

(344) Si 含有鋼板の表面性状と熔融亜鉛めっき層の密着性

日本鋼管株式会社
技術研究所

○土谷康夫 寺坂正二

1. 緒言

近年、熔融亜鉛めっき鋼板の用途拡大とニーズの高度化に伴ない、高強度製品の要望が高まってきた。そのため、素材の1つとしてSi含有鋼の使用が考えられているが、鋼中Si量が増加するとめっきの密着性が悪くなることが報告されている。^{1) 2)}本報では、Si含有鋼板のめっき前の表面性状(Siの表面濃化と酸化皮膜の形態など)と熔融亜鉛めっき層の密着性との関係について検討した。

2. 実験方法

(1) 供試材：表1の基本成分にtr~0.53wt%のSiを含有する8種の実験室溶解ALキルド鋼を供試材とし、実験室で冷間圧延(板厚0.8mm)を行なった後、CGLをシミュレートする目的で試作したCGLシミュレータにより、表2の条件で亜鉛めっきとめっき前の鋼板表面性状調査用の試料を作成した。

表1. 供試材の化学成分(%)

C	Mn	P	S	Sol.Al	Si
0.05	0.25	0.007	0.003	0.038	tr~0.53

表2. CGLシミュレータ実験条件

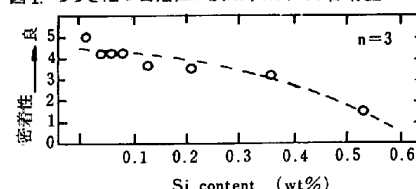
試料サイズ	40×100mm	
めっき前処理	弱酸化	15% CO ₂ +N ₂ 室温~320℃
	還元	25% H ₂ +N ₂ 320℃~800℃~500℃ 500℃→亜鉛浴又はN ₂ 急冷
	温度	460℃
亜鉛めっき	時間	5 sec
	組成	AL 0.16%添加浴

(2) 密着性評価：180°密着曲げ試験により、5段階で評価した。
(3) 鋼板表面性状調査：AES, EPMA, 分析電顕/EDX・ED・EA, ESCA, IMAなどを用いて総合的に解析した。

3. 実験結果

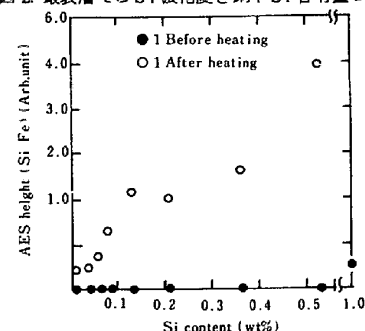
(1) めっき密着性：Si含有量とともにめっき密着性は劣化する。(図1)。

図1. めっき層の密着性及び鋼中Si含有量の影響



(2) めっき前の鋼板表面性状：①めっき前の熱処理により、鋼中Siは含有量の数10~100倍程度表面に濃化する(図2)。②表面に濃化したSiは、結晶粒内、粒界を問わず全面に酸化皮膜として存在しており、その皮膜形態は(MnSiO₃)である(写真1)。③表面に存在している酸化皮膜は、Si含有量が多くなるに従い厚く、表面を覆っている割合も多くなっている。

図2. 最表面層でのSi濃化度と鋼中Si含有量の関係



(3) めっき剝離面の形態：めっき密着性不良材(Si 0.53%)のめっき剝離面を調査した結果、剝離面(地鉄側)には無定形でポーラスな合金層が存在しており、めっき前に酸化皮膜が存在していた箇所には合金層が生成していない(写真2, 矢印部分)。

以上の結果より、Si含有鋼のめっき密着性が悪いのは、熱処理工程で鋼板表面に生成するMnSiO₃の酸化皮膜に起因することが判明した。

写真1. めっき前処理後の鋼板表面の酸化皮膜形態 (Si 0.53%材, EM抽出レプリカ)



写真2. 亜鉛めっき剝離面の形態(地鉄側) (Si 0.53%材, SEM)



参考文献 1) 福塚ら：鉄と鋼, 66(1980), S494。

2) 広瀬ら：鉄と鋼, 67(1981), S323。