

**pH 1, 3.5wt% NaCl 용액중에서 N와 Mo를 함유한 마르텐사이트  
스테인리스강의 부동태 피막 특성에 관한 연구**

**A study on the characteristics of the passive film of martensitic stainless steel  
containing Mo and N in 3.5wt% NaCl solution of pH 1**

전유택\* · 박용수

연세대학교 공과대학 금속공학과

**1. 서론**

스테인리스강에는 미세구조 제어나 가공특성의 개선, 용접특성의 개선, 내식성의 향상등 여러 가지 목적으로 많은 종류의 합금원소들이 포함되어 있다. 이중 내식성은 주로 Cr 함량에 의해 좌우되지만 Mo는 그 첨가량이 적어도 내식성을 향상시켜주는 것으로 알려져 있다. 그리고 N와 함께 첨가될 때는 그 효과가 현저히 커지는 것으로 알려져 있다. 스테인리스강의 부식 특성은 표면에 형성된 부동태 피막의 특성에 의해 결정된다. 따라서 본 연구에서는 N와 Mo를 마르텐사이트 스테인리스강에 첨가하였을 때, 이들 합금원소 첨가에 따른 부동태 피막의 구조와 부식 특성 강화 기구에 대해서 고찰하고자 하였다.

**2. 실험방법**

시편은 고주파 대기 유도 용해로 제작하였다. 제작된 잉곳은 1100℃, Ar 분위기 하에서 2시간 soaking을 한 후 최종 두께 3mm로 열연하고 1050℃에서 3시간 오스테나이트화 열처리를 한 후 수냉하였다. 시편은 SiC 연마지로 2000 grit까지 연마하고 6 μm, 0.25 μm diamond paste로 폴리싱 후, 초음파 세척기를 이용하여 아세톤과 알코올, 증류수로 각각 5분간 세척하여 준비하였다.

먼저 양극분극시험을 35℃, pH 1의 3.5wt% NaCl 용액에서 행하여 부동태 구역과 활성태 전위 구역을 설정하여 이들 전위 구역에서 부동태화 처리를 하였다. 부동태화 처리는 30분간 질소로 탈기한 후, -600mV(SCE)에서 10분간 강제환원시켜 표면에 존재할 수 있는 산화물을 제거하고 개방회로 전위(open circuit potential)하에서 10 분

간 안정화 시켜준 뒤 활성화 구역과 부동태 구역으로 전위를 한 번에 올려 각각 20 분, 60분 동안 행하였다. 부동태 처리 후 시편은 증류수로 세척하고 곧 바로 표면분석을 행하였다.

XPS 분석시 X-ray source는 Al  $K_{\alpha 1,2}$ (1,486.6eV)를 이용하였으며 analyser의 pass energy는 23eV 이었다. 분석하는 동안 기본압력은  $1\sim 5\times 10^{-10}$  torr였으며 각 원소들의 binding energy는 adventitious C 1s(285eV)를 기준으로 보정되었다. 부동태 피막의 깊이 에 따른 정보를 얻기 위해서 take off angle를 변화시켰으며, 시편 표면의 오염된 C 층은 전체적인 signal을 약화시켜 분석을 어렵게 할 수 있기 때문에 이온 스퍼터링을 약간씩 하면서 survey 스펙트럼을 관찰하여 오염된 C 층이 현저히 감소된 상태에서 분석을 행하였다.

### 3. 결과 요약

활성태 구역에서는 부동태 피막내 Mo와 N가 크게 농축되며 Fe는 선택적 용해에 의해 심하게 고갈되었다. 또한 Cr은 Mo와 N에 비해 농축 정도가 크지는 않았지만 약간 농축되는 경향을 보였다. 그러나 부동태 구역에서는 Mo와 N의 농축 정도가 줄어들고 Cr이 부동태 피막내 현저히 농축되는 경향을 보였다. 피막내에서 관찰되는 Fe의 양은 활성화나 부동태 구역에서 처리한 시편에 있어 거의 비슷하게 관찰되어 Fe의 선택적 용해는 초기에 매우 빨리 일어남을 알 수 있다. 따라서 부동태 피막은 초기에 활성화 구간을 지나며 Fe가 빠른 시간내에 선택적 용해되고 표면에 Mo와 N가 농축된다, 부동태 구간에서 이러한 Mo와 N의 용해가 일어나며 상대적으로 Cr이 농축되는 것으로 생각된다. N는 활성화 구간에서 피막 외층에 주로  $\text{NH}_3$  형태로 많이 존재하였으며 Mo는 피막 외층에  $\text{MoO}_4^{2-}$ 로 존재하는 것으로 관찰되었다. 또한 Fe는  $\text{Fe}^{3+}$  이온이 피막 외층에만 관찰되며 피막 내층에는 주로  $\text{Fe}^{2+}$ 로 존재하였다.

### 4. 참고문헌

1. 전유탉, 박용수, 한국부식학회지, 26, 369, (1997)
2. 전유탉, 박용수, 한국부식학회지, submitted, (1998)
3. I. Olefjord and C.R. Clayton, ISIJ International, 31, 543, (1989)
4. M. Pourbaix, "Atlas of electrochemical equilibria in aqueous solution, 2nd, pp494-497, NACE, Texas, U.S.A., (1974)
5. G.P. Halada, D. Kim, and C.R. Clayton, Corrosion, 47, 835, (1991)