

伊方発電所第3号機
セメント固化装置補助蒸気供給配管からの
水漏れについて

令和3年1月
四国電力株式会社

1. 件名

伊方発電所第3号機 セメント固化装置補助蒸気供給配管からの水漏れについて

2. 事象発生の日時

令和2年7月13日 14時20分（確認）

3. 事象発生の設備

3号機 セメント固化装置補助蒸気配管

4. 事象発生時の運転状況

3号機 第15回定期事業者検査中

5. 事象の概要

第15回定期事業者検査中の伊方発電所第3号機原子炉補助建屋（管理区域）において、7月13日10時30分頃、セメント固化装置^{※1}へ補助蒸気を供給している配管の保温材から水が滴下していることを運転員が発見した。その後、当該箇所の調査を実施した結果、同日14時20分に当該配管に微小な穴があることを保修員が確認した。

漏れた水の量は約0.25リットル（推定）であり、放射能は検出されず、全量回収した。

その後、当該配管を取替え、補助蒸気を通気後、漏えいがないことを確認し、7月28日10時20分、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。

※1 セメント固化装置

機器点検時の排水や洗濯排水等、管理区域内で発生した液体廃棄物を濃縮したものをセメントと混合し、ドラム缶に詰めて固化する装置

（添付資料－1）

6. 事象の時系列

7月13日

10時30分頃

運転員が、巡視点検中に補助蒸気配管の保温部から水が滴下（3秒／滴程度）していることを確認

11時17分

当該配管の保温材を外して外観確認をするため、補助蒸気配管の隔離実施

11時40分

保修員による配管の外観確認開始

14時10分

漏れ箇所が特定できなかつたため、再度、補助蒸

14時20分	気を通気して漏えい箇所の確認開始 補助蒸気配管に微小な穴があることを保修員が確認し、隔離して漏えい停止
7月22日～27日	当該配管の取替を実施
7月28日	
10時20分	当該配管に補助蒸気を通気して漏えいがないことを確認した後、通常状態に復旧

7. 調査結果

(1) 漏えいが確認された箇所の詳細調査

a. 外表面調査

微小な穴が確認された箇所の配管（曲げ管）について、外表面の目視観察を行った結果、微小な穴以外には、腐食、傷等の異常は認められなかった。

（添付資料－2）

b. 内表面・断面調査

曲げ管および上流・下流の直管を長手方向に切断し、内表面・断面の目視観察を行った結果、曲げ管およびその近傍の下流直管では、腹側・背側ともに減肉し、特に曲げ管（背側）が減肉しており、表面は滑らかで光沢を有していた（以下、「滑面箇所」という。）。
また、曲げ管（背側）の上流側の滑面箇所には、小さな凹凸も認められた。

上流直管および下流直管の滑面箇所以外の表面は酸化被膜^{※2}に覆われており、ほぼ減肉は認められなかった。

※2 酸化被膜

金属が酸素と化合することにより、金属表面に生成される電位的に安定な保護被膜

（添付資料－3）

(2) 設置状況の調査

当該配管は、温度に応じて同ラインに設置される制御弁の絞りにより補助蒸気量を調整し、弁下流の曲げ管部を經由してセメント固化装置（オフガス加熱管^{※3}）に補助蒸気を供給している。設備点検等に伴う隔離時を除き、常時、補助蒸気が通気されている。

※3 オフガス加熱管

セメント固化装置内の液体廃棄物から発生するガス（オフガス）を補助蒸気の熱により加熱し、温度上昇させ湿度を下げることで、下流に設置されるフィルタでの結露を防止している。

(3) 保守状況の調査

当該配管は、付属設備に補助蒸気を供給する配管であるため、日常巡視点検

において健全性を確認している。不具合またはその兆候が確認された場合に点検・修繕を実施することとしており、3号機運開（平成6年）以降、配管取替の実績はなかった。

8. 推定原因

当該ラインでは制御弁を通過する際に補助蒸気が絞られ、弁下流で圧力、温度が低下することにより凝縮水が発生し、配管内表面には液膜が形成される。

曲げ管では、配管の曲がりの影響により、補助蒸気の流れが乱れることで配管内表面の液膜に乱れが生じ、配管内表面の酸化被膜の溶解が促進される。

このため、腹側・背側ともに減肉が進行し、補助蒸気のあたる背側において、特に減肉が進行したことから、貫通に至ったと推定される。

（添付資料－4）

9. 対策

- （1）当該配管について、耐食性に優れたステンレス製配管に取替を実施した。
- （2）類似箇所である、付属設備の補助蒸気配管における制御弁下流の配管曲がり部について、ステンレス製配管への取替を実施する。

以 上

添 付 資 料

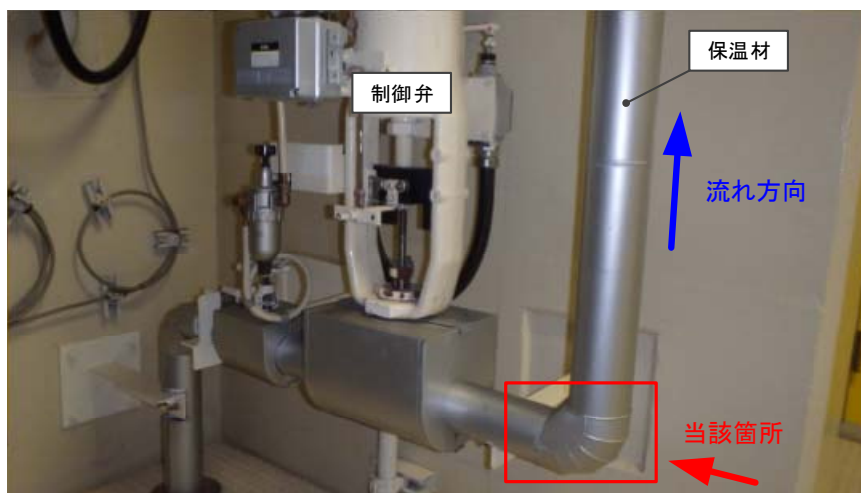
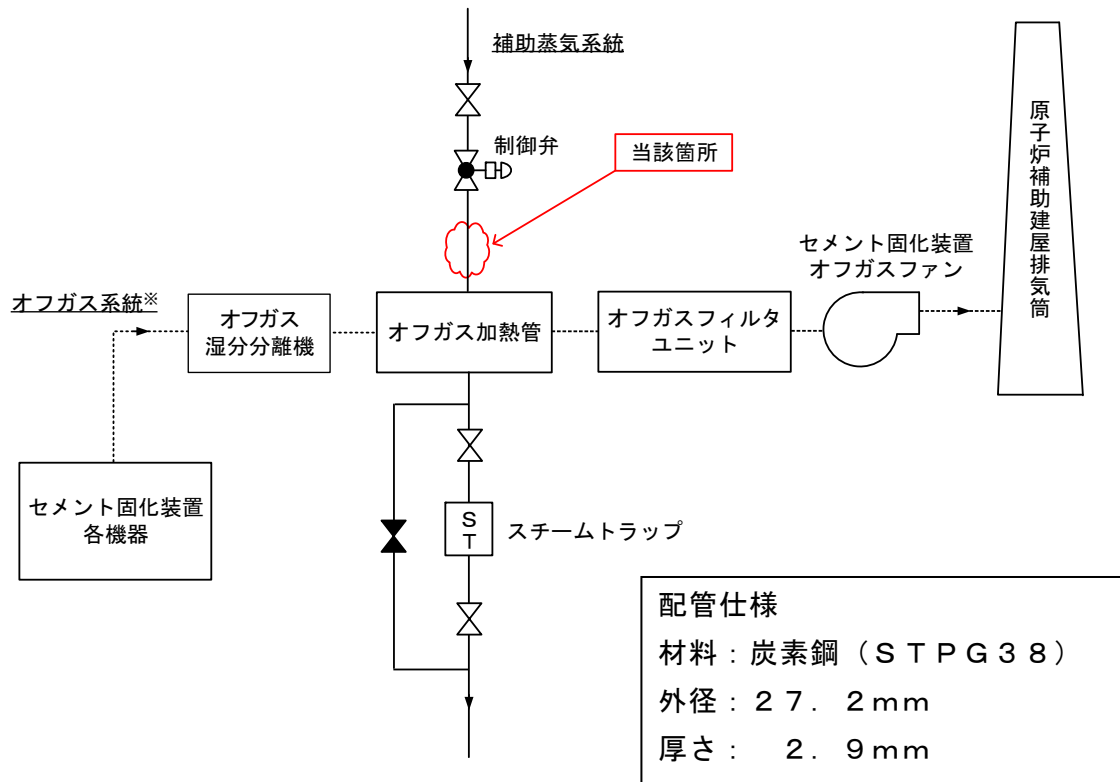
添付資料－ 1 伊方発電所 3 号機 セメント固化装置補助蒸気系統概略図

添付資料－ 2 外表面調査結果

添付資料－ 3 内表面・断面調査結果

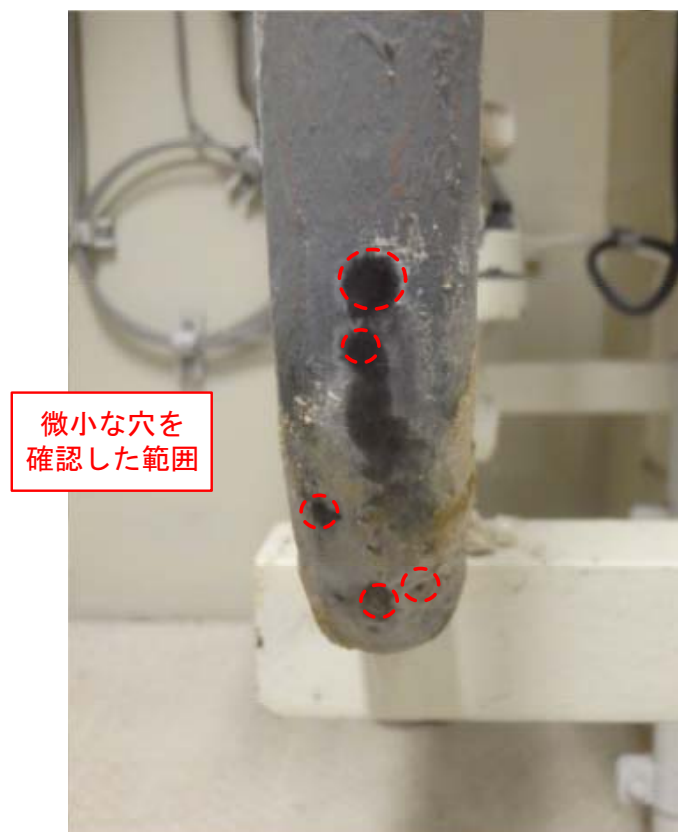
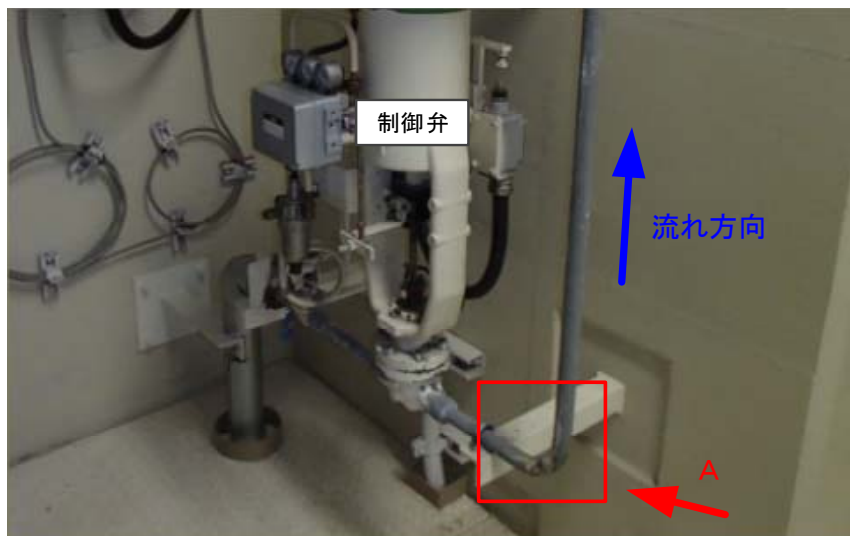
添付資料－ 4 漏えいまでの推定メカニズム

伊方発電所 3号機 セメント固化装置補助蒸気系統概略図



※：セメント固化装置内の液体廃棄物から発生するガス（オフガス）を排出する系統

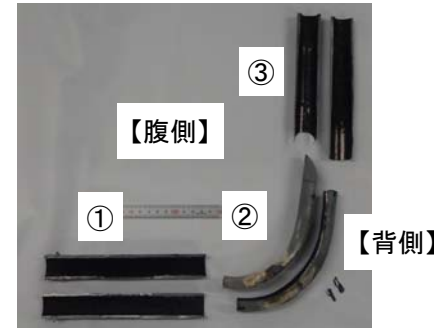
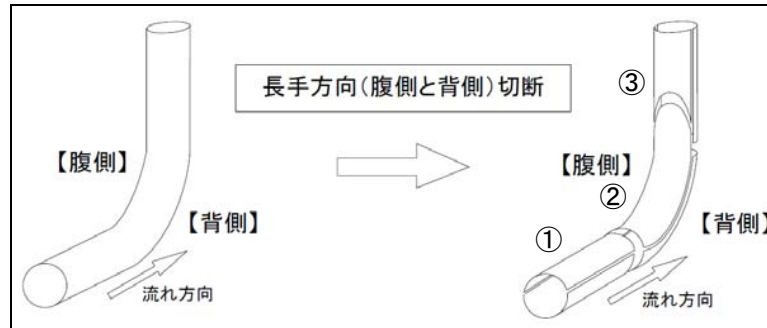
外表面調査結果



A矢視

微小な穴以外に、外表面に腐食、傷等の異常は認められなかった。
※表面に付着している白いものは保温材である。

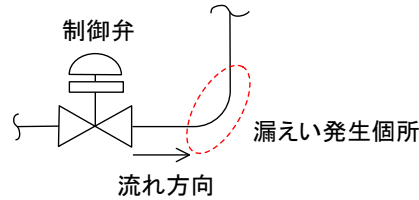
内表面・断面調査結果



	①上流直管	②曲げ管	③下流直管
腹側	<p>酸化被膜</p>	<p>滑面箇所</p>	<p>滑面箇所 酸化被膜</p>
背側	<p>酸化被膜</p>	<p>滑面箇所 表面に小さな凹凸あり ※</p>	<p>滑面箇所 (約 130mm) 酸化被膜</p>

- ・ 曲げ管およびその近傍の下流直管では、腹側・背側ともに減肉し、特に曲げ管（背側）が減肉しており、表面は滑らかで光沢を有していた（滑面箇所）。また、曲げ管（背側）の上流側の滑面箇所には、小さな凹凸も認められた。
- ・ 滑面箇所以外の配管内表面は酸化被膜で覆われており、ほぼ減肉は認められない。
- ※ 曲げ管（背側）は特に減肉していたため、配管切断時に一部割れが生じた。

漏えいまでの推定メカニズム



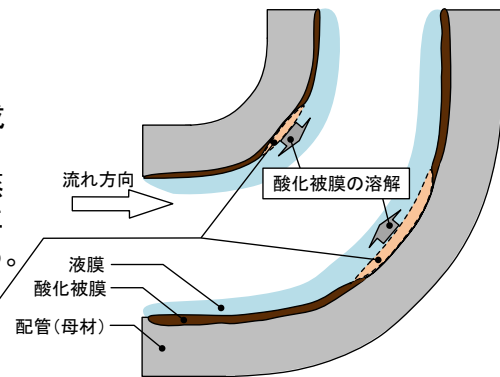
(1) 酸化被膜の溶解による減肉

a. 酸化被膜の溶解

制御弁を通過する際に補助蒸気が絞られ、弁下流で圧力・温度が低下することにより、凝縮水が発生し、配管内表面には液膜が形成される。

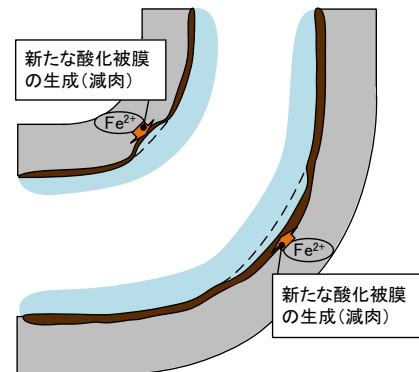
曲げ管では、曲がりの影響により、補助蒸気の流れが乱れることで配管内表面の液膜に乱れが生じて、酸化被膜の溶解が促進される。

液膜の流れに乱れが生じ、酸化被膜の溶解が促進される



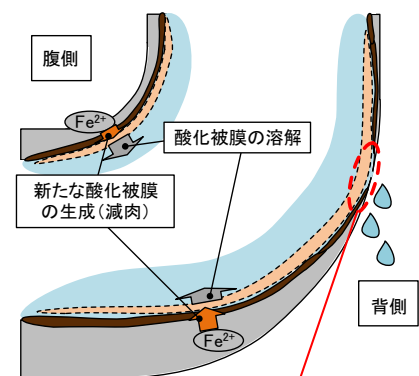
b. 酸化被膜の生成

保護被膜である酸化被膜が溶解し、配管(母材)より鉄イオンが溶出し、配管内表面には新たな酸化被膜が生成される(減肉)。



(2) 酸化被膜の溶解・生成の繰り返しによる減肉

曲げ管(背側・腹側)において、上記(1) a.、b.のプロセスを繰り返すことにより、配管(母材)から鉄イオンの溶出(減肉)が進行する。



補助蒸気があたる曲げ管(背側)では、特に液膜の流れの乱れが大きく、酸化被膜の溶解・生成が進行することにより、貫通に至った