

伊方発電所第 3 号機
復水ろ過装置接続配管フランジ部からの
水漏れについて

令和 2 年 1 1 月

四国電力株式会社

1. 件名

伊方発電所第3号機 復水ろ過装置接続配管フランジ部からの水漏れについて

2. 事象発生の日時

令和2年9月17日 11時58分頃（確認）

3. 事象発生の設備

伊方3号機 復水ろ過装置

4. 事象発生時の運転状況

伊方3号機 第15回定期事業者検査中

5. 事象発生の状況

伊方発電所第3号機は、第15回定期事業者検査（以下、「定検」という。）中のところ、9月17日11時58分頃、タービン建屋1階（管理区域外）において復水ろ過装置^{※1}への水張りを実施中、復水ろ過装置に接続する配管のフランジ部（以下、「当該フランジ部」という。）より水（純水）が漏れていることを運転員が確認した。

このため、水張りを中止し、漏えいは停止した。漏えいした水は約50ℓであり、ウエスにて拭き取り回収した。

水漏れのあった当該フランジ部は、点検により開放されていたことを確認した。

なお、本事象による環境への放射能の影響はなかった。また、漏えいした水による周辺機器への影響はなかった。

（添付資料－1）

※1 復水ろ過装置

タービンを回転させた後の蒸気を冷却、凝縮した復水（2次冷却水）中に含まれる不純物を取り除くために設置している装置

6. 事象の時系列

2019年12月28日

定検作業に伴い、復水ろ過装置を含む復水系統の一括隔離^{※2}を実施

2020年2月上旬

定検の長期化に伴い、復水ろ過装置内のフィルタが乾燥により劣化することを防止するため、復水ろ過装置内のフィルタ保護に必要な範囲（以下、「復水ろ過装置まわり」という。）の水張りを行い、さらに生物汚染によるフィルタの劣化を防止するため、数カ月毎に水の入れ替え（以下、「純水置換」という。）を行う運用に計画を変更

2月12日～13日

復水系統の一括隔離の一部である、復水ろ過装置まわりの水張りを実施

4月7日～9日

復水ろ過装置まわりの純水置換実施

7月15日～17日

復水ろ過装置まわりの純水置換実施（2回目）

8月6日

当該フランジ部を含む復水ろ過装置に接続する配管のフランジ部の点検作業のため、復水ろ過装置まわりの水抜きを実施

8月11日

当該フランジ部を含む復水ろ過装置に接続する配管のフランジ部の点検作業開始

8月18日

復水ろ過装置まわりを再度水張り実施（フランジ部が点検中のため、影響のない復水ろ過装置の5割程度まで水張り）

9月16日

復水ろ過装置まわりの水張り実施（8月18日からの水張りの続きとして、復水ろ過装置の8割程度まで水張り。作業時間の関係により8割程度で完了とした。）

9月17日

9時15分 復水ろ過装置まわりの水張り再開（前日の続きから、満水まで水張り）

11時58分頃 当該フランジ部より漏えい確認（漏えい量：約500）

11時58分頃 直ちに復水ろ過装置まわりの水張りを中止し、当該フランジ部からの漏えい停止を確認

（添付資料－2）

※2 一括隔離

定検の準備段階において、あらかじめ隔離範囲および隔離時期を設定し、計画的に実施する系統隔離で、本件では復水ろ過装置を含む復水系統全体を隔離（水抜き）したもの

（添付資料－3）

7. 調査結果

当該フランジ部からの水漏れについて、当該フランジ部の管理状況、系統の管理状況、点検作業の管理状況、手順書の作成および承認に関する事項、水張り作業の状況、関係者間の連絡および確認状況、知識および経験に関する状況等に関して調査を行い、事象発生に至る状況とその要因について検討した。

(1) 当該フランジ部の管理状況

復水ろ過装置は、2003年（3号機第7回定検）新規設置時より使用している。流量計オリフィスのフランジ（3-COF-F04）（以下、「流量計オリフィス」という。）は今回の定検で点検することが計画されていた。

流量計オリフィスの点検においては、構造上、流量計オリフィスと当該フランジ部までの接続配管を一体で取り外す必要があった。

当初、当該フランジ部の点検完了予定は3月1日であったが、定検の長期化に伴い作業期間が変更となったため、保修担当者は点検作業開始を8月11日とし、点検完了期限を作業許可期間である9月30日に設定した。

9月17日の水漏れ発生時、流量計オリフィスは取り付けられていたが、当該フランジ部は点検が完了しておらず、開放状態（ガスケットを取り外しており、異物混入防止対策のためのテープ養生をしていた。）であった。なお、保修担当者は、当該フランジ部を9月24日に完全に復旧する予定としていた。

(2) 系統の管理状況

a. 系統状態

復水ろ過装置を含む復水系統は、定検作業に伴い一括隔離を実施しており、流量計オリフィス等の取外しを含めた点検に係る作業許可が発行されている状況であった。

b. 復水ろ過装置の水張り状況

(a) 復水ろ過装置は復水（2次冷却水）中の不純物除去用フィルタを有しており、長期間使用しない場合はフィルタ保護のため復水ろ過装置に水（純水）を張り、乾燥によるフィルタ劣化防止として湿潤状態での保管が必要であった。さらに、長期保管中においては、原則、数カ月に1回の頻度で生物汚染によるフィルタ劣化防止のための純水置換が必要であった。

このため、定検の長期化に伴い、一括隔離の範囲である復水ろ過装置まわりについて、部分隔離^{*3}による水張り作業を2月12日～13日で行い、4月、7月に純水置換を実施した。

なお、過去の長期保管中においても、復水ろ過装置まわりの純水置換を行った実績はあるが、今回のように一括隔離の期間中に復水ろ過装置まわりの純水置換を実施する運用は初めてであった。

※3 部分隔離

一括隔離範囲とは別に実施する点検機器ごと、または点検機器を含めた小範囲での隔離

(b) 今回の定検で計画していた当該フランジ部を含む復水ろ過装置に接続する配管のフランジ部の点検のため、8月6日に復水ろ過装置まわりの水抜きを実施した。

(c) フィルタ保護のため、8月18日に復水ろ過装置まわりを水張りする際、流量計オリフィスと当該フランジ部までの接続配管が取り外されていたため、影響のない復水ろ過装置の5割程度まで水張りを実施した。

(d) 9月16日に、フィルタ保護を目的に復水ろ過装置まわりの水張り作業を開始し、復水ろ過装置の8割程度まで水張りした。水漏れが発生した9月17日は満水にするため、前日の作業の続きを実施していた。

(3) 点検作業の管理状況

- a. 9月17日の水漏れ発生時、流量計オリフィスは統合型保修管理システム^{※4}(以下、「EAM」という。)上で点検作業中である状態であった。
- b. 当初の計画通り、復水ろ過装置まわりに含まれている流量計オリフィス等の点検作業は、EAM上においては一括隔離範囲内作業として管理しており、部分隔離内作業としての管理はしていなかった。

※4 統合型保修管理システム

系統、機器の隔離・復旧操作に関する業務および保修情報などを一元化して管理しているシステム

(添付資料-4)

(4) 手順書の作成および承認に関する事項

- a. 9月16日、17日の水漏れ発生時に、運転員が復水ろ過装置まわりの水張りに使用した操作手順書は、7月15日～17日の純水置換時に使用した操作手順書を参照して作成しており、復水ろ過装置まわりの機器の点検が完了していることを前提としていた。本来、水張り範囲内の機器の点検状況に関する項目を操作手順書に記載すべきだったが、記載していなかった。
- b. 系統の隔離・復旧作業を行う部署の管理者(以下、「管理者」という。)は水張り範囲内の機器の点検状況に関する項目がない操作手順書を承認し、復水ろ過装置まわりの水張り作業を許可した。

(5) 水張り作業の状況

- a. 復水ろ過装置まわりの水張り作業には、運転員2名が操作手順書の確認と弁操作を分担し、現場を確認しながら作業を実施しており、適切な体制がとられていた。
- b. 8月18日、運転員は復水ろ過装置まわりの水張り作業前の系統状態確認において、流量計オリフィスと当該フランジ部までの接続配管が取り外されていたことから水張り作業を中止した。その後、保修担当者および化学担当者と調整し、フランジ部の点検作業に影響のない復水ろ過装置の5割程度までの水張りを実施した。
- c. 9月16日、運転員は復水ろ過装置まわりの水張り作業前の系統状態確認において、8月18日の水張り時に取り外されていた流量計オリフィスが取り付けられていることを確認したため、流量計オリフィスの点検作業が完了していると思ひ込み、当該フランジ部の接続が完了しているかどうかの確認が十分でないまま復水ろ過装置の5割程度から満水までの水張りを実施し、9月17日に当該フランジ部より漏えいした。

(6) 関係者間の連絡および確認状況

- a. 作業期間に関する連絡状況
 - (a) 8月4日、保修担当者は、定検作業の再開に伴い、流量計オリフィスを含む復水ろ過装置に接続する配管のフランジ部の点検を、8月11日から1週間程度で実施する計画を運転員と化学担当者に連絡するとともに、復水ろ過装置の水抜きを依頼した。
 - (b) この時の情報から、運転員は8月18日には流量計オリフィスの点検作業が完了すると思ひ込み、保修担当者に確認をしないまま、8月18日に、水張りを実施する予定として操作手順書を作成した。なお、化学担当者とは作業調整を実施したものの、保修担当者には水張り範囲および予定日の連絡をしていなかった。
 - (c) 8月18日、運転員は水張り範囲にある配管が一部取り外されており、流量計オリフィスの点検が完了していないことを確認したため、保修担当者に点検状況を確認したところ、保修担当者から、点検完了までにはさらに2週間程度が必要であるとの情報を得た。このことから運転員は9月上旬までには点検作業は完了し、その後は復水ろ過装置まわりを満水まで水張りすることが可能になると思ひ込んだ。

(d) この時、保修担当者は、運転員に流量計オリフィスの点検には8月18日からさらに2週間程度が必要であると回答したが、作業許可期間が9月30日までであることより、2週間程度で点検を完了することが運転員より要求されているという認識はなく、9月30日までに作業を完了すれば問題ないと考えていた。また、このことを運転員に連絡していなかった。

b. 水張り範囲と復水ろ過装置の状態に関する連絡状況

(a) 8月18日、水張り範囲にある配管が一部取り外されていたことから、運転員は保修担当者と水張り可能な水位を現場で確認し、流量計オリフィスの点検に影響のない復水ろ過装置の5割程度まで水張りを実施したが、その後の水張り予定について保修担当者と調整しなかった。

(b) 上記作業を実施の際、運転員は流量計オリフィスの点検完了後に満水まで水張りするつもりであったが、そのことを保修担当者に連絡していなかったため、保修担当者はこの状態で保管され、これ以上の水位に水張りすることはないと思ひ込み、両者の認識にずれが生じた。

(c) 運転員は8月18日の保修担当者との現場確認時、今後、2週間程度で作業を終えることができるとの情報を得ていたことから、9月上旬までにはフランジ部の点検作業が完了していると思ひ込み、9月16日の水張り時には保修担当者に水張り範囲および予定日の連絡をしていなかった。

c. 管理者の確認状況

管理者は運転員が作成した復水ろ過装置まわりの水張り操作手順書について、操作に関する手順の確認はしていたが、流量計オリフィスの点検作業完了を確認する手順の記載がなかったことに気づけなかったため、当該フランジ部の点検作業状況の確認を失念した。

(7) 知識および経験に関する状況

a. 管理者および作業にあたった運転員2名は、水張り作業について十分な経験と知識を有しており、運転員2名の相互の連絡も良くとれていた。

b. 管理者および作業にあたった運転員2名は、水張り作業前には水張り系統に開口部がないことを確認する必要があることを認識していた。

8. 推定原因

(1) 一括隔離範囲内で部分的に復旧する必要が発生した場合や、一部の範囲の点検作業が新規計画された場合など（以下、「計画変更」という。）があった際、運転

員は、保修担当者を含む関係者と打ち合わせを実施し、調整の上、隔離・復旧（水張り）作業を計画する必要があったが、流量計オリフィスの点検作業が完了しているとの思い込みにより、関係者間の作業完了予定や水張り予定等の認識にずれが生じていた。このことから、関係者間の連絡が不足していたと推定される。

(2) 流量計オリフィスの点検作業は、EAMで一括隔離範囲内作業として管理されたものであったため、本事象のように当初計画されていなかった一括隔離範囲内の機器を部分的に復旧（水張り）する作業において、EAMによる点検作業完了のチェック機能が使用できる状態になっていなかった。

(3) 復水ろ過装置まわりの水張りにあたり、管理者および運転員ともに、流量計オリフィスの点検が完了していることを確認していなかった。また、水張り範囲内の系統状態の確認が十分にできていなかった。

これらのことが原因で、当該フランジ部の点検作業が完了していない状態で復水ろ過装置の満水までの水張りを実施したことから、当該フランジ部からの漏えいに至ったと推定した。

9. 対 策

(1) 計画変更により、部分隔離による作業管理が必要となった場合は、EAMにおいて新たに部分隔離範囲を設定し、既定の一括隔離範囲内の機器の点検作業のうち、部分隔離範囲に含まれる点検作業は部分隔離内作業として管理する運用に変更する。これにより、EAMで作業完了処理および部分隔離の復旧依頼を行わなければ当該範囲の復旧許可ができない仕組みに変更した。

本内容については、社内マニュアルを改訂し、所内へ周知した。

(2) 計画変更があった場合には、変更が生じる範囲について、保修担当者を含む関係者間で詳細な打ち合わせを実施することを社内マニュアルに明記し、所内へ周知した。

具体的には、開口部や点検情報を明記した図面をもとに、点検作業の完了確認、水張り予定日、水張り範囲およびリークチェックの有無等について、関係者間の認識合わせを行う。

(3) 系統の隔離・復旧作業の操作手順書に機器の点検状況を確認する項目を記載し、隔離範囲内の機器の点検作業完了確認を徹底するよう管理者および運転員に周知した。

(4) 今回の事象を教訓とした資料を作成し、定検前の運転員の教育に活用する。

以 上

添 付 資 料

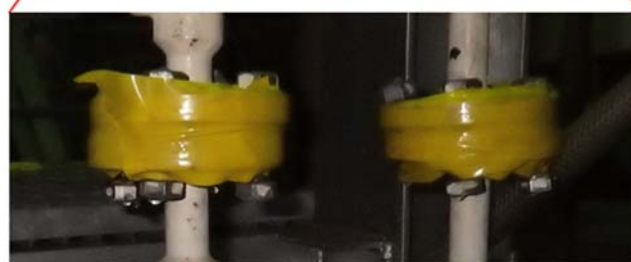
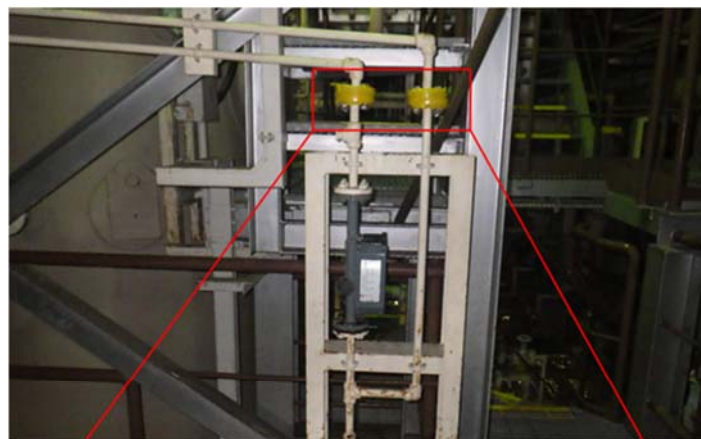
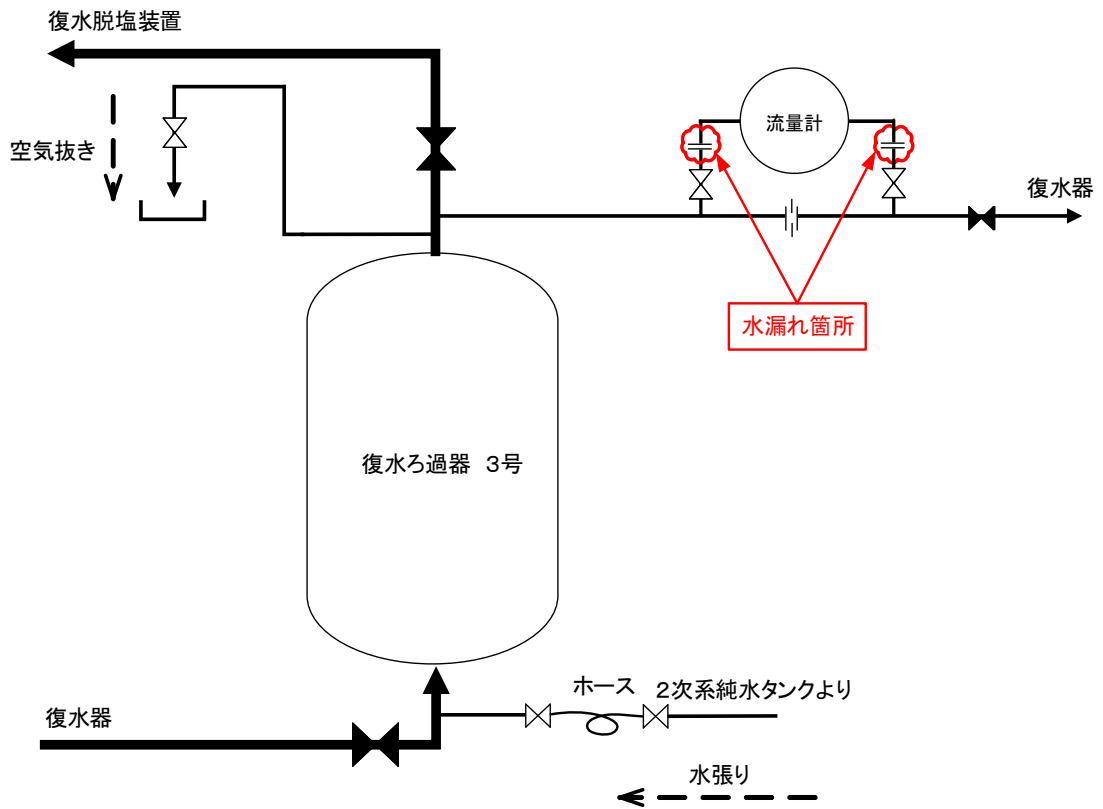
添付資料－1 伊方発電所3号機 復水ろ過装置系統図

添付資料－2 伊方発電所3号機 復水ろ過装置水張り状況図

添付資料－3 一括隔離および部分隔離のイメージ図

添付資料－4 EAMによる作業管理の概要

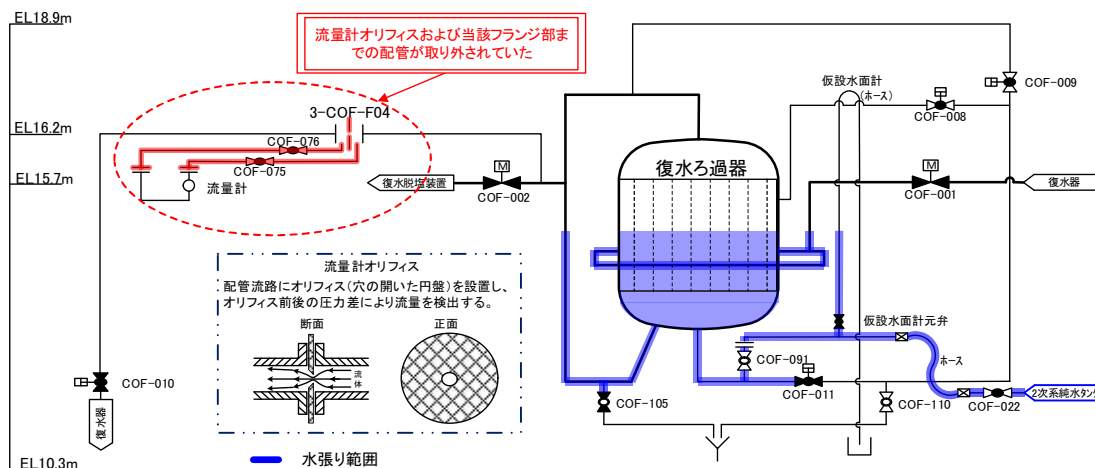
伊方発電所3号機 復水ろ過装置系統図



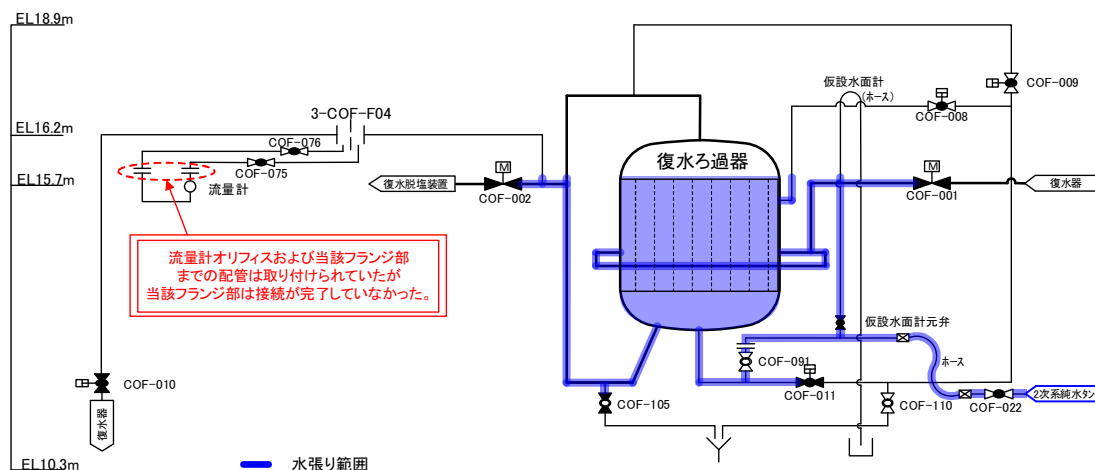
水漏れ箇所

伊方発電所3号機 復水ろ過装置水張り状況図

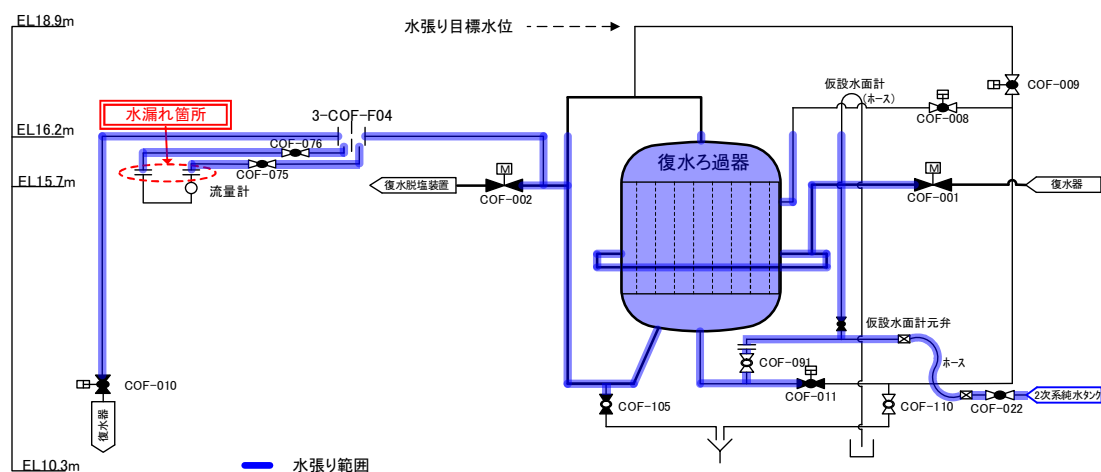
① 8月18日 復水ろ過装置の水張り状況（5割程度まで水張り）



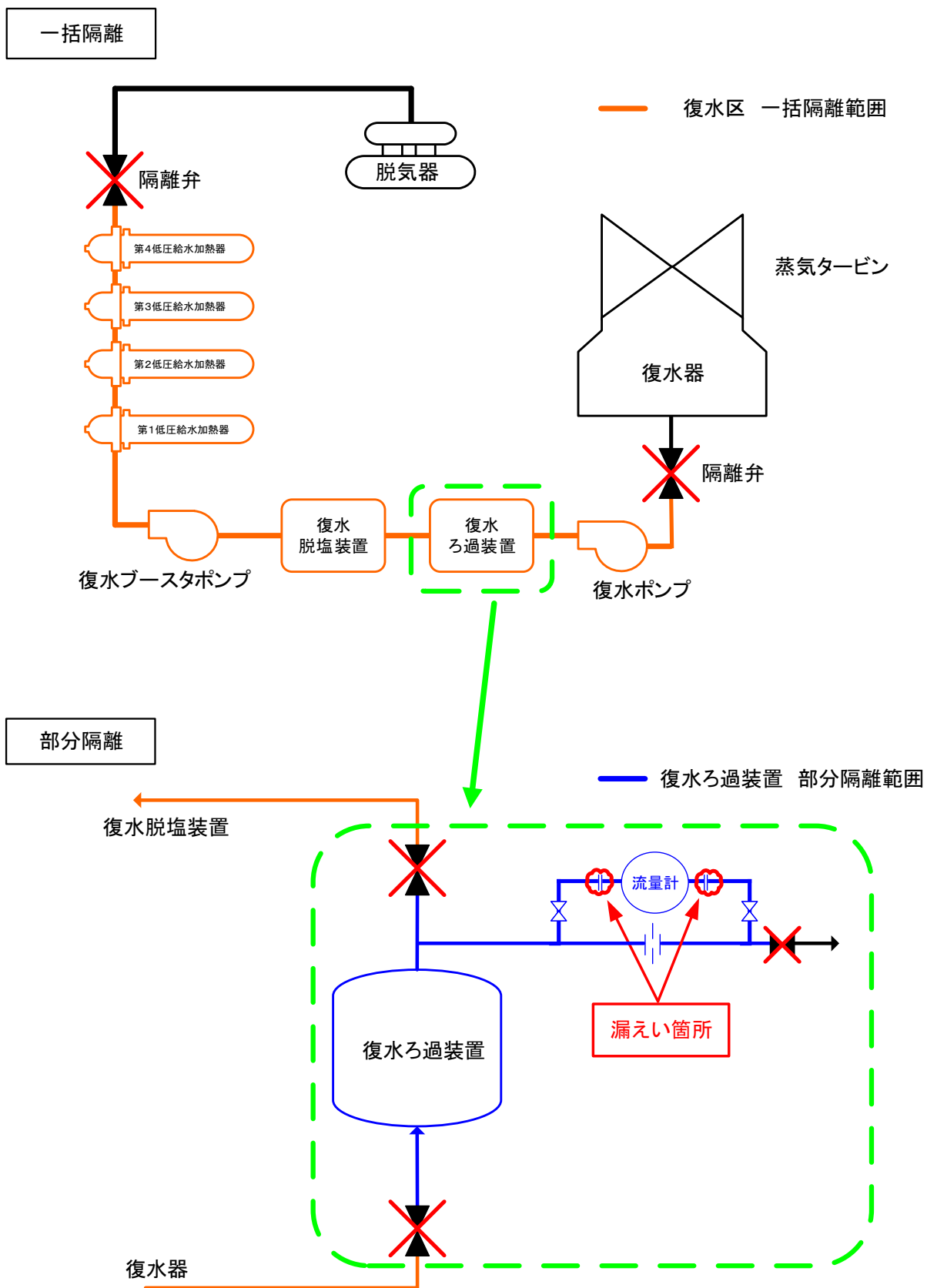
② 9月16日 復水ろ過装置の水張り状況（8割程度まで水張り）



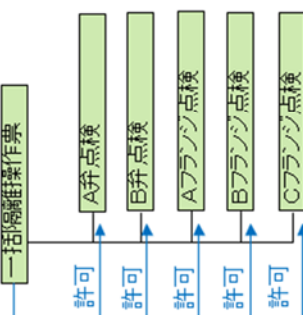
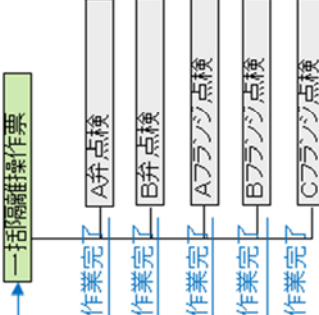
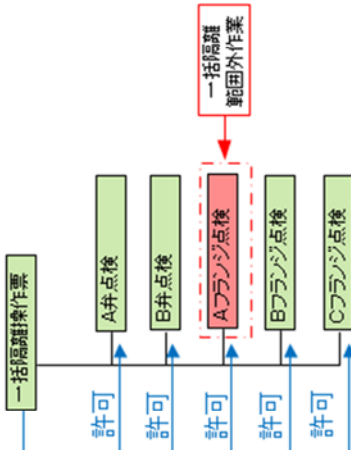
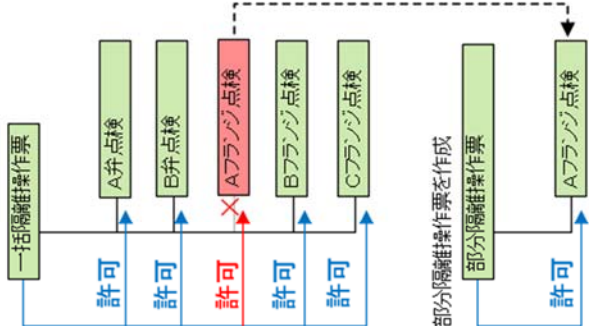
③ 9月17日 復水ろ過装置の水張り状況（満水まで水張り）



一括隔離および部分隔離のイメージ図



E AMによる作業管理の概要

通常時	今回の状況	対策後
<p>1. 作業開始時 一括隔離作業票の隔離が完了していれば、一括隔離操作票で管理している点検作業の許可が可能となる。</p>  <p>2. 作業完了時 一括隔離作業票で管理している点検作業が全て作業完了となれば、一括隔離作業票の復旧許可が可能となる。</p> 	<p>1. 作業開始時 (通常時と同じ)</p> <p>2. 計画変更発生時</p> 	<p>1. 作業開始時 (通常時と同じ)</p> <p>2. 計画変更発生時</p>  <p>部分隔離作業を作成</p> 