



Title	鉄鋼材料のマルテンサイトを利用した結晶粒超微細化と機械的性質の向上に関する研究
Author(s)	上路, 林太郎
Citation	大阪大学, 2004, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/2293">https://hdl.handle.net/11094/2293</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

氏名	上路林太郎
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第18683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 工学研究科知能・機能創成工学専攻
学位論文名	鉄鋼材料のマルテンサイトを利用した結晶粒超微細化と機械的性質の向上に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 南埜 宜俊 (副査) 教授 北川 浩 教授 掛下 知行 助教授 辻 伸泰

### 論文内容の要旨

本論文は、鉄鋼材料のマルテンサイトを利用した結晶粒超微細化と機械的性質の向上に関する研究をまとめたもので、緒論、本章5章および総括の7章より成っている。

第1章は緒論で、本研究の背景、目的および論文の構成について述べている。

第2章では、普通低炭素鋼に対して、マルテンサイトを出発組織とし、圧下率50%のみの冷間圧延と、その後の温間域焼鈍を施すという簡便で新しい加工熱処理プロセスにより、平均粒径数百nmの等軸超微細フェライト粒、均一に分散析出した微細炭化物および焼戻マルテンサイトからなる複相超微細粒組織が得られることを明らかにしている。

第3章では、前章で示した新しいプロセスにより得られる複相超微細粒鋼の機械的性質について述べている。複相超微細粒鋼は、室温引張特性に関して、900 MPa程度の高強度と均一伸び8%という大きな延性が両立していることに加えて、衝撃特性に関しても、液体窒素温度近傍(-190°C)の温度でも延性破壊を示すなど、優れた機械的性質を有することを明らかにしている。

第4章では、マルテンサイトの冷間圧延・焼鈍プロセスにより得られる組織と機械的性質に及ぼす影響に対する圧下率の影響について述べている。70%までの種々の圧下率の冷間圧延と、その後に種々の温度で焼鈍された材料の強度・延性バランスを評価した結果、900 MPa程度の高強度を有しつつ、大きな延性を得るために、中間の圧下率(50%)が最も適していることを明らかにしている。

第5章では、炭素鋼マルテンサイトの冷間圧延・焼鈍プロセスにより得られる組織と機械的性質に及ぼす、含有炭素量の影響について述べている。含有炭素量が増大すると、圧延材の組織はより微細化され、高強度・高延性を得やすくなることを明らかにしている。

第6章ではマルテンサイトの冷間圧延・温間焼鈍中の結晶粒超微細化機構について考察している。プロセスの出発組織であるマルテンサイトの特徴のうち、特に炭素の過飽和固溶体であることが、圧延による塑性変形により導入されたバウンダリによる初期結晶粒の分断を促進したことを明らかにしている。

第7章では、結論であり、本研究で得られた結果をまとめ、本論文の総括としている。

## 論文審査の結果の要旨

安全性の向上、耐環境負荷の軽減などの観点から、構造用金属材料の高強度化は強く望まれている。特に近年では、平均結晶粒径を  $1\mu\text{m}$  以下にまで超微細化することにより、結晶粒微細化強化を極限まで利用することにより、飛躍的な高強度化を達成しようとする試みが盛んに行われている。最近の研究は、主として強ひずみ加工により結晶粒超微細化を達成しているが、一方で、(1)超微細化には相当ひずみ 4 以上の大きな塑性変形が必要であること、(2)少なくとも単相超微細粒材料の場合には、飛躍的な高強度化は達成されるものの、延性(均一伸び)が低下することという、二点の問題点があることを示している。本論文は、マルテンサイト組織を加工熱処理の出発組織に用いることを最大の特徴とする新しい簡便なプロセスを新たに提案し、強ひずみ加工によらない鉄鋼材料の結晶粒超微細化と機械的性質の飛躍的な向上を試みている。本研究で得られた主な成果は次の通りである。

- (1)マルテンサイトを出発組織として冷間圧延・焼鈍を施す新しい加工熱処理プロセスを普通低炭素鋼に対して適用し、強ひずみ加工を行うことなく結晶粒を超微細化することが可能であることをはじめて明らかにした。さらに、新しいプロセスにより得られた材料は、超微細フェライト粒、均一に分散析出した炭化物および焼戻マルテンサイトからなる複相超微細粒組織を有することを示した。
- (2)新しいプロセスにより得られた複相超微細粒組織を有する鋼は、これまで困難であった高強度と高延性の両立を実現し、優れた室温引張特性を示すことを明らかにした。さらに、複相超微細粒組織を有する鋼は、室温のみならず液体窒素温度近傍の温度でも延性破壊を示すなど、韌性も優れていることを示した。
- (3)普通低炭素鋼に対してマルテンサイトの冷間圧延・焼鈍プロセスを施した場合、900 MPa 程度の十分な高強度を保ちつつ大きな延性を有するためには、適切な圧下率(50%)が存在することを明らかにした。
- (4)マルテンサイトを出発組織とした冷間圧延・焼鈍プロセスを施す低炭素鋼の固溶炭素量を 0.2%C 以下の範囲で変化させた場合、固溶炭素量が増大すると、圧延時の微細化が著しく促進されることに加えて、焼鈍時に微細析出物が多く析出するため、より高強度で高延性を得やすくなることを示した。

本研究で得られた結果は鋼のマルテンサイトを出発組織とするという新しい加工熱処理プロセスにより、簡便に超微細粒組織が得られることを明らかにすると共に、実用に供される上で必要な優れた機械的性質を実現できることを見出している。以上のように、本論文は鉄鋼材料の結晶粒超微細化と機械的性質の向上に対して、工学的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のあるものと認める。