

(解説)

# 特殊化成処理製品の開発と今後の動向

中元忠繁・木原敦史・梶田富男

鉄鋼部門・加古川製鉄所・技術研究センター

## Developments in Special Film Coating Steel Sheet

Tadashige Nakamoto・Atsushi Kihara・Tomio Kajita

Recently, the household electrical appliance field has undergone great changes. Today, the manufacturers of such appliances are demanding steel sheet having several special characteristic. Special film coated steel sheet is one kind of steel that is now widely called for and in demand in this industry. Kobe Steel has developed several kinds of special film coating steel sheets which have excellent performance characteristics and have proven to be highly popular with appliance manufacturers .

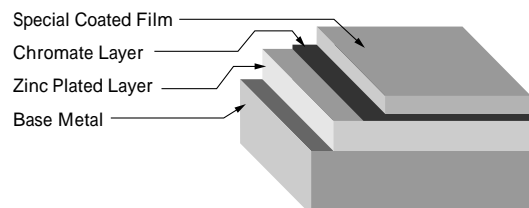
まえがき = 近年、家電製品を取り巻く環境は大きく変化しており、使用する鋼板に対しても様々な特性が要求されるようになった。そのなかでも電気亜鉛めっき鋼板の表面に  $1\mu\text{m}$  程度の極薄皮膜を形成させた「特殊化成処理鋼板」は、現在幅広い用途で使用されている。当社は家電分野のニーズに応えるために種々の特殊化成処理鋼板を開発・商品化してきた。

本稿では、当社が開発した特殊化成処理製品の変遷および今後の動向について解説する。

### 1. 特殊化成処理鋼板について

亜鉛めっき鋼板は様々な用途に適用されているが、亜鉛めっきままでは塗装した場合に塗料との密着性に劣ることから様々な表面改質がおこなわれてきた。現在では、さびを抑制するための「クロメート処理」や塗装密着性を向上させるための「りん酸塩処理」が一般的におこなわれている。

近年家電製品の多機能化にともなって、使用される鋼板に対しても様々な特性が要求されるようになった。従来の化成処理鋼板は、耐食性、塗装性といった単一の機能しか有していないため、様々な要求に同時に対応することは困難である。そこで、化成処理鋼板に代わる多機能な皮膜特性を有する鋼板が強く望まれるようになった。特殊化成処理鋼板はこのようなニーズに応えるために開発されたものであり、クロメート処理を施した亜鉛めっき鋼板の表面に  $1\mu\text{m}$  程度の極薄皮膜を形成させることで、多機能な特性を付与したものである。代表的な皮膜構造を第 1 図に示す。特殊化成処理鋼板は極薄皮膜に種々の特性を付与することで、耐食性、塗装性および導電性、潤滑性などの多機能な特性を発揮し、家電製



第 1 図 特殊化成処理鋼板の皮膜構造  
Fig. 1 Cross section of special coated steel

品の品質向上や工程の省略または簡素化などに大きく貢献している。以下に当社が開発・商品化した製品について紹介する。

### 2. 耐指紋性鋼板

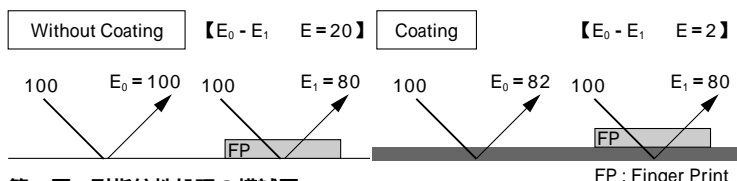
#### 2.1 開発の背景

AV・OA 機器のパネル、シャーシ類、およびコンピュータ部品には汎用クロメート処理を施した電気亜鉛めっき鋼板が使用されてきた。しかし、ユーザにおいて、加工後塗装されずに製品に組み込まれるような場合、素手で触れると指紋が鋼板表面に付着して目立ちやすく、製品の商品価値をいちじるしく劣化させるという問題があった。

#### 2.2 耐指紋性鋼板「コーベジック K 処理」

一般に、亜鉛めっき鋼板表面に指紋成分が転写、もしくは付着した場合、光の反射や吸収状態に変化が生じ、指紋成分が付着した部分の拡散反射光が非付着部分にくらべ減少するため、「黒っぽく見える」光学現象が生じる。これが指紋が目立ちやすさである。指紋を目立ちにくくするためには指紋自体が鋼板表面に転写・付着しないような処理が望ましく、そのためには指紋成分を「はじき」かつ鋼板表面に保持しがたい表面状態を形成させる必要がある。しかし、このような表面状態を鋼板表面に形成することは技術的に困難であり現実的でない。

そこで、指紋成分に類似した光学特性を有する物質をあらかじめ鋼板表面に塗布形成することによって、その上に指紋成分が付着しても非付着部分との拡散反射光の差(色調変化)を極力小さくすることで指紋を目立ちにくくし、指紋成分の付着による製品価値の低下の問題を解決した。第 2 図に耐指紋性処理の考えかたに対する模式図を示す。



第 2 図 耐指紋性処理の模式図  
Fig. 2 Image of fingerprint prevented coating

このような逆転の発想により、指紋付着による製品価値の低下を防止するというこれまでにない新しい特性を有した鋼板として、当社では1978年に電気亜鉛めっき鋼板をベースとした耐指紋性鋼板「コーベジंक K 処理」を開発商品化した<sup>1)</sup>。K 処理はクロメート処理を施した電気亜鉛めっき鋼板の表面にけい酸塩皮膜を形成させることで、指紋が付着した場合にも付着痕を目立ちにくくした無機系の皮膜処理鋼板で、多くの家電メーカーでビデオやオーディオのシャーシ類および電子レンジの底板などに使用されて好評をえた。

### 2.3 有機系耐指紋性鋼板「コーベジंक K2 処理」

しかし、近年ユーザの製品の多様化にともない、さらに高耐食性でかつ塗装も可能な鋼板へのニーズが高まってきた。そのため、K 処理の耐指紋性を損なうことなく耐食性、塗装性を向上させた製品の開発が必要となった。そこで、樹脂をベースにしてコロイダルシリカを添加することで、優れた特性を発揮する有機と無機の複合皮膜を開発し、その複合皮膜をクロメート処理を施した電気亜鉛めっき鋼板の表面に形成させることで、耐指紋性を損なうことなく耐食性と塗装性を向上させた有機系耐指紋性鋼板「コーベジंक K2 処理」を1989年に開発商品化した<sup>2)3)</sup>。

K2 処理は耐指紋性のみならず、耐食性、塗装性、潤滑性などについても優れた特性を発揮する製品として、現在も幅広いユーザから好評をえている。

### 2.4 無機系耐指紋性鋼板「コーベジंक KS 処理」

さらに近年のAV、コンピュータ製品の高性能化にともなって、導電性と加工性を兼ね備えた鋼板へのニーズが高まってきた。K2 処理は良好な導電性を有するものの厳格な導電性を要求するユーザへの対応が困難であり、導電性を確保するための極薄皮膜を有し、かつ加工性をさらに向上させるため、皮膜強度と加工性を兼ね備えた製品の開発が必要となった。

そこで、クロメート処理を施した電気亜鉛めっき鋼板の表面に特殊な無機系皮膜を形成することで、耐指紋性を損なうことなく、特殊クロメート処理鋼板と同等の導電性と耐指紋性鋼板と同等以上の加工性を兼ね備えた無機系耐指紋性鋼板「コーベジंक KS 処理」を1997年に開発商品化した。KS 処理は優れた導電性と良好な加工性を両立する製品としてコンピュータ機器を始めとした用途で使用されている。

## 2.5 当社耐指紋性鋼板のラインアップ

近年の家電製品の発展にともなって要求されてきた様々な特性に対応するために、当社は他社に先駆けて耐指紋性に注目し、電気亜鉛めっき鋼板をベースとした耐指紋性鋼板を開発商品化してきた。現在では、当初の目的であった耐指紋性のみならず、耐食性、塗装性、潤滑性、および色調の均一性などの特性を同時に満足する多機能な鋼板として家電製品を始めとした多くの用途に適用されている。

現在、当社では有機系耐指紋性鋼板「コーベジंक K2 処理」と無機系耐指紋性鋼板「コーベジंक KS 処理」の2種類を取りそろえており、その優れた皮膜特性により製品としての特性のみならず、プレス加工時の金型寿命の延長などにも貢献しており、幅広いユーザから好評をえている。第3図にK2 処理とKS 処理の皮膜構造および皮膜特性を示す。

## 3. 潤滑鋼板

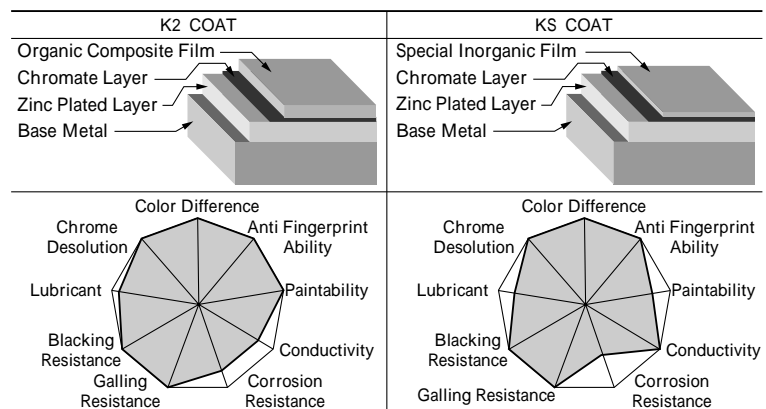
### 3.1 開発の背景

鋼板をプレス加工するには、鋼板表面にきずをつけないために大量の潤滑油が必要となる。潤滑油の使用はプレス現場の汚染をまねき作業環境を悪化させ、さらに鋼板に付着した潤滑油を取り除くための脱脂工程が必要となる。なお、潤滑油を洗い流すために使うフロン系溶剤などはオゾン層を破壊するため、脱フロンへの対策が必要である。これは、成形条件の厳しい深絞り加工をおこなうユーザでとくに問題になっており、作業環境の改善、脱脂工程の省略または簡略化、および環境保護の観点から潤滑油を使用しない鋼板に対する要望が高まってきた。

### 3.2 潤滑鋼板「コーベジंक J2 処理」

当社は、潤滑油を省略するために、鋼板表面にワックス皮膜を形成させて潤滑性を付与し、加工性を向上させることについて検討をおこなった。しかし、単純にワックス皮膜を形成させただけでは、プレス加工時にワックスおよび下地のめっき層の一部が削り取られて成形品の摺動面（表面）に付着して黒っぽくなり、外観品質を損ねる現象（黒化）が生じるという問題点が発生した。

そこで、プレス加工時の金型温度の上昇、および金型の加工衝撃に耐えるように強靱な樹脂をベースとして軟化点を高めたワックス粒子を添加した潤滑皮膜を鋼板



第3図 K2 処理とKS 処理の皮膜特性  
Fig. 3 Performance of K2 COAT & KS COAT

表面に約1 $\mu$ m程度形成することで、無塗油でも優れた深絞り加工性を有する潤滑鋼板「コーベジंक J2 処理」を1988年に開発商品化した<sup>4)5)</sup>。

潤滑鋼板「コーベジंक J2 処理」はその優れた加工特性により、無塗油でも潤滑油塗布以上の深絞り加工が可能となった。写真1に潤滑鋼板の適用例を示す。この潤滑鋼板の開発商品化により、第4図に示すように従来潤滑油が必須であったユーザでのプレス工程における潤滑油の省略および脱脂工程の省略または簡素化が可能となり、さらに塗装性にも優れることから塗装下地処理(りん酸塩処理)の省略も可能となった。このように潤滑鋼板の適用によって、ユーザでの作業環境の改善、工程の省略、環境保護に対して大きく貢献している。

#### 4. 当社特殊化成処理製品の商品メニュー

上述のように、近年の家電製品が多様化、高性能化、およびIT革命によるコンピュータ製品の拡大にともなって、家電メーカーを中心としたユーザの要求性能は時代とともに大きく変化してきた。当社ではこのような要求にいち早く対応すべく種々の特殊化成処理製品を開発商品化してきた。第5図に家電メーカーのニーズの変化と当社特殊化成処理製品の変遷を示す。

現在ではもっとも汎用性に優れる有機系耐指紋性鋼板「コーベジंक K2 処理」を中心として、導電性と潤滑性を併せ持つ無機系耐指紋性鋼板「コーベジंक KS 処理」、無塗油での深絞り加工が可能な潤滑性鋼板「コーベジंक J2 処理」、この他に使用環境の厳しい用途に対応した高耐食性鋼板「コーベジंक DC 処理」を擁しており、ユーザの要求に合わせた特性を有する表面処理鋼板を提供している。

#### 5. 今後の動向

近年、地球的規模での環境保護の機運が高まっており、製造業に対する環境保護への対応が注目されている。家電メーカーもこのような動きに貢献するため廃棄物や有害物質の削減に取り組んでおり、環境に配慮した材料を購入する「グリーン調達」を推進している。

従来、表面処理鋼板には、防錆効果を付与するためにクロメート皮膜中に微量の6価クロムを含有しており、当社はこれまでも特殊化成処理製品に使用されているクロメート皮膜中に含まれる6価クロムの削減に取り組んできた。現在では、皮膜中に6価クロム含有量の少ない反応型クロメート処理を使用し、さらにその上層を特殊化成処理皮膜で覆うことで、使用段階での6価クロムの溶出を防止してきた。

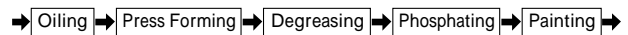
さらに、ライフサイクルアセスメント(LCA)の観点から製造工程も含めて、環境に有害な6価クロムを使用しない特殊化成処理鋼板の開発、商品化についても検討をおこなってきた。当社は他社に先駆けて1998年8月にクロメート処理を使用しないクロムフリー電気亜鉛めっき鋼板「コーベジंक グリーンコート GX 処理」を商品化した。第6図にGX処理の皮膜構造を示す。



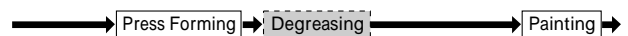
写真1 潤滑鋼板の適用例

Photo 1 Example applied of lubricant film coated steel sheet

< Usual Process >

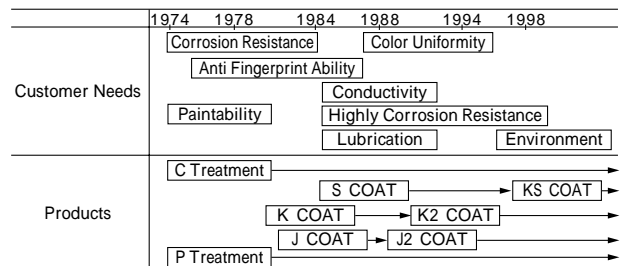


< Applied Lubricant Film Coated Steel Sheet >



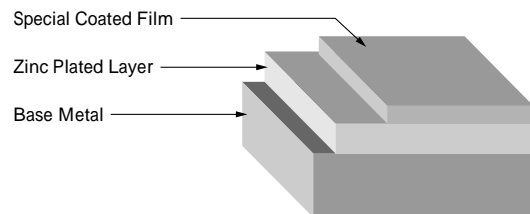
第4図 潤滑性鋼板使用による期待効果

Fig. 4 Effect of applied lubricant film coated steel sheet



第5図 ユーザニーズの変化と当社製品の変遷

Fig. 5 Customer needs and change of Kobe Steel's products



第6図 グリーンコートの皮膜構造

Fig. 6 Cross section of greencoat GX

今後も当社は環境配慮型製品のより一層の皮膜特性向上に努めるとともに、ユーザニーズを的確に捉えた商品作りに取り組んでいく。

#### 参考文献

- 1) 上垣忠義ほか：R&D 神戸製鋼技報，Vol.33, No.4(1983) p.78.
- 2) 堺 裕彦ほか：R&D 神戸製鋼技報，Vol.40, No.3(1990) p.93.
- 3) 三木賢二ほか：材料とプロセス，Vol.4(1991) p.633.
- 4) 中元忠繁ほか：R&D 神戸製鋼技報，Vol.43, No.3(1993) p.107.
- 5) 中元忠繁ほか：材料とプロセス，Vol.8(1995) p.1288.