The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	ロータス型ポーラス炭素鋼の機械的性質の測定と解析
Author(s)	久次米, 利彦
Citation	大阪大学, 2008, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/48667
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏　　名　久次米　利　彦（くじめ　とし　ひこ）

博士の専攻分野の名称　博　士（工　学）

学　位　記　番　号　第　２２０２０　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科学専攻

学　位　論　文　名　**ロータス型ポーラス炭素鋼の機械的性質の測定と解析**

論文審査委員　（主査）
教　授　中嶋　英雄

（副査）
教　授　掛下　知行　　教　授　白井　泰治　　准教授　宇都宮　裕

論　文　内　容　の　要　旨

本論文は、実用上重要な構造用材料としての使用が期待されるロータス型ポーラス炭素鋼の引張、圧縮および衝撃挙動を調べ、その機械的性質を明らかにし、３次元モデル解析による機械的性質の予測の可否を検討した結果をまとめたものである。本論文は以下の７章から構成されている。

第１章では、過去に行われてきたロータス型ポーラス金属の機械的性質に関する研究について概観し、本研究の背景と目的について述べた。

第２章では、種々の炭素量の炭素鋼を原料として連続帯溶融法を用いてロータス型ポーラス炭素鋼を作製し、その気孔形態を調べて、⑴　ロータス型ポーラス炭素鋼の気孔の成長方向に垂直な気孔形状はほぼ円形であること、⑵作製雰囲気の水素分圧および原料の炭素量の増加と共に気孔率が増加すること、⑶　気孔径は水素分圧および原料の炭素量によらずほぼ一定であること、を明らかにした。

第３章では、作製ままのロータス型ポーラス炭素鋼の引張および圧縮試験を行い、引張および圧縮特性について調べ、⑴　最大引張強度は気孔の存在を考慮した予測値よりも小さくなること、⑵　降伏強度はその予測値よりも大きくなること、⑶　これらの機械的性質の特徴はミクロ組織に関連していること、を明らかにした。

第４章では、作製したロータス型ポーラス炭素鋼に熱処理を施し、引張試験にて熱処理前後の引張特性の変化を調べ、⑴　焼入れ－低温での焼戻しにより引張強度は作製ままよりも大きくなること、⑵　焼ならしにより伸びを改善できること、を明らかにした。

第５章では、ロータス型ポーラス炭素鋼の３次元モデル化を行い、有限要素法による解析によって引張および圧縮特性をシミュレーションし、⑴　作製した３次元モデルはロータス型ポーラス炭素鋼の複雑な気孔形態をある程度再現できること、⑵　圧縮での解析において、ひずみ５％までは応力－ひずみ挙動の計算結果と測定結果が一致すること、⑶　引張での解析において、ヤング率の計算結果と測定結果が一致すること、⑷　イメージベースモデルはロータス金属の弾塑性挙動を精度よく予測できること、を明らかにした。

第６章では、ロータス型ポーラス炭素鋼のシャルピー衝撃試験を行い、衝撃特性について調べ、⑴　作製ままのロータス型ポーラス炭素鋼は粉末冶金法で作製したポーラス金属に比べてクラック伝播に要する吸収エネルギーが大きいこと、⑵　ロータス型ポーラス炭素鋼のクラック発生に要する吸収エネルギーは熱処理によらずほとんど同じになるが、クラック伝播に要する吸収エネルギーは熱処理温度の増加に伴い増加し衝撃特性を改善できること、を明らかにした。

第７章では、本論文の総括を行った。

論文審査の結果の要旨

本論文は、実用上重要な構造用材料としての使用が期待されるロータス型ポーラス炭素鋼の引張、圧縮および衝撃挙動を調べ、その機械的性質を明らかにし、３次元モデル解析による機械的性質の予測の可否を検討している。

本研究で得られた主要な研究成果は以下の通りである。

⑴　連続帯溶融法により気孔が一方向にそろったロータス型ポーラス炭素鋼を作製し、気孔率は雰囲気の水素分圧の増加と共に増加し、気孔径は水素分圧および原料の炭素量によらずほぼ一定であるとの知見を得ている。

⑵　ロータス型ポーラス炭素鋼の最大引張強度は気孔の存在を考慮した予測値よりも小さくなり、降伏強度はその予測値よりも大きくなることを見出している。また、これらの機械的性質の特徴はミクロ組織に関連することを明らかにしている。

⑶　ロータス型ポーラス炭素鋼の引張強度は焼入れおよび低温での焼戻しの熱処理により作製ままの引張強度よりも大きくなること、また、焼ならしの熱処理によりロータス型ポーラス炭素鋼の伸びを改善できることを見出している。

⑷　イメージベースモデリングにて作製した３次元モデルはロータス型ポーラス炭素鋼の複雑な気孔形態をある程度再現できることを見出している。また、ひずみ５％まではそのモデルを用いた有限要素法による圧縮応力－ひずみ挙動の計算結果が測定結果とよく一致すること、また、引張におけるヤング率の計算結果が測定結果とよく一致することを見出している。

⑸　ロータス型ポーラス炭素鋼の衝撃特性において、作製ままのロータス型ポーラス炭素鋼はポーラス焼結金属に比べてクラック伝播に要する吸収エネルギーが大きいことを見出している。そして、ロータス型ポーラス炭素鋼のクラック発生に要する吸収エネルギーは熱処理によらずほとんど同じになるが、クラック伝播に要する吸収エネルギーは高温で熱処理することにより増加し衝撃特性を改善できるという知見を得ている。

以上のように、本論文はロータス型ポーラス炭素鋼の機械的性質を明らかにし、３次元イメージベースモデルを用いることにより弾塑性挙動を精度よく予測できることを検証している。ロータス型ポーラス炭素鋼は軽量高剛性構造材料や高強度なエネルギー吸収材料としての応用も期待できる。従って、学術的にも実用的にも極めて重要な知見を多数含んでおり、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。