

와이퍼 블레이드 고무의 표면 처리에 따른 특성

노 승 백[†] · 임 미 애 · 박 진 규* · 손 전 익*

계명대학교 공과대학 화학공학과, *경창 와이퍼시스템(주)

(1997년 12월 17일 접수)

The Characteristics of Wiper Blade Rubber with Surface Treatments

Seung Baik Rho[†], Mi Ae Lim, Jin Kyu Park* and Jeon Ik Son*

Dept. of Chemical Engineering, Keimyung University, Taegu, 704-701, Korea

*Kyung Chang Wiper System Co. Ltd., Taegu, Dalseogu, Galsan Dong 400-86, Korea

(Received December 17, 1997)

ABSTRACT

The surface of wiper blade(W/B) rubber was chlorinated by chemical treatment method using the hydrochloric acid(HCl) and sodium hypochlorite(NaOCl). From the results of contact angle measurement, friction coefficient measurement, and ATR-IR spectra, the surface characteristics of chlorinated W/B rubber with time of chlorination were studied.

Contact angles for W/B rubber with increasing time of chlorination and chlorine concentration were measured for the water and ethylene glycol. From the results, contact angle fell rapidly with increasing time of chlorination and chlorine concentration, reaching a constant value after about 10min. And the wettability of W/B rubber surface by means of chlorination has been improved.

For an unchlorinated W/B rubber, the friction coefficient with time of chlorination decreased from 1.27 to 0.20~0.23 on full chlorination. As the results it was considered that abrasion resistance of W/B rubber surface has been also improved. The values of pH and Cl⁻ ion concentration in a chlorine treatment solution decreased as the extent of chlorination of W/B rubber surface increased.

From the results of ATR-IR spectra, it was observed that C=C double band of W/B rubber surface transformed into C-Cl band, but quantitative determination of the extent of chlorination was not feasible because of the complexity of chlorination reactions.

I. 서 론

비오는 날 꼭 필요한 중요한 자동차 안전 부품인 와이퍼 블레이드(wiper blade)의 역할은 앞 유리창, 뒷 유리창 표면에 부착된 빗물, 오수, 눈, 진눈깨비, 먼지

등 시계를 좋게 하기 위해 불필요하게 붙은 것을 제거하여 운전자의 안전을 확보해준다. 또한, 와이퍼 블레이드는 내구성, 정숙성, 고속성이 요구되어 가압하에서도 블레이드 고무(blade rubber ; B/R)의 형태가 유지되고, 열, 일광, 오존의 영향을 받는 가혹한 조건

에서도 사용할 수 있어야 한다.¹ 최근에는 자동차 와이퍼 블레이드에 대한 금속음, 유리와 고무와의 마찰음, 진동음 또는 반전음을 작게 하는 기술이 요구되고 있다. 와이퍼 블레이드의 가장 중요한 요구 특성중의 하나인 닙임성은 오수가 남김없이 부드럽게 작동하여 순간적으로 반전하기 위해 유리 면에 접촉하는 B/R의 lip부가 직선을 이루도록 해야 한다. 먼지 부착성, 마모, 오존에 의한 마멸 등에 의해서 닙임성이 저하되며 금속류의 형상에 의해 영향을 받지만, 유리에 직접 접촉된 고무의 형상 및 고무 표면의 마모 저항에 의해서도 큰 영향을 받는다.¹ 또한, B/R의 재료로는 천연 고무(natural rubber ; NR)가 사용되고 있으며, NR의 내오존성과 내마모성의 결점을 보완하기 위해 클로로프렌고무(chloroprene rubber ; CR)와 NR/Styrene butadiene rubber(SBR)블렌드를 첨가하여 사용하고 있다.¹ 이러한 자동차 와이퍼 블레이드의 여러 가지 요구 조건들을 만족하기 위해 B/R에 대한 표면 처리로 마찰 저항을 감소시키고 내마모성을 향상시킬 수 있다.

고무의 표면 처리에 관한 연구는 1888년 Gladstone에 의해 처음 발표되었으며, 그 후 많은 연구자들에 의해 연구가 되어 왔다. 고무 표면 처리방법 중 가장 널리 사용되는 염소화(chlorination)는 표면 마찰을 감소시키는 간단하고 효율적인 방법으로 장갑과 자동차 용 바람막이 전면 유리의 와이퍼 블레이드에 응용된다. 샘플들은 상온에서 몇 분 동안 염산 수용액에 담가두면 쉽게 염소화가 되나, 치환, 첨가, 순환 공정을 수반함으로써 매우 복잡한 메카니즘을 가진다.^{2,3} Extran과 Gent는 천연 고무 표면을 염소화하여 접촉각을 측정함으로써 표면의 적습성(wettability)이 어떻게 변화하는지에 대해 보고하였다. 그들은 염소화에 의한 접촉각 변화는 고무 표면의 가황유무에 따라 달라지고, 접촉각의 시간에 따른 변화속도는 염소화의 유무에 따라 달라짐을 설명하였다.⁴

접촉각 측정은 고무 표면에서 화학적 변화를 연구하기 위한 가장 간단하고 빠른 방법이다.^{5~7} 이 방법은

카이본블랙으로 이루어진 계와 같이 분광 측정을 할 수 없는 경우에 특히 유용하게 사용된다. 접촉각 연구에 사용되는 액체는 비휘발성과 낮은 점도를 가지며 표면 특성 변화에 따라 접촉각이 변하고 고무에 대해 비용매인 것을 선정해야 한다. 일반적으로 많이 사용되는 액체는 물, 메탄올, 에탄올, formamide, ethylene glycol과 glycerol이다. 이 액체들은 화학적으로 다른 고무 표면에서 큰 접촉각의 차이를 보인다. 메탄올과 에탄올은 휘발성이 강하며, formamide는 강한 독성을 가진다. 또한, glycerol은 비교적 높은 점도를 가져 평형 상태에 도달하는데 너무 느리다. 이러한 이유로 해서, 본 연구에서는 물과 ethylene glycol을 사용하여 고무 표면의 접촉각을 측정하였다.

본 연구에서는 가황고무의 하나인 자동차 와이퍼 블레이드 고무를 염산과 차아염소산 소다로 표면 처리한 후, 염소 처리시간에 따른 와이퍼 블레이드 고무의 여러 가지 표면 특성, 즉, 마찰 계수, 내마모성, 닙임성과 고무 표면의 접촉각 변화에 대해 살펴보았다. 표면 특성은 염소화 처리전의 와이퍼 블레이드와 염소화 처리시간과 농도에 따른 와이퍼 블레이드 고무 표면의 접촉각, 마찰 계수, FT/IR 측정 실험으로부터 살펴 보았다.

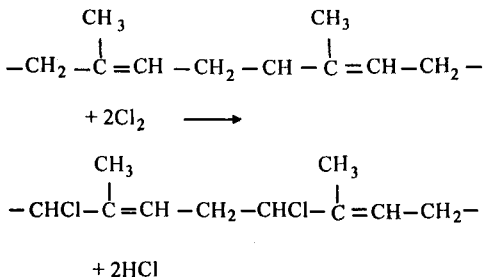
II. 이 론

일반적으로 자동차용 와이퍼 블레이드(W/B)는 가황 처리된 고무를 사용되는데, 가황 처리시 첨가제로 유기 화합물이 주로 사용되어 내열성, 내오존성에 매우 약한 결점을 가지므로 화학적이나 물리적으로 표면 처리를 한다. 대부분 성형된 W/B 고무는 화학제품으로 표면처리하는 방법이 가장 많이 사용되고 있다. 그러나, 화학적인 표면처리는 일정 기간동안에 유연성을 줌으로서 유리와의 마찰력을 감소시키지만 장기간 사용에 의하여 그 효력을 상실함은 물론 노화를 촉진시키는 역할을 하기 때문에 처리제의 선택, 처리 시간, 온도등에 주의를 기울여야 한다. 화학적 표면 처리 방

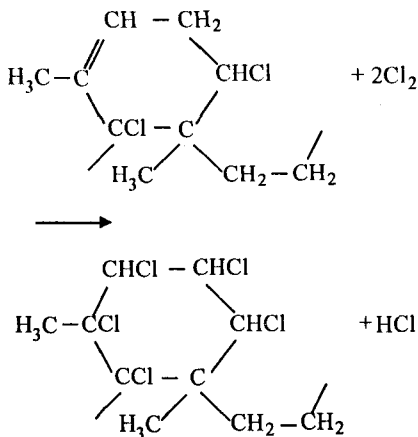
법에는 가황처리, 산화처리, 염소화처리 방법 등이 있다.

염소화처리는 염산, 차아염소산소다, 차아염소산 칼륨 등을 단독 혹은 혼합하여 사용할 수 있다. 염산과 차아염소산소다를 사용하여 고무 표면을 염소화하는 단계는 치환, 첨가, 순환 공정을 수반하여 일어난다. Troussier에 의해 두개의 C₅ 그룹으로 이루어진 polyisoprene chain의 일부분에서 시작한 고무의 염소화 메카니즘은 다음과 같다.^{8~11}

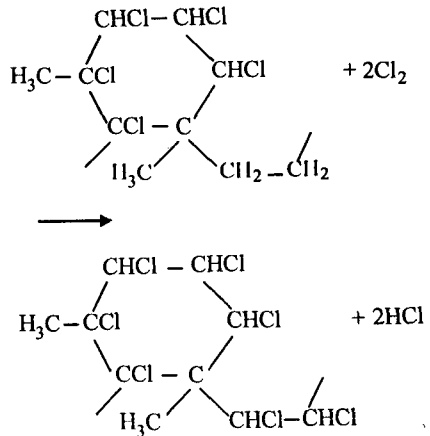
염소화 초기에 고무 표면에 고정된 염소는 allylic 형태를 가지며 매우 강하게 치환된 탄소 원자 다음에 위치한다.



-CHCl-C(CH₃)=CH- 그룹은 강한 반응성과 친화성을 가지며, cyclic 구조를 가진다. 이 cyclic 구조에서 CHCl의 H원자가 이동하면서 두 개의 C=C 이중결합 중 하나를 소멸시킨다. 이로부터 염소의 첨가에 의해 다음의 반응이 일어난다.



57%의 염소를 포함하는 이 반응에 의해 C=C 이중결합은 완전히 소멸된다. 염소화의 마지막 단계는 65%의 염소 치환반응으로 다음과 같다.



III. 실험

1. W/B 고무 샘플의 준비와 염소화 처리

본 연구에 사용된 자동차용 W/B 고무는 (주)경창 와이퍼시스템으로부터 구입하였다. W/B 고무는 염소화 처리 전에 70°C의 물에 5분간 담가두어 고무 표면에 붙은 오염물을 제거하였다. W/B 고무의 염소화를 위해 Fig. 1과 같이 염소 처리 장치를 제작하였다.

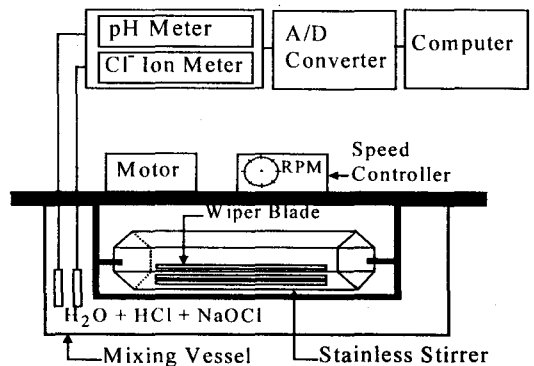


Fig. 1. An experimental apparatus of chlorination treatment for the W/B rubber.

제작된 염소화 처리 교반조에서 물 20ℓ에 대해 35.0% 염산(HCl)과 5.25% 차아염소산 소다(NaOCl)를 각각 300ml, 400ml (A), 400ml, 500ml (B)와 500ml, 600ml (C)를 첨가하여 3가지 염소 처리 용액을 만들었다. 염소화 처리는 2분, 5분, 10분, 15분, 20분을 각각 A, B, C 용액에 대해 수행하였다. 이 때, 차아염소산 소다는 물에 용해하는데 시간이 많이 소요되고 단시간 내에 염소 처리 효율을 증가시키기 때문에, 본 실험에서도 염산과 차아염소산 소다를 혼합하여 염소 용액을 만들었다. Table 1에 W/B 고무의 염소화 처리에 사용된 염산과 차아염소산소다의 첨가조건을 각각 나타내었다.

Table 1. The Treatment Conditions for Chlorination of W/B Rubber

Treatment solution of chlorination	Concentration			Treatment temperature, °C
	H ₂ O	35.0% HCl	5.25% NaOCl	
A	1 ℓ	15ml	20ml	Room temp.
B	1 ℓ	20ml	25ml	Room temp.
C	1 ℓ	25ml	30ml	Room temp.

속도 조절장치가 장착된 stainless 교반기 내에 W/B 고무 샘플을 넣고, 염소화 처리 용액이 담겨진 교반조에서 40rpm의 일정한 속도를 유지하면서 W/B 고무의 염소화 처리를 하였다. 염소화 처리 시간에 따른 교반조 내의 pH와 Cl⁻ 이온의 변화는 pH 센서와 Cl⁻ 이온 센서를 사용하여 측정하였다. 염소화 처리 후, W/B 고무는 70°C 물에 3분간 담가 둔 후, 열풍 건조기를 사용하여 10분간 건조시켰다.

2. 실험방법

염소화 처리 시간에 따른 처리 교반조내의 pH와 Cl⁻ 이온 변화는 pH와 Cl⁻ 이온 농도 측정기(pHoenix Electrode Co., Model 750P)를 사용하여 측정하였다. 측정하기 전에 pH센서는 pH 4와 7의 완충 용액으로, Cl⁻ 이온 센서는 100ppm과 1000ppm의

Cl⁻ 완충용액을 사용하여 20°C에서 각각 calibration 하였다.

염소화 처리한 W/B 고무 표면의 접촉각은 contact angle meter(Tantec Inc.)를 사용하여 측정하였으며, Fig. 2에 실험장치를 나타내었다. 접촉각은 고무 표면 위에 미세 주사기를 사용하여 액체 액적을 떨어 뜨려 contact angle meter에 부착된 각도계로 측정하였다. W/B 고무의 접촉각은 물과 ethylene glycol을 사용하여 측정하였다. 오차를 최소화하기 위해 각각 20번 이상 측정하여 평균치를 취하였다. 고무 표면 위에 액적을 떨어뜨린 후, 정상상태에 도달하기 위해 1분 후에 실험을 수행하였다.

염소화 처리한 W/B 고무 표면의 마찰계수는 왕복

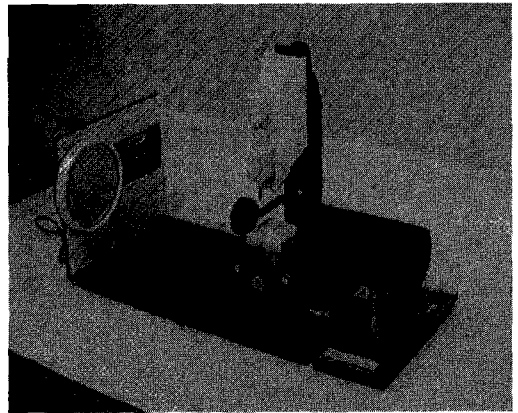


Fig. 2. An experimental apparatus of contact angle measurement.

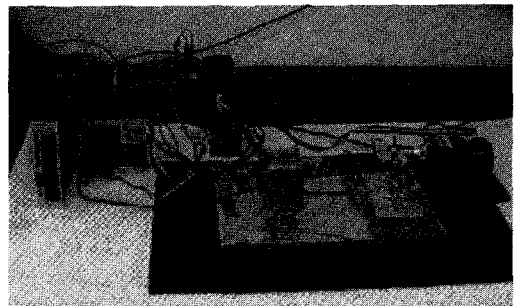


Fig. 3. An experimental apparatus of friction coefficient measurement.

형 미끄럼 마찰시험기를 사용하여 측정하였으며, Fig. 3에 실험에 사용된 마찰계수 측정장치를 나타내었다. W/B 고무 표면의 염소화 정도를 확인하기 위하여 FT-IR분광계(ATI Mattson Co.)를 이용하여 Attenuated Total Reflection(ATR)법으로 측정하였다. 파장 범위 4000~400cm⁻¹ 범위 내에서 scan수를 480으로 하고 4cm⁻¹의 분해능으로 IR스펙트럼을 측정하였다. 또한, 광학현미경을 사용하여 W/B 고무의 표면과 crack상태를 각각 관찰하였다.

IV. 결과 및 고찰

1. 염소화 시간에 따른 pH와 Cl⁻ 이온 농도의 변화

염산과 차아염소산 소다의 농도와 염소화 시간을 증가시키면서 W/B 고무 표면을 염소화 처리하였다. W/B 고무의 염소화 처리 시간에 따른 염소 처리 용액의 pH와 Cl⁻ 이온 농도 값을 측정하여 Fig. 4와 Fig. 5에 각각 나타내었다. 그림에서 보이듯이 W/B 고무의 염소화 처리 시간이 증가할수록 pH와 Cl⁻ 이온 농도 값이 점차적으로 감소함을 알 수 있는데, 이

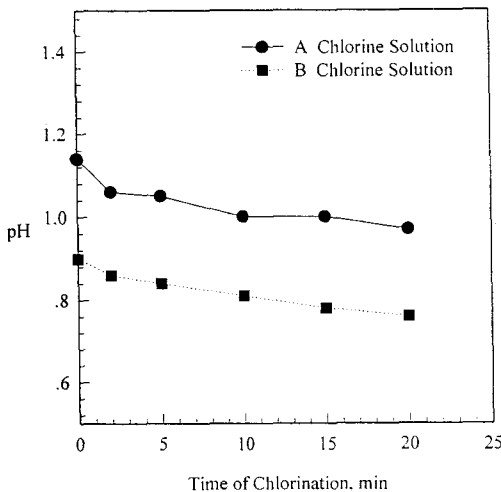


Fig. 4. The change of pH vs time of chlorination in a chlorine solution for the W/B rubber.

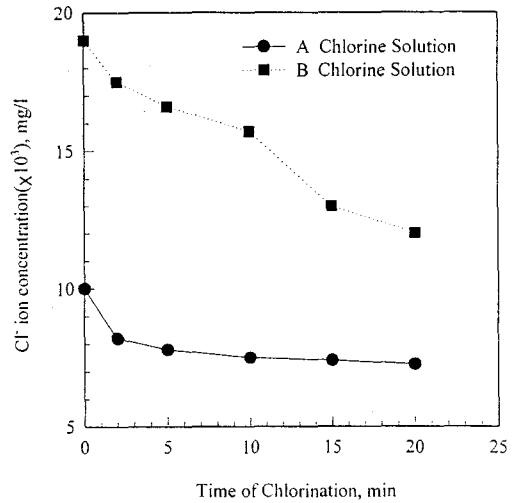


Fig. 5. The change of Cl⁻ ion concentration vs time of chlorination in a chlorine solution for the W/B rubber.

는 W/B 고무 표면의 염소화로 인해 시간에 따라 고무 표면에 흡착되는 염소량이 증가하였기 때문이다. 이로 인해 상대적으로 염소 처리 용액내의 H⁺ 이온이 증가하여 pH가 감소하였음을 알 수 있다.

2. 염소화에 의한 W/B 고무 표면의 접촉각 특성

염산과 차아염소산의 농도를 증가시키면서 시간에 따라 염소화 처리한 W/B 고무와 물, W/B 고무와 ethylene glycol과의 접촉각을 측정하여 Fig. 6과 Fig. 7에 각각 나타내었다.

Fig. 6은 염소화 시간에 따른 W/B 고무와 물과의 접촉각 결과를 나타낸 것으로, 염소화 시간이 증가할수록 접촉각이 감소하였음을 알 수 있다. 그림에서 보듯이 염소화 처리되지 않은 W/B 고무의 접촉각은 101.8°로 매우 높은 값을 가지나, 2분간 염소화 처리한 W/B 고무의 경우 A, B와 C의 염소 처리 용액에 따라 각각 84.7°, 83.0°와 81.7°로 감소하였음을 알 수 있다. 이는 염소 처리 용액의 농도가 증가할수록 W/B 고무 표면에 흡착된 염소량이 증가하였기 때문

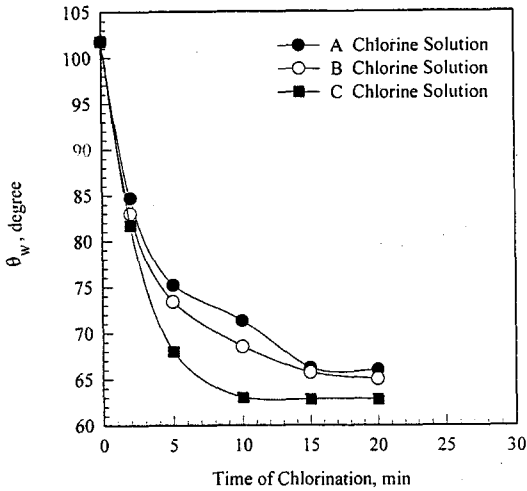


Fig. 6. Contact angle, θ with water vs time of chlorination in a chlorine solution for the W/B rubber.

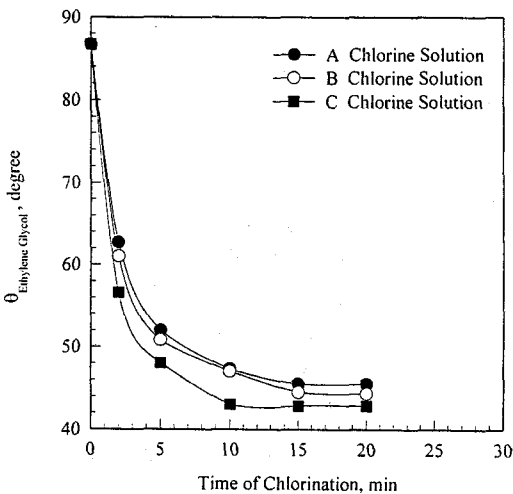


Fig. 7. Contact angle, θ with ethylene glycol vs time of chlorination in a chlorine solution for the W/B rubber.

이다. 또한, 염소 처리 용액의 농도를 증가하면서 표면 처리한 W/B 고무의 접촉각은 염소화 시간이 증가할수록 급격히 감소하다가 대략 10분후에 일정한 값을 가짐을 알 수 있다. 이로부터 염소화 처리된 W/B 고무는 대략 10분후에 완전 염소화가 이루어짐을 알 수 있다.

Fig. 7은 염소 처리 용액의 농도를 증가시키면서 염소화 처리한 W/B 고무와 ethylene glycol과의 접촉각 결과이다. Fig. 6과 마찬가지로 염소 처리 용액의 농도와 염소화 처리 시간이 증가할수록 접촉각이 감소함을 알 수 있다. 염소화 처리되지 않은 W/B 고무의 접촉각은 86.7°이며, 2분간 염소화 처리한 경우 염소 처리 용액의 농도 증가에 따라 각각 62.7°, 61.0°와 56.6°로 급격히 감소하였다. 또한, 염소화 처리한 W/B 고무의 접촉각은 대략 10분후에 일정한 값을 가짐으로, 완전한 염소화가 이루어짐을 알 수 있다. 이는 W/B 고무와 물과의 접촉각과 같은 현상을 보이고 있다. 이와 같이 염소화 처리후의 낮은 접촉각을 가지는 것은 Lee⁵와 Oldfield⁷의 실험 결과와 일치하나, 접촉각 감소 정도는 본 실험에서 상당히 작은 값을 보였는데, 이는 접촉각이 고무 샘플의 염소화 처리 방법과 접촉각 측정에 사용된 액체에 따라 달라지기 때문이다.

염소화 처리 시간에 따른 W/B 고무는 염소 처리 용액의 농도를 증가시킬수록 고무 표면에 흡착되는 염소량이 증가하여 접촉각이 감소하였으며, 이로부터 염소화 처리된 W/B 고무는 염소화 처리되지 않은 고무보다 적실성이 증가하였음을 알 수 있다. 이는 염소화 처리로 인하여 고무 표면의 C-H와 C=C 이중 결합이 감소하면서 표면이 C-Cl 결합으로 전환되었기 때문이다. 또한, W/B 고무 표면의 접촉각으로부터 고무 표면의 정성적인 염소 처리 정도와 염소화의 최적 시간을 예측할 수 있으며, 염소화로 인해 고무의 적실성이 향상됨을 알 수 있다.

3. W/B 고무의 염소화에 따른 마찰계수

W/B가 부드럽게 작동하여 깨끗이 유리창이 닦여지기 위해서는 적당한 마찰저항이 표면에 요구된다. 일반적으로 가황 후 염소화 처리되지 않은 W/B 고무의 마찰계수, $\mu=1\sim3$ 이고, 이는 모타에 부담이 되어 문제가 되며 진동이 발생하게 된다. 본 연구에서는 이를 방지하기 위해 W/B 고무 표면에 염소화 처리를 하여 표면 마찰계수를 $\mu=1$ 이하의 적절한 값으로 조

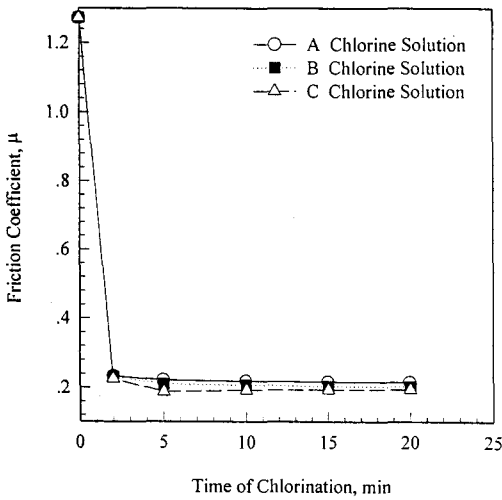


Fig. 8. Friction coefficient, μ vs time of chlorination for the W/B rubber.

절하고자 하였다.

염소 처리 용액의 농도를 증가시키면서 염소화 처리한 W/B 고무 표면의 마찰계수를 왕복형 미끄럼 마찰 시험기를 사용하여 측정하였으며, 그 결과를 염소화 처리 시간에 따라 Fig. 8에 나타내었다. 염소화 처리 전의 W/B 고무 표면의 마찰계수는 1.27이며, 2분간 염소화 처리한 고무의 마찰계수는 염소 처리 용액의 농도가 증가할수록 각각 0.233, 0.231과 0.225로 감소하였다. 이와 같이, W/B 고무 표면의 염소화로 인해 처리 시간에 따라 마찰계수가 감소하며 $\mu=0.20\sim 0.23$ 값을 가짐을 알 수 있다. 또한, 표면 마찰계수의 감소로 인해 염소화 처리 전의 W/B 고무 표면과 비교하면 처리 시간을 길게 할수록 내마모성도 좋아짐을 알 수 있다.

4. 염소화에 따른 W/B 고무 표면의 분광연구

염소화 처리된 W/B 고무 표면의 염소화 정도는 IR 스펙트럼으로 확인하였다. 염소화 처리되지 않은 W/B 고무와 염소 처리 용액 A, B와 C로 5분간 염소화 처리한 고무의 IR 결과를 Fig. 9에 나타내었다. 그림으로부터 2930~2850 cm^{-1} 와 2360 cm^{-1} 범위에서의

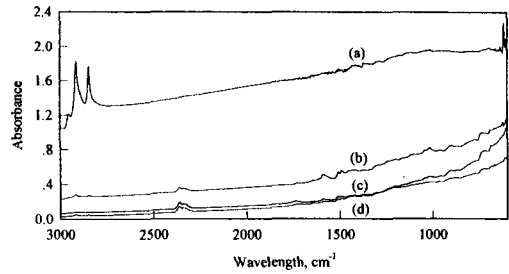


Fig. 9. ATR-IR spectra of (a) unchlorinated, (b) chlorinated in A, (c) chlorinated in B, and (d) chlorinated in C chlorine solution at 5 min for the W/B rubber.

흡수 peak는 C-H band, 1700~1500 cm^{-1} 범위에서의 흡수 peak는 C=C band임을 알 수 있다. Fig. 9 (a)의 염소화 처리되지 않은 W/B 고무는 C-H band의 세기가 큰 값을 보였으며, 이는 W/B 고무는 대부분의 C-H 그룹으로 이루어진 표면을 가지기 때문이다. Fig. 9(b)~(d)는 염소 처리 용액의 농도 증가에 따라 5분 처리된 W/B 고무의 IR 결과이다. 그림으로부터 C-H band와 C=C band의 세기는 무처리된 W/B 고무에 비해 대략 60.0%와 40.0% 정도 감소하였으며, 염소 처리 용액의 농도가 증가할수록 감소하였음을 알 수 있다. 또한, 염소화 처리된 W/B 고무에서 대략 960 cm^{-1} 와 1200 cm^{-1} 범위에서 염소의 흡수 peak를 확인할 수 있다. IR스펙트럼으로 W/B 고무 표면의 염소화로 C-H와 C=C band의 세기가 감소한 반면, C-Cl band의 세기가 증가하여 접촉각이 감소하였으며, 이로 인해 W/B 고무 표면의 적실성이 향상됨을 알 수 있다. 그러나, Fig. 9의 IR스펙트럼 결과로부터 염소화 처리된 W/B 고무 표면의 C-Cl 흡수 peak와 고무 표면에 흡수된 정량적인 염소화 정도는 염소 반응의 복잡성 때문에 쉽게 확인할 수 없었다.

5. 염소화에 따른 W/B 고무의 광학현미경적 표면 특성

Fig. 10은 염소 처리 용액 A를 사용하여 시간에

따라 염소화 처리한 W/B 고무의 표면을 광학현미경으로 관찰한 결과이다. Fig. 10(a)는 염소화 처리되지 않은 W/B 고무 표면 사진으로 면이 고르지 못하

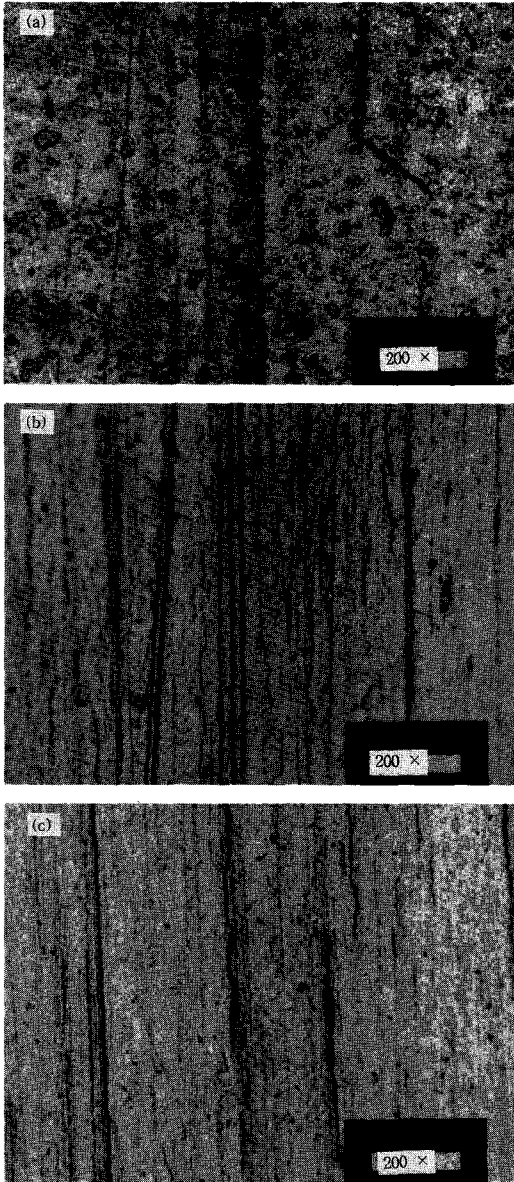


Fig. 10. Optical micrographs for the structure of (a) unchlorinated, (b) chlorinated in A chlorine solution at 5min, and (c) at 15min for the W/B rubber.

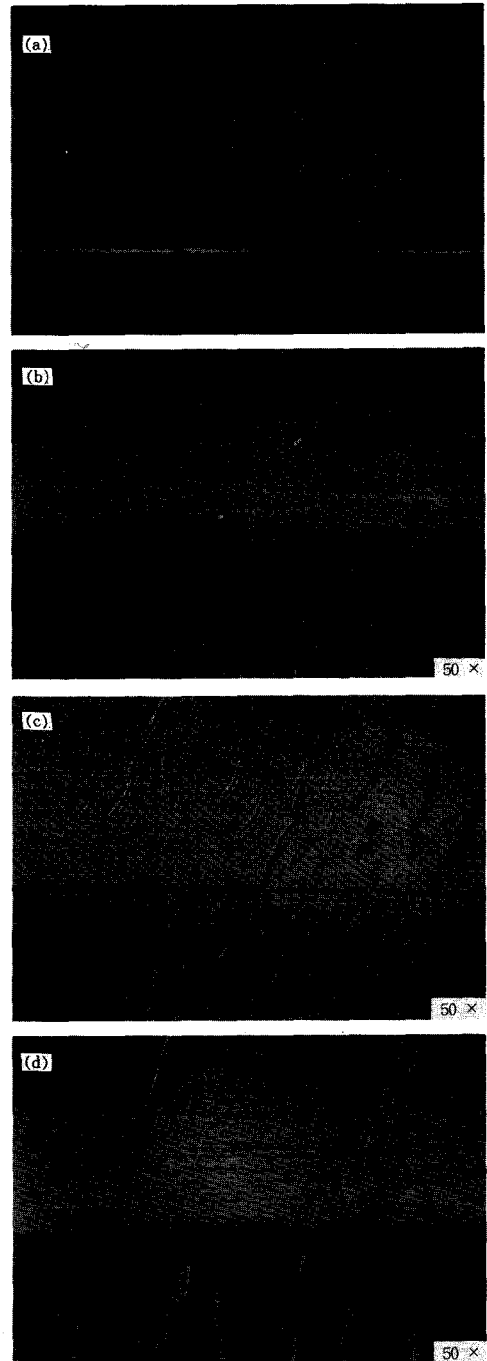


Fig. 11. Optical micrographs for the crack state of (a) unchlorinated, (b) chlorinated in B chlorine solution at 2min, (c) at 5min, and (d) at 10min for the W/B rubber.

고, Fig. 10(b)와 (c)는 각각 5분과 15분 동안 염소화 처리한 고무의 표면 사진으로, 무처리 고무보다 표면이 균일해졌음을 알 수 있다.

Fig. 11은 광학현미경을 사용하여 W/B 고무의 표면 crack 상태를 관찰한 사진이다. Fig. 11(a)는 염소화 처리되지 않은 W/B 고무 표면의 crack 상태를 나타내었으며, Fig. 11(b)~(d)는 2분, 5분, 10분간 염소화 처리한 W/B 고무의 표면 crack 상태를 나타내었다. 그림에서 보듯이 무처리 W/B 고무 표면은 crack이 나타나지 않았으며, 염소화 시간이 증가할수록 W/B 고무 표면의 crack 두께가 깊어지며, crack 간격이 증가함을 알 수 있다. 염소화 처리 후, 육안으로 보았을 때 무처리된 W/B 고무 표면은 거친 반면, 처리된 고무의 표면은 부드럽고 광택성이 향상되었음을 확인할 수 있었다.

V. 결 론

본 연구에서는 자동차용 와이퍼 블레이드(W/B) 고무를 염산과 차아염소산 소다의 농도를 변화시키면서 표면 처리한 후, 염소화 처리 시간에 따른 접촉각 측정, 마찰계수 측정과 IR스펙트럼 결과로부터 W/B 고무의 표면 특성에 대해 살펴보았다. 이를 통해, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 염소화 처리 시간에 따라 W/B 고무 표면의 염소화로 인해 흡착되는 염소량이 증가함으로써 염소 처리 용액의 pH와 Cl^- 이온 농도 값이 점차 감소함을 알 수 있었다.

2. 염소 처리 용액의 농도를 증가시키면서 염소화 처리 시간에 따른 W/B 고무와 물, W/B와 ethylene glycol과의 접촉각을 측정하였는데, 염소의 농도와 염소화 시간이 증가할수록 접촉각이 감소하다가, 대략 10분 후에 일정한 값을 얻음으로써 고무 표면의 완전 염소화가 이루어짐을 알 수 있었다.

3. W/B 고무 표면의 접촉각 측정으로부터 염소화 처리로 인하여 고무 표면의 C-H와 C=C 결합이 감

소하고, C-Cl 결합이 증가함으로써 염소 처리된 고무의 적심성이 향상됨을 알 수 있었다.

4. 염소화 처리되지 않은 W/B 고무의 마찰계수는 1.27이며, 처리된 W/B 고무인 경우는 염소화 처리 시간에 따라 마찰계수가 0.20~0.23으로 감소하였으며, 표면 마찰계수의 감소로 인해 염소화 처리된 고무의 내마모성이 좋아짐을 알 수 있었다. 또한, 염소화 처리로 인하여 W/B 고무 표면이 균일하고 광택성이 향상되었음을 확인할 수 있었다.

5. IR스펙트럼으로 부터 W/B 고무 표면의 염소화 정도를 확인하였다. 염소화로 인해 무처리 고무에 비해 C-H band와 C=C band의 세기가 각각 60.0%와 40.0% 정도 감소하였음을 알 수 있었다. 그러나, 염소 반응의 복잡성 때문에 염소화 처리된 W/B 고무 표면의 C-Cl 흡수 peak와 고무 표면에 흡수된 염소의 정량적 분석은 정확하게 할 수 없었다.

참 고 문 헌

1. 小暮勇治, 日本ゴム協會誌, 65(5), 287-293 (1992).
2. G. Kraus and W. B. Reynolds, *J. Am. Chem. Soc.*, 72, 5621 (1950).
3. E. Schoengerg, H. A. Marsh, S. J. Walters, and W. M. Saltman, *Rubber Chem. Technol.*, 52, 526 (1979).
4. C. W. Extrand and A. N. Gent, *Rubber Chem. Technol.*, 61, 688 (1988).
5. L.-H. Lee, *J. Polym. Sci.*, Part A-2 5, 1103 (1967).
6. R. J. Chang, A. N. Gent, C. C. Hsu, and K. C. Sehgal, *J. Appl. Polym. Sci.*, 25, 163 (1980).
7. D. Oldfield and T. E. F. Symes, *J. Adhes.*, 16, 77 (1983).
8. M. Troussier, *Rubber Chem. Technol.*, 29, 302 (1956).

9. G. J. Van Amerongen, C. Koningsberger, and G. Salomon, *J. Polym. Sci.*, **5**, 639 (1950).
10. G. J. Van Amerongen and C. Koningsberger, *Rubber Chem. Technol.*, **24**, 425 (1951).
11. C. L. M. Bell and J. I. Cunneen, *J. Appl. Polym. Sci.*, **11**, 2201 (1967).