

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)	論文要旨
Type(English)	Summary

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	材料物理学	専攻	申請学位 (専攻分野)： 博士 (工学)
学生氏名： Student's Name	中村 亮司		指導教員 (主)： 熊井 真次
			指導教員 (副)：
			Academic Advisor(sub)

要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

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、次の8章から成っている。

第1章「緒言」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た。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である熱間圧延接合法と、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た。

第2章「タンデム式縦型高速双ロールキャスト法の考案と試作」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を行った。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法」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た。

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、それらのミクロ組織、特に接合界面組織について調査した。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は、芯材と皮材の接合界面は不明瞭であり、クラッド材とは言い難い組織となることを示した。

第4章「タンデム式縦型高速双ロールキャスト法による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た。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た。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かった。これに対し、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、かつ铸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がわかった。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で整理できる。引張せん断試験を行ったところ、芯材はせん断方向に伸長し破断していた。これらのことは、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示している。

第5章「タンデム式縦型高速双ロールキャスト法により作製した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た。3層クラッド材の接合界面は、明瞭かつ平滑であった。また酸化被膜の存在は認められなかった。皮材は、その厚さの大半はロール表面から成長した凝固殻であり、微細な初晶 α -Alデンドライトと共晶Si粒子で構成されているが、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 $1\mu\text{m}$ の α -Al相からなる層状領域も形成された。

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((皮材の厚さ/クラッド材の総板厚) $\times 100(\%)$)で定義されるクラッド率の制御法について検討した。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%に留まることがわかった。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%達成することができた。このように幅広い範囲で制御する方法として、第3双ロールを追加が有効であることがわかった。

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、検討した。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していた。冷間圧延された状態の双ロール材は、第2相粒子がともに熱延材に比べ、より微細で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た。ろう付加熱後に引張試験したところ、熱延材と双ロール材の引張強

度は、ほぼ同等であった。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、熱延法と比べ、極めて省工程で熱延法と比肩し得る力学特性を有するアルミニウム合金クラッド材を作製することができた。第8章「結論」では、各章で得られた成果を総括し、結論を述べた。

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note : Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： 材料物理学 専攻
Department of
学生氏名： 中村 亮司
Student's Name

申請学位 (専攻分野)： 博士 (工学)
Academic Degree Requested Doctor of
指導教員 (主)： 熊井 真次
Academic Advisor(main)
指導教員 (副)：
Academic Advisor(sub)

要旨 (英文 300 語程度)
Thesis Summary (approx.300 English Words)

A vertical-type high-speed tandem twin-roll caster was applied to produce a clad strip from molten alloys by single step. The caster consisted of several twin roll casters arranged vertically. The base strip produced at the upper caster was introduced to the roll gap of the lower caster. The solidifying shell of the overlay alloy grown from the roll surface of the lower caster sandwiched the base strip and produced the clad strip. In the present study, the three-layered aluminum alloy clad strip was fabricated by using the caster, and the microstructure and mechanical properties of the clad strip were examined. The microstructure both of the base strip and overlay strips was fine. The clad interface between the base strip and overlay strip was clear and flat. This is due to the restricted diffusion of Si caused by the high rotating speed of the rolls. For the interfacial microstructure, a thin α -Al layer was observed in the overlay strip. The thin layer had the same orientation with the grain of the base strip. The formation of the thin layer is considered to be due to epitaxial growth of α -Al of the overlay alloy from the surface of the base strip alloy. The solidification of the overlay strip alloy melt took place from the lower roll surface mainly, but the skin-formation type solid growth also occurred from the surface of the base strip. Compared with Hot-roll bonding (HRB) sheets, the vertical-type high-speed tandem twin-roll casting (TRC) sheets had fine and homogeneously distributed secondary particles. The mechanical properties of HRB and TRC sheet were comparable after the heat treatment at 600°C for 3 minutes. The vertical-type high-speed tandem twin-roll casting was useful for producing the aluminum alloy clad strip with a great reduction in fabrication time and cost.

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note: Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1 copy of 800 Words (English).