マグネシウム合金用切削加工システムの開発

Development of Machining System for Magnesium Alloy

○正 河田 圭一 (愛産研) 正 中村 隆 (名工大)
 正 佐藤 豊 (愛産研) 正 長谷部 孝男 (オークマ)
 正 丹羽 小三郎 (大同メタル) 正 須田 聡 (新日本石油)

Keiichi KAWATA, Aichi Industrial Technology Institute, Nishishinwari, Hitotsugi-cho, Kariya

Takashi NAKAMURA, Nagoya Institute of Technology

Yutaka SATO, Aichi Industrial Technology Institute

Takao HASEBE, OKUMA Corporation

Kosaburo NIWA, Daido Metal Corporation

Satoshi SUDA, Nippon Oil Corporation

Key Words: Magnesium Alloy, Cutting, Ecological-friendly Machining, Cutting Fluid

1. 緒言

マグネシウム合金は実用金属の中でもっとも軽い金属であることやリサイクル性が優れているために、従来から注目されている材料である。最近では、環境対策からパソコンや携帯電話などのカバーとしてよく用いられるようになってきた。また、自動車用部品としても一部利用されている。しかしながら、高価であることや腐食しやすいことから、比較的高精度な機械構造用部品としては、アルミニウム合金に比べ、あまり利用されていない。

マグネシウム合金の切削加工では燃焼の恐れがあるため、マグネシウム合金加工用の水溶性切削液がよく用いられてきた。しかしながら、水溶性切削液は廃液処理など環境への配慮が必要となる。そこで、本研究は環境への負荷が低く加工中の安全性が高いマグネシウム合金用切削加工システムの構築を目的に行った。また、機械構造部品の加工が行えるように高精度加工を目標とした。

2. 予備実験

2. 1 水素発生量

本研究では環境に配慮した加工液として、少量の生分解性油で水滴表面を覆い加工液とする油膜付き水滴加工液 (OoW: Oil on Water fog) を用いた。マグネシウム合金は水と反応して水素を発生するため、この加工液を用いた場合どの程度水素を発生するか把握しておく必要がある。そのため、マグネシウムの切り屑 5g に 20 秒間加工液を吹き付けた後の水素発生量を調べた。その結果を図 1 に示す。これまで用いてきた植物油を使用した場合、水素の発生量は蒸留水ミストを吹き付けた場合より若干抑えられたが、市販のマグネシウム用切削加工液に比べるとかなり多いことが分かった。そこで、マグネシウム加工用として生分解性のある油を新たに開発し、その性能を確かめたところ、3 日経過しても水素発生はほとんど認められなかった。本油剤により水素発生を抑えたマグネシウム合金の切削が OoW で可能であることが分かった。

2. 2 加工雰囲気

マグネシウム合金は活性が高く酸素と結合しやすいため切削中に切り屑が燃焼することがある。これを防ぐためには冷却することと加工点を窒素雰囲気にすることが有効である。OoW は蒸留水を使用しており加工点の温度を下げるができる。また、OoW の加工点へ供給する駆動流体と

して窒素を用いることにより、加工点付近を窒素雰囲気にすることができる。燃焼実験から切り屑は窒素濃度 95% 以上で極めて燃焼しにくくなることが分かったので、加工点における窒素濃度を 95% に維持することを目標とした。このため、図 2 に示すような治具にケースを取り付け、ケース内で加工を行う方法を採用した。図はケースのふたが開いている状態である。ケース内の窒素濃度は、OoW 供給装置からの窒素供給だけでは 85% までしか上がらなかった。そこで、図にあるようにケース上部に窒素供給口を設け窒素を供給した。OoW 装置とケース上部との両方から窒素を

Fig.1 Occurrence of hydrogen

Fig.2 Case

供給するとケース内の窒素濃度は約 92%になった。しかしながら、目標は達していないので加工液供給ノズルをケース内に設置するなどの改良が必要である。

2. 3 切削抵抗

加工精度に影響のある切削抵抗についてスクエアエンドミルによる側面加工により調べた。工具、切削条件について表 1 に示す。被削材はマグネシウム合金 AZ31B、アルミニウム合金 A5052 を用いた。ドライ加工と OoW 加工を行った結果を図 3 に示す。マグネシウム合金とアルミニウム合金を比較すると、Y と Z 方向では顕著な違いは見られなかったが、X 方向（送り方向）はマグネシウム合金の切削抵抗がアルミニウム合金の切削抵抗の約 6 割であった。マグネシウム合金の切削では、アルミニウム合金に比べ切削速度を上げ、送りを速くすることで、切削効率を上げることが可能と考えられる。油剤の効果についてみると、油膜付き水滴を用いた方が全体的にドライ加工に比べ若干小さくなっている。

3. 加工システムの構成

予備実験の結果から図 4 に示すような加工システムを構築した。図に示したように、高精度加工が行えるようにマシニングセンタは±2℃に制御できる恒温槽に設置した。わずかに発生した水素が天井に停留しないように、天井に傾斜をつけ、換気扇により排出されるようにした。マシニングセンタはオークマ（株）の MA-40HA をベースに、切り屑回収および加工点を窒素雰囲気にする装置を付加し、システムを構築した。安全性のポイントとなる切り屑は、ケース内からステンレスパイプを通り、切り屑収集圧縮装置により回収される。切り屑収集装置は 300m³/min で吸引する。回収された切り屑は、同装置により 500kgf/cm² で圧縮される。これにより、切り屑は固化され燃焼の危険を小さくした上で、一時保管される。

4. 加工例

図 5 に示すような八面体の機械部品を本システムにより製作した。目標とする加工精度は、面における中心からの距離：70±0.01mm、面の分割角度：45°±15″、面の直角度：0.01mm 以内である。試作加工の結果、本システムを使用して、上記の精度を満たす加工が行えることが確認できた。

5. まとめ

- 1) 油膜付き水滴加工液を用いることにより、環境負荷が少なく水素発生が少ない加工が行えることが分かった。
- 2) 加工液とケース上部から窒素を供給することでケース内の窒素濃度を 92%にすることができた。

Table 1 Machining condition

Tool	Cemented carbide end mill d:16mm 2teeth
Rotation	3000rpm
Feed rate	700mm/min
Depth of cut (Axis)	3mm
Depth of cut (radius)	2mm
OoW	Oil: 10ml/hour Water: 20ml/min Nitrogen: 60NL/min

Fig.3 Cutting force

- 3) マグネシウム合金の切削抵抗はアルミニウム合金の約 6 割であった。
- 4) 環境負荷の小さいマグネシウム合金切削加工システムを開発し、高精度加工を安定して行うことができた。

謝辞

本研究は平成 13 年度速効型地域新生コンソーシアム研究開発事業として行いました。関係各位に感謝します。

Fig.5 Work piece of machining test

Fig.4 Machining system for magnesium alloy