

伊方発電所第3号機
廃棄物処理室（セメント固化装置）
排気ファンの停止について

令和2年2月
四国電力株式会社

1. 件名

伊方発電所第3号機 廃棄物処理室（セメント固化装置）排気ファンの停止について

2. 事象発生の日時

令和元年10月22日 19時02分頃

3. 事象発生の設備

廃棄物処理室排気ファン3C（管理区域内）

セメント固化装置無停電電源装置（非管理区域内）

4. 事象発生時の運転状況

通常運転中（電気出力912MW）

5. 事象の概要

10月22日19時02分頃、通常運転中の伊方発電所3号機原子炉補助建屋3階(管理区域内)のセメント固化装置^{※1}において、廃棄物処理室^{※2}排気ファン^{※3}が通常2台運転のところ、1台運転になっていることを確認した。

調査の結果、廃棄物処理室排気ファンの計装用電源である電源装置^{※4}（常用）の不具合により、廃棄物処理室排気ファンに加え、廃棄物処理室給気ファン^{※3}も通常2台運転のところ、1台運転になっていることを確認した。

その後、計装用電源を電源装置（後備）に切替え、廃棄物処理室給気ファンおよび廃棄物処理室排気ファンをそれぞれ2台運転に復旧した。

本事象によるプラントへの影響および環境への放射能の影響もなかった。

点検の結果、電源装置（常用）内の基板の不具合により電源装置（常用）から定格電圧が出力されていないことを確認したことから、これにより廃棄物処理室排気ファンおよび廃棄物処理室給気ファンの停止に至ったものと推定した。

後日、不具合のあった基板を交換して電源装置（常用）を復旧し、計装用電源を電源装置（後備）から電源装置（常用）に切戻したうえで、電源装置（常用）および廃棄物処理室給気ファンおよび排気ファンの運転に異常がないことを確認し11月27日10時00分、通常状態へ復旧した。

（添付資料－1）

※1 セメント固化装置

機器点検時の排水や洗濯排水等、管理区域内で発生した液体廃棄物を濃

縮し、セメントと混ぜ、ドラム缶に詰めて固化する施設。なお、事象発生時には停止中であった。

※2 廃棄物処理室

原子炉補助建屋内でセメント固化装置の機器が設置されているエリア
廃棄物処理室は、室内の空気が外に漏れないよう、通常、給気ファン・排気ファンを運転することにより負圧としている。

※3 廃棄物処理室給気ファン・排気ファン

廃棄物処理室の換気を行うためのファンで、給気ファンは3 A、3 Bの2台が、排気ファンは3 A、3 B、3 Cの3台が設置されている。

給気ファンおよび排気ファンの起動停止などの信号の発信に使用している計装用電源は、通常時は電源装置（常用）から給電している。

なお、室内の負圧状態を維持するために、セメント固化装置の運転・停止にかかわらず、通常、給気ファン2台、排気ファン2台が運転している。また、排気ファンが1台停止した場合、給気ファンも停止するロジックとなっている。

※4 電源装置

セメント固化装置計装設備への電力を供給する装置。通常使う常用とバックアップとして備えている後備とがある。

常用側のみ瞬間的な停電に対応するため、無停電電源となっている。

6. 事象の時系列

10月22日

18時30分 「セメント固化装置制御盤」信号発信

19時02分頃 廃棄物処理室排気ファン3 C停止確認

21時03分 廃棄物処理室給気ファン3 A停止確認

10月23日

0時24分 電源装置を常用から後備へ切替え

1時12分 廃棄物処理室給気ファン3 A・排気ファン3 C起動

11月20日 電源装置（常用）の基板取替え、無負荷運転状態確認開始

11月25日 電源装置を後備から常用へ復旧、通常の負荷運転状態開始

11月27日 電源装置（常用）および廃棄物処理室給気ファン・排気ファンの運転状態を確認し、通常状態に復旧

7. 調査結果

廃棄物処理室排気ファン停止の原因について、以下の調査を実施した。

(1) 廃棄物処理室排気ファンの停止確認時の状況調査

a. 廃棄物処理室排気ファン関連の回路構成

廃棄物処理室排気ファンの駆動電源は、パワーセンタから供給されており、起動停止の制御信号は、セメント固化装置制御装置リレーボードより供給されている。また、セメント固化装置制御装置リレーボードは、電源装置（常用）であるセメント固化装置無停電電源装置^{※5}（以下「無停電電源装置」）からの電源により動作する構成となっている。

（添付資料－２）

b. 事象発生時の状況調査

廃棄物処理室排気ファンが停止した際の状況を確認した結果、以下の通りであった。

- ① 廃棄物処理室排気ファンおよび廃棄物処理室給気ファンの異常を示す信号は発信していない。
- ② 停止した廃棄物処理室排気ファン３Cのハンドターニングを行い、円滑に回転することを確認した。
- ③ 無停電電源装置から電源が供給されている制御装置リレーボードなどの回路において、実際の動作と異なる警報が発信していた。
- ④ 廃棄物処理室給気ファンが、排気ファンの停止に伴い自動停止していた。
- ⑤ 無停電電源装置からの給電がインバータ給電^{※6}とバイパス給電^{※7}の切替えを繰り返していた。

上記内容から、廃棄物処理室排気ファンの停止は、無停電電源装置の不具合が起因であると考えられる。

（添付資料－２）

※5 セメント固化装置無停電電源装置

停電などによって、交流電源の給電が無くなった場合でも蓄電池から交流電源を出力する電源装置で一般的に広く使用されている無停電電源装置である。

※6 インバータ給電

瞬間的な停電に対応するため、給電された交流電源を無停電電源装置内で直流に変換し、蓄電池に充電しながら、直流を再度、交流に変換し、交流電源を出力する状態。

※7 バイパス給電

無停電電源装置内で、インバータ給電で不具合があった場合に給電された交流電源をそのまま出力する状態。

（２）無停電電源装置の調査

a. 現地確認

（a）履歴確認

当該無停電電源装置の運転履歴を確認したところ、故障履歴はなく、状態履歴にバイパス給電とインバータ給電の切替えを頻繁に繰り返しており、バイパス給電に切替わる直前に「インバータ過負荷」となっていた履歴が残っていた。

「インバータ過負荷」は、一時的にインバータ給電の回路を流れる電流値が大きくなった時に検出するもので、変圧器や電動機の起動時などに通常発生しえるものであり、検出された場合は自動的にバイパス給電に切替わり、電流が通常状態に戻れば自動的にインバータ給電に切戻され、故障には分類されていない。

(b) 動作確認

当該無停電電源装置を無負荷で運転し動作状況を確認したところ、運転履歴と同様にバイパス給電とインバータ給電の切替えを繰り返す事象が確認された。

また、回路の電圧・電流の波形を確認した結果、「インバータ過負荷」となった時点で、回路に流れる電流の波形に異常が確認された。

(添付資料－3)

(c) 調査結果

「インバータ過負荷」となった時に異常な電流波形が確認されたことから、無停電電源装置の「整流器・インバータユニット」^{※8}を起因とする不具合であると想定した。

※8 整流器・インバータユニット

インバータ給電時に、交流を直流に変換する「整流回路」および直流を交流に変換する「インバータ回路」を内蔵したユニット

b. メーカー調査

(a) 外観確認

メーカーの工場において「整流器・インバータユニット」内の「整流器用ドライブ基板」および「インバータ用ドライブ基板」の外観点検を行ったところ、傷・変形などはなかった。

(添付資料－4)

(b) 通電確認

「整流器用ドライブ基板」および「インバータ用ドライブ基板」の通電確認を行い各回路の出力を確認した結果、インバータ用ドライブ基板の一部でゲート波形^{※9}が出ない事象が確認された。

(添付資料－4)

※9 ゲート波形

電圧・電流波形を形成するために電気回路を構成する半導体素子の入・切を制御するための信号

(c) 検証試験

通電確認の結果から判明した「インバータ用ドライブ基板からゲート波形が出ない事象」について、正常な無停電電源装置でゲート波形を止めることにより、無停電電源装置の出口で電圧・電流の波形を確認した結果、ゲート波形を止めた時点で電圧が低下し、電圧が低下した後にインバータに過電流が流れ、バイパス給電に切替わることで電圧が復帰する事象が確認された。

(添付資料－4)

(d) 調査結果

当該インバータ用ドライブ基板でゲート波形が出ていないことがメーカーの工場で確認された。そこで、正常な無停電電源装置でゲート波形が出ない事象を再現した結果、無停電電源装置の出口で電圧が変動する事象が確認された。この電圧変動は、短い周期で発生しているため、制御装置リレーボードにおいてノイズとして出力に影響を与えることが考えられる。

また、メーカーからの聞き取り結果から、過去同型式において類似の不具合発生は無かったことから、本事象は、偶発的に発生した電子回路の不具合であると推定した。

(3) 点検履歴の調査

当該無停電電源装置は、平成25年に更新されており、至近で実施した平成30年12月の点検において異常は認められていない。

(4) 類似機器の調査

伊方発電所において同型式の無停電電源装置は、当該無停電電源装置を除き3台設置されている。それぞれ平成27年もしくは平成30年に更新されており、至近で実施した平成30年7月および令和元年10月の点検において異常は認められていない。

8. 推定原因

調査結果から廃棄物処理室排気ファンの停止は、当該無停電電源装置内のインバータ用ドライブ基板の電子回路の偶発的な不具合により、インバータ給電とバイパス給電を繰り返したため出力電圧が変動したことで、制御装置リレーボード

内でファンを停止する誤信号が発信したことが原因と推定した。

9. 対策

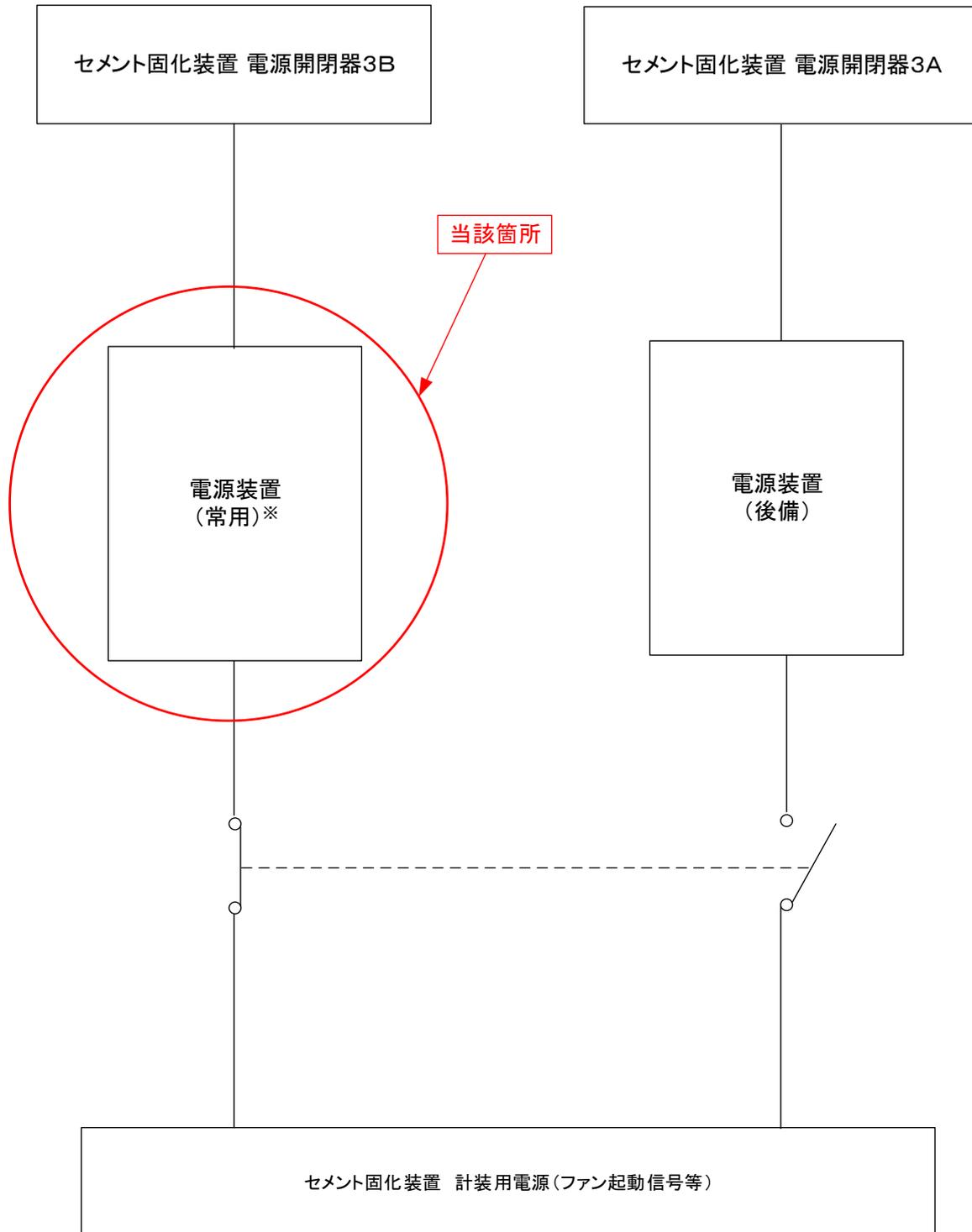
- (1) 不具合が確認された「インバータ用ドライブ基板」を新品に取替えて復旧した。
- (2) 念のため、不具合が確認された「インバータ用ドライブ基板」と同様の電子回路を有する「整流器用ドライブ基板」を新品に取替えた。
- (3) 伊方発電所にある同型式の無停電電源装置について追加点検を実施し、異常のないことを確認した。

以 上

添 付 資 料

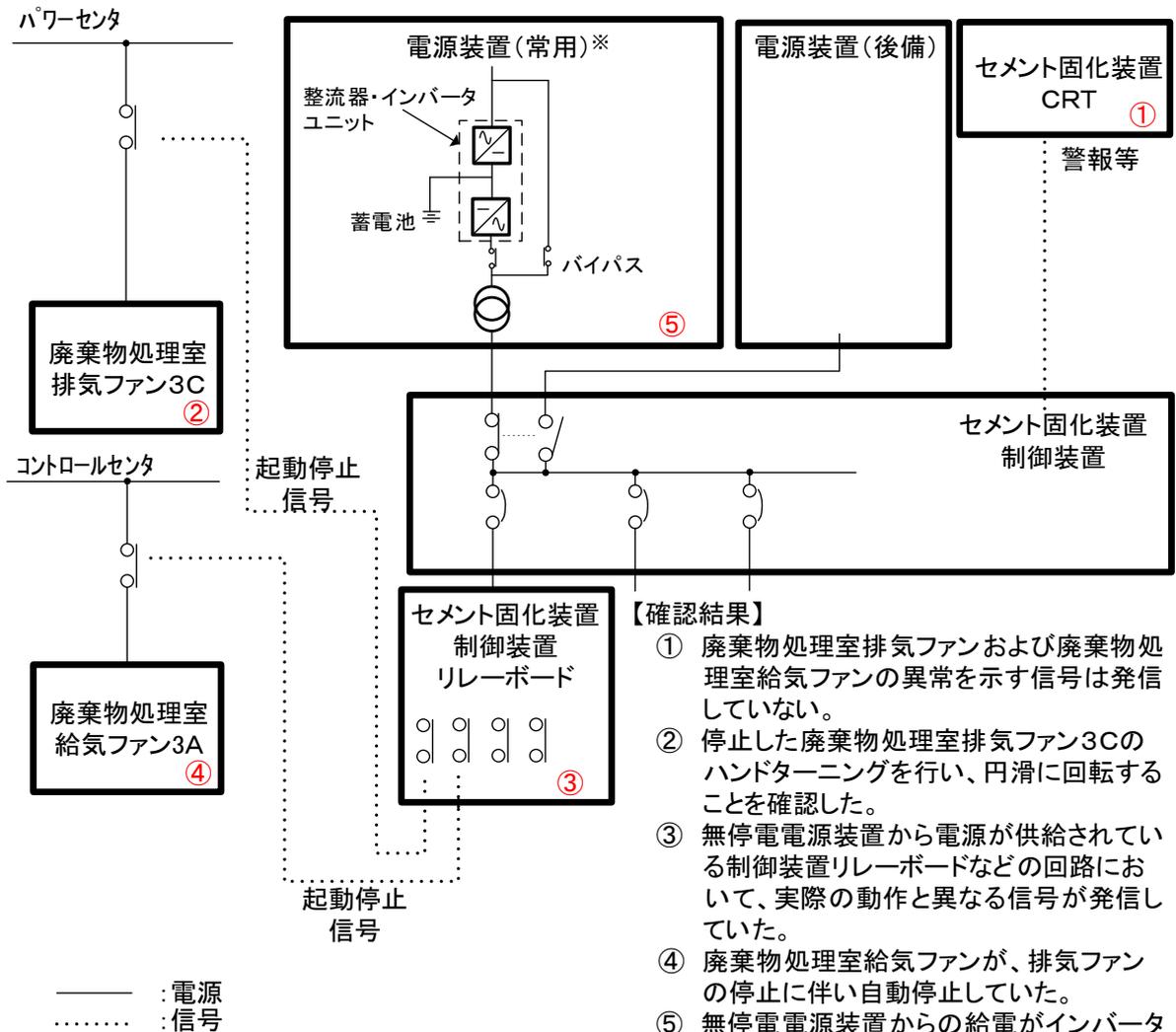
- 添付資料－ 1 伊方発電所 3 号機セメント固化装置計装用電源系統概略図
- 添付資料－ 2 廃棄物処理室排気ファン停止時の状況調査
- 添付資料－ 3 セメント固化装置無停電電源装置 現地調査結果
- 添付資料－ 4 セメント固化装置無停電電源装置 工場調査結果

伊方発電所3号機 セメント固化装置計装用電源系統概略図



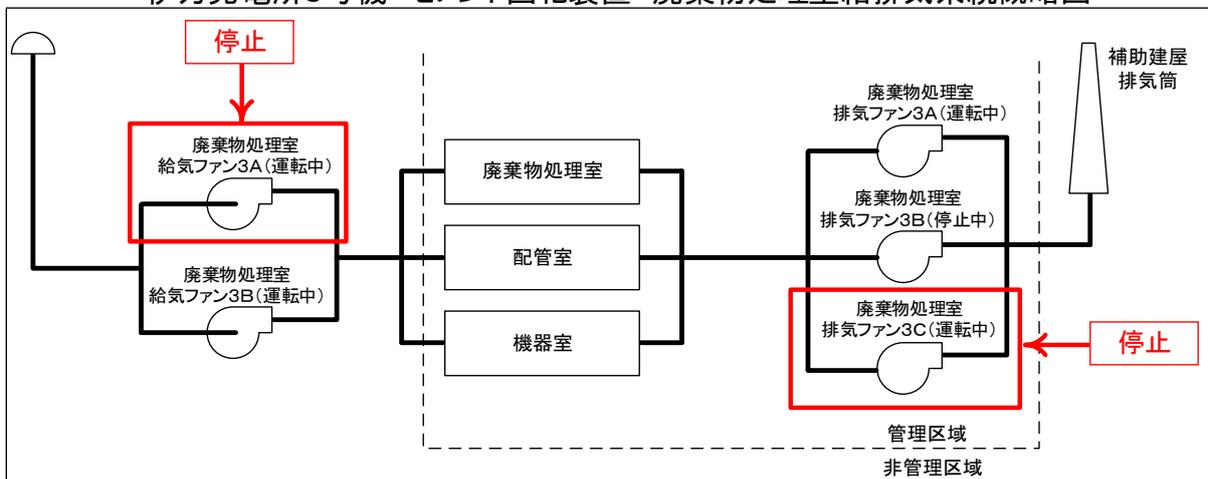
※ セメント固化装置無停電電源装置

廃棄物処理室排気ファン停止時の状況調査

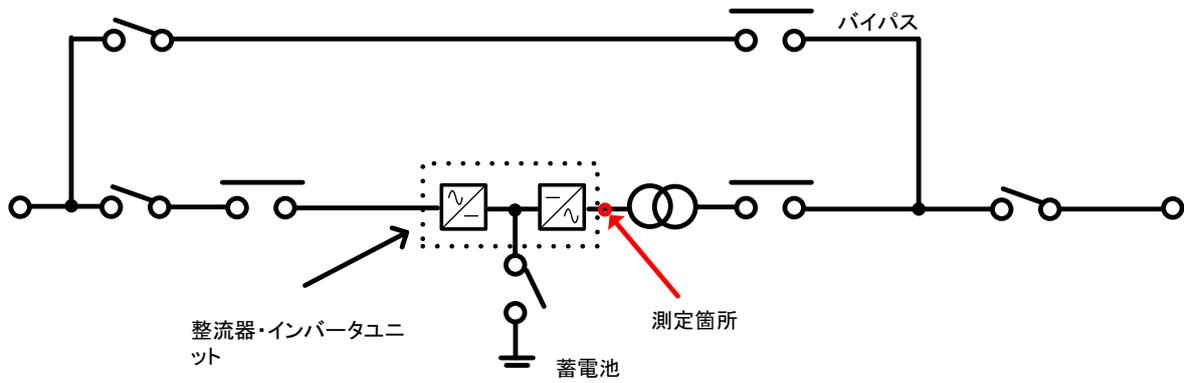


※ セメント固化装置無停電電源装置(無停電電源装置)

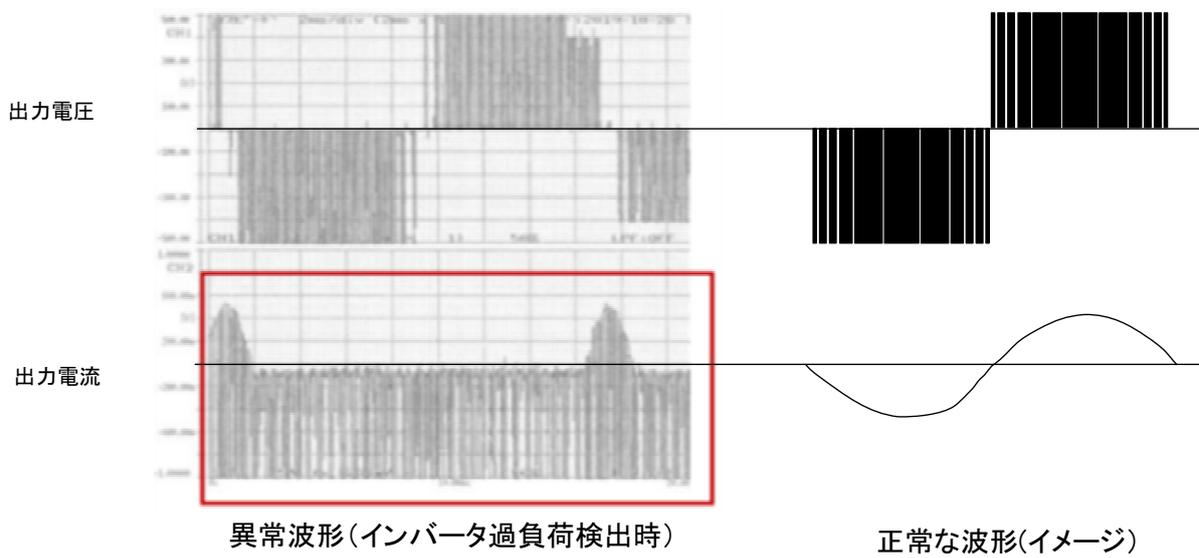
伊方発電所3号機 セメント固化装置 廃棄物処理室給排気系統概略図



セメント固化装置無停電電源装置 現地調査結果



セメント固化装置 無停電電源装置回路図



セメント固化装置無停電電源装置 工場調査結果

○ 外観点検

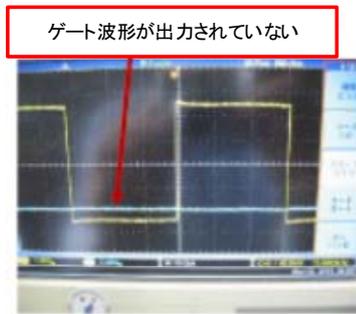


整流器用ドライブ基板

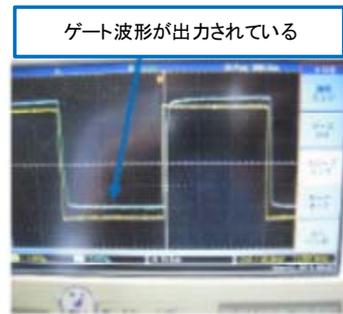


インバータ用ドライブ基板

○ 通電確認



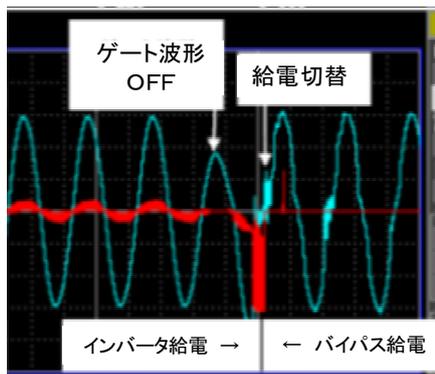
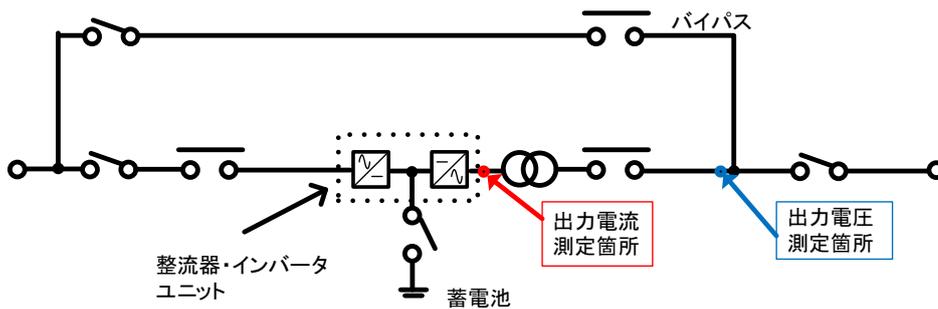
異常波形
(インバータ用ドライブ基板)



正常波形

黄色:入力波形
青色:ゲート波形

○ 検証試験



波形測定結果

青色:出力電圧
赤色:出力電流

ゲート波形のOFFで
電圧が低下する事
象が確認された。