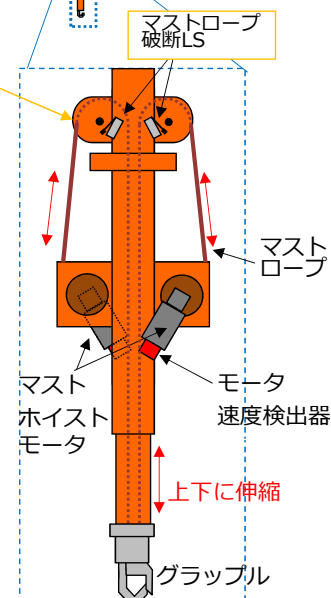


TEPCO

- 3号原子炉建屋オペフロ上



マスト イメージ

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

TEPCO

→ …信号の流れ



- ①『マストホイストsimulation異常』
②『マストホイスト# 2モータ・イコライザー異常』
③『ロープ破断なし（2）』（消灯）※
※ 通常は点灯（正常であることを検知しており、今回検知できなくなった。）

パラメータ異常

- ④『マストホイストモータ1・2』のモータ回転量情報，ロープ引出し長さ情報が非表示(####)

【①～③発生警報】

- ロープ破断を検出するリミットスイッチ(LS)の信号により警報② ③が発生し、①はその関連警報として同時に発生する。
- ロープ破断、LSの故障、信号ケーブル等に不具合のある可能性が考えられる。

【④パラメータ異常】

- ④のモータ回転量、ロープ引出し長さ情報の表示が非表示(####)となる可能性は、表示桁数のオーバー、モータ速度検出器の故障、信号ケーブルの不具合、接続部の異常が考えられる。
- 調査の結果、接続部の異常は確認されていない。また、非表示(####)となった理由は、表示の桁数不足であり、運用上問題ないことを確認。

■ 外観確認

- マストホイストイコライザ・ロープ・LSレバー周辺の外観確認

■ 動作確認

- マストロープ破断LS動作確認

■ 表示確認

- 制御盤の表示確認

■ 確認試験・抵抗測定

- ケーブル入替試験
 - エラー表示のある制御ユニット（黄色箇所）から、異常箇所を特定するために、エラー表示のない制御ユニットとケーブルの入替を実施
- 抵抗測定
 - MOD3527側のケーブル／検出器の健全性を確認するために絶縁抵抗／導体抵抗を確認。

■ ケーブル調査、接続部調査

- 分解調査
 - 不具合が確認されたケーブルの接続部を分解し内部を確認
- 異物調査
 - 接続部付着物の材料調査
- 類似箇所調査

©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

3.調査結果[外観確認・動作確認・表示確認]

■ 外観確認の結果以下を確認

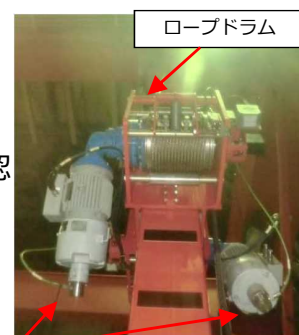
- マストホイストイコライザが傾いていないことを確認
- ロープの切断・乱巻がないことを確認 【写真1】
- LSレバー及び取付け部のゆるみが無いことを確認 【写真2】
- LSレバーとLS作動検知用バーのクリアランスに問題ないことを確認 【写真2】

■ マストロープ破断LS動作確認

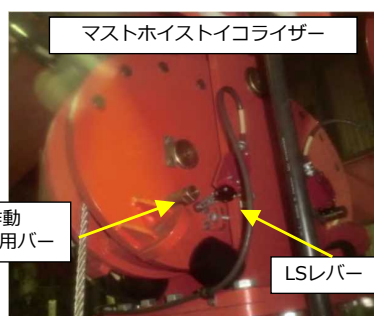
- LSを手動操作し、マストロープ破断信号が出ることを確認

■ 制御盤の表示確認

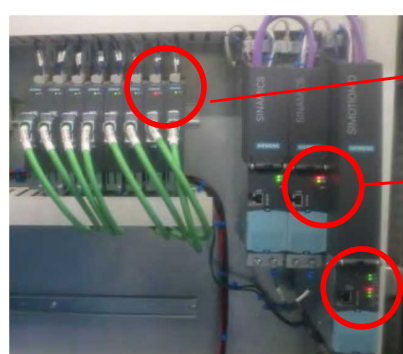
- 3つの制御ユニットにエラー表示を確認 【写真3】 【写真4】



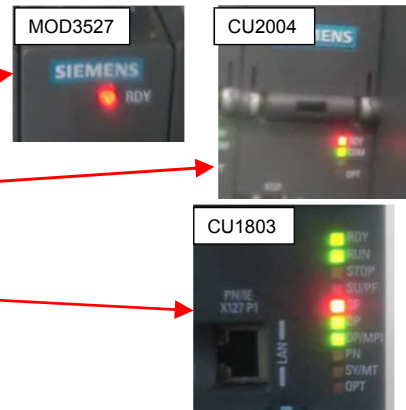
モータ速度検出器 【写真1】



【写真2】



【写真3】



【写真4】

©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

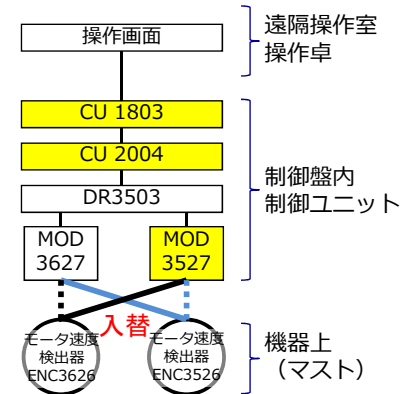
■ 確認試験（ケーブル入替確認）

● 目的

エラー表示のある制御ユニット（黄色箇所）から、異常箇所を特定するために、エラー表示のない制御ユニットとケーブルの入替を実施。

● 結果

ケーブルを入れ替えた結果、当初エラー表示のなかったMOD3627側に同様のエラー表示が出たことから、MOD3527側のケーブル／検出器に異常の可能性があることを確認。



黄色：エラー信号発生箇所
点線：本来の接続箇所

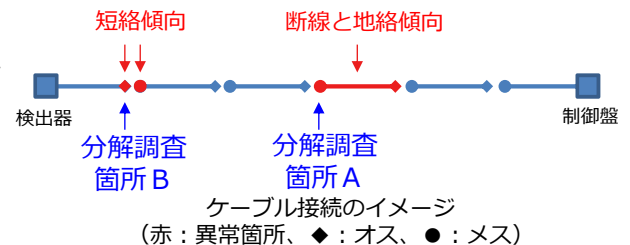
■ 抵抗測定

● 目的

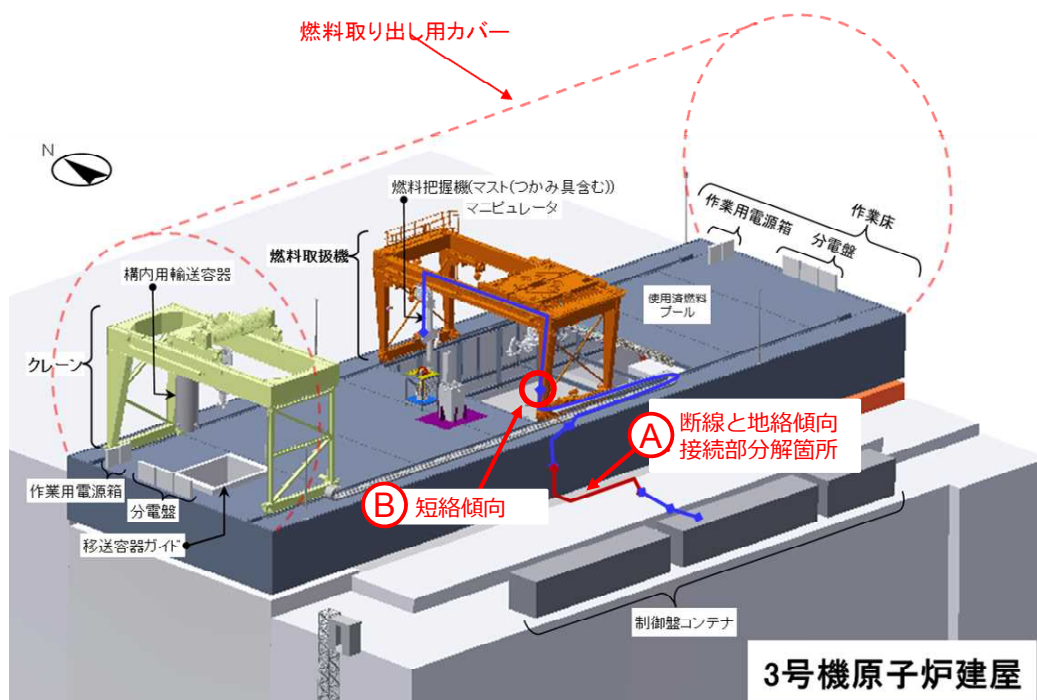
MOD3527側のケーブル／検出器の健全性を確認するために絶縁抵抗／導体抵抗を確認。

● 結果

モータ速度検出器(ENC3526)は異常なし
6本でつながれているケーブルのうち、
・ケーブル1本に断線と地絡傾向
・接続部1か所に短絡傾向
を確認。



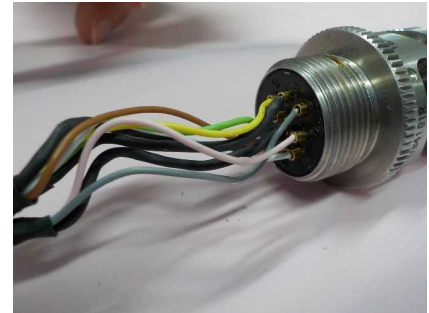
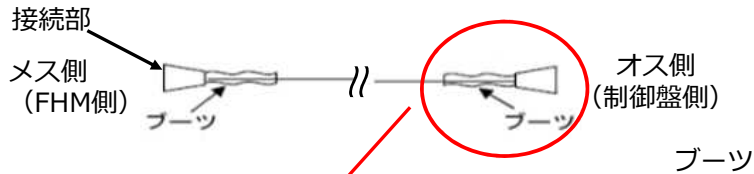
【参考】燃料取扱機不具合調査（ケーブル等不具合箇所）



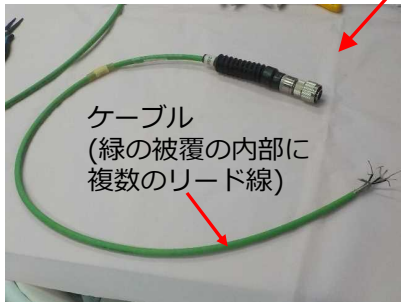
5.調査結果[ケーブル調査、分解調査箇所A]

■ 不具合が確認されたケーブルの接続部を分解し内部を確認

- 片側（オス側）の接続部内部に断線と異物を確認。
- オス側のブーツ内が湿っていることを確認。
- シールド線の折損を確認し、折損したシールド線が接続部内部に脱落することにより、リード線間で短絡が発生する可能性を確認。

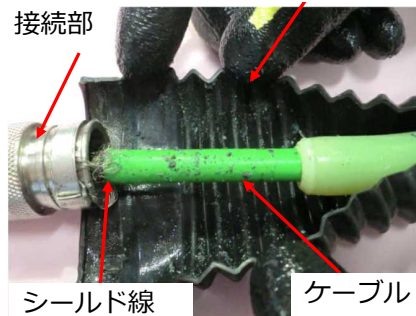


分解後
(メス側、異常なし)



ケーブルと接続部
(オス側)

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



ブーツ解放状況
(オス側)

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社



分解後
(オス側、断線・異物確認)

6.調査結果[接続部調査、分解調査箇所A]

■ オス側接続部内部の詳細観察を実施

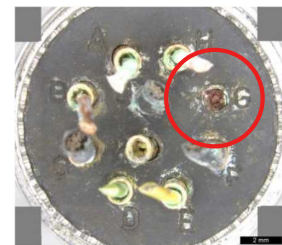
- 断線が確認されたリード線について、リード線、コネクタピンが確認できないほど腐食が進行していた。
- 材料調査の結果、異物は銅・亜鉛・酸素を成分とする腐食生成物であり、リード線、コネクタピンが腐食して生じたものであることを確認した。
- 異物を除去した結果、断線した素線を確認できた。



①接続部外観



③断線部拡大



⑤接続部内部
(清掃後)



②接続部内部
(リード線切断後)



④断線部拡大
(異物除去後)



⑥断線部拡大
(清掃後)

■ 短絡傾向が確認された接続部のFHM側接続部について内部確認を実施

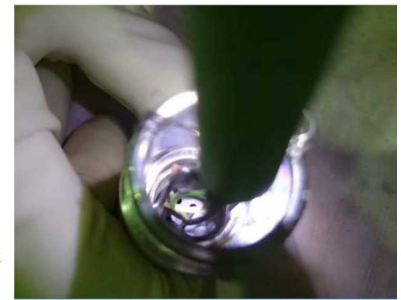
- リード線の断線は無く、ブーツ内も濡れていなかった。
- リード線と接続部を接続しているシールド線に一部短いものが確認された。



①内部全体



②シールド線状況



③接続部内部確認

■ 類似箇所調査

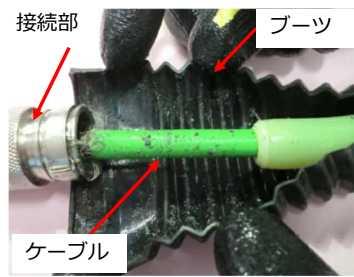
- FHM、クレーンの制御系ケーブル76本に対し、制御盤一機器間での抵抗測定（絶縁抵抗／導体抵抗）を実施。現在、データ評価中。

8.リード線断線の推定メカニズム

- 不具合が確認されたケーブルの接続部を分解し内部を確認した結果、内部に断線と異物を確認。またブーツにずれや熱収縮の痕跡が少ないこと、内部が湿っていることを確認。
- リード線の断線は、ブーツの隙間から接続部内部に雨水等が侵入したため、水分により腐食し、破断に至ったと推定。



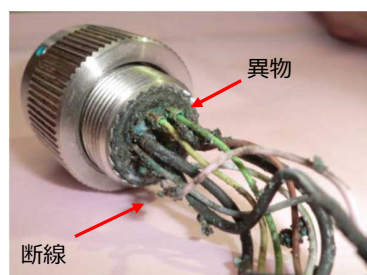
①ブーツのずれ



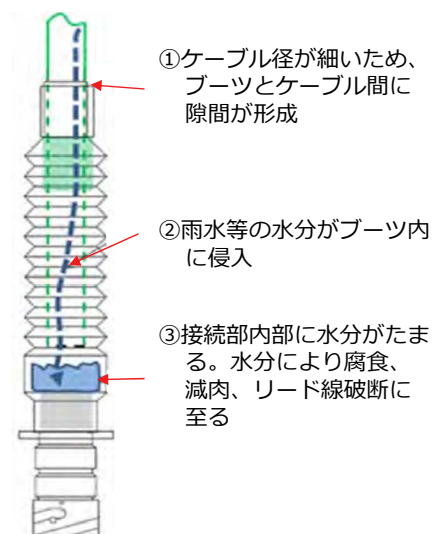
③ブーツ解放状況



②ブーツの熱収縮状況

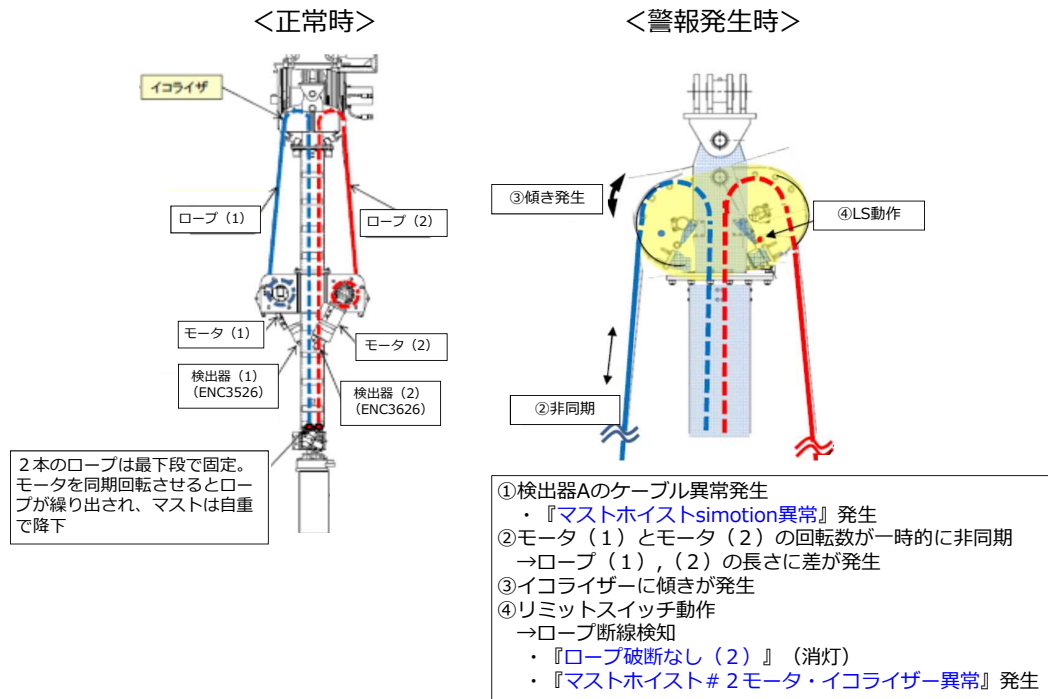


④ブーツ等取外し後



損傷メカニズム (推定)

- 不具合が確認されたケーブルの断線等を起点に、検出器の信号異常が発生、マストホイストモータの停止、モータの停止特性の差によるアンバランス発生によりイコライザーが傾き、LSが動作。



©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

12

10.調査結果まとめ

■ 調査結果

- 外観確認の結果、ロープの破断、制御系部品の損傷等は確認されなかった。また、制御ユニットにエラー表示を確認した。
- マストホイストモータのモータ速度検出器からエラー表示のある制御ユニットにつながる制御ケーブルを、エラー表示のない制御ユニットに接続した結果、同様のエラー表示が出たため、ケーブル/検出器の故障の可能性を確認した。
- 故障の可能性のあるケーブル/検出器に対して抵抗測定をした結果、ケーブルに断線・地絡傾向、及びケーブル同士の接続部に短絡傾向を確認した。
- 不具合が確認されたケーブルの接続部を分解し内部を確認した結果、片側（オス側）の接続部内部に断線と異物を確認した。また、構造的にシールド線が切れて接続部内で異物となり短絡する可能性があることを確認した。
- 断線が確認されたリード線について、リード線、コネクタピンが確認できないほど腐食が進行していた。
- 『マストホイストモータ1・2』のモータ回転量情報、ロープ引出し長さ情報が非表示(####)となった理由は、表示の桁数不足であるが、制御装置内は正しい値で制御されているため問題ないことを確認した。

■ 発生メカニズム（推定）

- リード線の破断は、接続部内部に雨水等が侵入したため、水分により腐食し、破断に至ったと推定される。
- ロープ破断警報は、不具合が確認されたケーブルの断線等を起点に、検出器の信号異常が発生、マストホイストモータの停止、モータの停止特性の差によるアンバランス発生によりイコライザーが傾き、LSが動作したためと推定される。

©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

13

11.FHM・クレーン試運転時における不具合の対応について

- F H M ・ クレーンについては、2018年3月15日の試運転開始以降、複数の不具合が連続して発生している。これら不具合の共通要因として、F H M ・ クレーンに組み込まれている機器について、当社及び東芝エネルギーシステムズ（元請メカ）の品質管理上の問題があると考えている。
- F H M ・ クレーンについては多くの機器から構成されており、調達先も多岐に渡っている。これまで、東芝エネルギーシステムズはFHM・クレーンの機能確認及び主要な機器の品質記録の確認等をもって、これら機器が品質上問題ないと判断していたが、複数の不具合を受け、1 Fでの使用環境を考慮した機器仕様の確認と品質管理が不十分であることが分かった。
- また、F H M ・ クレーンの不具合については、現在原因究明を継続中であり、引き続き品質管理上の問題及び水平展開について検討し、F H M ・ クレーンを構成する機器やケーブルについてメカの品質管理データ、目視確認またはテスト等により健全性を確認する。今後の調達に際しても、①使用条件を満たしているか、②品質上問題はないのか等、東芝エネルギーシステムズにおける管理について改善を図っていくこととする。また、これをチェックする当社の管理についても改善を図っていくこととする。

【クレーン主巻インバータ異常の原因と問題点】

《事象》

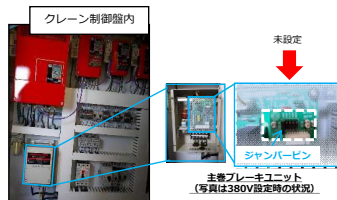
クレーン主巻ブレーキユニットの電圧設定が発電所仕様で設定されず、試運転時に損傷。

<原因>

・メカは、工場試験後、電圧設定1箇所について、発電所仕様に変更されていないことに気づけなかった。

<問題点>

・メカは、発電所仕様で設定されていることの確認不足。



【ケーブル不具合の原因と問題点】

《事象》

ケーブルを確認したところ、リード線の一本が断線していることを確認

<原因>

・防滴仕様だったが、接続部内部に雨水等が侵入し腐食で断線。なお、シールド線が折損した場合、短絡しやすい構造であることも確認された。

⇒工場製作時の製造不良によるものである。

<問題点>

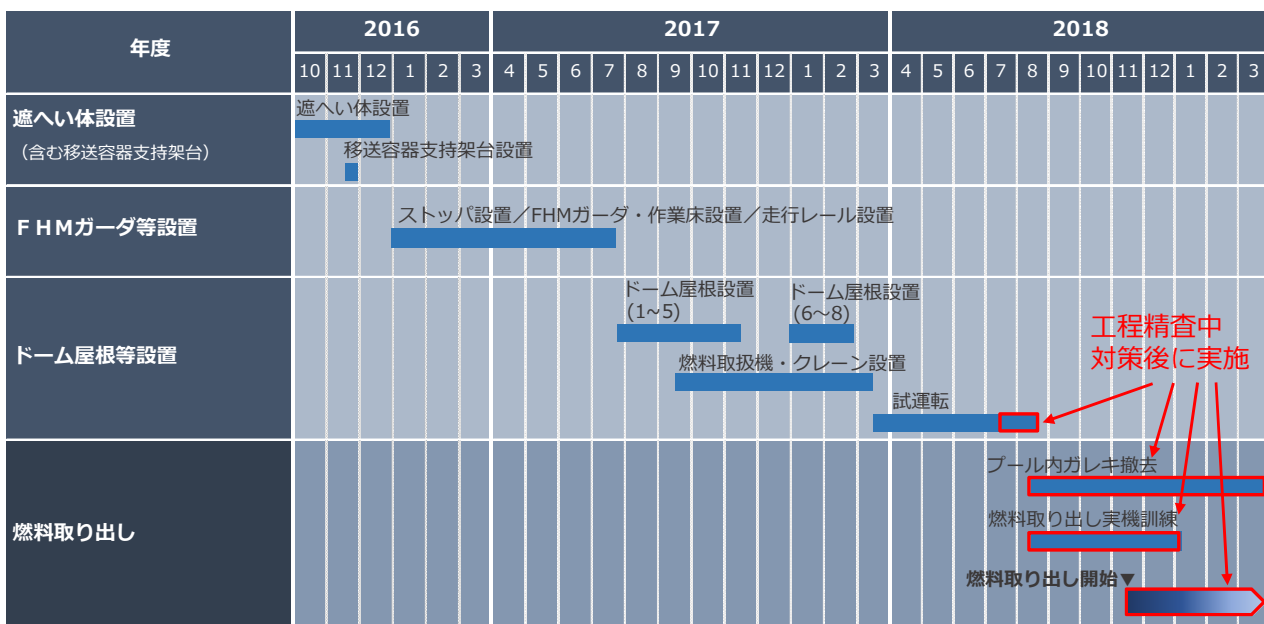
・メカは、部品の品質を機能確認により判断したため、部品製造メカの品質管理が不十分であった可能性を見抜けなかった。

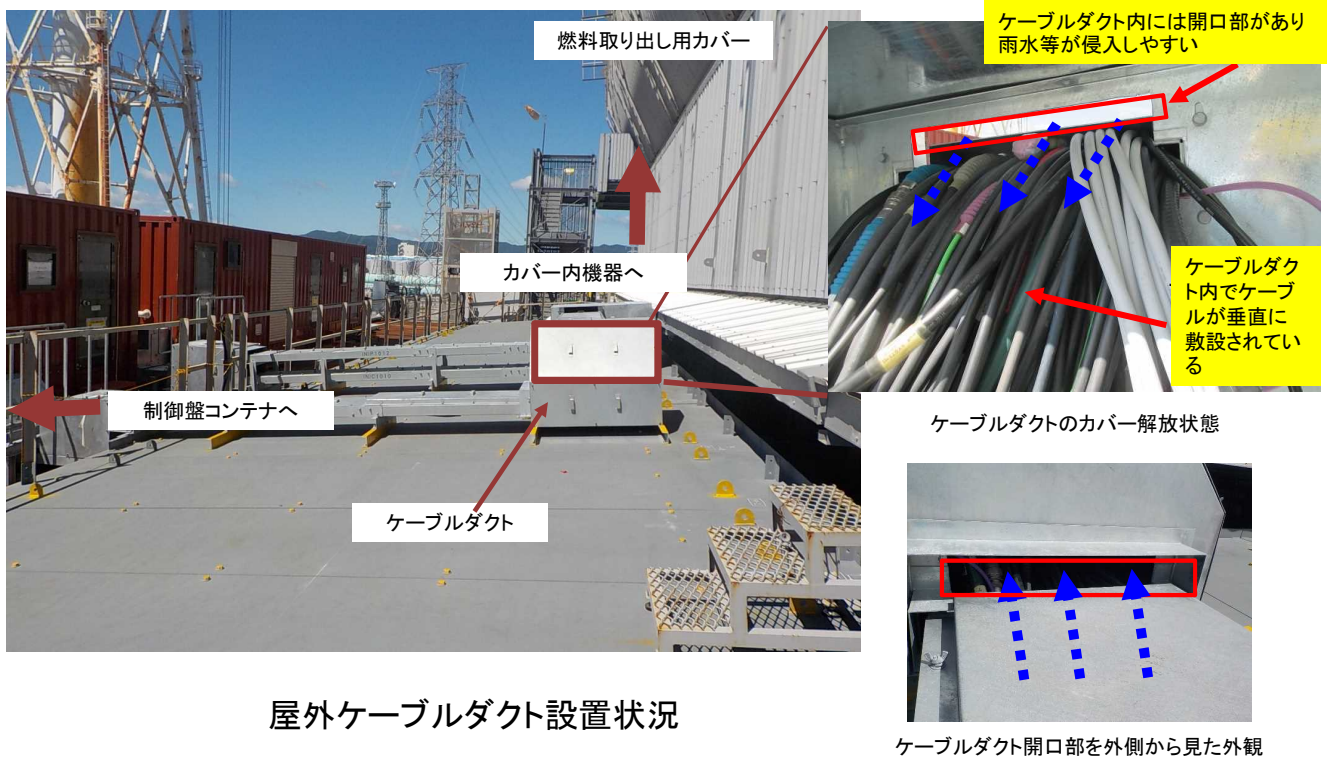


14

12. 3号機燃料取り出しのスケジュール

- ・ 2018年3月15日の試運転開始以降発生している複数の不具合について、それぞれの原因究明・対策を実施するとともに、共通要因として考えられる品質管理上の問題を改善後、試運転作業を再開する
- ・ 11月中としていた燃料取り出し開始時期については、改めて精査・見直しを行う。
- ・ 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





屋外ケーブルダクト設置状況

■ ■ ■ : 雨水侵入経路

©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

16

【参考】調査結果[接続部異物詳細調査、分解調査箇所A]

■コネクタ周辺異物調査結果（図1）

- 白色・灰色の箇所の成分は、銅、亜鉛、酸素であり、黄銅（ピンの素材）の腐食生成物であると推定。
- 緑色の箇所は、銅の比率が高いことを確認。

■ リード線周辺の異物調査結果（図2）

- 断線したリード線の破面は、異物で覆われており、成分は銅、酸素であったため、銅（リード線の素材）の腐食生成物であると推定。



図1 異物調査箇所



図2 リード線断面



©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

17