

半溶融圧延に関する研究 第3報 ——アルミ系積層型粒子強化複合材料の製造・加工——

Study on Rolling of Metals in Mashy-State · 3rd Report
——Investigation into Production and Working of Particle Reinforced Laminated Composite Metals——

木 内 学*・杉 山 澄 雄*・富 岡 美 好***・川 平 哲 也**
Manabu KIUCHI, Sumio SUGIYAMA, Miyoshi TOMIOKA and Tetsuya KAWAHIRA

1. はじめに

半溶融状態にある合金材料には、他にみられない種々の特性、たとえば、変形抵抗の大幅な低下、変形能の向上、接合性・分離性・造形性・攪はん性・混合性の誘起、などが見られる。筆者らは、合金材料の半溶融状態におけるこのような諸特性を有効に利用した加工プロセスの開発について一連の研究を推進している。

これまで、半溶融圧延・圧接法による積層型粒子強化複合材料 (P. R. C. M) の製造・加工に関し、①金型を利用する方法、②金属管を利用する方法、について報告している。今回は、アルミ系材料を金属素材とし、素板(金属)に強化粒子を直接半溶融圧延・圧接する方法、ならびに、素板に強化粒子と金属粉の混合粉を直接半溶融圧延・圧接する方法により P. R. C. M の製造・加工を行った。本報では、その際の加工条件と内部組織等との関係について検討したので、その結果について報告する。

2. 実験方法および条件

実験条件を表1に示す。実験は、積層のしかたにより、①強化粒子を素板に直接埋込み、積層させる方法、②強化粒子と A 5056 粉との混合粉を素板に圧延・圧接し積層させる方法、とに分けて行った。その他の条件因子として、素板材質、強化粒子粒度および体積含有率、圧延温度、見かけ圧下率(1 - 製品厚さ / (素板厚さ + 積層厚さ))を取り上げ、それらが製品性状(内部組織、ライナー部の結合性)におよぼす影響について調べた。実験方法は以下のとおりである。まず、素板(厚さ: 2.5 mm)の上に強化粒子または混合粉を 0.01 mm 以上任意の厚さで積層する。続いて、この被圧延材を、ロール入側直前に設置した加熱炉で所定の半溶融状態になるまで加熱・保持し、それから、ロール間に挿入する(図2参照)。図1は、半溶融圧延装置を示す。

3. 実験結果および考察

3.1 強化粒子の直接埋込みによる積層化

* 東京大学生産技術研究所 第2部

** 三井アルミニウム工業(株)

*** 松本精機(株)

表1 実験条件一覧表

	直接埋込み	混合粉の積層化	
	Case 1	Case 2 (a)	Case 2 (b)
素板	A 5052	A 1050	A 5052
積層材(ライナー) WAの粒度 体積含有率 V_p /%	WA #100~#1500 /	(A 5056粉+WA) " 30~70	(A 5056粉+WA) " 30~70
圧延温度 $T/^\circ\text{C}$	580~640	580~650	580~640
圧下率 r_1 /%	25以上	"	"
圧延速度: 0.7~0.9m/s, ロール寸法: $\phi 250 \times 110$ mm, 無潤滑			

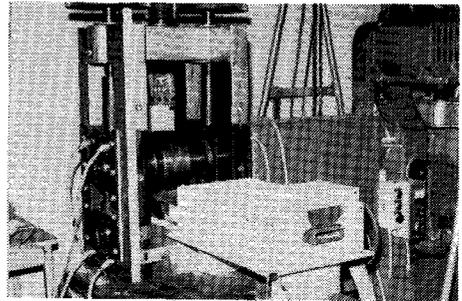


図1 半溶融圧延装置

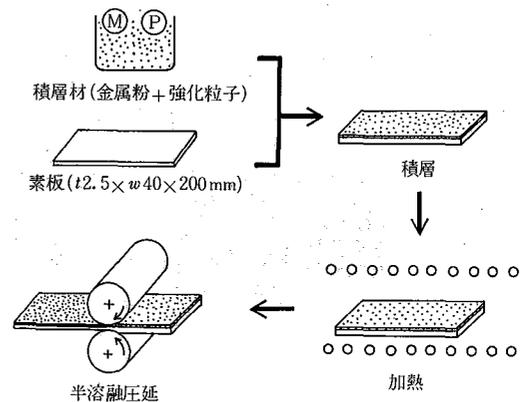


図2 半溶融圧延による積層型粒子強化複合材料の製造・加工プロセス

研 究 速 報

A 5052 を用いた場合の各条件因子 (見かけ圧下率, 圧延温度, 強化粒子の体積含有率, 粒度) がライナー部の結合性におよぼす影響について示す。各線の左側の条件の範囲で結合性の良い製品を得ることができる。ただし, ライナー部の結合の良否の判定は, 図 8 に示すように, 形削りバイトを用い, 切りこみ深さ 0.2 mm として切削したときの切りくず状態により行った。図 8 (a) に示すように, 固形状の切りくずが得られた場合を良とし, \triangle \square \diamond の記号で表わし, 図 8 (b) に示すように, 粉末状の切りくずが得られた場合を否とし, \blacktriangle \bullet \blacklozenge で表わし, 両方の切りくずが混在している場合を, \triangle \bullet \blacklozenge で表わしてある。また, 素板および積層材マトリックスの圧延温度と固相分率の関係を表 2 に示す。図 6, 図 7 の結果を理解するために, 圧延過程における素材 (素板と積層材) の変形過程について考察する。本圧延の場合, 素板は伸び変形を受けている。これに対し, 積層材は, 空隙を有しているので, (a) 液相成分の流動と空隙の閉鎖を伴う変形, (b) 素板の伸び変形に伴う変形, の 2 つを受けていると思われる。この (a) は, 混合粉の粒子自体の変形他に, 液相成分が空隙に流入しつつ積層材全体が変形流動を起すことに対応している。したがって, 空隙のない (結合性のよい) 製品を得るには, 各条件因子に基づく液相成分の挙動に注目する必要がある。今, 圧延温度は液相成分の量と対応し, 見かけ圧下率は液相に加えらるる圧力と対応し, 粒度は強化粒子全体の表面積 (強化粒子を包みこむために必要な液相成分の量) と対応し

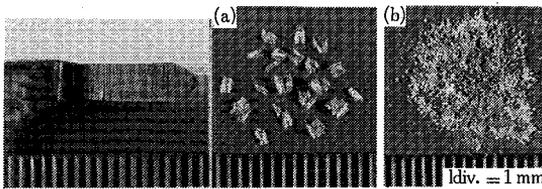
ていると考えると, 圧延温度が高いほど, 見かけ圧下率が高いほど, そして, 粒度が大きくなるほど, 液相成分は強化粒子間 (空隙) へ流入しやすくなり, したがって, 強化粒子の高濃度化が可能になる。

3.3 再圧延の効果

図 9 は, 再圧延前の製品の内部組織を示す。これは, 図 6 で示した結合性の悪い製品の内部組織である。図より, 強化粒子だけが凝集している部分があること, 積層材マトリックスの粉の形が一部そのまま残留しているようすなどが観察できる。図 10 は, 図 9 に示す内部組織の製品を再圧延したときの, 圧延温度が内部組織におよぼす影響を示す。T=500°C の熱間圧延では, 図 9 に示す欠陥がそのまま残っている。一方, T=610°C, または, 630°C の半溶融圧延では, 上記の欠陥もなくなり, マトリックスが強化粒子を完全に取り囲んで, 良好な製品となっていることが分る。図 11 は, 同様に, 再圧延における見かけ圧下率 r_2 が内部組織に与える影響を示す。 $r_2=25\%$ で

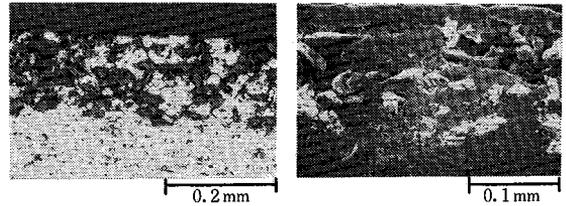
表 2 アルミ系材料の圧延温度と固相分率の関係

固相分率 $\phi_c / \%$ \ 圧延温度 T / °C	600	610	620	630	640
A 1050板 (素 板)	100	100	100	100	100
A 5052板 (素 板)	99	96	86	68	39
A 5056粉 (積層材)	83	73	61	40	0



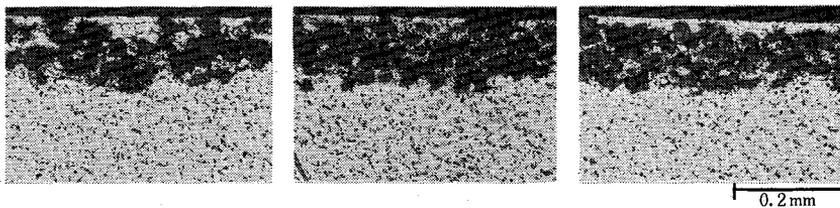
形削りバイト 良 否

図 8 ライナー部結合具合の良否の判定基準



T₁=610°C r₁=42% SEM 観察写真
素板: A 1050, ライナー: (A 5056 + WA # 400, V_p=50%)

図 9 再圧延前の製品の内部組織 (Case 2 (a))



T=500°C 610 630

素板: A 1050, ライナー: (A 5056 + WA # 400, V_p=50%), r₁=32%

図 10 再圧延における内部組織におよぼす圧延温度の影響 (Case 2 (a))

