

## 전기화학적 설비에 사용된 티타늄의 부식

송 홍 석 · 고 영 태

경기도 안산시 일동 277-1, 한국가스공사/연구개발원 425-150

### Corrosion of Titanium Used in Electrochemical Utility

Hong-Seok Song, Young-Tai Kho

277-1 Ildong Ansan Kyunggi-do, 425-150, Korea

#### 1. 분석 배경

이번 사례보고는 해서식물 및 생물의 성장 억제제를 위하여 살균력을 갖는  $\text{ClO}^-$ 를 만들어 공급하는 염소주입설비(차아염소산 발생 장치)의 전국 설치에 사용되는 고정용 너트의 부식 원인에 대한 것이다. 티타늄 소재의 너트는 염소주입설비 전국 구성 요소인 양극판(net 형상: Ti 소지에 촉매 기능의 산화물을 표면에 입힌 것)과 음극판(니켈 기지의 Hastelloy) 각각을 manifolding할 때 조이는 기능을 하고 있다. 부식원인 분석을 위하여 제공된 Ti 너트의 부식 형태는 Fig. 1에서 볼 수 있는 것처럼 육각형의 원래 모양에서 3면만이 원형을 유지하며, 부식이 진행된 부위는 심하게 파손되어 있는 상태였다. 부식에 이르기까지 운영기간은 대략 1년 조금 넘는 것으로 조사되었다.

현재까지 Ti 너트가 양극 또는 음극의 어느 부위에 사용된 것인지에 대한 자료나 현장 검증이 이루어지지 못한 상태이므로 본 보고에서는 전기화학 반응에 참여하는 Ti의 부식원인을 각각 양극과 음극으로 사용됐을 때를 가정하여 조사하고 이에 따른 대처 방안을 제시하고자 하였다.

#### 2. 부식현상 및 부식원인

너트를 절단하여 단면에 대한 EDS 성분분석 결과 인(P)이 미량으로 소재에서 관찰되고 있으며 대부분의 성분은 순수한  $\text{TiO}_2$ 로 조사되었다.(Fig. 2). 여기서 특별히 Ti의 전기화학적 거동에 대한 인의 영향이라는 관점에서는 평가되지 않았다. 일반적으로 상업적으로 순수한 Ti이 전극의 양극으로 사용되는 경우, 염의 존재 하에서 비교적 높은 전위 상승에도 불구하고 안정한 부동태를 유지하는 것으로 알려져 있다. 이러한 사실은 간단히 동전위 분극 시험에서 확인할 수 있었다. 즉, 실험실적으로 3.5 wt.% NaCl 용액중에서 부식된 너트에서 채취된 시편에 대한 분극곡선 결과에서 전위가 2.5V 이상 양분극되더라도  $50\mu\text{A}$  내외의 안정된 부동태를 계속 유지하고 있음을 확인할 수 있었다 (Fig. 3). 이는 현장에서 측정된 양극과 음극간의 cell 전위가 3.3V 정도로 측정된 결과로부터 용액 저항 및 음분극 저항을 고려함에 있어서나, 또는 양극반응에서 염소이온이 염소 분자(화학적 반응에 의한 차염소산 형성의 전단계 과정)로 되는 평형 전위가 1.36V (수소전위 기준)이므로 양극에 인가되는 전위는 2V 이상을 넘지 않을

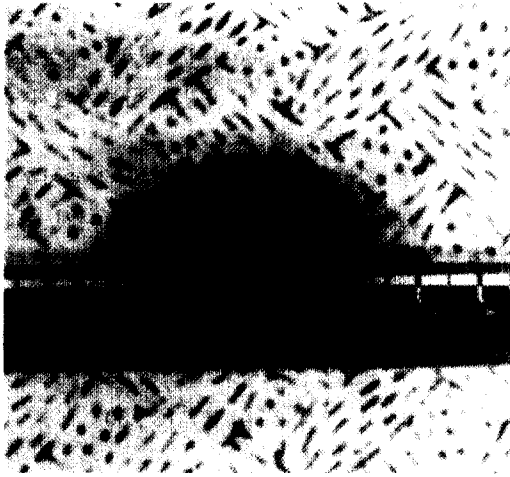


Fig. 1. 티타늄 너트의 부식 형태에 대한 사진.

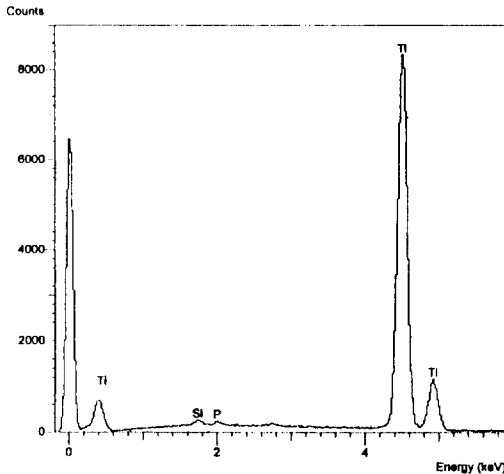


Fig. 2. 티타늄 너트의 EDS 성분분석.

것으로 판단된다. 따라서 Ti 너트가 염소주입설비의 양극 고정용 너트로써 양극 전위가 인가되어 운영되었다하더라도 단기간에 의뢰된 너트의 부식 상태까지 진전되기 어려울 것으로 판단된다. 다만 염소주입설비의 전극내에서 유속이 비교적 빠르고 특히 고정용 너트 주위에서 많은 기포가 발생하며, 와류가 형성되는 현상이 관찰되는데 이러한 요소에 의한 영향은 다소 있을 수 있을 것이다.

한편, 음극 고정용 너트로 사용되었을 경우,

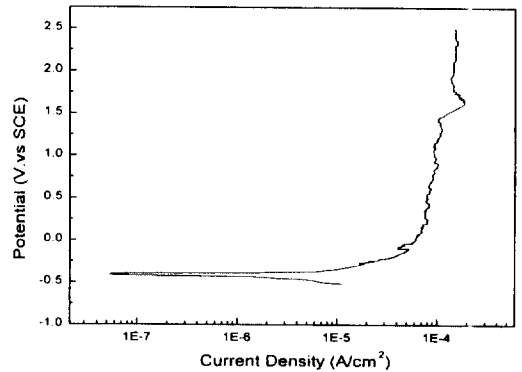


Fig. 3. 염소주입 설비에 사용된 티타늄 너트에 대한 분극곡선.

Ti은 양극저항성은 극히 우수한 반면 음극반응으로 인하여 우선적으로 티타늄의 산화물이 환원되고, 음극반응으로 일어나는 수소 발생 반응으로 인하여 metal hydride를 형성하여 급속히 취화될 가능성이 있다. 여기에 해수의 빠른 유속이 마모를 촉진시킬 가능성이 아주 크므로 음극반응이 발생하는 전극 재질로 사용되는 것은 적절하지 못한 것으로 판단할 수 있다. 일반적으로 C과 N는 티타늄의 수소 취화를 촉진시키는 성분으로 알려져 있으나 성분 분석 결과에서 관찰된 P가 티타늄 소재의 음극 반응에 관여하여 취화 촉진 가능성이 큰 지 여부는 향후 연구가 필요하다.

본 사례의 부식원인으로 지목된 수소 취화에 대한 검증 작업이 후속적으로 이루어질 예정이나 본 사례에 대한 의견이 있으신 분들은 저자들에게 연락주시기 바랍니다.

## 2. 부식방지를 위한 방안

수소 취화로 인하여 너트의 손상이 발생했을 가능성이 크다고 판단되며, 손상의 원인이 실제로 음극 반응에 노출되어 부식 및 마모가 진전된 것이라면 문제 해결을 위한 대안으로써는 Ti 소재 대신 현재 음극 재질로 사용되는 Ni 기지의 Hastelloy로 볼트와 너트를 교체하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.