

平成21年11月24日

関西電力(株)美浜発電所1号機の発電機出力上昇操作中における出力変化に関する原因と対策について

原子力安全・保安院は、本日（11月24日）、関西電力(株)から、11月13日に報告のあった美浜発電所1号機（加圧水型：定格電気出力34万キロワット）の発電機出力上昇操作中における出力変化について、原因と対策に係る報告を受けました。

関西電力(株)から報告された内容は、原因について、要因分析に基づく各種調査の結果から、調速装置内に異物が混入して油圧が変動し、原子炉出力の変化に至ったと推定していること、対策について、異物混入防止のための措置を講じるとしていることから、原子力安全・保安院としては、この推定原因及び推定原因を踏まえ行うこととしている対策は妥当と考えます。

1. 関西電力(株)からの報告の要点

(1) 推定原因

- ・ 要因分析の結果、以下のように、ロードリミッタ^{※1}本体内部の摺動部へ異物が混入した可能性が高いと評価された。
- ・ ロードリミッタを含む調速装置^{※2}は、現場において、定期検査ごとに取り外した上で、油系統側の異物の除去を行ってから、再度取り付けを実施しており、調速装置を取り外した際に、油が通る開口部から、調速装置と制御ブロックの合わせ面に塗布している液状シリコンガスケット^{※3}の破片が異物として混入した。（調速装置の工場における分解点検は、4定期検査に1回実施。）
- ・ 混入したシリコンガスケットの破片が、ロードリミッタの操作中に、ロードリミッタ本体とピストンとの間隙部に挟み込まれた。
- ・ 異物の挟み込みにより、ピストンの動作が緩慢となり、ロードリミッタ内の油圧が急激に変動し、その油圧に応じて蒸気加減弁が動作することによって、発電機出力が急激に変化した。
- ・ その間、タービンに流入する蒸気量が変化することによって、原子炉出力も追従し変化した。

※1 タービンに蒸気を送る量を調整する弁（蒸気加減弁）の開度を油圧で調整する装置

- ※2 ロードリミッタスイッチやタービン回転数等の信号を油圧に変換し、蒸気加減弁の油圧を制御する装置
- ※3 機密性を高めるために部品と部品の合わせ面に塗布しているシリコン製のシール材

(2) 対策

- ・現場において、調速装置と制御ブロックの合わせ面の手入れ時（液状シリコンガスの除去）には、専用プラグを施工して、異物の混入を防止する。また、手入れ場所をクリーンエリアに設定し、その旨作業要領書に明記する。
- ・調速装置は、毎定期検査時に工場で分解点検を実施し、現場における合わせ面の手入れで生じる異物混入の可能性を排除する。

2. 原子力安全・保安院の対応

関西電力(株)から報告された内容は、原因について、要因分析に基づく各種調査の結果から、調速装置内に異物が混入して油圧が変動し、原子炉出力の変化に至ったと推定していること、対策について、毎定期検査ごとに工場で分解点検を行う等の異物混入防止のための措置を講じるとしていることから、原子力安全・保安院としては、この推定原因及び推定原因を踏まえ行うこととしている対策は妥当と考えます。

今後、関西電力(株)が実施した再発防止対策の実施状況、他プラントにおける当該対策の反映状況等について、保安検査等を通じて確認していくこととします。

(参考)

1. 本件事象の概要

美浜発電所1号機は、定期検査における調整運転中のところ、11月12日19時40分から電気出力を上昇させるためにロードリミッタスイッチを操作したところ、発電機出力が急激な上昇傾向を示した。

このため、ロードリミッタスイッチや弁の制御回路等の点検を行ったが、異常が認められなかったため、同13日7時00分に出力降下を実施し、同7時08分に発電を停止した。本事象に伴い、原子炉出力は17万9千キロワット（定格熱出力の17.4%）から6万3千キロワット（同6.1%）まで変化した。

なお、本事象による外部への放射性物質の影響はない。

2. 事象発生時の I N E S による暫定評価

基準 1	基準 2	基準 3	評価レベル
—	—	0—	0—

※ I N E S (International Nuclear Event Scale : 国際原子力事象評価尺度) とは、原子力発電所等のトラブルについて、それが安全上どの程度のものかを表す指標。評価は3つの基準(基準1 : 所外への影響、基準2 : 所内への影響、基準3 : 深層防護の劣化)により行われ、最も高いレベルがそのトラブルの評価レベルとなる。評価レベルは、レベル0 (安全上重要ではない事象) からレベル7 (深刻な事故) まであり、原子力発電所では、レベル0のトラブルを「レベル0— (安全に影響を与えない事象)」と「レベル0+ (安全に影響を与え得る事象)」に分類している。

(本発表資料のお問い合わせ先)

原子力安全・保安院 原子力事故故障対策室

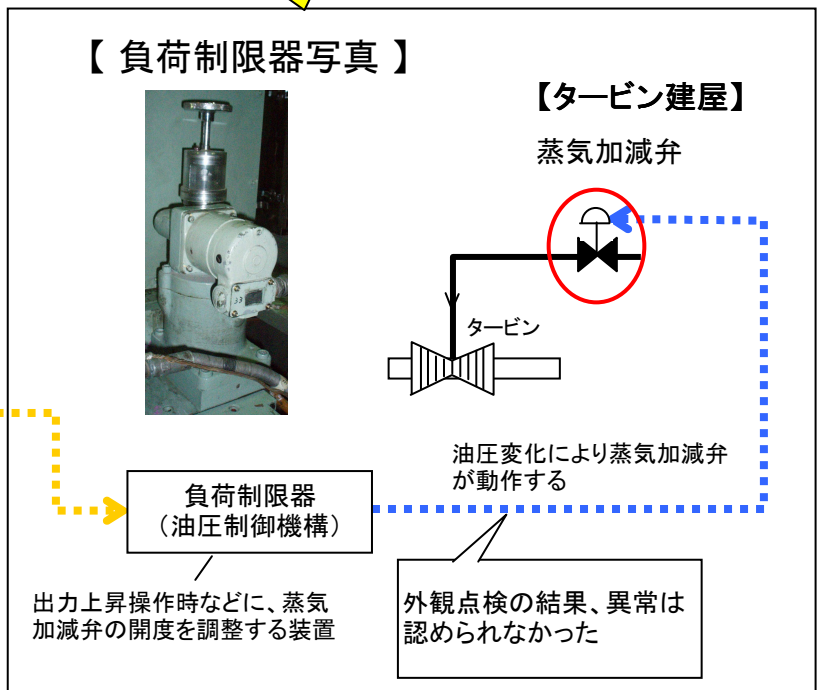
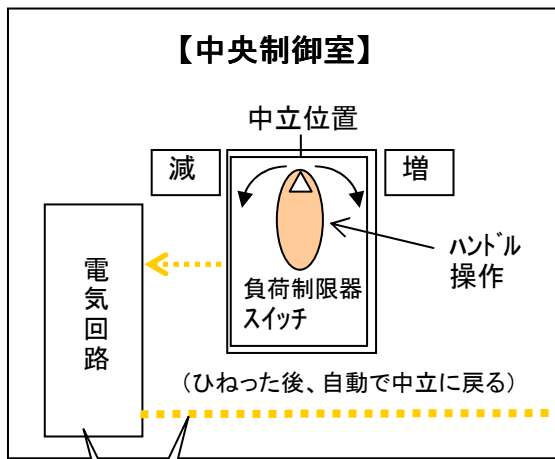
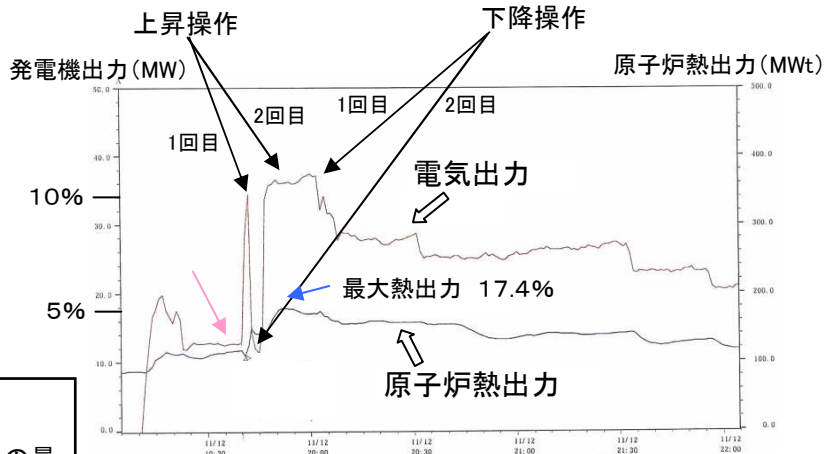
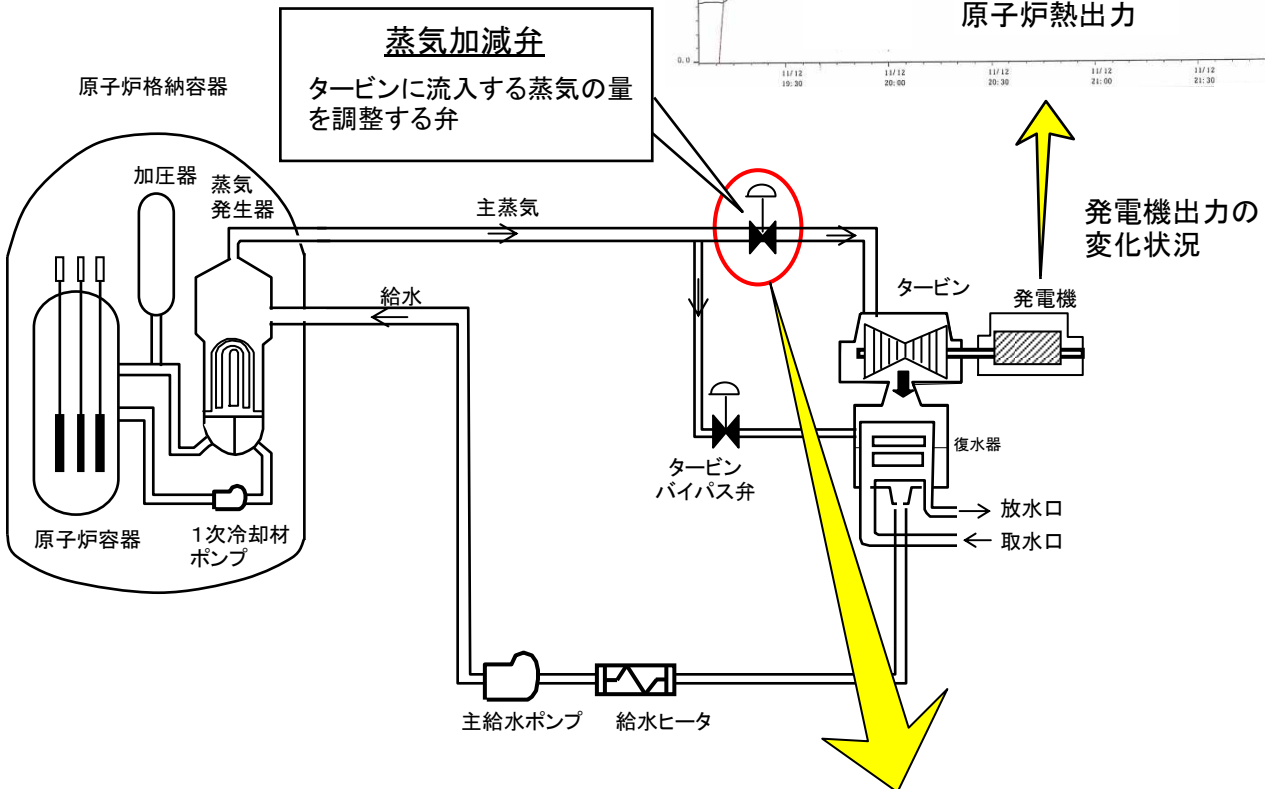
担当者 : 田村、忠内

電 話 : 03-3501-1511 (内線4911)

03-3501-1637 (直通)

美浜発電所1号機の定期検査状況について
 (発電機出力上昇操作中の不具合による発電停止の原因と対策)

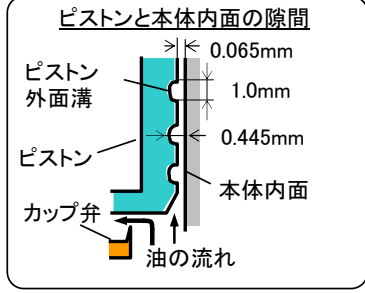
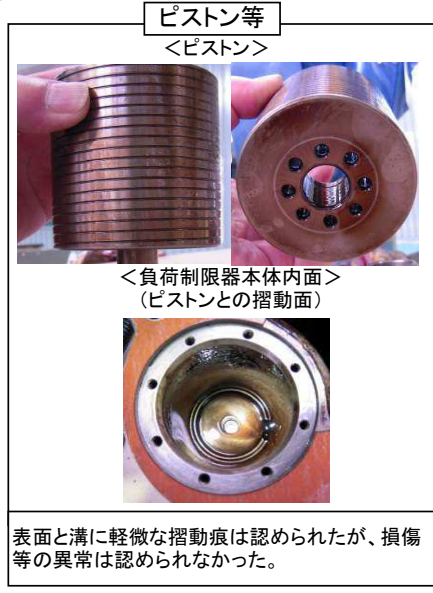
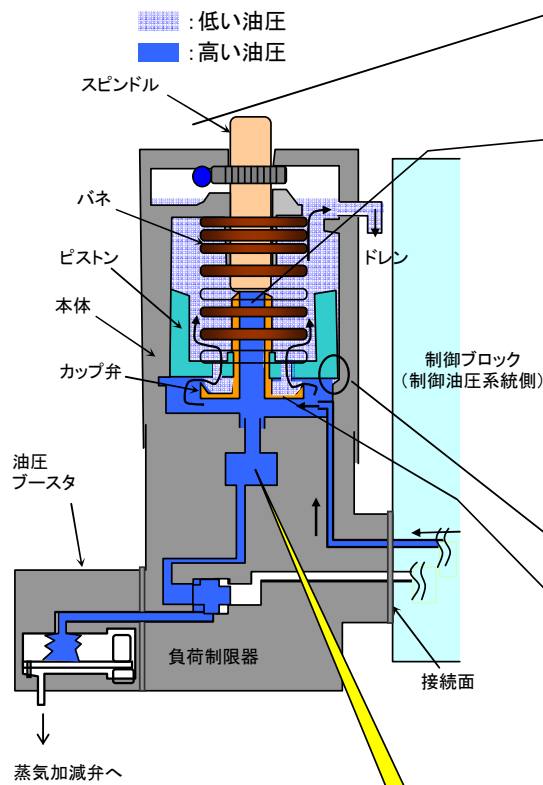
系統概要図



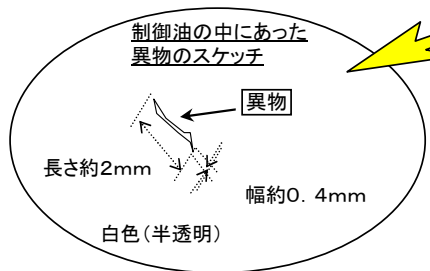
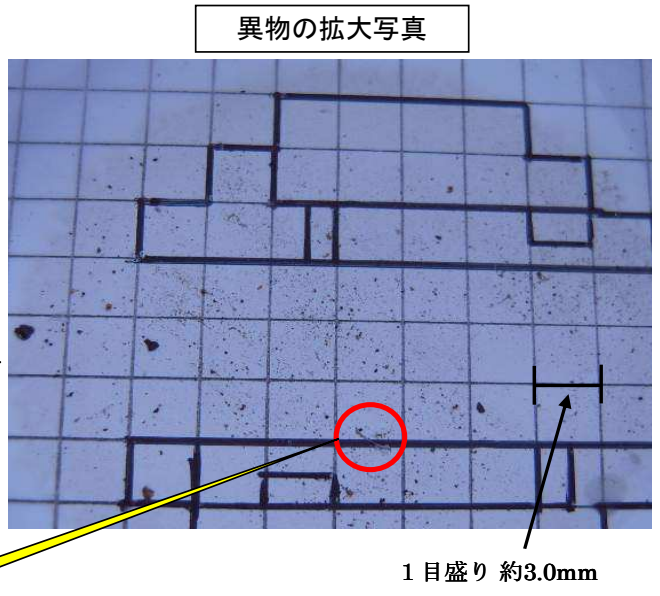
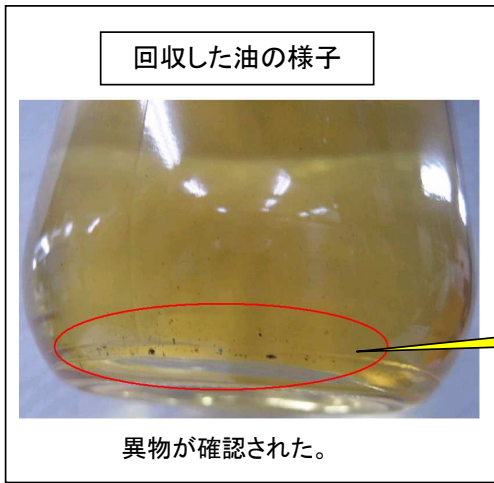
点検の結果、異常は認められなかった

【凡例】
 ←電気信号
 ←油圧系統

負荷制限器の詳細点検結果



制御油サンプリング結果



異物は、弾力があり、細長い形状(長さ約2mm、幅約0.4mm)であった。成分分析の結果、制御機構取り付け合わせ面に塗布しているペースト状ガスケットと同一成分であった。

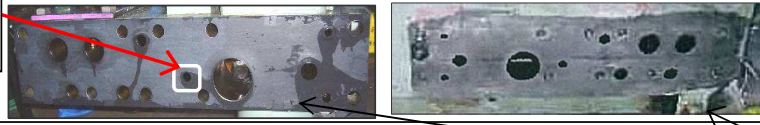
異物混入経路の推定

取り付け合わせ面の写真(油が通る穴以外に、ペースト状ガスケットを塗布)

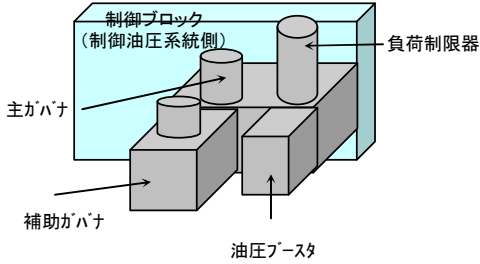
異物の混入
(負荷制限器
行き油入口)

負荷制限器側

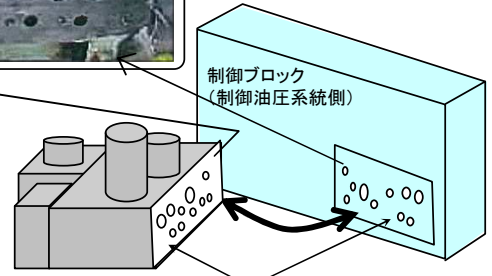
制御ブロック(制御油圧系統側)



負荷制限器取り付け状態



定期検査時に取
り外し・取り付け



合わせ面手入れ(毎定期検査)

油が通る開口部を
布ウエスで塞ぐ

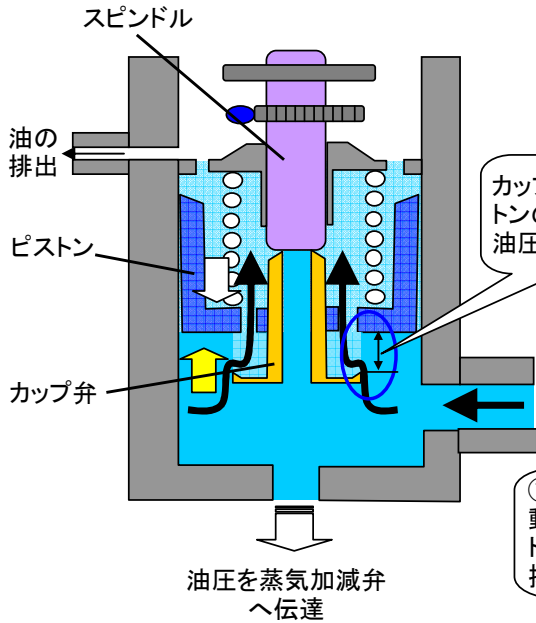
古いペースト
状ガスケット
除去

合わせ面
手入れ

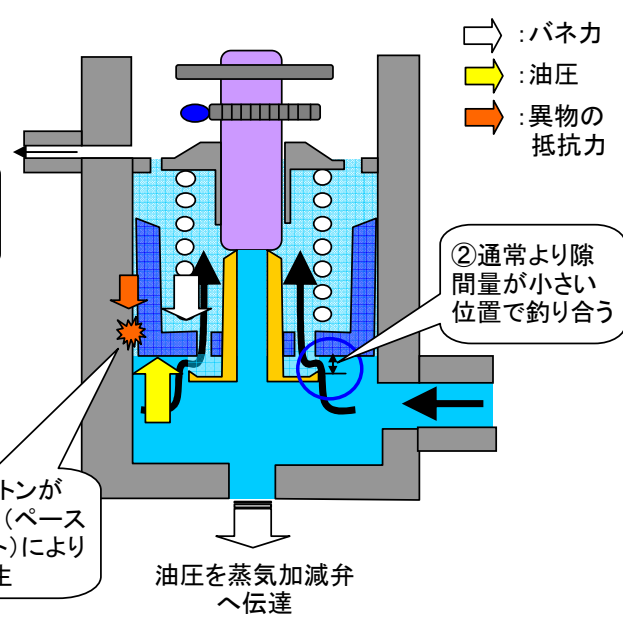
布ウエス
取り外し

負荷制限器の動作不良の原因

通常(開動作の例)



今回(開動作の例)



原因

今回の定期検査時の負荷制限器の取り外し・取り付け作業に伴い、微小なガスケットの残片が負荷制限器内の油系に混入し、出力操作時にピストン外側に噛み込んだことにより、蒸気加減弁の開度制御油圧の変化量が大きくなり、その結果、発電機出力が大きく変化したものと推定された。
なお、異物は事象発生後、ピストンから外れたものと推定された。

対策

- 今回不具合が認められた負荷制限器については、工場にて点検・調整を行った後、発電所にて油系統に取り付け、蒸気加減弁が正常に動作することを確認した。
- 今後、定期検査時に負荷制限器を油圧系統から取り外す際には、合わせ面の開口部に専用の閉止プラグを取り付けるとともに、作業場所をクリーンエリア(異物の侵入防止エリア)に設定し、異物管理を強化することとする。