

# 탄성체형 압력센서 소재 제조

강영구 · 김근유\*

호서대학교 안전시스템공학과 · \*호서대학교 벤처전문대학원

## 1. 서론

전기전도성 고분자 소재는 polyacetylene, polypyrrole, polythiophene, polyaniline<sup>1)</sup> 등과 같이 고분자 분자 자체에 전기전도성을 가지는 소재와 유기계 고분자에 전기전도성 충전제를 첨가하는 전기전도성 복합소재로 분류된다. 전자의 경우에는 분자내 전자의 불균형, 전기전도도의 변화 등의 문제로 정밀한 센서용 소재에 적용이 어려운 단점을 가지고 있어 전기전도성 충전제를 이용한 복합소재가 다양하게 사용되고 있다<sup>2)</sup>. 전기전도성 충전제로는 metal powder, carbon black, graphite 등이 사용되며, 고무소재에 첨가시 percolation농도 이상 혼입 할 경우 전도성 고분자 복합소재로 가공된다<sup>3-4)</sup>.

본 연구에서는 고무계 고분자 수지인 Polyurethane rubber 및 Silicon rubber에 Carbon계 전기전도성 충전제를 분산·가공하여 Pressure Conductive Rubber를 제조하고 Pressure-Conductivity, Fatigue & Volume resistivity test를 시행하여 안전센서로 적용가능한 탄성체형 압력센서 소재의 특성에 관하여 연구하였다.

## 2. Pressure conductive rubber

Pressure conductive rubber는 도전성 충전제를 rubber내에 혼합하여 제조하며 전도성 충전제의 종류, 첨가량, 입자형태, 입도, rubber의 종류와 특성에 따라 전기적 특성이 변화된다. Fig. 1은 전도성 filler가 분산된 rubber의 압력변화에 따른 전기전도 변화 메카니즘을 나타낸다. 압력을 가하게 되면 rubber 내에 분산된 전기 전도성 충전제의 입자간 거리를 좁히게 되며 새로운 전도성 path의 형성 및 전도성 path의 증가로 인하여 전기전도성이 향상되게 된다<sup>5)</sup>.

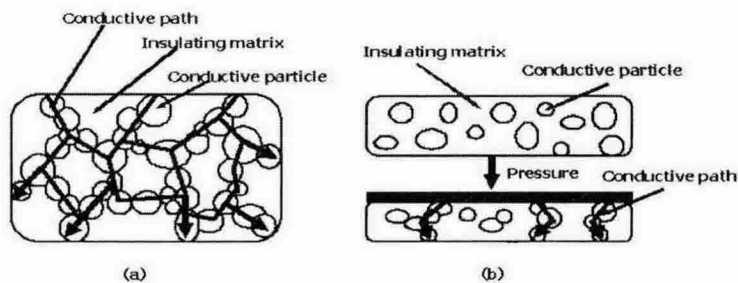


Fig. 1. Mechanism of Pressure Conductive rubber

### 3. 실험

#### 3.1. 성형체 제조

전기전도성 충전제의 원활한 분산 및 성형을 위해 Dry oven에서 100℃, 48hr 동안 건조하였다. Polyurethane rubber의 경우 2액형으로 구성되어있어 주체에 전기전도성 충전제를 함량별로 충전해 교반한 뒤 경화제를 넣고 다시 교반하여 시료를 제조하였다. Silicon rubber의 경우 1성분이므로 함량별로 전기 전도성 충전제를 충전하여 교반하였다. 교반 조건은 Planetary mixer(Kurabo Mx-201)로 경화 개시 시간을 고려하여 약 3~5분 동안 실시하였다. 교반이 완료된 시료를 물성 시험 및 전기적 특성 시험을 위해 Hot press를 이용하여 1~5mm의 두께로 가공하고 50℃에서 48시간동안 경화시켰다.

#### 3.2. Pressure-Conductivity

압력에 따른 미소 전기 저항변화를 측정하기 위해 2.5×2.5×0.5cm로 시편을 가공하여 양쪽 면에 구리박막을 Silver paste로 접착하여 전극을 만들고 1~5kgf의 압력을 부가하였을 때의 전기저항변화를 측정하였다.

#### 3.3. Fatigue & Volume resistivity test

제조된 시편의 반복하중에 따른 전기저항변화를 측정하기 위해 동적시험기인 MTS 810 장비를 이용하여 상온에서 반복하중 주기 1Hz 정형파로 10,000cycle 까지 실시하였으며, 2000cycle마다 전기전도도를 측정하였다.

### 4. 결과

#### 4.1. Pressure-Conductivity

충진제 함량 10wt%에서 모든 시편이 우수한 전기전도특성을 보였고, 15wt%의 경우 직선상의 전기전도특성을 나타내었다. Silicon rubber 복합체의 전기전도특성이 우수했고, Printex XE-2B가 Denka black 보다 우수한 전기전도특성을 나타내었다.

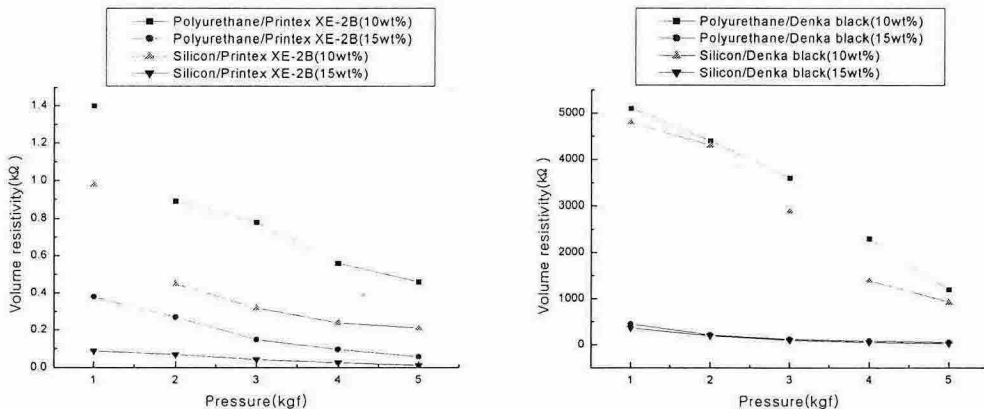


Fig. 2. Test result of Pressure-Conductivity

## 4.2. Fatigue & Volume resistivity test

Pressure sensor의 가장 중요한 요소인 반복피로하중 특성에 있어 10,000cycle의 시험 결과 cycle증가에 따른 전기전도특성 변화는 모든 시편이 소량의 변화를 나타냈으며, Polyurethane rubber에 비해 Silicon rubber가 전기전도특성 변화가 적었다. 충전제의 15wt%의 충전시 반복하중에 대한 전기특성 변화가 10wt%에 비해 크게 나타났다.

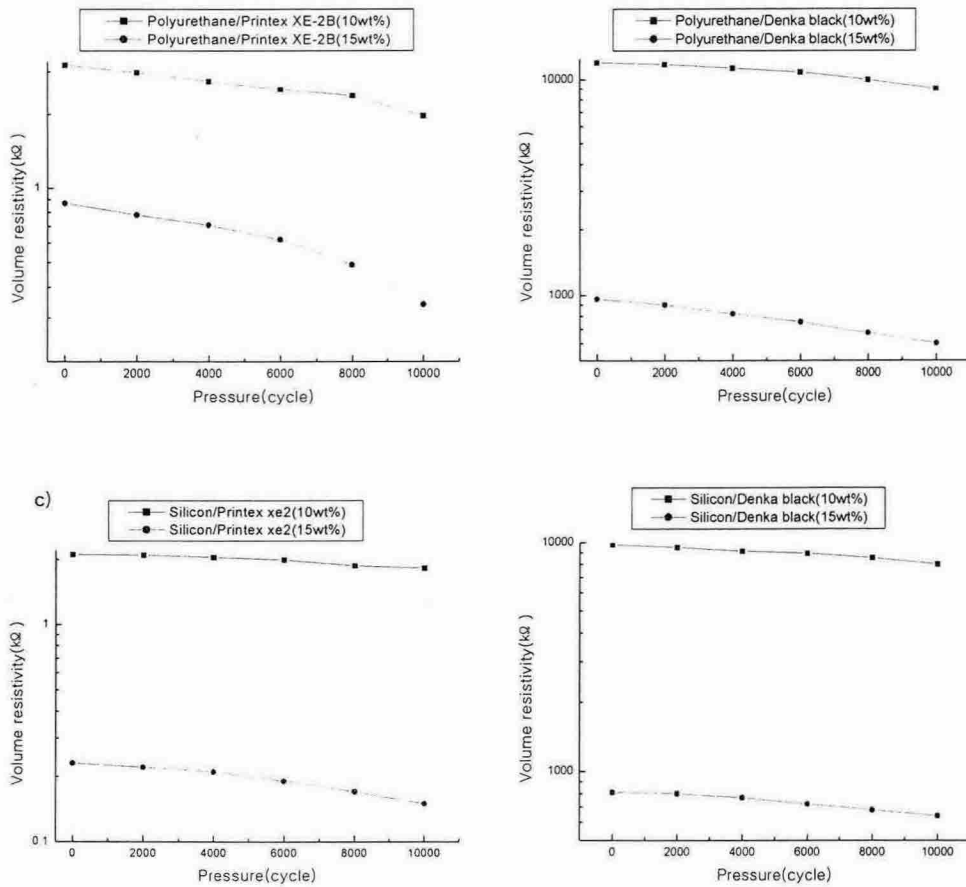


Fig. 3. Test result of Fatigue & volume resistivity

## 5. 결론

본 연구에서는 Polyurethane rubber와 Silicon rubber에 전기전도성 충전제인 Printex XE-2B, Denka black을 충전하여 분산, 성형함으로써 탄성 및 전기전도성을 가지는 Pressure Conductive Rubber를 제조하고, 압력에 따른 전기전도성 변화 및 반복하

중 시험을 수행하여 탄성체형 압력센서용 소재로 사용가능성을 평가하였다.

1. 전기전도성 충전제의 함량 15wt% 충전시 Carbon black의 bulk density가 0.14g/ml, 0.04g/ml로 rubber에 과충진되어 성형성의 저하 및 직선상의 전기전도 특성 곡선을 보여 센서용 소재로 부적합한 것으로 사료된다.
2. 압력에 따른 전기적 특성 측정결과 10wt%에서 압력에 민감하게 반응하였고, Printex XE-2B를 충전한 성형체의 전기전도 특성곡선이 Denka black에 비교하여 민감하게 반응하는 결과를 보였다.
3. 10,000cycle의 반복하중 시험 결과 모든 성형체가 소량의 전기저항 감소 특성은 나타냈고, 전기전도성 충전제 함량이 15wt%일 때 전기저항 감소 특성이 더 크게 나타났다. 탄성복원력이 우수한 Silicon rubber의 경우 반복하중에 대한 전기저항 변화가 가장 적게 나타났다.

본 연구에서는 압력센서용 소재인 탄성체형 Pressure Conductive Rubber를 제조하여 전기적 특성 및 반복 하중시험 등을 시행한 결과 우수한 내화학성과 압력에 따른 전기전도 특성이 변하는 결과를 나타냄으로 압력센서나 하중분포센서 등의 센서용 소재로 적용이 가능할 것으로 사료된다.

## 참고문헌

1. T. A. Skotheim, Handbook of Conducting Polymer, Marcel Dekker, New York, 1986.
2. K. P. Sau, T. K. Chaki, D. Khastgir, "Carbon fibre filled conductive composites based on nitrile rubber, ethylene propylene diene rubber and their blend", Polymer, Vol. 39, No. 25, pp. 6461-6471, 1998.
3. B. R. Ruschau, S. Yoshikawa, and R. E. Newnham, "Resistivity of conductive composites", Journal of Applied Physics, Vol. 31, pp. 72-78, 1992.
4. J. Volf, S. Holy and J. Vlek, "Using of tactile transducer for pressure-distribution measurement on the sole of the foot, Sensors and Actuators, Vol. 62, pp. 556-561, 1997.
5. A. E. Job, F. A. Oliveira, N. Alves, J. A. Giacometti and L. H. C. Mattoso, "Conductive composites of natural rubber and carbon black for pressure sensors", Synthetic Metals, Vol. 135-136, pp. 99-100, 2003.