

高浜発電所2号機 発電機水素ガス冷却器冷却水系統の ドレン配管付根からの漏れ（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

高浜発電所2号機（加圧水型軽水炉；定格電気出力82.6万kW）は、定格熱出力一定運転中のところ、5月11日10時30分頃、巡回点検中の運転員が、タービン建屋2階で、発電機内部を冷却している水素ガスを冷やす冷却器（4台）のB冷却器で、冷却水入口配管にあるドレン配管付根部付近から水漏れ（約0.8ℓ/分）を確認した。

漏れ箇所の点検・補修を行うため、5月11日16時から発電機出力を降下させ、同日16時22分に約98%とした。これにより水素ガスの温度は他3台の冷却器で管理値内に制御し、当該冷却器は隔離し、水抜きを行った。

その後、当該ドレン配管付根部の外観点検及び浸透探傷試験*1を行った結果、冷却水配管とドレン配管との溶接部とドレン配管に指示模様（長さ約26mm）が確認されたため、当該部を切断し詳細調査を行うこととした。

*1：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5月11日、12日 記者発表済み]

1 原因調査

(1) 破面観察等の調査

- ・当該部を切断し、内表面の浸透探傷試験を行った結果、外表面と同じ部位で指示模様（長さ約23mm）が確認された。
- ・断面観察の結果、指示模様が確認された部位は貫通しており、溶接部の内側には空洞（幅約3.0mm×深さ約2.4mm）が確認された。
- ・破面観察の結果、疲労破壊の特徴であるストライエーション状模様が確認され、溶接部の空洞部では腐食跡も確認された。
- ・ドレン配管は管台等を用いず冷却配管に穴をあけ直接溶接されていたことから、空洞はこの溶接時（建設時）の欠陥で、腐食は運転に伴うものと推定された。

(2) 当該部の履歴調査等

- ・当該ドレン配管について製作図と比較したところ、実機の取付け位置は、製作図より約60mm下方となっており、他のドレン管は製作図どおり取り付けられていた。
- ・当該ドレン配管の下流にあるドレン弁について、昭和58年に、ねじ込み式の取付け方法からフランジ式に変更していた。

(3) 疲労破壊等に関する調査

- ・冷却水配管は、発電機の運転時の振動（120Hz）を大きく受けていた。
- ・ドレン配管の固有振動数*²を調査したところ、今回漏れが発生したドレン配管は119.6Hzと発電機の振動数に近かった。なお、製作図どおり取り付けられていたドレン配管の振動数は108Hzであった。
- ・以上の結果から、発電機からの振動と当該配管が共振し、当該ドレン配管の溶接部に繰り返しの振動応力が加わっていたと推定された。
- ・溶接部の強度評価を実施した結果、溶接部に空洞等のき裂がない場合は、共振による振動応力では疲労破壊は発生しないが、き裂が2.4mm程度ある場合には疲労き裂が進展する評価結果であった。
- ・当該ドレン配管は、両端とも支持されている構造（入口配管とドレン集合管の2箇所）のため、これまで振動測定を行った実績はなかった。

* 2：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

2 推定原因

当該ドレン配管は、建設時、製作図より約60mm下方に取り付けられ、その後、ドレン弁の改造を実施したことにより、当該部の固有振動数が発電機運転時の振動数に近くなっていた。また、ドレン配管を溶接した際に生じていた溶接欠陥(空洞)が運転に伴い腐食が進行したことで、共振による振動応力によりき裂が進展し、貫通に至ったものと推定された。

3 対策

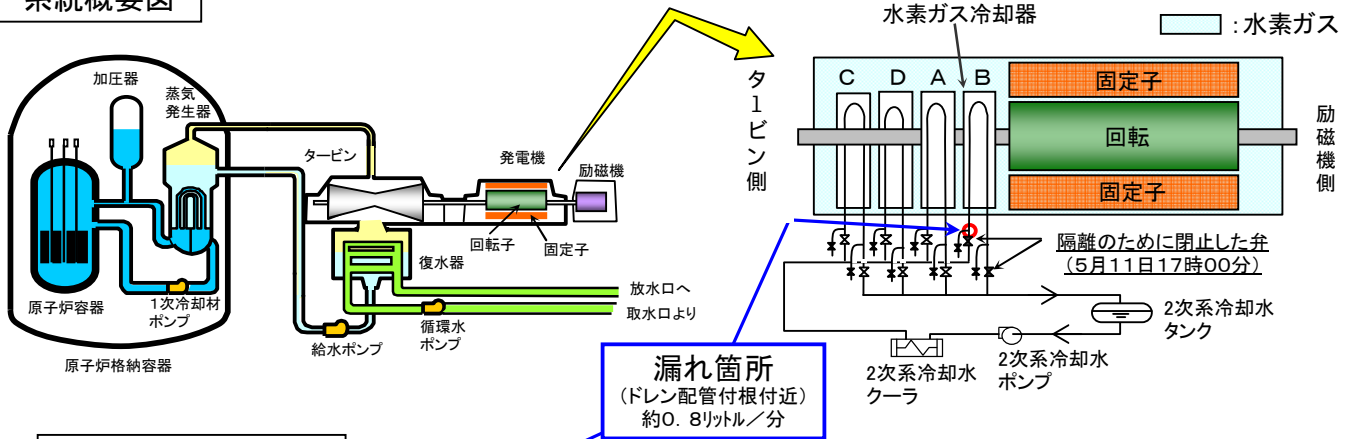
- ・当該ドレン管については管台を取り付け、差し込み溶接により補修する。またドレン配管にサポートを設置し共振を回避する。これらについては対策工事後、振動測定によりその効果を確認する。
- ・両端支持の小口径配管については、共振等による影響が想定される範囲のものについては、振動測定を行うこととする。
- ・配管に直接溶接しているドレン管等については、管台を用いた溶接方法に計画的に変更する。

今後、当該配管の対策工事を実施し、漏えい確認により健全性を確認した後、今週中にも定格熱出力一定運転に復帰する予定である。

問い合わせ先(担当：有房)
内線2354・直通0776(20)0314

高浜発電所2号機 発電機水素ガス冷却器冷却水系統の ドレン配管付根からの漏れについて(原因と対策)

系統概要図



点検(観察結果)

ドレン配管 外面からの浸透探傷試験

【ドレン配管の仕様】
外径: 約25mm、肉厚3.4mm
材質: 炭素鋼

冷却水入口配管 溶接部 約26mm

有意味な浸透指示模様

冷却水入口配管 約26mm

ドレン配管 溶接部

ドレン配管 内面からの浸透探傷試験

冷却水入口配管 溶接部 約23mm

有意味な浸透指示模様

ドレン配管 溶接部 約23mm

ドレン配管

冷却水の流れ
冷却水温度: 約29℃
供給圧力: 約0.7MPa_g

破面観察の結果

腐食生成物(錆) (倍率: 1500倍)

破壊の起点部

溶接金属範囲

外面

内面

冷却水入口配管 溶接金属

疲労破壊の特徴である
ストライエーション状模様(縞状模様)

深さ: 約2.4mm
幅: 約3mm

空洞

冷却水入口配管 溶接金属

観察方向

き裂

切断面

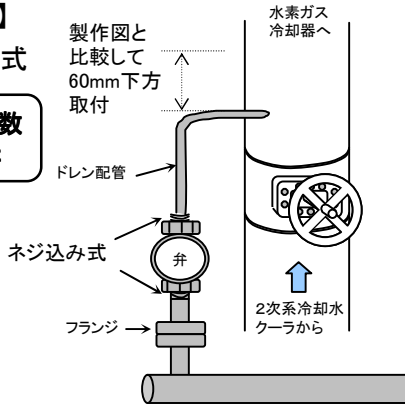
(倍率: 5000倍)

(倍率: 5000倍)

点検補修履歴調査と振動計測結果

【工事前】
ねじ込み式

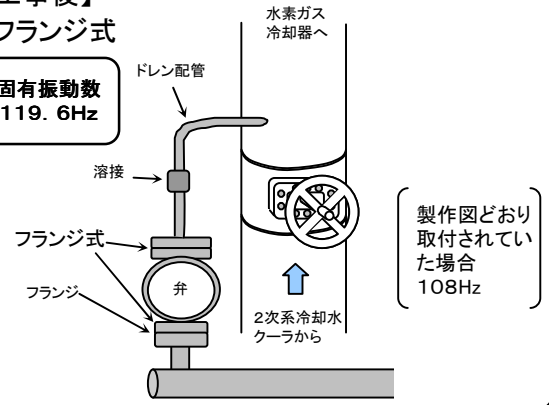
固有振動数
104Hz



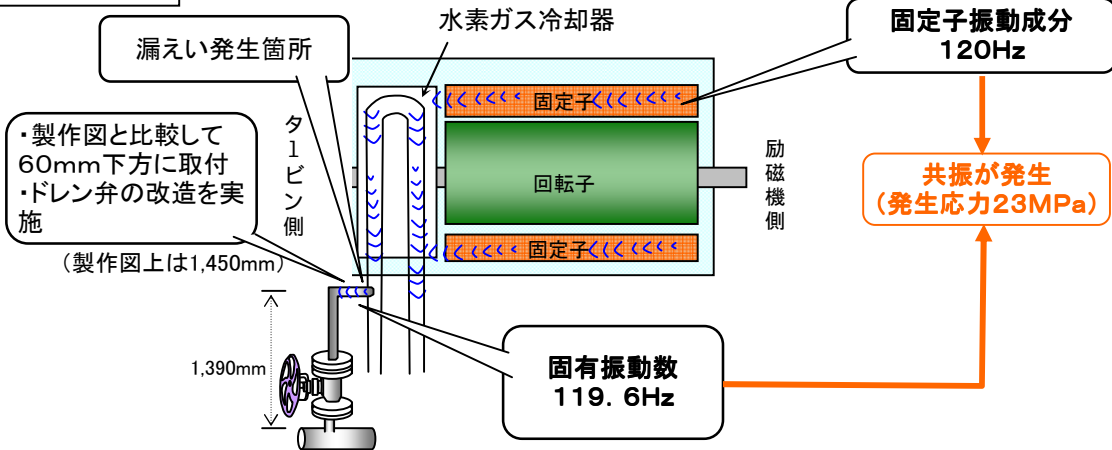
【工事後】
フランジ式

固有振動数
119.6Hz

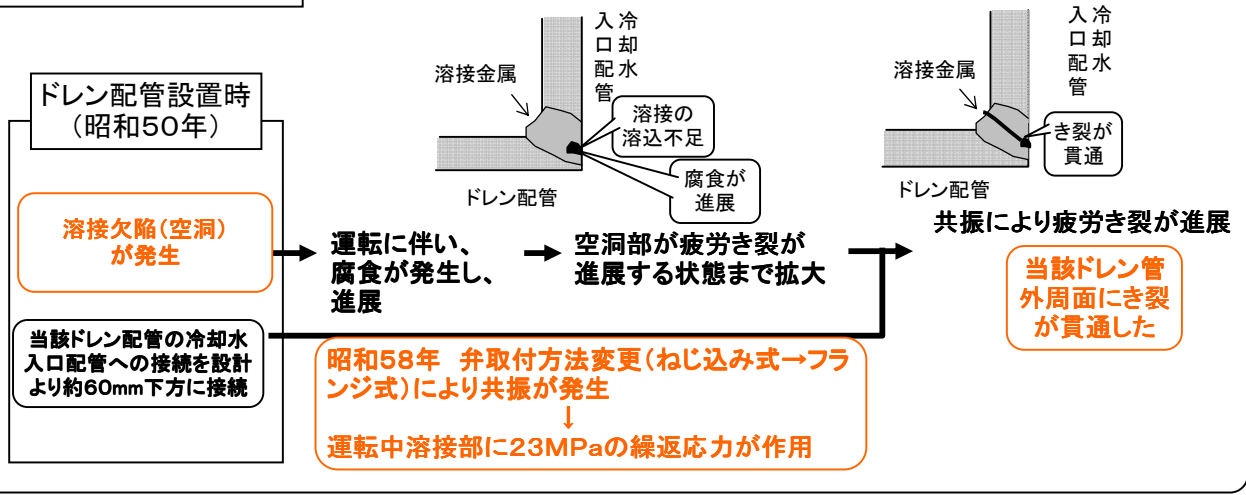
昭和58年
弁取付方法変更



推定原因

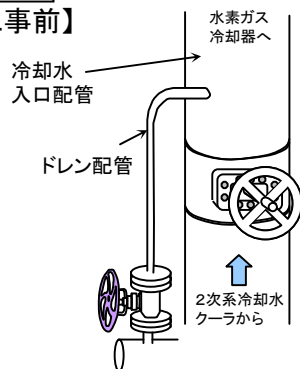


推定メカニズム



対策

【工事前】



【工事後(予定)】

