

熱間圧延油によるアルミニウム板形状制御について Shape Control of Aluminum Sheets Using Hot Rolling Oil

大同化学(株)・(非) 根本 慎平 大同化学(株)・(非) *塩田 涼 大同化学(株)・(非) 中村 修二

Shimpei Nemoto, Ryo Shiota, Shuji Nakamura

Daido Chemical CO., LTD.

1. はじめに

アルミニウムの圧延分野におけるアルミニウム板材に要求される形状制御は益々厳しくなっている。板クラウンや平坦度など、板形状は本質的にはいずれも板幅方向の板厚差を如何に高精度に制御できるかがポイントとなる。板形状不良の一つとしてロールヒートクラウンによる中延び問題があるが、これはロール中央部が熱膨張によって太鼓状に撓むことで、板幅方向中央部の板厚が不足する欠陥である。これらロールヒートクラウンによる中延び等の形状不良が発生すると圧延生産性が阻害されるため、寸法精度向上を目的とした高機能圧延機及び圧延ロールが数多く研究開発されてきた¹⁾。新型圧延機の導入は板形状制御においても数多くの実績をあげているが²⁾、設備改善にかかる費用、修繕時間等を考慮すると圧延油による解決を求めるケースも少なくない。しかし、これまでに圧延油を手段として板形状制御を試みた研究開発は殆ど行われていないのが現状である。

本報では圧延油に配合する成分に関して十分に検討を行うことで、アルミニウム熱間圧延油側からのアプローチによりロールヒートクラウンを抑制し、板形状制御を達成した成果について報告する。

2. 評価方法

アルミニウムの熱間圧延においては、アルミニウム熱間圧延油を水に分散させたエマルションをクーラントとしてロールにスプレーし潤滑の確保及びロールの冷却等を行う。筆者らは、このエマルションのロールへの濡れ性を上げることによって効果的にロールを冷却し、ロールヒートクラウンを抑制することができると考えた。Table 1 にロールヒートクラウンを抑制するために開発を行ったアルミニウム熱間圧延油の成分と一般性状を示す。

Table 1 Composition of Aluminum Hot Rolling Oil and Oil Property

| | Oil A | Oil B | Oil C | Oil D |
|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|---------------------|
| Base Oil | Mineral Oil | Mineral Oil | Mineral Oil | Mineral Oil |
| Emulsifier | Nonionic 1 | Nonionic 1 | Nonionic 2 | Nonionic 1 Anion |
| Others | Bal. | Bal. | Bal. | Bal. |
| Viscosity, mm ² /s | 80 | 50 | 62 | 50 |

エマルションの鋼板への濡れ性は Fig. 1 に示す接触角(θ)を用いて評価を行う。試験は圧延油 10wt% を水に分散させたエマルションを 50℃ に加温した SPCC-SB 鋼板に滴下し、液滴が鋼板表面に接する際の角度を測定する。この角度を出来るだけ低くなるように設計し、ロールへの濡れ性を向上させる。なお、エマルションは予めホモミキサーを用いて、油の平均粒子径が乳化安定な 2~3 μm になるように調整する。

次に Fig. 2 に示す冷却試験機を用いて圧延油の冷却性評価を行った。本試験機では、400℃ に加温した鋼板 (材質 S-45C) に対して圧延油 10wt% を 50℃ の温水に分散させたエマルションをエアミックススプレーにより塗布し、鋼板の温度変化を経時的に測定することができる。事前にホモミキサーを用いて油の平均粒子径を 2~3 μm になるようにメイクアップする。鋼板側面に空けた $\phi 1\text{mm}$ の穴に熱電対を挿入し、鋼板の温度変化はデータロガーを介して計測装置に送られる。エマルション塗布量を 200mL/分 に設定し、エマルションを鋼板に均一に塗布できるように調整することで、アルミニウム熱間圧延油エマルションの冷却性の評価を可能にした。

エマルションを高温に加温した鋼板にスプレーした際に、エマルションと鋼板の間に蒸気膜の層が形成され、圧延油が鋼板にプレートアウトするのが阻害される³⁾。筆者らは、アルミニウム熱間圧延油エマルションの接触角を下げて濡れ性を向上させることで、圧延

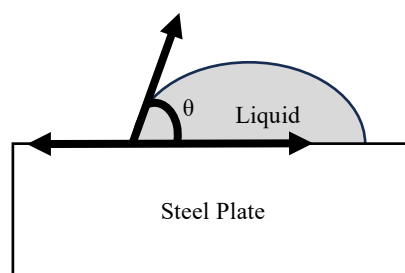


Fig. 1 Contact Angle Measurement Equipment

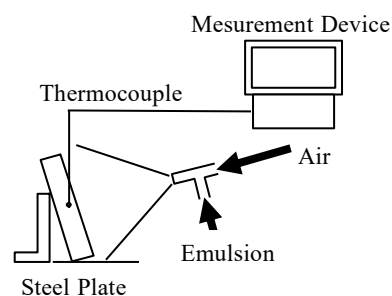


Fig. 2 Cooling Performance evaluation machine

油がこの蒸気膜を破り、鋼板にプレートアウトしやすくなるのではないかと考え、Fig. 3 に示すプレートアウト試験機を用いて確認した。圧延油 10wt% を 50℃ の温水に分散させたエマルジョンを 150℃ に温めた SPCC-SD 鋼板にスプレーし、鋼板にプレートアウトした油分を定量する。この試験機においては、ポンプによってエマルジョンを攪拌及び循環し油の平均粒子径を 2~3 μm にする。ノズルからエマルジョンは常時スプレーされているが、Fig.3 のように開口部を有するシャッターを図中の矢印方向に自由落下させることで、噴霧部分が約 0.1 秒間だけ試験片の静止鋼板に吹き付けることができる。これにより冷却性が遅く蒸気膜を破りにくいエマルジョンは油がプレートアウトする前に脱落する。

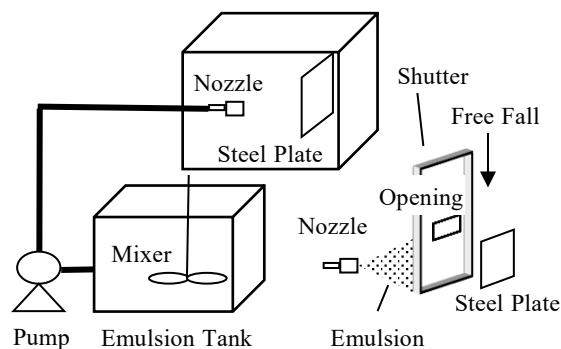


Fig. 3 Test Equipment of Plate-out

3. 評価結果

Figure 4, Fig. 5, Fig. 6 には、それぞれ接触角測定結果、冷却試験結果、プレートアウト試験結果を示す。Table 1 にて示した A, B 油は、ノニオン乳化剤のみを乳化剤として添加しており接触角が高く、冷却性にも劣る。C 油は同じくノニオン乳化剤を添加しているが、種類を変えたことで A, B 油よりも冷却性能が向上した。D 油はノニオン乳化剤とアニオン乳化剤を併用して圧延油組成物の中に配合することで、接触角が低く濡れ性が良好なため、冷却能力を高くすることができ、プレートアウト量を増やすことができた。

実際の操業用圧延ミルにおいて A, B 油は板幅方向の端部と中央部の板厚差が約 50~100 μm 発生してしまった。C 油は板厚精度が約 10~50 μm と合格レベルには至らなかった。D 油は同ミルにおいて板幅方向の板厚差を 10 μm 以下の精度で抑え、中延び問題を解決した。

4. 考察

ノニオン乳化剤とアニオン乳化剤を併用した D 油は、接触角が低くエマルジョンがロールに接触した際の濡れが非常に良好であるため、効果的にロールを冷却することができ、ロールの熱膨張を抑制し板形状制御を達成した。鋼板にプレートアウトする油の量が多いことは、短いスプレー時間の間に素早く鋼板を冷やすことができたことで、圧延油が蒸気膜を破壊し鋼板に多く付着したためであると推察される。そして、本圧延油はロールへの油の付着量が多く油膜が厚くなったことで、油が材料とロールの介在物となり、材料からの熱を遮断することができたため、より板厚精度が向上したと考える。本技術では、ロールヒートクラウンによる板厚不良は 10 μm 以下の精度で抑えることができるので、アルミニウムの圧延生産性向上に大きく貢献するものであり、高機能圧延機、特殊ロールと組み合わせることで中延び以外にもクォーターバックル、複合延び等の複雑な形状に対しても、より形状制御しやすい圧延油であると期待される。

文献

- 1) 菱川・小林：Furukawa-Sky Review, No.4, (2008) 6.
- 2) 柳・池田・國井：R&D 神戸製鋼所技報, Vol.58, No.3, (2008) 29.
- 3) 石井・稲垣・松永・王：鉄と鋼, Vol.108, No.5, (2022) 6.

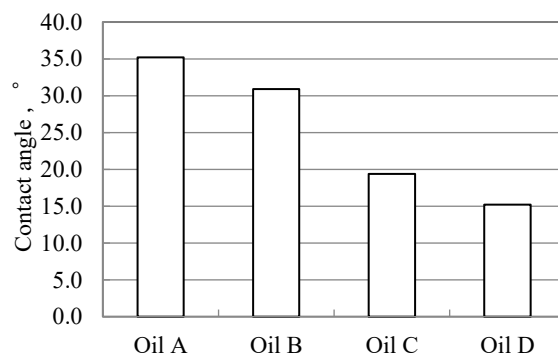


Fig. 4 Result of Contact Angle

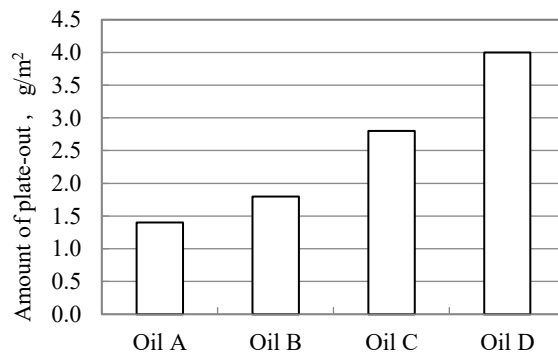


Fig. 5 Result of Plate-out Oil

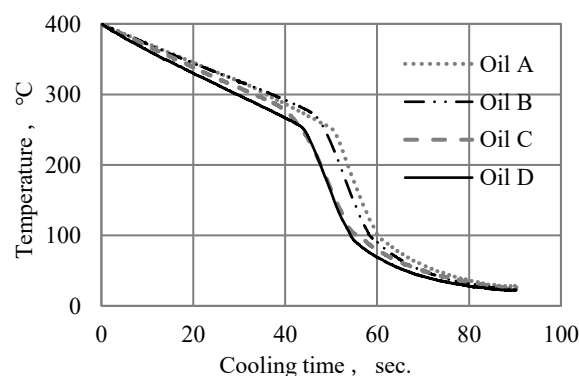


Fig. 6 Cooling curves of Aluminum Hot Rolling Oil