

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	タンデム式縦型高速双ロールキャスト法によるアルミニウム合金クラッド材の省工程製造プロセスの開発
Title(English)	
著者(和文)	中村亮司
Author(English)	Ryoji Nakamura
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9506号, 授与年月日:2014年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:熊井 真次,加藤 雅治,里 達雄,寺田 芳弘,曾根 正人
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9506号, Conferred date:2014/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名		中村 亮司	
		氏名	職名		氏名	職名
論文審査 審査員	主査	熊井 真次	教授	審査員	曾根 正人	准教授
	審査員	加藤 雅治	教授			
		里 達雄	教授			
		寺田 芳弘	准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「タンデム式縦型高速双ロールキャスト法によるアルミニウム合金クラッド材の省工程製造プロセスの開発」と題し、以下の8章で構成されている。

第1章「緒論」では、アルミニウム合金クラッド材の利用状況とその特性について述べている。さらに一般的なアルミニウム合金クラッド材の製造方法と、現在までに行われてきた省工程化に関する研究例についてまとめ、それらを踏まえて本分野において取り組むべき課題ならびに本研究の目的を述べている。

第2章「タンデム式縦型高速双ロールキャストの考案と試作」では、単ロール法および双ロール法を応用し、芯材合金の溶解温度が皮材合金の溶解温度よりも高いアルミニウム合金からなる3層クラッド材が作製可能な装置について検討している。そして製造速度が速く、急冷効果に優れた「タンデム式縦型高速双ロールキャスト」を開発し、本手法を用いることによって接合界面が平滑な3層クラッド材が作製可能であることを示している。

第3章「クラッド材を構成するアルミニウム合金の種類と接合界面との関係」では、本手法により、芯材合金と皮材合金の溶解温度の大小関係が異なる種々のアルミニウム合金を用いて3層クラッド材を作製し、それらのマイクロ組織、特に接合界面組織について調査している。これに加え、皮材に固液共存温度範囲が広い合金を用いて、皮材合金の凝固組織形態と鑄造欠陥の発生の有無について調査を行っている。その結果、芯材合金の溶解温度が皮材合金の溶解温度より高い場合においては、合金化領域がない平滑な接合界面を有するクラッド材が製造可能であること、一方、芯材合金の溶解温度が皮材合金の溶解温度より低い場合では、芯材と皮材の接合界面は不明瞭であり、クラッド材として望ましくない組織となることを見出している。また広い固液共存領域を有する合金を皮材に用いるクラッド材では、注湯温度を低くし、初期荷重を大きくして、ロール間隙において皮材の凝固を完了させ、残留液相を残さないようにすることで、鑄造欠陥のない健全なクラッド材が製造可能であることを明らかにしている。

第4章「タンデム式縦型高速双ロールキャストによる4045/3003/4045合金クラッド材の作製」では、皮材である4045合金の凝固組織に及ぼす皮材合金の注湯温度および第2双ロールの初期荷重の影響について調査している。さらに引張試験ならびに引張せん断試験により、クラッド材の接合強度を評価している。皮材合金の注湯温度は皮材凝固組織や接合状態にはほとんど影響しないのに対し、第2双ロールの初期荷重の影響は大きく、皮材の凝固組織を微細化し、かつ鑄造

欠陥の発生を防止するためには、初期荷重を大きくする必要があることを明らかにしている。また、3層クラッド材の引張強さは複合則(並列モデル)により推定した引張強さとよく一致することを示し、さらに引張せん断試験によって接合界面での破壊が起こらないことを確認し、3層クラッド材の接合界面が強固に接合されていることを明らかにしている。

第5章「タンデム式縦型高速双ロールキャストにより作製した4045/3003/4045合金クラッド材の接合界面」では、作製した4045/3003/4045アルミニウム合金クラッド材の断面組織を詳細に調査し、芯材と皮材の接合界面の形成過程について検討している。3層クラッド材の接合界面は明瞭かつ平滑であり、界面に酸化被膜が存在しないことを確認している。さらに皮材の厚さの大半は、ロール表面から成長した微細な初晶 α -Alデンドライトと共晶Si粒子で構成される凝固殻で形成されているが、接合界面近傍には芯材表面からエピタキシャル成長した厚さ約1 μ mの α -Al相からなる層状領域も形成されていることを明らかにしている。

第6章「タンデム式縦型高速双ロールキャスト法における4045/3003/4045合金クラッド材のクラッド率制御法の開発」では、4045/3003/4045合金クラッド材のクラッド率制御法について検討している。クラッド率は本キャストの第1, 第2双ロールの凝固距離により制御できるが、その制御範囲は18~28%に留まる。そこで、第1, 第2双ロールに第3双ロールを追加した装置を試作し、第1, 第2双ロールで芯材を凝固させることにより芯材を厚くし、それに第3双ロールで皮材をクラッドすることによってクラッド率10%を達成することに成功している。これにより幅広い範囲でクラッド率を制御する方法として、第3双ロールの追加が有効であることを明らかにしている。

第7章「熱間圧延接合法とタンデム式縦型高速双ロールキャスト法で作製した4045/3003/4045合金クラッド材の組織と力学的性質」では、4045/3003/4045合金クラッド材をタンデム式縦型高速双ロールキャスト法ならびに汎用的な熱間圧延接合法で作製し、それらの組織や熱処理による力学的性質の変化について比較、検討している。出発材である板厚6.0mmの状態では、熱延材は加工組織を呈し、一方、双ロール材は凝固組織を呈することを見出している。冷間圧延された状態の双ロール材は、第2相粒子が熱延材に比べ微細かつ均一に分散しており、接合界面では、芯材と皮材母相が明瞭に区別できることを明らかにしている。双ロール材の0.2%耐力、最大引張応力、破断ひずみも熱延材に比べて高いこと、さらにろう付加熱後の引張試験により、熱延材と双ロール材の引張強度がほぼ同等であることを見出している。このようにタンデム式縦型高速双ロールキャスト法を用いることにより極めて省工程で、熱延法と比肩し得る特性を有するアルミニウム合金クラッド材を作製できることを明らかにしている。

第8章「結論」では、各章で得られた成果を総括し、結論を述べている。

以上を要するに本論文は、クラッド材作製において大幅な省工程を図ることを目的として、溶融金属から直接3層アルミニウム合金クラッド材を1工程で製造可能な「タンデム式縦型高速双ロールキャスト法」を考案、その装置を試作し、さらに本手法により作製した4045/3003/4045合金クラッド材のマイクロ組織や力学的特性を、汎用法である熱間圧延接合法で作製したクラッド材と比較することにより、新しい省工程クラッド材製造プロセスとしての本手法の有用性を明らかにしたもので、工学上、工業上貢献するところが極めて大きい。よって本論文は博士(工学)の学位論文として十分な価値があるものと認められる。