

# 福島第一原子力発電所 1/2号機排気筒解体工事の2ブロック目解体振り返りについて

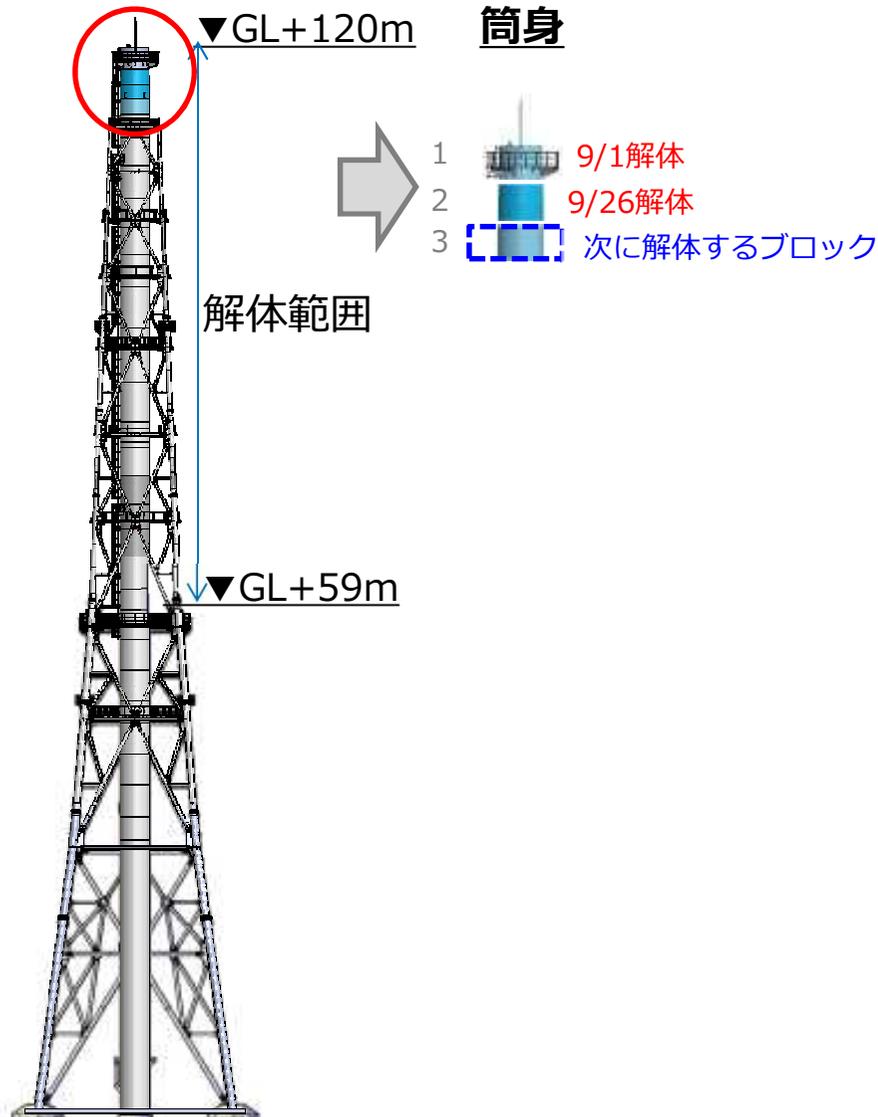
2019年10月4日

The logo for TEPCO (Tokai Electric Power Company) is displayed in red, bold, uppercase letters. It is positioned on the right side of the slide, above a horizontal red line that spans the width of the slide.

東京電力ホールディングス株式会社

# 1. 概要

- 9月18日から2ブロック目の切断開始。
- 台風対策の一時中断を経て9月26日切断完了。



- 切断作業中にチップソーの噛み込みが数回発生し、チップソーの交換が必要と判断した。(合計3回交換した。)
- 2ブロック目に要した時間は4日と8時間。(台風対策の期間は除く)
- 実切断時間の累計は約22時間。(当初計画は3～4時間)
- 使用した刃は13枚。(当初計画は4枚)
- 建設時の内部サポート溶接跡の変形箇所上部を切断
- 3ブロック目は変形箇所下部を切断するため同様の事象が発生する可能性がある。

## 2. 調査

- 今回は切断作業に時間を要した主要因は、『①チップソーの噛み込みが発生した』『②チップソーの交換頻度が高かった』こと。
- 今回の振り返りでは、上記2点について、現物調査・切断作業実績から原因分析を行い、『切り方の見直し』を中心に対策を行う。

### 現物調査

- チップソーの刃先の摩耗状況や擦過痕の確認
- 2ブロック目除却片下部の切断面の調査
- 筒身の物性確認（硬さ、厚さの確認）

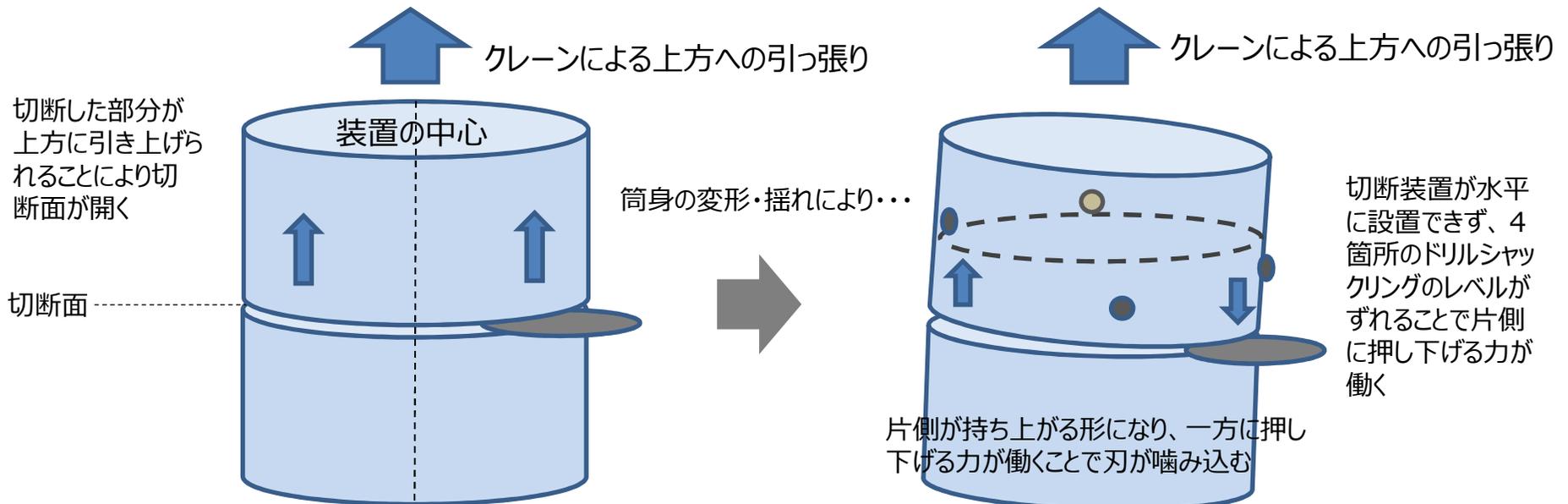
### 調査結果

- 現物調査から以下の4点を確認（推定）した。【参考1～3】参照
  - チップソーへの応力
    - ① 解体物の自重が切断面にかかりチップソーの刃が圧縮されている
    - ② 切断面が水平方向にずれて、チップソーに曲げ応力が発生している
    - ③ チップソーの刃先が筒身に斜めに入り、刃先が圧縮される可能性がある
  - チップソーの摩耗
    - ④ チップソーが耗したと判断したチップソーの刃の摩耗には偏りがある。（一部だけが局所的に摩耗していた。）

### 3. 原因①解体物の自重による刃の圧縮と対策

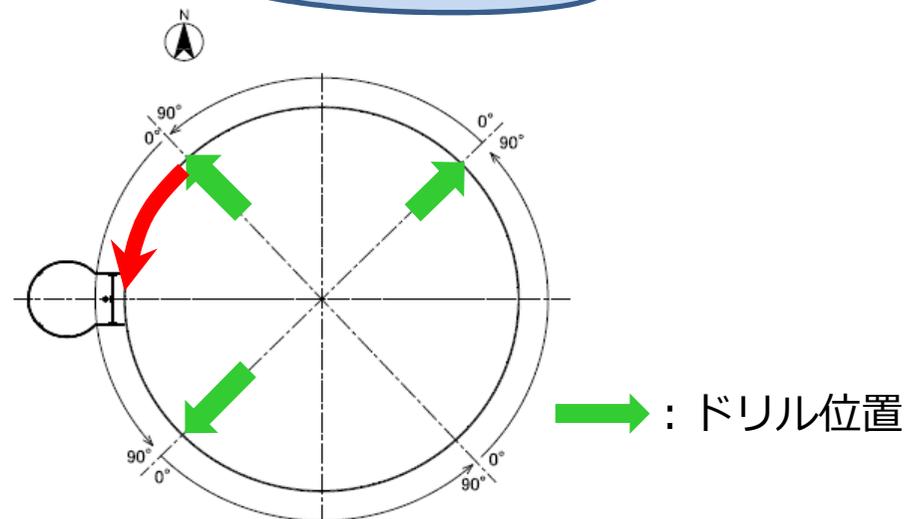
#### 【原因】

筒身の変形・揺れにより解体物の自重がチップソーに掛かり、刃が圧縮されている。



#### 【対策】

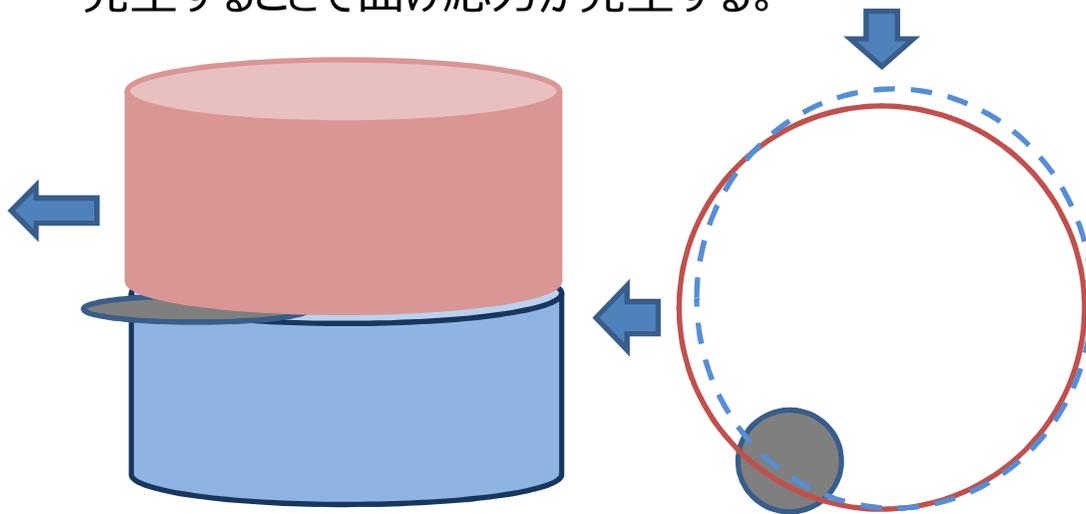
噛み込みが発生した場合、切断面が開きやすくなるよう、ドリルを3か所とする。



### 3. 原因②③チップソーへの曲げ応力・刃先の圧縮と対策 TEPCO

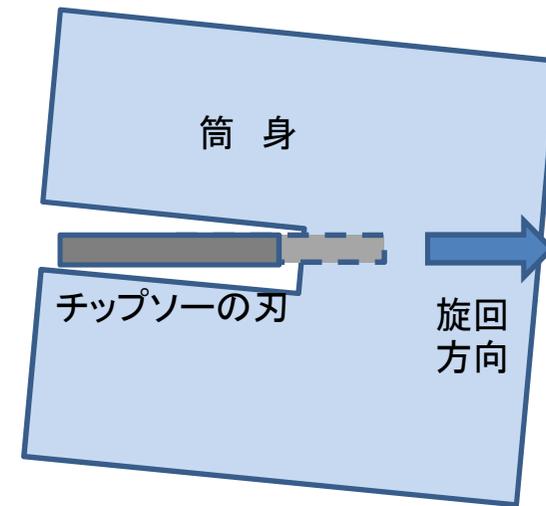
#### 【原因】

筒身の変形により筒身が切断されると、応力が開放され歪みが発生し、面外方向にズレが発生することで曲げ応力が発生する。



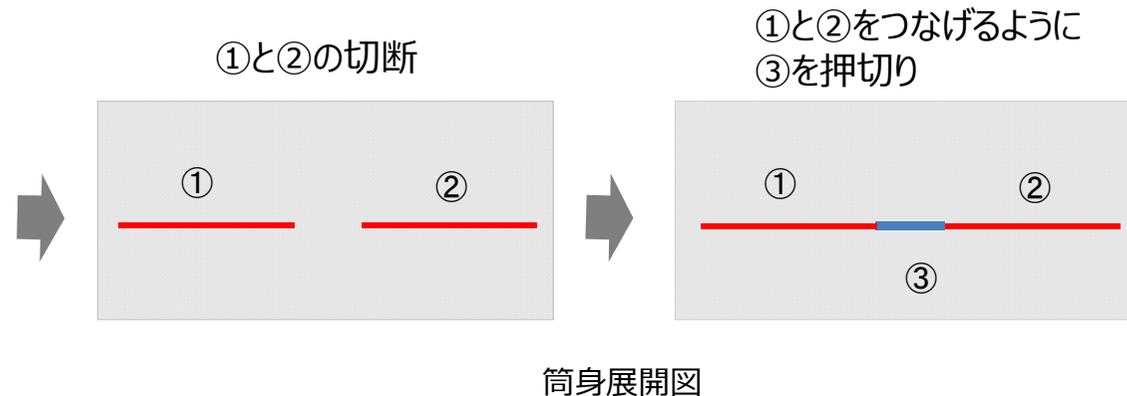
#### 【原因】

筒身の変形・揺れにより装置を筒身に対して水平に設置できないため、刃が斜めに入る。



#### 【対策】

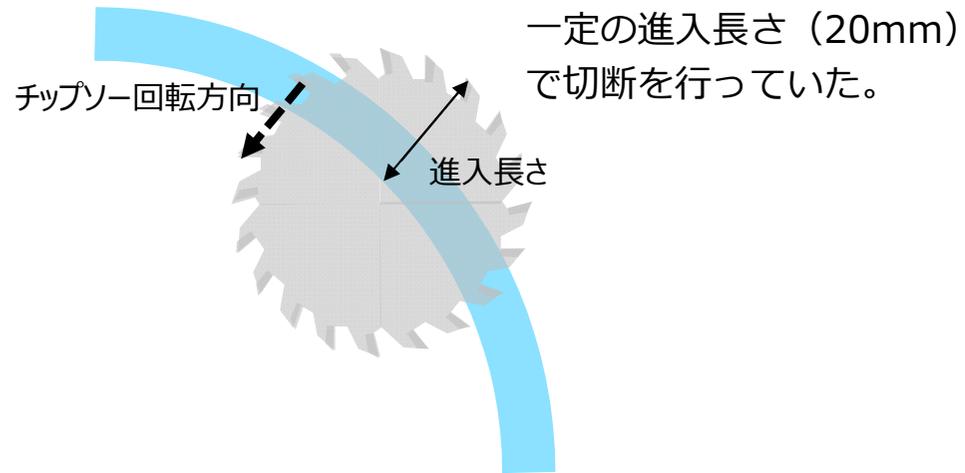
チップソーで筒身にミシン目（切取り線）をつくるように切断を行い、切断面からの応力の影響を軽減する切断方法を用いる。



### 3. 原因④ チップソーの摩耗の偏り

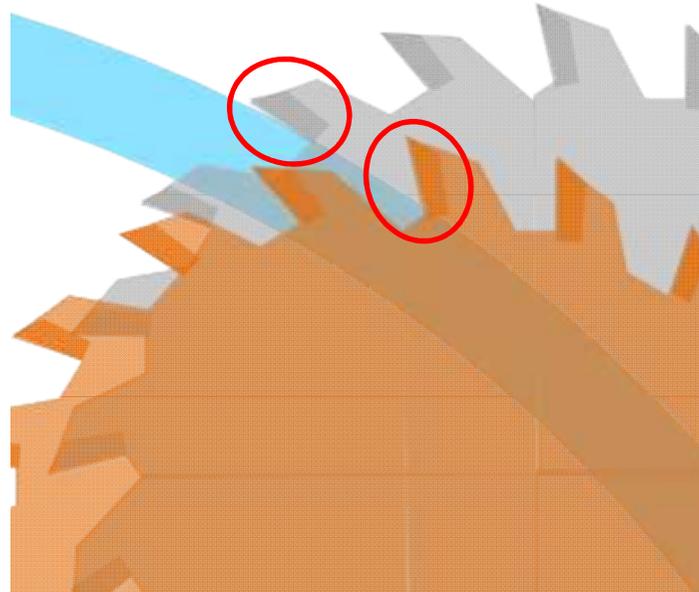
#### 【原因】

筒身に対してチップソーの進入長さを一定に保った状態で切断していたため、チップソーの刃の摩耗に偏りがあった。



#### 【対策】

刃の進入長さを変えながら切断を行う。  
⇒筒身と接触するチップの角度を変えることで刃を満遍なく使用する。



## 4. その他の改善（チップソー刃の変更・操作画面の共有）

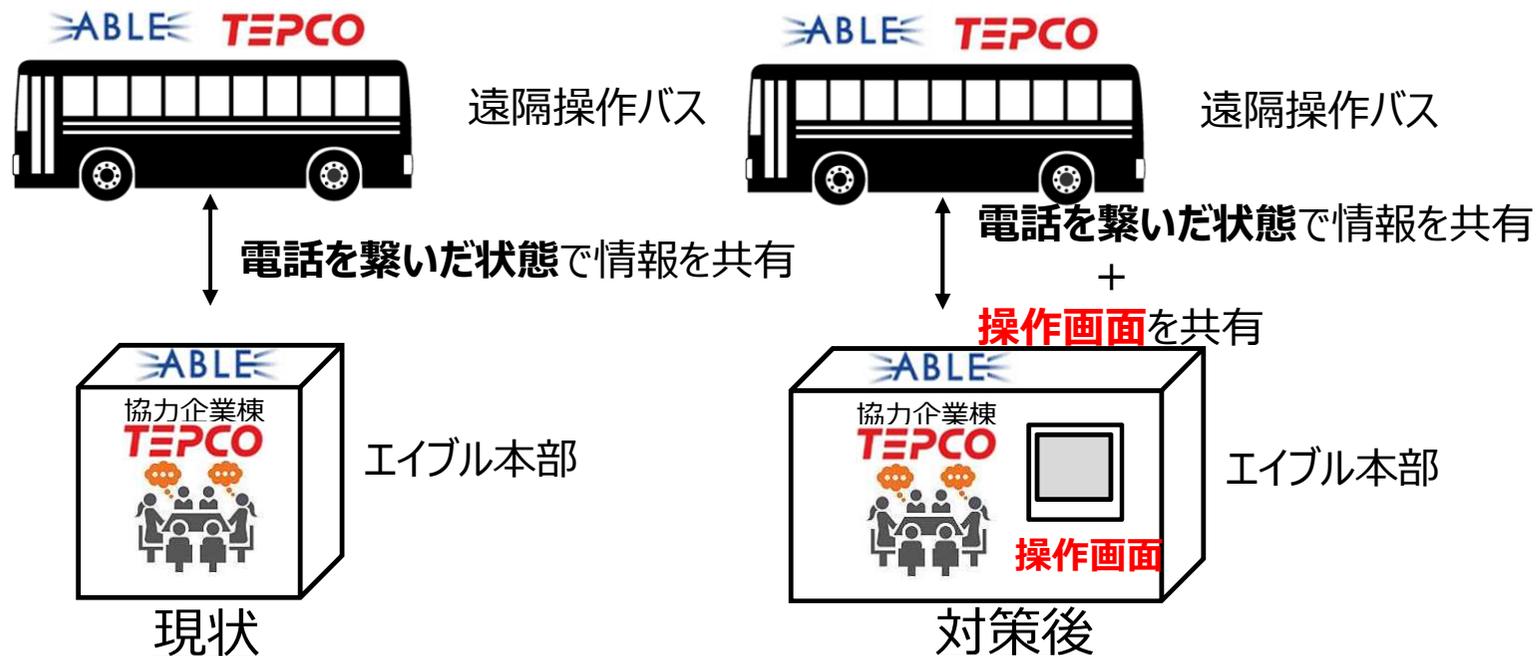
### ● チップソー刃の変更

- 新型の刃を試運用する。
- 約50%切断後に、解体装置を吊りおろし、新旧の刃の摩耗状態を確認する。（比較検証を行う）

### ● 操作画面の共有

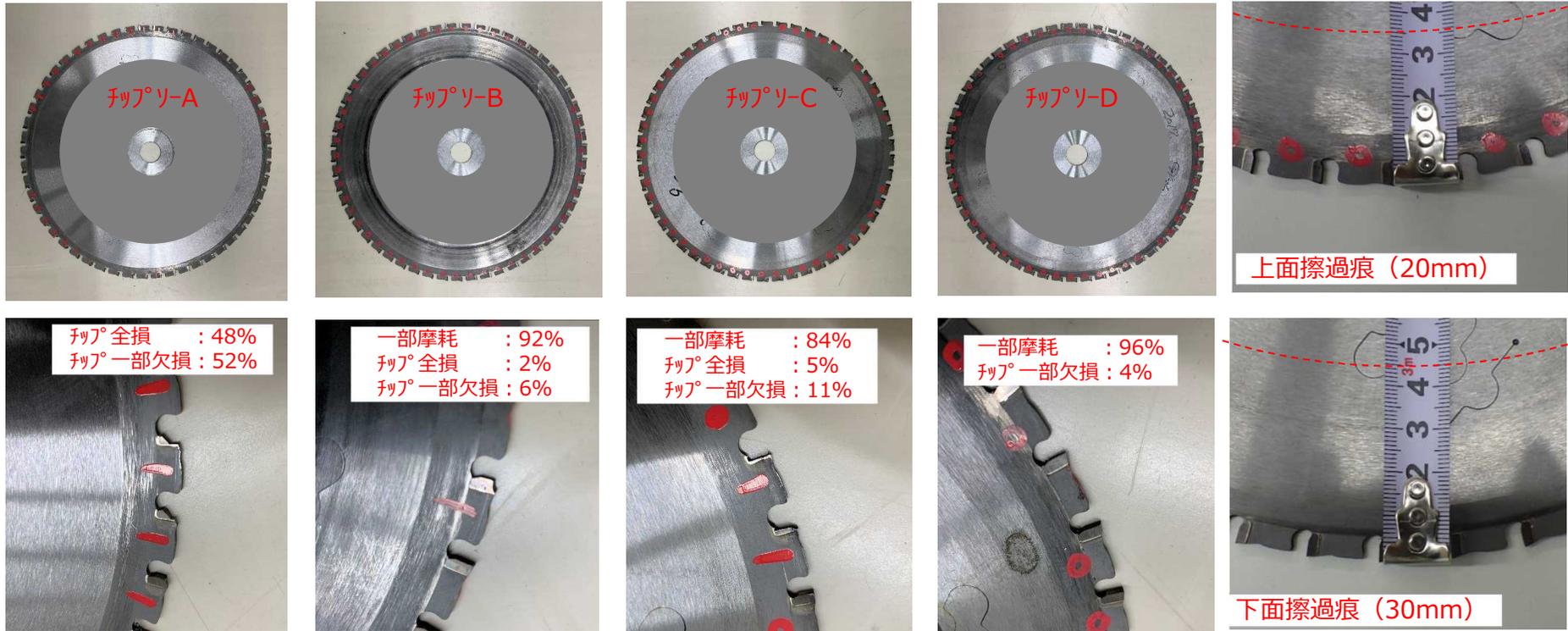
- 現状（8/31から実施）
  - ・ 遠隔操作バスと本部は常に電話を繋いだ状態にしてリアルタイムで状況の共有を行っている。
  - ・ 切断作業時は、東電側がエイブル本部に詰めることにより状況把握・協議・判断をエイブルと共にやっている。
- 対策（10月末完了予定）

**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 1】チップソー摩耗状況

■ 刃の当たり方を工夫した切断時は全てのチップが一様に摩耗していた。

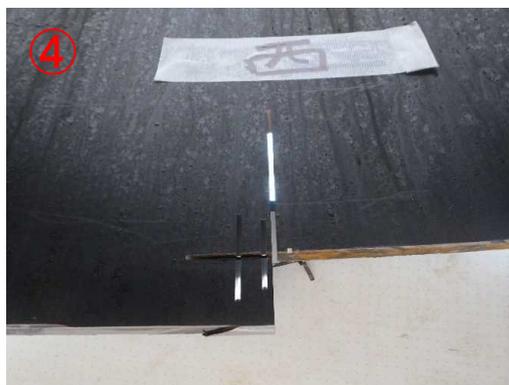
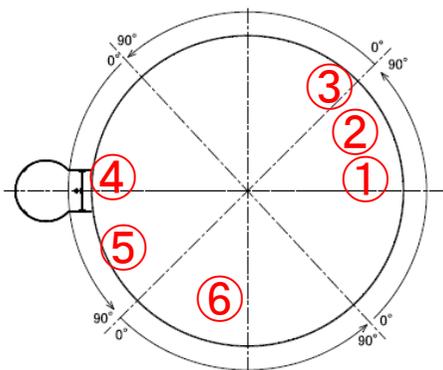


- : 一部摩耗                   ▷通常ではまだ切断できるレベル。
- | : チップ全損               ▷切断できない。
- 無印 : チップの一部欠損   ▷他の刃の摩耗と同レベルになるまで切断できない。

- チップソー両面に擦過痕がある。また、その擦過痕にずれがある。
  - ▶切断面により刃が圧縮されている。
  - ▶切断面が水平方向にずれている。

- 刃の摩耗状況に偏りがある。
  - ▶チップソーの刃が筒身に対して偏ったあたり方をしてしまう。
  - ▶チップの状態はまだまだ切断できる状態である。
  - ▶チップの同一箇所切断していたため、偏摩耗している。

## 【参考 2】筒身除却片切断面状況



- 切断面を確認した結果、連続した切断線に明確な傾斜は確認出来なかった。
- しかし、押し切りを繰り返し切断した箇所など、同一高さで連続的に切断面をつないだ箇所(写真①⑥など)は、装置設置高さを変えなくても段差が発生している。
- 刃を入れ直す都度、微細に切断高さが変わっていることから、刃が斜めに入っている可能性は高い。

## 【参考 3】筒身除却片の厚さ及び硬度

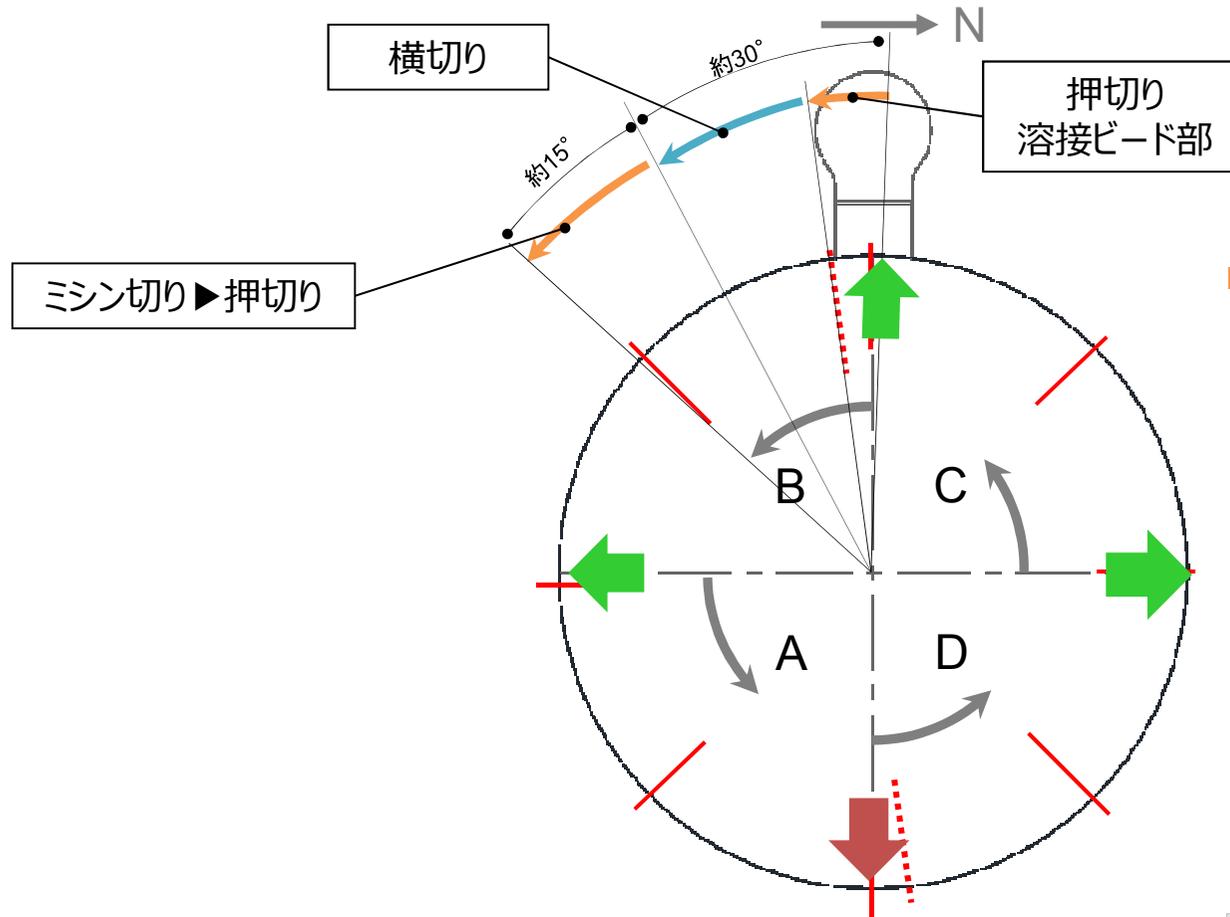
- 筒身の除却片の厚さ及び硬度を測定した結果、実証試験のものと比較して大きな差は無いことを確認した。

	今回除却片	実証試験
筒身の厚さ	約9.5mm（塗装有り）	約9.2mm（塗装有り）
筒身の硬度	約109HV	約125HV （一般的なSS400材の硬さ）

HV：ビッカース硬さ

# 【参考4】切り方の見直し

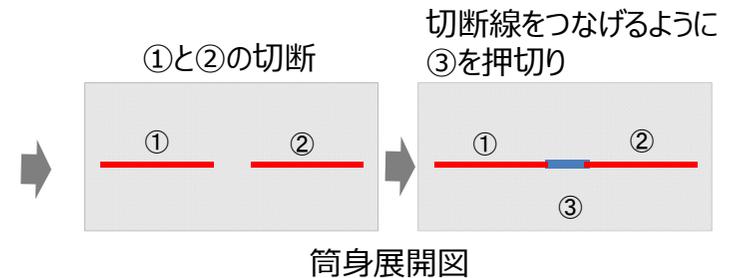
- 2ブロック目切断時の実績を基にテンションのかけ方、横切り・押切りの組み合わせ方を見直す。



- ドリルシャックリング・クランプ位置 ↑↑
- ・クレーンによるテンションの効果を上げるため、切断開始位置に、ドリルとクランプを設置。
- ・噛み込みが発生した場合、↑ のドリルシャックリングを外して切断面が、開きやすくなるよう、ドリルを3か所とする

- 縦切り
- マシン切り・押切り
- 横切り

■ マシン切りとは  
 ・チップソーで筒身にマシン目（切取り線）をつくるように切断を行い切断面からの応力の影響を軽減する。



## 【参考5】不具合対応の反映（一覧）

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。	回転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。
9	9/12	動作確認時の通信不具合	アンテナ水抜き穴から雨水が浸入して内部に溜まり、通信不具合が発生	水抜き穴に雨水侵入防止カバーを設置

## 【参考6】得られた知見の反映（一覧）

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
8	筒身切断	チップソーの摩耗が早い	チップソーの刃の摩耗には偏りが発生する。	横切りの際には、筒身への侵入長さを変えながら切り進める。（ノコギリ切り）

## 【参考6-2】得られた知見の反映（一覧）

番号	作業分類	事象	得られた知見	知見の反映内容
9	筒身切断	チップソーが噛み込んだ	実機の筒身では断面が拘束されていないため、切断が進むと水平方向にずれていく	クレーンテンションを掛ける際のドリル位置を、切断箇所に近くになるように見直す
10	筒身切断	チップソーが噛み込んだ	チップソーの刃先が真っ直ぐに入らないと水平切りを進めても詰まりやすくなる。	30度まで横切りを行った後、10度ずつ横切りを進め、チップソーが噛み込んだ場合は、押し切りとする

- **9月18日**から2ブロック目の付属物（電線管・梯子等）切断作業を開始。同日**15:45より筒身切断に移行した。**
- **9月19日**切断スピードが遅くなったため刃の摩耗と判断し08:03装置を吊り降ろし刃の交換及び給油を行う。同日**18:33より切断再開。**
- **9月20日14:49** 数度の通信障害が発生するも筒身の**50%切断が完了。** **台風対策**のため15:45装置吊り降ろし。作業は一時中断。
- **9月24日**より切断作業を再開するため早朝より装置を吊り上げるもカメラの不調や突風のため一旦装置を吊り下ろす。同日**12:56残りの50%の切断を開始。**
- 同日**15:25 全体の約70%切断**した状況で刃の摩耗が見られたので刃の交換と給油のため装置を吊り下ろす。
- 同日19:59 装置を再吊り上げし装置設置に向け数度トライするも夜間で筒身内の視界が不明瞭なため、装置設置を翌朝に持ち越すため22:11装置吊り降ろし開始。22:55装置吊り降ろし完了。
- **9月25日8:35** 再切断のため装置吊り上げ開始。**11:37切断開始。以降切断しづらい状況（刃の噛み込み）が発生。** また数度の通信障害が発生。
- **9月26日7:08 切断完了** 8:29装置着座