

航空宇宙—アルミニウム合金の 陽極処理—硫酸法非染色皮膜

Aerospace process—Anodic treatment of aluminium alloys —Sulfuric acid process, undyed coating

日本工業規格としてのまえがき

この規格は、1984年第1版として発行された ISO 8078 (Aerospace process—Anodic treatment of aluminium alloys—Sulfuric acid process, undyed coating) を翻訳し、技術的内容及び規格票の様式を変更することなく作成した日本工業規格である。

なお、この規格で下線（点線）を施してある部分は、原国際規格にはない事項である。

1. 適用範囲 この規格は、アルミニウム合金に施す非染色陽極酸化皮膜の生成及び試験に関する要求事項を規定する。この陽極酸化皮膜は、硫酸法によって生成する。

この陽極処理は、塗料の付着性及び耐食性を改善するために、航空宇宙用製品の製造に適用する。

2. 引用規格

ISO 2064 Metallic and other non-organic coatings—Definitions and conventions concerning the measurement of thickness

ISO 2106 Anodizing of aluminium and its alloys—Determination of mass per unit area (surface density) of anodic oxide coatings—Gravimetric method

ISO 2360 Non-conductive coatings on non-magnetic basis metals—Measurement of coating thickness—Eddy current method

ISO 2859 Sampling procedures and tables for inspection by attributes

ISO 3768 Metallic coatings—Neutral salt spray test (NSS test)

3. 技術的要求事項

3.1 被陽極処理材 陽極処理を施す合金は、硫酸陽極処理を受けやすい化学組成のものでなければならない。

母材には、金属加工工程又は取扱いによって生じた有害な表面欠陥がなく、かつ、この規格の全要求事項を満足する陽極酸化皮膜の生成に有害なグリース、孔食、腐食、著しいエッチングなどがないものでなければならない。

3.2 工程要求事項 使用する工程は、この規格の要求事項に適合する皮膜を確実に生成できるものでなければならない。

3.3 工程の詳細

3.3.1 電解液 電解液は、公称濃度が 15 質量% [許容範囲：1L (リットル) 当たりの H_2SO_4 が 150～200g] である工業級 (ρ 1.83) 硫酸の水溶液とする。電解液に溶解しているアルミニウム含量の最大値は、15g/L を超えてはならない。NaCl として測定した塩化物含量は、0.2gNaCl/L を超えてはならない。電解液の浴温は、 $21\pm 2^\circ\text{C}$ に保つ。

3.3.2 水質 使用する水の品質は、初期導電率が $1\,000\mu\text{S}/\text{m}$ 以下のものとする。全溶解固体 (硫酸塩、塩化物など) は、最大 4ppm の SiO_2 を含めて 12ppm 以下であることが望ましい。pH の値は、5.5～6.9 に維持する。pH の要求水準を維持するために、酢酸又はアンモニアを使用してもよい。

3.3.3 封孔剤 特に指定がない限り、使用する封孔剤は、 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 又は $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ を 3～5 質量% 含む重クロム酸ナトリウム又は重クロム酸カリウムの水溶液とする。pH の値は、5.0～6.0 に維持する。pH の要求水準を維持するために、酢酸又は水酸化ナトリウムを使用してもよい。

発注者が承認した場合には、3.3.2 に規定する水質の熱水を封孔処理に使用してもよい。

3.3.4 陽極処理の準備 実施可能な限り、陽極処理を施す前にすべての加工工程を完了させておく。発注者が承認しない限り、電解液が除去できないか、又はくぼみ若しくは接合部に残る可能性がある組立品に、陽極処理を施してはならない。承認を得ている場合には、電解液の浸入を防ぐために適切なマスキングを行ってもよい。

3.3.4.1 部品の取付け 部品のラックへの取付け及びつり下げには、良好な電氣的接触及び電流分布が得られ、かつ、すべての処理面に電解液が自由に循環できるような方法を探る。小物部品は、適切な材料で作られた穴の開いた容器に入れてもよいが、その際、容器には部品と容器との間の電流を維持する仕掛けがあり、かつ、容器内の電解液が十分に循環できるようにしておく。

3.3.4.2 清浄化 清浄化には、水切れがなく、孔食及び摩耗きずがない清浄な表面が生成される方法を使用する。非エッチング性又は抑制剤入りアルカリ洗浄剤での洗浄では、清浄後、冷水ですすぐ。アルカリ洗浄剤がけい酸塩化している場合は、陽極酸化皮膜の生成を妨げるけい酸質残留物が加工物の表面に形成しないように、浴の組成及びその後のすすぎを管理する。押出し又は鍛造したままの部品の表面金属を $0.015\sim 0.025\text{mm}/\text{min}$ の腐食速度で除去するのに、腐食性アルカリ洗浄剤を使用してよい。ただし、そのアルカリ洗浄剤は、規定範囲を超えた粒界腐食又は寸法変化を生じさせるものであってはならない。

3.3.4.3 酸洗い 部品は、清浄化後、酸洗い液に浸せきしてから冷たい水道水ですすいで、自然酸化物を除去し、軽度なエッチング表面にする。使用する酸洗い液は、規定範囲を越えて、疲労特性を含めた金属学的特性の劣化、孔食の開始、寸法変化又は粗さの増加を起こしてはならない。

3.3.5 陽極処理手順 清浄化した部品を、適切なタンクに入れた硫酸電解液中で陽極にする。電気回路での陰極は、ステンレス鋼板にするか、又はタンクが電解液に耐える金属製若しくは鉛でライニングされている場合には、タンク自体でよい。陽極処理を施す合金に応じて、 $110\sim 160\text{A}/\text{m}^2$ の陽極電流密度を作るために、16～22V の電圧を 20～40min 加える。陽極処理中は電解液をかくはんする。陽極処理後に、部品を冷たい流水ですすぐ。この水質は、3.3.2 に規定する。

3.3.6 封孔処理 部品を、 $97\pm 2^\circ\text{C}$ の封孔処理浴 (4.6.2) に 20～30min 浸せきする。封孔処理後に、部品を、清浄な冷たい流水中で完全にすすぎ、その後、清浄な熱水ですすいで乾燥させる。封孔処理に 3.3.2 に規定する熱水だけを使用する場合には、冷水を使用する最終すすぎは不要である。

3.3.7 温度制御 溶液温度の制御に使用する温度制御装置は、設定温度の $\pm 2^\circ\text{C}$ に温度を保てるものとする。

4. 品質保証条項

4.1 検査の責任 特に協議しない限り、加工者には、この規格の品質保証に関するすべての要求事項を実施する責任がある。

4.2 定義 この規格では、次の定義を適用する。

ロット (lot) 同じ浴槽で同時に処理するすべての部品。

4.3 ロット受入試験 外観検査、皮膜の単位面積当たりの質量、及び／又は（発注者が指定した）皮膜の厚さ、並びに封孔処理の有効性（着色剤しみ試験）に関する要求事項に適合していることを確認するための、量産ロットの部品に対する試験を、ロット受入試験として位置付ける。

4.4 工程認定試験 工程認定試験は、4.3 に規定のロット受入試験、及び完成（無塗装）部品の耐食性確認試験で構成する。

4.5 抜取り手順

4.5.1 4.7.1 に従った外観検査を全部品に実施する。

4.5.2 小物部品、すなわちボルト・ワッシャなどの場合には、(4.7.4 に規定の) 皮膜の厚さ、及び (4.7.2 に規定の) 封孔処理の有効性は、ISO 2859 の検査水準 S-3、合格品質水準 (AQL) 1.5 の一回抜取り方式 (表 2A) に従って、ランダムに抜き取って判定する（リベットは除く。）。より大形の部品では、陽極処理ロット当たり最低 1 個の部品でこの目的が達せられる。

4.5.3 皮膜の単位面積当たりの質量を、4.7.3 に規定の要求事項に適合させて処理したロットの 10% に対して、ISO 2106 に従い測定する。表面積を容易に測定できないような寸法や形状である部品の場合には、これと同一熱処理状態で、かつ、同一表面仕上げを施した同一材料から切り取った 3 個の採取試験片について、単位面積当たりの質量を測定する。この採取試験片は、それが代表している部品と一緒に処理する。この採取試験片の大きさは、長さ 75mm×幅 75mm 以上、厚さが 0.6~1.6mm とする。

4.5.4 耐食性は、4.7.5 に示すように、3 個の代表部品又は採取試験パネルについて、ISO 3768 に従って測定する。この試験は、工程管理を確認する目的で毎月 1 回実施する。

4.6 溶液の管理

4.6.1 陽極処理浴 陽極処理浴の組成は、その浴の使用、毎週 1 回以上行う化学分析によって管理する。

4.6.2 封孔処理浴 封孔処理浴は、導電率、pH の値及び化学分析による重クロム酸塩含量について試験する。この試験は毎週又は 3.3.2 を満足する頻度で実施する。

4.7 皮膜の検査及び試験

4.7.1 外観検査 陽極酸化皮膜は、滑らかで、連続した、かつ、密着性のものとする。その皮膜には焼け跡、粉ふき部分、はがれやすい皮膜、並びに接触点以外の場所にある切れ目及びすりきずのような不連続があってはならない。同一ロット中のすべての類似部品は、均一の外観でなければならないが、不適切な処理によって生じたものではないわずかな差異は、合格しているものとみなす。部品には、目に見える有害な損傷又は欠陥があってはならない。

4.7.2 封孔処理の有効性 この特性は、アントラキノン染料の点滴試験（着色剤しみ試験）を行ったとき、皮膜の吸収能力の低下によって測定する。この試験は、封孔処理がされていないか、又は不適切に封孔処理された皮膜が、数滴の着色剤によって容易に永久に着色され、一方、十分に封孔処理された皮膜は、染料をはじくという観察事実に基づいている。陽極処理した試験片の表面を脱脂した後、アントラキノン染料を1質量%含むエタノール又はイソプロピルアルコールの溶液数滴を、試験片の約1cm²の範囲に滴下する。この溶液を5min 放置して作用させる。次に、表面を、流水下で2min 綿布でこすって清浄にする。次に、中性石けん液で洗い、十分にすすいでから乾燥させる。この試験の後で除去不能なしみが残留してはならない。

4.7.3 皮膜の単位面積当たり質量 硫酸による陽極処理部品の皮膜の単位面積当たり質量は、陽極処理された合金に応じて、12.1~24.2g/m² とする。陽極処理及び封孔処理を施した部品の皮膜の単位面積当たり質量は、ISO 2106 に従って測定する。

4.7.4 皮膜の厚さ ISO 2064 で定義されている皮膜の平均厚さは、うず電流法（ISO 2360 参照）によって測定し、陽極処理された合金に応じて、6.0~12.6μm とする。

4.7.5 耐食性 公称組成が、Cu4.5 質量%、Mg1.5 質量%及びMn0.6 質量%の非クラッドアルミニウム合金 [例えば、2024(1)又は同等品] で、面積が200cm²以上の試験パネルをこの規格に従って処理したものは、500hの塩水噴霧（ISO 3768 参照）にさらしても、識別表示から1.5mm 以内の部分及び処理後に残っている電極跡を除き、腐食したはん点又は孔食を示すことなく耐えなければならない。

注(1) 国際協定によって米国アルミニウム協会が管理している国際材料記号。

4.8 承認

4.8.1 皮膜が生成された部品及び試験パネルのサンプルは、量産部品の供給前に、発注者及び必要であれば責任のある品質保証機関によって承認を受けなければならない。ただし、その承認が免除された場合には、その限りでない。

4.8.2 品質管理手順及び試験のすべてについての完全な文書は、発注者の要請があれば利用できるようにしておかなければならない。

4.8.3 加工者は、承認されたサンプル部品に使用したのと同じ製造手順、工程及び検査方法を、量産部品に適用する。発注者の再承認がなければ、この手順から逸脱してはならない。

5. 包装及び引渡し

5.1 包装 陽極処理を施した部品は、出荷及び保管中に、取扱い不良、野ざらし又は何らかの偶発事故による損傷から保護できる方法で包装する。

5.2 引渡し 陽極処理を施した部品は、運送者の受取り及び引渡し地点までの安全輸送を保証するために、産業界で広く行われている適正な標準要領に従って、輸送及び引渡しの準備をする。包装は、輸送方式に適応した運送約款及び規定に適合させる。

航空規格原案作成委員会 構成表

	氏名	所属
(委員長)	松 木 正 勝	日本工業大学
(副委員長)	渡 辺 正	川崎重工業株式会社航空宇宙事業本部
	平 井 敏 文	通商産業省機械情報産業局航空機武器課
	根 岸 喜代春	工業技術院標準部機械規格課
	平 沢 愛 祥	運輸省航空局技術部航空機安全課
	後 藤 忠 司	海上保安庁装備技術部
	中 西 忠 雄	防衛庁装備局調達補給室
	伊 藤 誠 一	科学技術庁航空宇宙技術研究所
	守 田 正 公	社団法人日本航空技術協会
	中 込 常 雄	日本工業標準調査会自動車航空部会規格調整専門委員会
	久木田 実 守	株式会社富士キメラ総研
	塩 田 克 彦	日本航空株式会社技術研究所
	吉 井 正 洋	株式会社日本エアシステム整備本部技術部
	服 部 博	石川島播磨重工業株式会社航空宇宙事業本部
	香 坂 哲 哉	株式会社島津製作所航空機器事業部
	藤 井 洋 三	帝人製機株式会社航空機技術部
	曾 我 章	日本航空電子工業株式会社航機事業部
(主査)	渡 辺 晃	日本飛行機株式会社技術本部
	中 神 雄 三	富士重工業株式会社航空宇宙事業本部
	清 田 紀 男	三菱電機株式会社鎌倉製作所
	廣 田 和 弘	三菱重工業株式会社名古屋航空宇宙システム製作所
	宇田川 知 行	横河電機株式会社航空宇宙特機事業部
	播 磨 克 彦	アエロスペック研究会
(事務局)	磯 部 瑛 二	社団法人日本航空宇宙工業会