

福島第一原子力発電所3号機にかかる安全確認の状況について

平成15年8月

東京電力株式会社

福島第一原子力発電所

1. 炉心シュラウドについて

Q 1

現在実施されている炉心シュラウドの通常点検及び国の指示に基づく点検計画はどのようなものか。また、誰がどのように実施するか。

(回答)

炉心シュラウドについては、以下の通り点検することとしています。

点検頻度：10年間で点検範囲の100%

点検範囲：H1からH7までの周溶接線及び中間胴縦溶接線

点検方法：0.025mm ワイヤ識別可能な遠隔水中TVカメラによる目視点検

1F-3は第16回定期検査(平成9年5月～平成10年9月)に炉心シュラウド交換を実施していることから、平成20年までに点検する予定です。

次回点検の体制や要領については今後検討いたしますが、従来はメーカーが点検作業を実施し東電が確認(立会またはVTR確認)を行っています。なお、昨年「原子力発電所における点検・補修作業に係わる不適切な取り扱い」に関して当所4号機のシュラウド点検を実施した際には、東電および第三者機関の立会のもとで行いました。

また、平成15年4月17日に国より提示されているシュラウド点検等の指示(平成15・04・09原院第4号)については、3号機のシュラウドは取替後5年未満かつ残留応力対策を実施していることから対象となっていません。

添付資料

Q1-1 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
(平成15・04・09原院第4号)

Q1-2 炉心シュラウド及び原子炉再循環系配管等の点検計画について
(原管発官15第50号)

Q 2

炉心シュラウド交換工事は、いつ、どのように、行われたのか。

(回答)

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、上部格子板、炉心支持板、ジェットポンプ等の取替を実施しました。概略手順は以下の通りです。

a. 炉内化学除染

燃料集合体等の炉内機器を取外し、炉内の化学除染を行う。

b. シュラウド等取外し

シュラウド等を水中で放電加工装置により切断し、炉内から機器貯蔵プールへ移動する。取外した構造物は機器貯蔵プールで細かく切断し、専用の保管容器に入れ、サイトバンカープール及び固体廃棄物貯蔵庫に保管する。

c. ジェットポンプ復旧

ジェットポンプを取出し、炉内へ遮蔽を設置した後、炉内の水を抜き、炉内に足場を設置する。この作業足場を基にジェットポンプを据え付ける。

d. 新シュラウド据付

ジェットポンプ用作業足場を搬出した後、新シュラウドを天井クレーンで吊り込み、外側、内側溶接を行い新シュラウドを据え付ける。

e. 新炉心支持板等復旧

新炉心支持板等を天井クレーンで搬入し、据え付ける。

f. 原子炉復旧

燃料集合体等の炉内機器を据付け、原子炉を復旧する。

添付資料

Q 2 - 1 シュラウド取替工事について(パンフレット)

Q 3

炉心シュラウドのどの部分にどのような応力腐食割れ対策が講じられたのか。

(回答)

炉心シュラウド交換においては、応力腐食割れ対策として以下を実施しました。

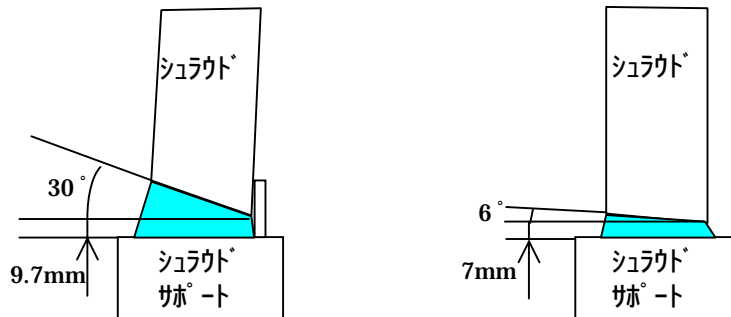
a . 材料をSUS304からSUS316Lに変更

b . 応力腐食割れの要因となる残留応力を減らすため、溶接数を低減

取替前溶接線図：周方向 7本 縦方向 26本 合計 33本

取替後溶接線図：周方向 4本 縦方向 2本 合計 6本

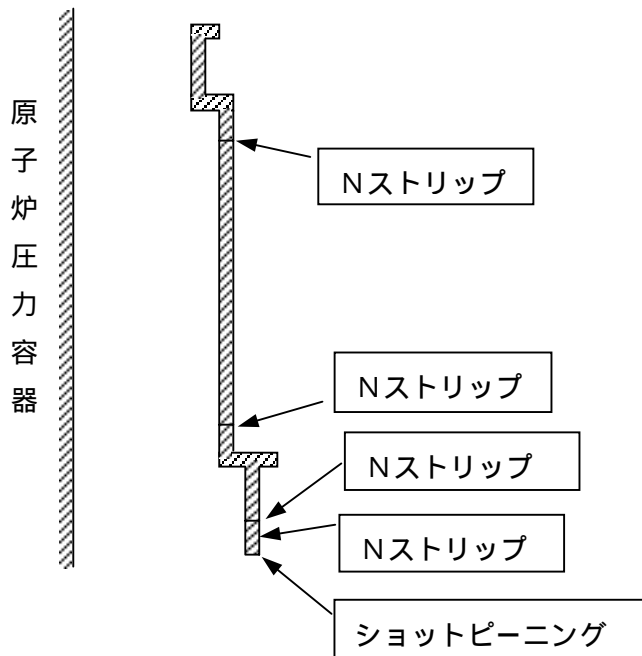
c . 溶接を狭開先溶接とし、溶接入熱を低く抑えることで、残留応力を低減。



交換前の溶接開先形状

交換後の溶接開先形状

d . 溶接線近傍には応力低減対策（ショットピーニングまたはNストリップ）を施工



Nストリップ：

合成繊維に高分子接着剤で砥石を付着させたブラシで金属表面を研磨することにより、表面層に微妙な塑性変形を与え、表面の残留応力改善を図るもの。

添付資料

Q 3 - 1 シュラウド溶接線図

Q 4

その際の応力腐食割れ対策の有効性については、いつどのように確認して「有効」と判断したのか具体的に示されたい。

(回答)

昭和40年代後半から国内外においてSUS304製の原子炉再循環配管等において粒界型応力腐食割れが多発したことから、SUS316(LC)が耐SCC改良材料として電力共同研究によって開発されました。

応力腐食割れ対策のうち、「ショットピーニング」の効果については電力会社の実施した研究「シュラウドの健全性に関する研究」(平成8年度)にて効果を確認しています。

なお、1F3の実機施工と同等の条件において、表面の応力は施工前の引張応力から施工後に500MPa以上の圧縮応力となり、また表面から200ミクロン以上の深さまで圧縮応力となることが確認されています。

「Nストリップ」の効果については、電力会社の実施した研究「ABWR炉内構造物の信頼性向上に関する研究」(平成8年度)にて効果(表面にて400MPa以上の圧縮応力、表面から40ミクロン以上の深さまで圧縮応力となる等*)を確認しています。

なお、1F3のシュラウド交換以前に運転開始したKK6/KK7のシュラウドについては、建設時にNストリップを施工しており至近の点検(H15年に実施)においてひびは発見されておりません。

*施工条件：ブラシ径100mm、施工回数5回

Q 5

交換後において、炉心シュラウドに実施された応力腐食割れ対策が実際に有効かどうか、どのような点検・検査を行って確認しているのか具体的に示されたい。

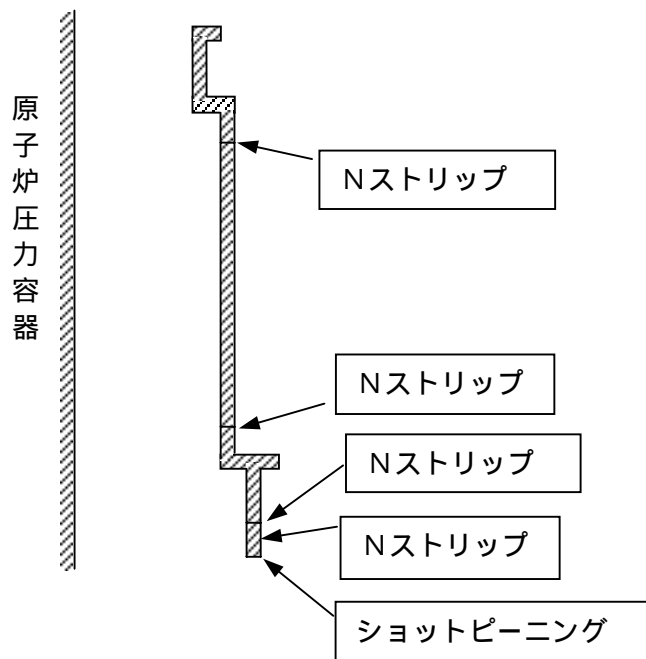
(回答)

「材料」について、当社は材料試験成績の記録確認を行い、耐SCC改良材料であるSUS316Lの仕様(化学成分、硬さ、引張試験、熱処理)を満足することを確認しています。

「溶接数の低減」及び「狭開先溶接」については、溶接位置及び開先形状を図面に明示するとともに、当社は製造後のシュラウドを目視にて確認しています。

「ショットピーニング」については、圧縮応力が得られる施工条件を事前に試験により確認しております。当社は、実機施工において施工条件が試験で確認された範囲内であることを記録(ショット径、ショット供給量、投射圧力、等)確認することで、圧縮応力の効果が得られると判断しております。また、当社はピーニング施工後の表面状態について目視にて確認することで、所定の範囲が施工されていると判断しております。

「Nストリップ」については、圧縮応力が得られる施工条件を事前に試験により確認しており、実機施工においてはこの施工条件通りに施工しております。当社は、施工範囲を図面に明示するとともに、磨き加工後の表面状態を目視にて確認することで、所定の範囲が施工されていると判断しております。



二．再循環系配管の取替について

Q 6

再循環系配管の通常（定期検査中）の点検及び国の指示に基づく点検計画はどのようなものか。また誰がどのように実施するのか。

（回答）

通常点検については、当該配管は定期検査項目の第 1 種機器供用期間中検査の対象であり、「軽水型原子力発電所用機器の供用期間中検査（JEAC 4205）」（社団法人 日本電気協会）の規定に基づき 配管溶接部の超音波探傷検査を実施しています。検査頻度については、10 年で円周方向の全継手数の 25% 及び全枝管接続部溶接継手数の 25% を供用期間中検査（ISI）10 年計画として選定し、実施しています（ノズルとセーフエンドの溶接線に関しては 10 年で 100%）。具体的には超音波探傷検査はメーカーが行い、発電技検・当社が立ち会うと共に記録を確認します。最終的に経済産業省に記録確認を実施していただきます。

平成 15 年 4 月 17 日に国により提示されているシュラウド等の指示（平成 15・04・09 原院第 4 号）に基づく点検は、SUS316 系材を用いた配管で有効な応力腐食割れ対策が実施されていない部位を点検するものです。原子炉再循環系配管は取替を行っていることから、供用開始後 5 年経過した時期から 10 年を越えない期間で点検を行います。点検は JEAC4205 の検査方法に従い実施します。具体的には超音波探傷検査を実施しますが、検査はメーカーが行い、当社が立ち会うと共に記録を確認する予定です。最終的に結果を経済産業省に報告する予定です。

添付資料

Q 6-1 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

Q 6-2 炉心シュラウド及び原子炉再循環系配管等の点検計画について

Q 6-3 福島第一原子力発電所第 3 号機 第 1 種機器供用期間中検査 10 年計画

Q7

再循環系配管の取替は、これまで、いつ、どこを、どのように取替えたのか具体的に示されたい。

(回答)

3号機の再循環系配管は以下の様に7回に分けて取替工事を実施しています。

- ・ 第2回定検(S53年度)ライザー管4本をSUS304 SUS304(LC)に取替
- ・ 第3回定検(S54年度)ライザー管6本をSUS304 SUS304(LC)に取替
- ・ 第5回定検(S57年度)ヘッダー管をSUS304 SUS304(LC)に取替
- ・ 第15回定検(H7年度)吐出側母管をSUS304 SUS304(LC)に取替
- ・ 第16回定検(H9年度)吸込側母管、ヘッダー管をSUS304 SUS304(LC)に取替
- ・ 第17回定検(H11年度)吸込側母管をSUS304 SUS304(LC)に取替
- ・ 第19回定検(H14年度)クロス管、ライザー管をSUS304 SUS316(LC)に取替

一般的な配管取替の概略手順は以下の通りです。

- a. 配管マーキング
配管に切断位置をマーキングする。
- b. 化学除染
配管の化学除染を行う。
- c. 配管切断
切断機にて配管切断を行う。
- d. 配管開先合わせ
開先加工機にて配管の開先及び合わせを行う。
- e. 配管溶接
自動溶接機にて配管の溶接を行う。
- f. 検査
開先及び溶接施工前後に非破壊検査(目視・放射線透過・浸透探傷検査)を行う。
- g. 使用前検査(工事計画届出をした場合)
イ項使用前検査及びホ項使用前検査を実施する。

添付資料

Q7-1 福島第一原子力発電所3号機原子炉再循環系配管取替履歴

Q 8

取替に際し、応力腐食割れ対策が講じられているのか。講じられているとすれば、いつ、どこに、どのような応力腐食割れ対策が講じられたのか具体的に示されたい。

(回答)

第2回定検(S53年度)、第3回定検(S54年度)、第5回定検(S57年度)に取替を実施したライザー管、ヘッダー管については、取替時にあわせてSHT(固溶化熱処理法)、CRC(内面肉盛工法)の応力腐食割れ対策を実施しています。第15回定検(H7年度)、第16回定検(H9年度)、第17回定検(H11年度)に取替を実施した配管は長手継手とライザー管台の溶接線についてはSHT(固溶化熱処理法)の応力腐食割れ対策を実施しています。

参考

固溶化熱処理法(SHT: Solution Heat Treatment): 溶接により鋭敏化した可能性のある配管に熱処理を行うことにより、鋭敏化によるSCCの原因の1つ(結晶粒界の近くでのクロムの減少)を取り除く(再固溶)ことによって、SCCを発生しにくくさせるもの。なお同時に、溶接によるSCCの原因の1つ(引張残留応力)を減少させる効果もあります。

内面肉盛工法(CRC: Corrosion Resistant Cladding): 通常の配管溶接で発生する母材の鋭敏化領域に対し、配管内面の接液部をあらかじめ鋭敏化しない溶着金属で覆い、応力腐食割れの感受性を改善する方法。

添付資料

Q7-1 福島第一原子力発電所3号機原子炉再循環系配管取替履歴

Q 9

当該号機の再循環系配管の継手は、全部でいくつか、またその材質は何か？

(回答)

3号機の再循環系配管の継手数は全部で118箇所であり、SUS304(LC)、SUS316(LC)となっています。これらについては、応力腐食割れ対策を実施しているものを除いて、供用開始後5年を目途に点検を実施します。また、応力腐食割れ対策を実施しているものについても供用期間中検査の計画に基づき点検を実施していきます。

Q 1 0

取替後、再循環系配管の点検・検査を行っているのか、行っていれば、いつ、どこで、どの継手を何カ所、どのような方法で行ったのか、また、その結果はどうか。

(回答)

取替後はI S I (供用期間中検査) として下記検査をプラントメーカーにて実施し、当社及び(財)発電設備技術検査協会の検査員は立会及び記録確認し、国による記録確認検査を受けております。

検査方法としては、「軽水型原子力発電所用機器の供用期間中検査(JEAC4205)」、「軽水型原子力発電所用機器の供用期間中検査における超音波探傷試験指針(JEAG4207)」(社団法人 日本電気協会) の規定に基づき実施しております。

結果は異常ありませんでした。

取替履歴及び検査実績としては、以下のとおり。

- ・ 第 2 回 (S53) 取替箇所
U T 7箇所 (第 3 回 : 1 箇所 , 第 5 回 : 1 箇所 , 第 7 回 : 1 箇所 ,
第 1 0 回 : 1 箇所 , 第 1 2 回 : 1 箇所 , 第 1 4 回 : 1 箇所 ,
第 1 5 回 : 1 箇所)
P T 2 箇所 (第 1 5 回 : 2 箇所)
- ・ 第 3 回 (S54) 取替箇所
U T 2 箇所 (第 7 回 : 1 箇所 , 第 8 回 : 1 箇所)
- ・ 第 5 回 (S57) 取替箇所
U T 8 箇所 (第 1 2 回 : 4 箇所 , 第 1 4 回 : 1 箇所 , 第 1 7 回 : 1 箇所 ,
第 1 8 回 : 2 箇所)
P T 2 箇所 (第 1 8 回 : 2 箇所)
- ・ 第 1 5 回 (H7) 取替箇所
検査実績なし
- ・ 第 1 6 回 (H9) 取替箇所
U T 5 箇所 (第 1 7 回 : 2 箇所 , 第 1 9 回 : 3 箇所)
- ・ 第 1 7 回 (H11) 取替箇所
U T 2 箇所 (第 1 9 回 : 2 箇所)

U T (超音波探傷検査)
P T (浸透探傷検査)

添付資料

Q 1 0 - 1 福島第一原子力発電所 3号機 原子炉再循環系配管取替履歴及び検査実績

Q 1 1

今回の定期検査で再循環系配管について、特別な点検・検査を実施していないのか。その理由と根拠はどのようなものか具体的に示されたい。

(回答)

今回の定期検査において、「軽水型原子力発電所用機器の供用期間中検査 (JEAC4205)」「(社団法人 日本電気協会)の規定に基づき5継手のUT (超音波探傷検査)を実施していますが、特別な点検及び検査は実施していません。

なお、至近の定検で新しい配管に取換えたものは実効運転年数 (EFPY) 5年を経過していないことからすぐに点検をしなくても問題ありません。また過去に取替を実施した配管もQ8で述べたとおりSHT (固溶化熱処理法), CRC (内面肉盛工法) の応力腐食割れ対策を実施しているので直ちに点検をしなくても問題ないことから供用期間中検査の計画に従い検査を実施することとしています。

添付資料

Q 1 1 - 1 第 19 回定期検査 原子炉再循環系配管 UT 実施箇所

3. 格納容器漏えい検査について

Q12

計器調整準備作業とは、具体的にどのような作業のことをいうのか。作業日数、作業会社（東電、プラントメーカー、下請け）、作業場所、作業員数、作業内容、総延べ人日数を具体的に示されたい。

（回答）

原子炉格納容器漏えい率検査の工程はおおまかに、計器校正作業から始まり、基準容器試験、バウンダリ構成作業、加圧・漏えい確認、データ測定、バウンダリ復旧となります。3号機については、2月3日に計器校正に着手しましたが、バウンダリ構成の前で、制御棒駆動水圧系の不具合、保安規定違反により作業を中断したことから、検査期間が長いことが特徴です。

計器調整準備作業とは、原子炉格納容器漏えい率検査に使用する計器が正常に作動することを確認する作業です。具体的には、使用する計器の校正、取付位置の確認、配線の導通確認、およびデータ処理装置の試験をいいます。

使用する計器としては、格納容器内温度計、格納容器内露点温度計、差圧計（基準容器格納容器間）、格納容器内絶対圧力計、基準容器内絶対圧力計、格納容器圧力計、およびデータ処理装置があります。

本作業にあたっては検査の過程が適切であることを確認する目的から、社外機関が作業に関してダブルチェックを行うとともに、品質マネジメントの向上を図る目的から、品質保証部門に品質保証確認チームを編成し、作業から一步引いた立場で検査や記録作成状況を品質保証面からチェックしています。さらに、社内別組織である品質監査部門の参画により、検査の透明性向上を図っています。また、原子炉等規制法および電気事業法に基づく原子力安全・保安院の立入検査を受けており、適宜検査の過程について立会を受けるとともに、その結果について報告をしています。

作業に関する具体的なデータを以下に示します。総延べ人日数は104名となります。

作業内容	作業場所	作業会社（作業員数）	作業日数
計器校正，取付位置確認，配線の導通確認，データ処理装置の試験	原子炉格納容器内，圧力抑制室 原子炉建屋1階，中央制御室	東電（4名） 社外機関（4名） プラントメーカー（11名）	13日 2/3～8， 2/10～14， 3/20,26
データ処理装置の移動，点検	中央制御室	東電（1名） 社外機関（1名） プラントメーカー（6名）	2日 5/26，27
露点計塩化リチウム再塗布・再校正	原子炉格納容器内	東電（2名） 社外機関（3名） プラントメーカー（4名）	3日 5/28,30,31

添付資料

- Q12-1 福島第一原子力発電所3号機原子炉格納容器漏えい率検査概要
- Q12-2 3号機第19回定期検査原子炉格納容器漏えい率検査の実施方針について
- Q12-3 3号機原子炉格納容器漏えい率検査パナダリ構成における諸策に関する基本方針およびその考え方について
- Q12-4 福島第一原子力発電所3号機原子炉格納容器漏えい率検査実施計画・実績

3. 格納容器漏えい検査について

Q13

バウンダリ構成とは具体的にどのような作業のことをいうのか、作業日数、作業会社（東電、プラントメーカー、下請け）、作業場所、作業員数、作業内容、総延べ人日数を具体的に示されたい。

（回答）

バウンダリ構成とは、実施要領書に基づき、原子炉格納容器隔離弁等を検査時の開閉状態（原子炉格納容器を加圧できる状態）にすることをいいます。

本作業にあたっては検査の過程が適切であることを確認する目的から、社外機関のダブルチェックによる検査過程及び検査に必要な管理対象弁の管理状況等の確認、原子炉建屋の入域規制を実施するとともに、品質マネジメントの向上を図る目的から、品質保証部門に品質保証確認チームを編成し、作業員から一歩引いた立場で検査や記録作成状況を品質保証面からチェックしています。さらに、社内別組織である品質監査部門の参画により、検査の透明性向上を図っています。また、原子炉等規制法および電気事業法に基づく原子力安全・保安院の立入検査を受けており、適宜検査の過程について立会を受けるとともに、その結果について報告をしています。

具体的な作業データについては以下のとおりです。総延べ人日数については、弁の開閉操作等について 144 人日、弁強制開固定具取付けについて 18 人日、合計 162 人日となっています。

作業内容	作業場所	作業会社（作業員数）	作業日数
弁の開閉操作、操作禁止札の取付、封印作業等	中央制御室、原子炉建屋（地下、1～4階、トラス室）等	東電当直員（16名） 東電（4名） 東電品質保証確認チーム（20名） 社外機関（22名） 協力企業（2名）	5日間
弁強制開固定具取付け	原子炉格納容器内	東電（3名） 東電品質保証確認チーム（2名） 社外機関（4名） プラントメーカー（9名）	1日間

なお、バウンダリ構成に要した日数は 5 日であり、弁強制開固定具取付け作業は弁の開閉操作等と並行作業として実施し、それに要した 1 日はその内数となっています。

3. 格納容器漏えい検査について

Q14

加圧，漏えい確認とは具体的にどのような作業のことをいうのか，作業日数，作業会社（東電，プラントメーカー，下請け），作業場所，作業員数，作業内容，総延べ人日数を具体的に示されたい。

（回答）

加圧，漏えい確認作業とは，原子炉格納容器漏えい率測定にあたり，原子炉格納容器バウンダリ内に窒素ガスを封入し，原子炉格納容器バウンダリ弁および機器等からの漏えいの有無を目視にて確認する作業です。漏えい確認作業については，原子炉格納容器を約400kPaに加圧する過程において，35kPa時および昇圧完了後にそれぞれ実施します。

本作業にあたっては検査の過程が適切であることを確認する目的から，社外機関のダブルチェックによる検査過程及び検査に必要な管理対象弁の管理状況等の確認，原子炉建屋の入域規制を実施するとともに，品質マネジメントの向上を図る目的から，品質保証部門に品質保証確認チームを編成し，作業員から一歩引いた立場で検査や記録作成状況を品質保証面からチェックしています。さらに，社内別組織である品質監査部門の参画により，検査の透明性向上を図っています。また，原子炉等規制法および電気事業法に基づく原子力安全・保安院の立入検査を受けており，適宜検査の過程について立会を受けるとともに，その結果について報告をしています。

具体的な作業データを以下に示します。総延べ人日数は，加圧について9人日，漏えい確認について192人日，合計201人日となります。

作業内容	作業場所	作業会社（作業員数）	作業日数
加圧	中央制御室	東電当直員（9名）	1日間
圧力35kPaおよび昇圧完了後における点検（原子炉格納容器バウンダリからの漏えいの有無の確認および漏えい時の対策）	原子炉建屋	東電当直員（10名） 東電（39名） 東電品質保証確認チーム（13名） 社外機関（19名） プラントメーカー（27名） 協力企業（4名）	3日間*

*：6/10～11に実施した可燃性ガス濃度制御系の点検を含む。

添付資料

Q14-1 3号機PCV漏えい率検査昇降圧曲線（実績）

3. 格納容器漏えい検査について

Q15

格納容器漏えい率検査で操作する弁の数は全体でいくつあるのか。

(回答)

3号機原子炉格納容器漏えい率検査については1433個の弁を管理対象とし、開閉状態の確認を行いました。

操作する弁としては、事故時に放射性物質の放出を防止するための障壁を形成する原子炉格納容器バウンダリに属する弁(バウンダリ弁、計器隔離弁を含む)の他、弁のシートパスにより原子炉格納容器内に気体が漏れ込むことが想定される弁、および原子炉格納容器の加圧源となりうる系統に属する弁等について管理の対象としました。

3号機原子炉格納容器漏えい率検査管理対象弁

	管理対象弁	封印対象弁	備考
PCVバウンダリ弁	1253	1	
PCV内インリーク防止	74 ^{*1}	8	*3
IA・SA供給元弁	21	21	*3
MSIV L/T盤加圧防止	27 ^{*2}	1	*3
原子炉格納容器耐圧漏えい試験用計装ラック	14	0	
計器隔離弁	57	0	
合計	1433	31	

*1： と重複弁 3弁

*2： と重複弁 10弁

*3： 原子炉格納容器内へ気体が流入する可能性のある弁

3. 格納容器漏えい検査について

Q16

封印した弁と封印しなかった弁に分類した理由は何か。

(回答)

不正行為が確認された以降に実施した 1 号機原子炉格納容器漏えい率検査については、当該号機であり、不正防止を目的として基本的に管理対象弁すべてに封印を実施する方針としていました。

その後に行われたプラントについては、日本電気協会「原子炉格納容器の漏えい試験規程（J E A C 4 2 0 3 - 1 9 9 4）」の要求事項を十分理解した上で、検査に係わる作業員が責任を持って計画・実施することを基本とし、「検査の過程が適切であることを確認すること」および「品質マネジメントの向上を図ること」を目的として検査を実施しています。そのため、封印の目的についても「不正防止」ではなく、「検査の結果を良くする行為としての原子炉格納容器への空気等の気体の流入に対する防止策」となり、この方針に基づき 6 号機の検査を実施しました。

6 号機の検査を実施した結果、原子炉格納容器への空気等の気体の流入がなされるような不適切な弁操作を防止することを目的とする上では、以下のことがわかり、必ずしも封印の実施を必要としないと判断しました。

- ・ 社外機関のダブルチェックによる検査過程および検査に必要な管理対象弁の管理状況等の確認、原子炉建屋への入域規制の実施、品質保証部門に編成した品質保証確認チームが作業員から一步引いた立場で検査や記録作成状況を品質保証面からチェックしている状況、および国の立入検査等により作業員は何重にも監視され、それらは牽制効果として十分機能している。
- ・ したがって、実施要領書通り確実にバウンダリを構成することにより、「不適切な弁操作」を防止することができる。

しかし、原子力安全・保安院が立入検査を実施する厳格な検査については、その実施の発端が不正行為である以上、過去の不正に鑑みて、原子炉格納容器を直接加圧することのできる系統である計装用圧縮空気系（IA）および所内用圧縮空気系(SA)について封印を実施することとしたものです。

添付資料

Q16-1 3号機 P C V L / T バウンダリ構成封印対象弁管理表

3. 格納容器漏えい検査について

Q17

弁の封印作業は、どこ（国、東電、プラントメーカー、下請け、第三者）がどの様に行ったのか。

（回答）

弁の封印作業は東電社員（当直）が行いました。

本作業にあたっては検査の過程が適切であることを確認する目的から、社外機関のダブルチェックによる検査過程及び検査に必要な管理対象弁の管理状況等の確認、原子炉建屋の入域規制を実施するとともに、品質マネジメントの向上を図る目的から、品質保証部門に品質保証確認チームを編成し、作業員から一歩引いた立場で検査や記録作成状況を品質保証面からチェックしています。さらに、社内別組織である品質監査部門の参画により、検査の透明性向上を図っています。また、原子炉等規制法および電気事業法に基づく原子力安全・保安院の立入検査を受けており、適宜検査の過程について立会を受けるとともに、その結果について報告をしています。

封印作業の方法はワイヤーによりハンドルとハンドルスポークとを通して、目視にてゆるみがないように取付け、ワイヤーを封印によりかきしめて固定します。検査時に開の弁については、ハンドルが閉方向に回転しないように、また、検査時に閉の弁については、ハンドルが開方向に回転しないように取り付けました。封印については番号が刻印してあり、その番号を管理しています。

添付資料

Q17-1 ワイヤー封印状況写真

3. 格納容器漏えい検査について

Q18

封印作業を行った弁の数は幾つか。また、その弁をどのように特定したのか。

(回答)

管理対象弁 1433 個のうち封印作業を行った弁の数は 31 個です。

原子炉格納容器漏えい率検査を実施するにあたって、日本電気協会「原子炉格納容器の漏えい試験規程 (J E A C 4 2 0 3 - 1 9 9 4)」の要求事項を十分理解した上で、検査に係わる作業員が責任を持って計画・実施し、漏えい率検査の目的を果すことを基本としていますが、過去の不正に鑑みて、原子炉格納容器を直接加圧することのできる系統である計装用圧縮空気系 (IA) および所内用圧縮空気系 (SA) について封印を実施することとしたものです。

本作業にあたっては検査の過程が適切であることを確認する目的から、社外機関のダブルチェックによる検査過程及び検査に必要な管理対象弁の管理状況等の確認、原子炉建屋の入域規制を実施するとともに、品質マネジメントの向上を図る目的から、品質保証部門に品質保証確認チームを編成し、作業員から一步引いた立場で検査や記録作成状況を品質保証面からチェックしています。さらに、社内別組織である品質監査部門の参画により、検査の透明性向上を図っています。また、原子炉等規制法および電気事業法に基づく原子力安全・保安院の立入検査を受けており、適宜検査の過程について立会を受けるとともに、その結果について報告をしています。

これらのシステムは不正行為に対する牽制効果として十分機能しており、不正行為を行う余地はないと考えます。

3. 格納容器漏えい検査について

Q19

不正なガス注入の可能性のある弁はどこの弁で数はいくつあったのか。その弁はどのようにして確認したのか。また、その弁は全て封印したのか。

(回答)

原子炉格納容器漏えい率検査の管理対象弁のうち検査の結果を良くする可能性のある弁、すなわち原子炉格納容器内へ気体が流入する可能性のある弁として、PCV 内インリーク防止、MSIV L/T 盤加圧防止、および IA・SA 供給元弁の 122 個を管理対象としています。これらの弁については検査の前後にてその開閉状態を確認することにより、検査の妥当性を確認するとともに、過去の不正に鑑みて、原子炉格納容器を直接加圧することのできる系統である計装用圧縮空気系 (IA) および所内用圧縮空気系 (SA) については封印を実施しています。弁の開閉状態の確認に際しては、検査の過程が適切であることを確認する目的から、社外機関のダブルチェックによる検査過程及び検査に必要な管理対象弁の管理状況等の確認、原子炉建屋の入域規制を実施するとともに、品質マネジメントの向上を図る目的から、品質保証部門に品質保証確認チームを編成し、作業員から一歩引いた立場で検査や記録作成状況を品質保証面からチェックしています。さらに、社内別組織である品質監査部門の参画により、検査の透明性向上を図っています。また、原子炉等規制法および電気事業法に基づく原子力安全・保安院の立入検査を受けており、適宜検査の過程について立会を受けるとともに、その結果について報告をしています。

なお、これらの系統については大気開放するとともに計装用圧縮空気系 (IA) および所内用圧縮空気系 (SA) のコンプレッサーの起動状況を加圧前から降圧完了までの間、常時監視することにより検査が適切であることに努めています。

3号機原子炉格納容器漏えい率検査管理対象弁

	管理対象弁	封印対象弁	備考
PCVバウンダリ弁	1 2 5 3	1	
PCV内インリーク防止	7 4 *1	8	*3
IA・SA供給元弁	2 1	2 1	*3
MSIV L/T盤加圧防止	2 7 *2	1	*3
原子炉格納容器耐圧漏えい試験用計装ラック	1 4	0	
計装隔離弁	5 7	0	
合計	1 4 3 3	3 1	

* 1 : と重複弁 3弁

* 2 : と重複弁 10弁

* 3 : 原子炉格納容器内へ気体が流入する可能性のある弁

3. 格納容器漏えい検査について

Q20

漏えい率測定とは具体的にどのような作業のことをいうのか、作業日数、作業会社（東電、プラントメーカー、下請け）、作業場所、作業員数、作業内容、総延べ人日数を具体的に示されたい。

（回答）

原子炉格納容器の漏えい率測定とは、格納容器に窒素を所定の圧力（3号機は大気圧＋約400kPa）になるまで送り込み、1日あたりどれだけの量の窒素が漏れるかを測定することによって行います（実際の測定は6時間とすることが認められています）。

日本電気協会「原子炉格納容器の漏えい試験規程（J E A C 4 2 0 3 - 1 9 9 4）」では、漏えい率検査は絶対圧力法又は基準容器法で行うことになっていますが、誤差が小さい基準容器法を採用して検査を行っています。基準容器法とは、気体の漏えいがないことを、あらかじめ試験によって確認した容器を基準容器として定め格納容器内に数力所（3号機では6力所）設置し、その基準容器内の圧力と格納容器内の圧力の差（差圧）を測定し、温度と湿度による圧力の変動を補正して漏えい率を測定する方法です。

原子炉格納容器漏えい率検査については、経済産業省の立会対象の定期検査となっており（6時間測定）、事前に社内のデータ測定を実施していることから（6時間測定）、各々1日、合計2日で実施しました。また、今回は原子炉格納容器に関連する工事を停止期間中に実施したことから、電気事業法に基づく使用前検査も同時受検しています。

本作業にあたっては検査の過程が適切であることを確認する目的から、社外機関のダブルチェックによる検査過程及び検査に必要な管理対象弁の管理状況等の確認、原子炉建屋の入域規制を実施するとともに、品質マネジメントの向上を図る目的から、品質保証部門に品質保証確認チームを編成し、作業員から一步引いた立場で検査や記録作成状況を品質保証面からチェックしています。さらに、社内別組織である品質監査部門の参画により、検査の透明性向上を図っています。また、原子炉等規制法および電気事業法に基づく原子力安全・保安院の立入検査を受けており、適宜検査の過程について立会を受けるとともに、その結果について報告をしています。

原子炉格納容器を直接加圧することができる系統である計装用圧縮空気系（IA）および所内用圧縮空気系（SA）については、系統を大気開放するとともにコンプレッサの起動状況を加圧前から降圧完了までの間、常時監視することにより、検査が適切であることに努めています。

具体的な作業データを以下に示します。総延べ人日数については、データ測定58人日、IA・SA監視36人日、漏えい率計算クロスチェック6人日、合計100人日となります。

作業内容	作業場所	作業会社（作業員数）	作業日数
社内データおよび経済産業省立会データの採取と評価	原子炉建屋，中央制御室	東電（16名） 東電品質保証確認チーム（4名） 社外機関（10名*） プラントメーカー（8名）	2日間
IA・SA系統監視	中央制御室	東電（12名） 社外機関（6名） 協力企業（1名）	5日間
漏えい率計算クロスチェック	中央制御室	東電（3名） 社外機関（*）	2日間

*：漏えい率計算クロスチェックの作業員数を含む

3. 格納容器漏えい検査について

Q21

復旧作業とは具体的にどのような作業のことをいうのか、作業日数、作業会社（東電、プラントメーカー、下請け）、作業場所、作業員数、作業内容、総延べ人日数を具体的に示されたい。

（回答）

復旧作業とは、原子炉格納容器を加圧しデータを測定した後、原子炉格納容器を降圧し、原子炉格納容器隔離弁等が検査時の開閉状態であること及び封印に異常がないことを確認することをいいます。

本作業にあたっては検査の過程が適切であることを確認する目的から、社外機関のダブルチェックによる検査過程及び検査に必要な管理対象弁の管理状況等の確認、原子炉建屋の入域規制を実施するとともに、品質マネジメントの向上を図る目的から、品質保証部門に品質保証確認チームを編成し、作業員から一歩引いた立場で検査や記録作成状況を品質保証面からチェックしています。さらに、社内別組織である品質監査部門の参画により、検査の透明性向上を図っています。また、原子炉等規制法および電気事業法に基づく原子力安全・保安院の立入検査を受けており、適宜検査の過程について立会を受けるとともに、その結果について報告をしています。

具体的な作業データは以下のとおりです。総延べ人日数は、隔離弁の確認 56 人日、弁強制開固定具取り外し 30 人日、合計 86 人日となります。

作業内容	作業場所	作業会社（作業員数）	作業日数
原子炉格納容器隔離弁等が検査時の状態であったことの確認、封印の回収	中央制御室，原子炉建屋（地下，1～4階，トラス室）等	東電当直員（17名） 東電品質保証確認チーム（8名） 社外機関（27名）	2日間
弁強制開固定具取り外し	原子炉格納容器内	東電（17名） 東電品質保証確認チーム（1名） 社外機関（1名） プラントメカ（11名）	1日間

3. 格納容器漏えい検査について

Q22

0.45%以下という判定基準は、どのような根拠に基づくものか。その根拠はどのような考え方に基づくものか。

(回答)

判定基準である0.45%/dayについては、設計漏えい率0.5%/dayに次の検査までの期間における状態の劣化を考慮して決めたものです。

設計漏えい率0.5%/dayについては、原子炉設置変更許可申請書の事故解析における原子炉冷却材喪失事故時の被ばく評価の解析条件として、「格納容器の漏えい率は、設計上定められた最大値(0.5%/d)とする。」と定めています。この0.5%/dayを用いて被ばく評価を行うと、被ばく量は 3.1×10^{-4} mSvとなり、周辺公衆に対する許容値5mSvに対して十分小さいことから、周辺の公衆に与える放射線被ばくのリスクは十分小さいものと考えられます。なお、自然放射線による日本人の年間平均被ばく量は1~2mSvとなっています。

3. 格納容器漏えい検査について

Q23

今回の測定結果は、これまでの同機の漏えい率と比較して評価を行っているのか。

(回答)

3号機原子炉格納容器漏えい率検査の結果は0.054%/dayであり判定基準である0.45%/dayを十分下回った値であり、問題ないものでした。

また、過去の検査結果と比較しても有意な差は見られませんでした。

定期検査回数(開始年度)	国の立会検査
第1回定期検査(昭和51年度)	0.196±0.008%/day
第2回定期検査(昭和53年度)	0.304%/day
第3回定期検査(昭和54年度)	0.214±0.004%/day
第4回定期検査(昭和55年度)	0.174±0.004%/day
第5回定期検査(昭和57年度)	0.016±0.002%/day
第6回定期検査(昭和58年度)	0.136%/day
第7回定期検査(昭和59年度)	0.199%/day
第8回定期検査(昭和60年度)	0.095%/day
第9回定期検査(昭和62年度)	0.11%/day
第10回定期検査(昭和63年度)	0.05%/day
第11回定期検査(平成元年度)	0.08%/day
第12回定期検査(平成3年度)	0.119%/day
第13回定期検査(平成4年度)	0.061%/day
第14回定期検査(平成6年度)	0.057%/day
第15回定期検査(平成7年度)	0.096%/day
第16回定期検査(平成9年度)	0.189%/day
第17回定期検査(平成11年度)	0.020%/day
第18回定期検査(平成13年度)	0.174%/day
第19回定期検査(平成14年度)(今回)	0.054%/day

検査データは検査成績書の記載とした。

第1, 3~5回は信頼度限界を検査成績書に記載していた。第2回は検査成績書としては信頼度限界を記載していない。第6回以降は漏えい率に信頼度限界(上限)を考慮した値としている。

Q 2 5

今回の各検査項目の検査結果は具体的にどのようなものであったのか。

(回答)

福島第一原子力発電所第3号機第19回定期検査における検査項目数については以下のとおりです。

- ・国の立会検査項目数 13検査項目(全16検査項目)
(起動後に実施される検査4項目。そのうち1検査項目*
については一部を実施済み。起動後は重複カウント。)
- ・国の記録確認検査項目数 39検査項目(全42検査項目)
(起動後に実施される検査項目は3検査項目)
- 合 計 52検査項目(全58検査項目)

* ;非常用ディーゼル発電機,炉心スプレイ系,低圧注水系(冷却系),直流電源系機能検査

また 検査終了した後他プラントの不具合の水平展開を反映したことにより再検査を実施したもの2項目,配管の腐食等の不具合により再検査を実施したもの2項目,検査中の不具合により一旦検査を中断し後日受検したもの3項目を実施しています。

[再検査を実施した検査名及び再検査日]

検 査 名 称	再 検 査 日
安全保護系設定値確認検査	平成15年2月20日
プロセスモニタ機能検査	平成15年2月20日
制御棒駆動機構水圧系配管取替工事ホ頂使用前検査 (制御棒駆動水圧系機能検査)	平成15年5月20日
非常用ガス処理系機能検査	平成15年5月29日
非常用ディーゼル発電機,炉心スプレイ系,低圧注 水系(冷却系),直流電源系機能検査	平成15年7月4日
原子炉格納容器スプレイ系機能検査	平成15年7月7日 平成15年7月8日
中央制御室非常用循環系機能検査	平成15年7月10日

なお,福島第一原子力発電所3号機(第19回)定期検査実績は次頁以降に示します。

Q 2 6

起動前に実施する 5 2 項目全ての検査とは、どのようなものか。

(回答)

福島第一原子力発電所第 3 号機第 1 9 回定期検査において起動前に実施する検査項目数の内訳は以下のとおりです。

- | | |
|--------------|---|
| ・国の立会検査項目数 | 1 3 検査項目 (全 1 6 検査項目) |
| | (起動後に実施される検査 4 項目。そのうち 1 検査項目*
については一部を実施済み。起動後は重複カウント。) |
| ・国の記録確認検査項目数 | 3 9 検査項目 (全 4 2 検査項目) |
| 合 計 | 5 2 検査項目 (全 5 8 検査項目) |

* ; 非常用ディーゼル発電機, 炉心スプレイ系, 低圧注水系 (冷却系), 直流電源系機能検査

なお, 福島第一原子力発電所 3 号機 (第 1 9 回) 定期検査項目のうち起動前に実施した 5 2 検査項目を次頁に示します。

五．制御棒駆動水圧系配管塩分付着によるひび

Q 2 7

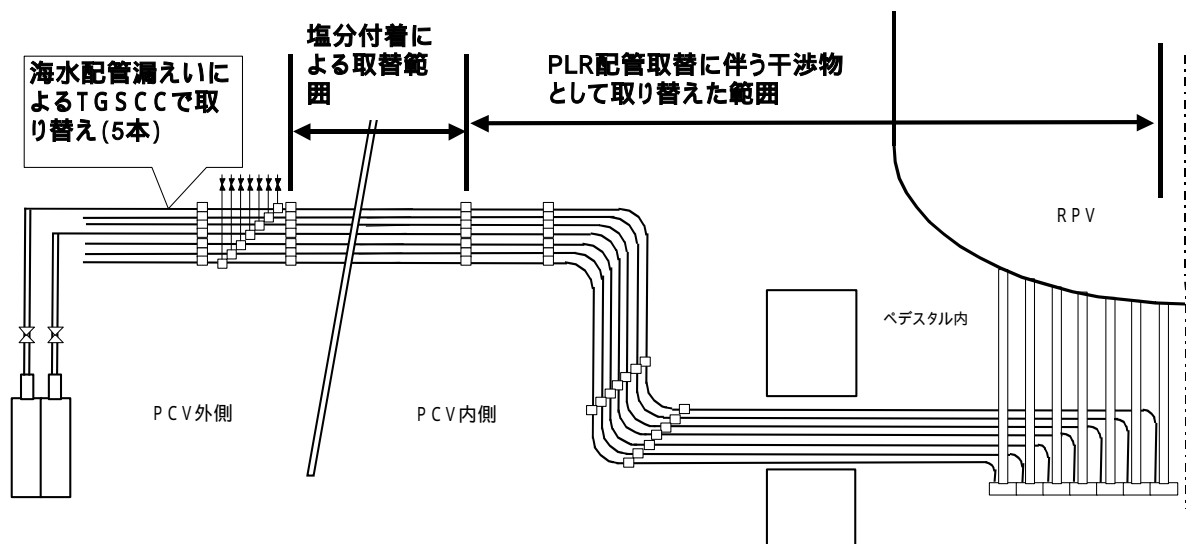
取替工事はどの部分をどれだけのように取り替えたのか。

(回 答)

3号機第19回定期検査にて原子炉再循環系配管取替工事の干渉物となる制御棒駆動水圧系配管274本の一時撤去復旧を行っていた(経済産業省から工事計画変更の認可をいただき、材質をSUS27TP(SUS304TP)から耐応力腐食性に優れるSUS316Lに変更して、配管の取替を行いました。)ところ、21本のカップリングに浸透探傷検査(PT)においてひびの兆候を示す指示模様が確認されたことから、取替範囲外の格納容器貫通部配管等について点検調査を行いました。

その結果、原子炉格納容器貫通部配管については、282本中242本で指示が確認されたことから、全数(282本:制御棒駆動水圧系 274本、主蒸気逃がし安全弁用N2系 1本、予備貫通部 7本)の取替を行いました。(経済産業省から工事計画の認可をいただき、材質をSUS27TP(SUS304TP)から耐応力腐食性に優れるSUS316Lに変更して取替工事を実施しました。)

原子炉格納容器の外側配管については、目視点検にて錆の確認された61本についてPTを実施した結果、28本の配管から指示が確認され、公称肉厚を割り込む可能性のある5本について取替を行いました。(配管仕様の変更は行っていません。)



取 替 範 囲 図

Q 2 8

塩分の付着によるひび割れと判断した妥当性の根拠はどのようなものか。

通常、(定期検査中及び運転中)制御棒駆動水圧系配管の点検・検査はどのようなものか。また、誰がどのように実施するか。

(回答)

制御棒駆動水圧系配管及びカップリングのひび割れが塩分の付着によるひび割れと判断した妥当性の根拠は以下のとおりです。

- ・ 配管及びカップリングのひび割れは、粒内割れであったこと
- ・ 割れの破面から塩化物が確認されたこと
- ・ 過去の調査から配管表面に付着塩分が確認されたこと
- ・ 格納容器内の相対湿度が割れを生じやすい環境にあったこと
- ・ 配管及びカップリングの材料がS C Cの感受性が高いS U S 3 0 4を使用していたこと
- ・ 残留応力が存在したこと

また、通常(定期検査中及び運転中)の制御棒駆動水圧系配管の点検・検査は、以下のとおりです。

<定期検査時>

- ・ 第1種機器供用期間中検査における漏えい検査(R P V H / T)及び第3種機器供用期間中検査(漏えい検査)(水圧制御ユニット廻りのみ)にて、制御棒駆動水圧系配管からの漏えいの有無を配管全数について、当社が(財)発電設備技術検査協会の検査員の立会検査及び経済産業省の記録確認検査を受検します。
- ・ 制御棒駆動水圧系機能検査において制御棒が正常に駆動することを、全数について当社が(財)発電設備技術検査協会の検査員の立会検査及び経済産業省の記録確認検査を受検します。

<運転中>

- ・ 当直長が1回/月の頻度で行う定例試験にて全制御棒について挿入、引抜等の確認を行っています。

なお、今回の定期検査においては、経済産業省 原子力安全・保安院の電気工作物検査官の立会による使用前検査を受検しています。

添付資料Q 2 8 - 1 C R D系配管ペネ、カップリングT G S C C発生原因シナリオ

Q 2 9

今後、どのような再発防止対策を実施するのか。

(回答)

今回のトラブルの対策として、以下の対策を実施しました。

原子炉格納容器 (P C V) 内の制御棒駆動水圧系 (C R D 系) 配管及びカップリングについては、S C C 感受性の低い S U S 3 1 6 L 材に取替を行いました。また、P C V 外側の海水漏えい配管下部の公称肉厚を割り込む可能性のある C R D 配管 5 本については、取替を実施しました。

類似ステンレス鋼配管については総点検を行い、付着塩分量の調査、外観目視確認等を行いました。

P C V 外側の C R D 配管の S C C の原因となった海水系ドレン配管については、耐用年数の長い配管に取り替えるとともに、飛散防止カバーを取り付けました。

今後は、定期的に付着塩分量の測定並びに外観目視点検を実施し、付着塩分量が 7 0 mgCl/m² を超える場合は清掃及び健全性確認を実施することとします。

添付資料

Q 2 9 - 1 ステンレス鋼配管の塩害対策検討フロー

Q 2 9 - 2 健全性調査フロー

六 制御棒駆動機構への異物混入

Q31

制御棒駆動機構の定期検査中の点検・検査はどのようなもので、誰がどのように実施するか。

(回答)

制御棒駆動機構は7年周期で分解点検を実施しており、今定期検査では137体中46体の分解点検実施しています。

分解した各部品については点検手入後、当社監理員が現場において部品の確認を実施するとともに、(財)発電設備技術検査員の立会・記録確認検査を受け最終的に、経済産業省の記録確認検査を受けています。

検査の内容としては、インデックスチューブ及びピストンチューブにき裂、変形、その他の欠陥のないことを目視により確認しています。

Q32

確認されたワイヤーブラシの毛先等とは、どのような異物が、また、毛先以外に見つかったものは何か。

(回答)

CRD「06-39」の引抜きができなくなったため、当該CRDの分解点検を実施した。点検の結果、ボール逆止弁のリテーナ部からワイヤー状の炭素鋼の異物が1本確認されました。また、これ以外の箇所からワイヤー状のステンレス鋼の異物等が確認されました。

これらの異物を分析した結果、リテーナ部から確認された異物は仮設照明等を固縛するバインド線であると推定され、その他の箇所から確認された異物はCRD分解点検時に使用されているワイヤーブラシから脱落した毛先であることが確認されました。

ワイヤーブラシの毛先の異物の性状は以下のとおりです。

材 質：ステンレス鋼

直 径： 0.25～0.3mm

0.07～0.24mm

また、他のCRDについても分解調査した結果、ワイヤーブラシの毛先以外に、金属では鉄錆等、非金属ではテフロン・塗膜・糸状のもの・紙片・ウエス片・ゴム片が確認されています。

上記異物のうちバインド線は、CRDの引抜き操作に影響があったもののCRDの挿入は可能であり、原子炉の安全機能に影響を与えるものではありませんでした。その他の異物については、引抜き操作も含めてCRDの動作に影響を与えるものではありませんでした。

添付資料

Q32-1 異物確認一覧表

Q33

異物混入が確認されたため調査を行った結果とあるが、いつ、誰が、どのような方法で、何をどれだけ確認したのか。

(回答)

CRD「06-39」異物混入に伴い、3号機について当社及びメーカーにて下記の調査を実施しました。

- ・ 配管異物調査
 - ・ フィルター点検調査
- } H15.3.30

CRDポンプから水圧制御ユニットまでの配管内に異物が混入されているか確認のため、配管内のフラッシングを実施した。実施した結果、異常はなかった。また、系統内のフィルターについても、異物の確認のため点検調査を実施した。実施した結果、異常はなかった。

- ・ 異物調査（分析調査） H15.4～5

分解点検で発見された異物が何であるかの特定をするため分析を実施した。実施した結果、バインド線及びワイヤーブラシであることが確認された。

- ・ CRD06-39以外のCRD分解調査 H15.3.29～4.19

CRD06-39以外のCRD45体について分解を実施し、当社及び第三者機関の立会による異物の混入状況調査を実施した。調査した結果、バインド線は当該CRD以外からは確認されなかった。また、ワイヤーブラシの毛先状のようなものについては、45体中12体について確認され、CRDによっては偏りが見られ、特に2体のCRDに多かった。

- ・ バインド線の混入によるボールの浮き上がりを模擬した再現試験

H15.4.15～4.16

CRDのリテーナ部にバインド線が混入しボールが浮き上がった状態を模擬（スペーサーを使用）した試験装置にて、当社立会のもとCRDのスクラム・挿入引抜動作の確認を実施した。

その結果、スクラム動作及び挿入動作については時間に変化があるものの、動作は良好であった。また、浮き上がり1.0mmの試験時には引抜動作において駆動力が十分に伝わらず引抜不可の状態になり、今回の事象が再現された。

- ・ バインド線の混入を模擬した影響評価試験 H15.4.18

試験装置に20本のバインド線を混入させ、当社立会のもとCRDのスクラム・挿入引抜動作の確認を実施した。

結果、スクラム・挿入引抜動作ともに判定基準を満足することが確認された。

- ・ ワイヤーブラシの混入を模擬した影響評価試験 H15.4.18

試験装置に実機で確認された最大134本より多目の180本のワイヤーブラシの毛先を混入させ、当社立会のもとCRDのスクラム・挿入引抜動作の確認を実施した。

結果、スクラム・挿入引抜動作とともに判定基準を満足することが確認された。

- ・ ワイヤーブラシ・バインド線の混入ルート調査 H15.4~5

異物の混入する可能性の高い作業について当社及びメーカーにて調査を実施し、混入ルートの推定を行った。結果、16回定検のシュラウド取替工事及び19回定検のCRD挿入引抜配管取替工事、CRD水中保管時において混入した可能性が考えられた。

- ・ CRD分解洗浄 H15.5.6~5.9

分解調査したCRD以外のCRD14本の洗浄を実施し、当社立会による異物確認を実施した。結果、CRDの機能に影響を及ぼすような異物は認められなかった。

添付資料

- Q33-1 制御棒駆動水圧系系統概略図
- Q33-2 CRD「06-39」異物調査
- Q33-3 CRD分解調査結果の分析
- Q33-4 CRDボールシート部異物噛み込み試験・バインド線による異物混入試験・リテーナ部異物噛み込み試験
- Q33-5 CRD異物混入試験方案（ワイヤーブラシ毛先）
- Q33-6 ワイヤーブラシの毛先混入推定メカニズム
- Q33-7 バインド線混入推定メカニズム
- Q33-8 3号機CRD分解洗浄（14体）結果

Q34

当該機特有の事象であると判断しているが、どのような理由で特有と判断したのか。

(回答)

CRDに混入した異物の混入ルート調査を行った結果、シュラウド取替工事及びCRD配管取替工事及び第19回定期検査時に実施したCRDの保管水槽内への保管において、異物が混入した可能性があることが推定されており、分解調査結果からも当該作業に関連したCRDから比較的多くの異物が確認されています。

3号機はシュラウド取替工事の初号機であり、ワイヤーブラシの使用制限等の異物混入防止対策強化(平成11年度)を図る以前の工事であったことから、他号機に比べ多くの異物が混入したものと推定されます。

3号機と比較する観点から、シュラウド取替工事を実施している2号機において、シュラウド取替を行った定期検査時に分解を行ったCRDを含み、全炉心の4象現から均等に選定した16体のCRDの分解調査を行った結果、異物はほとんど確認されませんでした。

また、シュラウド取替工事及びCRD配管取替工事を実施している5号機について、第19回定期検査において既に実施した46体のCRD分解点検における異物の有無をメーカーの作業員に確認したところ、バインド線及びワイヤーブラシの毛先の混入は確認されませんでした。

このことから、当該機特有の事象であると当社が判断しました。

添付資料

Q34 - 1 2号CRD分解点検(16体)結果

Q34 - 2 5号機におけるCRD分解点検についての聞き取り調査結果

Q35

これらの異物混入は直ちに原子炉の安全性に影響を及ぼすものでないことを確認したと結論付けているが、その根拠とはどのようなものか。

(回答)

以下のことから、今回の事象は運転中の原子炉のスクラム機能に影響を与える問題ではないと考えます。

- ・ 今回の事象は当該制御棒が全挿入状態で引き抜けなくなったものであり、引き抜いている状態で挿入できなくなる事象ではないことから、運転中に発生する事象とは考えにくい。
- ・ 仮に、CRが引き抜かれた状態でボール逆止弁がシートされない状態に至ったとしても、少なくともアキュムレータによるスクラムまたは炉圧によるスクラムのラインは確保されるため、いずれの場合でもスクラム機能は維持される。
- ・ ピストンチューブヘッドとドライブピストンの隙間、及びインデックスチューブ表面等から発見されたワイヤー状の異物は、その太さ及び形状(最大直径0.95、長さ11mm、炭素鋼や最大直径0.3、長さ17mm、SUS系)からCRD内部のクリアランス(ドライブピストンとシリンダチューブの隙間:設計値1.2mm、ピストンチューブとドライブピストンの隙間:設計値1mm)に影響しない微小なものであり、強い駆動力(挿入時約160~480kg)に抗して機能に影響を及ぼす可能性は低いこと。
- ・ CRD内部点検の結果、各CRD内部には摺動傷も確認されなかったことから、CRDの機能に影響を与えた痕跡は認められなかった。
- ・ また、ワイヤーブラシの毛先を180本混入させた状態で駆動試験を実施した結果、異物混入前と異物混入後において特に差異は認められず、この種の異物はCRDの機能に影響を及ぼさないことが確認された。

(参考)

炉圧スクラム時には177MPa(約1800kg)(炉圧6.9MPa(約70kg/cm²g)×ピストン下面積(約26cm²))の力が駆動ピストン下部にかかることにより制御棒が挿入され、スクラム機能は維持されることから、今回のような微小な異物があったとしても安全上問題はありませぬ。

Q36

異物の見つかった当該制御棒駆動機構以外に何本の駆動機構について点検したのか。

(回答)

異物の見つかったCRD「06 - 39」以外に第16回に分解点検したCRD全数及び異物混入の傾向を確認するために定期検査毎の分解点検本数の1割強を分解点検調査対象とし、第14回～19回定検において分解点検したCRDから45本のCRDを対象として分解点検を実施しました。

分解点検対象

- ・ 第16回定検時全数(06 - 39以外に30体)
- ・ 第14回定検時抜取(2体)
- ・ 第15回定検時抜取(3体)
- ・ 第17回定検時抜取(3体)
- ・ 第18回定検時抜取(2体)
- ・ 第19回定検時抜取(5体)

また、念のためワイヤブラシの毛先が混入した可能性の高いと推定されたCRD14体を選定し、洗浄を実施しました。

Q37

混入の可能性が高いと判断した制御棒駆動機構の数はいくつか。

(回答)

一時的に引抜きが出来なくなったCRD「06-39」の分解調査を実施したところ、ワイヤー状の異物等が確認されたことから、異物が確認された当該CRDを分解した16回定期検査時に分解したCRDを中心に他の定期検査時の分解分も含めて46体(「06-39」を含む)の分解調査を実施しました。

また、CRD内に異物が混入する可能性のある作業の調査を、CRDに異物が混入する経路、それぞれの経路でできる開口部の性状から、関係する工事を作業ステップ毎に詳細に分析を行いました。

その結果、既に対象となるCRDの分解点検調査を実施済みであるシュラウド取替工事を除き、異物混入の可能性が高い作業として、CRD配管取替工事における配管布設及びCRDの保管水槽による水中保管を選定しました。

これらの作業調査結果と、既の実施した46体のCRD分解調査結果の傾向を踏まえて、多量のワイヤーブラシの毛先が確認されたCRDの共通要因を洗い出し、CRD挿入引抜き配管群「Cブロック」及び保管水槽「F水槽」で保管したCRDがワイヤーブラシの毛先が混入している可能性の高いものとして、上記「Cブロック」の配管群及び「F水槽」で保管されたCRDの中から、分解点検調査をまだ実施していないCRD14体を選定しました。

添付資料

Q37-1 CRD挿入引抜き配管群ブロックマップ図

Q37-2 Si/B CRD保管水槽内配置(3号第19回)

Q38

混入の可能性が高いと推定した制御棒駆動機構は、いつ、誰が、何を根拠に、どのように推定したのか。

(回答)

異物混入の可能性が高いと推定した分析調査方法は以下のとおりです。

C R D内に異物が混入する可能性のある経路(C R Dに直接混入、駆動水配管から混入、炉内から混入)についての調査を行い、さらにそれぞれの経路でできる開口部の性状(開口部の大きさ、開口部となっている時間の長さ、開口部となったときの周囲の環境条件)から関係する工事について、作業ステップ毎に詳細に分析を行いました。

その結果、既に対象となるC R Dの分解点検調査を実施済みであるシュラウド取替工事を除き、異物混入の可能性が高い作業として、C R D配管取替工事における配管布設及びC R Dの保管水槽による水中保管を選定しました。

これらの作業について、既の実施した46体のC R D分解調査結果の傾向(確認されたC R Dのロケーション、分解時期、C R D挿入引抜配管の群等)を踏まえて、多量のワイヤーブラシの毛先が確認されたC R Dの共通要因を洗い出した結果、C R D挿入引抜き配管群「Cブロック」及び保管水槽「F水槽」で保管したC R Dがワイヤーブラシの毛先が混入している可能性の高いものと当社が推定し、上記「Cブロック」の配管群及び「F水槽」で保管されたC R Dの中から、分解点検調査を実施していないC R D14体を選定して分解洗浄を実施することにしました。

Q39

「制御棒駆動機構の洗浄」とあるが、洗浄した結果は、どうであったのか。

(回答)

14体の各CRDの洗浄作業後、水槽内の異物確認を実施した結果、CRD分解のために切断したボルトの回り止め用ロッキングワイヤーの断片(1本)及びドライブピストンを固定するロックバンドの断片(1個)が水槽内に落ちていたのが確認されました(切断時水槽内に落ちなかった他の部分の形状から切断時に落ちたものであることを確認しました。したがって、分解したCRDの内部にあった異物ではありませんでした。)が、他に異物は確認されませんでした。

Q40

今後、どのような再発防止対策を実施するのか。

(回答)

本事象に鑑み、以下の対策を実施します。

(1) 異物混入防止対策の強化

原子炉本体に接続されている系統及び機器の分解点検においては、平成 11 年度よりワイヤーブラシ等の使用を原則禁止しているが、今後は使用許可基準の見直しを行い、清掃及び養生並びに物品持ち込み管理等について厳格に審査することで異物混入防止対策の強化を図ることとする。

(2) CRD 分解点検関連作業

CRD 交換機周辺や CRD 保管水槽などの CRD 分解点検関連作業において、異物混入の可能性のある作業エリアの清掃及び養生の徹底を図ることとする。

(3) CRD 挿入引抜配管取替工事

CRD 挿入引抜配管取替工事における配管接続終了後には、CRD 取付け前に配管の通水洗浄を実施することとする。

七 制御棒引抜き試験におけるインターロック解除

Q 4 1

制御棒 1 本の引抜きを伴う試験中にとあるが、どのような試験か。

(回答)

平成 1 5 年 2 月 2 5 日から 2 8 日にかけて、制御棒 1 本引抜きを伴う試験として制御棒フリクシヨントテスト及び制御棒スクラム機能検査を実施しておりました。

制御棒フリクシヨントテストとは、制御棒と燃料チャンネルボックス外面との摩擦ならびに、制御棒駆動機構内部の摩擦を測定する検査であり、制御棒を全引き抜き位置から全挿入位置まで連続挿入する際の制御棒駆動ピストンの上下の差圧を測定して確認しているものです。

制御棒スクラム機能検査とは、全制御棒について、引き抜き状態から全挿入までのスクラム時間が適正であることを 1 本ずつ確認する検査です。

添付資料

Q 4 1 - 1 福島第一原子力発電所 3 号機の保安規定違反として国の改善指示を受けた事象について

七 制御棒引抜き試験におけるインターロック解除

Q42

インターロックが作動していない状態が発生していたことが確認されたとあるが、いつ、誰が、どのようにして確認したのか。何故そこまで気がつかなかったのか。

(回答)

当直長は、平成15年2月28日13時11分頃、2本目の制御棒が2ノッチ引き抜かれた時点で当該インターロックが作動していないことに気づき、直ちに2本目の制御棒を全挿入させました。当該インターロックが作動しない原因を調査したところ、全制御棒全挿入模擬のジャンパーが実施されていることを発見したため、これを取り外し、その後1本目の制御棒を全挿入しました。

当該インタ - ロックの除外について調査したところ、2月26日のシュラウドヘッドボルト締め付け作業に伴い、制御棒フリクションテストによる制御棒操作と並行して燃料取替機の移動が必要となったことから、これを可能とするために行った措置により、当該ジャンパーの実施について、上長及び当直長が他の業務に専念していたことも重なり、当直長に報告されないまま当該インターロックが除外されていたことが確認されました。

また、当直長は2月25日の制御棒フリクションテスト開始時に当該インターロックの作動確認を行った以降は、特に状況に変化が無いことをもって、当該インターロックの確認とし、実質的なインターロックの作動確認である「選択阻止ランプ」が点灯することの確認を行わなかったことから、2本目の制御棒が2ノッチ引き抜かれた時点まで当該インターロックが作動していないことに気づきませんでした。

七 制御棒引抜き試験におけるインターロック解除

Q 4 3

今後、どのような再発防止対策を実施するのか。また、すでに実施している対策があれば示していただきたい。

(回答) 主な再発防止対策

1. 保安規定に係わるインターロック除外という重要な措置に関する全社的な統一ルールの整備
 - (1)保安規定に係わるインターロック除外を行う場合、当直長は作業の計画段階において作業内容等を承認する従来のルールに加え、実施段階において、保安規定により実施時期に問題が無いことを確認した上で除外実施について承認する。
 - (2)保安規定に係わるインターロックを除外した場合は、制御盤等の目立つ場所に注意喚起シートを掲示することとし、中操にいる当直員は、インターロックが除外されていることを容易に視認できる環境とする。
2. インターロック作動確認における管理方法の改善
インターロックの作動確認について、保安規定第67条に「作業毎」の定義が明記された。具体的には対象となる作業件名及び作業の中断について明確にし、日常点検表、及び定例試験手順書に反映した。
3. 制御棒操作を伴う検査における責任所掌確認の再徹底
制御棒操作を伴う検査の検査実施要領書に「制御棒操作については、当直長の責任所掌であり、当直員は必ず当直長の指揮、命令のもとで行うことを検査前に当直員及び検査担当者が相互に確認すること」を明記し、責任所掌確認を再徹底する。
4. ルール遵守の徹底
所員の意識の向上
 - ・発電所長から所員へルールの遵守の再徹底について訓辞する。
 - ・発電所において毎月1回業務開始日等に、ルール遵守について相互確認する日を設定し、意識の向上を図る。
 - ・グループ責任者は、メンバーへ本件を説明し、ルール遵守を周知徹底する。自前^{注)}PTWの廃止
自前PTWを廃止し、「注意タグ」により個別に当直長の承認を受けることとする。
5. 運転員の教育・訓練の充実
運転員の基本的ルールの遵守や運転経験に学ぶ姿勢等が浸透するよう、運転員の教育・訓練を再徹底することに加え、シミュレータを使用し、保安規定で定める運転上の制限を満足しない事象の対応訓練を実施する。実施後の訓練結果を確認し、今後の教育・訓練計画に反映する。

以上各項目について継続実施中であります。

注) PTW「作業票(Permit To Work)」

作業票とは、保修GMが保修作業のため、作業内容及び、安全処置内容等を記載、管理箇所GMまたは、当直長へ書面にて申請して作業の許可を得るために用いるものをいう。

添付資料

- Q 4 3 - 1 福島第一原子力発電所3号機の保安規定違反事象に鑑みた再発防止対策実施状況(発電所分)について

8 . 中央操作室の換気空調系ダンパー腐食

Q 4 4

タービン建屋内にある3号機中央操作室の換気空調系ダンパー付近の通気口(ダクト)の腐食が判明し、補修を行ったが、いつ、誰が、どのようにして発見したのか。

(回答)

ダクトの腐食・損傷につきましては、当社社員及び協力企業の作業員が、ダンパー点検準備作業の際に発見しました。詳細は以下の通りです。

平成15年6月19日 中央制御室空調機の切替時に外気入口ダンパーの作動不良を中央制御室当直員が確認。

平成15年6月20日 ダンパー修理の作業依頼票を中央制御室当直員が発行。

平成15年6月27日 当社社員が、ダンパーの作動状況を確認。

平成15年7月 2日 ダンパー点検のため仮設足場組立後、ダクト保温の取外しを行ったところ、ダクトの一部に腐食があることを当社社員及び協力企業作業員が確認。

平成15年7月 3日 ダンパーの取外し及びその他のダクト保温の取外しを行ったところ、ダクトに損傷があることを当社社員及び協力企業作業員が確認。

添付資料：Q 4 4 - 1 機器配置図
 : Q 4 4 - 2 機器断面図
 : Q 4 4 - 3 ダクト破損状況

8 . 中央操作室の換気空調系ダンパー腐食

Q 4 5

当該換気空調系については、これまで、どのような頻度でどのような点検実施してきたのか。

(回答)

換気系空調機本体につきましては、本格点検を3年に1回、簡易点検を1年に1回実施しております。至近では、平成14年7月に簡易点検を実施しました。

ダンパーにつきましては、定期検査毎に動作確認を実施しておりますが、分解点検は実施しておりませんでした。なお、平成9年1月に交換しております。

ダクトにつきましては、昭和51年の営業運転開始以降、特に点検をしておりませんでした。

点検内容及び点検履歴は以下の通りです。

点検種別	本格点検	簡易点検
点検周期	3年/回	1年/回
点検内容	<ul style="list-style-type: none"> ・ ケーシング目視点検 ・ 羽根車目視点検 ・ 軸寸法測定 ・ 軸浸透探傷検査 ・ 軸受交換 ・ Vベルト交換、張り調整 ・ 試運転 	<ul style="list-style-type: none"> ・ Vベルト交換、張り調整 ・ 試運転

時期 \ 点検種別	本格点検	簡易点検
平成11年10月～	A号機	B号機
平成13年4月～	B号機	A号機
平成14年7月～	-	A号機、B号機

8 . 中央操作室の換気空調系ダンパー腐食

Q 4 6

今後、どのような再発防止対策を実施するのか。

(回答)

ダクト及びダンパーにつきましては、今後、定期的に腐食状況の点検を行うとともに、手入れを行います。点検周期につきましては、空調機本格点検に合わせ、当面3年とします。

なお、破損したダクトにつきましては取り替えを実施するとともに、雨水浸入防止対策として、外気取り入れ口にフードを取り付けました。

添付資料：Q 4 6 - 1 対策図

9. その他

Q47

蒸気タービン低圧内部車室（B）（C）について、内部構造物に浸食及びき裂が認められたため、溶接補修工事が行われているが、交換の必要はなかったのか。

（回答）

（B）車室内部構造物に5箇所、（C）車室内部構造物に22箇所の浸食及びき裂が認められたことから、溶接補修を行っております。

溶接補修箇所につきましては、使用前検査及び蒸気タービン開放検査において、国による確認検査を受け、使用継続に問題のないことが確認されております。

尚、蒸気タービン内部車室につきましては、他号機も含め経年的に補修箇所が多くなる傾向にあることから、耐浸食性に優れた材料の車室に計画的に取替を実施しています。

3号機蒸気タービン内部車室の取替状況

蒸気タービン内部車室（A）	平成14年度	第19回定検	取替済
蒸気タービン内部車室（B）	平成11年度	第17回定検	取替済
蒸気タービン内部車室（C）	平成16年度	第20回定検	取替予定

添付資料

- Q47-1 タービン内部車室取替及び修理(補修)工事の各号機実施・予定状況
- Q47-2 蒸気タービン低圧内部車室イメージ図
- Q47-3 蒸気タービン低圧内部車室内部構造物浸食及びき裂代表例

Q 4 8

主蒸気逃し安全弁取替工事について、弁座ステライト層の減少が懸念されるため、同一設計のものと交換されているが、減少していたのか。

(回答)

主蒸気逃がし安全弁(2 - 7 1 H)の分解点検を実施したところ、弁座シート面にエロージョン跡が認められました。当該弁の対応として弁座の摺り合わせを実施した結果(ステライト厚さ 3 . 6 5 mm から 1 . 5 5 mm)エロージョン跡が除去され、再利用が可能であることが確認されました。

なお、当該弁は予備品として保管すること致します。