

3号機 燃料取り出しに向けた進捗状況

2019/3/28



東京電力ホールディングス株式会社

1. これまでの経緯



- 3号機 燃料取扱設備については、2018年8月の使用前検査中にケーブルの不具合により燃料取扱機（以下、FHM）が停止し使用前検査を中断した。
- 使用前検査中に発生した不具合等を踏まえ、設備の信頼性を万全にすることを目的に以下の対策を実施した。
 - 安全点検（動作確認、設備点検）
 - 品質管理確認
 - 環境対策
 - 予備品の追加購入
- 安全点検の結果、燃料取扱設備の機能・性能に影響を及ぼす事象（14件）を確認し、それぞれについて対策および対策後の検証を完了した。
- その後、ケーブル不具合の対策（ケーブル交換）後の機能確認を実施し、2019年2月14日より燃料取り出し訓練と関連作業、同3月15日より瓦礫撤去訓練を実施している。
- 訓練中に7件の不具合事象を確認している。

2. 訓練中に確認された事象

No.	発生事象	概要	対応	対応状況
①	無停電装置内バッテリー容量低下に伴う警報発生	バッテリー交換時期が近づいていることを告知する警報が発生した。	バッテリーの交換	済
②	I T V 画像の乱れ	中継器のフリーズ（再起動で対応可能）によりITV画像の乱れが発生した。復旧の手順が無かった。	再起動 操作方法を手順書へ反映	済
③	垂直吊具用ケーブルコネクタ浸水事象	ケーブルコネクタの養生状態の確認が足りないまま、使用済燃料プールにコネクタを水没させた。	コネクタ交換 SFP着水時の注意喚起表示を掲示	済
④	ケーブルベアによるケーブル巻き込み事象	ケーブルとケーブルベアの干渉具合について確認が不足したことにより、ケーブルベアに巻き込まれたケーブルが損傷した。	ケーブル交換 干渉防止板の設置	済
⑤	駆動水圧供給系駆動用流体の漏えい事象	機器の使用に伴い継手部に回転力等が生じ、ゆるみが発生したことにより、駆動用流体が漏えいした。	増締め及び合マークを実施 日常点検表に確認項目の追加	済
⑥	テンシルトラス上昇操作時の警報発生	テンシルトラス上昇操作中に警報が発報し停止。テンシルトラスホイスト1モータ電源ケーブルで絶縁不良を確認。コネクタ内表面に汚損等が存在し、課電による発熱で地絡・短絡に発展したものと推定。モータ駆動装置が電圧異常を検知して動作を停止させたため、警報発生したと推定。	当該ケーブル・コネクタの交換 モータ駆動装置健全性を確認 耐電圧試験による他動力ケーブル・コネクタの健全性確認	検証試験中
⑦	クレーンバルブボックスの漏えい事象	機器の操作に伴う振動の影響により閉止プラグ部のゆるみが発生し駆動用流体が漏えいした。	電磁弁等の交換 当該プラグの点検・再締結及び合マークを実施 し月例点検で合マークを確認 更なる信頼性向上対策として、ゆるみ防止剤の塗布を検討中	済

- 今回発生した7事象のうち、6事象（⑥以外）については、使用・作業に伴い発生した事象であり、安全点検（動作確認・設備点検）及び品質管理確認において確認することを目的としていた、設計や調達上の品質に起因するものではない。今後は、手順書への反映、点検項目の追加等によって対応していく。
- また、事象（⑥）については、推定原因を立証するための検証試験中。対策を徹底した上で燃料取り出しを開始していく。

2

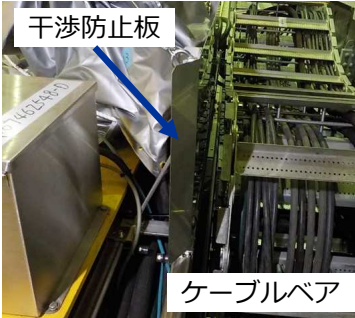
2. 訓練中に確認された事象 ①無停電装置内バッテリー容量低下に伴う警報発生 ② I T V 画像の乱れ

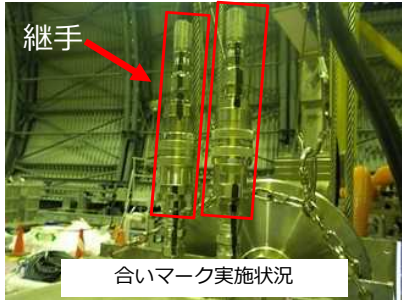
発生事象	無停電装置内バッテリー容量低下に伴う警報発生
概 要	重故障「操作室キャビネット異常」と軽故障「操作室UPS異常」が発生した。ただし、本警報はバッテリー交換時期が近づいていることを告知する警報であり、警報が発生しても、燃料取扱設備の停止は無く、操作にも影響を与えない。
原 因	無停電装置内バッテリーの容量低下
対 応	バッテリーを交換した。(3月16日完了)
備 考	無停電装置は、遠隔操作室の伝送装置や入出力基板の瞬停対策として設置している。

発生事象	ITV画像の乱れ
概 要	マニピュレータ左手(SAM2)の肩にあるITV104カメラの画像の乱れを確認した。また、ITVからモニター間に設置されている中継器のフリーズを確認した。  画像の乱れ状況
原 因	中継器のフリーズによる画像の乱れと判断した。
対 応	✓ フリーズを解消するために再起動を行い、フリーズが解消し中継器が健全に動作していることを確認した。また、ITV104カメラ表示が正常に動作していることを確認した。(2月19日完了) ✓ 事象発生時の再起動の手順が無かったため、手順書に反映した。(3月5日完了)
備 考	ITVの画像の乱れであり、マニピュレータの動作には影響を与えないため、ガレキ撤去作業に影響はない。

3

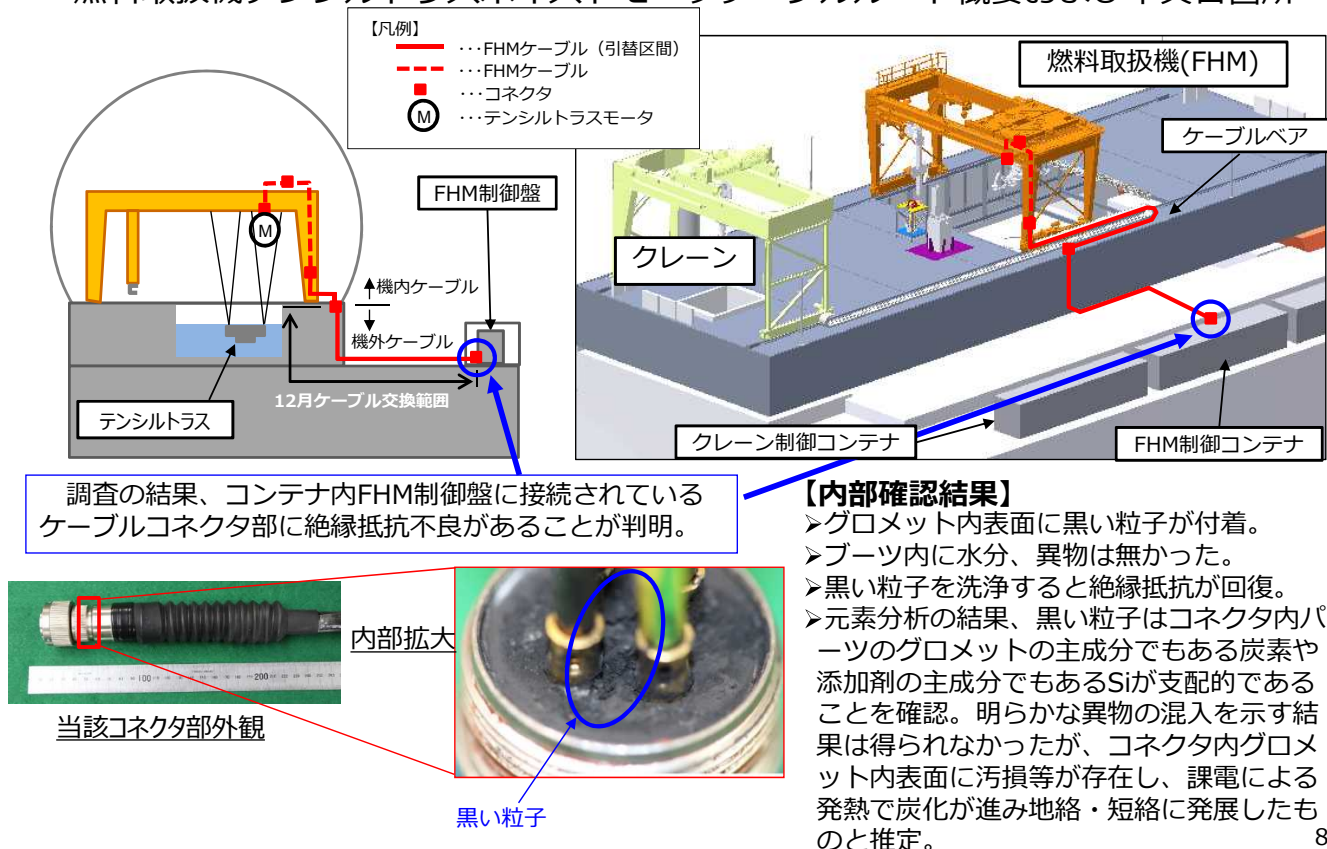
発生事象	垂直吊具用ケーブルコネクタ浸水事象
概要	クレーン主巻に設置されている垂直吊具用ケーブルコネクタは、垂直吊具を取り外した際に養生(水密性なし)を実施し、主巻に固縛していたが、ITVインターロック試験において、十分な処置を実施せず、当該養生のまま主巻を使用済み燃料プール（以下、SFP）に浸水させ、当該コネクタを水没させた。     垂直吊具 コネクタ養生状態 注意喚起表示
原因	垂直吊具用ケーブルコネクタの養生状態の確認が不足し、十分な処置を実施せず主巻をSFP内に浸水させたこと。
対応	✓ 浸水したケーブルコネクタを交換し、抵抗測定・動作確認を行い、健全性を確認した。(3月17日完了) ✓ クレーン操作者が誰でも認識可能とするために、遠隔操作室の操作卓へ「垂直吊具未装着状態で、クレーン主巻をSFPに着水させないこと」の注意喚起表示を掲示した。(3月13日完了)
備考	燃料取り出し期間中は、垂直吊具を取り外さない。また、取り外した状態で容器を取り扱うことはないため、輸送容器落下等につながる事象ではない。

発生事象	ケーブルベアによるケーブル巻き込み事象
概要	訓練実施中、垂直吊具の補アームの跳ね下げ※操作が出来なことを確認した。 ※垂直吊具の補アームは開いた後、水平に円を描く形で振り上がる。キャスク吊り上げ時にアームが干渉しないための動き。
原因	垂直吊具制御ケーブルの損傷を確認した。また、ケーブルベア（以下、ベアという。）可動域及びベアを構成する部品にケーブル被覆の一部と考えられる破片の付着を確認したため、ケーブルがベアに巻き込まれ損傷したと判断した。 ケーブルとベアの干渉確認が不足していたことが原因と判断した。     クレーン脚部 ケーブルベア 干渉防止版設置状況
対応	✓ ケーブルを交換し、干渉防止板を設置した。抵抗測定・動作確認を行い、健全性を確認した。(3月14日完了)
備考	垂直吊具のアームの操作が出来なくなった場合でも、輸送容器の把持状態は維持されるため、燃料取り出し作業中の輸送容器落下等につながる事象ではない。

発生事象	駆動水圧供給系駆動用流体の漏えい事象
概 要	SFP水浄化装置設置のため当該装置を運搬中に、浄化装置上部が駆動水圧供給系の駆動用流体で濡れていることをITVで確認した。 クレーン補巻を確認し、駆動水圧供給系ホース継手部から駆動用流体が漏えいしていることを確認した（1滴／1秒）。
原 因	駆動水圧系ホース継手部に、補巻操作による引っ張り力、回転力の影響が生じたことによる、ゆるみが原因と判断した。
対 応	✓ 増締めを実施し、運転圧にて漏えいのないことを確認した。（2月26日完了） ✓ 当該継手のITV監視可能位置に合いマークを付し、ゆるみが生じていないことを事前に確認することで未然に漏えいを防ぐ。 ✓ 事前確認について、日常点検で使用しているチェックシートに反映した。   ○部拡大  ✓ 類似箇所について、同様の対策を実施済（3月15日完了）
備 考	駆動水圧が喪失した場合でも、吊り荷の状態は維持されるため、吊り荷の落下等につながる事象ではない。

発生事象	テンシルトラス上昇操作時の警報発生
概 要	移送容器ヘフランジプロテクタ（移送容器フランジ部の保護部材）を設置後、テンシルトラスをSFPから移動するために上昇操作を実施していたところ、警報が発報し停止した。また、原因調査のため、警報解除後に再度上昇させた際に、地絡に起因する警報が発生した。
原 因	検証試験にて確認中 ✓ テンシルトラスホイスト1モータの電源ケーブルについて、FHM制御盤側ケーブルのコネクタ部に絶縁抵抗不良があることを確認した。 ✓ 絶縁抵抗不良の原因は、コネクタ内グロメット内表面に汚損等が存在し課電による発熱で炭化が進み地絡・短絡に発展したものと推定。 ✓ コネクタ内の汚損等の炭化で絶縁低下したことにより異常電流が流れ、モータを駆動する装置が異常を検知して動作を停止させたため、警報発生したと推定。
対 応	✓ テンシルトラスホイスト1のモータを制御する装置の交換を実施済み。（3月1日完了） ✓ FHM制御盤～燃料取扱機足元間のケーブル・コネクタの交換を実施済み。（3月8日完了） 不具合が発生した制御装置、ケーブル・コネクタに関しては、これまでの点検や不具合等を踏まえて準備していた予備品により、不具合箇所特定後速やかに交換を実施。 ✓ 取り外したテンシルトラスホイスト1のモータ駆動装置の健全性を確認。（3月19日完了） ✓ 他動力ケーブル・コネクタは耐電圧試験等にて健全性の確認を実施し、問題のあるコネクタは交換等の対策を行う。（4月5日完了予定）
備 考	不具合箇所の交換によりテンシルトラスは復旧したが、引き続き地絡に至る事象の検証試験を実施中。

■ 燃料取扱機テンシルトラスホイストモーターケーブルルート概要および不具合箇所

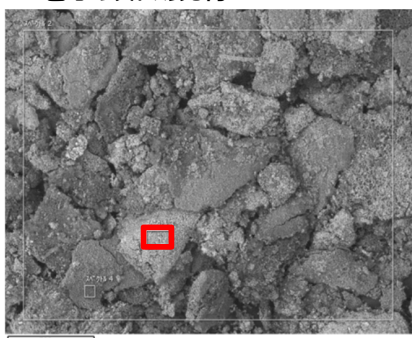


8

【参考】テンシルトラスホイスト#1ケーブルコネクタ絶縁不良箇所調査

■ 黒い粒子の元素分析(S E M※分析)結果 抜粋

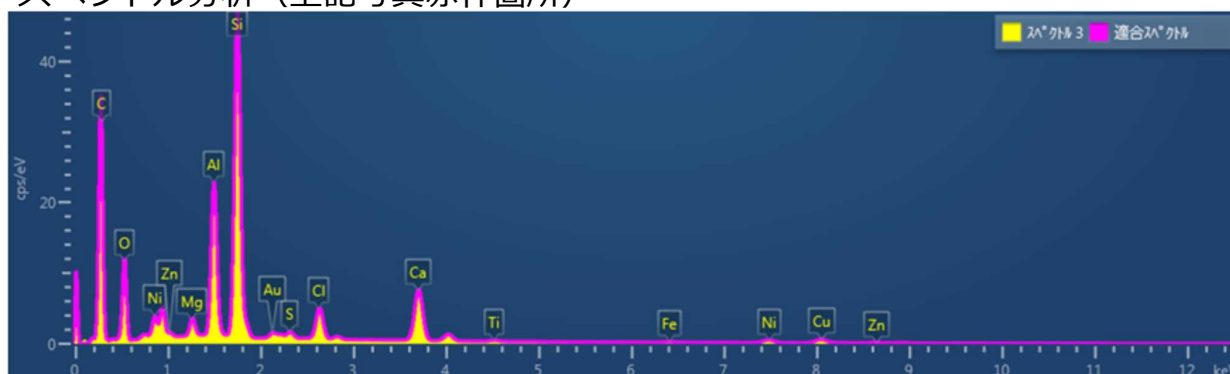
電子顕微鏡像



- ・炭素やシリコンが主として検出されている。これはグロメットの材質であるネオプレンゴムの主成分である炭素や、ゴムの添加剤のシリコンであると考えられる。
- ・アルミニウム、チタン、ニッケルも検出されており、これらは埃に含まれるメジャーな元素である。程度として微量な割合であるため、短絡・地絡に影響を与えるほどの大きさの異物とは断定しにくい。
- ・金も検出されているが、ピンの金メッキが融解して黒い粒子に混入したものと推定。

※SEM：走査電子顕微鏡

スペクトル分析（上記写真赤枠箇所）



9

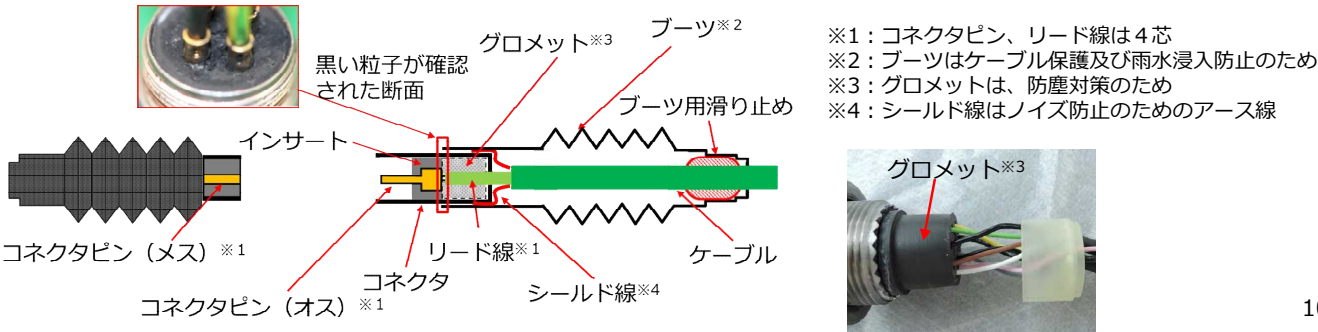
■黒い粒子発生メカニズム

コネクタ内のグロメットとインサートとの間に内在していた汚損等が、課電により高温となり、炭化に至ったものと推定。

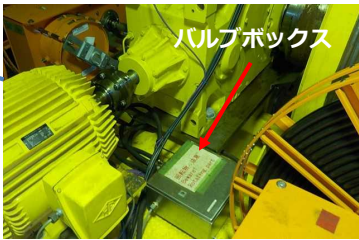
■高温が発生した推定原因と今後の進め方

- ▶高温が発生した原因は、コネクタ内のグロメット内表面に汚損等が存在し、課電による発熱で炭化が進み地絡・短絡に発展したものと推定。
- ▶コネクタ内の汚損等の炭化で絶縁低下したことにより異常電流が流れ、モータを駆動する装置が異常を検知して動作を停止させたため、警報発生した。
推定原因を立証するための検証試験を実施中。
- ▶また、耐電圧試験等により他動力ケーブル・コネクタの健全性を確認し、問題があるコネクタについては交換等の対策を行う。

【参考】コネクタ部の概略構造図

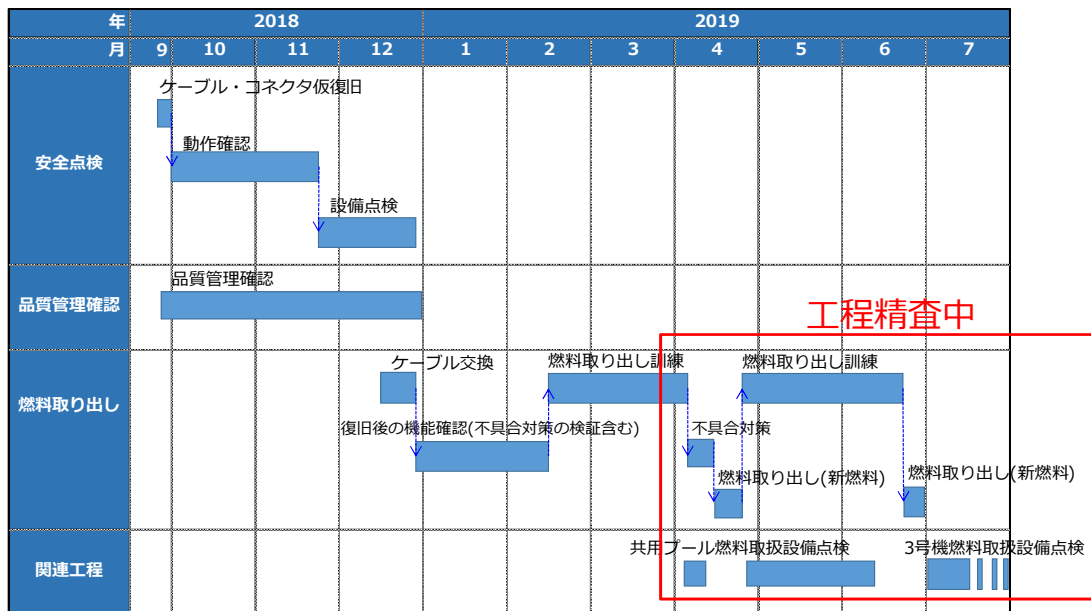


2. 訓練中に確認された事象 ⑦クレーンバルブボックスの漏えい事象

発生事象	クレーンバルブボックスの漏えい事象	
概要	クレーン主巻にてエアリフト（ガレキ吸引装置）運搬作業中にクレーントロリ上部から駆動用流体の漏えいを確認した。また、仕切弁（電磁弁）等が駆動用流体に水没していることを確認した。  バルブボックス設置状況 クレーントロリ上部 漏えい箇所 (閉止プラグ) 漏えい箇所特定状況	
原因	クレーントロリ上にあるクレーン主巻及び補巻の水圧系統に駆動用流体を供給する仕切弁（電磁弁）を格納しているバルブボックス内の閉止プラグ部において、水圧供給弁の“開”操作に伴う振動の影響によるゆるみが原因と判断した。	
対応	✓ 電磁弁・減圧弁の交換を実施した。 ✓ 水没したケーブル部を切断し、再接続を実施した。 ✓ 閉止プラグの外観点検、再締結を実施後、合いマークを実施した。 (合マーク確認は、応力が掛かる部位でないため月例点検時に実施) ✓ 漏えい確認、作動確認を行い異常のないことを確認した。 (3月6日完了) ✓ 類似箇所について、同様の対策を実施済。(3月15日完了) ✓ 更なる信頼性向上対策として、ゆるみ防止剤の塗布を検討中。  復旧時の状況（合マーク実施）	
備考	駆動水圧を喪失しても吊り荷の把持状態は維持されるため、燃料取り出し作業中の輸送容器落下等につながる事象ではない。	

3. スケジュール

- 燃料取扱設備は、不具合発生時も燃料・輸送容器等を落下させないなど安全上の対策を施しているが、万が一燃料取り出し作業中に不具合が発生した場合でも、速やかに復旧できるよう、手順の策定や予備品の対策等を進め、万全の体制を整える。
- 不具合原因調査中の1件については、不具合箇所の特定・復旧は完了しているが、根本原因を精査し、同様箇所に対する健全性を確認する。
- 4月中の燃料取り出し開始を目標に、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。



12

以下、参考資料

■ 機外ケーブルのコネクタについては当社にて製品の品質を確認済。

● 製造時の管理

- コネクタ部の構造ならびに防水性能が十分確保できる手順であることを、当社が直接確認
- 東芝ESS作成の施工要領書・組立チェックシートを当社・東芝ESSで確認。
- 製造作業中の品質管理が、施工要領書・組立チェックシートにもとづき行われているかを立会にて確認

● 施工時の管理

- 施工要領書通りに施工されていることを、当社が抜き取り立会にて確認
- 東芝ESSは、施工要領書に則り製作するとともに、コネクタ組立チェックシートを用いて各工程ごとの品質確認を行い、組立を実施
- 組立後の品質記録は当社に提出され、記録確認を実施

水密試験立会



組立手順 チェックシート確認

