

審査の結果の要旨

氏名 金 勁賢

耐食性および強度に優れたステンレス鋼 (Cr-Ni steel) は、汎用鋼からの置き換えや新たな需要の拡大が進んでおり、最近では Ni 量の削減が可能で、耐食性と強度に優れた二相ステンレス鋼 (Cr 21~26%, Ni 2~8%) の利用が拡大している。二相ステンレス鋼は 1000°C 以上の熱間加工域の平衡状態において、 δ 相 (フェライト) と γ 相 (オーステナイト) が共存している。各相の流動応力や内部組織変化が異なるため、二相ステンレス鋼の流動応力を、熱間加工に対応した高ひずみ速度領域において実験的に求める方法は提案されていない。また、二相ステンレス鋼の製品内部組織は、製品の強度、延性、疲労などの機械的特性を左右するが、製品内部組織には、熱間変形加工時の材料内部組織変化が影響する。従って製品内部組織や機械的特性の制御には、動的 (変形中) ならびに静的 (変形後) な組織変化すなわち再結晶速度や粒径、回復速度などを定量的に求めねばならないが、この様な定量化は行われていない。

本研究では、二相ステンレス鋼の流動応力を、熱間加工温度域・熱間加工速度域で圧縮試験を行い、得られた荷重～ストローク線図を逆解析することにより同定する方法を新たに提案した。さらに得られた流動応力と内部マイクロ組織観察結果をもとに、動的 (変形中) ならびに静的 (変形後) 組織変化すなわち再結晶速度や再結晶粒径、回復速度などの定量的表示式を与える方法を提案し、具体的な表示式を求めた。

第 1 章は序論であり、研究の意義と目的を述べている。第 2 章では流動応力測定、二相ステンレス鋼の材料組織変化の同定に関わる過去の研究をまとめている。第 3 章では、異なる流動応力を持つ二相材料について、Taylor 近似 (各相のひずみが同じ) による複合則のもとで、個々の相の流動応力を求める方法を提案した。ここでは、 δ 相 (フェライト) の積層欠陥エネルギーが大きいいため流動応力が動的回復型になり、 γ 相 (オーステナイト) が再結晶による組織変化によりひずみの増加に伴い流動応力が減少する、いわゆる動的再結晶型の流動応力曲線となることに着目し、これらを複合することにより平均流動応力の表示式を得た。ここで、両相の定常状態での応力比を表す係数 λ を導入する

ことで、平均流動応力が正しく表現できることを見出した。この様にして得た流動応力式を利用し、含まれるパラメータを熱間圧縮試験により得られた荷重～ストローク線図を逆解析することにより同定し、温度 1050°C~1250°C、ひずみ速度 0.1sec⁻¹から 10sec⁻¹の範囲で流動応力を求めた。第 4 章および第 5 章では、第 3 章で提案した手法を利用して流動応力を測定し、第 4 章では塑性変形中の組織変化である動的再結晶速度、動的再結晶粒径、動的回復速度を、第 5 章では塑性変形後の組織変化である静的再結晶速度、静的再結晶粒径、静定回復速度などの定量的な表示式（材料ゲノム）を得た。第 6 章では本研究で得られた結果を総括するとともに、本研究で得られた内容について学問と工業の観点からの成果と今後の展望について述べた。

本論文で取り上げた二相ステンレス鋼については、流動応力および内部組織変化について定量的に扱った従来研究が行われていないこと、本研究で提案した手法は他の二相材料の熱間流動応力の同定や内部組織変化の定量化に応用できることから工学的価値が高いと判断できる。また、二相ステンレス鋼の熱間加工や内部組織制御に有用な知見を与えたことから、工業的価値も高く評価できる。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。