

Continuous Coloring Techniques for Stainless Steel Sheets and Its Application to Architectural Use



佐藤 繁

Shigeru Sato

阪神製造所 ステンレス部生産技術室



佐藤 孝

Takashi Sato

阪神製造所 ステンレス部生産技術室 主査 (課長)



阿部 信夫

Nobuo Abe

阪神製造所 設備部設備技術室 主査 (掛長)

要旨

当社は交番電流電解法を採用したシート水平方式による連続発色設備を建設し、1989年3月に発色ステンレス (商品名:ルミナカラー) の営業生産を開始した。当設備の特長は (1) 交番電流電解法による発色のため、きめ細かな色調制御が可能であり色調の均一性および再現性に優れていること、(2) 色調制御や測色検査をはじめ、入側パイリングから出側パイリングまでの一連の作業を全て自動化していること、および (3) シート水平方式による発色により連続発色を可能とし、最大8 m長の製品を高効率に生産できることである。当設備ではブラック、ブロンズ、ブロンズゴールド、ゴールド、ブルーの発色が可能であり、また下地についてはヘアライン、鏡面、ダル、エンボスおよびエッチング等を含め各種のものが製造可能で、ビルのエントランス周り、内壁、外壁、エレベーター周り、サッシ等の各種建材に用いられており好評を得ている。

Synopsis:

In March 1989, Kawasaki Steel installed a horizontal continuous coloring line for stainless steel sheets using an alternating current electrolyzing method to produce a colored stainless steel trade named "LUMINA COLOR". The features of this line are: (1) Excellent color uniformity and reproducibility in products, (2) automatic control from sheet depiling to sheet piling, including coloring control and inspection, (3) efficient production of long products up to 8 m. With this equipment, it is possible to produce the colors of black, bronze, bronze-gold, gold, and blue over substrates with hairline, mirror, dull, embossed, and etched finishes. LUMINA COLOR has won an excellent reputation in applications including building entrances, the interior and exterior walls, elevators, and sashes.

1 緒 言

ステンレスの建材分野における最近の動向として、高級化および意匠化等に対する要求が高まってきている。そうした動きの中で、発色ステンレスや塗装ステンレス等に代表されるように、従来のステンレスの冷たいイメージを解消した温かい豊かな感覚を持つ材料が使われるようになった。特に、耐食性に加えステンレスの美麗な素地が活かされるという特徴を持った発色ステンレスの使用例が増えてきている。

当社においても、従来の発色方法である英国 INCO 社が開発したインコ法 (INCO 法: International Nickel Company) に対して、当社がアベル株式会社 (田近畿薬品工業株式会社) と共同開発した交番電流電解法¹⁾ (ACECS 法: Alternating Current Electrolyzing Colored Stainless) を採用し、発色ステンレス「ルミナカラー」を開発²⁻⁴⁾した。従来の発色設備はすべて吊り下げ方式であったが、将来の発色ステンレスの需要増に対応するために、当社は世界で初めてのシート水平通板方式による連続発色製造設備を阪神製造所西

宮地区に建設した。1989年3月より営業生産を開始し、現在、所期の効果を発揮し順調に稼働している。これにより、アベル株式会社との両社体制が整い処理能力の増強、大型物件への対応をはじめ、納期、品質面などでより一層お客様のニーズに応えることが可能となった。

本報では、交番電流電解法によるシート水平連続発色設備の概要とその特長を述べるとともに、操業状況や代表的施工例および新製品について紹介する。

2 シート水平連続発色設備の概要と特長

2.1 交番電流電解法の採用とその特長

発色設備の建設にあたり、品質上高品質および生産上高効率の観点から検討した結果、連続発色で色調制御が容易な交番電流電解法を採用した。交番電流電解法の特長については、すでに報告⁴⁾されているので詳細については省略するが、その概略は以下のとおりである。

(1) Fig. 1 に示すように、陽極および陰極電流密度を一定とした定電流条件で単位陽極電解時間 (t_a) および単位陰極電解時

* 平成5年3月5日原稿受付

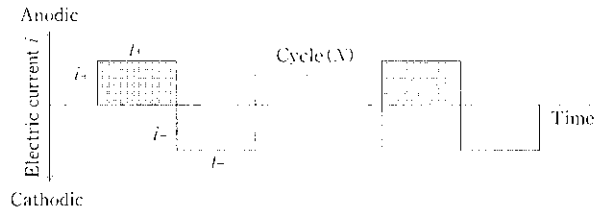


Fig. 1 Alternating current electrolyzing method

間(t_c)と繰り返し回数(N)の組合せにより行うので、きめ細かな色調制御が可能である。

- (2) これにより着色と硬膜処理が1液1工程で行える。
- (3) ブラック・ブロンズ・ブロンズゴールド・ゴールド・ブルーなどの色調を単一の溶液で行える。
- (4) 交番電流電解法は交番電解を繰り返すことによって、均質な皮膜成長が行われるため、発色皮膜の成長を電解条件できめ細かく制御できる。

2.2 発色設備の概要と特長

Fig. 2 に交番電流電解法を採用した世界初のシート水平方式による連続発色設備の概要⁶⁾を、Fig. 3 に発色プロセス⁶⁾を示す。また、設備の主仕様⁶⁾を Table 1 に示す。最大8 m 長の製品の発色が可能である。

発色用シートは、パレットに積まれた状態で入側へ搬入される。その後シートを1枚ずつデバイリングし連続通板が開始する。まず、前処理として脱脂および酸洗を行い、シートを清浄化した後、発色槽に送り発色を行う。発色は交番電流電解法で行う。発色槽の断面を Fig. 4 に示す。シート発色面を上側にして、その上部に幅方向に分割した対極を設置し、整流器からの交番電流をシート裏面側の給電バネを介してシートに通電し、シート上面の発色を行う。色調の均一性および再現性の保証をするために、色調制御は全て数値化し制御できるようにしている。発色後はシートに付着した発色液を水洗し、乾燥させる。そして、自動測色計によりシート幅方向および長手方向の色調検査をきめ細かく(幅方向5箇所長手方向20箇所計100箇所)行い、これに加え表面疵の検査をオペレーターが目視で行い品質を保証している。検査合格したものは保護皮膜としてビニールを貼り、木箱にバイリングし、払い出す。デバイリング、色調制御、測色、ビニール貼りおよびバイリングは全て自動化を図っており、オペレーターの作業は入側への発色用シートパレット搬入、

Table 1 Main specifications of continuous coloring line

Capacity	100 t/month (10 000 m ² /month)
Dimensions of sheets	
Thickness	0.6~3.0 mm
Width	max. 1 270 mm
Length	max. 8 000 mm
Line speed	0.2~2.0 m/min

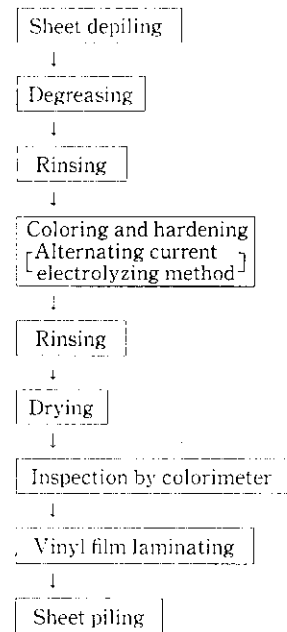


Fig. 3 Coloring process

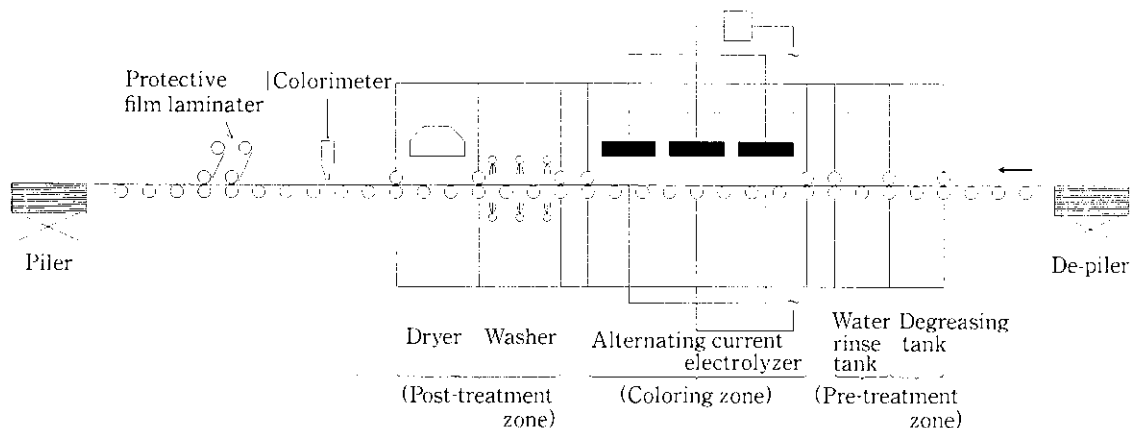


Fig. 2 Continuous coloring line

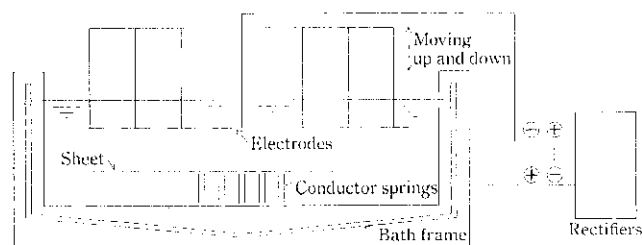


Fig. 4 Cross section of coloring bath

表面疵検査および出側での発色済製品の梱包本箱の払い出しのみである。

このように、シートを連続的に、しかも最大8 m長の製品の通板が可能であるため、高能率な設備となっている。

3 操業状況

測色の一例を Fig. 5 に示す。測色データは、CIE 表色系の L^* , a^* , b^* 値を用いた。色差 ΔE はこれらの値を用い、

$$\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$$

で表わされる。 $\Delta E < 2$ の範囲においては、目視で色調変化を判別することは困難とされている。この例では $\Delta E = 0.5$ と色差は十分に小さく色むらは目視で判別できないレベルである。シートを連続的に通板し発色させるため、シート面内および面間の色差のパラッキも非常に少ない結果となっている。当設備は、交番電流電解法を採用し、きめ細かい色調制御が可能な設備機能を有しているため、シート面内および面間における色調の均一性、再現性に極めて優れている。

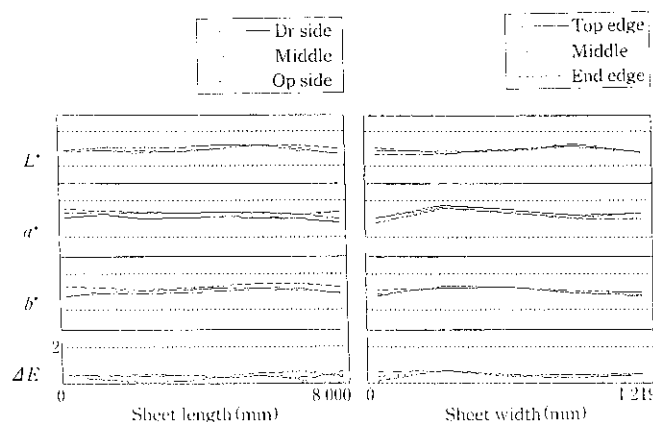


Fig. 5 Example of inspection by colorimeter in the coloring line (SUS304, hairline, 1.5mm×1219mm×8000mm)

Table 2 Production ratio for each color (%)

color Finish	Black	Bronze	Bronze gold	Gold	Blue	Total
Mirror	18	—	12	5	5	40
Hair-line	15	18	—	17	3	53
Others	1	0	2	4	0	7
Total	34	18	14	26	8	100

当設備で製造している製品の色の構成比を Table 2 に示す。ブラックが最も多く、次いでゴールド、ブロンズ、ブロンズゴールド、ブルーの順となっている。

4 施工例および新製品紹介

交番電流電解法によって製造されたルミナカラーの代表的な施工例を以下に示す。

三越百貨店・松山店 (愛媛県)	ヘアラインブロンズ、鏡面ブロンズゴールド 玄関周り、エレベーター周り
モリ工業本社ビル (大阪府)	鏡面ブラック 玄関周り、ホール天井
ルア芦屋 (兵庫県)	鏡面ブルー ホール天井
東京海洋会館 (東京都)	ヘアラインゴールド 内壁、外壁、サッシ
パシフィコ横浜 (神奈川県)	鏡面エッチングブロンズゴールド エレベーター周り
慶南銀行 (韓国)	鏡面ブラック 玄関周り、ホール天井
高尾霖園大飯店 (台湾)	ヘアラインゴールド 内壁、外壁

前記施工例は主に、ビルのエントランス周りをはじめとし、内壁、外壁、エレベーター周り、サッシ等の各種建材に用いられている。その一例を Photo 1 の (a) および (b) に示す。また、発色ステンレスは一般に、無垢（未発色）材と併用される事例が多い。

新製品として、ルミナカラーにエッチングとパイブレーション研磨を取り入れた次のものがある。

- (1) エッチング（下地は鏡面またはヘアライン）後の発色材
- (2) 発色後のエッチング（下地は鏡面またはヘアライン）材
- (3) パイブレーション研磨後の発色材

これらの製品のうち、(1)のエッチング後の発色材でエレベーターの扉に使用されている例を Photo 1 (c) に示す。また、上記(1)～(3)に透明着色フッ素樹脂コート（当社商品名：ファンシーコートカラー）を施した製品も開発している。デザインやバリエーションが豊富なエッチングと鏡面、ヘアライン、パイブレーション等の研磨を組み合わせることにより、従来にない高級感を持った意匠性の高い製品の製造が可能である。

さらに、ルミナカラーの意匠性向上を狙って以下の製品についても、それらの製造体制を整えつつある。

(a) Mirror bronze-gold and hairline bronze (Entrance)



(b) Mirror blue (Ceiling)



(c) Mirror etching bronze-gold (Elevator)

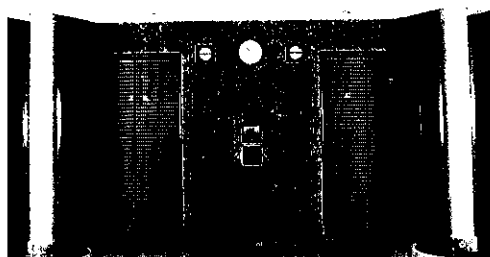


Photo 1 Examples of application of LUMINA COLOR

- (1) ダル仕上の発色材
- (2) エンボス製品の発色材

5 結言

当社では交番電流電解法によるシート水平連続発色設備を建設し、発色ステンレス「ルミナカラー」の営業生産を1989年3月より開始した。

当設備の特長は、次のとおりである。

- (1) 交番電流電解法の採用により、きめ細かな色調制御が可能で

あるため、色調の均一性および再現性に優れる。

- (2) 色調制御や測色検査をはじめ、入側デバイリングから出側デバイリングまでの一連の作業を全て自動化している。

- (3) シート水平方式による発色のため、最大8m長の製品の連続発色が高効率に行える。

当設備ではブラック、ブロンズ、ブロンズゴールド、ゴールド、ブルーの発色が可能であり、また下地についてはヘアライン、鏡面、ダル、エンボスおよびエッチング等を含め各種のものが製造可能で、ビルのエントランス周り、内壁、外壁、エレベーター周り、サッシ等の各種建材に用いられており好評を得ている。

参 考 文 献

- 1) 川崎製鉄㈱：特許番号 第1459847号
- 2) Kawasaki Steel Corp. : JPN. Kokoku 63-8198
- 3) Republic Steel Corp. : U.S. Patent 4 859 287
- 4) 曾根雄二、石井美佐子、吉岡啓一、橋本 修、倉橋連生、広野種生：川崎製鉄技報、21(1989) 1, 34-38
- 5) Y. Sone, M. Tochihara, K. Yoshioka, O. Hashimoto, H. Kurahashi, and T. Hirono: "Alternating Current Electrolyzing Method For Colored Stainless Steel," Proceedings of International Conference on Stainless Steel, ISIJ, Chiba(JPN), (1991)
- 6) N. Kuriyama, S. Shiiba, H. Saitoh, N. Abe, and Y. Sone: "Continuous Coloring Line for Stainless Steel Sheet," Proceedings of International Conference on Stainless Steel, ISIJ, Chiba(JPN), (1991)