

福島第一原子力発電所 3号機原子炉建屋 燃料取り出し用カバー等設置工事の進捗状況について

2018年6月28日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

1 進捗状況（燃料取扱機・クレーン設置）

TEPCO

- 燃料取扱機・クレーン関連設備設置工事を2017年9月に着手。
- ドーム屋根については2月23日に設置完了。
- 燃料取扱機・クレーン用電源ケーブル及び制御ケーブルの布設を2018年3月15日に完了。
- 燃料取扱機・クレーン試運転を3月15日に開始。
 - クレーンについては主巻の関連機器に不具合が確認されたことから、試運転を中止している。なお、主巻以外の機器については予定通り試運転を実施している。



ドーム屋根設置完了



3号機原子炉建屋オペフロ 試運転状況



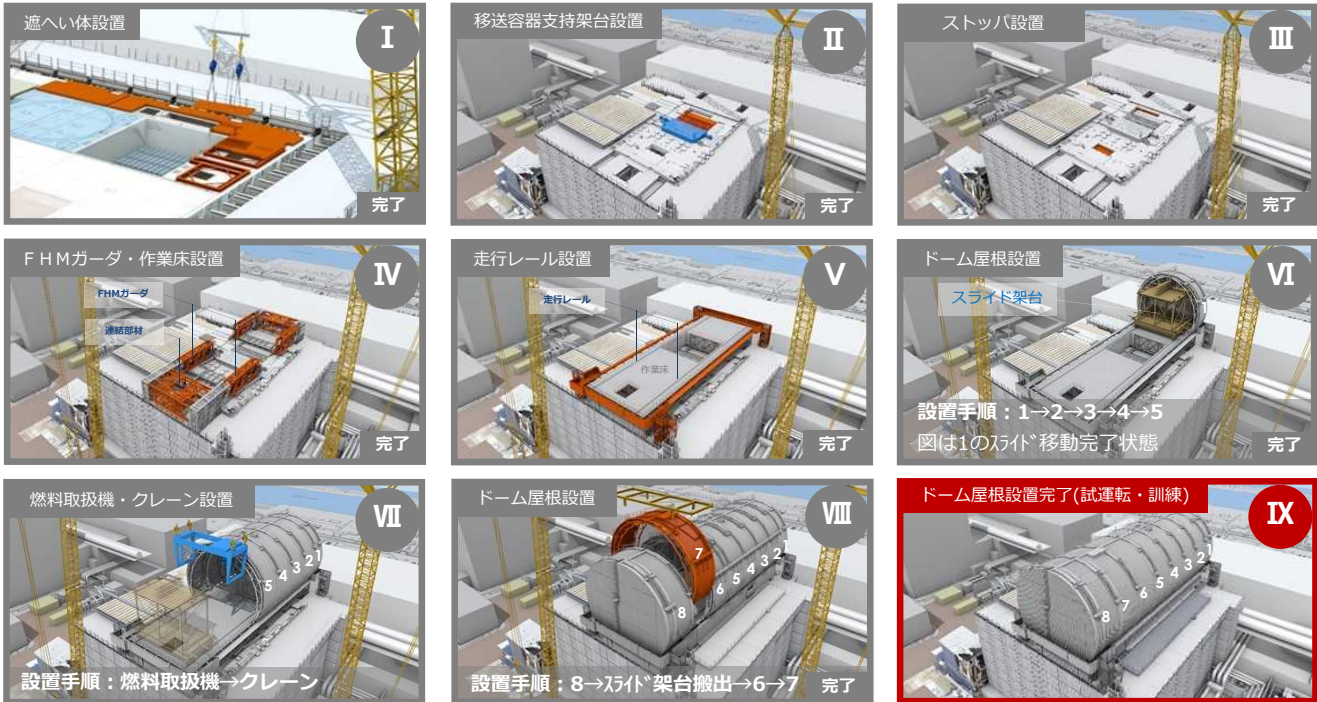
遠隔操作室 試運転状況

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

2-1 燃料取り出し用カバー等設置の作業ステップ

- ステップⅢ～Ⅳ：門型架構の設置
- ステップⅤ：走行レールの設置
- ステップⅥ～Ⅸ：ドーム屋根部材および燃料取扱設備等の設置



2-2 試運転（ステップⅨ）の作業概要

- 燃料取扱機・クレーンおよび関連機器の試運転を実施する。
 - 燃料取扱機・クレーン等について電気試験や遠隔操作室からの運転確認を含めた動作確認等を実施する。
 - クレーンの落成検査および、FHM・クレーンの使用前検査を受検する。
 - 作業期間：2018年3月15日開始。

【オペフロ】

- 作業人数：（7人／班）×（2班／日）
- 作業時間：約60～120分／班・日
- 空間線量率：約 0.1～1.2 mSv/h
 - 計画線量：0.3 人Sv
 - 線量実績：0.11人Sv（6月22日時点）
 - 個人最大線量実績：0.63 mSv/日（4月27日）

【遠隔操作室】

- 作業人数：（4人／班）×（2班／日）
- 作業時間：約300分／班・日



3号機原子炉建屋オペフロ 試運転状況



試運転実施状況（遠隔操作室）

■ 試運転中にクレーンの不具合が発生。

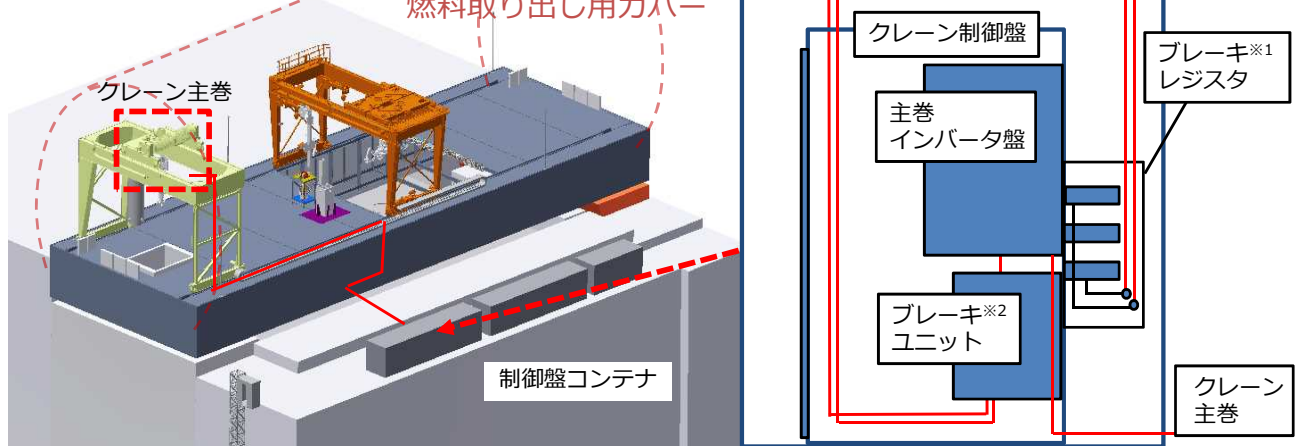
● 発生事象

2018年5月11日 クレーンの試運転において、主巻の巻き下げ停止操作をしていたところ、R/Bオペフロに設置してある制御盤コンテナ内のクレーン主巻インバータから異音が発生し、クレーンが停止した。クレーン主巻インバータの内部を確認した結果内部にすすが付着していた。（消防署より非火災と判断）

● 調査状況

2018年5月12日 クレーン主巻インバータ異常の調査の為、R/Bオペフロに設置してある制御盤コンテナ内機器の外観確認を行っていたところ、クレーン制御盤背面にあるブレーキレジスタ※1に損傷を確認した。

3号機オペフロ



※1 ブレーキレジスタ：ブレーキユニットから回生電流を受けて熱に変換し、インバータの電圧上昇を抑える素子

※2 ブレーキユニット：クレーン主巻動作により発生する回生電流が一定値を超えたとき、ブレーキレジスタ側に逃がす回路

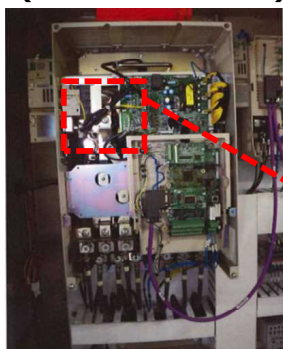
©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

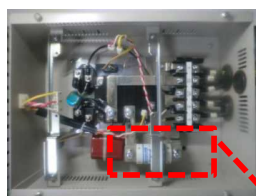
■ クレーン不具合（主巻インバータ異常）発生状況は以下の通り。

- 3月16日：電源投入。主巻インバータ異常の他、複数の警報を確認。
- 3月28日：通信異常やケーブルの一部断線の復旧を実施したが主巻インバータ異常の警報のみクリアせず。
- 4月 5日：インバータ内整流器の損傷を確認。
- 4月21日：主巻インバータ異常は機器単体の故障と考え、主巻インバータの交換を実施。
動作確認の中で主巻の巻き下げ速度を上昇させた際、主巻インバータ異常の警報を確認。
- 4月25日：ブレーキユニットのヒューズに損傷を確認。
- 5月11日：ブレーキユニットの交換を実施し、動作確認の中で主巻の巻き下げ停止操作をした際、主巻インバータ異常の警報を確認。インバータ内部に煤を確認。
- 5月12日：ブレーキユニットに付随のブレーキレジスタに損傷があることを確認。

クレーン制御盤 (3号機南側構台上)



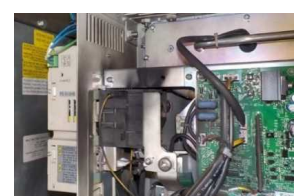
主巻インバータ内部写真



ブレーキユニット内部写真



ブレーキレジスタ内部写真



主巻インバータ内部の煤
(5月11日)



損傷の確認された整流器
(4月5日)



損傷の確認されたヒューズ
(4月25日)



ブレーキレジスタ内の損傷
(5月12日)

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

■ 事実関係整理

- 動作確認を行った工場と発電所では電源電圧が異なっている。
(米国工場：380V, 国内工場420V, 発電所480V)
- 米国出荷時において、電源電圧の違いをインバータのパラメータ設定に反映していたが、ブレーキユニットの設定は低いままとなっていた。

■ 現場調査

- 制御盤内及び電源ケーブルについて外観確認を実施し、接続に問題のないこと、ボルトに緩みのないこと、地絡発生の痕跡がないことを確認。
- 制御盤内の絶縁抵抗測定を実施し、絶縁が保たれていることを確認。

⇒制御盤内の機器及び電源ケーブルに短絡・地絡の発生がないことを確認。

制御盤内機器及び電源ケーブルの外観確認結果

現場調査実施項目

【外観確認】

- ・電源ケーブル (20本)
- ・制御盤内機器 (37種類)

【絶縁抵抗測定】

- ・制御盤内 (11箇所)

【導通確認】 ※

- ・電源ケーブル(20本)
- ・制御盤内機器 (2種類)

※機器の健全性確認の為実施

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All rights reserved. 無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

■ 機器調査

- ブレーキレジスタの外観確認において、端子台の絶縁物が溶けていること、ボルト頭部も溶融していることを確認。盤扉の溶融と盤内配線の被覆が溶けている状況を確認。
- ブレーキレジスタの分解調査を実施し、端子台、盤扉以外に地絡の痕跡がないことを確認。レジスタ本体(抵抗器)の外観、抵抗値に異常の無いことを確認。端子台と盤扉の機械的な接触が無いことを確認。
- 端子台をX線撮影で確認した結果、端子が接近していることを確認。

⇒絶縁物の溶融により端子部が接触したことで短絡が発生。端子台と盤扉の機械的な接触が無いことから、短絡時の放電によって盤扉と端子台間で地絡が発生したと考えられる。

端子台、盤扉以外に地絡の痕跡がなし
抵抗器の外観、抵抗値に異常なし

端子台

盤扉外観 (内側)

盤扉と接触なし

端子台の外観

絶縁物が溶融

端子台のX線写真

端子台が接触していた

機器調査実施項目

【目視確認】

- ・ケーブル、盤、扉、抵抗器

【抵抗測定】

- ・抵抗器

【導通確認】

- ・端子台

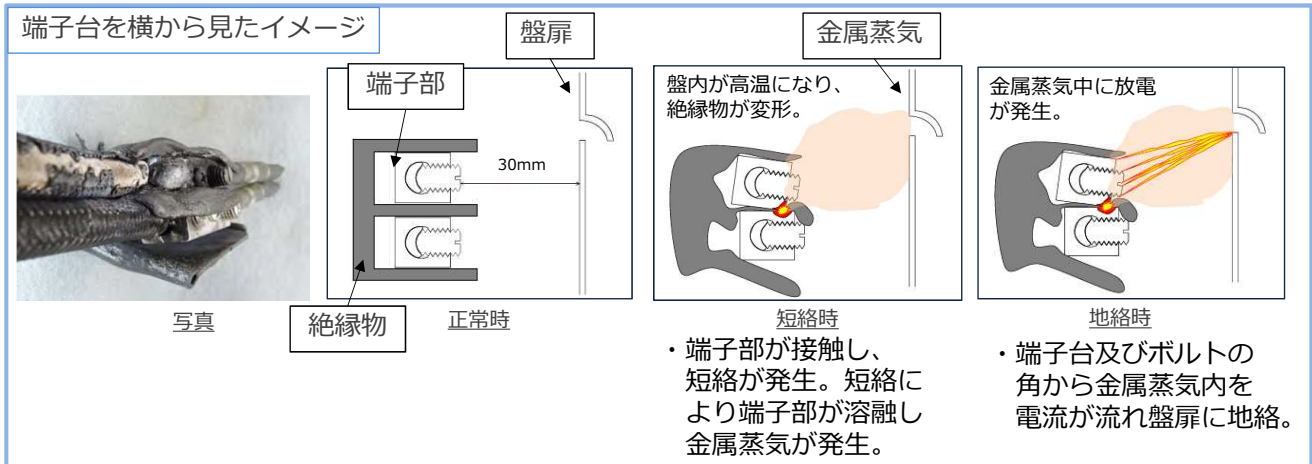
【材料調査】

- ・ケーブル、盤、扉、端子台

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved. 無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

- 調査結果より不具合原因を以下と推定。
 - ブレーキユニットのパラメータ設定※が、米国出荷時の低い設定のままとなっていたことから、電源投入時よりブレーキレジスタに連続して電流が流れる状態となった。
 - ブレーキレジスタ盤内が高温になり、端子台の絶縁物が変形し、端子部で短絡が発生。
 - 短絡時の放電により、ブレーキレジスタ盤扉と端子台間で地絡が発生。
 - ブレーキレジスタから主巻インバータへ短絡・地絡電流が流れ、インバータが損傷した。

※回生電流が発生して直流電圧が高くなった場合に、ブレーキレジスタに電流を流す設定



- 以下の対策を実施しクレーンを復旧する。
 - 発電所の電源電圧をブレーキユニットのパラメータ設定に反映。
 - 損傷した部品の交換。
 - ブレーキレジスタ端子台の接続部の改良。

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved. 無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

4 スケジュール

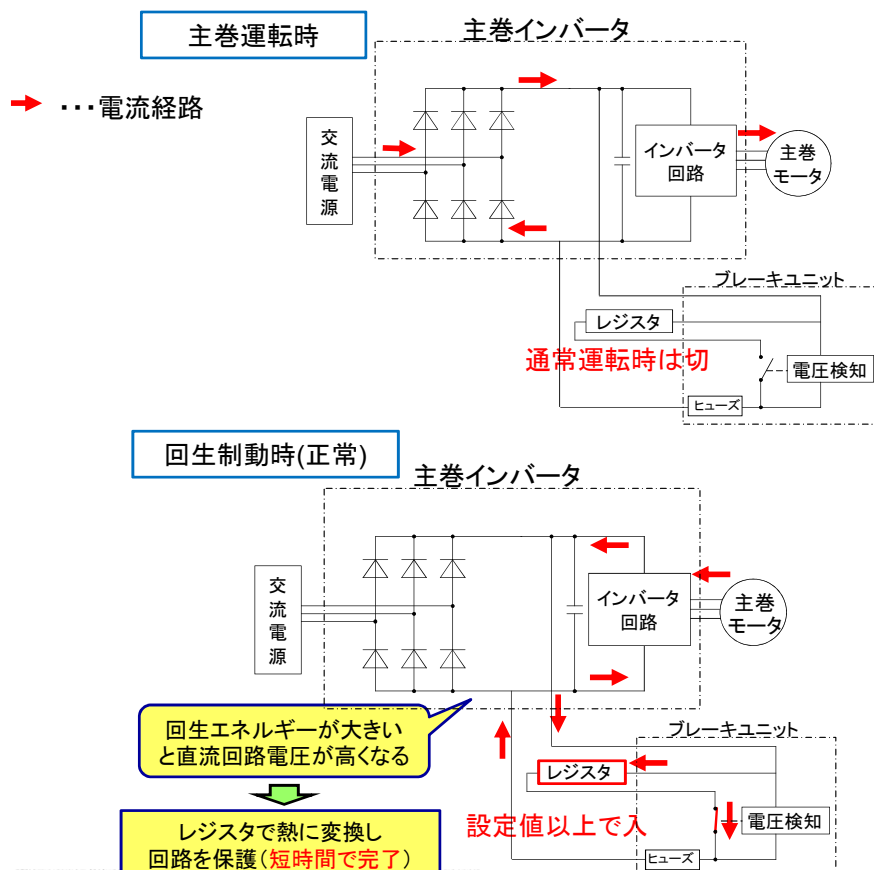
- FHM・クレーンの試運転を3月15日に開始。主巻以外の機器については順調に進捗。クレーン復旧後、クレーン主巻の試運転を実施。
- クレーン不具合により1~2ヶ月程度影響はあるが、引き続き工程精査を行い、安全を最優先に作業を進めていく。
- 燃料取り出し開始時期は、2018年度中頃の予定。

年度	2016			2017									2018														
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	第1四半期	第2四半期	第3四半期	第4四半期					
遮へい体設置 (含む移送容器支持架台)	I			II																							
FHMガード等設置	III, IV, V																										
ドーム屋根等設置																VI			VII			VIII			IX		
燃料取り出し																試運転			燃料取り出し開始▼			ブル内ガレキ撤去			燃料取り出し実機訓練		

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved. 無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

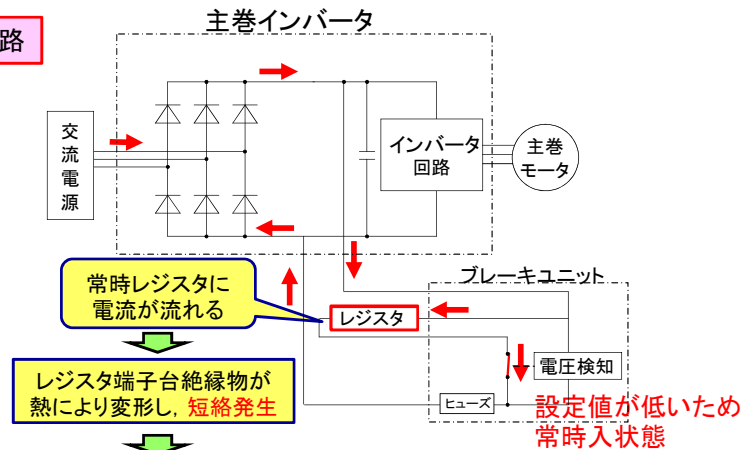
参 考 資 料

【参考】主巻インバータ損傷に至るメカニズム (1/4)



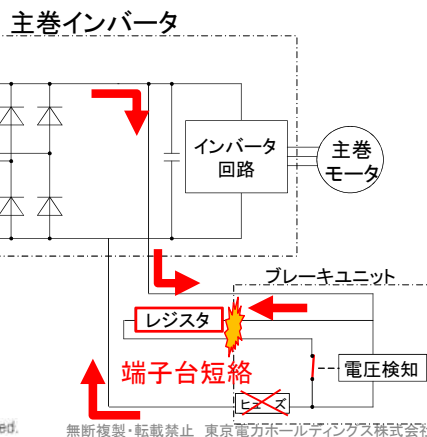
当該事象発生時回路

3/16



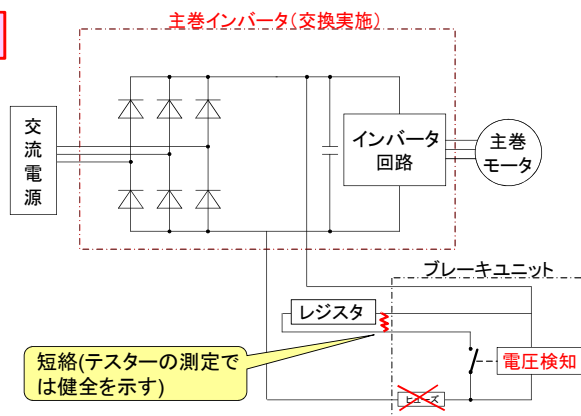
上流電源遮断器トリップ

短絡・地絡電流が整流
回路に流れ、インバー
タ盤損傷



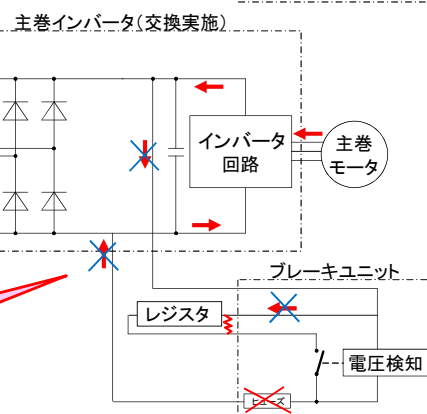
当該事象発生時回路

4/21



回生制動時

ヒューズが切れている
ことで、ブレーキユニット
へ電流が流れない。



【対応処置】
・主巻インバータの交換
・ブレーキユニットの電圧
設定見直し

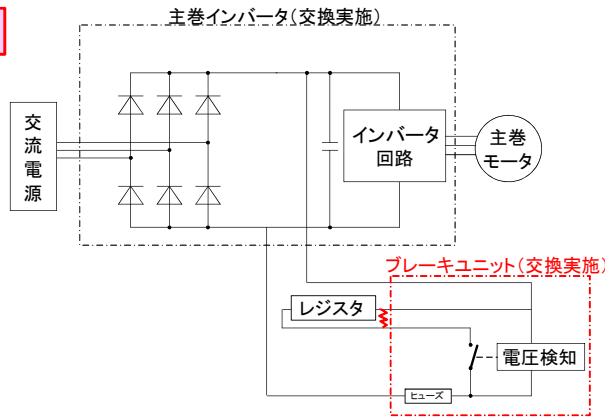
【故障継続箇所】
・レジスタの短絡
・ヒューズ断

設定値見直し

回生電流の抑制回路が形
成出来ず、内部の電圧が
上昇してインバータトリッ
プとなった。

当該事象発生時回路

5/11

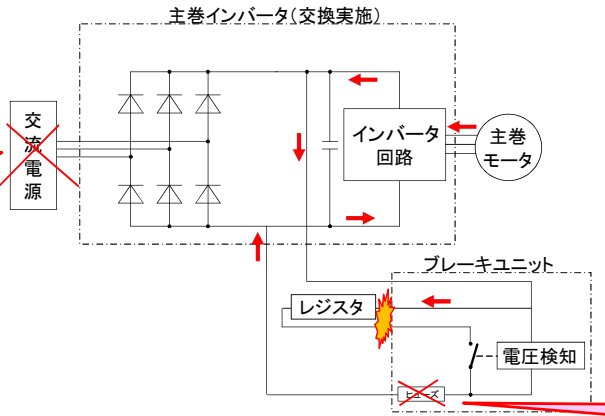


【対応処置】
・ブレーキユニット交換

【故障継続箇所】
・レジスターの短絡

回生制動時

上流電源遮断器トリップ



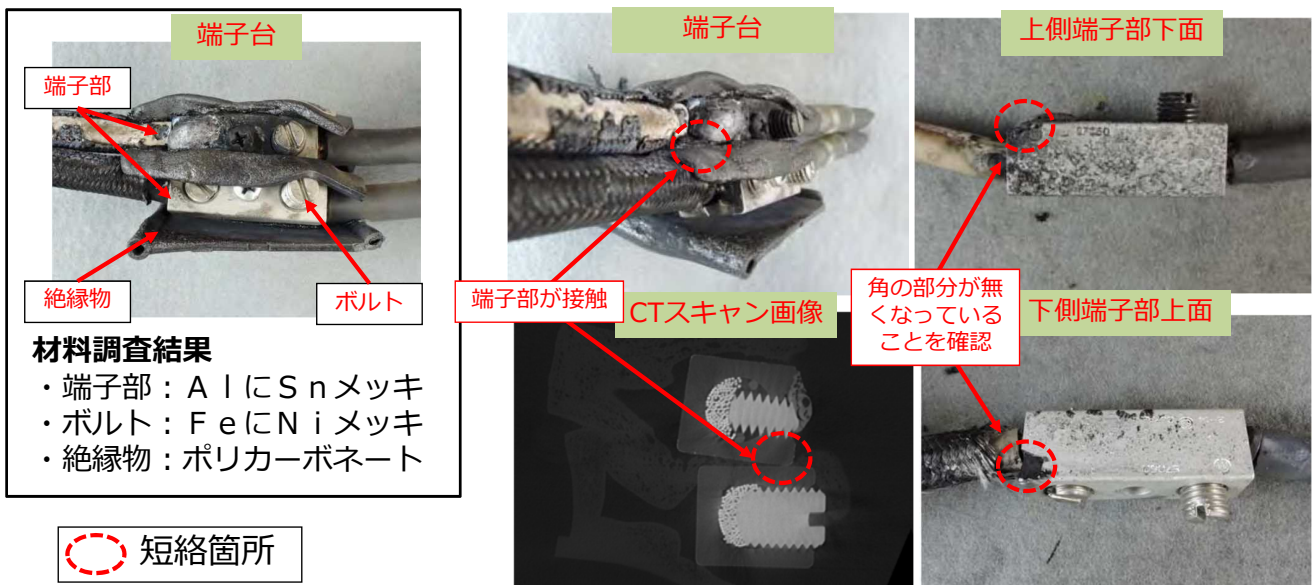
回生電流がレジスタへ流れて再短絡。その後、短絡電流にてヒューズ断及び上流電源トリップした。

ヒューズ断

【参考】原因調査の詳細(1/2)

■ 機器調査

- ▶ 端子台の絶縁物はポリカーボネートであり、250～320℃で柔軟性が高くなり変形しやすい性質を持つ。
⇒熱により絶縁物が変形。
- ▶ 外観確認、CTスキャンの結果から、端子部の接触及び端子部の角が無くなっていることを確認。
⇒端子部が接触し短絡が発生。短絡が発生した部分が溶融し、金属蒸気が発生したと推定。



材料調査結果

- ・端子部：AlにSnメッキ
- ・ボルト：FeにNiメッキ
- ・絶縁物：ポリカーボネート

短絡箇所

■ 機器調査

- ▶ ブレーキレジスタ盤扉の付着物から端子部とボルトの材料を検出。
- ▶ 端子部及びボルトの損傷を確認。
⇒端子台及びボルトの角から金属蒸気内を電流が流れ盤扉に地絡。

ブレーキレジスタ盤扉 (内側)

端子台

上側端子部上面

材料調査結果

- ・ 盤扉の付着物： A l と Fe (端子部とボルトの材料)

CTスキャン画像

地絡箇所

【参考】燃料取扱設備等全体配置

<クレーン>

重量	約 90 t
長さ (長手方向)	約 17.0 m
幅 (短手方向)	約 8.5 m
高さ	約 11.3 m

<燃料取扱機>

重量	約 74 t*
長さ (長手方向)	約 17.0 m
幅 (短手方向)	約 8.0 m
高さ	約 9.3 m

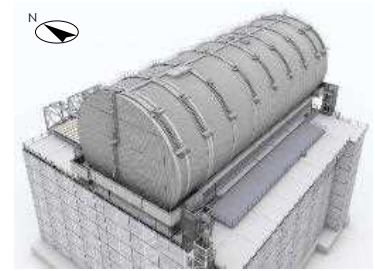
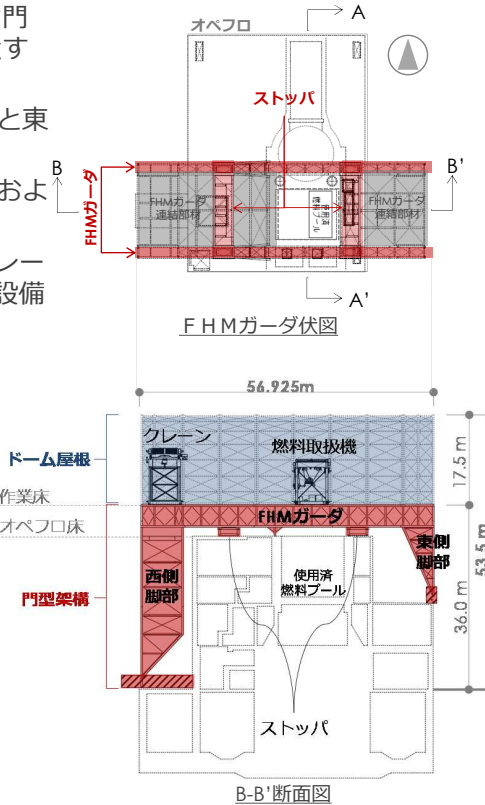
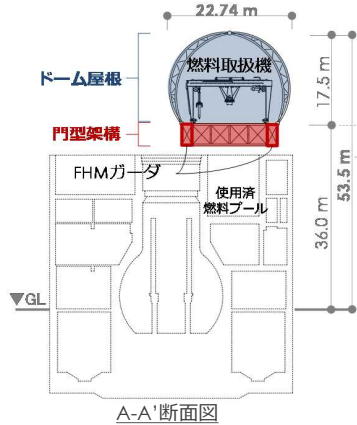
*吊上げ作業時の重量：約 72 t

※カバー内ダスト濃度の測定は、排気ダクト内の空気をサンプリングし測定

遠隔操作室 (事務本館)

【参考】燃料取り出し用カバーの概要

- 燃料取り出し用カバー（鉄骨造）は、東西方向にオペフロを跨ぐ門型架構と、門型架構上部に設置するドーム屋根で構成
 - 門型架構は主にFHMガーダと東西脚部で構成
 - FHMガーダ上に走行レールおよび作業床を敷設
 - 燃料取扱機(FHM)およびクレーンは走行レールに、その他設備は作業床等に設置



3号機燃料取り出し用カバーイメージ

