

## JEAC4201 における関連温度移行量評価方法の見直し (5) 関連温度移行量評価式の係数最適化の第3者検証

Revisions of JEAC4201 Embrittlement Trend Curve

(5) Parameter Verification of Revised Embrittlement Trend Curve

\*藤井 克彦<sup>1</sup>

<sup>1</sup>原子力安全システム研究所

「関連温度移行量評価式」の係数の最適化プロセスを検証した結果、最適化した係数の一部に差が認められたが、符号の逆転はなく、おおむね同等の係数値が決定された。両方で計算値と実測値の関係もよく一致しており、同等な目的関数および関連温度移行量の評価結果が与えられることを確認した。

**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

### 1. 緒言

JEAC4201-2007 [2013 年追補版] に定められた国内原子炉压力容器鋼の中性子照射脆化予測法（現行式）の改定にあたり提案された「関連温度移行量評価式」は、中性子照射による鋼材中のマイクロ組織変化予測式と、マイクロ組織変化に伴う脆化量予測式からなり、アトムプローブ測定に基づくマイクロ組織変化データを含む国内監視試験および試験炉照射データの傾向を再現するフィッティング式として提案されている。この評価式には、最適化により設定される 19 個の係数が含まれており、これらの係数はマイクロ組織変化予測式と脆化量予測式の計算値と実測値の残差が最小となるよう目的関数を用いて最適化されている。この係数の最適化プロセスについて、同じデータベースに対して第3者が異なる最適化法により検証した結果を報告する。

### 2. 方法

「関連温度移行量評価式」の各構成式に対して、係数の最適化を Excel の SOLVER 機能により実施した。対象としたデータベースは、評価式の見直しに用いられたものと同一である。なお、「関連温度移行量評価式」の係数値は MATLAB の制約付き非線形最適化アルゴリズムにより決定されている。係数最適化の目的関数としては、関連温度移行量(比率 0.8)、クラスタ体積率(0.05)、マトリックス中の Cu 濃度(0.1)およびクラスタ平均体積(0.05)を考慮して、それらの計算値と実測値の残差の二乗和を求め、これが最小となるような係数を GRG 非線形法により決定した。なお、最適化に際して各係数の初期値は「関連温度移行量評価式」の際の最適化と同じ値を用いた。

### 3. 結論

検証対象と同等な目的関数ならびに関連温度移行量の標準偏差を与える最適化係数が決定された。図に関連温度移行量の計算結果の比較を示す。非常に良い 1 対 1 の関係にあり、SOLVER により決定された係数も同等な評価結果を与えていることがわかる。得られた係数は一部に差が認められたが、符号の逆転はなく、おおむね同等の値であった。また、関連温度移行量、クラスタ体積率、マトリックス中の Cu 濃度、クラスタ数密度およびクラスタ平均体積の実測値とも良好な相関が得られた。19 個の係数に対して最適化を行うため、最適化法が異なると全く同じ係数になることはないが、両者が同等な評価結果を与えていることが確認された。

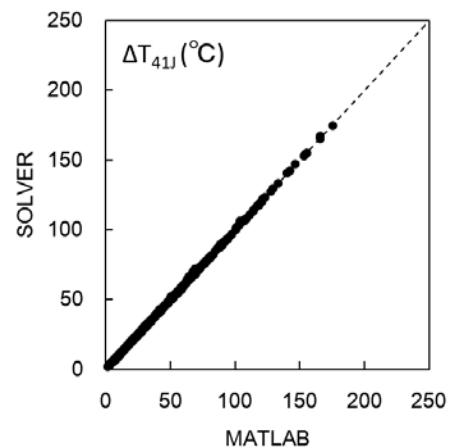


図 関連温度移行量の計算値の比較

\*Katsuhiko Fujii<sup>1</sup> <sup>1</sup>Institute of Nuclear Safety System