

玄海原子力発電所 3号機

脱気器空気抜き管からの蒸気漏れに係る対策について

令和 2 年 3 月

九州電力株式会社

1. はじめに

平成30年3月30日に発生した玄海原子力発電所3号機脱気器空気抜き管からの蒸気漏れ事象については、平成30年4月13日の専門家の意見聴取会において頂いたご意見等を踏まえ、平成30年4月17日に原因、対策等について報告している。

本資料では、今後実施することとしていた「今回の事象を踏まえた新たな取組み」及び「専門家の意見聴取会において頂いたご意見等を踏まえた更なる取組み」の実績について報告する。

(添付資料 - 1)

2. 今回の事象を踏まえた新たな取組みについて

(1) 教育

a. 取組み項目

点検・巡視時における意識向上のため、以下の教育を繰返し実施する。

- ・僅かな変化でも、その先には機器の故障が潜んでいるとの認識を常に持つ。
- ・異常の兆候を発見した際には、組織内での活発な報告、共有を行う。

b. 取組み実績

- ・今回の経験を踏まえ、発電所員に対して、点検・巡視時における意識向上のための教育を直ちに実施した。(2018年4月)
- ・今回の事象を、発電所員に対して実施するトラブル事例教育の教育資料「玄海原子力発電所トラブル事例集(教育資料)」へ追加した。(2018年4月)
- ・技術系各課において、上記教育を1回/年の頻度で実施している。2018年度は、8月~2月にて実施した。

(添付資料 - 2、3)

(2) 点検・保守

a. 取組み項目

今回の事象を踏まえ、以下の観点で点検、保守内容を見直す。

- ・使用環境を考慮した、屋外の外装板及び保温材の取替計画を策定する。
- ・外装板及び保温材が施工されている屋外配管の点検計画を策定する。

b. 取組み実績

- ・屋外の外装板及び保温材について、使用環境による腐食の発生しやすさを考慮して取替計画(取替周期:4定期検査毎)を策定した。(2018年6月)
- ・外装板及び保温材が施工されている屋外配管について、外装板及び保温材の取替え時に点検を実施するよう点検計画(点検周期:4定期検査毎)を策定した。(2018年6月)
- ・上記については、3号機第14回定期検査(2019年5月~8月)から実施している。

(添付資料 - 4)

(3) 経年的な変化の把握

a . 取組み項目

設備全体に対し、経年的な変化から、異常の兆候を把握できるようにするため、作業管理要領を改正し、経過観察ができるチェックシートを用いて点検を実施する。

b . 取組み実績

- ・異常の兆候を把握するため、「作業管理要領」(業務要領)を改正し、総点検に用いるチェックシートに異常状況及び気づき事項を記載する様式を追加した。(2018年4月)
- ・1回/1ヶ月の頻度で点検を実施している。

(4) 共有する仕組みの構築

a . 取組み項目

必要な処置を判断する仕組みを構築するため、異常を未然に防ぐ教育を行い、僅かな変化を気づき事項として認識できるようにし、新たに設けた会議体で収集・集約を行うとともに、過去の慣例にとらわれることなく、様々な視点での確認を実施する。

b . 取組み実績

- ・異常を未然に防ぐ教育としてトラブル事例教育を実施した((1)教育と同様)。
- ・発電所の次長、課長等で構成する「気づき事項共有会議」を新たに設置(2018年4月)し、発電所における気づき事項について情報共有を図り、様々な観点から処置確認、評価等を実施した。(2018年4月から2018年9月において、1回/1週間で実施)
- ・2018年10月以降は、同機能を「是正処置プログラム(CAP¹)システム」へ移行し、次長、課長等で構成する「CAP会議」により、引き続き、発電所における気づき事項について情報共有を図り、様々な観点から処置確認、評価等を実施している。(2018年10月より1回/1週間で実施)

1 : Corrective Action Program

3. 専門家の意見聴取会において頂いたご意見等を踏まえた更なる取組みについて

(1) 錆の知見収集

a. 取組み項目

錆の発生や進展に対する知見を深めるとともに、その知見を点検・取替の計画策定に反映する。

b. 取組み実績

- ・錆の発生や進展に係る文献等の調査により、外装板及び保温材が施工され、雨水が外装板内へ浸入し湿潤状態となっている炭素鋼配管については、錆が発生するが、配管温度によって腐食速度が異なること等を確認した。

(添付資料 - 5、6)

(2) 外装板のメッキ、保温材の材料及び配管の防錆塗装の知見収集

a. 取組み項目

沿岸部であることを十分に考慮し、外装板のメッキ、保温材の材料及び配管の防錆塗装の知見を収集する。

b. 取組み実績

(a) 外装板のメッキ

- ・外装板に係る調査により、現在使用している外装板（塗装溶融亜鉛メッキ鋼板）については、耐用年数7年～11年であることを確認した。
- ・また、現在使用している外装板（塗装溶融亜鉛メッキ鋼板）の他にも耐食性に優れるアルミニウムメッキの外装板等について知見を収集した。

(添付資料 - 7)

(b) 保温材の材料

- ・保温材に係る調査により、現在使用している保温材（けい酸カルシウム、ロックウール）については、保温材に含まれる水溶性成分、含有物が炭素鋼の腐食促進及びステンレス鋼の応力腐食割れの要因とならないことを確認した。
- ・また、現在使用している保温材（けい酸カルシウム、ロックウール）の他にも防錆顔料を含む腐食抑制型保温材、グラスファイバーを使用した撥水性を有する保温材の知見を収集した。

(添付資料 - 8)

(c) 配管の防錆塗装

- ・腐食防食シンポジウムへの参加、メーカーとの協働した調査により、国内外の保温材下腐食抑制効果等を有する塗装材に関する知見を収集した。

- ・また、プラントメーカーにて使用実績がある塗装材について、知見を収集した。
- ・保温材下腐食の抑制を主目的とした塗装材は、主としてシリコン樹脂またはエポキシ樹脂を構成成分としていること、エポキシ樹脂は一般的に 200 を大きく超えると熱分解するため比較的高温の配管においては、シリコン系塗装材が有効であることを確認した。
- ・これらの得られた知見を基に、国際防食技術者協会（NACE：National Association of Corrosion Engineers）のガイドラインを参考にした各塗装材の比較、整理を実施した。

（添付資料 - 9）

（3）外装板取付方法の最適化検討

a．取組み項目

外装板取付け方法の最適化について検討する。

b．取組み実績

- ・腐食防食シンポジウムへの参加、メーカーとの協働した調査により、外装板の最適な取付け方法（継ぎ目の位置を上部から無くす等）、保温材下腐食の発生しやすい場所を確認した。
- ・化学プラント等においては、雨水浸入防止策として外装板継ぎ目のコーキング箇所へのテープ施工を実施していることを確認し、必要に応じ当社においても実施することとした。
- ・上記を踏まえ「作業管理要領」（業務要領）を改正し、外装板及び保温材施工時における注意事項について追加した。（2018年9月）

（添付資料 - 10、11）

（4）非破壊検査方法の知見収集

a．取組み項目

覆われて見えない設備に対する非破壊検査方法の知見の収集・活用を行う。

b．取組み実績

- ・腐食防食シンポジウムへの参加、メーカーとの協働した調査により、様々な非破壊検査（放射線検査法、超音波検査法等）について確認した。
- ・その中でも、化学プラント等で使用実績のある放射線検査法については、非破壊検査メーカーからの聞き取り等を実施したが、測定可能な配管の口径が限定されること等を確認した。

（添付資料 - 12）

(5) 2. (2) 点検・保守に基づく取組み

a. 取組み項目

2. (2) 点検・保守 に基づき策定した外装板及び保温材の取替計画並びに外装板及び保温材が施工されている屋外配管の点検計画に基づき対応を実施する。

b. 取組み実績

3号機第14回定期検査において、脱気器空気抜き管、脱気器連絡蒸気管、主復水管等について、外装板及び保温材の取替え並びに配管の点検を実施し、問題のないことを確認した。

(添付資料 - 13)

(6) 信頼性向上のための対策

a. 取組み項目

当該管を含む脱気器廻りの屋外配管の範囲について、雨水浸入等に対する信頼性を向上させる観点から、ステンレス鋼への取替えや屋根設置等に取り組んでいく。

b. 取組み実績

上記(1)～(5)の知見収集等の取組み実績を踏まえ、今回の事象に係る信頼性向上のための対策として、以下について検討した。

(a) ステンレス鋼配管への取替

当該管を含む空気抜き管については、事象発生後、配管(炭素鋼配管)、保温材、外装板の取替えを実施したが、更なる対策として、3号機第14回定期検査において、ステンレス鋼の配管へ取替えを実施した。

(添付資料 - 14)

(b) 保温材下腐食抑制効果を有する塗装材の施工

屋外の外装板及び保温材を施工している配管については、4定期検査毎の外装板及び保温材取替えにより雨水の浸入防止が図られるが、万一、雨水が外装板内へ浸入した場合でも、配管の外面腐食等²を防止することが重要である。

そのため、配管自体に施工する塗装材について、腐食抑制効果がない従来の塗装材³から、耐熱性、保温材下腐食抑制効果を有する塗装材へ変更する。

なお、3号機第14回定期検査において、脱気器空気抜き管、脱気器連絡蒸気管、主復水管等については、上記塗装材を施工した。

2：炭素鋼配管については外面腐食、ステンレス鋼配管については塩化物応力腐食割れを考慮する。

3：従来の塗装材は、現地配管施工までの外面の防錆を目的としており、耐熱性はなく運転時の高温状態を経た後は、腐食抑制効果を有しない。

(添付資料 - 15)

(c) 屋根の設置

錆に関する知見収集、外装板のメッキ、保温材の材料及び配管の防錆塗装に関する知見収集の結果並びにこれらの評価から、4 定期検査毎の外装板、保温材の取替え及び配管の点検とあわせて、上記(a)及び(b)の対策により、屋外配管の外面腐食等を確実に防止できると考えられる。

そのため、脱気器廻りの屋根の設置については、今後、これらの対策の効果の確認を行い、必要に応じ、検討を行うこととする。

(d) その他

今回の更なる取組みにより得られた新たな外装板、保温材及び非破壊検査の知見の適用については、屋根の設置と同様に対策の効果の確認を行い、必要に応じ、検討を行うこととする。また、今後も信頼性向上に係る知見を収集する。

(7) 当該管の断面観察

a. 取組み項目

取り外した当該管に関する知見を有効活用するため、当該管の断面観察を行う。

b. 取組み実績、結果

- ・当該配管の断面観察を実施し、外面から腐食が局所的に進展し、貫通に至ったと推定した。
- ・断面観察の結果について、佐賀県及び原子力規制庁に報告した。

(2018年7月)

(添付資料 - 16)

4. 4号機への対応

4号機についても、3号機と同様の対策を実施した。

以上

添付資料目次

- 1．玄海原子力発電所3号機 脱気器空気抜き管からの蒸気漏れについて
(本文のみ抜粋)
- 2．玄海原子力発電所 トラブル事例集(教育資料)(抜粋)
- 3．玄海原子力発電所 教育訓練基準(抜粋)
- 4．玄海3号機 屋外配管の保温取替及び配管点検計画表
- 5．保温材下腐食におけるメカニズム
- 6．化学プラント等における保温材下腐食の例
- 7．外装板に係る調査結果
- 8．保温材に係る調査結果
- 9．防錆塗装に係る調査結果
- 10．外装板取付方法の最適化検討
- 11．作業管理要領(抜粋)
- 12．非破壊検査方法に係る調査結果
- 13．屋外配管の点検、塗装前後(脱気器連絡蒸気管の例)
- 14．空気抜き管のステンレス鋼への取替前後の例
- 15．屋外配管に施工する塗装材
- 16．玄海3号機 脱気器空気抜き管の調査結果について