

亜鉛めっき鋼板の高潤滑性皮膜

Lubricant Film for Zinc Coated Steel Sheets

落合 忠 昭^{*(1)} 鈴木 眞 一^{*(2)} 宮坂 明 博^{*(3)} 福井 政 治^{*(4)}
 Tadaaki OCHIAI Shinichi SUZUKI Akihiro MIYASAKA Masaharu FUKUI
 平田 雅 裕^{*(5)} 伊藤 健^{*(4)}
 Masahiro HIRATA Ken ITOH

抄 録

自動車用防錆鋼板のプレス成形性の向上を目的とし、亜鉛めっき鋼板の高潤滑性皮膜としてMn-P系皮膜を開発した。開発した潤滑皮膜を詳細に調査した結果、自動車製造の各工程(スポット溶接性、化成処理性および塗装後耐食性)に悪影響を及ぼすことなく、極薄い皮膜で潤滑性(プレス成形性)が顕著に改善されることを明らかにした。

Abstract

For the improvement on the formability of zinc coated steel sheets for automotive use, very thin manganese-phosphorus type lubricant film has been studied and developed. In order to confirm the influences of the film on the car manufacturing process, the lubricant film was precisely studied. The results of the study show that the film improves the formability and gives no adverse influence on the automotive manufacturing process and has good anti-corrosion properties after painting.

1. 緒 言

自動車用防錆鋼板には亜鉛系めっき鋼板が使用されている。しかし、亜鉛系めっき鋼板はめっき表面が軟質であるため、プレス成形時に亜鉛が金型と凝着しやすく、冷間圧延鋼板と比較しプレス成形性を損なう可能性がある。プレス成形性を向上させる手段として、近年、種々の潤滑処理技術の検討が試みられている¹⁻⁷⁾。

自動車用防錆鋼板は、プレス加工後に溶接して組み立てられ、その後、脱脂、化成処理、電着塗装、中塗り塗装、上塗り塗装が施され長期間供用される。したがって、潤滑皮膜にはプレス加工時に高潤滑性を付与するとともに、プレス加工後の各工程に悪影響を与えないこと、車体完成後の長期耐久性に悪影響を与えない特性を有することが必須である。これらの要求に対応可能な高潤滑皮膜として、我々はMn-P系無機皮膜⁸⁾を検討し、開発した。

本報では、開発したMn-P系皮膜の構造、潤滑特性およびプレス加工後の各工程への潤滑皮膜の影響について調査した結果を報告する。

2. 試験方法

2.1 供試材

電気亜鉛めっき鋼板(以下EGと称する)片面亜鉛付着量 $60\text{g}/\text{m}^2$ の表面にMn付着量 $0\sim 50\text{mg}/\text{m}^2$ 、P付着量 $0\sim 50\text{mg}/\text{m}^2$ のMn-P系皮膜、

合金化溶融亜鉛めっき鋼板(以下GAと称する)片面亜鉛付着量 $45\text{g}/\text{m}^2$ の表面にMn付着量 $0\sim 50\text{mg}/\text{m}^2$ 、P付着量 $0\sim 50\text{mg}/\text{m}^2$ のMn-P系皮膜を作製し、供試材とした。

2.2 皮膜分析

潤滑皮膜の分析はX線回折、SEM、EPMA、XPSおよびGDSを用いて行った。

2.3 潤滑特性

供試材に防錆油 $1\text{g}/\text{m}^2$ 塗油した後、ピード付きL字型引抜き試験⁹⁾で摺動抵抗係数を測定し、供試材の潤滑性を評価した。

2.4 スポット溶接性

電極として先端が 6mm 径の銅-クロム電極(DR型)を用い、電極加圧力 1960N 、通電時間 $12\text{サイクル}/60\text{Hz}$ 、保持時間 $40\text{サイクル}/60\text{Hz}$ の条件で連続打点性を調査した。連続性の下限はナゲット径が 4t (t :板厚)となるところで判断した。

2.5 化成処理性

浸漬型りん酸塩処理を2分間施し、SEMによる化成結晶観察および化成処理皮膜量を測定し、化成処理性を評価した。

2.6 塗装後耐食性

エポキシ系カチオン電着塗装 $20\mu\text{m}$ に自動車用の中塗り $35\mu\text{m}$ 、上塗り $35\mu\text{m}$ を施し、耐水密着性試験と塩水噴霧試験の試験片とした。耐水密着性試験は、試験片を 40° の蒸留水に240時間浸漬後、 2mm 間隔で碁盤目状のクロスカットを塗膜に入れ、セロハン粘着

^{*(1)} 名古屋技術研究部 主任研究員
 愛知県東海市東海町5-3 〒476-8686 TEL(052)603-7635

^{*(2)} 名古屋技術研究部 主幹研究員

^{*(3)} 鉄鋼研究所 表面処理研究部 部長 工博

^{*(4)} 名古屋製鐵所 薄板工場 マネジャー

^{*(5)} 名古屋製鐵所 品質管理部 マネジャー

テープを貼り付けて剥離し塗膜の付着状況の評価した。塩水噴霧試験は、試験片に長さ70mmのクロスカットを入れ、600時間の塩水噴霧後にクロスカットからの片側最大膨れ幅を評価した。

3. 実験結果

3.1 皮膜分析

写真1に潤滑皮膜処理前後のEGのSEM像を示す。皮膜処理後にも皮膜の存在はSEMでは認められず、めっきの結晶形態にもほとんど差がない。

図1にEG上の潤滑皮膜(P付着量 8 mg/m^2 , Mn付着量 8 mg/m^2)をGDSで分析した結果を示す。Znめっき層の上層にP, Mnが認められ、最表層はPが多く、めっき近傍ではMnが多く存在しているものと思われる。また、皮膜の厚みは7nm程度であることが分かる。

3.2 潤滑特性

図2にEGおよびGAについて、潤滑皮膜の付着量が摺動抵抗係数に及ぼす影響を示す。P付着量の増加で急激に摺動抵抗係数が低下(潤滑性が向上)した後、ほぼ一定になることが分かる。

図3に潤滑処理を施したEG(P付着量 8 mg/m^2 , Mn付着量 8 mg/m^2)について、ピード付きL字型引抜き試験前後の潤滑皮膜の状況をSEMおよびEPMA線分析で調査した結果を示す。ピード付きL字

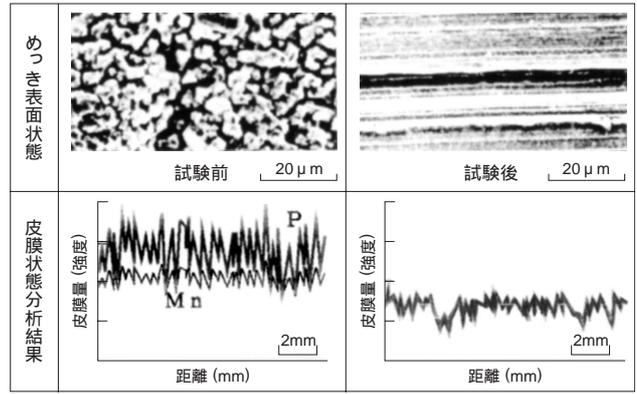


図3 潤滑試験前後の表面分析結果

型引抜き試験前後で皮膜の連続性が保たれていること、試験前後でMn量の減少は少ないが、P量の減少は多いことが分かる。この結果から、めっき側に存在するMn比率の高い層がプレス加工時にめっき層の金型への凝着を防止する一方で、表層側のP比率の高い層の一部がプレス油とともに固液潤滑層を形成することで、約7nmと薄膜であるにもかかわらず良好な潤滑性を示すものと考えられる。

この結果から、以後の実験においては、EGはP付着量 8 mg/m^2 , Mn付着量 8 mg/m^2 , GAはP付着量 30 mg/m^2 , Mn付着量 30 mg/m^2 の材料を使用した。

3.3 スポット溶接性

図4にEGおよびGA材のスポット溶接連続打点性の測定結果を示す。潤滑皮膜の有無で連続打点数の変化はなく、潤滑皮膜の溶接性への影響は認められない。

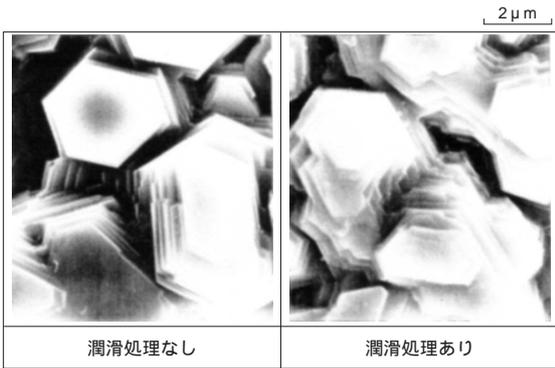


写真1 潤滑処理材(EG)のSEM像

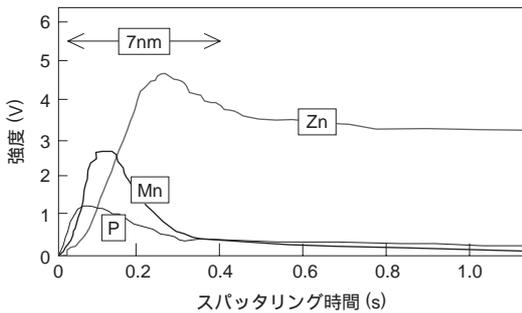


図1 潤滑皮膜のGDS分析結果

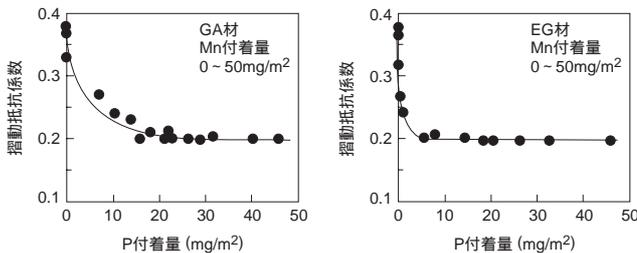


図2 P付着量が摺動抵抗係数に及ぼす影響

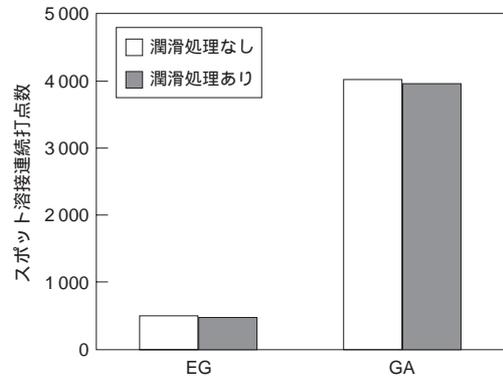


図4 潤滑処理材のスポット溶接性(連続打点数)

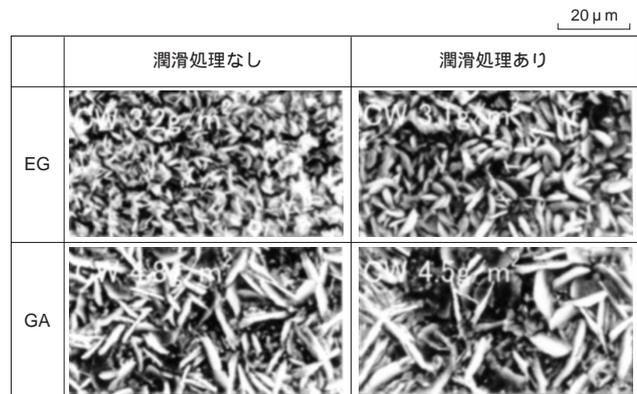


写真2 化成処理皮膜のSEM像

3.4 化成処理性

写真2にEGおよびGA材の化成処理後のSEM像を示す。潤滑皮膜の有無で化成結晶形態および化成処理皮膜量の変化はなく、潤滑皮膜の化成処理性への影響は認められない。

3.5 塗装後耐食性

a) 耐水密着性

図5に耐水密着性の評価結果を示す。EG, GAとも潤滑皮膜の有無で塗膜剥離に変化は認められない。

b) 塩水噴霧

図6に塩水噴霧600時間後のクロスカットからの塗膜の膨れ幅を

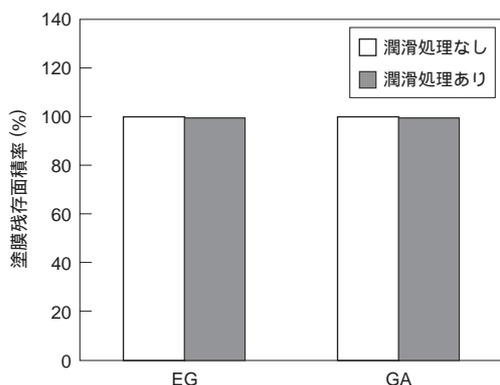


図5 潤滑処理材の耐水密着性

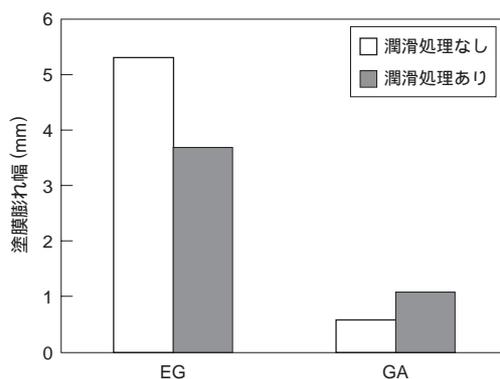


図6 潤滑処理材の塩水噴霧後塗膜膨れ幅

示した。EG, GAとも潤滑皮膜の有無で塗膜膨れ幅の変化は認められない。

以上2種類の塗装後耐食性試験の結果から、潤滑皮膜の塗装後耐食性への影響は認められない。

4. 結 言

亜鉛系めっき鋼板の高潤滑性皮膜として開発したMn-P系皮膜について、皮膜構造、潤滑特性およびプレス加工後の各工程への潤滑皮膜の影響について検討し、以下の結果を得た。

- (1)潤滑皮膜はめっき表層全体に連続的に存在する数十nm程度の薄膜であり、表層側はPの比率、めっき側はMnの比率が高いことを特徴とする多層構造皮膜と考えられる。
- (2)潤滑皮膜による潤滑性の向上作用については、めっき側に存在するMnの比率が高い層がプレス加工時にめっき層の金型への凝着を防止する一方、表層側に存在するPの比率が高い層の一部がプレス油とともに固液潤滑層を形成することで、薄膜にも関わらず優れた潤滑性を示すと考えられる。
- (3)潤滑皮膜は車体製造時の溶接性、化成処理性および塗装後耐食性に全く影響を与えない。

参考文献

- 1) Riesop, J., Roland, W.A.: Galvatech'92 Proceeding. CRM, Verlag Stahleisen, Dusseldorf, Germany, 1992, p.236
- 2) Kunde, N.D., Michal, G.M., Payer, J.H.: Galcaterc'98 Proceedings. Chiba, Japan, 1998, p.608
- 3) Irie, H., Yamamoto, T., Kanno, H., Shimizu, M.: Galcaterc'98 Proceedings. Chiba, Japan, 1998, p.614
- 4) Tobiyama, Y., Kato, C., Yoshida, A., Morito, K.: SAE Technical Paper. 940539, 1994
- 5) Sakurai, M., Yamasaki, Y., Hashimoto, S., Inoue, S., Hiraya, A., Urakawa, T., Inagaki, J.: Galcaterc'98 Proceedings. Chiba, Japan, 1998, p.620
- 6) Nakano, H., Iwatani, J., Iwai, M.: CAMP-ISIJ. 9, 519(1996)
- 7) De Boeck, A., Scheers, J., Lambert, F., Mare, C.D.: Galcaterc'98 Proceedings. Chiba, Japan, 1998, p.626
- 8) Suzuki, S., Kanamaru, T., Arai, K.: CAMP-ISIJ. 6, 1545(1993)
- 9) 薄鋼板成形技術研究会, 表面処理鋼板のトライロジWG: 表面処理鋼板のすべり性に関する共同研究報告書. 1991, 1992