

福島第一原子力発電所4号機の安全確認に関する確認事項について (原子力安全・保安院に対する確認事項)

平成16年3月3日付けで県から原子力安全・保安院に対して照会した確認事項について、3月12日に原子力安全・保安院から電話等で回答がありました。

その概要は以下のとおり。

一 格納容器漏えい率検査について

1 原子力安全・保安院は、当該機についてもこれまで同様「厳格な検査を行う」としているが、先に実施した福島第一原子力発電所3号機及び5号機の漏えい率測定と比較すると検査員数が約10名から6名に大幅に減少している。

また、原子力安全・保安院は、「東京電力株式会社福島第一原子力発電所4号機格納容器漏えい率検査に対する立入検査の実施結果について」（平成16年2月2日）によれば、当該機の検査においては、格納容器漏えい率検査にかかる一連の作業の適切性について、従来と異なり「立入検査を行った範囲では」と限定している。これらは当該機の検査手法、確認事項等において先行機の検査と異なる点があったのか。

さらに、「福島第一原子力発電所4号機の安全確認の状況について」では、「一連の作業全体を通じて適切に行われた」としていることと整合性はあるのか。

【回答概要】

東京電力の各原子炉の格納容器漏えい率検査の実施に当たり、当院は、過去に格納容器漏えい率検査の不正が行われた福島第一原子力発電所1号機については、検査の実施に際し、同社の検査の実施過程や実施状況を確認することに加え、不正がないことを直接確認する観点も含め、当院の検査官が自ら弁等に対する封印を行うなど、より厳格な検査を実施した。

一方、当該機を含むその他の16基の原子炉については、過去に不正が行われた事実は発見されなかったが、念のため再検査を行い、格納容器の健全性を確認することとしたものである。このため、これらの原子炉については、検査の過程が適切であることを同社が主体となって示すよう指示し、当院は、同社の活動を監査的に確認する手法で検査を行っている。

「立入検査を行った範囲では」と記載したのは、同社の活動を監査的に検査する手法で検査を行ってきたことを誤解なく読み手に伝えることを意図したものであり、当該機の検査手法、確認事項等において、先に実施した福島第一原子力発電所3号機及び5号機の検査と基本的に異なる点はない。

なお、当該機の格納容器漏えい率検査の実施に当たっては、これまでの先行機の検査における当院の指摘事項を反映して同社が検査要領書や体制の整備に努めてきていることや、当院の検査官がエスコートなしで管理区域内の検査を行うことにより検査の実効性が図られていることを踏まえて、現場に立ち会う検査官数の見直しを行い、約10名から6名へ削減したものである。

2 当該機の漏えい率検査における改善すべき点として、現場における作業資機材やゴミの放置といった4S（整理、整頓、清掃、清潔）に関連する問題点も見受けられ、これらは「格納容器漏えい率検査の適切な実施にも関連するもの」であることから是正を指摘したとあるが、先行機の検査では、かかる観点から指摘したのか。また、指摘していないとすれば、先行機の漏えい率検査は適切に実施されたと言えないのではないか。

【回答概要】

当該機を含む福島第一原子力発電所1号機以外の各原子炉の格納容器漏えい率検査に対する当院の立入検査においては、検査の過程が適切であることを東京電力が主体となって示すよう指示し、当院は同社の活動を監査的な手法により確認している。

当院が当該機の格納容器漏えい率検査において同社の4S（整理、整頓、清掃、清潔）活動の実施状況を検査の対象としたのは、同社が、平成15年9月に福島第一原子力発電所2号機及び当該機の圧力抑制室で発見された異物対策として、保守点検に係るすべての活動に対し4S活動を新たに適用することとしたためである。今般の当該機に関する当院の指摘は、監査的手法で確認する一環として、同社が定めたルールに従って適切に検査が行われたかどうかとの観点から行ったものであり、格納容器漏えい率検査の結果に直接影響するものではなかった。

先行機の格納容器漏えい率検査においては、同社は4S活動に関し詳細な規定等を定めて実施していないが、当院の立入検査においては、格納容器漏えい率の計測の適切性と直接関係するものについては4S関連の活動も視野に入れて検査しており、当該活動の分野に関しては特段指摘すべき事項は見受けられなかった。このことから、先行機の格納容器漏えい率検査に関しては、全体として格納容器の健全性を確認する観点からは一連の作業は適切に行われたと考えている。

二 再循環系配管の点検、補修

3 原子力安全・保安院は、今停止期間中に実施された当該機の再循環系配管の点検及び補修工事について、どのような確認を行っているのか。

【回答概要】

当該機の再循環系配管については、今回停止期間中の定期検査の第一種機器供用期間中検査として5箇所の溶接線について財団法人発電設備技術検査協会の立ち会いの下で超音波探傷試験による検査を行い、独立行政法人原子力安全基盤機構の検査員が平成15年10月22日に記録を確認し、その結果は全て異常なしであった。

また、再循環系配管ノズルとセーフエンドとの接続部の10箇所の溶接線について東京電力による自主的な追加点検が行われ、結果は全て異常なしであった。当院の原子力保安検査官は、追加点検実施中の平成15年9月17日から25日の間に数次にわたり立ち会い、点検の実施状況を確認した。

当該機の今回停止期間中に実施された再循環系配管の取替工事（母管、ヘッダー管、クロス管、ライザー管のSUS304からSUS316(LC)への取替工事）については、平成14年12月12日に工事計画の届出がなされ、当院において審査を行った。補修工事実施後、平成15年10月16日及び17日に独立行政法人原子力安全基盤機構の検査員がイ項使用前検査として、材料、寸法、外観、据付、強度・漏えいに関する検査を実施した。今後、起動後の定格運転中に、当院の電気工作物検査官がホ項使用前検査として、再循環系の機能に関する検査（再循環流量等の確認）を実施する予定である。

4 当該機原子炉再循環系配管は第15回定期検査(平成9年9月～平成10年3月)以降の定期検査において、全ての配管を取替済みであるとしているが、配管にはどのような応力腐食割れ防止措置が講じられているのか、また、原子力安全・保安院はそれをどのように確認しているのか。

【回答概要】

今回停止期間中に実施した再循環系配管の取替工事においては、東京電力は応力腐食割れ対策として水冷溶接を実施した。再循環系配管の応力腐食割れ対策は、工事計画の届出及び使用前検査における法的な確認対象となるものではないが、使用前検査の際に、独立行政法人原子力安全基盤機構の検査員が、施工要領書、工事記録（溶接検査記録）等により工事が適切に行われたことを確認した。

なお、当該機の第15回定期検査及び第17回定期検査の期間中に取り替えられた再循環系配管の溶接部には応力腐食割れ対策は実施されていない。

三 炉心シュラウド点検、補修状況

5 当該機炉心シュラウドは、炉内構造物の技術基準が告示される以前の昭和49年に製作されていると思われるが、構造強度、耐震性などについて、どのような審査がなされていたのか。

【回答概要】

昭和49年当時の「発電用原子力設備に関する構造等の技術基準」（昭和45年制定）には、炉心支持構造物に関する規定は定められていなかった（炉心支持構造物等に関する規定は昭和55年10月の技術基準の改正時に追加）が、昭和48年に通商産業省原子力発電技術顧問会（当時）において、炉心支持構造物の応力評価に関する考え方がとりまとめられた。昭和49年7月15日付けで東京電力から提出された当該機の工事計画の認可申請の審査においては、通商産業省（当時）は、申請書においてこの考え方に従って炉心シュラウドの耐震・強度計算が実施されていること、各部位の発生応力が許容応力を満足していることを確認したうえで、昭和49年10月15日に認可を行った。

6 当該機炉心シュラウド中間胴の中央部周溶接線（H4）のひびは超音波探傷検査で確認された深さより、実際のひびは深かったことが判明した。ひびの先端部が超音波探傷検査でとらえがたいことがあることは先行したボートサンプル調査結果からも推定されているが、現在の手法による点検では、今後、炉心シュラウドの中間胴部にひびが確認された場合、ひびの深さやその進展を適切に把握できるのか。

【回答概要】

炉心シュラウドの中間胴部に発生する応力腐食割れは、複雑な形状を有することがあるため、それに対する超音波探傷試験によるひびの深さの測定について比較的大きな誤差が生じることはあり得る。このため、当該機のように炉心シュラウドの中間胴部に複雑な形状の応力腐食割れが発生した場合には、保守的にその割れが貫通しているものと仮定して、炉心シュラウドの健全性評価を行うことにより、仮に超音波探傷試験結果に誤差があっても問題のないものとして取り扱えるものと考えている。

当該機の健全性評価においても、当該部のひびについて上記の仮定を行った上で周方向への進展評価を行い、その結果現在及び5年後においても十分な構造強度を有していると評価した。

7 当該機炉心シュラウドH4のひびは切削補修がなされているが、これらの補修工事が炉心シュラウドの構造強度や耐震性などに及ぼす影響について、原子力安全・保安院はどのような評価や検討を行い、事業者の解析結果を妥当と判断しているのか。
また、原子力安全・保安院は、当該機炉心シュラウド修理工事において応力改善措置が適切になされていることをどのように確認しているのか。

【回答概要】

当該機炉心シュラウドの中間部周溶接線(H4)のひびの研削加工による除去工事については、平成15年4月1日及び平成15年5月19日に東京電力から工事計画の届出が行われており、当院において、当該工事計画が電気事業法に基づく技術基準の各規定に適合することを確認している。

具体的には、同社から提出された耐震性の説明書及び強度計算書をもとに、炉心シュラウドに作用する各荷重を組み合わせる算出した各部位の発生応力が許容応力を満足していること等を確認している。その際、実際の切削深さよりも深い深さで切削しているものと仮定して応力評価する等、保守的な評価がなされており、同社の評価結果は妥当であると判断している。

当該機の炉心シュラウドの修理工事に際し、同社は応力腐食割れ対策としてウォータージェットピーニングを実施したことから、使用前検査の際に、東北経済産業局の電気工作物検査官がウォータージェットピーニング実施後について加工面の外観や寸法に関する検査等、工事の実施状況について確認を行った。

8 原子力安全・保安院は、当該機の炉心シュラウド修理工事の要所において、適切に行われていることを確認したとしているが、水中ポンプ部品脱落や研削粉の飛散などが発生しており、当該工事全体の品質管理は適切になされていなかったのではないか。

【回答概要】

水中ポンプの部品脱落及び研削粉の飛散は、いずれも当該機の炉心シュラウドの修理工事に伴い発生したものである。炉心シュラウドの研削作業の際、事業者は仮設の研削粉回収装置を設置し、研削粉が原子炉圧力容器内に落ちないように同装置によって吸引しホースで使用済燃料プールまで引っ張って回収していたところ、ポンプの振動によりポンプを固定するためのボルトや座金等が脱落し、またホースとポンプの接続部が緩み吸引中の研削粉が流出したものである。

本件に関しては、回収装置が仮設のものであったため、作業会社と東京電力との間の取り決めが不明確であり、当該装置の管理や異物管理等の作業管理が十分でなかったことが主な原因と考えられる。

同社においては、再発防止の観点から、仮設の設備についても、使用するマニュアルへの管理すべき内容の反映及び教育を通じて徹底を図るとしている。

当院としては、炉心シュラウドの修理工事そのものは工事計画に従って適切に実施され、シュラウドの構造健全性の確保の観点から特に問題はなかったが、仮設の研削粉回収装置の設置や管理を含めた工事の作業管理において不適切な面があったことは事実であり、同社が示しているような改善策を講じていくことが望ましいと考える。

四 定期検査の実施

9 今回、当該機の起動前検査に実施した57項目とは具体的にどのような項目であり、また、国の検査官は各検査項目について、いつ、どのような検査確認を実施したのか。

【回答概要】

当該機の定期検査は、当院又は東北経済産業局の電気工作物検査官若しくは独立行政法人原子力安全基盤機構の検査員が実施し、判定基準に照らして問題となるものはないことを確認した。具体的な検査項目については、別添資料1（福島第一原子力発電所4号機の定期検査実施状況）のとおり。

10 今回の定期検査において、実施されている 給水加熱器取替工事、排ガス再結合器取替工事、蒸気タービン低圧内部車室取替工事 格納容器ドレンサンプポンプ出口配管取替工事等について、原子力安全・保安院は、どのような検査、確認を行っているのか。

【回答概要】

当該機の今回停止期間中に行われた給水加熱器取替工事等、工事計画の届出、認可及び使用前検査を伴う工事について、別添資料2（福島第一原子力発電所4号機の今回停止期間中の補修工事に係る工事計画届出等及び使用前検査の実施状況）のと通りの対応を行った。これらの使用前検査の実施に当たっては、通常の試験結果等の確認に加え、試験実施手順や材料・部品の調達管理等に関する記録の確認を行うなど、特に厳格な検査を実施した。

五 その他

11 当該機の制御棒駆動水圧系配管の塩分付着による応力腐食割れが発生し、一部配管の取替工事が行われているが、原子力安全・保安院は、原因調査、補修工事について、どのような確認を行っているのか。

【回答概要】

当該機の格納容器外の制御棒駆動水圧系配管において発見されたひび割れについては、東京電力による金属調査の結果から、塩化物に起因する応力腐食割れであること、塩化物は当該配管上部にある海水系ドレン配管からの漏えいにより付着したものであることを確認した。また、現地に駐在する当院の原子力保安検査官が平成14年9月15日及び16日に立ち会い、点検及び調査が適切に実施されたことを確認した。

同社が実施した点検の結果、応力腐食割れにより公称肉厚を下回った11本の制御棒駆動水圧系配管の取替工事については、工事計画の届出・認可や使用前検査といった法的な手続きを要するものではないが、当該工事の実施に際し、現地に駐在する原子力保安検査官が現場巡視の中で工事の実施状況を確認した。

12 当該機を始め、地震により気水分離器の仮置用脚部の曲がりが発生したが、原子力安全・保安院ではどのように対応したのか。安全上の課題はないのか。

【回答概要】

気水分離器の仮置用脚部に曲がりが生じた件に関して、当院は、現地に駐在する原子力保安検査官が平成15年9月18日から27日にかけて適宜立ち会い、点検及び補修の実施状況を確認するとともに、本院においても東京電力から原因調査、点検内容やその結果について報告を受け、内容を確認した。

気水分離器の仮置用脚部は、気水分離器等貯蔵プールに仮置きを行う際にのみ荷重がかかり、原子炉内に設置されているときには荷重がかからないため、プラントの安全性には影響を及ぼすものではない。

また、当該脚部の曲げを修正する際にひび割れが発生したが、前述のとおり運転中に荷重がかかることはなく、応力腐食割れや疲労など他の要因によるひび割れの進展も考えにくいことから、ルースパーツが発生する可能性はないものと考えられる。従って、本事象が原子炉の安全に影響を及ぼすことはないと判断される。

福島第一原子力発電所4号機の定期検査実施状況

(A項目)

	検査期日	検査名
1	H15.3.28	燃料集合体外観検査
2	H15.8.18	原子炉停止余裕検査
3	H15.6.18	主蒸気隔離弁機能検査
4	H15.6.13	主蒸気隔離弁漏えい率検査
5	H16.2.5	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
6	起動後に実施	高圧注水系機能検査
7	H15.5.20	自動減圧系機能検査
8	H15.12.17	原子炉保護系インターロック機能検査
9	H15.12.5	原子炉格納容器漏えい率検査(6時間)
10	H15.10.10	原子炉格納容器隔離弁機能検査
11	H16.2.5	原子炉格納容器スプレイ系機能検査
12	H15.10.3	可燃性ガス濃度制御系機能検査(その1)
13	H15.12.12	原子炉建屋気密性能検査
14	起動後に実施	総合負荷性能検査
15	H15.4.23	蒸気タービン開放検査
16	起動後に実施	蒸気タービン性能検査

(B項目)

	検査期日	検査名
1	H15.10.22	第1種機器供用期間中検査
2	H15.8.18	燃料集合体内炉内配置検査
3	H15.10.22	第3種機器供用期間中検査
4	H15.5.8	主蒸気逃がし安全弁・安全弁機能検査
5	H15.7.3	主蒸気逃がし安全弁・逃がし弁機能検査
6	H15.5.8	主蒸気逃がし安全弁分解検査
7	起動後に実施	原子炉隔離時冷却系機能検査
8	H15.5.9	高圧注水系ポンプ分解検査
9	今回対象外	高圧注水系主要弁分解検査
10	H15.7.2	残留熱除去系ポンプ分解検査
11	H15.6.18	残留熱除去系主要弁分解検査
12	今回対象外	炉心スプレイ系ポンプ分解検査
13	H15.6.18	炉心スプレイ系主要弁分解検査
14	H15.12.12	制御棒駆動水圧系機能検査
15	H15.7.2	制御棒駆動機構分解検査
16	H15.5.9	制御棒駆動系水圧系スクラム弁分解検査
17	H15.7.2	ほう酸水注入系機能検査
18	H15.7.3、 H15.12.11	安全保護系設定値確認検査
19	H15.3.28	燃料取扱装置機能検査
20	H15.7.3、 H15.10.10、 H15.12.11	プロセスモニタ機能検査
21	H15.12.16	非常用ガス処理系機能検査
22	H15.12.17	非常用ガス処理系フィルタ性能検査
23	H15.12.17	中央制御室非常用循環系機能検査
24	H15.12.17	中央制御室非常用循環系フィルタ性能検査
25	起動後に実施	気体廃棄物処理系機能検査
26	H15.5.9	原子炉格納容器隔離弁分解検査
27	H15.7.2	原子炉格納容器真空破壊弁機能検査
28	H15.5.8	可燃性ガス濃度制御系主要弁分解検査
29	H15.5.9	非常用ディーゼル発電機分解検査

(C項目)

	検査期日	検査名
1	今回対象外	燃料 SHIPPING 検査
2	今回対象外	原子炉再循環系ポンプ分解検査
3	H15.12.11	主蒸気隔離弁分解検査
4	H15.12.12	タービンバイパス弁機能検査
5	H15.12.11	残留熱除去系熱交換器開放検査
6	H15.12.10	原子炉隔離時冷却系ポンプ分解検査
7	H15.12.11	原子炉隔離時冷却系主要弁分解検査
8	H15.12.11	給水ポンプ機能検査
9	H15.12.10	制御用空気圧縮系機能検査
10	今回対象外	液体廃棄物処理系機能検査
11	H15.12.11	液体廃棄物貯蔵設備・処理設備インターロ ック機能検査
12	H15.12.11	液体状の放射性廃棄物の漏えいの検出装置 及び警報装置機能検査
13	H15.12.11	固体廃棄物貯蔵庫管理状況検査
14	起動後に実施	総合負荷検査
15	H15.12.11	主蒸気隔離弁漏えい率検査(停止後)
16	H15.12.10	給水ポンプ分解検査
17	H15.12.10	給水加熱器開放検査
18	H15.12.12	制御棒駆動機構機能検査
19	H15.1.16	安全保護系検出要素(校正)検査
20	H16.1.16	主要制御系機能検査
21	H16.1.16	監視機能健全性確認検査
22	H15.12.11	原子炉建屋天井クレーン機能検査
23	H15.12.11	換気空調系機能検査

8

A項目:立会検査項目

B項目:記録確認検査項目

C D項目:事業者の点検結果を確認する項目

別添資料2

福島第一原子力発電所4号機の今回停止期間中の補修工事に係る工事計画届出等及び使用前検査の実施状況

工事名	届出日 / 申請・許可日 工事概要	使用前検査		
		実施日	実施者	確認内容
第4給水加熱器 取替工事	H14.4.12届出 耐食性に優れた材料(炭素鋼材 クロム モリブデン鋼材)に取り替え	(イ項) H15.1.16 ~ 17 H15.5.29 ~ 30	東北経済産業局	材料検査 構造検査(寸法・外観・据付) 強度・漏えい検査
		(ホ項) 起動後に確認		原子力安全・保安院
排ガス再結合器 取替工事	H14.5.20申請、6.11許可 耐食性に優れた材料(SUS304 SUS316)に取り替え	(イ項) H15.6.5 ~ 6 H15.8.21	東北経済産業局	材料検査 構造検査(寸法・外観・据付) 強度・漏えい検査
		(ホ項) 起動後に確認		原子力安全・保安院
6 蒸気タービン低 圧内部車室取替 工事	低圧車室(B): H14.2.4届出 耐食性に優れた材料に取り替え	(ホ項) H15.4.7 ~ 8	原子力安全・保安院	材料検査 構造検査(寸法・外観・据付)
		(ホ項) 起動後に確認		原子力安全・保安院
格納容器ドレン サンプルポンプ出 口配管取替工事	H15.1.23申請、3.6届出 耐食性に優れた材料(炭素鋼 ステンレ ス鋼材)に取り替え	(イ項) H15.4.9 ~ 10 H15.5.13 ~ 14 H15.6.9	東北経済産業局	材料検査 構造検査(寸法・外観・据付) 強度・漏えい検査
		(ホ項) H15.7.2 ~ 3 H15.12.4 ~ 5		原子力安全・保安院
シュラウド修理工 事	H15.4.1届出、H15.5.19再届出 シュラウド内側H4溶接線近傍1箇所の ひび除去による補修	(イ項) H15.6.2 H15.6.5 ~ 6	東北経済産業局	構造検査(寸法・外観)
		(ホ項) 起動後に確認		原子力安全・保安院

原子炉再循環系 配管取替工事	H14.12.12届出 応力腐食割れの感受性の低い材料 (SUS304 SUS316)に取り替え	(イ項)H15.10.16~17	独立行政法人原子 力安全基盤機構	材料検査 構造検査(寸法・外観・据付) 強度・漏えい検査 支持構造物検査
		(ホ項)起動後に確認	原子力安全・保安院	機能検査
主蒸気逃がし安 全弁取替工事	H14.7.17届出 予備品と取り替え	(イ項)H15.1.22~23 H15.5.14~15	東北経済産業局	構造検査(外観・据付)
		(ホ項)H15.2.26~28 H15.3.13~14 H15.4.3 H15.5.19~20	原子力安全・保安院	動作検査及び漏えい検査 系統機能検査(自動減圧系機能 検査、逃がし弁機能検査)
制御棒取替工事	H14.6.26申請、12.4認可 ハフニウム長寿命型の制御棒に取り替 え	(イ項)H15.1.30~31	東北経済産業局	材料検査 構造検査(寸法・外観)
		(二項)H15.8.18~19	原子力安全・保安院	原子炉停止余裕検査
		(ホ項)起動後に確認	原子力安全・保安院	炉心性能評価検査
出力領域計装取 替工事	H14.11.8届出 検出器集合体を同一設計のものに取り 替え	(イ項)H15.4.3 H15.10.17	東北経済産業局	材料検査 構造検査(寸法・外観) 強度・漏えい検査
			独立行政法人原子 力安全基盤機構	構造検査(据付)
		(ホ項)起動後に確認	原子力安全・保安院	検出器性能確認検査 運転性能検査
主復水器真空度 低設定値変更工 事	H15.2.17申請、3.3認可 計器の取替に伴い、ゲージ圧力値から 絶対圧力値に変更	(ホ項)H15.4.10	原子力安全・保安院	系統機能検査(復水器真空度 低設定値確認検査)

こ