

Title	難加工性材料の双ロール法急冷薄帯製造プロセスに関する研究
Author(s)	行本, 正雄
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	https://doi.org/10.11501/3129278
DOI	10.11501/3129278
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏 名	行 本 正 雄
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 2 8 8 9 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 9 年 3 月 18 日
学 位 授 与 の 要 件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 名	難加工性材料の双ロール法急冷薄帯製造プロセスに関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 大 中 逸 雄 (副査) 教 授 佐 分 利 敏 雄 教 授 齋 藤 好 弘

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は鋼を中心とした難加工性材料の双ロール法急冷薄帯プロセスについて研究した成果を述べたものである。急冷薄帯製造法の実用化の観点からは特に鑄造の安定化と、薄帯の表面及び内部品質の向上を取り上げ、各現象を明確にすることにより、新しい垂直式双ロール装置を開発し、板厚 1 mm 以下の難加工材料急冷薄帯の凝固特性及び材料特性を明らかにしている。本論文は序論、総括を含めて 5 章から構成されている。

第 1 章は序論であり、本研究の背景、これまでの研究、本研究の目的及び本論文の構成について記述している。

第 2 章では、実証機規模双ロール法の開発に先駆けて、実験室規模の小型双ロール装置を用いて、溶湯温度、ノズル形状、ロール周速、ロール圧下力、ロールギャップ、ロール材質等の鑄造条件に対する薄帯の板厚・板幅との関係を明らかにしている。また、凝固組織を観察し、測定したデンドライトアーム間隔から冷却速度を推定している。さらに、伝熱凝固計算から熱伝達係数の値を求めている。

第 3 章では、板厚 1 mm 以下の双ロール法の実証機規模での溶解、鑄造、搬送、巻取りまで一連の装置仕様や基本性能を明らかにし、計測と制御を中心とした要素技術、特に操業の安定化と薄帯の品質向上について論述している。冷却ロールの熱履歴は伝熱凝固計算により、ロールスリーブ内の応力は有限要素法により計算し、その結果、長寿命で変形の少ない最適ロール材質、ロール構造とその冷却条件を見い出している。さらに、板厚偏差を低減するための注湯制御、ロール圧下制御、サイドダム技術等の新しい鑄造技術を提案している。

第 4 章では、4.5%珪素鋼広幅急冷薄帯の凝固組織と析出物の関係、薄帯の集合組織と磁気特性の関係、薄帯の機械的特性について明らかにしている。さらに、4.5%珪素鋼広幅薄帯でモーターコアを作製し、市販の無方向性珪素鋼板と同等な磁気特性が得られることを述べている。また、30Cr-14Ni 鋼急冷薄帯の熱処理温度と保持時間の関係から脆化相 (σ 相) の析出機構を解明し、最適な二次冷却条件を見出している。さらに、二次冷却を用いて製造した 30Cr14Ni 急冷薄帯コイルは板厚、硬度とも JIS 規格を満足し、溶接材料として製品上問題がない事を確認している。また、Ni 基超合金急冷薄帯の鑄造欠陥 (引け巣、表面クラック) の生成状況や発生機構を考察し、溝ロールによる凝固欠陥低減効果を定量的に明らかにしている。

第5章では、本研究で得られた結果を総括している。

論文審査の結果の要旨

熔融金属から急速凝固によって直接薄帯を得る、いわゆる急冷薄帯鑄造法はアイデアとしては100年以上の歴史を持つが、鉄鋼分野ではまだ実用化するには至っていない。しかし、工程省略によるコストの低減、納期の短縮などのメリットや従来プロセスでは製造困難な難加工性材料や急速凝固によって特性向上が期待される高付加価値材料の製造が可能となる。このため、実証機規模での開発が求められており、特に、鑄造の安定化と鑄片の表面及び内部品質の向上に関する要素技術の開発が重要視されている。本研究は、垂直式双ロール装置の設計からその操業条件、制御方式まで設備全般及び要素技術と板厚1 mm以下の難加工性材料（急冷薄帯）の品質に関する材料特性と商品化について検討したものである。

得られた結果を要約すると以下の通りである。

- (1) 実証機規模の双ロール装置の開発のための基礎研究として、実験室規模の小型装置を用いて、溶湯温度、ノズル形状、ロール周速、ロール圧下力、ロールギャップ、ロール材質等の鑄造条件の板厚および板幅に及ぼす影響を総合的に明らかにしている。また、装置設計に重要な溶湯と冷却ロール間の熱伝達係数を求めている。
- (2) 板厚1 mm以下の双ロール法の実証機規模での溶解、鑄造、搬送、巻取までの一連の装置と要素技術に関する検討を行い、新しい微小流量制御法、溶損を考慮した多孔ノズル、長寿命で変形の少ない冷却ロール、搬送・巻取り系の低張力制御技術などを開発し、板幅500 mm、板厚0.2-0.8 mmの薄帯の連続3 ton ヒートサイズ(10 min)の鑄造に世界で初めて成功している。
- (3) 薄帯品質の中でも特に重要な板厚偏差に関しては、これまでほとんど報告されていない油圧圧下制御によるロールミスアライメント制御装置、ロールクラウン制御装置や銅合金サイドダム装置等の新しい装置を考案・設計しその計測、制御技術を開発する事により幅方向の板厚偏差を±7%以下とすることに成功している。
- (4) 高珪素鋼急冷薄帯に関しては、数mm幅の薄帯を用いた研究が従来多いが、本研究では100 mm幅の広幅薄帯を用いてモーターコアを作製し、電磁気特性を明らかにしている。すなわち、単板での鉄損は従来の無方向性電磁鋼板より優れており、アモルファス合金より飽和磁化が大きい事を明らかにしている。
- (5) σ 相の析出により圧延が難しい30Cr14Ni材の二次冷却条件を明らかにし、コイル巻取温度を700 K以下にする事によりJIS規格を満足する溶接材料の製品化が可能であることを実証している。
- (6) Ni基超合金に発生する凝固欠陥(引け巣、表面割れ、二重肌など)を溝ロールを用いる事により大幅に低減できること、この理由は溝ロールにより熱伝達が30%程度増加するためであることを明らかにしている。さらに、インコネル合金でもステンレス鋼とほぼ同じ凝固形態が得られる事を明らかにしている。

以上のように、本論文は急冷薄帯鑄造法に関する検討を行い、実証機規模での急冷薄帯の実用化に関する方法論の確立に成功している。その成果は材料工学の発展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あるものと認める。