

전자파차폐 PET직물/폴리피롤 섬유복합체의 안정성

김한균, 변성원*, 정성훈**, 홍영기***, 주진수***, 송기태****, 박연흠, 이준영
성균관대학교 섬유공학과, 생산기술연구원, 한양대학교 섬유공학과*,
고려대학교 물리학과**, 서강대학교 화학공학과***

Enviornmental Stability of EMI Shieding PET Fabric/Polypyrrole Composite

Han Kyun Kim, Sung Weon Byun*, Sung Hoon Jeong**,
Young Ki Hong***, Jin Soo Joo****, Kitae Song*****,
Yun Heum Park, and Jun Young Lee

Department of Textile Engineering, Sungkyunkwan University, Suwon 440-746, Korea

**Korea Institute of Industrial Technology, Cheonan 330-825, Korea*

***Department of Textile Engineering, Hanyang University, Seoul 133-791, Korea*

****Department of Physics, Korea University, Seoul 136-701, Korea*

*****Department of Chemical Engineering, Sogang University, Seoul 121-742, Korea*

1. 서론

전자파나 정전기는 현대사회를 살아가는 모든 이에게 공통의 관심점이 되고 있고, 문명이 발달할수록 전자기기의 사용이 증대되면서 전자파 및 정전기의 발생은 그에 비례하여 증가하고 있다. 80년대 초부터 미국에서는 각종 유해 전자파로부터 정밀 전자기기의 보호 및 이로 인한 오동작의 방지 등을 위하여 전자파규제를 하기 시작하였고, 오늘날에는 전자파가 인체에 미치는 영향에 대한 대중적 우려에 의하여 그 필요성이 더욱 증폭되고 있다.

현재 의류용 및 산업용으로 널리 사용되고 있는 합성섬유는 일반적으로 전기적 부도체이기 때문에 정전기 또는 전자파 간섭 등 여러 문제점을 유발하고 있다.^{1,2} 따라서 이를 극복하기 위하여 합성섬유에 전기전도성을 부여하려는 광범위한 연구가 이루어지고 있는데,^{3,4} 대표적인 방법으로는 도전성 필러를 충전시키는 방법과 도전성 코팅의 방법이 있다.

본 연구에서는 본질적 전기전도성 고분자를 섬유에 코팅하는 방법을 사용하여 도전성 섬유복합체를 제조하고, 복합체의 표면형상, 전기전도도, 전자파차폐효율 및 안정성에 대한 연구를 수행하였다.

2. 실험

본 실험에서 사용한 기재직물은 PET 바스킷 직물이었으며, 피롤을 진공 증류한 후 사용하였다. 화학중합을 위한 dopant로 p-toluenesulfonic acid(PTSA)와 naphthalene sulfonic acid(NSA)를, 산화제로는 iron(III) p-toluenesulfonate(FTS)와 ammonium peroxydisulfate(APS)를 사용하였으며, 계면활성제로 poly(vinyl alcohol)(PVA)을 사용하였다. 화학중합은 PVA(pyrrrole 무게의 10%)를 증류수에 용해한 후 피롤을 첨가하여 강렬하게 1시간 정도 교반하여 제조한 단량체 용액을 PET직물 위에 분사하여 약 5분간 방치한 후 도판트와 산화제가 용해되어 있는 수용액을 분사하여 약 20분간 중합하였다. 중합시간이 지난 후 직물 표면에 반응하지 않고 남아 있는 단량체와 산화제를 제거하기 위해 물, 메탄올 및 아세톤으로 각각 5분간 세척 후 건조하였다. 이와 같은 방법을 반복하여 폴리피롤을 화학 중합하였으며, 중합온도는 상온 및 저온(0°C)으로 달리하여 중합 온도가 섬유복합체의 특성에 미치는 영향을 조사하였다. 또한 계면활성제로 사용된 PVA의 영향을 관찰하기 위하여 PVA를 포함하지 않은 단량체 용액을 사용하여 위와 같은 방법으로 상온 및 저온(0°C)에서 직물 표면 위에 중합하여 중합상태와 전도도 및 안정성을 비교하였다.

폴리피롤의 전기화학 중합에는 전해질로 0.05M의 anthraquinone-2-sulfonic acid-Na salt 수용액을 사용하였다. 상대전극으로는 stainless steel판, 작용전극으로는 화학적 중합에 의해 폴리피롤이 코팅된 직물을 사용하여 KEITHLEY 2400 SourceMeter를 사용하여 일정 시간동안 일정한 전류를 가하여 중합하였다. 중합 후 물, 메탄올, 아세톤으로 세척하고 특성을 측정하였다. 제조된 섬유복합체의 표면형상을 SEM으로 관찰하였으며 전도도 측정은 FLUKE 73III Multimeter를 사용하여 체적비저항으로 측정하였다. 안정성은 70°C 대기조건 및 항온항습(20°C, 65%)상태에서 오랜 시간동안 섬유복합체를 방치하면서 시간에 따른 전기전도도 변화를 관찰하여 측정하는 방법과 Mettler FP80 & Mettler Toledo FP82 HT Hot Stage를 이용하여 공기 또는 불활성 분위기하에서 여러 일정한 온도에서 등은 가열하면서 시간에 따른 전기전도도 변화를 측정하는 방법을 사용하여 평가하였으며 Arrhenius식을 이용하여 활성화 에너지를 계산하였고, 전자파차폐효율은 ASTM-D-4935 방법으로 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

폴리피롤을 중합할 때 사용된 계면활성제의 유·무에 관계없이 화학중합 횟수가 증가함에 따라 복합체의 폴리피롤 함량이 증가하였으며 이로 인해 체적비저항도 감소하였다. 폴리피롤의 함량 및 체적비저항은 초기에는 급격히 변화하나 일정 횟수 후에는 천천히 변화하는 것을 볼 수 있었다. 계면활성제를 사용하지 않고 제조된 복합체는 계면활성제를 사용한 복합체와 비교했을 때 동일한 중합횟수에서 무게 증가가 커 체적비저항이 낮아졌으나, 큰 입자 크기로 인해 중합표면이 고르지 않은 반면 계면활성제를 사용한 섬유복합체는 표면이 매끈한 필름형태로 고르게 코팅되었으며, 약 1Ω·cm의 높은 전기전도도를 나타내었다. 이는 계면활성제가 폴리피롤의 입자 크기를 감

소 시켰을 뿐만 아니라 중합온도 0°C에서 중합속도를 저하시켜 섬유표면에 균일하게 폴리피롤을 코팅하기 때문인 것으로 판단된다.

화학중합 후 전기화학중합을 하면 섬유복합체의 전도도가 급격히 증가하였는데 이는 직물 표면이 전기전도도가 높은 폴리피롤 필름으로 치밀하게 코팅되기 때문이다. 이 섬유복합체의 전도도는 최고 $0.3\Omega \cdot \text{cm}$ 의 체적비저항과 35dB 정도의 우수한 차폐 성능을 보였다.

Figure 1은 제조된 섬유복합체들을 70°C 대기상태 및 항온항습(20°C, 65%) 조건에서 장시간 방치하면서 전기전도도를 관찰한 것이고 그 결과 FTS에 의해 제조된 섬유복합체가 APS에 의해 제조된 섬유복합체보다 우수한 안정성을 보였으며, 산화제의 종류와는 관계없이 전기화학 중합을 한 복합체가 화학중합으로만 제조한 섬유복합체에 비하여 안정성이 월등히 우수한 것으로 관찰되었다. 이는 전기화학중합에 의해 제조된 폴리피롤 필름이 섬유 표면에 치밀하게 코팅되어 폴리피롤 필름 내부로 산소 투과를 방지하기 때문으로 판단된다.

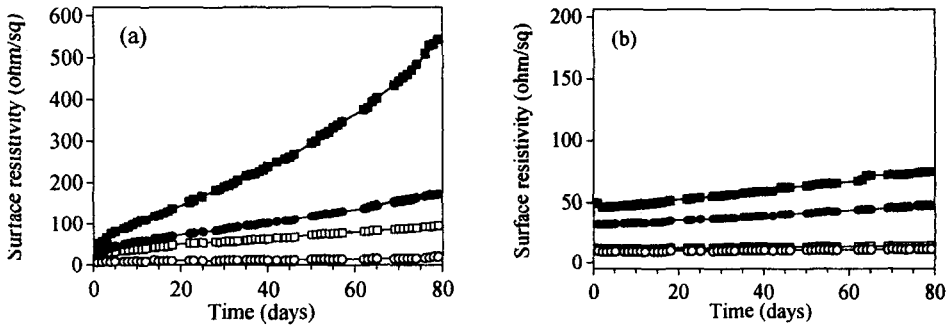


Figure 1. Environmental stability of PET fabric/PPy composites (a) at 70°C, (b) at 25°C and 65 % RH. The composites were prepared by only chemical polymerization using (■) APS and (●) FTS and by electrochemical as well as chemical polymerization using (□) APS and (○) FTS.

4. 결론

본 연구에서는 피롤의 화학적 산화 및 전기 화학적 산화에 의해 우수한 전기전도성 PET fabric/PPy 섬유복합체를 제조하였으며, 복합체의 표면형상, 전기전도도, 안정성 및 전자파차폐 효율을 측정하였다.

화학 중합에서는 계면활성제를 사용하고 중합 온도가 낮을 때 폴리피롤 입자의 크기가 작고 균일하며 접착력이 우수한 코팅을 얻을수 있었다. 화학중합 후 전기화학 중합을 실시하여 얻은 복합체가 화학중합만 하여 얻은 복합체에 비해 우수한 전도도

및 안정성을 나타내었다. 이는 전기화학 증합에 의해 제조된 PPy가 섬유 표면에 균일하고 치밀하게 코팅이 되어 산소의 침투에 의한 고분자 주쇄의 분해가 어렵게 되기 때문이라 판단된다.

5. 참고문헌

- 1) M. Mital, B. K. Guha, *Chem. Eng. Technol.*, 16, 325 (1993).
- 2) P. Chandrasekhar, K. Naishadham, *Synthetic Metals*. 105, 115-120 (1999).
- 3) Andrew D. Child and Hans H. Kuhn, *Synthetic Metals*, 84, 141-142 (1997).
- 4) H. H. kuhn, in *Intrinsically Conducting Polymers*, *Kluwer Academic Press*, 25-34 (1992).

감사의 글

본 연구는 1999년 산업 자원부 민군겸용기술 개발사업에 의한 지원으로 수행되었으며 연구비 지원에 감사드립니다.