
アルミ建材における 表面処理技術の現状について

NACL

ISO認証取得 (ISO 9001:2008)

JIS認定工場 (JIS H 8601:1999 JIS H 8602:2010)

株式会社 日本電気化学工業所

目 次

1. なぜアルミニウムに表面処理が必要か	P.1
2. アルミニウム建材の表面処理.....	P.3
3. 一次電解発色とは.....	P.5
4. 二次電解着色とは.....	P.7
5. ナックル・スーパーアノダイジングとは	P.8
6. 一次電解発色皮膜・二次電解着色皮膜とスーパーアノダイジングの性能について.....	P.9
7. 光輝仕上げ法——電解研磨について(特殊前処理法)	P.10
8. 粗面仕上げ法——梨地処理(マット)について(特殊前処理法).....	P.11
9. 封孔処理について.....	P.12
10. 塗装下地としての陽極酸化皮膜の活用	P.13
11. アルミニウム建材への塗装	P.16
12. 低汚染型高耐候性塗料について.....	P.18
13. 表面処理加工仕様の呼び方の変遷.....	P.20
14. アルミニウム建材の腐食とその防止対策	P.21
15. アルミニウム建材の表面処理に対するQ&A.....	P.22

1. なぜアルミニウムに表面処理が必要か

アルミニウムの表面は、自然酸化皮膜で保護されているので一般に耐食性が良いと言われている。しかし、この皮膜は非常に薄いので、あらゆる環境に耐えることは出来ない。自然酸化皮膜が存在するままでもアルミニウムは一般に活性で、湿気や、酸・アルカリの環境では化学反応性を示す。従って、表面加工をする場合には、目的に応じ、表面を保護する皮膜をつける必要がある。すなわち、アルミニウムは、自然酸化皮膜のままでは耐食性も十分でなく、また、表面の硬さも十分でない。

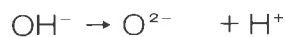
これらを満足するには、人工的な皮膜生成のための表面処理が必要である。この表面処理方法として、陽極酸化による方法、複合皮膜による方法及び塗装による方法が一般的に行われており、最近では、更に各種表面処理方法等の組み合わせによって、多様化・高級品化・個性化等の試みが多くなってきている。なお、アルミニウムの性質は、合金化することにより、かなり変化するが、表-1に純アルミニウムの一般的な性質をまとめた。

表-1 純アルミニウムの物理的・化学的性質一覧表

項目	特性
化学記号	Al
原子量	26.97
原子番号	13
比重	2.70 (20℃)
融点	658 ℃
沸点	2057℃
融解潜熱 (Cal/g)	94.55
気化潜熱 (Cal/g)	約2,000
比熱	0.21~0.22 (0~100 ℃)
熱膨張係数	2.97×10^{-5} (0~100 ℃)
熱伝導度 (c.g.s.)	0.48~0.50 (0~100 ℃)
電気比抵抗 (Ωcm)	2.48×10^{-6} (常温)
その温度係数	4.34×10^{-3} (0~100 ℃)
空間格子	面心立方格子
反射率 (%)	94~98 (電解研磨)

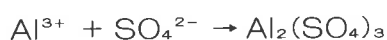
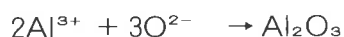
1.1 陽極酸化とは

アルミニウムの陽極酸化処理とは、一般にアルマイト処理とも言われており、この方法は、アルミニウムを陽極とした電気化学的方法で人工的に酸化皮膜を生成させることである。すなわち、アルミニウムを陽極として硫酸電解液中で、電気分解すると、



の反応がおこっている。

しかし、陽極における微細孔の内部でも同時に次のような反応が進んでいる。



すなわち、硫酸根を含む酸化皮膜の生成が進む。

上記の反応が進んでいる間、アルミニウムの表面で、どのような変化が起こっているのかをモデル的に示すと図-1のようになる。

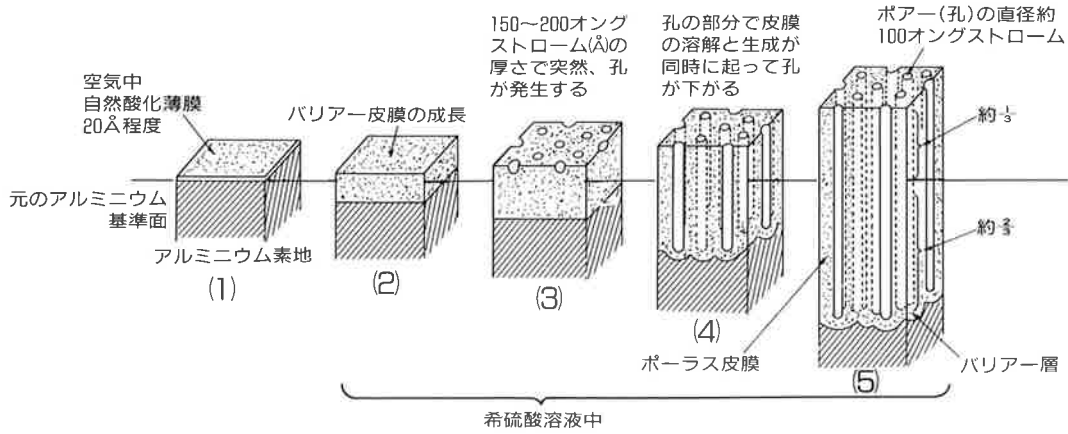


図-1 ポラス皮膜が出来るまでのモデル図
 (「アルマイトの話」(東京アルマイト工業協同組合編)より引用)

1.2 陽極酸化(アルマイト)とメッキとの違い

金属を被覆するという意味で、陽極酸化処理とメッキとが、同じように思われていることがある。しかし、基本的に異なった表面処理方法である。図-2に、その違いを示した。

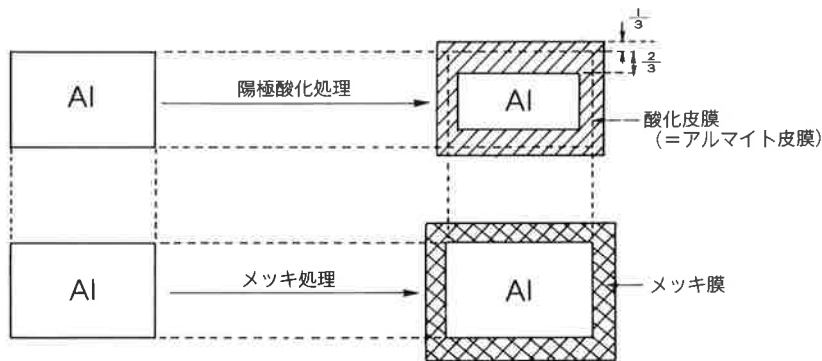


図-2 陽極酸化とメッキの違い

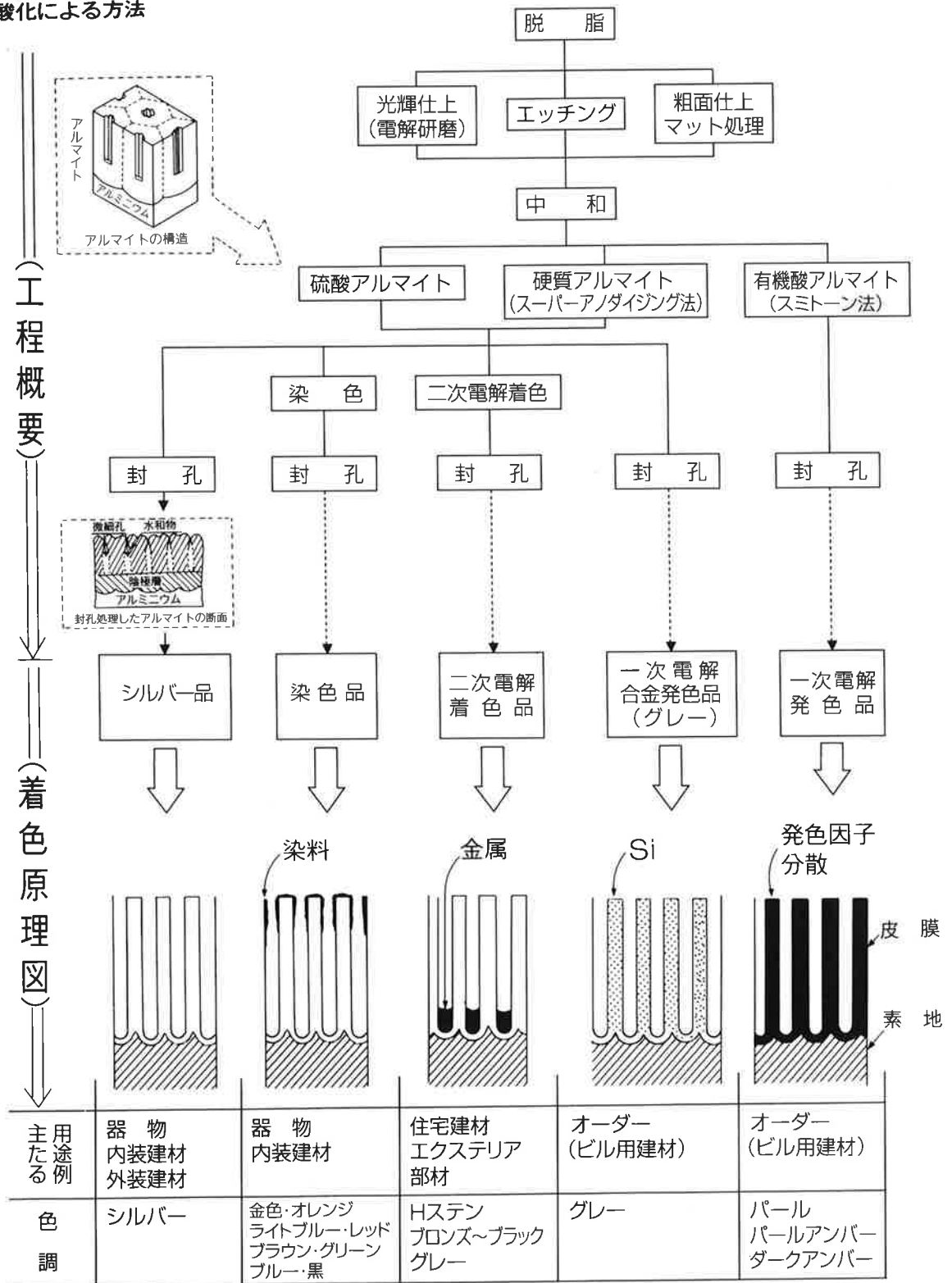
メッキは、被加工材の上に異種金属の膜が重なるもので、その分だけ、元の金属より厚くなる。しかし、陽極酸化処理の場合は、アルミニウムを溶かし、その溶かされたアルミニウムが Al_2O_3 という酸化物に変化して酸化皮膜が出来るので、皮膜が内部に進行していくという違いがある。

2. アルミニウム建材の表面処理

- 表面処理方法の区分 ⇒
- ①陽極酸化による方法
 - ②複合皮膜による方法
 - ③塗装による方法

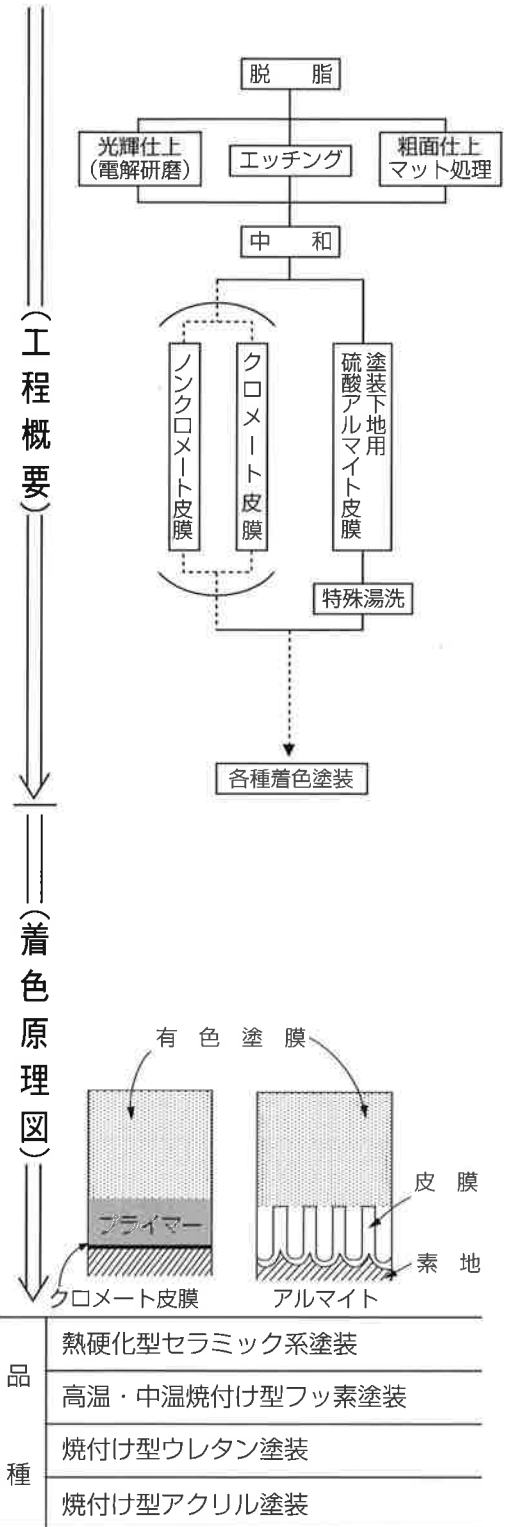
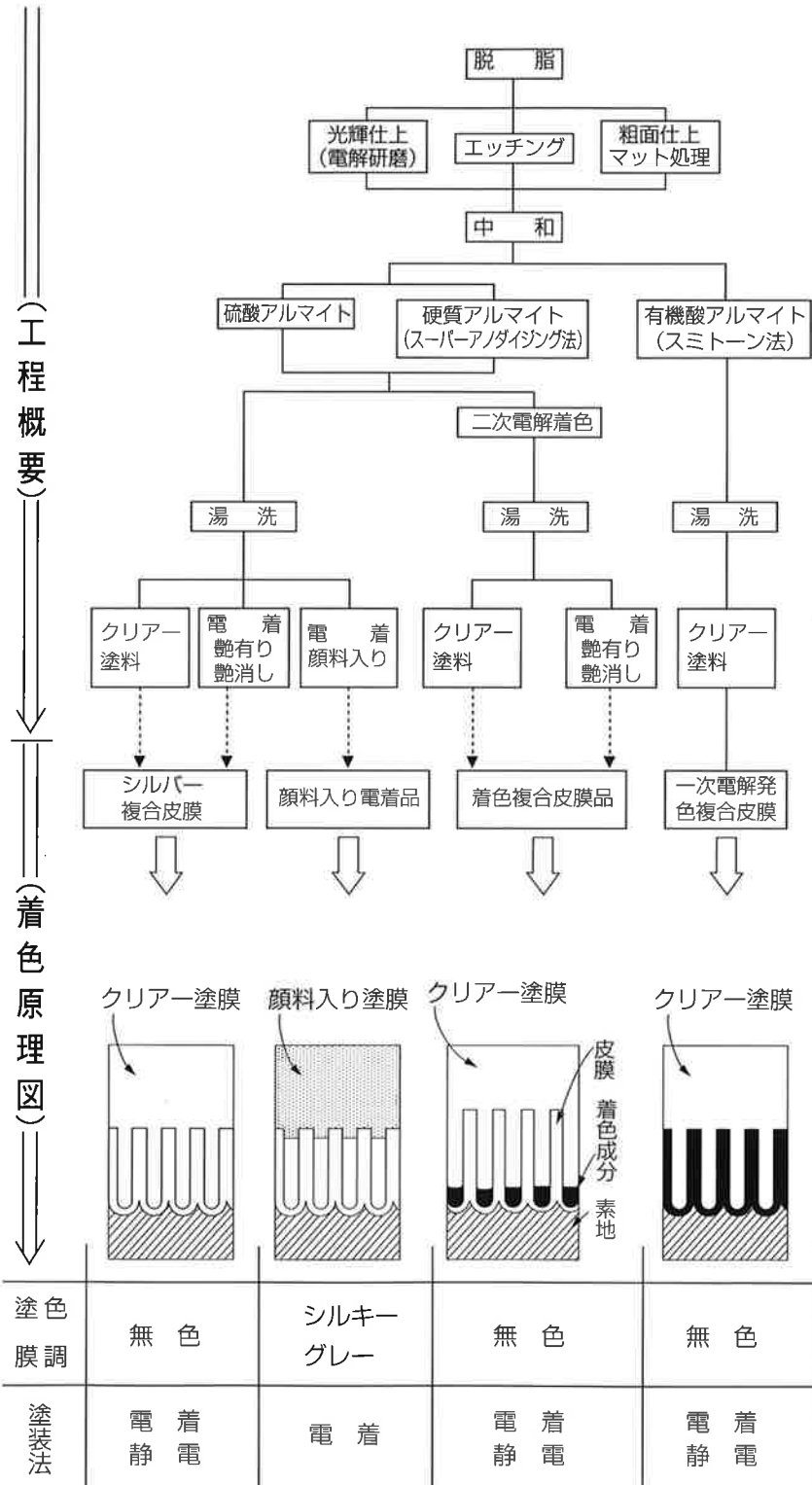
代表的表面処理法の工程概要および着色原理図

(1)陽極酸化による方法



(2) 複合皮膜による方法

(3) 塗装による方法



3. 一次電解発色とは(スミトーン法)

3.1 一次電解発色(スミトーン)法

硫酸アルマイト皮膜をベースにした二次電解着色法と異なり、特殊な有機酸電解液を用い、アルミニウムの合金成分と電解条件との組合せにより、皮膜の基質から発色させる合金発色方法のことです。

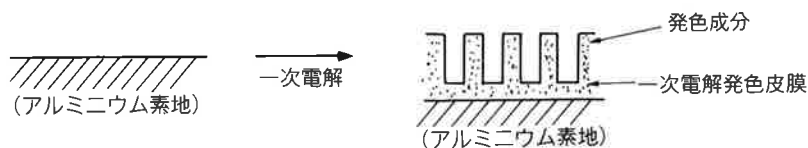


図-3 電解発色状態のモデル図

表-2 代表的な発色法

発色法の分類	概要	代表的な処理方法	色調
合金成分による	ケイ素(Si)、クロム(Cr)、鉄(Fe)、マンガン(Mn)等の合金成分を利用する。	2～5% Si-Al合金を硫酸浴中で、陽極酸化処理を行なう。	灰、黒、黄、ゴールド、ピンク、ブロンズ、等
電解液による	スルホサルチル酸、クレゾールスルホン酸、シュウ酸等、主に有機酸を主成分とした陽極酸化を行なう。	スミトーン(NACL)法	パール パールアンバー、 ダークアンバー等

表-3 代表的な有機酸電解法

名称	所有会社	主要電解質
Kalcolor	カイザー社(米)	スルホサルチル酸+硫酸
Duranodic 300	アルコア社(米)	スルホフタル酸+硫酸
Veroxal	VAW社(独)	マレイン酸+シュウ酸+硫酸
Alcanodox	アルミニウムラボラトリー(カナダ)	シュウ酸
Eurocolor	ベシネ(仏)	有機酸
Permalux	スイスアルミ(スイス)	マレイン酸+硫酸
Auto color	ハンガリアンライトメタル(ハンガリー)	脂肪酸+芳香族酸
スミトーン	住友軽金属・日本電気化学工業所	フェノールスルホン酸+硫酸

3.2 一次電解発色(スミトーン)皮膜の特長

3.2.1) 硬く、耐摩耗性が優れています。

一般的な硫酸アルマイト皮膜より、耐摩耗性が3倍以上優れている上に、切断加工時に火花が出るくらいスミトーン皮膜が硬いことから、鉄粉や砂塵から製品を守ります。

3.2.2) 耐久性・耐食性が優れています。

一般的な硫酸アルマイト皮膜には、数多くの孔(ポアー)が存在していますが、スミトーン皮膜は硫酸アルマイト皮膜の1/3以下と、孔(ポアー)が少なくなっていますので、硫酸アルマイト皮膜より、キャス耐食性が3倍以上優れております。

孔(ポアー)が少ない事によって、塩水・酸性雨・亜硫酸ガス等から製品を守ります。

3.2.3) 耐候性(耐光性)が優れています。

特殊な有機酸電解液から得られたスミトーン皮膜は、紫外線・風雨及び熱等の自然界要因による皮膜劣化からくる外観異常は無く、いつまでも美観(景観)を維持します。

3.2.4) 色の均一性が良い。

二次電解着色時の処理時間より、長い時間を費やして皮膜生成しながら、皮膜の基質から電解発色させていくため、安定した色調の均一性が得られます。

3.2.5) 20 μ m以上の厚膜化処理が可能です。

優れた耐久性を持っていますが、更に、50年・100年と耐久性を向上させるには、皮膜厚を厚くする事が重要です。

すなわち耐久性は皮膜厚の2乗に比例して向上します。

例えば、10 μ mと20 μ mでは、10の2乗(=100)と20の2乗(=400)で、20 μ mの皮膜厚の方が、耐久性が4倍以上向上されます。

3.2.6) 期待耐用年数が長くメンテナンス性が優れています。

期待耐用年数を延長させるには、定期的なメンテナンスを行う事をお勧めいたします。スミトーン皮膜は非常に硬い皮膜ですので、メンテナンス時に「たわし」洗浄して頂いても、外観上、傷が付きにくいので、容易にメンテナンスが可能です。

3.3 一次電解発色(スミトーン)処理の主な実績

伊藤忠商事本社ビル	1970(大阪)	アクア堂島ビル	1992(大阪)
住友不動産京都ビル	1976(京都)	グランパーク田町	1994(東京)
浜松プレスタワービル	1985(浜松)	ロイヤルパレス神戸	1995(神戸)
千代田生命広島ビル	1987(広島)	福岡総合福祉センター	1996(福岡)
名古屋生命科学館	1988(名古屋)	長堀通り整備事業	1996(大阪)
浜松総合庁舎	1988(浜松)	東北歴史館	1998(仙台)
O.B.Pクリスタルタワービル	1989(大阪)	島根美術館	1998(島根)
太陽生命御池ビル	1989(京都)	熊本大学	1999(熊本)
雲井町6丁目ビル	1990(神戸)	松江勤労者福祉センター	1999(松江)
第2丸善ビル	1990(東京)	愛宕グリーンヒルズ	2000(東京)
日土地淀屋橋ビル	1991(大阪)	六本木ヒルズ	2002(東京)
新阪急ホテル	1992(大阪)	ハービスエント	2003(大阪)
NTT幕張NMビル	1992(千葉)	国立国際美術館	2003(大阪)

4. 二次電解着色とは

二次電解着色法は、1960年代前半に工業化された技術で、陽極酸化皮膜の150~200オングストローム(Å)の微細な孔中に電気化学的に金属を析出させる方法である。

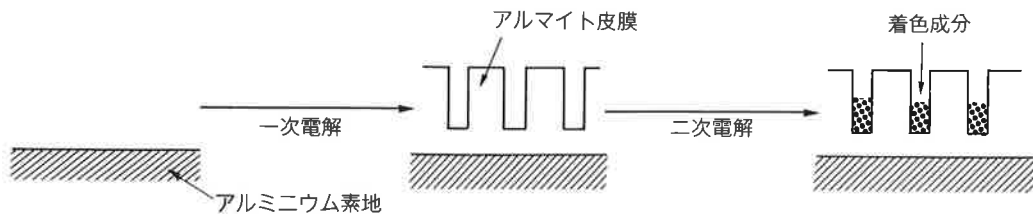
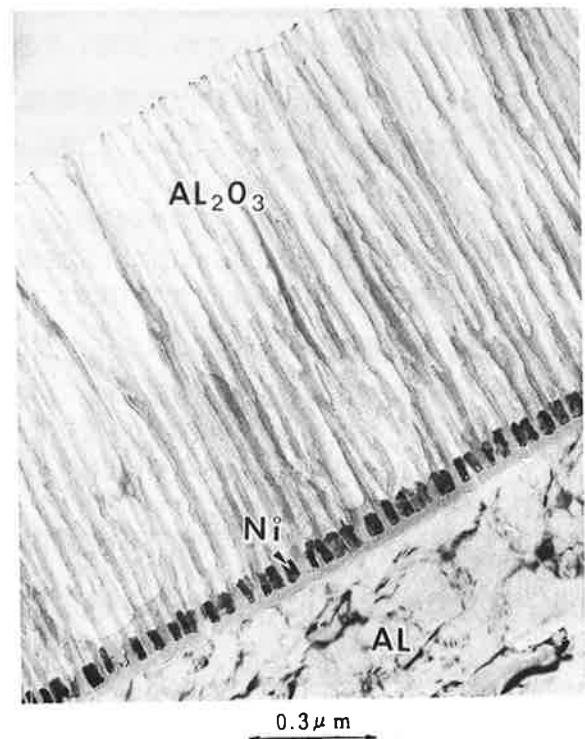
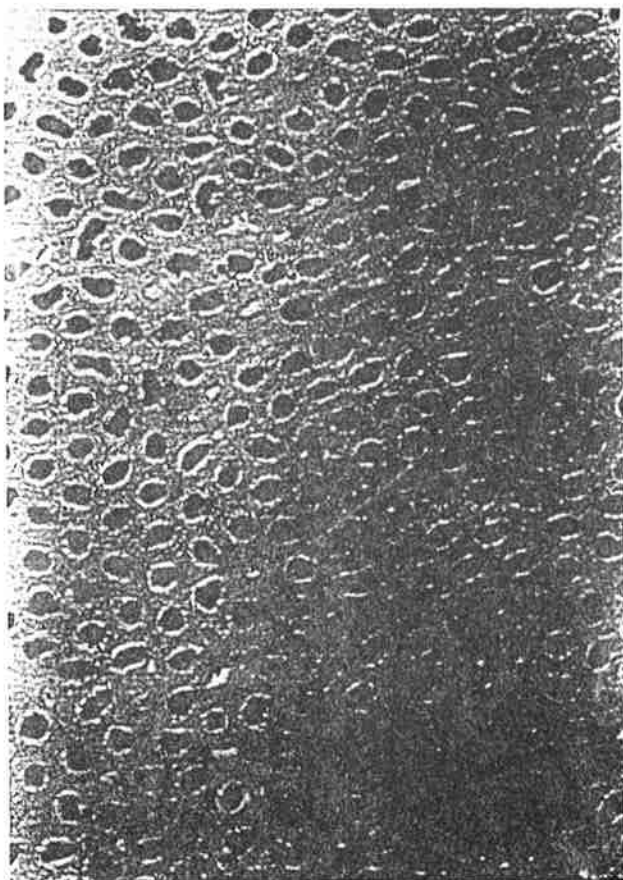


図-4 二次電解着色状態のモデル図

硫酸皮膜の孔中に析出したニッケルの微粒子

試料作成条件：硫酸180g/l、電流密度1.5A/dmf、20℃、40minの条件で生成した皮膜中に、浅田法でニッケルを析出させた。



99.8% Al、通常の硫酸皮膜を硫酸浴中で15分間中間処理後、ニッケル塩で電解着色した皮膜の断面。(無機材質研究所 和田健二氏提供)

写真倍率：320,000倍。〔文献〕L.Sandera, Aluminium, 49, 533(1973)
〔提供〕L.Sandera (Swiss Aluminium Ltd.)
〔紹介者〕馬場宣良氏 (東京都立大学)

表-4 代表的な二次電解着色法

概要	代表的な処理方法	色調
陽極酸化皮膜を、Ni、Sn、Mn等の金属塩を含む電解液で直流あるいは交流電解を行なう。	NaClにおいては ①Hカラー ②NKグレー ③KNカラー 等数多くの方法を持っている。	ステン、アンバー、ブロンズ、ブラック、グレー、等

5. ナックル・スーパーアノダイジング処理とは

NACLでは、既存の表面処理技術や方法を更に研究発展させて環境にも優しく、時代の要請に応えるSPECIAL TECHNOLOGYをご提案させて頂いております。

使用環境的に過酷な条件であるビル用サッシ・外装建材及び搬送用レール等用として開発いたしましたのが、ナックル・スーパーアノダイジング処理法です。

ナックル・スーパーアノダイジング処理法は特殊な電解液と特殊な電解方法を組み合わせる事により、技術開発致しました新しい陽極酸化皮膜生成法のことです。

ナックル・スーパーアノダイジング処理法で得られた陽極酸化皮膜は、硬質陽極酸化皮膜でありながら、従来の硬質皮膜特有の灰色あるいは灰褐色の有色皮膜では無く、アルミニウム本来の銀白色の光沢を持った皮膜に仕上がりますので、使用用途によっては高機能性対応が可能な硬質陽極酸化皮膜です。

〈特 徴〉

(1) 耐摩耗性が優れている。

従来の硫酸皮膜と比較して、砂塵等の摩耗に対して2倍以上の性能が得られます。

(2) 非常に硬い

従来の硫酸皮膜と比較して、2倍以上の硬さがある為、傷が付きにくく、異物付着等による汚れを防止します。

(3) 耐食性に優れている。

従来の硫酸皮膜よりも耐食性が優れていますので、過酷な環境にも耐えられます。

(4) 色調が綺麗

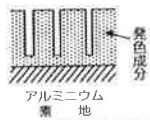

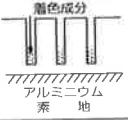
アルミニウム本来の銀白色の色及び光沢が得られ、また二次電解着色も可能な為、ビルの外装等の美観を重視する製品にも最適です。

(5) 長尺製品にも処理ができる。

L12750×H2000×W250迄の製品へのナックル・スーパーアノダイジング処理による硬質陽極酸化皮膜のご提供が可能です。

6. 一次電解発色皮膜・二次電解着色皮膜とスーパーアノダイジングの性能について

1. 性能比較

性能項目	JIS規格値 (JISH8601)	一次電解発色皮膜 (スミトーン)	二次電解着色皮膜 (硫酸アルマイト)	スーパーアノダイジング
皮膜厚さ(μm)	AA20仕様	20μm	20μm	20μm
アルカリ耐食性 (比耐食性)	100秒以上 (5秒/μm以上)	225秒 (11.3秒/μm)	110秒 (5.5秒/μm)	150秒 (7.5秒/μm)
キャス耐食性	56時間RN9以上	RN10	RN9.5	RN10
耐摩耗性 (砂落とし)	1,000秒以上 (50秒/μm以上)	3,500秒(破壊) (175秒/μm)	1,220秒(破壊) (61秒/μm)	3,300秒(破壊) (165秒/μm)
皮膜硬さ (ピッカーズ硬度)	普通皮膜: HV200 硬質皮膜: HV350以上 超硬質皮膜: HV450以上	HV450以上 (超硬質皮膜)	HV200以上 (普通皮膜)	HV400以上 (硬質皮膜)
皮膜構造				

注) ご使用されるアルミ材料によっては、多少、性能が変動する事がございます。

2. ポア構造の違い

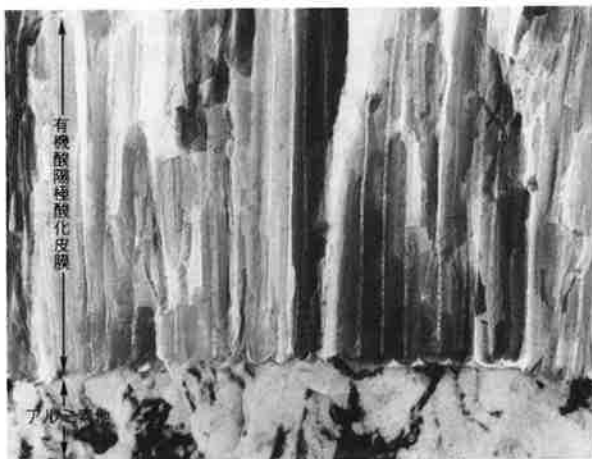


写真-1 一次電解発色皮膜の断面(100,000倍)



写真-2 二次電解着色皮膜の断面(100,000倍)

一次電解発色皮膜と二次電解着色皮膜の断面を電子顕微鏡観察した写真を左記に示す。写真-1で白い縦スジの見える部分が、有機酸アルマイトのポアで、周囲の有機酸アルマイト部が黒く見えるのは、皮膜自体発色していることが認められる。写真-2で黒く見える部分が、硫酸アルマイトのポアで、その中に着色成分が存在しているため、黒く見えている。

写真-1、2より明らかなように硫酸アルマイト皮膜(写真-2)に比べて、有機酸アルマイト皮膜(写真-1)の方が、同面積当りのポア数が少ないことが認められる。すなわち、有機酸アルマイト皮膜表面の方が、硫酸アルマイト皮膜表面に比べて表面が緻密であることが認められた。

表面が緻密であるということは、上表にも示したように、それだけ耐食性・耐摩耗等諸性能が良く、特に、硬度に関しても秀れていることが立証された。

7. 光輝仕上げ法 — 電解研磨について (特殊前処理法)

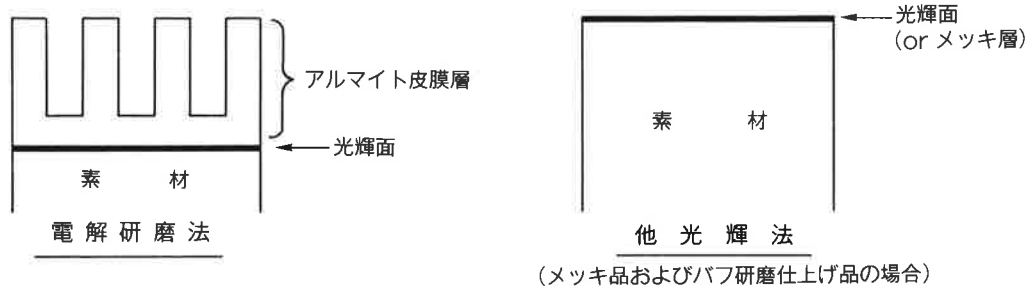
アルミ建材の商品価値を高める方法として光輝仕上げ法がある。光輝仕上げ法には大別すると機械的方法（バフ研磨）と化学的方法（化学研磨・電解研磨）とがある。アルミ建材のように複雑な形状には化学的方法が主に利用されている。

電解研磨は高電流密度が必要で、**NACL**として技術開発の結果大型材（ $\phi=6000$ ）の工業化に成功した。化学研磨品はアルミ表面の溶解点が場所により常に均一、一定ではないので凹凸の反射面となり、みだれた干渉縞〔図-6(b)〕となるが、電解研磨はアルミを溶解する陽極電流の動きが、どの点でも、だいたい平均化するため、美しい干渉縞〔図-6(a)〕が得られる。

また、光輝合金材を用いると、いっそう安定した高光輝性が得られる。

この様にして得られた高光輝アルマイト品は、アルマイトの底に高光輝性を付与してあるため、高光輝性の低下は認められず外装材に最適である。

光輝性付与原理比較図



上記の図に示すように、他光輝法の光輝面は、表面にあり、直接、外気に触れるため、容易に汚染され易く、光輝性を長く保持することが困難である。

電解研磨法で得た光輝面は、耐食性の良い透明なアルマイト皮膜の底にあるため、常に、アルマイト皮膜で保護されている。そのため、いつまでも光輝性を失うことはない。

電解研磨

高光沢の素地表面を得るために行う処理で、酸またはアルカリ水溶液中で電気化学的または化学的に溶解処理して研磨する。電解研磨法としては、一般的にりん酸法が用いられる。

電解研磨の原理について、以下に示す。

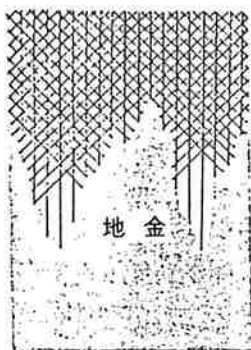


図-5 電解研磨中の凹凸面に対する電流分布状態
(突部には電流が集中)
(“アルミニウムの表面処理”より引用)

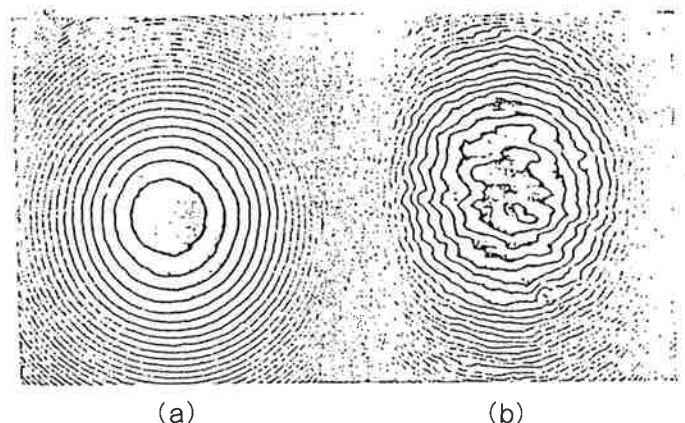


図-6 球形、照射面に接触して、光輝処理した99.99%高純Alによって生じた干渉縞
(a) 研磨しBrytal法にて電解的に光輝処理したもの (x40)
(b) 研磨しErftwerk法にて化学的に光輝処理したもの (x40)

8. 粗面仕上げ法 — 梨地処理(マット)について(特殊前処理法)

梨地処理(マット処理)とは、アルミニウム素材表面を均等に荒らした無方向性の艶消し面を得る方法のことを言います。

弊社が開発した梨地処理は、陽極酸化処理を施す前の前処理工程において化学的方法で、押し出し材等に見られるダイスマークを取り除き、アルミニウム表面に微細なガラスビーズをちりばめた様な輝きを作りだし、ソフトで高級感のただよった仕上げにする方法です。

粗面仕上げ法には機械的方法(ショットブラスト)と化学的方法(化学的梨地処理)があります。

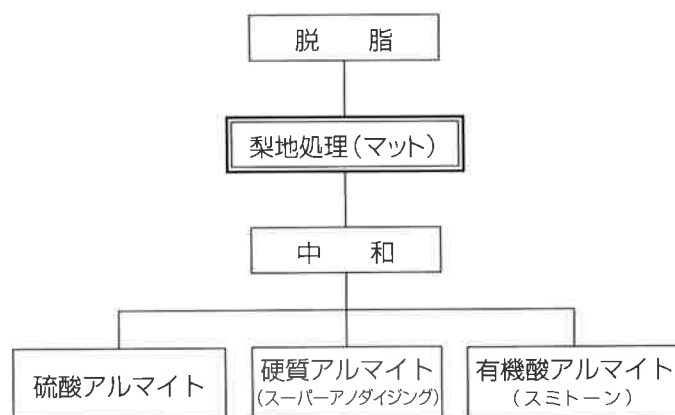
機械的方法は、機械的に処理を行うため、形材入り込み部の未処理部分・素材の形状変形・素材に対する異物(ブラスト材等)の混入・素材表面の組成変化等の弊害が認められます。

また、化学的方法(化学梨地処理)は、処理液の管理が難しく、処理液寿命が短い為、従来は器物等の小物製品にのみ多用されていました。

これらの短所を改良改善し、建築資材用にL=12,750mmまでの長尺形材処理の工業化に成功しました。

色調的には、前処理工程にて行うためシルバー・二次電解着色(ステンからブラック)・一次電解発色(パールからダークアンバー)等従来の色調で落ち着いた感覚に仕上がります。なお、電着塗装、静電塗装も可能です。

(工程概要)



以下の行程は、2.アルミニウム建材の表面処理(P3~P4)を参照

9. 封孔処理について

封孔処理は、陽極酸化皮膜に存在する微細孔を封鎖するために行う処理である。

封孔方法には、加圧蒸気封孔・沸騰水封孔および酢酸ニッケル添加封孔などがあるが、一般的に、酢酸ニッケル添加封孔＋沸騰水封孔の2段封孔が使用される。

封孔処理した酸化皮膜の断面を、電子顕微鏡観察した写真を下記に示す。

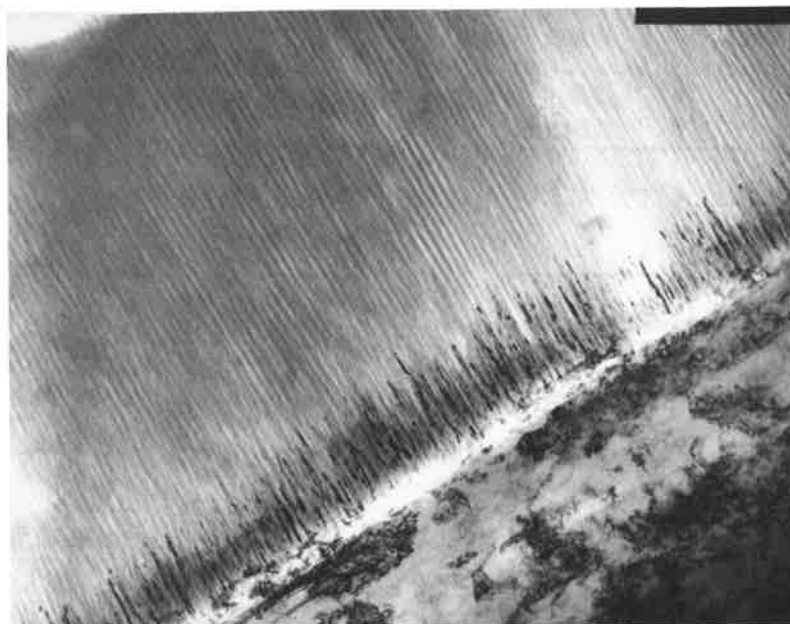


写真-3 封孔処理前の皮膜断面(70,000倍)

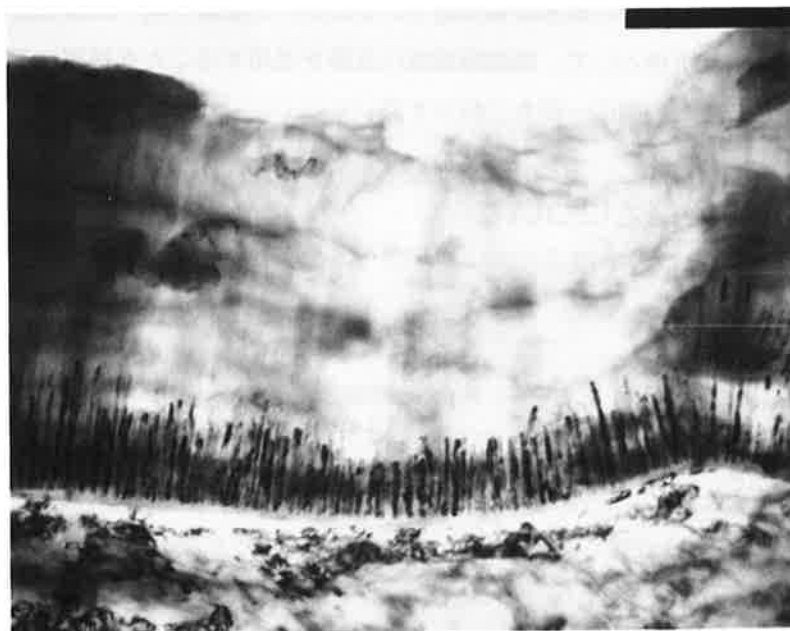


写真-4 封孔処理後の皮膜断面(150,000倍)

10. 塗装下地としての陽極酸化皮膜の活用

アルミニウム建材に採用されている代表的な塗装下地処理方法としては、クロメート処理と硫酸陽極酸化皮膜処理とがある。

それぞれの下地皮膜としての機能を整理すると、下表のようになる。

下地皮膜	下地皮膜としての機能
クロメート皮膜	密着性・防食性
硫酸陽極酸化皮膜	密着性・防食性・硬さ（耐摩耗性） 皮膜（母体）の着色性

次に、塗膜ハガレの原因について、クロメート皮膜を下地として用いた場合、下図に示した4つの原因が考えられる。

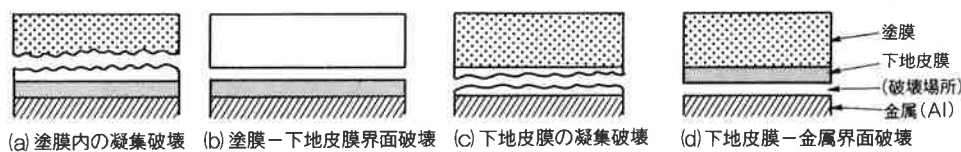


図7 塗膜-下地皮膜-金属における破壊場所

しかし、硫酸陽極酸化皮膜を下地として用いた場合は、a)とb)の2つだけの原因に減少できる。この2原因については、一例として、下記対応をすれば問題はない。

- a) 塗膜内の凝集破壊；使用環境にあった正しい塗料の選定。
- b) 塗膜-下地皮膜界面破壊；1) 下地皮膜として、不安定な薄い膜厚は、使用しない。
2) 自然封孔が進んだような不活性な皮膜は、使用しない。

そこで、**NACL**としては、 Cr^{6+} の排水公害問題や、クロメート皮膜不均一による塗膜ハガレ等の問題を解決すべく、昭和59年から、塗装下地として、硫酸陽極酸化皮膜を活用することを提案してきた。

以下に、我々が提案してきた内容の一部をご紹介します。

10.1 下地処理法と剥離強さについて

陽極酸化皮膜の塗装下地適性を検討するため、クロメート皮膜と、脱脂・エッチングのみの処理下地との比較を行った結果を下記に示す。

塗膜下地処理	剥離強さ(N/15mm幅)
脱脂・エッチングのみ	0.8
硫酸陽極酸化皮膜	3.0
クロメート皮膜	1.2

硫酸陽極酸化皮膜は、脱脂・エッチングのみ及びクロメート皮膜の場合より剥離強さが大きく、塗装下地効果があると言える。

10.2 硫酸陽極酸化皮膜の経時変化の影響

硫酸陽極酸化処理後塗装までの経時によって、密着性への影響を見た。

放置時間	5hr	10hr	15hr	20hr	2日	3日	7日
剥離強さ (N/15mm幅)	2.8	3.5	3.8	3.1	2.2	1.6	0.9
染色液浸漬試験*	3	3	3	3	2	1	0~1

*: 染料による染色度合いにより陽極酸化皮膜の封孔度を試験する方法である。染色度合いの判定方法は、ISO2143による。すなわち、5段階評価で、5：全然封孔されていない。3：封孔されていない。0：完全封孔されている。で、分類されている。

上記の結果より明らかのように、傾向として、48時間以内であれば剥離強さが維持出来るが、3日目以降は、剥離強さが低下していく事が認められる。これは皮膜が十分に乾燥して行くに従って塗料の付着めれ性が低くなることを示唆していると考えられる。

10.3 陽極酸化皮膜をフッ素樹脂塗装下地とした仕様の性能

フッ素樹脂としては、常温硬化型ルミフロン系と高温焼付型カイナー系の2つに大別できる。ここでは、代表して高温焼付型カイナー系フッ素樹脂を用いてテストした結果について要約する。

1) 試験片作成条件

- a. アルミニウムの材質：A6063S板(t=1.5)
- b. 陽極酸化皮膜厚：5水準（3，6，9，15および20 μ m）
- c. 湯洗条件：特殊封孔処理
- d. 塗装までの放置時間：48時間以内/室温
- e. 比較品としてのクロメート処理：現場稼働液を用い、付着量は0.32~1.07g/m²とした。
- f. 塗装：クロメート処理+標準仕様/プライマー(5~10 μ m)+トップコート(30~35 μ m); 2C/1B
陽極酸化処理+実験仕様/トップコート(30~35 μ m); 1C/1B
- g. 焼付条件：232~242 $^{\circ}$ C \times 15分キープ

2) 性能試験内容

項目	内容
1. 塗膜厚	ラミノメータ (μ m)
2. 一次密着	ゴバン目テープ剥離（1mm間隔100個テープ剥離残個数）
3. 耐衝撃性	デュポン式 1/2" \times 1kg \times 50cm
4. 耐沸水性	95 $^{\circ}$ C \leq \times 7時間浸漬
5. 耐水性	20 $^{\circ}$ C \times 500時間浸漬
6. 耐湿性	50 $^{\circ}$ C B. B. \times 500時間放置
7. 耐酸性	5% H ₂ SO ₄ 20 $^{\circ}$ C \times 72時間浸漬
8. 耐アルカリ性	5% NaOH 20 $^{\circ}$ C \times 72時間浸漬
9. キャス耐食性	240時間・500時間後のカット部膨れ及び塗膜状態
10. 冷熱サイクル	(-20 $^{\circ}$ C \times 16時間 \rightarrow 室温 \times 0.5時間 \rightarrow 沸水 \times 7時間 \rightarrow 室温 \times 0.5時間) \times 3、5及び7サイクル

3) 性能試験結果

塗料メーカーの協力を得て性能試験した結果を、下表に示す。

表-5 『陽極酸化皮膜+高温焼付型フッ素樹脂塗料』の塗膜性能結果一覧表

塗 装 下 地		陽 極 酸 化 皮 膜					クロメート皮膜	
		3μm	6μm	9μm	15μm	20μm		
塗 膜 厚		36μm	35μm	33μm	36μm	34μm	45μm	
一 次 密 着	ゴバン目テープ剥離 (1mm間隔)×/100	100/100	100/100	100/100	100/100	100/100	100/100	
耐 衝 撃 性	デュポン式 1/2" × 1 kg	35cm	30cm	30cm	25cm	25cm	30cm	
耐 沸 水 性	7時間	塗膜状態 後密着性	○ 100/100	○ 100/100	○ 100/100	○ 100/100	○ 100/100	
耐 水 性	500時間	塗膜状態 後密着性	○ 100/100	○ 100/100	○ 100/100	○ 100/100	○ 100/100	
耐 湿 性	500時間	塗膜状態 後密着性	○ 100/100	○ 100/100	○ 100/100	○ 100/100	9 F 100/100	
耐 酸 性	72時間	塗膜状態	○	○	○	○	○	
耐アルカリ性	72時間	塗膜状態	○	○	○	○	△~○	
キヤス耐食性	240時間	カット部膨れ 一般部	1.5mm △~○	1.0mm ○	1.0mm ○	1.0mm ○	1.0mm ○	1.5mm ○
	500時間	カット部膨れ 一般部 後密着性	1.5mm △~○ 100/100	1.0mm ○ 100/100	1.0mm ○ 100/100	1.0mm ○ 100/100	1.0mm ○ 100/100	1.5mm △~○ 100/100
冷熱サイクル	3サイクル	塗膜状態 後密着性	○ 100/100	○ 100/100	○ 100/100	○ 100/100	○ 100/100	9 M 100/100
	5サイクル	塗膜状態 後密着性	○ 100/100	○ 100/100	○ 100/100	○ 100/100	○ 100/100	8 M 100/100
	7サイクル	塗膜状態 後密着性	○ 100/100	○ 100/100	○ 100/100	○ 100/100	○ 100/100	8 M 100/100

11. アルミニウム建材への塗装

アルミニウム建材に採用されている代表的な塗料

- (1) 熱硬化型アクリル樹脂系塗料
- (2) 常温硬化型ポリウレタン樹脂系塗料
- (3) 焼付型ポリウレタン樹脂系塗料
- (4) 熱可塑性フッ素樹脂系塗料(カイナー#500タイプ)
- (5) 熱硬化型フッ素樹脂系塗料(ルミフロンタイプ)

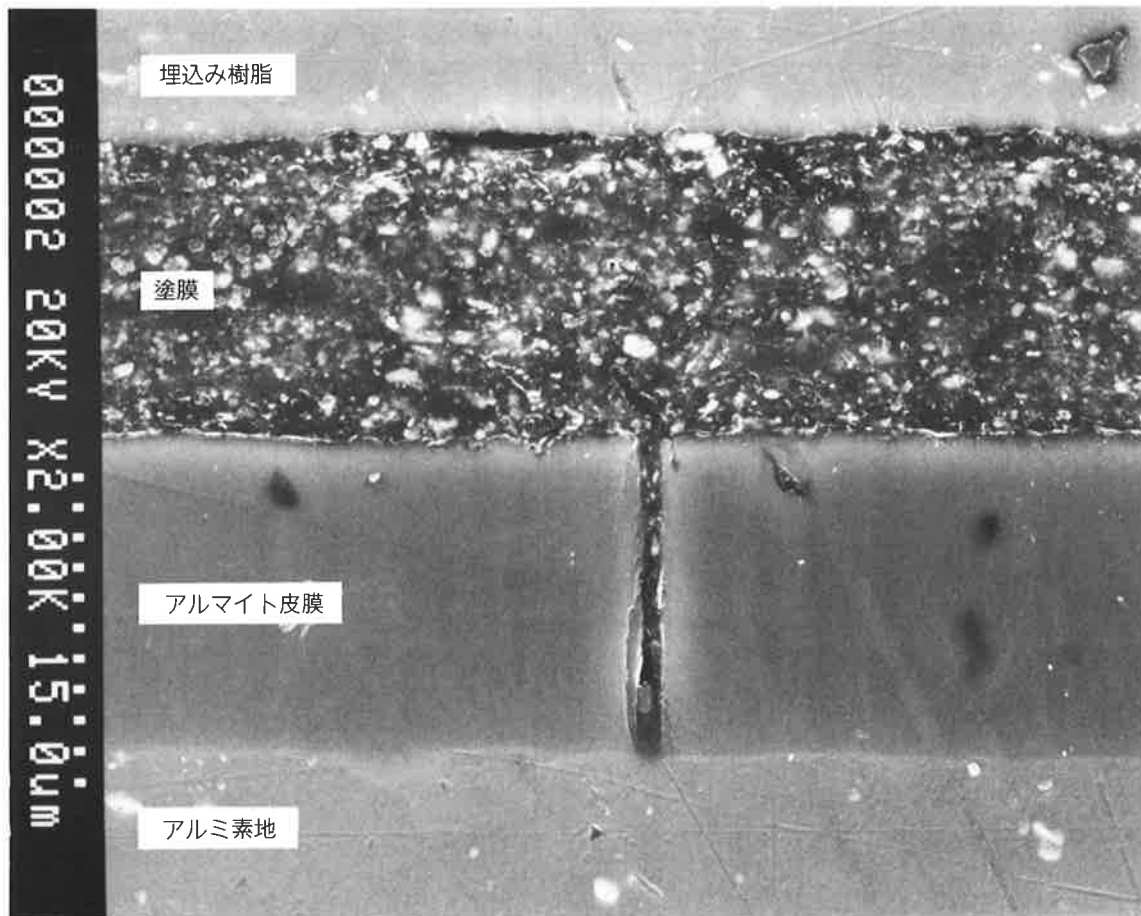


写真-5 金属顕微鏡写真

倍率 2000倍

写真-5は20 μ mの硫酸陽極酸化皮膜(=アルマイト皮膜)の上に、高温焼付型フッ素樹脂塗装を施した塗片の断面を電子顕微鏡観察した写真である。

表-6に、代表的な建材用塗料の塗膜性能比較した結果を一覧表にした。

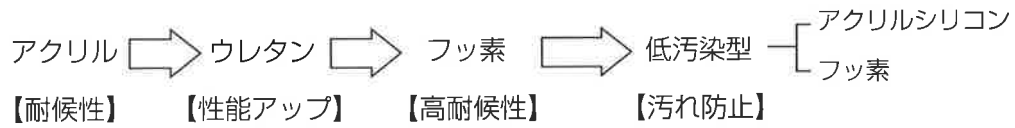
表-6 塗膜の性能比較

塗膜の種類 性能項目	複合皮膜 (電着塗装)	熱硬化型アクリル 樹脂系塗料	熱硬化型ポリアクリル 樹脂系塗料	熱硬化型フッ素 樹脂系塗料	熱可塑性フッ素 樹脂系塗料	備 考
皮膜厚・塗膜厚	9μm+7μm	40μm	40μm	40μm	40μm	
焼付条件	180℃×30分	180℃×30分	160℃×30分	160℃×30分	240℃×20分	
表面硬度	4H	H~2H	H~2H	H~2H	H~2H	鉛筆引っかかり抵抗値
耐酸性	360H	480H以上	480H以上	480H以上	480H以上	JIS H 8681 キャステスト R.N.9 (0.10%未満)
耐アルカリ性	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	0.5%NaOH、20℃、168時間
耐磨耗性	15~20mg	30~40mg	30mg	20~30mg	20~30mg	テーパ式1kg×1000回転 CS-17 カタログ値参照
サッシ部分との接着性	良好	良好	良好	事前確認	事前確認	
耐養生テープ性	良好	艶変化の恐れがある	艶変化の恐れがある	艶変化の恐れがある	良好	PVC、PE
シーリング材との接着性	銘柄指名	良好	良好	銘柄指名	銘柄指名	2成分系シリコンシーリング材 いずれもプライマー使用
色調・光沢の自由度	ブロンズ、ホワイト 艶有、艶消	各色 3分~艶有	各色 3分~艶有	限定色 3分~艶有	限定色 3分のみ	
複雑形材への適性	良好	普通	普通	普通	普通	付廻り性
期待耐用年数	15年以上	7~10年	10~15年	20年(推定)	20年以上	
実績	昭和45年頃より 多数	昭和40年頃より 多数	昭和47年頃より 多数	昭和60年頃より 多数	昭和57年頃より 多数	
主な用途	一般、PC用サッシ	カーテンウォール用 パネル、サッシ	カーテンウォール用 パネル、サッシ	カーテンウォール用 パネル、サッシ	カーテンウォール用 パネル、サッシ	

引用資料
軽金属製品協会
〔アルミ建材における塗装の動向〕

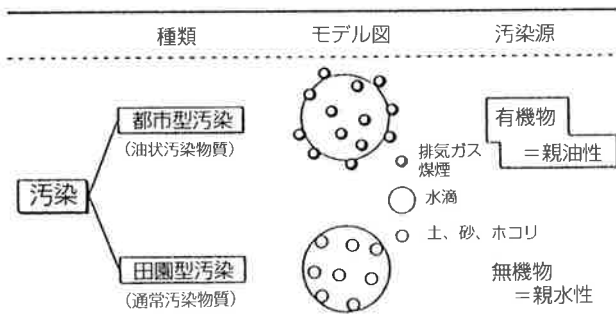
12. 低汚染型高耐候性塗料について

1. アルミ建築用塗料の変遷

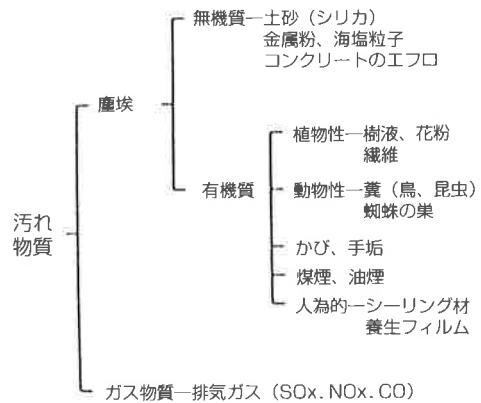


2. 汚れの種類と付着物

2-1) 汚染の種類



2-2) 外壁の汚れ物質



3. 汚れ防止型塗料開発ポイント

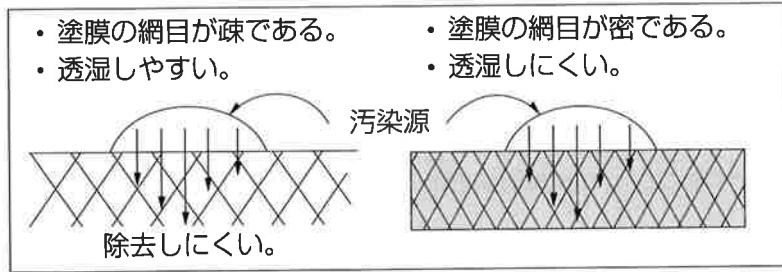
3-1) 定義

- (1) 汚れが付きにくい
- (2) 雨水 (雨滴) で自己洗浄される
- (3) 付いても簡単に取れる

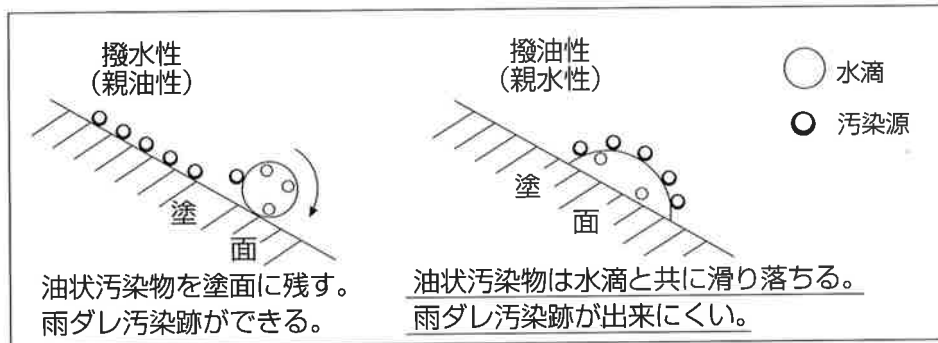
3-2) 塗膜特性

- (1) 帯電性の制御
⇒塗膜の表面抵抗値を下げる
- (2) 粘弾性 (架橋密度) の制御
⇒塗膜を硬くする (汚れが染み込みにくい)
- (3) 水・油の塗膜表面への親和性の制御
⇒塗膜表面を親水性にする

4. 塗膜を硬く(⇒高汚染除去性)



5. 塗膜表面の親水性(⇒汚染抵抗性)



13. 表面処理加工仕様の呼び方の変遷

JIS H 8601 (封孔)

1974年以前	1974年～1992年	1992年～現在	
		(参考) 主な用途例	
		AA3	反射板、家電部品 (内部) など
B2	SW-6	AA5 AA6	台所用品、日用品、家電部品、装飾品、車両内装、 建築部材 (室内用) など
B1	SW-9	AA10	
↓BS	SW-14	AA15	台所、車両外装、土木・建築部材 (屋外用)、船舶 用品など
	SW-20	AA20	
	SW-25	AA25	
	SW-30		

JIS H 8602 (アルミニウム及びアルミニウム合金の陽極酸化塗装複合皮膜)

1992年以前		1992年～2010年		2010年～現在			参 考 適用環境
種 類	種 類	塗 膜 種 類	複合耐食性		耐 候 性	試験時間h	
			紫外線蛍光ランプ 式促進耐食性試験	キヤス試験	サンシャインカーボン アーク灯式促進 耐食性試験		
			A種:陽極酸化皮膜厚: 9μm 有機塗膜厚:12μm	A種:皮膜厚: 9μm 塗膜厚:12μm	透明系		
B種:陽極酸化皮膜厚: 9μm 有機塗膜厚: 7μm	B種:皮膜厚: 9μm 塗膜厚: 7μm	A2	240	120		1500	過酷な環境 の屋外
C種:陽極酸化皮膜厚: 6μm 有機塗膜厚: 7μm	C種:皮膜厚: 6μm 塗膜厚: 7μm	B	240	72		750	一般的な 環境の屋外
	P種:皮膜厚: 6μm 塗膜厚:15μm	着色系	C	—	—	250	屋 内

<参考資料>

「国土交通省建築工事共通仕様書」(平成22年版)に示されたアルミニウム及びアルミニウム合金の表面処理における種別及び皮膜又は複合皮膜の種類は、表14.2.1による。

表14.2.1 表面処理の種別

種 別	表 面 処 理	規 格 番 号	規 格 名 称	皮膜又は 複合皮膜 の種類
A-1種	無着色陽極酸化皮膜	JIS H 8601	アルミニウム及びアルミニウム合 金の陽極酸化皮膜	AA15
A-2種	着色陽極酸化皮膜			
B-1種	無着色陽極酸化塗装 複合皮膜	JIS H 8602	アルミニウム及びアルミニウム合 金の陽極酸化塗装複合皮膜	B
B-2種	着色陽極酸化塗装 複合皮膜			
C-1種	無着色陽極酸化皮膜	JIS H 8601	アルミニウム及びアルミニウム合 金の陽極酸化皮膜	AA6
C-2種	着色陽極酸化皮膜			
D 種	化成皮膜の上に塗装	JIS H 4001	アルミニウム及びアルミニウム合 金の塗装板及び条	—

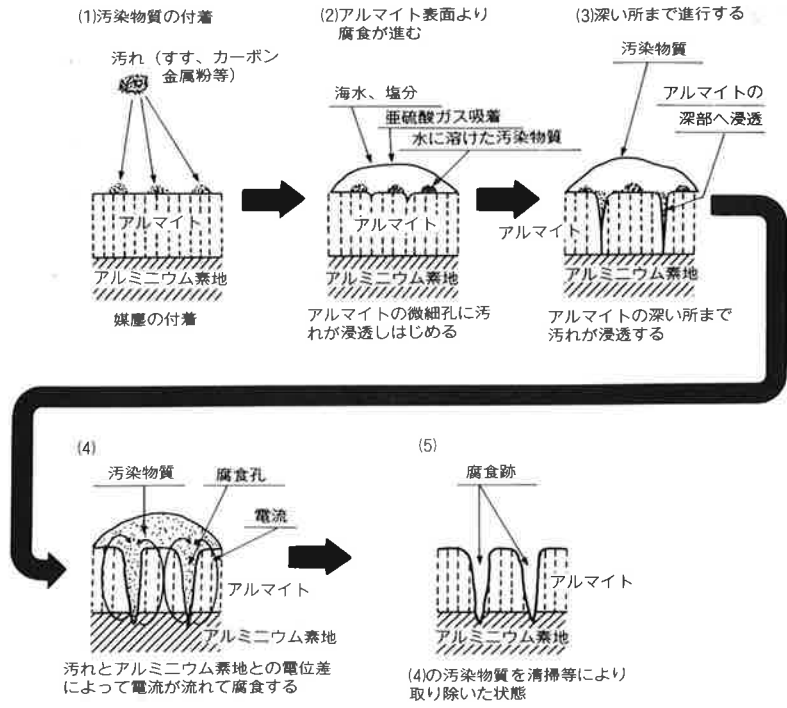
14. アルミニウム建材の腐食とその防止対策

大気中の汚染物質による腐食

※陽極酸化皮膜の腐食はど
うして起るか

他の建築材料との接触腐食

- ①木材との接触腐食
- ②コンクリート、モルタル
およびプラスターとの接
触腐食
 - i. 海砂が腐食に及ぼす
影響
 - ii. 凝結および減水促進
剤や凍結防止剤など
の添加の影響
 - iii. プラスターとの接触
腐食
- ③ラスとの接触による腐食



汚れの程度と清掃方法

汚れの程度	表面の種類	用具及び洗剤	清掃方法	備考
軽い場合	アルマイト	中性洗剤(注1)	洗剤をつけた布などで、表面の汚れを除去し、水洗後乾いた布で乾拭きする。	
		クリーナー(注2)	クリーナーをつけた布などで表面の汚れを除去する。	使用説明書に従う。
ひどい場合	塗膜	中性洗剤(注1)	水をつけた布などで表面の汚れを除去する。洗剤をつけた布などで表面の汚れを除去し、水洗後乾拭きする。	溶剤型洗剤及びクリーナーは塗膜を溶かすので使用できない。
	アルマイト	スコッチブライト(注3) クリーナー(注2) 中性洗剤(注1)	クリーナー又は中性洗剤を含ませたスコッチブライトで、押し出し又は圧延の筋目方向に表面を軽くこすって汚れを除去した後、水洗いし、乾拭きする。	一定方向にこする。コーナー部を過度にこすらないよう注意する。虹模様のおきも同様にする。
汚れが著しく腐食(点食)を含む場合	塗膜	塗装用洗剤(注4)	塗装用洗剤で表面の汚れを除去する。	溶剤型洗剤は塗膜を溶かすので使用できない。
	アルマイト	スコッチブライト(注3)	スコッチブライトで表面をこすり、汚れ、腐食生成物を除去した後乾拭きする。防食の立場からはアルマイトに適した塗料を塗布することが望ましい。	一定方向にこする。コーナー部を過度にこすらないよう注意する。
	塗膜	スコッチブライト(注3) サンドペーパー #600 中性洗剤(注1)	洗剤をつけたスコッチブライト又はサンドペーパーで表面を軽くこすり、汚れや腐食生成物を除去し、水洗後その表面に適した塗料で補修する。	

(注1) 例えばマレモン(ライオン油脂)、ファミリー、チエリーナ(花王石鹼)の1~2%水溶液。
 (注2) 例えばイージーシャイン(日本シービーケミカル)。
 (注3) スコッチブライト(住友スリーエム)の粒度はウルトラファイン。
 (注4) 塗装用洗剤は塗料の種類によりそれに適したものを使用してください。

建物の立地条件と清掃のひん度(参考)

立地条件	清掃回数
臨海工業地帯	1~2回/年
海岸、工業地帯	1回/年
市街地	0.5~1回/年
田園地帯	0.5回/年

15. アルミニウム建材の表面処理に対するQ&A

Q1 B₂、B₁、14μmとは？

(解説) アルミニウムおよびその合金の陽極酸化皮膜について表示した言葉で、JIS H8601に規定されている皮膜厚さとこの記号との関係を表に示します。

膜 厚 (JIS)

皮膜厚さによる種類	6	9	14	20	25	30
皮膜厚さ(μm)	6以上	9以上	14以上	20以上	25以上	30以上
等級	2級	1級	特級			
記号	A(B)2	A(B)1	A(B)特			

表中、A=しゅう酸浴アルマイト、B=硫酸などの酸浴アルマイトを示す。

(注) 上表は旧JIS規格による(新規格は、平成4年2月1日改正)

Q2 封孔処理とは？

(解説)

陽極酸化処理後の皮膜表面は、電解液の種類、電解条件によって多少異なるが、多孔性に富み、吸着性がある。このことは逆に陽極酸化処理のままでは汚染されやすく環境によっては早期に腐食が発生することを意味している。すなわち皮膜に耐久性がなく実用的ではないので陽極酸化後なんらかの処理を施して、微細孔を封じてしまうか、または、化学的に不活性化する必要がある。その処理を封孔処理(Sealing)と呼称する。(9項写真-3および-4を参照のこと。)

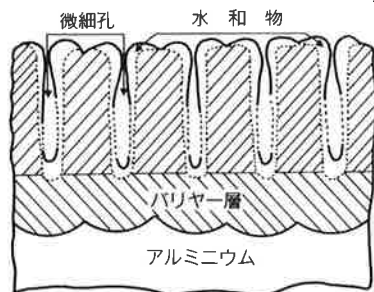


図8 封孔処理した酸化皮膜の断面図(水和物の分布を示す)

Q3 アルミ電解発色仕上におけるエッチング加工効果について。

(解説)

一般に脱脂終了後、脱脂で除去できなかった酸化皮膜、素材に食いこんだ汚れなどを水酸化ナトリウム(NaOH)で素材を溶解しながら除去し、艶消し効果、均一効果を与えることが、エッチングの目的でもあります。

Q4 角波やT型のスパンドレルは、何故、色ムラが出やすいか？

(解説)

押し出し材の加工履歴の差異によります。例えば、

ストラクチャストリークとか、発色ムラ等があります。

Q5 溶接部に色ムラが出るのは何故か、また最小限におさえるにはどうすれば良いか？

(解説)

溶接時の熱の影響を受け、その部分のみ金属格子が変成しているため、色違いとして発生し、それが色ムラと表現されている。

Q6 ゆず膚とはどんな現象で、それを補修する方法は？

(解説)

塗膜表面にできた“ゆず”の外皮状のでこぼこのことをゆず膚(Orange Peel)と言う。このゆず膚は、吹付け塗装の塗料層で乾燥期間中の塗料の流展不良によって発生する現象である。

この外観を補修する時は、塗膜表面をサンディングし、再塗装するのが良いと思う。

Q7 パネルアルマイトについての注意点は何か？

(解説)

パネル板の材種・材質について

7-1. 同物件について同一メーカー、同一材種、材質であること。

2. 圧延ロットが変わる場合、色調が変わることがあるのでパネルの張図面にて、ロット差が生じても支障のない部分に区分する。

3. 圧延ロットの差が色調に影響が出るか否かの事前確認テストを行う。

4. ロット差の生じた場合、加工メーカー、圧延メーカー、NACLで都度協議の上処置方法を検討する。

加工品搬入・出荷について

5. 加工図、張図面にもとずき事前に仕様区分の打合せをする。

6. パネルには張図面パネルNoを記入願うこと。

7. 搬入品は打合せ区分通りとし、パレットでの搬入の上パネルNoを記入、面単位、打合せ単位で搬入願うこと。

8. 面毎、打合せ区分毎色合せの上、入荷姿通り返却する。

NACL

株式会社 日本電気化学工業所

本 社 大阪府豊中市蛍池西町2丁目7番26号 NACLビル2階
〒560-0036 TEL (06) 6843-1235 (代)
FAX (06) 6853-1632

<http://www.NACL.co.jp>

お問い合わせは、
本社の営業本部あるいは技術本部
まで、ご連絡下さい。
