

2号機CST炉注ポンプ全停事象の原因と対策について

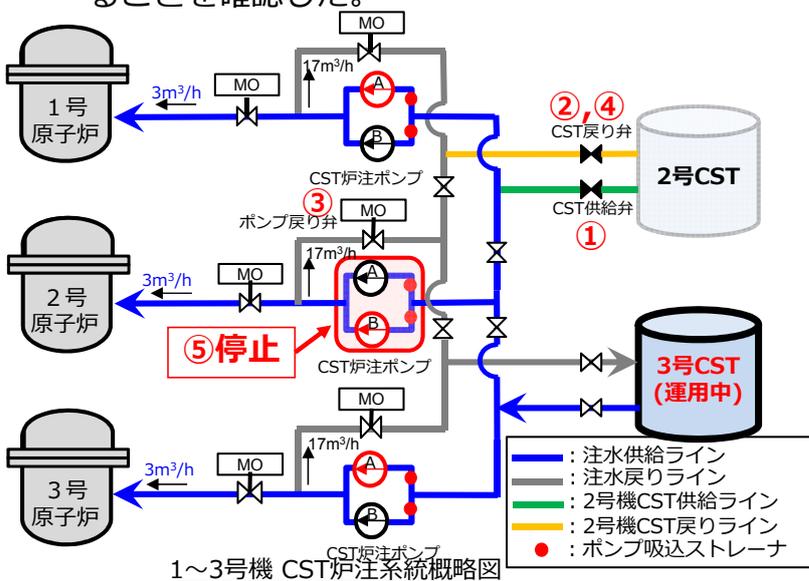
2019/02/28



東京電力ホールディングス株式会社

1. 事象の概要

- 原子炉注水系統の水源多重化を図るため、2019年1月8日、2号機CST（復水貯蔵タンク）を復旧し、1号機および2号機年の原子炉注水の水源として使用する操作を実施中、2号機原子炉注水ポンプ（CST炉注ポンプ）が1分間全停する事象が発生した。
- ポンプ全停は、2号機CSTインサービス操作中に運転中のポンプ吸込圧力の低下が確認されたことから、待機号機のポンプへ切替えるため、ポンプを2台運転にした際に「原子炉注水ポンプ供給圧力高」警報が発生し、2号機CST炉注ポンプ(A),(B)が停止した。
- ポンプ停止前後において原子炉圧力容器、格納容器各部の温度、モニタ等の指示に変化は無かった。また、ポンプ全停時、原子炉注水流量が必要注水流量(1.1m³/h)以上に指示(約1.7m³/h)されていることを確認した。



事象発生時の操作内容

| | 操作 | 事象 |
|---|--|---|
| ① | 2号機CST供給弁 全閉→全開 | 異常なし |
| ② | 2号機CST戻り弁 全閉→全開 | 1,2号機CST炉注ポンプ流量増加(定格流量超過) |
| ③ | 2号機CST炉注ポンプ 戻り弁絞りに操作 開度80%→38% | 2号機CST炉注ポンプ流量低下 2号機CST炉注ポンプ(B)吸込圧力低下 |
| ④ | 2号機CST戻り弁 全開→全閉 | 2号機CST炉注ポンプ(B)吸込圧力低下が継続 |
| ⑤ | 2号機CST炉注ポンプ (B)→(A)切替 (炉注水を停止させないため2台運転) | 2号機CST炉注ポンプ(A)(B) 「供給圧力高」警報発生。 →(A)(B)ポンプトリップ |

2. 事象発生時の操作内容とパラメータ変動

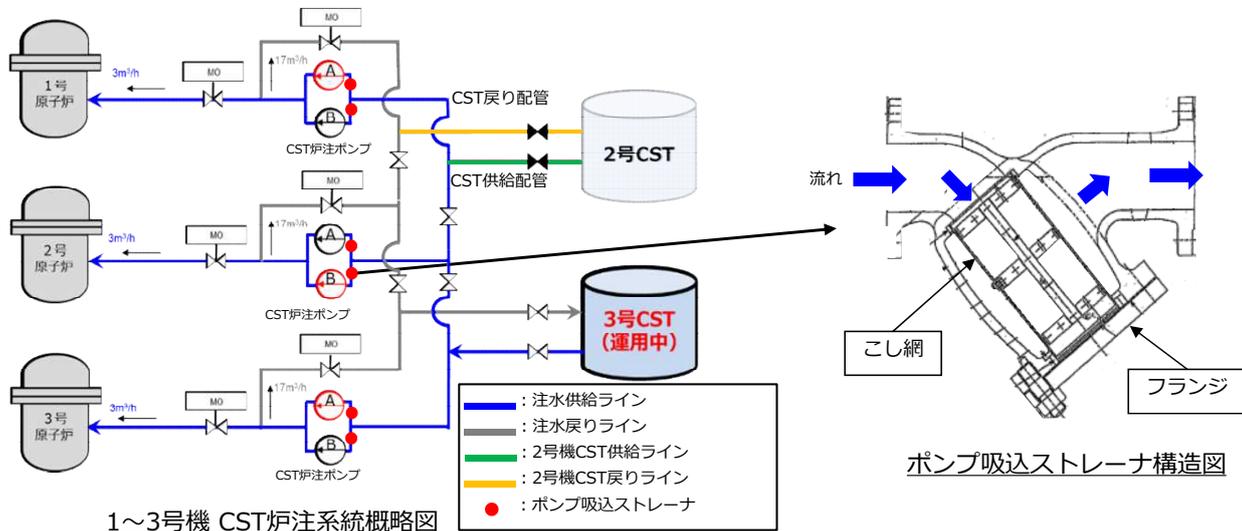
- CST炉注ポンプ(B)吸込圧力の低下が確認される時間は、10:54以降であり、11:41にCST戻り弁が「全閉」されるまで、ポンプ吸込圧力の低下が継続されている。
- 11:49にポンプ切替のため、2台運転したところポンプ供給圧力高によりポンプ2台がトリップした。
- 以上より、CST戻り弁「開」操作により、2号機 CST供給ライン～CST戻りラインの流路が形成された以降にパラメータの異常が発生している。



図-1 2号機 CST炉注ポンプトレンド

3. 原因調査

- 「原子炉注水ポンプ供給圧力高」警報が発生した要因としては、2号機CSTインサービスにおいて、ポンプ吸込および吐出圧力が上昇後の弁調整時にポンプ切替操作(2台運転)したことであるが、その背後要因は、ポンプ吸込圧力の低下事象が発生したことである。
- ポンプ吸込圧力の低下事象について、要因分析を行った結果、ポンプ吸込ストレナの詰まりの可能性が考えられる。



1～3号機 CST炉注系統概略図

ポンプ吸込ストレナ構造図

4. ポンプ吸込ストレーナ点検結果

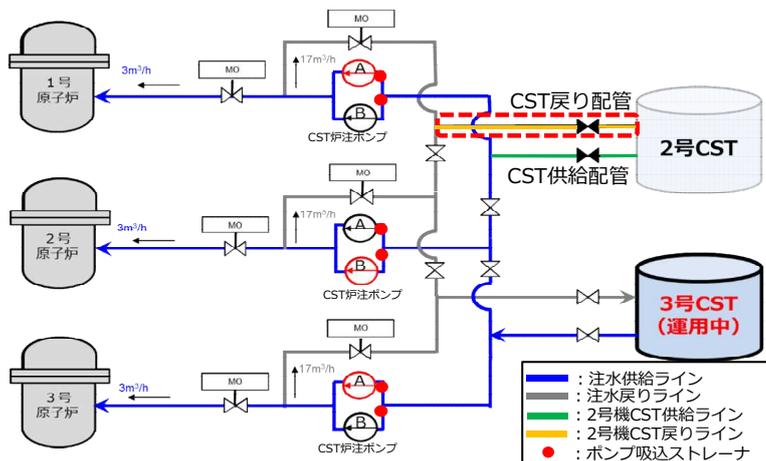
- 全号機のポンプ吸込ストレーナ点検を実施した結果、**全号機のポンプストレーナに水垢（赤茶）の付着が確認**されており、吸込圧力の低下が確認された**2号機 CST炉注ポンプ(B)のみ**ストレーナこし網内面に**鉄さび片の付着が確認**された。また、フランジ部にもこし網より落下した鉄さび片が確認された。
- 現在までの運転により水垢などがストレーナに付着し、その影響で若干の詰まりが発生していた状態で、今回、**2号機CSTインサービス操作により、鉄さびがストレーナに流入したため、急激に圧損が増加し、ポンプ吸込圧力が低下した**と考えられる。



※ストレーナの色合いの相違はカメラフラッシュの影響のためであり、状況は同様である

5. ポンプ吸込圧力の低下事象に至った原因

- 原因
 1. ポンプ吸込ストレーナで確認された鉄さびは、CST戻り配管内面から流入したものと考えられる。
 - CST供給配管は、配管内のフラッシングを実施していたが、**CST戻り配管については、淡水保管していたため、フラッシングを実施していなかった。**
 2. ポンプ吸込ストレーナ点検は、吸込圧力の低下傾向が確認された場合に実施することとしていたことから、事前に実施していなかった。
 - ストレーナは、**経年的に詰まりやすい状態**であった。
- 2号機CST戻り配管よりポンプ吸込ストレーナへ鉄さびの流入が考えられる。



1～3号機 CST炉注系統概略図（鉄さび流入箇所）

【補足1】
2号機 CST供給、戻り配管は、ポリエチレン管(PE管)及び鋼管で敷設している。

【補足2】
CST供給配管のノズル（タンク底部）と戻り配管のノズル（タンク上部）は、近い位置角度にある。

☐ : 鉄さび流入箇所

6. 対策

2号機CSTをインサービス操作に関して、以下の再発防止対策を行う。

<対策①：フラッシングの実施>

- 配管内面の鉄さびを仮設ストレーナにて回収するため、2号機CST⇒CST供給配管⇒CST戻り配管のフラッシング運転を行う。なお、未使用配管をインサービスする場合は、事前のフラッシングを行うこととする。

<対策②：ポンプ吸込ストレーナの点検>

- 1～3号機のCST炉注ポンプ吸込ストレーナ清掃を行い、ストレーナに堆積した水垢、鉄さびの除去を行う。
- ストレナの点検は、ポンプ吸込圧力の低下傾向が確認された場合に行うこととしていたが、本事象を鑑みストレーナの保全計画を見直すこととする。

<対策③：2号機CSTインサービス時の手順の再検討>

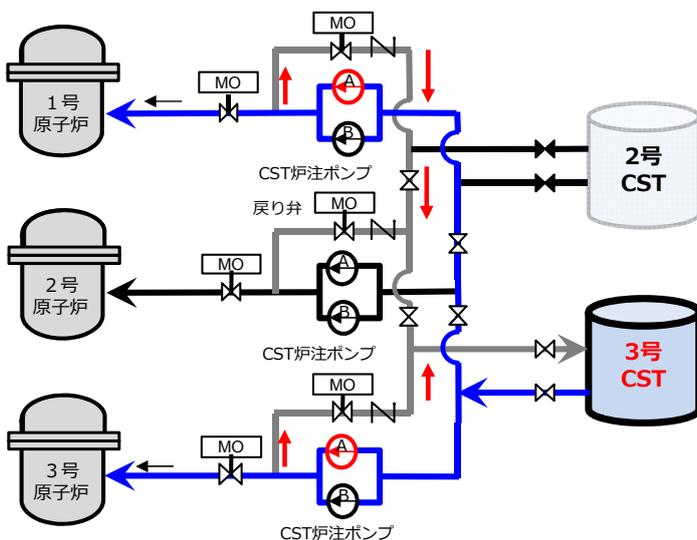
- 急激にパラメータが変化した場合に備えた対応手順を策定する。
(パラメータの安定後の操作、戻り弁の調整・ポンプ切替手順等)

※ポンプ吸込圧力計へのエア混入を防ぐため、エアベントを行う。

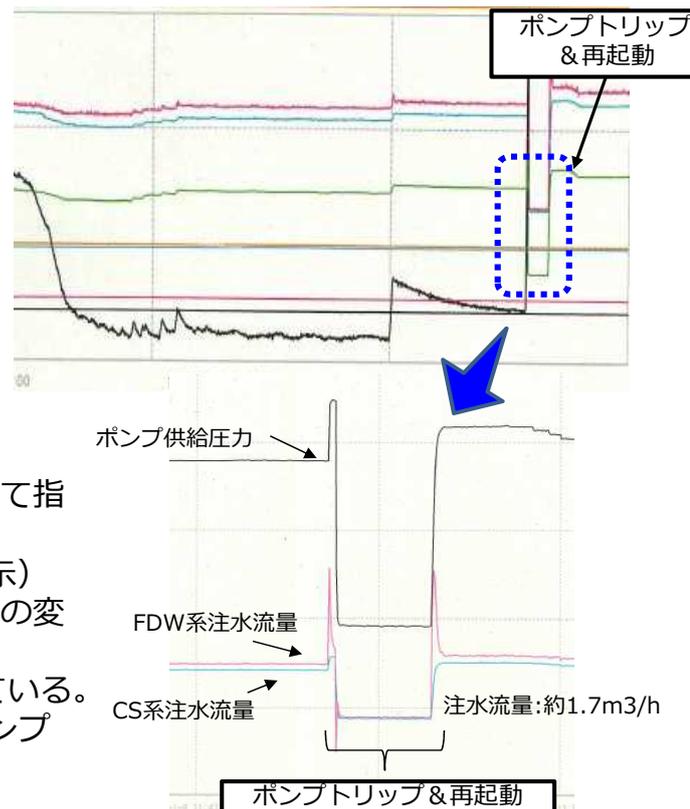
2号機CSTインサービスについては、手順の検討中であり、実施時期検討中。

なお、現在、1～3号機CST炉注ポンプの吸込ストレーナは点検済であり、原子炉注水系統の運転状態に問題はない。(3号機CST水源のみで運用中)

<参考> ポンプ全停時の注水流量および供給圧力の指示について



2号機CST炉注ポンプ全停時のトレンド



- ポンプ全停時、原子炉注水流量および供給圧力が安定して指示されていた。
(必要注水流量(1.1m³/h)以上に対し、約1.7m³/hの指示)
- トレンドの指示は、ポンプ全停時の注水流量、供給圧力の変動に追従しており、計器の異常は確認されていない。
- 2号機ポンプ戻り配管は、1,3号機ポンプ戻りと合流している。
- ポンプ戻り弁は、「調整開」の状態です2号機CST炉注ポンプは停止している。