

平成 15 年 戦略的基盤技術力強化事業  
研究開発成果報告概要

事業管理 法人名	財団法人 素形材センター	代表 者名	会長 濃野 滋	所在地	〒105-0011 東京都港区芝公園三丁目 5 番 8 号 Tel: 03-3434-3907
-------------	-----------------	----------	------------	-----	---

管理番号	技術分野	金型分野
15K-7	技術区分	「新素材加工金型技術」
	研究開発課題	「難加工軽合金のプレス加工を可能とする金型技術」
	テーマ名	「ナノ表面構造化による高品位 Mg プレス成形金型の長寿命化に関する研究開発」
	研究開発期間	平成 15 年 9 月 4 日 ~ 平成 16 年 2 月 27 日

### 1. 委託事業実施の背景と委託事業の概要

マグネシウムは次世代の軽量構造材料として進展が見込まれており、製品需要が年々増加している。そこで、高品質なマグネシウム製品の製造及び生産コストの低減を図ることが可能な、連続プレス成形による量産体制の構築が、中国等に追随されない高度生産技術として、大いに期待されている。しかしながら、マグネシウムは本質的に難加工材であり、常温加工することはできない。また、高温では活性なため、高速プレス成形時に表面焼き付きや表面傷が形成される。さらにプレス加工時の金型温度制御の問題、順送金型のレイアウトの問題など、幾つかの課題が未解決であり、マグネシウム製品の量産化には解決すべき多くの課題が残っている。

このため、業界から要望されている高品位なマグネシウム製品の高速高温成形を実現することを目的として、難加工材であるマグネシウム材に適したナノ表面構造化による超硬合金金型及びハイブリッド金型(超硬金型を多工程の中の深絞り工程のみに限定使用する順送用金型セットの意)による高温プレス成形法を研究開発する。

### 2. 委託事業全体の内容と目標

#### (1)技術の内容と新規性、独創性、改善性又は技術基盤強化性

##### 技術の内容

安価で高精度、高品位なマグネシウム成形品を量産するためのプレス成形・金型技術を開発するものである。金型の一部に超硬合金を用い、その表面にイオン注入後に DLC コーティングを施すナノ構造表面化により、長寿命化を図り、かつ寸法変動を極力少なく、表面が無損傷なマグネシウム製品をプレスで高速成形する技術を開発する。そのための研究課題としては下記のもの挙げられる。

##### a.超硬金型の最適設計

- ・マグネシウム合金金型に最適な超硬合金の材質、粒度及び電気化学的な変質層の除去を検討する。変質層を除去した超硬金型の表層に、C イオン注入を施し、さらに中間傾斜層及び DLC 層の成膜を行うという密着性の高い DLC 成膜条件の最適化技術を開発する。

##### b.耐熱潤滑剤の開発

- ・プレス成形温度(300 )で使用できる最適な耐熱性潤滑剤の化学成分を調査する。
- ・DLC 膜となじみ性が高く、300 で炭化、変質しない耐熱潤滑剤を開発するもので、プレス成形時の表面傷を防止するために不可欠な新規技術である。

##### c.高温プレス成形法の確立

- ・金型の DLC 膜が高温により酸化して損耗するのを防止するため、マグネシウム合金の予熱方法を開発する。また、金型の熱膨張でクリアランスが変化することによって発生する傷を防止するため、金型の均一加熱方式も併せて開発する。

##### d.ハイブリッド金型セットのレイアウトの最適設計

- ・量産に適した順送金型レイアウトの一部に超硬金型を配置し、工具鋼金型に比して高価にならず、かつ、マグネシウム製品外観が優れ、商品価値の高い Mg 製品を製造することが可能な金型セットのレイアウトを検討する。

##### 技術の新規性、独創性、改善性又は技術基盤強化性

マグネシウム成形品の製品歩留まりは、現工法の鋳造法では 35%程度であるが、本提案技術によれば 50%程度が期待でき、生産性を大きく向上させることができる。マグネシウムは難加工材であり、常温加工ができず、高温では活性なため、プレス成形時の表面焼き付きや表面傷の問題等があり、プレスによる量産は困難であるとされてきたが、本技術はマグネシウムの量産を可能とし、製品のコストダウンをもたらす独創的な技術である。

#### (2)技術目標値

鋳造法などに比してプレス工程や後工程でのコスト対比で加工費が 30%以上安いこと、および連続ショット数 10 万ショットを技術目標値として設定する。

### 3. 委託事業全体における技術目標値を達成するための課題と解決方法

課題と課題であると認識した根拠	解決方法
<p>(課題) 超硬合金の結晶サイズとプレス加工特性の関係把握</p> <p>(根拠) 超硬合金の結晶サイズの違いにより、金型表面性状に影響を及ぼす。そのため、結晶サイズとプレス加工特性との関連性を明らかにしなければ、高品質な Mg 製品を製造できない。</p>	10 万ショットを加工可能な超硬合金型の製作にあり、結晶粒を 1 μm 以下にする熱処理や表面粗度を 0.2 μm 以下にする表面状態制御の条件を把握
<p>(課題) DLC コーティングとなじみ性の高い耐熱潤滑剤の開発</p> <p>(根拠) 現在の潤滑剤では、耐熱温度 250 程度であり、それ以上の高温であると潤滑能が発揮されない。金型損傷をなくするためには高い耐熱性潤滑剤が必須となる。</p>	DLC 膜と熱的反応性の高い 300 で炭化しない耐熱潤滑剤(液体)の開発
<p>(課題) DLC コーティング膜の密着性が最適化できる C イオン注入条件の検討</p> <p>(根拠) 金型の高温特性を維持するためには DLC コーティング成膜は不可欠である。そのため金型との密着性の最適化を可能とする C イオン注入条件が明らかにしなくてはならない。</p>	イオン注入条件と DLC 成膜条件の最適化で密着強度 50N 以上の達成

### 4. 当該年度における技術目標値の達成の状況と意義 (実績)

本年度目標値	達成状況	意義
1 μm 以下のナノ分散超硬合金金型を用いて、2 μm 以下の傾斜構造化による DLC 成膜で摩擦係数 0.1 以下を達成する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>耐摩耗性を重視して、平均粒度 0.36 μm の超硬合金を選択した。</li> <li>放電加工で生じる変質層除去は酸化被膜処理で実施した。</li> <li>テストピースによるテストを経て、試作した超硬合金絞りダイにイオン注入後に 2 μm の DLC 成膜を行った。密着強度は 57N であった。</li> <li>摩擦係数は対ダイヤモンド 0.05 ~ 0.08, 対アルミナ 0.11 であった。</li> <li>10 種の潤滑剤を試作評価して、耐熱性、潤滑性が従来品より優れる潤滑剤が得られた。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>超硬合金の粒度が小さいと放電加工による変質が大きくなるが、これを酸化被膜処理で除去できることが判明し、金型の長寿命化が図れる粒度の小さい超硬合金を選択できた。</li> <li>変質層除去 - イオン注入 - DLC 成膜の目処が立ち、マグネシウム合金の金型への付着を防止可能な DLC 成膜条件の最適化の見通しが立った。</li> <li>300 近いプレス成形温度に耐える潤滑剤開発の見通しが立った。</li> </ul>
絞り安定化のためにマグネシウム素材及び金型の加熱温度を設定温度に対して各々 ±15、±5 に制御する。	金型温度の変化量を ±5 以内にする加熱方式と、マグネシウム合金の加工前加熱における温度変化量を ±15 以内にする加熱方式を開発し、温度制御の見通しが立った。	高温域で酸化ダメージを受けやすい DLC 膜の劣化を防止できる見通しが立った。
	今年度の開発要素を統合して、単発プレス機で試作した結果、傷の発生が少なく、寸法精度も優れた試作品が得られた。	高品質で安価なマグネシウム合金のプレス加工技術開発の見通しが得られた。

#### 【来年度の課題】

順送金型による量産化に向けて、表面粗度が優れた 25 ~ 30mm 程度の角筒絞りがある製品を 1 万ショット程度の準量産が可能になるように、各開発要素の開発を進める。すなわち、金型設計・製作、表層の構造設計・加工法、潤滑剤、プレスにおいて、それぞれシミュレーション等も活用し量産化を可能にする最適化を進め、メンバー相互の連携を深めて試作、実機試験、評価を繰り返して高速温間プレス成形法の開発を図る。

### 5. 事業化の目標と当該年度に把握した事業化を取り巻く環境変化

モバイル情報機器分野や自動車分野においてマグネシウム製品のニーズは高まる一方である。マグネシウム合金材料の開発は目覚しく、圧延材のみならず押出材等も開発されつつある。また、マグネシウム合金は難加工材であるが、成形法も従来のチクソモールドやダイカストに加えてプレスや切削加工などの開発に参入する企業が増えてきた。拡大するマグネシウム製品市場を見越して、材料面でも加工面でも業界ニーズに応え、競争力を高める技術として開発が進んでいると言える。中でも、マグネシウム合金のプレス加工は、軽量化、高度化が著しい情報機器産業における量産を可能にする加工法として、確立が急がれている。本プロジェクトのメンバーである(株)カサタニでは、昨年春にマグネシウム事業部を立ち上げたが、新規受注案件の打診が数件あるという。高品質化とコストダウンの両方を可能にするプレス加工法の確立を図るが急がれ、金型、プレス、潤滑剤等の開発要素を含めて統合的な開発を進める。

