

伊方発電所第3号機

第6 高圧給水加熱器3 A 出口ドレン流量の増加について

平成23年3月  
四国電力株式会社

1. 件名

伊方発電所第3号機 第6高圧給水加熱器3A出口ドレン流量の増加について

2. 事象発生の日時

平成22年12月12日15時21分

3. 事象発生の設備

第6高圧給水加熱器3Aドレン水位伝送器

4. 事象発生時の運転状況

通常運転中（電気出力914MW）

5. 事象の概要

伊方発電所第3号機は通常運転中のところ、平成22年12月12日15時21分、第6高圧給水加熱器3A出口ドレン流量の異常を示す信号が発信し、ドレン流量が増加していることを確認した。

調査の結果、第6高圧給水加熱器3Aの水位を検出する常用水位伝送器の不具合により、水位制御弁が開動作してドレン流量が増加したため、ドレン流量の異常信号が発信したことを確認した。

このため、水位制御を常用系統からバックアップ系統に切り換え、常用水位伝送器を予備品に取り替えを行った。その後、常用系統に戻したうえで、水位制御が正常に機能することを確認し、12月13日13時05分通常状態に復旧した。

バックアップ系統に切換中はドレン水の行き先が常用系統と異なるため、電気出力が約10MW低下した。

なお、本事象における周辺環境への放射能の影響はなかった。

（添付資料－1）

6. 事象の時系列

12月12日

15時21分

中央制御室にて第6高圧給水加熱器3A出口ドレン流量の異常信号「タービン制御系計器ラック入出力故障」が発信

19時24分

第6高圧給水加熱器3Aドレン水位制御を常用系統からバックアップ系統に切り換え終了

19時35分

調査の結果、第6高圧給水加熱器3Aの水位を検出する常用水位伝送器の不具合を確認

22時58分

当該水位伝送器の取替開始

12月13日

3時16分

当該水位伝送器の取替終了

|             |  |
|-------------|--|
| 1 1 時 1 4 分 | 第 6 高圧給水加熱器 3 A ドレン水位制御をバックアップシステムから通常の常用システムに切り換え終了 |
| 1 3 時 0 5 分 | 水位制御が正常に機能していること確認し、通常状態に復旧                          |

## 7. 調査結果

### (1) 現地確認

事象発生時の第 6 高圧給水加熱器 3 A のドレン流量は、通常約 3 2 0 t / h のところ、約 4 7 0 t / h に増加しており、異常信号「タービン制御系計器ラック入出力故障」は一時的に流量計測範囲の上限 5 0 0 t / h を超えたため、発信したものであった。また、レベルゲージ水位が通常水位から - 9 0 mm と低くなっていたが、常用システムの水位伝送器の水位信号は通常水位から + 8 7 mm と逆に高くなっていた。

このため、第 6 高圧給水加熱器 3 A の水位制御を常用システムからバックアップシステムに切り換え、関連パラメータを採取した結果、バックアップシステムの水位伝送器の水位信号は設定値で安定しており、ドレン流量も事象発生前の約 3 2 0 t / h で安定したことからバックアップシステムに問題はなく、常用システムの水位伝送器の不調であると判断した。

### (2) 水位伝送器の現地調査

常用水位伝送器を取り替える前に模擬水位による入出力特性試験、フロート健全性確認、チャンバー内部目視点検を実施した。

#### a. 水位伝送器の入出力特性試験

水柱によって模擬した水位による入出力特性試験（- 2 0 0 mm ~ 3 0 0 mm）を実施した結果、引っかかりなどの機械的な動作の不具合はなかったが、全体的に標準入力値より約 3 0 mm 高めの水位信号が得られた。

#### b. 水位伝送器のフロート健全性確認

第 6 高圧給水加熱器 3 A の水面を検出するフロート（浮き）の外観目視点検等を実施した結果、磨耗、変形等の異常は認められなかった。

#### c. 水位伝送器のチャンバーの内部目視点検

フロートを内蔵するチャンバー（筒）の内部目視点検を実施した結果、異物等の混入による詰まりなどの異常は認められなかった。

### (3) 水位伝送器の詳細調査

当該水位伝送器の不具合が発生した原因について、メーカ工場にて詳細調査を実施した。

#### a. 外観目視点検

外観上の目視確認を実施した結果、変形、損傷、異物等の異常は認められず、また、動作を阻害するような異物の付着は認められなかった。

#### b. 入出力特性試験

重り（フロートの浮力を換算した重さ）によって模擬した水位による入出力特性試験を実施した結果、引っかかりなどの機械的な動作の不具合はなかったが、全体的に標準入力値より約80mm高めの水位信号が得られた。

#### c. タッピング試験

0mm、50mm、300mm相当の模擬水位を与え、各水位にて当該水位伝送器全体に断続的な振動を加え、その時の水位変動の有無を確認した結果、異常な変動は認められなかった。

#### d. 分解点検

当該水位伝送器を構成する各部品の分解点検を実施し、変形、損傷、異物の付着、詰まり等を目視にて確認した結果、フォースバーの支点であるダイヤフラムシールを固定しているボディ（鉄製）の内部が腐食し、フォースバー（ステンレス製）に腐食生成物が付着していることを確認した。また、ダイヤフラムシール部に使用されているOリング（フッ素ゴム）が扁平状態に変形していることを確認した。

なお、空気式機構部のパイロットリレー（空気信号の増幅器）、ノズル部等の部品については、変形、損傷、異物の付着、詰まりは認められず、また、各部品の組み付け状態に異常はなかった。

（添付資料－2，3）

### (4) 保守状況の調査

#### a. 定期検査時の保守状況

当該水位検出器については、毎定検時、模擬水位による入出力特性試験・調整を実施するとともに、主要部品（パイロットリレー、ガスケット等）については、定期的（1回／2定検）に点検および取り替えを実施している。

至近の第12回定期検査（平成22年1月～3月）においては、パイロットリレー、ガスケット等の部品交換、調整・試験を実施しており、その記録を確認した結果、データ等に異常は認められなかった。

また、ダイヤフラムシール部に使用されているＯリングについては、当該水位伝送器で想定される高温環境（約２００℃）下でも耐久性のある材質を使用しているため、定期的な取替部品に含まれておらず、設置してから１８年間、点検および取り替えた実績はなかった。

#### b. 運転中の保守状況

通常運転中の保修員によるパトロールは、１回／月実施しており、直近の１１月のパトロールでは異常は見られなかった。

### (5) 類似機器の調査

１，２，３号機において、当該水位伝送器と同様に約２００℃の高温環境下で使用する浮力式水位検出機構のダイヤフラムシール部にＯリングを有する水位伝送器について調査した結果、外観目視点検では異常は認められず、また、加熱器等の水位関連パラメータによる確認でも当該水位伝送器のような水位差は認められなかった。

## 8. 推定原因

本事象の原因は、当該水位伝送器のダイヤフラムシール部に使用されているＯリングが高温環境下における長年の使用で劣化が進み変形したため、蒸気がチャンバー側からボディ内部に侵入し、鉄製のボディが腐食することで腐食生成物がフォースバーに付着した。この付着によって、水面の動きを伝えるフォースバーの微小な動きが阻害されたことにより、水位信号が実際の水位より高めとなり、水位を下げる方向に水位制御弁の開度が増加し、ドレン流量が増加したものと推定する。

## 9. 対策

(1) 当該水位検出器を予備品と取り替え、健全性を確認し復旧した。

(2) 高温環境下での長年の使用によるＯリング劣化が起因していることから、当該水位伝送器について、今後、１０定検毎にＯリングを取り替えることとした。

また、１，２号機を含む類似機器（当該水位伝送器と同様な設置条件、使用年数で浮力式水位検出機構のダイヤフラムシール部にＯリングを有する水位伝送器）については、次回定検でダイヤフラムシール部の分解点検およびＯリングの取り替えを実施することとし、今後、８定検または１０定検毎にＯリングを取り替えることとした。

(3) 運転中の万一の故障に対応するため、今後とも水位伝送器の予備品を常備しておく。

以 上

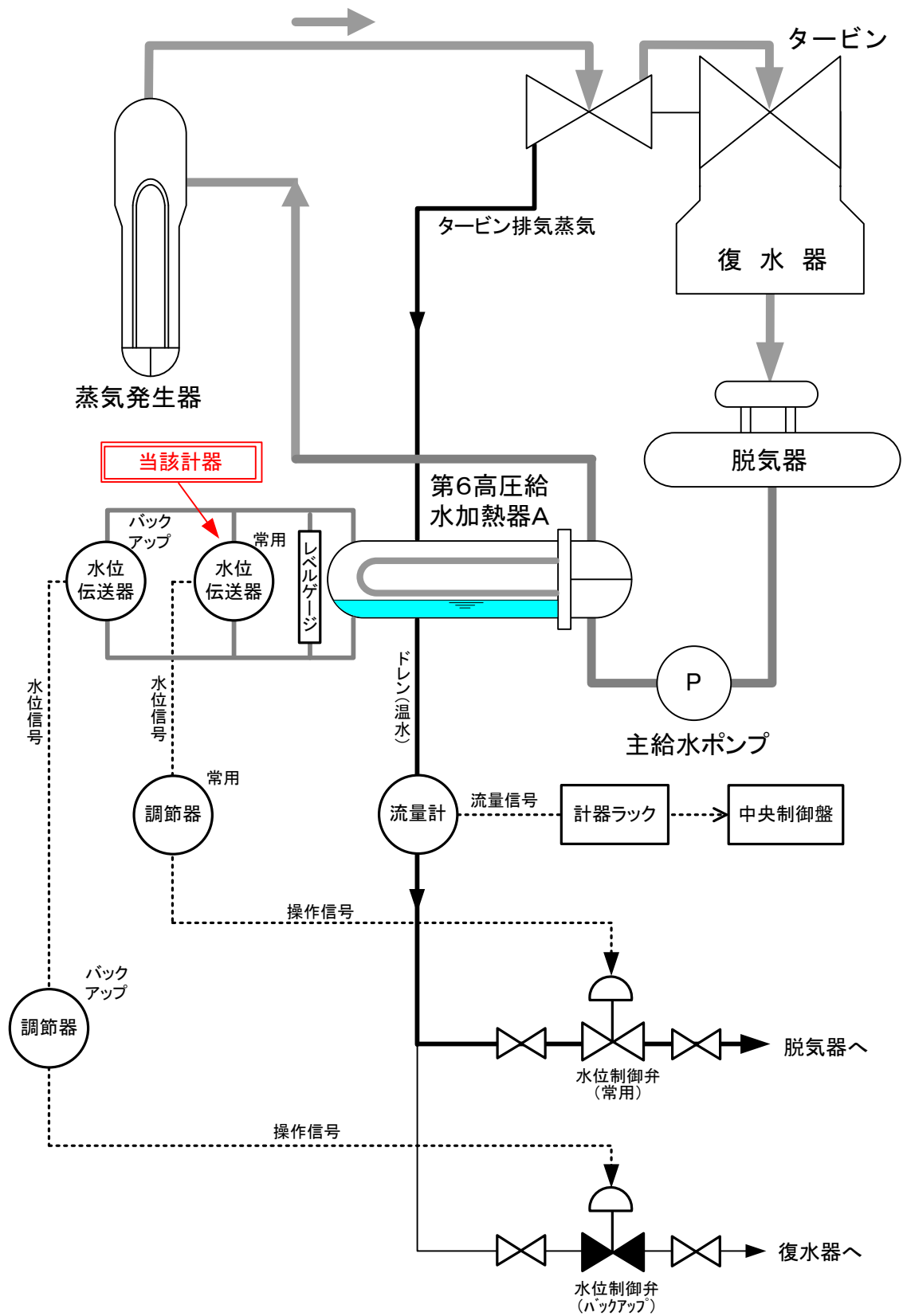
## 添 付 資 料

添付資料－1 伊方発電所第3号機 第6 高圧給水加熱器まわり概略系統図

添付資料－2 水位伝送器（浮力式）の構造図

添付資料－3 当該水位伝送器の分解状況

伊方発電所第3号機 第6高圧給水加熱器まわり概略系統図

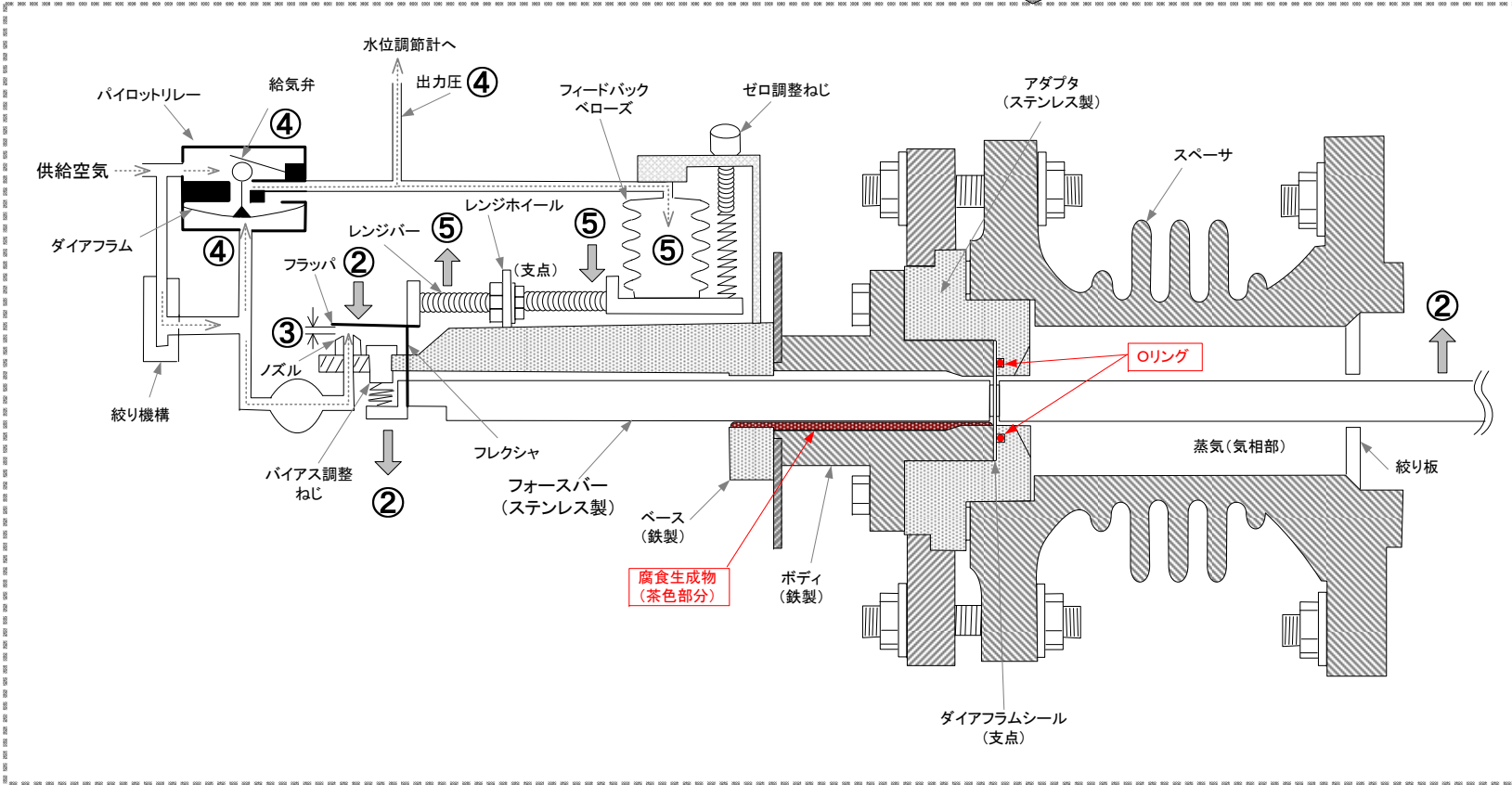
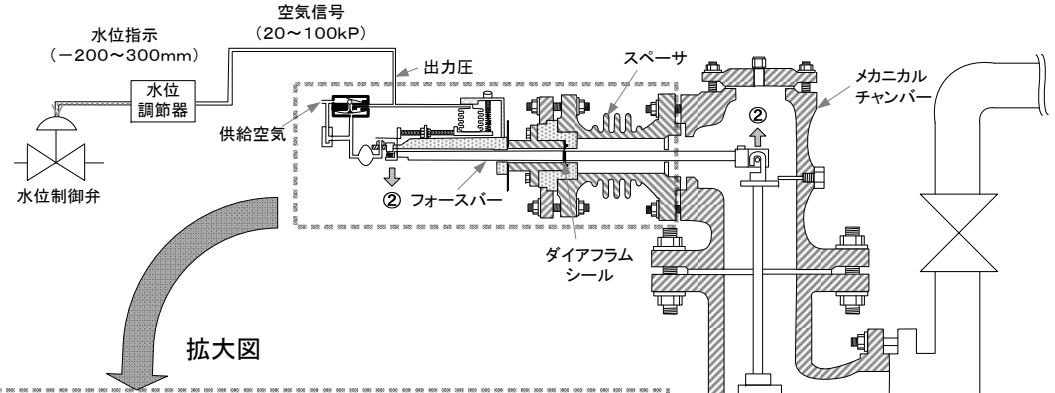




# 水位伝送器（浮力式）の構造図

## 水位伝送器の動作原理（水位上昇時の動き）

- ①フロートは液位の上昇を浮力として検出し、上昇する。
- ②フロートに生じた浮力はフォースバーに作用し、ダイヤフラムシール部を支点としレンジバー（フォースバー）を下方方向に移動させる。
- ③レンジバーが下方方向に移動することでフラップとノズルの隙間を狭くし、ノズルの排気量を少なくする。（移動量 $0\sim 0.01\text{mm}$ に対して出力圧 $20\sim 100\text{kPa}$ ）
- ④ノズルの排気量が少なくなるとパイロトリレーのダイヤフラム圧力が上昇し給気弁を押し上げ出力圧が上昇する。
- ⑤出力圧はフィードバックベローズに流入しレンジホイールを支点としてレンジバーを下方方向に移動させる。出力とフォースバー、レンジバーにかかる力が平衡する。これより、液位に比例した出力圧が水位調節器に伝達される。



### 当該水位伝送器の分解状況

