

伊方発電所第1号機

燃料取替用水タンク水浄化系統からの水漏れについて

平成25年10月
四国電力株式会社

1. 件名

伊方発電所第1号機 燃料取替用水タンク水浄化系統からの水漏れについて

2. 事象発生の日時

平成25年6月13日 15時45分

3. 事象発生の設備

燃料取替用水タンク水浄化系統

4. 事象発生時の運転状況

第28回定期検査中

5. 事象発生の状況

伊方発電所第1号機は第28回定期検査中のところ、原子炉補助建家2階において、運転員が床に水溜りがあることを確認したことから周辺を調査した結果、6月13日15時45分、燃料取替用水タンク水浄化系統^{*1}のドレン弁^{*2}の閉止栓^{*3}から、にじんでいることを確認した。

このため、当該ドレン弁と周辺弁の増し締めを実施し、6月13日16時52分、にじみが止まったことを確認した。また、床に溜まった水の量は約40cc、放射エネルギーは約28ベクレルであり、すべて拭き取って回収した。

その後、調査で閉止栓の漏えい検査を実施した結果、微少な漏えいがあったことから、閉止栓を新品に取り替えるとともに、念のため当該ドレン弁の分解点検を行い、6月21日10時00分、閉止栓の取り替えおよび当該ドレン弁の組立後の漏えい検査にて異常がないことを確認し、通常状態に復旧した。

なお、本事象によるプラントの運転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 燃料取替用水タンク水浄化系統

燃料取替用水タンク水を燃料取替用水タンクポンプにより循環し、脱塩塔、フィルタを通して放射性物質および不純物を除去させる系統。

*2 ドレン弁

系統の点検のため、配管内の水を排出するための弁。

*3 閉止栓

配管内の水抜き用ホースを接続するための接続部を閉止しておく栓。

6. 事象の時系列

6月13日

15時45分 原子炉補助建家2階の燃料取替用水タンク水浄化系統のドレン弁の閉止栓から、にじんでいることを確認。

16時52分 当該ドレン弁と周辺弁の増し締めを実施し、にじみが止まったことを確認。

6月14日

当該ドレン弁、その閉止栓および周辺弁の健全性確認調査を開始。

6月18日

健全性確認調査の結果、閉止栓からの微少な漏えいを確認。なお、当該ドレン弁および周辺弁においては漏えいが認められなかった。

6月19日

閉止栓を新品に取り替えるとともに、当該ドレン弁の分解点検を実施。

6月21日

10時00分 当該箇所に漏えいがないことを確認し、通常状態に復旧。

7. 調査結果

水漏れ原因について、以下の調査を行い、要因の検討を実施した。

(1) 事象発生時の系統状態

事象発生時、燃料取替用水タンク水浄化系統は通水を停止しており、当該ドレン弁、その閉止栓および周辺弁は閉止されていた。

このため、当該ドレン弁および周辺弁の閉状態を確認したところ、増し締めが可能であったことから増し締めを実施し、にじみが止まった。

(2) 当該ドレン弁、その閉止栓および周辺弁の閉止機能の健全性確認調査

当該ドレン弁、その閉止栓および周辺弁について、以下のとおり閉止機能の健全性確認調査として漏えい検査を実施した。なお、燃料取替用水系統および使用済燃料ピット浄化冷却系統は、当該ドレン弁および周辺弁に通常系統圧力（約0.25MPa）をかけるため通常運転状態とした。

（添付資料－2）

a. 周辺弁

周辺弁から当該ドレン弁の間の水抜きを行い、閉止栓（キャップ）を取り外して周辺弁の漏えい検査を実施した結果、閉止機能の不良（シートリーク*4）は確認されなかった。

b. 当該ドレン弁

周辺弁の漏えい検査後、周辺弁から当該ドレン弁の間の水張りをを行い、閉止栓（キャップ）を取り外して当該ドレン弁の漏えい検査を実施した結果、閉止機能の不良（シートリーク）は確認されなかった。

c. 閉止栓

当該ドレン弁の漏えい検査後、閉止栓（キャップ）の取り付けを行い、当該ドレン弁を開として当該ドレン弁から閉止栓の間を水張りし、閉止栓の漏えい検査を実施した結果、当該閉止栓より6分間に1滴のにじみを確認した。

* 4 シートリーク

弁を全閉状態にしているにもかかわらず、少量の内部流体が弁の下流側に流れている状態。

(3) 当該ドレン弁および閉止栓の分解調査

a. 当該ドレン弁の調査

(a) 分解前調査

外観点検の結果、弁外表面からの漏えい、損傷および組立不良等の異常は確認されなかった。

(b) 分解後調査

外観点検の結果、シートリークの要因となるようなゴムダイヤフラムの破れ、シート面の傷等の異常は確認されなかった。また、その他の構成部品（弁棒、コンプレッサ等）についても、異常は確認されなかった。

(添付資料－3)

b. 閉止栓の調査

(a) 分解前調査

外観点検の結果、緩み等の異常は確認されなかった。

(b) 分解後調査

外観点検の結果、閉止栓のシール部を構成するフロントフェルール^{*5}の外表面に、取り付け、取り外し時にできる閉止栓（キャップ）等との接触傷（擦り傷）が認められたものの漏えいに至るような傷等は確認されなかった。

また、フロントフェルールとキャップとの接触状態についても確認した結果、接触不良等の異常は確認されなかった。

その後、フロントフェルールを取り外し、フロントフェルールが取り付けられていた配管の外表面を確認したところ、線状傷（けがき線）および付着物が認められた。なお、付着物を外観観察した結果、茶褐色に変色しているものの軟質であり、漏えいの要因となるような付着物ではなかった。

(添付資料－4)

* 5 フロントフェルール

閉止栓は、ナット、フロントフェルール、バックフェルール、キャップの4部品から構成され、配管に取り付けた状態でナットを締め込むことにより、フロントフェルールが配管外表面とキャップに接触して、内部流体が外部に漏れないようシールされる。

(4) 保守状況の調査

当該ドレン弁は、低圧系統に使用しているゴムダイヤフラム弁で、1回/12定検の頻度で点検を計画している。至近では、第26回定期検査（平成21年3月9日～7月13日）にて分解点検を実施し、各部の点検結果に異常は認められていなかった。

閉止栓は、水抜き用ホース取り付け、取り外し時にネジ部およびフェルールシート面の外観点検を実施しており、至近では、第27回定期検査（平成22年5月14日～7月12日）にて燃料取替用水タンク水浄化系統の点検のため、当該閉止栓（キャップ）を取り外して水抜き用ホースを取り付け、点検終了後に水抜き用ホースを取り外して当該閉止栓（キャップ）を取り付け復旧しており、水抜き用ホース取り付け、取り外し時の外観点検において異常は認められていなかった。なお、この外観点検では、閉止栓のキャップ部のネジ込み不良やシート面の傷等を確認しており、線状傷（けがき線）のような微細な傷まで確認するようになっていなかった。なお、外観点検にてネジ込み不良等が確認されれば取り替えているが、当該閉止栓について取り替え実績は確認できなかった。

(5) 至近の操作および運転状況調査

a. 当該ドレン弁の開閉操作

当該ドレン弁については、第27回定期検査（平成22年5月14日～7月12日）にて燃料取替用水タンク水浄化系統機器の点検作業のため、燃料取替用水タンク水浄化系統の水抜き用として開し、点検終了後に閉止していた。

その後、事象発生までの間に当該ドレン弁を操作した実績は確認されなかった。

b. 燃料取替用水タンク水浄化系統の通水

燃料取替用水タンク水浄化系統については、第28回定期検査（平成23年9月4日～事象発生時）にて燃料取替用水タンク水の浄化のため通水された後、平成25年3月16日にライン弁が閉止され通水を停止していた。

その後、事象発生までの間に当該ドレン弁周辺の系統状態が変化した実績は確認されなかった。

(6) 当該ドレン弁の締め付け不足に係る調査

当該ドレン弁を含むゴムダイヤフラム弁は、過大な操作力による損傷を防止するため、補助ハンドルの使用を禁止している。また、ゴムダイヤフラム弁は締め付けトルクおよびハンドル回転数等による定量的な管理が適さないことから、締め付け不足による漏えいを防止するため、1次系のゴムダイヤフラム弁の操作を行う場合は、ゴム手袋を使用し可能な限り両手で操作することとしている。

当該ドレン弁の増し締め（増し締め量：約1/36回）によりにじみが止まったことから、当該ドレン弁の締め付けが不足していた可能性が考えられる。

(7) 配管外表面の線状傷に係る調査

閉止栓（フェルール）取り付け箇所の配管外表面に認められた線状傷（けが

き線)は、配管識別用のけがき線の一部とも読み取れることから、当該配管設置当初から存在していたものと推定される。

当該線状傷(けがき線)が漏えい経路となった可能性が考えられるが、至近の水抜き時は、当該ドレン弁からシートリークしておらず、閉止栓からの水漏れは認められなかった。

(8) 当該ドレン弁のシートリーク発生時期に係る考察

これらの調査結果から、

- ・当該弁を最終操作した時期である第27回定期検査(平成22年5月14日～7月12日)の燃料取替用水タンク水浄化システムの点検終了時に当該ドレン弁を閉止した際、当該ドレン弁のシートリークは確認されておらず、事象発生時まで弁の操作をしていない。
- ・閉止栓の健全性確認調査結果より、閉止栓は漏えいが発生しやすい状態であったことが確認されていることから、仮に当該ドレン弁からシートリークが発生した場合、当該閉止栓部分では外部への漏えいを止められない状態であった。

当該ドレン弁のシートリーク発生後、短い期間で閉止栓から外部へ漏えいしたと考えられるため、当該ドレン弁のシートリーク発生時期について考察を行ったところ、

- ・事象発生前日の巡視点検において、床に水溜りがあることが確認されていないことから、事象発生時に床に溜まっていた水(約40cc)は約1日で漏えいしたものと考えられる。(約40cc/約1日)
- ・当該ドレン弁と閉止栓の間(以下、「閉止栓内部」という。)に、約40ccの漏えい水が溜まった場合、閉止栓から外部に漏れ出すことから、事象発生時点では、当該ドレン弁から約80cc漏れていた可能性がある。(閉止栓内部:約40cc、閉止栓外部:約40cc)

以上から、当該ドレン弁のシートリーク発生時期については、事象発生の数日前(約80cc/約40cc=約2日)と推定される。

(添付資料-5)

8. 推定原因

今回の事象は、

- ・第27回定期検査の燃料取替用水タンク水浄化システムの点検終了後、当該ドレン弁を閉止した際に締め付けが不足していた可能性がある。
- ・閉止栓(フェルール)取り付け箇所の配管外表面の線状傷(けがき線)により、フェルール締め付け部の配管外表面が平滑な状態でなかったことから漏えい経路となった可能性がある。

これらの要因が重なったことから、当該ドレン弁を最終閉止した第27回定期検査時点において弁の締め付け力が十分ではなく、事象発生数日前までの間(約3年間)、徐々にゴムダイヤフラムの締め付け部分を水の通路が進行していった結果、事象発生の数日前に当該ドレン弁のシートリークが発生し、漏えいが発生しやすい状態にあった閉止栓から燃料取替用水タンク水が外部に漏えいしたものと推定される。

9. 対 策

- (1) 当該閉止栓および当該閉止栓が取り付けられていた配管については、新品の閉止栓および配管に取り替えた。
- (2) 弁の締め付け不足によるシートリークの発生を防止するため、ゴムダイヤフラム弁を閉止する場合は、締め付け不足に留意する必要があることを関係者に文書にて再周知した。
- (3) 弁の締め付け不足によるシートリークの発生、および線状傷による閉止栓からの漏えいを防止するため、伊方1、2、3号機の1次系ベント・ドレン弁のうち、閉止栓が使用されている全てのゴムダイヤフラム弁（以下「類似弁」という）について、弁の締め付け状態を確認すると共に、閉止栓（フェルール）周辺の配管外表面にフェルール締め付け部を横切るような線状傷（けがき線等）がないことを確認する。
- (4) 今後、定期的に類似弁の閉状態および閉止栓からの漏れがないことを確認するため、定期検査毎に実施する起動前総点検時に類似弁の閉状態および閉止栓からの漏れがないことを確認することとし、起動前総点検時に使用するマニュアルに類似弁の状態確認および閉止栓の状態確認を実施する旨を追加し、関係者に文書にて周知する。

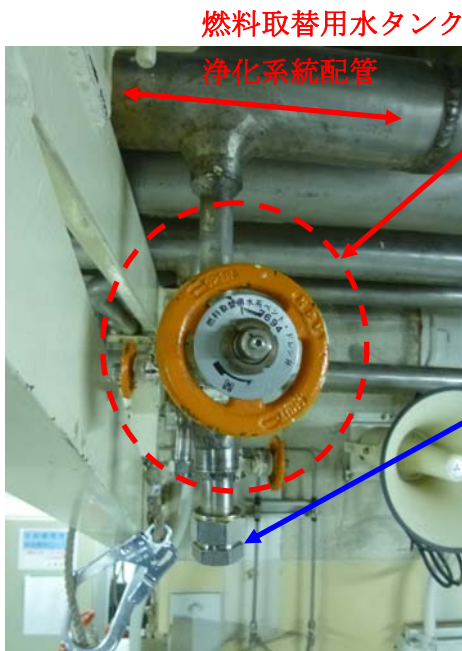
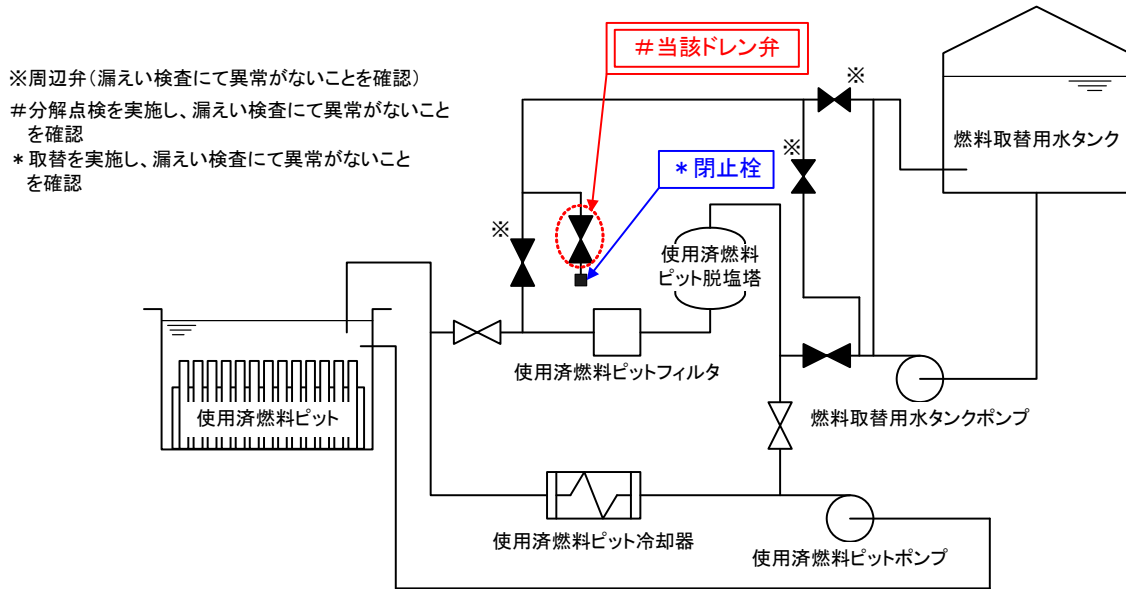
なお、長期停止中においては、特別な保全計画による点検毎（約1年毎）に、同様に確認を行なうこととし、同様に周知する。
- (5) 弁の締め付け不足によるシートリークの発生を防止するため、今後、類似弁を一度閉操作した後、別の者が水抜き用ホースを取り外す際に、再度締め付け状態の確認を追加して実施することとし、水抜き用ホース取り付け、取り外し時に使用するマニュアルに類似弁の締め付け状態確認を実施する旨を追加し、関係者に文書にて周知する。
- (6) 線状傷による閉止栓からの漏えいを防止するため、今後、類似弁の閉止栓への水抜き用ホース取り付け、取り外し時に、フェルール周辺の配管外表面にフェルール締め付け部を横切るような線状傷（けがき線等）がないことの外観確認を実施することとし、上記マニュアルに、フェルール周辺の配管外表面の外観確認を追加し、関係者に文書にて周知する。

以 上

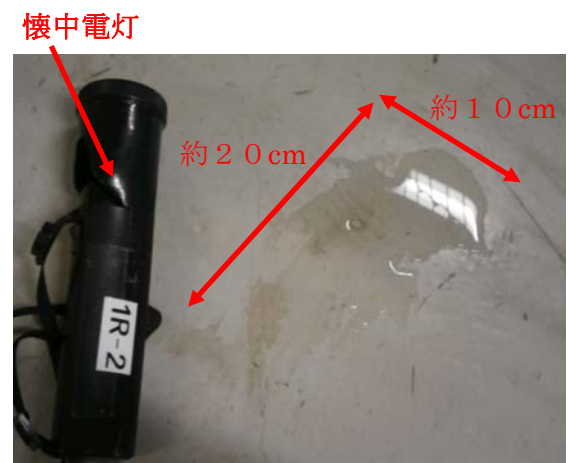
添 付 資 料

- 添付資料－ 1 1号機 燃料取替用水タンク水浄化系統概略図
- 添付資料－ 2 1号機 燃料取替用水タンク水浄化系統 当該ドレン弁他健全性
確認調査
- 添付資料－ 3 1号機 燃料取替用水タンク水浄化系統 ドレン弁点検状況
- 添付資料－ 4 1号機 燃料取替用水タンク水浄化系統 閉止栓点検状況
- 添付資料－ 5 1号機 燃料取替用水タンク水浄化系統ドレン弁シートリーク
発生推定時期（概略図）

1号機 燃料取替用水タンク水浄化系統概略図



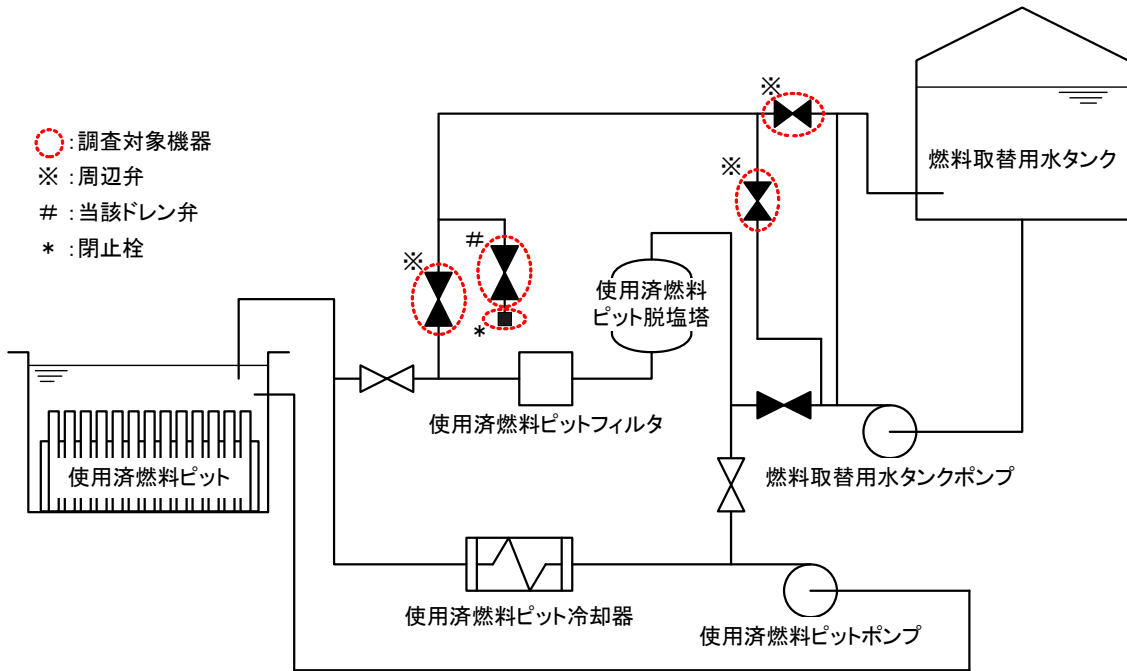
現場状況写真(当該箇所)



現場状況写真(水溜り)

1号機 燃料取替用水タンク水浄化系統 当該ドレン弁他健全性確認調査

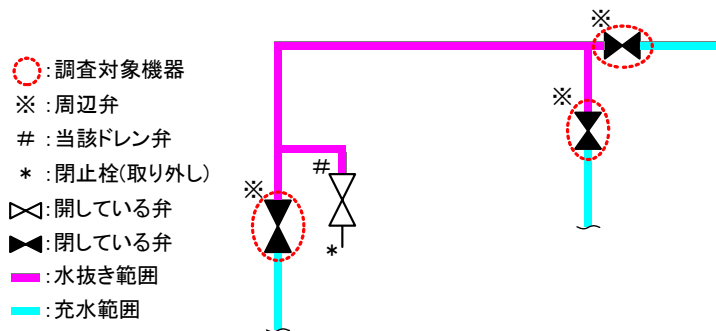
1. 調査対象機器



伊方発電所1号機 燃料取替用水タンク水浄化系統概略図

2. 周辺弁漏えい検査

(1) 系統構成



(2) 検査方法

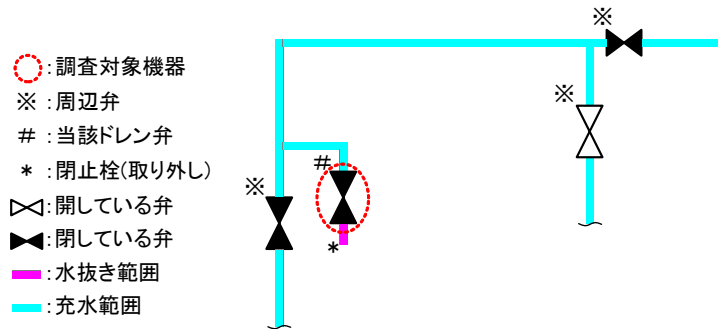
周辺弁から当該ドレン弁の間の水抜きを行い、閉止栓（キャップ）を取り外した箇所から周辺弁のシートリーク有無を確認する。

(3) 検査結果

シートリークは確認されなかった。

3. 当該ドレン弁漏えい検査

(1) 系統構成



(2) 検査方法

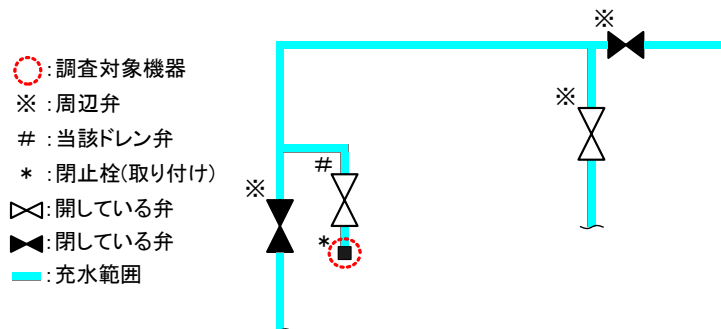
周辺弁の漏えい検査後、周辺弁から当該ドレン弁の間の水張りを行い、閉止栓（キャップ）を取り外した箇所から当該ドレン弁のシートリークの有無を確認する。

(3) 検査結果

シートリークは確認されなかった。

4. 閉止栓漏えい検査

(1) 系統構成



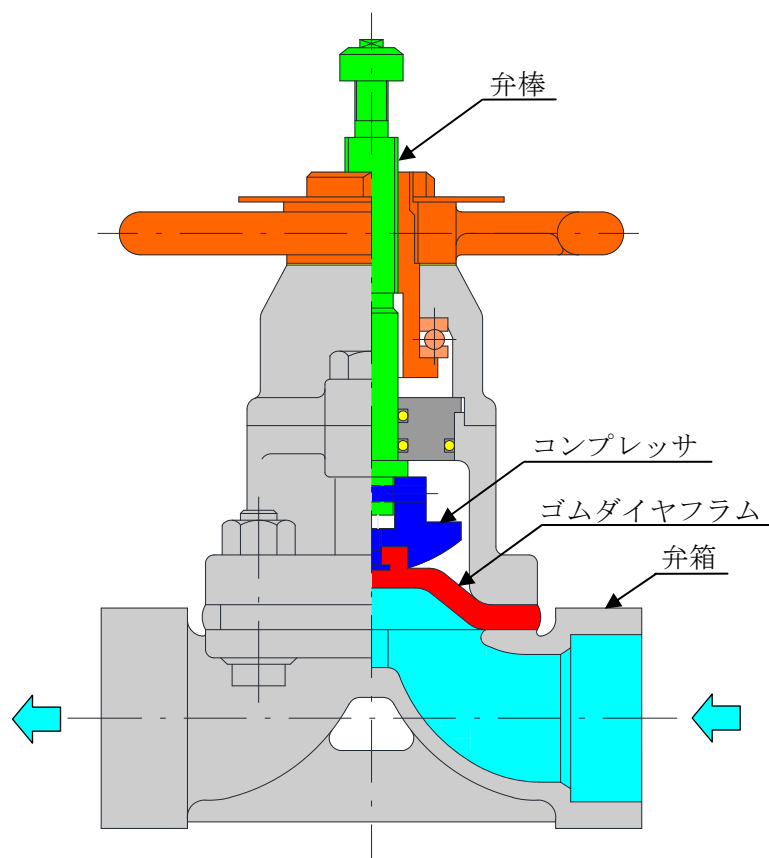
(2) 検査方法

当該ドレン弁の漏えい検査後、閉止栓（キャップ）の取り付けを行い、当該ドレン弁を開して当該ドレン弁から閉止栓の間を水張りし、閉止栓の漏えいの有無を確認する。

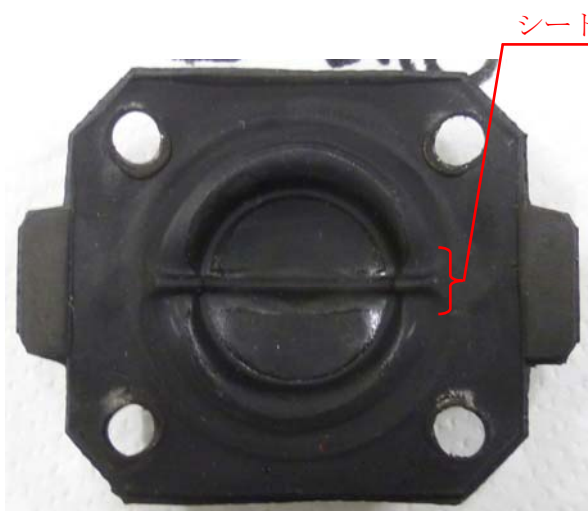
(3) 検査結果

6分間に1滴程度のにじみを確認した。

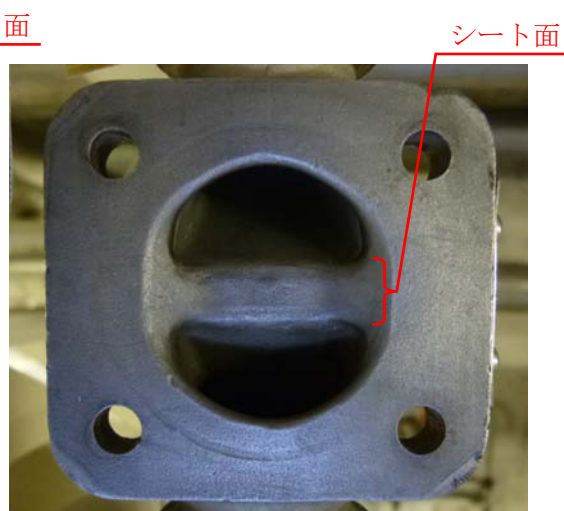
1号機 燃料取替用水タンク水浄化系統 ドレン弁点検状況



ゴムダイヤフラム弁構造図

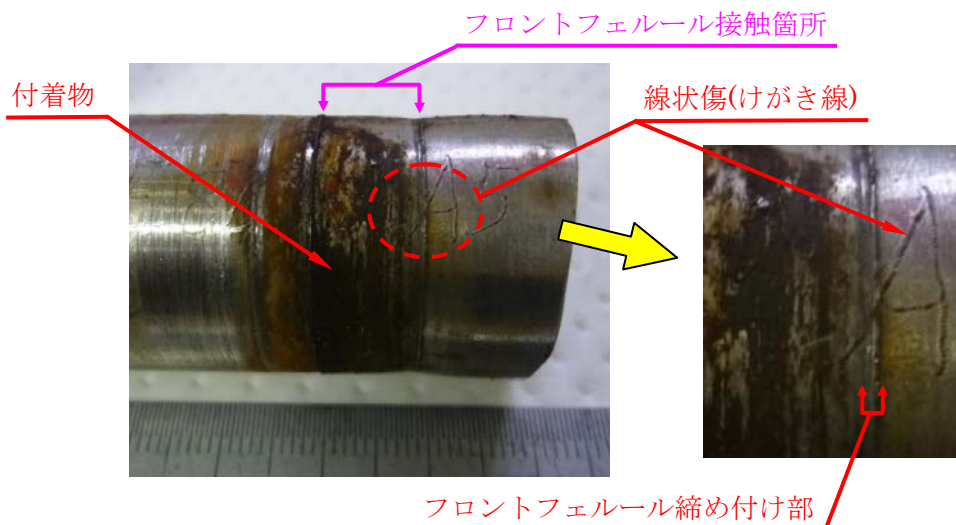
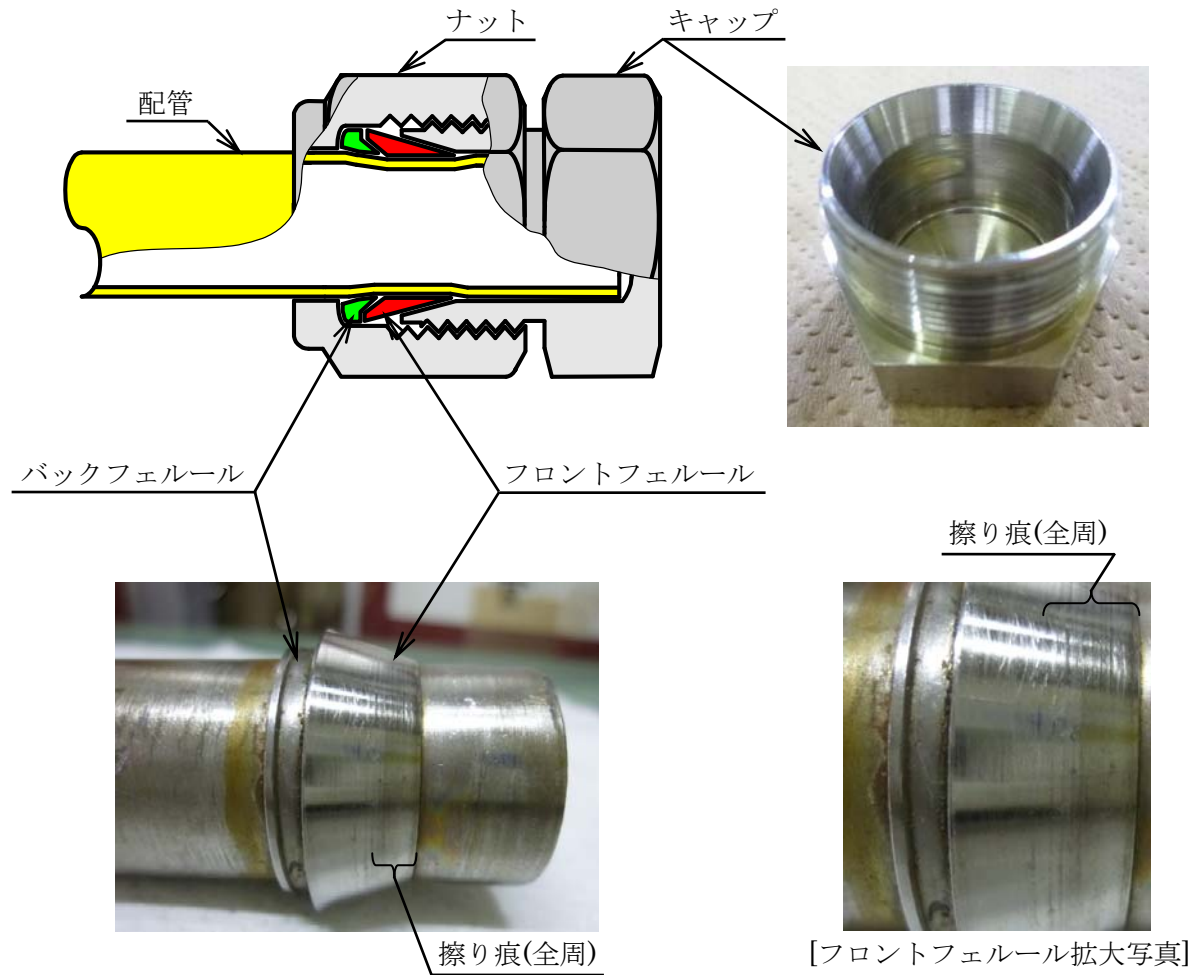


ゴムダイヤフラム(接液側)



弁箱

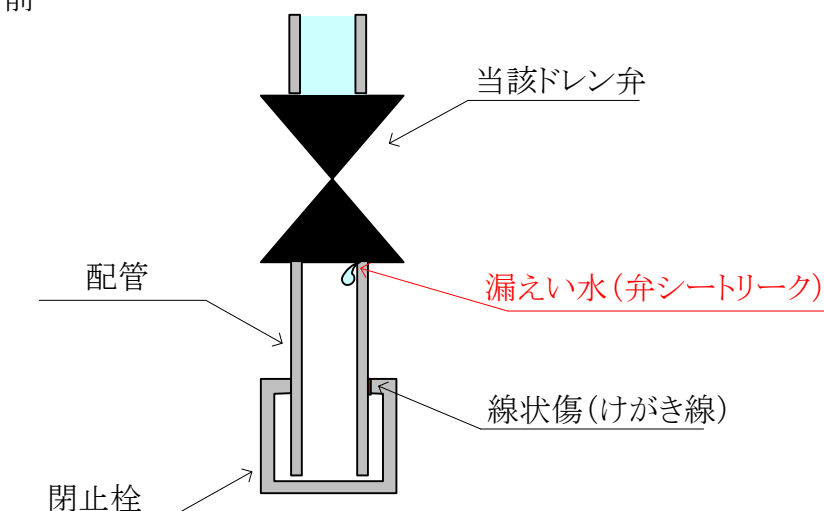
1号機 燃料取替用水タンク水浄化系統 閉止栓点検状況



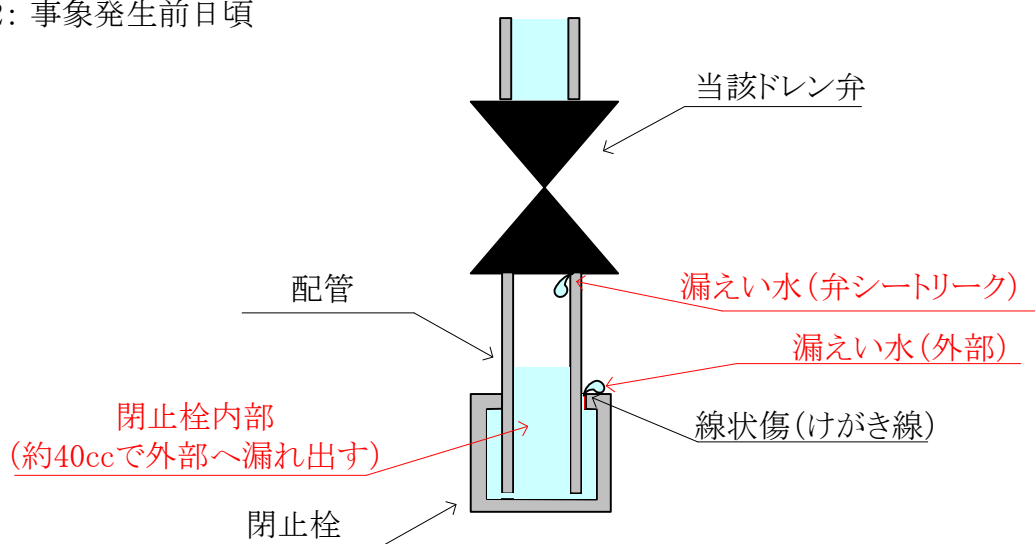
[フロントフェルールおよびバックフェルール取り外し後]

1号機 燃料取替用水タンク水浄化系統ドレン弁 シートリーク発生推定時期 (概略図)

1: 事象発生数日前



2: 事象発生前日頃 (A few days before the incident)



3: 事象発当日(発見時) (On the day of the incident (discovery time))

