

高容量水素吸蔵合金の新しい溶製法

低沸点金属を多量に含む軽量な合金の高精度溶製技術の確立

マグネシウムなどの低沸点の低い金属を多量に含んだ、軽量な水素吸蔵合金が注目されている。しかし、これらの合金を溶解法で製造する場合、低沸点金属が蒸発するため設計した組成通りの合金を得ることが困難で、大量生産ができないという重大な課題があった。われわれは溶解炉内の雰囲気ガスに着目し、ヘリウム混合ガスを用いることによって、低沸点金属を含む軽量な合金を精密に溶製する技術を開発した。

In the past several years there has been increasing interest in lightweight hydrogen absorbing alloys containing Mg and Ca. However, Mg and Ca that have low boiling points and high vapor pressure readily evaporate when they are synthesized by the melting method. It is difficult to get an alloy with a target composition because of the loss of Mg during the melting. We have developed a method that uses a helium gas mixture as an atmosphere during melting. Using this novel method, we successfully synthesized alloys with the composition that we expected.

水素吸蔵合金に求められる高性能化

水素エネルギーは、燃焼しても水しか生成しないクリーンな二次エネルギーであり、燃料電池と水電解装置により同じく二次エネルギーである電気エネルギーとの相互変換が唯一可能な燃料である。しかし、水素は体積当たりのエネルギー密度が低いため、高密度で安全性の高い水素貯蔵法の開発が緊急の課題とされている。なかでも水素吸蔵合金は、液体水素よりも高い密度で水素を貯蔵できる媒体として、高性能化が期待されている。

現状と問題点

近年、水素吸蔵合金は軽量化を図るためにマグネシウムのような軽量金属を主体とした高容量合金の開発が活発である。高容量水素吸蔵合金に用いられる軽量金属は、一般に融点・沸点が低く、熔融金属の蒸気圧が高い。そのため、これらの金属と高融点金属によって構成される合金を溶解法によって製造する際、低沸点金属が溶解炉の内部に多量に蒸発してしまうため、設計通りの組成をもつ合金を製造することが非常に困難になる。また、蒸発によっ

秋葉 悦男 Etsuo Akiba

e.akiba@aist.go.jp

エネルギー技術研究部門 総括研究員

1979年に当時の東京工業試験所に入所以来、一貫して水素吸蔵合金の研究に従事してきた。水素吸蔵合金は1970年にその概念が提出されてからまだ30数年の歴史しかない材料であるが、途切れることなく25年以上その研究に携わってきたことは幸運としか言いようがない。その間、トヨタ自動車(株)と共同で、室温で作動する水素吸蔵合金としては、現在でも世界最高性能の新材料を開発するなどの成果を挙げることができた。これからは、日本が世界の最先端を行く水素貯蔵材料の研究全体を取りまとめる役目も果たしたいと考えている。

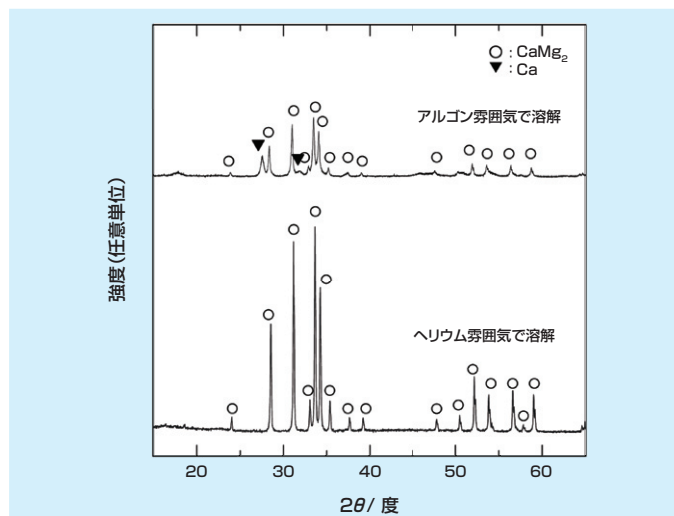


図1 アルゴン雰囲気(従来法)、ヘリウム雰囲気(新溶製法)で溶製したCaMg₂のXRDプロファイル



写真1 低融点合金用溶解炉の外観

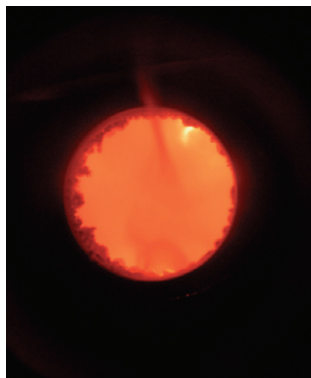


写真2 溶解中の溶湯の様子
C14型のラーベス構造をもった金属間化合物CaMg₂を高純度ヘリウム雰囲気中で溶解作製している様子。炉の上部にあるガラス窓から撮影(約1000°C)



写真3 新溶製法によって溶製した5%級高容量カルシウム系ラーベス相水素貯蔵合金

て発生した金属微粉で視界が遮断され、合金が完全に熔融したか、攪拌が充分であるかなどを目で直接に確認することができないなどの問題もある。さらに、堆積した金属粉の除去作業や浮遊する金属粉による粉塵爆発など、その作業性・安全性に関して問題を抱えている。これらのことから、溶解時の蒸発による金属微粉の発生を抑制する技術が求められていた。

性能向上に向けた研究

これらの問題を解決するため、溶解炉内の雰囲気ガスに着目しさまざまなガスについて検討した。その結果、これまでのアルゴンガスに代えてヘリウム混合ガスを利用することによって、溶解時の蒸発による金属微粉の発生を抑制し、合金を目標の組成通りに溶製できる新溶製法を開発した。写真1は使用した溶解炉の外観、写真2はヘリウム雰囲気中で溶解中の溶湯の様子を表す写真である。

この新溶製法を、現在開発中のカルシウムとマグネシウムを主体とするラーベス系水素吸蔵合金に適用したところ、目標の化学組成どおりに正確に溶製することができ、歩留まりも向上した。図1に、従来のアルゴン雰囲気中で溶解したCaMg₂とヘリウム雰囲気の溶

製法で溶解したCaMg₂のXRDプロファイルの比較を示した。従来法では、多量のMgが蒸発したために単相のCaMg₂が得られず、Ca相との二相合金になっていたが、新溶製法では、第二相がほとんどない単相のラーベス相合金を溶製できていることがわかる。写真3は溶製した合金のインゴットである。

実用化への展望

この成果は、安全かつ高い密度で水素を燃料電池自動車に搭載する媒体となる水素吸蔵合金の開発をいっそう加速するものである。また、この新溶製法は、デジタルカメラなどに使用されているニッケル水素電池用の超高性能合金を大量に生産するためにもきわめて有望である。さらに、水素吸蔵合金のみならず、低融点、低沸点および高

蒸気圧である元素を含む構造材料や機能性材料の開発、実用化に大きく寄与するものと期待される。

今後は、新溶製法を活用した高精度の組成制御によって高容量な水素吸蔵合金の開発をめざすとともに、新溶製法の鍵となる技術であるヘリウム混合ガスの効果についても解析を行う予定である。

来るべき水素エネルギー社会では欠くことのできない材料とされる水素吸蔵合金には、吸蔵量が大きく寿命が長いなどの特性とともに、原料資源が豊富にあり低コストであることも要求されている。資源的にも、地殻や海水中に豊富に存在するマグネシウムやカルシウムは望ましい成分系であり、これらの元素の活用をいっそう促進する新溶製法は非常に有効な技術である。

関連情報：

- 1) N. Terashita and E. Akiba, Materials Transactions, Vol.45, No.8, p2594-2597 (2004) .
- 2) 日刊工業新聞：2005年3月25日
- 本研究は独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）より委託を受けて実施した。
- 共同研究者：榎 浩利（エネルギー技術研究部門）、寺下尚克（日本重化学工業株式会社）、角掛 繁（日本重化学工業株式会社）。
- 2005年3月24日 産総研プレス発表：「水素吸蔵合金の新溶製法を開発」
- 特願 2005-056985 「低融点、低沸点、高蒸気圧金属の溶解方法（秋葉悦男、榎浩利（以上産総研）、寺下尚克、角掛繁（以上日重化））」。
- 産業技術総合研究所 エネルギー技術研究部門 水素エネルギーグループ：<http://unit.aist.go.jp/energy/hydrogen-e/index.html>
- 日本重化学工業（株）機能材料グループ：<http://www.jmc.co.jp/221kinoo.htm>