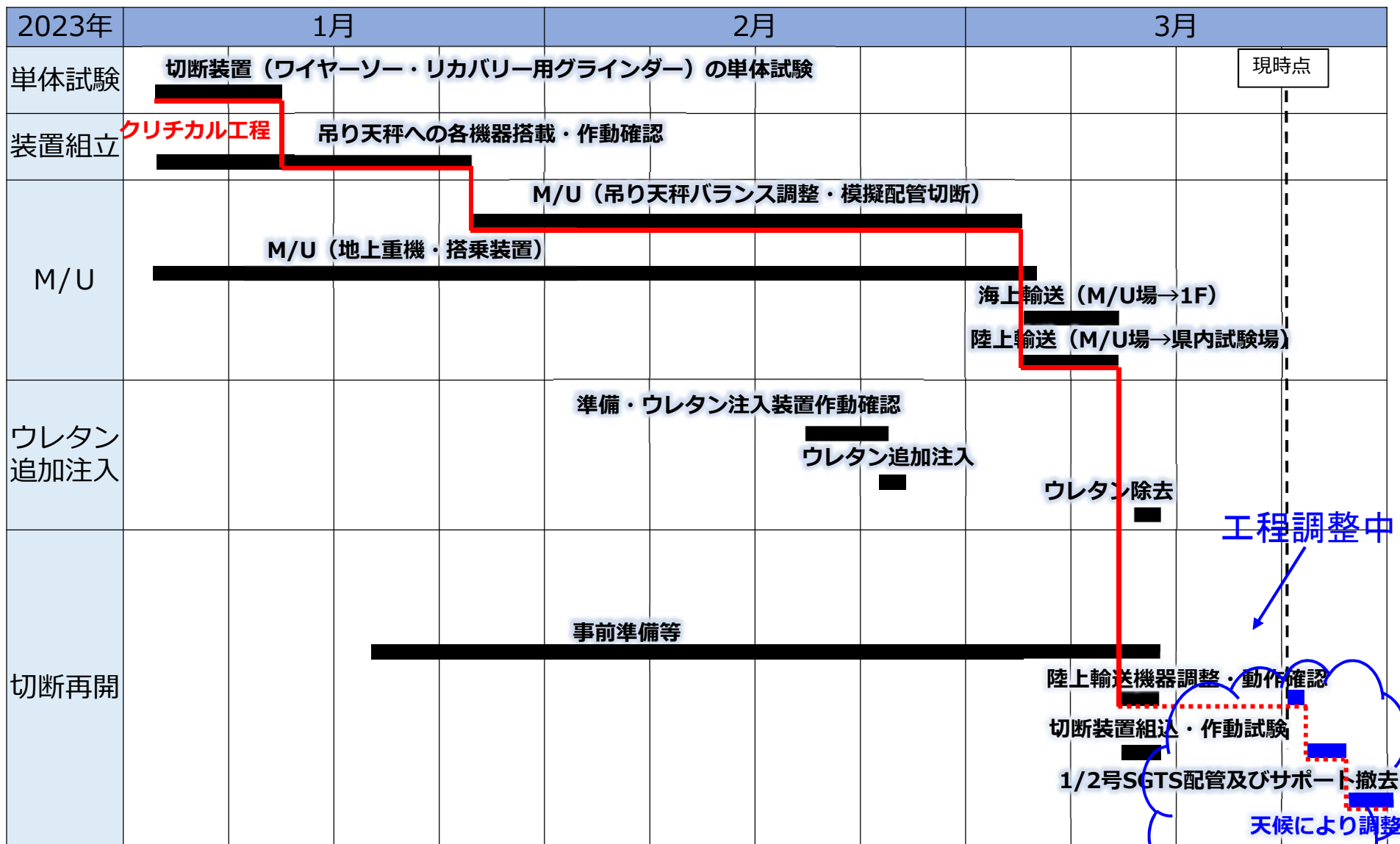


【参考】 1/2号機SGTS配管仮置き時の識別方法

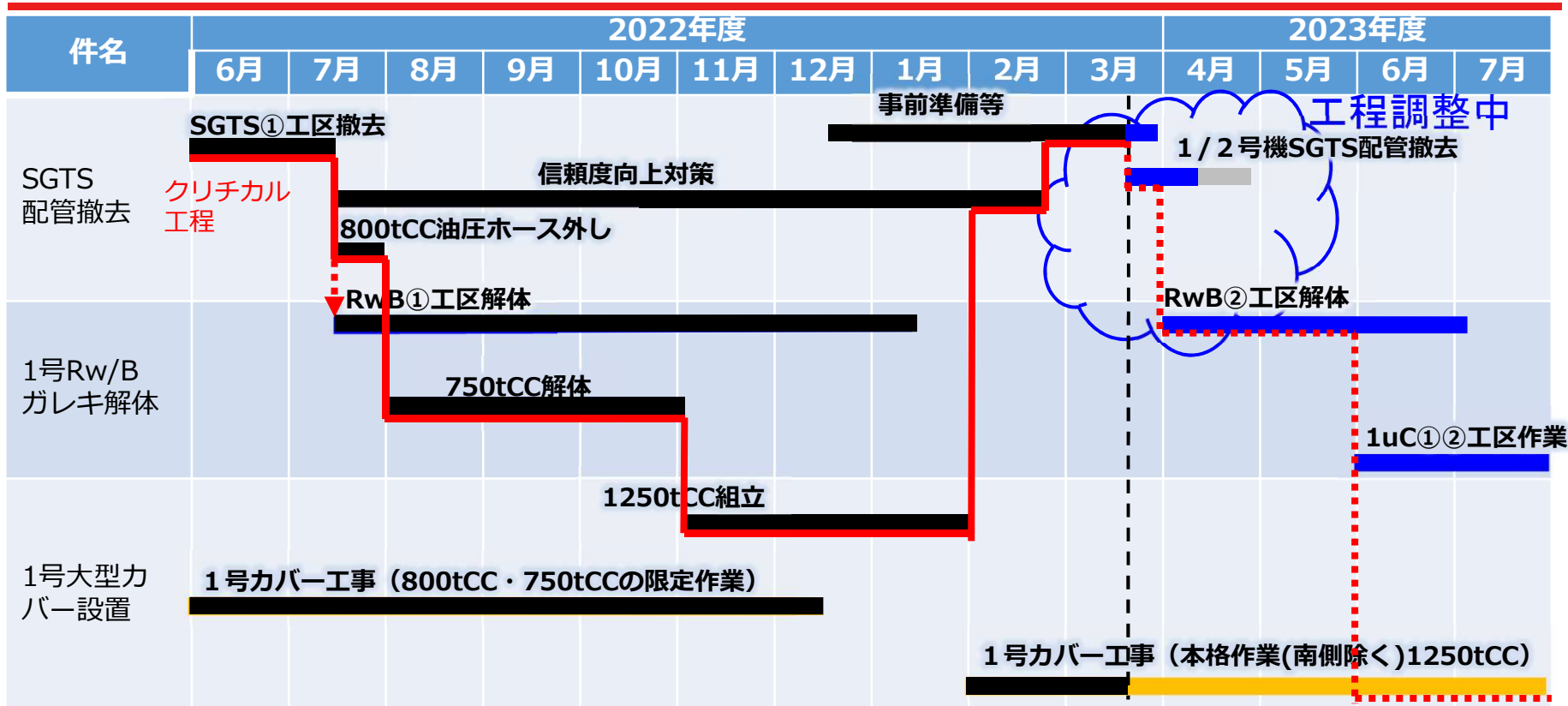
- 1/2号機SGTS配管仮置き時，配管の上流下流が，後の事故調査で確認できるように仮置きする際，配管の方向を確認しておく。
- 配管の上下は，ウレタン注入点により確認可能。



【補足】工程（案）

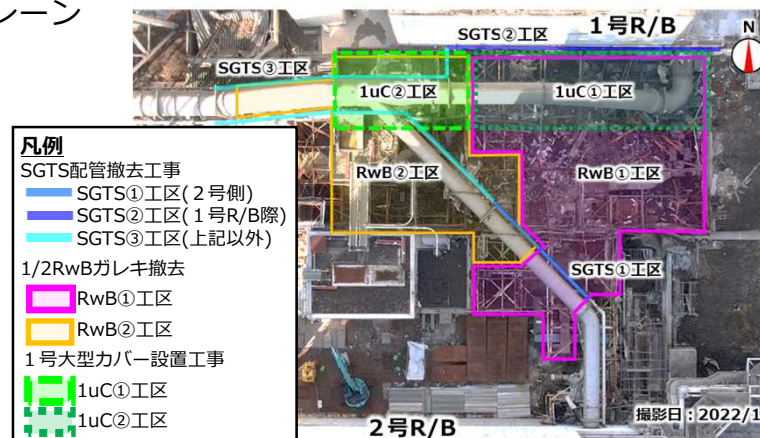


7. 1/2号機周辺工事の進捗状況



CC : クローラークレーン

- 陸上輸送した一部装置や部品の調整，傷病者発生災害発生原因分析・再発防止対策により，工程を見直し。
- 現状
 - ・1/2号機Rw/B上部のSGTS配管撤去の信頼度向上対策を実施中。
 - ・人身災害の対策検討に伴い，SGTS配管の切断再開時期を再調整中
 - ・1/2号機Rw/B上部のSGTS配管撤去期間中，1/2号Rw/Bガレキ解体業務委託と1号大型カバー設置工事と1250tCCを共用する予定。



参考：ウレタン充填配管サンプルの状態確認

- 切断予定の1/2号機SGTS配管について、2021年9月8日～9月26日にかけて切断準備として配管へ発泡ウレタンを注入し、2023年3月時点で注入から約1年6ヶ月経過している。
- SGTS配管内部のウレタンの状態確認を行うための配管サンプルとして、2021年7月の構外モックアップ時にウレタンを充填した配管を幅100～300mm程度に切断したものを屋外へ設置し、定期的に目視確認、及び照明を当て状態確認を実施。
- 配管サンプルについて、2023年3月時点でウレタン充填から約1年8ヶ月経過しているが、確認の結果、ウレタンの状態変化による隙間が発生していないことを確認。
- この結果から、現時点においてSGTS配管内部のウレタンに隙間は発生していないと推定する。
- 今後も配管サンプルにて、経過観察を継続し、ウレタンに劣化が見られた場合はSGTS配管へのウレタンの追加注入を検討する。尚、SGTS配管切断時は、従前のおり切断装置へのカバー設置、切断面への飛散防止剤の散布、局所排風機によるダスト吸引の多重対策を講じ、仮設ダストモニタの連続監視を行う。



モックアップ場保管のサンプル品

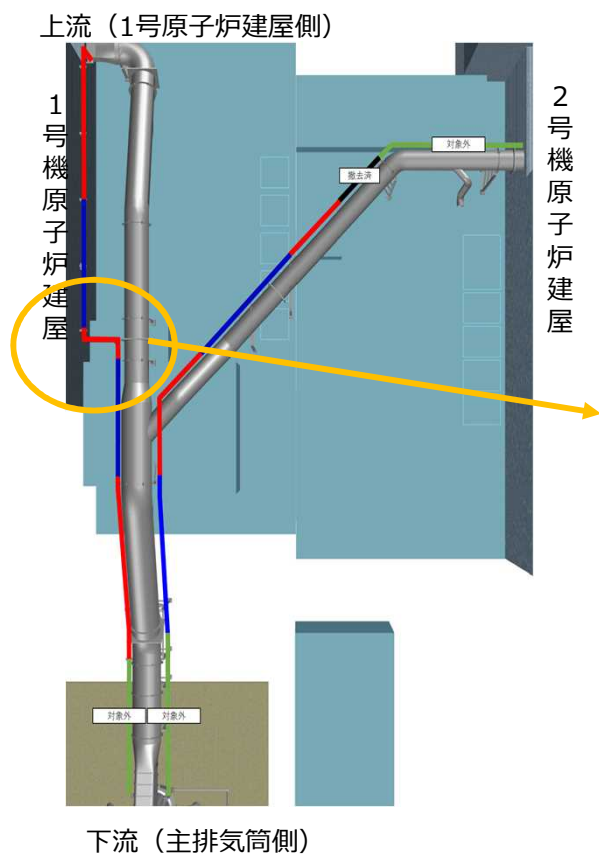
暗室の状態では反対側から照明を当てて、配管とウレタンの間に隙間が無いことを確認。

参考資料 1

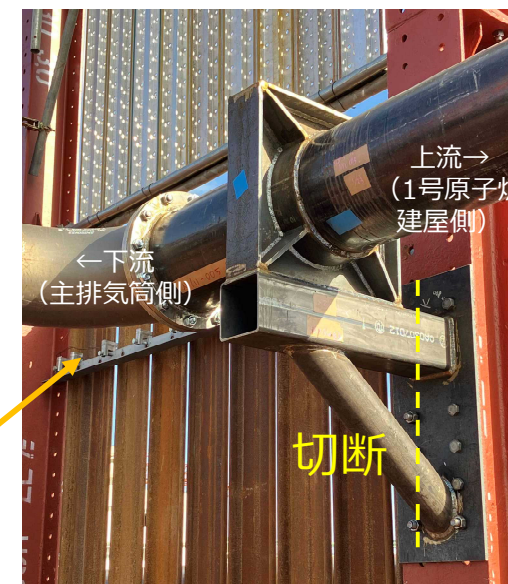
M/Uの実績

模擬配管の製作

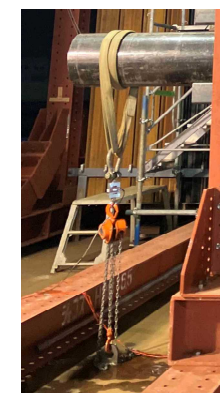
- 現場状況を可能な限り模擬し，対策後の切断装置で切断可能であることを確認する。
 - ・ 現在，構外の試験場にて模擬配管を用いて切断確認を実施した。



模擬配管 (例)



模擬配管サポート部 (例)

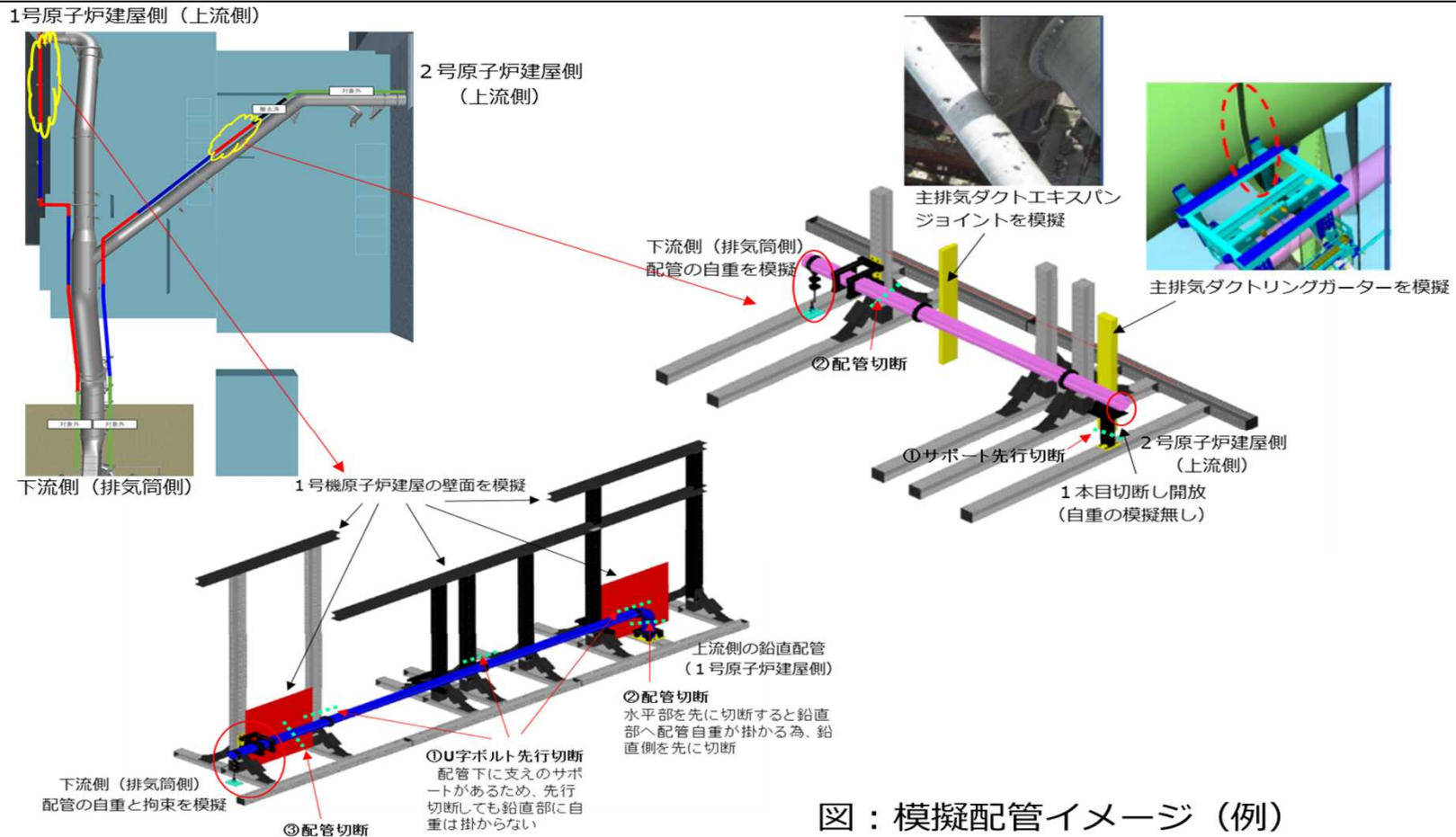


模擬配管の端部をチェーンブロックで引っ張り，現場の配管自重を模擬。

【補足】 模擬配管イメージ

模擬配管の製作

- 現場をスキャンして作成した3D画像を基に、模擬配管を製作する。
- 配管サポートによる拘束状況、及び現場の干渉物を模擬する。
- 配管の自重を模擬するため、模擬配管の端に負荷を掛ける。
- 切断箇所にはウレタンを注入し、現場の条件に近づける。
- 防食テープを巻いた模擬配管を製作し、切断状況を確認する。



図： 模擬配管イメージ (例)

切断確認

- 切断面へ圧縮方向の応力を発生させ、噛み込みが発生するか確認を実施する。

(過酷試験)

■ 手順

- 模擬配管の切断を行う際、切断面の両端をレバーブロックで上・下へ引っ張り、切断面へ圧縮応力を発生させ、ワイヤーソーの噛み込みが発生することを確認。

■ 確認結果

- 噛み込みが発生したのは、切断部の両端がサポートで固定された状態で90%切断以降。
- 配管の残存面積が少なくなることによって切断部の変形が急激に進み、切断面へ圧縮応力が発生した。

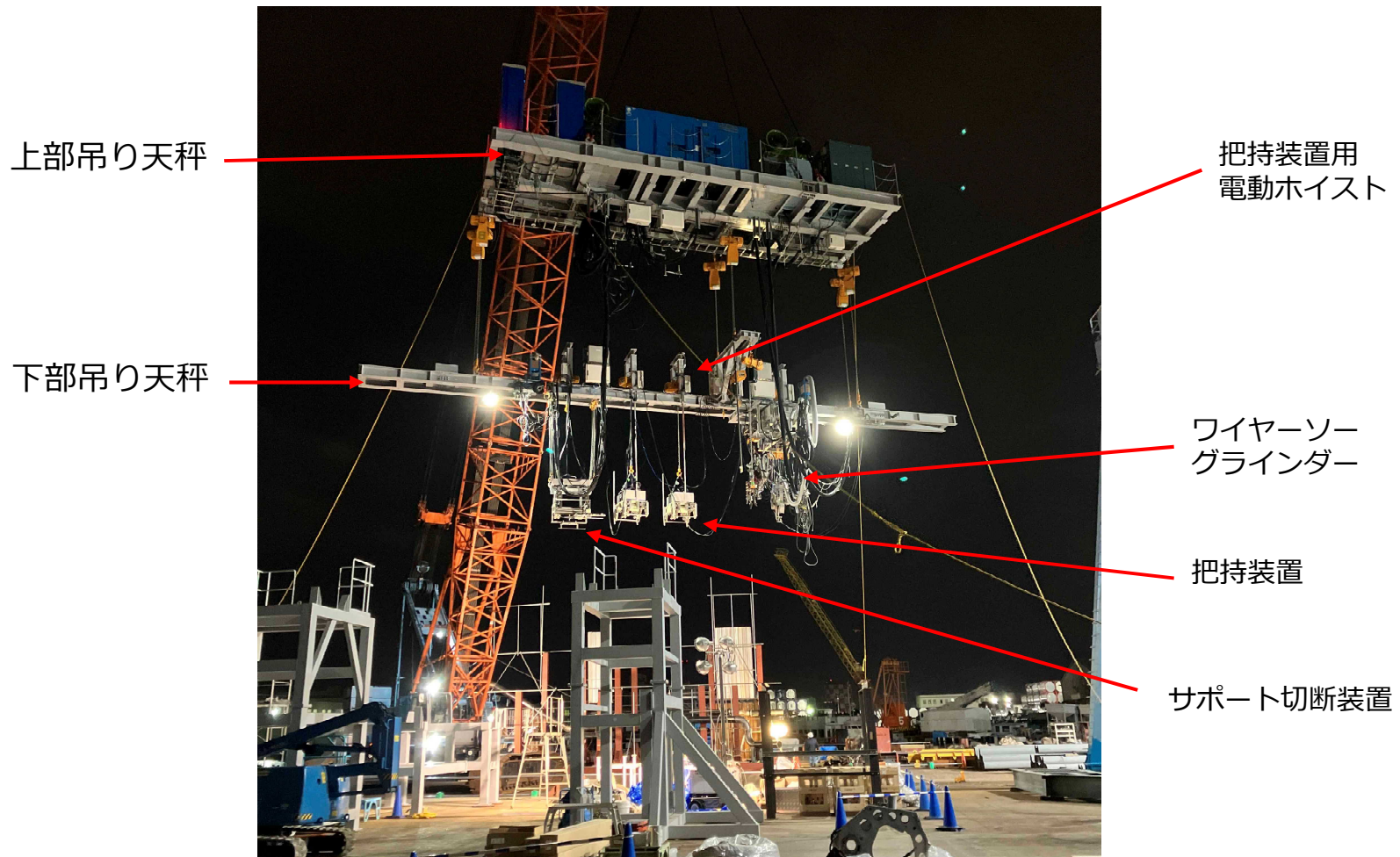
■ 切断面へ圧縮応力を発生させた状態で、対策の効果の確認を実施する。

- 切断75%で切断装置の角度を90度変更し、切断面への接触面積を低下させ、噛み込みが発生しないことを確認する。
- 片側のサポートを切断し、片持ち状態にすることで、噛み込みが発生しないことを確認する。
- 90%切断でワイヤーソーを停止し、残り部分をグラインダーで切断。グラインダーの噛み込みが発生するが、噛み込みから脱出させ最後まで切断できることを確認する。

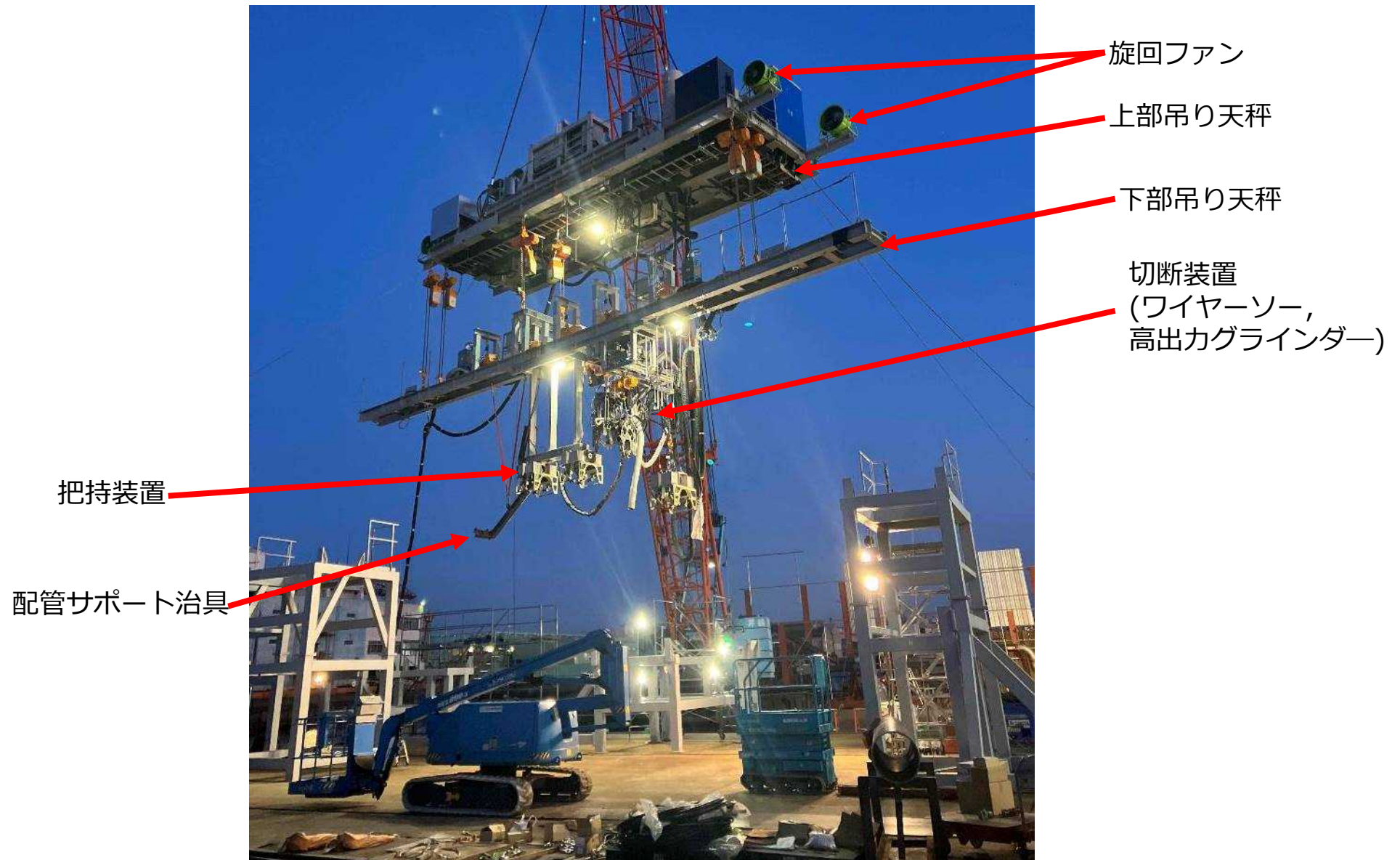


環境要因の確認（例）

- 夜間作業を想定した照明，遠隔監視用カメラの視界についてM/Uを実施する。
現地で実際に使用する照明を用いて，遠隔監視用カメラの視界が良好であることを確認した。



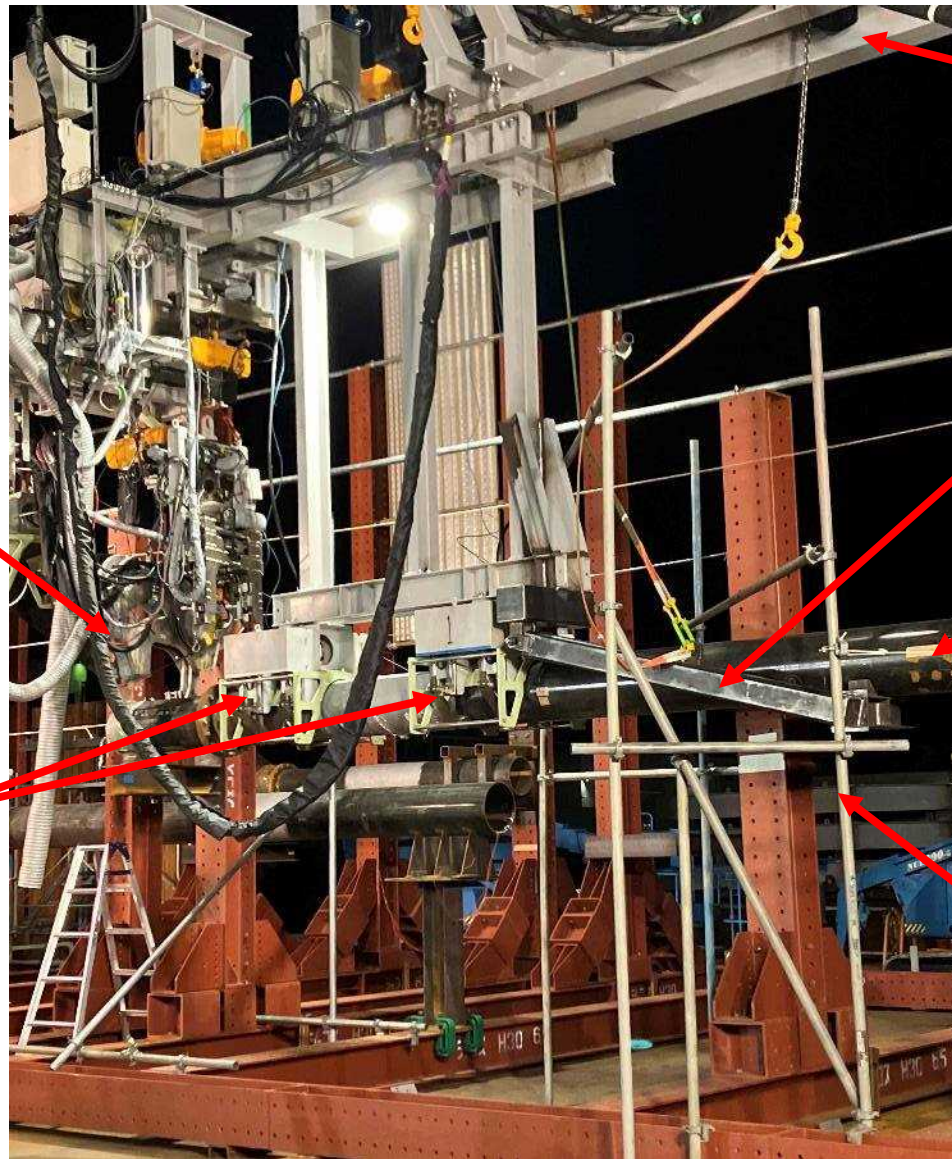
【参考】吊天秤全体写真



【参考】 M/U試験状況

切断装置
(ワイヤーソー,
高出力グラインダー)

把持装置



下部吊り天秤

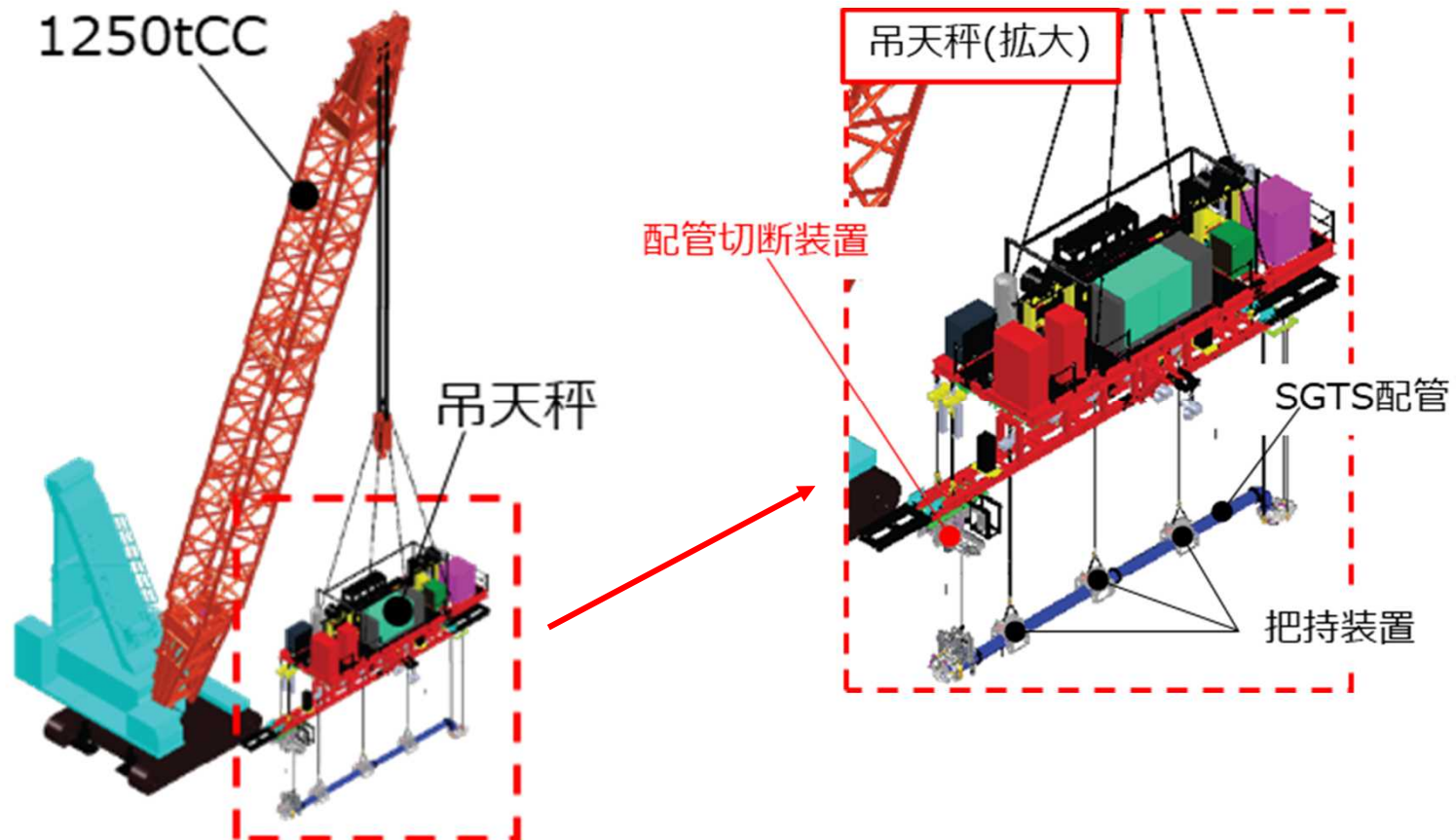
配管サポート治具

模擬配管

現場干渉物模擬

【補足】切断装置（吊天秤）イメージ

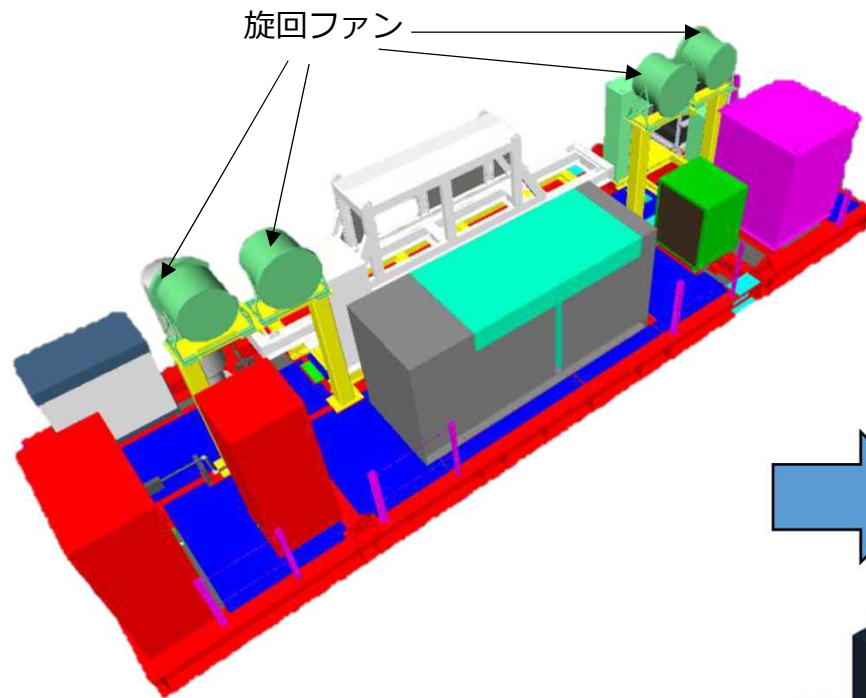
- 1250tCCで配管切断装置を吊上げ、遠隔操作で配管を切断。



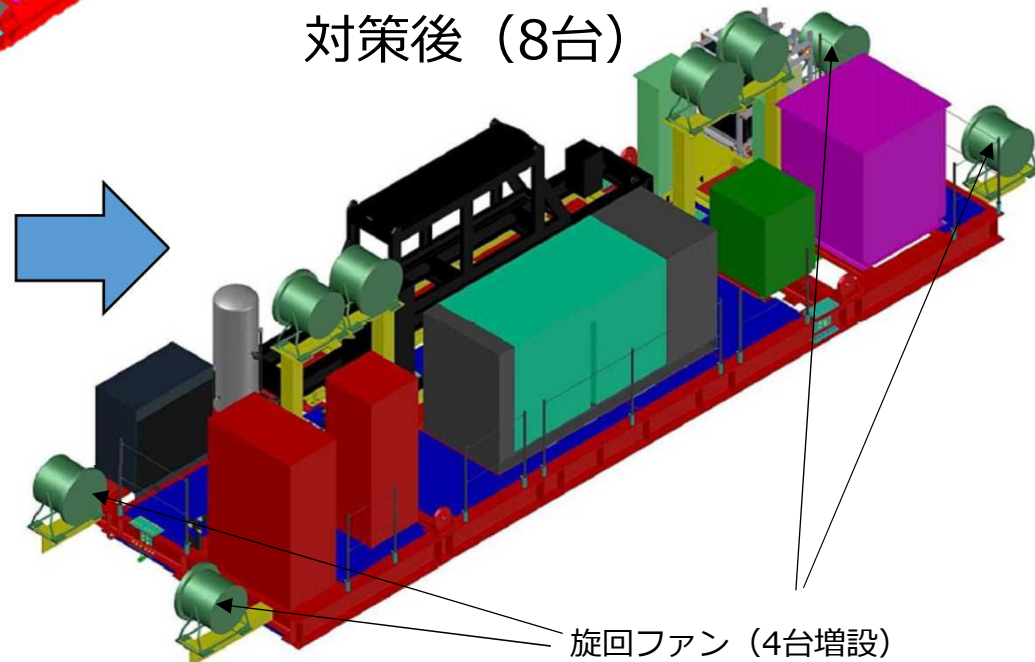
※M/Uでは200tCCを使用

主な課題：吊天秤の姿勢制御が難しく、配管への寄り付きに時間が掛かってしまう
→対策：旋回用ファンを追加設置し、姿勢制御性が向上した。（4台→8台）

対策前（4台）



対策後（8台）

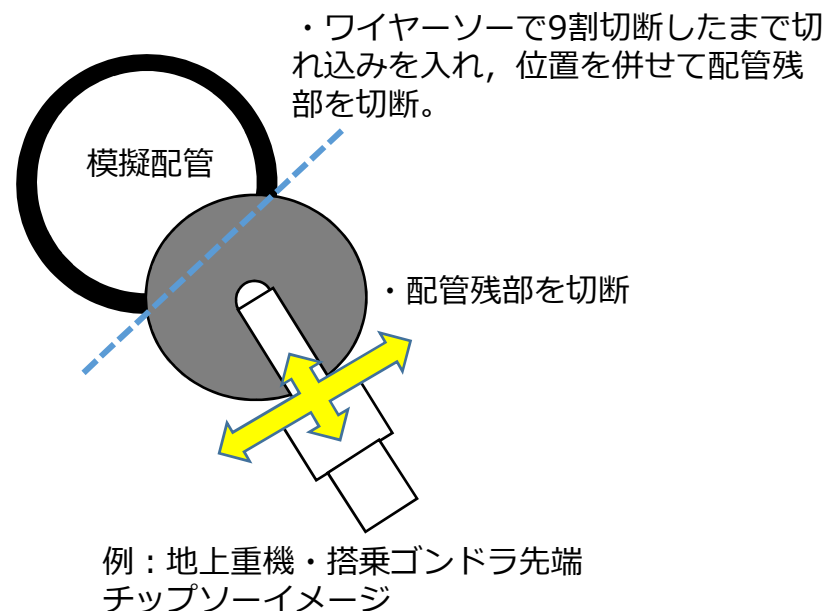


参考：地上重機による切断（M/U実績）

試験内容：構外の試験場にて，バックアップ切断手段のうち，地上重機のM/Uを実施。

確認事項：

- ・ワイヤーソーの切断痕の位置に，地上重機先端の切断装置の刃を合わせ切断を実施
- ・配管の外周及びサポートの切断を実施
- ・位置合わせの習熟のため反復練習を実施



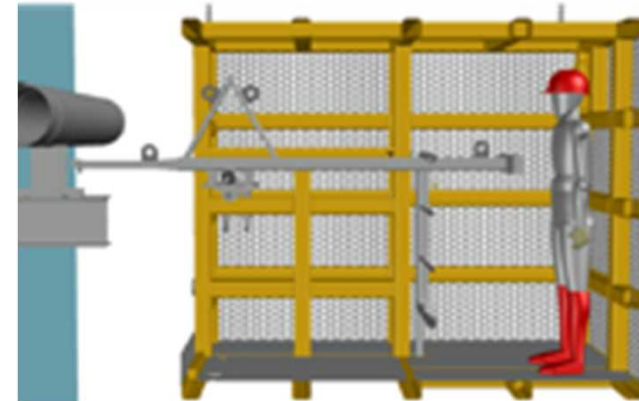
- 【切断】
- ①ワイヤーソーで9割切断した状態を模擬し，配管残部を切断
 - ②配管の外周を切断
 - ③サポートを切断

チップソー：φ305

参考：搭乗設備による切断（M/U実績）

試験内容：構外の試験場にて、バックアップ切断手段のうち、搭乗設備の切断装置のM/Uを実施する。
確認事項：

- ・ワイヤーソーの切断痕の位置に、アーム先端の切断装置の刃を合わせ切断を実施
- ・配管の外周及びサポートの切断を実施
- ・位置合わせの習熟のため反復練習を実施

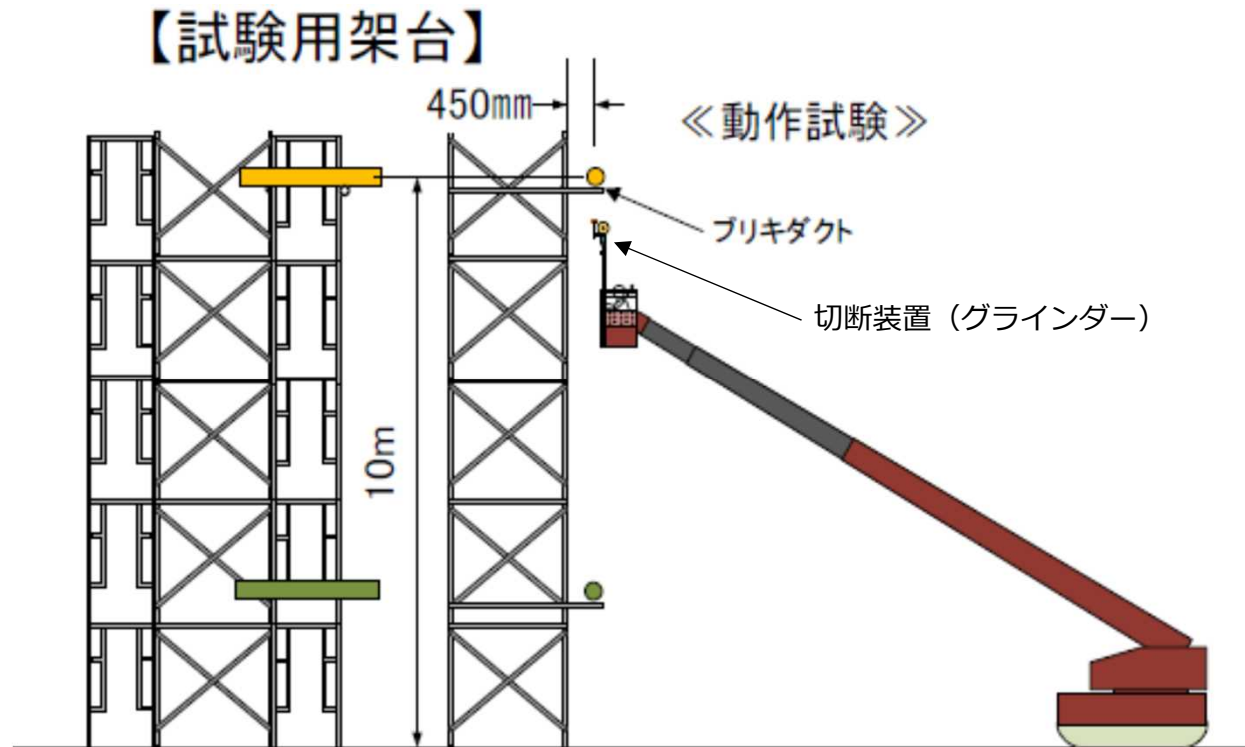


参考：高所作業車による切断

試験内容：構外の試験場にて、バックアップ切断手段のうち、高所作業車の切断装置のM/Uを実施する。

確認事項：

- ・ワイヤーソーの切断痕の位置に、アーム先端の切断装置の刃を合わせ切断を実施
- ・配管の外周及びサポートの切断を実施
- ・位置合わせの習熟のため反復練習を実施



【補足】海上輸送

- 切断装置M/U完了後，海上輸送に向けラッピング（養生）作業を実施。
- 1Fに向け横浜港を3月6日に出港 → 3月9日1F入港し水切り完了



海上輸送経路



輸送船（ラッピング状況途中）

参考資料 2

1/2号機Rw/B上部のSGTS配管撤去の
信頼度向上対策

1/2号機Rw/B上部のSGTS配管撤去の信頼度向上対策①

● 切断装置の改造検討

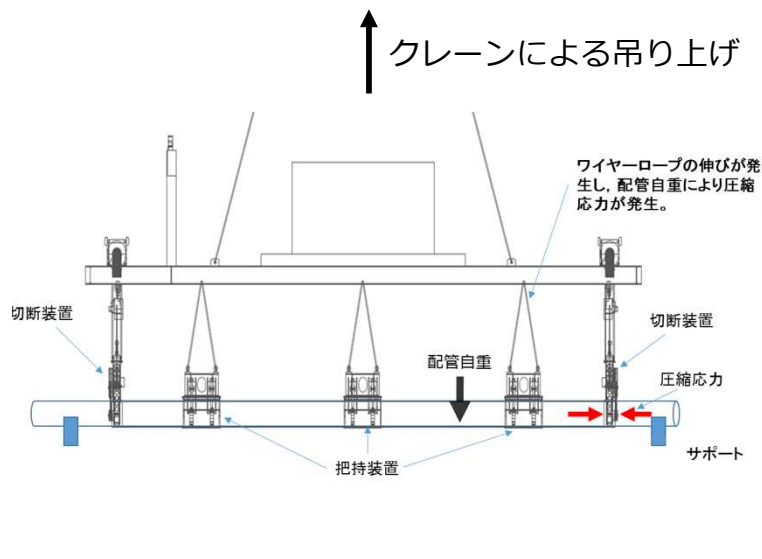
➤ 切断装置（ワイヤーソー）の配管への噛み込み発生について

推定原因

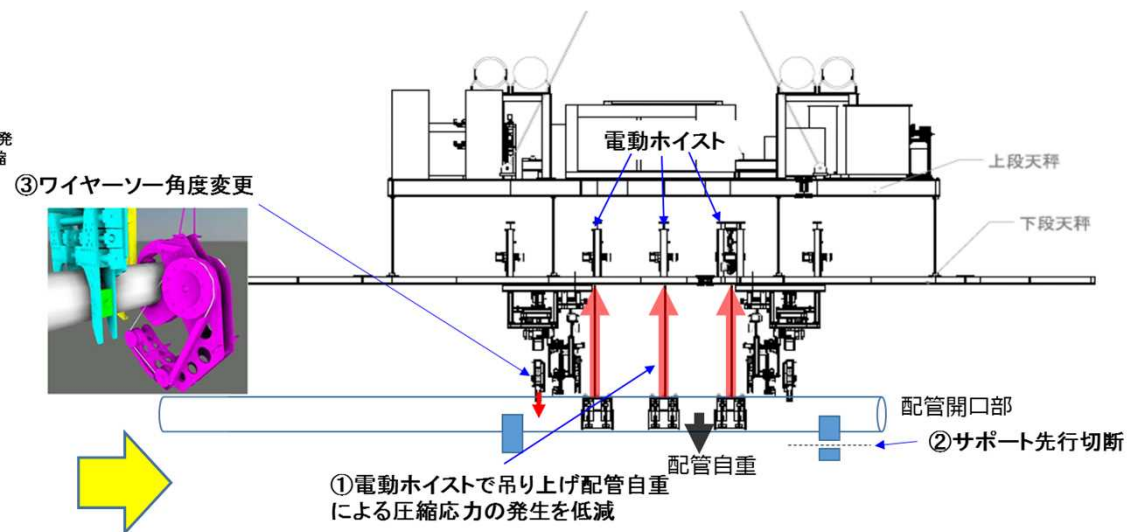
- ・切断が進むにつれ、切断面に配管自重による圧縮応力が発生し、ワイヤーソーの刃が噛み込んだ。
- ・クレーンによる吊り上げだけでは配管自重による圧縮応力の発生の低減効果が十分でなかったと推定。

対策

- ①把持装置に電動ホイストを追加し、配管を水平に維持することで圧縮応力の発生を低減。
 - ②配管サポートを先行切断することで応力の発生を低減。
 - ③切断途中でワイヤーソーの角度を変更し、切断面の接触面積を低減させ摩擦抵抗を低減させる。
- ※③項は前回切断時から継続する対策



図：対策前のイメージ



図：対策後のイメージ

1/2号機Rw/B上部のSGTS配管撤去の信頼度向上対策②

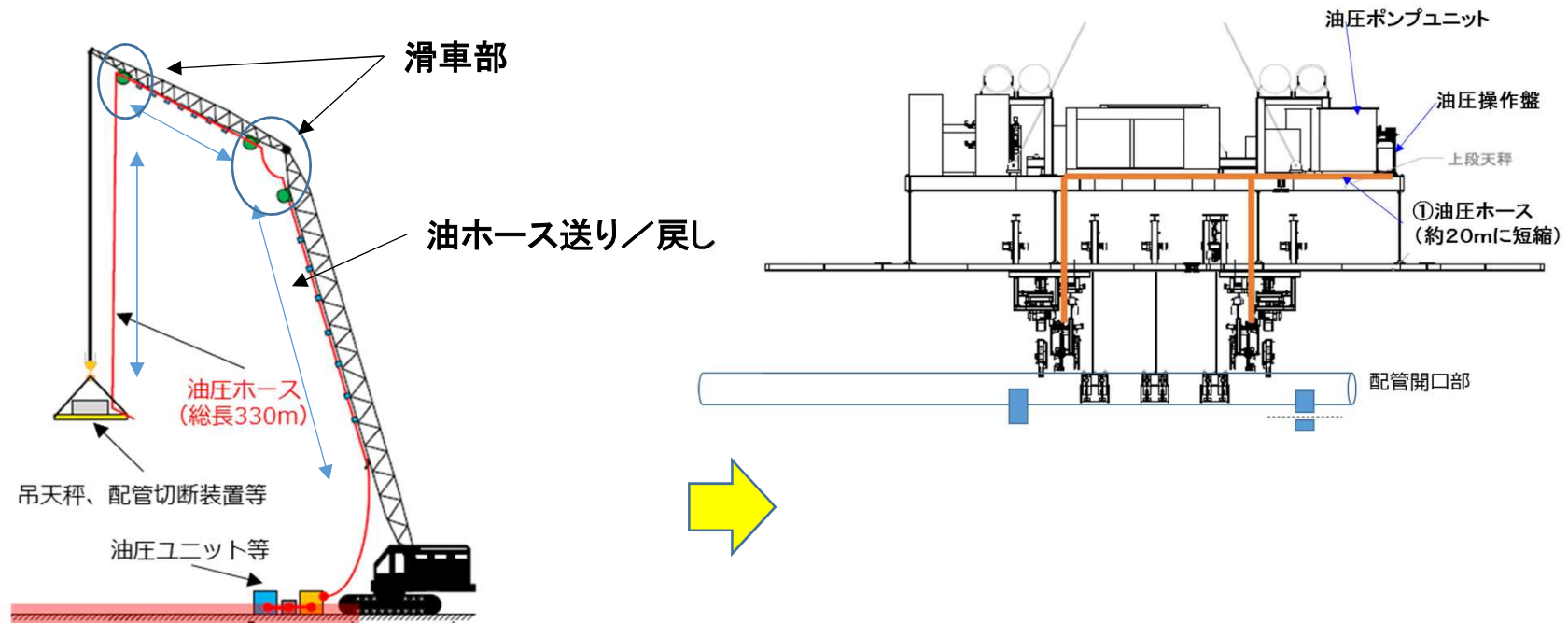
➤ 油圧ホースの油漏れ

推定原因

- ①油圧ホースをクレーンブームに敷設しているため、ホースが長くなり（約330m）、ホースの自重により負荷がかかり、油圧ホースが損傷した。
- ②配管切断装置の吊り上げ下げに合わせ、油圧ホースの送り／戻しを行うため、ホースに負荷がかかり、油圧ホースが損傷した。

対策

- ①油圧ユニットを天秤に載せることで油圧ホース長を従来の約330mから約20mに短縮し、油圧ホースの送り／戻しを削減する。



図：対策前のイメージ

図：対策後のイメージ

➤ リカバリー対策

- ①ワイヤーソー切断で噛み込みが発生した場合、配管の残余分を高出カグラインダーにて切断する。
- ② 1 / 2号機Rw/B上部のガレキ撤去が完了している箇所から、地上重機による切断を準備。
- ③地上重機のアクセスが難しい箇所用には、搭乗設備による切断を準備。
- ④地上重機のアクセスが難しい箇所用には、高所作業車による切断を準備。

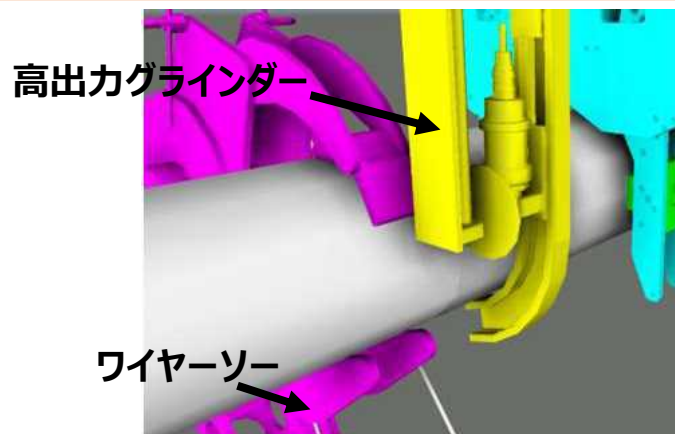


図:リカバリー対策①

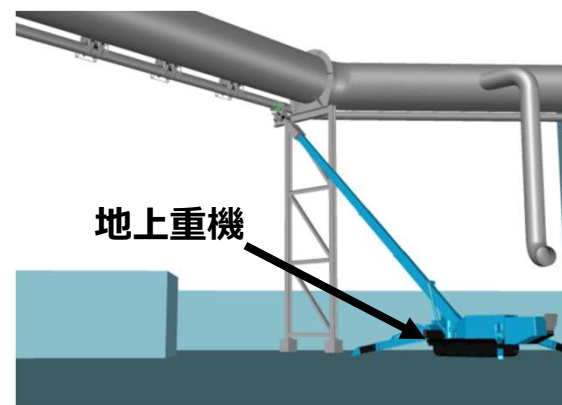


図:リカバリー対策②

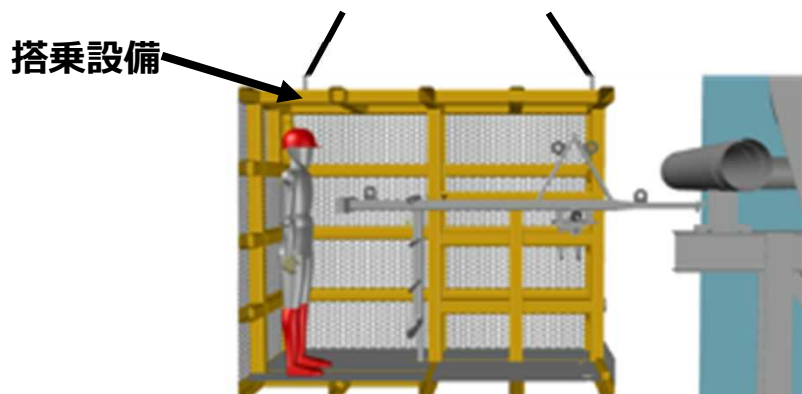


図:リカバリー対策③

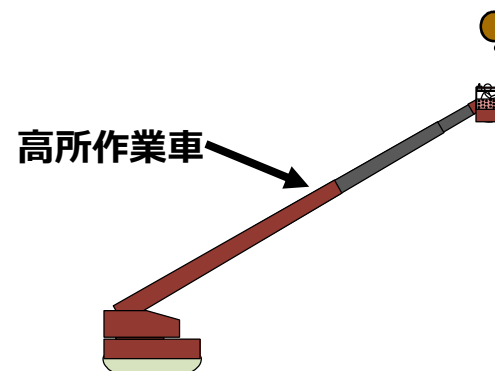


図:リカバリー対策④