

# 交番電流電解法による化学発色ステンレスについて

廣野 種生

## 1. はじめに

ステンレスといえば白く冷たく輝く金属と思われる人が多いと思うが、川崎製鉄㈱では近畿薬品工業㈱と共同で塗料を使わず色をつける技術—交番電流電解法—を開発し、製品化している。この方法で化学発色したステンレスを「ルミナカラー」と呼んでいる。そこで「ルミナカラー」を従来からあるインコ法との比較で紹介する。

## 2. ステンレスの発色原理

本法によるステンレスの発色原理はインコ法と同様ステンレスの表面に形成されたごく薄い、無色透明な酸化皮膜による光の干渉現象を利用したものである。虹や水面上に滴下した油膜の色もこの光の干渉現象によるものである。すなわち Fig. 1 の模式図で示すように酸化皮膜の表面で反射された光②とステンレス表面で反射された光③の位相のずれにより、特定の波長の光が強められ、その波長に対応する色に発色する。したがって酸化皮膜が光の波長にほぼ等しいかその正数倍のとき、その色が強調されることになる。Fig. 1 の場合酸化皮膜の厚みが  $0.46\mu\text{m}$  なので青の波長と一致し、青だけが強調され青く見えることになる。

## 3. 交番電流電解法の特徴

### 3.1 発色方法

交番電流電解法は着色と硬膜を1液1工程で行うのに対して、インコ法では着色と硬膜を各々別の溶液中で行う2液2工程である。Fig. 2 に従来のインコ法の概略を示す。80℃という高温の溶液(代表例として、硫酸490 g/l + 無水クロム酸250 g/l から成る混酸)中で行われる。

次工程の硬膜処理は硫酸浴の場合、40℃の溶液(硫酸2.5 g/l + 無水クロム酸250 g/l)の中で陰極電解により行われる。

交番電流電解法では Fig. 3 に示すように発色溶液(組成例、硫酸450 g/l + 無水クロム酸300 g/l)中で対極を用いて被発色材を陽極電解と陰極電解とを交互に組合せて交番電解を一定回数行う。これにより着色と硬膜を1液1工程で行えることが特徴である。

### 3.2 色調制御方法

交番電流電解法の色調制御法は従来のインコ法とは異なる。インコ法では Fig. 2 に示すように、着色用溶液中に浸漬する時間の変化により、短時間側よりブロンズ、ブルー、ゴールド、レッド、グリーンと長時間側へ色調が変化する。指定の色調を得るには基準点からの白金対

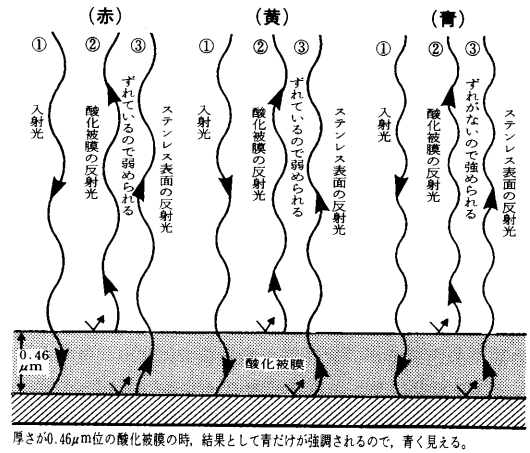


Fig. 1 光の干渉による発色の模式図

(注) 色と光の波長の関係 (HIROBA 2 (1990) ページ 22より引用)

青  $0.46\mu\text{m}$       黄  $0.57\mu\text{m}$       赤  $0.70\mu\text{m}$

極との電位差を測定して酸化皮膜の厚さをコントロールする。このため色調制御には高精度の電位差管理が必要となる。また硬膜処理時にも若干皮膜成長があるため色が変化する。この点も考慮して色調管理を行う必要があり、色調の変動の原因となる。更に熱酸浸漬法のため、素材の表面性状の影響を受けやすく、再現性のよい色調管理のためには細かな素材管理が必要である。

これに対して交番電流電解法では液温が60℃と浸漬だけでは発色が進みにくい低温で、発色は主に電解発色に

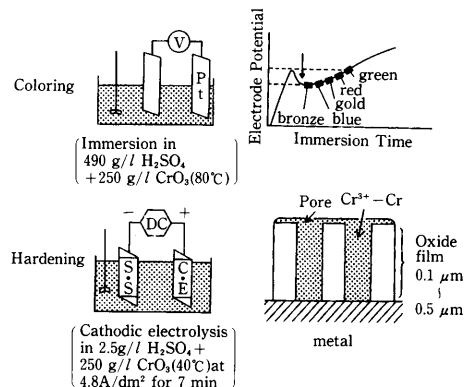


Fig. 2 従来のインコ法(浸漬法)

よっており、色調コントロールは電解パターン（陽・陰極電解における電流密度、電解時間）およびくり返し回数を選択により行えるため色調の再現性にすぐれている。たとえばヘアライン研磨した18-8ステンレス鋼板を60℃の（硫酸450 g/l + 無水クロム酸300 g/l）の水溶液中で陽極・陰極とも電流密度0.1A/dm<sup>2</sup>、電解時間10秒で発色すると、くり返し回数45回前後でブロンズ、60回前後でブラック、80回前後でブルーの色調が得られる。ゴールドやレッド、グリーンは必要な酸化皮膜の厚さが厚いのでやや高い電流密度の条件が必要であるが再現性よく発色できるのが特徴である。

### 3.3 色調

#### 3.3.1 色調の種類

上述のようにインコ法ではブロンズ、ブルー、ゴールドの順で発色するが、交番電流電解法ではブロンズ、ブラック、ブルー、ゴールドの順で、ブロンズとブルーの間にブラックが発色する。すなわちインコ法ではブラックを発色するには別の黒発色用溶液を必要とするが交番電流電解法では同一液で可能である。またブロンズ・ゴールドや淡い色調の色も電解パターンを変えることにより可能になっている。

#### 3.3.2 色調の鮮明さ

18-8ステンレスのヘアライン仕上材を素材として交番電解法とインコ法でゴールドに発色させた場合の色調の違いを Table 1 にまとめた。

これは色彩色差計により求めたものでL値が明暗をa値が赤味と緑味を、b値が黄味と青味をそれぞれ、表わし、各値による色調の変化は次のとおりである。

暗、小 ← L →, 明

緑、← a →, 赤

青、← b →, 黄

したがってインコ法に比較して交番電流電解法のゴールドの方がL値は2高く、したがって明るく、a値は約3低く、したがって赤味が少なく、b値は平均値でみると約8高く黄色が強い。このことから交番電流電解法の方が明るく黄味が強く、鮮やかなゴールドであるといえ

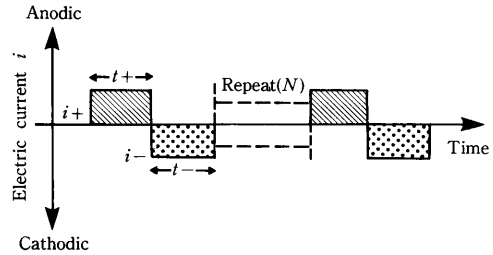
**Table 1** ルミナカラーとインコカラーのゴールド色の色調比較

	L* <sup>1</sup>	a	b
LUMINA COLOR	48~55	0~4	22~30
INCO method	46~53	2~11	15~21

<sup>1</sup> dark, decr. ← L incr., light

<sup>2</sup> green, ← a →, red

<sup>3</sup> blue, ← b →, yellow



**Fig. 3** ルミナカラーの交番電流電解法

る。

### 4. 耐食性評価

化学発色ステンレス鋼板を外装材として屋外で使用する場合、耐食性が問題となるので全国各地での実暴露試験や各種耐食性試験を行っているがここでは塩化第2鉄試験の結果を紹介すると Fig. 4 のとおりである。

発色材は未発色材より腐食速度が少ない。インコ法ゴールド材より交番電流電解法ゴールドの方が優れていることなど特徴がある。

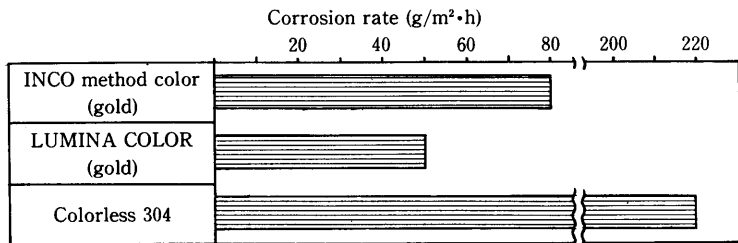
### 5. まとめ

交番電流電解法による化学発色ステンレス「ルミナカラー」の概要を述べましたが従来のインコ法に比べて優れている点が多々あることがわかった。しかしこの技術を大きく発展させる為解決すべき課題も多々あり、更に一層の改善、開発を図っていく所存である。

（筆者は川崎製鉄㈱ステンレス技術部）

### 参考文献

- 1) 荒川治徳 HIROBA 2 (1990)
- 2) 曾根雄二 川鉄技報21 (1989)
- 3) 佐藤信二 BOUNDARY 9 (1989)
- 4) 佐藤信二 アルトピア11 (1987)



**Fig. 4** 塩化第二鉄による浸漬試験結果 (30 wt% FeCl<sub>3</sub>・6H<sub>2</sub>O 30℃×2hr)