

친수성 TPU(Thermoplastic polyurethane)로 제조된 Film의 특성 고찰

심재형 · 손태원 · 송병갑* · 윤석한* · 김종원* · 조양래**

영남대학교, *한국염색기술연구소, **호성케멕스(주)

1. 서 론

투습·방수와 같은 기능성 피복에 사용되는 소재는 비, 바람, 눈, 추위, 더위 등 다양한 극한 기후에서도 효과적으로 불쾌감을 최소화시키면서 열이나 수분을 전달하는 역할을 한다.

이러한 기능성을 가진 필름은 크게 미세다공형태인 PTFE(Polytetra fluoroethylene, 테프론)계열, 미세다공과 무공의 2가지 형태인 폴리우레탄 계열과 무공형태인 폴리에스테르 계열로 나눌 수 있다.

본 연구에서는 무공질 타입의 친수성 폴리우레탄계 수지 중에서 용제를 사용하지 않고 열을 이용하여 film을 제조할 수 있는 TPU(Thermoplastic polyurethane)수지를 이용하여 투습·방수기능을 가지는 필름을 제조하였고, 현재 상용화된 Noveon 90A(Esthane58237)제품과 그 특성을 비교하였다.

2. 실험방법

2.1 중합 실험

2.1.1 실험원료 및 시약

TPU 중합에는 Polyether type의 Polyol인 PPG(PolypropyleneGlycol, SKC), PEG(Polyethylene Glycol, 한농 화성), PTMG(Polytetramethylene Glycol, kor-PTG)와 Chain Extender는 1,4-BD(1,4-Butane diol, Ducsan), isocyanate로는 MDI(Methylenediphenyl 4,4-Diisocyanate, Cica)를 사용하였고, Polyol에 따른 특성을 비교하기 위해서 촉매 등의 다른 첨가제는 사용하지 않았다. TPU의 합성 메카니즘은 Fig 1.에 나타내었다.

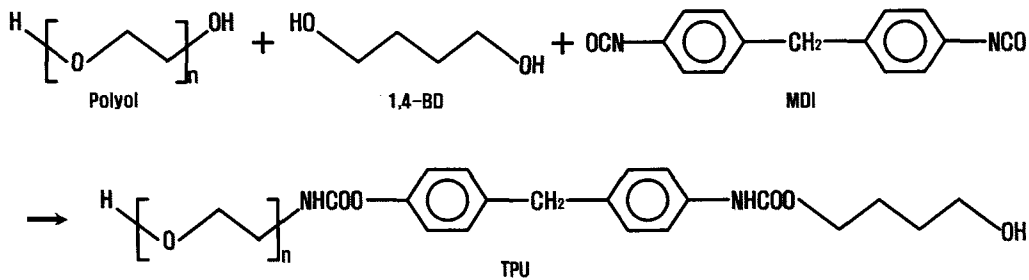


Fig 1. Mechanism of TPU.

2.1.2. 단독 Polyol 중합

PPG, PEG, PTMG의 각 분자량이 1000, 2000인 6종류의 polyol을 사용하여 실험하였다. Polyol의 반응온도가 85°C 보다 높으면 발포현상이 나타났으며, 85°C보다 낮을 경우 중합이 일어나지 않았다. MDI의 경우에도 60°C를 기준으로 동일한 현상이 발생하였다. 이에 따라 Polyol은 85°C, MDI는 60°C의 온도를 유지시키며 중합하였다. 중합은 Noveon사 TPU 제품의 경도를 기준으로 Polyol, 1,4-BD과 MDI의 비율을 1 : 0.3 : 1.3으로 하였으며, 먼저 polyol과 1,4-BD를 혼합하여 600rpm으로 교반하다가 MDI를 첨가함과 동시에 교반속도를 800rpm으로 증가시켜 진행하였다. 중합반응이 일어나는 시점에서 교반을 멈추고 테프론 코팅처리된 몰드에 부어 80°C에서 12시간 정도 aging 하여 플레이트 형태로 중합을 완료하였다. 플레이트를 분쇄시킨 후 압출하여 칩으로 만들고, 중합과 압출 과정에서 흡수된 수분을 제거하기 위해 120°C에서 2시간동안 건조시킨 후 필름을 제조하였다.

2.1.3. Polyol 블렌딩 중합

단독 Polyol 중합 결과 투습도가 좋은 PEG(Mw : 1000, 2000)와 물성이 좋은 PTMG(Mw : 1000)의 비율을 각각 0.5 : 0.5, 0.6 : 0.4, 0.7 : 0.3으로 블렌딩하여 Polyol 단독 중합과 동일 조건으로 중합하였다. PPG(Mw : 1000, 2000)는 블렌딩 시 중합이 불가능하였고, PTMG(Mw : 2000)는 투명도가 떨어져서 본 연구에서는 제외 하였다.

2.2 투습도 측정

투습컵에 증류수를 채운 다음 필름을 투습컵 위에 평평하게 펼친 후 물이 닿지 않게 설치한 투습컵을 온도 3°C, 습도 50%의 항온·습습기안에 24시간동안 방치 후 증류수의 감량값으로 투습도를 측정하는 Water법 (ASTM E 96)을 이용하였다.

2.3 물성 측정

제조된 TPU 필름의 물성은 필름을 당겨서 끊어질 때의 수치(kgf/cm²)를 측정하는 인장강도(ASTM D 412), 필름을 당겼을 때 늘어나는 수치(%)를 측정하는 신장율(ASTM D 412) 그리고 필름을 찢었을 때의 수치(kgf/cm²)를 측정하는 인열강도(ASTM D 624)를 측정하여 비교하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 Polyol 단독중합

단독 Polyol로 중합한 TPU 필름의 특성은 Fig 2.에 나타내었다. PPG(Mw : 1000)는 중합자체가 불가능하였다. PPG(Mw : 2000)는 중합은 가능하였으나 표면이 거칠고 스크래치가 나타나며 플레이트가 쉽게 파괴되었고,

필름제조 시 투명성불량, 낮은 투습도 등의 문제 때문에 TPU 중합 Polyol로는 부적합 하였다. PEG(Mw : 1000, 2000)는 투습도는 아주 높게 나왔으나, 인장강도, 신장율 등의 물성은 좋지 않았다. PTMG(Mw : 1000, 2000)ml 경우는 인장강도, 신장율 등의 물성은 좋았으나, 투습도가 낮았다. 이는 PEG와 PTMG를 같은 분자량으로 각각 중합할 경우 PEG는 상대적으로 PTMG보다 말단기의 -OH수가 많아져 투습도가 높고, PTMG의 탄소수가 PEG의 탄소수보다 많아 PTMG의 결합력이 크기 때문에 물성이 높아지고 그 차이는 분자량이 커질수록 더욱 뚜렷해지는 것으로 생각된다. 본 실험 결과 Polyol 단독중합으로는 만족할만한 물성의 TPU 제조가 힘든 것으로 생각된다.

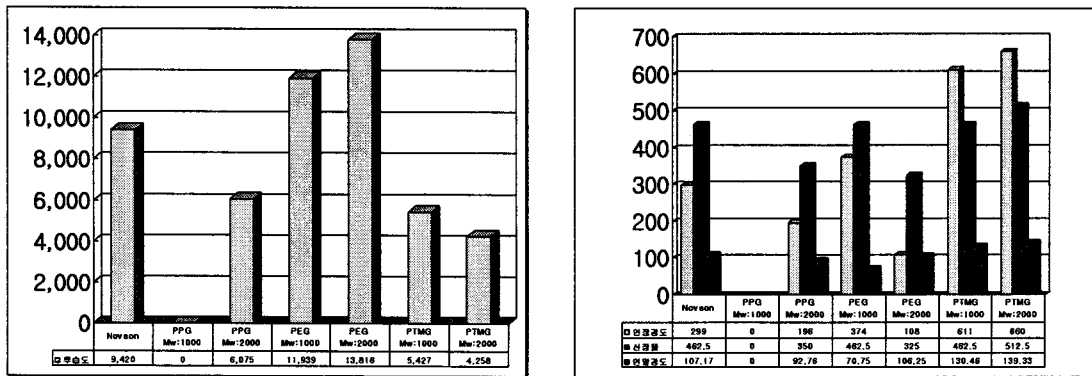


Fig 2. Water Vapor permeability(left) & Properties(right) of manufactured by single Polyol.

3.2. Polyol 블렌딩

PEG와 PTMG 단독 중합의 단점을 보완하기 위해 각각의 Polyol을 블렌딩하여 제조한 TPU 필름의 특성은 Fig 3에 나타내었다. PEG의 양이 증가할수록 투습도는 증가하나 물성은 감소하는 것을 알 수 있었다. PEG의 양이 증가할수록 친수기가 늘어나 투습도가 높아지고 PTMG의 양이 증가할수록 탄소수가 늘어나 결합력이 커져 물성이 높아진다고 생각된다.

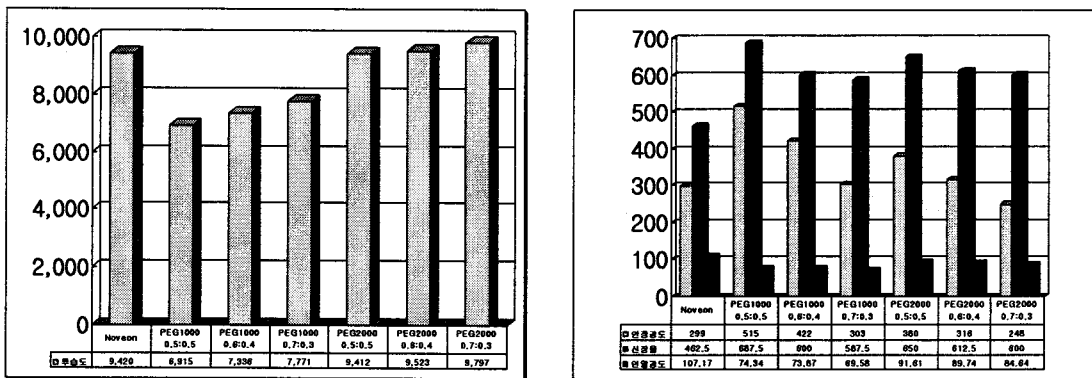


Fig 3. Water Vapor permeability(left) & Properties(right) of manufactured by blended polyol.

4. 결 론

1. PPG는 투습도나 물성면에서 TPU 중합에 사용되는 Polyol로 적합하지 않았다.
2. PEG는 PTMG와 같은 분자량일 경우 PTMG 보다 투습도가 높고, PTMG는 PEG보다 물성이 높아짐을 알 수 있었다.

3. PEG의 단점과 PTMG의 단점을 보완하기위해 블렌딩한 결과 각각의 단점이 보완됨을 알 수 있었다.

참고문헌

- (1) Sen A K and Tech M (2000) *Coated Textiles*, John Damewood, Pennsylvania.
- (2) Walter F (2000) *Coated and laminated Textiles*, CRC Press, New York.
- (3) 纖維加工學 (1997) 李廷玟, 金鎮佑, 金公朱, 具剛 螢雪出版社
- (4) Dieterich D, Grigat E, and Hahn W (1985) *Polyurethane Handbook*, ed. by Oertel G, Hanser, Munich.