

福島第一原子力発電所4号機の安全確認の状況について

平成16年3月

東京電力株式会社

福島第一原子力発電所

一 格納容器漏えい検査

Q 1

福島第一原子力発電所4号機（以下、「当該機」という）の格納容器漏えい率検査については、今回どのような方針の下、実施し、その結果はどうであったか。また、実施結果について、所内における品質監査部門および社外機関から、何らかの問題点、今後の改善点等についての指摘があったのか。

（回答）

4号機の原子炉格納容器漏えい率検査は、本店制定の「原子炉格納容器漏えい率検査の実施方針について（平成15・08・01原院第2号の指摘事項を反映した方針書）」（平成15年9月18日作成 平成15年11月18日改訂）及びそれを補完する発電所作成の「4号機原子炉格納容器漏えい率検査 バウンダリ構成等における諸策に関する基本方針およびその考え方について」（平成15年11月20日 改訂6）に基づきJ E A C 4203-1994（電気技術規程 - 原子力編 - 原子炉格納容器の漏えい試験；（社）日本電気協会発行）の要求事項を十分理解した上で、検査に係る実施箇所が責任を持って計画・実行し、この実施に係る過程の中で必要な品質を作り込み、自らが検査する事によって品質を確認し、漏えい率検査の目的を果たすことを基本とし実施しました。

具体的には、平成15年8月8日より原子炉格納容器局部及び弁間漏えい量測定等の事前準備作業を開始し、プラントトラブル等により一時作業を中断したものの、11月26日よりバウンダリ構成に入り（原子炉格納容器漏えい率検査に係る弁総数は1504台であり、その内原子炉格納容器を直接加圧可能な系統の34台については封印を実施しました。）12月2日に原子炉格納容器を昇圧し、圧力静定の後、12月4日に社内検査データ、翌12月5日に定期検査データを採取し、12月6日に降圧後のバウンダリ確認（弁封印解除）を実施しました。

原子力安全・保安院においては8月8日より準備段階から降圧後のバウンダリ確認（弁封印解除）に至るまで、立入り検査にて確認いただきました。

また、品質保証担当の下に品質保証確認チーム及び社外機関（株式会社ティー・アイ・シー）を置き（品質保証確認チームは品質マネジメントシステムの確認、社外機関は検査実施部門に対するダブルチェック）検査の過程が適切であることを示すと共に、品質マネジメントの向上を図りました。

社外機関は、具体的には下記項目について実施し、問題ないことを確認しています。

- ・検査に必要な弁（バウンダリ弁）の管理状況の確認
- ・封印の管理状況の確認
- ・漏えい率計算のクロスチェック
- ・不適合発生時の処置状況の確認 等

更に、福島第一品質監査部が、検査実施部門・品質保証チーム等から独立した立場で、検査全般について品質保証状況の確認および指導・助言を行いました。

原子炉格納容器漏えい率検査の結果は下表のとおりでした。

社内検査デ - タ採取日	デ - タ測定時間	漏えい率測定値 (判定値：0.45%/day 以下)
12月4日	10時00分～16時00分	0.033%/day (0.0313±0.0012)
定期検査デ - タ採取日	デ - タ測定時間	漏えい率測定値 (判定値：0.45%/day 以下)
12月5日	10時00分～16時00分	0.044%/day (0.0404±0.0030)

先行機である5号機において品質監査部及び社外機関から受けた以下の指摘についての是正状況の確認を受けるとともに、4号機においては以下の指摘を受け是正を行っております。

<品質監査部からの指摘>

(1) 先行機において受けた指摘及び是正内容

- 1) 弁の構造上合マーク、封印を取り付けできない場合の処置について指摘を受け、手順書において明確にした。
- 2) バウンダリ構成において、現場の弁と中央制御室の弁操作スイッチに同時に操作禁止タグを取り付けるべきとの指摘を受け、現場の弁開閉状態確認時に中央制御室の弁状態確認も合わせて実施するよう手順書に明記した。
- 3) 計装配管開放端からの異物混入防止の対策が必要であるとの指摘を受け、開放端に銀テープを貼ることにより異物混入防止対策を実施した。

(2) 4号機にて受けた指摘

- 1) 検査で使用されるプログラムの内容に関する妥当性確認については、基準容器の健全性確認プログラムの確認を実施するよう実施要領書に明記されていなかったことから、適用範囲を明確にすべきである。
- 2) 実施要領書に記載されている想定事象(例えば表示灯のランプ切れ、弁のグランドパッキンからのにじみ等)について、不適合管理マニュアル上での取り扱いを明確にすべきである。
- 3) 封印ワイヤーの「たるみ確認」について、ワイヤーにさわって確認する人とさわらずに確認する人が見受けられたことから、統一すべきである。
- 4) S/C(圧力抑制室)異物混入防止におけるエリア管理員の腕章が「S/C作業監理」となっていたことから、記載の適正化すべきである。
- 5) 35kPa点検時における高所確認箇所において、正規のルートを通らず弁・配管をまたいで移動していたことから、移動ルートを是正すべきである。
- 6) 中操バウンダリ確認時に、確認チーム全員が確認を終了するまで表示灯を指さしたままの状態を確認した方が確実である。
- 7) 現場の清掃状況について、機器の裏等の目立たない場所にゴミ等が見受けられる。
4S(整理、整頓、清掃、清潔)に関して意識の問題も含めて、引き続き徹底が必要である。

< 社外機関からの指摘 >

(1) 先行機において受けた指摘及び是正内容

- 1) インリーク防止作業において社外機関の立会いを依頼しなかったものがあったとの指摘を受け、手順書に社外機関の確認欄を設けた。
- 2) 降圧後のバウンダリ確認において、現場の弁状態確認実施後に中央制御室の弁操作禁止タグを取り外すべきとの指摘を受け、現場確認作業が完了後に中央制御室の操作禁止タグを取り外すよう手順書に明記した。

(2) 4号機にて受けた指摘

- 1) 操作スイッチとコントローラに操作禁止タグがつけられていたが、チェックシートにコントローラの記載欄がなかった。

なお、この他に社内の品質保証部門、国の検査官からも指摘をいただいております。これらについても是正を図るとともに、後続号機への水平展開を図っております。

添付資料 1 - 1 : 原子炉格納容器漏えい率検査の実施方針について (平成 15・08・01 原院第 2 号の指摘事項を反映した方針書) (平成 15 年 9 月 18 日作成 平成 15 年 11 月 18 日改訂)

添付資料 1 - 2 : 4号機原子炉格納容器漏えい率検査 バウンダリ構成等における諸策に関する基本方針およびその考え方について (平成 15 年 11 月 20 日 改訂 6)

添付資料 1 - 3 : 福島第一原子力発電所 第 4 号機
原子炉格納容器漏えい率検査 実施計画 / 実績

Q 2

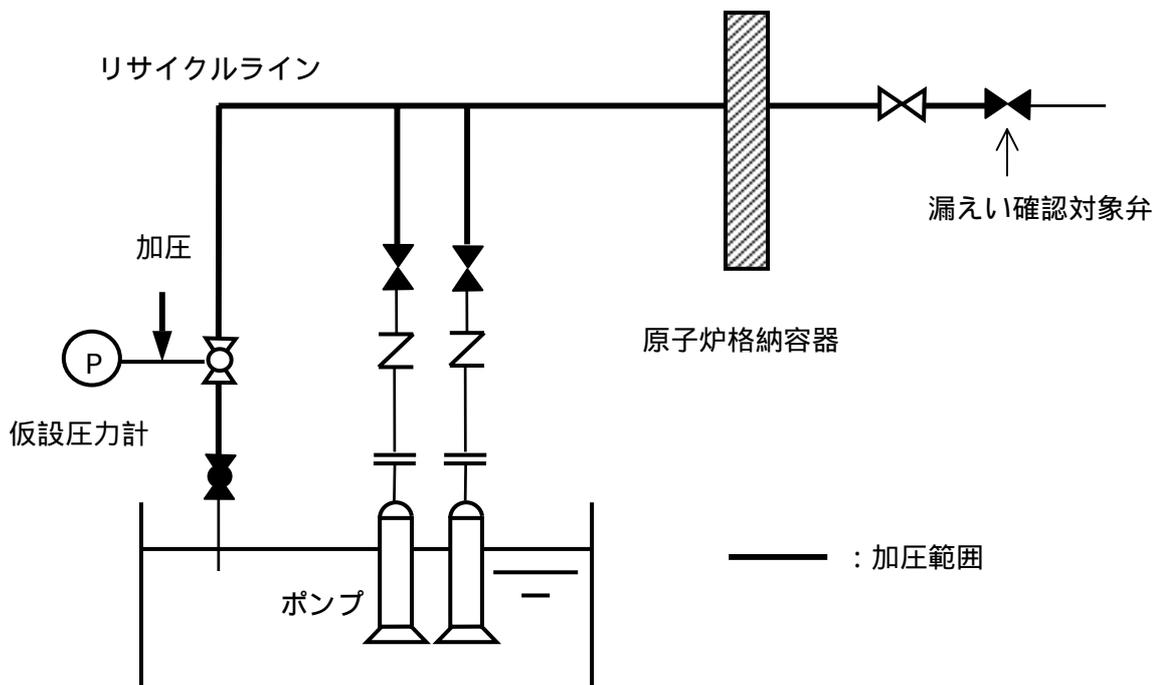
原子力安全・保安院によれば、先行機における不適合事例を元に機器の入念な確認が実施されたとされているが、今回の漏えい率検査においては通常とはどのような点で異なる点検を実施しているのか。

(回答)

今回の漏えい率検査は、当社が実施した先行機に対する原子力安全・保安院の指摘事項を踏まえて策定した本店の実施方針に従って実施しており、機器の適切な保守管理に係る指摘事項に対する改善についても先行機の状況を踏まえて以下のように実施しました。

- ・先行機において漏えい等が発生していた可燃性ガス濃度制御系隔離弁及び放射性廃棄物処理系隔離弁について分解点検を実施するとともに、放射性廃棄物処理系隔離弁については、漏えい確認を行うための加圧用ラインがありませんが、リサイクルラインの中間の手動弁を取り外し、加圧用のテスト治具を取り付けて、特別に漏えい確認を実施しました。(下図参照)
- ・不活性ガス処理系隔離弁のストッパー位置がずれ、シートパスを起こしていた事象があったことから、昇圧時の確認(35kPaパトロール)において、ストッパーの位置確認を実施しました。
- ・昇圧用窒素ガス供給装置の操作弁の動きがスムーズでなかったため、昇圧に時間がかかった事象があったことから、昇圧前の段階において作動確認を実施し、正常に操作できることを確認しました。

その結果、検査において当該系統の漏えいは起こらず、原子炉格納容器漏えい率検査は良好な結果を得ることができました。



二 再循環系配管等

Q 3

当該機におけるこれまでの再循環系配管等(セーフエンド及び圧力容器ノズル部を含む)のこれまでの点検状況を示されたい。検査カテゴリー(異種金属継手、同種金属継手の区分)、検査箇所、材質、ISI、自主点検の検査区分毎に、いつ、どの継手を何カ所、どのような方法で行ってきたのか。また、その結果はどうであったのか

(回答)

4号機の原子炉再循環系については、原子炉圧力容器ノズル・セーフエンド接続部を除き第15回定期検査(平成9年度)、第17回定期検査(平成12年度)、第19回定期検査(平成14年度)に配管を全て取替えています。

このため、現在供用中の配管(取替後)及び原子炉圧力容器ノズル・セーフエンド接続部に対する点検の概要を以下に示します。

これまで、ISI(供用期間中検査)としては、メーカーが超音波探傷検査を行い、発電技検・当社が適宜立会うと共に記録を確認しています。最終的に国による記録確認を実施しています。

検査方法は、「軽水型原子力発電所用機器の供用期間中検査(JEAC4205)」、「軽水型原子力発電所用機器の供用期間中検査における超音波探傷試験指針(JEAG4207)」(社団法人 日本電気協会)の規定に基づき実施しています。なお、ISI以外に原子炉圧力容器ノズル・セーフエンド接続部の継手について自主的に点検を実施しています。今回の定期検査では、追加自主点検としてN2ノズル・セーフエンド全数(10箇所)について、社外機関(ティー・アイ・シー)立会いのもと点検を実施しました。

結果はISIおよび自主点検分共に、すべて異常ありませんでした。

現在供用中の原子炉再循環系等における検査実績は、以下のとおりです。

- ・ 第1回定検(S54.8~H54.12)
ISI 原子炉圧力容器ノズル・セーフエンド接続部 1箇所点検、異常なし
- ・ 第2回定検(S55.9~S55.12)
ISI 原子炉圧力容器ノズル・セーフエンド接続部 3箇所点検、異常なし
- ・ 第3回定検(S56.9~S56.12)
ISI 原子炉圧力容器ノズル・セーフエンド接続部 2箇所点検、異常なし
- ・ 第4回定検(S57.11~S58.3)
点検実績なし
- ・ 第5回定検(S59.3~S59.7)
ISI 原子炉圧力容器ノズル・セーフエンド接続部 3箇所点検、異常なし

- ・第6回定検(S60.5～S60.9)
 - ISI 原子炉压力容器ノズル・セーフエンド接続部 1箇所点検、異常なし
- ・第7回定検(S61.9～S62.2)
 - ISI 原子炉压力容器ノズル・セーフエンド接続部 4箇所点検、異常なし
- ・第8回定検(S63.1～S63.3)
 - 点検実績なし
- ・第9回定検(H1.3～H1.7)
 - 自主 原子炉压力容器ノズル・セーフエンド接続部 2箇所点検、異常なし
- ・第10回定検(H2.9～H3.1)
 - ISI 原子炉压力容器ノズル・セーフエンド接続部 4箇所点検、異常なし
 - 自主 原子炉压力容器ノズル・セーフエンド接続部 2箇所点検、異常なし
- ・第11回定検(H4.2～H4.7)
 - ISI 原子炉压力容器ノズル・セーフエンド接続部 2箇所点検、異常なし
 - 自主 原子炉压力容器ノズル・セーフエンド接続部 3箇所点検、異常なし
- ・第12回定検(H5.9～H6.1)
 - 自主 原子炉压力容器ノズル・セーフエンド接続部 5箇所点検、異常なし
- ・第13回定検(H7.2～H7.4)
 - ISI 原子炉压力容器ノズル・セーフエンド接続部 1箇所点検、異常なし
 - 自主 原子炉压力容器ノズル・セーフエンド接続部 10箇所点検、異常なし
- ・第14回定検(H8.4～H8.7)
 - ISI 原子炉压力容器ノズル・セーフエンド接続部 4箇所点検、異常なし
 - 自主 原子炉压力容器ノズル・セーフエンド接続部 5箇所点検、異常なし
- ・第15回定検(H9.9～H10.3)
 - ISI 原子炉压力容器ノズル・セーフエンド接続部 1箇所点検、異常なし
 - 自主 原子炉压力容器ノズル・セーフエンド接続部 5箇所点検、異常なし
- ・第16回定検(H11.3～H11.4)
 - ISI 原子炉压力容器ノズル・セーフエンド接続部 2箇所点検、異常なし
- ・第17回定検(H12.5～H12.9)
 - ISI 原子炉压力容器ノズル・セーフエンド接続部 3箇所点検、異常なし
 - 自主 原子炉压力容器ノズル・セーフエンド接続部 7箇所点検、異常なし

- ・第18回定検(H13.10～H13.12)

ISI 原子炉压力容器ノズル・セーフエンド接続部	1箇所点検、異常なし
ISI 再循環系配管継手部(同種金属継手)	4箇所点検、異常なし
自主 原子炉压力容器ノズル・セーフエンド接続部	1箇所点検、異常なし

- ・第19回定検(H14.12～)

ISI 再循環系配管継手部(同種金属継手)	5箇所点検、異常なし
自主 原子炉压力容器ノズル・セーフエンド接続部	10箇所点検、異常なし

注) ノズル・セーフエンド接続部については、すべて異種金属接続

添付資料3 - 1 : 福島第一原子力発電所 4号機 原子炉再循環系配管点検履歴

Q 4

これまでの再循環系配管等の取替工事の実施状況及び応力改善措置の実施状況についてはどうなっているのか。

(回答)

配管は3回に分け全て取替を実施しています。

- ・ 第15回定検(H9年度) A系ポンプ入口配管をSUS304 SUS316TP(LC), SUSF316(LC)に取替。
- ・ 第17回定検(H12年度) AB系弁間およびポンプ出口配管(フローノズル)をSUS304 SUS316TP(LC), SUSF316(LC)に取替。
- ・ 第19回定検(今回) B系ポンプ入口配管およびAB系クロス, ヘッダー管, ライザー管をSUS304 SUS316TP(LC), SUSF316(LC)に取替。

応力改善措置については、第19回定検取替範囲の溶接部についてHSW(水冷溶接)^{*1}を実施しています。

1) HSW(水冷溶接)	50箇所
SUS316(LC)	50箇所
2) 応力改善措置未実施	39箇所
SUS316(LC)	27箇所
SUS304L	12箇所

なお、N1ノズル2箇所(SUS304L)についてIHSI(高周波誘導加熱応力改善法)^{*2}を実施済です。

詳細については添付資料4-1参照。

*1: HSW(Heat Sink Welding, 水冷溶接法)

配管溶接時の2又は3層目以降に配管内側に通水やスプレーで冷却しながら施工する方法で、管板厚内で温度差を生じさせ、これによる熱応力によって応力腐食割れの応力因子である溶接部管内表面付近の引張残留応力を低減させる。

*2: IHSI(Induction Heating Stress Improvement, 高周波誘導加熱応力改善法)

材料の板厚方向に所定の温度差が生じるように内面を冷却しながら外側を高周波誘導加熱で昇温した後、加熱を停止して板厚方向がほぼ均一な室温近くの温度となるまで内面を冷却する方法である。その結果、応力腐食割れの応力因子である引張応力を低減または圧縮側とする応力改善が図られる。

添付資料4-1: 福島第一原子力発電所4号機原子炉再循環系配管取替及び
 応力改善措置実績

Q5

当該機におけるこれまでの I S I (定期検査) と自主検査で試験部位が同じ箇所数はあるか。それらについて、どの箇所で、どのような結果が得られていたのか。また、異なっていた理由は何か。

(回答)

4号機の原子炉再循環系については、原子炉圧力容器ノズル・セーフエンドを除き第15回定期検査(平成9年度)、第17回定期検査(平成12年度)、第19回定期検査(平成14年度)に配管を全て取替えています。

配管取替後の再循環系配管継手部については、自主検査を行っていないため I S I と試験部位が同じ箇所はありません。また、原子炉圧力容器ノズル・セーフエンド接続部については、全数 I S I と自主検査を実施していますが、結果はいずれも異常が認められていません。

なお、以下に示すとおり、取替前の再循環系配管については ~ の箇所に I S I と自主検査で同じ箇所があり、その内の第13回定期検査(平成7年度)において、I S I については異常ありませんでしたが、自主点検においてインディケーションが確認されました。

検査結果が異なった理由としては、自主点検記録がほとんどないため、以下推測となりますが、I S I は J E A C 4 2 0 5 * 1 の規定に基づいて超音波探傷を実施していたのに対し、自主点検においては、I S I で用いている探傷の他、形状に起因するエコーとの判断に有効な手法とされている集束型探触子 * 2 を用いるなど他の手法により有意なものかどうかを評価していることによると思われます。超音波探傷は、様々な反射エコー(音波)が有意なものかどうかを判別・評価する手法であり、明らかに有意な指示エコーを除き、微少なエコーに対してひびかどうかの判別は難しいものであります。また、I S I と自主点検では検査手法・手順が異なるため、インディケーション位置や方向によって異なる評価となる場合があったと考えております。

また、取替を実施していない原子炉圧力容器ノズル・セーフエンド接続部については ~ に示すとおりです。

* 1 : J E A C 4 2 0 5 : 「軽水型原子力発電所用機器の供用期間中検査(JEAC4205)」
(社団法人 日本電気協会)

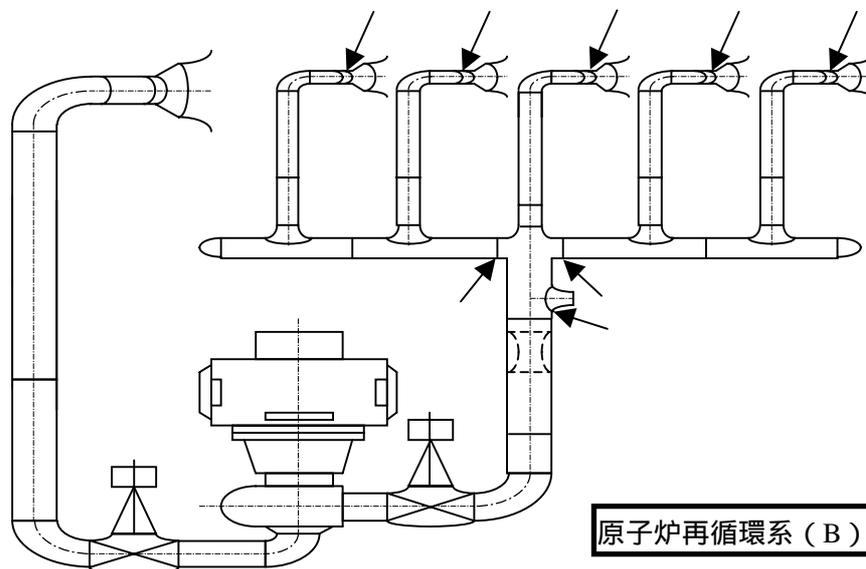
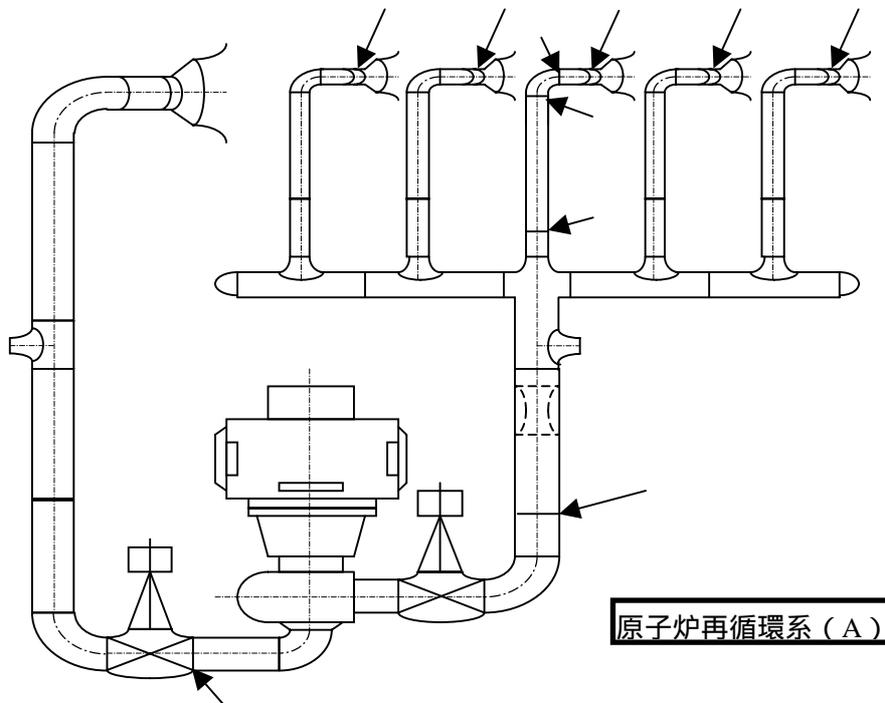
* 2 : 集束型探触子は、曲面の振動子を用いた探触子であり超音波ビームを集束させることで、小さなきずの検出能向上を図った探触子。

I S I と自主点検の同一実施箇所

再循環系配管継手部(取替前)				
	I S I	I S I 結果	自主点検	自主点検結果
	第13回定検		第13,14回定検,H9中間点検	×
	第14回定検		第14回定検	
	第15回定検		H9中間点検	

原子炉圧力容器ノズル・セーフエンド接続部				
	ISI	ISI結果	自主点検	自主点検結果
	第 7,15 回定検		第 9,11,13,15,17,19 回定検	
	第 7,16 回定検		第 9,12,13,14,17,19 回定検	
	第 7,16 回定検		第 11,13,14,17,19 回定検	
	第 1,10,17 回定検		第 12,13,15,17,19 回定検	
	第 2,10,18 回定検		第 12,13,15,18,19 回定検	
	第 3,11 回定検		第 13,15,19 回定検	
	第 3,11 回定検		第 13,15,19 回定検	
	第 5,13 回定検		第 10,12,13,14,17,19 回定検	
	第 5,14 回定検		第 10,12,13,14,17,19 回定検	
	第 6,14 回定検		第 11,13,14,17,19 回定検	

異常なし ×ひびの可能性あり



Q 6

再循環系配管等について、今後どのように点検を進めていくのか。

(回答)

今後の点検としては、取り替えた配管のうち応力腐食割れ対策が実施されていない継手(27箇所)について、供用開始後5年(運転期間)経過した時期から5年毎に100%点検を行います。その他応力腐食割れ対策実施済みの継手(52箇所)についてはISIとして10年で25%(40年で100%)を点検していきます。また、取替未実施で応力腐食割れ未対策の継手(12箇所)については、5年毎(運転期間)に100%点検を行っていきます。

点検に際しては、45度斜角法により探傷を行った上、ひびの疑いがあるものについては2次クリーピング法^{*1}等の手法を併用することによりひびかどうかを確認します。ひびと判断された場合には、従来のUT手法である端部エコー法^{*2}に加え、改良されたUT手法としてフェイズドアレイ法^{*3}等を用いてひび深さを確認していきます。

応力腐食割れ対策未実施継手 27箇所

SUS316(LC)材継手(配管取替済みの原子炉再循環系配管継手)

応力腐食割れ対策継手 52箇所

HSW^{*4}施工継手 50箇所(配管取替済みの原子炉再循環系配管継手)

IHSI^{*5}施工継手 2箇所(取替未実施の原子炉再循環出口管台(N1)とセーフエンドの継手)

応力腐食割れ対策未実施継手 12箇所

SUS304L材継手(取替未実施)

・原子炉再循環入口管台(N2)とセーフエンドの継手 10箇所

・ジェットポンプ計装管台とシールボディ^{*6}の継手 2箇所

*1：2次クリーピング法

表面に沿って伝播する縦波の一種であるクリーピング波を用いる超音波探傷検査であり、表面上の障害物などによる散乱や反射がないため、表層部の欠陥検出に適している。

*2：端部エコー法

傷端部のエコーの最大値が得られるときのビーム経路と探触子の屈折角から傷の高さを測定する方法。

*3：フェイズドアレイ法

電子走査型超音波探傷。多数の探触子を一列に配置した構造をしており、各探触子から発信する超音波のタイミングを連続的にずらすことにより電子的に走査(探傷)

する方法であり，検査データの保存や画像評価ができる特長を有している。

* 4 : H S W (Heat Sink Welding , 水冷溶接法)

配管溶接時の 2 又は 3 層目以降に配管内側に通水やスプレーで冷却しながら施工する方法で、管板圧内で温度差を生じさせ、これによる熱応力によって応力腐食割れの応力因子である溶接部管内表面付近の引張残留応力を低減させる。

* 5 : I H S I (Induction Heating Stress Improvement , 高周波誘導加熱応力改善法)

材料の板厚方向に所定の温度差が生じるように内面を冷却しながら外側を高周波誘導加熱で昇温した後、加熱を停止して板厚方向がほぼ均一な室温近くの温度となるまで内面を冷却する方法である。その結果、応力腐食割れの応力因子である引張応力を低減または圧縮側とする応力改善が図られる。

* 6 : ジェットポンプ計装管シールボディ

ジェットポンプ計装配管を束ねて原子炉圧力容器を貫通させている部分の、圧力容器外側にある集合管。

添付資料 6 - 1 : ジェットポンプ計装管貫通部シール構造図

三 炉心シュラウド

Q7

当該機におけるこれまでのシュラウドの点検状況（いつ、目視可能などの部位を、どのような方法で）はどうか。

また、社外機関に具体的にはどのような確認を求めているのか。

（回答）

4号機シュラウド点検・修理の概要は以下のとおりです。

平成14年9月24日 ~ 平成14年10月11日

「原子力発電所における点検・補修作業に係る不適切な取り扱い」に関し、シュラウドに「ひびまたはその徴候」の疑いがあるプラントとして計画的に停止し、指摘されている部位および他の部位の溶接線点検を実施しました。

シュラウドの目視可能な全ての溶接線について水中カメラを用いて調査を行った結果、シュラウド内側H4溶接線近傍の1箇所ひびの様相を呈したものを確認しました。

GE社から指摘された3箇所については、ひびの様相が確認されませんでした。これは、シュラウド表面に付着したクラッド等による模様（ひびではないもの）で、経年により模様が変化したものと考えられます。

平成14年10月18日 ~ 平成14年10月24日

ひびの様相を呈したものについて超音波による探傷検査を実施した結果、シュラウドH4内側近傍の1箇所がひびであり、指示エコーから最大深さ約13mmと評価しました。

平成15年3月10日

「経済産業省 総合資源エネルギー調査会 原子力安全・保安部会 原子力発電設備の健全性評価等に関する小委員会（第7回）」において今回確認されたひびについては、現時点及び5年後においてもシュラウドは十分な構造強度を有するものの、ひびが周方向に進展し続ける可能性があることから、十分な構造強度を有するうちに補修等の対策を講じる必要があるとの見解がまとめられました。当社としては、これを踏まえ、ごく軽微なもの及びシュラウドの健全性に影響を与えないものを除き、「ひび」を除去することとしました。4号機としては、シュラウド内側H4溶接線近傍1箇所のひび除去による補修を今定検中に実施することとしました。

平成15年4月1日

シュラウド内側H4溶接線近傍1箇所のひび除去による補修を実施するにあたり電気事業法第48条第1項の規定に基づき、経済産業大臣に工事計画届出書を提出いたしました。

補修工事として研削加工*1によりひびを深さ23mmの範囲内で除去し、応力改善のためにウォータジェットピーニング*2を行うこととしました。

*1：研削加工

回転する研削用砥石を中間胴表面に当てて削り取る方法

*2：ウォータジェットピーニング（WJP）

高圧ジェット噴流により生じた気泡を研削加工表面に当てることにより、表面の残留応力改善を図る方法

平成15年4月18日 ~ 平成15年5月7日

平成15年4月17日に経済産業大臣から工事開始を認める旨の通知をいただき、平成15年4月18日よりひびの補修工事を開始しました。その後、研削を深さ23mm程度まで進めたもののひびが残存していることを確認しました。

平成15年5月19日

シュラウド内側H4溶接線近傍1箇所のひび除去深さを当初(最大23mm)から変更(最大32mm)するにあたり電気事業法第48条第1項の規定に基づき、経済産業大臣に工事計画の変更届出書を提出いたしました。

平成15年5月24日 ~ 平成15年6月6日

平成15年5月23日に経済産業大臣から工事開始を認める旨の通知をいただきました。平成15年5月24日よりひびの補修工事を実施し、施工後に経済産業省立会のイ項使用前検査を受検し、工事の変更の届出内容通りに施工されたことを確認していただき補修工事が完了しました。ひび除去加工の大きさはシュラウドの周長に対し約1.7%です

位置	ひび除去加工部の 大きさ	ひび除去加工部の 深さ	シュラウド 内径・板厚
H4内側40°付近 (中間胴部)	幅 約230mm 高さ 約120mm	約25mm	板厚 約38mm 内径 約4.4m

なお、イ項使用前検査項目として、ひび除去後の目視検査によりひびが全て除去されていることをご確認頂いており、今後は定格出力時に運転状態を確認するホ項使用前検査を受検いたします。

また、今回補修した1箇所はひびの部位を研削加工により除去した後、当該部位表面の引張応力を緩和させるためにウォータージェットピーニング加工を施しており、応力腐食われが発生する可能性は十分小さいと考えています。

今回の目視検査以前の点検実績は、以下のとおりです。

<実施内容>

水中TVカメラによる遠隔目視点検を実施しています。

具体的には、今回定期検査時と同様、幅0.025mmのワイヤーが識別できる精度を有するTVカメラを用いて、溶接線を挟んで上下又は左右それぞれ2.5mの範囲について遠隔目視点検を実施するというものです。

<過去の点検実績>

・ 第12回定期検査(平成5年度)

目視点検箇所:

炉心シュラウド内側溶接線

H3, H4, V-1~6, V-9~14, V-15~18

炉心シュラウド外側溶接線

H1, H2, H3, H4, H6a, H6b, V-1~6, V-7~8,
V-9~14, V-15~18

・ 第14回定期検査(平成8年度)

目視点検箇所:

炉心シュラウド内側溶接線

H3, H4

炉心シュラウド外側溶接線

H6a, H7, V19~24, V25~26

・ 第15回定期検査(平成9年度)

目視点検箇所:

炉心シュラウド内側溶接線

H3, H4

炉心シュラウド外側溶接線

H6a

・ 第18回定期検査（平成13年度）

目視点検箇所：

炉心シュラウド外側溶接線

H1, H2, H6a, H6b

社外機関による確認については、今回定期検査中の自主点検にあたり、社外機関である（株）ティー・アイ・シーの検査員による点検の現場立会と記録確認を当社は受けております。具体的には、目視点検時に点検期間中を通じて全て現場立会で確認を受けるとともに、超音波探傷試験時に現場での探傷前後の装置校正、探傷位置確認、並びに一部探傷状況の確認を受けております。又、最終的に点検（超音波探傷試験）したすべての箇所について、評価結果の確認を受けております。

ティー・アイ・シーの検査員はUTの資格を有しており、点検要領書が「軽水型原子力発電所用機器の供用期間中検査(JEAC4205)」、「軽水型原子力発電所用機器の供用期間中検査における超音波探傷試験指針(JEAG4207)」（社団法人 日本電気協会）に準拠して作成され、それに基づいて点検が行われていることを確認しております。

名 称	(株)ティー・アイ・シー
設 立	平成13年5月
代表取締役	内田 博
協会概要	(株)ティー・アイ・シーは、原子力設備の溶接自主検査の助勢等を目的に設立された検査の専門会社。非破壊検査、熱処理検査、機械試験等に関する専門的知識、技能を有している。

添付資料7-1：福島第一原子力発電所4号機シュラウド点検結果

添付資料7-2：福島第一4号機 シュラウド展開図

添付資料7-3：研削加工 寸法図

添付資料7-4：研削加工/ウォータージェットピーニング概略図

福島第一原子力発電所 4号機 シュラウド点検結果

これまでに発見されたインディケーション（ひびの徴候）

：有 ×：無 -：対象外

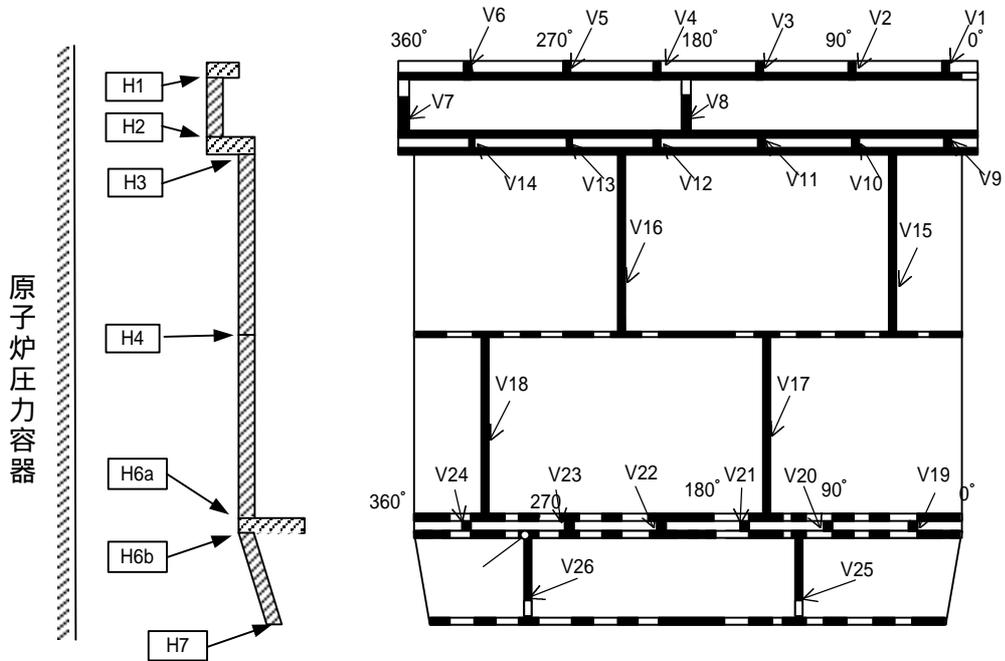
溶接線名	インディケーションの位置		G E の指摘	インディケーション		ブラッシング後のひびの様相		超音波探傷検査結果	
				有・無 (長さ)	確認日	有・無 (長さ)	確認日	エコーの有無 (最大深さ)	確認日
H 3 内側		145～155度付近		×	平成14年9月24日	×	平成14年9月27日	-	-
		295度付近	×	(約45mm)	平成14年9月24日	×	平成14年9月26日	-	-
		325～345度付近		(約520mm)	平成14年9月25日	×	平成14年9月27日	-	-
V 1 5 内側		H 3 より下 180～250mm付近		×	平成14年9月25日	×	平成14年9月27日	-	-
		H 4 より上 300～400mm付近	×	(約20mm)	平成14年9月25日	×	平成14年9月27日	-	-
H 4 内側		H 4 (40度付近) より上100mm範囲	×	(約200mm)	平成14年9月28日	(横約180mm, 縦約80mm)	平成14年9月30日(*1) 平成14年10月13日(*2)	(約13mm)	平成14年10月24日
H 6 b 外側		285度付近	×	(約3mm)	平成14年10月5日	×	平成14年10月8日	-	-

*1：ひびの発見

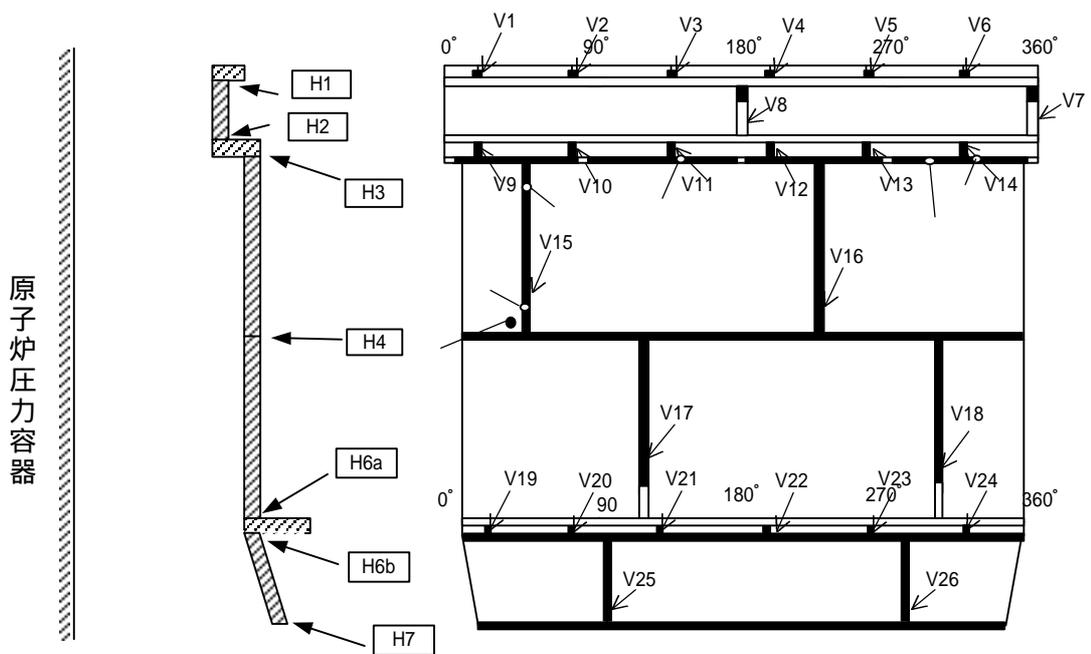
*2：ひび寸法の測定

福島第一 4号機 シュラウド展開図

【シュラウド外側】

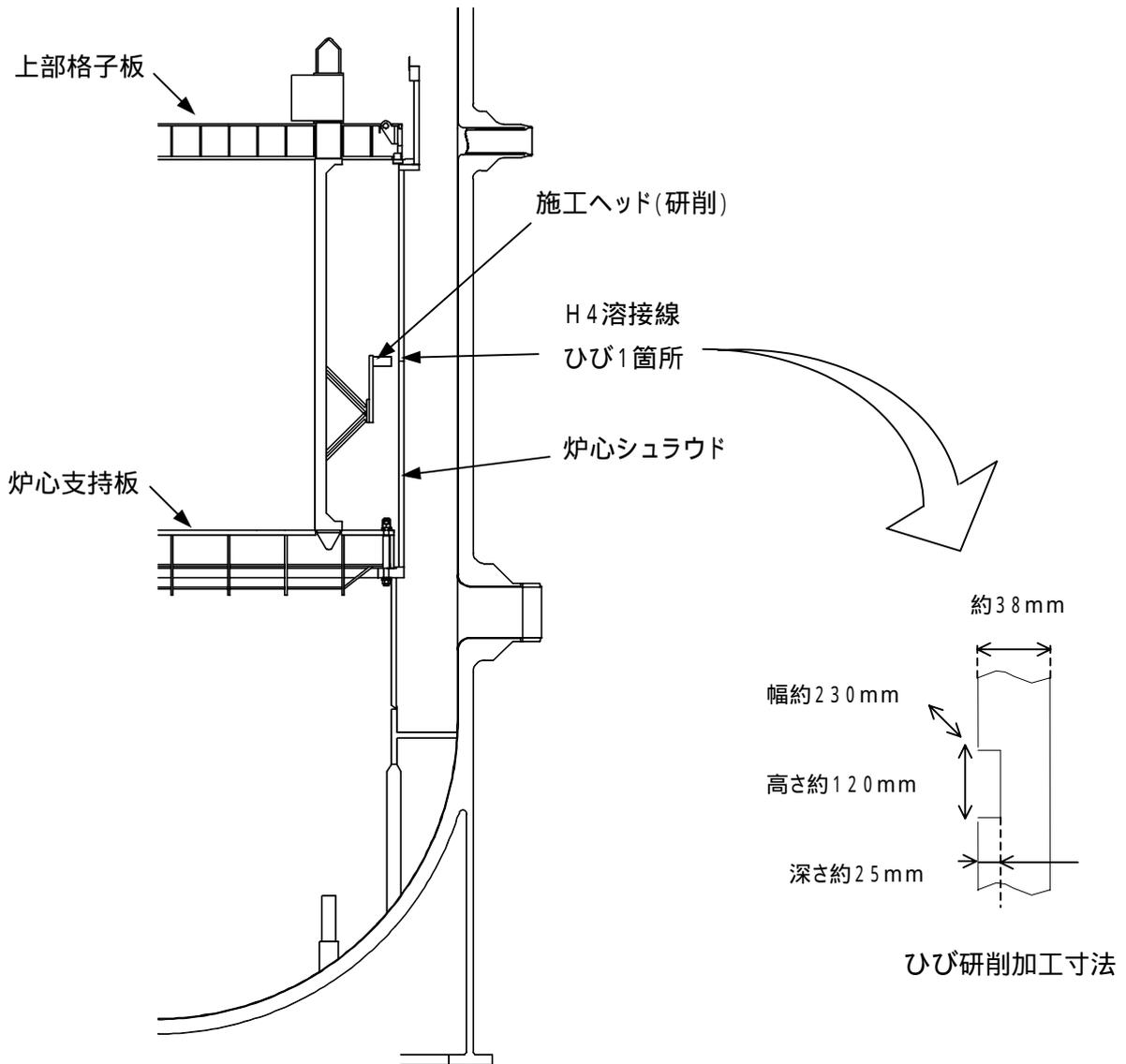


【シュラウド内側】

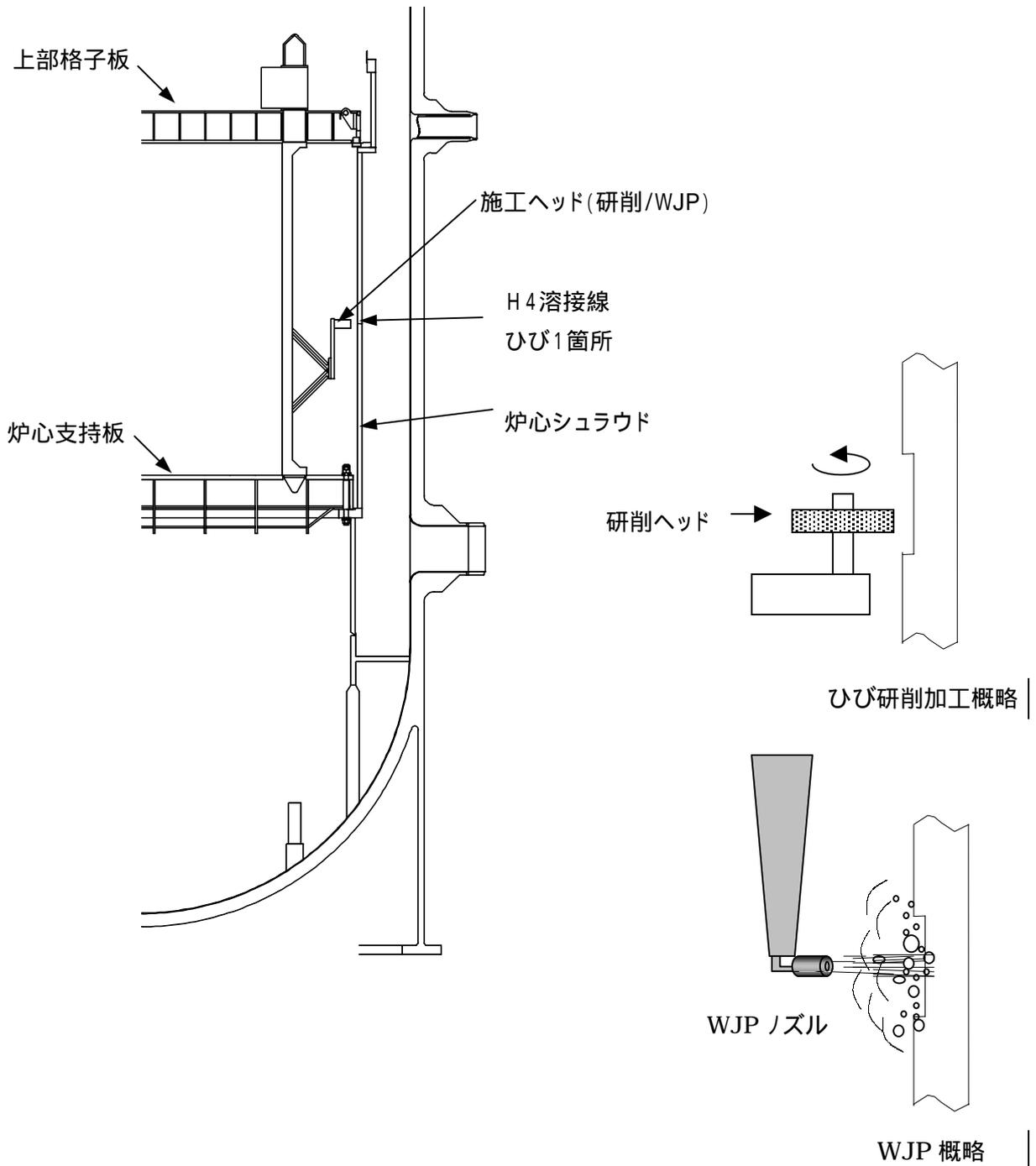


— 外観目視点検実施範囲

：超音波探傷検査の結果、ひびと判断した場所。
 ：ブラッシング後ひびの様相が確認されなかった場所。



研削加工寸法図



研削加工 / ウォータージェットピーニング概略図

Q 8

これまで当該機の炉内構造物等を対象とした応力腐食割れ対策としてはどのような対策（炉水管理を含む）を実施してきているか。また、今後はどのような対策を実施するのか。

（回答）

4号機の炉心シュラウドは、材質として低炭素ステンレス鋼（SUS304L）を採用しています。

また、炉内水質環境面からの応力腐食割れ予防保全対策として、水素注入*を平成8年度から実施しています。

今後とも炉内構造物は計画的に点検するとともに、引き続き水素注入による炉内水質環境面からの応力腐食割れ予防保全対策を実施してまいります。

* 水素注入：給水系に水素を連続的に注入することで、炉水中の水素と酸素の再結合反応を促進し、炉内の溶存酸素、過酸化水素濃度を低減させることにより、応力腐食割れが発生・進展しにくくなるように炉内水質を改善するものです。

Q 9

当該機炉心シュラウドで確認されたひびの特徴、傾向及び今後の進展可能性はどのようなものか。また、進展速度についてはどのように考えるか。

(回答)

当号機で確認されたシュラウドH4内面のひびについては、当社の調査結果並びに「経済産業省 総合資源エネルギー調査会 原子力安全・保安部会 原子力発電設備の健全性評価等に関する小委員会」において、以下のことが確認されております。

1. ひびの特徴、傾向

(1) ひびの特徴

シュラウド点検は、10～30cm離れた距離から直径1/1000インチ(25.4/1000mm)のワイヤが識別できる程度の精度を持つ水中カメラを用いてひびの有無を確認する「目視点検」を行い、ひび又はひびの疑いのある箇所について「超音波探傷検査」を実施した。点検は、超音波探傷検査の資格を有するプラントメーカーの技術者が全ての検査を行うとともに、当社の技術者が全ての点検に立ち会った。さらに、第三者機関(株式会社ティー・アイ・シー)の検査員が、点検の現場作業立会と記録確認を行った。また、記録・評価に関しては、原子力安全・保安院の原子力保安検査官の立ち会いにより確認を受けた。水中カメラによる目視点検を実施したところ、平成14年9月30日にシュラウド溶接部の一部にひびが発生していることを確認した。ひびの発生位置は「中間胴」溶接部(H4内側)の1箇所であった。

ひびの長さは縦80mm長さ180mmであり、ひびは、分岐を持つ複雑な形状を呈していた。また、超音波によるひび深さを測定した結果、最大で約13mmであった。

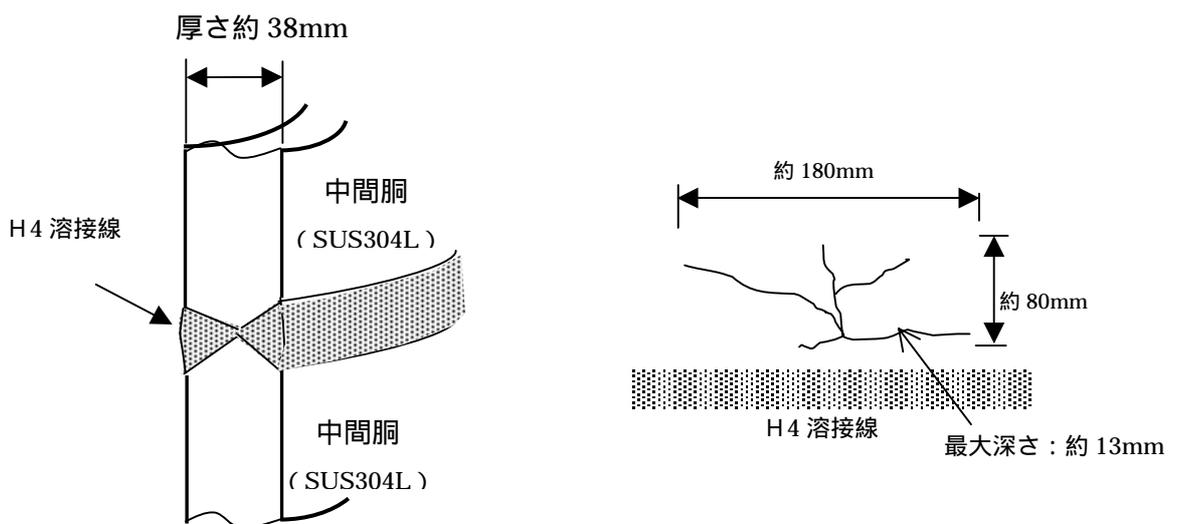


図1 1F-4点検結果

(2) ひびの傾向

当号機シュラウド H4 溶接線付近のひびは、分岐をもつ複雑な形状(放射状)を呈していた。これらの形状はシュラウド胴部の発生する部分的なひびに特徴的であり、ひびの形状が放射状となった理由については以下のように判断される。

- ・シュラウド胴部では、グラインダによる仕上げ加工等で材料表面の硬化した領域で SCC 発生 の 感受性が高まっていた。低炭素系ステンレス鋼は溶接入熱による鋭敏化を生じ難いため、熱影響部での耐食性低下が小さく、応力腐食割れの進展方向は相対的に応力因子の影響が大きくなる。
- ・ひび進展は引張応力の作用する方向と直交する方向に生じやすい。また、平面内での引張応力が一方向でない場合には、最も高い引張応力(最大主応力方向)と直交する方向にひびが生じやすいが、引張応力の分布が等方(いずれの方向にもほぼ同等の応力分布となっている状態)に近づいてくると任意の方向にひびが進展する傾向となる。図2にH4近傍の残留応力分布評価結果を示す。応力の分布はほぼ等方であり放射状の割れ形態になったと判断される。

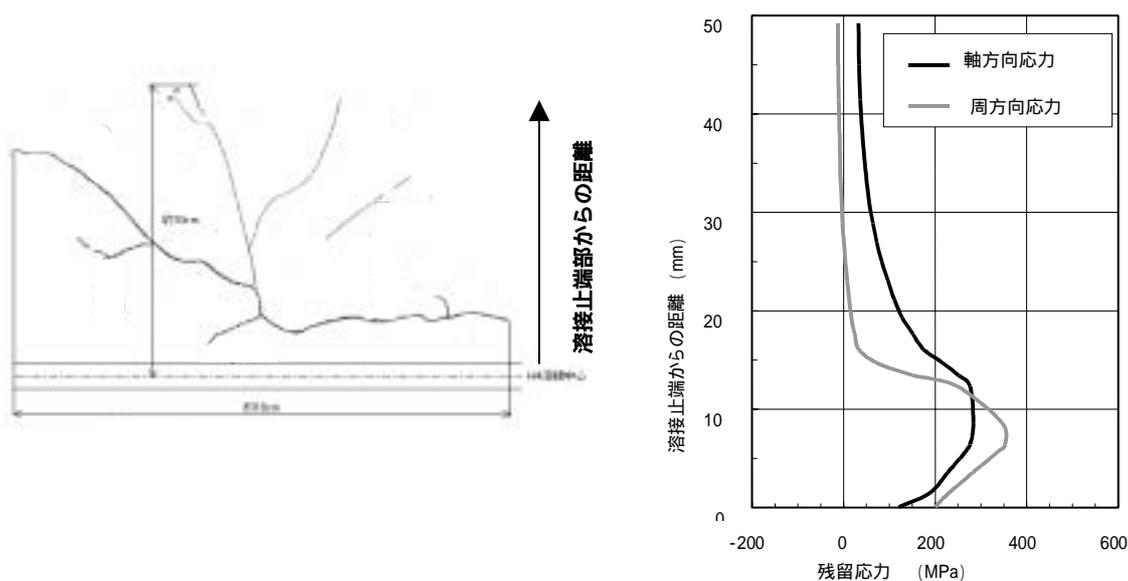


図2 放射状の割れ形状と応力分布

(3) ひびのサンプル調査

H4のひびに対して、2箇所からサンプルを採取し、原因究明のための調査を行った。このサンプル調査については日本核燃料開発(株)の試験設備で実施し、第三者機関である日本原子力研究所の専門家の現場立会を受けている。また、日本原子力研究所も同じ調査データを用いて詳細評価を行った。サンプルの破面及び断面の観察の結果、以下の項目が確認された。

- ・断面及び破面観察の結果、ひびは枝分かれを伴う粒界割れの応力腐食割れである。また、表面にグラインダ加工の影響であると思われる硬化層が確認された。

- ・ 硬さ測定の結果、シュラウド表面近傍の硬さが 300HV を超えており、内部でも硬さの上昇が確認された。
- ・ 結晶粒界近傍の化学成分分析を実施した結果、Cr の粒界近傍の濃度低下（周辺約 20% 約 14%）が認められており、中性子照射の影響であると推定された。なお、1F-4 の照射量は約 $1.3 \times 10^{25} \text{n/m}^2$ と算定されている。

図3～図5に調査結果の概要を示す。

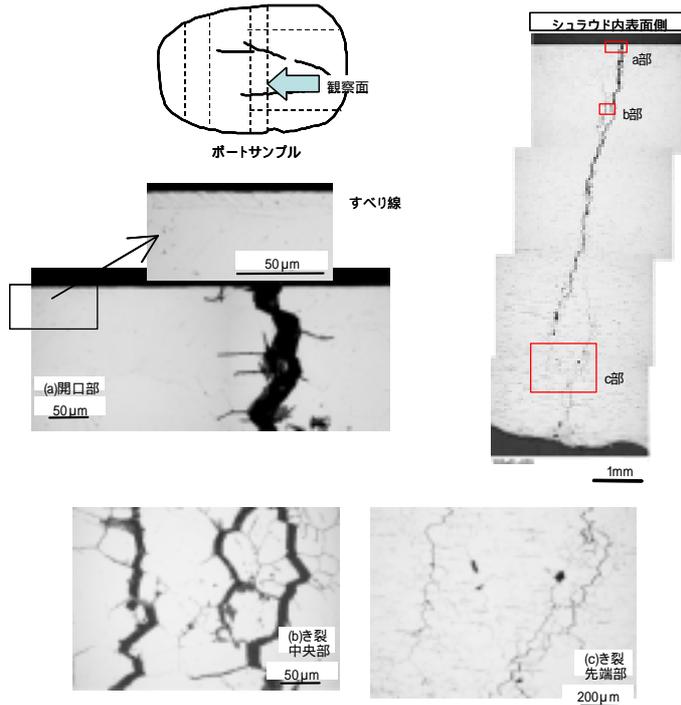


図3 1F-4 (H4) サンプル調査

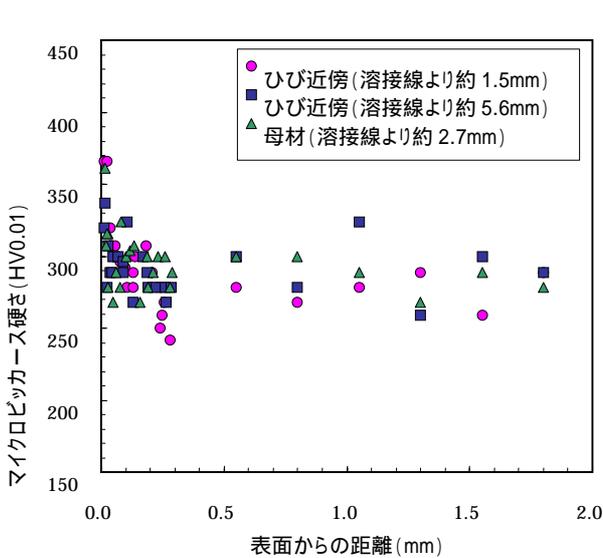


図4 1F-4 (H4) 深さ方向硬さ分布

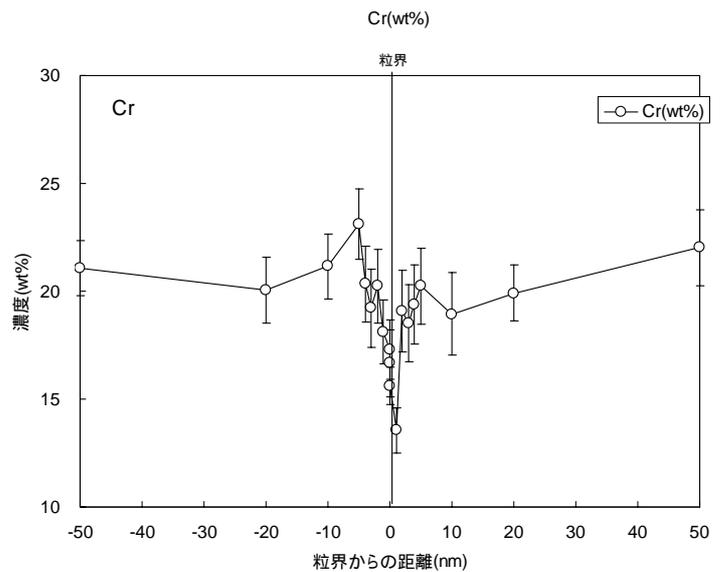


図5 1F-4 (H4) 粒界分析結果 (Cr 濃度)

2. ひびの進展可能性などについて

H 4 に発生したひびは応力腐食割れによるものであり、表層の硬化部で発生し、内部で粒界型応力腐食割れが進展したものと考えている。当該部位のひびについては、グラインダによる補修を行い全て切除した後、ウォータジェットピーニングによる応力改善を実施している。この応力改善により表面から約 1mm 程度の深さまで圧縮応力が生じるため、ひびの発生が抑制されるものと考えている。

3. き裂進展速度について

シュラウドの健全性評価におけるひびの進展評価に当たっては、H 4 は中性子照射量の高い領域であり、照射量が $5 \times 10^{24} \text{n/m}^2$ 程度になると、ステンレス鋼に照射誘起型 SCC (IASCC) 感受性が顕れることが知られている。

一方、進展速度については、鋭敏化 304 ステンレス鋼と低炭素ステンレス鋼の 2 種類の鋼材が定義されている。1F-4 シュラウド (SUS304L) や 2F-3 シュラウド (SUS316L) 等は低炭素系ステンレス鋼であり、粒界の鋭敏化によりき裂が進展する鋭敏化 304 と比較して低い進展速度を有する。1F-4 のシュラウド H 4 のひびは、推定照射量が約 $1.3 \times 10^{25} \text{n/m}^2$ であり、IASCC 等によるき裂進展速度上昇の可能性を考慮して、保守的に鋭敏化 304 鋼の進展速度の上限値である約 30mm/年で進展すると仮定して評価している。(図 6 , 7 参照)

なお、こうした照射された材料におけるき裂進展速度のデータの拡充が国プロジェクト等により進められている。

添付資料 9 - 1 : 低炭素ステンレス鋼の SCC 研究の概要

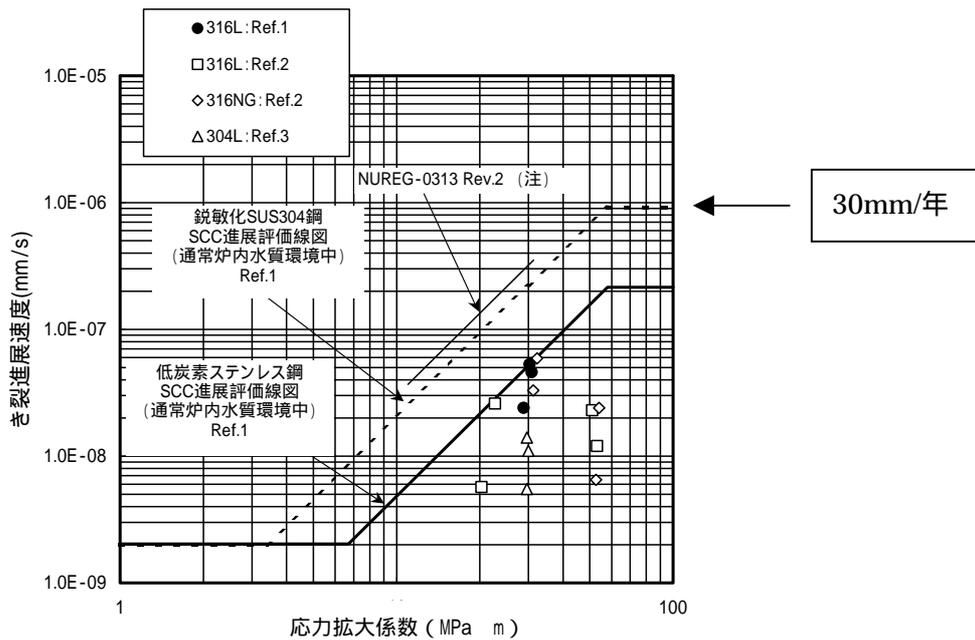


図6 ステンレス鋼の応力腐食割れ進展速度線図

- Ref.1) (社)火力原子力発電技術協会、BWR 炉内構造物点検評価ガイドライン[炉心シュラウド]、JBWR-VIP-04、平成13年11月。
 Ref.2) 生田目、鈴木、田中、伊藤、国谷、島貴、“BWR 炉内環境中でのオーステナイト系ステンレス鋼のSCC 進展速度と評価線図の提案。”(社)日本機械学会 2002 年度年次大会講演論文集(1)、2933、pp.441-442、2002年9月。
 Ref.3) 共同研究報告書「低炭素系ステンレス鋼の耐IGSCC 評価研究」、平成12年度上半期(最終報告書)、平成12年9月。
 (注)NUREG-0313 Rev.2のSCC 進展速度線図は、鋭敏化SUS304について定めたものである。

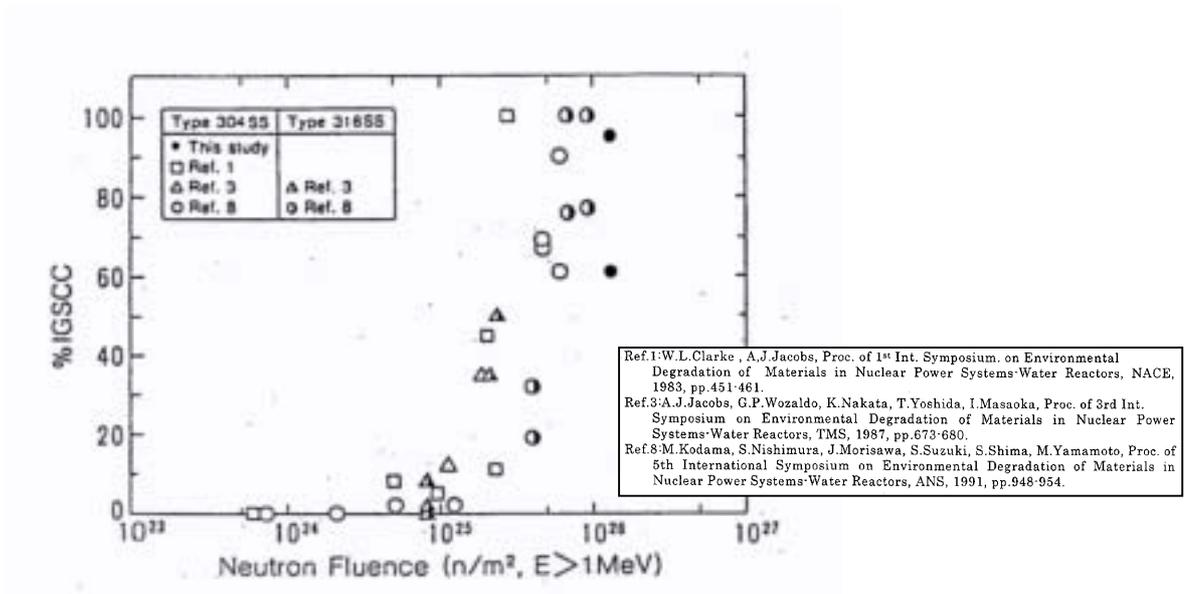


図7 中性子照射したオーステナイト系ステンレス鋼の粒界型SCC破面率と照射量の関係

低炭素ステンレス鋼の SCC 研究の概要

研究件名	研究形態 /研究期間	研究目的					研究スケジュール					内容
		メカニズム	発生評価	進展評価	対策	点検基準	2003	2004	2005	2006	2007	
【国プロジェクト】 照射誘起応力腐食割れ評価技術 調査研究	(注) 原子力安全 基盤機構		◎	◎								材料試験炉J-MTRにおける照射試験等
【国プロジェクト】 原子力用ステンレス鋼の 耐応力腐食割れ実証事業	(注) 原子力安全 基盤機構			◎		◎						種神規格への反映を目的とした、広範な 条件におけるSCC進展データの取得
低炭素ステンレス鋼のSCC評価研究	BWR電力共通 研究		◎		◎							実機表面加工機製材による900発生条件及び900抑制 効果確認ラボ試験
再循環系配管材の実機環境中 におけるSCC発生・進展に関する研究	BWR電力共通 研究		◎	○	◎							実機プラントにおける各種施工改善手法及び水素注入効 果確認試験
低炭素ステンレス鋼のSCCに 及ぼす塑性ひずみの影響評価研究	東電自社研		◎		○							再循環系配管の溶接熱影響部近傍における塑性ひずみ 評価
ステンレス鋼のSCCに及ぼす 微細組織の影響評価研究	東電自社研 /東大・京大	◎	◎									シェラウド表面硬化層の特徴把握
低炭素ステンレス鋼のSCCに 関する材料因子の影響評価研究	東電自社研	○			◎							成分系や鋼種によるSCC感受性評価と改善材の検討
実機低炭素ステンレス鋼のSCC 感受性評価と改善に関する研究	東電自社研	○			◎							実機材(国内及び国外)の成分系の比較と成分変更によ るSCC感受性の改善評価
高温純水中における低炭素ステンレス 鋼のSCCメカニズム研究	BWR電力共通 研究/ 鋼食防食協会	◎										(社) 鋼食防食協会腐食センターにて公募研究を実施
SCCき裂内部の酸化皮膜特性 評価研究	東電自社研	◎										き裂先端皮膜評価による割れ原因調査(実機配管及び シェラウド使用)
環境助長機構制御学	寄付講座 /東工大		○	○		◎						東工大寄付講座「環境助長機構制御学」の実施

目的外使用・他の方への開示はご遠慮ください。東京電力株式会社

Q10

当該シュラウドのUT検査結果はシュラウドきず除去時の知見に照らしどのように評価するか。

(回答)

シュラウドの内側溶接線H4近傍にあるひびについて、超音波による探傷(UT)検査を実施し、最大深さは約13mmと評価しました。その後、ひびの研削加工を実施した結果、約25mmまで研削し、ひびがなくなったことを確認しました。

当該のひびはシュラウド中間胴に発生していることから複雑な形状を呈しており、ひびの先端は溶接金属の開先近傍に縦型に進展しておりました。このようなひびの先端エコーを検知するためには、超音波が溶接金属内部を透過する必要があるものの、4号機の超音波による探傷においては溶接金属内で超音波が減衰する横波を用いたため、ひび先端のエコーを検出できなかったと考えております。

なお、シュラウド中間胴にひびを残したまま運転する際の健全性評価については、「経済産業省 総合資源エネルギー調査会 原子力安全・保安部会 原子力発電設備の健全性評価等に関する小委員会(第7回)」において評価されております。この中で、シュラウド中間胴のひびについては、保守的にひびが貫通していると仮定した評価を行っております。

Q 1 1

当該機の今回のひびの補修工事（除去工事）はどのような考え方にに基づき実施されたのか。

（回答）

今回確認されたひびは中間胴の内側溶接線（H4）近傍の1箇所にあります。

「経済産業省 総合資源エネルギー調査会 原子力安全・保安部会 原子力発電設備の健全性評価等に関する小委員会（第7回）」において今回確認されたひびについては、現時点及び5年後においてもシュラウドは十分な構造強度を有するものの、ひびが周方向に進展しつづける可能性があることから、十分な構造強度を有するうちに補修等の対策を講じる必要があるとの見解がまとめられています。ひび除去後のシュラウドと健全なシュラウドを比較すると、ひび除去後のシュラウドの加工部は板厚が減少するため強度が減少するものの、全て基準値内に十分収まっており、健全性に問題のないことを確認しています。また、ひびを除去することにより、今後ひびは進展しないことから今回はひび除去による補修を今定検中に実施したものです。

なお、ひび除去部については、応力腐食割れの発生を予防するため、ウォータジェットピーニング加工を施して表面の引張応力を圧縮側に改善しております。

Q 1 2

当該機のひびを除去したシュラウドの健全性はどのように評価・確認しているのか。また、ひび除去後の応力改善措置が適切に行われたことはどのように確認されているのか。

(回答)

< 工事計画の届出 >

「経済産業省 総合資源エネルギー調査会 原子力安全・保安部会 原子力発電設備の健全性評価等に関する小委員会(第7回)」において今回確認されたひびについては、現時点及び5年後においてもシュラウドは十分な構造強度を有するものの、ひびが周方向に進展しつつける可能性があることから、十分な構造強度を有するうちに補修等の対策を講じる必要があるとの見解がまとめられています。

これを踏まえ、今回定検ではひびを残したまま運転する場合には「発電用原子力設備に関する技術基準(省令第62号)」第3条の規定に基づき経済産業大臣の特別の認可が必要になり、ひびを除去する場合には、電気工作物の変更の工事計画について経済産業大臣に届出が必要であり、国は届出のあった工事計画が、省令第62号の技術基準及び同省令に基づき定められた「発電用原子力設備に関する構造等の技術基準(告示501号)」に適合しないものでないことの確認を行うこととなります。今回は、経済産業大臣に届出をした上でひびを除去することとしました。

< 構造強度評価 >

ひびを除去するにあたり、当初はシュラウド板厚約38mmの約61%(23mm)の深さ範囲にて削ることを計画し、経済産業省に届出をしました。届出する際の評価において、実際には局部的に板厚が減少するのみですが、全周にわたって板厚が一樣に減少すると仮定した保守的な簡易モデルを用いて構造強度評価を行い、健全性に問題ないことをご確認いただいております。

その後、ひびを研削する過程で深さ23mmの範囲内の研削ではひびが除去されないことが判明し、シュラウド板厚の約84%(32mm)深さ、かつ周長の約1.7%(230mm)幅の範囲にて削ることに計画を変更しました。この変更後の評価においては、より実体に近いモデルとして、ひびの発生状況に応じ局部的に板厚が減少する詳細なモデルを用いて構造強度評価を行いました(今後のプラントについても原則、ひびの発生状況に応じ局部的に板厚が減少する詳細なモデルにより評価を実施していくことといたします)。

なお、構造強度の評価においては、実際には周長の約1.7%(230mm)を研削するところ約2.2%(300mm)の範囲にて研削するモデルを用いるなど、保守的な構造強度評価を行いました。この構造強度の評価結果についても、経済産業省に変更の届出を行い、健全性に問題ないことをご確認いただいております。

(参考 実際の研削においては、板厚の約66%(25mm)まで研削しひびが除去されました。これを受けて、保守的に25mmの深さで全周にわたって板厚が一樣に減少すると仮定した簡易モデルを用いて構造強度評価を行った場合でも、十分な安全裕度を持っていることを確認しております。)

< ひび研削後の対応 >

ひび除去部には応力改善のためウォータジェットピーニングを行い、研削加工後及びウォータジェットピーニング施工後に経済産業省立会による使用前検査を受検して、工事計画書とおり修理がなされ、経済産業省令で定める技術基準に適合しないものでないことをご確認頂いております。

4号機のひび除去部につきましては、既に構造強度評価などを行い健全性に問題のないことを確認しており、また応力緩和措置を施していることから新たにひびが発生する可能性は少ないと考えられますが、当該部については研削加工による除去を初めて施工したことや、中性子照射の影響も考えられること等から、次回定期検査時に目視点検を実施するとともに、次回定期検査以降も当面の間、隔年で点検を実施し、安全上の知見の蓄積に努めてまいります。また、運転中においては、炉心流量、炉心支持板差圧などのパラメータを毎日確認することによりシュラウド機能の健全性を監視いたします。なお、これら健全性確認につきましては、今後の監視ならびに点検結果を踏まえて、適宜計画の見直しを行うことといたします。

添付資料 1 2 - 1 : 福島第一原子力発電所第 4 号機 工事計画届出書本文及び添付資料

添付資料 1 2 - 2 : 福島第一原子力発電所第 4 号機 工事計画変更届出書本文及び添付資料

Q13

今後、切削痕の点検はどのように行っていくのか。また、その他の溶接線の点検計画はどうなっているのか。

(回答)

炉心シュラウド溶接線については全て平成14年に点検を実施しており、この結果を「経済産業省 総合資源エネルギー調査会 原子力安全・保安部会 原子力発電設備の健全性評価等に関する小委員会(第7回)」にて報告しています。ひびはH4溶接線近傍に1箇所あり、これ以外の部位には異常のないことを確認しております。

4号機のひび除去部につきましては、既に構造強度評価などを行い健全性に問題のないことを確認しており、また応力緩和措置を施していることから新たにひびが発生する可能性は少ないと考えられますが、当該部については研削加工による除去を初めて施工したことや、中性子照射の影響も考えられること等から、次回定期検査時にひび除去部の目視点検を実施いたします。また、次回定期検査以降は当面の間、隔年で点検を実施し、安全上の知見の蓄積に努めてまいるとともに、点検結果について広く県民の皆さまにお知らせいたします。

また、運転中においては、炉心流量、炉心支持板差圧などのパラメータを毎日確認することによりシュラウド機能の健全性を監視いたします。運転中の監視結果については県および立地町等へ「発電所の保守運転状況」にて毎月報告するとともにホームページに掲載いたします。また、所在町情報会議や記者懇談会等の場を通して広く県民の皆さまにお知らせいたします。

なお、これら健全性確認につきましては、今後の監視ならびに点検結果を踏まえて、適宜計画の見直しを行うことといたします。

ひび研削部以外の溶接線については、「軽水型原子力発電所用機器の供用期間中検査(JEAC4205)」(社団法人 日本電気協会)の規定に基づき、10年に1回の割合で点検していくこととしております。なお、これについては経済産業省の通達(平成15年12月3日)において、「健全性評価小委員会に点検の実施状況及びその結果が報告されたものについては、目視点検を試験可能な周方向溶接継手及びその近傍について、100%/10年で完了するものとする」と求められており、当面の対策としてこれを原則と考えるものです。

四．定期検査

Q14

今回の定期検査における各検査項目とは具体的にどのようなものか。また、これまでの結果はどうだったのか。

(回答)

福島第一原子力発電所第4号機第19回定期検査は、平成14年12月2日より開始し、順次電気事業法第54条に基づく国の定期検査を受検しております。

福島第一原子力発電所第4号機第19回定期検査における検査項目数については、以下のとおりです。

- ・国又は独立行政法人原子力安全基盤機構（以下、基盤機構）の立会検査項目数
16検査項目
（起動前実施；13検査項目，起動後実施；4検査項目）
なお，起動後に実施される4検査項目のうち1検査項目*については一部を実施済み（起動後は重複カウント）
- ・国又は基盤機構の記録確認検査項目数
47検査項目
（起動前実施；44検査項目，起動後実施；3検査項目）
- ・合計
63検査項目
（起動前実施；57検査項目，起動後実施；7検査項目）

*；非常用ディーゼル発電機，炉心スプレイ系，低圧注水系（冷却系），直流電源系機能検査

また，次表の項目については部分的な検査を再受検しております。

[再受検検査名、再受検項目及び再受検日]

検査名称	再受検項目	再受検日
可燃性ガス濃度制御系機能検査 (その1)	可燃性ガス濃度制御系冷却水供給弁の開度指示計の再点検を実施したのち、可燃性ガス濃度制御系機能の確認を実施	平成15年10月3日 (基盤機構立会)
プロセスモニタ機能検査	原子炉格納容器床ドレン隔離弁の再点検を実施したのち、当該弁のインターロック機能の確認を実施	平成15年10月10日 (基盤機構記録確認)
安全保護系設定値確認検査	起動領域モニタ(チャンネルF)のモニタ及び信号ケーブルコネクタの交換を実施したのち、当該モニタの核計測装置設定値の確認を実施	平成15年12月11日 (基盤機構記録確認)
プロセスモニタ機能検査	原子炉建屋換気系放射線モニタAのモニタ及びモニタ電源装置の交換を実施したのち、当該モニタの機能の確認を実施	平成15年12月11日 (基盤機構記録確認)

なお，福島第一原子力発電所4号機（第19回）定期検査項目（63検査項目）及び検査実績を次頁以降に示します。

添付資料14 - 1：福島第一原子力発電所4号機（第19回）定期検査項目、検査実績

福島第一原子力発電所 4号機（第19回）定期検査項目（63検査項目）

国又は基盤機構立会検査項目数（16検査項目）

検査数	検査名
1	燃料集合体外観検査
2	原子炉停止余裕検査
3	主蒸気隔離弁機能検査
4	主蒸気隔離弁漏えい率検査
5	非常用ディーゼル発電機・炉心スプレイ系・低圧注水系（冷却系）・ 直流電源系機能検査 2 （運転性能検査・弁動作検査） 非常用ディーゼル発電機・炉心スプレイ系・低圧注水系（冷却系）・ 直流電源系機能検査 1 （定格容量確認検査・直流電源系機能検査）
6	高圧注水系機能検査 1
7	自動減圧系機能検査
8	原子炉保護系インターロック機能検査
9	原子炉格納容器漏えい率検査（6時間）
10	原子炉格納容器隔離弁機能検査
11	原子炉格納容器スプレイ系機能検査
12	可燃性ガス濃度制御系機能検査（その1） 3
13	原子炉建屋気密性能検査
14	総合負荷性能検査 1
15	蒸気タービン開放検査
16	蒸気タービン性能検査 1

- 1：起動後に実施
- 2：起動前に実施済
- 3：再検査実施

国又は基盤機構記録確認検査項目数（47検査項目）

検査数	検査名
17	第1種機器供用期間中検査
18	燃料集合体炉内配置検査
19	第3種機器供用期間中検査
20	主蒸気逃がし安全弁・安全弁機能検査
21	主蒸気逃がし安全弁・逃がし弁機能検査
22	主蒸気逃がし安全弁分解検査
23	原子炉隔離時冷却系機能検査 1
24	高圧注水系ポンプ分解検査
25	残留熱除去系ポンプ分解検査
26	残留熱除去系主要弁分解検査
27	炉心スプレイ系主要弁分解検査
28	制御棒駆動水圧系機能検査
29	制御棒駆動機構分解検査
30	制御棒駆動水圧系スクラム弁分解検査
31	ほう酸水注入系機能検査
32	安全保護系設定値確認検査 3
33	燃料取扱装置機能検査
34	プロセスモニタ機能検査 3
35	非常用ガス処理系機能検査
36	非常用ガス処理系フィルタ性能検査
37	中央制御室非常用循環系機能検査
38	中央制御室非常用循環系フィルタ性能検査
39	気体廃棄物処理系機能検査 1

検査数	検査名
40	原子炉格納容器隔離弁分解検査
41	原子炉格納容器真空破壊弁機能検査
42	可燃性ガス濃度制御系主要弁分解検査
43	非常用ディーゼル発電機分解検査
44	主蒸気隔離弁分解検査
45	タービンバイパス弁機能検査
46	残留熱除去系熱交換器開放検査
47	原子炉隔離時冷却系ポンプ分解検査
48	原子炉隔離時冷却系主要弁分解検査
49	給水ポンプ機能検査
50	制御用空気圧縮系機能検査
51	液体廃棄物貯蔵設備・処理設備インターロック機能検査
52	流体状の放射性廃棄物の漏えいの検出装置及び 警報装置機能検査
53	固体廃棄物貯蔵庫管理状況検査
54	総合負荷検査 1
55	主蒸気隔離弁漏えい率検査（停止後）
56	給水ポンプ分解検査
57	給水加熱器開放検査
58	制御棒駆動機構機能検査
59	安全保護系検出要素（校正）検査
60	主要制御系機能検査
61	監視機能健全性確認検査
62	原子炉建屋天井クレーン機能検査
63	換気空調系機能検査

Q15

定期検査中に予定されていた主な工事はどのように実施されたのか。

(回答)

福島第一4号機(第19回)定期検査については平成14年12月2日から実施しており主な工事の実施状況は以下のとおりです。

シュラウド修理工事

<工事概要>

シュラウド点検において、シュラウド内側H4溶接線近傍1箇所にはびびが確認されたため、ひび除去による補修を実施しました。

<実施状況>

- ・工事計画届出 ;平成15年 4月 1日
- ・使用前検査実施日;平成15年 6月 2日(イ項)
平成15年 6月 5~6日(イ項)

原子炉再循環系配管取替工事

<工事概要>

ジェットポンプ供給管、原子炉再循環ポンプ出口からヘッダー管及び原子炉再循環ポンプ入口管(B系のみ)について、応力腐食割れの対策及び作業者の被ばく線量低減対策のため、応力腐食割れの感受性の低い材料(SUS304 SUS316)に取替えました。

<実施状況>

- ・工事計画届出 ;平成14年12月12日
- ・使用前検査実施日;平成15年10月16~17日(イ項)

主蒸気逃がし安全弁取替工事

<工事概要>

主蒸気逃がし安全弁11台のうち5台について、分解点検の作業効率の向上を図るため、同一設計の予備品と取替えました。

<実施状況>

- ・工事計画届出 ;平成14年 7月17日
- ・使用前検査実施日;平成15年 1月22~23日(イ項)
平成15年 5月14~15日(イ項)
平成15年 2月26~28日(ホ項)
平成15年 3月13~14日(ホ項)
平成15年 4月 3日(ホ項)
平成15年 5月19~20日(ホ項)

第4 給水加熱器取替工事

< 工事概要 >

第4 給水加熱器(A)(B)(C)について、予防保全の観点から取替えを行いました。なお、取替えるにあたり胴側の材料について、耐食性に優れた材料(SB46 SCMV 3)のものに取替えました。また、伝熱管材料について、応力腐食割れ感受性の低い材料(SUS27TB SUS304LTB)のものに取替えました。

< 実施状況 >

- ・ 工事計画届出 ; 平成14年 5月 8日
- ・ 使用前検査実施日 ; 平成15年 1月16～17日(イ項)
平成15年 5月29～30日(イ項)

制御棒取替工事

< 工事概要 >

制御棒137本中12本について、取替本数の削減及び廃棄物量低減を図るため、ハフニウムフラットチューブを制御材とする長寿命型の制御棒(8本)及びハフニウム板を制御材とする長寿命型の制御棒(4本)に取替えました。

< 実施状況 >

- ・ 工事計画認可日 ; 平成14年12月4日
- ・ 使用前検査実施日 ; 平成15年 1月30～31日(イ項)
平成15年 8月18～19日(二項)

出力領域計装取替工事

< 工事概要 >

出力領域計装の検出器集合体31本中10本について、性能維持を図るため、同一設計の検出器集合体に取替えました。

< 実施状況 >

- ・ 工事計画届出 ; 平成14年11月 8日
- ・ 使用前検査実施日 ; 平成15年 4月 3日(イ項)
平成15年10月17日(イ項)

主復水器真空度低設定値変更工事

< 工事概要 >

主復水器真空度の監視用計器とインターロック用計器について、運転員の監視性・操作性の向上、ヒューマンエラー防止を目的に絶対圧のものに統一するため、インターロック用計器をゲージ圧力計器から絶対圧力計器に取替え、併せて、主復水器真空度低の設定値を変更しました。

< 実施状況 >

- ・ 工事計画認可 ; 平成15年 3月 3日
- ・ 使用前検査実施日 ; 平成15年 4月10日(ホ項)

格納容器ドレンサンプポンプ出口配管取替工事

< 工事概要 >

格納容器内の床及び機器ドレン系配管の一部について、予防保全の観点から取替えを行いました。取替えるにあたり耐食性に優れた材料（STPG38 SUS316LTP）のものに取替えました。

また、配管取替に併せて、格納容器貫通部の一部についても、耐食性に優れた材料のものに取替えました。

< 実施状況 >

- ・ 工事計画届出 ; 平成 15 年 3 月 6 日
- ・ 使用前検査実施日 ; 平成 15 年 4 月 9 ~ 10 日 (イ項)
- 平成 15 年 5 月 13 ~ 14 日 (イ項)
- 平成 15 年 6 月 9 日 (イ項)
- 平成 15 年 7 月 2 ~ 3 日 (ホ項)
- 平成 15 年 12 月 4 ~ 5 日 (ホ項)

排ガス再結合器取替工事

< 工事概要 >

排ガス再結合器 (A) (B) について、予防保全の観点から取替えを行いました。取替えるにあたり、耐食性に優れた材料 (SUS304 SUS316 (NG) *1) のものに取替えました。

< 実施状況 >

- ・ 工事計画認可 ; 平成 14 年 6 月 11 日
- ・ 使用前検査実施日 ; 平成 15 年 6 月 5 日 (イ項)
- 平成 15 年 8 月 21 日 (イ項)

* 1 : SUS316 (NG)

SUS316 の耐 S C C 材で原子力仕様の鋼材。

蒸気タービン低圧内部車室 (B) 取替工事

< 工事概要 >

低圧内部車室 (B) について、予防保全の観点から取替えを行いました。取替えるにあたり、耐食性に優れた材料 (SMA41A、SM41A SCMV3、SMA400AP) のものに取替えました。

< 実施状況 >

- ・ 工事計画届出 ; 平成 14 年 2 月 1 日
- ・ 使用前検査実施日 ; 平成 15 年 4 月 8 日 (ホ項)

五 圧力抑制室異物混入問題

Q 1 6

当該機の圧力抑制室の異物調査結果はどうなっているか。平成15年11月の調査終了後何故、異物の確認が相次いだのか。当初からその可能性は考慮されなかったのか。また、今後、異物混入防止のためにどのような措置を講ずることとするのか。

(回答)

当所4号機は、平成15年10月18日から22日にかけて、圧力抑制室(S/C)内の異物調査を行い52個の異物(消耗品51個、機材類1個)を回収しました。その後、11月27日に、当社社員が原子炉格納容器漏えい率検査のための準備作業として、S/C内に入域した際、S/Cの水面上にひも、テープ片、シートの切れ端など4個が浮いているのを発見したため、同日全てを回収しました。その後、計画していたPCV L/T前のS/C内最終確認を行ったところ、11月28日にビニール片、ゴム片など4個を新たに発見したため、同日全てを回収しました。最終的に、当所4号機のS/Cにおいて発見・回収された異物の総数は60個(消耗品59個、機材類1個)です。

異物が相次いで発見された理由としましては、10月27日に炉心スプレイポンプ(A)(B)を起動前試運転としてそれぞれ約20～30分運転したこと、さらには10月31日から11月1日にかけて補給水によりS/Cの水張りを行ったことにより、ポンプの運転による攪拌もしくは水張りによる水位変動が生じ、点検時確認しづらい部位や壁面等の水面近傍に付着していたビニール片等が移動してきたものと推定しております。なお、初回の調査時点では、水位変動により、壁面等の水面近傍に付着していたビニール片等が離れて水面上に浮遊してくることまでは想定できませんでした。

今後の再発防止対策としましては、開口部養生の徹底といったハード面の対策を講ずるとともに、当社の作業管理のあり方、元請の作業管理のあり方という観点から、さらなる作業管理上の品質向上を図るべく検討し、下記の対策を講ずることと致しました。

当社は、今後も引き続き更なる作業管理上の品質向上を図るよう、これらの対策を着実に実施して参ります。

(1) S/C内異物防止対策

a. 開口部養生の徹底

S/C入口マンホール部の養生を徹底するとともに、格納容器ドライウェル(D/W)部からS/Cへの異物混入を防止するため、特にD/Wベント管部の養生を徹底します。
(D/Wベント管、マンホール)

b. S/C内保有水の浄化の実施

S/Cの保有水の透明度をあげるために、浄化を実施します。当面は定期検査毎に仮設浄化装置等により浄化を実施しますが、将来的には本設の浄化システムの設置を検討します。
(S/C)

c . ストレーナ大型化の継続検討及び実施

現状のストレーナの大きさ等を考慮し、大型化の検討を平成15年度内を目途に終え、必要に応じ、平成16年度から対策を実施することとします。(S/C)

d . S/C 内塗装状況の点検と頻度の見直し

これまでS/C内の塗装につきましては、ほぼ10年程度の周期で気中塗装または水中塗装を行ってまいりましたが、他プラントで回収された塗膜はく離片の状況を鑑み、今後は塗膜の状態を定期的に点検する事と致します。また、この点検の結果に基づき、全面再塗装または部分補修塗装の実施頻度を見直していくこととします。(S/C)

e . S/C 内の靴管理の強化

S/C 内で靴を履き替えると、脱いでおいた靴を他の作業員が入退域の際踏みついたりして落下する可能性があるため、靴の履き替えが必要な場合は、原則として落下の恐れのないS/Cの外側に履き替え場所を設置します。また、S/C内で使用する靴については員数管理を実施します。(S/C)

f . 専任監視員の監視内容強化

工具・機材・消耗品以外についても異物混入を防止するために、専任監視員は入域者の携行品、衣類及び靴底等の確認を行います。(原子炉上部・内部、S/C)

g . 作業エリア近傍の開口部の養生(S/C内以外の作業エリアも含む)

作業エリア内のみならず、作業などの過程で異物が入り込む可能性がある開口部については養生を行います。(全作業エリアの開口部近傍)

(2) 当社要求事項の見直し

今回の異物混入事象におきましては、工事共通仕様書(「異物混入防止の取扱」)に記載されている受注者への異物混入防止に関する当社要求事項が現場で十分に実践されていなかったことから、広い視野でその遵守状況を調査しました。その結果、現場で十分に実践されていない異物混入防止に関する当社要求事項として、消耗品管理、工具・機材管理、開口部養生、現場管理に関するものが挙げられました。それらは以下の3項目に分類できます。

受注者側に管理の改善を要求するもの

当社の要求が実態に合っていないもの

当社要求事項が曖昧であり、その解釈にバラツキがあるもの

これらの問題点についてそれぞれ改善策を立案しました。今後工事共通仕様書に改善策を反映することとします。

添付資料16-1：福島第一原子力発電所における圧力抑制室の異物の品名と数量

福島第一原子力発電所における圧力抑制室の異物の品名と数量

1号機		4号機	
品名	数量	品名	数量
アルミテープ片	1	アルミテープ片	12
ゴムシートの切れ端	1	キムタオル	9
ビニールテープ片	1	木片	9
ひも	1	針金	5
針金	1	テープ片	6
ゴム片	4	シート片	4
ビニール片	1	ビニールの切れ端	3
ひも状のもの	1	プラスチック片	2
合計	11	アルミテープ片+ビニールの切れ端	1
		サンドペーパー	1
		シートの切れ端	1
		テープ片+ひも	1
		ビス	1
		ビニールテープ片	1
		携帯用工具ケース	1
		繊維状のもの	1
		ゴム片	1
		紐・繊維+テープ片	1
		合計	60
2号機		6号機	
品名	数量	品名	数量
針金	18	ゴム片	98
木片	13	ひも	69
ひも	11	プラスチック片	22
繊維状のもの	5	ビニールテープ片	16
アルミテープ片	4	金属片	15
テープ片	7	テープ片	14
ビニールテープ片	4	針金	12
繊維	4	キムタオル	10
クランプ	3	ビニール片	10
ひも状のもの	3	アルミテープ片	7
難燃シートの切れ端	3	ひも状のもの	7
ゴムシートの切れ端	2	繊維状のもの	7
セロハン	2	サンドペーパー	5
鉄さび	2	布	5
ゴム手袋の切れ端	1	シートの切れ端	3
サンプル片	1	フードマスク留め具	3
シートの切れ端	1	ワッシャー	3
ジョイント	1	ビニールの切れ端	2
スミヤろ紙	1	ボールペン	2
ビス	1	シリコンシーラントの塊	2
金属パッキン	1	ゴム栓	1
紙片	1	コンクリート片	1
繊維+木片	1	タグ+針金	1
単管パイプ	1	ナット	1
難燃シートの切れ端+アルミテープ片	1	ネジ	1
溶接棒	1	パインダー金具	1
漏斗	1	ビニール袋	1
シリコンシーラントのかたまり	1	プラスチックの留め具	1
ゴム片	1	ボルト	1
合計	96	端子	1
		溶接棒	1
		塗膜片	1
		合計	324

凡例

■	: 工具類
■	: 機材類
■	: 消耗品
■	: 塗膜片等

Q17

当該機について、異物によりストレーナを閉塞する可能性についてはどのような評価検討がなされているのか。

(回答)

今回の圧力抑制室内異物によるプラントの安全性評価においては、発見された異物によりストレーナが閉塞する恐れがないか評価をしていますが、福島第一4号機に設置されているストレーナは、残留熱除去系及び炉心スプレイ系ではその表面の80%、高圧注水系ではその表面の50%が万一異物に覆われても事故時の炉心冷却に必要な流量が確保されるよう余裕を持って設計されていることから、そのストレーナ表面積と今回4号機で発見された異物のうちストレーナを塞ぐ可能性のあるシート片やテープ片類の総面積との比較評価を行いました。

その結果、今回4号機にて発見された異物のうちシート片やテープ片類の総面積は、0.11平方メートル程度であり、これは最も小さい高圧注水系のストレーナの表面積0.84平方メートルに対し約13%程度であることから、全てがこのストレーナに吸着したと仮定しても事故時に期待される炉心冷却機能は確保されます。

更に、非常用炉心冷却系は多重化が図られており、各系ごとに圧力抑制室内にストレーナが1個ずつ(全部で5個)設置されていることから、万一ストレーナ1個が完全に閉塞し1系統使用できなくなったとしても、事故時の炉心冷却機能は維持されます。

なお、海外では1992(平成4)年、スウェーデンのパーセバック2号機(BWR 615M We)において、格納容器内にある安全弁が誤開放し、噴出した蒸気によって、安全弁近傍の繊維質(ロックウール)の保温材が破損、破損した保温材がD/Wからベント管を通してS/Cへ流入し、非常用炉心冷却系ストレーナを閉塞させる事象がありましたが、当社と欧米(米国及びスウェーデン)とでは主に使用している保温材の材質が異なっており、欧米で使用している保温材の材質が主に繊維質(ロックウール、グラスウール等)でありストレーナに付着した場合に大きな圧損を生じさせる性質があるのに対し、当社で使用している保温材の材質は主にケイ酸カルシウムであり、ストレーナに付着した量が同じであった場合、生じる圧損は繊維質のものに比べ、格段に小さく、つまり、目詰まりしにくい性質であることが確認されています。

また、異物によるストレーナ閉塞事象については、1996(平成8)年以降も米国等で各種検討が行われており新しい知見や評価手法等が示されていることから、今後、当社各プラントについてもこれらの最新の知見を踏まえ、現状のストレーナの大きさ等を考慮の上ストレーナ大型化の検討を実施し、必要に応じ平成16年度より順次対策を実施することとします。

六 不適合状況対応

Q18

今停止期間中に実施した制御棒駆動水圧系配管の点検・補修状況はどうなっているか。また、炉心シュラウドや再循環系配管、制御棒駆動水圧系配管以外のステンレス鋼の点検調査はどのように行われているか。また、今後の点検計画はどうなっているか。

(回答)

福島第一原子力発電所3号機において定期検査中に制御棒駆動水圧系配管(以下、「CRD配管」という。)のひび割れが発見(平成14年8月22日発表実施)された不具合の水平展開として、原子炉格納容器外側CRD配管点検を行ったところ、挿入配管1本および当該挿入配管サポートに錆状の汚れが認められたことから、これを清掃した結果、当該挿入配管より水のにじみが確認されました。

この不具合事象への対応として、原子力安全・保安院より2件の指示文書が出されております。

- ・「福島第一原子力発電所3号機制御棒駆動水圧系配管の不具合に係る当該機以外の点検について」(平成14年9月25日付)
- ・「制御棒駆動水圧系配管等ステンレス製配管の塩化物に起因する応力腐食割れに関する点検計画の提出について」(平成14年11月27日付)

福島第一原子力発電所3,4号機のCRD配管の不具合状況、ならびに上記の指示文書を踏まえて、他のCRD配管およびそれ以外のステンレス製配管について、以下の点検・補修を実施しました。

1. 制御棒駆動水圧系配管

(1) 点検結果

原子炉格納容器(以下「PCV」)内外全域において、969本の目視点検および原子炉格納容器外側のCRD配管貫通部から水圧制御ユニットにいたる配管295本に対して浸透探傷検査(以下「PT」)を実施した結果、112本に指示模様が認められ、当該部の磨きを行った結果、11本が公称肉厚を割り込んでいました。公称肉厚を割り込んだ配管は水圧制御ユニット上部にある海水系ドレン配管点検口キャップ等からの、海水漏えいによる影響で粒内型応力腐食割れ(TGSCC*)が発生したものでした。

また、PCV内外で付着塩分量の測定を235箇所実施した結果、58箇所に塩化物に起因したTGSCC防止の目安値70mgCl/m²を超える塩分の付着(最大439mgCl/m²)を確認しました。

(2) 補修状況と対策

公称肉厚を割り込んだ11本について取替えを行いました。また、CRD配管のTGSCC発生の原因となった海水系ドレン配管について、CRD配管の上部を通らないようルート変更を行うとともに、漏洩の発生しやすいフランジ部には、アクリル製のカバーを取り付け、海水が漏洩した場合でも飛散ないようにしました。

また、全域にわたり清掃を実施して付着塩分量を70mgCl/m²以下(最大で23mgCl/m²)に低下させました。

2. その他のステンレス製配管

P C V内・原子炉建屋・タービン建屋・屋外の安全上重要な配管（MS - 1 , 2、PS - 1 , 2等）の点検を実施した結果、一部配管に錆が確認されました。また、26箇所に塩化物に起因したT G S C C防止の目安値70 mgCl/m²を超える塩分の付着（最大1,239 mgCl/m²）が確認されました。

これらの箇所についてP Tを実施した結果、指示模様はなく、異常のないことを確認するとともに、付着塩分量が70 mgCl/m²を超える配管については清掃を実施し、付着塩分量を70 mgCl/m²以下（最大53 mgCl/m²）にしました。

3. 今後の点検計画

今回高い塩分量が測定された84箇所については、次回定期検査時に同一ポイントの塩分測定を実施し、付着塩分量の変化傾向を把握するとともに、今後福島第一原子力発電所、福島第二原子力発電所および柏崎刈羽原子力発電所の全ての点検結果を集約評価し、東京電力としての点検計画を立案することとしています。

*：塩化物付着により発生した錆・孔食を起点に、結晶内を横切る様な形で発生・伝搬する応力腐食割れの種類であり、割れ破面には羽毛状形態の様子が観察される。

添付資料18 - 1：制御棒駆動水圧系配管目視点検及び付着塩分量測定実施範囲図

添付資料18 - 2：ステンレス鋼配管の塩害対策検討フロー

添付資料18 - 3：健全性調査フロー

Q 1 9

当該機に関する平成15年4月以降の不適合発生状況の概要を示し、また、平成15年11月以降発生した不適合事象のうち、公表基準区分 以上に区分した事案について、事象概要とその後の措置、今後の対応について明らかにされたい。

(回答)

不適合管理*1については、不適合管理の基本ルールを「不適合管理マニュアル」として平成15年2月に制定し、不適合報告方法の改善等を含め不適合処理のプロセスを明確にしています。不適合管理の事象別区分は、以下の通りとしており不適合管理委員会にて決定しています。

* 1 : 不適合管理

不適合とは、本来あるべき状態とは異なる状態、もしくは本来行うべき行為(判断)とは異なる行為(判断)を言います。法律等で報告が義務づけられているトラブルから、発電所の通常の点検で見つかる計器や照明の故障など、広い範囲の不具合事象が対象になります。

区分	事象の概要
A s	法律、大臣通達、安全協定に基づく報告事象
A	保安規定に係わる不適合事象
	国、地方自治体へ情報提供した事象
B	国の検査に係わる不適合事象
	運転監視の強化が必要な事象
C	運転におけるヒューマンパフォーマンスに関わる事象
D	通常のメンテナンス範囲内の事象
対象外	消耗品の交換等の事象

また、公表基準については、平成14年9月以降、原子力発電所における不適切な取り扱いに対する再発防止対策の一環として、「情報公開ならびに透明性確保の徹底」について検討を重ね、平成15年11月10日に不適合事象の公表方法の見直しを発表し、11月17日より新しい以下の公表区分に応じた情報公開を行っています。

区分	事象の概要	主な具体例
区分	法律に基づく報告事象等の重要な事象	<ul style="list-style-type: none"> ・ 計画外の原子炉の停止 ・ 発電所外への放射性物質の漏えい ・ 非常用炉心冷却系の作動 ・ 火災の発生 など
区分	運転保守管理上、重要な事象	<ul style="list-style-type: none"> ・ 安全上重要な機器等の軽度な故障 (技術基準に適合する場合) ・ 管理区域内の放射性物質の軽度な漏えい ・ 原子炉等への異物の混入 など
区分	運転保守管理情報の内、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	<ul style="list-style-type: none"> ・ 計画外の原子炉または発電機出力の軽度な変化 ・ 原子炉の安全、運転に影響しない機器等の故障 ・ 主要パラメータの緩やかな変化 ・ 人の負傷または病気の発生 など
その他	上記以外の不適合事象	<ul style="list-style-type: none"> ・ 日常小修理 など

平成15年4月1日～平成16年3月11日までに4号機で発生した不適合事象は合計838件(発電所全体 6,428件)でグレード別の内訳では、

グレード	4号機	(発電所全体)
As	6件	(42件)
A	6件	(54件)
B	30件	(121件)
C	83件	(534件)
D	712件	(5,586件)
対象外	1件	(91件) となっています。

Asの件名は

	発生日	件名
1	H15/ 6/18	気水分離器等貯蔵プールカバーの落下について
2	H15/ 8/20	気水分離器着座不良の件
3	H15/ 9/19	気水分離器脚部(下部)修正結果不良の件
4	H15/10/18	原子炉格納容器圧力抑制室(S/C)内の異物について
5	H15/10/28	起動領域モニタ(SRNM)CH.F指示下降の件
6	H15/11/27	原子炉格納容器漏えい検査バウンダリ構成中におけるS/C内での異物発見について

Aの件名は

	発生日	件名
1	H15/ 5/ 12	炉心シュラウドひびの追加について
2	H15/ 6/ 6	使用済燃料プールにおける円筒状の落下物の発見について
3	H15/11/26	原子炉冷却材再循環ポンプ(A)モータ冷却水出口側フレキシブルチューブよりリークの件
4	H15/12/12	中操空調機加湿器純水ラインにおいて、電磁弁の下流側フランジよりリークが認められたため、フランジ部を修理
5	H16/ 1/ 20	制御棒駆動水圧系ポンプ室において、作業員が作業用空気取出弁の分解点検作業中、左手の甲を近傍のサポートにぶつけ負傷した件について
6	H16/ 2/ 20	燃料プール冷却材浄化系スキマサージタンク点検時、ゴミなどが発見された件について

Bの件名は

	発生日	件名
1	H15/ 4/22	原子炉再循環ポンプ(PLR)配管溶接作業中の漏水について
2	H15/ 5/13	原子炉格納容器隔離弁分解検査における工事施工要領書内工事体制表の担当者名誤記に関する指摘事項について
3	H15/ 5/13	原子炉格納容器隔離弁分解検査における工事施工要領書内工事体制表フロー図の主任技術者の位置に関する指摘事項について
4	H15/ 5/13	第19回定期検査における(財)発電技検への立会検査依頼書の検査項目記入漏れについて
5	H15/ 5/14	タービン開放検査における記録の判定基準が明確でない事に関する指摘事項について

- | | | |
|----|-----------|--|
| 6 | H15/ 5/14 | タービン開放検査における低圧車室グランドパッキンケーシング内赤さび粉に関する指摘事項について |
| 7 | H15/ 5/14 | タービン開放検査における低圧内部車室（A）ひび割れ未発見に関する指摘事項について |
| 8 | H15/ 5/15 | 高圧注水系ポンプ分解検査（METI 記録確認）における現場代理人及び主任技術者記載漏れに関する指摘事項について |
| 9 | H15/ 5/15 | 高圧注水系ポンプ分解検査（METI 記録確認）における社内検査記録の検査担当者名記載方法に関する指摘事項について |
| 10 | H15/ 5/15 | 高圧注水系ポンプ分解検査（METI 記録確認）における浸透探傷検査作業員及び社内認定証に生年月日記載漏れに関する指摘事項について |
| 11 | H15/ 5/15 | 主蒸気逃がし安全弁・安全弁機能検査及び分解検査（特別検査）における作業員名簿の不備に関する指摘事項について |
| 12 | H15/ 5/15 | 可燃性ガス濃度制御系主要弁分解検査（特別検査）における工事施工要領書内の工事体制表に品質管理担当者の記載漏れに関する指摘事項について |
| 13 | H15/ 5/15 | 可燃性ガス濃度制御系主要弁分解検査（特別検査）における品質記録の試験監督者と品質管理者が同一者に関する指摘事項について |
| 14 | H15/ 5/16 | 主蒸気逃がし安全弁取替工事（イ）項使用前検査（特別検査）における委託契約マニュアル内の誤記に関する指摘事項について |
| 15 | H15/ 5/22 | 自動減圧系機能検査における工事施工要領書への判定値記載漏れに関する指摘事項について |
| 16 | H15/ 5/22 | 自動減圧系機能検査における計測器管理シール張り忘れに関する指摘事項について |
| 17 | H15/ 5/22 | 自動減圧系機能検査における計測器管理シール確認忘れに関する指摘事項について |
| 18 | H15/ 5/22 | 自動減圧系機能検査及び（ホ）項使用前検査における各要領書のうち信号模擬箇所（パネル番号）の相違に関する指摘事項について |
| 19 | H15/ 5/26 | タービン建屋における作業員の負傷について |
| 20 | H15/ 5/27 | 主蒸気逃がし安全弁取替工事（ホ）項使用前検査（特別検査）における他の定検要領書（自動減圧系機能検査）との相違に関する指摘事項について |
| 21 | H15/ 8/10 | 燃料集合体上での塗装片の発見及び回収不可能について |
| 22 | H15/ 8/29 | 可燃性ガス濃度制御系機能検査における弁開度計指示不良について |
| 23 | H15/10/21 | 定期検査計画書の検査対象機器誤記について |
| 24 | H15/10/21 | 制御棒駆動水圧系制御ユニット弁閉鎖作業における予定外の弁閉鎖について |
| 25 | H15/12/12 | 4号機タービンバイパス弁機能検査において、不具合報告書の内容を原子力安全・保安院に説明する際、本来は本不具合報告書の添付資料で説明すべきであったが、正規の添付資料でないもので説明した件 |
| 26 | H15/12/16 | 非常用ディーゼル発電機4Aの自動起動社内試験時、海水ポンプ（B）吐出圧力の確立が遅く、運転圧力も低めであることが認められた事象について |

- 27 H16/ 1/15 供用期間中検査要領書において、10年計画の数量に誤記が認められた件
- 28 H16/ 2/ 4 非常用ディーゼル発電機機自動起動試験時、残留熱除去系注入弁(MO-10-25B)シートリークについて
- 29 H16/ 2/ 5 管理区域区分変更(A B区域)の経済産業省通知において、遅れが認められたため、通知文書を再提出した件
- 30 H16/ 2/13 新燃料受入検査時、F4WN53(128本中53体目)の燃料集合体上部に取り付けてある膨張スプリング1本の下端部が正規位置まで挿入されていないことが認められた件

このうち、平成15年11月17日の公表方法見直し以降発生した公表基準区分 以上のものは計4件(発電所全体44件)及びその他のものは計273件(発電所全体2、266件)で事象概要とその後の措置、今後の予定については下表のとおりです。

区分	事象概要とその後の措置	今後の対応
	<p><u>件名：原子炉格納容器漏えい検査バウンダリ構成中におけるS/C内での異物発見について</u></p> <p>平成15年11月27日、当社社員が原子炉格納容器漏えい率検査の準備作業を実施していたところ、圧力抑制室内にひも、テープ片、シートの切れ端などの異物4個を発見し、午後4時頃回収した。</p> <p>また、圧力抑制室内に他の類似物の有無について調査した結果、11月28日、ビニール片、ゴム片など4個を発見・回収し、11月30日に調査を終了した。</p> <p>調査の結果、これらのビニール片等は、前回の点検・回収以降実施した炉心スプレイポンプ起動前試運転や水張り作業によって圧力抑制室の水位が変動したことにより、点検時確認しづらい部位および壁面等の水面近傍に付着していた未回収のビニール片等が移動してきたものと推定した。</p> <p>(注)上記異物は、公表基準運用開始(平成15年11月17日)以前に発見されたもの(平成15年10月18日～平成15年10月22日発見・回収済み)は含まれていない。</p>	<p>今後、他号機においても水位変動を経験した後に圧力抑制室内の点検を行うとともに、作業にあたっては、整理、整頓、清掃、清潔に努めていきます。</p>

区分	事象概要とその後の措置	今後の対応
	<p><u>件名：原子炉冷却材再循環ポンプ（A）モータ冷却水出口側フレキシブルチューブよりリークの件</u></p> <p>平成 15 年 11 月 26 日午前 10 時 50 分頃、定期検査中の 4 号機原子炉格納容器内にて、原子炉再循環ポンプ（A）のモータークーラー出口フレキシブルチューブより、モーター冷却用の非放射性の水が漏れていることを当社社員が確認しました。漏れた水は床に設置してある排水口へ流れていたが、速やかに水漏れを停止させた。</p> <p>当該品及び類似品のフレキシブルチューブについて詳細調査及び原因調査を実施した結果、損傷・漏えいの直接的な原因は特定できなかったが、クラックの進展についてはストライエーション状の模様にて確認できたことから、以下の要因が重なり合って損傷・漏えいに至ったと推測される。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 使用実績が約 15 年であることから、PLRモータークーラー点検に伴うフレキシブルチューブ取外し・取付による外力の負荷及びプラント起動停止による繰り返し応力 2. PLRポンプを振動源とする取合い配管の振動（共振）による繰り返し応力 <p>平成 15 年 12 月 8 日当該のフレキシブルチューブの新規交換を実施し、類似品調査を実施した 7 カ所のフレキシブルチューブについても新規交換を実施した。</p>	<p>当該フレキシブルチューブは、漏えいに至るまで約 15 年経過していた事及び他プラントの実績を踏まえ、D/W内のフレキシブルチューブについて定期的（5 サイクルを目途）に交換を実施する。他プラントについても現場状況等確認した上で、定期的なフレキシブルチューブ交換を実施する。</p>
	<p><u>件名：中操空調機加湿器純水ラインにおいて、電磁弁の下流側フランジよりリークが認められたため、フランジ部を修理</u></p> <p>平成 15 年 12 月 12 日午前 9 時 39 分頃、タービン建屋 2 階空調機室内にある中央操作室空調機加湿器の配管フランジ部より、非放射性の水（純水）が約 385 リットル漏れていることを当社社員が発見し、加湿器の元弁を閉めて、速やかに水漏れを停止した。</p> <p>点検の結果、配管及びフランジに変形が確認されたため、変形したフランジ部からの漏えいと判明した。変形箇所について平成 16 年 1 月 20 日に修理を実施し漏えいの無い事を確認した。</p>	<p>他号機においても当該配管と同様の箇所について、変形などがないことを点検確認する。</p>

区分	事象概要とその後の措置	今後の対応
	<p><u>件名：制御棒駆動水圧系ポンプ室において、作業員が作業用空気取出弁の分解点検作業中、左手の甲を近傍のサポートにぶつけ負傷した件について</u></p> <p>平成 16 年 1 月 20 日午後 3 時 24 分、原子炉建屋地下にある制御棒駆動水圧系ポンプ室にて、協力企業の作業員が作業用空気取出弁の分解点検作業中、左手の甲を近傍のサポートにぶつけ負傷した。ただちに業務車にて病院へ搬送し、診察の結果、打撲による内出血と診断され、骨にも異常は無かった。</p> <p>原因として、</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、現場状況に応じた適正工具を使用していなかった事 2、作業現場近傍の干渉物についての認識が不足していた事が挙げられる。 <p>再発防止対策として、</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、現場の状況に応じて作業近傍の干渉物の養生（ヤワラ等）を行い、T型レンチを用いて作業を実施する 2、作業員に安全教育を実施し、周知徹底を図るを実施した。 	

Q 2 0

平成15年11月10日の不適合事象の公表方法の見直し以後の3ヶ月間の運用実績を踏まえ、今後の所内の情報共有化、伝達の迅速化において、改善していくべき事項、重点的に取り組んでいく事項があれば示されたい。

(回答)

平成15年11月17日より、新しい公表区分に応じた情報公開を運用して参りましたが、これまで、県御当局のご支援・ご指導を賜り、社内における情報共有手段の再構築、意識の改革などにより、以下の観点から公表ルールの定着化、適切な不適合事象の公表に努力してまいりました。

情報共有の出発点である「まずは第一報」の理念に則り、不適合を確認した(その懸念のある場合も含めて)所管責任者である当直長やグループマネージャーは速やかに所管関係責任者(発電部長・広報部長)に伝達することの徹底情報公開が適時適切にできるように社内情報の共有化を図る。

具体的には、所管関係責任者への的確な情報伝達については、

公表基準運用開始にあたって、所内関係者への説明会の実施に加えて、構内協力企業の方々へも説明を行い、不適合事象を発見した場合の第一報の速やかな報告を周知した。

所管関係責任者への伝達は、夜間、休日を問わず、直接口頭、あるいは携帯電話で行うよう再徹底した。

社内における情報共有については、

プラント状況ならびに地域社会の情勢等について、毎朝、所長以下の発電所幹部によるミーティングにおいて確認している。

福島事務所との間にTV会議システムを開設し、発電所と福島事務所との連携を強化した。

所内のトラブル発生時の連絡(直接口頭、あるいは携帯・PHS電話)に加えて所内イントラネットの「緊急情報提供システム」を活用し、深夜・休日を含め、所長以下発電所幹部、並びに関係グループ責任者へ携帯電話(iモード)を通じ情報発信し、迅速な情報共有を行っている。

今後は、情報公開基準策定時の意識を風化させないように、適宜再確認するとともに、現行のシステムをこれまでの情報公開に関する経験・知見を整理し、より迅速・的確な情報公開が遂行できるシステムへ発展させてまいりたいと考えています。

なお、当社といたしましては、今後社外の皆さまの信頼の確保、安全・安心の確保のため、情報公開の観点から原子力発電所諸施設等に関して、当社企業倫理相談窓口にいただいたご指摘につきましては、調査結果等を可能な限り公表することといたしました。

Q 2 1

当該機における炭素鋼配管の減肉等の点検はどのように行われているか。およびその至近の点検結果はどうなっているか。

(回答)

当該機における炭素鋼配管の点検は、使用環境(水質、温度、流速、湿り度等)や材料の要因等を考慮し配管肉厚測定箇所及び測定頻度を定め肉厚測定を実施しています。今回の定検(第19回)では、59箇所点検を行い異常はみられませんでした。

今回はトータル59箇所実施

主蒸気系配管	今定検点検対象外	給水系配管	5箇所
抽気系配管	13箇所	グランド蒸気系配管	10箇所
復水系配管	19箇所	給水加熱器ベント系配管	12箇所

Q 2 2

当該機の主復水器細管や海水系配管の至近の点検状況はどうか。

(回答)

主復水器細管については、毎定検時点検を実施しており、必要に応じて細管に閉止栓を施工しています。

今回の定検(第19回)での主復水器細管の渦流探傷検査及び外面目視点検の結果、閉止栓をした細管の数は以下の通りです。

水室	閉止栓をした細管数
A 1	2本 (158本)
A 2	0本 (97本)
B 1	0本 (45本)
B 2	0本 (54本)
C 1	5本 (60本)
C 2	3本 (40本)
合計	10本 (454本)

()は、今回定検(第19回)終了時点での累積数

主復水器細管の閉止栓許容本数は、細管内流速により決まっており、1水室あたり656本となります。

海水系配管については、循環水系配管，補機冷却海水系配管，残留熱除去海水系配管，非常用ディーゼル発電機冷却海水系配管があり、点検状況は添付資料22-1の通りです。

添付資料22-1 福島第一原子力発電所4号機 海水系配管点検状況表

福島第一原子力発電所 4 号機 海水系配管点検状況表

配管名	定検回数	点検範囲	点検項目	点検結果	備考
循環水系配管	第 19 回	<ul style="list-style-type: none"> ・復水器入口配管 ・復水器出口配管 	<ul style="list-style-type: none"> ・目視検査 	<ul style="list-style-type: none"> ・配管内面に孔食及び塗装の剥離 	<ul style="list-style-type: none"> ・孔食箇所：当て板及び溶接補修後、浸透探傷検査実施。 ・剥離箇所：補修塗装後、膜圧検査実施。
補機冷却海水系配管	第 19 回	<ul style="list-style-type: none"> ・補機冷却海水ポンプ出口ヘッダ部 ・原子炉建屋内配管（原子炉補機冷却系熱交換器廻り除く） 	<ul style="list-style-type: none"> ・目視検査 	<ul style="list-style-type: none"> ・異常なし 	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉補機冷却系熱交換器については、定期検査期間にかかわりなく年 1 回点検を実施
残留熱除去海水系配管	第 17 回	<ul style="list-style-type: none"> ・残留熱除去系熱交換器（A）出入口配管 	<ul style="list-style-type: none"> ・目視検査 	<ul style="list-style-type: none"> ・異常なし 	
非常用ディーゼル発電機冷却海水系配管	第 15 回	<ul style="list-style-type: none"> ・非常用ディーゼル発電機冷却海水ポンプ（A）（B）出口～タービン間 	<ul style="list-style-type: none"> ・目視検査 	<ul style="list-style-type: none"> ・ポンプ（A）出口ベント配管及び出口ストレーナ差圧検出配管に腐食 	<ul style="list-style-type: none"> ・ベント：配管撤去，閉止プラグ施工後、浸透探傷検査，ポンプ運転圧による漏えい検査実施。 ・差圧検：配管交換後、浸透探傷検査出配管，ポンプ運転圧による漏えい検査実施

Q 2 3

当該機炉心シュラウドの補修工事に際し、研削粉の飛散、水中ポンプ据付部品の脱落等のトラブルが発生していたが、その原因と再発防止対策はどのようなものであったか。また、その再発防止対策は、その後の福島第一原子力発電所内の炉内作業等において、どのように活かされているか。

(回答)

<事 象>

本事象は、シュラウド修理工事で使用していた炉内清掃装置の水中ポンプを固定していた制振用ゴム、ボルト、座金類が使用済燃料貯蔵プールに脱落したものです。また、同装置により回収されたシュラウド研削粉が使用済燃料貯蔵プールに飛散したものです。

<原 因>

部品脱落は、水中ポンプを交換した際、当該ポンプの固定ボルト部分に本来使用すべき廻止剤と異なるものを使用したこと、廻止剤が固まる前に水中に沈めてポンプを運転したことより廻り止め効果が十分に発揮されないことが原因となり、ポンプの振動によりボルトがゆるみ、制振用のゴム、ボルト、座金類が脱落したものです。

またシュラウド研削粉飛散は、フィルターユニットと水中ポンプをつなぐホース接続部の振動によるゆるみが原因となり、吸引中の研削粉が当該接続部の隙間より流出し、使用済燃料貯蔵プール内に飛散したものです。

<再発防止対策>

本事象に対する再発防止対策を以下に示します。

工事計画段階

- ・ 使用済燃料貯蔵プール等で水中ポンプ等の動的な仮設備を使用する場合、設計も含め落下防止措置を講ずるよう仕様書に明記します。
- ・ 使用済燃料貯蔵プール等で動的な仮設備を使用する場合、事前に落下防止対策を協力企業とともに確認し、必要に応じて燃料等への影響を防止する観点から事前評価を実施します。

工事実施段階

- ・ 使用済燃料貯蔵プール等で水中ポンプ等の動的な仮設備を使用する場合は、使用の前後および取替・修理時に当社が立ち会うとともに、使用期間中においては定期的にパトロールを実施し、機器の状況を確認します。
- ・ 原子炉や使用済燃料貯蔵プールなどに異物混入の可能性が生じた場合は、プラントへの影響の有無に関わらず不適合として取り扱うよう管理を徹底します。

<その後の反映>

本事象後に使用済燃料貯蔵プール等で動的な仮設備を使用する作業としては、6号機第18回定期検査(H15.9.30～)におけるCRDスタブ等点検修理工事があり、上記再発防止対策を実施しています。具体的には、仕様書に落下防止措置を講ずるよう明記するとともに、原子炉上方の水中に設置する仮設の炉水浄化装置の落下物対策について受注者から説明を受け、更に受注者も交えた事前検討会を開き事前評価を行いました。また、同装置の改良等を行う場合は改良後の締結確認を当社立合にて実施しており、運転中は当社監視員が一日一回程度現場状況を確認するとともに、受注者は適宜パトロールを実施しパトロールチェックシートを週1回作成しています。異物混入の可能性が生じた場合は不適合と

して扱うことをグループ内に周知するとともに、受注者に対しては不適合報告書の提出について仕様書に明記し確実に運用しています。

< 情報伝達における問題点と対策 >

本事象において、受注者が水中ポンプ部品の脱落および配管接続部からの空気漏れを確認していたものの、当社に連絡をしなかったという問題がありました。この原因は、当該工事受注の作業者がシュラウドの研削作業に神経を集中して行っていたことから、当該ポンプの部品脱落や配管接続部からの空気漏れを認識した際、燃料等に対する影響について考えが至らず、報告が必要であるという意識も希薄であったこと、また当社担当者の意識もシュラウドの研削作業に集中しており、作業者とのコミュニケーションが不十分であったことと考えます。

この再発防止対策として、現場で実際に作業する協力企業の方々との双方向のコミュニケーションを図る等、協力企業と一体となった風通しの良いシステム作りに努めることとし、具体的には現場での受注者作業前ミーティングに当社監理員も参加する等作業員とのコミュニケーションに努めています。

< 情報公開における問題点と対策 >

本事象は6月6日に発生しましたが、6月9日の福島県議会全員協議会開催時点では上記情報伝達についての調査が不十分であり、報告できませんでした。

この再発防止対策として、小さなトラブルも速やかに報告、連絡、相談できる風通しの良い発電所づくりを通じ「報告する文化」を現場第一線まで浸透させるとともに「先ず第一報」の徹底とタイムリーな情報提供に努める等、情報公開の徹底に努めています。具体例として、本店、発電所、福島事務所間のコミュニケーションを改善すべくTV会議システムを導入いたしました。

Q 2 4

気水分離器仮置用脚部の曲がりについて、どのように再発防止対策の検討をすすめているのか。

(回答)

< 経緯 >

平成 1 5 年 8 月 2 0 日、原子炉閉鎖作業に伴い、気水分離器の据付を実施したが気水分離器仮置用脚全 4 本 (直径 7 6 mm) がシュラウドヘッドフランジに乗っており、正規の位置に着座していないことが確認されました。

その後、平成 1 5 年 9 月 1 8 日 ~ 1 9 日に当該部の曲り (径方向) 変形を所定位置まで修正し、当該部を水中カメラにより確認したところ、全 4 本脚部の隅肉溶接止端部内側近傍の一部に光沢のある微小なひびが認められました。

曲げ戻しで発生した微小なひびについて、超音波探傷検査によって測定した結果、ひびの深さは最大約 4.6mm でした。

< 評価 >

当該脚部は、定期検査の仮置き用の脚であり、運転中は使用しないことから、気水分離器の機能に影響を与えるものではありません。

また、健全性評価の結果、当該脚部のひびが運転中に応力腐食割れや疲労により進展する可能性は低く、運転に支障がないことを確認しました。

なお、平成 1 5 年 1 0 月 8 日に原子炉の復旧作業に伴う気水分離器の据付け作業を実施し、据付け後、着座状態を水中カメラを通して炉内構造物等に干渉なく、確実に着座していることを確認しました。

< 再発防止対策 >

再発防止対策については、運転に支障がないため、次回定期検査の気水分離器仮置き時に実施する予定で検討をすすめています。

前提条件として、地震時にも気水分離器を安定して支持することができ、かつ健全性に影響を及ぼさないこと、として、気水分離器仮置き台を設置し、気水分離器仮置用脚部を切断することも含めた対策案を検討しています。