OUKA
Osaka University Knowledge Archive

Title	ロータス型ポーラス炭素鋼の作製と機械的性質及び構造部材への応用
Author(s)	樫原, 一
Citation	大阪大学, 2013, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/59935
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。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名	樫原（かしはら） 誠（まこと）
博士の専攻分野の名称	博士（工学）
学位記番号	第 26203 号
学位授与年月日	平成25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炭素鋼の作製と機械的性質及び構造部材への応用
論文審査委員	(主査) 教授 宇都宮 裕 (副査) 産業科学研究所招へい教授 中嶋 英雄　教授 中田 一博 教授 中野 貴由　准教授 多根 正和

論文内容の要旨

本論文では，窒素ガスを用いて連続帯溶融法でロータス炭素鋼を作製し，機械的性質を明らかにし，その作製条件を基に，ロータス炭素鋼厚鋼板を連続鋳造法で作製し，気孔形態に及ぼす影響を明らかにした．そして，ロータス炭素鋼厚鋼板で横形マシニングセンタのサドルを製作し，その機械特性を比較評価した．本論文は以下の全8章より構成されている．

第1章では，ロータス金属の製造法，機械的性質，窒素を含む鉄鋼材料，工作機械の構造部品の軽量化に関する研究について概観し，本研究の背景と目的を述べた．

第2章では，窒素ガス雰囲気で連続帯溶融法を用いてロータス炭素鋼を作製し，その気孔形態を調べた．その結果，窒素2.5 MPaでは，移動速度が増加するに従い，気孔率と平均気孔径は減少することを見出し，これは過冷却度が増加してマトリックス部に固溶する窒素が多くなり，形成される気孔が少なくなったことによることを明らかにした．

第3章では，連続帯溶融法を用いてロータス炭素鋼を作製し，機械的性質について調べた．その結果，降伏強度は，気孔率20%まで減少せず，ノンポーラス炭素鋼より比強度は高いことを見出し，窒素の固溶体硬化によることを解明した．

第4章では，連続鋳造法を用いてロータス炭素鋼厚鋼板を作製し，窒素とアルゴンの混合ガスで作製したロータス炭素鋼厚鋼板には，気孔同士の合体による気孔の粗大化が少なく，均一で微細な気孔が分布し，窒素2.5 MPaで作製したものは厚鋼板端部に傾いた微細な気孔同士の合体により粗大気孔を，中央部に微細気孔を有することを明らかにした．

第5章では，NiO粉末を添加し，気孔形態に及ぼす影響について調べた．その結果，NiO粉末は凝固中に固相から吐き出された窒素のうち雰囲気へ放出される窒素を捕捉し，気孔生成の核となって気孔率を増加させることを明らかにした．

第6章では，ロータス炭素鋼厚鋼板を溶接し，接合部の組織，溶接強度について調べた．その結果，引張強度は，両面各1層溶接より両面各2層溶接の方が高いこと，気孔成長方向に垂直方向より平行方向に引張った方が高いことを明らかにした．

第7章では，ロータス炭素鋼製サドルを搭載した横形マシニングセンタの機械特性を比較評価した．その結果，軽量化により，残留振動の抑制および消費電力の削減の効果があること，静剛性，切削性能，ビビリ限界の特性が低下したこと，ロータス炭素鋼厚鋼板特有の構造により比剛性が高まり，重量が41%と大幅に軽減したにもかかわらず，静剛性は13～27%の低下に抑えられることを明らかにした．

第8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

本論文では，窒素ガスを用いて連続帯溶融法でロータス型ポーラス炭素鋼を作製し，機械的性質を明らかにした上で，その作製条件を基に，連続鋳造法でロータス型ポーラス炭素鋼厚鋼板を作製し，気孔形態に及ぼす影響を明らかにしている．さらに，作製されたロータス型ポーラス炭素鋼厚鋼板を用いて，横形マシニングセンタのサドルを試作し，その機械特性を評価している．本論文は以下の全8章より構成されている．

第1章では，ロータス金属の製造法，機械的性質，窒素を含む鉄鋼材料，工作機械の構造部品の軽量化に関する研究について概観し，本研究の背景と目的を述べている．

第2章では，窒素ガス雰囲気下で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いる．その結果，窒素 2.5 MPa では，移動速度の増加とともに，気孔率と平均気孔径は減少することを見出し，過冷却度増加による固溶窒素量の増加によって生成される気孔数が減少したためと考察している．

第3章では，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，その機械的性質について調べている．その結果，降伏強度は，気孔率20%以下では気孔率の増加にともなう減少が見られず，またノンポーラス炭素鋼より比強度が高いことを見出し，それらの原因が窒素の固溶体硬化にあることを解明している．

第4章では，連続鋳造法を用いてロータス型ポーラス炭素鋼厚鋼板を作製し，窒素とアルゴンの混合ガス中で作製したロータス型ポーラス炭素鋼厚鋼板では，気孔同士の合体による気孔の粗大化が少なく，均一に微細な気孔が分布することを見いだした．一方，窒素のみで厚鋼板を作製する場合，板端部での傾いた微細な気孔同士の合体により粗大化した気孔が発生することを明らかにしている．

第5章では，NiO粉末を添加し，気孔形態に及ぼす影響について調べている．その結果，NiO粉末は凝固中に固相から放出される窒素を捕捉して気孔生成の核として働き，気孔率を増加させることを明らかにしている．

第6章では，ロータス型ポーラス炭素鋼厚鋼板の溶接を試み，接合部の組織，溶接強度について調べている．その結果，引張強度は，両面各1層溶接よりも両面各2層溶接の方が高いこと，気孔成長方向の引張強度は垂直方向の強度よりも高いことを明らかにしている．

第7章では，ロータス型ポーラス炭素鋼製サドルを作製し，横形マシニングセンタに搭載して機械特性を評価している．その結果，サドルの軽量化は残留振動の抑制および消費電力の削減に効果があること，静剛性，切削性能，ビビリ限界の特性を低下させることを明らかにしている．また，比剛性の増加により重量が41%と大幅に軽減したにもかかわらず，静剛性は13～27%の低下に抑えられたことを報告している．

第8章では，本研究の総括を行い，本研究の成果をまとめている．

以上のように、本論文はロータス型ポーラス炭素鋼の作製条件を調査し，その機械的性質を明らかにするとともに，作製したロータス型ポーラス炭素鋼から構造部材を作製し，工作機械の特性を評価したものである．学術的に重要な知見を多数含むとともに，ポーラス金属の工業的な応用の大きな可能性を示すもので，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．