

複合材料の成形シミュレーション

Keyword: 複合材料工学、弾性力学、材料力学、計算力学

近年、構造物の軽量化を目指し、構造部材に繊維強化プラスチックを利用することが増えています。しかし、射出成形(図1)やプレス成形では繊維長や繊維配向(図2)、樹脂含浸成形(RTM)では気泡などが、成形した材料の機械的特性に大きく影響を及ぼします。

そこで、粒子シミュレーションを利用して、複合材料の成形プロセスを予測し、成形プロセスに起因する現象(繊維配向メカニズムなど)を明らかにする研究を進めています。

本研究では、粒子法を用いた繊維強化複合材料の成形流動シミュレーション(図3および図4)を提案しています。この手法では、粒子を用いて連続体(樹脂や繊維)を表現し、それら粒子の運動を解析します。したがって、この提案する手法は、汎用の流体解析ソフトウェアと異なり、物体の運動を追跡できることに強みがあります。この特徴を利用して、射出成形における繊維配向やRTM成形におけるボイド生成といった、成形プロセスに起因する現象のメカニズムを明らかにする研究を実施しています。

成形シミュレーションだけでなく、実際に成形した材料(可能であれば成形の過程)を詳細に観察しています。実験・解析の両面から注目する現象を抽出し、そのメカニズムを解明しています。

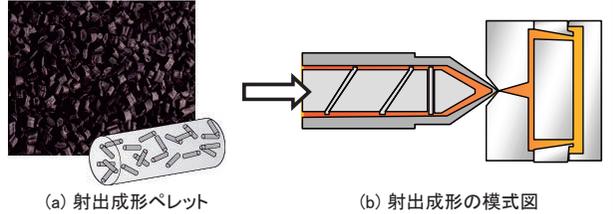


図1 繊維強化プラスチックの射出成形

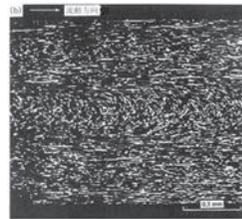


図2 射出成形材の観察例

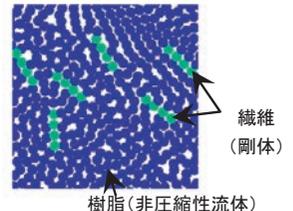


図3 粒子による繊維と樹脂のモデリング

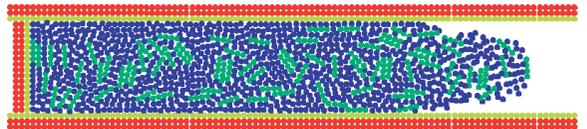


図4 粒子法による繊維強化プラスチックの成形流動シミュレーション例

研究の概要

アピールポイント

・特筆すべき研究ポイント:

従来の成形シミュレーションと異なる点は、個々の物体をモデル化することです。個々の繊維や樹脂を具体的にモデル化し、従来の解析で得られる型充填プロセスや繊維配向のメカニズムだけでなく、ボイドの形成プロセスも研究しています。

・新規研究要素:

粒子法を利用した複合材料の成形シミュレーションは、世界的に見ても研究されておらず、新しい解析手法です。

・従来技術との差別化要素・優位性:

この解析は連続体を粒子の集合として表現し、その運動を解析する手法です。したがって、自由表面や流動先端、さらには個別の繊維の運動の追跡が可能であるという利点があります。また、粒子を用いてすべての繊維と樹脂をモデル化するため、繊維/樹脂間および繊維/繊維間の干渉が自動的に解析されます。さらに、樹脂の濡れ性の影響も解析できます。

■ 技術相談に応じられる関連分野

- ・ 複合材料(CFRP, GFRP)の損傷挙動, 強度特性
- ・ 構造解析(有限要素解析)
- ・ 構造ヘルスマニタリング

■ その他の研究紹介

- ・ 光ファイバセンサー一体成形による複合材料の知能化および損傷モニタリングに関する研究
- ・ 複合材料の高速衝撃損傷挙動および粒子法を利用した損傷シミュレーションに関する研究
- ・ 繊維強化プラスチック積層板の疲労損傷シミュレーションの開発
- ・ 超音波伝搬の映像化技術を利用した非破壊検査に関する研究



矢代 茂樹

学術院工学領域
機械工学系
准教授