

伊方発電所第2号機
O F ケーブル監視盤の発煙について

平成22年12月
四国電力株式会社

1. 件 名

伊方発電所第2号機 OFケーブル監視盤の発煙について

2. 事象発生の日時

平成22年 10月6日 11時55分

3. 事象発生の設備

伊方発電所第2号機 OFケーブル監視盤

4. 事象発生時の運転状況

第22回定期検査中

5. 事象発生の状況

伊方2号機は第22回定期検査中のところ、平成22年10月6日11時46分にOFケーブル^{※1}の異常を示す信号が発信した。現場を確認した結果、1,2号屋内開閉所にて、2号OFケーブル監視盤^{※2}から発煙していることを11時55分に運転員が確認した。このため、12時01分に監視盤の電源を「切」とし、発煙の停止を確認した。12時04分消防署に連絡し、13時01分消防署により「火災では無い」と判断された。

調査の結果、発煙はOFケーブル監視盤内の制御電源用の変圧器（以下「制御用変圧器」という。）から発生しており、一部に過熱損傷が見られ、監視機能が喪失していることを確認した。また、整流器^{※3}の一部に異常が見られたため、当該の制御用変圧器と整流器等を取り外し、同じ機能をもつ電源装置と交換した後、OFケーブル監視盤の機能が正常であることを確認し、10月8日15時45分、通常状態に復旧した。

なお、本事象によるプラントおよび環境への放射能の影響はなかった。

(添付資料-1)

※1：OFケーブル

絶縁油をケーブル内に充てん密封した高電圧ケーブル

※2：OFケーブル監視盤

OFケーブルに充てんされている絶縁油の状態（油量・油圧）およびOFケーブルダクト内の火災を監視する盤

※3：整流器

交流を直流に変換する機器

6. 事象の時系列

10月6日

- 11時46分 中央制御室にて「OFケーブル異常」信号発信
- 11時55分 OFケーブル監視盤にて発煙を確認
- 12時01分 OFケーブル監視盤の電源「切」、発煙停止を確認
- 12時04分 消防署に連絡
- 13時01分 消防署による「火災でない」との判断

10月7日 制御用変圧器と整流器を取り外し、同じ機能を持つ電源装置に交換

10月8日

- 15時45分 通常状態に復旧

7. 調査結果

(1) 事象発生時の状況調査

OFケーブル監視盤からの発煙を確認するとともに、制御用変圧器が黒く変色していることを確認した。

(2) 現地詳細点検結果

a. 外観点検

(a) 制御用変圧器

OFケーブル監視盤の内部を目視点検した結果、黒く変色していた制御用変圧器の一部が過熱損傷し巻線が露出していた。また、制御用変圧器2次側巻線の配線(半田付け部)は、過熱により熔断していた。

(b) 制御用変圧器以外の電気品

監視回路の一部の補助リレーケース等や取り付け板表面に油が気化したと思われる茶褐色の液状物の付着が見られたが、過熱、損傷等の異常は認められなかった。

(添付資料-2、3)

b. 電気回路の健全性確認

制御用変圧器は使用不能なため取外し、残りの電気回路を切り分けて、各回路の健全性確認を実施した。

(添付資料－3)

(a) 整流器 (添付資料－3のA部)

①絶縁抵抗測定

整流器の絶縁抵抗測定の結果、異常は認められなかった。

②試験用電源による電圧・電流測定

試験用交流電源を入力し、整流器出口において電圧波形測定を実施した。その結果、正の電圧入力時は正常な波形が得られたが、負の電圧入力時は歪んだ出力波形が得られ、整流器が正常に機能していないことを確認した。

③器具単体での抵抗測定

各器具の抵抗測定の結果、抵抗等に問題は見られなかったが、4つあるダイオード^{※4}のうちの1つが順・逆方向ともに導通状態であった。

※4：ダイオード

電流を片方向のみ流す半導体部品

(b) 監視回路 (添付資料－3のB部)

①絶縁抵抗測定、②試験用電源による電圧・電流測定、③器具単体 (ヒューズ等) での抵抗測定を実施した結果、判定基準内であり異常は認められなかった。

(c) 整流器、監視回路以外の回路

過電流しゃ断器 (以下「NFB^{※5}」という。) については「入」「切」により健全性を確認し異常は認められなかった。また、表示灯回路の点灯状況についても、異常は認められなかった。

※5：NFB

電気回路に大きな電流が一定時間流れた場合、保護動作を行うもの
電流の大きさにより保護動作する時間は変化する

c. 電源装置交換後の機能確認

警報・インターロック試験、監視回路の動作確認等の機能確認を実施した結果、正常に動作することを確認した。

(3) 保守状況等の調査

- ・ 6 定検毎に外観点検および盤内清掃を実施（至近は、平成18年11月に実施）していた。
- ・ 設置場所である屋内開閉所は、室内の温度管理をしていない場所であるため、外気温の影響を受けやすい場所であり、夏場には30℃以上になっていた。
- ・ 当該盤の設置以降、現在までの約28年間常時通電状態で運用されていた。
- ・ 制御用変圧器および整流器は、当該盤の設置以降交換実績はなかった。また、当該装置の重要度から、整流器について、特別な点検（特性試験）等は実施していなかった。

(4) 整流器に関する調査

OFケーブル監視盤で使用されている整流器については、装置メーカーにおいて約30年前より標準的に使用されており、約100台以上の使用実績を有するものであった。

一方、当該盤と同一（仕様、設置場所、運用）の1号OFケーブル監視盤の電気品（整流器含む）については、平成18年に電気品の交換を実施するまで、約29年の使用実績があった。

(5) 電気回路保護機能等の調査

現地点検結果から、整流器の故障により過大な電流が生じ、発煙に至ったと推定されるが、電気回路の保護機能が動作すれば電流をしゃ断できたと考えられることから、保護機能等の動作状況について調査した。

（添付資料－3）

a. NFB

制御用変圧器の上流に設置され、監視回路（制御用変圧器、整流器を含む）および表示灯回路を保護する容量のNFBを設置している。

本事象発生時は、整流器の故障により過大な電流が生じたが、制御用変圧器2次側巻線の配線（半田付け部）が溶断したこともあいまって、保護動作に至るほどの電流は流れず、NFBは動作しなかったものと推定される。なお、制御用変圧器内部の故障であれば、NFBが動作し回路を保護するため、制御用変圧器下流の整流器には影響を与えない。

b. 不足電圧継電器

整流器の下流において、電源電圧を不足電圧継電器にて監視している。

本事象発生時は、制御用変圧器2次側巻線の配線（半田付け部）が溶断したため、不足電圧継電器からの信号により中央制御室へ信号が発信したものと推定される。

c. ヒューズ

整流器下流の監視回路を保護するため、ヒューズを設置している。

また、本ヒューズは、整流器下流の監視回路における故障が発生した際、保護動作することにより整流器等へ過大な電流が流れることも防止している。

本事象発生時は、整流器下流の監視回路は健全な状態であったため、ヒューズは保護動作しなかったと推定される。なお、制御用変圧器と整流器の間にヒューズを設置すれば、整流器自体の故障に対しても保護動作可能であったと推定される。

以上のことから、本事象発生時、電気回路の監視機能は正常に動作し、中央制御室へ信号発信したが、保護機能（NFB、ヒューズ）は動作に至らず、電流をしゃ断できなかったものと推定される。

8. 推定原因

(1) ダイオード故障の原因

一般的にダイオードを含む半導体素子は、通電状態や温度等により劣化は進行すると言われている。整流器は、当該装置の重要度から特別な点検（特性試験）等は実施しておらず、屋内開閉所で常時通電状態にて約28年間使用により特性変化し、整流器のダイオード4個のうち1個が故障したものと推定される。

なお、当該盤と同一（仕様、設置場所、運用）の1号OFケーブル監視盤の電気品（整流器含む）については、平成18年に電気品の交換を実施するまで、約29年の使用実績を有しており、特性変化には個体差があるものと推定される。

(2) 制御用変圧器発煙の発生原因

整流器（ダイオード）の故障（両方向導通状態）により、制御用変圧器には過大な電流が流れ、制御用変圧器巻線が過熱損傷し発煙に至ったものと推定される。

なお、整流器下流の監視回路等を保護するためヒューズを設置しているが、制御用変圧器と整流器の間にヒューズを設置すれば、整流器の故障に対しても保護動作可能であったと推定される。また、上流のNFBが動作するほどの電流は流れず、NFBは動作しなかったと推定される。

9. 対 策

- (1) 当該盤について、制御用変圧器と整流器等を取り外し、保護機能としてヒューズを追加した電源装置（制御用変圧器および整流器等）と交換した。
- (2) 電気回路に制御用変圧器と整流器を組み合わせて使用しており、常時通電状態にて、長期間（25年以上）使用しているプラント設備について、整流器の故障に対する保護機能の有無を確認する。

保護機能が動作に至らない可能性がある場合は、設置場所や点検状況を考慮し、下記のいずれかの対応を実施するよう保守計画を策定し、管理する。

- ・ 整流器の故障に対する、保護機能（例：ヒューズの追加等）の新設または改造
- ・ 保護機能の新設または改造が困難な場合は、該当整流器を交換する。

以 上

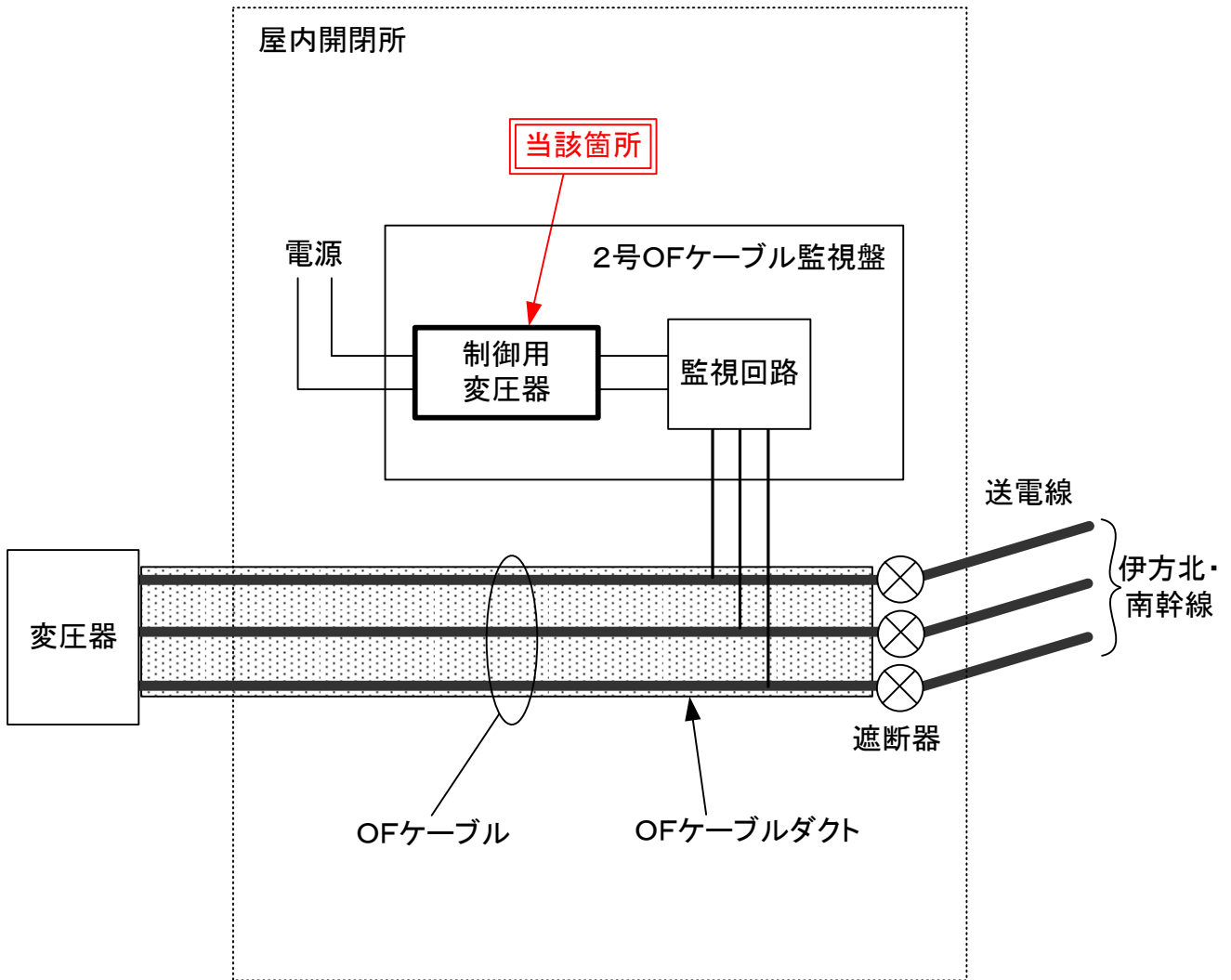
添 付 資 料

添付資料－ 1 2号OFケーブル監視盤まわり概略図

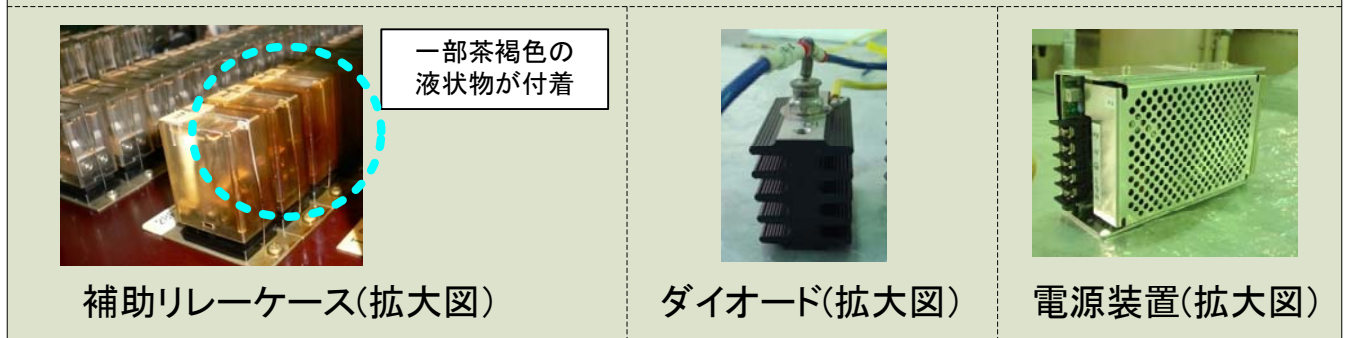
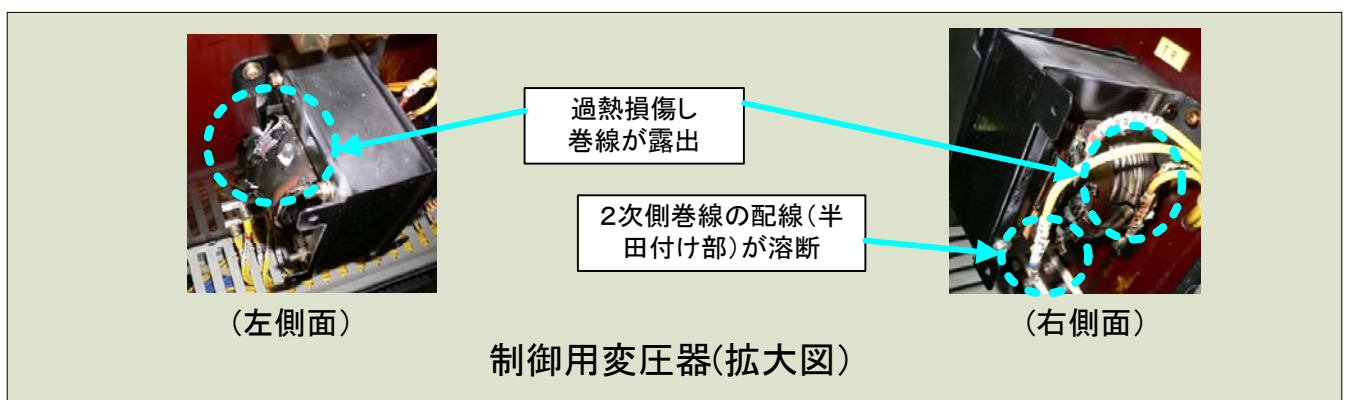
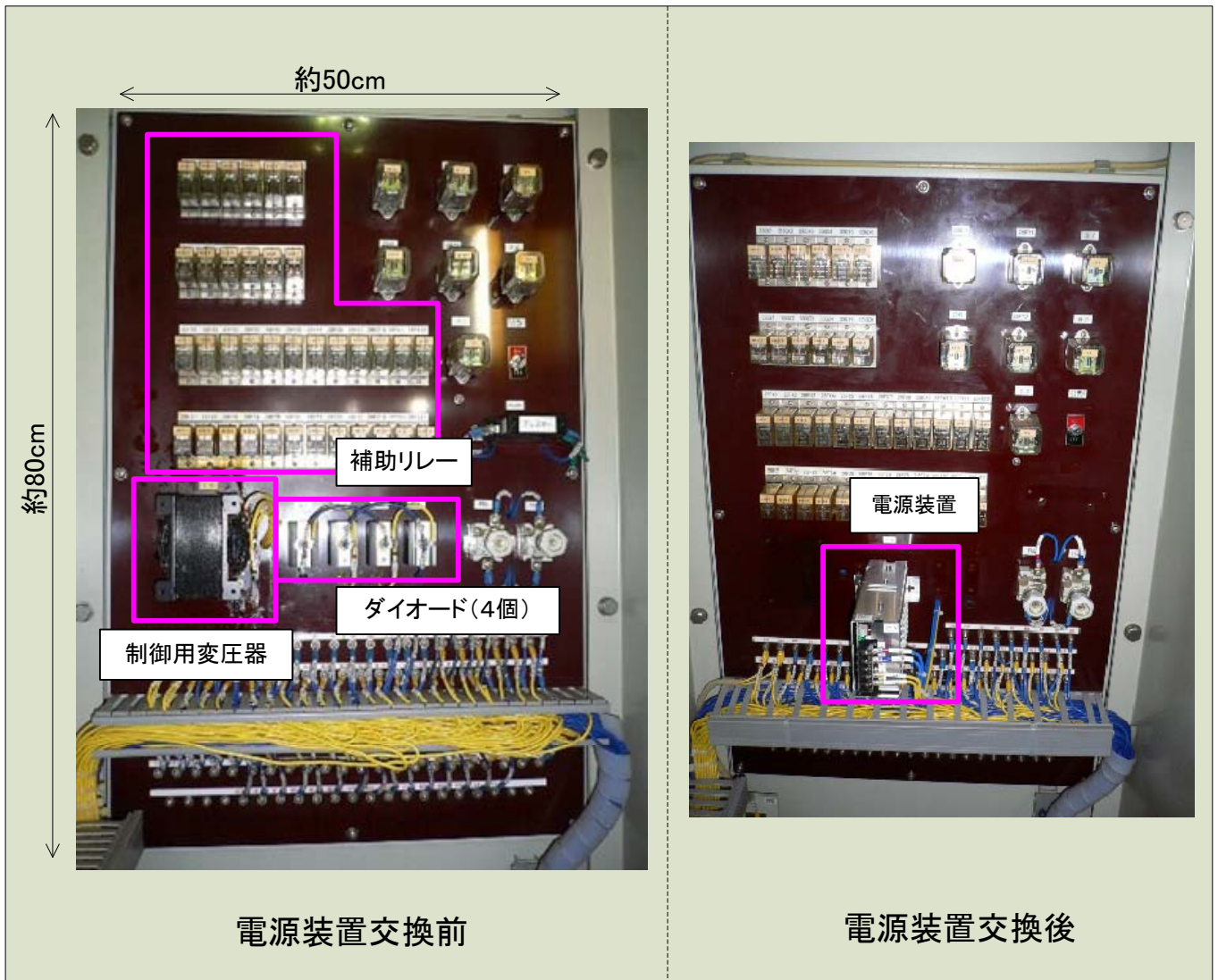
添付資料－ 2 2号OFケーブル監視盤 盤内状況（写真）

添付資料－ 3 2号OFケーブル監視盤 盤内回路概略図

2号OFケーブル監視盤まわり概略図



2号OFケーブル監視盤 盤内状況(写真)



2号OFケーブル監視盤 盤内回路概略図

