

リベット自動装填機構 1 体型軽量ファスニング工具の開発

報告者 大学院総合理工学研究科東大阪モノづくり専攻
教授 米田博幸
共同研究者 理工学部機械工学科 助手 浅野和典
大学院総合理工学研究科東大阪モノづくり専攻
院生 有吉伸介 ((株)ロブテックス)
(株)ロブテックス 生産・開発本部 森島勝己

1. 背景

近年、作業者の高齢化の進行と女性作業者の増加により各種工具の軽量化の要望が強くなってきた。その中でもファスニング工具のエアリベッター (図 1) は手持ち工具であり、リベット (図 2) を、図 3 に示すように工具先端に手で装填した後、締付け作業を行うため、作業時間がかかり、疲労度も増すといった問題があり、作業時間短縮のためリベット自動装填形式のものが要求されている。従来このタイプのものとしては、別置き専用自動装填機器を用いてリベットを工具へ装填させるものや、専用部品を必要とするタイプのものが考案されたが、それらは重量が大きく可搬性、利便性に欠けるため使用拡大に至っていない。



図 1 ファスニング工具エアリベッターの外観

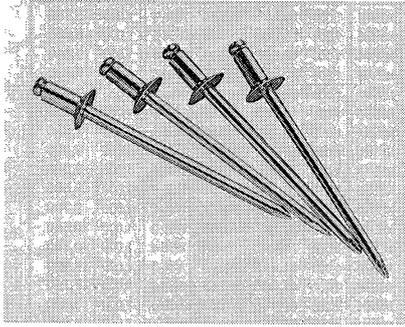


図 2 リベット

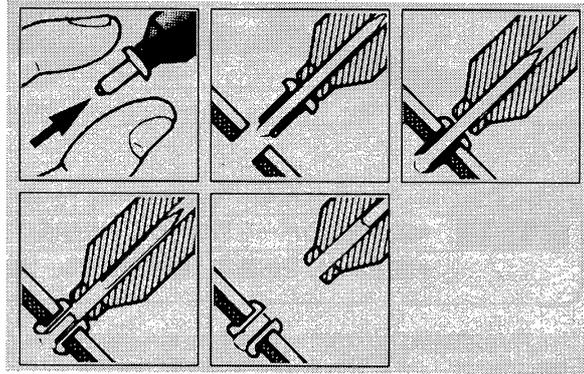


図 3 エアリベッターによる締付け作業
工程の模式図

2. 目的

本研究では、リベット自動装填機構を付加した 1 体型工具とし、さらに工具本体の重量軽減のため耐食性、耐摩耗性に富んだ複合皮膜を持つマグネシウム合金複合材料を開発し、これを素材とした自動装填機構付き軽量ファスニング工具を開発することを目的とする。

3. 期待される成果

本研究開発により下記のような成果が期待できる。

- (1) 従来の非自動装填型に比べて自動装填機構付きなので、手によるリベット装填工程から解放され、格段に作業時間が短縮し、作業性が向上する。
- (2) 鋳造複合化技術により、耐食性、耐摩耗性に富んだ皮膜を有し、高比強度で耐衝撃性にも優れるマグネシウム合金複合材料が開発される。
- (3) この複合材料を工具本体に使用するため、軽量化が可能になり、作業者の疲労度が低減でき、高齢化社会に適した人に優しいファスニング工具が提供できる。

本研究で開発した鋳造複合化技術を応用することにより、耐摩耗性、耐食性に富んだ皮膜を有する機械・金属製品の量産が可能になるので、工業的価値はきわめて高い。

4. 研究組織

近畿大学 米田博幸、浅野和典

(株)ロブテックス 森島勝己、有吉伸介(総合理工学研究科東大阪モノづくり専攻院生)

5. 研究成果

(1) 本体をマグネシウム合金製にしたエアリベッターの試作

自動装填機構を付けた場合のファスニング工具を想定し、携帯性や強度などの観点から基本設計を行った。この基本設計に基づき、AZ91D マグネシウム合金を用いて試作品を砂型鋳造した。

得られた試作部品のうち、リベッター本体の把持部について図 4 に示す A、B、C の位置で顕微鏡組織観察を行った。

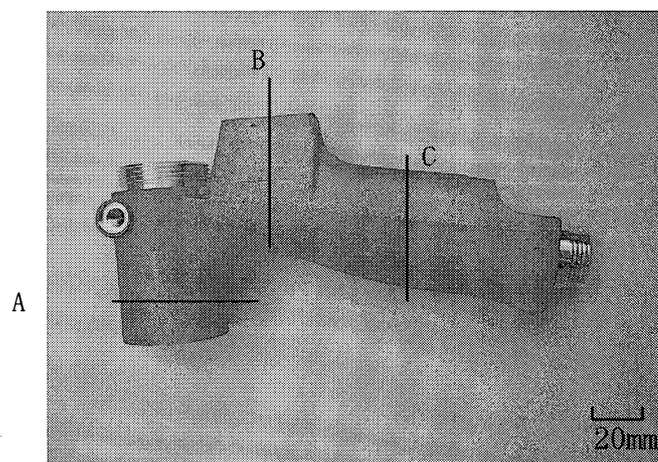


図4 顕微鏡組織観察位置

図 5 に各断面における顕微鏡組織を示す。いずれの断面も良好な組織であり、不純物や鑄造欠陥などは認められなかった。また図 6 にエアリベッターの組立完成品の外観を示す。この試作品は従来のアルミニウム製のものに比べ約 25%の軽量化を達成することができ、エアリベッターとしての性能も従来品と同等であった。

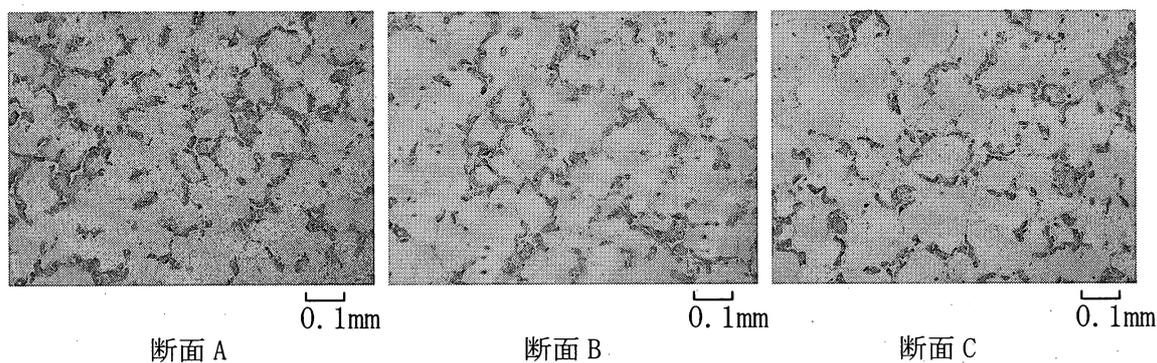


図5 各断面における顕微鏡組織写真

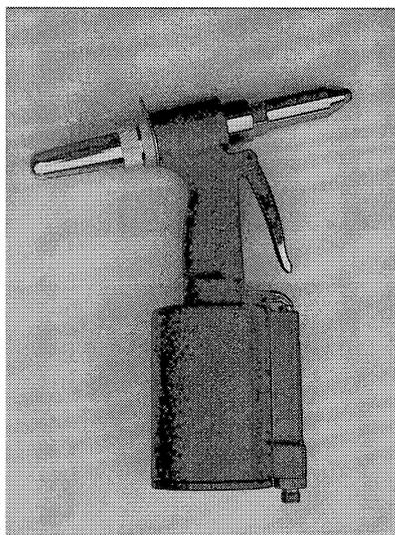
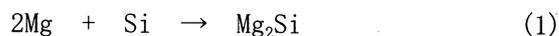


図6 エアリベッターの試作品（組立完成品）
（塗装された部分がマグネシウム合金製）

(2) 複合皮膜を持つマグネシウム合金の作製

マグネシウム合金表面の強度、耐食性や耐摩耗性を改善するため、合金表面に高硬度で耐食性、耐摩耗性に優れる Mg_2Si 金属間化合物を微細分散させた複合皮膜を生成させるための実験を行った。まずエアリベッター本体へ適用するための基礎実験として、金型の円筒状キャビティ内面に Mg_2Si の原料となる Si 粉末（平均粒径 $3\mu m$ ）をあらかじめ塗布しておき、このキャビティにマグネシウム合金溶湯を注湯することで、溶湯主成分の Mg と Si 粉末が式(1)に示す化学反応を起こし、 Mg_2Si （金属間化合物）の微粒子が分散した層を試料表面に生成させることを試みた。



溶湯温度、金型温度、Si 粉末塗膜厚さなどを変化させて鑄造実験を行った結果、溶湯温度を 1003K、金型温度を 543K とした場合が試料表面の状態が最も良好であった。

得られた試料の外観を図 7 に示す。試料表面（写真中で黒色の部分）は金属ブラシでこすっても剥離しないほど非常に硬質であった。

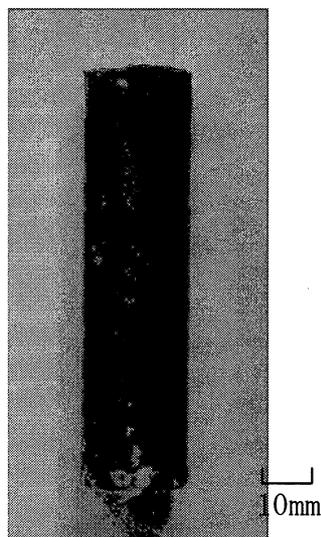


図 7 試料の外観

図 8 に試料断面における表面近傍の顕微鏡組織を示す。図 8(a)より、試料表面に内部の組織と明らかに異なる組織の層（写真で灰色の領域）が形成されていることがわかる。この層の厚さは約 0.6mm で、最初の Si 粉末塗布厚さよりや

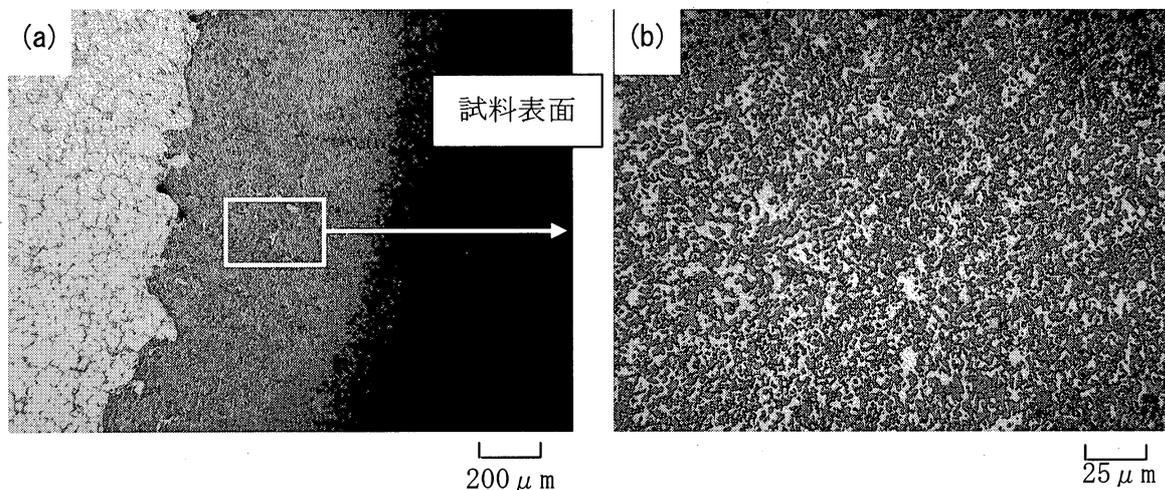


図 8 試料断面における表面近傍の顕微鏡組織

や厚かった。さらにこの部分を高倍率で観察すると、図 8(b)に示すように直径数 μm の非常に微細な粒子が分散した組織であることが分かった。この粒子は成分分析の結果、 Mg_2Si であった。すなわち、試料の表面に Mg_2Si が分散した層（以下、この層を複合皮膜と呼ぶ）を形成させることができた。また金型鑄造したので、試料の基地組織中の共晶化合物も微細化していた。この試料のビッカース硬さ (HV) を測定した結果、複合皮膜の硬さは 190HV

であり、内部の基地組織の硬さ（55HV）と比べて約 3.5 倍も硬いことが分かった。なお、皮膜中に微細な空孔（図 8(a)中の黒い部分）が少し散在しているが、これは Si 塗布の際に生じた空隙がそのまま残留したものと考えられ、これは鑄造の際に溶湯の加圧や金型にガス抜け穴を設置することにより、消滅させることができると考える。

以上の結果をまとめると、①皮膜生成用原料として Si 粉末を金型キャビティに塗布し、そこへマグネシウム合金溶湯を注入するというきわめて簡単な手法により、合金表面に高硬度皮膜を生成させることができた。②この皮膜は微細な Mg_2Si が高体積率で分散したものであることから、耐食性、耐摩耗性にも優れていると考えられる。③金型への塗型方法、鑄造方案、注湯温度、金型温度を厳密に調節することで、均一かつ緻密な複合皮膜が工業的にも得られ、エアリベッターを含めた種々の工具に適用が可能であると考えられる。

6. 今後の展開

(1) リベット自動装填装置の設計と機構の検討

本年度の研究で得られた試作品を製品化するために、人間工学や機械力学などの観点から目標仕様に適合するための詳細設計に着手する。とくにリベット自動装填装置に関しては以下のような機構(案)とする。

(a) 自動整列機構

自動整列機構は、中心に設置した風車形回転子と、外周の溝部から構成される。溝はリベットのシャフトは入るが傘部は入らない寸法になっており、リベットが溝に入るとシャフトが下、傘が上の一定方向になる。リベットは貯蔵箱から少量ずつ整列機構内部に補充されるが、風車が回転することでリベットは外周部分に押しやられる。外周部分に押しやられると溝があるのでリベットが溝に入り込み一定方向に整列される。整列されると風車の先端に設けた補助部品により送られ、その後エアの圧力により装填機構まで送られるという仕組みである。

(b) 自動装填機構

自動整列機構より送られてきたリベットを、まず自動装填機構に設けたリベット受けで受け止める。リベット受けで受けたリベットは、フレームヘッド上でスライドが可能な装填部品によって装填部品先端に設けられたノーズピースに装着され、リベットの自動装填が完了する。

(2) 複合皮膜を持つマグネシウム合金複合材料の作製と工具本体への適用

加圧、衝撃などを受ける取り扱いや、海洋付近での利用などを想定し、過酷な条件下でも優れた耐久性を保持させるため、工具本体を高強度・耐食性・耐摩耗性のある複合皮膜を持つマグネシウム合金複合材料製にするための実験を行う。また工具として重要な耐衝撃性を知るために衝撃試験を行うなど、複合材料及び製品の強度特性を明らかにする。図 9 に複合皮膜を持つ鑄造品の概念図を示す。

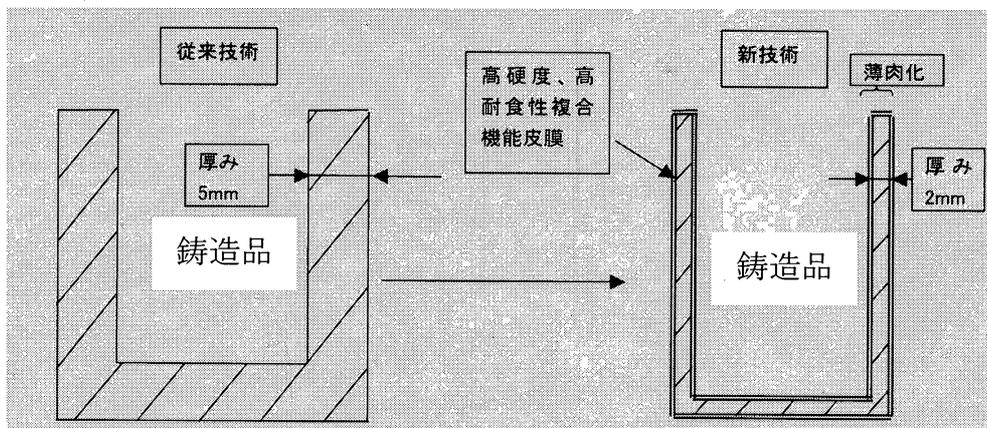


図 9 複合皮膜を持つ铸造品の概念図