



# 高速増殖原型炉「もんじゅ」における トラブル等について

平成20年10月22日

独立行政法人日本原子力研究開発機構

発生日時：平成20年9月9日、15時30分頃（腐食孔を確認）

発生場所：高速増殖原型炉もんじゅ 原子炉補助建物屋上（非管理区域）

発生事象：アニュラス屋外排気ダクトの計画的な補修のため、鋼板塗装などの作業を行っていたところ、当該屋外排気ダクト\*1に腐食孔（縦約1cm、横約2cm）を確認

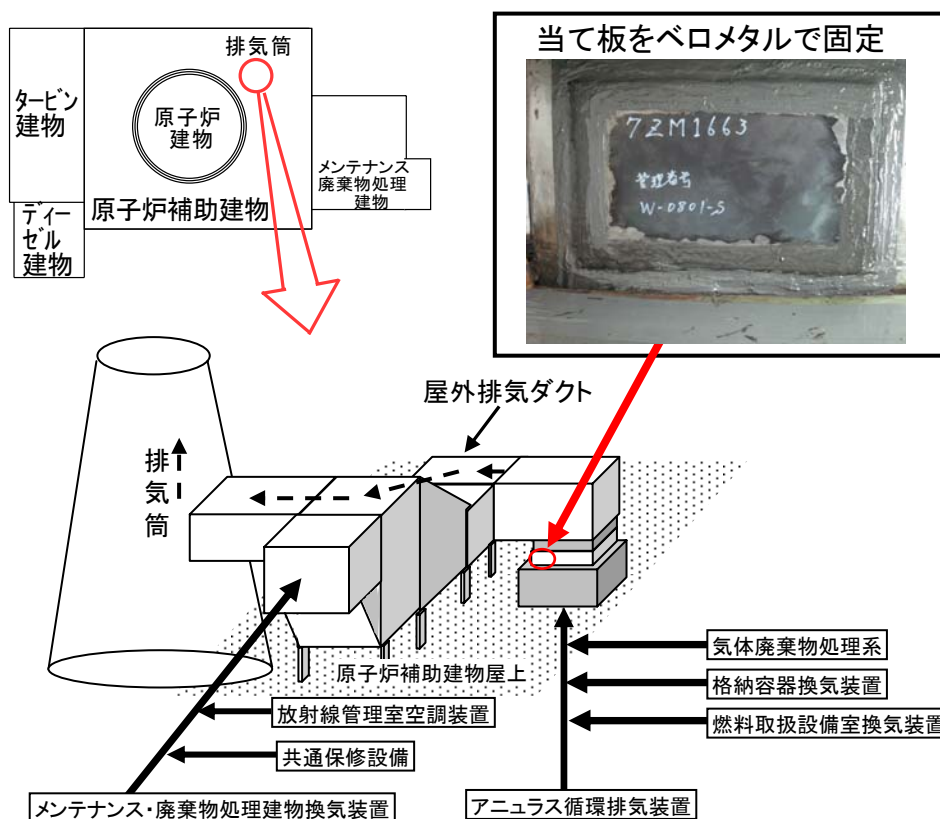
応急措置：腐食孔部についてサンプルを切り出した箇所は、当て板をペロメタルで固定

法令報告：研究開発段階炉規則 第43条の14 第1項 第3号

原子炉設置者が、安全上重要な機器等の点検を行った場合において、当該安全上重要な機器等が発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令（昭和四十年通商産業省令第六十二号）第九条若しくは第九条の二に定める基準に適合していないと認められたとき又は原子炉施設の安全を確保するために必要な機能を有していないと認められたとき

環境影響：本事象による周辺環境への影響はなし

\*1：材質：炭素鋼 厚さ：6mm 約2.5m×約2.5mの角ダクト



## ＜ダクト腐食の調査状況＞

- ① 当該腐食孔部等を切り出したサンプル調査の結果、外面から減肉しており、減肉部の表面に塩素及び酸化物が認められた。
- ② 腐食孔部のサンプルを切り出した際、腐食孔の左側の内面に錆のたれ痕と、その外面に錆の塊のようなものがあつたため、サンプルを切り出したところ、母材を貫通する腐食を確認した。切り出し後は、当て板をペロメタルで固定。
- ③ ダクト外面の外観点検で腐食箇所を調査するとともに、腐食部の肉厚測定を実施している。また、ダクト内外面全体の肉厚測定を実施している。  
これまでの調査結果から、据付時の厚さを満足していない箇所が多数確認され、これらはダクト上面、補強材取付部の近傍及びダクトと補強材のすき間に集中しており、肉厚測定結果の最小厚さは1.8mmであった。  
また、内面については、一部上塗り塗装の剥がれは認められたものの錆の発生はなく、健全な状態であった。  
なお、詳細な肉厚測定については、引き続き実施中である。



## 屋外排気ダクトの腐食孔について（2/2）＜原因・対策と今後の予定＞

### 【保守点検実績】

- ・平成2年9月 据付を完了
- ・平成10年6月 安全総点検の他事業者トラブルの反映として外観点検を実施  
(著しい発錆を確認。肉厚測定は実施せず)
- ・平成11年11月 全面補修塗装を実施
- ・平成19年12月 設備健全性確認計画\*1に基づき、外観点検を実施  
(主にダクト上面の発錆が著しい箇所(7箇所)について肉厚を測定)

\*1:長期間運転を停止している「もんじゅ」の点検、試験・検査の計画を示した計画書(平成18年9月制定)

### 【推定原因】

- ① 当該腐食孔部等は、構造的に雨水により継続的に湿潤状態となることが判った。
- ② 平成19年12月に設備健全性確認計画の一環として、肉厚測定を実施した際、当該腐食孔部等については表面の錆が比較的少なかったため、肉厚測定は実施しなかった。
- ③ 平成11年に全面補修塗装した以降、点検を実施せず、現在まで再塗装を行っていなかった。

### 【保守管理の課題】

- ① 平成19年12月の肉厚測定を実施した際、当該腐食孔部等については、肉厚測定を実施しなかった。
- ② ダクトに係る長期的な点検・補修計画がなかった。
- ③ 点検結果の評価や類似設備への反映に関するルールが明確でなかった。

### 【今後の予定】

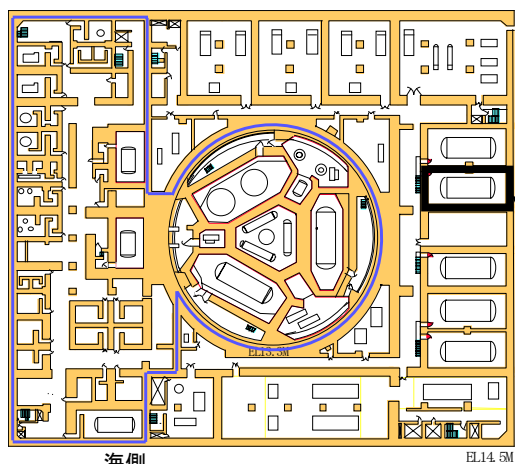
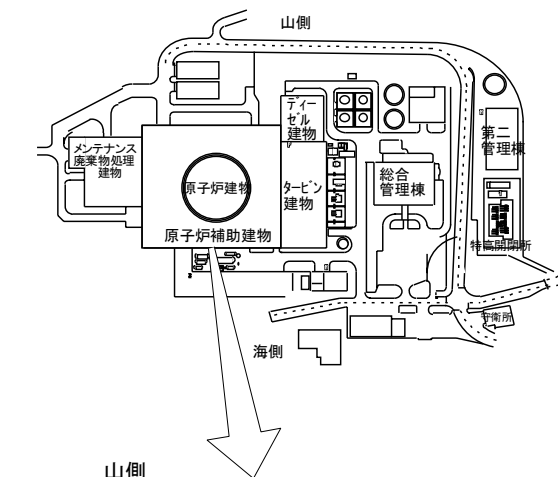
- ① 腐食進展の原因、詳細な肉厚測定及びダクトと補強材のすき間の腐食の調査等の結果に基づき、再発防止対策を行う。
- ② 長期的な点検・補修計画を定め、保全プログラムに反映する。
- ③ 今回の経験を設備健全性確認計画などへ反映する。

発生日時: 平成20年9月6日、22時49分 (「A2次主冷却系Na漏えい」警報の発報時刻)

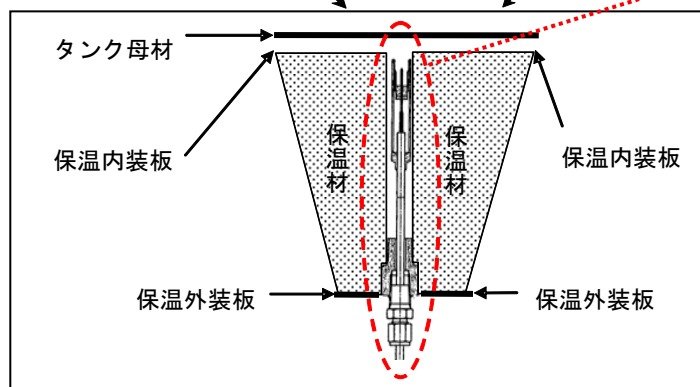
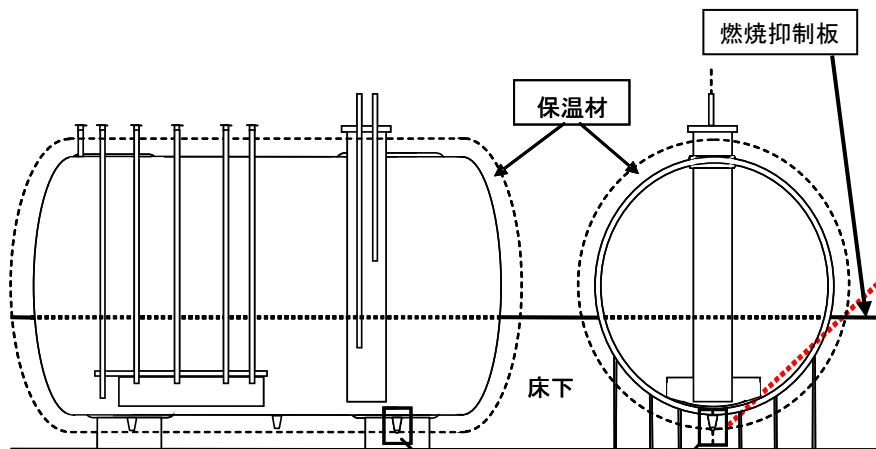
発生場所: 高速増殖原型炉もんじゅ 2次系オーバフロータンク室(A) (非管理区域)

発生事象: 1次主冷却系及び2次主冷却系においてポニーモータ運転中(約200℃)のところ、2次系オーバフロータンク(A)に据え付けられたCLD※が動作。ナトリウム漏えい警報が発報。当該CLDを引抜き、目視によりナトリウムの付着がないことを確認。(誤警報であることを確認)

※ CLD(Contact Leak Detector): 接触型ナトリウム漏えい検出器



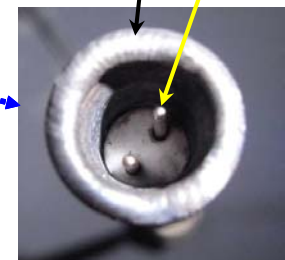
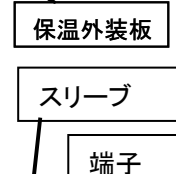
原子炉補助建物 (地下4階) 平面図



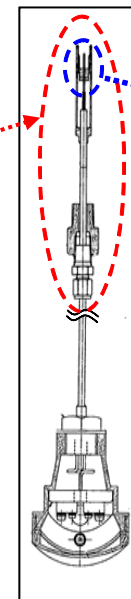
CLD据付状況 (拡大図)



CLD 据付状況 (現場写真)



CLD電極部



CLD (機器全景)

CLD電極部にナトリウムの付着による導通(絶縁低下)を検知し、漏えいを検出する。

## 【推定原因】

セラミック端子表面の元素分析により端子金属(鉄、ニッケル、コバルト)及び銀が確認され、これらの金属による絶縁抵抗の低下から警報の発報に至ったものと推定。

これらの金属類は、当該CLD部に結露水\*1が存在し、端子間の直流電圧のため、電気分解により端子及び銀ロウから鉄、ニッケル、コバルト、銀がセラミック表面に溶出。更に、今年の9月、オーバフロータンクのナトリウム温度を200°C一定から325°Cまでの昇温により、CLD廻りの温度も上昇し、銀のイオン・マイグレーション\*2が促進されたものと推定。

\*1: 平成17年~18年のナトリウム漏えい対策工事期間中に同一条件の他のタンクのCLD部で結露水が確認されている。

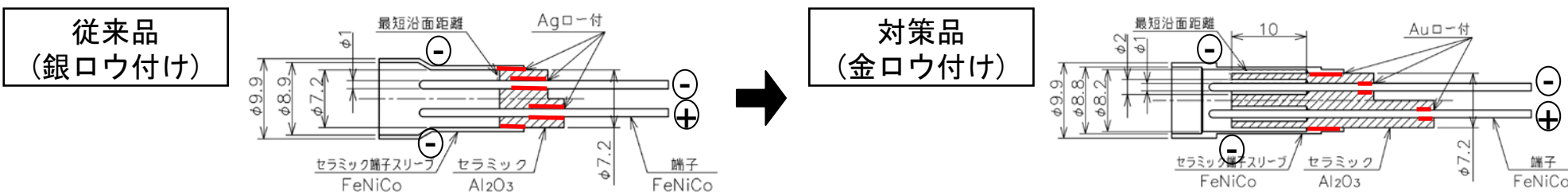
\*2: イオン・マイグレーション: 電極間に直流電圧を印加した場合、電極に用いた金属等が周囲の湿分等の影響を受けてイオン化し、陰極側へ移動し、陰極側で電子を受取って化学的に還元され金属として析出する現象。電極間の絶縁低下の原因となる。

## 【今後の予定】

① 従来品については、全て対策品に交換する。(代替品も正規品が製作された段階で交換する)

[対策品の変更点]

- i) 端子及びスリーブとセラミックの銀ロウ付けをイオン・マイグレーションが起こりにくい金ロウ付けに変更
- ii) セラミックの構造を長くし、先端側の端子及びスリーブとセラミック間に隙間(ギャップ)の設置



② 対策品への変更までの間は、絶縁低下の傾向を把握し、セラミック端子表面の研磨による絶縁修復又は予備品、代替品との交換を行う。

全体数	対策品*2	従来品
132個	43個	89個

\*2: ナトリウム漏えい対策工事(追加設置等)や点検(絶縁低下を確認)により対策品へ交換  
 ・平成20年9月の誤警報発報時の当該品を予備品(対策品)へ交換  
 ・平成20年9月に絶縁抵抗の測定を行い、絶縁低下のあった従来品1個を代替品(ケーブルの長さが異なる対策品)へ交換



### 【過去の経験】

平成5年3月(原子炉臨界前の総合機能試験期間)に2次系オーバフロータンクA,CのCLDでイオン・マイグレーションによる誤警報が発生。メーカーからの推奨として「予備品としてのCLD対策品(金口ウ付け及びセラミック形状の改良)の保有」、「定期的な絶縁抵抗測定及び検出器先端部の目視点検の強化」が提示された。

### 【保守実績】

- (1) 2次系CLDについては、平成6年度、平成9年度、平成10年度に絶縁抵抗測定を実施(一部のCLDに絶縁抵抗の低下が認められたが、全て判定基準(50k $\Omega$ )以上を確認)。
- (2) 平成18年度にて、2次系CLDの絶縁抵抗測定を実施した際、判定基準以下のCLDを3個確認。事後保全として、対策品(金口ウ付け)に交換。
- (3) 平成20年5月に点検計画に基づき構造確認、機能確認を実施。構造確認を行うことに合わせて、2次系各タンクのCLDを対象にイオン・マイグレーション発生の有無も確認。目視ではイオン・マイグレーションの発生を確認出来ず。

### 【保守管理の課題】

- (1) CLDについては、事後保全の対象としていたため絶縁抵抗測定を継続的に実施してこなかった。
- (2) CLDの点検時における絶縁抵抗低下や過去の事象に対する点検(イオン・マイグレーションの点検)の情報共有が十分に行われなかった。
- (3) イオン・マイグレーションに対する点検内容及び絶縁抵抗低下の判断基準が定められていなかった。そのため、対策品への交換を適切に実施出来なかった。

### 【信頼性を上げるための今後の対策】

- (1) CLDについては、絶縁抵抗の継続的な測定を保全計画に定め実施する。
- (2) 作業時の不具合事項について、保修票の発行または不適合管理により、原因調査等を十分に行い次の点検に反映する。
- (3) 予防保全における交換目安や判断基準については、点検実績を踏まえ適切に保全プログラムへ反映する。

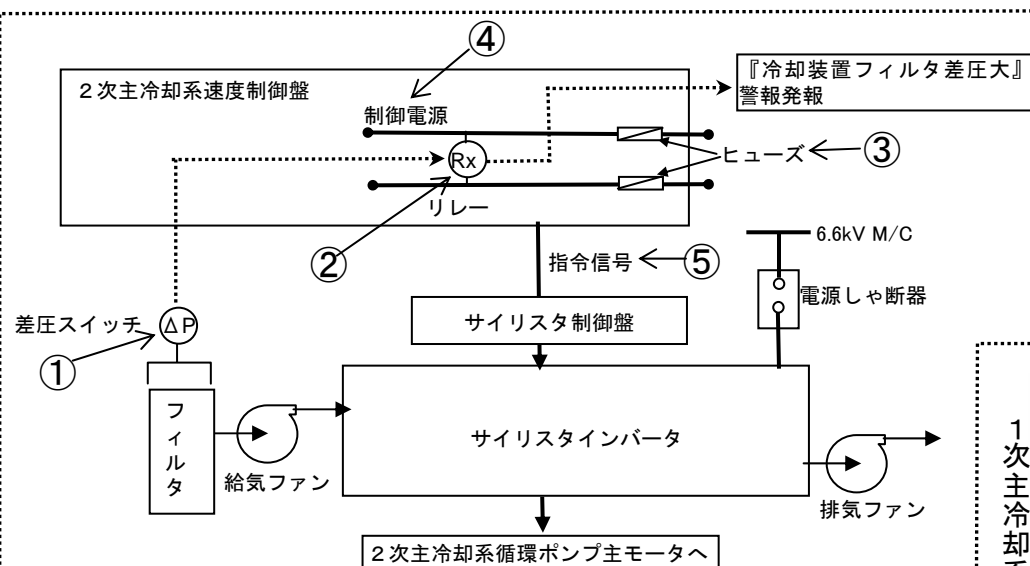
### 今回の保安検査期間中に説明したナトリウム漏えい検出器の故障等

No.	発生日	事象	概要
1	平成3年7月	1次純化系コールドトラップ及び1次系サンプリング装置のCLDの絶縁低下	銀のイオン・マイグレーションによる絶縁低下と推定。(漏えい警報の発報は無し)
2	平成3年8月	2次系ダンプタンクCのCLDの絶縁低下	端子箱取付部のリード線と芯線との接合部(エポキシ樹脂で固定)が異常接近していたところに湿分混入により絶縁低下が発生。(漏えい警報の発報は有り)
3	平成5年3月	2次系オーバフロータンクAのCLDの絶縁低下	銀のイオン・マイグレーションによる絶縁低下と推定。(漏えい警報の発報は有り)
4	平成5年3月	2次系オーバフロータンクCのCLDの絶縁低下	銀のイオン・マイグレーションによる絶縁低下と推定。(漏えい警報の発報は有り)
5	平成7年8月	補助冷却設備空気冷却器本体のCLDの絶縁低下	保護スリーブとボスを固定するネジが脱落し、リード線とコネクタ内壁が振動で擦れ、リード線の絶縁被覆が剥き出しとなり絶縁低下に至った。(漏えい警報の発報は有り)
6	平成8年～12年	1次系SIDのフィラメント断線による故障警報	平成8年～12年の間に4回発生。いずれもフィラメントの劣化による断線と推定。(漏えい警報の発報は無し)
7	平成9年5月	原子炉容器SIDのフィラメント劣化による指示値上昇	フィラメントの劣化により指示値が変動したものと推定。(漏えい警報の発報は無し)
8	平成16年5月	2次系BループRIDのHD-5の指示低下	検出器の経年変化により、指示値が低下と推定。(漏えい警報の発報は無し)
9	平成17年8月	2次メンテナンス冷却系ポンプ出口配管CLDの絶縁低下	漏えい対策工事時に換気空調が停止したことにより、室内の湿度が高くなり、検出器近傍に結露が確認されたことからその影響により絶縁が低下したものと推定。(漏えい警報の発報は無し)
10	平成18年9月	2次Na充填ドレン系ダンプタンクA用CLDの絶縁抵抗低下	絶縁測定を行った結果、絶縁が低下していることを確認。引抜いて確認したところ、結露水が確認出来たため、結露による絶縁低下と推定。(漏えい警報の発報は無し)
11	平成18年12月	蒸発器ドレン弁A-A用CLDの絶縁抵抗低下	絶縁測定を行った結果、絶縁が低下していることを確認。原因の特定は行っていない。(漏えい警報の発報は無し)
12	平成19年3月	蒸気発生器入口止め弁C用CLDの絶縁抵抗低下	絶縁測定を行った結果、絶縁が低下していることを確認。原因の特定は行っていない。(漏えい警報の発報は無し)

注) SID (Sodium Ionization Detector) : ナトリウムイオン化式検出器(ガスサンプリング型ナトリウム漏えい検出器で原子炉容器と1次系に使用している)

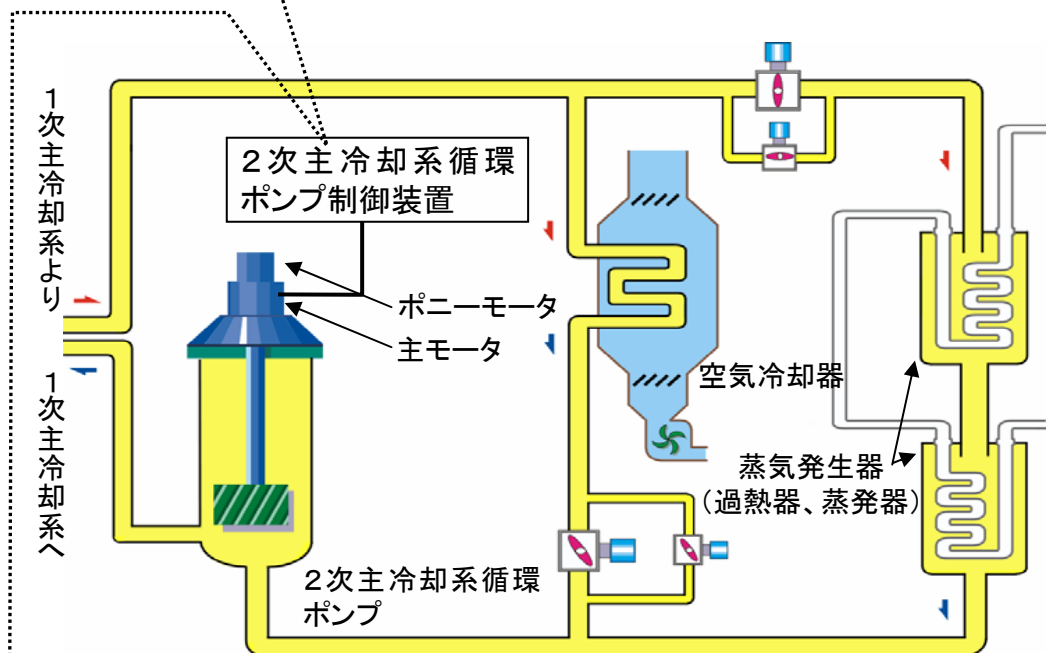
RID (Radiative Ionization Detector) : 放射線イオン化式検出器(ガスサンプリング型ナトリウム漏えい検出器で2次系に使用している)

発生日時：平成20年7月24日、4時16分（「冷却装置フィルタ差圧大」警報の発報時刻）  
 発生場所：高速増殖原型炉もんじゅ 2次主循環ポンプ駆動装置室(非管理区域)  
 発生事象：プラント確認試験のため、2次主冷却系を主モータで100%流量運転を実施していたところ、「冷却装置フィルタ差圧大」警報が発報し、その後、4時19分に「サイリスタインバータC制御装置故障」警報発報とともに、2次系Cループの主循環ポンプの主モータが停止。



### 主モータ停止に至った原因

- ① 差圧スイッチの設定値がズれており通常の運転差圧であったが「冷却装置フィルタ差圧大」の警報が発報。
- ② 警報発報原因がリレーの故障と誤判断し、リレー交換を実施した際、電圧仕様の異なるリレーを挿入。再度、「冷却装置フィルタ差圧大」の警報が発報した際、電圧仕様の異なるリレーが挿入されていたため、リレーに過電流が流れた。
- ③ リレーに過電流が流れたため、ヒューズが熔断した。
- ④ ヒューズが熔断したことにより、速度制御盤の制御電源が喪失し、サイリスタ制御盤への指令信号が喪失した。
- ⑤ 指令信号が喪失したことにより、ポンプは自動停止した。





### 【保守点検及び作業実績】

- (1) 平成18年にサイリスタインバータ冷却装置フィルタ差圧スイッチの校正を実施したが、当該計器の計器校正目安としていた2年以内に設定値のズレが発生(それ以前は長期停止機器のため校正は未実施)。
- (2) 平成20年7月23日に「冷却装置フィルタ差圧大」警報発生。この時、警報を除去するため、緊急作業扱い(作業手続きは、事後処理)にて、警報発報の原因究明を実施。その際、リレー故障と判断し、警報発報の他の要因を十分確認せず。
- (3) リレー交換時に、リレーの仕様確認を十分に行わなかったため、使用電圧が低いリレーを挿入。

### 【作業上の課題】

- (1) 警報発報によるプラント状態に対して緊急性がないにも係らず、警報発報の原因究明を速やかに対応を行う必要があると考え、緊急作業扱い(作業手続きは、事後処理)で、原因究明作業、リレーの交換を実施した。
- (2) 交換用リレーの仕様、型式確認など基本動作が徹底されていなかった。

### 【作業管理の課題】

- (1) 計器校正の頻度が適切ではなかった。
- (2) 緊急作業扱い(作業手続きは、事後処理)で行っており、警報発報の他の要因の検討が十分に行われず作業が実施された。

### 【信頼性を上げるための今後の対策】

- (1) 点検頻度及び交換目安については、今後の点検結果を踏まえて評価・検討を実施し、保全プログラムに反映する。
- (2) 緊急作業扱いで行える範囲を明確にする。
- (3) 基本動作等に関わる教育を継続的に実施するとともに、教育プログラムの改善を実施する。