

伊方発電所第 3 号機
純水装置建屋内の排水配管のフランジ部からの
排水の漏えいについて

平成 2 9 年 2 月

四国電力株式会社

1. 件名

伊方発電所第3号機 純水装置建屋内の排水配管のフランジからの排水の漏えいについて

2. 事象発生の日時

平成28年8月26日 14時04分頃

3. 事象発生の設備

3号機 純水装置建屋内

4. 事象発生時の運転状況

3号機 第13回定期検査中（調整運転中）

5. 事象発生の状況

伊方発電所第3号機は定期検査中（調整運転中）のところ、平成28年8月26日14時04分頃、3号機 純水装置建屋内の総合排水処理装置*1への排水配管のフランジ部より、排水が漏えいしていることを保修員が確認した。

14時17分に総合排水処理装置*1への排水配管に接続している、復水脱塩装置建屋内排水ポンプを手動停止し、14時20分に漏えいが停止した事を確認した。

また、漏えい水に被水した箇所の調査を実施した結果、純水装置B系統の電磁弁盤に収納されている電磁弁49台のうち、24台の絶縁低下を確認した。

漏えいした排水は、約1.3m³であり、純水装置建屋内の廃液中和槽3A*2に全量回収した。回収したものは3号機 総合排水処理装置*1にて処理した。

なお、漏えいした排水は、復水脱塩装置のイオン交換樹脂を洗浄した排水であり、放射性物質を含むものではなく、水質測定の結果pH6.8であり、薬品等の混入も認められなかった。

その後、8月26日20時57分に当該排水配管フランジ部のフランジパッキンを新品に取替え、8月27日11時31分、当該配管に通水し漏えいのないことを確認し通常状態に復旧した。

電磁弁の絶縁低下を確認した純水装置B系統については、電磁弁の取替えが完了するまで運転を取り止めとすることとし、プラントの運転に必要な純水の製造は、A系統で確保することとした。

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 総合排水処理装置

3号機のタービン建屋等から排出される排水を処理する設備

*2 廃液中和槽3A

純水装置 真空脱気器および建屋内排水を一時的に貯留し処理する設備

6. 事象の時系列

平成28年8月26日

14時04分頃

保修員が漏えいを確認

14時17分	復水脱塩装置建屋内排水ポンプを手動停止
14時20分	漏えいが停止したことを確認
20時57分	当該排水配管フランジパッキンを新品に取替え
平成28年8月27日	
11時31分	当該排水配管に通水し、漏えいがないことを確認して通常状態に復旧
平成29年1月27日	被水した純水装置 B系統の電磁弁24台の取替えおよび電磁弁の動作確認を実施

7. 調査結果

当該排水配管フランジ部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) 当該漏えいフランジ部の調査

a. フランジボルト締結状態

当該排水配管フランジのボルト締結状態を確認した結果、片締め、緩み等の異常はなかった。

また、フランジの面間の平行度に異常はなく、正常にフランジが締結されていたことを確認した。

(添付資料-2 1.)

b. フランジパッキンの状態

(ゴム製) フランジパッキンを取り外し、外表面を確認した結果、錆の付着および、亀裂を確認した。また、フランジパッキンの硬度測定を実施した結果、異常はなかった。

(添付資料-2 2.)

c. フランジ部外表面観察

外表面の観察を実施した結果、配管フランジ面(外径155mm)および、腐食防止のため施工している、ポリエチレン粉体ライニング(厚さ1.0mm)に割れ等の異常はなかった。

d. 排水配管内表面観察

当該排水配管フランジ部近傍の配管内表面を観察した結果、ポリエチレン粉体ライニングに剥離等の異常はなかった。

(2) 内部流体の調査

漏えいした内部流体および廃液中和槽3A器内水は、薬品等の混入がないことから、(ゴム製) フランジパッキンを劣化させるものではなかった。

上記調査結果から、保守状況に異常はなく、フランジパッキンの亀裂原因は、配管内部流体の圧力がパッキンの最高使用圧力(0.98MPa)を超えたことで、パッキンのボルト穴部とフランジ締付けボルトが接触したことにより発生したものと推察される。

(3) 設置状況の調査

当該フランジ部の排水配管は、純水装置廃液中和槽排水ポンプ 3 A、3 B、復水脱塩装置建屋内排水ポンプ、タービン建屋非常用排水ポンプおよびタービン建屋海水排水ポンプの排水配管に接続されており、各々のポンプ運転または停止により、当該配管内部流体を圧縮または膨張させる状態となる配置となっていた。

また、排水系統の中で最も高い位置 (E L. + 1 3. 8 m) に設置されており、配管内部に空気溜りが発生しやすい配置となっていた。

以上のことから、当該フランジ部 (E L. + 1 3. 8 m) と排水先の沈澱池入口配管の設置高さ (E L. + 1 0. 9 m) との高低差により、ポンプ運転停止後は、排水配管の内部流体の自重落下により、当該フランジ部の残留空気が膨張し負圧状態であったと推察される。

(4) 使用状況の調査

当該排水配管は、廃液中和槽 3 A の処理に合わせて通水している。

直近では平成 2 8 年 8 月 2 5 日に通水しているが、その際には漏えいは確認されていなかった。

また、総合排水処理装置への排水配管への通水は、プラントの長期停止に伴い純水装置廃液中和槽排水ポンプ 3 A、3 B の排水が主であったが、プラントの再稼働により、復水脱塩装置建屋内排水ポンプ、タービン建屋非常用排水ポンプおよびタービン建屋海水排水ポンプによる排水が開始された状態であった。

(5) 保守点検状況の調査

当該排水配管フランジは平成 5 年に設置しており、至近では平成 2 8 年 2 月にフランジ部の分解点検を実施し、フランジパッキンの取替えを実施している。

その際、フランジ面およびパッキンに傷等はなかったが、分解点検後の系統復旧の際、当該配管に空気溜りが発生していたものと推察される。

また、当該排水配管フランジの外観については、保守員がパトロールにおいて 1 週間に 1 回の頻度で目視点検を実施しているが、これまで漏えい等の異常は確認されていない。

(6) 排水配管の通水状況の調査

当該排水配管の通水状況 (内部流体の圧縮または膨張) 確認のため、当該フランジ付近に仮設圧力計を設置し、ポンプの運転、停止における配管内圧力について調査した。調査の結果、以下の運転状態で当該排水配管にて水撃現象^{*3}が確認された。

[運転状態]

- a. 純水装置廃液中和槽排水ポンプ 3 B の起動時と停止時
 - b. 復水脱塩装置建屋内排水ポンプの起動時と停止時
 - c. 純水装置廃液中和槽排水ポンプ 3 B 運転中に、タービン建屋海水排水ポンプが追加起動した時
 - d. 純水装置廃液中和槽排水ポンプ 3 B と復水脱塩装置建屋内排水ポンプが同時運転中に純水装置廃液中和槽排水ポンプ 3 B のみ停止した時
- なお、タービン建屋非常用排水ポンプおよびタービン建屋海水排水ポンプ単

独の起動、停止時には、当該排水配管にて水撃現象は確認されなかった。

水撃現象を確認した際、当該フランジ部付近の最高圧力は、約0.68MPaであった。また、配管外表面およびフランジ部の目視確認を実施した結果、漏れ等の異常はなかった。

また、排水配管(配管用炭素鋼鋼管)の耐圧力は、2.5MPaであり水撃現象による健全性への影響はない。

(添付資料-3)

*3 水撃現象

ポンプ運転、停止等で配管内に飽和蒸気が発生し、膨張または凝縮することにより圧力が一時的に高くなる現象

8. 推定原因

平成28年2月に実施したフランジ部分解点検後の系統復旧の際、当該配管に空気溜りが発生していたものと推察される。

更に、当該フランジ部(EL.+13.8m)と排水先の沈澱池入口配管の設置高さ(EL.+10.9m)との高低差により、ポンプ運転停止後は、排水配管の内部流体の自重落下により、当該フランジ部の残留空気が膨張し負圧状態であったと推察される。

この状態で、排水系統に接続されているポンプの運転、停止を繰り返したことにより、排水配管内の空気溜りがある箇所では圧力低下による飽和蒸気の発生とポンプ起動に伴う内部流体の加圧により飽和蒸気が凝縮したことで水撃現象が繰り返し発生していたものと思われる。

上記状態で、復水脱塩装置建屋内排水ポンプの運転時に、水撃現象による圧力上昇が一時的にフランジパッキンの最高使用圧力(0.98MPa)を超えたことにより、パッキンに亀裂が発生し、漏えいに至ったものと推定される。

なお、水撃現象が発生しやすい状況のうち、同一系統に複数台のポンプが接続されており、配管内部に空気溜りが発生しやすく、かつ、送水先配管の設置位置が低く、高低差のため配管内部流体が膨張し負圧になりやすい配置となっている箇所は、当該排水配管以外にないことを確認した。

9. 対策

(1) ポンプ運転、停止等による排水の逆流により、飽和蒸気の凝縮を防止するため、当該排水配管と他の排水配管との接続箇所に逆止弁を設置した。

また、逆止弁設置後、当該配管で水撃現象が発生していないことを確認した。

(2) 被水した純水装置B系統の電磁弁(24台)を新品に取り替えた。

更に、電磁弁盤について、止水対策(パテ塗り)を実施した。

(3) 当該排水配管フランジのパッキンを新品に取り替えた。

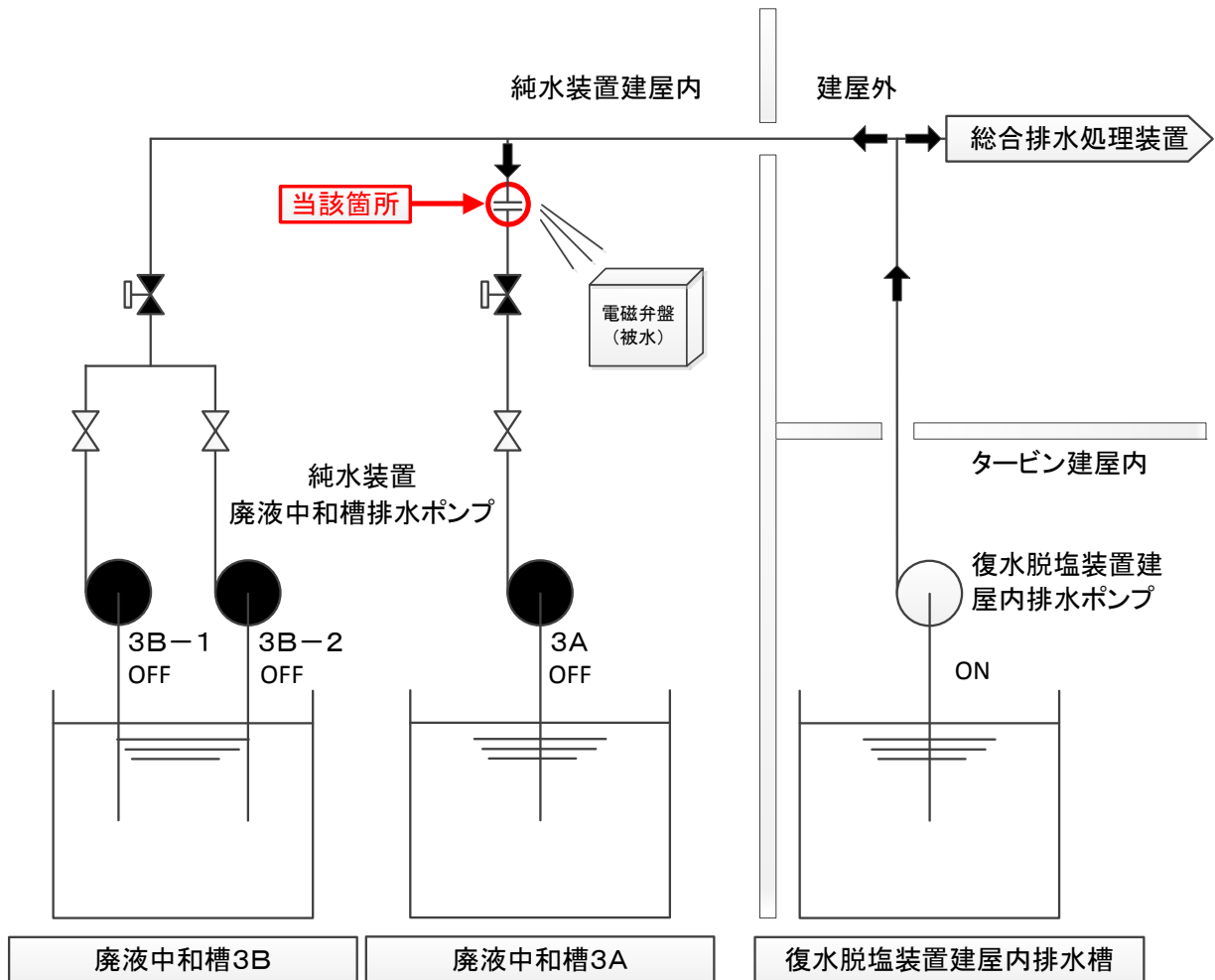
(添付資料-4)

以上

添 付 資 料

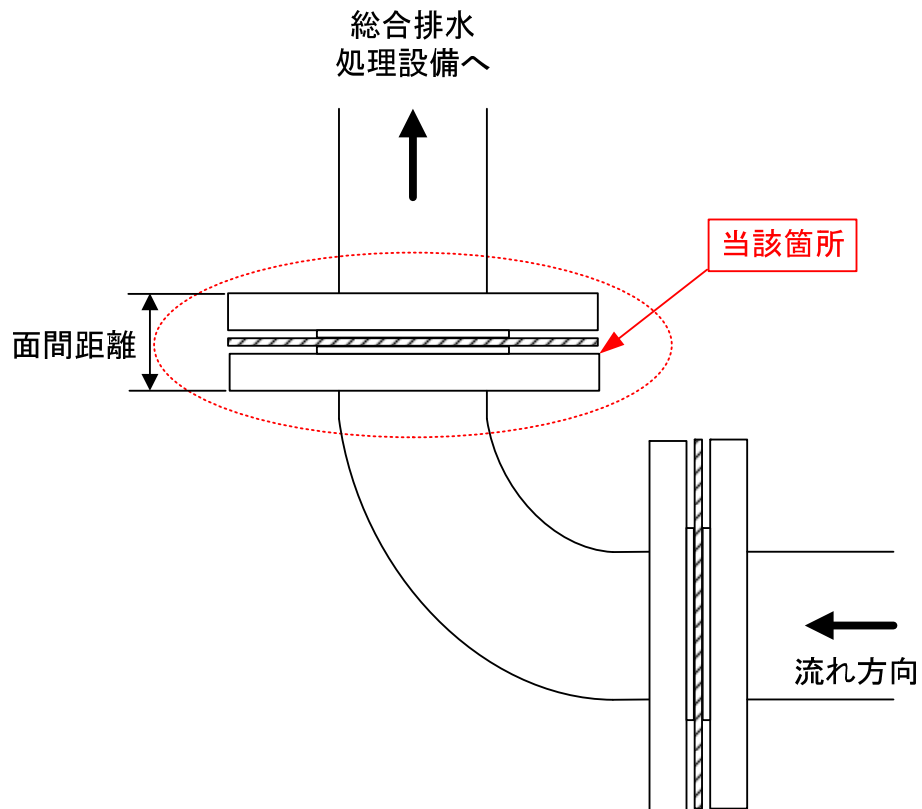
- 添付資料－ 1 3号機 純水装置排水系統概略図
- 添付資料－ 2 排水配管フランジ部の調査結果
- 添付資料－ 3 排水配管の通水状況の調査結果
- 添付資料－ 4 逆止弁設置箇所図

3号機 純水装置排水系統概略図



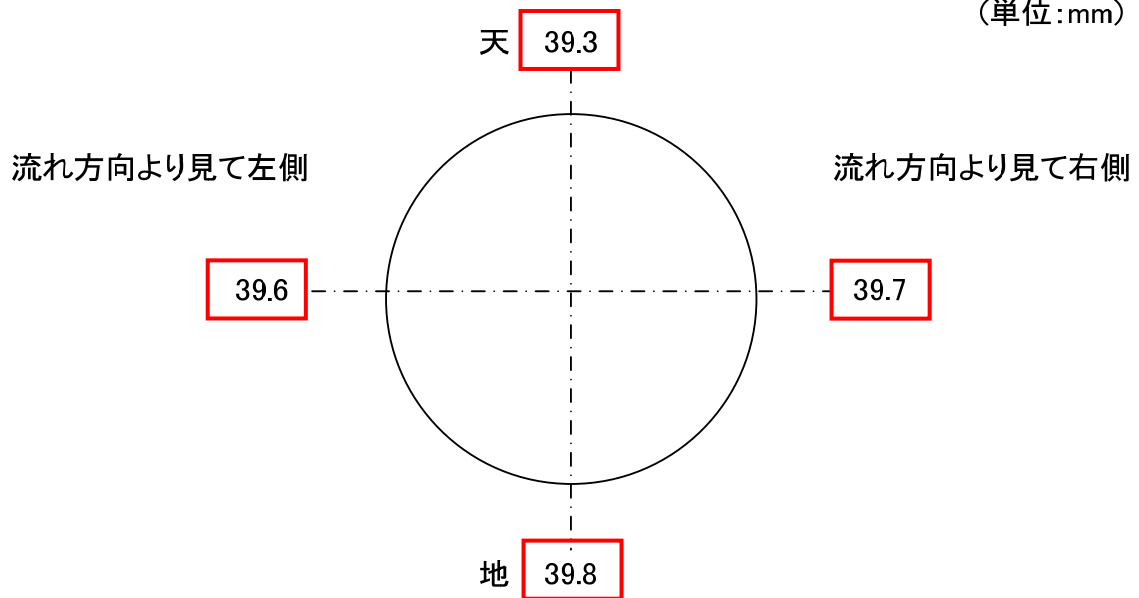
排水配管フランジ部の調査結果

1. フランジボルト締結状態



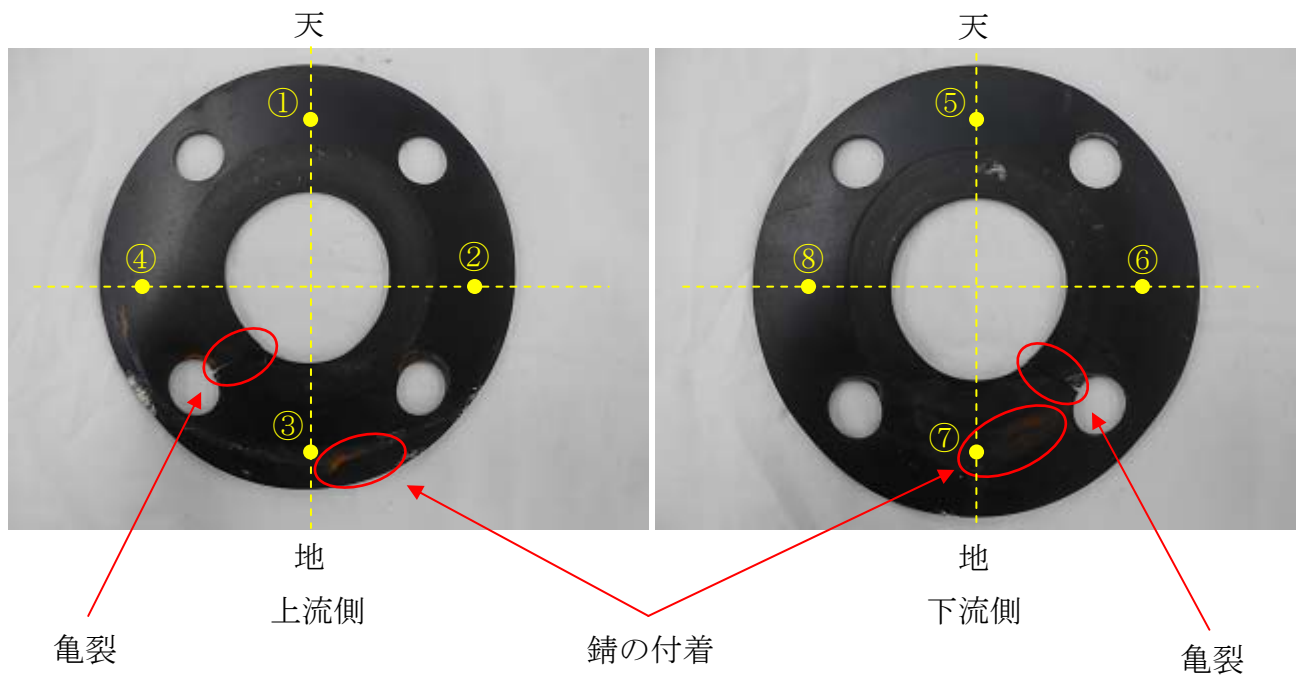
面間距離測定結果

(単位:mm)



2. フランジパッキンの状態

(1) 外表面



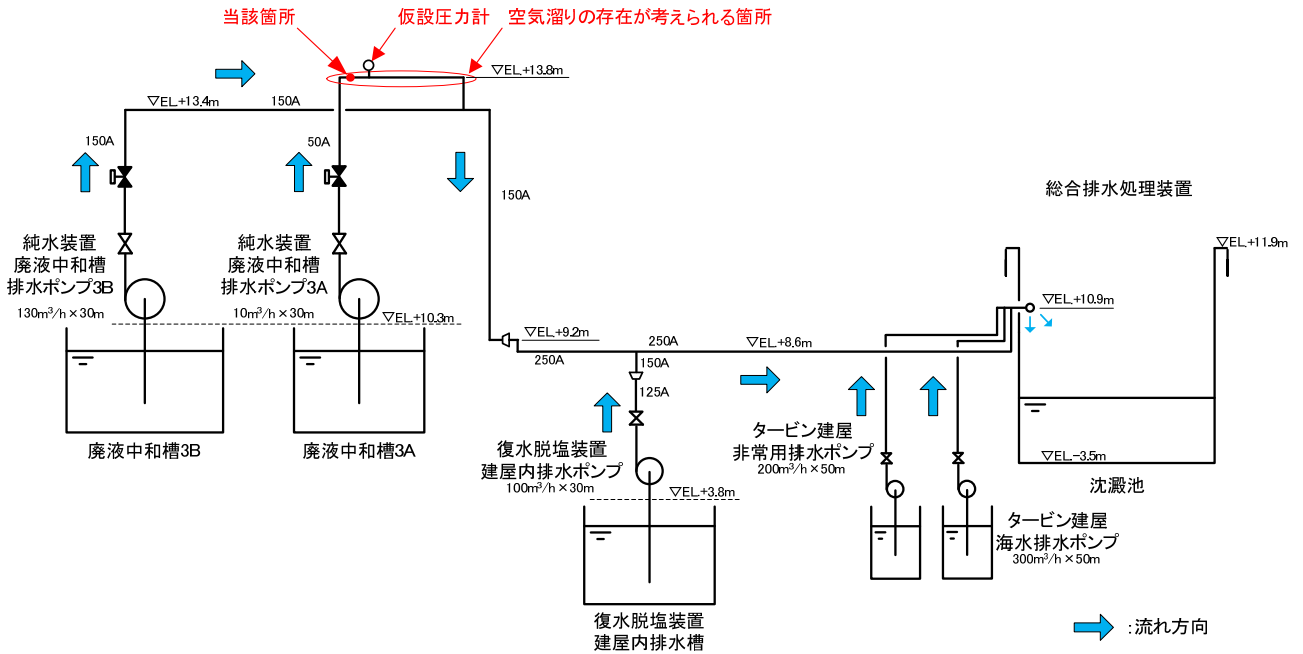
亀裂部拡大

丸数字は、パッキンの硬度測定箇所を示す。

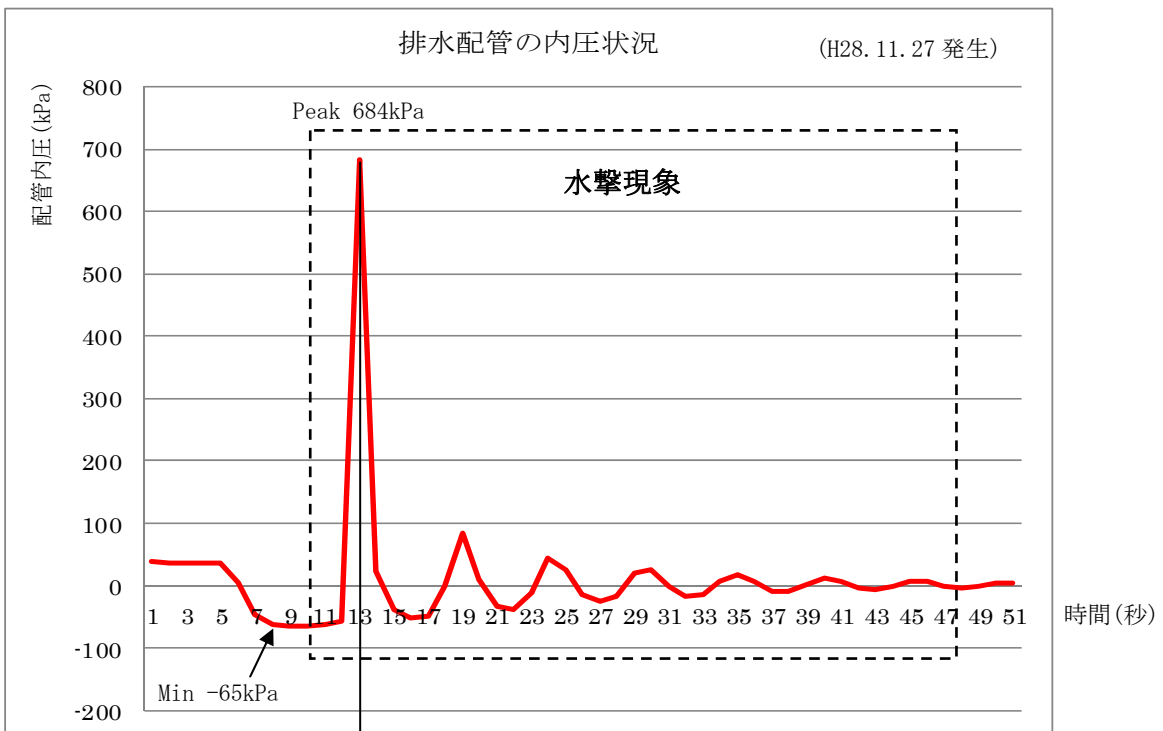
(2) フランジパッキンの硬度(管理値：60～75)

測定点	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
硬 度	65	68	65	67	68	66	63	66

排水配管の通水状況の調査結果



○水撃現象が発生したと判断した仮設圧力計の指示値と設備の運転状況



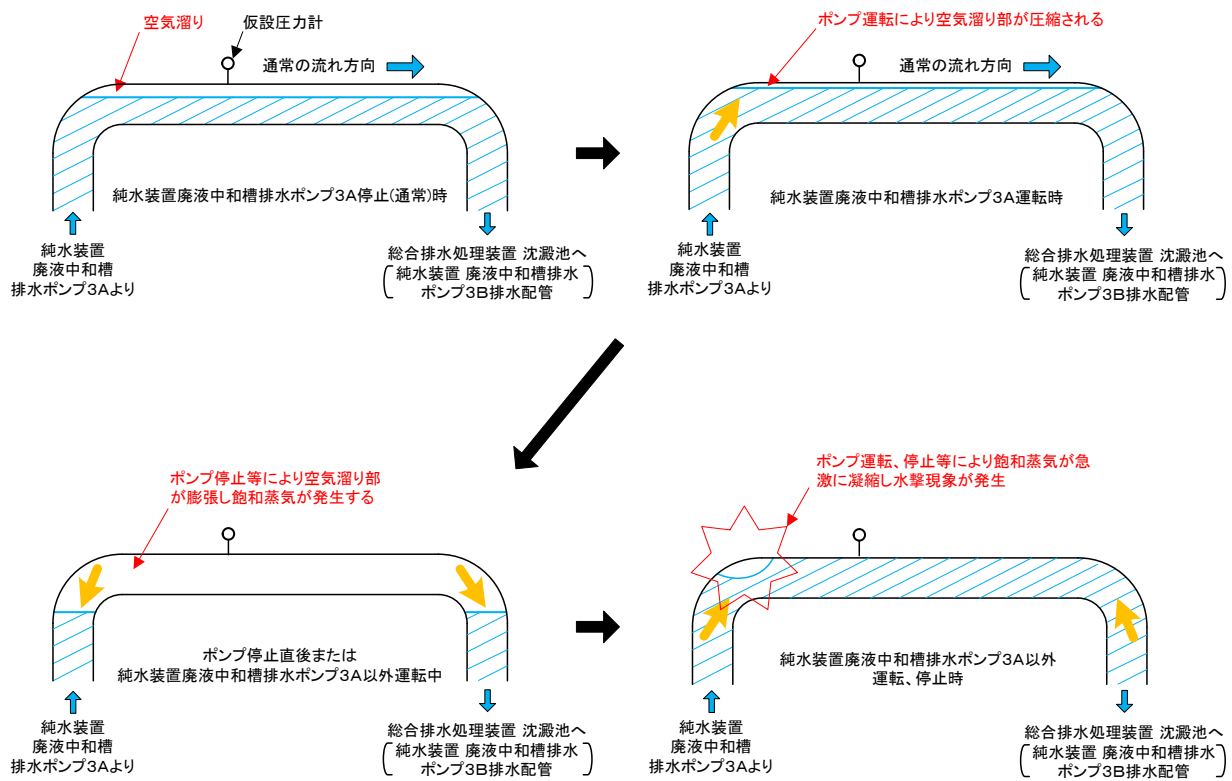
〈運転状況〉

純水装置廃液中和槽排水ポンプ3B運転中に、タービン建屋海水排水ポンプが追加起動した時 (平成28年9月から12月上旬まで調査した結果、上記運転状態で1回のみ確認された)

前述以外に水撃現象が発生したと判断した仮設圧力計の指示値と設備の運転状況は下記のとおりであった。

仮設圧力計 (kPa)		設備の運転状況
最大	最小	
309	-5	純水装置廃液中和槽排水ポンプ 3 B が起動した時
339	-64	純水装置廃液中和槽排水ポンプ 3 B が停止した時
56	-22	復水脱塩装置建屋内排水ポンプが起動した時
23	-33	復水脱塩装置建屋内排水ポンプが停止した時
340	-62	復水脱塩装置建屋内排水ポンプと純水装置廃液中和槽排水ポンプ 3 B が同時運転中に、廃液中和槽排水ポンプ 3 B のみ停止した時

○当該配管での水撃現象 (推察)



逆止弁設置箇所図

