

## 技 術 資 料

### 鋼板の錫メッキ(I)

安 藤 卓 雄\*

#### MANUFACTURING AND PROPERTIES OF TINPLATE

—A Review—

Takuo Ando

#### I. 緒 言

薄鋼板に純錫のメッキを施したものを、わが国ではブリキ板と呼んでいる(オランダ語 Blik より出でたるものと称せられる。英語: Tinfoil, 独語: Weißblech):ブリキ板は外観が美しく、大気ならびに罐詰内容物に対して良好な耐蝕性を有し、またハンダ付けや絞り加工も容易にできるので、食品罐詰用などの各種容器、プレス加工品などに常用せられている。別にターン・プレート(英語: Terne plate)と称せられるものがあり、これは Sn 10~15%、Pb 85~90% の合金を薄鋼板にメッキしたものであり、外国では建築用その他に用いられるが、わが国では需要少く、現在は生産せられていない。鉄の表面を錫メッキして外観と耐蝕性とを向上させることは、古代から器物に対して応用せられてきたが、薄鉄板を錫メッキしてブリキ板とする試みは、13世紀の後半より16世紀の初頭の間にはボヘミアにおいて完成せられ、17世紀より18世紀にかけて、南ドイツ、イギリスおよびフランスにブリキ板生産が盛んとなつたり。使用される薄鋼板も鍛延されたものからロールによつて圧延されたものになり、錫メッキ装置も改良されて精巧なものとなつた。19世紀に入つて食品罐詰法の発明がなされて、ブリキ板の需要は飛躍的増大をとげた。これは後に述べるように、ブリキ製の罐は、食品に対して無害であるのみでなく、罐内の諸種の化学作用に最も耐久性を示す点において、他の材料の追従を許さぬ利点があるからである。とくにアメリカ合衆国においては罐詰用その他のブリキ生産量の増加は目覚しく、20世紀初頭よりは世界最大のブリキ生産国となつている。冷間圧延薄板を原板とする、加工性および耐蝕性の優れたブリキ板も、1930年代に米国において盛んに生産せられるようになり、1943年には米国のすべてのブリキ板は冷間圧延薄板から作られるようになった。さらに冷間圧延ストリップを帯

状のまま電気メッキした後に、所要の寸法に切断して作られる電気メッキブリキ板も、1937年に米国ではじめて生産せられ、第2次世界大戦による錫資源節約の要請により、薄メッキに適する電気メッキラインは続々と増設せられ、戦後もその需要は愈々多くなり、1954年には米国のブリキ板産額 4,525,000 t の 74% は電気メッキ法により作られている。

その他の各国でも、冷間圧延厚板の使用と、電気メッキブリキ板の進出とは、米国とその趣を同じくしており、わが国においても原板の大半は冷間圧延法により作られ、また従来のホット・ディップ法とならんで電気メッキ法も1955年より採用せられるに到つた。よつて以下においては冷間圧延薄鋼板を原板として、ホット・ディップ法および電気メッキ法により、ブリキ板を生産する各工程について述べ、あわせてブリキ板の諸性質を記すこととした。

#### II. ブリキ原板製造工程

ブリキ原板として用いられる冷間圧延薄板は、低炭素普通鋼塊を熱間圧延して作られる厚み約 2 mm のコイル巻き帯鋼から、4段冷間圧延機を用いて規定厚みに圧延し、さらにクリーニング、焼鈍、調質圧延(および剪断)の各工程を経て製造せられる。その根本においては一般の冷間圧延鋼板の製法と変るところはないので、ブリキ原板としてとくに意を用いている点についてのみつぎに列挙する。

##### (1) 材 料

JIS G3303 によれば、ブリキ板に用いる原板は JIS G3301 に規定せられた低炭素鋼薄板第1種、第2種甲または第4種のいずれかを選ぶことと定められているが、冷間圧延原板としては第1種のみを使用する。(成分 Table

\* 東洋鋼板 K.K. 下松工場, 研究所

1).

Table 1. Chemical analysis of cold rolled steel base (%)

Analysis Name	Analysis				
	C	Si	Mn	P	S
SP 1	<0.10	<0.08	0.25 ~0.50	<0.050	<0.050

ブリキ原板用としては、PとSとはできる限り低いことが望ましく、またSiもブリキ板を加工した後の耐蝕性を害するので、いずれもMax.がTable 1の値よりもさらに低い方がよい。さらにCuが高いと錫メッキに欠陥が生じ易いので0.20%以下であることが希望される。通常は塩基性平炉で溶製したりムド鋼で下注法または上注法のいずれの造塊法も用いられる。

わが国においては冷間圧延原板の化学組成は上述のごとく1種類のみであるが、米国ではブリキ板の使用目的によりそれぞれ異なる加工性、強度および耐蝕性が要求せられるので鋼種をつきの3種に区分している<sup>2)</sup>。わが国においても、追々このような考慮が必要となるであろう。

(a) L型: 高度の耐蝕性を要する容器に用いる。Ni, Cr, Cu, As等の有害元素の極めて少ないもの。

(b) MR型: L型よりわずかに高めの混入元素を有するもので、腐蝕性の強くない通常の食品罐詰用等に用いる。

(c) MC型: Pの含有量が高く、調質圧延を多く加えて高強度ブリキ板とする。

これらの詳細は後述のTable 3 (b)に記す。極深絞り用にはAlキルド鋼、Alセミキルド鋼等が用いられ、とくに硬い板用には転炉鋼または復燐平炉鋼が使用される。造塊法による区別としては、深絞り用などにはリムド鋼塊が選ばれるが、一般には機械的キャップド鋼が多く用いられる。キャップド鋼はリム層が薄く、板内部が均一となり、またスラビングの歩留りがよいからである。

## (2) ホット・ストリップ

ブリキ原板用鋼塊は、分塊ロールにより厚さ約120mm重量2~3.5tのスラブに作られ、熱間広巾帯鋼圧延機(ホット・ストリップ・ミル)により厚み約2mm、巾680~940mmの帯鋼に圧延される。仕上温度は815~870°Cで、これをスプレーで冷却して620~675°Cとして捲取機に巻きとりコイル状とする。冷却が充分なほど組織の結晶粒は小さく均一であり、表面状況もよい。

## (3) 酸洗と溶接

ホット・ストリップの表面には酸化鉄や錆が附着しており、このままでは冷間圧延作業を困難にするのみならず、成品ブリキ板の外観と耐蝕性とを害するから、冷間圧延に先立つて除去を要する。このため連続または半連続酸洗機あるいはマスト型酸洗機により、熱稀硫酸で洗いスケールを溶し去る。この際適当な酸洗抑制剤を添加して過酸洗を防ぐ。酸洗に先立ち機械的スケールブレイカーを設ければスケールの幾分かをここで除くことができ、かつスケールに割目を生じて酸洗を容易にする。酸洗を終えたストリップは水洗し、ついで表面に油を施して錆の発生を防ぐ。連続酸洗機の場合は酸洗に先立つてコイルを次々に溶接して送込み、その他の場合は酸洗後溶接して、数個のコイルを合して冷間圧延機に送る。これは、冷間圧延作業の能率を上げ、かつ歩留りを向上させるためである。溶接法としてはフラッシュバット溶接法が一般に用いられる。

## (4) 冷間圧延

4段式冷間圧延機(タンデム・ミルまたはレバース・ミル)により、4~5回の圧延で所要の厚み(調質圧延でさらに圧減すべき量をも加算する)に仕上げる。冷間圧延広巾帯鋼としては最も薄物の範囲に属するので、(概ね0.23~0.32mmの範囲)圧延用ロール、潤滑油等の選定や管理には、高度の注意を払わねばならない。

## (5) クリーニング

冷間圧延作業では、圧延油として植物油(パーム油等)や水溶性鋳物油を使用しており、また圧延機にはグリース、高粘度の鋳物油などを使用するので、冷間圧延後の板面には、これらの油類やその他の汚物が附着している。これをそのままにして焼鈍作業を行えば、ストリップの表面には油類の不完全燃焼による炭素状あるいはゴム状物質の汚点を残し、これをそのまま錫メッキすれば到底商品となり得ないような重大な欠陥を生ずる。それゆえブリキ板用ストリップは冷間圧延後必ずクリーニングを行つている。一般に用いられる方法としては、オルソ珪酸ソーダ、メタ珪酸ソーダおよび苛性ソーダの中の1種または2種以上の混合溶液をタンク中に加熱して、この中にストリップを通過させつつ、陰極的および陽極的に電解クリーニングを行うのである。ついでストリップは温水を噴射しつつタンピコ・ブラシ・ロールでこすり、アルカリと残留物をと除かれ、引続き熱湯を充したリンズ・タンク中で仕上洗いを受け、水切りロールを経て熱風乾燥され、巻き取られるか、直ちにストリップ連続焼鈍炉に導入される。洗滌の良否は清浄な白布または白紙を走行ストリップに当てて、汚れの附着状況を見て

判定するのが普通である。洗滌水の残留もつぎの焼鈍工程の害となるので、リンス・タンクは充分加熱し(100°C 近くに) その後の乾燥も完全に行わねばならぬ。Fig. 1(a) には連続焼鈍炉の前におかれるクリーニングラインの1例を略示した。

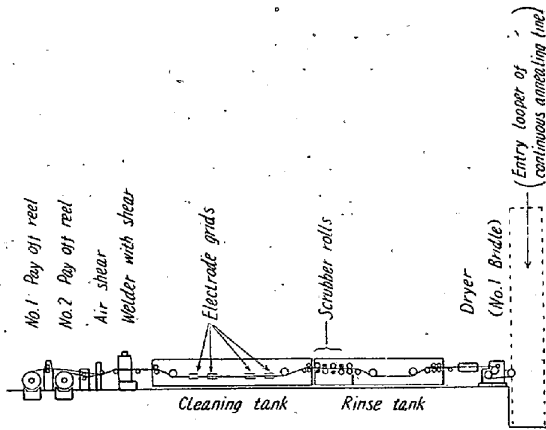


Fig. 1(a). Cleaning line.

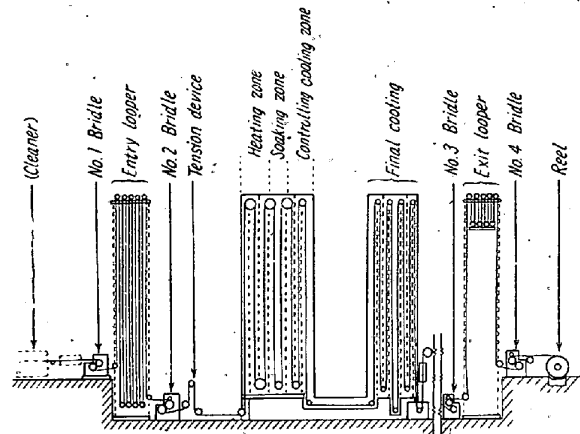


Fig. 1(b). Continuous annealing line.

(6) 焼鈍

冷間圧延後のストリップは、強度の冷間加工を受けているため多大の内部歪が残留しており、硬度は著しく高く延びは少く、かつ結晶粒は扁平となつていたので、600~700°C の間の適当な温度で軟化焼鈍を行い、結晶粒に等方向性を附与する。ストリップをコイル巻きとして箱焼鈍を行う炉には直火式焼鈍炉と輻射管式焼鈍炉とがあり、巻かないストリップを加熱炉を通す連続焼鈍炉は近時米国において漸く多く用いられて来た。Fig. 1(b) には、Fig. 1(a) のクリーニング・ラインを受けてブリキ用ストリップの焼鈍を行うマルチ・ストランド連続焼鈍炉の略図を示した。またFig. 2には冷間加工度の異なる軟鋼の温度による軟化状況を示す。連続焼鈍法は、焼鈍時間が数 mn 以内ですみ(箱焼鈍では冷却完了まで数日

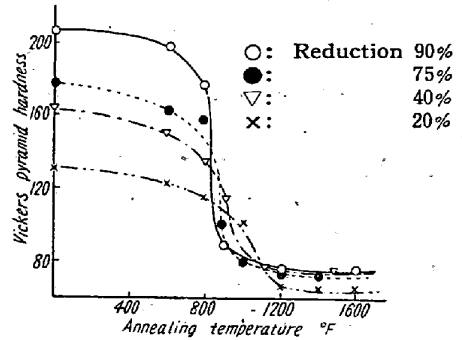


Fig. 2. Annealing temperature vs. hardness of coil.

を要する)、製品の機械的性質が均一であり、展延性がよく、所要熱量および人員が少なくてすみ、冷間圧延に起因する形状不良をも矯正できるなどの多くの点で、箱焼鈍法よりはるかにまさっている<sup>3)</sup>。また、ブリキ板の耐蝕性も優良であるが(後節に例示)、これは加熱時間が短くて、雰囲気からストリップ内に酸素が固溶することがないからである。ただ、建設費および維持費が高く、箱焼鈍法に比しやや多くなる。また、極深絞り用の軟質板を生産できない。

焼鈍作業に使用される保護ガスは優良なものでなければならぬ。酸化性雰囲気はストリップの表面(コイル巻では縁部に著しい)を酸化して、メッキ不良および耐蝕性不良の原因となる。還元性のCO および炭化水素が多ければ炭素を洗着し、これまたメッキに悪影響をおよぼす。(前述のようにクリーニング不良のため油脂や水分が存在していてもストリップの表面は汚染される)。さらにCO の分解反応のためにストリップの表面が触媒作用をなし、結果として表面がエッチングを起す場合もある<sup>4)</sup>。ブリキ用ストリップの焼鈍保護ガスとしては、exothermic lean gas (CO<sub>2</sub> removed) ならびに nitrogen-hydrogen gas が用いられている<sup>5)</sup>。組成は Table 2 に示す。

この両者はともにストリップの表面を劣化させず、メッキ作業および耐蝕性によい結果をもたらすが(後述)、後者の方がより優れている。

(6) 調質圧延

調質圧延の目的は、焼鈍後のストリップに軽度(0.5~3%)の圧延を行つて strecher strain (加工の際の Lüders 線) の防止を行い、あわせて形状と表面状態を改善することである。4段2タンデム・ミルが一般に用いられるが極軟質のものには4段単スタンドのミルが適している。調質圧延は英語では temper rolling, skin pass 等と呼ばれているが、temper (調質度) とはこの場合、調質圧延の度合および材質の差によつて

Table 2. Protective atmospheres.

Name	Analysis				
	CO (%)	CO <sub>2</sub> (%)	H <sub>2</sub> (%)	Dew point	N <sub>2</sub>
Exothermic lean gas	1~4	<0.5	1~4	-40°C (~0.02% H <sub>2</sub> O)	Bal
Nitrogen-hydrogen gas	<0.1	<0.1	3~10	<-40°C	Bal

ブリキ原板に種々の用途に応じた適当な硬度、降伏点、抗張力、腰の強さおよび加工性を附与する程度を指す。low temper の板は軟く深絞り用、high temper の板は硬度が高く高圧容器（ビール罐など）用である。わが国では（JIS に規定はないが）用途に応じ1部のブリキ板には調質度を極く軽く、または逆に強くしている。米国の慣例ではつぎの Table 3(a), 3(b) に示す T-1 から T-6 までの区分があり、ブリキの材質とともに包装に明記されている。なお連続焼鈍炉で焼鈍されたものは T-u (universal の意) と呼ばれ T-3, T-4, T-5 のいずれの代りともなる。

## (7) 剪断

ホット・ディップ・ブリキ用ストリップは、シャー・ラインに掛けて、所定の巾に縁切りを行い、ついでローラーレベラーで面を平滑とし、引続き所定の長さに剪断するが、この間にフライング・マイクロメーター等により厚みの不合格の板を選別し、ピンホール検出機により孔明き板をも除く。（電気メッキ法では縁切りのみを行うのであるが、これは電気メッキ・ラインの附属ラインとして後に述べる）。厚みが所定範囲外のオフ・ゲージ板は合格品とは別のパイラーに積載され、自動重量選別機に運ばれてここで異なるゲージの板に仕立てる。

剪断されたブリキ原板は、黒板 (black plate) またはローモ板と呼ばれる。熱間圧延法で原板を製造してい

Table 3(a). Temper degree of tinplates.

Temper	Type of plate	Rockwell superficial hardness 30-T	Cup test (in) (0.254mm plate)	Yield pt. (1000 PSI)	Ultimate tensile strength (1000 PSI)	Uses
T-1	L or MR	49±3	0.320	39~47	47	Deep drawing
T-2	L or MR	53±3	0.300	41~50	50	Moderate drawing
T-2½	MR	55±3	0.290	42~52	52	Doubletite rings and plugs
T-3	L or MR	57±3	0.280	45~55	55	General line bodies Sanitary can bodies and ends
T-4	L or MR	61±3	0.260	49~59	59	Beaded sanitary bodies Sanitary can bodies and ends
T-5	MC	65±3	0.240	54~64	64	Sanitary can ends and bodies Vacuum coffee can bodies
T-6	BEER END	70±3	0.200			Beer can ends

Table 3(b). Chemical specification.

Chemical specification	C	Mn	S	P	Si	Cu	Ni	Cr	Mo	As
Type L	0.05 ~0.12	0.25 ~0.60	Max. 0.05	Max. 0.015	Max. 0.010	Max. 0.06	Max. 0.04	Max. 0.06	Max. 0.05	Max. 0.02
Type MR	0.05 ~0.12	0.25 ~0.60	"	Max. 0.020	"	Max. 0.20	No limitation specified			
Type MC	T-5 0.05 ~0.12	0.25 ~0.60	"	0.07 ~0.11	"	Max. 0.20				
Special for beer can ends only	T-6 0.05 ~0.15	0.25 ~0.70	"	0.10 ~0.15	Resi- dual	Resi- dual				

た時代は、黒板は文字通り灰黒色を呈する部分が多かったが、現在の黒板は白銀色の平滑な板である。

### III. ホット・ディップ・ブリキ板製造工程

ホット・ディップ用原板はまず酸洗工程で焼鈍中の表面酸化物を除いた後、メッキ機に送られてメッキされる。

#### (1) 白酸洗

熱間圧延により薄板を作っていた当時は、焼鈍に先立ち黒酸洗 (black pickling) を行い、メッキ直前の酸洗をば白酸洗 (white pickling) と呼んで区別していた。冷間圧延薄板を使用する時は、メッキ直前の1回の酸洗のみで足りるが、この名のみ残っている。酸としては通例  $H_2SO_4$  を用い、2つの酸槽と1つの冷水槽中で順次に酸洗と水洗とを行う。ブリキ原板は耐酸合金製の酸洗籠に縦積みに入れられ、蒸気または電気で籠を上下しつつ洗われる。

過酸洗は原板の肌を荒らすので避けなければならぬ。このためインヒビターが使用せられるが、水洗によつて容易に除き得るものでなければ、メッキに悪影響をおよぼすおそれがある。酸洗要領は Table 4 に示す。

Table 4. White pickling process.

	$H_2SO_4\%$	Temp. °C	Time mn
1st pickling tank	3	65	3
2nd pickling tank	2.5	45	3
Water rinse tank	0	room temp.	3

白酸洗を終えた原板は、ただちに水を充たしたボッシュタンクに入れて乾きと酸化を防ぎ、メッキ機の入口部に運ばれる。

#### (2) 電解酸洗

近來冷間圧延薄板に白酸洗に代つて用いられて来た方法で、メッキ機の入口部に組み込まれている。原板は1枚ずつヴァキューム・フィーダーに吸い上げられて電解槽 (横型) の中をロールにより運ばれる。2対の炭素質案内ロールが陰極通電ロールとなり、板の進行面から少しく離して設けられた炭素陽極と板との間に電流が流れて急速に酸化物 (不可視の薄膜であることが多い) を溶解し去る。ついで板は酸槽から送り出され水洗パイプのスプレーで洗われ、1対の水切りロールを経て、メッキ機の錫槽中に入る。酸は5~7%の  $HCl$ 、温度は自然発熱により30~35°C、通過時間は約10秒である。インヒ

ビターを使用している。

#### (3) メッキ装置

メッキ装置は、(a) (フィーダーおよび) チン・ポット (b) ウェット・ウォッシャーならびに (c) フスマ研磨機とパイラーの3部が1連となつて組み立てられている。

#### (a) フィーダーとチンポット (Fig. 3 (a))

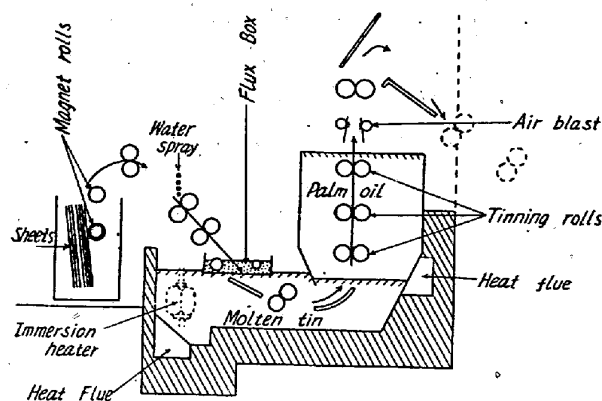


Fig. 3(a). Feeder and tin pot.

電解酸洗機を直結したユニットは、酸洗機自体がフィーダーであるが、白酸洗よりの原板は、マグネット・ロールにより板を1枚ずつ送るプール・フィーダーに縦に装入される。板は通常は2列にたんでメッキ装置を通るが、3列のこともある。板はフィーダーからチン・ポットに入る。メッキ装置にはチン・ポット (錫槽) を1つのみ有するエトナ式と、2つのチン・ポットに逐次に板を通過させるアバーカーン式とがあるが、Fig. 3 (a) には日本で広く用いられるエトナ式を示した。原板は水滴でよく濡られさてフラックス箱に入り、ただちに熔融錫の中に送り込まれる。フラックスは  $ZnCl_2$  に約10%の  $NH_4Cl$  を混じ、適量の水を加えて、180~220°Cで適当の沸騰状態を保つようにし、かつ常時水を補給してやる。フラックスに水を加えれば、 $HCl$  が生じ、これが原板の表面の酸化物除去に役立つと考えられている。使用される錫は Sn 99.80% (JIS 2種) 以上であることを要し、その温度は300~340°Cであつて、槽中に挿入されたヒーターにより保温されている。

錫槽に入った板は表面に錫を被覆され、槽中のガイドによつて上向きに進路を変えて、熔融パーム油槽に入りここで3組のメッキ・ロールの間を通過する。パーム油の温度は238~240°Cで、錫の熔融点よりわずかに高く、ガス加熱によつて保温されている。パーム油中でブリキ板は約100°Cだけ冷やされて空中で酸化し難くなり、またメッキ・ロールによつて附着錫を均一にされる。メッキロールは高炭素鋼で作られ、Si, Ni および Cr の

少いことが必要である。成分規格(%)の1例を述べれば C 1.2~1.3, Si < 0.03, Mn 0.40~0.60, P, S < 0.015 Cu < 0.05, Ni, Cr < 0.1 である。メッキロールの表面は精研磨仕上げを施し、適度のクラウンを附し、さらにラセン溝を有するものもある。硬度はショア40~50の間で、良好な炭化物分布を有するソルバイト組織でなければならぬ。ロールはスプリングで両側から圧せられ、さらに滑石または石綿のブラシで下方より圧せられているが、これらの圧力を加減してメッキ量の調節を行うことができる。メッキ量はまた、ライン速度 (7~10m/mn), 錫温度, 板表面の粗さなどにより影響される。パーム油を出たブリキ板はただちに空気吹付けにより冷却せられ、ガイドにより方向を変えてつぎのウェット・ウォッシャーに送られる。

(b) ウェット・ウォッシャー (Fig. 3(b)).

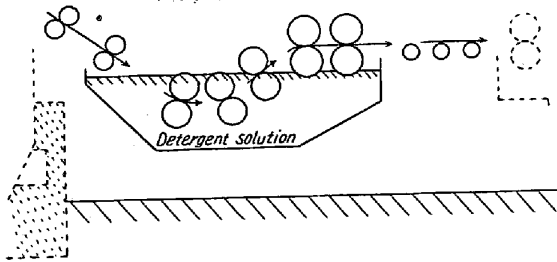


Fig. 3(b). Wet washer.

パーム油を出たブリキ板には、多量の油が附着しているので、炭酸ソーダ (約 0.10%, 80°C) 等の洗滌液を入れたウェット・ウォッシャー (湿式洗滌機) に導いて布ロールを通して洗い、パーム油の大部分を除去する。

(c) フスマ研磨機 (Fig. 3 (c))

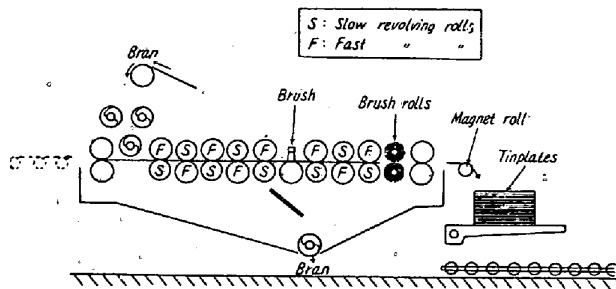


Fig. 3(c). Branner and piler.

ウェット・ウォッシャー後のブリキ表面の油をさらに除き、残留する油を均一に分布させて爾後の取扱いに便ならしめるため、麦のフスマを散布しつつ布ロールで研磨する装置である。Fig. 3(c) において、Fと表示した各ロールは、S表示のロールに比し約3.5倍の回転数を持ち、上下のロール周速に差を附してよく研磨するようになっている。使用されたフスマは下方に集められ繰返

し使用される。フスマはあらかじめ選別して砂やモミガラを除き、澱粉質の微粉をも取り去っておく。使用につれてフスマは汚れ、かつ微粉が多くなってくるので研磨能力が低下するから、一定期間ごとに取りかえる。ロール群の間にはブラシがあり、さらに出口には1対のブラシ・ロールがあつて逆方向に回転し、フスマの微粉を除く。

研磨機を出たブリキ板は、マグネット・ロールを経てパイラーに積まれる。パイラーが充ちれば検査工程に移され、寸法、厚み、形状、メッキ状態を手選別および秤量で検定され、1級、2級、3級および格別等と格付けされる。再メッキにより良板となり得る板は、ふたたびメッキ機に戻される。

#### IV. 電気メッキブリキ板製造工程

電気メッキブリキ板は、すでに述べたように冷間圧延帯鋼をストリップのまま電鍍した後、裁断して作られる。そのメッキ量は、ホット・ディップ・ブリキ板に比して数分の1であることが多い。したがってメッキラインも、薄メッキ作業を主として行うように設計されている。電気メッキブリキ板は、錫附着量のコントロールが容易にできる上に、ホット・ディップ・ブリキ板のようなメッキ量のバラツキがないので、薄メッキであつても、適切な塗装法と相俟つて、実際上は大抵の用途に充分満足に用いられる。また、ストリップ状のまま、メッキ表面を電気化学処理して耐蝕性を高めることが容易にできるので、電気メッキラインはすべてこの処理装置を備えて製品の品質を向上させている。電気メッキラインの建設費は、同一生産能力のホット・ディップメッキの建設費の約2.5倍であるが、操業と選別とに要する人件費ははるかに少いので相殺され、結局は錫量の少いだけ販売価格も安くなっている。

現在行われているブリキの電気メッキ法には、(1) アルカリ法、(2) フェロスタン法、(3) ハロゲン法の3種類があるが、いずれも良好に操業せられている。比較を行えば Table 5 のようである。

本篇では、現在わが国で実施せられているフェロスタン法による電気メッキ法について記述する。

##### (1) 準備ライン

サイド・トリミング・ラインとも呼ばれている。調質圧延を終えたコイルをこのラインに掛けて、規定厚みのものだけを揃え、これを外れたものはオフゲージとして別に巻きとり、著しい欠陥を持ったコイル (はなはだしいうェーブ、中のび、きず、焼鈍酸化等) を取り除き、所

Table 5. Comparison of electrotinning methods.

	Type of tank or pass line	Electrolyte	Voltage	Current (Ampere)	Lining of tanks and pipes.	Cleaning before plating	Line speed (fpm)
(1) Alkali line	Vertical	Na <sub>2</sub> SnO <sub>3</sub> NaOH	High	Twice of (2)&(3)	Not necessary	Not necessary	Max. 1,000
(2) Ferrostan line	" "	SnSO <sub>4</sub>	Low	Half of (1)	Necessary	Necessary	Max. 1,250
(3) Halogen line	Horizontal	SnCl <sub>2</sub>	Low	"	"	"	Max. 2,500

定の巾に縁を切り落とし、かくして電気メッキに適したよいコイルのみをウエルダーで熔接して 10~15 t の大きなコイルとするのである。ラインの大略は Fig. 4 に示した。

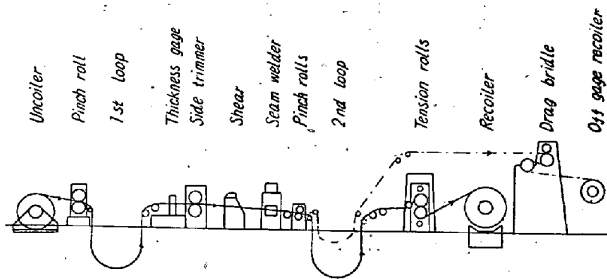


Fig. 4. Side trimming line.

(2) 電気メッキライン

電気メッキ用のストリップは、ホット・ディップ用のものに比して格段に清浄さを要求されるものであるが、さらに電気メッキラインでは、ラインが暫時でも停止すれば、ライン中に入っていたストリップの長さだけは表面が劣化して合格品とならない。そのみならず希望メッキ量と電解液の濃度および温度に応じて、良好な電着状況を得られる電流密度の範囲が定まっているので、ストリップの速度を大巾に増減させることは悪い結果をもたらす。それゆえラインは板サイズ変更のため電極の巾を變ずる時など以外は停止しないのが建前である。このためコイル払出し部分には2個のアンコイラーを備え、先行コイルの末尾とつぎのコイルの先頭とを熔接している間は、ルーピング・ピットに貯えられたストリップをラインに送り込み、ある限度以下にはライン速度を下げないようにする。またライン速度の変動に応じて、メッキ電流、電解清浄電流、錫層熔融電流および電気化学処理電流などを正確に対応させるようにして、製品の諸性質を常に一定とするようになっている。このた

めには、電子管式制御装置が賞用されている。またライン中に組み込まれた厚み計やピンホール検出機もライン末尾に備えたシャーに続くアソーターに(正確なタイムラグで)信号を送り、オフ・ゲージや孔あき板を選別する。ラインの概略は Fig. 5 に示す。

ラインは大別して3部分となる。以下この各部につき述べる。

(a) 入口部

コイル・ホルダー、シャー、シーム・ウエルダーおよびピンチ・ロールと、ストリップを貯えるルーピング・ピットより成っている。アンコイラー(払出しコイルホルダー)は2ユニットあつて、交互にストリップをラインに送り込む。1つのアンコイラーのコイルが消費されつくすと、入口部はすべて停止し、シャーによつて末尾を正しく切り落とし、あらかじめエンドを切りウエルダーまで導いて来てあつた他のアンコイラーよりのストリップの前端と重ねて、シーム・ウエルダーで熔接する。熔接が終れば入口部はふたたび動き出す。入口部停止時

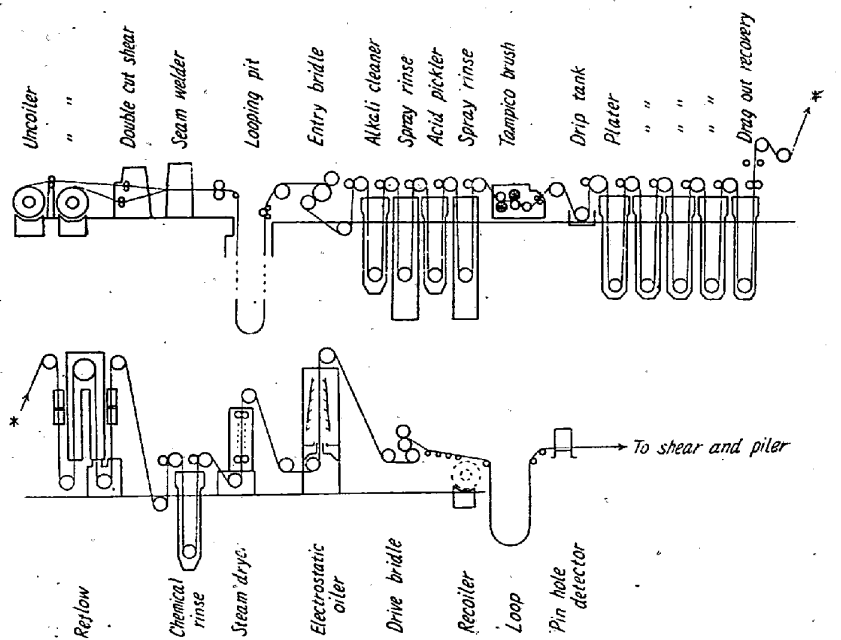


Fig. 5: Electrolytic tinning line.

間は、ダブルカット・シャーの場合で約 10 s, シングル・エヤー・シャーを用いれば約 20 s である。この間もつぎの処理工程部はストップさせてはならぬので (スピードは約 1/2 に落す), ルーピング・ピットに貯えてあつたストップがつぎのセクションに送り込まれる。溶接が終ればピット直前のピンチロールからふたたびストリップを送り込む。この場合には入口部のみを処理工程部よりも増速して、ピットにストリップを充分貯え、しかる後に入口部のスピードを処理工程部の速度に一致させる。

### (b) 処理工程部

処理工程部はさらにつぎの部分に分けて考えられる。

(イ) 張力装置: 処理工程の初めにはエントリー・ブライドル・ロールがあり, 最後にはドライブ・ブライドル・ロールがあつて, この間に張力を掛け, ストリップが正しくラインの中心を通り, かつ各種ロールとストリップ表面とが密着するようにする。ドライブ・ブライドルは名の示す通り, ラインを通じてストリップを駆動する原動力であつて, この回転数を取り出して制御装置に入れ, ライン各部の諸元をストリップのスピードに合わせてコントロールするのである。

(ロ) 前処理装置: エントリー・ブライドルから入ってくるストリップは, まず熱アルカリ槽で表面の油など (調質圧延, 準備ライン等による汚染) を除き, つぎのスプレー・リンズ・タンクで洗滌され, つぎに稀  $H_2SO_4$  槽で酸洗される。さらにスプレー・タンクを経てタンピコ・ブラシ・ロールで附着残渣を除く。アルカリ槽および酸槽はつぎのメッキ槽と同一構造 (鋼製) であるがアルカリ槽はライニングがなく, 酸槽はメッキ槽と同じゴム張りである。アルカリ, 酸両槽とも電解法を採用して短時間により効果を収めるごとくしてある。

(ハ) メッキ装置: メッキに先立ち, ストリップはドリップ・タンクで蒸留水で表面を洗われ, ただちにメッキ槽に導かれる。メッキ槽の単位ユニットを Fig. 6 に示した。ラインの規模に応じ, このユニットの数を多くする。Fig. 6 には, メッキ槽の最後に附くドラグアウト・タンク (電解液回収槽) をもあわせて示してある。メッキ液の主成分は,  $SnSO_4$  と  $H_2SO_4$  とであつて, これに数種の添加剤を加えてあり, 良好な電着を得る電流密度は, 液の循環が良好であれば  $10\sim 50 A/dm^2$  の範囲にあるが, これはラインスピード, Sn 濃度, 酸濃度, 液温, 添加剤濃度などと複雑な相関関係を有するので, 実際の操業にはデリケートな諸元管理が必要である。ライン速度が大きい場合に, 電流密度はあまり変えられな

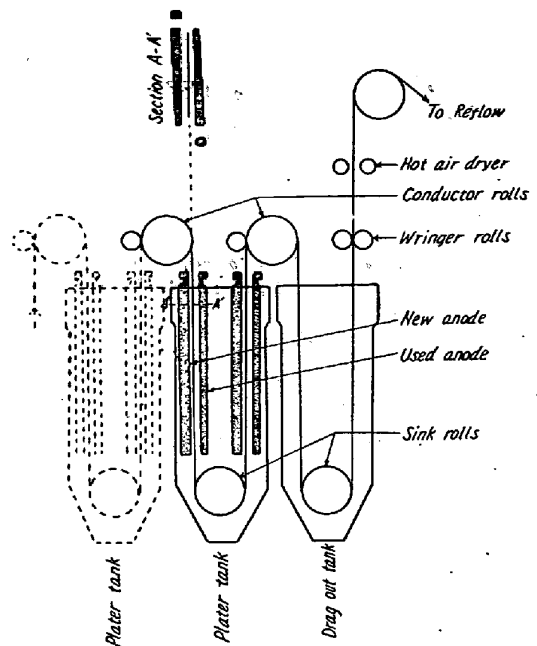


Fig. 6. Plater tank.

いから, メッキ槽のユニットを多くしなければならぬのも, これから必然的に推論される。陽極は純錫の角棒で Fig. 6 の A-A' section に示すように, ストリップの両側に多数をならべてアノード・ブリッジに懸吊してある。使用につれて陽極が消耗したら, 図示してある予備新電極を押し入れ, 消耗電極 1 本を反対側より除去する。アノード・ブリッジは少しく斜におかれて, 陽極の厚みが片側より他側に至る間に直線的に減少しても, ストリップとの間隔は不変であるようになっていいる。所要電圧はブスパーその他による降下を含み 10 Volt 程度である。電着錫は無光沢で, 顕微鏡観察では粒状を呈している。所定のメッキ量はもちろん, 制御機構により常に一定に保たれる。メッキ槽に続くドラグアウト槽では 1/10 位に薄めた電解液で電着ストリップを洗い, ストリップの表面にある濃厚電解液を回収する。洗滌液はニバポレーターに導かれて濃縮され, メッキ液貯蔵メイン・タンクに戻され, ふたたびメッキ槽へ循環される。

(ニ) 錫層熔融装置: 電着錫は微粒状でストリップに対する附着も弱く光沢もないので, 通例はストリップを加熱して錫の熔融点直上に達せしめ, 錫層のみを溶かして均一に拡がらせ, ただちに水冷して光沢あるブリキとする。(米国では flow melting, reflowing 等と呼んでいる)。フェロスタン法では直接通電加熱が採用せられ, 熔融塔下部の 2 個の通電ロールにより数 10V の交流を流して, 熔融塔マッフル内のストリップを加熱し, 錫が熔融したら水中に急冷する。電着状況がよくなけれ



ば、この熔融によつて光沢ある無欠陥ブリキを得ることはできない。通電圧はライン速度の平方根に比例させればよく、これまた自動制御によりコントロールされる。

(ホ) 化学処理装置：クロム酸、第3 磷酸ソーダ、重クロム酸ソーダ等の1種以上の水溶液（適当に加温）中で陰極的および陽極的にブリキ・ストリップを電気化学処理し、製品の酸化による変色防止、耐蝕性の向上を行う。槽はメッキ槽と同形である。

(ニ) 塗油装置：ブリキ表面に少量の油を施して、製品の取扱いを便にし若干の防錆をも行わせるため、静電塗油装置により精製綿実油を少量均一に施している。これを出たストリップは、ドライブ・ブライドルを経て出口部へ送られる。

(d) 出口部：

メッキされたストリップは、1,000 fpm 以上の高速ラインでは（ハロゲン法）、直接シャー・ラインに送ることが困難なので、リコイラーに巻き取つて、別に設けた

数個のシャー・ラインに送るのであるが（この場合は入口部と同じく、ルーピング・ピットと2個のリコイラーを要す）、フェロスタン・ラインではシャーに直結するのが常例である。ただし1個のリコイラーを予備として持つてことがある。シャーとパイラーは通常の薄板用のものと変らないが、メッキ層を傷つけないように、構造と材質とを充分考慮する必要がある。シャー直後に表面を検査員が検し、合格品はパイラーに一定枚量を自動計数し、ただちに包装に廻される。他のパイラーには再メッキ向け（ホット・ディップに廻す）、オフ・ゲージ、孔明き板などがそれぞれ別けて積まれる。

(d) 地下室

アルカリ液、酸、メッキ液、化学処理液らはラインの地下のメインタンクに取められて地上のライン各槽へ循環される。電解液は操業開始時は暖め、通常の運転中は槽中の発生熱でオーバー・ヒートされるから冷却器で冷して所定の温度を保たせる。（以下次号）

（昭31—4月寄稿）

## 日本工学会手帳予約申込御案内

例年のごとく本年も昭和32年（1957年）用日本工学会手帳御好評により下記の通り発行いたしますから何卒予約御申込み下さい。

### 記

1. 寸法 15糎×9.5糎
2. 定価 170円（送料共180円）
3. 予約申込期日 昭和31年10月末日まで
4. 予約申込場所 日本工学会
5. 予約金支払期日 昭和31年11月末日まで
6. 手帳発送期日 昭和31年12月1日より

日本工学会の住所等は次の通りです。

### 社団法人日本工学会

東京都千代田区丸の内1の2 日本工業クラブ2階  
電話（東京28局）0706番 振替口座東京5055番