

UDC 621.762.5
669.71-138.8:669.781-486
620.172

抵抗焼結法によるボロン繊維強化アルミニウム複合材料の作製 ——機械的性質に関して——

Production of Boron Fibre Reinforced Aluminium Composite Material by Resistance Sintering Process
— on Mechanical Properties —

明智 清明*・原 善四郎*

Kiyoaki AKECHI and Zenshiro HARA

1. 緒 言

B繊維は、軽量、高強度、高剛性率であるため、航空機材料等に、FRPやFRMとしてすでに実用されている。とくにAl-B系FRMは、480℃以下では安定で、B繊維がAlマトリクスとの間で脆弱な化合物を作りにくく、しかもAl-B界面のぬれ性が良い¹⁾ことから、研究、開発が進んでいる。研究は、材料の諸性質におよぼす熱処理の影響²⁾、繊維-マトリクス界面状況の検討³⁾、繊維のコーティングの効果⁴⁾等、多方面にわたって行なわれており⁵⁾、また製造法としても拡散接合法⁶⁾、鋳造法⁷⁾等々が開発されている。

本研究では、筆者らがすでに鋼繊維強化Al複合材⁸⁾や鋼繊維強化鉄⁹⁾等の作製に用いた新しい複合材料製造方法である抵抗焼結法によるAl-B-FRMの製造を試みた。本稿では、抵抗焼結条件と、試片の密度と機械的性質の関係について述べ、次報で破面の様子や界面状況について報告する。

2. 方 法

複合材のマトリクスとしては市販の150メッシュ噴霧Al粉に通電可能とするためのミキサー攪拌処理を施したものの¹⁰⁾を用い、強化繊維としては市販の200 μ m ϕ B繊維(引張強さ320kg/mm²)を約58mmに切断して用いた。繊維体積比0, 10, 20 vol%のとき、密度比100%での試片体積が2.7cm³になるようにそれぞれ繊維、粉末を配合して、同一条件で2個づつ抵抗焼結した(加圧力1.2t/cm², 設定電流実効値58%, 71%, 80%, 通電時間1.2~1.5秒)。抵抗焼結法の詳細は既報⁸⁾とほぼ同様である。焼結した試片について密度測定、引張試験(歪速度、2.5mm/min)、破面のSEM像観察、EPMA測定等を行なった。

3. 結果および考察

Al-20 vol% B 試片の入力(および入力から推定され

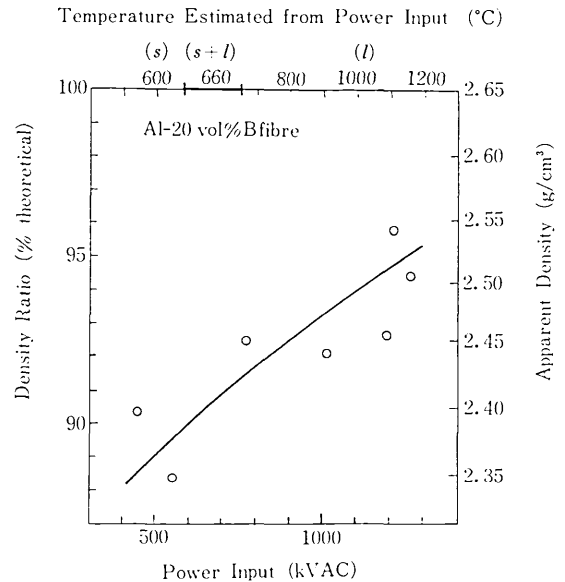


図1 Al-20 vol% B 繊維複合抵抗焼結材の密度(比)におよぼす入力の影響

る焼結体の到達温度)と密度比の関係を図1に示した。入力増大とともに密度比は増大する(図1)、すなわち緻密化が進行する。また入力と引張強さの関係を図2に示す。図2中で、○印は繊維がマトリクスから pull out した場合を、また●印は、pull out しなかった場合である。引張強さは、入力600~1000kVAC(推定温度で660~900℃)で最高値の50kg/mm²を示し、それ以下の入力範囲では、入力増大とともに引張強さは上昇し、それ以上の入力過大の範囲では引張強さは低下している。低入力範囲では、引張荷重によって、B繊維はAlマトリクスから抜け(写真1)、入力過大の範囲ではB繊維はAlマトリクスと同平面で破断している。

低入力範囲では、Alマトリクス自身の焼結が不十分で密度比も上がらず、かつAl-B界面での結合が不十分であるため、B繊維に応力が十分に伝達されずB繊維がAlマトリクスから抜けるものと考えられる。

一方、入力過大の範囲では、推定到達温度からも予測されるような焼結温度上昇によってAl-B界面に、化合

* 東京大学生産技術研究所 第4部

研究速報

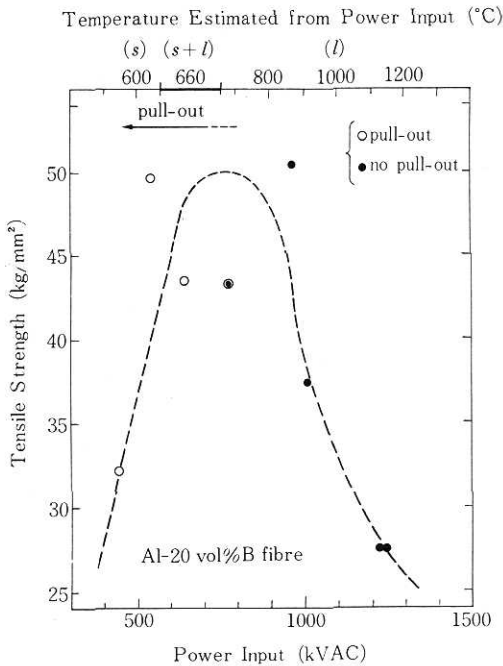


図2 Al-20 vol% B 複合材の引張強さにおよぼす入力の影響

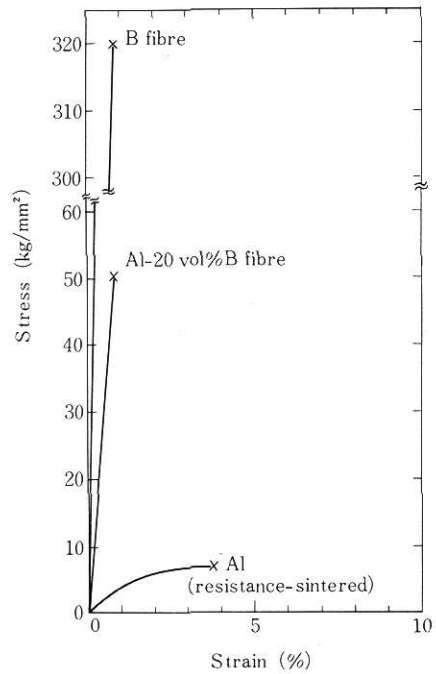


図3 応力-歪曲線の概略図

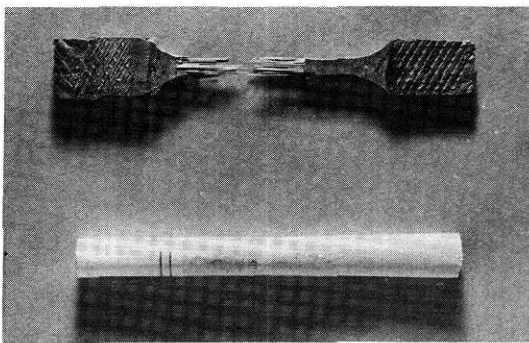


写真1 Al-20 vol% B 繊維複合抵抗焼結材の Al マトリクスからの B 繊維の抜き出し (入力 640 kVAC, 引張強さ 43.6 kg/mm²)

物層が形成して繊維が脆化し、そのため引張強さが低下するものと考えられる。

Al 粉抵抗焼結体, Al 粉-20 vol% B 繊維抵抗焼結体, および B 繊維の応力-歪曲線の概略を図3に示す。Al-20 vol% B は歪みが極めて小さい。

最適な抵抗焼結条件で抵抗焼結された場合の焼結体の引張強さにおよぼす B 繊維の体積比 V_f の影響を図4に示す。 V_f 増大とともに引張強さが増大している。しかし複合則から予想される引張強さよりは低い値であり、これは実験方法の制約からくる繊維の偏在や方向の不揃いによるものと考えられる。

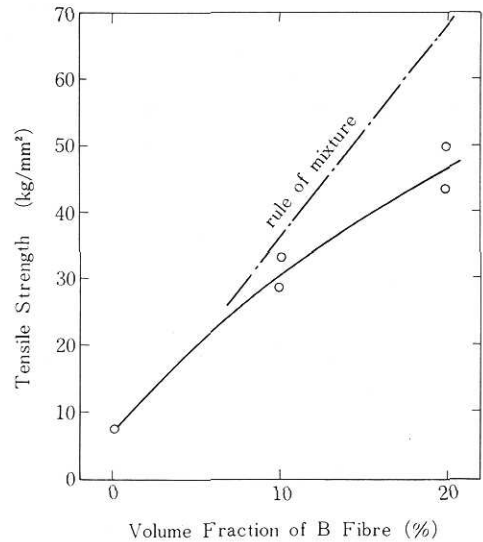


図4 Al-B 繊維複合抵抗焼結材の引張強さと B 繊維体積比の関係

最適条件で抵抗焼結された Ti-20 vol% B の高温引張強さと温度の関係を図5に示す。

↑印で示した場合は、引張試片の肩部からチャック部にわたって引張方向 (= 繊維配列方向) に平行に、Al マトリクス部がクリープ的に剪断変形した。したがって、複合材の真の引張強さは、↑印で示される応力よりも高い。図5から 300°C までは室温と同等の引張強さを有す

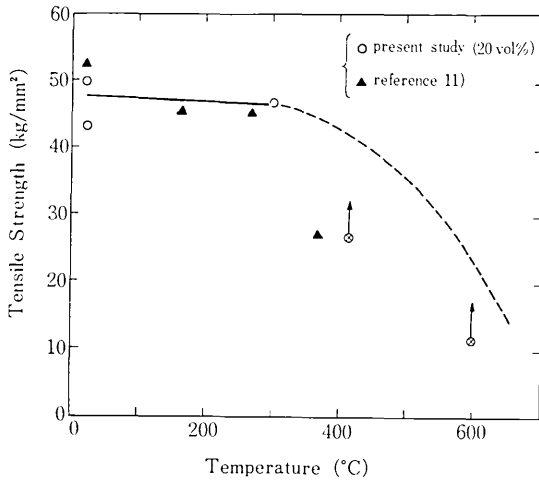


図5 Al-20 vol% B 繊維複合抵抗焼結材の引張強さおよび温度の影響と文献値¹¹⁾との比較

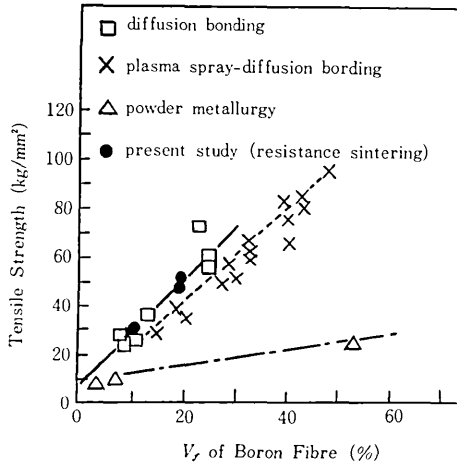


図6 各種製造法で作製された Al-B 複合材の引張強さと繊維体積比の関係の比較

ること、および 300°C 以上でも繊維によって強化されることが確認できる。

また図5の Al-22 vol% B の文献値¹¹⁾ (▲印で示す) と比較するとほぼ同様な傾向の高温強さであることが確

認できる。

ここで他の製造法による Al-B 複合材の引張強さ¹²⁾ とくらべてみる。図6に示されるように、従来の粉末冶金法によって得られる Al-B 複合材はプラズマ・スプレー法や拡散接合法によるものに劣る¹²⁾ といわれているが、本研究で用いた抵抗焼結法による Al-B 複合材 (図6中で●印で示す) は拡散接合法によるものと同程度の引張強さを示した。

4. 結 言

Al マトリクスが著しく溶融しないような適当な入力の抵抗焼結条件で Al 粉と B 繊維の混合物を抵抗焼結するならば、すぐれた B 繊維強化 Al 複合材 (引張強さ 50 kg/mm²) を得ることができる。(1978年6月23日受理)

参 考 文 献

- 1) 林毅編: 複合材料工学, 日科技連出版社, (1971), 199
- 2) J. Klein, A. G. Metcalfe: AFML-TR-71-189, Solar Division, (Oct. 1971)
- 3) M. A. Wright and B. D. Intwala: J. Mater. Sci., **8** (1973), 957
- 4) M. J. Salkind: Surface and Interfaces, Syracuse Uni-Press, (1968)
- 5) 例えば, Proceedings of the 1975 International Conference on Composite Materials, AIME, New York, (1976)
- 6) M. J. Salkind: Journal of Metals, **20** (1968), 30
- 7) 金子泰久, 小宮山芳朗, 内山良樹, 前田四朗: トヨタ技術, **23** (1972), 108
- 8) 明智清明, 原善四郎: 粉体および粉末冶金, **24** (1977), 142
- 9) 原善四郎, 明智清明, 板橋正雄: 粉体および粉末冶金, **22** (1975), 101
- 10) 原善四郎, 坂井徹郎: 粉体粉末冶金協会昭和49年度春季大会講演概要集, (1974), 48
- 11) K. Kreider, M. Marciano: Trans. AIME, **245** (1969), 1279
- 12) 渡辺治: 材料科学, **10** (1973), 311