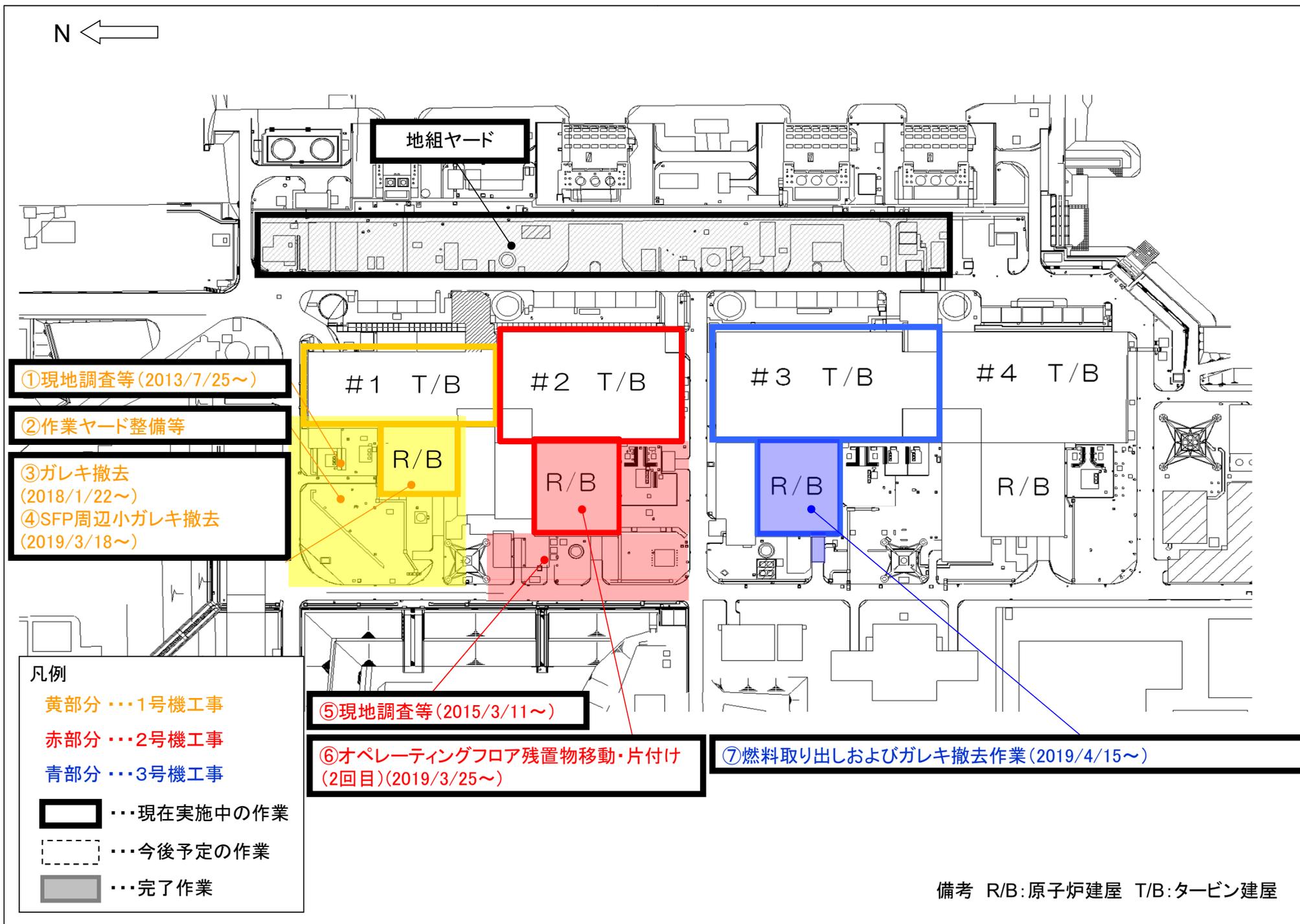


1, 2, 3号機 原子炉建屋上部瓦礫撤去工事 燃料取り出し用カバー工事 他 作業エリア配置図



1号機燃料取り出しプランの検討状況について

2019/12/19

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

1. 経緯

- 1号機は、2018年1月から原子炉建屋（以下、「R/B」）のオペレーティングフロア上部（以下、「オペフロ」）のガレキ撤去作業に着手。
- オペフロ北側及び中央の屋根スラブ撤去は概ね完了したが、オペフロ南側については屋根の崩落に伴い天井クレーン及び燃料取扱機が損傷して残置している状況であり、これまで南側の屋根ガレキや天井クレーン等の調査を進めてきた。

また、正規の位置からずれている原子炉ウェルプラグについても、プラグのずれ状況や汚染状況等について調査を進めてきた。
- 今後、オペフロ南側の崩落した屋根等の撤去作業を進めて行くためには、上記調査結果を踏まえ、ダスト飛散に留意したより慎重な作業が求められる。
- 以上から、燃料取り出しは、これまで検討してきた「ガレキ撤去完了後に燃料取り出し用カバーを設置する」プランと、ダスト飛散対策の信頼性向上等の観点から、「原子炉建屋を覆う大型カバーを設置し、カバー内でガレキ撤去を行う」プランの2案について検討を進めた。



崩落屋根下の既存設備の状況（イメージ図）



南側崩落屋根の状況

2. 検討プランの作業フロー

- 屋外でのガレキ撤去作業後に燃料取り出し用カバーを設置して、燃料取り出しを行う現計画(プランA)と、ダスト飛散対策の信頼性向上等の観点から、先行して大型カバーを設置する計画(プランB)を検討した。



※上記フローは、プランA/Bともに現在実施中のガレキ落下対策以降の作業を示す。

2. 検討プランの概要

■ プランA, Bの概要は以下の通り。

	プランA	プランB
架構イメージ	<p>雨養生カバー 燃料取り出し用カバー 燃料取扱機 クレーン</p>	<p>ガレキ撤去用天井クレーン 大型カバー 燃料取扱機 クレーン</p>
概要	<ul style="list-style-type: none"> ガレキ撤去後，除染・遮へいを行い，燃料取出し用カバー，燃料取扱設備を設置し，燃料取り出しを行う 	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉建屋を覆う大型カバーを先行設置し，カバー内の天井クレーンを用いてガレキを撤去 除染・遮へい後，燃料取扱設備を設置し，燃料取り出しを行う
架構規模	<ul style="list-style-type: none"> 鉄骨：約4,000t 	<ul style="list-style-type: none"> 鉄骨：約4,100t ガレキ撤去用天井クレーン：約360t
架構寸法	約45m(南北)×約50m(東西)×約55m(GL高さ)	約65m(南北)×約50m(東西)×約65m(GL高さ)
燃取設備	燃料取扱機：門型クレーン式 クレーン：門型クレーン式	同左
燃料取り出し	構内用輸送容器 (3号機用：7体キャスク)	同左

- プラン検討にあたっては、以下の項目を中心に総合的に評価する。

1. ダスト飛散対策

- ✓ ガレキ撤去に伴うダスト飛散対策の信頼性が高い工法であること。

2. 作業員被ばく

- ✓ 作業員被ばくが少ない工法であること。

3. 雨水対策

- ✓ 建屋滞留水の流入抑制の観点で、建屋に流入する雨水が低減できる工法であること。

4. R/B周辺工事との干渉

- ✓ R/B周辺工事等の他の廃炉作業への工事影響が少ない工法であること。

3-1. 評価結果

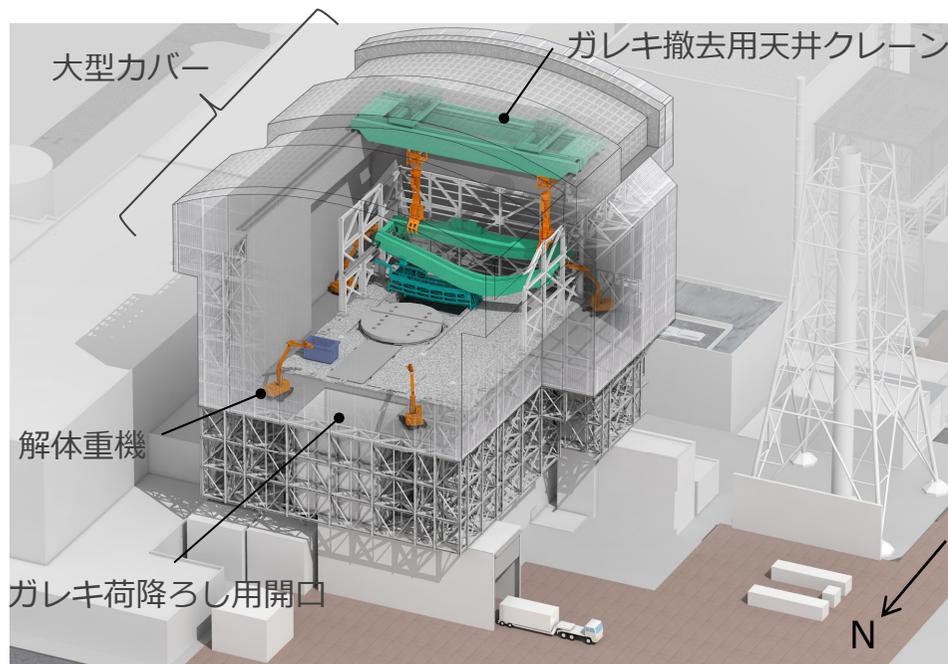
- 大型カバーを先行設置し、カバー内でガレキ撤去を行うプランBの方が、オペフロ作業中のダスト対策の信頼性や雨水の建屋流入抑制の観点で優位性があると判断。

プラン名		プランA	プランB
架構イメージ			
評価	ダスト飛散	○ ・飛散防止剤の散布やダスト飛散の少ない工法を採用し、管理を実施	◎ ・カバー内でのガレキ撤去作業により、ダスト飛散対策の信頼性を向上
	作業員被ばく	○ ・カバー施工時はオペフロガレキ撤去後の状態で実施。燃取り完了までの被ばく想定(約20Sv・人)	△ ・カバー施工時はオペフロガレキがある状態で実施。燃取り完了までの被ばく想定(約24Sv・人) ・今後の詳細検討のなかで、遠隔施工や省人化、遮へい等により可能な限り被ばく低減を図る。
	雨水対策※1	△ ・カバー設置時期はガレキ撤去後となる	○ ・カバーの先行設置により雨水流入を早期に抑制
	R/B周辺工事との干渉	○ ・カバー施工時の地組ヤードやカバー部材の通行ルートの確保が必要(プランA,B共通)	○ ・カバー設置時に南側既設設備等の撤去作業と干渉するが、南面施工時期を調整し対応予定
	工事期間	△ ・作業手順の組み替えのためプランBに対して大差はないと判断。但し、ガレキ撤去期間は屋外作業のためプランBより長くなると想定。	△ ・作業手順の組み替えのためプランAに対して大差はないと判断。但し、カバー施工期間は架構規模が大きいためプランAより長くなると想定。
	燃料取り出し作業期間	○ ・プランA,Bで燃料取扱設備(燃料取扱機、クレーン)及び構内輸送容器は同じため、同等と想定	○ ・プランA,Bで燃料取扱設備(燃料取扱機、クレーン)及び構内輸送容器は同じため、同等と想定

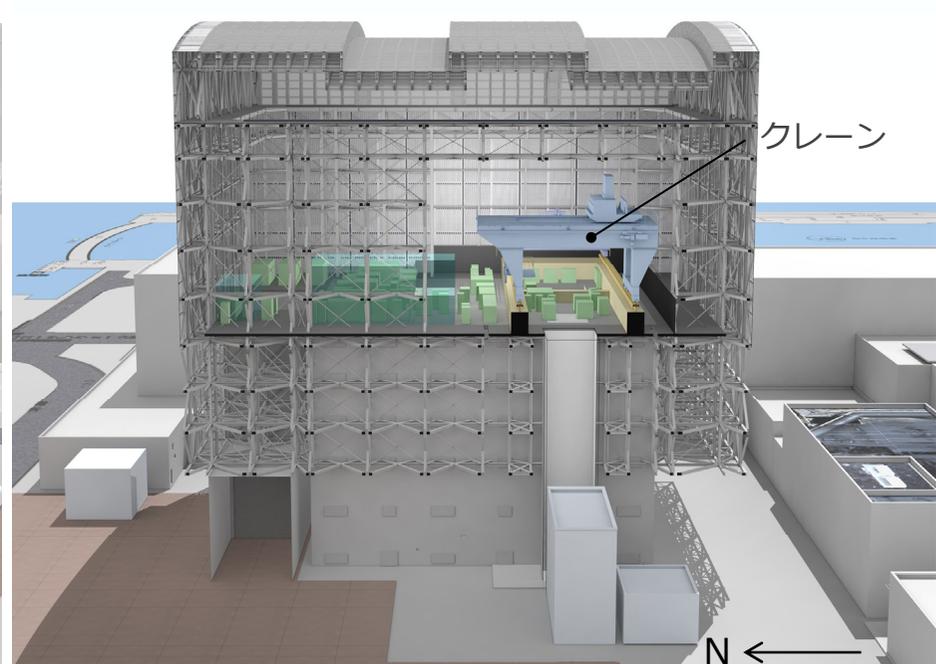
※1 建屋への雨水流入量は、R/B屋根面積と年間降雨量平年値より、1.8km³/年程度と試算

4. プランBの概要

- オペフロ全体を大型カバーで覆い、カバー内のガレキ撤去用天井クレーンや解体重機にてガレキ撤去を行う。
- ガレキ撤去後、オペフロの除染・遮へいを行い、燃料取扱設備(燃料取扱機, クレーン)を設置する。



ガレキ撤去時のイメージ図



燃料取り出し時のイメージ図※

※パース作成上、図示されていない設備有り(ガレキ撤去用天井クレーン, 燃料取扱機等)

5. まとめ

- 1号機燃料取り出しプランについて工法の見直しも含め検討を進めた結果、オペフロ作業中のダスト対策の更なる信頼性向上や雨水の建屋流入抑制の観点から、「原子炉建屋を覆う大型カバーを設置し、カバー内でガレキ撤去を行う」案(プランB)を選択する。
- 今後、今回選択した燃料取り出しプランの詳細設計並びに燃料取り出し工程の精査を進める。

2019年12月19日

原子力損害賠償・廃炉等支援機構

福島第一1号機燃料取り出し工法(プラン)の選定に関する評価

原子力損害賠償・廃炉等支援機構(以下、NDF)は、東京電力HD(以下、東京電力)が題記のプラン選定の検討を進めるにあたり、技術検討並びに評価の適切性、特に安全を基本とした技術評価の実施状況の観点、並びに「廃炉等積立金の取戻しに関する計画」(以下、「取り戻し計画」)に基づいて、管理・監督してきた。

本書は、下記の図書に記載された東京電力のプラン選定に関するNDFの評価結果を示すものである。

・1号機燃料取り出しプランの検討状況について 2019年12月19日 東京電力

1. これまでの経緯

1号機の使用済燃料プール内の燃料(以下、プール燃料)について、「福島第一原子力発電所の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ(平成29年9月26日 廃炉・汚染水対策関係閣僚等会議)」(以下、RM)では、オペレーティングフロア(以下、オペフロ)上部の状況等を踏まえて、必要に応じてオペフロのガレキ状況や使用済燃料プールの調査を実施し、継続的に作業計画・工程を見直しながらガレキ撤去を進め、その後、燃料取り出し用カバーや燃料取扱設備を設置し、取り出しを実施することとしている。

東京電力では、現在、RMの手順に従い慎重にオペフロ上のガレキ撤去を進めている。また、上記の手順に加えて、ガレキ撤去中のダスト飛散対策の信頼性向上等の観点から、2019年10月以降、プール燃料取り出し工法の見直しを含めた検討も進めている。

2. 東京電力より提示された計画案

(1) 計画案の概要

計画案の概要を図-1に示す。

東京電力は、オペフロ上のガレキを撤去した後に除染・遮へいを行い、燃料取り出し用カバーや燃料取扱設備(燃料取扱機及びクレーン)を設置する工法(プランAと称している)と、大型カバーを先行設置し、その中でオペフロ上のガレキ撤去を行う工法(プランBと称している)の2案を検討している。両案において、燃料取り出し用カバーも大型カバーも、原子炉建屋(以下、R/B)オペフロ上に設置する。

プラン A はRMの手順に対応する。プラン B は 2019 年 10 月に新たに見直し案として追加されたもので、ガレキ撤去は主に大型カバー内に設置する天井クレーンを用いて行い、プール燃料取り出しは除染・遮へい後に大型カバー内に燃料取扱設備を設置して行う。

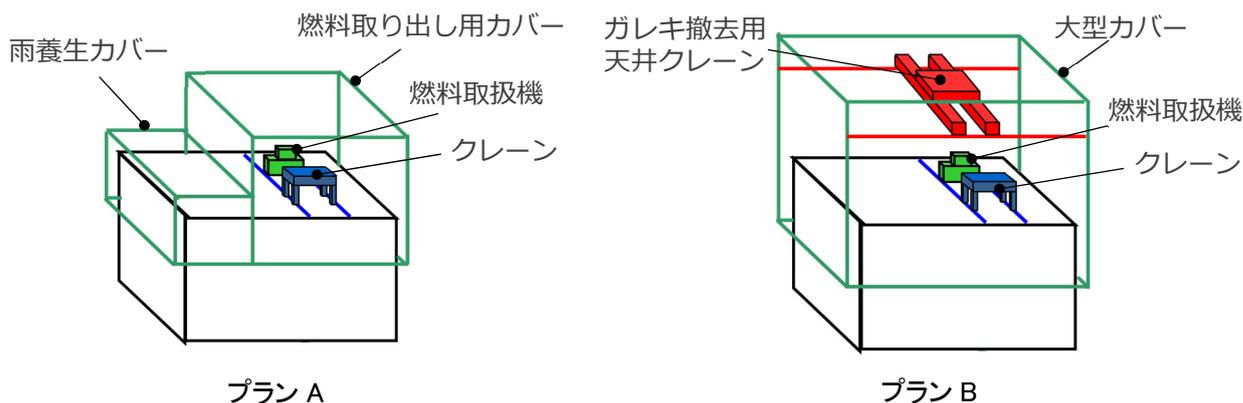


図-1 計画案の概要

(2) プラン A、プラン B の選択について

プラン A とプラン B について、以下の 4 点の項目(下線で示す)を中心に燃料取り出し作業期間等も含め総合的に評価している。

- ・ダスト飛散対策 :ダスト飛散対策の信頼性を評価
- ・作業員被ばく :作業員被ばくを定量的に評価
- ・雨水対策 :建屋に流入する雨水を定性的に評価
- ・R/B 周辺工事との干渉 :他の廃炉作業への工事影響を定性的に評価
- ・工事期間 :工事期間を定性的に評価
- ・燃料取り出し作業期間 :作業期間を定性的に評価

その結果、ダスト飛散対策の更なる信頼性向上、雨水の建屋流入抑制の観点から、プラン B を選択するとしている。

3. NDF としての評価

(1) 評価の進め方

東京電力の評価に対して、NDFは「福島第一原子力発電所の廃炉のための技術戦略プラン 2019(2019年9月9日 NDF)」で示すリスク低減の5つの基本的考え方に基づいて以下の観点から評価を行う。

- ・安全性 : 作業員被ばく、プール燃料リスクの早期低減、ダスト放出の影響
- ・確実性 : 取り出し工法に対する信頼性の高さ
- ・合理性 : 廃棄物発生量、作業員数、費用、燃料デブリ取り出しへの移行性
- ・迅速性 : プール燃料や燃料デブリの取り出し時期
- ・現場適用性 : 現場の狭隘さへの対応、作業環境線量

なお、プロジェクトを進めるに際しては、作業に伴う安全性の評価を尽くし、必要十分な安全の確保を確認したうえで、技術的な確実性、合理性、作業工程に関わる迅速性、現場適用性、プロジェクト上のリスク等を総合的に考慮して、課題への対応を行うことが基本である。

東京電力の評価項目のうち、「ダスト飛散対策と作業員被ばく」は「安全性」、「雨水対策」は「合理性」、「R/B 周辺工事との干渉」は「現場適用性」、「工事期間と燃料取り出し作業期間」は「迅速性」にそれぞれ対応している。

(2) プラン A、プラン B の選択について

1) 安全性・迅速性

オペフロのガレキについては、これまで慎重に北側から撤去作業を進めており、現在、面積的には、オペフロ全域の半分程度の範囲で撤去が概ね完了している。しかしながら、今後ガレキ撤去が必要な南側には、崩落した屋根が天井クレーンと燃料取扱機に覆いかぶさった状態になっており、今後、ガレキ撤去作業の難易度が増すことが予想される。これに関し、プラン A はガレキ撤去が屋外での作業となるため、ダスト放出の影響を緩和するためには、従来にも増して、より慎重に作業を行うことが必要である。一方、プラン B は残りの難しいガレキ撤去をカバー内で行うことから、ダスト飛散対策は強化され、ダスト放出の影響についてはプラン B が優位である。

カバー設置に要する期間は、カバーが大型化するプラン B の方が長く、オペフロ上のガレキ撤去に要する期間は、屋外での作業のため、より慎重な作業となるプラン A の方が長くなる。

燃料取り出し作業期間については、プラン A 及びプラン B で使用する燃料取扱設備及び構内輸送容器が同じたため、その差はない。

また、プラン A はオペフロのガレキ撤去後にカバーの設置を行うのに対し、プラ

ンBはオペフロにガレキがある状態でカバーの設置を行う。このことから、作業員被ばくについては、プランBが不利となる。

2) 確実性

プランBは、ガレキ撤去に大型の天井クレーンを主体的に用いることから、これまでのクローラークレーンを主体とした作業とは異なり、ガレキ撤去に当たっては、慎重な対応が必要である。プランAは、屋外でのガレキ撤去となることから、その作業におけるダスト飛散対策に慎重な対応が必要である。いずれの課題も今後の詳細計画を具体化する中で対応可能である。

なお、燃料取り出し作業は、いずれのプランも門型クレーン式燃料取扱機(燃料取扱用)と門型クレーン(輸送容器取扱用)を用いる同様な計画であり、確実性に差はない。

3) 合理性

カバーが大型化するプランBは、ガレキ撤去用クレーンも含め鉄骨物量が多くなるため廃棄物発生量が多くなる。

工程に関しては、まだ詳細設計中であり精査されていないことから、定量的な比較は難しい。定性的には、工事期間については、ガレキ撤去期間はプランBが優位、カバー設置期間はプランAが優位となる。また、燃料取り出し作業期間については差がない。工事期間、燃料取り出し作業期間の作業員数と費用についても、それぞれ、定性的には工程と同様な傾向と考える。

雨水対策については、カバーの設置完了が早いプランBが、早期に雨水流入の抑制を図ることができるため優位である。

4) 現場適用性

カバー設置以降については、プランA及びプランBのどちらのプランもカバーが地盤面から立ち上がる構造ではないことから、他作業との調整は対応可能である。

カバー施工時については、プランA及びプランBともに、R/B周辺にクレーンの占有エリアが必要となるほか、地組ヤードやカバー部材の通行ルートの確保が必要である。このほか、プランBはカバー施工時期が早いことから、R/B南側の既設設備等の撤去作業と調整が必要となるが、これらは今後の調整の中で対応可能である。

プランAは、燃料取り出し用カバーの北側架構がウェルプラグと干渉する位置に設置される可能性があり、プランBに比べ、燃料デブリ取り出しに向けた取り組みに制約を与える懸念がある。

5) 総合評価

以上の検討から、プランAは作業員被ばく及び廃棄物発生量の観点で優位で

あるが、地元住民の帰還が進む中、ダスト飛散対策の信頼性が高いことを重視し、プラン B を選択することは妥当と考える。

4. 留意すべき事項

今後の取り組みに関して留意すべき事項を示す。

(1) 安全評価を基本としたプロジェクト推進について

3. (1)で述べたとおり、本件においても、引き続き、「安全性の評価を尽くし、安全の確保を確認したうえで、課題への対応を行う」という観点から、ウェルプラグの処置や天井クレーン・燃料取扱機の撤去、破損燃料の取扱い等の対策立案に際し、放射性ダスト飛散や重量物落下等に関わる安全性を十分確認したうえで、迅速かつ確実に合理的な計画となるよう必要な検討を行うことを求める。

(2) 天井クレーン・燃料取扱機の撤去について

オペフロ上には、崩落した屋根がガレキとして堆積し、天井クレーンや燃料取扱機が変形・破損した状態で使用済燃料プールに覆いかぶさった状態になっている。このような状態を踏まえ、天井クレーン及び燃料取扱機の撤去については、特に、それらの切断の是非、切断方法、揚重方法、作業手順などに関し、安全性を十分に確認したうえで、入念な計画を立てて実施していくことを求める。

(3) 作業員被ばくの低減に向けて

プラン B はプラン A に比べ、作業員被ばくが多い。個人被ばくの線量限度を守ることは当然として、総被ばく線量の低減に努めるべきである。そのためには、除染、遮へいを徹底するほか、被ばく低減に資する作業手順や動線などの作業計画を入念に立て、計画どおりに実施することが重要である。

(4) プール燃料取り出し工程について

プラン B は、カバーが大型化することにより、リスク源となるプール燃料の取り出し開始までに要する期間が長くなる懸念がある。このため、その期間におけるプール燃料の管理を万全に行う必要がある。また、プラン B は、天井クレーンや燃料取扱機の撤去の時期が遅くなる。このため、その期間における天井クレーンや燃料取扱機の崩落などがないように万全な対策をとる必要がある。

(5) 品質確保について

今後新設する大型カバー、ガレキ撤去用天井クレーン、燃料取扱設備などの調達に際しては、設計管理、工程管理、機能確認について、3号機の経験を踏まえ万

全を尽くすことが重要である。また、これらの新設する設備の運転操作を確実にを行うために、マニュアルの作成、訓練の実施、設備の点検についても万全な計画を立て、確実に実施することが重要である。

(6) 合理的な資金計画の作成について

NDF と東京電力が共同で廃炉等積立金の「取戻し計画」を作成するにあたり、合理的な資金計画とすることが重要である。本件についても、今後、プール燃料取り出し計画の具体化を進める中で、安全確保を前提に、無駄を省き、費用の合理化を図る必要がある。

5. まとめ

1号機のプール燃料取り出し工法の選定に関して、東京電力の判断に対し、NDFの評価を示した。また、今後の取り組みに関して留意すべき事項を示した。

ダスト飛散対策の信頼性が高いことを重視し、必要十分な安全の確保を前提に、プランBを選択することは妥当と考える。

今後は、安全で着実な燃料取り出しの進捗に向け、留意すべき事項への対応を含め、幅広い取り組みを確実に進めることが重要である。特に、1号機特有の技術課題として、ウェルプラグの処置や天井クレーン・燃料取扱機の撤去、破損燃料の取扱いがあげられる。これらへの対策立案に際し、安全性を十分確認したうえで、迅速かつ確実に合理的な計画となるよう必要な検討を行うことを求める。

以上

3号機燃料取扱設備の状況について

2019年12月19日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

1. 燃料取扱設備の状況について

- 燃料取り出し再開に向けた準備作業を実施中に以下の2事象を確認した。
- 当該2事象について、対策及び動作確認が完了した。

➤ 10月15日 燃料取扱機マニピュレータ（左腕）動作不良【参考1：P4】

【原因】 関節制御用駆動装置内部のシート部から僅かに圧力（作動用流体）が低圧側にリークしたことによる持ち上げ力の低下。なお、制御系は異常の無いことを確認済み。

【対策】

- ✓ マニピュレータの予備品は納入済。
- ✓ マニピュレータは、当該関節の固定を解除しない運用で作業（ガレキ撤去作業及び燃料取り出し作業※1）が安全に実施出来ることを確認したため、継続使用。
※1：輸送容器の密封確認作業、燃料取扱時の監視
- ✓ マニピュレータで実施していたフランジプロテクタ設置作業は、燃料取扱機補助ホイストを使用して設置する運用とする。燃料取扱機補助ホイストの吊り具（フック）は、外れ止め機構を有することから、設置作業時における落下リスクが低減され安全に設置出来ることを確認済。

➤ 10月18日 燃料取扱機マストワイヤロープの潰れ【参考2：P5】

【原因】 マストの過剰な巻下げによりワイヤロープが緩み、その状態で巻き上げ操作を行った。このため、乱巻が発生し、乱巻き防止ローラーの支柱にワイヤロープが挟まった。

【対策】

- ✓ ワイヤロープの交換が完了し、動作確認を実施済。
- ✓ マスト無負荷時において、過剰な巻き下げによりワイヤーの緩みが発生しないようインターロック（動作停止）を設定済。
- ✓ インターロックが作動した際の確認ポイント及び復旧方法を手順書に反映済。

2. 燃料取扱設備の最終確認状況について

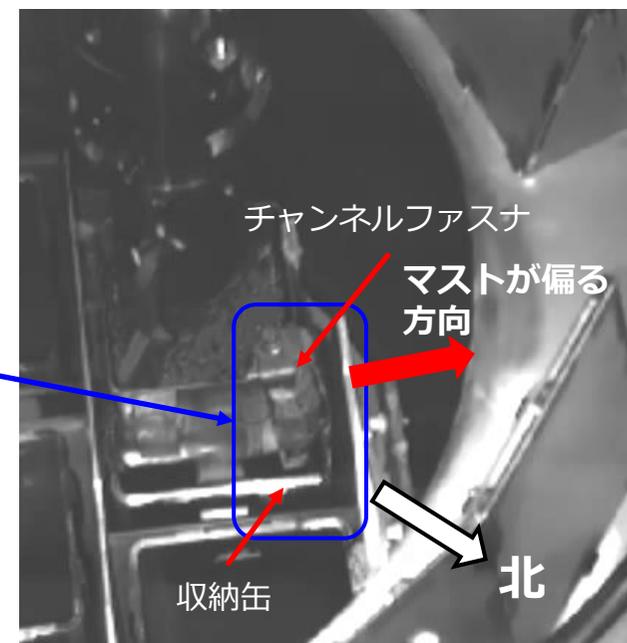
- 12月14日燃料取り出し再開に向けた最終確認を実施中、輸送容器の収納缶（※）と模擬燃料のチャンネルファスナが干渉し、輸送容器に模擬燃料が装填出来ない事象を確認した。【参考4：P8】

※収納缶：輸送容器内にある燃料を収納する缶

- 模擬燃料のチャンネルファスナに拡がるような変形が見られたため、12月18日にチャンネルファスナを交換した。
- また、伸縮構造となっているFHMマストを延ばしていく際に、従前よりも北西側に若干偏る傾向【参考5：P9】が見られたため、チャンネルファスナと収納缶の干渉が起こらないよう輸送容器への燃料の装填角度を見直し、最終確認を実施中。

- 輸送容器への燃料装填角度を変更するため、再度燃料移動操作の訓練を実施する。

- 準備が整い次第、燃料取り出し作業を再開する。

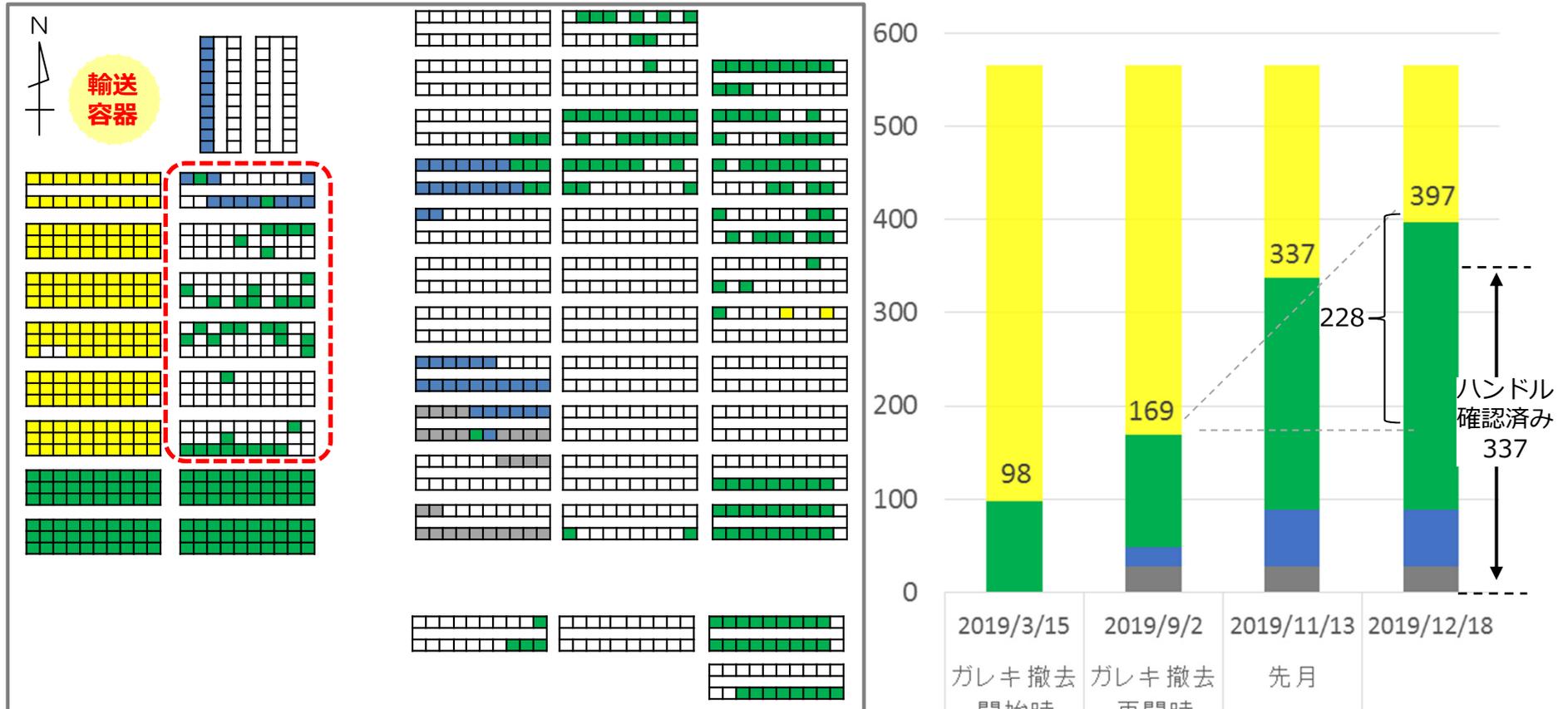


チャンネルファスナ

- ・チャンネルボックスの燃料体への固定
- ・炉心装荷時の燃料体の相互間隔保持

3. ガレキ撤去状況

- ガレキ撤去再開（9月2日）から、ガレキ撤去完了及び撤去中の体数が228体分進捗。



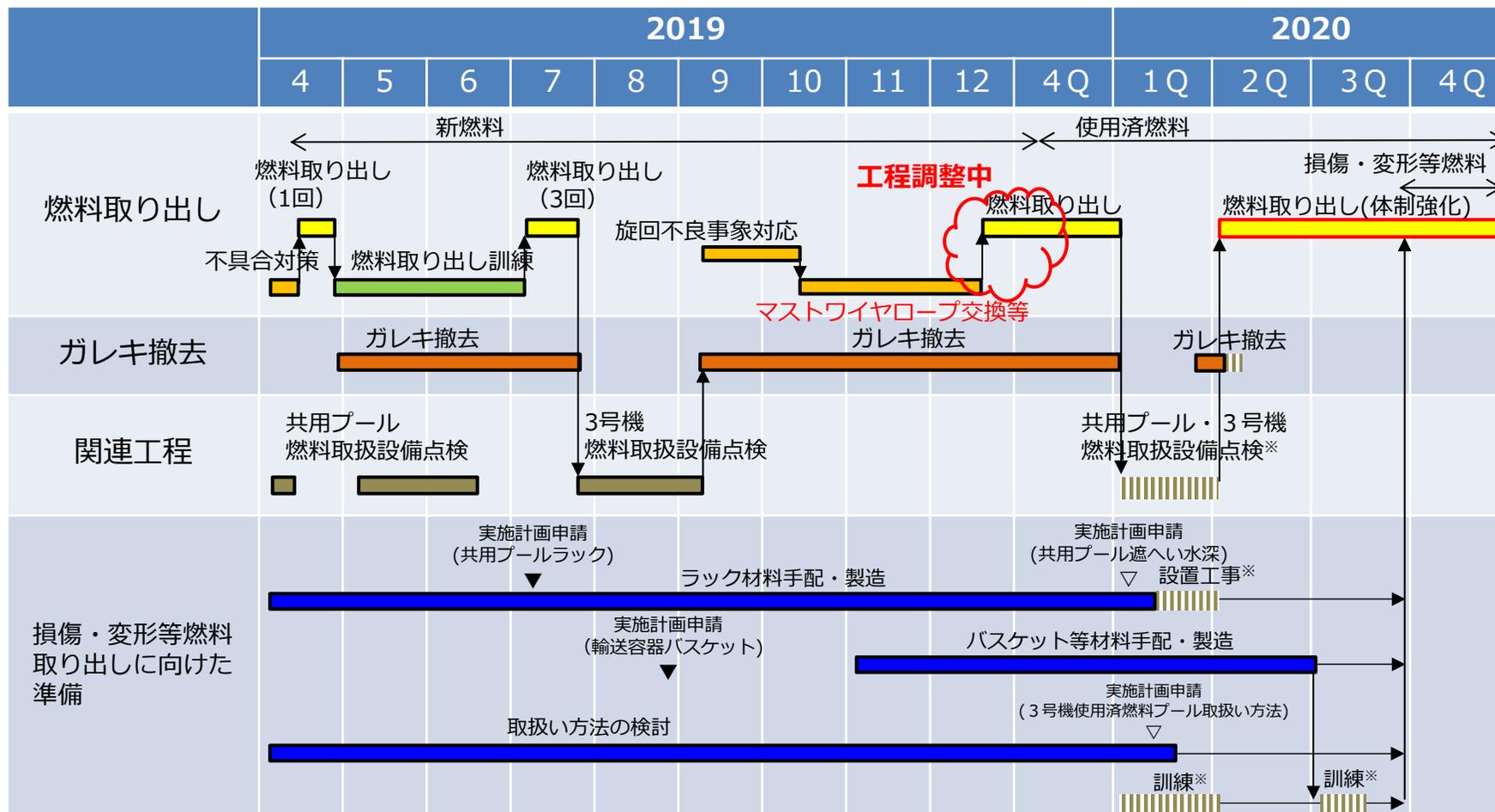
凡例：
 ■：燃料取出済 ■：ガレキ撤去完了=燃料取り出しが可能な状態 ■：ガレキ撤去中 ■：ガレキ撤去未実施
 □：燃料が入っていないラック []：落下した燃料交換機，コンクリートハッチがあったエリア

- ガレキ撤去によりハンドルが確認できた燃料は、337体/566体（先月から+51体）。そのうちこれまでハンドル変形を確認した燃料は、12体（先月から+0体）。

4. 今後の取り出し計画

■ 今後の対応

- ▶ ガレキ撤去を先行で実施中。
- ▶ ガレキ撤去を先行で進めることにより、2020年度末に燃料取出完了の見込み。
- ▶ 準備が整い次第、燃料取り出しを再開する予定。
- ▶ 引き続き、周辺環境のダスト濃度を監視しながら安全を最優先に作業を進めていく。

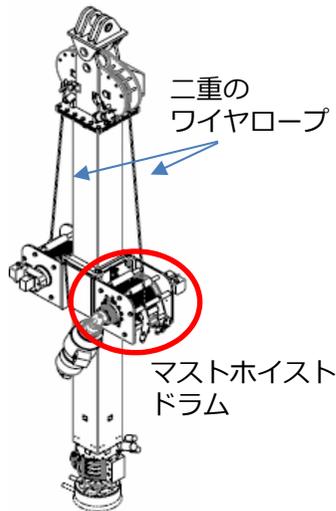
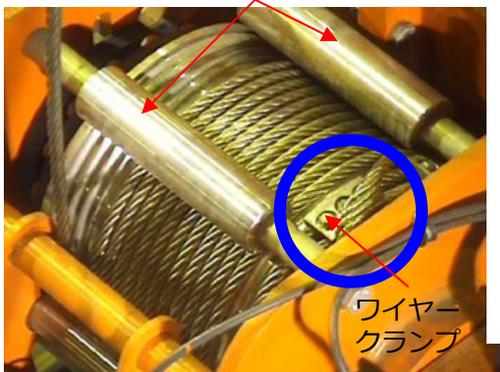
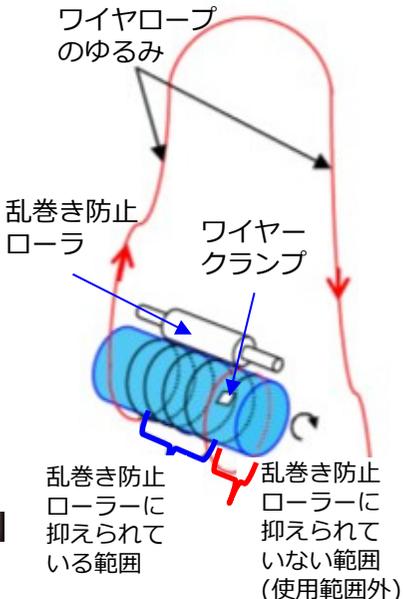


※工程調整中

【参考1】燃料取扱機マニピュレータ（左腕）動作不良

<p>概要</p>	<ul style="list-style-type: none"> 10月15日 燃料取り出し準備作業時にフランジプロテクタ※1を把持した状態で、関節の操作のために固定解除の操作を行った。その際に、マニピュレータの手首が下がり、把持していたフランジプロテクタが下がる事象を確認した。 <p>※1：フランジプロテクタとは、燃料取り出し時に輸送容器のフランジ面を保護する治具</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="450 421 848 866"> </div> <div data-bbox="931 421 1312 866"> </div> <div data-bbox="1391 421 1986 866"> </div> </div> <p style="text-align: center;"> 発生状況写真1 発生状況写真2 改良型フランジプロテクタ写真 </p>
<p>原因</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 関節制御用駆動装置※2内部のシート部から僅かに圧力（作動用流体）が低压側にリークしたことによる持ち上げ力の低下（制御側は異常の無いことを確認済み。）。 <p>※2：入力されたエネルギーを物理的運動に変換する装置、マニピュレータは作動流体の圧力で関節内部にあるシリンダーを駆動させることにより動作をさせている。</p>
<p>対応</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ マニピュレータの予備品は納入済。 ✓ マニピュレータは、当該関節の固定を解除しない運用で作業（ガレキ撤去作業及び燃料取り出し作業※1）が安全に実施出来ることを確認したため、継続使用。 <p>※1：輸送容器の密封確認作業、燃料取扱時の監視</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ マニピュレータで実施していたフランジプロテクタ設置作業は、燃料取扱機補助ホイストを使用して設置する運用とする。燃料取扱機補助ホイストの吊り具（フック）は、外れ止め機構を有することから、設置作業時における落下リスクが低減され安全に設置出来ることを確認済。
<p>備考</p>	<p>マニピュレータは、直接燃料や輸送容器を取り扱うものではないため、燃料損傷に至ることは無い。</p>

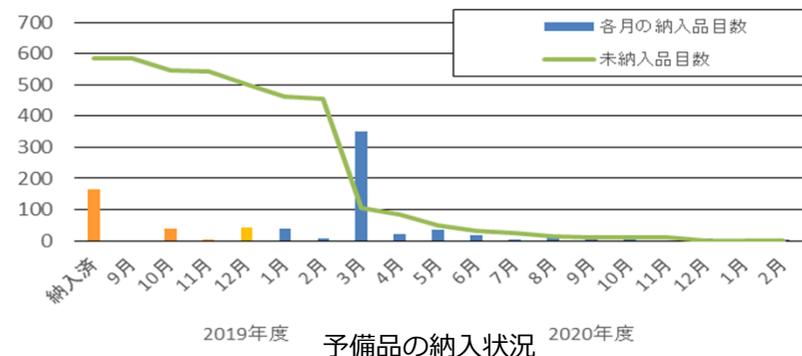
【参考2】燃料取扱機マストワイヤロープの潰れ

<p>概要</p>	<ul style="list-style-type: none"> 10月18日 燃料取扱機マストを操作していたところ、マストホイスト2のマスト昇降用ワイヤロープに乱巻きが発生し、一部が潰れていることを確認した。 点検に伴うマストのツール取外・取付作業において、接続確認のためにマストが着座した後も引き続き巻下げ操作を実施していたことを荷重計等のログにて確認した。 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>燃料把握機（マスト） 外観図</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>マストホイストドラム部 ○部拡大</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>発生メカニズム</p> </div> </div>
<p>原因</p>	<ul style="list-style-type: none"> マストの過剰な巻下げによりワイヤロープに緩みが発生。 ワイヤロープに緩みが発生した状態で巻き上げ操作を行ったことにより、乱巻が発生し、乱巻き防止ローラーの支柱にワイヤロープが挟まった。
<p>対応</p>	<ul style="list-style-type: none"> ワイヤロープの交換が完了し、動作確認を実施済。 マスト無負荷時において、過剰な巻き下げによりワイヤロープの緩みが発生しないようインターロック（動作停止）を設定済。 インターロックが作動した際の確認ポイント及び復旧方法を手順書に反映済。
<p>備考</p>	<p>マストワイヤロープは二重化されており、燃料取り扱い中に燃料を落下させないように設計されている。</p>

【参考3】 予備品の手配状況

■ 予備品の手配状況

- リスクアセスメントに基づく予備品は納入済み
- 安全点検や品質管理確認結果等を踏まえて準備が必要な予備品は手配済みであり、今年度内の納入完了を目指す。



■ 納入に時間を要している理由と対応

- 予備品の購入は海外メーカーを経由する必要があるため、納期等の確定が出来ず契約が不調となっていた。
- 早期契約のため、国内メーカーが海外メーカーの知的財産を買取り、海外メーカーを通さない商流に変更。
- 更に『海外メーカー特注品（知的財産有）』，『海外メーカー汎用品（知的財産有）』，『汎用品』に整理し、納期等が確定次第分割して発注。

■ 納入未完了の予備品に対する納期短縮と対策

- 予備品対応チームを構築し、納期を短縮すべく以下の対応を実施中。
 - ✓ インターネットでの確認や当社商流ネットワークを使用した個別の確認・手配
 - ✓ 装置一式単位を部品単位に分割して購入
 - ✓ 代替策，代替品及び，修理方法の検討

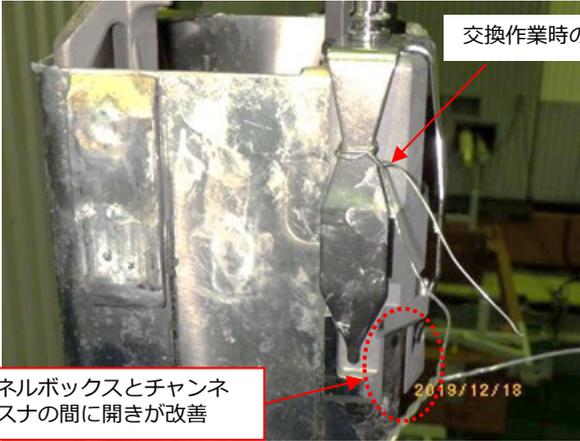
対応実施中の主な予備品

燃料取扱機	クレーン	ツール類	遠隔監視装置	吸引装置
テンシルトラスモータ ベアリング マニピュレータケーブル	無線機	蓋締め付け装置 ソレノイド・コネクタ	ITV関連 水中ケーブル 制御基盤	変換器ケーブル 吸引ポンプ センサーケーブル

■ 予備品対象としていない物品の対応

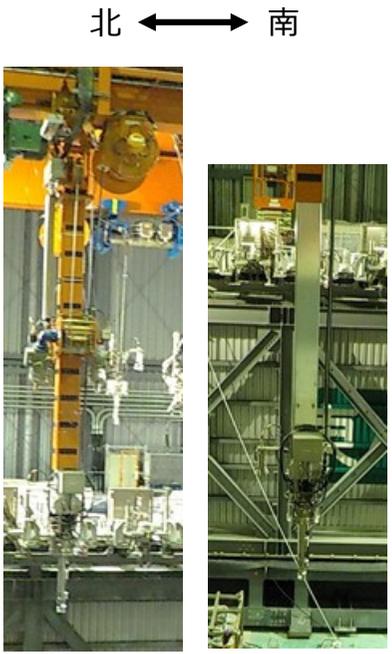
- 予備品対応チームにて、いつでも早急に手配ができるような状態にすべく発注先・納期・常時在庫の有無・他社納入実績等について今年度を目途に整理中。

【参考4】 輸送容器収納缶と模擬燃料チャンネルファスナの干渉 **TEPCO**

<p>概要</p>	<ul style="list-style-type: none"> 12月14日 輸送容器の7箇所の収納缶に模擬燃料を着座させる最終確認を行っていたところ、1箇所目は着座できたが、2箇所目においてチャンネルファスナが収納缶に干渉する事象を確認した。3箇所目及び4箇所目についても同様の状態を確認した。 下部タイプレートが収納缶に入った段階であらかじめ模擬燃料を南側に16mm移動させると、4箇所目の収納缶に着座できることを確認した。 12月15日 南側に移動させる手順にて再度輸送容器中央の収納缶に模擬燃料を着座させる試験を実施したところ、チャンネルファスナが干渉する事象を確認したことから試験を中断した。 <p>調査結果</p> <ul style="list-style-type: none"> 模擬燃料の外観を確認したところ、チャンネルファスナが広がった形状になっていることを確認。 燃料が着座する約800mm上部高さで、FHMマストが従来より北西側に偏ること、燃料ラックに戻す際にも同じ高さ座標にて北側に偏ることを確認。 収納缶には傷などの異常は見られなかった。 <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>チャンネルボックスとチャンネルファスナの間が開きがある</p> <p>チャンネルファスナ交換前</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>交換作業時の落下防止用ロープ</p> <p>チャンネルボックスとチャンネルファスナの間が開きが改善</p> <p>2019/12/18</p> <p>チャンネルファスナ交換後</p> </div> </div>
<p>原因</p>	<p>✓ 訓練時の模擬燃料の繰返し使用（工場訓練時から使用）時の収納缶との干渉によりチャンネルファスナが徐々に変形したものと推定。</p>
<p>対応</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 12月18日チャンネルファスナを新品に交換 ✓ FHMマストの偏りを考慮し、チャンネルファスナと収納缶の干渉が起こらないよう輸送容器への燃料の装填角度を見直し。
<p>備考</p>	<p>輸送容器への燃料装填角度を変更しても燃料取扱い時の安全性に影響を与えることはない</p>

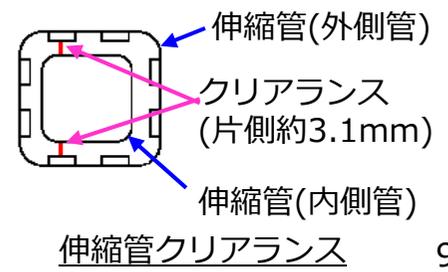
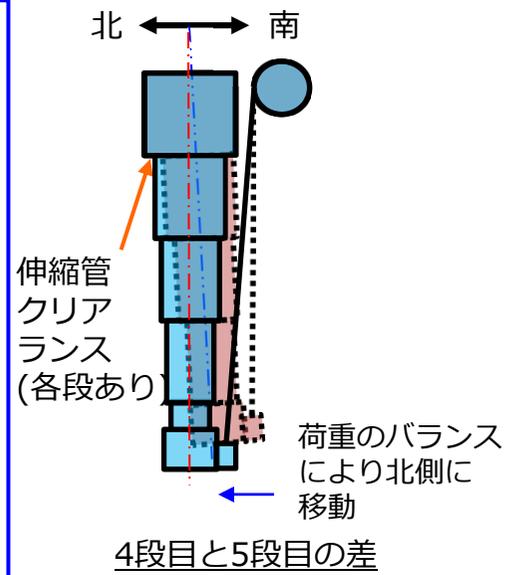
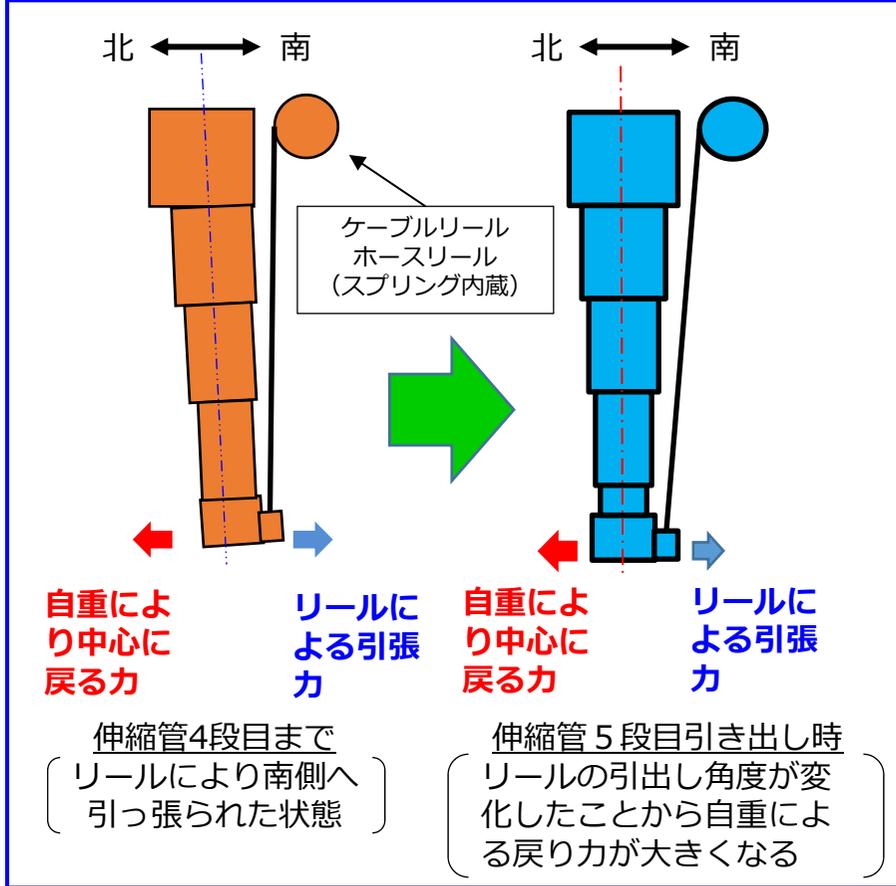
【参考5】 マストの偏りについて

- ▶ マスト伸縮管は、ケーブルリール及びホースリールにより、常に南側に引っ張られた状態にある。また、伸縮管には各段にクリアランス（片側約3.1mm）が5箇所あり、伸縮に伴ってクリアランスの範囲（15mm程度）で南北に移動する構造となっている。
- ▶ 伸縮管が下方に延伸しリールの引出し角度が変化することで、「電源ケーブル・水圧ホースによる南側への引張り力（➡）」が徐々に低下していき、5段目引き出し付近で「マストが自重による中心に戻る力（➡）」が勝ることで、北側に戻ったと推測する。
- ▶ 本事象は、以前より程度の差があるものの初期から確認されているものであり、水圧モータ、マストワイヤロープ交換により装置内のクリアランスの範囲で移動したものと判断している。



マスト

左：全景（伸縮管収納時）
右：伸縮管を伸ばした状態（1段目のみ）



福島第一原子力発電所 1/2号機排気筒解体工事 工事進捗状況と1～4ブロック解体作業の振り返りについて

2019年12月19日



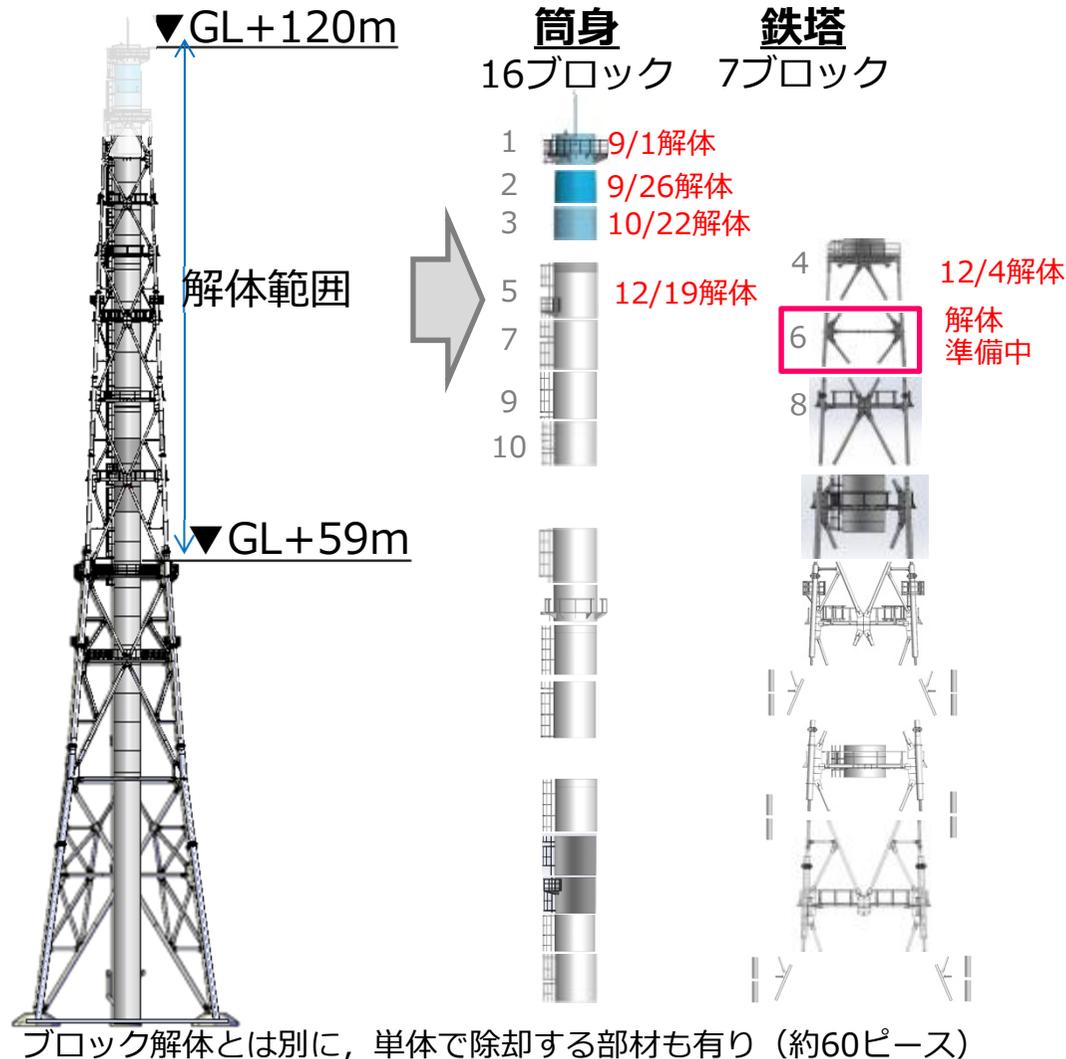
東京電力ホールディングス株式会社

1-1. 概要

- 10月27日より4ブロック目の解体作業に着手し、準備作業段階での不具合事象や悪天候により作業が一時中断していたが、筒身約85%と支柱材4本・斜材8本の切断が完了した。
- 11月27日の4ブロック目筒身切断時（約85%）に発生した切断装置(チップソー)の噛み込み事象により作業を中断。
- 筒身切断作業中のチップソーの刃の噛み込み解消が困難であったことから、12月3日・4日に作業員が搭乗設備を使用して昇筒し、グラインダーを用いて作業員が筒身を切断。12月4日に切断した筒身の吊り下ろし完了。
- 4ブロック目解体作業にあたっては、10月27日の電線管クランプ落下、11月11日の鉄塔解体装置フレームの一部破損、11月15日の挿入ガイド落下、11月22日の遠隔操作車両の不具合等、準備作業段階での不具合が発生し、作業を一時的に中断する事象が発生した。
- 1～4ブロック目の解体作業の振り返りを行った上で、12月16日からは5ブロック目の解体作業に着手し、12月19日には解体が完了した。
- 現在は、6ブロック目解体に向けて、準備作業を実施中。

1-2. 1/2号機排気筒解体計画

- 本工事は耐震上の裕度向上を目的に、上部約60mの解体工事に2019年8月から着手。
- 23ブロックに分けて解体する計画のうち、5ブロック目までの解体を12月19日に完了。
- 6ブロック目の解体に向けて、準備作業を進めている。



主な解体部材

名称	筒身解体ブロック
個数	4ブロック/16ブロック 完了
姿 図	
名称	筒身+鉄塔一括解体ブロック
個数	1ブロック/3ブロック 完了
姿 図	
名称	鉄塔解体ブロック
個数	0ブロック/4ブロック 完了
姿 図	

2-1. 作業の状況(4ブロック目)

- 10/27より4ブロック目の解体作業に着手し、鉄塔解体装置で、斜材(8本)の切断を11/7に完了、主柱材(4本)の切断を11/27に完了。
- 11/27に、筒身約85%まで切断完了したが切断作業中にチップソーの噛み込み事象が発生。



【写真①】筒身切断状況(10月27日)



【写真②】斜材切断状況(11月6日)



【写真③】斜材切断状況(11月7日)



【写真④】主柱材切断状況(11月26日)

2-2. 作業の状況(4ブロック目・有人昇筒作業)

- 11/27の筒身切断作業中のチップソーの刃の噛み込み解消が困難であったことから、12/3・4に作業員が搭乗設備を使用して昇筒し、グラインダーを用いて作業員が筒身を切断。



【写真⑤】 給油作業の状況(12月3日)



【写真⑥】 筒身切断状況 (12月4日)



【写真⑦】 筒身・鉄塔吊り下ろし状況(12月4日)



【写真⑧】 4ブロック目解体前後の比較

2-3. 作業の状況(クレーン移動・サブドレン復旧)

- 排気筒解体工事でクレーンの吊り上げ可能高さを確保するために、クレーンを排気筒に近づけていたため、その間、サブドレン208の運転を停止し、設備をいったん取り外していた。
- 5ブロック目以降は、クレーンを元の位置に戻してもクレーン高さは十分であるため、クレーンを移動した後、12月6日には運転を停止していたサブドレン208を復旧し、インサービスした。



【写真⑤】復旧前状況(12月5日)



【写真⑥】復旧後状況(12月6日)



【写真⑦】クレーン移動前ヤード状況(12月4日)



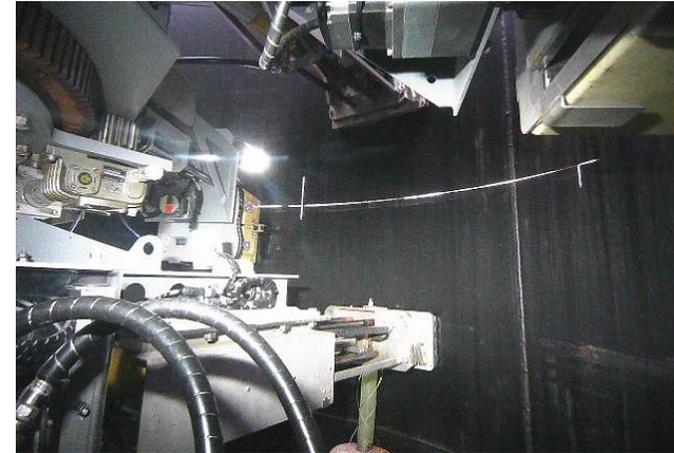
【写真⑧】クレーン移動後ヤード状況(12月4日)

2-4. 作業の状況(5ブロック目・解体作業)

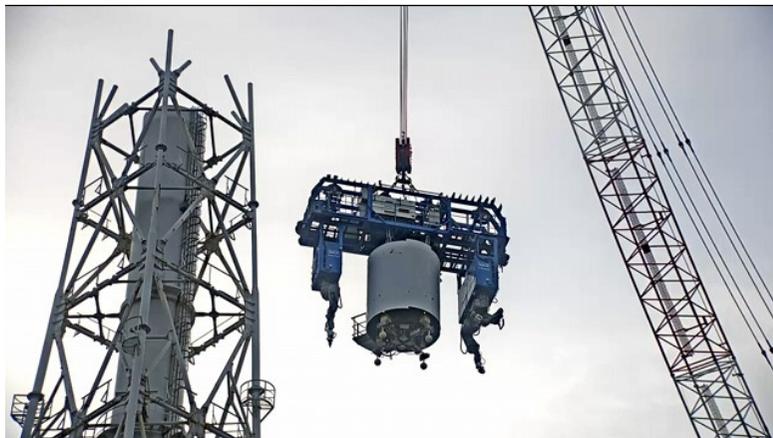
- 12月16日より解体作業を開始し、これまでの振り返りに基づき見直した切断方法(P.8参照)で、12月19日には解体が完了した。
- 引き続き、6ブロック解体に向け準備を進めていく。



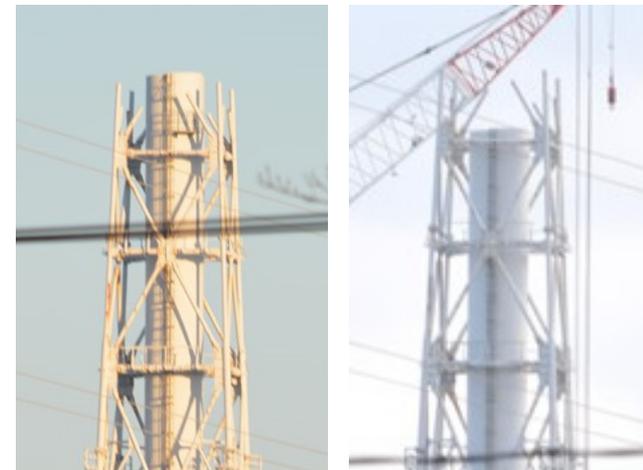
【写真⑤】 付属品切断の状況(12月16日)



【写真⑥】 筒身切断状況 (12月18日)



【写真⑦】 筒身吊り下ろし状況(12月19日)



【写真⑧】 5ブロック目解体前後の比較

3-1. 1～4ブロック振り返り概要

- 5ブロック目以降の解体作業に向けて、「1. 作業手順・計画の見直し」「2. 今後のスケジュール見直し」の2点について、これまでの解体作業の振り返りを実施。

1. 作業手順・計画の見直し

<解体作業>

- 1～2ブロック目の筒身切断の際には、チップソーの刃の著しい摩耗や筒身への刃の噛み込み等のトラブルが発生したが、縦切りの手順変更やミシン目切りを取り入れることで筒身への噛み込みが発生しなくなることを確認し、4ブロック目までの切断作業の中でその効果を確認した。
- 一方、4ブロック目終盤で発生した刃の噛み込みについては、縁切り直前の切断方法を押切りに変更するとともに、チップソーの差し込み深さをこれまでより浅くする（50mmから20mmに変更）等、手順の見直しを行うことで、5ブロック目以降の切断に対応した。

<準備作業>

- 地上での準備作業や段取り替えの際に発生したこれまでの不具合についても、改めて作業手順の点検・見直しを行い、手順書への反映し、現場での当社及び協力企業による確認を行っていく。

(手順見直しの例)

- ①解体装置吊り上げ用ワイヤーのクレーンフックへの取付 [参考1-2 No.11]
- ②副発電機の動作確認 [参考1-1 No.7]

<作業環境改善>

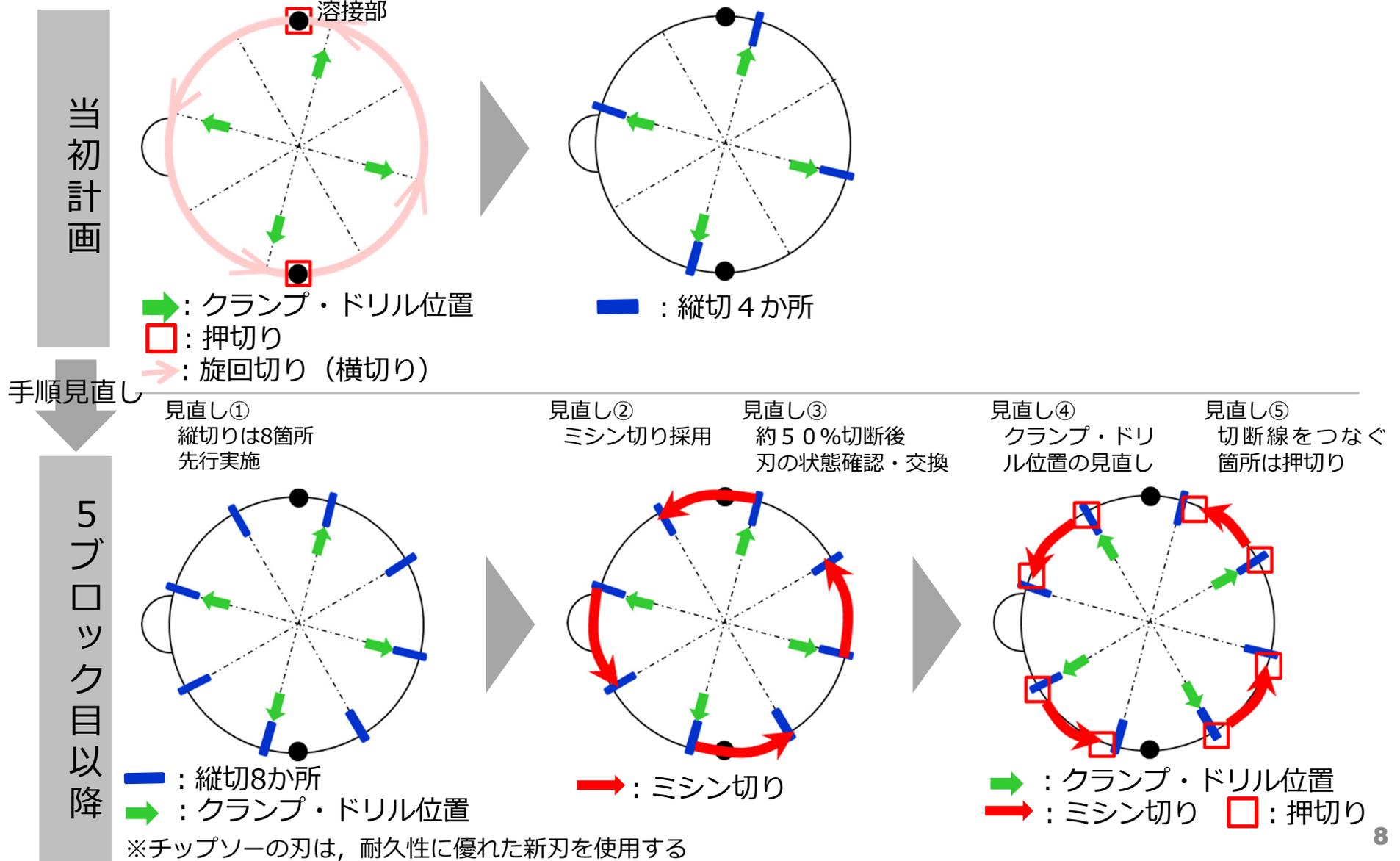
- 解体作業を滞りなく行うため、作業環境改善を行ってきた。

(改善例)

- ①解体装置へのカメラ・照明の追設
- ②通信の二重化（電波障害対応） [参考2-1 No.5]

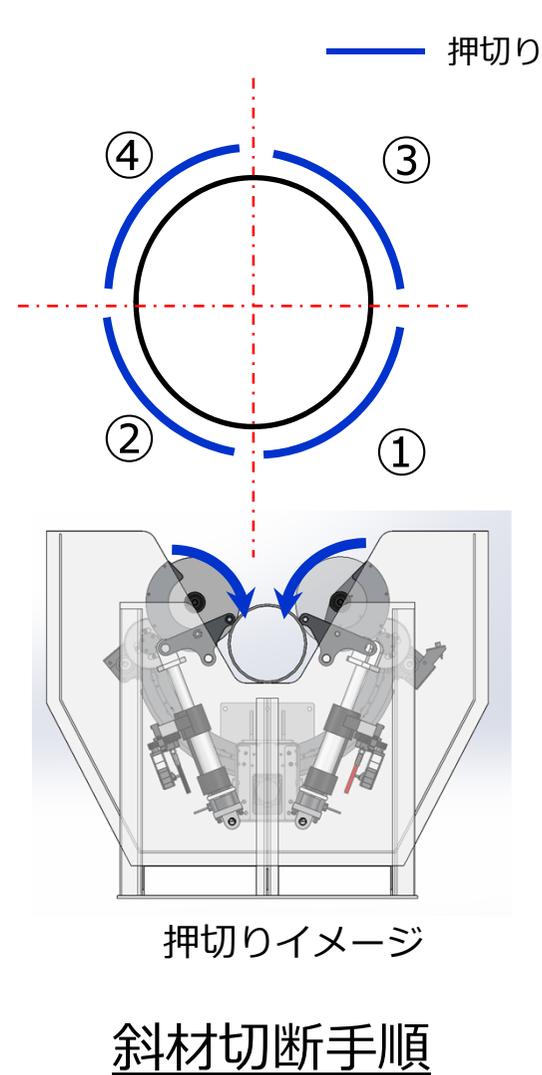
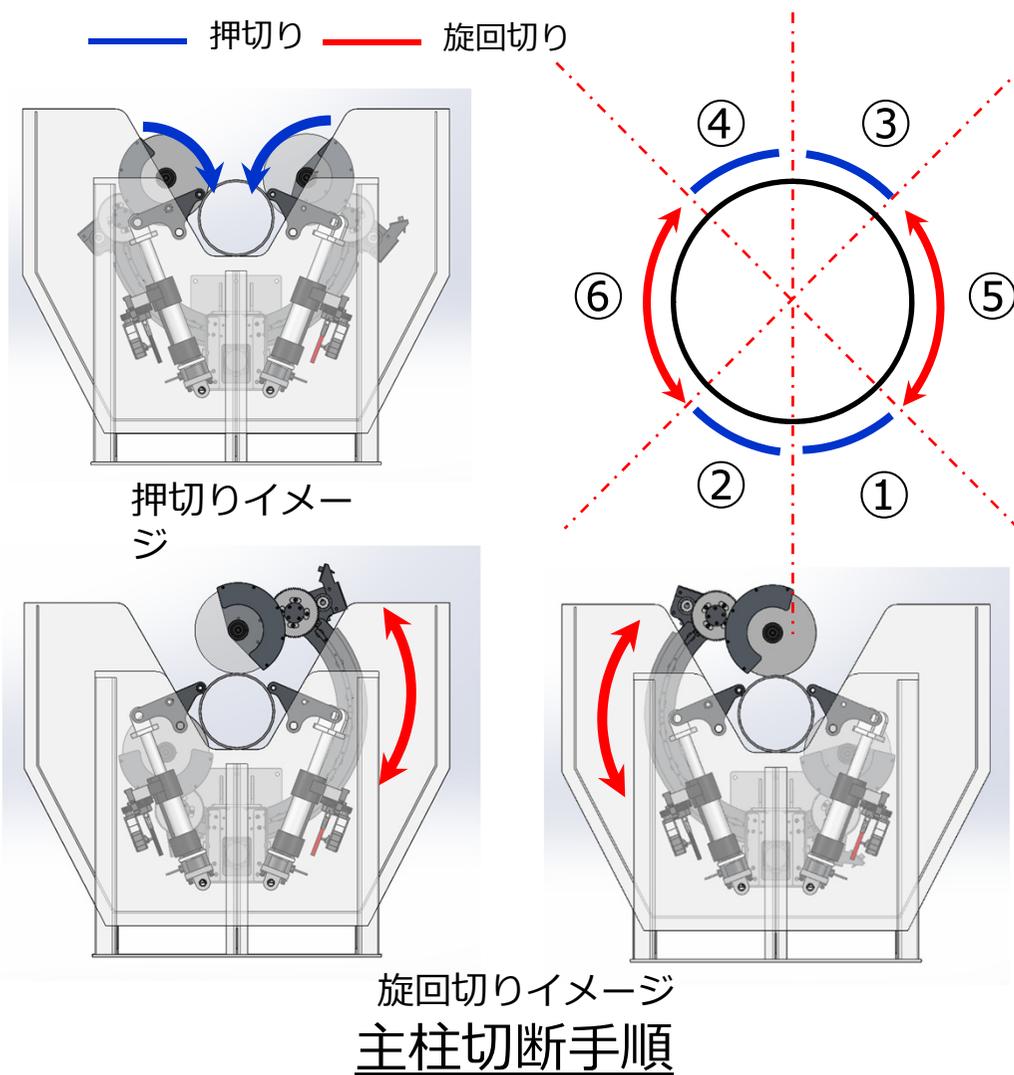
3-1-1. 筒身の切断手順

- 解体作業の見直しとして、1～4ブロック目の知見を反映し、5ブロック目以降は以下の通り、筒身の切断手順を見直した。



3-1-2. 鉄塔の切断手順

- 4ブロック目における鉄塔の切断においては計画通り（実証試験と同様に）切断できたことから、5ブロック目以降も同様に切断作業を行う。

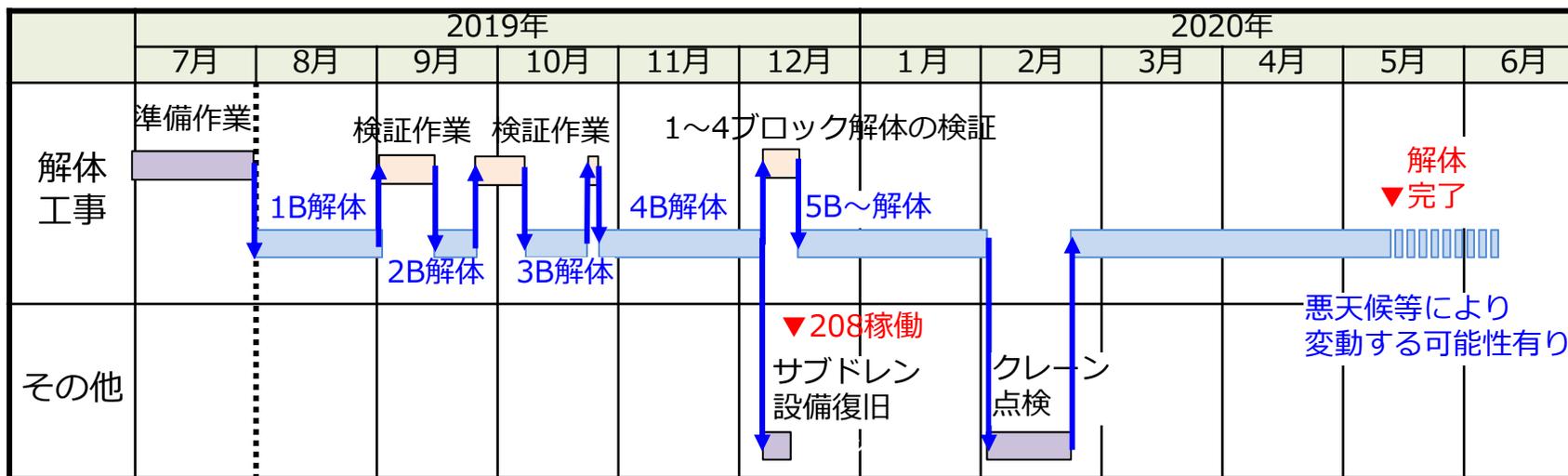


3-2. 1～4ブロック解体作業の振り返り②（工程）

2. 今後のスケジュール見直し

- これまでの実績を踏まえ、1/2号機排気筒解体作業の工程を見直すと、完了時期については、2020年5月上旬頃となる見込み。ただし、悪天候や装置トラブルなどの予備日は考慮しておらず、変動する可能性がある。
 - ✓ 1～4ブロックの作業実績により、各ブロックの解体計画を見直し（筒身切断1日⇒2日/ブロックなど）
 - ✓ 作業班体制・一部工事並行化による工程短縮効果を反映。（段取り替えは専門班を用意など）
- 今後、作業進捗に合わせ、習熟効果等の工程短縮実績や悪天候等の遅延要素も反映し、その都度見直しながら解体工事を進めていく。

排気筒解体工事 工程表



※ 『B』 は解体ブロックの番号を示す

参考1-1. 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。	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1-2. 不具合対応の反映（一覧）

番号	発生日	事象	原因	対策
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、通信不具合を発生	水抜き穴に雨水侵入防止カバーを設置
10	10/27	クランプの落下	装置の姿勢を変えた際に油圧ハンドからクランプが外れた 油圧ハンドとクランプの把持確認が不十分であり、落下防止線の付け忘れていた	油圧ハンドとクランプの形状を変更 解体装置吊り上げ前の確認手順を見直す
11	11/11	鉄塔解体装置フレームの一部破損	ワイヤー（4組8本）を750tクレーンフックに取付け、展張させる作業において4組（8本）同時に750tクレーンフックで展張しようとした際に引っ掛かりに気づくのが遅れた	4組（8本）の吊り上げ用ワイヤーのクレーンフックへの取付を1組（2本）ずつ取り付ける手順とし、作業員の監視がより行き届くように見直す。
12	11/15	鉄塔解体装置挿入ガイドの破損・落下	実証試験において、風による解体装置の揺れ・回転の制止に有効であったことから、今回の挿入ガイド落下時も同様の運用を行っていた。（本来の用途とは異なる）	<ul style="list-style-type: none"> 挿入ガイドの運用の見直し。 挿入ガイドの改良。 落下防止ワイヤーの二重化。
13	11/22	遠隔操作車両の不具合	電気系統の機器故障	今後、当該車両のエンジンは始動しない運用とする。 （当該車両の照明の電源は外部から取り、照度を確保）
14	11/27	チップソーモーターユニットの損傷	噛み込みを解消しようとした際、モーターに引っ張る力が、旋回機構が損傷した	損傷したユニットは交換する 噛み込みが発生しにくいように切断手順を見直す

参考2-1. これまでに得られた知見の反映

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早い	チップソーの刃の摩耗には偏りが発生する。	溶接ビート部を含めミシン切りにより切断する。 クレーンテンションを掛ける際のドリル位置を、切断箇所近くになるように見直す。 新刃を採用する。 モックアップと現地部材の拘束条件に相違がないことを作業前に確認。相違が確認された場合は工法を変更する。
2	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	
3	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。	
4	筒身切断	モックアップと現場に相違があり切断に時間を要した	モックアップの拘束条件が現地部材と違っており切断に影響	
5	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）	
6	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	

参考2-2. これまでに得られた知見の反映

番号	作業分類	事象	得られた知見	知見の反映内容
7	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。
8	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。
9	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
10	筒身切断	チップソーが噛み込み外れなくなった。	切断線をつなげる作業をする際は、筒身の変形が進み、刃が噛み込みやすくなる。 刃の差し込み深さを大きくすると排気筒解体の際に噛み込みやすくなる。	侵入深さを見直し手順書に反映する。 切断線をつなぐ箇所については、旋回切りはおわず、押し切りにて切断を行う。
11	トラブル対応	搭乗設備を使用し作業員が直接排気筒を切断する作業が発生した	実証試験・直前の実機確認なども行った結果、切断作業自体は計画通りに行うことが出来た。	今回の作業計画を別班にも水平展開する 搭乗設備に遮へいを追加設置し今後の被ばく低減をはかる

参考3-1. 筒身切断時における噛み込み事象

【概要】

- 1/2号機排気筒解体作業については、11月27日の筒身切断作業において、チップソーの刃の噛み込みが発生し、その解消が困難であることから、12月3日に作業員が搭乗設備を使用して昇筒し、12/3,4でグラインダーを用いて作業員が筒身を切断した。

【作業状況】

11月26日

PM 鉄塔解体装置の吊り上げを開始

11月27日

- ・ 支柱材4本の切断が完了
- ・ 筒身残り50%切断開始
- ・ 南西の切断中にチップソー噛み込み発生 (筒身全体の約85%切断済み)
- ・ 噛み込み解消作業 (クレーンテンション・クランプ・装置旋回など遠隔操作による作業)
- ・ 旋回機構の動作不良を確認 ⇒作業中断を判断

12月3日 (搭乗設備を使用した作業)

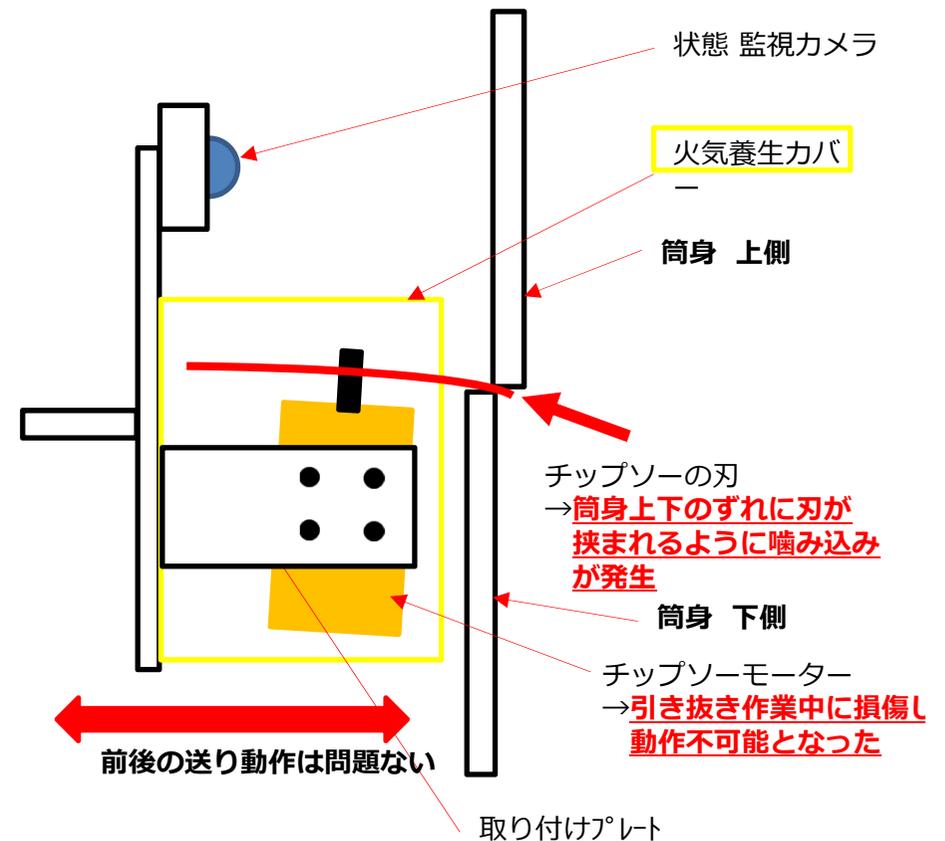
- ・ 上空線量調査作業
- ・ 給油作業・グレーチング取り外し作業
- ・ 筒身切断作業 (筒身全体の98%まで切断)

12月4日 (搭乗設備を使用した作業)

- ・ 筒身切断作業

12月4日 (搭乗設備を使用しない作業)

- ・ 筒身・鉄塔の吊り下ろし



【内周切断装置 チップソーの噛み込みイメージ図】

参考3-2. 噛み込みが外れなかった原因と対策

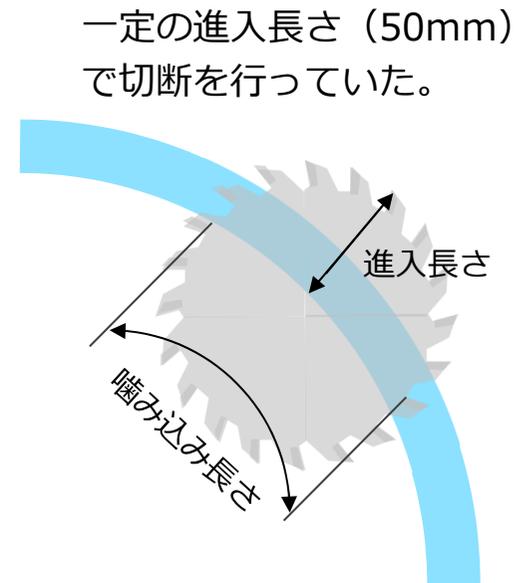
【原因（推定）】

<噛み込みが発生した原因①>

- ✓ ミシン切りにおける旋回切りで縦切り部分と繋がる時に、進入深さを50mm(切断効率をあげるために50mmとしていた)と深くしていたため、切断面の上側と下側の筒身が水平に噛みこんだ。

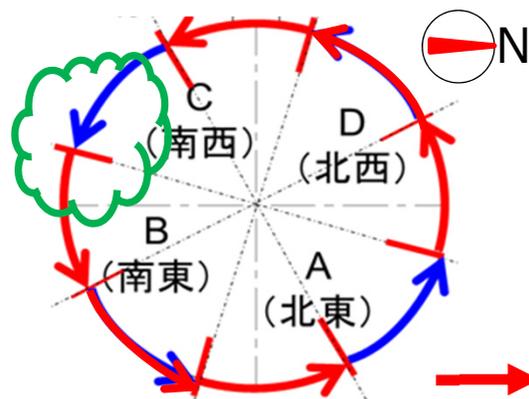
<噛み込みを解消できなかった原因②>

- ✓ クレーンでテンションを掛けながら引き抜き作業を行っていたが、残りの筒身断面が少なく切断面の上側と下側に水平方向でズレが生じている中で、チップソーの進入深さが50mmと深かった(噛み込み長さが長くなる)ため引き抜き作業が難航し、その途中で装置が動作しなくなり、引き抜き作業ができなくなった。

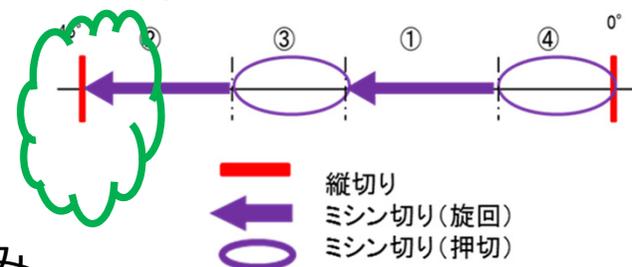


【対策】

- ✓ 切断線が繋がる箇所については、①噛み込み防止のために旋回切りから押し切りに手順を見直し、②噛み込んだ場合も解消しやすいように進入深さは20mmに見直す。
- ✓ なお、20mm程度の噛み込み事象については、1～3ブロック解体時にも発生しており、解消できることを確認している。



既存の縦切りと繋がり、縁が切れる際に、噛み込みが発生



参考4. 搭乗設備を使用した筒身切断作業について

- 搭乗設備の使用は最終手段であるため、原則は遠隔解体装置で切断作業が出来るように計画していくが、今回得られた知見を踏まえて、万一に備えた準備も進めていく。

【事前の安全確認】

- 構外では実作業に近い作業環境での訓練を実施。〈11/30～12/1〉
- 搭乗設備吊り上げ時に風が吹いた場合の同装置への影響を確認（平均風速約7m/sの環境で、搭乗設備が安定していることを確認）〈12/1〉
- 切断で使用するグラインダーを用いて、実物の筒身を問題なく切断できることを確認〈12/2〉。

搭乗装置の風の影響確認

- 実施日時：2019年11月30日，12月1日
- 気象状況：最大瞬間風速9.5m/s

搭乗装置の風の影響確認

- 実施日時：2019年12月1日 14時頃
- 風速：4～9m/s（平均約7m/s）

排気筒頭頂部筒身の切断調査

- 実施日時：2019年12月2日 13時頃



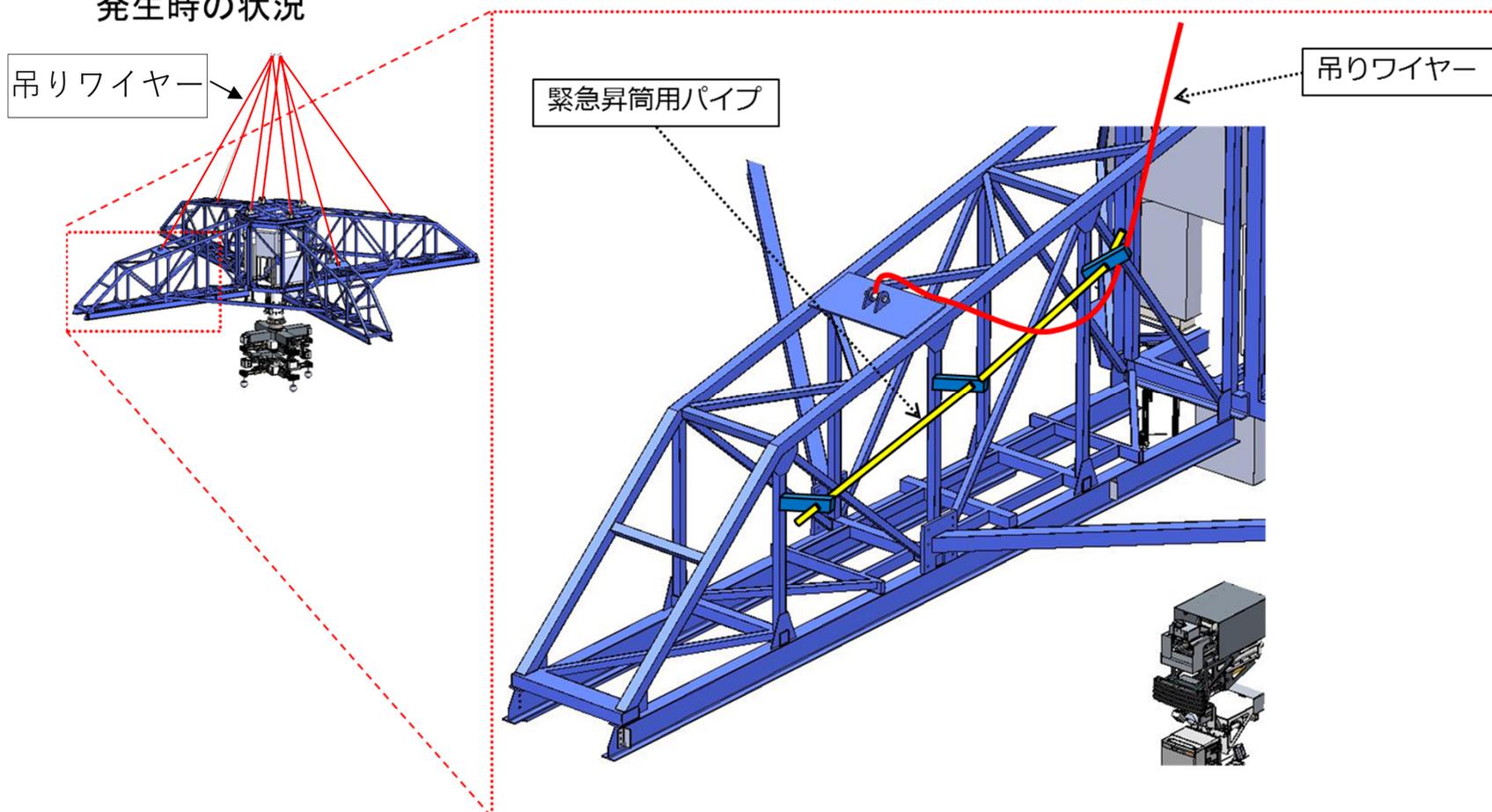
【作業の実績と万一に備えた追加対策】

- 12/3,4の2日間で合計4班（延べ11名）が作業に当たり、1班あたり約1～5時間の作業時間(搭乗設備吊り上げ開始から、地上への戻りまで)で、個人最大被ばく線量は0.52mSv/人・日であった。
- 切断作業では切り口にくさびを打つことで噛み込みを防止し、作業は計画通り実施することができたが、今後も万一の作業に備え、搭乗設備への遮へい追加等、作業者の更なる安全対策を準備する。

参考5-1. 鉄塔解体装置フレームの一部破損について **TEPCO**

- 1/2号機排気筒解体作業において、鉄塔解体装置を用いた斜材切断作業を11月6日午後0時45分から開始し、11月7日午前6時11分に斜材8箇所を切断を完了した。
- その後、装置のメンテナンスや段取り替え等を実施し、11月11日午前0時10分より鉄塔解体装置（支柱材切断装置）取付のため、鉄塔解体装置を吊っているワイヤーの整線作業中において、ワイヤーを巻き上げた際に（地切り前）鉄塔解体装置と吊り上げ用ワイヤーが接触し、鉄塔解体装置と吊り上げ用ワイヤーの一部が損傷した。

発生時の状況



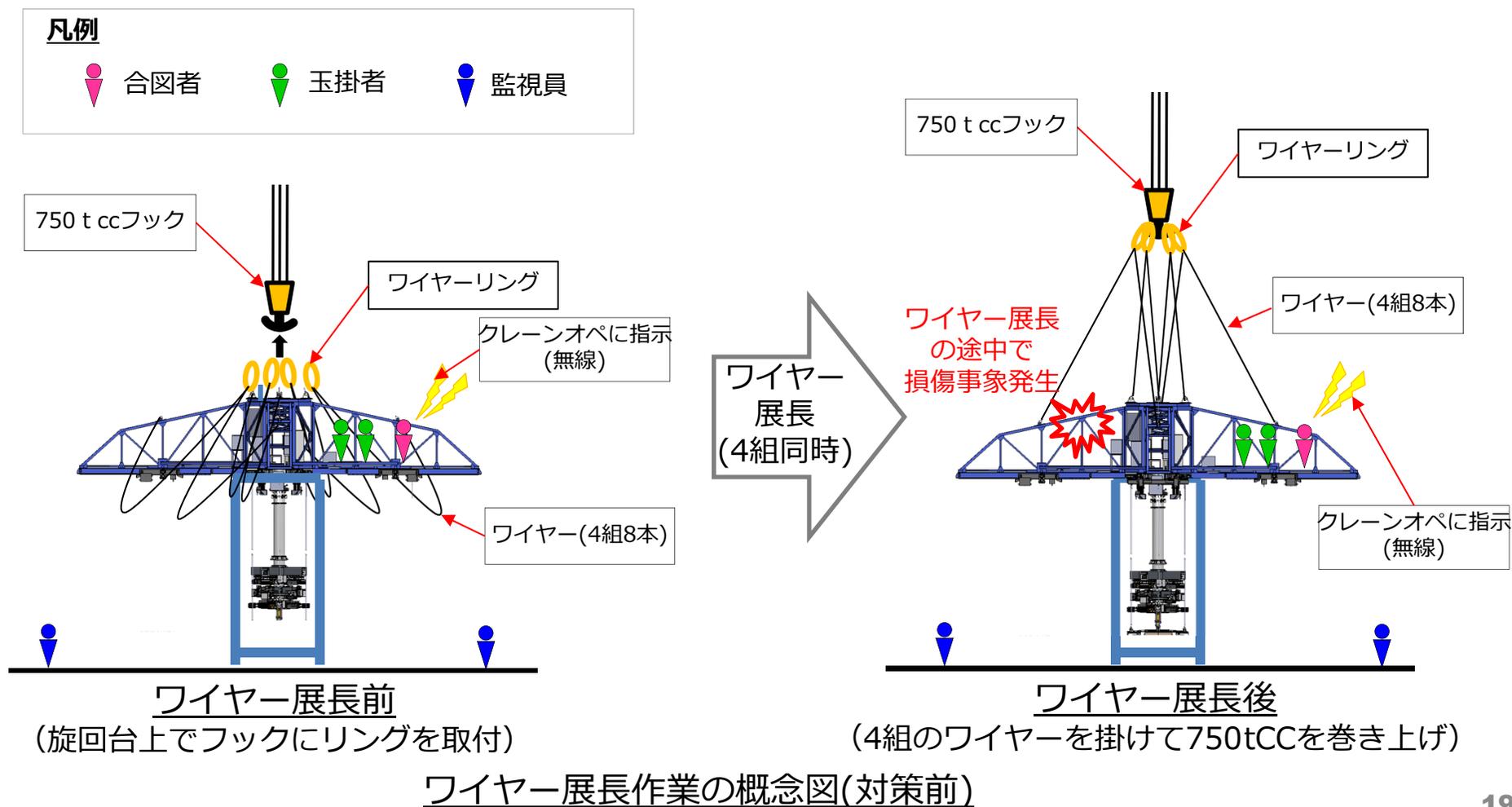
参考5-2. 鉄塔装置フレーム破損事象の発生原因

【原因】

- ワイヤー（4組8本）を750 t クレーンフックに取付け、展張させる作業において4組（8本）同時に750 t クレーンフックで展張しようとした際に引っ掛かりに気づくのが遅れたことが原因と考えている。

凡例

合図者 玉掛者 監視員



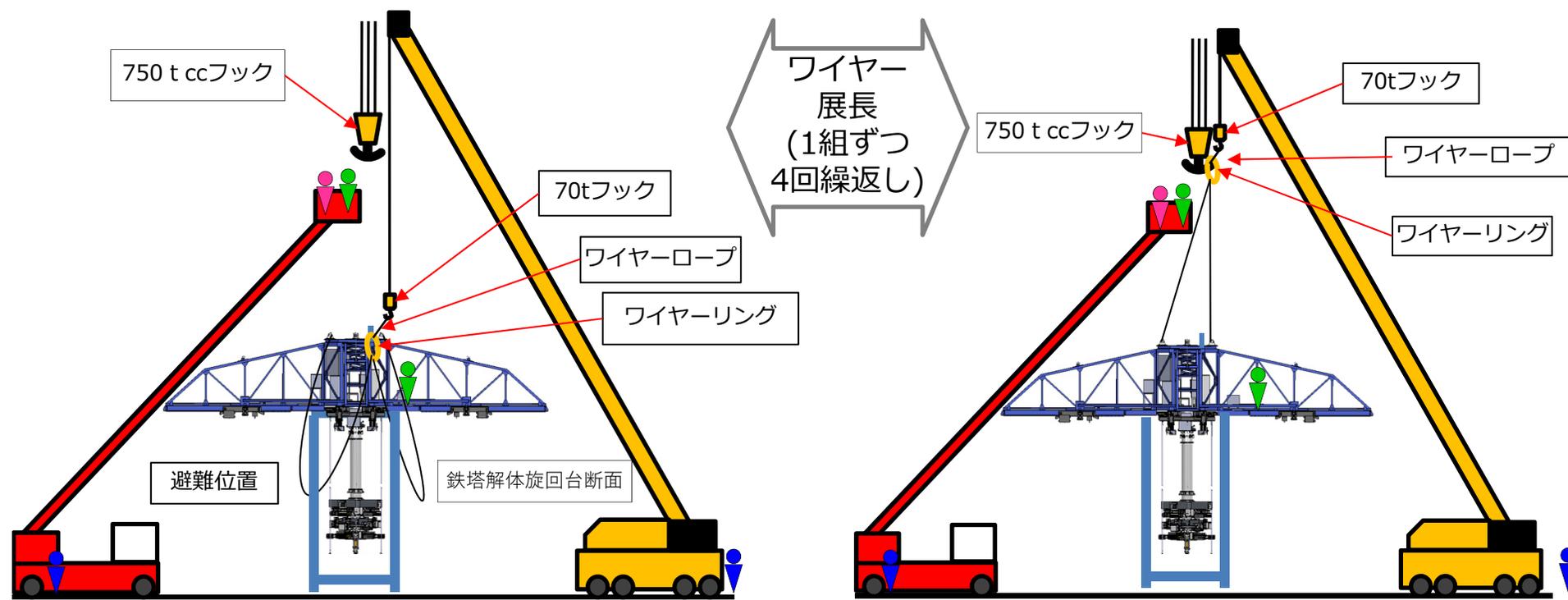
参考5-3. 鉄塔装置フレーム破損事象の対策

【対策】

- 4組（8本）の吊り上げ用ワイヤーのクレーンフックへの取付を1組（2本）ずつ取り付ける手順とし、作業員の監視がより行き届くように見直す。

凡例

- 合図者
- 玉掛者
- 監視員



ワイヤー展長前
旋回台上で1組ずつ70tRCのフックにリングを取付

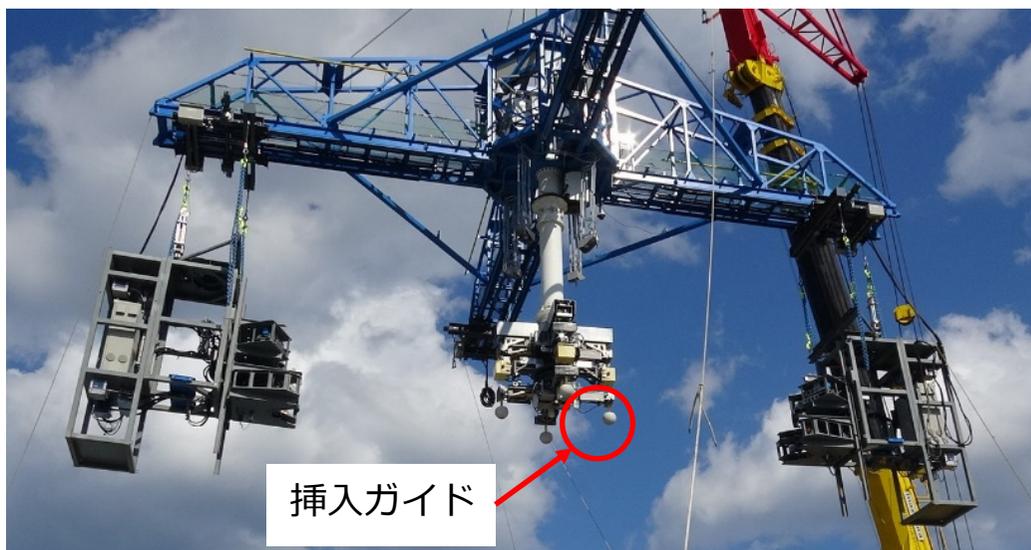
ワイヤー展長後
1組ずつ70tCCで持ち上げて高所作業車で750tCCフックに玉掛け

ワイヤー展長作業の概念図(対策後)

参考6-1. 鉄塔解体装置挿入ガイド落下について

■ 概要

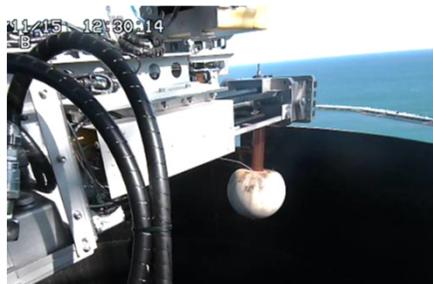
- 鉄塔解体装置を排気筒に設置する作業中に、一時的な強風により鉄塔解体装置が回転しながら振れたことにより挿入ガイドが筒身に過大に接触し、鉄塔解体装置の挿入ガイド4箇所中1箇所が落下した。
- 落下した挿入ガイドは『ボール部』と『バー部』に分かれ、『ボール部』は筒身内に落下、『バー部』は排気筒グレーチング上に落下した。



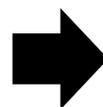
写真：挿入ガイド



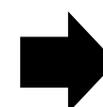
写真：挿入ガイド (拡大)



接触前



接触中



落下時

写真：挿入ガイド 落下状況

参考6-2. 鉄塔解体装置挿入ガイド落下の概要

挿入ガイドの機能

- 挿入時に解体装置を筒身に接触して損傷させないためのガイド

11月15日（金曜日）の作業状況

【気象条件】

天候：晴れ

風：吊り上げ開始前の気象予測 平均風速 3 m/s

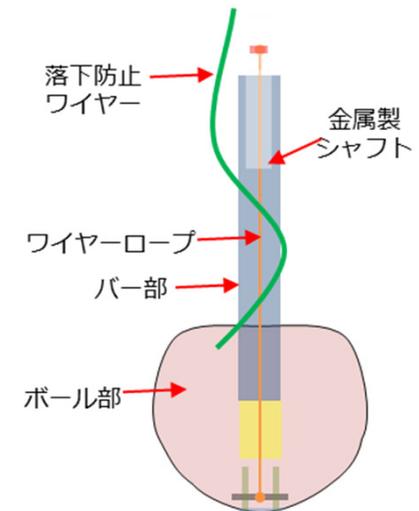
落下時のクレーン風速計 平均風速5～6m/s

※作業基準：平均風速10m/s以上→作業中止

但し、吊上げ設置時は平均風速5～10m/s→上空待機

【作業概要】

- 14日より風が強くなり作業自体を待機していたが、15日未明には風がおさまったので準備作業を開始し、10時の気象予測を確認した上で、10時40分頃から解体装置の吊り上げ作業を開始した。
- 鉄塔解体装置が排気筒上部まで到達したが、一時的な強風により解体装置が回転し、作業を待機していた。
- 風が弱まったタイミングで作業を再開したが、設置作業の途中で再び一時的に風が強くなり、姿勢制御ファンが効かなかった為、装置の回転を挿入ガイドで止めようとした。この際、挿入ガイドが筒身端部に接触しながら過大に変形し、挿入ガイドが破損し落下した。

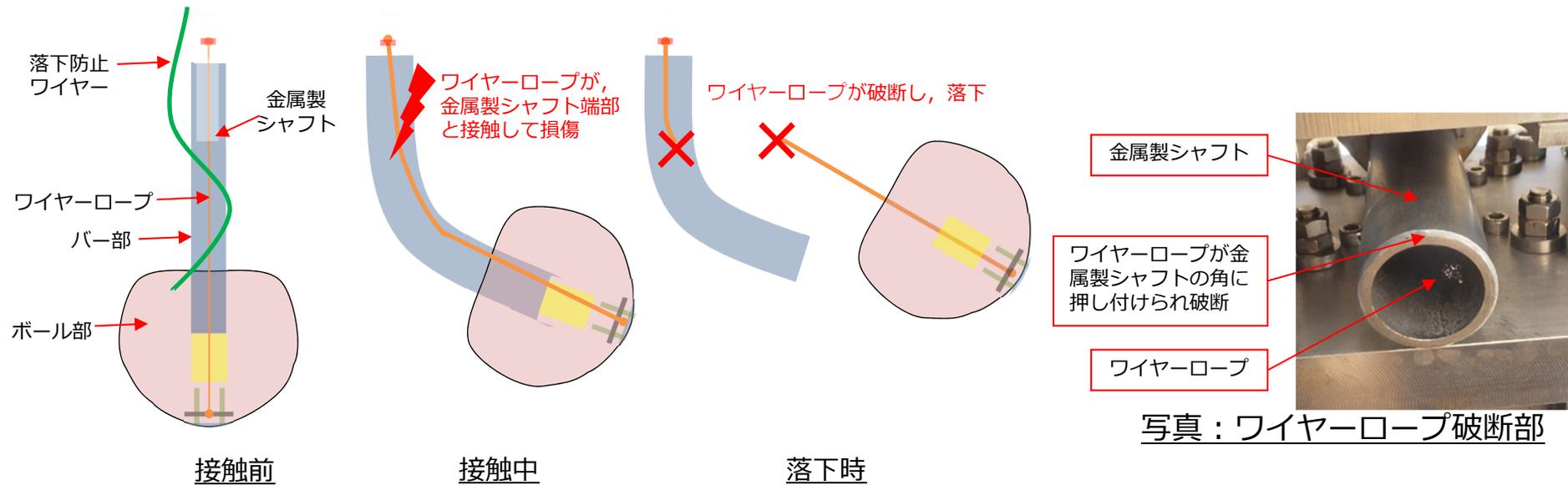


図：挿入ガイド

参考6-3. 鉄塔解体装置挿入ガイド落下 事象①

【事象①】

- ❑ 挿入ガイドが変形した際、バー部の中で、ワイヤーロープが金属製シャフトの端部と接触して擦れ合うことで損傷し、破断したことで、挿入ガイドが落下した。
- ❑ 他の挿入ガイド3箇所についても、金属製シャフトの端部と同じ高さで、ワイヤーロープに傷みが見られた。

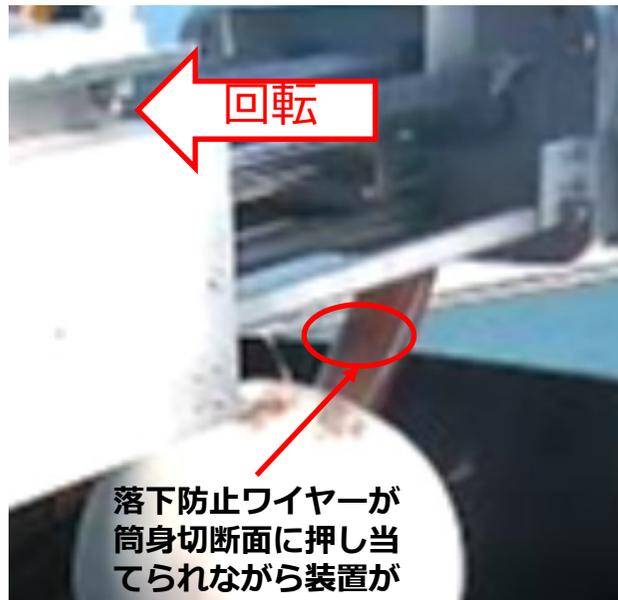


図：ワイヤーロープ切断状況

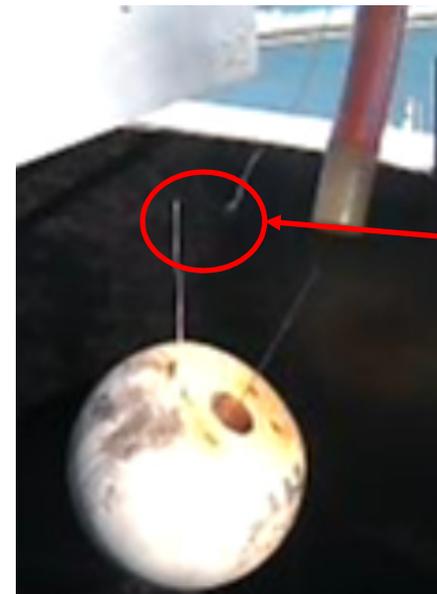
参考6-4. 鉄塔解体装置挿入ガイド落下 事象②

【事象②】

- 挿入ガイドに設けていた落下防止ワイヤーは、筒身の切断面に押し当てられながら装置が回転して擦れたことで、挿入ガイド内部のワイヤーよりも先に破断していた。



落下防止ワイヤーが筒身切断面に押し当てられながら装置が回転したことでワイヤーが損傷・破断



落下防止ワイヤー



写真：落下防止ワイヤー

参考6-5. 鉄塔解体装置挿入ガイド落下原因と対策

【原因】

- 実証試験において、風による解体装置の揺れ・回転の制止に有効であったことから、今回の挿入ガイド落下時も同様の運用を行っていた。
- 結果として、挿入ガイドに過大な変形が発生して損傷した。

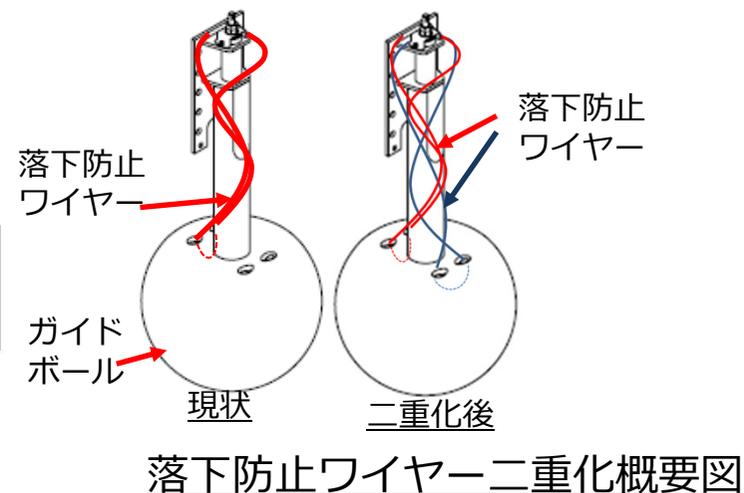
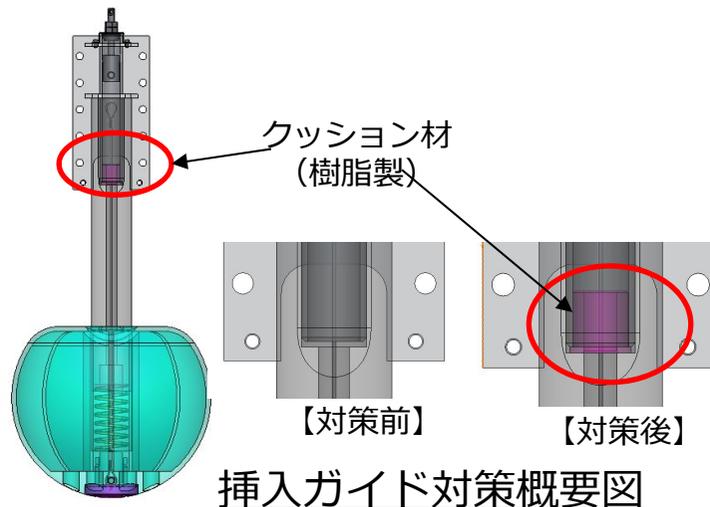
【対策】

管理的対策

- ① 挿入ガイドを、風による解体装置の揺れ・回転の制止に使用しないことを手順に明記する。
- ② 装置の吊上げ設置時、風による装置の揺れや回転が制御出来ない場合は装置を安全な位置まで退避させる。

物的対策

- ① 挿入用ガイドに変形が発生しても挿入ガイドを固定するワイヤーが切れ難い構造とする。
- ② 落下防止ワイヤーについても二重化し、落下防止策を強化する。



参考7-1. 遠隔操作車両の不具合

【概要】

- 11月22日14時40分頃、1/2号機排気筒解体作業再開準備として、遠隔操作に使用するバス（以下、「当該車両」と言う）のエンジンを始動したところ、当該車両が従来の駐車位置から約16m移動する不具合が発生した。
- 当該車両の移動に伴い、敷設している電源ケーブル等が引っ張られ、一部損傷や線抜けが発生したが、けが人はなく、他の設備への影響（損傷）も発生していない。
- 当該車両は、11月23日に元の位置に戻し、電源ケーブル等の復旧も完了したが、悪天候（降雨）により、23日、24日の解体作業は中止とした。（26日午後から解体作業実施）

【車両不具合の原因】

- 電気系統の不良やマグネットクラッチの故障と推定。
（詳細については、解体作業の合間に調査予定）

【対策】

- 今回の車両不具合を踏まえ、今後、当該車両のエンジンは始動しない。
（エンジンの始動キーは現場に持って行かず事務所で保管する運用）
- 当該車両の照明の電源は外部から取り、照度を確保する。
- 当該車両の前後輪に輪留めを追設置する。

参考7-2. 遠隔操作車両の不具合発生状況

■ 遠隔操作車両の現場状況

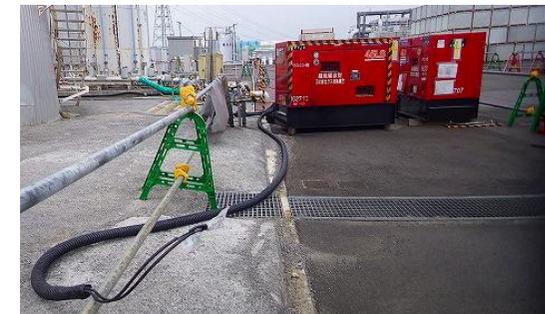
- 鉄塔解体装置の入電作業中，遠隔操作車両のエンジンを始動したところ，当該車両が突然動き出した。
* 輪留めは左後輪に取り付け，シフトはニュートラルに入れており，サイドブレーキも引いていた。
- 遠隔操作車両が動いている間は，フットブレーキ，サイドブレーキ，クラッチは効かず，運転操作者はエンジンを停止させて車両を停止させた。
- 車外の発電機から当該車両に敷設している電源ケーブル等の一部損傷や線抜けが発生した。



遠隔操作車両定位置



【遠隔操作車両（通常の停止位置）】

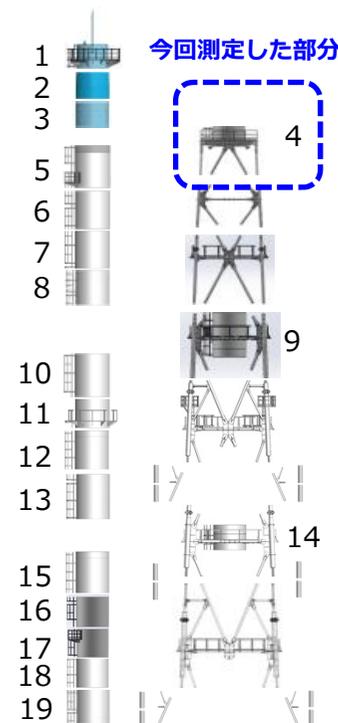


【発電機】

参考8. 環境影響評価の妥当性確認 ～4ブロック目～



- 解体作業のダスト影響評価の検証のために、飛散防止剤の上から、解体部材（筒身）表面の汚染を直接採取（スミア法）※1し、表面汚染密度を測定した。
- 表面線量率は、バックグラウンド線量率（BG）と同等であり、周辺の雰囲気線量を上昇させるほどの汚染レベルではないことを確認した。
- 表面汚染密度は、 $10^0 \sim 10^2 \text{Bq/cm}^2$ で検出されたが、解体前に実施した表面汚染密度の評価値（ $10^3 \sim 10^4 \text{Bq/cm}^2$ ）と比べて低いことを確認した。また、 α 核種の表面汚染密度も測定し、検出されていないことを確認した。

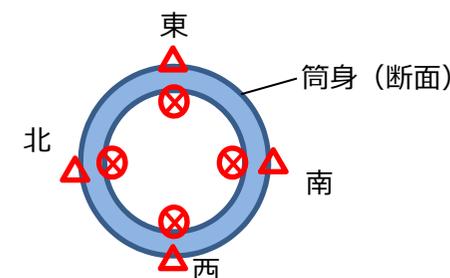


部位	表面線量率 [mSv/h]								BG
	筒身内部 (右下図⊗)				筒身外部 (右下図△)				
	東	南	西	北	東	南	西	北	
1	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.05	0.05	0.03	0.03~0.05
2	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.05	0.05~0.08
3	0.04	0.05	0.04	0.04	0.05	0.06	0.04	0.04	0.05~0.07
4	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03~0.05

< 測定部位 >

部位	表面汚染密度 [Bq/cm^2]※2			
	筒身内部 (右下図⊗)			
	東	南	西	北
1	4×10^1	7×10^0	2×10^2	6×10^2
2	2×10^2	8×10^0	1×10^1	2×10^1
3	2×10^0	2×10^0	3×10^1	2×10^1
4	3×10^1	3×10^1	2×10^2	2×10^2

部位	α 核種の表面汚染密度 [Bq/cm^2]※3			
	筒身内部 (右下図⊗)			
	東	南	西	北
1	$< 1 \times 10^{-1}$	$< 1 \times 10^{-1}$	$< 1 \times 10^{-1}$	$< 1 \times 10^{-1}$
2	$< 1 \times 10^{-1}$	$< 1 \times 10^{-1}$	$< 1 \times 10^{-1}$	$< 1 \times 10^{-1}$
3	$< 1 \times 10^{-1}$	$< 1 \times 10^{-1}$	$< 1 \times 10^{-1}$	$< 1 \times 10^{-1}$
4	$< 1 \times 10^{-1}$	$< 1 \times 10^{-1}$	$< 1 \times 10^{-1}$	$< 1 \times 10^{-1}$



< 測定位置 >

※1 飛散防止剤が塗布された状態でサンプリング ※2 Ge半導体検出器で定量（Cs-137の表面汚染密度）
 ※3 ZnSシンチレーション汚染サーベイメータ（Am-241校正）で定量

参考9. 筒身切断作業中ダスト濃度 ～4ブロック目の解体時～

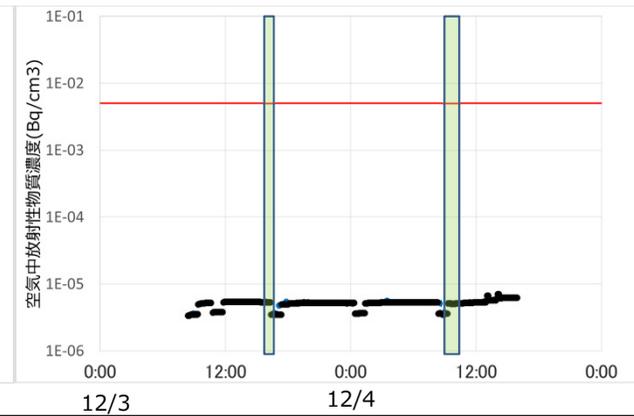
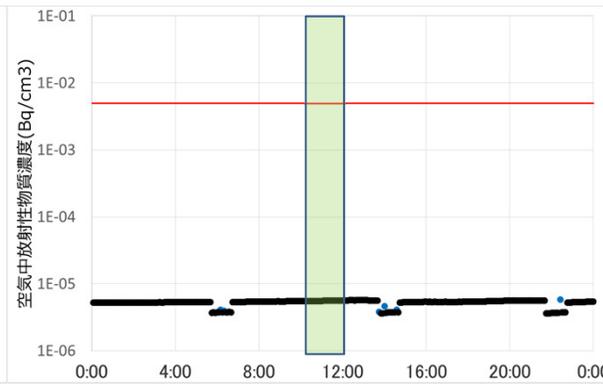
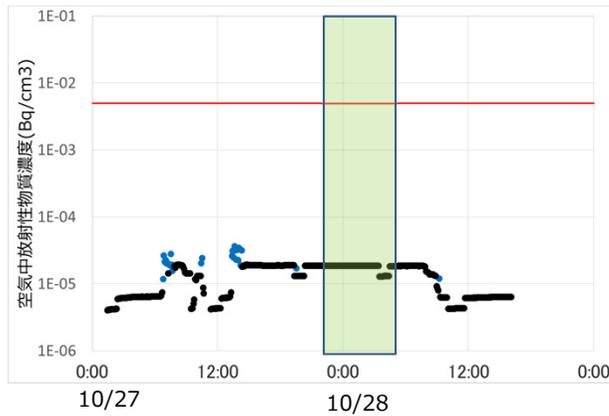


- 4ブロック目の筒身切断作業中（10/27-10/28, 11/27, 12/3-12/4：図中 背景部）のダスト濃度が、管理値未満($5 \times 10^{-3} \text{ Bq/cm}^3$)であることを確認。また、当該期間中に敷地境界においてもダスト上昇がないことを確認している。

10/27-10/28

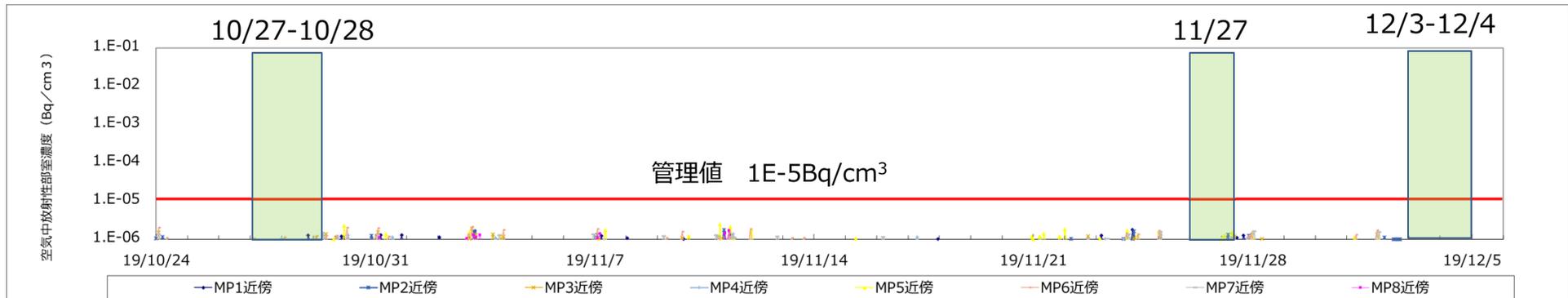
11/27

12/3-12/4



< 排気筒解体装置のダストモニタ指示 >

- 空気中放射性物質濃度（検出限界を超過したものをプロット）
- 検出限界値



< 敷地境界近傍ダストモニタ指示値（2019/10/24 ～ 2019/12/5） >

使用済燃料等の保管状況

保管場所	保管体数(体)				取出し率	(参考) 2011/3/11 時点	備考
	使用済燃料プール		新燃料 貯蔵庫	合計			
	新燃料	使用済燃料	新燃料				
1号機	100	292	0	392	0.0%	392	
2号機	28	587	0	615	0.0%	615	
3号機	24	514	0	538	4.9%	566	
4号機	0	0	0	0	100.0%	1,535	
5号機	168	1,374	0	1,542	0.0%	1,542	・2011/3/11時点の体数は炉内含む
6号機	198	1,456	230	1,884	0.0%	1,704	・2011/3/11時点の体数は炉内含む ・使用済燃料プール保管新燃料のうち180体は4号機新燃料
1～6号機	518	4,223	230	4,971	21.8%	6,354	

保管場所	保管体数(体)			保管率	(参考) 保管容量	備考
	新燃料	使用済燃料	合計			
乾式キャスク 仮保管設備	0	2,033	2,033	69.4%	2,930	キャスク基数37 (容量:50基)
共用プール	52	6,081	6,133	90.2%	6,799	ラック取替工事実施により当初保管容量6,840体から変更

	保管体数(体)		
	新燃料	使用済燃料	合計
	福島第一合計	800	12,337

※:2019年7月25日報告時から変更無し



1号機飛散防止剤散布実績及び予定
3号機オペレーティングフロアの連続ダストモニタの計測値

2019/12/19



東京電力ホールディングス株式会社

1.定期散布（1号機）

定期散布	
目的	オペレーティングフロア（以下、オペフロ）上へ飛散防止剤を定期的に散布し、ダストの飛散抑制効果を保持させることを目的とする。
頻度	1回/月
標準散布量	1.5L/m ² 以上
濃度	1/10
散布範囲	<p>【凡例】 : 散布範囲</p>
散布面積	1,234m ²

2.作業時散布・定期散布の実績及び予定（1号機）

作業時散布			
目的	オペフロ上での（ガレキ撤去や除染等）作業に応じて、飛散防止剤を散布し、ダストの飛散を抑制することを目的とする		
標準散布量	1.5L/m ² 以上	濃度	1/10
散布対象作業	北側ガレキ撤去		
定期散布の実績及び予定			
計画（12月）	実績（12月）	計画（1月）	
完了予定日：12月1日 	完了日：12月1日 	完了予定日：1月28・29日 	

【凡例】 ：計画散布範囲 ：実績散布範囲

2019年11月19日時点

3.作業時散布の実績及び予定（1号機）

								当該週の散布範囲		
11月	月	24 (日)	25 (月)	26 (火)	27 (水)	28 (木)	29 (金)	30 (土)	-	
	散布対象作業	ガレキ撤去	ガレキ撤去	ガレキ撤去	ガレキ撤去	ガレキ撤去	-	ガレキ撤去		
	散布面積合計 (m ²)	3	3	62	39	30	-	56		
	平均散布量 (L/m ² ・回)	3.3	3.3	1.8	2.8	1.7	-	1.8		
	連続ダストモニタの計測値 (Bq/cm ³) ※1	3.11E-04 (最大) ND (最小)	3.37E-04 (最大) ND (最小)	3.04E-04 (最大) ND (最小)	4.14E-04 (最大) ND (最小)	3.28E-04 (最大) ND (最小)	3.64E-04 (最大) ND (最小)	3.49E-04 (最大) ND (最小)		
12月	月	1 (日)	2 (月)	3 (火)	4 (水)	5 (木)	6 (金)	7 (土)		
	散布対象作業	-	-	-	-	-	-	-		
	散布面積合計 (m ²)	(定期散布実施)	-	-	-	-	-	-		
	平均散布量 (L/m ² ・回)	(定期散布実施)	-	-	-	-	-	-		
	連続ダストモニタの計測値 (Bq/cm ³) ※1	4.45E-04 (最大) ND (最小)	3.04E-04 (最大) ND (最小)	3.62E-04 (最大) ND (最小)	3.33E-04 (最大) ND (最小)	3.86E-04 (最大) ND (最小)	3.44E-04 (最大) ND (最小)	3.30E-04 (最大) ND (最小)		
		月	8 (日)	9 (月)	10 (火)	11 (水)	12 (木)	13 (金)	14 (土)	-
	散布対象作業	-	-	-	-	-	-	-		
	散布面積合計 (m ²)	-	-	-	-	-	-	-		
	平均散布量 (L/m ² ・回)	-	-	-	-	-	-	-		
	連続ダストモニタの計測値 (Bq/cm ³) ※1	3.42E-04 (最大) ND (最小)	4.17E-04 (最大) ND (最小)	3.73E-04 (最大) ND (最小)	4.60E-04 (最大) 8.42E-07 (最小)	5.15E-04 (最大) ND (最小)	5.70E-04 (最大) ND (最小)	5.12E-04 (最大) ND (最小)		
		月	15 (日)	16 (月)	17 (火)	18 (水)	19 (木)	20 (金)	21 (土)	-
	散布対象作業	-	ガレキ撤去	ガレキ撤去	-	-	-	-		
	散布面積合計 (m ²)	-	3	2	-	-	-	-		
平均散布量 (L/m ² ・回)	-	3.3	5	-	-	-	-			
連続ダストモニタの計測値 (Bq/cm ³) ※1	4.21E-04 (最大) ND (最小)	4.79E-04 (最大) ND (最小)	6.02E-04 (最大) ND (最小)	(最大) (最小)	(最大) (最小)	(最大) (最小)	(最大) (最小)			
	月	22 (日)	23 (月)	24 (火)	25 (水)	26 (木)	27 (金)	28 (土)	-	
散布対象作業	-	-	-	-	-	-	-			
散布面積合計 (m ²)	-	-	-	-	-	-	-			
平均散布量 (L/m ² ・回)	-	-	-	-	-	-	-			
連続ダストモニタの計測値 (Bq/cm ³) ※1	(最大) (最小)	(最大) (最小)	(最大) (最小)	(最大) (最小)	(最大) (最小)	(最大) (最小)	(最大) (最小)			

※1 表記の連続ダストモニタ計測値は速報値、ND=不検出

※2 作業途中からの強風によりクレーンを稼働させることができなかったため作業後の飛散防止剤散布はなし。なお、ダストモニタに有意な変動が無いことを確認。

2019年12月18日時点

4.オペレーティングフロアの連続ダストモニタの計測値 (3号機)



								当該週の散布範囲	
11月	日	24 (日)	25 (月)	26 (火)	27 (水)	28 (木)	29 (金)	30 (土)	
	散布対象作業 ^{※4}	-	-	-	-	-	-	-	
	散布面積合計 (m2)	-	-	-	-	-	-	-	
	平均散布量 (L/m2・回) ^{※1}	-	-	-	-	-	-	-	
	連続ダストモニタの計測値 (Bq/cm3) ^{※2}	3.71E-05 (最大) ND ^{※3} (最小)	3.40E-05 (最大) ND ^{※3} (最小)	6.73E-05 (最大) ND ^{※3} (最小)	4.42E-05 (最大) ND ^{※3} (最小)	6.50E-05 (最大) ND ^{※3} (最小)	3.86E-05 (最大) ND ^{※3} (最小)	4.34E-05 (最大) ND ^{※3} (最小)	
12月	日	1 (日)	2 (月)	3 (火)	4 (水)	5 (木)	6 (金)	7 (土)	
	散布対象作業 ^{※4}	-	-	-	-	-	-	-	
	散布面積合計 (m2)	-	-	-	-	-	-	-	
	平均散布量 (L/m2・回) ^{※1}	-	-	-	-	-	-	-	
	連続ダストモニタの計測値 (Bq/cm3) ^{※2}	5.12E-05 (最大) ND ^{※3} (最小)	4.63E-05 (最大) ND ^{※3} (最小)	3.51E-05 (最大) ND ^{※3} (最小)	5.60E-05 (最大) ND ^{※3} (最小)	4.41E-05 (最大) ND ^{※3} (最小)	3.80E-05 (最大) ND ^{※3} (最小)	4.18E-05 (最大) ND ^{※3} (最小)	
	日	8 (日)	9 (月)	10 (火)	11 (水)	12 (木)	13 (金)	14 (土)	
	散布対象作業 ^{※4}	-	-	-	-	-	-	-	
	散布面積合計 (m2)	-	-	-	-	-	-	-	
	平均散布量 (L/m2・回) ^{※1}	-	-	-	-	-	-	-	
	連続ダストモニタの計測値 (Bq/cm3) ^{※2}	3.27E-05 (最大) ND ^{※3} (最小)	4.35E-05 (最大) ND ^{※3} (最小)	4.86E-05 (最大) ND ^{※3} (最小)	7.86E-05 (最大) ND ^{※3} (最小)	5.16E-05 (最大) ND ^{※3} (最小)	4.83E-05 (最大) ND ^{※3} (最小)	3.41E-05 (最大) ND ^{※3} (最小)	
	日	15 (日)	16 (月)	17 (火)	18 (水)	19 (木)	20 (金)	21 (土)	
	散布対象作業 ^{※4}	-	-	-	-	-	-	-	
	散布面積合計 (m2)	-	-	-	-	-	-	-	
	平均散布量 (L/m2・回) ^{※1}	-	-	-	-	-	-	-	
	連続ダストモニタの計測値 (Bq/cm3) ^{※2}	4.90E-05 (最大) ND ^{※3} (最小)	3.98E-05 (最大) ND ^{※3} (最小)	6.32E-05 (最大) ND ^{※3} (最小)	- (最大) - (最小)	- (最大) - (最小)	- (最大) - (最小)	- (最大) - (最小)	
	日	22 (日)	23 (月)	24 (火)	25 (水)	26 (木)	27 (金)	28 (土)	
散布対象作業 ^{※4}	-	-	-	-	-	-	-		
散布面積合計 (m2)	-	-	-	-	-	-	-		
平均散布量 (L/m2・回) ^{※1}	-	-	-	-	-	-	-		
連続ダストモニタの計測値 (Bq/cm3) ^{※2}	- (最大) - (最小)	- (最大) - (最小)	- (最大) - (最小)	- (最大) - (最小)	- (最大) - (最小)	- (最大) - (最小)	- (最大) - (最小)		

※1 平均散布量は作業前、作業後に分けて記載

※2 表記の連続ダストモニタ計測値は速報値

※3 ND=不検出

2019年12月18日時点

※4 遮へい体設置完了に伴い定期・作業時散布は終了