

大同鋼板(株) 常務取締役

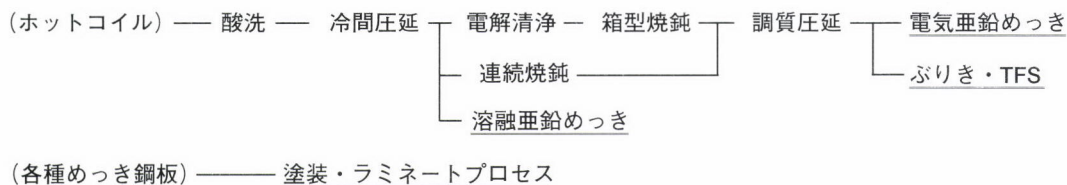
Takashi Hada

1 はじめに

品 種	主 な 用 途	製 造 方 法
亜鉛めっき鋼板	建築、自動車、家電	溶融、電気、蒸着
合金化溶融亜鉛めっき鋼板	自動車、家電、建築	溶融
亜鉛系合金電気めっき鋼板	自動車	電気
Al-Zn合金溶融めっき鋼板	建築	溶融
アルミめっき鋼板	自動車、建築	溶融
ターン合金めっき鋼板	自動車	溶融、(電気)
コイル塗装鋼板	建築、家電	塗装
樹脂ラミネート鋼板	建築、家電、容器	ラミネート
ぶりき	容器 (缶詰)	電気、(溶融)
ティンフリースティール	容器	電気

2 製造工程とプロセスの共通事項

図2¹⁾に新鋭の溶融亜鉛めっきラインを示す。高速度で、連続的に銅板を処理する機能を持っているが、これらの連続ラインで共通な構成要素としては入側設備、出側設備、ストリップ駆動設備およびプロセス管理システムなどが揚げられる。



543

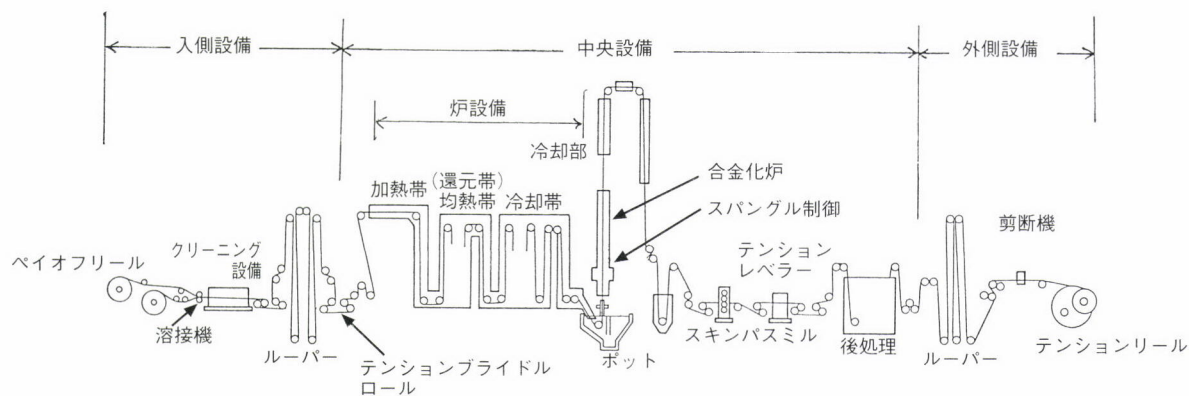


図2 溶融亜鉛めっきライン

入側設備は、中央の処理設備にストリップを供給するために必要な設備で、一對のペイオフリール、接続用の溶接機、ストリップを一時的に蓄えるルーパーストリップなどで構成される。一本のコイルの処理が終わり、次のコイルの処理に入るとき、ラインを停止して新しいコイル挿入しなければならないが、これら一連の設備は中央の処理設備を停止することなく、またスピードを変えることなく、次々とコイルを供給し、ストリップを送り続けるために、工夫されたものである。

出側設備は、入側設備と同じく、中央の処理設備を止めることなく、処理の終わったストリップを必要な大きさのコイルに巻取するためのもので、ルーパーストリップ、剪断機、一對のテンションリールで構成されるのが普通である。品質保証のための外観検査、各種の特性を測定するためのサンプル鋼板採取もこのセクションで行われる。最新鋭のラインでは、入側設備はコイルの挿入から溶接後の再スタートまで、出側設備は出側停止から製品コイルおよびサンプルの採取まで全自動化されたものが多い。

3 溶融亜鉛めっきプロセス

わが国は勿論、全世界でも一番多く設置されているのが溶融亜鉛めっきラインである。近代的なラインの原形は、1931年ポーランドのT.Sendzimirがガスクリーニングと焼鈍をインラインで行う画期的な連続溶融亜鉛めっき法を考案し²⁾ 1936年Armco社が実用化したArmco-Sendzimir法と呼ばれるものである。

日本では1953年八幡製鐵所で稼働したのが最初の設備で、現在、日本で稼働しているのはおよそ50ライン位である。需要の増加にともなってライン数は増加してきたが、1989年頃から爆発的に新しい高性能のラインが、主に自動車産業の需要に応えるため建設され、現在の姿になった。ラインの規模は様々であるが、月産能力8千トン位から多いものでは4万トンに及ぶものがある。

溶融亜鉛めっきラインで処理する鋼板の厚みは0.27～

1.6mm位が標準的であるが、6mm位まで処理可能なラインもある。板幅は通常最大1250mm位であるが、自動車向けには1800mmを超えるものもある。ライン速度は溶融めっきの場合、実用上180m/min.が最大といわれている。

図2の中央設備が溶融亜鉛めっきラインの主要部分で、クリーニング設備、加熱帯、均熱帯および冷却帯からなる炉設備、溶融亜鉛浴（ボット）を含むめっき設備、スパンゲルを制御する冷却部、合金化処理炉、後処理設備などで構成される。

一般に金属をめっきするには金属原子が互いに近づき金属接触を得るまで、被めっき金属の表面を清浄にすることが必要である。溶融めっきでは、前述のように、冷間圧延後の、鉄粉や圧延油が多量に付着した鋼板を直接使用するため、これらを除去するとともに、鋼板表面の薄い酸化物も除去しなければならない。

従来の典型的なラインでは、炉設備の前半部に設置された無酸化炉と呼ばれる炉内で急速にストリップを600℃位迄加熱して、圧延油などの油分を分解除去し、その後炉設備中央部の還元帯で鋼板表面や鉄粉の酸化物を、720℃前後の温度で、炉内の雰囲気として送られている水素／窒素の混合気体によって還元し、めっきに適した清浄な表面を得ている。その後、ストリップは冷却帯に入り、溶融亜鉛の温度近傍まで冷却される。前述の通り、亜鉛めっきの場合、このセクションは焼鈍設備としての機能も兼ねているため、焼鈍に必要な温度と時間をとる必要がある。

亜鉛めっき鋼板に要求される品質の高度化にともなって、炉設備に入る前にアルカリ洗浄設備を設置したり、無酸化炉に替わって、ダイレクトフレーム加熱炉、ラジアンチューブ加熱炉など完全な無酸化雰囲気で加熱出来る炉の設置も行われてきた。炉の形式も、水平式から図2に示すような、張力の制御が容易な垂直式に変化してきた。

冷却帯から出てきたストリップは約460℃の溶融した亜鉛を入れたボットに導かれめっきされる。図3はボット周りの機器を示したものである。付着量の制御は、通常スリットノズルから気体ジェットを吹き付ける気体絞り法と呼ばれる

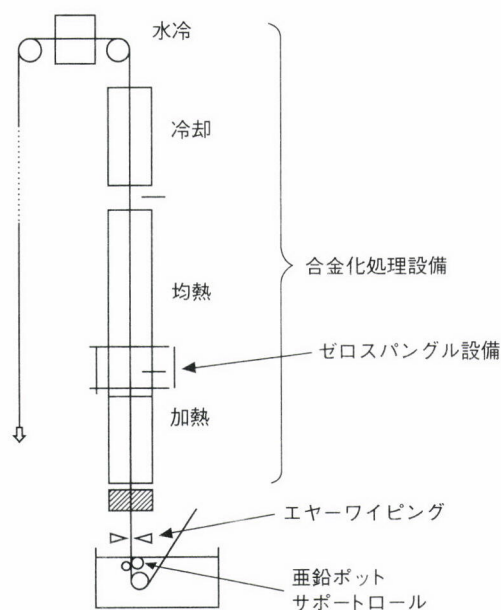


図3 ポット周辺機器

方法で行われる。即ち、気体の圧力を変化させることで、目的の付着量を得る。付着量は通常片面45～150g/m²である。

均一な付着量の分布を得るためには、ノズル部でのストリップの振動や板の反りを防ぐことが重要であり、様々な工夫が成されているが、図3中のサポートロールもその一つである。いま一つ、ポット部分で大切なことは、溶融垂鉛中のアルミの含有量で、加工性の良い垂鉛めっきを得るためには0.2%程度が必要である。

ポットから出たストリップをそのまま空気中で冷却すると表面の垂鉛は花が咲いたような、いわゆるスパンゲル模様の付いた状態で凝固する。この外観は従来から垂鉛鉄板を代表するものであったが、表面の平滑さを要求する塗装鋼板の用途には不向きである。このため、垂鉛が凝固をし始める直前で、凝固の核となるTiコロイド水溶液などを表面にスプレーし凝固する垂鉛の結晶粒を肉眼では見えない位に微小化するゼロスパンゲル技術が開発された。

充分冷却されたストリップは次の工程のスキンプスミルとテンションレベラーに入る。目的は表面の外観調整、調質および鋼板の平坦度の確保である。近年のラインでは、伸び率制御の可能な4－ハイスキンプスミルと大きな張力が与えられ、平坦度矯正機能の優れたテンションレベラーが標準的に装備されている。

家電・建材用途には、後処理としてクロメート処理が施される。裸で使用されるときに結露による白錆発生を防止する効果と、塗装したときの耐食性を高める効果がある。基本的にはクロム酸を主体とした水溶液に浸漬し、クロメート皮膜を形成させる。この反応は垂鉛の溶解とともにCr⁶⁺イオンが還元されてCr³⁺を主体とする皮膜が析出することが基本であるが、皮膜の耐食性を補強するためにシリ

カコロイドや水溶性樹脂を添加する場合がある。また垂鉛の溶解反応に依らずストリップを陰極に電解でこの反応を起こさせる方法もとられる。最近では、被膜の付着量制御の容易なロールコート法による塗布型クロメートの適用が増加してきた。なお電解処理法、ロールコート法については後の項で説明する。

合金化溶融垂鉛めっき鋼板はめっき直後、470℃程度に鋼板を加熱し、素地鋼板からFeをめっき表面まで拡散させ、めっき層中のFeを10%程度に合金化させたもので、塗装後の耐食性や溶接性の良いことから、急速に伸びてきた製品である。

合金化処理を行うには、垂鉛浴から出た直上に設置された縦型の合金化処理炉で加熱する。(図3参照) 従来はガス焚きの直火バーナー炉が用いられていたが、温度制御性の優れた高周波加熱炉を装備するラインも多く見られる。

自動車の外板用にも適用できる深絞り性などの加工に耐えるめっき層を得るために、浴中アルミ量の制御、合金化の程度を測定するセンサーの設置、冷却法の改善など、様々な設備上の工夫がみられる。

耐食性の良い5%Al-Zn、55%Al-Znなどの垂鉛－アルミ系合金めっきが、1980年代半ば頃から急速に伸びてきた。これらの製品は、基本的には溶融垂鉛めっきラインのポットに各々の溶融合金を投入して製造される。

5%Al-Znめっきは、この合金に少量のMgやミッシュメタルが添加されているが、融点も純垂鉛とさほど変わらないため、溶融合金を入れ替える操作で製造が可能であり、現実にも多くのラインが1つのポットで両品種を製造している。55%Al-Zn-1.6%Siは1965年、Bethlehem Steelによって開発された。合金自身の融点が560℃と高く、1つのラインの中に、各々専用のポットを備えることが必要である。またポット上での冷却速度を早くするなど、垂鉛めっきの製造技術と異なる点もあるが、基本的な製造技術は溶融垂鉛めっきと同じである。

溶融アルミめっきは、耐熱性、耐食性が良いため、広く使用されている。基本技術は溶融垂鉛めっきと同様であるが、55%Al-Zn合金より、更に融点が高く、鋼板との合金化反応が速いため、約10%のSiを添加しためっきのみが、日本では製造されている。55%Al-Znと同様、1つのラインに2つのポットを設置するか、あるいは専用ラインで製造される。

現在、日本の鉄鋼業において真空蒸着めっきが実用化されているのは、日新製鋼での垂鉛めっきのみである³⁾。この技術は、溶融垂鉛めっきラインの前処理を、そのまま活用し、真空蒸着部分を新たに設置したユニークなものである。0.1Torr.程度の真空室中で、抵抗加熱で蒸発させた垂鉛をストリップに蒸着するもので、装置前後に真空シールロールを配置し、真空を確保している。真空技術、垂鉛の収率向上技術など高度な技術が採用されている。

4 電気亜鉛めっきライン

電気亜鉛めっきの製造は1940年頃、欧米で始まり、日本では1953年八幡製鐵所のボンデラインに設置されたのが最初である。1980年代までは、 $20\text{g}/\text{m}^2$ 程度の薄いめっき量の純亜鉛めっきの製造が主であったが、亜鉛-ニッケル、亜鉛-鉄などの合金めっきが開発され、自動車用の需要が急速に伸びたため、数多くの生産性の高いラインが建設された。現在、稼働しているのは25ライン程度で、生産能力は様々であるが、最大のものは4万トン/月に及ぶ。電気めっきの場合、板厚範囲は $0.4\sim 1.6\text{mm}$ が普通で、ライン速度は最大 $200\text{m}/\text{min}$ 程度である。

電気めっきの中央部は、電解クリーニングと酸洗のための前処理部から始まる。溶融亜鉛めっきの場合と異なり、処理は全て水溶液を用いて行われるが、表面の汚れを除去し、酸化膜を取り除くことは同様である。

電解クリーニング溶液は、通常、苛性ソーダ、りん酸アルカリ、珪酸塩と界面活性材とからなり、その濃度は苛性ソーダ換算で5%程度である。この溶液中で、電解で生じる気泡の発生を利用し、効果的に表面の油分や汚れを取り除く。酸洗は通常 $25\sim 40^\circ\text{C}$ に保たれた5~10%硫酸中で銅板を陽極または陰極とし、 $5\sim 30\text{A}/\text{dm}^2$ の電流密度のもとで行われ、表面の酸化物を除去する。

前処理の終わったストリップには、陰極電解により、めっき金属の析出が行われる。金属の析出はファラデーの法則に従う。従って、めっきの付着量は単位面積当たりの電流（電流密度）とストリップが電解されている時間との積で決まる。現在のわが国における亜鉛めっきでは、付着量が $20\sim 40\text{g}/\text{m}^2$ が標準であり、電流密度が $100\text{A}/\text{dm}^2$ 程度であるため、電解時間は6~12秒程度必要となる。

図4に電解処理に必要な基本構成を模式的に示した。電解液を満たした電解槽、ストリップに電流を供給する通電ロール、対極となる陽極（アノード）、電解槽に電解液を供給し、濃度、温度を均一に保つための循環系である。一つの電解槽で供給しうる電流は、通電ロールによって制約されるため、標準的なめっき量を得るためには、多数の電解槽を直列に並べることになる。

一つの電解槽で出来る限り多くの電流を流し、槽内での電流密度を均一に、且つ高く取れるよう、各種の電解槽が開発されて来た。詳細な説明は避けるが、図5に、わが国で採用されている代表的な電解槽を示した。(a)は水平にストリップを走らせ、その上下に陽極を配置し、中央から電解液を注入するもので、横型セルとも呼ばれる。(b)は縦型セルと呼ばれるタイプで、陽極が垂直に配置されている。(c)は大きな通電ロールにストリップを沿わせ、円弧状の陽極を配置し、その間に電解液を注入するもので、ラ

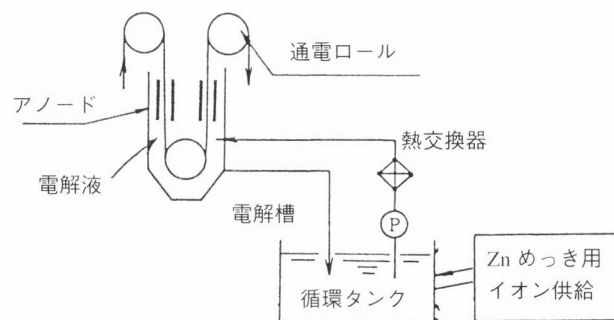


図4 電解セルと循環系

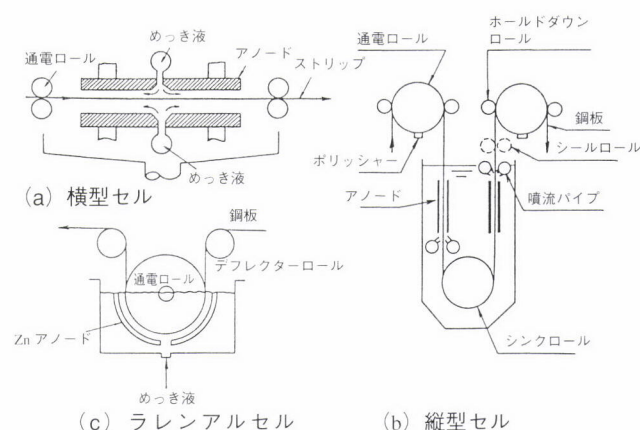


図5 各種のめっきセル

表2 電気亜鉛めっきの操業条件

	硫酸浴		塩化物浴	
溶液	$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	380g/l	ZnCl_2	200g/l
	Na_2SO_4	70g/l	NH_4Cl	70g/l
	その他添加物			
pH	3.0~4.0		2.0~5.0	
温度 ($^\circ\text{C}$)	55		25~65	
電流密度 (A/dm^2)	100		150	

ジアルセルとよばれる。前2者と異なり、この場合はストリップ片面のみがめっきされる。

亜鉛めっきに使用される電解液は何れも酸性浴で、アニオンに硫酸を使用した硫酸浴と塩化物浴がある。代表的な組成と電解条件を表2に示す⁹⁾。

電解が継続されると、電解液中から亜鉛イオンが持ち去られるため、これを補う必要がある。従来は、陽極に金属亜鉛を用い、陽極溶解を電解槽中で行い、亜鉛イオンの補給をしていたが、陽極挿入作業の負荷が大きいことと、消耗するに従ってストリップとの間隔が変化するなどの理由で図4に示したように、硫酸浴では別の電解液循環系を設け、ここで金属亜鉛を電解液によって溶解する方式が主流となった。後者の場合、陽極は電解で溶解しないものが必要で、鉛合金や貴金属酸化物系が使用される。

電機・建材の用途には、めっき工程の後、化成処理を行うことが多い。設備や方法は溶融亜鉛めっきと同様である。

表3 合金めっきの電解条件

	亜鉛—ニッケル系	亜鉛—鉄系
溶液	ZnSO ₄ ·7H ₂ O 300g/l NiSO ₄ ·6H ₂ O 200g/l その他添加物	ZnCl ₂ 200g/l NH ₄ Cl 240g/l
pH	3.0~4.0	2.0~5.0
温度 (°C)	55	25~65
電流密度 (A/dm ²)	100	150

わが国においては、自動車用途には純亜鉛めっき鋼板は殆ど使用されず、亜鉛—ニッケルあるいは亜鉛—鉄合金めっき鋼板が使用される。これら合金めっき鋼板の製造は、上述の電気亜鉛めっきラインで、電解液と電解条件を変更することによって行う。このため、合金めっきを製造するラインは、ラインの電解槽は共用とし、電解液の循環系を複数個装備しているのが普通である。

安定した合金組成、所定のめっき量を得る電解技術は、鉄鋼各社の機密事項のため、真の姿は捕え得ないが、公表された資料から電解液・電解条件を示すと表3の様である³⁾。電解条件をストリップ全面積について確保するため、前述のめっきセルの開発が行われ、また複数種の金属イオンをコントロールするイオン供給設備、各種のオンライン濃度計、コンピューターによる予測制御なども開発された。

5 ぶりき・ティンフリースティールライン

ぶりきは錫を鋼板にめっきしたもので、亜鉛めっきと同じく溶融めっき法と、電気めっき法で製造する方法があったが、現在では電気めっき法のみとなった。電気ぶりきの製造は1934年ドイツのRusselstein社がフェノールスルホン酸系錫めっき液を用いた連続ラインを建設したのが始まりである。

現在、電気ぶりきラインは、使用する電解液やラインの形式からアルカリラインと酸性ラインに大別され、酸性ラインはさらにフェロスタンラインとハロゲンラインに分けられる。アルカリラインでは酸性浴の2倍の電気量が必要

で、世界的にライン数は少ない。

フェロスタンラインはU.S.Steel社によって開発され、フェノールスルホン酸錫を用い、世界の電気ぶりきの半数以上を占める。ハロゲンラインはdu Pont社とWeirton Steel社とによって共同開発され、ハロゲン化錫を用い、高電流密度操業が可能なこと、パスラインが水平であること等から高速ラインが多い。

わが国ではアルカリラインはなく、図6に示す酸性系のラインのみが稼働している。フェロスタンラインは縦型の、ハロゲンラインは横型のセル形式を採用している。

わが国で稼働しているラインは13連で、設備諸元は亜鉛めっきの場合と異なり、板厚範囲は0.15~0.4mmと薄く、板幅は最大1000mm程度と狭いのが普通である。めっき量が平均して5g/m²程度と薄いために、高速度のラインが多く、最大は600m/min.を超えるものがある。

いずれの形式も、入側設備のルーバーから出たストリップは、電解クリーニングと酸洗のための前処理部に入るのは電気亜鉛めっきと同様である。

めっき設備はフェロスタンラインでは、電解槽は図5 (b)に近い形式であり、ハロゲンラインでは図6に示すような片面のみをめっきする横型の電解槽を用いる。両ラインの典型的な電解液組成と作業条件を表4⁴⁾に示す。電気亜鉛めっきに比べて、電流密度の低いことが解る。

通常、陽極には金属錫が用いられるが、フェロスタンラインでは電気亜鉛めっきと同様に、不溶解性の白金めっきを施したチタンを陽極とし、錫イオンの供給を別系統で行うラインも一般的になってきた。

電気めっき後の錫層は、加熱溶融（リフロー）され光沢表面となり、同時に鉄—錫界面に合金層が形成され、耐食性が向上する。このリフロー処理は、縦型の炉で行われ、加熱は抵抗加熱か、高周波誘導加熱で行われる。抵抗加熱では2本の通電ロールを通じて、ストリップに100~200Vの交流を流して加熱する。誘導加熱では、垂直に配置され

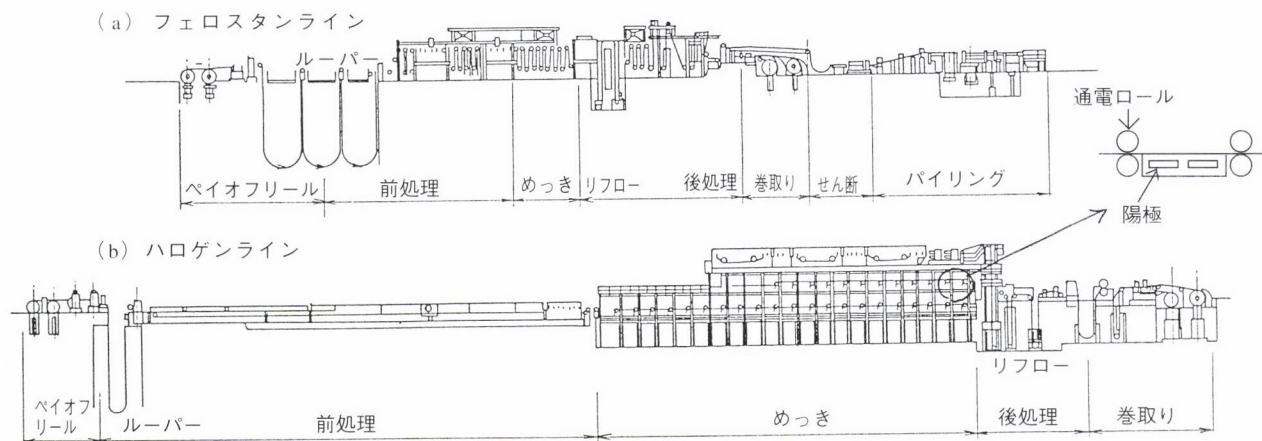


図6 フェロスタンラインとハロゲンライン

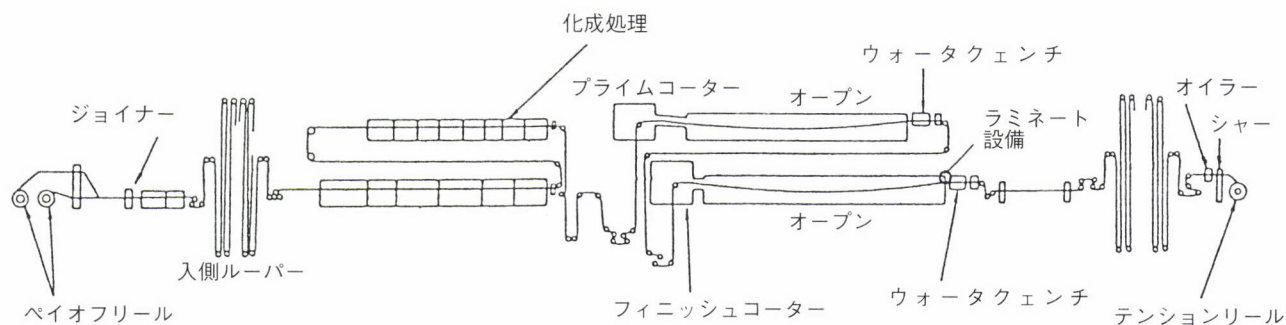


図7 塗装ライン全体図

た高周波コイルの間にストリップを通し、100～200kHzの高周波を送り加熱する。

リフローされたぶりの表面には錫酸化物層が、形成されているが、これは長期保存時の黄色変色や、塗料の密着不良の原因となる。このため、後処理として、重クロム酸ソーダやクロム酸の水溶液に浸漬するか、または電解処理をし、表面の錫酸化物を除去し水和酸化クロム層を形成させる。一般には、pH3～5の30g/lの重クロム酸溶液中で4c/dm²の電解を行う。その後、表面に片面当たり2.5～5mg/m²のDOS (dioctyl sebacate) などの潤滑油を静電塗油し、ぶりは完成する。

TFSは1950年代後半、わが国で開発された容器用材料であり、被膜は金属クロム層と水和クロム酸化物層からなる。塗料との密着性に優れ、広く使用されてきたが、近年後に述べるストレッチドロー缶用の素材として、再びその真価を発揮してきた。

TFS製造ラインの構成は、ぶりのフェロスタンラインとほぼ同じで、アルカリ洗浄、硫酸酸洗、めっき処理、乾燥、塗油の装置からなっており、リフロー処理部はない。

ぶりと異なるところはめっき処理部のみで、他の設備は全く同じである。めっき処理部は1液法と2液法と呼ばれる2つの方法があるが、形成される被膜は、浴組成、浴濃度、温度、電流密度、処理時間などによって変化するので、これらの因子を組み合わせて被膜を制御しているが、出来た製品の品質は同等である。

1液法では金属クロムの析出と水和クロム酸化物の析出を同一のめっきタンクの中で、行わせるのに対して、2液法では、各々の析出を水洗を挟んだ処理タンクの中で行っている点異なる。何れの方法でもフェロスタン型の縦型の電解槽が使用されている。

表4 ぶりの電解条件

	フェロスタン		ハロゲン	
溶液	フェノール	15g/l	塩化第一錫	75g/l
	スルホン酸		フッ化ソーダ	25g/l
	サルフォン	10g/l	フッ化水素カリ	50g/l
	Sn ²⁺	30g/l	食塩	45g/l
	その他添加物		その他添加物	
温度 (°C)	40～50		55	
電流密度 (A/dm ²)	30～35		45～50	

6 塗装・樹脂ラミネートライン

本項では、建材・家電用の塗装ラインと最近になって開発された容器用の樹脂ラミネートラインを紹介する。建材用のラミネート銅板を製造する装置は前者の塗装ラインに併設されていることが多く、樹脂ラミネート専用のラインは少ない。

建材系の塗装銅板は、1954年に、わが国で始めて切板方式で着色亜鉛鉄板が生産されたが、本格的な連続式で塗装されるようになったのは1964年のことであり、現在では50基が稼働している。母材の銅板としては、熔融亜鉛めっき銅板、亜鉛-アルミ系合金めっき銅板、合金化熔融亜鉛めっき銅板、電気亜鉛めっき銅板などが主として用いられ、塗料の密着性を確保するための化成処理、下地塗装後仕上げ塗装されるのが一般的である。

典型的な塗装プロセスを図7に示す。ラインの入出側設備は、他の表面処理ラインと殆ど変わらず、中央設備で上記の順に処理されていく。脱脂されたストリップは、塗膜の密着性と耐食性を付与する目的で、化成処理が施される。通常、化成処理としてりん酸亜鉛処理かクロメート処理が行われるが、近年、亜鉛-アルミ系合金めっき銅板の増加に伴って、ロールコート法によるクロメート処理が主流になりつつある。りん酸亜鉛処理は浸漬法あるいはスプレー法で、クロメート処理は浸漬法、スプレー法、ロールコート法で処理される。

次いで、ストリップは塗装工程に入る。多くは2コート2ベークと称される下塗（プライマー）後、焼付けを行い、更に、上塗（トップコート）し、焼付けを行う。高級な塗装銅板の場合は、更にもう一層塗装、焼付けを行う3コート3ベークの工程が採られる。

塗料の塗布は以下に述べるような各種の方法がある。最も多用されているのは、ロールコート法であり、150m/min程度までの高速塗装、表裏同時塗装が可能で、かつ膜厚調節が容易である。図8に示すように2ロール方式と3ロール方式があり、何れもバックアップロールに巻付いたストリップにアPLICエーターロールで塗料を塗付する。アPLIC

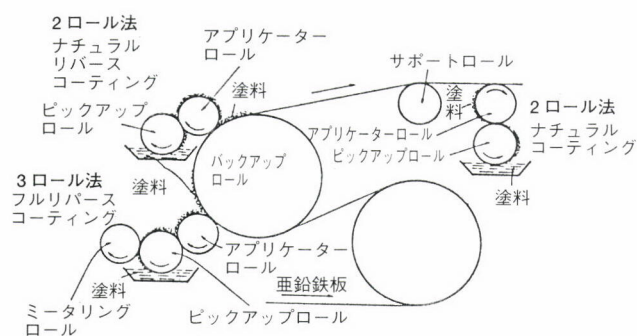


図8 ロールコーター概略図

ーターロールへの塗料の供給は塗料の入れられたパンに直接接触しているピックアップロールから行う。アプリケーションロールがストリップの運動方向と同一の方向に回転するナチュラコート方式と反対方向に回転するリバーコート方式に分けられる。塗装面のロール目をなくして平滑な塗膜を得るには、3ロールのリバーコート方式が良く、また一般的である。

他の塗装法として、塗料をスリットから薄いフィルム状に落とし、その下を被塗物が一定速度で移動することによって塗装される方法がある。カーテンフローコート法と呼ばれる方法で、スリットの幅、塗料の粘度、被塗物の速度によって膜厚を調整する。ロールコート法のようにロール目を生じることなく、平滑な塗装面が得られるので、意匠性塗装鋼板の製造に切板方式で採用されている。この方法を連続プロセスに適用できるように開発されたのがローラーカーテンフローコート法で、わが国では家電向け専用の塗装鋼板ラインに一基採用されているのみである。

塗装された塗料は乾燥・硬化される。塗装鋼板の製造プロセスでは、主に熱硬化法が、また一部には電子線硬化法が採用されている。

最も一般的な熱硬化法は、建材・家電用途に使用されるポリエステル樹脂、ふっ素樹脂を始めとする塗料に適用されている。設備としては、両面に塗料が塗られているため、硬化途中でストリップを支えることが出来ないため、図7に示すように炉の両端でストリップを支え、熱風を吹き付けるカタナリーオープンが多く使われている。このため、スパンの限界は85m位である。塗料によって、硬化の時間や温度は異なるが、ストリップ温度で200～250℃、15秒～2分が一般的である。高速ラインでは空気圧でストリップを支える、硬化時間の短縮が可能なフロターオープンも採用されている。

高周波誘導加熱を利用してストリップを加熱し、塗料を硬化する方法も採用されたが、例は少ない。いずれの加熱法でも炉の出側でストリップの温度は最高に達し、その後、水冷されて、塗装は終了する。

塗料は、適当な粘度を有する液体であり、塗装することによって樹脂被膜を得る方法であるが、塗料化の困難な樹脂を

あらかじめフィルム状にしたものを貼合するのがラミネートである。ポリ塩化ビニル、アクリル樹脂、あるいはこれらを2層にしたフィルムなどが利用され、塗装では得られない厚膜にし、意匠性の確保や耐食性の向上のために行われる。

いずれも熱可塑性の樹脂であり、図7に示した箇所、即ちオープン出側で、予め接着剤を塗布し、炉で余熱されたストリップ上にロールで圧着され、水中にて急冷される。一般的には、接着性を良くするため、塗装工程前半で、アクリル系やエポキシ系のプライマーが塗布される。この方法は熱接着法と呼ばれて、多く採用されている。

1993年、東洋製罐と東洋銅板によってTFSにポリエチレンテレフタレート樹脂（PET）フィルムをラミネートした銅板を使用したストレッチドロー缶が共同開発された。この素材を専用に製造する設備は建材用のラミネート設備と全く異なり、両面を同時に約20 μ mの樹脂を垂直パスでラミネートするもので、現在4基が稼働している。

ラインの詳細については公表されていないが、特許あるいは発表された資料⁸⁾によると、強度の加工に耐える2軸配向PETフィルムを接着剤なしにラミネートすることが、特徴である。PETの融点以上に加熱したTFSに樹脂フィルムをラミネートし、急冷することによって、界面近傍のみ接着性の優れた無定形のPET層としたもので、2層構造を作り出している。高速度で精密な温度、入熱制御を行うためには、従来にない高度な技術が駆使されていると想像される。

7 おわりに

表面処理のプロセスは、時代の要請に従って発展し、鉄鋼業の中でも重要な位置を占めるに至った。ここでは、いわゆる表面処理鋼板の製造技術の基本的なプロセスについてのみ紹介するに留まった。この他にも数多くの処理技術があり、また需要の多用化によって更に新しいプロセスも発展しようとしている。多岐にわたる分野の知識が盛り込まれている表面処理プロセスを理解する一助になれば幸である。

参考文献

- 1) 広野忠夫, 他: 鉄と鋼, 72(1986), S439
- 2) T.Sendzimir: U.S.Patent 2,110,893, (1938)
- 3) 前田正恭, 他: 鉄と鋼, 73(1987), S445
- 4) 鋼材製造法, 第2巻, 日本鉄鋼協会編, p.284
- 5) 三吉康彦, 他: 表面技術, 第4巻, (1993), p.114
- 6) 鉄鋼便覧Ⅳ, 日本鉄鋼協会編, p.408
- 7) 鋼材製造法, 第2巻, 日本鉄鋼協会編, p.288
- 8) 乾恒夫, 他: 鉄と鋼, 72(1986), p.1189

(1996年4月30日受付)