

# 島根原子力発電所に対する特別な 保安検査の結果について (1号機の運転再開に係る評価)

平成23年3月5日

原子力安全・保安院

# これまでの確認概要



## 特別な保安検査(検査場所: 発電所及び本社) (第1回 6月15日～7月5日、第2回 8月9～30日)

直接原因及び根本原因に係る再発防止対策の実施状況の確認

2号機の点検時期を超過していた機器の点検評価に係る確認

保安規定変更認可申請事項の確認

### 保安規定の変更認可の妥当性審査

保守管理業務に係る各組織の役割と責任の明確化

保守管理業務に係る手順の文書化及びその位置づけの明確化

保全計画の継続的な見直し

業務運営の仕組みの強化

不適合管理に係る組織の役割及び責任の明確化並びに不適合情報の収集・処理の強化

安全文化を醸成する活動の取組の強化

### 定期安全管理審査(2号機の追加検査) (実施: 原子力安全基盤機構)

定期事業者検査の実施体制に係る再発防止対策の実施状況の確認

立入検査(10月7～8日) 1号機の供用期間中検査未実施箇所の確認

## 第3回特別な保安検査

検査場所: 島根原子力発電所

実施期間 10月26日～12月9日

①再発防止対策等に係る保安検査、②2号機の燃料装荷に係る保安検査、③2号機の起動に係る保安検査

# 第4回特別な保安検査での確認結果（概要）



## 第4回特別な保安検査

検査場所：島根原子力発電所及び本店

実施期間：1月17日～2月4日

検査内容：

(1)再発防止対策の定着状況に係る確認結果

①直接原因に係る再発防止対策

②根本原因に係る再発防止対策

③点検計画表の見直し及び継続的な改善に関する対策

(2)島根原子力発電所1号機の点検時期を超過していた機器の点検評価に係る確認結果

(3)1号機の供用期間中検査の計画漏れに係る確認結果



発電所での初回会議



本社での初回会議

# 第4回特別な保安検査での確認結果（1）



## （1）再発防止対策等の定着状況に係る確認結果

### ①直接原因に対する再発防止対策の実施状況の確認

直接原因分析に対する再発防止対策の定着状況については、島根1号機の第29回定期検査工事等を対象として確認を行った結果、アクションプランに基づき、下記のとおり、保守管理業務が適切に実施され、再発防止対策が定着していることを確認しました。

- 「点検計画表」に基づき「工事計画書」、「工事仕様書」が適切に作成され、調達要求事項が調達先に確実に伝達されていること。
- 「工事仕様書」に基づき「作業要領書」が適切に作成されており、作業着手前打合せ時に「工事仕様書」と「作業要領書」の照合確認を調達先とともに確実に実施していること。
- 工事結果を調達先の工事監督者と相互確認し、照合結果が明確となっており、「点検計画表」に基づいた点検が適切に実施されていること。



発電所での検査



本社での検査

# 第4回特別な保安検査での確認結果（2）



## ② 根本原因に対する再発防止対策の実施状況

### 原子力部門の業務運営 の仕組み強化

原子力部門戦略会議：15回開催  
原子力安全情報検討会：12回開催  
➢再発防止対策や制度変更等に関する検討が実施され、重要課題に対するマネジメントが適切に実施されていることを立会等により確認。

(i)「保修部門のあり方検討ワーキング・グループ」の設置  
➢中長期的な保修部門の重要課題について先行的に対応策を検討。

(ii)「保修部門 充実・強化サブ・ワーキング・グループ」の設置  
➢現場主導の下で保修部門の至近の重要課題について対応策を検討。

(iii)経営層と発電所員との意見交換における人材確保の要望を受け、原子力部門戦略会議で1号機第29回定期検査に伴う応援派遣を決定  
➢本社から10名程度の応援派遣、育成支援策として協力会社等からの派遣を実施。

### 不適合管理プロセス の改善

不適合判定検討会における不適合判定の実施状況を同検討会への立会等により確認  
➢不適合が客観的に判断され、速やかに、不適合管理が実施されていることを確認。

不適合管理の実施件数  
➢検討会持ち込み数：1,529件  
➢不適合管理対象数：696件  
(平成22年8月2日～平成23年1月31日)  
【参考】

平成21年度不適合管理対象数：122件

事後評価(12月17日)の実施状況を確認  
➢不適合判定検討会の結果、不適合管理を不要とした99件について、不適合判定を適切に判定し、評価されていることを確認。  
➢不適合の判定結果に問題はなかったと評価していることを確認。

### 原子力安全文化 醸成活動の推進

原子力強化プロジェクトにより策定・実施する原子力安全文化醸成活動の実施状況について、実施報告書により確認  
➢関係・協力会社ヒアリング・事業所訪問事業  
➢発電所職員・協力会社社員を対象とした原子力安全文化醸成研修会

合計13施策

第3回原子力安全文化有識者会議(12月2日)を立会等により確認  
➢再発防止対策や安全醸成活動等の実施内容について、第三者の視点から検証されていることを確認。

原子力安全文化有識者会議の意見を受け社長から指示  
➢社長から関係箇所へ検討・実施の指示が行われており、客観的な意見が反映された醸成活動が実施されていることを確認。

# 第4回特別な保安検査での確認結果（3）



## ③点検計画表の見直し及び継続的な改善に関する対策

点検計画表の見直し状況については、点検計画表の統合型保全システムへの入力作業を確実なものとするために「原子力部門戦略会議」から指示が出され、点検計画表の統合型保全システムへのデータ入力手順、入力したデータのチェック方法及び必要な人的資源に関する検討が行われており、点検計画表の継続的な改善検討が着実に進められる仕組みであることを確認しました。



発電所での検査

# 第4回特別な保安検査での確認結果（4）



## (2) 島根原子力発電所1号機の点検時期を超過していた機器の点検評価に係る確認結果

中国電力から提出のあった島根原子力発電所1号機において点検時期を超過していた349機器について、点検計画表に基づく点検内容に沿って適切に実施されているか、点検評価の結果に問題はなく、健全性が維持されているか等について検査を行いました。

- ▶ 保安調査等において保安検査官が安全上重要な機器を中心に88機器について、事業者の実施する機器取替、分解点検、浸透探傷検査及び動作確認等の点検に立会し、「作業要領書」に従い点検が適切に実施されていることを確認。
- ▶ 349機器すべてについては、「工事報告書」等の点検記録確認を行い、点検が適切に実施され、その結果、健全性に問題がないことを確認。



点検時期を超過した機器の現地確認

# 第4回特別な保安検査での確認結果（5）



## (3) 1号機の供用期間中検査の計画漏れに係る確認結果

供用期間中検査に関して適切に再発防止対策が実施されていることを確認しました。

### (i) 供用期間中検査の計画漏れに対する再発防止対策の確認

- ▶ 供用期間中検査計画の策定・変更を確実なものとする手順を定めた「供用期間中検査計画管理手引書」の策定が進められていることを確認。
- ▶ 供用期間中検査対象の配管溶接継手の場所を特定する方法については、「検査対象機器確認チェックシート」の策定が進められていることを確認。

### (ii) 供用期間中検査計画の計画から漏れていた箇所の確認

- ▶ 供用期間中検査の計画から漏れていた1号機原子炉再循環ポンプケーシングとコアクロージャの溶接継手については、現場で溶接継手の有無を確認。
- ▶ 浸透探傷検査に立会し、「供用期間中検査定期事業者検査要領書」に従い適切に検査されているか確認した結果、健全性が確保されていることを確認。



コアクロージャの現地確認



PLR配管の現地確認



# 定期安全管理審査での確認結果



①原子力安全基盤機構(JNES)は、保安院の指示に基づき、島根原子力発電所1号機の第4回及び第5回定期安全管理審査において、追加審査を実施し、定期事業者検査に係る中国電力の再発防止対策の実施状況について確認を行いました。

②JNESは、追加審査の対象とした定期事業者検査の項目のうち、主要弁検査、安全弁検査、逆止弁検査、主蒸気隔離弁分解検査を選定し、212機器をサンプリングとして確認を行い、これらの定期事業者検査が再発防止対策を踏まえた適切な実施体制・仕組みにより実施され、体制の改善が進捗していることを確認しました。

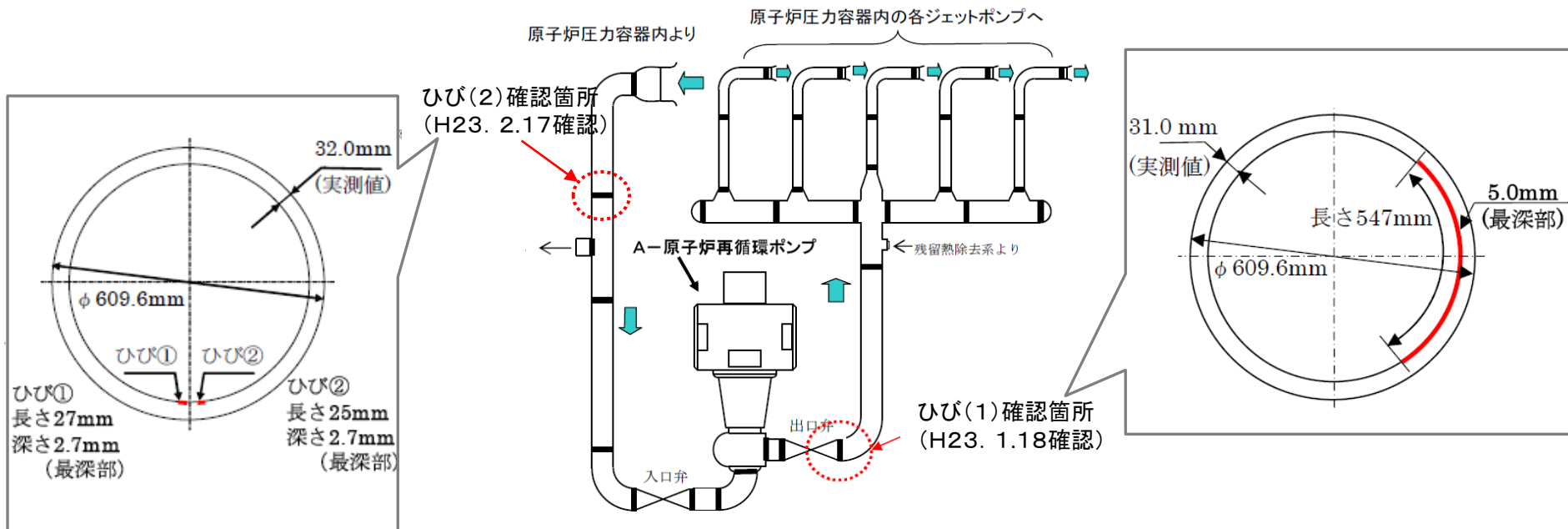
③引き続き、JNESは今後の定期安全管理審査において再発防止対策の有効性や定着状況の確認を行っていくこととします。



# 島根原子力発電所第1号機で確認されたひび（1）



中国電力は、現在、定期検査中の島根原子力発電所1号機において、原子炉再循環系配管等の溶接部について超音波探傷検査を実施していたところ、A-原子炉再循環系配管の溶接継手部2箇所にはひびを確認。



原子炉再循環系配管系統図

	深さ	長さ
ひび(1) (ポンプ出口弁下流側配管)	5.0mm	547mm
ひび(2) (ポンプ入口弁上流側配管)	2.7mm	27mm
	2.7mm	25mm

# 島根原子力発電所第1号機で確認されたひび（2）



## ひびの進展予測と構造強度の健全性評価の結果

▶中国電力は、1月18日に確認されたひび（長さ547mm、深さ5mm）における溶接継手部の健全性評価（ひびの進展予測及び構造強度を評価）を行った結果、今後24年以上健全性が確保されることを確認。

### ○ひびの進展予測の評価

	現時点		5年後 <sup>※</sup>		24年後 <sup>※</sup>	
	点検結果	許容寸法	ひびの進展予測	許容寸法	ひびの進展予測	許容寸法
ひびの長さ	547mm	1722mm (全周)	601mm	1722mm (全周)	824mm	1722mm (全周)
ひびの深さ	5.0mm	11.2mm	7.5mm	10.5mm	8.3mm	8.6mm

### ○構造強度の評価

	現時点		5年後 <sup>※</sup>		24年後 <sup>※</sup>	
	作用曲げ応力	許容曲げ応力	作用曲げ応力	許容曲げ応力	作用曲げ応力	許容曲げ応力
通常運転時の状態	1MPa	60MPa	1MPa	55MPa	1MPa	50MPa
地震(Ss)の力を考慮した厳しい状態	29MPa	159MPa	28MPa	148MPa	28MPa	138MPa

※本定検中に実施する耐震補強を考慮した評価

今後、保安院は、中国電力から電気事業法に基づき報告される健全性の評価結果（ひびの進展予測と構造強度の評価）及び対応策の妥当性について厳格に確認していきます。

# ひびの健全性評価制度の概要（１）



## 電気事業法に基づく法体系

- ▶ 電気事業法 第39条 技術基準の適合義務  
原子力設備は技術基準(省令62号)に適合するよう維持しなければならない。
  
- ▶ 発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令 第9条の2
  - ① 原子力設備の機器・容器・配管は破壊を引き起こすき裂その他の欠陥があってはならない。(十分な構造強度を有すること)
  - ② 原子炉圧力容器・再循環系配管等は貫通したき裂があってはならない。(貫通き裂がないこと)
  
- ▶ 電気事業法 第55条
  - ① 事業者は一定期間(13ヶ月)に技術基準の適合性を確認するため、検査(定期事業者検査)を実施することが義務づけ。
  - ② 技術基準に適合しなくなるおそれ(ひび)があった場合は、ひびの大きさを特定し、所定の期間を設定しき裂の進展予測、構造強度について評価することが義務づけ。
  - ③ 事業者は健全性評価の結果を国に報告することが義務づけ。

# ひびの健全性評価制度の概要（2）



## 具体的な検査の方法、健全性評価の方法

◎国は、検査や健全性評価の具体的な方法については、学協会が公正中立な立場で最新の知見を反映して策定した規格（民間規格）を技術的評価を行った上で、規制制度として活用

### ①検査の方法

➤（社）日本機械学会／維持規格（JSME S NA1-2008）の【検査章】を活用

- 原子炉容器・配管などの溶接部の非破壊検査、漏えい検査の実施方法を規定し、これに基づき検査を実施（再循環系配管については、保安院の内規に基づき100%/5年（5年ルール）で検査を実施）

➤（社）電気協会／電気技術規程（JEAC4207-2008）「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規程」を活用

- 非破壊検査の方法として超音波探傷方法を規定し、これに基づき検査を実施

➤非破壊検査員の資格制度（PD認証制度）

- ひびの深さを超音波探傷試験を実施する検査員の技能を一定水準以上に確保するために、非営利で中立・独立性の高い資格認定制度（パフォーマンス・デモンストレーション：PD制度）を実施（平成18年3月～）

✓PD資格の認証：（社）日本非破壊検査協会が資格認証の民間規格に基づき資格認証を実施

✓PD資格試験の運営及び試験の実施：（財）電力中央研究所（PDセンター）が実施

✓PD資格取得・維持のための研修：（財）発電設備技術検査協会、（財）電子科学研究所がPD研修センターを設置してPDに係る訓練・研修を実施

### ②健全性評価の実施方法

➤日本機械学会・維持規格（JSME S NA1-2008）の【評価章】を活用

- 検査で確認された応力腐食割れや疲労き裂のひびの進展予測及び構造健全性を評価する手法を設定し、これに基づき実施。【対象設備】原子炉容器、原子炉再循環系配管、炉内構造物（シュラウド等）

• き裂をモデル化し、溶接部の引っ張り応力と材料に応じたき裂の進展速度等を用いてひびの将来の進展予測を行う。【ひびの進展予測評価の対象材料：応力腐食割れ】SUS304、SUS316、SUS316(LC)

• 将来予測したひびの長さ、深さに対して許容される寸法や構造強度の評価を行う。



# 【詳細説明 1】電気事業法に基づくひびの健全性評価

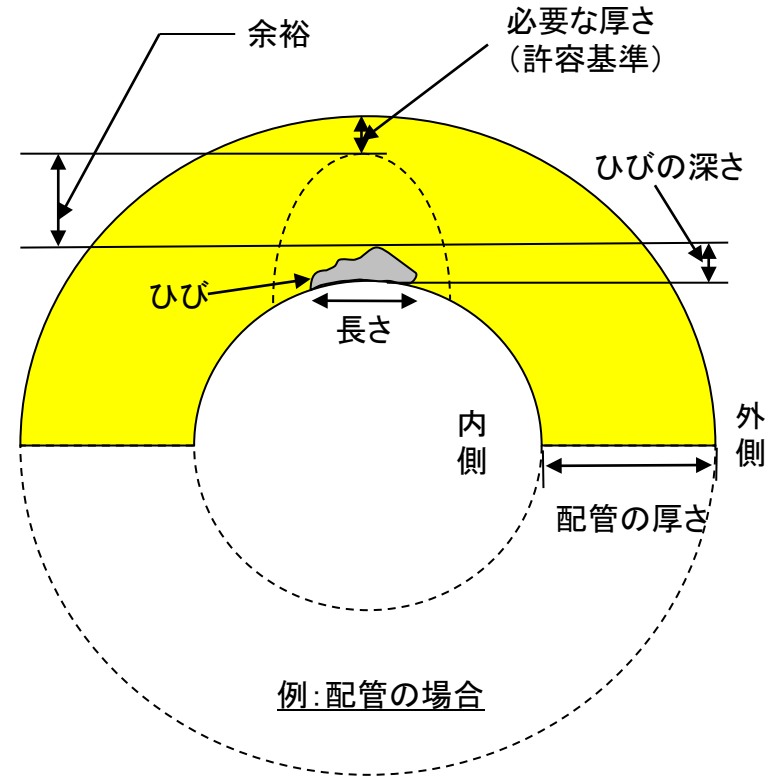


○身の回りのものでは、

- どんなものも使い続ければ劣化。
- 機器では、ひびや摩耗がでてくるが、直ぐに破壊はしない。
- 例えば、コンクリートの橋では、たくさんの人や車が行き交うことから、表面が削れたり、ひびが入ったりするが、直ぐに壊れてしまうことはない。

○原子力発電所の機器では、

- 原子力発電所の機器も劣化は避けられない。
- 十分に余裕を持って作られており、運転に際しては、点検、監視されている。



○原子力発電所の機器でひびが見つかった場合は、

- 事業者は、電気事業法に基づき、運転に伴うひびの進展予測(いつ許容基準に達するか)と構造強度について定量的に評価し、その結果を国に報告。
- 国は当該報告書の妥当性を確認。
- 継続して使用可能な場合は、原則として定期検査毎に、ひびの大きさやひびの進み具合を測り、機器・配管の強度が許容基準を満たしているか継続的に確認。



# 【詳細説明2】健全性評価におけるひびの進展予測について

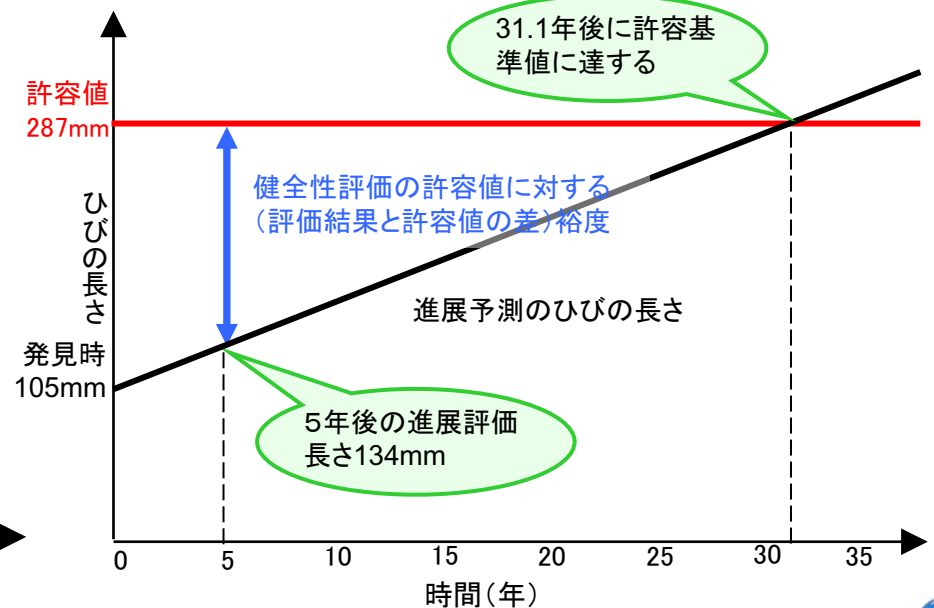
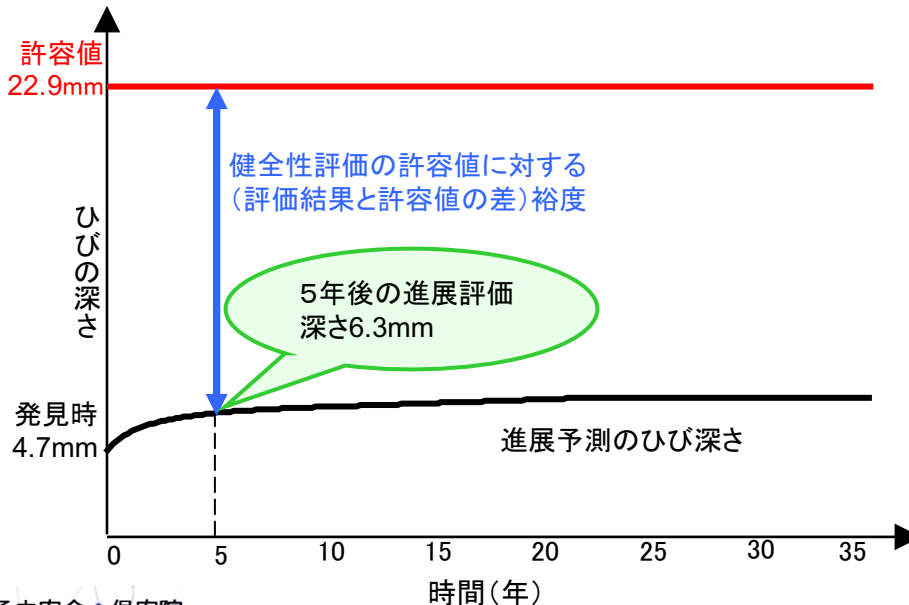


ひびを残したまま継続使用(維持基準の適用)した事例: 過去の実績15件

事業者	発電所	ユニット	報告日	評価対象部位	発見時のひびの大きさ	
					深さ(mm)	長さ(mm)
東京電力	柏崎刈羽	5号機	19.06.05 22.01.20※	再循環系配管のひび	4.7 ※	105 ※
中国電力	島根	1号機	21.07.24	再循環系配管のひび	4.0	80
東北電力	女川	1号機	22.06.25	再循環系配管出入口ノズル配管のひび	5.2	30

※中越沖地震を経験したことから、地震の影響を踏まえて再評価を実施。ひびの大きさは地震後の再測定結果。

## (例) 柏崎刈羽原子力発電所第5号機再循環系配管のひびの進展予測について





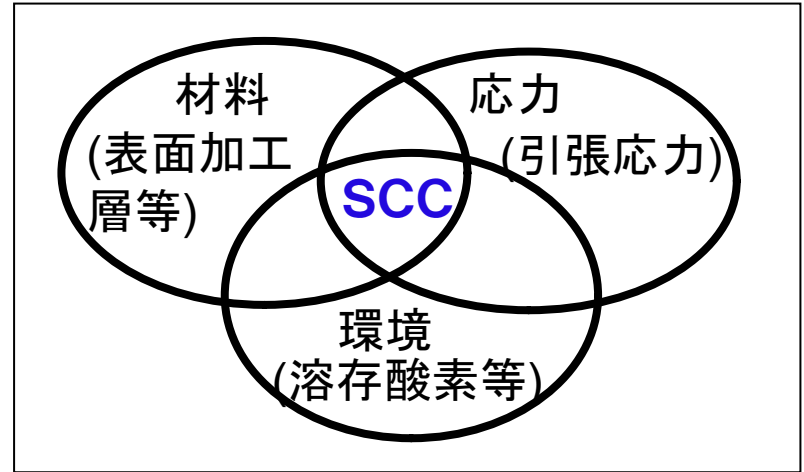
# 【詳細説明3】 応力腐食割れ（SCC）について



## ➤ 応力腐食割れ

(SCC; Stress Corrosion Cracking)

応力腐食割れは、金属の腐食のひとつで、材料、応力、環境の三因子が重畳し、特定の条件になったときに発生し、割れが進展します。



## ➤ 応力腐食割れの特徴

- 応力腐食割れの多くは、溶接部の近傍（溶接線から数ミリ以内）で発生します。
- 溶接部に残されている引張応力でひびが進展します。
- 三因子のうち、一因子以上を取り除けば応力腐食割れは発生しません。

## ➤ 応力腐食割れに対する対策

- ①材料の改善 : 応力腐食割れ感受性の低い材料へ取替。(例:低炭素ステンレス鋼など)
- ②応力因子の改善: 溶接部の残留応力を引張応力から圧縮応力へ改善。
- ③環境因子の改善: 水素注入により原子炉水中の水素と酸素の再結合反応を促進し、腐食の要因となる溶存酸素, 過酸化水素濃度を低減。



## 確認

- 保守管理の体制・手順等の見直しや不適合管理を含む品質保証システムの再構築が行われ、安全文化醸成の活動も強化されるなど、保守管理の不備等に対する再発防止のための諸対策が着実に実施されていることを確認。
- 1号機において点検時期を超過していた機器の点検評価も適切に実施され、健全性に問題がないことを確認。

## 評価

- 保安院は、確認結果を踏まえ、島根原子力発電所における保守管理の不備等に対する再発防止対策が定着し、点検時期を超過していた機器の点検が完了していることから、1号機の運転再開にあたっては、安全上の問題はないと判断しました。

## 今後

- 保安院は、今後も引き続き、特別な保安検査等により、中国電力における再発防止対策の実施状況や定着状況、同発電所1号機における原子炉起動時の安全確認等について厳格に確認していくこととします。