

平成17年度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 (代表者氏名)	財団法人金属系材料研究 開発センター(奥村直樹)	所在地	〒105-0003 東京都港区西新橋 1-5-11 (Tel: 03-3592-1282)		
技術分野	金型分野	技術区分	新素材加工金型技術 / 金型加工技術	研究開発課題	鍛造/プレス / 粉末冶金技術
テーマ名	難加工マグネシウム合金大型板材の高効率量産プレス 成形金型に関する研究開発		研究開発期間	平成 17 年 4 月 1 日 ~ 平成 18 年 2 月 15 日	

1. 委託業務の概要

マグネシウム合金はリサイクル性に優れ、高強度・高剛性を有することから、携帯用家電製品への応用が増えている。今後、壁掛けをも視野に入れた薄型軽量化が指向されているプラズマディスプレイおよび大型液晶ディスプレイは大幅な需要が見込まれ、さらには京都議定書の発効とともに、欧米を始めとして、国内でも既に自動車の軽量化を目指したマグネシウム合金プレス材の応用が検討されている。しかしながら、これらの部材製造にはかなりの大型金型を必要とし、マグネシウム合金のように温間プレス加工を必要とする場合、金型の加熱だけでも大電力とともに長時間を必要とする。また、プレス加工には潤滑剤が必須であるが、製品表面に残留した場合の耐食性および表面処理性の問題がある。マグネシウム合金製大型プレス部材を製造する場合、これらの問題解決が不可欠である。

そこで、本事業では上記のような大型マグネシウム合金プレス部材の高効率生産技術を確立するため、金型の表面近傍のみの局部急速加熱を行うための新規フィルムヒーターの設計および製造、無潤滑あるいはミニマム潤滑加工を可能にする金型への薄膜コーティングおよびリコーティング技術に関する研究開発を行う。

2. 技術目標値

(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

本研究開発では、大型プラズマディスプレイのフレーム枠、自動車のボディパネル材等の大型部材の薄肉軽量化に対応可能なマグネシウム合金プレス部材の高効率製造技術を確立するために、()複雑形状および曲面を有する大型金型の表面近傍、例えばコーナー部等の加熱を均一かつ効率良く加熱するためのフィルムヒーターの開発およびそれを既存の棒状カートリッジヒーターおよび断熱材とともに組込んだ金型設計・製作、()ドライ・セミドライ加工化(無潤滑、ミニマム潤滑加工)を可能にする金型への潤滑性および耐久性に優れた薄膜コーティング技術およびリコーティング技術の確立を目指す。

本事業の第一の特徴は、大型プレス部品製造に際して、マグネシウム合金板と接触する金型表面近傍のみを効率良く均一に加熱するため、複雑な金型形状にも対応可能で高容量のフィルムヒーターおよびその制御システムを開発するとともに、単純形状部分には従来から使用されているカートリッジヒーターを併用する点にある。さらには、できる限り金型表面近傍のみに熱が集中するように、セラミックス等の断熱材をヒーター下部に配置するとともに、伝熱シミュレーション技術を確立し、金型および製品の熱膨張・熱収縮量の推定による製品寸法精度の向上、ヒーターおよび断熱材位置の最適化、金型表面からの放熱、熱伝導によるプレス機械への熱の放散を最小限に留める技術を開発する。

第二の特徴として、DLC を含めた潤滑性金型コーティング薄膜技術により、温間ドライあるいはセミドライ加工を実現し、製品表面の高品質化とともにグリーンプロセス化を目指す。

(2) 技術目標値

自動車のボンネット等を想定した実用大型金型に対し、局部加熱ヒーターシステムの開発、耐久性に富む潤滑性薄膜のコーティング条件の把握、局部加熱・潤滑条件が最適化された複雑形状大型金型の設計・試作および材料組織を考慮したプレス成形条件の最適化、ヒーター、潤滑の耐久性を極める量産技術の確立を小型金型を用いて行う。

3. 目標値を達成するための解決策と具体的方法

フィルムヒーターについては、使用時の環境、金型形状、制御センサー位置、ヒーター形状及びプレス本体等の諸条件により、昇温特性結果が異なるので、最適熱量については最終年度にさらに追究する。一方では、金型熱膨張によるヒーターの破損が発生したが、対策としては、熱膨張の影響を減らすようにヒーターを小分けしたカートリッジ式フィルムヒーターの規格化および温度制御装置を含めたモジュール化を図り、耐久性向上とともに大幅なコスト低減を狙う。

また、プレス成形試験の結果、実用化のためには寸法精度等を含めた製品品質、コスト、作業性、材料入手等に関し、新たな多くの問題点が提起された。そのため、最終年度は、実際により近い金型形状の熱伝導および熱膨張および熱収縮を考慮したシミュレーション解析を行い、金型に挿入する面状ヒーターの最適位置、加熱量などの最適条件を検討する。

超マイクロプラスト処理を付与した DLC コーティングにより、金型温度が 240～270 のとき、少量の潤滑剤でもテフロンシートと同程度の限界絞り比を達成することができた。今後は、一層の耐久性確保のために中間層及び処理温度の最適化を図るとともに、これらの薄膜コーティングに適した潤滑剤を選定する。リコーティング技術については、既に工具等で実施されているショットプラストによるコーティング薄膜の剥離及びリコーティング技術の横展開を行い、最適な処理技術を選定する。

上記局部加熱・潤滑条件が最適化された複雑形状大型金型の設計・試作および材料組織を考慮したプレス成形条件を最適化する。

マグネシウム合金圧延素材については、実験型を用いたサーボ油圧式プレス機により材料組織およびプレス成形条件と成形性との関連を詳細に調べ、より低温でプレス成形可能な最適組織を有する素材を材料メーカーに提示し、素材の量産体制も整備する。（ヘフィードバックする。）

金型を組み込んだヒーターシステム、潤滑の耐久性を見極めるため、小型の金型を用いた量産実証試験を行う。

4. 当該年度における技術目標値の達成状況と意義

局部加熱ヒーターシステムの開発

大型化に伴い増大する消費電力低減のため、加熱ヒーター位置および加熱ヒーターの形状を最適化した。マイカヒーターをより耐熱性の高い材料で挟み、強固に結合した新ヒーターにより耐久性のある構造とし、また、フィルムヒーターを汎用性のある定規格品（ユニット化）にするとともに、発熱体を SUS 箔抵抗体から Fe - Cr 線抵抗体へ変更したことにより大幅なコスト改善を達成することができた。

耐久性に富む潤滑性薄膜のコーティング条件の把握

コーティング材として DLC 膜を採用した。

局部加熱・潤滑条件が最適化された複雑形状大型金型の設計・試作

各ヒーターをシミュレーション等により金型上に最適になるように配置した。金型昇温に当たっては各ヒーター部の温度を常時監視し、金型全体がほぼ均一に温度上昇するように自動化した。これにより目標の 300 まで 1 時間以内という目標を達成するとともに、局所過熱を防止することができ、88 ユニットのヒーターの断線は皆無であった。

材料組織を考慮したプレス成形条件の最適化

シミュレーションを駆使し、ヒーターの適正配置を決定することができるようになった。また、有限要素法を用いたシミュレーションにより、材料の持つ異方性を考慮した解析を行うことができた。

ヒーター、潤滑の耐久性を極める量産技術の確立

本の葉のプレス、打ち抜き成形試験を 2 万 5 千回実施した。形状劣化は認められず、DLC コーティングの有効性が立証できた。

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

2002年度の電子情報技術産業協会のデータを用い、プラズマディスプレイおよび液晶ディスプレイの生産台数と伸び率から、マグネシウム製品のシェアを30%と仮定すると、事業終了3年後の2008年には270億円の市場規模が予測される。一方、地球環境問題から、燃費向上のため、自動車の軽量化は大きな課題である。エンジン周り部品が直近の課題となっており、国内自動車メーカーも積極的な使用を考えている。欧米ではさらなる先を見通し、ボディパネル材への応用を考えている。ドイツは積極的で、鉄鋼会社がマグネシウム圧延材の研究開発を進めている。マグネシウムを使用したフォルクスワーゲン社のコンセプトカーが110km/lの燃費を達成している。国内でも高級車を始めとした応用展開が予想される。日本自動車工業会の統計データからパネル材へのマグネシウムのシェア15%を仮定すると、2008年度には220億円の市場規模となる。家電製品と自動車部品に参入できれば、新市場開発、環境問題軽減という波及効果が期待される。

市場が大きければ、反面リスクも大きく、事業化には慎重に取り組みたい。初年度の成果として、A3サイズのブリーフケース(単純形状中型金型)の製品化に成功した。2年目はプラズマディスプレイ等の筐体の製作に成功した。本年度は自動車の大型ボンネットパネルのプレス成形に成功した。

今後はこれらの製品に対する市場の反応を見ながら、大型製品に対する市場化を模索する。市場化に付随する大きな課題は、当方の技術の中流とすると、上流の板材の供給と下流の表面処理技術の進展の程度である。特に板材の供給に関しては問題が多く、1m以上の圧延板の供給先は世界的に限定され、価格も格段に高い。加工技術が確立した現在、安価な大型薄板の製造技術の早期の確立が待たれる。