

難燃性マグネシウム合金の塑性加工技術

—難燃性マグネシウム合金の高機能組織制御と鉄道用車両の開発—

熊本県産業技術センター 生産技術部 高橋 孝誠

〃 深川 和良 (現独立大学法人鹿児島大学 教育学部)
〃 塩澤 勇 (現福岡市役所)

1. はじめに

本研究は、平成17年度～18年度地域新生コンソーシアム事業で実施したものであり、次期新幹線の内装材（ドア、シート、荷棚、テーブル他）への難燃性マグネシウム合金の適用を想定し、内装材製造に係わる熔解・鋳造、塑性加工、プレス成形、溶接技術を確立し、さらに疲労強度等の基礎物性の評価を行い、総合的な生産技術を確立することにより大幅なコストダウンを目指した。内装材にはプレスの絞り、曲げ部材が多くあり、本研究開発において低コスト、温間でのプレス成形技術を確立することにより、鉄道用車両部材創出の達成を目標に研究開発を行った。

2. 実験方法及び実験結果

(1) 塑性流動シミュレーション

難燃性マグネシウム合金（AMX602、押出-T4処理材板厚1mm）を供試材として、プレス成形シミュレーションに必要な材料物性値、温間（150°C、200°C、250°C）でのヤング率、ボアソン比、真応力-真歪み線図（スイフトの式）、ランクフォード（r）値（0°、45°、90°方向）、摩擦係数、FLD成形限界曲線を材料試験により求めた。

次に円筒深絞りを解析対象として、プレス成形シミュレーションシステム（PAM-STAMP）を使用し、材料試験により得られた材料物性値を入力データとして、金型温度、ダイ形状、摩擦係数、板押さえ力、絞り比等の成形要因をパラメータとしたプレス成形シミュレーションを実施し、プレス成形工程におけるわれ、しづ、材料流動性等の検証を行い、プレス成形に影響を及ぼす要因の最適化を図った。

(2) 温間成形

円筒絞り成形での評価を行った。まず潤滑剤の選定を行った。塑性加工性を評価するため、市販のAZ31マグネシウム合金板との比較を行った。また温間成形におけるT4処理の有効性を確認するため、これらの比較も同時に行っている。最後に、成形温度と成形速度

の関係について実験を行った。

金型の加熱は型に内蔵されているヒータを用い、ブランク材の加熱も金型で行った。用いたブランク材は直径170mm厚さ1mmの円板である。パンチ径100mmを用いた。この場合、35mmの絞り深さ（絞り比1.7）まで成形できた場合を成功とし、途中でフランジ部に割れ等が生じた場合は失敗としている。また成形中に破断した場合は、その時点での成形深さを記録した。しづ押荷重は60kNに固定して行った。実験条件を表1に示す。

表1 実験条件

	実験項目		
	潤滑剤選定	材質比較	加工条件
材料	AMX602 (T4処理材)	AZ31材	AMX602 (T4処理)材
		AMX602材	
		AMX602 (T4処理)材	
成形速度	0.5mm/s以下	0.5mm/s以下	10mm/s以下
潤滑剤	プレコートタイプ潤滑剤	プレコートタイプ潤滑剤	プレコートタイプ潤滑剤
	鍛造用工作油ベース潤滑剤		
	プレス用工作油ベース潤滑剤		
	熱処理用油ベース潤滑剤		

3. 実験結果

(1) 塑性流動シミュレーション

成形シミュレーション条件を表2に示す。実物の1/4モデルでの評価を行った。図1は金型温度が及ぼす影響を解析したものである。それぞれ金型温度150°C、200°C、250°Cに対し、絞り深さが30mm、30mm、35mmの解析結果である。下段の図はそれぞれの温度におけるFLD成形限界曲線を示している。上段の図はFLD成形限界曲線に基づき成形材に発生するわれ、しづの

評価を行ったものである。図中赤色はしわ発生領域、橙色はしわの危険領域、緑色は安全領域を示す。それぞれ左から絞り深さが 30mm、30mm、35mm を少し過ぎたところでしごき状態となるため計算がストップしているが、この時点まではいずれの温度においても割れの領域は観察されず、いずれも解析上は絞りが可能との結果が得られた。

表 2 円筒絞りシミュレーション条件

条件	内容
プランク形状	$\phi 170$ 、 $t=1.0$ (AMX602)
成形深さ	35mm
メッシュサイズ	MAX8.5mm アダプティブ メッシュ 2回
板押さえ力	60KN(解析は 1/4 モデル 使用、15KN)
ダイ	$\phi 102.2$ 、ダイ肩 R8
パンチ	$\phi 100$ 、先端 R8

$T=150^{\circ}\text{C}$

$T=200^{\circ}\text{C}$

$T=250^{\circ}\text{C}$

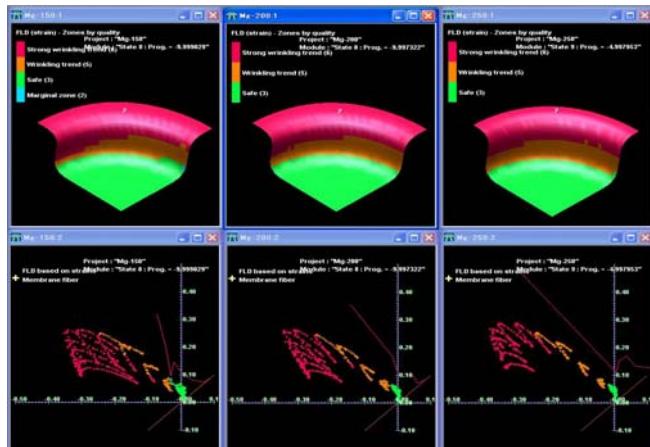


図 1 金型温度の影響

(2) 温間成形における潤滑油の影響

図 2 に潤滑剤における成形評価を示す。プレコート潤滑剤、鍛造用工作油ベース潤滑剤、プレス用工作油ベース潤滑剤、及び熱処理用油ベース潤滑剤を A、B、C、D と表記している。潤滑剤 C、D は他に比べるとか

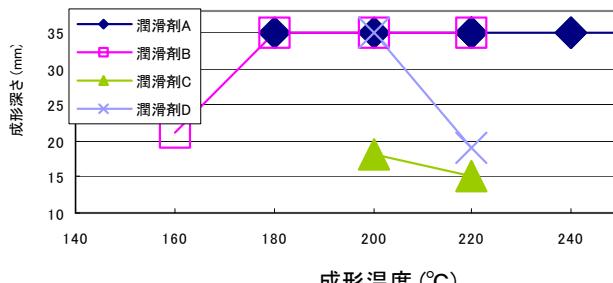


図 2 潤滑剤における成形性評価

なり劣っており、潤滑剤 B は 200°C 前後で比較的成形性が良いことがわかる。実験を行った温度範囲では、良好でかつ安定した成形性を示したのはプレコート潤滑剤であった。

(3) 温間成形における材料の成形性

図 3 に各種材料の成形速度と成形温度の関係を示す。AZ31 は実験を行った温度領域では安定した成形性を示した。難燃性マグネシウムは、温度が低いと、成形速度が低速でないと成形が行えず温度上昇とともに、成形が可能な速度が上がっていく傾向にあった。また今回の実験では、成形性に対する熱処理の影響は見られなかった。

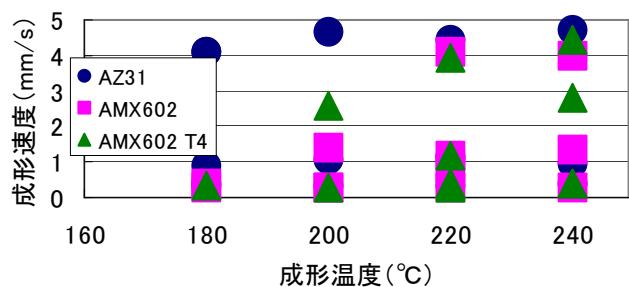


図 3 マグネシウム合金板の成形性

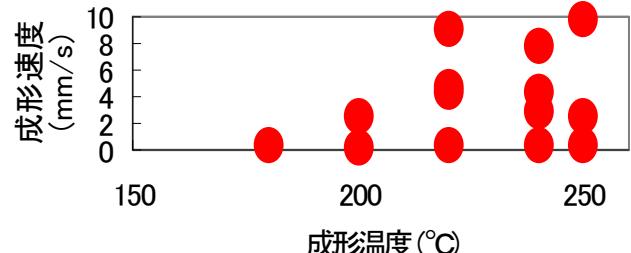


図 4 成形速度と成形温度の関係

(4) 温間成形における成形速度と成形温度の関係を示す。難燃性マグネシウム合金では、成形速度が低い場合 180°C 以上あれば成形が可能であるが、安定した成形領域としては、 220°C 以上が必要となることを示している。

3. まとめ

- 組成流動シミュレーションと実験結果は一致した傾向を示すことから、金型設計や加工条件設定に有効な手段となり得る。
- 成形においては潤滑油の選定が重要な要素になるが、実験範囲ではプレコート潤滑油が良好な結果を示した。
- AZ31 に比較して、難燃性マグネシウム合金の成形性は劣るが、成形温度 220°C 以上では比較的安定した成形が可能となる。

問い合わせ先: 生産技術部・高橋孝誠・096-368-2101・

ktakahas@kmt-iri.go.jp