



06

항공기 세척과 부식 방지처리

Aircraft Cleaning and Corrosion Control

- | | |
|----------------------|----------------------------|
| 6.1 부식 방지 | 6.13 부식의 한계 |
| 6.2 부식의 유형 | 6.14 부식 방지에 사용되는
재료와 절차 |
| 6.3 부식 발생 요인 | 6.15 화학적 처리 |
| 6.4 부식의 예방관리 | 6.16 부식방지 도색 작업 |
| 6.5 점검 | 6.17 항공기 세척 |
| 6.6 부식 발생이 쉬운 부분 | 6.18 동력장치 세척 |
| 6.7 부식 제거 | 6.19 솔벤트 클리너 |
| 6.8 철금속의 부식 | 6.20 이멀전 클리너 |
| 6.9 알루미늄과 그 합금의 부식 | 6.21 비누와 세정제 클리너 |
| 6.10 마그네슘 합금의 부식 | 6.22 기계적 세척제 |
| 6.11 티타늄과 그 합금의 부식처리 | 6.23 화학 세척제 |
| 6.12 이종금속간의 접촉 방지 | |

6.1 부식 방지(Corrosion Control)

대부분의 항공기 구조물(structure)은 금속(metal)으로 만들어져 있으며 이들 구조물에 발생하는 부식(corrosion)은 심각한 손상을 주며 쉽게 보아 넘겨서는 안 될 중요한 결함 중의 하나이다. 금속이 제조되는 순간부터, 금속을 둘러싼 환경의 유해한 영향으로부터 보호되어야 한다. 보호하는 방법으로는 내식성합금을 만들거나 금속 또는 화성피막을 입히는 방법 등이 적용된다. 항공기를 사용하는 동안에, 점성의 윤활제와 방습제 등 예방하기 위한 보호제사용 방법을 적용하기도 한다.

1차 구조부재에 복합재료가 사용된 항공기 기체라 하더라도 부식 방지에 소홀히 해서는 안 되며 복합재료 부분은 부식 발생가능성이 없지만 함께 장착된

구성품들을 주의 깊게 살펴보아야 한다.

금속의 성질을 악화시키는 금속부식은 화학침식 또는 전기화학침식으로 구분할 수 있으며, 손상의 형태는 표면에서뿐만 아니라 내부 깊숙한 곳까지 손상을 일으킬 수 있다. 마치 나무가 썩음으로 인해 매끄러운 표면을 변화시키고, 내부를 약하게 하거나, 구조적인 느슨함을 초래한다.

그림 6-1에서 보여준 것과 같이, 물 또는 염분을 함유한 수증기, 바다를 포함하거나 공장지대의 매연에 노출된 비행 환경 등은 항공기에 발생하는 부식의 주요 원인 중 하나이다.

만약 부식방지절차를 수행하지 않고 방치해 둔다면, 부식은 항공기의 구조 파괴의 원인으로 작용할 수 있다. 부식의 양상은 금속의 종류에 따라 차이가 있다. 알루미늄합금과 마그네슘의 표면에서는 움푹



[그림 6-1] Seaplane operations

땀(Pitting), 표면의 긁힘(Etching) 형태로 나타나고 가끔 회색 또는 흰색 가루모양의 파우더 형태의 부착물로 나타난다. 구리와 구리합금 재료는 녹색을 띤 피막 형태로 나타나며, 철 금속에서는 보통 녹처럼 보이는 불그스레한 부식의 형태로 나타난다. 부식의 형태가 나타는 부분의 부착물들을 제거하면 움푹 패인 표면을 확인할 수 있는데 그 부식의 흔적은 구성품의 취약한 부분으로 남아 있으며 결국 파단의 형태로 진전될 수 있다.

6.1.1 부식의 형태(Types of Corrosion)

부식의 일반적인 분류의 형태는 두 가지로서 직접 화학침식과 전기화학침식으로 구분할 수 있다. 이들 두 가지 형태의 부식에 있어서 금속은 산화물, 수산화물 또는 황산염과 같은 금속화합물로 화학적 성질의 변화를 가져오며 부식 과정은 항상 두 가지 변화를 수반한다.

6.1.1.1 직접화학침식(Direct Chemical Attack)

그림 6-2에서 보여준 것과 같이, 직접화학침식 또는 순수한 화학적 부식은 가성의 액체 또는 가스의 성분에 가공되지 않은 금속의 직접 노출로부터 초래되는 형태이다. 전기화학침식과는 달리, 직접화학침식에서의 변화는 동일한 지점에서 동시에 일어나는 것이다. 항공기에서 직접화학침식의 원인이 되는 대부분의 일반적인 부식원인 물질은 엿질러진 배터리 용액, 부적당한 세척, 용접, 땀질 또는 납땀 접합부에 존재하는 잔여 용제 그리고 고여 있는 가성의 세척용액 등이다.

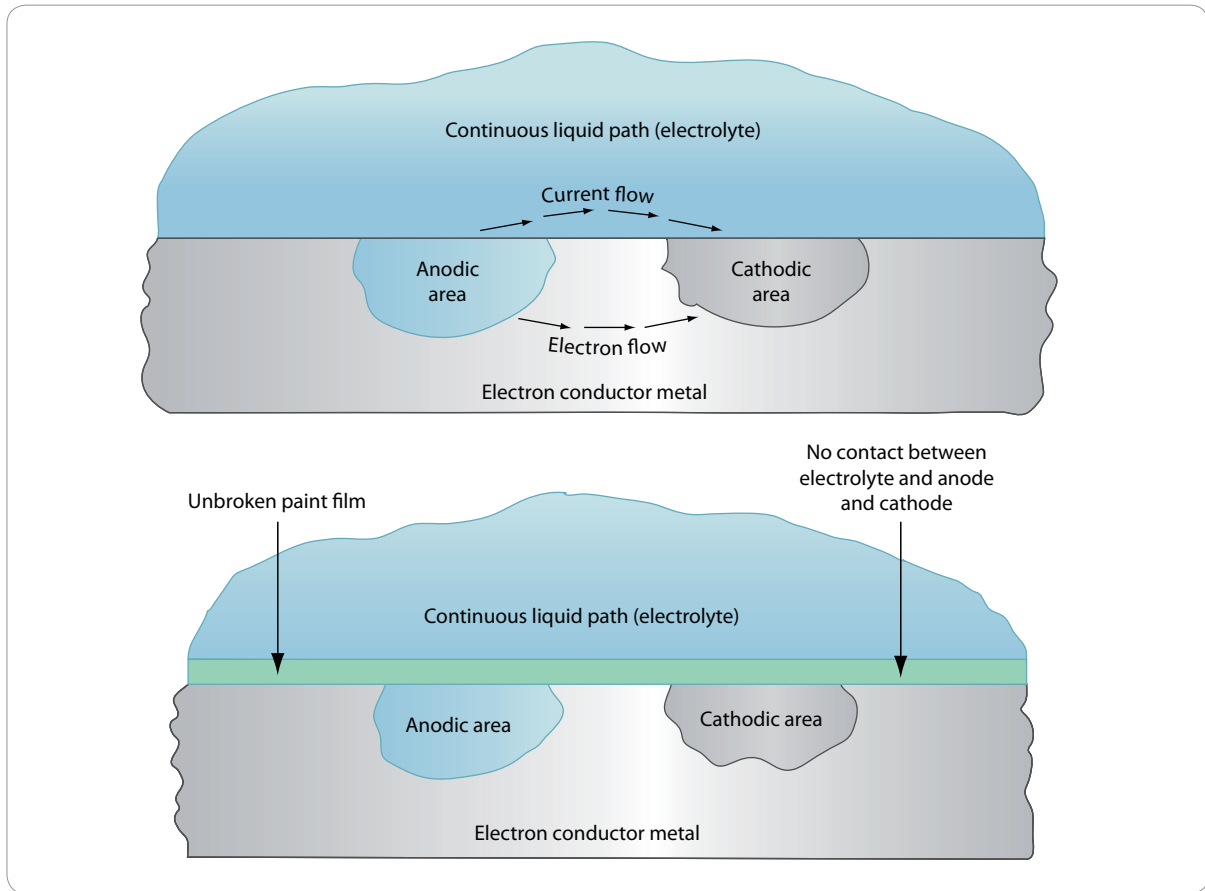
용접, 땀질 또는 납땀에 사용되는 수많은 종류의



[그림 6-2] Direct chemical attack in a battery compartment

용제는 부식성이고, 그리고 그들은 사용되는 금속 또는 합금을 화학적으로 침식시킨다. 그러므로 이러한 접합 작업 후 곧바로 금속표면으로부터 잔여의 점착물을 제거하는 것은 대단히 중요하다. 잔여 점착물들은 성질상 흡습성을 가지고 있으며 이러한 흡수성은 습기를 흡수하고, 주의 깊게 관리 되지 않으면 침식 등 부식의 원인이 되기 쉽다.

농축된 형태의 부식성 세척용액은 반드시 마개를 하고 가능한 항공기로부터 멀리 보관하여야 한다. 부식 제거에 사용되는 일부 세척용액은 그들 자체가 잠재적으로 부식성의 물질이기 때문에 항공기에 사용된 후 완전하게 제거될 수 있도록 주의 깊은 관리가 필요하며 세척제의 선택 시 부식의 위험성이 낮은 용제를 선택하여 사용하도록 한다.



[그림 6-3] Electrochemical attack

6.1.1.2 전기화학침식(Electrochemical Attack)

전기화학침식은 전기도금, 양극산화처리 또는 드라이셀 배터리(Dry-cell Battery)에서 일어나는 전해반응에 의한 화학적 변화로 설명된다. 화학적 변화는 전기의 작은 전류를 전도하는 능력이 있는 매개물질, 즉 보통 물을 필요로 한다. 그림 6-3과 같이, 금속이 부식성의 용제와 접촉될 때 전자(Electron)가 흐르게 되며 액체 또는 가스 형태로 연결될 때, 금속 산화의 침식 형태로 부식이 나타나며 소금물과 같은 형태로 전도성이 강한 물질과 연결되면 부식이 빠른 형태로 진행된다.

모든 금속과 합금은 전기적으로 활동적이며 주어진 화학적인 환경에서 특정한 전기적 전도성을 갖고 있다. 표 6-1에서 보여준 것과 같이, 이런 전위는 일반적인 금속의 특성이며 전도성이 높은 금속은 더욱 쉽게 부식될 수 있다. 항공기 구조물에 사용을 위해 선택한 금속은 강도, 무게, 내식성, 가동성 등을 구조적인 특성과 비용 측면에서 균형점을 찾아 선택하게 된다.

또한 합금에서 성분은 일반적으로 서로 다른 특정한 전기의 전도성을 갖는다. 전도성의 물질이 합금 표면에 노출될 경우 표면접촉에 의한 부식 가능 조

[표 6-1] The galvanic series of metals and alloys

+ Corroded End (anodic, or least noble)
Magnesium Magnesium alloy Zinc
Aluminum (1100) Cadmium Aluminum 2024-T4 Steel or Iron Cast Iron Chromium-Iron (active) Ni-Resist Cast Iron
Type 304 Stainless steel (active) Type 316 Stainless steel (active)
Lead-Tin solder Lead Tin
Nickel (active) Inconel nickel-chromium alloy (active) Hastelloy Alloy C (active)
Brass Copper Bronze Copper-nickel alloy Monel nickel-copper alloy
Silver Solder Nickel (passive) Inconel nickel-chromium alloy (passive)
Chromium-Iron (passive) Type 304 Stainless steel (passive) Type 316 Stainless steel (passive) Hastelloy Alloy C (passive)
Silver Titanium Graphite Gold Platinum
- Protected End (cathodic, or most noble)

건을 성립하는 양극과 음극이 구성되고, 적절한 조건이 지속되고 이종금속 간 전기전도성의 차이가 크면 클수록, 전기화학적 침식에 의한 부식의 위험성은 더 커질 것이다.

이들의 부식 반응에 대한 조건은 서로 다른 전위를 갖는 전도성의 액체와 금속의 존재이다. 만약 정기적인 세척, 표면 재가공에 의해, 전도성 매질을 제거

하여 전기회로 구성을 제거한다면 전기화학적 부식은 일어날 수 없으며 항공기 구조물과 부품의 연결 부위에 발생하는 부식 형태의 효과적인 방지 원칙이 될 것이다.

6.2 부식의 유형(Forms of Corrosion)

부식은 그 금속의 종류, 크기, 모양, 대기조건과 부식을 유발하는 원인물질의 존재 여부에 따라서 다양한 형태로 나타나며, 이 장에서는 기체구조에서 찾아볼 수 있는 가장 일반적인 형태의 부식을 살펴 보도록 한다.

6.2.1 표면부식(Surface Corrosion)

그림 6-4에서 보여준 것과 같이, 표면부식은 직접 화학침식 또는 전기화학침식에 의해서 형성되며 가루모양의 부식 생성물로 확인 가능하고, 표면의 거칠어짐(Roughening), 굽힘, 패임 등의 형태로 나타난다. 하지만 때로는 표면의 코팅 부분 아래쪽에서 발생하기도 하며 거칠어짐이나 가루모양의 형태로 확인하기 어렵기도 하다.

그림 6-5에서 보여준 것과 같이, 필리폼 부식(Filiform corrosion)은 페인트 작업 전 화학적 처리가 부적절하게 행하여졌을 때 발생하며 페인트 아래에 연속된 작은 벌레의 형태로 나타난다.

6.2.2 이종 금속 간 부식(Dissimilar Metal Corrosion)

그림 6-6에서 보여준 것과 같이, 광범위하게 표면



[그림 6-4] Surface corrosion



[그림 6-5] Filiform corrosion

이 떨어져나가는 손상은 전도체가 이종금속들 사이에 접촉하여 부식을 진행시킨다. 전식작용(Galvanic

action)은 서로 다른 성질의 금속 표면 사이에 절연이 파괴되었거나 빠뜨려진 곳에 접촉이 일어나 발생



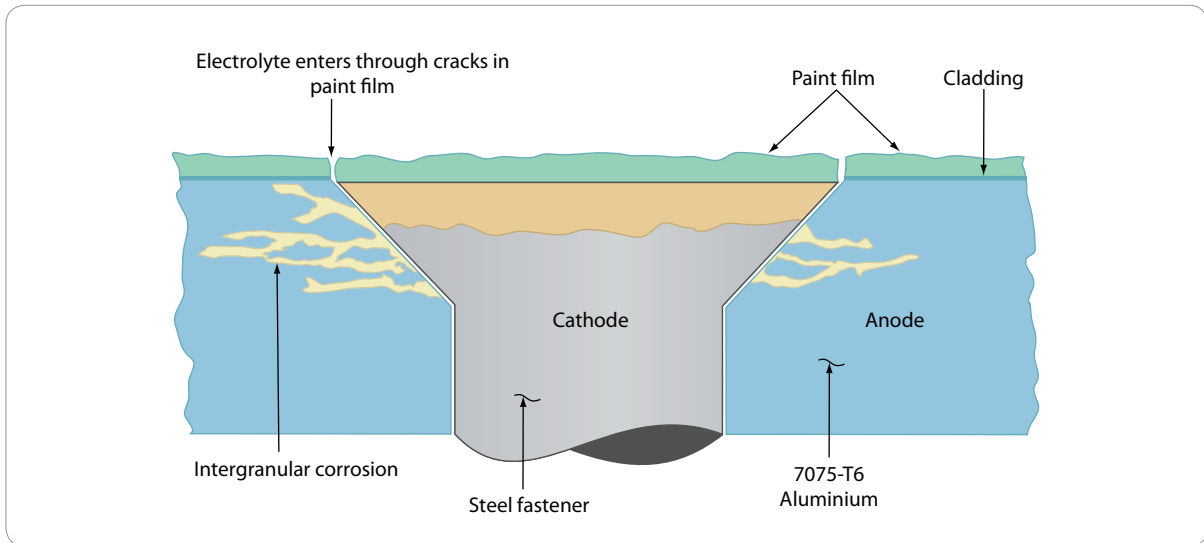
[그림 6-6] Dissimilar metal corrosion

한다. 전기화학침식은 경험에서 알 수 있듯이 보이지 않는 곳에서 발생하는 경우가 많아 상당한 위험을 초래한다. 이러한 위험을 찾아내는 방법은 정기적인 분해 검사 방법이 효과적이다. 또한 기계적인 접촉에 의한 금속의 표면 손상이나 오염 또한 이종금속 부식을 유발하는 원인이 되기도 한다. 알루미늄 또는 마그네슘 구조부재는 철재 브러쉬 또는 세척 용품의 부적절한 사용으로 인해 작업자들에 의해 만들어지기도 한다. 이러한 오류를 예방하기 위해서는 금속 가공에 한 번 사용한 소모자재의 사용은 재사용을 주의 깊게 선택하여야 한다.

6.2.3 입자 간 부식(Intergranular Corrosion)

입자 간 부식은 합금의 결정경계(Grain boundary)로 침식이 발생되며, 보통은 합금구조물성분의 불균

일성이 그 원인이다. 그림 6-7과 같이, 알루미늄합금과 일부 스테인리스강의 조합은 이런 형태의 전기화학침식으로 인한 부식에 특히 민감하다. 균일성의 결여는 재료의 제조과정 동안에 가열, 냉각 작업 시에 합금에서 일어나는 변화에 기인하는 것이다. 입자 간 부식은 보통 다른 부식처럼 눈에 띄는 표면의 흔적 없이 존재하게 된다. 그림 6-8과 같이, 심각한 입자 간 부식은 때때로 금속의 표면을 들뜨게 하는데 이것은 부식 부산물이 형성될 때 발생하는 압력에 의해 일어나는데 결정경계가 얇은 조각으로 갈라짐으로 인하여 표면에서 금속 조각들이 들뜰거나 떨어져 나간다. 입자 간 부식은 부식 발생 초기 단계에서 검출해 내기가 어렵다. 스파(Spar)와 같은 압출 성형된 부재들은 이러한 입자 간 부식에 취약하다. 초음파 검사와 와전류탐상법은 입자 간 부식을 검출해 내는데 효과적이다.



[그림 6-7] Inter-granular corrosion of 7075-T6 aluminum adjacent to steel fastener



[그림 6-8] Exfoliation

6.2.4 응력 부식(Stress Corrosion)

응력부식은 지속적인 인장응력이 집중되고 부식 발생이 높은 환경이 공존하면서 발생한다. 응력 부식 균열은 대부분 금속 재료의 구성품에서 찾아볼

수 있지만, 특히 알루미늄, 구리, 스테인리스강 그리고 240,000[psi] 이상의 고강도 합금강에서 많이 발생한다. 응력 부식은 보통 냉간가공 과정을 따라 일어나며 입자내부 또는 입자 간에 발생한다. 힘으로 끼워 넣는 부싱(Bushing), 벨 크랭크(Bell-

crank), 구리스 피팅(Grease Fitting), 착륙장치 쇼크스트러트(shock strut), 클레비스핀(clevis pin), 접합부분(joint)과 비 너트(Tubing B-nut)는 응력 부식 균열에 쉽게 노출된다.

6.2.5 마찰 부식(Fretting Corrosion)

마찰부식(fretting corrosion)은 두 금속 간의 접합면에서 미세한 부딪힘이 지속 되는 상대운동에 의하여 발생하며 부식성의 침식에 의해 손상되는 형태로 나타난다. 마찰 부식은 표면의 점식(pitting)과 가늘게 찢어진 파편이 발생하는 특징을 가지고 있다. 그림 6-9와 같이, 2개 표면의 상대운동은 제한된 영역에서 마멸이 발생하며 수분의 침투는 마찰 부식의 진행을 빠르게 한다. 베어링의 접촉면과 같이 접촉면이 작고 날카로운 형태인 경우 깊은 홈 또는 압축력에 의해 움푹 들어간 형태로 닳아 해지게

되며 마찰 부식의 형태가 나타난다.

6.3 부식 발생 요인(Factors Affecting Corrosion)

다양한 요인들이 금속부식의 종류, 속도, 원인 그리고 심각성에 영향을 준다. 이 요인의 일부는 제어가 가능하고 일부는 제어가 불가능하다.

6.3.1 기후조건(Climate)

항공기 정비가 이루어지는 환경 조건은 부식 특성과 깊은 관련이 있으며 부식 형성에 크게 영향을 준다. 바닷물과 염기에 노출된 해양환경의 다습한 공기는 건조한 지역의 기후 조건보다 거의 모든 부분에서 부식위험에 노출되어 있으며 항공기에 유해하다. 그뿐만 아니라 온도 조건도 전기화학침식의 속



[그림 6-9] Fretting corrosion



도와 직접적인 관련이 있기 때문에 중요하다.

6.3.2 오염 물질(Foreign Material)

부식이 시작되는 침식과 부식의 확대에 영향을 미치는 요소의 대표적인 것은 오염물질로서 정비 절차에 의해 충분히 제어할 수 있는 요인이다. 외부 오염 물질은 다음과 같은 물질들이 포함된다.

- ① 흡과 대기 먼지
- ② 오일, 그리스 그리고 동력장치 부산물
- ③ 소금물 그리고 염분 습기의 응축
- ④ 엇질러진 배터리 용액 그리고 세척액
- ⑤ 용접, 땀질 용재 찌꺼기

항공기가 깨끗하게 유지되는 것은 매우 중요하며 얼마나 자주 또 얼마만한 범위로 항공기를 세척할지는 항공기의 운항조건, 환경과 깊은 관계가 있다.

6.4 부식의 예방관리(Preventive Maintenance)

항공기의 내식성을 개선하기 위해 많은 방법들이 적용되는데, 재료의 개선, 표면처리, 절연, 그리고 마감처리 등이 포함된다. 이러한 방법들을 통해 구조부재의 신뢰성을 높이는 것뿐만 아니라 항공기 정비비의 경감을 목표로 한다. 이러한 개선활동에도 불구하고, 부식과 부식의 관리는 지속적인 예방정비를 필요로 하는 피할 수 없는 과제이다. 이러한 부식의 예방 관리 절차에 활용되는 화학제품에 관한 정보는 물질안전보건자료(MSDS, material safety

data sheet)를 참고하여야 한다.

부식방지는 다음의 기능들을 포함한다.

- (1) 적합한 세척
- (2) 철저한 주기적인 윤활
- (3) 부식과 파손에 대한 정밀한 검사
- (4) 부식의 신속한 처리와 손상된 페인트(Paint) 부분의 터치업(touchup)
- (5) 항공기 하부에 장착된 드레인 홀(Drain Hole)의 유지
- (6) 연료 탱크의 Sump Drain
- (7) 오염원에 노출된 취약 부분의 클리닝(wipe)
- (8) 수분 침투 예방을 위한 항공기 Sealing 상태 유지와 적절한 환기 유지
- (9) 주기된(parked) 항공기에 보호용 Cover의 최대한의 사용

장기 저장 상태에 들어간 항공기의 경우 오랫동안 부식 예방 절차를 수행하지 않으면 항공기를 비행 가능한 상태로 환원하기는 어려울 것이다. 이처럼 정기적으로 부식 발생 취약 부분은 일상점검의 형태를 적용하여 주기적인 부식 방지 절차의 수행이 요구된다.

6.5 점검(Inspection)

부식에 대한 검사는 일상적인 업무로 지속적으로 수행되어야 하는 업무로서, 부식이 발견되면 심각한 문제로 인식하여야 하고, 지속적인 관리가 이루어지지 않으면 복구하는 데 더 많은 비용이 투입되어야

하는 문제로 확대될 수 있다. 부식 발생을 예방하기 위한 절차는 항공기 기체와 엔진을 포함하며 보통 Zonal Inspection으로 운영된다.

6.6 부식 발생이 쉬운 부분 (Corrosion Prone Areas)

민간항공기의 주방(Gelly), 화장실(Lavatory), 화물실(Cargo compartment) 그리고 군용항공기의 로켓, 기관포, 미사일 발사대 근접 부분 등을 포함하는 대부분의 항공기에서 부식이 발생하기 쉬운 부분에 대하여 정비 교범을 참고하여 항공기 형식별 특성을 포함하여 관리하여야 한다.

6.6.1 배기구 부분(Exhaust Trail Areas)

그림 6-10과 같이 제트엔진이나 왕복엔진 모두 배기구 부분은 부식에 취약한 부분이며 배기가스 축적물로 인한 강한 부식 위험에 노출되어 있다. Gap, Seam, Hinge, Exhaust Pipe 또는 Nozzle 등이 포



[그림 6-10] Exhaust nozzle area

함되며 부식을 예방하기 위한 관심을 가져야 할 부분이다. 이러한 부분들은 구석구석 세밀한 점검을 위해서 점검창을 분리 한 후 점검하여야 정확한 점검이 이루어질 수 있다. 배기구로부터 떨어져 있는 꼬리 쪽 동체 부분에 쌓인 배기가스 축적물들은 점검절차에서 제외되기 쉬우나 부식은 서서히 진행되어 큰 결함으로 나타날 수 있다는 사실을 기억하고 점검을 소홀하게 하지 않아야 한다.

6.6.2 축전지 격실과 통기구 주변

(Battery Compartments and Battery Vent Openings)

부식 방지를 위한 처리와 페인트 도포 작업과 수분 침투 예방을 위한 Sealing, Ventilation의 개선에도 불구하고 배터리 장착 공간은 전해액의 누액과 증발로 인한 가스의 영향으로 항상 부식의 위험이 존재한다. 전해액의 피해를 예방하기 위해서 주기적인 배터리 장착 공간의 세척과 중화 작업이 필요하다.

6.6.3 항공기 바닥 부분(Bilge Area)

항공기 바닥 부분은 유압유, 물, 오염물질 등이 자연스럽게 모여드는 공간이며 세심한 관리가 요구되는 부분으로 심각한 항공기 표면의 파단으로 이어질 수 있는 부식의 취약 부분이다. 기체 구조의 스트링거, 링, 프레임 그리고 스킨이 결합되는 부분으로 화학적 피막, 프라이머 그리고 부식방지 용액이 추가적으로 도포 등 관리가 필요하다. 또한 하부에 마련된 드레인 홀이 막히지 않도록 오염물의 제거 등의 관리가 추가되어야 한다.



6.6.4 바퀴실(Wheel Well)

바퀴실은 항공기가 지상 활주 중에 기름때 묻은 오염 물질과 돌맹이 등 외부 충격물의 충돌, 진흙, 물 그리고 염분 등에 가장 취약한 부분으로 부식 방지를 위한 특별한 관리가 요구된다. 복잡한 구성 물들의 연결, 유압, 연료, 구리스 등 오염 물질로 인한 페인트의 벗겨짐 등으로 갖가지 형태의 부식의 위험성에 노출되어 있으므로 주기적인 세척관리 프로그램이 적용되고 있으며, 세척 작업 후 잔류 세척제가 남지 않도록 세심한 주의가 필요하다. 또, 브레이크에 발생하는 열과 반응할 수 있기 때문에 착륙장치에는 부식 방지제의 도포가 허용되지 않으며 다음에 열거하는 부분들을 주의 깊게 점검하여야 한다.

- (1) 마그네슘 휠, Bolt Head
- (2) Tube, B-Nut, Clamp와 튜브 확인을 위한 데칼의 밑 부분
- (3) Position Indicator, Switch
- (4) 수분이 침투하기 쉬운 구조부, 외부 표면의 갈라진 틈

6.6.5 수분 고임 부분(Water Entrapment Area)

항공기 설계 시부터 항공기 하부에 발생된 수분이 배출될 수 있는 드레인 홀이 장착되어야 하는 조건을 부여하였으며, 장착된 드레인 홀은 주기적인 점검 절차에 포함되어야 한다. 적절한 점검 절차의 수행은 모여든 찌꺼기, 오염물질 등으로 홀의 막힘 현상을 제거함으로써 항공기 하부 취약 부분에 발생할

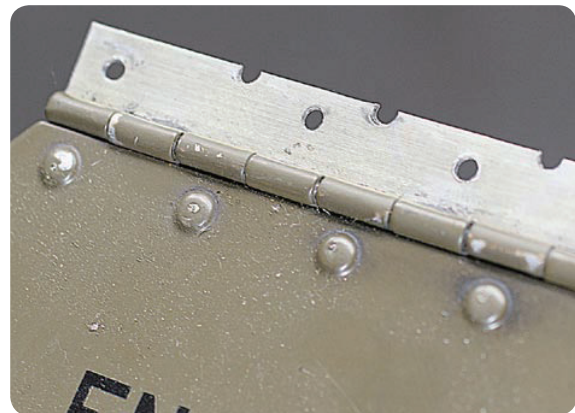
수 있는 부식의 영향을 제거할 수 있다.

6.6.6 엔진 입구, 쿨링 에어 벤트 부분 (Engine Front Area and Cooling Air Vents)

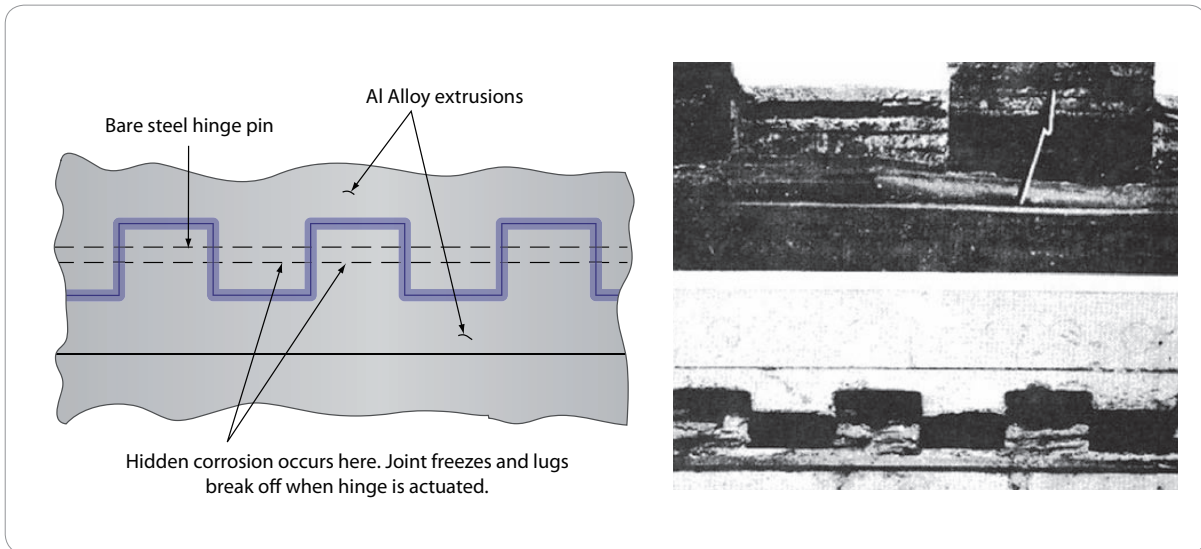
엔진 흡입구 부분은 비행중 공기의 충돌, 활주 중 작은 자갈 등과의 충돌 그리고 오염 물질들로 인하여 지속적인 침식의 위험에 노출되어 있다. 주기적인 점검을 필요로 한다.

6.6.7 날개 가동면의 숨은 부분 (Wing Flap And Spoiler Recesses)

수분과 오염물질들이 Flap 등 작동부분의 숨은 공간에 쌓이면서 부식 발생의 원인을 제공하는데, 가동면이 접혀 올라간 상태에서는 오염물질과 부식 발생의 결합 발견이 어려워 잠재적인 부식의 발생지역으로 남아 있다. 이러한 숨은 공간은 가동면을 전개시킨 후 세밀한 점검을 수행하는 절차를 가지고 있어야 한다.



[그림 6-11] Piano hinge



[그림 6-12] Hinge corrosion points

6.6.8 외부 표면(External Skin Area)

항공기 외부 표면의 부식 검사와 정비는 다른 부분들보다 쉽게 생각할 수 있는데, 제작 상태에서 시간이 지나면서 발생하는 페인트의 벗겨짐, 수리를 위한 작업을 수행하면서 발생하는 드릴가공, 리벳작업 절차를 정비교범에 맞게 수행하지 않는다면 이러한 부분을 통하여 부식의 발생 가능성이 존재한다. 그림 6-11과 그림 6-12와 같이 피아노형 힌지의 핀과 알루미늄 힌지의 이중 금속의 접촉에 의한 부식이 발생 가능하기 때문에 주의 깊은 점검이 요구되며 적절한 윤활제의 사용을 통하여 부식 방지 처리를 하여야 한다. 스팟용접을 활용하여 접합한 외피의 부식은 판재 사이로 부식을 원인 물질이 침투하여 발생하는 것으로 발생된 부식으로 인하여 좌굴로 발전해서 스팟용접 부분이 갈라지는 결과를 초래할 수 있다. 초기 단계에서 스팟용접 부분을 점검할 때 직선 자를 활용하여 쉽게 결함을 발견할 수 있으며,

발견된 부분의 부식의 증가를 제거하기 위해서 수분 침투를 억제할 수 있는 방부제와 밀폐제의 화합물을 채우는 방법을 적용한다.

6.6.9 그 밖의 영역(Miscellaneous Trouble Area)

헬리콥터의 로터 허브와 기어박스는 강재 표면, 수많은 외부 작동 부품들과 이중 금속의 접촉면이 노출되어 있으며 이들 노출 부분들은 빈번한 검사가 요구된다. 주기적인 점검, 적절한 방부제 및 윤활제의 사용이 부식 방지를 위한 방법이다.

내식강이나 탄소강으로 만들어진 조종케이블은 매 주기 점검 시 부식 발생의 여부를 점검하여야 하고 점검 방법은 솔벤트에 적신 천을 활용하여 케이블을 검사한다. 내면부식이 발생한 케이블은 교체하여야 하고 오일에 적신 부직포 또는 연질의 와이어 브러쉬로 외면부식 요소를 제거하고 케이블을 방부 처리하여 사용한다.



6.7 부식 제거(Corrosion Removal)

일반적으로 완벽한 부식방지 처리는 다음 사항을 포함한다.

- (1) 부식이 발생된 부분의 세척과 긁어내는 작업
- (2) 최대한 부식 생성물을 제거하는 작업
- (3) 페인 곳, 갈라진 틈에 숨어 있는 생성물의 제거와 중화 작업
- (4) 부식 생성물이 제거된 부분의 보호막 작업
- (5) 부식 방지 코팅 또는 페인트 작업

6.7.1 세척과 페인트 제거 (Surface Cleaning and Paint Removal)

부식 제거 작업 시에는 침식이 발생된 부분뿐만 아니라 부식이 의심되는 부분까지 보호막을 제거하여야 한다. 부식 생성물의 완전한 제거를 위해서는 부식 발생 부분에 존재하는 그리스, 오일, 오염물과 방부제를 깨끗하게 제거하여야 한다. 이러한 세척 작업은 부식 손상부위 전체가 드러날 수 있도록 하며 정확한 판정 작업을 할 수 있도록 한다.

세척 작업에 사용하고자 하는 세척제의 종류는 제거하고자 하는 부식 물질의 종류에 따라서 선택되는데, 최근 환경오염에 대한 걱정으로 인하여 수용성 물질과 중독성이 없는 세척 화합물의 사용이 선호되고 있다. 폭넓게 사용되는 수용성 세척제는 대부분 세척 작업에 사용할 수 있다. 항공기 구조에 최소한의 영향을 주면서 페인트를 벗겨 낼 수 있는 친환경 제거제가 사용된다.

넓은 지역에 화학적 페인트 제거 작업을 수행

할 경우 가능하면 그늘진 옥외에서 적절한 환기를 확보하고 실시하여야 한다. 이때 항공기의 Tire, Fabric 또는 Acrylic을 포함한 합성 고무 표면에 페인트 제거 용액이 접촉하지 않도록 최대한 주의해야 한다. 그리고 제거제는 항공기에 적용된 밀폐제의 기능을 약화시킬 수 있고 방수 및 가스 누출을 막기 위한 이음매의 손상을 유발할 수 있기 때문에 숙달된 작업 능력이 요구된다. 이때 제거된 부산물들이 중간 중간에 위치한 드레인 홀을 막지 않도록 주의 깊게 살펴봐야 한다. 페인트 제거제는 독성을 포함하고 있으며 피부와 눈 모두에 위험한 성분을 함유하고 있으므로 고무장갑을 사용하고, 보안경을 착용하는 작업자를 보호하기 위한 보호구를 상시 착용하도록 한다. 일반적인 페인트 제거작업의 절차는 다음과 같다.

- (1) 1/32~1/16[inch]의 깊이로 벗겨 내고자 하는 전체 영역에 솔질을 실시한다. 페인트 제거제는 페인트 붓을 활용하며 이때 사용된 붓은 다른 목적으로 재사용하는 것은 허용되지 않는다.
- (2) 페인트 제거제를 도포한 후 충분한 시간 동안 표면에 남아 있도록 유지하면 페인트가 부분부분 일어나게 되는데 온도와 습도 등 그날의 환경에 따라서 10분에서 수 시간 동안 유지되는 것이 요구되기도 한다. 효과를 높이기 위하여 강한 붓에 제거제를 발라 표면을 세게 문지르면서 도포한다.
- (3) 페인트가 남아 있는 부분은 강한 붓에 제거제를 발라 반복해서 도포하도록 하고, 잘 벗겨지지 않는 부분은 비금속 재질의 스크래퍼를 활



[그림 6-13] Rust



[그림 6-14] Rust on structural components

용하여 제거할 수 있으며, 연마용 수세미를 활용하여 깨끗하게 제거할 수 있다.

- (4) 물, 빗자루, 붓과 연마용 부직포 패드로 부드러운 페인트를 제거할 수 있고 분무기가 사

용 가능할 경우 저압이나 중압으로 직접 물을 분사하면서 페인트를 문지르면서 제거한다. 만약 증기 세척 장비를 사용할 경우 넓은 지역에서 실시하여야 한다.



6.8 철금속의 부식 (Corrosion of Ferrous Metals)

부식의 가장 일반적인 종류는 철금속의 표면에 공기와의 접촉에 의해서 발생하는 산화철, 즉 녹이다. 일부 금속산화물은 산화 막 하부의 모재를 보호하기도 하지만 일반적인 녹은 보호막이 아니다. 녹의 존재는 공기로부터 수분을 끌어당겨 추가적인 부식의 촉매제 역할을 한다. 만약 부식성의 침식을 완전히 제거하기 원한다면 모든 강재 표면으로부터 녹을 제거하여야 한다.

그림 6-13과 같이 녹은 제일 먼저 볼트나 너트의 나사산 등 보호되지 않는 하드웨어에 주로 나타나며 이러한 녹의 발생이 위험한 것은 아니고 또한 주요 부품의 구조 강도에 즉각적인 악영향을 주지는 않는다. 녹 찌꺼기들은 주변의 다른 금속 부품들의 부식의 원인이 되고 부식을 촉진시키는 역할을 한다. 이렇듯 녹은 심각한 부식의 가능성을 나타내고 정비의 필요성을 강하게 대변하는 것이고 장비의 일반적인 상태를 말해주는 지표로서 작용하기도 한다. 페인트가 벗겨지거나 부품의 기계적인 손상이 발생한 상태에서 공기 중에 노출되면 아주 작은 녹이라 할지라도 잠재적인 위험 요소이며 적극적인 정비 작업으로 제거되어야 한다. 그림 6-14처럼 가능한 빨리 점검과 부식 여부의 판단에 따라 즉각적으로 구조 부품으로부터 녹을 제거하여야 한다.



[그림 6-15] Non-woven abrasive pads

제를 활용한 표면의 보호막을 복원시키는 방법이다. 심하게 부식된 철 금속의 표면을 제외하고는 연마지와 연마제, 와이어 브러쉬 등을 활용하여 제거할 수 있다. 그러나 연마제를 사용하여 제거한 뒤, 흠과 가느다란 틈에 남겨진 녹 부산물들을 전부 제거할 수 없으며 연마제와 기계적인 연마 작업만으로 모든 부식 생성물을 제거하는 것은 불가능하다. 일반적인 연마의 방법으로 부품의 녹을 제거하고 세척한 상태라면 더욱 쉽게 부식이 재발생할 것이다. 그림 6-15와 같은 부직포 수세미는 표면 녹 제거를 더욱 다양한 방법으로 선택할 수 있게 해준다. 수세미는 전동 공구와 함께 사용되거나 수작업에 단독으로 사용될 수 있고 철을 함유한 부품의 부식을 제거하기 위해 오일과 함께 사용할 수 있다.

6.8.2 녹의 화학적 제거(Cheical Removal of Rust)

6.8.1 철금속의 기계적 부식제거 (Mechanical Removal of Iron Rust)

철 금속의 부식을 제어하는 가장 좋은 방법은 기계적으로 부식 생성물을 완전하게 제거하고 부식 방지

최근 환경에 대한 관심이 고조되고 있으며 녹 제거 방법도 영향을 받아 비가성의 화학적 녹 제거 방법의 중요성이 증가하고 있다. 모재를 화학적인 변화 없이 산화철을 적극적으로 제거시키는 다양한 상

업용 제거제들의 선택을 고려하게 되었다. 통상적으로 모든 녹을 제거하는 것은 불가능하므로 철 금속 제품에 발생한 녹을 제거하기 위해서는 제품을 장탈하여 완벽하게 녹을 제거하는 방법을 활용하여야 한다. 부식성의 녹 제거제를 사용할 때 비철금속으로부터 분리시키는 것이 필요할 것이고 아마도 정확한 치수에 대한 검사를 필요로 하게 될 것이다.

6.8.3 강철의 화학적 표면 처리 (Chemical Surface Treatment of Steel)

인산염을 활용하여 녹의 발생을 보호막으로 변환시키는 방법이 입증되었고, 상용화된 화학 물질 중 사용으로 인한 공차가 심각하지 않고 잔여 물질의 세척과 중화가 가능한 녹 제거 제품이 있다. 이러한 녹 제거 제품은 철 금속 부품이 장착된 상태에서 사용하는 것은 아니며 장착된 상태로 화학적인 억제제의 사용은 상당한 위험을 초래한다. 이러한 제품을 일상적인 환경에서 사용하는 것은 부식성 물질의 잔류와 조절되지 못한 침식의 위험성이 크기 때문에 사용하지 않는 것보다 못한 결과를 가져올 수 있다.

6.8.4 고응력강철류의 부식 제거 (Removal of Corrosion from Highly Stressed Steel Parts)

큰 응력이 가해진 철 금속 부품의 표면에 존재하는 부식은 잠재적인 위험 요소이며 부식 생성물의 조심스러운 제거가 요구된다. 표면의 굽힘이나 가열에 의한 표면 구조의 변화는 그 부품의 급격한 파손의

원인이 될 수 있다. 부식 생성물은 가는 석질 산화알루미늄과 같은 부드러운 연마지 또는 연마제를 사용하여 조심스러운 공정으로 제거되어야 한다. 연마용 수세미도 활용할 수 있으며 철 금속 제품의 연마 작업 시에는 가열되지 않도록 주의해서 작업하여야 하며, 작업 후에는 보호용 페인트 작업을 마무리하여야 한다.

6.9 알루미늄과 그 합금의 부식 (Corrosion of Aluminum and Aluminum Alloy)

알루미늄 표면에 발생하는 부식은 흰색의 생성물이 발생하고 일반적으로 원래의 모재보다 부피가 늘어나는 형상으로 나타나기 때문에 쉽게 발견할 수 있으며 부식 발생 초기에도 에칭(Etching), 떨어져 나간 부분, 거칠어진 표면 등으로 나타난다.

NOTE

알루미늄 합금은 일반적으로 0.001~ 0.0025[inch] 두께의 매끄러운 표면 산화 현상이 나타나는데 이러한 현상은 심각하게 다루는 부식들과는 다른 성질의 것이며, 표면의 코팅 처리는 부식 발생원인 물질의 침투를 막아주는 방어벽을 만들어 준다.

알루미늄의 일반적인 표면 부식은 비교적 속도가 느리지만, 침투한 염분 성분의 존재는 그 발생 속도를 빠르게 조장한다. 좀 더 심각한 부식은 보통 구조 강도의 극심한 손실이 전개되기 전에 발생한다.

알루미늄 합금의 부식 중에서 심각하게 다루어져야 할 세 가지 형태는 알루미늄 튜브의 벽에 발생하는 핏 타입(Pit-Type)부식, 지속적인 응력 발생으로 인한 재료의 응력부식균열(Stress-Corrosion



Cracking) 그리고 알루미늄 합금의 특성을 벗어난 부적절한 열처리로 인한 입자 간 부식(Inter-Granular Attack)이다.

알루미늄의 부식은 항공기에서 발생하는 다양한 구조재료의 부식과 비교할 때 효과적으로 발생된 부식을 관리할 수 있다. 일반적으로 부식방지 처리는 부식 생성물의 최대한의 기계적 방법의 제거, 화학적 용제를 활용한 잔류 부식 생성물의 제거 그리고 부식 방지제의 도포 등의 순서로 복원이 진행된다.

6.9.1 페인트칠 하지 않은 표면의 처리

(Treatment of Unpainted Aluminum Surface)

순수 알루미늄은 강도 증가를 위해 만들어진 알루미늄합금에 비해 상당히 큰 내 부식성(Corrosion-Resistance)을 갖는다. 이러한 이점을 확보하기 위해 알루미늄합금 표면에 순수 알루미늄을 접착, 코팅 처리한다. 순수 알루미늄으로 보호 처리된 표면은 부식에 양호한 저항성을 가지며 알크레드(Alclad)라 부른다. 순수 알루미늄으로 코팅된 표면은 광택을 만들어준 상태로 사용될 수 있다. 이러한 알크레드 표면은 세척 시에 손상되지 않도록 보호되어야 한다. 내부에 존재하는 알루미늄의 합금 부분이 노출되지 않도록 세심한 관리가 필요하다.

알크레드 합금 부분의 알루미늄의 부식 처리 방법은 다음 순서와 같다.

- (1) 절절한 부드러운 클리너를 활용하여 알루미늄 표면의 오일과 오물을 제거한다. 클리너를 선택

할 때는 알루미늄 판재의 접합부 사이에 잔류하여 부식의 원인 물질로 작용할 수 있기 때문에 신중하게 선택하여야 하며, 중성의 Ph 제품을 사용할 것을 권장한다.

- (2) 고온 연마제 또는 금속 광택제를 활용해 부식 발생 부분을 손으로 닦아낸다. 알크레드 처리된 항공기 표면 광택 생성을 위해 만들어진 금속 광택제를 사용할 때에는 양극산화피막(Anodized Film) 처리된 부분에 사용하는 것은 금지해야 한다. 금속광택제의 연마제는 양극 처리된 피막을 제거하기에 충분한 연마성을 가지고 있다. 금속광택제는 효과적으로 부식 얼룩을 제거하고, 알크레드 표면에 페인트 처리를 하지 않고 반짝거리는 윤이 난 상태로 사용 가능하도록 하는 데 효과적이다.
- (3) 부식 방지제를 활용하여 표면 부식을 처리한다. 부식 방지제는 중크롬산나트륨(Sodium Dichromate)와 크롬 3산화물(Chromium Trioxide)를 사용하며 5~20분 동안 부식 발생 부분에 도포한 상태에서 화학 작용이 일어나도록 노출시킨 후 방지제를 제거한 후 깨끗한 수건으로 닦아낸다.
- (4) 방수 왁스로 표면에 광택과 보호막 코팅을 만들어 준다.

페인트칠을 하는 알루미늄 표면은 더욱 강한 화학 물질을 활용한 세척 절차에 노출될 수 있고, 내부 표면의 부식방지처리는 페인트칠을 하기 전에 가능하며 일반적인 적용 절차는 다음과 같다.

- (1) 일반적인 세척 방법에 따라서 부식방지처리 전

에 오물과 구리스 찌꺼기 등을 세심하게 제거한다.

(2) 부식방지처리를 적용할 부분에 페인트가 남아 있다면 페인트 리무버(Paint Remover)를 활용하여 제거한다.

(3) 크롬산(Chromic Acid)과 유산(Sulphuric Acid)의 10[%] 용액으로 외부 표면의 부식발생 부분을 처리한다. 걸레 또는 브러쉬로 용액을 바른 후 부식 발생 부분을 세게 문지른다. 뾰뚱한 브러쉬를 활용하면 대부분의 부식물들을 분해시키거나 제거할 수 있고 갈라진 틈이나 숨겨진 부분까지 용제를 침투시켜서 쉽게 제거할 수 있다. 적어도 5분 동안 크롬산이 작용할 수 있도록 유지한 후 물로 씻어 내리거나 젖은 수건으로 여분의 용제를 제거한다.

(4) 이렇게 처리된 표면은 건조시키고 항공기의 제작서 절차에 따라 보호막을 복원시킨 후 페인트칠을 한다.

6.9.2 양극산화처리(Treatment of Anodized Surface)

앞에서 기술한 것처럼 양극산화처리는 알루미늄 합금의 일반적인 표면처리 방법 중의 하나이며 양극산화 처리된 부분의 손상은 다시 화학적인 방법으로 복원시킬 수 있다. 수리를 할 경우 해당된 부분 이외의 산화 피막이 손상되지 않도록 주의가 필요하며, 철제 섬유, 와이어 브러쉬 또는 연마제를 사용하지 말아야 한다. 보통 연마용 수세미는 일반적으로 부식된 양극산화 처리된 표면의 세척에 사용되는 도구로서 알루미늄 섬유, 와이어 브러쉬 등을 대체한다. 인접한 보호 피막의 불필요한 손상을 막기 위해

세척 작업도 주의 깊게 수행하여야 하며 보호피막이 유지되도록 가능한 방법을 취해야 한다.

6.9.3 열처리된 알루미늄합금의 입자 간 부식 처리 (Treatment of Inter-granular Corrosion in Heat-treated Aluminum Alloy Surface)

앞에서 언급한 것처럼 입자 간 부식은 불출분하거나 부적당한 열처리된 합금의 결정 경계에 발생한 부식이다. 입자 간 부식의 심각한 형태는 그림 6-9처럼 금속의 층간 부풀어 오름 같은 들어 올려지는 현상이 발생한다. 세밀한 세척 절차는 입자 간 부식 발생부분에 필수적인 절차이다. 부식 생성물과 눈에 보이는 얇은 층으로 갈라진 금속 층의 기계적인 제거는 부식의 정도와 구조 강도의 평가를 위해 제거되어야 하며 부식의 깊이와 제거의 한계는 정비교범을 적용한다.



[그림 6-16] Magnesium corrosion



6.10 마그네슘 합금의 부식 (Corrosion of Magnesium Alloy)

마그네슘 합금은 항공기 구조물에 사용되는 금속 재료 중에서 화학적으로 가장 활동적인 재질이며 보호하기에도 어려운 물질이다. 보호막의 훼손은 구조손상을 피하기 위해 신속하고 완벽한 복구 작업이 필요하다. 마그네슘 부식은 부식 생성물이 원래의 마그네슘 금속보다 부피가 몇 배 크게 나타나는 특징으로 인해 초기 단계에 쉽게 부식 발생현상을 찾아낼 수 있는 타입이다. 그림 6-16과 같이 마그네슘 부식의 시작은 페인트의 들어 올림과 마그네슘 표면의 흰색 반점으로 나타나며 눈(Snow)과 같은 결정과 흰색 콧수염 모양의 부식 진행으로 빠르게 진행된다. 이러한 마그네슘 합금의 부식 처리는 부식 생성물의 제거, 약품 처리를 통한 표면 코팅의 부분적인 복원과 보호막의 재적용을 포함한다.

6.10.1 마그네슘 판재와 단조품의 부식처리 (Treatment of Wrought Magnesium Sheet and Forging)

마그네슘 판재의 부식은 보통 패널 가장자리 주위, 와셔의 아래, 전단, 드릴 홀 작업과 충격 등에 의한 물리적으로 손상된 지역에서 발생한다. 만약 외판이 쉽게 장 탈이 가능하다면 떼어내어 완벽한 수리작업을 실시하도록 한다. 보호막 역할의 와셔가 사용되었다면 스크루는 그 와셔의 아랫부분의 마그네슘 부분의 부식 제거를 위해 충분하게 풀어야 한다. 부식생성물의 완전한 기계적인 제거는 가능한 충분하게 수행되어야 한다. 뿔뿔한 브러쉬, 연마

용 수세미를 포함한 비금속성의 세척 도구를 활용해야 하고 어떠한 경우라도 철제 공구, 알루미늄 공구, 철, 청동 등과 다른 금속에 사용된 연마용 수세미는 마그네슘을 세척하는 데 사용하지 말아야 한다. 이러한 경우 마그네슘 합금 표면에 포착된 오염 물질은 초기의 부식성 침식보다 더 큰 부식 발생의 원인이 될 수 있다. 부식이 발생한 마그네슘의 일반적인 처리 방법은 다음과 같다.

- (1) 처리하고자 하는 부분의 페인트를 제거하고 세척한다.
- (2) 뿔뿔한 브러쉬 또는 연마용 수세미를 사용하여 제거할 수 있는 만큼 부식 생성물을 제거한다. 이때 철제 브러쉬, 연마제 또는 절단 공구를 사용하면 안 된다.
- (3) 황산(Sulfuric Acid)를 첨가한 크롬산 용액으로 부식된 부분을 처리하고, 크롬산 용액으로 적셔진 상태에서 페인 부분 등을 비금속의 브러쉬를 사용해 잔류물을 제거한다.
- (4) 5~20분 동안 크롬산 용액에 노출 시킨 후 페인트의 들뜸 현상 등이 일어나지 않도록 깨끗하고 축축한 수건으로 잔류물을 제거한다.
- (5) 표면이 건조 된 후 바로 페인트를 복원한다.

6.10.2 마그네슘 주조물의 처리 (Treatment of Installed Magnesium Casting)

일반적으로 마그네슘 주조물은 마그네슘 판재보다 더 다공성 형태를 가지고 있으며 부식 발생이 쉬운 경향이 있다. 그러나 엔진 케이스, 밸 크랭크,

피팅(Fitting) 그리고 다양한 덮개 또는 판재에 사용되는 마그네슘 구조물에 발생하는 부식의 처리 방법은 앞서 제시한 마그네슘의 일반적 처리방법이 적용된다.

구조물에 위험한 부식이 발생하면 가장 빠른 처리 방법은 침투 물질을 제거하는 것이다. 만약 엔진 케이스가 밤새도록 소금물에 잠겨 있었다면, 이 케이스는 염분이 내부까지 침투되어 있을 것이고, 이럴 경우 가능한 케이스를 전부 분해한 후 효과적인 부식방지처리를 수행하여야 할 것이다. 일반적인 처리 절차는 앞서 이야기한 마그네슘 판재의 부식방지처리 절차를 따르도록 한다.

만약 구조부의 구조물로부터 과도한 부식 발생물의 제거가 이루어질 경우 제작사의 기준에 맞는 점검 절차가 수행되어야 하며 구조 강도의 적합성을 점검하여야 한다. 특정한 구조수리 매뉴얼에는 주요 구조부재의 공차 한계가 포함되며, 안전에 대한 의문이 있을 때 참고하도록 한다.

6.11 티타늄과 그 합금의 부식처리 (Treatment of Titanium and Titanium Alloy)

티타늄 합금의 부식은 일반적으로 발견해내기 어렵다. 본래 티타늄 합금은 내식성이 강하지만 고온에서 염분 부착물에 노출 될 경우, 금속물의 불순물이 있을 경우 부식이 발생하게 된다. 세척 작업에서 티타늄 합금의 부식 제거를 위해 강모(Steel Wire), 스크래퍼(Iron Scraper) 또는 철 브러쉬는 사용이 금지된다.

티타늄 합금의 세척이 필요할 경우 알루미늄 광택제, 부드러운 연마제를 활용해서 손으로 연마작업을 할 수 있으며, 섬유 브러쉬를 사용할 경우 중크롬산 나트륨의 적용 후에 허용할 수 있다. 여분의 용액의 제거를 위해서 마른 천을 활용하여 표면을 닦아내야 하고 이때 물 사용은 피해야 한다.

6.12 이종금속 간의 접촉 방지 (Protection of Dissimilar Metal Contacts)

금속들은 다른 금속과 접촉을 통해 부식이 발생할 수 있다. 이러한 현상은 대개 전기적 부식 또는 이종금속 간 부식으로 알려져 있다. 서로 다른 나금속(Bare Metal)의 접촉은 습기가 존재할 때 전해 작용을 만들어 낸다. 만약 습기가 소금 성분이 있을 경우 전해 작용은 가속된다.

이종금속의 접촉의 결과는 한쪽 또는 양쪽 금속의 산화에 의해 일어난다. 표 6-2는 보호를 위해 분리되어야 하는 재료의 조합을 나타내며 분리되는 재료는 금속의 종류에 따라 금속 프라이머, 알루미늄 테이프, 왁스, 그리스 또는 밀폐제가 된다.

6.12.1 마그네슘이 포함되지 않는 접촉부 (Contacts not involving Magnesium)

마그네슘을 포함하지 않는 모든 접합 점은 보통의 요구사항에 추가하여 최소한 두 번의 크롬산 아연(Zinc Chromate) 또는 에폭시 프라이머(Epoxy Primer)에 의해 보호된다. 프라이머는 브러쉬 또는 스프레이로 바르고 6시간의 공기건조를 실시한다.



[표 6-2] Dissimilar metal contacts that will results in electrolytic corrosions

Contacting Metals	Aluminium alloy	Calcium plate	Zinc plate	Carbon and alloy steels	Lead	Tin coating	Copper and alloys	Nickel and alloys	Titanium and alloys	Chromium plate	Corrosion resisting steel	Magnesium alloys
Aluminium alloy												
Calcium plate												
Zinc plate												
Carbon and alloy steels												
Lead												
Tin coating												
Copper and alloys												
Nickel and alloys												
Titanium and alloys												
Chromium plate												
Corrosion resisting steel												
Magnesium alloys												

Green areas indicate dissimilar metal contact

6.12.2 마그네슘이 포함된 접촉부 (Contacts Involving Magnesium)

마그네슘 합금이 포함된 곳에서 이중금속 접촉부분의 부식 방지를 위해 각각의 표면을 다음과 같이 격리시킨다.

적어도 크롬산 아연 또는 에폭시 프라이머를 두 번 코팅한다. 그런 다음 두께가 0.003[inch]인 점착테이프를 다시 오프라들지 않도록 잡아당기지 않은 상태에서 바른다. 테이프의 두께가 부품의 조립에 방해가 될 때, 즉 상대운동이 존재하는 곳 또는

250[°F] 이상의 사용온도가 예상되는 곳에는 테이프를 사용하지 말고 최소 세 번의 프라이머를 발라준다.

6.13 부식의 한계(Corrosion Limits)

사소한 부식이라 하더라도 부식은 결함이다. 부식에 의한 손상은 네 가지 형태로 분류된다.

(1) 가벼운 손상

- (2) 패치 수리가 가능한 손상
- (3) 삽입물로 수리가 가능한 손상
- (4) 부품의 교체를 필요로 하는 손상

가벼운 손상이라는 용어는 수리가 필요 없는 손상을 의미하지 않고 적절한 세척, 부식방지처리 및 페인트 작업이 요구된다. 일반적으로 가벼운 손상은 표면의 보호막에 상처를 남기거나 금속을 침식하는 부식을 말한다. 패치 수리가 가능한 손상과 삽입물로 수리가 가능한 손상은 부식이 확대된 손상을 말하며 구조수리 매뉴얼(Structure Repair Manual)에 따라 수리한다. 이렇듯 수리가 가능한 손상의 범위를 벗어난 경우 콤포넌트(Component) 또는 구조물을 교체하여야 한다.

6.14 부식 방지에 사용되는 재료와 절차 (Processes and Materials used in Corrosion Control)

6.14.1 마감처리(Metal Finishing)

항공기 부품은 언제나 제작사에서 표면 마감의 형태를 제시한다. 주목적은 내부식성을 제공하기 위한 것이지만 내마모성을 증가시키거나 페인트가 잘 달라붙도록 하는 목적을 가지고 있다. 대부분의 경우 다음에 설명되는 원래와 같은 마무리는 장비의 제한 요소 등에 의해 현장에서 복원시키기가 어렵다. 다양한 마감처리 방법의 종류에 대한 지식, 부분적인 복구 방법과 그 필요성을 알고 있다면 현장에서 효과적으로 부식방지작업을 할 수 있을 것이다.

6.14.2 표면 처리(Surface Preparation)

철제 부품에 대한 표면 처리는 오염물, 오일, 구리스, 산화물 그리고 습기 등 모든 흔적을 제거하기 위해 세척처리작업을 포함하고 있다. 세척처리작업은 금속 표면의 마지막 마무리 작업 사이에 효과적인 표면 처리를 위하여 필요하며 기계적 세척과 화학적 세척으로 구분한다.

기계적 세척은 다음과 같은 방법이 사용되는데, 와이어 브러쉬, 모래 분사(Sandblasting) 또는 증기 분사(Vapor Blasting) 방법이다. 화학적 세척 방법은 모재가 세척 작업에 의해 벗겨지지 않기 때문에 기계적인 방법에 우선하여 선호된다. 현재 사용되는 여러 가지 화학적인 과정이 있고 재료, 이물질의 종류에 따라 세척액이 좌우된다.

철 부품은 도금 전에 산화물, 녹 또는 다른 이물질을 제거하기 위해 묽은 산 용액으로 담는다. 염산(Muriatic Acid)액 또는 황산액이 사용된다. 산세척 용액은 도자기 탱크에 보관하고 보통 증기코일로 가열한다. 산세척 후 전기도금 시키지 않는 부품은 산세척 용액으로부터 Acid를 중화시키기 위해 석회조에 가라앉힌다.

전해세정(Electro-Cleaning)은 구리스, 오일 또는 유기물질을 제거하기 위해 사용되며 또 다른 방법의 화학 세척방법이다. 전해세정 과정에서 금속은 특수한 습윤제, 억제제 그리고 전기전도율을 마련하는 재료를 함유한 뜨거운 알칼리인(Alkaline) 용액에 매단다. 그다음 전기는 전기도금에서 사용되는 것과 유사한 방법으로 용액을 거쳐 지나간다. 알루미늄과 마그네슘 부품 또한 전해세정 방법이 일부 사용된다.

연마제를 사용하는 분사 세척 방법은 얇은 알루미늄



미늄 판재 특히 알크레드에 적합하지 않고 Steel Grit은 알루미늄 또는 내부식성 금속에 사용하지 않는다.

금속표면의 마무리에는 연한 가죽으로 닦기, 착색, 연마 등이 주로 사용된다. 연마, 연한 가죽으로 닦는 작업은 전기도금을 위해 금속표면을 준비할 때 사용되고 이 세 가지 방법은 금속표면의 광택 작업의 마무리를 필요로 할 때 사용된다.

6.15 화학적 처리(Chemical Treatments)

6.15.1 양극산화처리(Anodizing)

양극산화처리, 아노다이징은 도금하지 않은 알루미늄 표면의 가장 일반적인 표면 처리 방법으로 Mil-C-5541E 또는 AMS-C-5541에 의거해서 특별하게 설계된 시설물에서 수행한다. 알루미늄 산화막을 형성하기 위해서 알루미늄합금 판재 또는 주조물은 전해조(Electrolytic Bath) 안에 (+)극을 형성한다. 알루미늄의 산화는 자연적으로 표면 보호 기능을 가지고 있으며, 아노다이징은 그 피막의 두께와 밀도를 증가시키는 역할을 한다. 사용 중에 산화 보호막이 손상되면 부분적인 표면 처리를 통해 복원할 수 있다. 항공정비사는 부식 제거를 위해 세척을 수행 할 경우 산화 피막이 함께 제거되지 않도록 주의해야 한다.

양극산화 처리된 피막의 코팅은 훌륭한 부식 방지 기능을 제공한다. 피막 코팅은 부드럽고 쉽게 긁힐 수 있기 때문에 프라이머를 도포하기 전에 조심스럽게 다루어야 한다. 알루미늄 섬유, 알루미늄 산화물을 포함한 나일론 띠, 연마 수세미 또는 섬유 털 브

러쉬는 아노다이징 처리된 표면의 세척을 위해 사용되며, 철제 와이어 브러쉬, 철 섬유 등의 사용은 금지하여야 한다. 반면에 아노다이징 처리된 표면은 다른 알루미늄의 마무리 작업과 동일한 방식을 적용한다. 추가적으로 아노다이징 처리가 마무리되면 프라이머와 페인트 작업이 바로 진행되어야 한다. 양극산화 처리된 표면은 낮은 전도성 특징을 갖고 있으며, 본딩(Bonding)의 연결이 필요할 경우 양극산화 피막을 제거하고 장착하여야 한다. 알크레드 표면에 페인트 도포가 필요할 경우 알크레드 표면에 양극산화 처리를 하고 페인트 도포 작업을 함으로써 도료가 잘 달라붙도록 한다.

6.15.2 알로다이징(Alodizing)

알로다이징은 내부식성과 페인트 접착성을 향상시키기 위한 간단한 화학처리 방법이며 이러한 편리성으로 인해 항공기 정비현장에서 빠르게 아노다이징을 대체하고 있다.

절차는 산성 또는 알칼리성 클리너로 세척하는 전처리 작업이 필요하다. 전처리 작업에 사용된 클리너는 10~15초 동안 깨끗한 물로 행굼 처리한다. 완전히 행구고 난 후 Alodine®은 담그거나 뿌리거나 브러쉬하여 바른다. 얇고 두꺼운 코팅의 정도는 구리 성분이 포함되지 않은 합금의 약한 무지개 빛깔에서부터 구리 성분이 포함된 합금에서 올리브 그린 색까지의 범위로 나타난다. 알로다인 용액은 처음 15~30초 동안 냉수 또는 온수에 행구고 추가 10~15초 동안 Deoxylite® Bath에서 행군다. 이 Bath는 알칼리성을 중화시키고 얇은 알로다인 표면을 만들고 건조하기 위한 목적으로 사용된다.

6.15.3 화학적 표면 처리와 억제제

(Chemical Surface Treatment and Inhibitors)

알루미늄 합금과 마그네슘 합금은 다양한 방법의 표면처리를 통해 기본적으로 보호된다. 철 금속은 제작 작업동안 표면 처리가 된다. 대부분 표면 코팅 처리는 현장에서 실용적이지 않은 절차에 따라서만 복구할 수 있다. 그러나 보호막이 손상되어 부식이 발생된 부분은 다시 마무리 작업을 하기 전에 몇 가지 처리 절차를 필요로 한다.

표면처리용 화학제품의 용기에 붙여진 표식에는 그 성분이 가지고 있는 독성과 가연성에 대한 경고를 제공할 것이다. 그러나 그 표식에는 혼합 금기의 물질과 혼합된 경우 발생 가능한 위험까지 설명할 만큼 충분히 크지 못하다. 또한 물질안전보건자료(MSDS, Material Safety Data Sheet)를 참고하여야 한다. 예를 들어 표면처리에 사용되는 일부 화학 제품은 만약 부주의로 페인트 희석제와 섞였다면 격렬하게 반응할 것이다. 화학적인 표면처리제는 매우 주의 깊게 취급되어야 하고 정확한 혼합 방법이 적용되어야 한다.

6.15.4 크롬산 억제제(Chromic Acid Inhibitor)

소량의 황산으로 활성화 시킨 크롬산의 10%의 용액은 노출되었거나 부식된 알루미늄 표면 처리에 효과적이다. 크롬산 용액은 또한 마그네슘의 부식을 처리할 때에도 사용된다. 이러한 부식방지처리는 포호피막을 복원시키는 데 도움이 된다. 부식처리는 가능한 곧바로 페인트 마무리 절차가 수행되어야 하고, 크롬산 처리가 수행된 당일을 넘기지 말아야 한다.

다. 3산화크롬의 조각들은 강력한 산화성을 갖고 있는 산(Acid)이다. 이것은 유기용제와 다른 인화물로 부터 멀리 보관되어야 한다. 크롬산을 정리하는 데 사용된 걸레도 완전한 세탁을 하거나 폐기한다.

6.15.5 중크롬산나트륨(Sodium Dichromate Solution)

알루미늄의 표면 처리를 위해 보다 작은 활동성의 약품은 중크롬산나트륨과 크롬산의 혼합물이다. 이 혼합물의 크롬산 억제제 보다 금속표면을 덜 부식시킬 것이다.

6.15.6 화학물질의 표면 처리

(Chemical Surface Treatment)

다양한 공업용 활성화된 크롬산 화합물은 손상되었거나 부식된 알루미늄 표면의 현장에서의 처리를 위해 Specification Mil-C-5541 하에서 이용할 수 있다. 사용된 스펀지 또는 형짚은 건조시킨 후 가능한 화재의 위험을 피하기 위해 완전히 행구어 져다는 사실을 확인하여야 한다.

6.16 부식방지 도색 작업

(Protective Paint Finishes)

양호한, 완전한 페인트작업의 마무리는 금속표면과 부식성 물질의 사이에 가장 효과적인 방어벽 역할을 한다. 가장 보편적인 마무리는 Catalyzed Polyurethane Enamel, Waterborne Polyurethane Enamel과 Two part Epoxy Paint이다. 휘발성 유기화합물의 발산



에 관련된 새로운 규정이 시행됨으로써 Waterborne Paint System이 대중화되었다.

6.17 항공기 세척(Aircraft Cleaning)

항공기를 세척하는 것과 깨끗한 상태로 유지하는 것은 엄청나게 중요하다. 항공정비사의 시각에서 볼 때 항공기 세척은 항공 정비의 영역으로 인식하여야 한다. 항공기를 깨끗하게 유지하는 것은 더욱 정밀한 검사결과를 얻을 수 있고, 심지어 조종사가 결함발생이 임박한 구성품의 결함을 탐지해 내는 것이 가능하도록 한다. 진흙과 구리스로 덮혀 있는 금이 간 착륙장치 피팅을 쉽게 지나치게 되고, 오염된 스킨의 갈라진 금을 숨길 수 있으며, 먼지 또는 석질은 현지피팅을 심하게 마모시키는 원인이 된다. 만약 항공기 동체 표면에 오염물질이 남아있다면 추가적인 무게 증가가 발생하고 비행속도를 감소시킬 것이다. 항공기 내부의 먼지들은 짜증스럽고 위험한 요소로 작용 가능하다. 결정적인 순간에 그 먼지가 조종사의 눈 안으로 들어가면 조그마한 먼지 조각이지만 큰 사고를 유발할 수 있다. 가동부에 축적된 오염물과 구리스들로 만들어진 오염 알갱이들은 가동부의 과도한 마모 원인을 제공 할 수 있다. 소금물은 노출된 금속에 심각한 부식 작용을 일으킬 수 있기 때문에 발견 즉시 제거하여야 한다.

항공기 세척에 사용되도록 허가된 다양한 클리너들이 있지만 클리너는 제거하고자 하는 물질의 종류, 항공기의 내부 또는 외부 세척 등 다양한 환경에서 사용하고자 하는 목적이 달라질 수 있기 때문에 어떤 세척제로 한정짓기에는 비현실적이다. 일반적

으로 항공기에 사용되는 세척제는 솔벤트, 비누 그리고 합성세제 등이 있다. 이들은 정비교범에서 제시하는 것들을 사용하여야 한다. 세척제는 경성세척제, 중성세척제로 구분하고 있으며 비누, 합성세제는 경성 세척제로 사용되고, 솔벤트와 이멀전 유형 클리너(Emulsion Type Cleaner)는 중성 세척제로 사용된다. 비독성이며 불가연성인 경성 클리너는 가능한 언제든지 사용되어야 한다. 앞에서 언급한 것처럼 효과적인 행굼이 가능하고 중화시킬 수 있는 클리너가 사용되어야 한다. 알칼라인 클리너(Alkaline Cleaner)는 리벳 작업된 판금 또는 점용 점된 판금의 겹쳐 이어진 부분에서 부식 원인이 되게 한다.

6.17.1 외부세척(Exterior Cleaning)

항공기 외부 세척 방법은 크게 세 가지가 있다.

- (1) 습식 세척
- (2) 건식 세척
- (3) 연마

연마는 수동연마와 기계연마로 더욱 세분화 할 수 있다. 더럽혀진 형태와 크기 그리고 최후에 요구되는 형세에 따라 사용하고자 하는 청소 방법을 결정한다.

습식 세척은 오일, 구리스 또는 탄소부착물 그리고 부식과 산화피막을 제외한 대부분의 오물을 제거한다. 세척 화합물은 보통 고압의 물 행굼으로 사용되고 분사 또는 자루걸레로 사용한다. 알칼리인, 유제 클리너는 습식 방법에서 사용된다.

건식 세척은 특별히 액체의 사용이 필요하지 않거나 먼지 오염물의 작은 축적을 제거하기 위해 사용

한다. 이 방법은 특히 엔진 배기장치 부분에 있는 탄소, 구리스 또는 오일의 부착물을 제거하는 것에는 적합하지 않다. 건식 세척을 위해서는 스프레이, 자루걸레, 천 등이 활용된다.

연마는 항공기의 페인트를 칠하였거나 또는 페인트를 칠하지 않은 표면에 광택을 복원시키고 보통 표면의 세척이 종료된 후 수행한다. 또한 연마는 산화와 부식을 제거하는 방법으로도 사용된다. 광택제는 여러 가지 형태와 연마의 정도에 따라 이용 가능하며 그 적용은 정비교범을 따라 사용하는 것이 중요하다.

항공기 세척은 항공기 표면이 뜨거울 때 수행하면 표면에 얼룩이 남을 수 있으므로 가능하면 그늘진 곳에서 수행하도록 한다. 결함을 발생시키거나 수분이 침투할 수 있는 부분은 덮개를 장착하고 세척작업을 수행하여야 하며 특별히 Pitot Static Port 부분은 주의를 요한다.

무광의 페인트로 마무리된 Radar, 조종석의 앞부분 등은 필요 이상으로 세척되지 않아야 하고 뽀뽀한 브러쉬나 거친 걸레로 문지르면 안 된다. 부드러운 스펀지나 성기게 짠 면직물을 이용한 손으로 문지르는 형태는 허용된다. 기름이나 배기가스의 오염물질로 얼룩진 부분은 석유를 원료로 한 솔벤트로 제거하고 표면에서 건조되는 것을 방지하기 위해 세척 후에는 곧바로 표면 행굼 절차를 수행한다.

플라스틱 표면에 비누와 물을 적용하기 전에 염분 부착물을 용해시키기 위해 깨끗한 물로 플라스틱 표면을 씻어 내리고 먼지 입자를 씻어낸다. 플라스틱 표면은 되도록 손으로 비누와 물을 제거하도록 한다. 깨끗한 물로 행구어 내고 새미가죽 플라스틱 윈드실드에 사용되도록 설계된 합성물질의 수

건 또는 탈지면으로 건조시킨다. 부드럽고 약한 표면에 대해서는 굵힌 자국뿐만 아니라 표면에서 먼지 입자를 끌어당기는 정전기를 발생시키기 때문에 플라스틱을 마른 걸레로 닦지 않는다. 먼지뿐만 아니라 전하는 깨끗하고 축축한 새미가죽으로 가볍게 두드리거나 서서히 빨아들임으로써 제거한다. 플라스틱 표면을 훼손하는 연마제 또는 다른 물질을 사용하지 않는다. 비누와 물에 젖은 섬유로 서서히 문질러 오일과 구리스를 제거한다. 플라스틱을 부드럽게 하고 잔금이 발생하게 하는 원인이 되기 때문에 플라스틱에 아세톤, 벤젠, 4염화탄소(Carbon Tetrachloride), 락카, 시너, 윈도우클리너, 가솔린, 소화액 또는 제빙액을 사용하지 않는다. 항공기 윈도우와 윈드실드에서 의도된 플라스틱 광택을 적용함으로써 깨끗하게 마무리한다. 이 광택은 작은 표면의 굵은 자국을 최소로 할 수 있고 윈도우 표면에 쌓아올리는 정전하를 제지하는 데 도움이 될 것이다. 항공기 타이어에는 오일, 유압유, 구리스 그리고 연료는 순한 비눗물로 씻어 낸다. 세척작업 동안에 씻겨 내려갈 의심이 되는 구리스 피팅, 힌지 등에는 해당하는 윤활유를 보급해 준다.

6.17.2 내부 세척(Interior Cleaning)

깨끗한 항공기의 내부를 유지하는 것은 깨끗한 외부 표면을 유지하는 것처럼 중요하다. 부식은 세척작업이 어떤 특정 부분까지든 접근하기 어렵기 때문에 내부 구조물에 심각할 정도로 형성될 수 있다. 부주의하게 떨어뜨리거나 방치된 너트, 볼트, 와이어 조각들이 습기와 이종금속이 결합하여 전기적 부식이 발생 가능하다.



항공기 안에서 구조물 작업을 수행할 때 가능하면 곧바로 모든 금속 부스러기를 제거하도록 한다. 좀 더 쉽게 청소할 수 있고 접근하기 힘든 곳으로 금속 부스러기 등이 숨어들어가는 것을 방지하기 위해 부스러기가 떨어질 부근에 천을 깔아 두고 작업하면 효과적이다. 진공청소기를 사용하면 객실과 조종석의 실내 먼지와 오물들을 손쉽게 제거할 수 있다.

항공기 내부를 세척을 하는 동안에 심각한 문제가 존재한다. 다음은 National Fire Protection Association(NFPA) Bulletin #410F Aircraft Cabin Cleaning Operation에서 발췌한 내용이다.

“문제점을 이해하기 위한 기본은 항공기 객실내 부가 Feet³로 측정되는 좁은 공간으로 구성된다는 사실이다. 이러한 공간은 솔벤트나 분별없이 사용한 연소가능한 성분의 클리너의 사용으로 공기와 연소가능성분의 혼합가스의 배출이 제한되는 위험 요소가 존재한다. 같은 공간에 진행 중인 작업, 전기기계적 결함, 마찰 또는 정전기 잠재적인 형태의 점화의 가능성이 존재한다.” 따라서 가능하면 화재와 폭발의 위험요소를 최소화하기 위해서 내부 세척작업을 수행할 때에는 불연소성 세척제를 사용해야 한다.

6.17.2.1 세척 방법의 종류

(Types of Cleaning Operation)

주기적인 세척을 필요로 하는 항공기 객실의 관심 지역은 다음과 같다.

(1) 객실 부분

좌석, 사이드 패널, 헤드 라이너, 오버헤드 랙, 커튼, 창문, 도어, 데코레이션패널 등

(2) 조종석 부분

계기 패널, 컨트롤 패데스털(Control Pedestal), 글레어 실드(Glare Shield), 바닥재, 비행 조종 장치, 전기케이블 등

(3) 화장실과 갤리

변기, 쓰레기통, 캐비닛, 세면대, 거울, 오븐 등

6.17.2.2 불연소성 객실 세척용제와 솔벤트

(Nonflammable Aircraft Cabin Cleaning Agent and Solvents)

(1) 세제와 비누(Detergents and Soaps)

객실의 천, 헤드 라이너, 리그 창문과 비슷한 공간에 세척 작업을 수행할 때 변색의 위험이나 줄어드는 문제가 없기 때문에 물 세척을 광범위하게 사용한다.

특히 화염전과 특성을 감소시키기 위해 사용되는 물질인 수용성 내화염(Fire Retardant Salts)의 침출을 방지하는 것이 주기적으로 필요하다. 수분의 함유가 허용된 내화염이 좌석의 프레임과 레인에 접촉하면 부식을 유발할 수 있다. 따라서 좌석의 금속 성분을 세척할 때 필요한 만큼의 수분만을 조심스럽게 사용해야 한다.

(2)알카라인 클리너(Alkaline Cleaners)

알카라인 클리너의 대부분은 수용성 물질로서 화재위험 특성을 가지고 있지 않다. 알카라인 클리너는 본래 가지고 있는 가성의 특성으로부터 기인한 미미한 제한을 제외하면 세제나 비누처럼 동일한 방식으로 천, 헤드라인, 리그 등에 사용할 수 있다. 그러나 세척의 효과를 높일 수 있지만 일부 천이나 플

라스틱의 성능을 약화시키는 결과를 초래하게 된다.

(3) 산 용제(Acid Solutions)

일부 산 용제는 세척제로 사용하는 것이 가능하다. 산 용제는 일반적으로 탄소 덩어리 또는 부식성의 얼룩을 제거하기 위해 만들어진 용제이다. 수계 용제(Water-Base Solution)이므로 인화점은 없지만 일부 천, 플라스틱 또는 표면의 손상을 방지하는 것뿐만 아니라 피부와 의복을 보호하는 데 특별한 주의를 요구한다.

(4) 탈취 또는 소독제(Deodorizing or Disinfecting Agents)

항공기 객실의 탈취, 소독제에 주로 활용되는 일부 약품은 불연성(Nonflammable)이다. 대부분 약품들은 스프레이 유형으로 디자인되었으며 불연성 가압식 용제를 가지고 있지만, 가연성 충전가스를 함유하고 있으므로 조심스럽게 다루는 것이 최선의 방법이다.

(5) 연마재(Abrasive)

연마재는 화재의 위험성이 없으며 불연성의 연마재는 표면을 광택지게 하거나 페인트칠한 부분을 활기차게 보이도록 만드는 데 이용할 수 있다.

(6) 드라이클리닝 용제(Dry-Cleaning Agents)

주변 온도에서 사용되는 Perchlorethylene과 Trichlorethylene은 불연성 드라이클리닝제의 예이다. 이들 물질들은 사용 시에 주의를 요하는 유독성 위험요소를 가지고 있으며 일부 장소에서는 환경법의 적용으로 인해 사용이 금지되거나 엄격하게 제한된다. 발화지연제 처리 물질은 드라이클리닝제의 적용에 반대되는 영향을 받는다.

6.17.2.3 연소성 물질

(Flammable and Combustible Agents)

(1) 고 인화점 솔벤트(High Flash Point Solvents)

스토다드솔벤트(Stoddard Solvent)는 특별하게 정제된 석유제품으로 첫 번째로 개발되었다. 지금은 여러 회사에서 다양한 이름으로 판매되고 있다. 휘발유와 비슷한 성질을 갖고 있는 솔벤트이지만 열을 가하지 않고 사용되는 일반적인 케로신(Kerosene)과 비슷한 화재의 위험성이 없다. 대부분 스토다드솔벤트는 비교적 낮은 등급의 유독성을 포함하고 있으며 100~140°F의 인화점(Flash Point)을 갖는 안정적인 제품이다.

(2) 저 인화점 솔벤트(Low Flash Point Solvents)

인화점이 100°F 이하인 Class I 가연성 물질은 항공기 세척 또는 광택을 위해 사용하면 안 된다. Class로 구분되는 일반적인 물질들은 아세톤, 항공용 가솔린, 메틸에틸케톤(MEK, Methyl Ethyl Ketone), 나프타 그리고 공업용 톨루엔(Toluol) 등이다. 어쩔 수 없이 가연성 물질을 사용해야 하는 경우에는 고 인화점 솔벤트를 사용해야 한다.

(3) 혼합 용제(Mixed Liquids)

일부 상용 용제인 솔벤트는 여러 가지 나프타(Naphtha)와 염소 처리된(Chlorinated) 물질 중 한 가지의 혼합물로서 서로 다른 증발특성의 혼합물이다. 서로 다른 증발특성은 유독성과 화재 위험 두 가지 관점에서 문제점이 있다. 이러한 혼합 용제는 적절한 예방책과 위험요소에 대한 충분한 지식을 가지고 사용하거나 보관되지 않는다면 사용하여서는 안 된다.



6.17.2.4 용기 저장(Container Control)

가연성 물질은 인가된 저장 용기 또는 적절한 인식 표를 부착한 안전한 저장 용기에 보관하여야 한다.

6.17.2.5 화재 예방 절차

(Fire Prevention Precautions)

항공기 세척 작업 또는 광택 작업이 진행되는 곳에서 가연성(Flammable) 또는 연소성(Combustible) 물질을 사용하는 곳에서는 다음의 일반적인 안전 지침이 권고 된다.

- (1) 항공기 객실은 가연성 증기의 축적을 방지하기 위해 항상 충분한 환기를 제공하여야 한다. 이러한 조건을 만들기 위해 객실 도어는 자연 환기를 최대한 얻기 위해 열어두도록 한다. 그러나 자연 환기가 확보되지 않는 곳에는 인가된 기계적인환기시설을 갖추어야 한다. 사용되는 지점으로부터 5feet에서 측정된 용제의 가연성 증기가 최소 한계의 25%를 초과해서 연소 증기가 축적된다면 진행 중인 작업에 위험성으로 인한 재조정을 초래하게 될 것이다.
- (2) 가연성 물질의 위험이 있는 지역으로 화염 또는 불꽃을 발생시키는 장비들은 접근시켜야 하는 경우에는 작동을 정지시켜야 하고 증기가 발생하는 동안에는 작동시키지 말아야 한다.
- (3) 객실 내에서 사용하는 이동용 전동 장비는 미국전기공사규정에 의해 규정된 Class I, Group D, 위험장소에서 사용이 입증된 Type 이어야만 한다.
- (4) 객실 세척이 진행 되는 동안 객실 조명과 전기 계통의 구성품 스위치는 작동하지 말아야 한다.

- (5) 가연성 액체가 있거나 세척, 광택 작업이 진행되는 도중에는 항공기 도어에서 눈에 띄는 장소에 적절한 위험 표시를 부착하여야 한다.

6.17.2.6 화재 예방을 위한 권고

(Fire Protection Recommendations)

가연성 물질이 사용하여 항공기 세척 및 광택 작업을 진행 중인 때에는 아래의 일반적인 화재 예방을 위한 안전 지침을 권고한다.

- (1) 기상조건이 허락된다면 항공기의 세척 및 광택 작업을 수행할 때에는 항공기를 격납고 외부에 주기하도록 한다. 이러한 절차는 자연적인 환기의 추가적인 공급을 위함이며 항공기에 화재 발생 시 쉽게 접근할 수 있기 때문이다.
- (2) 격납고 외부에서 항공기 객실의 세척 또는 광택 작업이 수행되고 있을 때에는 항공기 입구에 공항 소방대가 출동하기 전까지 사용 가능한 20-B 급 이동용 소화기를 비치하여야 하고 객실까지 접근 가능한 가변식 물 분사 장치를 비치하는 것을 권고한다. 이것은 이전 권고사항을 대신 하는 것으로서 A급 소화기 또는 B급 소화기를 항공기 객실 도어 부근에 비치하도록 한다.

NOTE 1

다목적 ABC급 소화기는 소화기를 사용하면 알루미늄 부식의 문제가 발생하는 곳에서는 사용하면 안 된다.

NOTE 2

항공기 제작 또는 정비 작업 중에 사용되는 이동용

화재 감지 및 제어 장비들은 항공기를 보호하기 위해 개발, 시험 및 장착된다. 운영자는 소화기의 항공기 객실 세척 및 광택 작업을 수행 중 사용가능 여부를 확인하여야 한다.

- (3) 격납고 안에서 항공기 하부 세척 및 광택 작업을 수행할 때에 격납고는 자동 소화 장치를 구비하고 있어야 한다.

6.18 동력장치 세척(Powerplants Cleaning)

동력장치의 세척 작업은 중요한 작업이며, 철저하게 수행하여야 한다. 공랭식 엔진의 구리스와 오염 물질의 축적은 엔진 주위를 흐르는 공기의 냉각 효과를 차단하며 결함 발생 부분의 균열 및 결함을 감추는 역할을 한다.

엔진 세척 작업을 할 경우에는 가능하면 카울을 오픈하거나 장탈하고 수행하여야 한다. 케로신 또는 솔벤트 스프레이를 이용하여 엔진 상부에서부터 엔진과 액세서리를 씻어 내리며 일부 장소에서는 효과적인 세척작업을 위해 뿔뿔한 붓을 활용하기도 한다.

로터 깃과 프로펠러를 세척하기 위해 깨끗한 물, 비누 그리고 승인된 세척용 솔벤트를 활용한다. 에칭(Etching) 작업을 제외하고 가성의 물질은 프로펠러에 사용하면 안 된다. 물 분사, 빗물 또는 공중의 부유물들은 프로펠러가 회전하는 동안 프로펠러 깃의 앞 전 부분을 때린다. 만약 적절한 예방 절차가 취해지지 않는다면 이곳에서 부식이 발생하고 급속하게 진행되어 패임 현상이 발생할 것이다. 패임 곳은 앞전 부분이 부드러운 곡면이 만들어질 때까지

줄 작업으로 가공하는 사이 결함 부위의 사이즈가 커진다.

철재 프로펠러 깃은 알루미늄합금 깃보다 갈려나가는 현상과 부식에 대해 더 큰 저항력을 갖는다. 철재 프로펠러 깃은 매 비행 후 윤활유로 잘 닦아 주고 관리해 준다면 오랫동안 동일하게 매끄러운 표면을 유지한다. 산화의 위험이 있는 오일이 철재 프로펠러 깃에 발생한 균열(Crack)에 남아 있을 수 있기 때문에 주기적인 점검이 필요하고 이러한 결함은 쉽게 발견된다. 안전성을 고려해서 오일을 도포한 표면을 유지하는 것은 균열을 더욱 확실하게 구분할 수 있게 만든다. 프로펠러 허브는 균열과 다른 결함을 발견하기 위해 주기적으로 점검하여야 한다. 허브가 깨끗하게 관리되지 않는다면 결함은 쉽게 발견할 수 없을 것이다. 철재 허브는 비누와 깨끗한 물 그리고 인가된 클리닝 솔벤트를 헹궈 또는 브러쉬를 사용해 발라 준다. 도금 처리된 부분의 긁힘과 손상을 막기 위해 연마제와 공구의 사용은 피하도록 한다.

고 광택이 요구되는 특별한 경우, 품질이 좋은 광택제의 사용을 권고한다. 광택 작업이 완료됨과 동시에 즉각적으로 잔여 광택제는 확실하게 제거되어야 하고 프로펠러 깃은 깨끗하게 닦은 후 엔진 오일을 발라 코팅시켜 준다. 프로펠러의 부품들의 세척 후에는 남아있는 세척제를 즉시 완벽하게 제거하여야 한다.

6.19 솔벤트 클리너(Solvent Cleaners)

일반적으로 항공기 세척에 사용하는 솔벤트 클리너는 폭발의 위험성과 특별 예방조치를 피하기 위



해서는 105°F보다 낮지 않은 인화점을 가지고 있어야 한다. 염소계 솔벤트 클리너는 불연성의 특성이 요구되며 클리너를 사용할 때 유독성과 주의사항은 주의 깊게 살펴봐야 한다. 사염화탄소(Carbon Tetrachloride)의 사용은 피해야 한다. 각각의 솔벤트에 대한 물질안전보건자료가 제공되어야 한다.

솔벤트와 세척액은 환경 친화적으로 제작되었다고는 하지만 피부, 내부 장기와 신경계통에 유해한 영향을 발생시킬 수 있다. 특히 MEK(Methyl Ethyl Ketone)과 아세톤 같이 활성이 강한 솔벤트는 호흡기에 치명적일 수 있고 피부를 통해 흡수되었을 때도 해로울 수 있다. MEK 사용 시 장갑, 방독면 그리고 보호면을 포함하는 보호 장비를 착용하여야 한다.

6.19.1 드라이클리닝 솔벤트(Dry-Cleaning Solvent)

스토다드 솔벤트는 항공기 세척을 위해 사용되는 가장 일반적인 석유계 솔벤트이다. 스토다드 솔벤트의 인화점은 105°F보다 약간 높고 구리스, 오일을 제거하는 데 적합하다. 드라이클리닝 솔벤트는 다방면의 클리닝 목적을 위해 사용할 때 석유계 솔벤트보다 성능 면에서 우수하지만 석유계 솔벤트처럼 사용할 때 페인트 코팅 면에 증발 시 발생하는 찌꺼기를 남긴다.

6.19.2 지방족과 방향족 나프타 (Aliphatic and Aromatic Naphtha)

지방족 나프타는 페인트 칠 전에 세척된 표면을 문

질러 닦는 데 사용할 것을 권고한다. 또한 지방족 나프타는 아크릴과 고무를 세척하는 데도 사용할 수 있지만 거의 80°F에서 발화할 수 있기 때문에 조심해서 사용해야 한다.

방향족 나프타는 지방족 물질과 혼동해서는 안 된다. 방향족 나프타는 독성이 강하고 아크릴과 고무 제품의 성능을 떨어뜨리기 때문에 적절하게 제한된 사용이 요구된다.

6.19.3 안전 솔벤트(Safety Solvent)

안전 솔벤트, Trichloroethane(Methyl Chloroform)은 일반적인 세척과 구리스 제거를 위해 사용된다. 안전 솔벤트는 일반적인 사용 환경에서 불연성 특성을 가지고 있어서 사염화탄소를 대체하는 목적으로 사용된다. 사용 시에는 염소 처리된 솔벤트의 사용법을 준수하여야 한다. 또한 장기 사용 시 일부 피부염의 원인이 되기도 한다.

6.19.4 메틸 에틸 케톤(MEK, Methyl Ethyl Ketone)

MEK는 좁은 면적의 페인트 제거 작업과 금속 표면의 솔벤트 세척을 대신해서 사용할 수 있다. MEK는 약 24°F의 인화점으로 대단히 활성이 강한 세척액이다. 흡입할 경우 매우 독성이 강하기 때문에 안전 대책이 반드시 지켜져야 한다. 최근에는 성능을 대체할 환경 친화적인 종류의 솔벤트들로 대체되고 있다.

6.19.5 등유(Kerosene)

케로신은 단단한 방식 처리된 코팅을 제거하기

위해 연화제와 혼합하여 사용된다. 일반적인 세척 목적으로 사용되기도 하지만 보호용제를 이용해서 세척하거나 코팅 처리가 수반되어야 한다. 케로신은 드라이클리닝 세척제와 같이 빨리 증발하지 않고 세척된 표면에 인지할 수 있을 만큼의 부식을 유발할 수 있는 피막을 남긴다. 케로신 피막은 안전 클리너, 수용성 용제 또는 세제 혼합물로 제거하여야 한다.

6.19.6 산소계통을 위한 세척제 (Cleaning Compound for Oxygen System)

산소계통에서 Anhydrous(Waterless) Ethyl Alcohol, Isopropyl(Anti-Icing Fluid) Alcohol이 세척제로 사용된다. 조종사의 마스크와 라인처럼 산소계통에서 접근하기 쉬운 부품의 세척에 사용된다. 이 용액은 산소탱크 또는 조절기 안으로 유입되어서는 안 된다. 산소장비를 세척 할 때에는 오일 피막을 남기는 어떤 종류의 솔벤트도 사용하여서는 안 되며 산소장비를 위한 세척은 제작사의 사용 설명서를 따르도록 한다.

6.20 이멀전 클리너(Emulsion Cleaners)

Solvent Emulsion Compound와 Water Emulsion Compound는 일반적인 항공기 세척에 사용된다. Solvent Emulsion Compound는 카본, 구리스, 오일 또는 타르 같은 심한 부착물의 제거에 특히 유용하다. 적절한 절차를 따라 사용하면 페인트와 마감 처리에 영향을 주지 않는다.

6.20.1 워터 이멀전 클리너 (Water Emulsion Cleaners)

Water Emulsion Cleaners는 Specification MIL-C-22543A에 의해 사용 가능한 물질로서 페인트 되어 있거나 페인트 처리가 되어 있지 않은 두 곳 모두에 사용 가능하다. Water Emulsion Cleaners는 아크릴 세척에 안전하게 사용 가능하며, 형광성의 페인트를 칠한 표면의 세척에 사용 가능하다. 이러한 특성은 사용가능한 물질에는 상관없지만 확실하지 못하는 곳에 사용할 때에는 조심스럽게 샘플 테스트 절차를 수행하는 것이 안전하다.

6.20.2 솔벤트 이멀전 클리너 (Solvent Emulsion Cleaners)

Solvent Emulsion Cleaner 중 하나인 Non-phenolics 용제는 페인트의 녹아내림 없이 안전하게 사용할 수 있다. 반복된 사용은 Acrylic Nitrocellulose Lacquer의 변형을 발생시킨다. 그러나 Solvent Emulsion Cleaners는 부식방지 코팅을 부드럽게 그리고 부풀어 오르게 만드는 데는 효과적이다. 분해가 잘 안 되는 부식방지 코팅은 여러 번 반복해서 처리되어야 한다.

Solvent Emulsion Cleaners는 또 다른 하나는 Phenolics-base 물질로서 더욱 효과적이지만 페인트를 변형시키는 단점을 가지고 있다. Phenolics-base는 고무, 플라스틱, 비금속재료의 물질 주위에서 신중하게 사용해야 한다. Phenolics-base Cleaner를 사용할 때 고무장갑과 보안경을 착용하여야 한다.



6.21 비누와 세정제 클리너 (Soaps and Detergent Cleaners)

다수의 물질은 가벼운 세척의 용도로 이용할 수 있다. 이 섹션에서는 보다 일반적인 세척제에 관해 논의한다.

6.21.1 항공기 표면 세척제 (Cleaning Compound, Aircraft Surfaces)

Specification MIL-C-5410 Type I, Type II 물질들은 페인트 처리된 항공기 표면, 페인트 처리되지 않은 항공기 표면 두 종류의 표면에 발생한 약한 오염, 중간 오염의 제거, 운용 중 발생한 피막, 오일 또는 구리스 등 일반적인 세척을 위해 사용된다. Type I, II 물질들은 선, 가죽 그리고 투명 플라스틱을 포함한 모든 표면에 안전하게 이용된다. 무광택 마무리 처리된 부분은 필요 이상으로 세척되지 않아야 하며, 강한 브러쉬로 문질러서는 안 된다.

6.21.2 비 이온성 세제 (Nonionic Detergent Cleaners)

비 이온성 세제는 수용성, 유용성(Oil-soluble) 둘 중 하나이다. 유용성의 세제는 두꺼운 부식방지 처리 코팅을 연화시켜 제거하는 데 사용하기 위해 드라이클리닝 솔벤트의 3~5% 용액으로 사용하는 것이 효과적이다. 이 혼합물의 성능은 앞에서 설명한 용제유화 세척액과 유사하다.

6.22 기계적 세척제 (Mechanical Cleaning Materials)

기계적 세척 물질은 마무리 작업과 표면의 손상을 원치 않는다면 제시된 방향에 따라 신중하게 사용되어야 한다.

6.22.1 연마제(Mild Abrasive Materials)

이 Section에서는 다양한 물질 목록의 사용을 위한 자세한 절차를 마련하지 못한다. 특별한 세척 작업을 위해 물질을 선택함에 있어 도움이 되도록 사용 가능, 불가능 여부를 포함하고 있다.

3M에서 생산된 일반 상표명으로 Scotch-Bright™ 인 수세미는 약한 연마의 필요성, 부식 생성물의 제거를 위한 저렴한 물질로서 항공정비사에게 제공된다. 이 수세미는 한 번 사용한 수세미를 다른 성분의 금속에 재사용하지 않는다면 대부분의 금속에 사용할 수 있고, 부식이 발생되었을 때 첫 번째로 선택된다. 이 수세미의 폭 넓은 형태는 젖은 스트립퍼와 함께 사용될 때 페인트를 제거하는 데 사용 가능하다.

분말 형태의 경석(Pumice)은 알루미늄 표면을 세척하는 데 사용할 수 있고 유사한 부드러운 연마재도 사용된다.

포화시킨 면 충전물질은 배기가스 잔류물을 제거하는데, 부식된 알루미늄 표면을 연마하는 데 사용된다. 추가적으로 포화시킨 면 충전물질은 금속표면에 높은 반사율을 갖도록 만들기 위해 이용된다. 알루미늄 금속의 광택제는 고광택을 얻고, 장기간 지속될 수 있는 광택을 얻기 위해서 사용된다. 광택제는 산화 피막을 제거시킬 수 있기 때문에 양극산화

처리(Anodized) 된 표면에 사용해서는 안 된다.

알루미늄 울(Wool)의 세 가지 등급, 거친 등급, 중간 등급 그리고 고운 등급으로 나뉘며 알루미늄 표면의 일반적인 세척 작업에 사용된다. 포화시킨 나일론 충전 물질은 부식 생성물의 제거와 눌러 붙은 페인트 피막 제거, 터치업 페인트 칠 전 페인트 마감에 존재하는 흠을 제거하는 물질로서 알루미늄 울보다 우위에 있다.

락카 연마 화합 물질은 엔진 배기가스 찌꺼기와 작은 산화물을 제거하기 위해 사용될 수 있다. 보호막이 얇게 벗겨진 리벳 헤드 또는 벽테일을 과도하게 문지르는 것을 피해야 한다.

6.22.2 연마지(Abrasive Papers)

항공기 표면에 사용되어지는 연마지는 유지되고 있는 보호막 안과 깨끗하게 관리되고 있는 모재 안에 침범할 수 있는 날카롭거나 바늘 같은 모양의 연마제가 포함되지 않아야 한다. 연마제는 깨끗하게 처리된 물질을 부식시키지 말아야 한다. 300[grit] 또는 그보다 고운 산화알루미늄 페이퍼는 다양한 형태에 사용 가능하고 대부분의 표면에 안전하게 사용 가능하다. Federal Specification P-C-451 Type I, Class 2 물질은 1½~2 [inch] 폭으로 이용할 수 있다. 특히 알루미늄 또는 마그네슘에 연마지 즉 탄화규소(Carborundum/Silicon Carbide) 페이퍼의 사용을 피한다. 탄화규소의 결정구조는 개개의 결정들이 침투할 정도로 예리하고 심지어는 강재 표면까지도 침투할 정도로 단단하다. 알루미늄 또는 마그네슘에 금강사로 만든 사포(Emery Paper) 또는 크로커스 천(Crocus Cloth)을 사용하는 것은 산화철의 침투에 의해 금속의 심각한 부식을 유발할 수 있다.

6.23 화학 세척제(Chemical Cleaners)

케미컬 클리너는 조립된 항공기를 세척하는 때에 심사숙고해서 사용해야 한다. 겹쳐지는 부분과 갈라진 틈에 스며든 부식성의 물질은 신속성과 유효성에 대한 어떠한 장점도 의미 없게 만든다. 사용된 물질은 제거하기 쉬워야 하고 비교적 중성을 유지하여야 한다. 사용 후 모든 잔류물들의 제거를 강조한다. 크롬산 또는 중크롬산염(Dichromate) 처리와 같은 화학표면처리로부터 가소성 염류는 페인트 코팅을 용해시키고 부풀음을 조장할 것이다.

6.23.1 시트르 인산(Phosphoric-citric Acid)

알루미늄 표면의 세척을 위해 인-시트르 산 혼합물(Type I)이 사용 가능하고 사용을 위해 포장해서 준비되어 있다. Type II는 경유 또는 물로 희석시킨 농축물이며 피부 접촉을 피하기 위해 고무장갑과 보안경을 착용해야 한다. 산성 물질로 인한 화상은 베이킹소다(Sodium Bicarbonate) 혼합액으로 처리한 다음 충분한 물로 중화시킨다.

6.23.2 베이킹소다(Baking Soda)

베이킹소다는 납산 배터리실에서 산성 부착물을 중화시키기 위해 사용되며 케미컬 클리너와 억제제로부터 산화한 산(Acid)을 처리하기 위해 사용된다.

