

伊方発電所 3 号機
総合排水処理装置の砂ろ過器空気排出弁
からの水漏れについて

令和 6 年 9 月

四国電力株式会社

1. 件名

伊方発電所3号機 総合排水処理装置の砂ろ過器空気排出弁からの水漏れについて

2. 事象発生の日時

令和6年7月9日 9時56分

3. 事象発生の設備

3号機 総合排水処理装置 砂ろ過器3A自動排気弁

4. 事象発生時の運転状況

3号機 通常運転中（電気出力917MW）

5. 事象発生の状況

伊方発電所3号機は、通常運転中のところ、7月9日9時56分、3号機の総合排水処理装置^{※1}建屋の地下階に広範囲にわたり水がたまっていることを作業員が確認した。

保修員が現場を確認し、たまっていた水は総合排水処理装置建屋およびその周辺の区画に留まっており、発電所外への流出や継続的な漏えいがないことを確認した。総合排水処理装置建屋およびその周辺の区画にたまっていた水（約30m³と推定）は、すべて排水ポンプにて沈殿池^{※2}へ移送した。

調査の結果、沈殿池から総合排水処理装置（以下、「装置」という。）の砂ろ過器^{※3}への水の移送時に、砂ろ過器の空気を排出する自動排気弁（以下、「当該弁」という。）から漏えいしたものであることを確認した。

その後、漏えいがあった当該弁を取り替え、装置を運転し、当該弁からの漏えいがないことを確認し、7月18日11時00分に通常状態に復旧した。

なお、本事象によるプラントへの影響および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

発電所の管理区域外の施設（タービン建屋、事務所等）から排出される放射性物質を含まない排水を浄化する装置。

※2 沈殿池

発電所の管理区域外の施設（タービン建屋、事務所等）から排出される放射性物質を含まない排水を一時的に貯留する設備。

※3 砂ろ過器

容器内に微細な砂が充てんされており、沈殿池に貯留した排水を通水することにより、浮遊物質・懸濁物質を除去する設備。

6. 事象の時系列

7月 9日

- 9時56分 作業員が3号機総合排水処理装置建屋の地下階に広範囲にわたり水がたまっていることを確認
- 10時01分 運転員が既設の排水ポンプにて排水作業開始
- 11時10分 保修員が仮設の排水ポンプにて排水作業開始
- 13時15分 建屋および周辺区画の排水作業終了
- 15時03分 砂ろ過器3Aおよび系統配管に通水し、当該弁からの漏えいを確認（漏えい箇所特定）

7月18日

- 9時00分 当該弁の取り替え作業開始
- 10時10分 当該弁の取り替え作業終了
- 11時00分 通水状態で当該弁からの漏えいがないことを確認し、通常状態に復旧

7. 調査結果

当該弁からの漏えいの原因について、以下の調査を実施した。

(1) 再現試験

作業員が総合排水処理装置建屋の地下階に水たまりを確認した際、装置（砂ろ過器系統）は停止しており、継続的な漏えいは確認されなかった。漏えい箇所を特定するため、再現試験として砂ろ過器系統の通水を実施したところ、当該弁から漏えいが発生し、当該弁の機能上生じる少量の漏えい水を受ける升から溢れそうになったことを確認した。

このことから、地下階の水たまりは、当該弁から漏えいが発生し、床の排水溝を通じて地下階に落下したものと推定した。

(2) 運転状況の調査

a. 装置

事象発生前の装置の運転状況を調査したところ、7月8日12時16分に装置（砂ろ過器3A系統）が自動起動し、別途計画していた水質計器の点検作業のために翌日の7月9日9時9分に装置を手動で停止していた。

また、7月8日11時00分頃に運転員による巡視点検を実施しており、その際に地下階の水たまりは確認されなかったことから、この巡視点検以降から7月9日の装置停止までの間に当該弁から漏えいが発生したものと推定した。

なお、当該弁の動作タイミングは、装置起動時および砂ろ過器の洗浄作業終了後の系統充水時である。砂ろ過器は運転に伴う砂ろ過器の差圧上昇時に自動で砂ろ過器内の洗浄作業が行われるが、7月8日の装置起動から7月9日の装置停止までの間に2度洗浄作業が行われていた。洗浄作業時は砂ろ過器の通水を停止した後、当該弁まわりの系統水が一時的に排水され、洗浄作業が終了すると砂ろ過器の通水を再開し、系統内が充水される。

このことから、装置起動時または砂ろ過器の洗浄作業終了後の充水時に動作すべき当該弁が動作しなかった可能性がある。

b. 排水ポンプ

総合排水処理装置建屋の地下階に水たまりを確認した際、建屋内の既設の排水ポンプは停止状態であった。

通常は排水ポンプが設置されている排水升の水位を検知して排水ポンプが自動起動するが、当該弁からの漏えい量が排水ポンプの排水能力を超えていたことにより、排水升の水位検知器が水没したことで、排水ポンプが停止したと思われる。

なお、漏えい水の排水作業終了後、排水升の水位検知器の健全性を確認した。

(3) 当該弁の目視調査

当該弁は双口空気弁^{*4}であり、通水開始後、系統内が充水するまではフロート弁体^{*5}が浮かず空気のみ排出し、系統内が充水されると浮力によりフロート弁体が浮いて空気孔を閉止する構造となっている。

当該弁の外観を目視にて調査した結果、割れや変形など、漏水の原因となるようなものは確認されなかった。次に、当該弁を分解し、弁構成部品を取り出して目視にて調査した結果、弁構成部品（接液部）に汚れの付着が確認された。フロート弁体、フロート弁体案内^{*6}および弁箱^{*7}内表面の汚れの付着が多く、大空気孔側のフロート弁体およびフロート弁体案内内面にはフロート弁体の動きを阻害するような固形の汚れ（異物）が確認された。弁内部の汚れ物質について成分分析した結果、酸化鉄が主な主成分であった。当該弁に流れる排水は、発電所の管理区域外の施設（タービン建屋、事務所等）から排出される鉄分を含む汚水であり、弁内部の汚れ物質は、想定外に混入したのではなく、

装置の経年使用により付着した汚れであると推定した。

なお、弁構成部品に汚れ以外の傷や割れなどはなかった。

(添付資料－ 2, 3)

※4 双口空気弁

小空気孔と大空気孔が別々の弁箱に分かれ、管路内充水時の多量排気、管路内排水時の多量吸気および管路内充水中に流れてくる空気の圧力下排気^{※8}に対応した空気弁。

※5 フロート弁体

水に対する浮力により上下動し、小空気孔弁座^{※9}および大空気孔弁座を閉止する弁体^{※10}。

※6 フロート弁体案内

フロート弁体の上下動のガイド。

※7 弁箱

流体が流れる容器としての耐圧部分。

※8 圧力下排気

圧力がかかった状態において空気を排出すること。

※9 弁座

弁構成部品の一部で、流量調整するための弁体を受ける側の部分。

※10 弁体

弁構成部品の一部で、配管の中に設置し、配管内を流れる流体（気体や液体）の流量調整をしたり流れを止めたりするもの。

(4) 保守状況の調査

当該弁は平成22年に少量の漏水（弁の機能上生じる少量の漏えい水を受けられる弁内での漏水）があり、分解点検の結果、弁内部への汚れ付着によるフロート弁体の動作不良が確認されたことから、清掃、手入れを実施して一旦復旧するとともに、経年使用による外面腐食が進行していたことから、弁一式の取り替えを実施していた。

その後、当該弁に不具合は確認されておらず、これまでに分解点検の実績はなく、不具合が確認された場合に分解点検を実施する計画としていた。

(5) 類似箇所の調査

本事象と同様な汚水が流れる系統に設置された類似弁は砂ろ過器 3 B 自動排気弁のみであり、外観点検を実施した結果、漏水等の不具合は確認されなかった。

また、砂ろ過器 3 B 自動排気弁を分解し、目視にて調査した結果、弁構成部品（接液部）に当該弁と同様な汚れの付着が確認された。

なお、砂ろ過器 3 B 自動排気弁は経年使用による外面腐食のため平成 30 年に取り替えを実施しており、その後、不具合は確認されておらず、当該弁と同様に不具合が確認された場合に分解点検を実施する計画としており、これまでに分解点検の実績はなかった。

(6) 過去の類似事象の調査

平成 30 年に砂ろ過器 3 B 自動排気弁から少量の漏水（弁の機能上生じる少量の漏えい水を受ける升内での漏水）の経験はあったが、分解点検の結果、弁内部への汚れ付着によるフロート弁体の動作不良が確認されたことから、清掃、手入れにて復旧しており、本事象のような多量の漏えい事象はなかった。

8. 推定原因

調査の結果、排水を一時的に貯留する沈殿池から砂ろ過器に通水する過程で、大空気孔側のフロート弁体案内内面およびフロート弁体外面に装置の経年使用により付着した汚れがフロート弁体の上下動を阻害し、フロート弁体が途中で引っ掛かったことで大空気孔弁座を閉止できず、系統水の漏えいに至ったと推定した。

(添付資料－4)

9. 対 策

- (1) 当該弁について、経年使用による外面腐食も進行していることから、取り替えることとし、入手性や保守性をふまえ、双口空気弁と同等の機能を有する急速空気弁^{※11}へ取り替えた。また、類似弁である砂ろ過器3B自動排気弁についても、急速空気弁へ取り替えた。

- (2) 砂ろ過器自動排気弁については、不具合が確認された場合に分解点検を実施することとしていたが、当面の間、年1回の簡易点検として、弁外部からの目視点検およびカバーを取り外して確認できる範囲の内部の目視点検を行うとともに、3年に1回分解点検または取り替えを計画する。

※11 急速空気弁

小空気孔と大空気孔が一つの弁箱内にあり、管路内充水時の多量排気、管路内排水時の多量吸気および管路内充水中に流れてくる空気の圧力下排気に対応した空気弁。

(添付資料－5)

以 上

添 付 資 料

添付資料－ 1 伊方発電所 3 号機 総合排水処理装置 概略系統図

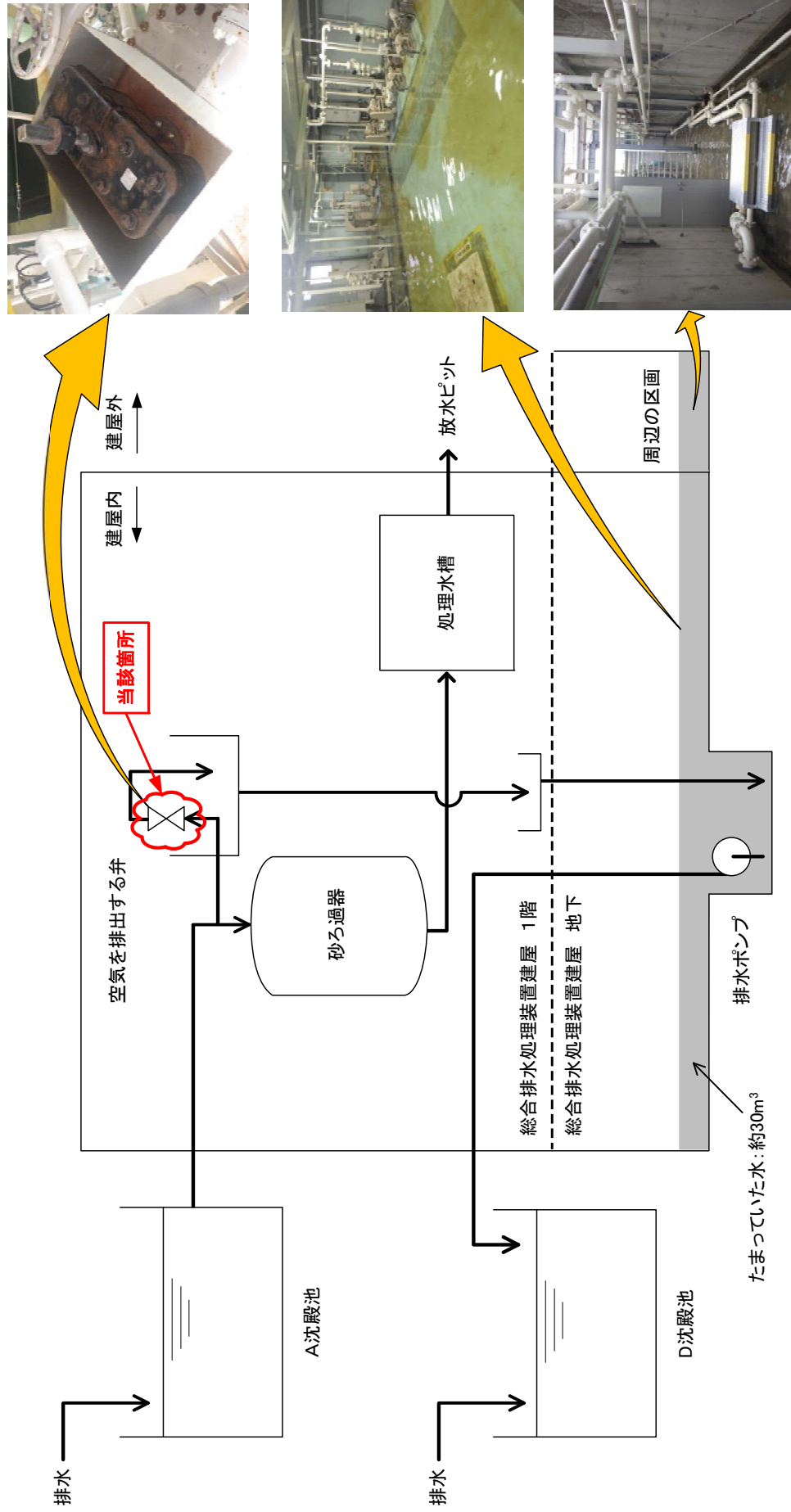
添付資料－ 2 砂ろ過器 3 A 自動排気弁 構造図

添付資料－ 3 目視調査状況

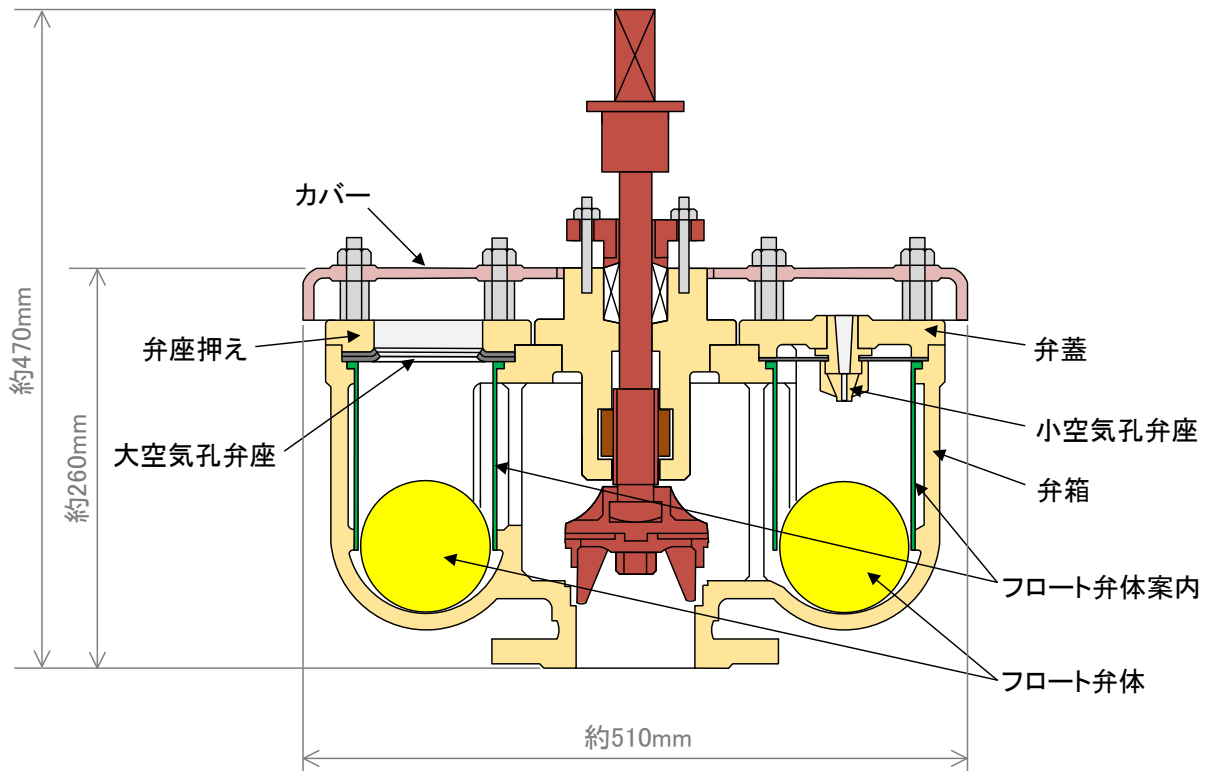
添付資料－ 4 漏えいメカニズム

添付資料－ 5 急速空気弁 構造図

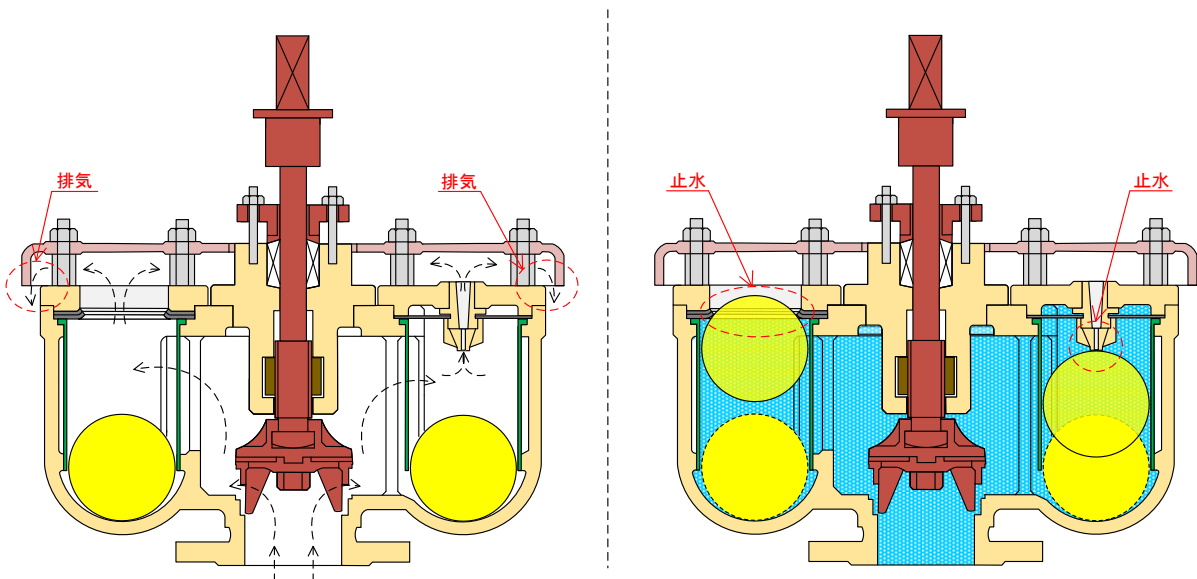
伊方発電所3号機 総合排水処理装置 概略系統図



砂ろ過器 3 A 自動排気弁 構造図



<参考> 自動排気弁（双口空気弁）の動作原理



① 通水開始後、充水する
までは空気のみ排気

② 系統内の充水によりフロート弁体に浮力が働き、大空気孔および小空気孔を閉止し、水の流出を防止

目視調査状況

<弁全体 (蓋開放状態)>

(上から)



(横から)



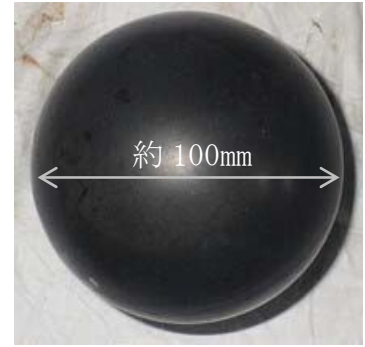
<フロート弁体>



大空気孔側



小空気孔側



清掃後(大空気孔側)

固形の汚れ(異物:約 0.5mm~1mm)が付着している

汚れ付着

<フロート弁体案内(内面)>



大空気孔側



小空気孔側

固形の汚れ(異物:約 0.5mm~1mm)が付着している

汚れ付着

< フロート弁体案内 (内面) >



大空気孔側



小空気孔側

汚れ付着



清掃後(大空気孔側)

< 弁箱 >



大空気孔側



小空気孔側

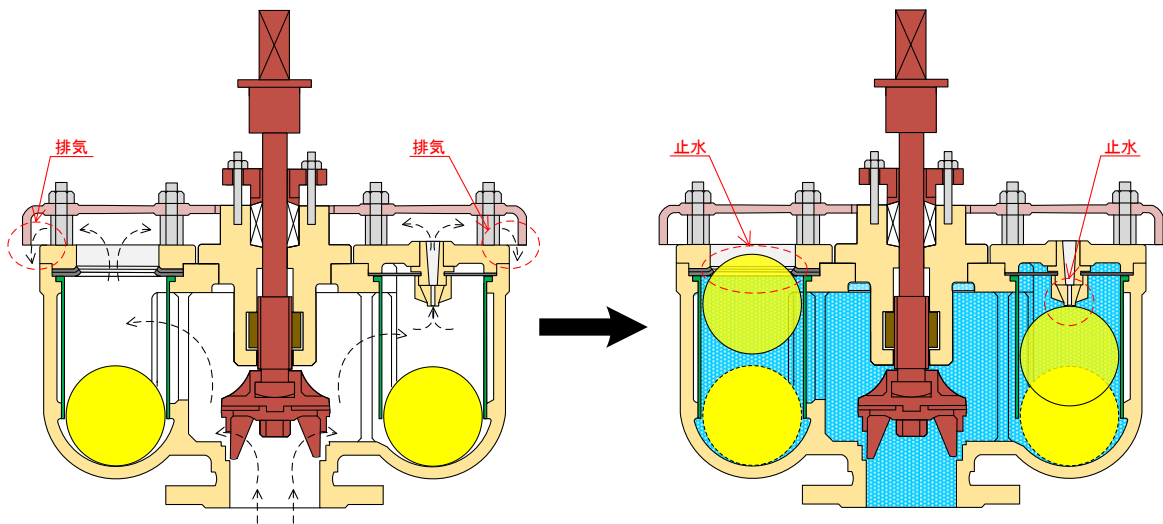


清掃後(大空気孔側)

汚れ付着

漏えいメカニズム

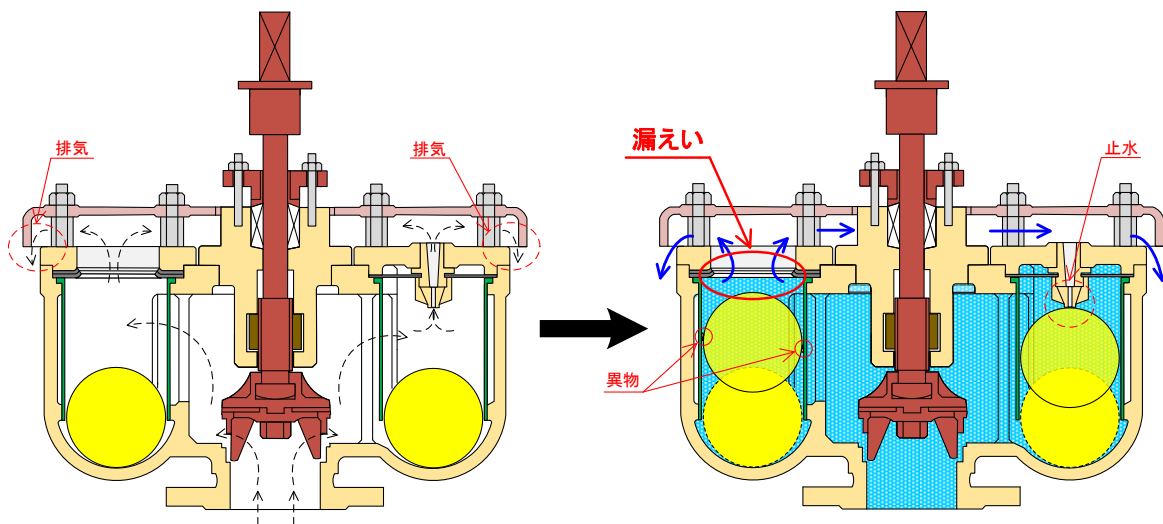
<正常時>



①通水開始後、充水するまでは空気のみ排気

②系統内の充水によりフロート弁体に浮力が働き、大空気孔および小空気孔を閉止し、水の流出を防止

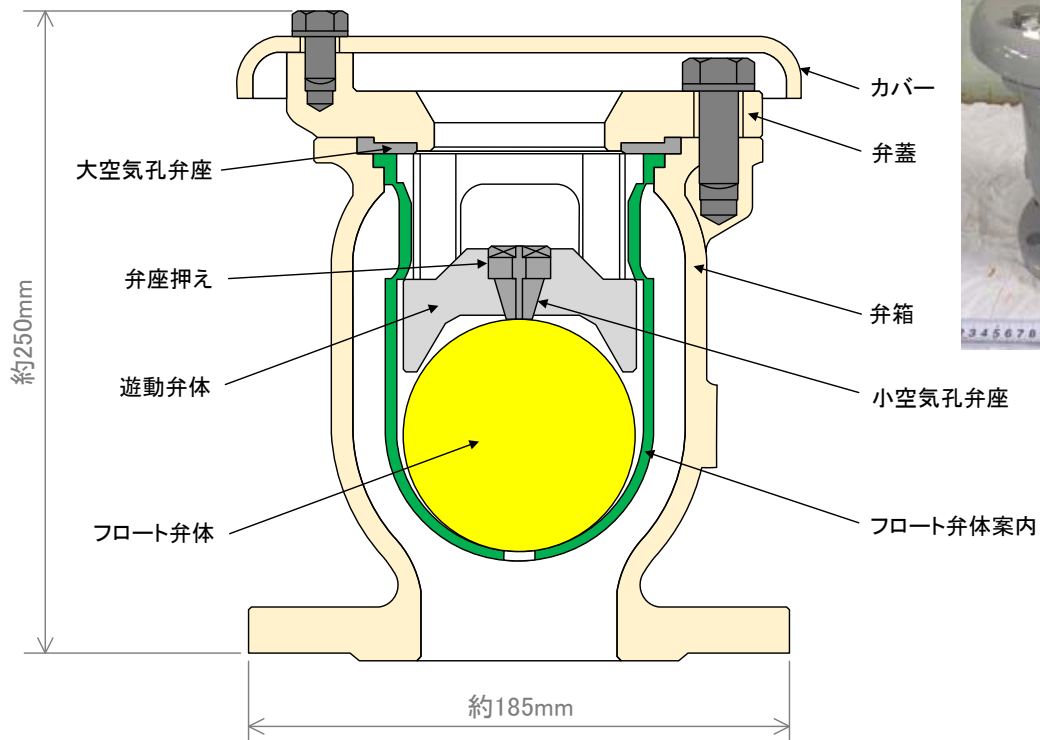
<今回の事象>



①通水開始後、充水するまでは空気のみ排気

②系統内の充水によりフロート弁体に浮力が働き、大空気孔および小空気孔を閉止しようとするが、フロート弁体とフロート弁体案内の間の異物によりフロート弁体の上下動が阻害され、大空気孔弁座を閉止できず、水が流出

急速空気弁 構造図



<参考>急速空気弁の動作原理

