

## アルミニウム板熱間圧延における摩耗粉発生挙動に及ぼす油性剤の影響

### Effect of Oiliness Agent on Wear Particles in Hot Rolling of Aluminum Sheet.

UACJ (正) 野村 正治 (正)\*深津 明弘

Shoji Nomura, Akihiro Fukatsu

UACJ Corporation

#### 1. はじめに

アルミニウム（以下、Al）圧延においては熱間圧延、冷間圧延とともに圧延時発生するAl摩耗粉が原因となる板面汚れ等の問題が発生する。また、圧延油の清浄化に関しても熱間圧延油の場合冷間圧延油とは異なりろ過助剤を使用できないため、ろ過のみでは摩耗粉の除去が不十分となる。そのため、部分廃棄等の方法が取られ多額の圧延油購入費用が必要となっている。よって、摩耗粉発生量の低減は熱間圧延油に求められる重要な性能の一つである。

これらの問題を改善するため、圧延時に発生する摩耗粉の発生メカニズムを解明することを目的に研究を行っている。なお、Alの冷間圧延においてはこれまでに関連する研究が行われている<sup>1,2)</sup>。今回は、熱間圧延において潤滑性向上を目的に添加されている高級脂肪酸のオレイン酸および脂肪酸エステルについて、添加濃度を変化させた場合の潤滑性および摩耗粉発生量に及ぼす影響を調査した。

#### 2. 実験方法

##### 2.1 供試油と供試材

基油には動粘度 114cSt@40°C のナフテン系鉱油を用いた。油性剤としては、高級脂肪酸についてはオレイン酸を用いた。脂肪酸エステルとしては、エステル価が 1 倍から 4 倍の 4 種類を用いた。これらはパルミチン酸ブチル（以下、Palm）、2 倍のエステルとしてはネオペンチルグリコール系（以下、NPG）、3 倍のエステルとしてはトリメチロールプロパン系

（以下、TMP）、4 倍のエステルとしてはペンタエリスリトール系（以下、PE）の 4 種類である。油性剤の添加濃度についてはそれぞれの添加剤について 5%, 10%, 20% の 3 種類を基本として、必要に応じて 30% 以上を追加した。比較として、油性剤を添加していないものについても試験を行った。供試材には、5mm × 40mm × 450mm の大きさに切断した合金 A1050 の Al 板材を用い、圧延前に板表面をヘキサンで洗浄した。

##### 2.2 圧延試験

テスト圧延機の仕様及び圧延条件を Table 1 に示す。材料温度については 300°C とした。

##### 2.3 評価方法

###### 2.3.1 摩擦係数

圧延潤滑性の評価についてはロールに刻印をマークしてポンチマーク法にて先進率を測定し、Bland & Ford の式から摩擦係数を算出した。なおこの値については、圧延 5 枚目から 20 枚目の平均値を求めて代表値とした。

###### 2.3.2 摩耗量

圧延試験により発生する Al 摩耗粉については、ワーカロール（以下、WR）コーティングとして生成するものと、圧延油中に移行するものと圧延材表面に付着するものの 3 種類に分類することができる。これら 3 種類の Al 摩耗量を求めて評価した。WR コーティングについては、圧延試験後のロール表面から圧延油をヘキサンで洗い流した後、10mass% 水酸化ナトリウム水溶液および純水を用いて採取した。これらの採取した圧延油および水酸化ナトリウム等についてはそれぞれ王水で溶解し ICP 発光分光分析にて Al 量を定量した。

板面付着 Al 摩耗粉量については、粘着テープを圧延後の材料に貼り付け、粘着テープに摩耗粉を採取し XRF 蛍光 X 線分析にて Al 量を定量した。板面付着 Al 量の測定は圧延順 1, 3, 5, 10, 15, 20 枚目の上面で採取した。

今回調査した 3 箇所の Al 摩耗量については、出側圧延面積換算の値で評価した。

#### 3. 結果および考察

供試材にオレイン酸を用いた結果については既に報告している<sup>3)</sup>が、本報告でも摩擦係数および各 Al 量とオレイン酸濃度との関係を Fig. 1 と Fig. 2 にそれぞれ示した。摩擦係数についてはオレイン酸濃度の増加により低下した。WR コーティング量についてはオレイン酸濃度の増加により減少した。これに対して油中 Al 量と板面付着 Al 量についてはオレイン酸濃度の増加と共に増加した。また、今回の摩耗の形態が凝着型か調べるため、これら 3 箇所の Al 摩耗量と、圧延荷重と滑り長さの積との関係を Fig. 3 に示した。これより WR コーティングについてのみ両者に正の相関関係が見られ凝着型の摩耗形態と推測した。一方、油中 Al と板面付着 Al については化学摩耗型の摩耗と推測した。

次に、エステルを用いた実験での摩擦係数とエステル濃度との関係を Fig. 4 に、油中 Al 量と板面付着 Al 量との合

Table 1 Mill specification and test condition.

Mill type	2 high
Work roll	5%Cr forged steel
Size	Φ 160mm × 250mm <sup>W</sup>
Surface roughness	Ra 1.0 $\mu$ m
Rolling material temperature	300°C
Work roll temperature	100°C (surface)
Rolling speed	34m/min
Reduction	40%
Number of rolling sheets	20sheets

計とエステル濃度との関係をFig.5にそれぞれ示した。摩擦係数はエステル濃度の増加と共にほぼ減少し、Al摩耗量の方はエステル濃度の増加と共に増加した。これらの内、PEについては摩擦係数が低い割にAl摩耗量が少なかった。ロールバイト内で生成している摩耗粉は化学摩耗によるものと考えられ、Al石鹼を生成していると考えられる。また、Al石鹼の潤滑性は吸着膜に比較して劣っていると考えられる。これらより推測されるロールバイト内のエステルの作用機構をFig.6に示した。PEは立体障害の影響と考えられるが吸着膜が分解するまで時間を要し潤滑性に寄与する時間が長く、化学摩耗の進行する時間の方は短くなり摩耗量は少なくなったと考えられた。

#### 4. まとめ

価数の異なるエステル4種類の熱間圧延での摩擦係数と摩耗量の比較を行った。その結果4価のエステルが摩擦係数が低い割りに摩耗量が少なかった。これについては4価のエステルが摩耗の反応が起きにくいためと推測された。

#### 文献

- 1) 柴田・関・小倉・若林, トライボロジスト, 47, 4(2002)313.
- 2) 戸谷・上田・米光・細見, 軽金属学会第120回春期大会講演概要(2011)243.
- 3) 野村・竹田・小柳, 軽金属学会第145回秋期大会講演概要(2023)129.

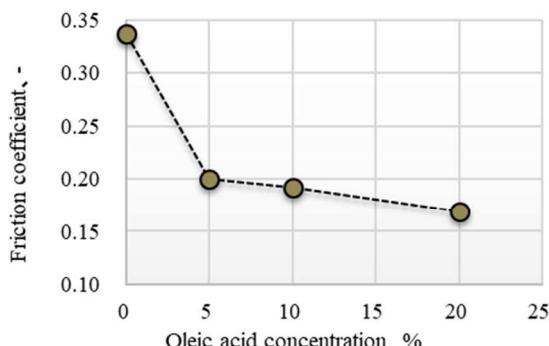


Fig.1 Relationship between friction coefficient and oleic acid concentration

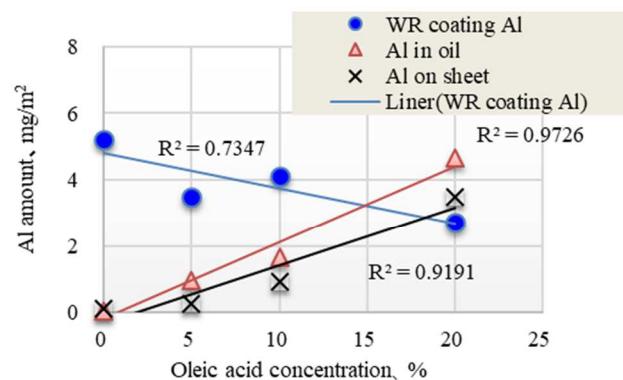


Fig.2 Relationship between Al amount and oleic acid concentration

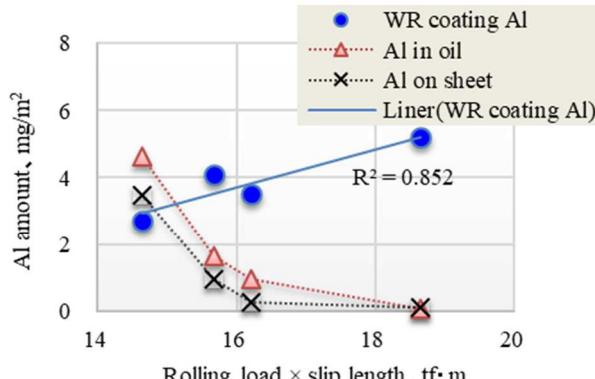


Fig.3 Relationship between Al amount and rolling load x slip length

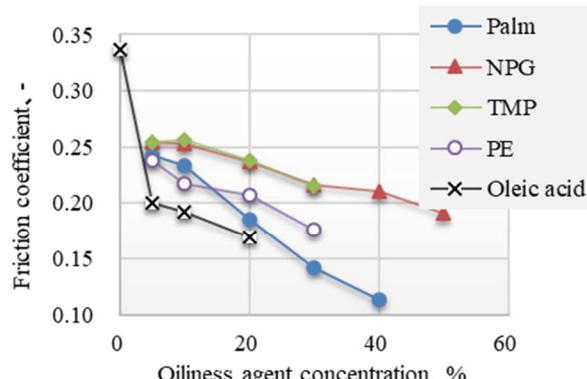


Fig.4 Relationship between friction coefficient and oiliness agent concentration

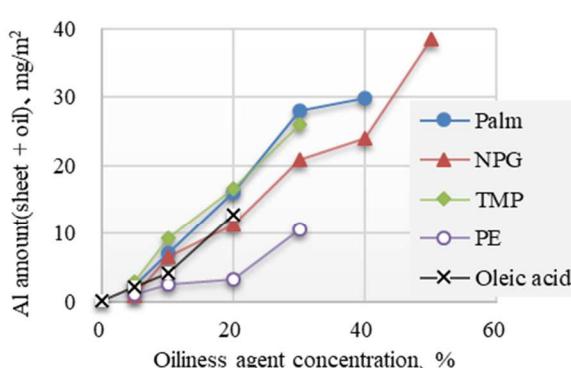


Fig.5 Relationship between Al amount(sheet + oil) and oiliness agent concentration

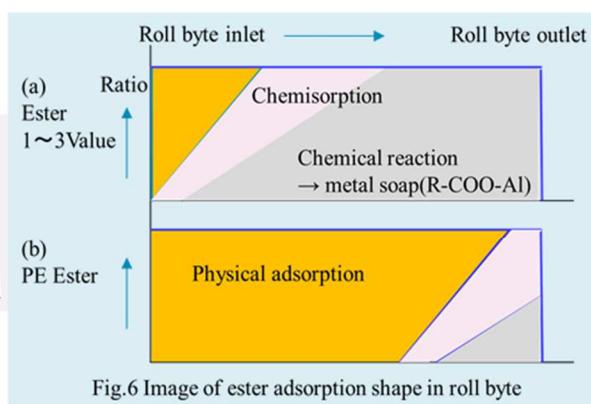


Fig.6 Image of ester adsorption shape in roll by