

ファイバーエアロゾルデポジション (FAD) 法による炭素繊維成形体の作製と炭素繊維強化アルミニウム基複合材料への応用

津田 康佑

Kosuke TSUDA

機械システム工学専攻修士課程 2年

1. はじめに

2019年9月11日から13日にかけて、岡山大学で開催された金属学会2019年秋期大会に参加し、「ファイバーエアロゾルデポジション (FAD) 法による炭素繊維成形体の作製と炭素繊維強化アルミニウム基複合材料への応用」という題目で発表を行った。

2. 研究内容

2.1 研究背景と目的

炭素繊維強化アルミニウム基複合材料 (CFRA) は、加圧成形法で成形された炭素短繊維とアルミニウム合金を複合化することで作製される。加圧成形法による炭素短繊維の成形には結着材 (バインダ) が必要であり、その乾燥・焼結工程などに長時間必要であることが課題のひとつである。そこで、本研究では、バインダが不要であり、乾燥・焼結工程を必要とせずに、炭素短繊維の成形が短時間で完了する「ファイバーエアロゾルデポジション (FAD) 法」により成形した炭素繊維成形体の CFRA への応用を目指している。本発表では、FAD 法ならびに加圧成形法で作製した成形体とアルミニウム合金 (AC3A) を複合化比較検討した結果について報告する。

2.2 実験方法

CFRA の強化繊維は炭素短繊維 (MLD-300) である。FAD 法および加圧成形法を用いて、それぞれ成形体を作製した。そして、加圧含浸法によりアルミニウム合金 (AC3A) 溶湯と複合化し、CFRA を

作製した。作製した CFRA は鏡面研磨後、微細組織および元素分析に供した。

2.3 実験結果及び考察

2.3.1 FAD 成形体の作製

FAD 成形体の一例を Fig. 1 に示す。FAD 法では、真空中で炭素短繊維を多孔質基材に吹き付けるだけで成形が完了する。例えば、Fig. 1 のような直径 8 mm、高さ 15 mm の成形体は、約 3 分で成形が完了する。炭素繊維成形体を作製するためには 120 分以上必要な加圧成形体と比較すると、約 1/40 という短時間で成形が可能である。

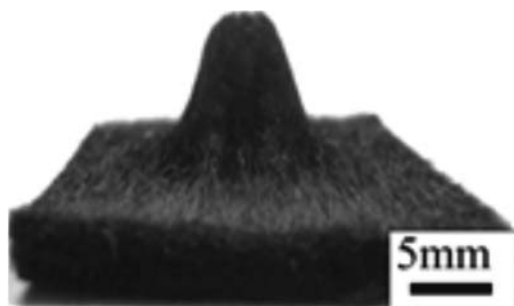


Fig. 1 Exterior Photos of FAD structure

2.3.2 CFRA の金属顕微鏡観察

FAD 成形体および加圧成形体を用いて作製した、CFRA の顕微鏡組織を Fig. 2 (a) および (b) にそれぞれ示す。母相は AC3A であり、組織中に見られる濃色相が炭素繊維、黒い領域が欠陥である。いずれの CFRA とも、炭素繊維間にアルミニウム合金が十分に含浸しており、大きな欠陥もみられなかった。また、炭素繊維の凝集も無く、比較的均一に分散していることも確認した。なお、観察領域にお

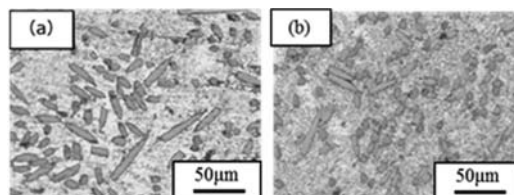


Fig. 2 OM images of (a) CFRA (FAD+AC3A), and (b) CFRA (Press-formed body+AC3A)

ける炭素短繊維の面積率を Image-J を用いた画像解析からそれぞれ求めた。その結果、Fig. 2 (a) では 26% であり (b) では 25% であり、ほぼ同様の値を示した。

2.3.3 EDS による元素分析

EDS による元素分析により、合金から晶出される共晶 Si の大きさを比較した。FAD 成形体および加圧成形体を用いて作製した CFRA の元素分析を Fig. 3 (a) および (b) にそれぞれ示す。青色領域が共晶 Si、黒い領域がその他元素である。両 CFRA の観察領域における共晶 Si のフェレー径を Image-J を用いた画像解析からそれぞれ求めた。その結果、Fig. 3 (a) では $3.1\ \mu\text{m}$ であり (b) では $4.1\ \mu\text{m}$ であり FAD 成形体を用いた複合材料の方が加圧成形体を用いた複合材料よりも小さいことを確認した。共晶 Si のフェレー径が異なる理由として加圧成形体作製時に低熱伝導のバインダが使用される。このバインダがアルミ溶湯から炭素繊維への熱伝導を阻害し、アルミ溶湯の冷却速度が低下したため共晶 Si の粗大化が起こったと考える。

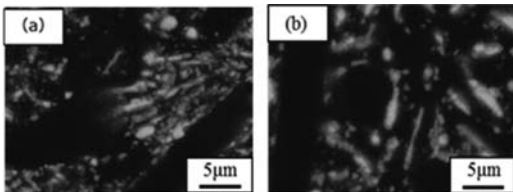


Fig. 3 Elemental analysis image of (a) CFRA (FAD+AC3A), and (b) CFRA (Press-formed body+AC3A)

2.3.4 CFRA の微小硬度試験結果

微小硬度試験の結果より、硬度はそれぞれ、母材 (AC3A 合金) は 61 HV、CFRA (FAD+AC3A) は 89 HV、CFRA (加圧成形体+AC3A) は 83 HV であった。この結果より FAD および加圧成形体にて成形した炭素繊維成形体を用いて作製した CFRA の硬度は、同じ値を示すことが分かった。

微細組織観察結果からも、CFRA の硬度に影響を与えると考えられる、炭素短繊維の存在率、鑄造欠陥の量も、同様の値を示したことから、同じ硬度を示した結果は妥当であると考えられる。

本研究で得られた知見を以下に示す。

- (1) FAD 法を炭素短繊維の成形体の作製に適用することで、加圧成形法と比較して、約 1/40 という短時間で作製可能であった。
- (2) 微細組織観察結果から、FAD 法および加圧成形法にて作製した炭素繊維成形体と AC3A から成る CFRA の微差組織はほぼ同一であった。また、微小硬度も同様の値を示した。

3. まとめ

複合材料に関わる多くの研究発表を聴講することが出来、非常に勉強になりました。この経験を今後の研究活動に活かしたいと考えております。最後に、ご指導頂いた森正和講師と近畿大学の浅野和典教授に御礼申し上げます。