最新表面科学講座（第XXIII講）
J. Jpn. Soc. Colour Mater., **87**〔3〕，98–101（2014）

冷延鋼板の表面処理と接着性，耐食性

山辺秀敏*,†

*住友金属鉱山㈱技術本部市川研究所　千葉県市川市中国分3-18-5（〒272-8588）
† Corresponding Author, E-mail: Hidetoshi_Yamabe@ni.smm.co.jp

（2013年9月3日受付，2013年12月16日受理）

要　　旨

本稿では接着および塗装対象とした冷延鋼板の表面処理と接着性，耐食性の関係について解説した。

キーワード：冷延鋼板，接着，防食，表面処理

1. 冷延鋼板とその表面

冷延鋼板（Cold Rolled Steel）とは，加工性に優れた低炭素鋼板で，おもに自動車車体，家庭電化製品，容器，建材および各種めっき鋼板の原板として使用されている。冷延鋼板に至る一貫製鉄所の工程フローを図-1に示す。このように冷延鋼板の製造工程は，製銑・製鋼工程を経て，熱延鋼板→塩酸酸洗→冷間圧延→脱脂→焼鈍→調質圧延という圧延工程からなり，最後に防錆油が塗布されて製品となる。

つまり熱間圧延で発生する表面の酸化物スケールを塩酸による洗浄（酸洗）で除去，圧延油（普通はエマルジョンタイプ）を塗布して，所定の板厚になるように冷間圧延が行われ，コイル状の製品になる。冷間圧延工程ではその性格上大きな加工歪みが発生するため，オルソ珪酸ソーダによる電解脱脂により圧延油と酸化物スケールを除去した後還元炉（水素と窒素または一酸化炭素中）で約800℃まで加熱，焼鈍が行われ加工歪みが除去される。その後軽度の調質圧延により硬さなどの機械的性質が調整され最終製品となる。冷延鋼板の最表面は数Åの厚みのFeOOH層であり，その下に$\gamma Fe_2O_3/Fe_3O_4$からなる約100Åの二層酸化膜が存在するとされている。

2. リン酸塩処理

このような製造工程から，冷延鋼板表面には溶剤脱脂だけでは除去できない炭素による汚染が想定され，実際にその後の表面処理性へ影響があることが古くから知られている。

冷延鋼板をリン酸の金属塩水溶液に浸漬するとその表面に結晶性のリン酸塩皮膜が形成される。そのリン酸塩皮膜の投錨効果，バリアー効果，化学的安定化により塗料や接着剤への接着性や耐食性を高めることができ，最も一般的な冷延鋼板用の表面処理となっている。その主流は第一リン酸亜鉛（$Zn(H_2PO_4)_2$）とリン酸（H_3PO_4）を主成分とし，これに促進剤として酸化剤とNi^{2+}，Mn^{2+}，Co^{2+}などの重金属イオンを含む，リン酸亜鉛系処理である。生成されるリン酸塩皮膜は$Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$（Hopeite）と$Zn_2Fe(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$（Phosphophyllite）が混在する構造を有する。一般的に緻密なPhosphophylliteの比率が高いほど鉄素地に対する処理皮膜の密着性とそれによる耐食性が良好であるといわれている。そのため，フッ素イオンなどが添加され，鉄の溶解速度を高めPhosphophylliteの比率を高めるなどの改良が行われている。

しかし，冷延鋼板表面にはすでに述べたとおりの圧延工程を経ることにより，圧延油の焼鈍残渣，焼鈍ガス（一酸化炭素），鋼中の炭化物分解生成物（グラファイト化したカーボン）がスケールと混在した形で付着しており[1]，それらがリン酸亜鉛表面処理性能を低下させる原因になる。

実際に冷延鋼板表面の炭素が塗装耐食性にいかに大きく影響するか，前田の報告を図-2に紹介する[1]。冷延鋼板の表面炭素量が少ないほど塩水噴霧試験で耐食性が良好であることが理解される。表面炭素量の多い冷延鋼板はリン酸亜鉛皮膜の緻密さが低く，水やイオンが透過しやすくなるため塗装の効果が薄れ，耐食性が悪くなるのである[2]。

そのため，冷延鋼板では表面処理の前処理としての十分な脱脂が必要となる。通常脱脂には珪酸ナトリウムなどのアルカリ性水溶液が使用される。

冷延鋼板のリン酸亜鉛処理では，その処理方式が処理被膜へ与える影響が大きいといわれている。たとえば，スプレー方式はディッピング方式に比べ反応速度が大きく生産性が高いが，Hopeiteの比率が高く，その結果耐食性が低下する。自動車車体の表面処理ラインでリン酸亜鉛処理はディッピング方式で行われているのは，耐食性を重視するがゆえのことである。また，自動車車体の表面処理ラインでは，前処理であるアルカリ脱脂

〔氏名〕やまべ　ひでとし
〔現職〕住友金属鉱山㈱技術本部市川研究所
〔趣味〕観劇，ワインと日本酒の利き酒
〔経歴〕早稲田大学大学院理工学研究所，Stuttgart大学大学院（Ph. D.）

© 2014 Journal of the Japan Society of Colour Material