

## 審査の結果の要旨

氏名 李 静 媛

本論文は、ステンレス鋼の固液共存加工すなわち半溶融加工および半凝固加工について、加工の際の組織変化や関連した流動応力変化などを実験により測定し、その結果をもとにステンレス鋼の半溶融・半凝固加工に必要な基礎的な特性について考察を行った研究である。アルミニウムおよびマグネシウムなどの軽合金材料については半溶融・半凝固加工が実用化されつつあり、携帯電話やパソコンの筐体、ホイール部品や自動車部品の製造に利用されている。また研究も、以前より比較的多く行われている。これに対し、ステンレス等の鉄鋼系材料の半溶融・半凝固加工は実用化事例に乏しく、研究もほとんどなされておらず、また研究の水準も初歩的な状態にとどまっている。このことは、軽合金に比較して半溶融・半凝固温度が2倍程度高いのにも関わらず半溶融・半凝固温度範囲が1/2程度しか無い為実験中および製造工程での温度制御が格段に困難であること、また、鉄鋼系材料では半溶融・半凝固温度範囲で複雑な相変態(L フェライト オーステナイト)が起こるため、実験による組織の同定が困難であるため半溶融・半凝固温度範囲での組織変化の基礎的な知見・研究が不足していること、故に半溶融・半凝固温度範囲での組織制御が困難であること、などの理由によっている。

第1章は序論であり、鉄系素材ならびに軽金属素材の半溶融加工の特性および従来の研究について総括している。第2章では、本論文で対象とするステンレス鋼の金属学的特性についてまとめている。第3章「オーステナイト系ステンレス鋼 SUS304 の半溶融加工時の内部組織変化と変形抵抗変化」では、ステンレス鋼で最も生産量・利用頻度が高いオーステナイト系ステンレス鋼 SUS304 を取り上げ、半溶融温度範囲での相変態(L フェライト オーステナイト) およびこれに伴う内部組織変化と流動応力変化について、系統的に検討を行い、二相(L+ )半溶融状態が球状化された内部組織を呈しており加工に適していること、三相(L+ + )半溶融状態は加工に適さないことを明らかにした。第4章「半凝固加工時のオーステナイト系ステンレス鋼 SUS304 の内部組織変化と変形抵抗変化」では、SUS304 の半凝固状態での内部組織変化と流動応力変化について検討している。この章では半凝固状態(凝固途中の状態)での変形抵抗を世界で始めて実測し、同一温度での第3章(半溶融状態)の結果と比較することで、樹状組織を有する凝固途中での変形抵抗は、溶融途中の約3.5倍であることを示した。第5章では、他の凝固モードで凝固するオーステナイト系ステンレス鋼 SUS304J3-L および SUS310 S の半溶融状態での内部組織変化と変形抵抗変化、第6章では、フェライト系ステンレス鋼 SUS430 の半溶融状態での内部組織変化と流動応力変化について、実験結果と考察が述べられている。第3章～第6章に述べた一連の実験の結果、包晶反応およびその逆反応が、球状化された半溶融組織(固液共存状態)を作り出すことに適していることを、初めて見出すことができた。このこと

は、Ti-Al など包晶反応がある他の金属材料の半溶融加工の可能性を示唆するもので、重要な知見である。第7章では、二相多孔質近似 - 連続体モデルによる半溶融加工の理論解析を取り上げ、変形中の液相分離の解析等の結果が述べられている。第8章は結論である。

本研究は、鉄鋼系材料（ステンレス鋼）の半溶融、半凝固加工について、半溶融・半凝固温度範囲で複雑な相変態（L フェライト オーステナイト）と内部組織変化や力学特性（変形抵抗）について精密かつ定量的な実験を行い、その結果を考察したものであり、工学における基礎的研究として加工技術、材料技術の両面から見て評価でき、また今度、鉄鋼系材料（ステンレス鋼）および他の金属材料の半溶融、半凝固加工を実現、実用化する上で貴重なデータならびに知見を提供している点で、工業的価値も高い。

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。