Column11

PEDOT/高分子電解質系の機械物性

PEDOT は応用面での検討が最も進んでいる導電性高分子であるが、その機械物性についての報告は以外と少ない。主に薄膜としての応用が進んでいるためと考えられる。アクチュエーターなどへの展開を考えると機械物性も重要な要素となってくると思われるので、本コラムでは PEDOT の機械物性について考えてみることにする。試料として化学酸化重合で作製された PEDOT/PSS 膜と電解酸化重合で作製された PEDOT/高分子電解質系それぞれの自立膜を取り上げ、その機械物性を比較してみる。

まず、Lang ら[1)]によって報告された化学酸化重合で作製された PEDOT/PSS の機械物性について紹介する。図 1 は化学酸化重合法で得られた PEDOT/PSS の S-S 曲線である。湿度に大きく依存しており、引張強度は湿度の上昇に従い低下し、破断伸びは湿度の上昇と共に増大している。引張強の最大値は湿度 25 %の時の 55 MPA、破断伸びの最大値は湿度 55 %の時の 6 %である。湿度の影響については以下のように説明されている。PEDOT/PSS 粒子は PEDOT リッチなコアと PSS リッチなシェルからなり、40%以上の相対湿度下では水分が可塑剤的な役割をし膜の破断は粒子間のすべりによって起きる。一方、相対湿度が 23 %と低い場合には、粒子同士が水素結合により比較的強く結合しているため、破断は粒子そのものの破壊
によるためである。

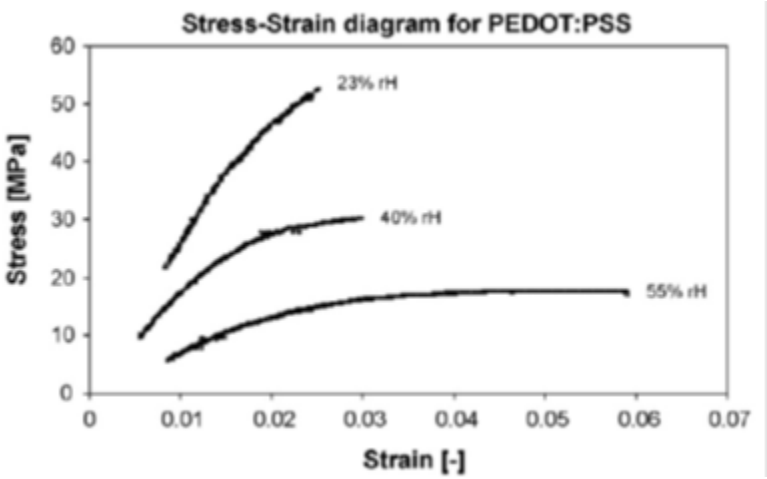

図 1　化学酸化重合法で作製された PEDOT/PSS 膜の S-S 曲線と湿度の影響

次にYamatoら[2)]によって報告された電解酸化重合で得られるPEDOT/高分子電解質系の機械物性について述べる。図 2 に用いた電解質の化学構造式を示した。また、表には電解質の種類と自立膜生成の有無および得られた膜の電気伝導度を示した。低分子電解質ではいずれも自立膜は得られず、また、高分子電解質でもPSSおよびBPSでは自立膜は得られていない。S-PHE, S-PBDおよびS-PHEFを用いた系では自立膜が生成し、いずれの電気伝導度も100 S/cm以上の高い値を示す。PEDOT/S-PHEのS-S曲線とその温度依存性を図3に示したが、25 ^{0}Cでの破断伸びは37 %、引張強度は110 MPaと前記の化学酸化重合で得られたPEDOT/PSSの値を大幅に上回っている。一般的に電解酸化重合は電気量により重合速度を制御することができるので、化学酸化重合に比較して良質な膜が得られることが知られており、この結果もそれと一致している。伸びに関してはゴム成分を持った高分子電解質であるS-PBDを用いると、破断伸びが100%以上の高い値を示すことも報告されている。なお、本文献には湿度に関する記述がないので前記の化学酸化重合で得られた膜にみられた湿度依存性の有無については不明である。

本文献には機械物性以外にも、(1) フッ素を含有した高分子電解質であるS-PHFEを用いた場合に最も高い電気伝導度を示す、(2) PEDOT/S-PHEの電気伝導度は空気中に放置しても1年以上変化しない、と言った興味深い内容も含まれている。

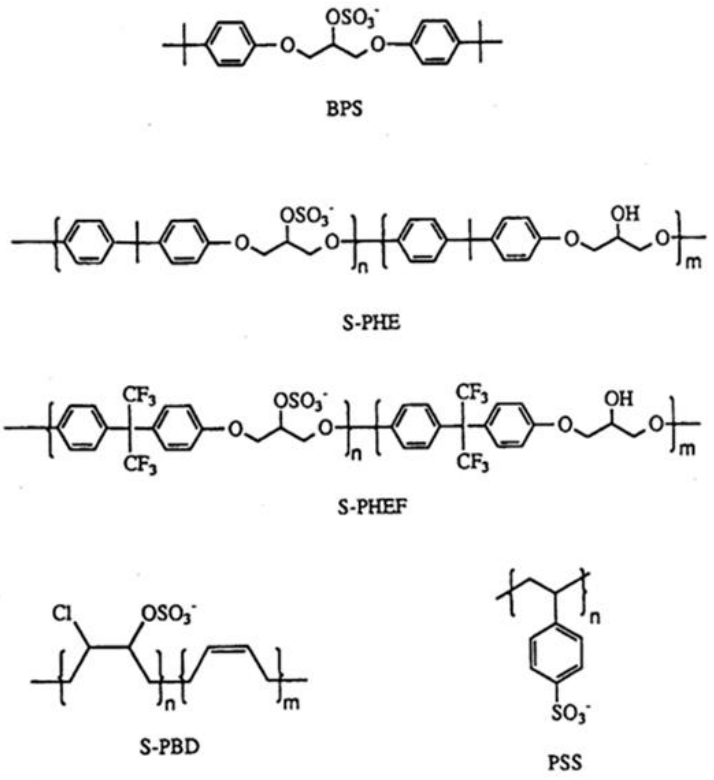

図 2　電解酸化重合に用いられた高分子電解質の化学構造

表　電解酸化重合に用いた電解質の種類と自立膜の生成の有無および電気伝導度

Dopant	Conductivity (S/cm)
ClO_4^-	no free-standing film
BF_4^-	no free-standing film
p-Toluenesulfonate	no free-standing film
Dodecylbenzenesulfonate	no free-standing film
BPS	no free-standing film
S-PHE	100–210
S-PBD	140–150
S-PHEF	300–390
PSS	no free-standing film

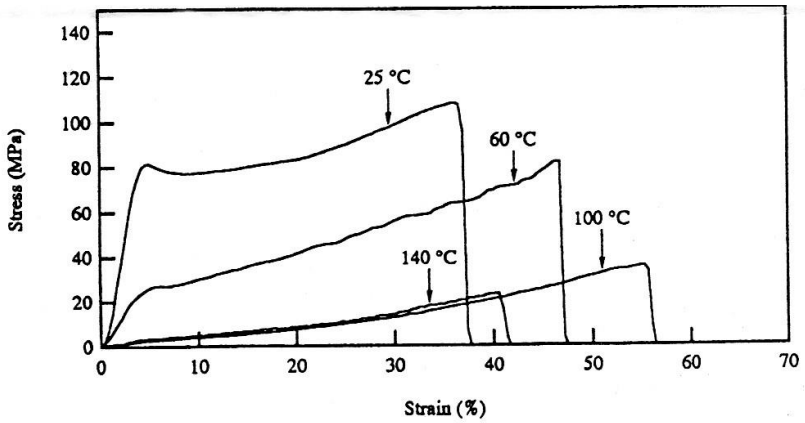

図 3　電解酸化重合で得られた PEDOT/S-PHE [MR=m/(n+m) =0.28] の S-S 曲線と温度の影響

＜文献＞

[1] U. Lang et al., *Synth. Met.*, 2009, *159,* 473

[2] H. Yamato et al., *Synth. Met.*, 1996, *83,* 125

以上

HP のトップへ：http://www5d.biglobe.ne.jp/~hightech/