

高浜発電所 4 号機の発電機自動停止に伴う原子炉自動停止について (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 4 号機（加圧水型軽水炉；定格出力 87.0 万 kW）は、平成 28 年 2 月 29 日 14 時 01 分、並列操作を実施したところ、「主変・発電機内部故障」の警報が発信し、発電機が自動停止するとともに、タービンおよび原子炉が自動停止した。

現地リレー盤において、当該警報の発信要素（リレー動作）を確認したところ、主変圧器の故障を示す検出回路が動作していた。このため、発電機自動停止回路が動作し、発電機が自動停止に至ったと考えられる。

当該警報の発信の他、「計器用変圧器^{※1}故障」の警報が発信した。

なお、高浜発電所 4 号機の排気筒モニタと高浜発電所の周辺モニタの指示値に有意な指示変動はなく、この事象による環境への放射能の影響はない。

その後の調査の結果、以下のことが分かった。

(設備の健全性調査)

- ・発電機、主変圧器の外観点検および動作した当該リレー（M87B）の入出力変換ユニット、回路等の点検を実施し、異常はなかった。
- ・今回の並列操作は、手順通り操作が行われていた。

(リレー動作に係る調査)

- ・今回の定期検査で実施した発電機変圧器保護リレー盤取替工事において、発電機内部故障の検出用リレー（G87）を交換したため、並列時には使用せず、発電機出力 5 % で健全性を確認することとしていた。
- ・代替として、発電機から主変圧器までの系統の内部故障を検出する保護リレー（MG87A）に加え、当該リレー回路の一部をロックした状態で、同系統の故障を検出する運用としていた。
- ・当該リレーの動作設定値は、主変圧器の定格出力の 30% に設定されており、並列直後に当該リレーに流れた電流値がこの動作設定値を上回っていたことから、リレーが動作したものと推定された。

※1 発電機の電圧を計測する機器

(平成 28 年 2 月 29 日 15 時、17 時 30 分、3 月 1 日 15 時 30 分 記者発表)

1 調査結果

(機器の健全性について)

- ・発電機、主変圧器等の絶縁抵抗測定等を実施し、設備に異常がない

ことを確認した。

- ・並列時に運転員が操作した計器（同期検定回路）に模擬信号を入力し、計器に異常がないことを確認した。
- ・当該リレーは、変流器を介して主変圧器に流れる電流を測定していることから、この変流器の絶縁抵抗測定等を実施し、設備に異常がないことを確認した。
- ・「計器用変圧器故障」の警報については、当該変圧器等に異常はなく、発電機の自動停止に伴い系統の電圧が低下したことを検知して発信したものと推定された。

（送電系統からの電力（潮流）の流れの調査）

- ・並列操作時には、発電機と送電系統の位相の差によって瞬間的な潮流が生じるが、今回の並列時には送電系統側から発電機に向かって、当該リレーの動作設定値（30%）を上回る潮流（約35%）があったことを確認した。

（リレーの設定に係る調査）

- ・通常、当該リレーは、主変圧器の発電機側と送電系統側の電流を測定し、主変圧器の故障等により電流の差が30%となった場合に動作する。
- ・今回、このリレーを発電機から主変圧器までの系統の内部故障を検出する運用に変更した際、関西電力はメーカーに対して並列直後の発電機と送電系統間の潮流の影響評価を行うよう要求しなかった。
- ・また、過去に他のプラントで同様の運用を行い、並列操作を行った実績があること、発電機の出力（5%）に対して設定値（30%）に余裕があることから、設定値の変更は必要ないと判断した。

2 原因

- ・当該リレーについて、主変圧器を流れる電流の差を検知する運用から、系統全体に流れる電流を検知する運用に変更したが、発電機と送電系統の位相の差により生じる瞬間的な潮流の影響を考慮した設定値としていなかったため、当該リレーが送電系統側から発電機側への潮流を検知し、動作したものと推定された。
- ・関西電力がメーカーに工事を発注した際、代替運用する場合の設定値について、プラント状況を踏まえた影響評価を行うよう要求しなかった。

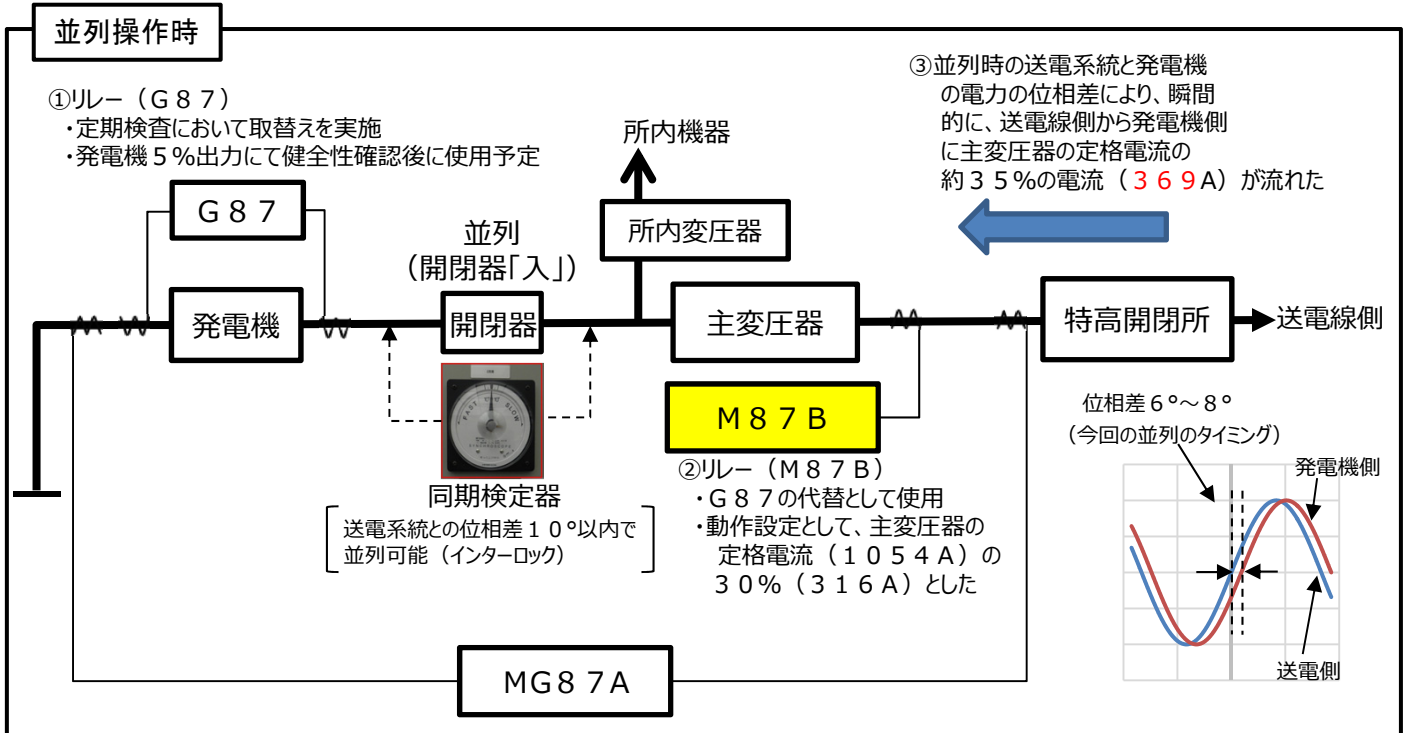
3 対策

- ・並列時の潮流の影響を評価した上で、計器の誤差等を考慮しても定格以上の電流が流れないことを監視できる設定値（90%）とする。
- ・工事発注時にメーカーに対して過渡変化時を含めた定量的な電流評価を義務付け、関西電力が評価結果を確認する所内規定とする。
- ・今回の発電機・変圧器保護リレー盤取替工事の関係者に対して、過渡変化時の潮流に関する教育を実施するとともに、メーカーで実施する対策の実施状況を確認する。

なお、今回の定期検査において実施した全ての工事のうち、設備の追加等に伴い、設定値を変更したものについて妥当性を確認するとともに、最終のヒートアップ（一次系冷却材系統の昇温・昇圧）開始以降に暫定的な運用を行う機器について、プラントの過渡変化に対応できることを確認する。

問い合わせ先（担当：有房） 内線2352・直通0776(20)0314
--

高浜発電所4号機の原子炉自動停止について (原因・対策)

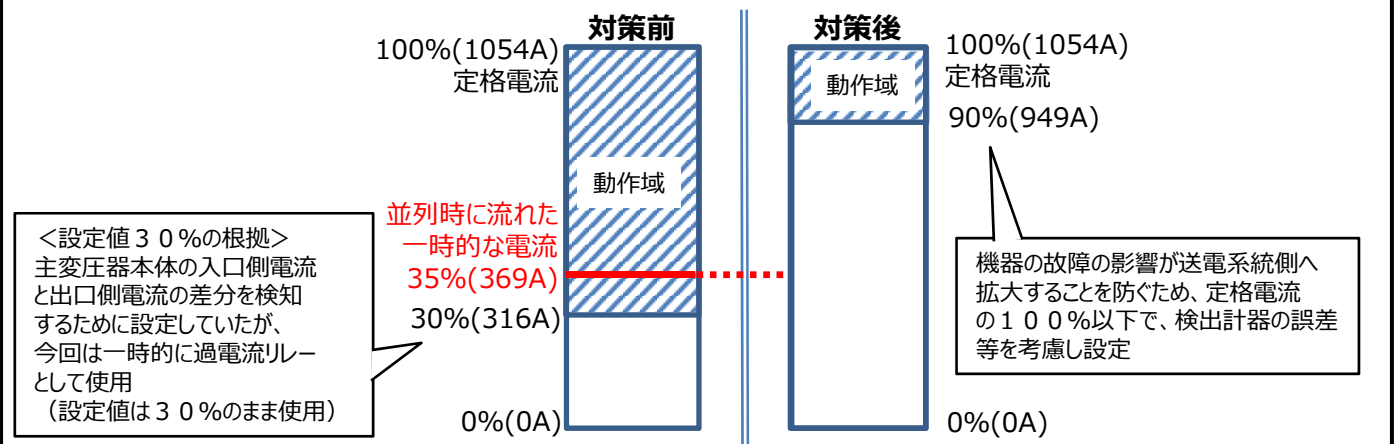


原因

- (1) G 8 7 の取替に伴い、M 8 7 B を暫定運用する検討を行った際に、過渡的な電流変化を想定した設定値となっていなかった。
- (2) メーカーに工事を発注した際に、M 8 7 B の設定値について、過渡的な電流変化を踏まえた影響評価を行うよう要求していなかった。

対策

- ・並列時に発生する過渡的な電流値の変化 (位相差 $\pm 10^{\circ}$ 以内における電流増加) を考慮し、並列時の M 8 7 B の暫定的な設定値を 90% にする。
- ・メーカーに対して過渡的な変化時を含めた定量的な電流評価を義務付けるよう、調達要求に明記する。
- ・今回の発電機・主変圧器保護リレー盤取替工事関係者に対して、過渡的な変化時の潮流^{*}に関する教育を実施するとともに、メーカーで実施する対策の実施状況を確認する。(* : 電力系統内の電力の流れ)



同種事象の再発防止に向けた取り組み

- ・今回の定期検査において実施した全ての工事 (約 1800 件) のうち、設備の追加、改造を行ったものを抽出 (36 件) し、保護リレー、水位計、警報の設定値等の妥当性を再検証する。
- ・最終のヒートアップ (一次冷却材系統の昇温・昇圧) 開始以降に暫定的な運用を行う機器について、プラント過渡変化に対応できることを確認する。