

# アルミニウム熱間圧延用 DP 型圧延油の開発と実用化

門山尚志\*・秦 昌弘\*\*・杉下幸男\*\*\*・松井邦昭\*\*\*・池田昌則\*\*\*・市本武彦\*\*\*\*

\*真岡製造所・第一製造部 \*\*アルミ・銅事業本部・技術部 \*\*\*真岡製造所・アルミ板研究部 \*\*\*\*花王株式会社

## Development of Dispersed Phase Type Coolants for Aluminum Hot Rolling

Takashi Kadoyama・Masahiro Hata・Yukio Sugishita・Kuniaki Matsui・Masanori Ikeda・Takehiko Ichimoto

High surface quality of aluminum sheet and improvements in aluminum sheet rolling productivity are increasingly in demand. Anion type emulsion lubricants are generally used in aluminum sheet rolling. However, conventional aluminum sheet hot rolling technology does not provide sufficient lubrication performance for stability of operations and aluminum sheet surface quality. A dispersion type lubricant was developed, and applied in the hot rolling mill of the Moka plant. As a result, lubrication, operation and surface quality were stabilized.

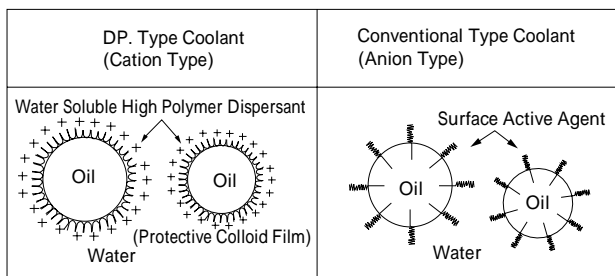
まえがき = 近年、アルミニウム板材は、飲料缶材を中心に需要の伸びが大きく、また、その用途から優れた表面品質がますます強く要請されている。アルミニウム板製品の表面品質はとくに熱間圧延時の潤滑性の影響が大きく、より優れた潤滑性、操業安定性を有する熱間圧延油(クーラント)の使用が必要となっている。アルミニウム板の熱間圧延において、従来のアニオン系乳化剤をもちいた圧延油では新油立ち上げ時に潤滑性が不足するとともに、操業中の潤滑性の変動により安定した高潤滑性維持が困難になるため、高表面品質の板を安定して生産することが課題となっていた<sup>1)</sup>。

これらの課題を解決するために当社は水溶性カチオン系高分子化合物(分散剤)の改良を重ね、これを乳化剤とする DP (Dispersed Phase) 型圧延油を開発し、真岡製造所において 1990 年に粗圧延機に、1994 年には仕上げ圧延機において実用化を達成し、多くの成果がえられた。

### 1. DP 油の特徴

第 1 図に DP 型圧延油の乳化機構を従来のアニオン系乳化剤をもちいた圧延油<sup>2)</sup>と比較して示す。従来の圧延油が乳化剤により油滴が水に溶けるのを助ける機構を持つのに対し、DP 型圧延油は高分子分散剤で油滴を保護コロイド化し、合一を防止し安定なエマルジョンを形成する機構を持っている。

乳化剤の特徴としては、従来の圧延油に比べ DP 型



第 1 図 DP 型圧延油と従来油の乳化機構  
Fig. 1 Comparison of emulsification mechanism between DP type coolant and conventional coolant

圧延油は油滴表面の親水性が大きいこと、温度や機械油の影響を受けにくいこと、油粒子径が安定で大きくできることがあげられる。

圧延性の特徴としては、従来の乳化型圧延油に比べ DP 型圧延油は油粒子径を大きくしても安定であるため、ロールへの油展着性(プレートアウト性)が増し、潤滑性を高くすることができる。

その他の特徴としては、圧延油の油分濃度を低減できるため油原単位を低減できること、カチオン系の高分子化合物を乳化剤とするためバクテリアの発生がほとんど無くミル廻りの汚れが減少することなどがあげられる。

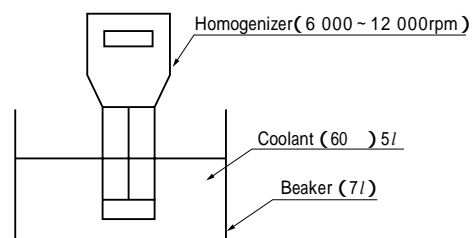
### 2. DP 型圧延油の開発

#### 2.1 評価方法

第 1 表に供試油の性状を示す。エマルジョンの安定性についてはビーカテストにより評価した。第 2 図にビーカテストの概略を示す<sup>3)</sup>。圧延油の温度を 60 とし、攪拌はホモミキサをもちい、圧延油エマルジョンの

第 1 表 供試油の性状  
Table 1 Properties of tested coolant

	Rougher Conventional Coolant	DP. Type Coolant A	DP. Type Coolant B
Emulsion Type	Anion Emulsion	Cation Emulsion A	Cation Emulsion B
Acid Value mg KOH/g	25	12	
Saponification Value mg KOH/g	27	34	
Specific Gravity 25/4	0.89	0.87	
Viscosity mm <sup>2</sup> /s・40	32	22	



第 2 図 乳化性評価試験  
Fig. 2 Emulsification properties test

第2表 熱間圧延試験条件

Table 2 Experimental condition in test mill

Roll Size and Material	200 × 200mm, SUJ2, Hs = 90
Surface Roughness of Roll	Ra = 0.55 μm, Rz = 4.0 μm
Materials	A1100, A5182
Specimen Size	3.5 × 40 × 700mm
Specimen Temperature	480 (Preheated)
Rolling Speed	40m / min
Reduction	A1100 : 40% A5182 : 20%
Oil Condition	10l, 55, Homogenizer 10 000rpm
Spray Condition	4 Nozzles (V8019), 100kPa

油粒子径分布を測定した。また、熱劣化試験として、アルミ粉（粒径 0.1 μm）を 100ppm 混入させ 10 000rpm の回転数で攪拌した温度 70 ~ 90 の圧延油エマルジョン中に、500 に加熱した純アルミ板を 3 ~ 6 秒浸漬した後、油粒径を測定し、油粒径変化を調査した。アルミ板の引き上げによる油の持ち出しがあるため 100 枚ごとに油を注ぎ足してピーカー内の油量を調整した。

第2表にテストミルでの圧延実験条件を示す。圧延荷重、圧延板表面粗度を測定し、各供試油について圧延潤滑性・板表面品質を比較評価した。ロールへのプレートアウト性については 60 の圧延油を圧力 0.01MPa のスプレーで鋼板の表裏面に 2 秒間垂直に吹き付け、圧延油吹き付け後の板表面の残油量を測定して評価した。

## 2.2 乳化安定性

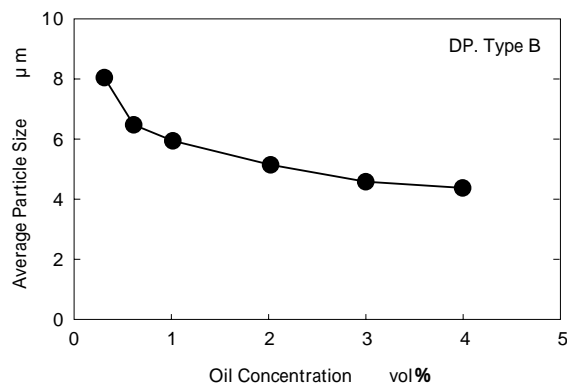
従来のアルミ板用熱間圧延油はアニオン系乳化剤をもちいているので、金属石鹸の生成による乳化剤の消耗と高温による乳化助剤の揮発消費などによってエマルジョンの不安定化を引き起こすため、圧延潤滑性が満足される油粒子径を維持することは困難であった。油分濃度の平均油粒径へ及ぼす影響を第3図に示す。油分濃度の増加にしたがい平均油粒径は小さくなる。

剪断力の平均油粒径へ及ぼす影響を第4図に示す。剪断力はホモキサの回転数により変化させた。回転数の増加にしたがい平均油粒径は小さくなる。DP油は油分濃度および剪断力を変化させることにより油粒径を容易に制御できることがわかる。

熱劣化特性を第5図に比較して示す。従来の圧延油はアルミ板の浸漬枚数の増加にともない乳化性が低下し、徐々に油粒子径が大きくなることがわかる。いっぽう、DP油Aは油分が高温板との接触により分解し、凝集力が低下し、徐々に油粒子径が小さくなることがわかる。熱劣化による粒径の低下を防止するため、カチオン系高分子化合物の構造を変更した耐熱性分散剤をもちいたDP油Bは、油粒子径は低下することもなく一定の粒子径を維持しており乳化安定性に優れた特性を持つ。

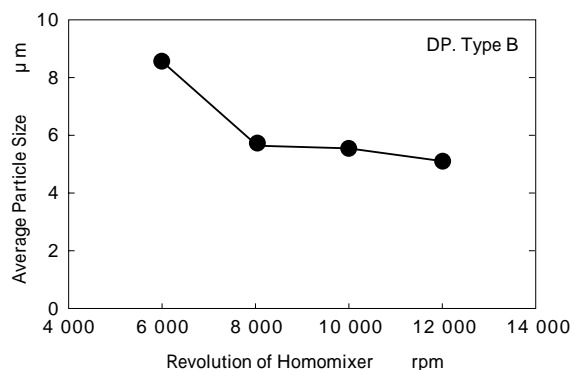
## 2.3 圧延潤滑性

圧延実験による平均油粒径が圧延面圧に及ぼす影響を第6図に示す。油粒径はホモキサの回転数を変えることで変化させ、1100材を圧下率40%で圧延した。平均油粒径が大きいほど圧延面圧は小さくなり圧延潤滑性が高くなることがわかる。鋼板への圧延油吹き付け実験による油粒径がプレートアウト量へ及ぼす影響を第7図に示す。油粒径が大きいほどプレートアウト量は多く



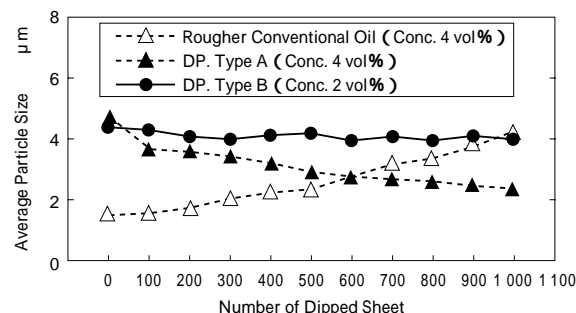
第3図 分散剤濃度と油粒径の関係

Fig. 3 Influence of dispersant concentration on particle size



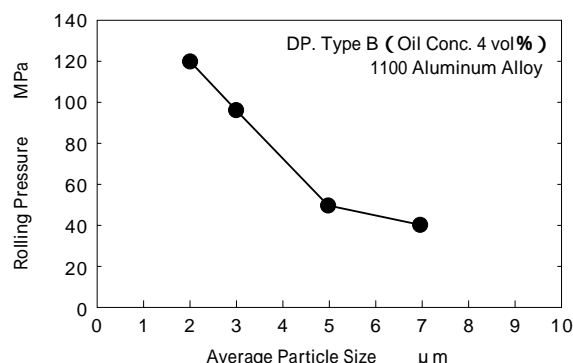
第4図 剪断力と油粒径の関係

Fig. 4 Influence of shearing force on particle size



第5図 各油種の乳化安定性評価

Fig. 5 Stability of emulsion in conventional oil and DP-type oils

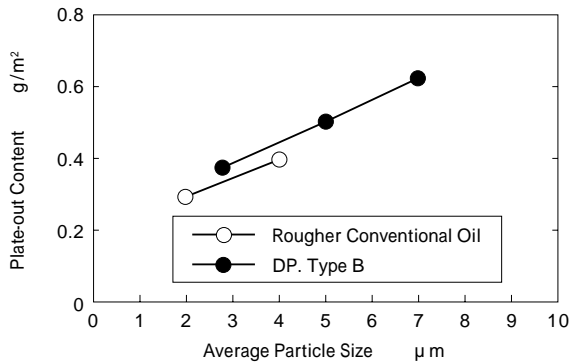


第6図 平均油粒径と圧延面圧の関係

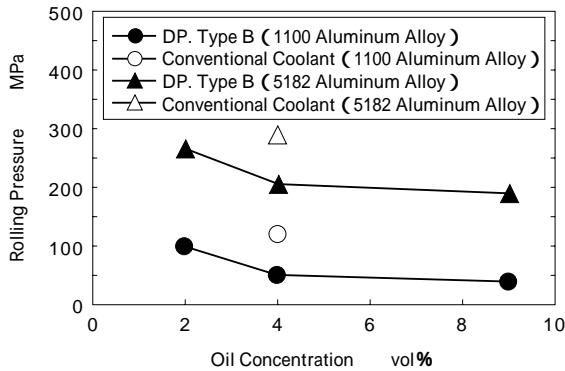
Fig. 6 Influence of particle size on rolling pressure

なる。油粒径が大きいほど圧延潤滑性が高くなるのはプレートアウト量が多くなるためと考えられる。

圧延実験による油分濃度が圧延面圧に及ぼす影響を第8図に示す。平均油粒径はホモキサにて 5 μm に調整



第7図 平均油粒径とプレートアウト量の関係  
Fig. 7 Influence of particle size on plate-out content



第8図 油分濃度と圧延面圧の関係  
Fig. 8 Influence of oil concentration on rolling pressure

した。油分濃度が高いほど圧延面圧は小さくなり圧延潤滑性が高くなることからわかる。平均油粒径が大きく油分濃度が高い圧延油ほど圧延潤滑性は高い。

#### 2.4 板表面品質

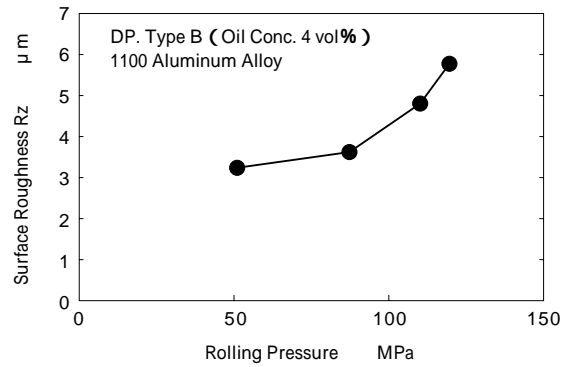
圧延実験による圧延面圧が板表面粗度へ及ぼす影響を第9図に示す。同図より圧延面圧が小さいほど板表面粗度は小さくなることからわかる。従来の油にくらべ圧延潤滑性の高いDP油は板表面粗度が小さく、板表面品質に優れる。

### 3. 実機への適用

#### 3.1 適用方法

実験結果よりDP油は油粒径が大きいほど圧延潤滑性、板表面性に優れることがわかった。ただし、15μm以上の平均油粒径では圧延油タンクでの油浮上が多くなる傾向が見られたため、5~10μmの範囲で管理した。また、粗圧延では入側材料の板厚が厚く、過潤滑によるロールスリップが生じる。これを防止するため3.2節で詳述するが、仕上げ圧延油よりも小さな油粒径で安定するDP油Bを適用した。高い圧延潤滑性が要求される仕上げ圧延では、粗圧延油よりも大きな油粒径で安定するDP油Cをもちいた。

第3表に粗圧延用と仕上げ圧延用の従来油とDP油B,同Cの油性状を示す。油分濃度についてはDP油Bを2vol%, DP油Cを4vol%とし、従来油の半分の濃度で適用した。第10図に粗圧延と仕上げ圧延に従来の油とDP油B,同Cを使用した場合の粒径分布を比較して示す。従来の油にくらべDP油は油粒径の分布が急峻になることがわかる。

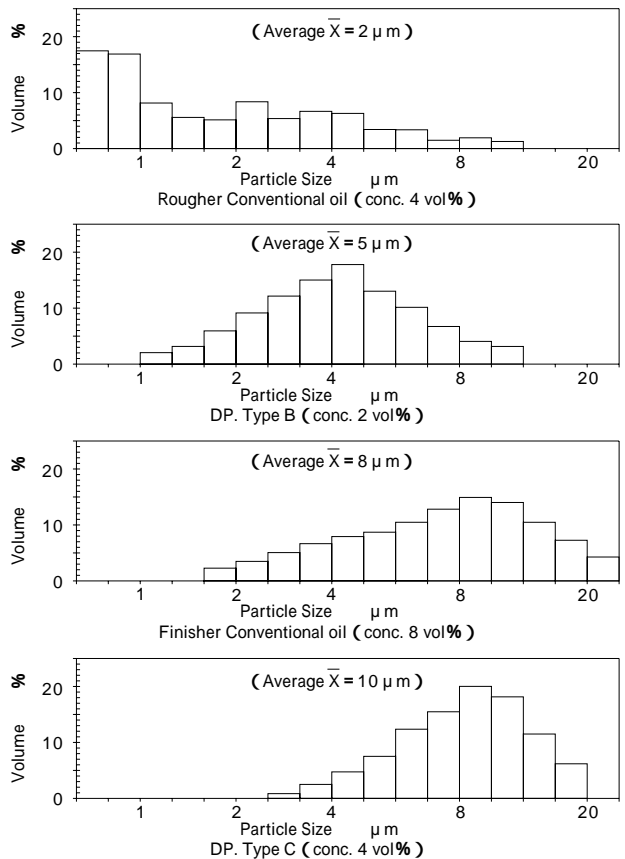


第9図 圧延面圧と板表面粗度の関係  
Fig. 9 Influence of rolling pressure on surface roughness

#### 第3表 圧延油の性状

Table 3 Properties of coolant

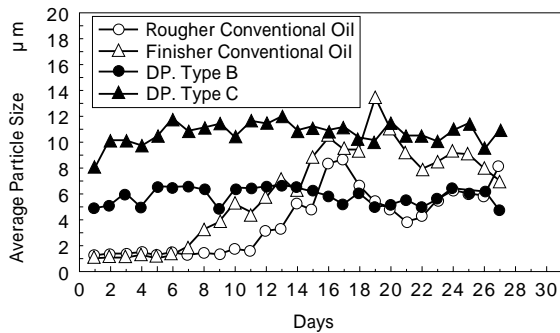
	Rougher Conventional Coolant	Finisher Conventional Coolant	DP. Type Coolant B	DP. Type Coolant C
Emulsion Type	Anion Emulsion	Anion Emulsion	Cation Emulsion B	Cation Emulsion C
Acid Value mg KOH/g	25	28	12	43
Saponification Value mg KOH/g	27	43	34	76
Specific Gravity 25/4	0.89	0.95	0.87	0.89
Viscosity cSt/40	32	75	22	37



第10図 実機適用時の粒径分布  
Fig. 10 Particle size distribution of coolant in production mill

#### 3.2 乳化安定性

実機使用における圧延油エマルションの平均粒子径の推移を第11図に示す。従来の油の初期の油粒子径は1~2μmと非常に細かく、経時変化により粒子径が大きくなり安定しない。DP油B,同Cは新油建浴時から適



第11図 実機使用時のエマルション平均粒子径の推移  
Fig. 11 Transition of particle size in production mill

切な油粒子径がえられ、経時変化がなく使用中の変動も少なく潤滑性が安定化した。

### 3.3 圧延潤滑性

各品種の圧延荷重を第12図に示す。粗圧延、仕上げ圧延ともにDP油は従来油にくらべ変形抵抗が大きい5052, 5182材で荷重低減効果は大きく、圧延荷重が約10%低減されることがわかった。また、新油建浴時から所望の潤滑性がえられるため、新油立ち上げ時からの硬質材の圧延が可能となった。

### 3.4 板表面品質

写真1に実機粗圧延材の板表面性状を示すが板幅端部で表面荒れの低減が認められる。また、実機仕上げ圧延における硬質材である5182材の板表面品質評価結果を第13図に示す。DP油は従来の圧延油にくらべ表面品質が向上することが認められた。

### 3.5 油性管理

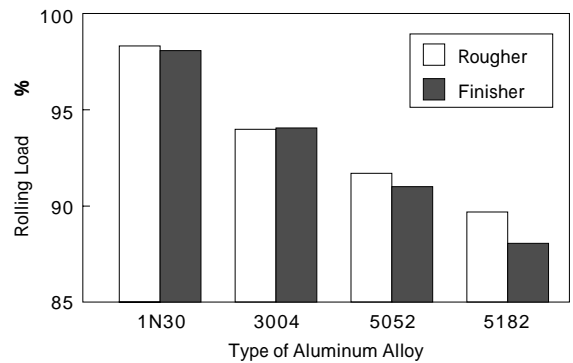
実機における油の消費としては、浮上油の発生やスカムとしての排出などがある。粗圧延機において従来の油からDP油へ変更した時の油原単位の推移を第14図に示す。第11図で示した結果からわかるように、DP油は油粒子径が大きい領域で安定化できるので、従来の油にくらべ約半分の油分濃度で十分な圧延潤滑性がえられ、浮上油やフィルタによる持ち出しも少なくなり、油原単位が約50%低減された。また、DP型圧延油のpHは5~6と酸性のためバクテリアの発生が少なく、バクテリアによる腐敗の影響による潤滑性の劣化もなく、管理が容易となった。

むすび=アルミ熱間圧延において、分散剤の改良を重ね、これを乳化剤としたDP型圧延油を開発し、実機にて実用化し、立ち上げ時の潤滑性不足の改善と板表面品質および乳化安定性の改善ならびに油分濃度の軽減が実現できた。

今後は、さらなる圧延潤滑性向上を目指して、基油成分、添加剤などの開発を進めていく。

### 参考文献

- 1) 軽金属学会：研究部会報告書，No.14（1985）
- 2) 松下富春ほか：塑性と加工，Vol.24（1983），p.32.
- 3) 吉田隆夫ほか：潤滑，Vol.28（1983），p.214.



第12図 圧延荷重の比較（従来油を100%とした場合）  
Fig. 12 Comparison of rolling load (rolling load ratio to conventional oil)

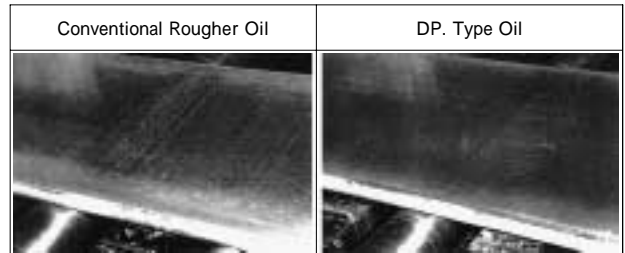
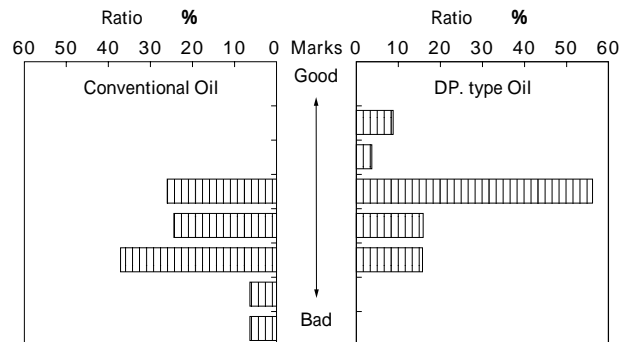


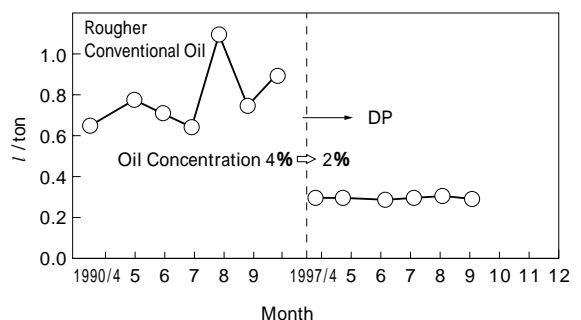
写真1 粗圧延板の表面品質の比較

Photo.1 Surface quality of roughing sheet in rougher mill



第13図 熱延製品板の表面品質評価結果(陽極酸化表面の評価)

Fig. 13 Comparison of surface quality of hot rolling product (anodized surface)



第14図 粗圧延での油原単位

Fig. 14 Oil consumption in rougher mill