

電気錫めっきにおけるスラッジ抑制技術

Sludge Reduction Technology for Electrolytic Tinning Line

廣瀬 敬介* 製鉄プラント事業部 製鉄PE第二部 商品開発グループ長
Keisuke HIROSE

二宮 慶史 製鉄プラント事業部 製鉄PE第二部 マネジャー
Yoshifumi NINOMIYA

抄録

鋼板の電気錫めっきプロセスには新日鐵グループの不溶性陽極システムと一般的な溶性陽極システムの2つの方式がある。不溶性陽極システムは溶性陽極システムと比較して操業、品質面で優位であるが、スラッジの発生量が多いという課題があった。これに対して当社では酸素供給量を最適化するスラッジ低減システムを開発および実機化し、スラッジ発生量を30%低減させることに成功した。本スラッジ低減システムの概要、適用事例について以下に紹介する。

Abstract

In electrolytic tinning, there are two processes: Nippon Steel Group-developed insoluble anode system and general soluble anode system. The insoluble anode system is superior in easy operation and product quality to the soluble anode system. However the insoluble anode system has been including a problem to generate a large amount of sludge. Nippon Steel Engineering has solved this problem by developing a system to reduce sludge with optimized oxygen feed and succeeded in reducing the sludge generation by 30%; actual results of this sludge-reduction system are outlined below.

1. はじめに

近年、アジアでは人口増、食料需要の増を背景に食缶、飲料缶を主用途とする電気錫めっき鋼板の需要が伸びており、今後も中国を中心に電気錫めっき設備の投資が続くものと見込まれている。この電気錫めっき設備のめっきプロセスに新日鐵では1970年代に不溶性陽極システムを開発し、1980年の実機化以降、30年の操業経験を有している。この不溶性陽極システムではめっきする錫をめっき浴中に溶解するのに酸素を使用した化学反応を利用することでスラッジの発生が伴うが、当社ではこのスラッジの発生量を今回30%低減させることに成功した。

本稿では、当社の不溶性陽極式電気錫めっき設備において新たに開発、実機化したスラッジ低減システムの概要、適用事例について述べる。

システム以下、不溶性) と一般的な溶性陽極システム(以下、溶性) の2つの方式がある(図1)。

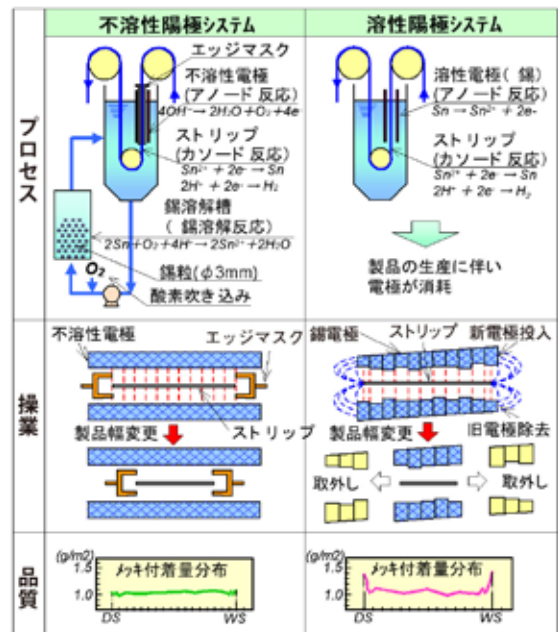


図1 不溶性と溶性の違い

Fig.1 Comparison of Insoluble & Soluble System

2. 不溶性陽極システムの概要

錫めっきプロセスには、新日鐵エンジの不溶性陽極

溶性は金属錫自身を陽極として使用し、通電することにより溶け出した錫イオンが陰極であるストリップ上で析出し、めっきが施される。

一方、不溶性は、粒状の錫を予め溶解槽でメッキ液中に溶解（イオン化）させておき、不溶性電極に通電することで、錫イオンをストリップ上に析出させる。従って、予め錫を溶解させるプロセスが必要であり、そこでは、錫の溶解促進を目的とした酸素の吹き込み投入が行われる。不溶性の優位点は溶性のように製品の生産に伴い電極が消耗することがないので、電極を交換する作業および製品幅変更の度に着脱する作業が不要となることである。加えて、常にストリップと電極の極間距離を一定に保持でき、かつ、電極投入用スペースが不要のためにエッジマスクの設置が可能となる。これによりエッジ部オーバーコートを防止し、優れためっき均一性を得ることが出来る。

上述のように不溶性は溶性と比較して操業、品質面で優位であるが、一方、酸素の供給によって発生するスラッジの発生量は不溶性の方が溶性に比べて多い。

図2に不溶性における錫の溶解およびスラッジ発生メカニズムを示す。

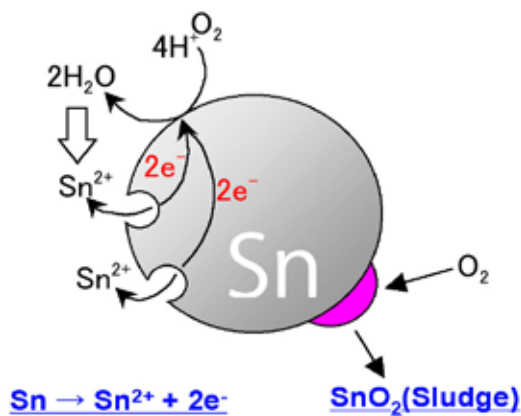
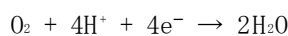


図2 錫溶解およびスラッジ発生メカニズム

Fig.2 Dissolution of Tin & Sludge Generation Mechanism

錫の溶解は金属錫 (Sn) から電子 (e^{-}) を奪い、錫イオン (Sn^{2+}) とすることで進行する。この錫の溶解に関わる電子 (e^{-}) の授受反応は、以下の反応によって支配されている。



スラッジは上記反応に必要な酸素量を超える過剰酸素が存在すると、酸化第二錫 (SnO_2) として発生する。スラッジ低減の為には、この過剰酸素を如何に少なくするかがポイントとなる。

3. 新スラッジ低減システムの開発

3-1. スラッジ低減のための基本的な考え方

そこで、本開発ではスラッジを低減するためにスラッジの発生の原因となっている溶解槽への酸素の投入に着目した。これまでの操業経験よりスラッジ発生量は酸素の投入の n 乗に比例するため、酸素投入のピークを抑えることでスラッジの発生を抑制することができる。但し、循環タンクの錫イオン濃度には管理値があり、メッキ不良を起こさないためにも、循環タンクは管理値内の錫イオン濃度に制御する必要がある。そこで、生産スケジュールから必要な錫量を計算して、将来的に厚目付がある場合は、事前に低い酸素投入量で錫を溶解することによりスラッジ発生を低減させるシステムを開発した。

3-2. システム構成

本システムのシステム構成図を図3に示す。生産管理システムから生産スケジュール情報、錫溶解制御装置から実績を入手して、スラッジ低減制御装置にて適切な酸素の演算をして、錫溶解制御装置に酸素投入量設定値を出力する。これにより溶解槽への酸素の投入量を制御する。

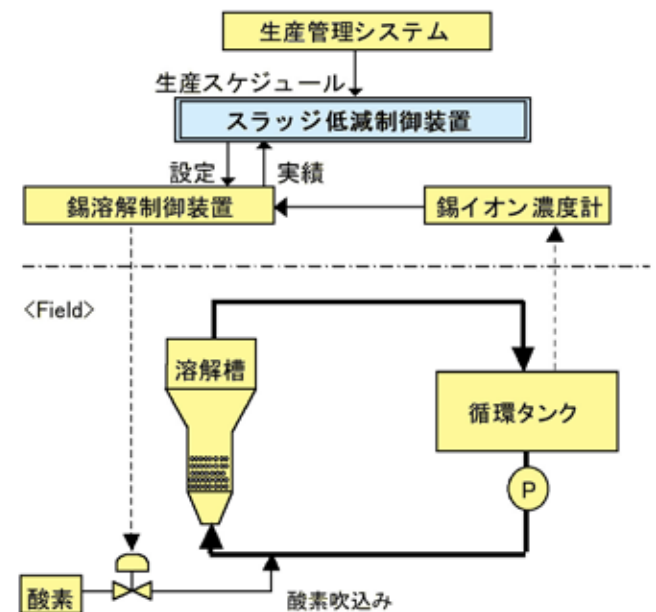


図3 概略システム構成図

Fig.3 Outline of System Configuration

3-3. スラッジ低減のための酸素投入量の演算方法

生産スケジュールから酸素投入量の計算方法を以下に記述する。(図4参照)

- (1) 生産スケジュールからコイル毎の錫消費量 (Sn1, Sn2・・・Snn) を計算する。
- (2) 生産スケジュールの下降点 (Te1, Te2・・・Ten) を探す。
- (3) T0～Te までの錫消費量 S(kg) を計算する。
- (4) T0～Te までの錫溶解量平均 S1(kg/hr) を計算する。
- (5) 錫溶解量 S1(kg/hr) を溶解するための酸素投入量 O₂(Nm³/min) を計算する。

$$O_2 = S1 \times A + B$$

(O₂: 酸素投入量、A, B: プロセス値から求まる値)

本酸素投入方法により厚目付時に必要な錫を事前に低い酸素投入量で賄うことができる。

更に、循環タンクの錫イオン濃度も監視しているため、管理値が上下限から外れそうな場合には酸素投入量を補正することにより、管理値内の錫イオン濃度で操業することができる。

3-4. システム導入前後の操業比較

従来操業と本システム導入後の操業比較データを

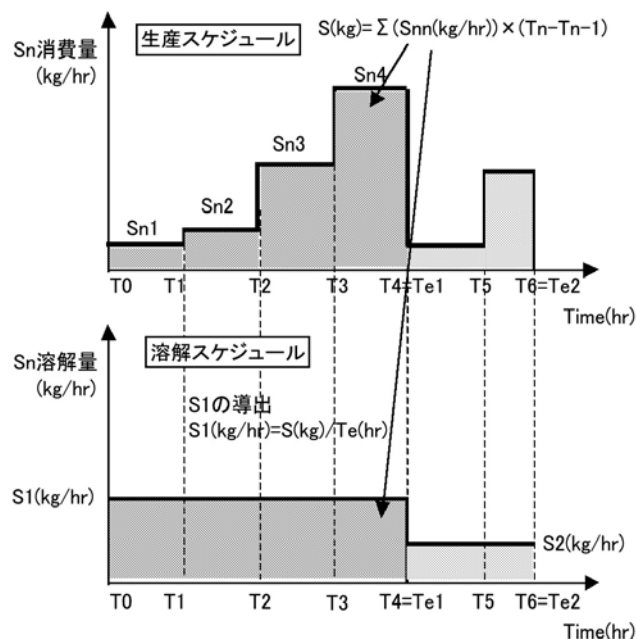


図4 溶解スケジュールの計算方法
Fig.4 Calculation Method of Dissolution Schedule

図5に示す。従来操業ではオペレータが急激に酸素を投入していたのに対し、システム導入後は厚目付時に必要な錫を低い酸素投入量で一定に連続投入することによって事前に溶解する操業が可能となった。更に、酸素の投入量のピークを抑えてかつ、循環タンクの錫イオン濃度を管理値内で制御することが可能となった。

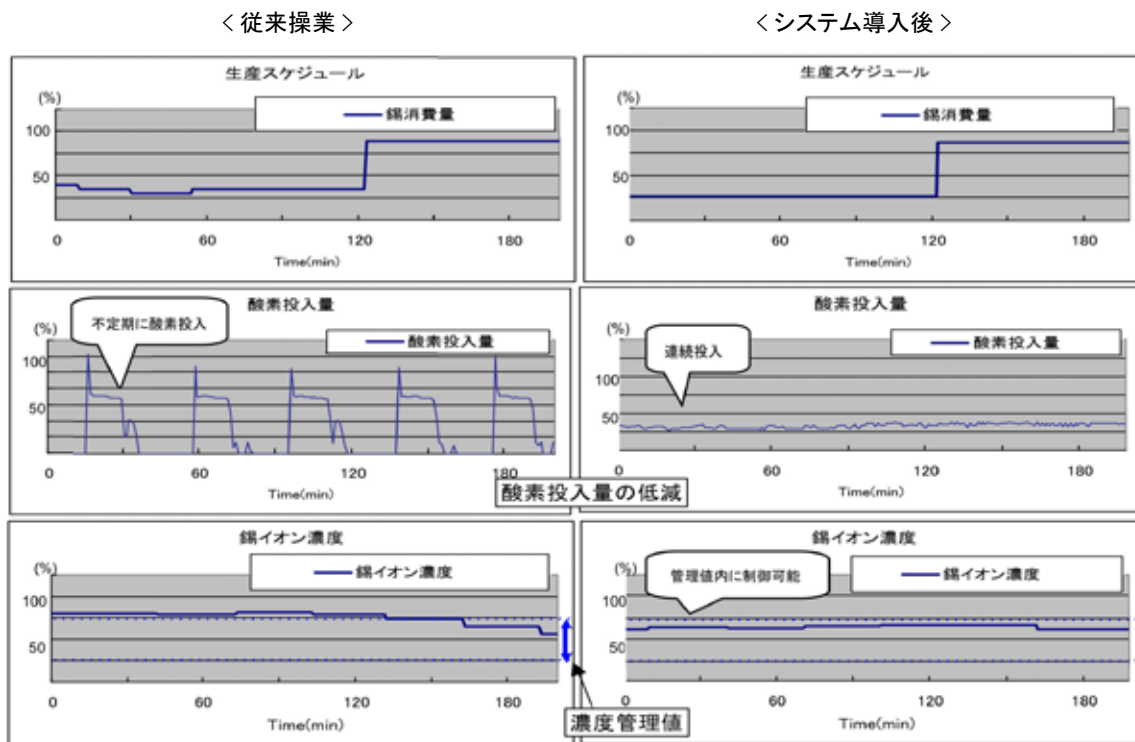


図5 錫溶解の操業実績比較
Fig.5 Actual Operation Data for Tin Dissolution

4. システム導入の効果

本システムを当社が2005年に契約した中国宝山鋼鐵股份有限公司の電気錫めっきラインに設置し、その導入効果を確認した。2007年11月の立上げ以降13ヶ月間の実操業におけるSludge発生率の実績値推移を図6に示す。



図6 スラッジ発生率実績

Fig.6 Actual Data of Sludge Generation Rate

錫溶解時における酸素投入量の平滑化により、従来に比べてスラッジの発生量30%低減を達成させ、スラッジ発生率の実績値が平均3.2%となった。

また、このスラッジ低減によって以下の効果も確認した。

- (1) 錫原単位の低減
- (2) めっき設備へのスラッジの付着が減ることによるメンテナンス頻度の低減
- (3) めっき設備内でスラッジが製品表面に付着することによる製品欠陥の減少

更に酸素投入量を自動制御することにより、循環タンクの錫イオン濃度を従来の手動運転時に比べて管理値範囲内で錫イオン濃度に安定的に制御することが可能となった。

5. 結言

不溶性陽極式電気錫めっき設備における新スラッジ低減システムの実機化を完了した。生産スケジュールを基に将来に必要な錫量を考慮した適切な酸素投入量

を演算する新システムの確立により、錫原単位の低減、製品品質の向上、メンテナンス性の向上を果たすことが出来た。今後も更なるスラッジの低減を目指すと同時に、顧客のニーズにマッチした不溶性陽極式電気めっき設備の更なる商品性向上に努めていく所存である。