

## 福島第二原子力発電所 4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 4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

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16年4月4日から計器調整等の準備作業に入り、5月30日からバウンダリ構成作業を開始した。6月17日には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）」等に基づき、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2,098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、当該機についても、福島第二原子力発電所 2号機（以下「2号機」という。）漏えい率検査の途中から導入された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るとともに、先行号機の漏えい率検査における社内外からの指摘事項を反映させ、品質保証面の改善が図られ、検査実施過程における指摘事項等も大幅に減少したとしている。

しかしながら、漏えい率検査は、事故時に放射性物質が外に放出されることを防ぐ原子炉格納容器の密閉性を確認する重要な検査であり、検査の信頼性と客観性が求められることから、今後とも、組織全体としての情報共有化や品質

保証活動の定着化の取組みを不断に見直し、効果的な意識の浸透とその徹底を図るとともに、検査の過程及び結果について客観的にわかりやすく説明するよう努める必要がある。

## 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再循環系配管73継手について、平成14年11月6日から平成15年4月25日にかけて超音波探傷検査を行い、10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9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。

さらに、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ている再循環系配管12継手及びノズル・セーフエンド部3継手についても平成15年10月3日から10月22日にかけて超音波探傷検査を行ったが、再循環系配管1継手にひび割れを確認した。このひび割れが確認された継手は、前回定期検査時（平成14年1月）に点検が行われ、ひび割れが認められていなかった部位であった。

ひび割れが確認された再循環系配管11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。

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には高度な技術を要するとされている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、立地地域の信頼性確保の観点を最優先にした点検・補修等慎重な対応を行うとともに、点検結果を県民へ適切に情報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。

### 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、事業者は同年10月24日から目視可能な全ての溶接線について点検をした後、超音波探傷検査を行い、GE社の指摘のあった部位も含め7か所にひび割れが確認された。

事業者において、その原因を調査した結果、いずれのひび割れも応力腐食割れと推定され、ひび割れの進展を考慮した残存断面積の評価を行い、現時点及び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、ひび割れ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必要があることから、ひび割れを除去することとし、平成15年6月13日に国に工事計画書を提出し、7月31日から10月9日まで補修工事を行った。

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、運転中を含め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、シュラウドの溶接線は今後10年間で100%の頻度で点検を行うとしているが、ひび割れ除去箇所については、次回の定期検査停止時に点検を行い、その後の点検については、今後、実施していく他プラントでの点検結果を踏まえ、検討することとしている。

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ること、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、ひび割れを除去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39項目、合計52項目を平成16年6月30日までに終了している。

今回の定期検査中には、ひびの認められた再循環系配管取替工事や炉心シュラウドの補修工事の他、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。

事業者においては、定期検査中の点検、補修等安全確認に万全を期し、人身を含めた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、さきに2号機で発生した原子炉水位高警報発生等のこれまでの起動操作後のトラブルの経験を十分に踏まえ、関係者全員の情報共有を図りながら、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) タービン建屋の人身事故について

平成16年3月26日、当該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（以下「SA系」という。）に高圧窒素ガス供給系統

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。

再発防止策として、当該機では、S A系と高圧窒素ガス供給系統の接続部を切断するとともに、当該機を含めた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S A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た。

事業者は、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者の安全が確保されることは最も基本的な問題である。事業者は本事故が作業員等の安全確保の観点からの設計上の考慮がなされなかったものであることを重く受け止め、設備の設計や変更する場合の人身安全の影響評価については万全を期すことが求められる。

また、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り組みが求められる。

## (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たことから、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点検を行った。

制御棒駆動水圧系配管については、目視点検及び浸透探傷検査並びに付着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。

また、その他の類似ステンレス製配管については、目視検査及び付着塩分量測定を行った。調査の結果、付着塩分量が応力腐食割れ防止の目安値を超えた1箇所については、清掃を行うとともに浸透探傷検査を行ったが、ひび割れは確認されなかった。

福島第二原子力発電所においては、全プラントの点検でひび割れが認められなかったことを踏まえ、今後、制御棒駆動水圧系配管については、10定期検査

毎に点検清掃を実施し、また、その他の類似ステンレス製配管については、定期検査毎に点検を実施し、10定期検査で全数点検する計画としており、引き続き、設備の適切な維持管理に努めることが求められる。

### (3) 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11月にジェットポンプ20台について点検を行い、10台に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が確認された。事業者においては、いずれの隙間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。

## 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20日から24日にかけて当該機圧力抑制室内の点検を行い、スパナや針金、テープ片等を回収、平成16年1月29日には、266点の異物を回収したとする点検結果と今後の異物混入防止対策をまとめた報告書を公表した。その後も、圧力抑制室の水位変動等により、圧力抑制室の最終点検準備作業や最終点検において、ビニール片、塗膜片等が確認されている。

また、平成16年2月から3月にかけて、原子炉圧力容器内、使用済燃料プール等でケーブルホルダー等の異物が確認・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ことを示すものであるが、事業者は、開口部の養生、圧力抑制室内の塗膜状況の定期的な点検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構築し、その成果を具体的に結果として示すことが求められる。

## 7 配管の肉厚管理について

平成16年8月9日に発生した関西電力(株)美浜発電所3号機二次系配管破損事故を受けて、事業者は、全プラントにおける炭素鋼配管減肉事象に係る点検に関する調査を行い、その結果を8月18日(8月25日一部訂正)に、肉厚管理未実施の箇所はなかった旨を国、県等に報告するとともに公表した。

当該機においては、配管減肉の可能性が高く、取替が必要とされる部位については、減肉が進みにくいとされる低合金鋼が使用されている。また、これらの低合金鋼が使用されている1,899部位及び炭素鋼配管が使用されている2,627部位については、事業者が自主的に定めた点検基準に基づき、代表箇所の点検を行うなど計画的に点検が実施されている。

当該機では、今定期検査期間中、当初16部位(うち炭素鋼14部位)の減肉状況の点検を行ったが、その後、美浜3号機事故等を踏まえ、類似箇所等17部位(うち炭素鋼10部位)の追加点検を行い、いずれの部位も異常な減肉は認められなかったとしている。

県は、さきに、事業者から報告を受けた炭素鋼配管減肉事象に係る点検調査結果について、事業者に対して、配管の肉厚点検に係る代表箇所選定の考え方について客観的にわかりやすく説明していくとともに、肉厚管理対象箇所の選定に不可欠なアイソメ図の管理や肉厚管理対象箇所のデータベース化等により事業者自らが責任を持って減肉状況の的確な把握を行っていくことが必要であることを指摘した。

事業者においては、減肉管理の妥当性の確認、安全上の知見を拡充する等の観点から発電所毎に代表プラントにおける配管肉厚調査を実施するとともに、

従来プラントメーカーが所有していたアイソメ図を事業者が正式図書として管理し、肉厚管理対象箇所のデータベース化等を進めることとしている。

しかしながら、配管内の二相流や单相流における偏流の発生部位は現場の様々な条件が複合的に関わり多様であることから、今後は、更に厳重な肉厚管理を行い必要に応じて迅速かつ適切な対策を講ずるとともに、肉厚点検の測定データを立地地域の住民をはじめとする県民に適切に情報公開していくなど、一層の安全性と信頼性の向上の観点に立った対応が求められる。

## 8 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に取り組んでいるが、作業ミスなどのヒューマンエラーをはじめ、基本的な現場管理が不十分であること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を強く要請した。これを受け、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、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、その後においても、圧力抑制室の異物混入問題など、作業管理、情報公開等の基本的な品質保証活動が十分でなかったことが明らかになったため、事業者は、同年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こととした。

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本年9月21日まで全8件（福島第二原子力発電所全体では49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9月21日まで496件（福島第二原子力発電所全体では2,659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、今後は、わかりやすさにも配慮しながら、情報公開の徹底を図り、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、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件を公表している。それ以降、9月に福島第一原子力発電所に関する申告が1件あり、その調査結果を9月24日に公表している。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。

## 9 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、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。

県は、2号機において、不適合事象に関する十分な原因究明と情報の共有化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ことを指摘した。当該機については、シュラウド切除補修工事、原子炉格納容器漏えい率検査等において、先行プラントのトラブル事例を踏まえた対策を講じてきたことにより同様のトラブルの発生は防止できたものと考えられる。

しかしながら、一方で、タービン建屋における作業員の酸欠事故発生により改めて人身安全対策の重要性がクローズアップされており、また、美浜発電所配管破損事故を契機としてより適切な配管肉厚管理などが求められたように、安全管理の面で一層の努力を要する事案も認められている。

さらに、高経年化が進む中での多重防護の観点からの維持管理などについての組織全体としての情報共有化、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、品質保証活動の徹底などは、緒についたばかりであることから、今後、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、安全管理及び品質保証活動の更なる向上を図っていくことが必要である。

その上で、福島第二原子力発電所においては、原子力発電所の信頼性確保の取組みを運営管理全体に浸透し、定着させていくために、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、風通しが良く透明性の高い発電所運営を行うことが必要であり、こうした一体的な安全・安心対策を一つ一つ着実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。