

KUMADAI マグネシウム合金の強靱化に成功、航空機実装化へ大きく前進

熊本大学先進マグネシウム国際研究センターは、KUMADAI マグネシウム合金の強靱化（きょうじんか）に成功しました。これにより、従来の航空機用高強度アルミニウム合金に匹敵する破壊靱性と最大 15%程度の軽量化が可能な機械的強さを持つ“軽くて強くてタフなマグネシウム合金”を実現することができ、航空機実装化を大きく前進させることができました。

マグネシウム金属は、実用金属の中で最も軽く、航空機や自動車などの輸送機器の軽量化を担う環境に優しい次世代の軽量構造材料として注目されています。特に、2015年に米国の連邦航空局（FAA）が、民間航空機のマグネシウム使用禁止令を解除したことから、航空機分野においてマグネシウム合金の研究開発が活発に進められています。熊本大学の先進マグネシウム国際研究センターは、これまで高強度と高耐熱性と難燃性を併せ持つ「KUMADAI 耐熱マグネシウム合金」を開発して、基礎と応用の両面から研究開発を進めてきました。特に、KUMADAI 耐熱マグネシウム合金が、FAA のマグネシウム燃焼試験に合格したことから、航空機用構造材料として注目され、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の「次世代構造部材創製・加工技術開発」プロジェクトにおいて、熊本大学は三菱重工業(株)と共同で研究開発を進めてきました。

航空機用構造材料には、軽量性の他に、機械的強さと、き裂に対する抵抗力が求められています。つまり、「強さ」だけではなく、傷ついてもなかなか壊れない「しぶとさ（タフさ）」が求められています。一般的な傾向として、降伏強さが高い材料ほどタフさを表わす破壊靱性は低下するので、強さと破壊靱性の両立は困難であると言われていました。既存の高強度マグネシウム合金は、航空機用高強度アルミニウム合金に比べて、軽さと強さを表わす比降伏強さが約 5 割、また破壊靱性値が約 1 割低く、航空機用構造材料としては問題がありました（図 1）[1][2]。また、熊本大学の独自技術である超急冷法（図 2）を用いて作製した KUMADAI 急冷耐熱マグネシウム合金は、既存の航空機用高強度アルミニウム合金に比べて、比降伏強さが 5 割以上高く、航空機用構造部材を大幅に軽量化できる可能性がある一方で、その破壊靱性は従来のマグネシウム合金並みに低く、航空機用高強度アルミニウム合金の破壊靱性の下限値（18 MPa√m）にも

及びませんでした（図 1）。

今回、KUMADAI 急冷耐熱マグネシウム合金の製造プロセス条件と合金成分の最適化によるナノ組織制御（数 100 ナノメートルでの組織制御）によって約 1.5 倍の強靱化に成功し、 $20.5 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$ という高い破壊靱性値と 220 kNm/kg という高い比降伏強さを両立することができました（図 1）。従来の航空機用高強度アルミニウム合金に匹敵する破壊靱性と 15%程度 of 軽量化が可能となり得る機械的強さを持つ“軽くて強くてタフな航空機用マグネシウム合金”を新たに開発できたことから、KUMADAI 急冷耐熱マグネシウム合金の航空機への実装化が大きく前進しました。

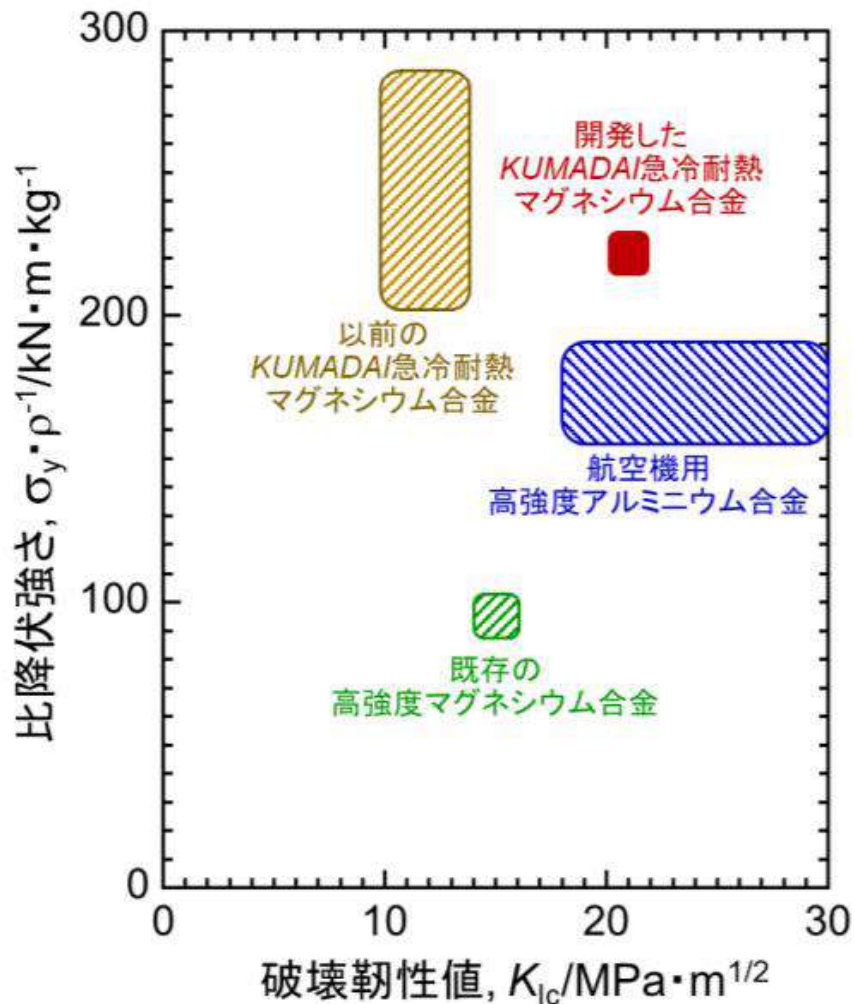


図 1. 開発した KUMADAI 急冷耐熱マグネシウム合金の比降伏強さと破壊靱性値の関係（既存の航空機用高強度アルミニウム合金 [1] と既存の高強度マグネシウム合金 [2] との比較）

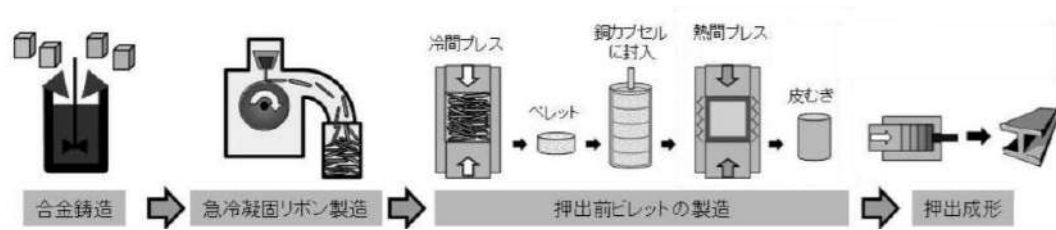


図 2. KUMADAI 急冷耐熱マグネシウム合金の製造プロセス

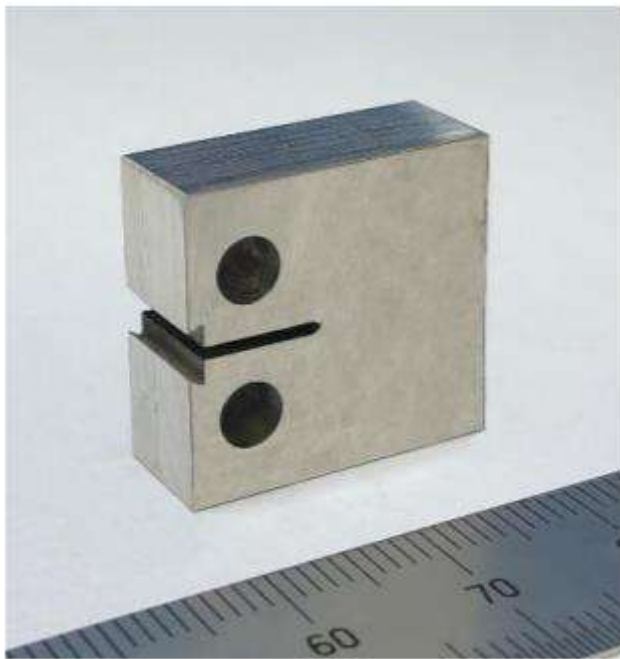


図 3. 破壊靱性の測定に用いた CT 試験片 (ASTM 規格に準拠) の外観写真

日本語原文

<https://www.kumamoto-u.ac.jp/whatsnew/sizen/20200630>

文 JST 客観日本編集部