

Title	ロータス型ポーラス金属の疲労特性
Author(s)	関, 宏範
Citation	大阪大学, 2008, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/48711">https://hdl.handle.net/11094/48711</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

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

Osaka University

氏名	関 宏 範
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 22033 号
学位授与年月日	平成 20 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科マテリアル生産科学専攻
学位論文名	ロータス型ポーラス金属の疲労特性
論文審査委員	(主査) 教授 中嶋 英雄 (副査) 教授 古城 紀雄 教授 森 博太郎 准教授 宇都宮 裕

### 論文内容の要旨

本論文は、軽量化構造部材としての使用が期待されるロータス型ポーラス金属の疲労特性を明らかにすることを目的として疲労強度および疲労破壊機構を調べ、考察した結果をまとめたものである。

第 1 章では、従来のポーラス金属の研究を概観、ロータス型ポーラス金属の作製方法を解説し、それを基に本研究の目的を述べた。

第 2 章では、水素の加圧雰囲気下にて一方向凝固を行い作製したロータス銅の疲労試験を行ない、疲労強度に及ぼす気孔の影響を調べ、さらに、疲労試験後の破面を観察した結果、(1)ロータス銅の疲労強度は、気孔率、負荷方向、気孔径の分布に依存すること、(2)負荷の方向に関係なくロータス銅の疲労強度は引張強度と正の相関関係を示すこと、(3)気孔はき裂の進展方向に影響を及ぼすこと、(4)銅の延性は高く疲労き裂先端の応力集中を塑性変形によって緩和可能であるため、 $10^5$  サイクルの疲労強度は引張強度の約 1/2 であることを明らかにした。

第 3 章では、ロータス銅の疲労による塑性ひずみの変化、初期き裂の発生、進展の挙動などの試験開始から疲労破壊までの過程を調べ、ロータス銅の疲労破壊の機構を調べた結果、(1)気孔の長手方向に平行な方向から荷重を加えた場合の塑性ひずみ範囲は、垂直な方向から荷重を加えた場合のそれに比べて大きいこと、(2)気孔の長手方向に平行な方向から荷重を加えた場合にはすべり帯は全面的に生成し、垂直な方向から荷重を加えた場合にはすべり帯は局所的に生成すること、(3)負荷の方向に関係なく疲労き裂はすべり帯から発生すること、(4)気孔の長手方向に平行な方向から荷重を加えた場合の疲労き裂は気孔に関係なく直線的に進展し、垂直な方向から荷重を加えた場合の疲労き裂は気孔を連結するように進展することを明らかにした。

第 4 章では、集合組織および気孔形態による強度異方性を有するロータスマグネシウムの疲労試験を行ない、それらの強度異方性が疲労強度に及ぼす影響を調べた結果、(1)負荷の方向に関係なく気孔率の増加に伴い疲労強度は急激に低下すること、(2)ロータスマグネシウムの破面はロータス銅の破面に比べて非常に荒いこと、(3)ロータス銅と同様に負荷の方向に関係なくロータスマグネシウムの疲労強度は引張強度と正の相関関係を示すこと、(4)マグネシウムの延性は低く疲労き裂先端の応力集中を塑性変形によってほとんど緩和できないため、 $10^5$  サイクルの疲労強度は引張強度の約 1/3 であることなどを明らかにした。

第 5 章では、本研究の総括を行い、本研究の成果をまとめた。

## 論文審査の結果の要旨

一方向に並んだ円柱状の気孔を有するロータス金属の強度は従来のポーラス金属の強度よりも高いため、ロータス金属は多孔質の特性を有する構造部材として使用されることが期待されている。本論文は、ロータス金属に対して疲労試験を行ない、ロータス金属の疲労強度に及ぼす特異な気孔形態および母材の影響、疲労破壊機構、ロータス金属の疲労強度と引張強度の関係について検討を行なったものである。

得られた結果を要約すると以下のとおりである。

(1) 疲労の特徴が顕著に現れる銅をモデル材として、ロータス銅に対して疲労試験を行ない、疲労強度に及ぼす気孔率、気孔の傾き及び気孔径分布の影響を明らかにしている。特に、疲労強度と気孔率の関係式を得ることに成功しており、この結果、任意の気孔率に対する疲労強度を計算から求めることができることを示している。

(2) き裂生成挙動および進展挙動を調べた結果、疲労き裂はすべり帯から発生すること、比較的大きな気孔から疲労き裂が発生しやすいこと、すべり帯の観察によって負荷の方向により応力の作用の仕方が異なること、各負荷方向・気孔径分布によってき裂進展の方向が異なることを明らかにしている。また、塑性ひずみ量は負荷方向によって異なることを明らかにし、き裂の生成挙動は応力分布の影響であることを見出している。

(3) ロータスマグネシウムの疲労強度を調べた結果、集合組織による強度異方性と気孔形態による強度異方性の2つの異方性がロータスマグネシウムの疲労強度に影響していることを明らかにしている。また、ロータスマグネシウムの気孔率と疲労強度の関係を明らかにし、ロータス銅の結果と比較することで、マトリックスが疲労強度におよぼす影響を見出している。

(4) ロータス金属の疲労強度と引張強度の関係を調べ、マトリックスや負荷の方向に関係なく引張強度の増加に伴い、疲労強度が増加すること、引張強度と疲労強度は正の相関関係を示すこと、また、ロータス金属の疲労強度は引張強度の  $1/2$  から  $1/3$  であることの知見を得ている。

以上のように、本論文はロータス金属の疲労特性を様々な方向から調べることにより、実用化が期待されているロータス金属の疲労特性を系統的に明らかにし、ロータス金属を使用する上での信頼性を確保するとともに、疲労強度と気孔率および引張強度との関係を得ており、材料工学の発展に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。