「접착 및 계면」
논문(original article)
제3권 (제3호), 2002

변성 폴리에틸렌의 제조 및 물성 : 1. 제조 및 수분산 특성

이 재 흥† · 이 상 헌

Preparation and Properties of Modified Polyethylenes : 1. Preparation and Properties of Dispersions in Water

Jae Heung Lee† and Sang-Hun Lee

요 약

Poly(ethylene-co-methylacrylate)(PEMA)를 KOH, 암모니아 수용액으로 가수분해, ammonolysis 시켜서 측기에 -COOK, -$CONH_2$, -COOH를 갖는 수분산 형태의 변성 폴리에틸렌(m-PE)을 제조하였다. Infrared spectroscopy, 원소 분석 및 atomic absorption 분석 등을 통하여 m-PE 측기의 종류 및 조성비를 조사하였으며 수분산액의 고형분 함량에 따른 점도 및 표면장력을 측정하였다. 제조된 수분산액은 측기의 조성에 따라 안정도, 투명도 등이 변화하였다. 측기 중에서 -COOK 가 수분산에 가장 큰 영향을 주었으며 -COOK 조성비가 20 mol% 이상이 되어야 안정한 분산을 얻을 수 있었고 또한 -COOK 조성비가 높을수록 수분산액은 투명하였다. 동일 -COOK 조성비에서는 아마이드의 농도가 높을수록 탁도가 증가하여 친수성이 떨어짐을 알 수 있었다. 분산액의 고형분 함량에 따른 점도를 측정하면 -COOK 조성비가 클 경우 낮은 고형분 함량에서 급격한 점도 증가가 일어나 고분자 사슬사이의 얽힘이 쉽게 일어남을 알 수 있으며 표면장력은 -COOK 조성비가 클 경우 작은 값을 나타내었다.

ABSTRACT

Modified polyethylenes with polar side groups of -COOK, -$CONH_2$, and -COOH were prepared at a dispersion state in water by reacting poly(ethylene-co-methylacrylate) (PEMA) with aqueous solution of KOH and ammonia. Types and their contents of side groups were investigated by infrared spectroscopy, elemental analysis and atomic absorption analysis. Solution viscosity and surface tension were also measured as a function of solid contents. Stability and transparency of the dispersions were greatly affected by the content of COOK in the side groups. The stable dispersion could be prepared at a composition of COOK of 20 mole% at least. The transparency was increased with increasing the COOK contents, but

• 2002년 7월 6일 접수(received), 2002년 9월 6일 채택(accepted)
• 한국화학연구원 화학소재연구부(Advanced Materials Division, Korea Research Institute of Chemical Technology, P. O. Box 107, Yuseong, Daejeon 305-600, Korea)
†주저자(Corresponding author): e-mail: jahlee@krict.re.kr

decreased with increasing the amide content at a constant composition of COOK. Solution viscosities increased abruptly at a lower solid content when the COOK contents were increased, implying higher entanglement between the chains in dispersions with higher content of hydrophilic COOK group. The dispersions of higher COOK content revealed lower surface tension values.

KEYWORDS : MODIFIED POLYETHYLENE, POLY(ETHYLENE-CO-METHYLACRYLATE), PENDENT GROUP, DISPERSION, IONIC POLYMER

1. 서 론

주쇄가 탄화수소로 이루어진 폴리에틸렌은 저렴한 가격에 가공성이 우수하여 식품포장용 필름 또는 라미네이션 소재로 많이 쓰이고 있다. 폴리에틸렌의 접착성, 용융 강도 등을 향상시키기 위한 방법으로 폴리에틸렌을 주쇄로 하고 측쇄(pendent group)에 카르복실산, 카르복실산의 염, 무수말레인산 등의 극성 그룹을 갖는 변성 폴리에틸렌이 다수 개발되어있다.[1] 특히 카르복실산염 (carboxylate salt)을 3~6 몰% 함유하고 있는 변성 폴리에틸렌은 에틸렌계 아이오노머(ionomer)라 불리며 용융 강도가 우수하고 필름의 인장강도, 투명성, 열접착성이 우수하여 포장용 소재, 발포체용 개질제, 코팅제, 고분자 얼로이용 상용화제 등으로 널리 쓰이고 있다.[2-5] 대표적인 제품으로는 미국 DuPont 사가 시판하고 있는 「Surlyn」이 있다.[2] 「Surlyn」은 에틸렌과 메타아크릴산을 공중합시키고 중합된 폴리에틸렌-메타아크릴산 공중합체의 메타아크릴산을 알칼리, 금속 산화물 등으로 중화시켜 카르복실산 염으로 만든 제품으로서 카운터 이온인 금속 이온으로는 Na, Zn 등의 1 또는 2가 금속이온들이 주로 사용되고 있다. 에틸렌 아이오노머의 특성에 큰 영향을 미치는 인자로는 카르복실산 염의 함량 또는 비율, 금속 이온 등으로서 금속 이온은 Figure 1과 같이 다른 사슬에 있는 카르복실레이트 음이온과 이온결합을 하여 가교역할을 한다.

아이오노머에서는 비극성인 폴리에틸렌이 주성분으로 매트릭스를 구성하고 여기에 극성인 카르복실산 염과 중화되지 않은 카르복실산 들이 분포되어 있으므로 매트릭스와의 극성 차이에 의해 극성 그룹들이 서로 뭉쳐 수십 Å 크기의 클러스터를 이루어 물리적인 가교역할을 하는 것으로 알려져 있다. 따라서 아이오노머는 이온 클러스터의 물리적 가교구조를 갖는 랜덤 공중합체이므로 용융 시 용융강도가 높고 필름으로는 폴리에틸렌 보다 투명하며 내마모성이 우수하고 극성 그룹을 갖고 있으므로 금속 등의 다른 소재에 접착력이 우수한 특징을 갖고 있다.[2,3]

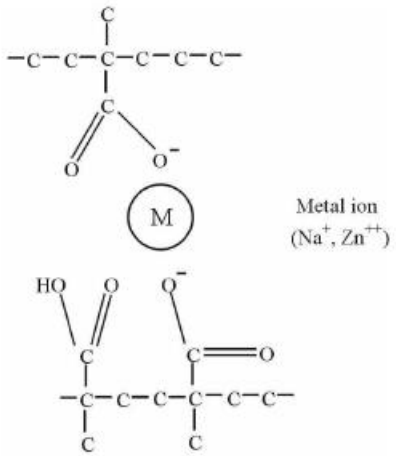

Figure 1. Structures of ionomers.

폴리에틸렌의 접착성을 향상시키기 위한 측쇄 그룹으로서 카르복실 그룹 이외에 무수말레인산도 많이 취급되는 화합물이다. 무수말레인산은 폴리에틸렌 중합 시 첨가되기보다는 제조한 후 반응시켜 개질 하는 방법이 주로 사용되고 있으며 압출기 내에서 폴리에틸렌과 무수말레인산을 혼합하면서 그라프팅시키는 간단한 방법이 상업적으로 많이 이용되고 있다.[6,7]

본 논문에서는 폴리에틸렌의 측쇄에 다양한 극성 그룹들을 도입하는 방법으로서 카르복실 그룹 이외에 아마이드 그룹을 도입하는 방법을 시도하였다. 원료로서 폴리에틸렌 메틸아크릴레이트(poly(ethylene-co-methylacrylate), PEMA로 표기)를 KOH 및 암모니아 수용액과 고온, 고압에서 반응시켜 메틸아크릴레이트에 있는 측쇄인

에스터 그룹을 카르복실산(carboxylic acid), 카르복실산 칼륨(potassium carboxylate), 아마이드 그룹으로 변화시키는 방법을 시도하였다. 제조된 변성 폴리올레핀은 물에 분산되어 있는 상태로 얻어진다. 또한 제조 조건에 따른 측쇄의 도입 상태를 조사하고 제조된 변성 폴리에틸렌의 수 분산 특성을 조사하였다.

2. 실 험

2.1. 약 품

본 연구에서 사용된 원료 및 약품을 Table 1에 나타내었다.

주원료인 poly(ethylene-co-methyacrylate) (PEMA) 공중합체는 미국 Chevron사의 Poly-Eth 2205를 사용하였고 이 PEMA는 메틸아크릴레이트를 20 wt% 포함하고 있는 랜덤 공중합체로서 밀도는 0.942 g/cm^3, 용융흐름지수 (MI)는 2.0인 그레이드이다.

2.2. 변성 폴리에틸렌 제조

본 연구에서 사용된 반응기는 미국 Parr Instrument사의 고압용 반응기로서(model : 4572 M) 재질은 내약품성이 좋은 stainless steel로 되어 있다. 반응기에는 Figure 2와 같이 온도, 교반속도 조절기가 부착되어 있으며 200℃ 이상의 고온에서 반응하므로 온도, 압력 조절에 유의해 실험을 실시하였다.

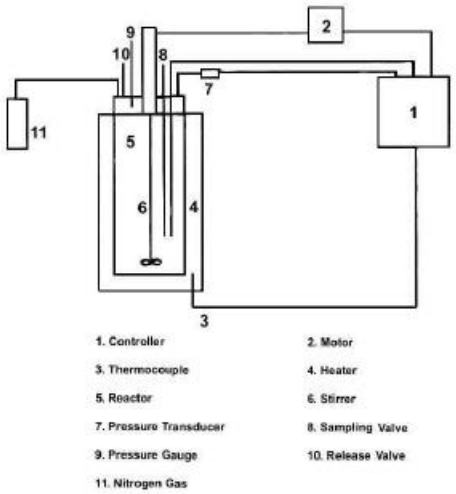

Figure 2. Reaction apparatus for the preparation of modified polyethylenes from PEMA.

반응기에 정량된 PEMA 펠렛, 암모니아수, 증류수, KOH를 채우고 상온에서부터 온도를 서서히 올려 반응기 내부 온도가 약 120℃에 도달하면 일정 속도로 교반을 시작하여 정해진 반응온도에 도달한 후부터 반응시간을 계산하여 일정한 시간 동안 반응을 진행시켰다. 제조된 생성물을 비이커에 옮겨 80℃로 가열하면서 교반하여 미반응 암모니아를 날려보내고 물을 증발시켜 고형분이 약 20 wt%가 되도록 하였다.

2.3. 분 석

생성물의 화학적 조성, 특히 측기(pendent group)의 조성은 질소 분석 및 potassium분석,

Table 1. Materials

Materials	Suppliers	Grade
poly(ethylene-co-methylacrylate) (PEMA) (20 wt%)	Chevron Chem. Co.	technical
ammonia water (28% NH_3)	Oriental Chemical Co.	extra pure
KOH (85% KOH)	Kokusan Chem. Co.	extra pure
water		deionized, distilled

infrared spectroscopy (IR) 측정으로부터 정량, 정성 분석하였다.

먼저 측기의 확인을 위해서 IR 분광기(Shimadzu사 IR 435)를 이용하였는데 약 1 μm 두께 필름의 스펙트럼을 구하였다. 측기의 조성을 조사하기 위하여 아마이드의 함량분석을 위한 질소 분석은 Elemental Analyzer (Perkin-Elmer사, Model 240)를 사용하였고 potassium 분석은 정확히 무게를 단 시료를 진한 황산으로 분해시킨 후 다시 진한 질산으로 산화시켜 이 용액을 일정 부피로 희석하여 원자흡광분석기(Perkin-Elmer 사, Model 603)로 정량하였다.

제조된 수분산액의 점도 및 표면장력은 수분산액을 500 mL 비이커에 넣고 교반하여 70℃로 가열하여 물을 날리면서 일정시간 간격으로 sample을 채취한 후 그 중 일부를 감압하에서 완전히 건조시켜 고형분 함량을 구하고 나머지를 이용하여 25℃에서 측정하였다. 표면장력 측정은 Fisher Surface Tensiometer (model 21)을 사용하였고 점도 측정은 Brookfield 점도계를 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 생성 메카니즘

본 연구에서는 PEMA에 있는 메틸아크릴레이트를 알칼리성인 KOH, 암모니아와 반응시켜 Figure 3과 같이 측쇄에 -COOK, $-CONH_2$, -COOH 및 미반응 $-COOCH_3$로 이루어진 변성 폴리에틸렌을 제조하였다. 본 연구에서 사용한 Figure 3의 에틸렌 몰비 x는 약 0.925, 메틸아크릴레이트 몰비 y는 0.075 정도이고 M^+이온은 K^+이다. 본 연구에서는 측쇄의 몰 비를 측쇄 그룹끼리의 몰비 개념을 사용했다. 즉 COOK의 몰비란 a/(a+b+c+d)를 의미한다(a=COOK, b=COOH, c=$CONH_2$, d=$COOCH_3$).

이때의 반응 메카니즘은 잘 알려진 친핵치환반응으로서 통상 SN_2 반응이라 일컬어진다.

PEMA 중의 메틸아크릴레이트기의 카르보닐기는 nucleophilic한 관능기에 의해, 쉽사리 공격받아 $-OCH_3$기와 공격해온 관능기와의 치환이 이루어진다. 이를 그림으로 나타내면 Figure 4와 같다.

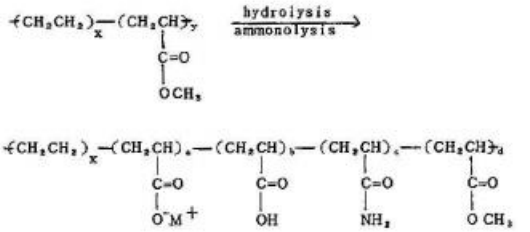

Figure 3. Preparation of modified polyethylenes with various pendent groups from PEMA.

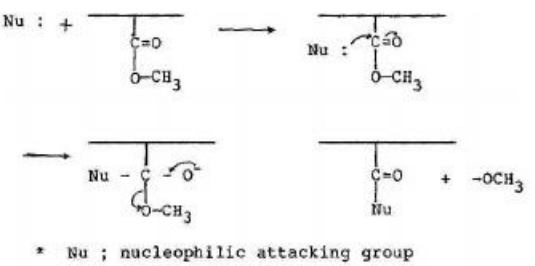

Figure 4. Substitution reaction of PEMA with nucleophiles.

본 연구에서 사용된 약품들인 암모니아수 (NH_3), KOH, 물 등은 모두가 좋은 nucleophile 들이다.

한편 치환반응의 경우에서 대부분 nucleophile은 또한 leaving group으로도 작용을 한다. 즉, NH_3나 ^-OH, H_2O 등은 nucleophile이면서 leaving group인 것이다. 또 $-OCH_3$ 도 leaving group 이면서 nucleophile로 작용을 한다. 이러한 이유로 인해서 본 연구에서 이루어진 여러 반응들은 서로가 경쟁 반응으로 마지막 충분한 반응시간 후에는 평형에 도달하게 되며 최종 생성물의 측기 조성은 반응 물질의 농도 및 반응온도 등에 좌우된다.

PEMA의 가수분해와 ammonolysis에 나타나는 nucleophile들의 nucleophilicity의 크기를 순서대로 나타내면 다음과 같다. R은 alkyl기를 나타낸다.

$$NH_2^- \rangle\ RO^- \ \rangle\ HO^- \ \rangle\ NH_3 \ \rangle\ H_2O$$

따라서 본 연구에서의 반응 내용은 다음과 같이 이루어진다고 볼 수 있다.

먼저 $^-NH_2$($:NH_3$)와 ^-OH, H_2O에 의해 PEMA의 에스터기가 공격을 받아 치환반응이 일어나며 생성된 측기 중 -COOH는 K^+와 결합하여

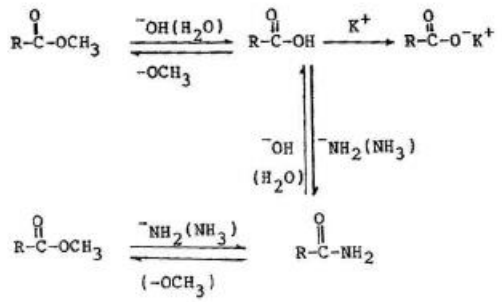

Figure 5. Reaction mechanism for various pendent groups.

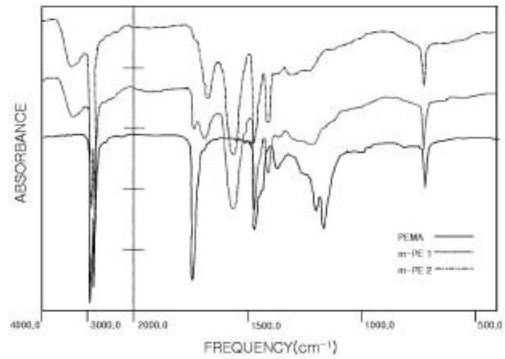

Figure 6. Infrared spectra of PEMA and modified polyethylenes.

$-COO^-K^+$가 된다. 이 때 생성된 $-COO^-K^+$는 쉽게 다른 기로 바뀌지 않으며 또 다른 생성기인 $-CONH_2$ 와 K^+와 미 결합한 -COOH 는 재차 $^-NH_2(NH_3)$와 ^-OH, H_2O, $-OCH_3$ 등의 공격을 받아 다른 기로 전환된다. 이것을 그림으로 나타내면 다음 Figure 5와 같다.

이상과 같은 반응경로를 거쳐 적당한 온도에서 충분한 시간이 경과한 후의 생성물은 $-COOCH_3$, $-CONH_2$, -COOH, -COOK를 측기로 갖고 있는 변성 폴리에틸렌으로 측기의 구조는 IR 스펙트럼에 의해, 조성비는 질소분석 및 AA 분석기에 의한 potassium 분석으로 확인하였다.

Figure 6은 PEMA와 PEMA, 암모니아 수, KOH로부터 제조된 변성 폴리에틸렌(m-PE 1 및 m-PE 2)의 IR 스펙트라로서 PEMA에서는 1740 cm^{-1} 부근에 에스터 중의 카르보닐 특성 피크가 보이나 변성 폴리에틸렌에서는 이 피크가 작아지거나 없어지고 1660 cm^{-1} 부근의 아마이드 I 밴드 및 1550 cm^{-1}부근의 $-COO^-$ 특성 밴드가 보이고 있다. 즉 PEMA의 $-COOCH_3$가 $-CONH_2$ 및 -COOK로 변환되었음을 알 수 있다. M-PE 2는 m-PE 1보다 암모니아를 많이 사용하였기 때문에 1660 cm^{-1}부근의 아마이드 I 밴드가 확연히 더 크게 보이고 있다. 이상으로부터 PEMA의 에스터기는 히드록시, 또는 암모니아 등에 의해 공격을 받아 여러 다른 기로 변화하였음을 알 수 있고 그 다른 기는 $-CONH_2$, -COOH, -COOK 라는 것을 알 수 있다.

반응과정 중에 일어나는 상태의 변화를 살펴보면 처음에 PEMA 펠렛을 반응기에 넣고 온도를 올리면 펠렛들이 PEMA의 결정 용융온도(Tm) 이상에서는 서로 엉겨붙어 덩어리가 되며 이때 교반이 시작되면 용융된 PEMA가 필라멘트 같이 늘어나고 알칼리 수용액이 용융된 PEMA의 표면으로부터 내부로 확산(diffusion)되면서 표면에서부터 PEMA 측기인 에스터 그룹에서 가수분해와 ammonolysis 반응이 일어나 측기의 친수성이 커지므로 친수성이 커진 PEMA가 서서히 물에 안정한 분산 상태로 변하게 된다. 즉 반응과정이 PEMA 펠렛 → 용융체(냉각하면 덩어리 또는 필라멘트 모양 : 고체) → 팽윤(Gel- like) → 분산 또는 수용액 단계를 거쳐 최종 생성물이 된다. 본 반응에서는 225℃에서 반응시간이 16시간 경과하면 반응이 거의 완결되었다.

3.2. 반응물 조성의 영향

반응물의 조성이 생성물의 측기의 조성 및 생성물의 분산 상태에 미치는 영향을 조사하기 위하여 PEMA의 함량을 고정시키고 KOH, 암모니아수, 물의 함량을 변화시켜 실험하였다. 제조된 변성 폴리에틸렌의 potassium 양을 조사한 결과 메틸아크릴레이트 몰 비 대비 사용된 potassium은 대부분 변성 폴리에틸렌에 함유되어 있음이 밝혀졌다. 즉, 측기 중의 potassium carboxylate는 반응물의 조성비에 의해서 조절이 가능함을 알 수 있으며 질소분석으로 측정한 측기 중의 아마이드기의 함량은 암모니아와 물의 비에 영향을 받았다.

Figure 7은 potassium carboxylate의 함량을 고정시키고 반응물에서 암모니아와 물의 비를 변화시킨 경우의 변성 폴리에틸렌에 있는 측기 중 potassium carboxylate을 제외한 그룹 중에서 아마이드기의 몰 비를 보여주고 있다. Potassium carboxylate 함량이 작으면 측기 중의 아마이드기는 원료 중의 암모니아 비에 큰 영향을

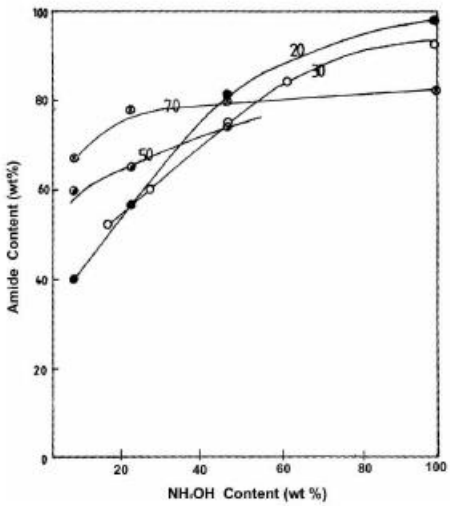

Figure 7. Changes of amide group contents except for potassium carboxylate in pendent groups with ammonia water content in reactants(numerics in figure mean cook contents).

받으나 potassium carboxylate 비가 증가하면 그 영향이 줄어듦을 알 수 있다. Potassium carboxylate가 70 몰%인 경우에는 암모니아 비를 증가시켜도 potassium carboxylate를 제외한 측기 중 아마이드의 비율이 80% 이상 되기가 어렵다는 것을 알 수 있다.

3.3. 측기에 따른 수분산액의 특성변화

PEMA 펠렛을 고온 고압에서 물을 매질로 하여 KOH, 암모니아와 반응시키면 반응물 조성, 온도 등의 조건에 따라 분산이 안되는 경우부터 투명한 수용액까지 제조가 가능하였다. 이는 앞서 설명한 바와 같이 PEMA 펠렛의 표면부터 반응이 일어남에 따라 변성 폴리에틸렌과 물 사이의 친화성이 커지므로 생성물이 물에 분산이 되기 시작하고 친화성이 더욱 커지면 용해되기 때문인 것으로 추정된다.

Figure 8은 측기의 조성비에 따른 물에 분산이 가능한 영역을 나타낸 것으로 빗금친 부분은 분산이 어려운 영역을 표시하며 그림에서 볼 때 측기 중 -COOK 조성이 적어도 20% 이상 되어야 안정한 수분산을 얻을 수 있으며 아마이드기 함량이 적어지면 안정한 수분산을 얻는데 필요한 최저 -COOK 조성비가 커짐을 알 수 있다.

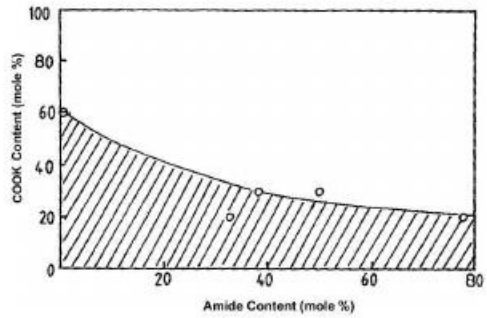

Figure 8. A diagram showing dispersion stabilities in terms of pendent groups of modified polyethylene(the shaded area means the dispersions are unstable).

Table 2. The Effect of Side Group Compositions on the Transparency of m-Polyethylene Dispersions in Water

m-PE	Side group(mole%)			Transparency
	-COOK	$-CONH_2$	-COOH	
I	20	79	1	Opaque
II	30	37	33	Translucent
III	30	42	28	Translucent
IV	30	59	11	Translucent
V	30	65	5	Opaque
VI	50	35	15	Transparent
VII	70	24	6	Transparent

Table 2는 측기의 조성에 따른 육안으로 관찰한 변성 폴리에틸렌 수분산 액의 투명도를 보여주고 있다.

수분산액은 입자 상태에 따라 투명도가 달라지는데 불투명한 것은 분산 입자가 크기 때문에 빛의 산란이 크게 일어난 것을 말하며 투명한 것은 측기의 친수성이 커 분산 입자가 물에 팽윤되어 있거나 물에 용해되어 있는 것을 의미한다. 측기 중의 -COOK 조성비가 증가함에 따라 투명도는 증가하고 있으며 -COOK 조성비가 30%로 일정할 경우 아마이드 함량이 크면 투명도가 떨어지고 있다. 이와 같은 결과들로부터 변성 폴리에틸렌 측기의 친수성 (hydrophilicity)의 크기는 다음과 같은 순서가 된다.

$$-COO^- \rangle -COOH \rangle -CONH_2 \rangle -COOCH_3$$

수분산액은 금속, 목재, 종이, 섬유 등에 직접 코

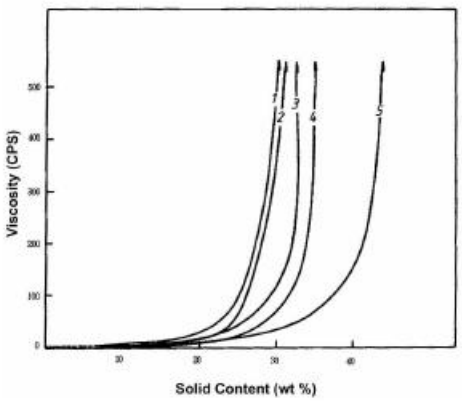

Figure 9. Changes of solution viscosities with solid contents for modified polyethylene dispersions (pendent group composition %/COOK : $CONH_2$ // curve 1 (100:0), curve 2 (70:0), curve 3 (35:40), curve 4 (35:60), curve 5 (20:80)).

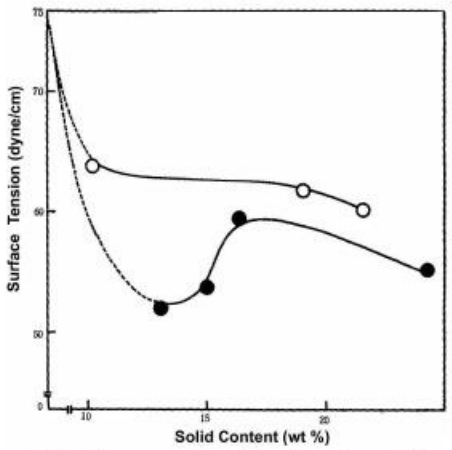

Figure 10. Changes of surface tension with solid contents for modified polyethylene dispersions (COOK : $CONH_2$ composition %, ○// 35:60, ●// 100:0).

팅하여 사용할 수 있기 때문에 점도 및 표면장력은 매우 중요한 의미를 갖는다.

Figure 9는 측기의 조성이 각기 다른 변성 폴리에틸렌 수분산액의 고형분 함량에 따른 점도 변화를 도시한 것이다. 그림에서 -COOK 농도가 낮은 ⑤을 제외하면 고형분 30 wt% 전후에서 점도가 급격히 증가함을 알 수 있다. 합성 에멀젼이 고형분 함량 50 wt% 이상에서도 안정한 것에 비해 매우 낮은 함량에서 점도가 급격히 증가하고 있으며 이는 변성 폴리에틸렌의 측기가 갖는 친수성에 기인한 것으로 친수성이 큰 -COOK가 많아지면 변성 폴리올레핀 사슬들이 물에 용해되어 사슬 얽힘이 쉽게 일어나기 때문이다. 또한 -COOK의 함량이 같을 때는 아마이드 함량이 높을수록 보다 점도 증가가 일어나는 고형분 함량이 높아지고 있다. 즉 $-CONH_2$ 보다 -COOH의 친수성이 큼을 알 수 있다.

Figure 10은 제조된 수분산액의 고형분 함량에 따른 표면장력의 변화를 보여주고 있다.

그림에서 보면 우선 측기 중 -COOK의 몰%가 높은 수분산액이 낮은 경우에 비해 낮은 표면장력을 보여줌을 알 수 있으며 측기 중 -COOK이 35 몰%, 아마이드 60 몰%인 변성 폴리에틸렌 수분산액은 고형분 함량이 증가할수록 표면장력이 점차 떨어지는 반면에 측기가 100% -COOK으로 이루어진 경우는 고형분의 함량이 증가함에 따라 표면장력이 증가하다 다시 떨어지는 현상을 보이고 있다.

일반적으로 물에 녹는 고분자나 보통의 에멀젼에서는 고형분 함량이 증가할수록 표면장력이 떨어지는 경향을 보인다. 또한 물에 첨가되는 물질이 surface-active한 물질인 경우에는 표면장력은 급격히 감소하게 되는데 Figure 10의 open circle 의 경우에 비해 closed circle 의 표면장력이 전반적으로 낮은 것은 -COOK의 몰%가 높을수록 고분자 사슬이 물 중에서 팽윤되거나 풀어져서 surface-activity를 나타내는 polymeric surfactant와 같은 역할을 하기 때문이라 생각된다. 한편 100% -COOK으로 이루어진 수분산에서 고형분의 함량이 증가할수록 표면장력이 증가하다 다시 감소하는 것은 어느 고형분 함량 이상에서 친수성이 큰 사슬들이 서로 엉기기 시작하여 surface activity를 떨어뜨리기 때문인 것으로 보인다.

4. 결 론

본 연구에서는 내부식성 고압반응기를 사용하여 PEMA를 KOH, 암모니아 수용액으로 가수분해, ammonolysis 시켜서 측기에 -COOK, $-CONH_2$, -COOH, $-COOCH_3$를 갖는 수분산 형태의 변성 폴리에틸렌을 제조하였다. 반응은 200℃ 이상에서 16시간 정도면 완결되었으며 생

성물 중의 측기의 종류 및 조성비는 Infrared spectroscopy, 원소 분석 및 atomic absorption 분석 등을 통하여 m-PE 측기의 종류 및 조성비를 조사하였으며 수분산액의 고형분 함량에 따른 점도 및 표면장력을 측정하였다.

도입된 측기 중 -COOK는 원료인 PEMA의 메틸아크릴레이트 농도에 비례하여 사용한 KOH 양으로부터 정량적으로 치환이 가능하였으며 $-CONH_2$는 반응물 중의 암모니아 및 물의 비에 영향을 받았으나 -COOK 비가 클 경우엔 영향이 매우 적었다. 제조된 수분산액은 측기의 조성에 따라 안정도, 투명도 등이 변화하였는데 측기 중에서 -COOK가 수분산에 가장 큰 영향을 주었으며 -COOK 조성비가 20 몰% 이상이 되어야 안정한 분산을 얻을 수 있었으며 또한 -COOK 조성비가 높을수록 수분산액은 투명하였다. 동일 -COOK 조성비에서는 아마이드의 농도가 높을수록 탁도가 증가하여 친수성이 떨어짐을 알 수 있었다.

분산액의 고형분 함량에 따른 점도 -COOK 조성비가 클 경우 낮은 고형분 함량에서 급격한 점도 증가가 일어나 고분자 사슬사이의 얽힘이 쉽게 일어남을 알 수 있으며 표면장력은 -COOK 조성비가 클 경우가 작은 값을 나타내었다.

참 고 문 헌

1. T. G. Powell, Polyolefins 2001. Conference Proceedings, Houston, Tx., 25th-28th Feb., 2001, p. 27.
2. R. D. Lundberg, in Enc. Polym. Sci. Eng., 2nd ed., vol. 8, ed by H. F. Mark, John Wiley & Sons, Inc., New York (1987).
3. L. Holliday, "Ionic Polymers", Applied Science Publishers, Inc., New York (1975).
4. A. Eisenberg and M. King, "Ion-Containing Polymers", Academic Press, Inc., New York (1977).
5. M. R. Tant, K. A. Mauritz, and G. L. Wilkes, "Ionomers : Synthesis, Structure, Properties and Applications", Chapman & Hall, London (1997).
6. A. J. Peacock, "Hand Book of Polyethylene : Structure, Properties, and Applications", Marcel Dekker, Inc., New York (2000).
7. N. G. Gaylord, R. Mehta, and A. D. Deshpande, in "New Advances in Polyolefins" ed. by T. C. Chung, Plenum Press, New York (1993).