

2017.11.1

機械特性を飛躍的に改善した難燃性マグネシウム合金押出材の作製に成功 —鉄道車両部材などへの用途拡大に期待—

NEDOと新構造材料技術研究組合 (ISMA) の組合員である産業技術総合研究所、不二ライトメタル(株)および再委託先である(株)戸畑製作所は、従来の方法に比べ、機械特性を飛躍的に改善した難燃性マグネシウム合金押出材の作製に成功しました。

今後、鉄道車両部材など高い難燃性が必要とされる用途への難燃性マグネシウム合金の適用拡大が見込まれ、鉄道車両の抜本的軽量化が期待されます。

1. 概要

マグネシウム合金は、実用金属中で最も軽く、優れた比強度^{※1}を有することから、CFRP(炭素繊維強化プラスチック)と並び次世代の構造材料として注目されています。しかしながら、マグネシウム合金は燃えやすく、加工性が悪いなど、従来の汎用的な構造材料のアルミニウム合金と比べて劣る欠点があります。それらを改善するためには、イットリウムやネオジムなどのレアアースを合金に添加するのが有効です。しかし、レアアースの添加は素材コストを高騰させるため、ごく一部の用途に限られています。そのため、鉄道車両部材などへ応用するためには、難燃性と加工性(特に延性)に優れたマグネシウム合金の開発を、資源供給不安の少ないレアアースフリーにより実現することが求められています。

NEDO事業^{※2}では、可燃性や難加工性といった欠点を克服するため、マグネシウム合金の組織制御により強度や延性、難燃性などの材料特性を向上させたレアアースフリーマグネシウム合金の開発を行っています。また、大型展伸材を作製するための革新的製造プロセス技術やマグネシウム合金の特性評価、接合技術の開発も併せて行っています。

今般、本事業において、ISMAの組合員である国立研究開発法人産業技術総合研究所(以下、産総研)(千野靖正 研究グループ長、黄新勝 主任研究員らのチーム)、不二ライトメタル株式会社(以下、不二ライトメタル)および再委託先である株式会社戸畑製作所(以下、戸畑製作所)は、難燃性マグネシウム合金^{※3}押出材^{※4}の機械特性である強度と延性のバランスを飛躍的に改善する技術の開発に成功しました。この技術は、難燃性マグネシウム合金を作製する際に内部に生成する結晶の析出物(晶出物^{※5})を新たな熱処理^{※6}技術により球状化・硬化し、破壊の起点となることを抑制するものです。

今回の成果により、今後、高い難燃性が必要とされる鉄道車両部材や建築部材への難燃性マグネシウム合金の適用拡大が見込まれ、鉄道車両の抜本的軽量化が期待されます。

2. 今回の成果

従来の casting 時における熱処理技術では、難燃性マグネシウム合金を作製する際に押し出し素材(ビレット)の内部に生成する晶出物を起点として破壊が起こり、高い強度や伸びが得られないことが課題となっていました。そこで今回、産総研の組織制御技術、不二ライトメタルの押し出し技術、戸畑製作所の casting 技

術によって、晶出物を球状化・硬化させる新たな熱処理技術の開発に成功しました。

従来製法による難燃性マグネシウム合金(AZX912合金)のビレットと押出材の組織を図1に、新たな熱処理技術に供したAZX912合金のビレットと押出材の組織を図2に示します。図1と図2を比較すると、従来製法で作製した場合と異なり、粒界^{※7}に沿って断続的なネットワークを形成する晶出物は観察されず、数 μm 程度の球状化した晶出物だけが分布することが確認できます(図1(b)、図2(b))。また、球状化した晶出物は、押出成形を経ても破壊されず、ビレットと押出材の晶出物はほぼ同じ形状を示しています(図1(c)、図2(c))。

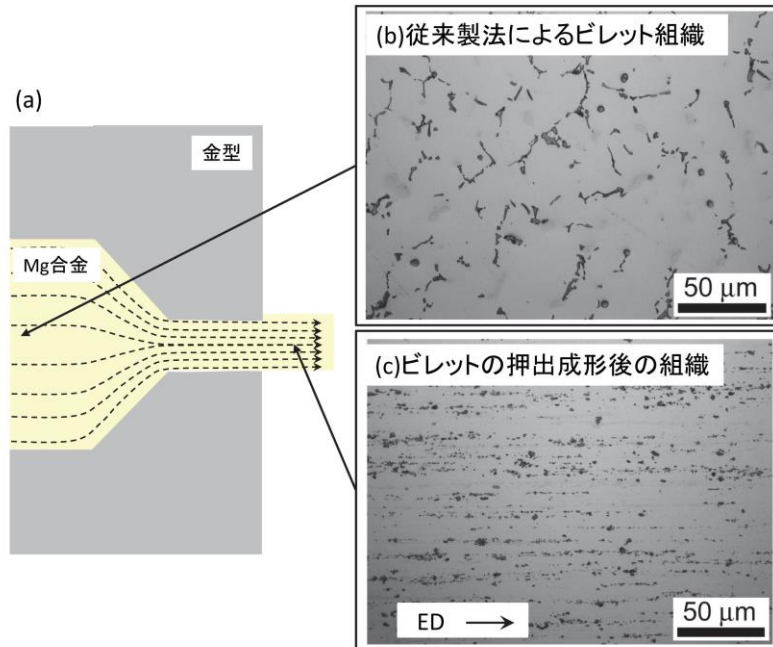


図1 (a) 押出成形の模式図。点線矢印は押出成形中のAZX912合金の流線を示す。(b) 従来製法によるビレット組織。(c) ビレットの押出成形後の組織。EDは押出方向を示す。写真中の黒い部分は晶出物を示す。

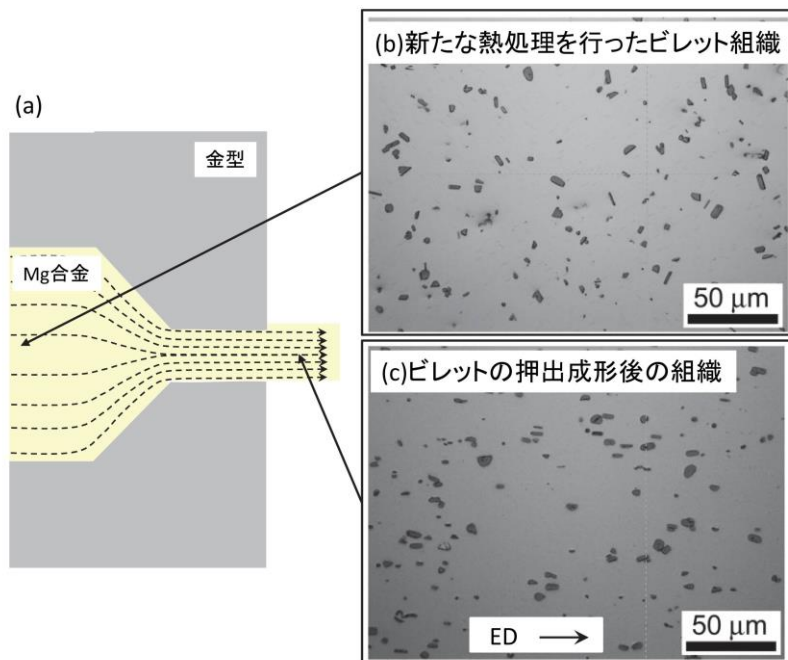


図2 (a) 押出成形の模式図。点線矢印は押出成形中のAZX912合金の流線を示す。(b) 新たな熱処理を行ったビレット組織。(c) ビレットの押出成形後の組織。EDは押出方向を示す。写真中の黒い部分は晶出物を示す。

新旧製法により作製した押出材の引張試験の結果を図3に示します。これは3回の試験の代表値を示したものです(平均値では、従来法の引張強度は373MPa、伸び(材料が破断した際の引張ひずみの値)は11.2%、新たな熱処理での引張強度は367MPa、伸びは16.8%)。本結果が示すとおり、今回開発した新たな熱処理技術により、従来の方で作製した汎用的な難燃性マグネシウム合金とほぼ同じ引張強度を示しつつ、約50%高い伸びを示す、優れた強度と延性のバランスを実現しました。これは鉄道車両などで利用されている高強度アルミニウム合金(A7N01-T5合金)に匹敵する機械特性(引張強度は約350MPa、伸びは約15%)であり、難燃性マグネシウム合金の同分野への適用加速が期待されます。

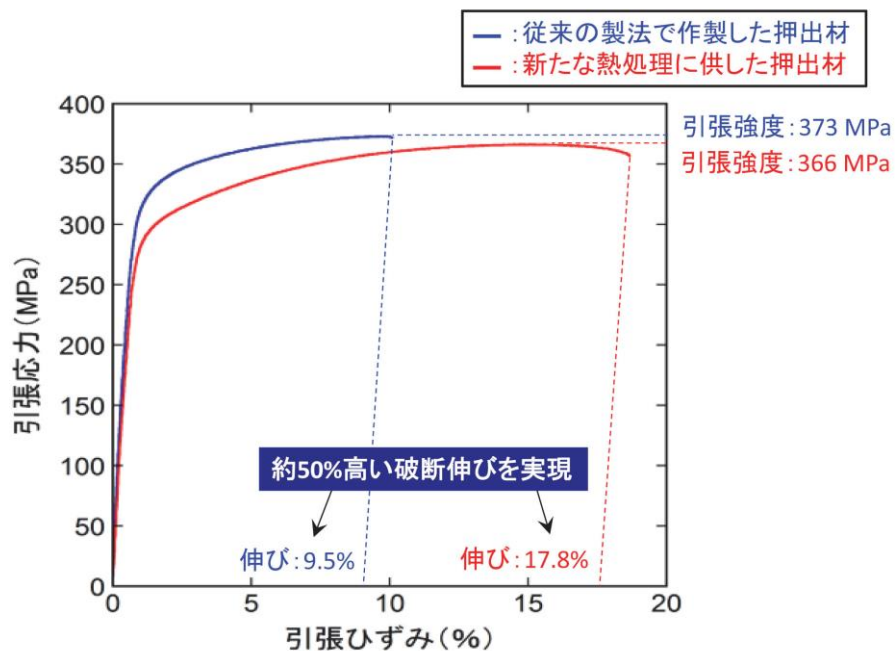


図3 AZX912合金押出材の室温引張試験結果(代表値)

3. 今後の予定

NEDO事業において、産総研、不二ライトメタル、戸畑製作所は、今回開発した熱処理技術をスケールアップし、難燃性マグネシウム合金押出材の実用化に向けた技術開発に取り組んでいきます。

これにより、NEDOは鉄道車両の抜本的な軽量化を推進し、運輸部門におけるCO₂排出量削減に貢献していきます。

なお、本技術の詳細は、2017年11月4日～5日に国立大学法人宇都宮大学で開催される一般社団法人軽金属学会第133回秋期大会で発表します。申し込み方法、アクセスなどの情報は、以下のWebサイトをご覧ください。

(イベントページ) <http://www.jilm.or.jp/society/?mode=content&pid=280>

【用語解説】

※1 比強度

引張強度(引張試験において試験片が破断するまでに耐えた最大の荷重を試験片の元の断面積で除した値)を密度で除した値。比強度が大きいほど軽いわりに強い材料であることを示す。

※2 NEDO事業

事業名: 革新的新構造材料等研究開発

事業期間: 2014年度～2022年度

事業内容: 鉄鋼、非鉄(チタン、アルミニウム、マグネシウム)、CFRPといった構造材料の特性を向上させ、鉄道車両や自動車などの輸送機器の軽量化を図る事業。産総研、不二ライトメタル、戸畑製作所は高強度マグネシウム押出

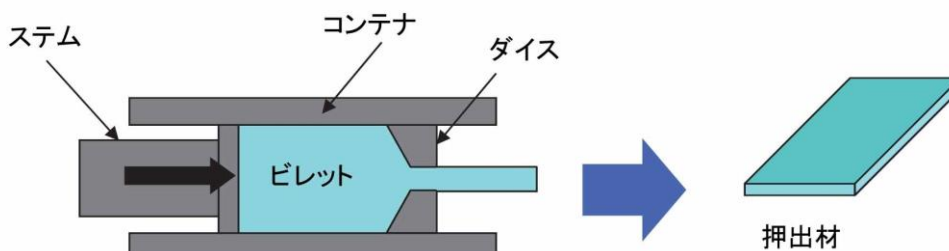
材の開発を担当している。

※3 難燃性マグネシウム合金

汎用マグネシウム合金(Mg-Al系合金)にカルシウムを数%添加して発火温度を200~300℃上昇させ、大気中での溶解・
鑄造を可能とした合金。

※4 押出材

押し素材(ビレット)を金属容器(コンテナ)に装填し、心棒(ステム)により圧縮してダイスと呼ばれる金型から押し出し、必
要とされる断面形状(パイプや棒)に加工した材料。押出材の代表的な用途としてアルミニウムサッシが挙げられる。



押出成形の模式図

※5 晶出物

晶出とは、熔融金属(合金)を冷却して凝固させる際に、液相から固相が分かれて生成し、元の金属とは異なる結晶を作
る現象。この時に作られた結晶を晶出物という。

※6 熱処理

加熱・冷却により材料の性質を変化させる処理。マグネシウム合金に関しては硬度を上げるための処理や、軟化す
るための処理、組織を均質化するための処理などがある。

※7 粒界

実際の金属材料は、大きな塊が全て同じ原子配列を持っているわけではなく、配列の向きが異なる領域が多数集まった
構造を有している。この原子配列が揃っている領域を結晶粒と言い、結晶粒の境界を粒界と呼ぶ。

4. 問い合わせ先

(本ニュースリリースの内容についての問い合わせ先)

NEDO 材料・ナノテクノロジー部 担当:宮本、今西 TEL:044-520-5220

新構造材料技術研究組合(ISMA) 技術企画部広報室

担当:兵藤、萩原 TEL:03-6213-5655 E-mail:pr@isma.jp

産業技術総合研究所 構造材料研究部門 軽量金属設計グループ

担当:千野 TEL:052-736-7461 E-mail:y-chino@aist.go.jp

担当:黄 TEL:052-736-7088 E-mail:huang-xs@aist.go.jp

不二ライトメタル(株) 担当:高田 TEL:0968-78-2123 E-mail:ktakada@fujisash.net

(株)戸畑製作所 担当:松本 TEL:093-471-7789 E-mail:t-matsumoto@tobata-s.com

(その他NEDO事業についての一般的な問い合わせ先)

NEDO 広報部 担当:坂本、高津佐、藤本 TEL:044-520-5151 E-mail:nedo_press@ml.nedo.go.jp