

JEAC4201 における関連温度移行量評価方法の見直し

(1) 関連温度移行量評価方法の見直しの考え方

Revisions of JEAC4201 Embrittlement Trend Curve

(1) Concept of revised embrittlement trend curve

*佐伯 綾一¹, 野本 明義¹, 中島 健一¹, 橋本 資教¹, 高田 泰和², 大厩 徹³, 廣田 貴俊⁴

¹電中研, ²関西電力, ³関西電力 (現 INSS), ⁴三菱重工

JEAC4201-2007 [2013 年追補版] に定められた照射脆化予測法について、見直し検討が進められ、新たに開発された「関連温度移行量評価式」が JEAC4201 の改定案に採用された。

キーワード：原子炉压力容器，照射脆化，延性脆性遷移温度，評価式，JEAC4201

1. 緒言

JEAC4201-2007 [2013 年追補版] に定められた照射脆化予測法（現行式）は、「中性子照射による鋼材中のマイクロ組織変化予測式」（マイクロ組織変化予測式）と「マイクロ組織変化に伴う遷移温度移行量予測式」（脆化量予測式）からなる。JEAC4201 の改定に際して、主として前者を見直しその評価精度を向上させつつ、後者は同等の評価精度となる「脆化予測法見直し式」を開発し、その後同式のコンセプトや評価精度は堅持しつつ、ユーザ利便性向上等の観点から式の簡素化を図った「関連温度移行量評価式」を開発し、JEAC4201 の改定案に採用された。本稿では、「関連温度移行量評価式」に至る見直しの考え方について報告する。

2. 関連温度移行量評価方法の見直し

「脆化予測法見直し式」及び「関連温度移行量評価式」の見直しの考え方を表に示す。見直しに際しては、現行式の「マイクロ組織変化予測式」と「脆化量予測式」の枠組みを堅持して検討を進めた。前者は現行式の式構成を踏襲しつつモデル式はマイクロ組織変化の測定データを再現する相関式として関数形を含め新たに再構築し、後者は検討の結果現行式と同一の式とした。

表 関連温度移行量評価方法の見直しの考え方

項目 【現行式との比較】	現行式 JEAC4201 [2013 年追補版]	関連温度移行量評価方法の見直し	
		脆化予測法見直し式	関連温度移行量評価式
脆化量予測式	<ul style="list-style-type: none"> 溶質原子クラスター体積率の平方根と遷移温度移行量との間の線形の相関を考慮 照射により形成する溶質原子クラスター及びマトリックス損傷の 2 種類が転位運動の障害物となり脆化に寄与するモデル 		
マイクロ組織変化予測式	<ul style="list-style-type: none"> 溶質原子クラスター平均体積、数密度、マトリックス Cu 濃度、マトリックス損傷の各モデルで構成 		
モデル式 【変更】	<ul style="list-style-type: none"> 反応速度式型の予測式 	<ul style="list-style-type: none"> アトムプローブトモグラフィー (APT) 測定データを再現する相関式 ASTM E900-15 を参考に関数形統一 	
関数形式 【変更】	<ul style="list-style-type: none"> 連立微分方程式 (数値積分要) 	<ul style="list-style-type: none"> 連立微分方程式を近似的に解いた数式 (数値積分不要) 	
最適化で決定する 予測式の係数	19 個	40 個	20 個【簡素化により削減】
データベース 【追加・拡充】	2012 年 6 月時点 <ul style="list-style-type: none"> 国内監視試験及び試験炉照射データ APT 測定データ (体積率) 	2020 年 3 月時点 <ul style="list-style-type: none"> 国内監視試験データ (拡充)、試験炉照射データ (拡充) APT 測定データ (体積率以外の指標も追加) 	
最適化対象 【拡張】	<ul style="list-style-type: none"> マイクロ組織変化 <ul style="list-style-type: none"> 溶質原子クラスター体積率 脆化量 (ΔRT_{NDT}) 	<ul style="list-style-type: none"> マイクロ組織変化 <ul style="list-style-type: none"> 溶質原子クラスター体積率 溶質原子クラスター平均体積、数密度及びマトリックス Cu 濃度 脆化量 (ΔRT_{NDT}) 	
重み付け 【変更】	<ul style="list-style-type: none"> 照射期間 (EPY) で重み付け 	<ul style="list-style-type: none"> 重み付け無し 	
入力パラメータ 【変更】	<ul style="list-style-type: none"> 中性子照射量、中性子束 照射温度 化学成分 (Cu, Ni) 	<ul style="list-style-type: none"> 中性子照射量、中性子束 照射温度 化学成分 (Cu, Ni, Si, Mn) 	<ul style="list-style-type: none"> 中性子照射量、中性子束 化学成分 (Cu, Ni, Si)

3. 結論

見直し検討の結果、現行式に対して、マイクロ組織変化の再現性を向上させつつ、関連温度移行量（脆化量）の評価精度は同等となる「関連温度移行量評価式」を開発し、JEAC4201 の改定案に採用された。

*Ryoichi Sacki¹, Akiyoshi Nomoto¹, Ken-ichi Nakashima¹, Yoshinori Hashimoto¹, Yasukazu Takada², Toru Oumaya³ and Takatoshi Hirota⁴

¹CRIEPI, ²KEPCO, ³KEPCO (Present:INSS), ⁴MHI