

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

実施結果報告書

平成18年 8月

東京電力株式会社

目 次

I. 定期事業者検査の概要	1
II. 定期事業者検査等の結果	3

I. 定期事業者検査の概要

福島第一原子力発電所第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4月7日の間（並列は平成17年12月3日、解列から並列まで162日間、再並列は平成18年3月3日、解列から再並列まで252日間）に実施した。

今回実施した定期事業者検査の概要は、次のとおりである。

1. 定期事業者検査の実施状況（添付資料-1）

定期事業者検査の期間

	計 画	実 績	差
解 列 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12月3日	30日
再 並 列 日	—	平成18年3月3日	—
定期事業者検査終了日	平成17年12月7日	平成18年4月7日	121日
並列までの期間	132日間	162日間	30日
再並列までの期間	—	252日間	—
定期事業者検査終了迄の期間	166日間	287日間	121日

本定期事業者検査は、当初計画では、平成17年6月25日から平成17年12月7日（並列日は平成17年11月3日、解列から並列まで132日間）の期間を予定していたが、低圧タービン内部車室修理、残留熱除去海水系配管修理の追加及び原子炉起動時に復水器真空度の低下が見られたことにより、並列日が平成17年12月3日となった。その後、復水器インリーク調査、高圧復水ポンプ配管溶接部漏えい箇所修理及び制御棒のひび等に関する点検等に伴い、再並列日が平成18年3月3日となった。

2. 停止作業中の主要作業項目

- a. 原子炉施設の法定定期検査
- b. タービン施設の法定定期検査
- c. 燃料集合体の取替

- d. 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
 - e. 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

 - f. 主要トラブル水平展開工事
 - ・NISA文書（平成15年4月17日付 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」）に基づく、炉心シュラウド及び原子炉再循環系配管等（SUS316L系材）の応力腐食割れに係る点検。

 - ・NISA文書（平成16年9月22日付 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」）に基づく、炉心シュラウド及び、オーステナイト系ステンレス鋼を用いた原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する配管類に係る点検。

 - ・NISA文書（平成17年2月18日付 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」）に基づく、配管に係る配管肉厚測定検査。
3. 線量管理の状況（添付資料－2）
- 本定期事業者検査に係わる作業は、いずれも法令に基づく線量限度の範囲内で実施された。

Ⅱ. 定期事業者検査等の結果

1. 定期事業者検査等の結果

(1) 定期事業者検査の結果

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202件を実施するとともに、これら定期事業者検査のうち65件について同法第54条に基づく定期検査を受検した。また、13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た。(添付資料3-1参照)

項目	検査総数
定期事業者検査	202
定期検査	65※
定期安全管理審査	13※

※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安全管理審査を実施した検査数を示す。

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、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た。

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による、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・助言を行った。

また、発電所の品質管理グループによる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た。

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16年12月22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った。

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定した。

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った。

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ったが、低圧タービン内部車室修理を追加したことから見直しを行った。

また、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・再調整を行った。

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同に介して、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・変更を実施した。

また、原子炉起動時に復水器真空度の低下が見られたことによる復水器インリーク調査、高圧復水ポンプ配管溶接からの漏れ箇所修理及び当所6号機の制御棒のひび等に関する点検等の設備不具合やトラブルが発生したが、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、JEAC4203-1994（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実施した。

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日に本データを採取した。

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る。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、対象外とした。

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ない。

(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（添付資料3-2）

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るが、47箇所については応力腐食割れ対策を実施していない。

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%点検を行った（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た。

※：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（添付資料3-3）

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る。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（原子力安全・保安院指示文書^{*1, 2)}）、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する。

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)」JSME 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た。

※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」

※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（添付資料3-4）

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箇所あったが、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た。

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箇所が基準値(70mgCl/m²)を上回る箇所があった。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た。また、全数について機能検査を実施し健全性を確認した。

(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（アウトアーシール等）を取替え、その後健全性を確認した。

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、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あった。プラント起動前に自動起動検査を実施した。

(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、サンプル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あった。

(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た。

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た。

b. タービン関係

(a) タービン本体（添付資料3-5）

タービン本体は、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た。

プラント起動後、性能の確認（定期事業者検査）を実施した。

(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あった。

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ることを確認した。

なお、平成17年12月3日に発電を開始し調整運転中のところ、発電機出力約59万キロワットまで上昇させた際に復水器の真空度が低下する事象が発生したことから、発電機出力を32万キロワットまで手動にて低下させ、復水器インリーク調査を実施することとし、復水器を真空にした状態で復水器側への空気流入の有無を確認する調査などを行うとともに、復水器につながる主要な配管や弁の接続部に空気の流入を防止する処置を施した。なお、復水器インリーク調査は、後述する平成17年12月10日に発生した高圧復水ポンプ入口側サンプリング配管の溶接部の不具合によるプラント停止時に実施した。

また、プラントの再起動にあたっては、出力を上昇させて復水器の真空度に係るデータを確認しながら、徐々に上昇させたが異常が認められなかった。

(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あった。また、試運転を実施し健全性を確認した。

なお、プラント起動中の平成17年12月10日に、高圧復水ポンプ入口側サンプリング配管の溶接部より漏えい箇所が発見されたことから、プラントを停止し、当該サンプリング配管を、溶接部の強度を高めた配管へ取替えるとともに、振動対策としてサポートを追設した。類似のサンプリング配管についても同様の対策を実施した。

(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あった。また、試運転を実施し健全性を確認した。

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）及びポンプ（A）の分解点検を実施した結果、異常は認められず良好であった。

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を確認した。

c. 配管減肉関係（添付資料 3－6）

今回の定期事業者検査においては、定期事業者検査として 743 箇所の配管肉厚計測を実施し、異常のないことを確認した。

d. 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た。

e. 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た。

f. その他

(a) 非常用炉心冷却システムストレーナの点検について（添付資料 3－7）

非常用炉心冷却システム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た。

なお、非常用炉心冷却システム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（添付資料 3－8）

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た。なお、シール施工が不十分なところは補修を実施した。

- (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(添付資料3-9)

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期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た。

- (d) 制御棒のひび等に関する点検について

平成18年1月9日に発生した当所6号機のハフニウム板型制御棒のひび等が発見されたことに鑑み、4号機においても同型制御棒4本の動作確認及び制御棒の点検を実施し、ひび等の無いことを確認したが、念のため4号機に装荷されていたハフニウム板型制御棒全数を、ハフニウム棒型制御棒へ取替えた。

2. 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(添付資料4-1)

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るが、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た。

- (2) 125V蓄電池改造工事(添付資料4-2)

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った。

- (3) 蒸気タービン低圧内部車室(A)取替工事(添付資料4-3)

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を実施した。

3. 定期事業者検査中の品質保証活動の状況について(添付資料5-1)

今回の定期事業者検査においては、原子炉施設、タービン施設の法定定期検査及び定期事業者検査の他、残留熱除去系蒸気凝縮系配管改造工事等の停止関連工事を実施した。

また、定期事業者検査においては、原子力発電所の安全・安定運転を維持するために、定期的にプラントを停止し発電所における特定電気工作物に関して、経済産業省令に定められている技術基準に適合することを定期事業者検査において確認した。

さらに、プラントの安全・安定運転を継続させるため、運転経験（運転実績、故障実績、トラブル経験、信頼性情報、定期安全レビュー結果）、経年劣化傾向及びリスク情報等の各種科学的知見を考慮して、保全管理の妥当性を評価し、評価結果に基づき、これを継続的に改善を行った。

これら定期事業者検査及び主要改造工事の実施にあたっては、請負企業との協調のもと設計、製作、施工、検査の各段階における品質保証活動を的確に実施し、品質の確保を図った。

なお、今回の事業者検査及び修理・改造工事に対して、据付・施工の管理が、各請負企業で作成している工事施工要領書等に則り、適切な品質保証活動が行われていることを確認した。

4. 主要トラブル水平展開工事

- a. NISA文書（平成15年4月17日付 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」）に基づく、炉心シュラウド及び原子炉再循環系配管等（SUS316L系材）の応力腐食割れに係る点検。（事象の概要）

当社の自主点検記録等における不正事案を契機として実施された最近の点検などにおいて、複数の原子炉再循環系配管等にひび割れが確認された。

「原子力発電設備の健全性評価について－中間とりまとめ－」（平成15年3月10日 原子力安全・保安院）において、ひび割れの原因は応力腐食割れであるとした上で、その発生及び進展に関し、機器の製作時の機械加工に伴い材料の表面が硬化し、これに起因して表層部で粒内型応力腐食割れが発生したこと、その後、金属結晶の粒界に沿って粒界型応力腐食割れが進展したことなどを明らかにした。

（実施内容）

原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する SUS316L 系材を用いた原子炉再循環系配管等の溶接継手部に対して非破壊検査を実施する。また、炉心シュラウドのひび割れ切除痕について点検を実施する。なお、これらについては第一種供用期間中検査、炉内構造物検査で実施する。

（実施範囲）

原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する SUS316L 系材を用いた原子炉再循環系配管等の溶接継手部（供用開始後5年以上経過していないもの、応力腐食割れ対策を実施しているもの、使用温度が100℃以下のものは除く）。

炉心シュラウドの全ての同溶接線（供用開始後5年以上していないもの、残留応力対策を実施しているもの、点検結果を報告したものは除く）並びにこれらのひび割れまたは、ひび割れ切除痕。

- b. NISA文書（平成16年9月22日付 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」）に基づく、炉心シュラウド及び、オーステナイト系ステンレス鋼を用いた原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する配管類に係る点検。

（事象の概要）

平成15年10月1日に改正施行された「発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令」（昭和40年通商産業省令第62号）において、新たな条文として第9条の2第1項（破壊を引き起こすき裂等の規定）が追加された。また、オーステナイト系低炭素ステンレス鋼管またはSUS304管に応力腐食割れによるき裂が検出された場合に、許容基準を満足する場合は省令不適合欠陥に該当しないことが追加された。

（実施内容）

オーステナイト系ステンレス鋼を用いた原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する配管類の溶接継手部に対して非破壊検査を実施した。また、炉心シュラウドのひび割れ切除痕について点検を実施した。なお、これらについては第一種供用期間中検査、炉内構造物検査で実施した。

（実施範囲）

オーステナイト系ステンレス鋼を用いた原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する配管類の溶接継手部（供用開始後5年以上経過していないもの、応力腐食割れ対策を実施しているもの、使用温度が100℃以下のものは除く）。

炉心シュラウドの全ての同溶接線（供用開始後5年以上していないもの、残留応力対策を実施しているもの、点検結果を報告したものは除く）並びにこれらのひび割れまたは、ひび割れ切除痕。

- c. NISA文書（平成17年2月18日付 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」）に基づく、配管に係る配管肉厚測定検査。

（事象の概要）

平成16年8月9日に発生した「関西電力（株）美浜発電所3号機二次系配管破損事故」に関する中間とりまとめを受け、事故の再発を防止するための措置として、沸騰水型及び加圧水型原子力発電所における配管肉厚測定について、電気事業法第55条に基づく定期事業者検査として実施すべき検査としての位置付けを、平成16年12月28日付で電気事業法施行規則（平成7年通商産業省令第77号）を一部改正された。

また、電気事業法施行規則の改正に併せ、従来電気事業者に委ねていた配管減肉管理を実施する場合における、検査対象箇所を選定、測定ポイントの設定、検査実施時期の設定、及び算出された余寿命に応じて構ずるべき措置等について、明らかにされた。

（実施内容）

炭素鋼及び低合金鋼等のオリフィス下流部、エルボ、ティー管、レギュレーサ、曲管等の配管に対して非破壊検査を実施した。なお、これらについては原子炉冷

却系統設備検査（その2）、給・復水系設備検査（その2）、蒸気タービン設備検査（その2）及び配管肉厚測定検査で実施した。

（実施範囲）

主蒸気系、タービン抽気系、給水加熱器ドレン系、給水加熱器ベント系、復水系、給水系、タービングランドスチーム系等の炭素鋼及び低合金鋼等のオリフィス下流部、エルボ、ティー管、レジャーサ、曲管等の配管。

5. 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（添付資料3-6）

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た。

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た。

※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

（添付資料6-1）

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、オリフィスを通り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する。

※：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

(添付資料6-2)

平成16年12月8日、N○3湿分分離器からN○2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、N○3湿分分離器からN○2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（ベローシール弁）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。

(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（添付資料6-3）

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）について取替を行った。

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った。

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た。

※：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（添付資料6-4）

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た。

(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（添付資料6-5）

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。

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らず、同検出器内部素子の一過性の故障と推定している。

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
 - ・4号機使用済燃料プール内で発見された異物に関する調査結果について（平成17年8月29日ホームページ掲載）
- (2) 圧力抑制室における異物について
 - ・4号機圧力抑制室の点検・清掃作業の終了について（平成17年9月14日掲載）
 - ・4号機圧力抑制室ベント管内におけるシート片等の回収について（平成17年10月21日ホームページ掲載）
- (3) シュラウド外周部でのビニール片等の発見について
 - ・定期検査中の福島第一原子力発電所4号機炉内構造物検査におけるビニール片および金属片の回収結果について（平成17年9月14日ホームページ掲載）
- (4) 作業員の放射性物質の微量な内部取り込みについて
 - ・4号機における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2日ホームページ掲載）
- (5) 残留熱除去海水系配管からの海水漏えいについて
 - ・4号機残留熱海水系配管からの海水漏えいに伴う配管修理について（平成17年10月3日ホームページ掲載）

- (6) 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
- ・4号機タービン建屋内におけるトリチウム検出の調査結果について（平成17年10月25日ホームページ掲載）
- (7) タービン建屋における水漏れについて
- ・4号機タービン建屋内における水たまりの発見について（平成17年11月4日ホームページ掲載）
- (8) 運転上の制限の逸脱について
- ・福島第一原子力発電所4号機における運転上の制限からの逸脱に関する調査結果について（平成17年11月30日ホームページ掲載）
- (9) 復水器の真空度低下による出力低下について
- ・福島第一原子力発電所4号機の復水器の真空度低下による出力降下等の調査状況について（平成18年2月28日ホームページ掲載）
 - ・福島第一原子力発電所4号機の復水器の真空度低下による出力降下の調査結果について（平成18年3月10日ホームページ掲載）

6. その他

不適合処理について

不適合管理の基本ルールを「不適合管理及び是正処置・予防処置基本マニュアル」に定め、4号機第20回定期事業者検査において、平成17年6月25日～平成18年4月7日までに発生した不適合事象は合計789件（発電所全体3,706件）で、公表基準区分Ⅲ以上のものは計11件（発電所全体58件）となっており、再発防止対策を含め処理を進めている。

以 上