



Title	ロータス型ポーラス金属の弾塑性挙動
Author(s)	多根, 正和
Citation	大阪大学, 2004, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/639">https://hdl.handle.net/11094/639</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名	多根正和
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第18796号
学位授与年月日	平成16年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 基礎工学研究科システム人間系専攻
学位論文名	ロータス型ポーラス金属の弾塑性挙動
論文審査委員	(主査) 教授 平尾 雅彦 (副査) 教授 小坂田宏造 教授 小林 秀敏 産業科学研究所教授 中嶋 英雄

### 論文内容の要旨

最近、一方向に揃った円柱状のポアを有するロータス(レンコン)型ポーラス金属が開発された。その一方向性のポアのため、ポアに平行方向の負荷ではポア近傍に応力集中を生じない。そのため、ポーラス化による急激な強度低下を起こさず、ロータス金属は機能性材料のみならず、構造材料としても期待されている。機能性材料および構造材料として使用するためには、その機械的性質の把握が不可欠である。本研究ではロータス型ポーラス金属の弾塑性挙動を実験とマイクロメカニクスの手法に基づくモデル計算との両側面から研究した。

超音波共鳴法によりロータス型ポーラスマグネシウム、ロータス鉄、ロータス銅の異方性弾性定数およびロータス銅弾性定数の温度依存性を計測した。その結果、ロータス型ポーラス金属は、そのポア形態のため、ポアの長手方向をc軸とした六方晶系(面内等方体)の弾性対称性を示すことが明らかとなった。また、ロータス金属の弾性定数にはポロシティと一方向ポアのみならず、一方向凝固による母材の集合組織も強く影響する。

従来のマイクロメカニクスの手法を改善し、ロータス型ポーラス金属の弾性定数およびその温度依存性を予測する手法を確立した。この手法を用いれば、単結晶の弾性定数、ポロシティ、結晶配向からロータス金属の弾性定数およびその弾性定数の温度依存性を予測することが可能である。

ロータス型ポーラス鉄の圧縮試験により、ポアの方向性による降伏応力異方性などの塑性挙動異方性を明らかにした。また、マイクロメカニクスの手法に基づきポーラス金属の降伏応力および応力-ひずみ曲線を計算する方法を考案した。この方法では、ポーラス金属のポロシティ、ポア形状、母材の弾塑性異方性の影響を考慮することが可能である。また、その手法による計算結果は実験結果をほぼ再現することが可能であり、考案した手法はロータス型ポーラス金属の塑性挙動予測法として期待できる。

### 論文審査の結果の要旨

本論文は、近年開発されたロータス型ポーラス金属の弾塑性挙動を実験とマイクロメカニクスに基づくモデル計算との両側面から研究した成果をまとめたものである。一方向にそろった円柱状のポア(空孔)を有するロータス型

ポーラス金属は、その配向されたポアのためポアに平行な負荷に対して応力集中を生じない。その結果、ポーラス化による急激な強度低下を起こさず、機能性材料・生体材料のみならず、軽量構造材料としても期待されている。これらの実用化のためには、その機械的性質の把握が不可欠であった。

まず、超音波共鳴法によりロータス型ポーラスマグネシウム・鉄・銅の異方性弾性定数およびこれらの温度依存性を計測した。その結果、ロータス型ポーラス金属は、そのポア形態および一方向凝固による母材の集合組織のため、ポアの長手方向を  $c$  軸とする六方晶系（面内等方体）の弾性対称性を示すことが明らかとなった。これに対し、マイクロメカニクス理論（平均場近似と等価介在物理論）に基づいてロータス型ポーラス金属の弾性定数を予測する計算手法を確立した。この手法によれば、単結晶弾性定数・空孔率・結晶配向からロータス金属の弾性定数を予測することが可能となった。

続いてロータス型ポーラス鉄の圧縮試験により、降伏応力の異方性を明らかにした。また、巨視的なせん断ひずみエネルギー密度から降伏応力および応力-ひずみ曲線を計算するマイクロメカニクス手法を考案した。この手法による計算結果は実験結果をほぼ再現しており、考案した手法はロータス型ポーラス金属の塑性挙動予測法として期待できる。

以上のように、本論文ではロータス型ポーラス金属の弾塑性挙動を説明する力学モデルを確立している。提案された方法は複合材料全般に広く適用可能であることから博士（工学）の学位論文として大いに価値のあるものと認める。