

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り作製した自動車熱交換器用Al-Mn/Al-Si合金クラッド材の凝固組織とろう付特性
Title(English)	
著者(和文)	高山雄介
Author(English)	Yusuke Takayama
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10763号, 授与年月日:2018年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:熊井 真次,中村 吉男,小林 能直,小林 郁夫,村石 信二
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10763号, Conferred date:2018/3/26, 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	材料工学	専攻	申請学位（専攻分野）： Academic Degree Requested	博士 Doctor of	（工学）
学生氏名： Student's Name	高山 雄介		指導教員（主）： Academic Supervisor(main)	熊井 真次	
			指導教員（副）： Academic Supervisor (sub)	村石 信二	

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り作製した自動車熱交換器用 Al-Mn/Al-Si 合金クラッド材の凝固組織とろう付特性」と題し、7 章から構成されている。 第 1 章「緒論」では、アルミニウム合金クラッド材の使用例や本研究課題に係わる背景と目的を述べた。通常クラッド材は芯材、皮材の DC 鋳塊を繰り返し熱間圧延することで接合し作製されるが(熱延法)、工程数が多いことから省工程化が求められてきた。そこで本研究では 1 工程で薄板のクラッド材を作製可能なタンデム式縦型高速双ロールキャスト法(タンデム式双ロール法)に着目した。本手法は 1 段目双ロール間隙に芯材溶湯を注湯し急冷凝固させ作製した芯材を、鉛直下方の 2 段目双ロール間隙に誘導し、芯材通過時に皮材溶湯を流し込むことでクラッド材を作製する。本研究で着目している自動車熱交換器用ブレージングシートの芯材には Al-Mn 系合金の A3003 合金が、皮材には A4045 合金などの Al-Si 亜共晶合金が一般的に使用される。ろう材となる皮材において Si 組成を増量した場合には流動性の向上などろう付特性の向上が期待される。しかしこうした組成では粗大な初晶 Si 粒子が晶出し、割れの起点となるため熱延法ではブレージングシートの作製が困難とされている。一方、タンデム式双ロール法は高い冷却能を有することから、急冷凝固によって初晶 Si 粒子を微細化できれば、Si 組成の高い合金をろう材に適用できる可能性がある。本研究の目的は、タンデム式双ロール法により、従来法では作製が困難な組成まで皮材の Si 組成を増量し、Al-Mn/Al-Si 合金クラッド材の製造が可能か、さらに Si 組成増量によりブレージングシートのろう付特性が向上するか検証することである。 第 2 章「タンデム式縦型高速双ロールキャスト法により皮材 Si 組成を拡張した Al-Mn/Al-Si 合金クラッド材の試作」では、芯材が A3003、皮材が Al-10, 12.6, 14, 17 %Si の Al-Si 合金からなるクラッド材を作製し、Si 組成が皮材と界面の組織に及ぼす影響を検討している。Si 組成によって成長の形態は異なるものの、全ての組成においてロール表面から成長した凝固殻は α 相と共晶相からなる急冷組織であり、芯材との界面付近の組織は α 相が集合した α-rich 領域と、全面が共晶組織からなる共晶-rich 領域から構成されていた。また 14, 17 %Si では 10~50 μm 程度の初晶 Si 粒子が凝固殻や α-rich 領域に存在していた。芯材/皮材界面では、10 %Si では全域が接合していたが、共晶組成以上では一部で未接合部が観察された。しかし作製したクラッド材をブレージングシートの製造工程を模した圧延加工や熱処理に供した結果、全ての皮材 Si 組成のクラッド材をブレージングシートの板厚まで圧延することができることを見出している。本手法による皮材 Si 組成の拡張が可能であると述べている。
--

第3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 A3003/A4045 クラッド材界面の接合状態」では、クラッド材作製時の芯材温度、芯材表面の酸化皮膜、2 段目ロール間隙通過時の冷却が芯材と皮材の接合挙動に及ぼす影響を検討した。芯材と皮材溶湯との接触状態を模擬した実験を考案し、得られた凝固組織や界面を比較した。芯材が室温では接合せず 500 °C の芯材には接合するが界面溶融が生じるため、芯材表面の酸化皮膜は接合に影響を及ぼさないことを明らかにしている。また大規模な界面溶融を防ぐには皮材合金の急冷が必要なことを明らかにした。よって本手法では、皮材溶湯と接触した芯材表面がほとんど溶融せずにロール間隙で皮材とともに急冷凝固されることで、界面が明瞭かつ平坦な A3003/A4045 クラッド材が作製できると説明している。

第4章「タンデム式縦型高速双ロールキャスト法における Al-Mn/Al-Si 合金クラッド材の界面接合状態に及ぼす皮材 Si 組成の影響」では、皮材 Si 組成が界面の凝固挙動と接合状態に及ぼす影響について、第3章と同じ実験を Al-12.6, 14, 17 %Si の共晶組成以上の Al-Si 合金を用いて行い、Si 組成を変化させても同様の結果が得られることを明らかにした。ただし共晶組成以上では接合界面に未接合部が観察されたと述べている。

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自動車熱交換器用ブレイジングシートの組織とろう付特性」では、熱延法とタンデム式双ロール法の両手法により作製した A3003/A4045 クラッド材を出発材とし、同じ製造プロセスで製造したブレイジングシートの組織とろう付特性を比較した。タンデム式双ロール材では、ろう付加熱前の晶出物分布や固溶 Mn の析出挙動が熱延材とは異なるために、A3003 の再結晶組織がろう付加熱後に圧延方向に伸長していたため、ろう侵食量が熱延材よりも軽減されていたと説明している。

第6章「タンデム式縦型高速双ロールキャスト法により皮材 Si 組成を拡張した自動車熱交換器用ブレイジングシートのろう付特性」では、種々の組成の Al-Si 合金皮材についてろう付特性を評価した。そして 14 %Si までであれば、耐ろう侵食性を従来材よりも向上した上で高い流動性を確保することができ、Si 組成の拡張によりブレイジングシートのろう付特性向上が可能であることを明らかにしている。

第7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。

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).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ (T2R2) にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻：	材料工学	専攻	申請学位（専攻分野）：	博士	（工学）
Department of			Academic Degree Requested	Doctor of	
学生氏名：	高山 雄介		指導教員（主）：	熊井 真次	
Student's Name			Academic Supervisor(main)		
			指導教員（副）：	村石 信二	
			Academic Supervisor(sub)		

要旨（英文 300 語程度）

Thesis Summary (approx.300 English Words)

Clad strips consisting of A3003 for base strip and Al-Si alloy (10, 12.6, 14, 17%Si) for overlay strip were fabricated by vertical-type tandem twin-roll casting. Solidification microstructure and brazing properties were investigated for both the as-cast and the post-processed conditions.

For all overlay Si composition, sound clad strips were achieved. The overlay solidifying shell microstructure exhibited the typical rapid solidified structure with α -Al phase + eutectic Al-Si phase, regardless of the overlay Si composition. The overlay microstructure near the interface of the base strip showed two types of characteristic morphology: α -Al rich region and eutectic-rich region. The α -Al exhibited globular shape in 10 %, and dendritic in the other Si compositions. At the base/overlay interface, good bonding condition was observed for 10 %Si, but local un-bonded zones were often observed for 12.6~17 %Si. And primary Si particles with 10~50 μ m diameter were observed in 14 and 17 %Si. In spite of existence of primary Si particles and local un-bonded zones, all the clad strips could be rolled to 0.1 mm-thickness successively.

Comparison of sagging test results was made for A3003/A4045 brazing sheet fabricated by hot-roll bonding(HRB) and vertical-type tandem twin-roll casting(TRC). The sagging distance was smaller in TRC than HRB, the erosion resistance was improved. The brazing property of the different overlay Si composition was also examined. The erosion amount was almost the same except 17 %Si. The fluidity of the molten filler increased from 10~14 %Si. These results suggest that eutectic and hyper-eutectic Al-Si alloy can be used for the overlay alloy. It is concluded that vertical-type tandem twin-roll casting can be applicable to expand the Si composition of brazing sheet filler and improve the brazing property.

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).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).