

# 福島第一原子力発電所 1/2号機排気筒解体工事の頂部解体振り返りについて

2019年9月11日

**TEPCO**

---

東京電力ホールディングス株式会社

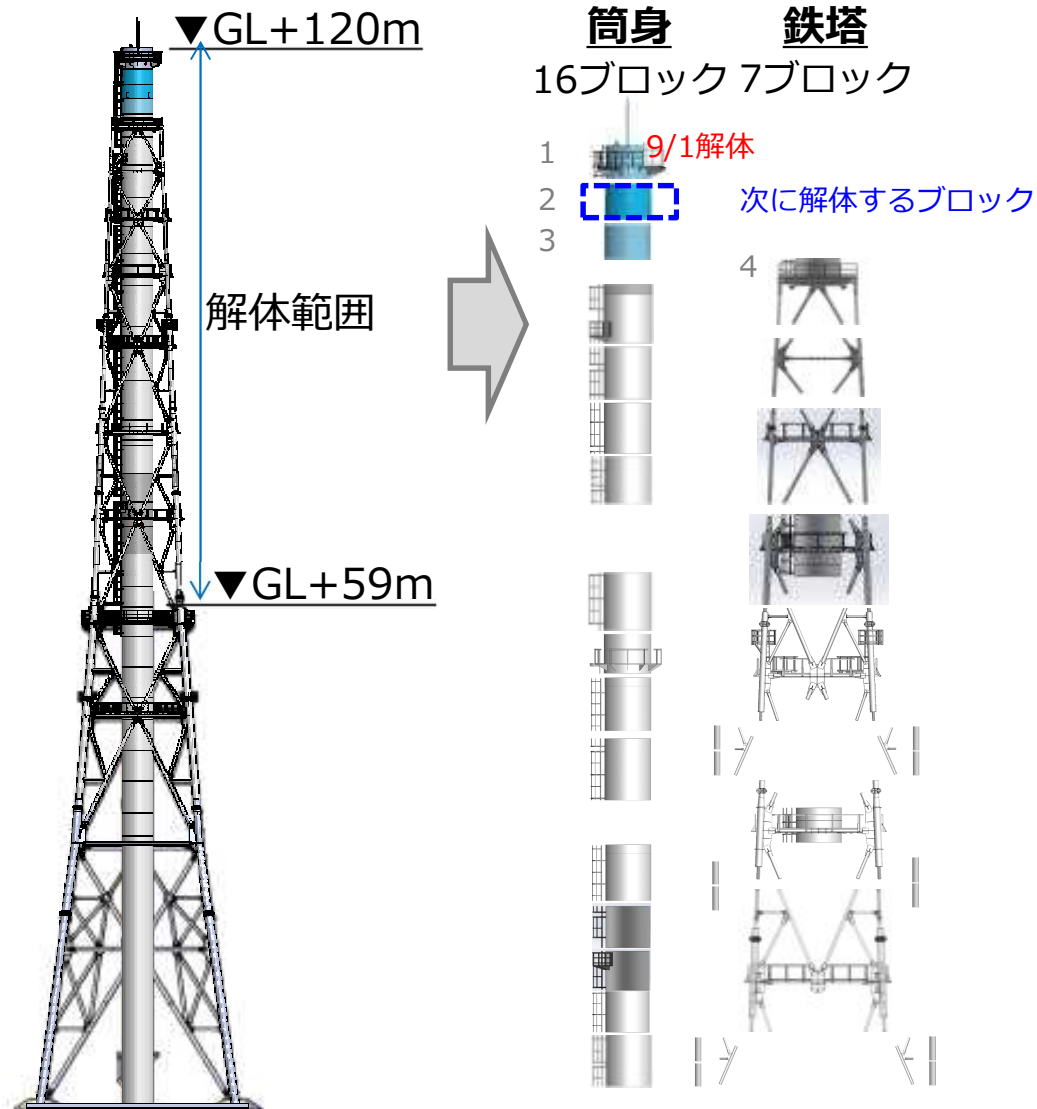
# 1. 概要

- 排気筒解体工事の準備作業を7月に完了し、8月1日から解体工事に着手した。（付属品の一部切断を実施：P.3参照）
- 8月7日からは筒身本体の切断を開始したが、頂部ブロックの筒身断面約50%の切断まで完了した段階で、解体装置の動作不良等が発生したため、切断作業を一時中断した。
- 解体装置の動作不良については、構外に保管していた予備品への交換等により8月8日に不具合は解消したが、台風が近接していたため、クレーンの台風対策を実施し、切断作業は台風通過後に実施することとした。
- 8月21日から切断作業を再開し、8月7日時点で切り残していた溶接部1箇所を切断したが、解体装置の動作不良で再度中断した。（筒身頂部ブロックの切断範囲は約50%）
- 動作不良があったチップソーについては、構外に保管していた予備品への交換（チップソーを含む内周切断装置ごと交換）等を行い、8月30日より再開し、9月1日に頂部ブロックの解体が完了した。（詳細時系列は、参考10参照）

## 2. 解体計画概要

- 排気筒は約60mの高さを23ブロックに分けて解体する計画。
- 現在は筒身の2ブロック目解体に向けて準備中。

### 主な解体部材



ブロック解体とは別に、単体で除却する部材も有り（約60ピース）

名称	筒身解体ブロック
個数	16
姿 図	
名称	筒身+鉄塔一括解体ブロック
個数	3
姿 図	
名称	鉄塔解体ブロック
個数	4
姿 図	

### 3-1. 作業の状況①

- 8月1日に筒身の付属品切断を開始し、8月6日には付属品切断作業が完了した。【写真①②】
- 8月7日に頂上ブロックの切断作業を開始し、筒身の約50%まで切断が完了した。【写真③④】



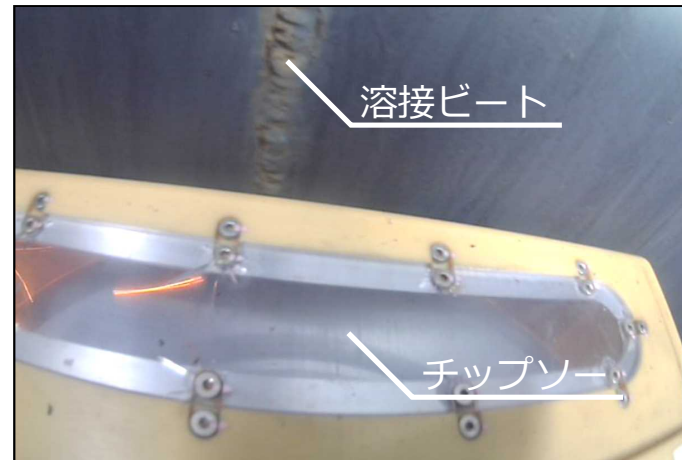
【写真①】 解体装置の設置状況 (8月1日)



【写真②】 背カゴの切断作業写真 (8月1日)



【写真③】 ドリルシャックリング設置状況(8月7日)



【写真④】 筒身内部の切断状況(8月7日)

## 3-2. 作業の状況②

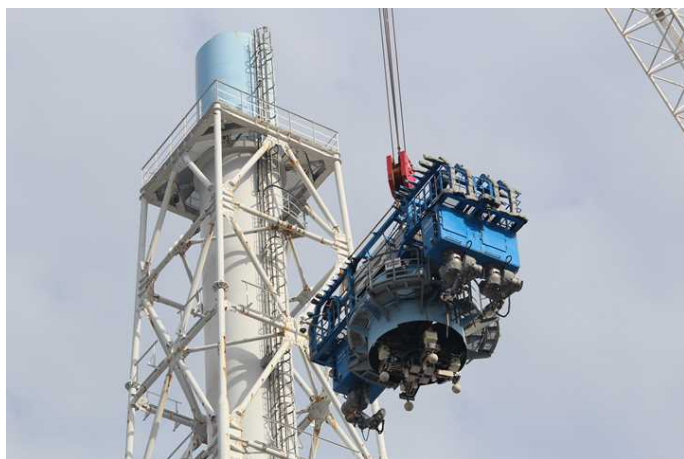
- 9月1日には頂上ブロックの切断作業が完了し、地上への吊り下ろしが完了した。



【写真⑤】切断作業状況・外側(9月1日)



【写真⑥】切断作業状況・内側(9月1日)



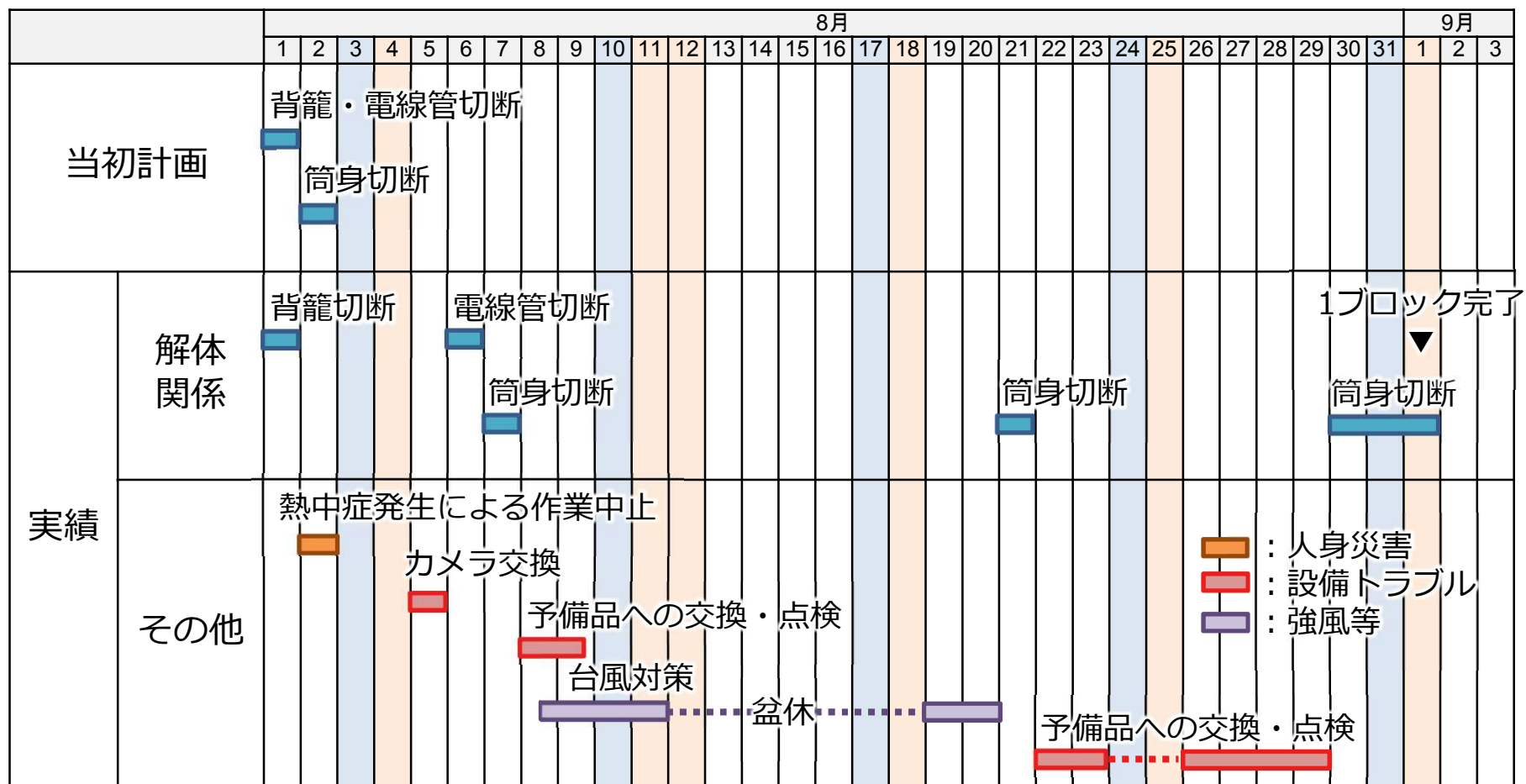
【写真⑦】吊り下ろし状況(9月1日)



【写真⑧】解体前後の比較(9月1日)

## 4. 1ブロック解体作業の計画と実績の比較

- 頂部解体ブロック解体作業については、8月1日の解体着手時点で、2日間で解体する計画であったが、7日間(実作業日のみ)を要した。
- また、装置の動作不良等に伴う予備品への交換・点検作業に9日、熱中症による作業中止が1日、台風対策の実施及び復旧に5日を要した。



## 5. 1ブロック解体作業の振り返りの方針

- 2日間の工程が7日間に延びた要因の分析とそれから得られた知見を反映し、2ブロック目以降の解体工事計画の見直しを実施する。
- 『不具合対応の反映』『得られた知見の反映』『コンテンジェンシープランの確認』の3つの視点で施工計画の再検証を行う。

### 不具合対応の反映（8件）

- 頂部ブロックの解体作業中に確認された解体装置の動作不良などの不具合に対し『事象』『原因』『対策』をまとめ、施工計画に反映する。

### 得られた知見の反映（7件）

- 頂部ブロック解体作業を通じ、実証試験で確認しきれなかった新たな知見の反映による、施工計画や施工体制の見直しを行う。

### コンテンジェンシープランの確認（6件）

- 今回の頂部ブロック切断において得た知見と反省をコンテンジェンシープランに盛り込むとともに、解体作業の進捗に伴いブラッシュアップを行っていく。

## 6. 不具合対応の反映（一覧）

- これまでの解体作業で確認した不具合は下記の通り。以降の頁で各不具合の詳細を示す。

番号	発生日	事象	原因	対策
1	8/1	排気筒解体装置の揚重作業時に6軸アームのうち1台が動作しない事象が発生。	操作用P Cの一時的な動作不良、または有線通信接続部の接触不良と想定。	通信系の再接続ならびに操作用P Cの再起動により復旧。
2	8/1	筒身解体装置のカメラが避雷針に接触し脱落。	旋回スピードが速過ぎたことで、旋回停止の指示が間に合わなかった。	カメラを交換し、装置を取り外す際の作業手順を見直し。
3	8/7	切断装置の過負荷により、チップソー1台が動作しない事象が発生。	排気筒溶接ビート周辺が想定、および実証試験の模擬体溶接部よりも硬かったことによる。	硬かった溶接ビート廻りを切断する際の、切断方法を見直し。部品の交換頻度を見直し。
4	8/7	下クランプ装置が傾く事象が発生	振れ防止の為、クランプと筒身のクリアランスを少なくしていた。	部品交換の実施と装置取り外し時の作業手順を見直し。
5	8/21	チップソー1台の動作不良が発生。(3.の事象とは別要因)	チップソーケーブル接続部の外れ。	チップソーユニットを予備品に交換する。(内周切断装置ごと交換) 類似箇所点検を実施。
6	8/31	750tクローラークレーン油漏れ	ブローバイガスに含まれる気化したエンジンオイルが液化した	オイルパン及び吸着マットを設置
7	8/31	副発電機動作不良	電源切替え盤マグネットスイッチの故障及びスロットル位置誤りにより、電源が出力されなかった。	点検手順に副発電機の出力確認及び副発電機電源での各機器の動作確認を盛り込む。
8	9/1	ドリルシャックリング動作不良	ドリルモーター本体のサーキットブレーカーの動作(27A)により電源断となった。	操作ソフトのリミットを25Aとすることでモーター本体の電源断を防ぐとともに操作手順の見直しを行う。



## 【参考6-1】 6軸アームロボットの通信不良

## 【事象】

- 8月1日、午前7時24分から筒身解体装置吊り上げを開始したところ吊り上げ中に6軸アームロボットの通信が途切れた。午前7時49分に筒身切断装置を地上へ降ろし再点検を実施した。

## 【原因】

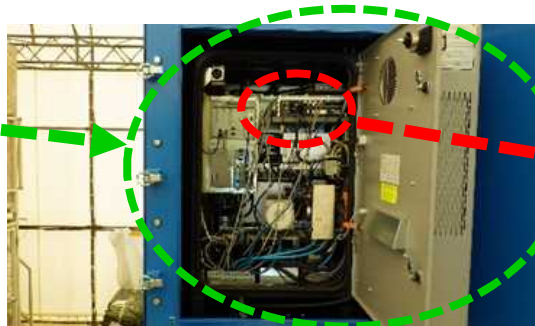
- 再現性がないことから、一時的な制御用PCの動作不良または有線通信接続部の接触不良とみられる。

## 【対策】

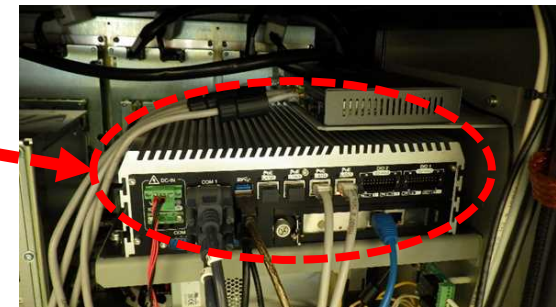
- 六軸アームロボットの操作用PCの再起動ならびに再接続を行い復旧した後、動作確認を行って正常動作を確認した。



【筒身解体装置】



【6軸アーム制御ボックス】



【制御用PC】

## 【参考6-2】筒身解体装置のカメラが避雷針に接触し脱落

## 【事象】

- 8月1日、筒身付属の背かごの切断を終え、筒身解体装置を地上へ戻す為の吊り上げを開始したところ、排気筒避雷針の導線に六軸アームが接触し、六軸アームに取り付けていたカメラが脱落した。

## 【原因】

- クレーン作業合図者は遠隔操作車両からカメラオペレーターと共に複数のカメラ映像により解体装置と周辺の状態を確認しながら、クレーンオペレーターへの指示を行っていたが、クレーンオペレーターの操作した旋回速度が速過ぎたことで、旋回停止の指示が間に合わなかった。

## 【対策】

- 旋回開始前にクレーンジブを1°倒すことで、クレーン本体側に位置している避雷針からの距離を十分に確保してから旋回を行うよう、作業手順を見直した。
- 落下したカメラについては予備品と交換した。



落下したカメラ

## 【参考6-3】筒身切断装置の一部動作不良について

## 【事象】

- 8月7日、筒身切断作業において、内周切断装置チップソーの刃4枚中2枚の摩耗が早かったことから刃を交換する必要があると判断した。交換後に排気筒頂部へ解体装置を再度設置し、切断を開始しようとした際、刃の交換を行ったチップソーの内1台が動作しないことを確認した。また、吊下し後の点検において、カーボンブラシ※（モーター部品、消耗品）が大きく摩耗していることを確認した。

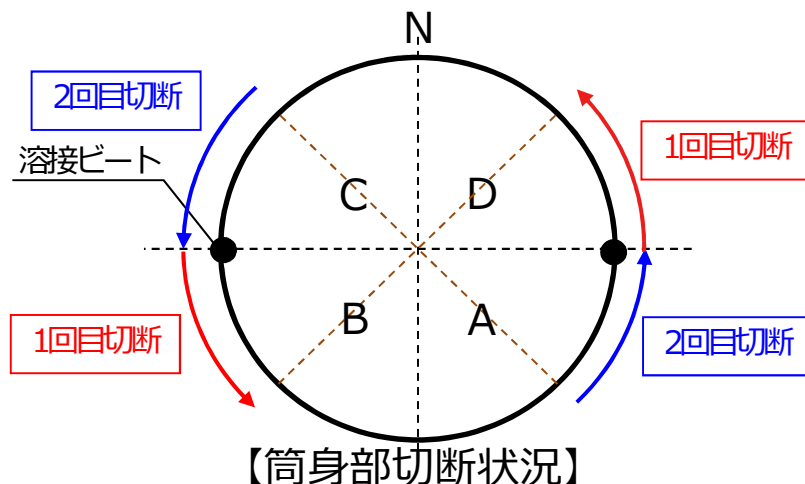
※電動工具のモーター回転させるために必要な部品であり、モーター内で電気を一方向へ流す役割をしている。

## 【原因】

- 刃の摩耗及びチップソーの動作不良については、溶接ビート廻り10cm程度（熱影響部）が溶接時の熱による影響を受けて硬化していたことで、刃およびカーボンブラシに過負荷がかかったことが原因と判断した。

## 【対策】

- 溶接ビート廻りを切断する際は、溶接ビート同様、チップソーの刃及びモーターに過負荷にならないように押し切りで丁寧に切断することで、刃の摩耗やモーターの負荷を軽減させる手順に変更する。（Cの熱影響部については押し切りにて実施済み）



【取外し後のカーボンブラシ】

## 【参考6-4】内周切断装置におけるクランプ傾きについて

## 【事象】

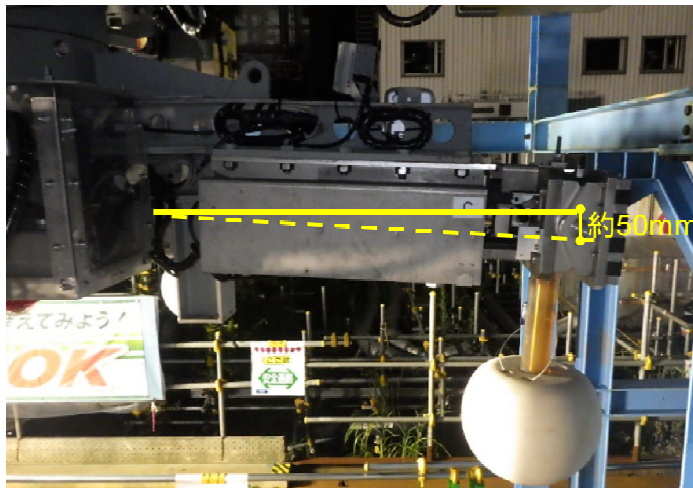
- 8月7日の作業終了後の点検において、内周切断装置の把持装置（以下、クランプ）Cの下段が約50mm傾いていることを確認した。

## 【原因】

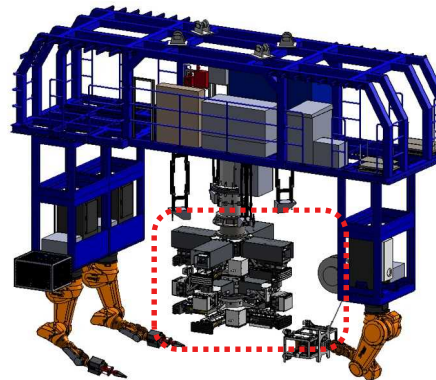
- 内周切断装置を排気筒から引き上げる際は、装置と筒身が風により接触した場合の衝撃を抑えるために、クランプを接触しない程度に張り出した状態で引き上げる手順としており、排気筒頭頂部は先端の径が小さい（筒身頂部内径3m 一般部3.2m）為、吊り上げた際に下クランプがひっかかり、そのまま吊上げてしまったことが原因と見られる。

## 【対策】

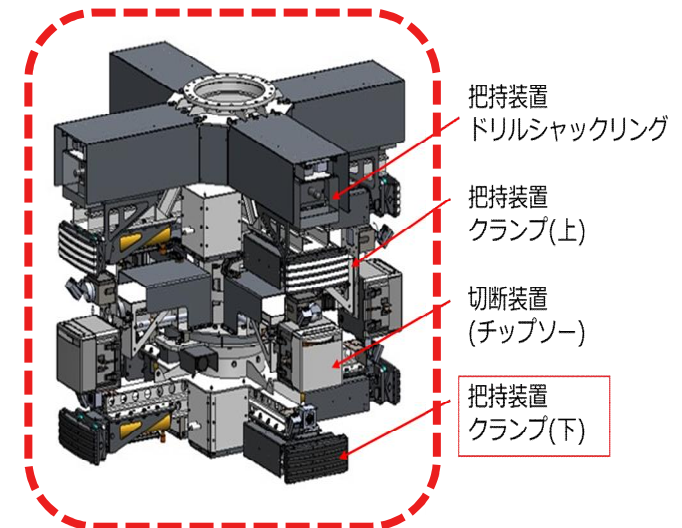
- カメラにてクランプ先端と筒身の接触状況を確認しながら、ゆっくり引き上げると共に、筒身頂部付近の内径が小さい位置から筒身を吊上げる際は、下クランプを所定の位置まで十分に縮める手順とした。



【傾きが確認されたクランプ（C）】



【筒身解体装置】



【内周切断装置】

## 【参考6-5】筒身切断装置(チップソー)の動作不良について(概要)

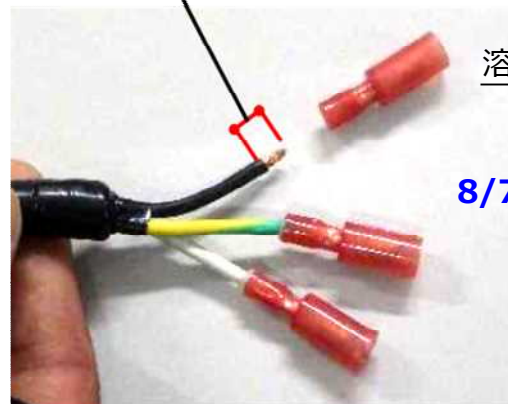
## 【事象】

- 8月21日 8月7日に切り残した北西側溶接ビート廻りをチップソー（A）で切断した後、残りの筒身をチップソー（BとD）で切断開始しようとした際、チップソー（B）が動作しないことを確認した。  
※ 吊り上げ前の動作確認時には、全てのチップソーが正常に動作することを確認済み。
- 解体装置を地上に下ろした後、装置を取り外すためにチップソー本体のケーブル接続箇所保護チューブを外したところ、ケーブル3本の接続部のうち1本が圧着部より外れていることを確認した。
- 圧着部のケーブルの剥き代長さを測定したところ、剥き代の規定寸法7mm～8mmに対して、外れたケーブルの剥き代は5mmであることを確認した。
- ヒアリングの結果、圧着を適正工具は使用していたものの、剥き代寸法の数値管理は行っていなかった。
- 尚、当該箇所の接続方法（被覆付圧着端子）は、現場でのモーターの単体交換をしやすいように、当該箇所のみを採用しているものであった。

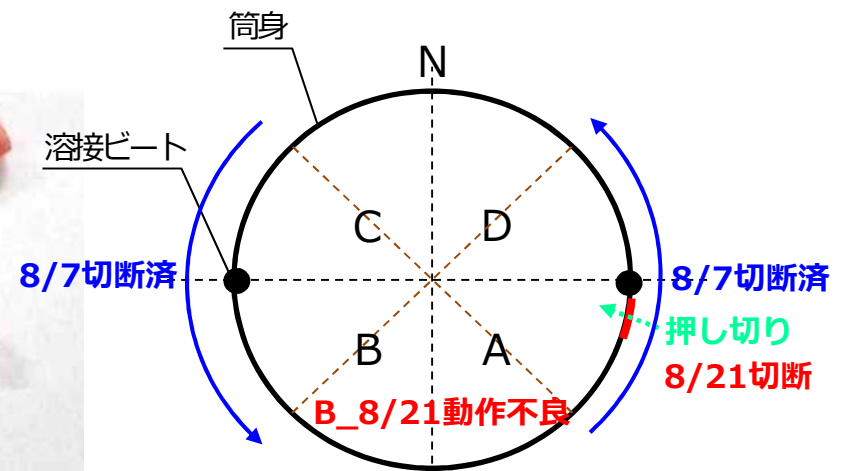
規定寸法では7mmだが実測結果は5mm



【チップソー本体】



【圧着端子写真】



【筒身部切断状況】

## 【参考6-5】筒身切断装置(チップソー)の動作不良について(原因)

## 【原因】

- 当該接続部のケーブル剥き代が短いこと、および圧着端子への挿入部が浅くなっていたことで、チップソー移動時にケーブル接続部へ通常動作時のテンションが加わり、接続部が外れたものと見られる。

## 【対策】

- チップソーモーター接続部の圧着再施工を実施。  
(手順書作成の上、数値管理)
- 右記フローに従って、直近の切断に使用する解体装置(電気部品・機械部品)から順に、接続部の点検を実施する。各解体装置の接続部は、使用前までに順次、点検を実施する。
- 解体作業のワンスルー※(4ブロック解体)を実施後に、解体手順および解体装置の運用に関する振り返りを実施し、より確実性を高めて以降の解体作業を実施する。
- また、摺動部を対象に、劣化状況の確認を行う。

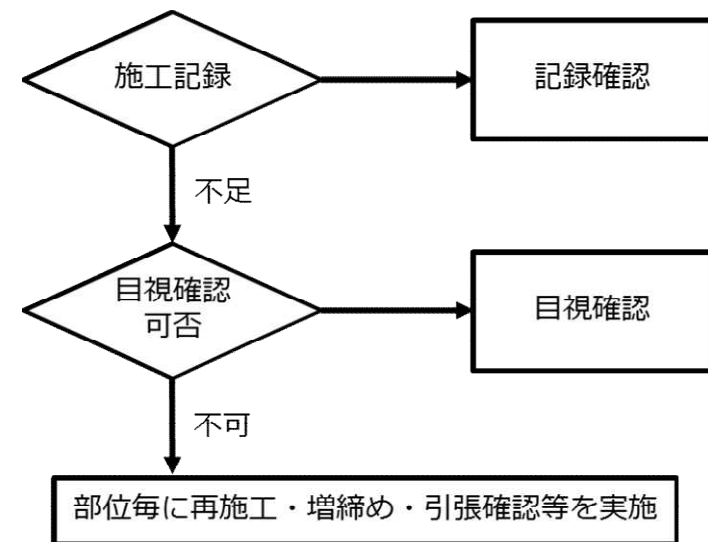


図 点検方法の選定フロー

※筒身切断、鉄塔斜材切断、鉄塔支柱切断(一括除却による)の一連の解体装置使用

## 【参考6-6】 750tクローラークレーン油漏れ

## 【事象・原因】

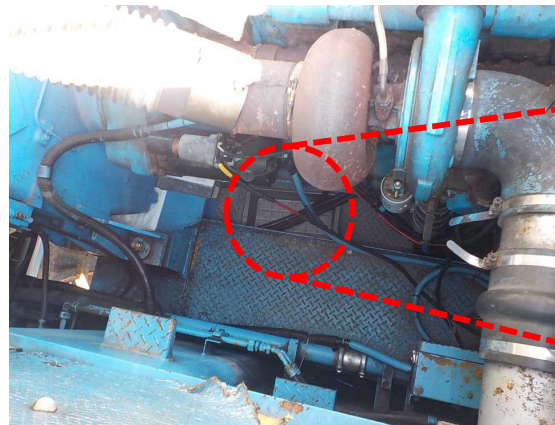
- エンジンルーム内の点検を実施した結果、ブローバイガスに含まれる気化したエンジンオイルが液化したものが滴下（故障ではない）したことを確認。その他に油漏えい箇所は確認されず。

## 【対策】

- エンジンルーム内に、吸着マットを敷設した上にオイルパンを設置。今後、日常点検の中で、必要に応じ吸着マットの交換等を行っていく。



油滴下跡

油滴下発生箇所  
(エンジンルーム)ブローバイガス排出ホース  
吸着マット・オイルパン設  
置状況ブローバイガス排出ホース  
吸着マット・オイルパン設  
置状況（拡大）

## 【参考6-7】 副発電機動作不良

## 【事象】

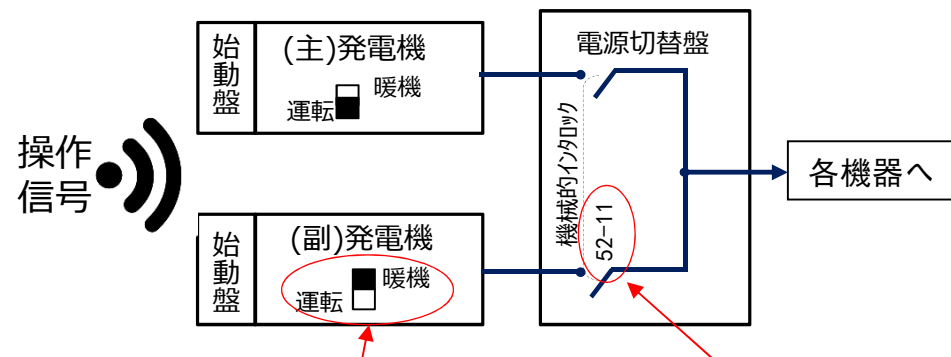
- 主発電機が燃料切れで停止後、副発電機を遠隔操作で起動したが、副発電機から電力が出力されず装置が動作しなかった。
- 副発電機のスロットルスイッチが「暖機」位置になっており、発電機から必要な電力が供給されなかった。

## 【原因】

- 吊上げ前のスロットルスイッチが点検項目に入っておらず、確認していなかった。
- 解体開始前の動作確認において、副発電機は起動のみを確認し、副発電機を使用しての解体装置動作まで確認する手順となっておらず、暖機運転になっていることを発見できなかった。
- 暖機運転時に切替操作を行うとマグネットスイッチに過電流が流れマグネットスイッチが動作しなかった。

## 【対策】

- 吊上げ前の点検内容として、発電機各スイッチの具体的な設定確認を加える。
- 吊上げ前の動作確認項目に副発電機からの出力による、解体装置動作の確認を加える。



- ①スロットルスイッチ「暖機」動作するも必要な電力供給されず (主)→(副)切り替わらず
- ②マグネットスイッチ故障



# 【参考6-8】ドリルシャックリング不具合

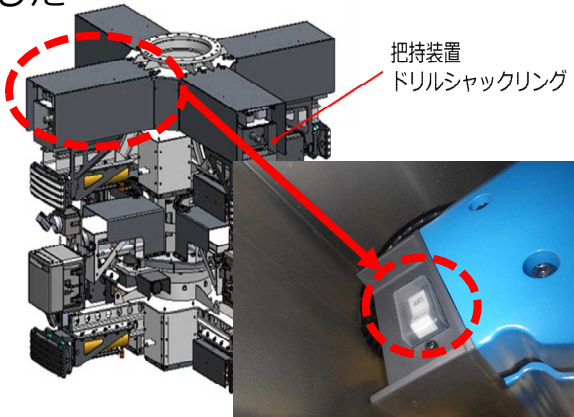
## 【事象】

- 9月1日 排気筒頭頂部切断作業中、内周切断装置のドリルシャックリングのドリルモータ（4台中1台）が起動しなかった
- 9月3日 関連機構の点検を実施したところ、ドリルモータ本体の過電流保護機器である「サーキットプロテクタ」が作動していることを確認した
- 「サーキットプロテクタ」を復旧すると、ドリルモータBは正常に動作した

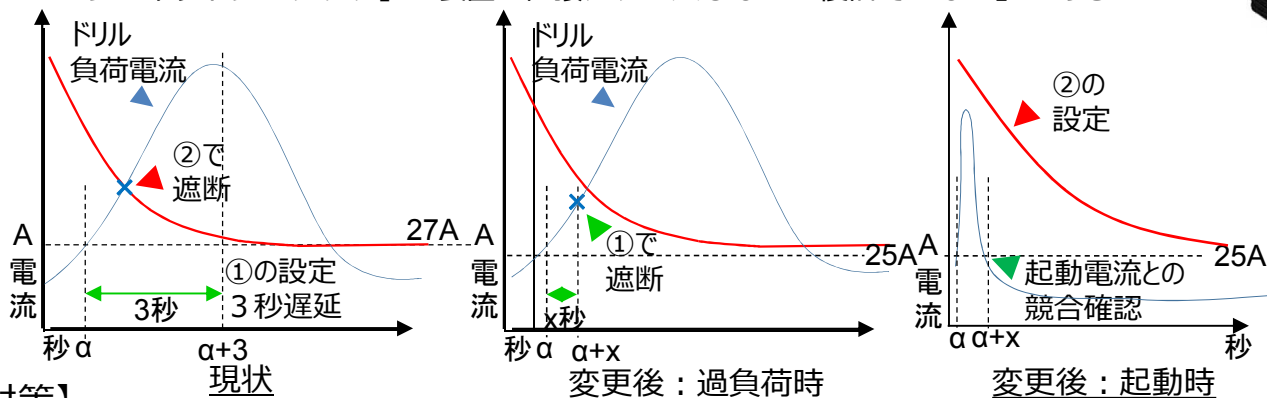
## 【原因】

ソフトウェアによるドリルモータ停止機能（過電流防止）とドリルモータ本体の「サーキットプロテクタ」がいずれも27Aで作動する設定となっており、遠隔復旧ができない「サーキットプロテクタ」※が先行して作動した。

※ドリルシャックリングには、過電流防止機能として、『①ソフトウェアによるドリルモータ停止機能（過電流防止）：遠隔操作で復旧可能』と『②ドリルモータ本体の「サーキットプロテクタ」：装置に直接アクセスしないと復旧できない』がある。



サーキットプロテクタ



	起動時	過電流時
サーキットプロテクタ (27A)	×	×
ソフトウェア制御 (25A)	×	○

保護機能の動作パターン ○：動作 ×：動作せず

## 【対策】

1. ソフトウェアの過電流保護であるドリルモータ停止機能が先行して作動するように設定値の見直し
  - ・制御ソフトウェアにおいて、ドリルモータ停止の設定値を『27A』から『25A』へ変更する
  - 変更後、ドリルモータの瞬間起動電流と、本設定値の競合が無いことを実機にて確認する
2. 操作手順書に、過電流保護が作動する際の電流値と、作動させないための操作方法を記載する
3. その他（チップソー、油圧ポンプ）について、同様の事象が無いことを確認済み

## 7. 得られた知見の反映（一覧）

- 筒身切断作業では想定以上にチップソーの消耗が早く、このことにより8/30以降の作業が施工計画通りに出来ない大きな要因となった。
- チップソーの消耗対策として施工手順の見直しを行う。

番号	作業分類	事象	得られた知見	知見の反映内容
1	筒身切断	チップソーの摩耗が想定より早かった	モックアップと異なる応力が発生し、下側の切断面に圧縮力が発生した	チップソーに圧縮応力が掛かりにくいよう、下側の切断線から切断する手順に見直す
2	筒身切断	チップソーの摩耗が想定より早かった	溶接ビート廻りは熱硬化しているため、想定よりも硬いことが分かった	溶接ビートの左右を約10cmずつ押し切りする手順に見直す
3	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）	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。
4	トラブル対応	施工手順書と異なる作業が必要になった際に、切断作業のオペレーションに時間がかかった	トラブル発生時に操作者に的確な指示を送るために、協力企業棟の把握できる情報の拡充が必要	現場（遠隔操作バス）と本部（東電・協力企業）を常に電話を繋いだ状態にする
5	トラブル対応	搭乗設備を使用し作業員が直接排気筒上にアクセスする作業が発生した	搭乗設備による作業自体は計画通りに行えることがわかった	今回の作業計画を別班にも水平展開する ただし、搭乗設備を使用する前段階でのリカバリー策について、継続して改善検討していく。
6	発電機燃料	主発電機が作業開始後、約42時間で燃料切れとなった	消費電力から想定した約48時間より短い時間（約42時間）で燃料切れを起こした。	筒身切断が約50%及び約70%時点で、残量（残時間）を確認。作業状況から解体装置を地上に下ろし、給油するか判断を行う。
7	装置設置	解体装置の吊り上げ・設置に時間を要した	避雷針と解体装置の干渉を避けるため風待ちに時間を要した	避雷針が撤去され今後は改善される見込み

## 【参考7-1】チップソーの摩耗（切断面にかかる圧縮力）

## ■ 事象

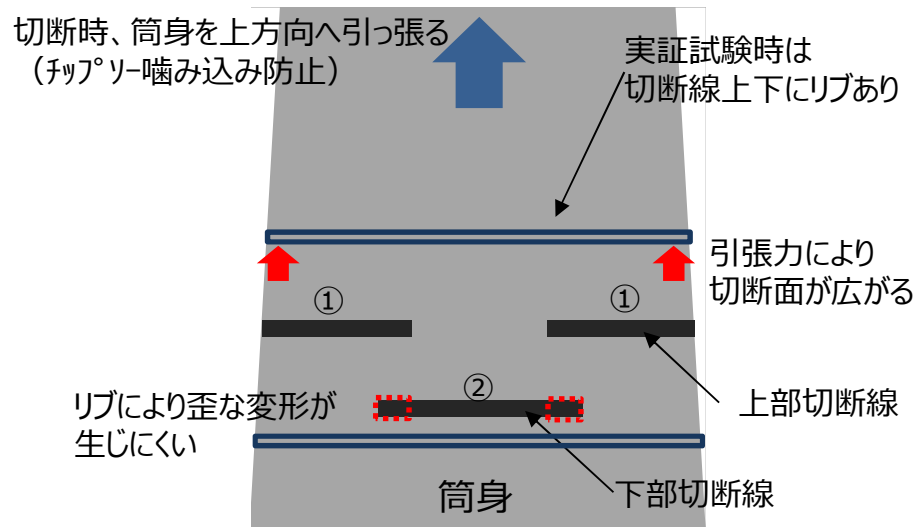
本工事イメージ図：下段②切断時チップソーの消耗が著しく、切断が困難となった。

## ■ 推定原因

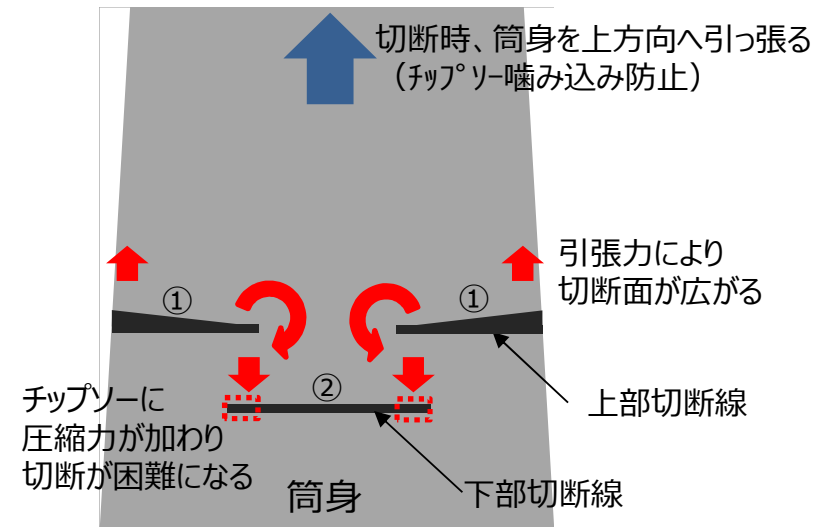
筒身の荷重によりチップソーが噛み込むことを防ぐため、上部に吊り上げながら切断を実施した結果、上段①切断時には計画通り切断線を保持することができたが、上段切断後に下段②を切断する際には、下段と上段がラップする箇所近傍が変形、チップソーを噛み込むように圧縮力が加わり、切断が困難になったと推定。

## ■ 実証試験との違い

実証試験では繰り返し筒身の切断を行う必要があることから、切断部分だけを交換できるように筒身にリブ（フランジ）があったことで歪な変形が生じにくく、実証試験の吊り上げ時には、問題なく切断できたと推定。



実証試験イメージ図



本工事イメージ図

## 【参考7-1,2】チップソーの摩耗（刃の観察による考察）

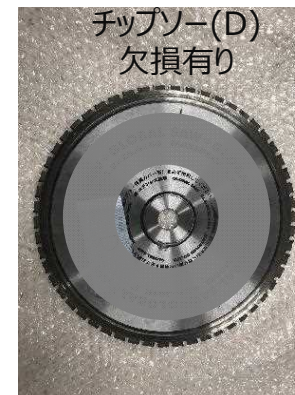
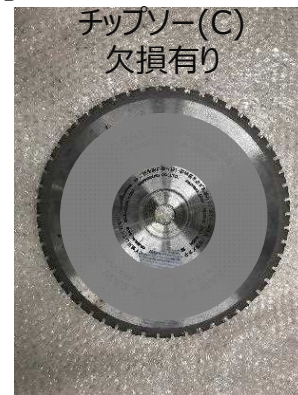
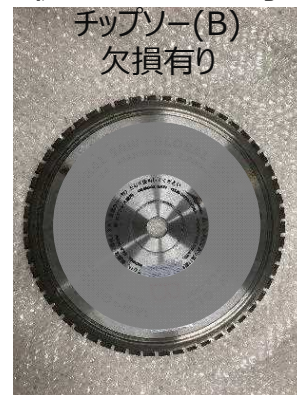
## ■ チップソーの摩耗状況の確認

- 下部切断に用いたチップソー（B,D）の刃には擦過痕が確認できるが、上部切断に使用したチップソー（A,C）の刃には擦過痕が確認できない。

→下部切断時に圧縮力が加わり、上部切断時には、圧縮力が加わっていないことを確認した。

- チップソー（B,C,D）の刃に欠損が見られる。

→チップソー（C）は1ブロック切断時の使用時間が長く、チップソー（B,D）は筒身切断部に圧縮力が加わり、刃を挟み込む状態となった為と考えられる。

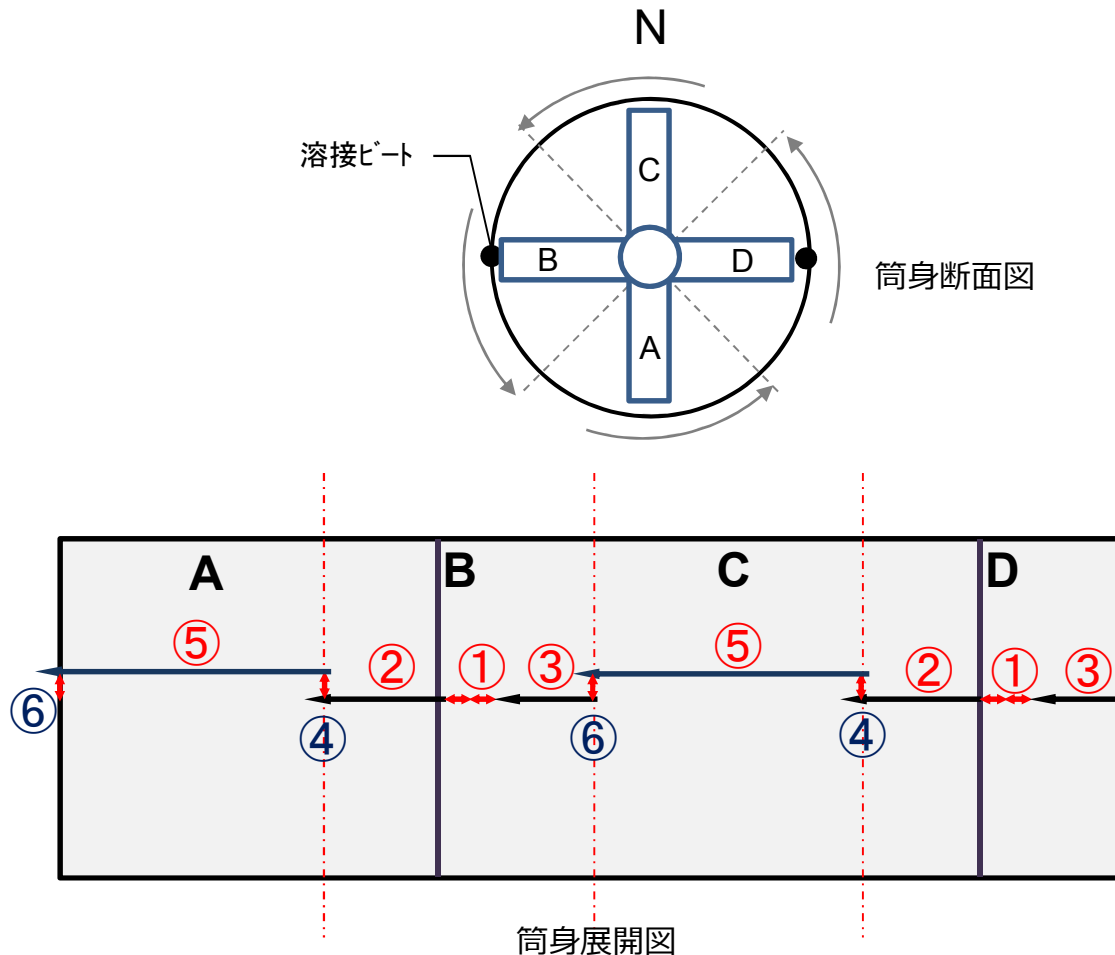


参考：未使用品

## 【参考7-2】 チップソーの摩耗（手順の見直し）

### ■ 対策内容

1 ブロック解体の反省を踏まえ下記の通り筒身切断手順を変更し、下部の切断後に上部切断を行うことで応力が発生しない状態とするなどの対策を行う。



※⑤に入る前にチップソー (B,D)の摩耗状況によっては装置を下ろして刃の交換を行う。

## 【参考7-3】電波干渉による通信障害から得られた知見

## ■ 事象

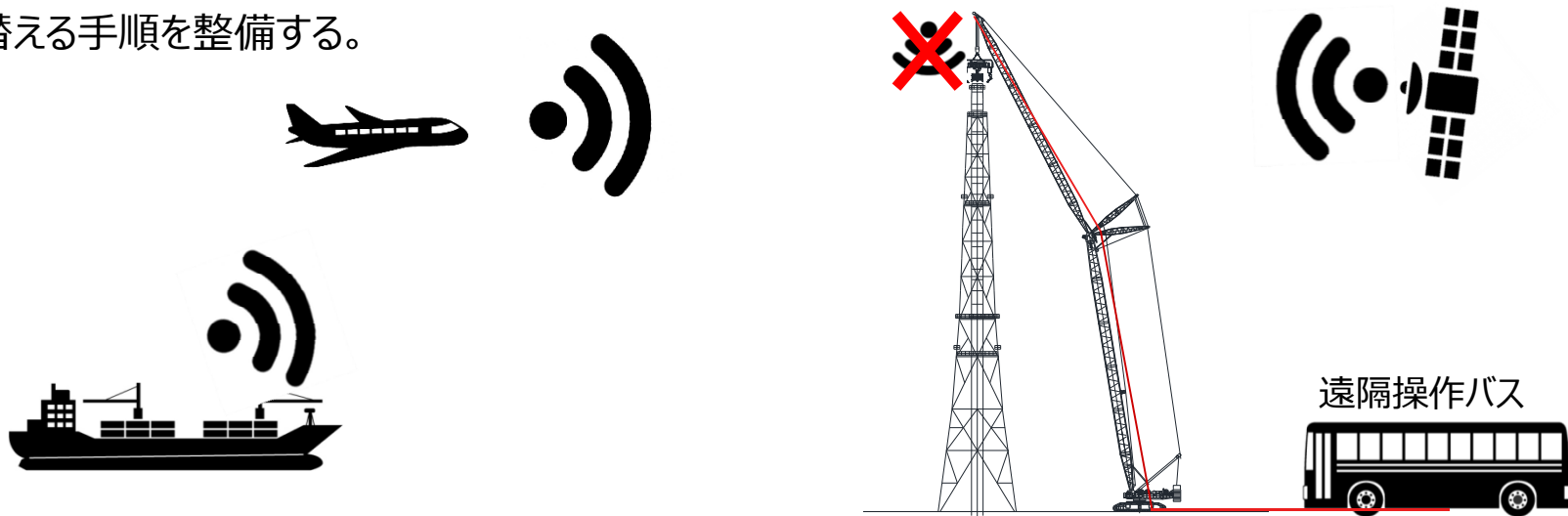
装置の制御指示はクレーン先端に取り付けた無線装置により信号を送り各機器の制御を行っている。定期的な衛星レーダー、航空・船舶レーダーによる無線干渉が定期的が発生している。本事象は5 GHz帯域の無線機器を使う場合に起こる一般的事象であり、レーダーによる干渉がなくなると通信は復旧する。

## ■ 原因

一般的には装置の干渉回避機能を有効にすれば60秒程度で通信状態は回復するが発電所構内には5 GHz帯域を使用する遠隔操作機器が多数存在し、それぞれが干渉しないように使用するチャンネルが割り当てられているため干渉回避機能は無効にしている。

## ■ 対策

今回工事に使用している無線装置は本・予備の2セットを用意。干渉があった場合は速やかに予備機に切り替える手順を整備する。



## 【参考7-4】 施工管理体制から得られた知見

## ■ 事象

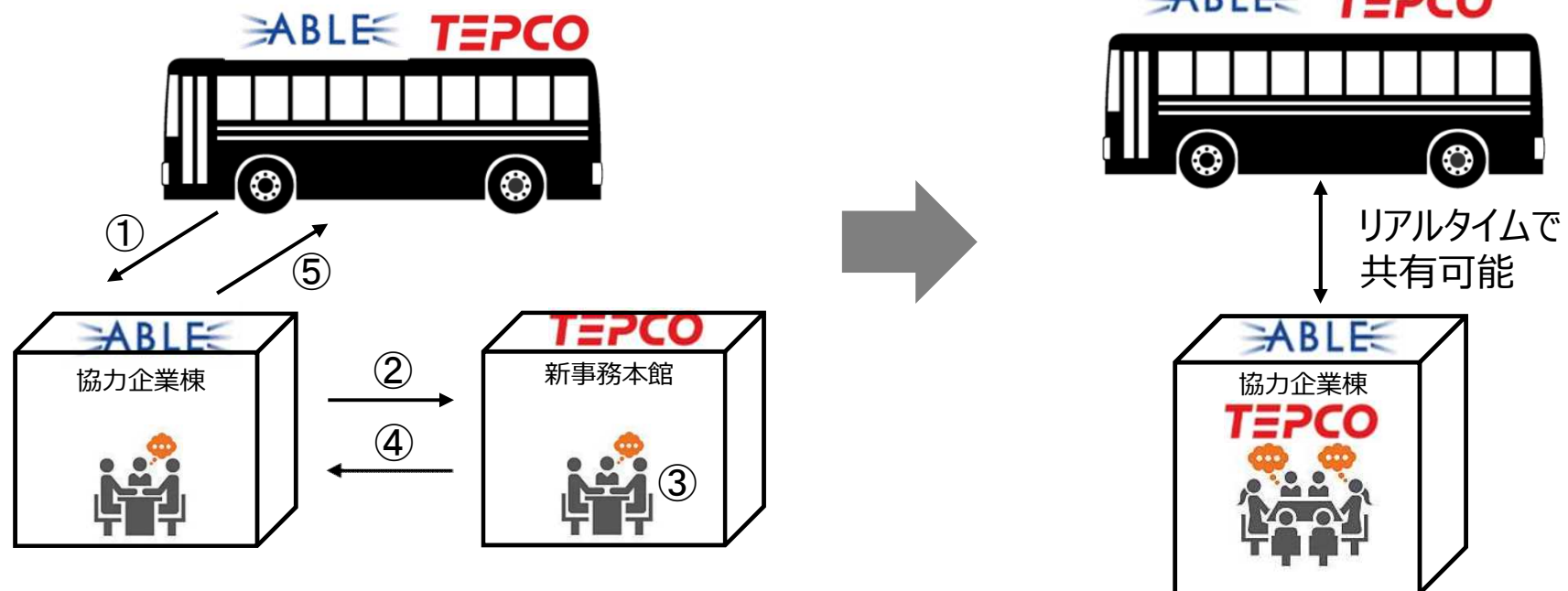
トラブル等において現場（遠隔操作バス）から判断を求められた場合、①現場→エイブル本部、②エイブル本部→東電、③東電内協議、④東電→エイブル本部、⑤エイブル本部→現場と連絡経路が長くなっており迅速な判断・回答ができない。

## ■ 対策（8/31から実施）

- 現場指揮者とエイブル本部は常に電話を繋いだ状態にしてリアルタイムで状況の共有を行う。
- 切断作業時は、東電側がエイブル本部に詰めることにより状況把握・協議・判断をエイブルと共に進行。

## ■ 【追加対策】（準備中）

- 遠隔操作バスの状況がわかるよう車内の状況をカメラでモニタリング。
- 操作画面をエイブル本部側でも見られるようにする。



## 【参考7-5】 搭乗設備を使用した対応から得られた知見

## 【事象】

- 主発電機の停止（燃料切れ）及び副発電機の動作不良により、搭乗設備を使って作業員3名が排気筒頂部の解体装置に直接アクセスし、主発電機の給油を行った。

## 【得られた知見】

- 不測事態の対応として予め準備をしてきた搭乗設備による作業自体は計画通りに行えることがわかった。（作業時間2.5h，被ばく線量実績0.2mSv）

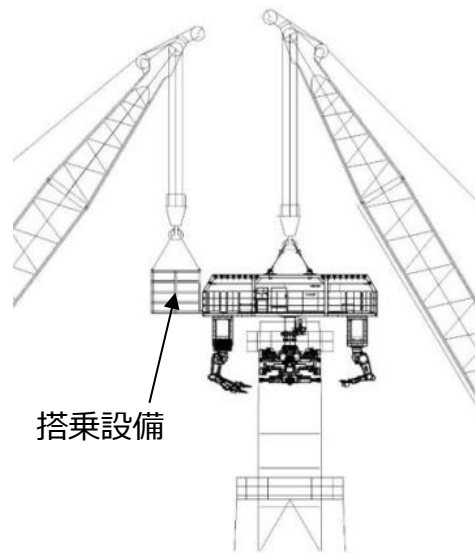
## 【今後の展開】

- 万一の搭乗設備対応が必要になった場合は、今回同様の手順で安全に作業を進めると共に、搭乗設備を使う前段階でリカバリーできるように、施工手順や対応フローの見直し等コンテンツエンジンプランを引き続き改善していく。



搭乗設備

搭乗設備(9/1撮影)



搭乗設備

クレーン吊りの搭乗設備でアクセス



切断作業の訓練状況



## 8-1.不具合発生時のコンテンツンシープラン

- 筒身切断については切断開始後直ぐに構造的に不安定になる訳ではなく、縦切り完了(筒身切り離しの直前)までは自立可能な構造となっている。(参考12 参照)
- 作業中における不具合発生時の構造安定性を確認するために、建築基準法に定める算定式に基づく風圧力に対して、筒身を約70%切断した状態で許容応力に収まることを解析で確認している。(参考11 参照)
- 今回工事では、断面切断が約50%と約70%の2時点を判断ポイントの目安とし、対応方針を定めているが、状況に応じて事前に検討している対応策を適用する。

不具合発生時 切断進捗率	対策方針
概ね50%以下	解体装置を地上に吊り下ろし、原因追求を行った上で、対策完了後作業再開する。対策に時間を要する場合は、後日作業を再開する可能性有り。
約50%超過 約70%以下	休工を挟むこと無く解体作業を継続する。 原則として、解体装置を地上に吊り下ろし、対策完了後ただちに作業再開する。
約70%を越える	休工を挟むこと無く解体作業を継続する。 原則として、解体装置を下ろさずに、予備機(不具合が発生していないチップソー等)を使用した遠隔操作、または、搭乗設備にて装置に寄りつき、人にて装置復旧もしくは切断作業実施する。

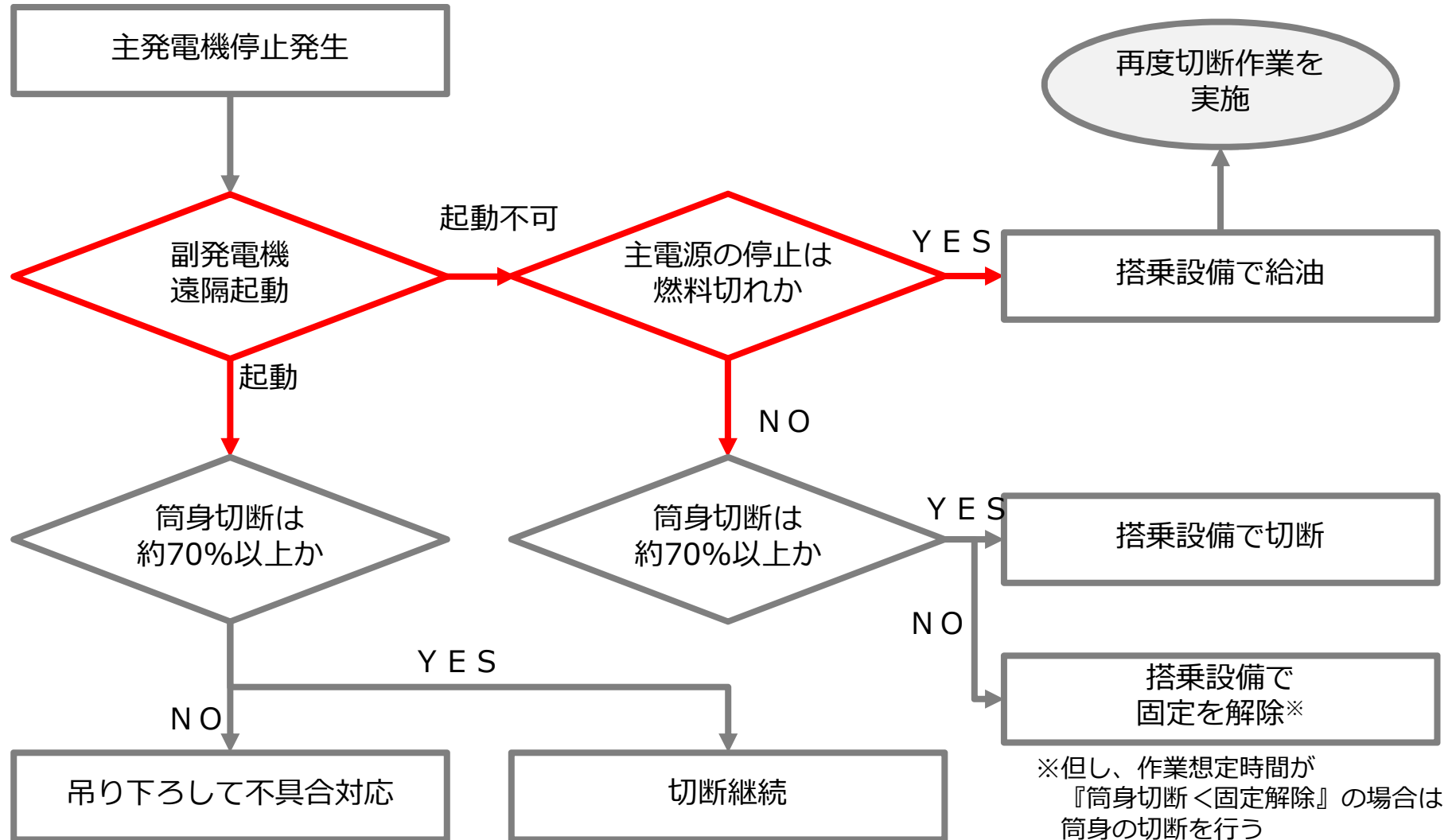
## 8-2. コンテンジェンシープラン（一覧）

---

- これまで可能な範囲で遠隔操作による対応を行った後、解決を図れない場合は最終的に搭乗設備対応により筒身・鉄塔の切断、または解体装置の固定解除を行うものとしていた不測の事態対応について、遠隔操作による対応フローを明確化した。
- 対応フローは今後の知見により、さらにブラッシュアップを図る。
- 以降の頁でフローを掲載。

# 【参考8-1】解体装置主発電機停止に対する対応フロー

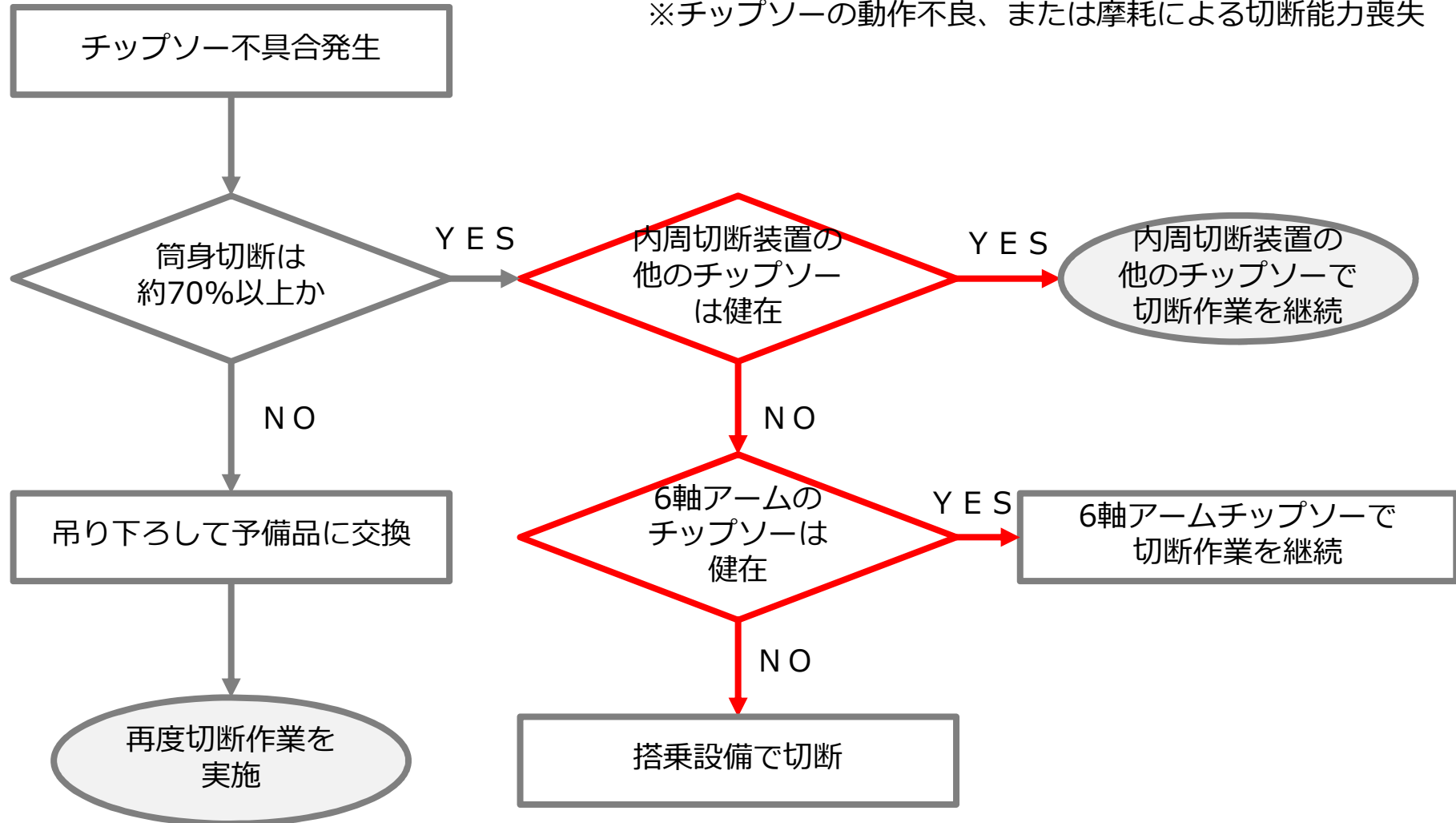
赤枠・赤線部のフローを明確化した



## 【参考8-2】チップソー不具合※に対する対応フロー

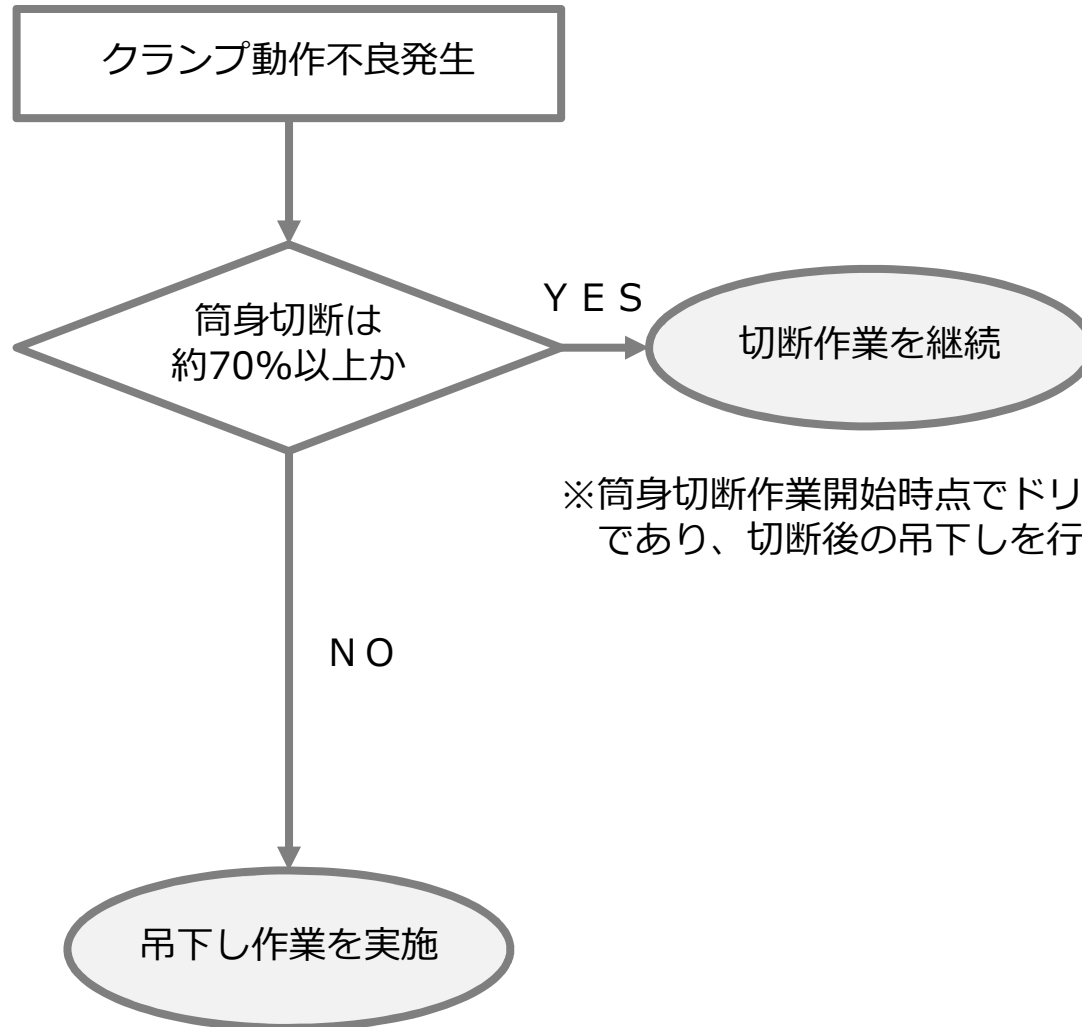
- 赤枠・赤線部のフローを明確化した

※チップソーの動作不良、または摩耗による切断能力喪失



## 【参考8-3】クランプ不具合に対する対応フロー

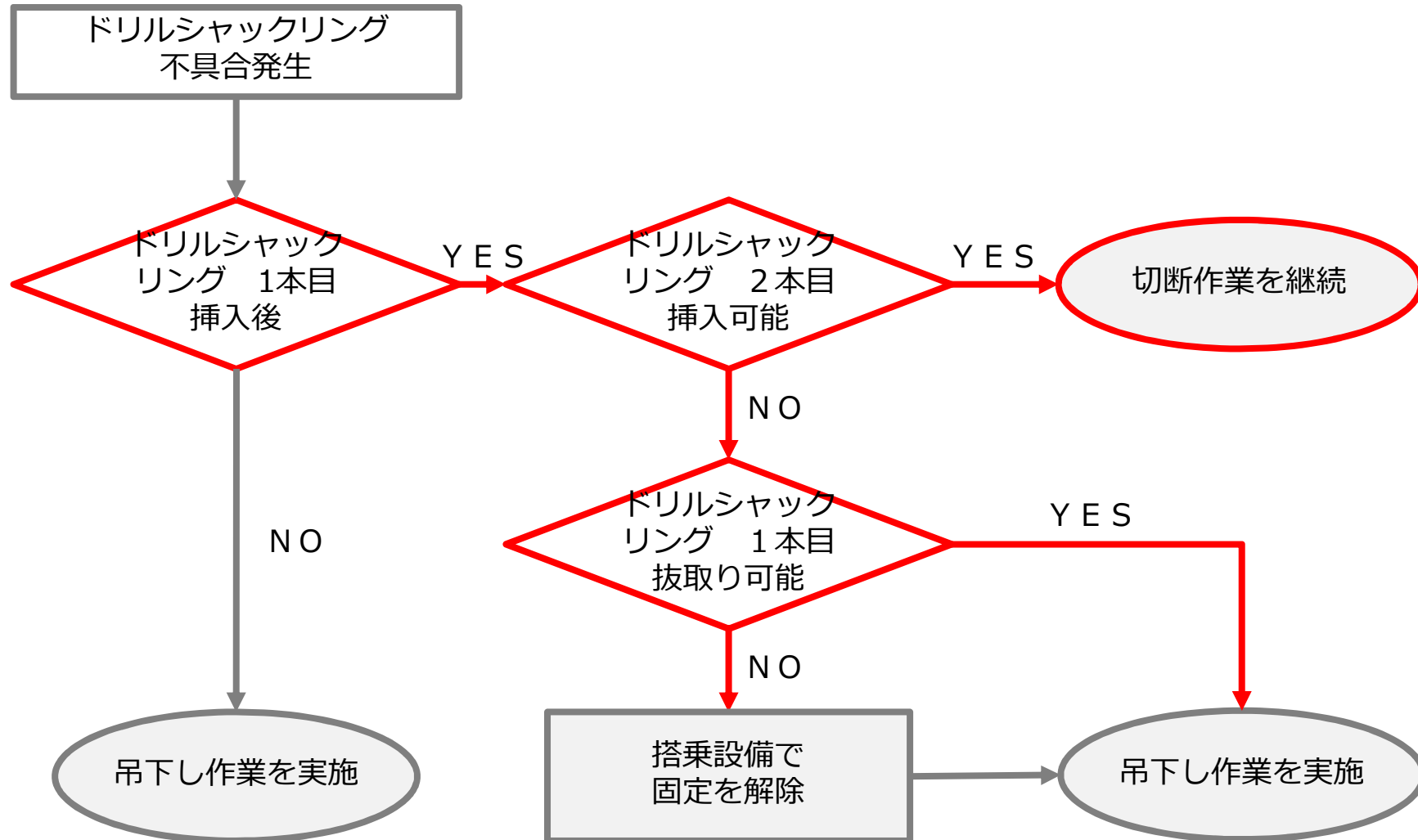
- 赤枠・赤線部のフローを明確化した（クランプ不具合については対象無し）



※筒身切断作業開始時点でドリルシャックリングを2本以上挿入済みであり、切断後の吊下しを行う為の最低条件はクリアしている。

## 【参考8-4】ドリルシャックリング不具合に対する対応フロー

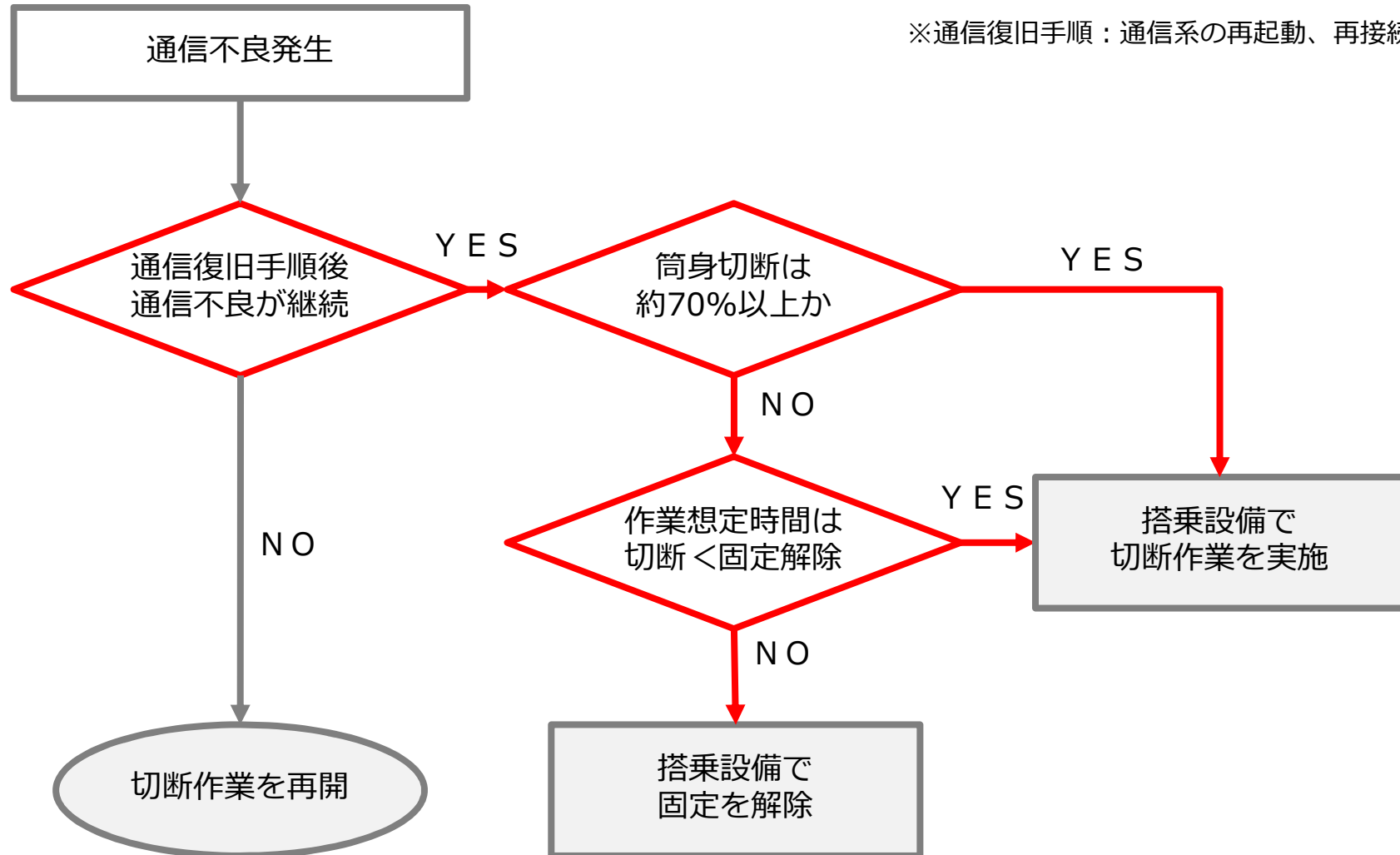
- 赤枠・赤線部のフローを明確化した



※既に完了している頂部ブロックの解体を除き、装置不具合により当初使用する計画と異なるチップソー（内周切断装置、6軸アーム共）を使用する場合にも、装置の盛替え（固定解除→旋回→再固定）に伴うドリルシャックリングの抜き差しは不要。

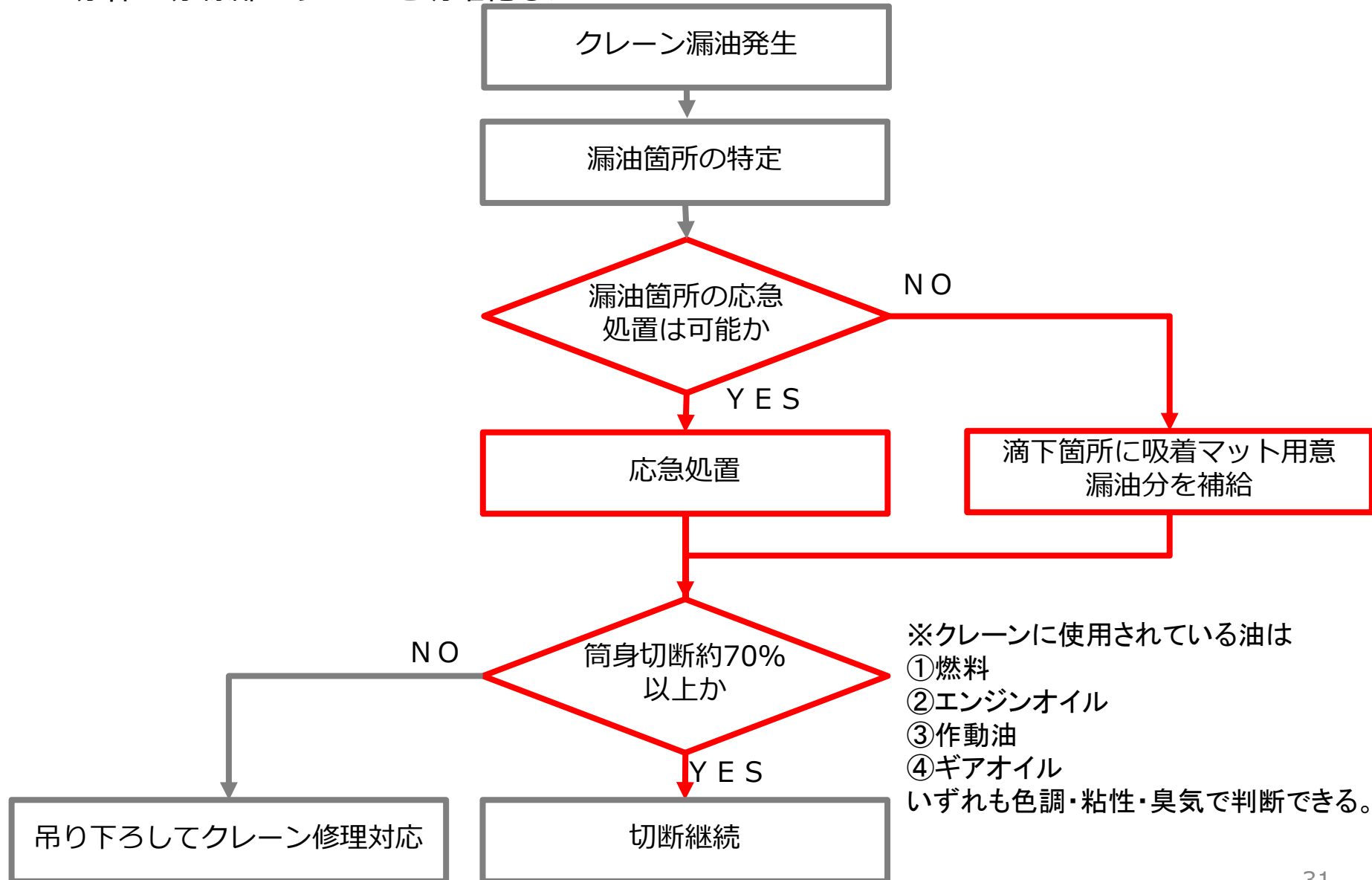
## 【参考8-5】通信不良に対する対応フロー

- 赤枠・赤線部のフローを明確化した



## 【参考8-6】クレーン漏油時に対する対応フロー

- 赤枠・赤線部のフローを明確化した





## 9. スケジュール

- これまで8月1日～9月1日までの頂部解体ブロック解体で得られた知見を反映し、2～4ブロックの解体計画を見直した。
- 見直した計画に基づき、9月9日の週より解体作業を進める。
- 現時点では遅延日数は予め想定していた予備日以内に収まるものの、4ブロック解体時点で、それまでの振り返りを再度行い、必要に応じて、スケジュールの見直しを含め、施工計画の見直しを検討する。

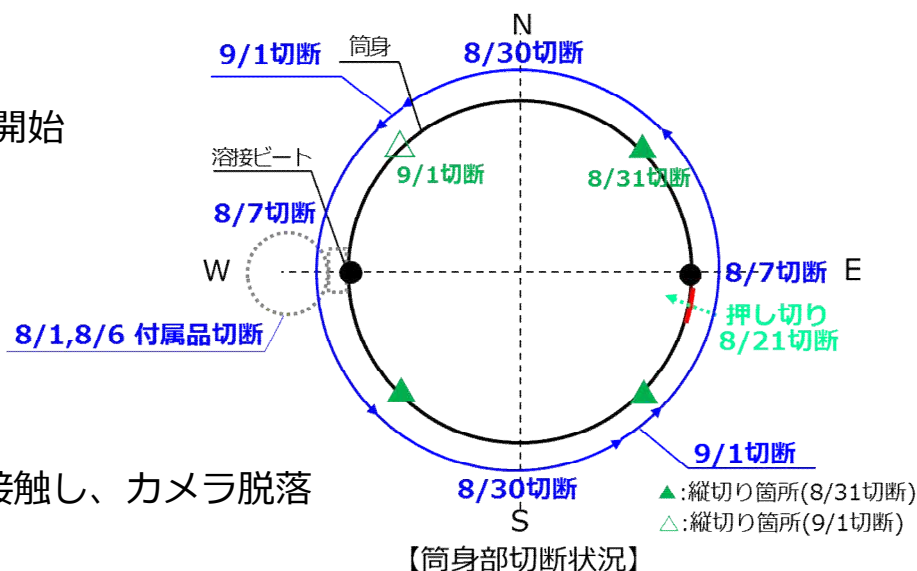
排気筒解体工事 工程表

	7月	8月			9月			10月		
解体工事	資機材搬入	架台移動・固定			1ブロック解体の検証		2～4ブロック解体の検証			
		排気筒解体(1ブロック)				排気筒解体(2～4ブロック)		排気筒解体		
その他							資機材移動	クレーン移動	サブドレン設備復旧	▼208稼働

※天候などにより工程は見直しになる可能性がある

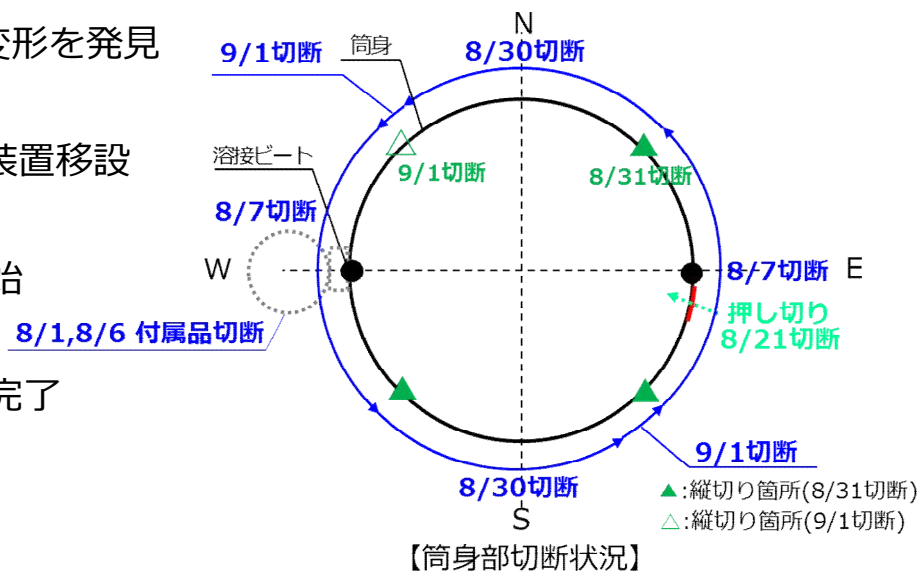
# 【参考10-1】 解体作業の主な時系列

8月1日	7:24	解体装置の吊上げ開始
	7:49	吊上げ中、6軸アーム2番の通信が途切れる。 解体装置を地上に戻す。
	9:30	6軸アーム2番の確認開始
	10:17	6軸アーム2番の通信復旧
	12:45	解体装置の再吊上げ開始
	15:48	筒身内部へ筒身解体装置の挿入開始
	16:42	背カゴ1本目切断開始
	16:52	背カゴ1本目切断完了
	17:39	背カゴ2本目切断完了
	17:50	背カゴ3本目切断完了
8月2日	18:04	背カゴ4本目切断完了
	21:00	筒身解体装置吊り下ろし開始 旋回中に6軸アームが避雷針に接触し、カメラ脱落
8月6日	21:40	筒身解体装置吊り下ろし完了
	現場作業員	体調不良（熱中症発症）により作業中止
8月6日	5:50	解体装置吊り上げ開始
	9:49	ガイドクライム切断完了
	10:19	右側梯子切断完了
	13:12	電線管クランプ1本目切断完了
	13:25	電線管クランプ2本目切断完了
	13:50	筒身解体装置吊り下ろし
	14:19	筒身解体装置終電



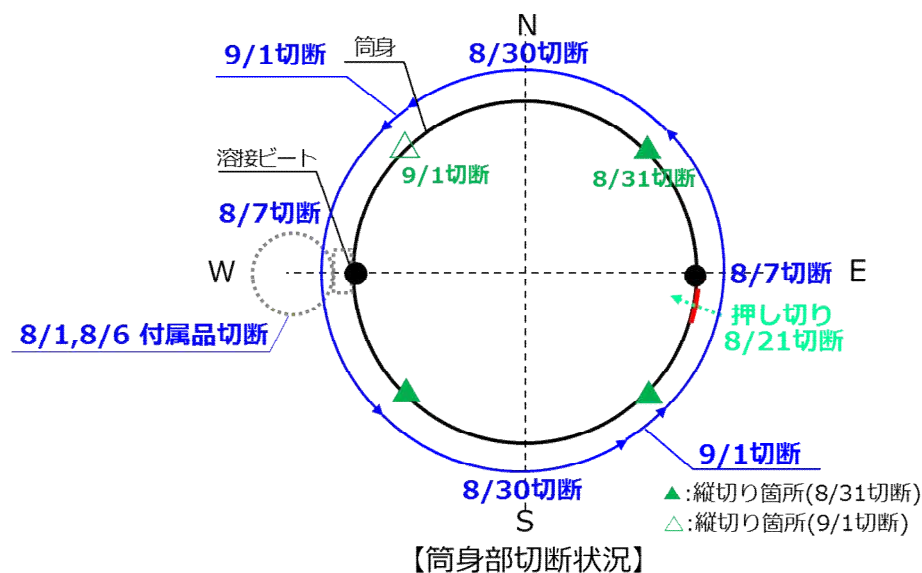
## 【参考10-2】 解体作業の主な時系列 8/7-8/21

8月7日	7:00	解体装置吊上げ開始
	9:40	A,C旋回切り開始
	10:05	A,C切断48%切断完了
	12:51	チップソーA,C摩耗による交換のため、解体装置吊下し開始 チップソーA,CとドリルシャックリングA,B,C,D交換
	14:15	解体装置再吊上げ開始
	16:30	チップソーAが動作せず
	18:30	チップソーC切断完了
	19:25	解体装置吊下し完了
	20:00	内周切断装置の下クランプCの変形を発見
8月8日		クランプが変形した内周切断装置取外し
8月9日		鉄塔解体装置から筒身解体装置へ内周切断装置移設
8月21日	8:14	解体装置吊上げ開始
	10:34	姿勢制御不能のため吊り下げ開始
	12:00	解体装置再吊上げ開始
	12:55	筒身内部へ筒身解体装置の挿入完了
	14:04	A切断完了
	14:33	チップソーB動作せず
	15:45	解体装置吊下し完了
	19:30	チップソーB取り外し中、圧着端子が外れていることを発見



## 【参考10-3】解体作業の主な時系列 8/30-9/1

8月30日	6:33	解体装置吊り上げ開始
	7:05	筒身内部へ解体装置の挿入完了
	13:29	切断作業開始
	14:47	通信異常発生 (16:33復旧)
	18:20	切断作業再開
	23:30	電流値が上がり切断できないため切断方法検討の為、作業停止
8月31日	8:50頃	クレーン下部からの油滴下を発見
	10:18	縦切り箇所 (1箇所目/全4箇所) の切断開始
	10:40	通信異常発生 (11:40復旧)
	11:50	縦切り (1箇所目) を切断完了
	13:05	通信異常発生 (14:22復旧)
	16:38	縦切り (2箇所目) を切断完了
9月1日	5:40	搭乗設備吊り上げ開始
	6:54	主発電機への給油完了
	12:00	縦切り (4箇所目) を切断完了
	15:07	頂部ブロックの筒身切断完了
	16:10	解体装置、筒身の吊下し完了



## 【参考11】筒身切断時の断面検討

- 作業途中の一時的な状態の評価のため、建築基準法相当の風荷重に対して評価を行い、筒身断面の約70%切断時であっても、構造安全性に問題が無いことを確認している。
- なお、筒身は4つのチップソーで、10cm段違いになるように切断し（詳細次頁）、最後に縦方向に切断線とつなげて切り離すため、その直前までは自立可能な構造となっている。

### ◆ 算定式(建築基準法施行令第87条)

$$W = q \cdot Cf$$

$$q = 0.6 E V_0^2 \quad (E = E_{r2} Gf)$$

### ◆ 検討条件

- ✓ 基準風速  $V_0 = 30$  [m/s]  
(建築基準法で定められる福島県の基準風速)
- ✓ 地表面粗度区分：Ⅲ  
(建築基準法で地域ごとに規定)
- ✓ 排気筒約70%切断時断面積  $227.6$  [cm<sup>2</sup>]
- ✓ 風圧力は排気筒再頂部(地上120m地点)で評価
- ✓ 切断部材の高さは保守的に4.2m(実際は約2.5m)で評価

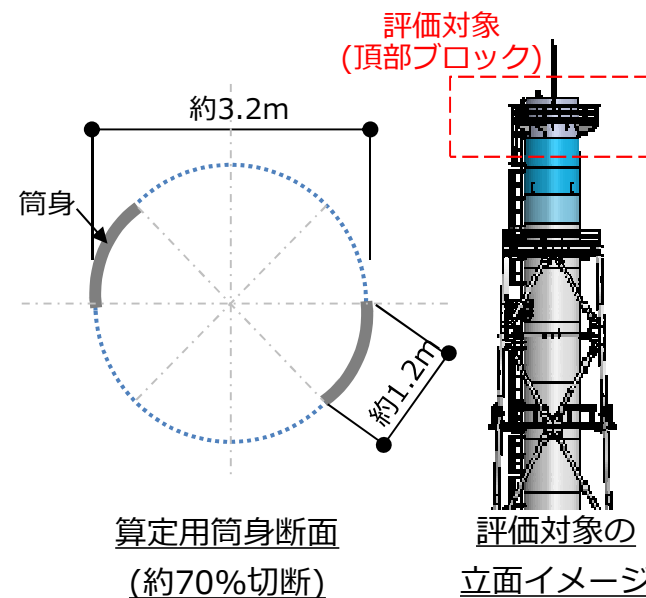
### ◆ 評価

- 排気筒切断面における風圧力による短期曲げ
  - ・せん断応力が許容応力内であること

### ◆ 評価結果

	最大発生応力	許容応力	判定
曲げ (短期)	7.8N/mm <sup>2</sup>	235N/mm <sup>2</sup>	OK
せん断 (短期)	1.2N/mm <sup>2</sup>	135N/mm <sup>2</sup>	OK

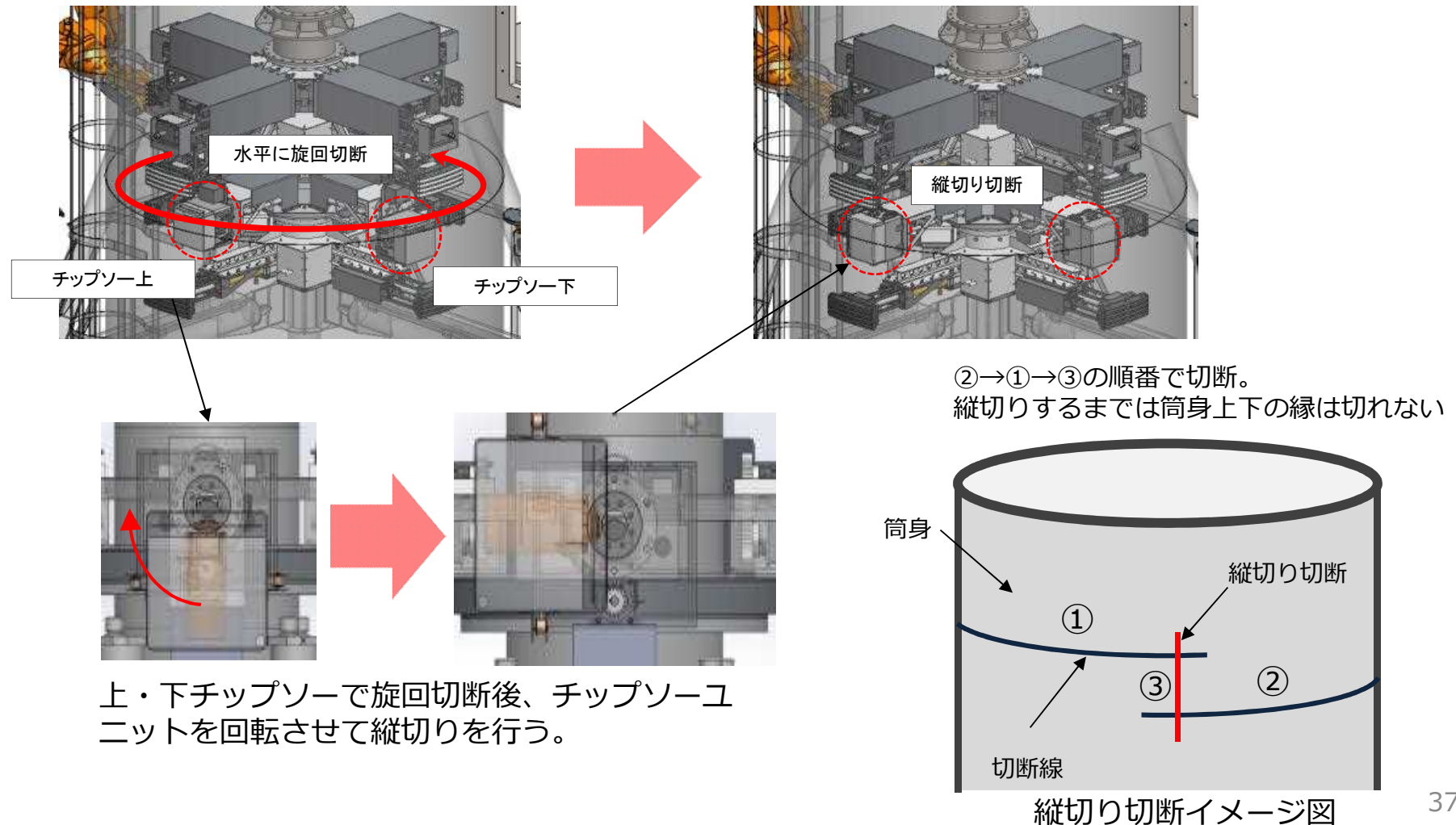
$W$  [N/m<sup>2</sup>] 風圧力  
 $q$  [N/m<sup>2</sup>] 速度圧  
 $Cf$  風力係数  
 $E_r$  平均風速の高さ方向分布係数  
 $Gf$  ガスト影響係数(平均風に対する瞬間最大風の応答比)  
 $V_0$  [m/s] 基準風速(地表における10分間平均風速)



※建設時工事認可図書より、静的地震力(震度0.3)よりも、風荷重が卓越することを確認している。

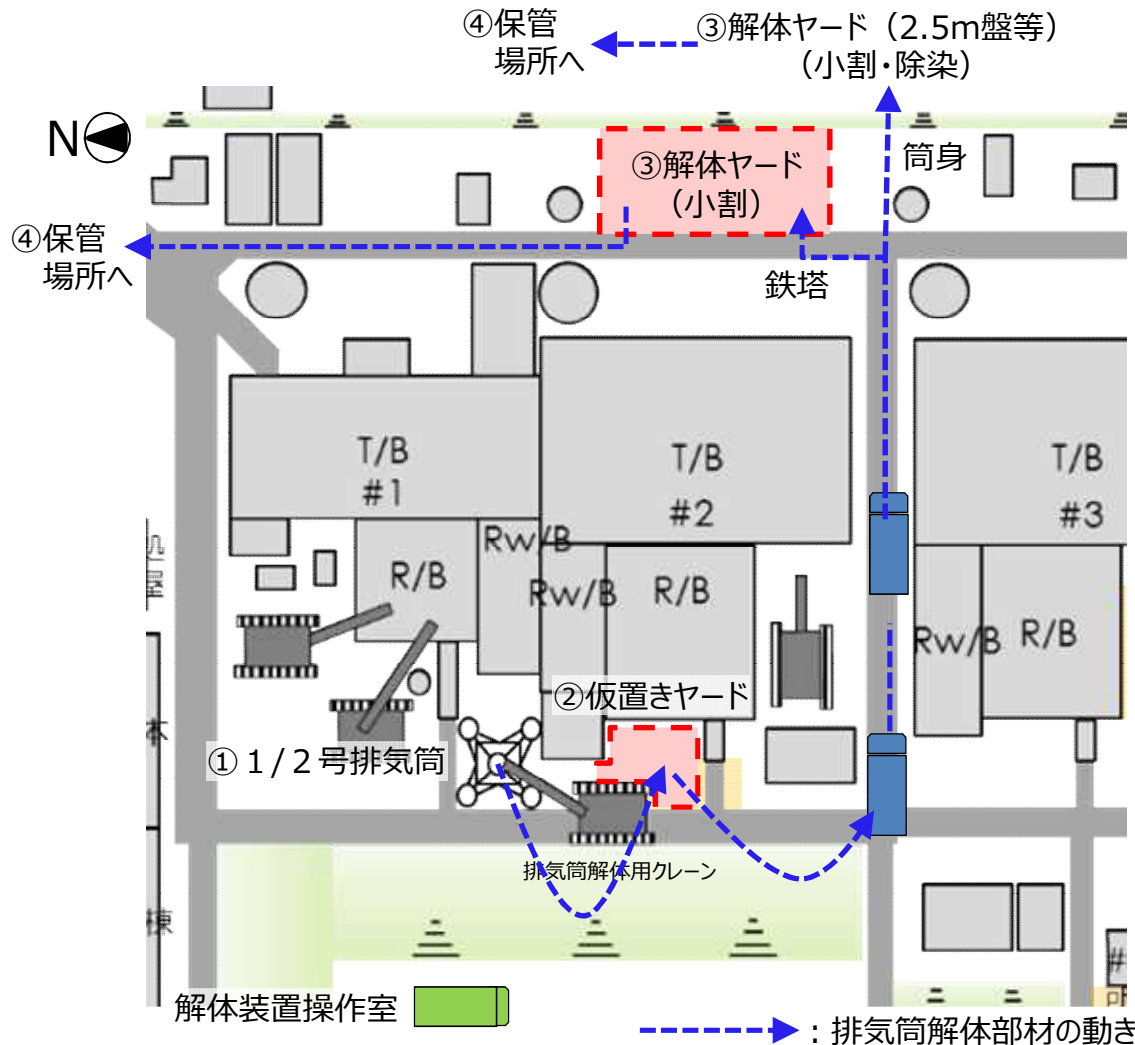
## 【参考12】筒身切断方法

- 筒身切断のチップソーユニットは、4方向に設置されているが作業状況監視の観点から対角線の2つのチップソーを使用し切断する計画
- チップソーユニットは、チップソーの刃の位置を上下にずらすことで縦切り完了まで筒身の自重が刃に掛けないことで噛み込み防止を図る



# 【参考13】全体作業フロー

- 1/2号機排気筒解体における解体から保管までのフローを以下に示す。排気筒はブロック単位で吊り降ろした後、小割解体や除染を適宜行い、線量区分に応じた場所へ保管する。



解体計画配置図

① 1/2号機排気筒  
排気筒をブロック単位で解体

② 仮置きヤード  
解体部材を仮置きし、トレーラーで運搬できる大きさに分割。仮置時に部材の線量測定を実施。

③ 解体ヤード※1  
構内保管できる大きさに小割り解体  
小割後に部材の線量測定を実施  
筒身は汚染状況に応じて適宜除染※2

④ 保管場所  
線量区分に応じた場所で保管

※1 現場状況に応じて解体ヤードは変更する可能性有り  
 ※2 汚染が低いことを確認しており、解体物を測定した上で構内既往技術から除染工法を選定し実施する

解体の流れ

# 【参考14-1】サブドレン208ピット稼働停止の影響評価（通常時）TEPCO

- これまでの凍土壁等の重層的な対策により、45基のサブドレンのうちの一部のサブドレンがメンテナンス等で一定期間停止し、稼働率が低下した場合においても、建屋周辺の地下水位を低位に維持できる状況。
- 過去のNo208の停止中においても、周辺サブドレン（No18,19）のくみ上げ量に大きな変化はなかったことから、建屋周辺の地下水位は維持されていたと推定。
- 以上より、No208が一定期間停止した場合でも、地下水位の上昇は抑制可能であり、建屋流入量にはほとんど影響しないと考えられる。

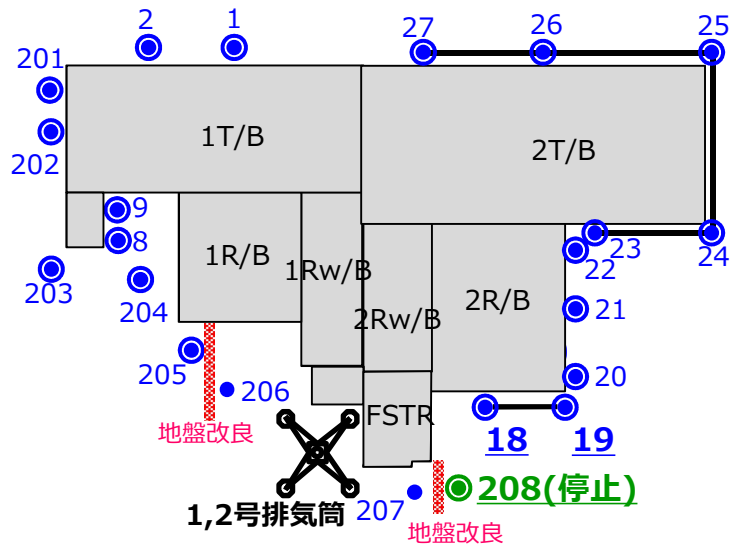
(参考)

- ・直近（4/9～5/12）のNo.208を停止した際のNo.18,19の水位を図1に示す。
- ・No.208の停止前後でNo.18,19のくみ上げ量（ポンプ起動回数）に変化はなく、No18,19周辺の地下水位は208停止後も維持できていると考えられる。

※No.208停止した場合に主に影響を受けるのは、周辺サブドレン(No.18,19)である。

※No.207は、排気筒周辺地盤改良により現在はNo.208の水位連動が小さくなっている。

※No.208の汲み上げ量は24h稼働した場合、推定20~30m<sup>3</sup>/日程度\*。（\*ピット内の水位変化・ポンプ稼働時間から概略評価）



サブドレン配置図

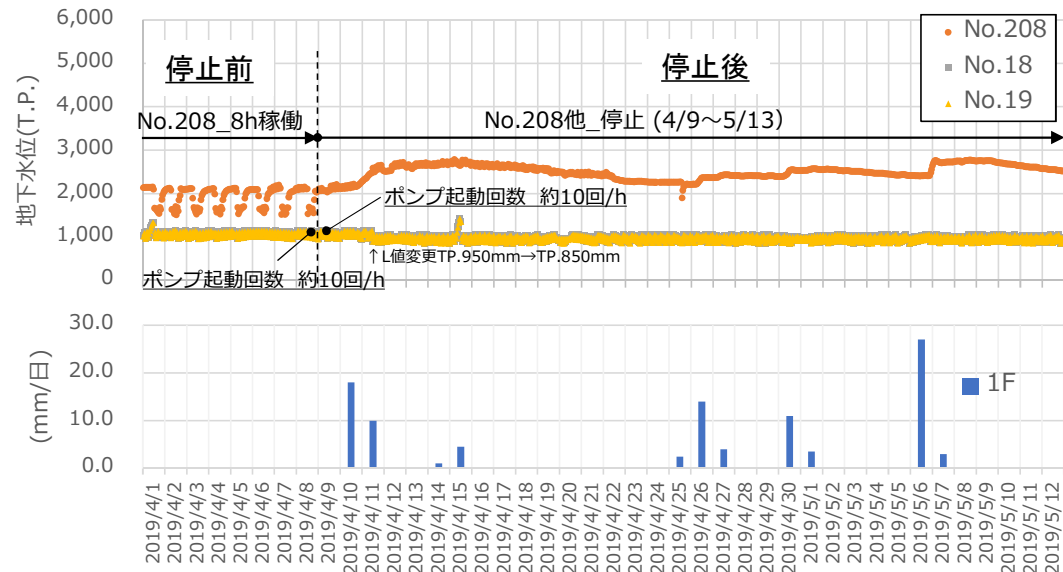
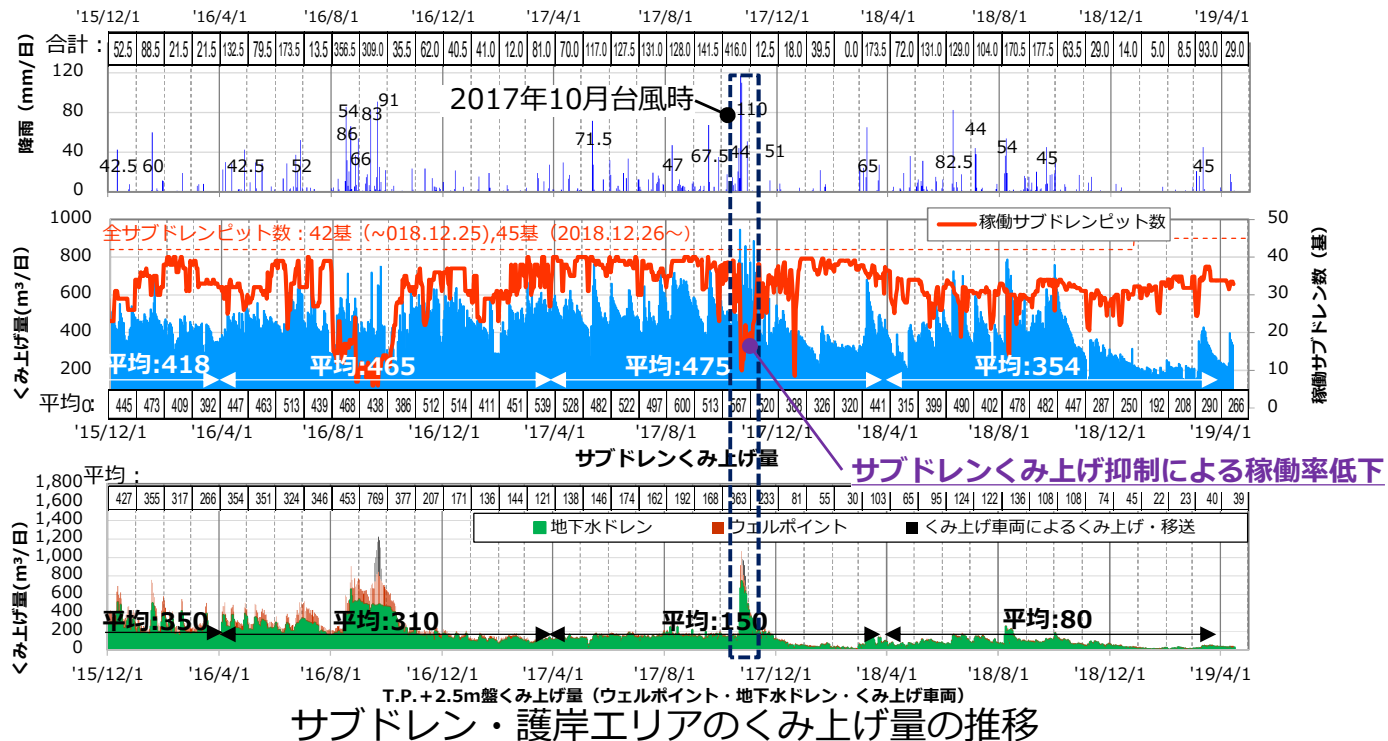


図1 No.208停止前後のNo.18,19稼働状況



# 【参考14-2】サブドレン208ピット稼働停止の影響評価（台風時）TEPCO

- 2017年10月台風時において、大雨の影響でサブドレンや地下水ドレンのくみ上げ量が増加し、くみ上げ量が処理能力を上回る見通しとなったため、護岸エリアのくみ上げを優先し、サブドレンの稼働を抑制（稼働ピット数 約12基※1/42基）した結果、全サブドレンの平均水位は約2.8m上昇※2し、地下水起因の建屋流入量も増加。 ※1\_2017年10月23日、24日の平均稼働数 ※2\_2017年10月21日と24日の日平均水位比較
- 一方、2018年3月にサブドレン設備の増強が完了し、900m<sup>3</sup>/日から1500m<sup>3</sup>/日に処理能力が向上していることから、現状では、サブドレンを稼働抑制することなく、最大限稼働することで地下水位の上昇を抑制することが可能となっている。
- このため、仮にNo208の停止中に、2017年10月台風と同程度の大雨があったとしても、当時よりも地下水起因の建屋流入量を抑制することが可能と考えられる。
- なお、豪雨時の汚染水発生量増加のリスクを低減する観点から、No208の停止期間を極力短くすることとし、早期の復旧を図る。



## 【参考15】 解体部材の線量測定状況（速報）

- 吊り下ろした解体部材について、2号機原子炉建屋西側で、解体部材内側の線量測定(東西南北の4方向)を行った結果、当該エリアの線量( $\gamma$ 線)と同等の約0.04mSv/hであった。
- なお、4月に測定した際の頂部ブロック内部の線量( $\gamma$ 線)は0.07~0.08mSv/hであった。



【写真⑨】 解体した部材