

〈研究論文(學術)〉

전자빔 가속기를 이용한 폴리프로필렌 섬유의 개질(I)  
- 전자빔 조사에 따른 폴리프로필렌 섬유의 물리적, 열적 특성변화 -

<sup>1</sup>김홍제·N.I. Shtanko\*·임용진\*\*·이기풍

한국염색기술연구소  
\*Institute of Physical Chemistry RAS  
\*\* 경북대학교 염색공학과  
(2003. 3. 22. 접수/2003. 4. 12. 채택)

**Electron Beam -Induced Graft Polymerization of Acrylic Acid on Polypropylene  
Nonwoven Fabrics(I)**

**<sup>1</sup>Hong Je Kim, N.I. Shtanko\*, Yong Jin Lim\*\*, and Ki Poong Lee**

*Korea Dyeing Technology Center, 404-7, Pyongridong, Seogu, Taegu, Korea*

*\*Institute of Physical Chemistry RAS, Leninskii pr.31, 117915 Moscow, Russia*

*\*\*Department of Dyeing and Finishing, College of Engineering Kyungpook National University, Taegu, Korea*

(Received March 22, 2003/Accepted April 12, 2003)

**Abstract**—Before studying graft polymerization of PP(polypropylene) nonwoven fabrics by electron beam preirradiation method, mechanical properties, thermal properties and degree of crystallinity of original and electron beam irradiated PP nonwoven fabrics were investigated.

Morphological surface changes of electron beam irradiated PP nonwoven fabrics were not observed. And the melting temperature and crystallinity of electron beam irradiated PP nonwoven fabrics also did not change as compared with untreated PP nonwoven fabrics. But the breaking strength of electron beam irradiated PP nonwoven fabrics decreased with increasing electron beam absorbed dose due to breakdown of some parts of polymer main chain.

**Keywords** : *Electron beam, Polypropylene, Absorbed dose, Graft polymerization*

## 1. 서 론

섬유에 새로운 기능성을 부여하는 방법으로는 기능성 분자의 함침, 흡착이나 기능성 고분자의 코팅에 의한 방법과 고분자가 가지는 작용기를 변환시키는 방법 그리고 중합반응을 이용하여 새로운 기능성 작용기를 섬유에 도입하는 방법이 주로 사용되고 있다. 이중 중합반응을 이용한 방법 특히 그래프트 공중합을 이용한 섬유의 개질은

섬유에 라디칼과 같은 활성종을 도입하여 기능성 단량체와 섬유간의 화학적 결합을 유도하는 방식으로 섬유의 물리적, 화학적인 성질의 개선뿐만 아니라 고기능성의 섬유를 창출할 수 있는 효과적인 방법으로 평가되기 때문에 이에 대한 연구가 꾸준히 진행되고 있다. 지금까지 연구되어온 그라프트 공중합을 위한 활성종의 도입 방법으로는 반응촉매의 첨가, 자외선 조사, 플라즈마 그리고 방사선 조사 등을 들 수 있으며<sup>1,2)</sup> 그 중에서 방사선 조사를 통한 활성종 도입방법은 반응에 수반되는 공해물질 및 에너지 소비량을 최소화 할 수 있

<sup>1</sup>Corresponding author. Tel. : +82-53-350-3856; Fax.: +82-53-350-3888 ; e-mail : dockim@dyetec.or.kr

고 반응 중에 별다른 첨가제가 포함되지 않으며 고품질의 제품생산이 가능한 장점을 가지고 있으므로 그래프트 공중합의 방법 중 가장 효과적인 방법이라 할 수 있다. 사용중인 방사선원으로는 감마선과 전자선을 들 수 있는데, 특히 전자선은 자외선이나 플라즈마에 비하여 에너지가 매우 높고 화학적으로 안정한 소재에 대해서도 용이하게 라디칼을 생성할 수 있으며 또한 감마선은 방사성 파괴물이 발생되며 시스템의 on/off 제어가 불가능한 단점이 있는 반면 전자선은 방사성 파괴물이 나오지 않으며 on/off 제어 시스템으로 사용상 안전하며 투과력의 제어가 가능한 특징을 가지고 있으므로 그래프트 공중합 방사선원으로 감마선에 비하여 그 사용 및 용도가 보다 광범위한 것으로 알려져 있다. 일반적으로 전자선을 포함한 방사선이 물질을 통과할 때 그 분자는 이온화와 여기과정을 거치게 되며 여기된 분자는 이웃한 다른 분자와 충돌하여 에너지를 잃고 열을 방출하면서 기저상태로 돌아가거나 일부는 분해하여 라디칼을 형성하게 된다.<sup>3)</sup> 이때 일부 고분자 주쇄의 절단이 일어나게 된다. 이 이온이나 라디칼 등은 2차적으로 분자쇄에 가교나 붕괴 또는 불포화를 일으키게 되고, 때로는 상당량의 가스 또한 발생시키게 된다. 이와 같은 결과들은 섬유고분자의 물리적 특성 및 열적성질 등 여러 가지 변화를 일으키게 된다. 또한 전자선과 같은 방사선 조사 시 고분자는 그 구조에 따라 서로 다른 내방사능력을 나타내게 되며 산화방지제와 같은 첨가제에 따라서도 서로 다른 내방사능력을 나타내는 것으로 알려져 있다.<sup>4)</sup>

본 연구는 폴리프로필렌 섬유의 흡습성 및 염색성 향상을 목적으로 전자선을 방사선원으로 사용하여 친수성 단량체인 아크릴산의 방사선 그래프트 공중합에 관한 일련의 연구로 본 전자빔 가속기를 이용한 폴리프로필렌 섬유의 개질(I)에서는 전자선 조사에 따른 폴리프로필렌 섬유의 물리적, 열적, 표면 특성 변화에 관하여 먼저 고찰하여 보았다. 일반적으로 전자선 조사시 고분자는 주쇄의 절단으로 인하여 강도가 저하되는 단점이 있는 것으로 보고되고 있으며 따라서 전자선의 흡수선량에 따른 강도와 신도, 결정화도 등의 변화를 살펴 보았다. 또한 폴리프로필렌과 같은 올레핀 섬유는 일정량의 산화방지제를 포함하고 있는데 이 산화방지제의 유무에 따른 전자선 조사시의 강도변화 및 그래프트 공중합 시 두 시료간의 그래프트 효율차이도 함께 비교, 고찰해보았다

## 2. 실험

### 2.1 시료

(주)도레이세한에서 생산된 중량  $120\text{g/m}^2$ , 평균 두께  $0.52\text{mm}$ 의 폴리프로필렌 부직포를 사용하였다. 그래프트 공중합에 사용한 단량체인 아크릴산(Acrylic acid)(일본 Junsei Chemical Co. LTD)은 별도의 정제과정 없이 사용하였으며 중합 시 단일 중합체 발생 억제제로 사용한 Mohr's salt( $\text{FeSO}_4(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , Merck Co.)는 1급 시약을 사용하였다.

### 2.2 전자선 조사

본 실험에 사용한 전자선가속기는 (ELV-4, Samsung heavy industry Co., Korea) 최대 가속에너지  $1\text{MeV}$ 의 전자선 가속기를 사용하였으며 시료의 전자선 조사는 선량을  $18.1\text{kGy/sec}$ 에서 컨베이어를  $7.5\text{m/min}$ 의 속도로 일정하게 이동시키며 공기 중에서 조사하였다. 이때 시료에 전자선을 반복 조사하여 총 흡수선량을 조절하였다.

### 2.3 측정방법

**2.3.1 폴리프로필렌 섬유의 형태학적 변화고찰**  
주사전자현미경(JEOL, JSM-5800 LV, Japan)을 사용하여 전자선 조사 전의 원시료와 흡수선량을 증가시키며 전자선을 조사한 시료를 5,000배의 배율로 확대하여 표면변화를 살펴보았다.

#### 2.3.2 기공도 분석

전자선 조사에 따른 폴리프로필렌 부직포 시료 표면의 미시적 변화 유무를 살펴보기 위하여 질소 흡착형 미세기공분석기인 Accelerated Surface Area and porosity System, ASAP 2010(Micromeritics Co., USA)를 사용하여 전자선 조사 전 후 시료의 표면적과 섬유표면의 Å 단위의 미세한 기공분포(Pore distribution)를 측정하였다. 본 Accelerated Area and Porosity System은 섬유표면에 존재하는 미세한 기공에 질소가스를 흡착시켜 이 흡착량으로 부터 섬유의 표면적 및 미세 기공의 부피를 정량적으로 산출할 수 있는 장치로서 이는 측정용 tube 내에 섬유를 넣고 이를 액체 질소 속에 담그어 측정 시료를 액체질소의 온도까지 냉각시킨 후 tube 내부에 일정한 압력 단계별로 질소가스를 불어넣어 섬유표면 및 미세한 기공에 질소가스가 흡착되게 한다. 질소의 흡착이 이루어지면

흡착되기 전 tube 내부의 압력과 흡착 후 내부 압력은 차이를 보이게 되며 이 압력 차이는 질소 흡착량과 비례하게 되므로 이로부터 몇 가지 계산과정을 반복하여 표면적과 p기공의 부피를 정량적으로 얻게 된다. 이때의 압력은 액체질소의 포화증기압(P<sub>0</sub>)과 흡착 전 tube 내 질소압(P)의 비인 P/P<sub>0</sub>의 상대압력으로 나타나게 된다. 본 실험은 상대압력 0.0248~0.995 범위에서 측정하였다. 또한 질소기체 한 분자의 직경이 약 4 Å 정도이며 약 3,000 Å(0.3 μm) 이상의 기공은 필라멘트 사이의 공간이나 물리적 결합에 의한 기공을 포함할 수 있으므로 본 실험은 측정범위를 4~3,000 Å으로 제한하였다.

**2.3.3 결정화도 및 Tm(용융온도) 측정**

질소 기류하에서 시차주사열량계(Perkin-Elmer DSC-7, Germany)를 사용하여 승온속도 20 °(min)로 20°C에서 250°C까지 승온시켜 얻어진 DSC thermograms을 이용하여 다음 식에 의하여 결정화도를 산출하였다.

$$Crystallinity (\%) = \frac{\Delta H_f^*}{\Delta H_f^0} \times 100 \quad (1)$$

$\Delta H_f^*$ : Heat of fusion of the electron beam irradiated PP(cal/g)

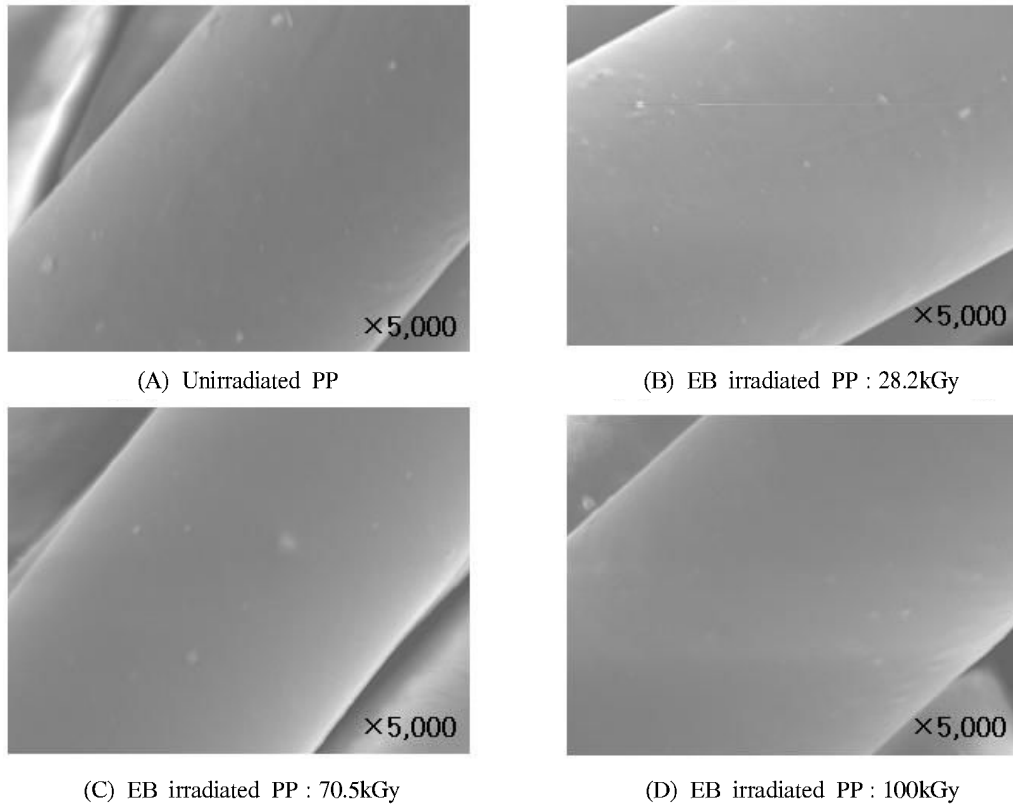
$\Delta H_f^0$ : Heat of fusion of 100% crystalline PP(cal/g),  $\Delta H_f^0=209.2 \text{ J/g}$ <sup>9)</sup>

**2.3.4 인장강도 측정**

인장강도 측정기(Shimadzu, AGS - 500A, Japan)를 사용하여 가로38mm 세로 150mm로 일정하게 절단한 폴리프로필렌 부직포 시료를 클램프간 거리 76mm, 인장속도 100mm/분의 조건하에서 측정하였다. 각 시료에 대해 총 10회 측정하여 평균치를 구하였다.

**2.4 그래프트반응**

전자선 조사에 의한 폴리프로필렌 섬유에의 그래프트 공중합 시 산화방지제 유무에 따른 그래프트 효율을 비교, 고찰해 보기 위해 중합관 내에



**Fig. 1.** Scanning electron micrographs of unirradiated and electron beam irradiated polypropylene nonwoven fabrics.

20vol.% 아크릴산 단량체 용액 및 단일중합체발생억제제  $1 \times 10^{-2}$  wt%를 넣은 후 전자선이 조사된 각 시료를 약 5cm×5cm로 절단하여 이를 각 반응관 내의 단량체 용액에 넣고 일정시간 질소가스를 주입하여 반응관 내의 산소를 완전히 제거하였다. 이때 산화방지제는 노르말 옥탄과 아세톤에 각각 2시간씩 침지하여 제거하였다 이를 70 °C로 고정된 항온조에 넣고 2시간 동안 그라프트 반응을 실시하였다. 반응이 종료된 후 공중합된 시료는 Soxhlet 장치를 사용하여 증류수로 24시간 동안 추출하여 미반응된 단량체 및 생성된 단일중합체를 제거하였으며 그라프트율은 아래 식을 사용하여 산출하였다.

$$\text{Degree of grafting}(\%) = \frac{W_g - W_0}{W_0} \times 100$$

$W_g$  : Weight of grafted PP,

$W_0$  : Weight of ungrafted PP

### 3. 결과 및 고찰

전자선을 폴리프로필렌 섬유에 조사할 때 전자선이 조사된 폴리프로필렌 섬유 표면에 일어날 수 있는 형태학적 변화를 살펴보기 위하여 주사전자현미경을 사용하여 원시료 및 전자선이 조사된 시료를 금(Au)으로 증착하여 5,000 배의 배율로 관찰하여 보았다. 전자선 조사는 흡수선량을 28.2kGy, 70.5kGy, 100kGy로 증가시키며 조사하여 흡수선량 증가에 따른 표면 변화를 살펴보았다. Fig. 1의 사진 (A)는 전자선을 조사하지 않은 원시료의 표면을 나타내고 있으며 사진 (B), (C), (D)는 각각 전자선을 28.2kGy, 70.5kGy, 100kGy로 조사한 시료의 표면을 나타내고 있다.

전자현미경 사진에서와 같이 전자선을 조사하지 않은 시료의 표면이나 전자선의 흡수선량을 증가시키며 전자선을 조사한 시료의 표면에서 어떠한 요철이나 그 밖의 표면 변화는 보이지 않고 있다. 따라서 전자선 조사에 의한 시료 표면의 물리적 거시 변화는 발생하지 않는 것으로 생각된다.

따라서 보다 미세적인 표면변화를 살펴보기 위하여 Accelerated Area and Porosimetry System 을 사용하여 전자선 조사 전 후 시료의 표면적과 섬유 표면의 Å 단위의 미세한 기공분포를 측정하여 전자선 조사에 의한 섬유 표면의 미세적 구조 변화를 살펴보았다.<sup>6)</sup>

Fig. 2는 전자선을 조사하지 않은 폴리프로필렌 섬유와 전자선을 100kGy로 조사한 폴리프로필렌

섬유의 Nitrogen porosimeter 측정결과를 Linear scale 과 Log scale로 각각 나타낸 결과이다. 일반적으로 50 Å 이하를 micro pore 영역, 50 Å ~500 Å 를 meso pore 영역, 500 Å 이상을 macro pore 영역이라 할 때 실험결과에 의하면 micro pore 영역에서 macro pore 영역에 이르기까지 표면의 미세 기공 구조 변화에 의한 특징적인 기공부피의 차이는 보이지 않고 있다. 즉, 전자선 조사로 인해 섬유 표면의 특정 미세 pore size가 증가할 경우 이로 인한 특정 기공반경에서의 기공부피가 증가하는 결과를 보이게 되나 본 실험결과에서는 이와 같은 기공부피의 의미 있는 증가는 전 기공반경 영역에서 보이지 않고 있다. 따라서 폴리프로필렌 섬유에 전자선을 조사할 경우 전자선은 섬유 표면에 어떠한 미세 구조적 변화도 일으키지는 않는 것으로 생각된다.

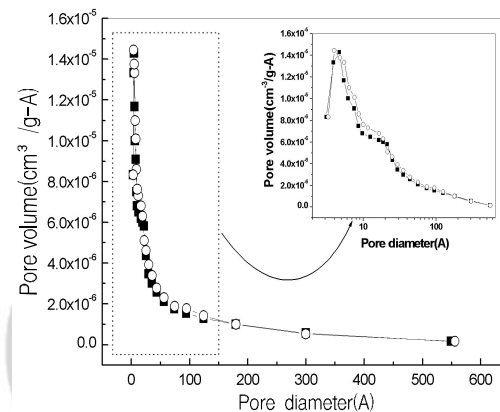
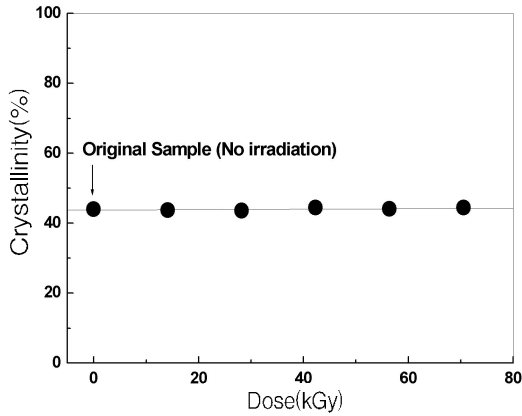


Fig. 2. Pore distribution of unirradiated(■) and electron beam irradiated(100kGy) polypropylene nonwoven fabrics(○).

Table 1과 Fig. 3은 폴리프로필렌 부직포에 전자선을 조사할 경우 전자선의 흡수선량이 폴리프로필렌 부직포의  $T_m$ (용융온도) 과 결정구조에 미치는 영향을 살펴본 것으로 DSC (Differential scanning calorimeter)를 20 °C에서 250 °C까지 분당 20°C로 승온 시키며 얻어진 DSC곡선으로부터  $T_m$  과 용융열을 구하였으며 얻어진 용융열을 식(1)을 이용하여 결정화도 값으로 산출하였다. 이때 전자선의 흡수선량은 14.1kGy에서 78.4kGy로 증가하면서 조사하였다. 실험에 사용된 폴리프로필렌 부직포의  $T_m$  과 결정화도는 흡수선량이 증가하여도 초기 전자선이 조사되지 않은 시료의  $T_m$  과 결정화도 값에 비하여 큰 차이가 없음을 나타내고 있

**Table 1.** Melting temperature of original and electron beam irradiated PP nonwoven fabrics.

Dose (kGy)	Unirradiated PP	14.1	28.2	42.3	56.4	70.5
T <sub>m</sub> (°C)	162.3	162	162.3	162.6	162	162.6



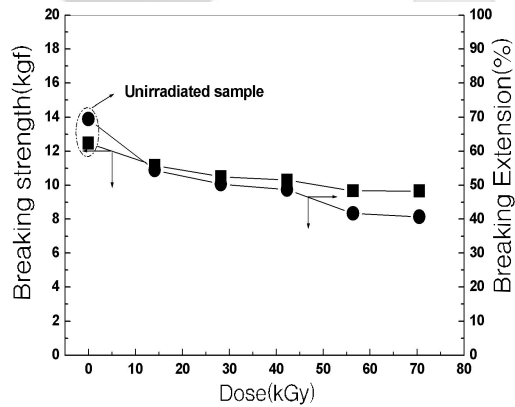
**Fig. 3.** Crystallinity of original and electron beam irradiated polypropylene nonwoven fabrics.

다. Tomlinson과 Kline<sup>7)</sup>는 DSC 측정 결과로부터 전자빔을 약 600Mrad(6,000kGy, 1rad=0.01Gy)의 조사선량으로 이소택틱 폴리프로필렌(isotactic polypropylene)시료에 조사할 경우 용해열 및 결정화도의 저하가 관찰된다고 보고한 바 있으나 이 연구의 본 실험에 적용한 전자빔의 조사선량으로는 폴리프로필렌 섬유의 T<sub>m</sub> 과 결정화도에는 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

일반적으로 전자선을 포함한 방사선 조사로 인해 고분자에 유발되는 중요한 구조적 변화는 가교와 붕괴이며 이와 함께 일부 주쇄의 절단으로 발생하는 강도저하를 들 수 있다.<sup>8)</sup> 또한 폴리프로필렌 섬유는 산소와의 지속적인 접촉으로 산화되어 발생할 수 있는 강도저하 및 품질저하를 막기 위하여 일정량의 산화방지제를 포함하고 있는데 아직 구체적인 메커니즘은 규명되어 있지 않지만 전자선과 같은 방사선 조사시 산화방지제는 방사선에 대한 내방사능력을 증가시키는 것으로 보고되고 있다.<sup>4)</sup> 따라서 전자선을 폴리프로필렌 섬유에 조사할 경우 조사되는 흡수선량의 증가에 따른 강도 변화와 일정 흡수선량에서 산화방지제 유무에 따른 강도변화를 살펴보았다.

Fig. 4는 산화방지제를 포함하고 있는 폴리프로

필렌 섬유에 있어 전자선의 흡수선량 증가에 따른 강도변화와 신도변화를 나타낸 것으로 흡수선량은 14.1kGy에서 70.5kGy로 증가시키며 조사하였다 Fig. 4에서는 전자선의 흡수선량이 증가함에 따라 절단강도와 신도가 단계적으로 감소하는 결과를 보이고 있다. 이는 폴리프로필렌 섬유에 전자선이 조사됨에 따라 섬유를 구성하고 있는 고분자의 일부 주쇄가 절단되기 때문인 것으로 생각된다. 고분자의 구조에 따라 방사선에 대한 내방사능력은 차이를 보이는 것으로 알려져 있는데 일반적으로 폴리에스테르 섬유와 같이 방향족 화합물을 포함하는 고분자는 조사된 에너지의 일부가 방향족환의 공명 에너지로 흡수되었다가 서서히 열로 발산되어 분자쇄의 절단으로 인한 라디칼 형성 확률은 상당히 적으며 방사선에 대해 안정도가 비교적 큰 구조라 할 수 있으나 -CH<sub>2</sub>-CRR'-나 -CH<sub>2</sub>-CHR-과 같은 구조를 갖는 비닐형 고분자는 분자쇄의 절단으로 붕괴와 가교가 일어나는 것으로 알려져 있다. -CH<sub>2</sub>-CRR'-의 구조를 갖는 고분자는 붕괴가 -CH<sub>2</sub>-CHR- 구조를 갖는 고분자는 가교가 우세하게 진행된다고 할 수 있다.<sup>9)</sup> 본 실험에 사용한 폴리프로필렌 시료는 전형적인 비닐형 고분자로 붕괴보다는 가교가 우세하게 일어나는 구조라고 할 수 있으나 가교가 우세한 고분자일지라도 붕괴가 전혀 진행되지 않는 것은 아니고 조사되는 조사량에 따라 붕괴가 우세하게 일어날 수도 있으므로 본 전자선 조사에 의한 폴리프로필렌 섬유의 강도저하는 전자선 조사 시에 폴리프로필렌 섬유 고분자의 가교뿐만 아니라 일부 주쇄의 붕괴 또한 상당량 진행되기 때문이라 할 수 있다.



**Fig. 4.** Mechanical properties of Unirradiated and electron beam irradiated polypropylene nonwoven fabrics.

폴리프로필렌 섬유에 포함되어 있는 산화방지제를 제거한 후 전자선을 조사 할 경우 전자선 조사로 인한 강도 저하는 산화방지제를 포함하고 있는 폴리프로필렌 섬유에 비하여 클 것으로 예상된다. Fig. 5는 Fig. 4와 동일한 폴리프로필렌 섬유를 사용하여 노르말 옥탄과 아세톤으로 각각 2시간씩 침지 시켜 산화방지제를 제거한 후 전자선을 조사하기전과 전자빔의 흡수선량이 70.5kGy 까지 증가시키며 조사한 후에 측정된 강도변화를 나타내고 있다. 일반적으로 첨가되는 산화방지제의 양은 0.5%에서 1.5% 정도가 첨가되는 것이 보통인데 산화방지제를 제거한 섬유는 산화방지제를 포함하고 있는 섬유에 비해 약 0.8% 정도의 무게 감소가 있는 것으로 보아 본 실험에 사용한 폴리프로필렌 섬유는 약 0.8% 정도의 산화방지제를 포함하고 있는 것으로 생각된다. 실험결과에 의하면 산화방지제를 제거한 폴리프로필렌 섬유는 산화방지제를 포함하고 있는 섬유와 비교하여 전자선 조사 전에도 약간의 강도 저하는 일어나는 것으로 보이고 전자선을 70.5kGy의 흡수선량으로 조사했을 경우 산화방지제를 포함하고 있는 시료에 비하여 약 4% 정도의 강도저하가 더 발생하는 것으로 보인다. 이와 같은 결과는 조사되는 전자선의 에너지 일부가 산화방지제에 의해 흡수, 분산되므로 고분자 주쇄에 전달되는 전자선 에너지 일부가 상대적으로 감소되기 때문이라 할 수 있다. 또한 공기 중에서 폴리프로필렌 섬유에 전자선을 조사할 경우 전자선조사와 동시에 고분자 주쇄에는 그래프트 공중합 시 활성점으로 작용하게 되는 라디칼이 형성되며 이 라디칼이 공기중의 산소와 반응하여 과산화물을 형성하게 되는데 이때 이 산화방지제가 생성되는 라디칼을 포착하여 라디칼 연쇄반응의 진행을 막아 주기 때문에 산소와의 반응에 의한 과산화물 생성을 억제시키는 효과 있는 것으로 알려져 있다. 따라서 산화방지제를 포함하고 있는 폴리프로필렌 섬유는 전자선 조사 시 생성되는 라디칼이 산화방지제에 의하여 억제되며 이 결과로 산화되어 붕괴되는 주쇄가 감소하게 되므로 상대적으로 전자선에 의한 강도 저하가 적은 것으로 생각된다. Fig. 5에서 살펴 본 바와 같이 폴리프로필렌 섬유는 산화방지제 유무에 따라 내방사능력의 차이를 보이고 있는데 이에 대한 보다 깊이 있는 고찰을 위하여 산화방지제를 포함하고 있는 시료와 전자빔 조사 전에 Fig. 5의 실험을 위하여 실시한 동일한 방법으로 산화방지제를 제거한 시료

를 가지고 전자선의 흡수선량이 70.5kGy를 갖도록 전자선을 조사한 후 그래프트 공중합을 실시하여 두 시료간의 그래프트 효율을 비교해 보았다.

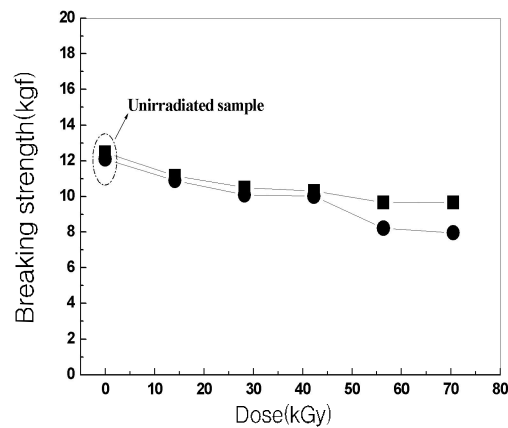


Fig. 5. Mechanical properties of unirradiated and electron beam irradiated polypropylene non-woven fabrics.

(■) Original PP, (●) anti-oxidant removed PP

실험결과 산화방지제를 포함하고 있는 시료와 산화방지제가 제거된 시료의 그래프트율은 각각 92.8%와 175.6% 값을 나타내었다. 이는 Fig. 5의 실험결과에서 언급한 바와 같이 전자선 조사 시 그래프트 공중합의 활성점으로 작용하는 라디칼을 산화방지제가 포착하여 라디칼 연쇄반응의 진행을 막아 주기 때문에 산소와의 반응에 의한 과산화물 생성을 억제시키기 때문이라 할 수 있다. 따라서 동일한 흡수선량을 갖는 조건하에서 보다 높은 그래프트율을 얻기 위해서는 산화방지제의 제거가 보다 효과적이라 할 수 있지만 전자선 조사에 따른 내방사능력, 즉 강도 및 섬유 고유의 기계적 성질을 고려하여 전자선 조사를 통한 그래프트 공중합은 산화방지제를 제거하지 않고 행하는 것이 보다 바람직할 것으로 생각된다.

#### 4. 결 론

전자선 조사를 통한 폴리프로필렌 부직포의 개질에 있어 전자선이 조사됨과 동시에 시료인 폴리프로필렌 부직포에 발생하는 표면 및 물리적, 열적 특성 변화에 대하여 먼저 살펴보았으며 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 전자선이 28.2kGy에서 100kGy까지의 흡수선

- 량으로 시료에 조사될 때 전자현미경과 기공도 분포의 실험결과로부터 시료 표면의 특징적인 형태변화는 관찰되지 않았다.
2. 전자선 조사에 의한 폴리프로필렌 섬유의 용융온도 및 결정화도의 변화를 관찰한 결과 실험 시 조사한 흡수선량의 14.1kGy 에서 70.5kGy 범위에서는 용융온도 및 결정화도의 변화는 관찰되지 않았다.
  3. 폴리프로필렌 시료에 전자선을 조사하였을 경우 전자선의 흡수선량 값이 증가 할수록 시료의 절단강도는 감소하는 결과를 보이고 있으며 이는 고분자를 구성하는 주쇄 일부에 절단이 일어나기 때문이라 예상된다.
  4. 폴리프로필렌 시료의 산화방지제 유무에 따른 절단강도 실험결과 두 시료 모두 강도가 저하되는 결과를 보이고 있으나 산화방지제를 함유하고 있는 시료가 산화방지제를 제거한 시료 보다 상대적으로 적은 강도저하를 보이고 있다. 이는 폴리프로필렌 부직포에 함유되어 있는 산화방지제에 의해 전자선의 일부에너지가 분산, 흡수되어 상대적인 내방사 능력이 증가되기 때문이라 할 수 있다.
  5. 산화방지제 유무에 따른 그래프트 공중합을 실시한 결과 산화방지제를 제거한 시료가 보다 높은 그래프트 효율을 나타내고 있으나 전자선 조사에 따른 내방사 능력, 즉 강도 유지 등을 고려할 때 전자선 조사를 통한 그래프트 공중합은 산화방지제를 제거하지 않고 행하는 것이 보다 바람직하다 할 수 있다.

#### 참고문헌

1. Sang Yool Kim, Byeng Ho Kim, Suk kyu Song, The Modification of Low Density Polyethylene Functions(I), *J. Korean, Fiber, Soc.*, **28**, 76~77(1991).
2. Young Ho kim, Do Hyun Chung, Modification of Polypropylene by AA/MA Graft Copolymerization, *J. Korean, Fiber, Soc.*, **27**, 50~51(1990).
3. Robert J. Woods and Alexei K. Pikaev, "Applied Radiation Chemistry: Radiation Processing", John Wiley & Sons, Inc., pp.153 ~155(1993).
4. 김봉흡, "합성수지에 대한 방사선 조사효과" *전기학회지*, **23**, 27~29(1974).
5. Sung Il Hong, Taek Seung Lee, Nam Soon Lee, The Graft Reaction of Polypropylene with maleic anhydride and Its Dyeability, *J. Korean, Fiber, Soc.*, **27**, 50~51(1990).
6. Byung In Kim, Tae Kyung Kim, Kyu min Cho, Yong Jin Lim, The analysis of the Microstructure of Oxygen Plasma Treated PET Using a Nitrogen Porosimeter, *J. Korean Soc. Dyers Finishers*, **11**, 339~341(1999).
7. Malcolm Dole, "The radiation Chemistry of Macromolecules", VolII, Academic press, p.23 (1972).
8. Malcolm Dole, "The radiation Chemistry of Macromolecules", VolIII, Academic press, pp.14 ~16(1972).
9. Robert J. Woods and Alexei K. Pikaev, "Applied Radiation Chemistry: Radiation Processing", John Wiley & Sons, Inc., pp.342 ~352(1993).
1. Sang Yool Kim, Byeng Ho Kim, Suk kyu Song, The Modification of Low Density Polyethylene