

**Fe-Cr-Mn계 스테인리스강의 기계적 특성과 부식 특성에 미치는 Ni 첨가의 영향**  
**The effect of Ni addition on corrosion resistance of Fe-Cr-Mn stainless steel**

주옥현\*, 전유택, 박용수(연세대학교 재료공학부)  
 김영식(안동대학교 재료공학부)

### 1. 서론

핵융합로 제 1 내벽 재료는  $\alpha$  입자나 중성자의 조사에 의한 방사화 문제가 크다. Fe-Cr-Mn계 스테인리스강은 방사능 반감기가 긴 Ni를 Mn으로 대체함으로써 핵융합로 제 1 내벽에서 유발되는 방사화의 문제를 해결하기 위해 개발되었다. 그러나 부식 특성이 일반 스테인리스강에 비해 나쁘다고 알려져 있어 내식성 향상을 위해 W을 첨가하여 내식성 및 기계적 성질의 변화를 주었다. 그러나 2상 조직에서 오는 상불안정성을 개선하고자 Ni 당량과 Cr 당량을 이용한 수정된 Schaeffler Diagram에 기초하여 실험 합금을 설계하였다. 소둔 열처리 후 오스테나이트 단상조직으로 안정화 되었으며 안정성을 보인 합금에 대해서 본 연구에서는 Ni 첨가와 소둔 열처리 조건에 따른 기계적 특성과 부식 특성의 변화를 살펴보았다.

### 2. 실험 방법

실험합금들은 진공 고주파 유도로를 사용하여 제작하였으며, 화학적 조성은 Table 1 과 같다. 제작된 시편들은 1290°C에서 두께 6mm로 열연한 후 1200°C, 1150°C에서 30분 동안 소둔 열처리를 행하였다. 기계적 특성 평가는 상온에서 9mm/sec의 속도로 인장시험을 행하였고, 상온에서 로크웰 C-scale로 경도 시험을 행하여 조사하였다. 인장 시험 후 파면을 SEM으로 관찰하였다. 기본적인 부식 특성을 평가하고자 양극 분극 시험을 행하였으며, 시험에 사용된 기본 용액은 탈기한 30°C, 3.5wt% NaCl, 0.01M HCl 용액, 5% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 용액에서 양극 분극 시험을 행하였다. 용액에서 1mV/sec의 주사 속도로 시험하였다.

Table 1. Chemical Composition of the Experimental Alloys

(wt%)

구분	C	Si	Mn	Ni	Cr	V	W	N
LAA1	0.09	0.5	15.8	2.6	14.7	0.2	3.3	0.39
LAA2	0.09	0.5	16.2	4.1	15.0	0.2	3.3	0.41
LAA3	0.07	0.5	15.9	6.5	14.8	0.2	3.2	0.40

### 3. 실험 결과 및 토의

Ni 첨가와 소둔 열처리 조건에 따른 Fe-Cr-Mn계 스테인리스강의 부식거동 및 기계적 특성변화를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 오스테나이트 안정화 원소인 Ni를 첨가함에 따라 오스테나이트 단상조직으로 상이 안정화 되었다.
- 2) 경도값은 Ni의 함량이 많을수록 감소하였으며, 소둔 온도가 증가함에 따라 경도값이 감소 또는 증가하였다.
- 3) 30°C, 3.5wt% NaCl 용액에서 양극분극시험 결과, Ni이 증가함에 따라 공식전위는 증가하는 경향을 보였으며 Ni 함량 변화에 따른 공식 전위의 차이는 크지 않은 것으로 관찰되었다. 그러나 0.1M HCl 용액에서는 Ni 함량이 증가함에 따라 공식 전위의 차이가 증가하는 경향을 보여 부식 환경이 보다 가혹해질수록 Ni의 첨가 효과가 큼을 알 수 있다. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 용액에서도 Ni 함량이 증가함에 따라 활성태 구간에서의 임계전류밀도 값이 작아져 부동태 형성이 보다 용이하였다.

### 4. 참고 문헌

1. K. Miyahara, R. Sugihara, T. Satoh and Y. Hosoi, Proceedings of International Conference on Stainless Steels, p.139, Chiba, ISIJ, 1991
2. C. Hsias and E.J. Dulis, Trans. ASM 49, 655, 1951
3. 이 정훈, Fe-Cr-Mn계 스테인리스강의 기계적 특성 및 내식성에 미치는 Mn과 W의 영향, 연세대학교 석사학위 논문