

## 審査の結果の要旨

氏名 大森 章夫

本論文は、鉄鋼材料の結晶粒超微細化手法として、温間温度域における高Z因子（温度を考慮した歪み速度の効果を表す因子）条件の大歪加工によって、粒径  $1\mu\text{m}$  以下の超微細フェライト粒が生成する"再結晶"現象に着目し、超微細フェライト粒組織鋼のマイクロ組織と機械的特性の制御方法の確立を目指したものである。本論文では、①超微細粒組織形成過程とメカニズム、②超微細粒鋼サンプルの大型化、③機械的特性の制御の3つの観点から、超微細粒鋼の工業的な実現と新材料開発に寄与することを目的とした検討を行っている。すなわち、まず、温間大歪加工による超微細粒組織形成過程の詳細を明らかにすることによって、大型のバルク材で結晶粒超微細化を達成するための組織制御指針の確立を目指している。そして、作製したバルク材超微細粒鋼サンプルの強度、延性、靱性といった基本的な機械的特性の支配因子と制御指針を明らかにしたのち、それらを厚鋼板製造プロセスとして適用する場合の可能性と課題を提示している。本論文は以上の研究内容をまとめたものであり、次の6章からなる。

第1章では、鉄鋼における結晶粒微細化の意義について述べ、結晶粒微細化に関する従来の知見をまとめている。そして、温間大歪加工による超微細粒形成機構を考察する準備として、関連する"再結晶"現象の概念を最近の研究の成果をふまえて整理したのち、本研究の目的と意義について述べている。

第2章では、小型サンプルの1パス大歪圧縮実験により、超微細フェライト粒形成過程と粒径に及ぼす歪量、歪速度、加工温度の影響を系統的に調査し、温間大歪加工による超微細フェライト粒生成過程が連続再結晶であることや、得られる結晶粒径がZ因子に支配されることなどを明らかにしている。また、Z因子の増加に伴って等軸状新粒の体積率が減少する実験結果から、等軸状の超微細新粒形成のためには、回復や粒界の短距離移動といった熱活性化過程の作用が重要であることを示している。これらは、連続再結晶による組織形成に及ぼす種々のプロセス因子の影響を定量的に明らかにした初めての研究であり、温間大歪加工を利用した超微細粒鋼の組織制御指針を与える知見である。

第3章では、温間多パス溝ロール圧延による超微細粒棒鋼の創製を通じて、多パス圧延における超微細粒組織の形成過程を詳細に観察し、1パス圧縮試験

の結果と比較している。その結果、温間多パス加工による歪累積効果が確認され、温間多パス圧延が大型バルク材の結晶粒超微細化プロセスとして有効であることが明示されている。

第4章では、粒径  $0.4\ \mu\text{m}$ ~ $10\ \mu\text{m}$  のフェライト粒と分散セメンタイト粒子からなるモデル組織鋼を温間多パス溝ロール圧延によって作製し、加工硬化特性に及ぼすセメンタイト分散とフェライト粒径の影響を明らかにしている。これにより、硬質第2相粒子の分散状態を制御して均一伸びの向上や低降伏比の実現を図る歪硬化設計の有効性と限界が定量的に示された。この結果は、超微細粒組織の延性確保のための組織制御指針を与えるものである。

第5章では、温間多パス圧延の厚鋼板への適用を検討している。一般に板圧延では、多方向加工による歪蓄積が難しいため、超微細粒組織が得られるような大歪を材料内部に導入することが難しい。本研究では、温間多パス2方向圧延によって、板厚中央まで  $1\ \mu\text{m}$  以下の超微細フェライト粒組織からなる板厚  $18\text{mm}$  の厚鋼板を実験室規模で試作することに成功している。そして、圧延による集合組織の発達と、セパレーション発生によるシャルピー衝撃エネルギーの低下を抑えるために、2方向圧下圧延がある程度有効であることを示している。

第6章では、本論文を総括するとともに、温間大歪加工を利用した厚鋼板製造プロセスの可能性と今後の研究課題について論じている。

以上を要約すると、本論文は、温間大歪加工時の連続再結晶によって得られる超微細フェライト粒組織とその機械的特性の制御について検討し、その結果をまとめたものであり、鉄鋼材料学と鉄鋼材料技術の発展に寄与するところが大きい。

よって本論文は博士（工学）の学位論文として合格と認められる。