

軽くて強い合金が、さらに安全に！ KUMADAI マグネシウム合金の進化

1. はじめに—世界初の航空機用 マグネシウム合金になるか

実用金属の中で最も軽いマグネシウムは、比曲げ剛性が実用金属の中で最も高く、軽量化が求められる航空機用の構造部材としてたいへん有望である。しかし、発火しやすいという理由から、これまでアメリカ連邦航空局 (FAA) が民間航空機への使用を禁止している。FAA はこのマグネシウム使用禁止令を改定するために2007年から燃焼試験法の策定に取りかかっていたが、その最新の燃焼試験法に熊本大学が開発した KUMADAI マグネシウム合金が合格した。KUMADAI マグネシウム合金が世界で初めて航空機用マグネシウム合金として認可される可能性が高くなったと言える。

2. KUMADAI マグネシウム合金とは

KUMADAI マグネシウム合金には、2003年に開発された耐熱合金と2012年に開発された不燃合金の2種類がある。耐熱合金は、マグネシウムに特定の遷移金属と希土類金属を数%複合添加した合金であり、長周期積層構造という新奇な原子配列構造によって、鋳造材を押し出加工するだけで400MPaを超える常温耐力と300MPaを超える高温耐力(200℃)を持つ⁽¹⁾。一方、不燃合金は希土類金属等のレアメタルを使用していない合金であり、金属間化合物の微細分散によって、400MPaを超える常温耐力を有しながら、1065℃で沸騰し始めても発火しない不燃性を示す(図1)⁽²⁾。既存のマグネシウム合金の機械的強さがせいぜい260MPa程度であり、高い機械的強さをもちながら、耐熱性や不燃性を有していることが、KUMADAI マグネシウム合金の大きな特徴である。

3. 軽くて強い合金を安全な材料に

KUMADAI 耐熱マグネシウム合金に関しては、実用化に向けて大型素材の製造技術を確認する一方で、耐食性を市販合金(AZ31)並みに向上させるとともに発火温度を930℃に上げる

ことができた。この発火温度は、市販合金(450~550℃)はもとより、世界各国で開発されてきた難燃合金(~810℃)の発火温度⁽³⁾を大きく上回るものである。

そして KUMADAI 不燃マグネシウム合金の開発によって、高い機械的特性と市販合金(AZ31)の数倍の耐食性をもちながら「不燃」という革新的な安全性を実現し、ついに「マグネシウムは発火しやすい危険な材料」という固定概念を覆すことができた⁽²⁾。

4. アメリカ連邦航空局における 燃焼試験と評価

近年、航空機業界からの強い要請等もあり、FAA はマグネシウム使用禁止令を改定するために2007年から燃焼試験法の策定に取りかかっている。最新の燃焼試験法は、厚さ0.25インチ、幅1.5インチ、長さ20インチのバーナをオイルバーナ(約950℃)で4分間加熱するという方法である⁽⁴⁾⁽⁵⁾。試験片が燃えることを前提にした判定基準が検討されており、図2に示すように、バーナによる加熱開始から2分以内に発火せず、しかもバーナ加熱の停止から3分以内に自然鎮火するものが合格となる。これまで10種類程度の合金に対して400回以上の燃焼試験が試みられており、この判定基準を100%満たすような高強度マグネシウム合金はおそらくまだ開発されていないと思われる。

難燃化した KUMADAI 耐熱マグネシウム合金と KUMADAI 不燃マグネシウム合金の試験片を2013年2月に FAA へ送り、FAA が策定中の最新燃焼試験法での試験を依頼した。その結果、2013年3月末に“All samples passed the test very easily, with essentially no burning at all.”という報告を FAA の担当官から受け取った。バーナで4分間加熱しても燃えることすらなく、燃えることを前提にした判定基準(図2)をはるかに超える成績で合格した。



出展：JST サイエンスニュース

図1 アセチレンガスバーナによる燃焼試験中の KUMADAI 不燃マグネシウム合金の外観写真(沸騰しても発火していないことがわかる)

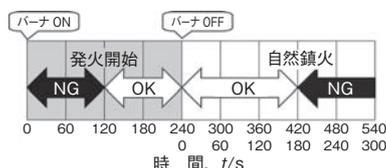


図2 FAA 燃焼試験(策定中)における判定基準

5. おわりに—今後の展開

今回の燃焼試験に合格したことで航空機用マグネシウム合金として認可されれば、当然 KUMADAI マグネシウム合金の航空機産業への展開が期待される。しかし今回の安全性に関する成果はそれに留まらず、さらに広い分野への応用を可能にするものである。

(原稿受付 2013年5月13日)

[河村 能人 熊本大学]

●文 献

- (1) 河村能人, 長周期積層構造相を強化相にした高強度・高耐熱マグネシウム合金, 金属, 80 (2010), 581-588.
- (2) 河村能人, 沸騰が始まって発火しない KUMADAI 不燃マグネシウム合金, アルトピア, 42-8 (2012), 9-13.
- (3) B.S. You, 第45回高性能 Mg 合金創成加工研究会講演概要集, (2012-6), 23.
- (4) Timothy R. M., January 2013 Final Report (DOT/FAA/AR-11/3).
- (5) Timothy R. M., International Aircraft Materials Fire Test Working Group, Renton, WA, March 6-7, 2013 (marker-0313-magtask.pdf).