

2次系配管の管理指針を考える - 避けられない配管の破断

2004.10.7 小山英之(美浜の会)

話の目的：美浜3号機事故によって、及びその後明らかになった2次系配管の危険な実態と管理指針の問題点について提起すること

美浜3号機配管の破断

オリフィス下流部で偏流が発生。ところが、28年間点検リストに記載されないまま、検査なし
これが破断の直接原因

- ・同様箇所の点検リスト漏れ - 美浜1号、高浜4号、敦賀2号、泊1号(8/17福井、9/6毎日)? ?
- ・点検リスト - 1990年策定の「原子力設備2次系配管肉厚の管理指針(PWR)」に基づく。
これは1986年12月のサリー2号配管破断事故を受けて関電や三菱重工などが策定。

1. PWR 2次系配管管理指針

この「管理指針」によれば、2次系配管の部位は次のように分類される。

- (1) 点検対象部位 = 偏流発生部位(偏流発生物から管外径の2倍までの下流域)でかつ次の条件を満たす部位(水の通る管の場合を例示)

減肉傾向ありの部位 - 「**主要点検系統**」

- (a) 温度100~200 の場合はすべての部位
- (b) 温度200~250 では、制御弁と玉型逆止弁の下流域のみ

測定値から減肉率と余寿命を計算、「余寿命が2年以下の場合は取替計画を立案し、耐食性材料(SUS304等)等と交換する」。

減肉傾向のない部位 - 上記の条件以外

- 「**その他系統**」

10年で25%を点検、対策は規定なし

表-1 $W_r^{(0)}$ 設定に使用の $W_r^{(0)}$ の値

		温 度				
		100°C未満	100°C ~150°C	150°C ~200°C	200°C ~250°C	250°C以上
二相流 減り度 15%以上	30m/sec 未満		制御弁下 流域のみ	0.35		
	30m/sec ~50m/sec 50m/sec 以上			0.30	1.15	
二相流 減り度 5~15%	30m/sec 未満			0.35		
	30m/sec ~50m/sec 50m/sec 以上			1.15		
二相流 減り度 5%未満 (ドレン巻 込みの 可能性 有り)	30m/sec 未満			0.35		
	30m/sec ~50m/sec 50m/sec 以上			1.15		
水層相流 減り度	3m/sec 未満		0.45	制御弁下 流域及び 玉型逆止 弁下流域 のみ		
	3m/sec ~6m/sec 6m/sec 以上				0.30	

注) 1. $W_r^{(0)}$ の単位は $\times 10^{-4}$ mm/Hr
(実測の最大減肉率を包括したものである)

2. 表中の網点の範囲
(1) 制御弁下流域は表中の数値に5倍する。
(2) 玉型逆止弁下流域は表中の数値に2倍する。

- (2) 点検対象ではない部位 = 偏流が発生しない部位 何もしない

美浜3号の当該部位は、オリフィス下流かつ温度140 で、上記(1) に属する。

- ・管理指針による(平均)減肉率の計算値

$$(\text{公称肉厚}(10\text{mm}) - \text{負の公差}(0.7\text{mm}) - \text{最小肉厚}(0.6\text{mm})) / \text{運転時間}(185700\text{hr}) \\ = 0.47 \times 10^{-4} \text{mm/hr} > \text{管理指針の初期減肉率}(0.45 \times 10^{-4} \text{mm/hr})$$

2. いくつかの例 OHPで説明

大飯1号主給水管エルボ部での減肉 - 指針では「その他系統」に属する - 10年で25%点検
B系統の最小肉厚データを基に2次推定を行うと、減肉率は加速している。

玄海2号 - 明らかに加速している例。

3回目の点検以降は最小自乗法で減肉率を決めるが、線形推定には問題がある。

測定点(円周上4または8点)と「詳細測定」

「詳細測定」: 必要厚さまでの厚さが、(初期最小厚さ - 必要厚さ)の2/3以下となったとき

女川1号及び2号 - 炭素鋼ばかりか、低合金鋼でもステンレス材でさえもひどい減肉

3. 保安院の9月27日付「中間とりまとめ」での管理指針の評価 OHPで説明

管理指針の妥当性検討のために用いたデータ(10頁脚注11)

8月11日の報告徴収に基づいて電気事業者から得た最小肉厚地点における減肉率等のデータ(PWR21箇所、BWR27箇所、美浜3号38箇所)

- これらのデータは電気事業者が各プラントで1部位を任意に選んで提出したもの。とてもこれから管理指針の妥当性が一般的に評価できるようなものではない。

管理指針の評価

- ・「実績減肉率」は「管理指針の初期設定減肉率を一部を除き下回っており、同指針に規定された初期設定減肉率は概ね妥当なものと評価される」(10~11頁)。
- ・その他系統: サンプル箇所減肉傾向は、主要点検系統に比べ小さく、サンプリングによる管理で問題ないことを示すデータが得られている。しかし、一部の箇所については、主要点検系統と同程度の減肉傾向が認められることから、注意を要するとの趣旨(11頁)。

指針は適切であるが、しかしながら万全を期すため、PWR関係者は、中立的な機関により検討し、新しい民間指針をとりまとめるべき - としている(13頁)。

- ・BWR各プラントで測定された減肉量の推移及びこれに基づく実績減肉率を調査した結果、BWRの減肉率はPWRを下回っている。水質の違いが関係していると思われる(12頁)。
 - 女川の例を無視している。ただし初め(資料4-1-5)にあった表現「BWRについては、全体として少ない減肉傾向にあり、現在の管理手法で特に問題となるものではない」は女川の出現により(?)消えた。

4. 関電の確信犯的な違法(異常)点検行為 - 別紙第1表参照

保安院が指摘した点検上の問題点について、「中間とりまとめ」では美浜1と美浜2の取替3例を除いて、以下の点は「問題はない」となっているが、これは非常に奇妙である。

- (1) 点検リスト漏れ: 美浜3の破断箇所と対応B系統、及び他の4箇所
- (2) 類似箇所を点検したからとの理由で点検しなかった箇所:
8月11日報告徴収による11箇所、及び第1表の01-2及び02-2~6(5箇所)。
- (3) 法定最小肉厚の代わりに勝手な基準をねつ造して寿命を延ばしたもの - 違法運転を含む:
第1表のM1-1、M2-1、M3-1~4(4箇所)、01-1
- (4) 管理指針では交換が必要なのに交換しなかったもの: (3)の他に第1表M2-2
- (5) 減肉率を管理指針に従って計算せず別の計算法を適用: 第1表02-1
- (6) 外側からの肉盛溶接で寿命を延ばそうとした: 第1表01-1

5. 関電の対策（9月27日及び29日） 別紙：関電発表の抜粋参照

関電は、保安院による「中間とりまとめ」や大臣名での命令や通知が出たのと同日の9月27日に、「美浜発電所3号機 2次系配管破損事故について」を公表したが、これは基本的に保安院の意向に応じたものというよりは独自の対策という性格が強い。

その典型は、「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）」としたこと - 開き直りの肩透かし。

肉厚管理については、主要点検部位について、現行の「余寿命が2年以下となる前に点検を行う」を改めて「余寿命が5年以下となる時期に点検を行う」としたが、現行の「取替」を「取替・補修」とするなど奇妙なごまかしがある。

その他系統については、至近3回以内の定検で未点検箇所（全部で約11000箇所）はすべて点検するとしている（9/27）。さらに、「主要及びその他系統の両方に対し」、「減肉傾向が認められる各部位については、最小二乗法による算出が行えるよう、3回以上の計測を順次実施していく」としている（9/29「2次系配管肉厚管理の充実について」）。

しかし他方、未点検箇所の点検に定検3回（約4年）かかること、点検済みでも直近の点検が10年以上前かも知れないなどの問題がある。

6. 福井県の姿勢と政府の責任 別紙：県知事の9月24日付要請書抜粋

福井県知事から中川大臣に宛てた要請書（9月24日）では、国の責任を問題にしている。ここでも指摘されているように、国は何も管理してこなかったに等しい。

7. 事故の真の原因 - 老朽炉に鞭打つ関電の姿勢

福井県知事は9月24日付要請書で、老朽炉問題についても強い要請を出したのに（別紙参照）「中間とりまとめ」では老朽炉問題についてはまったくといっていいほど触れていない。

老朽炉に鞭打つ関電の姿勢こそが今回の事故を起こした真の原因である - OHP

- ・ 関電の「経営概況」（2004年5月）

電力自由化という環境変化の中で「かんでんブランド」の電気を安くつくるため「徹底した効率化」： 原発利用率アップと修繕費等の削減を掲げる。

- ・ 関電は原発による発電割合60%以上と特に高い。その原発11基中7基は25歳以上。

原発に鞭打つ事情と予想以上に進行している老朽化との矛盾

- 現在の原発の危険を示す。

- 危険な原発から停止していくしか、われわれの生命を守る道はない。

8. 当面の課題

- ・ まずは、「中間とりまとめ」を批判すること 次回保安院交渉に向けて。

- ・ 関電の9月27日と29日の「対策」内容を確認すること。

- ・ 老朽化した原発（当面は2次系配管）のあるがままの実態を白日のもとにさらけ出し、その管理不能性を明らかにしていくこと。

- ・ 1次系に関するさまざまな老朽化の実態を明らかにすること。

福井県からの 要 請 書 (抄)

8月9日、美浜発電所3号機で発生した事故は、11名の方が被災し、うち5名の県民の命が奪われるという、我が国の原子力の長い歴史の中でも、これまでにない重大な事故である。我々県民が長年にわたり苦勞を重ねて築き上げてきた、原子力に対する信頼・安心を根底から覆してしまったもので、極めて遺憾である。

今回の事故については、二次系設備の管理を事業者の自主的な点検に任せるとする国の制度自体にも問題があると考えている。二次系の検査システムに対する国の関与の強化や事故の未然防止対策に重点を置いた安全規制の確立など、安全規制に責任を有する国としての対応を強く求めるものである。

国におかれては、別記の事項について早急に責任ある対応を行うよう強く要請する。

平成16年9月24日

経済産業大臣 中川昭一 殿

福井県知事 西川一誠

3 高経年化対策の再検討について

我が国の原子力発電所は高経年化時代を迎えており、これまで以上に綿密な点検が強く求められているが、正に美浜3号機の事故は高経年化対策を怠った事故である。欧米での損傷事例や取り組みを詳細に調査し、安全規制や管理手法に分析評価を行うとともに、最新の知見を調査検討し、高経年化した発電所の点検、検査のあり方や評価の手法などを定める国の高経年化対策について再検討を行い、安全対策に万全を期すこと。

4 抜本的な安全管理システムの構築について

今回の事故は、根本的には、2次系設備の管理を事業者の自主的管理に任せ、また放射性物質の有無で発電所の安全管理を区分している現行の規制制度にも問題がある。したがって、次の事項について、早期に改善を図ること。

- (1) 国内外の事故事例から得られる情報を含む最新の知見を不断に取り入れ、科学的合理性に基づいた安全基準、設備維持基準や点検指針を国として明確に示すこと。また、事業者が十分に国の基準等を理解して、運用現場での的確な点検・判断が可能となるよう、透明性が高く、より実行性の高い国の安全規制の確立を図ること。
- (2) 安全基準や点検指針等の策定に当たっては、一次系、二次系を問わず人身に対する事故の未然防止という観点を最も重視し、工学分野の専門家だけでなく、安全に関する組織マネジメント等の他分野の専門家の意見も取り入れること。
- (3) 定期検査、定期事業者検査や原子力保安検査において、国がチェックすべき内容についても、安全基準や点検指針等の中で明らかにすること。
- (4) 事故の未然防止対策に重点を置いた国の安全指導體制を強化すること。具体的には、原子力発電所や火力発電所における様々な技術情報を収集・分析し、それを基に国が事業者に対し問題点の改善を勧告する体制を構築すること。
- (5) (略)

9月27日付 関電の報告

当面とるべき対策

(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

b. 2次系配管肉厚管理における外注管理の抜本の見直し

- ・ 肉厚測定作業を除く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(12月末目途)。

今後の課題

(3) 2次系配管肉厚管理の更なる充実(下線は関電)

a. 肉厚管理の充実

- ・ 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う」を改め、「余寿命が5年以下となる時期に点検を行う。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、毎年点検を継続する」と変更した。
- ・ さらに、肉厚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を全て点検する。

b. PWR管理指針の高度化

- ・ 当社における過去の肉厚管理データの分析、取替え実績の整理を行い、こ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。 等

9月29日 関電発表「2次系配管肉厚管理の充実について」

2. これまでの点検計画の基本的な考え方

(1) 主要点検系統

- ・ 余寿命評価結果による計画的な点検。余寿命評価結果が2年以下となる前に点検
(小山注：現行の「余寿命が2年以下の場合は取替計画を立案し、耐食性材料(SUS304等)等と取替えるものとする」を無視している。)

(2) その他系統(減肉傾向の少ない部位)

- ・ 約25%/10年で計画的に点検

3. 2次系配管肉厚管理充実の考え方 添付資料 - 1

(1) 未点検箇所の早期点検実施

主要点検系統は大飯1号機の1箇所(今回の点検で実施予定)を除き全て完了している。

その他系統の未点検箇所は、至近3回以内の定期検査において、全て点検する。

(2) 減肉率評価および点検時期等の充実

主要およびその他系統の両方に対し、以下のとおり管理の充実を図る。

減肉率の精度向上を図る観点から、減肉傾向が認められる各部位については、最小二乗法による算出が行えるよう、3回以上の計測を順次実施していく。

余裕ある保全計画の策定を図るため、現在運用中の「余寿命2年以下となる前に点検を行う」を改め、「余寿命が5年以下となる時期に点検を行う」に変更する。

余寿命が5年以下の場合は点検補修計画を立案するとともに、取替・溶接補修(内面肉盛補修)までの間は、毎年点検を継続する。

なお、減肉が進行する場合は、余寿命がゼロとなる前に取替・補修を実施する。

関電の確信犯的違法点検行為

第1表 「中間とりまとめ」表5の「保安院からの指示による点検状況」欄の箇所について

プラント	部 位	問 題 内 容 (情報の出所)	問題の性格	記号
美浜1(1)	主給水管	今年1月の定検で必要厚15.4mmのところ、15.2mmまで減少。 「いわゆる火力基準」適用。西川知事は直ちに止めて肉厚測定を行うよう要請(9/5 福井、9/4 毎日。関電9/4 プレス発表)	余寿命確認(取替)。 - 基準ねつ造 違法運転	M1-1
美浜2(6)	主給水管	元21.4mmが17.4mmに減少(昨年9月定検)。技術基準の17.6mmを下回る。「いわゆる火力基準」で必要厚14.8mm、余寿命12年と解釈し、取替を延ばした(8/27 産経夕刊、8/28 読売、福井。関電8/27 プレス発表)	余寿命確認(取替) - 基準ねつ造、違法運転	M2-1
	高圧排気管	昨9月定検で、必要厚4.9mmを0.1mmしか上回らず交換が必要だった(8/27 産経夕刊、8/28 読売、福井。関電8/27)	余寿命確認(取替) - 管理指針違反	M2-2
	?	?	余寿命確認	M2-3~4
	?	?	測定点妥当性確認	M2-5~6
美浜3(4)	第2表	第2表	余寿命確認 - 基準ねつ造 M3-4:違法運転	M3-1 ~4
高浜2(2)	?	余寿命が2年以内が2箇所(8/27 産経)	余寿命確認のため	T2-1~2
大飯1(2)	給水加熱器配管(直径15cm)	1979年運開だから97年改正前の基準を適用しなければならぬのに、改正後の式を適用。必要肉厚3.8mmを0.3mmに変更。今年6月定検時には4.0mmで寿命を6.2年と計算。保安院の調査では余寿命4ヶ月(9/24 読売。第2表内の大飯1欄)、上記箇所を含む2箇所に外側から肉盛溶接(9/29 関電資料添付3、9/30 福井)	余寿命確認 - 基準ねつ造 指針違反 - 肉盛溶接	01-1
	主給水管加熱器空気抜管の曲部	一度も検査せず、周辺の同様の曲がり部が今年6月の検査で余寿命6年以上あったので、問題ないと判断。指針上は約8年前に寿命(9/1 読売)	管理状況確認。 - 類推判断で点検せず。違法運転	01-2
大飯2(6)	覆水ポンプ入口レギュレーサ部	02年10月測定で最小肉厚13.7mmに対し15mmで余寿命1.5年。しかし今年2月の定検で取替なし。過去10回の測定データのうち最近の4回分だけで減肉率を計算(9/7 福井)。	余寿命確認。 - 減肉率計算のねつ造。管理指針違反	02-1
	主給水管加熱器空気抜配管など	5箇所周辺同種配管の検査データ(余寿命35年以上)から余寿命十分と判断、一度も検査なし。うち加熱器空気抜き配管の4箇所は4年前に余寿命ゼロ(9/7 読売)	管理状況の確認 - 類推判断。 4箇所違法運転	02-2~6
大飯3(1)	?	?	管理状況の確認	03-1
大飯4(3)	?	?	管理状況の確認	04-1~3

第2表 事故調査委員会 資料5-1-3-1 別添の表に基づくデータ

プラント	点検実施日	配管名称	公称肉厚(mm)	測定最小値(mm)	関電必要厚さ(mm)	計算必要厚さ(mm) #	記号
美浜3号	2003.5	湿分分離加熱ドレン管	8.2	4.1	1.2	3.8	M3-1
		主給水管	30.0	22.1	19.4	22	M3-2
		復水管	5.5	3.0	1.2	3.0	M3-3
		給水ポンプ吐出管	12.0	9.4	8.9	9.5	M3-4
大飯1号	2004.6	低圧第4給水ドレン管	11.0	4.0	0.3	3.8	01-1

: 関電独自の「実機材料に基づく計算値」; : 9月24日付読売新聞記事

#: 第5回事故調査委員会における保安院の口頭説明による数値