

시효 열처리 및 W 첨가에 따른 저방사화 Fe-Cr-Mn계 합금의 미세구조 변화에 관한 연구

Effects of Aging Treatment and W Addition on the Microstructure of Fe-Cr-Mn Stainless Steels

전유택¹, 주욱현¹, 김영식², 박용수¹

1. 연세대학교 금속공학과

2. 안동대학교 재료공학부

국문요약

본 연구에서는 TEM, SEM, 광학현미경, XRD를 사용하여 Fe-Cr-Mn-W계 스테인리스강의 시효 열처리에 따른 미세구조의 변화를 고찰하였다. 오스테나이트 단상 조직을 보였던 합금의 경우 시효 처리 시간이 증가함에 따라 입계에 $M_{23}C_6$ 형태의 탄화물이 석출되어 입내로 망상형태로 성장하는 경향을 보였다. $M_{23}C_6$ 탄화물은 기지와 정합관계로 성장하였으며 격자상수는 오스테나이트 격자상수의 대략 3배였다. 탄화물 석출 초기에는 Fe의 함량이 높았지만 시효 시간이 증가함에 따라 Cr 함량이 증가하였다. Fe-Cr-Mn계 스테인리스강의 내식성을 향상시키기 위하여 Mo 대신 W를 첨가하였을 때 이들 원소는 페라이트 안정화 원소의 역할을 하기 때문에 페라이트상이 생성되어 오스테나이트와 공존하였다. 페라이트 상은 시효 열처리 시 χ 상과 2차 오스테나이트로 분해되었다. χ 상은 주로 W이 농축되었으며 2차 오스테나이트 상은 내식성에 커다란 기여를 하는 Cr 및 W의 함량이 매우 낮았다. Ni의 첨가는 오스테나이트 상을 안정화시켜 페라이트 분율을 감소시켰다. 그러나 시효 처리시 미세구조의 변화는 Ni이 첨가되지 않았을 때와 거의 유사한 양상을 보였다.

Abstract

The effects of aging treatment on the precipitation behaviors of Fe-Cr-Mn-W stainless steels were studied using a transmission electron microscopy, scanning electron microscopy, optical microscopy and XRD. In the austenitic stainless steel showing a single phase, $M_{23}C_6$ carbides were first precipitated in the grain boundary by aging and then grew from grain boundary into grain with aging time. Carbides showed lamellar structures. It was shown from the analysis of spot patterns that carbides had a coherent relation with matrix and their lattice parameter was roughly three times that of austenite. During initial stages of $M_{23}C_6$ carbide precipitation, the iron content was quite high. With increasing aging time, the chromium content increased. As the tungsten was added to improve the corrosion resistance of the Fe-Cr-Mn stainless steels, ferrite phase was formed. These ferrite phase was decomposed to $\chi(\chi)$ phase and secondary austenite. Chi phase was mainly enriched with tungsten, chromium and tungsten were depleted in the secondary austenite due to the formation of chi phase. $M_{23}C_6$ carbides were also formed in the grain boundary. Nickel stabilized the austenite phase and decreased the ferrite volume fraction. But nickel content was not sufficient to suppress the formation of ferrite, and precipitation behaviors were not changed.