

伊方発電所第 3 号機
総合排水処理装置の配管からの
塩酸の漏えいについて

令和 3 年 1 1 月
四国電力株式会社

1. 件 名

伊方発電所第3号機 総合排水処理装置の配管からの塩酸の漏えいについて

2. 事象発生の日時

令和3年7月18日 1時38分

3. 事象発生の設備

伊方発電所第3号機 総合排水処理装置 塩酸注入配管

4. 事象発生時の運転状況

伊方発電所第1号機 廃止措置中

伊方発電所第2号機 廃止措置中

伊方発電所第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3号機において、7月18日0時51分、総合排水処理装置^{※1}建屋（管理区域外）内に、塩酸ガスが発生したことを示す警報が発信した。このため運転員が現場を確認したところ、同日1時38分、塩酸注入ポンプ出口フランジ付近から塩酸が漏えいしていることを確認した。その後、塩酸貯槽の出口ラインの弁を閉止することにより、同日5時40分、保修員が漏えいの停止を確認した。

塩酸の漏えいは約30リットルで、発電所外部への流出はなかった。漏えいした塩酸は回収し、総合排水処理装置にて処理した。

その後、調査の結果、漏えいが生じた配管に貫通孔を確認したため、当該配管を新品に取替え、通水状態で取替箇所から漏えいがないことを確認した。

また、本事象によるプラントへの影響および周辺環境への放射線の影響はなかった。

※1 総合排水処理装置

発電所の管理区域外（タービン建屋、事務所等）から排出される一般排水を浄化する装置

(添付資料－1)

6. 事象の時系列

7月18日

- 0時51分 3号機中央制御室にて塩酸ガスの検知を示す信号が発信
- 1時38分 運転員が現場を確認し、塩酸の漏えいを確認
- 1時47分 運転員が塩酸貯槽出口ラインの弁を閉止
- 3時47分 発電所外部への流出がない事を確認
- 5時27分 漏えいした塩酸の回収作業開始
- 5時40分 保修員が漏えい停止を確認
- 6時21分 漏えいした塩酸の回収作業終了

7月19日 漏えい箇所の特定

8月 5日 当該配管の取替え実施

9月 7日

- 10時43分 通水状態で取替箇所からの漏えいのないことを確認

7. 調査結果

当該配管からの漏えいの原因について、以下の調査を実施した。

(1) 漏えい箇所の調査

a. 外観調査

当該配管（ポリエチレンライニング付きの配管用炭素鋼鋼管^{※2}）の外面を目視にて調査した結果、流れ方向下流側の配管に約1mm（幅）×15mm（長さ）の貫通孔が1箇所確認された。貫通孔近傍の外面に傷、腐食等が確認されなかったことから、外面からの損傷ではなく内面からの損傷により貫通孔が生じた可能性がある。

また、流れ方向下流側の配管接続部において、配管内面に施工されたライニング皮膜の裂けが1箇所確認され、裂け箇所近傍においてライニング皮膜は鋼管から剥離し膨らんだ状態となっていた。これより、配管端部のライニング皮膜が裂けることで穴が開き、内部流体である塩酸が侵入した可能性がある。

当該箇所以外には貫通孔や裂け等の異常は確認されなかった。

※2 ポリエチレンライニング付きの配管用炭素鋼鋼管

塩酸は金属腐食性が高いため、内部流体と接触する鋼管表面に耐腐食性の高いポリエチレン粉体を融着させ鋼管を保護している。

（添付資料－2）

b. ライニング皮膜の密着状態調査

ライニング皮膜の密着状態を調査した結果、外観調査で確認された皮膜の膨れが確認された箇所近傍において、約 50mm の範囲で皮膜の剥離が発生していた。

(添付資料－ 3)

c. ライニング皮膜厚さ測定

ライニング皮膜の厚さ測定を実施した結果、規格値^{※3}を満たしており、皮膜厚さに異常はなかった。(流れ方向下流側の膨れが確認された箇所近傍を除く)

※3 日本水道協会規格

(添付資料－ 4)

d. ライニング皮膜はぎ取り後の観察

当該配管を切断した後、ライニング皮膜をはぎ取り、ライニング皮膜と鋼管の密着面を観察した。ライニング皮膜をはぎ取った後の鋼管は、貫通孔近傍に塩酸が原因と推定される内面腐食が確認された。それ以外の箇所では、腐食による減肉等の異常は確認されなかった。ライニング皮膜の鋼管と密着していた面は、貫通孔以外の箇所では、裂け等の損傷は確認されなかった。

また、ライニング皮膜の内部流体と接していた面についても、貫通孔以外の箇所では、裂け等の損傷は確認されなかった。

(添付資料－ 5)

(2) 工事記録の確認

建設時の工事記録を確認したところ、配管施工時の異常を示す記録は確認されなかった。

(3) 保守状況の調査

当該配管は2年に1回、腐食・損傷・変形の有無について外観目視点検を実施しており、至近の点検は2021年7月7日に実施し異常はなかった。また、毎日巡視点検を実施しており、至近の巡視点検は7月17日に実施し異常はなかった。

当該配管は、1994年の建設以降、配管取替の実績はなく、約27年間異常はなかった。2019年10月に、配管接続部のガスケット取替え^{※4}を行っており、取替えの際、ガスケットが接する配管接続部の傷や変形の有無について確認し異常はなかったが、ライニング皮膜の微小な膨れの有無には十分に着目していなかった。

※4 ガasket取替え

配管接続部に挟み込んで使用し、接続部の密着性を高めることで内部流体の漏れを防止しており、当該配管のガスケットは10年に1回取替える計画としている。

(4) 運転状況の調査

事象発生時は、塩酸注入ポンプは停止しており、漏えいのあった箇所には注入点までの水頭圧である約0.07MPaの水圧が加わっていた。至近の塩酸注入ポンプの運転は、7月17日であり異常はなかった。

(5) 類似箇所の調査

3号機総合排水処理装置の塩酸注入配管55箇所（今回漏えいした箇所は除く）について、配管を取り外し目視により配管内面ライニングの膨れ等の調査を行ったところ、3箇所においてライニングの若干の膨れが確認された。3箇所以外については、膨れ等の異常はなく、有意な劣化兆候は確認されなかった。

3号機プラント復水脱塩装置の塩酸注入配管について、配管を取り外し目視により配管内面ライニングの膨れ等の調査を行ったところ、3号機総合排水処理装置の配管で見られた膨れ等の異常はなく、有意な劣化兆候は確認されなかった。

1, 2号機純水装置、3号機純水装置および3号機海水淡水化装置の塩酸注入配管について、通液中で配管取り外しができないことから、外観点検を行った結果、腐食・損傷・変形等の異常はなく、塩酸の漏えい跡も確認されなかった。

(添付資料－6)

(6) 損傷メカニズム検討

これまで、配管接続部のライニング皮膜が膨れ、裂けた事例は確認されていないが、今回漏えいがあった配管の裂け箇所近傍において確認された膨れが、3号機総合排水処理装置の類似3箇所においても確認されていたことから、膨れと裂けの関係について検討を行った。

配管接続部は締め付け力により、ガスケットがライニング皮膜を押し付けた状態となっており、通常、ガスケットおよびライニング皮膜は、それぞれ適切に微小な弾性変形をすることにより内部流体が流出しないよう密着性を保っている。ここで、一般的にライニング皮膜を含むゴムは経年使用により硬化し柔軟性が低下することが知られているため、ガスケットがライニング皮膜を押し付ける力により、ライニング皮膜が微小な変形にとどまらず膨れが発生し、膨れの頂部に応力が集中すると、ライニング皮膜の柔軟性の低下と相まって微小な傷が生じて裂けた可能性がある。

(添付資料－7)

8. 推定原因

調査の結果、腐食は内面から生じたものと考えられ、配管接続部の締め付け力によりガスケットがライニング皮膜を押し付け、ライニング皮膜に膨れが発生し、膨れた箇所に応力が集中することでライニング皮膜の柔軟性の低下と相まって微小な傷が生じ、ライニング皮膜が裂け、そこから内部流体である腐食性の高い塩酸が侵入することにより鋼管の腐食が進展し、漏えいに至ったものと推定される。

9. 対 策

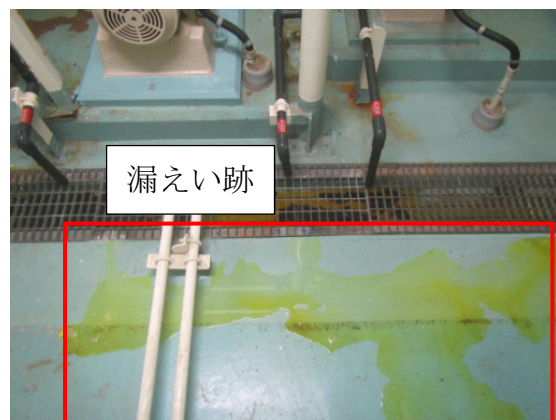
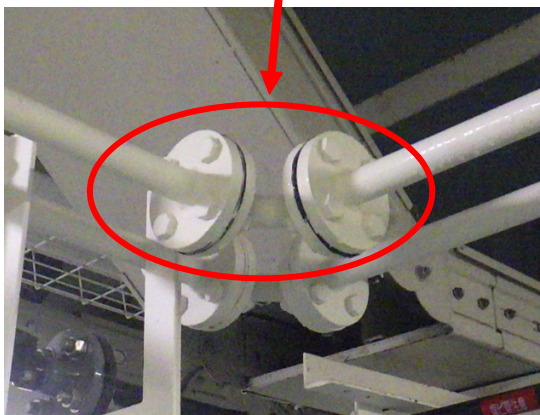
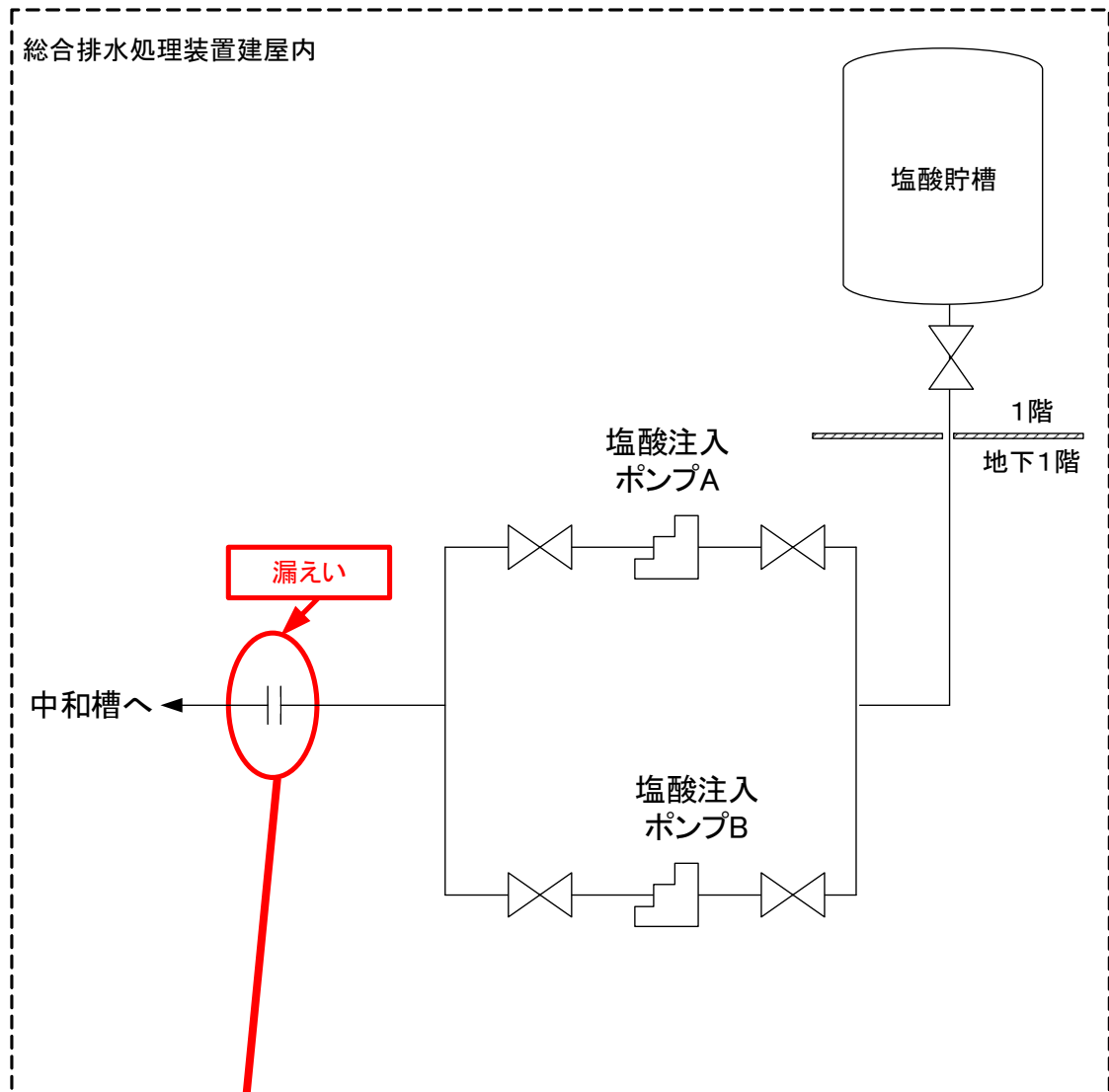
- (1) 漏えいが生じた配管を新品に取替えて復旧した。
- (2) 3号機総合排水処理装置の当該箇所以外の塩酸注入配管について点検を行い、ライニング皮膜に膨れが確認された3箇所について、新品に取替えた。
- (3) 3号機総合排水処理装置の塩酸注入配管のライニング皮膜に膨れが確認されなかった箇所についても、同時期に製作・施工されたものについて、今後膨れが生じる可能性が排除できないことから、念のため新品に取替えを行う。
- (4) 1, 2号機純水装置、3号機純水装置および3号機海水淡水化装置の塩酸注入配管については、今後配管を取り外してライニング皮膜の膨れ等の点検を行い、膨れ等の劣化兆候が確認された場合、取替えを行う。
- (5) 塩酸注入配管（ポリエチレンライニング付きの配管用炭素鋼鋼管）のガスケット取替えを行う際には、配管接続部のポリエチレンライニング皮膜の膨れ等の異常の有無について確認することとし、その旨を作業要領書に反映する。

以 上

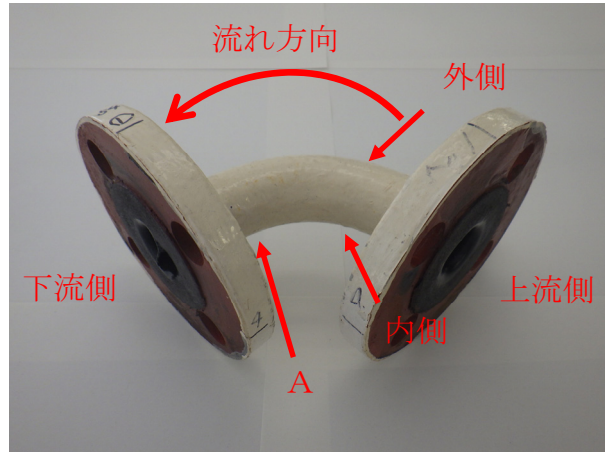
添 付 資 料

- 添付資料－ 1 伊方発電所 3 号機 総合排水処理装置 塩酸注入配管概略
系統図
- 添付資料－ 2 外観調査結果
- 添付資料－ 3 ライニング皮膜の密着状態
- 添付資料－ 4 ライニング皮膜厚さ測定結果
- 添付資料－ 5 ライニング皮膜はぎ取り後の観察
- 添付資料－ 6 類似箇所の調査結果
- 添付資料－ 7 損傷メカニズム検討

伊方発電所 3 号機 総合排水処理装置 塩酸注入配管概略系統図



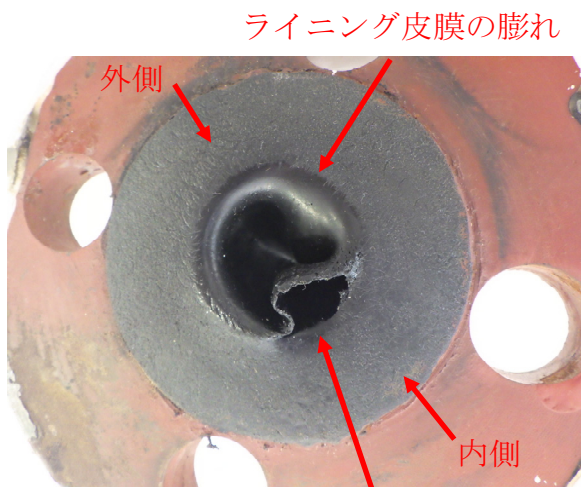
外観調査結果



漏えいした配管



A部

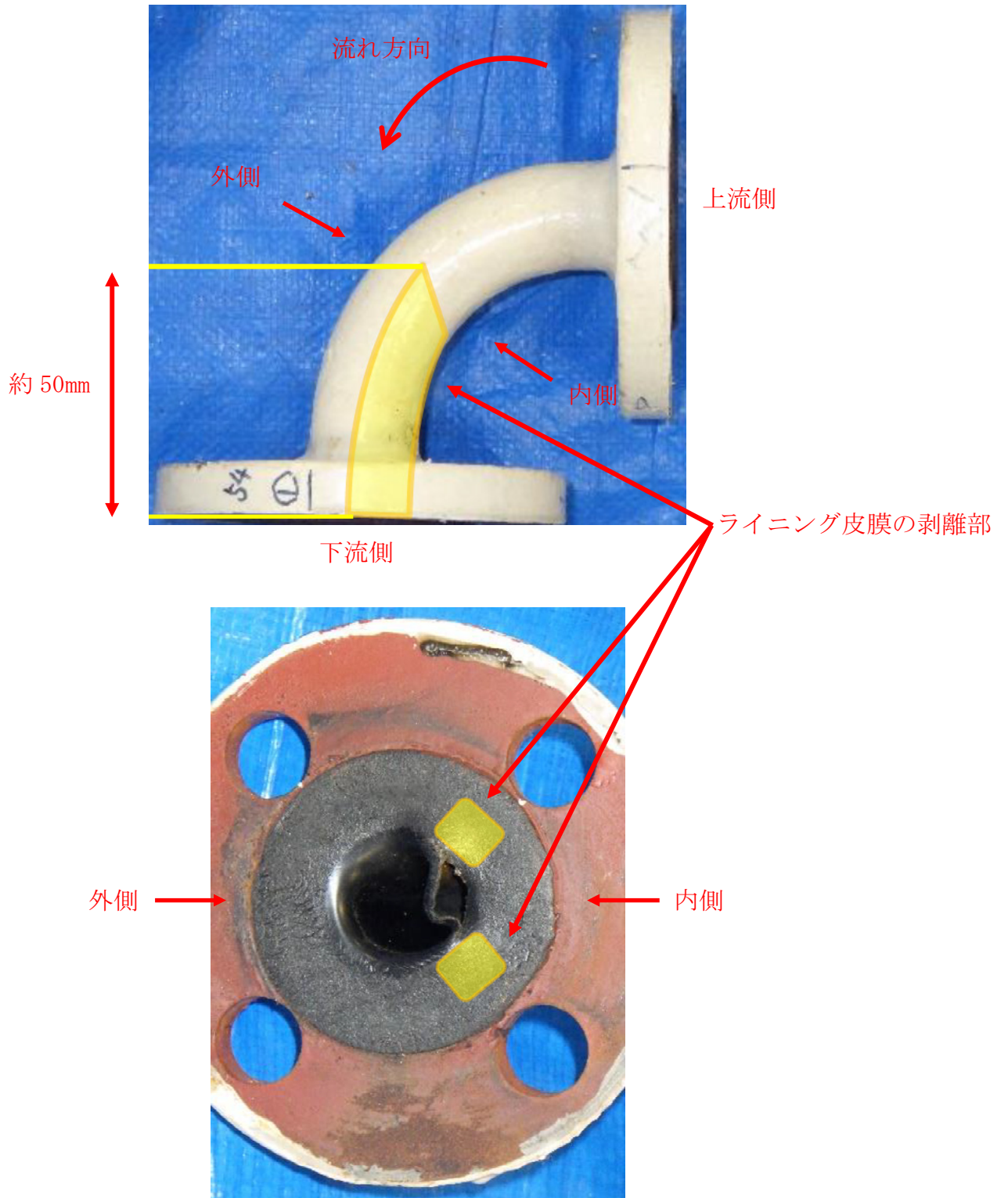


下流側



上流側

ライニング皮膜の密着状態

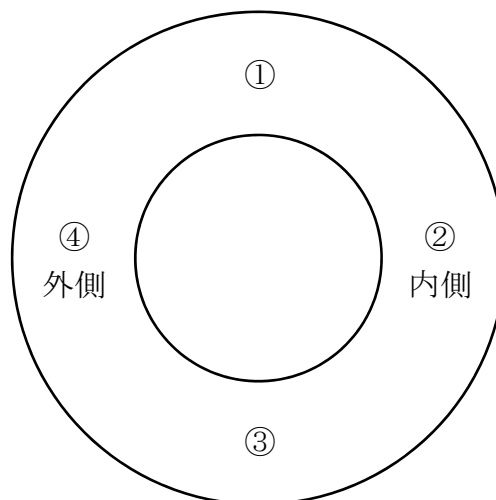


ライニング皮膜厚さ測定結果

測定箇所		測定結果 (mm)				基準値 (mm)
		①	②	③	④	WSP039※ ²
上流側	シール面	1.7	1.65	1.6	1.65	0.5 以上
	管内面 (管端より 20mm の地点)	1.5	1.3	1.7	2.1	
下流側	シール面	1.6	1.7	1.3	1.4	
	管内面	※ 1				

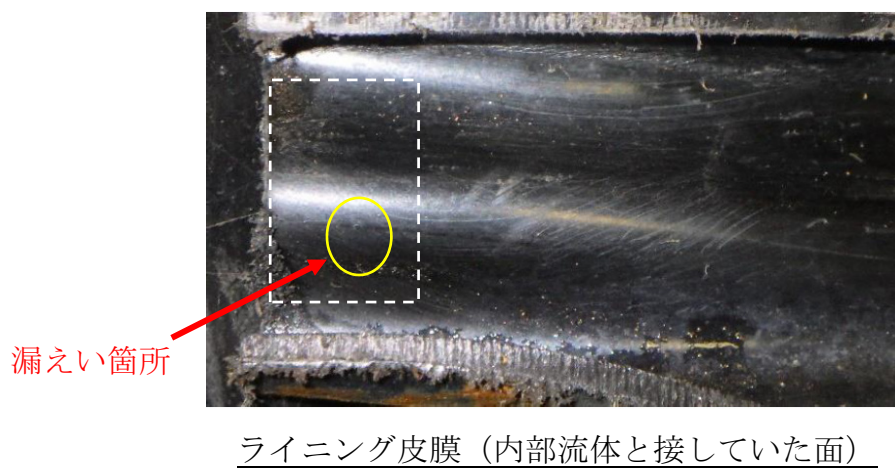
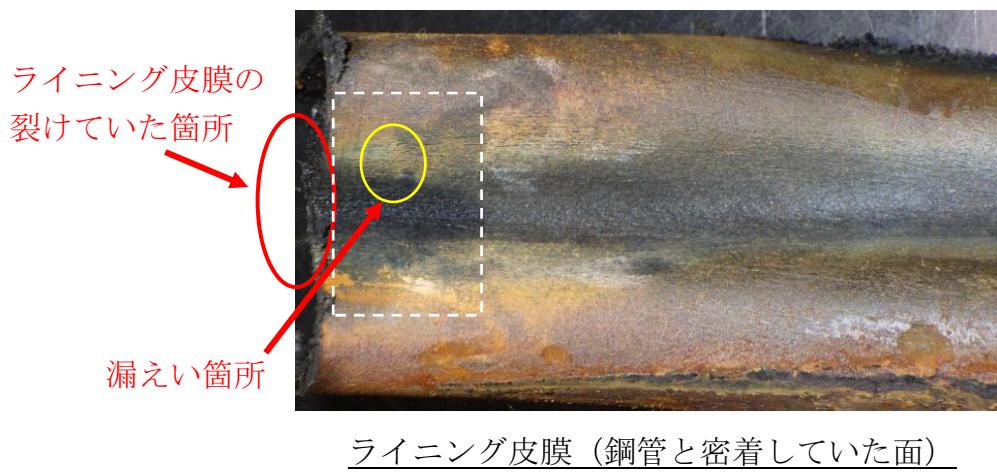
※ 1 : 皮膜の剥離のため、測定不可

※ 2 : 日本水道協会規格

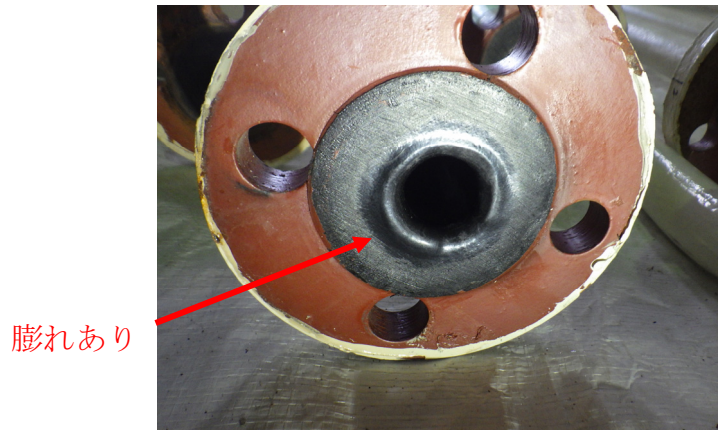


測定箇所図

ライニング皮膜はぎ取り後の観察

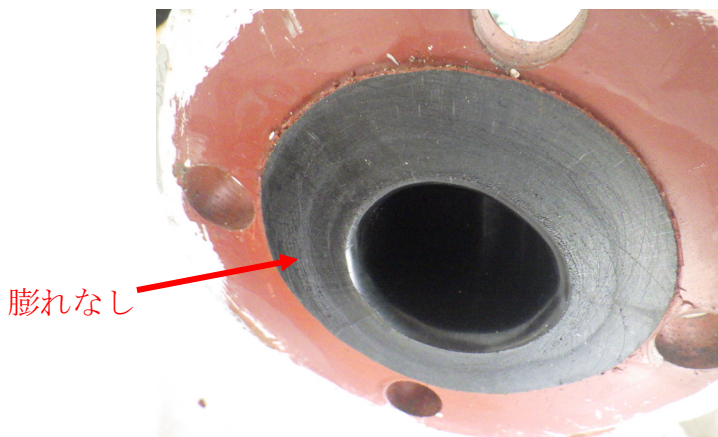


類似箇所の調査結果



膨れあり

3号機総合排水処理装置



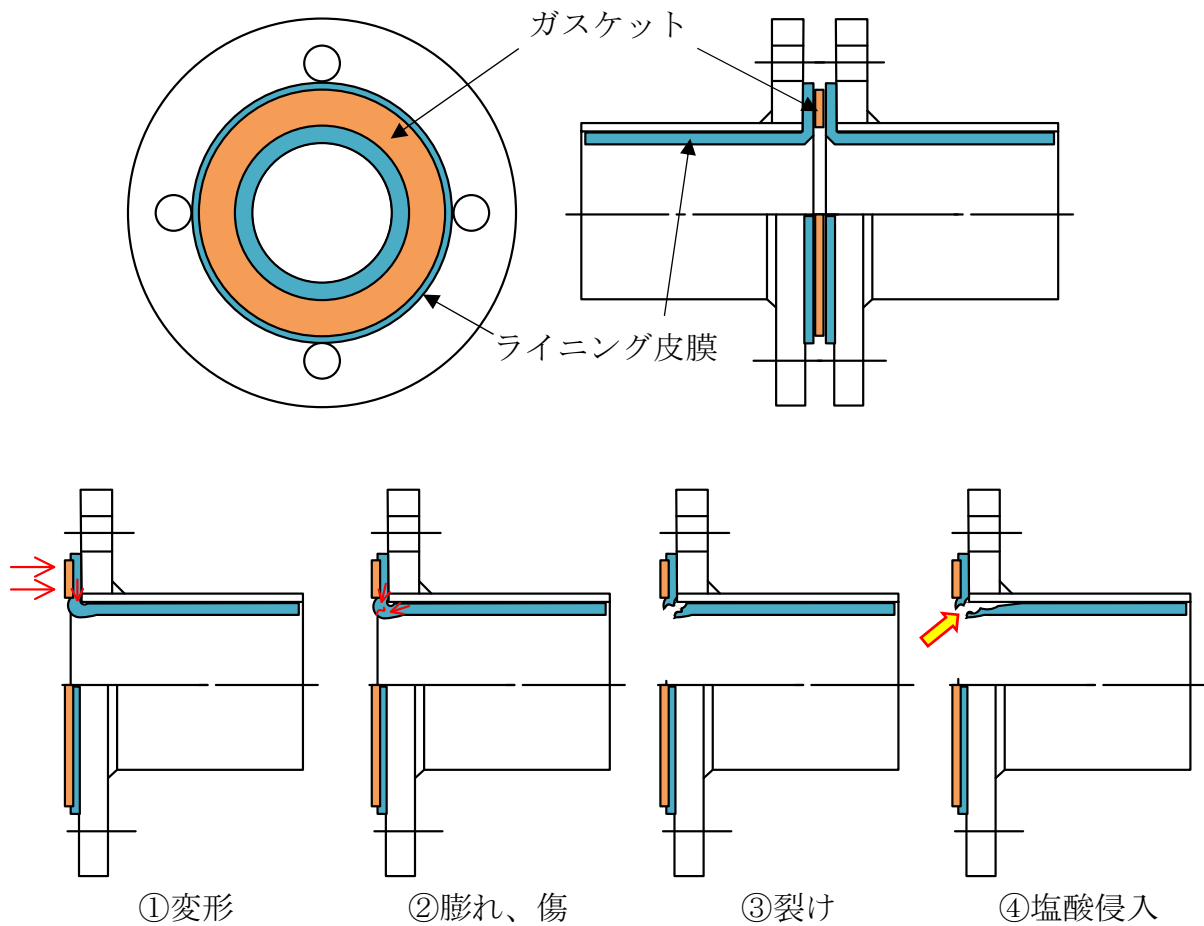
膨れなし

3号機プラント復水脱塩装置



(参考) 今回漏えいした箇所

損傷メカニズム検討



- ①配管接続の締め付け力により、ライニング皮膜に変形が生じる。
- ②変形により膨れが発生し、膨れた箇所に応力が集中することで微小な傷が生じる。
- ③ライニング皮膜が裂ける。
- ④塩酸が侵入し鋼管が腐食する。