

討14 片面溶融亜鉛めっき鋼板の製造プロセスの開発と実用化 E.M.P./U.C.P.

新日本製鉄㈱ 本社 薄板技術部 ○北沢 良雄
 八幡製鉄所 樋口 征順、大和 哲次
 名古屋製鉄所 金丸 辰也、関屋 武之

1. 緒言

当社では、先に研削法による片面溶融亜鉛めっき鋼板及び片面合金化亜鉛めっき鋼板を製造販売しており、自動車メーカーの好評を博して来た。然しながらこの研削法は製造技術上必ずしも完全なものとはいえず、従ってこれに代る非研削法による片面亜鉛めっき鋼板の製造技術の開発を進めて来た。非研削法として、マスキング法、片面酸化法、複式電解剥離法も含めて多くの方式を検討して来たが、最終的にいわゆる“ One touch 法 ”として次の二方式が優れる事が判明した。

I E.M.P. - Electro Magnetic Pump (電磁ポンプ法) …………… 以下E.M.P.法と記す。

II U.C.P. - Universal Coating Process (ロールコート法) …………… 以下U.C.P.法と記す。

当社は急増する自動車メーカーの需要に対処する為、上記二方式による片面亜鉛めっき鋼板の同時製造を決定し、EMP法は八幡64 CGL (6'ライン)で、UCP法は名古屋64 CGL (5'ライン)にて実設備化し、昭和56年半ばの操業開始以来現在に至るまで順調に生産を続けている。本報ではこの二方式の開発技術内容、実設備の概要、操業及び製品性能について報告する。

2. 非研削法による製造プロセスの開発

2-1 E.M.P.法とU.C.P.法の特徴

[E.M.P.法の特徴] ① 亜鉛めっき浴の移動を電磁ポンプで行なうため、精密な制御、煩雑な保守を行なうことなく、溶融亜鉛の安定な供給が可能 ② 亜鉛めっき浴の隆起量(供給量)は、磁界強さの制御(電流制御)で容易に変更可能 ③ めっき原板の片面のみに直接溶融亜鉛を供給する方式であるためブリミティブであり、又湯道形状の適正化により裏回りのない片面めっきが可能

[U.C.P.法の特徴] ① ロールコーティング及びガスワイピングの組合せにより、めっき付着量制御性及び幅方向付着量均一性に優れている。 ② ロールコーティングのため、亜鉛の鉄面への付着がない。また高速化が容易である。 ③ チャンバー外ワイピング法により (i) 鉄面への亜鉛ダスト、スプラッシュの付着がない。 (ii) ダイスの手入れ、ダイス間隔制御等めっき作業性に優れている。 ④ バックアップロールを併用した片ダイス方式により、ストリップの振動、反りが抑制され近接化が容易となり薄目付化が可能である。

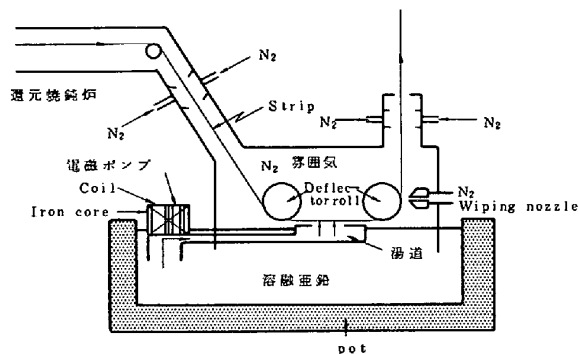


図1. E.M.P.法による片面溶融亜鉛めっき装置概要

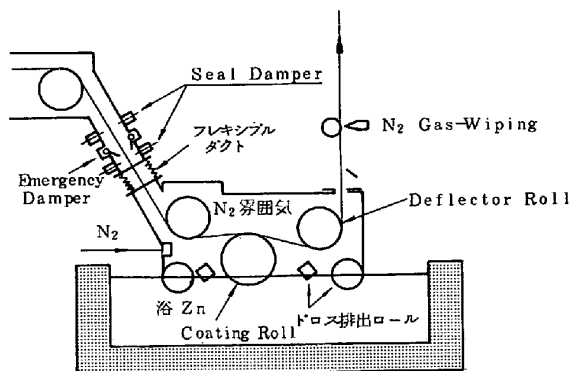


図2. U.C.P.法による片面溶融亜鉛めっき装置概要

2-2 E.M.P.法における重要要素技術の開発

(1) 最適湯道形状の検討 ① 図3に、亜鉛隆起浴のストリップに対する接触状況を模式的に示すように、サイドフロー可能な湯道を用い、板幅より狭い溢出口(湯口幅)より隆起浴を供給する事により裏回りは皆無となった。 ② 代表的な湯道形状として、図4に示すような湯道を採用した。尚、湯口幅は板幅に対応して調整可能な構造とした。

(a) 隆起浴の供給量少なる状態 (b) 隆起浴の供給量大なる状態

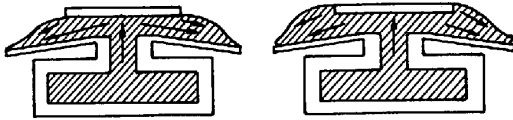


図3. 溶融亜鉛・隆起浴の鋼板ストリップに対する接触・付着状況(断面の模式図)

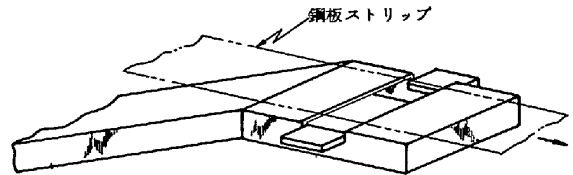


図4. 溶融亜鉛・隆起流の供給装置(湯道)の例

③ 板幅より狭い湯口幅を採用しても板幅方向のめっき量分布は後続するN₂ガスワイピングにより均一化される。実ラインでの幅広材の幅方向のめっき量分布を図5に示す。

(2) コーティングチャンバー内N₂ガスワイピングの検討

① 図1に示す如くストリップがコーティングチャンバー内のデフレクターロールと接触している箇所でN₂ガスワイピングを適用することにより、ストリップの振動及びC反りが全くない事によって、めっき量の制御及び板幅方向のめっき量の均一化が著しく容易である。 ② 均一・平滑なめっき外観を得るためにはめっき層の凝固を酸素存在下で行なうことが必要である事が判った。即ち非酸化性雰囲気では、溶融亜鉛は流動性及び表面張力が大なるため、めっき面が均一に凝固しにくい。そのため、亀甲状の凸凹面を発生しやすい。従ってN₂ガスワイピング後ストリップを大気中に取り出しめっき面を凝固させることが必要である。

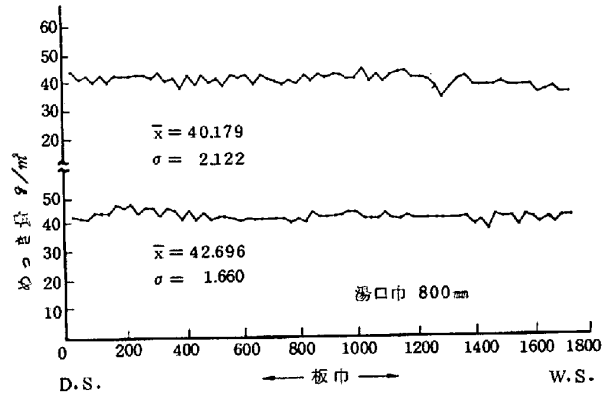


図5. 幅広材のN₂ワイピングによる板幅方向のめっき量分布

2-3 U.C.P.法における重要要素技術の開発

(1) 付着量制御技術 製造技術のポイントである付着量制御について実験例を図6~図7に示す。最終的にガスワイピングを行うことにより付着量制御が容易である。

(2) 付着量均一化技術

Zn Wiping部のStripのC反りを防止する Back-up roll を設置することにより板幅方向の付着量を極めて均一にする事が出来た。

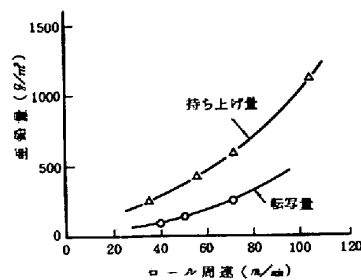


図6. 亜鉛持ち上げ量と転写量

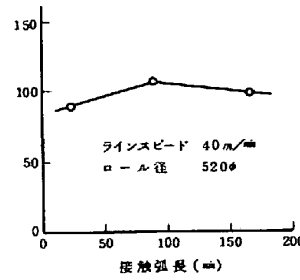


図7. 接触弧長と付着量

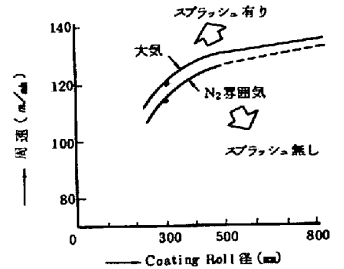


図8. コーティングロール径とスプラッシュの発生

(3) 鉄面への亜鉛付着防止

① コーティングロール径の選択ロール回転(遠心力)による亜鉛飛散発生防止の為大径ロールを採用(図8)

② バックアップロール、片ダイスガスワイピング法の採用

O₂濃度を一定の管理値以下に制御したチャンバー内でめっき後、ストリップがチャンバーを出た直後にバックアップロール部で片側ガスワイピングを行うことによりスブラッシュによる鉄面への亜鉛付着が防止できた。

(4) コーティングロール材質の検討

コーティングロールの材質選定はU.C.P.法において最も重要な項目である。ロール材質に要求されることは ① Znに対する耐食性が優れていること(含Zn中でのストリップ接触摩耗) ② Znに対する濡れ性が優れていること(ロール持上げZnが多い) ③ ロール表面が均一であること(形状、成分) ④ 熱変形が小さいこと……である。以上の要求を満足するロールとして現在使用中のロールを表1に示す。

表1 コーティングロール材質

材 質 名	成 分									製 法
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Fe	W	Co	B	
タンダステンカーバイド	1.3	3.0	-	19	-	-	13	残	2.5	溶融
φ25 ステライト	0.15	<0.4	1~2	19~21	9~11	<3	14~16	残	-	溶接肉盛

3. 実機設備について

上記要素技術の検討結果を基に既設溶融亜鉛めっきラインにE.M.P.、U.C.P.両方式による片面めっき設備を設置して、昭和56年半ば以降順調な工業生産を行っている。(図1及び図2)

表2にライン仕様を示す。

表2 実機設備のライン仕様

仕 様	E.M.P.法(八幡φ4CGL)	U.C.P.法(名古屋φ4CGL)
通板サイズ 板厚	0.5~6.0mm (片面めっき 0.7~2.0mm)	0.4~1.6mm
板幅	610~1850mm (" 610~1829mm)	610~1530mm
ラインスピード	91.4m/min max	200m/min, max
T/H(炉能力)	65T/H at 6	65T/H

4. 片面亜鉛めっき鋼板の性能

(1) めっき面の性状 ○用途によって、ノルマルスパングル及びゼロスパングル表面の溶融亜鉛めっき鋼板及び合金化溶融亜鉛めっき鋼板が製造される。○めっき密着性は良好であり、合金化溶融亜鉛めっき鋼板のパウダリング性も通常法と何ら変わりなく良好である。

(2) 鉄面の性状 鉄面の残存亜鉛は皆無(分析値: Trace)であり、極めて清浄である。

(3) 鉄面の化成処理性 ○片面めっき鋼板の鉄面は片面めっき後の酸洗により酸化膜が除去され清浄となるが、磷酸塩結晶が粗大化する傾向にあり通常の冷薄に比し化成処理性が劣る。この問題点を克服し、更に積極的に化成処理性を向上させるため、E.M.P.法にはP-処理、U.C.P.法にはN-処理と名付ける特殊処理を採用した。P-処理は、磷酸亜鉛の懸濁液を鉄面に吹きつけて磷酸塩結晶の核を生成する処理法であり、N-処理は電解処理により鉄面にNiの核を生成させるものである。

写真1にP-処理の有無による鉄面のPの分布状況を示す。又写真2にN-処理による鉄面の磷酸塩結晶の状況を冷延鋼板と対比して示す。

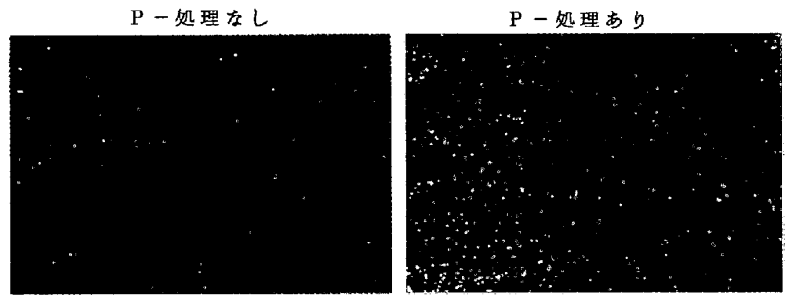
P-処理、N-処理いずれによっても通常の冷延鋼板と同等の均一且つ緻密な磷酸塩皮膜が得られる。

(4) 鉄面の塗装性能

表3にU.C.P.法による鉄面の塗装性をED後の塩水噴霧テスト、完全塗装後のTAGテスト及び耐水密着性について調査した結果を示す。又写真3にE.M.P.法によるアノンED後の塩水噴霧テスト600時間の耐食性を示す。いずれも冷延鋼板と同等以上の性能を示している。

(5) 成形性

片面亜鉛めっき鋼板の成形性は優れた機械的性質及び優れためっき密着性により通常の亜鉛めっき鋼板と同等である。



P付着量=0 mg/m²

P付着量=3.8 mg/m²

写真1. P-処理の有無による P付着の分布状態(×300)

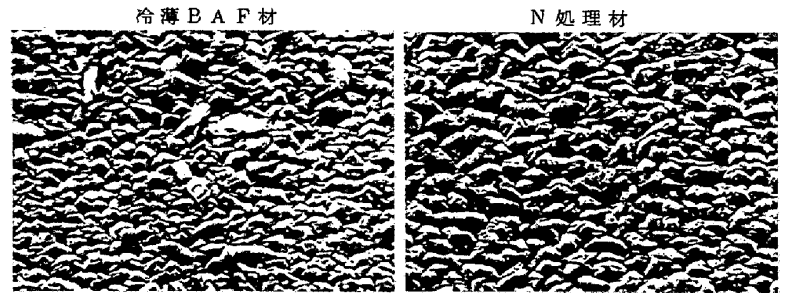
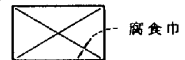


写真2. 皮膜結晶形態(浸漬タイプGr.SD-2000)

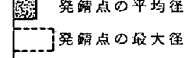
表3. 片面亜鉛めっき鋼板の耐食性(鉄面)

テスト項目	塩水噴霧テスト			TACテスト	耐水密着性
	Spray	Dip	Dip	Dip	Dip
腐蝕塩処理	Anodic	Anodic	Cathodic	Anodic, Cathodic	Cathodic
電着タイプ					
塗膜厚	20μm	20μm	20μm	total 80μm	total 80μm
試験時間	300hr	500hr	800hr	4 cycles	10 days in 40°C Water
評価基準	*1) (mm) 1 2	(mm) 1 2	(mm) 1 2	*2) 1 2 3 4 (mm) 5	the number of adhesion failure square/the number of total square *3)
片面亜鉛めっき鋼板				Anodic Cathodic	0/100
冷延薄板				Anodic Cathodic	0/100

*1)



*2)



*3)

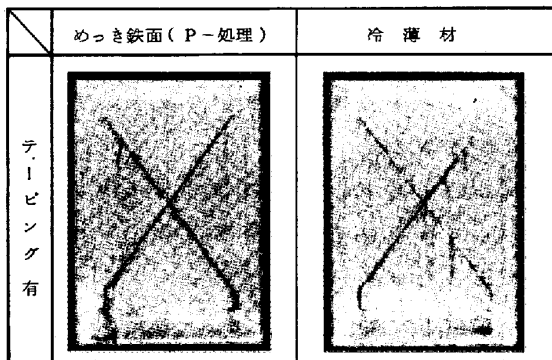
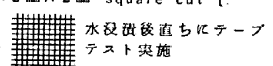


写真3. ED(アノン)塗装後の塩水噴霧試験による耐食性

— S.S.T.600時間 —

5. 結 言

E.M.P.法は、電磁ポンプの採用と湯道形状の選択により、又U.C.P.法は亜鉛のピックアップ性が良好な長寿命のコーティングロールの採用により実機設備として完成された。

又、P-処理及びN-処理の採用により片面亜鉛めっき鋼板の鉄面の性能は冷延鋼板と同等以上のものとなった。

両プロセスは昭和56年半ばより実生産を開始して今日に至っているが、その製造は極めて順調に推移している。