

福島第二原子力発電所3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2月17日付けで県から原子力安全・保安院に対して紹介した確認事項について、2月27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。

1 原子力安全・保安院は、平成15年8月4日付け文書「東京電力株式会社福島第二原子力発電所3号機格納容器漏えい検査に対する立入検査の実施について」において、福島第二原子力発電所3号機（以下、「当該機」という）の格納容器漏えい率検査では、要領書・手順書の事前検証に対して改善努力が行われていたとしているが、先行して実施された福島第二原子力発電所1号機における当該検査時と比較してどのように改善がなされていたのか。

【回答概要】

東京電力が当該機の原子炉格納容器漏えい率検査実施要領書の作成に際しては、所員用エアロックの封印手順の明確化や格納容器加圧用液体窒素の昇圧前確認事項の明確化など、福島第二原子力発電所1号機の格納容器漏えい率検査における経験や当院からの指摘事項を反映し、一定の改善を行っていることを当院として確認した。また、手順書制定後においても、当該機における検査実施に当たって必要な事項等に関し、数次にわたって改善を行うなど、継続的な改善努力がみられた。

2 当該機の検査においては、発電所の放射線業務従事者に必要な教育を受けた福島第二原子力保安検査官事務所の検査官が、事業者のエスコートなしで管理区域内の検査を行うことが可能となり、抜き打ち、抜き取り検査がより一層効果的に行われる体制となったとしている（平成15年8月4日付け「東京電力株式会社福島第二原子力発電所3号機格納容器漏えい率検査立入検査結果について」）が、福島第二原子力発電所1号機の検査と比較して、どのような具体的な効果があったのか。

【回答概要】

当院の原子力保安検査官が事業者のエスコートなしで管理区域内の検査を行うことにより、例えば次に示す点において、検査の実効性が図られている。

- ・検査対象箇所を「抜き打ち」的に選定することが可能となり、従来よりも事業者が日常実施している保安活動の状況をより適切に把握できるようになった。
- ・事業者のエスコートのための待ち時間が不要であったことから、検査官は同じ所要時間でより多くの場所を確認できるなど、検査内容がより充実したものとなった。

3 当該機の格納容器漏えい率検査は実施してからすでに六カ月経過しているが、漏えい率検査結果はいつまで有効と考えられるのか。また、途中、圧力抑制室の異物確認調査実施後、局部漏えい率検査が実施されているが、このような局部的な検査は、実施が義務づけられているものなのか。

【回答概要】

当該機の格納容器漏えい率検査の判定基準は、日本電気協会電気技術規程「原子炉格納容器の漏えい試験規程」(JEAC4203-1994)に従って定めることとしており、原子炉設置許可における安全解析上の漏えい率である0.5%/日から、次回の定期検査までの間(約1年)における漏えい率の増加仮定分1割を差し引き、0.45%/日としている。同規程には、次回検査が2年後であれば2割の漏えい率の増加を仮定する旨が規定されている。

この増加率についての想定は、停止期間中に適用することを前提としたものではないが、平成15年7月に実施した当該機の格納容器漏えい率検査において漏えい率が0.006%/日と極めて低い値であったことを踏まえると、この検査結果は2年以上経過した後においても有効と考える。

また、今回のように、格納容器漏えい率検査実施後に格納容器の開放が行われた場合には、格納容器全体漏えい率への影響を確認するため、開放された箇所について局部漏えい率検査を行うことが必要である。

4 原子力安全・保安院は、東京電力による原子炉再循環系配管及び原子炉圧力容器ノズル・セーフエンド接続部(以下、「再循環系配管等」という)の点検方法や点検結果については、「当院の検査官が立会い、または、記録確認を行うなどにより適切に行われたことを確認した」とあるが、どのような判断基準に基づき、事業者の自主点検の適切性を判断したのか。

【回答概要】

再循環系配管の点検については、事業者による点検が、技術的に確立された非破壊試験の手法(例えば、日本電気協会電気技術規程「軽水型原子力発電所用機器の供用期間中検査」(JEAC4205-2000)及び日本電気協会電気技術指針「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」(JEAG4207-2000)に従った方法)に従って実施されていることを、当院として確認している。なお、これらの事業者が用いた点検方法については、健全性評価小委員会中間報告において示された方法と整合的なものである。

5 定期検査開始前に、ひび割れの情報があった当該機再循環系配管について、今停止期間中に法定定期検査として点検を実施した溶接線はあるか。

【回答概要】

今回の定期検査においては、当該機の再循環系配管の溶接線のうち、炭素鋼配管3継手の溶接継手について検査を行い、ひび割れがないことを確認した。

したがって、今回定期検査開始前にひび割れの情報があった溶接線については、定期検査として実施したものはないが、東京電力がその他の溶接線も含め自主点検を実施し、その実施状況について当院の原子力保安検査官が確認を行った。

6 当該機再循環系配管等の同一部位を定期検査と自主検査で異なる結果を与えるものがあったが、これはどのような理由によるものか。(平成14年10月1日「原子力発電所における自主点検作業記録の不正等の問題についての中間報告」では、自主点検で採用されている方法がより感度の高い検査方法に起因するものである”ためとしている)

今後も定期検査における再循環系配管等の定期検査は従来と同様の方法、判断基準で実施されるのか。

【回答概要】

定期検査と自主点検とは異なる時期に実施されたものであり、また、検査や点検に用いられた手法や判断基準が異なるものであったことなどが理由として考えられる。

具体的には、定期検査においては、電気工作物の溶接に関する技術基準を定める省令に基づく溶接時の欠陥の判定基準を準用して、欠陥エコーであって斜角法によりDAC100%を超えるエコーの長さが一定の長さを超えたものが検出された場合に異常ありと判定している。一方、自主点検においては、斜角法によりDAC20%を超えるエコーがあった場合にさらに二次クリーニング波法により、ひび割れか否かを判別し、端部エコー法によりひび割れの深さを測定している。

今後、当面の間は、上記自主点検の方法と同様の超音波探傷試験を行い、SUS316LC材製の配管でDAC20%を超える欠陥エコーが検出された場合には補修・取替することとしている。また、現在、当院において改良超音波探傷試験の適用に関する検討を行っており、今後、改良超音波探傷試験の適用が可能と判断された後は、同試験の結果に基づく健全性評価手法を取り入れた新しい判定方法を用いることを予定している。

7 原子力安全・保安院は、再循環系配管等の点検については、「立会いまたは記録確認を行い」、再循環系配管取替工事については、「取替え工事の要所において、当院の検査官が立会い又は記録確認を行い」、また、当該応力緩和措置の実施に当たっては、「随時立会いまたは記録確認を行い」とあるが、これらの確認作業の頻度、内容等は具体的にはどのように異なっているのか。また、配管取替え工事の要所とは具体的にはどのような時点か。

【回答概要】

再循環系配管等の点検については、東京電力において超音波探傷試験を実施した際に、当院の原子力保安検査官が平成14年11月から平成15年10月の間に合計3回立ち会い、同社の点検状況を確認した。また、平成15年7月15日から18日に、過去5年分及び今回停止期間中の点検箇所の記録を、原子力保安検査官及び(財)発電設備技術検査協会の検査員が再確認した。

取替工事については、取替工事が終了した際に、平成15年7月15日から17日、原子力保安検査官が、使用前検査に準じた検査として寸法、外観、据付、耐圧、漏えいに関して立会い及び記録確認を行うとともに、同社が実施した溶接自主検査の記録(応力緩和措置であるIHSI加熱評価記録を含む)を確認した。

8 平成13年に東京電力が行っている3号機のH6aのひびの進展評価は、健全性評価小委員会の議論を踏まえても適切性は確保されているのか。

【回答概要】

当該機の炉心シュラウドにおいて確認されたひび割れに対し平成13年に東京電力が実施したひび割れ進展評価は、以下の点で健全性評価小委員会において検討された評価で用いられた手法と同様のものである。

残留応力分布の解析には有限要素法(FEM)の汎用コード(ABAQUS)による解析値を使用している。

応力拡大係数はAPI(米国石油協会)規格の導出式を使用している。

ひび割れ進展速度は「BWR炉内構造物点検評価ガイドライン((社)火力原子力発電技術協会)」に示されている低炭素ステンレス鋼のSCC速度線図を使用している。

したがって、こうした手法を用いて実施された、上記の平成13年に同社が行ったひび割れ進展評価は、適切なものであったと考える。

9 原子力安全・保安院は、東京電力㈱が、炉心シュラウドのひび割れの発生原因は応力腐食割れであると推定したことについて、「科学的合理性を有するものと考え」としているが、これは、東京電力の推論は適切または妥当と考えるという意味と理解してよいのか。

【回答概要】

炉心シュラウドのひび割れについては、平成13年に当該機において確認されたひび割れに関しては、東京電力が行ったサンプル調査等の結果を踏まえ、当院としても、ひび割れが応力腐食割れによるものとの推定を行った。

また、平成14年8月以降に確認された炉心シュラウドにおける一連のひび割れについても、同社及び日本原子力研究所において複数の部位についてサンプル調査が行われた結果により、応力腐食割れが原因と推定された。この調査結果については、外部の専門家を含む健全性評価小委員会において検討を行った結果、応力腐食割れによるものとの推定は妥当であるとの結論が得られた。

当院としては、同小委員会の結論も踏まえ、炉心シュラウドのひび割れの発生原因が応力腐食割れであると推定することについて、「科学的合理性を有する」との評価を行ったものである。

10 当該機炉心シュラウドのアライナーブラケット、上部格子板用ベース部に残存するひびについては、原子力施設の健全性評価の対象なのか（今後、点検によりひびを再確認を行った場合は、健全性評価を行うことになるのか。）また、H6aのひびは同様に健全性評価の対象とはなるのか。

【回答概要】

アライナーブラケット、上部格子板用ベース部はすみ肉溶接により炉心シュラウドに固定されており、当該溶接部に残留している引張応力は表面及び奥行きとも比較的小さいことから、ひび割れの進展は比較的浅い所で停まるものと考えられる。また、ひび割れの発生場所を考慮すると水平方向につながることは考え難い。以上のことから、そもそもアライナーブラケット、上部格子板用ベース部に発生したひび割れは炉心シュラウドの健全性に影響を及ぼすものではないと評価した。

このような評価を踏まえ、電気事業法に基づく健全性評価制度においては、アライナーブラケット、上部格子板用ベース部に存在するひびは進展予測及び破壊評価の対象としていない。当該機のアライナーブラケット、上部格子板用ベース部に確認されたひび割れに関しては、今後、定期事業者検査により当該ひび割れの状況を把握し、技術的知見の蓄積を図っていくことになる。

当該機のH6aのひび割れに関しては、タイロッドにより補修工事が行われ、H6aのひびの有無が炉心シュラウドの機能に影響しない状態になっている。このことから、基本的に当該機のH6aのひびについては、今後の定期事業者検査において健全性評価の対象とする必要はないと考えられる。

11 当該機炉心シュラウドのひび割れ等に関して、事業者が行ったルースパーツ及びバイパスフロー等の評価について、原子力安全・保安院は、どのような検討を行い妥当としているのか。

【回答概要】

東京電力は、ひび割れの形状や内部構造等に関する詳細調査の結果を踏まえ、ルースパーツが発生する可能性及びバイパスフローが発生する可能性について、次のとおり検討を行った。

ルースパーツについては、ひび割れの合流や内部における複雑な分岐を考慮してもひび割れの一部分が剥離する可能性は低く、また仮にルースパーツが発生しても安全上問題とならない場所に滞留するものと考えられる。

バイパスフローについては、現実にはひび割れが板厚方向に貫通することは考えにくいですが、相当程度の穴が開いたと仮定した場合の解析を実施し安全性を確認した。

当院としては、ひび割れの発生状況と同社の考察結果を詳細に検討した上で、健全性評価小委員会において専門家に対し当院の評価結果を説明し、同委員会における結論を踏まえ、これを妥当と判断した。

12 当該機炉心シュラウドH6aのひびはタイロッド補修がなされ、H3、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構造強度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。

【回答概要】

当該機炉心シュラウドのH6aのひびについては、平成13年にタイロッドによる補修工事が行われており、また、H3及びH4のひびについては、平成15年に放電加工によるひびの除去や、磨き加工（Nストリップ）による応力改善の工事が行われているが、これらの補修工事の構造強度に及ぼす影響について、当院は、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、事業者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、炉心シュラウド及びタイロッ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、H6aのひびは全周全て貫通しているものと仮定してタイロッドの応力評価をしたり、逆に炉心シュラウド各部の応力評価の際にタイロッドによって発生する応力を加味する等、保守的な評価がなされており、事業者の評価結果は妥当であると判断している。

13 当該機炉心シュラウド修理工事の外觀検査及び寸法検査においては、ひびを削除した炉心シュラウドの形状の確認はどのように行っているのか。

【回答概要】

当該機炉心シュラウドの修理工事に係る使用前検査においては、外觀検査として補修工事を行った部位を目視により確認するとともに、寸法検査として超音波距離計により測定される切削量を立会又は記録により確認した。

14 当該機炉心シュラウド修理工事の要所とは具体的にどのような時点か。

【回答概要】

平成15年5月29日、6月4日及び6月5日、当該機炉心シュラウドの切削工事終了時及び磨き加工終了時に、東北経済産業局から派遣された電気工作物検査官が使用前検査として立ち会い、外觀検査及び寸法検査を行った。

また、現地に駐在する当院の原子力保安検査官が、巡視点検の一環として、切削工事の実施の際に立ち会い、工事の実施状況を確認した。

15 SUS316L系材の応力腐食割れ発生・進展メカニズムの究明に国はどのように取り組んでいるのか。

【回答概要】

従来のSUS304の応力腐食割れは、溶接による熱影響部に形成される結晶粒界のCr欠乏部に沿ってき裂が発生した。他方、SUS316L系材の応力腐食割れはこれと異なり、機械加工や変形による硬化層に発生している。当院は、この新しい現象に適切に対応するため、独立行政法人原子力安全基盤機構において実施している「原子力ステンレス鋼の対応力腐食割れ実証事業」等により、国内外の機関で実施されているSCCの発生や進展に関する研究の動向や成果について調査を進めるとともに、実機模擬性の高い条件で信頼性の高い進展データの取得を進めている。当院は、これら最新の知見を大学、研究機関、学協会などに広く公開し、メカニズムの解明を促進し、これに基づいた評価制度の高度化を図ることとしている。

16 国は非破壊検査員の資質向上にどのように取り組んでいるのか。

【回答概要】

事業者における超音波探傷試験の実施に当たっては、(社)日本非破壊検査協会の認定資格を有する検査員が従事している。

さらに、今般、健全性評価制度の導入により非破壊検査においてき裂の長さ及び深さの測定を実施することを踏まえ、現在、総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会の検査技術評価WGにおいて、き裂測定に係る超音波探傷試験の試験員の技術認定のしくみを検討しており、この検討結果を踏まえ民間団体において技術認定に関する制度を実施することとしている。

17 今回、当該機の起動前検査に実施した54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】

定期検査は、当院の電気工作物検査官が実施し、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(福島第二原子力発電所3号機の定期検査実施状況)のとおり。

18 今回、保安規定に規定された要求事項を満足していることを確認する手法が不明確であったと指摘しているが、これまで、そのような観点から原子力発電所の保安検査を実施したことはあるか。また、その後の保安検査ではこうした観点から手順書等の改善を求め、類似のトラブルの防止を図っていくべきではないか。

【回答概要】

保安検査は事業者における保安規定の遵守状況を検査するものであり、当院は、従来から保安検査において、事業者が保安規定で要求されている事項を実施する上で必要な手法等を定めた手順書等についても確認を行っている。検査の結果、保安規定遵守の観点から保安活動の手法や手順等に問題がある場合には、手順書等の改善を求めるなどの指摘を行っている。

今後、保安規定に品質保証ルールを取り入れることに伴い、保安検査においても、事業者の保安活動の実施体制や手順書等の作成・承認プロセス等、品質保証確立に関し、より幅広い視点からの指摘を実施していくことができると考えている。

19 その後の再発防止対策の実施状況について、原子力安全・保安院はどのような確認を行っているか。

【回答概要】

東京電力が報告した再発防止対策に関しては、燃料装荷時に使用する手順書等が適切に改訂されたこと（制御棒の状態を書面だけでなくCRT画面なども活用して確認すること、手順と異なる制御棒を選択した場合に誤操作であることをCRT画面に表示し、警報を発する機能を有する装置を使用すること）を当院の原子力保安検査官が保安検査の際に確認した。また、他の号機において燃料装荷作業が行われた際に原子力保安検査官が立ち会い、改訂された手順書等を使用して作業が実施されていることを確認し、再発防止策が発電所全体に適用されていることを確認した。

今後も、同社が報告した再発防止対策の確実な実施と定着の状況について、保安検査や日常の巡視の際に確認していくこととしている。

20 原子力安全・保安院は、ストレーナーの閉塞問題について事業者等へ検討を指示すること等は行っていないのか。

原子力安全・保安院は、非常用炉心冷却系統設備の機能の健全性に関する説明が不十分であるとして、事業者に検討を求めた。一方、「原子炉格納容器圧力抑制室の塗装に関する申告について」（平成15年5月14日）の中で、「ECCS系サクシオンストレーナーの閉塞問題に係る国際的な動向については、当院としても注視しているところ」としている。

【回答概要】

東京電力の各原子炉の圧力抑制室における異物の問題に関しては、当院は異物が原子炉の安全に影響を与えるおそれがないかとの観点から、同社に対し、プラントへの影響の評価、異物混入の原因究明及び当面の再発防止対策をとりまとめるよう指示を行った。（これを踏まえ、同社は、確認された異物はストレーナーの閉そく等の観点で原子炉の安全性に問題を及ぼさないと評価し、再発防止対策とともに、平成15年11月7日、当院に報告書を提出した。当院は、その内容を評価した結果を11月20日に原子力安全委員会に報告した。）

また、ストレーナーの閉そく事象に関しては、従前から同社は海外情報等を入手して安全上の評価等の検討を行ってきており、同社報告書に記載されているとおり、最近の知見を踏まえ、今後ストレーナーの改良の検討を含むストレーナー閉そく防止対策を進めていくとしている。

これらのことから、当院としては、当面同社の取り組みを注視していくこととしている。

21 圧力抑制室への異物混入防止については、原子力安全・保安院は、原子力発電所における品質保証活動が徹底しないことはやむを得ないかのような認識が示されているが、安全管理上も重要な問題であるとの観点から事業者を指導する必要はないのか、

今後、「(異物混入防止対策が)現場で十分に実行可能な内容になっているか」に着目していく(平成15年11月20日付け原子力安全・保安院「東京電力原子力発電所における圧力抑制室の異物問題について」)などとしている。

「品質保証活動を真に現場に浸透させることがいかに難しいことであるかを示すものと考えられる」(平成15年11月20日付け原子力安全・保安院「東京電力原子力発電所における圧力抑制室の異物問題について」)

「長年の習慣を変更することは容易ではない」(平成15年8月4日付け原子力安全・保安院「東京電力株式会社の原子力発電所における格納容器漏えい率検査に対する立入検査の実施について」)

【回答概要】

当院としては、圧力抑制室の異物の問題については、原子炉の安全に影響を与えるおそれがないかとの観点から、東京電力に対して原因調査の実施、再発防止対策の検討を指示してきた。また、同問題に係る事実関係の経緯、当院としての検討内容等については、平成15年11月20日に原子力安全委員会にも報告している。

なお、圧力抑制室の異物の問題は、一昨年来同社が各種の再発防止対策の一環として取り組んでいる作業管理が十分でなかったことが原因と考えられるものも多数含まれていたことから、今後、当院では、同様の問題の再発を防止するため、同社が今回の異物問題に関して実施する再発防止対策の実施状況について、原子力保安検査官の日常の巡視の際や各種の検査を行う際に確認していくことにしている。

22 原子力安全・保安院では、圧力抑制室の異物管理について、「今後の各種検査等の機会を通じ、同社の取り組みの状況を確認していく」としており、また、原子力安全・保安院の定期検査執務要領(平成15年11月14日)には、「立会・記録確認における着眼点」には、使用済燃料プールや炉心への工具類等の持ち込み物品管理を適切に行っているかといったポイントを示されているが、今後、圧力抑制室の異物管理は定期検査の中でもチェックしていくことになると考えてよいか。

【回答概要】

定期検査は、事業者が行う定期事業者検査の実施状況を国として確認し、設備の技術基準適合性が満たされていることを確認することを目的とするものである。定期事業者検査や各種補修等の際に持ち込まれる工具類の管理については、技術基準適合性に直接影響するものではない点で、定期検査において必ず確認すべき対象であるとはいえないが、定期事業者検査の「質」をみる上で重要であることから、定期検査における着眼点の1つとして例示しているものである。

同社が実施する圧力抑制室の異物管理に係る再発防止対策等に関しては、主に日常の巡視点検の他、保安検査の機会を活用して確認していくこととしている。

23 当該機について起動前に行う試験を全て実施したとしているが、原子力安全設備である残留熱除去機器冷却系や高圧炉心スプレイ系等で修理を必要とする事例が発生している。原子力安全・保安院は「安全確認責任を果たしていく」としているがこれらの設備に関連し、国の定期検査では、何をどう確認し、安全が確保されているとしたのか。

【回答回路】

残留熱除去機器冷却系や高圧炉心スプレイ系に係る検査としては、原子炉冷却材喪失信号にて自動起動した各系のポンプの運転状態に異常がないかどうか、及び、各系に漏えいがないかどうかにつき、当院の電気工作物検査官が立会いにより確認し、各系の冷却機能が健全であることを確認している。

国による検査の実施後は、定期検査期間終了前及び終了後にかかわらず、事業者が当該設備を適切に維持管理することが必要であるが、今回、当該機において発生した残留熱除去機器冷却系の系統内における漏えいに関しては、当該系の機能を喪失するものではなく、東京電力は当該不具合の発見後補修を行い、事業者として設備の維持管理上の必要な対応をとったものとする。

なお、当該機の残留熱除去機器冷却系及び高圧炉心スプレイ系に関しては、補修により当該系を開放したことから、補修終了後に当院としても追加検査を実施した。

24 今後、当該機の残留熱除去機器冷却系及び高圧炉心スプレイ系の機能について追加検査を実施する予定としているが、その結果はどうだったのか。

【回答概要】

残留熱除去機器冷却系及び高圧炉心スプレイ系の機能に関する追加検査は平成16年2月19日に実施した。検査においては、当院の電気工作物検査官が、系の外観を検査し漏えいがないこと、系においてポンプの運転状態に異常がなく、冷却水が適切に循環し冷却機能が健全であることを確認した。

25 当該機の制御棒ガイド・ローラー等にひびが見つかった件について、原子力安全・保安院は、安全性をどのように評価し、今後、事業者にどのような対応を求めていくのか。

【回答概要】

東京電力が実施した当該制御棒に係る評価によれば、ひびが確認された部位に要求される強度が小さいことを踏まえた場合、仮にひびが貫通していると仮定しても、地震時等においてもルースパーツは発生せず、スクラム機能に影響しないことから、これらが原子炉の安全性に与える影響は問題ないとされている。

当院としては、これらの評価内容について検討を行った結果、同社が実施したこれらの構造健全性及び原子炉の安全性に与える影響に関する評価は合理性を有すると考える。一方、今後、同社において、ひび割れの発生メカニズムに関するより詳細な科学的解明や、その結果得られる新しい知見に基づく製品の改良努力が続けられることが望ましく、当院としてもこうした努力を注視することとしている。