

健全性評価制度（維持基準）について

平成20年11月18日

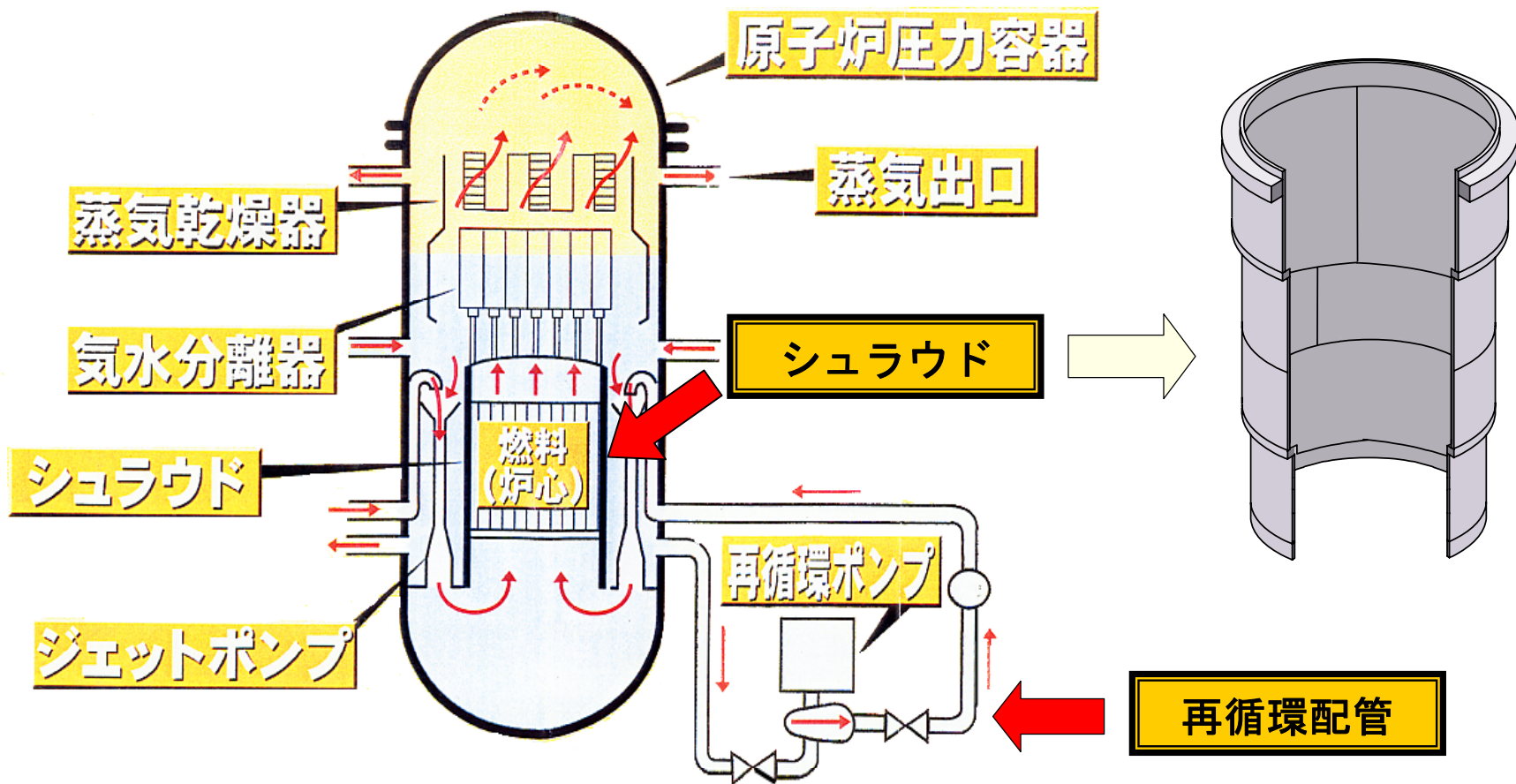
東京電力株式会社



東京電力

1. 健全性評価制度における 超音波探傷試験について

維持基準適用の主要対象設備

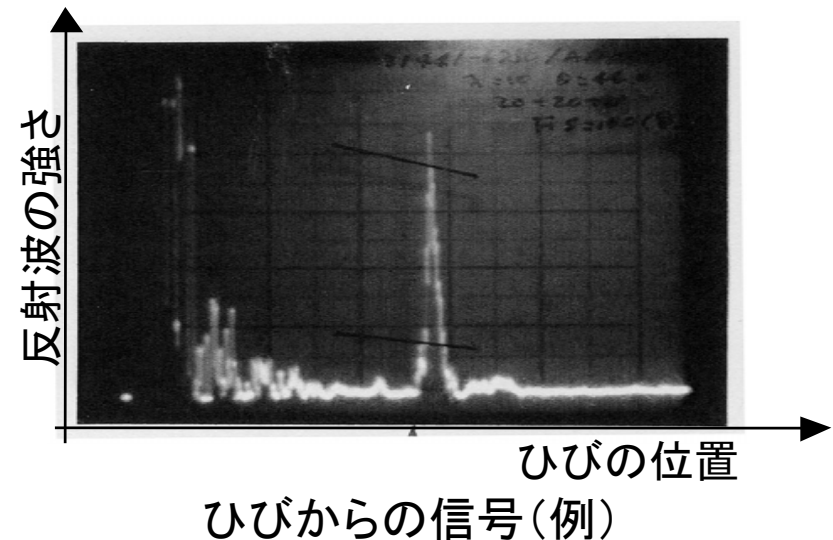
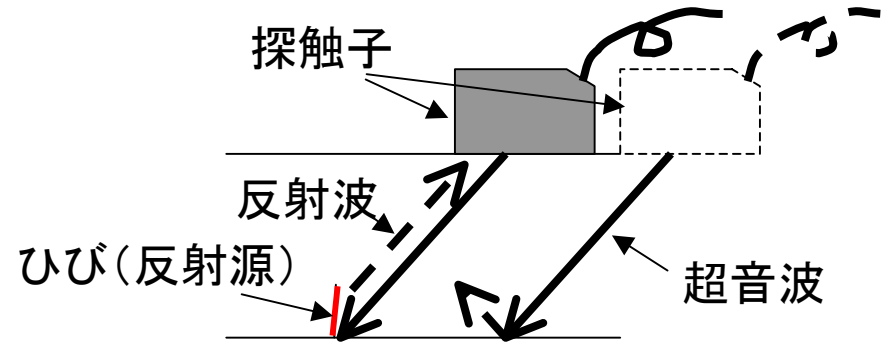


再循環系配管への超音波探傷試験【検査手法】

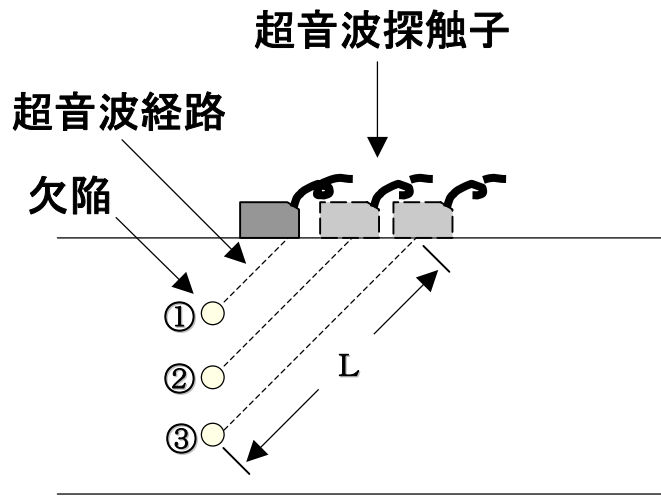
- ・ 超音波探傷検査（UT）により、シュラウドや配管内面（内部）のひびの有無を検査
- ・ 専門の資格を有する検査員による探傷や寸法測定の実施



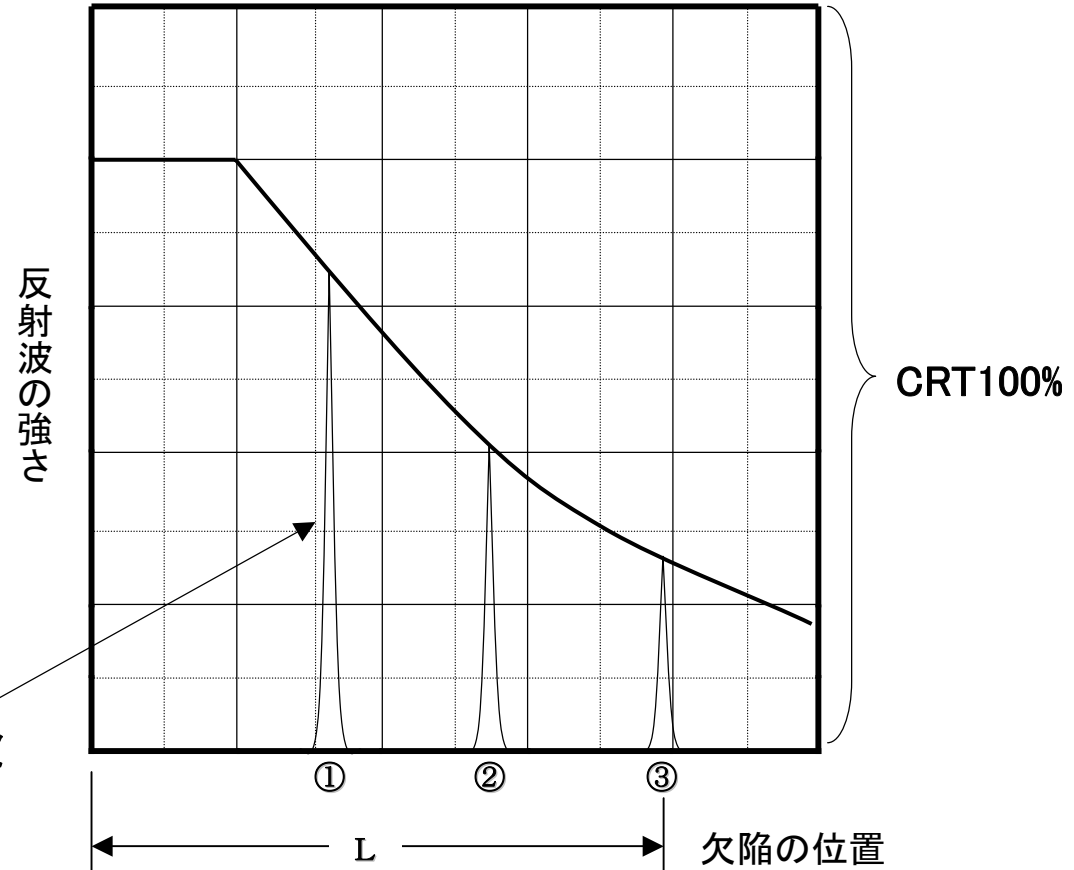
現場でのUT検査の様子



再循環系配管への超音波探傷試験【検査手法】



欠陥からの反射波

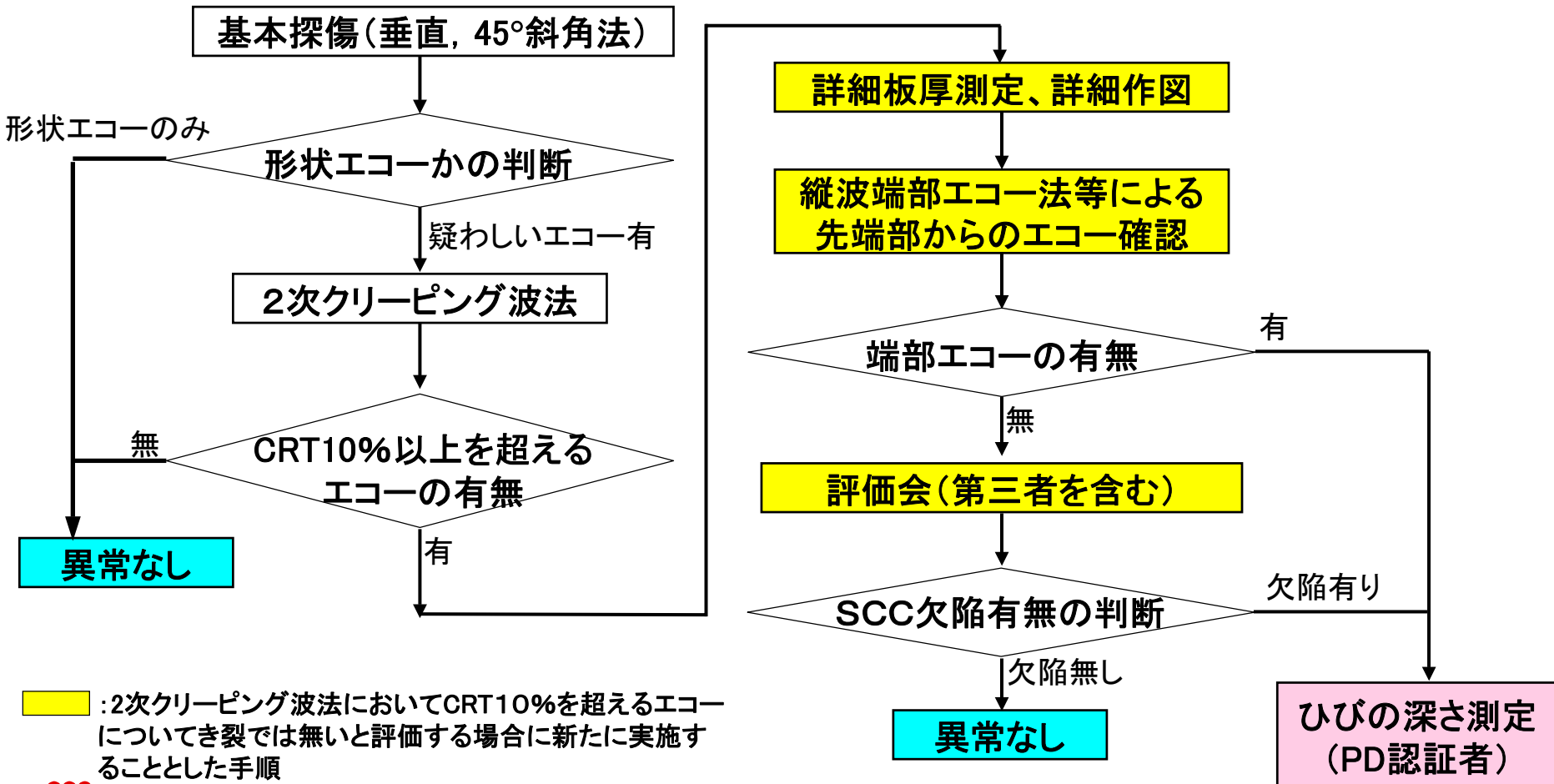


探傷器のCRTイメージ図

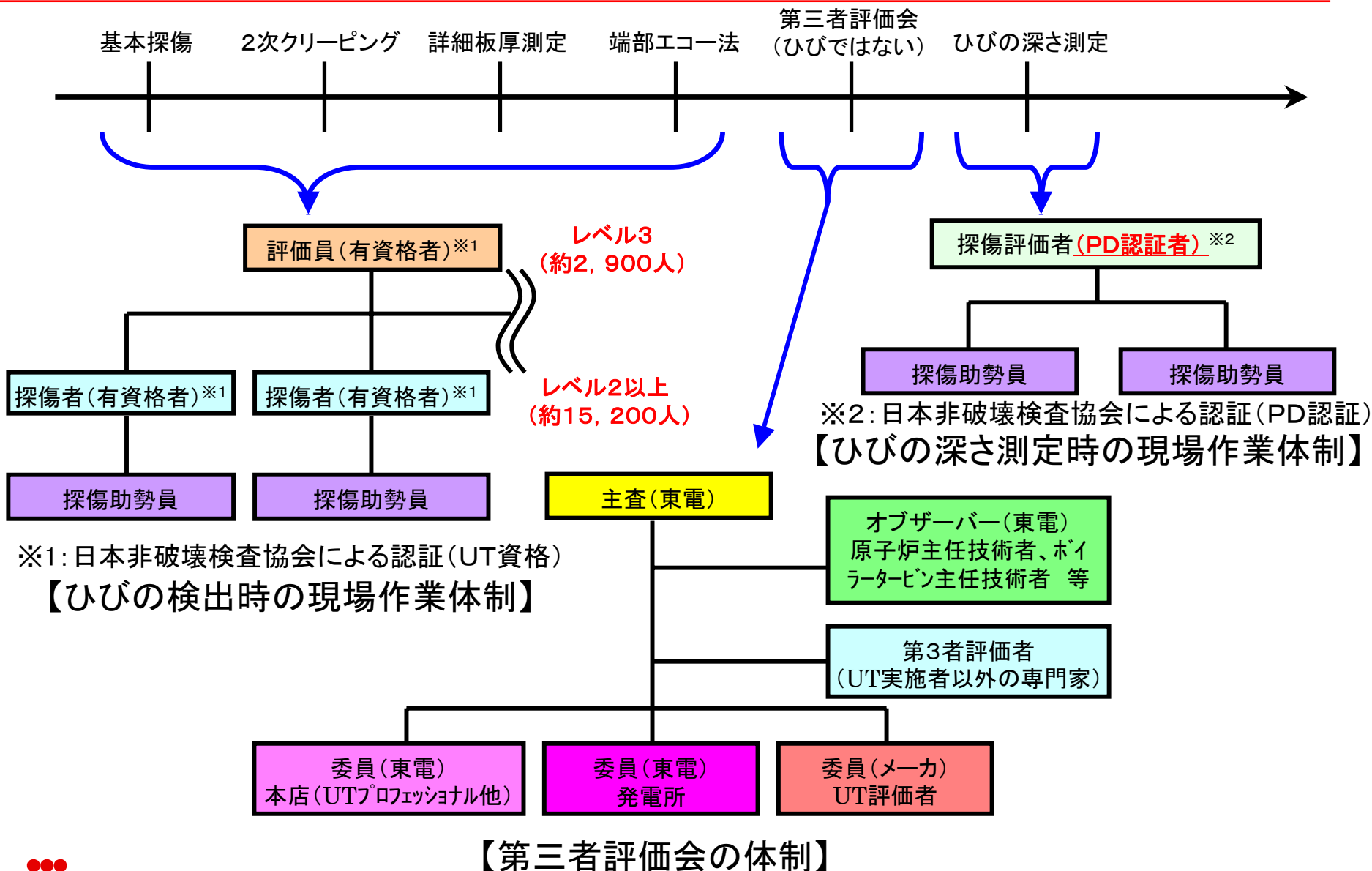
再循環系配管への超音波探傷試験【検査手順】

現在、PLR配管等への超音波探傷試験は、2F3でのひび誤認事象に鑑みたNISA文書※1を反映した手順(定期事業者検査要領書で定める手順)で実施している。

※1:「発電用原子力設備における破壊を引き起こすき裂その他の欠陥の解釈について」:NISA-322c-06-1/NISA-163c-06-02



再循環系配管への超音波探傷試験【実施体制】



超音波探傷試験の技量認証制度

- 超音波探傷試験の技量レベルは、レベル毎に以下の技術項目に対応する筆記試験と実技試験が行われ、認証される。
- また、超音波探傷試験の最終的な評価については、JEAG4207-2004に基づきレベル3の技量を有する者が実施している。

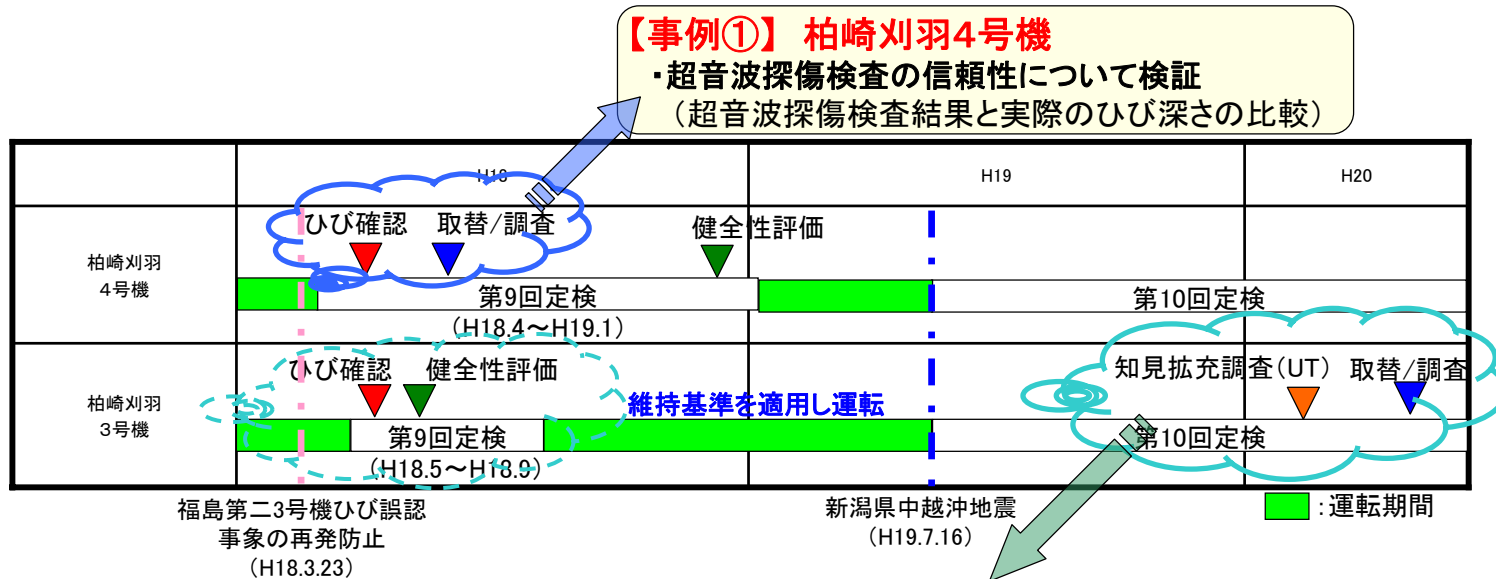
UTレベル	技量	主な実施事項	人数(2007.10.1現在)
レベル3	すべての作業を実施したり指示できる	・UTの実施、評価 ・UT手順の確立・認可 ・他の非破壊検査方法の基礎知識、材料・製造・加工の基礎知識 ・レベル1,2技術者の訓練、指導	約2,900人
レベル2	確立されている、又は認可されている手順書にしたがって作業を実施したり指示できる	・UTの実施、評価 ・測定機器の調整、校正 ・レベル1技術者の訓練、指導	約12,300人
レベル1	レベル2もしくはレベル3技術者の監督のもとで、作業を実施できる	・UTの実施 ・測定機器の調整	約5,500人

- 当社では、超音波探傷試験の実施について、日本非破壊検査協会等により認証された技量(レベル2以上)を有する有資格者が実施することを要求している。

2. 柏崎刈羽原子力発電所における 再循環系配管のひびの調査結果

柏崎刈羽 3・4号機における検査の信頼性の検証

福島第二3号機ひびの誤認事象の再発防止を踏まえた検査手順にてひびを確認した柏崎刈羽4号機、3号機の原子炉再循環系配管について詳細調査を実施し、検査の信頼性を検証するとともに、プラント運転中のひびの進展量について確認した。

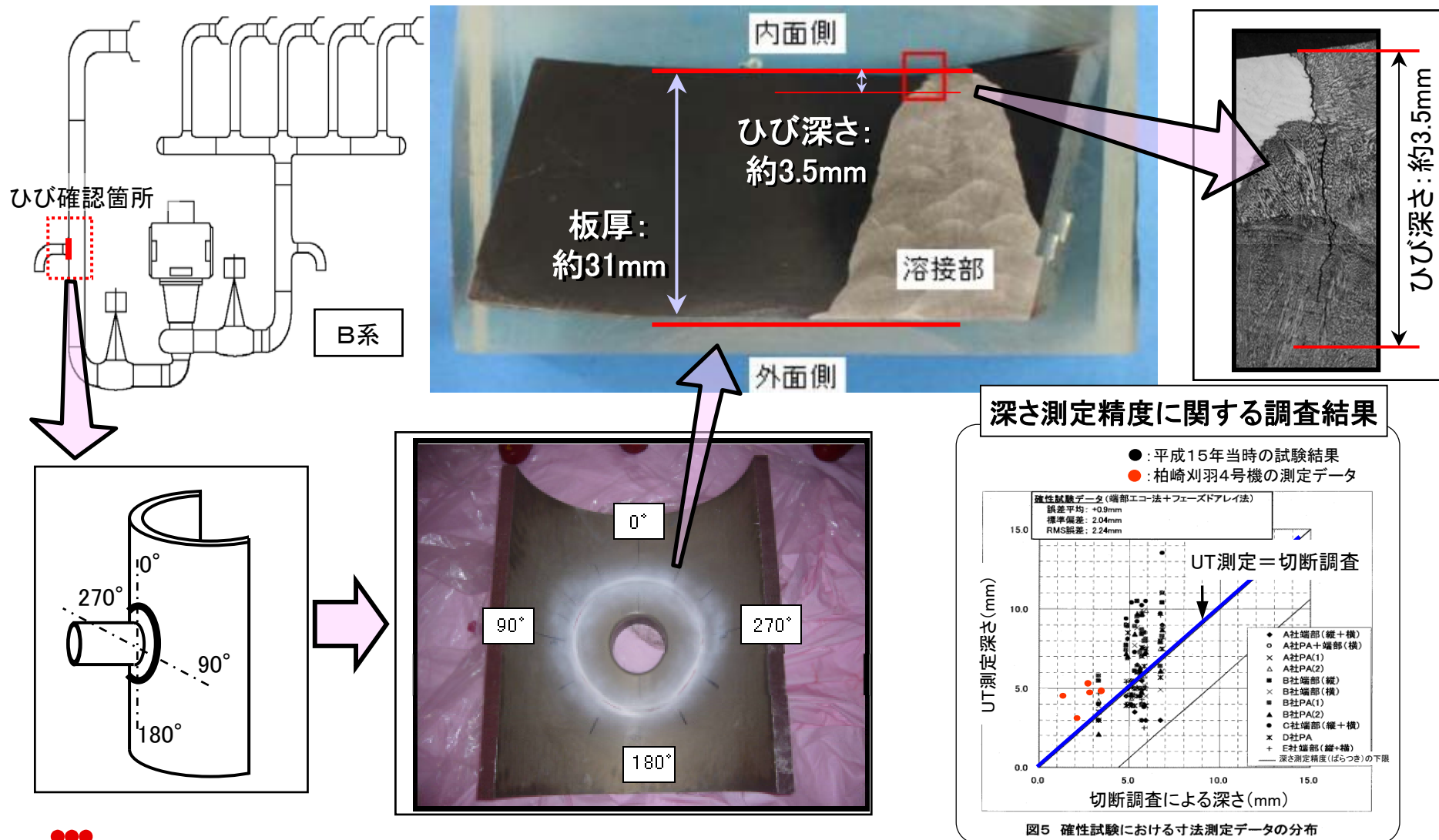


【事例②】 柏崎刈羽3号機

- ・超音波探傷検査の信頼性について検証
(超音波探傷検査結果と実際のひび深さの比較)
- ・プラント運転中のひびの進展予測の妥当性(信頼性)について確認
(約1年間の継続使用前後のひび深さの比較)
- ・ひびに対する地震の影響について確認

【事例①】 柏崎刈羽 4号機における調査結果

■ 取替えた配管のひびについて、詳細調査を実施した



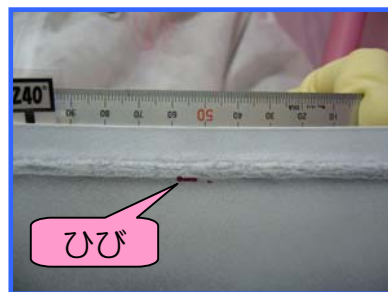
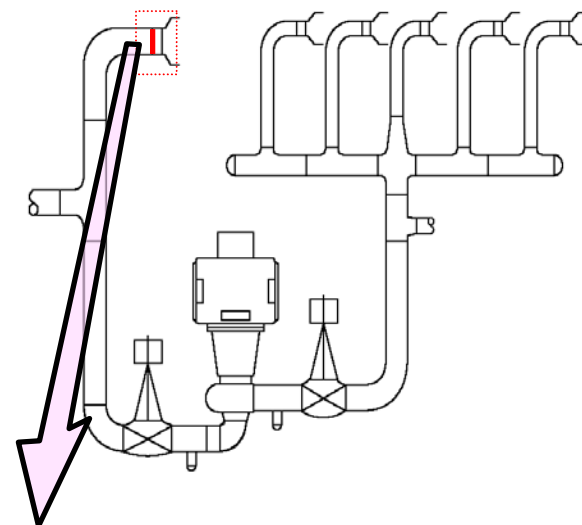
【事例②】 柏崎刈羽 3号機における調査結果（1）

■ 検出性に関する調査結果

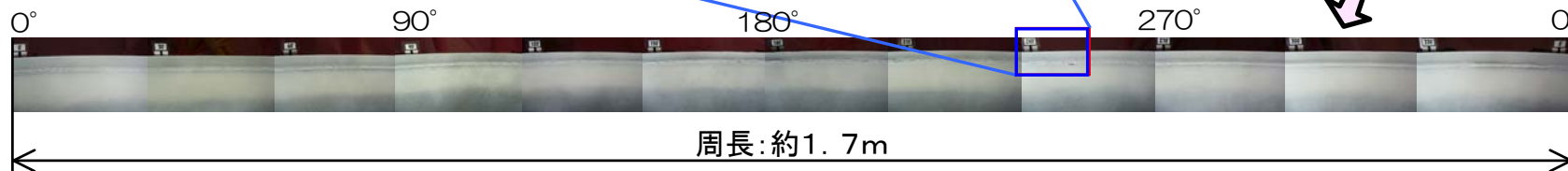
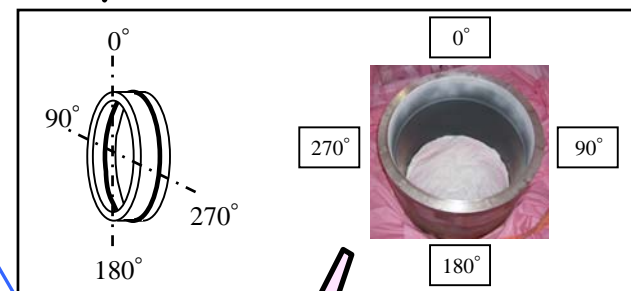
配管内表面のひびの位置および長さについて、浸透探傷試験(PT)を行い観察した結果、浸透探傷試験での指示模様(ひび)は超音波探傷試験で検出しており、超音波探傷試験における検出性を確認した。

材質	配管外径	配管肉厚	ひび長さ	
			切出前UT結果	内面観察結果
低炭素 ステンレス鋼	625.4mm	38.9 mm	29mm	約12mm

ひび確認箇所から切り出し



拡大写真



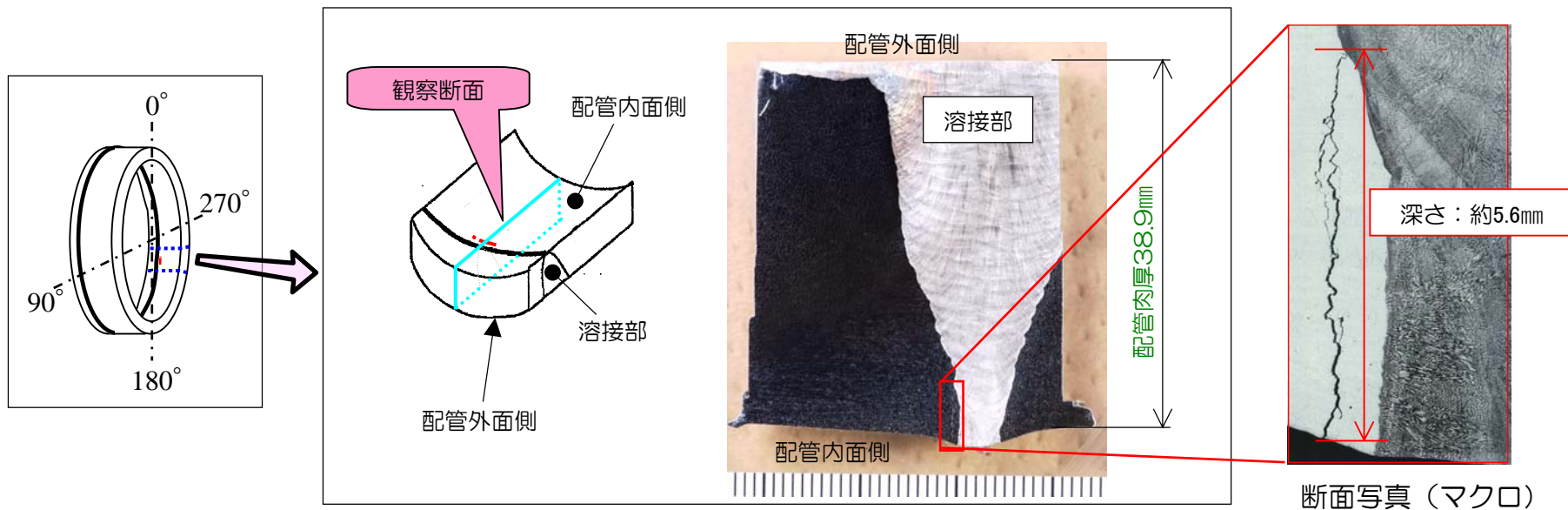
切り出し配管内表面観察結果(展開図)

【事例②】 柏崎刈羽 3号機における調査結果（2）

■ 深さ測定精度に関する調査結果

超音波探傷試験における深さの測定値は切断調査による深さ測定値と同程度であり、超音波探傷試験において十分な測定精度で深さが測定されていたことを確認した。

材質	配管外径	配管肉厚	ひび深さ	
			切出前UT結果	断面観察結果
低炭素 ステンレス鋼	625.4mm	38.9mm	5.3mm	約5.6mm



ひびの性状はSCCの特徴を示していた。

柏崎刈羽3・4号機 ひび深さ測定結果のまとめ

【国内外5社で実施した超音波探傷試験によるひびの深さ測定精度の確認試験結果*】

【柏崎刈羽3・4号機の試験結果】

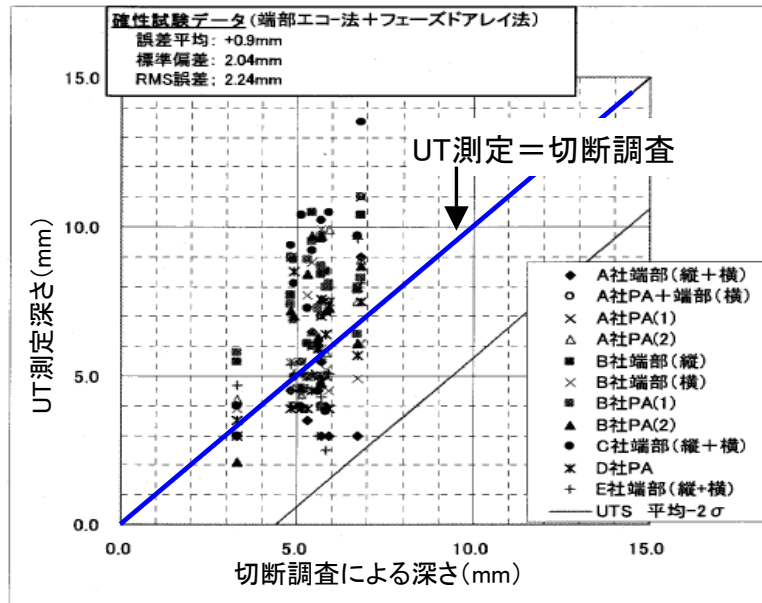
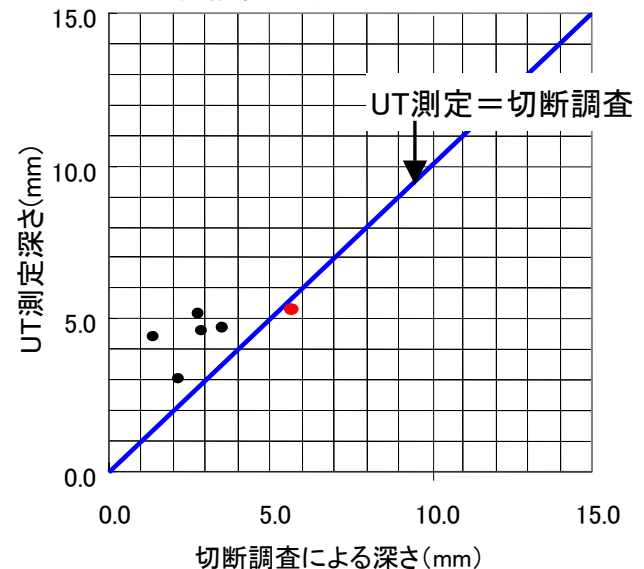


図5 確性試験における寸法測定データの分布

* 第13回原子炉安全性小委員会資料「原子炉再循環系配管等の検査への改良超音波探傷試験の適用について」より引用 (H16.8.10)

- : 3号機の測定データ
- : 4号機の測定データ(参考)

※データは端部エコー法とフェーズドアレイ法の測定結果のいずれか大きいデータ

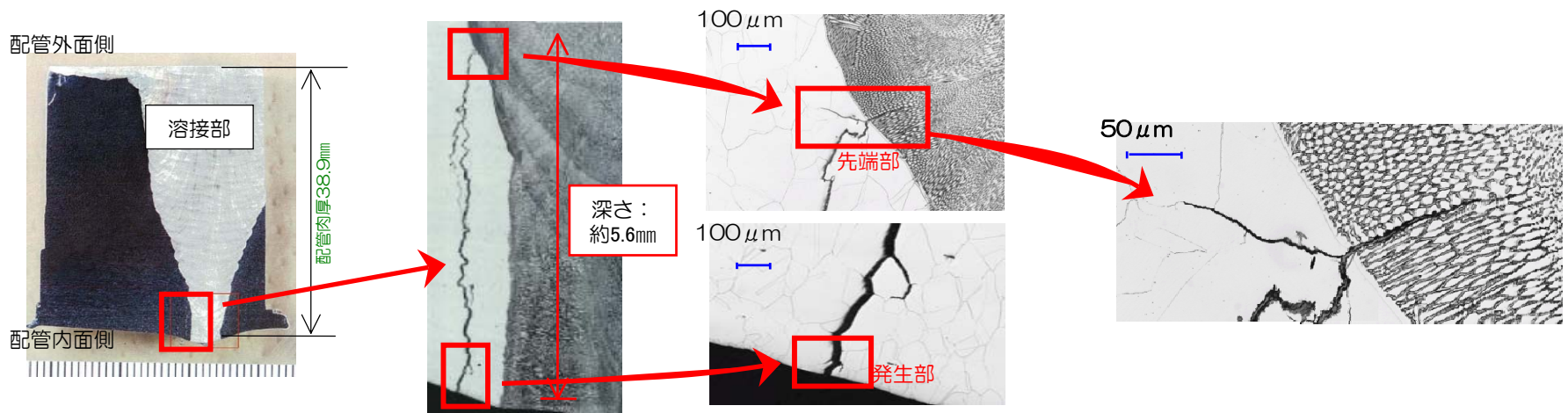


■ 超音波探傷試験によるひびの検出性及びひび深さの測定精度とも、従来からの超音波探傷試験の知見と同等以上の結果が得られた。

柏崎刈羽 3号機のひびへの地震影響評価

ひびに対する地震の影響調査結果

- ひびの詳細観察の結果から、ひびは発生部から先端部まで応力腐食割れの特徴(結晶構造に沿って階段状に進展)を有していた。
- 仮に地震でひびが進展すると、直線的な進展形態と考えられるが、その形態は観察されなかったことから、ひびに対する地震の影響は極めて小さいと類推される。



柏崎刈羽3・4号機ひび部の点検、調査結果まとめ

- 柏崎刈羽3号機、4号機におけるPLR配管のひびについて、超音波探傷試験により適切にひびを検知し、また精度の高い深さ寸法の測定ができており、ひび誤認事象への再発防止対策の妥当性、及び深さ測定技術の信頼性について確認した。
- 3号機はひび確認後に約1年間のプラント運転を経験したが、その進展は健全性評価による進展予測値を下回っていた。
- 3号機のひびについて、断面観察をした結果、地震の影響を示すような明らかな徴候は確認されなかった。

3. 健全性評価事例と裕度について

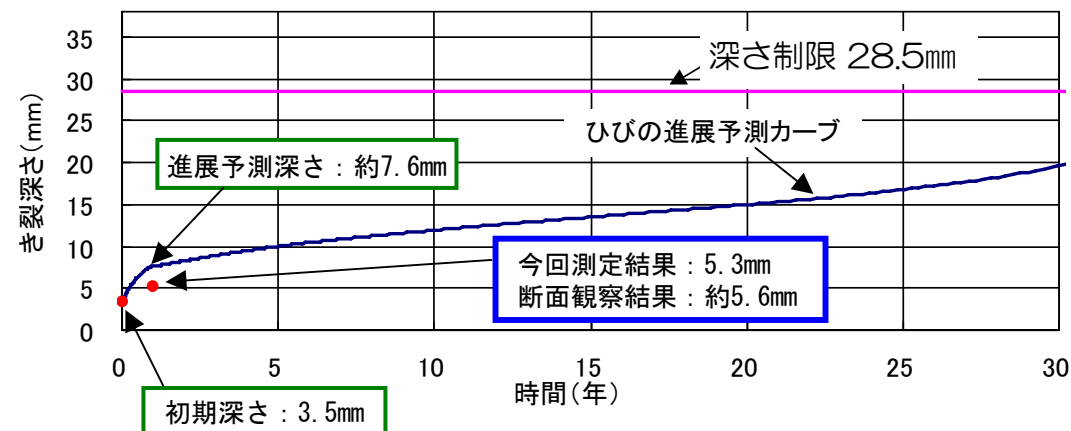
健全性評価【柏崎刈羽3号機の深さ評価の事例】

■健全性評価結果との比較結果

第10回定検(H19.9～)の超音波探傷試験結果・断面観察結果について、第9回定検(H18.5～)で評価したひびの進展予測と比較した。

第10回定検(H19.9～)の測定・観察結果は、健全性評価による進展予測値を下回っていることを確認した。

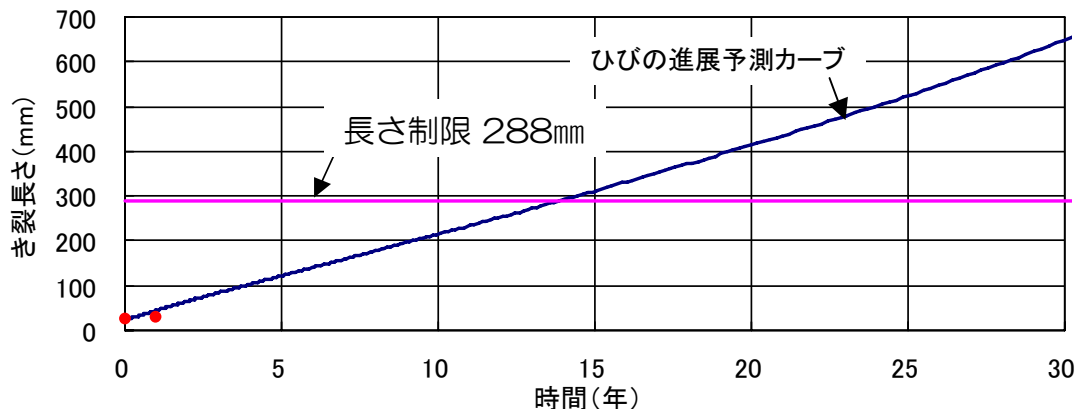
SCCき裂進展解析結果 き裂深さ



【き裂深さ】

健全性評価 初期深さ (平成18年6月※ ¹) 【UT】	進展予測 (約1年後)	今回 点検結果 (平成20年2月※ ²) 【UT】	断面観察 結果 【実測】
3.5mm	約7.6mm	5.3mm	約5.6mm

SCCき裂進展解析結果 き裂長さ



【き裂長さ】

健全性評価 初期長さ (平成18年6月※ ¹) 【UT】	進展予測 (約1年後)	今回 点検結果 (平成20年2月※ ²) 【UT】	断面観察 結果 【実測】
26mm	約44mm	29mm	約12mm

※1：第9回定期検査（平成18年5月～9月）

※2：第10回定期検査（平成19年9月～実施中）

健全性評価における保守性について

【健全性評価における保守性のイメージ図】

