

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 講師 浅野和典
同 講師 梶原伸治
大学院総合理工学研究科東大阪モノづくり専攻
有吉伸介 (現(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可搬性、利便性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、別置きの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 (セパレート型) が考案された。これは図 4 に示すようにリベット貯蔵箱と手持ちリベッターから構成され、リベット貯蔵箱でリベットを攪拌・整列し、リベットがエアホースを経て手持ちリベッター部に到達し、リベットのかしめ作業を行う機構である。しかしこの機構は重量が大きくなり、可搬性、利便性にも欠けるため、使用拡大に至っていない。そこでリベット自動装填機構を付加した 1 体型工具とすることで、可搬性、利便性を格段に向上させることを考えた。また工具本体を軽量化することにより、可搬性、利便性はさらに向上すると考えられる。軽量化に最も有効なのは、工具本体を従来のアルミニウム合金製からマグネシウム合金製に転換す



図 1 ファスニング工具エアリベッターの外観

ることである。この観点から、我々は昨年度までに、本体をマグネシウム合金にすることで約 25%の軽量化を達成した。しかしマグネシウム合金は硬度や耐食性に乏しいため、衝撃や腐食などの過酷な負荷を受ける実用商品にそのまま適用するのは困難であり、マグネシウム合金表面の耐食・耐摩耗性を改善する必要がある。

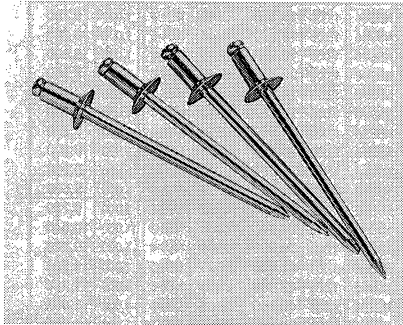


図 2 リベット

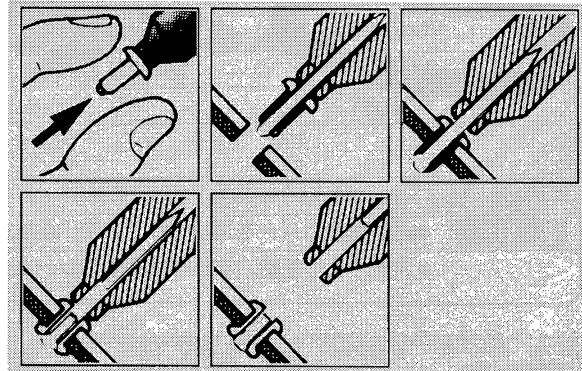


図 3 エアリッターによる締付け作業工程の模式図

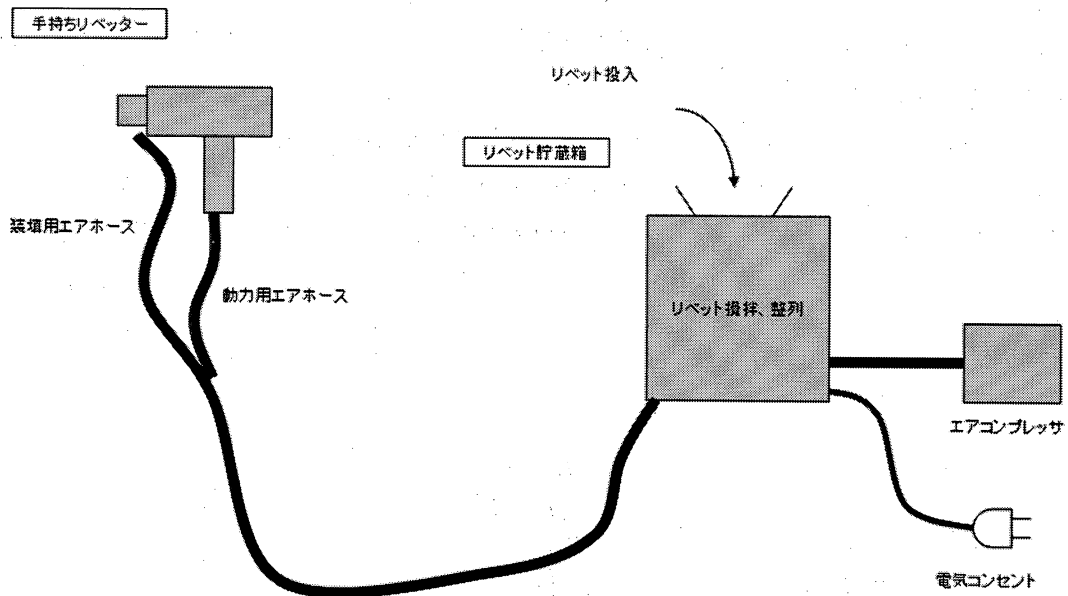


図 4 手持ちリッター、リベット貯蔵箱セパレート型自動装填機構の概略図

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) 従来のセパレート型自動装填機構に比べて可搬性、作業効率の大幅な向上が期待できる。
- (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。
- (4) 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

図 5 に研究組織を示す。本研究は、(株)ロブテックスと近畿大学との共同研究で行った。

近畿大学 米田、浅野、有吉

近畿大学 梶原、有吉、
(株)ロブテックス

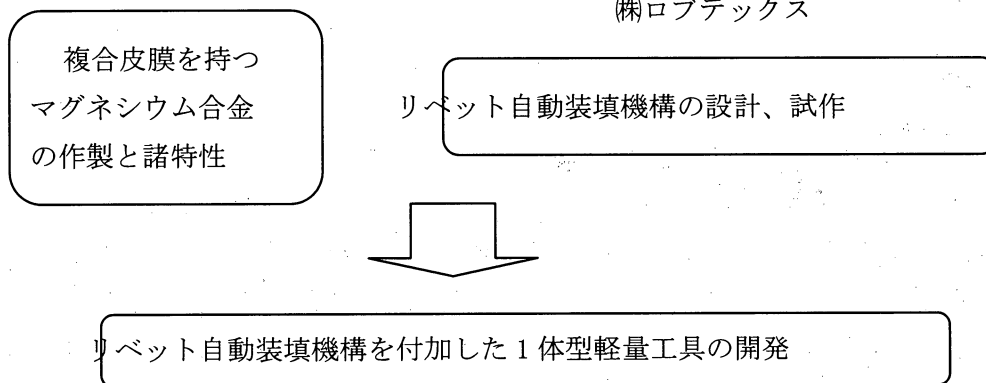


図 5 研究組織

5. 研究結果

5-1 自動装填機構

まず手持ちリベッターとリベット貯蔵箱のセパレート型自動装填機構の試作を行った。ここで、リベット自動装填機構を付加した 1 体型工具を想定し、それに適した手持ちリベッター部分を新たに設計し、試作した。その外観モデルを図 6 に示す。

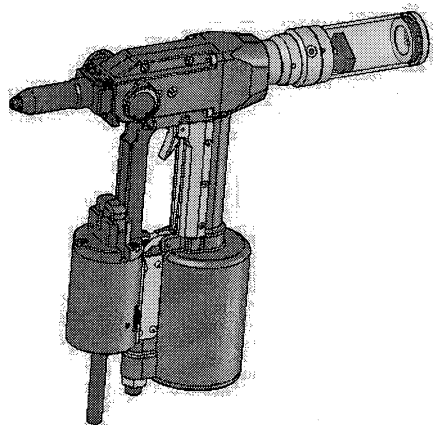
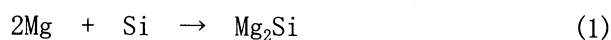


図 6 手持ちリベッター部分のモデル図

この試作品を操作した結果、リベットが支障なく装填されるとともに、リベットのかしめ作業を確実に行うことができることを確認した。

5-2 複合皮膜を持つマグネシウム合金の作製と特性

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 $4\mu m$) 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。



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。

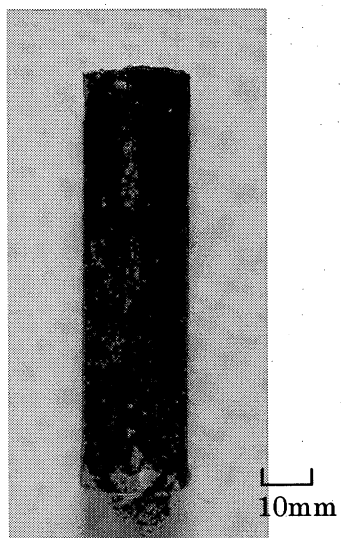


図 7 試料の外観

図 8 に皮膜近傍の顕微鏡組織を示す。試料表面に緻密な黒灰色の皮膜が生成していることが分かる。この皮膜部分をさらに高倍率で観察したものを図 9 に示す。

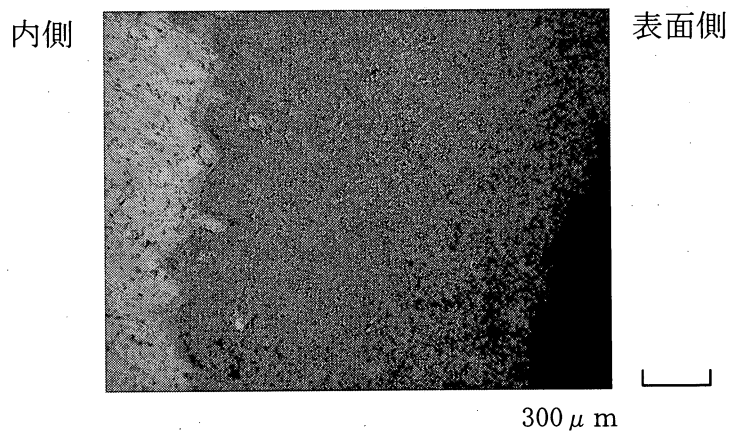


図 8 皮膜近傍の顕微鏡組織(3%ナイトール腐食)

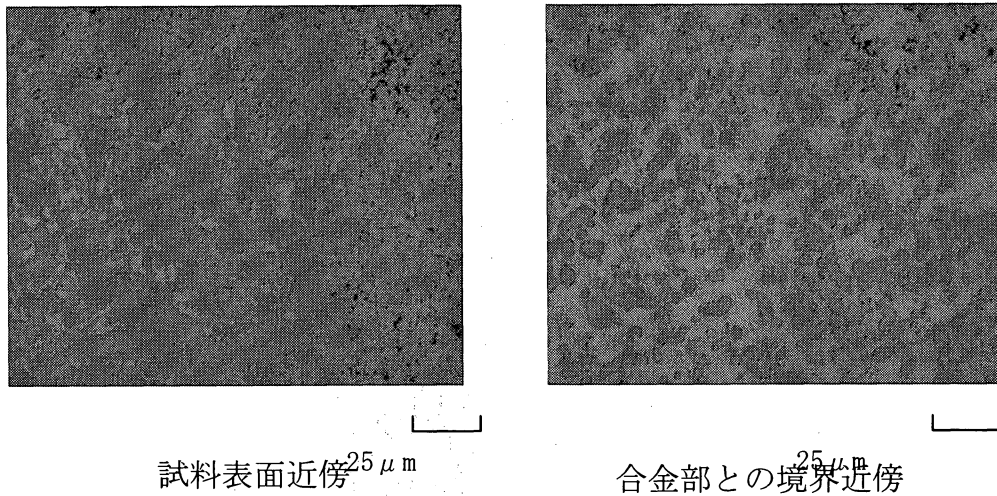


図 9 皮膜の顕微鏡組織 (3%ナイトール腐食)

これらの組織から、この皮膜は粒径数 μm の微細な粒状相が合金中に分散したものであること、またこの粒状相は試料表面部に多く見られることが分かる。

試料の皮膜近傍における硬さ測定結果を図 10 に示す。

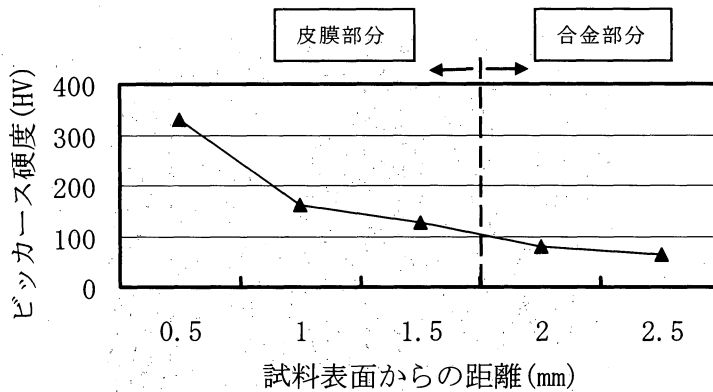


図 10 試料のビッカース硬度

皮膜部分は合金部に比べ硬さが上昇していることが分かる。これは図 8 および図 9 で示したように皮膜に粒状相が生成し、これが硬質であるためと考えられる。また、いずれの場合でも試料表面に近いほど硬度が高くなることが分かる。これは図 9 に示したとおり、粒状相の量が試料表面ほど多いためと考えられる。とくに表面近傍で約 330HV と合金部 75HV と比べて大きく上昇した。

次に粉末 X 線回析装置 (理学製 RINT2500) を用い、皮膜成分の同定を行った。なお、本装置によりバルク材を解析するには平面部が必要であったため、円筒金型の底面部に皮膜を

生成させ、平面に研磨したものを解析に用いた。図 11 に皮膜の X 線回折パターンを示す。AZ91D 合金に見られる $Mg_{17}Al_{12}$ 、Mg の他に Mg_2Si のピークが検出されており、とくにこの Mg_2Si のピーク強度が非常に高いことが分かる。このことから、この皮膜は Mg_2Si を主成分とする複合皮膜であることが分かった。

これらのことから、組織中に見られた粒状相は Mg_2Si で、本プロセスにより硬質な複合皮膜を得られることが明らかとなった。また複合皮膜は試料近傍になるほど Mg_2Si 量が増加し、これに伴い硬さも上昇する傾向がみられたことから、皮膜自体が傾斜機能特性を持つ可能性も示唆された。

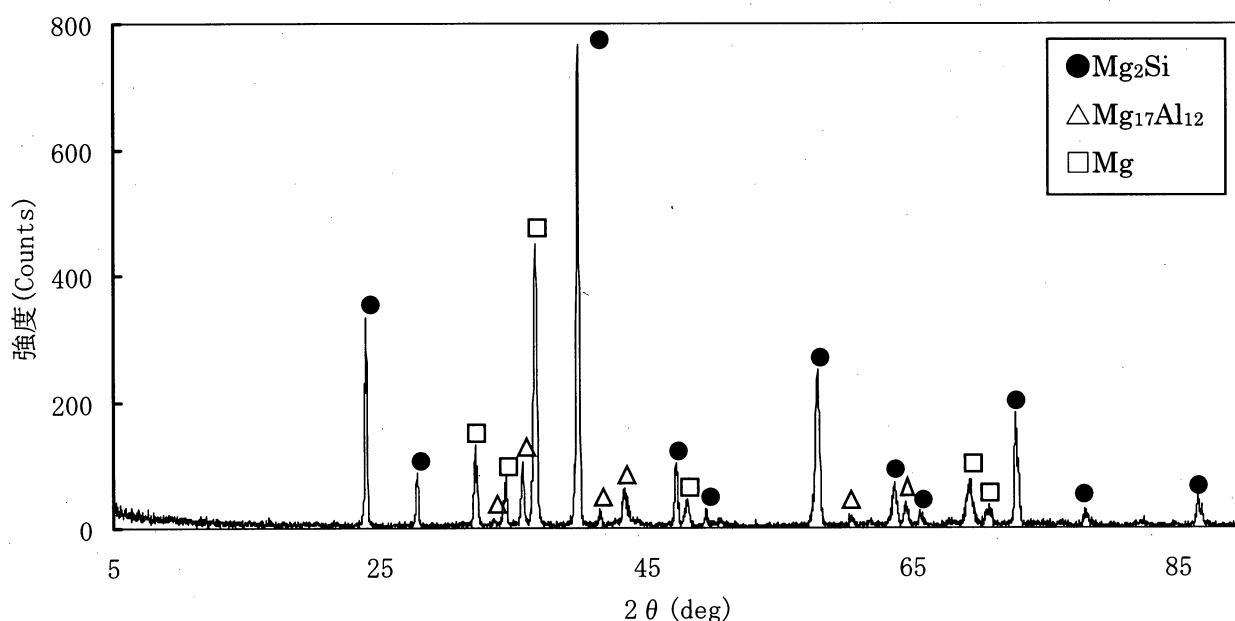


図 11 皮膜の粉末 X 線回折パターン

6. 今後の展開

(1) 1 体型自動装填式ファスニング工具の開発

1 体型のファスニング工具を想定した手持ちリベッター部の試作を行うことができたので、今後は最終目標である 1 体型自動装填式ファスニング工具を試作し、商品化させたい。

(2) 複合皮膜の工具への適用

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、まず、本年度に得られた複合皮膜の耐摩耗性、耐衝撃性、耐食性を評価する。次にこの複合皮膜を工具本体に適用した試作品を作製し、商品化を目指す。