

伊方発電所第2号機
湧水系統配管からの漏えいについて

平成24年 7月
四国電力株式会社

1. 件名

伊方発電所第2号機
湧水系統配管からの漏えいについて

2. 事象発生の日時

平成24年 1月 5日 11時05分頃

3. 事象発生の設備

湧水ピット排水配管

4. 事象発生時の運転状況

通常運転中(定格電気出力566MW)

5. 事象発生の状況

伊方発電所第2号機は通常運転中のところ、1月5日11時05分頃、保修員が原子炉補助建家の海水管室において湧水放出配管のフランジ近傍から水漏れがあることを確認した。

調査の結果、湧水ピット*¹に溜まった湧き水を湧水ピットポンプにより海水管に排水するための配管に微細な貫通穴(実測漏えい量は80cc/分、総漏えい量は約125ℓ)が認められたため、当該配管の漏えいが確認された箇所に補修材による応急補修を行い、15時10分に漏えいがないことを確認した。

さらに2月24日、当該配管を新品(内面ポリエチレンライニング配管*²)に取替え、通常状態に復旧した。

なお、本事象によるプラント運転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 湧水ピット

地下水等の湧き水を一時的に溜めるピット。

なお、湧き水に放射性物質は含まれていない。

*2 内面ポリエチレンライニング配管

加熱した鋼管内面にポリエチレン粉体を熱融着させ、約1mmのライニング皮膜を形成したもの。内部からの腐食に強く耐食性に優れている。

6. 事象の時系列

1月5日

- | | |
|---------|---|
| 10時39分 | 運転員が床面に1m四方の水溜りを発見 |
| 11時05分頃 | 保修員が海水管室において排水ラインA系統の湧水放出配管のフランジ近傍からの水漏れを確認 |
| 11時13分 | 湧水ピット排水系統A系統の隔離 |

1 3時09分	当該配管応急補修作業開始
1 5時10分	応急補修作業終了、漏えい停止を確認
2月24日	当該配管取替え（内面ポリエチレンライニング配管）

7. 原因調査結果

漏えいの原因について、以下の調査を実施し、要因の検討を実施した。

(1) 配管調査

a. 配管外面調査

当該配管（外径89.1mm、厚さ5.5mm、炭素鋼（亜鉛メッキ*³））は、湧水ピットポンプにより海水管A系統の排水ラインに水平にフランジ接続しており、応急補修に使用した補修材を除去した後に当該部を切り出して外観を観察した結果、配管フランジの溶接部に貫通穴（約15mm×約4mmの楕円）が認められた。

（添付資料－2）

b. 配管内面調査

切り出した配管内面を観察した結果、全面に堆積物が付着しており、特に配管下部には他の箇所より比較的多くの付着が認められた。

また、配管フランジの溶接部近傍の堆積物を除去した結果、漏えい箇所付近の配管地肌が露出しているとともに全面に約1mmの減肉があり、特に漏えい箇所近傍のフランジから約60mmの範囲には漏えい箇所を起点に約4mmの著しい減肉が認められた。

なお、堆積物は炭素鋼配管の腐食で見られる錆が蓄積したものであった。

（添付資料－3）

*3 亜鉛メッキ

鉄の代表的な防錆処理で、鉄の表面に錆びに強い亜鉛を被覆することにより鉄を保護している。

(2) 運転状況の調査

湧水ピットには地下水等の湧き水が常時流入しており、その溜まり水は湧水ピットポンプにより海水管に放出される。また、1・2号機の場合は、海水供給系統配管が管理区域内にも設置していることから定期検査における海水の隔離、水抜き時に系統水（海水）は湧水ピットに導かれ、その溜まり水は湧水ピットポンプを経由して海水管に放出される。なお、湧水ピットは非汚染水を取り扱うピットであるが、放出においては放射線測定モニタを通して海水管に放出されている。排水ラインA系統が常時使用であり、B系統は定検時にA系統が使用できないときに使用している。

(3) 保守状況の調査

湧水ピットポンプより海水放水管までの配管は建設時（昭和57年）に炭素鋼配管（亜鉛メッキ）であったが、外観に錆が見られたため予防保全として平成18年に排水ライン逆止弁（2-7091A）上流側の一部を、短期間で取替えが可能であるステンレス配管に取替えていた。なお、この際、炭素鋼配管側のフランジをステンレス製のものに交換し、既設炭素鋼配管にステンレス鋼製フランジが直接接合されたことより、異種金属接触状態であったが、取替え前の炭素鋼配管の肉厚が確保されていたこと、内面に亜鉛メッキが施されており、亜鉛メッキが無くなる限り異種金属接触による腐食は発生しないことから、問題ないと考えていた。また、ステンレス配管に取替えた後の保守については、既設炭素鋼配管内面の状況が健全であったことから追加の点検等は不要と判断していた。

（添付資料-4）

また、当該箇所の点検は10年に1回の頻度で外観目視により健全性を確認しており、至近では第22回定検（平成22年）において異常がないことを確認していた。

なお、伊方発電所3号機湧水系統配管からの漏えい事象（平成20年9月）の類似箇所の調査および水平展開結果として2号機の湧水ピット排水ラインについても今後計画的に耐食性に優れた内面ポリエチレンライニング配管に取替える計画としており、平成22年にポンプから排水ライン止め弁（2-7090A）上流側を内面ポリエチレンライニング配管に取替えていた。しかし、止め弁（2-7090A）下流から逆止弁（2-7091A）までの配管取替えは、平成22年に実施した上流の配管取替箇所において内面に異常がなかったことおよび配管が管理区域と非管理区域の境界である床を貫通しているため作業工法の検討および放射線管理上の準備が必要であり、次回定検である第24回定検に予定していた。

(4) 類似箇所の調査

a. 2号機排水ラインB系統

当該配管と同じ位置の排水ラインB系統配管の外観を観察した結果、配管外面に異常はなく、貫通穴も認められなかった。また、内面には堆積物の付着が認められた。

本系統は排水ラインA系統と同じく予防保全として平成18年に排水ライン逆止弁（2-7091B）上流側の一部をステンレス配管に取替えていた。

また、点検はA系統と同じ頻度で外観目視により健全性を確認しており、至近では第22回定検（平成22年）において異常がないことを確認していた。

なお、今後計画的に耐食性に優れた内面ポリエチレンライニング配管に

取替える計画としており、平成22年にポンプから排水ライン止め弁（2-7090B）上流側を内面ポリエチレンライニング配管に取替えていた。しかし止め弁（2-7090B）下流から逆止弁（2-7091B）までの配管取替えは、A系統と同様の理由により、次回定検である第24回定検に予定していた。

b. 1, 3号機湧水ピット排水配管

1号機の湧水ピット排水配管は、建設時（昭和52年）に炭素鋼配管（亜鉛メッキ）であったが、昭和61年度に内面ポリエチレンライニング配管に取替えを実施していた。

3号機の湧水ピット排水配管は、建設時（平成6年）より、排水ライン止め弁上流側は炭素鋼配管（アルマ加工*4）、下流側は内面ポリエチレンライニング配管であったが、平成20年度に発生した配管漏えい事象により、排水ライン止め弁上流側のうち、漏えい箇所を含む錆が認められた範囲（A系統190cm、B系統100cm）を内面ポリエチレンライニング配管に取替えを実施した。なお、3号機の湧水ピットは海水が導かれないことより配管内面の腐食進展は低いが、予防保全の観点より平成22年にポンプから排水ライン止め弁上流の配管を全て内面ポリエチレンライニング配管に取替えを実施していた。

以上のことから、当該部と同様の炭素鋼配管（亜鉛メッキ）であったのは、2号機の当該配管およびB系統の止め弁（2-7090B）下流からフランジまでの排水配管である。

なお、上記のA系統・B系統配管については、3号機湧水系統配管からの漏えい事象に伴う類似箇所の調査および水平展開の範囲に該当しており、計画的な取替えを予定していた。

*4 アルマ加工

鋼材を溶融アルミニウムに浸漬させて表面にアルミニウム皮膜を施し、腐食しにくくしたもの。

8. 推定原因

当該配管は炭素鋼配管（亜鉛メッキ）であり、通常の炭素鋼配管と比べて海水仕様には優れているものの、内面の亜鉛メッキの劣化が十分想定されていなかったことから、以下のとおり異種金属接触腐食の発生を招き、当該腐食が進行して貫通し、水漏れに至ったと推定される。

- ・排水ライン逆止弁（2-7091A）上流側の一部をステンレス配管に取替えたことにより、ステンレス鋼製フランジと炭素鋼配管が直接接合する異種金属接触状態となっていたこと
- ・当該配管は炭素鋼（亜鉛メッキ）であり、配管取替え以降の長期間の使用により耐食性が低下したこと
- ・上記の亜鉛メッキ劣化により、異種金属接触腐食が発生する状態となったこと

（添付資料-4）

9. 対策

- （1）当該箇所を含む湧水ピット排水ラインA系統，B系統の排水ライン止め弁（2-7090A/B）下流側から逆止弁（2-7091A/B）までの配管について、耐食性に優れた内面ポリエチレンライニング配管に取替えた。
- （2）当該配管近傍の水平配管について、海水管近傍に設置している逆止弁（2-7091A/B）の定期的な点検時に、直接目視またはファイバースコープ等により配管内面の状況確認を実施することとし、該当する作業要領書を改正した。
- （3）内部流体に海水が通水される配管の取替えを実施する場合は、異種金属が直接接触しないよう作業計画を検討することとし、標準発注仕様書に反映する。

以上

添 付 資 料

添付資料－ 1 湧水ピット排水系統概略図

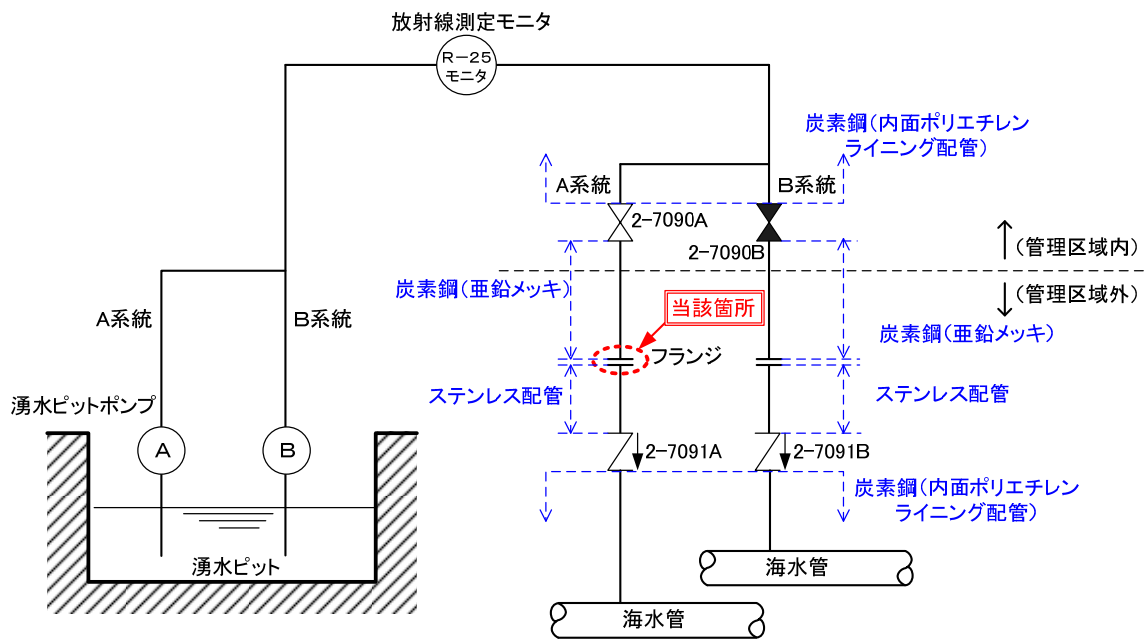
添付資料－ 2 湧水ピット排水配管外面状況

添付資料－ 3 湧水ピット排水配管内面状況

添付資料－ 4 湧水ピット排水配管腐食メカニズム

湧水ピット排水系統概略図

<当該配管仕様>
 外径:89.1mm
 厚さ:5.5mm
 材質:炭素鋼

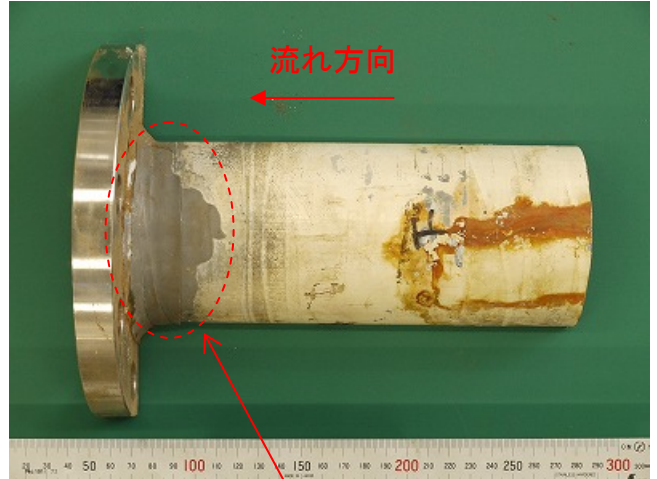


現場状況写真

湧水ピット排水配管外面状況

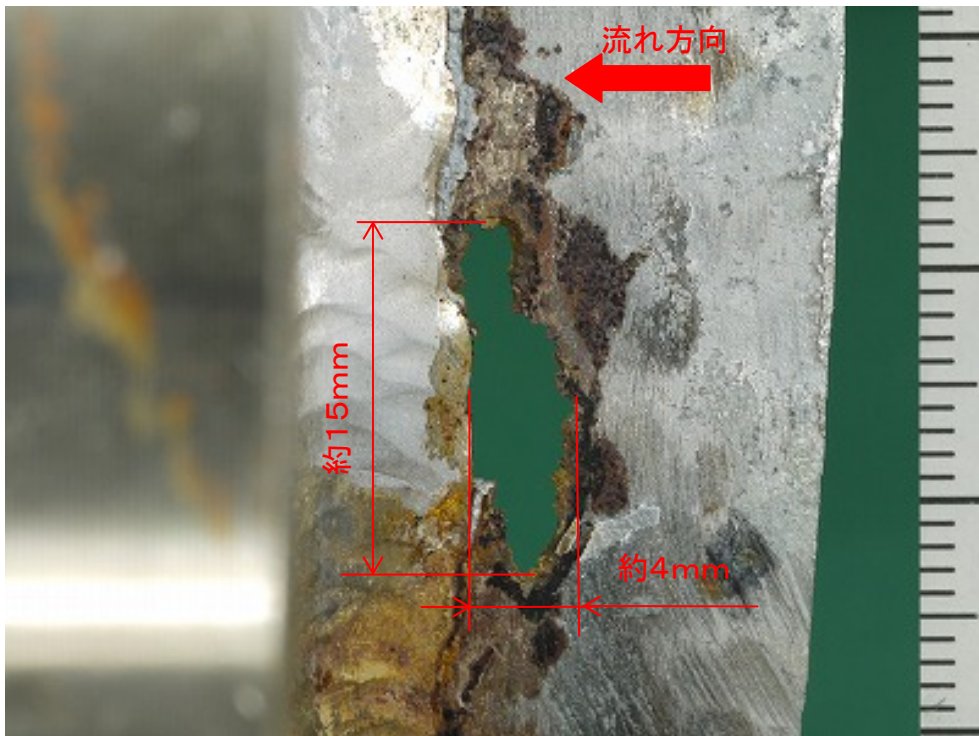


当該箇所

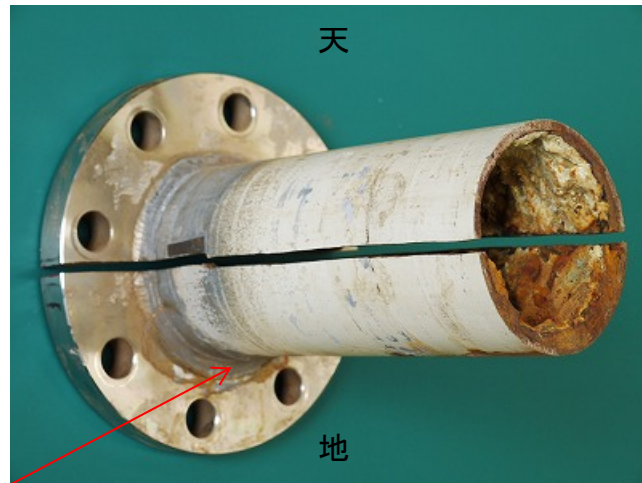


応急補修材

応急補修材除去後の外面状況



湧水ピット排水配管内面状況



当該箇所

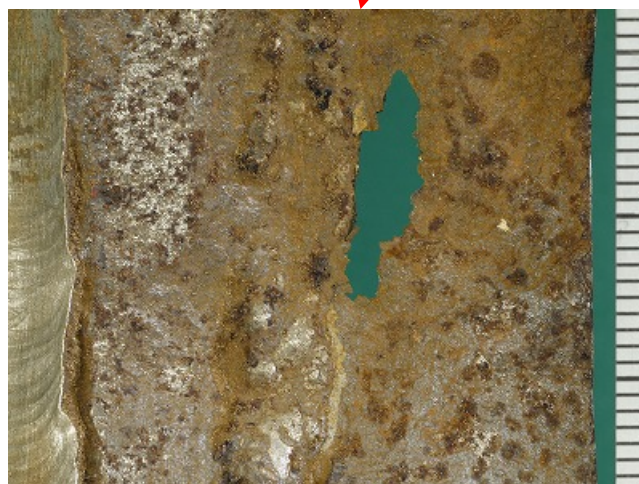
当該部堆積物除去後の内面状況(天側)



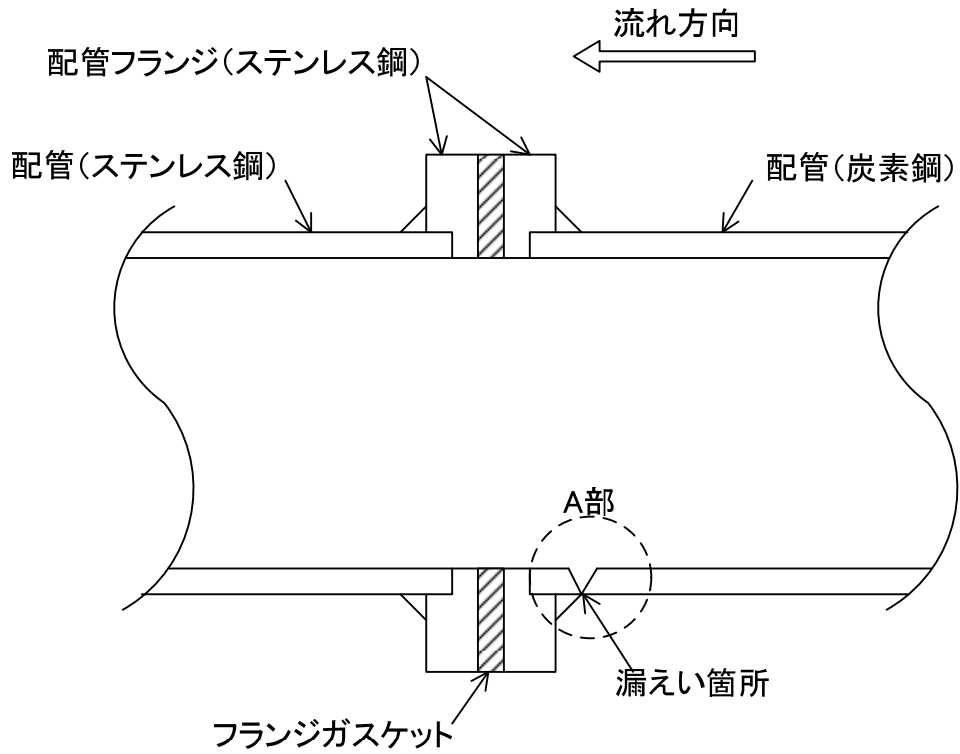
当該部堆積物除去後の内面状況(地側)



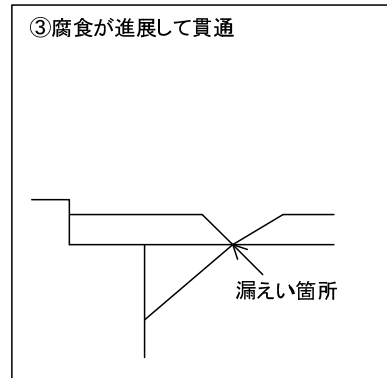
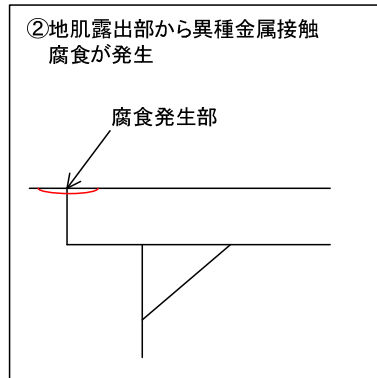
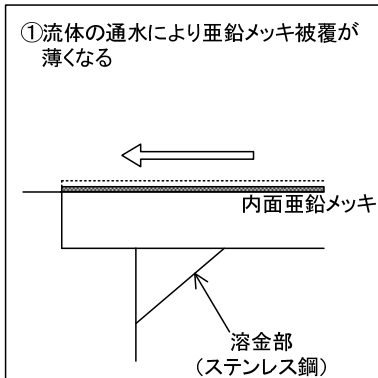
拡大



湧水ピット排水配管腐食メカニズム



<A部詳細>



<腐食箇所断面写真>

