

AISI304L과 AISI316L강의 저온플라즈마 질탄화 처리
 The low temperature plasma nitrocarburizing of AISI304L and AISI316L stainless steel

정광호^{1*}, 이인섭¹
 (1*) 동의대학교, 신소재공학과

초 록 : AISI316L강은 AISI304L강과 기본 조성은 같지만 316L강이 약 2.5%의 Mo가 첨가되어 있다. 저온 플라즈마 질탄화 시 모재에 첨가된 Mo의 영향을 조사하기 위하여 처리온도를 변화시켜 실험하였다. 같은 처리온도의 경우 경화층의 두께는 316L강이 비교적 두껍게 형성되었다. 316L강의 경우 450°C에서 약 25 μm까지 형성되었고, 304L강의 경우 400°C에서 약 10 μm까지 형성되었다. 400°C 이하에서 경화층은 두 가지시편 모두 확장된 오스테나이트 (γ_N , γ_C)로 이루어져 있으나, 304L의 경우 430°C부터 석출물(CrN)이 형성되기 시작하였다. 316L의 경우 450°C까지 석출물이 형성되지 않았고, 480°C에서 석출물(CrN)이 관찰되었다. 석출물이 형성된 시편을 제외한 모든 시편의 내식성은 모재보다 증가 하였다.

Table 1 Chemical composition of AISI316L and AISI304L stainless steels.

	Fe	C	Mn	Cr	Ni	Mo	Si	S	P
316L	Bal.	0.03	2.00	16.0-18.0	10.0-14.0	2.00-3.00	1.00	0.03	0.045
304L	Bal.	0.03	2.00	18.0-20.0	8.0-12.0		1.00	0.03	0.045

1. 서 론

여러 가지 표면처리법 중 플라즈마를 이용한 표면처리법은 염욕 또는 가스를 이용한 처리법 보다 친환경적이며, 처리가스의 소모가 적다. 특히 저온 플라즈마처리하는 스테인리스강의 일반적인 플라즈마 질화 또는 침탄 공정으로 발생하는 내식성 저하를 막을 수 있으며, 오히려 내식성을 증가시킬 수 있다.

본 실험에서는 확장된 오스테나이트 영역에서 석출물을 형성시키는데 가장 큰 영향을 미치는 처리온도에 따른 AISI304L강과 AISI316L강의 조직 변화를 관찰하였고, 316L강은 304L강과 근본 조성은 같으나 Mo의 양이 약 2.5%더 첨가 되어있다. 그러므로 두 강종을 비교 함으로써 저온플라즈마 질탄화 시 모재내의 Mo 영향을 조사하였다.

2. 본 론

2.1 실험방법

이 실험에 사용된 AISI304L강과 AISI316L강의 조성은 Table1에 나타내었다. 디스크 형태의 시편 (Φ 22mm × h 5mm)을 SiC사포를 이용하여 1200번까지 순차적으로 연마 후 알루미늄 슬러리로 경면처리 하였다. 아세톤에서 초음파 세척하여 Plused-DC 플라즈마 질화 장비에 넣고, 초기배기를 50 mTorr이하까지 실시한다. 플라즈마 질탄화를 실시하기 전, 300°C에서 공정온도 까지 상승하는 동안 (약 40분) 스퍼터링을 실시한다. 저온 플라즈마 질탄화 처리는 스퍼터링 처리가스를 50 mTorr이하까지 배기하고, H₂, N₂, CH₄ 가스를 주입하여 4 Torr로 처리압력을 고정하고, 380°C~480°C의 온도 범위에서 20시간 동안 실시하였다. 모든 시편은 진공로 내에서 냉각되었다.

광학현미경을 이용하여 단면을 관찰하였고, N원자와 C원자의 분포를 확인하기 위해 GDS시험을 실시하였다.

2.2 결과 및 고찰

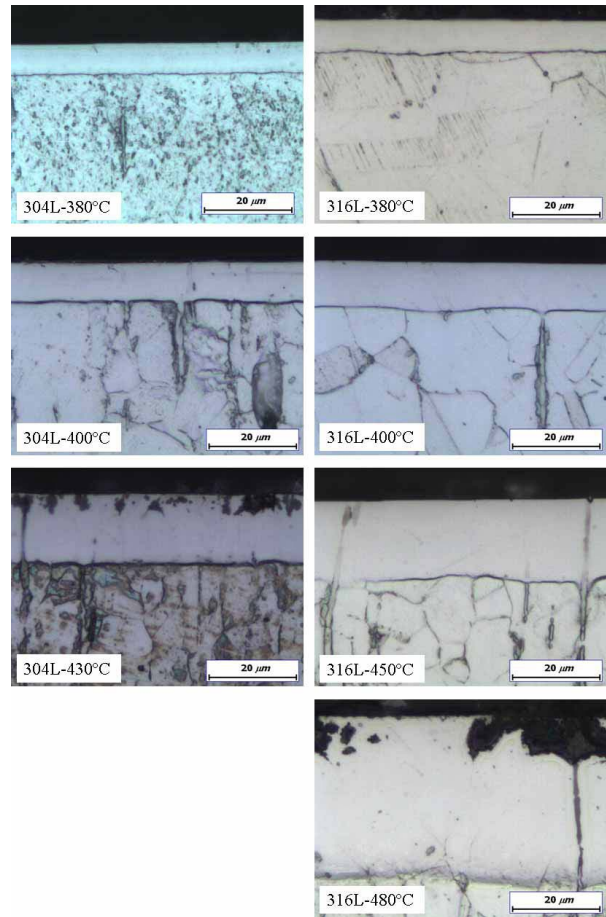


Fig. 1 Optical micrographs of cross-sections of low temperature plasma nitrocarburized AISI304L and AISI316L steels with various processing temperatures.

Fig. 1은 처리온도를 달리하여 처리한 304L시편과 316L시편의 단면조직사진을 나타낸 것이다. 조직사진의 상층부에

나타나는 밝은 부분이 경화층이다. 이 경화층은 왕수 (50% HCl + 30% HNO₃ + 20% H₂O) 용액에 대해 내식성이 우수할것을 나타낸다. 이것은 다른 논문에서 보고한 C에 의해 확장된 오스테나이트 영역(Expanded austenite C- γ_c)과 N에 의해 확장된 오스테나이트 영역(Expanded austenite N- γ_N)의 특징과 일치한다. 대부분의 시편에서 관찰되는 세로 줄무늬 형태의 조직은 시편제작 시 압출성형으로 형성된 마르텐사이트 조직이며, XRD분석에서도 확인 되었다. 두 가지 스테인리스강 모두 온도가 증가함에 따라 경화층의 두께가 증가하며, 같은 온도에서 316L강이 304L보다 약간 두꺼운 것을 알 수 있다. 304L강은 430°C에서 석출물이 형성되어 경화층에 검은 부분이 나타났지만, 316L강은 450°C에서도 석출물이 나타나지 않았으며, 480°C에 이르러서야 석출물이 나타났다.

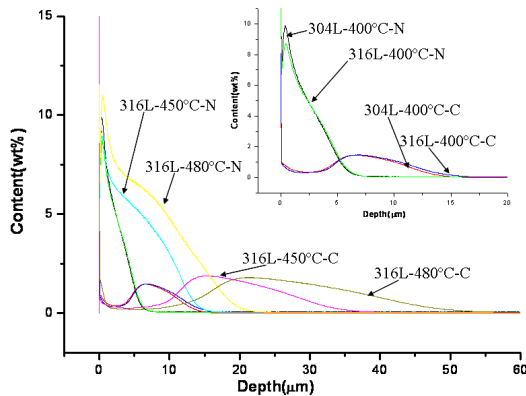


Fig. 2 Nitrogen and carbon concentration profiles of low temperature plasma nitrocarburized AISI304L and AISI316L steels with various processing temperatures.

Fig. 2는 저온 플라즈마 질탄화를 실시한 304L강과 316L강의 GDS분석결과 이다. 온도가 증가함에 따라 확산된 깊이가 크게 차이되며, N의 고용도가 C의 고용도 보다 높은 것을 알 수 있다. N의 확산깊이 증가와 함께 C의 확산깊이도 증가하였고, N의 농도가 높은 곳에서는 C의 농도가 낮고, C의 농도가 높은 곳은 N의 농도가 낮은 것으로 보아 침입형 원자로 재료 내에 존재할 때 상호 경쟁적 관계인 것을 알 수 있다. 따라서 확산계수가 큰 C가 N에 의해 밀려들어가 내부에 존재하는 것으로 생각된다. 석출물이 형성된 480°C시편의 경우 표면에 형성된 CrN의 영향으로 N의 농도가 매우 높은 것을 알 수 있다. 같은 400°C에서 처리한 시편의 경우 확산깊이는 두 원소 모두 크게 차이는 없으나 316L강이 약간 깊은 것을 알 수 있다. 그 이유중의 하나로 M.Tsujikawa는 원자 크기가 큰 Mo의 영향으로 결정격자의 변형이 생기고 이러한 변형은 침입형 원자의 확산을 원활하게 하기 때문이라고 보고하고 있다.

3. 결 론

1. 304L강과 316L강 모두 적정온도에서 γ_N 상이 형성되어 표면경도가 약 4배 상승하고 내식성이 증가하였다.
2. 316L강의 경우 모재에 첨가된 Mo의 영향으로 450°C에서도 석출물이 형성되지 않았고, 침입형 원자의 확산을 원활하게 일어나 두꺼운 경화층을 얻었다.
4. 304L의 경우 430°C에서 316L의 경우 480°C에서 석출

물이 형성되었으며 두 가지 시편 모두 내식성이 크게 감소하였다.

참 고 문 헌

- [1] Y. Sun, "Kinetics of low temperature plasma carburizing of austenitic stainless steel". Mater. proc. tech., 168, 189, 2005.
- [2] Y. Sun, X. Li, T. Bell, "Low temperature plasma carburising of austenitic stainless steels for improved wear and corrosion resistance". Surf. Eng., 15, 49, 1999
- [3] C.blawert, H. Kalvelage, B.L. Mordike, G.A. Collins, K.T. Short, "Nitrogen and carbon expanded austenite produced by P³". Surf. & coat. tech., 136, 181, 2001.
- [4] M. Tsujikawa, S. Noguchi, N. Yamauchi, N. Ueda, T. Sone, "Effect of molybdenum on hardness of low-temperature plasma carburized austenitic stainless steel". Surf. & coat. tech., 201, 5102, 2007.