

伊方発電所第 1 号機
廃液蒸発装置 1 B の配管の弁からの水漏れについて

平成 29 年 6 月
四国電力株式会社

1. 件名

伊方発電所第1号機 廃液蒸発装置1Bの配管の弁からの水漏れについて

2. 事象発生の日時

平成29年 2月10日 11時30分頃

3. 事象発生の設備

1号機 廃液蒸発装置1B

4. 事象発生時の運転状況

第28回定期検査中（平成28年5月10日運転終了）

5. 事象発生の状況

運転終了後の伊方発電所第1号機において、期間外点検中の廃液蒸発装置*1 1Bの配管保温下部床面に約25cm×100cmの水漏れ跡を保修員が確認した。

保修員が配管の保温を取外して確認した結果、11時30分頃、当該配管に設置している弁から、約10秒に1滴水漏れしていることを確認した。

その後、当該配管の水抜きを実施し、12時26分、保修員が漏えい停止を確認した。

漏えいした水の量は約300ccであり、含まれる放射エネルギーは約8,400ベクレルであった。

なお、漏えいした水は全量ふき取りを実施した。

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い。

（添付資料－1）

*1 廃液蒸発装置

管理区域内で発生する機器排水などを蒸発濃縮し、減容化する装置で2基設置しており、1Aは廃止している。

6. 事象の時系列

2月10日

10時20分 廃液蒸発装置1B隔離作業中に、当該装置の配管保温下部

床面の水漏れ跡を発見したため、保修員が配管の保温を外して確認した結果、11時30分頃、当該配管に設置している弁から、約10秒に1滴水漏れしていることを確認

11時48分 当該箇所の隔離水抜き開始

12時26分 当該箇所の水抜き終了、水漏れ停止確認

2月13日～24日

当該弁の分解、調査および組立を実施（仮復旧）

（当該弁の温度測定のため、当該弁の仮復旧を実施）

3月13日～14日

漏えい時の保温状態を模擬し、当該弁の温度測定を実施

4月24日～29日

当該弁の分解、組立および温度測定、温度調整試験を実施（本復旧）

2月22日～5月31日

他系統・他号機の温度測定、温度調整試験を実施

7. 調査結果

当該弁からの漏えい原因について、以下の調査を行い要因の検討を実施した。

(1) 当該弁の分解前調査

a. 組立状態

① ゴムダイヤフラム^{*2}の締付け状態

ボンネット^{*3}と弁箱の間に専用の隙間ゲージを挿入し、ゴムダイヤフラムの締付け状態を確認した結果、ボンネットの周囲4箇所とも所定の締付け量が確保されており、締付け不足等の組立不良は認められなかった。

② ストッパーナットの取付け状態

弁の閉め過ぎによるゴムダイヤフラムの破損防止のために取付けられているストッパーナットの取付け状態を確認するため、ストッパーナットの止めねじが緩んでいないことを確認した。またストッパーナットの設定状態の確認のため、弁を全閉にした状態でのスリーブとストッパーナットの隙間寸法は、作業要領書で確認している寸法（約1mm）であり、設定間違いや運転中のストッパーナットのずれがないことを確認した。

（添付資料－2（1／3））

b. 当該弁の作動状態

弁の開閉操作を実施し、スムーズに開閉できることを確認した。

* 2 ゴムダイヤフラム

圧力の作用に応じ、変異を生じる膜（隔膜）のことであり、ゴムで作られている。

* 3 ボンネット

駆動部が収納されており、ゴムダイヤフラムを弁箱と挟み込み、ボルトで締め付けることにより流体の漏えいを防止している。

(2) 当該弁の分解調査

a. ゴムダイヤフラム

ゴムダイヤフラムの外観点検を実施した結果、き裂、割れ、貫通穴等の傷は認められなかった。

一方、弁箱側のゴムダイヤフラム表面においては、ざらざらとした肌荒れや、本来、一段盛り上がった形状となっている箇所が変形し、つぶれた状態になっていることが認められた。

(添付資料－ 2 (2 / 3))

b. 弁箱

弁箱の外観点検および弁箱のシート面の浸透探傷検査を実施した結果、キズ等の異常は認められなかった。

なお、清掃前の弁箱のシート面にはゴムダイヤフラム表面のゴムが剥がれたゴムと推定される付着物が認められた。

(添付資料－ 2 (2 / 3))

c. 当該弁のその他の構成部品の調査

ボンネット締付けボルト、コンプレッサ*4等、その他の構成部品について外観点検を実施した結果、いずれの部品にも異常は認められなかった。

* 4 コンプレッサ

弁棒の先端部に取付けられており、ゴムダイヤフラムと結合することにより、弁棒の上下の動きをゴムダイヤフラムに伝えるもの。

(3) 保修点検実績の調査

当該弁は、2年に1回の頻度で分解点検を実施し、ゴムダイヤフラムの交換も併せて実施している。至近では平成27年2月に分解点検を実施しており、点検記録を確認した結果、各部の点検結果および組立記録に異常は認め

られなかった。

また、その際に取り替えたゴムダイヤフラムは、今回取替えたゴムダイヤフラムと同じ適正な仕様のもので使用されたことを確認した。

(4) 同型弁の状況調査

本年2月より開始した廃液蒸発装置1Bの定期点検において、分解点検を実施した同型のゴムダイヤフラム弁(31台)の状況について調査した結果、いずれの弁についても、漏えいが発生した当該弁において認められた弁箱側のゴムダイヤフラム表面の肌荒れや、変形等の異常は認められなかった。

なお、当該弁とこれらの同型弁は、前回、同時期に分解点検およびゴムダイヤフラムの交換を実施したものであった。

(添付資料-2 (3/3))

以上の当該弁および同型弁に係る調査において、

- ・当該弁の分解調査結果から、ゴムダイヤフラムを除く構成部品に、損傷、変形等の構造上の異常が認められず、また、分解前に実施した組立状態および作動状態の調査結果から、前回点検時の組立不良等の異常は認められていないこと
- ・当該弁のゴムダイヤフラムについては、前回点検時に今回取替えたゴムダイヤフラムと同じ適正な仕様のもので組み込まれており、外観点検の結果、き裂、割れ、貫通穴等は認められなかったが、弁箱側のゴムダイヤフラム表面のざらざらとした肌荒れや、変形が確認されたこと
- ・同時期に取替を行った同型弁のゴムダイヤフラムには、異常が認められていないこと
- ・清掃前の弁箱のシート面には、ゴムダイヤフラム表面のゴムが、剥がれたものと推定される付着物が認められたこと

等から、当該弁からの漏えいは、弁箱側のゴムダイヤフラム表面の変形により、ゴムダイヤフラムのシール性が低下したことにより、ゴムダイヤフラムと弁箱の間から内包水が漏えいしたものと考えられる。

弁箱側のゴムダイヤフラム表面の変形の要因については、ゴムダイヤフラムが締付けられ、圧縮圧力によりつぶされた可能性やゴムダイヤフラムが熱により柔らかくなり、変形した可能性が考えられる。

(1)～(4)の調査により、当該弁の組立不良が認められなかったことおよび弁箱のシート面に、ゴムが剥がれたものと推定される付着物が認められたが、他の弁の分解状況ではこのような付着物は認められておらず、圧縮圧力によって付着物が発生することはないと考えられることから、熱影響による可能性が高いと推定した。

(5) 廃液蒸発装置 1 B の運転状態の調査

平成 27 年 2 月以降、廃液蒸発装置 1 B 運転時の圧力、温度等の運転パラメータは、標準値以内であり運転状態に異常は認められなかった。

(6) 当該弁の温度確認調査（保温施工状態確認）

当該弁を仮復旧して、保温が元通り取付けられていない状態を模擬（新品の保温材を使用し厚みを多くした状態）し、当該部の温度確認を実施したところ、制御温度目標値 61℃～93℃に対し、約 130℃まで上昇する可能性があることを確認した。

(7) ヒートトレース^{*5}に関する調査

a. ヒートトレース制御状態の調査

当該ラインのヒートトレースの運転状況について確認した結果、温度制御の不調等による警報発信等の異常は認められなかった。

b. ヒートトレースの温度調整試験^{*6}調査

当該部のヒートトレースの温度調整試験実績を調査した結果、至近では平成 24 年 7 月に実施しており、その際には温度が制御温度目標値内にあることが確認されており、良好であった。

なお、当該弁の前回分解点検時（平成 27 年 2 月）には、ヒートトレースの温度調整試験は実施していなかった。（分解点検時には、通常ヒートトレースの温度調整試験は実施しておらず、保温材の仕様変更や改造またはヒートトレースの改造がある場合に、ヒートトレースの温度調整試験を実施することとしている。）

c. 保温取付け状況調査

保温の取付け作業では、取外した保温材を再利用し、元の状態へ戻すことにしているが、当該弁の前回分解点検時の保温材の状態は確認できなかった。

平成 24 年 7 月の分解点検時および前回の分解点検時とも保温材の仕様変更や改造は実施していなかった。

(5)～(7)の調査から、廃液蒸発装置 1 B の運転状態に異常はなかったこと

より、運転による当該弁への熱影響はなかったと考えられる。しかし、当該弁への保温取付け時に、取外す前の状態と異なっていた可能性もあり、温度確認調査の結果から、保温の状態によっては、ゴムダイヤフラムの適用温度範囲(120℃以下)を超える温度(約130℃)となり、ゴムダイヤフラムが変形を生じる可能性があることを確認した。

*5 ヒートトレース

内部流体(ほう酸水)が固化しないように、配管および弁の外面に取付けた加温用電気ヒータで内部流体の温度を一定に制御するシステム。ブロック毎に1箇所の温度測定値により制御している。

*6 ヒートトレースの温度調整試験

ヒートトレース施工・改造時は設計通りの温度制御ができているか、制御用温度測定箇所(1箇所)以外でも、系統全体の温度制御状態が確認できるように配管部および弁周辺に補助測定点を設けて温度測定し、補助測定点が、制御温度目標範囲内であることを確認している。補助測定点が制御温度目標範囲を外れており、ヒートトレース温度設定で修正ができない場合は、保温の強化、緩和をすることで、測定した場所が制御温度目標範囲内になるように調整し、保温の状態を決定しブロックの制御状態を最終的に確認する。

ゴムダイヤフラム弁は適用温度範囲(120℃以下)の制限があることから、ヒートトレース施工以後は、保温材の仕様変更や改造により部分的に保温の状態が変わった場合のため、温度調整試験を実施できるようにゴムダイヤフラム弁周辺に補助測定点を設け、制御温度目標値を外れていれば保温の強化、緩和による調整を実施する。

8. 推定原因

本事象は、当該弁の前回点検時に保温を取付けた際、保温の状態が変わったことにより、ヒートトレースを熱源に、当該弁の周辺温度がゴムダイヤフラムの適用温度範囲(120℃以下)を超える温度となり、ゴムダイヤフラムの変形(弁箱側のゴムダイヤフラム表面の変形)が進展し、シール性能が低下し、水漏れに至ったと推定される。

当該弁の周辺温度がゴムダイヤフラムの適用温度範囲(120℃以下)を超えたのは、当該弁の回目の点検時の保温取付けにおいて、当該弁の保温の状態が変化したにもかかわらず、ヒートトレースの温度調整試験を実施していなかったことが原因であると考えられる。

9. 対 策

(1) 当該弁については、ゴムダイヤフラムを取替え、系統の水張りを実施し、保温復旧時にヒートトレースの温度調整試験を実施した。

(2) ヒートトレースが設置されているゴムダイヤフラム弁の分解点検等、保温取外し、取付けを実施する場合は、保温復旧時にヒートトレースの温度調整試験を実施する。

この内容を作業要領書および発注仕様書に反映するとともにワンポイントレッスンを作成し関係者に周知した。

10. 他系統・他号機の対応

1, 2, 3号機のヒートトレースが設置されているゴムダイヤフラム弁のうち、使用中の系統に設置されているものについては、当該弁の温度測定を実施し、ゴムダイヤフラムの適用温度範囲(120℃以下)を超えているものがないことを確認した。

(測定台数 1号機：43台 2号機：77台 3号機：66台)

また、制御温度目標値を外れている箇所(1号機：7台 2号機：18台 3号機：14台)については、ヒートトレースの温度調整試験を実施し、制御温度目標値(61℃～93℃)になるよう調整を実施した。

なお、現時点において長期保管対策として、純水保管または水抜き保管中であり、ヒートトレースを「切」運用としている系統については、使用開始時に当該弁のヒートトレースの温度調整試験を実施する。

(1号機：124台 2号機：110台 3号機：なし)

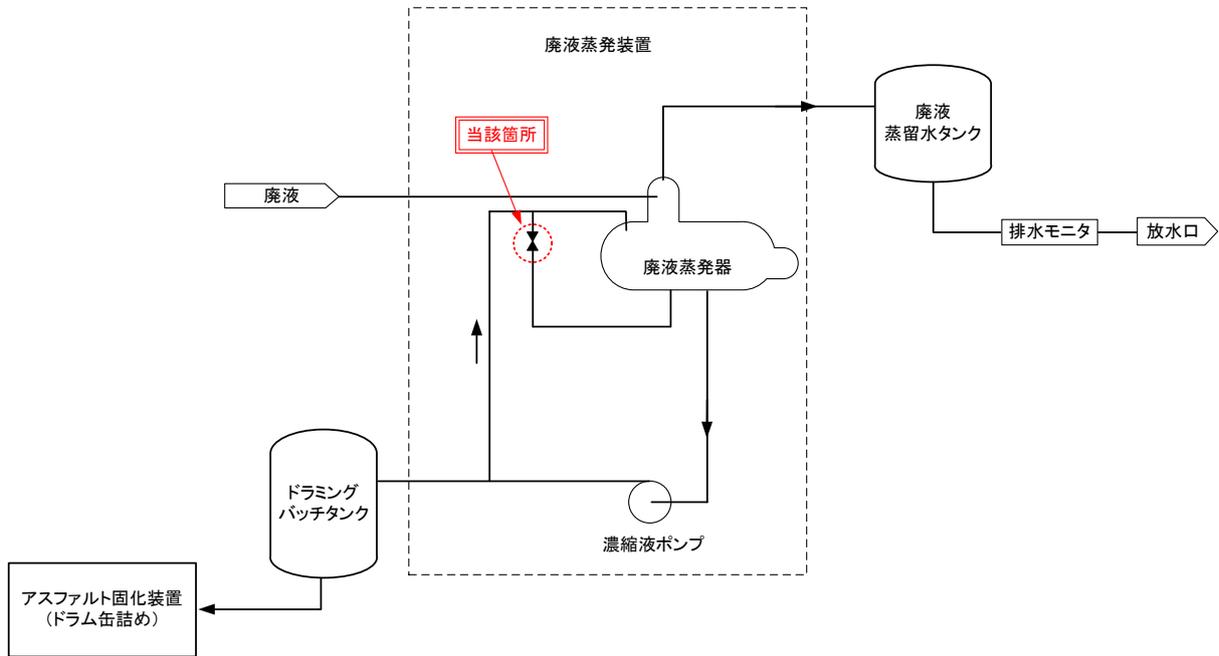
(添付資料-3)

以 上

添 付 資 料

- 添付資料－ 1 伊方発電所第 1 号機 廃液処理系統概略図
- 添付資料－ 2 伊方発電所第 1 号機 廃液処理系統弁点検状況
- 添付資料－ 3 「伊方発電所第 1 号機 廃液蒸発装置 1 B での水漏れについて」
に係る調査フロー

伊方発電所第1号機 廃液処理系統概略図

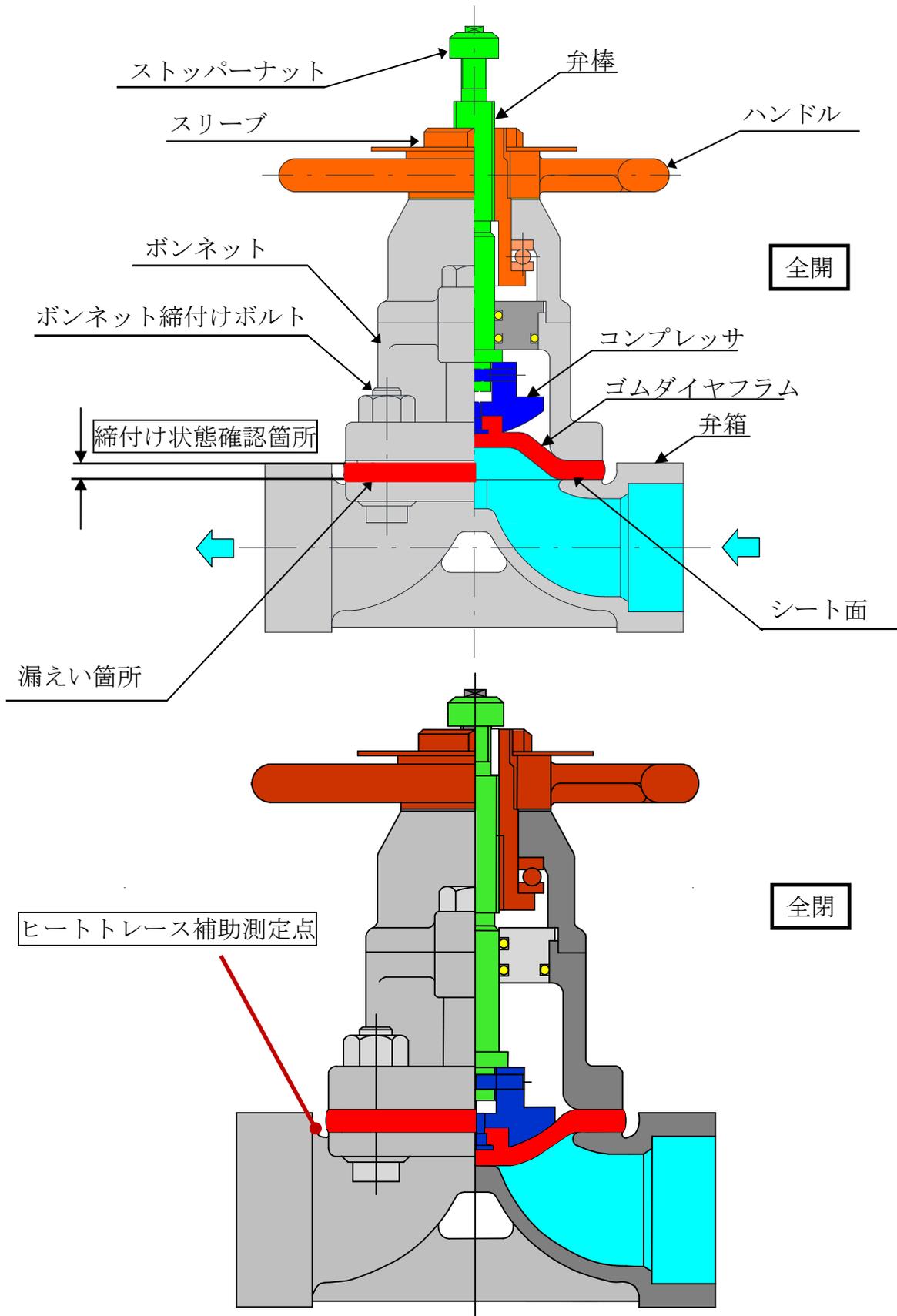


当該弁 (1V-15B)



漏えい範囲

伊方発電所第1号機 廃液処理系統弁点検状況



ゴムダイヤフラム弁構造図

○当該ゴムダイヤフラム (弁箱側)

(旧品)



肌荒れ、変形

シート面の変形

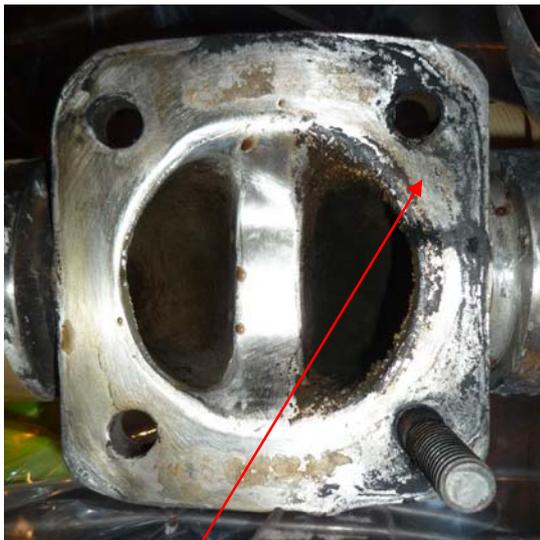
(新品)



シート面

○当該弁箱

(手入れ前)



ゴムと推定される付着物

(手入れ後)



シート面

○同型弁ゴムダイヤフラム (弁箱側) および弁箱

・ ゴムダイヤフラム (弁箱側) (旧品)



・ 弁箱 (手入れ前)



「伊方発電所1号機 廃液蒸発装置1Bでの水漏れについて」に係る調査フロー

