

アルミニウム の 塗 装

浅原 照三 (應化)



アルミニウム及びその合金は船舶、橋梁、車輛、建造物のみならず化学工業上にも多方面の用途を開拓した。即ちストロブトマイシン、クロロマイセチンの培養タンク、醗酵使用の反應装置、酒精醗酵装置、石油工業用のパイプ、蒸溜塔等枚舉に暇のない状態である。これらは金属をそのまま使用している場合もあるが、耐蝕性の點から適当な表面処理、塗装を施して豫期し得る腐蝕を防いでいることが多い。種々の試薬に対する對蝕性が解決すれば自ら大きな用途が開けてくると考えられるが、ここでは特殊な化学工業の場合を避けて、構築材料に對する塗装の問題につき述べる事とする。

1. アルミニウム及びその合金の腐蝕性

99.5%のアルミニウムを試料とした場合種々の試薬に對する24時間の腐蝕量は、3%苛性ソーダ溶液に對し、 2 gr/dm^2 、3%鹽酸に對し 20 mg/dm^2 、20%及び60%硝酸に對し $450, 150 \text{ mg/dm}^2$ 、氷酢酸に對し 4 mg/dm^2 、10%食鹽水に對し、 20 mg/dm^2 であるが、99.9%の純度になると腐蝕量はそれぞれ、 1.7 mg/dm^2 、 5 mg/dm^2 、 $350, 100 \text{ mg/dm}^2$ 、 1.7 mg/dm^2 、 5 mg/dm^2 と低下する。アルミニウム合金について、5%食鹽水による8週間の腐蝕實驗を行つたところ、耐蝕性のヒドロナリウム合金及びアルデュール合金の場合は殆ど腐蝕の徴候を示さないが、デュラルミン系の合金は相當の腐蝕を示した。それでも鋼に比較するとその1%程度の腐蝕量である。アルミニウム素材を構築材料に使用する場合急激な化学變化を受ける事は考えられないが、海邊地區では相當潮風に曝されるであろうし、特殊の環境では鹽類を含んだ濕氣に浸される事もあり、特に光及び熱によつてその化学作用は促進される。そこでヒドロナリウム(Mg 3.3%, Mn 0.5%, Fe 0.35%, Si 0.35%)に種々の處理を施して25ヶ月間露露實驗を行つた二、三の結果は第1表の通りである。これによると長期間の露露を行えば短時間で現れなかつた缺點が現れてくる。即ちヒドロナリウムといえども無

處理又は化学處理のみでは腐蝕を示すが適当な塗膜によつて之を保護しうる事を示している。故にアルミニウム素材の塗装の解決こそアルミニウム利用率増大のための必要條件である。

2. アルミニウム合金の前處理

アルミニウムは反應性に富んだ金属であるから前處理を施さないとペイントの被膜と素材金属の間に反應が起りペイント塗膜の固着を妨げる事も起り得る。他の場合と同様ペイント塗装の時もまずベンゼン、石油ベンジントリクロールエチレン等の蒸氣で表面に附着した油膜を完全に除去し、さらに表面によくペイントがのるため適当に表面を荒す必要がある。機械的な砂吹付がこの目的のため往々用いられるが、Alclad(合板)の場合は薄いアルミニウムの表面を損ずるため砂吹付は行わない。自然のままの酸化被膜(約3ミクロン程度)が化学的酸化又は陽極酸化により人工的に強化された場合は、ペイント層の固着及び表面の耐蝕性が著しく改良される。これはアルミニウム酸化被膜の密着性というより寧ろその不反應性によるものである。化学的酸化法としてはM.B.V.法(5% Na_2CO_3 と 1.5% K_2CrO_4 による處理)、E.W.法(4.7% Na_2CO_3 、1.4% Na_2CrO_4 及び 0.1% 苛性ソーダによる處理)、Alrok法(0.1% $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ と 2% Na_2CO_3 による處理)があり、陽極酸化法としては15%硫酸を用いる硫酸法と3% K_2CrO_4 液を用いるクロム酸法があり最高20ミクロンの酸化被膜を生ずる。また接合面間に溶剤の残る恐れのない場合は、磷酸、ブチルアルコール、プロピルアルコール、及び水の混合液中に15~30分處理し水洗すると不活性の磷酸被膜を生じ且つ表面が適当に荒され塗装の前處理としてよい。

ここに注意すべきことは、化学處理はあくまで塗装下地の目的であつてこのままでは第1表に示すように耐蝕性アルミニウム合金の場合などは未處理の場合よりいささか悪い結果を示すことがある。即ち塗装のための序曲

第 1 表

處 理 法	曝 露 試 験
無 處 理	微かな腐蝕と共に、ピッチングを生ず
M. B. V. 法 處 理	微かな腐蝕と共に、大なるピッチングを生ず
プライマー・A 塗 装 (一 回)	塗膜除去後、元のままの光澤を保有す
MB.V.法處理+プライマー・A塗裝	〃 〃
クロム酸亜鉛 / ラノリン塗料塗裝	〃 〃
白色 鉛 鹽 塗 料 塗 裝	〃 〃
カーボン・ブラック含有塗料塗裝	〃 〃
ラノリン・塗 料 塗 裝	塗膜除去後、微かな腐蝕を示す

プライマー・A:

ゴパール樹脂, 亞麻仁油よりなるワニスにクロム酸亜鉛 25%, 體質材料 (滑石粉使用) 50%, 赤色金属酸化物 25% を加へて調整したエナメルペイント

として必要なのであつて、多くの場合適當な塗裝法を採用すれば當然これを除いても所期の目的を達成することができる。

3. 下塗, 中塗, 上塗塗料

アルミニウム表面の下塗塗料としてはクロム酸亜鉛を含み, 合成樹脂をベースとしたワニス (又はベンジルセルローズ系ラッカー) がよいとされていたが, 最近ではこの下塗を行う前にアルミラスチックと稱する特殊のプライマーを塗布し, その薄い塗膜の上からクロム酸塗料を塗ることが實施されている。

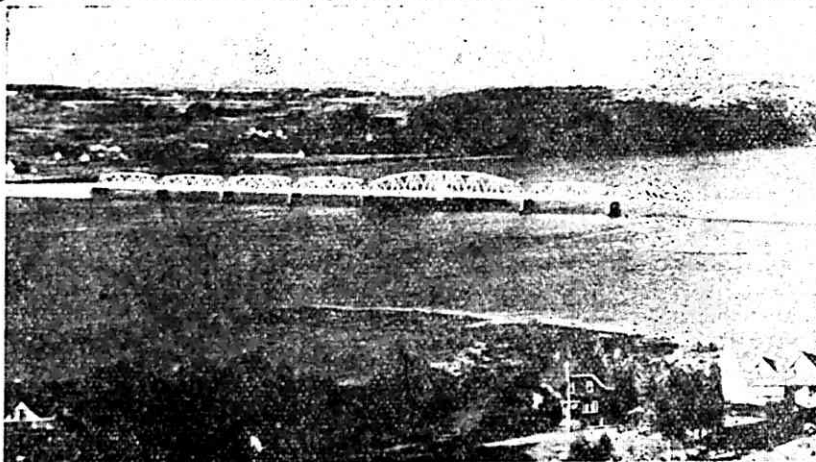
アルミニウム合金に対する塗裝の状況をさらに細かく検討するため, フタル酸樹脂, メラミン樹脂と亞麻仁油よりなるワニスを塗裝し, 260°C で 45 分焼付けた。この表面に鋼球を落下させて塗膜の強さを求めたところ, チュラルミン系のもの以外の合金はまず鋼と同程度の丈夫な膜を形成していることを認めた。次に, 塗膜にスクラッチャーで條痕をつけて金属表面を

露出させ, これを 5 週間にわたつて 5% 食鹽水を噴霧状で吹き付けて處理した結果, 3S, ヒドロナリウム, アルデュール等の合金では全然又は殆んど腐蝕の徴候は認められなかつたが, チュラルミン系合金ではかなりの程度塗膜の剝離を示し, 鋼では甚しい腐蝕及び塗膜の剝離を示した。また同様の試料につき 12 ヶ月間空気で曝露試験を行つたところ上記の結果とほぼ同様な傾向を示すことを知つた。

アルミニウムの熱膨脹係数は 2.353×10^{-5} (0°~100°C) であるのに對し鋼は 1.115×10^{-5} (0°~100°C) であるから, アルミニウム及びアルミニウム合金は鋼の約 2 倍の

第 2 表

塗 料 の 種 類	衝 撃 試 験	曝 露 試 験
グリブタール樹脂+メラミン樹脂系エナメル	微カナ龜裂	優良
尿素系焼付エナメル	龜裂ト共=微カナ塗膜ノ剝離ヲ生ズ	良好
グリブタール樹脂系エナメル	良好	優良
ヴァニル系樹脂ワニス	良好	優良
ベンジルセルローズ系ラッカー	龜裂ト共=微カナ塗膜ノ剝離ヲ生ズ	塗膜ノ剝離
ヴァニル系樹脂ワニス+ラッカー	〃 〃 〃	良好
ポリスチレン系ラッカー	微カナ剝離	剝離, 素地腐蝕ス
鹽素化ゴムペイント	良好	良好
石炭酸樹脂/桐油ワニス	良好	塗膜剝離



アルミニウムペイントで塗裝した橋梁: 大きな防蝕効果があり, はっきり見えるから航行に安全性を増す。

熱膨脹率を有する事となりペイント層には大なる弾性を要求されるわけである。かくて下塗塗料としては単に素地との固着性を考えるのみならずアルミニウム素地の膨脹に應じ得るような粘着性と柔軟性を考慮しなければならぬから、ヴィニル系樹脂、グリブタール樹脂（一般にアルキッド樹）、脂鹽素化ゴム、又はグリブタール樹脂とメラミン樹脂とを使用したワニス塗料を塗装することによりこの目的を達成し得ると考える。

ヒドロナリウム合金を試料として、これに種々の塗装を行い衝撃試験及び8ヶ月にわたる曝露試験を行った結果が第2表であるが、本試験結果は上記の豫想を完全に裏付けし、良好な密着性を有し柔軟な塗膜を形成するヴィニル系樹脂、グリブタール樹脂、素化ゴムはその特徴を十分に發揮し、衝撃、曝露試験において特によい結果を與えている。ラッカーは最も美しい外観を呈する塗膜を形成するがその結果は良好でない。石炭酸樹脂ワニスとは丈夫な膜面を作るが柔軟性乏しきため長期間の曝露試験を行うと剝離甚しく下塗塗料として不適當である。中塗塗料に顔料としてクローム酸亜鉛が用いられるのは、その酸化性のため腐蝕に對して優れた抑制作用を有するためである。同様の意味で鹽基性クローム酸鉛、クローム酸バリウム、クローム酸ストロンチウムも中塗塗料用顔料として使用される。顔料として通常使用される光明丹、鉛白等は鹽類の影響下に曝される時は局部電池を構成するため塗膜の剝離、素地の腐蝕を生ずるため避けるべきである。防汚法を強調するときは亜鉛華、酸化チタン等が含有される。中塗塗料に使用される原料中、樹脂分として天然樹脂を使用すると非常に變質しやすいため塗膜剝離の原因となるから合成樹脂を使用するのが良い。即ち耐水性のよいフェノール樹脂、柔軟性を有するフタル酸樹脂、ヴィニル系樹脂、硬い塗膜を生ずる尿素樹脂、メラミン樹脂等の適當な配合により良好な塗膜を形成し得るのである。いま船舶用アルミニウムの塗料として委員會で採用された試案の一部を示すと第3表、第4表、第5表のようなものであるが、これは上記の事項を考慮して作成されたもので目下實用的立場から種々

第3表 船舶用フタル酸樹脂塗料

	下塗(重量%)	上塗(重量%)
フタル酸樹脂ワニス	20	35
石炭酸樹脂ワニス	25	35
溶 劑	10	—
亞 鉛 華	10	10
カーボンブラック	0.5	0.3
酸化チタン	10	10
體 質 顔 料	23.5	8.7
乾 燥 劑	1	1
計	100	100

第4表 船舶用ベンジルセルローズ系塗料

	下 塗 (重量%)	中 塗 (重量%)	上 塗 (重量%)
ベンジルセルローズ	10	10	10
石 炭 酸 樹 脂	10	10	4
可 塑 劑	5	5	4
溶 劑	58	58	66.6
亞 鉛 華	—	10	9
カーボンブラック	—	0.5	0.4
酸 化 チ タ ン	—	—	6
酸 化 鐵	17	—	—
體 質 顔 料	—	6.5	—
計	100	100	100

第5表 船舶用クローム酸亜鉛系塗料

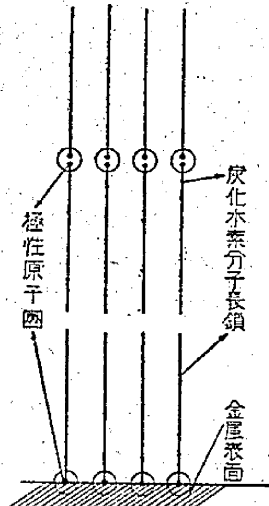
	下塗(重量%)	上塗(重量%)
フタル酸樹脂ワニス	20	35
石炭酸樹脂ワニス	25	35
クローム酸亜鉛	30	—
カーボンブラック	—	0.3
亞 鉛 華	5	10
酸 化 チ タ ン	—	10
體 質 顔 料	9	8.7
乾 燥 劑	1	1
溶 劑	10	—
計	100	100

検討を加えている。特に前処理の問題並にアルミラステックに相當する下塗塗料の問題に關して考慮が拂われこの方向に沿つて原案を改善しつつある状態にある。

上記の種々の實驗より得た結果を總括し、長善と思われる塗装をヒドロナリウム合金に施し、その海水に對する抵抗力を検討した。即ちヴィニル系樹脂よりなるプライマーで下塗りを行い、次にクローム酸亜鉛を含み鹽化ゴム、グリブタール樹脂、桐油より成るエナメルで中塗りその上から防汚塗料を塗装した試片を筏から海中に吊り下げ5ヶ月間放置しておいたが塗膜の剝離は全然認められなかつた。ところが、下塗を行った後中塗をぬいて直ちに上塗を行うと15%位の剝離を生じた。この事實及びクローム酸亜鉛を含むものがどんな仕上塗装ともよく調和する事を考えると、上記塗料については下塗1回、中塗1~2回、上塗1回は必要にして充分な條件である。

構造物の特別の部分の色彩が大して重要でなく、又特別な塗装で調和させることを必要としない場合は、上塗塗料としてのアルミニウム塗料の優秀性を論じる必要がある。アルミニウム塗料とはアルミニウムを顔料とした塗料をいうが、このアルミニウム粉末自体に問題がある。アルミニウムを適當な方法で徑 80~120 ミクロン、

厚さ 1~2 ミクロン程度の鱗片状の粉末としその表面をステアリン酸の如き脂肪酸で処理したものである。ステアリン酸はアルミニウム金屬表面において第 1 回の如き排列をとり、且又緩慢な化學作用を起すため塗膜中でアルミニウム粉末が表面近く



第 1 圖 アルミニウム表面におけるステアリン酸の排列

くに層状をなして浮び扁平に排列する性質がある。(この現象はリーフィングと呼ばれている。)アルミニウム塗料は軽重量良好な被覆性という特徴以外にリーフィングの結果耐久力、湿気の侵入に対する抵抗、光線、熱線に対する良好な反射能等幾多の利點を有しているから、單にアルミニウム合金用の上塗料としてのみならず鐵、鋼の塗裝に用いられることはいう

をまたない。最近アメリカマテリッタ社から、特殊處理したギルソナイトアスファルト*、合成樹脂、桐油よりなるワニスアルミニウム粉末を混合して作ったアルミニウム塗料が發賣されたが、これは耐水性が 98% に上昇し、耐侵性、耐蝕性が非常によく、適當に下塗された塗面に一回塗れば 5 年、2 回塗れば相當長年月使用に耐えると報告されている。その性能の向上と共にアルミニウム塗料は、特殊の場合を除いては獨占的立場を占めることとなる。

* 軟化温度 147~217°C

最後に付け加えたいのはアルミニウム合金が構築材料として使用される時のコンクリートに対する耐蝕性の問題である。コンクリート成分中腐蝕に關與すると思われるのは石灰であり、又實際石灰の飽和溶液中に純度 99.5% のアルミニウムを浸漬する時は水素ガスの發生を伴つてかなりの腐蝕を認めた、この腐蝕性を逆に利用したのが多孔質輕量コンクリートであつて、アルミニウム粉末をポルトランドセメントに石灰と共に混合するときセメントと反應して生ずる水素が泡のような作用をしてセメントが硬化した時の製品を輕量化したものである、然しコンクリート中の遊離石灰の量は上記腐蝕實驗の場合に比して遙かに少く、アルミニウム合金も常に濕潤狀況でコンクリートに接しているわけでもないから、價用的立場からいへばその腐蝕性は割合輕微で、塗裝によつて十分に防ぐことができる。タール系又はアスファルト系の黑色塗料は對アルカリ性、密着性に優れ、安價でもあるから、この場合のように美觀を考慮しなくてもいい時はある程度耐蝕塗料としての目的に合致するものである。とまれ信頼性のある耐蝕塗料の完成はコンクリート使用に對しての急務であらう。

4. 總 括

構築材料としてアルミニウム合金を使用する際長期の曝露による腐蝕に耐えるためには塗裝は避くべからざるもので、これにはヴィニル又はアルキッド樹脂系塗料を下塗、クローム酸亞鉛を含有するエナメルを中塗、防汚塗料又はアルミニウムペイントを上塗塗料として塗布すれば十分である。

以上は最近の文献を參考として私見を述べたものであるが、目下これを基礎として實驗を進めていることを附記する。(1950-2-6)

次 號 豫 告 (第 2 卷 第 5 號 5 月 1 日 發行)

「寫 眞 の 應 用」 特 集 號

説 明	寫眞と工業.....	岸田日出刀	調 査	寫眞機用シャッター.....	植村 恒義
調 査	天然色寫眞.....	菊池 眞一	研 究	現像液の電解による製造.....	菊池 眞一
調査成果	寫眞測量とその應用.....	丸安 隆和	その他	速報、實驗ノート、隨筆、 技術史ノート、生研ニュース等	
"	立體角透視カメラ.....	渡邊 要			
査 閱	工業寫眞の撮影法.....	星野 昌一			