

原子力発第04094号
平成16年7月9日

愛媛県知事
加戸守行 殿

四国電力株式会社
取締役社長 大西 淳

伊方発電所第1, 2号機洗浄排水蒸発装置移送配管からの漏えい他
5件に係る報告書の提出について

平成16年5月1日に発生しました伊方発電所第1, 2号機洗浄排水蒸発装置移送配管からの漏えい他3件、また、平成15年に発生しました伊方発電所第2号機低圧タービンランド蒸気圧力計の検出配管継ぎ手部からの漏えい他1件につきまして、その後の調査結果がまとまりましたので、安全協定第10条第4項及び第11条第2項に基づき、別添のとおり報告いたします。

今後とも伊方発電所の安全・安定運転に取り組んでまいりますので、ご指導賜りますようお願い申し上げます。

以 上

伊方発電所第 1 , 2 号機

洗浄排水蒸発装置移送配管からの漏えいについて

平成 1 6 年 7 月
四国電力株式会社

1. 件名

伊方発電所第1, 2号機 洗浄排水蒸発装置移送配管からの漏えいについて

2. 事象発生の日時

平成16年5月1日 14時30分頃(発見)

3. 事象発生の設備

洗浄排水蒸発装置移送配管

4. 事象発生時の運転状況

第17回定期検査中(平成16年4月21日より)

5. 事象の概要

伊方発電所第2号機は、第17回定期検査中のところ、平成16年5月1日14時30分頃、伊方1, 2号機共用の洗浄排水蒸発装置からドラミングバッチタンク2Aへの移送配管の一部で水がわずかににじみ出ていることを保修員が発見した。

調査の結果、漏えい量は約1滴/10分程度であり、傷は目視では確認できないことから、極めて微細なものであると推定された。

このため、当該配管を隔離した後、充てん材による応急補修を実施した。その後5月7日、当該箇所の配管を取り替えた。

なお、本事象によるプラントの運転への影響及び周辺環境への放射能の影響はなかった。

(添付資料 - 1)

6. 事象の時系列

5月1日

14時30分頃 洗浄排水蒸発装置からドラミングバッチタンク2Aへの移送配管の一部において配管ににじみのあることを発見

16時00分～ 応急補修実施

21時30分

22時30分 応急補修部に漏えいのないことを確認

5月6日～7日 当該箇所を切断し新しい配管に取替実施

5月7日～6月14日 当該配管及び類似箇所の点検及び補修実施

7. 調査結果

当該配管について以下の調査を行った。

(1) 当該漏えい部の詳細調査

a. 外観目視観察

当該漏えい部は配管の曲がり部であり、外観目視点検を実施した結果、配管外面に異常は認められなかった。内面は配管底部から約1/3の高さの範囲まで茶色のスケール状の付着物や錆が認められ、漏えい箇所付近には周方向にすじ状の錆が認められた。また、配管上部にも一部褐色の錆が認められた。

(添付資料 - 2)

b. 液体浸透探傷検査

配管外面は、ひびが貫通していると思われる部位に幾つかの点状指示(最大は直径約0.2mm)が周方向に直線状に並んで認められた。配管内面は、配管外面の点状指示が認められた部位と相対する内面の部位に約30mmの線状指示が認められ、その近傍にも線状指示や点状指示が認められた。

(添付資料 - 3)

c. 破面等調査

- ・断面ミクロ観察の結果、内表面には腐食によると思われる窪みと孔食が生じており、そこから外表面まで塩化物応力腐食割れの特徴である枝分かれた粒内割れが認められ、内表面で発生し外側へ進展したものと推定された。
- ・ひびの破面観察の結果、破面は濃い褐色であった。
- ・走査型電子顕微鏡(SEM)による観察の結果、破面の外表面側で羽毛状破面が認められた。
- ・ひび部の電子線マイクロアナライザ(EPMA)による破面分析の結果、割れ先端部にごく微量の塩素が認められた。塩素が微量しか認められなかったのは、ひびが貫通したために塩素が外面に流出したものと推定された。

(添付資料 - 4, 5)

(2) その他の部位の調査

a. 通常使用しない移送配管(当該配管)

- ・配管曲がり部の2カ所に漏えい跡が認められた。
- ・漏えい跡が認められた上記2箇所の配管を切り出し、内外面の外観目視点検及び液体浸透探傷検査を実施した結果、内面に錆が認められるとともに周方向に複数の線状指示が認められ、(1)の当該漏えい部とほぼ同様な状況であった。

(添付資料 - 1, 6)

b . 通常使用する移送配管

原因調査のため、当該配管が接続され通常流れのある、洗浄排水蒸発装置からドラミングバッチタンク 2 B への移送配管の調査を実施した結果、

- ・ 外観目視点検では、漏えいや漏えい跡は認められなかった。
- ・ 不純物が滞留しやすい部位や曲げ部の放射線透過検査では堆積物は認められなかった。通常使用する移送配管は流れがあるため不純物が堆積しなかったものと考えられる。
- ・ 曲げ部の超音波探傷検査においては、有意な指示は認められなかった。

(3) 運転保守状況調査

- ・ 当該配管は、洗浄排水蒸発装置からドラミングバッチタンク 2 A へ濃縮廃液を移送する目的で設置されているが、建設時の試運転以降移送実績はなく、洗浄排水蒸発装置の濃縮液（塩素濃縮限度 3 5 0 ppm）が長期間滞留していた状態であった。ただし、本事象発生時は、定検準備作業として純水を水張りしていた。
- ・ 洗浄排水蒸発装置は管理区域内で使用した作業服を洗濯した水を蒸発処理することから、濃縮液中には保温材の粉や汚れ、汗の成分である塩分などの不純物が含まれており、これらの不純物が当該配管の底部に沈殿し付着したのと考えられた。
- ・ 当該配管は弁点検の度に水抜き・水張りを実施していることから、水抜き時に配管内に入った空気が水張り後の濃縮液中に溶け、流れがないことより酸素が溶存したままとなっているものと考えられた。

8 . 推定原因

当該部は、不純物、酸素及び塩素を内包する配管で流れがないことにより、不純物が配管底部に堆積して内表面に隙間腐食^{* 1}が発生し、さらにヒートトレースにより配管が 6 0 ~ 8 5 に加温された状態で、隙間腐食部に濃縮液中の塩化物イオンが浸入して塩化物応力腐食割れが発生し、貫通に至ったものと推定される。

(添付資料 - 7)

* 1 : 隙間腐食

金属間又は金属と他の材料との間に隙間が存在する場合、隙間の内外において電気化学的な腐食が生じる現象。

9. 類似箇所の調査

推定原因より、当該配管のように不純物、酸素及び塩素を内包する配管で流れがない配管について調査した結果、以下の配管が抽出された。

- ・ 洗浄排水蒸発装置水位計及びドレン配管
- ・ ドラミングバッチタンク B から洗浄排水蒸発装置への戻り配管

上記の配管について外観目視点検を実施した結果、漏えいや漏えい跡はなかった。また、超音波探傷検査においても有意な指示は認められなかった。

(添付資料 - 8)

10. 対 策

- (1) 当該漏えい部及びその後の調査で漏えい跡の認められた箇所については配管の取替を実施した。
- (2) 当該配管はこれまで使用実績がなく使用する予定もないことから、今後撤去する。なお、それまでの間は当該配管の両端の弁（下流側の弁は新設）を閉止して隔離（水抜き）し、使用しない運用とする。
- (3) 類似箇所の配管については、今後、今回と同様な事象が発生しないように、不純物の堆積や塩化物応力腐食割れを防ぐ観点から、使用しない時は純水による水張りを行い、更に、加温していたヒートトレースについては撤去する。

以 上

添 付 資 料

添付資料 - 1 伊方 1 , 2 号機 液体廃棄物処理系統概略図

添付資料 - 2 外観目視点検結果

添付資料 - 3 液体浸透探傷検査結果

添付資料 - 4 断面ミクロ観察結果

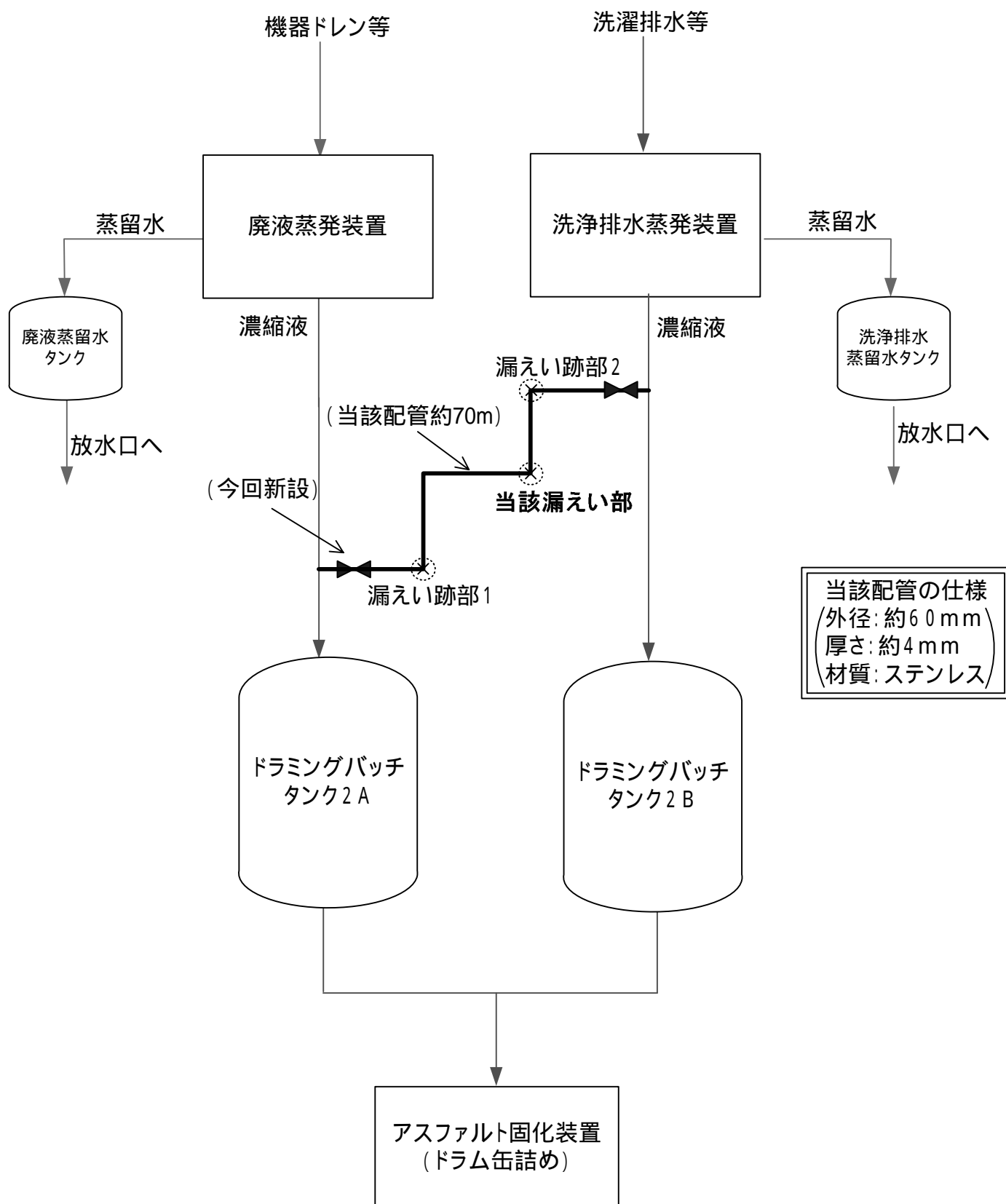
添付資料 - 5 破面分析結果 (E P M A)

添付資料 - 6 液体浸透探傷検査結果 (漏えい跡部)

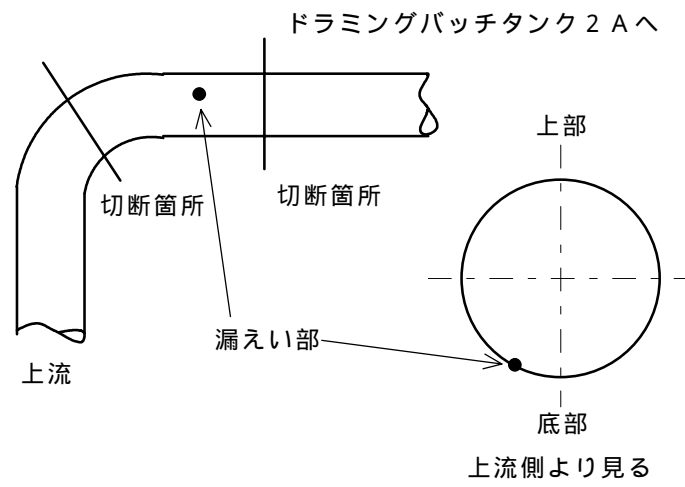
添付資料 - 7 漏えいまでのメカニズム

添付資料 - 8 伊方 1 , 2 号機 液体廃棄物処理系統概略図 (類似箇所)

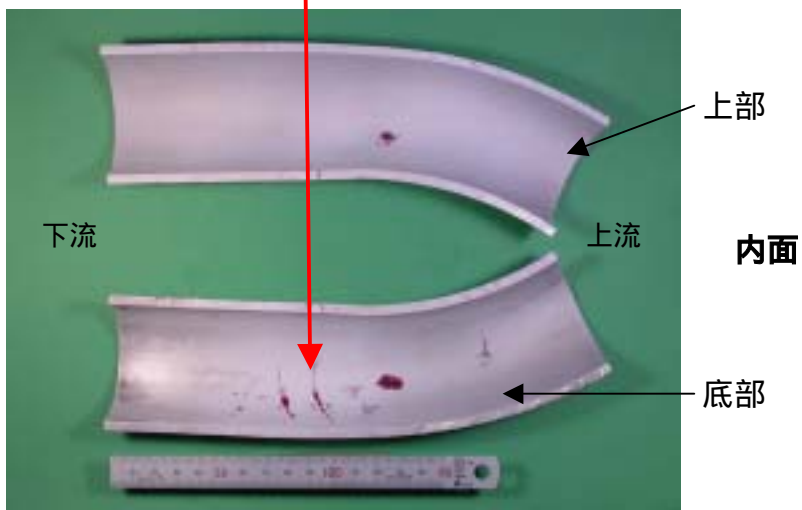
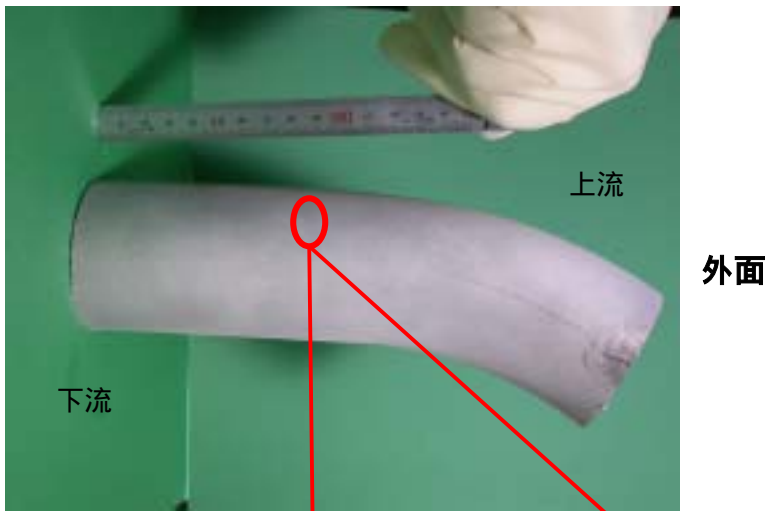
伊方1, 2号機 液体廃棄物処理系統概略図



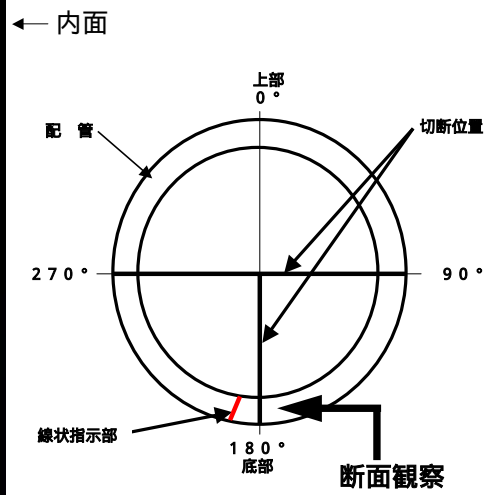
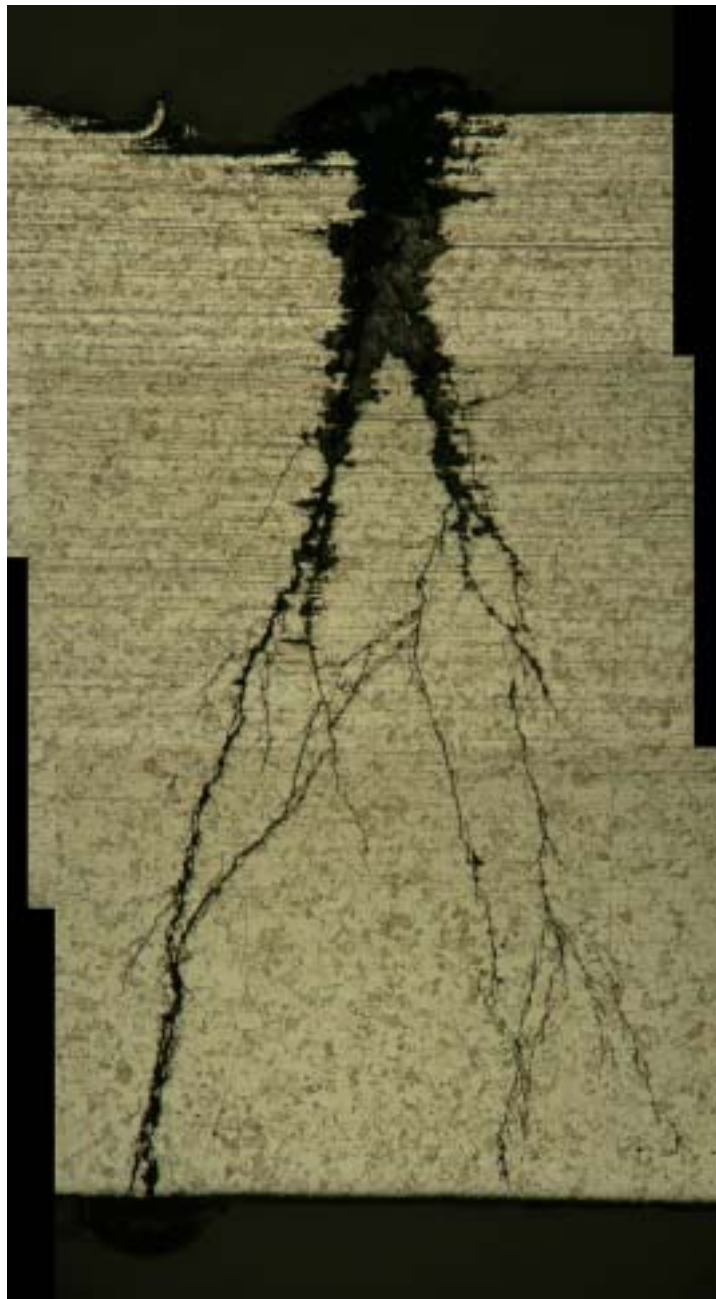
外観目視点検結果



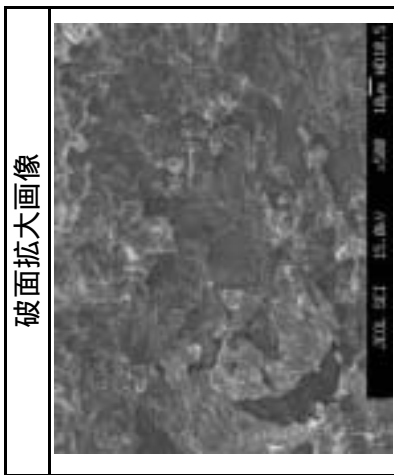
液体浸透探傷検査結果



断面マイクロ観察結果



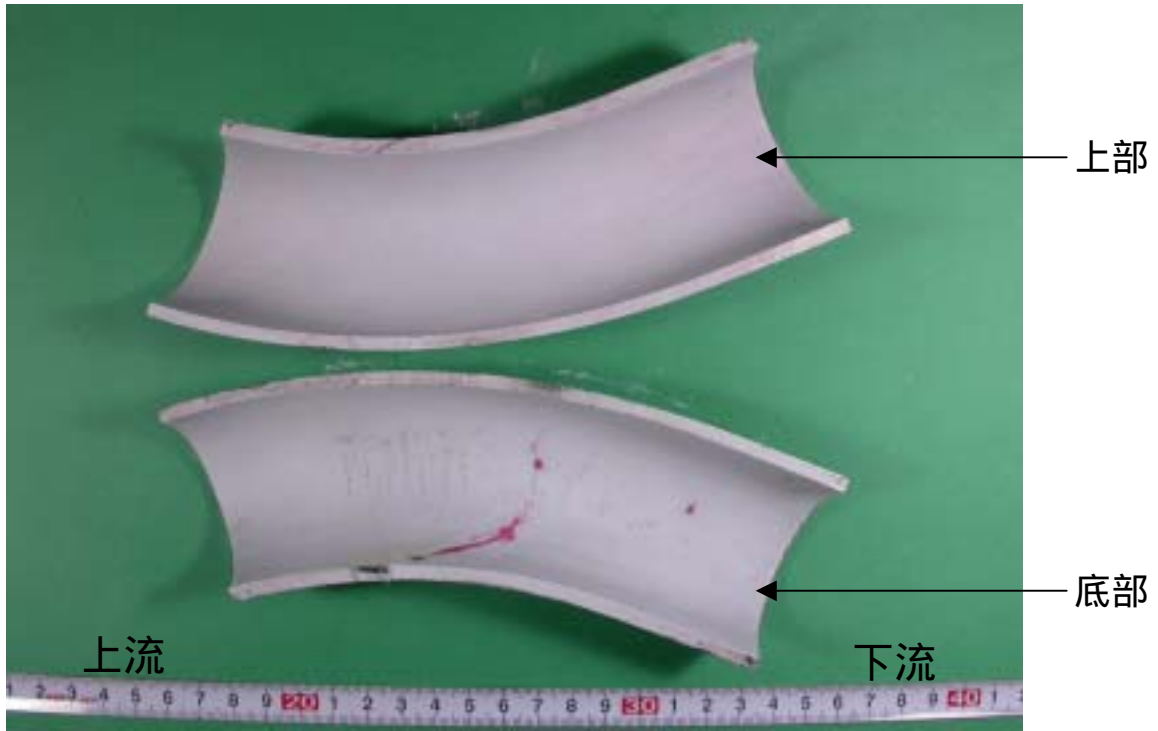
破面分析結果(EPMA)



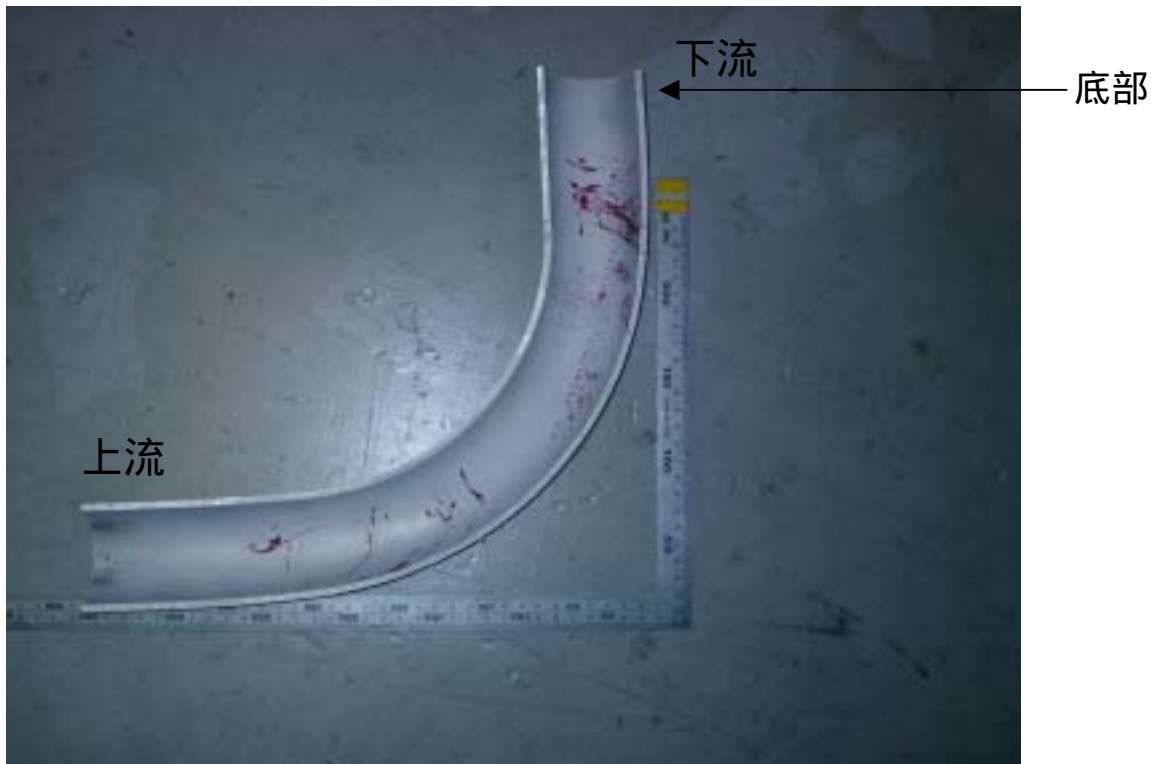
Fe	Cr	Ni	Cl	Mg
C	O	Si	Mn	Ca
C0	Zn	P		

液体浸透探傷検査結果(漏えい跡部)

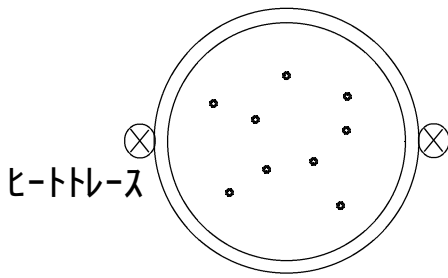
(漏えい跡部1)



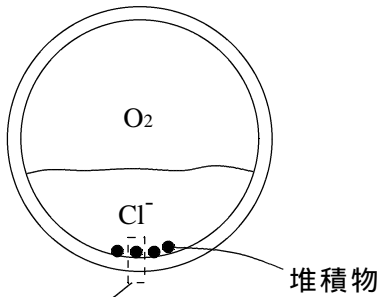
(漏えい跡部2)



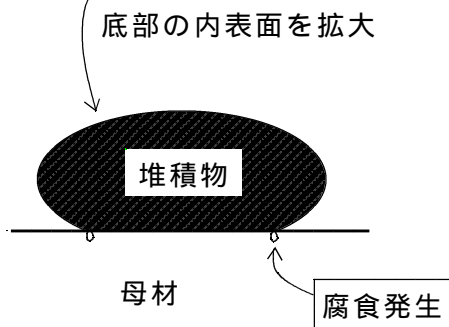
漏えいまでのメカニズム



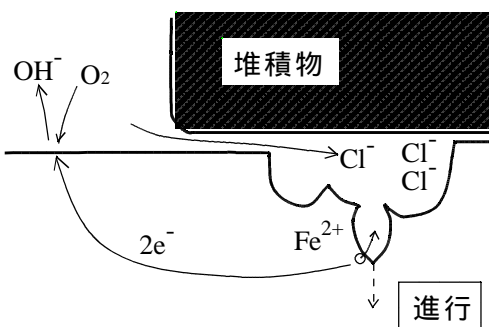
- (1) 洗濯排水には、汗(NaCl)、微小スラッジ(保温材)不純物(塗料など)が含まれる。
又、ヒートトレースにより加温されている。



- (2) ・通常流れがなく、配管底部に濃縮液が滞留する。
・弁点検時に開放され、空気(O₂)が流入する。
・微小スラッジ等が管底に推積する。



- (3) 配管底部の堆積物と母材とのすきまにおいて、すきま腐食が発生。



- (4) すきまへCl⁻が流入し、すきま環境で塩化物イオンが濃縮して、pHが低下し、腐食が深さ方向に進行する。また、あばた状に広がる。



- (5) 配管曲がり部では引張残留応力が存在しており、塩化物応力腐食割れにより進展、貫通、漏えいに至ったものと推測される。

伊方1, 2号機 液体廃棄物処理系統概略図(類似箇所)

