

伊方発電所第3号機
非常用ディーゼル発電機3A消火設備の不具合について

平成25年4月
四国電力株式会社

1. 件 名

伊方発電所第3号機非常用ディーゼル発電機3A消火設備の不具合について

2. 事象発生の日時

平成24年12月7日 0時46分

3. 事象発生の設備

非常用ディーゼル発電機3A消火設備

4. 事象発生時の運転状況

第13回定期検査中

5. 事象発生の状況

伊方発電所第3号機は、定期検査中のところ、12月7日0時46分、中央制御室の火災受信機盤において、非常用ディーゼル発電機3A消火設備（以下、「消火設備」という。）の異常を示す信号が発信した。

調査の結果、消火設備の電源装置の電圧低下に伴う不具合であったため、当該電源装置を新品と取り替え、正常に動作することを確認し、12月8日14時56分、通常状態に復旧した。

なお、復旧までの間は、監視人の配置により火災感知器での監視が不能となったエリアに火災等の異常がないことを監視した。

また、本事象による環境への放射能の影響はなかった。

電源装置：消火設備制御用の電源として、外部から供給される交流電源を直流電源に変換して供給する装置。なお、外部から電源が供給されなくなった時のため、装置内に蓄電池を保有している。

(添付資料-1)

6. 事象の時系列

1 2月7日

- 0時46分 中央制御室に消火設備の異常を示す信号が発信
- 2時15分 原因の調査開始
- 3時頃 電源装置の不具合であることを確認
- 17時10分 仮設電源装置による応急復旧作業開始
- 20時15分 応急復旧作業終了

1 2月8日

- 9時41分 電源装置取替開始
- 14時56分 電源装置取替完了、正常に動作することを確認後、通常状態に復旧

7. 調査結果

(1) 現地調査

a. 事象発生時の状況確認

現地、ディーゼル発電機室二酸化炭素消火設備盤3A（以下、「消火設備盤」という。）の各表示灯が消灯していることおよび直流電圧計が通常約27V（判定基準：21.6V以上）のところ、15V程度に低下していることを確認した。また、直流電圧は時間の経過とともに低下が継続していることが確認された。

b. 電源装置の調査

電源装置の各部の電圧を測定した。その結果、電源装置への交流入力電圧は通常約100Vのところ103Vであり正常であった。電源装置からの直流出力電圧は、通常約27V（判定基準：21.6V以上）のところ11.8Vであった。また、電源装置には蓄電池が装備されているが、蓄電池の端子電圧は、通常約27V（判定基準：21.6V以上）のところ11.9Vであった。

c. 消火設備盤の点検

消火設備盤の内部の目視点検を行った結果、機器の損傷・ヒューズの断線および過熱損傷痕等の異常は認められなかった。

上記の調査結果より、電源装置の不具合と考えられることから、電源装置の取替を行い、消火設備の動作試験を実施して正常状態に復帰したことを確認した。

（添付資料－2, 3）

(2) 工場での調査

電源装置を工場に搬送し調査を実施した。

a. 外観調査

外観点検の結果、機器の損傷・ヒューズの断線および過熱損傷痕等の異常は認められなかった。

b. 絶縁抵抗測定

電源装置の絶縁抵抗を測定した結果、判定基準5MΩ以上のところ、5MΩ以上であり、異常は認められなかった。

c. 再現性確認試験

・電源装置単体確認試験

電源装置に交流入力電圧(101V)を与え、直流出力電圧を確認したところ、判定基準は21.6V以上であるのに対し27.3Vであり、異常は認められなかった。

・組み合わせ試験

当該消火設備盤と類似の消火設備盤に電源装置を設置して、直流出力電圧を確認したところ、判定基準は21.6V以上であるのに対し27.3Vであり、異常は認められなかった。

(3) 電源装置が一時的に不具合となる場合のメーカー見解

電源装置に異常がないことから、一時的に本事象が発生する可能性についてメーカーに確認した。

- ・電源装置には、過電圧保護装置が備わっており、過電圧保護装置が動作すると、交流側からの出力を遮断する。
- ・電源装置に異常がなく、交流入力正常かつ電源装置の交流側からの出力が停止する可能性は、過電圧保護装置の動作以外はない
- ・電源装置はスイッチ操作により突発的にアーク(火花)が発生することがあり、これにより過電圧保護装置が動作する可能性がある

とのことであった。また、過電圧保護装置は、動作条件が解除されても、電源装置の交流入力を一度、遮断しなければ、復帰しないものであるとのことであった。

なお、電源装置の過電圧保護装置が動作し、交流側からの出力は停止した場合には、消火設備盤面の「充電電源」表示灯が消灯するとのことであった。

過電圧保護装置：電源装置の下流側回路を過電圧から保護するために、直流出力が通常約27Vのところ、33V以上になった場合に動作し、交流側からの出力を遮断する。

(添付資料-3)

(4) 「充電電源」表示灯の消灯確認

メーカー見解を受け、現地にて取替後の電源装置にて、交流入力を一時的に停止させ、「充電電源」表示灯の状態を確認すると、過電圧保護装置の動作により交流側からの出力が停止しても、表示灯はしばらく（1分程度）点灯し、その後消灯した。このため表示灯が消灯したことの見落としの可能性があると判明した。

（添付資料－3）

(5) 電源装置蓄電池の放電試験

通電環境下における蓄電池の電圧低下時間を確認するため、工場にて電源装置蓄電池を単体で、消火設備の通常時の電流で放電試験を実施した。

a. 試験条件

- ・ 使用蓄電池 : 当該電源装置使用と同型の新品蓄電池
- ・ 試験開始電圧 : 約26V（12月6日の電源装置のスイッチを投入した時刻の直近の電圧）
- ・ 試験終了電圧 : 約15V（消火設備警報発信時の確認電圧）
- ・ 試験電流 : 約0.8A（通常時の消火設備電流）

b. 試験結果

上記の条件で試験を行ったところ、隔離復旧時、電源装置のスイッチを投入した時刻の直近の電圧である試験開始電圧（約26V）より消火設備警報発信時の電圧（約15V）となった時間は約16時間であった。

(6) 保守状況の調査

消火設備は、消防法に基づき、6ヶ月ごとに点検を行い、設備の健全性を確認している。至近は、本事象発生前日の12月5日、6日に点検を行っており、異常は認められなかった。

また、点検では、消火設備盤隔離のため、電源装置のスイッチを開放していたが、隔離復旧時（12月6日 13時30分頃）、作業員は、電源装置のスイッチを投入後、すぐに消火設備盤面の表示灯を確認したところ、「充電電源」表示灯は点灯しており、復旧状態は正常であると判断したことを確認した。なお、作業員は、電源装置のスイッチ操作により、アーク（火花）が発生し過電圧保護装置が動作して交流側からの出力が停止しても、「充電電源」表示灯はしばらく（1分程度）は点灯しているという認識はなかった。

なお、作業要領書には、点検終了時、電源装置のスイッチを投入後、消火設備盤面の「充電電源」表示灯は時間をおいて確認する旨の記載はなかった。

(7) 調査結果のまとめと推定

- ・電源装置の外観調査・絶縁抵抗値に異常はなく、また、再現性確認試験で再現せず、正常に動作した。
- ・電源装置が正常で、交流側からの出力が停止する場合は、過電圧保護装置の動作以外は考えられない。
- ・過電圧保護装置は、電源装置のスイッチ操作により突発的に発生するアーク（火花）で動作する可能性がある。
- ・12月6日の消火設備点検の隔離復旧（13時30分頃）での電源装置のスイッチ投入以前は、隔離により電源装置の交流入力遮断されており、過電圧保護装置の動作は考えられない。
- ・電源装置蓄電池の放電試験での蓄電池電圧約15V到達時間は、約16時間を要している。12月6日の消火設備点検の隔離復旧（13時30分頃）から消火設備警報発信（12月7日 0時46分、消火設備直流電圧：約15V）まで約11時間であり、試験条件の誤差を考慮すると、隔離復旧時点から交流側からの出力が停止し、蓄電池からの出力に切り替わった可能性がある。

以上のことから、12月6日の消火設備点検の隔離復旧時の電源装置スイッチ操作により突発的にアーク（火花）が発生し、これにより過電圧保護装置が動作したと推定する。

8. 推定原因

12月6日の消火設備点検の隔離復旧時、電源装置のスイッチを投入したときに突発的にアーク（火花）が発生し、電源装置の過電圧保護装置が動作したと考えられる。このため、交流側からの出力は停止し、蓄電池からの出力に切り替わったものと考えられる。

作業員は、電源装置の過電圧保護装置が動作して、交流側からの出力が停止しても、「充電電源」表示灯はしばらく（1分程度）は点灯しているという認識がなく、スイッチ投入後、すぐに消火設備盤面表示灯を確認したため、「充電電源」表示灯は点灯しており、交流側からの出力が停止していることを発見できなかった。よって、交流側からの出力は停止のまま蓄電池からの出力が継続し、蓄電池の容量が低下したため、消火設備の警報発信に至ったと推定する。

（添付資料－3）

9. 対 策

- (1) 当該電源装置の取替を行い、健全性を確認のうえ復旧した。
- (2) 3号機非常用ディーゼル発電機消火設備の作業要領書に点検の最終において、消火設備盤面「充電電源」表示灯は5分程度時間をおいて確認する旨、記載を行う。
 - ※ ディーゼル発電機3Bも3Aと同様の設備であり、本対策が必要であるが、要領書は同一のもので一つの要領書の改訂となる。

なお、1，2号機非常用ディーゼル発電機消火設備は、電源装置の構成が3号機と異なることから、同様な事象は発生しないため、対策は不要である。

以 上

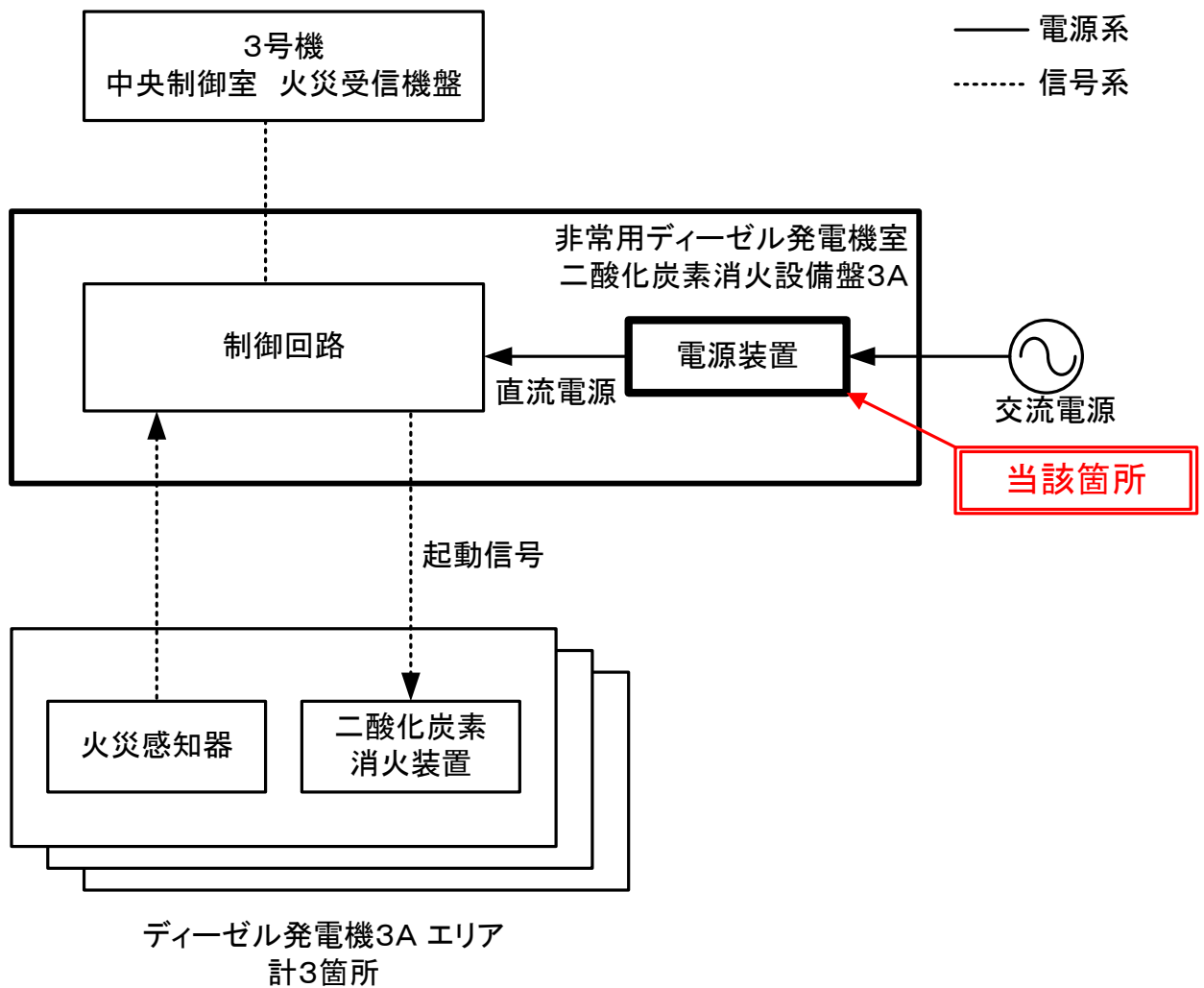
添 付 資 料

添付資料－ 1 非常用ディーゼル発電機 3 A 消火設備 概略図

添付資料－ 2 非常用ディーゼル発電機 3 A 消火設備 状況写真

添付資料－ 3 電源装置構成図

非常用ディーゼル発電機3A消火設備 概略図



非常用ディーゼル発電機3A 消火設備 状況写真

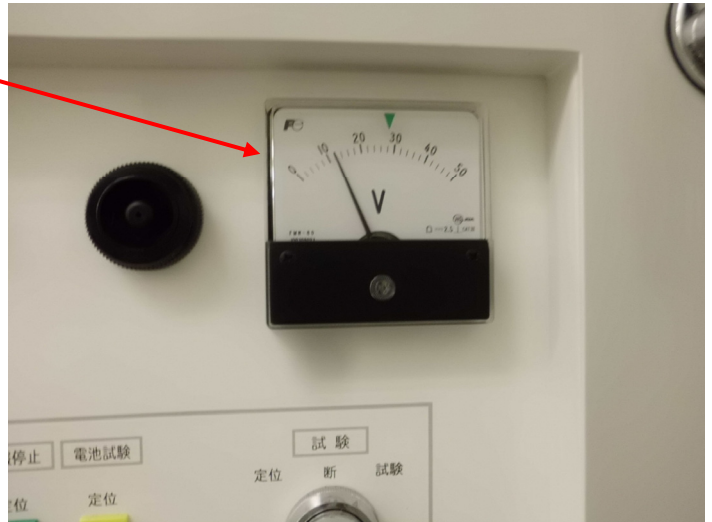
○非常用ディーゼル発電機室
二酸化炭素消火設備盤3A



○「充電電源」表示灯



○盤面直流電圧計

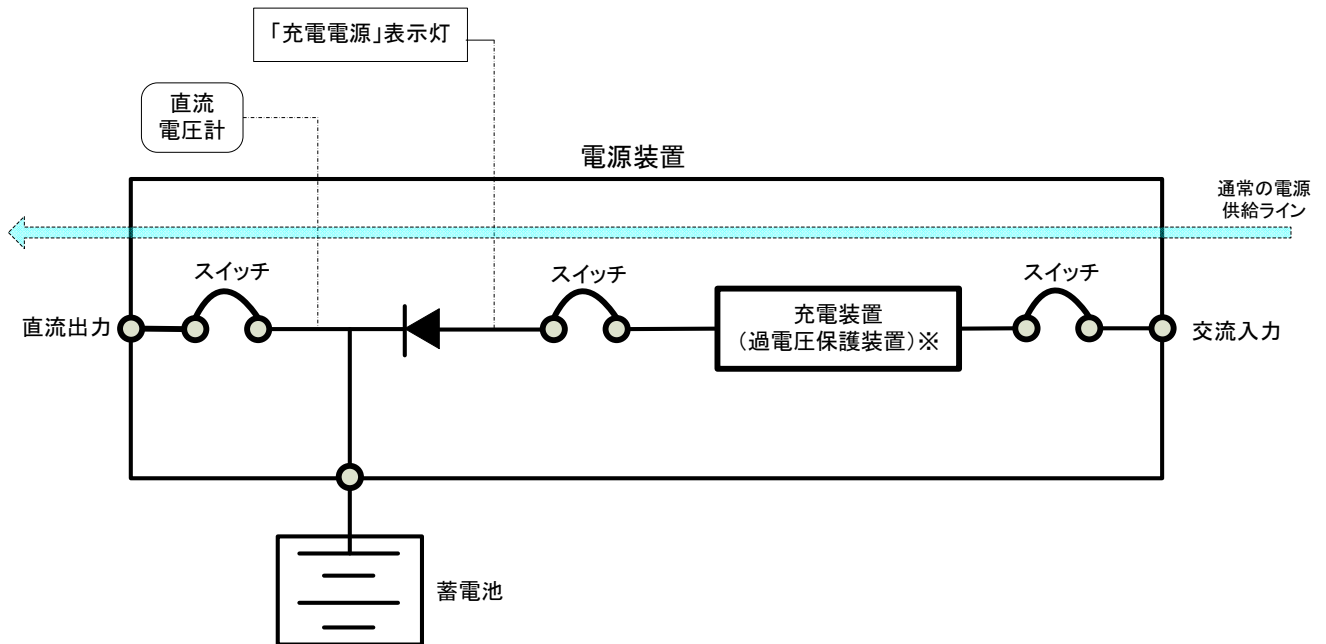


○電源装置

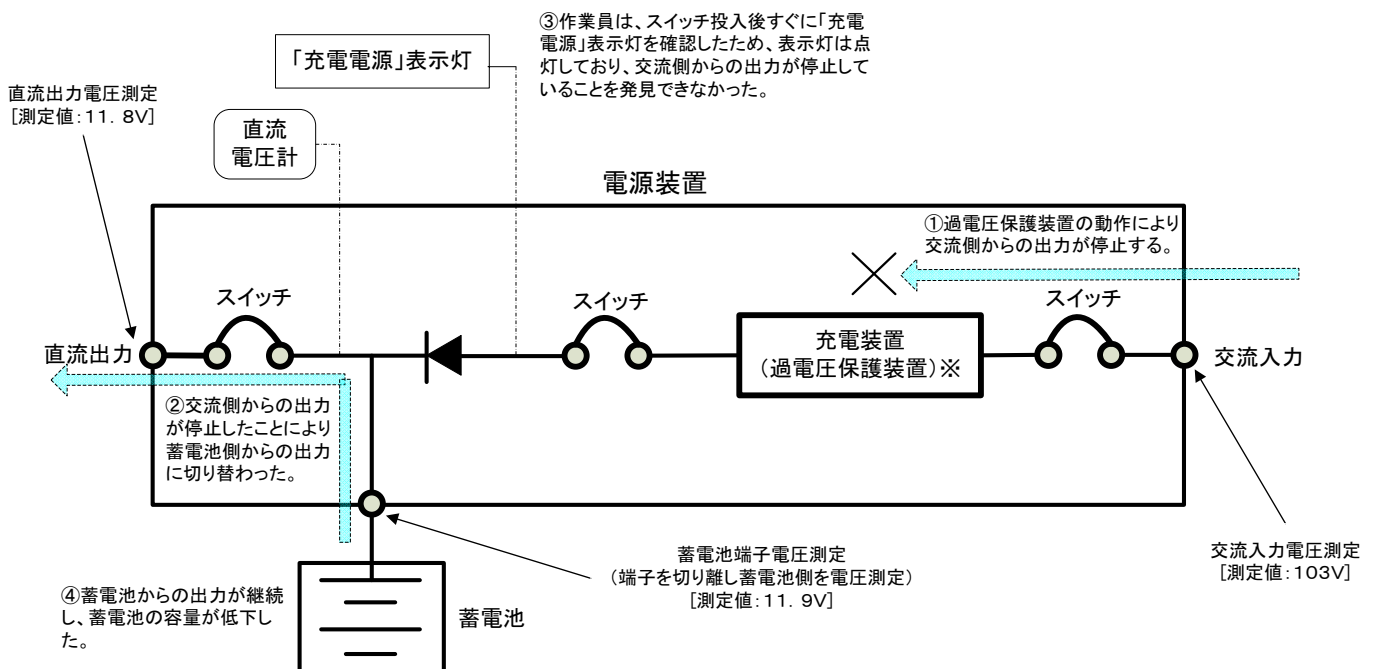


電源装置構成図

1. 通常時



2. 不具合発生時



※過電圧保護装置は充電装置内に備わっている。