

同時発表：

筑波研究学園都市記者会（資料配布）

文部科学記者会（資料配布）

科学記者会（資料配布）



平成 21 年 3 月 24 日

独立行政法人物質・材料研究機構

希土類フリーによる準結晶粒子分散マグネシウム合金の創製に成功

ーマグネシウム合金の高強度・高延性化ー

独立行政法人物質・材料研究機構（理事長：岸 輝雄）新構造材料センター（センター長：津崎兼彰）の染川英俊主任研究員らは、汎用元素であるアルミニウムと亜鉛をマグネシウムへの添加元素として選択し、組成の調整と適切な加工熱処理¹⁾により、準結晶粒子またはその近似結晶粒子²⁾がマグネシウムに分散する試料の創製に成功した。開発合金は、従来の準結晶粒子分散マグネシウム合金³⁾の強度・延性特性と同等またはそれ以上の値を示すとともに、展伸マグネシウム合金の欠点である降伏異方性⁴⁾を解消し、等方的に変形可能であることを示した。本合金は、素材コストが抑えられ、輸送機器用部材をはじめとする様々な構造用途への展開の可能性を秘めていると考えられる。本研究成果は、日本金属学会春期大会（3月28日～30日：東京工業大にて開催）において発表される。

マグネシウムは実用金属材料の中で最軽量であり、地中埋蔵量が豊富であることから、様々な分野で使用されており、なかでも、鉄道車輛や自動車など車体軽量化による燃費改善を目的に採用が検討されている。一方で、構造部材への使用を検討した場合、素材の安全性・信頼性が要求されることは必須で、「つよく」て「変形しやすい」いわゆる高強度・高延性を示す素材の開発は重要である。金属材料の高強度化は、圧延や押出などひずみ付与による展伸化プロセス⁵⁾を用い、母相を微細にする結晶粒微細化が良く知られている。しかし、展伸加工した微細結晶粒マグネシウム合金は、優れた引張強度を示すものの、マグネシウムの結晶構造に起因し、圧縮強度は低く、降伏異方性を示す。そのため、構造用途としては好ましくなく、圧縮応力の作用する箇所は脆弱で、等方変形が困難な問題を抱えている。

一方で、微細な粒子を母相に分散させる手法：分散強化法も、金属材料の高強度化のひとつの手法である。なかでも、一般的な結晶相とは異なる準結晶相をマグネシウム母相に分散することは、押出や圧延などのひずみ付与時に形成する底面の配向度合を低減し、降伏異方性の問題を解消することが分かっている。しかし、マグネシウム中に準結晶相が発現するためには、希土類元素の使用が不可欠で、実用性の観点から問題であった。これらの問題を解決するため、本研究では、比較的安価なアルミニウムと亜鉛を添加元素として選択し、一般的な製造プロセス：鋳造→押出加工により、微細結晶粒マグネシウムに準結晶粒子またはその近似結晶粒子が分散する試料の創製に成功した。本組織制御のコンセプトは、次のとおりである。

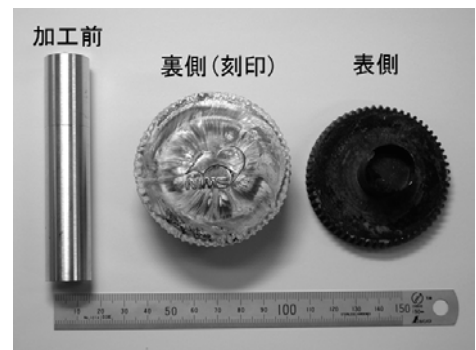


図 1：据え込み鍛造法によるギア成形

- ・マグネシウムに対して固溶量以上のアルミニウムと亜鉛を添加し、準安定な組織の形成
 - ・ひずみ付与による母相の微細化と準結晶粒子の均一微細分散化
- また、本開発合金は、温間二次成形性にも優れ⁶⁾、据え込み鍛造法を用い、図 1 に示すように、機構のロゴを有するギアの成形が可能である。

<脚注>

注1) ひずみ付与加工や熱処理などを組合わせて、金属材料の強度や延性・靱性などの機械的特性の向上を図る総称のこと。

注2) 準結晶は、へき界面が形成されにくく、強靱で硬いことから、金属材料の強化粒子として注目されている。また、最大の特徴は、一般的な結晶相と異なり、決まった原子の配置が繰り返し並ぶ構造、すなわち並進秩序性を示さないことである。そのため、分散粒子として使用した場合、母相結晶格子とのマッチングが良く、格子同士が強固に結合し、変形中、破壊の核や起点になりにくい特徴がある。また、近似結晶とは、準結晶に近い組成で、部分的に準結晶と同様の結晶構造を示すことを特徴とする。

注3) マグネシウム合金において、多数の合金系、具体的にはMg-Zn-RE (RE: YやHo、Gd、Tb、Dy、Eu)系合金で準結晶相の発現が確認されている。しかし、準結晶相形成のしやすさや熱的安定性などの点から、希土類元素の添加が必須であり、素材コスト高のため実用性に欠けることが懸念され、希土類元素添加量の低減や他元素代替などが課題とされている。

注4) マグネシウムの結晶構造は、図2に示すように六方晶構造を有し、主に底面の変形(転位のすべり運動)がocこりやすい。そのため、圧延や押出など展伸加工したマグネシウム合金は、底面が加工方向にならびやすい特徴がある。しかし、加工方向に配列した面に対し、圧縮応力を付与した場合、変形双晶⁷⁾を形成し、引張降伏応力と比べて圧縮降伏応力が小さくなり、降伏異方性が生じる。一般的な、押出材では、約半分程度である。

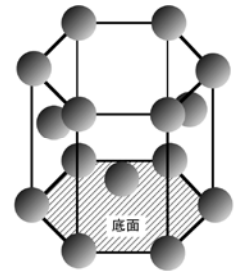


図2: Mgの結晶構造

注5) 押出や圧延などにより素材にひずみを加える加工法で、板・棒・管・線などの加工品がある。

注6) 加工温度: 250°C 加工速度: 0.5 mm/sの条件で、成形に要した時間は、約3分である。ただし、試料の初期微細組織を制御することで、成形速度や温度の高速化、低温化は可能である。

注7) 金属材料の変形には、二種類存在し、上述注4)の転位のすべり運動のほかに、特定の結晶格子面上における原子のずれによる双晶変形がある。双晶変形は、転位のすべり運動による変形ほど一般的ではないが、マグネシウムのように六方晶構造を示す金属材料や極低温、衝撃変形のような限られた場合に見られる変形である。

<本件に関するお問い合わせ先>

独立行政法人物質・材料研究機構

企画部 広報室

TEL: 029-859-2026 FAX: 029-859-2017

<研究内容に関すること>

独立行政法人物質・材料研究機構

新構造材料研究センター

軽量材料グループ 主任研究員

染川 英俊 (そめかわ ひでとし)

TEL: 029-859-2473 FAX: 029-859-2401

E-mail: SOMEKAWA.Hidetoshi@nims.go.jp

(不在時の対応)

軽量材料グループ グループリーダー

向井敏司 (むかい としじ) TEL: 029-859-2486