

**島根原子力発電所 2 号機 中央制御室空調換気系ダクト腐食
に関する立入調査結果
(第 4 回)**

令和元年 7 月 1 0 日

島根県防災部原子力安全対策課
松江市防災安全部原子力安全対策課

I 調査日時及び場所

1. 日時 令和元年 6 月 1 0 日 (月) 1 3 時 3 0 分～1 6 時 3 0 分
2. 場所 中国電力㈱島根原子力発電所

II 調査内容

平成 2 8 年 1 2 月 8 日に中国電力㈱から連絡を受けた標記事案に関し、令和元年 5 月 3 1 日に全ての再発防止対策が完了したとの公表があったことから、対策実施状況等の確認を行うために立入調査を行った。

調査項目は以下のとおり。

1. 本事案に係る再発防止対策の実施状況について
 - (1) ダクト保守点検計画の見直し
 - (2) 中央制御室外気処置装置の運用の見直し
 - (3) ダクト仕様の見直し (現場確認を含む)
 - (4) ダクト形状・構造の見直し (現場確認を含む)
 - (5) ダクトの工事計画・工事实績

Ⅲ 調査結果

中国電力㈱が実施した本事案に係る再発防止対策の具体的な実施状況等について、社内文書や聞き取り、および現場状況等により確認した。

その結果、調査範囲において問題は見られなかった。

調査結果の概要は以下のとおり。

調査結果の概要

1. 本事案に係る再発防止対策の実施状況について

各再発防止対策（ダクトの保守点検計画の見直し、中央制御室外気処理装置の運用見直し、ダクト仕様及び形状・構造の見直し）に係る要領書・報告書等の書類、並びに島根 2 号機中央制御室空調換気系ダクトの現場状況を確認し、前回の立入調査で確認した計画内容（原子力規制委員会が妥当と評価した内容）にもとづき、全ての対策が完了していることを確認した。

ダクトの形状・構造見直しに係る工事は当初計画では平成 30 年 12 月に完了予定としていたが、溶接構造のダクトの耐圧漏えい検査を追加で実施したこと等に伴い工期を変更しており、令和元年 5 月 31 日に工事を完了していることを確認した。

2. その他

再発防止対策に係る点検計画・要領書等の策定プロセス、および対策工事の実施状況について、国から特に指摘は無かったことを確認した。

1 号機中央制御室空調換気系ダクトの点検調査結果を確認し、2 号機と同系統ダクトへの水平展開が必要な知見は無かったことを確認した。

廃止措置段階への移行に伴い、1 号機中央制御室空調換気系ダクトが運転を停止していることにより、2 号機中央制御室の居住性に現在のところ影響は生じていないが引き続き検証していくことを確認した。

※調査結果詳細については、別紙 1「島根原子力発電所 2 号機 中央制御室空調換気系ダクト腐食に係る立入調査結果（詳細）」参照

島根原子力発電所 2 号機 中央制御室空調換気系ダクト腐食に係る 立入調査結果（詳細）

1. 本事案に係る再発防止対策について（再発防止対策の一覧は 8 頁参照）

（1）ダクト保守点検計画の見直し

●確認資料

- ・ 「点検計画」策定変更書
- ・ S 2 H 2 9 空調換気設備ダクト他点検工事のうち中央制御室空調換気系ダクト内面清掃要領書
- ・ S 2 H 2 9 空調換気設備ダクト他点検工事のうち中央制御室空調換気系ダクト内面清掃報告書
- ・ S 2 H 3 0 中央制御室空調換気系ダクト内面スミア測定工事報告書

●確認内容

- ・ ダクト外観点検の実施頻度^{（※1）}を平成 3 0 年 2 月 2 8 日付で以下の通り見直していることを確認した。

	旧 点検計画	見直し後の点検計画
ダクト内面	3 C（外気取入れ部のみ）	・ 外気取入れライン^{（※2）}を 1 C ・ 上記範囲以外は 6 C
ダクト外面	1 0 C	・ 外気取入れライン^{（※2）}の代表箇所 の保温材を取り外して 6 C で点検 ・ 上記範囲以外は代表箇所の 保温材を必要に応じて取り外して 6 C で点検

（※1）ダクトの点検実施頻度は C（保全サイクル：通常の運転期間 1 3 ヶ月と施設定期検査期間を合わせた間隔）を単位として設定されている。

（※2）腐食が多く見つかった範囲であり、外気取入れ部から空気調和装置入口までの全てのダクトを示す。

- ・内面点検の際には、点検口を介してダクトピースごとに下記の項目を確認・記録することとし、新たにダクト内面の清掃要領書を作成していることを確認した。

＜内面点検時の確認・記録項目＞

- － 清掃前の錆び、粉塵、異物の有無
- － 清掃後の錆び、粉塵、異物の残存有無
- － 結露水の有無（過去の調査で結露水が確認された範囲のみ）

また、系統内にあるダンパの状態（開度）、ダンパ調整前後での室温変化も都度記録することとしていると聴取した。

- ・見直した点検計画に基づき、平成30年5月17日から12月20日にかけてダクト仕様変更前の外気取入れラインにおける全ダクトピース（115ピース）の内面点検を実行していることを確認した。
- ・一部のダクト（再循環処理装置入口隔離弁（AV264-7A, AV264-7B）周り）での結露が6月27日に確認・記録されており、その後に保温材の追設や周辺のダンパ開度調整（系統風量の調整）を7月27日に完了し、8月8日に再度状態観察した際には結露が無くなっていたと聴取した。
- ・全115ピースのうち、45ピースで清掃後も内面に錆が残存していたと聴取した。また、内面点検の期間には結露が確認された箇所の経過観察期間も含んでおり、点検終了日は平成30年12月20日としていることを確認した。
- ・点検で錆や腐食が確認された場合の対応について質問したところ、現在使用している亜鉛めっきや炭素鋼の腐食形態は全面腐食であり、傾向監視により腐食の進展度合が評価可能であることから、進展度合に応じて重点点検項目（監視対象）としての設定、ダクト取替えの計画・実施等の対応を図ると回答があった。
- ・自主的に行われた全てのダクトの内面（底面の中央部）の塩分調査結果を確認し、外気取入れラインのうち結露水の滞留による白錆の発生部分において塩分濃度が高くなっていることを確認した。当該部分については、今後監視を強化した上で点検する計画であると聴取した。
参考として、外気処理装置常時運用開始後、装置前後で塩分濃度が100～1000分の1程度まで低下していることを確認した。今後も継続してダクト内面の塩分濃度を調査する計画であることを聴取した。
- ・今後のダクトの点検予定について質問し、以下の通り聴取した。
 - － 内面点検：今年6月以降に2回目（ダクトの仕様変更後では初回）の点検を予定
 - － 外面点検：現時点で具体的な点検計画は定めておらず、点検を実施する代表箇所を整理している段階（気流が変化する箇所、ローポイント、内面点検で腐食が見つかった箇所等を代表箇所とする計画）

（２）中央制御室外気処理装置の運用見直し

●確認資料

- ・ 運転要領書の改正比較表
- ・ ２号機第１７回点検工事廃棄物・空調換気設備（追加点検） 外・排気処理装置、空気調和装置、加湿器点検工事報告書
- ・ 外気処理装置のフィルタ差圧推移（巡視確認データをグラフ化したもの）

●確認内容

- ・ 運転員が用いる設備別運転要領書を平成２９年４月２６日付で改正し、下記項目を追記・修正して外気処理装置運用を見直していることを確認した。

<運転要領書の追記・修正箇所項目>

- 外気処理装置を常時通気運用することとし、装置運転手順、系統図等を修正
 - 系統上、装置が使用可能（インサービス）であることを確認する手順を追記
 - 装置起動後、外気処理装置のフィルタ差圧が管理値（０．４４ｋＰa）以下であることを確認する手順を追記
 - 目詰まり等によるフィルタ差圧増加時、および点検等で外気処理装置を停止する際に一時的に外気処理装置をバイパスする手順を追記
- ・ 常時運用への見直し以降、フィルタ差圧は下記の値で推移しており、フィルタ取替目安である管理値（０．４４ｋＰa）以下であることを確認した。

平成２９年４月 ～ 平成３０年３月末 ： ０．２ｋＰa程度
平成３０年４月上旬 ～ 令和元年５月末 ： ０．３ｋＰa程度
 - ・ 平成３０年４月上旬以降、フィルタ差圧が０．３ｋＰa程度へ上昇している理由を質問したところ、高性能フィルタの長寿命化を目的として装置内部の仕様を変更^(※)したことによると回答があった。
（※）目が細かい高性能フィルタの前段に目が粗いフィルタを組合せ、高性能フィルタの長寿命化を図った。

粗フィルタを組合せたことで装置入口の初期圧損が増加したが、フィルタ差圧は現時点でも０．３ｋＰa付近で安定して推移しており、管理値に対して余裕がある状態と評価していると聴取した。
 - ・ 記録上差圧ゼロとなっている期間は、点検等のために当該空調換気系の運転を停止していた期間であると聴取した。
 - ・ 外気処理装置の定期的な点検として、①運転員による毎日１回の巡視点検（フィルタ差圧確認、ダクト・ファンの運転確認）、②保修部による１Ｃに１回の外観・内部点検を行っていることを聴取した。

直近の保守点検実績として、平成30年9月5日に運転を1日停止し、設備外面や高性能フィルタなど、設備全体の損傷・汚れの有無を点検していることを確認した。

- ・現場確認を行い、運転員が巡視時に確認するフィルタ差圧計の位置を確認した。

(3) ダクト仕様の見直し

(4) ダクト形状・構造の見直し

●確認資料

- ・S2H29HVCダクト恒久対策工事 工事計画書
- ・S2H29HVCダクト恒久対策工事 報告書

●確認内容 (※) 確認資料が重複していたため、(3)、(4)の2項目を纏めて記載

- ・外気取入れ口周り（給気隔離弁までの範囲）のダクトは炭素鋼（溶接構造）へ仕様を見直し、それ以外のステンレス鋼を使用していたダクトは亜鉛めっき鋼へ仕様を見直しており、ダクトの取替工事は完了していることを確認した。
また、炭素鋼へ見直した範囲は、ダクト内外面に塩害対策の塗装を施していると聴取した。
- ・外気取入れラインのダクトのうち、ガイドベーンを設置している角エルボ構造の箇所については、全て水分が溜まり難いように丸型エルボ構造へ形状を見直していることを確認した。（図1の凡例参照）
- ・外気取入れライン（過去に腐食が見つかった範囲）の形状見直し箇所については、工事完了後のダクト外観（保温材有り）を現場で確認した。（図1参照）
また、保温材取付け前のダクト外観については、工事報告書に添付された施工写真（100cm×30cmの腐食孔が見つかった箇所、外気処理装置出口側ダクト等の代表箇所）により確認した。
- ・外気取入れラインに新設された点検口の位置（図1参照）を現場で確認した。
- ・ダクトの仕様見直しに併せて保温材について、以前と同じグラスウールであるが、外装を火災防護仕様のアルミガラスクロスを適用していると聴取した。

(5) ダクトの工事計画・工事実績

●確認資料

- ・ S 2 H 2 9 H V C ダクト恒久対策工事 要領書
- ・ S 2 H 2 9 H V C ダクト恒久対策工事 報告書 工程表
- ・ 不適合処置および是正処置報告書（恒久対策工事の工期延長に関するもの）
- ・ ダクト施工図
- ・ ダクト製作図
- ・ 定期事業者検査 成績書

●確認内容

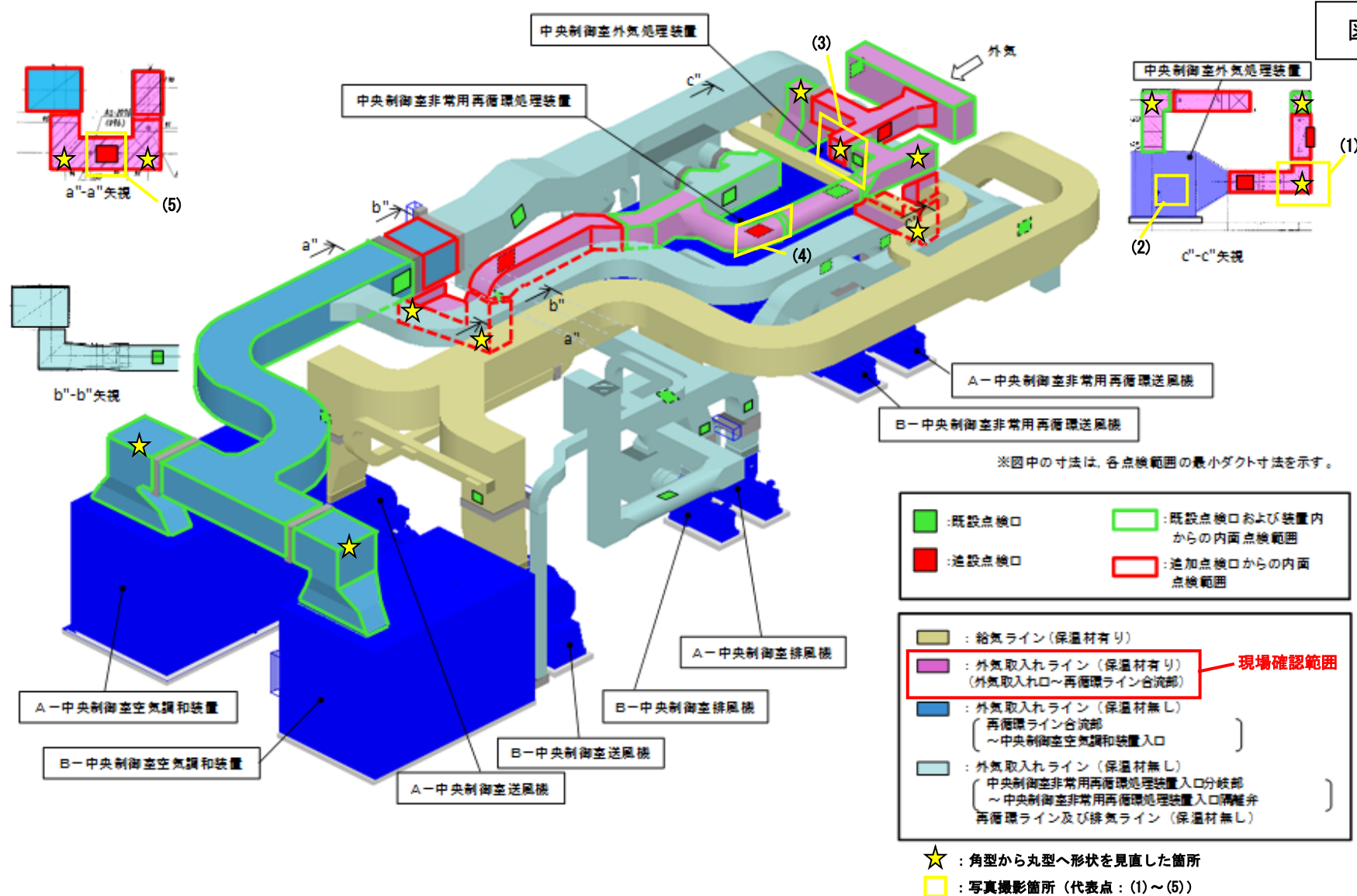
- ・ 工事作業の進捗状況は、エリア単位（例：外気処理装置入口側、外気処理装置出口側 等）で管理していたことを確認した。
- ・ 工事着手日は平成30年10月9日であり、保温材の取付けを含む全ての対策に係わる工事が完了した日は令和元年5月31日であることを確認した。
- ・ 当初の工事計画ではダクトの仕様、及び形状・構造の見直しは平成30年12月に完了予定としていたが、実際の対策に係わる工事完了が令和元年5月31日まで延長した経緯について質問したところ、以下の理由により工事の完了日が延びたと聴取した。
 - － 気密性を要求される外気取入れ部（溶接構造の範囲）について、着手後に気密性の確認が必要と判断して工場での耐圧漏えい検査を追加で実施することとし、検査対象箇所・検査方法の検討に時間を要したため
 - － 工事範囲に狭隘な箇所が多く含まれており、作業に当初見込よりも時間を要したため
- ・ 工事要領書の改正は2回行っており、1回目の改正で平成31年3月28日、2回目の改正で令和元年6月28日へ工事完了日を延長していることを確認した。
また、当該のダクト腐食事象は、不適合事象として管理しており、工事完了日の延長については、発電所長以下の決裁を得た上で改正していることを確認した。
- ・ ダクトの仕様・形状変更の範囲に関しては当初計画から改正はなく、施工図・製作図の改正は行っていないことを確認した。
- ・ 仕様見直しに併せてダクトの管理番号を見直し、ダクトピース毎に①取付け位置、②材質（炭素鋼、亜鉛めっきの種別）、③圧力（高圧、低圧の種別）、④構造（溶接、はぜ折り^(※)の種別）を番号により判別出来るようにしていることを確認した。
(※)鉄板同士が接続する部分に折り目（はぜ）をつけ、折り目を噛み合わせた状態で鉄板を叩き締めることでダクトを繋ぐ構造。

- ・ダクト本体の取付け完了後、保温材取り付け前の平成31年3月26日に自主的に定期事業者検査として構造健全性検査（外観目視・触診による漏えい検査）を行っており、異常は見られなかったことを確認した。

再発防止対策の一覧

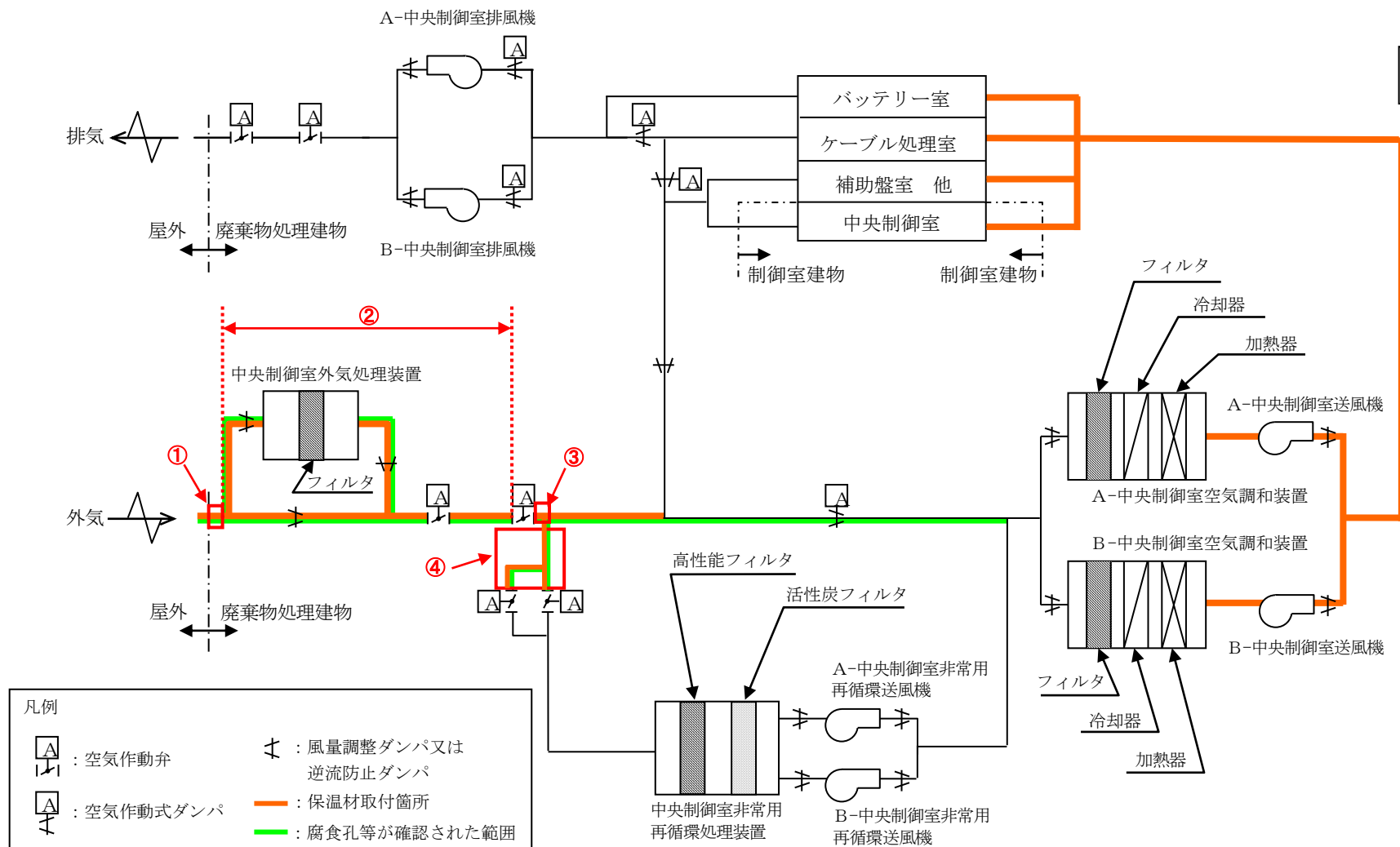
対策	実施内容	対策完了日
(1)ダクト保守点検計画の見直し	・以下の通り点検計画を変更 ＜ダクト内面＞ － 外気取入れラインを1℃ － それ以外は6℃ ＜ダクト外面＞ － 外気取入れラインの代表箇所 の保温材を取り外して6℃で点検 － それ以外のダクトは代表箇所 の保温材を必要に応じて 取り外して6℃で点検	平成30年 2月28日 (点検計画変更日)
(2)中央制御室外気処理装置の運用見直し	・取込み外気の水分や塩分低減のため、装置を常時運用	平成29年 4月26日 (運転要領書改正日)
(3)ダクト仕様の見直し	・腐食孔等を見つけやすくするため、今回腐食孔等が発見されたダクトを亜鉛メッキ鋼等へ取替	令和元年 5月31日 (工事完了日)
(4)ダクト形状・構造の見直し	・水分が溜まり易い形状、構造のダクトを変更	

図 1



中央制御室空調換気系ダクトの配置図、および立入調査での現場確認範囲 (中国電力提供資料に基づき作成)

図 2



- 【①：外気取入れ口】亜鉛めっき鋼から炭素鋼（溶接構造）へ仕様見直し
 【②：外気取入れ口ダクト～給気隔離弁】ステンレス鋼から炭素鋼（溶接構造）へ仕様見直し
 【③：給気隔離弁下流～再循環処理装置入口分岐部】ステンレス鋼から亜鉛めっき鋼へ仕様見直し
 【④：再循環処理装置入口分岐部～装置入口隔離弁】平成30年5月の内面点検時に結露を発見（保温材の追設、ダンパ開度調整等により現在は結露解消済）

中央制御室空調換気系概略系統図（中国電力提供資料に基づき作成）

中央制御室空調換気系ダクト 現場確認時の写真（代表点）



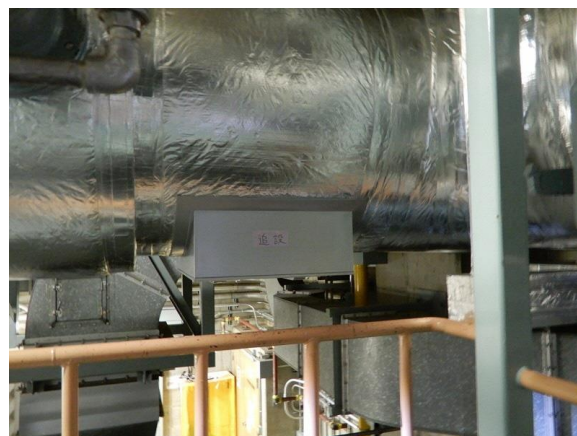
(1) 外気処理装置出口側ダクト外観
(角型から丸型へ形状を見直した箇所)



(2) 外気処理装置フィルタ差圧計



(3) 仕様変更後のダクト外観
(外気取入れライン)



(4) 仕様変更後のダクト外観
(外気取入れライン)



(5) 仕様変更後のダクト・点検口外観
(再循環ライン合流部手前のローポイント)

2. その他

(1) 国からの指摘等

●確認資料

- ・なし

●確認内容

- ・再発防止対策各項目の策定状況、および対策工事の実施状況については、島根原子力規制事務所による保安検査等で都度確認を受けてきており、特に要請・指摘はなかったと聴取した。

(2) 1号機の現在の状況

●確認資料

- ・島根1号機中央制御室空調換気系ダクト腐食孔の原因調査結果について
(平成30年2月23日 規制庁面談資料)
- ・1号機中央制御室空調換気系ダクト腐食孔原因結果の2号機側への水平展開について
- ・1号中央制御室空調換気系の今後の取扱いについて
- ・1号機ダクト貫通部穴仕舞工事図

●確認内容

- ・前回立入調査の際に「取りまとめ中」との回答があった1号機中央制御室空調換気系ダクトの点検調査結果、および調査から得られた知見の2号機対策への反映要否(水平展開要否)について質問し、調査結果に基づいて以下の理由から2号機への水平展開は不要と評価・決定したと聴取した。

<2号機への水平展開不要と評価した理由>

- 外気取入れライン(ステンレス鋼板ダクト)の内面で見つかった腐食孔の形態は島根2号機と同一であり、新たな対策の反映は不要と評価
- 空気調和装置から中央制御室までのライン(亜鉛めっき鋼板ダクト)の外面で見つかった腐食孔は、形状不連続部(ダクト形状が斜めにカーブしている部分)の保温材とダクトの隙間に結露水が溜まったことによるもの(1号機特有の事象)と判断し、島根2号機には同様の形状不連続部は無いことから水平展開は不要と評価
- ・2号機への水平展開不要としたことについて、平成30年2月7日に発電所長の決裁を得ていることを確認した。
- ・1号機中央制御室空調換気系ダクトはプラント廃止措置に伴い機能維持が必要ない

自主設備扱いとなっており、現在は系統内設備の運転は停止していると聴取した。

また、1号機の中央制御室と2号機の中央制御室は同じ部屋にあることから、1号機の空調換気系を停止した後に2号機中央制御室の環境（温度・湿度等）に影響が生じていないか、平成30年4月から今年8月末までの測定データにより検証予定であると聴取した。

- ・1号機中央制御室空調換気系のうち中央制御室内への給気口、および排気口に閉止板を設置し、中央制御室内と縁切りしていると聴取した。

（3）空調換気系の現在の運転状況

●確認資料

- ・中央制御室空調換気系系統図

●確認内容

- ・2号機中央制御室空調換気系は、系統設計に従って外気を取り入れると共に、一部空気を循環させて運転を継続していると聴取した。
- ・1号機側が停止した後、風量等に異常や変動が見られていないか質問したところ、2号機側の設計風量は確保出来ており、現状中央制御室の居住性に影響は生じていないと聴取した。