

福島第一原子力発電所における不具合の詳細とトラブルの対応状況について

福島第一原子力発電所における不具合の詳細とトラブルの対応状況について

1 3号機燃料取扱作業における不具合 P. 2~5

2 1・2号機排気筒解体作業における不具合 P. 6~8

3 その他の不具合 P. 9~10

4 トラブルの対応状況 P. 11~13

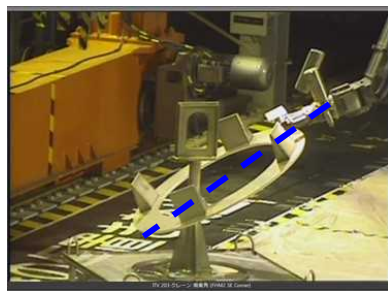
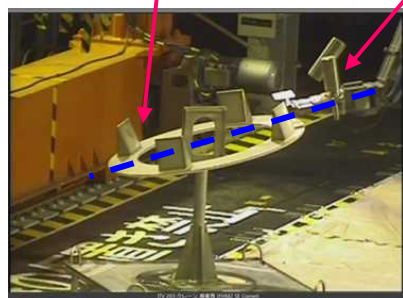
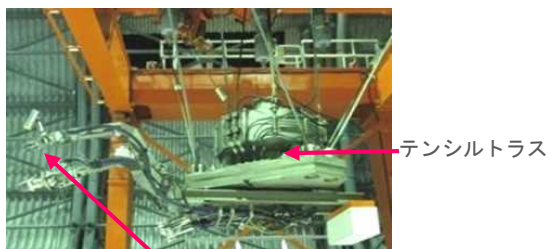
3号機燃料取扱作業における不具合

確認された不具合と対応

燃料取扱機マニピュレータ（左腕）動作不良について

▶ 概要

2019年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※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いました。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不具合を確認しました。



- ※ フランジプロテクタ：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。
- ※ マニピュレータ：がれきの撤去や燃料取り出しのサポートを行うロボットアームで燃料取扱機のテンシルトラスに設置されている。
- ※ 関節制御用駆動装置：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。

▶ 原因

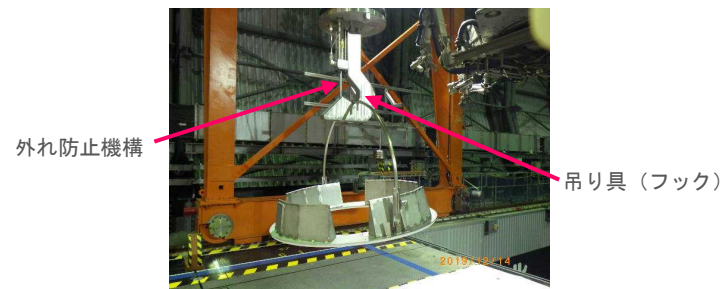
関節制御用駆動装置※内部のシート部から僅かに圧力（作動流体）が低圧側に漏れたことによる持ち上げ力の低下と推定しました。

▶ 対策

当該関節部以外の部位は健全であること並びに当該関節の固定解除をしない運用とすることで安全に作業（がれき撤去作業及び輸送容器の密封確認作業、燃料取扱時の監視）が実施できることを動作試験にて確認したことから、継続使用しています。

なお、マニピュレータにて行っていたフランジプロテクタ設置作業については、燃料取扱機補助ホイストを使用して設置する運用としています。燃料取扱機補助ホイストの吊り具（フック）は、外れ防止機構を備えているため、設置作業時における落下リスクが低減され、安全に作業ができることを確認しています。

※下線部は、前回県民会議資料からの更新箇所



改良型フランジプロテクタ設置作業の様子

3号機燃料取扱作業における不具合

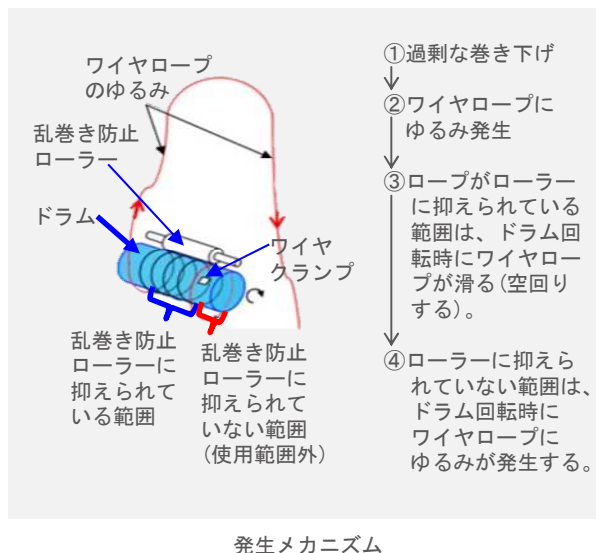
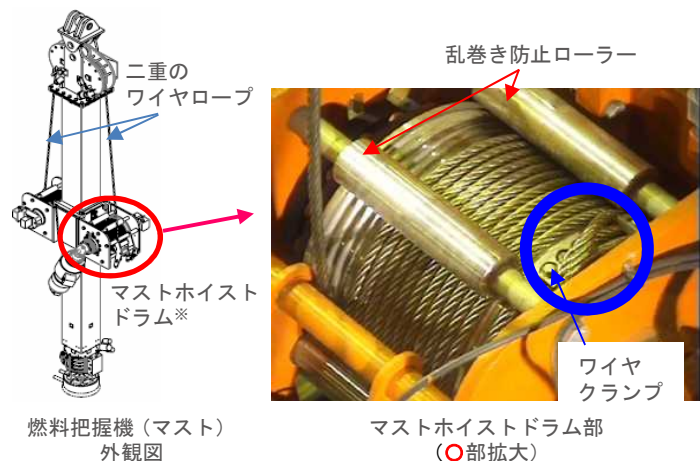
確認された不具合と対応

燃料取扱機マストワイヤロープの潰れについて

▶ 概要

2019年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※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ました。

また、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き下げ操作を実施していたことを荷重計等の記録にて確認しました。



▶ 原因

マストの過剰な巻き下げによりワイヤロープが緩み、乱巻きが発生しました。ワイヤロープに乱巻きが発生した状態で巻き上げ操作を行ったことにより、ワイヤロープが乱巻き防止ローラーの支柱に挟まったことが原因です。

▶ 対策

ワイヤロープの交換を行いました。
また、無負荷時において、過剰な巻き下げによりワイヤの緩みが発生しないようインターロック（動作停止）を設定しました。

※下線部は、前回県民会議資料からの更新箇所

※ マストホイスト：マストを昇降する装置。マストホイストでマストワイヤロープの巻き上げ・下げを行う。マストワイヤロープは2本あり、万が一、片方のロープが破断したとしても、もう片方のロープで燃料等の保持は可能。片方のロープが破断したときには、マストホイストイコライザー（平衡器）が傾き、破断を検知することができる。

※ マストホイストドラム：燃料把握機を上下させるロープを巻き付ける部材。

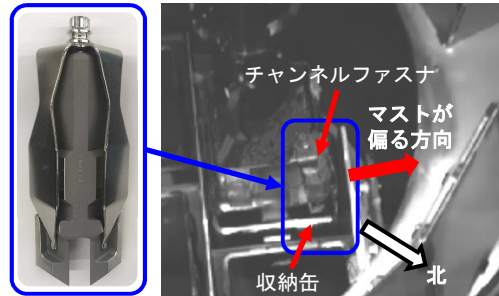
3号機燃料取扱作業における不具合

確認された不具合と対応

輸送容器の収納缶と模擬燃料のチャンネルファスナの干渉

概要

2019年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できないことを確認しました。



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

原因

伸縮構造となっている燃料取扱機マストを伸ばしていく際に、以前より北西側へ若干偏る傾向が見られており、そのため干渉に至ったと推定しています。この偏りは、程度の差があるものの初期から確認されていたものであり、水圧モータやマストワイヤロープの交換により装置内の間隙の範囲内で移動したものと判断しています。

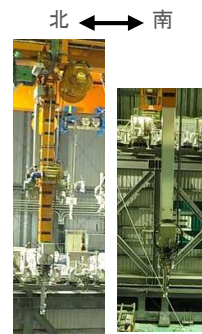
対策

模擬燃料のチャンネルファスナに変形が見られたため交換を行いました。また、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装填角度を見直しました。あわせて、再度燃料装填操作の訓練を行ったうえで、燃料取り出し作業を再開しています。

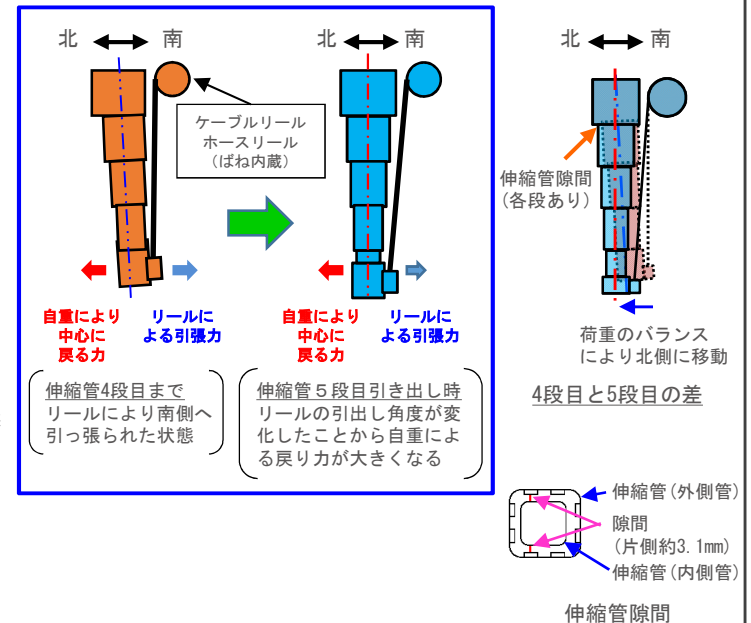
※ チャンネルファスナ：燃料集合体とチャンネルボックスを固定させる部材。

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です。また、伸縮管には各段に隙間（片側約3.1mm）が5箇所あり、伸縮に伴って隙間の範囲（15mm程度）で南北に移動する構造となっています。
- 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しています。



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）



3号機燃料取扱作業における不具合

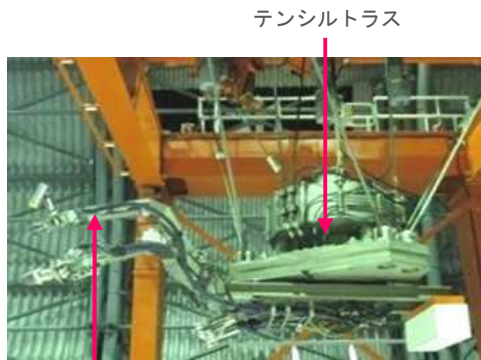
確認された不具合と対応

マニピュレータ左腕手首の回転不具合

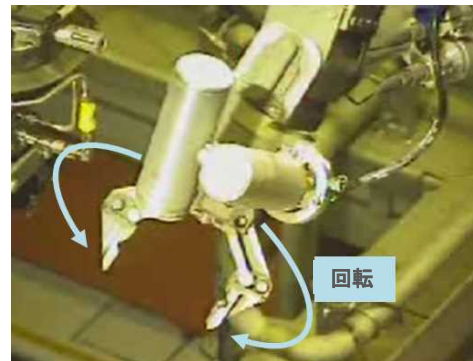
▶ 概要

2020年1月21日、使用済燃料プール内のがれき撤去作業において、マニピュレータの左腕手首の回転の微調整操作を行った際、通常より手首が早く回転することを確認しました。

その後、動作確認を行った結果、当該マニピュレータの左腕手首以外は通常通り動作することは確認しました。



マニピュレータ



マニピュレータ左腕手首

▶ 原因

現時点で信号表示に異常は認められなかったことから、電磁弁もしくは水圧モーターに原因があると推定しており、今後原因調査を行います。

▶ 対策

以下に示す代替処置に基づき燃料取り出し作業は実施できるため、今後の作業への影響はありません。

<燃料取り出し作業>

構内用輸送容器の一次蓋を締め付ける際、ボルトの締め付け状態を確認することにより密封確認を行っています。あわせて行う密封確認装置の弁操作にマニピュレータの左腕を使用しています。代替措置として、構内用輸送容器を地上階に吊り下ろした後、有人作業にて当該密封確認を実施します。

<がれき撤去作業>

マニピュレータの右腕を使用し、がれき撤去作業を行います。

※マニピュレータ：がれきの撤去や燃料取り出しのサポートを行うロボットアームで燃料取扱機のテンシルトラスに設置されている。

1・2号機排気筒解体作業における不具合

確認された不具合と対応

筒身切断時における刃の噛み込みについて

概要

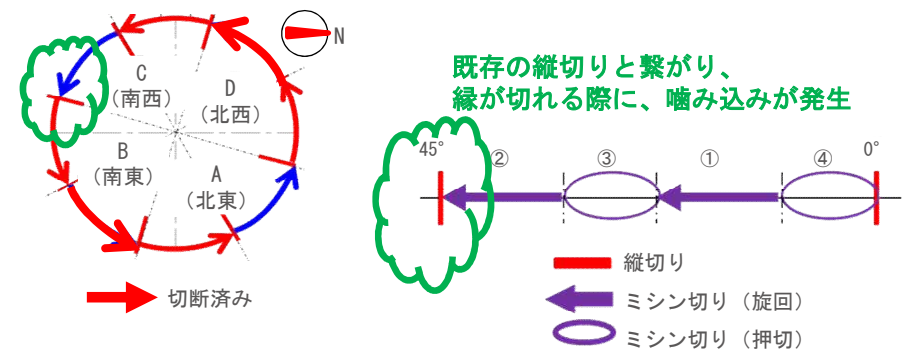
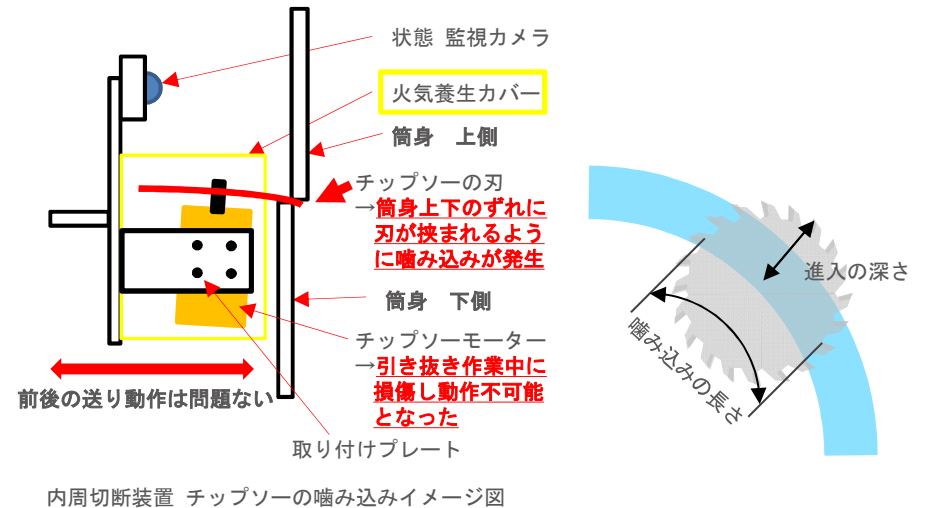
2019年11月27日、筒身切断作業において、チップソーの刃の噛み込みが発生しました。（筒身全体の85%が切断完了）
その後、引き抜き作業を行いました。噛み込み解消が困難であったため、12月3日及び4日に作業員が搭乗設備を使用して昇筒し、グラインダーにて筒身を切断し、12月4日クレーンにて筒身の吊り降ろしが完了しました。
（作業員による搭乗設備を使用するの切断作業については、次頁をご参照ください。）

原因

＜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とき、切断効率を考慮して刃の進入の深さを50mm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込んでしまったと推定しています。
＜噛み込みを解消できなかった原因②＞
クレーンで筒身上側を持ち上げながら引き抜き作業を行いました。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、チップソーの刃の進入の深さが50mmと深かった（噛み込みの長さが長くなる）ため引き抜き作業が難航し、結果として引き抜き作業ができなくなってしまいました。

対策

- 切断線が繋がる箇所については、以下の対策を行います。
- ①噛み込み防止のために旋回切りから押し切りに変更
 - ②噛み込んだ場合も解消しやすいように進入の深さは20mmに変更



1・2号機排気筒解体作業における不具合

確認された不具合と対応

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、遠隔解体装置で切断作業ができるように計画していきますが、今回得られた知見を踏まえ、万々に備えた準備も進めていきます。

▶ 今回の搭乗設備を使用した切断作業における事前準備

搭乗設備を使用した切断作業を行うにあたり、以下の確認を行い、万全の体制で作業を行いました。

①構外の設定において、実作業に近い作業環境での訓練を実施。

<11月30日～12月1日>

②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月1日>

③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月2日>

| 搭乗装置の風の 影響確認 | 搭乗装置の風の 影響確認 | 排気筒頭頂部筒身の 切断調査 |
|---|---|---------------------------|
| ○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 | ○実施日時： 2019年12月1日 14時頃 ○風速： 4～9m/s (平均約7m/s) | ○実施日時： 2019年12月2日 13時頃 |



▶ 作業実績

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、計画通り実施することができました。

12月3日、4日の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に戻るまで）で、個人最大被ばく線量は0.52mSvでした。



筒身切断状況（12月4日）



筒身・鉄塔吊り下ろし状況(12月4日)

▶ 今後への対応

今後も万一の作業に備え、搭乗設備への遮へい追加等、作業者のさらなる安全対策を準備してまいります。

1・2号機排気筒解体作業における不具合

確認された不具合と対応

遠隔操作車両の不具合について

▶ 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ました。

当該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止めて車両を停止させています。

当該車両の移動に伴い、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が引っ張られ、一部損傷や線抜けが発生しましたが、けが人はなく、他の設備への影響（損傷）はありませんでした。

11月23日に当該車両を元の位置に戻し、電源ケーブル等の復旧も完了しました。

▶ 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しています。

▶ 対策

以下の対策を行っています。

- ・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加設置する。



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

その他の不具合

確認された不具合と対応

3号機タービン建屋サービスエリアモルタル流入

▶ 概要

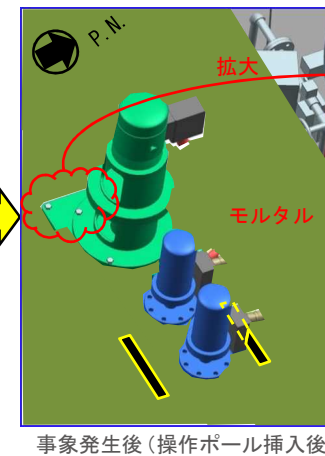
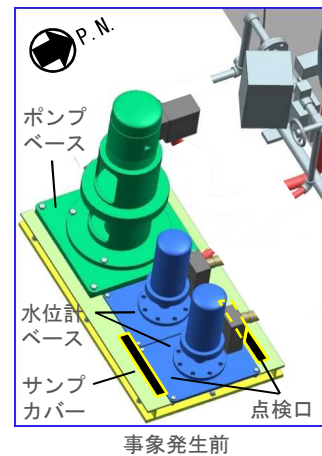
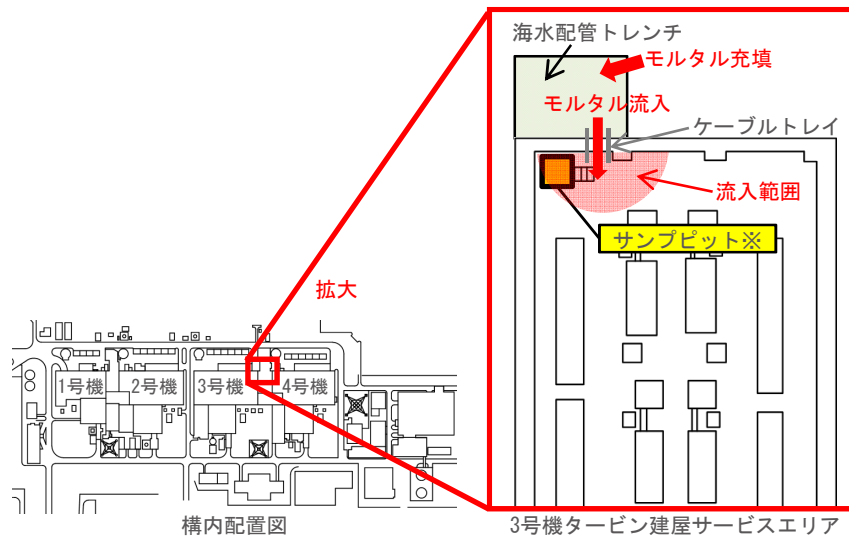
3号機海水配管トレンチに建屋内滞留水が流入していたことから、滞留水移送重点閉塞工事を実施し、タービン建屋接続部を除き2016年3月に工事が完了しました。タービン建屋接続部については建屋内滞留水の水位低下に合わせて充填することとしたため、2019年11月5日より充填閉塞工事を開始しております。図面にて建屋接続部の配管およびケーブルダクトなど連通箇所を把握したうえで作業を進めておりましたが、12月2日に充填作業を実施し、12月3日に状況確認を行った際に、タービン建屋サービスエリアに充填剤のモルタルが流入していることを確認しました。

▶ 原因

現在、調査中です。

▶ 今後の対応

今後、内部調査、構造物撤去可否の検討を踏まえ、新たな対応策を含め、滞留水の移送方針を決定してまいります。



※サンプピット：サンプタンクから漏えいした水を受けるために、サンプタンク周りに設置された堰

その他の不具合

確認された不具合と対応

2号機タービン建屋北東エリアと周辺サブドレン水位差の運転上の制限逸脱

概要

2020年1月29日、午後1時05分に2号機タービン建屋周辺に設置しているサブドレンピット※No. 34の水位に対して、2号機タービン建屋北東エリア（2-T4）の水位が165mm上回っていることを確認しました。

1月29日午後1時05分時点
・ No. 34の水位：443mm
・ 2号機タービン建屋北東エリア（2-T4）の水位：608mm
・ 2号機タービン建屋北東エリア（2-T4）の露出時の床面高さ：448mm

このため、同日午後1時29分、実施計画第1編第26条（建屋に貯留する滞留水）表26-2で定める運転上の制限※「2号機タービン建屋の滞留水水位が建屋近傍のサブドレン水の水位を超えないこと」を満足していないと判断しました。

上記を踏まえ、午後1時32分に1～4号機建屋周辺のサブドレンについて全台汲み上げを停止しております。その後、2号機タービン建屋近傍のサブドレン（10箇所）のサンプリングを実施しており、降雨により一時的な濃度上昇はあるものの、現時点で有意な変動は確認されておらず、建屋外への漏えいなど環境への影響はないと考えておりますが、引き続き周辺サブドレンの水質分析を確認してまいります。

また、詳細を確認していく中で、同日午前5時30分頃より2号機タービン建屋北東エリア（2-T4）水位の上昇が確認されたことから、近傍サブドレン水位を遡り確認したところ、10箇所中9箇所の水位差が計器誤差を含め、満足できていないことを確認しました。

なお、現時点においてプラントパラメータ、モニタリングポスト、排水路モニタなどに異常は確認されておられません。

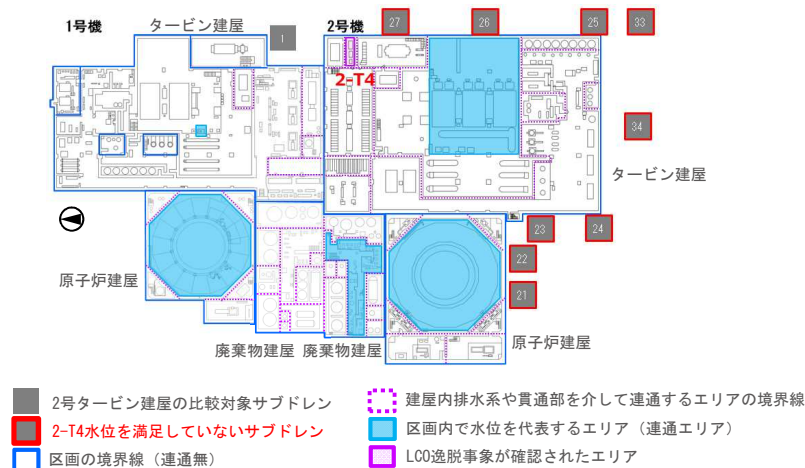
原因

雨水の流入と推定しています。

対策

運転上の制限の逸脱があった当該箇所（2T-4）については、現在、排水の準備を進めており、準備が整い次第開始します。

2号機タービン建屋北東エリア（2-T4）と周辺サブドレンの位置



※ サブドレンピット：建屋周囲の地下水が建屋内へ浸入しないよう、水位などの管理を行う井戸。
※ 運転上の制限：実施計画では、原子炉の運転に関する多重の安全機能の確保及び原子力発電所の安定状態の維持のために必要な動作可能機器等の台数や遵守すべき温度・圧力などの制限が定められており、これを運転上の制限と言います。実施計画に定められている機器等に不具合が生じ、一時的に運転上の制限を満足しない状態が発生した場合は、要求される措置に基づき対応します。

トラブルの対応状況

◆ 前のご報告以降の主なトラブル（2019年11月11日～2020年1月20日）

※ 前のご報告以降に各自治体への通報連絡および公表を行った公表区分D以上の事故・トラブルです。

| 発生日 | 件名 | 概要 |
|------------|---|--|
| 2019/11/19 | 6号機残留熱除去（B） 圧力抑制室吸込弁手動 操作ハンドル軸部折損 について | <p><事象の概要> 6号機残留熱除去系ポンプ（B）圧力抑制室吸込弁にシート漏えいが確認されたため、11月19日に当該弁の手動増し締めを行った際、手動操作ハンドルを折損させてしまいました。その後、当該弁手動操作ハンドルの折損が「安全上重要な機器等」の故障に該当し、国への事故故障報告対象に該当するとの判断を11月26日15時00分に行いました。</p> <p><構外への影響> 原子炉内に燃料はなく、また、残留熱除去系（A）及び補給水系による使用済燃料プールへの水の補給は可能な状態であるとともに、使用済燃料プールの冷却は支障なく継続してできており、外部への影響はありません。</p> <p><原因・対策> 補助工具を用いて増し締めを行ったため、過大な力が軸に加わり折損に至ったものと判断しています。今後は増し締めには補助工具を使用しない運用とすることを検討しています。また、1月8日に折損した軸を交換した後、1月10日に動作確認を行い、異常のないことを確認しました。</p> |
| 2019/11/26 | 1・2号機排気筒ドレン サンピットの水位低下 傾向の確認について | <p><事象の概要> 11月26日、1・2号機排気筒ドレンサンピットの水位トレンドから水位低下傾向が確認され、調査を進めた結果、10月12日の台風19号接近以降、水位の低下傾向が見られることが分かりました。当該ピットの水位低下について、ピット外への漏えいが否定できないため、国への事故故障報告対象に該当するとの判断を11月28日10時30分に行いました。</p> <p><構外への影響> 周辺のサブドレンピットの放射能濃度及び構内排水路モニタ、海水放射線モニタに有意な変動はないことから、外部への影響はないと判断しています。</p> <p><原因・対策> 応急的な対策として、水位低下が緩やかになる325mm以下の水位で管理を行います。今後、恒久的な対策として、ピットへの雨水の流入を防止する対策を進めるとともに、ピットを使用しない抜本的な対策について検討します。</p> |
| 2019/12/5 | 5・6号機排気筒放出気体 の定例分析における Cs-137の検出について | <p><事象の概要> 22時09分、5・6号機排気筒放出気体の定例分析（手分析）において、Cs-137に有意な変動を確認しました。試料採取機間は、2019年11月28日～12月5日で、分析結果は、$8.1 \times 10^{-9} \text{Bq/cm}^3$でした。（前回値は、検出限界値（$2.8 \times 10^{-9} \text{Bq/cm}^3$）未満）</p> <p><構外への影響> 発電所敷地境界・構内ダストモニタ及びモニタリングポスト指示値に有意な変動はないことから、外部への影響はないと判断しています。</p> <p><原因・対策> 調査の結果、サンプリング配管内にあった事故時のフォールアウト由来の放射性物質を含む付着物が剥離した影響と推定しています。</p> |

トラブルの対応状況

◆ 前回ご報告以降の主なトラブル（2019年11月11日～2020年1月20日）

※ 前回ご報告以降に各自治体への通報連絡および公表を行った公表区分D以上の事故・トラブルです。

| 発生日 | 件名 | 概要 |
|------------|---|--|
| 2019/12/8 | 窒素ガス分離装置 (A) 自動停止について | <p><事象の概要> 11時30分頃、運転中の窒素ガス分離装置 (A) (B) のうち、(A) について、「窒素ガス (A) 機器異常」の警報が発生し、自動停止しました。現場状況を確認し、系統に異常のないことを確認したことから、同日、12時56分、(C) を起動し、2台運転による窒素供給を再開しました。</p> <p><構外への影響> (A) の自動停止により (B) 1台運転となりましたが、系統への必要流量は確保されていることから、1～3号機の格納容器内圧力や水素濃度等に有意な変動はなく、外部への影響はありませんでした。</p> <p><原因・対策> 現場確認、警報の発生要因、過去の類似機器の点検状況から、窒素ガス分離装置 (A) 圧縮機コンデンサーフィンの詰まりが原因と推定しています。なお、12月10日、信頼性向上を目的に新設の窒素ガス分離装置 (A) (B) へ切替が完了しています。</p> |
| 2019/12/23 | 既設多核種除去設備 (B) クロスフローフィルタ流量調整弁後弁グラウンド部からの漏えいについて | <p><事象の概要> 10時26分頃、既設多核種除去設備 (B) クロスフローフィルタ流量調整弁後弁グラウンド部にしみがあり床面に水たまりがあることを協力企業作業員が確認しました。漏えい範囲は、約3m×1m×1mm（深さ）で、当該弁のグラウンド部の増し締めを行い、漏えいは停止しました。漏えいした水の分析結果は、Cs-134 : 5.2×10^1 Bq/L、Cs-137 : 7.7×10^2 Bq/L、全β : 1.8×10^5 Bq/Lでした。</p> <p><構外への影響> 漏えいした水は堰内に留まっており、外部への影響はありませんでした。</p> <p><原因・対策> 今後、漏えいの原因を調査し、適切な再発防止対策を実施します。</p> |
| 2019/12/25 | 6号機使用済燃料プール冷却浄化系ポンプ (A) の自動停止について | <p><事象の概要> 15時58分頃、6号機使用済燃料プール冷却浄化系のろ過脱塩器の切替操作中に冷却ポンプ (A) が自動停止しました。（停止時のプール水温 : 16.4℃）その後、現場状況を確認し、系統に異常のないことを確認したことから、同日18時29分、冷却ポンプ (B) を再起動し、冷却を再開しました。（再開時のプール水温 : 16.0℃）</p> <p><構外への影響> ポンプ停止の間、プラントパラメータ及びモニタリングポストの指示値に有意な変動はなく、外部への影響はありませんでした。</p> <p><原因・対策> ろ過脱塩器の切替操作前に、ポンプ停止信号を発信する保護回路が動作しない措置をすべきところ、その措置を講じなかったため自動停止に至ったものです。今後、手順書の修正及び操作員への周知を行います。</p> |

トラブルの対応状況

◆ 前のご報告以降の主なトラブル（2019年11月11日～2020年1月20日）

※ 前のご報告以降に各自治体への通報連絡および公表を行った公表区分D以上の事故・トラブルです。

| 発生日 | 件名 | 概要 |
|-----------|-----------------------------------|---|
| 2020/1/9 | 既設多核種除去設備吸着材排出ラインフランジ部からの漏えいについて | <p><事象の概要> 13時50分頃、既設多核種除去設備吸着材排出ラインフランジ下部床面に水たまりがあることを協力企業作業員が確認しました。漏えい範囲は、約15cm×15cm×1mm（深さ）で、スミア測定、塩分測定、pH測定の結果から汚染水と判断しました。発見時に滴下は停止していましたが、フランジの漏えい防止カバー内に水が溜まっており、さらに、カバーに破れが生じていることを確認しました。漏えいした水の分析結果は、全β：4.0×10⁴Bq/Lでした。</p> <p><構外への影響> 漏えいした水は堰内に留まっており、外部への影響はありませんでした。</p> <p><原因・対策> フランジに緩みが生じており、吸着材排出時に漏えいが生じたものと推定しています。当該フランジ部の増し締め及び漏えい防止カバーの取替を行いました。今後、類似箇所のフランジの緩みの有無を確認します。</p> |
| 2020/1/13 | 増設雑固体廃棄物焼却設備設置工事における負傷者の発生について | <p><事象の概要> 13時40分頃、増設雑固体廃棄物焼却設備設置工事現場（発電所構外）において、作業中の協力企業作業員が配管と足場材に指を挟み負傷しました。救急車で病院へ搬送し、診察の結果、全治3ヶ月と診断されました。</p> <p><原因・対策> 今後、原因を調査し、適切な再発防止対策を実施します。</p> |
| 2020/1/15 | 所内共通非常用ディーゼル発電機の定例試験時における自動停止について | <p><事象の概要> 11時11分頃、非常用電源として設置している所内共通ディーゼル発電機（A）の定例試験を実施していたところ、過電流の警報が発生し、受電遮断器が開放しました。そのため、11時34分当該機器を非待機としました。</p> <p><構外への影響> 所内電源は、外部電源により確保されていること、また、所内共通ディーゼル発電機（B）について健全であることを確認していることから外部への影響はありませんでした。</p> <p><原因・対策> 原因は、運転中に系統側の電圧が変動したことに伴い、ディーゼル発電機を保護するために設置している過電流継電器の動作点まで発電機電流が一時的に上昇したため、継電器が動作したものと判断しました。対策は、発電機電流を過電流継電器の動作点まで到達しないよう監視・操作することを手順書に明確にします。</p> |