

伊方発電所の状況について

平成30年2月2日
四国電力株式会社

目次

I. はじめに

II. 伊方発電所3号機の状況について

1. 再起動後の運転状況（第14サイクル）

2. 第14回定期検査における主要な工事

（1）原子炉容器上部ふた取替工事

（2）非常用ディーゼル発電機火山灰対策工事

3. 中長期的な安全対策工事

4. 保管管理の状況

5. 神戸製鋼所・三菱マテリアル子会社の不適切行為に係る調査

III. 土砂災害による伊方発電所への影響

I. はじめに

- 伊方発電所3号機は、平成28年9月7日の通常運転再開後、安全安定運転に努め、平成29年10月3日より第14回定期検査を開始し、安全性を高めるための改造工事等を進めていた。
- その後、平成29年12月13日に、広島高等裁判所での抗告審において、伊方発電所3号機の運転差止めを命じる仮処分の決定が出されたため、現在、燃料は使用済燃料ピットに貯蔵した状態で、系統・設備が劣化しないよう適切な保管管理を行っている。
- 本日は、伊方発電所3号機の再起動後の運転状況及び第14回定期検査での安全性向上対策、ならびに中長期的な安全対策の取組み状況等についてご報告いたします。

Ⅱ．伊方発電所3号機の状況について

1. 再起動後の運転状況（第14サイクル）

➤ 当社は、平成28年6月、伊方3号機にMOX燃料16体を含む157体の燃料を装荷後、平成29年10月3日の定期検査開始まで、定格熱出力で安定した運転を行った。

具体的な運転状況は、以下のとおり。（図1～図3参照）

- ・ 定格熱出力運転における保安規定に基づく毎月の確認項目の結果が、運転上の制限を満足しているとともに、設計値と測定値に有意な差はないことから、MOX燃料炉心の安全性に問題はない。
- ・ MOX燃料炉心における当該確認項目の設計値と測定値の差は、過去のウラン燃料炉心、MOX燃料炉心と同等であることから、MOX燃料炉心は適切に設計できている。

➤ 第14サイクルで使用したMOX燃料16体は、第15サイクルにおいて再度使用する予定である。

➤ なお、これらの内容については、平成28年9月より当社ホームページにて公開している。

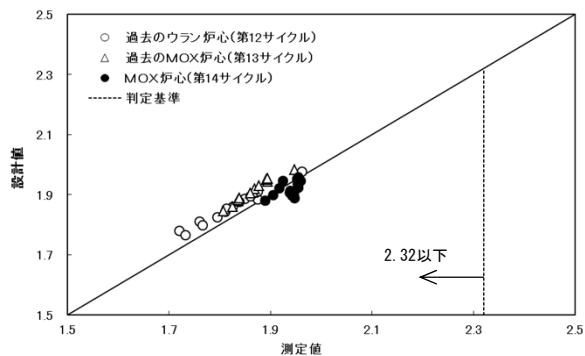


図1 熱流束熱水路係数※1

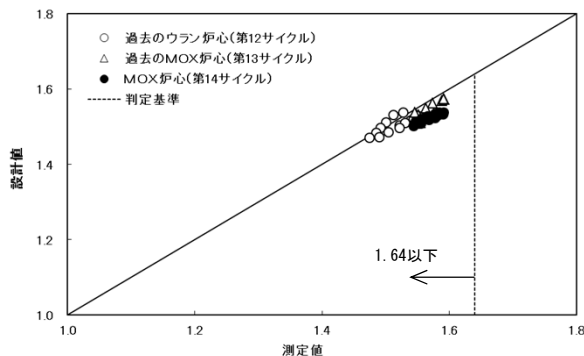


図2 核的エンタルピ上昇熱水路係数※2

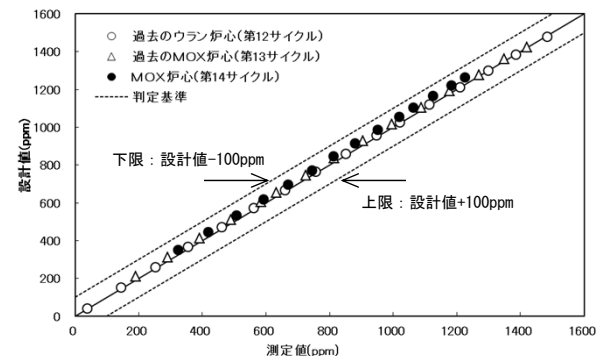


図3 臨界ボロン濃度※3

※1：熱流束熱水路係数とは、炉心内における局所的な最大出力と平均出力の比

※2：核的エンタルピ上昇熱水路係数とは、炉心内における燃料棒の最大出力と平均出力の比

※3：臨界ボロン濃度とは、原子炉が臨界を保っているときのボロン濃度

2. 第14回定期検査における主要な工事（1／5）

（1）原子炉容器上部ふた取替工事

a. 取替理由

伊方3号機の原子炉容器上部ふたを、近年の国内外のプラントにおける原子炉容器上部ふた管台の損傷事例を踏まえ、伊方1, 2号機と同じく、予防保全の観点から管台材料等を改良した上部ふたに取り替え、伊方発電所の信頼性向上を図る。

b. 取替方法

取替方法は、定検時に毎回行っているボルトの着脱による取り付け・取り外し作業と基本的に同様であり、原子炉容器の旧上部ふたを取り外した後、新上部ふたを取り付けるものである。

また、旧上部ふたは、遮へい機能、放射性物質の密封機能を有した新製の保管容器に収納し、既設の蒸気発生器保管庫内に貯蔵保管する。

c. 工事の状況

新上部ふたへの取替は完了しており、今後、使用前検査を受検する予定である。旧上部ふたについては、蒸気発生器保管庫内への貯蔵保管が完了している。

上部ふた概略図と主な改良点

原子炉容器上部ふた概略図	主な改良点
	<p>国内外で損傷事例がある制御棒駆動装置のシール溶接部(ねじ込み構造)を全廃し、突合せ溶接構造とする。</p>
	<p>管台の材料および溶接部の材料を耐食性に優れたものに変更する。 600系ニッケル基合金 ↓ 690系ニッケル基合金</p>
	<p>管台部の溶接量を少なくして、残留応力を低減する。</p>
	<p>鏡板とフランジを一体鍛造で製作し、溶接部をなくす構造とする。</p>

本工事の計画については、平成21年3月の環境安全管理委員会技術専門部会にてご説明を実施。

2. 第14回定期検査における主要な工事（2／5）



新上部ふた水切り（10月18日撮影）



新上部ふた搬入（11月25日撮影）



旧上部ふた搬出（12月5日撮影）



新上部ふたへの機器取付（12月11日撮影）



新上部ふた完成（12月22日撮影）

原子炉容器上部ふた取替工事の状況

2. 第14回定期検査における主要な工事（3／5）

(2) 非常用ディーゼル発電機火山灰対策工事

a. 設置理由

伊方発電所3号機の火山灰対策については、現行の設計基準を十分満足しているが、原子力規制委員会において、これまでの想定より非常に高濃度の火山灰環境においても非常用電源設備の機能維持が必要との検討結果が取り纏められた※1ことから、当社は、伊方発電所の更なる安全性・信頼性向上に資するため、非常用電源設備である非常用ディーゼル発電機の吸気消音器※2に着脱可能な火山灰フィルタ（カートリッジ式フィルタ）を設置する火山灰対策工事を実施することとした。

本工事により、非常用ディーゼル発電機は、非常に高濃度の火山灰環境においても、確実に機能維持ができることとなる。

- ※1：平成28年9月 美浜3号機の新規制基準適合性確認に関する審査書のパブリックコメントでの指摘を契機に議論が開始
平成29年7月19日 「降下火砕物の影響評価に関する検討チーム」が検討結果を報告
11月29日 「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」等の改正案が決定
12月14日 同規則等が公布・施行

※2：非常用ディーゼル発電機は、運転のために空気（外気）を取り込む必要があり、吸気システムを設けている。吸気システムの端部には消音器を設置している。

b. 工事の状況

火山灰フィルタの設置工事は完了している。また、火山灰フィルタの取付け及びカートリッジ式フィルタの交換の訓練も実施済みである。今後も訓練を継続して実施していくことにより、対応能力の向上を図っていく。

c. 当社の今後の対応

実用炉規則等の改正決定を受け、平成30年12月31日までに、火山影響等発生時の体制整備等に係る事項を原子炉施設保安規定に反映し、変更認可を受けるとともに、関連する社内文書の改正・整備を行う。



設置前



設置後(火山灰フィルタをセットした状態)

2. 第14回定期検査における主要な工事（4／5）

d. 火山灰フィルタの構造

- ▶ 火山灰フィルタは7個のアタッチメントに分割されており、通常運転時は吸気消音器に設置された既設のフィルタで運用するため、取り外されている。非常に高濃度の火山灰環境が予想される場合に限り、吸気消音器の既設のフィルタを取り外して火山灰フィルタを取り付ける。（図1参照）
- ▶ ディーゼル発電機の運転中もカートリッジ式フィルタを交換可能な構造としており、カートリッジ式フィルタを交換するには、直接火山灰を吸い込むことがないように予め塞ぎ板を挿入し、取替えを行う。（図2参照）
- ▶ 7個のアタッチメント内に装着されたカートリッジ式フィルタ（全14枚）の交換、清掃に要する時間は、1時間以内を想定しており、フィルタの閉塞時間に対して十分な余裕がある。

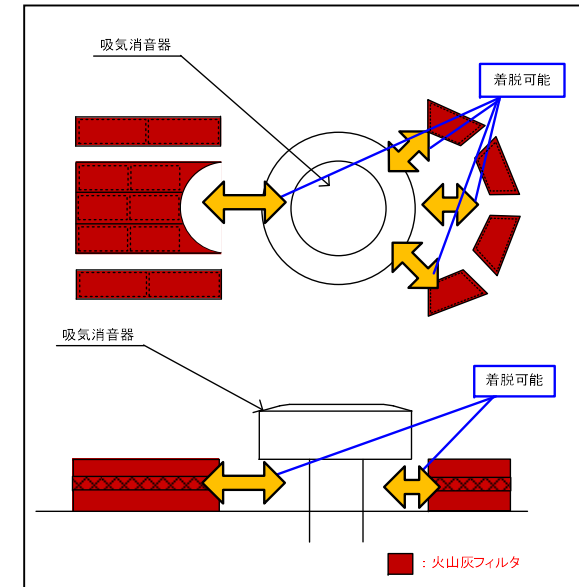


図1 火山灰フィルタの着脱イメージ

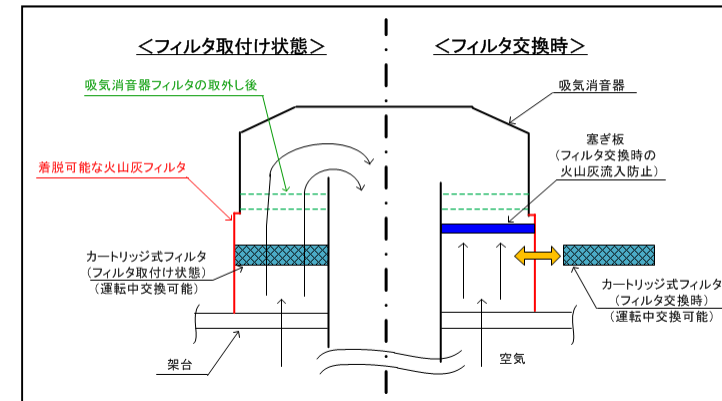
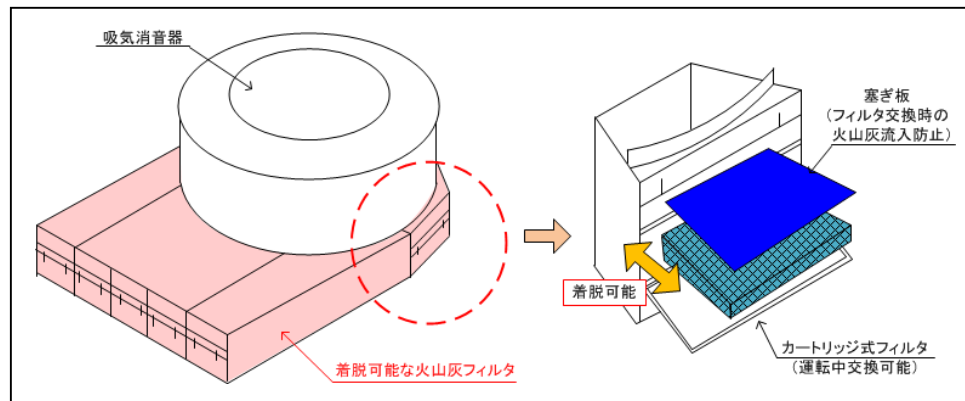


図2 カートリッジ式フィルタの交換作業イメージ

2. 第14回定期検査における主要な工事（5／5）

e. 火山灰フィルタの設計

- ▶ 火山灰フィルタの設計において考慮する非常に高濃度の火山灰環境は、伊方発電所における気中降下火砕物濃度として、3.1 g/m³（セントヘレンズ山噴火での観測値の約百倍）を想定している。
- ▶ カートリッジ式フィルタを全く交換しない場合に火山灰フィルタが閉塞する時間に対して、全てのカートリッジ式フィルタの交換、清掃を終えることができれば、火山灰フィルタが閉塞して機能を喪失しないため、フィルタ交換なしで1時間機能を維持できるフィルタの必要表面積を算定した結果、下表のとおり5.9 m²以上であり、実機はこれを上回る表面積を確保している。
- ▶ また、フィルタの閉塞時間（約1時間）内での取替が可能であることを確認しており、本火山灰対策は有効である。

火山灰フィルタの必要表面積

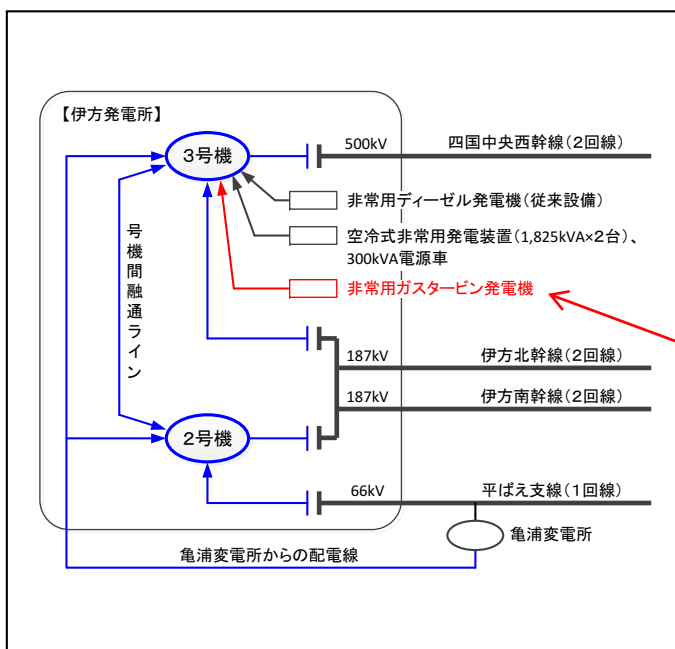
①	非常用ディーゼル発電機吸気流量(m ³ /h)	37,536
②	気中降下火砕物濃度(g/m ³)	3.1
③	設計上考慮するカートリッジ式フィルタの交換、清掃に要する時間(h)	1.0
④	非常用ディーゼル発電機吸気フィルタ灰捕集容量(g/m ²)	20,000
⑤	火山灰フィルタの必要表面積(m ²) =①×②×③÷④(=37,536×3.1×1.0÷20,000)	5.9

f. 更なる安全性向上について

火山灰対策工事によって、気中降下火砕物濃度3.1 g/m³に対しても非常用ディーゼル発電機の安全機能を確保することが可能となったところではあるが、更なる安全上の余裕を確保する観点から、より性能の高いカートリッジ式フィルタへの換装を予定している。

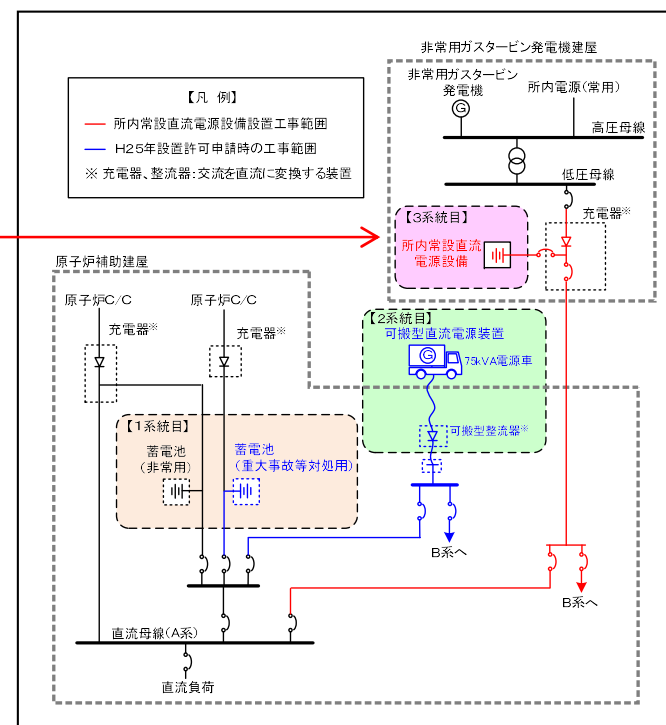
3. 中長期的な安全対策工事（1 / 2）

- 伊方発電所3号機 特定重大事故等対処施設及び非常用ガスタービン発電機については、平成28年1月14日に原子炉設置変更許可申請書を原子力規制委員会に提出し、その後、平成29年2月1日および8月21日に補正書の提出を行い、10月4日に原子炉設置変更許可をいただいた。特定重大事故等対処施設については平成32年度の完成を予定しており、非常用ガスタービン発電機については平成31年度の完成を予定している。
- 新規制基準の要求により、伊方発電所3号機のさらなる信頼性確保のため3系統目の直流電源設備として、所内常設直流電源設備を非常用ガスタービン発電機建屋内に追加設置することとしており、平成29年1月15日に原子炉設置変更許可申請書を原子力規制委員会に提出した。本工事については、平成32年度の完成を予定している。



所内常設直流電源設備：
重大事故等の対応に必要な設備に24時間電源を供給する。

非常用ガスタービン発電機：
重大事故等の対応に必要な設備に電源を供給する。なお、定格負荷で7日間の連続運転可能な燃料を有する。

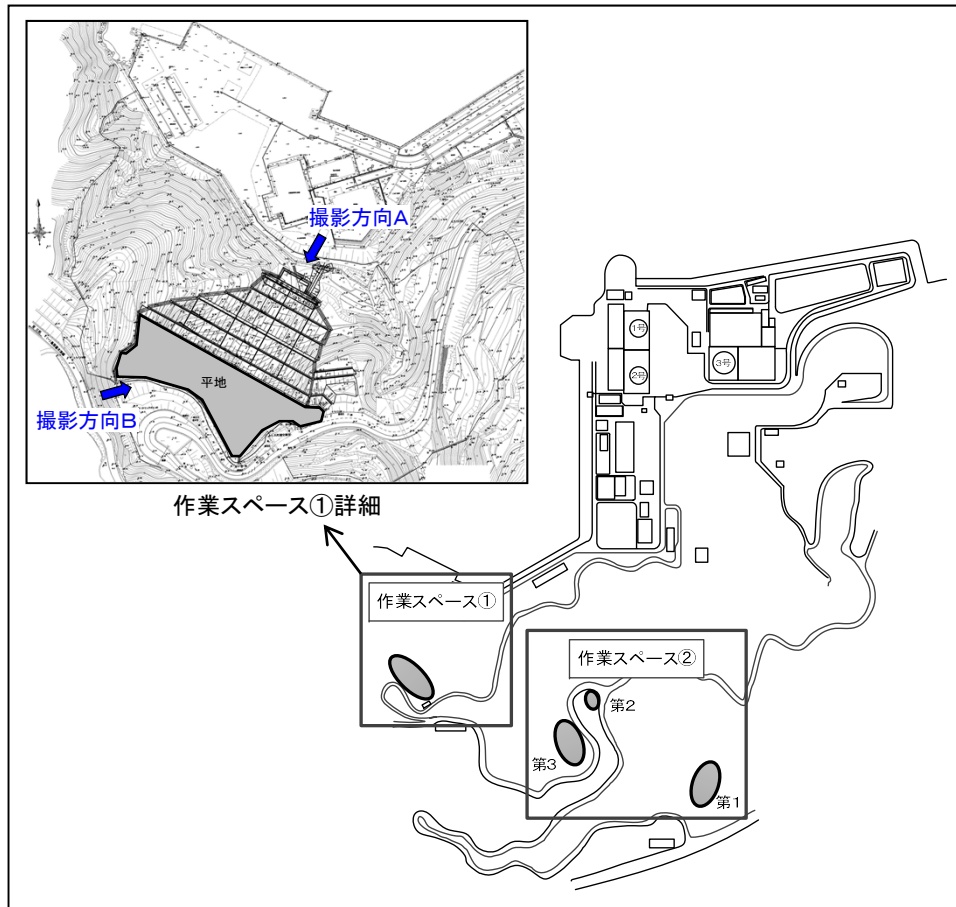


交流電源設備 概要図

直流電源設備 概要図

3. 中長期的な安全対策工事（2 / 2）

- ▶ 緊急時に必要に応じて資機材の搬入・組立作業、構内入退域管理、車両除染作業に活用するための作業スペース（約7,000m²）については、平成30年度の完成を予定している。（作業スペース①）
- ▶ 構外駐車場については、緊急時の作業に活用できるよう環境整備を実施済みである。（作業スペース②）



作業スペース配置図



作業スペース①の進捗状況

4. 保管管理の状況

(1) 停止期間中の保管対策

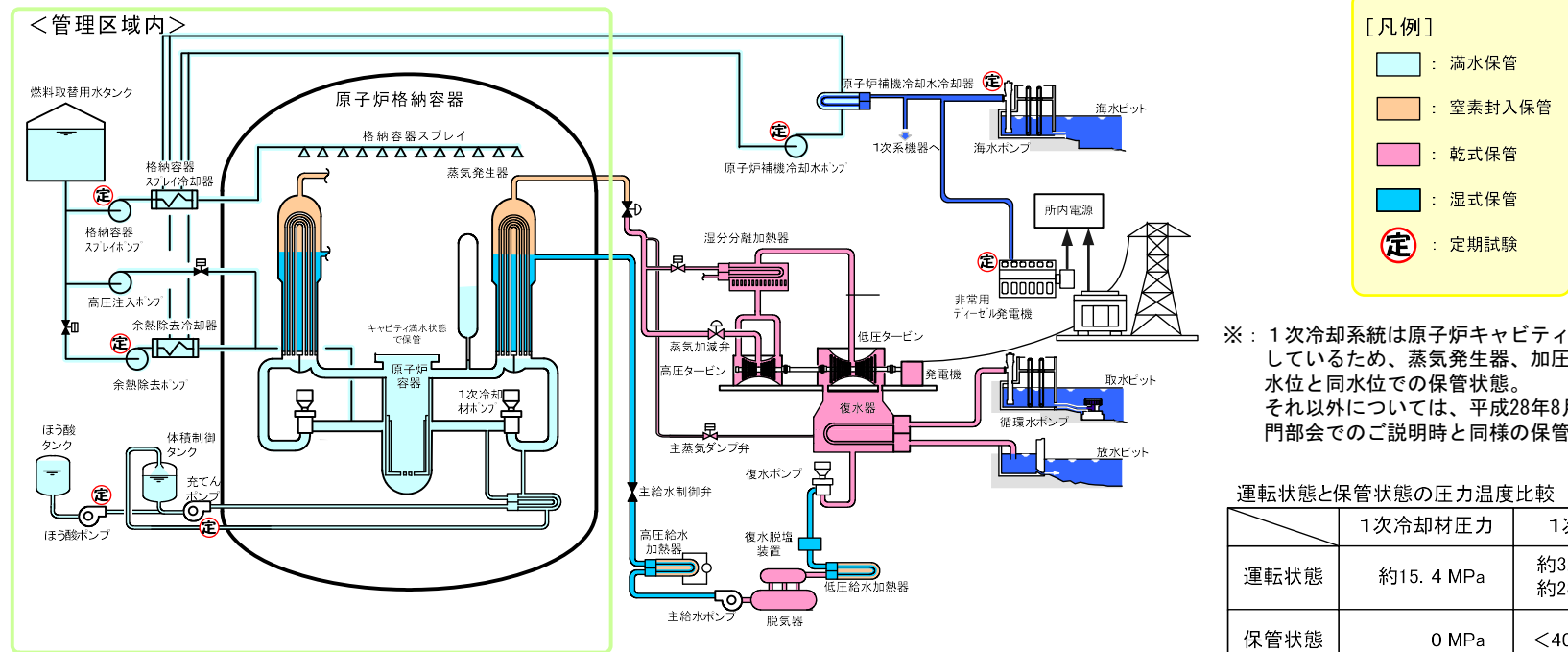
○原子炉等 1 次系系統・設備

- ・ 1 次冷却系統（RCS）は、原子炉キャビティ満水状態で保管。保管水について、定期的に水質監視を実施。
- ・ 安全系設備については、定期試験による健全性確認、運転中の設備については、振動診断等による状態監視を実施。

○タービン等 2 次系系統・設備

- ・ 腐食を抑制する観点から、系統構成、設備の構造等を考慮し、窒素封入、乾式保管（乾燥空気置換等）、湿式保管（薬品添加）のいずれかを適用。

(2) 主要系統の保管状態※



運転状態と保管状態の圧力温度比較

	1次冷却材圧力	1次冷却材温度
運転状態	約15.4 MPa	約320 °C(高温側) 約280 °C(低温側)
保管状態	0 MPa	< 40 °C(環境温度)

5. 神戸製鋼所・三菱マテリアル子会社の不適切行為に係る調査（1 / 4）

（1）経緯

- 平成29年10月8日、株式会社神戸製鋼所は、平成28年9月から平成29年8月までの間、アルミ・銅製品の一部の検査証明書のデータを書き換えて出荷していたことを公表した。
- 平成29年11月23日、三菱マテリアル株式会社は、その子会社が過去に製造販売した製品の一部について、検査記録データの書き換え等の不適切行為をしていたことを公表した。

これらの公表を受け、

- ・株式会社神戸製鋼所及びグループ会社（以下、「神戸製鋼所等」という。）
- ・三菱マテリアル株式会社（以下、「三菱マテリアル」という。）の子会社である三菱電線工業株式会社及び三菱伸銅株式会社（以下、「三菱電線」及び「三菱伸銅」という。）

の不適切行為に関して、伊方3号機における不適切製品の使用の有無について調査を行った。

（2）調査対象

- a. 安全上重要な部位
 - ・原子炉冷却材圧力バウンダリ（事故発生防止の観点から）
 - ・原子炉格納容器バウンダリ（事故の影響緩和の観点から）
- b. 燃料集合体
 - ・伊方3号機において今後使用する燃料集合体
- c. その他
 - ・第14回定期検査での使用前検査および溶接事業者検査対象工事
 - ・新規制基準への適合のため新たに設置した重大事故等対処設備

（3）調査方法

- ・当社社員が製品を製造した工場に立入調査を行い、製品検査プロセスにおいて、検査データへの人的関与の状況、データ管理、判定の独立性、チェック・承認の体制等について確認を実施した。

5. 神戸製鋼所・三菱マテリアル子会社の不適切行為に係る調査（2 / 4）

神戸製鋼所等での調査の一例を以下に示す。

コベルコ鋼管株式会社（ステンレス鋼管（原子力品））の品質確認

【調査日】

- 平成29年10月31日
- 11月28日、29日
- 12月7日、8日

【場所】

- 神戸製鋼所 高砂製作所
- コベルコ科研 高砂事業所
- コベルコ鋼管 下関事業所
- ジルコプロダクツ 長府北事業所
- コベルコ科研 関門事業所

【実施者】

- 当社の燃料・品証関係者および燃料メーカー他

【実施内容】

- 製品検査プロセスにおいて、検査データへの人的関与の状況、データ管理、判定の独立性、チェック・承認の体制等について確認

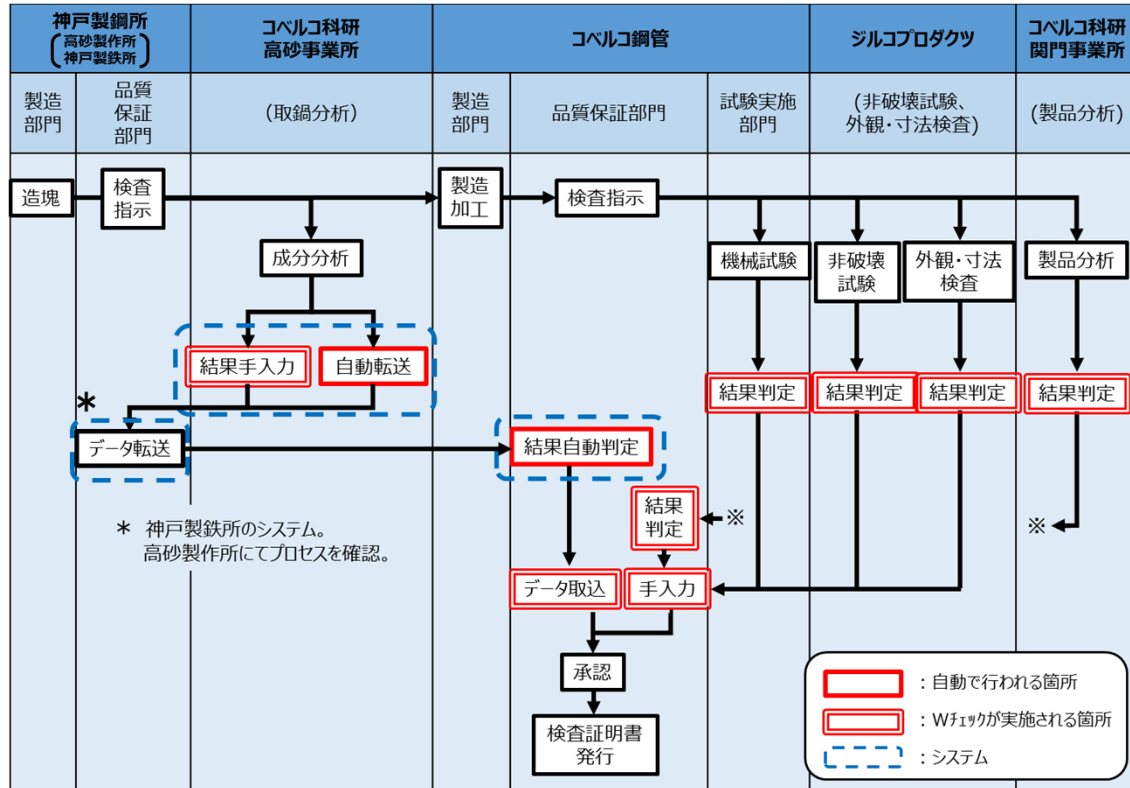
【確認結果】

- 分析データは自動転送または手入力され、手入力については複数人で確認
- 分析結果はシステムで自動判定
- 試験結果は手入力され、複数人で確認
- 検査証明書は承認後に発行

【評価】

製造工場の検査プロセスを確認した結果、分析・判定において自動化されており、一部、自動化していないプロセスにおいても、製造部門以外の要員によって、複数人による検査結果の確認が実施され、検査証明書は承認後に発行されている。このため、改ざん等の問題となる点は確認されなかったことから、コベルコ鋼管において生産された部材は品質に問題がないと判断した。

<製品検査プロセス>



5. 神戸製鋼所・三菱マテリアル子会社の不適切行為に係る調査（3 / 4）

（4）調査結果

神戸製鋼所等および三菱マテリアル子会社の不適切行為に係る調査の結果、発電所の安全性に問題ないと判断した。調査結果の詳細は以下の通り。

	神戸製鋼所等(アルミ・銅)		三菱マテリアル子会社 〔 ・三菱電線(リング) ・三菱伸銅(銅条製品) 〕		
	使用状況	不適切製品※1	使用状況	不適切製品※1	
a. 安全上重要な部位	・溶接材料 ・管継手 ・ボルト、ナット 他	なし	・原子炉格納容器貫通部のリング	なし	
b. 燃料集合体	・燃料被覆材 ・スリーブ等のステンレス製小部品 他	なし	使用されていない	なし	
c. その他	使用前検査 溶接事業者検査	・無停電電源装置の補助材 ・溶接材料	なし	・無停電電源装置の配線(電線) ・無停電電源装置の銅板、銅ブスバー	なし
	重大事故等対処設備	・加圧器逃がし弁駆動用ポンペのマニホールド(銅管) ・緊急時対策所加圧用空気ポンペのマニホールド(銅管)	なし	・イグナイタ等の気密端子箱のリング	なし
	安全上の重要度が高い機器※2	—	—	・ポンプのメカニカルシールのリング ・電磁弁のリング	※3
d. 設備の健全性	安全上重要な部位等を含め、伊方3号機の発電所設備は、設計・製作・据付の各段階において検査(耐圧試験や機能試験等)を行っていることに加え、これまでの運転実績において特に異常は認められておらず、神戸製鋼所等および三菱マテリアル子会社の製品が、発電所設備の健全性に影響を与えるものではないと評価した。				

※1：当社要求仕様を満足しない製品であるにも関わらず、当社要求仕様を満足するようデータ改ざんし工場出荷された製品。

※2：三菱電線で不適切行為のあったシール材(リング)は、事故時環境下での使用が想定される安全上重要度が高い機器についても使用されているため、三菱マテリアル子会社の調査にあたっては、それらについても追加対象とした。

※3：製造時データの保有期限を満了し、製造時データとの照合ができなかったポンプ4台を除き、不適切製品はなかった。

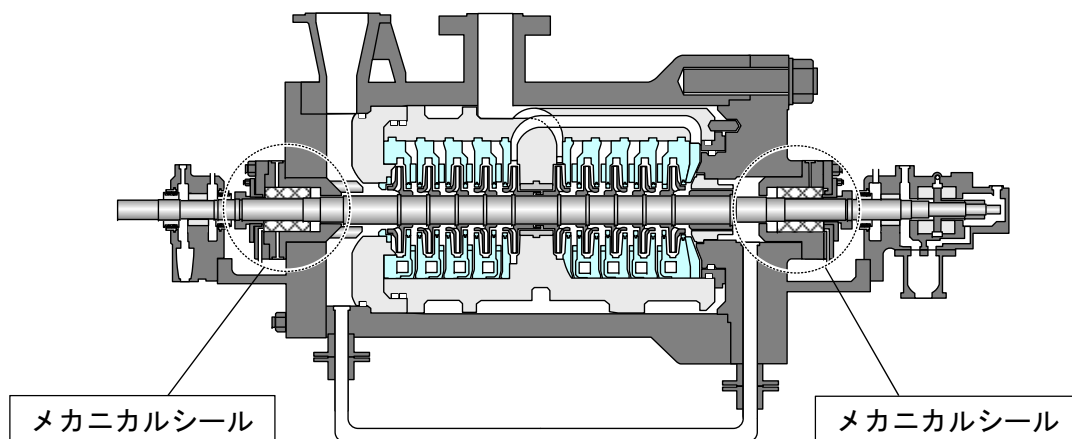
5. 神戸製鋼所・三菱マテリアル子会社の不適切行為に係る調査（4 / 4）

(5) 今後の対応

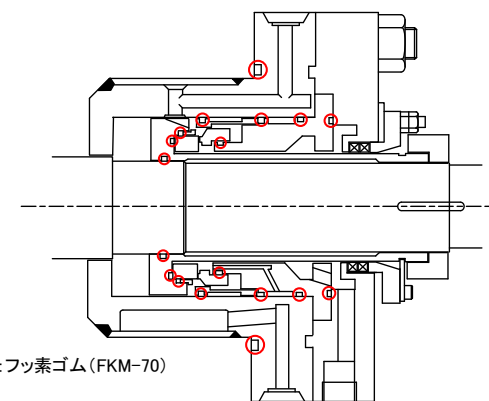
- 調査の結果、発電所の安全性には問題ないが、製造時データの保有期限を満了し、製造時データとの照合ができなかったポンプ4台のメカニカルシールについては、念のため、準備が整い次第取替を実施する。
また、設備重要度の高い電磁弁については、当社要求仕様を満足していることを確認するとともに、それ以外の電磁弁については、耐圧試験や定期的な点検及び取替等により、機器機能に影響しないことを確認しているが、念のため、現行の点検計画を前倒しして速やかに取替を実施する。
- 神戸製鋼所等の不適切行為に対する外部調査委員会、ならびに三菱マテリアル子会社の不適切行為に対する特別調査委員会の結果が公表された場合には、公表結果に応じて適切に対応していく。

【製造時データとの照合ができなかったポンプ4台】

- ・ 高圧注入ポンプ（2台）
- ・ 余熱除去ポンプ（1台）
- ・ 格納容器スプレイポンプ（1台）



ポンプ構造図



メカニカルシール構造図

注) ポンプ及びメカニカルシールの図は充てんポンプの例

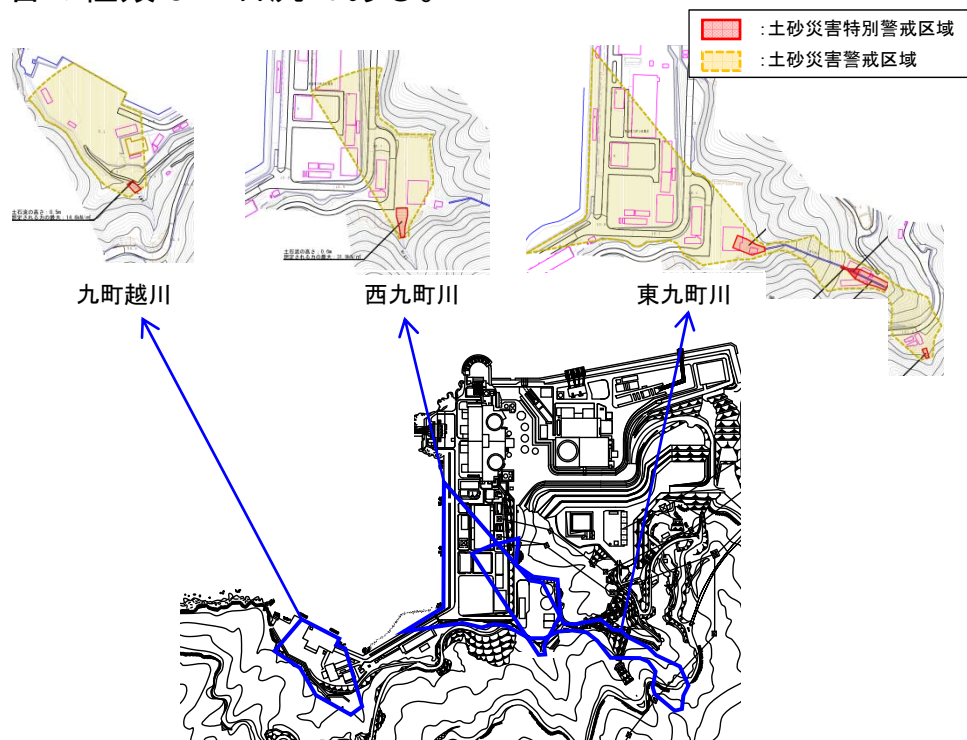
Ⅲ. 土砂災害による伊方発電所への影響（1 / 2）

1. 伊方発電所構内の土砂災害（特別）警戒区域の公表

➤ 平成29年に愛媛県より、土砂災害防止法に基づく、土砂災害警戒区域・土砂災害特別警戒区域の指定予定箇所が公表された。

（本公表により、施設の設置が妨げられるものではない。）

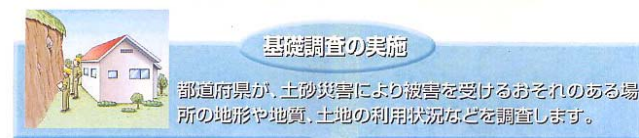
➤ 伊方発電所構内における土砂災害（特別）警戒区域は、九町越川、西九町川、東九町川の3溪流付近であり、土砂災害の種類は土石流である。



伊方発電所内の土砂災害（特別）警戒区域 位置図

土砂災害防止法とは

土砂災害（がけ崩れ、土石流、地すべり）から住民の生命を守るために、土砂災害が発生するおそれがある区域を明らかにし、警戒避難体制の整備や一定の行為の制限を行うもので、平成13年4月に施行されました。



都道府県知事は、市町村長の意見を聞いた上で区域を指定します。

土砂災害警戒区域の指定
〈土砂災害のおそれがある区域〉

土砂災害特別警戒区域

〈建物破壊され、住民に大きな被害が生じるおそれがある区域〉



伊方発電所構内で公表されている土砂災害の種類

出典：愛媛県ホームページを一部加工

Ⅲ. 土砂災害による伊方発電所への影響 (2 / 2)

2. 伊方発電所への影響について

➤ 土砂災害（特別）警戒区域に含まれる建物のうち、放射性物質を管理している区域を有する建物を対象として、影響を評価した。

【対象建物】

蒸気発生器保管庫、焼却炉建家、雑固体処理建屋、機材保管庫

【評価結果】

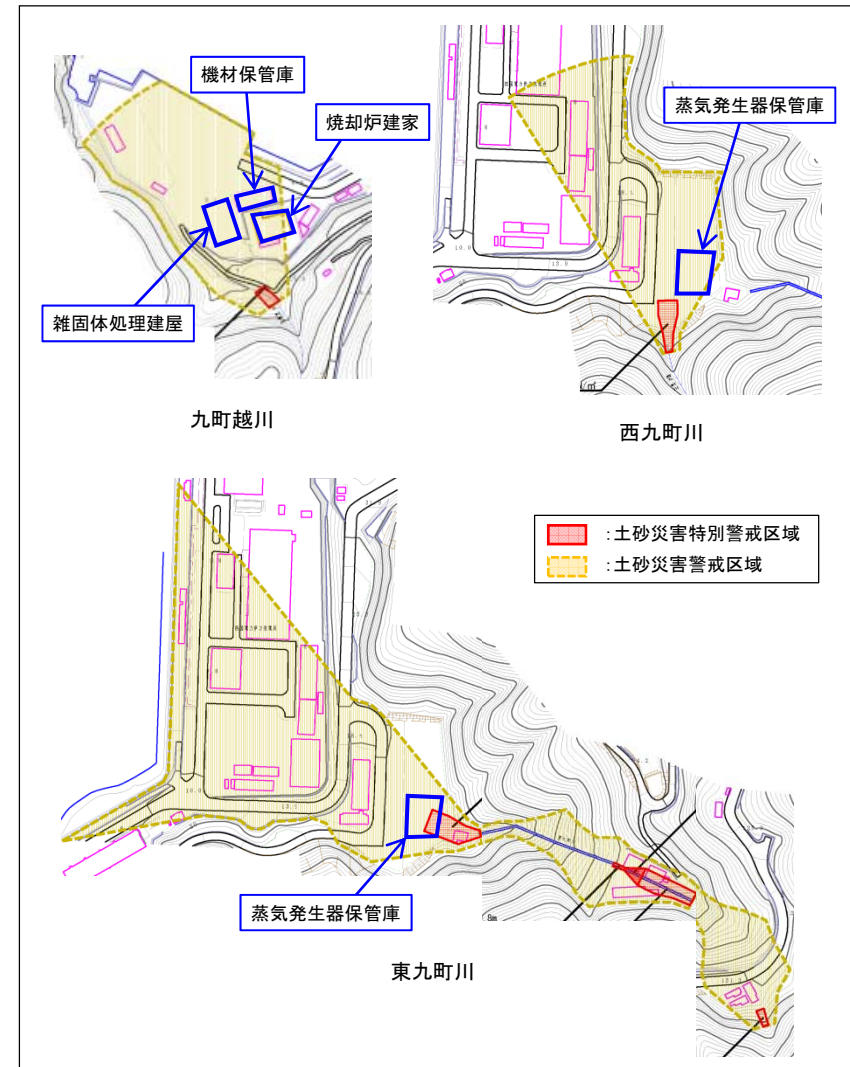
これらの建物の耐力について評価した結果、土石流の作用力により外壁に発生する応力度Aは、許容応力度Bを十分下回っており各施設に影響がないことを確認した。

➤ また、万一の土砂災害発生時においても、土砂災害警戒区域を迂回するルートがあることから、伊方発電所構内へのアクセスルートを確認することができる。

管理区域施設への影響評価結果

施設名称	溪流名	土石流の作用力※		影響評価結果		
		土石流の高さ (m)	作用力の最大 (kN/m ²)	外壁の応力度 (N/mm ²)		比率 (A/B)
				発生応力度 A	許容応力度 B	
蒸気発生器保管庫	東九町川	0.5	20.2	0.016	1.10	1/69
	西九町川	0.5	16.5	0.013	1.10	1/85
焼却炉建家	九町越川	0.6	15.5	0.014	1.05	1/75
雑固体処理建屋	九町越川	0.6	15.5	0.027	1.05	1/39
機材保管庫	九町越川	0.6	15.5	0.065	1.05	1/16

※：愛媛県より提示された条件



伊方発電所内の土砂災害(特別)警戒区域及び管理区域施設 位置図