ハード・アノダイズについて*

On Hard Anodize.

小沢 敬二, 松原 与次郎**

Keiji OZAWA and Yojiro MATSUBARA.

1. ま え が き

通常のアノダイズをほどこしたアルミニウム合金は、ある程度の耐食性と耐摩耗性のほか、装飾的效果にもすぐれているので航空機産業においても早くから使用されてきたが、第二次大戦を契機とする航空機の高度な発達には、より高度な耐摩耗性と耐食性が要望されその結果ハード・アノダイズが開発された。すなわち 1946~1948 年の間にソ連、ドイツ、イギリスにおいてハード・アノダイズの研究結果が発表され、数年を経て M. H. C. 法、Alumilite 法、Sanford 法などが工業化に成功した。わが国においても航空機生産再開を契機として研究工業化が進められ、近年これらに関する文献、特許が発表され各業界に普及し始めた段階である。

当社は昭和 43 年、小型ヘリコプターの国産化にあたり、回転翼、降着装置などに多数のハード・アノダイズ部品があり、既に生産中の大型ヘリコプターをはじめ将来機への利用などを考え、ほとんどのアルミニウム合金に経済的かつ商品質の皮膜が生成できるイギリスの Hard Aluminum Surface Ltd の W. J. CAMPBELL 氏により開発された Hardas 法を昭和 44 年技術導入し、現在主として航空機部品のハード・アノダイズを行なっている。この Hardas 法を中心としてハード・アノダイズについて述べる。

2. Hardas 法の特徴

Hardas 法は 1952 年イギリスの W. J. CAMPBELL が開発し、特許を取得した方法で、単純電解液(硫酸 10~15%)を用い、複雑な治具を使用しないで、短時間(15分間で 50 μ)に硬くて、ち密な皮膜が得られる。この処理法は高電流密度でも電食(焼け)を起こさずに処理できるのは次の 2 つの特徴による。

特色の 1 つは電解液温度は 0°~2°C の間に保持するために、電解液を高速度で循環し、部品ごとに必要流量を計算し得ることである。これはたんなる層流による循環ではなく、乱流により発生熱を吸収している。また小物部品にはアノード・ロッカーが併用され

第1図 膜厚と処理時間

る。

第2の特色は電食(焼け)を防止するために交流と直流の重畳法が採用されている。交直重畳法の原理、理論はまだ完全に解明されていないが、通常のアノダイズにおいても、より高い耐摩耗性と均一な被膜の生成に効果があると発表されていることを重視して、直流発電機回路に特別なトランスとリアクターを併用している。この方法は、電流効率はすこし劣るが複合電流による影響はほとんどないとされている。

3. 処理条件と皮膜との関係

Hardas 法による処理条件と皮膜の生成、品質への影響について試験結果を述べる。

(1) 処理条件と皮膜生成速度との関係 電解温度を 0°~2°C、電流密度(実効電流) 12~14 A/dm² の範囲で 7074-T6 機を処理した場合の被膜生成速度は第1図に示すように、他の方法に比較し約 1/3 の時間で充分な皮膜が得られ経済的である。

(2) 処理条件と耐摩耗性との関係 (1)と同一処理条件にて生成された皮膜をテーバー摩耗試験機により、WHEEL C.S.-17、荷重 1,000 g で摩耗量を測定した結果を第2図に示す、添加金属特に銅元素の含有量が高い 2,024 材は本法においても他の材料より低い耐摩耗性を示している。

*昭和 48 年 9 月 25 日原稿受理

**川崎重工業株式会社航空機事業部

第2図 摩 耗 量

第1表 塩水噴霧試験

	膜 厚 (μ)	電 流 密 度 (実効電流)	試 験 結 果
2024 T 3	52	12~14 A/dm ²	腐食を認めず
	61		
	76		
6061 T 4	49	12~14 A/dm ²	腐食を認めず
	62		
	81		
7075 T 6	50	12~14 A/dm ²	腐食を認めず
	63		
	79		

(3) 処理条件と耐食性との関係 (1), と同一処理条件にて生成された皮膜について Q. Q.-M. 151 (アメリカ連邦材料試験方法仕様書) にしたがって塩水噴霧試験を行なった結果は第1表に示すように、 50μ 以上の膜厚ならば 500 時間の耐食試験に耐え通常のアノダイズに比較して 2 倍以上の耐食性のあることを示している。

4. 皮膜特性

皮膜構造, 皮膜は本質的には無定形結晶構造の酸化アルミニウムで素地金属に結合している。色彩は材質により差があるが, 一般に灰黒色から暗黒色である。皮膜は処理とともに素材の内部へ溶解成長するため処理後の寸法は膜厚の $1/2$, すなわち 50μ の膜厚の場合は処理前寸法より, 25μ 増加することになる。

膜厚の均一性, 表面状態により差があるが, 通常の機械仕上げ面であれば指定膜厚 0.05 mm の $\pm 10\%$ 以内の精度にすることが可能である。

密着性, 皮膜構造より通常の 90° 度曲げ試験, 機械的方法ではクラックが発生するが剥離することはない。

硬度, 微小硬度計による測定ではピッカース硬度 $400\sim 500$ をしめし, 硬質クロム・メッキ, 表面硬化鋼と同等またはそれ以上の“かたさ”をしめす。なお添加元素が多いほど, やわらかく, 表面層より内部の方がち密で硬度も高い。

機械的性質, 引張り強さ, 伸びは膜厚の増加とともに低下し, 疲労により機械的耐力も減少する, したがって部品にたいしては全面処理でなく, 一般に選択部分処理が行なわれる。

耐食性, 前に述べた試験結果に示すように通常のアノダイズに比較して 2 倍以上の耐食性がある。

耐摩耗性, 本処理法の最大の特長で, 硬度が高いだけでなく, 硬質クロム・メッキや表面硬化鋼以上の耐摩耗性がある。これら硬度の試験にはテーバー摩耗試験機により比較試験が行なわれる。

5. む す び

この方法は最初に航空機用油圧機器に適用されたが当社では回転翼, スワッシュ・プレート摺動部, 降着装置や, 操縦系統のブーリー, ロッドなどに適用し, 大きな成果を得ている。今後ハード・アノダイズ法は航空機部品だけでなく, 一般機械部品, 化学機械部品, 車輛関係などに皮膜特性の認識が深まるとともに応用面はますます拡大されることであろう。