

美浜発電所2号機の化学体積制御系統の空気抜き配管溶接部からの漏えい (原因と対策)

このことについて、関西電力株式会社から下記のとおり連絡を受けた。

記

美浜発電所2号機（加圧水型軽水炉 定格電気出力50万キロワット）は、定格熱出力一定運転中のところ、3月19日12時頃に、中央制御室で監視カメラによる原子炉格納容器内の確認を行っていた運転員が、化学体積制御系統*¹の再生熱交換器*²室内で水の滴下（4滴/分）を確認した。

運転パラメータや格納容器内の放射線モニタ等に異常は認められていないが、漏れ箇所の特特定や詳細な点検調査を行うため、同日14時に出力降下を開始し、21時00分に発電を停止、21時55分に原子炉を停止した。

原子炉停止後、室内の状況を確認したところ、原子炉冷却系統への充てん水が流れる配管（充てん配管）に設置されている空気抜き配管と管台（異径管）との溶接部にほう酸の析出が認められ、浸透探傷試験*³で、周方向の指示模様（長さ約2.6cm）が確認された。

なお、この事象による環境への放射能の影響はない。

*1：化学体積制御系統

原子炉冷却系統から1次冷却材の一部を抽出し浄化した後、保有水量やほう素濃度等を調整して、原子炉冷却系統に1次冷却材を充てんする系統

*2：再生熱交換器

原子炉冷却系統から化学体積制御系統への抽出水と、原子炉冷却系統への充てん水との間で熱交換を行うことにより、充てん水を加熱し、原子炉冷却系統への熱影響を緩和する。

*3：浸透探傷試験

染料の入った液（浸透液）を傷に浸透させた後、余分な浸透液を除去し、現像剤により浸透指示模様として観察する方法

[平成22年3月19日、23日 記者発表済み]

1 調査結果

(1) 破面観察等の調査

- ・当該配管を切断し浸透探傷試験を行った結果、配管外面の指示模様が認められたところの内面の管台との溶接部境界（溶接止端部）に沿う周方向で、同様の指示模様（長さ約1.5cm）が確認された。

- ・断面観察を行った結果、き裂は溶接止端部から溶接金属内を直線的に進み外面に達していた。
- ・破面観察の結果、破面は2つの様相を呈していた。内面側は複数のき裂の起点と接触が顕著な範囲（巾7mm×長さ2mmの半円状）が確認され、その外側に、外面に向かってき裂が広がり、疲労割れの特徴であるビーチマーク模様が確認された。
- ・配管等の材質に問題はなく、放射線透過試験の結果、溶接欠陥は認められなかった。

（2）振動計測

- ・当該配管の固有振動数*4を計測したところ、充てん配管内の流れに直交する方向で22Hz、流れ方向で13.5Hzであった。

*4：固有振動数

配管の重量、長さ等により配管それぞれが持つ固有の振動数

（3）点検・補修履歴の調査

- ・小口径配管の振動による損傷事例を踏まえ、その未然防止を図るため、平成11年に小口径配管管理マニュアルを定め、振動評価を実施してきた。
- ・当該配管では、第18回（平成11年）および第20回定期検査（平成14年）において振動評価を行い、固有振動数は23.5Hzで、当該溶接部に働く応力は疲労限（疲労割れを起こす応力）より低いことを確認していた。
- ・その後、第22回定期検査（平成17年）において、当該配管の空気抜き弁のハンドルを、バーハンドル（重量約0.35kg）から丸ハンドル（重量約2.5kg）に取り替えたが、振動評価は行っていなかった。
- ・前回の第25回定期検査（平成21年）において、管理マニュアルに基づき、当該溶接部の浸透探傷試験を行い、指示模様がないことを確認していた。

（4）疲労割れに関する調査

- ・当該配管は充てんポンプの下流側にあることから、ポンプ運転に伴う充てん水の圧力脈動（振動）の影響を調査した。
- ・その結果、定期検査中の試運転や検査時に行われるポンプ100%流量運転時の振動（21.8Hz）と、当該配管の固有振動数（22Hz）がほぼ一致していることから、当該配管が共振し、当該配管と管台の溶接部に疲労限を超える繰り返しの振動応力が加わっていたと推定された。
- ・また、一旦、疲労割れが発生すると、プラント運転中のポンプ振動（80%流量運転）により、緩やかに進展すると推定された。

2 推定原因

- ・平成17年の第22回定期検査で、空気抜き弁のハンドルを取り替えたことにより、当該配管の固有振動数が、充てんポンプの試運転や検査時の振動数とほぼ一致し、配管が共振したことで、当該配管と管台の溶接部に疲労限を超える応力が働いた。
- ・この応力の繰り返しにより疲労が蓄積し、前回定期検査時の試運転もしくは検査中に、配管内面に疲労割れが発生し、その後のプラント運転中に進展し、漏えいに至ったものと推定された。

3 対策

- ・当該配管について、充てんポンプの振動との共振を回避するため、弁ハンドルをバーハンドルに戻すとともに、剛性を高めた改良型管台に変更する。
- ・振動により疲労割れの発生が懸念される小口径配管について、至近の振動計測以降に弁ハンドル取替え等の改造が行われていないことを現場で確認した。

今後、当該配管を復旧し、漏えい確認および振動計測を行った後、来週中にも原子炉を起動し、発電を再開する予定である。

なお、これまで小口径配管で振動による損傷を経験してきているにも関わらず、今回、同様な事象が発生させたことは、過去の事例を十分に活かせていなかったものと反省し、再度、全保修課員に対し、振動管理の重要性を再教育するとともに、小口径配管の改造工事を行う場合は、軽微なものも含めすべての工事について振動評価を行うよう管理マニュアルに明記する。

(経済産業省による I N E S の暫定評価尺度)

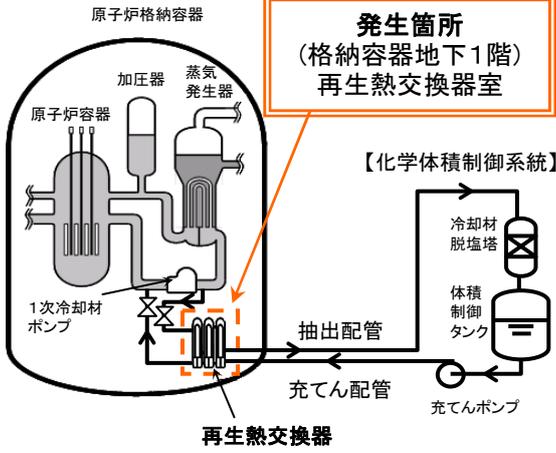
| 基準 1 | 基準 2 | 基準 3 | 評価レベル |
|------|------|------|-------|
| — | — | 0— | 0— |

I N E S : 国際原子力事象評価尺度

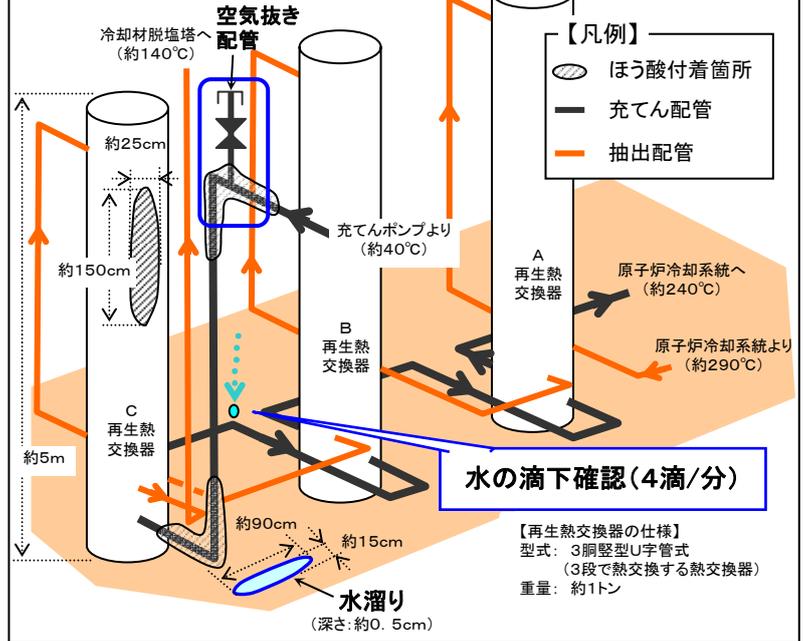
問い合わせ先(担当:伊藤)
内線2354・直通0776(20)0314

美浜発電所2号機の化学体積制御システムの 空気抜き配管溶接部からの漏えいに係る原因と対策について

発生箇所

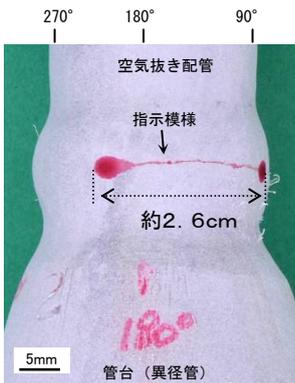


再生熱交換器室内の状況

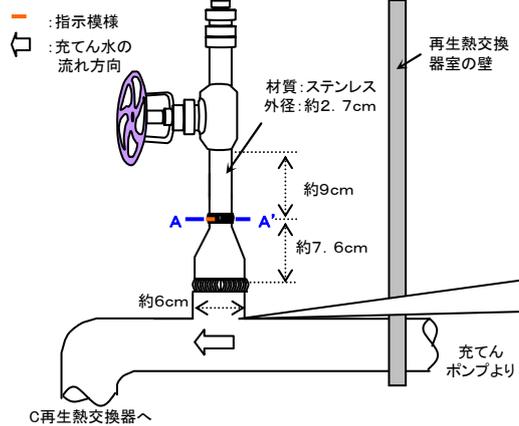


点検(観察結果)

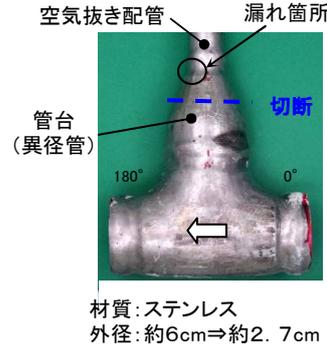
外面の浸透探傷試験結果



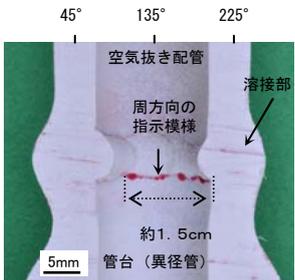
空気抜き配管を横から見た図



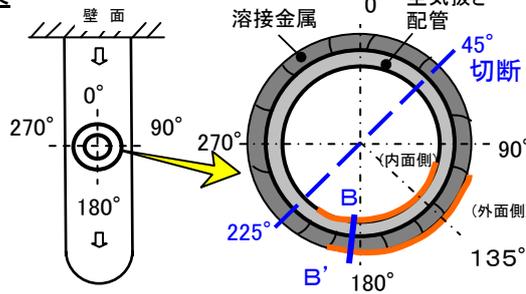
管台(異径管)の写真



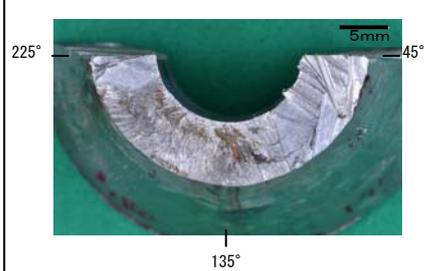
内面の浸透探傷試験結果



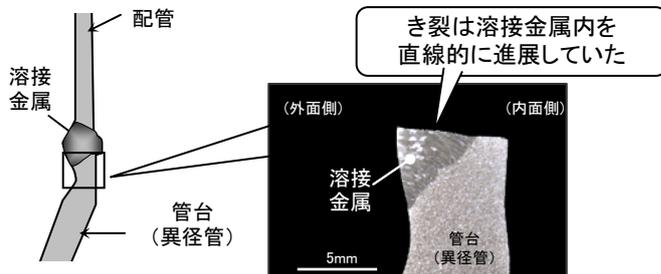
[空気抜き配管を上から見た図]



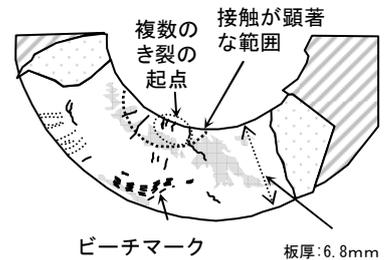
破面観察の写真



断面観察の結果(B-B'を135°方向から見た図)



破面観察のスケッチ



点検・補修履歴の調査と振動計測結果

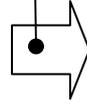


【第20回定検(H14)】

固有振動数
23.5Hz

バーハンドル重量
約0.35kg

【第22回定検(H17)】
ハンドル取替え

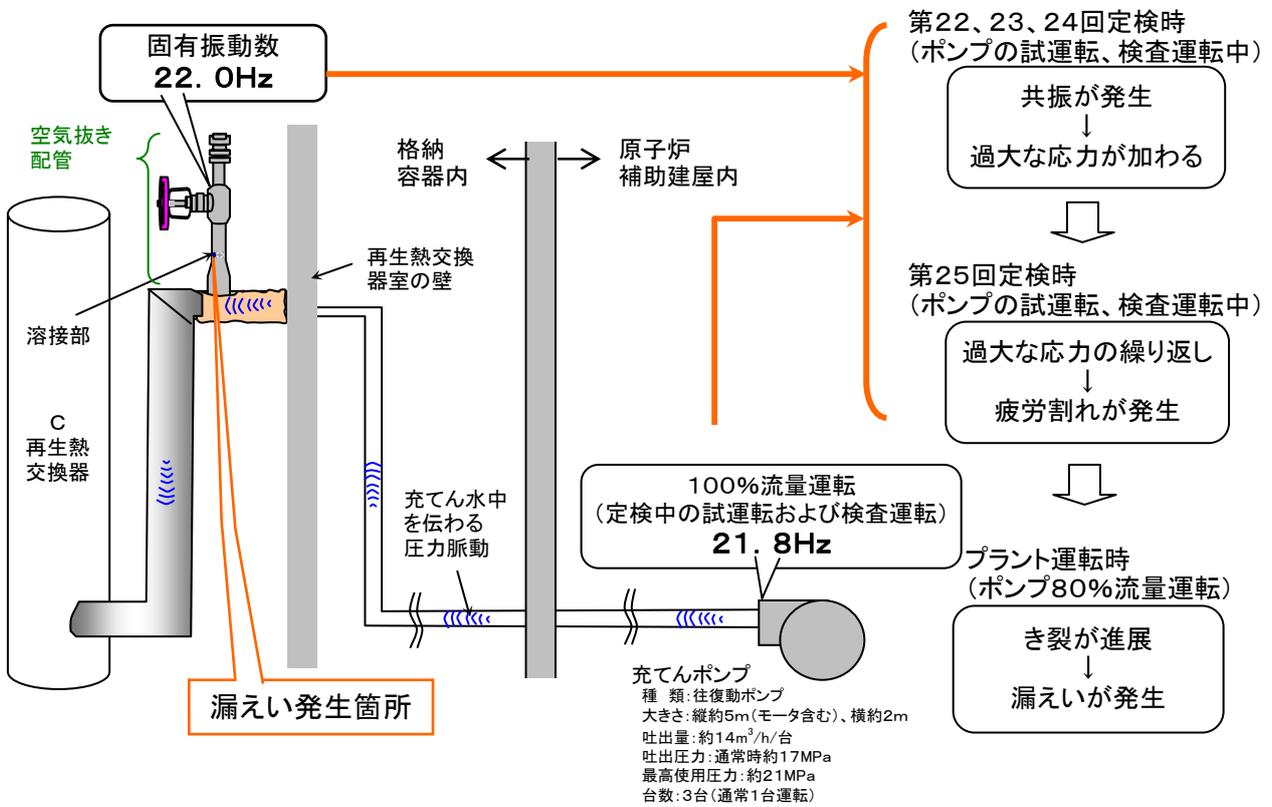


【現在(H22)】

固有振動数
22.0Hz

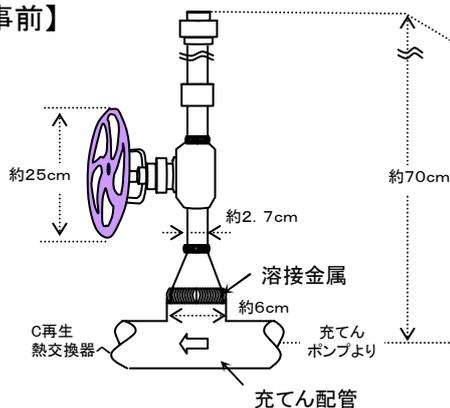
丸ハンドル重量
約2.5kg

推定原因



対策

【工事前】



【工事後(予定)】

