

AZ31 マグネシウム合金の引張特性に及ぼす塩水腐食生成物の影響

Effect of saltwater corrosion organisms on the tensile properties
in AZ31 magnesium alloy

阿部真之¹⁾

指導教員 加藤太朗¹⁾, 山田健太郎²⁾, 古井光明¹⁾

1) 東京工科大学大学院工学研究科サステナブル工学専攻 材料グリーンプロセス研究室

2) 東京都立産業技術研究センター

マグネシウムは非常に軽く強度も高いが腐食しやすい, そこで本研究では腐食した AZ31 マグネシウム合金を塩水から取り出すと表面に発生する塩水腐食生成物が強度に与える影響を調べるために, 生成物が一切ない状態と, 生成物が発生した状態の試験片を比較した結果, 生成物は強度を低下させることが分かった。

マグネシウム合金, 面積率, 引張試験, 塩水腐食,

1. 諸言

マグネシウムは比重が実用金属中で最軽量であり, 比強度が最大の金属である。またリサイクル性にも優れるため, 環境規制強化に適したサステナブルな材料である。このような優れた特徴を持つマグネシウムの普及が広まらない要因として, 腐食しやすいという欠点がある。マグネシウムはイオン化傾向が高いため, 酸化還元反応により電子を失ってイオン化し, 金属イオンがその酸化物に置き換わることで変質して錆として析出されやすい^[1]。さらにマグネシウムは塩水中では塩化物イオンによって保護皮膜が破壊され腐食しやすくなる^[2]。そして, 水と反応して水酸化マグネシウム($Mg(OH)_2$)を発生させ, 塩素と反応して塩化マグネシウム($MgCl_2$)を発生させる。これらは白色の物質であるが, $Mg(OH)_2$ は水に溶けにくいのに対し, $MgCl_2$ は水に溶けやすく塩水中では試験片の表面に付着することなく溶けるが, 塩水から取り出すと表面に付着する。これら塩水腐食生成物の物質の付着がマグネシウム合金の強度に与える影響は明らかになっていないため, 本研究では AZ31 マグネシウム合金の試験片を用いてその影響を明らかにすることを目的としている。

2. 実験方法

本実験では塩水腐食生成物を発生させないために, 塩水から取り出さずに引張試験を行う必要がある。そのため図 1 に示す専用の治具を設計した。⑦の板の上にホットプレートを置き, その上に 1000 cc ビーカーを置くことで治具の中央にピンを用いて試験片を塩水に浸漬させることができる。

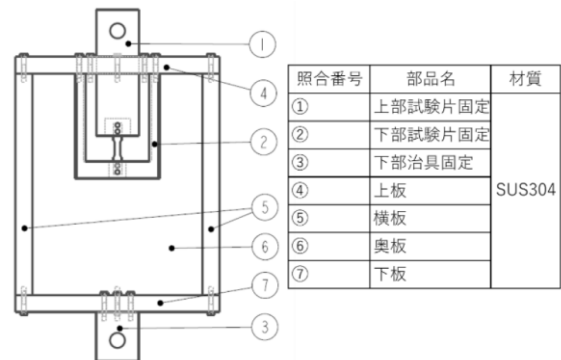


図 1 塩水浸漬引張治具の組立図

塩水浸漬は治具に取り付けた状態で塩水濃度 5%, 温度 30℃の塩水を用いて行い, (1)1日浸漬, (2)1日浸漬1日放置, (3)1日浸漬4日放置の3種類の試験片を用意した。(1)は1日経過後に塩水中で引張試験を行い, (2), (3)の試験片は浸漬後に塩水から取り出し, 表面に発生した塩水腐食生成物の面積率を3, 4回

に分けて算出した。算出方法として、撮影台を使用し一定の条件で撮影した試験片の腐食部の写真を用いて、生成物が白色であることからしきい値の設定による2値化を行い腐食面の白色部の面積を全面積で割った値を求めた。表面の算出が完了した(2)、(3)は放置後に再度治具に取り付けて同じ条件の塩水に浸した直後に引張試験で応力ひずみ曲線を求めた。

3. 実験結果および考察

面積率の解析結果として、塩水腐食生成物の面積率の変化を図2に示す。同じ条件で浸漬した場合でも、試験片の表面状態のわずかな違いによって腐食の様子にも違いがあるが、(2)、(3)のどちらも直後が最も面積率が小さく、3時間後に最も大きくなった後は徐々に減少する傾向があった。この要因として、湿度の影響によって $MgCl_2$ がわずかに溶けたことが考えられる。

また、3時間後以降の面積率の減少量が徐々に小さくなっている。これは塩水腐食生成物が $MgCl_2$ と $Mg(OH)_2$ で構成されていて、 $MgCl_2$ が湿度によって溶けていくのに対して、 $Mg(OH)_2$ は水に溶けないことから、全ての $MgCl_2$ の反応が完了するにつれて塩水腐食生成物中の $Mg(OH)_2$ の割合が増えていき、面積率の変化も小さくなっていったことが考えられる。

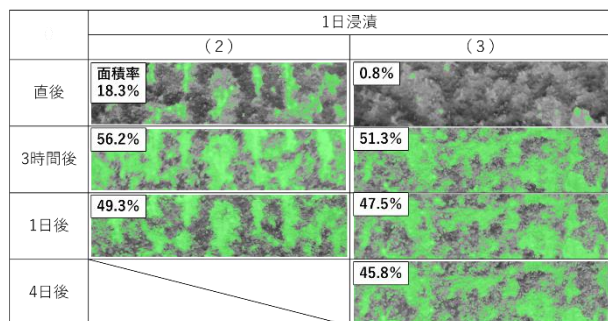


図2 塩水腐食生成物の面積率の変化

続いて引張試験結果として、3つの試験片(1)、(2)、(3)の応力ひずみ曲線を図3に、それによって得られた強度特性と試験片の各面積率をまとめて表1に示す。結果を見ると(1)、

(3)、(2)の順で引張強さ、破断伸びの値が小さくなっていることが分かる。この要因として面積率の影響が考えられる。面積率が多いということは、表面のマグネシウム合金が多く反応して塩水腐食生成物に変化しているとも考えられるため、白色部の面積率の増加によってマグネシウム合金の強度は低下すると考えられる。

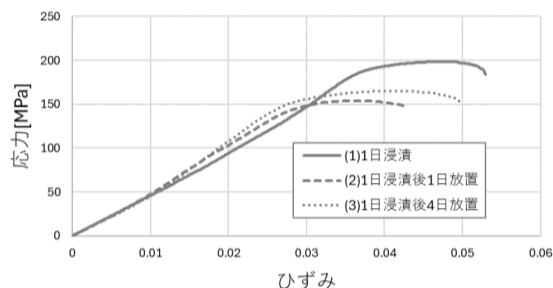


図3 応力ひずみ線図

表1 強度特性と塩水腐食生成物面積率

	引張強さ (MPa)	破断伸び (%)	面積率 (%)
(1)	198.4	5.3	0
(2)	153.9	4.2	49.3
(3)	165.2	5.0	45.8

4. 結論

本研究ではAZ31マグネシウム合金の表面に発生する塩水腐食生成物による強度への影響を調べた。その結果、塩水腐食生成物は塩水から取り出した後は表面に際限なく発生することはなく、ある程度発生した後は緩やかに減少していくことと、塩水浸漬によって試験片の表面に発生する塩水腐食生成物の面積率と、マグネシウム合金の強度の低下には相関性があることが明らかになった。

参考文献

- [1]山田晃司：マグネシウム合金の腐食特性と塗装，表面技術，71（2020），p.224-232。
 [2]中津川勲：マグネシウム合金の耐食性および表面処理方法，まてりあ，38（1999），p.291-293。