

P4-1 遠心力法による繊維強化型傾斜機能材料の開発

○渡辺義見¹⁾、白井汪芳²⁾、清水義雄³⁾

信州大学繊維学部 機能機械学科¹⁾、機能高分子学科²⁾、感性工学科³⁾

1. はじめに

我々の研究プロジェクトでは遠心力法による繊維強化傾斜機能材料の開発に関する研究を行っている。本年度の研究では、遠心力晶出法によって作製した傾斜機能材料における組成傾斜形成機構、遠心力固相法により作製した Al-Al₃Ti 傾斜機能材料の粒子配向に及ぼす粒子径と体積分率の影響、繊維強化複合材料の配向度評価装置の開発などの研究を行い、成果を上げた。本稿では、形状記憶合金繊維強化型スマート複合材料の機械的性質とフラクタル解析による粒子形状傾斜型傾斜機能材料の評価に関して紹介する。

2. 形状記憶合金繊維強化型スマート複合材料の機械的性質¹⁾

Fe-Mn-Si-Cr 形状記憶合金繊維 / プラスタスマート複合材料は、建築や土木材料として適用可能な材料であると考えられる。そこで、この試料において形状記憶合金繊維による形状記憶効果が複合材料の機械的性質にどのような影響を及ぼすのか調査し、この材料の優位性に関して検討した。

Fe-Mn-Si-Cr 形状記憶合金繊維に室温で引張予ひずみを与え、プラスタ母材に埋め込んだ。母材において圧縮残留応力を導入するため、Fe-Mn-Si-Cr 形状記憶合金繊維 / プラスタ複合材料を 250 °C (As 点以上)へ加熱した。機械的性質評価のために 3 点曲げ試験を、形状記憶合金繊維とプラスタ母材間の界面強度評価のために繊維引抜き試験を行った。加えて、実験結果を考察する目的で有限要素解析を行った。

プラスタ母材と引張予ひずみが 0%の複合材料の曲げ強度はほぼ等しい、という結果が得られた。また、複合材料の曲げ強度は、引張予ひずみの増加により向上した。従って、複合材料における強度の向上は形状記憶合金繊維そのものの効果によるものではなく、形状記憶合金繊維の形状回復に伴い母材に導入された圧縮残留応力に起因するものと考えられる。加えて、繊維引抜き試験の結果、引張予ひずみが大きくなるに従い引抜きに要する荷重が大きくなる、という結果を得た。有限要素法解析を行った結果、形状記憶合金繊維においてひずみ回復を仮定した場合、繊維の周囲においてプラスタ母材に応力集中が生じ、応力集中はひずみ回復の量が大きいほど強まることが分かった。また、プラスタ母材に導入された圧縮残留応力も有限要素法解析

により再現できた。これら解析結果は実験結果を説明することができた。今後は繊維分散の傾斜化や残留応力の傾斜化などにより最適設計を目指す。

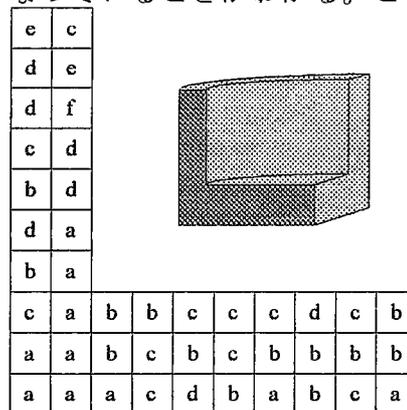
3. フラクタル解析による粒子形状傾斜型傾斜機能材料の評価²⁾

繊維強化型複合材料や粒子強化型複合材料の機械的性質は、母相中の強化相粒子の体積分率や粒子径だけでなく、強化相の形状にも強く依存している。したがって、強化相粒子の体積分率、粒子径および粒子形状を詳しく調査することにより、作製した複合材料の機械的性質を予測することが可能となる。

そこで、本研究では、半熔融加工法で作製した Al/Al₃Ni 傾斜機能材料³⁾の粒子の形状に着目し、フラクタル解析法の 1 つである Box Counting 法を用いて粒子の形状を数値的に評価した。

図 1 に 670 °C で作製した試料の各位置におけるフラクタル次元分布を示す。このように FGM カップの高さに比例してフラクタル次元が大きくなっていることがわかる。このように、本

研究で作製した Al-Al₃Ni 系傾斜機能材料において、Al₃Ni 粒子の体積分率および粒子径のみならず、粒子の形状も位置毎に変化していることが分かった。



a : 1.00000 ~ 1.00099 d : 1.00300 ~ 1.00399
 b : 1.00100 ~ 1.00199 e : 1.00400 ~ 1.00499
 c : 1.00200 ~ 1.00299 f : 1.00500 ~ 1.00599

1) Y. Watanabe, E. Miyazaki and H. Okada; *Mater. Trans.*, **43**, (2002) 掲載予定

2) 松田公一、渡辺義見、上條正義、福井泰好 傾斜機能材料論文集, **15**, (2001) 掲載予定

3) K. Matsuda, Y. Watanabe, K. Yamagiwa and Y. Fukui; *Proceedings of 7th Japan International SAMPE Symposium*, p681-684 (2001).