

AISI304L stainless steel의 저온 플라즈마 질탄화 시 처리온도가 표면 조직에 미치는 영향
Effect of temperature on the surface properties of low temperature plasma nitrocarburized AISI304L stainless steel

이인섭^{1*}, 정광호¹
 (1) 동의대학교, 신소재공학과

초 록 : 오스테나이트계 스테인리스 AISI304L강을 저온 플라즈마 분위기에서 표면에 C와 N을 주입하면 내식성의 저하 없이 표면경도를 증가시킬 수 있다. 이 공정에서 온도에 따른 영향을 조사하기 위해 380°C~430°C의 온도 범위에서 20시간 동안 실시하였다. 경화층의 두께는 7~16 μm 정도였으며, N의 농도가 높은 영역과 C의 농도가 높은 영역으로 나뉘어 형성되었고, N이 풍부한 영역이 표면층에 형성되고 그 아래에 C의 농도 높은 영역이 형성되었다. 표면층은 질소에 의해 확장된 오스테나이트(γ_N)상을 가지며 고온에서 처리한 경우 석출물이 형성되었다. 표면경도는 약 900 HV_{0.01}~1200 HV_{0.01}로 측정되었다.

1. 서 론

오스테나이트계 스테인리스강은 내식성을 요구하는 여러 분야에 사용하지만, 표면경도가 낮아 쉽게 마모되는 단점이 있다. 이러한 단점을 보완하기 위해 질화 또는 침탄을 하면, 크롬 질화물 또는 탄화물을 형성하여 스테인리스강의 가장 중요한 성질인, 내식성이 저하된다. 하지만, 연구자들에 의해 플라즈마 분위기에서 일반적인 질탄화 온도(570°C) 또는 침탄 온도(900°C) 보다 낮은 온도 즉 스테인리스강의 예민화 온도구간인 450°C~850°C 범위를 피해 처리하면 석출물의 형성을 내식성의 저하를 막을 수 있다는 것이 밝혀졌다.

DC 플라즈마 질화 장비를 사용하여 오스테나이트계 스테인리스강을 N₂와 CH₄가스 분위기에서 450°C이하에서 처리하면 탄화물 또는 질화물을 생성하지 않고 N에 의해 확장된 오스테나이트상(γ_N)과 C에 의해 확장된 오스테나이트상(γ_C)이 층상구조로 형성된다. 표면의 γ_N상으로 높은 경도가 있고 모재와 γ_N상 사이에 γ_C상이 존재하여 경도 분포를 완만히 가지게 할 수 있다. 이 논문에서는 온도에 따른 조직의 변화를 관찰 하였다.

2. 본 론

2.1 실험방법

이 실험에 사용된 AISI304L시편의 조성은 아래의 Table1에 나타내었다. Plused-DC 플라즈마 질화 장비에 넣고, 초기배기를 50 mTorr까지 실시하고 플라즈마 질탄화를 실시하기 전 300°C에서 공정온도 까지 상승하는 동안(약 40분) H₂, Ar분위기에서 스퍼터링을 실시하여 표면을 깨끗이 하고, 표면에 결함을 형성하여 N 또는 C의 확산이 용이하도록 활성화 시켰다. 플라즈마 표면 합금처리

Table1 Chemical composition of AISI304L stainless steel.

C	Mn	Si	Cr	Ni	P	S
0.03	2.00	1.00	18.0-20.0	8.0-12.0	0.045	0.03

는 스퍼터링 처리가스를 배기하고, H₂, N₂, CH₄ 가스를 주입하여 4 Torr로 처리압력을 고정하고, 380°C~430°C의 온도 범위에서 20시간 동안 실시하였다.

광학현미경을 이용하여 단면을 관찰하였고, 시편 표면의 상 분석을 위해 XRD(Rigaku D/Max-200)분석을 실시하였다. 표면경도를 마이크로 비커스 경도계(Mitutoyo 하중 10g, 하중시간 15sec)를 이용하여 측정하였다.

2.2결과 및 고찰

일반적인 분위기에서 스테인리스강의 예민화 온도는 450°C 이상이지만, 플라즈마 분위기에서는 플라즈마 분위기의 이온충돌 등에 의해 질소와 시편표면의 에너지가 높아 430°C에서도 석출물이 형성된 것을 Fig. 1에서 보여준다. 그림에서도 보듯이 온도변화에 따라 두께의 변화가 뚜렷이 나타난다. 430°C에서는 γ_N영역에서 석출물이 형성되어 에칭용액에 대한 내식성이 떨어져 부식이 일어난 것을 볼 수 있다. 반면 다른 시편들은 모재보다 하얗게 보이므로 내식성이 오히려 증가 한 것을 알 수 있다.

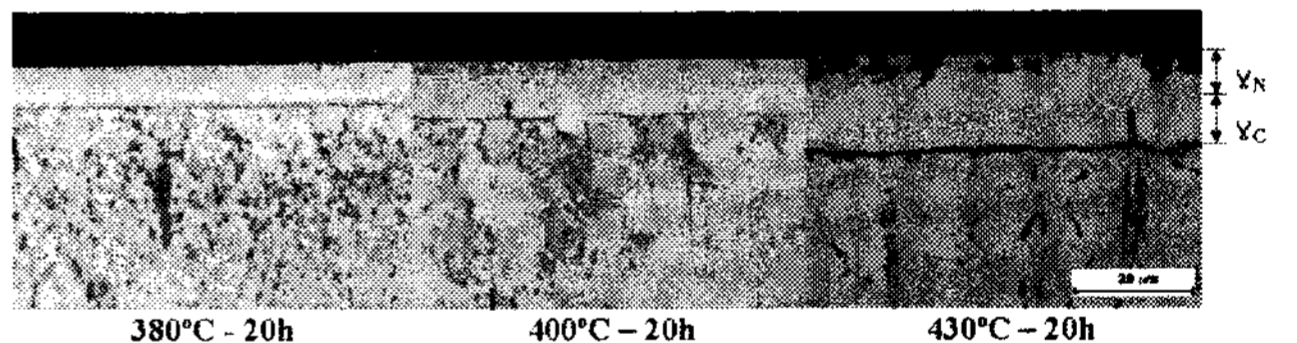


Fig. 1 Optical micrographs showing hardened layers produced on AISI304L stainless steel by plasma nitrocarburizing in an atmosphere containing N₂ + H₂ + CH₄ for 14 hours.

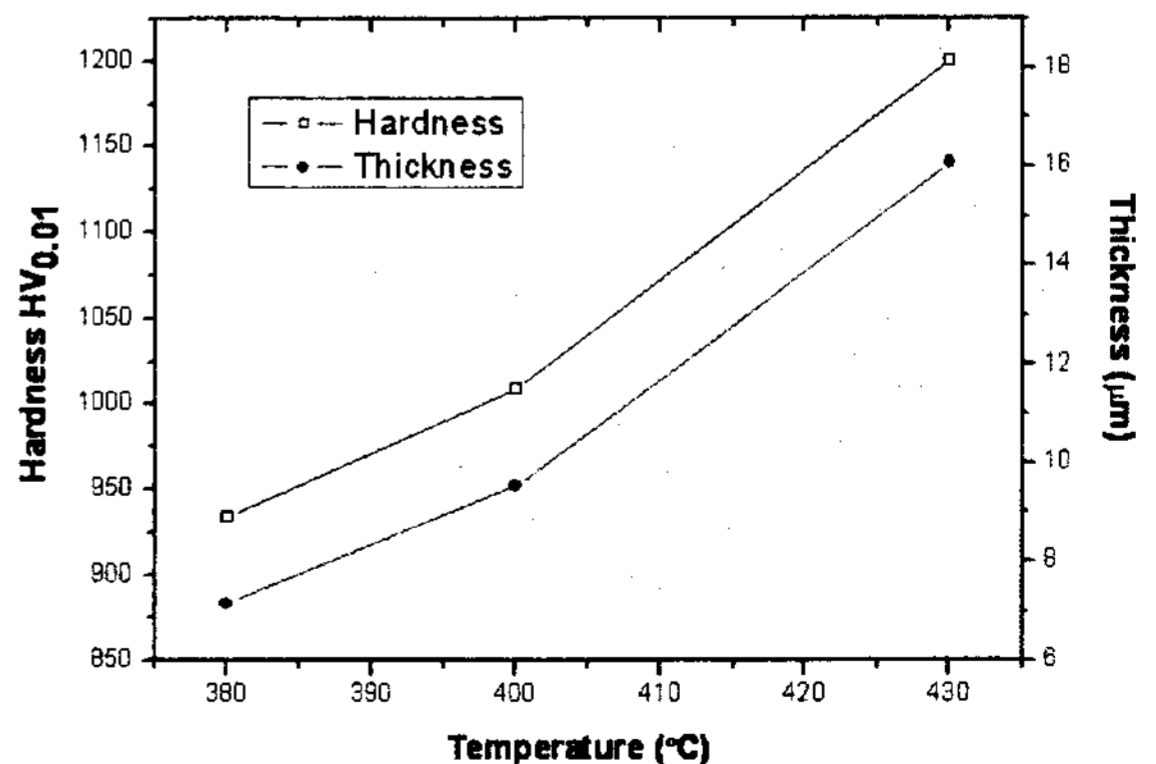


Fig. 2 Microhardness and thickness of the surface hardened layer on AISI 304L stainless steel.

Fig. 2 에 처리된 시편의 표면경도와 경화층의 두께를 나타내었다. 경화층이 두꺼워 질수록 경도가 증가하는 것을 알 수 있으며, 두께가 두꺼워 질수록 모재의 영향이 적기 때문이다. 그리고 430°C의 경우 경도가 급격히 증가하는 것은 미세한 석출물의 영향으로 보인다. 하지만 석출물의 형성으로 내식성의 저하가 확인되었다.

2. 결 론

모든 시편에서 γ_N 상과 γ_C 상이 형성되어 표면경도를 증가시켰다. 처리온도가 증가함에 따라 경화층의 두께가 두꺼워졌고 이와 동시에 표면경도도 증가 하였지만 430°C의 경우 석출물을 형성하여 스테인리스강의 장점인 내식성의 감소를 가져왔다.

참 고 문 헌

- [1] Y.Sun, "Kinetics of low temperature plasma carburizing of austenitic stainless steels", *Materials processing technology*, **168**(2), 189-194, 2004
- [2] Y.Ueda, et al., "Effect of nitrogen on the plasma (ion)-carburized layer of high nitrogen austenitic stainless steel", *Surface coatings technology*, **200**(1-4), 521-524, 2005
- [3] Y.Sun, et al., "Low temperature plasma carburising of austenitic stainless steels for improved wear and corrosion resistance", *Surface engineering*, **15**(1) 49-54, 1999
- [4] Y.Sun, et al., "Structural characterisation of low temperature plasma carburised austenitic stainless steel", *Material science technology*, **15**(1) 1171-1178 1999
- [5] C.blawert, et al., "Nitrogen and carbon expanded austenite produced by PI^3 ", *Surface coatings technology*, **136**(1-3), 181-187 2001
- [6] Y.Sun, et al., "Effect of carbon addition on low temperature plasma nitriding characteristics of austenitic stainless steel", *Vacuum*, Vol.**81**(1), 1-6, 2006
- [7] Zhao Cheng, et al., "Low temperature plasma nitrocarburising of AISI316 austenitic stainless steel", *Surface coatings technology*, **191**(2-3), 195-200, 2004