

準安定オーステナイト系ステンレス鋼における加工 誘起マルテンサイト変態に関する研究

松岡, 禎和

<https://hdl.handle.net/2324/1441185>

出版情報：九州大学, 2013, 博士（工学）, 課程博士
バージョン：
権利関係：やむを得ない事由により本文ファイル非公開（3）



(別紙様式2)

論文要旨

区分	甲・乙	氏名	松岡 禎和
論文題名 準安定オーステナイト系ステンレス鋼における加工誘起マルテンサイト変態に関する研究			

論文内容の要旨

鋼を高温域から急冷することによりオーステナイトがマルテンサイトへと変態する(非等温マルテンサイト変態)。このマルテンサイトは、鋼の化学組成や熱処理条件を適切に制御することにより、広範な強度レベルをカバーできるため、高張力鋼・超強靱鋼をはじめとした多くの鋼の母体組織として用いられている。一方、マルテンサイト変態は非等温マルテンサイト変態のみならず加工によっても発現し、加工誘起マルテンサイト変態と呼ばれる。準安定オーステナイト鋼において、加工により軟質なオーステナイト中に硬質なマルテンサイトが生成すると顕著な加工硬化を示し、高強度の材料が得られる。そして、その機械的性質は生成するマルテンサイトの量に強く依存することが知られており、加工誘起変態に対するオーステナイトの安定度(機械的安定度)を適切に制御することが工業的に非常に重要である。加工誘起変態におけるマルテンサイト生成量は化学組成、オーステナイト粒径、加工方法などの影響を受け、これまで様々な調査がなされてきた。これに対して、加工誘起マルテンサイトの形態や結晶学的特徴に関する報告もあるが、それらが結晶粒径等の種々の因子の違いによりどのように変化するのか、またオーステナイトの機械的安定度にどのような影響を及ぼすのかを系統的に調査した例はない。本研究では、加工誘起変態に関する基礎的な知見を得ることを目的として、化学組成やオーステナイト粒径等、種々の因子の違いに起因した加工誘起マルテンサイト変態挙動の変化をその組織形態や結晶学的特徴に着目して明らかにした。さらに、それらとオーステナイトの安定度の関係についても検討した。

第1章では、本研究の背景および目的について述べた。

第2章では、オーステナイト粒径を種々変化させた準安定オーステナイト系ステンレス鋼(Fe-16mass%Cr-10mass%Ni合金)を用いて、オーステナイトの機械的安定度に及ぼす結晶粒径の影響を調査した。そして、バリエーション選択により生じる変態歪の異方性と空間拘束効果の関係の観点から機械的安定度の粒径依存性を検討した。結晶粒微細化により熱的安定度は顕著に向上するが、機械的安定度には結晶粒径依存性がない。非等温マルテンサイト変態においては、微細化に伴い変態様式が複数のバリエーションが生成するマルチバリエーション変態から単一のバリエーションが生成するシングルバリエーション変態に遷移することによりマルテンサイトの変態に伴う歪の緩和が困難となり安定化される(空間拘束効果)。一方、加工誘起マルテンサイト変態においては、主としてオーステナイトの主すべり面を共通最密面とするバリエーションが生成する。すなわち、変態歪をマルチバリエーション変態により緩和する必要がなくなり、変態機構がシングルバリエーション変態あるいはそれに近い様式へと遷移する。その

結果、空間拘束効果の寄与は小さくなり、オーステナイトの機械的安定度の結晶粒径依存性が発現しない。

第3章では、積層欠陥エネルギーの異なる準安定オーステナイト鋼を用いて、冷間圧延に伴う変形組織の発達とそれに伴う加工誘起マルテンサイト変態の挙動について調査した。変形組織に関わらず、オーステナイトの主すべり面および2次すべり面を共通最密面とするバリエーションの加工誘起マルテンサイトが生成することから、変形組織が結晶学的特徴に及ぼす影響は本質的には同一であるといえる。ただし、その核生成サイト、分散状態、成長挙動はオーステナイトの変形組織によって変化する。 ϵ マルテンサイトが生成する場合(Fe-18mass%Cr-8mass%Ni合金)、粒内に多数存在する ϵ マルテンサイト同士の交差部が核生成サイトとなり、微細な加工誘起マルテンサイトが粒内に均一に分散する。積層欠陥エネルギーが上昇し変形双晶が形成されるようになると(Fe-16mass%Cr-10mass%Ni-2mass%Mo合金)、加工誘起マルテンサイトは粒界近傍の変形双晶界面に生成する。更なる積層欠陥エネルギーの上昇により転位セル組織が発達する場合(Fe-16mass%Cr-12mass%Ni)、すべり系の交差部や粒界で加工誘起マルテンサイト変態が起こり、その後、同一バリエーションの成長・合体により粗大なマルテンサイトブロックを形成する。

第4章では、冷間圧延および冷間伸線に伴う準安定オーステナイト系ステンレス鋼(Fe-16mass%Cr-10mass%Ni-2mass%Mo合金)の変形組織の発達挙動および加工誘起マルテンサイト変態挙動の相違を調査し、機械的安定度に及ぼす加工方法の影響を組織形態の観点から検討した。圧延材では、変形双晶が1方向に発達し、粒界近傍の変形双晶界面が加工誘起マルテンサイトの主な核生成サイトとなる。一方、伸線材では、異なる方向の変形双晶が同時に生成することで、マルテンサイトの核生成サイトである変形双晶の交差部が粒内に多数形成されるため、伸線材のほうが圧延材よりも加工誘起マルテンサイトの生成が促進される。

最後に、第5章で各章の研究成果を総括した。