

## 伊方発電所第1号機

海水系統配管からの海水の漏えいについて

平成28年 3月  
四国電力株式会社

1. 件名  
海水系統配管からの海水の漏えいについて

2. 事象発生の日時  
平成27年12月15日 11時 8分

3. 事象発生の設備  
伊方1号機 海水系統

4. 事象発生時の運転状況  
第28回定期検査中

5. 事象発生の状況

伊方発電所第1号機は、第28回定期検査中のところ、12月15日11時08分、中央制御室においてタービン建家内排水槽の水位高を示す信号が発信した。

運転員が現地を確認したところ、点検中の海水系統\*<sup>1</sup>配管の開放部から海水が漏えいしていることを確認した。

調査の結果、原子炉補機の冷却用海水の水張り中に、2次系補機の冷却用海水系統との隔離のため閉止していた電動弁（1-SW-530B）から冷却用海水が漏えいし、点検中の2次系補機の冷却用海水配管の開放部から漏えいしたことを確認した。

その後、海水の水張りを停止し、11時40分頃に海水の漏えいは停止し、14時21分に漏えいした海水の全量（約9.4m<sup>3</sup>）を回収し、総合排水処理装置にて処理した。

さらに、当該電動弁の分解点検および開閉試験を実施した結果、弁本体に傷等の異常はなかったが、弁のリミットスイッチ\*<sup>2</sup>が全閉位置の時に実際には弁開度が微開状態であることを確認した。このため、リミットスイッチの調整などを実施し、12月22日13時30分、当該電動弁から漏えいのないことを確認した。

なお、本事象によるプラント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)

\*1 海水系統

原子炉補機および2次系補機の冷却用海水

\*2 リミットスイッチ

弁の開閉状態（開閉位置）を検出した場合、開または閉動作を停止するスイッチ

## 6. 事象の時系列

平成27年12月15日

- 10時47分 原子炉補機冷却用海水水張り開始（水張り用弁開）
- 11時08分 「T/B室排水槽水位高」警報発信
- 11時17分 原子炉補機冷却用海水水張り操作停止
- 11時18分頃 運転員が漏えい箇所を確認
- 11時40分頃 漏えい箇所からの漏えい停止を確認
- 13時44分 「T/B室排水槽水位高」警報復帰
- 14時21分 T/B常用排水ポンプA、B停止（移送完了）

平成27年12月16日～21日

- 弁分解点検
- 開閉試験およびリミットスイッチの調整

平成27年12月22日

- 海水系統に水張りし、当該電動弁から漏えいのないことを確認し、通常状態に復旧

## 7. 調査結果

当該弁（1-SW-530B）からの漏えい原因について、以下の点検および調査を行い、要因の検討を実施した。

### （1）弁作動確認

当該弁の作動状況を確認した結果、漏えい発生時の状態の電動操作において、開閉動作に異常は認められなかった。また、弁全閉時、開度計は全閉位置を示していた。

その後、弁全閉の状態、当該弁を配管から取外し、閉止状態を直接確認した結果、リミットスイッチが全閉位置の時に、弁開度が微開状態（幅：約1mm、長さ：約400mm（片側））である事を確認した。

（添付資料-2、3）

### （2）弁分解点検

#### a. 目視検査

目視点検の結果、弁体、弁座（シートリング）および弁棒等の表面に機能・性能に影響を及ぼす恐れのあるき裂、打こん、変形および摩耗等の異常はなかった。

#### b. 表面検査（浸透探傷試験）

浸透探傷試験を実施した結果、弁体および弁棒に機能・性能に影響を及ぼす浸透指示模様等の異常はなかった。

#### c. 弁当たり確認

弁の当たり確認を実施した結果、弁体および弁座（シートリング）の当たり状況は、全周に渡って連続しており、良好であった。

#### d. 弁動作確認（手動）

手動操作により弁の動作確認を実施した結果、弁体が滑らかに開閉できることおよび弁が全閉可能であることを確認した。

### (3) 開閉試験

#### a. 絶縁抵抗値の測定

電動弁の動力回路・スペースヒータ\*<sup>3</sup>回路の絶縁抵抗測定を実施し、異常のないことを確認した。

#### b. 設定値確認

トルクスイッチ\*<sup>4</sup>の設定値を確認し、前回値と差異のないことを確認した。  
リミットスイッチについては開度計により設定値を確認し、前回値と差異のないことを確認した。

#### c. 動作方向の確認

弁を中間位置とし、寸動により開閉の動作方向が設定どおりであることを確認した。

#### d. トルクスイッチおよびリミットスイッチ動作の確認

電動弁を動作中に各スイッチの接点を開放し、電動動作が設定どおり停止することを確認した。

#### e. 電動動作時のデータ測定

当該弁を電動操作により「全閉→全開」および「全開→全閉」動作させて、電動操作時の負荷電流および動作時間の測定を実施し、前回記録と比較して有意な変化のないことを確認した。

#### \* 3 スペースヒータ

空気中の水分が凝固した結露水が電動機に付着することによる絶縁不良を防止するために電動機部を温める回路

#### \* 4 トルクスイッチ

弁の開閉動作時、何らかの要因により動作トルクが設定値以上となった場合に、開または閉動作を停止するスイッチ

### (4) 保守状況の調査

当該弁（海水系統のバタフライ弁\*<sup>5</sup>）については、6定検毎に弁本体の分解点検を実施しており、至近の平成22年5月における点検では異常は認められなかった。電動機および電動駆動装置の点検については、15定検毎に実施しており、至近の平成15年6月（電動機）および平成16年9月（電動駆動装置）における点検では異常は認められなかった。

また、現在実施中の点検（特別な点検\*<sup>6</sup>3回目）においては、当該弁に接続する配管の内面点検に伴い、接続配管の取外し・取付および開閉試験を実施しており、開度計により全閉位置でリミットスイッチが動作することを確認していた。

なお、当該弁は、接続する出入口配管フランジにより弁箱に弁座（シートリング）を押さえつける構造であり、フランジ締め付けは定められたとおり隙間管理を実施していることから、弁本体の分解点検を実施しない接続配管の取外し・取付においては、リミットスイッチの調整はすることになっていなかった。

#### \* 5 バタフライ弁

円筒形の弁箱の中で円板状の弁体が回転する構造であり、流れ方向に対する弁体の角度を変えて流量を調整する。

#### \* 6 特別な点検

特別な保全計画に基づき、長期停止中に実施する点検（以下、「特別な点

検」という。)。3回目の“特別な点検”として、平成27年10月～平成28年3月まで実施予定

#### (5) 運用状況の調査

至近の運用状況を確認した結果、平成22年5月の当該弁の分解点検以降に、当該弁を隔離弁<sup>\*7</sup>として使用した系統隔離の実績が2回（平成23年10月、平成26年7月）あるが、何れにおいても漏えいは確認されていなかった。

また、系統隔離を1台の隔離弁で実施することは実績もあり、本作業は管理者が承認した手順で系統隔離・復旧が行われていることを確認した。

#### \*7 隔離弁

機器の点検等に伴い水抜きを行う場合に、通水する範囲と通水しない範囲の境界となる弁

#### (6) 調査結果の総括

##### a. 不具合の状況

以上の調査において、

- ・事象発生直後に実施した弁動作確認の結果、弁全閉時、開度計は全閉位置を示しており、弁体は当初の設定どおりの位置（角度）で停止していた
- ・弁本体および電動駆動装置の点検の結果、異常は認められなかった
- ・至近に系統隔離弁として運用した実績を確認した結果、漏えい等は認められていない

ことから、リミットスイッチの弁停止位置の設定値のずれ等は生じていないが、何らかの要因により、弁体と弁座（シートリング）の相対的な位置関係が変化し、微小な間隙が生じたものと考えられる。

##### b. 全閉状態で間隙が生じた要因の考察

当該弁は、接続する出入口配管フランジにより弁箱に弁座（シートリング）を押さえつける構造である。配管取外し・取付作業については、定められたとおり隙間管理を実施し、フランジ締め付けを行っているが、弁座（シートリング）およびフランジパッキンはゴム製であるため、配管取外し・取付作業により、弁座（シートリング）の取付状態が微妙に変化し、微小な間隙が生じた可能性がある。

なお、微小な隙間については、手動により全閉位置を確認し、全閉位置でリミットスイッチが動作するように調整することで対応可能である。

（添付資料－4）

#### (7) 類似弁の調査

1次系海水系統のバタフライ弁は、閉止方式によりギヤードシーティング式<sup>\*8</sup>とトルクシーティング式<sup>\*9</sup>があり、当該弁と同様に接続する出入口配管フランジによって弁箱に弁座（シートリング）を押さえつける構造のギヤードシーティング式のバタフライ弁は、伊方1号機の原子炉補機冷却用海水系統に5台設置している。

このうち、当該弁と同様に隔離弁として使用する弁は1台（1-SW-530A）のみであり、至近の運用状況を確認した結果、平成23年10月の1号機停止後、同弁を隔離弁として使用した系統隔離の実績が4回（平成23年9月、平成25年2月、平成26年7月、平成27年11月）あるが、何れにおい

でも漏えいは確認されていなかった。

なお、伊方2、3号機には当該弁と同様の弁は設置しておらず、トルクシーティング式のバタフライ弁については、定められた駆動トルク値で弁体が弁座（シートリング）を押し付けることから、弁体と弁座（シートリング）の相対的な位置関係が変化したとしても当該弁のような微小な隙間が生じることはない。

\* 8 ギヤードシーティング式

弁閉止時、弁体が定められた位置まで動作した場合に、弁の動作を停止させる閉止方式

\* 9 トルクシーティング式

弁閉止時、弁体が弁座を押しつける駆動トルク値が定められた値以上になった場合に、弁の動作を停止させる閉止方式

## 8. 推定原因

原子炉補機冷却用の海水配管の取外し・取付作業により、原子炉補機冷却用海水と2次系補機冷却用海水との隔離のために閉止していた電動弁（1-SW-530B）の弁座（シートリング）の取付状態が微妙に変化し、当該弁の弁体と弁座（シートリング）の相対的な位置関係が変化し、当該弁のリミットスイッチが全閉状態において弁体と弁座（シートリング）に微小な隙間が生じ、原子炉補機冷却用海水の水張り時に当該弁から漏えいに至ったものと推定される。

## 9. 対策

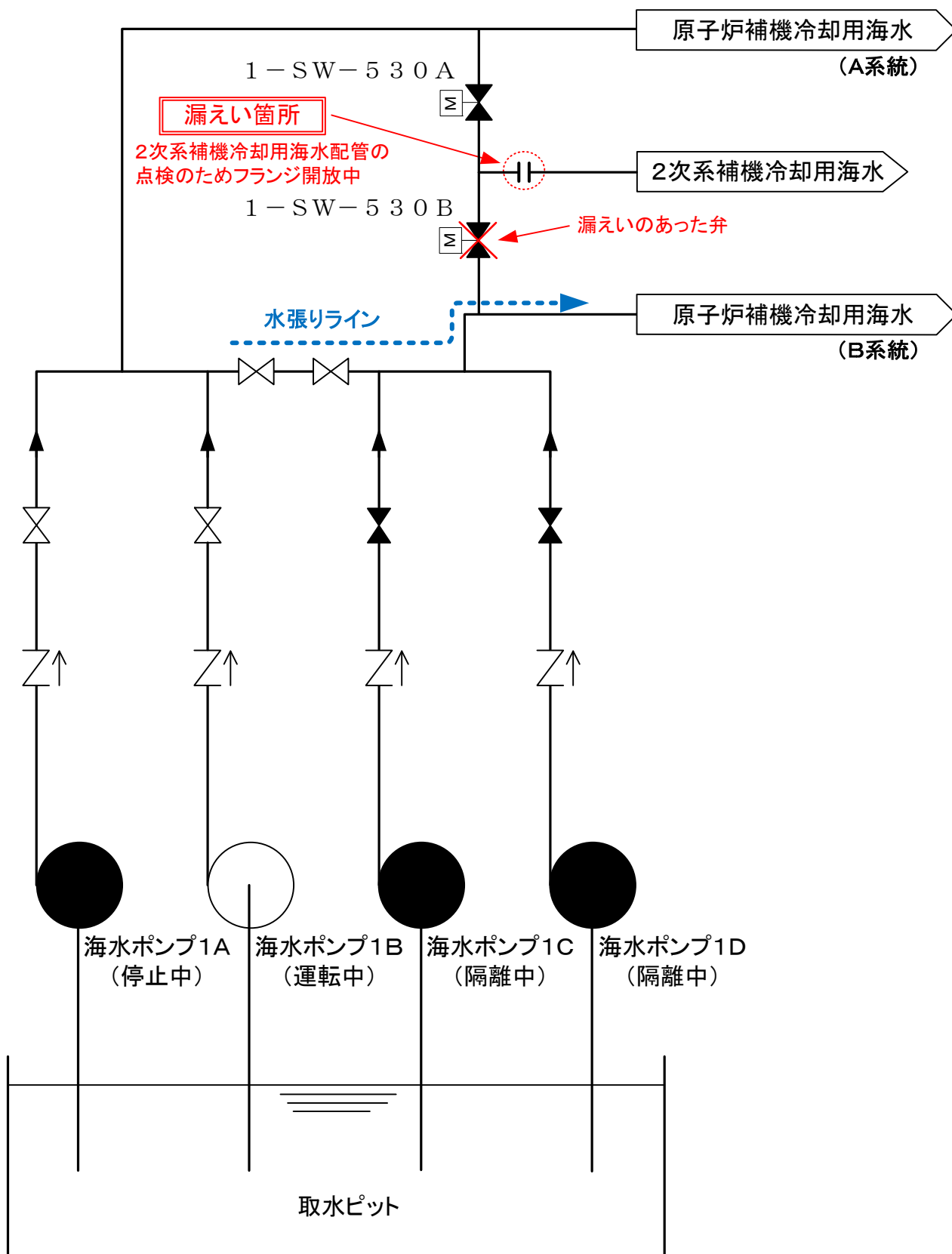
- (1) 当該弁については、手動により全閉位置を確認し、全閉位置でリミットスイッチが動作するように調整を実施した。
- (2) 当該弁および類似弁（計6台）については、弁分解点検または接続配管の取外し・取付作業を行った場合は、全て、リミットスイッチの調整を実施することとし、標準作業要領書を改訂する。
- (3) 当該弁および類似弁（計6台）については、隔離弁として使用する際は、電動による閉操作後、念のため手動による増締めを行う運用とし「系統の隔離・復旧作業マニュアル」を改訂する。

以上

## 添 付 資 料

- 添付資料－ 1 伊方発電所 1 号機 海水系統概略図
- 添付資料－ 2 1 次系海水系統バタフライ弁概略図
- 添付資料－ 3 弁（1－SW－530B）作動確認結果
- 添付資料－ 4 弁（1－SW－530B）リミットスイッチ調整結果

### 伊方発電所1号機 海水系統概略図

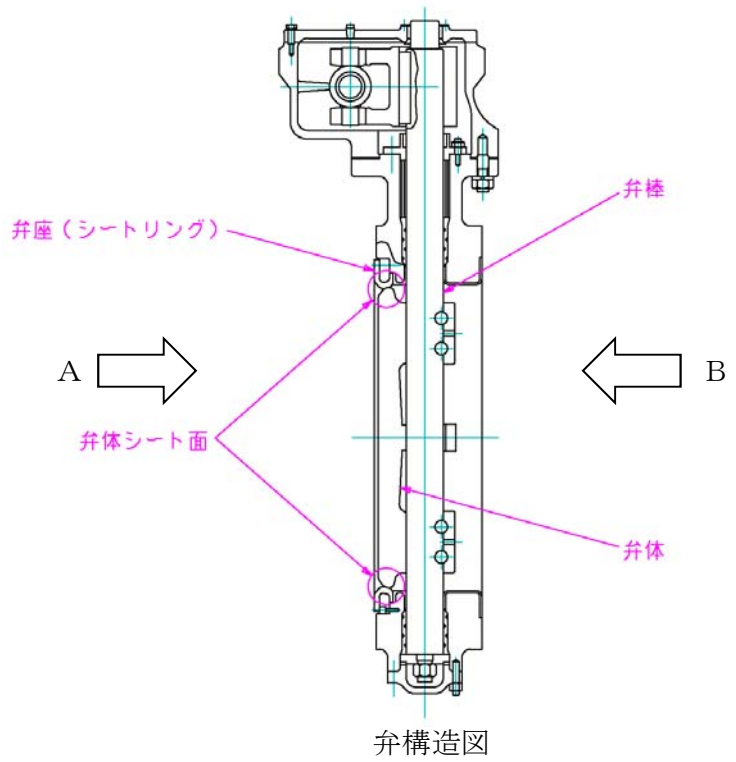




### 1次系海水系統バタフライ弁概略図



弁取付状況



弁構造図



A 矢視 (点検後)



B 矢視 (点検後)



弁体



弁体

弁座 (シートリング)

### 弁（1-SW-530B）作動確認結果



1-SW-530B 開度計確認結果



開度計確認結果

弁棒の開度計は全閉位置(SHUT)であった。



弁体

弁座 (シートリング)

当該弁を配管から取外し、閉止状態を直接確認した結果、弁が微開であることを確認した。

幅：約 1mm

長さ：約400mm



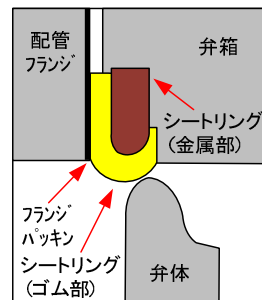
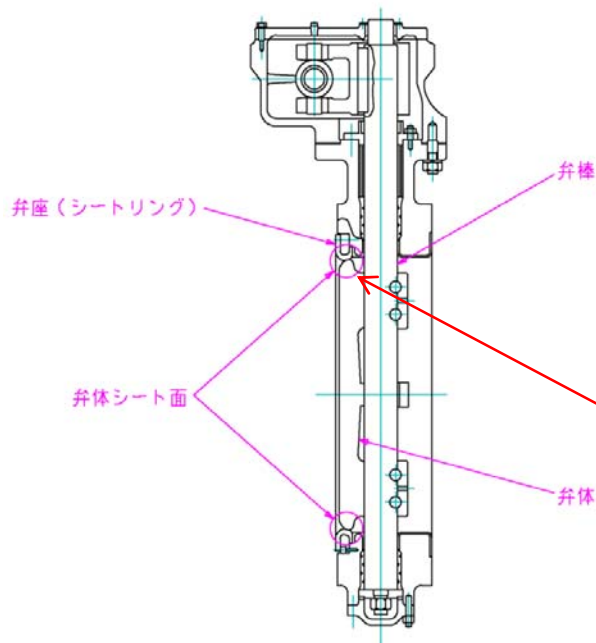
微開範囲

弁 (1-SW-530B) リミットスイッチ調整結果



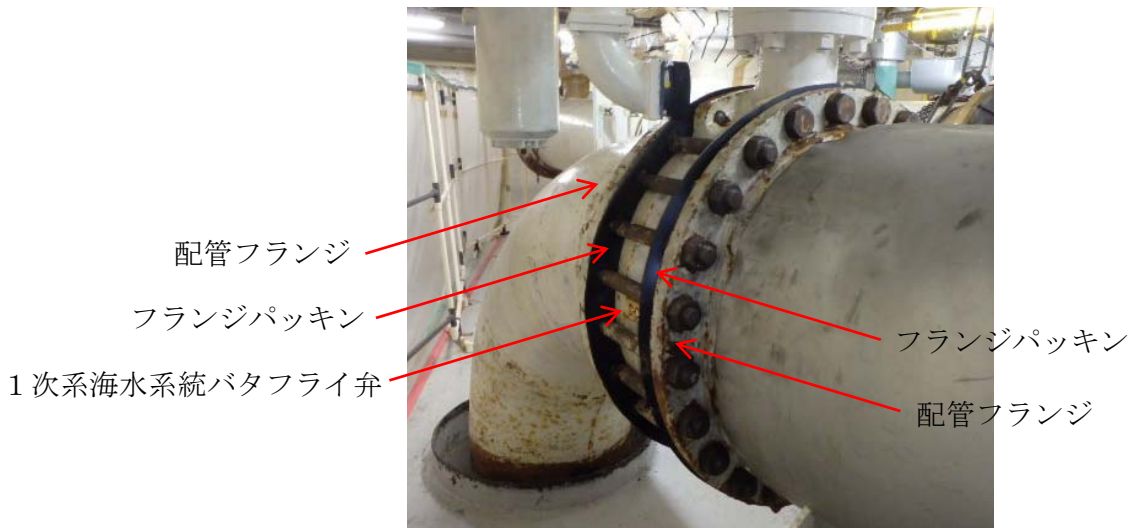
リミットスイッチ

1-SW-530B リミットスイッチ



弁・配管接続状態

配管取外し・取付作業により、弁座 (シートリング) の取付状態が微妙に変化し、微小な間隙が生じた可能性がある。



1次系海水系統バタフライ弁取付状態