

### 1. 서론

철강등 여타 합금에서 합금 원소중 특정 성분은 표/계면으로 농화하는 것으로 알려져 있다. 최근 개발된 고 Mn 강은 철강 성분중 Mn의 함량을 25wt%까지 증가시킨 오스테나이트계 비자성강으로서 기계적 성질이 우수하여 자동차용 강재등에 응용이 가능할 것으로 예상되고 있다. 그러나 소둔시 산소 친화력이 큰 Mn이 표면으로 농화되어 표면 산화층을 형성함에 따라 여러가지 표면 품질의 변화를 초래하고 있다.

농화 현상에는 입계 농화와 표면 농화가 있으며, 입계 농화 현상에는 평형 입계 농화 및 비평형 입계 농화의 두가지 전형적인 형태가 있음이 알려져왔다. 표면 농화는 입계 농화의 한 형태로서 간주될 수 있으며, 입계 농화의 두 형태가 동시에 관련된다는 실험적 보고가 있다[1]. 농화에 의해 표면 조성이 합금 조성과 다름에 따라 부식, 마모, 형상등 표면 품질에 지대한 변화를 초래하게 되므로 이들에 대한 기본적 이해는 매우 중요하다.

### 2. 실험 방법

시료는 전해철, 전해 Mn, 전해 알루미늄 및 흑연 분말을 사용하여 진공 유도 용해로 강괴를 만들고, 열간 압연 및 냉간 압연을 거쳐 최종 두께 0.8 mm의 강판으로 제조하였다. 제조된 시료는 아세톤 및 알콜로 초음파 세척후 산소 및 수분 제거제를 통과한 수소-질소 혼합 분위기 속에서 가열된 노내에 장입하여 2분간 소둔하였다. 각 온도별로 소둔된 시료는 Auger 전자 분광기로 depth profile 을 통하여 산화층의 깊이와 조성을 분석하였으며, 표면 형상을 이차 전자 현미경으로 관측하였다.

### 3. 결과 및 고찰

그림 1 에서는 시료의 소둔전 및 800°C 에서 2분간 소둔후의 Auger 스펙트럼을 보여 주고 있다. 소둔전 시료에서는 Fe에 의한 자연 산화층이 주로 존재하고 있으나 소둔후 시료에서는 산소 친화력이 높은 Mn의 표면 농화에 의하여 Mn 산화층이 주 성분임을 알 수 있다. 표면 형상에는 큰 변화를 보이지 않았으나 표면 색상이 엷은 회색으로 변화하였음이 육안으로 관측되었다.

그림 2 에서는 각각 600, 700, 800°C 에서 소둔한 시료에 대한 깊이 방향의 성분 조성을 나타내고 있다. 소둔 온도가 증가함에 따라 Mn의 표면 농화 정도가 증가함이 보인다. 특히 Mn 농화층내의 Mn은 산화상태로 존재하고 있음을 알 수 있다. 500°C 이하 온도에서 소둔한 시료에서는 Mn의 표면 농화가 관측되어지지 않았다. 온도에 따른 Mn 표면 농화의 정도는 평형 입계 농화 이론과는 맞지 않으며, 농화의 깊이 정도면에서 보면 비평형 입계 농화이론만으로도 설명이 불가능하다. 한편 Wayman 등이 소둔중 표면 산화 과정에 의해 모재내 산소 친화도가 높은 원소의 표면 농화가 가능한 것으로 보고한 바 있는 바[2], 이것이 본 합금 시료의 표면 농화 현상을 가장 적절히 설명할 수 있을 것으로 생각된다.

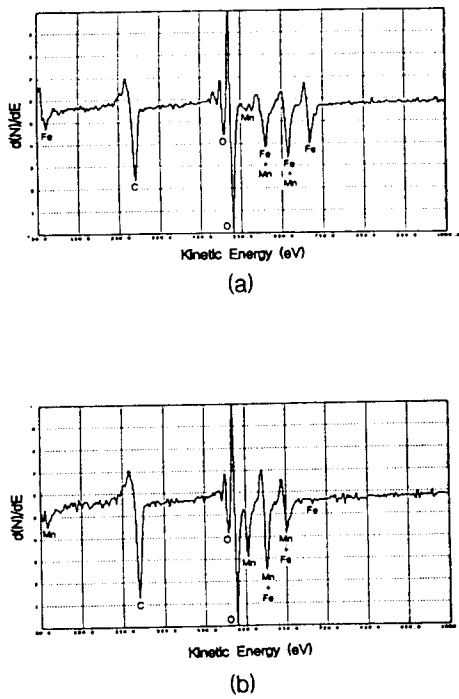


Fig. 1. AES survey spectra of high-Mn steel (a) before annealing, and (b) after annealing at 800°C for 2 min.

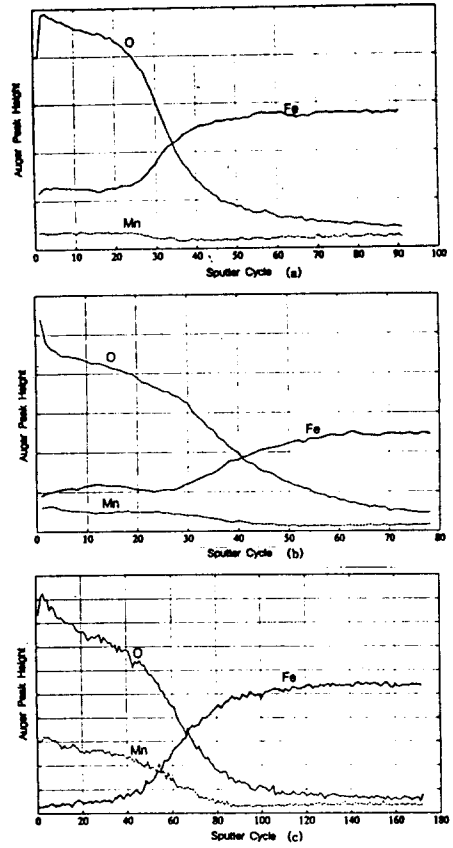


Fig. 2. AES depth profiles of high-Mn steel after annealing at (a) 600°C, (b) 700°C and (c) 800°C.

#### 4. 결론

본 연구에서는 Fe-25Mn-1Al-0.4C 철합금에 대하여 소둔 온도별 망간의 표면 농화의 정도를 Auger 전자 분광기를 이용하여 분석하고, 그 기본 메카니즘에 대하여 고찰하였다. 합금 원소중 산소 친화력이 높은 원소가 존재할 경우 소둔중 표면 산화로 인하여, Mn의 표면 농화가 진행될 수 있음을 알았다.

#### 5. 참고문헌

- 1) M. Es-Souni and A. Mosser, Surface Science 199, 439 (1988).
- 2) M. L. Wayman and J. T. Gray, Acta Metallurgica 22, 349 (1974).