

低融点合金を用いた切削加工に関する研究

阿部 雅* 植竹 大輔* 関 隼人*

Cutting Clamped Work by using Fusible Alloy
Masashi ABE, Daisuke UETAKE and Hayato SEKI

航空機部品等の薄肉箇所の保持方法の一つとして、低融点合金が用いられることがある。本研究では、肉厚が薄くなると通常の把持が困難となり得る加工モデルの切削加工を想定し、バイスクランプによる通常把持方法と、被削材を低融点合金に埋込把持した固定方法について切削実験を行い、比較・検討を行った。

その結果、低融点合金に埋込把持する手法が、加工面品位の向上の観点でも有効であることがわかった。

Key words: 低融点合金, 固定治具, 複雑形状, 切削加工

1 はじめに

低融点合金とは、鉛の融点（327.4℃）以下で実用化されている合金であり、原子炉の反射材や自動車エンジンの軸受材などに用いられている。また、航空機部品のタービブレードの切削加工を行う場合などでは、薄肉箇所の保持材としても用いられている。

一方、アルミダイカスト製品などの複雑な外形の被削材に対し、他部品に取り付けるための追加工を行う場合などでは、被削材の剛性が低い箇所や既に加工した面を把持せざるを得ない場合がある。バイスクランプ等の通常の把持方法では、被削材が歪んだり傷がついたりする恐れがあるため、把持する場所や力の都度調整、専用治具の作り込み等を行う必要があり、段取りや条件出しが非常に難しい。

そこで本研究では、肉厚が薄くなると通常の把持が困難となり得る加工モデルの切削加工を想定し、バイスクランプによる通常把持方法と、被削材を低融点合金に埋込把持した固定方法について切削実験を行い、比較・検討を行った。

2 研究の方法

2.1 加工機

切削加工はマシニングセンタ（㈱牧野フライス製作所：V55）を用いた。

2.2 被削材と低融点合金

被削材はアルミニウム合金 A6063 を用い、低融点合金はアルミニウム合金の時効処理温度より低温であり、お湯で溶解可能な融点 70℃のウッド合金を使用した。

2.3 低融点合金への埋込把持

2.3.1 加工モデル

一辺が 50mm の立方体から、図 1 に示すような正四角錐台のポケットを六面に加工する場合を想定した。肉厚 t が薄くなるに従って剛性が低下し、把持時の歪みや加工中のびびりが生じやすくなる。

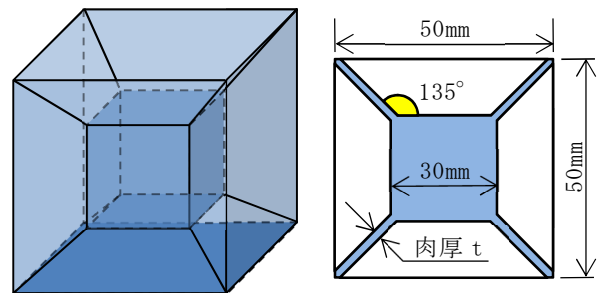


図 1 加工モデル（左：概略図，右：中心を通る断面）

2.3.2 被削材埋込用治具

図 2 に示すとおり、低融点合金に埋込把持した状態において、比較的容易に位置決め可能で、被削材の加工面だけが露出するような治具を考案し、作製した。被削材を設置した後、残った空隙を低融点合金で満たし（図 3 左）、硬化後反転させて加工を行う（図 3 右）。

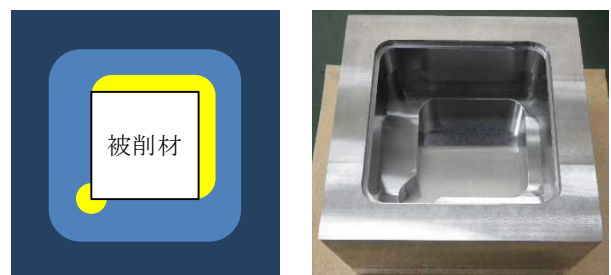


図 2 埋込用治具（左：埋込前概略図，右：完成品）

* 栃木県産業技術センター 県南技術支援センター

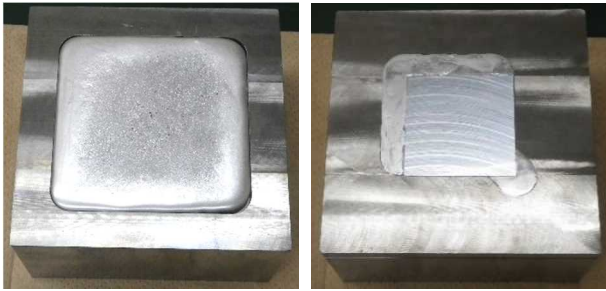


図3 埋込把持状態（左：埋込硬化時，右：加工面）

2. 4 使用工具及び切削条件並びに加工条件

仕上げ加工に使用した工具及び切削条件を表1に、加工条件を表2に示す。

表1 使用工具及び切削条件

工具	R1.5mm ボールエンドミル 2枚刃DLCコーティング
主軸回転数	10,000rpm
送り速度	800mm/min(0.04mm/tooth)
切削方式	ダウンカット，等高線加工
送りピッチ	0.05mm(軸方向・径方向共)
冷却方式	エアブロー

表2 加工条件

条件	A	B	C	D
目標肉厚 t	2.0mm	1.0mm	0.5mm	0.5mm
把持方法	バイスクランプ (通常把持方法)		低融点合金埋込	

2. 5 加工面の評価

寸法及び平面度は三次元座標測定機（株）ミットヨ：LEGEX910），表面粗さは表面粗さ測定機（株）ミットヨ：SV-C624）を用いて測定した。

3 結果及び考察

3. 1 加工面品位

図4は、条件A～Dの加工面のマクロ写真である。通常把持の肉厚2mmはびびりの無い面が得られ、肉厚1mmでは一部びびりが現れた。肉厚0.5mmでは明瞭なびびりが見られ、肉厚tの減少に従い加工部位の剛性が低下し、びびりが生じやすくなったものと考えられる。

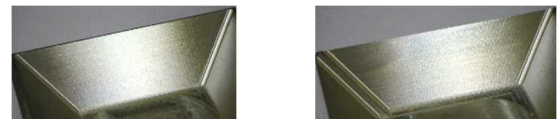
低融点合金で埋込把持した方は、肉厚が0.5mmであってもびびりは生じなかった。これは硬化した低融点合金が被削材の把持のみならず、剛性の補強材としても効果を発揮したためであると考えている。

3. 2 加工面の評価

表3は前項で得られた面をそれぞれ測定した結果である。目標肉厚0.5mmに対して実測肉厚は、バイスクランプの場合0.03mmの誤差であり、低融点合金に埋込把持した場合は0.11mmの誤差となった。段取り時の位置決めを、バイスクランプでは被削材の露出面で直接行ったのに対し、低融点合金への埋込把持は被削材の加工面以外が露出しておらず、位置決めに埋込用治具の面を用いたため、誤差が大きくなったものと考えられる。したがって、位置決め方案・治具形状等を見直すことで、位置決めの高精度化は可能であると予想される。

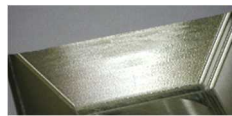
平面度は、バイスクランプの場合ではバイスの締付力によって加工面がたわむことで20 μ m以上となり、低融点合金への埋込把持では、締付力が被削材へ直接作用しないため、加工面のたわみが抑制され、9 μ m程度に低減されたと考えられる。

表面粗さのRa（算術平均粗さ）は、加工条件が等しいために大きな差異は現れにくく、Rz（最大高さ粗さ）は、低融点合金に埋込把持した方が、剛性が補強されているためびびり等の加工時の振動が抑えられ、最大で約30%粗さが改善されたと考えられる。



条件A

条件B



条件C

条件D

図4 加工面のマクロ写真

表3 加工面の測定結果

条件	A	B	C	D
実測肉厚 t	1.89mm	1.03mm	0.47mm	0.39mm
平面度	23 μ m	20 μ m	27 μ m	9 μ m
表面粗さ	Ra0.4 μ m Rz2.8 μ m	Ra0.4 μ m Rz2.6 μ m	Ra0.5 μ m Rz3.4 μ m	Ra0.3 μ m Rz1.8 μ m

4 おわりに

バイスクランプによる通常把持方法と、被削材を低融点合金に埋込把持した固定方法について比較・検討した結果、通常把持が困難な加工モデルを加工する際に、低融点合金に埋込把持する手法が、加工面品位の向上の観点でも有効であることがわかった。