

プログラム名：「超薄膜化・強靱化「しなやかなタフポリマー」の実現

PM名：伊藤 耕三

プロジェクト名：車体構造用樹脂強靱化プロジェクト

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平成 27 年度

研究開発課題名：

現場重合型タフポリマーの成形加工およびプロセスシミュレーション技術の開発

研究開発機関名：

学校法人金沢工業大学

研究開発責任者

山部 昌

I 当該年度における計画と成果

1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

27年度下期ではまず、材料メーカー（東レ）が開発した熔融混練版等で成形されたサンプルを用いて、含浸率（ボイド率）および繊維配向評価の基礎検討を実施する。含浸率および配向評価については、X線CTを使用して、成形品内部の3次元観察技術および成形品内部のボイドや繊維の抽出技術を検討し、その定量評価手法を確立する。開発材料のさらなる強靱化には、CF繊維束間のみならず、繊維束内への樹脂の含浸が重要となる。そのため、本研究においては、繊維束内における樹脂含浸率の評価方法を重点的に検討する。繊維の配向評価については、抽出された繊維を画像処理により配向方向および配向率を定量的に評価する。

また、樹脂（当面は熔融混練版、将来はRTM用タフポリマー等）のCF基材への含浸性を評価できる、浸透係数評価用可視化システム的设计を行う。まず、CF基材に対する含浸速度を求めるため、アクリル等を用いて透明金型の設計検討を行う。

2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

2-1 進捗状況

材料メーカー（東レ）からの開発材評価サンプルの提供が、H28年度上期以降となる見込みである。このため先行検討としてCF連続繊維織物（東レ）を基材にPA6を母材とした、CFRPサンプルをプレス成形にて取得し、当サンプルを対象に含浸率（ボイド率）および繊維配向評価手法の基礎検討を実施した。これによりX線CTを活用した3次元観察および3次元的画像処理による、樹脂含浸率および繊維配向に関する基礎的評価手法を確立した。

また、CF基材への樹脂浸透係数評価用可視化システム設計の一環として、透明可視化金型構造に対する設計検討を実施した。

2-2 成果

独自成形したCFRP評価サンプルにおける、X線CT撮像による含浸率評価の過程を図1に示す。一般的にCFRPにおけるX線CT観察では、母材層－基材層でのCT値コントラストが低いため、その後の画像処理（閾値処理）による各層の正確な分離・抽出が比較的困難とされていた。そこで今回のサンプル撮影には、優れた空間分解能を持つX線CT顕微鏡、ZEISS Xradia 410 Versaを用いると共に、撮像条件の最適化検討により、CFおよびボイド（含浸不良）の分離・抽出が可能な、高解像度3次元CTデータの取得が実現した。

なお、これらの3次元CTデータからのボイド（含浸不良）の分離・抽出・定量化には、3D画像処理ツールであるFEI AVIZOを用いた。3次元CTデータに対し閾値処理を主体とした画像処理を行い、CFRPサンプル内に介在するボイド（含浸不良）の抽出結果から、 V_f を算出する工程により、母材樹脂のCF基材に対する、含浸率評価の基礎的手法を確立した。

また、3次元CTデータを基にした、繊維抽出プログラムを独自に構築し、まずはGFRP成形品サンプルにおける繊維配向の定量的評価手法を確立した。当手法による繊維抽出結果を図2に示す。繊維強化樹脂のX線CTデータにおいて、繊維の中心軸上が最も高いCT値を示す特徴がある。この点に着目し、CTデータ上にて高CT値を示す領域に対して、スプライン曲線モデルを配置し、繰返し乱数計算による最適化から繊維抽出する手法を用いた。これにより、成形品内の曲率を持った繊維にも対応し、比較的解像度が低いCT画像データにおいても、個々のオブジェクトごとの繊維抽出が実現した。

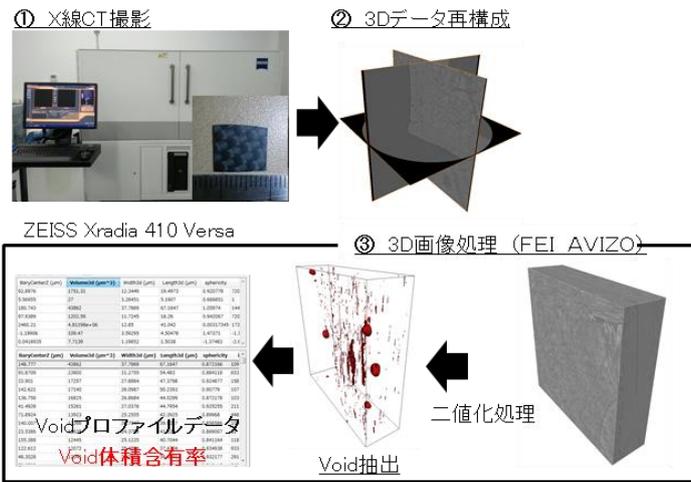


図1. X線CT撮像による含浸率評価の過程

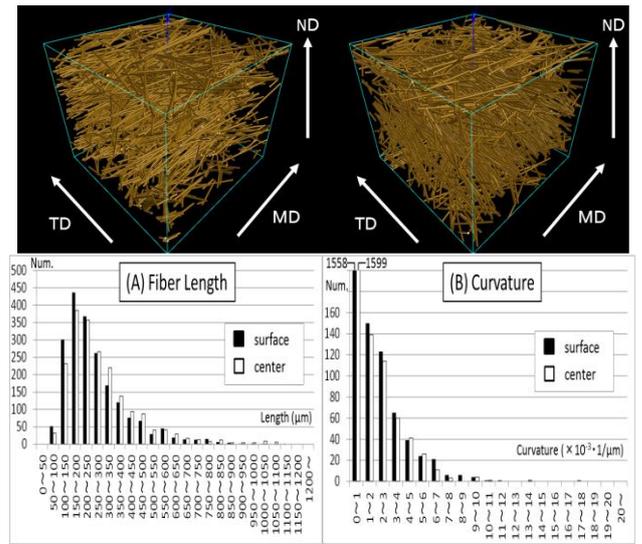


図2. GFRPにおける繊維抽出結果

2-3 新たな課題など

H27年度にて構築した、X線CTおよび画像処理による含浸率評価手法において、材繊維束間に生じる比較的サイズが大きなボイドの評価については、活用に十分な抽出精度を実現したと評価する。一方で、比較的形状が複雑でありサイズが微細となる、繊維束内のボイド評価に関しては、抽出精度検討の余地があると考えられる。そこでH28年度では、この抽出精度の検討結果に応じた、X線CT撮像条件と画像処理条件における最適化に取り組む。また、十分な含浸率評価精度の実現を確認したうえで、評価材料サンプルを用いた、成形条件と含浸性の評価検討に移行する。

CF基材への樹脂浸透係数評価に用いる透明可視化金型構造検討に関して、H27年度では評価材サンプルの取得に至らず、形態・特性等が未定であったことから、基礎的構造検討までにとどまっている。本年度において、速やかにサンプルを取得し評価型の詳細設計検討を実施する。

3. アウトリーチ活動報告

該当なし