

## Dipping법에 의한 천연고무와 그라프트 라텍스 블렌드 필름의 표면특성

김 공 수 · 박 준 하 · 염 주 송

충북대학교 공과대학 공업화학과  
(1994년 7월 11일 접수, 1994년 9월 9일 채택)

### The Surface Properties of Blend Film of Natural Rubber and Graft Latex by Dipping Process

Jun-Ha Park, Kong-Soo Kim, and Ju-Song Eum

Dept. of Ind. and Eng. Chem., Chungbuk Nat'l Univ., Cheong Ju 360-763, Korea

(Received July 11, 1994, Accepted September 9, 1994)

**요약:** 천연고무 라텍스(NRL)와 메틸메타 크릴레이트가 그라프트된 라텍스(MGL)를 각종 첨가제와 혼합하여 dipping 공정으로 가황된 NR 및 블렌드 필름을 제조하였다. NR 필름 제조의 최적조건을 규명하기 위하여 숙성시간에 따른 팽윤도, 인장강도 및 110°C에서 가황시간의 변화에 따른 기계적 특성을 비교하였다. 필름 표면의 구조 및 미끄럼성을 조사하기 위하여 접촉각 및 정·동마찰계수를 측정한 결과, 접촉각은 MGL의 블렌드 비율이 증가할수록 감소하였고, 정 및 동마찰계수는 NR 필름에 비하여 NR/MG 과 NR-d-MG 필름이 현저히 감소하여 표면 미끄럼성이 향상됨을 알 수 있었다.

**Abstract:** The vulcanized NR and blend films were prepared with mixing of natural rubber latex (NRL) and methyl methacrylated grafted latex(MGL) with various additives by dipping process. It was investigated the basic properties of vulcanized NR films that is optimum condition of the mature time, swelling degree, cure time at 110°C, and measured the mechanical properties of tensile strength and elongation of its condition. In order to identify the surface structure and the slip properties of blend films, contact angles and static and kinetic friction coefficient were measured. Contact angles were decreased with increment of blend ratio of MGL, and static and kinetic friction coefficient were decreased rapidly for the NR/MG and NR-d-MG films than for the NR films. From the results, NR/MG and NR-d-MG films has slip's reinforcement in skin contact surface with increased of blend ratio of MGL.

### 1. 서 론

Dipping에 의한 고무제품의 제조방법에 있어서 제품 표면의 접착성을 없애고 미끄럼성을 향상시키기 위한 방법으로 후처리공정에서 powder를 사용하고 있으나 인체에 많은 부작용을 놓고 있다. 특히 외과 수술용 고무제품으로 사용할 경우 수술부위의 오염

및 피부질환을 일으킬 수 있기 때문에 사용에 많은 제약을 받고 있다.

이러한 문제를 해결하기 위한 연구로서 할로겐 화합물로 제품표면을 개질[1, 2]하거나, 비닐계 모노머가 그라프트된 합성고무 라텍스를 블렌드하는 방법[3, 4], 가황 및 후처리공정 개발에 관한 연구[5, 10] 등이 많이 보고되어 있다. Roberts와 Brackley 등

[1]은 고무제품의 surface tack를 줄이고 피부접촉면의 미끄럼성을 향상시키기 위한 연구를 발표한 바 있으며, 최근에는 소수성 hydrogel 용액 내에 가교제를 혼합하여 가황된 고무 제품의 표면을 코팅하여 미끄럼성을 증가시키고 후처리공정으로 powder를 사용하지 않는 제조공정을 개발하기 위한 연구[11, 15]가 진행되고 있다.

본 연구에서는 제품표면의 미가교에 의한 불포화기를 줄이고 기계적 특성을 증가시킬 수 있는 물질로 NRL(natural rubber latex)에 메틸메타크릴레이트가 그라프트 공중합된 MGL(methyl methacrylate grafted latex)[13-15]을 사용하여 재래식 가황공정을 새로운 방법으로 고안하였고, 가황제 분산체 활성제등을 배합 숙성하여 dipping 방법으로 가황, 성형하여 필름 표면의 접착성을 줄일 수 있는 후처리공정에 관하여 연구하였다.

그리고 가황필름의 최적 숙성조건을 알아보기 위하여 숙성시간에 따른 팽윤도(swelling degree)와 기계적특성을 KSM 6518 시험법으로 시험편의 인장강도 및 신장을 등을 측정하였다. 또한 가황필름 표면의 마찰계수를 측정하여 미끄럼성을 비교하였고, 접촉각을 측정하여 필름 표면의 구조와 표면장력의 변화를 조사하여 피부접촉면의 surface tack를 줄이고 미끄럼성을 개선하기 위한 연구를 수행하였다.

## 2. 실험

### 2.1. 시료 및 시약

본 실험에서 사용한 천연고무 라텍스(cis-1,4-polyisoprene)는 ISO 2004에 규정된 centrifuged HA 라텍스(solid content 60%)를 사용하였고, MG 라텍스(solid content 55%)는 천연고무라텍스에 methylmethacrylate가 그라프트 공중합된 그라프트율이 30%인 것을 사용하였으며, 모든 유가용매는 전조한 후 증류하여 사용하였다.

블렌드 compound의 제조에서 사용한 sulphur, zinc oxide(ZnO) 및 sodium salt napthalene sulfonic acid ( $\text{SO}_3\text{HNA}$ )는 독일의 BAYER제를 사용하였으며, sodium dibutyl dithiocarbamate(TP) 및 zinc diethyl dithiocarbamate(Ez)은 영국의 ANCHOR제를, 노화방지제(Wingstay-L)는 프랑스 GOOD YEAR제를 그대로 사용하였다. 또한 응고제로 사용한 calcium nitrate( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ )는 일본의 OTSUKA제를

사용하였다.

## 2.2. 실험방법

### 2.1.1. Compound의 제조 및 숙성공정

교반기가 부착된 500ml 플라스크에 NRL(DRC) 100g을 취하고, 안정제인 10% DAVAN 용액 10g을 혼합하여 교반을 하면서 MGL을 10~50g씩 변화시켜 첨가하였다. 배합제(S, Ez, ZnO)와 노화방지제(20% Wingstay-L)등은 각각 3.7g, 3.0g을 sand grinding하여 첨가하였고, 소포제와 숙성촉진제(TP제)는 각각 0.1g, 0.4g을 가하였다.

숙성공정은 제조된 compound를 항온조에서 온도를 서서히 승온하기 시작하여 90분 동안 40°C가 되도록 조절하였고, 35°C로 120분간 자연냉각되도록 하였으며, 곧바로 냉각수를 사용하여 28°C로 강제 냉각시켜 120분간 유지시켰다. 위와 같이 조절된 compound는 숙성조에서 28°C에서 0~84시간 동안 숙성하였다.

시편제조 및 성형공정에서 작업성을 좋게 하기 위하여 pH11, 점도 15~18cp가 되도록 2% 암모니아수와 중류수를 혼합하였고, 숙성 라텍스를 dipping하여 형성된 필름의 두께를 2mm가 되도록  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 를 에탄올에 용해시켜 만든 응고제에 mold를 dipping하여 건조시켰다. 최적 숙성조건을 규명하기 위하여 0~84시간 동안 숙성한 라텍스를 숙성시간 12시간 간격으로 응고제가 묻어있는 mold를 dipping하여 형성된 필름의 팽윤도를 측정하였고, 이를 필름의 기계적 특성을 시험하여 우수한 기계적 강도를 나타내는 최적 숙성조건을 규명하였다.

### 2.1.2. 가교 및 성형공정

NR 필름의 제조방법으로는 NR compound를 숙성조에서 28°C에서 0~84시간 동안 숙성된 라텍스를 12시간 간격으로 응고제가 묻어있는 mold를 사용하여 dipping하고 상온에서 형성된 필름의 팽윤도[25]를 측정하였다. 형성된 필름을 다시 20분 동안 90°C에서 건조시킨 후, 중류수의 온도를 65°C로 조절하여 건조된 필름을 8분 동안 침적하여 탈산 및 이물질을 제거하고 필름의 순도를 증가시키는 leaching법[16]으로 후처리하였다. 또한 110°C에서 40분 동안 가교시켜 블렌드 필름을 제조하였다.

NR/MG 블렌드 필름은 NRL에 대한 MGL의 무게비율이 10~50%로 블렌드한 NR/MG(10~50)을

NR 필름 제조방법과 동일한 조건으로 숙성, 가교하여 제조하였다. 2회 dipping 법에 의한 NR-d-MG 블렌드 필름은 숙성된 NR compound를 1회 dipping하여 90°C에서 5분간 건조한 후, NR/MG(10~50) compound를 2회 dipping하여 위와 동일조건 하에서 가교시켜 얻었다.

## 2. 3. 특성실험

### 2. 3. 1. 팽윤특성 실험

Swollen diameter test[15]으로 NR compound를 숙성시간 0~84시간 동안 숙성시키고 12시간 간격으로 숙성 라텍스를 dipping하여 형성된 필름을 상온에서 직경 3cm, 두께 2mm의 원형필름을 제조하여 xylene 속에서 15분 동안 침적한 후 아래식으로 팽윤도를 계산하였다.

$$\text{Swelling degree (\%)} = \frac{(\text{average diameter} - \text{unswollen diameter})}{\text{unswollen diameter}} \times 100$$

### 2. 3. 2. 기계적 특성 실험

NR compound을 0~84시간 동안 숙성한 라텍스를 숙성시간 12시간 간격으로 Scheme 1의 NR 필름 제조공정으로 블렌드 필름을 제조하여 인장강도를 측정하고 팽윤도와 비교하였다. 또한 가황온도를 일정하게 고정하고 가황시간에 따른 인장강도를 측정하여 최적 숙성조건 및 가교조건을 규명하였다.

### 2. 3. 3. 접촉각 측정

필름 표면의 표면장력을 알아보기 위하여 접촉각 측정장치(Model G-I, 13-100-0)를 사용하여 Water, EG, Butanol을 마이크로 실린지로 일정량의 액적( $20 \mu\ell$ )을 시료 표면 위에 떨어뜨려 실온에서 접촉각을 측정하였다. 한 시료에 4회씩 측정하여 얻은 평균값을 접촉각으로 하였다.

### 2. 3. 4. 마찰계수 측정

ASTM D1894-78[13]에 규정된 스프링 저울에 의한 마찰계수 측정장치를 변형된 방법으로 제작하여 필름 표면의 정 및 동 마찰계수를 측정하였다. 지지대는 가로 세로, 125cm 26cm(두께 3cm)의 매끈한 나무판을 사용하였으며, 지지대 위에 스프링저울(Road Type Spring Gauge, OBA Instrument Works Co., Japan, Rating: 2g, Capacity: 110g)과 직류전압

조절기로 속도가 조절되는 감속 직류모터(Reduced D.C. Motor, Mabuchi Moto Co., Japan)를 부착시켜 일정속도(약 160mm/min)로 끌어당겨 실험을 하였다. 필름이 부착된 면과 접촉하여 미끄러질 플라스틱 판은 가로 세로, 30cm×15cm(두께 0.1cm) 크기의 PMMA 평면판을 사용하였고, mild steel 표면에 필름을 부착한 무게는  $60 \pm 5\text{g}$ 이 되도록 하였다. 스프링 저울에 작용한 힘의 값들로부터 아래의 식으로 마찰계수를 계산하였다.

#### — 정마찰계수의 계산

$$\mu_s = A_s/B \quad \dots \dots \dots \quad (1)$$

#### — 동마찰계수의 계산

$$\mu_k = A_k/C \quad \dots \dots \dots \quad (2)$$

여기서  $\mu_s$ : 정마찰계수      B: 시험편의 무게, g

$\mu_k$ : 동마찰계수      C: 슬리드 무게, g

A<sub>s</sub>: 초기 움직임시 읽음값, g

A<sub>k</sub>: 움직임이 지속될 때의 평균 읽음값, g

### 2. 3. 5. 표면구조 관찰

NR, NR/MG 및 NR-d-MG 블렌드 필름의 표면구조를 Scanning Electron Microscope(SEM, Hitachi S570)을 사용하여 관찰하였다.

### 2. 3. 6. 열분석

Thermal Analyzer(Seiko DSC 210)을 사용하여 시료를 액체질소로 -100°C로 냉각시킨 후, 20°C/min로 승온하면서 350°C까지 DSC 열분석을 행하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3. 1. 최적 숙성 및 가교시간

NRL에 각종 첨가제를 배합하여 제조한 NR compound로부터 Scheme 1의 방법으로 필름을 제조하여 숙성시간에 따른 팽윤도와 인장강도를 측정한 결과를 Fig. 1에 나타내었고, 가황온도 110°C에서 가황시간에 따른 인장강도를 측정한 결과를 Fig. 2에 나타내었다.

Fig. 1에서 보는 바와 같이, 팽윤도는 숙성시간이 증가할수록 급격하게 감소하다가 60시간 이후부터는 74~76% 정도에서 일정하게 유지하였다. 이러한 현상은 라텍스 입자들이 숙성시간이 증가함에 따라

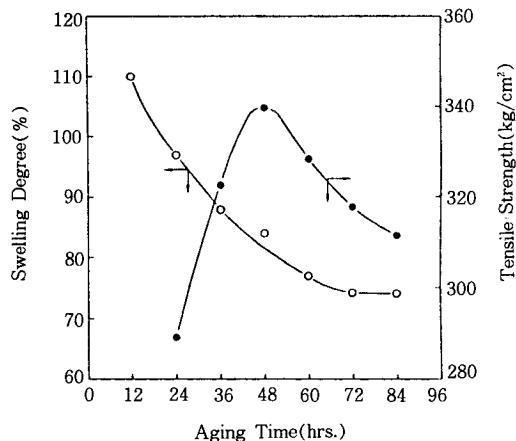


Fig. 1. Swelling degree and tensile strength of NR film at various aging time.  
(○ Swelling degree ● Tensile strength)

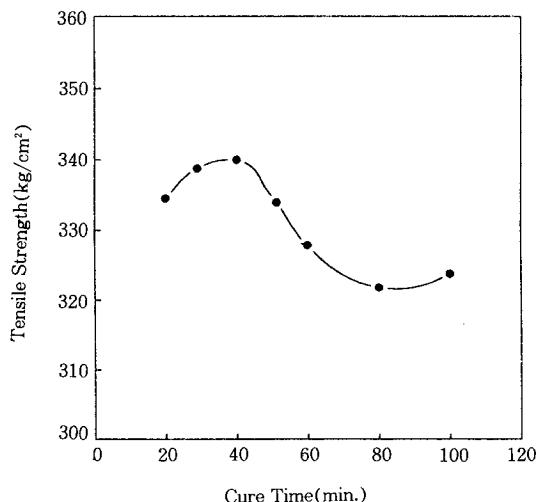
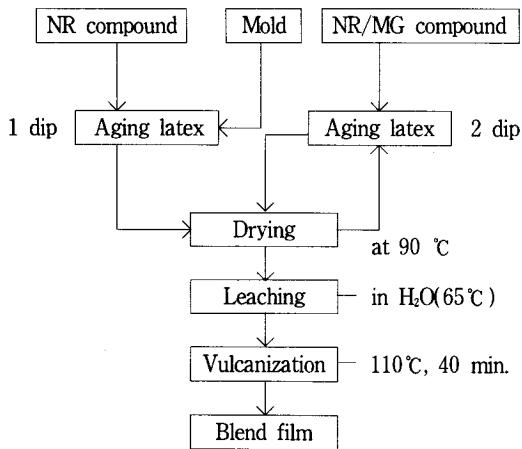


Fig. 2. Tensile strength of NR films for cure time at 110°C.



Scheme 1. Preparation of blend films with dipping process.

60시간까지는 입자 내 가교반응이 계속적으로 진행되다가 그 이후부터는 입자 내 가교가 종결됨을 알 수 있다.

또한 라텍스 입자 내 가교가 기계적 특성에 미치는 영향을 알아 보기 위하여 인장강도를 비교한 결과, 숙성시간 48시간까지는 NR 필름의 인장강도는 급격한 증가를 보이다가 48시간에서 340kg/cm<sup>2</sup>로 가장 큰 값을 보였으며, 그 이후에는 감소하였다. 이로부터 숙성시간이 증가함에 따라 라텍스 입자 내 가교

가 진행되면서 기계적 강도를 증가시킬 수 있는 중요한 인자로 작용함을 알 수 있었다.

Fig. 2에서는 가황온도를 110°C로 일정하게 유지하고 가황시간을 변화시켰을 때의 인장강도를 나타낸 것으로, 가황시간 30~40분에서 가장 높은 값을 나타냈으나, 그 이후부터는 감소하였다. 이것은 polysulphur에 의해 가교반응이 진행되다가 가교시간 40분 이후부터는 polysulphur가 분해되어 필름이 노화되었기 때문으로 생각된다.

위와 같은 가황필름의 기초 물성실험 결과로부터 숙성시간 48시간, 팽윤도 85%, 가황온도 110°C에서의 가황시간 40분이 필름을 제조하는데 최적조건임을 알 수 있었다.

### 3.2. 필름 표면 접촉각

고무제품의 임계표면장력은 표면을 구성한 분자구조, 치환기의 종류, 분자밀도, 결정상태, 형태 및 분자량 등에 따라 달라진다. 의용재료 및 외과수술용으로 사용되는 천연고무제품은 천연고무 라텍스에 함유된 단백질 및 이물질, 후처리 공정에서 powder를 사용함에 따라 표면구조 형태가 변하게 되어 임계표면장력의 변화를 줄 뿐 아니라 피부성 질환, 수술 부위의 오염 및 알러지를 일으킬 수 있다. 이러한 표면구조 변화를 예측하는 방법으로 필름 표면의 접촉각을 측정하여 비교하였다.

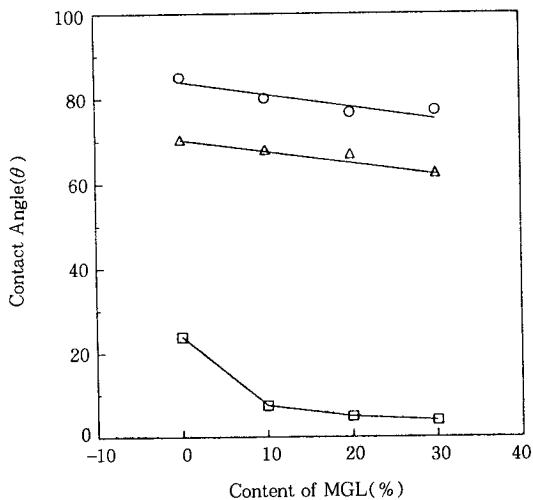


Fig. 3. Contact angles of NR and NR/NG film surface in various solvent.  
 (○ Water △ Ethylene glycol □ n-Butanol)

접촉각은 젖음정도의 현상에 따라  $\theta \leq 180^\circ$ 인 경우 부착젖음정도,  $\theta \leq 90^\circ$ 인 경우 침투젖음정도,  $\theta = 0^\circ$ 인 경우 확장젖음정도의 3가지 형태로 구별된다. Zisman(17)은 각종 액체로 저 에너지 표면의 접촉각  $\theta$ 를 측정하여 액체의 표면장력  $\gamma_L$ 과  $\cos \theta$ 와는 직선 관계에 있다는 것을 보고하였다. 평편한 표면에 대한 기체-액체 계면과 고체-액체 계면과의 접촉각  $\theta$ 는 아래 식으로 표현된다.

$$\gamma_S = \gamma_{SL} + \gamma_L \cos \theta$$

$\gamma_S$ : 고체의 표면장력  $\gamma_L$ : 액체의 표면장력

$\gamma_{SL}$ : 고체, 액체간의 계면장력

필름의 제조공정과 compounding을 변화시켜 제조한 시편의 접촉각을 측정하여 Fig. 3과 Fig. 4에 나타내었다.

Fig. 3에서는 NR, NR/MG 필름의 접촉각  $\theta$ 를 비교한 것으로, 임계표면장력이 72.8 dyne/cm인  $H_2O$ 의 접촉각은 소수성이 큰 NR 필름의 접촉각이  $85^\circ$  이었고, 블렌드 필름은 블렌드 비율이 증가할수록 서서히 감소하였다. 이것은 MGL의 카르복실기가 블렌드 비율이 증가할수록 세그먼트의 함량이 증가함으로 인해 친수성이 증가하여 일어나는 것으로 사료된다. n-부탄올의 경우에는 임계표면장력이 24.5 dyne/cm로 NR 필름에서의 접촉각이  $24^\circ$ 로 비교적 낮은 침

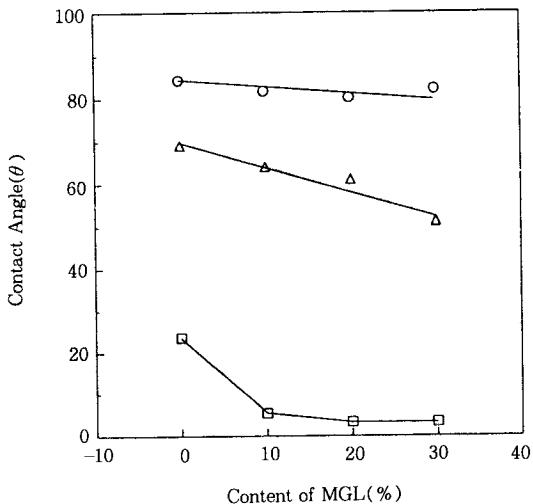


Fig. 4. Contact angles of NR-d-MG film surface in various solvent.  
 (○ Water △ Ethylene glycol □ n-Butanol)

투젖음정도를 나타내지만, MG라텍스의 블렌드 비율이 증가할수록 확장젖음정도를 보이고 있다. 이것은 n-부탄올이 블렌드 필름에 NR 필름보다는 양용매로 작용하고 있음을 알 수 있다. 임계표면장력이 47.7 dyne/cm인 에틸렌 글리콜 액체의 접촉각은 NR 필름이  $70^\circ$ 이었고, 블렌드 필름의 경우  $60^\circ \pm 10^\circ$  범위에서 NR 필름보다는 작은 접촉각을 나타내었다.

Fig. 4에서는 2회 dipping하여 제조한 NR-d-MG 필름의 접촉각을 각종 용매를 사용하여 측정한 것이다. 앞의 블렌드 필름과 유사한 경향을 볼 수 있었으며,  $H_2O$  액체는  $75 \sim 80^\circ$  범위였고, n-부탄올의 경우에는 MG라텍스의 함량이 증가할수록 확장젖음정도를 보이고 있고, 에틸렌글리콜의 경우 NR/MG 필름의 경우와 유사한 특성을 보이고 있다.

### 3. 3. 필름 표면 마찰계수

천연고무 라텍스를 사용한 고무제품 표면은 라텍스에 함유된 단백질 성분, 이물질 및 미가교에 의한 불포화기를 함유하고 있기 때문에 접착성을 띠며 표면 마찰이 많이 걸린다. 이러한 문제를 해결하는 방법으로 현재 고무제품 제조공정에서는 제품표면에 powder를 처리하여 사용하고 있다. 미끄럼성을 향상시키기 위한 많은 연구가 진행되면서 표면의 접착성을 측정하기 위한 방법으로 마찰계수 측정법[1-2, 18]을 이용한다.

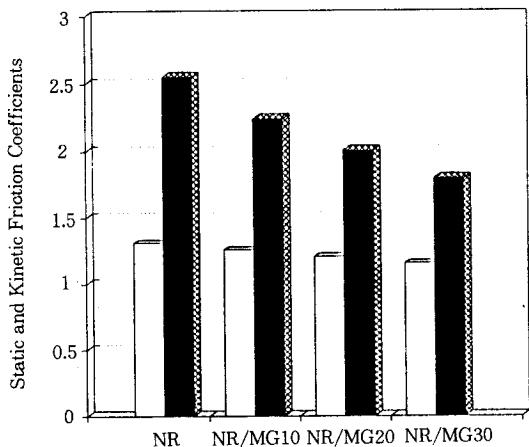


Fig. 5. Static and kinetic coefficients of blend films by one dip process.

- Static friction coefficients
- Kinetic friction coefficients

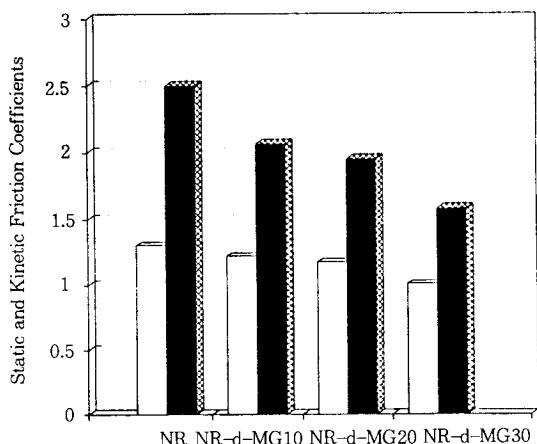


Fig. 6. Static and kinetic coefficients of blend films by two dip process.

- Static friction coefficients
- Kinetic friction coefficients

본 실험에서는 스프링 저울에 의한 마찰계수 측정 실험장치를 제작하여 정 및 동 마찰계수를 계산한 결과를 Fig. 5, 6 및 Table 2에 나타내었다.

Fig. 5에서는 감속직류 모터의 속도를 160mm/min로 일정하게 유지하고 mild steel에 코팅된 블렌드 필름을 끌어당길 때 처음에 움직이는 순간의 용수철 저울에 걸리는 힘의 눈금을 측정하여 식 (1)에 의해

Table 1. Static and Kinetic Coefficients of NR, NR/MG, and NR-d-MG Films

Friction Coef. Sample	Static Friction Coefficients	Kinetic Friction Coefficients
NR	1.33	2.56
NR/MG10	1.28	2.21
MR/MG20	1.22	2.01
MR/MG30	1.15	1.84
NR-d-MG10	1.27	2.07
NR-d-MG20	1.18	1.93
NR-d-MG30	1.0	1.60

Table 2. DSC Data of NR, NR/MG and NR-d-MG Films

Sample	Tg (°C)	Tm (°C)
NR	-52	273
NR/MG10	-51	283
NR/MG30	-50	287
NR-d-MG10	-52	274
NR-d-MG20	-51	282
NR-d-MG30	-51	289

정마찰계수를 계산하고, sled평판이 12cm 이동되었을 때의 용수철저울의 눈금을 측정하여 식 (2)에 의해 동마찰계수를 계산한 결과이다. NR 필름의 경우 정 및 동마찰계수는 각각 1.33, 2.56이었고, NR/MG 필름의 정 및 동마찰계수는 블렌드 비율이 10~30%의 경우에 각각 1.28~1.15, 2.21~1.84 범위이었으며 블렌드 비율이 증가할수록 서서히 감소하다가 30% 이상에서는 감소폭이 증가하였다. 블렌드 비율이 30% 이상에서 감소폭의 증가는 hard 세그먼트로 작용한 PMMA의 영향으로 인해 필름의 물성이 소수성의 증가를 보인 결과로 생각된다.

Fig. 6에서는 2회 dipping하여 제조한 NR-d-MG 필름의 정 및 동마찰계수를 나타냈다. 블렌드 필름의 결과와 유사한 경향을 보였고 정 및 동마찰계수는 각각 1.23~1.0, 2.07~1.6 범위에서 블렌드 비율이 증가할수록 감소하였다.

2회 dipping하여 제조한 필름의 마찰계수가 NR, NR/MG 필름보다 낮은 것은 미끄럼성이 상대적으로 2회 dipping한 필름이 더 우수하다는 사실을 잘 나타내 주고 있다. 이상의 결과를 Table 4에 나타내었다.

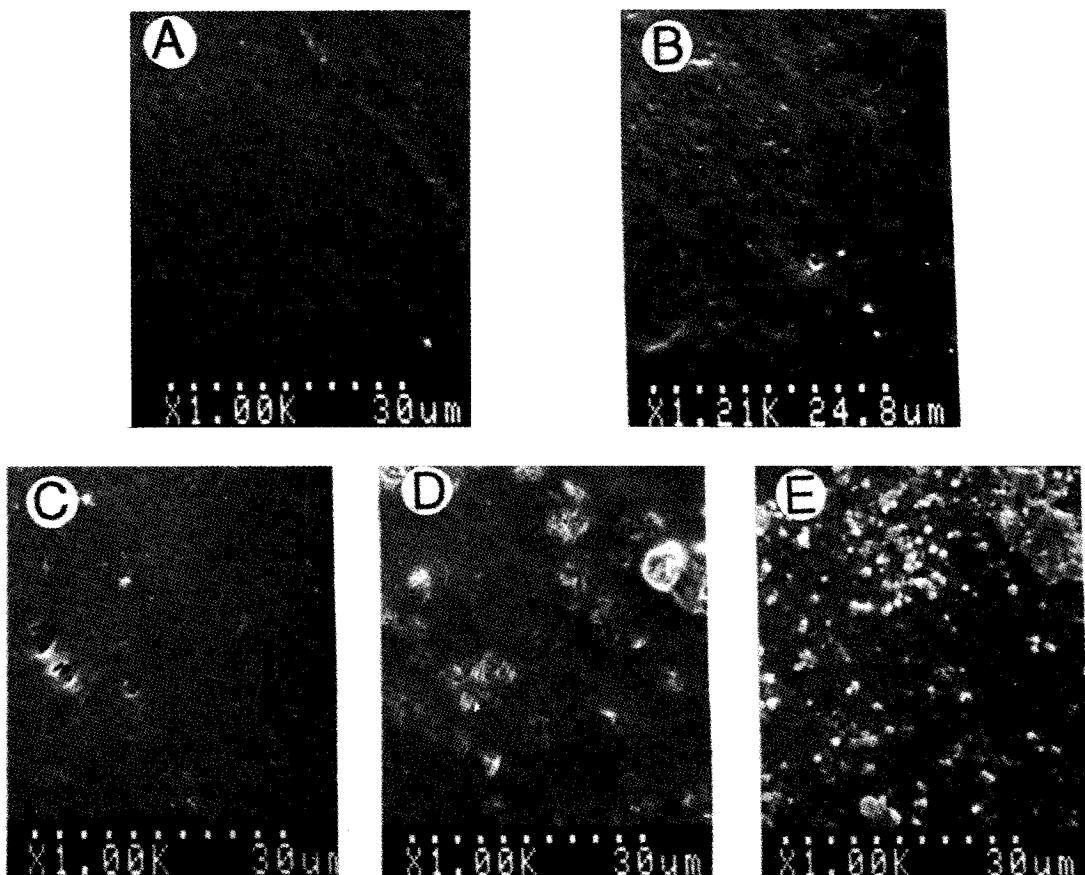


Fig. 7. Scanning electron micrographs of blend films.

(A : NR film B : NR/MG20 film C : NR/MG30 film D : NR-d-MG20 film E : NR-d-MG30 film)

### 3. 4. 필름의 열적특성 및 표면형태

위의 쇄적조건에서 제조한 필름의 열적특성을 DSC로 분석한 결과를 Table 5에 나타내었다. NR 필름의 유리 전이온도( $T_g$ ) 및 분해온도( $T_m$ )는 각각 -52°C, 273°C이었으며, NR/MG 필름 및 2회 dipping한 NR-d-MG 필름의 유리 전이온도 및 분해온도는 MGL의 블렌드 비율이 증가할수록 높은 온도 쪽으로 약간씩 이동됨을 볼 수 있었는데, 이러한 경향은 MGL의 hard 세그먼트가 강화되었기 때문으로 예측된다.

NR, NR/MG 및 2회 dipping한 NR-d-MG 블렌드 필름을 MGL의 블렌드 비율에 따른 표면구조를 SEM으로 관찰한 결과를 Fig. 7에 나타내었다.

NR 필름과 NR/MG 필름의 표면구조를 비교하였을 때, 약간의 표면구조 형태의 변화를 볼 수 있는

반면, 2회 dipping한 NR-d-MG 필름의 경우에는 벌크상태의 집합체를 형성하고 있음을 관찰 할 수 있었다. 일반적으로 MGL의 블렌드 비율이 클수록 현저한 표면구조 형태의 변화를 볼 수 있다. 이러한 경향은 MGL이 필름 표면에 균일한 얇은 막을 형성함으로써 2회 dipping한 필름의 표면특성을 변화시키는 중요한 요소로 작용할 것으로 판단된다.

따라서, 2회 dipping법으로 일정 비율의 MGL을 블렌드함으로써 NR 필름의 기계적 특성이 우수하고 표면특성을 개선할 수 있다는 사실을 알 수 있었다.

### 4. 결 론

NRL에 MGL을 일정한 비율로 블렌드하고 각종 침가제를 배합 숙성하여 dipping법에 의한 필름제조

공정으로 얻은 가황필름의 최적숙성 및 가교조건을 규명하고 필름의 표면특성, 기계적 특성 및 열적특성을 실험하였으며 표면구조 형태를 관찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 숙성시간의 변화에 따른 NR 가황필름의 팽윤도와 기계적 특성을 실험하여 비교한 결과, 팽윤도 85%, 숙성시간 48hrs., 110°C에서 가교시간 40분이 최적조건임을 알 수 있었다.
2. 필름 표면의 접촉각은 NR/MG 및 NR-d-MG 필름이 NR 필름보다 낮은 값을 나타내었으며, MG 라텍스의 블렌드 비율이 증가할수록 감소하였다.
3. 필름 표면의 마찰계수를 측정한 결과, NR 필름의 정마찰계수 및 동마찰계수는 각각 1.33, 2.56 이었고, NR/MG 및 NR-d-MG 필름의 경우에는 블렌드 비율이 증가할수록 현저히 감소하였다.
4. 가황필름의 표면구조를 SEM으로 관찰한 결과, NR 필름과 비교하였을 때 NR/MG 필름은 약간의 형태변화를 보인 반면, 2회 dipping한 NR-d-MG 필름은 MGL의 블렌드 비율이 증가할수록 필름 표면에 벌크 상태의 집합체를 갖는 표면형태를 하고 있었다.
5. 필름의 열적특성을 DSC로 분석한 결과, NR 필름의 유리 전이온도 및 분해온도는 각각 -52°C, 273°C 이었으며, NR/MG 및 NR-d-MG 필름의 경우는 블렌드 비율이 증가할수록 조금씩 높은 온도로 이동되었다.

### 감 사

본 연구는 1993년도 과학기술처 특정연구개발사업 연구비 지원에 의해 이루어진 것입니다.

### 참 고 문 헌

1. A. D. Roberts and C. A. Brackley, *Rubber*

- Chemistry and Technology*, **63**, 722-732 (1990)
2. C. W. Extrand, A. N. Gent, and S. Y. Kaang, *Rubber Chemistry and Technology*, **64**, 108-117 (1990)
3. G. F. Bloomfield, *Rubber Dev.*, **5**, 34(1952)
4. P. W. Allen, C. L. M. Bell, and E. G. Cockbain, *Rubber Chemistry and Technology*, 825-833
5. A. R. Bevan, *NR Technology*, **6**, 1(1975)
6. T. D. Pendle, *NR Technology*, **5**, 21(1974)
7. G. H. R. Wess, *NR Technology*, **6**, 80(1975)
8. T. D. Pendle and A. D. T. Gorton, "NR Technical Bullin," MRPRA, Hertford, **63**(1982)
9. K. F. Gazeley and P. E. Swinyard, *NR Technology*, **18**, 81(1987)
10. D. M. Bratby, US Patent, 2, 088, 389(1981)
11. Potter, Willian Duncan, EP Patent, 0, 455, 323, A2(1991)
12. Podell, Howard Irwin, EP Patent, 0, 113, 526, A1(1983)
13. Mirzan T. Razzak, Fumio Yoshii, Keizo Makuuchi, and Isao Ishigaki, *J. Applied Polym. Science*, **43**, 883-890(1991)
14. M. A. Wheelans, *NR Technology*, **8**, 4 (1977)
15. Robert Francis Musser, "The Vanderbilt Latex Handbook", 3th ed., R. T. Vanderbilt Company, Inc. Norwalk, 30 winfield Street, CT06855(203) 853-1400, 1987. 111-112
16. MRPRA, *The Natural Rubber Technical Information Sheet*, L16, 1977
17. W. A. Zisman, *Advan. Chem. Soc.*, **43**, 1(1964)
18. S. P. Arnold, A. D. Roberts, and A. D. Taylor, *J. Nat. Rubber Res.*, **2**, 19(1987)