

## 福島第二原子力発電所2号機の安全確保に係る東京電力㈱の取組状況について

東京電力㈱福島第二原子力発電所2号機（以下「当該機」という。）の安全確保に関する取組状況について、文書照会により事業者の説明を求めるとともに、安全確保協定に基づく立入調査を行い確認してきたが、その結果は以下のとおり。

### 1 原子炉格納容器漏えい率検査について

#### （1）原子炉格納容器漏えい率検査について

当該機の原子炉格納容器漏えい率検査（以下「漏えい率検査」という。）は、平成15年9月12日から計器調整等の準備作業に入り、その後、平成16年3月8日からバウンダリ構成作業を開始したが、バウンダリ構成作業における不完全な弁閉止作業等が原因で、2回中断し、最終的に5月15日に漏えい率検査を実施し、漏えい率が判定基準以内であることが確認された。

当該機の漏えい率検査においては、全社的に定めた「原子炉格納容器漏えい率検査の実施方針（平成15年11月18日改訂）」に基づき、弁の封印管理等のハード面及び原子炉建屋内への入域規制、データの傾向管理等のソフト面の措置により検査過程の適切性を確保するものとした。弁の封印については、県内における平成15年6月以降の漏えい率検査実施プラントと同様、管理対象とした全2,240の弁のうち、原子炉格納容器内を直接加圧可能な系統の13弁に絞り実施している。

また、漏えい率検査の一連の過程については、従来同様、所内の品質保証確認チームを編成して一連の作業を品質保証面からチェックするとともに、社内の別組織の品質監査部門による監査、社外機関による監視も併せて行われているが、当該機については、更に、原子炉水位低下の事象などに鑑み、検査過程途中から、本店や他発電所のメンバーで構成されたバックアップチームによる検査の運営への支援が行われている。

#### （2）原子炉水位低下傾向等による中断について

格納容器バウンダリ構成開始後に発生した原子炉の水位低下については、平

成16年3月12日からその傾向が見られていることが3月15日に確認されたものの、検査工程の確認を行うホールドポイント連絡会において、原子炉格納容器外ファンネル点検や原子炉格納容器出入口扉の閉鎖前点検において異常がないことを確認したとの報告等から、原子炉格納容器内での漏えいではないと判断して、同15日原子炉格納容器を閉鎖したところ、同17日「格納容器低電導度廃液サンプ水位高」の警報が発生したものである。これは、格納容器内の漏えい率検査のために閉とすべき弁一か所が閉まっていなかったという作業ミスに加え、安全上の重要な指標である原子炉の水位低下傾向について徹底した原因究明や正確な情報共有がなされないまま次の検査工程に進めるといった判断がなされたものであり、品質保証活動が不十分であることが明らかになった。

また、ホールドポイント連絡会を始め重要な判断を行う各種会議において事実とそれに対する判断、解釈がはっきり峻別されずに結論が示され、またその結論についても各部門により都合良く解釈がなされるなどの問題も明らかになった。

事業者においては、品質保証活動について、原子力発電所の運転管理に関わる一人ひとりの意識の改革を進めることはもちろんであるが、その不徹底をむしろシステムそのものの問題として重く受け止め、改善を図るとともに、検査中であつたため大事には至らなかった今回の事象をケーススタディとして、原子炉運転時に想定外事象が発生した際にも的確に対応できるような危機管理意識を関係者全員に徹底する必要がある。

さらに、平成16年4月14日には原子炉格納容器の加圧中に、「高電導度廃液系隔離弁」から漏えいが確認され、弁の修理を行っている。当該弁については廃液移送系であるためゴミ噛みによりシートリークを起こしやすいことから、他の原子力発電所では、事前に当該弁について弁間漏えい試験を行い漏えいがないことを確認しているが、福島第二原子力発電所ではこれまで事前に当該試験を実施しておらず、本店を含め発電所間の情報共有が不十分であったことも明らかになった。

事業者に対しては、これまでも、先行して実施された漏えい率検査における社内外からの指摘を踏まえ、漏えい率検査における透明性、信頼性確保の観点

から、検査の経験を適切に反映し、改善を進めていくことを求めてきた。

しかしながら、これまで取り組んできた異常発生時の徹底した原因究明、組織全体としての情報共有化や品質保証活動が未だに定着していないことから、これらの取組みを再度見直し、効果的に意識の浸透を図りながら、その徹底を図る必要がある。

### (3) 漏えい率検査の再測定について

今回の漏えい率検査では、5月14日の検査において、外気温の急激な低下により測定値がマイナスの値となったとして、十分な原因究明がなされないままに、翌15日に再測定を行っている。

しかしながら、どのような場合に判定基準以内の測定値であっても再測定を行う必要があるのかなどについて、十分説得力のある説明がなされているとは必ずしも言い難い。

本来、事業者自身が、マイナス値が測定された段階で十分な問題意識を持ち、徹底した原因究明を行うべきものであったが、今回、全国で初めてマイナスの測定値が得られ再測定が実施されたことを重視し、県は、特に学識経験者を交えた「原子炉格納容器漏えい率測定の信頼性評価にかかる検討会」(以下「検討会」という。)を3回にわたり開催し、本事象に関して、マイナス値となった原因や今後の検査の在り方などについて検討を行った。

検討会においては、今回の事象及び追加で提出された事業者の有する全プラントの漏えい率検査結果と室温のデータ等から漏えい率と原子炉建屋室温の関係についても検討を行い、その意見等を集約した結果は別に示したとおりであるが、格納容器からの漏えい量が極めて小さい状況において、基準容器系格納容器外配管の温度低下に伴う圧力低下の影響を主な要因として、見かけ上、今回のマイナス値の漏えい率が得られたものと評価された。

更に、今後の漏えい率検査の在り方についても、漏えい率検査に対する信頼性や客観性を確保するため、室温の変動を適切に把握し、測定結果を評価するとともに、検査基準上、測定や記録保存が要求されていない室温や基準容器絶対圧力等の関係するデータを検査の前後を含め採取し蓄積することにより検査の過程及び結果について客観的に説明できるようにしておくことやあらかじめ

測定条件（室温の管理等）や再測定を必要とする判断基準を明確に示すとともに、わかりやすく説明する必要があること等が指摘された。事業者においては、検討会の席上で検査の改善に努めることとしているが、これらの検討結果を真摯に受け止め、今後の検査に適切に反映させることが求められている。

## 2 原子炉再循環系配管等の点検・補修について

当該機の原子炉再循環系配管（以下「再循環系配管」という。）及び原子炉圧力容器ノズル部と再循環系配管を接続する短管部（以下「ノズル・セーフエンド部」という。）はこれまで応力腐食割れが発生しにくいとされてきた低炭素ステンレス鋼SUS316(LC)が用いられている。国の第1種機器供用期間中検査として、再循環系配管については、10年間で継手部の25%を、ノズル・セーフエンド部については、10年間で継手部の100%を検査することとされているが、これまで計画的に点検され、異常は認められていなかった。

しかしながら、事業者は、今回の停止期間中、過去5年間（平成10年以降）点検を実施していなかったものを中心に再循環系配管95継手について、平成14年12月3日から平成15年7月14日にかけて超音波探傷検査を行い、6継手にひび割れを確認した。

また、ノズル・セーフエンド部については同様に7継手を対象に超音波探傷検査を実施したが、異常は認められなかった。

ひび割れが確認された再循環系配管6継手については、取替工事が実施されるとともに、取替部位には応力緩和措置（水冷溶接）が施された。

更に、事業者は、地域の信頼と安心を確保する観点から平成10年以降に点検を実施し、ひび割れが確認されていない再循環系配管7継手及びノズル・セーフエンド部5継手についても平成15年10月24日から11月12日にかけて超音波探傷検査を行ったが、ひびは確認されなかった。

今後、事業者は、応力腐食割れ対策が講じられていない継手部については、5年以内に100%の頻度で計画的に点検を実施していくこととしているが、低炭素ステンレス鋼配管の応力腐食割れについては、その発生・進展メカニズムが十分解明されていないことやひび割れの深さの測定は高度な技術を要すると

されていることなどから、今後とも、引き続き立地地域の信頼性確保の観点を最優先にした点検・補修等、慎重な対応が求められる。

### 3 炉心シュラウドの点検・補修について

当該機の炉心シュラウド（以下「シュラウド」という。）については、平成14年8月29日に明らかにされた自主点検作業記録不正問題で、GE社の行った過去の点検で「ひび又はひびの徴候」の疑いがあったことが明らかにされたことから、事業者は9月24日から目視可能な全ての溶接線について点検を開始したが、その後、溶接線からやや離れた部分にもひびが確認され、シュラウド中間部胴内側溶接線上下500mmの範囲等も点検を行った。点検の結果、GE社の指摘のあった部位も含めて、50か所にひびが確認され、そのうち35か所についてはひびの深さが測定された。

事業者において、その原因を調査した結果、いずれのひびも応力腐食割れと推定され、溶接線からやや離れた部分のひびはシュラウドの構造強度に影響を与えるものではないと評価された。

事業者においては、中間胴の溶接線付近のひび等については、ひびの進展を考慮した残存断面積の評価等を行い、現在及び5年後においても健全性は確保されていることが確認されたものの、ひびが周方向に進展し続ける可能性があることから十分な強度を有するうちに補修を行うこととし、当該機の炉心シュラウドについては、機械的な拘束による補修方法の一つであるタイロッド工法を選択し、平成15年11月17日に国に工事計画書を提出し、12月18日から補修工事を行った。

事業者は、補修を行った当該機のシュラウドについては、起動開始後、運転中においてもシュラウドの健全性を定期的に確認することとしている。

また、シュラウドの周方向の溶接線については、タイロッドにより構造強度を確保していることから、技術的には点検を要しないが、今後実施していく他号機での点検結果を踏まえ、適切な計画を検討していくこととし、タイロッドについては、次回の定期検査停止時に点検を行い、その後はシュラウドの点検

間隔に準じ10年に1回の割合で点検を行うとしている。

しかしながら、シュラウドは一連の不正問題により点検停止に至る端緒となったものであり、低炭素ステンレス鋼の応力腐食割れの発生・進展メカニズムが現時点においても十分に解明されていないことなどを考慮すると、事業者には立地地域の信頼と安心を確保する観点からの対応が求められているところであり、今後の点検計画の中で、シュラウドの状態をより適切に把握していく必要がある。

また、タイロッド工法により補修したシュラウドの健全性についてわかりやすい説明を工夫するなどして立地地域をはじめとする県民の理解を得るよう努め、今後の点検結果についても、適切に公開していくなど十分な説明責任を果たしていくことが求められる。

#### 4 定期検査について

当該機では、今回の定期検査において、これまでに、起動前に実施する法定検査項目として、国又は独立行政法人原子力安全基盤機構（以下「基盤機構」という。）の立会検査13項目、国又は基盤機構の記録確認検査43項目、合計56項目を平成16年5月24日までに終了している。

今回の定期検査中に実施した主な工事としては、ひびの認められた再循環系配管取替工事の他、蒸気タービン車室修理工事として低圧内部車室及び低圧外部車室の溶接修理工事を計画的に実施した他、高圧車室についても点検により侵食等が認められたため、追加溶接修理を行っている。

事業者においては、定期検査中の点検、補修、安全確認には万全を期し、安全管理に努めるとともに、今後、起動試験を実施する際にも、停止後長期間経過していることやこれまでの起動試験後のトラブルの経験を十分に踏まえ、適切に情報公開を行いながら、各段階の確認作業等を慎重に進めていくことが求められる。

#### 5 トラブル等の再発防止対策について

##### (1) 主排気筒放射線モニタの指示値上昇等による原子炉手動停止について

平成14年9月2日、排ガス放射線モニタの指示値が上昇し警報が発生、さら

に、主排気筒放射線モニタの指示値が上昇し、タービン建屋内のダスト放射線モニタ異常の警報が発生したことから、原因調査のため、原子炉を手動停止した。調査の結果、燃料集合体から放射性物質が漏えいし、この放射性物質がタービン建屋内の2か所から漏えいし、建屋の換気系ダクトを経由して主排気筒へ移行したことによると推定され、またタービン建屋内における漏えいの原因は、弁への異物噛込みやボルトの締付不足、分解点検時のパッキンの再使用等、いずれも弁の分解点検時の不適切な処置等設備の維持管理上の複合した不備に起因するものであった。

原子力発電所では、異常の発生防止、事故の発生、拡大防止、周辺への放射性物質の異常放出防止の多重防護の考え方を基本に安全対策が講じられているとしているが、今回のトラブルでは、燃料集合体の漏えいに加え、維持管理の面で不備のあった複数の弁から多重に漏えいし、建屋外にも放射性物質が放出されたものである。

事業者においては、再発防止対策として作業要領書の改定や基本の再徹底を図ったとしているが、原子力発電所においては、個々の作業や設備の不備が放射性物質漏えい等危険に直結していることを関係者全員が十分に認識するとともに、今回の事象を重く受け止め、施設・設備の高経年化が進む中で、真に多重防護が機能するよう適切な維持管理を行うとともに、万が一異常が発生した際には、あらゆるモニタの指示値から状況を的確に判断し、迅速かつ適切に異常の拡大防止を図る措置を取ることが求められる。

## (2) ステンレス製配管の塩分付着による応力腐食割れ防止について

平成14年に福島第一原子力発電所3号機等で塩分付着に起因する制御棒駆動水圧系配管の粒内型応力腐食割れが確認されているが、事業者は、類似施設での発生を防止するため、今回の停止期間中に当該機の制御棒駆動水圧系配管及びその他の類似ステンレス製配管の目視点検及び塩分量測定を行った。調査の結果、配管に異常は認められず、付着塩分量が応力腐食割れ防止の目安値を超える箇所は確認されなかったが、制御棒駆動水圧系配管の全域について清掃を実施している。

事業者においては、今後、各発電所の点検結果を集約評価し、点検計画を立

案ずるとしているが、今後とも、より適切な頻度で点検を実施し、再発防止に万全を期すことが求められる。

### (3) エアラインマスクへの空気以外のガスの混入について

平成16年3月26日、福島第二原子力発電所4号機タービン建屋において、エアラインマスクに空気を供給する系統に窒素が混入し、2名の作業員が酸素欠乏により意識を失う人身事故が発生した。原因は、エアラインマスクへの空気供給に使用していた作業用空気を供給する系統に窒素を供給する系統が直接接続されており、二つの系統の接続部の仕切弁と逆止弁がさびの付着により完全に閉じられていなかったためと判明した。同機においては、対策としてこの系統を切断している。

当該機では、所内用圧縮空気系に計装用圧縮空気系を介し窒素ガス系が間接的に接続されている系統が存在しているが、環境、設備構造等から混入の可能性は非常に低いとしている。なお、当該事象に鑑み、全プラントで、エアラインマスクへの空気供給は原則として所内用圧縮空気系を使用せず、専用のコンプレッサーを使用し、マスク装着前に酸素濃度の測定等を行うこととしている。

事業者においては、今後、設備の設計や変更する場合は人身安全の影響評価を行うこととしているが、協力企業も含めた作業員の安全が確保されることは最も基本的な問題であることから、設備の設計や変更の場合のみならず、既存施設の維持、運用に当たっても人身安全を最優先とした不断の取組みが求められる。

### (4) 社内検査時における警報発生について

当該機において、平成16年5月6日に、原子炉格納容器隔離弁機能検査時に「原子炉自動スクラム(A系)」等の警報が、また、平成16年5月24日には総合インターロック検査時に「スクラム排出容器水位高トリップ」警報が発生している。

「原子炉自動スクラム(A系)」等の警報が発生した原因は、当該検査要領書等作成時のチェック漏れから、検査に必要な処置が一部記載されていなかったためと判明した。今後は、「プラント設備の不要な作動を防止すること」お

よび「不要な警報発生を防止すること」を明確にした上で、検査要領書等の作成等を行うとしている。

また、「スクラム排出容器水位高トリップ」警報については、スクラム排出容器への経路にある電磁弁が、通常と逆の水の流れに対しては止水性を考慮しない設計となっており、検査時に漏れが生じたことが判明した。平成13年に福島第二原子力発電所1号機で同じ検査時に同様の事象が発生していたが、安全上の問題がないと認識し、十分な原因追及を実施しなかったことから、電磁弁の設備管理課所と検査実施課所での情報共有が図られなかったため、後続プラントの検査手順等に警報の発生を防止する安全処置が反映されなかった。

これらのケースでは、従来、検査対象機器以外の不要な動作や不要な警報の発生をそれほど重要視しておらず、十分な原因究明も行われていなかったことが明らかになった。

事業者においては、品質マネジメントシステムの改善に伴い、「要求事項に適合しない状況を放置しない」というルールを保安規定に明記し、このような従来重要視されなかった不要な警報等が発生したケースについても、原因の特定を行い、再発防止を図るとしているが、今後は、検査過程の適切な検査手順書を作成するのみならず、その趣旨を徹底し、また、不適合事象の原因究明の成果をその後の点検、検査等に的確に反映させるなど各プラントへの水平展開、情報共有化を推進するとともに、不適合事象発生を抑制しようとする意識の醸成を図ることにより、信頼性向上に一層努めていくことが求められる。

#### (5) ジェットポンプについて

当該機のジェットポンプについては、自主点検作業記録不正問題でGE社が行った過去の点検で「セットスクリューとインレットミキサの隙間及びウエッジの摩耗がある」との指摘を受けていたことが明らかにされたことから、事業者は平成14年12月に点検を行い、セットスクリューとインレットミキサとの間にわずかな隙間があるものや、ウエッジ(くさび)にわずかな摩耗が生じているものが確認された。事業者においては、いずれの隙間及び摩耗もジェットポンプの構造健全性に影響を及ぼすものではないと評価しているが、ウエッジの摩耗量が若干多い3台には念のため補助ウエッジを取り付けたとしている。

## 6 圧力抑制室・原子炉圧力容器内の異物問題について

平成15年9月から10月にかけて、福島第一原子力発電所2号機圧力抑制室内で、足場材等の機材、シート片等の異物が発見されたことから、平成15年10月17日から26日にかけて当該機圧力抑制室内の点検を行い、ワイヤーブラシやペン、テープ片等を回収、更に平成16年1月23日には水中補修塗装作業後の点検でワッシャー等を回収し、同29日には、153点の異物を回収したとする最終報告書を公表した。その後も、圧力抑制室の水位変動等によりゴム手袋の切れ端、塗膜片等が確認されている。

また、平成15年12月から平成16年2月にかけて、原子炉圧力容器内、使用済燃料プール等でらせん状の金属片等の異物が確認・回収されている。

圧力抑制室内や原子炉圧力容器内等で多数の異物が発見されたことは、これまでの異物管理や作業管理の基本的な品質保証活動が不十分であったものであるが、事業者は、開口部の養生といった設備上の対策とともに、作業管理の改善を検討し、工事共通仕様書（受注者への異物混入防止の取扱いを記載）を平成16年5月10日に改定し、異物混入防止に関する適用エリア、管理物品、異物混入防止専任監視員の職務等の明確化を図るなど、協力企業も含めて対応していくとしている。

今後、事業者には、品質保証に関する認識を社員はもとより協力企業も含めた現場の実務に携わる作業員一人ひとりに浸透させ、発電所に関わる企業全体が再発防止策を日常の作業管理の中で着実に実践するシステムをいかに構築し、その成果をどう具体的に結果として示すかが問われている。

## 7 発電所の情報公開について

事業者は、不正問題の再発防止対策として、平成14年9月から企業風土の改革への取組みを進めてきているが、作業ミスや現場管理等の基本的な問題によるトラブルが頻発したことから、平成15年6月25日、県は事業者に対して、原子力発電に関わる協力企業も含めた企業システム全体の改善への取組みについて強く指摘した。これに対して、事業者においては、協力企業を含めた現場

の安全管理や協力企業との情報共有の不足及びトラブル等のタイムリーな情報公開の不徹底等を反省点として、現場を重視した取組みの強化を図ることとした。

しかしながら、その後にも、圧力抑制室の異物混入問題等、情報公開や作業管理等の基本的な品質保証活動が十分でなかった一面が明らかになったため、事業者においては、平成15年11月10日、原子力発電所における不適合事象の公表方法を見直し、すべての不適合事象について4段階に分類し、それぞれの段階に応じてすみやかに公表する方針を明らかにし、同17日から運用を開始した。

当該機については、運転保守管理情報のうち、信頼性を確保する観点からすみやかに詳細を公表する事象以上の不適合情報として6月15日まで全19件（福島第二原子力発電所全体では40件）をそれぞれの公表区分に従って公表している。また、その他の所内の不適合管理委員会に報告された不適合情報については件名をホームページ上に毎日公表しており、当該機については6月15日まで552件（福島第二原子力発電所全体では2,064件）を数えている。これらの不適合情報は、定期的にその処理状況を明らかにしている。

この間、概ね、不適合事象について、第一報重視の観点からの情報公開を徹底させようと努めている姿勢がうかがえるが、当初、社内に保存されていないとの説明がなされていた過去の漏えい率検査時の室温データが、県からの文書照会で初めて相当程度提出された事例のように情報公開の趣旨が十分に徹底されていなかったと判断せざるを得ないような対応もなされている。情報公開については、社内の情報を的確に把握し、適切に提供していくことができるよう、今後一層、その徹底を図り、原子力発電所の運営の透明性を高めていくことが求められる。

また、申告制度については、平成16年3月5日から、地域の信頼や安全・安心の確保の観点から可能な限り公開するという方針を定め、全体で6件の案件について公表している。それ以後、平成16年6月まで寄せられた案件はないとしているが、今後とも申告者の保護に万全を期し、確実に機能させていくことが求められる。

## 8 発電所の運転管理について

今回、当該機の安全確保に係る事業者の取組状況を確認したが、事業者においては、立地地域の要請等を踏まえた自主点検への取組みや補修工事の実施、再発防止対策等、慎重かつ真剣な取組みが進められている。

一方、原子炉の水位低下傾向について徹底した原因究明がなされないまま、漏えい率検査準備の工程を進めたことや、社内検査時の「スクラム排出容器水位高トリップ」警報発生等のように過去に同様の事象が発生していたが十分な原因究明がなされておらず、情報の共有化が図られてこなかったこと等、品質保証活動や安全管理の面では更なる改善が求められる点が見られた。

また、多くの不適合事象に関しても、複雑な操作上の誤りというより、むしろ、作業に携わる一人ひとりが作業の基本を踏まえ、その意義を認識していれば十分防止できているものが少なくないと思われる。さらにその原因究明に当たっては、過去の経験や成果等が有効に活用されていなかったり、自らが運転・操作しているシステムについて関係者間で情報の共有が不十分な事例も見受けられたように、組織全体としての情報共有化や品質保証活動が未だに定着していないことから、これらの取組みを再度見直し、効果的に意識の浸透を図りながら、その徹底を図っていく必要がある。

今回、漏えい率検査において全国で初めてマイナス値が得られ再測定を行った件については、県が学識経験者を交え検討会を開催し、原因と今後の検査の在り方等の検討を行ったが、本来、事業者自身が、マイナス値が測定された段階で十分な問題意識を持ち、徹底した原因究明を行うべきものであった。

また、主排気筒放射線モニタ指示値上昇等により原子炉手動停止した件についても、原子力発電所においては、個々の作業や設備の不備が放射性物質漏えい等危険に直結していることを関係者全員が十分に認識するとともに、施設、設備の高経年化が進む中で、真に多重防護が機能するよう適切な維持管理を行い、今後とも、それぞれの作業がどのような意義を有するかについて関係者全員で共有することや、想定外の事象が発生した際に迅速かつ的確に対処できる

システムの構築が求められる。

事業者においては、品質保証を明確にした保安規定の下で、危機管理、安全管理、品質保証活動の更なる向上を図っていくことが求められ、信頼回復に向けたより一層の努力が必要である。

その上で、原子力発電所の透明性・信頼性確保の取組みを運営管理全体に浸透、定着させていくためには、更なる情報公開の徹底や協力企業を含めた企業システム全体の改善など、今後とも、風通しがよく透明性の高い発電所運営を行い、一体的な安全・安心対策を一つ一つ着実に、かつ継続的に実施し、信頼回復に向けた努力を積み重ね、その実績を結果として示していくことが求められる。