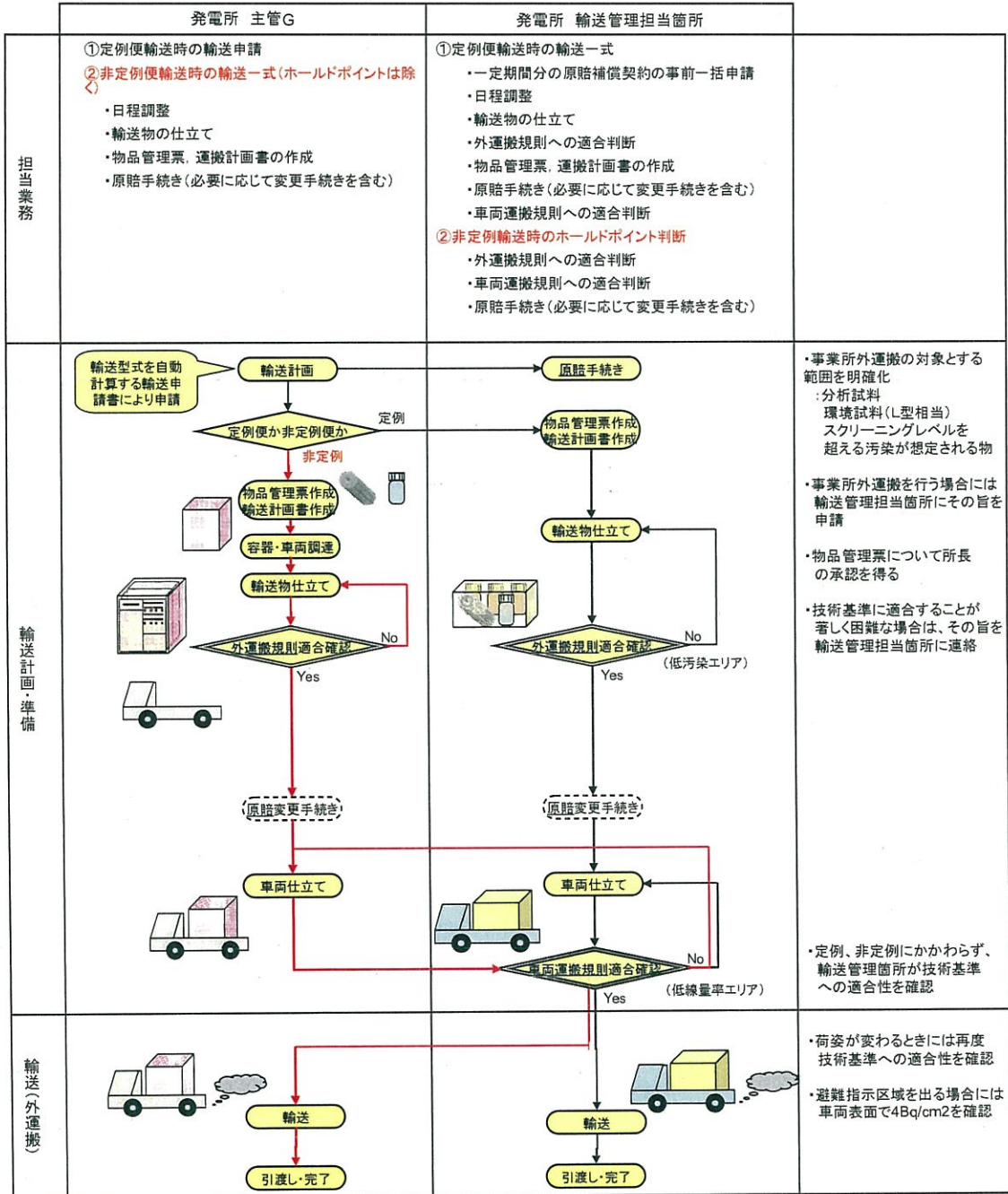


今後の事業所外運搬の実施フロー (案)



平成24年4月16日

原子力安全・保安院

東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所5号機中央制御室非常用換気空調系の運転上の制限の不遵守に係る根本原因分析結果等の報告を受けました

原子力安全・保安院（以下「保安院」という。）は、平成24年3月2日、東京電力株式会社（以下「東京電力」という。）から、柏崎刈羽原子力発電所5号機において運転上の制限^{※1}の逸脱が発生していたことについて報告を受けました。（平成24年3月2日お知らせ済み）

平成24年3月16日、保安院は東京電力に対し、保安規定違反について、嚴重注意を行うとともに、当該違反について発生した原因、根本原因の究明^{※2}及びそれらの再発防止対策の策定を行い、4月16日までに報告するよう指示しました。（3月16日お知らせ済み）

本日、東京電力から保安院に対し、報告書の提出がありました。保安院は、今後、東京電力から提出された報告を十分精査した上で、厳格に対処してまいります。

※1 多重の安全機能を確保するため、予備も含めて動作可能な機器（ポンプ等）の必要台数が定められている。

※2 直接的な原因にとどまらず、組織的要因も含めた全ての原因を抽出して、発生事象の原因を明らかにすること。

1. 経緯

- ・保安院は、平成24年3月2日、東京電力から、柏崎刈羽原子力発電所5号機において運転上の制限の逸脱が発生していたことについて下記のとおり報告を受けました。
 - 東京電力柏崎刈羽5号機（定期検査中）において、2月25日及び2月27日に照射された燃料等の移送作業を実施。この際、中央制御室の非常用換気空調系2系列（A系、B系）のうち、B系の外気隔離ダンパ1台が平成24年2月24日以降、点検のため開のまま電源を切り、閉操作ができない状態となっていた。
 - 保安規定では「照射された燃料に係る作業時において、中央制御室非常用換気空調系2系列が動作可能であること」を「運転上の制限」としている。
（平成24年3月2日お知らせ済み）

- ・ 柏崎刈羽原子力発電所5号機は、保安検査中（平成24年2月27日～3月9日）であったことから、柏崎刈羽原子力保安検査官事務所が、保安検査の一貫として本件の確認を行ったところ、運転員は、燃料等の移送作業前に非常用換気空調系が2系列動作可能か確認を行ったものの、保安規定上の「2系列」を、給気処理装置（フィルタ）や送風機のことであると勘違いし、外気隔離ダンパが1系列しか動作出来ない状態のまま、2月25日及び27日の2回にわたり燃料等の移送作業を行ったことを確認しました。（3月9日お知らせ済み）
- ・ 3月16日、保安院は、運転員の保安規定への理解不足等に問題があり、中央制御室非常用換気空調系の運転上の制限の確認が適切にされないまま、燃料等の移送作業を実施したことが確認されたことから、保安規定の違反があったと判断し、東京電力に対し、嚴重注意を行うとともに、当該違反について発生した原因、根本原因の究明及びそれらの再発防止対策の策定を行い、4月16日までに報告するよう指示しました。
- ・ 本日、東京電力から保安院に対し、発生した原因、根本原因の究明及びそれらの再発防止対策の策定に係る報告の提出がありました。

2. 東京電力からの報告内容

別紙参照。

3. 保安院の対応

保安院は、今後、東京電力から提出された報告書を十分精査した上で、厳格に対処してまいります。

別添：柏崎刈羽原子力発電所5号機中央制御室非常用換気空調系の運転に係る保安規定違反に関する調査結果について<概要版>（東京電力株式会社）

（本発表資料のお問い合わせ先）

原子力安全・保安院

原子力発電検査課長 大村 哲臣

担当者：米山、今里、館内、坂本

電話：03-3501-1511（内線 4871）

03-3501-9547（直通）

柏崎刈羽原子力発電所 第5号機中央制御室非常用換気空調系の運転に係る保安規定違反に関する調査結果について

平成 24 年 4 月 16 日
東京電力株式会社
柏崎刈羽原子力発電所

<概要版>

1. 事象の概要

平成 24 年 3 月 2 日、定期検査中の柏崎刈羽原子力発電所 5 号機において、柏崎刈羽原子力発電所原子炉施設保安規定（以下、保安規定）第 57 条で、原子炉建屋内で照射された燃料に係る作業（以下、照射燃料作業）を実施する際には、中央制御室（以下、MCR）非常用換気空調系 2 系列が動作可能であることが要求されているが、平成 24 年 2 月 25 日と 2 月 27 日、動作が要求される MCR 非常用換気空調系のうち、照射燃料作業（制御棒の移動作業及び使用済燃料の外観点検作業）時に、定例の点検作業により 1 系列の通常時外気取入れダンパが全開状態で閉動作できない安全処置がなされていたため、一時的に運転上の制限（以下、LCO）を満足していない状態となっていたことを確認した。

本件について、経済産業省原子力安全・保安院より、保安規定違反があったと判断され、直接原因及び組織体制に起因する根本原因を究明し、それらの再発防止対策を策定して報告するよう指示を受けた。

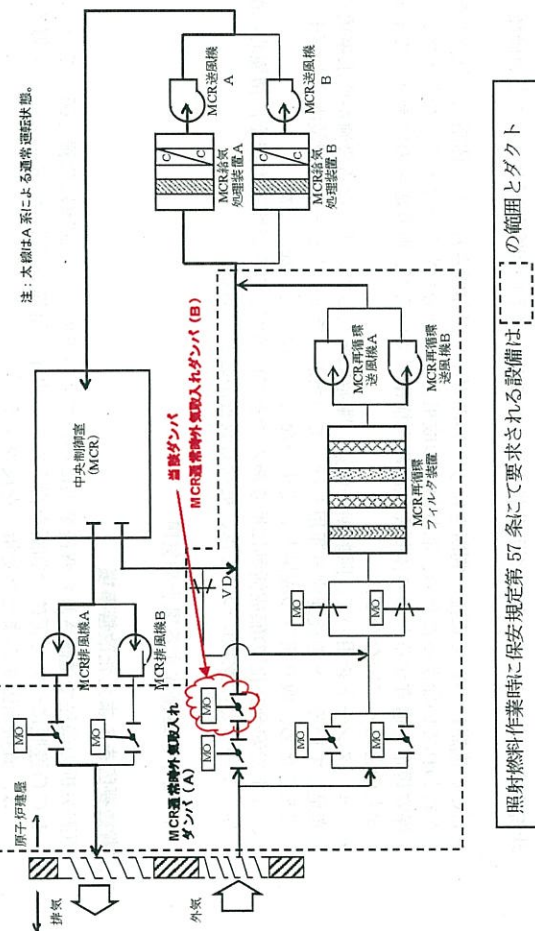
2. 状況調査結果および直接原因について

今回確認された事象に対する状況調査を行った結果、以下の状況を確認した。

- ・ 定期検査の工程計画・調整段階において、保安部門は、当初より、照射燃料作業が行われる可能性のある期間に MCR 通常時外気取入れダンパが動作不能となる計画を策定。
- ・ 安全処置・作業実施段階において、当直員は、MCR 通常時外気取入れダンパが動作不能な状態において照射燃料作業の開始を許可。
- ・ 過去の定期検査においても、本事象と同様な状況であった可能性がある。

上記をふまえ、関係者へ聞き取り調査を行った結果、MCR 通常時外気取入れダンパに関して以下の状況を確認した。

- ・ 保安部門は、「通常時外気取入れダクトに直列に配置される 2 弁のうち 1 弁が動作可能であれば、MCR 非常用換気空調系の機能は確保される」と誤認。
- ・ 当直員は、「保安規定第 57 条で要求されるダンパではない」と誤認。



照射燃料作業時に保安規定第 57 条にて要求される設備は、この範囲とダクト

3. 直接原因をふまえた対策

以上の調査結果をふまえ、以下の対策により保安規定第 57 条も含めた保安規定の更なる理解向上を図ることとする。

- (1) 保安規定の条文の解釈や運用上の留意事項等をまとめた『保安規定運用ガイド』において、解釈に迷う条文を関係者間で抽出し、最適な判断の手助けとなるよう記載内容の充実等を行う（現在、改訂作業中）。
- (2) 保安規定における LCO に関連する機器を名称等から調べることができるよう平成 17 年 11 月に整備した『保安規定関連機器検索資料』に MCR 通常時外気取入れダンパの記載がなかったため誤認していた当直員がいたことから、当該資料を改訂する。

中央制御室非常用換気空調系 系統概略図

4. 背後要因について

状況調査結果をふまえ、根本原因分析を行った結果、以下の背後要因があることを確認した。

- ・ LCO逸脱について正確な判断を行うためのガイドが作成されたが、体系的な見直し等が行われていなかったため、取り組みの成果として十分なものとなっていないかった。
- ・ 保安規定を遵守するための体制や仕組みを構築しているが、取り組みの成果として十分なものとなっていないかった。
- ・ チェックシートを用いて、照射燃料作業の開始にあたって必要となる設備が要求事項を満足していることを確認する運用を行っていたが、チェックシートの記載内容が不十分であるため、取り組みの成果として十分なものとなっていないかった。
- ・ これまで安全文化の醸成活動に取り組んできてはいるが、自らが原子力安全に積極的に関与しているとの意識については、更なる改善が必要である。

* 安全を最優先する風土や気風

5. 背後要因をふまえた改善事項

原因分析の過程で確認された背後要因についても以下のとおり確実に改善を図っていく。

- ・ LCO逸脱について正確な判断を行うためのガイド整備が不十分であったことに鑑み、「3. 直接原因をふまえた対策」を反映する。
- ・ 保安規定遵守状況に対して組織的な確認や審査の仕組みが不十分であったことに鑑み、保安規定ならびに停止時安全措置に係る系統の定期検査の作業については、それらの系統の機能を確保する必要がない期間以外の時期に、当該系統の機器に係る点検を実施する計画となっていないことを容易に確認でき、LCO逸脱のリスクが確実に排除される工程表へ変更するとともに、工程表上で保安規定遵守の観点から、保安規定の遵守状況をチェックする部署とともに確認する仕組みを再構築する。
- ・ 照射燃料作業前に使用するチェックシートの記載内容が不十分であったことに鑑み、当該チェックシートにおいて、通常の待機状態と異なる状態が確認された場合は、その状態を記載した上で上覧できるようにチェックシートを見直すとともに、チェックした結果、疑義が生じた場合は、その状況を関係者で情報共有した上で照射燃料作業を許可する仕組みを構築する。

6. 根本原因について

根本原因分析をふまえ背後要因を整理した結果、原子力安全を最優先した意志決定を実現する目的で様々な取り組みが行われてきているが、この取り組みが十分な成果として得られておらず、その結果、

- ・ LCO逸脱について正確な判断を行うためのガイド整備が不十分。
- ・ 保安規定遵守状況に対して組織的な確認や審査の仕組みが不十分。
- ・ 照射燃料作業前に使用するチェックシートの記載内容が不十分。
- ・ 自ら積極的に関与する意識が不十分。

の4つの背後要因に結びついてはいることを勘案すると、根本原因は、以下の2点であると考えられる。

- (1) 業務実施方法の標準化や改善が不十分であったこと。
- (2) 問いかける姿勢が不十分であったこと。

7. 根本原因をふまえた再発防止対策

現在、柏崎刈羽原子力発電所においては、変革・改善活動に取り組んでおり、この中で、業務品質の向上を目指し業務プロセスの有効性について評価する等により業務の課題を明確にし、最適化を図ることとする。

また、安全文化の醸成活動を、これまで継続して取り組んできているが、平成23年度の評価結果は「当該活動の有効性を十分に確認できていない」、「当該活動は啓蒙活動が中心であり、実業務に織り込まれた体系的な活動が不足していた」等、課題があるとの評価であったこともふまえ、今後、実業務の中で体系的に活動し、有効性を確認しながら進めることにより、問いかける姿勢を含め、安全文化に対する意識を醸成していく。

以上

平成24年4月20日

原子力安全・保安院

東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所第5号機の定期事業者検査の 実施体制について評定しました

(定期安全管理審査の結果に基づく原子力安全・保安院の評定)

原子力安全・保安院（以下「保安院」という。）は、東京電力株式会社に対し、独立行政法人原子力安全基盤機構（以下「JNES」という。）による柏崎刈羽原子力発電所第5号機の第12保全サイクルにおける定期安全管理審査（平成18年10月～平成24年1月）に基づく評定について通知しました。

評定結果については、JNESの審査結果を踏まえ、「当該審査を受けた組織の品質マネジメントシステム及び定期事業者検査の実施体制はおおむね構築され、実施されているものの、今後、点検周期超過及び定期事業者検査対象機器一部検査漏れ案件に係る再発防止対策の実施状況等について確認が必要である。」としました。

1. 定期安全管理審査について

電気事業法に基づき、事業者が行う定期事業者検査^(*1)の実施体制が十分な体制であるかについて、JNESが現場立会いや記録確認により以下の審査項目^(*2)について審査を行い、国（保安院）はその審査結果に基づいて総合的な評定^(*3)を行うものです。

*1 定期事業者検査

事業者は、定期的に原子力設備を検査し技術基準への適合性を確認することが義務づけられています。

*2 定期安全管理審査における審査項目（6項目）

- ①定期事業者検査の実施に係る組織
- ②検査の方法
- ③工程管理
- ④検査において協力した事業者がある場合には、当該事業者の管理に関する事項
- ⑤検査記録の管理に関する事項
- ⑥検査に係る教育訓練に関する事項

*3 定期事業者検査の実施体制の評定

国（保安院）は、JNESの審査結果に基づき、事業者の定期事業者検査の実施に係る体制について総合的な評定を行います。なお、「十分な体制がとられている」

と評定された場合、次回の審査においては、前述の6項目の審査項目のうち⑤及び⑥の2項目は適用しません。

(評定例)

- I. 当該審査を受けた組織の定期事業者検査の実施体制は、自律的かつ適切に定期事業者検査を行い得るものであり、十分な体制がとられていると認められる。
- II. 当該審査を受けた組織の定期事業者検査の実施体制は、是正処置の定着状況の確認が必要である又は改善すべき事項があると認められる。

2. 評定結果について

別紙のとおり

3. 審査結果概要について

JNESの審査においては、保安院が行った平成22年度の保安検査において柏崎刈羽原子力発電所における点検周期超過の機器が確認されたことに対して平成23年2月28日に同社から報告された再発防止対策(※)の実施状況について、今後の審査で確認するとしています。また、同発電所第1号機の定期安全管理審査の過程において第1号機の定期事業者検査対象機器の一部において検査漏れが確認されたことに関しては、JNESは同発電所において原因の特定がされ再発防止対策が実施されることは確認できましたが、引き続き再発防止対策の実施状況について今後の審査で確認するとしています。

※ 平成23年2月28日に東京電力から報告された原因分析及び再発防止対策については、保安院は適切なものと評価。しかしながら、保安院は、①点検長期計画表の策定・変更、②調達管理における点検発注、③不適合管理、④保守管理における保全の実施が適切に行われていなかったことにより点検周期を超過した機器が多数発生したことは、東京電力の柏崎刈羽原子力発電所原子炉施設保安規定(以下「保安規定」という。)の品質保証及び保守管理に係る要求事項を十分満たしていないと評価。このため、保安院は、東京電力に対し、保安規定の違反について注意を行った。(平成23年3月2日 お知らせ済み)

○JNESの定期安全管理審査の結果については、下記URLをご参照下さい。

<http://www.jnes.go.jp/gijyutsu/anzenkanri/index.html>

(本発表資料のお問い合わせ先)

原子力安全・保安院原子力発電検査課長 大村 哲臣

担当者：菅原、大野

電話：03-3501-1511(内線 4871)

03-3501-9547(直通)

(別紙)

東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所第5号機の定期事業者検査の実施体制に
関する原子力安全・保安院の評定

(1) 評定の結果

当該審査を受けた組織の品質マネジメントシステム及び定期事業者検査の実施体制はおおむね構築され、実施されているものの、今後、点検周期超過及び定期事業者検査対象機器一部検査漏れ案件に係る再発防止対策の実施状況等について確認が必要である。

(2) 評定の結果の理由

原子力安全・保安院（以下「保安院」という。）は、平成24年2月24日に独立行政法人原子力安全基盤機構（以下「JNES」という。）から提出された経済産業大臣宛ての定期安全管理審査結果通知書を受領し、その後、JNESから定期安全管理審査の実施状況について報告を受けている。

JNESは、柏崎刈羽原子力発電所第5号機第12保全サイクルにおける定期事業者検査に係る基本的な体制に対する審査（文書審査）並びに定期事業者検査の実施に係る具体的な体制に対する審査（実地審査）の対象として定期事業者検査13項目及び「保全の有効性評価プロセス」、「不適合管理及び是正処置プロセス」を選択して審査を実施した。

審査の結果、継続的に品質マネジメントシステムに係る規程類の整備と定期事業者検査に係る体制の整備を進め、より良い品質マネジメントシステムの構築と運用に向け努力してきたことが確認されている。

定期事業者検査の実施に係る重要プロセスとして選定したプロセスのうち、「不適合管理及び是正処置プロセス」では、関連する規程類は整備され、それらに従って定期事業者検査が実施されていると評価されている。

「保全の有効性評価プロセス」については、保全の有効性評価プロセスに関する規程類は整備されているが、事業者は、保全の有効性評価に用いる機器の劣化状態に関する点検手入れ前状態データについては、劣化メカニズムまとめ表（機器毎に想定される経年劣化事象を整理したもの）を次回の保全サイクルの定期事業者検査から適用する計画になっていることから、JNESはこの適用状況を今後確認するとしている。

また、保安院が行った平成22年度の保安検査において柏崎刈羽原子力発電所における点検周期超過の機器が確認されたことに対して平成23年2月28日に同社から報告された再発防止対策（※1）の実施状況について、JNESは今後の審査で確認するとしている。

更に、同発電所第1号機の定期安全管理審査の過程において第1号機の定期事業者検査対象機器の一部において検査漏れが確認されたことに関しては、JNESは同発電所において原因の特定がされ再発防止対策が実施されることは確認できたが、引き続き再発防止対策の実施状況について今後の審査で確認するとしている。

以上のことから、JNESは柏崎刈羽原子力発電所の品質マネジメントシステム

は機能しており、定期事業者検査はおおむね自律的かつ適切な実施体制で実施されていると判断している。

保安院は、審査結果について、当該通知及びJNESの説明に基づき精査した結果、保安検査において点検周期の超過が確認された件及び第1号機で確認された定期事業者検査対象機器一部検査漏れに係る再発防止対策の実施状況並びに事業者自ら進めている保全の有効性評価プロセスの整備状況について、今後その実施状況を確認していく必要がある。以上から、当該審査を受けた組織の品質マネジメントシステム及び定期事業者検査の実施体制はおおむね構築され、実施されているものの、今後、点検周期超過及び定期事業者検査対象機器一部検査漏れ案件に係る再発防止対策の実施状況等について確認が必要であると判断する。

なお、柏崎刈羽原子力発電所に対する平成23年度第4回保安検査において、平成19年7月16日の中越沖地震以降運転を停止している第2、3及び4号機の計測制御設備について、特別な保全計画(※2)の実施状況を確認したところ、個別の計器等の点検計画を作成していないなど保守管理が適切に実施されていないことを確認したことから(※3)、本件に関し定期事業者検査の実施に係る事項への対応状況については必要に応じ定期安全管理審査においても確認する必要がある。

※1 平成23年2月28日に東京電力から報告された原因分析及び再発防止対策については、保安院は適切なものと評価。しかしながら、保安院は、①点検長期計画表の策定・変更、②調達管理における点検発注、③不適合管理、④保守管理における保全の実施が適切に行われていなかったことにより点検周期を超過した機器が多数発生したことは、東京電力の柏崎刈羽原子力発電所原子炉施設保安規定(以下「保安規定」という。)の品質保証及び保守管理に係る要求事項を十分満たしていないと評価。このため、保安院は、東京電力に対し、保安規定の違反について注意を行った。(平成23年3月2日 お知らせ済み)

※2 地震、事故等により長期停止を伴った保全を実施する場合に、特別な措置として、あらかじめ当該原子炉施設の状態に応じた保全方法及び実施時期を定めた計画。

※3 平成24年3月9日、3月16日、3月30日、4月4日、4月9日、4月13日 お知らせ済み

平成24年4月20日
原子力安全・保安院

東京電力株式会社福島第二原子力発電所における 非管理区域での放射性物質による汚染の確認に関する 原因と対策の報告を受けて確認を行いました

原子力安全・保安院は、平成24年3月27日、東京電力(株)から、停止中の福島第二原子力発電所3、4号機サービス建屋の非管理区域における放射性物質による汚染の確認について原子炉等規制法に基づく報告を受けました。(平成24年3月27日お知らせ済み)

本件について、本日、東京電力(株)から、原因と対策に係る報告書の提出を受けましたので、お知らせします。

原子力安全・保安院は、東京電力(株)から報告された内容について、概ね妥当と考えますが、今後、東京電力(株)が実施する再発防止対策の実施状況やその有効性について、保安検査等を通じて確認してまいります。

なお、本事象の発生の際に、運搬に係る技術上の基準に不適合であったことについて、原子力安全・保安院は、東京電力(株)に対し、4月13日に嚴重注意を行いました。(平成24年4月13日お知らせ済み)

1. 事象発生によるプラント安全性への影響

本事象は、福島第一原子力発電所から福島第二原子力発電所への試料水の移送中に、試料水が漏えいし、福島第二原子力発電所3、4号機サービス建屋の非管理区域及び同発電所内での移送車両の荷台において、放射性物質による汚染が確認されたものです。本件による、運搬に係る作業者の有意な被ばくや敷地外への漏えいは認められなかったことから、直ちに安全上の問題があるものではありません。

2. 東京電力(株)からの報告の要点

東京電力(株)から報告のあった内容は、主として以下のとおりです。

(1) 原因調査結果及び推定原因

①核燃料物質等の漏えいの原因

- ・搬入された7つの容器について確認したところ、そのうちの1つについて、ポリエチレン容器の閉止栓の緩み（約1／3回転）、容器外表部と養生用ビニール袋内面の間に容器内の水と同一の水（約20cm³）の存在、当該ビニール袋の下部に破れ（長さ約15mm）が認められた。
- ・当該容器の閉止栓の緩みについては、容器本体と閉止栓の間にバリ（プラスチックの加工過程で製品の縁などにはみ出したりしてできる余分な部分）が確認されたことから、このバリの噛み込みにより閉止栓が完全に閉止しておらず、その後、輸送時の振動が加わったことにより閉止栓が徐々に緩んだものと推定した（福島第一原子力発電所からの発送前に閉止栓が十分閉まっていることを作業員が手で確認したことが聞き取りにより確認されている。）。
- ・当該容器は、水の封入から福島第二原子力発電所へ搬入されるまでの間、ビニール袋で養生された状態で、床、車両の荷台及び地面に置かれていることから、当該ビニール袋の破れは、輸送車両の荷台や地面にある突起物との摩擦により生じたものと推定した。
- ・以上から、今回確認された放射性物質による汚染は、緩んだポリエチレン容器の閉止栓及び養生用ビニール袋の破れを通じ、容器内の水が漏えいしたことによるものと推定した。（添付資料1）

②核燃料物質等の工場又は事業所の外における運搬に関する規則に規定する技術上の基準への不適合の原因

- ・今回の運搬については、容器が容易に開封されない措置がなされなかったこと、輸送物に必要な吸収材もしくは二重の密封装置が備えられていないこと、一般の試験条件下において漏えいがないこと等の確認がなされていない等、事業所外運搬に係る技術上の基準に適合していないことが確認された。
- ・こうした不適合は、以下の要因等から生じたと推定した。
 - 1) 震災後、事業所外運搬を行わなければならない輸送物が多量となり、福島第一原子力発電所の試料を分析・公表することを最優先と考え、震災直後から緊急的に実施してきた運搬方法を変更しなかった。
 - 2) 現状の福島第一原子力発電所に適用可能な社内ルールが定められていなかったため、担当部署が個々に事業所外運搬に係る規制を適用するか否かを判断しており、統一的に管理していなかった。

(2) 再発防止対策

- ・事業所外運搬自体を削減するため、福島第一原子力発電所内での試料分析装置の充実化・環境の整備を図る。
- ・現在の福島第一原子力発電所で適用可能な事業所外運搬手続きについて、担当部門を新たに定め、事業所外運搬に係る技術上の基準への適合性を統一的に確認する。
- ・技術基準への適用が著しく困難な状況が新たに確認された場合には、速やかに関係行政機関とその扱いについて相談する仕組みを作る。
- ・福島第一原子力発電所敷地内で採取した環境試料は、放射エネルギーを確認の上、少量の輸送物相当として運搬・管理を行う。

3. 原子力安全・保安院の対応

東京電力(株)から報告された内容については、原因が各種調査から適切に推定されており、対策は推定原因を踏まえたものとなっています。特に、事業所外運搬に係る技術上の基準への不適合が確認されていたことから、4月3日に原子力安全・保安院は、東京電力(株)に対して報告指示を行い、技術上の基準に適合していないことの原因と再発防止対策について確認を行うとともに、他の運搬事例についても同様の確認を行っています。こうしたことから、原子力安全・保安院は、今回報告された報告書の内容を概ね妥当と考えます。

今後、東京電力(株)が実施する再発防止対策の実施状況やその有効性について、保安検査等を通じて確認します。

なお、本事象の発生の際に、運搬に係る技術上の基準に不適合であったことについて、原子力安全・保安院は、東京電力(株)に対し、4月13日、厳重注意を行いました。

(参考)

1. 事象の概要（添付資料2）

停止中の福島第二原子力発電所3、4号機サービス建屋の非管理区域において、3月27日11時20分頃、福島第一原子力発電所から分析のために搬入された試料水が入った容器の受入作業中、容器を置いた机上が水で濡れていたため、当該箇所の放射エネルギーを測定したところ、約206Bq/cm²であり、管理区域外に放射性物質による汚染が発生したことを確認した。そのため、汚染が確認された机上及びその他汚染の可能性のある箇所について、汚染拡大防止のため区画整理等を実施した。

サービス建屋内での試料運搬経路について汚染状況を確認したところ、非管理区域において7か所の汚染を確認したため、当該箇所について、除染または汚染拡大防止のための区画を実施した。試料運搬に使用した7つの容器について確認したところ、そのうち1つに蓋のゆるみを確認した。

本事象による作業員の被ばくは最大0.07mSv。

2. 事象発生時のINES※による暫定評価

基準 1	基準 2	基準 3	評価レベル
—	—	1	1

評価概要：施設内の非管理区域で放射性物質の漏えいが発生したのですが、一つの容器内の試料水が全て漏えいした場合を想定すると、INESユーザーズマニュアル上の「かなりの量」の漏えいとなることから、INESレベル1の「逸脱」と評価。

※ 2008年版INESユーザーズマニュアルによる評価。

INES (International Nuclear and Radiological Event Scale: 国際原子力・放射線事象評価尺度) とは、原子力発電所等のトラブルについて、それが安全上どの程度のものかを表す指標。評価は3つの基準（基準1：人と環境、基準2：施設における放射線バリアと管理、基準3：深層防護）により行われ、最も高いレベルがそのトラブルの評価レベルとなります。評価レベルは、レベル0（安全上重要ではない事象）からレベル7（深刻な事故）まであります。レベル1は原子力施設における運転制限の逸脱であり、十分な安全防護層が残った状態で安全機器に軽微な問題が発生した場合などがこれに該当します。

(本発表資料のお問い合わせ先)

原子力安全・保安院 原子力事故故障対策・防災広報室長 古金谷 敏之

担当者：齋藤、浅田

電話：03-3501-1511（内線4911）

03-3501-1637（直通）

原子力安全・保安院 核燃料管理規制課長 山形 浩史

担当者：小山田、山内、松田

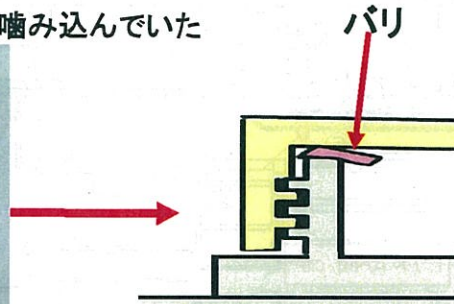
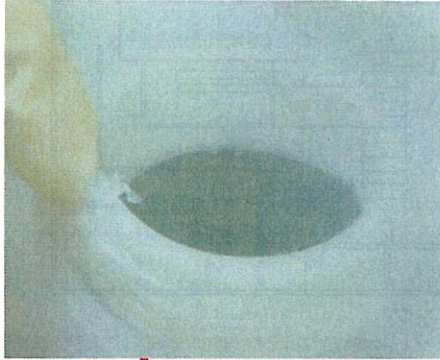
電話：03-3501-1511（内線4886）

03-3580-6158（直通）

(添付資料1)

漏えい確認されたポリエチレン容器状況

容器本体と閉止栓の間にバリが噛み込んでいた

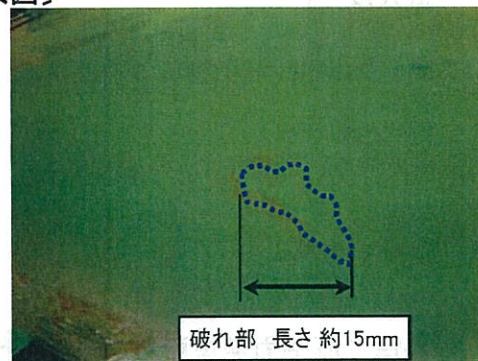


〔拡大写真およびイメージ図〕



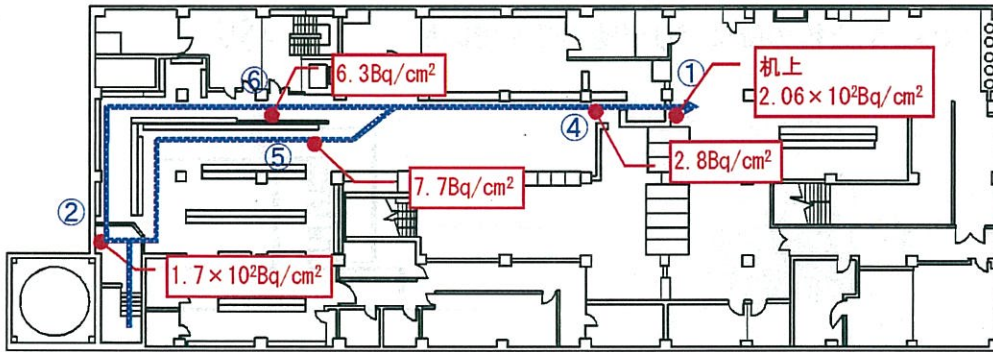
突起状のものと擦れ、破れた

〔拡大図〕

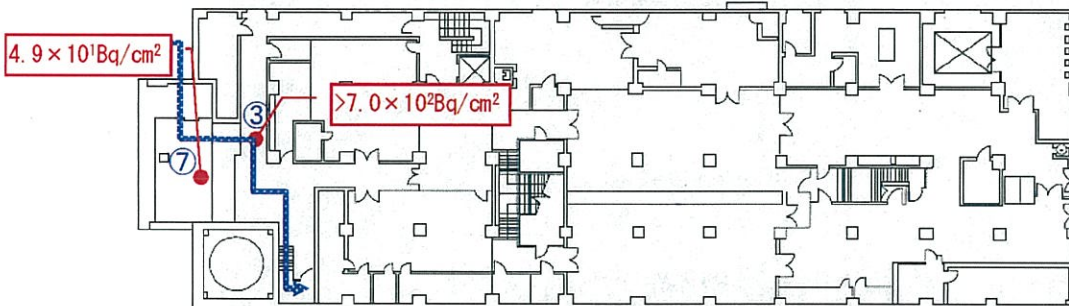




サービス建屋 2階



サービス建屋 1階



→ 搬入ルート

- ①チェックポイント小物モニタ脇机上
- ②更衣所入口
- ③二重扉出口
- ④更衣所内
- ⑤更衣所内
- ⑥更衣所内
- ⑦二重扉入口

福島第二原子力発電所 3・4号機サービス建屋汚染状況図

平成24年4月23日

原子力安全・保安院

九州電力株式会社玄海原子力発電所3号機で確認された 充てんポンプの主軸の折損に関する原因と対策の報告を受けました

原子力安全・保安院は、平成23年12月16日、九州電力(株)から、定期検査のため停止中の玄海原子力発電所3号機(加圧水型:定格電気出力118万キロワット)において、充てんポンプの主軸が折損していることを確認した旨、原子炉等規制法に基づく報告を受けました。(平成23年12月16日お知らせ済み)

本件について、本日(23日)、九州電力(株)から、原因と対策に係る報告書の提出を受けましたので、お知らせします。

原子力安全・保安院としては、今後、報告を受けた内容を厳格に確認する予定です。

また、充てんポンプの主軸の折損は、過去にも同様の事象が他プラントで発生していることから、原子力事業者に対し、同型ポンプの主軸に異常な振動が発生する可能性等の評価を行うよう指示文書を発出しました。

1. 事象発生によるプラント安全性への影響

本事象は、定期検査のため原子炉停止中の玄海原子力発電所3号機(以下「玄海3号機」という。)において、平成23年12月9日に安全上重要な機器である充てんポンプ^{※1}(C)の軸受け温度が高いことを示す警報が発生したため、当該ポンプの運転を停止し、その後、分解点検を行ったところ、同年12月16日にポンプの主軸に折損が確認されたものです。

12月9日の事象発生の際、充てんポンプ(C)の運転を停止しましたが、充てんポンプは3台あり、予備の充てんポンプ(A)へ切り替えて運転を継続したことから、安全上の問題はありません。また、充てんポンプ(C)から漏えいした水についても、全量が堰内に留まり、液体廃棄物処理系に移送されていることから、外部への放射性物質による影響はありません。

原子力安全・保安院では、12月9日の事象発生を受け、直ちに発電所に常駐している原子力保安検査官が現場に行き、漏えいした水が堰内に留まり外部へ漏えいしていないことを確認する等、プラントの安全状況を確認しています。

※1 1次冷却系統から抽出した1次冷却材の浄化やほう素濃度の調整を行った後、一次冷却材を再び1次冷却材系統に戻すためのポンプ

また、充てんポンプの分解点検の状況についても現場に立ち会う等、継続的に事業者の対応状況の確認を行いました。

2. 九州電力(株)からの報告の要点

九州電力(株)から報告のあった内容は、主として以下のとおりです。

(1) 原因調査結果及び推定原因

①主軸が折損した原因に関する詳細調査

- ・主軸は羽根車6段の割りリング溝部から折損しており、折損破面観察を行った結果、疲労によるき裂^{※2}の特徴であるビーチマーク^{※3}及び組織状模様^{※4}が確認された。
- ・主軸の割りリング溝部の形状を測定した結果、溝部の曲率半径が図面指示値(0.8mm)より小さい値(0.44mm~0.70mm)であり、応力が集中しやすいことが確認された。
- ・折損部の割りリング溝部の詳細調査の結果、当該リングに接触痕が認められた。これは、製造段階の羽根車取付時、温まった主軸が冷却過程で収縮する際に接触したものと推定され、主軸にかかる応力は、接触していない場合と比較すると大きいことが確認された。
- ・羽根車を調査した結果、前回の分解点検時までは認められていなかった吸込部の軽微な面荒れ(エロージョン^{※5})が今回の調査で初めて確認された。
- ・これまでの運転履歴を調査した結果、充てんポンプの上流側にある体積制御タンクにおいて、タンクの水位を低水位で運転している期間が、前回までの定期検査では約1日程度と短かったのに対し、今回の定期検査では約8か月(軸折損時まで)と長いことが確認された。
- ・体積制御タンクを長期間低水位で運転した際の影響について試験設備で確認した結果、タンク内へ水をスプレイした際に発生した気泡(ガス)が水平配管部に流れ込み、ガス溜まりが発生し、さらに低水位での運転を継続すると、ガス溜まりが大きくなり、そのガスが断続的に充てんポンプ内に流入することが確認された。
- ・充てんポンプへのガスの流れ込みの影響を確認するために折損部の割りリング溝部の応力評価を実施した結果、当該溝部に発生する応力が、き裂発生の判断基準となる疲労限度を上回ることが確認された。

※2 振動等により繰り返しの力が作用したことによるもの

※3 疲労破面に観察される特徴的な破面模様の1つで、砂浜に残る波跡に似た縞模様

※4 疲労破面に観察される特徴的な破面模様の1つで、金属材料を薬品により表面加工した時に観察される金属組織模様に類似した模様

※5 流体に含まれる気泡等により、材料表面が変形・劣化され、減肉が生じた際に見られる面あれ

②主軸が折損した推定原因

①の調査から主軸折損の原因を以下のとおり推定。

- ・ 充てんポンプの主軸は、割りリング溝部の曲率半径が図面指示値より小さくなっていたことから応力が集中する状態となっていた。さらに、羽根車取付時に割りリングと主軸が接触したことにより、接触していない場合と比較して割りリング溝部に大きな応力が生じた。
- ・ 今回の定期検査時に体制制御タンク水位を低水位で長期間運転したことにより、水平配管部にガス溜まりが発生し、このガスが充てんポンプ内に流入したため、主軸に振動が発生した。
- ・ この主軸の振動により、応力が集中していた主軸の割りリング溝部から、初期き裂が発生し、その後もガスが断続的に流入することにより発生した振動によってひびが進展し、主軸の折損に至った。

③過去の事例との関連性調査

- ・ これまで、平成16年に四国電力(株)伊方発電所3号機(以下「伊方3号機」という。)の充てんポンプで、平成20年に九州電力(株)川内原子力発電所1号機(以下「川内1号機」という。)の充てん/高圧注入ポンプで、同様の主軸折損が確認されていることから、今回の事例との関連性、対策等を検討。

(主軸の構造)

- ・ 主軸の構造については、割りリング溝部曲率半径が図面指示値より小さいことが、伊方3号機、川内1号機でも確認されている。また、割りリングが接触し応力が大きかったことが、伊方3号機でも確認されている。
- ・ これらについては、主軸製造時に割りリング溝部の削り加工の方法を精密な方法にして図面指示値どおりの曲率半径にすること、羽車を取り付けるための焼きばめの際に温度管理を行い、応力の発生を抑制することにより対策が可能であり、伊方3号機の事例を踏まえ、新たに製作する主軸については、応力の集中及び発生を抑制した構造とした。
- ・ 一方、玄海3号機では、平成16年5月に折損の可能性を評価したところ、配管が大きくガスの流れ込みがごく僅かであると考えられたことから、主軸に異常な振動は発生せず割りリング溝部の曲率半径が図面指示値より小さかったとしても、主軸に発生する応力は疲労限度を超えることはなく折損には至らないとの評価結果が得られたことから、主軸の取り替えは不要と判断していた。

(充てんポンプへのガスの流れ込み)

- ・充てんポンプへのガスの流れ込みについては、伊方3号機でも確認されている。
- ・伊方3号機の事例では、体積制御タンクを加圧しない状態で運転したことにより配管内の圧力が低下したことで水溶していたガスが、気泡化したことが原因であることから、同タンクを加圧して運転する改善を実施した。
- ・一方、体積制御タンクからのガスの流れ込みなど、主軸の異常振動が発生するその他の要因の抽出は検討されなかった。
- ・このため、今回の玄海3号機で発生した体積制御タンクの低水位運転による充てんポンプへのガスの流入についても検討するに至らなかった。

(2) 対策

- ・充てんポンプの主軸については、異常振動が発生したとしても折損に至らないよう、割りリング溝部の曲率半径に寸法公差を定めて図面指示どおりの曲率半径とし、羽根車取付時の温度管理を施した対策品に全て取り替える。
- ・主軸に対する異常な振動の抑制対策
 - a. ガスの流れ込み等、主軸が異常に振動する要因がほかにあるか否か、設計の再検証を実施する。(実施済)
 - b. 主軸の異常な振動の原因である体積制御タンクの低水位運転を長期間行わない運転手順へ変更する。
 - c. 充てんポンプにガスが流れこまないよう、充てんポンプ入口付近に空気抜き配管(ベントライン)を設置する。
- ・その他安全上重要なポンプへの対策
 - a. 主軸の調達にあたっては、割りリング溝部曲率半径の寸法や温度管理等を要求事項とし、要求どおりであることを確認する。
 - b. 類似の事象発生の可能性があるポンプ等の抽出を徹底して行い、最も厳しくなる条件により評価を行う。

2. 原子力安全・保安院の対応

(1) 受領した報告書への対応

原子力安全・保安院としては、九州電力(株)から報告を受けた内容を厳格に確認するとともに、これらの結果をとりまとめて公表する予定です。

(2) 他の原子力施設における確認

本事象と同型ポンプにて、過去にも本事象と同様の主軸の折損事象が発生していることから、原子力事業者に対し、同型ポンプの設置の有無、設置さ

れている場合は主軸に異常な振動が発生する可能性及びその異常な振動で主軸が折損に至る可能性について評価し、5月23日までに報告を行うよう指示文書を発出しました。

別添：「九州電力株式会社玄海原子力発電所第3号機で確認された充てんポンプ主軸の折損を踏まえた確認等について（指示）」（原子力安全・保安院）

(参考)

1. 本事象の概要

定期検査により停止中の玄海原子力発電所3号機において、12月9日10時48分、中央制御室で充てんポンプ(C)の軸受の温度が高いことを示す警報が発生したことから、予備の充てんポンプ(A)に切り替えた。また、現場確認の結果、充てんポンプ(C)の軸封部から水が漏えいしたことが確認された。漏えいした水には放射性物質が含まれているが、全量が堰内に留まり、液体廃棄物処理系に移送したことから、外部への放射性物質による影響はない。

その後、当該ポンプの分解点検を実施していたところ、本日(12月16日)、当該ポンプの主軸に折損が確認されたことから、当該ポンプが必要な機能を有していないと判断した。

2. 事象発生時のINES^{*}による暫定評価

基準 1	基準 2	基準 3	評価レベル
—	—	0—	0—

評価概要：定期検査のため原子炉停止中に、充てんポンプの軸受け温度が高いことを示す警報が発生したため運転を停止し、分解点検を行ったところ当該ポンプの主軸に折損が確認されたものであり、原子炉施設の安全に影響を与えない事象であると判断し、INESレベル0—の「安全に影響を与えない事象」と評価。

※ 2008年版INESユーザーズマニュアルによる評価。

INES (International Nuclear and Radiological Event Scale: 国際原子力・放射線事象評価尺度) とは、原子力発電所等のトラブルについて、それが安全上どの程度のものかを表す指標。評価は3つの基準(基準1: 人と環境、基準2: 施設における放射線バリアと管理、基準3: 深層防護)により行われ、最も高いレベルがそのトラブルの評価レベルとなります。評価レベルは、レベル0(安全上重要ではない事象)からレベル7(深刻な事故)まであります。レベル0は評価尺度未満の安全上重要ではない事象であり、0+は安全に影響を与え得る事象、0—は安全に影響を与えない事象として区分しています。

(本発表資料のお問い合わせ先)

原子力安全・保安院

原子力事故故障対策・防災広報室長 古金谷 敏之

担当者：関、照井

電話：03-3501-1511 (内線4911)

03-3501-1637 (直通)

原子力発電検査課長 大村 哲臣

担当者：石垣、忠内

電話：03-3501-1511 (内線4871)

03-3501-9547 (直通)

核燃料サイクル規制課長 信濃 正範

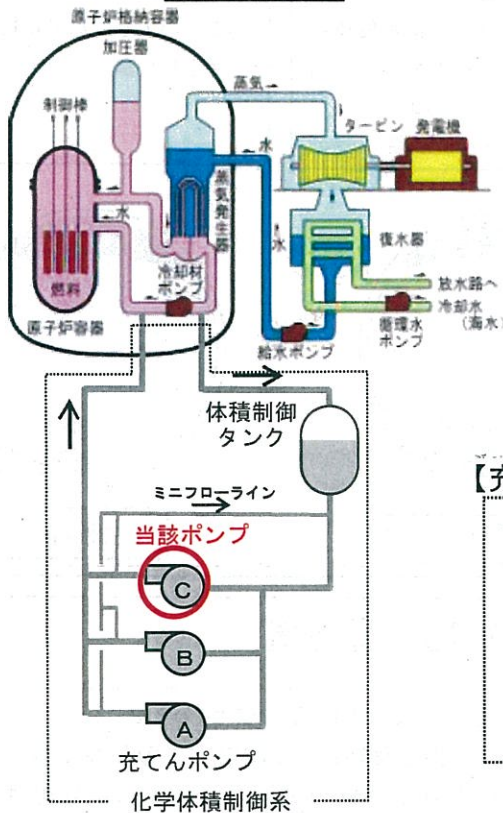
担当者：西村、長谷川

電話：03-3501-1511 (内線4891)

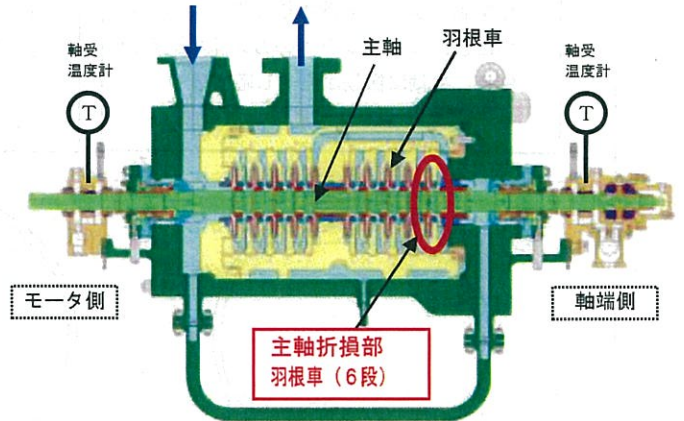
03-3501-3512 (直通)

玄海原子力発電所3号機充てんポンプ 主軸折損事象の概要

概略系統図



充てんポンプ構造図

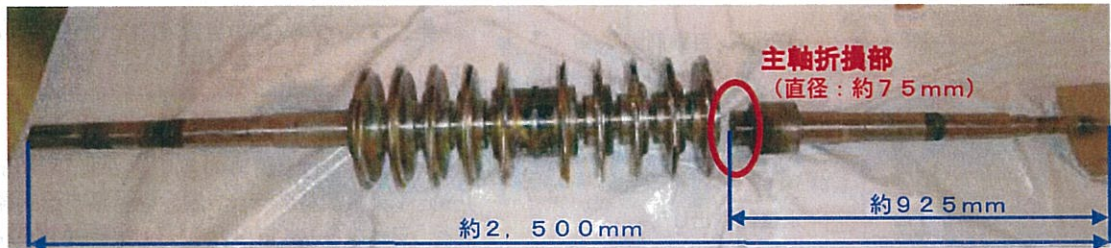


【充てんポンプ】

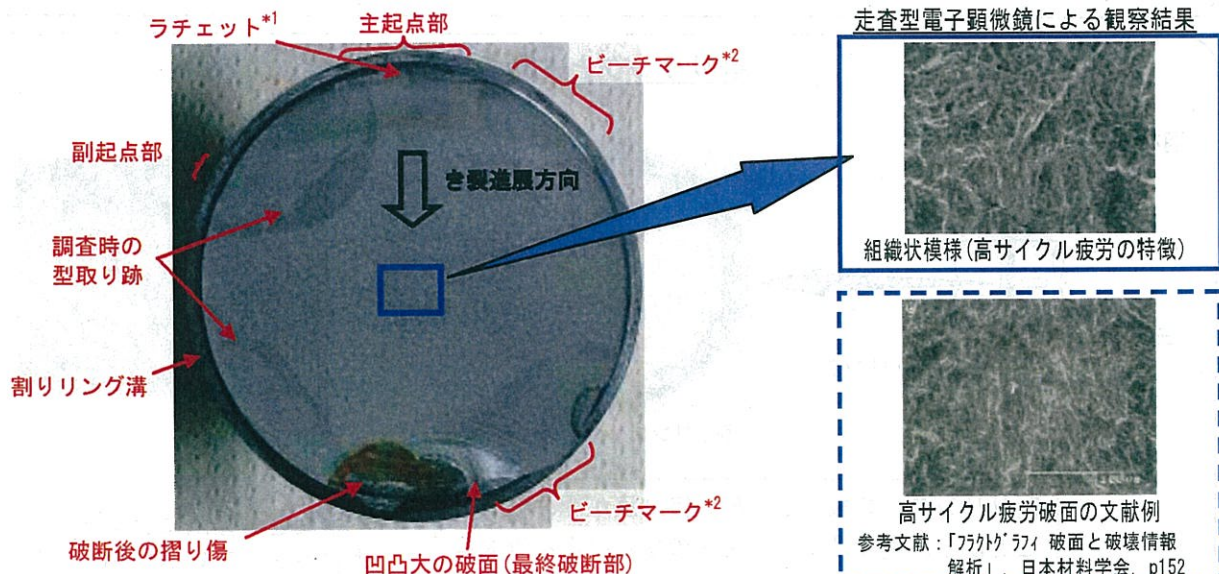
・1次冷却材系統から抽出した1次冷却材の浄化やほう素濃度の調整を行った後、冷却材を再び1次冷却材系統に戻すためのポンプ

型式	横置うず巻式	
台数	3台	
本体材料	ステンレス鋼(接液部)	※A, B, Cの3台設置しており、そのうち1台を運転している
容量	45.4 m ³ /h	
揚程	1,770m	

主軸折損状況



主軸破面の観察結果



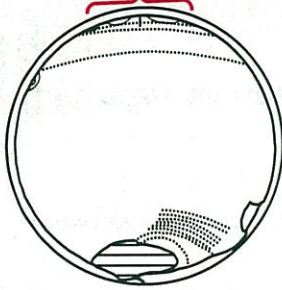
*1: 複数のき裂発生起点の破面が合体して生じた段差
*2: 疲労破面に観察される特徴的な破面模様の1つ

事象発生の推定メカニズム

1. 初期き裂発生

体積制御タンクを低水位で長期間運転したことによりポンプへのガス流れ込みが生じ、主軸に振動が発生し応力増加
⇒ 6段割りリング溝部でき裂発生

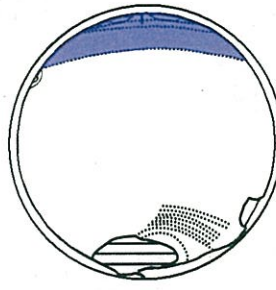
き裂発生



初期き裂発生

2. き裂進展

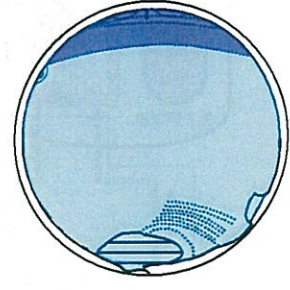
体積制御タンク低水位運転時のポンプへのガス流れ込みにより応力増加
⇒ き裂が徐々に進展



き裂進展

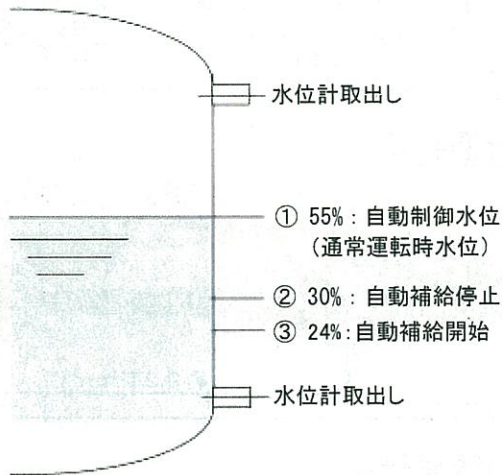
3. 主軸折損

き裂が大きくなり折損
⇒ **主軸折損**



主軸折損

体積制御タンクの水位設定値



○ 長期間低水位状態となった理由

定期検査時は、1次冷却材のサンプリング等により冷却材の一部が系統外へ取り出されるため、体積制御タンクの水位が低下する。この結果、タンク水位は自動補給・停止水位で保持されることとなった。

<参考>

通常運転時は、燃料の反応度が低下する分を補うため、1次冷却材のほう素濃度を調整する補給操作等を行うことから、水位は自動補給・停止水位より高めに調整され、体積制御タンクが低水位状態で長期間運転されることはない。

割りリングと主軸の接触



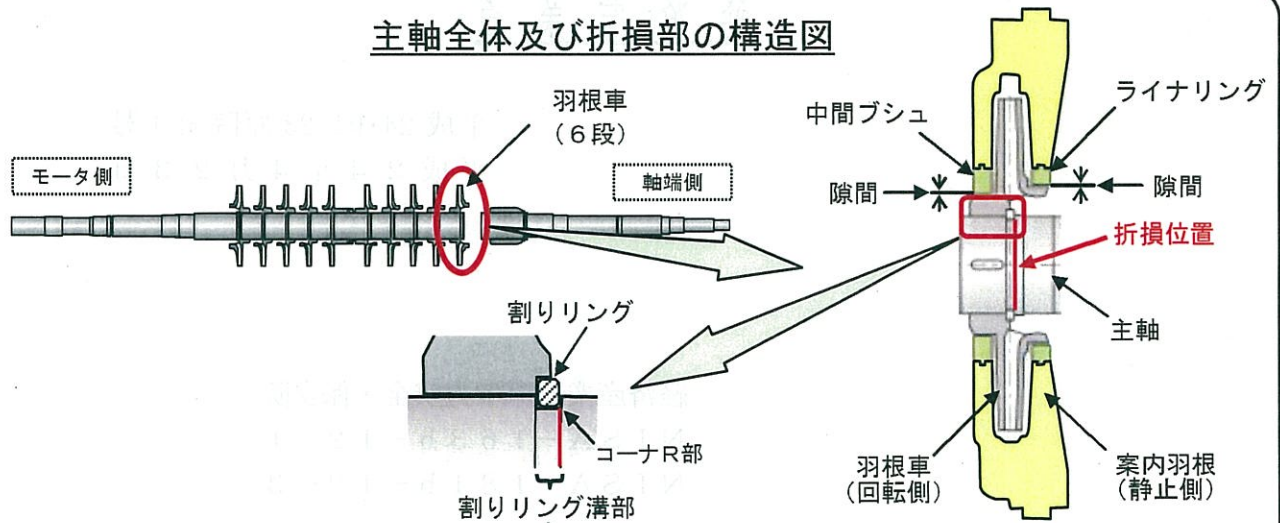
割りリング (6段) と主軸の接触痕が認められたことから、割りリングと主軸の接触による過大な応力が発生したと考えられる。

<参考>

主軸との接触による過大な応力が発生していない割りリングには接触痕が認められない。

<推定原因と対策>

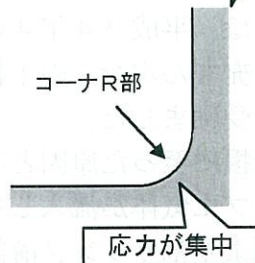
主軸全体及び折損部の構造図



割りリング溝部の形状

当該ポンプのコーナR部は、製作時に、図面指示より小さく加工*され、応力集中が大きくなったと考えられる。

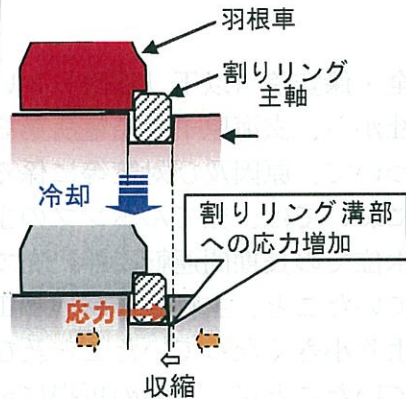
* 割りリング溝部の加工方法により、コーナR部が小さくなる可能性がある。



対策: コーナR部の寸法公差を定め、加工方法を見直し、図面指示どおりの曲率半径で製作する。

羽根車焼きばめに伴う割りリングと主軸の接触

羽根車焼きばめ時に温められた主軸が冷却される過程で割りリングを圧縮し、応力が発生したと考えられる。



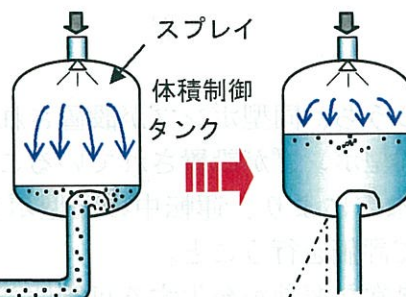
- ① 羽根車を熱して膨張させ、主軸に挿入
- ② 羽根車が冷えて収縮し軸と固定
- ③ 主軸が冷えて割りリングを圧縮

対策: 羽根車焼きばめ時の温度管理を行うことにより、主軸が十分冷えた状態で羽根車を挿入する。

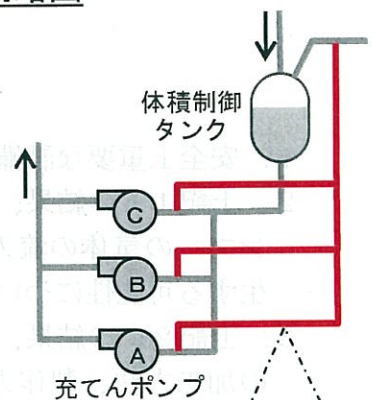
充てんポンプへのガス流れ込みの状況概略図

- ① 定期検査時、低水位で長期間運転したことに伴いガスが水平配管に流入
- ② 水平配管の上層にガスの滞留が発生し、溜まったガスが充てんポンプに流れ込む

充てんポンプへ
〔ガスの流れ込みによりポンプに振動発生〕



対策: 低水位運転を長期間実施しない。



対策: ガスを抜くためのベントラインを設置する。

経済産業省

平成 24・04・23 原院第 1 号

平成 24 年 4 月 23 日

経済産業省原子力安全・保安院

NISA-163b-12-1

NISA-181b-12-3

九州電力株式会社玄海原子力発電所第 3 号機で確認された充てんポンプ
主軸の折損を踏まえた確認等について（指示）

原子力安全・保安院（以下「当院」という。）は、平成 24 年 4 月 23 日に九州電力株式会社から、玄海原子力発電所第 3 号機の充てんポンプの主軸に折損が確認された件について、原因及び対策等に係る報告を受けました。

当該報告においては、充てんポンプの主軸が折損に至った原因として、体積制御タンクの低水位での長期間運転に伴い充てんポンプに気体が流入し主軸に異常な振動が発生していたこと、主軸製作時の加工工法により割りリング溝部の曲率半径が図面指示値より小さくなっていたこと及び羽根車の焼きばめに伴い割りリングと主軸が接触していたことが、主軸の折損に至った原因と推定しています。

当院は、本事象と同様の型式のポンプ（以下「同型ポンプ」という。）にて、過去にも本事象と同様の主軸の折損事象が発生していることに鑑み、貴社に対して、下記の事項について求め、その結果について、同年 5 月 23 日までに当院に対し報告することを求めます。

記

1. 安全上重要な設備のうち、同型ポンプが設置されているか確認すること。
2. 上記 1. の結果、同型ポンプが設置されていることが確認できた場合、同型ポンプへの気体の流入などにより、運転中の同型ポンプの主軸に異常な振動が発生する可能性について評価を行うこと。
3. 上記 2. の結果、異常な振動が発生する可能性がある場合、同型ポンプの主軸の加工方法、製作方法を考慮した上で、その異常な振動で主軸が折損に至るかどうか評価を行うこと。

平成24年4月26日
原子力安全・保安院原子力施設の耐震安全性に係る新たな科学的・技術的知見の
継続的な収集に関する平成23年度分の報告が提出されました

原子力安全・保安院（以下「当院」という。）は、平成21年5月に、原子力事業者及びJNESに対して、原子力施設への耐震安全性に係る新たな科学的・技術的知見の継続的な収集等を求めました。

今般、原子力事業者及びJNESから、当該指示を踏まえた原子力施設の耐震安全性に係る新たな科学的・技術的知見等の収集結果に関する平成23年度分の報告が当院に提出されましたのでお知らせいたします。

1. 経緯

当院は、平成21年5月8日に、原子力施設の耐震安全性に係る新たな科学的・技術的知見の継続的な収集及び評価への反映等について内規を定め、これに基づき、原子力事業者及び独立行政法人原子力安全基盤機構（以下「JNES」という。）に対して、原子力施設の耐震安全性に係る新たな科学的・技術的知見の継続的な収集及び評価への反映のための取組を行うことを求めました（平成21年5月8日発表済み）。当院の指示を踏まえ、本日、原子力事業者及びJNESから、原子力施設の耐震安全性に係る新たな科学的・技術的知見等の収集結果が当院に報告されました。（別紙）

2. 今後の対応等

今後、当院は、原子力事業者及びJNESから報告された新たな科学的・技術的知見等について、原子力施設の耐震安全性の評価に反映すべきかの観点から、専門家の意見を聴取して検討を行い、その結果を公表します。

なお、平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震に係る知見については、特にその重要性に鑑み、既に平成23年8月31日及び同年9月2日に、原子力事業者及びJNESから当該時点における収集結果の報告を受けました（平成23年9月2日発表済み）。当院は、当該知見を踏まえた上で、耐震バックチェックを実施しているところです（平成23年11月11日発表済み）。

（本発表資料のお問い合わせ先）

原子力安全・保安院

原子力発電安全審査課 耐震安全審査室 小林、野中
電話 03-3501-6289

原子力発電検査課 原山、熊谷
電話 03-3501-9547

核燃料サイクル規制課 浦野、嶋崎
電話 03-3501-3512

放射性廃棄物規制課 島根、堀口
電話 03-3501-1948

核燃料管理規制課 桜井、久保田
電話 03-3580-6158

原子力施設の耐震安全性に係る新たな科学的・技術的知見の継続的な
収集に関する平成23年度分の報告の概要

1. 原子力事業者からの報告

(1) 平成23年東北地方太平洋沖地震に係る報告

○新知見情報：2件

- ①プレート間で発生した巨大連動型地震
- ②海溝型巨大地震の影響によって発生した新たな地震

(2) 平成23年東北地方太平洋沖地震以外に係る報告

報告者	新知見情報	新知見関連情報	参考情報
全事業者共通情報	0	0	55
北海道電力	0	1	0
東北電力	0	4	13
東京電力	3	4	45
中部電力	1	3	25
北陸電力	0	0	2
関西電力	0	6	4
中国電力	0	0	19
四国電力	0	0	39
九州電力	0	0	4
電源開発	0	0	9
日本原子力発電	0	12	10
日本原燃	0	0	4
リサイクル燃料貯蔵	0	0	4
日本原子力研究 開発機構	0	10	10

○新知見情報：4件

- ①富山県津波調査研究業務報告書(概要版) [報告事業者:東京電力]
(富山湾周辺を震源とする地震による津波水位に関する報告。)
- ②鳥取県津波対策検討委員会(HP) [報告事業者:東京電力]
(日本海東縁部を震源とする地震による津波水位に関する報告。)

- ③島根県地震被害想定調査検討委員会（HP） [報告事業者：東京電力]
（日本海東縁部を震源とする地震による津波水位に関する報告。）
- ④南海トラフの巨大地震による震度分布・津波高について（第一次報告）
[報告事業者：中部電力]
（南海トラフ地震の強震断層モデル・津波断層モデル及び震度分布・津波高の推定結果が示されている。）

2. JNESからの報告

(1) 平成23年東北地方太平洋沖地震に係る報告

報告者	新知見情報	新知見関連情報	参考情報
JNES	3	3	2

※8種類の技術的知見グループに対するもの

○新知見情報：3件

- ①海溝型地震
- ②津波波源・伝播
- ③余震・誘発地震

(2) 平成23年東北地方太平洋沖地震以外に係る報告

報告者	新知見情報	新知見関連情報	参考情報
JNES	1	10	281

○新知見情報：1件

- ①Tanaka et. al (2011) Study on Vertical Motions by Rocking Responses of Reactor Buildings during the 2007 Niigataken Chuetsuoki Earthquake at the Kashiwazaki Kariwa Nuclear Power Plant
（2007年中越沖地震観測記録による柏崎刈羽原子力発電所原子炉建屋の応答を分析し、水平動入力によるロッキング振動による鉛直応答への応答を解析したもの。）

以上

