

美浜発電所 3号機 2次系配管破損事故について

関西電力株式会社

平成16年9月27日

目 次

はじめに

- 1．件名
- 2．事故の発生日時
- 3．事故発生時の電気工作物
- 4．事故発生時の運転状況
- 5．事故発生時の状況
 - (1) 事故発生時のプラント状況
 - (2) 周辺環境への影響
 - (3) 被災者の状況
- 6．事故に関する評価
 - (1) 運転パラメータ及び運転操作の評価
 - (2) 原子炉に対する影響
 - (3) 復水流量の変動及び流出量
- 7．原因調査
 - (1) 配管破損メカニズムに関する調査
 - (2) 配管肉厚管理に関する調査
- 8．当面とすべき対策について
 - (1) 体制強化
 - (2) 労働安全の確保
 - (3) 2次系配管肉厚管理における外注管理の徹底した見直し
 - (4) 2次系配管肉厚管理の強化
 - (5) N I P S の改善及び高度化
 - (6) 定期検査における現場作業等の監督業務の直営化
 - (7) 水平展開の実施
 - (8) 当社と協力会社との情報共有化
 - (9) 地元との対話活動の充実
- 9．今後の課題
 - (1) 原因究明のための課題
 - (2) 品質保証、保守管理上の問題点の調査
 - (3) 2次系配管肉厚管理の更なる充実

はじめに

弊社美浜発電所3号機における2次系配管の破損事故につきましては、5名もの尊いお命が失われ、6名の方が重傷を負われるという、極めて重大な事故を起こし、被災された方々、ご遺族、ご家族の方々に、深くお詫び申し上げます。

お亡くなりになられました方々のご冥福を衷心からお祈り申し上げますとともに、重傷を負われた方々の一刻も早いご快復を心からお祈り申し上げます。

また、日頃から発電所の維持運営にご協力を賜っております協力会社の皆さまや地元美浜町をはじめ、福井県、隣接の府県の皆さまには、多大なご迷惑とご心配をおかけいたしました。さらには国、地元の自治体ならびに消防・警察・病院をはじめ、各方面の皆さまに対しましても大変なご迷惑をおかけいたしましたことについて、改めて深くお詫び申し上げます。

弊社といたしましては、今後ともご遺族の方々、重傷を負われた方々、ならびにそのご家族の方々には、できる限りのことをさせて頂きたいと思っております。

また、地元の皆さまの様々なお悩みやご心配に対しましても、お話を十分に伺い、ご相談しながら、誠実に対応して参りたいと存じております。

今後は、地元の方々にとって安全・安心が確かなものとなるよう、事故原因の究明に全力を尽くすとともに再発防止を徹底して参ります。

1. 件名

美浜発電所 3号機 2次系配管破損事故について

2. 事故の発生日時

平成16年8月9日 15時22分(「火災報知器動作」警報等発信)

3. 事故発生の電気工作物

蒸気タービン設備 主復水管

4. 事故発生時の運転状況

定格熱出力一定運転中

5. 事故発生の状況

(1) 事故発生時のプラント状況

(添付資料 - 1 ~ 9)

平成16年8月9日、美浜3号機は定格熱出力一定運転中であり、2次系の給水・復水系統等の主要パラメータは安定しており、運転員による巡回点検(直近の巡回点検8月9日11時頃(*))でも異常は認められていなかったが、15時22分に中央制御室の「火災報知器動作」「3B直流接地」警報が発信し、引き続き15時23分に「3A直流接地」警報が発信した。

このため、運転員が中央制御室の表示盤で火災報知器動作箇所を確認したところ、脱気器に隣接しているタービン建屋2階のエリアであることを確認した。直ちに運転員が点検のため中央制御室を出てタービン建屋3階面の入口から建屋内に入ったところ、脱気器に隣接しているエリアに蒸気が充満していることを確認した。

このことから、2次系の配管から蒸気又は高温水が漏えいしている可能性が高いと判断し、15時26分から緊急負荷降下(負荷降下率5%/分)を実施していたところ、15時28分に「3A SG給水<蒸気流量不一致トリップ」警報(**)(以下「原子炉自動停止信号」という)が発信し、原子炉が自動停止、続いてタービンが自動停止した。

補助給水ポンプ3台のうち、電動補助給水ポンプ2台は原子炉自動停止信号発信前の15時28分に給水ポンプ全台停止(運転中のA・B機停止)により自動起動し、タービン動補助給水ポンプ1台は蒸気発生器(以下「SG」という)水位異常低(狭域水位の13%)で15時28分に自動起動した。

プラントの自動停止状態に異常はなく、冷却材温度、加圧器水位・圧力、SG水位等が安定したことから、15時35分に原子炉は高温停止状態で安定していることを確認し、さらに、原子炉の低温停止操作は8月10日23時45分に完了した。

* : 巡回点検の着眼点

目視による漏えい(可視範囲での配管保温表面の確認、床面が濡れていないことの確認)の有無、異音・異臭の有無、主要な現場監視計器指示値確認

** : A SG水位低(設定値:狭域水位の25%)

+ A SG給水<蒸気流量不一致(設定値:312t/h)で警報発信

運転員がタービン建屋内の点検を実施した結果、17時30分に脱気器に隣接しているタービン建屋2階のエリアの天井付近にある第4 低圧給水加熱器から脱気器へ至るA系の復水配管に破口部を確認した。破口が認められた部位は、2系統(A・B系)ある復水配管のうち、A系のライン(2階床面から約4.5mの高さ)であり、A系の復水流量を計測するオリフイスの下流側近傍であった。なお、A系のラインの破口部付近や周辺の配管に取り付けていた保温材は付いておらず、周囲に散乱している状況であった。

なお、復水配管の破損時期については、15時22分に中央制御室の「火災報知器動作」「3B 直流接地」警報が、また15時23分に「3A 直流接地」警報が発信しており、これらの警報が高温・高圧(約140℃、約1MPa)の水蒸気によるものと考え、破損した時期は同警報発信と同時期の可能性が高いと考える。

(2) 周辺環境への影響 (添付資料 - 5, 10)

2次系設備に起因する事故であり、野外モニタ及びプロセスモニタを調査した結果、事故発生前後で有意な変化は認められず、環境への放射能の影響はなかった。

なお、念のため復水のトリチウム濃度を分析した結果、検出限界値未満(検出限界値: $0.1 \text{ Bq} / \text{cm}^3$)であった。

(3) 被災者の状況 (添付資料 - 11, 12)

事故発生当時、美浜3号機のタービン建屋内には、当社社員1名と8月14日から予定していた美浜3号機第21回定期検査の準備作業等に携わっていた協力会社作業員104名がいた。このうち、破損したA系復水配管の付近で準備作業(床の養生、作業エリアの区画、工具類の搬入等)に従事していた協力会社作業員11名が被災(熱傷)した。

運転員が、15時27分タービン建屋2階のエレベータ前で倒れている被災者を発見し、中央制御室の制御員へ連絡、制御員から報告を受けた当直課長が救急車の出動要請を発電室長経由にて所長室長へ依頼し、所長室員が15:30~15:35にかけて119番救急通報を実施した。

被災した協力会社作業員は、当初、当社社員及び他の協力会社作業員で、その後、当社の119番通報で駆けつけた消防署救急隊員も加わって、順次タービン建屋外へ搬出された後、救急車で病院へ搬送された。病院へ搬送された11名のうち、5名は死亡(うち1名は8月25日に死亡)し、6名(うち1名は8月24日に、さらに1名が9月24日に退院)は熱傷のため入院加療中である。

6. 事故に関する評価

(1) 運転パラメータ及び運転操作の評価 (添付資料 - 5, 13~16)

事故発生の前後の運転パラメータについて調査したところ、当該配管破損前には破損の兆候を示す変化は認められなかった。また、事故時の運転パラメータ及び運転確認状況から、一連の運転操作に問題ないことを確認した。

(2) 原子炉に対する影響

(添付資料 - 17)

美浜発電所原子炉設置変更許可申請書(平成6年3月9日許可)において、給水系配管に破断が生じ、2次冷却材が喪失し、原子炉の冷却能力が低下する事故として「主給水管破断」を想定している。

「主給水管破断」事故では、主給水管の逆止弁とSGの間の配管破断による破断口を通じてのSG器内水の放出、外部電源の喪失による1次冷却材ポンプの停止等を仮定しているのに対して、今回の事故においては、主給水管の逆止弁より更に上流側の復水管の脱気器入口での破損であったことからSG器内水の放出はなく、1次冷却材ポンプも停止しなかったこと等から、安全解析の評価結果の範囲内であり、原子炉の冷却は正常に行われ、原子炉への影響はなかった。なお、念のため、プラント挙動シミュレーションにより、実際のプラント挙動との比較を実施する。

(3) 復水流量の変動及び流出量

(添付資料 - 18)

通常A・Bの2系統で脱気器へ流れる復水流量は、15時23分から破口が認められたA系が増加、B系が急激に低下している。その後、B系流量は15時24分以降「0 ton/h」となっており、脱気器水位が15時25分頃から急激に低下している。

復水配管からの流出量は、2次系純水タンクからの補給水(約565 ton)及び系統保有水減少分(約320 ton)から、合計で約885 tonの復水がA系配管の破口部から流出したと評価される。

7. 原因調査

(1) 配管破損メカニズムに関する調査

(添付資料 - 19 ~ 23)

今回の事故について現在までに判明した事実は、第4回事故調査委員会にて原子力安全・保安院から報告された資料等に基づけば以下のとおりである。

a. 現場調査

(a) 外観観察

A系配管(破損配管)は頂上部近傍で軸方向及び周方向に大きく、破口している。破口幅は、軸方向に約515 mm、周方向に約930 mmであった。

下流側に向かって、右方向に進展したき裂は、上流側、下流側ともに溶接部直近で停止し、左方向に進展したき裂は、管底部近傍で停止している。

(b) 肉厚測定

A系配管(破損配管)及びB系配管について超音波肉厚測定器による肉厚測定を実施した結果、いずれもオリフィス下流側においては、ほぼ全周にわたり減肉傾向が認められ、オリフィス上流側においては有意な減肉傾向は認められなかった。

A系配管のオリフィス端面から697 mm(1・1/4直径付近)の破口部先端部において最も薄い0.4 mmの箇所が認められた。B系配管ではオリフィス端面から734 mm(1・1/4直径付近)において最も薄い1.8 mmの箇所が認められた。

軸方向の減肉量は、A系配管、B系配管いずれもオリフィス下流1直径～1.5直径付近で最大となり、下流側に向かって徐々に減少している。

なお、A系配管の底部（180°位置）の肉厚はオリフィス下流1.5直径から下流に向かってほとんど減肉しておらず他の位置と様相が異なっている。

周方向の減肉量については、B系配管は比較的均一に減肉しておりA系配管は頂部に偏って減肉している。

（c）配管内面観察

A系配管（破損配管）のオリフィス下流側について、破口部からデジタルマイクロスコープにて配管内面の観察を行った結果、残留水によって表面が腐食し表面状態が変化すると推定される180°位置（配管底部）を除くすべての内面に、約1mm幅の鱗片状模様が一樣に認められた。オリフィス近傍では、鱗片状模様は約3～5mm幅とやや大きいものであった。

なお、当該部はキャビテーションの発生しない温度、圧力条件となっており、内面観察からもキャビテーションの痕跡は認められなかった。

当該配管の材料は炭素鋼（SB42：板曲げ管）寸法は外径558.8mm、公称肉厚10.0mmであり、JIS規格に基づく材料を使用している。また、当該復水系統は最高使用圧力1.27MPa、最高使用温度195である。

b. 給復水の水質履歴

2次系の水質管理履歴を調査した結果、給水、復水のpH、溶存酸素など給水処理に係わる水質データはいずれも水質管理値内に維持されていた。また、2次系給水処理は運転開始当初からAVT（*）最近ではETA（**）処理等が計画的に行われているなど、各種対策により経年的に給水鉄濃度も低減してきていることから、運転開始以降当該部の水質環境について特異な点は認められない。

*：全揮発性薬品処理 **：エタノールアミン

c. 破損メカニズムの推定

破損配管の肉厚測定結果によると、オリフィス下流部位に減肉が認められている。また、破損部位の内面観察結果では概ね全面にわたってエロージョン・コロージョン発生時に認められる光沢のある鱗片状模様が認められている。

以上のことから、当該部はオリフィス下流部位での流れの乱れによりエロージョン・コロージョンが発生したことにより減肉が進行し、肉厚が薄くなった部位が内圧により破口したものと推定される。

（2）配管肉厚管理に関する調査

（添付資料 - 24～26）

a. PWRにおける2次系配管の肉厚管理

当社は、昭和50年代前半より2次系炭素鋼配管の減肉現象に着目し、配管の肉厚調査を進めていたが、昭和58年高浜発電所2号機において発生したエロージョン・コロージョンによる減肉トラブルを経験したことを契機に体系的な肉厚調査を開始し

た。

当該肉厚調査により得られたデータならびにそれまでの諸外国における運転経験等も含めた当時の技術知見を集大成して、平成2年5月に「原子力設備2次系配管肉厚の管理指針（PWR）」（以下「PWR管理指針」という。）を策定し、その後、現在に至るまでこのPWR管理指針に基づき2次系配管の肉厚管理を実施している。

b. 当該破損部位の肉厚管理状況の調査

当該破損部位の肉厚管理状況について調査した結果、PWR管理指針では点検を実施すべき箇所に該当するものの、点検対象とはなっておらず（肉厚管理システム（以下「NIPS」という。）の管理票に登録されていない）美浜3号機が運転を開始して以来、一度も点検を実施していなかったことが判明した。

当該部位が管理票から漏れた経緯について、社内文書及びヒアリングにより把握した事実関係は以下のとおりである。

当該部位は、美浜3号機ではじめてPWR管理指針が適用された第11回定期検査（平成3年1～6月）から、登録漏れであった。その後、2次系配管肉厚測定業務をプラントメーカーから協力会社に移管するために、平成8年にプラントメーカーから検査用図面や点検リストの引渡しを受けた際も、平成9年に協力会社に検査用図面の電子化を委託した際も登録漏れは是正されなかった。

平成15年4月に協力会社が当該部位の登録漏れに気づいたものの、NIPSに登録しただけで、登録漏れの連絡及び同年5月からの定期検査での点検提案はなかった。

同年6月に当社へ提出された定検総括報告書に当該部位の表示があるスケルトン図が添付されていたが、その定期検査で点検した部位を示すための添付であり、特段の注記がなかったため気づかなかった。

同年11月に次回定期検査での点検計画の提案を電子メールで受けた際も、点検すべき420箇所を記載したリストが添付されていただけで、特段の注記がなかったため、次回定期検査での点検が予定されるにとどまった。

c. 他プラント等の状況

(a) 肉厚管理の状況

美浜3号機を含む全プラントの2次系配管の肉厚管理状況について、記録類をもとに調査した結果、肉厚管理未実施の部位が6箇所（美浜3号機の当該部位及びB系の同等部位含む）、同一仕様プラントの測定結果から健全性は確認できるものの、肉厚管理が未実施であった部位が11箇所あることを確認した。また、過去の点検記録の確認過程で「発電用火力設備の技術基準の解釈について」の「ただし書」を特例的に適用し、健全性評価を行うという不適切な事例があることが判明した。

(b) 肉厚管理未実施部位等の点検状況

運転中のプラントを計画的に順次停止し、全てのプラントについて、上記の肉厚管理未実施部位、美浜3号機の破損部位と同等部位、その他の給水・復水系統のオリフィス下流部位等について、超音波肉厚測定器による肉厚測定を実施し、健全性

を確認しているところである。

8. 当面とるべき対策について

2次系配管肉厚管理において、当社は昭和50年代前半より配管の肉厚調査をはじめ、昭和58年の高浜2号機での減肉トラブルの経験を契機に体系的な肉厚調査を開始した。さらに、昭和62年にプラントメーカーと委託契約を結び、平成2年にPWR管理指針を策定した。

さらに平成8年には、これまでプラントメーカーが行っていた検査業務を検査の独立性の観点から協力会社に移管した。この際、プラントメーカーから検査に必要な検査用図面や点検リストの引渡しを受け、協力会社に提供した。

その後、平成9年以降、協力会社は検査用図面の電子化等NIP Sを開発し、当社はこれを支援した。また、当社は、協力会社への業務移管にあたり、段階に応じて各発電所にアンケートを実施し、協力会社の技術力、管理技術等の評価を行い、協力会社において肉厚管理業務が適切に実施されていることを確認してきた。また、協力会社は、この検査業務を始めるにあたりプラントメーカーと契約を結び、美浜3号機を含む4プラントにおいて調査計画策定と測定業務の指導を受け、さらに定期検査の都度、プラントメーカーの関係会社と配管関係のトラブルの情報収集を行う契約を締結した。

以上のように2次系配管肉厚管理業務は、プラントメーカー、協力会社において適切に仕組みが確立されていると評価し、業務委託を行っていた。しかしながら、今回の事故は、この仕組みの中で、当初、プラントメーカーが当該部位をリストアップしていなかったこと、協力会社に移管後、この抜け落ちが発見された時点で当社に報告されなかったこと、当社は抜け落ちがあることについてチェックを行ってこなかったことが主たる原因であり、さらに、類似箇所の点検漏れに関して電力間の水平展開が不十分であったこと、加えて、本件に関する契約において、PWR管理指針に基づき点検箇所を見直すことが明示的に記載されていなかったことも問題であると考えられる。

これらを踏まえると当社が自ら主体となって管理を行うこととし、再発防止及び信頼回復の観点から以下の対策を実施する。

なお、今後の調査結果とその分析から抽出される必要な対策については、適宜追加することとする。

(1) 体制強化

社長が先頭に立って事故原因究明、再発防止対策に取り組むため、社長を原子力事業本部長とした(9月21日決定)。

また、福井県に技術系役員が常駐し、技術的事項の的確な対応を行っている。

(2) 労働安全の確保

a. 事故後直ちに実施した対策

事故後直ちに、運転中のプラントへの立ち入り制限を実施した。やむを得ず作業が必要な場合には、防火服の着用等万全の措置を実施する。

また、2次系配管の健全性が確認され、協力会社の方々、地元の方々のご理解が得ら

れるまで定期検査前準備作業を実施しないこととし、従来定期検査前準備作業として行っていた作業をプラント停止後に実施している。

今後、定期検査においてプラント運転中に事前準備として行っていた作業の内容、優先度及び重要度を精査し、この検討に基づき、必要な作業については制限事項と安全確保策を明確にするなど定期検査前準備作業の改善を図り、協力会社、地元の方々のご理解を得ていくこととする。

b. 被災者救出活動の確実な実施

被災者情報に重点をおいた事故内容の医療機関等への伝達方法に関し、管理区域外での災害においても、医療機関等に確実に状況を把握して頂くため、被ばく又は汚染がないという情報を的確に伝達できるように社内標準へ追加した(9月24日決定)。

救急通報の徹底、救出活動にあたる際の注意事項の確認、消防・救急との連携強化を行うとともに、作業エリアへの入域システムにより、作業者名と協力会社名を把握した上で、作業責任者が直ちに安否確認を実施することで、現場での作業人員の的確な把握を行う運用とする(9月24日決定)。

また、発電所が要請した救急車等の緊急車両が地元を通過する場合、その状況について通過地域周辺の方々に理解して頂けるよう地元への連絡方法について検討し、実施する(9月末日途)。

c. 作業員への安全上重要な事項の周知徹底

今回の事故を踏まえ、発電所内の全ての作業員に対して美浜3号機の事故に係る状況を説明し、さらに安全に対する理解を促すこととし、プラントの運転状態に応じた危険箇所の周知等を行うよう、各発電所作業担当箇所に周知した(9月8日決定)。

(3) 2次系配管肉厚管理における外注管理の徹底した見直し

今後、当社が肉厚管理を自ら実施することとし、協力会社から当社へ移管するまでの間は当面の対策として外注管理を強化する。

a. 当面の対策

(a) 当社主体的管理の実施

b項で示す抜本的見直しを行うまでの間、当社が主体的に管理することに改め、以下の対策を実施することとした(8月27日決定)。

- ・スケルトン図(配管立体図)とPWR管理指針を照合し、肉厚管理が必要な箇所の管理票への反映状況を確認し、管理票を整備した。
- ・当社の5ヵ年点検計画に基づき、当該定期検査の点検計画作成を協力会社に依頼し、協力会社作成の点検計画をチェックの上、協力会社に点検を依頼することとした。
- ・点検結果の評価についても、協力会社からの評価を直接PWR管理指針に照らし当社でチェックすることとした。
- ・設備改造に伴う2次系配管の変更が、確実に2次系配管肉厚管理業務に反映されるよう、仕組みを変更した。すなわち、改造を行うメーカー等がスケルトン図を変更し、当社に提出することを工事仕様書で要求する。当社はこれらのスケルトン図原本を

管理するとともに協力会社にNIPSによるスケルトン図の変更を依頼し、管理票に反映させる。さらに、当社社員が点検箇所には抜けがないかについて定期的なレビューを行うこととした。

(b) 2次系配管肉厚調査工事の当社現場立会い等の強化(9月24日決定)

協力会社社員が現場で行う肉厚測定作業等への当社社員の立会いを強化し、協力会社社員との対話、連携、及び重要ポイントの確認を行うこととした。

現在行っている大飯4号機の定期検査以降は、2次系配管肉厚管理業務に携わる人員を強化し、配管肉厚調査工事における立会い頻度及び立会いポイントの見直し、さらには、測定実施からデータ入力、評価等の一連の工程にわたって確認を行うなど2次系配管肉厚管理業務を充実させる。

b. 2次系配管肉厚管理における外注管理の抜本的見直し

今回の事故に鑑み、肉厚測定を除く2次系配管肉厚管理業務は当社が自ら全て実施することとし、必要なシステムを含め、協力会社から当社に移管する(平成16年末目途)。そのため、業務分担を以下のとおり見直しする。

(a) 当社が行う業務は肉厚測定を除く、以下のすべての業務とする。

- ・PWR管理指針に基づく余寿命評価、点検計画の作成
- ・点検結果の評価、対策の立案、実施
- ・スケルトン図、管理票の変更及び原本管理
- ・定期的な管理票のレビュー

(b) 協力会社が行う業務は、肉厚測定のみとする。

(4) 2次系配管肉厚管理の強化

a. 肉厚管理が必要な配管への表示札取り付け(9月24日決定)

弁、ポンプ等は機器番号により識別できるが、配管の肉厚管理が必要な箇所については識別困難である。このため、主復水・主給水系統の主要点検部位について点検状況等を記載した表示札を各プラントの今後の定期検査において順次取り付けることとした。

この際、表示札には、当社の管理責任者や次回点検時期等を明記することで自分の担当設備であるとの意識を醸成し、自ら確実に管理するとともに、近傍で作業する他の作業員にも管理状況を容易に確認できるようにする。

なお、上記以外の部位への表示札の取り付けは、本対策の効果を確認の上、展開を図ることとする。

b. 技術基準適合性判断の厳正化

当社が行ってきた肉厚管理において、一部、技術基準解釈の「ただし書」の不適切な適用があった。これを改め、技術基準の適用を厳正に行い、技術基準の解釈に明記されている規定値を用いて運用することとし、実施している(9月5日決定)。

c. 教育の充実

当社が自ら業務を実施するにあたり、体系的に 2 次系配管肉厚管理の重要性を含む教育を実施する。

(5) N I P S の改善及び高度化

N I P S の 2 次系配管肉厚管理のシステムを当社に移管することに加え、人的ミス防止の観点から以下の対策を実施する。

- ・スケルトン図と管理票を N I P S の 2 次系配管肉厚管理システム内でリンクさせる。
- ・スケルトン図、管理票の変更経緯をシステムに記録し、トレーサビリティを向上させる。
- ・主要点検部位の新たな追加等、重要な変更がシステムに入力された場合、当該箇所が明確に認識できるようビジュアル化（赤色表示等）を図るとともに、関係者にその変更を通知するなど改善する。

(6) 定期検査における現場作業等の監督業務の直営化

当社社員の保全業務能力をより強化するため、定期検査における現場作業等の監督業務を専門的に行うグループを設置することを検討し、今年中目途に具体化させる。

(7) 水平展開の実施

各発電所での肉厚管理における課題について他の発電所においても共有できるよう水平展開の仕組みを構築するとともに、電力間での水平展開を図る。

- ・今回の点検リスト漏れのような事例が発電所で発生した場合、不適合事例に具体的な内容を示す例示もあわせて報告され、他の発電所で水平展開が図れる仕組みを構築することを決定した(9月21日決定)。
- ・さらに、今回発生した点検リスト漏れのような事例を国内電力会社間で共有するために、国内電力会社間で水平展開が図られるよう仕組みを改善する(10月末目途)。

(8) 当社と協力会社との情報共有化

従来から安全衛生協議会等の活動や協力会社が行う朝礼、T B M 等への参加などにより協力会社との交流を深めてきているが、更なる双方向の情報受け渡しを行い、情報交換の維持向上を図ることとする。

具体的には、発電所の所次長においては、原則年 1 回元請け会社と個別に対話する機会を設けるとともに、発電所課長クラスにおいては日常的に協力会社実務クラスと対話活動を行い、情報の共有化を図っていく。

また、対話活動の内容については、3ヶ月に1回程度の頻度で集約し、発電所長以下で対応について検討することとする(9月24日決定)。

(9) 地元との対話活動の充実

従来、発電所のコミュニケーショングループを中心に、さまざまな機会を捉えて地元の方々との対話活動等を進めてきたが、地元の方々が発電所に向けるお気持ちを発電所の技術者等も直接汲み取り、発電所を運営することが重要である。こうした観点から、地元の

方々と発電所の技術者等も直接対話する機会を増やすこと等改善を図る（10月から開始）。

また、社長以下、本店・支社幹部が地元の方々と直接対話し、その声を経営に活かしていくことが重要である。したがって、今後、当社幹部が直接地元の方々のご意見を聞かせていただく、あるいは当社の状況等を定期的にご説明する機会を設けることとした。

具体的には、当面、社長は年1回程度、本店原子力部門及び若狭支社の幹部は年3回程度の頻度で各立地町の方々との対話の機会を作る等、地元の方々のご意見を頂きながら実施していきたい。

9. 今後の課題

以下の対策を今後の課題として実施する。なお、今後とも引き続き必要に応じて新たな課題を追加することとする。

(1) 原因究明のための課題

a. 破損メカニズム解明のための解析、試験

オリフィス下流側での減肉事象の発生、進展の状況を確認するとともに当該破損配管の減肉の特徴を検証するために以下の解析、試験を実施中である。

(a) 流動解析

A系配管（破損配管）及びB系配管等の配管構成を模擬して、計算機による流動解析を行い、オリフィス下流側の流況、流れの乱れ分布を確認する。

(b) 流況可視化試験

A系配管（破損配管）及びB系配管等の配管構成を模擬して、オリフィス下流側を可視化した状態で流況、圧力変動を確認する。

(c) 材料分析

A系配管（破損配管）とヒートナンバー（*）が同じB系配管の残材を成分分析することによりクロム等の影響を確認する。

*：材料製造時の熱処理を行う単位であり、ヒートナンバーが同じであれば、材質は同じとなる。

b. 2次系プラント挙動シミュレーション

復水配管破損後に脱気器水位が低下し、給水流量が低下し原子炉自動停止に至った2次系のプラントシステム挙動を解析し、実際のプラント挙動との比較検討等を実施し、炉心の冷却状態等の直接計測できないデータ及び復水管破損箇所からの流出流量等のデータを推定する。

c. 破損事故の影響範囲に関する調査

復水配管の破損により多量の復水が流出した際の破口部の衝撃力やその影響範囲を解析により確認する。また、その復水が蒸気及び水となり電気設備に浸入したことにより接地が発生したものと推定されるため、タービン建屋の機械、電気設備等に対する影響を調査し、健全性評価の上、必要な対応を検討する。

(2) 品質保証、保守管理上の問題点の調査

今後、原因究明を踏まえ品質保証上の問題点を検討し、適宜対策を講じることとする

が、今回の事故の一因に2次系配管肉厚管理業務における当社の関与不足があることに鑑み、調達管理方法などについて課題を整理し、品質保証、保守管理について対策を実施する。

a．品質保証の観点からの今後の調査

美浜3号機が運転を開始して以来、当該破損部位が管理票から漏れており、さらにこのことが是正されてこなかった原因を究明するため、2次系配管肉厚管理に関して、PWR管理指針制定以降現在に至るまでの各段階において、品質保証・保守管理の観点から調査を実施する。主な調査事項は以下のとおり。

業務の計画については、PWR管理指針に基づくスケルトン図・管理票の維持管理方法、当社と協力会社の役割分担ならびに人的ミス等のリスク要因の考慮状況について調査する。

調達管理については、スケルトン図・管理票の管理に対する当社確認状況、点検箇所の記事漏れ等の不適合事象の連絡の状況ならびに調達先に対する監査状況について調査する。

評価及び改善については、不適合管理、是正処置と予防処置の状況ならびに減肉データの活用状況について調査する。

資源の運用管理については、担当者の力量及び労働安全に対する意識について調査する。

b．補修工事における調達管理の厳正化

a項での調査結果を踏まえ、2次系配管肉厚管理調査工事以外の補修工事に関して反映事項を検討し、標準仕様書等への反映を計画する(平成16年末目途)。

c．保全体制の再構築

確実な保全業務の運用を目指すために、社内関係者及び社外有識者で構成する「原子力保全機能強化検討委員会」(原子力部門以外から委員長を選任する)を設置し、現行の保全体制の課題を整理、メーカー等を含む体制の再構築等の検討を開始した。

これまでの検討では、以下の方法により課題を抽出しているところである。

- ・2次系配管肉厚管理調査工事等の詳細な業務フローを作成することにより、業務プロセスが不明確な点など問題点を明確にする。
- ・現場マネジメント層、現場担当者レベル、メーカー、協力会社の現場各層の問題意識をフリーディスカッションにより洗い出す。
- ・マスコミ、有識者、各種団体、一般等、外部からの指摘事項を整理し、第三者的な視点から問題点を整理する。

今後は、以下の各テーマ毎に根本的な問題点を明確化するとともに、効果的な対策を検討する。

- ・当面のテーマ案：現行の保全業務フローの問題点の改善、調達管理の厳正化、メーカー・協力会社との役割の明確化、本店・支社・発電所の役割の明確化、情報伝達方法・コミュニケーションの改善など
- ・次ステップのテーマ案：組織・マンパワーの問題、個人の意識・スキルの問題、役

職者のマネジメントの問題など

なお、社外の品質管理、法律、原子力の専門家に委員としてご就任いただいております、第三者の目からもご意見を頂き、保全体制の再構築を図る(平成16年末目途)。

(3) 2次系配管肉厚管理の更なる充実

今回の配管肉厚管理調査の過程で配管肉厚管理方法の点でも改善すべき事項が顕在化していることからPWR管理指針の高度化を図る。

a. 肉厚管理の充実

まず、2次系配管肉厚管理の充実を図るため、今後、定期検査を開始するプラントから順次、主要点検部位について、「余寿命が2年以下となる前に点検を行なう」を改め、「余寿命が5年以下となる時期に点検を行なう。さらに、余寿命が5年以下の場合は取替・溶接補修までの間は、定期検査において毎回点検を継続する」と変更した(9月24日決定)。

さらに、減肉管理データの拡充を図るため、至近3回以内の定期検査において、その他部位の未点検箇所は全て点検する。

b. PWR管理指針の高度化

これまでの実機計測データの集約による見直しや設備実態に応じた運用マニュアルになっているかという観点での見直しを実施し、以下の点を改善する。

- ・当社における過去の減肉データの分析、取替え実績の整理を行い、どういった部位がどのような減肉率であるかを整理する。また、その他の系統に関して、減肉傾向を持つ箇所もあるため、肉厚管理を行う範囲や具体的運用方法等について見直す。
- ・各電力よりデータを集約するとともに、最新の海外情報により、PWR管理指針の見直しを学協会等で実施する動きがあり、当社としても積極的にこれに参加する。

以上