

(お 知 ら せ)



平成 1 8 年 1 2 月 2 8 日
日本原子力発電株式会社

東海第二発電所 第 2 2 回定期検査の状況について
(定期検査期間の延長について)

当社、東海第二発電所（沸騰水型軽水炉、定格電気出力 1 1 0 万キロワット）は、1 1 月 1 8 日から第 2 2 回定期検査を実施しておりますが、ジェットポンプ*¹ 2 0 台のうち 6 台（No.3,4,8,9,10,11）の流量計測管等*²の一部にひび割れや破断があることを確認しました。

なお、本事象による環境への影響はありません。

(平成 18年11月22日,12月8日発表済)

調査の結果、計測管等のひび割れや破断の原因は、再循環流量制御弁*³絞り運転時の計測管の振動によるものと推定されました。当該計測管等を補修するとともに、振動の発生を防止する対策を実施するため、定期検査期間を約 1 ヶ月延長することとしました。

以 上

* 1 : ジェットポンプ

回転部を持たない静止型のポンプであり、再循環ポンプにより加圧された水を利用し、原子炉内の冷却水を循環させる。
原子炉内には20台のジェットポンプを設置。

* 2 : 流量計測管等

ジェットポンプの流量を計測するためにジェットポンプ内の流体の圧力を測定する配管（外径13.8mm、肉厚2.2mm、ステンレス製）及び配管支持部（スタンドオフ）。

* 3 : 再循環流量制御弁

原子炉再循環ポンプにより原子炉に供給される冷却水の流量を調整する弁。

(添付資料) 東海第二発電所 ジェットポンプの流量計測管等のひび割れ等について

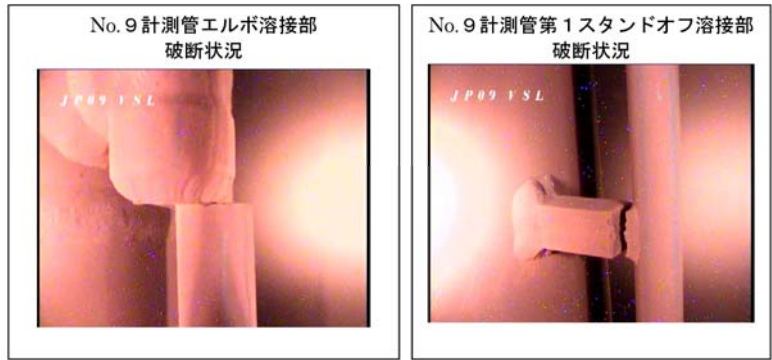
東海第二発電所 ジェットポンプの流量計測管等のひび割れ等について

1. 発生の状況

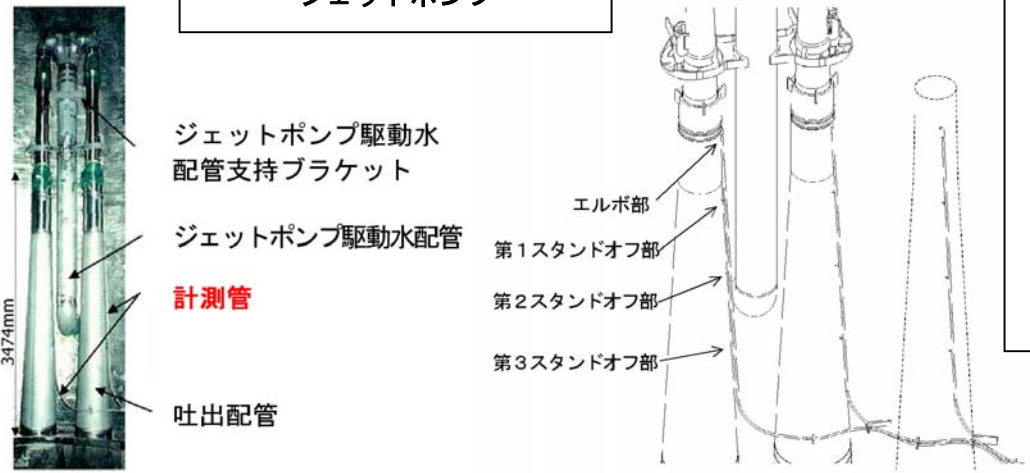
当社、東海第二発電所（沸騰水型軽水炉、定格電気出力110万キロワット）は、11月18日から第22回定期検査を実施しており、ジェットポンプ^{*1}を水中カメラで点検していたところ、11月22日、20台のジェットポンプの内2台（No.9,11）の流量計測管等^{*2}の一部に破断があることを確認した。その後、全台のジェットポンプの流量計測管等の詳細点検を行ったところ、新たに4台のジェットポンプ（No.3,4,8,10）の流量計測管等の一部にひび割れや破断があることを確認した。

- *1 ジェットポンプ（JP）：回転部を持たない静止型のポンプであり、再循環ポンプにより加圧された水を利用し、原子炉内の冷却水を循環させる。原子炉内には20台のジェットポンプを設置。
- *2 流量計測管等：ジェットポンプの流量を計測するためにジェットポンプ内の流体の圧力を測定する配管（外径13.8mm、肉厚2.2mm、ステンレス製）及び配管支持部（スタンドオフ）。

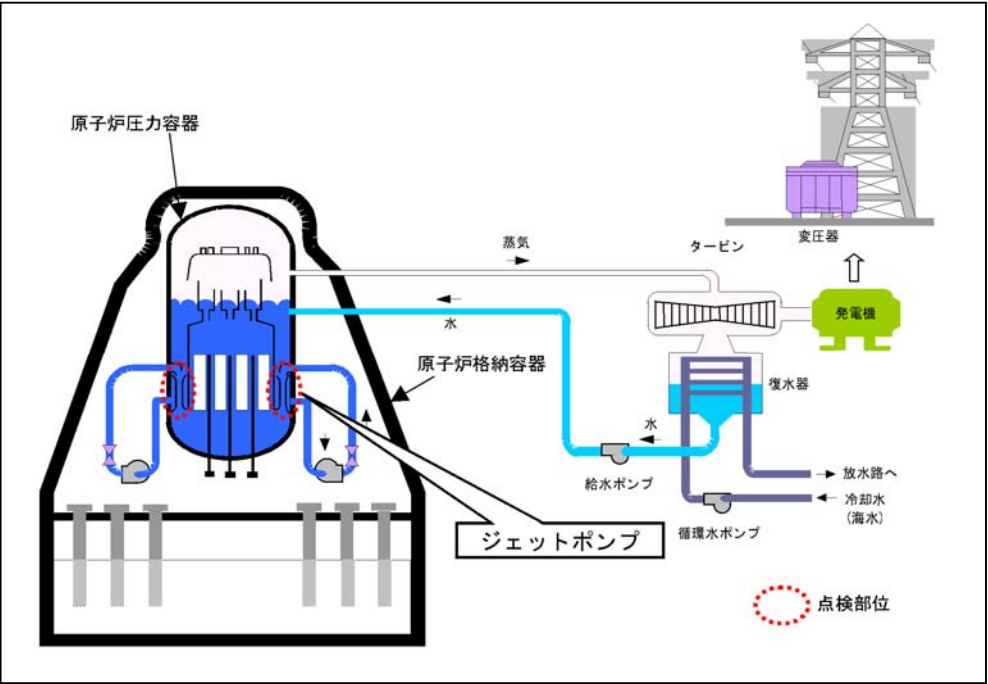
損傷状況（代表的なもの）



ジェットポンプ



系統図



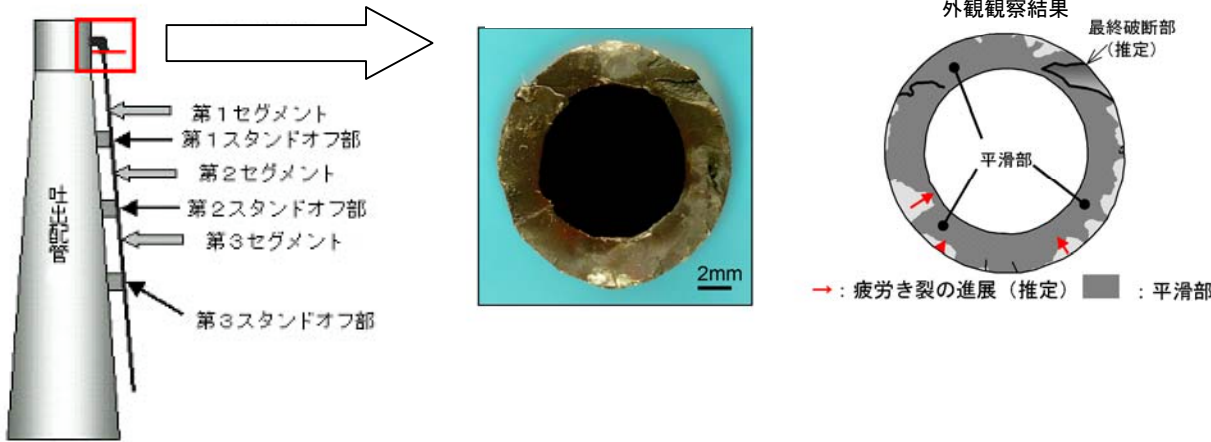
2. 調査結果

【破面観察】

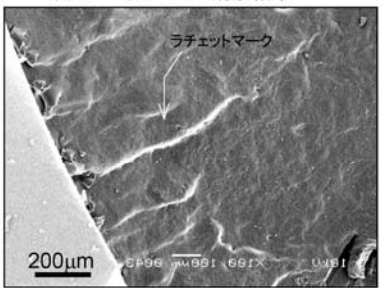
ジェットポンプNo. 9及び11の計測管及びスタンドオフ部の破面観察の結果、応力腐食割れ（SCC）を示す粒界破面は認められず、疲労^{*3}割れに特有の微細なすじ状模様（ラチェットマーク）が認められた。

- *3 疲労：一回の負荷で破壊する力以下の応力であっても、繰り返し作用すると材料が損傷すること。

【No. 9 計測管エルボ溶接部破断状況】



破面レプリカ電子顕微鏡観察結果

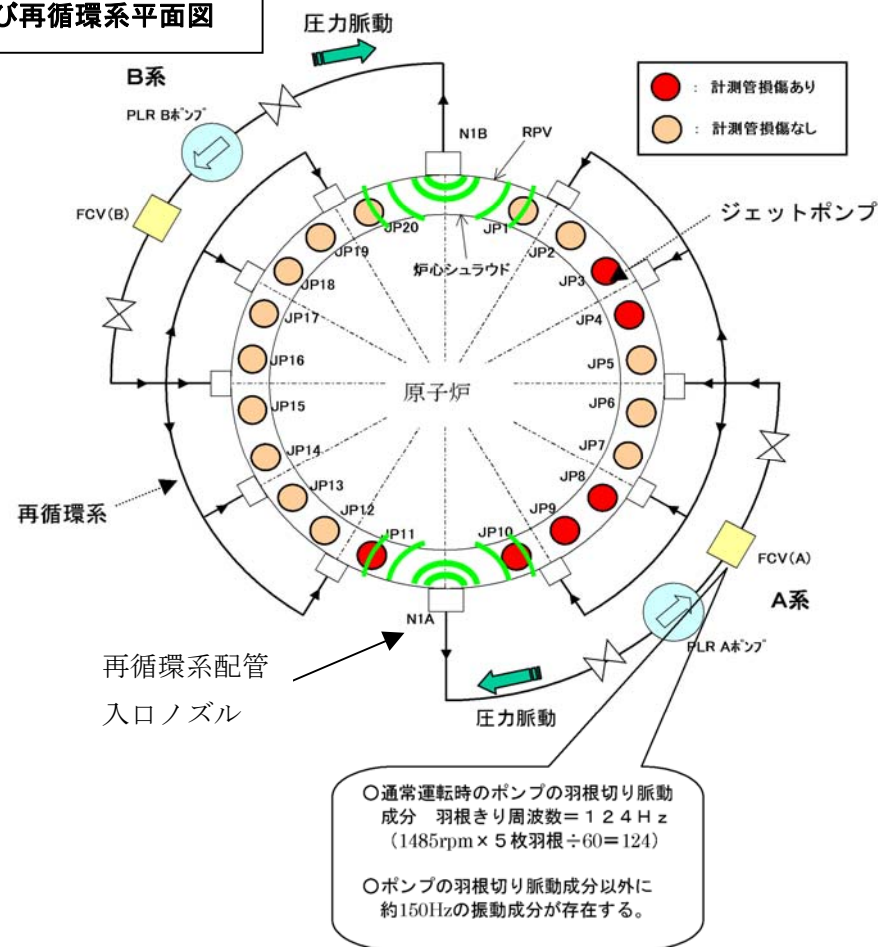


【ジェットポンプ計測管の固有振動数測定】

疲労割れは振動によって発生するため、計測管の固有振動数^{*4}を測定した。その結果、計測管（第1セグメント～第3セグメント）の固有振動数は約120Hz～約150Hzであった。

- *4 固有振動数：物が自由振動する時の振動数(Hz：1秒間に振れる回数)。これを固有振動数といい、物の質量や弾性によって変わる

原子炉及び再循環系平面図



【振動原因の調査】

ジェットポンプの計測管が振動する原因を調査した結果、2001年の再循環ポンプの電動機交換時と原子炉再循環系の最小流量運転時などにおける計測管が再循環系の圧力脈動と共振する可能性のあったことが判明した。

○再循環ポンプの電動機交換時

運転中における配管の振動データを分析した結果、第18回定期検査時(2001年)に再循環ポンプの電動機を交換後、再循環系の流量を絞り、ポンプの高速試運転を実施した時に、圧力脈動の124Hz成分以外に150Hz成分が存在していたことが判った。更に、この成分がA系再循環系配管入口ノズル周辺の計測管エルボ近傍で共振を起こすことが解析から得られた。

○原子炉再循環系の最小流量運転時

再循環ポンプは羽根の回転に伴い、周波数124Hzの圧力脈動^{*5}を生じるが、運転中における配管の振動データを分析した結果、再循環ポンプ流量制御弁(FCV)によって再循環系の流量を絞って運転した時に、この圧力脈動の振幅も増大することが判明した。FCVの絞り運転は、起動停止時及び2001年に給水系の不具合で原子炉出力を下げて運転した11日間に行われている。

*5 圧力脈動：渦巻きポンプなどで動翼と静翼が交差するときに圧力脈動を生じる。その周波数は羽根切り周波数（VPF）と呼ばれ、再循環ポンプの場合、低速運転時で31Hz。高速運転時で124Hzである。

$$\text{VPF (Hz)} = \text{回転速度 (rpm)} \times \text{羽根の枚数 (枚)} \div 60$$

3. 推定原因

ジェットポンプ計測管等のひび割れや破断の原因は、破面観察において疲労に特有の特徴が見られたこと、他の製造・材料・施工上の問題がなかったことから、2001年の再循環ポンプの電動機交換時と原子炉再循環系の最小流量運転時などにおける計測管の共振に伴う疲労によるものと推定される。

4. 対策

○計測管等に破断、ひび割れが認められたジェットポンプ(No.3,4,8,9,10,11)

計測管等に破断、ひび割れが認められたジェットポンプ(No.3,4,8,9,10,11)については、ジェットポンプ吐出配管に計測管をクランプで固定するとともに、破断、ひび割れのある計測管(No.9,10,11)をカップリングで接続して復旧する。この復旧により計測管の固有振動数が変わるので、共振（124Hz）を回避することができる。

○上記以外で共振の可能性のあるジェットポンプ(No.1,12,14)

今後、原子炉再循環系の最小流量運転時に共振の発生を防止するため、計測管の固有振動数測定結果から共振（124Hz）の可能性を否定できないジェットポンプ(No.1,12,14)について、計測管をジェットポンプ吐出配管にクランプで固定し、共振を回避する。

○なお、次回の定期検査でジェットポンプ計測管全数の目視検査を行う。

対策工法（イメージ図）

