国内監視試験データを用いた照射脆化予測式の改良

Improvement of current Japanese embrittlement trend curve based on Japanese RPV surveillance data

*橋本 資教¹, 野本 明義¹, 西田 憲二¹

¹電中研

現在改良を進めている国内の原子炉圧力容器鋼の照射脆化予測式のうち、マイクロ組織変化を予測する式について、これまでに蓄積された国内監視試験片等のアトムプローブトモグラフィデータを用いた改良を行った。

キーワード：照射脆化，照射脆化予測式，圧力容器鋼，マイクロ組織変化

1. 緒言

国内の原子炉圧力容器鋼の照射脆化予測法はJEAC4201-2007[2013年追補版](以下JEAC4201-2013と呼ぶ)で規程されている[1]。この予測法では、まず中性子照射による鋼材中のマイクロ組織変化を予測し、その結果からマイクロ組織変化に伴う脆化(延性脆性遷移温度上昇量)を予測するモデルが採用されている[1]。本研究ではそのうちマイクロ組織変化の予測式に対して、これまでに蓄積されたアトムプローブトモグラフィ(APT)データに対する予測性を調べ、さらにAPTデータを用いてその改良を試みた。

2. ミクロ組織変化予測式の改良

2-1. JEAC4201-2013によるマイクロ組織変化の予測

JEAC4201-2013の予測式におけるマイクロ組織変化予測式について、国内監視試験片等のAPTデータと予測結果の比較を行った。JEAC4201-2013によるマイクロ組織変化の予測結果は、溶質原子クラスターの体積率についてはAPTによる測定結果と概ね1対1の対応関係にあるものの、クラスター数密度等の他のAPTデータの予測に対しては改良の余地があることがわかった。

2-2. ミクロ組織変化予測式の改良および微分方程式を含まない予測式の開発

JEAC4201-2013の予測式を元に、APTデータの詳細分析を踏まえてマイクロ組織変化予測式を改良した。これにより、JEAC4201-2013と比較してクラスター体積率以外のマイクロ組織についても予測が改善された。さらに、改良後の予測式には微分方程式が含まれることから、これらについて近似解を求めることで、微分方程式を用いずに利用可能なマイクロ組織変化予測式を開発した。このマイクロ組織変化予測式を用いることで、微分方程式を用いた場合と同等の精度で予測が可能であることを確認した。

3. 改良マイクロ組織変化予測式を用いた脆化予測

改良したマイクロ組織変化予測式を用いて脆化予測を試行した。この時、マイクロ組織変化予測結果から脆化を予測する式にはJEAC4201-2013と同様のものを用いた。その結果、脆化量の予測精度はJEAC4201-2013と同程度であり、改良マイクロ組織予測式を用いることで、JEAC4201-2013と同等の脆化予測精度を確保しつつ、マイクロ組織変化の予測を改善できることがわかった。

参考文献

[1] 原子炉構造材の監視試験方法 JEAC4201-2007[2013年追補版]，(一社)日本電気協会，電気技術規程，原子力編，2013。

*Yoshinori Hashimoto¹, Akiyoshi Nomoto¹ and Kenji Nishida¹

¹Central research institute of electric power industry.