

# 戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)

## 2020年度 研究開発成果等報告書

課題名：統合型材料開発システムによるマテリアル革命

チーム番号：B2

研究開発課題名：AI援用積層最適化によるCFRP設計・  
製造自動化技術の開発

研究期間：2020年4月1日 ～ 2021年3月31日

研究 責任者	氏名	阿部 俊夫
	所属機関	三菱重工業株式会社（中菱エンジニアリング）
	部署	防衛・宇宙セグメント航空機事業部 航空機技術部 （材料試験室）
	役職	主査

## 研究開発成果等の概要

航空機の製造において、炭素繊維複合材(CFRP)の高速・高自由度積層を可能とする、自動積層装置導入が進みつつあり、設備投資余力の大きい国が国際競争力を持つ状況となっている。そのため、日本の航空機産業の複合材技術競争力を回復させるために、複合材自動積層を前提に、高速成形ゆへの代償である積層内部欠陥等の欠点を克服し、高生産性を維持しながら、軽量化を追求する設計・製造最適化技術の研究を進める。研究課題に対する、2020年度の主な研究成果を以下に示す。

### (1) 複合材自動積層装置(AFP)の導入活動

2019年度後半、JAXA 調布飛行場分室内での設置工事は順調に進捗していたが、折からのコロナ禍により、作業員(仏人)帰国・工事中断を余儀なくされた。2020年秋、国内流行が落ち着いた所で、再開諸手続き(VISA 再取得等)を済ませ、工事再開直前に、再度の緊急事態となり、休工継続中。但し、この間、MHI が生産用に導入整備中の自動積層装置を代用し、機械積層特有の課題整理を実施した。同時に、導入中の装置稼働に要するソフトウェア等に対し、操作予定者のリモート教育を実施し、稼働後の研究貢献早期化に備えた。

### (2) Gap、Lap 等、欠陥盛込供試体での強度・剛性評価と性状観察

機械積層時に頻出する内部欠陥(Gap、Lap)盛込供試体での各種強度・剛性試験と CFRP 積層内部の性状詳細観察を系統的に実施。CFRP 積層自由度(積層順序、比率)、及び荷重集中部付近への Gap、Lap 存在有無により、初期破壊、最終破壊強度ともに影響を受けることを確認。強度、性状観察試験両面での成果を基に、高精度強度評価を可能とするシミュレーション手法の構築を進めた。

### (3) 炭素繊維の強さを活かす積層最適化モジュール基礎構築

CFRP の強度的な弱点となる応力集中部、孔有り構造に関する強度低下状況を各種試験で評価。これと並行して、孔周辺での歪状況等を基に積層最適検討を効率よく進める積層最適化モジュールの基礎を設定。試験結果の評価等を通じ、積層最適化モジュールの発展、強度評価手法確立を進める研究機関との連携活動の方向性を固めた。

### (4) 熱可塑複合材 革新成形法の課題洗い出しと材料改善検討

AFP を用いた熱可塑複合材革新成形法(In-Situ Consolidation(ISC))の技術課題(熱に依る反り、樹脂結晶化度変化に依る強度変動)に対し、試験計測とSIP A3との連携(熱伝導解析)を通じ、積層時の温度履歴予測検討を進めた。また、代表的な熱可塑樹脂(PPEK)に各種充填剤を熔融混練実施。樹脂強度、剛性、及び結晶化度への影響評価を進め、成形プロセスに依存せず、安定した結晶化度を得る充填剤に依る樹脂改善の可能性を得た。