

複数金属部品の効率的な結合方法の開発

生産技術部 ○桑原田聡*, 松田豪彦**, 堀之内悠介, 牟禮雄二

(*現 企画支援部, **現 商工労働水産部産業立地課)

1. はじめに

県内には金属部品や機械・器具等を製造している企業が多数あり、照明部品を製造している企業では、リフレクター(反射部品)とヒートシンク(放熱部品)など、複数の金属部品を手作業によるねじ止めで結合しているが、作業に要する時間と手間を削減するために効率的な結合技術の導入を望んでいる。

そこで本研究では、複数部品の結合を容易にする「かしめ部」を設けた加工技術について検討した。結合する片方の部品にかしめ加工が可能な突起形状を鍛造加工で成形し、かしめ部(突起形状)の変形によって、従来のねじ止め以上の結合強度を保ちながら、効率的に複数の部品を結合する技術を確立した。

2. 鍛造加工シミュレーションと加工実験

突起形状を有するヒートシンクフィンを想定部品として、1方向にフィンを成形し、その逆方向に突起を成形する工程を検討した。アルミニウム合金(A6061 $\phi 20 \times 12\text{mm}$)を被加工材として、事前に計算機シミュレーションによって同加工の可否を予測した。金属成形用ソフト(DEROERM)を用いて、被加工材を4分の1分割モデルとして、摩擦係数 $\mu = 0.12$ 、温度 20°C 、加工速度 1mm/s の条件で解析した。加工経過における成形形状の状況を図1に、最大ストローク量における相当ひずみ分布を図2に示す。

図1の結果では、材料上部のパンチから加圧することで加圧方向にかしめ加工用の突起が成形され、それと同時に逆向きにヒートシンクフィン形状が得られていることがわかる。このときの最大加工荷重の計算値は、 330kN 程度であった。

鍛造加工では加工量が多くなると材料にひずみが蓄積して加工硬化を生じ、それ以上は変形が難しくなり、かしめ加工が困難となる場合がある。図2のかしめ部となる突起の相当ひずみ値を算出した結果では、 $0.0 \sim 1.17$ の間とひずみの蓄積は少ないため、加工後のかしめ加工は可能と考えられる。

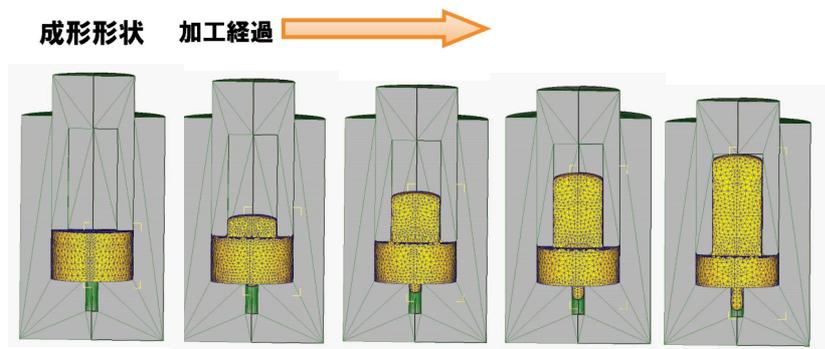


図1 鍛造シミュレーション結果

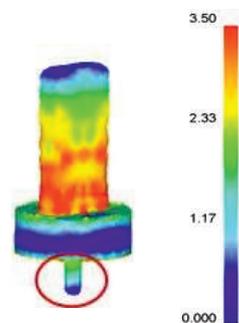


図2 相当ひずみ分布

計算機シミュレーションの結果をもとに鍛造用金型を設計製作し、アルミニウム合金を用いた加工を行った。試作実験では逐次加工を行い、外形状の変化を段階的に確認した。図3に逐次加工による成形品写真を、図4にパンチストロークと荷重の関係を示す。実金属を用いた加工実験では、シミュレーションで見積もったパンチ荷重より100 kN程度超過したが、フィンと突起を同時に成形することができ、目的どおりの良好な形状を得ることができた。

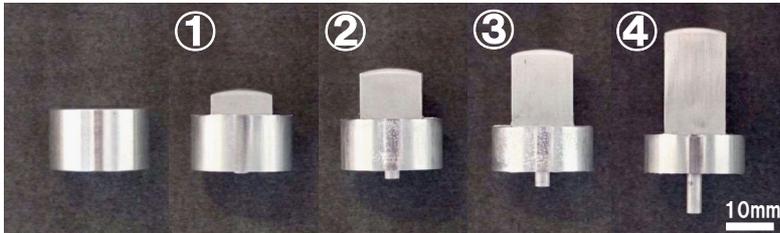


図3 逐次加工による成形品写真

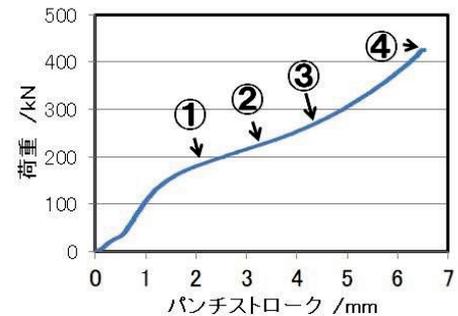


図4 パンチストロークと荷重の関係

3. 成形品のかしめ加工と引張り強度の評価

かしめ部を設けた突起付フィンとアルミニウム合金製板材を用いて、かしめ加工実験を行った。板材中央部にφ3.2mmの穴をあけてフィン突起部を差し込み、ハンドプレスによって突起形状を変形させて両部品を結合した。図5に実験装置と加工品の写真を、図6にパンチストロークと荷重の関係を示す。図6から成形した突起(φ3.0×5mm)の変形に必要な荷重は5 kN程度であり、容易に加工できるレベルの低荷重下で十分に変形できることを確認した。また、かしめ加工により結合した部品とM3ねじで結合した従来部品の引張り強度を測定した。この結果、かしめ加工部品で約1.6kN、ねじ止め部品で約1.3kNとなり、かしめ加工による結合で1.2倍以上の引張り強度の向上がみられた。

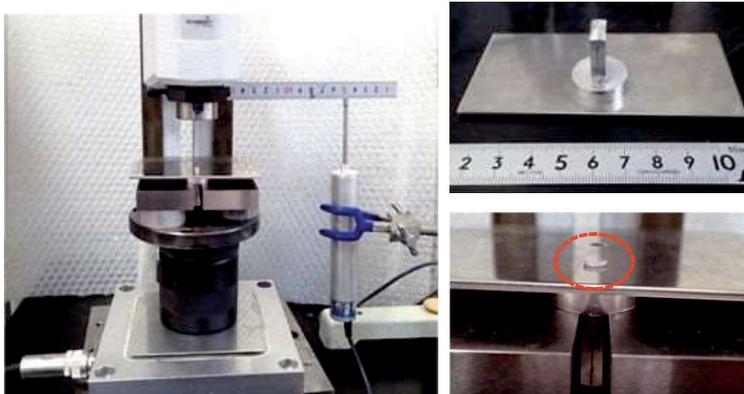


図5 かしめ加工実験装置と加工品写真

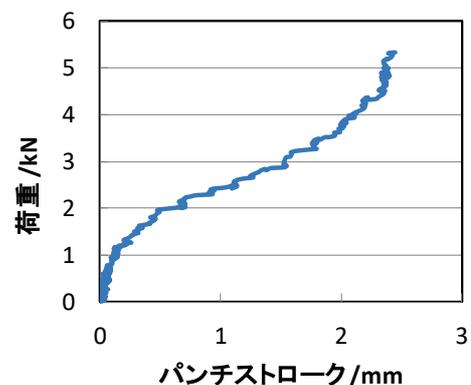


図6 かしめ加工のパンチストロークと荷重の関係

4. おわりに

突起形状を有するヒートシンクフィンの成形およびかしめ加工は、引張り強度を向上させつつ、従来のねじ止めに変わる効率的な結合方法となることを確認した。また、今回検討したヒートシンクフィン等の部品は鋳造法で製造されているが、材料内部の欠陥等により不良品の発生と生産速度に課題がある。このため、今回試作した鍛造加工に工法転換することができれば、効率的な結合に併せて不良率や生産性の向上等の効果も期待できる。