

離散転位動力学法を用いた亀裂先端における 応力拡大係数に及ぼす溶質原子クラスター形成の効果の検討

Study on Effects of Solute Atom Clusters on Stress Intensity

Factor at A Crack Tip Studied by Discrete Dislocation Dynamics

熊谷 知久¹, *野本 明義¹, 高橋 昭如², 菅澤 隼人²

¹電力中央研究所, ²東京理科大学

溶質原子クラスター等の照射欠陥の形成により破壊靱性が低下することが知られているがそのメカニズムは明らかではない。本研究では離散転位動力学法を用いて亀裂先端近傍に形成された溶質原子クラスターが応力拡大係数に及ぼす影響のシミュレーションを試みた。

キーワード：照射脆化、離散転位動力学法、応力拡大係数、溶質原子クラスター

1. はじめに

中性子照射された圧力容器鋼では、ナノメートルスケールの溶質原子クラスター等の照射欠陥が形成され、転位の運動の障害物となり破壊靱性を低下させることが知られているが、その詳細なメカニズムは明らかではない。本研究では亀裂先端近傍における転位による遮蔽効果に着目し、離散転位動力学法(DDD)を用いて溶質原子クラスターの形成が破壊靱性に及ぼす影響についてシミュレーションを試みた。

2. 計算手法

数値シミュレーションにおいて亀裂を表現する手法として、亀裂面上に離散転位を分布させる手法が提案されている[1]。これを用いると、DDDにより亀裂と転位の相互作用から応力拡大係数への転位の遮蔽効果を見積もることができる。Fig.1にき裂先端近傍に転位と溶質原子クラスターを配置した計算モデルの例を示す。これにモードIの荷重を負荷し、溶質原子クラスターの存在による応力拡大係数の変化について計算を試みた。

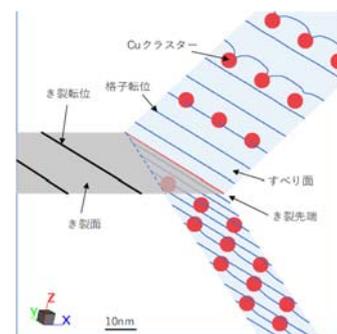


Fig.1 計算モデル

3. 結果

亀裂先端近傍に溶質原子クラスターが存在すると、遮蔽効果が低下し、その結果、応力拡大係数が大きくなった。応力拡大係数はクラスターが多いほど増加する傾向が見られ、実験による知見と定性的に一致する結果が得られた。

4. 謝辞

本研究は文部科学省 国家課題対応型研究開発推進事業 英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業「構造健全性評価の信頼性向上に向けた計算科学基盤の構築と破壊挙動の解明」にて実施された。

参考文献

[1] Takahashi, A, and Ghoniem, NM, Philosophical Magazine 93.20 (2013): 2662-2679.

Tomohisa Kumagai¹, *Akiyoshi Nomoto¹, Akiyuki Takahashi² and Hayato Sugawara^{1,2}

¹Central Research Institute of Electric Power Industry, ²Tokyo University of Science