

伊方発電所 3 号機
復水脱塩装置配管フランジ部からの水漏れについて

令和 7 年 1 0 月
四国電力株式会社

1. 件 名

伊方発電所 3 号機 復水脱塩装置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 7 年 4 月 4 日 8 時 5 5 分

3. 事象発生設備

3 号機 復水脱塩装置

4. 事象発生時の運転状況

3 号機 通常運転中（電気出力 9 2 2 MW）

5. 事象発生状況

伊方発電所 3 号機は通常運転中のところ、運転員が 4 月 4 日 1 時 2 0 分に復水脱塩装置※¹の配管フランジ※²部（以下、「当該フランジ」という。）付近に水たまりがあることを確認し、8 時 5 5 分に係員が詳細な点検が必要と判断した。

当該フランジの詳細点検を実施した結果、当該フランジの溶接部（以下、「当該溶接部」という。）に亀裂が 2 箇所あることを確認した。

その後、当該フランジを取り替え、漏えいがないことを確認したことから、4 月 5 日 2 1 時 4 8 分に通常状態に復旧した。

漏えいした水は純水であり、漏えい量は約 6 0 c c であった。また、漏えいした水は全てふき取りを行った。

なお、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能の影響はなかった。

（添付資料－ 1、 2）

※ 1 復水脱塩装置

2 次系冷却水（放射性物質を含まない）に含まれるイオン状の不純物を取り除き、浄化する装置。

※ 2 フランジ

円盤状の板同士の上にシール材を挟み、ボルト・ナットで締結し、配管と配管を接続する継ぎ手の一種。

当該フランジは差し込み溶接式フランジであり、フランジ中央の穴に配管を差し込み、フランジ外側と内側の 2 箇所を配管と溶接する。

6. 事象の時系列

4月4日

1時20分	運転員が約15cm×約40cmの水たまりを確認
1時50分	漏えい箇所の隔離準備を開始
6時00分	漏えい箇所の隔離開始
7時40分	漏えい箇所の隔離完了
8時55分	保修員が詳細な点検が必要と判断
14時21分	当該フランジの取り外し作業開始
14時30分	当該フランジの取り外し作業終了

4月5日

9時20分	当該フランジの取り付け作業開始
9時54分	当該フランジの取り付け作業終了
21時48分	漏えい試験実施、通常状態に復旧

7. 調査結果

当該フランジからの水漏れについて、以下の調査を実施した。

(1) 当該溶接部の詳細調査

a. 外観調査

当該溶接部について、外面を目視観察した結果、当該溶接部のうち、配管とフランジ外側の溶接部（以下、「外側溶接部」という。）に約90mmの亀裂を配管周方向に2箇所確認した。

なお、配管とフランジ内側の溶接部（以下、「内側溶接部」という。）および当該溶接部以外の箇所については、目視により亀裂は確認されなかった。

（添付資料－3、4）

b. 断面調査

当該溶接部について、断面調査を実施した結果、外側溶接部については貫通した亀裂を確認し、内側溶接部については内部に亀裂を確認した。

（添付資料－5）

c. 破面調査

当該溶接部について、微視的観察による破面調査を実施した結果、外側溶接部2箇所および内側溶接部1箇所に疲労亀裂^{※3}の特徴であるストライエーション^{※4}による貫通した亀裂を確認した。

なお、破面調査または液体浸透探傷検査^{※5}により、その他の箇所については貫通した亀裂が発生していないことを確認した。

（添付資料－6）

※3 疲労亀裂

金属材料に繰り返し力が作用することにより、材料内部で徐々に進展する微小な亀裂。

※4 ストライエーション

疲労亀裂が発生した際に観察される微細な縞模様の破面。

※5 液体浸透探傷検査

視認性の高い浸透液を亀裂表面に浸透させ、損傷箇所を調べる検査手法。

d. 金属調査

当該溶接部に使用された溶接金属は、配管およびフランジと同様のステンレス材であり、溶接金属の選定に問題がないことを確認した。

(2) 保守状況の調査

当該フランジは、巡視点検により健全性を確認し、不具合またはその兆候が確認された場合に点検および修繕を実施することとしており、3号機の運転開始（平成6年12月）以降、30年間使用しており、点検、修繕および取り替えを実施した実績はない。

また、定期事業者検査時においては、復水脱塩装置を運転し、漏えいがないことを確認している。

(3) 運転状況の調査

当該フランジは、復水脱塩装置のイオン交換樹脂の再生工程^{※6}で使用されており、2日に1回（約2時間）の頻度で通気する補助蒸気^{※7}系統と再生用水^{※8}系統との合流部に位置しており、当該フランジを接続する配管は、補助蒸気^{※7}の通気による昇温および再生用水系統の水の通水による冷却により、熱膨張および収縮が繰り返される。

至近で当該配管に補助蒸気が通気されたのは令和7年4月2日であり、以降、当該配管に補助蒸気は通気されておらず、また、事象発生時も含め運転パラメータについて、有意な変化は確認されなかった。

なお、補助蒸気の圧力は、耐圧漏えい試験の圧力よりも十分に低いことから、補助蒸気の圧力が当該溶接部に亀裂を発生させる要因ではないことを確認した。

（添付資料－7）

※6 イオン交換樹脂の再生工程

イオン交換樹脂に吸着した不純物を除去し、イオン交換樹脂の機能を回復させて繰り返し使用できる状態に再生する工程。

※7 補助蒸気

プラントで使用する液体、気体の加熱およびプラント空調設備の加温や除湿などに使用する蒸気。

※8 再生用水

イオン交換樹脂の再生工程のために用いる純水。

(4) 類似箇所の調査

当該フランジは、2日に1回の頻度で通気する補助蒸気系統の配管と水を流体とする再生用水系統の配管との合流部に設置されている。

蒸気配管と水配管が合流し、流体の通気または通水により、配管の熱膨張および収縮が繰り返される箇所として、3号機復水脱塩装置の苛性ソーダ^{※9}加温蒸気系統の蒸気と水配管の合流部のフランジ（以下、「類似箇所」という。）が該当することを確認し、配管溶接部の液体浸透探傷検査を実施したが、異常は認められなかった。

その他のプラント設備については、同様の条件を満たす箇所がないことを確認した。

※9 苛性ソーダ

イオン交換樹脂の再生に使用している薬品。なお、一般的な用途としては、単純なアルカリとして上水道・下水道や工業廃水の中和剤とされるほか、洗浄剤として市販の排水管クリーナー等の主剤としての利用、鹼化作用を利用した固形石鹼の製造等に利用されている。

(5) 過去の類似事象の調査

伊方発電所で発生したフランジからの漏えい事象のうち、接続される配管の熱膨張および収縮が繰り返されることにより、フランジの溶接部に亀裂が発生し、漏えいに至った事象はない。

8. 推定原因

調査結果より、当該フランジについては、接続される配管が流体の通気または通水により熱膨張および収縮が繰り返される箇所であることから、熱による配管の膨張および収縮の繰り返しによる力が当該溶接部に作用することで疲労亀裂が生じ、経年使用により亀裂が徐々に進展し、貫通することにより漏えいに至ったものと推定した。

9. 対策

- (1) 当該フランジについて、既設と同様に溶接方式が差し込み溶接^{※10}のフランジに取り替えを実施した。

なお、伊方発電所3号機第18回定期事業者検査にて、当該フランジおよび類似箇所について、強度や信頼性がより高い突合せ溶接^{※11}のフランジに取り替えることとする。

- (2) 引き続き、巡視点検により健全性を確認するとともに、漏えいが発生した場合においても速やかに復旧できるよう突合せ溶接用の取り替え品を配備することとする。

類似箇所についても、当該フランジ同様の対策を実施する。

(添付資料－8)

※10 差し込み溶接

配管の端をフランジに差し込んで、フランジに接する配管の外周部を溶接する手法。比較的簡易に施工が可能なため、発電所内で、広く用いられる。

※11 突合せ溶接

配管とフランジの端部を突き合わせて、端部同士を溶接する手法。

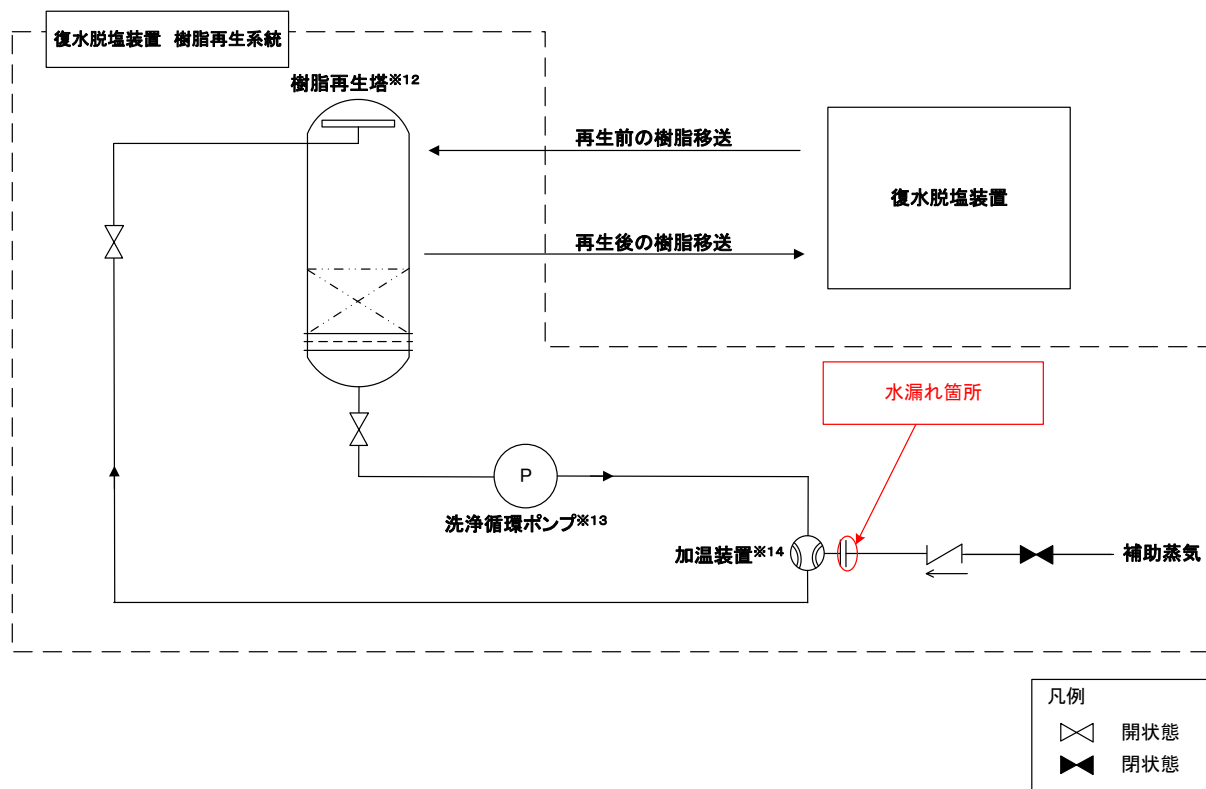
差し込み溶接に比べ、作業量が多い手法だが、接合部が一体化するため、強度に優れる。

以 上

添 付 資 料

- 添付資料－ 1 伊方発電所 3 号機 復水脱塩装置 樹脂再生系統 概略図
- 添付資料－ 2 事象発生状況
- 添付資料－ 3 外面調査結果
- 添付資料－ 4 内面調査結果
- 添付資料－ 5 断面調査結果
- 添付資料－ 6 破面調査結果
- 添付資料－ 7 当該配管概略図
- 添付資料－ 8 当該フランジの溶接形状

伊方発電所 3 号機 復水脱塩装置 樹脂再生系統 概略図



※12 樹脂再生塔

イオン交換樹脂に吸着した不純物を除去し、イオン交換樹脂の機能を回復させて繰り返し使用できる状態に再生する設備。

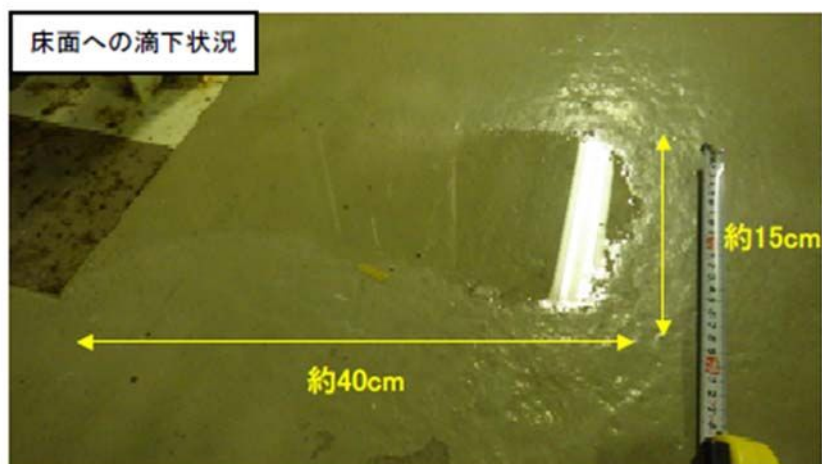
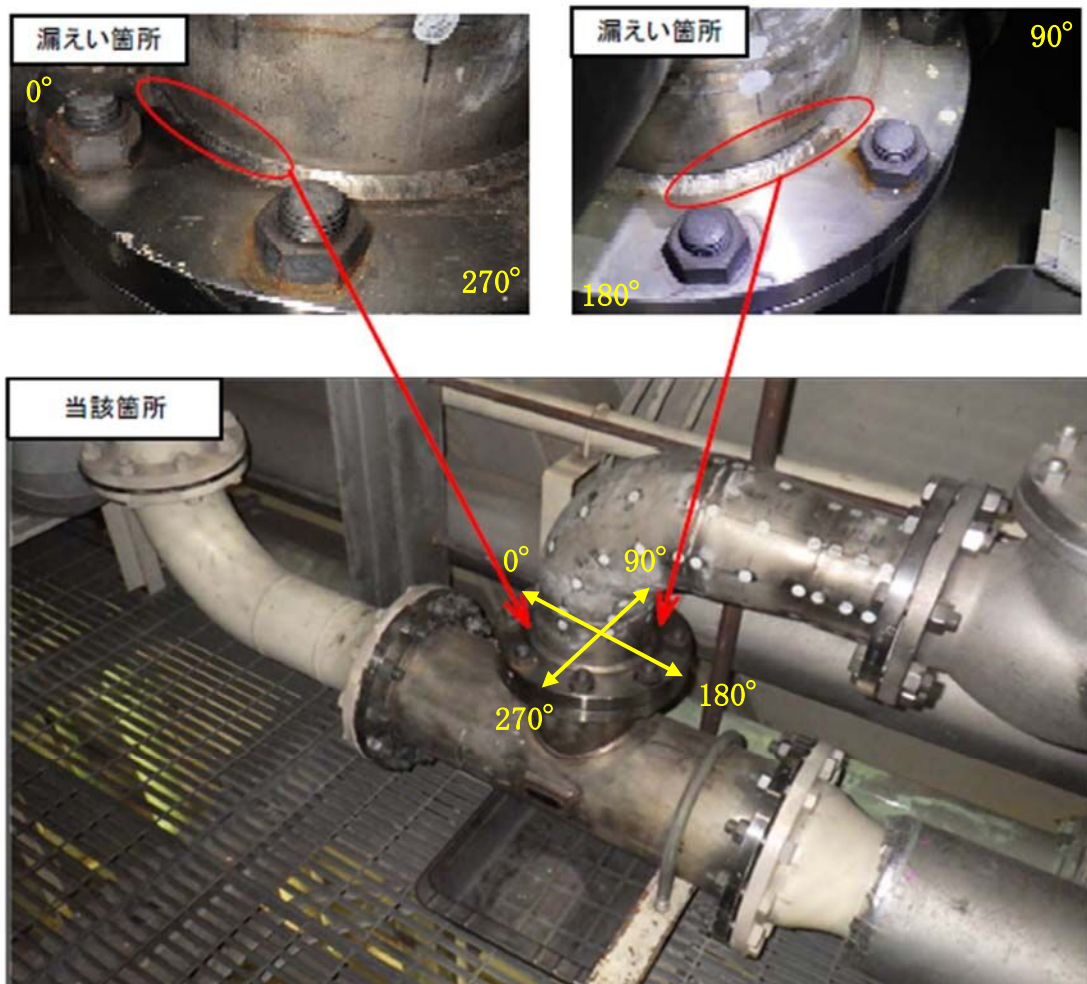
※13 洗浄循環ポンプ

樹脂再生塔で再生された使用後の樹脂を、純水で洗浄循環するためのポンプ。

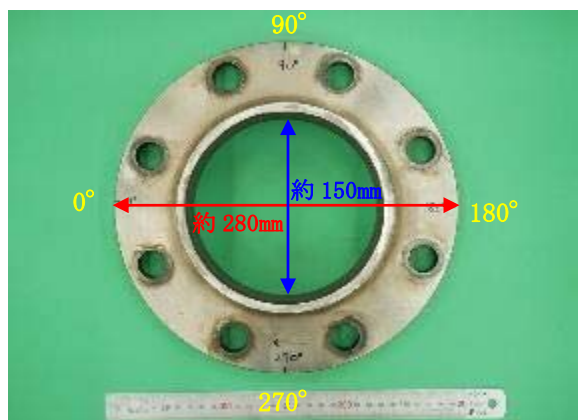
※14 加温装置

イオン交換樹脂の洗浄効果を上げるため、洗浄循環用の純水を加温する目的で補助蒸気を通気する装置。

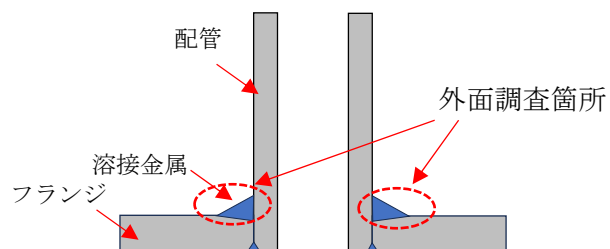
事象発生状況



外面調査結果

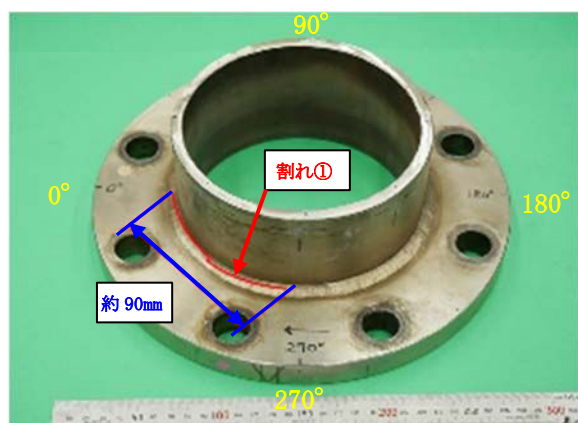


フランジ外側

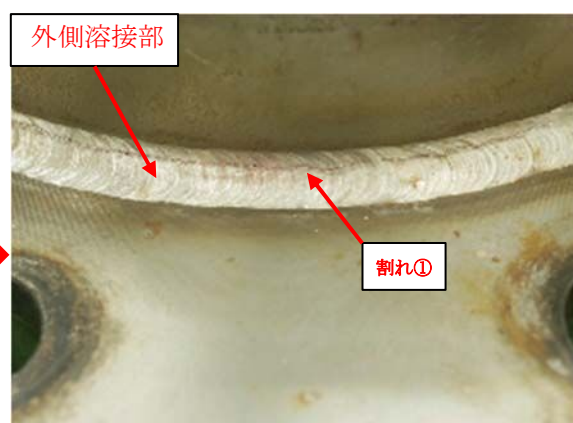


調査箇所の概略図（断面図）

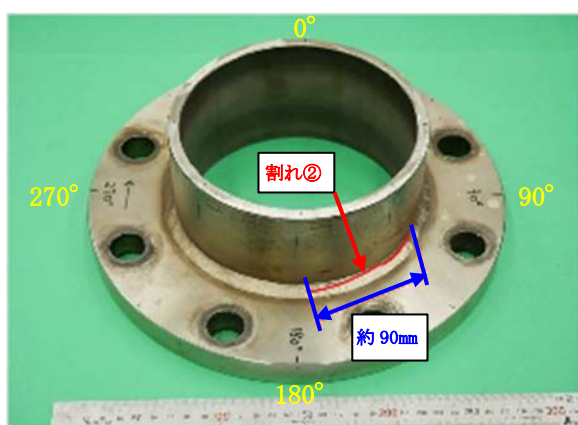
※フランジの取り付け方向
(0° , 90° , 180° , 270°) は、
添付資料－ 2 参照



溶接部亀裂①（全体）



溶接部亀裂① (315°)

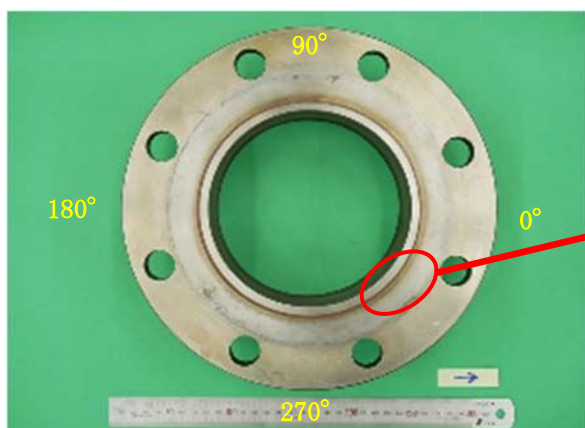
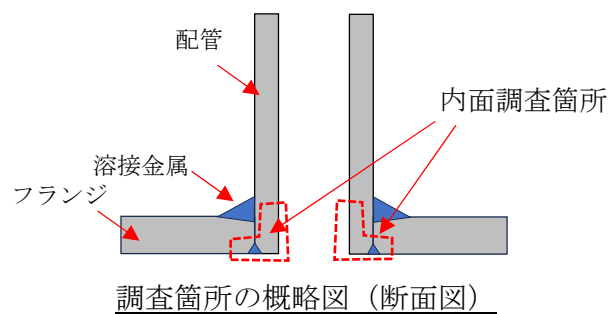


溶接部亀裂②（全体）

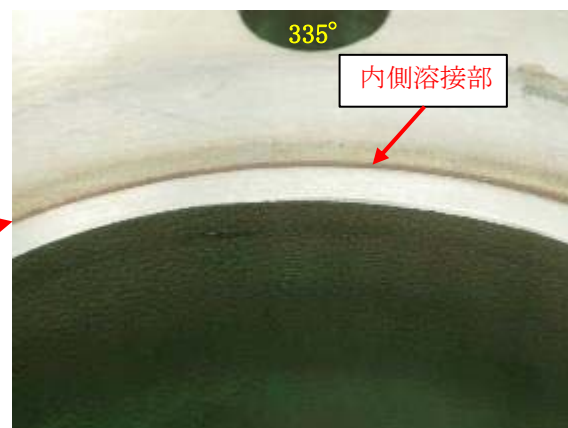


溶接部亀裂② (135°)

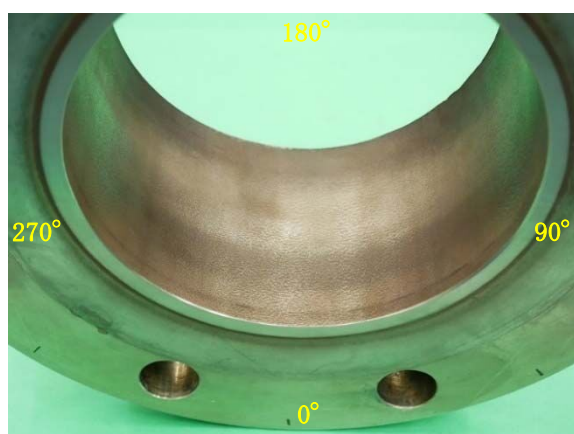
内面調査結果



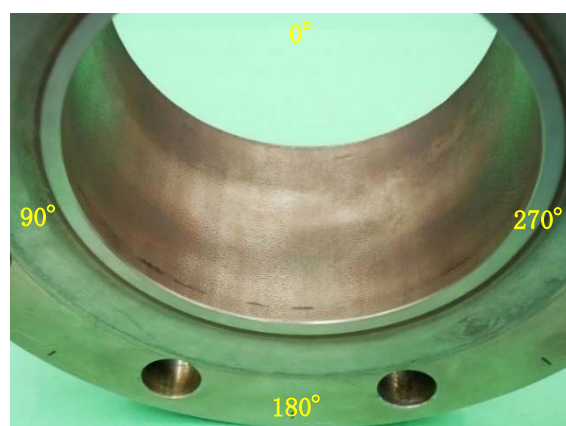
フランジ内側



フランジ内側 (335°)

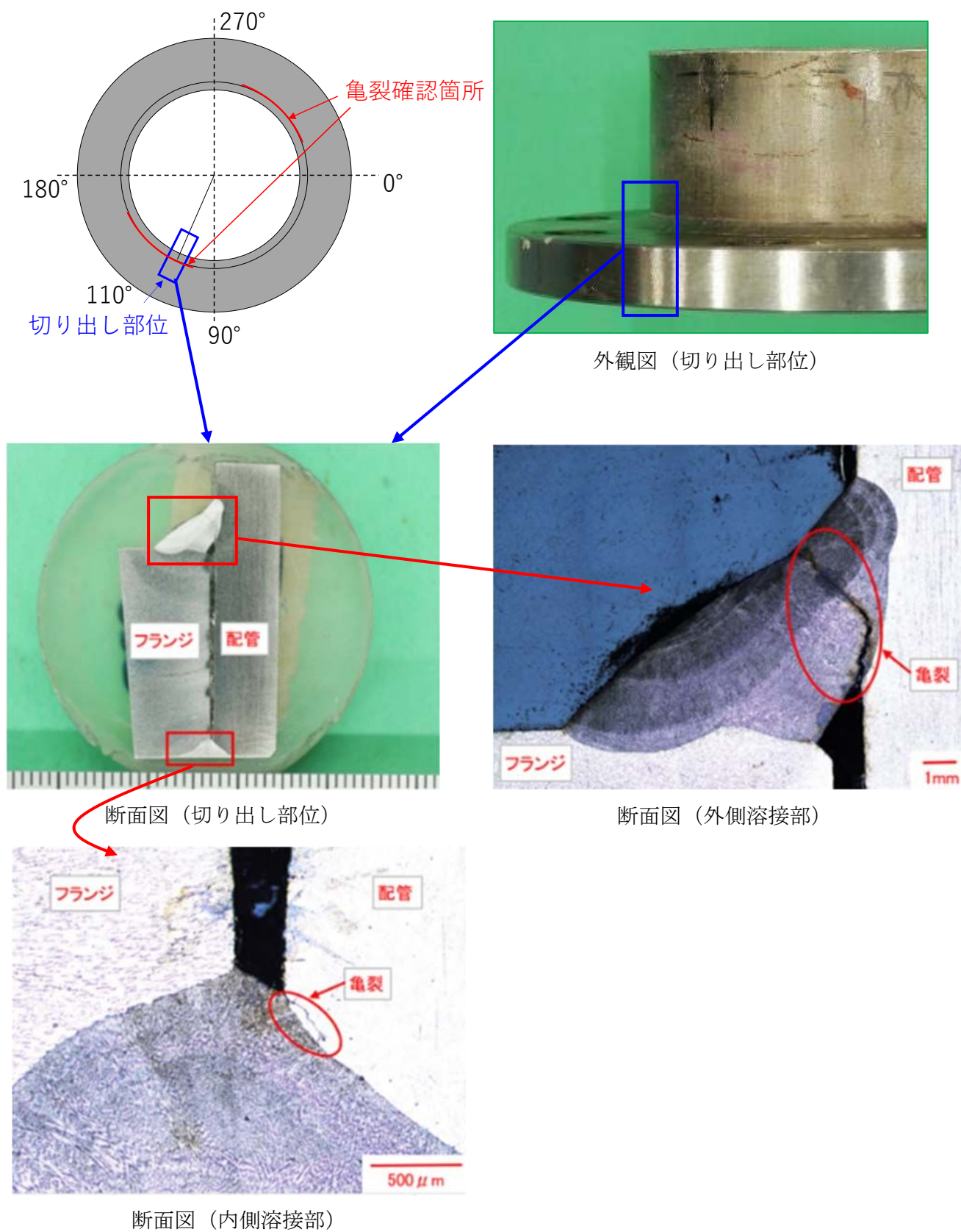


フランジ内面 ①

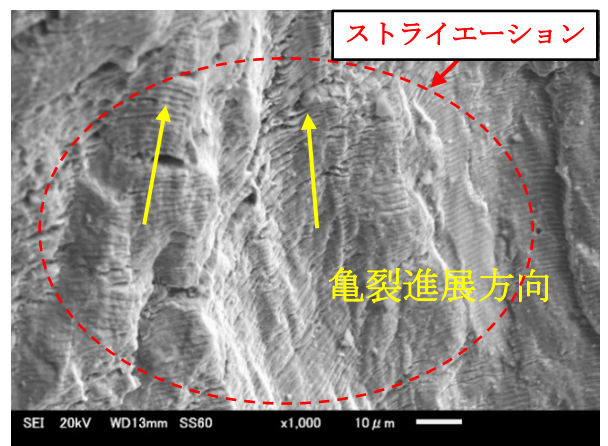
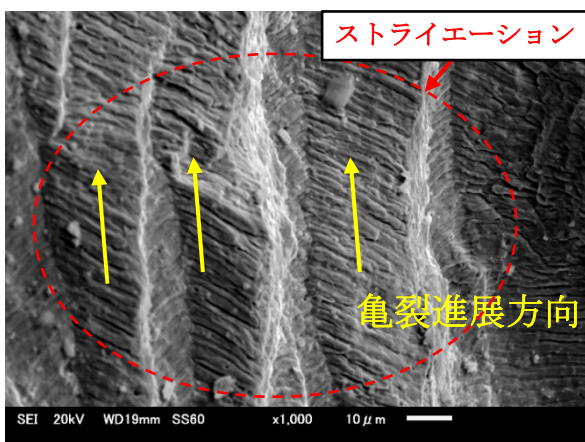
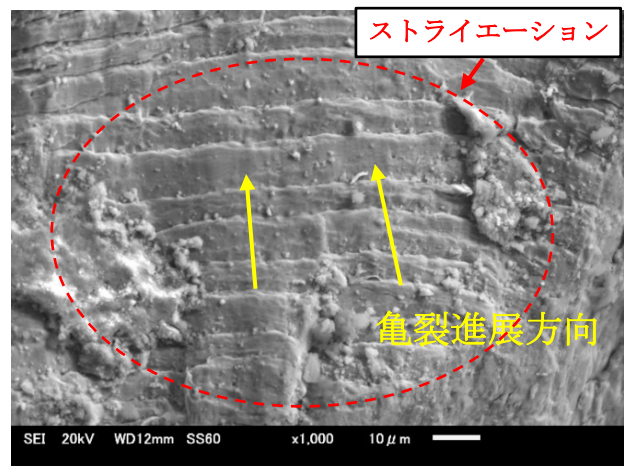
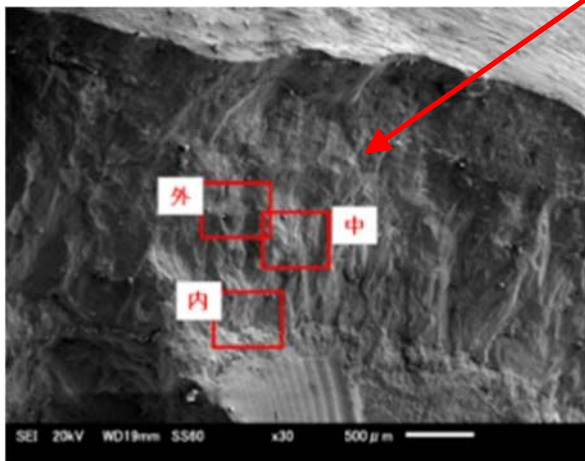
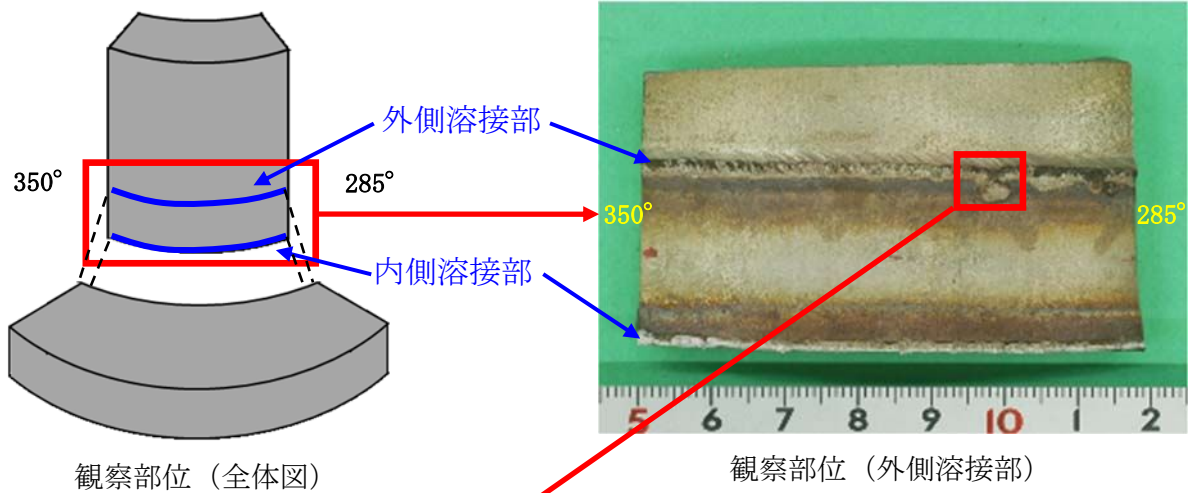


フランジ内面 ②

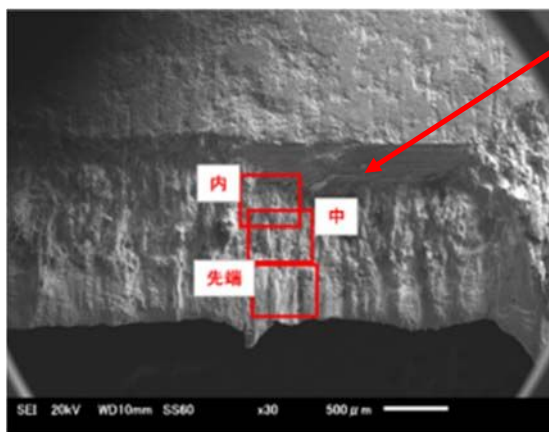
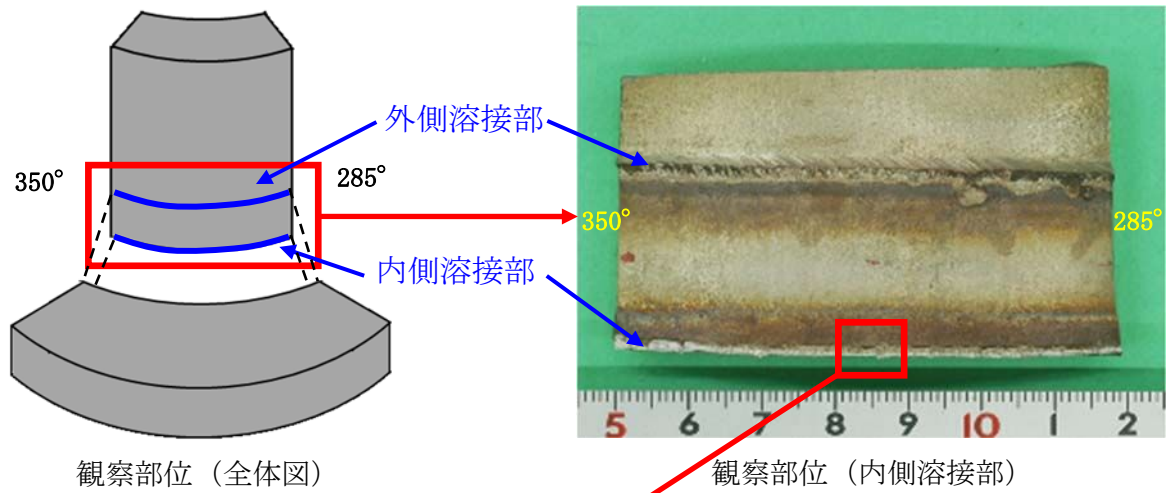
断面調査結果



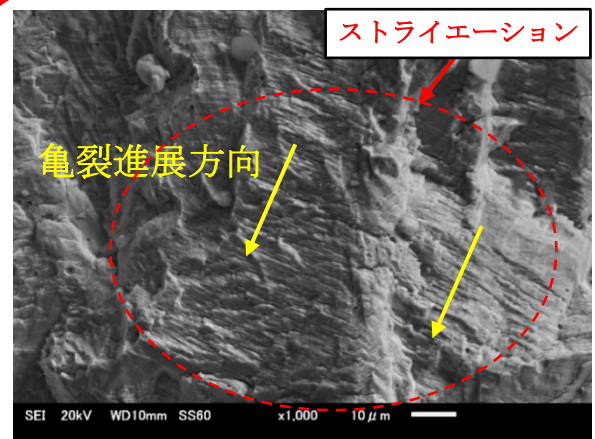
破面調査結果



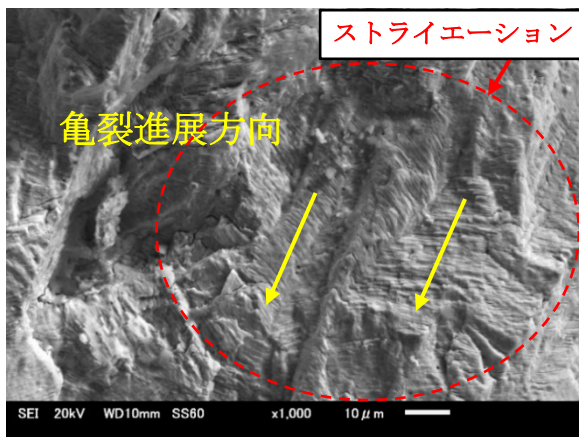
破面調査結果



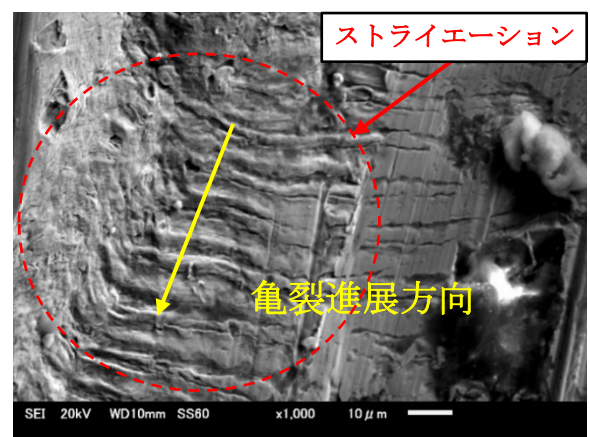
破面拡大図（内側溶接部：30倍）



破面拡大図（内：1000倍）

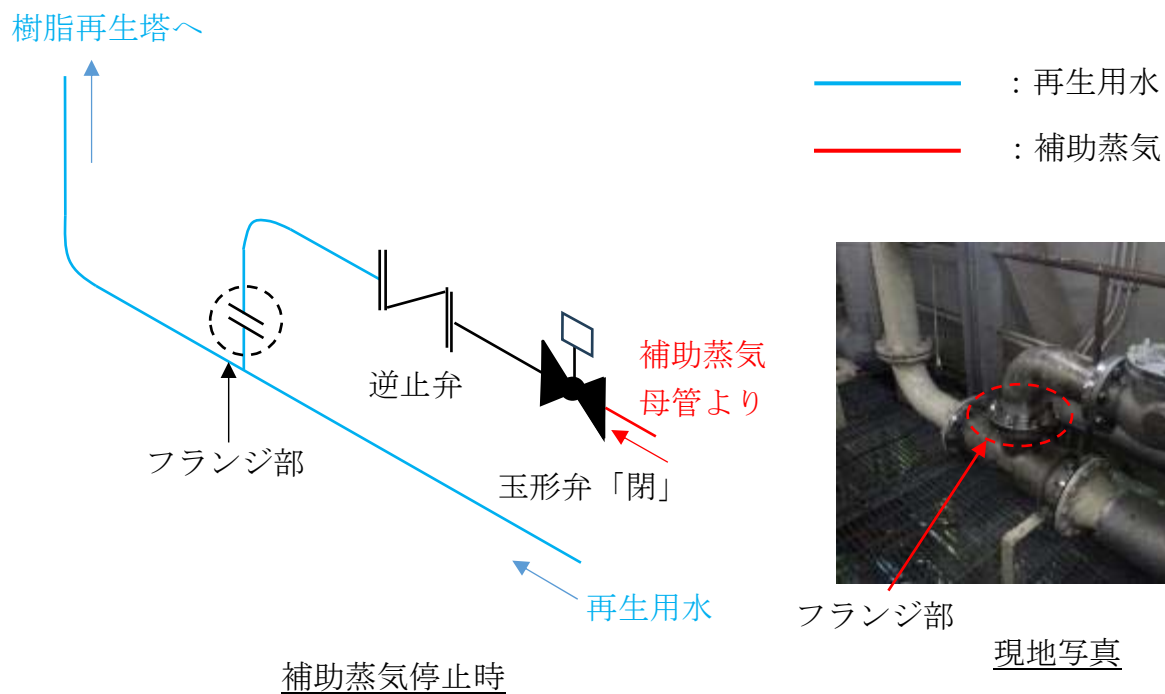


破面拡大図（中：1000倍）

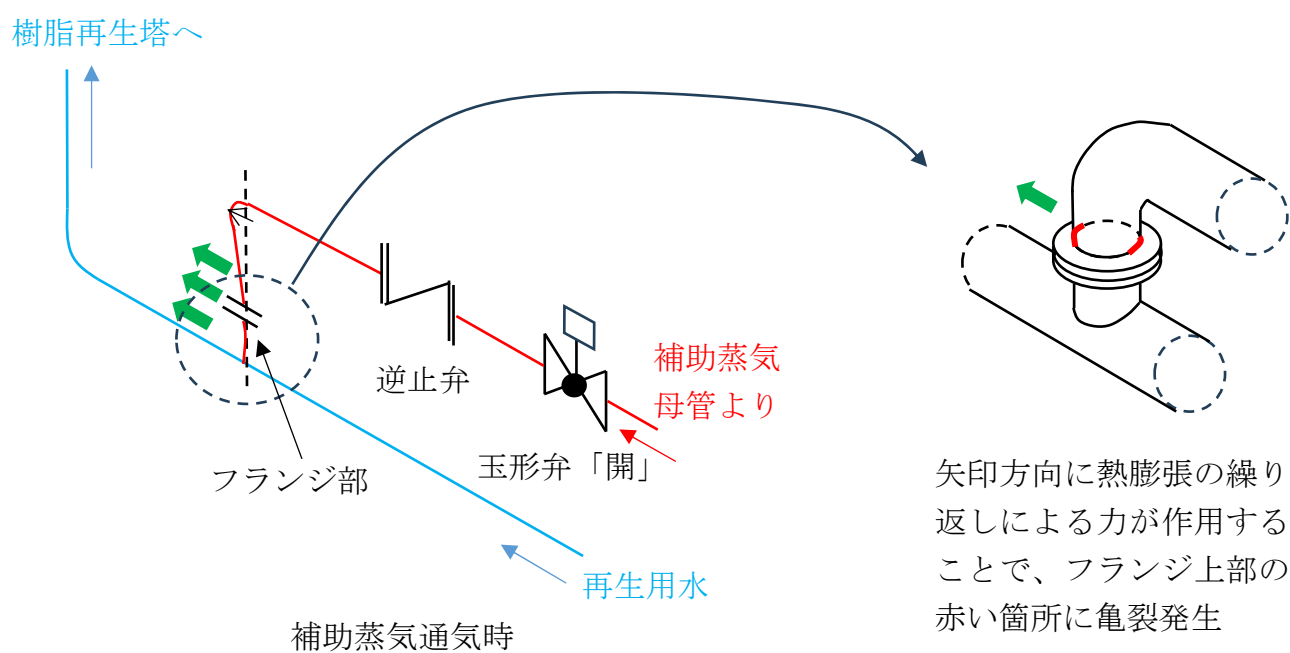


破面拡大図（先端：1000倍）

当該配管概略図



補助蒸気の通気による昇温および再生用水の通水による冷却が繰り返され、配管の熱膨張および収縮の繰り返しによる力がフランジ部に作用する。



当該フランジの溶接形状

○ 3 号機運開時～事象発生時（差し込み溶接）

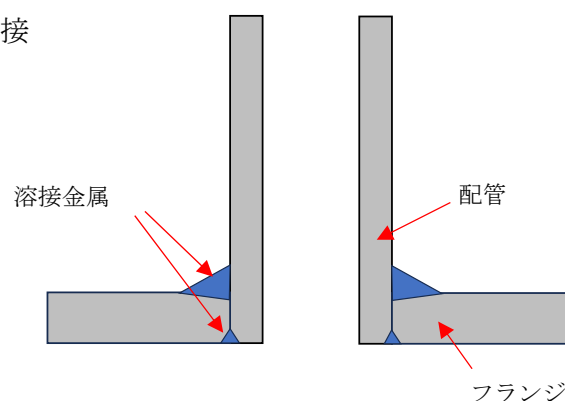
- ・フランジに配管を差し込み、外周部を溶接した構造（水処理プラント設計メーカー標準仕様※）

※ 配管内側の溶接部に対して、一般的に隅肉溶接よりも強度に優れる部分溶け込み溶接を採用

配管 : ステンレス材

フランジ : ステンレス材

溶接金属 : ステンレス材



○現在の復旧状況（差し込み溶接）

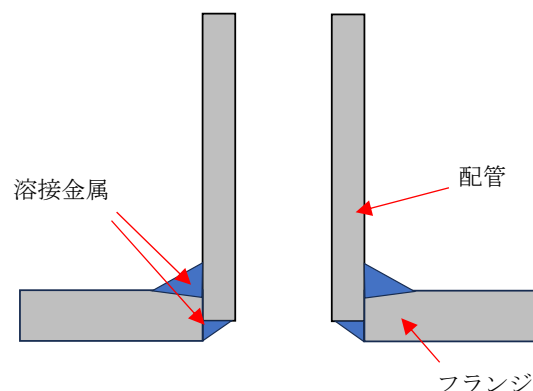
- ・フランジに配管を差し込み、外周部を溶接した構造

（JIS 規格に記載される一般的な溶接手法）

配管 : ステンレス材

フランジ : ステンレス材

溶接金属 : ステンレス材



○今後の取り替え計画（突合せ溶接）

- ・フランジと配管の接合面に開先を設けて溶接した構造

（JIS 規格に記載される一般的な溶接手法）

配管 : ステンレス材

フランジ : ステンレス材

溶接金属 : ステンレス材

