

<技術解説>

알미늄 表面處理工場에서의 成功事例*

朴 祥 浩**

1. 一般的 考察

알미늄은 외관이 미려하고 내식성이 강하고 가공성의 좋으며 표면처리가 잘 될뿐만 아니라 다른 금속에 비해서 비교적 가벼운 금속이라는 이유로 건축의 내장외장에 가장 많이 사용되는 이상적인 금속이다. 물론 기타 용도로는 창문, 도아, 카텐월, 스판드렐, 기둥카바 등으로 사용되는 금속이다.

내식성을 향상시키고 본래의 외관을 유지시키기 위하여 건축용 알미늄 부재는 거의 陽極酸化皮膜이라는 표면처리를 하여 사용하고 있다.

균일한 외관을 나타내기 위하여는 개개의 알미늄 부재는 같은 색상을 나타내야 하는 것이다. 이러한 균일한 색상을 얻기 위하여 모든 표면처리 공정의 조건을 일정하게 조절하지 않으면 안된다.

다음에 열거하는 모든 공정은 여러가지 표면처리 중 백색유산화피막의 공정들에 관한 것이다. 이 공정은 건축용 백색피막에 적당한 1100, 3003, 5005, 5052, 6061 6063, 6463 合金의 押出品에 적용된다.

알미늄을 적당한 산성 전해액의 전기분해조에서 양극산화되면 알미늄의 표면은 硬하고 내식성이 좋은 산화피막을 형성한다. 이 산화피막은 다공질 피막으로서 Ni 이나 Co 무기염으로 봉공처리하면 산화피막은 내식성이 증가한다. 다음에 건축용 알미늄샷슈의 산화피막 형성과정을 설명하고자 한다.

1. 기계적표면 가공

양극산화피막前 흔히 기계적으로 표면가공을 하는데 용도에 따라 다르겠지만 buffing을 하여 dic 라인을 없앤다든지 sand blast나 shot blast를 하며 본래의 가공면을 없애는 작업을 말한다.

그외 Hain line, Satin finish 등도 이에 속한다.

* 국립공업시험원 표면처리기술 세미나 특집

** 일진금속공업주식회사 상무이사

2. 걸 이(Racking)

이제까지 알려진 재료로써 건축용 샷슈의 양극피막 작업에 가장 적당하다고 하는 재료는 합금 6061, 6063 6351을 열처리해서 사용한 것이다. 합금 2024도 전기전도가 약간 부족하지만 널리 사용된다.

또 랙크는 충분한 cross section을 가지지 않으면 정상적인 작업의 전류밀도에서도 열을 받는 수가 있으나 단면적이 넓어야 된다.

랙크부분은 음극과 양극사이를 가로막아서는 안된다 음극과 양극사이를 차단하면 그 부분은 피막이 얇게 형성된다.

랙크와 제품의 전기적 접촉을 좋게 하기 위해서는 항상 bolt를 사용하여 견고히 접촉시켜야 한다. 스프링 접촉은 삼가는 것이 좋다. 스프링은 전기적 접촉이 충분할만큼 가압이 되지 않으며 가압이 부족하면 두꺼운 피막이 형성되지 않는다.

한개 볼트의 접촉은 제품의 산화될 면적 중 10ft²을 감당할 수 있다.

Ti 랙크는 될수 있으면 피하는 것이 좋다. 이유는 전기전도도가 약하고 국부가열이나 위치가 어긋날 가능성이 있기 때문이다.

3. 탈 지

알미늄의 표면처리나 금속의 표면처리전 반드시 전 처리로써 탈지를 하지 않으면 안된다. 탈지의 종류는 알미늄 표면에 묻어 있는 불순물이 무엇이나에 따라서 다르다. 여기에는 세종류가 있는데

첫째 유기물질

둘째 물리적인 불순물 그리고 산화막 등이다.

유기물은 기름이나 구리스 등 가공작업중에 묻은 기름들이다.

물리적 불순물은 금속조각이나 모래, 흙, 먼지 등일 수 있다. 酸化膜은 대기중에서 생기는 알미늄과 공기

의 접촉으로 생기는 자연산화막이다.

더우기 압연, 압출, 열처리 등 고온가공중에 생기는 산화막은 두꺼운 막이 생긴다. 이들 산화막은 탈지후에 에칭이나 광택처리등에 의해서 처리된다.

과도한 유기 불순물은 유기용제로 씻어내야 한다. 일반적으로 사용되는 용제는 트라이크로르에칠렌 혹은 Perchlorethylene 등이다. 이들은 비누화된 안되건간에 매우 효과적이다.

탈지제는 신속하고 균일하게 적용되어야 한다. 또 불순물이 잘 제거되어야 하며 수세시 장력이 없어야 한다.

규소염분 억제알카리성탈지제가 오래 사용할 수 있고 효과가 크다. 그러나 그것은 다음 공정에서 酸洗를 꼭 해야 규산화막을 제거시킬수 있을 것이다. 故로 이때는 유기물제제가 함유된 무규산염탈지제의 새액을만 들어 사용하면 된다.

이미 조제된 외국산 탈지제를 예들들면 다음과 같은 것들이 있다.

Diversey	909
Oakite	61A
Oakite	NST
Turco	4215
Wyandotte Altrex	

4. 水 洗

水洗은 제품의 표면에 묻어 있는 약품을 다음 탱크에 오염이 되지 않게끔 하는 작업이다. 앞공정의 약품 종류에 따라서 水洗量을 조절해야 한다.

또 반드시 새로운 물이 흘러들어 오고 고여 있던 물이 흘러 넘쳐서 오물을 흘러버리게끔 탱크를 만들어야 한다. 또 다음 탱크의 오염도를 줄이기 위하여 제품이 수세탱크에서 나올때 제품의 양면을 물로 뿌려주는 것도 효과적이다.

이 작업은 pH 조정이 예민한 sealing 작업직전에 행하는 것이 매우 중요한 역할을 한다. sealing 전 수세 이외는 대부분의 수세는 상수도 물을 사용해도 좋다. 그러나 sealing 전 수세는 순수한 물을 사용하는 것이 좋다.

물을 절약을 해야 할 필요가 있을 때에는 셀링전의 수세물을 양극산화공정전의 수세탱크에 흘러들여 보낼 수도 있다. 연속수세를 요할 때도 마찬가지로의 방법을 채용하면 된다.

5. Etching

에칭을 하는 목적은

- ① 열처리나 용접연에 의해서 발생하는 두꺼운 산화막을 제거하기 위해서
- ② 제품표면에 깊이 박힌 오염물을 제거하기 위해서
- ③ 작은 결함이나 수송도중에 제품의 마찰에 의해서 생기는 흠을 제거하기 위해서
- ④ lot끼리의 곱같은 외관을 얻기 위하여
- ⑤ 표면, 광택을 줄이기 위해서 하는데 있다.

일반적으로 1 mil (23μ) 정도 깊이의 etching을 하는 것이 가장 이상적이다.

너무 심하게 에칭하면 에칭액의 소모가 많고 알미늄 함량이 높아지며 내부의 입자조직이 노출되어 먼것번 작업분과 표면 색상이 달라진다.

특히 clad 제품에서는 과잉 에칭을 피해야 한다. 알미늄의 에칭제로써 대표적인 것은 가성소다 이다. 요즈음은 많은 조제품이 있는데 상당히 우수한 것이 많다. 이 조제품은 거품을 일으켜 냄새를 덜나게 한다든지 빠른 건조성을 방지한다든지 딱딱한 산화알미늄케익의형성을 방지하는 첨가제가 들어있다. 이러한 약품을 사용할 때는 작업조건을 잘 알고 사용하지 않으면 안 된다.

“코스틱 번” 혹은 불균일한 에칭은 제품이 탱크에서 나올때 불규칙한 액의 흐름이나 전 공정인 탈지공정에서 탈지가 잘 안되었을 때 또는 탱크에서 나오는 속도가 너무 느릴때 표면에 약이 말라붙는 현상이다. 이것을 방지하기 위하여 에칭 탱크에서 제품이 나올 때 제품의 양면을 미세한 분무를 해주면 많이 개선된다.

액의 조성은

Sodium Hydroxide	5%
Sodium Silconate	0.15%
Aluminum	0.5~2.5%
가 이상적이다. 또 조제된 에칭재료는	
Chem-Rite ALE	160
Diversey Aluminux	
Oakite	160
Tuno Aluminetuh #2	

등이 있다.

그외의 이와 유사한 조성을 가진 약품이면 사용해도 좋고 요즈음 국내에서도 좋은 제품이 많이 나오고 있다.

6. Desmutting

가성소다로서 알미늄을 에칭하면 알미늄성분은 용액에 녹지만 어떤 합금 원소들은 용해되지 않는다. 그

래서 이들 불용성 원소들은 제품의 표면에 부착되어 있다. 이것을 smut 라고 하는데 어떤것은 불규칙하게 또는 여러가지 색상을 나타내고 있는 것도 있다. 대부분이 애틡후 검은색을 나타내는 것이 많다. 어떤 것은 유산 용액에서 제거되는 것도 있으나 양극산화과 경에서 용해되는 것은 바람직하지 못하다. 그래서 이것을 다른 탱크에서 제거하지 않으면 안된다.

가장 좋은 것은 질산용액으로써, 용적비로 초산 50% 물 50%로 혼합하여 보통 상온에서 작업하는 것이 가장 이상적이다. 이 용액은 페수처리가 문제가 되지 유의하지 않으면 안된다.

조제된 약품으로는

Diversey	514
Turco Smut-Go	
Oakite	34

등이 있다.

7. 陽極 酸化 皮膜

흔히 건축용 자재로서 알미늄을 사용할 때 그 표면의 산화피막 두께는 9 μ 과 18 μ , 이상 두종류로 구분해서 사용하는데 보수를 요하는 부분은 9 μ 정도로 하고 보수를 요하지 않는 부분은 18 μ 정도 두껍게하여 사용된다.

양극 산화피막은 유산을 15%정도(중량비) 물과 혼합하여 사용하고 있다. 이 때 작업의 변수로써는 전류밀도, 작업시간, 작업온도, 전해액 중의 알미늄이온, 농도, 유산의 농도 등을 들 수 있고 이 작업조건외의 것이 매우 좁아 철저한 관리가 필요하다. 일정한 전류밀도로 계속 작업하면 산화피막의 두께도 균일하게 생산된다. 정전류로 계속 작업하면 산화피막의 두께가 증가함과 동시에 전압은 서서 증가하게 된다. 일정한 전압을 계속 유지하면서 작업을 할 수도 있다.

또 Ampere-hour 메타를 사용하여 똑같은 제품을 계속 작업할 때는 똑같은 Ampere-hour로 고정시켜 놓고 계속 작업할 수도 있다.

정전압 정전류를 흘려 양극 산화를 한다 하더라도 재료의 합금성분이 다르면 산화피막의 두께는 일정하지 못하다. 그것은 어떤 합금은 전류를 빨리 흐르게하고 어떤 합금은 전류의 흐름이 느리기 때문에 같은 양이라도 다른 두께가 되는 것이다.

제품을 통전한 뒤 전류를 너무 급격히 상승하면 표면에 이상한 현상이 나타나고 피막이 고르지 못하다. 고로 0에서 출발하여 소요전류까지 상승시키는 데는 천천히 전류를 상승시켜야 한다.

전해액의 온도도 매우 중요한 변수로써 가장 이상적인 것은 $\pm 2^{\circ}\text{F}$ 의 범위 내에서 작업하는 것이 좋다. 또 전해액을 교반하지 않으면 국부가열이 되어 전해액의 온도가 일정치 못하다.

교반 방법도 여러가지가 있겠으나 공기교반이 좋다. 이 때에 공급되는 공기는 반드시 여과하여야 한다. 양극 산화시의 전해액이나 sealing 액 위에 기름이 떠 있으면 매우 해로우니 기름은 절대 제거해야 한다.

전해공정에서 어느 정도의 알미늄은 전해액에 녹아 들어간다. 만일 전해액 중 알미늄 함량이 증가하고 산도가 떨어지면 소요전류밀도를 유지시키는데는 아주 높은 전압이 요구된다.

대체적으로 이상적인 작업 범위의 농도는

유기황산농도	150~165g/l
알미늄이온농도	20g/l 이내

를 유지하지 않으면 안된다.

8. Sealing(封孔處理)

산화피막된 제품이 수명이 얼마나 오래가느냐 하는 것은 거의 sealing의 효과에 있다고 해도 과언이 아니다. sealing이 잘 되었을 때 sealing은 알미늄의 산화피막을 다공질피막에서 다공성이 없는 피막으로 바꾸는 역할을 한다. 다공성이 없는 피막이 화학적으로 쉽게 반응하지 않고 내식성이 더 우수하다. 염료나 페도 쉽게 흡수되지 않는다.

적당한 sealing은 액의 pH 범위가 5.5~6.5 사이에서 이루어지는 것이 매우 이상적이다.

셀링액의 온도는 90°C 이상이나 비등상태에서 행하는 것이 좋다. Ni이나 Co 셀링이 좋다. 사용되는 물은 순수한 물이 증류수를 사용해야 한다.

알카리 금속이온 경우가 되는 성분, 규산염, 인산염, 염소이온등은 sealing을 억제한다. 총 알카리도나 알카리토금속 이온농도가 50ppm이면 액전체를 갈아 주어야 한다.

9. 후 처리

대부분의 건축용 자재로 사용되는 알미늄은 양극산화 처리후에 투명 아크릴락카 코팅을 해서 사용한다. 이것은 알미늄 제품을 시공시 알카리성의 물질이 오염되는 것을 방지하기 위함인데 광택락카를 칠하면 판종류는 어렵게 보인다. 광택 락카를 사용할려면 공급자의 지시에 잘 따라야 한다.

10. 분석 방법

① Caustic Etching용액

작업범위

Na OH	5% ±0.5%
Al ⁺⁺⁺	5~25g/

분석방법

250ml 들이 후라스코에 용액 10ml 를 피펫으로 옮겨 넣는다. 여기에 50ml 의 물을 가한다. 그리고 표준 1N 유산으로 용액이 부영계 될 때까지 적정한다. 혹은 단일 알미늄이 없으면 페놀프타렌 엔드 포인트까지 적정한다. 이 때 소요된 유산량을 읽는다.

$$\text{ml H}_2\text{SO}_4 \times 40 = \text{g/l 유리 NaOH}$$

다음 페놀프타렌 지시약 몇방울을 위의 용액에 넣고 붉은 색이 없어질 때까지 계속 유산으로 적정한다. 이 때 소요된 유산을 읽는다.

$$\text{ml 첨가된 유산량} \times 2.7 = \text{g/l 알미늄이온}$$

② 유산 전해액

작업 범위

유산농도	150~165g/l
Al 이온농도	0~20g/l

유산농도 분석

250ml 들이 후라스코에 10ml 용액을 넣고 물 50ml 를 가한다. 메칠오렌지 2 방울을 가하고 오렌지색이 될 때까지 1N 가성소다액으로 적정한다.

$$(\text{ml 가성소다}) \times 4.9 = \text{g/l of H}_2\text{SO}_4$$

알미늄이온농도 분석

위의 용액에 페놀프타렌 두방울을 넣고 뚜렷한 핑크 색이 될 때까지 1N 가성소다액으로 계속 적정한다. 첨가된 가성소다액 ml $\times 0.9 =$ 알미늄이온농도 g/l

표준시약 준비

① 메칠오렌지 지시약

메칠 오렌지 1g을 Ammonium hydroxide 용액에 가장 적은 량으로 용해시키고 물로써 1l 가 될때까지 희석 시킨다. pH 범위 3.1 (적색)에서 4.4

오렌지색

② 페놀프타렌 지시약

페놀프타렌 0.1g을 변성알콜 75ml에 녹이고 물 100 ml로써까지 희석시킨다.

pH 범위 8.2 (무색)에서 9.8(적색)