

美浜発電所3号機 2次系配管破損事故について

平成16年11月1日
関西電力株式会社

資料 目次

美浜発電所 3号機 2次系配管破損事故について

・ 事故の概要	-----	1
・ 事故後の対応 (1) ~ (2)	-----	2 ~ 3
・ 2次系配管点検結果	-----	4
・ 運転状況	-----	5
・ 停止中プラントの状況	-----	6
・ 当該配管が登録漏れにより破損に至った経緯 (1/4 ~ 4/4)	-----	7 ~ 10
・ 事故の反省と対策	-----	11
・ 品質保証・保守管理面での当面の対策 (1/3 ~ 3/3)	-----	12 ~ 15
・ 安全・安心面での当面の対策	-----	16
・ 今後の課題	-----	17

火力発電所配管肉厚検査の実施について

・ 火力発電所配管肉厚検査実施に至る経緯	-----	18
・ 当社火力発電所の配管管理状況 (現状)	-----	19
・ 調査対象部位について	-----	20
・ 検査実施計画の考え方について	-----	21
・ 配管肉厚検査対象箇所数	-----	22
・ 配管肉厚検査実施状況	-----	23
・ 計算必要厚さ割れ箇所 (10月26日完了分)	-----	24
・ 配管の計算必要厚さについて (参考)		

はじめに

平成16年8月9日に発生した美浜発電所3号機の事故につきましては、亡くなられた方々とそのご遺族の皆さまに対しまして衷心より深くお詫び申し上げますとともに、亡くなられた方々のご冥福を心よりお祈り申し上げます。

負傷された皆さまにおかれましては一日も早くご回復なさいますことを心よりお祈り申し上げます。

また、このたびの事故により、地元ならびに国民の皆さま方にご心配、ご迷惑をおかけしたことにつきまして、心からお詫び申し上げます。

今回の事態を重大なことと受け止め、事故原因の究明と対策に、全力を尽くすとともに、再発防止を徹底してまいります。

さらに、二度とこのような事故を起こしてはならない、との固い決意のもと、全役員、全従業員を挙げて、信頼の回復に向け、あらゆる努力を続けてまいります。

事故の概要

8月9日、美浜発電所3号機において、定格熱出力運転中、2次系復水配管が減肉により破損し、タービン建屋内に蒸気が流出。

緊急負荷降下中に原子炉は安全に自動的に停止し、周辺環境への放射能の影響はなかった。

発生当時、建屋内にいた作業員11名が被災し、5名が死亡。被災者は8月14日から開始予定だった定期検査の準備作業を行っていた。

当該部位は肉厚管理指針に基づく点検対象箇所であったが、登録が漏れていたため、過去に点検の実績はなかった。

事故後の対応(1)

労働安全の確保

- ・ 運転中プラントの危険地域への立ち入りを制限。
- ・ 定検事前準備作業の禁止。

点検漏れの有無のチェック

- ・ 8月11日の経済産業大臣から調査指示を受け、点検漏れの有無をチェック。
- ・ 8月16、18日に調査結果を報告(点検対象漏れ:15箇所)

原子力発電所全プラントの停止・点検

- ・ 福井県からの要請(8月13日)を受けて、運転中のプラントを3グループに分けて順次停止し、点検を実施。(点検対象漏れのプラントについては、前倒し)
- ・ 直ちに安全上の問題になる箇所がないことを確認。
- ・ 次回定検で取替えを予定していた4箇所について、今回配管取替えを実施。
- ・ 保安院が配管肉厚管理の不適切な事例を指摘。

事故後の対応(2)

中間とりまとめ

- ・9月27日、当社が保安院に中間報告書を提出。
- ・同日、保安院が中間とりまとめ、公表。
- ・10月21日、原子力安全委員会が中間報告をとりまとめ、公表。

経済産業省からの嚴重注意及び技術基準適合命令(9月27日)

- ・品質保証システム等が機能せず、事故を発生させたことについて嚴重注意。
- ・技術基準適合命令:美浜3号機について、2次系配管の技術基準への適合が確認されるまでの間、使用を一時停止。

国会関係

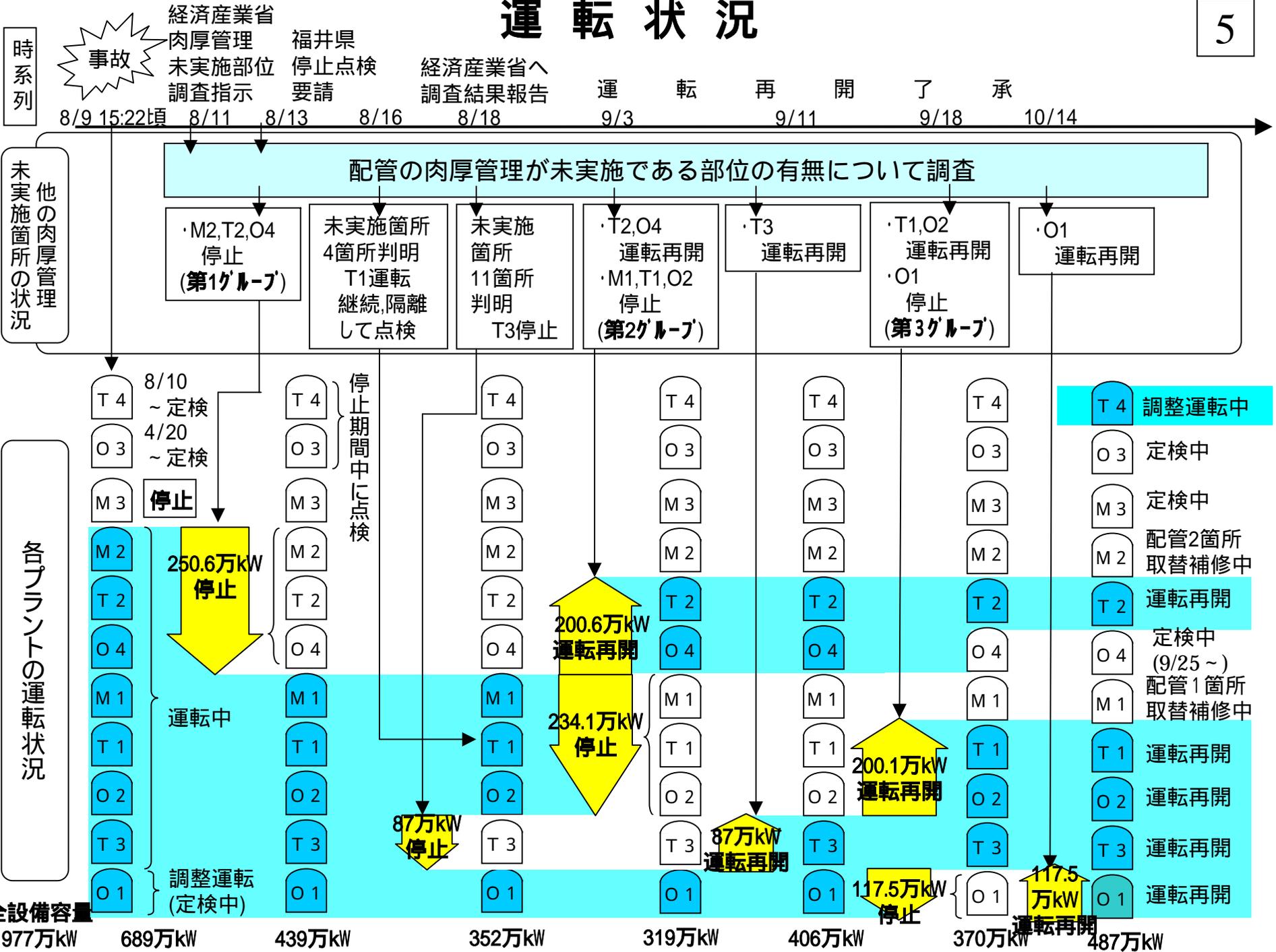
- ・8月31日 衆議院経済産業委員会(閉会中審査)
- ・9月29日 衆議院経済産業委員会(閉会中審査)
- ・10月7日 参議院経済産業委員会(閉会中審査)

2次系配管点検結果

- ・ 8月13日以降、全ての原子力発電所の運転を計画的に停止し、今回、事故を起した箇所と類似する箇所等について点検した結果、直ちに安全上の問題になる箇所がないことを確認した。
- ・ なお、次回定検で取替えを予定していた配管4箇所について、今回取替えを行った。
- ・ 減肉管理に当たって不適切な事例があった。
 - 発電用火力設備の技術基準解釈中にある「ただし書き」を適用(美浜発電所: 8箇所)
 - 余寿命を内圧のみで評価: 大飯発電所(1箇所)

プラント	解列日	並列日	点検箇所数	備考
美浜1号機	9月5日	停止中	9箇所	1箇所(主給水管)取替
美浜2号機	8月13日	停止中	16箇所	2箇所(高圧排気管、主給水管)取替
美浜3号機	8月9日	停止中(定期検査中)	30箇所	
高浜1号機	9月8日	9月21日	23箇所	
高浜2号機	8月13日	9月5日	26箇所	
高浜3号機	8月19日	9月13日	30箇所	
高浜4号機	第15回定期検査中		26箇所	
大飯1号機	9月24日	10月16日	14箇所	1箇所(低圧第4給水ヒータドレン管)取替
大飯2号機	9月8日	9月22日	35箇所	
大飯3号機	第10回定期検査中		45箇所	
大飯4号機	8月13日	9月5日	47箇所	

運 転 状 況



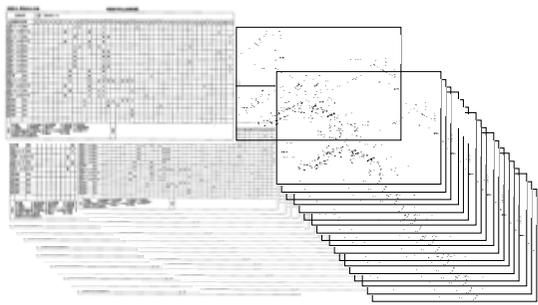
停止中プラントの状況

ユニット名	停止日	点検期間	再起動日	点検対象 箇所数	点検	現状
美浜1号	9/5	9/13～9/14	-	9	完了	停止中 ・美浜1号 9/27 配管1箇所を取替済 （さらに、他社の漏えい事象にかかる水平展開とし て実施した点検において、配管2箇所を取替済） ・美浜2号 9/29 配管1箇所を取替済
美浜2号	8/13	8/17～8/19	-	16	完了	
美浜3号	-	停止中	-	30	未	事故停止中(定検中) ・平成16年度末までに、再発防止対策を取り まとめ、最終報告として国・県・立地町に報告 する予定
大飯3号	-	9/13～9/15	-	45	完了	定検中(2次系配管の安全点検完了済) ・原子炉上部ふた不具合のため定検期間を延 長中(当初定検計画:4/20～約2ヶ月) ・原子炉上部ふたについて、必要な認可手続き を行い、修理の上、運転を再開する予定
大飯4号	8/13	8/17～8/20	9/5	47	完了	定検中(2次系配管の安全点検完了済) ・11/5 並列予定

当該配管が登録漏れにより破損に至った経緯(1/4)

平成2年 点検対象リスト作成

当社が「2次系配管肉厚の管理指針」を策定
三菱重工は、「管理指針」と「配管図面」を照合し、
点検必要部位を抽出し、点検箇所を付記した配
管図面(=スケルトン図)と管理リストを作成



(この時点から、当該箇所は登録漏れであった)

平成8年 日本アームへ移管

当社は三菱重工に改めて調査委託し、管理リス
トの提出を受け、日本アームへ引渡し
〔リスト漏れのまま〕

平成9～11年 システムの充実

平成9年 当社は日本アームに、スケルトン図
を現場状況と照合の上、CAD化を実施
〔リスト漏れのまま〕
平成11年 日本アームはCAD化されたスケル
トン図と三菱重工から引き継いだ管理リストを
システム化(NIPS化) 〔リスト漏れのまま〕

平成11～12年 個別指導

定検時における日本アームとNUSEC(三菱重工の
子会社)の個別契約に基づく指導の場で、NUSEC
からオフィス下流部の減肉事例の紹介があったが、
具体的な指摘なし。 〔リスト漏れのまま〕

平成15年4月 日本アームが漏れに気づき、管理リストに登録



管理リスト:約43,000部位
(うち、美浜3号機分:
約4,300部位)

漏れていた当該箇所をリストに追加

日本アームは当該箇所の登録漏れに気づき、管理リストに登録したが、当社には連絡しなかった

平成15年11月 日本アームからM3次回定期検査計画の提案

美浜3号機分
約4,300部位

抽出

次回定検分:約420部位

提案時にも、当社は日本アームから、当該箇所が管理リストから漏れていたという説明を聞いておらず、提案書に注記もなかったため、特段判断の必要を感じず、H16年度定検での点検対象とすることとした

平成16年8月9日

オフィス下流部配管損傷事故発生

当社は、「当該箇所が管理リストから漏れていた箇所である」という事実を、事故後はじめて確認した

当社は検査箇所の漏れをチェックする仕組みがなかったことを深く反省し、設備を管理するものとしての責任を痛感している

当該配管が登録漏れにより破損に至った経緯(2 / 4)

1. 自主管理から体系的な減肉調査へ

昭和50年代 2次系配管の点検箇所を社内標準に定め肉厚測定を実施。
昭和58年 高浜2号機で2次系配管減肉による蒸気漏洩事故発生。
昭和60年～ 体系的な減肉調査開始。
昭和61年 米国サリー2号機で給水管破断事故が発生。
管理指針の策定を促進。国も電力の対応を妥当と判断。

2. 「指針」策定に向けて

昭和62年10月 三菱重工業に2次系配管の点検指針作りを委託。
平成2年5月 「原子力設備2次系配管肉厚の管理指針(PWR)」を策定し、国に報告。(PWR5電力に共通する自主指針)
策定に当たり、国の技術顧問会の意見を聴取。

3. 三菱重工業が「指針」を適用し点検

平成2年6月～ 全プラントに「指針」を適用し、定検毎に点検を実施。(点検は引き続き三菱重工業で実施)
美浜3号機の当該部位はこの時点から登録漏れ。

当該配管が登録漏れにより破損に至った経緯(3 / 4)

4. 三菱重工業から日本アームへの移管

平成7年12月 2次系配管肉厚管理業務の三菱重工業から日本アームへの移管を決定。

平成8年9月 三菱重工業へ、最新のスケルトン図、過去の測定データ等の整理・引渡しを依頼。

平成9年1月 日本アームは三菱重工業と肉厚管理に関する指導契約を締結し、至近に定検のある美浜3号機を含む4プラントにおいて調査計画策定、計測業務等の指導を受けた。

移管後 日本アームは、原子力サービスエンジニアリング(三菱重工業の子会社)と、配管関係トラブル情報の提供を含む助勢契約を締結。
(定検毎)

5. 日本アームが肉厚管理業務を実施

平成9年10月 日本アームに「図面と現場の照合」と「検査用図面のCAD化」を委託。

平成9年～11年 原子力検査データ処理システム(NIPS)の開発を支援。

平成14年 NIPSの機能拡張を支援。

日本アームへの移管は、技術力・管理技術を評価しつつ、適切に実施された。

6. 日本アームが破損箇所の漏れを発見

平成15年4月 日本アームが美浜3号機の破損箇所の登録漏れを発見したが、NIPSに登録したのみで、登録漏れの連絡および5月からの第20回定検での点検提案なし。

平成15年6月 美浜3号機第20回定検の総括報告書を受領。
(スケルトン図に当該部位を反映済みであったが、通知なし)

平成15年11月 日本アームが平成16年8つきからの定期検査時の点検箇所の提案。(点検すべき420箇所を記載したリストを電子メールで受領、未登録箇所等の注記なし。)

7. 当社の管理

設備の管理主体として、元帳に抜けがないことを管理指針に基づきチェックすることをしていなかった。

事故の反省と対策

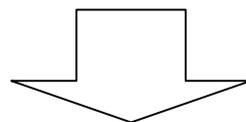
1. 品質保証及び保守管理面

二次系配管肉厚管理について

- ・ 計画的な点検を可能とするような点検リストの作成などの体系的、統一的管理システムの整備が不足していたため、点検対象漏れが発生し、長期間、放置されていた。
- ・ 協力会社との責任分担が不明確であったほか、不具合情報など保守管理上重要な情報の伝達が適切に行われておらず、的確な外注管理ができていなかった。

2. 安全、安心の観点

- ・ 事故の発生により、地元及び協力会社の方に安全面で不安を与えた。
- ・ 原子力発電の信頼を失墜させた。



再発防止及び信頼回復の観点から、早期に必要な対策を実施。

今後の調査結果とその分析から抽出される必要な対策は、適宜追加する。

品質保証・保守管理面での当面の対策(1 / 3)

体制強化

- ・社長が原子力事業本部長に就任し、先頭になって原因究明、再発防止に取り組む中。
- ・技術系役員が福井県に常駐し、技術的事項に的確に対応中。

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

当面の対策

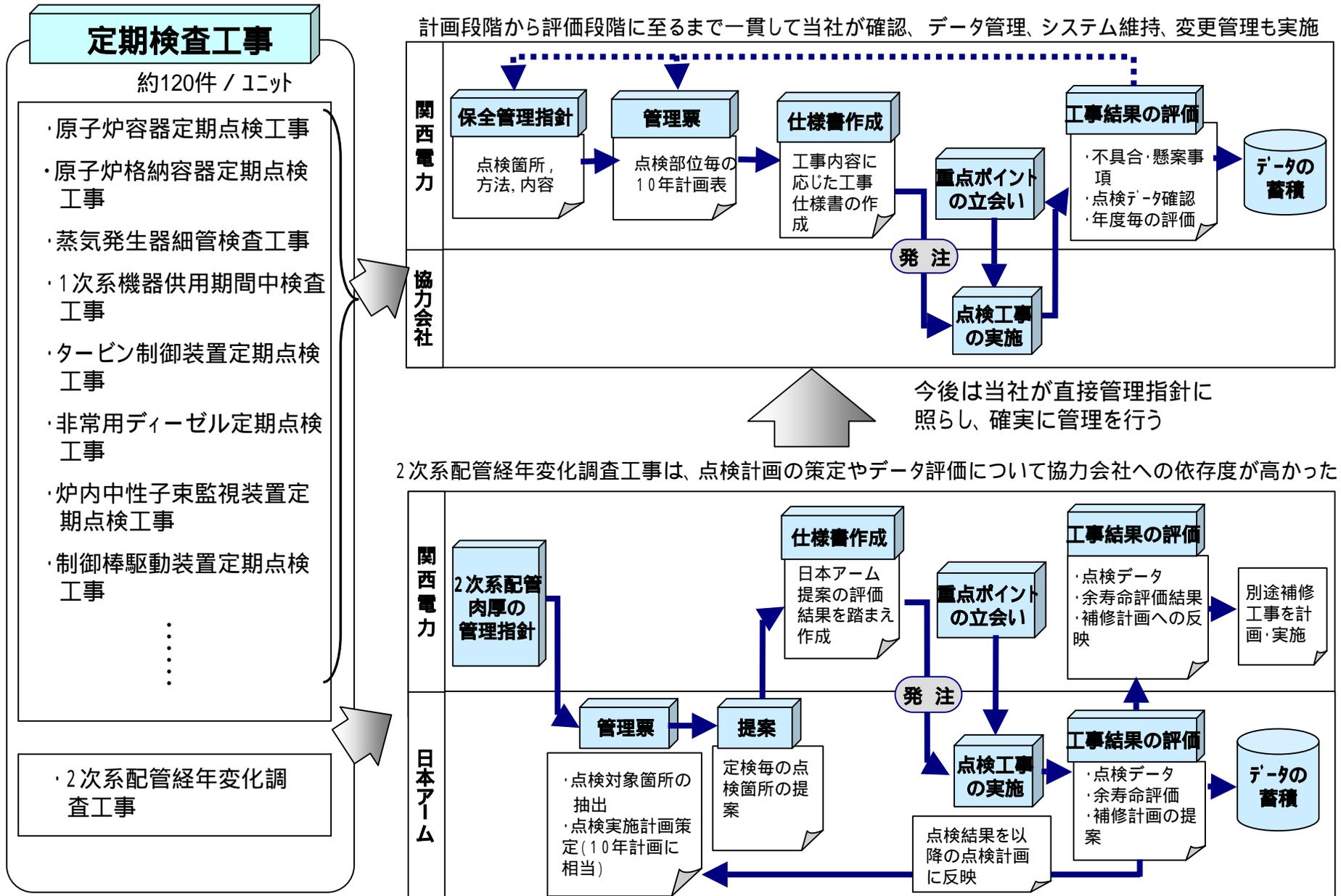
抜本の見直しを行うまでの間、当社が主体的に管理することに改め、以下の対策を実施。

- ・スケルトン図と管理指針を照合し、点検管理票を整備。
- ・協力会社が作成した点検計画及び結果を、管理指針などにに基づき当社がチェック。
- ・改造工事に伴う2次系配管の変更が確実に肉厚管理に反映される様、工事会社に仕様書で要求。
- ・現場での肉厚測定作業等への当社社員の立会いを強化。

抜本の見直し 次頁

- ・肉厚測定を除く2次系配管肉厚管理業務は当社が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。(16年末目途)

2次系配管肉厚管理業務の抜本的見直し



品質保証・保守管理面での当面の対策(2 / 3)

2次系配管肉厚管理の強化

肉厚管理が必要な配管への表示札取り付け。
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。
2次系配管肉厚管理の重要性を含む体系的教育の実施。

<表示札(例)>

スケルトンNo. 110 - 3

前回測定: 2004年8月

次回測定予定: 2010年

健全性確認期間: 2020年

責任者 :

NIPSの改善及び高度化

人的ミス防止の観点から、システム内でのスケルトン図と管理表のリンク、変更経緯のシステムでの記録、重要変更箇所のビジュアル化などを実施。

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。

品質保証・保守管理面での当面の対策(3 / 3)

水平展開の実施

- ・他電力での配管取替等の肉厚管理に関する情報を電力会社間で共有できるように、水平展開が図れる仕組みを構築。

当社と協力会社との情報共有化

- ・これまでの活動を以下のとおり強化する。
 - ・発電所の所長、次長は、協力会社一社一社の幹部とさらなるコミュニケーションを実施。
 - ・発電所課長クラスは、日常的に協力会社実務クラスと対話し、双方向の情報受け渡しを実施。
- ・上記で得られた情報は定期的に集約し、活用策を検討。

安全・安心面での当面の対策

労働安全の確保

- ・事故後直ちに、運転中プラントへの立入りを制限、やむを得ない場合は防火服の着用など万全の措置を実施。
- ・2次系配管の健全性が確認され、協力会社の皆様、地元の皆様のご理解が得られるまで定期検査前準備作業は実施しない。
今後必要な作業については定期検査前準備作業の改善を図り、協力会社、地元の皆様のご理解を得る。
- ・管理区域外での災害でも、医療機関等に被ばく又は汚染なしとの情報を的確に伝達。
- ・全作業員への安全に対する理解を促し、危険箇所の周知等を実施。

地元との対話活動の充実

- ・地元の皆さまとの対話活動を以下のとおり充実させる。
 - ・地元の方々と発電所の技術者等も直接対話。
 - ・社長以下、本店・支社幹部が地元の方々と直接対話活動を行い、発電所運営や経営に活かす。

今後の課題

原因究明のさらなる追求

- ・破損メカニズム解明のための解析、試験等を行い、技術的事項の調査をさらに進める。

品質保証システム、保守管理上システムの整備

- ・業務計画、調達管理、資源の運用管理、不適合管理等について、問題点・課題を調査。
- ・第三者的な視点も取り入れ、社外の専門家の方も参加する「原子力保全機能強化検討委員会」を設置し(8 / 30)、保全のあり方全体につき検討中。
- ・再発防止対策をとりまとめ、品質保証システム等の確立に万全を期す。

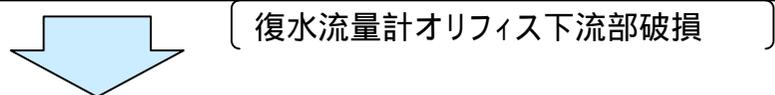
2次系配管肉厚管理の更なる充実

肉厚管理の充実

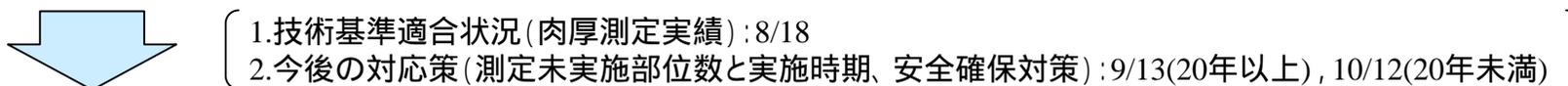
- ・点検実施時期を、余寿命評価が2年以下となる前から、5年以下となる時点に改めるとともに、余寿命が5年以下の場合は、取替・溶接補修までの間は、毎年点検を継続することとする。
 - ・減肉管理データの拡充のため、至近3回以内の定期検査でその他部位の未点検箇所を全数点検。
- ### PWR管理指針の高度化
- ・過去の減肉データ実績の分析、取替え実績の整理を行う。
 - ・学協会等での管理指針の見直しに、当社としても積極的に協力。

火力発電所配管肉厚検査実施に至る経緯

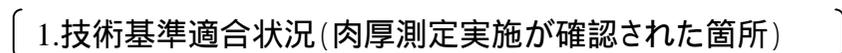
8月 9日 美浜3号機配管破損事故発生



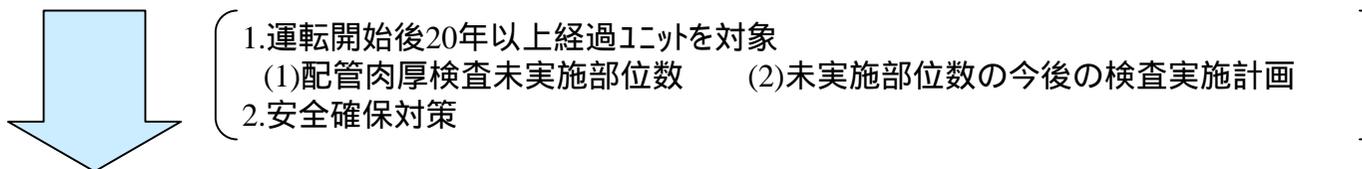
8月11日 経済産業省から電気事業法第106条に基づく報告徴収指示



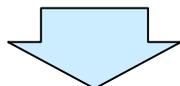
8月18日 経済産業省へ報告(8/18分) 8/18 プレス発表



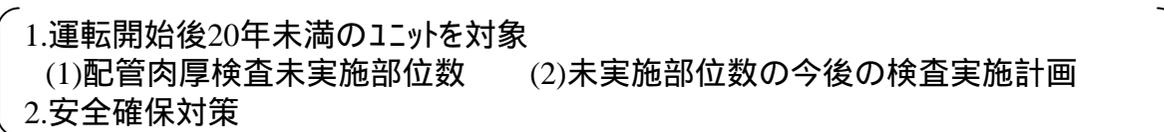
9月13日 経済産業省へ報告(9/13分) 9/13 プレス発表



9月26日～ 配管肉厚検査を順次自主的に開始



10月12日 経済産業省へ報告(10/12分) 10/12 プレス発表



当社火力発電所の配管管理状況(現状)

1. 定期管理

高温・高圧の主蒸気配管については、時期を定めて組織検査等の非破壊検査を実施し、配管の余寿命を管理している。

2. 日常管理

従来から、配管の安全を確保するために、

- ・運用段階において、巡回点検・運転管理により、運転状況に異常がないことを日々確認するとともに、異常時には必要な措置を実施すること
- ・社内外の不具合情報を収集し、重要度や使用条件などを十分考慮して必要な水平展開を実施すること等

により、配管の健全性を確認し、保安水準の確保に努めてきた。

火力では原子力で定めている「原子力2次系配管肉厚の管理指針(PWR)」の様な指針はなかった。

調査対象部位について

1. 調査対象ユニット

- (1) 運転開始後20年以上経過 26ユニット(7発電所)・・・H16.9.13経産省に報告済
- (2) 運転開始後20年未満 12ユニット(6発電所)・・・H16.10.12経産省に報告済

2. 調査対象該当部位の考え方(原子力2次系配管肉厚の管理指針に準ずる)

(1) 検査対象配管

主蒸気系統、再熱蒸気系統、復水系統、給水系統、抽気系統、ドレン系統の配管

(2) 検査対象範囲

- a. 二相流: 内部流体が湿り度5%以上、温度150 ~ 250 の配管。
但し、湿り度5%未満の場合でもドレンを巻き込む可能性がある系統は、
150 以上の配管。
- b. 水系 : 温度100 ~ 250 の配管。
- c. 制御弁下流部及び玉型逆止弁下流部については、温度100 ~ 150 の配管も含む。

(3) 検査部位

制御弁下流部、玉型逆止弁下流部、エルボ、T管、オリフィス下流部、
スウィング型逆止弁下流部、レジューサ、曲管、玉型弁下流部

検査実施計画の考え方について

1. 検査実施部位については、調査対象該当部位の全数とし、早急に検査を実施する。
2. 検査実施時期については、出来る限り前倒して実施(遅くとも1年以内)するが、美浜3号機、新地2号機の事象の類似部位等の検査を3ヶ月以内を目途に実施し、より安全性の向上に努める。
 - a. 運転開始後20年以上経過 23ユニット(6発電所)
 - b. 運転開始後20年未満 9ユニット(4発電所)
3. 当面稼動見込みの少ない長期計画停止ユニット(海南2号、高砂1・2号、宮津1・2号)については、再稼動時に他ユニットと同等の取り扱いを実施する。
4. 関空エネセンについては、今回の報告徴収対象外であるが、上記同様に検査を実施する。
5. その他
 - (1) 今回の検査と並行して、検査結果を踏まえ、火力設備の管理方針を策定する。
 - (2) 舞鶴発電所については、管理方針に基づき、検査計画を策定する。

配管肉厚検査対象箇所数

1. 検査実施箇所数(1年以内に実施)

運開後年数	ユニット(発電所)数	検査箇所数(箇所)		
		20年以上	23ユニット (6発電所)	15,804
20年未満	9ユニット (4発電所)	8,882	(平均 770箇所/ユニット)	
関空エネセン(労安法対象ボイラ)			258	

2. 長期計画停止ユニット(海南2号、高砂1・2号、宮津1・2号)

合計 4,372箇所

3. 舞鶴発電所1号機

合計 932箇所

配管肉厚検査実施状況(10月27日完了分)

9月26日より配管肉厚の自主検査を順次実施しており、10月27日時点で約15%の検査を完了している。

発電所	号機	検査箇所数	検査完了数	計算必要厚さを満足しなかった箇所数
姫二	1号	571箇所	56箇所	なし
	3号	510箇所	42箇所	なし
堺港	1号	482箇所	52箇所	なし
	4号	567箇所	362箇所	なし
	5号	470箇所	- 箇所	-
多奈二	1号	891箇所	63箇所	なし
	2号	794箇所	50箇所	なし
海南	1号	1,003箇所	341箇所	1箇所
	4号	913箇所	880箇所	2箇所+4箇所
相生	1号	892箇所	40箇所	なし
	2号	920箇所	39箇所	なし
	3号	796箇所	162箇所	なし
御坊	1号	1,014箇所	76箇所	なし
	3号	820箇所	386箇所	なし
赤穂	1号	896箇所	275箇所	なし
	2号	794箇所	309箇所	なし
姫一	5号	1,558箇所	281箇所	2箇所
	6号	1,468箇所	212箇所	1箇所
合 計		14,889箇所	3,626箇所	6箇所+4箇所

総 計

24,686箇所

3,626箇所

(進捗率:約15%)

検査計画の対象外であったが、対象部位に近接しており自主的に測定したもの。

配管肉厚検査実施状況(10月27日完了分)

発電所	号機	配管部位	外径 (mm)	最高使用 温度(設計) ()	最高使用 圧力(設計) (MPa)	公称 肉厚 (mm)	計算必要 厚さ (mm)	測定 最小値 (mm)	プレス 日
姫一	6	No.2ガスタービン排熱回収ボイラの高圧節炭器 圧力制御弁下流部	165.2	352	28.2	21.9	17.8	17.5	10/5
姫一	5	No.1ガスタービン排熱回収ボイラ高圧節炭器入 口給水管の流量測定用フローバルブ下流部	165.2	236	24.5	18.2	15.53	15.5	10/9
		No.2ガスタービン排熱回収ボイラ高圧節炭器入 口給水管の流量測定用フローバルブ下流部						15.5	
海南	1	過熱器スプレー配管のレギュサ部	165.2	288	29.9	21.9	18.6	18.5	10/12
海南	4	第4低圧給水加熱器出口の復水管エルボ部	406.4	195	1.8	12.7	3.9	2.9	10/14
海南	4	A-給水ポンプ再循環系統エルボ後配管(A1)	60.5	200	31.4	11.1	7.2	1.8	10/20
		A-給水ポンプ再循環系統エルボ後配管(A2)						3.4	
		A-給水ポンプ再循環弁後配管部(A1)						5.3	
		A-給水ポンプ再循環弁後配管部(A2)						6.7	
海南	4	過熱器ドレン系統エルボ部	318.5	308	9.4	17.4	14.0	13.9	10/22

[検査計画の対象外であったが、対象部位に近接しており自主的に測定したもの。]

配管の計算必要厚さについて

電気事業法 第39条(事業用電気工作物の維持)

事業用電気工作物を設置する者は、事業用電気工作物を経済産業省令で定める技術基準に適合するように維持しなければならない。

発電用火力設備に関する技術基準を定める省令

水力、火力、電気設備の技術基準の解釈 < 経済産業省 原子力安全・保安院 編 >

発電用火力設備に関する技術基準の解釈について 第12条(管及び管台)

管仕様(外径、許容引張応力)、使用条件(圧力、温度)に対して、管の計算必要厚さが規定されている。

