

1. 評価対象研究課題

- (1) 研究課題名：「複合材構造における接着信頼性管理技術の向上に関する研究」
- (2) 研究代表者：三菱重工業株式会社 高木 清嘉
- (3) 研究期間：平成29年度～令和3年度（予定）

2. 中間評価の実施概要

- ・日時：令和元年12月11日
- ・場所：防衛装備庁 艦艇装備研究所
- ・評価委員：

未来工学研究所 理事長、上席研究員／東京大学 名誉教授	平澤 洽（委員長）
東京工業大学 名誉教授	谷岡 明彦
東北大学 名誉教授	花田 修治
東京理科大学 工学部 機械工学科 教授	山本 誠
公共投資ジャーナル社 論説主幹	吉葉 正行

（委員長以外は五十音順・敬称略）

3. 研究の進捗状況

研究の概要

本研究は、航空機複合材構造の組立において、従来のボルト締結組立に代わる接着組立の信頼性向上を図るため、炭素繊維複合材の接着界面について、分子レベルの化学状態や電子状態観察、マイクロ及びマクロスケールにおける接着強度評価、界面化学状態に関する分子シミュレーションを通じ、接着力の発現メカニズムを理解し、プロセス因子影響度を体系的に把握するとともに、新しい表面改質手法を評価することで、既存の技術・手法を上回る接着強度を得るための検討を行うものである。

進捗状況

主な実施項目に対する進捗は以下の通り。

(1) 接着力発現メカニズムの理解

モデル材料における接着界面の化学状態を推定した。また、MD（分子動力学）シミュレーションによる接着強度予測の結果と、強度試験データが整合することを確認し、中間時の目標を達成した。

(2) 接着プロセス因子影響度の体系的把握

実用材料の接着サンプルについて、接着面汚染、母材吸湿、硬化温度等の経験的に抽出したプロセス因子を独立的に変化させて、体系的な強度影響データ取得を完了し、中間時の目標を達成した。

(3) 接着強度向上手法の検討

応力発光イメージング及び静電イメージングを用いて、Weak Bond のサンプルについて損傷することなく接着強度の違いを判別することに成功し、中間時の目標を達成した。

4. 中間評価の評点

B 進捗は順調であり、研究計画に沿って進めてよい。

5. 総合コメント

概ね当初の計画通りに、順調に推移している。代表研究機関のリーダーシップのもと、緻密かつ信頼性のある形で研究が進んでおり、接着のメカニズムに関して、説得力を持つ新たな成果が得られている。今後は、これらの成果を実用材料への展開・応用に進める段階になるが、目標達成の可能性は十分見込まれ、更なる進展を期待する。

6. 主な個別コメント

- 基礎的な材料科学に関して、相当高度な解析とシミュレーションの成果が十分上がっており、今後の信頼性向上への基盤は得られている。
- 非常に重要な課題であり、ぜひ大きな成果を期待したい。
- 共有結合、水素結合、ファンデルワールス力以外の結合の要素、例えば、高分子のコンフォーメーションを考慮に入れて拡散層についても考察しておくくと有益な知見が得られるのではないかと。
- ミクロスケールの検討は進んでいるが、マクロスケールの接着プロセスとしては信頼性低下の要因が多岐にわたると考えられ、要因の洗い出しが早期に必要であろう。
- 実験とシミュレーションの更なる連携に期待する。
- 技術の信頼性を向上し航空当局の認証等を獲得する上では、現場でキーとなるデータを取り、メカニズムと結びつけて証明することが有効と考えられる。メカニズムの追求だけでなく、そのようなデータの活用についても検討が望まれる。
- マクロスケールの材料試験においては、個体数によるデータのばらつきの考慮等、信頼性検証のための実験データの取扱いに十分留意されたい。
- 閉じた組織で研究が行われているが、今後はもう少し幅広く考えても良いのではないかと。途中で離脱した研究分担者の補充も含めて、協力研究機関の追加等の検討が望まれる。
- 塗料メーカーや接着剤メーカー等がこれまでに蓄積したノウハウ、あるいは接着プロセスに関する専門家の知見を取り入れる等、信頼性の保証に資する取組を検討されたい。
- 接着・組み立て現場でミクロな検証が出来ないとすれば、接着・組み立て現場でミクロに検証されている接着メカニズムが例外なく生起していることを保証することは論理的に困難である。実用化に結び付けるためには、マクロな現場で起こっている現象をミクロに検証する必要がある。