

코팅 및 라이닝에 의한 방식기술

김 진 우

Protection Technique by Coating and Lining

J. W. KIM



- 동의대학교 중소기업대학원 졸업
- 현 경한산업(주) 대표이사

1. 서 론

부식과 방식은 산업사회에서 뿐만 아니라, 일반 사회에서도 중요한 문제이다. 최근 우리나라는 경제발전과 생활수준의 향상으로 철강재의 사용량이 급격히 증가하고 있으나, 그와 더불어 산업발달에 따른 사용 환경의 악화로 여러 가지 부식과 관련된 문제가 제기되고 있다.

이러한 부식 문제로 인한 재료의 손상은 소재의 보수, 교체 등에 따른 경제적, 시간적 손실뿐만 아니라 때로는 인명피해나 사회적·심리적 문제들도 유발시키고 있다.

재료의 부식현상은 대부분이 열역학적으로 자발적인 반응이므로 재료의 사용 도중에 일어날 수밖에 없는 현상들 중의 하나이지만 적절한 여러 가지 조치들 - 예를 들면 사용환경 및 조업조건 등에 적합한 재료의 선택, 적절한 방식처리 등을 통하여 대책을 세울 수가 있다. 그런데도 현재 부식으로 인한 문제가 많이 발생되고 있는 것은 이러한 재료

선택 단계에서부터 운전 및 유지에 이르는 과정에 까지 방식적인 측면에서 어떤 부적절한 것이 있었다고 볼 수 있다.

현재 이러한 부식문제를 해결하기 위하여 여러 가지 방식법이 적용되고 있으나, 현장 기술자의 인식부족과 방식자료의 불충분으로 각각의 부식환경에 적합한 적절한 방식법이 적용되지 못하고 있는 실정이며, 거기에 따른 많은 문제점이 발생하고 있다.

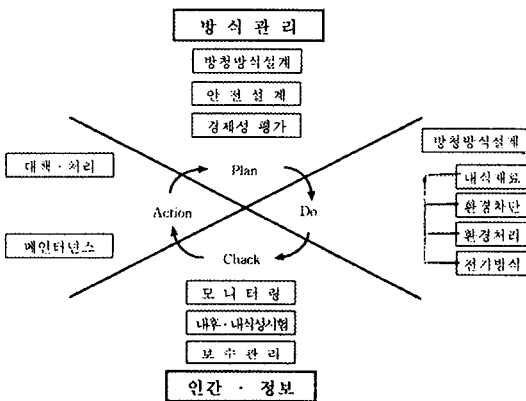
본 내용에서는 각종 방식법들 중 코팅 및 라이닝에 의한 방식법의 검토를 통하여 이들의 장단점과 사용기술에 관해 논하고자 한다.

2. 방식법의 분류

방식법을 분류할 경우 목적에 따라 몇 개의 방법이 있는데, 기본적인 분류방법으로 부식 억제 의 원리적인 측면에서 분류하면 <표 1>과 같이 4가지로 대별된다.

<표 1> 방식법의 분류

부식 억제 의 원리	방 법
적정 재료를 선정한다.	표면상태가 안정된 재료 표면반응요소의 억제
표면을 환경으로부터 차단한다.	금속층으로 피복 비금속층으로 피복
환경조건을 제어한다.	부식을 촉진하는 성분의 제거 부식을 억제하는 성분의 첨가
전기화학적으로 제어한다.	희생전극의 사용 외부로부터의 전위제어



<그림 1> 방식관리 사이클

또한 <그림 1>에서는 「방식관리의 사이클」을 나타냈는데 관리수법의 기본인 계획(Plan), 실시(Do), 검토(Do), 대책·처리(Action)의 사이클을 얼마나 원활하게 운용하는가를 총괄하는 위치에 방청관리가 위치한다. 그러나, 이 사이클을 지배하는 것은 인간이며 정보이다.

이중 방식설계는 방식관리의 시발점이 되는데 우선 방식기술을 그 원리면에서 4가지로 분류해 개요를 설명한다. 아울러 각각의 구체적인 방법과 분류에 따라 방식법의 대표적인 수법을 설명한다.

(1) 적정재료의 선정

적정재료의 선정을 일종의 방식법이라 할 수 있는 것은 보통강의 사용을 전제로 할 때 다른 방청 방식법의 적용으로 부식이 억제되지 않는 대상에 대해 적용되기 때문이다. 일반적으로 비교적 가혹한 사용조건이나 사용환경에 있어서는 소재부터 검토할 필요가 있다.

재료선정에 있어서는 사용환경과 사용조건을

파악해 각종 내식재료의 특성을 살린 선정이 필요하다.

(2) 표면을 환경으로부터 차단한다.

철강재료의 사용에 있어서 소재의 환경을 물리·화학적으로 또는 전기적으로 차단함으로써 부식을 방지하는 것으로, 방식의 가장 기본적인 수법이라 할 수 있다. 소재를 환경으로부터 차단하기 위해 다른 재료를 표면에 피복하기 때문에 그 피복한 재료와 환경, 또는 피복한 재료와 소재와의 관계가 내식성에 영향을 미친다. 피복재료에 따라 금속재료와 비금속재료로 나뉜다.

금속을 피복할 경우 기본적으로는 피복한 금속재료의 내식성이 문제가 되는데, 소지금속과 피복 금속 또는 환경조건에 따른 전기 화학적인 위치부여가 내식성의 원리적인 차이를 유발하기도 한다. 그러므로 방청방식용으로 적용할 경우 그 원리를 이해하는 것이 중요하다.

비금속재료는 다시 유기질과 무기질로 나뉘며, 유기질피복으로는 도장, 라이닝 등을 들 수 있는데, 이중 특히 도료에 의한 피복은 그 비용에 있어서도 방청기술의 대부분을 차지하는 수법으로 많은 실적과 다양한 자료가 확보되어 있다. 그러므로 도장을 이용한 방식이 가능한지를 제일 먼저 생각하고 검토하는 것이 바람직하다.

무기질재료의 피복에는 화성처리와 유리, 몰탈, 세라믹 등의 다양한 방법이 포함된다.

어떤 방법이든 피복할 재료와 소재, 또는 다른 재료의 조합이 확실하게 밀착해 있는 것을 전제로 한다. 피복층이나 피막에 결함이 존재할 경우에는 내식성능을 저하시키게 된다.

이처럼 각종 재료를 이용해 금속재료를 피복함으로써 환경과 차단하는 방법도 복합재료의 개발 및 조합에 의한 복합화가 진행되고 있어 내식성의 향상이 기대된다.

또한 피복한 금속이나 도막에 방식성능 뿐만 아니라 전기특성이나 미관 등의 기능성을 증시킨 표면처리, 표면개질로서의 위치도 확대되고 있다.

(3) 환경조건을 제어한다.

환경조건을 제어하는 방법에는 부식촉진성분을

제거하는 방법과 부식억제성분을 첨가하는 방법이 있다. 그러나 이러한 방법을 적용하기 위해서는 제어가 가능한 한정된 영역이 필요하다.

부식을 촉진하는 성분은 각종 환경에 따라 여러 가지가 있지만, 특히 철강재료의 대기 중에서의 부식에는 물과 산소가 대표적이다. 예를들면 실내와 같이 제한된 공간에서는 제습만으로도 방식효과를 기대할 수 있다. 이송이나 보관을 위한 방식포장에서는 제습과 함께 탈산소제가 사용되고 있으며, 부식을 보다 적극적으로 억제하는 기화성부식억제제를 포함한 방식 도장재를 이용한 포장방법이나 포장시 동봉해 부식을 제어하는 방법도 채용되고 있다.

급수, 급탕배관 및 열교환기 등에서는 온도의 상승이나 압력의 강하로 용존산소를 감소 시키거나 부식억제제를 첨가하는 방법이 채용되고 있다.

(4) 전기화학적으로 제어한다.

금속이 부식(용출)될 경우에는 반드시 전자의 이동이 일어난다. 이러한 전기화학적 반응을 정지시키거나 전자를 역방향으로 흐르게 함으로써 부식을 방지하는 방법을 전기방식 또는 음극방식이라 한다.

음극방식에는 방식하고자 하는 금속보다 저전위의 금속을 아노드로서 취부하는 유전양극방식과 저압직류전원을 이용해 방식전류를 공급하는 외부전원방식이 있다. 유전양극법은 아노드가 소모되므로 일명 희생양극법이라 하기도 한다.

3. 유기피복 방식 System

(1) 코팅(페인팅)재와 라이닝재의 분류

1) 코팅재

어떤 관점에서 코팅재를 분류하는가에 따라 다양한 분류법이 있다. 이것은 코팅재의 선택 혹은 제조시 유의해야 할 사항이 다수 존재함을 의미하는 것이다. 아래<표 2>는 이러한 측면의 이해를 돕기 위해 코팅재를 개략적으로 분류한 것이다.

2) 라이닝재

라이닝재는 고분자와 사용상의 형태를 조합시

켜 분류하면 쉽게 이해된다. 사용형태에서 무강화라고 했는데 이중에는 미세한 입자를 혼입해 피막강도를 높인 것이 포함되어 있다. 플레이크 혼입이란 내수증기확산성을 향상시키기 위해 개발된 것으로, 유리 등(마이크나 카본)의 얇은 조각(플레이크)를 피막 중에 평행하게 나열한 것이다. 플레이크의 재질이나 표면처리, 규격 등이 라이닝의 성능에 커다란 영향을 미친다.

섬유강화관 직경 10 μ m 정도의 유리섬유(기타 페놀·폴리에스테르 등의 유기섬유나 카본 화이버도 있다)를 피막중에 함침시켜 갈라지기 쉬운 수지를 강화한 것으로, 단체로서 이용되고 있는 FRP가 대표적인 것으로, 피막을 얇게 해서 라이닝한 것이다.

(2) 코팅 및 라이닝 방식의 특성

1) 내수성

효과적인 작용을 위해 방식 코팅 및 라이닝은 몇 가지 기본적인 특성들로 특징 지워진다. 이들은 특별한 용도에 따라 변화할 수 있으나, 모든 코팅 및 라이닝 재료에 공통적으로 요구되는 기본적인 몇 가지 특성이 있다. 모든 코팅 및 라이닝이 다양한 방법으로 습기와 접촉하게 되기 때문에 내수성은 아마도 가장 중요한 특징일 것이다.

- 수분흡수

수분흡수는 도막의 분자 사이에 침투되어 남아 있는 물의 양을 의미한다. 일단 도막이 형성되면 물의 양은 대기중의 물과 평형 상태에 도달하게 되고 건조 상태에서는 이 물이 빠져나가며 습도가 높거나 침적상태에서는 물을 흡착하게 된다. 내식성 도막이라면 가장 좋은 것은 가장 작은 수분 흡수율을 가져야 한다.

- 수분투과율

수분투과율은 코팅의 양쪽에서 수증기양의 차이가 있을 때 수증기가 투과해 가는 속도를 말하는 것으로 각각의 코팅과 라이닝은 각각 고유의 값을 가진다. 도료배합에 따라 예폭시계 도료가 큰 수분 투과율을 가질 수도 있고 알키드계 도료가 작은 값을 가질 수도 있다. 수분 투과율이 낮을수록 도막의 피도물 보호 효과는 커진다.

<표 2> 각 방식기법별 비교표

내용 분류	기술성	시장성	내구성	경제성
코팅법	일명 도장공사업이라하며, 페인팅 기법으로서 구조물의 환경에 알맞는 도료의 성분을 적용해야함.	매우 다양한 소재의 개발이 이루어지고 있지만 ①미적 가치를 위한 이용도가 가장 높고 ②거의 대기부식에 해당하는 용도가 대부분이다.	1-2년내에 한 번씩 혹은 그 이상의 보수도장을 해야함.	paint의 가격은 저렴하나 자주 보수해야하는 문제로 인건비 및 간접경비가 많이 든다.
라이닝법	일명 유기라이닝 증방식업이라고 하며 도막의 두께를 1mm이상으로 유지시키며 고분자수지 및 충진물을 구성하여 매우 우수한 방식효과를 가지게 함.	① 해수중 침, 부식의 환경 ② 화학물질의 환경 ③ 건축,토목 분야 및 해양구조물 ④ 선박과 교량 : 해수,담수등에 의한 심한 부식 방지용도로 사용되어진다.	재료에 따라 다르지만내구성이 보통 10-50년이상	대형구조물로서 기계설비가 대부분임.사용목적에 따라 페인트의 가격보다는 5배-10배이상 가격이 비싸다.내구성에 따른 경제성 효과가 있음.
무기 피복법	일명 메탈라이징법이라고 하며 무기질의세라믹등의 재료를 고온으로 금속에 용착시켜 방식효과를 기대하는 방법	① 극심한 기계적 내마모환경의 장소 ② 내열온도가 매우 높은 특정장소 등에 사용되어 진다.	도막이 두꺼우면 균열, 박리가 일어나며 다공질이다. 따라서 특정장소에는 거의 반영구적이지만 사용년한에 매우 기술적인 연구가 필요함.	시공의 크기나 조건이 매우 까다로우며가격은 매우 고가이므로 시장성이 한정되어 있다.
금속 피복법	일명 용융도금법이라고 하며 금속피복의대표적인 방법으로 희생 anode형 피복법을둔다. 즉, 철소지를 cathode화시켜 방식되는 원리이다.	① 건축용 각종 부품 ② 가전기기 ③ 자동차 등 산업설비 소재가 매우 작은 것이 특징이며 대단히 넓은 시장을 갖고 있다	① 1~2년 ② 주기적인 보수가 필요함	대량으로 적용시에는 경제적이지만 소량은 매우 가격 이비싸다.
전기 방식법	부식의 원리를 이용하여 금속전체를 음극으로만 존재하게 하여부식으로부터 보호하는 방법.	① 도시가스 배관 ② 해수중에 있는 시설 ③ 선박 및 각종 공장의 철구조물 ④ 해안가에 위치한 시설이 주요 대상이며 근래에는 도시가스등 토양 부식에 대한 시장성도 성장하고 있음	10년 - 50년	매우 고가이며 기술적으로 전문적인 지식이 필요하다.

<표 3> 코팅재의 분류

분류의 관점	예
도막 형성의 주요소	유성페인트, 알키드수지도료
방청 안료	연단페인트, 징크리치페인트
도료의 상태	용제형도료, 수계도료, 분체도료
도장 방법	브러시용도료, 전착도료
건조 방식	상온(자연)건조형도료, 가열건조(도금)형도료
도막의 성능	방청도료, 내약품도료, 방오도료
도막의 역할	하도, 중도, 상도
도장대상물의 재질	금속용도료, 콘크리트용도료, 목재용도료
용도	강구조물용도료, 자동차용도료

—온도차

도막 외부의 수증기나 물보다 금속이나 철 도재의 온도가 낮은 경우 이러한 온도차에 의한 영향은

도막 외부에 모재보다 높은 온도의 물이나 수증기가 존재하고 모재가 낮은 온도에 있을 때 외부의 높은 온도의 수증기가 도막을 투과해 들어가서 도막과 모재 사이에 응축되어 물로 차 있는 blister가 형성된다.

2) 절연성

절연성은 도막이 방식성을 발휘하기 위하여서는 부식 반응 동안에 생성되는 전기의 흐름을 차단하여야 하기 때문에 중요한 도막의 특성중 하나이다. 즉 전자의 통과를 방해 하고, 양극에서 용액 속으로 금속이 용해되어 들어가는 것을 방해하여야만 한다. 만약 전자가 음극으로 이동하지 못한다면, 부식현상은 발생하지 않게 된다. 절연성은 도막이 음극방식과 함께 적용되는 경우 이러한 방식

법이 금속에 과량의 전자를 발생시키기 때문에 중요한 특성이 된다. 즉 도막이 충분한 절연성을 가지고 있다면 부식 반응의 전기 회로를 차단하고 음극 전류의 흐름을 차단할 수 있게 된다. 도막의 절연성은 수분의 흡수와 밀접한 관계를 가지기 때문에 도막의 수분 흡수가 작으면 더 큰 절연성을 가진다.

3) 이온 이동에 대한 저항성

코팅이나 라이닝이 효과적이라면 이온이동에 대한 강한 내구성을 반드시 지니고 있어야 한다. 만약 염화물, 황산염, 황화물이나 이와 유사한 이온들이 코팅을 통해 쉽게 이동한다면 도막의 부식 저항성은 거의 없게되며, 또한 이러한 이온들은 코팅의 절연성을 감소시키어 코팅이 더욱 더 전도성을 지니도록 하여 그 결과 부식 저항성은 감소된다.

4) 내화학성

이온 이동에의 저항성은 내화학성에 큰 영향을 미친다. 예로서 페놀 도료는 큰 가교 값을 가지며 이온 투과에의 저항성값이 크다. 그러나 페 목은 알칼리 용액에서도 내구성을 갖지 못하며 부식을 발생시킨다. 도막의 성질은 이온 이동에 대한 저항성이 크지만 알칼리와의 반응성 때문에 이러한 성질이 급격히 파괴되는 결과이다. 내화학성은 특히 도료 배합에 사용된 수지가 도장되어 노출되었을 때 화학물질에 의한 도막 파괴에 저항 하는 능력을 말한다.

5) 접착성

내식성 도막은 또한 강한 접착력을 가져야 한다. 적절한 접착력은 도막에의 물의 영향을 방지하고, 삼투압과 electroendosmosis, 도막 양쪽의 온도 편차에 의한 영향을 방지 할 수 있기 때문에 접착은 방식에 있어서 매우 중요한 특성이 된다. 다른 특성은 열등하나 매우 강한 표면 접착력을 가지는 도막은 다른 뛰어난 특성을 가지고 접착이 열등한 재료에 비해서 빙식 특성을 오래 유지할 수 있다.

6) 내마모성

선체 등에 칠해지는 코팅이 내부식성을 발휘하기 위해서는 내마모성이 요구된다. 내마모성이 요

구되는 부위는 물리적인 마찰이 발생하는 장소나 유체의 이동이 빠른 장소, 무거운 장비의 이동, 발자국, 바퀴 이동, 연장 등에 의한 마모에 코팅이 노출되는 경우이다. 이러한 부위의 코팅 및 라이닝은 내부식성을 가지기 위해서 질기며, 접착력이 있고, 단단하며, 충격에 견디는 등의 특성이 요구된다.

7) 팽창 및 수축

각각의 도막 물질들은 다른 열팽창계수를 가진다. 부식 조건에 노출된 코팅은 모재의 팽창과 수축특성을 견디어 낼 수 있어야 한다. 일반적으로 열가소성 수지는 이런 관점에서는 문제점이 거의 없는 도료이다.

이외에도 내후성, 먼지오염성 및 미생물 등의 영향 등도 중요한 요소이다.

(3) 수지의 종류 및 비교

일반적으로 코팅 및 라이닝에서 방식재로 사용되는 수지는 에폭시, 우레탄, 폴리에스테르, 비닐에스테르 등 열경화성 수지이다. 이들은 도료, FRP 라이닝 등에 바인더로 많이 사용되는 수지이다. 액상의 모노머에서 경화반응을 거쳐서 고상의 형태를 갖추므로 작업시 스프레이나 붓 도장 등 피도물의 표면에 피막을 형성하는 작업이 매우 용이한 특성을 나타내나 반면에 반응에 소요되는 시간이 짧지 않고 액상이므로 두꺼운 도막 두께가 필요한 경우 반복적으로 장시간의 작업이 필요한 불리한 요건도 있다.

1) 열가소성 수지

① Polyethylene (PE)

폴리에틸렌은 뛰어난 내식성, 절연성, 높은 인성, 아주 낮은 흡습율과 마찰 계수 등의 특성을 지니고 있는 가장 많이 사용되는 수지로서 성형도 쉽고 가격도 저렴한 수지이다. 폴리에틸렌은 그 밀도에 따라 초고밀도, 고밀도, 중밀도, 저밀도, 저저밀도 폴리에틸렌 등으로 구분되는데, 구 주요한 차이는 재료의 강성, 내열성, 내화학성, 무게 지지력 등이 다르다. 일반적으로 밀도가 클수록 경도, 내열성, 강성, 내투과성 등이 커진다. 포장용 필름과 전선의 압출 코팅, 배관재 등으로 자주 쓰이는 저밀도 폴리에틸렌은 비교적 유연성이 높고, 내충격강

도가 또한 높으나 사용 온도의 범위는 60-70°C 정도로 낮다. 고밀도 폴리에틸렌은 인성이 큰 수지로서, 각종 성형 방법으로 제조가 가능하여 필름, 컨테이너, 장난감 등 가정용품뿐 아니라 배관과 줄의 코팅재로서 이용되기도 한다. 강도, 용융점, 내화학성 등이 커지는 잇점이 있으나 크랙에 대한 저항성과 내충격성 등은 떨어지기도 한다.

② Polypropylene (PP)

폴리프로필렌은 1950년대 처음 개발되었을 당시에는 생산성이 낮았으나, 1970년대 새로운 촉매의 개발로 급격하게 그 생산과 응용 범위의 확충이 일어나고 있는 재료이다. 폴리프로필렌은 같은 가격 수준에서 열변형온도가 110°C로 가장 높은 재료로서 내화학성이 크다. 또한 폴리프로필렌은 흡습율이 대단히 낮고, 전기 절연성이 좋고, 성형이 용이한 장점이 있다. 폴리프로필렌은 폴리에틸렌과 마찬가지로 밀도에 따라 강성, 경도 등이 변화하기도 한다. 그러나 폴리프로필렌의 가장 큰 단점은 영하 20°C 근처에서의 저온 취성으로, 최근에 공중합에 의해 그 하한온도를 영하 30°C로 떨어뜨려 사용 범위를 늘리고 있다. 다른 폴리오레핀계열과 마찬가지로 폴리프로필렌도 내흡습성과 내화학성이 대단히 우수하고 전기 저항성도 높아 포장용 필름, 테이프, 자동차 부품 등으로 활용되고 있다.

③ Fluoroplastics

Fluorocarbon polymer는 뛰어난 내열성과 내화학성을 주요한 특성으로 되어 있으나, 기계적 강도는 비교적 낮은 편이다. 많은 종류가 있으나 대표적인 것이 테프론으로 칭하는 PTFE(Polytetrafluoroethylene)과 PVDF (Polyvinylidene fluoride)가 있다. PTFE 그 사용온도가 260°C 이상으로 높고, 대부분의 화학물질과도 비활성으로 뛰어나 내화학성을 보이고 있으며, 마찰계수는 현재 알려진 재료중에서 가장 낮다. PTFE는 용융 압출과 성형이 쉽지 아니하고, 대부분 압축 성형과 소결을 목적으로 분말 형태로 공급되어지고, 코팅과 합침으로도 사용된다.

PVDF도 내화학성이 뛰어나고, 내후성이 좋다. 또 절연성과 성형성도 좋아 화학 장치의 씰이나 가스켓 그리고 전기 절연 장치에 사용이 많이 되고 있다.

④ Polyamide(PA) -Nylon

나일론은 단량체 안에 있는 탄소 원자수에 따라 분류하여 명명하고 있다. 그리고 나일론 6/6처럼 두 개의 단량체로 이루어진 것은 두 개의 숫자로 표시한다. 나일론은 결정성 고분자로서 탄성 강도가 크고, 굴곡 탄성을, 충격 강도, 내마모성 등이 뛰어나다. 나일론은 무극성 용매에는 저항성이 강하나, 알콜, 글리콜, 물과 같은 극성 물질은 흡수하여 연하여 지는 성질이있다. 흡습성은 나일론의 사용 범위를 제한하는 주요한 요소로서, 흡습으로 인하여 치수 안정성이 떨어지고, 강도가 감소하기 때 문이다.

⑤ Polyketone

폴리키톤계는 결정성 고분자로서 사용온도가 250°C에 이를 정도로 내열성이 좋은 재료로서 PEEK과 PEK의 2 종류가 개발되어 있다. PEEK는 인성과 강성이 크고 특히 내피로성이 우수하다. PEK는 PEEK보다 내열성이 약 5°C 정도 높은 것 외에 특성은 거의 비슷하다. 이들 폴리키톤계는 성형 온도가 300°C에 이를 정도로 높고, 재료비도 비싸서 우주·항공산업과 발전 설비, 회로, 오븐 등 고특성을 요구하는 부위에 이용되고 있다.

2) 열경화성 수지

열경화성 수지는 고분자 수지들 중에서 대개 다음의 장점 중에 하나 이상의 장점을 더 갖고 있는 것이 보통이다. 즉 열적 안정성, 하중하에서 치수 안정성을 가지면서 크리프와 변형에 대한 저항성, 그리고 높은 강성과경도이다. 열경화성 성형 화합물은 2가지 요소로 이루어졌는데, 그 하나는 경화제, 억제제, 가소제 등으로 이루어진 수지계이고, 다른 하나는 광물질이나 유기물질로 된 입자나섬유형사의 충전재와 강화재이다. 수지계에 의해서 비용, 치수 안정성, 전기적 성질, 내열성, 내화학성 등이 지배되고, 충전재와 강화재에 의해서는 강화효과 등으로 강도, 인성 등 기계적 성질이 변화한다.

열경화성 수지의 사용이 증가하는 주요 이유를 보면, 첫째는 작은 분자량에서 용제의소모를 극소화하면서도 상대적으로 쉽게 표면에 침투되어 안정된 접착성을 가진 형태를이룰 수 있는 것이고, 둘째는 해당 분위기에적합한 필름의 유연성과 내

화학적 성을 나타낼 수 있는 원하는 형태로 경화를 시킬 수가 있다는 장점들 때문이다. 열화성 수지는 일반적으로 망상 조직을 이루는 가교 결합 밀도가 크면 클수록 내화학성이나 내용매성이 커지나, 유연성은 줄어들고, 잘 깨지고, 기질과의 접착성도 줄어든다.

① 에폭시

에폭시 수지 자체로는 경화후 대단히 딱딱하고 화학 물질에 대한 저항성도 크지 아니하여 좋은 방식재라고는 말하기 어렵다. 그러나, 다른 아민계나 폴리아마이드계 등과 공중합을 하였을 경우나 지방산과 에스테르 반응을 시켰을 경우에는 에폭시 수지는 대단히 좋은 중방식 코팅재이다. 아민과 폴리 아민과 가교 결합을 한 에폭시코팅은 내습성과 내화학성이 좋아 그 사용 범위가 넓고, Coal Tar를 50% 함유한 경우 물투과도가 가장 낮은 라이닝재가 되기도 한다. 그러나 Coal Tar 핏치로 인한 자외선 감응도는 크기 때문에 햇빛에 노출되는 부위에는 적합하지 않다.

② 우레탄

폴리우레탄 수지는 여러 분야에서 특특한 수지와 적용 특성으로 다양한 형태로 응용되고 있다. 즉, 내마모성이 좋고, 유연성과 경도, 그리고 화학 물질과 용제에 대한 저항성, 내후성 등 코팅재로서 뛰어난 특성을 가지고 있다. 대부분 폴리우레탄 코팅은 반응성으로 저분자량 올리고머를 기질 위에서 반응시키어 망상 구조를 갖게 하는데 이때 경화에너지 소요도 작다.

Polyisocyanate와 Polyol을 혼합한 2조성 시스템과 prepolymer가 주위의 수분을 흡수하면서 경화하거나 용제를 증발시키면서 코팅막을 형성하는 1 조성 시스템이 있다.

그 밖에 우레탄 변성 알키드도 있고 자외선이나 전자 방사선으로 경화시키는 코팅도 있고, 건조한 우레탄 분말을 기질 위에서 용융 또는 정전기적 힘에 의하여 접착시키는 분말 코팅도 이용되고 있는데 25 μ m 이상의 두터운 코팅에만 적용이 가능한 단점이 있으나 용제를 이용하지 아니하여 취급이 쉽고 버리어 지는 양이 적은 잇점이 있다.

③ Alkyd 수지

알키드란 이름은 알콜과 산으로부터 유래된 것

으로, 일반적으로 지방산으로 변성된 폴리에스테르를 흔히 일컫고 있으나, 불포화 폴리에스테르는 전통적으로 알키드 계열로 분류하지 않는다. 알키드 수지는 코팅재로서 그 값이 싸고, 용용 범위가 넓어 가장 많이 이용되고 있는 수지중의 하나이다.

알키드 수지는 3가지 기본요소, 즉 다가산, polyol, 지방산의 합성으로 만들어지며, 그 특성은 이들의 구성비에 따라 변하게 되는데가장 흔한 분류 방법은 오일의 함량 또는 오일 사슬의 길이에 따른 분류이다. 변성 알키드로는 폴리아마이드 변성, 비닐 변성, 실리콘 변성, 에폭시 변성 알키드 등이 이용되고 있다.

④ Phenolics

페놀 수지는 산에 대한 비반응성과 온도에 대한 안정성 등의 잇점 때문에 오랜 동안 화학 공정의 설비 부품 등에 사용되어온 수지이다. 펌프, 스크러버, 가열기, 닥트 등에 많이 이용되고 있으며, 소방 규격상 불연성과 내연성이 요구되는 곳에서도 사용된다. 그러나 내화학성은 폴리에스테르나 에폭시, 비닐에스테르 등에 비하여 떨어지고 또한 내충격성도 비록 경화재를 첨가하여서도 떨어지는 단점 등이 있고, 또한 알칼리와 표백제 등에도 약하다.

⑤ Polyester

폴리에스테르 수지는 범용 폴리에스테르와 Isophthalic polyester, 그리고 Bisphenol polyester와 같은 고성능 폴리에스테르로 구분이 가능하다. 범용 폴리에스테르는 Orthophthalic을 기본으로 한 수지로 일반적으로 화학 공정에서는 사용되지 아니하고 보트 건조용으로 사용되는데 이는 이 수지가 해수를 포함한 각종 물에 내수성이 크기 때문이다.

Isophthalic polyester는 범용보다는 내화학성이 뛰어나나 약간 고가이나 Bisphenol polyester에 비해서는 70% 수준으로 싸다. 주로 지하 가솔린 탱크소재와 산성 음료 저장조의 라이닝재 등으로 사용된다. Bisphenol polyester는 산업계에서 가장 흔히 쓰이는 폴리에스테르로서 내화학성이 특히 커서 에폭시보다 더 우수한 내화학성을 보여주고 있어 황산과 NaOH의 농도가 70%에서도 사용이 가능하다. 다만 유기 용제에는 적합하지 아니하다. 염화 또는 브롬화 폴리에스테르도 내화학성이 좋으나 NaOH와 같은 알칼리 용액에 대한 저항성은

Bisphenol polyester 보다는 떨어진다.

⑥ Vinyl Ester

Vinyl Ester는 1960년대 중반에 개발된 이후 급격히 그 사용 범위를 확대하고 있는 우수한 내화학성 수지로 폴리에스터와 동일한 촉매와 방법을 사용하여 제조된다.

할로겐으로 변성된 수지도 제조되어 내화성과 불연성이 요구되는 닥트나 굴뚝 건조에 사용되기도 한다. Vinyl Ester의 사용의 잇점을 보면, 경화가 빠르고 내크리프성이 좋고, 복합재료를 제작할 경우 강화섬유와 접착성이 amine 경화 에폭시 정도로 좋고, 복합재료의 강도가 폴리에스터 수지의 경우보다는 크고, 연신율이 2%이하인 bisphenol계 수지보다는 연신율이 4-6%로 커서 내충격성과 온도 및 압력 변화에 대한 저항성 등이 좋고, 분자 구조적으로 가수 분해, 산화, 할로겐화 반응등에 대한 내화학성이 특히 우수하고, 알카리성 분위기에 대한 저항성이 좋은 점 등이다. 다만 사용 온도 범위가 100°C 정도로 낮아서 변성을 하여도 150°C를 초과하기가 어려운 것이 단점이 될 것이다.

(4) 방식 코팅 및 라이닝의 종류

1) 코팅의 종류

현재 산업현장에서 코팅용으로 사용되는 도료는 무수히 많아서, 그것을 일일이 나열 하기는 어렵다. 그 중 중방식도료로 많이 사용되는 도료를 요약하면 다음과 같다.

① 연단계 방청페인트

연단계 방청페인트는 주로 오일 또는 알키드수지와 연단을 배합하여 제조한 방청목적의 하도용도료로서 재래부터 많이 사용되었다. 오일 또는 알키드계수지는 공기중의 산소와 반응하는 산화경화형으로 망상구조에 의해 단단한 도막을 형성한다. 또 연단은 수분 및 산소에 의한 철재의 부식을 억제하는 기능을 갖는 방청안료이다. 이 도료는 근래에 개발된 중방식 도료와 비교하여 방청력이 열세하여 대기중에 노출되지 않는 건축구조물이나 일시적으로 사용되는 임시구조물에 적용되는 것으로 용도가 제한된다. 값이 비교적 저렴하고 작업이 편리하며, 블라스팅방법에 의한 표면처리가 불가능한 경우에 사용할 수 있다는 장점이 있다.

② 알키드계 마감도료

알키드계 마감도료는 알키드수지나 혹은 여기에 오일 등으로 변성하여 만든 수지에 착색안료를 배합하여 만든 마감도료(일명 에나멜)를 총칭한다. 이 도료는 다른 중방식도료에 비해 도막의 물성이 취약하므로 연단계 방청페인트의 상도로서 주로 사용된다. 값이 비교적 저렴하며 작업이 편리하다는 장점이 있다.

③ 무기질 아연말 도료

무기질 아연말 도료는 반응기구에 따라 여러 가지 형태가 있는데, 이 도료는 내구성이 특히 우수한 무기질 수지에 음극보호방식에 의한 탁월한 방식을 갖는 아연말을 배합하여 만든 도료로서 장기 내구성 및 방식력을 갖는 방청목적의 하도도료이다. 이 도료는 아연말을 고농도로 배합하여 사용하므로 상대적으로 수지량이 적다. 따라서 표면처리가 완전하지 않은 상태에서는 부착력이 떨어진다. 그러므로 블라스팅 방법에 의해 표면처리를 하고 도장하여야 한다는 제한이 있다. 또 공기중의 수분과 반응하여 경화되는 도료이므로 습도가 아주 낮은 환경에서는 작업을 피하여야 한다. 배합되는 아연말의 함량은 건조도막중의 아연말의 무게비가 약 85% 정도일 때 방청력이 가장 우수하다.

④ 염화고무계 도료

염화고무계 도료는 수분투과성 및 공기투과성이 아주 낮은 염화고무수지에 체질안료 및 착색안료를 배합하여 만든 도료로서, 건조가 빠르며, 층간 밀착성이 우수하고 내수성 및 내약품성이 우수한 특성을 갖는 1액형 도료이다.

작업이 편리하고, 보수도장이 용이하다는 등의 장점 때문에 사용이 범용화되고 있다. 내열성이 떨어지므로 온도가 높은 장소에서의 사용이 제한되며, 또 내용제성이 나쁘므로 용제를 사용하는 장소 등에서는 사용이 제한된다.

⑤ 역청질계 도료

역청질계 도료는 내수성이 우수한 역청질 수지를 용제에 녹인 상태로하여 체질안료를 배합하여 만든 도료로서 내수성이 우수하고 값이 아주 싸다는 장점이 있다. 그러나 색상이 흑색이고 내후성이 불량하므로 외부환경에 노출되는 구조물에는 사용이 제한된다는 단점이 있다.

⑥ 후막형 에폭시계 도료

에폭시수지계 도료는 에폭시기를 2개이상 가진 화합물이 활성수소기를 가진 경화제와 부가, 중합하여 얻어지는 가교 고분자 화합물을 형성하는 2액형 도료이다. 화학반응에 의한 망상구조를 가지므로 내약품성, 내수성 및 기계적물성이 아주 우수한 강인한 도막을 형성한다.

중합반응으로 얻어진 고분자화합물은 망상구조를 가지므로 치밀한 도막을 형성하고 밀착성이 우수할 뿐만아니라, 물, 약품, 오염가스 등의 환경에 대한 저항력이 탁월하다. 이 수지에 체질안료 및 착색안료를 배합하여 1회에 두꺼운 도막을 형성하므로 작업횟수를 단축할 수가 있다. 단, 화학구조상의 특성 때문에 자외선에 대한 내후성이 약하므로 외부에 노출되는 구조물의 마감재로서는 부적합하다.

⑦ 콜탈에폭시계 도료

콜탈에폭시계 도료는 위에서 설명한 에폭시수지에 내수성이 특히 탁월한 콜탈을 배합하여 만든 내수성 및 방식력이 우수한 도료이다. 가격면에서도 순수 에폭시에 비해 저렴하고, 내수성 등이 우수하므로 강재를 장기적으로 보호하기에 적합하다.

그러나 콜탈에폭시계 도료는 내후성이 불량하고 색상이 제한되므로 노출 구조물에는 적용이 제한된다. 주로 침수부위 또는 시각적으로 문제가 되지않는 내부구조에 적용하기 적합한 도료이다.

⑧ 폴리우레탄계 도료

폴리우레탄계 도료는 이소시아네이트에 활성수소를 갖는 경화제와 반응시켜 도막을 형성하는 도료로서 에폭시도료와 같이 화학반응에 의한 경화기구를 갖는 도료이므로 치밀하고 단단한 도막을 형성한다. 일반적으로 에폭시계 도료와 같이 물성이 우수하고 에폭시의 단점(내후성 불량)을 극복할 수 있는 도료로서 내후성이 우수하여 상도도료로서 적합하다.

2) 라이닝의 종류

① Rubber Lining

원료인 고무에 각종 배합제(가황제, 가황조제, 촉진제, 보강제, 충전제, 가소제, 노화방지제) 등을

혼합해서 만들어지며 모든 Rubber Lining 제조사의 독자적 개발에 따라 조금씩 다르다.

② PE 분체 Lining

고밀도, 중밀도, 저밀도 폴리에틸렌을 원료로하여 내식, 내구성이 요구되는 용도에 사용되고 있고, 기계화에 따라 균일한 제품을 얻을 수 있다.

③ Glass Flake Lining

열경화성 고성능 폴리에스터 수지 또는 비닐에스터 수지에 미세한 크기의 유리입자가 결합되어 여러 가지의 작업환경에 적합한 라이닝용의 제품으로 반영구적인 방식체계를 형성한다.

④ High Performance Polymer Systems

질코늄, 알루미늄을 포함한 세라믹 성분의 금속분말과 특수 폴리머 수지로 이루어진 것으로 모든 화학, 철강공장 설비물의 보수, 복구, 표면처리와 유체 유체 유동장비의 보호 및 재생을 전문으로 하는 내마모성이 우수한 고성능 Polymer System 이다.

(5) 방식재 물성 시험

1) 접착력 시험

접착력 시험은 ASTM 4541의 시험 방법에 준한 실험으로 ASTM 시험방법보다 안정된 시험결과를 얻기 위하여 약간 변형된 방식으로 측정할 수도 있다. 즉 시편의 모양은 ASTM 4541과 같으나 접착강도값은 UTM을 사용하여 측정하면 측정값의 오차를 감소시킬 수 있다. 접착력 시험은 시편위에 직경 20mm의 알루미늄 부착판을 부착시켜 UTM을 이용 측정한다. 부착판은 코팅 표면을 연마한 후에 M.E.K로 세척하고 에폭시 접착제로 접착 처리한 뒤 80°C 정도에서 접착제를 경화시켜 시험 중 부착판과 도막 사이에서 접착이 떨어지는 것을 방지하여야 한다.

2) 마찰, 마모 시험

도막의 내마모성은 낙사마모시험에 의하여 측정한다. 낙사 마모시험은 ASTD D 968, KS 3321에 따른 시험방법으로, 시험 조건은 Sic #24를 90cm 위에서 45° 기울기로 설치된 시편위에 떨어뜨려 도막에 직경 5mm의 도막 파괴부가 생길 때까지 소요된 모래의 양을 측정하는 것으로 도막의

기계적 충격에 의한 파괴정도를 살피기 위하여 실시한다.

3) 표면 경도 시험

시험의 목적은 시간경과에 따른 경도의 변화를 측정하여 도막의 흡습에 따른 도막의 물성변화를 알아보기 위함이다. 도막의 경도시험은 DIN 53153에 따라 완전경화가 진행된 시편을 60°C 물에 침적시켜 7일, 14일째에 측정하여 물의 침투에 의한 경도 변화를 시험한다. 50N의 무게로 30초를 누른 뒤 표면에 누름흔적 길이를 측정하여 식에 의해 환산하는 방법으로 시험한다.

4) 부식 시험

부식 시험중 가장 대표적으로 많이 사용하는 것이 염수 분무 시험으로서 5% 농도의 염수를 일정 시간 이상 분무시키어 표면의 변화를 측정하고 또한 모재와 도막간의 박리 현상 등을 점검한다. 도막은 일정 깊이와 폭으로 cross cut을 하여 실시할 수도 있고 온 전하게 그냥 사용하여 실시할 수도 있다. 염수 분무 시험과 함께 열, 습도, 자외선 등을 복합하여 일정주기로 가하면서 가속 부식 시험을 실시할 수도 있다.

5. 각종 침식-부식 손상부위에 적용 가능한 고기능성 방식재료

(1) 마모, 침식부위에 적용 가능한 방식 재료

알루미늄과 지르코늄이 주성분인 폴리머(Polymer)합성물의 Metalclad Duralloy(Enecon) 방식 재료가 손상 또는 마모된 모든 유형의 기계장비 즉, 깨어진 베어링에 의해 손상된 샤프트의 원상복구, 균열되어 새는 파이프, 파손된 엔진블럭 등의 영구적인 보수가 가능한 것으로 알려져 있다. 이 방식재료는 특히 드릴가공, 탭가공, 선반가공이 가능하며, 연마와 광택을 낼 수 있는 등의 특성을 지니고 있다.

(2) 케비테이션에 적용 가능한 방식재료

폴리머 레진(Resin)과 지르코늄이 주성분으로 이루어진 탄성 폴리머 합성물의 Flexiclad Dura-

tough (Enecon) 방식재료가 케비테이션 문제에 아주 효과가 있는 것으로 알려져 있으며 강도, 내구성, 접착력 등이 우수하고 유연성, 내마멸성과 탄력성이 특별히 뛰어나 선박의 프로펠러, 타, 코트노즐, 열교환기, 엘보우(Elbow) 등의 기계장비의 성형 또는 재생에 효과적인 것으로 알려져 있다.

(3) 전기적인 부식에 적용 가능한 편상 유리입자 강화 고기능성 복합 방식 재료

특수 열경화성 수지와 미세한 크기의 유리입자로 구성된 방식재료(ARCHCOAT SPRAY 402B)로 내침식, 내마모, 내 Undercutting, 내열성 및 내화학성이 우수하고 내침투성이 특히 뛰어나 전기적인 부식에 의해 손상된 기기 즉, 선체외판, 해수배관, 펌프케이싱 등에 유용한 것으로 알려져 있다.

(4) 식수 환경부식에 적용 가능한 방식재료

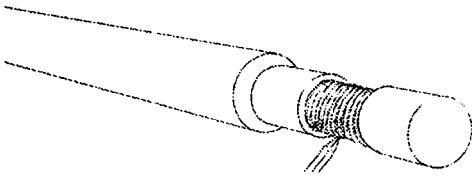
특수 열경화성 수지와 미세한 크기의 유리입자로 구성되어 청수탱크 등의 식수 환경의 방식을 주목적으로 개발된 방식재료(ARCHCOAT RIGSPRAY)로 까다로운 전처리 과정을 필요치 않고 간단한 수작업만으로 코팅(Coating)이 가능하게 하는 특성을 지니고 있기 때문에 기존의 청수탱크 작업에 소요되는 기간을 단기간내에 끝낼 수 있어 큰 경제적 효과를 낼 수 있는 것으로 알려져 있다.

6. High Performance Polymer System (에네콘 세라믹 시스템) 표준 수리 방법

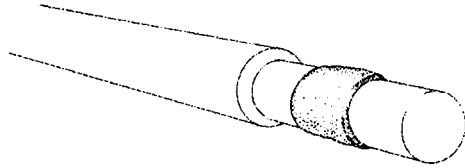
(1) 마모된 축(Shaft)의 보수방법

1) 마모부위를 중심으로 선삭가공하되 최소 1/16 inch 두께 또는 손상깊이 만큼의 두께로 나사산을 만든다.

2) Palmer Enecon Super Cleaner를 이용하여 표면의 각종 이물질 제거한다



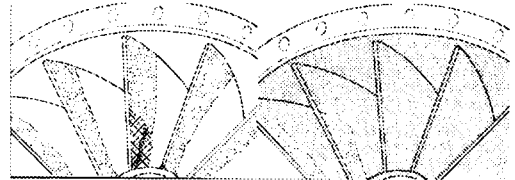
<그림 1>



<그림 2>



<그림 3>



<그림 4>

3) 혼합된 Metalclad DurAlloy를 표면보다 약간 높게(1/16 inch) 육성한다.

이때 주의할 사항은 먼저 얇은 두께로 1차 라이닝한 후, 기포가 생기지 않도록 나사 산 끝부위까지 힘을 가하면서 육성해야 한다.

4) 육성완료된 DurAlloy는 약 6시간(77°F)동안 완전히 경화시킨후 연마가공해야 한다.

(2) Pump & Compressor의 크랙 및 파공부위 보수방법

1) 손상된 표면을 Grinding 또는 Grit blasting하여 Near White Metal로 전처리한다. (단, Wire Brush를 사용한 전처리 방법은 매끈한 표면으로 인한 CeramAlloy CP의 접착력 저하에 대한 우려가 있기 때문에 사용하지 않는다.) CeramAlloy는 전처리 되지 않은 표면에는 Overlap하지 않기 때문에 Lining될 표면보다 약간 넓게(Min. 1 inch) 전처리한다.

2) 염분을 사용한 설비물의 경우, 표면의 염분 축출을 위해 전처리후 약 24시간 동안 건조시킨다.

가. Casing의 Vanes 손상부 육성작업

- 혼합된 CeramAlloy CP를 Plastic 또는 Metal Applicator로 기포가 생기지 않도록 표면전체를 얇게 1차 라이닝한 후 모든 Pit, Cavity 또는 마모부위를 중심으로 육성 라이

닝하되 표면보다 약간 높게 라이닝한다.

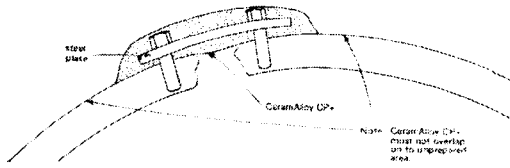
- 표면의 보강을 위해 1/4 - 1/2 inch로 Vanes의 손상부위나 손실부를 용접한다.
- 기존 Metal의 Edge면에 Metal 또는 Stainless Steel Mesh를 Tack Welding하여 연결한다.
- 보강된 부위를 CeramAlloy CP로 기포가 생기지 않도록 육성한후 CeramAlloy CL로 2회 코팅하여 표면을 매끄럽게 한다.

나. Casing의 파공부위 육성작업

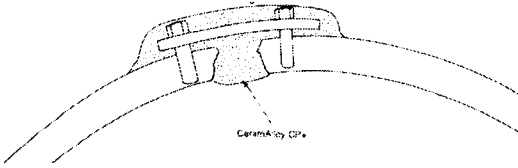
- 칩식 및 파공부위를 덮을 수 있는 크기의 Steel Plate(16gauge)를 준비한다.
- Plate와 Casing에 Drill하여 양옆에 Hole을 만든다. Casing은 Tapping하며 Hole 주위의 오목한 Casing 표면은 CeramAlloy CP를 1/8 inch 두께로 육성한다.
- Plate에 볼트를 체결한후 매끈한 표면 마감을 위해 CeramAlloy CP로 육성한다.
- 매끄러운 내부 벽면을 만들기 위해 Casing 내부를 CeramAlloy CP로 육성한다.

다. 크랙부위 육성작업

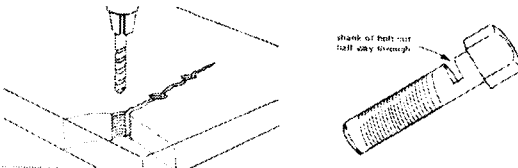
- 지속적인 크랙발생을 막기 위해 크랙의 양 끝단을 Drill한다.
- 6 inch이상 크랙이 발생된 부위는 지속적인 크랙 발생을 줄이기 위해 약 3-4inch 간격으로 Drill하여 Tap Hole을 만든다.
- Hairline 크랙은 #7으로 Drill하여 Hole을 만



<그림 5>

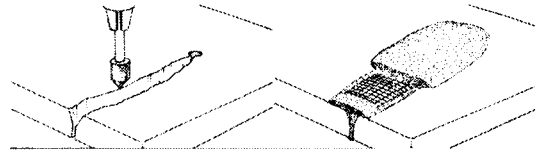


<그림 6>

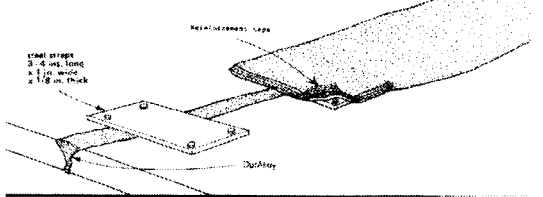


<그림 7>

- 들고 1/4 inch로 Tapping한다.
- 크랙이 넓게 발생된 부위는 크랙부위보다 3/16 inch 넓게 Drill로 1/4inch Tapping 한다. 정확한 크기의 Shank Bolt를 <그림 7> 과 같이 반으로 자른 후 Casing Hole에 삽입한 후 Shank를 쥘다.
 - 볼트가 체결된 Hole 사이의 적합한 장소에 Drill 또는 Rotary File을 이용하여 "V" Cutting한다.
 - Metalclad DurAlloy를 Crack부위 중심으로 손상부위 전체를 압착시키면서 육성한다. 이때 표면처리가 되지 않은 부위는 육성을 피해야 한다.
 - 크랙부 주위로 앞으로 받을 압력을 분산시키기 위해 육성된 DurAlloy위에 보강테이프를 삽입한 후 DurAlloy를 크랙부위보다 약간 높게 최소 1/4 inch 두께로 재육성한다.
- 라. 진동이 있는 크랙부위의 육성작업
- Pump 또는 Compressor와 같이 진동이 심한 장소의 크랙부위는 먼저 필수적으로 크랙의 양 끝단을 "V" cutting하여 지속적인 크랙발



<그림 8>



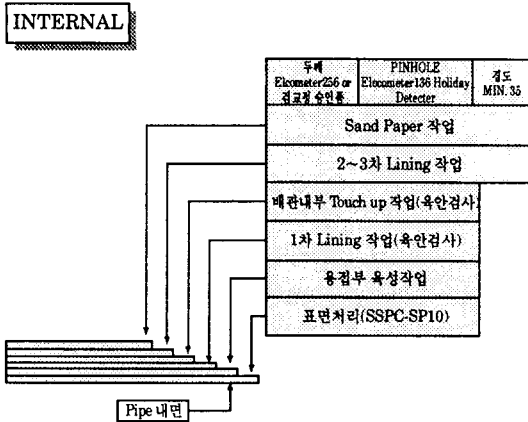
<그림 9>

- 생을 막아야 한다.
- 3-4 inch 길이와 1 inch의 폭, 1/8 inch 두께의 Steel Strip을 준비한다.
 - Strip의 양 끝단에 5/16 inch 구경의 Hole을 만든다.
 - Shank가 없는 HTS 1/4 inch 볼트의 나사를 DurAlloy로 코팅한다.
 - 크랙 진행 방향과 엇갈리는 각도로 Steel Strips를 놓고 Bolt를 체결한다.
 - Metalclad DurAlloy를 Crack부위 중심으로 손상부위 전체를 압착시키면서 육성한다. 이때 표면처리가 되지 않은 부위는 육성을 피해야 한다.
 - 크랙부 주위로 받을 압력을 분산시키기 위해 DurAlloy 육성위에 보강테이프를 삽입한 후 DurAlloy를 크랙부위보다 약간 높게 최소 1/4 inch 두께로 재육성한다.

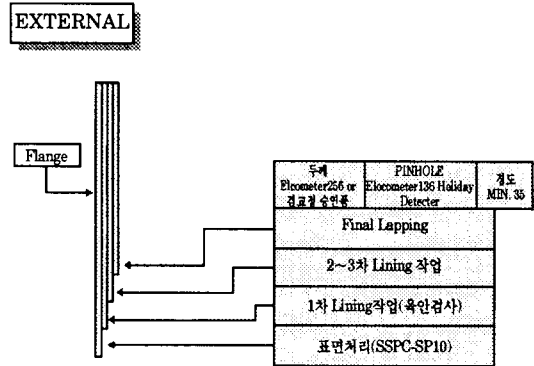
7. Glass Flake Lining (ARCH COAT) 표준 시공 방법

(1) 해수배관 Pitting 및 부식손상부 수리방법

- 1) 표면처리 방법
해수배관 내부를 Grinding 또는 Grit blasting 하여 Near White Metal로 전처리한다. (단, Wire



<그림 10 배관내부 작업 상세도>



<그림 11 Flange부 작업 상세도>

	시 공 자	외부 공인기관	발 주 자	관련표준 및 양식
계 획 (P)	도면 및 SPEC 확인			① 공정 SCHEDULE
	① ↓ 작업 계획 수립	측 정 기 기 검 교 정		
실 시	② ↓ 자재 입고 및 인수검사		자재 인수 검사	② 지입자재 검수 요청서 자입자재 검사 점검표
	SPOOL 제작 확인 및 SHOT장 운반	LOT별 기계적/ 화학적 성질분석		
사 업 (D)	표면 전처리 작업			③ LINING 검사 점검표 전처리 검사 REPORT
	③ ↓ 표면 전처리 검사 요청		표면 전처리 검사	
	1차 LINING 작업			
	④ ↓ 1차 LINING 검사 요청		1차 LINING 검사	
결 과 보 고 (P)	TOUCH-UP 작업			④ LINING 검사 점검표 라이닝 두께검사 REPORT 핀홀 및 경도검사 REPORT
	2, 3차 LINING 작업			
개 선 사 무 관 리 (A)	⑤ ↓ 라이닝 검사 요청 두께 핀홀 경도		2차 LINING 검사	⑤ ④항과 동일
	⑥ ↓ 완제품 출하			
사 무 관 리 (A)	검사 SHEET 관리대장		검사 SHEET 승인	⑥ QIP 및 각종검사 SHEET 유지관리
	⑦ ↓ 검사 SHEET 유지관리		검사 SHEET 유지관리	⑦ 검사 SHEET 및 NCR 유지관리

<그림 12 신규해수배관 시공 상세도>

< 표 4 신규해수배관 시공작업 절차 >

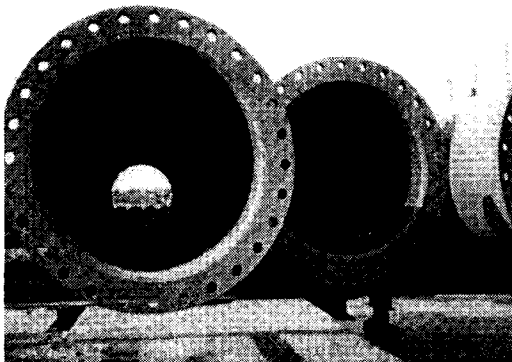
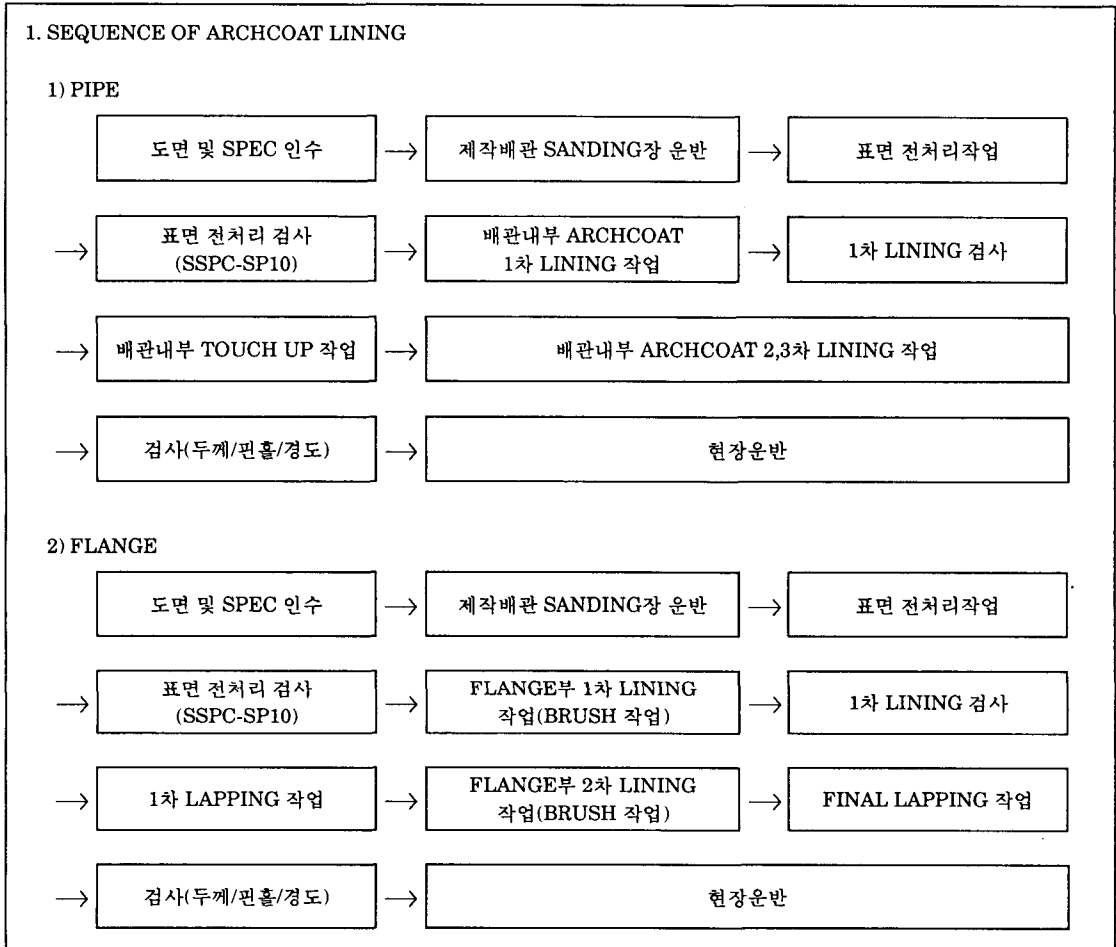


사진 3. 해수배관 전처리 완료 상태

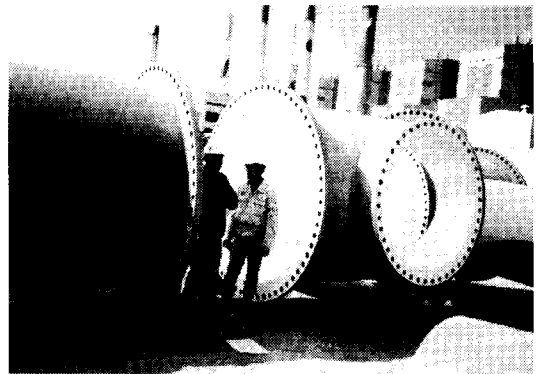


사진 4. 작업 완료 상태

Brush를 사용한 전처리 방법은 매끈한 표면으로 하지 않는다.) 인한 접착력 저하에 대한 우려가 있기 때문에 사용

2) 해수배관 Pitting부 및 용접부 육성방법

전처리 완료 후 ARCHCOAT TROWEL 502B를 주재(100) : 경화제 (3)의 비율로 혼합하여 Pitting부 및 용접부를 표면과 같게 육성한다.

3) 해수배관 라이닝 방법

ARCHCOAT TROWEL 502B 육성 완료 후, ARCHCOAT SPRAY 402B를 주재(100) : 경화제 (3)의 비율로 혼합하여 브러쉬나 에어스프레이로 표면전체를 고르게 3-4회 라이닝한다.

4) FLANGE부 래핑작업

라이닝 부위가 완전히 경화된 후, Flange부를 Sand Paper Machine으로 Lapping하여 표면을 고르게 한다.

5) 검사

- 두께검사 : 검교정된 두께 측정기로 배관당 4Point 이상 측정하여 그 평균치가 규정두께 이상이어야 한다.
- 편홀 검사 : 검교정된 편홀계이기로 배관 내부 및 Flange부분을 규정된 전압으로 전체 검사하여 편홀이 발생하지 않아야 한다.(두께 1mm 당 4,000Volts)

(2) 신규 해수배관 시공 방법

신규 해수배관의 시공방법은 아래 그림 12와 같다.

8. 맺음말

방식기술은 방식 재료의 선정과 적용기술로 대별될 수 있으며 기술 선정은 부식 기구와 재료의 특성을 충분히 파악한 후에 경제적 조건과 작업성 등을 고려하고, 또한 운전 상의 문제점 등을 예측하면서 선정하여야 하는 고도의 기술이다. 이러한 선정 작업에 필요한 원칙을 단계적으로 서술하였으나 무엇보다 중요한 것은 과거의 실제적인 경험을 통하여 실험실 규모의 시험이나 일반 기술적 데이터 등에서 얻을 수 없는 중요한 결정 인자를 얻을 수 있으나, 과거의 경험 테두리 안에서 모두 이루어 할 경우에는 보다 경제적으로 쉽게 적용할 수 있는 새로운 소재와 기술의 활용 기회를 잃게되기 때문이다.

코팅 및 라이닝 기술은 장비와 응용 기술등이 지속적으로 발전하고 있고 방식을 거의 영구적으로 가능하게하는 기술도 개발되고 있다. 그러나 기존의 구조물과 설비들에 대한 보수 방식 기술은 아직 완벽하게 설립된 기술이 없다. 향후 적용 기술과 함께 보수 방식 기술에 더욱 많은 개발이 이루어져야 할 것이다.