

補助事業番号 2020M-160

補助事業名 2020年度 短繊維強化樹脂の高精度強度予測に向けた数値シミュレーション手法の開発 補助事業

補助事業者名 山梨大学 大学院総合研究部 工学域 杉山裕文

## 1 研究の概要

繊維強化樹脂の強度予測を行うために繊維方向依存性・速度依存性・温度依存性それぞれの特性を考慮した材料構成モデルを用いたき裂進展数値シミュレーション手法の開発に取り組んだ。具体的には、それぞれの依存性を考慮するための定式化をおこない自作コードへ実装した。数値計算例をそれぞれの依存性が取り扱えているかについて検証した。

## 2 研究の目的と背景

工業分野では、環境負荷低減・持続可能な社会の実現を目指したものづくりが行われており、中でも輸送機器業界では比強度・比剛性が高い繊維強化樹脂を用いた開発・製品化が進められている。樹脂材料はこれまでも用いられてきたが強度部材に適用するためにはより精度が高い計算が求められる。強度予測を行うためにCAE技術は欠かせないものであり、樹脂材料を精度よく取り扱える数値シミュレーションの開発は必要不可欠である。樹脂材料の各種依存性を考慮する仕組みを踏まえてき裂進展までを一括して取り扱える数値シミュレーションを開発することで繊維強化樹脂の高精度に評価できる技術の開発が目的である。

## 3 研究内容

依存性を考慮した材料構成則を用いたき裂進展シミュレーション手法の開発

これまでの研究より、一般的な金属材料に対するき裂進展シミュレーション手法自体の開発が確立されており、これを基盤とした樹脂材料に顕著に現れる依存性まで取り扱える数値シミュレーションの開発が期待されている。本事業では、この実現に必須である材料モデルの導入すなわち依存性を考慮するための定式化および自作コードへの実装を行った。具体的には速度依存性・温度依存性・繊維配向依存性の材料構成則での取り扱いについて検討した。

図1に示すように構築した手法では環境温度が異なる時、材料の特性の違いを取り扱うことができる。さらに、材料試験結果を踏まえた材料パラメータを同定しき裂の発生基準を設定することで図2に示すようなき裂進展解析が実現できた。

本手法により依存性を考慮したき裂進展シミュレーション手法の基礎検討ができた。今後さらに高精度な強度予測を実現するためにも各種材料パラメータの同定方法や材料モデルの改良を進めていきたい。

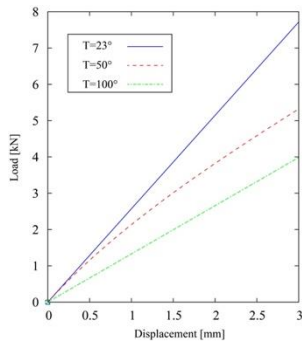


図1 温度依存性を考慮した解析結果

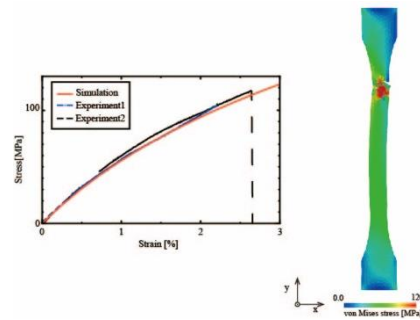


図2 き裂進展シミュレーション

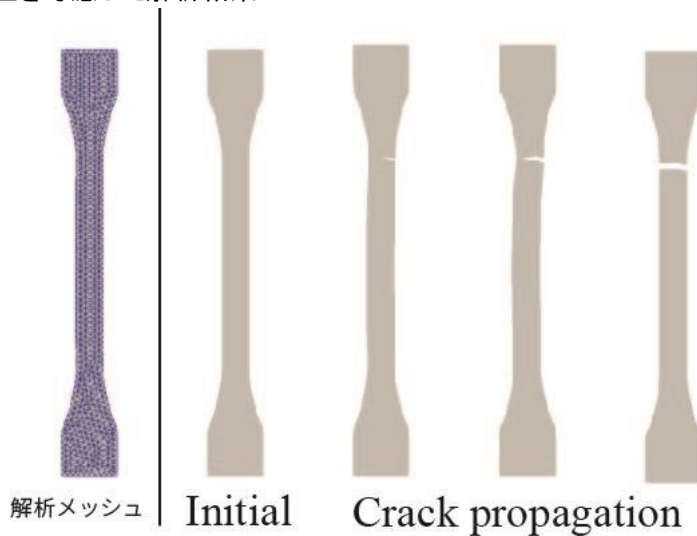


図3 解析メッシュおよび複合条件下のき裂進展シミュレーション

#### 4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

本事業では繊維強化樹脂材料の強度評価のための数値シミュレーション手法の開発を行った。汎用CAEソフトウェアにおいても様々な材料モデルが導入され検討が行われているが、まだまだ工業製品開発のニーズを満たしていない。本事業で開発した手法を、汎用CAEソフトウェア上でも使用できるようにすることで広く活用されることがきたいでき、ひいてはよりよいものづくりへ貢献できるものと期待される。

#### 5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

補助事業者はこれまでにき裂進展シミュレーション手法について金属材料の延性破壊を注目して取り扱ってきた。しかしながら、工業製品のマルチマテリアル化が急速に広がりつつあり、強度評価が必要な構造部材も金属材料に留まらない。本研究ではこのニーズを満たす数値シミュレーション技術の開発であり、これまでの金属材料で得た知見と樹脂材料について考案されてきた技術を融合することでよりよい数値シミュレーション手法の開発が期待できる。

## 6 本研究にかかわる知財・発表論文等

### 【学会発表】

Hirofumi Sugiyama and Shigenobu Okazawa, A class of examination of crack propagation analysis using the viscoelastic model for short fiber reinforced plastic, 3rd International Conference on Computational Engineering and Science for Safety and Environmental Problems, 2020.

## 7 補助事業に係る成果物

### (1) 補助事業により作成したもの

#### 【国際会議プロシーディングス】

Hirofumi Sugiyama and Shigenobu Okazawa, A class of examination of crack propagation analysis using the viscoelastic model for short fiber reinforced plastic, 3rd International Conference on Computational Engineering and Science for Safety and Environmental Problems, pp. 56-59, 2020.

### (2) (1)以外で当事業において作成したもの

該当なし

## 8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 山梨大学工学部（ヤマナシダイガクコウガクブ）

住 所： 〒400-8511

山梨県甲府市武田4-3-11

担 当 者： 助教 杉山裕文（スギヤマヒロフミ）

担 当 部 署： 機械工学科（キカイコウガクカ）

E - m a i l: hirofumis@yamanashi.ac.jp

U R L: <http://www.me.yamanashi.ac.jp/lab/okazawa/sugiyama>