

1. 金屬文化財의 耐候試驗 概要

趙 鍾 琇

(理博. 前 慶熙大水原大學長)

I. 耐候試驗

1. 시험장소의 선정

대기중에서 습기가 없을 때는 공기중에 노출된 금속은 거의 부식되지 않는다. 예를 들어 사막에 버려진 鋼은 오랜 기간동안 녹슬지 않는다. 부식반응은 전해액 없이 진행할 수 없기 때문이다.

얼음은 낮은 전도체이기 때문에 물 또는 금속표면에 부착된 수용성 농축물의 빙점 이하 온도에서는 부식이 거의 일어나지 않는다. 이와같이 대기에 의한 부식의 발생은 공기의 습도에 의존할 뿐만 아니라 먼지 함량이나 금속표면에 농축하기 쉬운 가스相의 불순물에 따른다.

또한 부식속도도 대기중의 습기, 온도 및 오염물에 따라 현저히 달라진다. 해안 가까이에서는 염분이 많고 산업지대에서는 황산으로 변화는 SO₂ (아황산가스)가 많으며 유화수소, 암모니아가스 등도 포함되어 있는 경우가 많다. 부식속도는 금속의 종류에 따라서, 또 지역에 따라 달라지는데 철의 경우 산업지역에서 보다 전원지역에서 덜 부식당하나 납은 표면에 보호성 피막이 입혀져서 공장지대에서 더 부식당하지는 않는다. 이상으로 볼 때 부식상황에 따라 대기를 해양, 산업, 열대, 한 대, 도시, 교외의 몇가지 型으로 나눌 수 있으며 습한지대와 건조지대로 구분할 수 있는데 본 시험에서는 우리나라의 기후를 고려할 때 시험 장소를 다음 3가지로 선정하는 것이 좋을 것이다.

- 1) 제주(고산지대, 무공해)
- 2) 해안(염분이 많은 서해안 : 목포등)
- 3) 도시(서울시내 및 시외)

2. 시편 및 시험방법

이 시험의 목적이 문화재의 보호에 있으므로 직접 문화재를 시험대상으로 할 수는 없으므로 이와 비슷한 조성의 금속을 시편으로 하여야 할 것이다. 물론 문화재의 조성과의 거의 같은 조성의 시편은 만들기가 어려우나, 시험지역에 따라서 여러 금속을 비교 시험할 수는 있을 것이다. 또한 내후시험을 문화재 자체에 적용시키는 시험방법은 없으므로 공업적인 방법을 참고로 하여야 할 것이다. 시험은 비교적 소형인 시편편으로부터 대형의 실물까지 목적에 따라 사용되지만 시편편이 지나치게 작으면 국부부식의 확률이 감소하고, 또 절단부분의 영향이 크기 때문에 약 10cm×10cm 이상이 좋다. 시편의 설치방법은 태양에 노출되는 경우(문화재의 경우 특히 드물지만) 보통 30~45로 경사 南面시킨다. 시편편을 暴露臺에 걸어 놓을 때는 접촉부식 또는 틈부식의 주의가 필요하여 그림1과 같은 설치방법이 사용된다. 그러나 문화재는 그 특수성으로 인해 보통 실내나 遮陽 밑에 보관되고 있으므로 이런 점을 감안하여 공기가 잘 통하도록 만든 상자속이나, 遮陽 밑에 시편을 위와 같은 방법으로 설치하여, 되도록 문화재의 보존상태와 같은 조건에서 시험하는 것이 좋다. 그러나 시편의 설치전에 시편의 표면을 탈지하기 위해 벤젠과 아세톤으로 닦는 것이 필요하며, 건조 후 화학천평에서 평량하여 무게를 표면적과 함께 기록하여 두어야 한다. 또한 시편을 절단할 때는 절단기를 사용하면 잔유 응력이 생기므로 톱으로 자르는 것이 좋다.

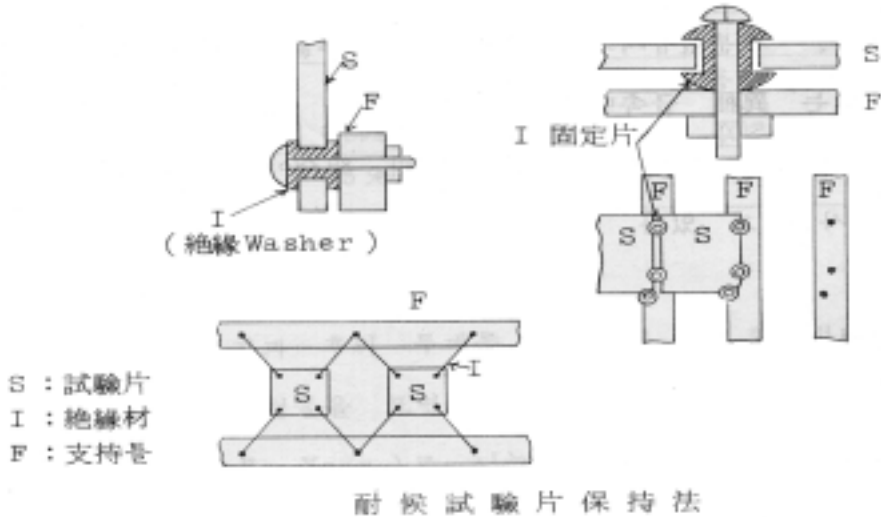


그림 1. 시편 설치 방법

3. 시험기간

대기폭로시험은 일반적으로 길어서 약 10년 정도가 단위로 된다. 그 중도에서 시험편을 취할 때에는 부식량의 시간적 변화가 포물선 형태로 되도록 1, 2, 4, 9, 16과 같

은 간격이 취해지도록 한다. 시험 개시의 계절에 따라 부식속도는 영향을 받으나 장기간의 시험에서는 개시의 시기는 어느 때도 좋다. 일반적으로 겨울인 경우 연료의 연소로 인해 부식이 많이 일어나는 경우가 많은데 일년이상 시험기간에서는 전체 부식율은 영향을 받지 않는다. 또한 시험기간중 금속이 녹스는 것은 水分이 있을 때만 일어나기 때문에 표면의 수분잔유시간은 실로 중요한 因子이다. 이 시간에는 降水에 의한 습기와 야간의 結露에 의한 습기 兩쪽이 포함된다. 수분잔유시간의 측정은 극히 얇은 절연물을 사이에 두고 접하고 있는 異種 금속면에 수분이 생기면 전지가 형성되는 원리를 이용하고 있다. 미국에서는 Ti-Zn의 組合이, 소련에서는 Fe-Cu의 組合이 사용되고 있다.

4. 결과 분석

a. 중량변화의 측정

부식시험 전의 무게와 후의 무게를 비교하면 산화물의 생성으로 보통 무게의 증가가 생긴다. 이 무게 증가를 시험의 전 표면적으로 나누어 주고 시간으로 나누어 주면 m.d.d(mg/dm²/day)단위의 부식량을 계산할 수 있다. 또한 부식생성물을 제거한 후 무게감소를 가지고 비교할 수도 있으나 이 때는 표면에 달라붙은 부식생성물의 일부를 제거하여야 한다.(표1)

表1 腐食生成物除去法

適用金屬	除去法
Cu合金, Ni合金, 스텐레스鋼, 銅, Sn	5% H ₂ SO ₄ + 有機부식억제제 (2CC/ℓ) 中에서 74℃, 3分間, 電流(20A/dm ²)으로 하여 電解
鋼의 高温酸化皮膜	10% H ₂ SO ₄ + 1% guinoline ethioclide 中 45℃ 以下에서 15分間 電流(15A/dm ²)으로 하여 電解
스텐레스鋼의 酸化皮膜	18% NaOH + 3% KMnO ₄ (沸騰) 中 6分後에 10% (NH ₄) ₂ HC ₆ H ₅ O ₇ (沸騰) 中 4分間
Al合金	2% 크롬酸 + 5% 磷酸, 80 ~ 85℃ × 10分間
Pb	25% 酢酸암모늄 加熱溶液
Zn	10% NH ₄ Cl 또는 5% 크롬酸 + 1% AgNO ₃ (沸騰) 中 20秒間
Mg	15% 크롬酸 + 1% AgCrO ₄ (沸騰) 中 15分間

b. 두께의 변화 측정

시편의 시험 전과 후의 두께를 측정하여 그 차로써 부식 정도를 판단한다. 부식 생성물을 표면으로부터 완전히 제거한 후 두께감소를 측정하여 시간(보통 Year)로 나누면 ipy(inch/year)의 단위를 갖는 부식량이 결정된다.

c. 표면상태 변화의 관찰

부식된 시험편의 표면을 육안으로 관찰하는 것은 간단하지만 기본적인 계측이다. 검하여 현미경, 전자현미경을 사용하면 생성물의 부착상황 국부부식의 유무등 부식의 양상을 알 수 있다. 또한 현미경에 의한 단면검사로서 시험재의 孔蝕, 龜裂 및 침투과정을 볼 수 있으며 두께의 감소도 알 수 있다.

II. 地中腐蝕

1. 시험장소의 선정

지하에 매몰된 금속은 토양의 氣孔度, 電氣傳導度, 용융염, 수분과 산 및 염기도에 따라서 그 부식도가 달라진다.

기공이 많은 흙은 산소의 흡수가 많아서 초기에는 부식이 빨리 진행되지만 나중에는 금속표면에 보호성 피막을 만들어 주어 금속을 보호하여 준다. 토양중의 부식형태는 철과 구리의 경우 孔蝕이 주가 된다. 또한 토양중의 부식은 흙 표면에서의 깊이에 따라 일반적으로 증가하며, 나쁜 전도도의 흙(수분과 용융염이 아주 적은) 낮은 부식성을 갖는다. 토양중의 박테리아도 금속부식에 관여하는데 잘 통기된다. 이러한 점으로 보아 토양시험 장소로는 粘土, 모래 및 점토-모래 혼합흙 등이 바람직하며 습도가 다른 여러 곳에서 시험되어야 한다.

2. 시편 및 시험방법

耐候試驗의 경우와 같이 시험편의 크기는 10cm×10cm 정도가 좋다. 시험전에 시편을 아세톤과 벤젠으로 탈지해서 무게를 단후 흙속에 묻는다. 시험후 여러 시간 간격으로 시편을 꺼내서 무게 변화를 측정한다.

3. 시험기간

보통 2년의 간격으로 꺼내는 것이 좋은데 흙의 부식성에 따라 변화 시킨다. 즉 부식성이 큰 경우는 간격을 보다 빨리 하고 작은 경우는 보다 느리게 한다.

4. 결과분석

耐候試験의 경우와 같다.

(P8 耐候試験의 結果分析 參照)