

멜트블로운(meltblown)부직포의 인장특성에 대한 감마선(γ -ray)의 영향

고근배, 노영창*, 주창환

충남대학교 공과대학 섬유공학과, *한국원자력연구소 방사선 응용실

1. 서론

폴리프로필렌 멜트블로운부직포는 극세섬유와 미세기공구조를 가지기 때문에 여과재로서 널리 사용되며 그밖에 유흡착재, 와이퍼, 위생재, 수술용 가운과 마스크 등의 의료제품과 전지분리막(battery separator)에 사용된다^{1,2)}. 그러나, 폴리프로필렌은 내약품성이 우수한 반면에 소수성이기 때문에 액체여과재로서 효율성을 높이기 위해서는 폴리프로필렌의 친수화가공이 필요하다. 폴리프로필렌의 친수성을 향상시키기 위하여 플라즈마(plasma), 코로나방전(corona discharge), 감마선조사(γ -ray) 등 다양한 방법이 사용되고 있다³⁻⁵⁾. 특히, 감마선조사는 폴리프로필렌의 의료용구를 살균처리하는데 사용되며 조사된 폴리프로필렌은 시간이 경과함에 따라 성질이 변화한다⁶⁻¹¹⁾.

따라서, 본 실험에서는 폴리프로필렌 멜트블로운부직포를 일정 온도와 압력으로 처리한 후 감마선을 조사함으로써 조사량에 따른 인장특성의 변화를 고찰하였으며, 또한 크세논(xenon)을 광원으로 하는 촉진내후성 실험을 통해 광조사 시간과 감마선 조사량에 따른 폴리프로필렌 멜트블로운부직포의 경시효과를 조사하였다.

2. 실험

2.1 시편제조

본 실험에 사용된 원료는 폴리프로필렌(MI 980)이며 시편을 제조하기 위한 공정 조건은 다이(die)온도 260℃, 공기온도 270℃, 다이와 컨베이어(conveyor)간의 거리 24cm, 컨베이어속도는 14rpm이다. 제조된 50gsm의 멜트블로운부직포를 20×20cm의 크기로 절단한 후 100℃에서 40kgf/cm²의 압력으로 20초간 표면처리하였다.

2.2 감마선조사

100℃에서 40kgf/cm²의 압력으로 20초간 처리한 멜트블로운부직포를 실온의 공기분위기에서 ⁶⁰Co감마선을 조사원으로 사용하여 3.01×10⁵rad/hr의 조사선률(dose rate)로 조사량을 0.25, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 Mrad의 6단계로 변화하여 조사시켰다.

2.3 내후성

감마선조사 처리된 폴리프로필렌 멜트블로운부직포의 광조사에 따른 물성을 관찰하기 위해 Atlas Elctric Device의 Weather Ometer를 이용하여 촉진내후성 실험을 하였다. 광조사원은 자연광과 분광분포가 유사한 크세논 아크(Xenon arc)를 사용하였

다. 이 때 온도는 48℃, 상대습도는 53%로 고정하였으며 광조사량에 따른 시료의 변화를 관찰하기 위해 강우효과는 사용하지 않았으며 광조사시간은 3, 6, 9, 12, 15시간으로 변화하여 실험하였다.

2. 4 인장강도

제조된 롤상태의 웹을 펼친 후 양면부로부터 전폭의 1/10이상 떨어진 부분에서 채취하여 표준상태에서 48시간 방치한 후 ASTM D1777과 ASTM D 3776방법에 준하여 두께게이지(CR-10A, Daiei)와 전자저울(Precisa 300A)을 이용하여 두께와 중량을 측정하였다.

프레스처리 전과 후, 그리고 감마선과 광조사량에 따른 멜트블로운부직포의 절단강도와 절단신도의 변화를 살펴보기 위해 ASTM D5035의 cut stripe method를 준하여 만능 인장시험기(Shimadzu AGS-500B, Japan)를 이용하여 100mm/min의 인장속도로 인장실험을 하였다. 또한 멜트블로운부직포의 프레스처리 전과 후의 방향별 인장특성을 조사하기 위해 방향을 0°, 30°, 60°, 90°로 시편을 준비하여 인장실험을 하였다.

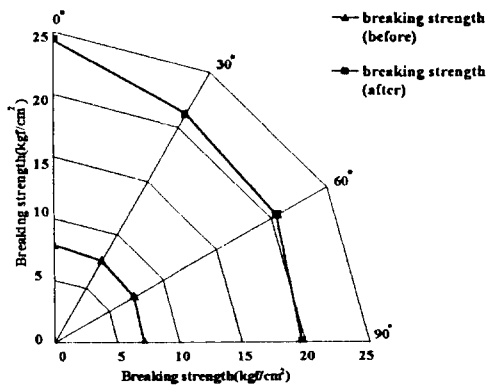


Fig. 1 Breaking strength of pressed and unpressed sample with different tensile angles

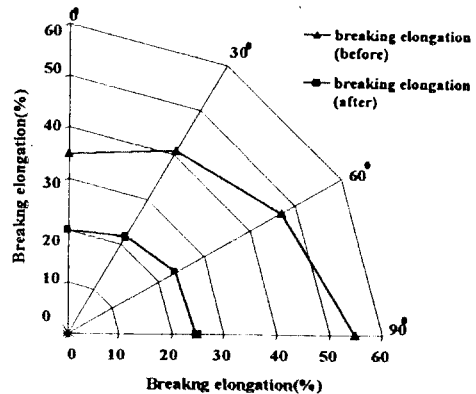


Fig. 2 Breaking elongation of pressed and unpressed sample with different tensile angles

3. 결과 및 고찰

Fig. 1과 Fig. 2는 프레스처리하기 전과 후의 인장각도별 절단강도와 절단신도를 나타낸 것으로 일반적으로 프레스처리 후의 절단강도는 증가하는 경향을 보이나 절단신도는 감소하는 경향으로 나타났다. 이는 열과 압력이 동시에 부직포에 가해지면서 부직포의 두께감소에 따라 섬유간 접촉이 치밀해지고 구성섬유가 기계방향으로 배열된 상태에서 섬유간 접촉이 더해졌기 때문으로 생각된다. 프레스처리 전과 후, 양쪽 모두 절단강도는 기계방향(0°)에서 기계반대방향(90°)으로 갈수록 감소하는 경향을 보여주며 방향강도비는 1.10:1(MD:CD)로 나타났다. 반면에 절단신도는 0°에서 90°로 갈수록 증가하는 경향을 보여주며, 이때 방향신도비는 1:1.57(MD:CD)로 나타났다. 이는 멜트블로운법으로 제조된 웹내의 구성섬유의 배향이 기계방향으로 더욱더 배열되었기

때문으로 생각된다.

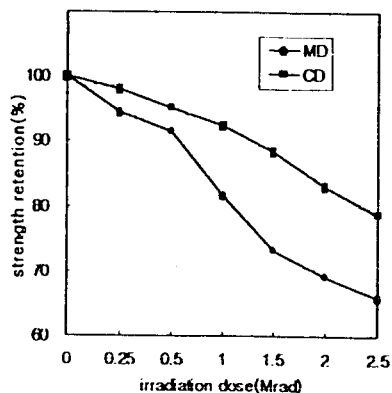


Fig. 3 Effect of irradiation dose on the strength of pressed sample

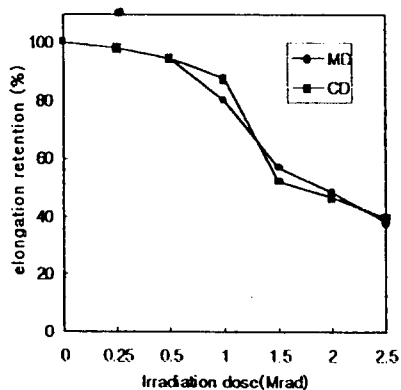


Fig. 4 Effect of irradiation dose on the elongation of pressed sample

Fig. 3와 Fig. 4는 감마선 조사량에 따른 강도와 신도의 보유율을 나타낸 것으로 강도와 신도는 일반적으로 조사량 증가에 따라 감소하며, 특히 감마선 조사량이 1.0Mrad 이후에 급격히 감소하는 경향을 보여준다. 이는 분자체인의 절단에 의하여 평균분자길이가 감소하기 때문이다. 최대 감마조사량인 2.5Mrad에서 강도는 미조사 시료의 63%를 유지하는 반면 신도는 미조사 시료의 43%까지 신도보유율이 낮아진 것을 알 수 있다.

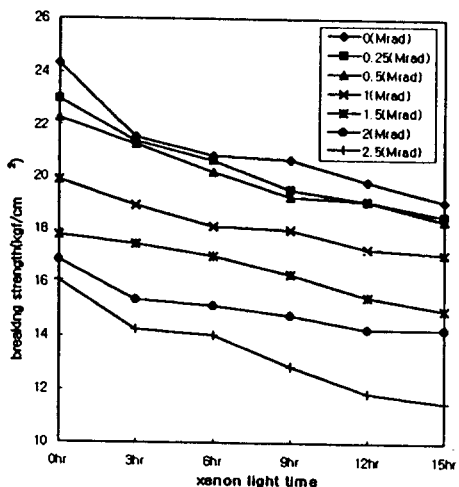


Fig. 5 Effect of xenon light time on the breaking strength of samples irradiated with various irradiation dose

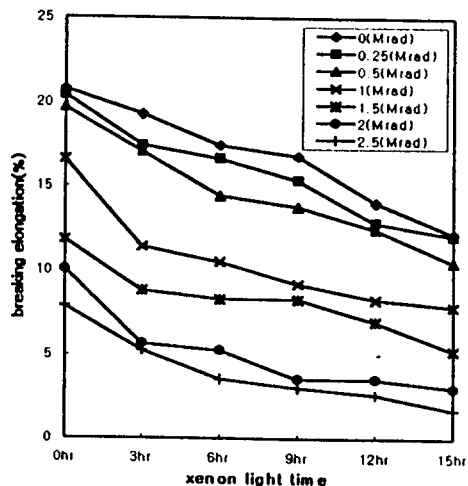


Fig. 6 Effect of xenon light time on the breaking elongation of samples irradiated with various irradiation dose

Fig. 5와 Fig. 6은 감마선조사된 시료의 경시효과를 조사하기 위하여 절단강도와 절단신도에 대한 광조사 처리시간의 영향을 나타낸 것이다. 전체경향은 광조사처리 시간이 증가함에 따라 절단강도와 절단신도 모두 감소하였으며 감마선의 조사량이 증가할수록 낮은 절단강도와 절단신도값이 나타났다. 그리고 3시간 광조사시 1Mrad 이상으로 감마선조사된 시료는 절단강도 및 절단신도가 급격히 떨어지는 것으로 나타났다. 이는 Fig. 3와 Fig. 4에서 감마선 조사에 의한 시료의 물성변화에 알 수 있듯이 감마선조사에 의하여 취화된 시료가 광조사 처리되면서 취화가 더욱 더 진행되었기 때문으로 사료된다.

4. 결론

50gsm의 폴리프로필렌 멜트블로운부직포를 40kgf/cm²의 압력으로 20초간 처리한 샘플에 대한 감마선의 영향실험과 크세는 광조사를 통한 내후성 실험에서 다음과 같은 인장특성의 결과를 얻었다.

1. 프레스 처리후의 절단강도(MD)는 처리전보다 3.12배 증가하는 반면에 절단신도(MD)는 0.6배 감소하였으며, 프레스처리 전과 후, 각각의 방향별 인장특성은 기계반대방향으로 갈수록 절단강도는 감소하는 반면 절단신도는 증가함을 보여주었다.

2. 강도 및 신도보유율에 대한 감마선 조사량의 영향에 관한 결과에서 2.5Mrad 감마선조사시 강도는 미조사처리 시료의 63%까지 감소한 반면 취화의 정도를 판단할 수 있는 신도는 43%까지 감소하였다.

3. 감마선 조사처리된 시료에 대한 광조사의 영향실험에서 광조사량이 증가할수록 절단강도 및 절단신도 모두 감소하였다. 2.5Mrad 감마선 조사처리된 시료를 15시간 광조사 처리시 절단강도는 53%감소하였으며 절단신도는 91%감소하였다.

5. 참고문헌

1. Reemay-INC, *Medical Textiles*, 6(1996)
2. M. Gotoda, T. Okada, and K. Takasashi, U.S Patents 4,201,641
3. M. Strobel, *J. Adhesion Sci. Techonol*, 6(4), p429(1992)
4. I. Louis and J. Dogue, *J. Appli. Polym. Sci.*, 56, p33(1995)
5. P. P. Tsai and L. C. Wadsworth, *Textile Res. J.*, 67(5), p359(1997)
6. K. Sen and P. Kumar, *J. Appli. Polym. Sci.*, 55, p857(1995)
7. R. J. Rolano, *Tappi Journal*, p213, October, 1991
8. F. Yoshii, K. Makuuchi, and I. Ishigaki, *醫器學*, 56(7), p313(1986)
9. F. Yoshii, K. Makuuchi, and I. Ishigaki, *醫器學*, 57(2), p59(1987)
10. F. Yoshii, K. Makuuchi, and I. Ishigaki, *醫器學*, 55(5), p251(1985)
11. E. S. A. Hegazy and S. Machi, *J. Appli. Polym., Sci.*, 26, p1361(1981)