

概要

1. 対象事業所の概要

1.1 概要

日本原子力技術協会(以下、「原技協」という。)のピアレビューチームは、平成 18 年 7 月 31 日(月)から 8 月 11 日(金)まで、関西電力株式会社高浜発電所(以下、「発電所」という。)のピアレビュー(以下、「レビュー」という。)を実施した。今回のレビュー対象である発電所は、4基の加圧水型軽水炉(PWR)を有しており、レビュー期間中は、全号機が定格熱出力運転中であった。

発電所員は 504 名(平成 18 年 6 月末現在)であり、協力会社は 207 社、その従業員数は約 1,700 名(平成 18 年 4 月時点)である。

号機	定格電気出力 (MWe)	営業運転開始年月	運転実績 (平成 18 年 7 月末現在)	
			発電電力量 ^{*1} (億 kWh)	設備利用率 ^{*2} (%)
1	826	昭和 49 年 11 月	1580.07	68.0
2	826	昭和 50 年 11 月	1541.23	68.2
3	870	昭和 60 年 1 月	1413.18	84.9
4	870	昭和 60 年 6 月	1383.59	84.8

*1) 発電電力量…試運転期間を含む

*2) 設備利用率…営業運転開始以降

1.2 発電所を取り巻く状況、およびこれに対する発電所の取り組み

関西電力株式会社は、平成 16 年 8 月に発生した美浜発電所 3 号機二次系配管破損事故の再発防止対策として、次の 5 つの基本行動方針、並びにこれに基づく 14 の行動計画、及び 29 の実施項目を公表した。

〔美浜発電所 3 号機事故再発防止対策の基本行動方針〕

安全を何よりも優先します。

安全のために積極的に資源を投入します。

安全のために保守管理を継続的に改善し、メーカ、協力会社との協業体制を構築します。

地元の皆さまからの信頼の回復に努めます。

安全への取り組みを客観的に評価し、広くお知らせします。

上記は、同社全体としての対応であり、発電所においても、これに基づく取り組みが実施されている。特筆すべき事項は、労働安全衛生マネジメントシステム^{*3}が平成 17 年度下期(4号機第 16 回定期検査)から試運用されていること、保守管理要員が増強され(保守管理要員は、平成 18 年 6 月末現在で 158 名)、技術アドバイザー(電気、機械、労働安全:各 1 名)および情報管理専任者 1 名が配置されたこと等である。また、発電所の全運転中

号機のタービン建屋内高エネルギー配管近傍は立ち入りが制限されており、定期検査前の準備作業は実施されていない。

なお、発電所でのレビュー期間中の8月9日(水)は、前述の再発防止対策実施項目の1つとして設定された「安全の誓い」の日であり、職員が事故発生時刻に一齐に黙祷を捧げ、被災者に対する哀悼の意を表わした。

*3) 事故の未然防止活動。リスク評価により、労働災害の潜在的危険性を低減するためのマネジメントシステム。

2. レビュースケジュール

平成18年7月26日(水)～28日(金)の間、原技協事務所にてレビューチームとしての訓練及び準備を行った後、表1に示すとおり、7月31日(月)から2週間、発電所でのレビューを行った。

表1 発電所でのレビュースケジュール(実績)

		レビュー内容
31日(月)	(午前)	・ 開始会議(レビューチームの紹介、発電所から運営状況や課題などの紹介等)
	(午後)	・ 発電所設備等の状態観察 ・ レビュー分野毎に、発電所側対応者とのスケジュール調整
1日(火)		・ 発電所設備等の状態観察及び現場観察、インタビュー、書類確認、並びにそれらの結果について、発電所側対応者と意見交換 ・ 発電所側代表者を含めたチーム会議
2日(水)		・ 現場観察、インタビュー、書類確認、及びそれらの結果について、発電所側対応者と意見交換 ・ 発電所側代表者を含めたチーム会議
3日(木)		
4日(金)		
5日(土)		休日
6日(日)	(午前)	・ レビューチーム会議(長所、改善提言の検討)
	(午後)	・ レビュー分野毎に観察結果の分析
7日(月)		・ 現場観察、インタビュー、書類確認 ・ 問題点の原因及び要因について、発電所側対応者と議論 ・ 長所、改善提言に関する事実確認・検討 ・ 発電所側代表者を含めたチーム会議
8日(火)		
9日(水)		・ レビュー分野毎に発電所側対応者と議論 ・ 総括代表者及びチームリーダーと発電所側代表者との、長所、改善提言に関する議論 ・ 発電所側代表者を含めたチーム会議
10日(木)		・ レビューチームによる、長所、改善提言の最終確認 ・ 最終会議準備
11日(金)	(午前)	・ 最終会議(長所、改善提言に関して、レビューチームからの説明、及び、発電所の求めに応じた補足説明)
	(午後)	・ 原技協主催 記者会見(於:発電所ビシタースハウス)

3. レビューの方法及び内容

原技協が実施するレビューの目的は、レビューを受ける原子力発電所の運営が最高水準となるよう、支援することにある。

3.1 レビューの進め方

本レビューの基準は、WANO(世界原子力発電事業者協会)が使用している「達成目標と基準」(Performance Objectives and Criteria: PO&Cs)とした。

この基準は、原子力発電所の運営状態を最高水準に導くためのガイドラインであり、レビューではこれを活用して、“長所”及び“改善提言”を抽出した。

“長所”は最高水準の事例である。一方、“改善提言”は最高水準を達成するために努力を要する事項であるが、“改善提言”として抽出された事項が平均的な運営状態に比べて、必ずしも不十分であることを指すものではない。

レビューチームは、INPO(米国原子力発電運転協会)のレビュー方式^{*4}に従って、現場観察を中心に活動し、発電所側対応者と緊密に意見交換を行いながら、以下のようなプロセスでレビューを進めた。

*4) INPOは、1979年のスリーマイルアイランド事故を契機に米国電力業界によって設立され、全米の原子力発電所を対象に定期的にレビューを行っている機関である。そのレビューは、発電所に2週間滞在して行う現場観察を主要なプロセスとしている。原子力関係者の間では、1990年代以降の米国原子力発電所の安全性、信頼性の向上にはINPOの貢献が大きいことが知られている。

3.1.1 情報収集

最初に、レビュー者全員がそれぞれの区域を分担して、発電所設備等の状態観察を行った。その際に気付いた事項を記録した帳票の総数は、240枚であった。これらに記載された内容は、複数の分野にまたがるものもあるため、分野毎に整理すると、運転分野で116枚、保修分野で99枚、技術支援分野で42枚、放射線防護分野で19枚等であった。これら帳票は、分野別に分配され、レビューの出発点とした。

その後、分野毎のレビューが開始されたが、具体的には、分野毎に2、3名が一組となって、発電所の設備状態、あるいは発電所員及び協力会社従業員の日常作業を観察した。すなわち、各レビュー者は、事前に作成したレビュー計画に基づき、丹念に現場観察を実施した後、インタビューや書類による確認を行った。各レビュー者は、この段階で気づいた事項が重要か否か、レビュー基準(PO&Cs)や自らの経験に基づき判断した。重要と判断された、観察、インタビュー、および書類確認の状況などから、優れている、または問題があると考えられる事実が、引き続き検討を行うために記録された。各レビュー者は、これらについて発電所側対応者、および必要に応じて協力会社職員も交えて、頻繁に意見交換を行った。

以上の結果は、日々のレビューチーム会議(17時から約1時間かけて実施)にて各分野から相互に紹介され、チームメンバー全員の経験や最高水準と照らし合わせて審議し、優れている、または問題があると考えられる事実の採択の可否を議論した。

3.1.2 情報分析

各分野のレビュー者は、レビュー基準(PO & Cs)に照らして、優れている点および問題点を抽出した。このうち、優れている点については、他の発電所の参考となるよう、必要な情報を盛り込んで、“長所”としてまとめた。

一方、問題点については、問題の本質は何か、なぜ問題が発生しているのか(原因および要因の分析)、どうすれば解決できるか(改善の進め方)について分析、検討した。この作業の過程で追加情報が必要となった場合は、改めて現場観察、書類確認、あるいはインタビューを行い、これらを勘案して“改善提言”としてまとめた。

“改善提言”については、レビュー基準(PO & Cs)やベストプラクティスなどを示しながら、発電所側に具体的な問題点を説明し、問題の本質、真の原因、および要因は何であるかについて、共通の理解・認識が得られるまで、繰り返し議論を行った。

これら議論の内容、および発電所側の意見については、再度レビューチーム会議において説明し、他分野のレビュー者も交えて検討し、記述内容が正確かつ公正となるように、また“改善提言”の内容に齟齬を来さないよう、多面的に整理した。

3.2 レビュー内容

3.2.1 レビュー項目

今回、レビューの対象としては、基本の6分野((1)から(6))とした。

- | | |
|-------------|------------|
| (1) 組織と管理体制 | (2) 運 転 |
| (3) 保 修 | (4) 技術支援 |
| (5) 放射線防護 | (6) 運転経験 |
| (7) 化 学 | (8) 訓 練 |
| (9) 火災防護 | (10) 緊急時対応 |

3.2.2 レビューの実施体制

レビューの実施体制は、以下のとおりである。

- | | |
|---------|---|
| 総括代表者 | : 松下 原技協理事 |
| チームリーダー | : 成瀬 原技協理事 |
| チームメンバー | : 成瀬リーダー以下 14 名
(INPO職員: 3名、原技協会員組織職員: 3名、原技協職員: 8名) |

4. 結果の概要

レビューの結果、最終的に抽出された長所及び改善提言は以下のとおりであった。但し、これらの改善提言は、原子力安全面で直ちに改善処置を講ずる必要があるような事柄ではなかった。

4.1 長 所

長所は、以下の6件である。

(運 転)

- (1) 発電所は、運転員の技術伝承を目的として、「技術伝承データベース」や「定期検査データベース」を作成し、活用している。
具体的には、「技術伝承データベース」には、発電所の運転経験等に基づく約 1,300 件の伝承すべき事項が登録されており、運転員の技術力向上やヒューマンエラー防止のために活用されている。また、「定期検査データベース」には、約 1,740 件の定期事業者検査や定期検査に関する過去の実績や注意点が登録されており、定期検査時におけるヒューマンエラー防止や定期検査関係操作実績の確認等のために活用されている。
- (2) 発電所は、ヒューマンエラー防止の観点から、号機ごとに色分けを行い、視覚による識別を行うと共に、重要設備が設置されている部屋については、音声告知装置により、聴覚による識別を実施している。
例えば、号機間違いによる運転員の誤操作や保守作業員の誤作業を防止するために、中央制御盤、現地盤、扉、機器ケーシング、および弁銘板等が、1号機：白、2号機：黄、3号機：青、4号機：ピンクと色分けされている。
視覚・聴覚による徹底した識別を実施したことにより、過去約10年間、号機間違いによるヒューマンエラーは発生していない。

〔保 修〕

- (3) 原子力保全総合システム(M35)等により、点検周期・点検内容の設定根拠が明確に整理されている。膨大な設定根拠に関する書類は、データベース化したことにより容易に参照可能となっている。
この結果、各機器の点検結果などから、構築されたデータベースを有効活用し、点検周期・点検内容の設定根拠の変更が必要であるか否かの評価を実施・反映する仕組みが確立している。管理されている設定根拠は、有益な情報として活用可能である。

〔技術支援〕

- (4) オンラインモニタリングにより機器の異常兆候の早期発見に努めている。これにより、機器に異常が発生する前の対応を可能にしている。
例えば、給水制御弁の開度調節用電磁弁の状態は、オンライン監視されており、監視パラメータが予め定めたしきい値に達した場合には、注意喚起のための表示灯が点灯し、迅速な対応を促すようになっている。

〔放射線防護〕

- (5) 発電所の放射線管理課は、被ばく線量低減のための長期的な目標を定め、その目標に向けた独自のプログラムを実行するとともに、長期的なアクションプランを策定している。
例えば、独自の被ばく低減プログラムとして放射線管理ALARA^{*5}シートの試運用を2号機第23回定期検査(2006年4月14～6月30日)から開始しており、2007年度中の本格運用を目指している。ALARAシートは、計画線量と実績線量の差異のきめ細かな評価、フォローアップ、および他の作業への水平展開を行うための、被ばく低減に向けたPDCAを回すツールであり、長期的な線量目標を達成する上で、有効な手段である。

*5) ALARA: "As Low As Reasonably Achievable" (合理的に達成できる限り低く)の略。国際放射線防護委員会(ICRP: International Commission on Radiological Protection)の勧告で示された放射線防護実行上の基本的な概念。

〔組織と管理体制〕

- (6) 協力会社と緊密にコミュニケーションを取ることに大きな努力が払われており、発電所と協力会社の間には良好な関係が維持され、適切な協業のもとに発電所が運営されている。

例えば、労働安全衛生マネジメントシステム導入に関連して、協力会社から提出された労働安全に係る改善要望について、「改善要望事項管理表」で、採否、実施予実績を管理するとともに、不採用のものの理由を含めて処理状況についても協力会社と情報を共有している。これらの改善要望については、この1年間あまりで提案された約1,200件の内、これまでに約800件が採用されている。

4.2 改善提言

一方、13件の改善提言が抽出された。

〔運 転〕

- (1) 運転員による中央制御室主盤の盤面監視は、最善と認められている発電所と比較して改善の余地がある。

例えば、始業前直内打ち合わせは、中央制御室の中央部に配置されている機の周りに当直クルー全員が着席して行われている。この間、運転員による原子炉主盤の監視が効果的ではないように見受けられるため、改善の余地がある。

〔保 修〕

- (2) 不適切な揚重作業(リフティング)とワイヤー玉掛け(リギング)作業は、機器に損傷を与えたり、作業者の負傷を引き起こす可能性がある。

具体的には、ファンのカップリングを取り外す作業時に、縋りが戻りかけたワイヤーロープが使われていた。

- (3) 屋外機器および海水系機器の支持部等の一部について補修が必要なものが認められる。設備の重要度、発錆状況を勘案し、定期検査時等にあわせて補修が実施されているが、長期的な視野にたつて更なる劣化防止に関する計画的な取り組みが必要である。

例えば、海水ポンプ廻りの小口径配管のサポート表面の錆びや、海水ポンプモータに登る梯子の固定ボルト表面が錆びている、という事例があった。

〔技術支援〕

- (4) ポンプの機能試験は、予防保全に向けたデータ採取の良い機会であるが、試験の結果を傾向管理データとして活用する観点での考慮がなされていないケースが見受けられ、試験方法について検討の余地がある。

例えば、現行の余熱除去ポンプの試験方法では、2台運転時の性能を確認することはできるが、1台運転時の性能を確認することはできない。ポンプの劣化については1台毎の試験で、その傾向を把握することも可能であるため、1台毎の性能を把握する方法について検討すべきである。

- (5) プラント内に物品を保管したり、仮置きする際には、地震時の移動等による安全系機器への影響や、またプラント停止信号を発生させるような機器への影響を十分に考慮し、耐震策を施す必要がある。

例えば、安全系機器の近くに梯子が置かれていた。仮置きの必要がある場合、地震で倒れることを想定し、安全系機器への影響を評価しておくべきである。

(6) 使用済燃料ピットに異物が入り込むのを防ぐために、より適切な管理を行う余地がある。
例えば、1号機では使用済燃料ピットと防護柵の間が狭く、燃料ピットへの接近が可能な状態であるため、燃料ピットに物を落とすリスクがある、という状況が観察された。

(7) 劣化傾向の早期発見のため、機器担当者が分析ツールやモニタリングツールを様々な部門で別々に使用している。今後、体系的に傾向分析することにより、更なる高度化を図ることが望ましい。
例えば、1つのポンプの運転試験結果の分析や振動分析を、別々の部門で行っているが、発電所として体系的に整備されたルールに基づき傾向分析することで、更に高度化を図ることができる。

〔放射線防護〕

(8) 発電所の放射線管理を指導し、監督する立場にある放射線管理者は、放射線管理員および協力会社の放射線管理専任者の現場における放射線管理の知識や技能を、より効果的に発揮させるように努める必要がある。
例えば、線量当量率と表面汚染の測定ポイントが現場に表示されていない場合等があったが、是正処置が施されていない、という事例があった。

(9) 放射線管理に携わる者の放射線防護ならびに汚染拡大防止に関する意識の徹底について、更なる改善の余地がある。
例えば、汚染した作業服を着替えるエリアを区画するボックスの上に座っている者がいた、という事例が観察された。

〔運転経験〕

(10) 発電所の安全性と信頼性を更に高めるため、原子力産業界の運転経験の活用を徹底すべきである。
例えば、保守作業前の打ち合わせや定例試験前のミーティングで、当該作業や試験に関連した過去の不適合事例等が紹介されなかった、という事例が観察された。

〔組織と管理体制〕

(11) 発電所において、美浜3号機事故の再発防止対策に力が注がれ、また、その1項目として労働安全の優先度が高まり、さらに、定期検査が引き続いて計画されているという、極めて多忙な状況にあることは理解できる。しかしながら、運転中ユニットの原子力安全が何にも増して最優先であることを、絶えず意識し続けることが重要である。運転中ユニットの運営状況よりも、定期検査中ユニットが、より着目されている事例として、ある上級管理者は、定期検査時には1日2回現場に足を運ぶが、通常運転時は2週間に1回程度のみであり、しかも通常は制御室のみを訪れるだけであると話した。

(12) 安全性及び信頼性の高い発電所の運営を達成するためには、具体的な着眼点等を定めた基準を設け、これを確実に所員に周知徹底させることにより、予防処置または早期対応につなげることが望ましい。
例えば、管理職による安全パトロールについて、その都度テーマを定めてはいるが、何を具体的にチェックするのは明確に決まっていない、という事例が確認された。

(13) 必要とされる耳栓や保護眼鏡等を着用せずに作業が行われる等、労働災害を発生させる可能性をより減らす観点で、作業方法を改善する余地がある。

例えば、補助建屋における小口径配管の切断作業において、作業員が安全眼鏡を着用していなかった、という事例が観察された。