

## 規格の概要

- 発電用軽水炉原子炉圧力容器用鋼材の中性子照射による機械的性質の変化を定期的に調査し評価するための監視試験方法について規定したもの。主な内容は以下のとおり。

- ① 監視試験計画
- ② 監視試験方法（関連温度移行量の評価含む）

### 【主な改定内容】

- 現在、以下の内容で改定するよう作業を進めているところである。

#### ① 監視試験計画

- ✓ 『实用発電用原子炉の運転期間延長認可申請に係る運用ガイド』等による監視試験の追加要求に追従できるよう、長期監視試験計画等における規定内容を適切な間隔で監視試験片の取出しが実施可能なように変更する。

#### ② 監視試験方法

- ✓ 関連温度移行量評価式について、最新知見および専門家との議論結果を取り入れ、基本モデル式の構成項およびマージンの設定方法を変更する。
- ✓ 『实用発電用原子炉の運転期間延長認可申請に係る運用ガイド』等による監視試験取出しの追加要求に追従できるよう、電子ビーム溶接による再生試験手法、小型試験片(Mini-C(T)試験片)を用いた評価手法を適用可能なように変更する。
- ✓ シャルピー衝撃試験の代替として、JEAC4216-2015に規定されているMini-C(T)試験片による破壊靱性試験が適用可能なように変更する。

## JEAC4201改定案概要(2/2)

2

**監視試験計画の規定見直し**

→ 参考-12

- **長期監視試験計画の移行時期、カプセル取り出し時期の規定見直し**
  - 関連する技術基準・ガイドの要求に追従できる規定に見直し
- **限られた試験片の有効活用を目的とした規定見直し**
  - 従来、再生試験片適用時のみ「必要な試験に限定可」としていた規定を長期監視試験全般に拡大
  - ばらつき等考慮による再生時の試験片数限定、加速試験結果の活用の規定を追加

**監視試験手法の拡充**

→ 参考-13~15

- **電子ビーム溶接の採用**
  - 試験片再生時の溶接手法として、従来の標準接合方法に比ベインサート材の長さに影響する溶接時の入熱量が少ない電子ビーム溶接の規定を追加
- **再生時の試験片採取位置の明確化**
  - 試験後の溶接金属試験片より溶接熱影響部の監視試験片の再生を行う場合の採取位置の規定を明確化
- **小型試験片による評価**
  - 試験片再生よりも試験片数を確保可能な小型試験片（JEAC4216-2015に規定するMini-C(T)試験片）を用いた評価の規定を追加

## 監視試験計画の規定見直し

参考-12

### 長期監視試験計画の移行時期、カプセル取り出し時期の規定見直し

- 関連する技術基準・ガイドの要求に追従できる規定に見直し
  - 長期監視試験計画への移行時期を明確化
  - 本規格要求以外による取り出し実績活用のため、関連する技術基準、ガイドの要求を網羅するように、前回の取り出しから適切な間隔での取り出し継続を規定
  - 高照射領域（主にPWR）で配慮すべき事項を明確化（標準／長期）

### 限られた試験片の有効活用を目的とした規定見直し

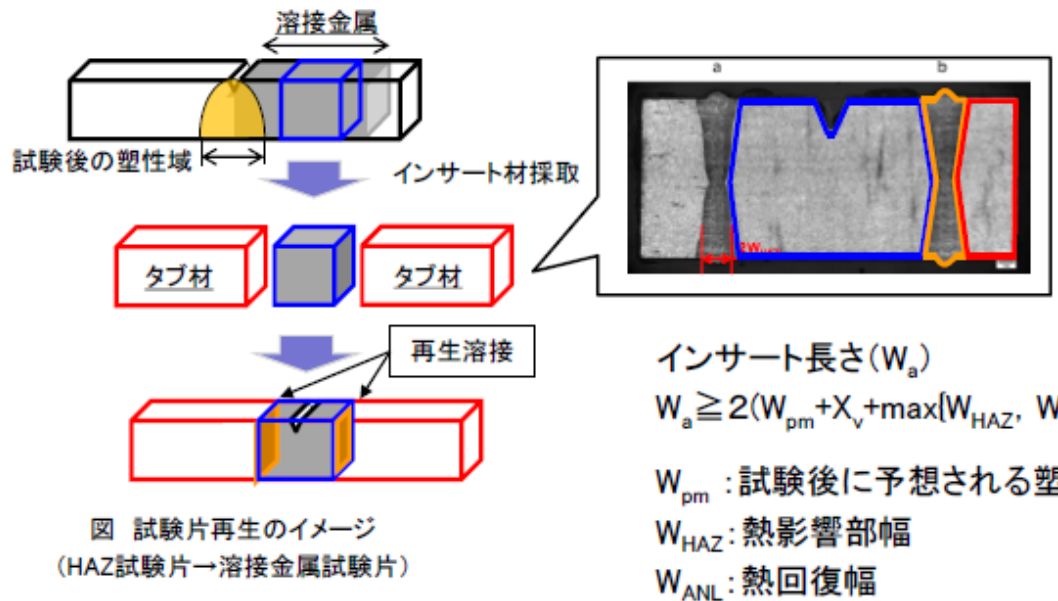
- 長期監視試験計画で限られた試験片を有効に活用できる規定に見直し
  - 長期監視試験計画における再生試験片使用時に適用される「必要な試験に限定（引張試験の除外、母材代表）」する規定を、長期監視試験全般に拡大
  - ばらつきを個別に評価することで、再生時の試験数を限定可と規定
  - 中性子束の影響が無視できると考えられる沸騰水型原子炉における加速照射試験片による試験結果も「脆化傾向の判断に用いても良い」ことを明確化

監視試験手法の拡充（電子ビーム溶接の採用）

参考-13

電子ビーム溶接の採用

- 従来の標準接合方法に比べ、インサート材の長さに影響する溶接時の入熱量（熱影響、熱回復）が少なく従来よりも多くの試験片数を確保することが可能となる、電子ビーム溶接の規定を追加



参考-14

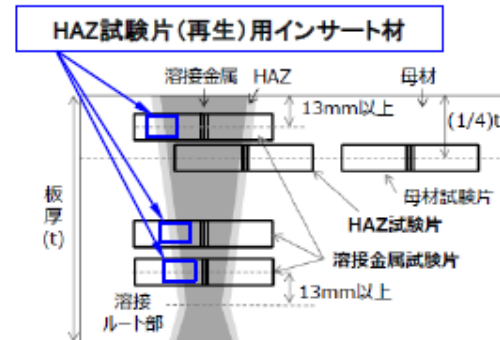
## 監視試験手法の拡充（再生時の試験片採取位置）

### 再生時の試験片採取位置の明確化

- 溶接金属試験片と熱影響部（HAZ）試験片では、板厚方向の採取位置に関する規定が異なる（下表参照）。
- HAZ試験片を再生する場合、「溶接金属試験片の試験後の試験片より、インサート材を採取して、HAZ試験片として再生する」ことが想定される。

監視試験片の採取位置(JEAC4201 SA-2220)

供試材の種類	試験片の採取位置	試験片の採取方向		
		引張試験片	衝撃試験片	
		試験片の長手軸方向	試験片の長手軸方向	ノッチ深さ方向
母材	(1/4)t <sup>注1</sup>	主加工方向に直角 (注2)	主加工方向に直角 (注2)	材料の厚さ方向に直角
溶接部	溶接金属 溶接ルート部及び表面より15mm以上離れた位置 <sup>注4</sup>	溶接線に平行 <sup>注4</sup>	溶接線に直角	材料の厚さ方向に直角
	溶接熱影響部	(1/4)t <sup>注3</sup>	溶接線に直角	材料の厚さ方向に直角



板厚方向の採取位置に関するイメージ図

- 板厚方向の採取位置が異なる試験片から試験片を再生する場合、衝撃特性への有意な影響の有無を確認する必要があるが、板厚方向の採取位置の違いがHAZの衝撃特性に有意な影響を与えないことがこれまでに報告\*されている。
- 上記より、HAZの監視試験片の再生を行う場合には、試験片採取位置の規定によらず試験後の溶接金属試験片からインサート材を製作してもよいことを規定

※参考資料

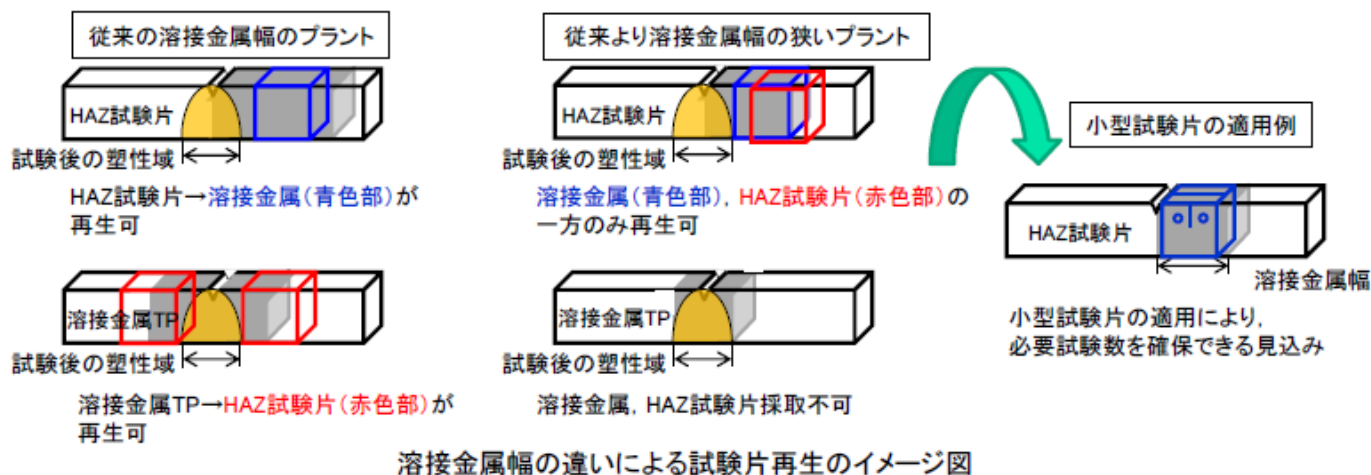
- ✓ 森島ら、「電子ビーム溶接を用いて再生した衝撃試験片の監視試験への適応性評価」、日本保全学会 第15回学術講演会要旨集 (2018), p.259.
- ✓ 田中他、「電子ビーム溶接を用いて再生した衝撃試験片の監視試験への適応性評価」、日本保全学会 第16回学術講演会要旨集 (2019), p.296. 76

## 監視試験手法の拡充（小型試験片による評価）

参考-15

### 試験片数の確保に向けた小型試験片の適用

- 溶接幅の狭い手法を採用したプラントがあり、試験片を再生する場合に必要なインサート材の長さを確保できず、試験片の再生が困難となる場合がある。

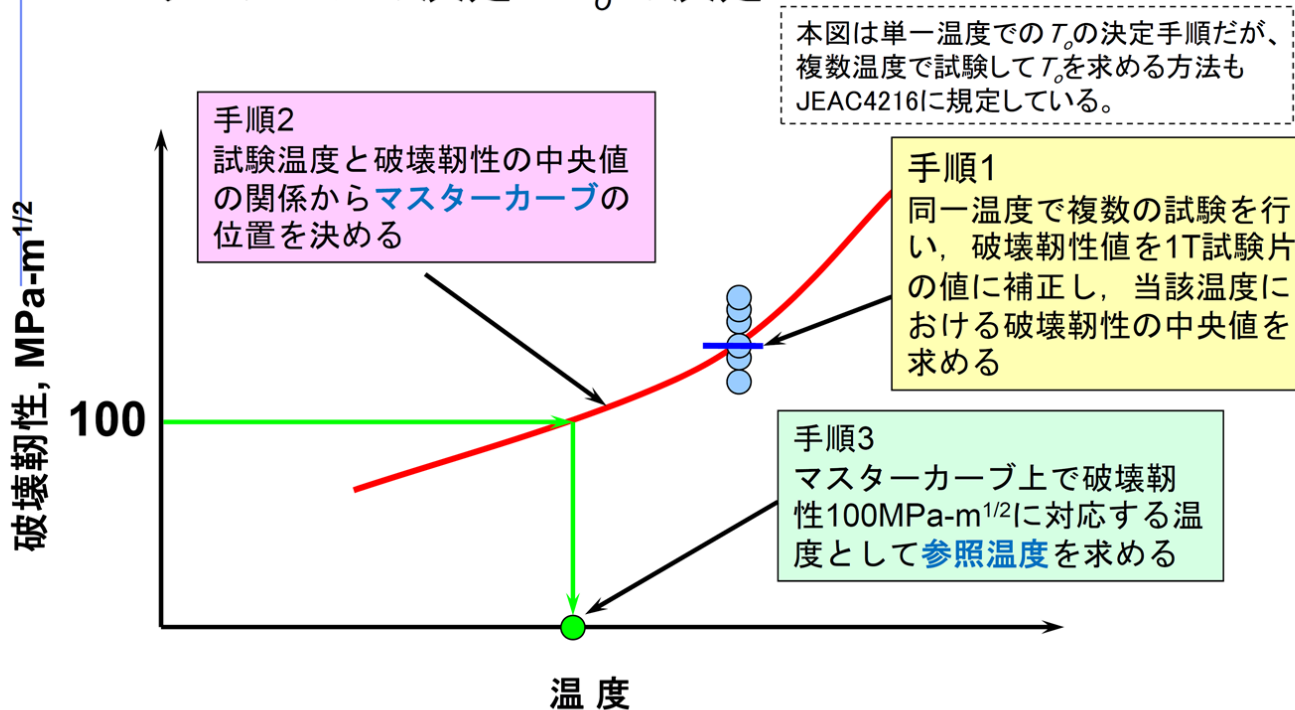


- 試験片の再生よりも試験片数を確保可能な小型試験片（JEAC4216に規定するMini-C(T)試験片）を用いた評価の規定を追加



# JEAC4216における $T_0$ の決定方法

- マスターカーブの決定 =  $T_0$  の決定

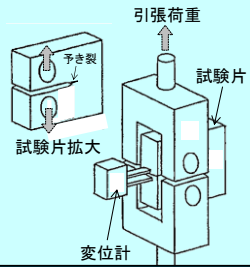


# 監視試験と各種評価の関係

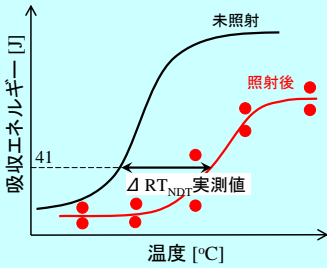
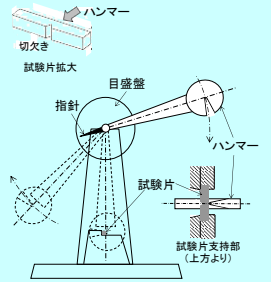
## 監視試験 JEAC4201

(建設時)  
落重試験及びシャルピー衝撃試験

## 破壊靱性試験 (必要に応じMini-C(T)活用) JEAC4216



## シャルピー衝撃試験



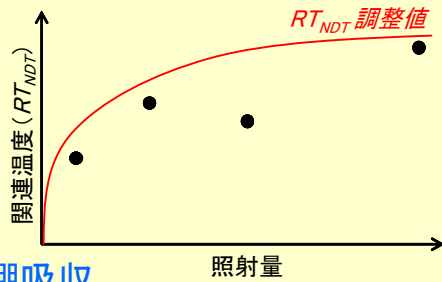
## 健全性評価 JEAC4206

関連温度( $RT_{NDT}$ )初期値  
 $T_{r30}$ 初期値

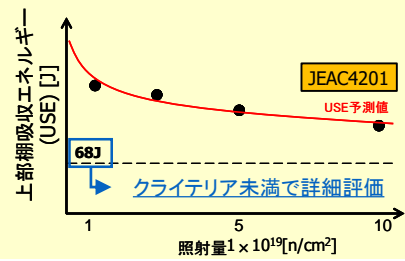
参照温度  $T_0$  JEAC4216

関連温度移行量  
( $\Delta RT_{NDT}$ )実測値

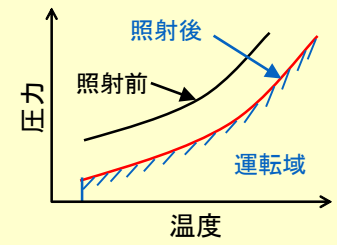
## 脆化予測 JEAC4201



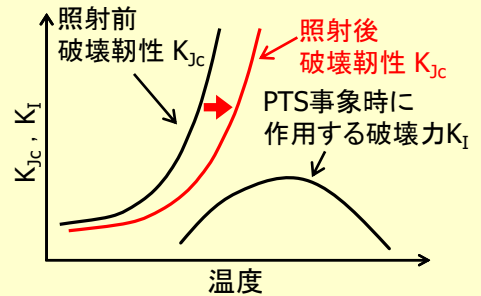
## USEクライテリア (68J) に対する確認 JEAC4206



## 圧力-温度 制限曲線の設定 JEAC4206



## PTS評価 (PWR) JEAC4206



## USEが68Jを下回る場合の詳細評価 JEAC4206

