

福島第一原子力発電所 第3号機

平成16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 2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 . . . . .	9
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 . 他プラントで発生した不具合に対する対応について . . . . .	16
7 . その他 . . . . .	18
8 . まとめ . . . . .	19

## 1. 定期事業者検査の概要

### (1) 定期事業者検査の実施状況

3号機(第20回)定期検査及び定期事業者検査は、平成16年8月9日から平成17年4月7日の間(並列は平成17年3月10日、開始から並列まで214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」と言う)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。

当所においては、3号機が平成15年10月の政省令改正に伴う新検査制度に基づく最初の定期事業者検査であり、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」(平成16年6月25日(改訂2))、「保守管理マニュアル[原子力]」(平成16年7月9日(改訂3))、「検査及び試験マニュアル[原子力]」(平成16年10月25日(改訂5))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ました。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ました。

これまでに定期事業者検査158件を実施するとともに、定期検査50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13件の受審を終了しています。

今回の定期事業者検査の具体的な実施内容は以下の通りです。

- 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14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
  - ・原子炉再循環系配管等修理工事
  - ・残留熱除去系蒸気凝縮系配管改造工事
  - ・主復水器真空度低設定値変更工事
  - ・ドライウェルサンプ移送配管取替工事
  - ・蒸気タービン低圧内部車室(C)取替工事
  - ・主要変圧器取替工事

### (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通りです。

- ・定期事業者検査中における警報の発生について
- ・原子炉建屋からの放射線測定器の誤搬出について
- ・中性子計測装置の指示値変動について

- ・ 残留熱除去系弁の不具合について
- ・ 主要変圧器の調査結果について
- ・ 圧力抑制室における異物について

### (3) 他プラント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は、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。

今回の定期事業者検査の実施期間中に実施したものは次の通りです。

- ・ 美浜発電所 3号機配管破損事故に係る対応について
- ・ 泊発電所 2号機再生熱交換器胴側出口配管の損傷を踏まえた点検について
- ・ 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
- ・ 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

## 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 - 1 参照）

	計 画	実績（一部予定）	差
開 始 日	平成 16 年 8 月 9 日	平成 16 年 8 月 9 日	0 日
並 列 日	平成 16 年 12 月 20 日	平成 17 年 3 月 10 日*	80 日*
定期事業者検査終了日	平成 17 年 1 月 13 日	平成 17 年 4 月 7 日*	84 日*
並列までの期間	134 日間	214 日間*	80 日*
定期事業者検査終了迄の期間	158 日間	242 日間*	84 日*

\*：H17.2.24時点での予定を示す。

### (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 16 年 8 月 9 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通り変更しています。

< 当初計画；平成 16 年 7 月 9 日申請 >

自 平成 16 年 8 月 9 日

至 平成 17 年 1 月 13 日（総合負荷性能検査）

並列は平成 16 年 12 月 20 日（解列から並列まで 134 日間）

< 第 1 回変更；平成 16 年 10 月 21 日変更申請 >

自 平成 16 年 8 月 9 日

至 平成 17 年 2 月 23 日（総合負荷性能検査）

並列は平成 17 年 1 月 29 日（開始から並列まで 174 日間）

変更理由

残留熱除去系蒸気凝縮系配管改造工事及び原子炉格納容器漏えい率検査等の工程を詳細に検討し調整した結果、定期事業者検査期間を延長しました。

< 第 2 回変更；平成 17 年 1 月 26 日変更申請 >

自 平成 16 年 8 月 9 日

至 平成 17 年 4 月 7 日（総合負荷性能検査）

並列は平成 17 年 3 月 10 日（開始から並列まで 214 日間）

変更理由

起動領域モニタ（SRNM）の不具合に伴う原子炉開放作業を追加すると共に起動前試験の日程を詳細に検討した結果、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 - 2 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 178 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 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 2 月 24 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は 162 件のうち 158 件が終了し、定期検査としては 54 件のうち 50 件が終了しています。

（平成 17 年 2 月 24 日現在）

項目	検査総数	終了した検査数
定期事業者検査	178	158
定期検査	60	50
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、当所では政省令改正に伴う新検査制度に基づく最初の定期事業者検査であるため、適切に準備を行い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. 品質マネジメントシステム文書の充実

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定(JEAC4209-2003)」を適用規格として実施されることから、当社の保全体系をこれらの規格と合致させる観点から、本店所管部GMを主査とした本店所管部及び各発電所関係者による「保守管理タスク」を設置し、本店と発電所が協力して品質マネジメントシステム文書や定期事業者検査要領書の内容検討と整備を行いました。

#### **b . 組織の充実及び対応**

組織においては、当社原子力部門の全面的な組織改編(本店;平成16年6月、発電所;平成16年1,7月)の中で、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、品質・安全部門、検査実施部門の組織の充実を図っています。

具体的な実施にあたっては、本店には新たに定期事業者検査プロジェクトグループを設置し、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。

発電所には新たに品質・安全部を設置し、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の支援、検査情報の収集と共有を行いました。また、運転管理部の運転支援グループの要員を増員して運転評価グループとして再編成し、発電所を運転にするあたり重要な設備に係わる機能検査を、運転側の視点から実施することとしました。

#### **c . 定期事業者検査開始準備及び実施における対応**

3号機(第20回)定期事業者検査の準備を適切かつ確実に進めるため、平成16年5月19日に品質・安全部長を主査とした「3号機第20回定検準備連絡会」を設置し、定期事業者検査計画書や検査要領書等の準備スケジュールの管理や準備にあたっての課題・問題点等の抽出及び対応策の検討を行い定期事業者検査が円滑に進められるようにしました。

### **(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1月31日(改訂4))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ました。

「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」(以下、「実施方針」という。)(改訂4)は、「実施方針」(改訂3)に対して次のような方針の変更を行っています。

<主な方針変更内容>

PCV降圧後のバウンダリ確認の実施

改訂3では実施しないこととしていましたが、PCV降圧後までバウンダリが維持されていることを確認することにより、技術基準適合性を確認するため、これを実施することに変更しました。

原子炉格納容器漏えい率検査については、平成16年10月25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2月1日よりバウンダリ構成を開始し、2月7日～8日に予備データ、2月9日～10日に本データを採取しました。

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	復日
日程	10/25～1/25	2/1～2/4	2/6～2/7	2/7～2/10	2/10～2/15

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	2月7日 18:00 ～ 2月8日 18:00	0.0547 % / 日*	0.45 % / 日以下
本データ	2月9日 10:30 ～ 2月10日 10:30	0.0637 % / 日*	

\* : 95%信頼限界 (上の限界)

先に実施した福島第二・2号機において、インリーク傾向が見られた件に鑑み、当社では以下の対策を追加実施することとしています。

- ・室温データを採取し、検査記録として保存する。
- ・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 (インリーク傾向が見られた場合に実施)。

3号機においても上記事項を反映して、室温データを採取しこれらを検査記録として保存しています。

3号機の漏えい率検査の測定結果は、予備データ時と本データ時で大きな差異は見られませんでした。なお、漏えい率はインリーク傾向とはならなかったため、室温の変動による影響について評価はしていません。

### (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

オーステナイトステンレス鋼製の原子炉再循環系配管等については、溶接継手部に応力腐食割れによるひびの発生が懸念されます。3号機では継手総数137箇所のうち54箇所については既に応力腐食割れ対策を実施していますが、残りの83箇所については応力腐食割れ対策が実施されていませんでした。そのため、この83箇所について今回の定期事業者検査において応力腐食割れ対策である高周波誘導熱応力改善法（以下、IHSI）を実施するとともに、IHSI実施の前後に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（原子力安全・保安院指示文書）。

（添付資料 - 3）

：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・9・22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）において取替および残留応力対策を行っていることから今定期事業者検査においては点検を実施しておりません（原子力安全・保安院指示文書<sup>1</sup>）。今後は原子力安全・保安院指示文書<sup>2</sup>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。

なお、炉心シュラウドの取替工事においては、応力腐食割れの発生を防止する対策として以下を実施しました。

応力腐食割れの発生する可能性が低い低炭素ステンレス鋼（SUS316L）に変更

応力腐食割れの要因となる溶接線の数を低減

応力腐食割れの要因となる溶接近傍表面の引張り応力（残留応力）を低減するため溶接部の形状を変更（狭開先溶接）し溶接入熱を低減

応力腐食割れの要因となる溶接線近傍表面の引張り応力（残留応力）を改善するため対策（ショットピーニングまたはNストリップ）の施工

（添付資料 - 4）

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の点検状況

平成14年8月22日に発生した制御棒駆動水圧系配管の不具合対策については、当社で制定した点検方針に基づき原子炉格納容器外側配管について、目視点検（定期事業者検査として実施）及び付着塩分量測定を実施しましたが、異常のないことを確認しました。なお、一部の配管でアークストライクによると思われる凹みが確認されたことから、肉盛り溶接による修理を実施するとともに耐圧試験により健全性を確認しました。（添付資料 - 5）

(d) 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

原子炉格納容器内側の主蒸気隔離弁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137本の内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。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台のメカニカルシールを新品と取替えました。また、取り替え後、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及び付属機器の点検を実施した結果、異常は認められず良好でした。起動前に自動起動検査を実施します。

なお、潤滑油プライミングポンプについては、点検後軸封部より潤滑油の漏洩が発生したため、オイルシールを交換しました。また、漏洩した潤滑油が床に漏れ出ないように漏洩油をオイルサンプに導く配管を新設しました。

(i) 廃棄物処理設備

各ポンプ及び弁類の点検、サンプ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ました。

なお、起動領域モニタチャンネルF、Hについて点検終了後指示変動事象が認められたことから、チャンネルFについてはコネクタの交換、チャンネルHについてはコネクタの交換・PCV貫通部端子入替・検出器取替等を実施しました。

(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14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、低圧タービンノズルダイヤフラム（静翼）等の一部に浸食が認められたことから、溶接修理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。

(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、2本/50, 616本（6水室全本数）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577本で、許容閉止栓本数2,530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1台、高圧復水ポンプ1台の分解点検を実施し、主軸、羽根車等にき裂、変形、その他の欠陥のないことを目視により確認しました。

また、当該ポンプの試運転を実施し異常のないことを確認しました。

(d) 給水ポンプ

電動機駆動原子炉給水ポンプ1台、タービン駆動原子炉給水ポンプ2台の分解点検を実施し、主軸、羽根車等にき裂、変形、その他の欠陥のないことを目視により確認しました。

また、電動機駆動原子炉給水ポンプの試運転を実施し異常のないことを確認しました。なお、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、性能確認を実施します。

### c. 発電機関係

発電機ブラシ周りの点検手入れ、相分離母線及び端子部等の点検を実施した結果、異常は認められず良好でした。

発電機用励磁機<sup>1</sup>は、直流励磁機（回転機）を使用していましたが、主回路に絶縁劣化の傾向があったことから、専用の励磁電源変圧器とサイリスタ整流器を組合わせたサイリスタ型励磁方式の励磁機に取替えを実施しました。

1 励磁機とは、発電機の磁界を作るための界磁回路の電源装置をいう。

### 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ており、安定した状態で連続運転ができることを確認します。

## 4. 主要改造工事の概要

### (1) 原子炉再循環系配管等修理工事

原子炉再循環系配管等に使用しているSUS304L材及びSUS316系L材について応力腐食割れ（以下、SCC）に対する予防保全の観点からIHSIを施工し応力の低減を図りました。

IHSIを施工した箇所数等については、3.(3).a.(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を参照下さい。

（添付資料 - 6）

### (2) 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、当該号機についても今回の定期事業者検査において残留熱除去系蒸気凝縮系配管を撤去しました。

（添付資料 - 7）

### (3) 主復水器真空度低設定値変更工事

運転員の監視性及び操作性の向上、ヒューマンエラーの更なる防止を目的として、主復水器真空度計をこれまでのゲージ圧計から絶対圧計に統一しました。これに伴い原子炉スクラム信号の『主復水器真空度低』の警報設定値を変更しました。

（添付資料 - 8）

### (4) ドライウェルサンプ移送配管取替工事

格納容器内の床及び機器ドレン系配管については、炭素鋼を使用しており腐食が懸念されるため、予防保全の観点から耐食性に優れた材料（SUS316LTP）に取替えました。

また、配管取替にあわせて格納容器貫通部を取替えました。

（添付資料 - 9）

#### (5) 蒸気タービン低圧内部車室（C）取替工事

低圧内部車室（C）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（SMA400AW及びSCMV3）に取替えました。

（添付資料 - 10）

#### (6) 主要変圧器取替工事

主要変圧器については、劣化傾向を把握し管理を行ってきており、劣化傾向にあることが判明したため、今回の定期事業者検査にて取替えを実施しました。

なお、当該変圧器は、運転中に可燃性ガスの増加傾向が確認されたことから、平成16年4月28日より監視強化を図っておりましたが、それ以降も増加傾向が確認されたため、定期事業者検査開始予定日前の平成16年8月5日に発電を停止しています。

（添付資料 - 11）

### 5. 定期事業者検査中に発生した主な不具合について

#### (1) 定期事業者検査中における警報の発生について

##### 計器点検作業準備中における「A系原子炉自動スクラム」警報の発生について

平成16年8月25日、定期事業者検査中の3号機において原子炉保護系の計器点検作業の準備を実施していたところ、「A系原子炉自動スクラム」の警報が発生しました。

原因を調査したところ、スクラム信号の発生を防止するための処置（端子接続線取り付け）を行う前に誤って計器点検にともなう処置（端子取り外し）を実施したため、警報が発生したことが分かりました。

更に調査を進めたところ、運転員が他の運転員に当該処置の実施を依頼した際に処置の順番を指示しておらず、また依頼内容について相互に十分な確認を行わなかったために、処置の順番を間違えたことが分かりました。

対策として、以下を実施し、再発防止に努めることとしました。

- ・運転員に対して事例説明会を実施するとともに、操作等を依頼する際には相互に依頼内容を確認することの再徹底。
- ・運転員の研修において、今回のような処置の目的、順番、実施方法および誤操作による設備等への影響などについて、訓練装置を使用した模擬訓練の計画的な実施。

なお、上記対策に加え、今回と類似の作業を行う場合は、作業に必要な処置内容を示す作業札に処置の順番を記載しました。

（添付資料 - 12 - 1）

##### 発電機しゃ断器操作試験における『発電機ロックアウトリレー86G1』警報の発生について

平成16年11月2日、送電線保護盤の取替工事に伴い発電機しゃ断器が正常に動作することの確認試験を実施していたところ、「発電機ロックアウトリレー86G1動作」の警報が発生しました。また、制御回路を点検した結果、発電機しゃ断器投入回路用補助リレー2個及び発電機しゃ断器投入コイル2個に損傷が確認され

ました。

調査の結果、警報発生の原因は、今定期事業者検査にて実施されていた発電機用励磁機取替工事において当該試験手順書作成に必要な図面に変更が生じていたにもかかわらず、それに気づかず当該試験手順書に反映できなかったためであることがわかりました。

また、補助リレーおよび投入コイルが損傷した原因は、本来は発電機用励磁機取替工事終了後に当該試験を実施すべきところ、関連工事との工程調整結果が試験担当者に明確に伝わらなかったことから、施工途中の回路で当該試験が行われたため、一定時間通電後回路をしゃ断する機能が働かず、これらの部品に長時間電流が流れて損傷に至ったことが判明しました。また、調査の過程において、警報発生時に不具合情報が適切に伝達されなかった状況が確認されました。

対策として、以下の事項を実施しました。

- ・マニュアル説明会を実施し、改造工事などで同一図面を複数工事で変更する場合の暫定図書を使用する時の運用ルールを再徹底しました。
- ・同一時期に複数の工事が輻輳する場合は、工事工程の調整結果を4週間工程表に記載し関係者全員で情報を共有できるようにしました。
- ・試験時に発生する警報については、試験開始前に試験担当箇所と当直間で発生する警報を明確にした後、試験を開始することとしました。また、計画外の警報が発生した場合は、関係者まで速やかに報告することを文書にて再徹底しました。

なお、損傷した補助リレーおよび発電機しゃ断器投入コイルを交換し、動作に異常がないことを確認しました。

(添付資料 - 12 - 2)

#### **安全保護系設定値確認検査中の『中性子計装系トリップ』他警報の発生について**

平成16年11月5日、安全保護系設定値確認検査を実施していたところ、検査項目の核計測装置設定値確認検査のうち『制御棒引抜監視装置B系中性子束レベル低』設定値確認検査中において、18時53分『中性子計装系トリップ』『APRM下限』『制御棒引抜阻止』の警報が発生しました。

当該設定値を確認するため、シミュレータを用いて中性子束レベル模擬信号を下げたところ、同じ信号を用いて原子炉内の中性子束レベルを監視している平均出力領域モニタが『中性子束低』信号を検知し、当該警報が発生したものと判明しました。

対策として、今回発生した不要な重要警報の発生条件となる別回路の信号を除外することを検査要領書に追記しました。

また、今後は当社関係部門と協力企業担当で実施する検査実施前確認において、模擬信号の入力の仕方などで発生しうる不要な重要警報等に対して、今回を含めこれまでの発生事例を踏まえ、事前に留意すべき事項について確認することを徹底しました。

(添付資料 - 12 - 3)

## 原子炉保護系インターロック機能検査における『チャンネルA主蒸気管トンネル温度高』他警報の発生について

平成16年11月10日、原子炉保護系インターロック機能検査を実施していたところ、『チャンネルA主蒸気管トンネル温度高』および『主蒸気隔離弁論理回路作動中』の警報が発生しました。

警報発生の原因は、中央操作室内の制御盤において、検査に使用するための模擬信号発信箇所のケーブルが外れたためであることが分かりました。

ケーブルが外れた原因を調査した結果、当該ケーブル端子には問題は無かったものの、端子の差し込みが不十分であったため、当該検査前のケーブル接続確認において、ケーブルに取り付けた表示札を持って確認した時に端子の差し込みがさらに緩み、その結果、外れた可能性が高いと推定しました。

対策として、検査実施前に以下の内容を検査関係者に周知することにより、再発防止に努めます。

- ・検査前のケーブル接続確認の際には、ケーブル端子を確実に手で押し込むことにより差し込みが十分であることを確認する。
- ・念のため、ケーブル接続の際には、ケーブル端子と現場端子ソケットに緩みがないことを確認し、緩みがある場合には使用しない。

(添付資料 - 12 - 4)

## (2) 原子炉建屋からの放射線測定器の誤搬出について

平成16年10月12日、原子炉建屋大物搬入口にて搬出測定員が搬出物品の測定に用いていた放射線測定器を測定終了後にトラックの荷台に置いていたためトラックが搬入口から出る際に誤って管理区域外(発電所構内)に搬出してしまう事象が発生しました。

原因は、搬出測定員が使用した放射線測定器の確認・管理を、十分に行っていなかったためです。

対策として、物品搬出エリアにおいて放射線測定器を使用する際は、管理者および仮置き場所を明確にするとともに、測定作業のたびに放射線測定器の数量確認を行うよう改善を図りました。

(添付資料 - 13)

## (3) 中性子計測装置の指示値変動について

### 起動領域モニタチャンネルH

平成16年12月23日午後2時53分に、起動領域モニタチャンネルHで『起動領域モニタ下限』警報が発生しました。本事象について平成16年12月23日から平成17年1月13日まで調査を行った結果、PCV貫通部(ベネ)ケーブル接触不良により、接触抵抗が変化し指示に影響し警報が発生した事象と判明しました。

指示変動対策として、下記対策を行いました。

- ・ベネ部のコネクタ取替

- ・予備ペネホールへの入替

なお、調査の過程において、プリアンプ取替、検出器取替、ペネ部以外のコネクタ取替も実施しています。

(添付資料 - 14 - 1)

#### 起動領域モニタチャンネルF

平成17年2月6日午後8時05分に、起動領域モニタチャンネルFで原子炉出力上昇を示す『起動領域モニタ B系ペリオド短短』及び『B系原子炉スクラム』警報が発生しました。本事象について平成17年2月6日から平成17年2月15日まで調査を行った結果、中性子検出器とケーブルとの接続部の不良によりノイズの影響を受けやすくなっており、ノイズにより警報が発生したものと判明しました。

ノイズ対策として、下記対策を行いました。

- ・中性子検出器とケーブルとの接続部のコネクタ交換

(添付資料 - 14 - 2)

#### (4) 残留熱除去系弁の不具合について

##### 残留熱除去系熱交換器(B)入口弁の不具合について

平成17年1月29日、原子炉水の温度調整のため、残留熱除去系熱交換器(B)入口電動弁を全開から全閉へ操作しましたが、当該電動弁が閉動作の途中で停止しました。そのため、当該電動弁を手動に切り替え、動作確認を実施しましたが、手動による操作もできないことを確認しました。

当該弁は作動時、駆動部のステムナットと弁ステムのねじ部が咬み合うことにより開閉しますが、調査の結果、ステムナットのねじ部の凸部が摩滅したためステムねじ部と咬み合わなくなり弁の開閉ができなくなったものと考えられます。

ステムナットねじ部の摩耗の原因は、何らかの要因でステム部に異物が付着し、その後、原子炉水の温度調整のために本弁は、多数回、開閉操作を行っており、これにより想定以上の摩耗が発生したものと考えられます。なお、当該弁の近傍で配管撤去工事を実施しており、配管サポートの切断、加工、研磨にグラインダーを使用していたことから、作業中は異物の混入防止のための養生を実施してはいるものの、作業終了後の養生撤去時などにおいて、異物が付着した可能性は否定することはできませんでした。

対策としてステムナットを新品のものに交換するとともに以下の管理を徹底します。

- ・改造工事等により金属粉等が発生する作業を行った場合、作業終了後の養生撤去の際、養生シート、カバーに付着している金属粉も含め清掃を確実に実施するとともに清掃終了後は、必ず弁ステムに金属粉等が付着していないことを確認することを施工要領書に反映する。
- ・作業実施中においては、飛散防止シートやクリーンハウス等により飛散エリアが拡大しない様に努めること、並びに作業エリアの近傍及び金属粉等が飛

散するエリア内にある電動弁、空気作動弁等の駆動部（ステム部）に異物混入防止用の養生シート、カバー等を確実に施すことを関係各社に再徹底する。

- ・ 今後3号機と同様な配管撤去工事を実施する4, 5号機についても、当該工事エリアである熱交換器室の清掃終了後、当該弁のステム部等に異物の付着がないことを当社工事監理員が確認することとする。

（添付資料 - 15 - 1）

#### 残留熱除去系熱交換器（A）出口弁の不具合について

平成17年2月14日、残留熱除去系熱交換器（A）出口弁（電動弁）を全開から全閉へ操作し、その後、通常状態へ戻すために開操作した際、中央操作室の表示が全開を示さなかったことから、現場を確認したところ、当該弁が中間開度で停止していることを当社社員が確認しました。

その後、当該弁の動作確認のため、閉操作後に再度開操作を実施したところ、異音を確認されたため、開操作を停止しました。

動作不良の原因を調査した結果、当該弁のグランドパッキンの締め付けが若干強かったことから、途中で停止し異音が発生していたものと推定しました。

グランドパッキンの締め付け調整を実施した後、弁の動作に異常がないことを確認しました。

（添付資料 - 15 - 2）

#### (5) 主要変圧器の調査結果について

平成16年3月25日に定期的実施している3号機主要変圧器絶縁油分析を実施した際、可燃性ガスの増加が見られたため監視強化を図ってまいりましたが、7月下旬頃から可燃性ガス総量の増加傾向が認められたため、平成16年8月5日に発電を停止し点検を実施しました。

点検結果は以下のとおりですが、可燃性ガスの明確な発生箇所は確認されませんでした。

##### 電氣的試験

変圧器の巻線に損傷がある場合、電氣的特性に変化が現れるため電氣的試験を実施しましたが、その結果、特に異常は確認されませんでした。

##### 内部点検

変圧器の絶縁油を抜き取り、検査員が変圧器内部に入って目視及びCCDカメラにて、放電や過熱の痕跡の有無について点検をしました。その結果、上部クランプ部及びアルミシールドなど数箇所に過熱の痕跡などが確認されましたが、いずれも軽度なものであり可燃性ガスの発生箇所とは考えられませんでした。

また、低圧巻線の上部口出し部12箇所のうち1箇所に、溶融痕跡のある銅片、炭化した絶縁物などの微量な異物が発見されました。

銅片と炭化した絶縁物については、変圧器製造段階から存在していた可能



性と低圧巻線内部での放電事象により生成された可能性の両方が考えられますが、当該口出し部に過熱の痕跡はなく、特定はできませんでした。

可燃性ガスの発生原因として、当該変圧器は流動帯電<sup>1</sup>防止対策のため冷却のための絶縁油の送油量を低減して運転してきたことから、設計値より若干高い温度で推移してきており低圧巻線上部口出し部が最も高い温度と推定されること及び類似事例を調査したところ、流動帯電防止対策として送油量低減を行った同種の機器で低圧巻線上部口出し部の過熱・損傷に至った事例があり、その時の可燃性ガスパターンと当該変圧器のガスパターンが類似していることから、低圧巻線上部口出し部の絶縁紙が熱により劣化して局部的に放電過熱状態となり、アセチレンなどの可燃性ガスが発生したものと推定されます。

当該変圧器については、劣化傾向にあったことから今回の定期事業者検査において取替えを計画しており、予定通り取替えを実施しました。

なお、新たに設置した変圧器については、設計の段階で流動帯電防止対策を考慮したものとなっています。

#### 1 流動帯電現象

絶縁油の流動により、絶縁物表面および絶縁油が静電気帯電する現象。この電荷の蓄積が大きくなると静電気放電が生じ、これが引き金となり絶縁破壊に至る可能性がある。最も大きな支配要因は油流速であり、油流速を低くすることが効果的であることがわかっている。

(添付資料 - 16)

### (6) 圧力抑制室における異物について

#### 圧力抑制室点検及び異物回収

平成15年9月17日に当所2号機の圧力抑制室内(以下、S/C内という)において異物が発見されたことを受け、今回の定期事業者検査では、平成16年9月3日～10月13日にS/C内の点検及び異物回収を実施しました。なお、この準備作業を実施していた平成16年8月19日、S/C内への仮設照明用ケーブル布設を行った際、表示札1枚を紛失したが、8月26日から開始したS/Cの水質浄化作業および引き続き実施した目視点検において、テープ片、針金等(合計109個)とともに発見しました。また、9月15日から発見されたものの一部を回収し、それ以外の形状が小さいものはS/C底部の吸引清掃作業にて10月13日にすべて回収したことを確認しました。なお、表示札については9月9日に回収しました。

#### ベント管内の異物回収

平成17年1月18日、原子炉格納容器とS/Cをつなぐベント管の内面清掃作業を行ったところ、ベント管内の水面にテープ片を発見したことから、回収作業を行い、テープ片21個、ゴム片1個を回収しました。

平成17年2月2日、圧力抑制プール水温度計に関する検査を実施した後にS/C内の最終確認を行ったところ、変色した紙片1枚(約3.5cm×約1cm)を発見し

たことからこれを回収しました。回収した紙片は、S / C内の清掃作業以降実施した炉心スプレイ系ポンプの運転などによってS / C内の水位が変動したことにより、点検時確認しづらい部位および壁面等の水面近傍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。

今回の定期事業者検査においては他号機と同様に異物混入防止対策として、下記の対策を実施しました。

- ・ S / C入口マンホール部、D / Wベント管部の開口部養生の徹底
- ・ S / C内保有水の浄化の実施
- ・ S / C内の靴管理の強化
- ・ 専任監視員による持ち込み物品等に対する監視強化
- ・ 作業エリア近傍の開口部の養生
- ・ エリアの整理・整頓・清掃の実施

(添付資料 - 17)

## 6. 他プラント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<sup>1</sup>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いたしました。なお、配管減肉管理指針については、平成17年2月18日付にて、原子力安全・保安院から指示文書<sup>2</sup>が出されていることから、これを踏まえ当社配管減肉管理指針を改訂する予定です。

3号機については、念のため、美浜3号機事故の類似箇所である復水流量計オリフィス下流の肉厚測定を平成16年12月6日に実施(1箇所)し、問題のないことを確認しました。

なお、当社においては配管減肉に係る知見拡充のため、配管肉厚測定を3発電所3プラントで実施しており、当所3号機においては、当初から定期事業者検査として計画していた82箇所に加えて追加点検112箇所を実施し、異常のないことを確認しました。また、点検の結果、当該排水配管で減肉傾向が大きかった箇所について、予防保全の観点から今回の定期事業者検査の中で取替を実施しました。

(添付資料 - 18)

- 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」

## (2) 泊発電所2号機再生熱交換器胴側出口配管の損傷を踏まえた点検について

泊発電所2号機において発生した原子炉格納容器内の再生熱交換器出口配管の損傷事象を踏まえ、原子力安全・保安院から指示文書<sup>1</sup>が出されました。

指示文書においては、当該事象は加圧水型原子炉の再生熱交換器で発生したものであるが、高サイクル熱疲労による損傷を防止する観点から、この事象から得られた教訓を沸騰水型原子炉についても反映することが適切であるとの考えから通常運転時に高低温の内部流体が合流することにより温度ゆらぎが生じ、かつ応力の集中が生じることにより熱疲労割れが発生する可能性が比較的高い部位を特定し点検を実施するよう記載されています。

当該号機では残留熱除去系熱交換器出口配管と熱交換器バイパス配管合流部について平成16年9月14日から12月2日にかけて非破壊検査(第3種供用期間中特別検査)を実施し健全性を確認しました。

(添付資料 - 19)

- 1：経済産業省平成15年12月12日付け平成15・12・11原院第1号「泊発電所2号機再生熱交換器胴側出口配管の損傷を踏まえた検査の実施について」

## (3) 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

平成16年12月8日、No3湿水分離器からNo2湿水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湿水分離器からNo2湿水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(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、ボルト頭部に溶接されていたため、ナットが緩んだものと推定しました。

3号機の対策としては、一次系の類似配管の支持点検(15箇所)を実施し、異常のない事を確認しました。

\* 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言い、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 - 20)

**(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、最終的に通欠陥に至ったものと推定しています。

3号機としては、調査の一環として類似と考えられる配管14ラインの曲り部97箇所について点検を実施し、1ラインの曲り部3箇所に有意な減肉傾向箇所が確認されたため、念のため当該部の取替を実施しました。

また、14ラインに設置されている水位調整弁・排水器（計22台）の点検を行った結果、内1台の水位調節弁にシートパスの形跡が認められたことから、手入れを実施しました。

（添付資料 - 21）

**(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ています。

3号機としては、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（17箇所）について、平成17年2月7日～15日に配管の肉厚測定（18箇所）を実施し、問題ないことを確認しました。

（添付資料 - 22）

**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・予防処置マニュアル[原子力]」）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。

3号機において、平成16年8月9日～平成17年2月22日までに発生した不適合事象は合計760件(発電所全体2、873件)で、公表基準区分 以上のものは計24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すすめています。

(添付資料 - 23)

## (2)不適合管理からの提言及び予防処置等について

福島第一原子力発電所ではすべての不適合が不適合報告として不適合管理委員会に集められます。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を行っています。3号機においては、定期事業者検査中に多発した検査関係の不適合について分析評価を行い、次の事項を実施しました。

### ・検査アドバイザーの選任

過去にその検査を行った経験者をアドバイザーとして選任し、検査リハーサルに参加させ必要な指導助言を求めることとしました。(平成16年11月より実施)

### ・インターロック解除ルール化

作業に伴い保安規定にかかわるインターロックの解除や隔離をした場合、作業後速やかに復旧することをルール化した「インターロック解除ルール化」を実施することとしました。(平成16年10月より実施)

### ・クロージングミーティングの実施

従来からの活動として、検査業務において検査終了後に「クロージングミーティング」を実施し、検査要領書の改善点や反省点を抽出し検査に反映してきました。(平成16年6月より実施)

(添付資料 - 24)

## 8.まとめ

3号機(第20回)定期事業者検査は、平成16年8月9日から平成17年4月7日迄の予定で実施しています。なお、開始にあたっては、平成16年3月25日に主要変圧器絶縁油の可燃性ガスの増加が見られ、監視強化を行っていましたが、さらなる増加傾向が認められたため、平成16年8月5日に発電を停止しました。

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あり、当所においては初めて、当社においても柏崎6号機に続き2番目となります。実施にあたっては社内の品質マネジメントシステム文書である「保守管理マニュアル」や「検査及び試験マニュアル」等の整備、各検査項目毎の詳細な定期事業者検査要領書の整備を実施するとともに、組織面においても、当社原子力部門の全面的な組織改編の中で、品質・安全部門、検査実施部門の組織の充実を図り実施してまいりました。また、検査実施前には当社の検査員及び設備操作等の関係者、協力企業の検査助勢員に至るまでの一人ひとりの検査関係者に対し、定期事業者

検査要領書の説明を行い、検査関係者が協力し検査を実施してきました。  
これまで、今回実施を予定している定期事業者検査178件のうち158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。  
また、主要改造工事として、原子炉再循環系配管等修理工事、残留熱除去系蒸気凝  
縮系配管改造工事等を実施し、信頼性の向上を図っています。

今回は新検査制度下で初めての定期事業者検査であったため、検査に時間がか  
かったり、検査中に不適合が発生したこともありましたが、今後とも検査員個人  
の力量を向上させるとともに、組織としての対応力を強化して、新検査制度の  
主旨に添った適切な対応ができるように努めていきます。

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。

特に、定期事業者検査においては、検査中に重要な警報が発生した事象が3件あ  
り、検査手順書の改善や検査関係者間の周知や確認の徹底等の改善を行ってしま  
したが、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  
て行く等、継続した取り組みが必要と考えています。

また、設備面においては、起動領域モニタ（SRNM）の不具合に伴い、原子炉  
漏えい検査後に再度原子炉を開放して、検出器の取替を行ったため、定期事業者検  
査の期間を延長することとなりました。今後とも、発生した不具合に対しては、き  
ちんとした対応処置や再発防止対策を実施していますが、各設備の点検において不  
具合の傾向を確実に検知して、事前に対策を実施できるように、今後、さらなる点  
検手法の改善を進めていくことが重要と考えています。

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・予防  
処置マニュアル[原子力]」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、タイムリーに公表していきます。

3号機については、今後、定期安全レビュー（PSR）と、高経年化の技術評価  
（PLM）が予定されています。これらの活動で抽出された改善事項や、長期保全  
計画を今後の定期事業者検査の中に適切に反映して行きたいと考えています。

以 上