

原子力発第06093号
平成18年 7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1号機 高圧注入ポンプ出口流量検出器の不具合
他1件に係る報告書の提出について

平成18年5月13日に発生しました伊方発電所第1号機 高圧注入ポンプ出口流量検出器の不具合、ならびに平成18年3月22日に発生しました伊方発電所第3号機 非常用ディーゼル発電機冷却用配管からの水漏れにつきまして、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1号機

高圧注入ポンプ出口流量検出器の不具合について

平成18年7月
四国電力株式会社

1. 件名

伊方発電所第1号機 高圧注入ポンプ出口流量検出器の不具合について

2. 事象発生の日時

平成18年 5月13日16時59分頃(確認)

3. 事象発生の設備

高圧注入ポンプ出口流量検出器

4. 事象発生時の運転状況

第23回定期検査調整運転中(電気出力576MW)

5. 事象発生の状況

伊方発電所第1号機(定格電気出力566MW)は調整運転中のところ、平成18年5月13日16時59分頃、高圧注入ポンプ出口流量計の検出器に不具合があることを保修員が確認した。

高圧注入ポンプが停止中であるにもかかわらず、通常ゼロとなっている当該流量計の指示が不安定な値を示した(検出器のゼロ点調整時に指示が突変)ことから、検出器の不具合と判断した。

なお、当該流量計の下流にある流量計はゼロを示していた。

当該流量検出器の点検を行った結果、電気回路の部品(アンプカード)に不良が確認されたことから、当該部品の取替を行い、検出器の指示値に異常のないことを確認して、同日19時39分に通常状態に復旧した。

本事象によるプラント運転への影響および周辺環境への放射能の影響はなかった。

(添付資料 - 1、2)

6. 事象の時系列

平成18年5月13日

- | | |
|--------|--|
| 2時38分 | 高圧注入ポンプ出口流量計の指示がゼロからわずかにずれているのを運転員が確認したが、計器許容誤差内であり正常と判断 |
| 13時30分 | 検出器ゼロ点調整等を実施 |
| 16時59分 | 念のため、再度ゼロ点調整を実施したところ、指示が突変したため、検出器の不具合と判断 |
| 17時55分 | アンプカード不良特定、予備カードと取替開始 |
| 19時18分 | アンプカード取替終了 |
| 19時39分 | 高圧注入ポンプ出口流量指示値が正常であることを確認 |

7. 調査結果

(1) 現場調査

1) 不具合発生前の状況

a. 高圧注入ポンプが停止中にもかかわらず、高圧注入ポンプ出口流量計の指示計および記録計の指示が約 $20 \text{ m}^3 / \text{h}$ (測定範囲 $0 \sim 250 \text{ m}^3 / \text{h}$) ずれていることを確認した。

b. 現場検出器廻りの計器検出配管、計器弁について外観点検を行った結果、異常は認められなかった。

c. 当該流量検出器の信号出力を確認した結果、信号出力がゼロからずれているものの計器許容誤差内¹であることを確認した。

d. 以上のことから、検出器に異常はないものと判断した。

e. 当該流量計の下流に設置されている別の流量計の指示がゼロであったことから、当該流量検出器信号出力のゼロ点をアンプカードのゼロ調整ボリュームの操作により調整した。

f. ゼロ点調整後の流量指示はゼロを示して安定していた。

1 差圧式流量計はその測定原理上、流量が小さいほど測定誤差は大きく、ゼロ付近では約 $31 \text{ m}^3 / \text{h}$ の誤差を含む。

2) 不具合事象発生時の状況

ゼロ点調整後は、流量指示はゼロを示して安定していたものの、念のため、再度アンプカードのゼロ調整ボリュームを操作したところ、流量指示がゼロから約 $80 \text{ m}^3 / \text{h}$ に突変した。このことから、検出器の故障と判断した。

以上のことから、当該検出器の不具合は、アンプカードの故障と判断し、当該カードを予備品と交換した。

(2) 検出器の詳細調査

不具合事象が発生したアンプカードを予備として管理している同型式の検出器に装着して、以下の詳細調査を実施した。

a. ゼロ調整ボリューム操作時の検出器出力特性確認

ゼロ調整ボリューム操作時の出力特性変化について確認試験を実施した結果、ボリュームをマイナス方向に操作中に検出器出力信号が突変する事象が2回確認された。

以降、事象が再現することはなく、ゼロ調整ボリューム操作時の検出器出力特性は正常となった。
(添付資料 - 3)

b. 検出器タッピング時の検出器出力特性確認

検出器タッピング時の出力特性変化について確認試験を実施した。ゼロ調整ボリューム付近および検出器筐体の上下左右からタッピングを実施したが、検出器出力信号に変動はなく、正常であった。

c. 検出器単体試験

模擬圧力入力時の検出器出力特性について確認試験を実施した結果、検出器の許容誤差範囲内のデータが得られており、特性は良好であった。

以上のことから、当該流量検出器の不具合は、アンプカードのゼロ調整ボリューム内電気接点の接触不良が原因と判断した。

また、数回のゼロ調整ボリューム操作により検出器出力特性が正常となったことから、接触不良の原因はゼロ調整ボリューム内に局所的に発生した酸化皮膜²と考えられる。

（ゼロ調整ボリューム電気回路上に酸化皮膜が存在する状態でゼロ調整ボリューム操作を行うと、接点接触抵抗が大きくなり、アンプカードの信号出力が不安定となる。
(添付資料 - 4)

2 酸化皮膜

空気中の酸素と電気回路上の金属部品との腐食反応による表面被膜

(3) 保守状況の調査

当該検出器について点検履歴および記録を調査した結果、第23回定期検査(平成18年3月)において、模擬入力による入出力特性試験を実施しており、試験データに異常は認められなかった。

なお、当該検出器は平成12年10月に取替えたものであった。

8 . 推定原因

アンプカードのゼロ調整ボリューム内の金属表面上に酸化皮膜が存在する状態でゼロ調整ボリューム操作を行ったことにより、接点が接触不良状態となり、その結果検出器出力信号が不安定となったと推定される。

9 . 対 策

(1) 当該検出器のアンプカードを予備品と取り替え、健全性を確認のうえ復旧した。

(2) アンプカードのゼロ調整ボリュームを操作して検出器の調整を行う場合、十分に酸化皮膜を除去³した上でゼロ点調整を行うこととし、作業要領書に記載した。

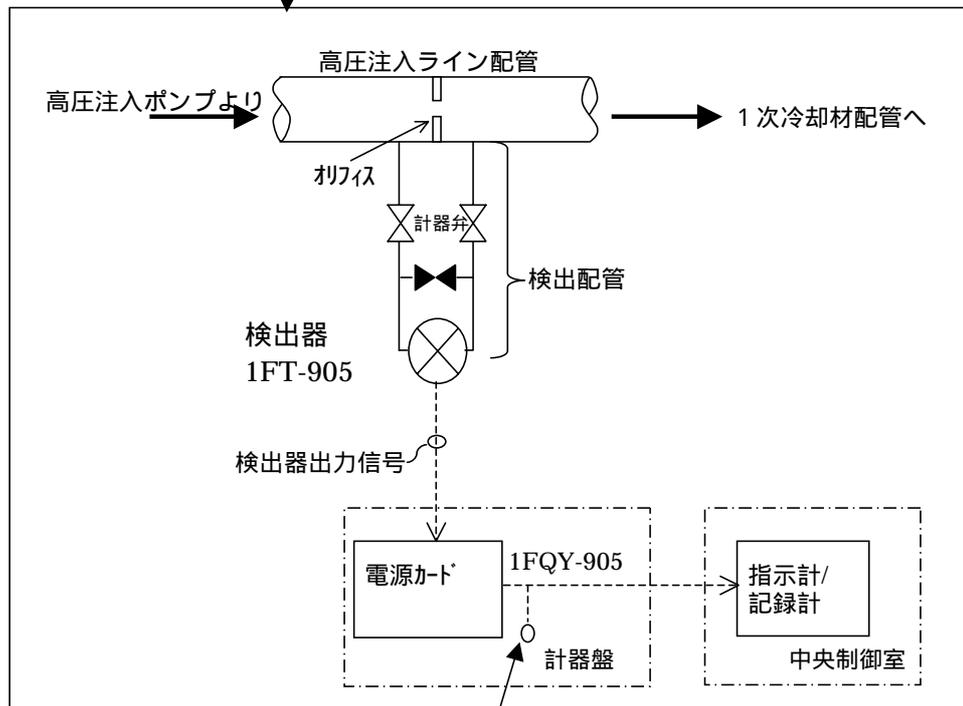
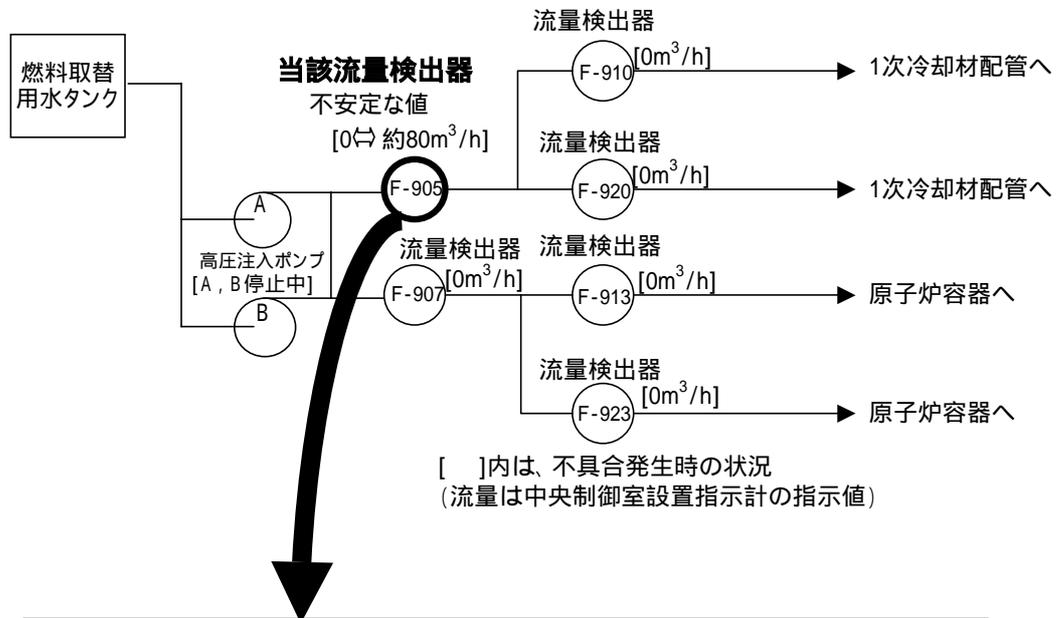
3 ゼロ調整ボリュームを数回回転操作することにより、ゼロ調整ボリューム内の酸化皮膜を機械的に除去可能である。

以 上

添 付 資 料

- 添付資料 - 1 高圧注入系概略系統図
- 添付資料 - 2 流量検出器写真
- 添付資料 - 3 不具合アンプカードゼロ調整ボリューム操作時の
検出器出力特性確認
- 添付資料 - 4 ゼロ調整ボリューム操作時の流量指示突変事象の
推定メカニズム

高圧注入系 概略系統図



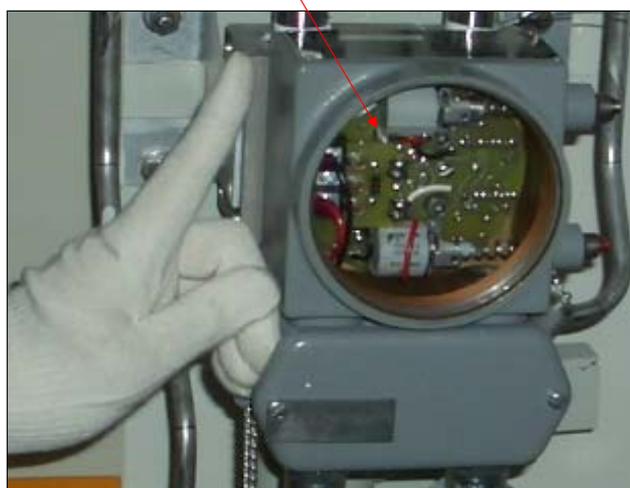
信号出力測定ポイント

流量検出器写真



流量検出器外観

アンプカード



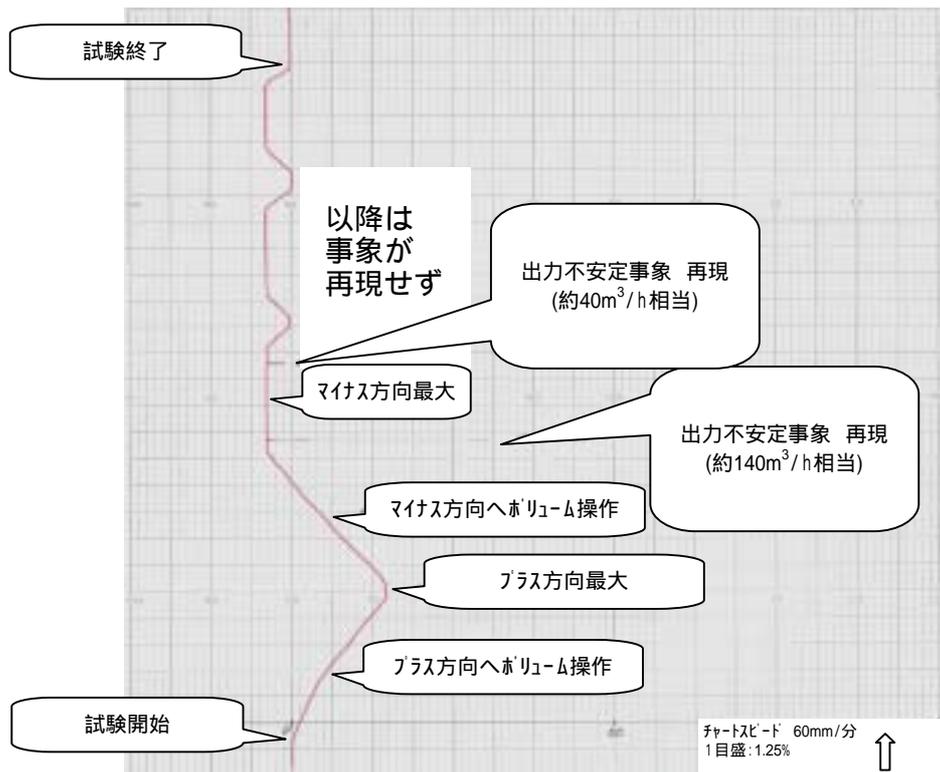
アンプカード部開放状態



アンプカード

ゼロ調整ボリューム

不具合アンプカードゼロ調整ボリューム操作時の検出器出力特性確認



結果

取り外したアンプカードを予備検出器に装着した状態でアンプカードのゼロ調整ボリュームをマイナス方向に調整中、指示が瞬時にプラス方向に変化する事象が2回確認された。

1回目:約140m³/h相当 2回目:約40m³/h相当
以降、事象が再現することなく、検出器出力は正常となった。

ゼロ調整ボリューム操作時の流量指示突変事象の推定メカニズム

- (1) ゼロ調整ボリュームの通常は接触していない抵抗素子表面の一部に、酸化被膜が存在していた。(参照)
- (2) ゼロ調整ボリュームの操作により、抵抗素子表面の酸化皮膜が発生した箇所に摺動接点が接触する。(参照)
- (3) 酸化被膜は電気抵抗が大きいため接点接触抵抗が大きくなり、ゼロ調整ボリューム後段の出力信号が突変する。(参照)
- (4) アンプカードの出力信号が突変する。(参照)
- (5) 電源カードの出力信号が突変し、中央制御室の指示計・記録計の指示値が突変する。(参照)

