縦型双ロールキャスターによる Al-25%Si 合金板の作製*

原田 英人^{*1}, 中村 寛紀^{*2}, 羽賀 俊雄^{*3}, 渡利 久規^{*4}

Casting of Al-25%Si alloy strip by a vertical type twin roll caster

Hideto HARADA^{*1}, Hiroki NAKAMURA^{*2}, Toshio HAGA^{*3} and Hisaki WATARI^{*4}^{*1} Graduate School of Osaka Institute of Technology Univ. Dept. of Mechanical Engineering
Omiya 5-16-1, Asahi-ku, Osaka, 535-8585 Japan^{*2, *3} Osaka Institute of Technology Univ. Dept. of Mechanical Engineering
Omiya 5-16-1, Asahi-ku, Osaka, 535-8585 Japan^{*4} Gunma Univ. Dept. of production of Science and Engineering
29-1 Hon-Cho, Ota, 373-0057, Japan**Key Words** : Rollcaster Al-Si Hypereutectic alloy Casting

1. 結 言

過共晶 Al-25%Si 合金の利点は耐摩耗性が高く、熱膨張係数が低い事があげられる。しかし硬く脆い材料であるため難加工性材料の一つである。現在、薄板を作製する方法として、粉末冶金法が用いられている。粉末冶金法によって作製される製品は、組織が微細化し、均一な組織を得ることが出来る利点がある。一方で溶湯をアトマイズ法によって粉末化しその後焼結させ成形するため多工程、高コストかつ生産性の低さが問題となっている。そこで、省工程で薄板を作製するために双ロール法に着目した。Al-25%Si は硬く、また過共晶合金であるため Si 添加により融点は上昇し固液相線間が広くブレイクアウトが起こりやすいため、従来の双ロールキャスターでは薄板の作製が困難であった。過去の研究により、冷却能を向上させれば 2 種類の双ロールキャスターで薄板作製が可能であることがわかっている。双ロールキャスターで作製した薄板の内部組織は急冷凝固したため初晶 Si と共晶 Si が共に微細化した。本研究では、生産性の向上が期待できる高速铸造可能な縦型双ロールキャスターを使用して薄板の作製を行った⁽¹⁾。ロール周速とロールキャスト性の関係、成形荷重が内部組織に与える影響を調査した。

2. 実験装置と実験条件

本研究の縦型双ロールキャスターを図 1 に示す。φ300×W100 の軟鋼製ロールを使用した。軟鋼製ロールの熱伝導率は 60W/(m・K)である。これは従来の双ロールキャスターで使用されている熱間工具鋼(SKD61)より 2 倍の冷却能となっている。ノズルをロール上部に設置することで凝固距離を変更できるようにした。これによって板厚の調節が出来る。溶湯プールをノズルとサイドダムで囲い溶湯ヘッドを高く設定できるように配置した。注湯時に溶湯ヘッドによる静水圧が溶湯とロール間の熱伝達の向上につながり铸造速度の高速化に寄与する。また静水圧がかかることによってメニスカスの振動を抑制する。ノズルとサイドダムは軟鋼製の板に断熱ペーパーと断熱クロスを張り付けた。バリの発生がロールへの固着の原因の一つであると考えたため、板厚方向のバリの発生を抑制するためにロール間隙付近のみ、けい酸カルシウム系の断熱材を使用した。铸造中に高荷重がかかると薄板とロールが固着しやすくなる。これまでの研究より Mg を添加することで固着の防止に寄与することがわかって

^{*1} 学生員, 大阪工業大学大学院 工学研究科 (〒535-8585 大阪府大阪市旭区大宮 5-16-1)^{*2} 大阪工業大学 工学部^{*3} 正員, 大阪工業大学^{*4} 正員, 群馬大学 (〒373-0057 群馬県太田市本町 29-1)

E-mail: m1m09416@eng.oit.ac.jp

いる。周速 40m/min での実験試料は Al-25%Si 合金に 5%の Mg を添加した。周速 20m/min では固着防止に有効であった Mg コーティングを施したロールで薄板作製を行った。

ロール周速は 20m/min と 40m/min とした。成形荷重は 28kN と 56kN をばねによってかけた。Al-25%Si 合金の液相線は 760℃である。固液相線間温度が 180℃と広くブレイクアウトを防ぐためにより低温での注湯を行うことが有効であると考えた。注湯温度を 740℃とし半凝固注湯をおこなった。初晶 Si 晶出温度に及ぼす Si 含有量の影響の計算式は $14.1 \times \text{Si 量} + 403.8^\circ\text{C}$ である⁽²⁾。Al-25%Si 合金の時の初晶 Si 晶出温度は 756.3℃となる。よって注湯時には初晶 Si が晶出し始めている状態である。半凝固注湯を行うことによりロール間隙通過後の凝固の進展によるひけ巣の抑制が期待できる。凝固距離、注湯温度を固定した。実験条件を表 1 に示す。

Fig.1 A vertical type twin roll caster

Table1. experiment condition

Molten metal		Al-25%Si, Al-25%Si+5%Mg
Roll velocity[m/min]		20,40
Molten metal temperature [°C]		740
Roll	Initial load [kN]	28,56
	Initial gap[mm]	0.5
Solidification length[mm]		100

3. 実験結果

縦型双ロールキャスターを用いて Al-25%Si 合金の薄板の作製は可能であった。周速 20m/min では連続的な薄板の作製が可能であった。しかし周速 40m/min では連続的な薄板の作製は困難であった。ロール周速 40m/min で薄板がロールへ固着した様子を図 2(a)に薄板表面状態を図 2(b)に示す。薄板の表面状態に凹凸があり、ツヤがなかった。ロールが溶湯を均一に冷却していなかったためだと考えられる。ロール周速が速いためにロールが板固着温度まで上昇したためだと考えられる。薄板表面状態に凝固のムラが見られたのはロールの冷却能が不足していたためと考えられる。

(a) Bottom of roll region After roll casting

(b) Surface of as cast strip

Fig. 2 Roll velocity 40m/min

ロール周速 20m/min で使用した Mg コーティングを施したロール表面を図 3 に示す。Mg コーティングは一度 5000 系の Al 合金でロールキャストしてロール表面を薄く白濁させたロールである。ロール周速を 20m/min にし Mg コーティングすることで Mg を添加することなく連続的な薄板を作製する事が可能であった。薄板作製直後の as cast 板を図 4 に示す。

(a) Without Mg coating on the roll surface

(b) Mg coating on the roll surface

Fig. 3 Mg coating and without Mg coating on the roll surface

Fig. 4 As cast strip

周速 20m/min で作製した薄板の表面状態を図 5(a)と図 6(a)に示す。成形荷重が 28kN と 56kN で作製した薄板の板厚は中央部で 1.7mm, エッジ近傍では 1.9mm であった。成形荷重は板厚への影響はなかった。薄板表面の板幅方向での中央近傍には小さな窪みが見られた。中央部での凝固が終了していなかったため、窪みが発生したと考えられる。またロール端部で成形された薄板表面状態は光沢があり窪みがなかった。よって成形荷重は薄板表面にあたる影響はなかったと考えられる。

内部組織の観察を行った。図 5(b)(c)に 28kN の成形加重で作製した薄板の内部組織を示す。図 6(b)(c)に 56kN の成形荷重で作製した薄板の内部組織を示す。各実験条件で初晶 Si は板幅方向に中央付近で多く塊状に晶出していた。これは凝固速度が遅かったためだと考えられる。初晶 Si のサイズは共に 40~100 μm であった。初晶 Si が多く晶出しているところで巣が発生する場合もあった。成形荷重は初晶 Si のサイズ、晶出する場所には影響しないと考えられる。

Fig. 5 Surface and cross section of as cast strip cast at Initial road of 28kN

Fig. 6 Surface and cross section of as cast strip cast at Initial road of 56kN

図 7 に as cast 板の共晶 Si を示す. 28kN の成形荷重で作製した薄板の共晶 Si のサイズは板厚方向に中央近傍で $2\sim4\mu\text{m}$ であった. ロール端部及び板表面付近では $1\sim2\mu\text{m}$ であり粒状化していた. 図 8 に as cast 板の共晶 Si を示す. 56kN の成形荷重で作製した薄板の共晶 Si のサイズは板幅方向に中央近傍で $1\sim3\mu\text{m}$ であった. 板のエッジでは $1\mu\text{m}$ 以下で粒状化していた.

Fig. 7 Micro structure of the cross section of as cast strip cast at initial road of 28kN

Fig. 8 Micro structure of the cross section of as cast strip cast at initial road of 56kN

4. 結 語

縦型双ロールキャスターで成形荷重を変更して薄板を作製することが可能であった. ロール周速が 20m/min の時は連続的に薄板が作製可能であり, 40m/min の時は連続的に薄板を作製する事が困難であった. As cast 板には小さな窪みが共に見られた. 成形荷重は板表面状態および初晶 Si のサイズには影響していなかった. Mg コーティングは離型作用があった.

参 考 文 献

- (1) T. Haga, J.mater.process.Technol.,140, (2003) 610-615
- (2) 日本軽金属, “過共晶 Al-Si 系合金ダイカスト部材及びその製造方法”, 特許公報, 特許第 3416503 号