

伊方発電所3号機
原子炉補助建屋における消火設備の動作について
(セメント固化装置混練機の不具合)

令和6年10月

四国電力株式会社

1. 件名

伊方発電所3号機 原子炉補助建屋における消火設備の動作について
(セメント固化装置混練機の不具合)

2. 事象発生の日時

令和6年6月27日 10時28分

3. 事象発生の設備

3号機 セメント固化装置 混練機

4. 事象発生時の運転状況

3号機 通常運転中 (918MW)

5. 事象発生の状況

伊方発電所3号機は、通常運転中のところ、原子炉補助建屋(管理区域内)において、6月27日10時28分、セメント固化装置^{※1}エリアに設置する火災感知器が作動したことから、八幡浜地区施設事務組合消防本部(以下、「消防本部」という。)へ連絡した。

また、当該エリアにて、ハロン消火設備^{※2}が動作していることを確認した。

当該エリアを確認したところ、作動した火災感知器と同じエリアに設置されているセメント固化装置混練機^{※3}において、モータと攪拌機^{※4}を連結しているVベルト^{※5}4本のうち、1本が切れていることを確認した。

消防本部による調査の結果、15時55分、火災でないことが確認された。

その後、当該混練機について調査した結果、攪拌機の主軸^{※6}がセメントで固着していることを確認した。このため、当該混練機の点検を実施し、固着したセメントの除去およびVベルト4本の取り替えを行った。

そして、当該混練機が正常に動作することを確認し、8月29日13時05分通常状態に復旧した。

なお、本事象に伴う負傷者はおらず、プラントへの影響および環境への放射能の影響はなかった。

(添付資料-1, 2, 3)

- ※1 セメント固化装置
洗濯排水や機器点検時の排水等、プラントの管理区域内で発生する液体廃棄物を濃縮した液体(以下、「濃縮廃液」という。)を、セメントと混合し、ドラム缶に詰め、固化する装置。
- ※2 ハロン消火設備
火災を感知した際に自動または手動にて、対象区画にハロン1301を放出して消火する設備。
- ※3 混練機
濃縮廃液とセメントを混ぜ合わせる装置。攪拌機、混合槽^{※7}およびモータ等にて構成される。
- ※4 攪拌機
混合槽内にて、下羽根^{※8}、上羽根^{※9}を回転させることにより濃縮廃液とセメントを混ぜ合わせる設備。
- ※5 Vベルト
モータの動力を攪拌機に伝えるため、モータと攪拌機の主軸のプーリ^{※10}に、取り付けられたベルト。
- ※6 主軸
モータからの動力を攪拌機の羽根に伝える軸。
- ※7 混合槽
濃縮廃液とセメントを混ぜ合わせる容器。
- ※8 下羽根
攪拌機の構成部品であり、濃縮廃液とセメントを混ぜ合わせるための部品。
- ※9 上羽根
攪拌機の構成部品であり、濃縮廃液とセメントを混ぜ合わせるための部品。
- ※10 プーリ
動力を伝達するVベルトを取り付けるため、主軸に取り付けられた円筒形状の部品。

6. 事象の時系列

6月27日

- 10時25分 セメント固化装置運転員がセメント固化装置洗浄操作のため混練機を起動
- 10時26分 「混練機モータ回転数低」警報^{※11} 発信
セメント固化装置運転員が混練機手動停止
- 10時28分 火災感知器の作動およびハロン消火設備の動作
- 10時29分 当直長が消防本部へ連絡
- 15時18分 保修員がモータと攪拌機を連結するVベルト4本のうち1本の破断を確認
- 15時55分 消防本部が火災ではないと判断

7月 1日

- 14時12分 保修員によるセメント固化装置混練機の点検を開始

8月29日

- 13時05分 保修員によるセメント固化装置混練機の点検を終了し、通常状態に復旧

※11 「混練機モータ回転数低」警報

混練機起動から20秒後に、モータ回転数が10rpmに到達しない場合に発信する警報。

7. 調査結果

当該混練機の不具合について原因を特定するため、以下の調査を実施した。

(1) 混練機の調査

a. Vベルトおよびプーリの外観点検

Vベルト4本のうち1本が破断していることを確認した。破断したものを含め、すべてのVベルトがモータ側プーリ付近にて、摩擦により著しく劣化していることを確認した。

攪拌機側およびモータ側のプーリに、異常は確認されなかった。

(添付資料-4)

- b. 攪拌機およびモータのハンドターニング※12
攪拌機の主軸は、固着しており、回転しなかった。
モータの主軸は、問題なく回転した。
- c. モータ単体作動試験
異常は確認されなかった。
- d. 混合槽の内部状態確認
混合槽底部から下羽根の高さまでセメントが残留し、固化していることを確認した。

(添付資料－ 5)
- e. 下羽根、上羽根の取り外し・外観点検
下羽根、上羽根に、変形・割れ等の異常は確認されなかった。
- f. Vリング※13の外観点検
回転により引きちぎられたような損傷を確認した。

(添付資料－ 5)

※12 ハンドターニング

ポンプ、モータ等の軸を手動にて回転させ、異常の有無を確認する方法。

※13 Vリング

混合槽内のセメントが下羽根と混合槽底部との隙間から、シールケース※14 とスリーブ※15 との間の主軸シール部に浸入しないよう、シールケースに取り付けられたゴム製のリング。

※14 シールケース

混合槽内のセメントが槽外に漏れ出すことがないように、主軸のスリーブに取り付けられる軸封装置。

点検時にシールケース内のグランドパッキンおよびオイルシールの取り外し・取り付けを容易にするために、ケースごと着脱可能な設計としている。

※15 スリーブ

主軸が直接グランドパッキン等のシールの擦れにより摩耗しないよう、主軸とシール間に取り付けられている金属部品。

g. シールケースの取り外しおよび外観点検

シールケースとスリーブが固着し、取り外しができなかったが、当該部位をハンマリング^{※16}することにより、取り外すことができた。

取り外し後の外観点検を実施し、シールケース（グランドパッキンおよびオイルシールを含む）とスリーブ間にセメントが付着していることを確認した。

シールケースおよびスリーブを取り外した後、主軸のハンドターニングを実施したところ、問題なく回転させることができた。

（添付資料－5）

※16 ハンマリング

固着している部位の取り外しを容易にするために、プラスチックハンマー等により衝撃を与えること。

（2）混練機の点検実績の調査

混練機の清掃等の点検は1年周期、混練機の消耗品（Vリングおよびグランドパッキン等）の取り替えは2年周期で行っている。

至近では、令和6年2月に清掃等の点検および消耗品の取り替え、6月に配管の清掃等の点検を実施しており、異常はなかった。

（3）混練機の使用状況調査

a. 混練充てん^{※17}と洗浄運転^{※18}の運用

セメント固化装置は、混練充てんした後、洗浄運転を実施する運用としている。

また、点検等により長期停止する期間を除き、混練充てんの実施間隔が1週間以上となる場合は、1週間に1回の頻度で洗浄運転を実施している。なお、混合槽には重量計が附属しているが、セメントおよび廃液の投入量を確認するために設置されているものであり、洗浄運転時のセメントの残留状況の確認には使用していなかった。

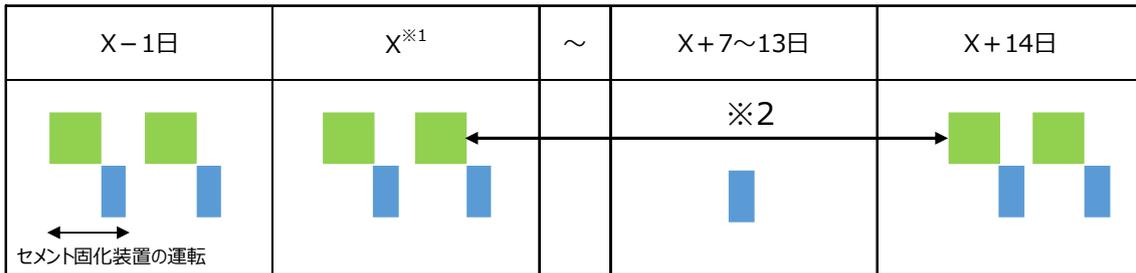
※17 混練充てん

混練機で規定量の濃縮廃液とセメントを練り合わせた混練物をドラム缶に充てんする作業。

※18 洗浄運転

混合槽内に残留した混練物が乾燥固着することを防止するために、洗浄水にて洗浄する運転。通常、混練充てんの後に自動で実施されるが、手動にて実施することも可能。

混練充てんおよび洗浄運転の工程例



※1 混練充てんの実施間隔が1週間以上となる最終運転日を「X」日で表記

※2 混練充てんの実施間隔が1週間以上となる場合は、1週間に1回の頻度で洗浄運転を実施



b. 至近の運転状況

本事象は令和6年6月3日から26日の間で実施した弁や配管の定期清掃^{※19}後の確認運転（洗浄運転）時に発生したものであるが、定期清掃直前の令和6年5月29日から31日の間、3日間連続でセメント投入量が多い洗浄排水濃縮廃液^{※20}の混練充てんを行い、都度洗浄運転を実施していた。

また、過去5年間の運転実績において、セメント投入量が多い洗浄排水濃縮液の処理後に点検等による長期停止を実施したことはなかった。

※19 定期清掃

セメント固化装置の運転によって弁や配管に付着するセメント等を定期的に除去する作業。

※20 洗浄排水濃縮廃液

濃縮廃液には、管理区域内で発生するほう酸を含む排水を濃縮したほう酸濃縮廃液と管理区域で着用する衣服等の洗濯排水や手洗い排水を濃縮した洗浄排水濃縮廃液があり、洗浄排水濃縮廃液には、ほう酸のような固形成分が含まれていないことから、セメント固体廃棄物としての強度を確保するためにセメントを多く投入する必要がある。

(4) 類似箇所の調査

当該設備のようにセメントと廃液を混ぜ合わせる設備はない。

(5) 過去の類似事象の調査

過去、伊方発電所においてセメントの浸入・固化により主軸が固着したような事象はない。

8. 推定原因

定期清掃の直前は、弁や配管に一定程度のセメントが付着しており、通常時と比較して洗浄運転によりセメントが排出されにくい状況であったと推測され、この状態でセメント投入量が多い洗浄排水濃縮廃液の混練充てんを実施した際、混合槽内のセメントが十分に排出されず、混合槽内に残留したセメントが下羽根とVリングに付着・固化した状態で混練充てんを実施したことで、Vリングが下羽根の回転により引っ張られ破損したと推定した。

また、Vリングの破損によって攪拌機の回転部（シールケースとスリーブ間）に浸入したセメントが、定期清掃の間に固化したことで主軸が固着し、定期清掃後、この状態で混練機を起動した際、攪拌機側プーリおよびVベルトが回転せず、モータ側プーリとVベルト間で空回りしたことで発生した過度な摩擦によりVベルトが摩耗・損耗し、発煙したことで、火災感知器の作動およびハロン消火設備が動作したと推定した。

(添付資料－3)

9. 対策

- (1) 当該混練機について、固着したセメントの除去を行い、破損したVリングおよび破断した1本を含む4本すべてのVベルトについて、取り替えを実施した。

(添付資料－6)

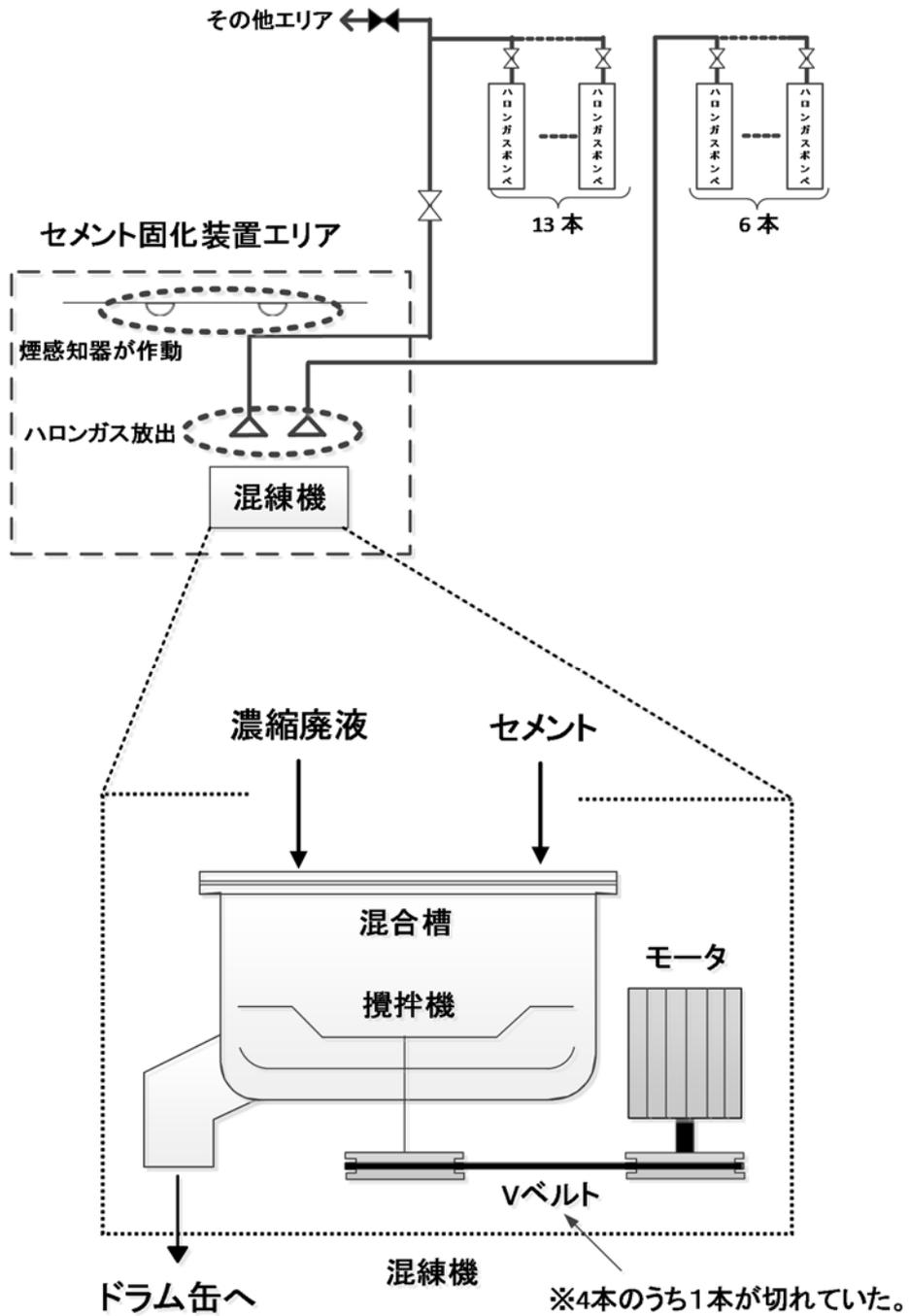
- (2) 通常の場合よりセメント投入量が多い洗浄排水濃縮廃液を混練充てんする場合は、混合槽内にセメントが残留しないように、混練充てん後に自動で実施される洗浄運転に加え、手動にて洗浄運転を実施する手順を社内規定に明記する。
- (3) 混練機の洗浄運転を実施する際には、混合槽に附属した重量計により、洗浄運転によって混合槽内のセメントが除去されていることを確認する。混合槽内のセメントが除去されていないと判断される場合は、追加で洗浄運転を実施する手順を社内規定に明記する。

以 上

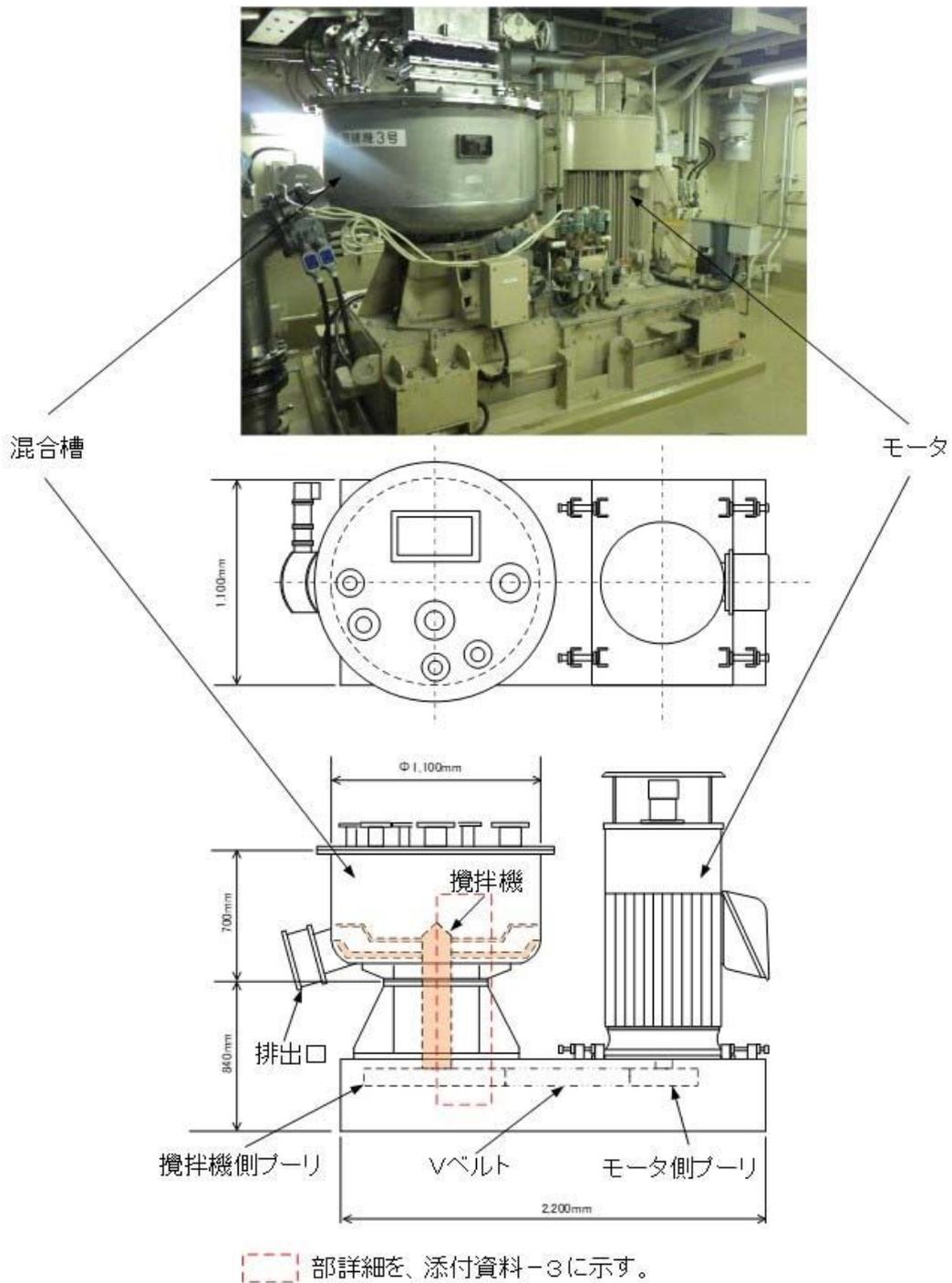
添 付 資 料

添付資料－1	伊方発電所3号機	セメント固化装置エリア	概略図
添付資料－2	伊方発電所3号機 外観写真	セメント固化装置混練機	構造図および
添付資料－3	伊方発電所3号機	セメント固化装置混練機	攪拌機主軸部詳細図
添付資料－4	伊方発電所3号機	セメント固化装置混練機	Vベルトの状況
添付資料－5	伊方発電所3号機	セメント固化装置混練機	内部状況
添付資料－6	伊方発電所3号機	セメント固化装置混練機	復旧状況

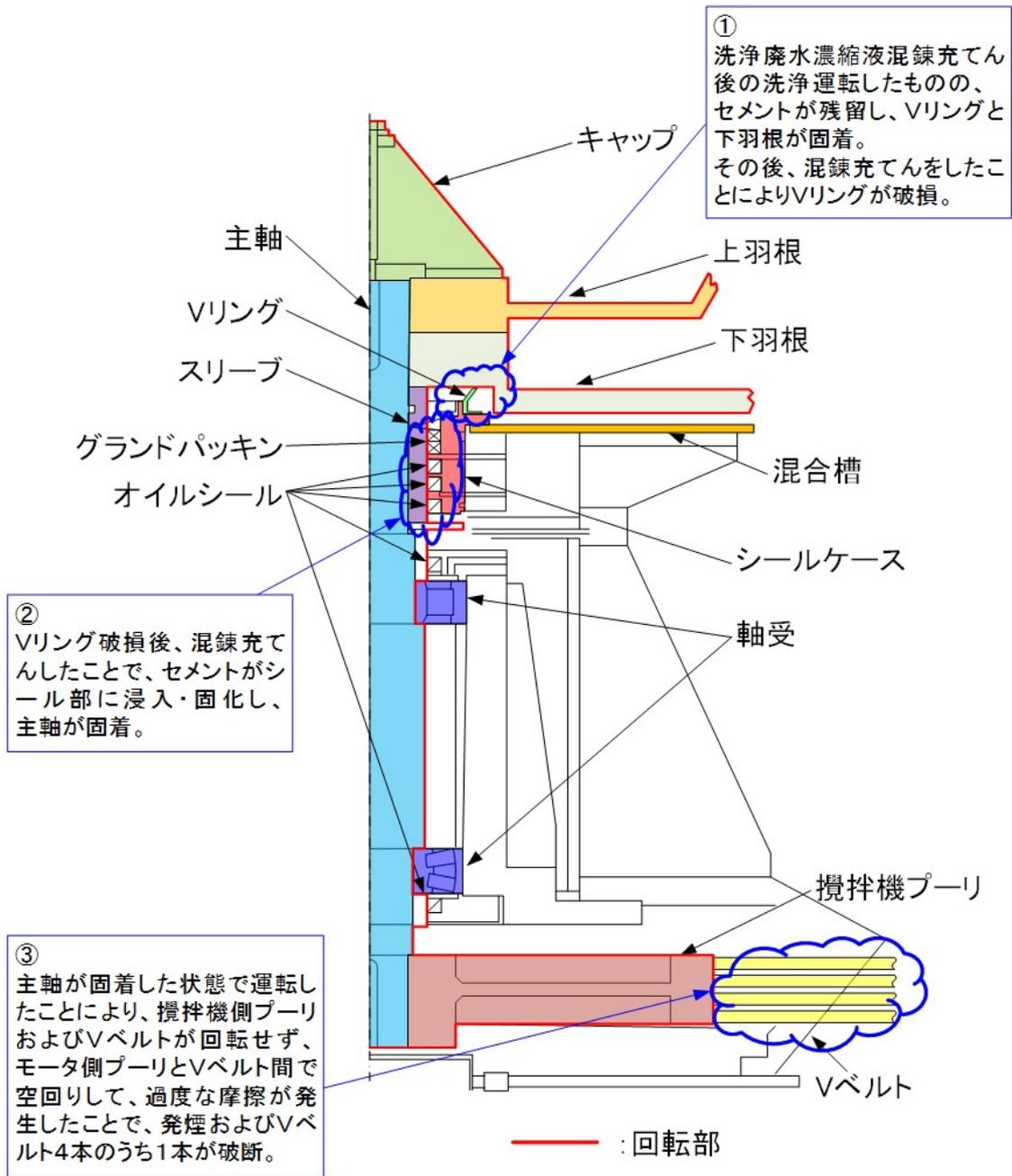
伊方発電所3号機 セメント固化装置エリア 概略図



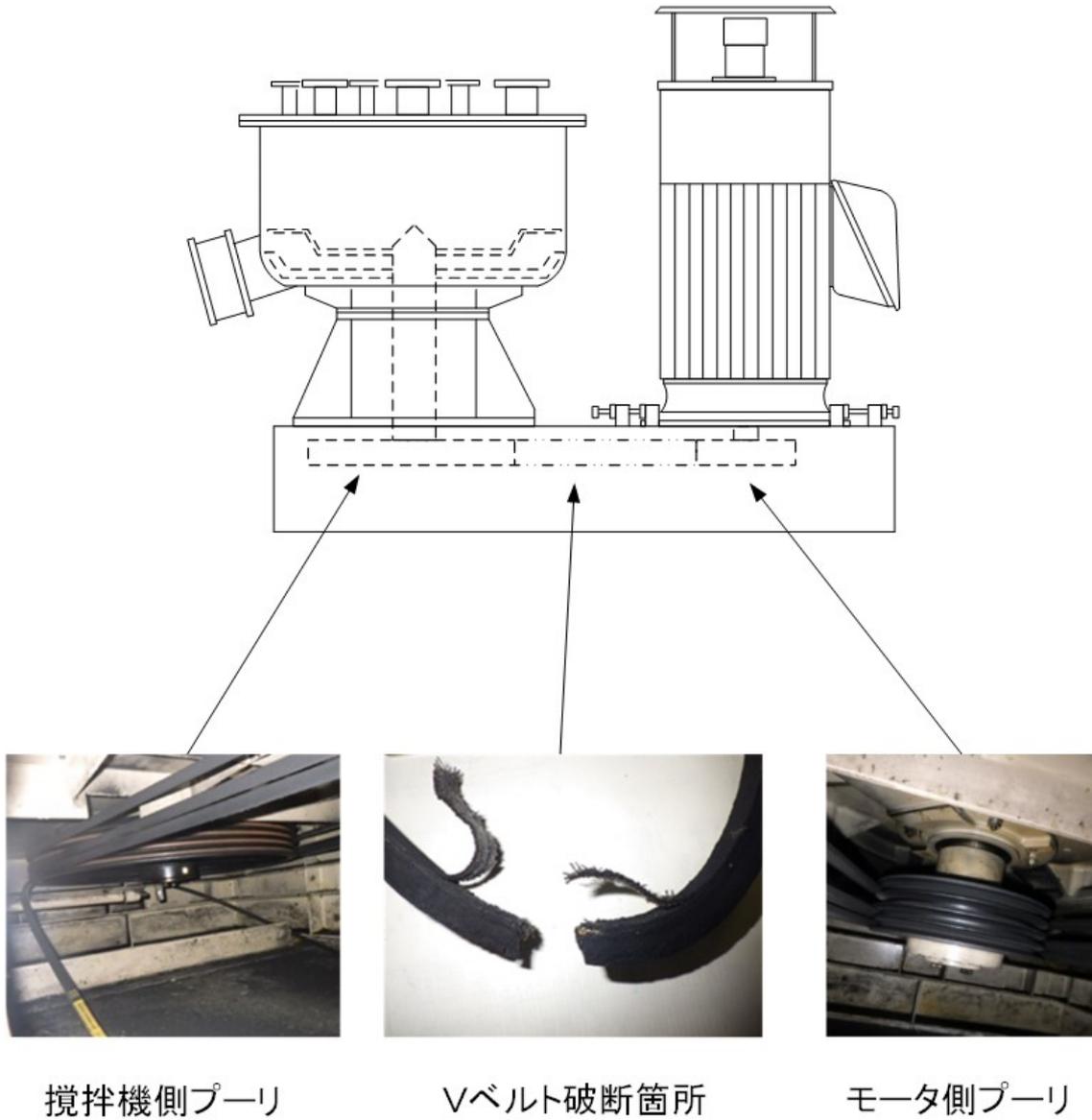
伊方発電所3号機 セメント固化装置混練機 外観写真および構造図



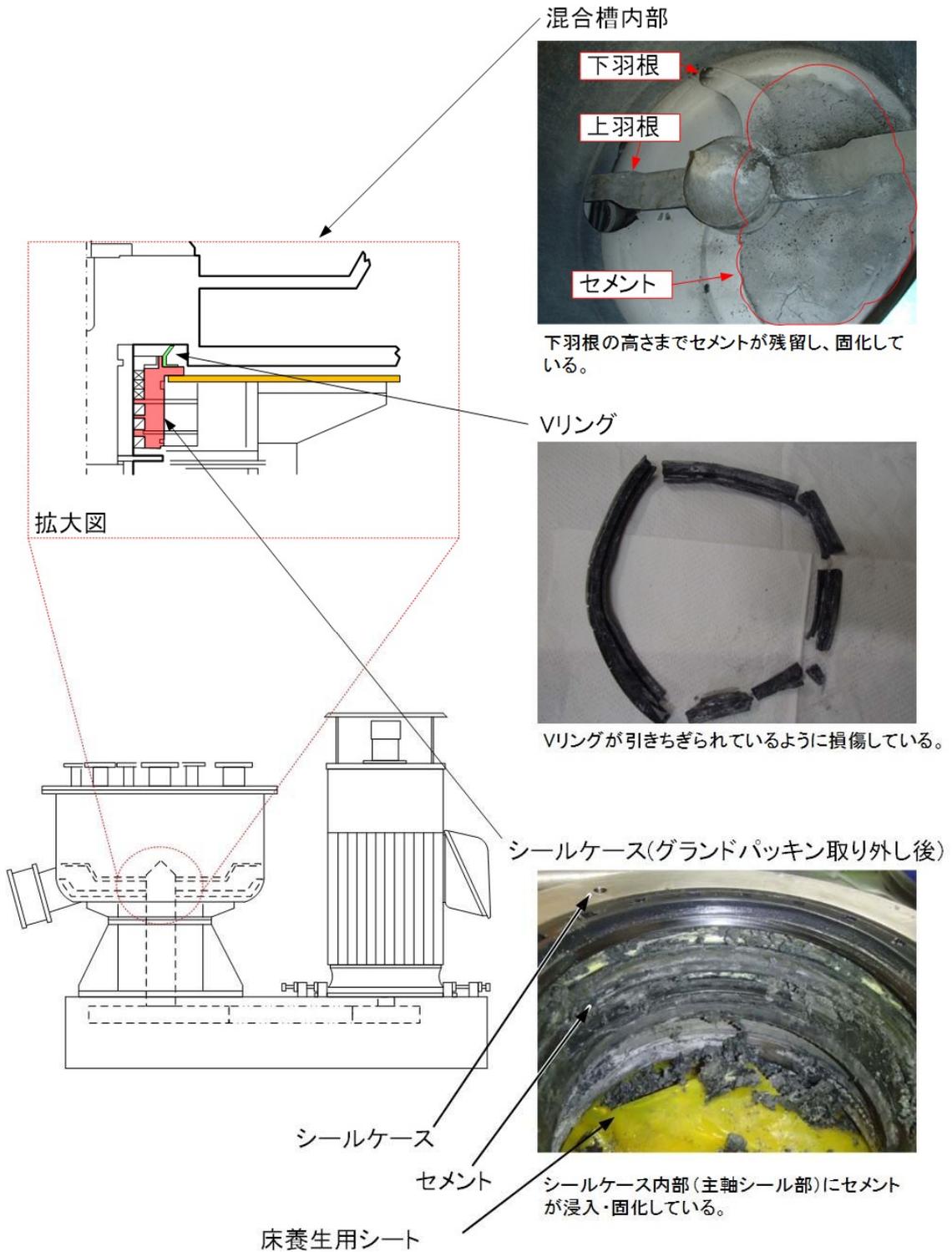
伊方発電所 3号機 セメント固化装置混練機 攪拌機主軸部詳細図



伊方発電所 3号機 セメント固化装置混練機 Vベルトの状況



伊方発電所 3号機 セメント固化装置混練機 内部状況



伊方発電所3号機 セメント固化装置混練機 復旧状況

