

大飯発電所1・2号機海水淡水化装置の補助蒸気配管での 蒸気漏れと支持金具損傷の原因と対策について

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

大飯発電所（1号機は第20回定期検査中、2，3，4号機は定格熱出力一定運転中）で、平成17年12月1日17時頃、屋外にある海水淡水化装置*1付近で、異音の発生と蒸気の漏えいを事務所内の社員が発見し、直ちに、運転員が現場確認した結果、海水淡水化装置（全3台）のNo.1装置とNo.3装置付近の補助蒸気配管での蒸気漏れを確認した。

このため、海水淡水化装置に供給している補助蒸気系統の弁を閉じ、漏えいを停止させた。また、16時25分から行っていた1，2号機の補助蒸気系統と3，4号機の補助蒸気系統を接続（融通）する操作を中断した。

漏えい箇所の保温材を取り外し調査した結果、No.1装置の補助蒸気入口部にあるフランジ管台で外面の腐食と貫通穴が認められ、No.3装置の補助蒸気供給配管フランジ部でパッキンの一部が欠損していることが確認された。さらに、周辺の補助蒸気配管サポート（支持金具）の損傷が3箇所認められた。

なお、今回の事象による運転中のプラントへの影響はなく、放射能による環境への影響もない。

*1 海水淡水化装置：補助蒸気を熱源として海水を蒸発させて真水（淡水）をつくる装置

[平成17年12月2日記者発表済み]

海水淡水化装置を含めた屋外の補助蒸気系統について、健全性調査を実施するとともに、蒸気漏えいと支持金具損傷の原因調査を行った。

1. 調査結果

(1) 補助蒸気系統の点検結果

① 補助蒸気系統配管等の点検

補助蒸気配管の外観点検では、No.1装置の補助蒸気入口部フランジ管

台での外面からの腐食による減肉と貫通穴（長さ2mmの2箇所）が認められた。フランジ部外側に設置されていた保温材は、外表面から雨水の浸入を防止するシール材が劣化したことで雨水の浸入が認められ、この状態が長期間続いたことにより外面から腐食し局所的に減肉していた。なお、当該フランジ管台の内面では減肉等の異常は確認されなかった。

②フランジ部パッキン

系統にあるフランジ部(32箇所)を開放し、パッキンの取り付け状況を確認した結果、蒸気漏れが確認されたフランジ部(1箇所)は、パッキン全周の約3分の1が欠損しており、残存していたパッキンは、他のフランジ部のパッキンと同様、長期間（約25年）の使用により弾力性を失い脆くなっていた。

③配管サポート

配管サポート(54箇所)の外観点検の結果、2号機側からの蒸気供給配管近傍の3箇所に損傷（破断2箇所、曲がり1箇所）が認められた。

損傷したサポートの破面観察の結果、延性破壊特有のディンプルが確認されるとともに、錆びた古い破面も認められた。

破面の特徴および事象発生時に異音が確認されていることから、補助蒸気配管内でウォーターハンマー*²が発生し、大きな力が働いた可能性が高く、過去にも同様な事象が発生していたと推定された。

*²：ウォーターハンマー（水撃現象）

高温の蒸気がドレン水と接触し急激に冷やされると、蒸気が水に戻され急激な体積収縮が生じ、これによりドレン水が加速され、大きなエネルギーを持つ。

(2) ドレントラップの調査状況

①補助蒸気系統内のドレン水の状況

ウォーターハンマーの発生が考えられることから、補助蒸気系統内のドレン水の有無について確認するため、ドレントラップ*³（8箇所）の健全性等について調査した。その結果、2号機側からの蒸気供給配管との接続部に近いドレントラップ(1箇所)の入口弁が通常開のところ、閉止（固着状態）し、ドレントラップによる排水ができない状態となっており、補助蒸気配管内から約270ℓのドレン水が回収された。

*³：ドレントラップ：配管内に溜まったドレンを自動的に排出する装置。

②ドレントラップ入口弁の操作実績

屋外の補助蒸気系統に設置されているドレントラップ入口弁の操作実績について、記録が保存されている過去5年間の記録を調査したが、当該弁を操作した実績はなかった。このため、5年以上前に当該弁を閉止したものと推定された。

(3) 補助蒸気系統の圧力変化

補助蒸気系統のパラメータを確認したところ、今回の事象発生時には1、2号機と3、4号機の補助蒸気系統を接続（融通）する操作を実施中であり、系統内の圧力（通常値：約0.780MPa）が何らかの原因で一時的に低下していた。この時、系統内の圧力を維持するため、2号機と3号機のスチームコンバータから補助蒸気系統への蒸気供給量が増加し、このため系統内の圧力が一時的に約0.804MPaまで上昇していた。

なお、系統内の圧力の低下は、ウォーターハンマー発生直前に、補助蒸気（約170℃）がドレン水に取り込まれ、急激に凝縮されるという過程で生じたものと推定された。

2. 今回の蒸気漏れと異音発生の原因

補助蒸気系統のドレントラップ入口弁が閉止されていたため、補助蒸気配管内の一部にドレン水が滞留していた。この状態で3、4号機側の補助蒸気を1、2号機側と融通操作を開始したため、滞留していたドレン水が配管の水平部に移動し、その部分で補助蒸気（約170℃）がドレン水に取り込まれ、急激に凝縮、ウォーターハンマーが発生し、その衝撃力によりサポートが損傷したものと推定された。

このウォーターハンマー発生（蒸気の凝縮）に伴い、補助蒸気系統の圧力低下が生じ、これを補うため2号機と3号機のスチームコンバータから供給される蒸気量が一時的に増え、系統内の圧力が通常値に比べて上昇した。このため、長期間の使用に伴い弾力性を失い脆くなっていた補助蒸気入口配管フランジパッキンが損傷するとともに、保温材への雨水の浸入に伴い外面より腐食し肉厚が薄くなっていたフランジ管台部に貫通穴が生じ、蒸気漏れが発生したと推定された。

3. 対策

- (1) 損傷が認められた配管サポート(3箇所)、漏えいが確認された補助蒸気入口配管フランジパッキン、No.1装置補助蒸気入口部のフランジ管台および閉固着していたドレントラップ入口弁について、新品に取り替える。
- (2) 屋外にある補助蒸気設備について、機器の管台部や配管表面の外観点検およびフランジパッキンの取替えを計画的に実施するとともに、ドレントラップの動作状況や、その周りの弁の開閉状況について、プラント起動前の点検対象に追加し、確実な系統構成確保に努める。

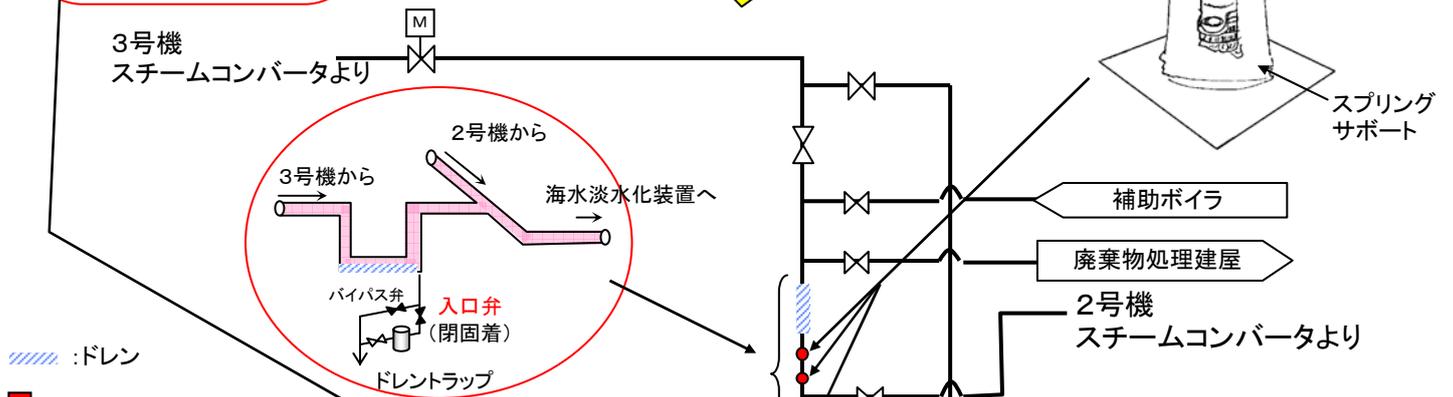
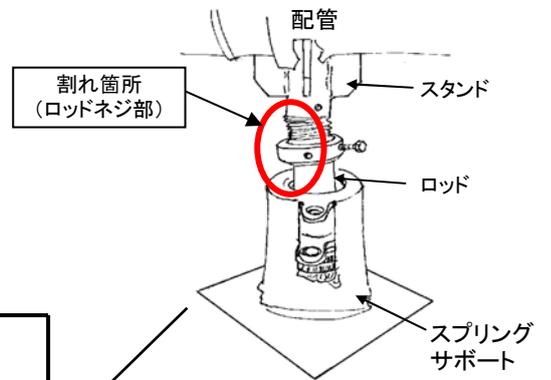
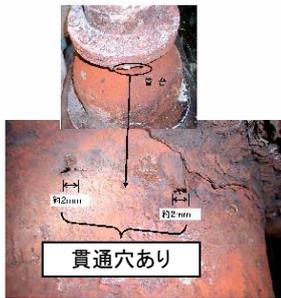
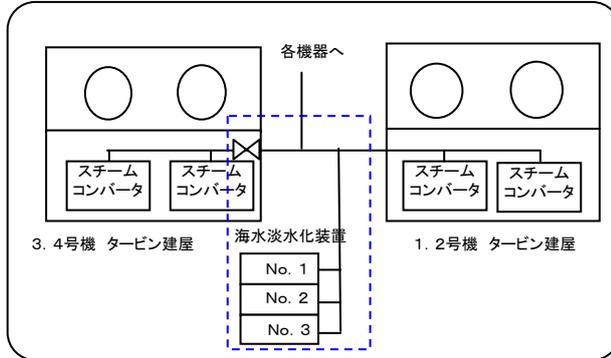
問い合わせ先(担当：小西) 内線2353・直通0776(20)0314
--

大飯発電所1, 2号機 海水淡水化装置補助蒸気ラインからの蒸気漏えいおよび支持金具の損傷について

補助蒸気入口部



サポートの損傷 (ロッドネジ部割れ)



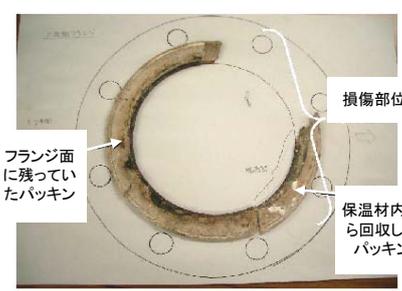
- /// : ドレン
- : 漏えい箇所
- : 配管支持金具損傷箇所
- M : 蒸気連絡弁 (電動)



(フランジパッキンが外れている)

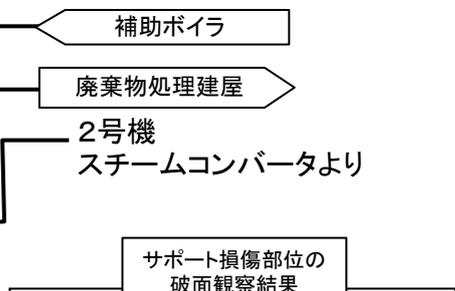
- No.1 海水淡水化装置
- No.2 海水淡水化装置
- No.3 海水淡水化装置

フランジパッキン外れ



【仕様】
 (配管部)
 直径: 約165mm
 厚さ: 約7mm
 材質: 炭素鋼

他のフランジパッキン



サポート損傷部位の破面観察結果

比較的新しい破面 (22mm)

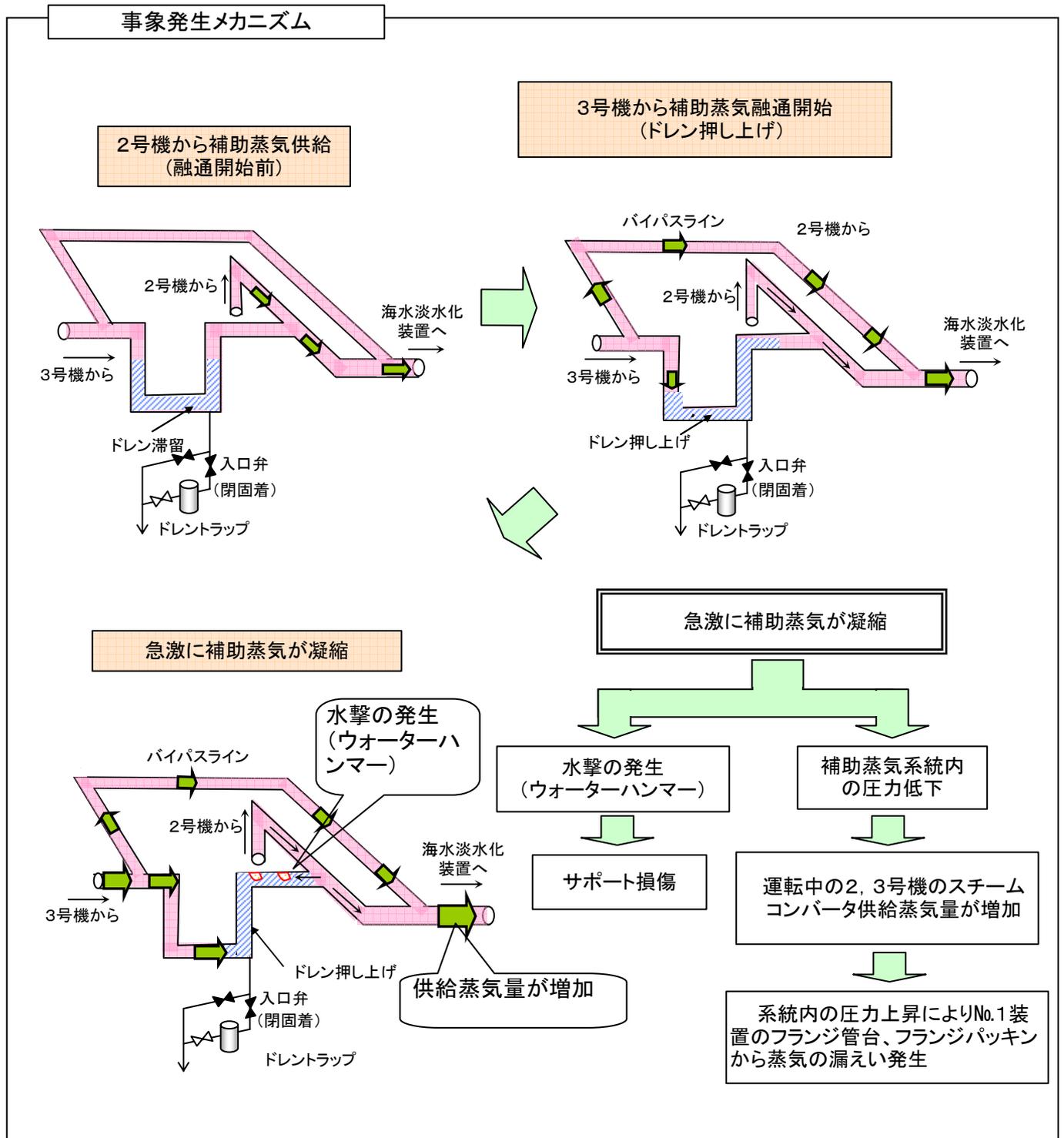
古い破面 (109mm)

強制破面

比較的新しい破面 (31mm)

SEM観察写真

(1) 比較的新しい破面 (2) 古い破面



対策

- ・ 損傷が認められた配管サポート(3箇所)、漏えいが確認された補助蒸気入口配管フランジパッキン、No.1装置補助蒸気入口部のフランジ管台および閉固着していたドレントラップ入口弁について、新品に取り替える。
- ・ 屋外にある補助蒸気設備について、機器の管台部や配管表面の外観点検およびフランジパッキンの取替えを計画的に実施するとともに、ドレントラップの動作状況やその周りの弁の開閉状況について、プラント起動前の点検対象に追加し、確実な系統構成確保に努める。