

流体中マグネシウム切削屑の安定化処理法の開発

金属分析室 石川 隆朗, 大垣 佳寛

Development of Stabilizing Method of Magnesium Shavings from Cutting in Stirred Water

Takaaki ISHIKAWA and Yoshihiro OGAKI

マグネシウム切削屑をできるだけ希薄な塩化ナトリウム水溶液で安定化することを目的とするため、攪拌水溶液中でマグネシウム切削屑を安定化する手法を考案し、その基礎データを取得した。それにより攪拌水溶液中ではマグネシウム片は非常に高速に安定化されることがわかった。しかし、リアクター内部の流れ場によっては水溶液の攪拌が安定化に悪影響を及ぼすことが確認された。

1. 緒言

マグネシウム合金は実用構造材料中比重が最も小さく、採用することによって軽量、高剛性の製品を作ることができる。現在ではラップトップコンピュータの筐体や乗用車などへの採用が増加している。

マグネシウム製品は鋳造やダイキャストなどの製法で作られることが多いが、工程の中に切削、研削工程が入っており切削屑、研削屑がどうしても発生してしまう。

この切削屑、研削屑は体積と比較して表面積が大きく、着火すると火災を起こす可能性がある。

本研究ではマグネシウム切削屑をあらかじめ酸化させ燃焼反応が進まないよう安定化処理を行う方法を考えた。この手法は空気中で燃焼させる乾式手法と水溶液中に浸漬させる湿式手法が有る。平成 15 年度の研究「マグネシウム切削屑の安定化処理法の開発」では塩化ナトリウム水溶液浸漬法を考えマグネシウム切削屑を様々な濃度の塩化ナトリウム水溶液に浸漬しその反応挙動を調査した。コストや環境への配慮の観点から水溶液の濃度は低い方が望ましい。そこで本研究ではマグネシウム切削屑を攪拌水溶液中に浸漬させ、安定化速度を加速することを考えた。

本研究では流水中でのマグネシウム切削屑の反応速度を調査し、攪拌水溶液中マグネシウム切削屑の安定化処理リアクタ作成のための基礎データを取ることを目的とした。

2. 現在までの研究

マグネシウム切削屑の処理法は大きく分けて以

下の三つの手法がある。

1. 十分な量の土砂と混ぜて埋め立てる手法
2. 大気中で燃焼させ酸化させる手法
3. 何らかの水溶液に浸漬させ腐食現象を利用して酸化させる手法

1 の手法は廃棄する切削屑に相当する量の土砂が必要であり、それに相当する埋め立て地が必要となる。埋め立て地の枯渇が問題となっている現在、望ましい方法ではない。2 の手法はマグネシウムを燃焼させることになるためそれなりの安全な環境が必要となる。また、マグネシウムの燃焼中に酸素が欠乏する状況になるとより危険な窒化マグネシウムを生成してしまうことも問題である。3 つめの手法のうち塩化鉄水溶液を使用したものは最も確実にマグネシウム切削屑を安定化することができる。しかし、反応条件によっては非常に激しく反応してしまうため突沸等の危険がある。

[1]

塩化ナトリウム水溶液を使用した浸漬法は反応が非常に穏やかに進む。また、腐食性生物は塩化マグネシウムではなく水酸化マグネシウムであることが過去の研究により確認されている。そのため、塩化ナトリウムを消費すること無く繰り返し反応を行うことができる可能性がある。しかし、反応速度がそれほど速くないため塩化ナトリウム水溶液の濃度と反応速度はトレードオフの関係になる。過去の研究によって塩化ナトリウム水溶液に浸漬させた AZ91 材の腐食速度が計測された。これにより、腐食生成物が少なく、腐食性生物により反応が妨げられない領域では腐食速度が一定であることが確認された。また、塩化ナトリウム

水溶液濃度と腐食速度は比例関係に有ることがわかった。[2]

3. 実験手法

3.1 静止水溶液中 AZ31 材の腐食速度の測定

厚さ 1mm の AZ31 材の板を焼く 10mm x 10mm の大きさに切断した。切断後アセトンに浸漬し超音波洗浄機により脱脂した。重量を製氷した後、片面をビニールテープでマスキングした。マスキングを行っていない面を上面とし、様々な濃度の塩化ナトリウム水溶液中に所定の時間浸漬した。浸漬後、純水で十分にすすいだ後、マスキング用のビニールテープをはがし純水を用いた超音波洗浄により余分な腐食性生物の除去を行った。表 1 の腐食生成物除去液[3]に浸漬し、表面の腐食性生物を除去した後、水洗後、十分に乾燥させ、重量を測定し腐食減量を調査した。

表 1 腐食除去液の配合

蒸留水	100ml
重クロム酸	20g
硝酸銀	1g
硝酸バリウム	2g

3.2 流体中 AZ31 材の腐食速度の測定

腐食反応を行うリアクターとして図 1 のようなリアクターを使用した。中央部の回転筒により流れ場が生成される。本研究ではモーターを一定方向のみに定速で回転させた。測定試料は 3.1.と同様のものを使用した。測定試料を一边が中心から 3cm、もう一边が 4cm 離れるように耐水両面テープにより固定した。

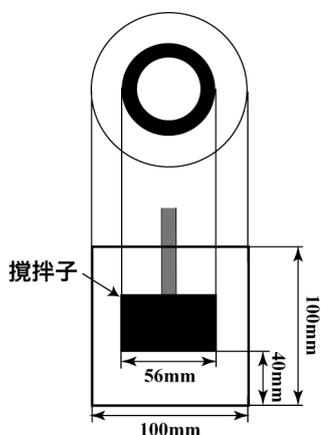


図 1 流水浸漬試験用リアクター

4. 結果

4.1 静止水溶液中 AZ31 材の腐食速度の測定

10g/l、30g/l、50g/l、100g/l の濃度の塩化ナトリウム水溶液に試験片を浸漬させたときの時間と腐食減量の関係を図 2 に示す。浸漬時間とともに腐食減量が増えていることがわかる。また、水溶液濃度の上昇とともに腐食速度が加速していることがわかる。

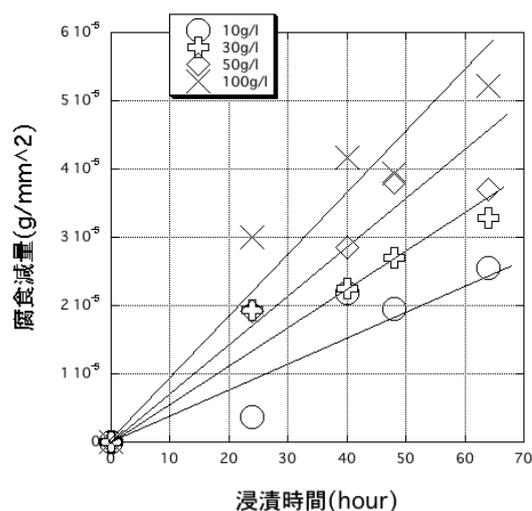


図 2 静止水溶液中のマグネシウム片の腐食減量と時間の関係

4.2 流体中 AZ31 材の腐食速度の測定

10g/l、30g/l、50g/l の濃度の攪拌された塩化ナトリウム水溶液中に試験片を浸漬させたときの時間と腐食減量の関係を図 3 に示す。

静止水溶液中の腐食速度と比較すると非常に反応速度が速いことが分かる。これは、腐食反応に必要な物質、腐食反応により生成され除去された方が好ましい物質が流水によって輸送されるためだと思われる。また、流水のエロージョン・コロージョン効果により表面腐食生成物の除去も行われた。試験後も試験片表面には腐食生成物が付着しておらず金属光沢を保ったままであった。

塩化ナトリウム水溶液濃度と腐食速度が対応していないが、これは本試験で行った流れ場が速すぎて腐食速度が飽和状態になったためと思われる。

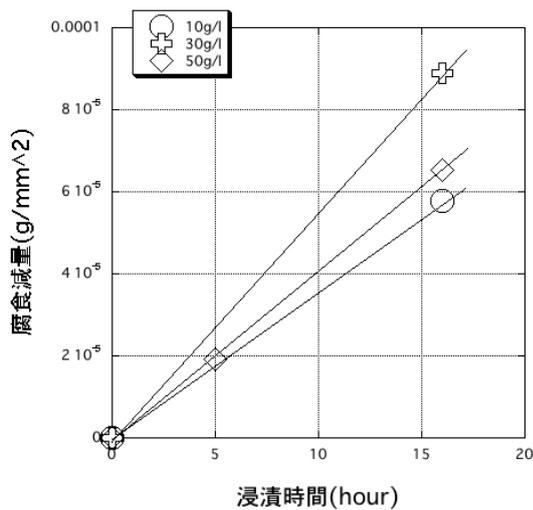


図3 攪拌水溶液中マグネシウム片の腐食減量と時間の関係

5. 考察

5.1 静止水溶液中マグネシウムの腐食速度

最小二乗法を用い、静止水溶液中マグネシウムの腐食速度を求めた。マグネシウムの腐食速度と濃度の関係を示したものが図4である。水溶液濃度の上昇とともに腐食速度が加速していることが確認される。

過去の研究[2]では腐食速度と水溶液濃度は原点を通る直線であったが、今回は水溶液濃度の上昇とともに傾きが小さくなった。これは、マグネシウム片表面に腐食生成物が発生しそのために腐食反応が抑制されたためだと考える。

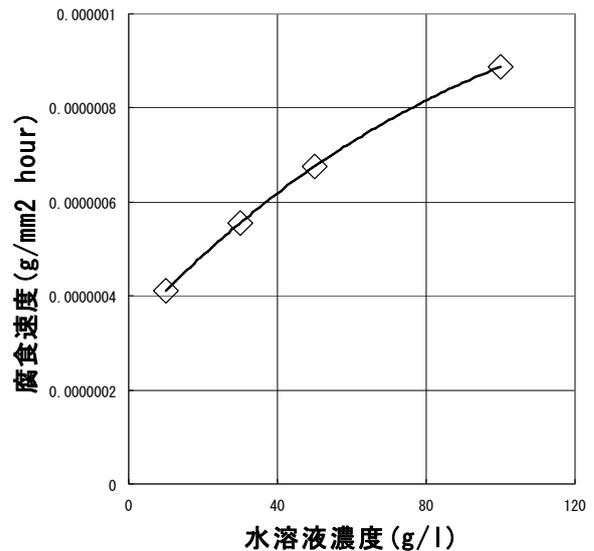


図4 塩化ナトリウム水溶液濃度と腐食速度の関係

5.2 静止水溶液と流水のマグネシウム腐食速度の比較

図5に静止水溶液に浸漬させた場合と攪拌水溶液に浸漬させた場合の塩化ナトリウム水溶液濃度と腐食速度の関係を示す。攪拌水溶液に浸漬させた場合静止水溶液と比較して10倍程度腐食速度が速いことが分かる。塩化ナトリウム水溶液濃度が減少しても攪拌水溶液中では腐食速度がそれほど減少しないため本研究の目的とする希薄水溶液での安定化処理に非常に有効であると考えられる。

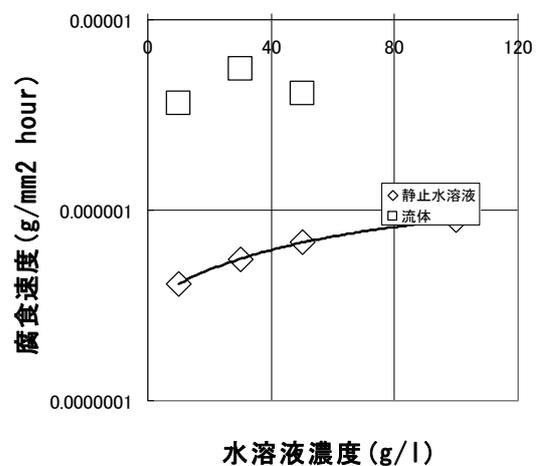


図5 静止水溶液と攪拌水溶液の腐食速度の比較

5.3 マグネシウム切削屑の安定化速度に対する流れ場の影響

帯鋸盤より発生した AZ91 マグネシウム切削屑を図 1 のリアクターに浸漬させ攪拌水溶液の安定化速度に与える影響を調べた。評価法は過去の研究[2]から X 線回折法により安定化度を見積もる手法を用いた。

図 6 にマグネシウム切削屑を静止水溶液と攪拌水溶液に浸漬させたときの時間と安定化度の関係を示す。塩化ナトリウム水溶液濃度は 50g/l とした。予想に反して攪拌水溶液に浸漬した場合の方が悪い結果となった。攪拌水溶液にマグネシウム切削屑を浸漬させた場合、マグネシウム切削屑はリアクター中央に集まり静止していた。中央部に集積してしまったためリアクター底部に広がって静止していた静止水溶液に比べて結果が劣ったのだと思われる。従って、マグネシウム切削屑の安定化速度を高めるにはマグネシウム切削屑がリアクター全体に広がり、かつその表面に速度勾配が発生するような流れ場を作ることが必要だと考えられる。

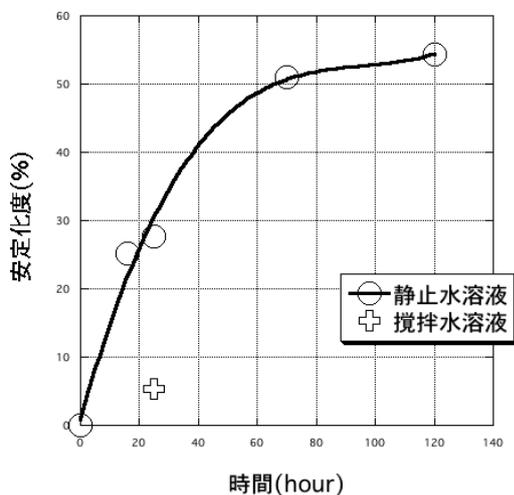


図 6 マグネシウム切削屑の安定化速度に与える流水の効果

6. 決言

本研究では AZ31 試験片を様々な塩化ナトリウム水溶液濃度の静止水溶液、攪拌水溶液に浸漬し腐食速度の測定を行った。また、AZ91 マグネシウム切削屑を攪拌リアクター中に浸漬し安定化速度を評価した。

それにより、以下のことがわかった。

1. マグネシウム切削屑の攪拌水溶液中における腐食速度が計測された。それにより攪拌水溶液は静止水溶液に比べて 10 倍程度腐食速度があることがわかった。
2. 図 1 のリアクターではマグネシウム切削屑が中央部に集まってしまうため安定化速度に対して効果がないことがわかった。安定化速度の向上のためにはマグネシウム切削屑がリアクター全体に散らばりその一つ一つの表面に速度勾配ができるような流れ場を作るリアクターが必要である。

参考文献

- 1) 鈴木通: 機械技術, 第 49 巻, 第 8 号, p53(2001)
- 2) 石川隆朗: 千葉県産業支援技術研究所研究報告 No.2(2004), p43
- 3) JIS Z 2371 塩水噴霧試験法