

2023 年度年次報告書
力学機能のナノエンジニアリング
2021 年度採択研究代表者

柴沼 一樹

東京大学 大学院工学系研究科
准教授

高温クリープ損傷のマルチスケールフィジックス

研究成果の概要

昨年度までに、「多結晶体モデル」と「粒界相対速度モデル」を統合した多結晶体のクリープ変形モデルを確立し、それに「ボイド生成・成長モデル」を実装した統合化モデルの開発を試みた。開発したモデルによって得られたボイド生成・成長挙動については、同じ温度・荷重条件であってもボイド面積率の時刻歴変化に大きなばらつきが生じるなど、実験結果に現れるクリープ寿命のばらつきと同様の傾向が再現されたものの、ボイド面積率の増加率の鈍化や一時的な減少が確認され、その定性的な傾向に関して解決すべき課題が残されていた。

そこで本年度では、「ボイド生成・成長モデル」に関する修正を行うことで、これらの課題の解決を試みた。これまでのモデルでは、単純化のため球帽のボイドの形状を仮定していたが、この単純化がボイド面積率の増加率の鈍化の要因であると推定し、モデルを修正した。

具体的には、ボイド表面の拡散を合理的に解くためのアルゴリズムを開発するとともに、半径および高さの2自由度を有する回転楕円体の一部としてボイド形状の修正を行った。また、モデル計算を用いた予備検討の結果と、実験結果におけるボイドの生成・成長状況を考慮して、これまでのモデルで採用していたボイドの結合を解消し、個々のボイドの成長を評価した。

以上の修正を加えて、「多結晶体モデル」「粒界相対速度モデル」「ボイド生成・成長モデル」の統合化を行った結果、不自然なボイド面積率の時刻歴変化は解消し、実験結果と矛盾のない傾向を再現することができた。さらに、粒界の角度により2次元断面上のボイド面積率の累積分布を指標として本モデルの妥当性検証を行い、実験結果を高精度に再現可能であることが示された。

【代表的な原著論文情報】

- 1) Shibamura, K. Fukada, T. Yasumoto, H. Tokuda, K. Kim, B-N. Nikbin, K. Representative volume element model for quantitatively predicting the influence of 3D polycrystalline morphology on Coble creep deformation, *Materials & Design*, **226**, 111635, (2023).