

<腐蝕講座>

皮覆에 의한 腐蝕防止

張 賢 球 譯\*

X. Corrosion Protection via Coatings\*\*

Michael Henthorne\*\*\*

금속 및 무기재료들은 전형적인 피복재료로서 부식을 제어하는데 사용된다. 각각의 경우에 있어서 어떤 재료를 사용할 것인가를 선정하는 것은 부식성물질, 사용방법, 素地金屬의 類型, 및 素地金屬과 皮覆사이의 結合性 格에 의하여 결정되는 것이다.

피복은 부식을 막는데 사용되는 가장 일반적인 방법이다. 그것은 금속을 부식성물질로부터 완전히 분리시켜놓거나 피보호금속과 부식성물질 사이에 일어나는 반응을 늦추어 주는 원리에 의한다. 일반적으로 피복은 강한 화학약품에 대하여 보호할 때에는 사용되지 않지만 外氣, 물 및 토양중에서와 같은 자연조건에서는 자주 사용된다. Clad metals 나 플라스틱 피복은 예외이다.

피복이 부식문제에 대한 가장 좋은 해결 방안이 되겠는가 만일 그렇다면 어떤것을 사용할 것인가를 결정하기 위하여는 어떤 피복이 사용 가능한 것인가를 알아야 한다. 부식 방자를 위한 경우 이외에 사용되는 (예들들어 외관, 마도지향, 전기적 성질) 피복은 거론하지 않기로 한다. 수백가지의 서로 다른 피복 방법이 사용 가능하다. 많은 수가 여러가지 상품명으로 나온 특허 혼합물이다. 이들은 피복 선택에 혼란을 가져오게 하며 충분한 기능을 얻기 위하여 어떤 피복을 다른 피복 위에 입히는 세가지 혹은 그 이상의 서로 다른 피복을 적용하는 경우에는 특히 더하다. 피복을 몇가지로 묶어서 분류하는 것이 편리하다.

우선 조성에 따라 세가지 범주로 나누면 (1)금속, (2)무기화합물, (3)유기화합물 피복이다. 여기에서는 여러가지 금속 및 비금속 피복법을 다루고, 실제로 응용하기 위하여 가장 적절한 어떤 한가지를 선택하는데 고려해야 할 인자들을 기술하기로 한다.

금속피복

금속 및 그 합금들은 Table 1, 에 보인 방법들 몇가지를 사용하여 거의 모든 다른 금속 및 합금상에 피복하는데 이용할 수 있다. 사용하는 방법에 따라 10만분의 1 (0.00001)인치로 부터 1/4인치 이상의 범위에 드는 두께를 얻을 수 있다. 거의 대부분이 최종 끝머김 처리로 피복을 하지만 어떤 경우는 다음 임계의 보호 피복을 입히기 위한 소지(素地)를 마련하기 위하여서도 금속피복을 입힌다.

Table. 1 Techniques for Applying Metallic Coatings.

- Hot Dipping
- Metal Spraying
- Cladding
- Cementation
- Vapor Deposition
- Electroplating
- Mechanical Plating
- Electroless plating
- Metalliding

몇가지 기술적인 방법을 자세히 다루기 전에 금속피복을 두가지 그룹으로 나누어 보자. 즉 피복을 당하는 금속에 비하여 피복금속이 陽極인 (한층 활성이 큰) 경우와 陰極인 (한층 귀한) 경우이다. 강에 대하여 아연, 알루미늄 및 카드뮴은 前者의 범주에 속하고 반면 니켈, 구리 및 크롬은 後者에 속하는 典型的인 예이다.

\* 성균관대학교 이공대학 금속공학과  
 \*\* Chem. Eng Jan. 10, 1972  
 \*\*\* Carpenter Technology Corp.

피복에 작은 갭(gap)이 있어 소지금속을 노출시킨다면 한층 활성이 큰 피복은 전지작용(galvanic action)에 의하여 소지를 보호하며 반면 한층귀한 피복은 노출된 점에서 침식을 가속시켜 핏트(pit)를 발생시킨다. 이점은 피복법을 선정하고 품질관리 방법을 세우는데 중요한 사항이다. 왜냐하면 소지금속보다 피복이 더귀하면 다공질의 결합을 함유하고 있는 피복은 대단히 위험하기 때문이다. 반면에 피복의 활성이 더 크면 이 피복은 희생양극으로 작용하여 부식되어 나간다.

그러므로 귀한 피복을 입히면 사용시에 흠(scratch)이 생기지 않도록 비상한 주의를 기울여야 한다. 그 반면에 활성이 큰 피복은 더 빨리 부식되는 단점이 있다. 때문에 활성이 큰 금속은 두꺼운 피복으로 만들어 사용하여야 한다. 이것은 경제적 또는 제품 중량의 견지에서 해로운 점이 될 것이다. (물론 귀금속 피복 또한 다공질의 영향을 최소화 하기 위하여 두껍게 해야 할 경우도 있다). 양극피복의 부식 생성물은 외관을 망치고 제품을 오염시키거나 칫수(size)의 변화나 영성한 침적물을 형성하는 등 기계적인 면에서 해를 입히게 될 수 있다. 환성금속 피복은 거의 다 귀금속 피복에 비하여 덜 비싸다.

### 1) Hot Dipping

Hot Dipping 은 피복시킬려는 물품을 낮은 용융점을 갖는 피복제의 용융욕중에 담그는 것이다. 잘 알려진 예로서 강의 아연피복 즉 galvanizing 이 이것의 일종이다. 피복과 소지금속 사이에는 금속 결합이 형성된다. 사실 두 금속의 합금이나 여러가지의 합금들이 개면에서 형성될 수 있다.

형성된 합금이 나쁜 기계적 특성을 갖는다면 (예를 들어 Fe-Sn 처럼)문제거리가 될 것이다. 또 합금이 좋은 내식성을 갖는다면 (예로 Fe-Sn 처럼) 부식이라는 견지에서 도움이 될 것이다. Dipping 에 의하여 형성된 피복은 내체적으로 아주 전성이 크다. 비교적 두꺼운 피복이 필요하고 부품이 복잡하지 않으며, 균일한 피복두께가 크게 고려해야 될 사항이 아닐때에 이방법을 자주 사용한다.

### 2) 금속분무(metal spraying)

금속분무, metallizing 또는 화염분무(flame spraying)는 용융된 금속입자를 뿌려서 이용하는 것을 의미한다. 여러가지 금속이 사용될 수 있으며 두께는 통상 0.002~0.1 인치의 범위에 속한다. 석출물은 다공질이지만 페인트를 봉입피복(sealing coat)으로 사용하여 보완할 수 있다.

사실 이 피복과정은 두꺼운 피복(overcoat)을 계획할 경우에는 더욱 좋은 부착성을 갖게 되어 도움이 될 수 있다. 아연 또는 알루미늄으로 피복된 강의 경우처럼 소지금속 보다 피복이 양성(anodic)이라면 다공성은 별 문제가 되지 않는다.

금속 분무는 지난 10여년 동안 큰 관심거리였다. 그 이유의 하나는 아연 및 알루미늄과 같은 금속피복은 전에는 다만 공장 제품에 대하여서만 가능했지만 위와같은 유형의 끝매김법은 현장에 있는 큰 구조물에도 이용될 수 있기 때문이다. sandblasting, 금속분무 및 봉입(sealing)의 순서에 따른 처리는 여러층의 페인트를 입히는 것에 비하여 구조용강품의 작업에 있어서 경제적으로 매력력을 주는 것이다. 이 처리 절차는 현장에서

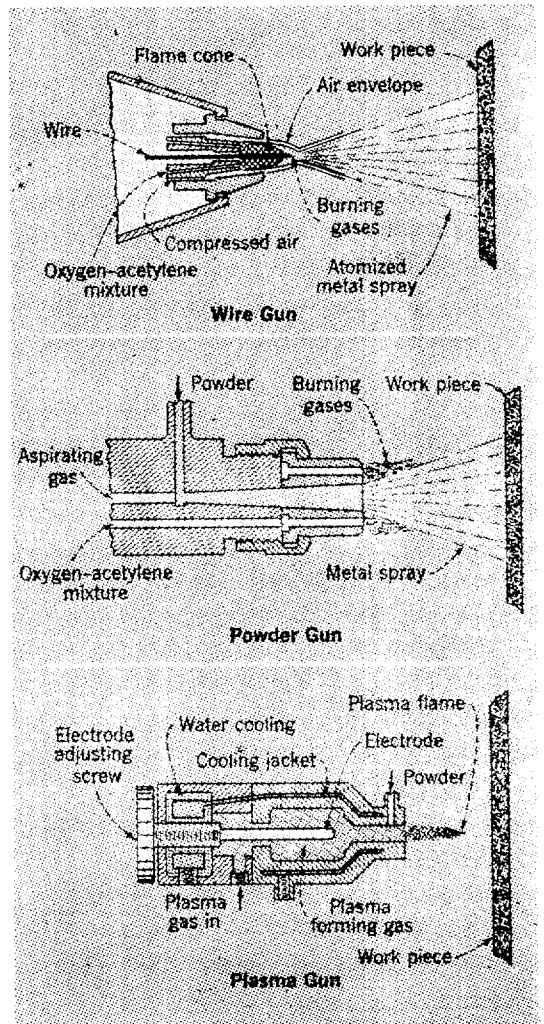


Fig. 1 Spray guns for depositing metallic coatings

사용할 수 있으므로 수리작업에도 유용하게 된다. 기술 및 장치의 개선에 의하여 0.007인치 정도의 얇은 피복 두께를 만들어 사용하기에 이르게 되었다.

금속 분무 공정에는 Fig. 1에서 보인 바와 같이 금속 wire, 분말 및 플라스틱을 사용하는 세가지의 형이 있다. wire 및 분말법에서는 피복금속은 spray gun에 공급되어 녹게 된다. 그 다음 압축 공기가 피복될 표면 상에 용융입자를 분무하여 살포시킨다. 새로운 방법인 플라스틱법 또한 분말 금속을 사용한다. 불활성기체(알곤, 질소)는 전기아크층이 해리되어 이에 의하여 발생되는 에너지는 기체 stream의 온도를 15,000~30,000F 까지 올려준다. 분말금속은 이 기체 stream에 도입되어 금속표면에 보내지면서 즉시 녹게 된다. 플라스틱 공정은 또한 부식의 방지보다는 내마모성을 향상시키기 위하여 비금속피복 (ceramics, cermets, etc)에도 자주 사용된다.

### 3) Cladding

이 技法(technique)은 특히 화학공장에서 부식을 제어하는데 사용된다. 스테인레스강, 구리, 니켈합금, 티탄 및 탄탈과 같은 대단히 비싼 금속으로 강을 Cladding 하는 것은 계속 빈번히 행하고 있는 사항이다. 전

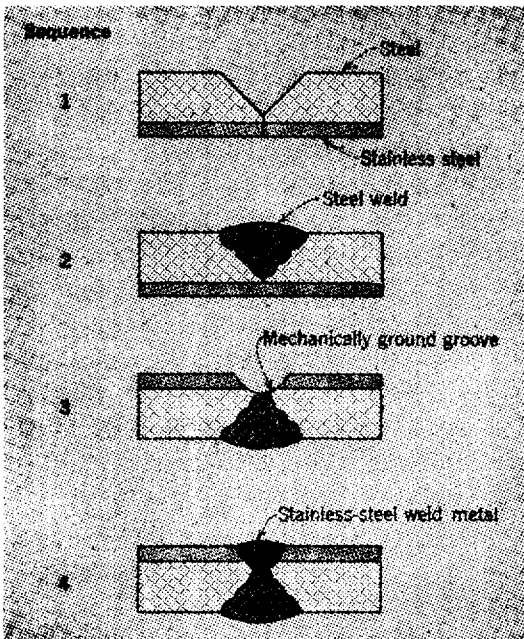


Fig. 2 Welding procedure minimizes dilution of clad metal. 형적으로 3/4인치 강관은 1/8인치 스테인레스강으로 cladding 한다. 스테인레스강은 내식성을 구비시켜 주며

강관의 두께는 강도의 필요성을 만족시켜 준다. 이와 같은 방법은 pressure vessels, reactors, kettles, 열교환기 및 저장탱크에 사용된다.

두가지 재료의 결합은 열간압연(hot rolling)에 의한 방법이 가장 일반적이거나 폭발성형(explosive forming)법을 쓰기도 한다. 양쪽 경우에 모두 두재료 사이에는 금속결합이 형성된다. 요즘은 대부분의 clad metal은 열간압연을 하지만 폭발결합(explosive-bonding)법이 기술적 및 경제적으로 점차 허용되고 있다.

Cladding 시의 부식문제는 일반적으로 다음 사항과 관계 되어 있다.

- (1) 공장 및 현장에서의 제조공정에 있어서 Cladding 과정이나 용접작업시를 통하여 backing metal로부터 cladding metal로 불필요한 성분원소들의 확산.
- (2) Backing metal에 응력제거를 위하여 열처리하는 경우 cladding metal에 있어서의 해로운 금속확산의 변화.

이 두가지 문제들은 탄소강에 오스테나이트계 스텐레스강을 임할때 당하게 된다. 강으로 부터 스텐레스강에 확산하여 오는 탄소는 크롬탄화물을 형성하여 — 특히 vessel은 1,100F 부근에서 응력제거를 하는 경우 — 일계부식을 일으킬수 있다.

이와같은 문제의 대응책으로 저탄소 혹은 안정화된 스텐레스강과 더불어 backing metal로 저탄소강이 사용된다. cladding metal의 두께 추가는 첫번째 문제의 대응책으로 설계시에 고려될 수 있다. 이것은 좋은 품질의 재료가 vessel의 수명기간 동안 부식성물질에 노출되는데 있어서의 보장이 될 것이다. 용접에 기인한 문제들은 Fig. 2에서 보인 바 처럼 clad metal을 최종적으로 용접하므로 최소한으로 적게 만들 수 있다.

Cladding은 또한 현장에서 덮어씌우기 용접(weld overlays)을 함으로서 수선할 수 있다.

### 4) 전기 도금(Electroplating)

전기 도금 또는 전착법은 장기간에 걸쳐 확립된 피복기술이다. 도금에 사용될 수 있는 금속의 범위는 다양하다.

전기 도금은 통상 hot dipping에서 보다 균일한 피복 두께를, spraying에서 보다는 덜 다공질한 피복을, 그리고 어느 다른 방법에서 보다는 순수한(순도 높음) 피복을 마련하여 주며, 일반적으로 피막 두께는 얇지만 항상 더 얇은 것은 아니다. 어떤 경우(tinned steel)에는 hot dipping 법으로부터 이 방법으로 점차적으로 바뀌고 있다.

전기도금의 원리는  $M^{n+} + ne \rightarrow M$  반응식으로 말할 수

있다. 이것은 여러가지 음극반응들(이 강좌의 II 참조)의 한가지 형태이다. 어떤 물품을 도금하려고 하면 Fig. 3에서 보인 것처럼 전해조내에서 그 물품을 음극으로 한다. 전해액은 도금되는 금속의 이온을 함유하여야 한다. 그리고 이 이온의 대부분은 꼭은 아니지만 일반적으로 피복할 금속으로 만든 양극(anode)으로부터 나온다.

Hot dipping 과는 대조적으로 전기도금은 석출과정이며 계면상에 합금층은 형성되지 않는다.

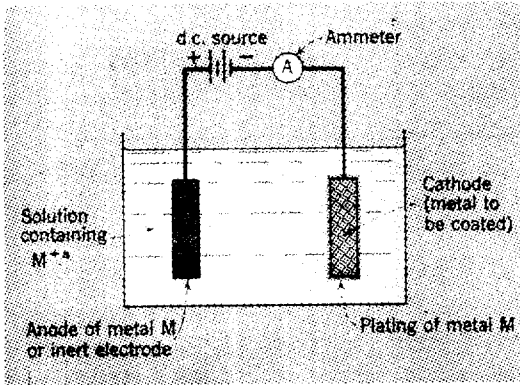


Fig. 3 Schematic of typical electroplating bath

이 방법을 적용하는데 전해조를 사용해야 되기 때문에 피복 시킬려는 물품의 크기와 모양에 제한을 받

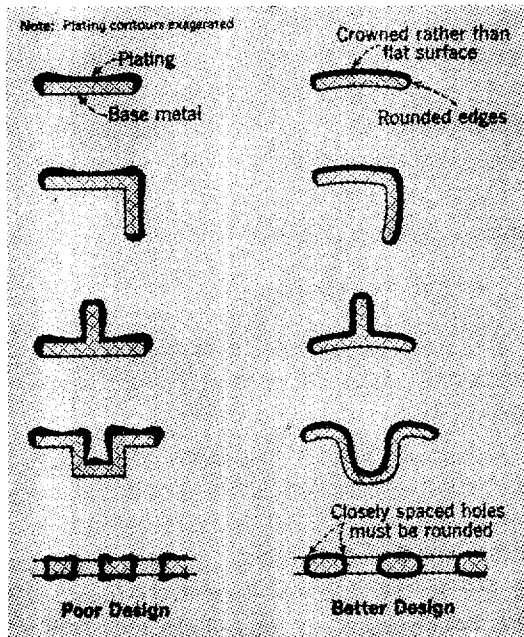


Fig. 4 Uniformity of electroplate depends on shape

게 된다. 어떤 경우에는 도금된 판재를 사용하여 크고 복잡한 구조물을 제조할 수도 있다. 전기도금의 질과 두께는 표면의 전처리와 도금온도, 시간, 전류 밀도 및 도금액 조성과 같은 도금 조건에 따라 다르게 된다. 설계 또한 한가지 인자가 될 수 있다. Fig. 4는 좋은 피복을 얻기 위한 설계의 실제 기술을 보인 것이다. 지켜야 할 규칙은 대단히 간단하다. 즉 sharp edges 를 피하고 가능하다면 표면을 concave 를 만들어 줄 것.

최상의 피복을 얻기 위하여 다른 여러 금속들을 차례로 도금하는 것이 일반적이다. 예를 들어 강에 크롬도금을 원한다면 우선 강위에 니켈을 도금하고 크롬을 입히게 된다. 니켈은 내식성을 마련하며 크롬도금할 때 더 나은 소지를 형성한다. 또 니켈, 크롬을 입히기 전에 강을 우선 구리로 도금할 수도 있다. 구리는 강보다 buff 연마하기가 쉬우며 사전 처리가 간단하다. 또한 얇은 니켈 층이 사용될 수 있다면 구리의 사용은 재료비를 절감시킬 것이다. 여러가지 전기도금에 대한 용액 및 사용법 (정지욕, 바렐, 자동도금 등의) 들은 도금기술에 관한 특정 정보를 위하여 이 논제의 끝에 실어놓은 참고 문헌들을 보면 된다.

전기도금에서의 문제는 항상 나쁜 부착력 때문에 야기된다. 이것은 도금조건에 관계되는 사항이지만, 종종 전기도금에서 결정적으로 중요한 표면처리를 부적당하게 함에 기인하기도 한다. 이 전처리를 통하여 oil, grease, scale 및 부식생성물을 제거할 뿐만 아니라 공기중에서 형성된 산화피막을 제거하여, 산화피막이 다시 형성되기 전에 소지금속에 도금해야 한다.

수소취성 (hydrogen embrittlement)은 별 인식없이 다루어질 경우에 일어날 수 있는 다른 하나의 심각한 문제이다. 시편이 도금조내에서 음극역할을 할 때 금속의 전착 이외의 음극반응이 발생할 수 있다. 즉  $H^+ + e \rightarrow H$  반응으로 수소는 화학적 및 전기화학적인 표면전처리 과정을 통하여 재료내로 들어가게 된다. 재료내에 충분한 양이 존재하면 특히 고강도 발텐사이트 경에서는 사용중에 균열을 일으킬 수 있다. 이와같은 문제는 도금후 수소를 제거시켜 줌으로써 최소로 줄일 수 있다. 이 처리는 400F 정도의 온도에서 몇 시간동안 도금된 부품을 구어주는 것 (baking)이다.

금속표면상에는 합금을 도금시킬 수도 있다. 황동이 가장 일반적인 예이다. 스텐레스 강 및 다른 니켈-크롬합금을 도금시키기 위하여 상당한 연구가 수행되었으나, 이 방법은 다른 피복법에 비하여 경제적으로 타산이 안 맞는 채 남아있다. 1,500~2,000F 의 용융염에서 금속을 전착시키는 metalliding 법 또한 연구되었으나, 이 경우에는 소지금속과 피복금속(양극)의 확산과

복(합금)이 형성된다.

다른 종류의 금속피복 방법으로는 철합금에 알루미늄을 피복시키는 화학적 증착법과 강이나 다른 금속들에 아연 및 카드뮴을 입히는 기계적 분말도금법이 있다. 이중 후자는 무전해화학 도금이므로 수소취성을 없앨 수 있는 장점이 있다.

### 무기피복

磁材 에나멜 (porcelain enamel)과 유리피복 (glass coating)은 금속에 용착(融着)되어 금속을 보호한다. 자재에 나멜은 일반적으로 강 및 알루미늄에 약 0.004~0.010인치의 두께로 사용된다. 이들은 가정용품 및 식료품을 다루는 공장에서, 또 공기조절용 배관 및 stack lining 등에 다양성있게 사용된다. 화학공장용 유리피복은 silica를 제일 많이 사용한다. 전례적으로 그 두께는 0.004~0.08 인치이며 주로 철 및 니켈합금에 사용된다. 유리피복은 강산을 포함한 여러가지 화학약품(불산은 안되지만)에 대하여 견디지만 뜨겁고 농도가 큰 알카리에는 적합하지 않다. 유리는 희생적 보호작용이나 억제작용이 없기 때문에 금속을 부식성 물질로부터 완전히 격리시켜야 된다. 이 lining에 있어서의 주요한 제한점은 열 충격(thermal shock)에 의한 균열에 예민한 점과 취성(brittleness)이 있는 것이다. 피복에 있어서 깨진 곳은 가끔 탄탈로 수리할 수 있다. 유리피복은 그 기계적 특성이 나뭇에도 불구하고 반응기(reactor), 저장탱크, 파이프등에 널리 사용된다. 금속및플라스틱에 부착하는 많은 화합물들은 유리에 달라붙지 않는다. 때문에 이들 유리피복은 공정 장치에 사용될 수 있다.

Sandblasting 또는 pickling시킨 금속표면에 분말 유리를 살포하여 피복시킬 수 있다. 물품을 고온(1,400~1,600F)으로 가열하여 유리를 유동성이 있게끔 軟化시켜 금속에 결합시킨다. gas 함량이 낮은 특급의 강이 이에 사용된다. 그렇지 않으면 피복을 입히는 도중 발생한 gas는 피복에 기공(hole)을 형성시킨다. 가끔(특히 강에서) 두가지 품위의 유리가 사용되는데 첫째 것은 금속-유리의 결합을 좋게 하는데, 두번째 것은 최고의 내산성을 얻기 위하여 사용된다. borosilicate 유리는 강에 쉽게 결합하며, 반면 높은 품위의 silica 유리는 좋은 내산성을 갖는다.

시멘트(예를 들어 portland cement)는 물과 토양부식으로 부터 강을 보호하기 위하여 사용된다. 1/4인치 혹은 그 보다 더 큰 두께로 사용된다. 유리처럼 시멘트도 취성(brittleness)을 당하게 된다.

### 전환피복

전환피복은 금속표면상에 부식을 억제시켜 형성된 무기피막이다. 표면상의 금속원자들은 금속의 인산염, 크롬산염, 산화물 등으로 전환하여 표면에 쌓여 덮힌다. 피복은

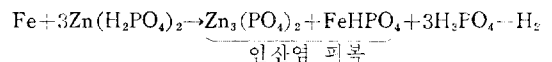
- (1) 다음에 입히는 피복의 부착력을 향상시키고
- (2) 그 자체로 내식성을 마련하며
- (3) 내식성을 주는 oil이나 wax를 흡수하고
- (4) 여러가지 색깔을 띄울수 있어 외관을 좋게 하며
- (5) 윤활제로서 작용하거나 또는 윤활유를 흡수하고
- (6) 내 마모성을 향상시킨다.

인산염, 크롬산염 및 산화물피복이 가장 일반적인 것이고 그들을 얻기 위하여 각각 특수 용액을 사용한다.

#### 1) 인산염 피복(Phosphate Coatings)

대략 0.0001~0.002 인치 두께의 인산염 피복이 철 및 비철금속에 사용된다. 가장 잘 알려진 용도가 자동차 body에 쓰이는 강판상의 피복인 것이다. 여러가지 형의 인산염피복중에서 아연, 철 및 망간을 지닌 인산염이 가장 잘 알려져있다.

철, 아연 등의 인산염은 산에는 용해하지만 중성이나 알카리 용액중에서는 불용성이다. 한 조각의 강판이 인산용액중에 놓이면 강은 부식되지만 음극반응에 의하여 금속표면상의 알카리도는 증가하게 될 것이다. 이때 용액이 아연이나 망간인산염을 포함하고 있다면 금속표면에 인산염피막을 형성할 것이다. 전체반응을 간단히 쓰면 다음과 같다.



반응촉진제인 nitrite가 인산염용액에는 항상 존재하여 수소발생에 의한 음극분극에 대응하는 작용을 한다.

피복시키기 위한 방법으로 dipping이나 spraying법을 사용하는데 전형적인 처리순서는 Table. 2에 실려 있다. 내식성을 추가시키기 위하여 크롬산염피복이 자주 적용된다. 아연 혹은 망간피복은 공기중에서 더 안정하고 다음에 따르는 페인트나 기름을 사용하는에 유용하도록 흡수성이 한층 좋으므로 인산철피복보다 더 낫다.

통상 인산염피복은 운영비를 절감시킬 정도로 충분한 내식성을 주는 것은 아니지만 저장이나 운송을 통하여 부식을 최소로 하는데 유용하다. 이 피복은 거의 항상 (1) 페인트의 소지를 마련하는데, (2) 부식 예방용 oil이든 wax를 흡수시키기 위하여 사용된다. 인산

**Table. 2** Sequence of Procedures To Produce Conversion Coatings

**Zinc Phosphate Coating**

(such as for steel)

1. Pickle to remove scale, etc., by mechanical or chemical means.
2. Preclean in alkaline cleaner for 4 min at 170F.
3. Rinse twice in water at 90F. for 1/2 min.
4. Treat with conversion mixture (zinc phosphate) at 160F for 4 min.
5. Rinse with water for 1/2 min. at 90F.
6. Treat with chromate for 1/2 min. for corrosion protection.
7. Dry.

**Chromate Coating**

(such as for zinc)

1. Pickle to remove scale, etc., by mechanical or chemical means.
2. Degrease with vapor-phase material.
3. Clean with alkaline cleaner at 170F
4. Rinse.
5. Treat with chromate at 80F. for 10 sec. to 1 min.
6. Rinse.
7. Dry (150F. maximum)

**Anodizing**

(such as for aluminum)

1. Clean.
2. Anodize by making material the anode in sulfuric acid bath as shown in Fig. 5
3. Rinse.
4. Seal by boiling in 4% sodium dichromate for 10 to 20 min.

아연 및 인산망간은 흡수성이 대단히 좋기 때문에 특히 후자의 용도에 적합하다. 복잡한 부품이나 assembly 들은 이 방법에 의하여 보호될 수 있다. 수용성기름 (짧은 기간동안의 보호만을 위하여), 마르지 않는 기름 및 경화안되고 마르는 grease 등이 이 피복위에 사용된다. 마르지 않는 기름은 다루는 동안에 형성된 흠을 self-healing 시키는 장점을 갖는다. 일반적으로 정결한 표면이 피복시키기 시작하는 것이 관례이지만 인산칠피복은 가끔 흠 뜯거나 녹슨 표면에 적합하기도 한다. Cleaning 과 Phosphating 단계를 결합시키는 것은 한층 경제적이지만 주로 녹이 가벼운 얇은 deposit 인 경우에 극한되는 경향이 있다. 두 단계의 결합이 가벼운 deposit 에 한정되는 이유는 두꺼운 deposit 의 녹일 경우 이를 제거시키는 데에는 강한 인산이 필요하

기 때문이다. 이것은 인산염 피막을 형성시키지 못하게 한다. 더우기 인산 洗淨溶液중에서 형성된 피막은 정상적 인산염욕 중에서 형성된 피막보다 원래가 한층 얇게 된다.

2) 크롬산염피복

크롬산염피복은 여러가지 비철금속들(아연, 카드뮴, 마그네슘, 알루미늄, 구리, 은, 베릴리움등)에 사용된다. 이들은 페인트 소지나 최종 피복으로서 쓰인다. 피복될 물품은 Cr<sup>6+</sup> 이온의 주 원천인 용액, 예를들어 Na<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 과 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 와 같은 mineral acid 를 함유한 용액중에 넣는다. 피복은 빠르게 형성된다. 전형적인 작업순서는 Table. 2 에 표시해 놓았다. 피복시 상위온도는 150F 정도이고 피복후 처음 24시간 동안 기계적으로 깨뜨려지지 않도록 주의해야 한다.

크롬산 염의 피복기구( Coating mechanism)는 금속의 부식과 이에 따른 Cr<sup>3+</sup> 이온이 비정질인(amorphous) 크롬산 크롬의 수화층(hydrated layer)으로 부분환원됨에 관계되는 것 같다. 이층은 용성 Cr<sup>3+</sup> 및 약간 가용성인 Cr<sup>6+</sup> 이온을 함유하며 Cr<sup>6+</sup> 이온이 용출하여 사용중에 생기는 흠들을 healing 하는 부식억제제로 작용한다. 크롬산염은 일반적으로 인산염보다는 내식성이 좋지만 oil 이나 wax 등을 보유하는 데에는 효능이 약하다. 이들은 인산염이나 산화물 보다 다공질이 아니며 오히려 그와같은 다공질 피복을 봉입(sealing)하는데 자주 사용된다. 크롬산 염은 양극산화(anodizing)에 대한 대안으로 알루미늄에 점차 널리 사용되고 있다.

3) 산화피복 및 양극산화

산화피복은 뜨거운 알칼리와 같은 수용액 중에서도 또는 가열하여 산화작용을 조절함에 의하여 여러가지로 널리 금속에 응용된다. 가장 일반적인 것의 하나가 외관과 내마모를 위하여 강에 적용된 흑색 산화피막의 경우인 것이다. 이 흑색 산화물은 특별히 내식성이 크진 않지만 oil, wax 또는 락카에 침착시키므로 내식성을 상당히 향상시킬 수 있다. 산화물은 거의 Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 이고 강의 원래의 표면 끝매김 상태에 따라서 밝거나 어두운 빛을 띄게 된다.

산화피복에 있어서 또 하나 널리 사용되는 방법은 양극산화이다. 이것은 금속알루미늄에 가장 널리 응용된다. 양극산화는 전해조에서 알루미늄을 양극으로 하여 주어 알루미늄을 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 로 전환시켜 주는 것이다.

전형적인 작업순위는 Table. 2에 또한 주어졌으며 양극산화조의 대표적인 작업조건이 Fig. 5에 나타나있다. 황산이나 크롬산이 통상적인 전해액이고 크롬산은

5% 이상의 구리를 함유한 합금에서는 부적당하다.

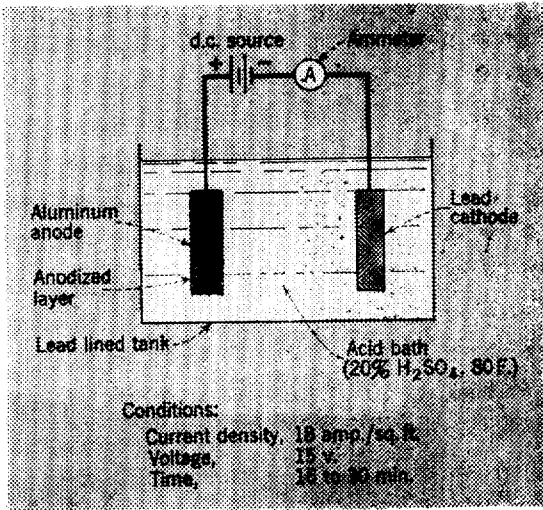


Fig. 5 Anodizing bath for aluminum articles

전해액과 전해조건을 조절하므로 피복은 0.0001~0.003 인치나 그 이상으로 두껍게 조정할 수 있으며 그 밀도도 조절될 수 있다. 대부분의 알루미늄 양극산화 피복은 어느정도 다공질이다. 그 때문에 내식성을 향상시키기 위하여 끓는 물이나 끓는 중크롬산소다 용액 중에서 봉입하는 것이 관례로 되어 있다. 양극산화 표면은 내식성의 향상 및 내마모성의 증가를 위하여, 혹은 페인트의 소지로서 사용된다.

용매 및 건식분말(dry-powder)법에 기초를 둔 유기 피복(organic coatings)은 다음 논제에서 기술할 것이다. 표면 전처리, 검사, 시험 및 피복재료의 선정과 사용방법등도 관련사항으로서 포함시켜 다룰 예정이다.

### References

1. "Metals Finishing Guidebook and Directory," pub-

lished annually by Metals & Plastics Publications Inc., West-Wood, N. J.

2. Heat Treating, Cleaning and Finishing in "Metals Handbook," Part 2, American Soc. for Metals, Park, Ohio, 1964

3. Engineering Materials, *Chem Eng.*, Oct. 12, 1970.

4. Burns, R.M. and Bradley, W.W., "Protective Coatings for Metals," 3rd ed., Reinhold, New York, 1967.

5. Ballard, W.E., "Metal Spraying and the Flame Deposition of Ceramics and Plastics," 4th ed., Charles Griffin & Co. Ltd., London, 1963.

6. "Papers From Coatings Symposium, Materials Protection," pp.25-39, National Assn. of Corrosion Engineers, Houston, May 1969.

7. Sisler, C.W., Coatings: Observations on Costs and Concepts Over Two Decades, *Mater. Protect.*, May 1970, pp.23-25.

8. Rodgers, J., Understanding Economic Aspects of Coatings Is Vital to Engineers, *Mater. Protect.*, May 1970, pp.26-30.

9. Lee, H. and Neville, K., "Handbook of Epoxy Resins," McGraw-Hill, New York, 1967.

10. *Metal Finishing*, published monthly by Metals & Plastics Publication Inc., Westwood, N. J.

11. *Materials Protection*, published monthly by National Assn. of Corrosion Engineers, Houston.

12. *Products Finishing*, published monthly by Gardner publications Inc. Cincinnati, Ohio.