

プラスチック複合材料の成形加工技術

工学研究院機械知能工学研究系 准教授 松本 紘宜



自己紹介

令和6年4月1日付で工学研究院機械知能工学研究系に准教授として着任いたしました。松本紘宜と申します。研究室は生産加工研究室で教育職員2名と技術職員1名の3名体制で研究室を運営しております。成形加工分野の研究を担当しており、新たに配属された学生さんと共に研究に邁進しております。また、ものづくり支援センターのセンター長も併任しております。こちらは、センターの運営や、装置の導入などを進めることなどが仕事になります。この度は本紙面をお借りして、自己紹介および研究紹介の機会を頂いたことに深く感謝申し上げます。

兵庫県の神戸市出身で、六甲学院を卒業した後、2009年に同志社大学の理工学部機械システム工学科に入学しました。その後、同大学にて博士課程（前期課程）を修了し、

2018年3月に同大学にて博士課程（後期課程）を修了と共に、博士の学位（工学）を取得しました。この時の研究テーマは、「二軸押出機を用いたナノコンポジットの分散混合に関する研究」で、指導教員の田中達也教授のご指導の下で、二軸押出機と呼ばれる混練装置を用いて溶融下にて熱可塑性樹脂中にカーボンナノチューブを均一分散させるための成形加工技術について研究しておりました。高分子材料を取り扱うために、化学的な要素を含みますが、機械側（ハード）の観点から物理的に分散状態を改善する研究に取り組んでおりました。博士後期課程在学中には、クリスチャン・ホフマン先生のご配慮により、ドイツのアーヘン工科大学IKV（プラスチックプロセス研究所）に留学し、二軸押出機を用いたグラフェンの分散に関する研究も進めておりました。

職歴として

同志社大学の先端複合材料研究センターにて特別研究員としてセルロースナノファイバーに関する研究に従事しました。同年に、イタリアのミラノ工科大学のヴァルター・カルバリ先生のご配慮によって、ミラノ工科大学の高分子材料工学研究室にて研究する機会にも恵まれました。翌年の2019年からは神奈川大学工学部機械工学科にて特別助教として勤務し、材料力学研究室に在籍しておりました。ここでは、炭素繊維強化複合材料や天然繊維強化複合材料（グリーンコンポジット）の射出成形技術や疲労・クリープなどの破壊特性について研究を進めておりました。2022年より福岡大学工学部機械工学科にて助教として勤務し、機械設計・工作研究室にて、引き続き射出成形技術に関する研究を進めておりました。そして、今回の九州

研究紹介

工業大学への着任と共に、准教授への昇任となりました。未熟者でございますが、少しでも本学へ貢献できるように、学生教育、研究活動に邁進させていただいております。

私の専門はプラスチック複合材料の成形加工技術に関するもので、複合材料の特性を最大限に引き出すための成形プロセスの開発を進めております。ブラックボックス化されている成形加工時の現象解明と、組織制御によって複合材料の高性能化を目指しております。学問領域で見れば、材料の変形を取り扱う問題（連続体力学やレオロジー）であり、成形加工時の現象を物理的に解釈することを目指しております。例えば、生産の現場では、成形加工時に何が起きているかわからないけども、経験と勘で良いモノができています。そういうことも多くあるかと存じます。その理由を解明するために、基礎実験ができるように多くのセンサーを取り付けたラボ装置の設計・開発を行い、有限要素法等のシミュレーションを駆使して現象の解明に取り

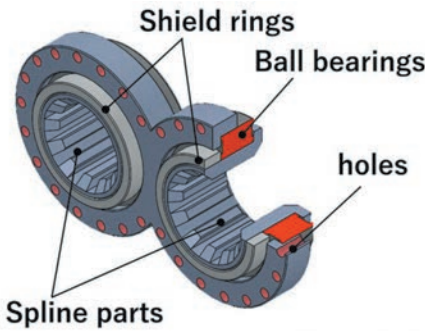


図1 独自開発したセグメント

組むという手法で研究を進めております。いくつか、研究の取組についてご紹介できればと存じます。

(1) 「伸長流動を用いたナノファイラーの分散」…近年開発が進んでいるカーボンナノチューブやセルロースナノファイバーは非常に注目を集めている材料です。それらのナノファイラーを熱可塑性樹脂に複合化する手法として、二軸押出機を用いた溶解混練法が挙げられます。しかしながら高粘度の樹脂にナノファイラーを分散させることは難しく、従来のおせん断流動支配による混練では分散は困難であることが知られています。本研究では新たに、材料を引っ張る流れである伸長流動に着目し、効率よくナノファイラーを分散させる手法

に関する研究を行っています。これまでに、二軸押出機用の混練セグメント(図1)を開発し、分散状態の均一化および機械的特性の向上に成功しています。未解明の部分が多く、引き続き、伸長流動による分散メカニズムの解明を行っています。

(2) 「ナノファイラー添加マルチスケール複合材料」…炭素繊維やガラス繊維強化複合材料は軽量ながら機械的特性に優れる先端材料です。樹脂部でのクラックや繊維/樹脂部での界面剥離等によって破壊が進むことが知られていますが、複合材料の信頼性を向上させるには新たな組織構造体を考える必要があります。そこで、ナノスケールのファイラーを繊維/樹脂界面に配置すれば界面部の補強が可能となり、樹脂部に配置すれば樹脂のタフニング化が可能となります。これが異なるスケールの繊維をハイブリッド化(マルチスケール化)する利点になります。本研究では、環境に優しい天然繊維を強化材に用い、界面部にセルロースナノファイバーを添加したポリ乳酸樹脂ファイラメントの開発(図2)を行っています。ナノ繊維添加による界面

強化メカニズムに関する研究と高強度かつ複雑形状を有する3Dプリンターの成形技術等について研究を進めています。

基本的には複合材料を中心に研究を進めておりますが、近年ではプラスチックの環境負荷が問題視されるようになり、強化繊維を含有していないポリマーのナノレベルの組織構造に着目したマテリアルリサイクルの射出成形技術についても研究を進めております。リサイクルされたポリマーは分子量があまり低下していかないにも関わらず、機械的特性が大きく低下することが報告されていま

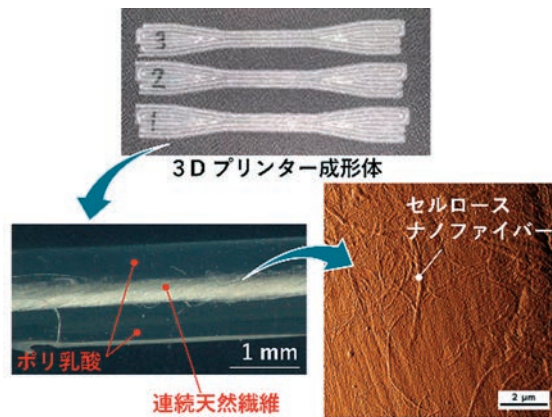


図2 マルチスケール複合材料

す。シミュレーションも利用しながら、流動状態を上手く制御して理想的な組織構造を作ることができれば、バージン樹脂並みの機械的特性を引き出すことができることもわかってきています。組織構造の把握には材料の分析技術は必要不可欠です。以上のように、成形(機械)側の観点と材料側の観点を加味しながら、どのような成形プロセスが良いのかを検討し続けております。

おわりに

着任してまだ日は浅いですが、本学は研究だけでなく教育に多大に力を入れてきた背景を知り、今後どのような学生・人材を育てるべきなのか考えさせられる日々です。これまでのさまざまな大学での教育経験や国内外の研究経験を通して、本学学生の教育に貢献できればと思う所存でございます。また、ものづくり支援センターにおいても、これからの時代に向けたものづくりの教育の基盤形成を目指したいと考えております。今後ともご指導、ご鞭撻のほど、何卒よろしくお願い致します。