

친유성 아크릴 수지로 처리된 폴리프로필렌 편직물의 유흡착 성질

정화진^{1*}

¹청운대학교 패션섬유공학과

Oil Absorptive Properties of Polypropylene Knit Fabric Treated with Oleophilic Acrylic Resin

Hwa-Jin Jeong^{1*}

¹Department of Fashion and Textile Engineering, Chungwoon University

요 약 Ethyl acrylate(EA) 혹은 lauryl acrylate(LA)와 hydroxy ethyl acrylate(HEA)를 용액중합법에 의해 공중합하여 2종의 친유성 아크릴 전구중합체를 얻은 다음, 여기에 가교제로서 hexamethylene diisocyanate(HDI)를 첨가 배합하여, 폴리프로필렌 velvet 편직물에 통상의 pad-dry-cure방법으로 수지가공을 실시하여 유흡착제를 제조하였다. 가교 아크릴 수지(EA-HEA-HDI)의 겔화도는 전체 acrylate에 대한 HEA의 사용량과 가교제인 HDI의 농도가 증가할수록 증가하였다. 얻어진 유흡착제의 수지 부착율에 따른 흡유능과 유보유율은 시험유로서 n-decane, toluene, 대두유, 윤활유, 병커C유를 사용하여 평가 하였고 대두유를 제외하고 사용된 모든 오일에 걸쳐 흡유능에 미치는 최적의 부착율은 약 6%로 나타났다. 한편 유보유율은 부착율의 증가에 따라 증가하였고 더욱이 고비중, 고점도 오일의 경우에서 전반적으로 보다 증가된 값을 나타내었다. 또한 흡유능은 LA-HEA-HDI로 처리된 유흡착제가 EA-HEA-HDI의 그것에 비하여 높았으며, 아크릴 수지의 측쇄 알킬기의 길이가 증가할수록 보다 높은 흡유능을 나타내었다.

Abstract Two types of oleophilic acrylic prepolymers were prepared by the solution copolymerization of either ethyl acrylate (EA) or lauryl acrylate (LA) with hydroxy ethyl acrylate (HEA). For the formation of oil-absorbent materials, a mixed solution of the prepolymer and hexamethylene diisocyanate (HDI) as a cross-linker in toluene was applied to polypropylene knit velvet fabric through the conventional pad-dry-cure procedure. The gel fraction of the crosslinked resin, EA-HEA-HDI, increased with increasing feed ratio of HEA to total acrylate or HDI concentration. The oil absorbancy and retention ratio of the prepared materials were compared according to the add-on ratio of resin to fabric, and were assessed with n-decane, toluene, soybean oil, lubricant and bunker C oil as test oils. The optimal oil absorbancy of the materials were observed at around 6% of the add-on ratio for all these oils except for soybean oil. On the other hand, the oil retention ratio increased as the add-on ratio increased. Furthermore, heavier and more viscous oil generally showed higher oil retention ratios. In addition, the oil absorbancy of the materials treated with LA-HEA-HDI resin was higher than that treated with EA-HEA-HDI resin, which showed that the acrylic resins are more absorptive with increasing length of their side alkyl chain.

Keywords : Acrylic resin, Knit velvet fabric, Oil absorbency, Oil retention, Pad-dry-cure, Add-on ratio

본 논문은 청운대학교 학술연구조성비 지원사업으로 수행되었음.

*Corresponding Author : Hwa-Jin Jeong(Chungwoon Univ.)

Tel: +82-41-630-3276 email: hjjeong@chungwoon.ac.kr

Received December 14, 2015

Revised (1st January 12, 2016, 2nd January 19, 2016)

Accepted February 4, 2016

Published February 29, 2016

1. 서론

오일은 산업시설 가동에 필요한 주요 에너지원이며 특히 화학 산업에서는 제조단계에서부터의 필수 원료물질로 이용되고 있으며 그 외에 공장에서의 기계유 그리고 식당과 가정에서의 식용유 등과 함께 이들 각종 오일은 생산, 운송, 보관, 소비 등 여러 단계에 걸쳐면서 취급 부주의 혹은 장치 노후화 등 각종 사고로 인해 우리 생활환경에서 오일유출에 따른 환경오염 가능성을 언제나 안고 있다. 따라서 공장, 식당, 가정 등에서의 이들 누설유로 인한 수질과 토양의 오염에 따른 자연 생태계 파괴를 막기 위한 적극적 방제대책이 필요로 되어 지고 있고 식당 및 가정에서의 소량의 폐유 등에 대해서도 간편하고 안전하게 처리하는 방법이 요구되어 지고 있다. 이들 누설유로 인한 오염된 폐수와 토양으로 부터의 오일처리에 관한 유효한 방법으로서의 각종 유흡착제를 사용하여 오일을 흡수시킨 후 소각하거나 회수하는 방법[1-3]이 널리 알려져 있다.

이와 같이 오일유출로 인한 수질오염 방제 및 작업장으로 부터의 누설유 제거에는 섬유자재를 이용한 유흡착포, 오일펜스, 기름걸레 등의 사용이 일반적인 방법으로 써 대부분의 경우 폴리프로필렌과 같은 소수성 탄화수소계 단섬유를 이용한 부직포 형태의 유흡착재가 널리 이용[4,5]되고 있다. 그러나 이들 부직포는 비표면적이 큰 다공성 소재로 흡유능(oil absorbency)은 우수하나 쿠션(cushion), 붐(boom), 펠로우(pillow) 등의 복합형 유흡착재의 외피로 사용하게 되면 물리적 강도가 충분하지 못하여 흡착 후 회수 시 인장강도가 약하여 끊어지거나 파손될 우려가 있어 수거에 어려움을 겪게 되며 또한 소량의 누설유 제거에 사용되는 타월(towel), mop) 등의 기름걸레와 같이 연속적으로 사용될 경우에는 일정한 외력에 의해 파손되지 않을 정도의 충분한 강도와 내구성을 갖고 있어야 한다. 따라서 부직포 대신 편직물은 편조(knitting)로 인해 상대적으로 섬유조직의 미세다공화가 어려운 대신에 물리적 강도가 우수하고 신축성과 유연성이 좋으며 기체 및 액체의 투과성도 양호한 장점 등

을 가지고 있어 상기의 문제점을 보완해 줄 수 있을 것으로 예상된다. 한편 오래전부터 흡착형이나 겔화형의 각종 고분자 유처리제가 개발[6,7]되어 사용되어 왔으나, 근래에는 유수 혼합계 및 다양한 종류의 오일에 대하여 유흡착성이 우수한 알킬 아크릴레이트(alkyl acrylate) 가교중합체로 이루어진 흡유성 수지에 대한 관심이 주목[8,9]을 받아오고 있다.

본 연구에서는 편직물이 갖는 흡유능의 저하를 보완해 주기 위해 상업적으로 원료 입수가 용이한 acrylate를 단량체로 하여 용액중합법에 의해 친유성 아크릴 전구중합체(prepolymer)를 얻은 다음, 여기에 가교제를 첨가 배합하여 친유가공제를 제조하였다. 이를 이용하여 폴리프로필렌 편직물에 통상의 pad-dry-cure 방법으로 수지가공을 실시하여 내구성 유흡착재를 제조하였고, 처리조건에 따른 각종 오일의 유흡착성의 변화를 평가하였다.

2. 실험

2.1 재료 및 시약

유흡착 원포는 섬유상 닦음포(wiping cloth) 소재로 활용될 수 있는 폴리프로필렌 velvet 편직물을 사용하였으며 먼저 폴리에스테르 mesh 편직물과 니들편칭에 의해 제조된 폴리프로필렌 부직포를 원포상태 하에서의 유흡착성을 상호 비교 실험하였다. 이들 원포의 유흡착성에 관여하는 기본 인자인 구성원사의 종류, 포의 두께, 가공도 그리고 역학적 물성의 척도로서 인장강도를 Table 1에 정리하였다.

친유가공제를 합성하기 위해 사용된 각종 acrylate로서 ethyl acrylate(EA), lauryl acrylate(LA), hydroxy ethyl acrylate(HEA)는 10%가성소다 수용액을 이용하여 washing한 후 수용액층은 버린 다음, 단량체 100ml 기준으로 무수황산나트륨 4g을 넣어 30분간 건조하고, 수소화 칼슘 0.1g과 미량의 염화제일구리를 넣고 감압증류하였다. 또한 반응용매인 toluene은 수소화칼슘으로 탈수건조한 후 감압증류하였으며 반응촉매인

Table 1. Fibrous assemblies and their properties

Fibrous assembly	Composition	Thickness(mm)	Porosity	Tensile strength(Kgf)
Velvet	PP(FY) 120/24	2.08	0.76	182.4
Mesh	PET(FY) 75/36 SD	1.75	0.83	116.7
Nonwoven	PP(SF) 6De	4.11	0.83	42.8

azobisisobutyronitrile(AIBN)과 di-n-butyl tin dilaurate, 가교제인 hexamethylene diisocyanate(HDI) 그리고 점도측정 용매인 tetrahydrofuran(THF)은 시약급으로 별도의 정제 없이 사용하였다. 또한 시험 오일은 지방족 화합물로서 n-decane(specific gravity $0.73\text{g}/\text{cm}^3$, viscosity 0.92cp at 20°C), 방향족 화합물인 toluene($0.87\text{g}/\text{cm}^3$, 0.59cp), 식용유 중에는 대두유($0.92\text{g}/\text{cm}^3$, 60cp), 윤활유로서는 엔진오일($0.86\text{g}/\text{cm}^3$, 220cp) 그리고 증유로서는 병커C유($0.97\text{g}/\text{cm}^3$, $598 \times 10^4\text{cp}$)를 사용하였다.

2.2 실험장치

섬유상 집합체의 인장강도 측정에 사용된 만능 인장 강도 시험기(UTM)는 Instron사의 model 5500(electromechanical system)을 사용하였으며, 얻어진 친유가공제에 의한 수지가공에는 vertical type 자동식 패딩맵글(padding mangle) model ASA-243을 이용하였다.

2.3 친유가공제 합성

2.3.1 전구중합체의 제조

친유가공제인 가교 아크릴 수지는 Fig. 1에 나타난 바와 같은 중합 반응식에 따라 제조하였으며, 사용된 아크릴 단량체[(EA or LA)+HEA]의 전체 투입량은 1.0mol을 기준으로 하였고, 그 중에 가교성 공단량체 (comonomer)인 HEA는 상기 전체 투입량 기준 0.25~5mol%범위내로 하여 전구중합체를 합성하였다.

먼저 온도계, 교반기, 적하여두, 냉각기 및 질소도입
관이 장착된 500mL 4구 플라스크내에 규정량의 EA와

toluene 120ml를 투입하고 질소기류하에서 80℃까지 가열하였다. 계속해서 규정량 HEA와 toluene 75ml의 혼합용액을 적하여두를 통해 2시간에 걸쳐 투입하면서 또 다른 여두를 이용하여 미리 준비된 AIBN 0.5g과 toluene 60ml의 촉매 혼합액을 3시간에 걸쳐 적하하였다. 종료 후 같은 온도에서 반응을 1시간 더 유지시킨 다음 감압하에서 용매를 제거하여 고무상 백색의 전구중합체를 제조하였다.

2.3.2 열경화 반응

얻어진 전구중합체에 toluene을 희석용매로 하여 20% o.w.s로 용해한 후, 가교제인 HDI를 mol비 기준 HEA의 0.5~2배의 범위내에서 투입하고 반응촉매로서 di-n-butyl tin dilaurate를 전구중합체의 0.1wt% 첨가하였으며 교반장치를 사용하여 충분히 혼합하여 친유가공액을 제조하였다. 계속해서 미리 준비된 유리판 위에 이것을 cast하여 열풍건조기에 넣은 다음, 질소 기류하에서 100℃에서 4시간 가교반응을 실시하여 수지 경화물을 얻었고 이에 대한 겔화도(gel fraction)와 흡유능을 측정하였다. 또한 유흡착 원포로서 폴리프로필렌 velvet 편직물을 상기의 친유가공액에 1 dip, 1 nip padder로 1~6 kg/cm²의 압력범위 내에서 2회 패딩하여 동일 건조, 열처리 조건으로 유흡착포를 제조하였다. 한편 적정조건에서 단량체로서 EA 대신에 보다 긴 사슬 alkyl기를 갖는 LA로 대체하여 측쇄 길이에 따른 유흡착성의 변화도 상호 비교하였다.

2.4 계측 및 분석

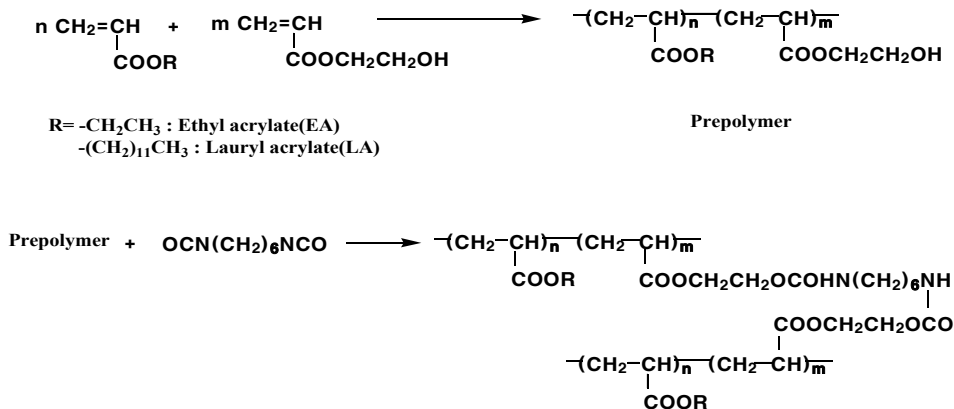


Fig. 1. Reaction route of oleophilic acrylic resin

2.4.1 기공도 및 인장강도

시료를 항온항습장치를 이용하여, 표준상태에서 충분히 방치한 후, 가로 5cm, 세로 5cm로 시험편을 재단하였다. 시험편의 중량을 계량한 후 시료의 두께를 정밀 tickness gauge로 측정하였다. 섬유의 밀도는 20℃에서 xylene과 사염화탄소의 혼합액 중에서 밀도구배관을 사용하여 측정하였고 기공도는 다음 식을 이용하여 산출하였다.

$$\text{기공도} = [(AT) - (W/D)] / AT, \text{ 단 } A: \text{면적}(\text{cm}^2), T: \text{두께}(\text{cm}), W: \text{무게}(\text{g}), D: \text{섬유밀도}(\text{g}/\text{cm}^3)$$

한편 인장강도는 그레브(grab)법에 의해 측정하였으며 시험편의 크기는 폭 10cm, 길이 15cm로 하여 측정하였다. 앞 크랩프 폭은 2.5cm, 뒤 크랩프 폭은 5cm로 하여, 시험편의 경, 위 방향으로 5개 시료를 채취하여 그의 평균값을 산출하였다.

2.4.2 흡유능 및 유보유율(oil retention)

시료는 폭 10cm, 길이 10cm로 하여 충분히 건조한 후, 그 중량(W_0)을 측정하고 미리 20℃로 항온된 시험오일에 시료를 수직방향으로부터 밀어 넣어 함침시켰다. 흡유 후 6시간 경과에 따른 포화상태의 중량변화를 측정하여 평형에 이른 다음 꺼내어 100mesh 스테인레스 금망위에 올려놓고, 30분간 방치하여 금망 밑으로 흘러내린 여분의 오일을 낙하 제거시킨 다음 그 중량(W_1)을 측정하였다. 그리고 소정의 함침 후의 시료를 금망위에 올려 놓고 이 시료에 100g/cm²의 하중을 5분간 걸어 유출하는 유류를 제거하고 가압 후의 시료의 중량(W_2)을 측정하였다. 얻어진 이들 측정값은 다음 식에 의해 흡유능(g/g)과 유보유율(%)을 각각 계산하였다.

$$\text{흡유능}(\text{g/g}) = (W_1 - W_0) / W_0$$

$$\text{유보유율}(\%) = [(W_2 - W_0) / (W_1 - W_0)] \times 100, \text{ 단 } W_0: \text{함침 전의 시료무게}(\text{g}), \\ W_1: \text{함침 후의 시료무게}(\text{g}), \\ W_2: \text{가압 후의 시료무게}(\text{g})$$

2.4.3 겔화도

건조된 가교수지 일정량(m_0)을 취해, acetone을 용매로 하여 soxhlet 추출장치를 이용하여 5회 사이클링을

실시하였다. 추출되지 않은 경화물은 진공건조기하에서 70℃, 12시간 처리하여 건조시킨 다음 그 중량(m_1)을 측정하고 다음 식에 의해 겔화도(%)를 계산하였다.

$$\text{겔화도}(\%) = (m_1 / m_0) \times 100, \text{ 단 } m_0: \text{처리 전의 시료 무게}(\text{g}), m_1: \text{처리 후의 시료무게}(\text{g})$$

2.4.4 픽업율(pick-up ratio) 및 부착율(add-on ratio)

건조된 시료 원포를 폭 10cm, 길이 10cm로 재단하여 중량(W_i)을 측정한 다음 수지 가공액에 침지하고 패딩한 후, 젖은 상태의 시료의 중량(W_p)을 측정하였고, 계속해서 건조 열처리가 끝난 최종 시료의 무게(W_f)를 측정하여 다음 식에 의해 픽업율(%)과 부착율(%)을 각각 구하였다

$$\text{픽업율}(\%) = [(W_p - W_i) / W_i] \times 100$$

$$\text{부착율}(\%) = [(W_f - W_i) / W_i] \times 100, \text{ 단 } W_i: \text{침지 전의 시료무게}(\text{g}), W_p: \text{패딩 후의 시료 무게}(\text{g}), W_f: \text{열처리 후 최종 시료의 무게}(\text{g})$$

3. 결과 및 고찰

3.1 흡착원포의 유흡착성

이들 원포의 흡유능과 유보유율을 각각 Fig. 2, 3에 나타내었다. 유류와의 화학적 친화성이 높은 소수성 polypropylene을 사용한 velvet편직물은 상대적으로 극성인 polyester 장섬유로 제조된 mesh편직물에 비해 저점도 오일의 경우 상대적으로 증가한 흡유능을 보여주고 있으며 폴리프로필렌 단섬유 부직포의 경우는 그의 미세 다공구조로 인하여 오일의 종류에 상관없이 가장 높은 흡유능을 나타내었다. 또한 mesh편직물의 경우 고점도 오일인 윤활유, 병커 C유에서는 velvet편직물에 비해 상대적으로 높은 흡유능을 나타내었으나 이는 이들 원포의 기공도와 오일의 점도 특성의 차이에 관련된 것으로 사료된다. 한편 mesh편직물은 외력에 대한 치수안정성이 낮은 투공구조로 인하여 상대적으로 낮은 유보유율을 나타내었다.

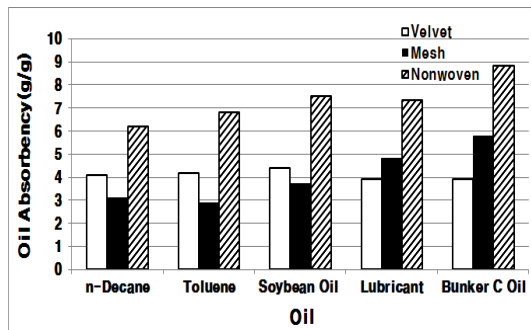


Fig. 2. Oil absorbency of fibrous assemblies

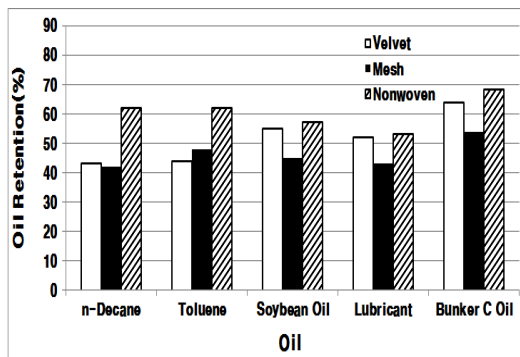


Fig. 3. Oil retention(%) of fibrous assemblies

3.2 친유가공제의 겔화도 및 흡유능

친유가공제는 직물의 binder 수지 원료로 사용되며 상업적으로도 입수가 용이한 소수성 아크릴 단량체인 EA와 가교성 공단량체로서 HEA를 사용하여, 동일 반응 조 내에서 toluene을 용매로 하여 용액중합을 실시하였다. 사용된 전체 acrylate (EA+HEA) 중 가교성 공단량체인 HEA의 mol비를 0.25~5% 범위로 하여 전구 고분자를 얻었으며 그 결과를 Table 2에 나타내었다. 수율은 84~91%였으며, THF를 용매로 하여 측정된 본성점도

(inherent viscosity)는 0.43~0.52dl/g을 나타내었다. 얻어진 전구고분자는 후공정에서 가교제인 HDI를 HEA mol비 기준, 0.5~2배 범위내로 투입하여 기계적 교반을 거쳐 균일하게 혼합한 다음, 통상의 pad-dry-cure 방법에 의해 흡착원포에 균일하게 담지하고 건조 열처리 과정을 거쳐 수지가공함으로써 유흡착성이 증가된 내구성 유흡착포를 제조하고자 하였다. 한편 조제 조건별로 얻어진 수지 경화물의 겔화도를 Fig. 4에 정리하였다.

Table 2. Reaction Condition for the Preparation of Acrylic Prepolymer^{a)}

Prepolymer	Monomer(mol%) ^{b)}		Yield (%)	η_{inh} (dL/g) ^{c)}
	EA / LA	HEA		
EA-HEA	99.75 / -	0.25	85	0.46
	99.0 / -	1.0	88	0.51
	98.0 / -	2.0	86	0.45
	96.5 / -	3.5	91	0.52
	95.0 / -	5.0	84	0.43
LA-HEA	- / 96.5	3.5	87	0.48

a) (EA or LA)+HEA=1.0mol b) Based on total acrylate c) Measured at a concentration of 0.5g/dL in THF at 30°C

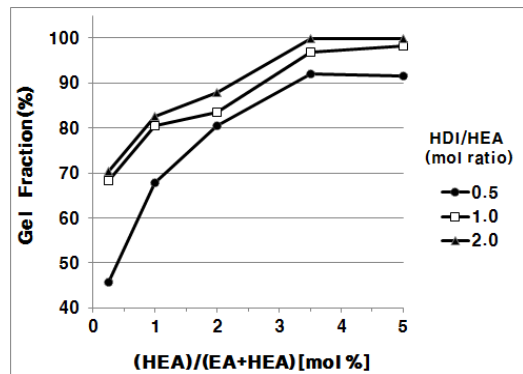


Fig. 4. Effect of HDI/HEA mol ratio on gel fraction(%) of EA-HEA-HDI resin

Table 3. Effect of resin add-on ratio on porosity^{a)}

Resin ^{b)} Composition	Padding Pressure (Kg/cm ²)	Pick-up(%) ^{c)}	Add-on(%)	porosity
EA-HEA-HDI	1	71	13.6	0.48
	2	63	12.2	0.53
	3	45	8.4	0.59
	4	33	6.1	0.69
	5	20	3.8	0.73
	6	12	2.3	0.75
LA-HEA-HDI	4	31	6.0	0.70

a) Velvet: PP 120/24, porosity=0.76 b) HEA/(EA or LA)+HEA=3.5mol%, HDI/HEA=2.0mol ratio c) Resin conc.: 20% o.w.s

가교화 정도를 나타내는 겔화도는 전반적으로 가교성 공단량체인 HEA의 투입비가 증가할수록 또한 가교제의 농도가 증가할수록 증가하였고, 특히 전체 acrylate 기준 HEA의 mol비가 3.5~5%에 있어서, 가교제인 HDI의 사용량이 HEA mol비 기준 2배의 경우가 최대 약 100%까지의 겔화도를 나타내었다. 이는 열처리에 의한 가교반응이 정치상태에서 진행되기 때문에 통상의 교반상태에서 진행되는 경우에 비해 이론 화학당량인 0.5배 이상인 최고 2배까지 가교제의 투입량이 소요되었다. 한편 그 이하로 겔화도가 저하할수록 오일에 대한 가용성이 점차 증가하여 흡유 후 가교수지의 유동화에 의해 유보유율이 감소하고 특히 담음포로 사용될 시 마찰에 의한 흡착원포와 가공제와의 접착력이 크게 저하[10,11]하여 사용 중 수지가 탈락한다는 문제가 발생한다. 한편 얻어진 가교수지의 흡유시간에 따른 흡유능의 변화를 Fig. 5에 나타내었다. n-decane과 toluene을 사용하여 20℃에서 각 수지별 흡유시간에 따른 흡유능을 측정하였다. 긴 사슬 lauryl기를 갖는 LA-HEA-HDI가 짧은 사슬 ethyl기를 갖는 EA-HEA-HDI 보다 높은 흡유능을 나타내었으며, 이는 수지내 친유기의 증가에 의해 흡유능이 증가[9]한 것으로 판단되며 또한 각종 acrylate 가교수지의 각종 오일에 대한 흡유능에 대한 연구[12,13]에 따르면 방향족 화합물이 지방족화합물 보다 높은 흡유능을 나타내었다고 보고하고 있으며, 본 실험에 있어서도 toluene이 n-decane 보다 상대적으로 증가된 흡유능을 보였다. 한편 흡유시간은 60분이내에 빠르게 흡유가 진행되었으며 180분이상에서 포화 흡유량을 나타내었다

3.3 친유가공제 처리조건에 따른 가공포의 유흡착성

3.3.1 수지 부착율이 기공도에 미치는 영향

친유가공은 polypropylene 장섬유를 원사로 사용한 velvet 편직물을 사용하였으며, 처리조건에 따른 수지 부착율이 기공도에 미치는 영향을 Table 3에 정리하였다. 기공도는 최대 흡유량에 미치는 중요한 인자[14,15]이며, 본 실험에 있어서 친유가공액 20% o.w.s로 패딩하였을 경우 패딩압력이 증가함에 따라 픽업율이 12%에서 71%까지 증가하였고 이에 따른 부착율도 2.3%에서 13.6%까지 점진적으로 증가하였다. 한편 얻어진 가공포의 기공도는 부착율이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내고 있으나 부착율 약 6%까지는 가공전 원포의 기공도

0.76에 비해서는 크게 감소하지는 않는 것으로 나타났다.

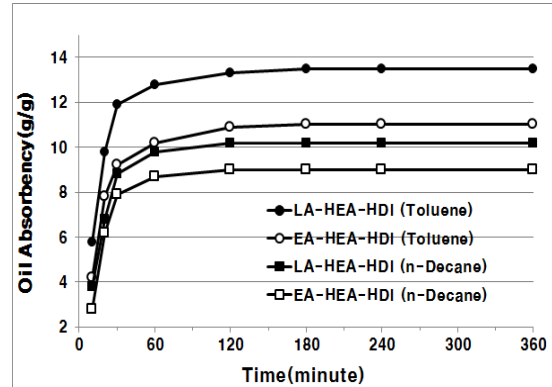


Fig. 5. Effect of oil absorption time on oil absorbency [HEA/(EA or LA)+HEA=3.5mol%, HDI/HEA=2.0mol ratio]

3.3.2 수지 부착율이 가공포의 유흡착성에 미치는 영향

친유성 수지로서 EA-HEA-HDI를 사용하여 얻어진 유흡착포에 있어서 수지 부착율에 따른 흡유능과 유보유율에 미치는 영향을 평가하고 그 결과를 Figure 6, 7에 각각 나타내었다. 전반적으로 대두유를 제외하고는 사용된 모든 오일에 걸쳐 흡유능에 미치는 최적의 부착율은 약 6%로 나타났다. 그러나 부착율이 더욱 증가하게 되면, 유흡착 가공포의 기공도는 크게 감소하였으며 이는 흡착포의 단위 부피당 오일을 함유할 수 있는 공극이 줄어들게 되어 섬유사이에 자유상태로 존재하는 오일 양이 감소하게 된 것이 흡유능을 저하시킨 원인[4, 14]으로 생각된다.

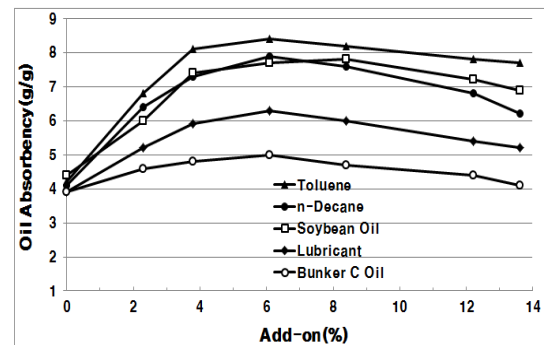


Fig. 6. Effect of add-on ratio on oil absorbency(EA-HEA-HDI)

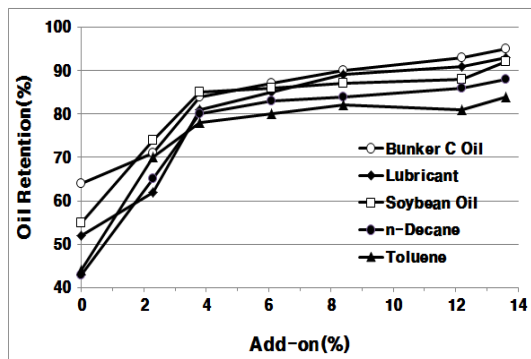


Fig. 7. Effect of add-on ratio on oil retention(EA-HEA-HDI)

한편 부착율의 증가에 따라 유보유율은 증가하였으며, 이는 경화에 의해 부착된 수지의 가교구조로 인하여 흡수된 오일을 그물구조내에 가두어 겔상으로 팽윤되어 압력 등 물리적 충격에 의해 쉽게 탈유가 되지 않은 것이 유보유율의 증가에 기여했을 것으로 생각된다.

3.3.3 수지의 종류에 따른 가공포의 유흡착성에 미치는 영향

아크릴 단량체의 알킬 치환체가 ethyl기인 EA를 사용한 EA-HEA-HDI와 장쇄의 lauryl기를 갖는 LA를 사용하여 얻은 LA-HEA-HDI를 친유가공제로 하여 처리된 velvet 편직물의 유흡착성을 부착율 약 6% 기준으로 하여 조사하였고 흡유능과 유보유율에 관한 결과를 각각 Figure 8, 9에 나타내었다.

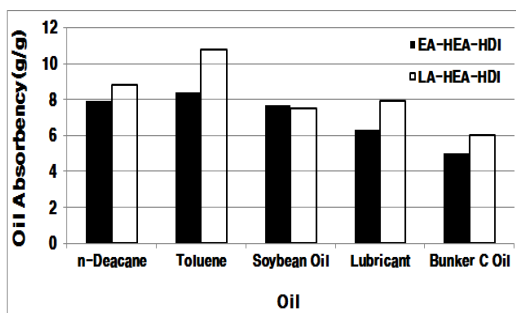


Fig. 8. Effect of resin composition on oil absorbency (add-on 6%)

전반적으로 흡유능은 아크릴 수지로서 LA-HEA-HDI가 EA-HEA-HDI에 비하여 높게 나타났으며, 이는 전술의 장쇄의 소수성 알킬기의 치환효과로 인해 친유기가 증가한 것에 기인된 것으로 판단된다. 한편 유보유율에

있어서는 대체로 고비중 고점도 오일의 경우 증가된 유보유율을 나타내었으며 특히 높은 분자량을 갖는 대두유의 경우 이들 고분자와의 분자간 상호인력이 증가[16]하여 상대적으로 높은 값을 나타낸 것으로 생각된다.

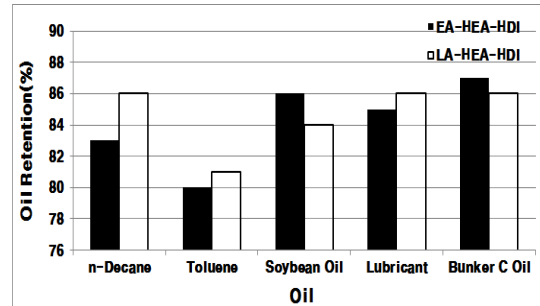


Fig. 9. Effect of resin composition on oil retention (add-on 6%)

4. 결론

친유성 acrylate인 ethyl acrylate(EA) 혹은 lauryl acrylate(LA)와 hydroxy ethyl acrylate(HEA)를 용액중합법에 의해 공중합하여 먼저 전구중합체를 제조한 후, 여기에 가교제로서 hexamethylene diisocyanate(HDI)를 첨가 배합하고, 폴리프로필렌 velvet 편직물에 통상의 pad-dry-cure방법에 의해 수지가공을 실시하여 처리조건에 따른 가공포의 각종 오일에 대한 유흡착성의 변화를 평가 하였다.

1. Polypropylene을 사용한 velvet편직물은 상대적으로 극성인 polyester 장섬유로 제조된 mesh편직물에 비해 저점도 오일의 경우 상대적으로 높은 흡유능을 보여주고 있으나, mesh편직물의 경우 고점도 오일인 윤활유와 병커 C유에서는 velvet편직물에 비해 상대적으로 높은 흡유능을 나타내었다. 이는 이들 원포의 기공도와 오일의 점도 특성의 차이에 관련된 것으로 사료된다. 한편 mesh편직물은 외력에 대한 치수안정성이 낮은 투공구조로 인하여 상대적으로 낮은 유보유율을 나타내었다

2. 가교 아크릴수지의 겔화도는 전반적으로 가교성 공단량체인 HEA의 사용량이 증가할수록 또한 가교제인 HDI의 투입비가 증가할수록 증가하였고, 특히 전체 acrylate 기준 HEA의 mol비가 3.5~5%에 있어서, 가교제의 사용량이 HEA mol비 기준 2배의 경우가 최대 약

100%까지의 겔화도를 나타내었다. 또한 lauryl기를 갖는 LA-HEA-HDI가 ethyl기를 갖는 EA-HEA-HDI 보다 높은 흡유능을 나타내었으며, 방향족 toluene이 지방족 n-decane 보다 상대적으로 증가된 흡유능을 보였다. 한편 흡유시간은 60분이내에 빠르게 흡유가 진행되었으며 180분이상에서 포화 흡유량을 나타내었다.

3. 기공도는 수지 부착율이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내고 있으나, 부착율 약 6% 까지는 가공전 원포의 기공도 0.76에 비해서는 크게 감소하지는 않는 것으로 나타났다. 한편 전반적으로 대두유를 제외하고는 사용된 모든 오일에 걸쳐 흡유능에 미치는 최적의 부착율은 약 6%로 나타났으나 유보유율은 부착율의 증가에 따라 증가하였다. 또한 흡유능은 LA-HEA-HDI가 EA-HEA-HDI에 비하여 높게 나타났으며, 유보유율에 있어서는 대체로 고비중 고점도 오일의 경우가 보다 증가된 유보유율을 나타내었다.

References

- [1] S. K. Lee, S. H. Kim, K. J. Lee and K. I. Shin, "Functional Treatment of Recycled Ultrafine Fibrous Nonwovens", *Textile Sci. and Eng.*, vol. 42, no. 6, pp. 370-375, 2005.
- [2] Y. H. Lee, J. S. Kim, D. H. Kim, M. S. Shin, Y. J. Jung, D. J. Lee and H. D. Kim, "Effect of Blend Ratio of PP/kapok Blend Nonwoven Fabrics on Oil Sorption Capacity", *Environmental Tech.*, vol. 34, no. 24, pp. 3169-3175, 2013.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/09593330.2013.808242>
- [3] J. Wang, Y. Zheng and A. Wang, "Effect of Kapok Fiber Treated with Various Solvents on Oil Absorbency", *Industrial Crops and Products*, vol. 40, pp. 178-184, 2012.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.03.002>
- [4] H. S. Shin, J. H. Yoo and L. Jin, "A Study on Oil Absorption Rate and Oil Absorbency of Melt-blown Nonwoven", *Textile Coloration and Finishing*, vol. 22, no. 3, pp. 257-263, 2010.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5764/tcf.2010.22.3.257>
- [5] R. S. Rengasamy, Dipayan Das, C. Praba Karan, "Study of Oil Sorption Behavior of Filled and Structured Fiber Assemblies Made from Polypropylene, Kapok and Milkweed Fibers", *J. Hazardous Materials*, vol. 186, pp. 526-532, 2011.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhazmat.2010.11.031>
- [6] R. D. Lelaune, C. W. Lindau and A. Jugsujinda, "Effectiveness of Nochar Solidifier Polymer in Removing Oil from Open Water in Coastal Wetlands", *Spill Science and Technology Bulletin*, vol. 5, pp. 357-359, 1999.
- [7] A. M. Atta, K. F. Arndt, "Swelling and Network Parameters of High Oil Absorptive Network Based on 1-Octene and Isodecyl Acrylate Copolymers", *J. of Applied Polymer Science*, vol. 97, no. 1, pp. 80-91, 2005.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/app.21735>
- [8] Y. S. Shin, H. Y. Cha, S. S. Park, J. W. Woo and J. S. Choi, "Oil-absorption Capacity of poly(2-ethylhexylacrylate) Polymer in the Presence of Ultrasonic Wave", *J. Korean Ind. Eng. Chem.*, vol. 13, no. 4, pp. 326-329, 2002.
- [9] S. C. Chang, S. H. Chun, M. S. Lee, K. B. Lee and J. S. Choi, "Oil-absorption Behaviors and Kinetics of Poly(dodecyl acrylate)", *Applied Chemistry*, vol. 3, no. 2, pp. 141-143, 1999.
- [10] T. Gomi, Y. Onda, S. Inaoka and T. Tamura, "Method for Removing Oil Dissolved in Water", *Japanese patent* no. 2554428, 1996.
- [11] Y. Hozumi, T. Inaoka, T. Gomi, T. Goto, T. Uno and K. Rakutani, "Oil Absorbent Polymer and Use Therefor", *US patent* no. 5641847, 1997.
- [12] H. Y. Cha, H. J. Jung, J. W. Woo, Y. S. Park, Y. W. Park and J. S. Choi, "Oil-Absorption Properties of Various Alkyl-substituted Acrylates", *Applied Chemistry*, vol. 4, no. 2, pp. 61-64, 2000.
- [13] Y. S. Shin, J. W. Woo, S. S. Park and J. S. Choi, "Oil-absorption and Thermodynamic Analysis of Poly(laurylacrylate) Polymer", *HWAHAK KONGHAK*, vol. 40, no.1, pp. 82-87, 2002.
- [14] Y. M. Kim, H. G. Jeong, S. C. Kim, H. J. Shim and S. Y. Kim, "Effects of Meltblown Processing Conditions on the Physical Properties Polypropylene Fiber Web Fabrics(I)", *J. of the Korean Fiber Soc.*, vol. 33, pp. 107-115, 1996.
- [15] Y. Kang and S. Han, "Oil Absorption Effects of Organic Porous Materials", *J. of the Korean Society of Safety*, vol. 21, no. 1, pp. 86-91, 2006.
- [16] Y. H. Lee, J. H. Lee, S. J. Son, D. J. Lee, Y. J. Jung and H. D. Kim, "Structure and Oil Sorption Capacity of Kapok Fiber[Ceibapentandra (L) Gaertn.]", *Textile Coloration and Finishing*, vol. 23, no. 3, pp. 210-218, 2011.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5764/tcf.2011.23.3.210>

정 화 진(Hwa-Jin Jeong)

[정회원]



- 1991년 3월 : 일본 동경공업대학 유기재료공학과 (공학박사)
- 1984년 1월 ~ 1996년 2월 : S.K Chemical R&D Center 섬유연구소 책임연구원
- 1996년 3월 ~ 현재 : 청운대학교 패션섬유공학과 교수

<관심분야>

고분자합성, 내열성고분자, 기능성섬유