

위험물저장탱크밑판의 부식 성향분석 및 부식예방 방안에 관한 연구

최 정 수(한국소방검정공사 성능검사팀 부장)

노 경 진(한국소방검정공사 성능검사팀 과장)

A Study On the Corrosion Tendency of Bottom Plates and Corrosion Prevention Measures in Hazmat Tanks

Choi, Jeong Soo / Ro, Kyung Jin

Abstract

The most important factor in the maintenance of chemical industry facilities is related with deterioration and corrosion. Leakage of hazardous materials is likely to occur because the confirmation and maintenance of bottom plates are very difficult while the bottom corrosion of the massive hazmat-storage facilities is most dangerous especially.

As a result of the analysis of the corrosion locations, areas, usage condition of 287 hazmat-storage tanks on this study, it is concluded that the main external corrosion factors are the inflow of moisture and the materials inducing corrosion in the air such as sodium chloride and the main internal corrosion factors are corrosion react caused by stay of seawater, sulfur and moisture in hazmat for a long time without appropriate discharges.

It is anticipated that the corrosion of bottom plates can be restrained effectively by establishing the proper measures for the each corrosion cause.

[Key words : Corrosion, Moisture, Materials inducing Corrosion , Corrosion Restraint]

I. 서론

현대산업사회에서 우리가 무엇보다 많이 사용하고, 의존하는 많은 재료들 중에서 철(鐵)이 차지하는 비중은 무엇보다 크다. 우리주변의 거의 모든 대형구조물이나 산업시설 뿐 아니라 우리의 일상 속에서도 밀접한 관계를 맺고 있기 때문일 것이다. 하지만, 인간이 철을 사용하기 시작하면서 항상 따라다니는 난제가 철의 부식일 것이다. 어떤 통계에 의하면 세계적으로 연간 생산되는 철강의 약 25%가량이 부식된 철강을 대체하는데 사용된다고 하니 부식으로 인한 경제적 손실이 얼마나 큰지는 미루어 짐작할 수 있을 것이다.

이런 부식문제는 위험물저장탱크에도 예외는 아니다. 위험물저장탱크는 구조적으로 밀판이 부식에 가장 취약하기 때문에 밀판의 부식이 위험물저장탱크의 사용 중 신뢰성과 수명을 좌우하는 큰 인자로 작용한다고 할 수 있을 것이다. 또한 저장중인 위험물의 누출로 발생할 수 있는 경제적 환경적 손실을 고려한다면 그 중요성은 굳이 언급하지 않아도 될 것이다.

이에 본 조사연구에서는 위험물저장탱크만의 사용 환경과 특수성을 중심으로 한 부식특성을

분석하고 현재 현장에서 적용되어 있는 방식법과 방식관련 기술동향에 관하여 알아보고자 한다.

Ⅱ. 금속의 부식

1. 부식의 정의

지구상에 존재하는 모든 금속은 자연환경상태에서는 안정된 산화물로 존재하지만 이를 가공하여 사용하게 되면, 주변 환경과 반응하여 안정한 상태로 돌아가려 하는데 이러한 과정을 부식이라고 한다.

부식현상을 전기화학적인 관점에서 보면 양극반응과 음극반응으로 구분할 수 있는데, 양극반응의 결과인 부식은 전류가 금속으로부터 전해질로 유출되는 곳에서 발생하며, 반대로 음극반응은 전류가 전해질로부터 금속으로 유입되는 곳에서 일어나게 됨을 알 수 있다.

그렇기 때문에, 금속이 부식되기 위해서는 전해질(토양, 수분 등) 존재, 전위차 존재, 전위를 연결하는 도선의 존재 이렇게 크게 3가지 요소가 필요하다.

금속의 부식은 수분이 없는 상태에서 발생하는 건식(乾蝕)과 수분이 있는 상태에서 발생하는 습식(濕蝕)으로도 구분할 수 있으며, 건식은 고온에서 일어나는 것으로써 철을 고온으로 가열하면서 철이 산화되어 표면에 산화피막(Fe_3O_4)이 형성되는 형태의 것이고, 습식은 수중, 대기 중 및 토양속 등과 같이 자연 상태에서 일어나는 것으로써 수분이 동반된 부식으로 우리가 고려하는 대부분의 부식이 습식부식이라 할 수 있다.

2. 부식의 원리

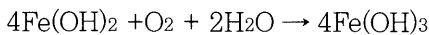
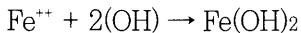
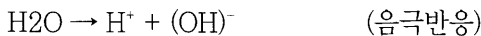
부식을 막거나 부식속도를 지연시키기 위해서는 부식이 대기중이나 수중에서 단순히 산소와 반응하여 부식이 발생하는 것으로 이해하기 보다는 부식현상을 전기화학적인 관점으로 이해하여야 한다. 다시 말해서 부식은 전기화학적 반응 (electrochemical reaction)의 결과인데, 전기화학반응이란 화학반응 과정 중에 전자의 이동이 수반되는 반응이다.

모든 금속은 그 환경에 따라 고유의 전위를 가지고 있으며 그 전위는 재질자체의 불균일성(성분, 응력 등)과 환경의 불균일성(비저항, 온도, 습도, 산소농도, 이온량 등)으로 인하여 부분적으로 전위차이가 발생하게 되며, 이 전위 차이에 의하여 금속의 각 부분에서 수많은 양극부와 음극부가 형성되고, 이때 양극부에서 음극부로 부식전류가 흐르면서 양극부의 금속이 이온

상태로 용출되어 점차 전해질속으로 용해되어진다. 이러한 현상이 부식이고 양극부에서 부식이 발생한다는 것을 의미한다.

일반적으로 화학반응(chemical reaction)이라고 알려져 있는 많은 반응들이 실제로는 전기 화학적인 반응경로를 통하여 진행되는 경우가 많은데 전기화학반응은 반드시 두 개의 반쪽반응(half reaction)으로 이루어지며 최종적으로 관찰되는 반응은 이 두 개의 반쪽반응을 합한 것이 된다. 앞에서 언급한 것처럼 부식현상을 전기화학적으로 관찰해 보면 부식반응은 양극반응(anodic reaction)과 음극반응(cathodic reaction)이라는 두 개의 반응으로 구성되어 있다. 양극반응은 부식반응이라고도 하는데 금속이 전자를 생산하면서 산화되는 반응을 의미하며, 이 반응으로 생성된 전자는 전기적인 경로를 따라 음극으로 이동하게 되며 금속 이온은 금속을 떠나 부식 환경인 전해질 속으로 이동함으로써 무게감량이나 두께감소 등의 부식현상을 유발한다. 전기적인 경로를 따라 양극부위에서 음극부위로 이동된 전자는 음극표면에서 전해질에 존재하는 산화제와 결합하 되는데 이 반응을 음극반응이라고 한다. 다시 말해서 음극반응은 환원반응이며 전자가 소모되는 반응으로 이해할 수 있다.

부식이 진행되는 과정을 전기 화학식으로 나타내면 다음식과 같다.



이러한 부식이 진행되기 위해서는 이 두 반응이 계속될 수 있는 조건이 충족되어야 한다. 다시 말하면 양극부위에서 음극부위로 전자가 이동할 수 있는 통로(전자전도체)가 있어야 하고, 양극 및 음극반응에 참여하는 이온(ion)이 움직일 수 있는 통로가 있어야 한다. 뿐만 아니라 두 가지의 반응이 모두 전자와 이온 사이에 전하전달(charge transfer)이 이루어지는 과정인데, 이러한 전하전달이 가능할 수 있도록 계면이 분극 되어 폐쇄회로를 형성함으로써 전류의 흐름이 가능하여야만 한다. 이러한 부식의 필요충분조건이 만족될 때 부식 셀(Corrosion Cell)이 형성되는 것이다.

그러므로 이러한 폐쇄회로를 끊어 전하의 흐름을 막거나, 회로내의 전하이동을 막을 수 있는 전류를 인위적으로 가하면 금속의 부식을 막을 수 있거나 부식 진행속도를 줄일 수 있을 것이다.

3. 금속의 방식(防蝕)

금속의 부식은 자연스러운 현상이지만, 부식으로 인한 막대한 경제적인 손실을 줄이고자 다양한 내식성 재료의 개발과 많은 부식방지법이 개발되었고 지금도 많은 연구가 이루어지고 있다. 현재 적용되고 있는 다양한 방식법들을 간략히 분류 소개하자면 <그림2-1>과 같다.



<그림2-1> 방식법의 종류

- 도장(Painting) : 금속표면에 도료를 적용시켜 부식을 예방하는 방법으로 가장 손쉽고 다른 방식방법에 비해 저렴한 방법이나, 시공 시 습도, 온도 등의 환경조건에 영향을 많이 받게 된다.
- 절연 피복 : 전기 화학적으로 절연체인 합성수지 등을 열적가공을 통하여 금속표면에 흡착 시키는 방법으로 지하매설 배관 등에 많이 사용되고 있으나 표면적이 넓은 판재에 적용하기는 용이하지 않다.
- 도금 : 금속표면에 내식성금속재료를 물리화학적으로 흡착시켜 금속의 내식성을 증가시키는 방법이다.
- 전기방식법 : 피 방식체인 금속에 외부에서 강제적으로 방식전류를 유입 시키면 전위가 높은 음극부에 전류가 유입되어 음극부의 전위가 저하되어 양극부의 전위가 가까워져서 결국 음극부의 전위와 양극부의 전위가 같아지며, 그 결과 금속 표면에 형성된 부식전류가 자연히 소멸되고 부식이 정지되어 피 방식체인 금속은 완전한 방식상태에 이르게 된다. 이

러한 원리를 응용한 방법을 전기방식법이라 하며, 양극방식법(anodic protection method)과 음극방식법(cathodic protection method)이 있다.

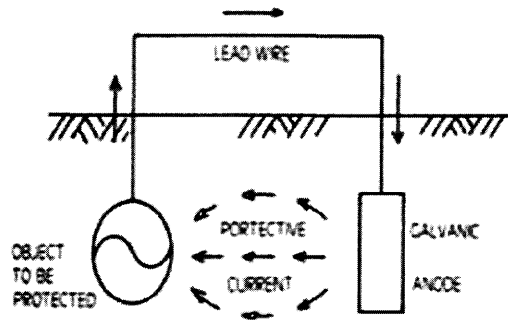
양극방식법은 피 방식 구조물을 자연전위 보다 높게 유지함으로써 구조물의 표면에 저항이 높은 피막을 형성시켜 부식을 방지하는 방법으로서, 금속의 재질에 따라 적용이 불가능한 경우가 많으며, 또 가능한 경우도 유지 및 보수에 상당한 주의가 요구되므로 잘 쓰이지 않고 있는 반면에, 음극방식법은 거의 모든 재질에 적용 가능할 뿐만 아니라 유지 및 보수가 쉬우므로 현장에서 가장 널리 쓰이고 있어 전기방식법 이라하면 대부분 음극방식법을 지칭하는 것으로 이해되고 있다.

이상의 여러 가지 방식 방법들 중에서 위험물저장탱크에 적용되는 방법으로는 방식 도장(Painting)과 전기방식법이 가장 일반적인 방법으로 적용되고 있으며, 전기방식법에 대해 좀 더 알아보기로 하겠다.

1) 전기방식법(음극방식법)

전기방식법은 희생 양극법(Sacrificial Anode Methode)과 외부 전원법(Impressed Current Methode)로 구분된다.

○ 희생양극법은 서로 다른 금속이 갈바닉쌍을 이룰 경우 갈바닉 계열상의 방향으로 높은 전위의 금속은 음분극이 되며 낮은 전위의 금속은 양극용해가 잘 된다는 갈바닉 효과로부터 응용된 방법으로 방식대상이 되는 금속보다 음의 방향으로 높은 전위의 금속을 전기적으로 접속하여 음극방식의 효과를 얻어내는 방법이며 그 개념도는 <그림2-2>와 같다.

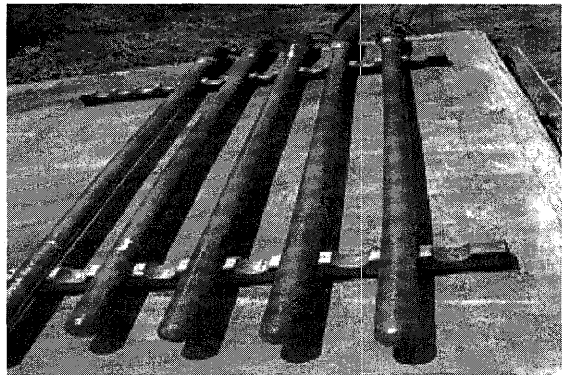


<그림2-2> 희생 양극법 개략도

<그림2-2>에서처럼 피 방식체(구조물)에 피 방식체보다 낮은 전위의 다른 금속(Anode)를 연결하면 상대적으로 전위가 높은 피 방식체는 음극이 되고 다른 금속은 전위가 낮아 양극이 된다. 이렇게 되면 피 방식체에서는 환원반응이 우세하게 되어 산화반응이 억제되고 다른 금속에서는 양극이 산화되는 반응이 일어나게 된다.

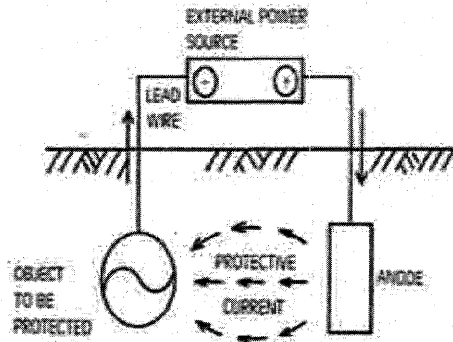
희생 양극법은 외부전원장치가 필요 없어 설치와 유지비용이 저렴하지만 유효범위가 짧고 인위적인 전류조절이 불가능하여 소규모 구조물에 적합한 방법이다.

위험물저장탱크에 적용 시는 유효범위가 짧아 소형탱크에 가능하나 주변 구조물, 토양의 환경에 영향을 많이 받는 단점이 있다. <그림2-3>에 양극의 한 종류를 예시하였다.



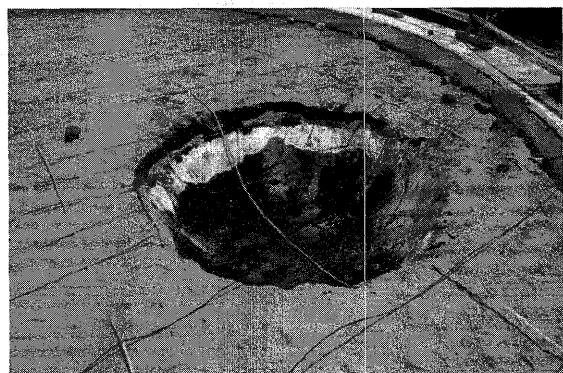
<그림2-3> 고규소주철재 희생양극

외부 전원법은 금속의 표면에서 전류가 방출되면 부식하고, 전류를 흡수하면 방식이 되므로 부식성이 적은 금속을 직류 전원의 [+]극, 피 방식체를 직류전원 [-]극에 연결하여 강제적으로 전류를 흐르게 하여 방식하는 방법이며 그 개념도는 <그림2-4>와 같다.



<그림2-4> 외부 전원법 개략도

이 방법은 정류기를 통해 전위를 조정할 수 있고 다양한 종류의 양극을 사용할 수 있고 양극의 소모율이 적으며 넓은 지역의 방식이 가능하여 대형의 위험물저장탱크에 적합한 방법이나, 시공이 까다롭고 정기적인 유지관리가 필요하며 주변시설물에 간섭의 우려가 있다. <그림2-5>에 몇 가지 단점들을 보완한 방법으로 시공된 한 예를 나타내었다.



<그림2-5> MMO Riddon Anode법 시공 예

이상의 방법 외에도 배류법등이 있으나 위험물저장탱크에 적용하기는 곤란한 방법이어서 여기서는 논하지 않았다.

Ⅲ. 위험물저장탱크의 밑판 부식성향 및 분석

1. 조사대상 및 방법

2004년부터 2006년까지 위험물저장탱크 정기검사대상 중 밀판부식으로 인해 밀판을 일부 또는 전부를 교체한 것과 누설자장(Floor scanning)을 이용한 밀판에 대한 전수검사를 실시한 탱크 등 총287기를 대상으로 탱크밀판의 부식성향을 밀판의 상부(내부)부식과 하부(토양부분)부식, 상하부 복합부식, 부식 위치 등으로 대별하여 분석하였으며, 조사대상 탱크 모두 전기방식설비가 시공되지 않은 시설들이었다.

부식 부위를 탱크밀판의 윗면을 상부, 밀판의 아랫면(밀판과 기초 면이 만나는 부위)을 하부로 구분 하여 부식성향을 분류한 결과는 다음 <표3-1>과 같다.

<표3-1> 밀판의 부위별 부식 점유율

부식부위별	상부부식	하부부식	상하부 복합부식
점유율	25%	64.2%	10.8%

1. 밀판을 교체한 경우 부식된 넓이, 부식위치로 분류 하였으며,
2. 밀판전체를 검사한 경우 부식으로 분류한 기준은 정기검사 차기점검 두께산출 기준으로 차기 점검시 두께 4.0mm이하를 부식으로 분류함.

2. 밀판 상부부식의 분석

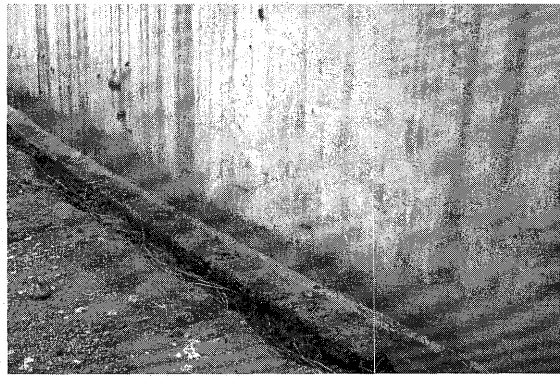
상부부식의 주요원인은 저장물에 포함된 불순물들에 의한 것이었다. 저장물중 원유의 경우 원산지에 따라 조성비의 차이는 있지만 황, 염화물 등이 포함되는데, 이런 불순물들이 저장탱크에 보관되면서 비중 차에 의해 밀판으로 가라앉아 밀판과 반응하여 밀판을 부식시키게 되는 것이다. 또한, Naphtha, 휘발유등은 저장물이 가진 특성으로 인해 국부적인 휘발성 부식(Pitting)등을 일으키게 된다. 이처럼, 상부부식이 일어난 탱크의 원인은 저장물에 함유된 수분, 유황, 염분 등의 부식을 유발하는 불순물과 저장물의 부식특성으로 인한 것이 이지만, 저장물에 함유된 불순물의 영향이 밀판의 부식을 일으키는 가장 큰 원인이며 그로 인한 부식된 예를 <그림3-1>에 나타내었다.



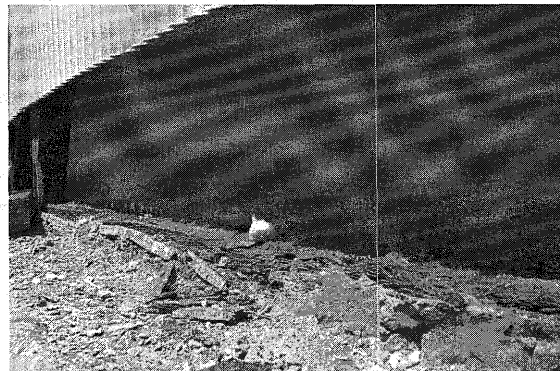
<그림3-1> 밀판의 상부부식

3. 밀판 하부부식의 분석

밀판의 하부부식 원인을 분석해보면, 위험물저장탱크를 장기간 사용하면서 기초면의 침하와 밀판아래 시공된 오일샌드나 아스팔트가 압착되고 경화되어 밀판과 기초면 사이에 틈이 발생되고, 그 틈으로 유입된 빗물 같은 수분이 적절히 배수되지 못하고 밀판아래에 고여 있으면서 부식을 일으킨 것이다. 또한 운전조건이 다른 원인으로 발생하기도 한다. 증유(병커A, B, C)를 저장하는 탱크의 경우 저장물의 응고방지를 위해 내부에 약70℃이상의 열이 가해지는데, 이때 탱크내부의 온도와 외부의 온도차에 의해 밀판아랫면에 습기가 발생하고, 흡착된



〈그림3-2〉 기초면 침하로 인한 부식



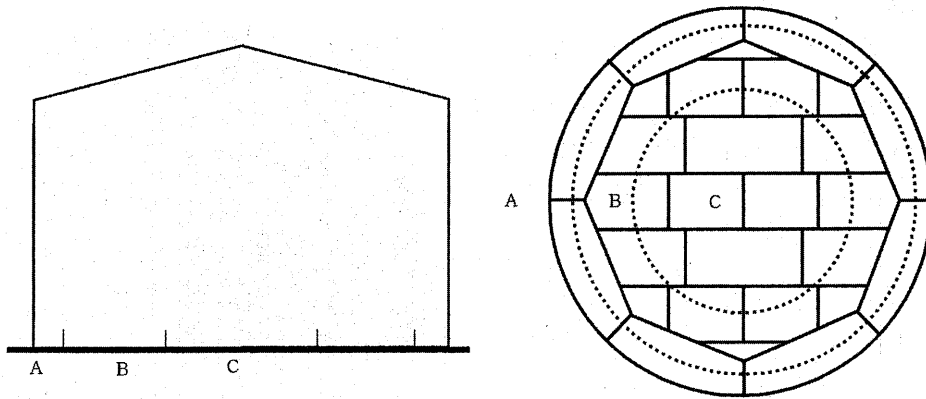
〈그림3-3〉 보온재에 의한 외부밀판 부식

수분이 지속적으로 대기중 산소를 공급받아 밀판 아랫면을 부식시키기 때문이다. 밀판아랫면에 방식도장을 한다면 이런 부식을 예방할 수 있겠지만 방식도장의 도막이 국부적으로 건전하지 못하거나 설치 중

균형 등으로 도장이 벗겨지면, 이 부위를 통해 부식전류가 집중되어 급속한 부식이 일어날 우려가 있기 때문에 밀판 아랫면에 방식도장처리를 하지 않는 것이다. 〈그림3-2〉에서는 기초지반의 침하로 인한 부식발생의 예와 〈그림3-3〉에서는 탱크외부의 보온재와 밀판과 기초의 틈에 유입된 수분에 의한 외부부식의 예를 보여준다.

4. 밀판의 영역별 부식분석

부식이 발생한 위치를 〈그림3-4〉와 같이 3구역으로 분류하고, 각 부분별 부식현황을 분류하여〈표3-2〉로 나타내어 보았다.



A 영역 : 외부밀판끝단부터 중심방향으로 1m까지
 B 영역 : A 영역 및 C 영역을 제외한 내부밀판범위
 C 영역 : 탱크중심으로부터 탱크반경의 1/2범위

〈그림3-4〉 밀판 영역별 구분

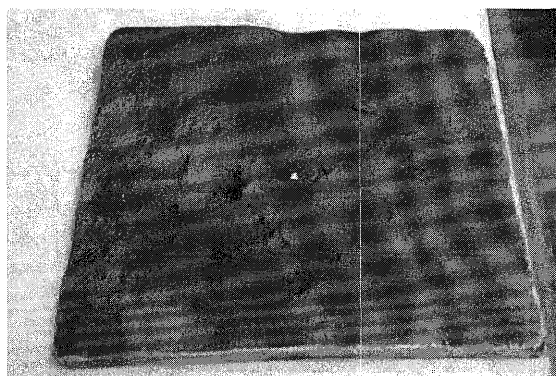
〈표3-2〉 밀판 영역별 부식 점유율

영역별	부식부위	부식점유율
A영역	상부부식	13.51%
	하부부식	29.73%
B영역	상부부식	21.63%
	하부부식	24.33%
C영역	상부부식	5.40%
	하부부식	5.40%

〈표3-2〉에서 보면 A영역과 B영역에서의 상부부식이 C영역보다 많은 이유는 일반적인 밀판의 구조가 탱크의 중심부가 가장자리보다 조금 높은 Cone형태로 설치되기 때문에 저장물보다 비중이 큰 불순물들이 아래로 가라앉아 A영역에 많이 모이게 되고 이 불순물들이 적절히 분리 제거되지 못하여 발생된 것이며, B영역과 C영역의 상부부식은 직경이 큰 대형탱크에서 많았으며, 장기간 사용하면서 저장물과 지붕을 받치고 있는 기둥에 의해 기초가 부분적으로 침하되어 밀판의 면이 고르질 못해 이곳에 불순물이 고여 부식이 발생된 것으로 보여 진다.

위험물저장탱크 밀판의 하부부식 원인은 앞서 언급한 것처럼 저장탱크를 장기간 사용하면서 기초면의 침하와 밀판아래 시공된 오일샌드나 아스팔트가 압착되고 경화되어 밀판과 기초면

사이에 틈이 발생하게 되고, 그 틈으로 유입된 빗물 등의 수분이 기초면을 따라 자연 배수가 되어야 하지만 오히려 불균일한 기초면을 따라 탱크의 중심방향으로 흘러가거나 밀판 아랫면에 고여 있으면서 밀판에 부식을 일으킨 것이다.



〈그림3-5〉 수분에 의한 밀판의 아랫면부식

밀판아랫면에 설치되는 오일샌드나 아스팔트는 지중에서 증발하여 올라오는 수분이 탱크밑면에 이르지 못하도록 하여 밀판의 부식을 예방하는 방수 목적과 밀판 면과

기초면 사이에서 완충(Cushion)역할을 목적으로 설치되고 있으나, 장기간의 하중에 의한 경화로 완충역할의 기능은 없어지고 방수기능만이 남는 것이다. 하지만, 이러한 방수기능도 기초의 윗면으로 유입된 수분을 배수하지 못하고 방수기능을 함으로써 밀판의 아랫면에 부식을 일으키는 원인이 될 수 있는 것이다. 따라서 A, B영역에서의 하부 부식원인이 오일샌드나 아스팔트의 방수기능으로 인해 외부에서 유입된 수분이 밀판과 기초면사이의 공간에 잔류하면서 밀판 아랫면에 지속적으로 얇은 수막을 형성하고 이 수막에 공기가 녹아들어 〈그림3-5〉에서처럼 밀판의 아랫면을 부식시킨 것으로 보인다.

IV. 위험물저장탱크의 방식설비현황 및 부식예방 방안

1. 방식설비 현황

위험물저장시설을 많이 운영하고 있는 정유사 3개사, 탱크터미널 4개사, 석유화학공장 4개사를 대상으로 방식설비 현황을 조사한 결과, 내부 방식 대책법으로는 저장물의 성분이 부식을 유발할 수 있다고 분류될 경우에 한해 내부에 에폭시 도장(Epoxy Painting)이나 글라스울 라이닝(Glasswool Lined) 등을 적용하고, 저장물에 부식을 유발하는 성분이 없는 것으로 판단되거나 저장물이 부식성향을 가지더라도 내부코팅재료와의 반응으로 저장물질의 순도유지가 어려운 경우에는 적용하지 않는 것으로 조사되었다.

외부방식설비로는 앞서 언급한바와 같이, 전기방식설비를 설치하여 사용하는 사례는 극히 적었고, 대부분이 위험물 안전관리법에 규정된 수준인 아스팔트 샌드나 오일샌드 등을 밀판아랫

면에 시공한 것이었다. 이와 같이 전기방식설비를 적용하지 않는 것은 과거에 설치되어 운영 하였던 전기방식설비가 주변 시설물과 토양을 통한 전류 간섭현상으로 대상물의 방식효과가 감소되거나, 오히려 부식속도가 증가되거나, 유지관리의 어려움이 있는 등이 이유로 조사 되었다.

2. 위험물저장탱크 밀판의 부식예방 방안

1) 탱크내부의 방식도료적용

위험물탱크내부의 부식을 막는 방안중 부식억제제의 투입도 있지만, 이 방법은 다양한 유종의 저장물과 관리할 시설이 많은 사업장에서 적용하기는 적절한 방법이 아닐 것이며, 가장 효과적인 방법이 내부에 부식방지용 코팅을 적용하는 방법이다.

근래 방식성능이 우수하고 수명이 긴 재료가 많이 개발되어 상용화되어 있지만 코팅 시공전 처처리과정이 코팅의 성능을 가늠하는 가장 중요한 요건일 것이다.

현재, 국내법에서는 내부코팅을 강제하지 않고 있지만 부식성이 높은 저장물을 취급하는 사업장에서는 신규로 저장시설을 설치할 때 적극적인 검토가 요구된다.

2) 전기방식설비의 사용

이때까지 위험물저장탱크의 방식법으로 전기방식법을 외면한 것은 이전에 설치되어 사용되던 설비(희생양극법)가 주변시설물과의 간섭이나 방식효율이 낮다는 선입견 때문이었다. 하지만, 근래 높은 효율의 전기방식법이 소개되고 있다.

탱크 밀판에 적용하기 적합하다고 소개된 몇 가지 방법을 소개하면 다음과 같다.

- MMO 양극법(Mixed Metal Oxide Anode)
- MMO Ribbon 양극법

등이 있으며 <그림2-5>에 시공된 예처럼 밀판의 직하에 양극을 설치함으로써 이전의 방법에 비해 훨씬 높은 효율을 기대할 수 있고 양극의 길이를 시공면적에 맞게 조절할 수 있어 대형탱크의 경우에도 밀판 전체에 일정한 방식전류를 공급할 수 있어 효과적인 방식이 예상된다.

3) 밀판아래 쿠션을 세척모래(Clean Washed Sand)로 사용

앞에서 언급된 것처럼 밀판아래에 부식방지를 목적으로 시공된 오일 샌드나 아스팔트가 장기간사용으로 본래의 설치목적에 반하는 부식의 원인이 될 수 있기 때문에 이러한 재료들보다 배수효율이 좋은 세척 모래를 밀판아래 쿠션재로 사용하는 것이 좋을 것이며, 이 방법을 적용하기 위해서는 탱크의 기초가 콘크리트슬래브의 구조여야 할 것이다.

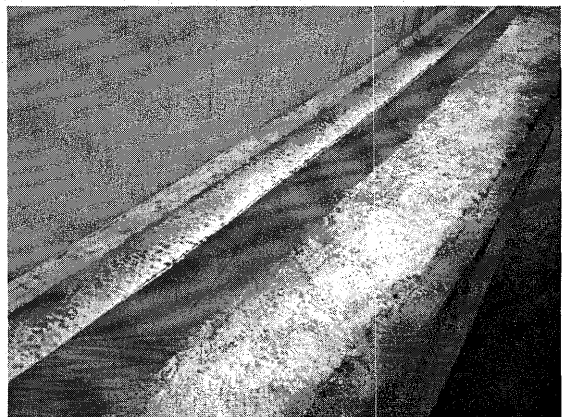
미국석유협회 규격(API 650 Appendix B-1998)에는 오일샌드의 언급이 없고 세척된 모래 (Clean Washed Sand)를 밀판하부의 쿠션으로 추천하고 있다.

이러한 이유는 오일샌드보다 세척된 모래의 배수기능이 우수하여 밀판아래의 부식을 방지하기가 보다 효과적이기 때문인 것으로 여겨진다. 또한 음극방식설비를 설치한곳에서는 오일샌드의 높은 저항으로 음극방식설비의 효과를 저하시킬 수 있다.

4) 밀판외부에 수분유입 방지설

밀판의 부식중 약50% 정도가 외부에서 유입된 수분에 의한 하부 부식이므로 수분의 유입을 막는 효과적인 시설이 설치되면 부식예방에 큰 효과가 있을 것이다. 또한 대부분의 위험물저장 탱크가 해안가 주변에 설치되는 것을 고려해보면 이런 시설의 필요성은 클 것이다.

해안가 주변은 해풍의 영향으로 항상 공기중에 염화물, 질산염 등이 함유되어 있고 이것들이 빗물에 녹아 위험물저장탱크 밀판의 벌어진 틈으로 스며들어 빠른 속도로 부식을 일으키기 때문이다.



〈그림4-1〉 외부수분 침투방지 시공

〈그림4-1〉은 외부에서 유입된 수분으로 인해 밀판이 부식되어 밀판을 교체한 후 무수축 몰타르로 밀판아랫면과 기초면의 틈을 메운 후 실리콘으로 마무리하여 외부에서 수분이 침투하지 못하도록 한 것이다.

V. 맺는말

최근 2~3년 사이에 밀판의 부식으로 인해 위험물저장탱크의 밀판을 전체 또는 부분적으로 교체하는 사례가 부쩍 증가 하였다. 이러한 위험물저장탱크들 중에는 건설된 지 오래되어 노후한 것도 있지만, 건설된 지 20년 미만의 것들도 상당수 있는 것으로 알고 있다.

이렇게 짧은 기간에 부식이 일어난 위험물저장탱크들의 대부분이 방식조치가 미비하였거나 부식이 활발히 일어나는 조건에서 사용되었기 때문이라 여겨진다.

위험물저장탱크의 밀판은 다른 부위에 비해 부식 환경에 많이 노출 되어있지만 부식의 정도가 즉시확인이 어렵기 때문에 적극적인 부식예방 관리가 필요하다.

이번 조사 연구 중 알아본 바로는 이전에 비해 적은 비용으로 높은 효율을 기대할 수 있는 전기방식기술들이 개발되어 있었고, 다양한 조건에 적용할 수 있는 방식도료들이 개발되어 있었다. 하지만, 이러한 기술들이나 재료들도 각각의 환경이나 조건을 고려하여 적용되어야 할 것이고, 지속적인 유지관리가 반드시 뒤따라야 할 것이다.

[참고문헌]

1. 고용태, 송홍석, 이성민, 전경수(1997), “지하매설구조물의 부식과 방지 I”, 「한국부식학회지」, vol.26.
2. 김영식, 송영준, 김영근(2000), “음극방식 중인 도장강판(SS34)의 방지 능력에 대한 컴퓨터 시뮬레이션 및 실험적 접근”, 「한국부식학회지」, vol.29.
3. 이학렬(2004), 「금속부식공학」, 서울 : 연경문화사.
4. 한국가스공사(2003), 「전기방식」, 서울 : 한국가스공사.
5. American Petroleum Institute (1998), API. Std 650 Welded Steel Tanks for Oil Storage Appendix B. Recommendations for design and construction of foundations for aboveground oil storage tanks, Washington DC : American Petroleum Institute
6. Boris A. Miksic, Alla Y. Furman, Magrita A. Kharshan (2005), Storage Tank Protection Using Volatile Corrosion Inhibitors, St. Paul, MN : CORTEC Company
7. Denny A. Jones (1995), Principles and Prevention of Corrosion, 2nd Edition, Houston TX : Gulf Publishing Company
8. Mars G. Fontana, Norbert D. Greene (September 9, 2006), Corrosion Engineering, Materials Science and Engineering , New York : McGraw-Hill Science
9. Rim Rukeh A. Okokoyo, P.A(2005), Underside Corrosion of Above Ground Storage Tanks., Journal of applied sciences and environmental management, vol.9, number1, p.161~163
10. R. Winston Revie (Hardcover – Mar 21, 2008), Corrosion and Corrosion Control, NeW York: John Wiley & Somss, Inc
11. Walter von Baeckmann, Wilhelm Schwenk, and Werner Prinz (Oct 17, 1997), Handbook of Cathodic Corrosion Protection, Houston TX : Gulf Publishing Company

논문접수일 : 2008년 4월 25일

심사의뢰일 : 2008년 5월 1일

심사완료일 : 2008년 5월 9일