

自己修復繊維強化高分子材料の設計コンセプトと開発動向

Design Concepts and Development Trends of Fiber Reinforced Polymers Encompassing Self-healing

真田 和昭

キーワード：複合材料、マイクロカプセル、層間せん断強度、自己修復、開繊技術

Keywords: Composite material, Microcapsule, Interlaminar shear strength, Self-healing,
Tow-spreading technology

1. はじめに

繊維強化高分子材料 (fiber reinforced polymer、FRP) は、ガラス繊維や炭素繊維等の強化材と高分子材料が複合化された材料である。その中でも炭素繊維強化高分子材料 (carbon fiber reinforced polymer、CFRP) は、近年、優れた比強度・比剛性を有していることから、航空宇宙、自動車等幅広い分野への適用拡大が期待され、内部微視構造設計技術、成形加工技術等に関する研究開発が活発に進められている。しかし、使用中のFRPには微小な損傷が容易に発生・蓄積し、突発的な破壊を引き起こすという問題点があり、FRPの信頼性確保が課題となっている。一方、FRP廃棄物は年々増加する傾向にあり、環境負荷が大きくなっているのが現状である。環境負荷低減のためには、FRPを長期間使用し廃棄物を低減することが最善の方策である。最近、これらの課題を解決するために、FRP自体に自己修復機能を付与しようとする研究開発が国内外で活発に行われている。ここでは、自己修復性を有するFRPの設計コンセプトと国内外の研究開発事例を紹

介するとともに、本研究室で実施しているマイクロカプセルを用いた自己修復CFRPの研究開発の現状について概説する。

2. 国内外の自己修復FRPの研究開発事例

FRPの自己修復は、マトリックス樹脂の種類により様々な手法が提案されているが、熱硬化性樹脂の場合は、修復剤によりき裂面を再接着する手法が多数報告されている。以下に、これまで報告されたFRPの自己修復に関する研究開発事例を分類して示す。

2.1 中空繊維に液体の修復剤を閉じ込める方法

Dry¹⁾は、修復剤を内包した中空繊維を用いて熱硬化性樹脂に自己修復性を付与する手法を提案している(図1)。これは、熱硬化性樹脂とともに破壊した中空繊維から修復剤および硬化剤(あるいは修復剤のみ)が流出し、き裂に浸透し硬化して、き裂面を接着する手法である。Bleayら²⁾は、外径15 μm 、内径5 μm のガラス中空繊維とエポキシ樹脂を用いて作製した積層材料を対象に、衝撃試験を行い、衝撃後圧縮強度に対する自己修復効果について検討している。PangとBond^{3), 4)}は、中空繊維に内包する修復剤の容量増大による自己修復効果向上を目指し、

2016年9月2日受付
SANADA Kazuaki
富山県立大学