

原子力発第06003号
平成18年 4月 7日

愛媛県知事
加戸守行 殿

四国電力株式会社
取締役社長 常盤 百樹

伊方発電所第2号機 封水注入流量の低下
に係る報告書の提出について

平成18年2月14日に発生しました伊方発電所第2号機 封水注入流量の低下につきまして、その後の調査結果がまとまりましたので、安全協定第11条第2項に基づき、別添のとおり報告いたします。

今後とも伊方発電所の安全・安定運転に取り組んでまいりますので、ご指導賜りますようお願い申し上げます。

以 上

伊方発電所第2号機
封水注入流量の低下について

平成18年4月
四国電力株式会社

1. 件名

伊方発電所第2号機封水注入流量の低下について

2. 事象発生の日時

平成18年 2月14日 22時44分（警報発信）

3. 事象発生の原子炉施設

原子炉冷却系統設備 封水注入系統

4. 事象発生時の運転状況

第18回定期検査中（平成17年9月5日より平成18年3月1日）

5. 事象発生の状況

伊方発電所第2号機（定格電気出力566MW）は、第18回定期検査の調整運転中のところ、2月14日22時44分に1次冷却材ポンプ（以下「RCP」という。）の封水注入流量の指示低下を示す信号が発信した。このため、RCPに封水を注入している充てんポンプを追加起動し、2台運転から3台運転としたところ、封水注入流量は通常値に復帰した。その後引き続き実施した調査により、充てんポンプB号機の出口にある逃がし弁2Bが動作していることを確認したため、充てんポンプB号機の出入口弁を隔離し、逃がし弁2Bの動作音は停止した。また、C号機の出口逃がし弁2Cについても、微少なシートリークが生じていることを音により確認したがプラント運転への影響はなかった。

当該逃がし弁の分解点検を行った結果、弁体シート面および弁座シート面に軽微な肌荒れが認められたため、弁体の取り替えおよび各部の手入れを行うとともに組立後の機能・漏えい検査および充てんポンプの確認運転を行い、充てんポンプB号機は2月21日、充てんポンプC号機は2月22日通常状態に復旧した。なお、本事象による周辺環境への放射能の影響はなかった。

（添付資料 - 1）

6. 時系列

2月14日

22時44分 RCP封水注入流量低信号発信、調査開始
（流量 1.8m³/h 1.3m³/h）

49分 充てんポンプB号機追加起動

51分 RCP封水注入流量低信号復帰 （流量 1.3m³/h 1.8m³/h）

2月15日

3時55分 調査終了（逃がし弁2B、2Cの不具合確認）

2月16日 逃がし弁2B点検開始

2月19日	逃がし弁2 B点検完了 充てんポンプ2 Bの確認運転を行い、漏えいがないことを確認し、通常状態に復旧
2月20日	逃がし弁2 C点検開始
2月22日	逃がし弁2 C点検終了 充てんポンプ2 Cの確認運転を行い、漏えいがないことを確認し、通常状態に復旧
2月23日	逃がし弁2 A点検開始
2月24日	逃がし弁2 A点検終了 充てんポンプ2 Aの確認運転を行い、漏えいがないことを確認し、通常状態に復旧

7. 調査結果

当該逃がし弁は「バネ式安全弁」構造であり、入口圧力がバネによる閉止力を上回った場合に動作する。今回、本来の吹き出し設定圧力未満で動作あるいはシートリークを生じていたと考えられることから、この点に着目し各種調査を実施した。なお、当該逃がし弁2台(2 B、2 C)とともに、問題のなかった逃がし弁2 Aについても比較検討のため調査を実施した。

(添付資料 - 2)

(1) 現場調査

a. 弁取付状況

各逃がし弁近傍の支持構造物(Uボルト)等の弁取付状況を確認した結果、変形・緩み等は認められなかった。また、各逃がし弁の弁箱とバネ覆いとの面間計測を実施した結果、片締めのないことを確認した。

b. 吹き出し圧力調整ボルト設定位置

各逃がし弁の吹き出し圧力調整ボルトの設定位置を確認した結果、ずれはなく前回点検時と同じであった。

c. 吹き出し圧力確認試験

逃がし弁2 Aについて、分解前に窒素ガスを用いた吹き出し圧力確認試験を実施したところ、約0.8 MPa 低下(前回設定圧力18.48 MPa)していることを確認した。

なお、逃がし弁2 B、2 Cについては、シートリークのため分解前の吹き出し圧力確認試験は実施できなかったがバネの腐食の状態等から同様に吹き出し圧力が低下していたものと推定されるため、参考として組立後に圧力調整ボルトを前回設定位置として同様の試験を実施したところ、2 Bは約0.7 MPa 低下(前回設定圧力18.71 MPa)、2 Cは約0.2 MPa 低下(前回設定圧力18.66 MPa)していることを確認した。

吹き出し圧力確認試験の結果、逃がし弁2 A、2 B、2 Cともにその後の分解調査において、バネの線径に腐食によると見られるわずかな減少が認められたことにより吹き出し圧力の低下が確認された。また、逃がし弁2 B、2 Cについては更に弁体・弁座のシート面に軽微な肌荒れが認めら

れたことより、シート面のシール性能が低下し、吹き出し圧力が通常運転時の圧力（約 1.7 MPa）付近まで低下したことにより、逃がし弁の動作またはシートリークが生じたものと推定される。

d . 分解調査

各逃がし弁を分解したところ、吹き出し圧力を設定しているバネ（クロムバナジウム鋼製）に鉄と酸素を主成分とするサビが認められ、軽微な腐食が確認された。寸法計測の結果、バネ自由高さに有意な変化はなかったが、バネの線径には腐食によると見られるわずかな減少が認められた。なお、一般的な特性として、バネ線径が減少した場合には、同じ圧縮量に対する荷重が減少し、逃がし弁の閉止力（吹き出し圧力）は低下する傾向となる。

また、逃がし弁 2 B、2 C については弁体・弁座のシート面に軽微な肌荒れが認められた。逃がし弁 2 A についてもごくわずかながら肌荒れの兆候が認められた。

なお、その他の内部部品については、組み込み状況の異常、き裂・打こんあるいは変形は認められなかった。

e . 浸透探傷検査（PT）

浸透探傷試験の結果、弁体・弁座シート面・バネおよび弁棒径変化部・先端部に異常は認められなかった。

f . 弁棒曲がり測定

弁棒の曲がり測定の結果、全振れ幅の許容範囲（目標値：0.10mm 以内）に対して、全て許容範囲内で異常は認められなかった。

（2）系統構成の調査

当該逃がし弁の使用環境について、系統構成上の特徴を検討した。

逃がし弁は、3 台の充てんポンプ出口ラインに 1 台ずつ設置されており、逃がし弁出口は充てんポンプ入口ラインに接続されており、吹き出し圧力を設定しているバネ等の内部部品は、湿潤な雰囲気中にある。

プラント通常運転中は、常時 1 ~ 2 台の充てんポンプを定期的に切り替えながら運転しているが、ポンプ停止中も逃がし弁には他のポンプの吐出圧力が常時作用する系統構成となっている。

充てんポンプは、往復動式のプランジャポンプであることから、出口ラインの圧力には脈動成分が含まれている。

（添付資料 - 1）

（3）プラント運転状況の調査

事象発生当時、2 号機は第 18 回定期検査の調整運転中であり、充てんポンプは 2 A、2 C の 2 台が運転中であった。

充てんポンプ運転速度、加圧器水位および充てん流量・抽出流量、封水注入流量等の運転パラメータについては信号発信直前まで、中央制御室の指示計に

有意な変化は認められなかった。

(4) 保守点検状況の調査

a. 前回分解点検時の状況

逃がし弁 2 A、2 B、2 C とともに第 1 2 回定期検査（平成 9 年）にて分解点検を実施しており、点検記録を調査した結果、異常は認められなかった。吹き出し圧力設定値についても、計画値（18.46～18.82 MPa）内であったことを確認した。また、組立後の機能検査および漏えい検査においても、判定基準を満足しており、異常のなかったことを確認した。

なお、1号機の同じ箇所に設置されている逃がし弁については、第 2 1 回定期検査時（平成 1 5 年）に予防保全対策として、バネを耐食性に優れたステンレス鋼製に取り替えており、2号機についても次回分解点検時（第 2 2 回定期検査時に予定）に取り替える計画であった。

b. その他の保守点検状況

通常運転中、巡視点検を毎日実施しており、当該弁は流動音がないこと等により、動作等の異常がないことを確認している。また、定期検査時には漏えい試験や起動時等の巡視点検で異常のないことを確認している。

8. 推定原因

以上の調査結果から、R C P 封水注入流量の低下の原因は、R C P に封水を注入している往復動式の充てんポンプの出口にある逃がし弁において、

- ・バネ周囲が湿潤な雰囲気であるため、バネに腐食が発生し、わずかに線径が減少したことにより閉止力が低下したこと
- ・通常運転中は、脈動成分を含む充てんポンプの出口圧力が常時作用することにより、弁体・弁座シート面のわずかな隙間に 1 次系水が徐々に浸透することにより軽微な肌荒れを生じ、シート面のシール性が徐々に低下したことが重畳し、吹き出し圧力が通常運転時の圧力付近まで低下し、B号機の出口逃がし弁が動作したため、注入流量が減少したことによるものと推定される。

9. 対策

(1) 分解した逃がし弁 3 台について、組立前にバネに防錆塗料を塗布するとともに弁体を新品に取り替えた。また、組立後に吹き出し試験を実施し、規定の圧力で動作することを確認した後、復旧した。

(2) 往復動式である 1・2号機の充てんポンプについては、出口圧力の脈動は避けられないことから、シート面のシール性が低下するような肌荒れに至るまでに手入れを行うように、1・2号機の充てんポンプ出口ライン逃がし弁（計 6 台）の分解点検周期を 1 0 定検毎から 5 定検毎に見直し、点検計画に反映する。

なお、3号機は充てんポンプの型式も異なることから、同様の事象は発生しない。

(3) なお、バネについては、予防保全対策として、以前より計画していた耐食性に優れたステンレス鋼製への取り替えを、次回定期検査時(第19回予定)に実施することとした。

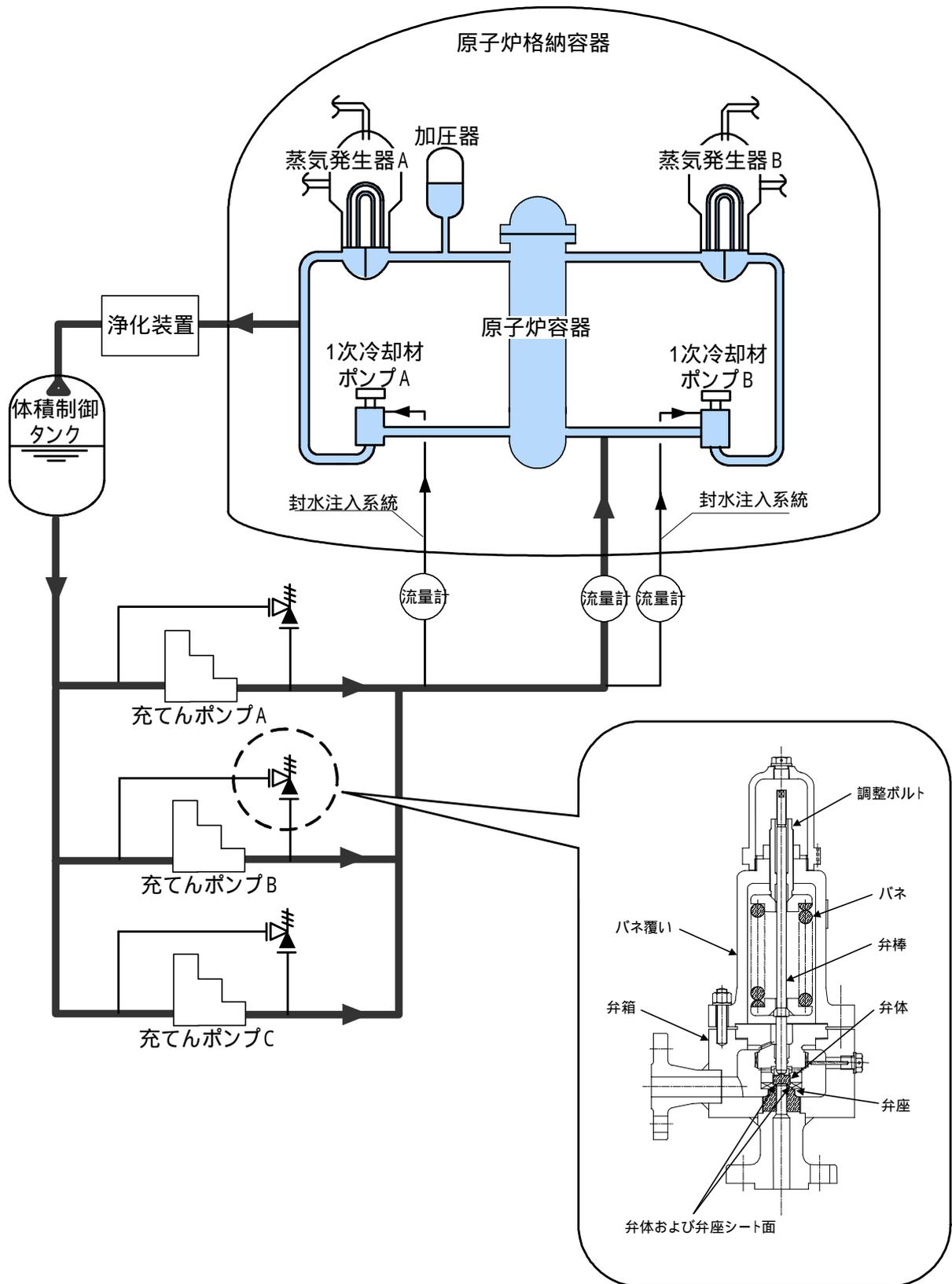
以 上

添 付 資 料

添付資料 - 1 伊方2号機 充てんポンプまわり概略系統図

添付資料 - 2 逃がし弁点検結果

伊方2号機 充てんポンプまわり概略系統図



逃がし弁点検結果

点検項目	2 - 8 1 8 7 A	2 - 8 1 8 7 B	2 - 8 1 8 7 C
弁取付状況確認	異常なし	異常なし	異常なし
吹き出し圧力調整 ボルト設定位置	異常なし	異常なし	異常なし
吹き出し圧力確認 試験	・分解前に窒素ガスを用いた吹き出し圧力確認試験の結果、約0.8MPa低下(前回設定圧力18.48MPa)していることを確認した	(参考)組立後に圧力調整ボルトを前回設定位置として同様な試験の結果、約0.7MPa低下(前回設定圧力18.71MPa)していることを確認した	(参考)組立後に圧力調整ボルトを前回設定位置として同様な試験の結果、約0.2MPa低下(前回設定圧力18.66MPa)していることを確認した
分解調査	・バネに鉄と酸素を主成分とするサビが認められ、軽微な腐食が確認された ・バネ線径には腐食と見られるわずかな減少が認められた ・弁体・弁座シート面にごくわずかながら肌荒れの徴候が認められた	・バネに鉄と酸素を主成分とするサビが認められ、軽微な腐食が確認された ・バネ線径には腐食と見られるわずかな減少が認められた ・弁体・弁座シート面に軽微な肌荒れが認められた	・バネに鉄と酸素を主成分とするサビが認められ、軽微な腐食が確認された ・バネ線径には腐食と見られるわずかな減少が認められた ・弁体・弁座シート面に軽微な肌荒れが認められた
浸透探傷検査(PT)	異常なし	異常なし	異常なし
弁棒曲がり測定	異常なし	異常なし	異常なし

逃がし弁点検結果 (2 A)

1. 弁体

< 分解時 >



< 取替品(新品) >



2. 弁座

< 分解時 >



< 手入れ後 >



3. バネ

< 分解時 >



< 手入れ後 >



逃がし弁点検結果 (2 B)

1. 弁体

< 分解時 >



< 取替品(新品) >



2. 弁座

< 分解時 >



< 手入れ後 >



3. バネ

< 分解時 >



< 手入れ後 >



逃がし弁点検結果 (2 C)

1. 弁体

< 分解時 >



< 取替品(新品) >

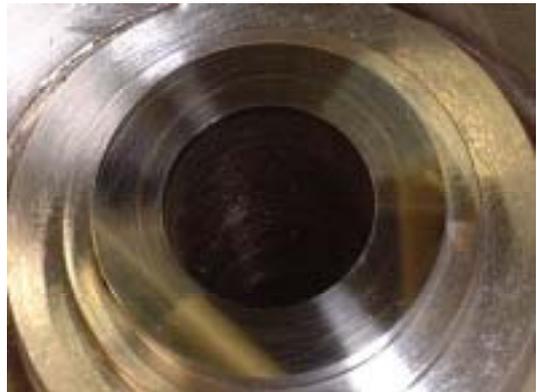


2. 弁座

< 分解時 >



< 手入れ後 >



3. バネ

< 分解時 >



< 手入れ後 >

