

伊方発電所 1 号機 原子炉容器の監視試験の結果について

平成 2 5 年 7 月 1 7 日
四国電力株式会社

1. はじめに

中性子照射脆化とは

- ・ 一般的に鋼材は中性子の照射を受けると微細な組織変化が生じ、粘り強さを失い脆くなり、靱性が低下する。このような現象を中性子照射脆化という。

*1: 関連温度 (RT_{NDT})

鋼材は、その材料固有の温度以下になると、材料の粘り強さ（靱性）が小さくなり、脆くなる。その靱性の程度を表す材料固有の温度のこと

*2: 上部棚吸収エネルギー

高温時における鋼材の粘り強さ（靱性）の程度を表す指標

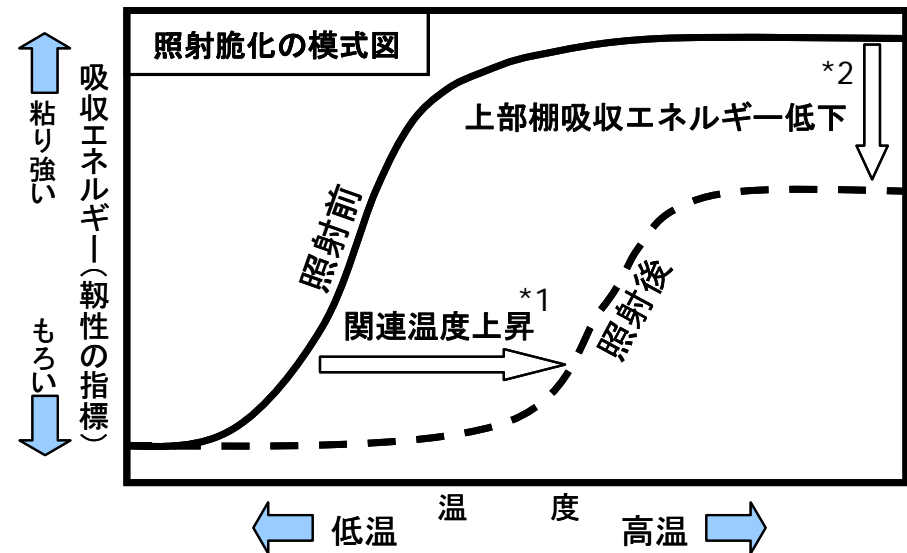


図 中性子照射脆化について

今回の試験に至る経緯

- ・ 国内他プラントにおける原子炉容器の監視試験において関連温度の急上昇が確認されたことを踏まえ、愛媛県知事より当社に対し、伊方1号機の監視試験片の取り出しを前倒しするよう要請があった。これを受け、当社は、伊方1号機第4回目の監視試験片取り出しを前倒しして、試験を実施することとした。

2-1. 関連温度の予測(1/2)

関連温度

監視試験	中性子照射量 ($\times 10^{19}n/cm^2$) [$E > 1 \text{ MeV}$]	関連温度 実測値 ($^{\circ}C$)
初期値	0	-25
第1回	0.4	0
第2回	2	16
第3回	4	30
第4回	7.5	45

表 関連温度の実測値

- ・ 関連温度の実測値に急上昇は認められない。

* : ΔRT_{NDT} = 関連温度の初期値からの上昇量。

ΔRT_{NDT} の実測値は試験により、計算値はJEAC4201-2007により求める。

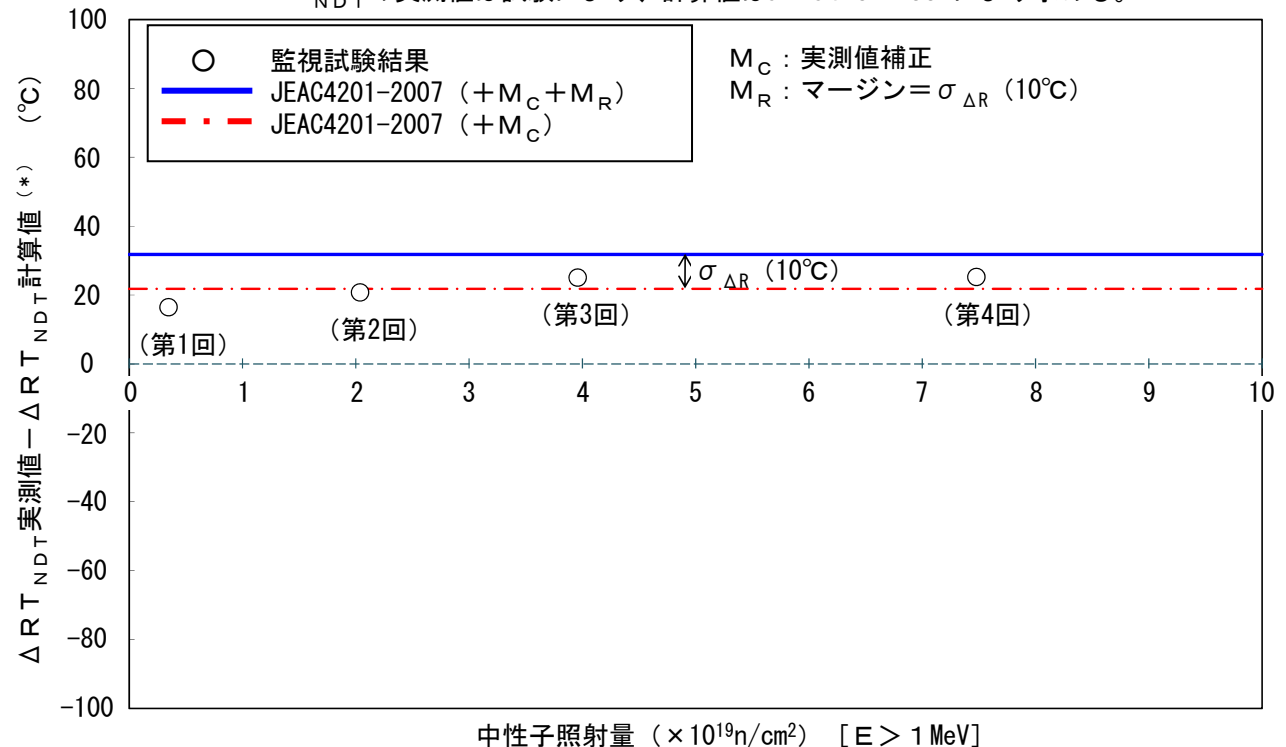


図 関連温度上昇量の実測値と予測値の差

- ・ 監視試験結果（関連温度の実測値）は、関連温度の予測値（ $M_R=10^{\circ}C$ とした場合）を超えておらず、JEAC4201-2007で予測する脆化傾向と乖離する傾向は認められない。

2-2. 関連温度の予測(2/2)

関連温度

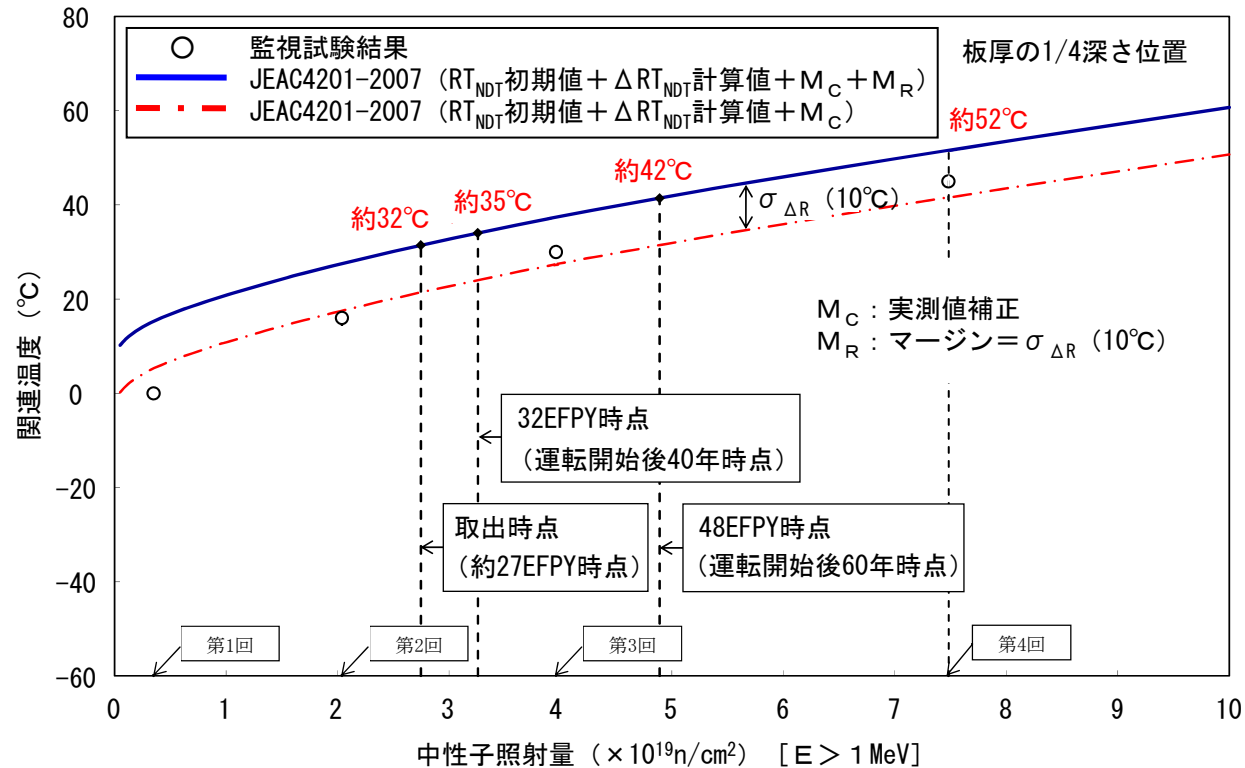


図 原子炉容器の関連温度の予測値

- ・ 関連温度の予測値は、32EFPY時点（運転開始後40年時点）で約35°C、48EFPY時点（運転開始後60年時点）で約42°Cであった。

3. 加圧熱衝撃(PTS)事象に対する評価

原子炉容器の脆性破壊に対して最も厳しい条件であるPTS事象に対する評価

加圧熱衝撃 (PTS : Pressurized Thermal Shock) 事象とは、

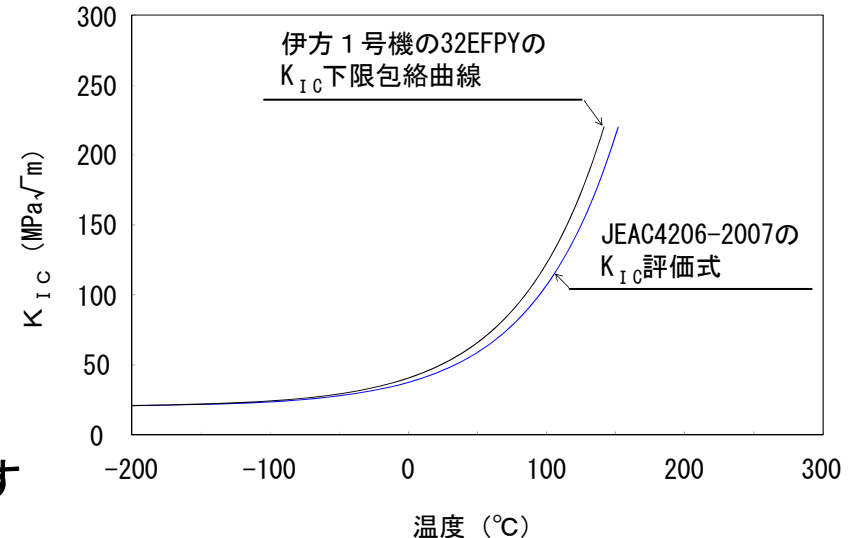
運転中の原子炉容器内に、冷却材喪失事故等により非常用炉心冷却水が注入され原子炉容器内の急激な冷却が起こると、原子炉容器内外間の温度差による熱応力と内圧による応力により、原子炉容器内面に大きな引張応力が発生する現象。

K_{IC} : 破壊靱性値であり、材料の脆性破壊抵抗を表す

K_{IC} 評価式 : JEAC4206-2007に規定されており、次の式で表される。

この K_{IC} 評価式に示されている K_{IC} 以上の破壊靱性があれば、PTSに対して健全であることが規格で定められている。

$$(\text{プラント評価時期の } K_{IC}) > 20.16 + 129.9 \exp[0.0161 (T - 125)]$$



- PTS評価の結果、32EFPY時点（運転開始後40年時点）において、 K_{IC} 評価式に示されている K_{IC} 以上の破壊靱性値を有していることから、32EFPYまでの原子炉容器の健全性に問題がないことを確認した。

4. 上部棚吸収エネルギーとまとめ

上部棚吸収エネルギー

表 1号機監視試験結果

監視試験	中性子照射量 ($\times 10^{19}n/cm^2$) [$E > 1 \text{ MeV}$]	上部棚吸収エネルギー (J)
初期値	0	209
第4回	7.5	200

- ・ 上部棚吸収エネルギーは、JEAC4206-2007で要求している68J以上を満足している。

まとめ

- ・ 伊方1号機第4回の監視試験を行った結果、関連温度およびその他の監視試験結果はJEACの規定の範囲内であり、原子炉容器の脆化度合いに問題がないことを確認した。