437 マグネシウム合金鋳造材および圧延材の破壊・疲労特性

Fracture and Fatigue Properties of Die-cast and Rolled Magnesium Alloy

○ 越後 壮一 (千葉工大) 正 金沢 憲一 (千葉工大)
土屋 俊明 (千葉工大) 廣川 啓 (株)キャスト・リサーチ
小長谷精美 (株)アーレスティ 青山 俊三 (株)アーレスティ

Soichi ECHIGO, Kenichi KANAZAWA, Toshiaki TSUCHIYA,
Chiba Institute of Technology, Tsudanuma 2-17-1, Narashino-shi, Chiba
Hajime HIROKAWA, Cast Research Co. Ltd.
Kiyomi KONAGAYA, Shunzo AOYAMA, Ahresty Corporation

Mechanical properties and fatigue properties of magnesium alloy die castings AZ91D and rolled magnesium alloy AZ31B are investigated by tensile test, fracture toughness test and fatigue crack propagation test. (1) There is no effect of metal flow direction in AZ91D. (2) AZ91B has large aerotropy which the strength of extrusion direction is larger. (3) The 0.2% proof stress of AZ91D is better than AZ91B. (4) The fracture toughness of the AZ91B is better than AZ91D. (5) There is almost no difference of fatigue crack growth characteristics in second and third region of ΔK between AZ91D and AZ31B.

Key Words : Magnesium Alloy , AZ91D , AZ31B , Die-Casting , Rolling , Fracture , Fatigue

1. 緒 言

マグネシウム合金は、比重がアルミニウム合金の約 2/3 で実用金属中最も軽いためノートパソコン、携帯電話のケース等、軽量化が求められている分野で使用されている。また、省燃費の点からも自動車等の強度部品への応用が期待されている。しかし、研究例が少なく、基本的なデータが得られていないのが現状である。そこで本研究では、ダイカスト鋳造されたマグネシウム合金 AZ91D と押し出し加工された AZ31B について、引張試験、弾塑性破壊靱性試験、疲労き裂進展試験を行い両者の特性について、比較・検討した。

2. 試験方法

2.1 供試材 本研究で使用したマグネシウム合金は AZ91D と AZ31B の 2 種類である。AZ91D は厚さ 5mm の平板ダイカスト製品で、押し出し加工された展伸材の AZ31B は□40mm、厚さ 2mm の角パイプである。また、Table 1 に化学成分表を示す。

2.2 試験片 引張試験では JIS 規格に準拠した平板試験片を使用した。弾塑性破壊靱性試験では ASTM 規格 E813、疲労き裂進展試験では ASTM 規格 E647 に準拠した 1/2 インチの試験片を使用した。いずれの試験片も湯流れ方向、押出し方向の違いによる影響を調べるため、湯流れ方向、押出し方向に対し垂直、平行方向の 2 方向から採取し

た。Fig.1 に AZ31B の引張試験片の切り出し位置を示す。

2.3 試験方法 引張試験、弾塑性破壊靱性試験、疲労き裂進展試験のいずれも MTS 社製クローズド・ループ方式の電気油圧式材料試験機を使用し、室温大気中で試験を行った。

Table 1 Chemical Compositions

	Al	Zn	Mn	Fe	Ni	Cu	Si	Pb	Sn	Ca	Mg
AZ91D	8.3 ~9.7	0.35 ~1.0	0.15 Min.	0.005 Max.	0.002 Max.	0.03 Max.	0.1 Max.				Bal.
AZ31B	2.5 ~3.5	0.7 ~1.3	0.2 Min.	0.002 Max.	0.001 Max.	0.002 Max.	0.02 Max.	0.01 Max.	0.01 Max.	0.002 Max.	Bal.

Fig.1 Cut Direction of Specimen

3. 結果および考察

引張試験により求めた引張強さを Fig.2 に、0.2%耐力を Fig.3 にそれぞれ示す。ダイカスト製品の AZ91D については、湯流れ方向の違いによる影響は見られなかった。これは、鋳造時に湯流れが散乱したために供試材内部組織に方向性が生じなかったからと考えられる。引張強さは大きくばらついている。これは鋳巣などの鋳造欠陥が原因と考えられる。しかし、主として設計に用いられる 0.2%耐力の値のばらつきは少ない。

AZ31B については、引張強さに大きな異方性は見られないものの、0.2%耐力は、大きな異方性を示している。押し出し方向の 0.2%耐力は、AZ91D より高い値であるが、垂直方向の値はきわめて低く、押し出し方向の 1/2 程度にすぎない。これは、加工時の変形が押し出し方向のみに集中しているからであると考えられる。押し出し材のこの大きな異方性は、実用上問題が大きい。

Fig.4 に弾塑性破壊靱性試験から得られた平面ひずみ破壊靱性値 K_{IC} を示す。0.2%耐力と同様に、AZ91D については、湯流れ方向の影響は認められなかったが、AZ31B については、押し出し加工による異方性が認められた。AZ31B の値の方が全体的に高い値を示している。

Fig.5 に疲労き裂進展試験により求めた応力拡大係数範囲 ΔK とき裂進展速度 da/dN の関係を示す。AZ91D、AZ31B ともに、異方性は認められない。疲労限である下限応力拡大係数範囲は AZ31B の方が高いが、第 II 領域、第 III 領域では両者はほぼ一致している。

マグネシウム合金ダイカスト材 AZ91D、押し出し加工材 AZ31B について、引張試験、弾塑性破壊靱性試験、疲労き裂進展試験を行い、以下の結論を得た。

(1) 破壊・疲労特性を考慮すれば AZ91D を強度部品へ適応することは可能である。

(2) AZ31B は、各特性が優れているものの、異方性が大きく、加工法の適性化や改善が必要である。

Fig.2 Tensile Strength

Fig.3 0.2% Proof Stress

Fig.4 Fracture Toughness

Fig.5 ΔK - da/dN Curve