

## 플라즈마전기분해에 의한 강철표면의 침탄

리영섭, 신광혁

강철재료의 표면을 침탄시키면 표면의 굳기와 마모저항이 높아지므로 강철재료부분품의 수명을 훨씬 늘일수 있다. 고체침탄법과 기체침탄법에 의한 표면침탄은 1 000℃ 정도의 높은 온도와 몇시간정도의 긴 시간을 요구한다. 그러나 최근에 플라즈마전기분해방법으로 짧은 시간에 강철표면을 침탄시키는 방법들이 제기되었다.[1-3]

우리는 플라즈마전기분해방법으로 강철의 표면에 대한 침탄을 실현하고 강철표면층의 조성을 고찰하였다.

플라즈마전기분해에 의한 강철표면의 침탄은 고전압에 의하여 탄소함유전해질용액으로부터 형성된 플라즈마기체속의 탄소양이온들이 음극인 강철표면과 충돌하면서 금속재료속으로 침투하는 원리에 기초한다.

물 10L에 염안 1kg을 용해한 다음 여기에 글리세린 1L를 첨가한것을 전해질용액으로 리용하였다. 여기서 염안은 용액의 전기전도도를 보장하기 위하여, 글리세린은 탄소원천으로 쓰인다. 다음 10mm×10mm×2mm 규격의 강철소재를 SiC연마지로 연마하고 에틸알콜로 세척한다. 그다음 이것을 용액속에 잠그고 시편을 음극으로 하고 용액이 담긴 불수강용기를 양극으로 하여 210V의 직류전압을 20s동안 걸어준다.

X선분석기(《Rigaku-Miniflex》)를 리용하여 측정한 침탄처리된 강철표면에 대한 XRD도형은 그림 1과 같다.

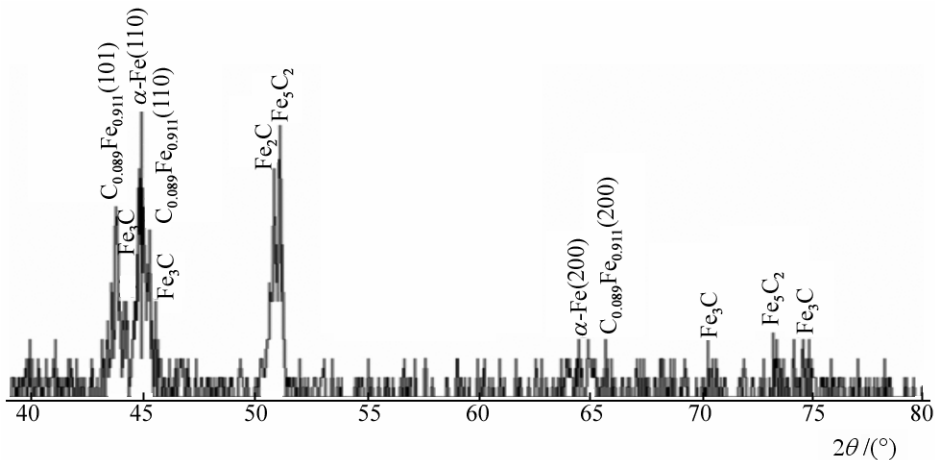


그림 1. 침탄처리된 강철표면에 대한 XRD도형

그림 1에서 보는바와 같이 강철표면에 탄소원자들이 침입되어 마르텐사이트상과 탄소화합물들이 형성되었다.

마르텐사이트상의 형성은 침탄과정이 오스테나이트상에서 진행되었다는것을 보여준다.

표에 마르텐사이트상의 조성에 따르는 살창상수를 보여주었다.

표. 마르텐사이트상의 조성에 따른 살창상수

조성	$C_{0.0275}Fe_{0.9725}$	$C_{0.04}Fe_{0.96}$	$C_{0.045}Fe_{0.955}$	$C_{0.06}Fe_{0.94}$	$C_{0.07}Fe_{0.93}$
살창상수/ $\text{\AA}$	2.859	2.856	2.854	2.847	2.846

이로부터 마르텐사이트상의 살창상수와 탄소농도와의 관계를 구하면 다음과 같다.

$$a(\text{\AA}) = -0.3344 \cdot x_c + 2.8686 \quad (1)$$

그림 1에서 마르텐사이트상의 (110)선을 리용하여 살창상수  $a$ 를 구하면  $2.839 \text{\AA}$ 이다. 식 (1)에 의하여 탄소의 농도를 계산하면 0.089로서 2.04질량%이다. 공정 온도  $1148^\circ\text{C}$ 에서 오스테나이트에 대한 탄소의 용해도가 2.1질량%라는데로부터 탄소가 침입될 때 표면의 국부온도가  $1148^\circ\text{C}$ 이상이라는것을 알수 있다.

다음으로 대략  $30\mu\text{m}$ 정도[1]의 침탄두께를 보장하는데 요구되는 침탄시간을 고찰하였다.

침탄깊이와 침탄시간사이의 관계식과 오스테나이트속에서 탄소의 확산계수[4]에 대한 식

$$x \approx \sqrt{2Dt} \quad (2)$$

$$D = 6.2 \cdot 10^{-7} \exp\left(-\frac{80000}{RT}\right) (\text{m}^2/\text{s}) \quad (3)$$

을 리용하여 온도에 따르는 침탄시간을 얻을수 있다.(그림 2)

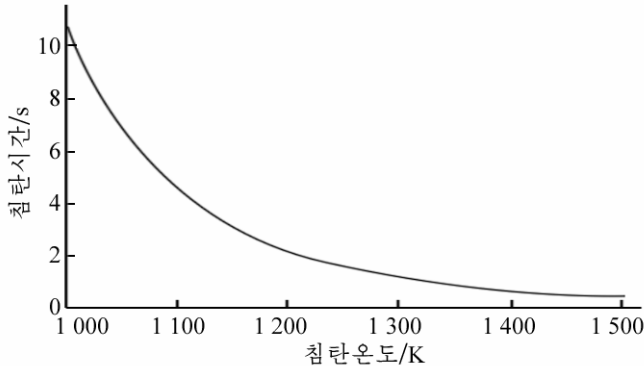


그림 2. 침탄시간과 침탄온도와의 관계

그림 2로부터 침탄시간이 수s정도이라는것을 알수 있다.

## 맺는말

글리세린수용액속에서 플라즈마전기분해방법으로 강철의 표면을 침탄하고 침탄된 표면층이 마르텐사이트와 탄소화합물로 되어있으며 침탄시간이 대략 수s정도라는것을 밝혔다.

## 참고문헌

- [1] J. Wu et al.; Surface & Coatings Technology, 245, 9, 2014.
- [2] B. Wang et al.; Journal of Alloys and Compounds, 578, 162, 2013.
- [3] X. Jin et al.; Surface & Coatings Technology, 236, 22, 2013.
- [4] S. Santosh et al.; Surface Alloying of Metals, Springer, 133, 2014.

## **On the Carburization of the Surface of Steel by Plasma Electrolysis**

*Ri Yong Sop, Sin Kwang Hyok*

We carburized the surface of steel by plasma electrolysis method in glycerin aqueous solution and found that carburized surface layer consisted of mixture of martensite and carbon compound and carburizing time was several seconds.

Keywords: plasma electrolysis, carburizing