

AZ31 マグネシウム合金の腐食挙動と3点曲げ特性の関係

Relationship between Corrosion Behavior and Three-point Bending Properties of AZ31 Magnesium Alloy

池谷 佳大

指導教員 加藤 太朗, 古井 光明

東京工科大学 工学部 機械工学科 材料グリーンプロセス研究室

キーワード: AZ31, マグネシウム合金, 塩水浸漬試験, 腐食, 3点曲げ試験

1. 緒言

AZ31のようなアルミニウム含有量が少なく展伸性があるマグネシウム合金は、圧延加工により板材とされる。圧延板にはヘアラインと呼ばれる細かな傷が圧延方向に対して垂直に入る。このような細かい傷を持つマグネシウム合金圧延板は、ヘアラインに沿って糸状腐食が発生・成長し、それが全面腐食に代わる塩水浸漬腐食メカニズムが提案されている^[1]。一方、腐食は機械的性質に影響を及ぼすため、工具の加圧によって圧延板を立体的に成形するプレスでは、加工の途中でワークが割れてしまったり、変形はしたものの強度や伸びなどのJIS規格値を下回ることが想定される。つまり、圧延板の腐食と機械的性質の関係、特に3点曲げ特性を把握しておくことは、マグネシウム合金圧延板の信頼性や、プレス加工の安心・安全にとって重要である。

本研究では、マグネシウム合金を構造部材に加工する場合に重要となる曲げ加工性について、3点曲げ試験と引張試験を通して、腐食したマグネシウム合金の機械的特性の変化について調査を行った。

2. 実験方法

2.1 サンプルの切り出し

AZ31 マグネシウム合金の板材からワイヤカット放電加工機を用いて、全長 80mm, 幅 20mm, 肉厚 2mm

のサンプルを切り出した。切り出したサンプルはデシケータの中で温度 20℃, 湿度 40% で保管した。

2.2 塩水浸漬試験

容量 1000cc のビーカーに工業用精製水 950cc と塩化ナトリウム 50g を投入し、1000cc の塩分濃度 5% 水溶液を作成する。2.1 節で作成したサンプルの両端 20mm をシールテープによって保護し、ビーカー内部と接触しないように、クリップを使用しビーカー底面から 4mm 上げた状態で立てて静置する。さらに間接熱源によって液温を 30℃ に保った状態で、最長 3 日間の浸漬試験を行う。

2.3 WinROOF 解析

塩水浸漬後、サンプルを取り出し、直ちにデジタルカメラで腐食面を撮影する。撮影した写真について WinROOF により、モノクロ処理、2 値化による腐食面の判別を行う。これにより、視野に対する腐食した面積の割合を算出することができる。

2.4 3点曲げ試験

3点曲げ試験では 2.1 節、2.2 節のサンプルについて、支点間距離 500mm, クロスヘッドの送り速度 1.2mm/min, 試験片と曲げポンチが接触した高さを開始位置とし、サンプルが破断するまで試験を行った。曲げ応力 σ [MPa] および曲げひずみ ε は式 (1), (2) を用いて計算をした。

$$\text{曲げ応力 } \sigma = \frac{3FL}{2bh^2} \quad (1)$$

$$\text{曲げひずみ}\varepsilon = \frac{600sh}{L^2} \quad (2)$$

ここでの F は曲げ荷重[N], L は支点間距離[mm], b は試験片幅[mm], h は試験片厚さ[mm], s はたわみ[mm]を表している[2].

3. 実験結果

図1の左側は塩水浸漬後、デジタルカメラでサンプルの裏面を4倍で撮影した画像、右側はWinROOF解析を行い、機械的の性質に影響を及ぼす腐食を色付けし、腐食面積率を算出した画像である。浸漬日数の増加に沿って腐食がサンプル表面全体に広がっていく様子が確認できた。

2.4節で示した条件にしたがって3点曲げ試験を行った。算出した腐食面積率と式(1), (2)で計算した応力、ひずみから得られたグラフを図2および図3に示す。

図2の赤、黒、青色のプロットはそれぞれ曲げ応力、曲げ降伏応力、先行研究で得られた引張強さを示している。腐食面積率が増加すると応力は低下している。

図3の実線は3点曲げ試験、点線は先行研究による引張試験の応力ひずみ線図を示している。黒線は浸漬なし、青線は1日浸漬、黄線は2日浸漬、赤線は3日浸漬したものである。3点曲げ試験ではひずみはほぼ一定であるのに対し、浸漬日数の増加に応じて曲げ応力に顕著な差が表れており、引張試験と逆の傾向となった。

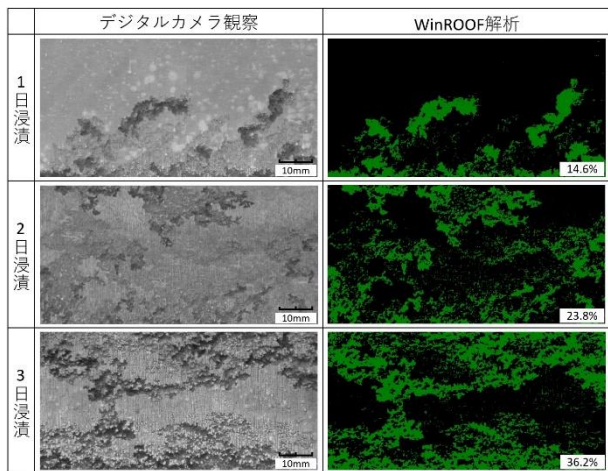


図1 浸漬日数毎の腐食面積率

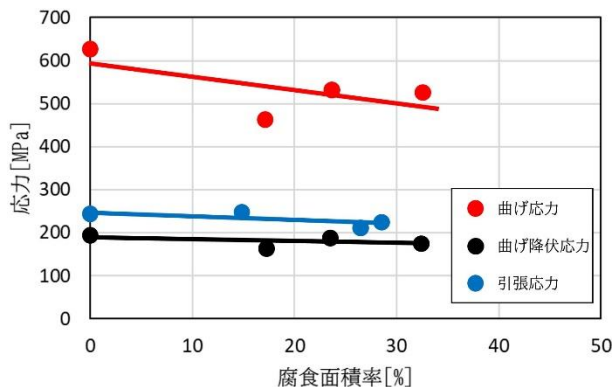


図2 サンプル裏面の腐食面積率と各応力の比較

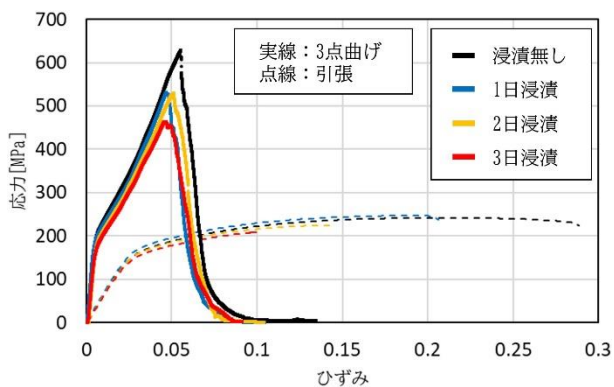


図3 3点曲げ試験と引張試験による応力ひずみ線図

4. 結言

本研究により以下のことがわかった。

1. 塩水浸漬により全面腐食が広がっていく様子を確認した。
2. AZ31マグネシウム合金の腐食の評価において、3点曲げ試験では応力、引張試験ではひずみに顕著な差が表れた。
3. 腐食の深さと応力の関係について調査する必要がある。

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，マグネシウム合金の最新動向，Vol.71，No.3，(2019)，p.224-232

[2] 澤田裕子ら：3点曲げ試験から非線形応力-ひずみ関係を推定する逆解析手法の提案，日本機械学会論文集，Vol.81，No.826，(2015)，p.1-15