

平成13年3月9日
原子力安全対策課
(12-109)
<17時記者発表>

高浜発電所2号機の第6A高圧給水加熱器 ドレン流量増加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

高浜発電所2号機（加圧水型軽水炉；定格出力82.6万kW）は、本年1月13日から第19回定期検査を実施中で、3月2日から調整運転を開始し、電気出力上昇中のところ、3月4日20時35分頃、蒸気発生器に2次冷却水を供給している給水系（2系統）のうち、A系統にある第6A高圧給水加熱器のドレン（凝縮水）流量の上昇が認められた。

このため、出力上昇操作を停止し、2次系の各種パラメータを監視し、高圧給水加熱器の伝熱管漏えいの可能性があるかと判断されたため、出力降下を開始し、22時17分に電気出力75%とし点検・調査を行うこととした。

なお、今回の事象による環境への放射能の影響はない。

[平成13年3月5日 資料配付済]

1. 調査結果

(1) 事象発生時の関連パラメータの確認

出力上昇操作停止時（約91%出力時）における第6A高圧給水加熱器の関連パラメータを確認したところ、

- ・ドレン流量は、通常（約340 t/h）より多い値（450 t/h以上）を示していた。
- ・ドレン温度は、通常（約170℃）より高い値（約209℃）を示していた。
- ・ドレン水位は、通常水位レベルに比べ約20～30mm高い位置を示していた。
- ・ドレン水位制御弁は全開状態であった。

なお、これらのパラメータは、電気出力を75%に戻した時点では、その電気出力における通常値に戻っていた。

(2) 伝熱管の漏えい試験の結果

第6A高圧給水加熱器の胴側を空気により加圧し、伝熱管の漏えいを点検したところ、伝熱管には漏えいがないことが確認された。

(3) 関連機器の調査・点検結果

第6A高圧給水加熱器のドレン流量を制御する水位計や水位制御弁等を点検した結果、異常は認められなかった。

(4) ドレン水への加熱蒸気混入の可能性調査結果

第6A高圧給水加熱器の伝熱管やドレン流量制御機器等に異常が認められなかったことや、ドレン温度が通常より高く、高圧給水加熱器の加熱蒸気と同程度の温度であったことから、ドレン水への加熱蒸気混入の可能性について調査を行った。

数値解析の結果では、

- ・ 今回の定期検査で取り替えを行った当該高圧給水加熱器の内部構造は、取替前の高圧給水加熱器に比べ、加熱蒸気流入口直下の受衝板(*1)や伝熱管管群形状を変更しており、管群と胴の間の隙間が大きいなどの特徴に起因して、伝熱管と胴の間を下降してドレン水面に達する加熱蒸気の色度が大きいまま水面に達して水面を押し下げる。
- ・ また、電気出力の上昇に伴い、加熱蒸気の色度は大きくなり、水面を押し下げる力も強くなる。約85%出力以上になると、ドレン水面はドレン冷却室(*2)のドレン吸込み口を下回る位置まで低下する。

ことがわかった。

(*1)受衝板 : 給水加熱器内において、加熱蒸気流入面に位置し、蒸気流入による伝熱管への衝撃を緩和するもの。

(*2)ドレン冷却室: ドレン水を冷却させるため加熱器内に設けられた部屋

2. 推定原因

第6A高圧給水加熱器は、今回の定期検査で伝熱管管群および受衝板の形状を変更したことにより、管群と胴の間を流れる加熱蒸気の色度が大きくなったことにより、出力上昇に伴いドレン水面が押し下げられ、ドレン冷却室に加熱蒸気が巻き込まれたものと推定された。

また、ドレン量が増大した理由は、ドレン水に加熱蒸気が混入したことにより流量計での差圧が上昇したため(*3)、見かけ上流量計の指示が上昇したものと推定された。

(*3)流量計の計測方法: 配管内で部分的に狭められた流路の前後で差圧を測定し、演算処理により流量を求める。

3. 対策

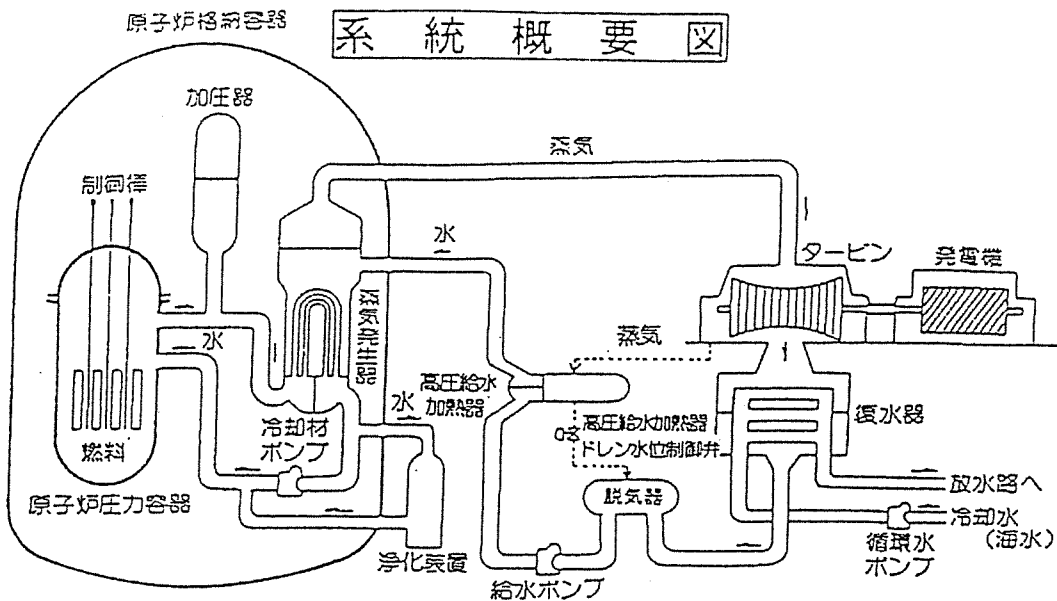
ドレン水への加熱蒸気の混入を防ぐため、第6A高圧給水加熱器のドレン水位の設定水位を現在より80mm高く設定する。

また、これにともない水位計も80mm上方に移設する。

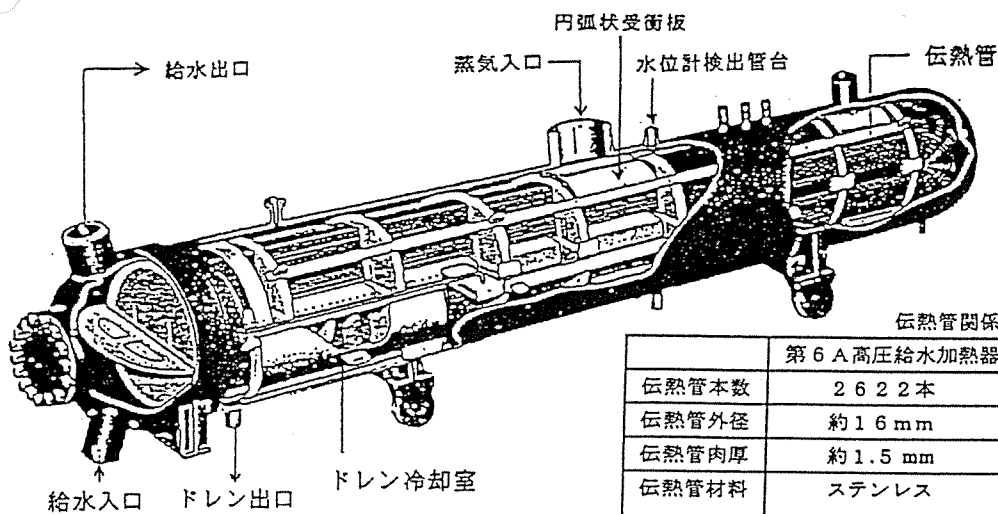
今後は、上記対策を実施した後、出力上昇を開始する予定である。

(経済産業省による I N E S の暫定評価)

基準 1	基準 2	基準 3	評価レベル
—	—	0 —	0 —



6 A 高圧給水加熱器概要図

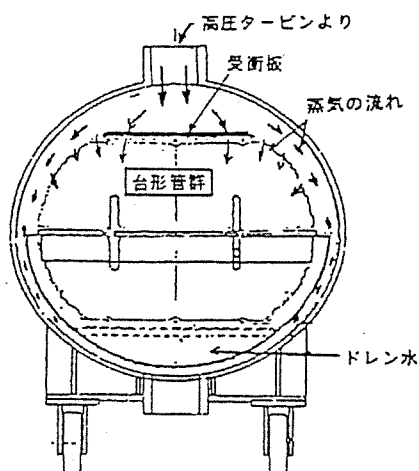


伝熱管関係諸言

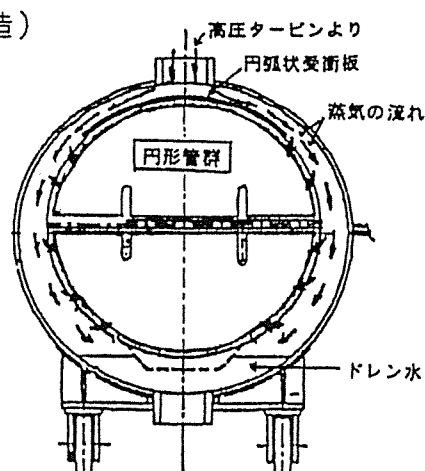
	第 6 A 高圧給水加熱器	第 6 B 高圧給水加熱器
伝熱管本数	2 6 2 2 本	2 1 2 0 本
伝熱管外径	約 1 6 m m	同左
伝熱管肉厚	約 1.5 m m	同左
伝熱管材料	ステンレス (SUS 3 0 4)	白銅管 (銅／ニッケル主成分の合金)

高圧給水加熱器構造図 (断面図)

(旧構造)



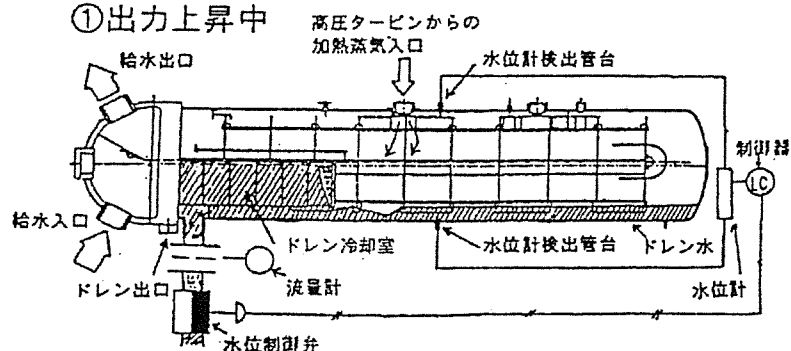
(新構造)



- ・ 旧構造では、加熱蒸気は受衝板に衝突後、胴軸方向と胴内周に沿って下方に流入するが、新構造では、受衝板が円弧状であるため、胴内周方向の蒸気速度が速くなる。
- ・ 新構造では、旧構造とは逆に管群と胴の隙間が下方に行くほど広くなる構造であり、蒸気の流路抵抗が小さく、ドレン水面まで到達しやすい。

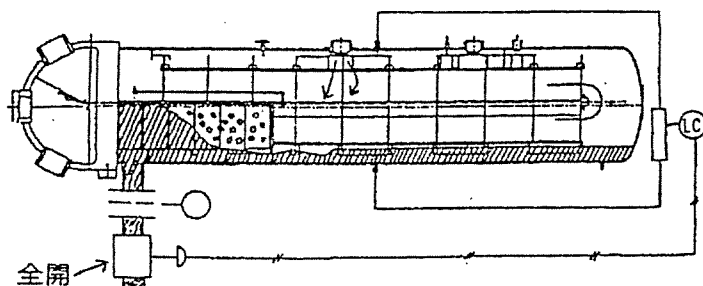
ドレン流量増加の推定メカニズム

①出力上昇中



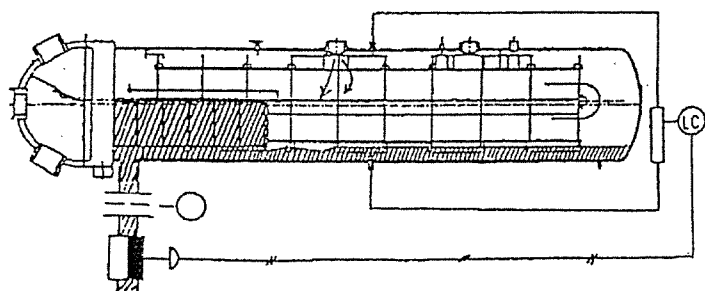
- ・ 75%から100%への出力上昇によるタービンからの蒸気流入量の増加に伴い、器内ドレン水位に対する蒸気の圧力が上昇することによりドレン水位が部分的に低下し、ドレン冷却室に蒸気が流入した。
- ・ ドレン冷却室への蒸気の流入により当該部のドレン温度が飽和温度に近づき、ドレンが部分的に沸騰したことから、ドレンの排水が悪くなった。

②91%出力



- ・ 器内ドレン水位が上昇傾向となり、水位制御弁の開度が増加した。
- ・ ドレンの排出が悪くなったが、水と蒸気が混合した状態となり見かけ上のドレン流量は増加した。また、蒸気の混入によりドレン温度も上昇した。

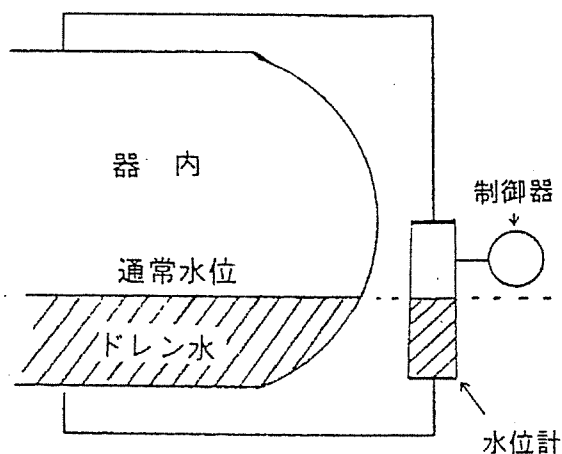
③75%出力



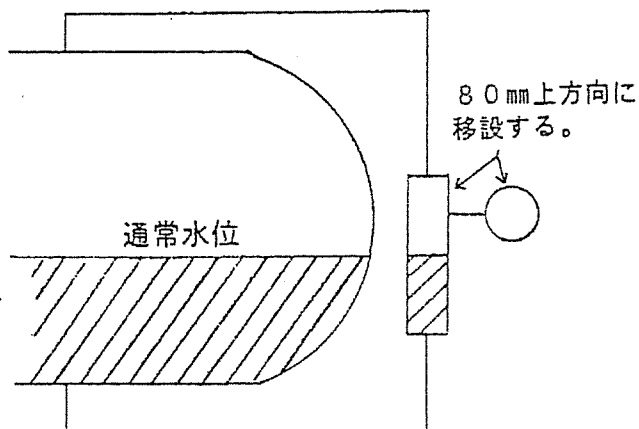
- ・ 負荷降下に伴いタービンからの蒸気流入量が減少し、蒸気流入口真下のドレン水位が上昇することにより、ドレン冷却室への蒸気流入が停止し、正常状態となった。

対策実施状況図

(対策前)



(対策後)



※通常水位を現状より80mm高めに設定するとともに、水位計についても80mm上方向に移設する。