

# アルミ板成形用高性能固形潤滑剤「KS-5」

松井邦昭\*・杉田知之\*・今村美速\*\*

\*アルミ・銅事業本部・アルミ板研究部 \*\*アルミ・銅事業本部・技術部

## Advanced 「KS-5」 Dry Film Type Lubricant for Aluminum Sheet Forming

Kuniaki Matsui・Tomoyuki Sugita・Yoshiharu Imamura

An advanced dry film type lubricant, "KS-5", was developed to increase the press formability of aluminum sheets. Degreasing, weldability and adhesivity characteristics after press-forming, being analyzed and used to design the KS-5 lubricant, were also improved to the same level as conventional rust-preventive oil. The KS-5 lubricant improved aluminum sheet formability in press-forming to production levels common for mild steel sheet production. With the KS-5 lubricant, aluminum inner door panels for automobiles could be produced using existing mild steel production equipment.

まえがき = 地球資源、環境の問題から、自動車の軽量化を目的に自動車材に対するアルミ板の需要は拡大しつつある。しかし、アルミ板は従来の軟鋼板に比較して、成形性が劣るため、現状、フードなどの成形の容易な部品に限られており、ドア、フェンダなどの加工度の高い部品への適用は困難となっている。

アルミ板のプレス成形において、潤滑剤の影響が大きいことはよく知られており、成形性に優れた潤滑剤の開発が望まれている<sup>1)2)</sup>。潤滑剤のなかでも、とくに成形性の向上効果が期待できる固形潤滑剤において、成形性だけでなく、後処理で要求される脱脂性、溶接性などについても優れた特性を有する潤滑剤「KS-5」を開発したので報告する。

### 1. プレス成形用潤滑剤の種類と特徴

自動車パネル材のプレス用潤滑剤はパネル材の各製造工程において、第1図に示すようにそれぞれ多くの要求特性を満足する必要がある。また、潤滑剤の種類と特徴を第1表に示す。成形性の向上には一般にワックス、樹脂などの潤滑皮膜を形成する固形潤滑剤が有効であるが、脱脂性、溶接性などの特性を改善することが重要な課題である。

固形潤滑剤の組成としては、従来は油溶性のワックスが一般的であったが、プレス前の洗浄工程での洗浄油への溶解による成形性の低下、脱脂液への溶解性の不足、塗布作業時の有機溶剤の希釈による環境悪化などの問題

があるために、水溶性樹脂を主成分とすることに着眼した。

また、水溶性樹脂の中でもポリアルキレンオキサイドが成形性、溶接性、接着性のいずれにおいても優れた特性を有することを明らかにし、さらに油性剤として高級脂肪酸石けんを添加することにより、成形性の向上を図った。

以上の考え方より開発したKS-5の有効性について試験データに基づいて考察する。

### 2. 試験方法

#### 2.1 供試潤滑剤および供試アルミ板材

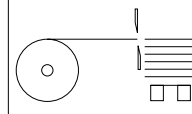
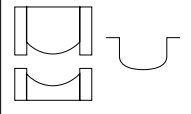
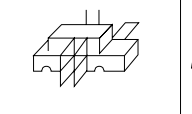
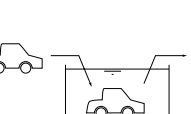
本試験にもちいた各種固形潤滑剤の特性を第2表に示す。また、比較剤としてもちいた液体潤滑剤の防錆油Eの特性も同表中に示した。固形潤滑剤は主成分がワックスであるA,Bのほか、水溶性樹脂を主成分とし、油性剤として脂肪酸石けんを含むC,Dをもちいた。本開

第1表 潤滑剤の種類と特徴

Table 1 Lubricant classification and characteristics

Lubricant Type	Formability	Degreasing Property	Weldability	Adhesive Property
Liquid	-	+	±	±
Dry-film	+	±	-	-

(Superior + > ± > - Inferior)

	Blanking	Press-forming	Joining	Surface-treatment
Process				
Requirement	Anti-blocking Property	Formability	Weldability Adhesive Property	Degreasing Property

第1図 自動車の製造工程および潤滑剤の要求特性

Fig. 1 Required properties for stamping lubricant in manufacturing process of automotive body

発剤の「KS-5」はDで示す。なお、塗布量は1g/m<sup>2</sup>を標準とした。

供試アルミ板材としては、自動車パネル用の5000系(5.5%Mg-0.3%Cu)合金をもちいた。軟鋼板についても諸試験をおこなって性能を比較した。両板材の代表的な機械的性質を第3表に示す。

## 2.2 評価方法

要求特性である成形性、脱脂性、溶接性および接着性について評価をおこなった。

成形性の評価は基礎試験として、エリクセン試験機を使用して、50mm球頭張出し、50mm円筒絞りおよび40mm角筒絞り試験をおこなうとともに、高速成形時の特性を評価するために80トンクランクプレスにより90mm角筒絞り試験を実施した。さらに、大形1000トン油圧プレスをもちいて、難成形部品であるドアイナナの鋼用金型によるドロ成形を実施して実用性を確認した。

脱脂性については、脱脂液にけい酸ナトリウム水溶液1.8% (pH 10.5, 43±2)をもちい、2min浸漬後、流水中で洗浄し、目視にて水ぬれ面積率を測定して評価した。

スポット溶接性は、Cu-Cr Dr40型電極をもちい、電流22-23KAにおいてJIS 3140に準じて剪断強度1500Nまでの打点数により評価した。

また、接着性については、エポキシ樹脂系接着剤をもちい、180×20minのベーキング処理をおこない、24h保持した後JIS K 6850に準じて引張試験をおこない評価した。

## 3. 試験結果および考察

### 3.1 成形性

50mm球頭張出し試験による張出性および50mm円筒絞り試験による絞り性を評価した結果を第2図に示す。張出性は、防錆油Eではアルミ板は鋼板と比較して約80%程度の成形高さしかえられないが、固形潤滑剤(B,C,D)では鋼板以上の成形高さがえられている。また、絞り性では、アルミ板は鋼板とくらべてr値がとくに低いことから、Eでは成形高さは鋼板の約50%となっているが、固形潤滑剤を使うことにより、B,Dのように約80%程度までの成形性向上が認められる。固形潤滑剤のなかでは、とくに潤滑剤B,D(KS-5)が成形性に優れている。

また、鋼用金型をもちいた実部品での成形試験においても潤滑剤D(KS-5)をもちいることにより、アルミ板を成形できることが確認できた。写真1にドアイナナの成形例を示す。

メカニカルプレスで成形する場合の成形速度が速くなる条件では、第3図に示すように、固形潤滑剤の上に液体潤滑剤を塗布(D+E)することにより、成形性が向上することも明らかになった。流体潤滑領域の増大による効果であると考えられる<sup>3)</sup>。

### 3.2 脱脂性

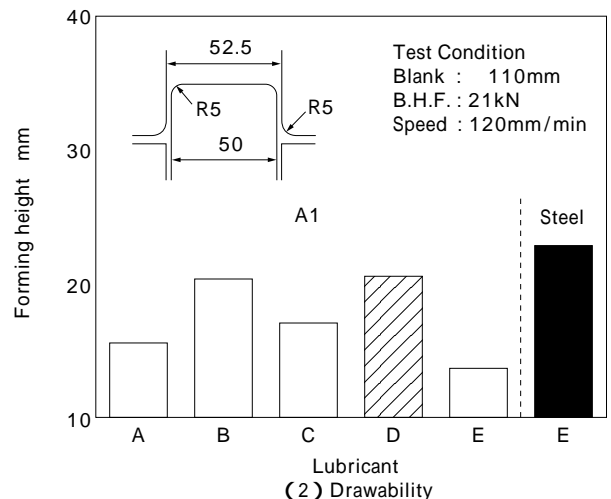
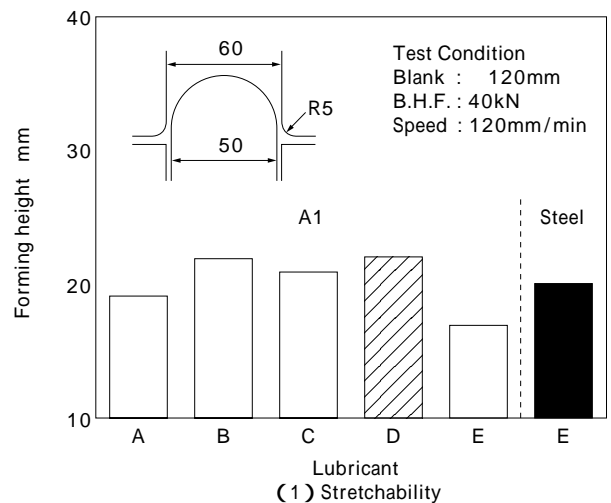
各潤滑剤における脱脂性試験の結果を第4図に示す。

第2表 供試油剤  
Table 2 Examined lubricants

Lubricant	Main Components	Remark	
Dry-film	A	Organic Solvent Wax	Oil Solvent
	B	Poly-olefin Wax	Water Solvent
	C	Poly-vinyl Alcohol Fatty-acid Soap	Water Solvent
	D	Poly-alkylene-oxide Fatty-acid Soap	Water Solvent Developed KS-5
Liquid	E	Mineral Oil 4 mm <sup>2</sup> /s (40 )	Rust-preventive

第3表 供試板材の機械的性質  
Table 3 Mechanical properties of examined sheet

	Alloy	0.2%YS N/mm <sup>2</sup>	TS N/mm <sup>2</sup>	E/ %
Aluminum	AA5023	125	285	32.5
Mild Steel	SPCC	188	320	43.0



第2図 成形性の比較

Fig. 2 Comparison of formability in examined lubricants

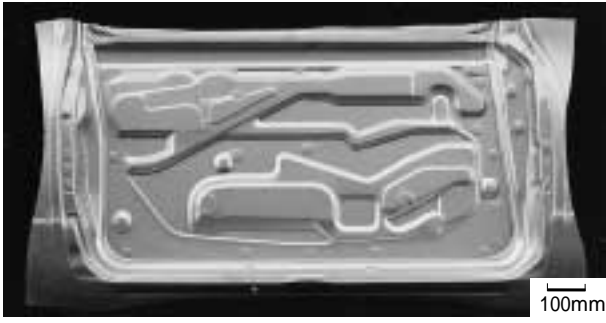
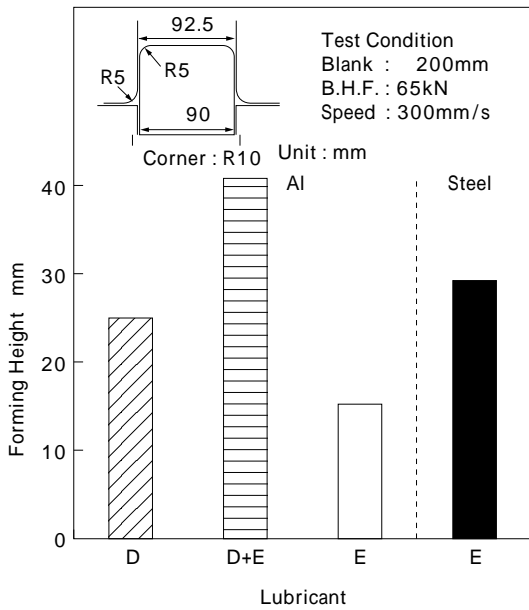


写真1 ドアインナ成形品の外観  
Photo. 1 Appearance of formed door-inner panel

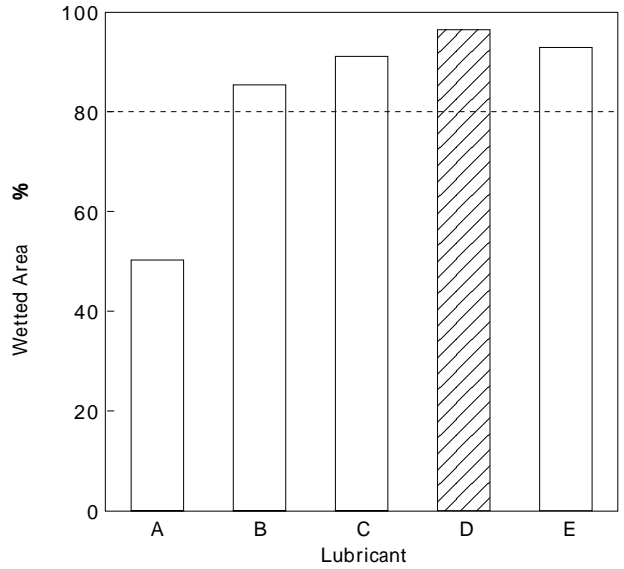


第3図 防錆油塗布による成形性向上効果  
Fig. 3 Effect of liquid lubricant over dry-film one on formability

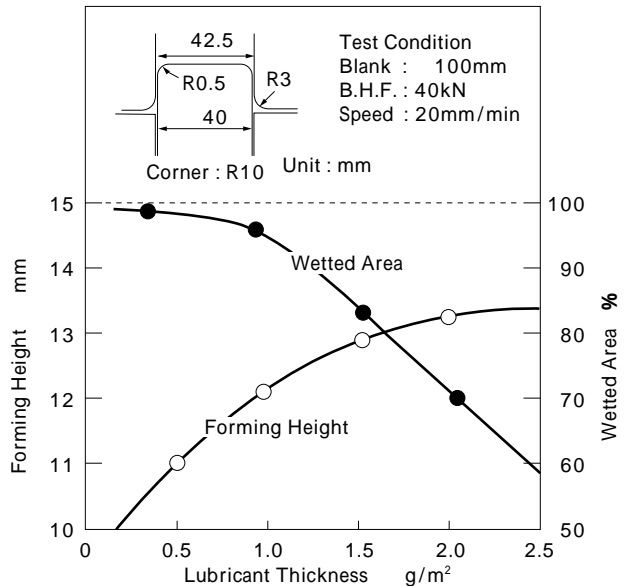
脱脂性は、脱脂後の試験片の水濡れ面積により評価して、通常80%以上が必要であるとされている。一般に、Aのように主成分に油溶性のワックスをもちいると脱脂性が劣るが、潤滑剤B,C,Dのように主成分に水溶性高分子をもちいることにより脱脂性は向上する。固形潤滑剤の塗布量は、第5図に示すように成形性、脱脂性に対して相反する影響を示すので、使用条件によって適切な値を設定する必要がある。すなわち、 $2\text{g}/\text{m}^2$ 以上になると成形性の向上効果は認められなくなるとともに、値が大きく低下するために、一般的に $0.5\sim 1.5\text{g}/\text{m}^2$ の範囲が適正範囲である。

### 3.3 スポット溶接性

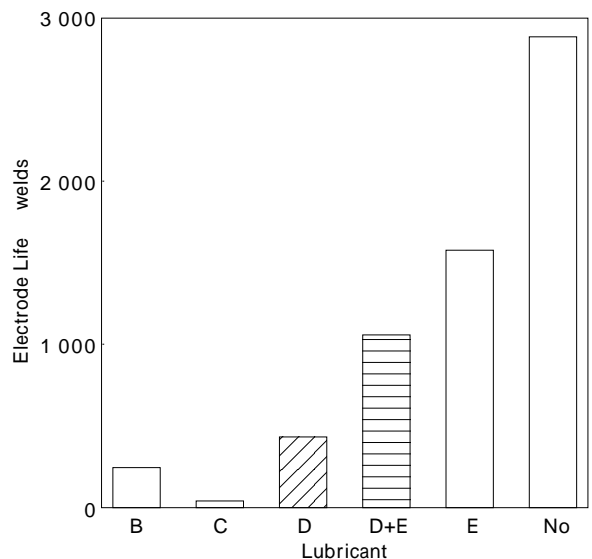
一般に、潤滑剤はスポット溶接性を低下させる。とくに、固形潤滑剤は皮膜を生成するために、液体潤滑油に比較して溶接性を大きく低下させる傾向がある。しかしながら、第6図に示すように、潤滑剤の種類および防錆油塗布の有無によっても影響を受けることが明らかになった。潤滑剤D(KS-5)はほかの固形潤滑剤に比較して優れた溶接性を示し、さらに防錆油Eを塗布することにより、スポット打点寿命が1000点以上となり、実用上問題とないレベルまで溶接性を向上させることができた。第7図に示すように、溶接性は溶接時の電極と板間の抵抗値に依存しており、抵抗値を少なくすること



第4図 脱脂性の比較  
Fig. 4 Comparison of degreasing property in examined lubricants



第5図 成形性および脱脂性に及ぼす潤滑膜厚さの影響  
Fig. 5 Effect of dry-film lubricant thickness on formability and degreasing properties (Lubricant: D(KS-5))



第6図 スポット打点寿命の比較  
Fig. 6 Electrode life of spot welds in examined lubricants

が有効に作用しているものと考えられる。また、固形潤滑剤上への防錆油塗布の効果は、固形潤滑剤の電極への固着を物理的に防止し、溶接性を向上させたものと考えられる。

#### 3.4 接着性

接着性は接着剤の種類により影響されるが、標準的なエポキシ系接着剤をもちいた接着強度試験をおこなった結果、第8図に示すように防錆油の有無の影響は少なく、潤滑剤の成分に大きく依存している。これは、接着剤と潤滑剤との親和性が影響しているものと考えられる。潤滑剤Bは接着剤との親和性が低く、接着性が低下し、水溶性樹脂を主成分とする潤滑剤C,D(KS-5)は、潤滑剤がないものと同等の強度がえられており、親和性が高いと考えられる。

### 4. 固形潤滑剤の推奨される使用条件

#### 4.1 液体潤滑油との併用

3章より固形潤滑剤と防錆油との併用が成形性、溶接性向上に有効であることが確認された。また、この併用法は固形潤滑剤塗布アルミ板の保管に際しても、空気中の水分吸着や酸化反応を抑制する効果があり、保管時の品質安定に効果的である。

#### 4.2 塗布量の制御

3.2節でのべたように、使用条件により、塗布厚さを設定することが必要であるが、塗布量の制御は原液中の有効油分濃度により調整することが有効である。

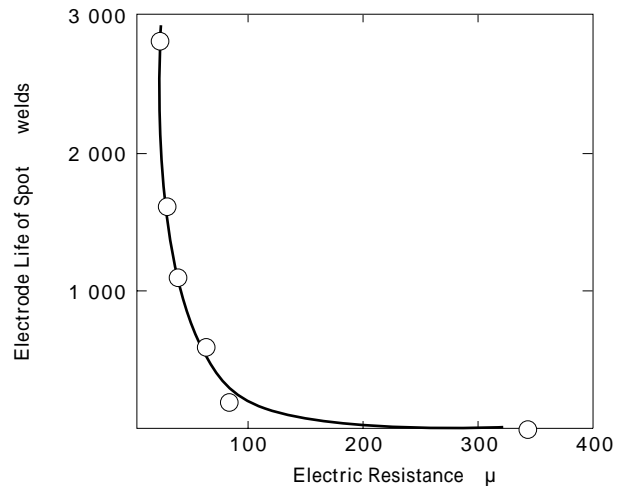
開発した本潤滑剤KS-5は、原液が水溶液であるので作業環境、作業性の点においても油溶性のものに比較して非常に有利である。

#### 4.3 耐ブロッキング性

固形潤滑剤では、高粘度の液体潤滑油に比較して板材スタッキング時に起るブロッキング現象、すなわち板同志の密着によるはがし不良は生じにくい。ただし、保管中の温度が潤滑成分の融点以上になると板同志が密着しやすくなる現象があるので、本潤滑剤KS-5では融点を60以上に調整しているが、保管時のブロッキングの抑制効果も考慮にいれて、防錆油併用がもっとも効果的であると判断する。

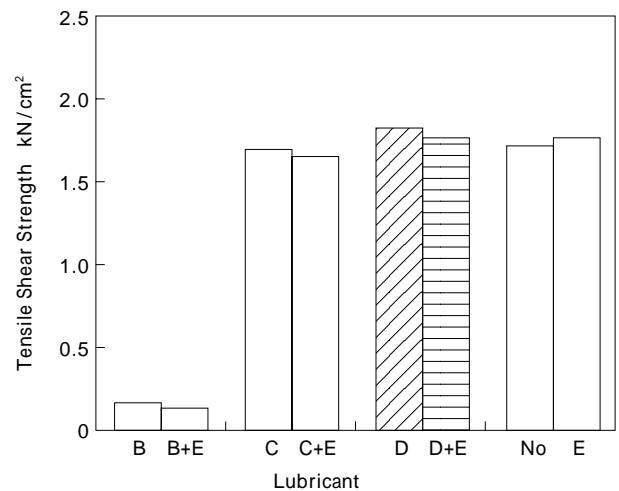
むすび=自動車パネルのプレス成形において、優れた成形性ととも、後工程での各種要求特性に対しても良好な特性を有する潤滑剤KS-5を開発した。当社ではすでに各種アルミ板実部品の成形に適用しており、優れた効果をあげている。

今後、成形が厳しい自動車部品のほか、電気、日用品



第7図 スポット打点寿命に及ぼす溶接時電極・板間の電気抵抗値の影響

Fig. 7 Effect of electric resistance between electrode and Al sheet in welding on electrode life of spot welds



第8図 接着性の比較

Fig. 8 Comparison of adhesive strength in examined dry-film lubricant

などの部品への適用を図ることにより、アルミ部品の用途拡大に寄与することが期待される。

最後に本開発を進めるにあたって、多大なご協力をいただいた㈱カストロールに対し深く感謝の意を表する。

#### 参考文献

- 1) 松井邦昭ほか：第85回軽金属学会(1993), P.179.
- 2) 阿部佑二ほか：平成8年春季塑性加工講演会論文集(1996), P.438.
- 3) 恵比根美明ほか：第44回塑性加工連合講演会論文集(1993), P.617.