

技 術 資 料

鋼板の有機物被覆法について

北 村 陽 一*

Organic Coatings for Steel Sheets and Strip.

Yoichi Kitamura.

I. ま え が き

薄鋼板に金属、非金属を被覆した製品としては、ごく最近まで亜鉛鉄板とブリキ板がその代表格で、ほかにみるべきものとしてはボンデ鋼板、ホーロー鉄板にかぎられていた。これらの板に共通していえることは冷たくて硬い感じで、ホーロー鉄板をのぞいては色の変化がなくすべて灰色一色の殺風景な外観をあたえ、温かくて柔かい感じにかけていた。しかし最近あらわれた塩化ビニル被覆鋼板、ポリエステル被覆鋼板、着色亜鉛鉄板などは変化に富んだ模様と色彩の美しさと温かな柔かい感じで、薄鋼板の灰色の世界に明るさと華かさを加えたといえる。

最近の被覆鋼板の発展のなかには、これら有機物被覆鋼板のほかに、溶融アルミメッキ法によるアルミナイズド鋼板もあるが、本文の対象としてはやや趣をこにするので、この解説はその専門の方にゆづり、ここでは塩化ビニル被覆鋼板を中心にしてプラスチックの連続積層、プラスチックや塗料の連続塗装によつて、これら有機物被覆鋼板がどのようにして製造されるものか、その製造法と製造上の問題点について主としてふれてみたいとおもう。なにぶんこの分野は近々1, 2年の間に急に発展したものであるから、解説に不十分な点のあることをお許しねがいたい。

鋼のシートやストリップの連続積層、連続塗装というのはたしかに最近の発展であるが、それぞれの個々の操作や工程はプラスチックと紙などの積層やブリキ印刷などの工業ではまったくありふれたもので、万人によく知られており、これらの既知の数コの工程の結合より成り立っているものが多い。しかしこれまでと違うものも重要な点は鋼板の脱脂洗浄、表面の化学処理の工程と塗布焼付、加熱積層またはエンボシングなどの工程が連続的につながつて、作業が短時間にすばやく行なわれる

ということであつて、ストリップミルに直結している連続亜鉛メッキや連続スズメッキに似た形態を整えつつあるということで、あとで述べるようにアメリカ、イギリスなどの大鉄鋼メーカーがこの分野を積極的に開発しつつあるのが現状である。

II. 被覆鋼板の現状

プラスチック被覆鋼板として最初にあらわれたのは塩化ビニル被覆鋼板であつて1954年のことである。ポリエステル被覆鋼板は昨年末発表されたばかりで、ひろく普及しているわけではない。

数あるプラスチックの内いわゆる熱硬化性のもの、たとえばフェノール、アルキッド、メラミン、エポキシなどはこれまでもさかんに塗料として金属板の塗装に利用されていたが、熱可塑性の塩化ビニル（以下塩ビと略称する）、ポリエチレン、ポリエステルなどを比較的厚い皮膜にして金属板の被覆につかうということは、成形物のライニング作業をのぞいては新しい試みであつて、これら熱可塑性樹脂のうち塩ビが最初にえられた理由として、塩ビが電線被覆やレザーなどに大量に利用されて一般の人々に十分その名が知れわたっているうえに、使用者がその性質を十分に知っており、比較的抵抗なく需要家に受けいれられやすく、ほかのプラスチックに比べてもつとも大量に、もつとも安価に供給され、金属に被覆したあとの打抜き、折曲げ、深絞りなどに十分たえ、酸、アルカリ、洗剤などにも抵抗性があり、耐候性にとみ、電気的性質もよく、可塑剤や安定剤を適当に加えることによつて性質を大巾に変化させることができ、着色やエンボスが自由にできるなどの点があげられる。

さて、この塩ビ鋼板工業の発展と現状については、BARTELMO¹⁾、古谷²⁾、北村³⁾、沖⁴⁾らがすでにいろいろ

* 東洋鋼鉄株式会社中央研究所

ろと紹介してきているので、なるべく重複をさけて簡単に述べる。アメリカでは 1954 年 The B.F. Goodrich Co. の系列の Hood Rubber Co. がプレス積層法で塩ビ鋼板をつくつたのが始まりで、同年 U. S. Rubber Co. の Naugatuck Chemical Division がロール積層によるマービボンド法 (Marvibond Process) を確立して、コイル状にまかれた塩ビフィルムをまきほどこしながら金属のシートやストリップのうゑにロールで加熱圧着するロール積層法が普及し、Arvin Industries, Inc., Clad-Rex Steel Co., Polaron Products, Inc., Shwayder Brothers, Inc. などが鋼板以外にもアルミニウム、マグネシウムの板に塩ビを積層することをおこなっている。一方 O'Sullivan Rubber Corp. もこの分野の開拓者で独自のロール積層法をおこなつて、1321 mm × 3048 mm (52 in × 120 in) の板をつくつてゐる。

鉄鋼会社の動きとしては、U. S. Steel Corp. が 1959 年 3 月より、塩ビのプラスチック、オルガノゾルをもちいるペースト塗布法で、1321 mm 巾の塩ビ鋼板の市販をはじめたが、このペースト塗布法はすでにシカゴの Sun Steel Co. が開発してきており、1575 mm (62 in) 巾のストリップで、最大 53m/mn の速度で製造する装置を建設したといわれている。Enamelstrip Corp. も一方の雄であつて塗装鋼板、プラスチック被覆鋼板、プラスチック積層鋼板をつくつており、1219 mm (48 in) 巾のポリエステル鋼板を連続的に 46m/mn の速度で 1959 年末よりつくつてゐる。Pittsburgh Steel Co. の Thomas Strip Division もストリップラインをもつて塩ビ鋼板をつくつており、Jones & Laughlin Steel Corp. や Acme Steel Co. もすでにマービボンド法の使用許可をとつており、Ford Motor Co. もごく最近マービボンド法の使用許可をとり、積層用の塩ビフィルムと鋼板を自分のところで作る最初の会社になるといわれている。アメリカにおける塩ビ被覆金属板の生産量を 0.8 mm の鋼板を使用したと仮定して計算してみると、5 年ばかりまえには 600 t であつたのが、その 3 年後には 10,000 t になり、1960 年の生産は 69,000 ~ 90,000 t になると予想されている。なお、アメリカのアルミニウム業界の大会社 ALCOA, Kaiser, Reynolds もおのおの 1524 mm (60 in) 巾以上のストリップコーティングラインをもち、この方面に進出してくるような気配である。

イギリスでは John Summers & Sons Ltd. が BX Plastics Ltd. とむすんで、1955 年連続積層ラインを

つくり 1957 年 9 月より操業を開始した。これは 0.5 ~ 1.6 mm の鋼板にふつう 0.36 mm の塩ビフィルムを積層したもので裏面は電気亜鉛メッキされている。これとはまったく独立に、BISRA (英国鉄鋼研究協会) で開発された積層法を広巾の亜鉛メッキされたストリップ鋼に応用したのが、Richard Thomas & Baldwins Ltd. で Wilmott Taylor Ltd. も厚み 0.3 ~ 1.2 mm で最大巾 457 mm (18 in) のストリップに応用している。ほかのメーカーとしては、世界最大の塩ビ積層金属板メーカーといわれるベルギーの Phenix Works S.A. があり、マービボンド法を行なつてゐる。Huntley, Bourne & Stevens Ltd. もブリキ板にプラスチックを被覆したものを作つてゐる。

わが国においては、硬質塩ビメーカーによるプレス積層法が最初に行なわれ、1957 年筒中プラスチックがはやくも製品を市場にだし、1958 年には長浜樹脂も同じ方法で生産をはじめた。一方、鉄鋼会社のうち東洋鋼鋳が独自のペースト塗布法を開発して、1959 年 4 月より製品の市販を開始し、406 mm (16 in) 巾のコイルと最大 1219 mm × 3048 mm のシートを売りだしている。八幡エコンスチール (前社名: 中之島製鋼) も 1958 年 5 月、日本政府よりマービボンド法の技術導入を許可され、1959 年春よりロール積層による製品をつくつてゐる。大阪造船もアメリカの O'Sullivan Rubber Corp. と技術提携して日本レジンでその製品化を行ない、1960 年にはいつてから、川崎製鉄と協力してタキロン化学がペースト塗布法による板を市場にだし、富士製鉄も傘下の東興業で積層板の製造をはじめた。なお筒中プラスチックも本年よりロール積層法をはじめている。

一般に塩ビ鋼板にもちいられる鋼板の厚みは 0.2 ~ 1.6 mm がふつうで 3.2 mm までのものもある。用いられる塩ビフィルムは硬質、半硬質、軟質の各種で 0.2 ~ 0.4 mm ぐらいの厚みのものが普通で、0.1 ~ 0.5 mm までのものもある。板のサイズはアメリカでは 1321 mm × 3658 mm が最大で近いうちに 1575 mm 巾のものもでるはずである。わが国では東洋鋼鋳の作つてゐる 406 mm 巾のコイルもあるが、普通 914 mm × 1829 mm のシートで最大 1219 mm × 3343 mm のものまでである。塩ビ被覆は鋼板の両面または片面にすることができ、両面の場合には、色やエンボスを同じにしたり、かえたりすることができる。用途にもよるが、ふつうは片面被覆で十分であつて、この場合裏面は普通塗装仕上げされている。亜鉛鉄板やブリキ板に片面被覆することも上に述べたやうに行なわれている。塩ビ被覆に実物そつくりの印刷を

おこなつて、皮革、織物、木目などの感じをだしたのも作られている。ポリエステル被覆鋼板をつくっている Enamelstrip Corp. は 500 以上の木目模様がだせるといつている。

塩ビ鋼板と似た新しい傾向として、いわゆるカラートタン、すなわち着色亜鉛鉄板の出現がある。わが国では、1954 年ごろよりの東京亜鉛鋅金によるレジノ鉄板の製造が草分けで、1957 年北海鉄板がのりだし、1959 年になると、東洋化工材（日亜鋼業）、日新製鋼、西宮鋼板、博多鋼板が市販を開始し、尼崎製鉄でも近く類似の製品をだす予定となつている。これらの製法には各社によつてそれぞれ多少のちがいはあるが、まず亜鉛鉄板を清浄にしてからリン酸塩処理をおこない、ロールコーティングか静電塗装により、それぞれ独特の合成樹脂塗料をぬつて着色し乾燥焼付けを行なうか、塗装前の表面処理をはぶき、いきなり塗料を塗布焼付けというところもある。しかし合成樹脂塗料の加熱焼付けのためにはすくなくとも数分、長くて 10 数分の時間を必要とするため、連続高速ラインとすることは困難で、ブリキ板のニス引き、印刷後の乾燥焼付けに似たような方法で、塗布後の亜鉛鉄板を 1 枚 1 枚ハネにささえて、たて乾燥炉をとおして焼付けているところが多い。

III. 被覆鋼板の製造法

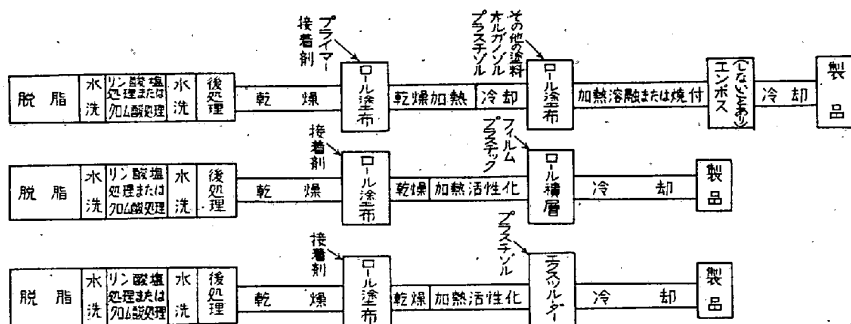
1. 製造法一般

塩ビ鋼板、ポリエステル鋼板および着色亜鉛鉄板のいずれを製造するにさいしても、ふつうは、まず原板の脱脂洗浄、化学処理をおこなつて、表面の耐蝕性を向上し、接着剤や塗料の接着につごうのよい表面に調整するのであるが、あとにのべるように鋼板や亜鉛鉄板に対してはもつぱらリン酸塩処理行こなわれており、たまにクロム酸処理も行なわれている。

塩ビ鋼板やポリエステル鋼板のように、プラスチックを被覆する場合には、このように表面処理された原板に接着剤かプライマーが塗布されるのが普通であるが、着色亜鉛鉄板の場合には、いきなり塗料が塗布される。塗布の方法としては、いわゆるロールコーティングが普通であるが、静電塗装も行なわれている。ロールコーティングには、板の進行方向と同じ方向に塗布ロールを回転させる正転型、正転型ではあるが塗布ロールの切線速度が板の進行速度よりおそいもの、および板の進行方向と逆

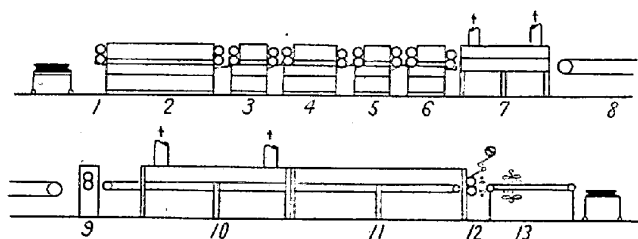
の方向に塗布ロールを回転させる逆転型があり、接着剤や塗料の塗布には正転型のロールコーティングがおもに行なわれている。

接着剤やプライマーの乾燥焼付けは燃焼ガス循環式の乾燥炉や赤外線加熱炉などで行なわれている。つぎにプラスチックが被覆されるわけであるが、被覆の方法には、プラスチックのフィルムを多段プレスで定尺にきつた鋼板に積層するプレス積層法、プラスチックのフィルムと鋼のシート、ストリップを加圧ロールで連続的に積層するロール積層法、プラスチックかオルガノゾルを逆転型のいわゆるリバースロールコーターで塗布するペースト塗布法、およびエクスツルターでゾルをフィルム状におしだして被覆するエクスツルター法がある。これらのうち、プレス積層法以外は大量生産方式にむいているが、現在ロール積層法とペースト塗布法が実用化されている。フィルムのロール積層後は普通そのまま冷却されて製品となるが、ゾルの塗布された場合には、いつたんゾルのゲル化温度以上に加熱されて、完全にゾルの溶融がおわつてから、エンボスされて冷却後製品となる。以上述べたいろいろの工程をまとめて分類すると第 1 図のようになる。連続生産のことを考えて、第 1 図ではプレス積層の工程をはぶいたが、ロール積層の工程の順序と同じで、ただ個々の工程がそれぞれ独立して、連続的につながつてないだけである。



第1図 鋼板の連続塗装、連続積層などの各種の有機物被覆のための工程図

さて、ロール積層法とストリップコーティングの実際の代表的な例について説明しよう。第2図⁹⁾は定尺にきつた金属板のシートにプラスチックのフィルムをロール積層するラインの略図で、塩化ビニルの積層鋼板を作るもつとも普通の方法である。金属シートのかわりに金属のストリップを用いるときには、このラインの入口部にアンコイラー、シャー、ウエルダー（またはスチッター）、ブライドルおよびアキュムレーターなどの設備がいり、出口部にはドライブブライドル、シャー、リコイラーなどの設備が加えられなければならない。第



- 1: 入口ロール 2: 脱脂 3: 水洗 4: リン酸塩処理
5: 水洗 6: 後処理 7: 乾燥 8: コンベヤー
9: コーター 10: 乾燥炉 11: 加熱活性化炉
12: ロール積層 13: 冷却

第2図 金属シートヘプラスチックのフィルムを
ロール積層するラインの略図
(G. E. WINTERMUTE)

2図にもどつて、図中の最初の5つの装置は金属の表面を調整する化学処理の装置で、いずれもパスラインの下側に処理液をいれたタンクをそなえており、ポンプで液を循環させながら金属板にスプレーする仕かけになっている。処理の工程は5段階が標準で、あとでも説明するように脱脂、水洗、化学処理、熱水洗、熱い稀クロム酸処理よりなりたっている。化学処理としては鉄鋼に対してはリン酸アルカリによるリン酸鉄生成が、アルミニウムに対してはクロム酸塩の生成が適している。つぎに熱風乾燥炉があつて処理後の金属板を急速に乾燥させる。コンベヤーで運ばれた板はロールコーターで接着剤をぬられるが、コーターにはいるまえに板の表面に細かい塵の残らないよう、真空掃除機のようなもので塵をとり除く。接着剤の膜厚と乾燥後の熱活性化の条件は接着強度を左右する重要な因子であるから、接着剤の均一な塗布と炉の温度管理は非常に重要である。第2図の Arvin Industries, Inc. の場合には、接着剤の乾燥膜厚は $8 \sim 18 \mu$ になるように調節されている。もし膜厚が 8μ 以下ならば接着強度が不十分で、もし 18μ 以上の厚い接着層のときには接着不良が接着層自身でおこる。一般にこれらの接着剤は金属面に残っているわずかのアルカリや亜鉛に対して敏感で、接着強度がそこなわれることがあるからリン酸亜鉛系の表面処理は行なわないほうがよい。接着剤をぬられた板は乾燥炉にはいるが、乾燥炉の温度は溶剤をなるべく早く蒸発させるため高いにこしたことはないが、あまり高すぎて溶剤を急に沸とうさせてはならない。沸とうをおこさせると接着層に吹出物のようなブツブツ（プリスター）を作り、あとあとまでその跡をのこし、ビニルフィルムが積層されたあとでもめだつことになる。しかし、そうかといつて溶剤を完全にのぞかないときには、つぎの活性化炉で引火爆発の危険があり、接着層に溶剤が残っていると接着強度を弱めると

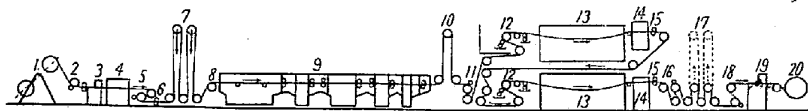
ともに、やはりプリスターの原因になる。つぎに接着剤の熱活性化が行なわれるが、このとき板温は $190 \sim 205^{\circ}\text{C}$ に正確に調節される。板温が 205°C をこえると酸化がすすんで接着層が炭化しはじめる。また熱風をもちいると積層に必要な温度以下でも、接着層が酸化して炭化することがあるので、赤外線による輻射熱の利用がしばしば行なわれている。金属板のうえの接着層の温度が活性化温度になると、できるだけ早くビニルフィルムの積層を行なわねばならない。そのためには積層用ロールと炉の出口との間の距離をできるだけ短くし、冷却時間を最少にしなければならない。こうすることによつて接着層の温度が積層の瞬間ちょうど必要な温度範囲に正確におさまることになる。

積層用ロールは耐熱ネオプレンロールよりなり、デュロメーター硬度が約45ショアーAでなければならない。この硬さは案外重要で、あまり硬いと接触面における圧力の分布がまずくて、弱い接着しか得られぬことになる。積層圧力の大きさはそれほど厳密なものではなく、ビニルフィルムと金属板とがびつたりとくつ付くのに十分な圧力であればよい。しかしロール圧力があまり高過ると、作業温度においてビニルフィルムのエンボスをつぶしてしまう恐れがある。それゆえ接着強度は十分にだせて、しかもビニルの外観をそこなわない程度に必要な圧力は、たいていの場合 $2.8 \sim 4.2 \text{ kg/cm}^2$ である。ビニルフィルムのコイルをうまく保持するためと、フィルムが積層されるときシワにならないよう適当な張力をあたえるために、いろいろな索具がもちいられている。積層用にはいわゆる半硬質のビニルフィルムがもつとも適している。もし可塑剤の含有量のあまり多い軟質のフィルムなら接着層への可塑剤の移行がおこり、接着強度をよわめて耐久性をそこなう。しかし一方、ある程度の可塑剤がないと深絞りや成形作業に耐えるに十分な柔軟性をあたえることができない。またこのようなビニルフィルムは 205°C の温度でエンボスできるような配合でつくられているので、積層作業のときの高温に耐えることができるわけである。不適当な配合や成膜作業は結局、接着不良やビニルの亀裂、エンボス不良などの失敗をもたらすことになる。積層ロールをでた板はすばやく 65°C 以下に冷却される。これはビニル面をできるだけ早く硬くして、作業中に傷のつくのを防ぐためと、積み重ねたときにエンボスがつぶれないようにするためとである。もし熱いうちに積層板を積み重ねると、重なつた金属の重さで底のほうの板のエンボスが消える。冷却法のなかでもつともよいのは、積層板の両面に水の霧をス

プレーする方法である。この場合、適当な量の水をかければ冷却は水の蒸発によつてだけ行なわれて、積層板はつごうのよい温度で、しかも乾いた状態で積み重ねられる。水冷後に風を送つて乾かしてもよい。もしぬれたままで重ねると積層板の裏面がさびることがあるから注意しなければならない。どのような水冷方式をつかう場合でも、積層ロールと炉の間にスプレーの水がとんでくるのを防ぐことが重要な問題で、ビニルフィルムと金属板の間に湿気がはいりこむと、ブリストアをおこす原因となるからである。

つぎにストリップコーティングラインの説明に移ろう。

第3図¹⁷⁾は Ross-Waldron のラインでアルミニウム



- 1: アンコイラー 2: 入口ロールスタンド 3: シアー 4: 接合機
5: 入口ブライドル 6: 両縁を平らにするロール 7: 入口アキュムレーター 8: リードロール 9: 化学処理装置 10: 乾燥
11: ドラッグブライドル 12: コーター 13: 炉 14: 水冷部
15: 絞りロール 16: ドライブブライドル 17: 出口アキュムレーター 18: 出口駆動部 19: シアー 20: リコイラー

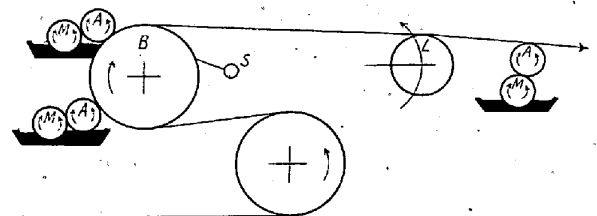
第3図 Ross-Waldron の水平型ストリップコーティングラインの略図 (W. M. BEVIS & A. S. DAWE)

および鋼のストリップのコーティングにもちいられるものである。すでに 1575mm 巾のアルミニウムストリップで、1.6mm までの厚みのものが、この方式のラインで 61m/mn の速度でコーティングされつつある。このなかには全長 122m にも達する長いものがあるが、ストリップの横方向の移動は $\pm 1.6\text{mm}$ のずれまでに維持されている。

まずアルミニウムまたは鋼のコイルは巻きほどかれて、シアーでコイルエンドを真横に切り落され、まへのコイルのしつぽにあとのコイルの頭を溶接またはスッチャーでくつつけられる。アンコイラーは一般にはマンドレル拡張型であるが、単一ターレット型のアンコイラーが2つのマンドレル型にとつてかわるかもしれない。図に示されているのはターレット型である。ブライドルが溶接部とアキュムレーターの間にあつて、アキュムレーターへのコイルの供給を調節している。このブライドルは溶接が行なわれている間、ラインとは無関係に、とまったり、前後にすり動くことができる。アキュムレーターは溶接の行なわれているときでも、ラインが全速で作業できるよう、ストリップを十分ためておくもので、水平型のルーピングカーも垂直型のアキュムレーター

のかわりに用いられている。アキュムレーターのつぎにテンションブライドルがあつて、金属表面の化学処理工程を通じてのラインテンションをますために用いられる。この表面処理は第2図のものと同じで、タンクとポンプと配管と温度調節装置とストリップ両面にスプレーできるノズルとをふくむ一連の四角いトンネル型の密閉装置で行なわれ、各工程は脱脂、水洗、化学処理、水洗、クロム酸による後処理と乾燥とにわかれている。各工程の間には絞りロールがあつて、余分の水をもとのタンクへもどし、つぎの工程へもつてゆかぬようにしている。この表面処理装置の出入口側に排気のダクトをつけ蒸気をぬく加減をする。各槽の天井はとりはずしができ、なかの修理に便利のようにできている。つぎにメ

インテンションブライドルがコーターのすぐまえにある。ときにはコーターのフレームにくみこまれることもある。コーターは第3図ではおのおの2つのロールよりなる。2つのヘッドをもつて、ストリップの上面と下面をぬるようになっているが、第4図のように3つのヘッドをもち、2つは上面を1つは下面をぬるようになっているものもある。上面の2つのヘッドはラインをおくらせたり、とめたりしなくて、瞬間的に



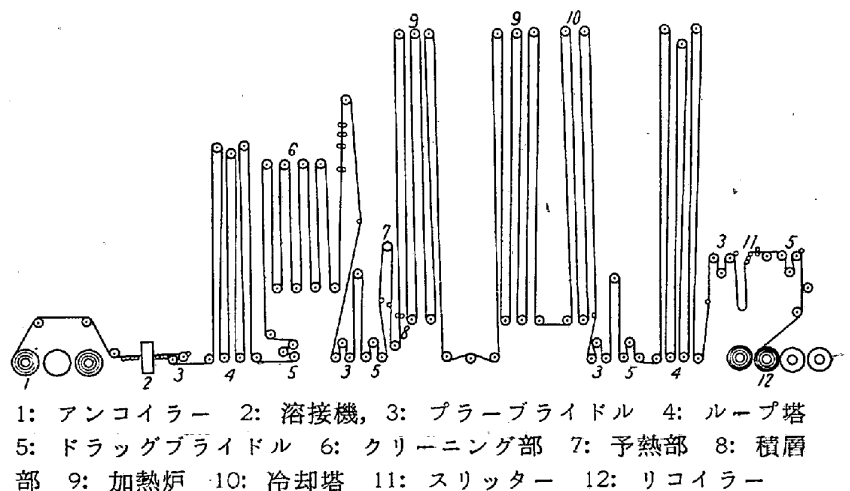
- A: 塗布ロール B: 押えロール M: 調節ロール
兼塗料供給ロール S: ドクター L: リフトロール

第4図 金属ストリップの両面塗布のためのコーターのロール配置および瞬間的に塗料をぬりかえるための2ヘッドコーターのロール配置 (A. W. POMPER)

色の違うコーティングを行なうためである。コーターの構造はロールのとりはずしに便利にできており、各ロールの駆動は直接であるから、ギアマークの発生などをおこす振動は少ない。コーターを通つてストリップはつぎに炉にはいる。炉は温度と空気量の調節のため、2~4コのゾーンにわかれている。4ゾーンの場合、30m/mn のライン速度のとき、温度はそれぞれ 121°C, 232°C, 343°C, 288°C となる。循環空気量は4ゾーンに対しては 2300m³/mn も必要であり 熱量はアルミ

ニウム焼付けのとき、14,000,000 BTU/h、鋼に対して30,000,000 BTU/h いることになる。このような熱風循環方式では空気の循環を満足に行なうための設計上の工夫が必要である。炉内では支持ロールなしに、浅いカテナリーでストリップをひっぱつていなければならないが、どうしてもストリップの重みでいくらかたるんでくる。このカテナリーの深さは板の厚みによつてこととなるが、ある一定のたるみを維持するために必要な張力は、コーターから炉の出口側の支持点までの距離のほぼ2乗で変化するから、長い炉では非常に高い張力がある。しかしあまり高い張力はストリップをひきさいたり、両縁を引き伸したりしてしまうから、乾燥焼付けの時間をへらして、カテナリーの間隔をちじめなければならない。この必要性は高速ラインになればなるほど急に大きくなる。そのための高速焼付け法が検討されている。たとえば細いガスの焰を直接塗布面にふきつけるフレイムキュアリングが研究されている。この方法はあとでも説明するが、焰を作用させることによつて溶剤類は燃えてしまい、樹脂分がキュアする方法で、焰で褐色にかわる溶剤では作業できない。赤外線ガス加熱、電熱も検討され、10秒ぐらいの時間で焼付けできるようである。U. S. Steel Corp. では電磁誘導加熱を開発している¹⁰⁾¹¹⁾。J. O. Ross Engineering では343°C またはそれ以上の温度で高速空気炉をテストし、すぐれた結果をえている。つぎに炉をでたストリップはすばやく冷却される必要がある。そのためには炉の出口のところにあるロールは水のはいつた受け皿のなかでまわり、板がそこを通るちようどまえに、その下側に水をスプレーして急速冷却の効果をあげ、つぎのスプレー室で板の上下面にさらに水をかけると、秒の単位で冷却ができるようになる。しかし水によつて塗装面がみだされて、マークをつけられたりするのを防ぐため、高速の流れで水をぶつつけるべきではない。この水のスプレーによる冷却をとおりこすと、ストリップはゴム製のピンチロールで余分の水をしばらくとられる。このピンチロールは液圧で横方向、上下方向に動いて、ストリップの位置を瞬間的または連続的に補正する。このピンチロールをでてからストリップは空気吹付けによつて完全に乾燥される。ドライブブライドル、アキュムレーターをへてストリップはシアーできられ、1つまたは2つのリコイラーでまきとりが行なわれる。

第3図ではプライマーにトップコートとを重ねてぬるため、コーター、炉、水冷部が2組になつてゐるが、それぞれの機能や構造は、プライマー用のものもトップコート用のものも似たようなものである。プラスチックまたはオルガノゾルのコーティングのときには、第1コーターで接着剤をぬり、第2コーターでゾルぬることになる。このように炉を2段に重ねた方式のラインはアメリカの Sun Steel Co. にあり¹²⁾上の炉が18m、下の炉が24m もあり、1つのガス燃焼方式で上下2つの炉を288~343°C に加熱している。この場合、ライン速度は53m/mn であるが、これより早い速度になると床面積がさらに増大するから、なるべく炉を垂直型にして床面積の節約をはからねばならない。全ラインを垂直型にして1219mm 巾のストリップを91m/mn の高速でコーティングし、月4,000t の能力がでるであろうと予想される Enamelstrip Corp. のラインの略図を第5図¹³⁾に



第5図 垂直型のストリップコーティング、ラミネーティングラインの略図

しめす。このラインでは塩化ビニルや無方向性ポリエステルフィルムの積層も行なうことができる。この垂直型では表面処理の液がつねに上から下に流れて、その作用がふつう以上になると考えられ、処理時間を縮めるのに役だつ。また表面処理後の乾燥を71°C でおこない、コーティング前の板をそのまま71°C に予熱しておき、71°C に予熱された塗布液をぬるようにしている。こうすることによつて塗膜の密着を向上し、光沢やキメをよくし、焼付けの時間や温度を減少し、用いられる塗布液の溶剤や揮発物の量をへらして、しかもつごうのよい粘度でコーティングできるようになる。それゆえふつうよくおこる塗膜の皮張り現象をおこすまえに、大部分の溶剤は蒸発してしまうことになる。ストリップラインに共通の問題であるが、炉内で急に大量に発生する溶剤蒸気やフュームの処理のため、Enamelstrip Corp.

では溶剤蒸気を接触酸化して燃焼し、無害な熱いガスにかえて、炉の加熱用につかうとともに、廃ガスが大気汚染をしないようにつとめている。これによつて燃料費が75% ぐらいに減少するといわれている。

ついでに Enamelstrip Corp. のポリエステル被覆鋼板の製造法^{14)~16)}を紹介しておこう。これはストリップのロール積層法であつて、ポリエステルの装飾用のフィルムは Di-Noc Chemical Arts Inc., より供給されている。このフィルムは The Goodyear Tire & Rubber Co. の Vitel (商品名) を基にしてできた無方向性ポリエステルで、同じく Goodyear の Videne (商品名) フィルムと同族である。塩化ビニルの被覆の場合と同じく、まずストリップは表面処理をうけ、つぎに予熱される。予熱されたポリエステル樹脂塗布液が両面にぬられ、さらにその上に接着剤が必要に応じて片面または両面にぬられる。片面しか積層しないときには裏面には保護塗料がぬられる。つぎに 149~316°C の炉でキュアリングが行なわれるが、表面の接着剤は粘着性を保っている。7.6μ ぐらいまでの非常に薄いポリエステルの装飾用フィルムがその上に積層されるやいなや、177°C ぐらいの温度から急に氷点以下に冷却される。これによつて十分の接着が確保できるといわれている。

2. 化学処理

塗装やプラスチックの被覆のまえに行なわれる鋼板表面の化学処理として実用されているのは、やはりリン酸塩処理がほとんどである。リン酸塩処理剤の主なものは化学組成の上からだいたいつぎの4つにわけられる。

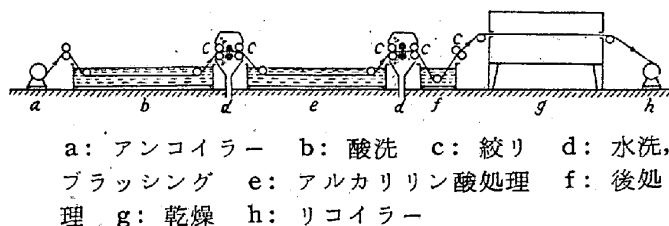
(1) $\text{Zn}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, $\text{Fe}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$, H_3PO_4 ,
 (2) $\text{Zn}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$, H_3PO_4 , NaNO_2 ,
 (3) $\text{Zn}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$, NaClO_3 , H_3PO_4 ,
 (4) NaH_2PO_4 , NaClO_3 これらの配合のこまかい点は実際にはいくぶん違うし、促進剤としてつかわれている硝酸塩や塩素酸塩のかわりに適当な酸化剤がつかわれることがある。ちかごろでは塗装下地としては化成速度の迅速化、ち密化、薄膜化の方向に進んでおり、前田¹⁷⁾によれば処理液組成もこれまでの酸性リン酸亜鉛を主成分とするもの (1), (2), (3) から (4) のようなリン酸アルカリ、リン酸アンモン、リン酸のアルカリ土類金属の塩およびそれらの酸性塩にかわりはじめ、生成皮膜の組成もリン酸亜鉛系よりリン酸鉄-亜鉛、リン酸鉄-酸化鉄、酸化鉄などに变化しつつある。最近の被覆鋼板では、塗装または被覆後さうとう強い成形加工をうけることが多いので、リン酸塩処理では非常に薄い皮膜でない、この要求をみたすことができない。ちなみにリン酸

亜鉛系の皮膜が 1.5~8μ の厚みであるのに対して、リン酸鉄-酸化鉄系の皮膜は普通 0.8μ 以下である。また亜鉛は接着剤中の酸性成分と反応して接着強度を弱めることがあるので、リン酸亜鉛系の皮膜は好ましくない。それゆえ、酸性リン酸アルカリを主とした処理液がもつぱら用いられている。この液には必要に応じて酸化剤とか表面活性剤が加えられ、pH が約 2.9~6.0 になる。この酸性液によつて鉄面がおかされて酸性リン酸鉄をへて不溶性のリン酸鉄を形成して皮膜となる。この皮膜には酸化鉄がわずかに含まれていることが認められている。膜厚は 0.2~0.6μ で、膜の厚みにしたがつて黄緑、青、紫虹色にかわる。これはちょうど鉄鋼の高温における空気酸化のときの色の变化に似ている。この皮膜はたいしてさび止めの効果はないので、かならず無水クロム酸または重クロム酸塩の水溶液による後処理が行なわれる。第1表¹⁸⁾に酸性リン酸アルカリ処理板の耐食性が後処理によつてどの程度向上するものかをしめした。

第1表 酸性リン酸アルカリ処理鋼板の耐食性に対する後処理の効果 (W. RAUSCH)

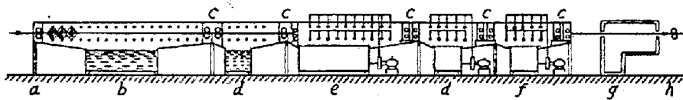
主 処 理	後 処 理	最初のサビのでるまでの時間 (日)
な し (板の表面には光輝があり、油脂はない)	な し	2~3
リン酸アルカリ	な し	6
リン酸アルカリ	薄いクロム酸、リン酸によるすすぎ	10
リン酸アルカリ	濃い重クロム酸塩液によるすすぎ	24
な し (板の表面には光輝があり、油脂はない)	濃い重クロム酸塩液によるすすぎ	2~3

この酸性リン酸アルカリ処理は普通浸漬またはスプレーで行なわれる。処理される板は完全に脱脂され、水でたちまちぬれるものでないといけな。浸漬法は第6図¹⁹⁾に示すように、脱脂された板は酸洗され、ブラッシングをともし水洗をうけ、40~50°C, 4~10s リン酸塩処理され、水洗ブラッシングされてから、60~80°C



第6図 浸漬法による金属ストリップ表面の化学処理装置の略図 (W. RAUSCH)

2~5s 後処理をうけて、熱風または乾燥炉で乾燥される。この場合、後処理をも含めた化学薬品の消耗は、 0.28mm の板について計算すると $2.8\sim 3.0\text{kg/t}$ で約 3g/m^2 に相当する。スプレー法はすでに第2図、第3図のラインでもちよつと説明したが、くわしくは第7図¹⁸⁾写真1のようなもので、第3図のラインでライン速



a: 入口 b: 脱脂 c: 絞り d: 水洗 e: リン酸塩処理 f: 後処理 g: 乾燥 h: 出口

第7図 スプレー法による金属ストリップ表面の化学処理装置の略図 (W. RAUSCH)

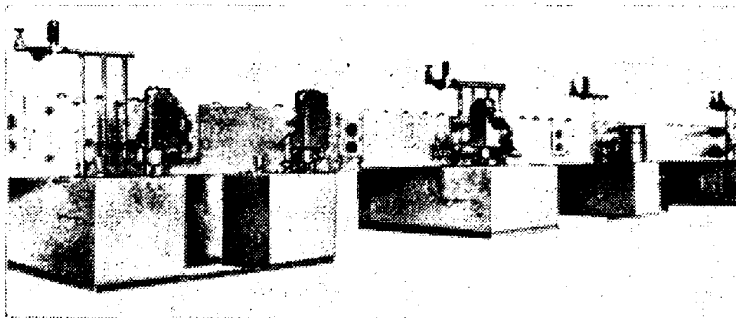


写真1 スプレー法による金属表面の化学処理装置 (W. M. BEVIS & A. S. DAWE)

度が 30m/mn のとき、この表面処理装置の全長は $27\sim 41\text{m}$ になる。処理の条件はつぎのとおりである。1) 脱脂, 71°C , $20\sim 30\text{s}$, 2) 水洗, 55°C , $5\sim 10\text{s}$, 3) リン酸塩処理, 43°C , $15\sim 20\text{s}$, 4) 水洗, 室温 $5\sim 10\text{s}$, 5) 後処理, 60°C , $5\sim 10\text{s}$ 。

以上のようなリン酸アルカリによる処理以外に、処理時間を短縮するため、U. S. Steel Corp. のようにリン酸に重クロム酸塩を加えた液中で鋼板を陰極処理する電解リン酸塩処理を採用しているところもある¹¹⁾¹⁹⁾。最近ではクロム酸処理の研究がさかんであつて、無水クロム酸にグリセリン、砂糖、トリエタノールアミンのような還元剤をくわえた水溶液を鋼板、亜鉛鉄板、アルミニウム板などに塗布乾燥して皮膜をつくるHeintz Manufacturing Co. のハイナック (Hinac) 法といわれる方法²⁰⁾²¹⁾もすでに工業化されている。このハイナック法処理のものとリン酸アルカリ処理のものを比べると、腐食挙動は明らかに異なり、屋内に自由に貯蔵した場合は、リン酸アルカリ処理後濃い重クロム酸塩で後処理したもののほうがいくらかすぐれている。しかし塩水噴霧のようなはげしいテストではリン酸アルカリ処理は劣る。ハイナック法はさらに改良され、クロム酸処理の上にポリブタジエンのエマルジョンによる被覆が行なわれ

ている。また無水クロム酸の水溶液中で鋼板を陰極処理して、酸化クロムの水和物の皮膜を形成させる方法がさかんに研究されている。この方法では無水クロム酸水溶液に加えられる添加剤の種類によつて、生成皮膜がいくぶん異なる。無水クロム酸水溶液にホウ酸またはその塩を加えるもの²²⁾²³⁾、リン酸を加えるもの²⁴⁾、3価のクロムイオンを適当量ふくむもの²⁵⁾、フェノール、カテコールなどのジスルホン酸を加えるもの²⁶⁾、3価クロムイオン、リン酸、ホウ酸を含むもの²⁷⁾、亜鉛、マグネシウム、カルシウム、マンガンの酸性リン酸塩を含むもの²⁸⁾ が特許にあらわれているが、まだ実用的にはなつていないようである。最後の方法はクロム酸クロムのほかにリン酸塩も析出する。これらのなかにはすぐれた耐食性をあたえるものもある。

これまでは主として鋼板の化学処理について述べたが、亜鉛鉄板の処理についても簡単に述べておこう。亜鉛鉄板に対してはリン酸塩処理とクロム酸処理が行なわれている。リン酸塩処理としては、 $40\sim 70^\circ\text{C}$, $5\sim 20\text{s}$ の条件でリン酸亜鉛系の皮膜を作るもので、処理液と装置によつて、 $1\sim 3\mu$ ぐらいの膜厚で淡灰か濃灰色になる。薄くて一様な処理をしたいときにはスプレー法がよい。クロム酸処理²⁹⁾としては、無水クロム酸または重クロム酸塩水溶液に硫酸、塩酸などの活性添加剤と硝酸のような副添加剤を加えた液中に $15\sim 45^\circ\text{C}$, $5\sim 30\text{s}$ 浸漬するもので、淡黄虹、黄、褐、オリーブ緑色などの皮膜を形成する。膜厚は $0.1\sim 5\mu$ ぐらいである。処理後の乾燥はなるべく $50\sim 70^\circ\text{C}$ 以下で行なわねばならない。そうでないと地金への密着を失ない耐食性を低下する。いずれにしても、このクロム酸処理は塗膜の密着につごうのよい下地をあたえることが認められている。

3. 接着剤

ポリエステルよりも塩化ビニルの場合には、とくに鋼板に対する接着性がないから、積層法でもペースト塗布法でもなんらかの接着剤を必要とする。接着剤としては可塑剤の移行に対する強い抵抗性があり、すぐれた強度の性質をもち、高温度におけるクリープに抵抗し、普通の塗布装置でたやすく効率よくぬることができ、溶剤が接着層から生産速度が要求するほどに早く逃げることができなどの必要条件を満たさねばならない³⁰⁾。接着剤は浸漬やスプレーでもぬられるが、実際にはロールコーターによる塗布が一般に行なわれている。すでに述べたように膜厚が一定の厚み以下だと、接着強度はま

第2表 塩化ビニル被覆鋼板製造用の接着剤の組成と使用条件

符号	成 分	配合量 (部)	膜厚 (μ)	温度 ($^{\circ}\text{C}$)	時間 (mn)	目 的	特許または 文 献
A-1	塩ビ, 酢ビ, 無水マレイン酸共重合体 (87:12:1), 分子量 10,000~15,000 ポリメタクリル酸ブチル ポリメタクリル酸イソブチル 酢酸ブチル メチルイソブチルケトン トルエン 酸化プロピレン	11.3 13.1 5.6 31.5 21.0 14.0 3.5		163		塩ビフィルム用	U.S.P. 2728703
A-2	塩ビ, 酢ビ, 無水マレイン酸共重合体 (87:12:1) アクリロニトリル, ブタジエン共重合体 (35:65) メチルエチルケトン メチルイソブチルケトン	10 10 60 20				塩ビフィルム用	U.S.P. 2728703
B	ポリメタクリル酸メチル (アクリロイド A-101) エポキシ樹脂 (エポン 1007) メチルエチルケトン メチルイソブチルケトン ジイソブチルケトン トルエン メチルセロソルブ	7.4 7.4 11.1 23.1 3.9 23.1 24.0		174	8	塩ビ プラスチック用	U.S.P. 2842459
C	ブタジエン, アクリロニトリル, メタクリル 酸共重合体 (69.0:26.5:4.5) (ハイカー 10723) フェノールホルムアルデヒド樹脂 (ヘキサメ チレンテトラミンをふくむ加熱反応型) (デュレス 12687) 塩ビ, 酢ビ, 無水マレイン酸共重合体 (87:12:1) 分子量 10,000~15,000 (ゼニライト) メチルエチルケトン メチルイソブチルケトン トルエン メルカプトベンゾチアゾール 二硫化炭素	3.81 0.954 14.300 37.61 18.51 20.0 0.066 4.75	25 $\pm$ 6	205 ~232		塩ビフィルム用	U.S.P. 2872366 昭34-4984
D	塩ビ, マレイン酸共重合体 (95:5) ニトリルゴム テトラヒドロフラン アセトン	16 4 40 40				塩ビフィルム用	昭34-5137
E	トリイレンジイソシアネート ポリビニルブチラール (中粘度) 塩ビ, 酢ビ, 無水マレイン酸共重合体 (ゼオン 400 $\times$ 110A) メチルイソブチルケトン メチルエチルケトン	10 3 15 70 40	10	180 ~200	4	塩ビ プラスチック用	昭34-8734
F-1	塩ビ, 酢ビ, 無水マレイン酸共重合体 (ビニライト VMCH) エポキシ樹脂 (バークライト ERL-2774) 酸化チタン メチルエチルケトン	20 1.5 20 58.5	5~13	174		塩ビ オルガノゾル用	R. L. NORUM et al.
F-2	バークライト樹脂 (濃縮) BKSA-2750 ジシアンジアミド ジメチルホルムアミド シクロヘキサノン メチルイソブチルケトン カービトールソルベント (U.C.C. 社製)	41.90 1.31 7.45 21.90 16.48 10.96		205	10	塩ビ プラスチック用	R. L. NORUM et al.

つたく不十分で、逆にある厚み以上になると接着不良が接着層内でおこるから、つねに所定の厚みにぬるよう注意しなければならない。

塩化ビニルのフィルム積層用にはふつう熱可塑性の接着剤がもちいられ、プラスチック、オルガノゾル用には部分的に熱硬化性のもので、ゾルの溶融のときの高温でさらに硬化できるものもちいられる。実際の組成としては、塩ビ、酢ビ、無水マレイン酸共重合体、たとえばビニライト VMCH のような樹脂に、メタクリル酸エステル重合体を配合したもの³¹⁾、アクリロニトリル、ブタジエン共重合体を配合したもの³¹⁾、ブタジエン、アクリロニトリル、メタクリル酸共重合体とフェノールホルムアルデヒド樹脂を配合したもの³²⁾、エポキシ樹脂を配合したもの³³⁾、ブチラール樹脂とジイソシアネートを配合したもの³⁴⁾などがあり、メタクリル酸メチル重合体とエポキシ樹脂よりなるもの³⁵⁾、塩ビ、マレイン酸共重合体とニトリルゴムよりなるもの³⁶⁾、ニトリルゴムとフェノールホルムアルデヒド樹脂よりなるもの³⁷⁾もある。それぞれの代表的組成と使用条件をまとめて第2表にしめす。これらの配合の基本となる樹脂は、

1. 塩ビ、酢ビ、無水マレイン酸共重合体、
2. アクリロニトリル、ブタジエン共重合体、
3. メタクリル酸エステル重合体、
4. エポキシ樹脂、
5. フェノールホルムアルデヒド樹脂、

6. ポリイソシアネートの6つぐらいになる。上に述べた特許はこれらの基本樹脂を適当に組み合わせたものであるが、まだいろいろの組み合わせの可能性はある。たとえば、塩ビ、酢ビ、無水マレイン酸共重合体とメタクリル酸エステル重合体とエポキシ樹脂の組み合わせ、または塩ビ、酢ビ、無水マレイン酸共重合体とエポキシ樹脂とポリイソシアネートの組み合わせ、または塩ビ、酢ビ、無水マレイン酸共重合体とメタクリル酸エステル重合体とポリイソシアネートの組み合わせなどが容易に考えられる。しかしこれらの組み合わせの場合には、その配合の割合が重要であつて、ちようどつごうのよい配合比のとき、十分の接着強度が得られるものである。メタクリル酸メチル重合体とエポキシ樹脂の配合比によつて塩ビプラスチックの皮膜の鋼に対する接着強度が平滑面と粗面とでどのようにかわるかを第3表³⁵⁾にしめす。

今後の接着剤の進み方の1つとして、接着剤混入プラスチックの開発ということが考えられる。わざわざ接着剤を1度ぬつて加熱硬化してから、さらにプラスチックをもう1度ぬつて溶融硬化させるかわりに、プラスチック

第3表 接着剤成分樹脂の配合比と鋼板面のあらさが接着強度におよぼす影響。

(F. GOLLUB, M. S. WOOL & W. D. BERBERICH)

メタクリル酸 メチル樹脂 (%)	エポキシ樹脂 (%)	接 着 強 度	
		サンドブラスト粗面 (kg/cm)	平滑面 (kg/cm)
0	17.9	0.0	0.0
2.9	15.0	2.0	2.4
5.0	12.8	3.3	4.0
6.6	11.3	5.7	4.8
7.9	10.1	5.7	5.7
8.9	8.9	5.7	5.7
10.2	7.5	5.7	5.7
12.0	5.9	5.7	4.8
14.3	3.6	5.7	3.1
17.7	0.2	2.0	1.3
17.9	0	0.0	0.0

ルそのもののなかに接着剤成分を加えて、塗布、加熱の工程を1つに減すことが目的である。ところが今までのところ、えられたプラスチックの皮膜の性質とくに耐化学薬品性などが低下するものが多く、成功していない。

また新しい接着剤として、最近注目されているのが単量体接着剤、シアノアクリル酸エステルである³⁸⁾。このものに安定剤その他の添加剤が加えられて、すでにイーストマン 910 の名で Tennessee Eastman Co. より市販されている。使用にさいしては、なんら触媒や重合促進剤を加える必要がなく、また加熱の必要もない。ただチューブより接着面へなるべく薄く塗布し、両面を数秒間圧着するだけで十分で、常温で約1時間放置しておくで完全に硬化するという便利なもので、100°C 以上の高温に長時間さらすと、接着強度の落ちることと値段の高いことが欠点であるが、そのほかの点では一応接着剤としての要求をみたしたものとして注目されている。この単量体接着剤も今後の接着剤の1つの進み方をしめしたものだといえる。

すでに述べたように、ポリエステルフィルムの積層にも接着剤がつかわれているが、まだ詳しいことはわからない。

プラスチック被覆鋼板は実際の使用にあつては、いろいろの成形加工をうけ、加工をうけたあとの状態でずつと使用がつづけられるから、加工によつて接着強度が低下したり、長時間の使用で接着不良が生じたりしてはいけな。それゆえいろいろの条件のもとでも接着強度の変化しない接着剤を選ばねばならない。第2表の A-1, C の接着剤を用いて、塩化ビニルのフィルムを電気メッキ亜鉛鉄板、冷延鋼板、アルミニウムに接着したものの接着強度が、沸とう水中に10分間浸漬したあと、または132°C、1時間加熱したあとでどのぐら

第4表 接着強度に対する地金の種類および沸とう水、加熱による老化の影響。
(C. E. KIERNAN & W. K. CLARK)

試料番号	地 金	接 着 割	接 着 強 度 (kg)		
			最 初 の 値	沸とう水中に10分間浸漬後の値	132°Cに1時間老化を行った後の値
1	電気メッキ亜鉛鉄板	第2表のC	22	23	23
2	〃	〃	9	9	9
3	〃	〃	19	19	19
4	〃	〃	9	10	10
5	〃	第2表のA-1	7	1	3
6	〃	〃	6	2~3	2
7	冷 延 鋼 板	第2表のC	9	9	9
8	〃	〃	9	9	9
9	〃	第2表のA-1	9	8	9
10	アルミニウム	第2表のC	9	10	8

いかわるかをしめしたのが第4表³⁹⁾である。U.S. Steel Corp. の塩化ビニル被覆鋼板の場合には、板を30%引き張りしたあと、沸とう水中5分か、26°Cの水中240時間か、94°Cの恒温槽中7日間か、100%の相対湿度で38°C、200時間でも、接着強度に変化がないといわれている³⁹⁾。しかしこれよりひどい条件、たとえば、被覆鋼板を深絞りしたあと、120°C以上に加熱したり、沸とう水中に1時間以上浸漬したりすると、たいいて接着強度が急に低下するので、これに耐える接着剤の出現がのぞまれている。

4. 塗料

第3図または第5図のようないわゆるストリップコーティングラインでぬられる塗料は、アミンアルキッド、ビニルアルキッド、ビニル、アクリル、メタクリル、エポキシ、フェノール、オレオレジナス、オルガノゾル、プラスチックゾル、水溶性塗料などである。これらはストリップラインのロールコーターで8μから0.5mmまでの膜厚にうまくぬられることができる。オルガノゾルやプラスチックゾルを除けば、普通15~18μぐらいの厚みにぬられる。いまのところ、ロールコーターの厚み制御はだいたい2.5μまでである。

さて、ストリップラインをつかつて1回でいきなり厚い膜をぬるかわりに、プラスチックゾル、オルガノゾルのコーティングのときのように、プライムコートつまり下塗り専門の塗料をぬって、さらにその上に仕上げ塗料をぬるというやり方が検討されている⁴⁰⁾。この下塗り塗料いわゆるプライマーとしては、最大限に可能な柔軟性をあたえるほどに薄くなければならないが、薄くても十分に耐食性がつて、さらにその上に塗装をうけなくても使用に耐えるほどに強くなければならない。というのは、そのまま裏面塗料としてつかいたいという考えがあるからである。また上にのせられる仕上げ塗料によく密着しな

ければならないのはもちろんであるが、プライマーとしてのもつとも重要な性質は、下地の金属に極度に密着性がなければならないということで、今のところ、もつとも有望なのはエポキシ樹脂をベースにしたもので、顔料を加えて耐食性をまし外観的にも美しいものができている。

仕上げ塗料はとにかく外的条件から金属を保護するのが役目であるから、あらゆる加工作業に耐えねばならない。ちょうど、これまでのブリキ缶用の塗料が、製缶前に塗装されてから、いろいろの成形加工に耐えねばならなかつたのと同じ性質が要求される。またストリップラインの特長として、高温で短時間の焼付けが要求されるので、塗料の組成にもいくらかの問題がでてくる。ビニル樹脂をベースにし、アルキッド樹脂で変性した熱硬化性のものが、とくによい結果をしめしている。これは光沢といい、硬さ、柔軟性の点でも耐候性、作業性においてもすぐれている。尿素、メラミンのようなアミン樹脂を加えて強化したアルキッドが、アメリカでは建材などの屋外暴露に耐える塗料として、ストリップコーティングに広くつかわれている。オレオレジナスワニス短時間焼付けにはむかない。耐化学薬品性とか、はげしい成形加工にとくに耐えるような特別な被覆には、エポキシ樹脂をベースにしたものがつかわれている。このように特にすぐれた性質が要求されるときには、高価な材料でも使用しなければならないが、裏面塗料の場合には、それほど高価でない桐油で変性したフェノール樹脂がもつともしばしば用いられている。金属がアルミニウムのときには裏面塗料はぬられないことが多い。

ストリップコーティングの高温焼付けでは、ある種の顔料は影響をうける。たとえば黄は高温で変色しやすいので高価なカドミウム顔料を使用しなければならないことがおこる。赤やマルーンも同じで有機質のものはよ

くない。半透明のものは熱によつて色があせやすい。白、クリームなどの白のかつた淡色のものはだいたいよい。緑もよいが、そのなかの黄の成分に制限がある。青のなかのあるものはつかえない。とくに温度が 260°C 以上になると、さらに問題がむずかしくなるから焼付け時間を長くして、炉温をさげる以外にやりようがないが、よい顔料のない場合には仕方がないわけで、耐熱性にとんでいながら、変化の多い鮮明な色をだす顔料がのぞまれている。

塗装された面の上にさらに印刷をして、いろいろの模様をつけ魅力的な仕あがりにつくことが、ストリップコーティングラインに印刷機をつけることによつてできる。現に Sun Steel Co. のラインで行なわれている¹²⁾。この場合、まだぬれたままの印刷面にじかにツヤニスをかけ、1回で焼付けをすませてしまう方法が發展されつつある。

高速ラインにもつとも必要な高速焼付法として、ガスの焰を直接塗布面にあてるフレームキュアリングについてすでに述べたが、この方法はすべての樹脂に適用できるわけではなく、フェノール、エポキシ、アルキッド樹脂などでは、下手をすると火ぶくれになつたり、はがれたり、あるいは燃えてしまう。ところがアメリカの Esso Standard Oil Co. が開発したスチレン、ブタジエン共重合樹脂、Cオイルおよびこれの酸素添加変性樹脂、プトキシ樹脂は非常にかわつた特長をもち、焰を作用させると、溶剤類はもえてしまうが、のこりの樹脂は強く丈夫で耐薬品性の皮膜にかわるという性質があり、これによつて焼付時間はこれまでの $1/20 \sim 1/50$ に短縮されるというすぐれたもので、塗膜としての性質もすぐれているようである。なおプトキシ樹脂は SO_2 ガスによつてもキュアをおこすことができ、この方法では $0.5 \sim 0.8\text{mm}$ の厚い皮膜でも非常によくキュアすることが知られている。最近、プトン樹脂の名で本格的に生産されようとしている¹³⁾。また、この急速キュアリングのための1つの試みとして部分キュアした樹脂のエマルジョンを電気泳動法でストリップに付着させて、焼付時間を短くしようとする研究が BISRA で行なわれている¹⁴⁾。このためには、エポキシ・ポリアミド樹脂の部分キュアしたもののエマルジョンが付着析出の速度も早いめにつかわれている。

亜鉛鉄板とくに溶融亜鉛メッキ板にはどのような系統の塗料が適しているかを知るための参考として、第5表¹²⁾にいろいろの塗料の物理的、化学的な性質や亜鉛鉄板に対する密着性をしめした。亜鉛鉄板への密着性のす

ぐれたものとしては、乾性油変性アルキッド樹脂、メタクリル酸エステル樹脂、エポキシ・フェノール樹脂、メラミンアルキッド樹脂などがあげられる。普通の装飾的目的には、これらの塗料は $50 \sim 75\mu$ ぐらいの厚みにぬられるが、つねに塩水につかっているところとか、化学薬品に触れるところにつかうときには $0.10 \sim 0.13\text{mm}$ ぐらいに厚くぬらねばならない。また着色亜鉛鉄板用として、フタル酸ジアリルのような不飽和アリルエステルにアルミニウム粉末と、重合触媒として過酸化ベンゾイルのような有機過酸化物および着色剤を混合した塗料を用いる方法が發表されている¹⁵⁾。

5. 塩ビフィルム、およびプラスチック、オルガノゾル

積層用塩ビフィルムとして、特別なフィルムがべつにあるわけではなく、カレンダーリングやキャストリングのような普通の方法で作られたものばかりである。塩ビフィルムの組成やその製造法については、それぞれの専門書を参照していただくことにして、ここでは KIERNAN, CLARK¹⁶⁾の述べている積層用フィルムについてふれておくだけにする。フィルムの組成はポリ塩化ビニル自体からなることもあるが、塩化ビニルと塩化ビニリデン、ジエチルマレイン酸、酢酸ビニルなどとの共重合体でもよく、またこのフィルムはアクリロニトリル・ブタジエン共重合体、あるいはスチレン・アクリロニトリル共重合体のようなほかの樹脂類、ゴム類と混合してえられた塩化ビニル重合体からなることもある。塩ビフィルムは可塑化するのが普通であるが、可塑剤を少ししかふくまないか、まったく含まないものも用いられる。樹脂 100 部に対し、所要の物理的性質に応じて、9~45 部の可塑剤が普通もちいられる。フタル酸ブチルデシル、フタル酸ジオクチル、リン酸トリオクチル、リン酸トリクレジル、アジピン酸ジオクチル、アゼライン酸ジオクチル、セバシン酸ジオクチル、およびいわゆる重合性エポキシ化可塑剤のような適当な可塑剤、またはその混合物が使用されている。フィルムに成形するにはステアリン酸、または脂肪酸類と多価アルコール類とより誘導された合成ワックスのような潤滑剤が使用される。炭酸カルシウム、酸化マグネシウム、クレーのような充填剤も普通量だけ加えてもよい。二塩基性ステアリン酸鉛のような安定剤も加えられる。塩ビフィルムの1例¹⁷⁾をしめすとつぎのとおりである。

ポリ塩化ビニル (分子量 35,000)	100 部
リン酸トリクレジル	15 "
フタル酸ジオクチル	15 "

第5表 各種塗料の物理的、化学的性質および亜鉛鉄板に対する密着性。
(J. F. H. van EIJSBERGEN)

ペイント基材	罐内安定性	刷毛のれ性	吹付け性	空気乾燥	焼付け	耐光性	光沢保持性	可塑性	表面硬度	溶融亜鉛鉄板への密着性				耐候性	耐酸性	耐アルカリ性	誘電的性質
										加熱処理	酸塩処理	ウエツシ	マブライ				
あまに油とスタンド油	E	E	G	S	—	M	P	G	P	G	M	P	G	G	P	P	M
油と硬質樹脂の組合せ	G	E	G	F-G	—	P	P	P	F	—	—	P	P	P	P-F	P	M
乾性油変性	G	G	G	G	F-G	M	E	E	F	E	E	P	E	E	F	P	G
アルキッド樹脂	G	M	E	G	G	M	F	M	G	G	G	P-M	P	P	F	F	G
スチレン化	G	E	G	F	—	M	G	G	P	P	P	P	E	P	P	—	—
乾性油とアルキッド樹脂の組合せ	E	P	E	E	—	M	P	P	G	G	G	P	P	M	G	M	P
ニトロセルローズ	E	P	E	E	—	E	P	M	F-G	—	G	P	P	M	G	F	—
エチルセルローズ	E	M	G	G	—	P	P	M	G	G	G	M	P	P	E	E	—
環化ゴム ^(a)	G	M	M	E	—	P	P	P	G	G	M	M	P	F	E	E	—
塩化ゴム ^(a)	M	G	G	G	—	P	M	E	P	G	G	M	P	F	E	E	—
ポリクロロブレン ^(b)	F	M	F-G	G	—	F	—	G	M	G	—	—	P	G	E	E	—
ポリスルフォクロロ	E	M	F	E	—	P	P	M	M	G	E	G	M	E	E	E	E
エチレン ^(c)	E	P	G	G	—	E	F	F-G	M	E	E	M-G	G	—	F-G	E	E
ビニル、アクリレート、エーテル共重合体 ^(d)	G	E	G	M	—	P	F	G	M	G	F	P	E	G	M	G	E
メタクリレート樹脂 ^(d)	M	M	E	G	—	M	P	M	G	G	E	M	M	E	E	E	E
桐油とアルシルフェノール樹脂の組合せ ^(e)	G	P	E	—	G	P	G	G	E	E	E	—	M	E	E	E	E
エポキシ樹脂 ^(f)	M	M	G	G	—	P	E	F	E	F	G	M	E	E	E	E	E
エポキシとフェノール樹脂の組合せ	F	P	G	—	G	P	M	G	E	G	E	F	P	E	E	G	—
ポリウレタン樹脂 ^(g)	F	P	E	—	E	G	F	G	E	E	E	—	G	G	M	G	E
分子内可塑化	G	M	E	—	E	G	E	E	E	G	—	—	E	E	E	E	E
フェノール樹脂	G	E	G	—	E	G	E	E	E	G	—	—	E	E	E	E	E
メラミンとアルキッド樹脂の組合せ	M	M	G	G	—	M	M	G	E	G	—	—	E	E	E	E	E
シリコーン樹脂	G	P	E	—	E	G	F	G	E	E	E	—	G	G	M	G	E
コールタールピッチ ^(h)	G	E	G	—	E	G	E	E	E	G	—	—	E	E	E	E	E
ポリエステル樹脂	M	M	G	G	—	M	M	G	E	G	—	—	E	E	E	E	E
フラン樹脂	G	P	G	—	E	P	G	G	E	G	—	—	E	E	E	E	E

- 注 (a) 鹼化されない可塑剤をふくむ。
 (b) 3成分、ネオプレンペイント。
 (c) 3成分、ハイパロンペイント。
 (d) たとえば、塩ビ、ビニルイソブチルエーテルとアクリレートか酢ビよりなる。
 (e) 適当に煮て、重合させたもの。
 (f) 不飽和アミンを硬化剤とした空気乾燥型。
 (g) デスモフェン、デスモデュールの組合せ。
 (h) 化学構造と処理にひじょうに依存する。

E=優
 G=良
 F=可
 M=凡
 P=劣
 S=遅い

ステアリン酸鉛 1.5 %
 リン酸鉛 1.5 %
 ケイ酸鉛 5 %
 ワックス 1.5 %
 ステアリン酸 0.25 %
 顔 料 5 %

これらの塩ビフィルムはグラビヤ印刷法でいろいろの模様、1色、2色ぐらい印刷されて、トップコートをかけて乾燥されてエンボスされ積層用としてつかわれるわけである。一般塩ビ用の可塑剤、安定剤、顔料について

は、それぞれ専門の解説がいくらかでもあるから、あらためてここで述べることはしない。もつとも新しいものとして肥後⁽⁴⁴⁾、加藤⁽⁴⁵⁾、神山⁽⁴⁶⁾のものがまとまっております。それぞれ可塑剤、安定剤、顔料について述べている。

塩ビゾルには、塩ビペーストレジンを可塑剤に分散させたプラスチゾルおよびこれに揮発性の稀釈剤を加えたオルガノゾルがある。用いられるペーストレジン（分散樹脂）の粒子の大きさは直径0.05〜1μの間にある。オルガノゾルには沈降する傾向のすくない小さい粒子がよく、プラスチゾルでは、可塑剤の含量は同じでも流動性

が大きく、粘度の安定性のよいものをうるためには大きい粒子のほうがよい。これらオルガノゾル、プラスチックゾルはほかのプラスチックではまねのできない塩ビ独特の加工法で、金属板にロールコートできる特長を持っている。ところでこのロールコーティングのためにはゾルの粘度と安定性がとりわけ重要な性質となる。ゾルの粘度は、

- 1) 充填効果、
- 2) 液体の量に対応する固体分散物の量、
- 3) 分散粒子の形と大きさ、
- 4) 分散粒子の液体に対する溶媒和の程度、
- 5) 液体そのものの粘度によつて左右される。現実のゾルでは、固体分散物として分散樹脂のほか安定剤(固体)、顔料、充填剤があり、液体としては可塑剤、稀釈剤、安定剤(液体)がある。

オルガノゾル、プラスチックゾルの配合、性質、使用法などについての一般的な解説はそれぞれの専門書を参照していただくことにし、ここでは金属板へのコーティングに関係のある問題だけをとりあげて述べる。

オルガノゾルの液体成分には、厳密にいうと分散剤と稀釈剤とがある。樹脂に強くくっついて樹脂をぬらして分散させることのできる極性化合物、すなわち可塑剤や、ケトン、グリコールエーテルのような揮発性液体が分散剤とよばれ、芳香族、脂肪族の炭化水素またはそれらの混合物がふつう稀釈剤とよばれている。この分散剤と稀釈剤はちょうどバランスした割合で加えられてないとオルガノゾルは安定ではない。もし稀釈剤が多いと、分散粒子がかたまりを作りやすくなり安定性が悪くなる。また、もし分散剤が多いと、溶媒和が強くなり、粘度があがつて時間とともに樹脂が膨潤してかなりの粘度増加となる。分散剤としてジイソブチルケトンがよく、広く用いられている。これは溶媒和の作用が弱く低粘度物をあたえ、そうとう広く炭化水素類と混合する。メチルイソブチルケトンも用いられているが、溶媒和の作用が強すぎるので使用には注意を要する。稀釈剤のうち、芳香族炭化水素は樹脂を膨潤しやすく高粘度物を作るが、脂肪族のものはこの作用がない。樹脂 100 部に対して可塑剤 5~30 部をふくむオルガノゾルの場合、可塑剤そのものの粘度がオルガノゾルの粘度を左右することはない。可塑剤の量が 30 部をこえる場合には、分散剤は可塑剤だけでよく、ケトンのような揮発性分散剤は必要ない。最終皮膜に必要な性質によつて、可塑剤をどれにするかをきめればよいが、オルガノゾルには普通 DOP、リン酸トリオクチル、リン酸オクチル・ジフェニルのよ

うな可塑剤が適している。

プラスチックでは不揮発性の可塑剤だけが液体成分であつて、粘度は可塑剤と樹脂の混合の割合と可塑剤の種類によつて大きく変化する。プラスチックにとつて可塑剤の効果はきわめて大きく、粘度のほかゲル化の温度、溶融後の皮膜の機械的強度、熱安定性、柔軟性、耐溶剤性、体積抵抗性などに影響をあたえる。これらの点に関して NEWTON, CRONIN⁴⁷⁾ の詳しい研究がある。プラスチックの粘度特性を大きくわけると、チクソトロピックなものとダイラタントなものになる。チクソトロピックなプラスチックを作る可塑剤として、フタル酸エステルがあげられるが、もつとも高いチクソトロピイをしめす可塑剤としてセバシン酸エステル、アジピン酸エステルがある。ダイラタントなプラスチックを作るものとしては、1 分子中に 1 つ以上のベンゼン核をふくむ可塑剤、たとえば、リン酸トリトリルなどがある。一般にダイラタントなゾルはたやすく塗布することも、なめらかにコーティングすることもできないのでコーティング用には適さない。プラスチックの温度をあげてゆき粘度が 100,000cp に達したとき、ゾルは実際にはもはや流動しなくなる。このときの温度をセッチング温度といい、さらに温度をあげて皮膜の抗張力が 140 kg/cm² になつたときの温度をゲル化温度とよび、さらに抗張力が極大値に達したとき、この点を完全溶融とよぶ。低い相溶性の可塑剤、たとえば大部分のセバシン酸エステル、アジピン酸エステルよりえられたゾルは高いセッチング温度と高いゲル化温度をしめす。また低いセッチング温度をゾルにあたえる可塑剤は、やはり低いゲル化温度をしめすゾルを作る。ゲル化後のプラスチックの機械的性質も可塑剤の種類により大きく変化する。一般に相溶性の少ない可塑剤、たとえばセバシン酸、アジピン酸などのエステル、ジエチレングリコール、トリエチレングリコールなどのエステルは低い最終抗張力をあたえる。また低粘度プラスチックを作る可塑剤、たとえばセバシン酸アルキル、アジピン酸アルキル、リン酸トリオクチルなどをつかうと最良の低温度性質が得られる。可塑剤はまた溶融プラスチックの熱安定性にもいちじるしい影響をあたえる。セバシン酸アルキル、アジピン酸アルキル、大豆油のエポキシ化物などがゾルの熱安定性によい結果をあたえる。さらに可塑剤は石鹼および合成洗剤によりゲル化プラスチックよりかなり抽出されるが、炭素数 7 以上のアルキル基を持つもの、二塩基性高級脂肪酸(セバシン酸など)基を持つもの、非イオン性分子が低い抽出量をしめす。また石油系溶剤による抽出、たとえば容

積%で 80%ヘキサン, 20%トルエンの混合液による抽出では, 変性されていないポリエステル, アクリロニトリルゴム系のハイカー 1312 などがほかの可塑剤よりすぐれている。

さて金属板にプラスチゾルをリバースロールコーターなどで塗布する場合, 分散樹脂 100 部に対して可塑剤量 50 部以上の比較的粘度の低いゾルを用いると, ゲル化溶解後えられた皮膜は表面硬度が低く, 軟かすぎて実用的でない。そこで可塑剤の量を減らすと, ゾルの粘度が急が高くなつて, 金属板のところどころにしかゾルがのらなくなつたり, まつたく金属板にゾルがうつらなくなつてしまう。この傾向は高速コーチングになるほどいちじるしい。そのため塗布のさいのプラスチゾルの粘度をできるだけさげて, ぬりやすくし, しかも得られた皮膜の表面硬度は十分高いものを得ようとする試みがなされている。とにかく最終皮膜の可塑剤量が少なければ, かならず表面硬度はあがるから, 普通はオルガノゾルをコーチングに用いることがもつぱら行なわれている。ところが急速加熱のさいオルガノゾルをつかうと, プリスターをおこすことがたまたまあるので, できるだけ急速加熱をさけて, 徐々に温度をあげてゆく加熱方式をとらねばならない。しかしストリップコーチングラインのように, なるべく加熱時間を短くして, 高温短時間の加熱をした場合には, オルガノゾル以外の方法も考えねばならない。一般にプラスチゾルの粘度をさげるためには, まず樹脂に対する相溶性の少ない可塑性を選び, 樹脂の可塑剤に対するぬれをよくして分散性をあげねばならないが, それでもなお可塑剤の絶対量が少なくて粘度が高く, 塗布がむずかしければ, ベツの方法をとらねばならない。しかも得られた皮膜はすぐれた性質をもつていなければならない。そのためには,

1) 分散樹脂のなかでも粒のあらい樹脂を選び, これを一部加えて充填効果を減らし粘度をさげ, ゾル中の樹脂の量を相対的にふやす。

2) 揮発しやすい可塑剤を余分にゾルに加えて粘度をさげておき, その可塑剤を加熱中に蒸発させてしまう。

3) 重合性の液体可塑剤を一部加えてあらかじめ粘度をさげておき, 加熱中にその可塑剤の重合を進ませて高分子物にかえてしまう。

4) エポキシ樹脂などの微粉末をゾルに加えてまず粘度をさげ, またゾルにはさらにジイソシアネートを加えておき, 加熱中にエポキシ樹脂とジイソシアネートを反応させてしまう方法⁴⁰⁾などがある。

また特殊な方法ではあるが, ペンタアルキルトリポリ

リン酸塩をふくむ水性ペースト 5~50% と可塑剤 95~50% との均一混合物を加熱して, 含まれていた水を全部のぞいたゲル状混合物を, さらに多量のプラスチゾルに均一にまぜてプラスチゾルの流動性を調整しようという特許⁴⁹⁾がある。

ところで実際のコーチングではロールとロールの間またはロールと金属板との間の高せん断力のもとでのゾルの流動特性が重要であるのにかかわらず, この方面の研究がなく, 経験的にブルックフィルド粘度計で No. 4 ローターを用い, 12 rpm のとき, 室温で 28,000 cp ぐらいまでの粘度のプラスチゾルが塗布可能であることがわかつている。

顔料については, 塗料の項でもちよつと触れたが, オルガノゾルまたはプラスチゾルに用いられる顔料も, 高温で色があせたり, ゾルの粘度をあげる作用をしたり, ゾル中の安定剤に作用したり, ゾルへの分散性が悪かつたりしてはならない。鉄および亜鉛系の顔料は塩ビ樹脂の熱分解を促進するから用いるべきでない。塩ビゾルに普通に用いられる顔料の種類および特長を第 6 表³²⁾に示す。

6. ロールコーター

被覆鋼板を作るラインにおけるもつとも重要な機械の 1 つがコーターであることは, いまさらいうまでもない。コーターのよしあしが最終製品の品質に直接影響するから, スジやムラやギャーマークのない, 精度のよい, 均一な塗膜をぬることのできるコーターを選ばねばならない。

ロールコーターの型式については, すでに製造法一般の項で述べたように正転型コーターと逆転型コーターとがあり, 正転型コーターのなかには, 塗布ロールの切線速度が板の進行速度よりおそいものがある。正転型ロールコーターはこれまでブリキ板に珪素塗料をぬる場合につねに用いられてきたもので, 塗布ロールの回転方向と板の進行方向が同じで, 塗布ロールの切線速度と板の進行速度も同じもので, 金属のシートにもストリップにも用いられる。コーターのロール配置は片面塗布のときと両面塗布のときとでわずかに異なるが, 大きくわけると第 8 図⁵⁰⁾のようになる。片面塗布の場合には, 上側に塗布ロールと調節ロールの 2 本か, これらに塗料供給ロールを加えた 3 本があり, 下側には押えロールがおかれる。両面塗布の場合には片面塗布のときの押えロールがなく, 上側の 2 本または 3 本のロールが上下に配置された形になる。この型式のコーターでは, 塗布ロールから板ができるとき, かならずぬられた塗料がウネ (ridge)

第6表 塩ビプラスチックおよびオルガノゾルに用いられる顔料の種類と特性.
(R. L. NORUM, R. W. ANNONIO & R. H. SCHAUFELBERGER)

色	化 学 構 造	分 散 性	紫外線をとおさないための最低量 (phr) ^(a)	熱安定効果	備 考
カドミウムレッド	硫化セレン化カドミウム	G	20	N	色がにぶい
トルイジン トーナー	---	V P	15	N	非常にしみでる
インダンスレン レッド	インダンスロン誘導体	P	12	N	色があせず、光輝がある
BON レッド	β -オキシナフト酸誘導体	F	15	N	色があせず、光輝がある
ピグメント スカーレット	---	F	12	N	わずかにしみでる
沈でん酸化鉄、赤	合成酸化鉄	G	25	P	過剰の塩基性安定剤とともにのみ、用いられる
クロムオレンジ	クロム酸鉛	G	40	G	光輝がある
モリブデート オレンジ	クロム酸鉛一酸化モリブデン	G	40	G	光輝がある
カドミウム オレンジ	硫化セレン化カドミウム	G	20	N	非常にしみでる
ハンザ イエロー	---	F	15	N	
クロム イエロー	クロム酸鉛	G	40	G	
カドミウム イエロー	硫化カドミウム	G	20	N	
ストロンチウム イエロー	---	F	30	N	強度がおとる
ベンジデン	---	F	15	N	透明物がしみでる
アイロン イエロー	合成酸化鉄	F	25	P	過剰の塩基性安定剤とともにのみ、用いられる
フタロシアニン グリーン	銅フタロシアニン塩化物	P—F	15	N	強い、透明である
酸化クロム	---	F	30	N	強い、不透明である
インダンスレン ブルー	インダンスロン誘導体	P	12	N	光輝があり、強い
フタロシアニン ブルー	銅フタロシアニン	F	12	N	光輝があり、強い
BON マルーン	β -オキシナフト酸誘導体	F	15	N	分散するのがむずかしい
チオインジゴマルーン	---	P	12	N	
アイロンプラウン	沈でん酸化鉄	F	25	P	過剰の塩基性安定剤とともにのみ、用いられる
カーボン ブラック	元素状炭素	P	10	N	すぐれている
ランプ ブラック	元素状炭素	F	15	N	すぐれている
アイロン ブラック	沈でん酸化鉄	F	25	P	過剰の塩基性安定剤とともにのみ、用いられる
チタン白	ルチル型酸化チタン	G	20	N	すぐれている
チモノックス	三酸化アンチモン	G	20	G	光および熱に安定である
ホワイト鉛	塩基性炭酸鉛	G	40	G	非常に安定である
ホワイト鉛	塩基性硫酸鉛	G	40	G	非常に安定である
ブルー鉛	ランプブラックで色づけした塩基性硫酸鉛	G	40	G	満足すべきもので、安定化作用もある
リサージ	酸化鉛	G	40	G	もろい
レッド鉛	三酸化鉛	G	40	G	
アルミニウム	フレーク状アルミニウム粉	かくはんする	20	N	すぐれている
ウィチング	炭酸カルシウム	G	50 ^(b)	G	安定化作用をもっている
マイカ	鉱 物	G	50 ^(b)	N	
バライタ	硫酸バリウム	G	60 ^(b)	N	顔料のはいった分散液中の
シリカ	二酸化シリコン	G	50 ^(b)	N	助剤
チャイナクレ	ケイ酸アルミニウム	F	50 ^(b)	N	〃
タルク	ケイ酸アルミニウム	F	50 ^(b)	N	〃

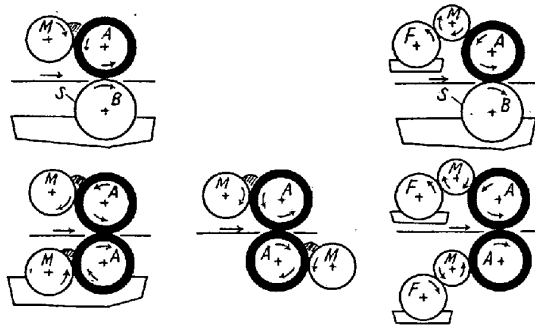
注: (a) 樹脂 100 部に対して加えられる顔料の部数、顔料はこの数字よりもっと高い比率で分散する。

(b) 充填剤は一般に単独では用いられず、顔料と併用される。

G=良, F=可, N=中, P=劣, V P=ひどく劣

を作るから、非常に粘り塗料は板の面上でひろがりにくく、ウネが消えない。それゆえたやすく拡がつて、平らな塗膜をあたえる塗料を選ばねばならない。またぬられた塗料が乾燥焼付けされるまでの間にできるだけ拡がつて、ウネを消すことができるよう蒸発速度のおそい溶剤を選んで、塗料の流動性を保つようにしなければならない。またこのコーターの塗布ロールの面に切りこみをつけて、その部分に塗料がつかなくしておいて必要なところだけにかぎって塗布を行なうスポットコーティングとい

う方法もある。塗布ロールに深い傷がつくと修理が大変であるから、塗布ロールのかわりにシリンダーに弾性体のブランケットをまきつけて使用すると、ブランケットだけをとりかえて使用できるから、安価でしかも取りかえがすばやくできる。塗布ロール面にはむかしはニカワが被覆されていたが、最近ではもつばらゴムが用いられている。しかしゴムの種類によつて、溶剤に膨潤されやすいものと、されにくいものがあり、ケトンのような強い溶剤にはたいいていのゴムがふくれる。ケトンに対してはブ



A: 塗布ロール B: 押えロール M: 調節ロール,
F: 塗料供給ロール S: スクレーパー(ドクター)

第8図 ロールコーターの各種ロール配置

チルゴムがもつとも都合がよいといわれているが、デュロメーター硬度で 40~50 ショアー A より軟らかくすることはできない。シリコンゴムの利用も考えられている。いまのところケトン系溶剤に対してはチオコールゴムがもつともよい結果をあたえており、硬度も約 30 ショアー A にすることができる。トルエン系溶剤にもチオコールゴムはよいがブチルゴムはよくない。塗布面のギャマークを消すためには、どうしてもギャー伝達をやめてベルト駆動にするか、ロールごとに直接駆動するかなければ解決しない。

正転型コーターをストリップコーティングに利用する場合、ロールとストリップをべつべつに駆動することができるから、ストリップより塗布ロールをおそく回転させて、ロールがストリップに接触するときに、ふきとり効果をだすことができる。このふきとり作用によつて正転型等速コーティングのときより、はるかに平らに塗料をぬることができるので塗布したあとで塗料がそれほど拡がらなくても、平らな面を得ることができる。したがつて比較的蒸発速度の早い溶剤を用いてもよく、焼付けのときにも急に温度をあげてもさしつかえない。ところで、どのぐらいまで塗布ロールの速度をさげることができるかは、どのぐらいまで速度がさがつても塗料の供給が十分できるかにかかつており、適当なふきとり効果をだして平らな塗面を得ることと、適当な量の塗料を板に供給することとの相反した要求がちやうど均りあつた点まで、塗布ロールの速度をさげることができるわけである。

正転型コーターでは、上に述べたように塗布ロールの速度をある点以下に落すことは不可能であつたが、さらに速度を落して、ロールが静止する点をこえて、さらにロールが板の進行方向と反対の方向に回転するようにすると、ふきとり効果は最高となり、しかも塗料の供給が

絶えまなく十分行なえるようになる。このような塗布方式を逆転ロール塗布法、またはリバースロールコーティングといい、非常に粘度の高い液体の塗布に適し、プラスチック、オルガノゾルの塗布にもつとも都合のよい方法である。逆転型コーターのロール配置も第8図とほぼ同じで、ただロールの回転方向が逆になつていてと考えて頂ければよい。リバースロールコーターの1例を写真2にしめす。最近のコーターの設計では、2つまたは3つのロールヘッドを同一のコーターフレームのうゑにそなへつけているものが多い。普通は瞬間的に色をかえたり、塗料の種類をかえたりするため、2つのヘッドを板

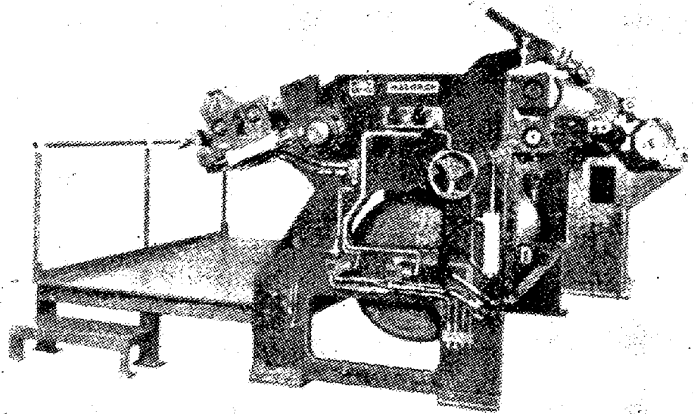


写真2 ストリップラインのロールコーター
(W. M. BEVIS & A. S. DAWE)

の表側にあてがい、裏面塗料をぬるため、もう1つのヘッドを板の裏側にくるようにしている。またロールの回転を正方向にも逆方向にもきりかえることができるよう設計されているものもある。つぎに逆転型コーターの塗布ロールの切線速度と板の進行速度との関係であるが、1:1 の等速では塗布を行なうことは事実上不可能である。とにかく逆転塗布ロールの切線速度が板の進行速度より早くなければならない。普通 2:1 ならば十分塗布可能である。ところで板の進行速度を同じにしておいて、逆転塗布ロールの切線速度をあげてゆくと、それにつれて塗布量がふえてゆく。また塗布ロールと調節ロールのすき間を調節することによつても塗布量は加減できる。したがつて、プラスチックやオルガノゾルを逆転型ロールコーターでぬる場合には、塗布ロールの切線速度を板の速度の2~3倍ぐらいの適當の値に調節しておき、それでおよその塗布量をきめ、そのつぎに塗布ロールと調節ロールのすき間を手動または自動で調節して、塗布量のこまかい加減をすればよい。

グラビアロールをコーターにとりつけることも可能であつて⁸⁾、コーターの調節ロールをグラビアロールにおきかえ、それに左右に動くドクターをとりつけ、塗布ロールのゴム面を転写用につかえば、グラビアオフセットコーターができあがる。またこのグラビアロールを逆転させて使用してもよい。こうすると、普通のグラビアオフセットコーターでは、1つのグラビアロールでただ1つの膜厚しか塗布することができなかつたものが、ぬられる板に対して相対的にロールの速度を変化させることによつて、かなりの巾で塗布膜厚を加減することができ

る。
ロールコーターについての一般的な解説は Booth⁵¹⁾のものがくわしく、いろいろと参考になるが、ストリップコーティングラインにおけるコーターについては Banks⁵²⁾の解説が簡単で要をえている。

7. エンボス法

塩ビフィルム、塩ビレザーなどがエンボスされるのと同じ要領で、プラスチックまたはオルガノゾルを被覆された金属板もエンボスされる。まずゾルが塗布され、つぎに加熱炉でゾルの完全熔融温度 170~180°C 以上に加熱されて、ゾルの完全熔融を終ると、被覆板は炉からでて、ただちに水冷エンボスロールでエンボスされる。普通は被覆面だけがエンボスをうけるが、下地の金属もともにエンボスをうけることもある⁵³⁾。エンボスロールは塩ビフィルムなどに対しては銅製のものが用いられているが、ゾル被覆鋼板用には鉄製のものが適している。エンボスロールと対をなす加圧ゴムロールは普通水冷されるか、冷却水中で回転するようになつている。エンボスするさい被覆板を急にひやし過ると、つやのない面になつてしまうので、光沢のよいエンボス面を得たいときには、エンボシングの温度は高いほうがよい。エンボスにもつとも都合のよい温度は、樹脂の熔融温度より 15~40°C 低い温度である。エンボスのときの圧力もちろん重要であるが、これは被覆の種類とエンボスの模様によつて 18~90 kg/cm² ぐらいが適当である。

塩化ビニルやポリエチレンなどの熱可塑性樹脂や合成弾性体を金属板に被覆し、加熱熔融し、熔融温度のちよつと下まで冷却し、加圧エンボスして被覆金属板を作る方法がすでに特許されている⁵⁴⁾。

エンボス法の1つの変形としてエンボスロールのかわりに平滑に研磨され、クロムメッキされたロールを用いて光沢のある平滑な被覆をつくる方法もある。つやだし法 (Planishing) といわれている。

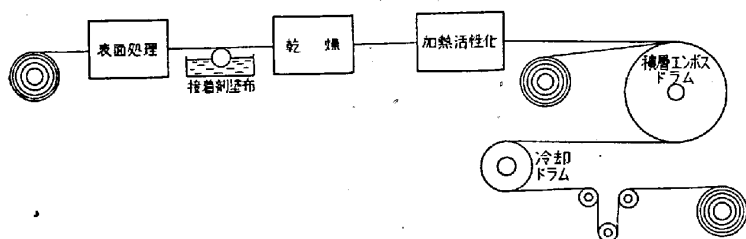
塩ビ被覆鋼板用のエンボシング機械については、椿田⁵⁵⁾の解説がある。

8. ロール積層法

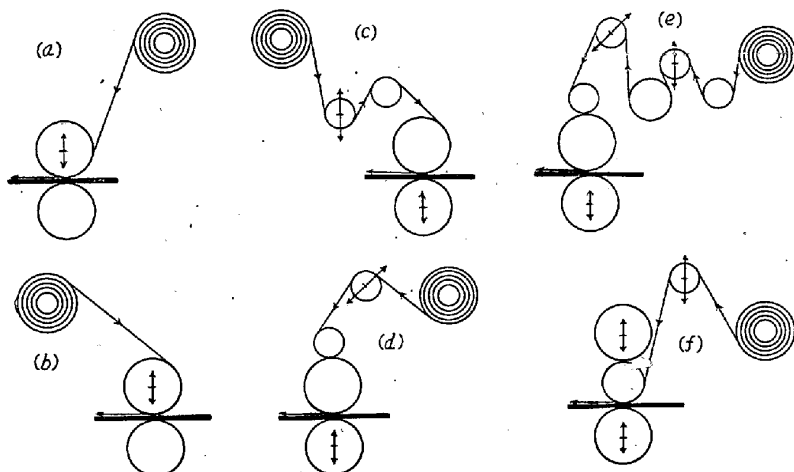
1. 対の積層ロールの間にプラスチックのフィルムとあらかじめ接着剤をぬられた金属のシート、またはストリップとを、一定の温度で一定の圧力を加えながら、重ねあわして通し、積層を行なう方法をロール積層法またはロールラミネーティングという。金属のほうに接着剤をぬらずにプラスチックのフィルムにあらかじめ接着剤をぬつておき、フィルム同志がまいてあるときにはくつつかないが加熱加圧されると接着性がでて、金属に接着できるようにする方法もある。また溶剤にとかした接着剤を塗布することをやめ、接着剤成分を固形のままで薄いフィルム状にして、プラスチックフィルムと金属板の間にはさんで積層する方法³¹⁾もある。

塩ビフィルムを鋼板にロール積層するためには、積層前の鋼板の温度を 90~230°C ぐらいにあげておかねばならない。これは使用される接着剤の種類によつて、熱活性化の温度が異なるためで、一定の接着剤に対しては一定の熱活性化温度がある。第2表の A-1, A-2 の接着剤に対しては、なるべく 157°C 付近がよいといわれている³¹⁾。塩ビのフィルムのほうはべつに成形され、印刷、エンボスなどがほどこされてロールにまかれたコイル状として供給されるか、または塩ビ樹脂に可塑剤、安定剤、顔料などを練りあわした素材を 177~193°C でカレンダーロールをとおして必要な厚みのフィルムとし、熱いうちにエンボスし、16~49°C に冷却してそのまま直接積層に用いられる⁵⁶⁾。後者の方法は、いつたんフィルムを作つてまきとることをせず、カレンダーリングから積層までを一貫して行なうものである。積層ロールは加熱できるようになつており、これに接したフィルムを予熱してやわらかくし、熱い鋼板への接合を容易にする。積層ロールの温度は 120~150°C ぐらいで、圧力は 2.8~4.2 kg/cm² ぐらいがよい。あたりまえのことであるが、硬質フィルムでは積層ロールの温度を高くし、可塑剤の多い軟質フィルムになるにつれて温度を低くしなければならない。

また、塩ビフィルムと金属のストリップを張力を加えたまま、直径の大きなドラムにまきつけると積層することができるから、第9図⁵⁷⁾のような工程で塩ビ積層金属板ができる。このときドラムの面に彫刻してエンボスできるようにしておくと、積層と同時にエンボスができることになる。このさい3~15秒間も張力のかかつたままフィルムとストリップが接触できるよう、ドラム



第9図 塩ビフィルムのエンボスと同時に金属ストリップへ積層するラインの略図 (J. J. DOHERTY & C. M. McCLURE)



第10図 ロール積層法のための各種ロール配置

↑ 印のあるロールは上下にうごくことができる
↓ 印のないロールは固定されている

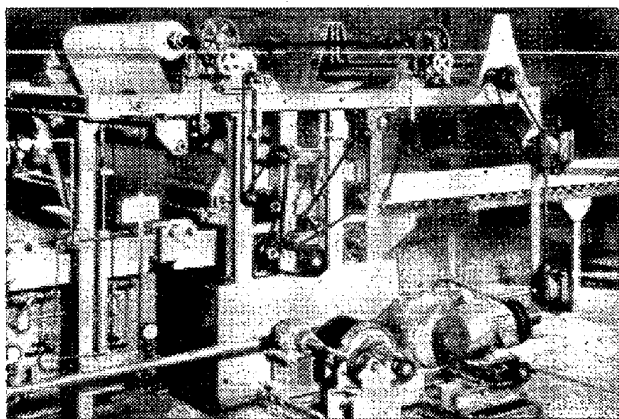


写真3 C.A. Litzler Co. のポリエステルフィルムのロール積層用機械

のまわりに 90° ~ 180° まきつけられる。

さて、ロール積層法のロール配置は第10図のようないろいろのものが考えられるが、とにかくフィルムにシワを作らず、フィルムと金属板との間に空気をのこさず、ぴつたりと一様にくっつけることができ、つねにフィルムと金属板が正確に重なって、左右にずれない構造でなければならない。またフィルムが積層のとき、不均一に加熱されると縮んだところと縮まないところがで

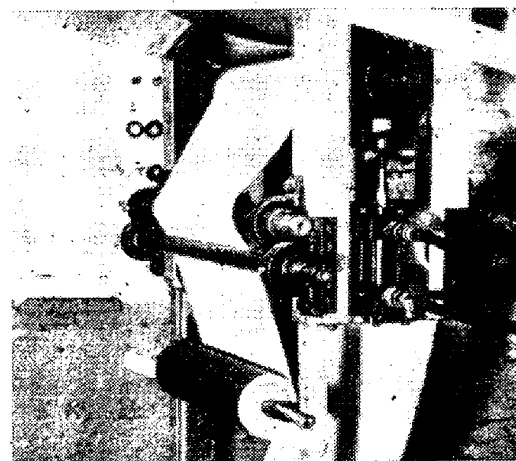


写真4 Enamelstrip corp. の垂直型ラインでプラスチックのフィルムを金属のストリップに積層しているところ (J. J. OBRZUT)

きてシワを作り、そこに空気はいって失敗するから、フィルムがまず積層ロールにぴつたりと一様にくっつく必要がある。したがって、第10図の(a)より(b)のほうが適している。しかし(b)の構造はフィルムの左右のずれをなおしたり、フィルムに適度の張力を加えることができないので、(c)のようにフィルムホルダーと積層ロールとの間に調節ロールをいれて、張力や左右のずれの調節を行なっている。さらに積層ロールに十分フィルムをまきつけてぴつたりのばすため、積層ロールの上に小さな押えロールをつけたのが(d)である。さらにフィルムの張力やずれのこまかい調節のため調節ロールを2本にしたのが(e)である。(f)では積層ロールの圧力をますために大きな押えロールを用いている。実際の積層機械として C. A. Litzler Co. のポリエステルフィルム、Videne 積層用のロール積層機を写真3にしめす。また Enamelstrip Corp. の垂直型のラインで、ポリエステルフィルムを金属のストリップにロール積層しているところを写真4にしめす。

IV. あとがき

有機物被覆鋼板として、最近あらわれてきた塩化ビニル被覆鋼板、ポリエステル被覆鋼板、着色亜鉛鉄板について、主として塩ビ被覆鋼板を中心にして、連続塗装、連続積層に関係のあるいろいろの問題を解説してみた。この方面の進歩はまさにこれからであつて、いろいろの種類のできたプラスチックのフィルムが安価に供給

されるようになると、目的に応じた性質をもった被覆鋼板が自由に製造されるようになると考えられる。したがって、この解説でも将来の発展の方向をしめすことができればよかったのであるが、これから利用できそうなプラスチックそのものが、あまりに新しすぎて残念ながら筆者のちからではどのプラスチックが将来ものになるかを判断することができないので、単なる現状の被覆鋼板の解説にとどまった。

現在の被覆鋼板の状態から当然考えられることは安価な印刷鋼板の出現である。これは、これまでになかったわけではなく、ブリキ印刷のさいブリキのかわりに黒板 (black plate) をつかって印刷し、美術缶方面につかわれてきているが、もし鋼板の化学処理によつてその耐食性が非常に向上すれば、塗装や積層は鋼板に装飾的効果をあたえるだけで目的を達するから、べつに厚いプラスチックの被覆の必要はなく、これまでのブリキ印刷のゆき方で、化学処理された鋼板に印刷すれば、安価で丈夫で美しい材料がえられる。しかしそのさい、従来のツヤニスによる印刷面の保護のかわりに、透明で非常に薄いプラスチックのフィルムに図柄や模様を印刷したものを、印刷面をしたにして鋼板にはりあわせれば、印刷面のいたまない丈夫な仕上りとなりしかも印刷をなんどもくりかえす手間がいらぬから、高速で大量に生産することができるようになる。ポリエステル被覆鋼板などはこのようなゆき方の最初の現われである。しかしポリエステルフィルム自身がやや高価であるので、塩ビのような安価なフィルムの利用を考えてゆけばよい。

被覆鋼板のうち、とくに塩化ビニル被覆鋼板はすでに相当国内でも使用されているので、その性質や試験法、加工法、用途、使用例などについても、やはり解説が必要であるが、この方面については内外に無数の報告や解説が行なわれている。たとえば KIERNAN, LOMBARDI⁵⁹⁾, FABIAN⁶⁰⁾, 北村³⁾、⁴⁾、⁶¹⁾、⁶²⁾, SMITH⁶³⁾, The Iron Age の特集号⁶⁴⁾, JENKINS⁶⁵⁾ などのものが、主として塩ビ鋼板の性質、加工法についてくわしく述べている。そのほか、使用法については周藤⁶⁶⁾, 試験法については沖⁶⁷⁾ 使用の実例については、佐伯⁶⁷⁾ の解説がある。塩ビ鋼板全般について、まとめたものとして HOOKER⁶⁸⁾, CARLISLE, BULLOUGH⁶⁹⁾, そのほか⁷⁰⁾ がある。

いずれにしても、プラスチック被覆鋼板の発展はこれからであるから、この解説がこの方面に興味をもたれる方々の御参考になれば幸いである。

(昭和 35 年 9 月寄稿)

文 献

- 1) V. BARTELMO: Modern Plastics, 35 (1958) 8, p. 102~105, 209, 210
- 2) 古谷正之: ラバーダイジェスト, 10 (1958) 8, p. 2~9, 10 (1958) 9, 27~38
- 3) 北村陽一: プラスチックエージ, 5 (1959) 9, p. 30~37
- 4) 北村陽一: ケミカルエンジニアリング, 4 (1959) 9, p. 107~112, 4 (1959) 10, p. 50~53
- 5) 沖 慶雄: ラバーダイジェスト, 12 (1960) 4, p. 14~25
- 6) G. E. WINTERMUTE: S.P.I. Technical Papers, 13th Annual Meeting, National Technical Conferences, 3 (1957) p. 339~346
- 7) W. M. BEVIS & A. S. DAWE: Industrial Heating, 26 (1959) 9, p. 1788~1790, 1792, 1794, 1796, 1798, 1800, 1802
- 8) A. W. POMPER: Modern Lithography, 27 (1959) 12, p. 75, 76, 78, 79, 28 (1960) 1, p. 63~66
- 9) A. S. DAWE: Modern Lithography, 28 (1960) 2, p. 109, 110
National Lithographer, 67 (1960) 2, p. 85~88
- 10) A. N. LAUBSCHER & G. H. RENDEL: U.S.P. 2,833,672 (May 6, 1958)
- 11) D. T. カーター, G. H. レンデル: 昭 35-4875 (May 10, 1960)
- 12) MPM, (1959) Aug., p. 40, 41, 43
- 13) MPM, (1959) Nov., p. 54~58
- 14) J. J. OBRZUT: The Iron Age, 184 (1959) 16, p. 101~103
- 15) Materials in Design Engineering, 50 (1959) 7, p. 138, 140, 142, 144
- 16) Modern Plastics, 37 (1960) 10, p. 109, 204
- 17) 前田寿弘: 電気化学の進歩 (昭和 34 年度版) (1959) p. 66 (電気化学協会)
- 18) W. RAUSCH: Stahl u. Eisen, 79 (1959) 6, p. 349~356
- 19) R. A. NEISH: U. S. P. 2,812,296 (Nov. 5, 1957), 昭 30-3514 (May. 25, 1955), 昭 33-8510 (Sept. 24, 1958)
- 20) L. K. SCHUSTER & A. L. BALDI, JR: U.S.P. 2,768,103 (Oct. 23, 1956)
U.S.P. 2,768,104 (Oct. 23, 1956), U.S.P. 2,773,623 (Dec. 11, 1956)
U.S.P. 2,777,785 (Jan. 15, 1957), 昭 35-3219 (Apr. 7, 1960)
- 21) The Iron Age, 179 (1957) 23, p. 106~108
- 22) R. M. WICK: U. S. P. 2,733,199 (Jan. 31, 1956)
- 23) R. M. WICK & R. SCHNEIDEWIND: U.S.P. 2,780,592 (Feb. 5, 1957)
- 24) T. A. LOVELAND, JR. & A. F. PRUST: U.S.P. 2,769,774 (Nov. 6, 1956)

- 25) 豊島清三, 米崎 茂, 蒲田 稔: 昭 34-8807 (Oct. 1, 1959)
- 26) 北村陽一: 昭 35-8207 (June 30, 1960)
- 27) 米崎 茂, 蒲田 稔: 昭 35-8916 (July 11, 1960)
- 28) 米崎 茂, 蒲田 稔: 昭 35-8917 (July 11, 1960)
- 29) 表面処理研究会編: 亜鉛めっきのクロメート処理 (1955) (科学新興社)
- 30) Adhesive Age (1960) Feb. p. 22~24
- 31) C. E. KIERNAN & W. K. FISCHER: U.S.P. 2,728,703 (Dec. 27, 1955)
- 32) C. E. KIERNAN & W. K. CLARK: U.S.P. 2,872,366 (Feb. 3, 1959) 昭 34-4984 (June 13, 1959)
- 33) R. L. NORUM, R. W. ANNONIO & R. H. SCHAUFELBERGER: Paint Industry Magazine 74 (1959) 11, p. 15~22
- 34) 沖 慶雄, 福田欣哉: 昭 34-8734 (Sept. 25, 1959)
- 35) F. GOLLUB, M. S. WOOL & W. D. BERBERICH: U.S.P. 2,842,459 (July 8, 1958)
- 36) 柴田甚一郎, 高松博太郎: 昭 34-5137 (June 19, 1959)
- 37) 近森徳重, 坂下 武: 日本ゴム協会誌, 27(1954) 2, p. 75~76
- 38) 福田 昭: 接着 4 (1960) 2, p. 34~36; 杉田正三美: 工業材料, 8 (1960) 9, p. 85~88
- 39) The Iron Age, 183 (1959) 11, p. 128~130
- 40) E. E. V. SHARPE: Sheet Metal Industries, 37 (1960) 394, p. 97~100
- 41) Sheet Metal Industries, 37 (1960) 399, p. 519~522, 534
- 42) J.F.H. van EIJSBERGEN: Corrosion Technology 6 (1959) 10, p. 299~302
- 43) 森岡秀三郎: 昭 34-6610 (July 31, 1959)
- 44) 肥後藤彦: プラスチック, 11 (1960) 8, p. 1~12
- 45) 加藤健雄: プラスチック, 11(1960)8, p. 13~17
- 46) 神山恵夫: プラスチック, 11(1960)8, p. 18~23
- 47) D. S. NEWTON & J. A. CRONIN: British Plastics, (1958) Oct. p. 426~431, 437
- 48) 沖 慶雄, 福田欣哉: 昭 35-4987 (May 12, 1960)
- 49) W. H. ホワイト: 昭 32-8293 (Sept. 27, 1957)
- 50) P. C. BARDIN: Industrial Finishing, (1951) Aug. p. 12~14, 18, 20, 22, 24, 28, 30, 32
- 51) G. L. BOOTH: Modern Plastics, 36 (1958) 1, p. 91~95, 36 (1958) 2, p. 90, 97~99
- 52) I. R. BANKS: Sheet Metal Industries, 37 (1960) 394, p. 101~106
- 53) R. KAPLAN & E. N. SIENKO: U.S.P. 2,850,999 (Sept. 9, 1958)
- 54) R. KAPLAN & E. N. SIENKO: U.S.P. 2,851,372 (Sept. 9, 1958)
- 55) 椿田亮平: ラバーダイジェスト, 12 (1960) 4, p. 38~42
- 56) R. H. HAHN: U.S.P. 2,817,618 (Dec. 24, 1957)
- 57) J. J. DOHERTY & C. M. McCLURE: U.S.P. 2,877,151 (March 10, 1959)
- 58) 石油と石油化学, 4 (1960) 7, p. 61~63, 82
- 59) C. E. KIERNAN & A. J. LOMBARDI: Product Engineering, (1956) July
- 60) R. J. FABIAN: Material in Design Engineering, 48 (1958) 4, p. 98~102
- 61) 北村陽一: 金属, 29 (1959) 6, p. 420~425
- 62) 北村陽一: 建材時報, 10 (1959) 7, p. 35~42
- 63) F. H. SMITH: Sheet Metal Industries, 36 (1959) 382, p. 91~100, 118
- 64) The Iron Age, 184 (1959) 17, p. 199~214
- 65) W. N. JENKINS: Sheet Metal Industries, 37 (1960) 394, p. 89~96
- 66) 周藤悦郎: 工業材料, 7 (1959) 13, p. 37~42
- 67) 佐伯邦男: ラバーダイジェスト, 12 (1960) 8, p. 66~74; 12 (1960) 9, p. 76~85
- 68) R. P. HOOKER: Machinery 64 (1958) 10, p. 99~103
- 69) S. S. CARLISLE & W. BULLOUGH: Iron & Steel 33 (1960) 6, p. 248, 255~257
- 70) Rubber Journal & International Plastics, 137 (1959) 10, p. 366~369

(1803ページよりつづく 第 60 回講演大会見学会見学記)

北日本鋼機株式会社

挨拶, 謝辞, 説明の後 5 班に別れて見学を行つた。製品は丸釘, 鉄線を主として生産し, 素材は全部富士鉄室蘭より線材で供給を受けている。こゝも新式設備の採用に熱心で, 酸洗の代りにデスクーリングマシンで大半を処理している。これは廃液を処理する必要がないのが一番の特色である。このほか, 来春ツイストバー製造機械を設置して, 捻り丸棒の生産を開始する由で建家は全部完成していた。

予定を 20 分くりあげて出発, 羊ヶ岡展望台に 12 時 10 分到着, 羊の放牧をみて雄大な北海道の景色を, 月寒学院でジギスカン鍋により野趣あふれる北海道の味覚をそれぞれ満喫した。なお見学先の 2 社よりウイスキー玉蜀黍, 馬鈴薯の寄贈を受けより北海道を深く味つた次第である。その後リング園のリングをかじりながら藻岩山々頂に到達, 札幌周辺の風景を觀賞の後, 札幌駅に向い 17 時頃同所で解散した。

(片山本善)