

수분산성 아크릴계 접착제 중합 조건에 관한 연구

이행자 · 장석희 · 장상목 · 김종민[†]

동아대학교 화학공학과
604-714 부산시 사하구 하단동 840번지
(2010년 4월 8일 접수, 2010년 4월 24일 채택)

Study on Polymerization Condition of Water-based Acrylic Adhesion

Haeng Ja Lee, Suk Hee Jang, Sang Mok Chang and Jong Min Kim[†]

Department of Chemical Engineering, Dong-A University, 840 Hadan-dong, Saha-gu, Busan 604-714, Korea
(Received 8 April 2010; accepted 24 April 2010)

요 약

본 연구는 주단량체로 2-에틸헥실아크릴레이트(2-EHA), n-부틸아크릴레이트(n-BA), 메틸메타크릴레이트(MMA) 그리고 기능성 단량체로 아크릴산(AAc)을 사용한 유화중합에서 아크릴계 접착제를 합성하기 위한 최적의 합성 조건을 구하고자 한다. 이를 위하여 계면활성제 농도의 영향, 계면활성제 Hydrophilic lipophilic Balance(HLB) 값, 중합개시제 농도와 완충제가 아크릴계 접착제의 물성에 미치는 영향을 연구하였다. 그 결과 계면활성제는 단량체 사용량에 대하여 3~5 wt%를 사용하였을 때, HLB 값이 12.3일 때 가장 안정한 접착체를 얻을 수 있었으며, 중합 개시제의 농도가 1 wt% 이상 사용하였을 때는 중합 속도는 증가하였으나 안정성이 저하되었다. 완충제로 sodium bicarbonate를 사용할 경우 0.4 wt% 이상 사용하여야 충분한 완충 효과가 있었으며, 단량체의 종류에 따라 약간의 차이는 있으나 완충제의 농도가 0.6~0.8 wt%가 적당하여 4성분계 유화중합에서 최적의 중합 조건을 제시할 수 있었다.

Abstract – In this study, emulsion polymerizations for synthesizing acrylic pressure-sensitive adhesive(PSA) were carried out using 2-ethylhexyl acrylate(2-EHA), n-butyl acrylate(n-BA), methyl metacrylate(MMA) as fundamental monomers and acrylic acid(AAc) as a functional monomer in the presence of anionic SLS (sodium lauryl sulfate). To obtain the optimized synthetic condition in the polymerization, we analyzed the polymerization variables such as the effect of surfactant concentration and hydrophilic lipophilic values(HLB). At the same time, the final adhesive properties were also analyzed by the function of the initiator concentration and buffer concentration. In the results, the most stable emulsion was obtained at the surfactant concentrations between 3 and 5 wt%. It was also determined the effect of HLB value of nonionic surfactant and the initiator concentrations on the gel content. Stable emulsion is obtained using the surfactant having HLB value of 12.3. The rate of emulsion polymerization was increased at the initiator concentration greater than 1 wt%, but the stability of the emulsion was decreased. Finally, the effect of the buffer concentrations on the pH and the conversion of the acrylic emulsion product were experimentally measured. At the sodium bicarbonate concentration above 0.4 wt%, the buffer influence was apparent. The buffer effect was fully acceptable at the concentrations between 0.6 and 0.8 wt% regardless of the monomer composition.

Key words: Emulsion Polymerization, Water Borne, Acrylic Pressure Sensitive Adhesive

1. 서 론

우리 주변에는 다양한 형태의 메모지, 라벨, 양면테이프, seal 등 접착제를 이용한 접착 제품들이 많다. 이러한 제품들은 접착제로서의 기능과 편리성 때문에 다양한 형태로 우리 일상에서 이용되고 있고, 보다 풍부한 기능성을 부여함으로써 오늘날 모든 공업 분야에서 활발한 적용 분야를 보여 주고 있다.

“누구라도, 어디든지, 언제라도 붙일 수 있다”는 접착제(Pressure sensitive adhesive; PSA)는 일반적으로 물, 용제, 빛, 열 등의 driving force를 필요로 하지 않고 指壓과 같은 극히 작은 압력으로 다른 물체의 표면에 접착이 가능하고 이것을 다시 떼어낼(박리 peel) 경우에 피착물을 오염시키지 않고 쉽게 떨어지는 접착제로 정의되고 있다 [1]. 이러한 접착제는 접착테이프나 고약(plaster) 등과 같은 의료용 접착물질에서부터 응용이 시작되었으며 [2], 초기의 접착제는 19세기 중엽 이전까지는 송진이나 밀랍을 종이나 직물에 도포하여 사용한 것이 대부분이었다. 19세기 중엽, Day가 기존에 사용되어온 접착물질에 천연고무를 첨가한 최초의 고무계 접착제를 개발하였으며 [3],

[†]To whom correspondence should be addressed.

E-mail: jmkim3@dau.ac.kr

[‡]이 논문은 부경대학교 천재기 교수님의 정년을 기념하여 투고되었습니다.

1845년에 Shecut와 함께 고무계 접착제를 반창고에 적용시켜 미국 특허에 출원하면서부터 본격적인 접착제 응용성에 대한 연구가 시작되었다[4].

접착제를 구성하는 원재료로 분류하면 고무(rubber)계, 실리콘(silicon)계 및 아크릴(acryl)계 접착제 등으로 나눌 수 있다[5-8]. 고무계 접착제는 가장 오랫동안 사용되어져 왔으며 천연고무 및 합성고무를 주성분으로 한다. 기존에는 점착력과 초기 부착력이 뛰어난 천연 고무를 주성분으로 많이 사용하였으나, 내열성이 떨어짐으로 인하여 최근에는 합성 고무를 주성분으로 하는 접착제 연구가 활발하게 진행되고 있다. 실리콘계 접착제의 경우는 분자쇄 말단에 관능성 silanol(SiOH)기를 가지고 있는 접착제이다. 이 접착제는 넓은 온도 범위에서 다양한 물성의 재료에 접착되고 내후성, 내수성, 내열성 및 전기적 특성이 뛰어나고, 적용 온도 범위가 넓다는 장점은 있으나, 가격적인 측면에서 다른 접착제에 비해 상대적으로 불리하다는 단점이 있으며, 고무계 및 실리콘계 접착제는 이미 상당한 연구가 진행되어져 온 반면, 아크릴계 접착제는 최근에서 비로소 선진 각국에서 활발한 연구가 진행되고 있다[9].

아크릴계 접착제는 고무계 접착제를 대체하여 급속히 증가하고 있는 접착제로서 용제형, 수분산성 에멀전형, hot melt형, 100% solid 반응형 접착제 등 폭넓은 형태로 사용 가능한 접착제이다. 고무계 접착제에 비하여 내후성, 내열성, 내한성, 내유성이 뛰어나고, 여러 가지 목적 및 용도에 맞추어 쉽게 만들 수 있다.

그러나 1970년대 세계적으로 대두되었던 공해 문제, 석유 자원 문제, 그리고 1990년대 지구 규모의 환경 문제는 접착제 및 접착 제품 생산 산업에 큰 영향을 주었으며 이로 인해 지구 환경 보전 차원에서 환경 친화형 접착제 및 접착 제품 생산 산업에 대한 관심과 연구가 진행되었고, 그 결과 지금은 세계적으로 무용제형 접착제의 기술 개발 및 생산량은 점차 늘어나고 있는 추세이다. 뿐만 아니라 D. Kusepet와 J. Miron 등은 향후 20년간 접착제 기술 개발의 중심은 무용제형 접착제의 개발로 집약될 수 있다고 발표하였다[10,11].

접착용 무용제 접착제로서 가장 대표되는 물질은 아크릴 수지이며, 무용제 수용성 접착제의 대표적인 합성법은 수분산성 에멀전 중합법이다. 본 방법에 의하여 합성된 접착제는 환경 친화적이기는 하나, 기존의 용제형 접착제와 비교하여 내수성, 내열성, 그리고 접착성 등의 물성이 떨어지기 때문에 용제형 접착제 수준의 물성을 내기 위해서 많은 연구가 필요하고 현재 연구가 진행되고 있다[12-15].

수분산성 아크릴계 에멀전 중합을 이용한 접착제 합성의 경우에는 접착 물성에 영향을 줄 수 있는 인자 즉 단량체의 종류 및 조성, 분자량 및 분자량 분포, 입자의 크기 및 크기 분포, 그리고 입자 구조, 계면활성제의 종류 및 조성 등에 대한 이론적 실험적 연구가 활발히 진행 중이다[16-19].

본 연구에서는 유화 중합법으로 수분산성 아크릴계 접착제를 합성하고, 그 물성을 측정 분석하여 각각의 인자들이 아크릴 접착제의 물성에 어떤 영향을 미치는지 고찰해 보았다.

2. 실험

2-1. 시약

본 실험에서 사용한 단량체는 Sigma-Aldrich사의 2-EHA(2-ethylhexyl acrylate), n-BA(n-butyl acrylate), MMA(methyl metacrylate)를 주 단량체로 사용하였고, 기능성 단량체로서 Junsei chemical사의 AAC

(acrylic acid)을 사용했으며, 음이온성 계면활성제는 Rhodia사에서 제조한 SLS(sodium lauryl sulfate)와 비이온성 계면활성제 NP계열(polyoxyethylene nonylphenyl ether type)을 병용하였다. 완충제로는 덕산화학의 sodium bicarbonate(NaHCO₃), 개시제로 Sigma-Aldrich사의 KPS(potassium persulfate)를 사용하였다.

2-2. 유화 중합 반응 장치 및 방법

본 실험에서 사용한 실험 장치는 Fig. 1에 나타낸 바와 같이 승온 장치인 오일 히터, 교반기, 냉각기, 시료 주입용 dropping funnel, 온도계, 질소 주입 장치가 장착된 6구 분리형 반응기를 사용하였다. 본 실험에서 사용한 유화 중합 방법은 Fig. 2와 같이 단량체 분할 투입 방법으로 pre-emulsion 첨가법을 이용하였다. 유화 중합 방법 중에는 단량체를 예비 유화하지 않고 직접 중합 반응조에 투입(neat monomer feed type)하는 방법과 예비 유화시켜 중합 반응조에 투입하는 방법(pre-emulsion type)으로 나눌 수 있는데, 후자의 방법은 교반 속도에

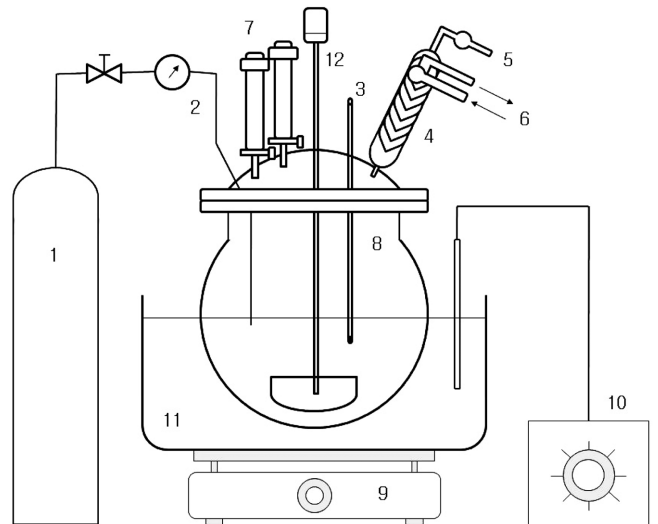


Fig. 1. Schematic representation of the emulsion polymerization system.

- | | |
|---|-------------------------------|
| 1. Nitrogen bomb | 8. 6-neck round flask reactor |
| 2. Nitrogen inlet | 9. Support jack |
| 3. Thermometer | 10. Thermo controller |
| 4. Spiral condenser | 11. Oil bath |
| 5. Drying tube | 12. Mechanical stirrer |
| 6. Cooling water | |
| 7. Dropping funnels for monomer and initiator | |

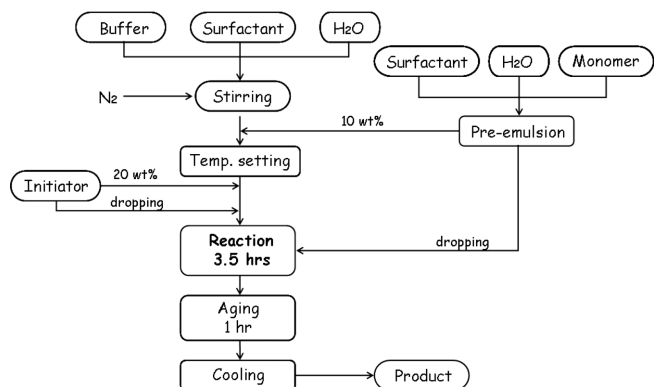


Fig. 2. Flow diagram of the emulsion preparation by the pre-emulsion process.

의한 아크릴계 에멀전의 입자 분포나 중합 속도 등의 영향을 덜 받기 때문에[20,21] 본 실험에서는 예비 유화 중합법을 택하였다.

계면활성제를 용해한 수용액에 단량체를 가하여 고속으로 교반시켜 단량체 예비 유화액(pre-emulsion)을 준비한다. 반응기에 이온교환수, 계면활성제 수용액 그리고 완충제를 가하고 질소 기류 하에서 교반하면서 일정 온도로 승온한다. 이때 단량체 예비 유화액은 전체 단량체 유화물액의 10 wt%를 첨가하고, 개시제는 총 소모 개시제의 20 wt%를 투입하여 중합을 개시한다. 개시 시점은 반응물의 색이 천천히 열어지면서 거의 투명해진 이후 청색을 띄는 것으로 확인하였으며, 개시가 확인된 이후 남아 있는 유화물과 개시제를 약 3시간 30분에 걸쳐 적하한다. 적하가 끝난 후 1시간 숙성을 시킨 후 40 이하로 냉각하여 반응을 종료한다.

2-3. 전환율(Conversion)

전환율(%)은 식 (1)과 같이 무게 감량법으로 계산하였다.

$$\text{Conversion}(\%) = \frac{W_d}{W_i T_s} \times 100 \quad (1)$$

여기서 W_d : 채취한 시료 무게(g)

W_i : 건조 후의 시료 무게(g)

T_s : 100% 전환 시 이론적인 고형분 값(분율)

중합체의 고형분은 IR dryer를 사용하여 채취한 시료를 알루미늄 접시에 담아 120 °C에서 2시간 동안 건조한 후 잔량을 고형분으로 정의하여 이론상의 고형분으로 나누어 전환율을 구하였다.

2-4. 유화제와 HLB

분자 구조 내에 친유성기와 친수성기를 함유한 계면활성제는 전체 계면활성제 분자 크기에 대한 친유성기와 친수성기의 비율에 의하여 그 계면활성제의 친수성과 친유성 정도가 결정된다. 피유화물도 친유성이 강한 것과 약한 것이 있으므로 유화제를 선택할 때 피유화물의 친유성의 정도에 따라서 계면활성제의 선택도를 다르게 하여야 된다. 이것을 수치로 표시한 것이 Hydrophilic Lipophilic Balance(HLB)이다. HLB는 1949년도 미국의 Atlas powder(현재 I.C.I 미국)가 발표한 것으로 유화시키고자 할 때 유화제 선택의 기준으로 지금까지 널리 이용되고 있다.

유화제가 하는 주역활은 계면장력을 낮추고, 흡착막에 의하여 표면을 기계적으로 보호하여 이온에 의한 입자와 입자간에 반발로 인한 충돌을 막아주는 작용 등이 있다. 따라서 적합한 유화제를 선택할 때는 피유화물의 화학조성, 물성 그리고 HLB값을 고려하여야 한다.

유화제의 HLB값을 변화시키기 위하여 본 연구에서는 음이온성 계면활성제의 사용량을 고정하고, HLB값이 서로 다른 비이온성 계면활성제를 각각 사용하여 HLB값에 따른 겔화값을 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

3-1. 계면활성제 농도의 영향

계면활성제는 에멀전 입자 크기를 결정하기 때문에 중합 반응의 안정성에 큰 영향을 준다. 일반적으로 아크릴 유화 중합에서는 음이온성 및 비이온성 계면활성제가 많이 사용된다. 이전의 실험에서는

음이온성 계면활성제 단독으로 사용하여 물성치 변화를 확인하였으나[20], 이번 실험에서는 2가지 종류의 계면활성제를 병용하여 양쪽의 특성을 살리면서 계면활성제 총량의 영향에 대하여 살펴보았다.

단량체로 2-EHA는 53 g, n-BA 40 g, MMA 6 g, AAc 1 g, 완충제 NaHCO_3 0.3 g, 개시제 KPS는 0.2 g으로 동일하게 하고, 계면활성제의 양을 총 단량체 기준으로 1, 2, 3, 4, 5, 6 wt%로 계면활성제의 양을 점차 증가시켜가며 각각 실험을 하였다. Fig. 3에 각 실험 조건에 따른 겔 함량과 전환율을 분석한 결과를 나타내었다. 계면활성제로 SLS와 NP-10을 사용하여 에멀전을 합성할 때 계면활성제 농도에 따른 전환율의 변화를 살펴보면, 계면활성제 농도가 증가할수록 겔 함량은 감소하고 있음을 알 수 있다. 특히 계면활성제 농도가 3 wt%이상에서 겔 함량은 급격히 감소하였으며, 계면활성제를 5 wt% 사용하였을 경우 겔이 거의 생성되지 않았다.

계면활성제 농도가 전환율에 미치는 영향을 나타낸 그래프에서도 전환율은 계면활성제의 농도가 5 wt% 이상부터는 거의 100% 전환되었음을 알 수 있었다.

통상 아크릴 에멀전은 수용액 상에서 2~3종류의 아크릴 단량체를 포함하여 유화중합에 의해 합성되는데 폴리머 입자가 수용액 상에서 분산되는 형태로 얻어진다. 이렇듯 물에 녹지 않는 단량체를 사용하여 수용액 상에서 응집이 생기지 않는 아크릴 폴리머를 나노 입자의 형태로 제조하기 위해서는 적절한 계면활성제의 선정이 중요하고, 적당한 계면활성제의 선택 및 적절한 사용량은 유화중합의 일반적인 메카니즘인 핵생성 및 입자 성장 단계를 거치면서 수용액 상에 나노 입자들이 형성될 때 응집이 일어나지 않고 안정화에 기여하는 결정적인 역할을 하게 된다[22,23].

에멀전 중합시 첨가한 계면활성제의 총량에 따른 전환율의 변화를 알아보기 위하여 혼합 계면활성제의 비율은 고정시키고 계면활성제 총량을 변화시켜 가면서 실험을 하였다. Fig. 3에서 볼 수 있듯이 계면활성제의 총량이 1 wt%에서는 전환율이 약 87.5%로 낮게 나타났으나 계면활성제의 총량이 2 wt%에서 6 wt%로 증가함에 따라 전환율이 각각 92.7, 96.2, 97.8, 99.65, 99.8%로 전환율이 크게 증가하는 결과를 나타내었다. 실험에서 사용한 혼합 계면활성제의 음이온/비이온 계면활성제의 비율은 동일하므로 계면활성제의 미셀 임계농도(critical micelle concentration; CMC)는 동일하다. 따라서 계면활성제의 양을 증가시키기에 따라 미셀의 수는 증가하고 미셀 수의 증가는

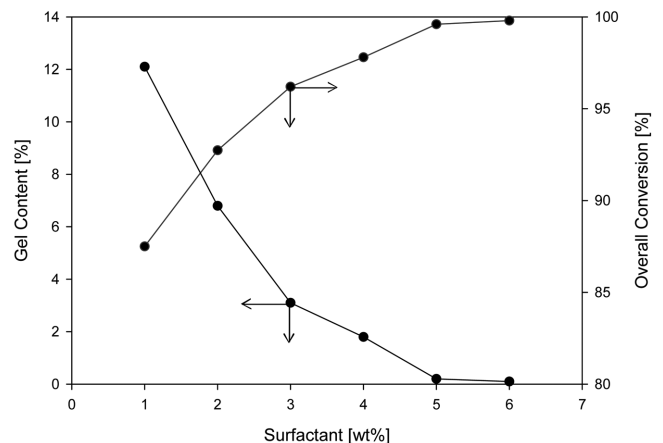


Fig. 3. Effect of the surfactant concentration on gel content and overall conversion in the process of the acrylic emulsion polymerization.

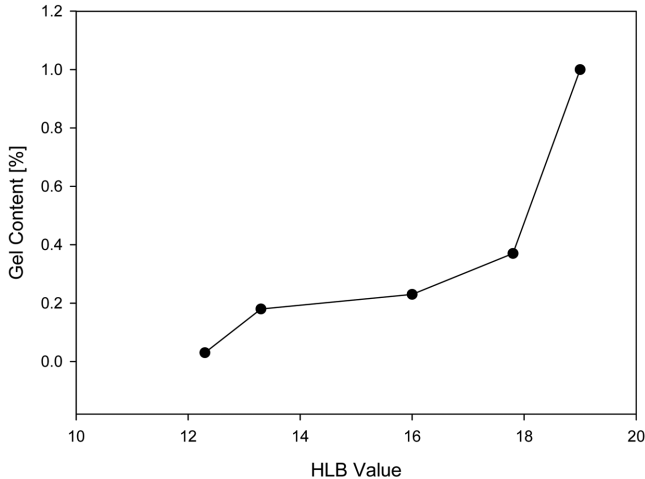


Fig. 4. Effect of HLB value on gel content.

중합 장소가 증가함을 의미하기 때문에 에멀전의 전환율이 증가하는 결과를 가져 온 것으로 생각된다[22].

3-2. 계면활성제의 HLB 값의 영향

모든 계면활성제는 친수성 체인과 소수성 체인으로 구성되어 있으며, 이 친수성/소수성 크기의 척도는 친수-소수 정도(HLB) 수치로 표시된다. 따라서 친수성 체인이 긴 경우 수용액상에서 친수성 쪽으로 흡착이 쉽게 일어나며 계면활성제는 쉽게 수용액에 용해된다. 본 실험에서는 음이온성 계면활성제 SLS는 4.8 g으로 고정하고, 비이온성 계면활성제 NP 계열에서 HLB 값이 각각 다른 종류인 NP-08(HLB=12.3), NP-10(HLB=13.3), NP-20(HLB=16.0), NP-40(HLB=17.8), NP-50(HLB=19.0)을 각각 사용하여 전환율과 겔 함량을 조사하였다.

비이온성 계면활성제의 HLB 값의 변화에 따른 에멀전의 겔 함량의 변화를 Fig. 4에 나타내었다.

HLB 값이 서로 다른 비이온성 유화제를 사용하여 실험한 결과 본 실험에서 사용한 단량체 조성에 대해서는 HLB값 17.8 이하에서는 대체적으로 겔 함량이 낮은 에멀전을 얻을 수 있었다. 특히 HLB값이 12.3인 NP-08과 SLS를 2:3의 비율로 사용한 경우에는 전환율 100%에서 겔 함량 0.03%로 거의 겔이 생성되지 않은 안정한 에멀전을 얻을 수 있었으며, HLB 값이 19 이상인 비이온성 유화제 NP-50를 병용한 경우에는 전환율에 문제는 없었으나 부분적인 겔이 생성되었다. SLS를 사용하여 아크릴계 에멀전을 합성할 경우에는 HLB 값이 12.3~17.8 정도의 비이온성 계면활성제를 병용하는 것이 높은 전환율에서도 겔 생성이 적으므로 최적의 유화 시스템인 것으로 판단된다.

3-3. 중합 개시제 농도 영향

유화 중합에서 생성되는 입자의 수는 용액상의 개시제 농도에 의해 결정되므로 일반적으로 개시제 농도가 높을수록 반응속도가 증가한다. 그러나 고분자의 양에 비하여 개시제의 양이 과도하게 많으면 라텍스 입자 표면에 달라붙지 않은 채로 별개의 고분자 입자가 생성되어 에멀전의 안정성을 저하시키는 경우도 있다. 일반적으로 유화 중합에 사용되는 개시제로는 수용성인 과황산칼륨, 과황산암모늄 또는 히드로과산화물 등이 사용되나, 본 실험에서는 과황산칼륨인

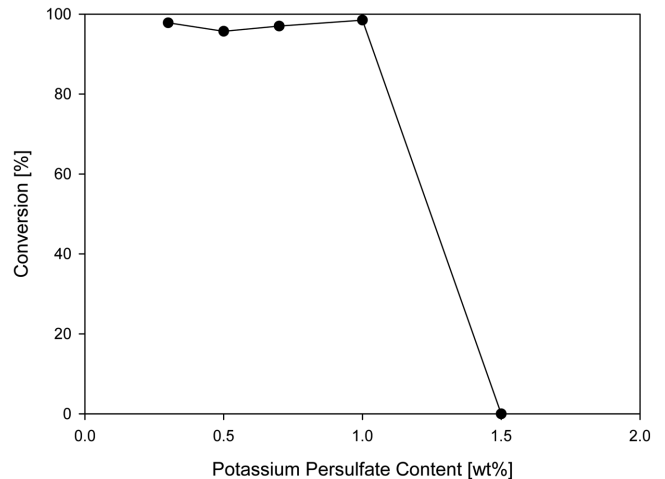


Fig. 5. Conversion of emulsion polymerization with respect to the concentration of the initiator.

KPS를 개시제로 사용하여 KPS 첨가량에 따른 전환율을 조사하였다.

단량체의 조성은 2-EHA 53 g, n-BA 40 g, MMA 6 g, AAc 1 g 그리고 계면활성제는 SLS 4 g, NP-10 3 g, 완충제 NaHCO_3 는 0.4 g으로 일정하게 고정시키고 중합 개시제 KPS의 양을 0.3, 0.5, 0.7, 1.0, 1.5 g으로 변화시켜 가면서 전환율의 변화를 관찰하였다.

Fig. 5는 중합 개시제 농도에 따른 전환율을 나타낸 것이다. 중합 개시제의 농도가 증가함에 따라 전환율은 거의 일정하게 유지되다가 중합 개시제의 농도가 1.5 wt%에서는 에멀전의 상태가 불안정하게 되어 점도가 높아지거나 아니면 유화가 파괴되어 응고되는 현상을 나타내어 중합의 전환율이 거의 0값을 나타내었다.

3-4. 완충제 농도 효과

유화중합은 일반적으로 산성에서 반응이 진행된다. 그러나 산이나 기능성 단량체를 함유한 반응에서 반응시 pH가 변하는 경우가 많이 관찰되는데, 반응시의 pH를 안정화시켜주는 것이 완충제이다. 또한 완충제는 개시제의 용해도를 일정하게 유지시키는 역할도 한다. pH 조절을 위해 첨가해 주는 완충제의 첨가량이 수분산성 아크릴 점착제의 물성에 미치는 효과를 알아보기 위하여 NaHCO_3 를 첨가하여 NaHCO_3 농도에 따른 아크릴 에멀전의 전환율을 분석하였다.

단량체의 조성은 2-EHA 53 g, n-BA 40 g, MMA 6 g, AAc 1 g 그리고 계면활성제는 SLS 4 g, NP-10 3 g, 개시제 KPS는 0.2 g으로 일정하게 고정시키고 완충제 NaHCO_3 의 양을 무첨가, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 1.2 g으로 변화시켜 가면서 전환율의 변화를 관찰하였다.

Fig. 6은 2-EHA와 n-BA를 주 단량체로 한 아크릴계 에멀전 합성시의 완충제의 효과를 보여준다. 완충제의 사용량이 증가함에 따라 전환율이 증가하다가 0.8 wt%/monomer인 경우 전환율의 최고치를 보이다가 그 이후 농도가 높아질수록 다시 전환율의 감소를 보이고 있다.

Fig. 7에 완충제 양에 따른 단량체 투입 조건에 따른 pH 변화를 나타내었다. pre-emulsion 중합의 단량체가 투입된 양을 전체 비율로 했을 때 A는 단량체가 전혀 들어가지 않을 때이고 B는 10% 비율로 투입된 것이고 C는 35%로 D는 단량체 전체량을 투입되었을 때 각각 pH 값의 변화를 나타내었다. 단량체를 투입하지 않은 A의 경우 pH에서 완만하여 완충제의 완충효과가 나타난 것을 알 수 있다. 단

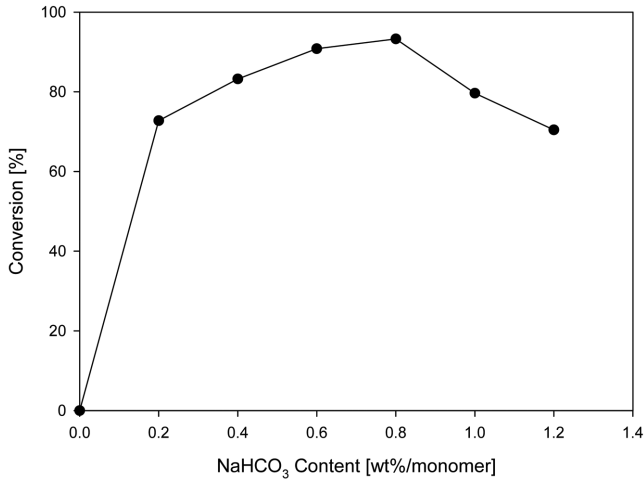


Fig. 6. Effect of buffer concentration on conversion of acrylic emulsion.

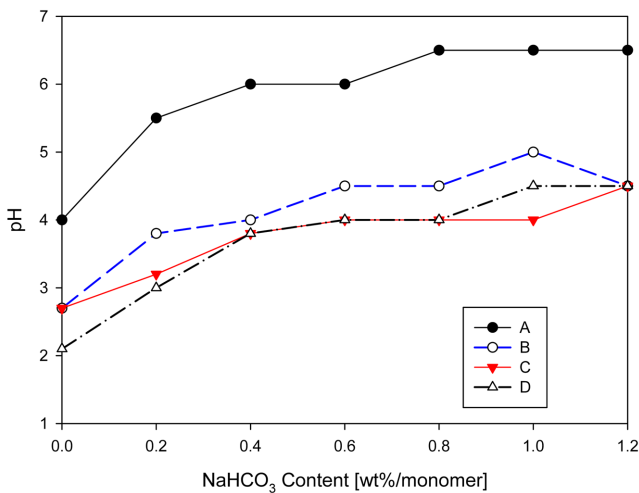


Fig. 7. Effect of buffer concentration on the pH of acrylic emulsion.

량체 투입 조건에 따른 pH의 변화에서도 완충제의 농도가 0.6~0.8 wt%/monomer인 경우 안정적이고 전환율의 변화에서도 최고치를 보이고 있으므로 완충제의 적정 사용량은 0.6~0.8 wt%이라는 결론을 내릴 수 있었다.

4. 결 론

본 연구에서는 수분산성 아크릴계 접착제 합성의 원료로 2-EHA, n-BA, MMA, AAc의 4성분을 사용하였다. 최적 합성 조건을 구하기 위하여 계면활성제의 사용량과 HLB 값, 중합개시제의 농도, 완충제의 사용량에 따른 아크릴계 접착제의 중합 최적 조건을 살펴 본 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

유화제 중합의 안정성에 영향을 미치고, 단량체 사용량에 대하여 3~5 wt% 사용하였을 때 겔이 형성되지 않고 가장 안정한 에멀전을 얻을 수 있었다. 유화제의 HLB 값이 12.3일 때 전환율 100%에서 겔이 생성되지 않은 안정한 중합체를 합성할 수 있었다. 중합 개시제의 농도가 1 wt% 이상 사용하였을 때 중합속도는 증가하였으나 에멀전의 안정성은 저하되었다. 완충제의 사용에 따라 반응계의 pH를 일정하게 유지할 수 있었으며 sodium bicarbonate를 사용할 경우 완

충제를 0.4 wt% 이상 사용하여야 충분한 완충효과가 있으며 단량체의 종류에 따라 약간의 차이는 있으나 완충제의 농도는 0.6~0.8 wt% 이 적당하였다.

감 사

본 연구는 동아대학교 학술연구지원에 의해 수행되었습니다. 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Bing, K. E. and Park, Y. I., "Recent Trends of Fundamental Adhesion and Environmental Countermeasure," *Polymer science and technology(Korea)*, **6**, 595-603(1995).
- Satas, D., *Handbook of Pressure Sensitive Adhesive Technology*, 2nd Ed., Ch 2-3, Van Nostrand Reinhold, New York(1989).
- Bemmels, C. W., *Pressure Sensitive Tapes and Labels Handbook of Adhesive*, Van Nostand Reinhold, New York(1977).
- Shecut, W. H. and Day, H. H., U.S. Patent, **3**, 965(1845).
- Park, S. Y., Choi, W. J., Choi, H. S., Kwon, H. and Kim, S. H. "Recent Trends in Surface Treatment Technologies for Airframe Adhesive Bonding Processing: A Review(1995-2008)," *J. of Adhesion*, **86**, 192-221(2010).
- Park, M. C., Seo, I. S., Lee, M. C., Shin, H. S. and Lim, J. C., "Adhesive Property Changes of Water-based Pressure-sensitive Acryl Adhesive with Acrylic Acid Contents and Molecular Weight," *Polymer-Korea*, **23**(5), 625-631(1999).
- Marshall, S. J., Bayne, S. C., Baier, R., Tomsia, A. P. and Marshall, G. W., "A Review of Adhesion Science," *Dental Materials*, **26**, E1-E16(2010).
- Eckersley, S. T., "Drying Behavior of Acrylic Latexes," *Progress in Organic Coatings*, **23**(4), 387-402(1994).
- Foster, A. B., Lovell, P. A. and Rabojohns, M. A., "Control of Adhesive Properties Through Structured Particle Design of Waterborne Pressure-sensitive Adhesives," *Polymer*, **50**, 1654-1670(2009).
- Thickett, S. C. and Gilbert, R. G., "Emulsion Polymerization : State of the Art in Kinetics and Mechanism," *Polymer*, **48**, 6965-6991(2007).
- Chern, C. S., "Emulsion Polymerization Mechanisms and Kinetics," *Prog. Polym. Sci.*, **31**, 443-486(2006).
- Seo, I. S. and Lee M. C., "Effects of Intra-particle Composition on the Adhesive Properties and Water Dispersivity of Water Dispersible Acrylic Emulsion Pressure Sensitive Adhesive," *J. Korean Ind. Eng. Chem.*, **18**(5), 444-448(2007).
- Tobing, S. D. and Klelin, A., "Molecular Parameters and Their Relation to the Adhesive Performance of Acrylic Pressure-sensitive Adhesives," *J. Appl. Polym. Sci.*, **79**(12), 2230-2244(2001).
- Garrett, J., Lovell, P. A., Shea, A. J. and Viney, D. R., "Waterborne Pressure-sensitive Adhesives : Effects of Acrylic Acid and Particle Structure," *Macromol. Symp.*, **151**(1), 487-496(2000).
- Laureau, C., Vicente, M., Barandiaran, M. J. and Leiza, J. R., "Effect of the Composition Profile of 2-ethyl Hexyl Acrylate/methyl Methacrylate Latex Particles on Adhesion," *J. Appl. Polym. Sci.*, **81**(5), 1258-1265(2001).
- Lee, H. J., Park, J. S., Lee, S. R., Kim, J. M. and Chang, S. M., "Study of Emulsion Polymerization Condition of Aqueous

- Adhesive'; *Korean Chem. Eng. Res.*, **47**, 470-475(2009).
17. Zubitur, M. and Asua, J. M., "Agitation Effects in the Semicontinuous Emulsion Polymerization of Styrene and Butyl Acrylate"; *J. Appl. Polym. Sci.*, **80**, 841-845(2001).
18. Chern, C. S., Hsu, H. and Lin, F. Y., "Stability of Acrylic Latics in a Semibatch Reactor"; *J. of App. Poly. Sci.*, **60**, 1301-1311(1996).
19. Chu, F., Guillot, J. and Guyot, A., "Study of Poly(St/BA/MAA) Copolymer Latexes with Trimodal Particle Size Distribution"; *Polymers for Advanced Technologies*, **9**, 844-850(1998).