

電場駆動型繊維状アクチュエータの開発

○渡辺真志・平井利博

信州大学 繊維学部 素材開発化学科

1. 緒言

ポリウレタン膜に電場を印加すると屈曲変形を起すので、我々はこの現象を利用した実用的なアクチュエータの開発を目指している。この現象は「曲げ電歪」と呼ばれる現象であるが、曲げ電歪についての報告例は極めて少なく、そのメカニズムを含め詳細については未だよく分かっていない。そこでまずは曲げ電歪という現象についての基本的な性質やメカニズムを調べる所から研究を始めた。

その結果、昨年度はポリウレタン中に含まれる微量のイオン性不純物が電場印加によって引き起こされる屈曲変形に大きく影響する事を明らかにした。そこで本年度はポリウレタンに意識的に塩を添加する事によって屈曲変形の大きさの向上および屈曲方向の制御が出来ると考え以下のような実験を行った。

2. 実験方法

ポリウレタンは原料として 1,6-ジイソシアナートヘキササン/ポリエステルジオール（日本ポリウレタン製 N-163、分子量 2500）/1,4-ブタンジオール/トリメチロールプロパン=2/1/0.4/0.333（モル比）を用い、プレポリマー法により合成し、厚さ 0.2mm の膜として得た。各種塩（酢酸ナトリウム、臭化ナトリウム、過塩素酸亜鉛など）をアセトン/メタノール（80/20wt%）混合溶媒に溶かした溶液（塩の濃度 10^{-6} mol/g）にこの膜を浸したのち乾燥させた。さらに、この膜の両面に電極として金を蒸着し 5×30 mm の短冊状に切断し試料とした。

電場印加による屈曲変形は、試料の上端を固定し屈曲変形による試料下端の変位量

をレーザ式変位センサで測定する事により評価した（図 1）。

3. 結果と考察

各試料に 2 MV/m の電場を印加した時の変位量を図 2 に示した（今回検討した塩は 20 種類以上になるが、このうち主な結果のみ示した。）図 2 から分かるように、酢酸ナトリウムの添加により変位量が大きくなる事が明らかとなった。また、屈曲方向は酢酸ナトリウムの場合は負極側、過塩素酸亜鉛の場合は正極側であった。したがって、塩の添加により屈曲方向が制御できる事が示された。また、ポリウレタンの電場による屈曲変形のメカニズムは未だ十分には明らかにされていないが、以上の結果のように塩の種類によって屈曲変形の大きさや方向が制御できる事は、この変形が一種の電気化学的現象によって引き起こされるものである事を示唆している。この事は昨年報告したように、この屈曲変形が誘電分極によって引き起こされるものではなく、試料中を電流が流れる事が必要であるという事とも矛盾しない。

4. 結論

ポリウレタン膜の電場印加による曲げ変形は、微量の塩の添加によって制御できる事を明らかにした。また、屈曲変形のメカニズムについては、一種の電気化学的現象として捕える事で明らかにできる可能性が示された。

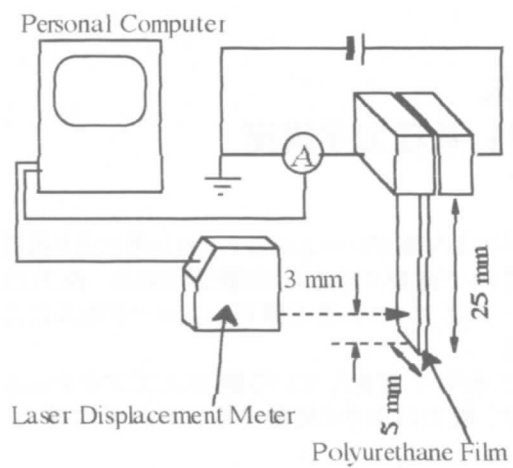


Figure 1. Schematic diagram of apparatus used to measure bending deformation and current.

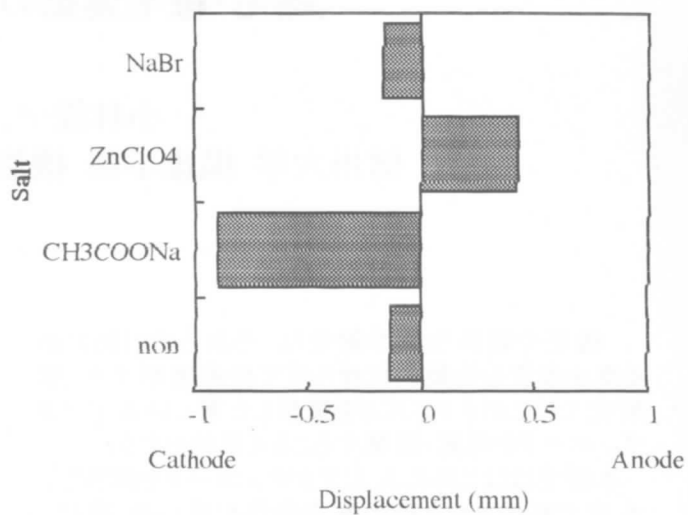


Figure 2. Effect of salt addition on the field-induced displacement of the polyurethane film.