

## FA1) 대기 중 금속부식영향에 관한 연구

### A Study on the metals corrosion in Air

김윤신 · 박태술<sup>1)</sup> · 문점숙 · 이상복 · 이용현

한양대학교 환경 및 산업의학연구소 <sup>1)</sup>대진대학교 환경공학과

#### 1. 서론

대기 중 금속부식은 SO<sub>2</sub> 와 부유먼지, O<sub>3</sub>, 산성비 등의 대기오염물질 및 농도와 그 밖의 이슬, 빗물, 해수입자, 온도, 습도, 강우빈도 및 산도 등의 여러 가지 요인에 의해서 영향을 받지만, 특히 SO<sub>2</sub> 와 습도와 관련하여 금속부식에 영향을 미치고 있다. 금속 부식이란 금속의 산화상태 즉 산화·환원 반응으로 대기오염물질의 금속부식에 미치는 영향은 오염물질 자체가 부식에 직접관여 하는 것 외에 촉매 역할로써의 간접적 요인이 더욱 중요시되고 있으며, 오염물질의종류 및 농도와 지역적 특성에 의한 영향이 크다. 따라서 부식은 금속재료가 접촉환경과 반응하여 변질 및 파괴되는 현상이며, 이러한 부식의 직접적인 손실은 국가 GNP 의 약 3~5 %를 차지할 정도로 막대하며 우리 나라의 경우 그 규모가 200~250억 US \$ 에 달한다. 또한 최근 우리 나라의 지하철 1~4 호선(총 연장 143 km) 철근 콘크리트 구조물 중 4분의 1 이상에 중성화(中性化) 현상이 발생, 철근이 부식되고 콘크리트에 균열이 생겨 안전조치가 시급한 것으로 드러났다(2000, 9, 24일자 국민일보). 특히 산업화의 역사가 30~40 년 이상 길어지면서 화학·석유화학·발전설비 등의 노후화로 인해 부식의 심각성은 날로 증가하고 있다. 부식이 발생할 경우 발전시설의 가동중지로 인한 경제성 손실 뿐 아니라 유해물질의 유출로 인해 환경오염, 더 크게는 인명피해까지 야기할 수 있다. 따라서 본 연구는 장기간에 걸쳐 전국적인 규모의 금속부식도 조사를 통한 지역적 현황조사는 물론 지역적 특성에 의한 부식률을 살펴보고 금속부식에 영향을 주는 기상 요인 및 각종 대기오염물질과의 상관관계를 통하여 대기오염이 금속부식에 미치는 기여도를 고찰하고자 하였다.

#### 2. 연구 방법

##### 2.1 연구 기간 및 대상 지역

본 연구 기간은 1995년 3월 10일~1999년 3월 10일까지 4 년간이며, 연구 대상 지역 선정은 편의상 공업 지역, 준공업 지역, 해안공업 지역, 해안 지역, 상업 지역 및 주거 지역을 포함한 전국 13 개 도시 14개 지점과 대조 지역 1개 지점을 포함한 15개 지점을 대상으로 하였다.

##### 2.2 실험 재료 및 방법

###### 2.2.1 실험 재료

부식실험 대상금속으로는 철판, 알루미늄판, 동판을 대상으로 하였다

표1. 대상 금속의 종류 및 규격

시편종류	규격	밀도	비고
철판	100mm x 100mm x 1.0mm	7.4983	KSD
알루미늄판	100mm x 100mm x 1.0mm	2.6708	KSD
동판	100mm x 100mm x 1.0mm	8.9747	KSD

###### 2.2.2 금속부식 실험방법

부식 실험 과정은 칫재, 유기용제(아세톤 등)과 에틸알코올을 이용하여 탈지 및 세척하여 건조시키는 시료(금속판)의 폭로전 전처리와 들깨, 시료 측량 셋재, 부식생성물(녹)의 제거 등의 처리과정을 실시하였으며 통풍시설이 되어 있는 곳에서 처리하였다.

### 2.3 실험장치 구성

금속부식도의 실험장치는 가로 1.5 m, 높이 1.9 m의 간판식 장치로써 알루미늄, 동 및 철판을 상, 하 단으로 각각 7줄로 설치하였으며, 장치대는 내부식성이 강한 스테인레스 재질을 사용하였으며, 금속부식에 대한 전기화학반응을 고려 부전도체인 폴리에틸렌재질의 선을 이용하여 금속판을 연결하였으며, 실험장치설치는 강우시 전해액 영향을 고려하여 약간의 경사를 주어 설치하였다. 금속부식대의 설치는 햇빛방향을 고려하여 시편방향은 동남방향으로 설치각도는 약 45° 정도의 각도를 주어 설치하였다.

이밖에 SO<sub>x</sub> 농도를 측정하기 위하여 대기중의 SO<sub>2</sub> 이 PbO<sub>2</sub> (이산화납)과 반응하여 황산납(PbSO<sub>4</sub>) 을 생성하는 원리(PbO<sub>2</sub> + SO<sub>2</sub> → PbSO<sub>4</sub>)를 이용한 PbO<sub>2</sub> 캔들 등을 대기 중에 방치하여 포집된 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>을 월 단위로 측정하여하였다

### 3. 결과 및 고찰

1995년 3월부터 1999년 3월까지 4년 동안 전국 13개 지점으로부터 각각 9회 측정된 금속의 부식도의 측정결과는 다음과 같다.

- 1) 4년 동안 대기 중에 폭로시킨 전국의 금속별 평균 부식률은 알루미늄 1.625 %(최고: 부산 1.95 %, 최저: 포천 1.403 %), 동판 1.75 %(최고: 대구 2.87 %, 최저: 춘천1.19 %) 및 철판 16.39 %(최고: 울산 19.2 %, 최저: 포천 10.95 %)로 나타났다.
- 2) 4년 동안 대기 중에 노출시킨 1 mm 두께의 각 금속시편의 전국 평균 침식은 알루미늄 0.016 mm, 동판 0.0174 mm 및 철판 0.164 mm가 침식되는 것으로 나타났다.
- 3) 4년 동안 철의 부식물 중 이온성분의 평균 함유량은 염소이온 3.2902 mg(울산:9.68 mg, 포천 1.20 mg), 질산이온 0.933 mg(부산:1.98 mg, 포천 0.134 mg)으로 나타났으며, 황산화물이온의 경우 95.23 mg(신도림:174.83 mg, 포천 37.38 mg)으로 철의 부식물 중에는 과량의 황산이온을 함유하는 것으로 나타났다.
- 4)  $\ln(Y) = \ln(a) + b \ln(T)$ 의 관계식으로부터 철판의 부식이 50% 감량되는 때는 현재 부식속도가 가장 빠른 울산의 경우 8.26년이 소요되고 대조지역인 포천의 경우 약 11년 소요되는 것으로 계산되었다.

주) 이 연구는 환경운동연합 녹색생명본부(한국일보사·환경운동연합 공동 운영)에서 지원, 연구 수행하게 된 것으로 관계자 여러분께 진심으로 감사드립니다.

### 참 고 문 헌

- 강인구 등 10명 (1991,1992) 「대기오염과 산성비에 의한 피해조사 및 평가에 관한 연구(I,II)」, 국립환경연구원.
- 김사덕(1997) 「산성비에 의한 대리석 문화재의 부식에 관한 연구」, 한양대 석사논문.
- 최수연(1994) 「대기오염도가 금속부식현상에 미치는 영향에 관한 연구」, 한양대 석사논문.
- Butlin, et al.,(1992) 「Preliminary results from the analysis of metal sample form the national materials exposure programme(NMEP)」, Atmospheric Environment Vol.26B No.2, pp199-206
- John E. Yocom and A. R Stankunas(1984) 「Pollutant Effects on Materials」, in Calvert, S. and H.M. England(eds.), Hand book of Air Pollution Technology, John Wiley & Sons, New York.
- Sydberger T. and Vannerver R.(1972), The influence of relative humidity and corrosion products on the adsorption of SO<sub>2</sub> on metal surface, Corros. Sci. Vol 12, pp775-784.
- Yocom J.E. and Baer N.S.(1984) 「The Acidic Deposition Phenomenon and Its Effects」: Critical Assessment Review Paper, Chapter E-7, EPA600/8-83-016BF., US. EPA, Washington D.C.