

原子力発第08003号
平成20年 4月 9日

愛媛県知事
加戸守行 殿

四国電力株式会社
取締役社長 常盤 百樹

伊方発電所第1号機 制御棒動作試験中の不具合
他1件に係る報告書の提出について

平成20年2月1日に発生しました伊方発電所第1号機 制御棒動作試験中の不具合他1件につきまして、その後の調査結果がまとまりましたので、安全協定第11条第2項に基づき、別添のとおり報告いたします。

今後とも伊方発電所の安全・安定運転に取り組んでまいりますので、ご指導賜りますようお願い申し上げます。

以 上

伊方発電所第1号機

制御棒動作試験中の不具合について

平成20年 4月
四国電力株式会社

1. 件名

伊方発電所第1号機 制御棒動作試験中の不具合について

2. 事象発生の日時

平成20年2月 1日 13時41分

3. 事象発生の設備

制御棒駆動装置制御回路

4. 事象発生時の運転状況

通常運転中（電気出力577MW）

5. 事象発生の状況

伊方発電所第1号機（定格電気出力566MW）は、通常運転時定期的に行う制御棒動作試験を実施していたところ、平成20年2月1日13時41分、中央制御室に制御棒駆動回路*1の異常を示す警報が発信した。

この原因を調査した結果、制御棒駆動回路パワーキャビネット1BDリフトコイル*2制御回路内にあるサージアブソーバ*3が故障するとともに、当該制御回路の電源ヒューズが断となっていたため、これらを取替するとともに、機能確認試験により、制御回路が健全となったことを確認した。

さらに、制御棒動作試験を実施し、制御棒が正常に作動することを確認した。

本事象による制御棒緊急挿入機能*4への影響、プラント運転への影響および周辺環境への放射能の影響はなかった。

（添付資料－1）

- *1 制御棒を動作（引抜・挿入）させるための制御棒駆動コイル電流を制御する回路
- *2 制御棒駆動コイルのうち、可動つかみ部を上下させるためのコイルで、制御棒引抜・挿入時にだけ励磁する
- *3 電源回路に発生する高電圧ノイズによる影響を防止し、他の素子を保護するための部品
- *4 原子炉停止信号により、制御棒駆動回路の電源を遮断することで、制御棒が自重で落下（挿入）する機能

6. 事象の時系列

平成20年2月 1日

13時38分 制御棒動作試験を開始

13時41分 制御棒動作前に制御棒駆動回路健全性確認のための操作を行っていたところ、「制御棒駆動回路ロック」警報発信

13時55分 保修員による制御棒駆動回路の原因調査を開始

平成20年2月 2日	
8時56分	ヒューズ取替実施
9時29分	サージアブソーバ取替実施
11時27分	制御棒を実際に動作させて確認する操作を開始
11時42分	制御棒動作状況を確認した結果、異常のないことを確認
平成20年2月 4日	
13時27分	制御棒動作試験を開始
13時47分	制御棒動作試験を終了し異常のないことを確認

7. 調査結果

(1) 現場調査

(添付資料-1)

a. 事象発生直後の状況

制御棒動作前に制御棒駆動回路健全性確認のため、制御棒運転モード選択スイッチ（以下「モード選択スイッチ」と記載）を操作していたところ、「制御棒駆動回路ロック」警報が発信した。このため制御棒駆動回路を確認したところ、操作対象でない制御棒のリフトコイルに電流が流れていることを示す「グループ選択エラーランプ」がパワーキャビネット1BDリフトコイル制御回路に点灯していた。

その後警報リセット操作により当該警報はリセットした。また「グループ選択エラーランプ」も消灯した。

また事象発生当時、制御棒駆動回路付近において他の作業は実施していなかった。

b. 再現性確認

リセット操作により警報がリセットしたことから、再現性確認のためモード選択スイッチを再度操作したところ、警報発信とランプ点灯が再現した。さらにリセット操作によって警報はリセットし、ランプは消灯した。

c. 不具合箇所の調査

上記警報の発信元であるパワーキャビネット1BDリフトコイル制御回路について以下の調査を実施した。

(a) 整流用サイリスタ制御回路

整流用サイリスタ制御回路は、ロジックキャビネットからの電流発生命令信号からサイリスタに流す電流を適切に調整することによって、引抜・

挿入できるリフトコイル電流をつくる機能を有している。当該回路を点検したところ、異常は見られなかった。

(b) グループ選択制御回路

グループ選択制御回路は、ロジックキャビネットからのグループ選択信号から、電流を流すべきグループの制御棒に電流を切り換える機能を有している。当該回路を点検したところ、異常は見られなかった。

(c) リフトコイル電流

リフトコイル電流値を測定したところ、制御棒が動作していないときは0 Aであるべきところ、4.9 Aを示していた。

(d) 電源電圧、波形

パワーキャビネット1BDリフトコイル制御回路に供給される電源電圧(A, B, C相)を測定したところ、3相とも異常は見られなかった。

次に電源波形を測定したところ、A, B, C各相とも波形について異常はなかったものの、位相が3相とも同じであった。(正常時は120度ずつずれた位相となる)

以上の調査結果から、制御回路には異常が認められないのに、電源波形が3相とも同じ位相であるため、電源回路に何らかの異常が発生している可能性が高いと判断し、サージアブソーバとヒューズについて詳細な調査を行うこととした。

(e) サージアブソーバ調査

パワーキャビネット1BDリフトコイル制御回路内のサージアブソーバについて外観点検を実施したところ、表面塗装のはがれやサージアブソーバ周辺部に焦げたような変色が見られた。このことから、大電流が一時的に流れた可能性が考えられるため、盤から取り外して点検したところ、3相ともアノード(陽極)－カソード(陰極)間はほぼ短絡状態であり、本来のダイオード特性(アノードに－、カソードに＋を印加しても電流はほとんど流れない特性)を有していなかった。

(添付資料－2)

次にパワーキャビネット1BDリフトコイル制御回路以外(パワーキャビネット1AC, 2AC)のサージアブソーバについて外観点検を実施したところ、異常は見られなかった。

(f) ヒューズの健全性調査

ヒューズについて外観点検・導通チェックを実施したところ、外観に異常は無かったが、A相およびB相のヒューズについて断線が見られた。C相のヒューズについては、断線はなかった。

(2) サージアブソーバの故障原因調査

(添付資料-2)

a. サージアブソーバの詳細調査

故障したサージアブソーバについて詳細な点検を実施した。

当該サージアブソーバはA,B,C各相のダイオードが一体となった構造であるが、A相の損傷が最も激しかったことから、最初にA相に短絡が起り、短絡による熱が他の相にも伝達された結果、B,C相についても損傷し短絡状態となったと考えられる。

なお、A相が短絡した原因については、損傷が激しく詳細に調査することができなかった。

b. サージアブソーバの寿命評価

当該型式のサージアブソーバの平均寿命は、素子温度60℃の状態では30年以上使用可能であることが知られているが、実際の素子温度は40℃未満であることから、実力的な寿命は30年よりもかなり長い（正確な寿命評価は困難だが、寿命計算式を用いた単純計算では100年を超える）と考えられる。また、当該サージアブソーバは通電開始から31年経過して故障したが、これまで他社を含めて故障した実績はないことから、当該サージアブソーバは予想される寿命よりもかなり早い段階で故障しており、製造時の不具合等により寿命が通常のものより短いものであったため故障したと考えられる。

c. サージアブソーバ短絡故障の原因

当該サージアブソーバは、他のサージアブソーバよりも寿命が短いものであったことから、これまでの通電により漏れ電流*5が上昇して温度が高くなり、さらに温度上昇により劣化が加速度的に進み、ついには短絡故障したと考えられる。

*5 通常ダイオードのアノード（陽極）に－、カソード（陰極）に＋を印加しても電流はほとんど流れないが、このときわずかに流れる電流を「漏れ電流」という

(3) 保修状況の調査

a. 当該サージアブソーバについて過去の点検にかかる履歴および記録を調査したところ、毎定検盤内外観点検および盤通電試験を実施しており、これまで異常はなかった。なお、当該サージアブソーバは運転開始以来取り替えた実績はない。

b. ヒューズについても過去の点検にかかる履歴および記録を調査したところ、2定検に1回ヒューズの取替を実施しており、前回は23回定検（平成18年2月～4月）で取替を実施していた。

(4) 他号機の状況

2号機・・・1号機と同型式のサージアブソーバを使用しており、これまで約27年間通電している

3号機・・・1号機とは異なる型式のサージアブソーバを使用しており、これまで約14年間通電している

なお、定検においてサージアブソーバ特性試験により健全性を確認している。

8. 推定原因

今回の事象は、当該サージアブソーバが他のサージアブソーバよりも寿命が短いものであったために、これまでの通電によって漏れ電流が上昇して温度が高くなった結果、短絡故障した。このためパワーキャビネット1BDリフトコイル制御回路の3相電源回路が相間短絡状態となり、過大な電流が流れた結果、ヒューズが断線したものと推定される。

さらには、リフトコイル制御回路内の電圧・電流が正常な状態ではなくなった結果、制御棒動作試験時に制御棒駆動回路ロック警報が発信したものと考えられる。

9. 対策

(1) 短絡故障したサージアブソーバとヒューズ(A, B, C相とも)を代替品に取り替えるとともに、各部のデータ測定等により制御棒駆動回路の健全性を確認した。

(2) 1, 2号機制御棒駆動回路に使用している全てのサージアブソーバについて温度測定(可能なものは漏れ電流測定)を実施し、有意な温度上昇や漏れ電流増大のないことを確認した。

(3) 1, 2号機制御棒駆動回路に使用している全てのサージアブソーバについて予備品を常備する。

(4) 1, 2号機制御棒駆動回路に使用している全てのサージアブソーバについて、至近定検で取替を行うとともに今後は定期的な取替を行う。

サージアブソーバ取替までの間は、今回と同様の事象の兆候を早期に発見できるよう、プラント運転中における全てのサージアブソーバについて定期的に温度測定を実施する。

(5) 1, 2号機サージアブソーバ取替後は、サージアブソーバ特性試験を定期的に行うこととする。

これらの内容を作業要領書に反映するとともに、関係者に周知する。

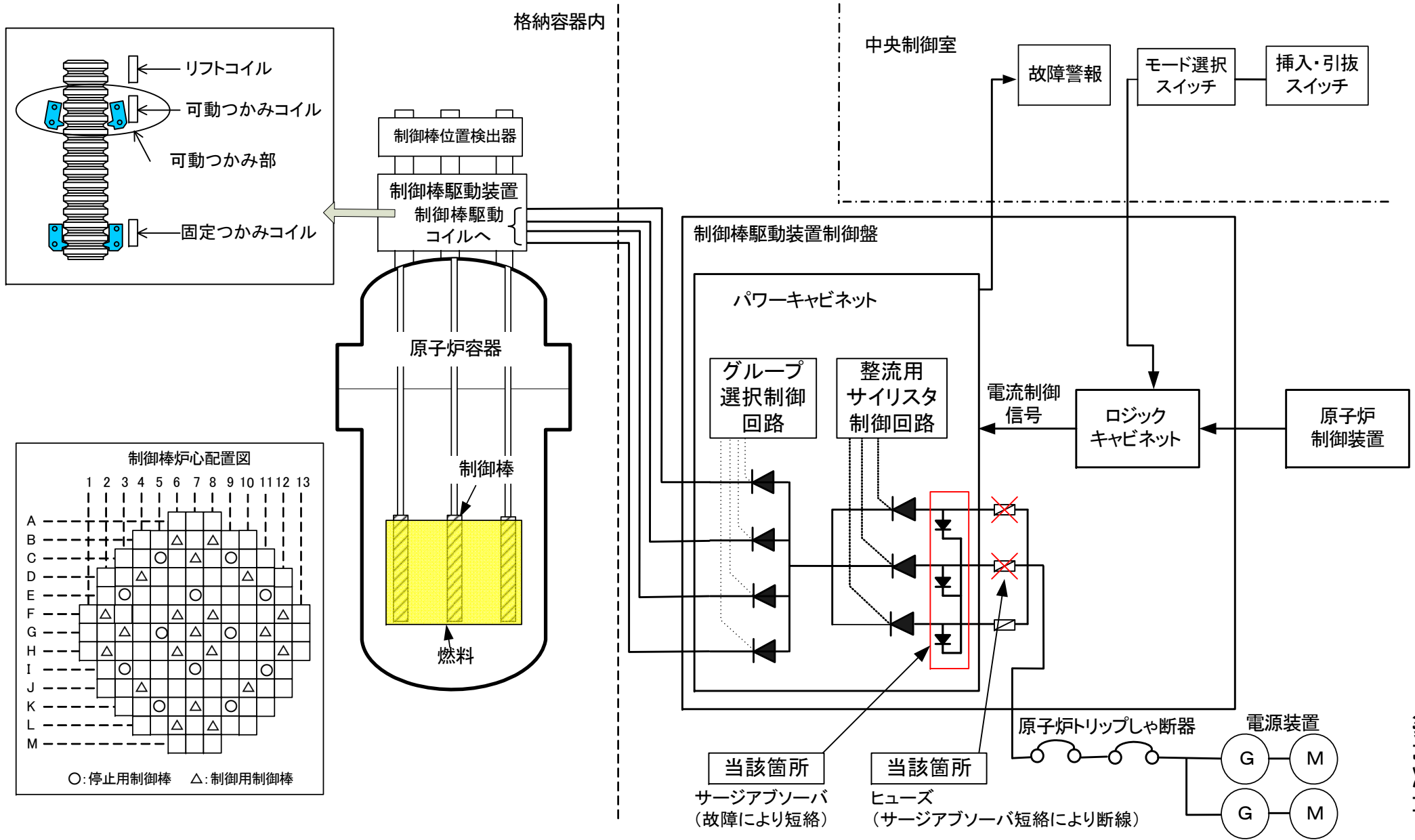
以上

添 付 資 料

添付資料－ 1 伊方 1 号機 制御棒駆動回路 概要図

添付資料－ 2 伊方 1 号機 制御棒駆動回路 パワーキャビネット 1 B D
リフトコイル サージアブソーバの状況

伊方1号機 制御棒駆動回路 概要図



伊方1号機 制御棒駆動回路 パワーキャビネット1BD
リフトコイル サージアブソーバの状況

