

福島第一原子力発電所

第3号機

平成18年度（第21回）定期事業者検査

実施結果報告書

平成18年11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3号機（第21回）定期事業者検査は、平成18年4月29日から平成18年8月10日の間（並列は平成18年7月7日、開始から並列まで70日間）に実施した。

なお、当該号機は、平成18年2月22日より原子炉再循環ポンプ（B）軸封部の点検及び当所6号機において制御棒のひび等を発見し同型の制御棒についての調査・点検のため中間停止した。詳細は、1. 定期事業者検査の実施状況参照。

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*1	—	平成18年2月22日	—
開 始 日	平成18年4月29日	平成18年4月29日	0日
並 列 日	平成18年7月13日	平成18年7月7日	-6日
定期事業者検査終了日	平成18年8月15日	平成18年8月10日	-5日
解列から並列までの期間	—	136日間	—
開始から並列までの期間	76日間	70日間	-6日
定期事業者検査終了迄の期間	109日間	104日間	-5日

* 1 中間停止の解列日を示す。

本定期事業者検査は、当初計画では、平成18年4月29日から平成18年8月15日（並列日は平成18年7月13日、解列から並列まで76日間）の期間を予定していたが、中間停止中（平成18年2月22日解列）に原子炉再循環ポンプ（B）軸封部の点検及び当所6号機において制御棒のひび等を発見し同型の制御棒についての調査・点検等を実施していたが停止期間を延長し引き続き再起動せずに定期事業者検査を開始することとしたため、並列日が平成18年7月7日、総合負荷性能検査日が平成18年8月10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（第21回）
- b. 原子炉施設，タービン施設等に関する定期事業者検査
- c. 燃料集合体の取替
- d. 主要改造工事等
 - ・ サプレッションチェンバストレーナ取替工事
- e. 主要トラブル水平展開工事
 - ・ 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
 - ・ NISA文書（平成17年12月27日付 平成17・12・22原院第6号「発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令の改正に伴う電気事業法に基づく定期事業者検査の実施について」別紙2「高サイクル熱疲労割れに関する検査について」）に基づく，配管に係る非破壊検査
- f. 高経年化対策の長期保全計画に基づく点検
 - ・ 原子炉格納容器（ドライウェル）鋼板の肉厚測定（原子炉格納容器肉厚測定検査）
 - ・ 原子炉圧力容器（ノズル及びノズルセーフエンド，制御棒駆動機構ハウジング及びスタブチューブ，インコアモニタハウジング），原子炉再循環系ステンレス鋼配管等の漏えい検査及び超音波探傷検査（クラス1機器供用期間中検査）

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173件を実施し、これら定期事業者検査のうち55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。

検査の結果、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。(添付書類3-1参照)

項目	検査総数
定期事業者検査	173
定期検査	55※
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が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、3号機は2回目の定期事業者検査となったが、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、サブプレッションチェンバストレーナ取替工事等の修理改造工事に必要な日数を確保し、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18年1月10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。

3号機では、平成18年3月29日付けで定期検査申請を行ったが、中間停止中に原子炉再循環ポンプ（B）軸封部の点検及び当所6号機において制御棒（ハフニウム板型）のひびを発見し同型の制御棒について調査・点検等を実施していたが、停止期間を延長し引き続き再起動せずに定期事業者検査を開始したことから、工程の見直しを行い、定期検査終了日が5日間の短縮となった。

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・確認を行った。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18年4月11日より開催）では、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・変更を実施した。また、設備の不具合やトラブルが発生した場合には、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) 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、第20回定期検査（平成16年8月～平成17年5月）において、83箇所について応力腐食割れ対策を実施した。

なお、今回は4箇所の溶接線について、I S Iの計画に従い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。

(b) 炉内構造物の点検状況

炉心シュラウドの溶接線については、第16回定期検査（平成9年5月～平成10年9月）において、炉心シュラウドの取替および残留応力対策を行っていることから、今回の定期事業者検査においては点検を実施していない。（原子力安全・保安院指示文書*1）

今後は、原子力安全・保安院指示文書*2に基づき、点検可能な全ての周方向溶接線及びその近傍について目視点検を100%/10年で実施します。

*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18年3月23日付け 平成18・03・20 原院第2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) 主蒸気安全弁・主蒸気逃がし安全弁

主蒸気安全弁及び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表面検査及び目視検査により確認した。また、漏えい検査及び機能・性能検査を実施し健全性を確認した。

(d) 主蒸気隔離弁

原子炉格納容器内側の主蒸気隔離弁2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表面検査及び目視検査により確認した。
組み立て後は、全数（内側4台、外側4台）について漏えい検査を行い、漏えい量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。

(e) 制御棒駆動機構

○制御棒駆動機構

制御棒駆動機構137本のうち12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チューブ等に欠陥がないことを目視検査により確認した。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) 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、メカニカルシールを取替えた（Aポンプ：定期検査期間中に実施、Bポンプ：中間停止期間中に実施）。また、試運転を実施し健全性を確認した。

(g) 非常用予備発電装置

非常用予備発電装置について、点検計画に基づく付属装置（クランク室等）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健全性を確認した。

(h) 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。

(i) 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し健全性を確認した。また、核計装設備の点検調整を実施し健全性を確認した。

(j) 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。

(k) 原子炉格納施設

第21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18年5月18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18年6月17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6月20日より原子炉格納容器内を規定圧力まで上昇させ、6月22日～23日にデータの採取を行った。

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	5/18～	6/17～6/19	6/20～6/22	6/22～6/23	6/23～6/28

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%以下を満足することを確認した。

	実施日時	測定値	判定値
データ (24時間)	6月22日 12:00 ～ 6月23日 12:00	0.0348 %/日以下*1	0.45 %/日以下

*1：計器精度以下であることを記載（95%信頼限界 0.003%/日）

b. タービン関係

(a) タービン本体

タービン本体は、今回は簡易点検として、油清浄装置及び主要弁軸封部等の点検を実施した結果、異常は認められず良好であった。

プラント起動後、性能の確認（定期事業者検査）を実施し健全性を確認した。

(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、5本/50、616本（6水室全本数）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582本で、許容閉止栓本数2,530本に対し十分な余裕があることを確認した。

(c) 復水ポンプ

低圧復水ポンプ（C）・高圧復水ポンプ（C）は、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。また、試運転を実施し健全性を確認した。

(d) 給水ポンプ

タービン駆動原子炉給水ポンプ（A）及び原子炉給水ポンプ駆動用タービン（A）の分解点検を実施し、主軸、羽根車等にか裂、変形、その他の欠陥のないことを目視により確認した。また、電動機駆動原子炉給水ポンプ及びタービン駆動原子炉給水ポンプの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5）

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449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。

d. 発電機関係

発電機の一般点検、励磁装置の本格点検及び相分離母線の点検を実施した。また、プラントの起動時に健全性を確認した。

e. 設備総合

総合負荷性能検査

起動して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) 非常用炉心冷却系統ストレーナの取替及び点検について（添付資料6）

今回の定検では非常用炉心冷却系ポンプの安全上の裕度向上を図るため、非常用炉心冷却系ストレーナ（炉心スプレイ系、残留熱除去系）を大容量ストレーナに取替えた。

なお、旧ストレーナの取り外し時の確認ではストレーナ・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。また、高圧注水系、原子炉隔離時冷却系のストレーナの外観検査を実施し、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。

(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7）

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) 流体振動による配管内円柱状構造物の損傷防止対策について（添付資料8）

当社福島第二原子力発電所4号機で確認されたサンプリングノズルの折損事象に鑑み、日本機械学会「配管内円柱状構造物に対する流力振動評価指針（J S M E S 0 1 2）」による評価を実施し、サンプリングノズル3箇所、温度計ウェル17箇所の計20箇所について取替えを実施した。

(d) 高経年化対策の長期保全計画に基づく点検（添付資料9）

高経年化技術評価及び長期保全計画については、平成18年1月に報告書として取りまとめ、経済産業省に提出した。また、その後に行われた国による立入検査等による

審査での指摘事項を反映し、平成18年3月に報告書を補正した。

3号機については運転開始後30年（昭和51年3月27日に営業運転を開始）を経過した今定期事業者検査より長期保全計画に基づく点検を実施した。

今定期検査においては、原子炉格納容器（ドライウエル）鋼板の肉厚測定等を定期事業者検査として実施し、健全性を確認した。

(e) ハフニウム板型制御棒のひび等に関する対策について（添付資料10）

中間停止に伴い当所第6号機におけるハフニウム板型制御棒のひび及び破損事象に鑑み、ハフニウム板型制御棒18本について外観点検を実施したところ、4本の制御棒にシースのひび、1本の制御棒にシースとタイロッドのひび及びシースの一部欠損を確認した。シースの欠損部については、破損が確認された制御棒の制御棒案内管内及び気水分離器等貯蔵プール内から回収したが、回収物を当該シース部の欠損部分と比較したところ、2個の未回収部分があることが判り、そのため、未回収部分について原子炉内に残留した場合の健全性評価を実施した結果、設備の健全性に影響を与えるものでないことを確認した。

調査の結果、原因は、

- (1) スポット溶接部及びコマ溶接部近傍のシースとタイロッドに、溶接時の残留応力による照射誘起型応力腐食割れ（IASCC）等が生じ、微少なひびが発生した。
- (2) プラントの運転が進むにつれて、ハフニウム板とシースの間隙に腐食生成物が付着・蓄積しハフニウム板とシースの間の摩擦抵抗が増加した。そのため、中性子照射量によるハフニウム板の伸びが制御棒の軸方向に引っ張る力としてシースに伝わり、(1)で発生した微少なひびがIASCCにより水平方向に進展した。
- (3) 上記(2)によりシースのひびが大きく進展するとスポット溶接部を介してタイロッドに制御棒の軸方向へ引っ張る力が働くため、上記(1)で発生したタイロッドの微少なひびがIASCCにより進展した。
- (4) 既に発生していたひびが制御棒操作時に周囲の燃料集合体等と接触したことにより、シースの一部が欠損した。

と推定した。

再発防止対策として、

- ・ハフニウム板型制御棒の取替基準を熱中性子照射量 $4.0 \times 10^{21} \text{ n/cm}^2$ （当社の従来の取替基準は $6.0 \times 10^{21} \text{ n/cm}^2$ ）とし、次の運転期間中に熱中性子照射量が $4.0 \times 10^{21} \text{ n/cm}^2$ を超えると予想される同型制御棒については、直前の定期検査時に取り替える。

なお、現在運転中のプラントにおいて、熱中性子照射量が $4.0 \times 10^{21} \text{ n/cm}^2$ を超えた同型制御棒については引き続き全挿入位置とする。

- ・今後、継続して使用するハフニウム板型制御棒については、定期検査において健全性を確認するため外観点検を実施する。また、継続使用しない使用済みの同型制御棒についても、念のため外観点検を実施する。
- ・今後、ハフニウム板型制御棒について設計変更を検討する。また、ハフニウム板

の中性子照射に伴う伸び等のデータを採取して知見の拡充を図る。

なお、中間停止中にハフニウム板型制御棒と取替えた18本の制御棒はすべてボロンカーバイド型制御棒であり、このうち4本については、使用済みのボロンカーバイド型制御棒を炉内に再装荷することとしたため、技術基準に適合していることを確認する観点から外観検査を定期事業者検査として実施した。

今回の定期検査において破損が確認された制御棒の制御棒駆動機構の分解点検を行ったが、シース片は確認できなかった。また、協力企業に対し、未回収のシース片があり、今後の弁・ポンプの点検時には留意するよう連絡した。

(f) 原子炉シュラウド外周部から回収された棒状の金属について（添付資料11）

平成18年3月19日（中間停止中）、原子炉シュラウド外周部から棒状の金属（直径約14.5mm、長さ約80mm）を回収した。

調査の結果、回収した金属棒は形状及び材質は原子炉冷却材浄化系の出口弁に使用されている部材（弁体の支持部品）に類似していたため、当該弁を分解点検したところ、弁体の支持部品が折損していることを確認した。このため、回収した金属棒と弁体側の支持部品の残存部を照合したところ、それらの破断面はほぼ合致しており、材質が同様であることから、回収した金属棒は当該弁の支持部品であると判断した。

原因は、第19回定期検査（平成15年9月終了）において当該弁の分解点検を行った際、当該弁の設置場所が狭隘で施工性が悪かったために、組み立て時に弁体の支持部品が固定位置に挿入されない状態で復旧したことにより、弁体の支持部品の付け根部に大きな力が加わり折損に至ったものと推定した。

なお、当該弁の弁体及び弁棒については取替えた。また、類似弁（原子炉内に混入する可能性のあるもの）については、放射線透過試験（7弁）及び分解点検（1弁）にて健全性を確認した。

対策として、今回の様に組み立て時の施工性が悪い同型弁を組み立てる場合は、弁体の支持部品を固定位置に確実に挿入するための工具を使用することを要領書に明記するとともに、作業を実施する協力企業に対して事例検討会を実施し、組み立て時の注意と工具の使用を周知した。

2. 主要改造工事等の概要について

(1) サプレッションチェンバストレーナ取替工事（添付資料6）

非常用炉心冷却系ポンプの安全上の裕度向上を図るため、非常用炉心冷却系ストレーナ（炉心スプレイ系、残留熱除去系）を大容量ストレーナに取替えた。また、使用前検査を受検し、所定の流量が確保できることを確認した。

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12）

今回の定期事業者検査においては、原子炉施設の法定定期検査及び原子炉施設、タービン施設の定期事業者検査の他、サプレッションチェンバストレーナ取替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。

4. 定期事業者検査中に実施した主要トラブル水平展開工事

- (1) N I S A 文書「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」に基づく検査
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、曲管等の配管に対して非破壊検査を実施した。なお、これらについては配管肉厚測定検査（R1）、配管肉厚測定検査（T1）として449部位の検査を実施し、異常がないことを確認した。
（1.（2）c. 配管減肉関係参照）

- (2) N I S A 文書「発電用原子炉設備に関する技術基準を定める省令の改正に伴う電気事業法の規定に基づく定期事業者検査の実施について」別紙2「高サイクル熱疲労割れに関する検査について」に基づく検査

日本機械学会指針「配管の高サイクル熱疲労評価に関する評価指針」に基づく評価結果を踏まえ、給水系配管（タービン駆動原子炉給水ポンプ（B）ミニマムフロー配管エルボ部：1箇所）について、原子炉冷却系統設備検査（T2）として非破壊検査を実施し、異常のないことを確認した。

5. 定期事業者検査中に発生した主な不具合について

定期事業者検査中に発生した主な不具合は以下の通り。

(1) 原子炉建屋での水漏れについて

①主蒸気隔離弁室内における水漏れについて

- ・3号機原子炉建屋における水漏れについて（平成18年4月28日ホームページ掲載）

②残留熱除去系B系ポンプ室における水漏れについて

- ・3号機原子炉建屋における水漏れについて（平成18年5月8日ホームページ掲載）

③残留熱除去系B系安全弁からの水漏れについて

- ・3号機原子炉建屋における水漏れについて（平成18年6月21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

- ・3号機圧力抑制室における点検作業状況について

（平成18年5月26日ホームページ掲載）

(3) 救急車の要請について

- ・3号機における作業員の病院搬送に関する調査結果について

（平成18年7月3日ホームページ掲載）

(4) 警報付個人用線量計未着用での放射線管理区域入域について

- ・放射線管理区域への入域時における装備品の未着用について

(平成18年7月19日ホームページ掲載)

6. 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た。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た。

3号機において、平成18年4月29日～平成18年8月10日までに発生した不適合事象は合計272件(発電所全体1,006件)で、公表基準区分Ⅲ以上のものは計5件(発電所全体18件)となっており、再発防止対策を含め処理を進めている。