

原子力施設等におけるトピックス
(令和2年8月31日～9月6日)

令和2年9月9日
原子力規制庁

○令和2年8月31日～9月6日の間に発生した以下の法令報告事象に該当する事案は、下表のとおり。

- 原子炉等規制法第62条の3又は放射性同位元素等規制法第31条の2に基づく報告事案(発生に係る報告に限る)

発表日	事業者名	事業所名	件名	備考
			該当なし	

○主要な原子力事業者(*)の原子力事業所内で令和2年8月31日～9月6日の間に発生した以下に該当する事案は、下表のとおり。

- 保安規定に定める運転上の制限から逸脱した事案
- 原子炉等規制法第62条の3に基づく報告事項に該当しないが安全確保に関する事案で、事業者がプレス公表したもの

*……原子力発電所を所有する電気事業者、日本原子力研究開発機構及び日本原燃(株)

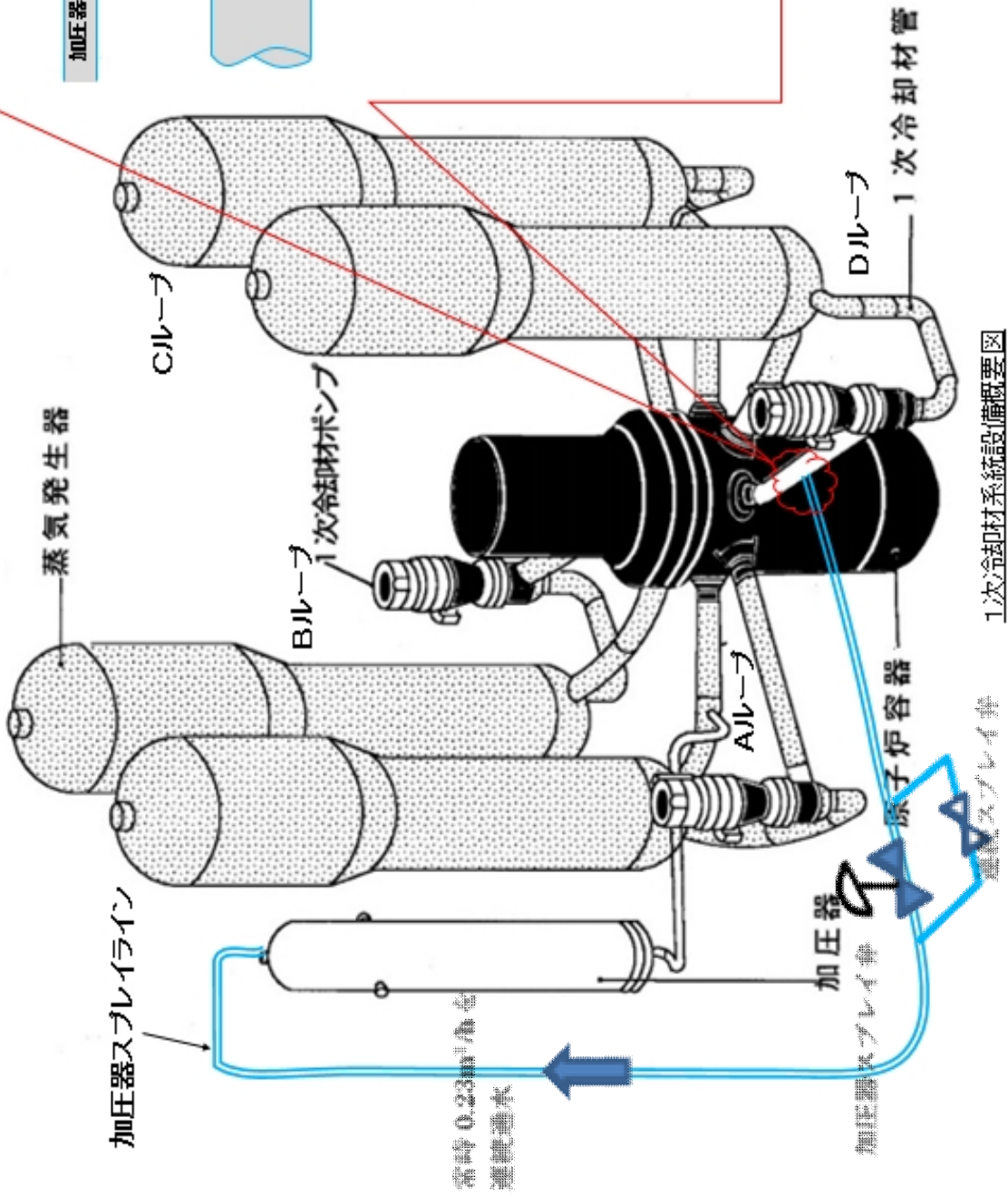
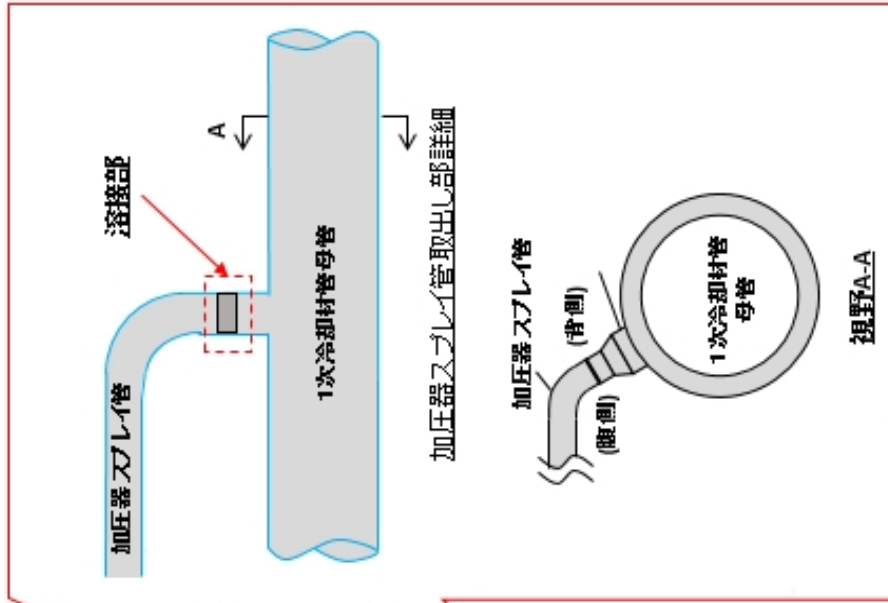
発表日	事業者名	事業所名	件名	備考
			該当なし	

<参考> 海外の原子力施設におけるトピックス : 該当なし

<その他> 大飯発電所3号機 加圧器スプレイライン配管溶接部における有意な指示について

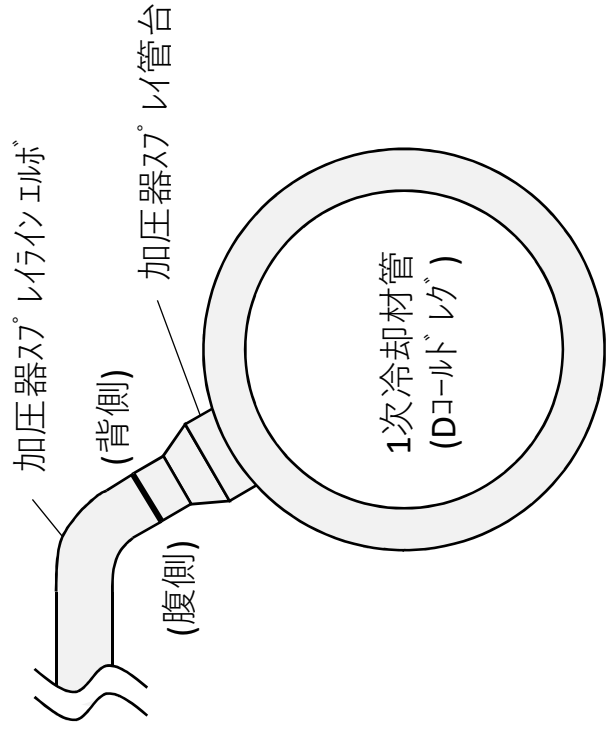
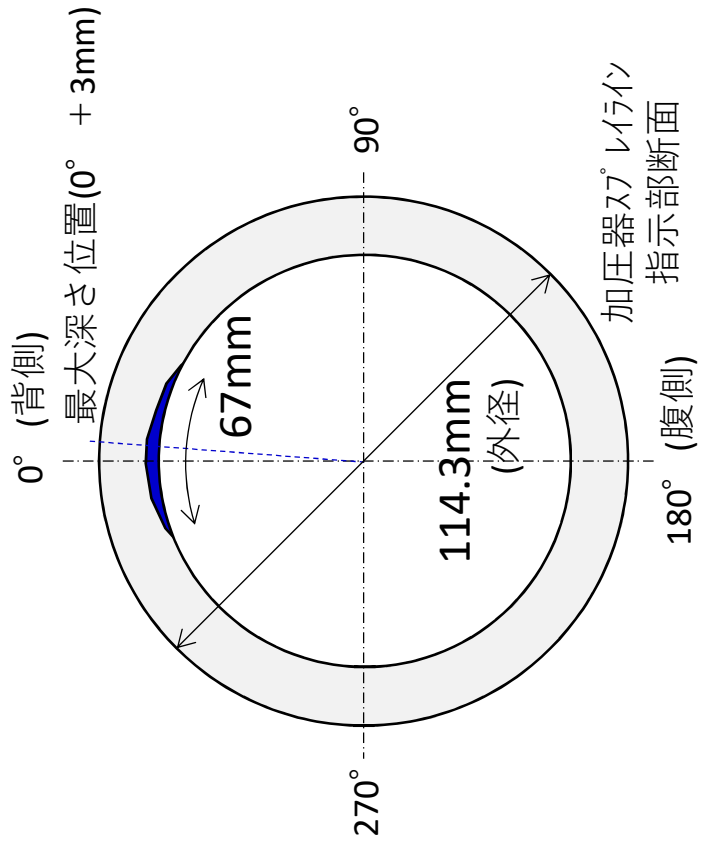
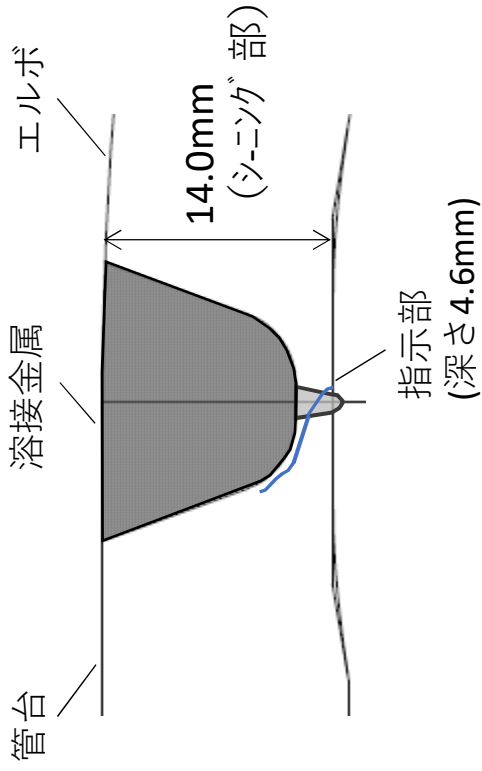
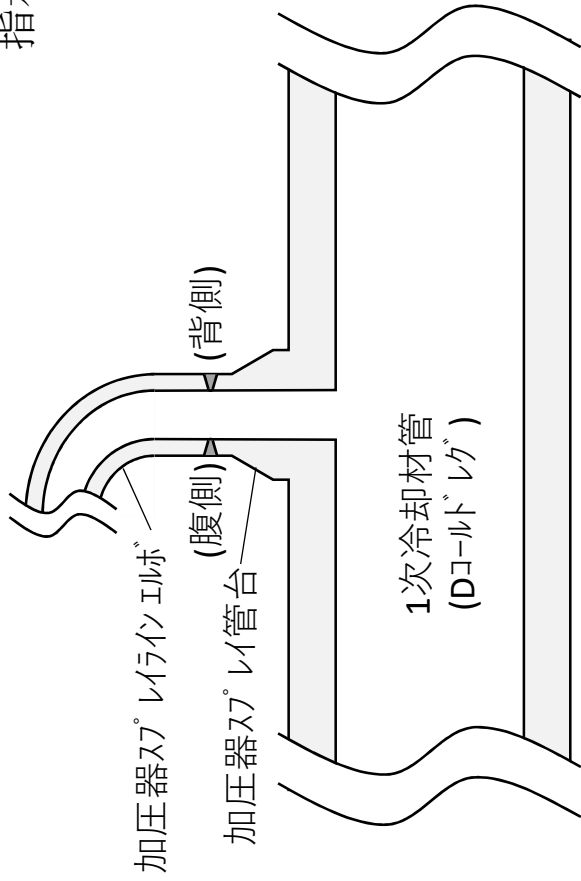
大飯発電所3号機は定期検査中のところ、定期事業者検査(クラス1機器供用期間中検査)として、8月31日より加圧器スプレイライン(Dループ)の1次冷却材管台と管継手(エルボ部)の配管溶接部の超音波探傷検査を実施した結果、有意な指示が確認された。事業者は、傷の深さは約4.6mm、長さは約67mmとし、最小必要厚さを満足していると評価。原子力規制庁は、事業者の評価内容を確認中。(別紙:9月8日面談資料抜粋)

指示箇所



1次冷却材系統設備概要図

指示状況



大飯発電所3号機

加圧器スプレイライン配管溶接部における有意な指示について

抜粋

2020年9月

関西電力株式会社

(概要)

大飯発電所3号機は2020年7月20日から定期検査中であり、定期事業者検査としてクラス1機器供用期間中検査を実施していたところ、8月31日に加圧器スプレイライン(Dループ)の1次冷却材管台と管継手(エルボ部)の配管溶接部の超音波探傷検査※1(以下、UTという)において有意な指示が認められた。

このため、検査要領書に基づき詳細探傷による傷の形状を確認すべく第二段階検査を9月1日に実施した結果、傷は管継手(エルボ部)のシーニング部※2であり、当該配管厚さ14.0mm(実測)に対して深さは約4.6mm、き裂長さ約67mmと評価された。これまでの知見からき裂の原因は、シーニング部の加工硬化に起因する応力腐食割れ(SCC)と推測される(当該箇所が必要最小厚さは8.2mm)。

有意な指示が認められたことを受け、維持規格に基づく詳細な欠陥評価(き裂進展評価※3、破壊評価※4)を実施した結果、約10年間継続使用が可能であることを確認した。

このことから現時点において炉規則134条の対象とはならず、事故故障等の報告には該当しないと考える。

また、今回の事象を踏まえ、類似19箇所の溶接部の超音波探傷検査を行った結果、有意な欠陥は検出されなかった。

なお、次回定期検査で当該配管を取り替えるとともに、切り出した当該部位の詳細な調査を行う予定である。また、それまでの間、原子炉格納容器内での漏洩を検知する特定パラメータの集中監視を行うとともに、当該部位を直接監視するカメラを新たに設置し、漏えいの監視強化を行う。

添付資料1

大飯3号機加圧器スプレイライン配管溶接部における有意な指示について
別紙

検査、原因の検討および欠陥評価等に関する説明資料

別紙省略

※1：超音波探傷試験(UT)

超音波を使って金属等の内部にある傷を検出する試験。

※2：シーニング部

内面寸法を合わせるために機械加工した溶接合わせ部(開先部)。

※3：き裂進展評価

計測された欠陥形状と各種運転条件をもとに、SCCのき裂進展速度と内圧及び曲げ応力(熱及び1/3Sd地震)による疲労のき裂進展速度を計算し、評価期間中のき裂進展量を算出する評価。

※4：破壊評価

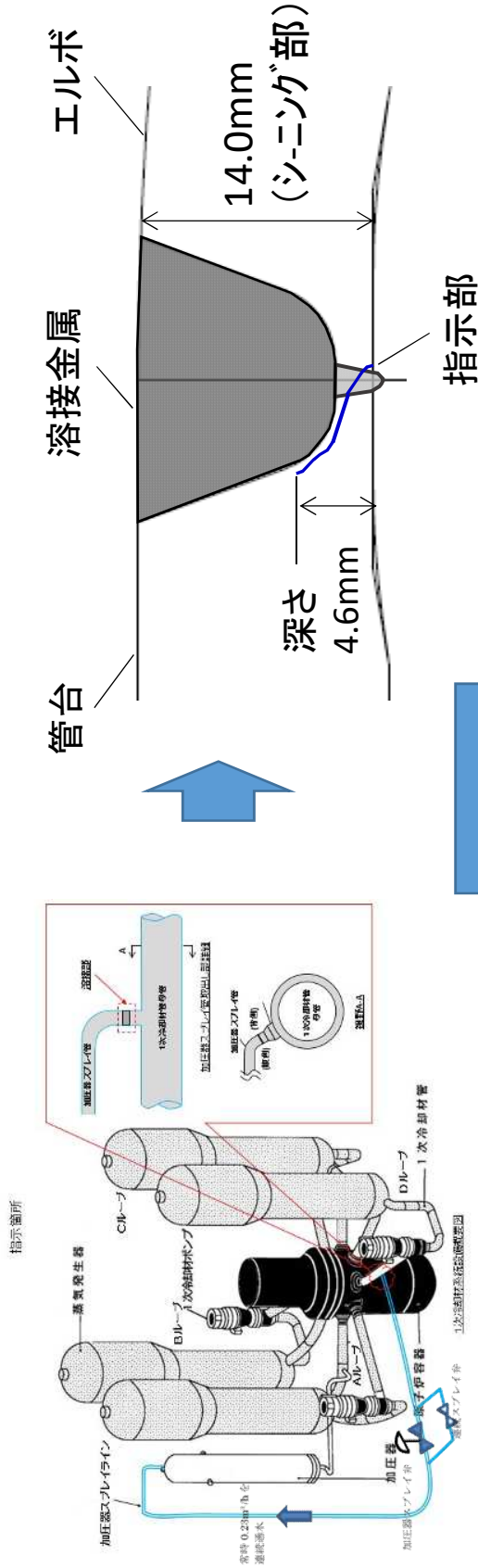
き裂進展評価の結果を、評価期間経過後の欠陥形状に基づき、各種設計荷重(通常運転、事故、地震)を考慮しても、当該部が破壊しないことを確認する評価。

以上

大飯3号機 加圧器スプレイン配管溶接部における有意な指示について

1. 経緯 (別紙1)

定期事業者検査のクラス1 供用期間中検査において、加圧器スプレイン (Dループ) の1次冷却材管台と管継手 (エルボ部) の配管溶接部の超音波探傷検査を実施した結果、有意な指示を確認



検査要領書に基づく第二段階検査へ移行

【検査要領書抜粋】
第二段階検査

「維持規格」の「EA 評価の一般事項」及び「EB クラス1 機器の欠陥評価」に従い、欠陥評価を行う。

なお、欠陥評価に際しては、必要に応じ、以下の「維持規格」IA-2350に規定する補足検査を行う。

- a. 体積検査で欠陥指示を検出した場合には、その欠陥の性状 (欠陥の大きさ、形状、方向等) を決定するため、「維持規格」IA-2550に規定する他の検査方法や技術を用いて補足検査を行う。

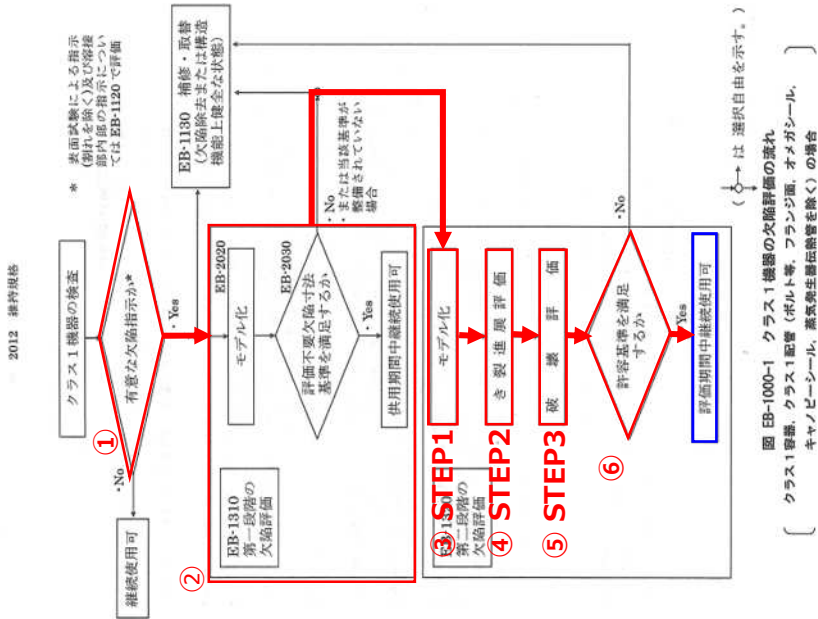
2. 指示の原因検討 (別紙2)

指示の原因検討の結果、強加工 S C C と推定される。

維持規格に基づく評価を実施し、技術基準への適合性判断を行う。

2. 維持規格に基づく評価フロー (別紙3)

維持規格に基づく評価フローに従い、第二段階検査を実施し、技術基準に適合していることの確認。



3. 維持規格に基づく欠陥評価 (別紙3)

亀裂進展評価 (STEP 2)

SCCによるき裂進展と疲労によるき裂進展の評価を行い、評価期間(10年)のき裂寸法を計算した。

	欠陥深さ a_f (mm)	欠陥長さ l_f (mm)
初期寸法	4.6	67
SCCによる進展量	3.5	6.0
疲労による進展量 (通常運転、地震)	0.5	1.0
評価期間末期のき裂寸法	8.6	74.0

破壊評価 (STEP 3)

亀裂進展を考慮した評価期間末期のき裂寸法に基づき破壊評価を実施し、評価期間末期のき裂の健全性を確認した。

荷重の組合せ	一次曲げ応力 Pb (MPa)	許容曲げ応力 Sc (MPa)	判定
通常運転	3.8	16.8	Pb < Sc
地震	64.8	66.0	O

4. 水平展開 (別紙4)

類似箇所を抽出し、19か所の追加試験を実施した結果、有意な欠陥は検出されなかった。

- 技術基準に適合しており、当該配管を継続使用しても問題の無いことを確認した。
- 炉規則134条の対象とはならず、事故故障等の報告には該当しないと考える。
- 1サイクル運転後、次回定検にて当該部の取替えを行い、原因調査を実施する。
- 運転継続中は、パラメータの集中監視、カメラ設置による直接監視を行い、漏えい監視強化を図る。

1. 件名：大飯発電所 3号機加圧器スプレイライン配管溶接部における有意な指示について

2. 日時：令和2年9月2日(水) 19時00分～19時40分

3. 場所：原子力規制庁 2階会議室B

4. 出席者：

原子力規制庁

長官官房総務課事故対処室

金子室長、谷室長補佐、斉藤室長補佐、高橋係長

原子力規制部検査グループ実用炉監視部門

吉野企画調査官、小野上席原子炉解析専門官、反町主任監視指導官

原子力規制部検査グループ専門検査部門

嶋崎管理官補佐

関西電力株式会社（以下「関西電力」という。）

東京支社 技術グループチーフマネージャー 他2名

5. 要旨

(1) 関西電力から、資料に基づき説明があった。

(2) 原子力規制庁から、関西電力が実施した「き裂進展評価および破壊評価結果」（添付資料4）について、曖昧な点や不明な点が多いことから、その評価結果について指摘を行った。主な指摘内容は以下のとおり。

○資料の添付資料4にある評価フローについて、関西電力は欠陥の進展要因を応力腐食割れ（SCC）と想定しているが、その根拠を説明すること。

○添付資料4の⑥について、設計上の最小肉厚を8.2mmとしている根拠を示すこと。

○添付資料4の①において、超音波探傷試験の結果、欠陥深さを4.6mmとしているが、測定誤差や測定精度をどのように考慮しているか説明すること。

○配管に累積された残留応力が想定される場合、それによる亀裂の進捗速度に影響があるため、配管の残留応力をどのように考えているか説明すること。

○添付資料4の④において、初期寸法（直近10年で進展した亀裂の深さ）を4.6mm、今後10年で進展する亀裂の深さを0.6mmとしているが、あまりにも進展評価に差が出ている。詳細な評価内容を示すこと。

(3) 原子力規制庁から、本事案を踏まえた関西電力の対応について、説明を求めた。主な内容は以下のとおり。

○今回の事案と類似の亀裂が発生する恐れのある箇所に対する検査の必要性や考え方について説明すること。

○原子炉等規制法第四十三条の三の十六第四項では、技術基準を満たせない可能性がある場合には、健全性評価を行うよう求めているが、これに対する考え方を示すこと。

○大飯 3 号機の定期検査工程への影響の有無について説明すること。

(4) 関西電力からは上記指摘事項について、持ち帰り検討の上、速やかに回答する旨説明があり、定期検査工程への影響の有無については明日中に回答する旨説明があった

資料

・大飯 3 号機加圧器スプレイライン配管溶接部における有意な指示について

2020年9月2日
大飯発電所

大飯3号機 加圧器スプレイライン配管溶接部における有意な指示について

大飯発電所3号機は2020年7月20日から定期検査中であり、定期事業者検査としてクラス1機器供用期間中検査を実施していたところ、8月31日に加圧器スプレイライン（Dループ）の1次冷却材管台と管継手（エルボ部）の配管溶接部の超音波探傷検査※1（以下、UTという）において有意な指示が認められた。

このため、検査要領書に基づき詳細探傷による傷の形状を確認すべく第二段階検査を9月1日に実施した結果、傷は管継手（エルボ部）のシーニング部※2であり、当該配管厚さ14.0mm（実測）に対して深さは約4.6mm、き裂長さ約67mmと評価され、当該箇所の設計上の最小必要厚さ8.2mmを満足していた。

また、有意な指示が認められたことを受け、維持規格に基づく詳細な欠陥評価（き裂進展評価※3、破壊評価※4）を実施した結果、技術基準に適合していることを確認し、継続使用が可能であることを判断した。

※1：超音波探傷試験（UT）

超音波を使って金属等の内部にある傷を検出する試験。

※2：シーニング部

内面寸法を合わせるために機械加工した溶接合わせ部（開先部）。

※3：き裂進展評価

計測された欠陥形状と各種運転条件をもとに、SCCのき裂進展速度と内圧及び曲げ応力（熱及び1/3Sd地震）による疲労のき裂進展速度を計算し、評価期間中のき裂進展量を算出する評価。

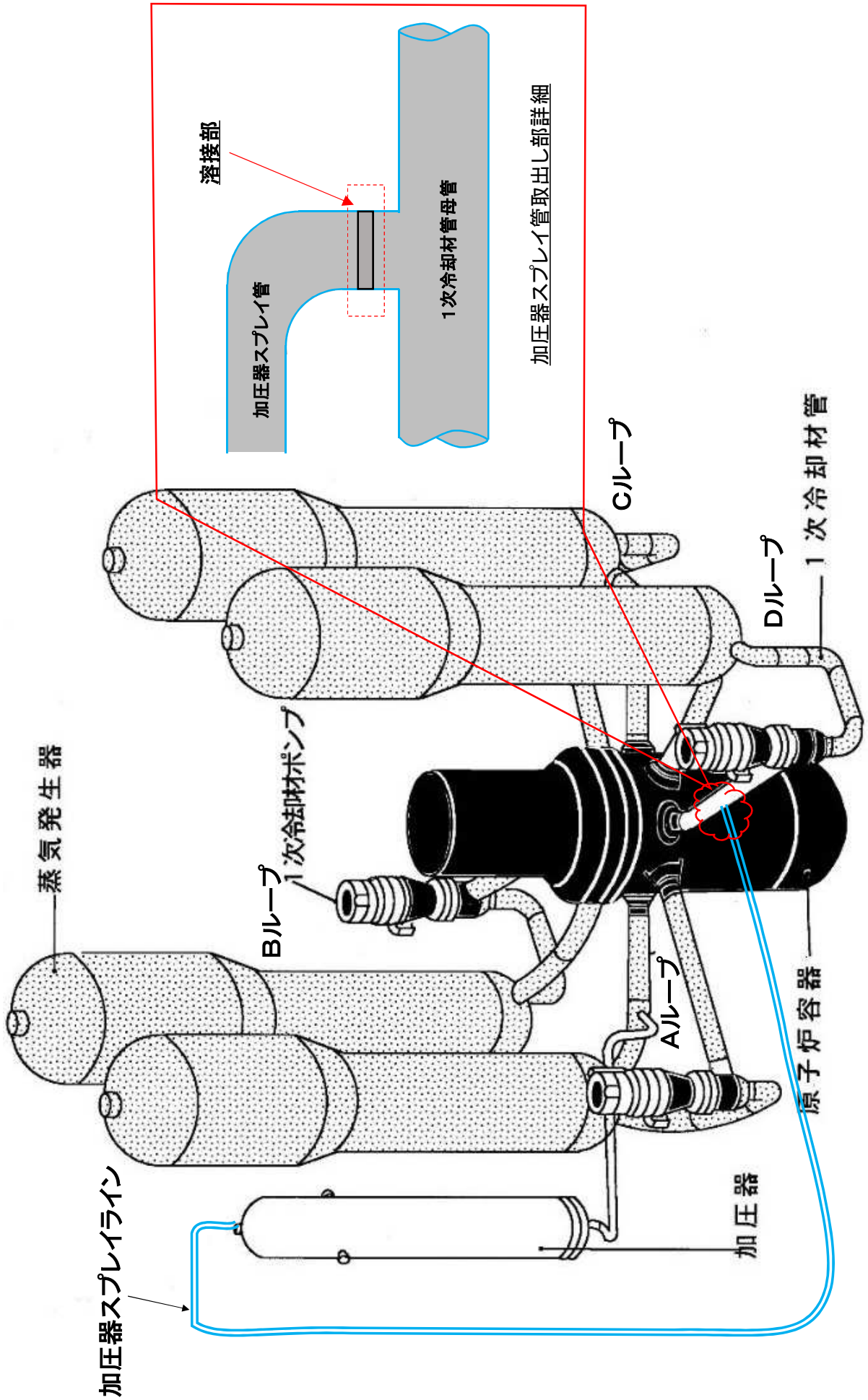
※4：破壊評価

き裂進展評価の結果を、評価期間経過後の欠陥形状に基づき、各種設計荷重（通常運転、事故、地震）を考慮しても、当該部が破壊しないことを確認する評価。

以上

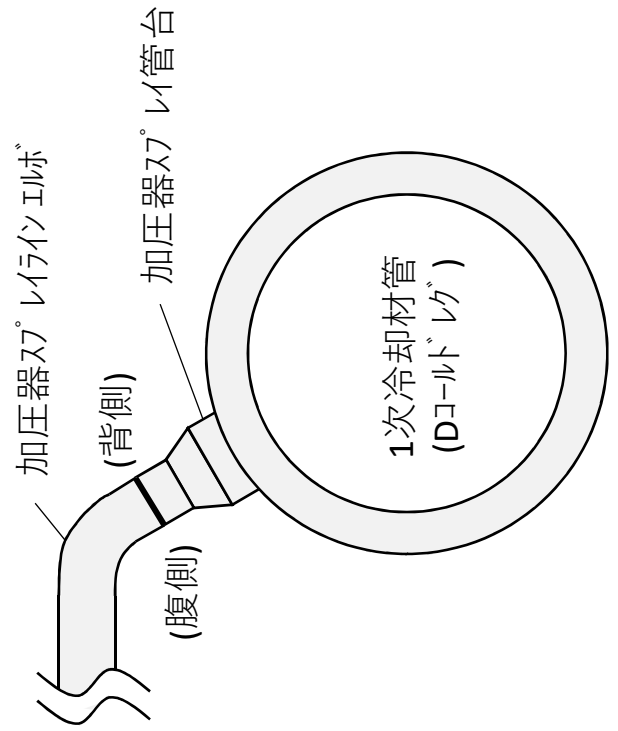
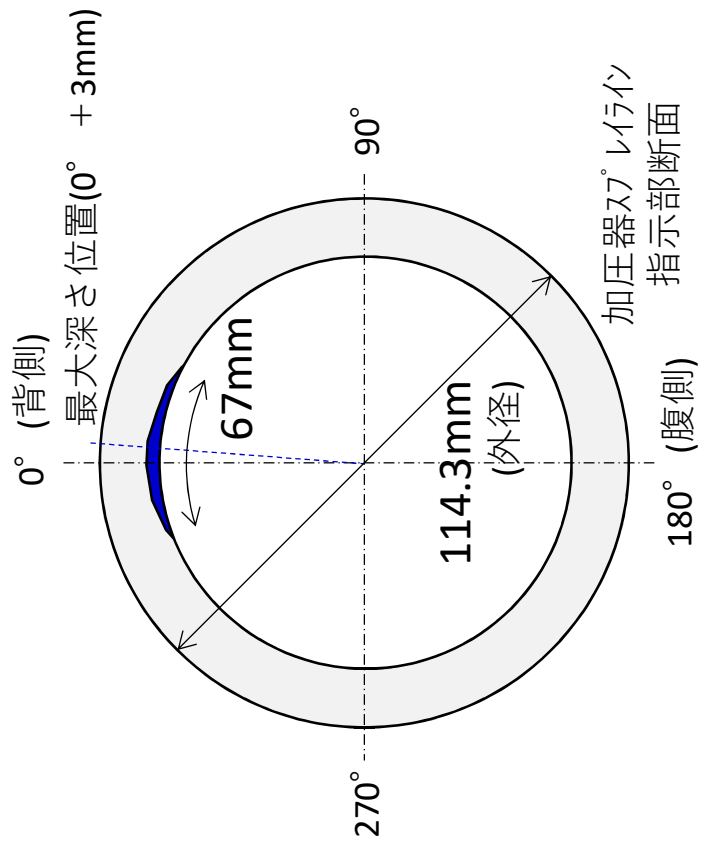
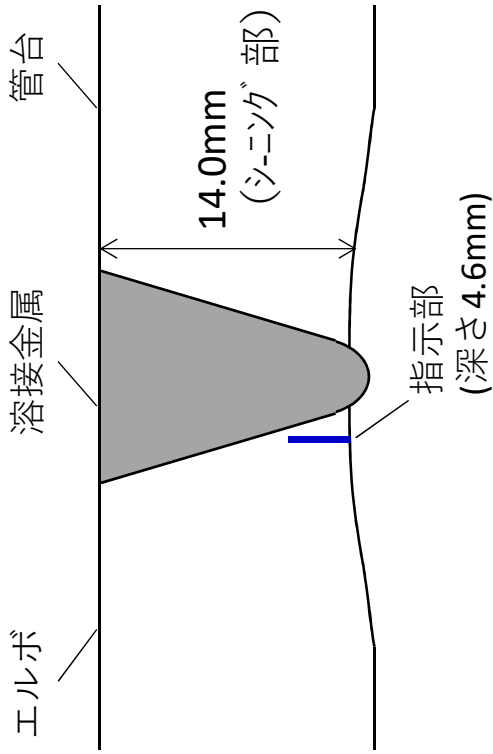
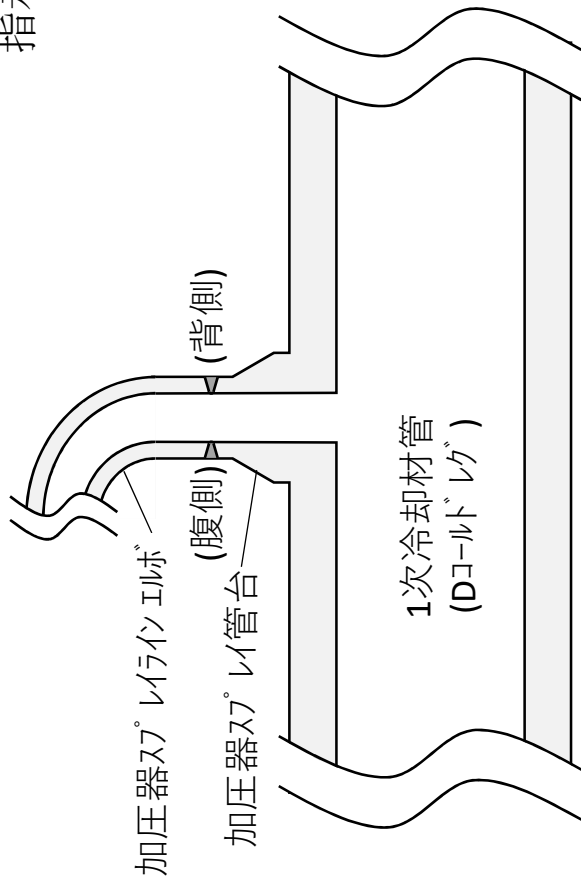
- 添付資料－ 1. 指示箇所
- － 2. 指示状況
 - － 3. 工事計画認可申請書要目表（当該部抜粋）
 - － 4. き裂進展評価および破壊評価結果

指示箇所



1次冷却材系統設備概要図

指示状況



変更前				変更後								
名称	最高使用圧 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	径厚 (mm)	材料	名称	最高使用圧 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	径厚 (mm)	材料	
一次冷却材の循環設備												
ループ低温側 1次冷却材管 分岐点 ～ 弁3LCV-451 及び 弁3V-CS-301			(注2) (差し込み部の内径)	(最小)		一次冷却材の循環設備						
	17.16	343	61.1	9.6	SUSF316		変更なし					
ループ高温側 1次冷却材管 分岐点 ～ 加圧器			(注2)	(注2)		一次冷却材の循環設備						
	17.16	360	355.6	35.7	SUS316TP		変更なし	変更なし	変更なし	変更なし	変更なし	

(注1) SI単位に換算したものである。

(注2) 公称値

- (注3) 計測制御系統施設のうちほう酸注入機能を有する設備と兼用
- (注4) 重大事故等時における使用時の値
- (注5) 既工事計画書に記載がないため記載の適正化を行う。記載内容は、設計図書による。
- (注6) ループAに設置
- (注7) ループB、Cに設置
- (注8) ループA、Dに設置
- (注9) 記載の適正化を行う。既工事計画書には「蒸気発生器出口40° エルボ～90° エルボ」と記載
- (注10) ループCに設置
- (注11) ループBに設置
- (注12) ループA、B、C、Dに設置
- (注13) 記載の適正化を行う。既工事計画書には「加圧器～弁3PCV-452A、弁3PCV-452B、弁3V-RC-055、弁3V-RC-056及び弁3V-RC-057」と記載
- (注14) エルボについては管と同等以上の厚さのものを選定する。
- (注15) 記載の適正化を行う。既工事計画書には「7.6 (8.7)」と記載
- (注16) 記載の適正化を行う。既工事計画書には「7.6 (8.7) / 7.6 (8.7) / -」と記載
- (注17) 記載の適正化を行う。既工事計画書には「9.7 (11.1)」と記載
- (注18) 記載の適正化を行う。既工事計画書には「9.7 (11.1) / 9.7 (11.1) / -」と記載

き裂進展評価および破壊評価結果

発電用原子力設備規格 維持規格 JSME S NAI-2012(以下、維持規格)に記載の評価フローに従い、以下の通り欠陥の評価を実施した。

◇当該部諸元

部位	機器クラス	材料	外径 Do (mm)	板厚 t ^{*1} (mm)
突合せ溶接	クラス1管	SUS316TP	114.3	14.0

※1 当該部の実機板厚計測結果(超音波厚さ計)

① 有意な欠陥指示

UTの結果、有意な欠陥指示として以下に示す欠陥が確認された。

欠陥深さ a ₀ (mm) ^{*1}	欠陥長さ l ₀ (mm) ^{*2}
4.6	67

*1:「超音波探傷試験システムの性能実証(PD)」(フェイズドアレイ UT)による結果

*2: 45°斜角探傷法による記録

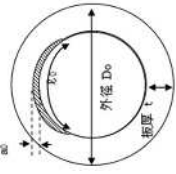


図 a 形状寸法

② 維持規格 EB-1310 第一段階評価

欠陥の進展要因分析の結果、き裂の進展要因は応力腐食割れ(SCC)及び疲労が想定された。き裂の進展要因にSCCが含まれることから評価不要欠陥に該当せず、第二段階評価の欠陥評価を実施する。

③ 維持規格 EB-1320 第二段階評価 (STEP1:モデル化)

確認された欠陥を円筒内表面半楕円き裂としてモデル化した。また、評価期間は10年間(8766時間/年)と設定した。

④ 維持規格 EB-1320 第二段階評価 (STEP2:き裂進展評価)

SCCによるき裂進展と疲労によるき裂進展の評価を行い、評価期間末期のき裂寸法を計算した。

	欠陥深さ a _f (mm)	欠陥長さ l _f (mm)
初期寸法	4.6	67
SCCによる進展量	0.3	1.6
疲労による進展量(通常運転、地震)	0.3	0.1
評価期間末期のき裂寸法	5.3	68.7

⑤ 維持規格 EB-1320 第二段階評価 (STEP3:破壊評価)

き裂進展を考慮した評価期間末期のき裂寸法に基づき破壊評価を実施し、評価期間末期のき裂の健全性を確認した。

荷重の組合せ	一次曲げ応力 Pb (MPa)	許容曲げ応力 Sc (MPa)	判定
通常運転	3.8	28.4	Pb<Sc
地震	64.8	87.9	○

⑥ 維持規格 EB-1320 第二段階評価に基づく継続使用可否検討

き裂進展評価に基づく破壊評価の結果、判定基準を満足しており、評価期間中(10年)の健全性が確認されたことから、継続使用が可能であることが確認された。

なお、当該部の Tsr (計算必要厚さ) は 8.2mm であり、必要最小板厚を満足している。

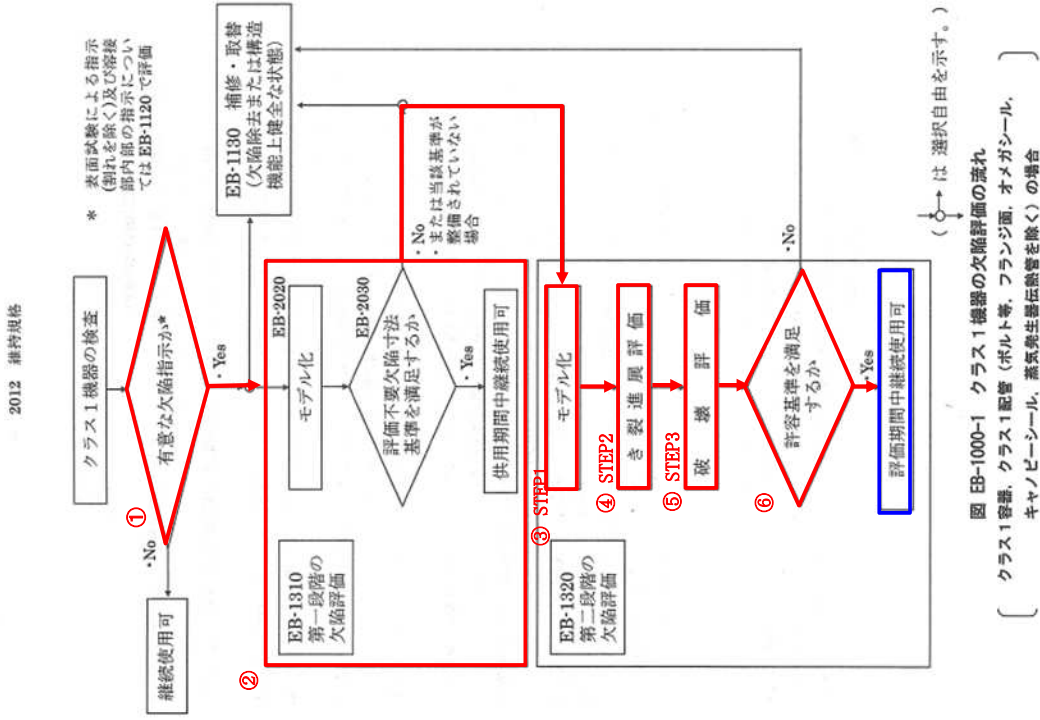


図 EB-1000-1 クラス1機器の欠陥評価の流れ
(クラス1容器、クラス1配管(ボルト等、フランジ面、オメガゲール、
キャノピーシール、蒸気発生器伝熱管を除く)の場合)

EB-5