

伊方発電所第 2 号機
原子炉補助建家消火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2号機 原子炉補助建家消火配管からの水漏れについて

2. 事象発生の日時

令和2年6月15日 16時00分頃（確認）

3. 事象発生の設備

消火配管

4. 事象発生時の運転状況

2号機 平成30年5月23日 運転終了（第23回定期事業者検査中）

5. 事象の概要

伊方発電所第2号機の原子炉補助建家E L. 3 2 mフロア（管理区域5階）において、6月15日16時頃、天井付近の消火配管から水が漏れていることを保修員が確認した。このため、当該箇所の隔離および水抜きを実施し、6月15日18時16分、漏えいが停止したことを確認した。漏れた水の量は約0.4リットル（推定）であり、放射能は検出されず、全量回収した。

当該配管については、補修材により補修した後、消火配管に通水し、6月16日14時38分、漏えいがなくなことを確認した。

その後、当該配管の取替を実施したうえで、通水して漏えいがなくなことを確認し、8月3日14時45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。
（添付資料－1、2）

6. 事象の時系列

6月15日

16時00分頃

保修員が原子炉補助建家E L. 3 2 mフロア（管理区域5階）の天井付近の消火配管から水が漏れていることを確認

18時16分

隔離および水抜きを実施し、消火配管からの漏えいが停止したことを確認

20時00分

補修材による補修作業開始

6月16日

8時55分

補修材による補修作業終了

14時38分

消火配管に通水し、漏えいがなくなことを確認

7月22日～8月2日 当該配管の取替を実施
8月 3日
14時45分 当該配管に通水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

漏えいが確認された箇所について、外表面の目視観察を実施した結果、溶接部近傍に約10mmの割れが配管周方向に確認された。

(添付資料－3)

b. 内表面調査

漏えいが確認された箇所の配管を長手方向に切断し、内表面の目視観察を実施した結果、内表面全体に錆こぶ^{※1}が認められた。錆こぶを除去したところ、溶接部に沿って凹みが認められ、外表面に割れが確認された箇所と同じ位置に、特に深い凹みが認められた。

※1 錆こぶ

腐食の進行により錆がこぶ状に成長したもの

(添付資料－4)

c. 金属調査 (断面ミクロ観察)

内表面調査により認められた特に深い凹みについて、断面ミクロ観察を実施した結果、溶接部近傍において、外表面まで貫通する腐食が認められ、この部分から水漏れが発生したと考えられる。

(添付資料－5)

(2) 保守状況の調査

当該配管は、日常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・修繕を実施することとしており、2号機運開（昭和57年）以降、配管取替の実績はなかった。

(3) 腐食範囲の調査

消火配管の腐食範囲を調査するため、E L. 32mフロアより下のフロアにおける消火配管について、切り出し等を行い、内表面の目視観察を実施した。

調査の結果、E L. 26mフロアの一部配管において、錆こぶや溶接部近傍の凹みが認められたが、E L. 26mフロアより下の配管では錆こぶは認められなかった。

これより、E L. 32mフロアおよびE L. 26mフロアの一部配管において錆こぶや溶接部近傍の凹みが発生していると考えられる。

(添付資料－6)

(4) 系統構成の調査

消火活動では消火栓の水は、ろ過水タンクを水源とし、消火ポンプにより供給される。一方、消火栓点検等の作業で消火栓より通水する場合は、所内用水タンクの水頭圧により水が補給される。

所内用水タンクは、タンク内の水が空気と触れる大気開放タンクであり、今回漏えいが確認された配管内の水には、空気中の酸素が溶け込んでいたと考えられる。

(5) 他号機の調査

1号機の消火系統は、2号機と同様に、消火配管に所内用水タンクが接続される系統構成である。

3号機の消火系統は、系統構成が異なり、消火配管に所内用水タンクは接続されていない。

8. 推定原因

当該配管の内表面全体に錆こぶが存在していたことから、全面腐食^{※2}が進行していたと考えられる。

また、溶接部近傍に凹みが認められ、外表面まで貫通していたことから、全面腐食に加えて、溶接部近傍の選択腐食^{※3}が進行していたと考えられる。

全面腐食および溶接部近傍の選択腐食については、いずれの場合も酸素が水に含まれる環境下で電位差が生じることにより発生する。

このため、当該漏えい箇所近傍の所内用水タンク内の水に含まれる酸素の影響により、腐食が貫通に至るまで進行したと推定される。

また、その影響範囲は、所内用水タンク近傍のE L. 3 2 mフロアおよびE L. 2 6 mフロアの消火配管と推定される。

※2 全面腐食

酸素が水に含まれる環境下において金属全面でほぼ均一に腐食が発生する。腐食により発生した錆の下は、酸素の供給が錆により阻害され、酸素濃度に差が生じると、酸素濃度が低い部分が陰極となり、電池作用により腐食が進行し、錆こぶを形成する。

※3 溶接部近傍の選択腐食

溶接による加熱により溶接部近傍は、鋼材中の性状が不均一になり易い。酸素が水に含まれる環境下では、この部分が陰極となり電池作用により腐食が進行する。

(添付資料－7)

9. 対策

- (1) 当該配管について、配管取替を実施した。

- (2) 所内用水タンクの水に含まれる酸素の影響を低減するため、所内用水タンクの出口弁を常時「閉」運用とした。
- (3) 腐食が進行している所内用水タンク近傍のE L. 3 2 mフロアおよびE L. 2 6 mフロアの消火配管の取替ならびに所内用水タンクと消火系統の切り離しを実施する。なお、消火活動時には消火ポンプにより水を供給することから、所内用水タンクを切り離しても消火活動に影響はない。
- (4) 類似箇所として、所内用水タンク（1号）の出口弁を常時「閉」運用とした。また、所内用水タンク（1号）近傍の消火配管の取替を実施する。

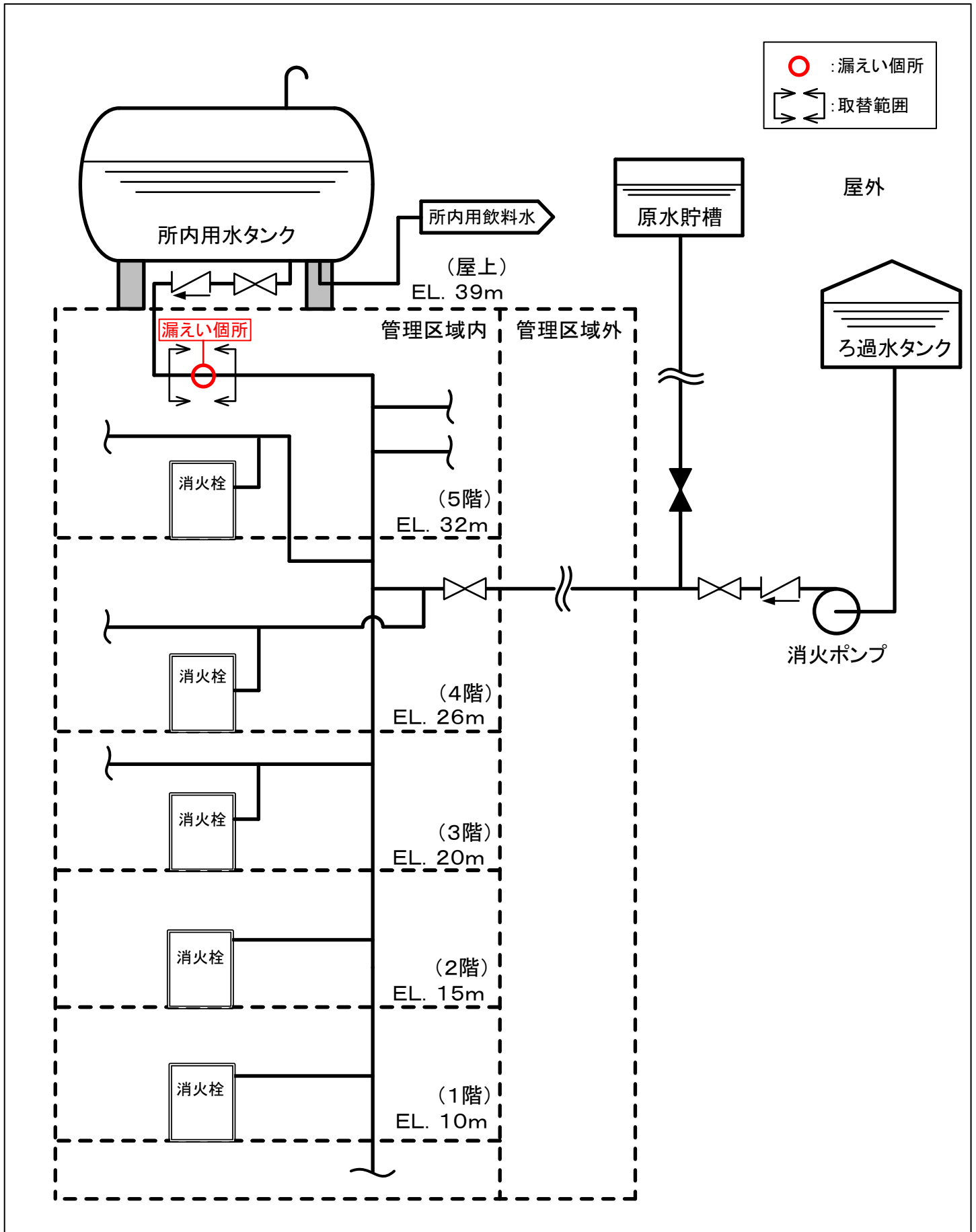
(添付資料－8)

以 上

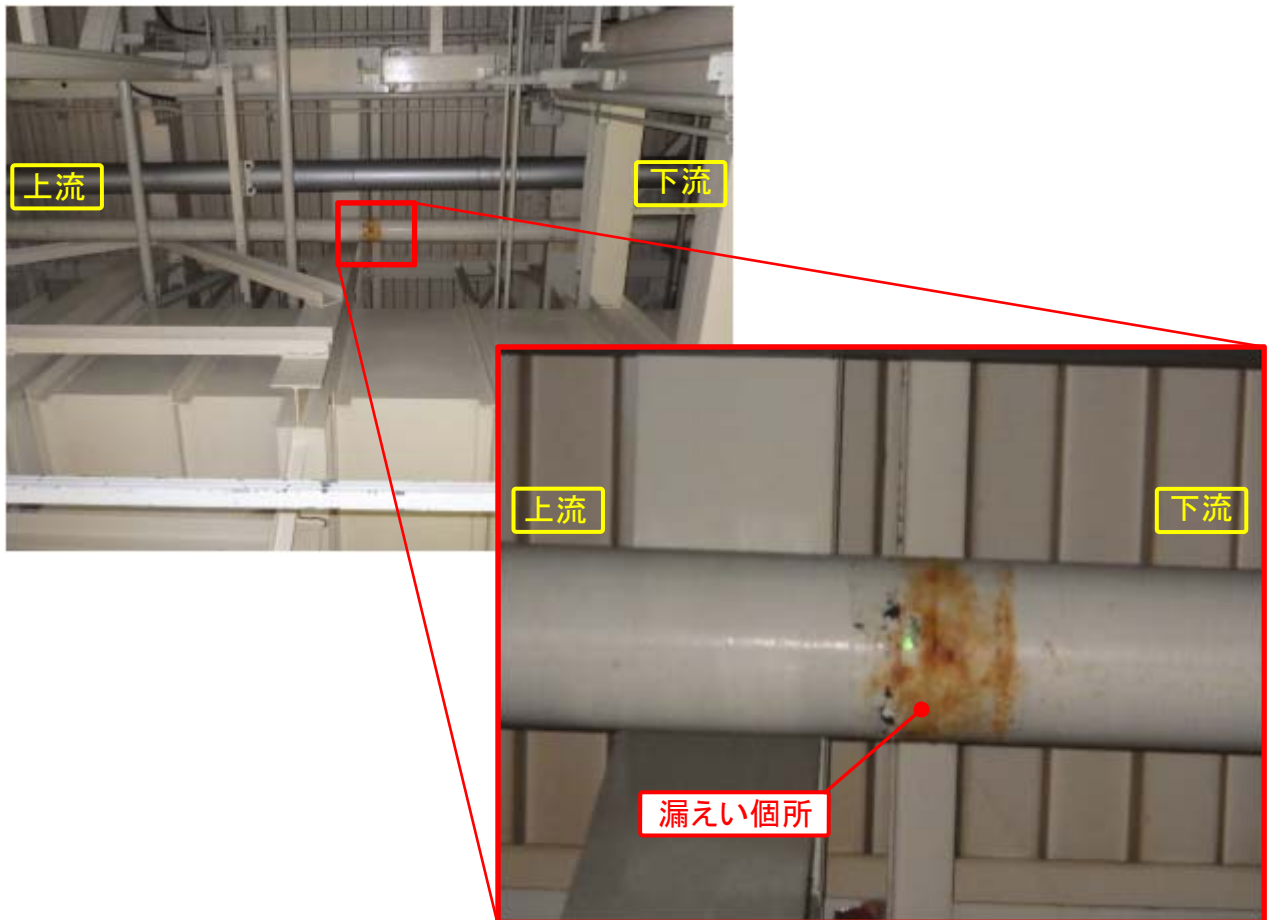
添 付 資 料

- 添付資料－ 1 伊方発電所 2 号機 消火系統概略図
- 添付資料－ 2 配管の補修状況
- 添付資料－ 3 外表面調査結果
- 添付資料－ 4 内表面調査結果
- 添付資料－ 5 金属調査結果（断面マイクロ観察）
- 添付資料－ 6 腐食範囲の調査結果
- 添付資料－ 7 漏えいまでの推定メカニズム
- 添付資料－ 8 取替範囲と対策

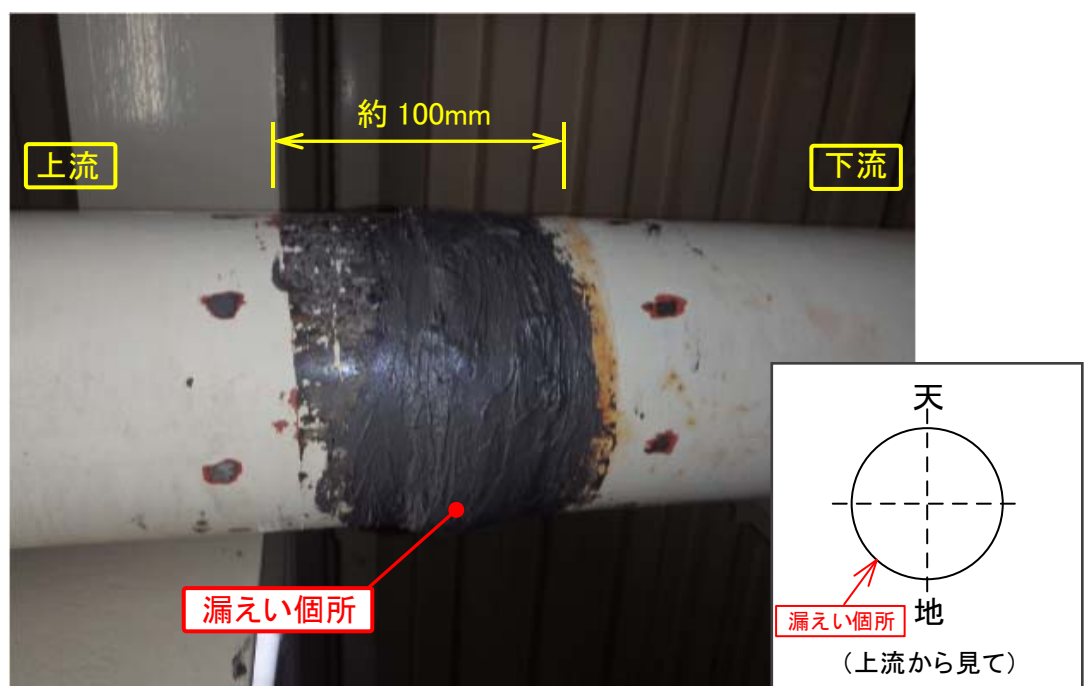
伊方発電所2号機 消火系統概略図



配管の補修状況

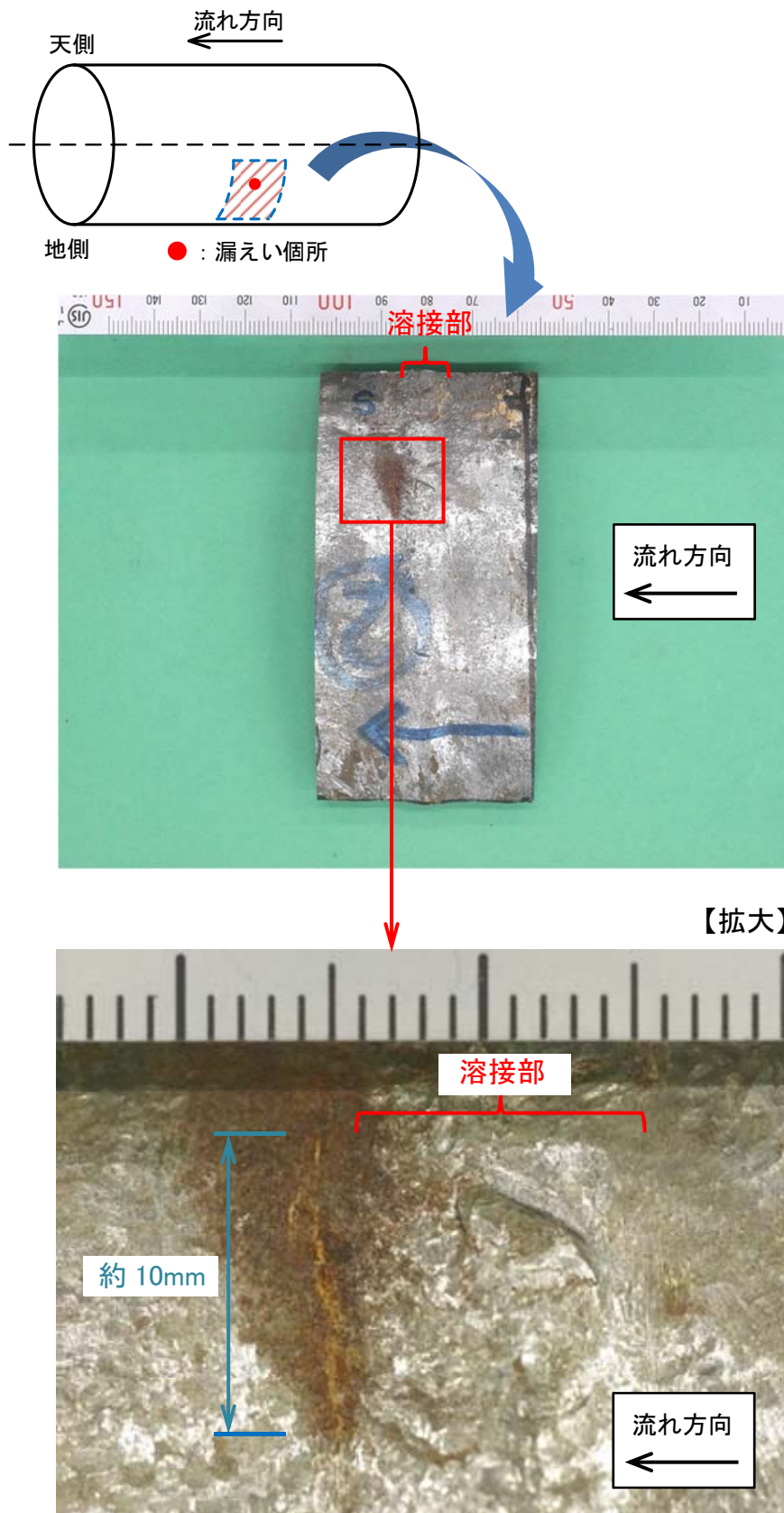


【配管仕様】材料:炭素鋼(STPT38)、外径:165.2 mm、厚さ:7.1 mm

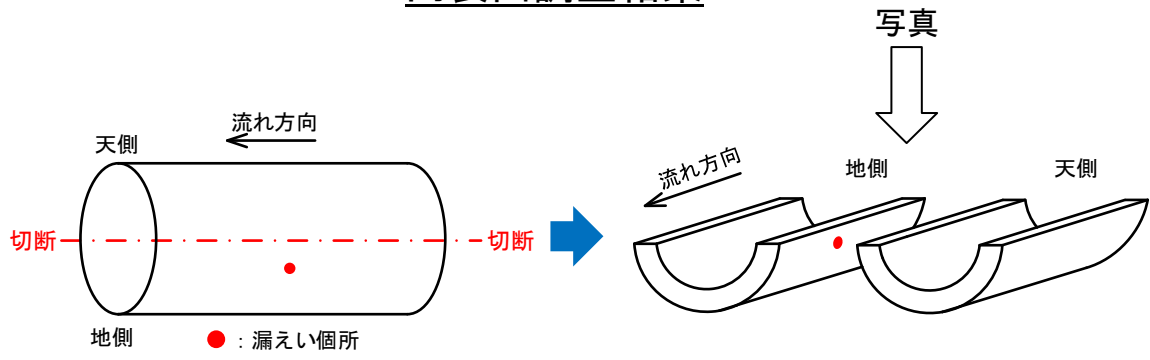


【補修材】金属粉配合エポキシ樹脂

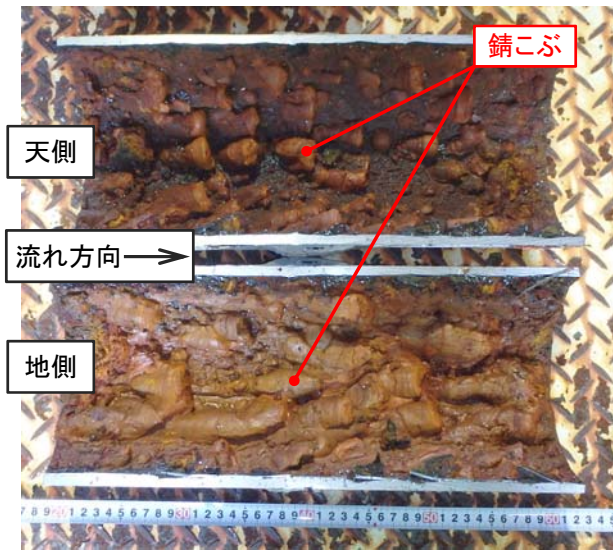
外表面調査結果



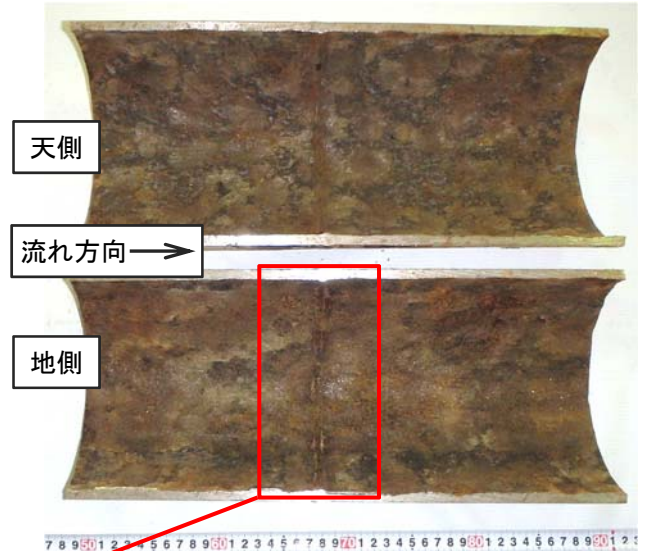
内表面調査結果



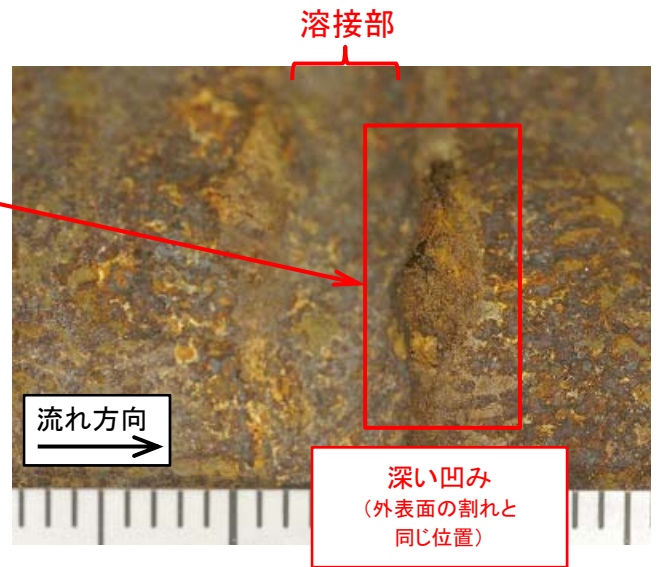
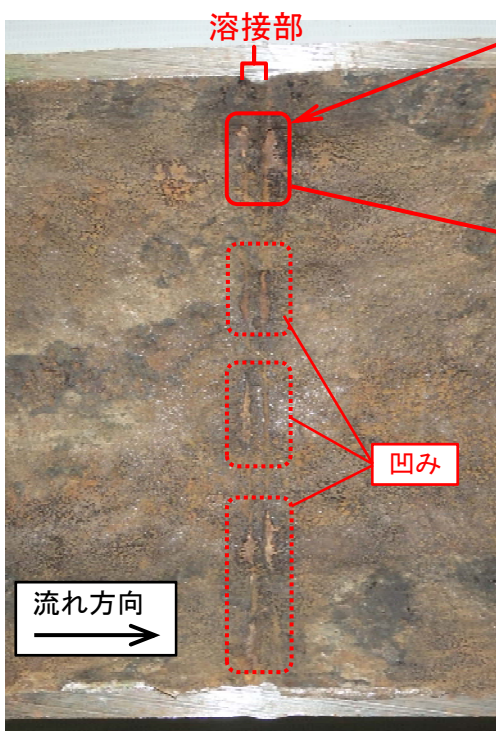
【錆こぶ除去前】



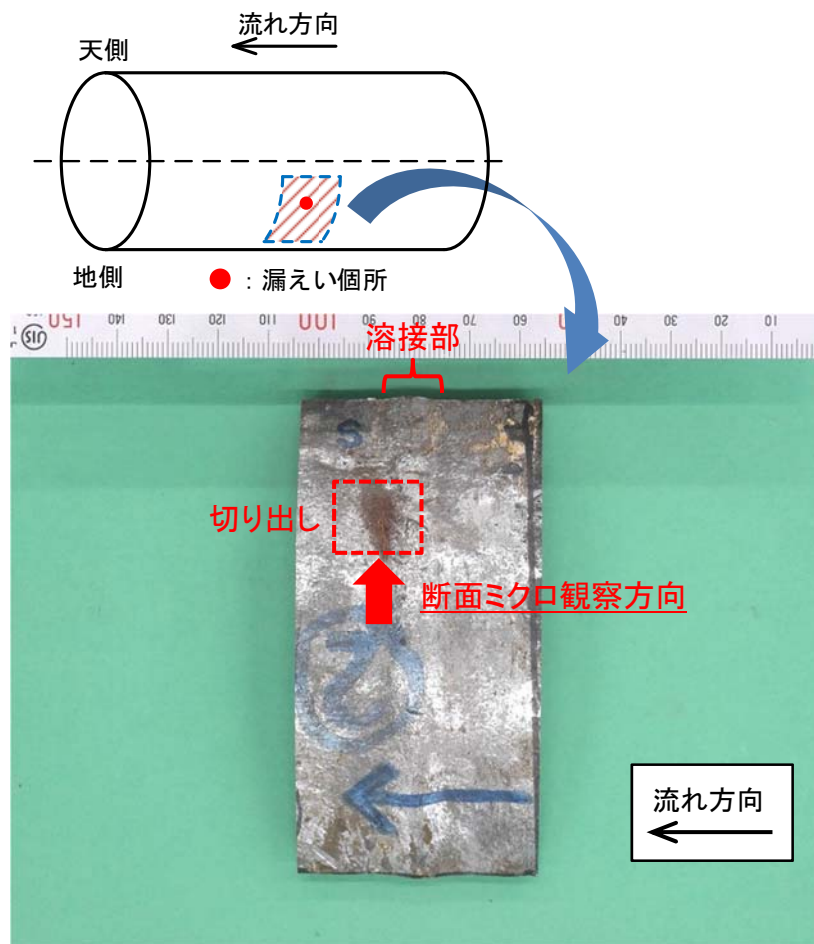
【錆こぶ除去後】



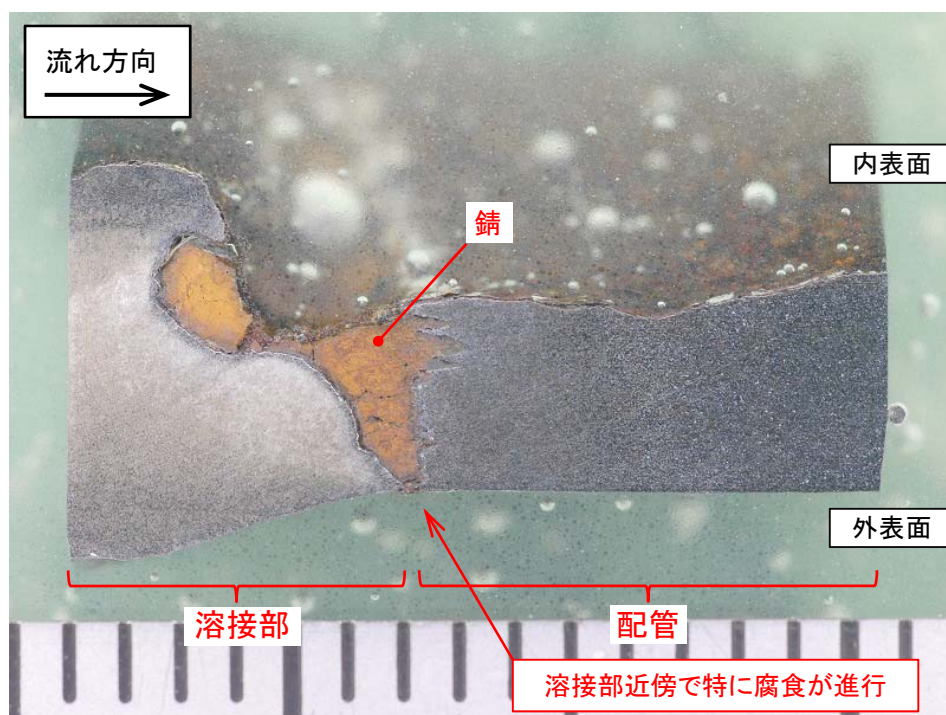
【拡大】



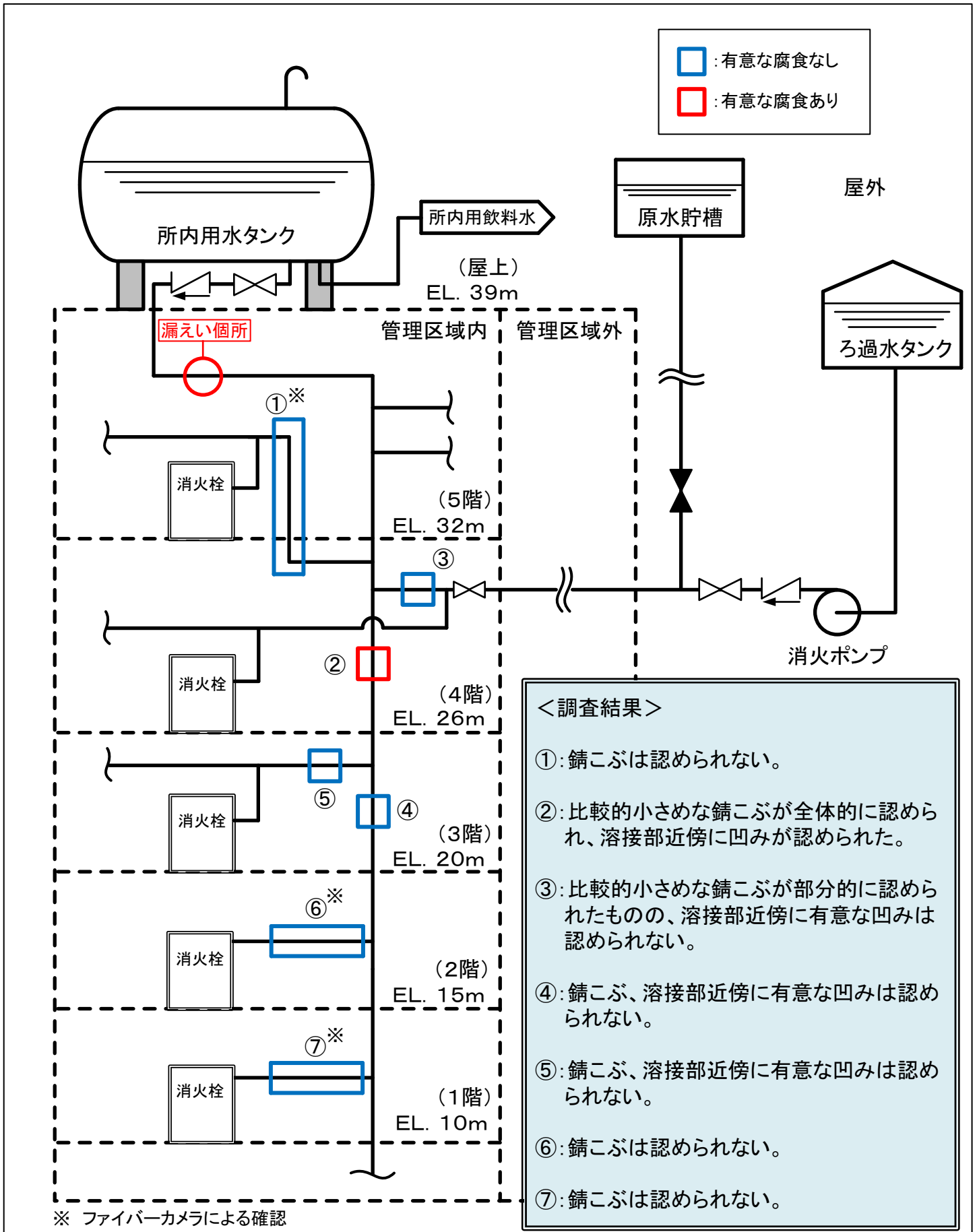
金属調査結果（断面ミクロ観察）



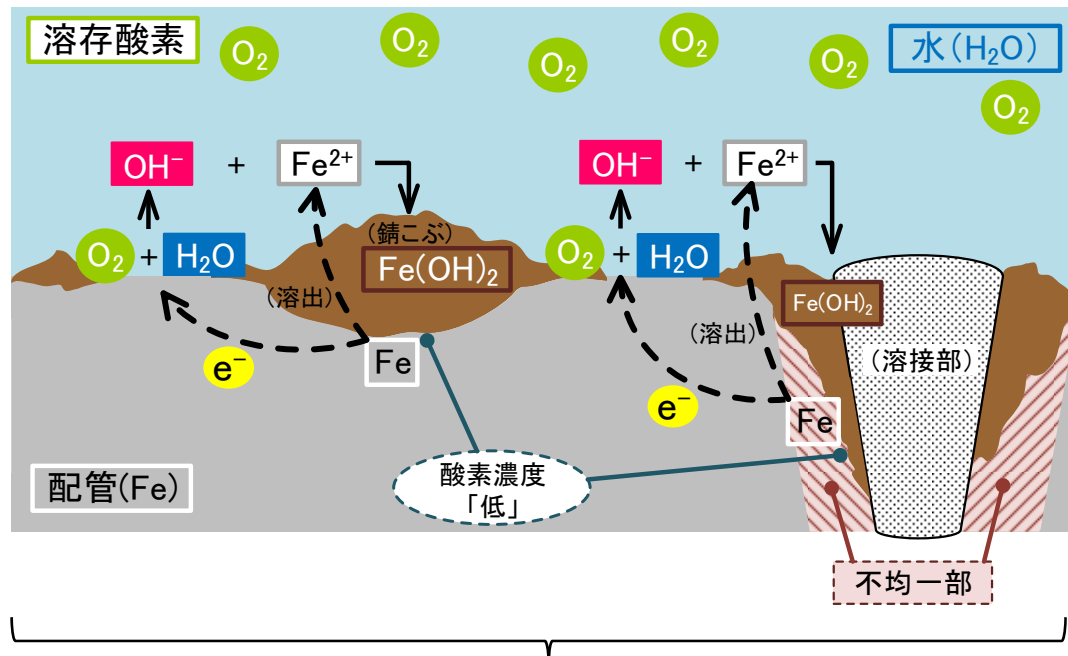
【断面ミクロ観察】



腐食範囲の調査結果



漏えいまでの推定メカニズム



【全面腐食】

【溶接部近傍の選択腐食】

- ・溶存酸素(O₂)は、鋼材(Fe)表面で、酸素濃度が低い部分(電氣的に陰極)から、電子(e⁻)を受け取り、水酸化物イオン(OH⁻)が生じる。
- ・電子を失った鋼材(Fe)は、鉄イオン(Fe²⁺)となり、溶出(腐食)する。
- ・水酸化物イオン(OH⁻)と鉄イオン(Fe²⁺)が反応し、錆(こぶ)を生成する。

- ・溶存酸素(O₂)は、鋼材(Fe)表面で、溶接部近傍の不均一部(電氣的に陰極)から、電子(e⁻)を受け取り、水酸化物イオン(OH⁻)が生じる。
- ・電子を失った鋼材(Fe)は、鉄イオン(Fe²⁺)となり、溶出(腐食)する。
- ・水酸化物イオン(OH⁻)と鉄イオン(Fe²⁺)が反応し、錆(こぶ)を生成する。

取替範囲と対策

