

研究テーマ名 | ポーラスAlの気孔構造制御による軽量衝撃吸収材料の開発

機関名：名古屋大学

プロジェクト概要

【目的】

本研究では、超軽量金属素材であるポーラスアルミニウム（以後、Alと略記）の気孔構造を高次制御する。特に、ポーラスAlの衝撃吸収能力に着目し、高プラトー応力と高緻密化開始ひずみの並立により、軽量で高衝撃エネルギー吸収量を示すポーラスAlを開発する。ポーラス構造化の技術としては、スパーサー法および金属粉末積層造形法（3Dプリンタ）を用い、前者では気孔径のバイモーダル化、後者ではラティス構造の最適化を通じて課題解決を図り、デザイン可能な軽量高衝撃吸収素材を開発する。

■研究項目と達成目標

- ①スパーサー法によるポーラスAlの製造と気孔形態高次制御：気孔率80%以上、気孔径30μm以下と300μm以上のバイモーダル構造を持つポーラスAlの製造
- ②金属3Dプリンタを用いたポーラスAlの製造と熱処理による組織制御：達成目標：熱処理により、延性が20%を超える金属組織を得る。ポーラス構造としては、少なくとも3種類以上を作製し、圧縮変形挙動を明らかにする。
- ③ポーラスAlの特性評価とその解析（静的圧縮強度と熱伝導率）：変形メカニズムの解明。緻密化開始ひずみ60%以上、プラトー応力1～10MPaで可変。エネルギー吸収効率が90%以上とする。押込試験により高速圧縮試験のための予備データを取得する。
- ④高速圧縮試験による衝撃吸収エネルギー：変形メカニズムの解明。衝撃圧縮試験でエネルギー吸収を評価する。

【成果】

本研究課題では、ポーラスAlを用いた衝撃吸収部材の開発に取り組んだ。ポーラスAlを粉末法焼結法および3D積層造形法により作製し、気孔形態（ラティス形態）と圧縮変形挙動との関係を解明した。設計自由度が高く使用環境に応じた衝撃吸収特性を任意に付与できる材料開発および産業応用可能な簡便なプロセス開発を実施した。

- (a) バイポーラス構造を持つポーラスAlの圧縮変形挙動を実証した。バイポーラス構造をもつポーラスAlを作製し、目標として掲げていた平坦なプラトー領域（ $d\sigma/d\varepsilon=0$ ）を得ることに成功した。
- (b) ラティス構造体の圧縮変形挙動を理解するための観察・解析手法を構築した。3D積層造形により製造したラティス構造体を用い、圧縮変形挙動を連続写真およびX線CTを用いて観察した。また、ラティス構造特有の変形挙動をFEMを用いたイメージベースシミュレーションにより解析した。
- (c) 独創的なバイポーラスAl製造手法を開発した（大型化・量産化への道筋）。焼結助剤として二元系共晶Al合金（Al-Cu, Al-Mg）粉末を用いると無加圧焼結でバイモーダルポーラスAlが製造できる可能性を見出した。この方法では、焼結時の加圧や焼結前の圧粉成形も不要であることから、簡便に大型の部材を作製する可能性が示唆された。
- (d) 高速圧縮試験により、高速ひずみ変形における衝撃吸収材料としての特性を評価することができた。また、簡便な静的圧縮試験から高速ひずみ変形中の変形挙動を予測可能であることを明らかにした。

