

伊方発電所第 1、2 号機
タービン建家非常用排水配管からの
水漏れについて

令和 3 年 3 月
四国電力株式会社

1. 件名

伊方発電所第1、2号機 タービン建家非常用排水配管からの水漏れについて

2. 事象発生の日時

令和2年 9月29日 8時47分頃

3. 事象発生の設備

1、2号機 タービン建家非常用排水配管

4. 事象発生時の運転状況

1号機 廃止措置中

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. 事象発生の状況

伊方発電所第2号機脱気器建家付近の屋外において、9月29日8時47分頃、地面より水が出ていることを保修員が確認した。このため、地中に埋設されている1、2号機タービン建家非常用排水配管に関する設備を停止して、地面からの水漏れは停止した。

地面を掘削して漏えい箇所を調査したところ、9月30日、埋設されたタービン建家非常用排水配管※¹に貫通穴を確認した。

その後、当該配管については新品に取替を実施したうえで、通水して漏えいのないことを確認し、10月14日13時30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周辺環境への放射能の影響はなかった。

(添付資料-1)

※1 タービン建家非常用排水配管

1、2号機タービン建家で常時発生するドレン水（主に純水）以外の1、2号機の空調・洗濯設備等で使用した蒸気のドレン水や、海水淡水化装置で使用している蒸気のドレン水など間欠的に発生したドレン水を排水する配管

6. 事象の時系列

9月29日

8時47分頃 保修員が2号機脱気器建家付近の屋外において、地面より水が出ていることを確認

11時46分 当該配管に関係する設備を停止（仮設の排水設備配備を含む）して、水漏れが停止していることを確認

12時13分 漏えい箇所の調査開始

9月30日

15時00分 貫通穴を確認

10月6日～10月13日 当該配管の取替を実施

10月14日

13時30分 当該配管に通水して漏えいのないことを確認した後、通常状態に復旧

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) 配管仕様

当該配管は、ダクタイル鋳鉄管^{※2}（外径約270mm、肉厚約6mm、内面モルタルライニング^{※3}厚約4mm、炭素鋼）であることを確認した。

※2 ダクタイル鋳鉄管

鉄組織中の黒鉛を球状化させることにより、高い強度と耐食性を有した鉄管

※3 内面モルタルライニング

セメント、細骨材、水の混合物（モルタル）を内面に施したもの。内面からの腐食に強く耐食性に優れている。

(2) 配管調査

a. 配管外面調査

当該配管の外面を目視にて調査したところ、配管継手下流付近の底部に幅約6cm、長さ約17cmの貫通穴が1箇所確認された。

また、配管継手部から下流約50cmの間で、多くの錆^{※4}が配管全面に認められ、腐食を防止する目的の外面塗装が配管全面にほぼ残っていなかった。

※4 錆

腐食の進行により錆がこぶ状に成長したもの

（添付資料－2）

b. 配管内面調査

当該配管の内面を目視にて調査したところ、貫通箇所周辺において、配管内面に施工しているモルタルライニングの部分的な剥離が確認された。

なお、剥離は内表面のみで著しい凹凸もなく、顕著な劣化は確認されなかった。

(添付資料－ 3)

c. 配管断面調査

当該配管を切断し、配管断面を目視にて調査したところ、配管金属の内外面に腐食が確認された。腐食箇所の損傷・進行の程度は、配管内面に比べ、配管外面の方が大きいことが確認された。

当該部の配管外面は金属光沢が失われて、ねずみ色の変色が確認された。

(添付資料－ 4)

(3) 保守状況の調査

当該配管の保守状況について調査を実施した結果、当該配管は1号機の建設当時から使用しているが、予防保全のため、平成13年にダクティル鑄鉄管の部分取替工事を計画し、当該配管の上流側の一部分について取替工事を実施していた。

なお、平成13年以降は修繕および取替の実績はなかった。

(4) 運転状況の調査

当該配管は、1、2号機タービン建家非常用排水ピットの排水が流れる箇所であり、放射性物質を含まない水であった。また、正常に排水できない等の異常は確認されていない。

(5) 平成13年に実施した配管取替工事の状況調査

a. 工事記録の調査

工事記録を確認したところ、取替配管と再使用配管を接続する前に、再使用配管外面の健全性を確認するために取り合い部(今回の配管漏えい部分を含む)の配管外面の塗装を全て除去し、接続に支障がないことを確認して再塗装を実施した後で配管接続しており、今回の配管漏えい部分を含む配管全面に錆こぶが発生していた箇所と、平成13年に実施した配管取替工事にて、配管取り合い部の再塗装を実施した箇所が一致していることを確認した。

b. 関係者への聞き取り調査

関係者による聞き取りを実施したところ、工事で掘削した地下の配管取替作業場所は配管と掘削した底面が配管取替に必要な最低限程度の間隔での作業となり、配管外面手入れを含む塗装作業の施工が困難な場所であったことを確認した。

(6) 類似箇所の調査

平成13年に実施したダクティル鋳鉄管の部分取替工事にて、配管取り合い部で再塗装を実施した箇所の配管全面に錆こぶが確認されたことから、同工事において再塗装を実施した箇所について調査した。

a. 1、2号機タービン建家非常用排水配管

当該配管を含む、1、2号機タービン建家非常用排水ピットポンプから総合排水処理装置までの非常用排水配管については、平成13年に当該箇所の上流側配管を含む2箇所の配管を取替えており、取替配管と再使用配管を接続した箇所が4箇所あった。また、4箇所とも既設配管の取り合い部は、配管外面の塗装を除去した後で再塗装を実施していた。

b. その他の配管

平成13年の配管取替工事では総合排水処理装置排水配管^{※5}、タービン建家常用排水配管^{※6}および純水装置排水配管^{※7}についても合計4箇所の配管取替を実施しており、取替配管と再使用配管を接続した箇所が8箇所あった。また、8箇所とも配管外面の塗装を除去した後で再塗装を実施していた。

なお、このうち2箇所は外観点検を実施し、錆こぶ発生等異常のないことを確認した。

(添付資料-5)

※5 総合排水処理装置排水配管

発電所の管理区域外（タービン建家、事務所等）から排出される一般排水の浄化が終了した後、放水ピットへ排水する配管

※6 タービン建家常用排水配管

1、2号機のタービン建家で常時発生するドレン水（主に純水）を排水する配管

※7 純水装置排水配管

プラントで使用する純水を製造する際に発生したドレン水を排水する配管

8. 推定原因

調査の結果、当該漏えい箇所の断面状況および貫通穴周辺の配管外面に錆こぶが存在していたことから、配管外面から全面腐食^{※8}が進行していたと考えられる。また、断面表層がねずみ色に変色していたことから、全面腐食に加えて、黒鉛化腐食^{※9}が同時に進行していたと考えられる。

腐食が発生した原因としては、過去に実施した配管取替に伴う再塗装作業範囲において下地処理不良、塗装のかすれ、塗り残し等の要因にて配管外面の塗装が適切に実施できていなかったため、酸素等の腐食因子を遮断できず、全面腐食および黒鉛化腐食が発生、進行していたものと推定され、肉厚が薄くなった箇所に配管内部流体の圧力が加わることにより、内面モルタルライニングが損傷して貫通に至ったものと推定される。

※8 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。

※9 黒鉛化腐食

ダクティル鋳鉄に生じる腐食の一種であり、鉄成分が黒鉛に対して陰極となり選択的に溶解し、残留黒鉛と腐食生成物によって黒鉛化腐食生成物層を形成する。

(添付資料－6)

9. 対 策

- (1) 当該配管について、内外面エポキシ樹脂塗装^{*10}のダクティル鋳鉄管に配管取替を実施した。

※10 エポキシ樹脂塗装

塗膜形成要素にエポキシ樹脂を含んだ耐食性の優れた塗装

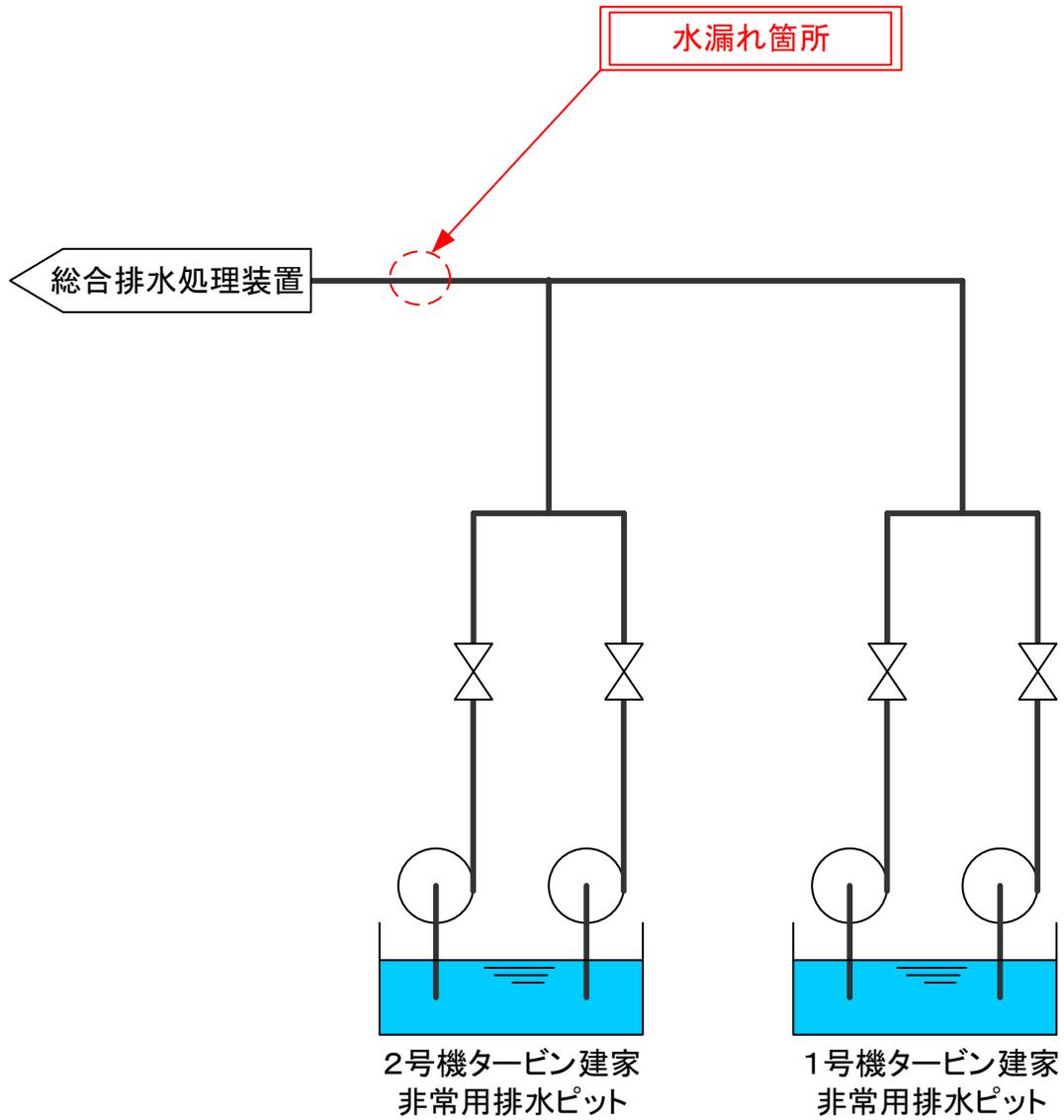
- (2) 平成13年に配管取替を実施した総合排水処理装置排水配管、タービン建家常用排水配管および純水装置排水配管について、水張り検査を実施し、漏えいのないことを確認した。
- (3) 平成13年に配管取替のため現地塗装を実施したダクティル鋳鉄管について外観点検を実施する。
- (4) ダクティル鋳鉄管取替作業においては、塗装対象範囲が確実に塗装できていることを外観確認するよう作業要領書に明示する。

以 上

添 付 資 料

- 添付資料－ 1 伊方発電所 1、2号機 タービン建家非常用排水配管概略系統図
- 添付資料－ 2 配管外面調査結果
- 添付資料－ 3 配管内面調査結果
- 添付資料－ 4 配管断面調査結果
- 添付資料－ 5 類似箇所調査結果
- 添付資料－ 6 漏えいまでの推定メカニズム

伊方発電所 1、2号機 タービン建家非常用排水配管概略系統図



配管外面調査結果



【貫通穴周辺拡大】



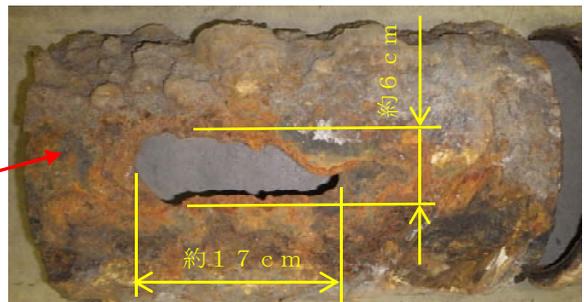
A部：約50cmにわたる錆こぶ
(再塗装箇所)

配管全面に錆こぶを確認

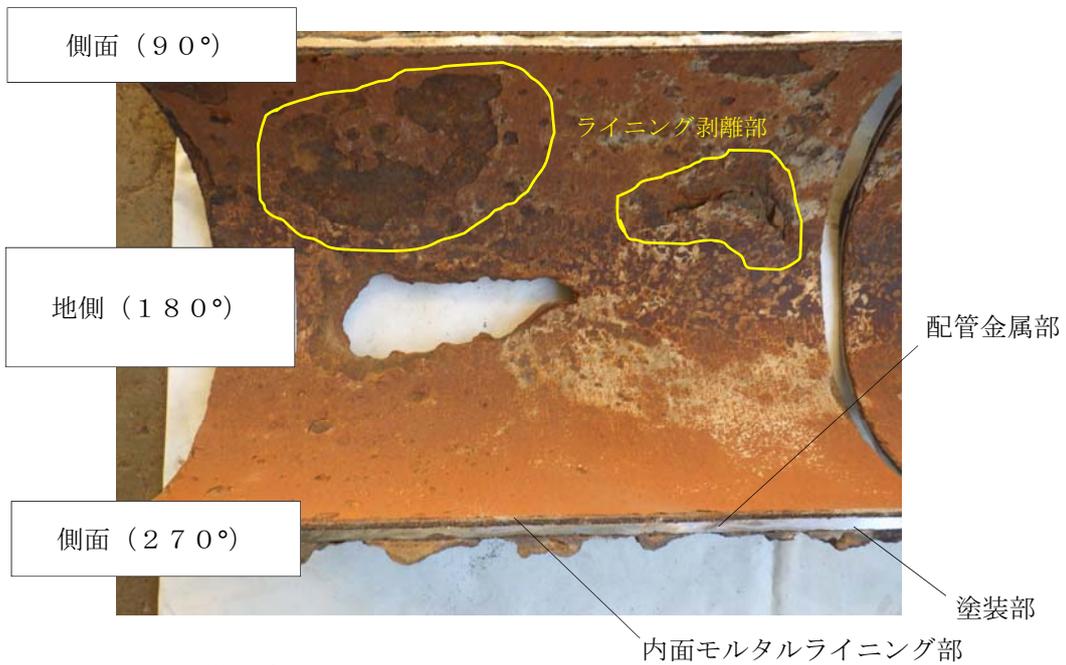
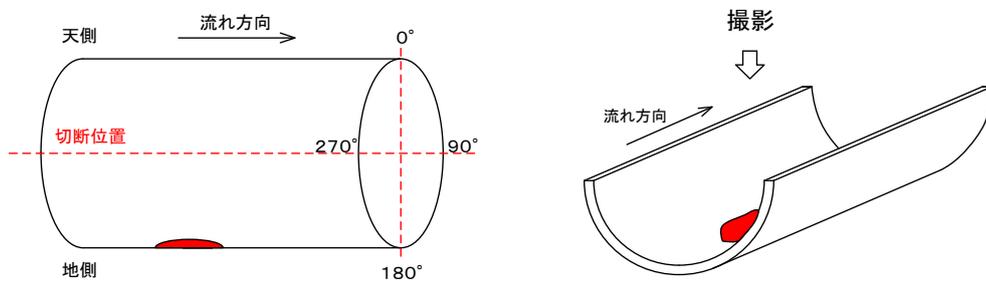
【配管外面手入れ後（天側）】



【配管外面手入れ後（地側）】



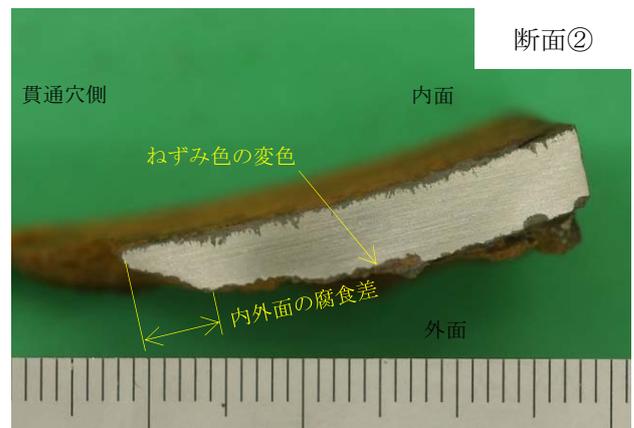
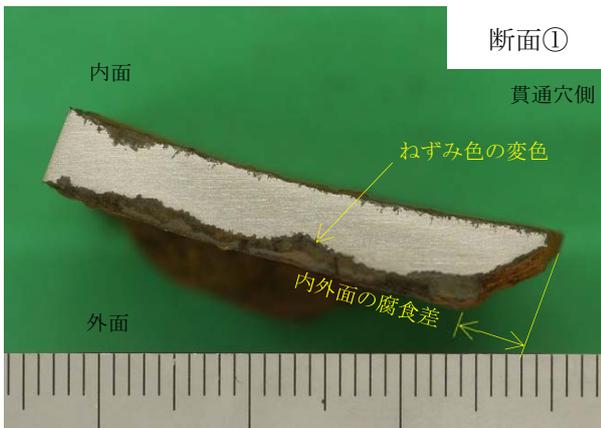
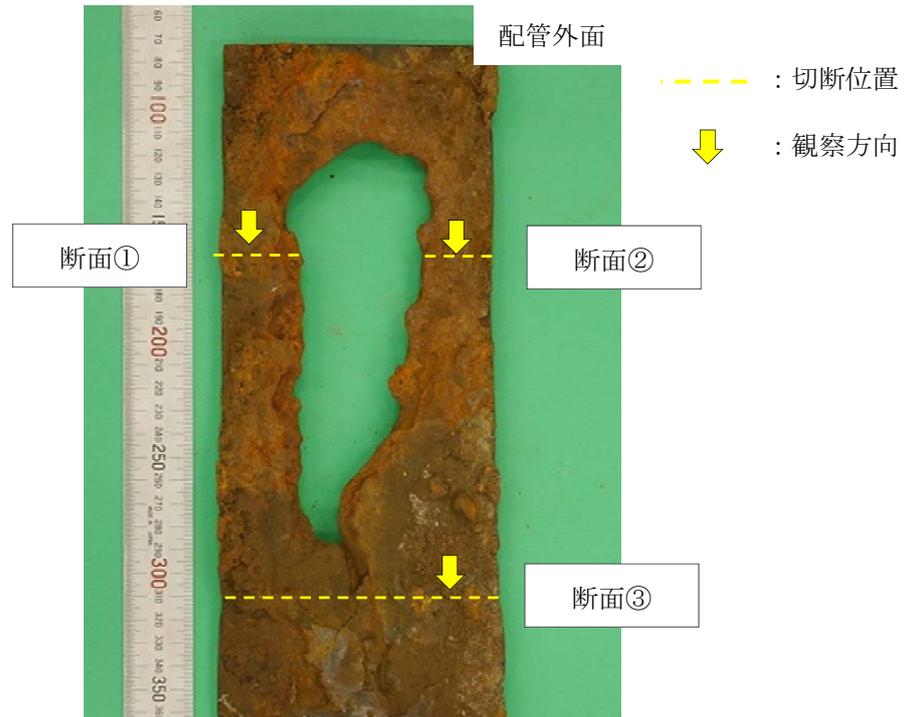
配管内面調査結果



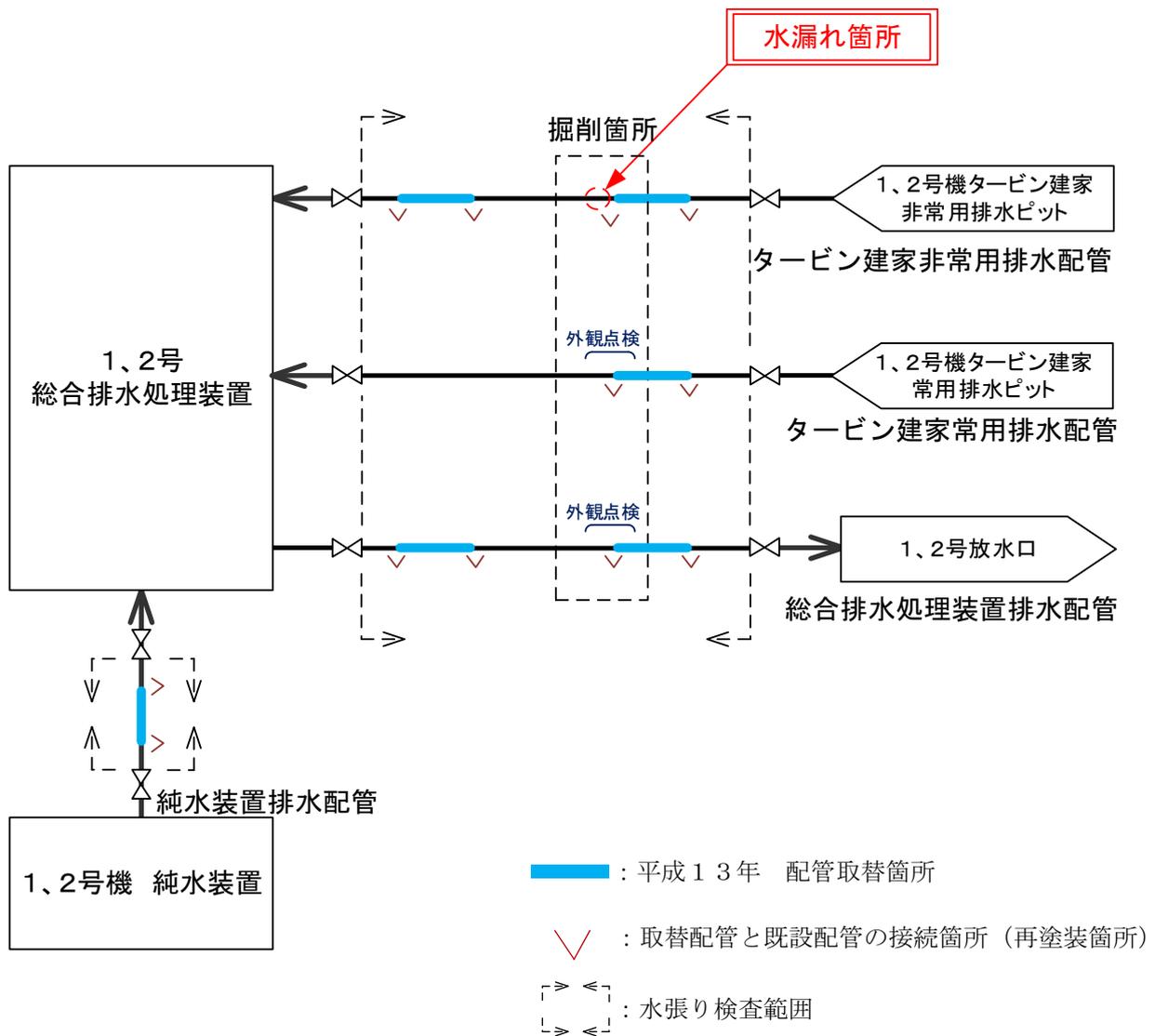
【貫通穴詳細】



配管断面調査結果



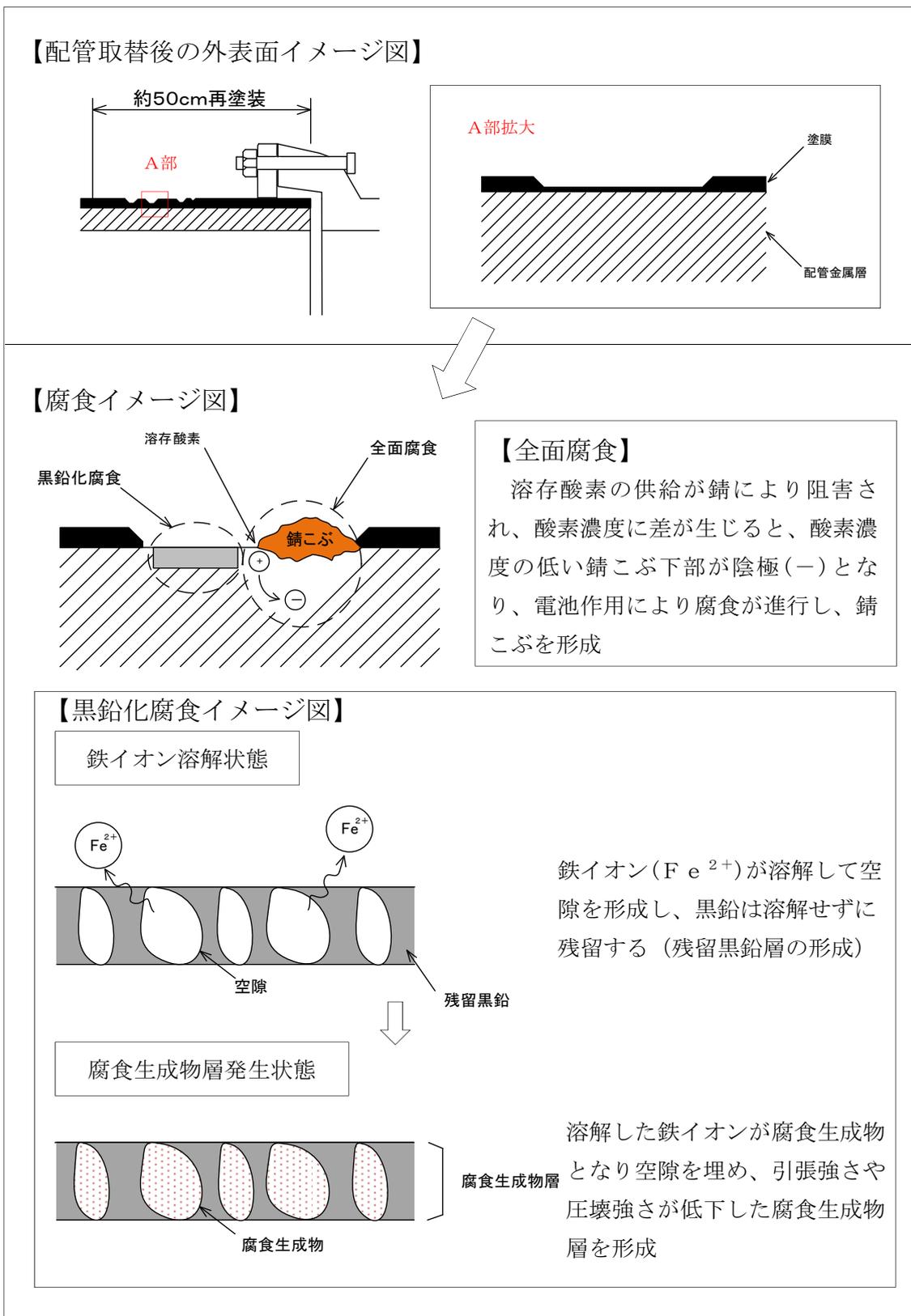
類似箇所調査結果



【平成13年に実施した配管取替工事対象箇所の調査結果】

- ・掘削箇所の配管外観点検：異常なし
- ・各配管の水張り検査：漏えいなし

漏えいまでの推定メカニズム



配管外面から全面腐食と黒鉛化腐食が同時に進行して配管肉厚が減少