

福島第一原子力発電所 第4号機

平成17年度（第20回）定期事業者検査の実施状況について

平成17年11月

東京電力株式会社

目 次

1. 定期事業者検査の概要	1
2. 定期事業者検査の工程	2
3. 定期事業者検査等の結果	3
4. 主要改造工事の概要について	10
5. 定期事業者検査中に発生した主な不具合について	10
6. 他プラント及び定期事業者検査以外で発生した不具合に対する 対応について	14
7. その他	17
8. まとめ	18

1. 定期事業者検査の概要

(1) 定期事業者検査の実施状況

4号機（第20回）定期検査及び定期事業者検査は、平成17年6月25日から平成18年1月12日の間（並列は平成17年11月30日、開始から並列まで159日間）の予定で実施しています。

定期事業者検査（本書では以下の内容を総称して「定期事業者検査」という）では、原子炉施設、タービン施設等の定期的な点検、法定定期事業者検査の実施、法定定期検査の受検、定期安全管理審査の受審を行うとともに、燃料の一部取替、改造・取替工事を実施し、設備及び機能の健全性・信頼性の維持向上に努めました。

実施にあたっては「原子力発電所における安全のための品質保証規程（JEAC4111-2003）」及び「原子力発電所の保守管理規程（JEAC4209-2003）」を適用規格として、社内で定めた品質マネジメントシステム文書である「原子力品質保証規程」、「保守管理基本マニュアル」、「検査及び試験基本マニュアル」等に基づき、各検査毎に定期事業者検査要領書を作成して定期事業者検査を実施しています。また、合わせて原子力安全・保安院及び原子力安全基盤機構による定期検査を受検しています。

これまでに定期事業者検査152*件を実施するとともに、定期検査47*件を受検し、いずれの検査結果も技術基準へ適合していることが確認されています。また、定期安全管理審査10*件を受審しています。

今回の定期事業者検査の具体的な実施内容は以下のとおりです。

- a. 原子炉施設の法定定期検査（第20回）
- b. タービン施設の法定定期検査（第13回）
- c. 原子炉施設、タービン施設等に関する定期的な点検及び法定定期事業者検査
- d. 主要改造工事
 - ・炉心シュラウド他点検
 - ・残留熱除去系蒸気凝縮系配管改造工事
 - ・125V蓄電池改造工事
 - ・蒸気タービン低圧内部車室（A）取替工事

*11月18日時点

(2) 定期事業者検査中に発生した主な不具合の処置状況について

定期事業者検査中に発生した不具合に対しては、その都度原因を究明し、再発防止対策を実施しています。

今回の定期事業者検査の実施期間中に発生した主なものは次のとおりです。

- 使用済燃料プールでの金属らしきものの発見について
- 圧力抑制室における異物について
- シュラウド外周部でのビニール片等の発見について
- タービン建屋地下1階給水加熱器ドレンポンプ（C）におけるトリチウムを含んだ湧水の確認について

- 残留熱除去海水系配管からの海水漏えいについて
- 作業員の放射性物質の微量な内部取り込みについて

(3) 他プラント及び定期事業者検査期間以外で発生した不具合に対する対応について

当所及び他発電所で発生した不具合に対しても、同様な事象発生を未然に防止するための対策を実施しています。

- ・美浜発電所3号機配管破損事故に係る対応について
- ・柏崎刈羽1号機における主蒸気リード管ドレン配管のピンホールについて
- ・福島第一2号機における湿水分離器ドレンタンク付近での滴下について
- ・福島第一4号機における給水加熱器室主復水器（A）北側高所付近からの滴下について
- ・福島第二1号機制御棒駆動水圧系配管における減肉について
- ・福島第一4号機原子炉再循環ポンプ（B）号機M-Gセットのすくい管ロックの発生について

2. 定期事業者検査の工程

(1) 定期事業者検査の期間

(添付資料2-1参照)

	計 画	実績（一部予定）	差
開 始 日	平成17年6月25日	平成17年6月25日	0日
並 列 日	平成17年11月3日	平成17年11月30日	27日
定期事業者検査終了日	平成17年12月7日	平成18年1月12日	36日
並列までの期間	132日間	159日間	27日
定期事業者検査終了迄の期間	166日間	202日間	36日

(2) 定期事業者検査期間の変更経緯

今回の定期事業者検査は、平成17年6月25日に開始し、上記予定で進めておりますが、定期事業者検査期間はこれまで当初計画から以下のとおり変更しています。

<当初計画；平成17年5月25日申請>

自 平成17年 6月25日

至 平成17年12月 7日（総合負荷性能検査予定）

並列は平成17年11月 3日（解列から並列まで132日間）

<第1回；平成17年9月12日変更申請>

自 平成17年 6月25日

至 平成17年12月22日（総合負荷性能検査予定）

並列は平成17年11月18日（開始から並列まで147日間）

変更理由

低圧タービン内部車室修理を追加したため、定期事業者検査期間を延長しました。

<第2回；平成17年11月24日変更申請>

自 平成17年 6月25日

至 平成18年 1月12日（総合負荷性能検査予定）

並列は平成17年11月30日（開始から並列まで159日間）

変更理由

残留熱除去海水系配管修理を追加したため、定期事業者検査期間を延長しました。

3. 定期事業者検査等の結果

(1) 定期事業者検査の結果

（添付書類3-1参照）

今回の定期事業者検査においては、電気事業法第55条に基づく定期事業者検査179件を実施するとともに、これら定期事業者検査のうち60件について同法第54条に基づく定期検査の受検を予定しています。また、10*件について同法第55条に基づく定期安全管理審査を受審しました。

これまでの検査の結果では、全ての検査項目において経済産業省令に定められている技術基準に適合していることを確認しています。

なお、平成17年11月18日までの実績としては、起動前に実施する定期事業者検査として168件のうち152*件が終了し、定期検査としては54件のうち47*件が終了しています。

（平成17年11月18日現在）

項目	検査総数	終了した検査数
定期事業者検査	179	152*
定期検査	60※	47*※
定期安全管理審査	—	10件*※

※定期事業者検査のうち保安院又は機構が定期検査を実施した検査数及び機構が安全管理審査を実施した検査数を示す。

*11月18日時点

今回の定期事業者検査は、政省令改正に伴う新検査制度に基づくものであり、当所では3、5、2号機に続いて4プラント目の定期事業者検査となりますが、適切な検査を実施するため、次のような取り組みを実施してきました。

a. 検査実施グループへの支援

新検査制度は、民間規程である「原子力発電所における安全のための品質保証規程(JEAC4111-2003)」及び「原子力発電所の保守管理規程(JEAC4209-2003)」を適用規格として実施されることから、新検査制度に基づく定期事業者検査や安全管理審査にも適切に対応できるよう、本店主管グループ、発電所品質・安全部門による検査実施グループ等への支援を行っています。

具体的には、本店の定期事業者検査プロジェクトグループが、保安院や機構との検査等に係わる調整や各発電所への指導・助言を行っています。

また、発電所の品質管理グループは定期事業者検査要領書の審査、保安院・機構が行う検査や審査への立会や対応等を行い、各検査実施グループへの支援、検査情報の収集と共有を行っています。

b. 定期事業者検査開始準備及び実施における対応

4号機(第20回)定期事業者検査の準備対応として、平成17年3月18日に品質管理GMを主査とした「4号機第20回定検準備連絡会」を開催し、定期事業者検査申請や検査要領書の提出スケジュール及び準備状況の確認、要領書作成の留意点の確認、主要工程の概要の説明等を行いました。

c. 定期事業者検査工程の作成、調整

定期検査の工程作成にあたっては、燃料交換、点検周期に基づいた定期的な機器等の点検、定期検査及び定期事業者検査、炉心シュラウド他点検及び残留熱除去系蒸気凝縮系配管改造工事等の修理改造工事に必要な日数を確保するとともに、これらの作業が効率よく実施できるよう作業の順序を決めています。

定期検査工程の検討については、定期検査開始前より工程に対して支配的な作業の制約条件(作業日数、作業エリア等)について工程調整会議(平成16年12月2日より開催)を開催し協力企業間及び協力企業と当社関係部門において調整を行った上で、主要な作業の工程を決定しました。また、それ以外の作業についても主要な作業工程の検討と同様に工程調整会議において、各作業の内容、作業に必要な期間、作業条件、検査日程等の詳細な事項について協力企業間及び協力企業と当社関係部門において調整を行いました。

4号機では、平成17年5月25日付で定期事業者検査申請を行いました。低圧タービン内部車室修理を追加したことから見直し・再調整を行い、平成17年9月8日に定期検査工程の変更を決定しました。

なお、現在、残留熱除去海水系配管からの海水漏えいに伴う修理を追加して実施したことから定検工程の見直し・再調整を行いました。

定期検査中の工程管理については、日々の工事管理の中で協力企業と当社関係部門が調整・確認を行うとともに、各作業を実施する協力企業とそれを主管する

当社グループとの間で週1回開催される工程調整会議（平成17年6月13日より開催）において、協力企業と当社関係部門が一堂に会して、作業の進捗と週間予定を確認し、計画との差異が生じた場合には必要に応じて工程の調整・変更を実施しています。

また、残留熱除去海水系配管からの海水漏えい等設備の不具合やトラブルが発生しましたが、その都度協力企業と当社関係部門で工程調整を実施し、不具合箇所等を確実に是正するために必要な日数を確保した上で作業を実施しました。

(2) 原子炉格納容器漏えい率検査について

第20回定期事業者検査で実施した原子炉格納容器漏えい率検査は、発電所で制定した「厳格な立入検査後における原子炉格納容器漏えい率検査の実施方針について」（平成16年1月28日制定 平成17年2月24日（改訂5））に基づき、J E A C 4 2 0 3 - 1 9 9 4（電気技術規程—原子力編—原子炉格納容器の漏えい試験；（社）日本電気協会発行）の要求事項を十分理解した上で、検査に係る実施箇所が責任を持って計画・実行し、この実施に係る過程の中で必要な品質を作り込み、自らが検査することによって品質を確認し漏えい率検査の目的を果たすことを基本としています。

原子炉格納容器漏えい率検査については、検査事前準備として平成17年8月17日から計器調整やバウンダリ構成等の準備作業を進め、平成17年10月18日よりバウンダリ構成を実施しました。この事前準備作業を経て10月22日より原子炉格納容器内を規定圧力まで上昇し、10月23日～24日に予備データ、10月25日～26日に本データの採取を行いました。

主要工程	計器調整等 準備作業	バウンダリ 構成	加圧、漏えい 確認	漏えい率測定	復旧
日程	8/17～10/14	10/18～10/21	10/22～10/23	10/23～10/26	10/26～10/28

原子炉格納容器漏えい率検査結果は、判定基準である1日当たり0.45%以下を下表の通り満足することを確認しました。

	実施日時	測定値	判定値
予備データ	10月23日 13:00 ～10月24日 13:00	0.038 %/日*1	0.45 %/日以下
本データ	10月25日 10:00 ～10月26日 10:00	0.03590%/日以下*2	

*1：95%信頼限界（上の限界）

*2：計器精度以下であることを記載（95%信頼限界 0.0121%/日）

本検査において使用するデータ処理計算機プログラムは、従来より使用実績のある日立系の計算機を使用しています。このため、先に実施された柏崎刈羽原子力発電所3号機で発生したプログラム（東芝系）の一部不具合に対する対策は、プログラムが違うため対象外であり必要ありません。

また、福島第二・2号機において、測定値がマイナス値になった件に鑑み、当所では以下の対策を実施しました。

- ・室温データを採取し、検査記録として保存する。

なお、室温の変動による漏えい量（漏えい率）の影響評価を実施することとしていましたが、測定値がマイナス値にならなかったため評価していません。

(3) 主要な機器等の点検結果

a. 原子炉関係

(a) 原子炉再循環系配管等の応力腐食割れ対策及び点検状況

原子炉再循環系配管等については、周方向継手102箇所のうち55箇所について応力腐食割れ対策を実施していますが、47箇所については応力腐食割れ対策を実施していません。

この47箇所については、供用開始後5年（運転期間）を経過した時期から5年毎に100%点検を行います（原子力安全・保安院指示文書[※]）。今定検では、この47継手のうち3継手について超音波探傷試験を実施し、ひび等の異常がないことを確認しました。

（添付資料3-2）

※：経済産業省平成15年4月17日付け平成15・04・09原院第4号「炉心シュラウド及び原子炉再循環系配管等のひび割れに関する点検について」、経済産業省平成16年9月22日付け平成16・09・08原院第1号「発電用原子力設備における破壊を引き起こすき裂その他の欠陥の解釈について」

(b) 炉心シュラウド他の点検状況

炉心シュラウドの溶接線については、前回（第19回）定検においてひびの除去を実施しています。また、ひび除去後の運転中には4つのパラメータ（炉心流量、炉心支持板差圧、発電機出力、原子炉熱出力）の変動状況を監視することでシュラウドに異常がないことを確認しました。今定期検査では、1サイクル運転後の確認として、ひび除去部について0.025mm幅のワイヤが識別できる精度を有する水中TVカメラによる遠隔目視点検を実施し、ひび等の異常がないことを定期事業者検査の一環として確認しました。なお、運転中は引き続き4つのパラメータの変動状況を監視します。

また、ジェットポンプ及び炉心スプレイ系については、社団法人日本機械学会「発電用原子力設備規格 維持規格(2004年版)」JISME S NA1-2004に基づく点検を行い、ひび等の異常がないことを確認しました。

（添付資料3-3）

※1：経済産業省平成15年4月17日付け平成15・04・09原院第4号「炉心シユラウド及び原子炉再循環系配管等のひび割れに関する点検について」

※2：経済産業省平成16年9月22日付け平成16・09・08原院第1号「発電用原子力設備における破壊を引き起こすき裂その他の欠陥の解釈について」

(c) 制御棒駆動水圧系配管等の点検状況

平成14年8月22日に当所3号機で発生した制御棒駆動水圧系配管の不具合対策として、当社で制定した点検方針に基づき、原子炉格納容器内側及び外側配管について、目視検査(点検可能な範囲を全て)を定期事業者検査として実施しました。

また、塩分付着量についても測定した結果、基準値(70mgCl/m²)を上回る箇所が1箇所ありましたが、清掃後に実施した浸透探傷検査により異常のないことを確認しました。(添付資料3-4)

その他のステンレス配管については、前回定期検査の点検で付着塩分量が基準値(70mgCl/m²)を超えた26箇所を含む53箇所(原子炉建屋10箇所、タービン建屋43箇所)を対象に、平成17年7月22日から9月16日にかけて点検を実施しました。

その結果、付着塩分量測定において原子炉建屋1箇所、タービン建屋35箇所基準値(70mgCl/m²)を上回る箇所がありました。これらの配管については、清掃後再度付着塩分量測定を行い、基準値以下になっていることを確認しました。また、目視検査及び塗装されていない配管については、浸透探傷検査を行い異常のないことを確認しました。

(d) 主蒸気逃がし安全弁

主蒸気逃がし安全弁全数について分解点検を実施し、弁体、弁座、弁棒、バネ等にき裂、変形その他の欠陥がないことを目視により確認しました。また、漏えい検査及び機能検査を実施し健全性を確認しました。

(e) 主蒸気隔離弁

原子炉格納容器外側の主蒸気隔離弁4台について、分解点検を実施し、弁体、弁座、弁棒等にき裂、変形その他の欠陥がないことを目視により確認しました。

組み立て後は、全数(内側4台、外側4台)について漏えい率検査を行い、漏えい率が許容値以内であることを確認しました。また、全数について機能検査を実施し健全性を確認しました。

(f) 制御棒駆動機構

制御棒駆動機構135本のうち当初計画の20本について分解点検を実施し、ピストンチューブ及びインデックスチューブ等に欠陥がないことを目視により確認しました。なお、制御棒の挿入引抜き速度調整において引抜き速度が速かった制御棒の駆動機構1本(今回点検しなかった制御棒駆動機構)を追加点検し、消耗品(ア

ウターシール等)を取替え、その後健全性を確認しました。

また、全数について機能検査を実施し健全性を確認しました。

(g) 原子炉再循環ポンプ

原子炉再循環ポンプ2台については、メカニカルシール取り替えを実施後、試運転を実施し健全性を確認しました。

(h) 非常用予備発電装置

非常用予備発電装置について、機関内部点検(18気筒のうち2気筒)及び点検計画に基づく付属機器(燃料弁、始動弁、始動用電磁弁など)の点検を実施した結果、異常は認められず良好でした。プラント起動前に自動起動検査を実施します。

(i) 廃棄物処理設備

点検計画に基づくポンプ及び弁類、タンク及び電気・計装品の点検、サンピットの点検清掃を実施した結果、異常は認められず良好でした。

(j) 計測制御設備

原子炉保護系及び非常用炉心冷却系統等の重要な計器類の点検調整を実施するとともに論理回路及びインターロックが正常に作動することを確認します。

また、核計装設備の点検調整を実施し問題のないことを確認しました。

(k) 放射線管理設備

プロセス放射線モニタ、エリア放射線モニタについて、線源校正を含む点検調整を実施し健全性を確認しました。

b. タービン関係

(a) タービン本体

タービン本体は、今回が第13回目の法定定期検査であり、各部の開放点検手入れを実施した結果、低圧タービン内部車室等に浸食が認められたことから、溶接補修等を実施するとともに目視検査・表面検査(浸透探傷検査)を行い異常のないことを確認しました。

プラント起動後、性能の確認(定期事業者検査)を実施します。

(添付資料3-5)

(b) 復水器

復水器は、水室側(海水側)、排気室側(蒸気側)とも内部点検清掃を実施した結果、異常は認められず良好でした。

また、水室側については、冷却管の渦流探傷検査の結果を踏まえ、43,092本(6水室全本数)のうち11本について閉止栓を実施しました。

なお、これまでの全閉止栓本数は465本で、許容閉止栓本数3,936本に対

し十分な余裕があります。

(c) 復水ポンプ

低圧復水ポンプ・高圧復水ポンプは、簡易点検として軸封部の点検を実施した結果、異常は認められず良好でした。また、試運転を実施し健全性を確認しました。

(d) 給水ポンプ

電動機駆動原子炉給水ポンプは、簡易点検として軸封部の点検を実施した結果、異常は認められず良好でした。また、試運転を実施し健全性を確認しました。

タービン駆動原子炉給水ポンプについては、駆動用タービン（A）（B）の分解点検を実施した結果、異常は認められず良好でした。

タービン駆動原子炉給水ポンプについては、プラントの起動時に試運転を実施し健全性の確認を実施します。

c. 発電機関係

発電機の一般点検、励磁装置本格点検及び相分離母線の点検を実施しました。プラントの起動時に運転確認検査を実施し性能を確認します。

d. 設備総合

(a) 総合負荷性能検査

起動後一定時間プラントを運転した後に諸データを採取し、プラントの諸機能が正常に作動し、安定した状態で連続運転ができることを確認します。

e. その他

(a) 非常用炉心冷却系統ストレーナの点検について

非常用炉心冷却系統ストレーナの点検を実施し、ストレーナ・メッシュ部の異物除去機能に影響を及ぼす恐れのある詰まり及び変形がないことを確認しました。
(添付資料 3-6)

なお、非常用炉心冷却系統等のストレーナ閉塞事象の対応として、原子炉格納容器内で使用している全ての繊維質保温材について、ケイ酸カルシウム保温材、金属保温材等への取替えを実施しました。

(b) 中央制御室及びケーブル処理室につながる電線管等貫通部のシール施工状況点検について

平成16年8月9日に発生した関西電力（株）美浜発電所3号機の二次系配管破断事故発生時に中央制御室制御盤内に蒸気の浸入が報告されたことに鑑み、中央制御室及びケーブル処理室につながる電線管及びケーブルトレイの壁・床貫通部シール施工状況について、今回の定期事業者検査中に調査を実施しています。なお、シール施工が不十分なところは補修を実施しました。

(添付資料 3-7)

(c) 気水分離器リフティングロッド(仮置き用の脚)の修理について

平成15年8月20日(前回定期検査)、原子炉復旧作業に伴い気水分離器をシュラウド上部へ据え付け、シュラウドヘッドボルトの締め付け作業を実施していたところ、ボルトが正常に締め付けられないことを確認しました。水中カメラで確認したところ、気水分離器リフティングロッド(仮置き用の脚 全4本)が内側に曲がりシュラウド上部フランジ面に乗っていた状態でした。応急処置として当該定検時に曲がった脚を治具(水圧ジャッキ)にてシュラウド上部フランジ面に干渉しないよう修正しました。

今回の定期検査においては、当該ロッドを切断する治具(放電加工)を作製し、当該ロッドを切断して気水分離器を炉内に復旧しました。

(添付資料 3-8)

4. 主要改造工事の概要について

(1) 残留熱除去系蒸気凝縮系配管改造工事

残留熱除去系の機能の一つである蒸気凝縮モードで使用する残留熱除去系蒸気凝縮系配管については、中部電力(株)浜岡原子力発電所1号機で発生した配管破断の対策として、当該モードを使用しないこととし順次撤去を行っていますが、4号機についても今回の定期検査において当該配管を撤去しました。

(添付資料 4-1)

(2) 125V蓄電池改造工事

高圧注水系及び原子炉隔離時冷却系の復水器真空ポンプ・復水器復水ポンプ国産化による容量の増加に伴い、蓄電池容量変更が必要となることから、保守性向上・設置スペースの効率化が可能な制御弁式据置鉛蓄電池に改造を行いました。

(添付資料 4-2)

(3) 蒸気タービン低圧内部車室(A)取替工事

低圧内部車室(A)に蒸気による浸食が認められるため、予防保全の観点から耐浸食性に優れた材料に取替えました。

(添付資料 4-3)

5. 定期事業者検査中に発生した主な不具合について

(1) 使用済燃料プールでの金属らしきものの発見について

平成17年7月26日、使用済燃料プール内で燃料集合体外観の自主検査*1を実施していたところ、1体の燃料集合体下部(スぺーサ*2部)に金属らしきもの1個(長さ約1cm)を発見しました。

調査の結果、異物はワイヤブラシの素線形状と類似していることからワイヤブラシの素線と推定しました。また、その付着状態から当該異物は、プラント運転中に冷却水の原子炉下部からの流れとともに運ばれ、スペーサ内部に挟まったものと推定しました。

異物の混入については、平成 11 年度以降に原子炉内への異物混入防止対策*³を強化していることから、平成 11 年度以前の保守作業で炉内等に混入したものと推定しています。

当該異物は燃料棒表面に密着した状態で挟まっており機器等による回収が困難であること、また、異物が燃料移動中に落下することはないと考えられること、当該燃料は使用済燃料として取り出され再装荷しないことから、当該燃料については現状のまま保管することとしました。

(添付資料 5-1)

* 1 : 燃料集合体外観の自主検査

当社が自主的に実施しているもので、再使用しない使用済燃料のうち、燃焼の進んだ燃料数体を代表として水中カメラにより外観を確認するもの

* 2 : スペーサ

燃料棒と燃料棒の間隔を所定の間隔に保つための部品

* 3 : 原子炉内への異物混入防止対策

平成 11 年 10 月以降の定期検査から適用された原子炉内への異物混入防止のための対策

具体的な内容は以下のとおり

- ①養生の徹底
- ②ワイヤバフ、ワイヤブラシの使用制限
- ③清掃の徹底
- ④員数管理

(2) 圧力抑制室における異物について

平成 17 年 7 月 1 日より実施した圧力抑制室内の点検・清掃作業のうち、8 月 2 日までに圧力抑制プール内の点検および非常用炉心冷却系吸い込みストレーナの目視点検および清掃を終了し、発見したシート片、テープ片等（合計 44 個）を回収しました。

また、その後原子炉格納容器漏えい率検査前の格納容器内の点検を実施していたところ格納容器と圧力抑制室をつなぐベント管内の水面にシート片等（10 枚）を発見し回収しました。これら今回発見されたシート片等は圧力抑制室底部に堆積していたクラッド内にあり確認しづらかったものや点検確認しづらい部位に付着していたものが移動してきたものと推定しました。

今後とも引き続き異物混入防止対策を実施していきます。

(添付資料 5-2)

(3) シュラウド外周部でのビニール片等の発見について

平成17年8月24日から炉内構造物検査の準備作業中にシュラウド外周部（アニュラス部）にてビニール片1枚および円弧状の金属片1個を確認し、回収しました。

当該ビニール片については、今回の定期検査において実施した原子炉圧力容器内の水抜き作業で、原子炉圧力容器上蓋を仮閉鎖した際、養生に使用したビニールテープがはがれ落ちたものと推定しました。

また、円弧状の金属については、外観上腐食が進んでいること、原子炉内で同じような形状・材質の部品を使用していないこと、平成11年以降は異物混入対策として徹底した員数管理を実施していることなどから、平成11年以前に混入したものと推定しました。

今後も引き続き、異物混入防止対策を徹底します。

(添付資料5-3)

(4) タービン建屋地下1階給水加熱器ドレンポンプ（C）におけるトリチウムを含んだ湧水の確認について

当所1号機給水加熱器ドレンポンプバレルからの漏えいに関する水平展開として、タービン建屋地下1階に設置されている給水加熱器ドレンポンプ（C）の点検を実施したところ、平成17年10月7日、当該ポンプが収納されているポンプバレルを収めたコンクリートピット（以下、ピットという。）内に湧き水が浸入していることを確認しました。

また、同日にピット内に溜まっていた水について水質分析を行ったところ、自然界（海水）に含まれる濃度（約 $5 \times 10^{-4} \text{ Bq/cm}^3$ ）よりも高いトリチウム（トリチウム濃度： 0.6 Bq/cm^3 ）が検出されました。

原因としては、過去の給水加熱器ドレンポンプ（C）本格点検時に於けるフランジ切り離し時、不十分な養生の状態で行ったためトリチウムを内包する残水がバレルベース部に飛散し、ポンプ架台とバレルベース部の境界面のモルタル及びエポキシ塗装の微細なクラックからピット内へ混入したものと推定しました。

対策としては、給水加熱器ドレンポンプ（C）ピット内の止水処理を行いました。また、今後の給水加熱器ドレンポンプ本格点検時においては、残水の飛散防止対策として、ピット上部の養生等を確実に実施し、飛散した水がピット内に混入しない様にするとともにポンプ架台とバレルベース部の境界面のモルタル及びエポキシ塗装の健全性の確認を行いました。

なお、給水加熱器ドレンポンプ（A）（B）のバレルについては計画取替を行うとともにピット内の止水処理を行いました。

(添付資料5-4)

(5) 残留熱除去海水系配管からの海水漏えいについて

平成17年10月3日午前9時31分頃、原子炉建屋地下において、B系の残留熱除去海水系出口配管から保温材を通して水が漏れていることを、協力企業作業員が発見しました。床面への海水の漏えい量は約18リットルで、放射性物質は含まれていないことを確認しました。

その後、保温材を外して漏えい箇所を調査したところ、当該配管の一部に貫通口（直径約1ミリ）があることを確認しました。なお、漏えいについては、簡易補修により停止しました。当該スプールを取り外し、内面を確認したところライニング材が剥がれていました。穴の開いた原因はライニング材の剥がれに起因して当該部が徐々に浸食、腐食により肉厚が薄くなり貫通したものと推定しました。

対策として当該配管の取り替えを行い異常のないことを確認しました。また、当該ラインの他の配管部にライニング材の剥がれがないことを確認しました。なお、類似配管の肉厚測定を実施し問題のないことを確認しました。

今後、計画的に点検を実施していきます。

(添付資料5-5)

(6) 作業員の放射性物質の微量な内部取り込みについて

平成17年10月1日午前11時55分頃、原子炉建屋5階において、原子炉復旧作業で使用した工具のつり上げを行っていた協力企業作業員1名に、身体汚染が確認されたことから、念のためホールボディーカウンタによる測定を実施しました。

その結果、極微量の放射性物質の内部取り込みの疑いがあることから、10月2日に再測定を実施し内部取り込みを確認しました。

そのため、当該エリアで作業していた他の35名についてもホールボディーカウンタによる測定を実施したところ、新たに3名の内部取り込みを確認しました。

調査の結果、10月1日午前10時頃、原子炉ウエル内の压力容器フランジ部に設置された保護カバーを原子炉建屋5階へ吊り上げたところ、当該エリアの放射能濃度が上昇したため、当初計画では当該エリアはフードマスク未着用であったことから放射線管理員はフードマスクの着用を指示しましたが、作業員および待機していた作業員の4名は、着用までの間に内部取り込みをしたものと推定しました。

本事象に対して、汚染レベルの高い物品を移動する際には、物品の養生または作業開始時点からのフードマスクの着用を徹底します。また、本事象について、協力企業に対し事例検討会を実施しました。

なお、今回の事象により今後50年間に受ける放射線量は約0.01ミリシーベルトと推定され、胸部レントゲン撮影1回分(約0.05ミリシーベルト)より低く、身体に影響を与えるものではありません。

(添付資料5-6)

6. 他プラント及び定期事業者検査以外で発生した不具合に対する対応について

(1) 美浜発電所3号機配管破損事故に係る対応について

関西電力（株）美浜発電所3号機2次系配管破損事故に鑑み、平成16年8月11日付にて、経済産業省指示文書^{※1}から配管減肉事象に係る点検に関する指示を受けました。

この指示に基づき、当社原子力発電所における対象設備（復水系統、給水系統、主蒸気系統、抽気系統及びドレン系統に係る配管）の点検実施状況を調査した結果、対象箇所に抽出もれのないこと、当社の管理方法が加圧水型軽水炉における2次系配管肉厚の管理指針に照らして適切であること、ならびに配管の減肉管理が適切に実施されていることを確認し、当社としての報告書を取りまとめ、平成16年8月18日付で経済産業大臣に提出し、その後8月25日に点検箇所等を修正しました。

また、平成16年11月に、当社の各原子力発電所で実施していた配管減肉管理について再度整理し、今後各原子力発電所において円滑に配管減肉管理が実施できるよう、当社配管減肉管理指針を取りまとめ運用することとしました。

その後、原子力安全・保安院からの指示文書^{※2}（平成17年2月18日付け）及び他プラントのトラブル事象を踏まえ、当社配管減肉管理指針を平成17年4月12日及び平成17年5月30日、17年9月12日に改訂を行うとともに、配管減肉長期計画を作成しました。

配管減肉長期計画では、最近発生した不具合事象に鑑み、復水器につながる二相流の小口径配管を至近の定期事業者検査で実施すること等としています。

当所4号機においては、配管減肉長期計画に従い今回は定期事業者検査として743部位の配管肉厚測定を実施し、異常のないことを確認しました。

（添付資料6-1）

※1：経済産業省平成16年8月11日付け平成16・08・11原第8号「配管減肉事象に係る点検に関する報告徴収について」

※2：経済産業省平成17年2月18日付け平成17・02・16原院第1号「原子力発電所の配管肉厚管理に対する要求事項について」

※3：経済産業省平成16年10月29日付け平成16・10・27原院第2号「女川原子力発電所1、2号機高圧給水加熱器ベント管の減肉事象について」

(2) 柏崎刈羽1号機における主蒸気リード管ドレン配管のピンホールについて

平成17年2月4日、タービン建屋地下2階復水器近くの小口径配管（外径約6cm）からモヤ状に蒸気が漏洩していることを発見し、調査の結果、主蒸気リード管ドレン配管曲がり部（ソケット継ぎ手）において直径1mm程度のピンホール（貫通孔）を2箇所確認しました。

原因は、当該配管に導かれた凝縮水を含む湿った蒸気が、オリフィスを通過し真空状態の復水器へ向かう過程で急激に減圧され、凝縮水を含む高速の蒸気流となり、これにより当該配管の内面にエロージョンが発生し、徐々に配管の減肉が進展して

蒸気漏洩に至ったと推定しました。

当所4号機においては、平成16年12月から平成17年4月のトラブル停止期間中に、類似箇所40箇所について放射線透過試験を実施し、異常のないことを確認しました。なお、当該ラインのオリフィスについては、今定期検査にて復水器内へ移設しました。

今後、類似オリフィスの復水器内への移設及びソケット継ぎ手を曲げ管へ変更する等の対策を検討のうえ計画的に実施していきます。

(添付資料6-2)

※：経済産業省平成17年3月23日付け平成17-03-15 原院第5号「福島第一原子力発電所、柏崎刈羽原子力発電所及び島根原子力発電所における配管の減肉事象について」

(3) 福島第一2号機における湿分分離器ドレンタンク付近での滴下について

平成16年12月8日、No3湿分分離器からNo2湿分分離器排水タンクにつながる排水配管付近より水が滴下しているのを発見し、調査の結果、No3湿分分離器からNo2湿分分離器排水タンクにつながる排水配管より分岐している復水器逃がし配管の配管取出座の溶接部からの漏えいであることを確認しました。

原因は、当該配管の第一配管支持固定部の緩みにより配管の拘束力が低下したため、振動抑制効果が低下したとともに、当該溶接部近傍に設置されている排水弁（ペローシール弁）の偏心重量*が発生応力を増大させて疲労限度となり、高サイクル疲労割れを発生したものと推定しました。

また、第一配管支持固定部の緩みについては、本来、配管支持固定部用ナットと固定部に廻り止め溶接が施工されるべきところ、その廻り止め溶接がナット側ではなく、ボルト頭部に施されていたため、ナットが緩んだものと推定しました。

当所4号機においては、平成16年12月から平成17年4月のトラブル停止期間中に類似箇所19箇所について点検を実施し、異常のないことを確認しました。

* 偏心重量とは、弁の付根部から重心までの距離（偏心距離）により、付根にかかる力を考慮した重量をいい、偏心重量が大きいほど、振動が発生した場合に弁の付根にかかる力が大きくなる。

(添付資料6-3)

(4) 福島第一4号機における給水加熱器室主復水器（A）北側高所付近からの滴下について

平成16年12月8日、タービン建屋地下1階の給水加熱器室上部から水が滴下しているのを発見し、調査の結果、タービン駆動給水ポンプを駆動する蒸気系統の凝縮水を主復水器へ排水する配管（内径約15mm）の曲り部2箇所に貫通欠陥があることを確認しました。

当該欠陥は、当該配管上流部に設置されている水位調整弁シート面のシートパスにより、下流側の配管に常時連続的に凝縮水を含む湿り蒸気が流れ、曲り部のエロージョン（浸食）が進行し、最終的に貫通欠陥に至ったものと推定しました。

対策として、平成16年12月から平成17年4月のトラブル停止期間中に当該配管及び類似配管（12ライン）の点検を実施し、当該部と有意な減肉傾向箇所が確認された部位（3ライン）について取替を行いました。

また、当該配管及び類似配管に設置されている水位調整弁12台、排水器6台について点検を行い、そのうち3台にシートパスの形跡があり手入を行いました。

今回の定期検査においても水位調整弁12台、排水器6台の点検を実施し異常のないことを確認しました。

（添付資料6-4）

※：経済産業省平成17年3月23日付け平成17・03・15 原院第5号「福島第一原子力発電所、柏崎刈羽原子力発電所及び島根原子力発電所における配管の減肉事象について」

(5) 福島第二1号機制御棒駆動水圧系配管における減肉について

平成17年1月12日より定期事業者検査における配管肉厚測定を開始したところ、1月15日、復水系から制御棒駆動水圧系につながる制御棒駆動水圧系配管の肉厚測定において、技術基準における必要な厚さ（3.4mm）を下回っている部位（最小で厚さ2.4mm）を確認しました。

当該事象は、当該部を流れる水の酸素濃度が比較的低いために、酸化による強固な保護皮膜が形成されにくい環境であったことに加え、オリフィス上流近傍に設置された弁の絞りによる影響で、オリフィス下流の当該配管内に生じた流れの乱れが大きくなったことにより、エロージョン・コロージョンが発生し、徐々に減肉が進んだものと推定しました。

4号機としては、平成16年12月から平成17年4月のトラブル停止期間中に調査の一環として福島第二1号機で発見されたオリフィス下流で減肉傾向にあった同一箇所（1箇所）及び類似と考えられる箇所（18箇所）について、点検を実施し異常のないことを確認しました。

（添付資料6-5）

(6) 福島第一4号機原子炉再循環ポンプ（B）号機M-Gセットのすくい管ロックの発生について

4号機は定格出力運転中のところ、平成17年6月17日、原子炉再循環ポンプ（B）M-Gセット（以下「PLRM-Gセット（B）」）速度が約87.1%で、すくい管がロックする事象が発生しました。

これは、PLRM-Gセット（B）のすくい管コントローラⅠ系すくい管位置信号検出器の故障により、すくい管コントローラ制御系がⅠ系からⅡ系に切り替わり、その後のⅡ系の制御において、すくい管位置の要求信号に対する実位置信号が再循環制御装置の診断により異常を検知したため、すくい管ロックに至ったものです。

不具合が考えられたⅠ系すくい管位置検出器を予備品と取り替え、また位置指令伝達基板の点検を実施し問題のないことを確認した上で、平成17年6月21日、

すくい管ロックを解除しました。

その後、取り外したⅠ系すくい管位置検出器を工場に持ち出し、調査を行ったところ、位置指令伝達基板の電源電圧に12MHzの高調波ノイズが重畳した際に、Ⅰ／Ⅱ系すくい管位置指令出力信号が変動する事象が再現しました。このことから、Ⅰ系位置検出器単品の異常により電源ラインへ高調波ノイズが発信され、これがⅠ系側電源ラインからⅠ系の位置指令伝達基板の出力信号を変動させるとともに、Ⅱ系側電源ラインにも伝搬されⅡ系の位置指令伝達基板の出力信号を変動させた結果、Ⅰ／Ⅱ系すくい管位置指令出力信号が変動したものと推定しました。

しかし、再現試験中にⅠ系すくい管位置検出器が正常に復帰し、高調波ノイズ発生事象も再現しなくなったため、位置検出器内部の異常部位特定には至りませんでした。同検出器内部素子の一過性の故障と推定しています。

(添付資料6-6)

7. その他

(1) 不適合処理について

不適合管理の基本ルールを「不適合管理マニュアル」として、平成15年2月に制定し、(現マニュアル名称「不適合管理及び是正処置・予防処置基本マニュアル」)不適合報告方法の改善等を含めた不適合処理のプロセスを明確にしています。不適合管理の事象別区分は不適合管理委員会にて決定しています。

4号機において、平成17年6月25日～平成17年11月18日までに発生した不適合事象は合計571件(発電所全体1,859件)で、公表基準区分Ⅲ以上のものは計8件(発電所全体33件)となっており、再発防止対策を含め処理を進めています。

(添付資料7-1)

(2) 不適合管理の予防措置等について

福島第一原子力発電所では個々の不適合処置について、不適合管理委員会の決定に基づき、その不適合事象を分類コード表(現象、原因、対策)に従って分類し、分析・評価して継続的改善につなげることとしており、繰り返し発生している不適合やプラント運転中、定期事業者検査中の不適合発生状況比較などの分析および是正処置、予防処置の評価確認を行っています。

また、不適合事象の繰り返しの防止するため、注意すべき不適合事象を発電所各協力企業が集まる保全協議会、放射線管理者連絡会、品質保証推進連絡会等で報告することとしています。

さらに、ヒューマンエラーの防止と低減を図るため、原子力エネルギー安全月間の一環として、平成17年5月16日～6月30日の間、「ヒューマンエラー防止強化活動」を実施し、当社社員の協力企業TBM-KYへの参加や当社社長と協力企業代表によるヒューマンエラー防止強化意見交換会、ヒューマンエラー防止大会など協力企業と一体となって実施しました。

今後とも不適合事象データの分析評価を行い、予防処置の抽出等、継続的な改善を図っていくこととします。

8. まとめ

4号機（第20回）定期事業者検査は、平成17年6月25日から平成18年1月12日迄の予定で実施しており、これまでの実施状況は、予定している定期事業者検査179件のうち152*件が終了していますが、全て技術基準に適合していることを確認しています。
*11月18日時点

今回は、平成15年10月の政省令改正に伴う新検査制度に基づく定期事業者検査で、当所においては3号機、5号機、2号機に続き4番目のプラントとなり、先行号機での経験を生かし現在実施中です。今後とも検査員に対して検査経験を積ませ、検査対応の習熟度を向上させて行くとともに、さらに継続して改善を積み重ね、新検査制度の主旨に沿った適切な対応ができるように努めてまいります。

今回の定期事業者検査中において発生した不具合に対しては、その都度原因を究明し、再発防止対策を実施してきました。

これらを含めて、発電所運営の中で発生した不適合は、全て「不適合管理及び是正処置・予防処置基本マニュアル」に基づき、不適合管理委員会にて不適合事象の区分を決定し、是正処置や水平展開の反映を推進しています。

また、発生した不適合は、全て福島第一原子力発電所のホームページで公表しています。今後とも、発生した不適合については適切に処置するとともに、ホームページ等を通じて、迅速に公表していきます。

以 上