

합성헥토라이트 점토를 함유한 내열성 수성코팅제의 제조

이석기* · 이병교

*경일대학교 공업화학과, 경북대학교 무기재료공학과
(2000년 11월 20일 접수)

Preparation of Heat-resistance Waterborne Coatings Containing Synthetic Hectorite Clay

Suk-Kee Lee* and Byung-Kyo Lee

*Dept. of Industrial Chemistry, Kyungil University, Kyungsan, 712-701, Korea
Dept. of Inorganic Materials Engineering, Kyungpook National University, Taegu, 702-701, Korea
(Received November 20, 2000)

초 록

수열법으로 합성한 헥토라이트 점토(SHC), 아크릴 라텍스 및 코팅첨가제들을 배합하여 성분이 다른 수성코팅제(WBC-0, WBC-1, WBC-2) 3종류를 제조하였다. 제조한 수성코팅제(WBC)의 pH, 용액점도 및 고형분을 조사하였고, 전단력에 따른 유동성을 레오메타로 측정하였다. 또한 WBC로 부터 주조된 필름의 열안정성과 투명성을 각각 TGA와 UV-VIS 분광광도계로 조사하였다. SHC가 8 phr 포함된 WBC-2는 전단력에 따라 졸과 겔의 상전이 현상, 즉 요변성을 나타내었으며 이로 인해 저장안정성이 우수하였다. 주조한 WBC-1과 WBC-2 필름의 초기분해온도와 투명성은 시판 WBC(OP-55W)의 필름보다 각각 99.6~110.2°C와 20.9~21.7%의 범위로 증가하였다. 결과적으로, SHC가 함유된 WBC는 수팽윤성 점토에 의해 내열성과 용액점도의 증대효과가 나타났다.

ABSTRACT

Three different composition of waterborne coatings (WBC-0, WBC-1, WBC-2) were prepared by the compounding of synthesized hectorite clay (SHC) from the hydrothermal reaction with acryl latex and coating additives. The pH, solution viscosity and solid content of WBCs were investigated, and the rheological properties with the shear rate measured by the rheometer. Also, the thermal stability and the transmittance of the films casted by WBCs were investigated by thermogravimetry analysis and UV-VIS spectrophotometer, respectively. WBC-2 containing 8 phr SHC showed the phase transition of sol and gel with the shear rate, that is, the thixotropic property, and the storage stability of WBC-2 increased by means of its phenomenon. The initial decomposition temperature and the transmittance of films casted by WBC-1 and WBC-2 increased in range of 99.6~110.2°C and 20.9~21.7% than the commercial WBC, respectively. As a consequence, WBC containing SHC showed increasing effect both the heat-resistance and the solution viscosity by the water swellable clay.

Key words : Synthetic hectorite clay, Acryl latex, Waterborne coatings, Thixotropy, Heat-resistance, Thickener

1. 서 론

최근 제과용지, 식품포장지 및 위생포장지의 표면고급화를 위해 다양한 표면코팅제가 사용되고 있는데, 각종 칼라인쇄지제품의 색상, 선명도, 투명성 및 내수성 등의 물성은 거의 표면코팅제 성질에 의존한다. 일반적으로 칼라인쇄지의 코팅은 유기용제로 용액화된 고분자 수지(resin)의 오버코팅(overcoating)법 및 필름 라미네이팅(laminating)법을 사용하고 있으며, 이들 코팅법은 휘발성 유기용제(volatile organic compound)에 의해 환경오염을 유발시킬 뿐만 아니라 수지의 침전현상으로 저장안정성(storage stability)이 떨어지고, 라미네이팅 필름으로 인해 제지의 재생이 어렵기 때

분에 작업성의 저하 및 관리상 등의 문제점이 발생된다.^{1,2)} 한편, 제과업계에서 사용하는 제과용지는 고온(220°C 이상)의 오븐(oven)에서 가공하게 됨으로 내열성을 가지는 제지용 표면코팅제를 필요로 하고 있으나, 유성코팅제의 오버코팅법과 필름 라미네이팅법에 의해 코팅된 제지제품은 150°C 정도 까지만 열안정성을 나타내기 때문에 내열코팅된 제과용지 완제품을 이탈리아 및 일본 등에서 전량 수입하여 사용하고 있다. 따라서 220°C 이상의 고온에서도 열안정성을 나타낼 수 있고, 인체에 무해하며 환경친화적인 수성코팅제(waterborne coatings; WBC)가 절실히 요구되고 있다.

헥토라이트(hectorite) 점토는 수팽윤성, 수분산성, 양이온 교환능 및 유무기 복합체 형성능이 우수하여 공업적인 결화

제(gelling agent)로서 그 이용도가 높다.³⁻⁹⁾ 그러나 천연 hectorite는 수분산액에서 낮은 분산투명성을 나타내므로 많은 불순물을 제거하여야 만 고유의 기능을 나타낼 수 있다.¹⁰⁾ 이러한 천연점토의 단점을 보완하기 위해 본 연구자들은 수팽윤성이 우수한 hectorite 점토를 수열법으로 합성하고, 그 특성을 보고한 바 있다.¹¹⁾ 본 연구자들은 내열성이 요구되는 제과용지의 표면코팅용 소재 개발을 위해 이전연구¹¹⁾에서 합성한 수팽윤성 hectorite 점토를 WBC의 내열성 향상제 및 증점제(thickener)로 적용하고자 한다.

따라서 본 연구에서는 합성헥토타이트 점토(synthetic hectorite clay; SHC), 바인더로서 아크릴계 라텍스 및 각종 코팅첨가제와 배합하여 3종류의 WBC(WBC-0, WBC-1, WBC-2)를 제조하였다. 제조한 WBC의 기본물성을 조사하였으며, 전단력에 따른 점도의 변화를 측정하여 유동학적 성질을 고찰하였다. 그리고 WBC로부터 필름을 주조하여 열안정성과 투명성을 시판되는 WBC와 비교 분석하였다.

2. 실험방법

2.1. 합성헥토타이트 점토(SHC) 및 재료

SHC를 수열합성하기 위한 출발원료로서 sodium silicate ($\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, 석산화학제), magnesium chloride ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 농양화학제), sodium hydroxide(NaOH, 대중화학제), lithium hydroxide($\text{LiOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$, 약리화학제)를 사용하였고, 용매로는 2회 증류한 2차증류수를, 촉매로는 NH_4OH (석산화학제)를 사용하여 이전 연구¹¹⁾와 같은 과정으로 250°C, 6시간 고압반응기에서 수열반응시켰다. 수열합성한 SHC의 화학조성은 Si/Mg/Na/Li=8.0/5.4/0.6/0.6으로 나타났다. 본 실험에서는 WBC의 바인더로 styrene-butadiene rubber(SBR, KSL-210, (주)금호석유화학) 아크릴계 라텍스를 사용하였고, WBC의 배합에 필요한 첨가제들은 Table 1에 성질과 제조회사를 종합하였다. SHC의 수분산성을 향상시키는 풀림제(peptizer)로서 tetrasodium pyrophosphate(TSPP, 시그마화학제)를 정제없이 그대로 사용하였다. 한편 시판되는 WBC(OP-55W)는 (주)하나산업에서 제공받

아 사용하였다.

2.2. 수성코팅제(WBC)의 제조

본 실험의 WBC는 SHC, 아크릴계 라텍스 바인더 및 각종 코팅첨가제를 다음의 단계에 따라 배합하여 제조하였다.¹²⁾

1단계(수화)는 증류수에 SHC와 풀림제로 TSPP를 투입하여 전동교반기(600 rpm)로 상온에서 30분간 수분산시켜 SHC를 수화(hydration)시킨다. 2단계(코팅첨가제 배합)로 습윤분산제, 증점제, 소포제, 레벨링제 등의 코팅첨가제를 1단계 용액에 투입하고, 1000 rpm 이상으로 20분간 교반하여 배합(compounding)한다. 3단계(바인더 혼합)에서는 2단계의 용액에 바인더로서 SBR계 라텍스, 소포제 및 증류수를 투입하고 300 rpm으로 1시간 동안 혼합(mixing)한다. 이상의 3단계로 배합하여 서로 성분이 다른 WBC-0, WBC-1, WBC-2를 제조하였으며, 제조한 WBC의 조성과 기본물성을 Table 2에 나타내었다.

2.3. WBC의 유동학적 성질 측정

제조한 WBC의 점도는 25°C에서 Brookfield 점도계(DV-

Table 2. Composition of Waterborne Coatings

Component	Sample	Composition (phr) ^{a)}			
		WBC-0	WBC-1	WBC-2	OP-55W
Synthetic hectorite clay (SHC)		-	5.0	8.0	-
Additives	Disperbyk-181	1.0	1.0	1.0	Fluro Compound
	Byk-028	0.5	0.5	0.5	
	CMC	13.3	5.0	-	
	BYK-333	0.2	0.2	0.2	
	TSPP	-	0.5	0.5	
Solvent	Distilled water	33.0	100.0	100.0	
Binder	Latex (KSL 210)	100.0	100.0	100.0	

^{a)} phr is part per hundred.

Table 1. Properties of Materials Used in This Study

Property	Material	Binder	Wetting & dispersing agent	Antifoaming agent	Leveling agent	Cellulosic thickener
Grade		KSL 210	Disperbyk-181	BYK-028	BYK-333	CMC
Solid content (%)		50.0~51.0	65.0	≥ 98.0	≥ 97.0	3.0
Density (25°C)		1.02	1.04	1.04	1.04	-
Comments		Carboxylated SBR latex	Polyalkylol ammonium salt	Polysiloxane	Modified polydimethyl siloxane	Carboxy methyl cellulose sodium salt
Supply		Kumho Petrochem. Co.	BYK-Chemie GmbH	BYK-Chemie GmbH	BYK-Chemie GmbH	Yakuri Pure Chem. Co.

II+, spindle No. 31, Brookfield사)를 이용하여 측정하였다. 또한 Table 1에 나타낸 SHC가 포함되지 않은 WBC-0, SHC와 셀룰로스가 증점제인 CMC가 포함된 WBC-1, SHC가 포함된 WBC-2의 3종 수성코팅제를 plate형의 레오미터(Physica사, UDS200)를 사용하여 25°C에서 전단력(shear rate)이 $10^{-1} \sim 10^3 \text{ s}^{-1}$ 의 범위로 하여 점도변화를 측정하였다.

2.4. WBC의 필름구조, 열분석 및 투명성 측정

제조한 WBC 일정량을 직경 6 cm의 유리접시에 두께가 일정하도록 casting한 후, 미세한 구멍이 뚫린 비닐 랩으로 봉하여 상온에서 48시간 1차 건조한 후, 60°C의 진공오븐에서 72시간 2차 건조하여 필름을 주조하였다. WBC로부터 주조한 필름의 열분석은 열중량분석기(TGA, TA Instrument사, Dupont 2000)를 사용하여 10°C/min의 승온속도로 온도에 따른 무게감량을 측정하였다. 또한 주조한 필름의 투명성은 UV-VIS 분광광도계(Shimadzu사, UV-240PC)로 500 nm 파장의 빛에 대한 투과도로 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 이론적 배경

SHC는 천연점토에 비해 입경이 작은 미분체로서 물에 분산시켰을 때 무색투명해지는 특성을 나타내며, WBC의 안료(pigment) 및 증점제(thickener)로 사용하게 되면 제과용지 및 칼라인쇄지 등 각종 재료표면의 색상 및 선명도를 저하시키지 않으면서 코팅제반물성을 증대시킬 수 있다. Fig. 1은 본 실험의 WBC에 포함된 SHC와 바인더인 라텍스의 수팽윤 및 겔코팅 과정을 모식화한 것이다. 수분산성 및 수투명성이 우수한 SHC는 Fig. 1에 나타낸 바와같이 4단계에 걸쳐 수분산된다.^{13,14)} 1단계에서 점토가 수화(hydration)되어

입자 stack이 분리되고, 2단계에서는 수화된 나트륨이온에 의해 점토의 겔화가 진행되어 팽윤(swelling)현상이 일어난다. 3단계는 삼투압과 정전기적 인력의 발생으로 점토 입자의 분리(separation)현상이 발생하고, 마지막 단계에서 분리된 SHC 입자 표면의 음전하(negative charge)와 가장자리의 양전하(positive charge)에 의해 “house of cards structure”를 형성하여 수팽윤성이 극대화된다. 점토의 수분산법은 기계적(shear), 물리적(승온), 화학적(분산제)인 방법과는 근본적으로 다른 점토 표면 음전하의 자유로운 조절에 따라 낮은 전도의 sol상에서 높은 점도의 gel상으로 상호전환이 가능하게 된다. 점토입자가 서로 분리되어 수팽윤성이 우수해지는 원리는 나트륨이온과 물분자에 의해 삼투압(osmotic pressure)이 발생하여 겔화가 진행되고, 점토입자의 표면 음전하 및 가장자리의 양전하 사이에서 서로 정전기적 인력(electrostatic attraction)이 발생되어 입자가 서로 분리된다. 여러 연구자들^{5,10,14)}이 합성한 헥토라이트는 천연 점토(kaolin, bentonite, montmorillonite 등)에 비해 3~8배 이상의 높은 증점효과를 나타내고, 또한 높은 gel 강도와 높은 전단박화(shear thinning) 등의 우수한 물성을 가짐으로서 WBC의 증점제(thickener)로 사용할 수 있다고 보고하고 있다.

본 실험에서 제조한 WBC는 Fig. 1의 모식도와 같이 수팽윤성 SHC와 SBR계 라텍스(고형분 50%) 바인더를 서로 혼합하면 라텍스의 수분에 의해 겔화(gelation)가 진행되고, SHC가 라텍스를 코팅하는 형태를 가짐으로서 결국 용액점도가 증가하여 WBC의 저장안정성을 높일 수 있을 것이다. 또한 SHC로 인해 피착체에 코팅하여 생성된 도막의 열안정성 증대를 기대할 수 있게 될 것이다. 제조한 WBC는 실제 코팅가공시 전단력(shear rate)에 의해 겔상에서 졸상으로 전환되어 각종 재료의 표면에 코팅되고, 열풍건조에 의

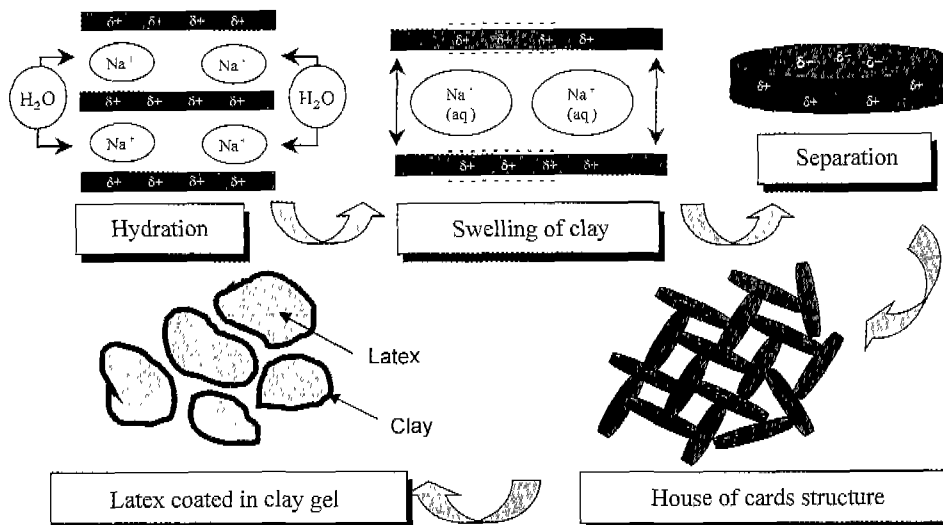


Fig. 1. Schematic diagram of dispersion and swelling of clay in WBC.

Table 3. Physical Properties of Waterborne Coatings

Property \ Sample	WBC-0	WBC-1	WBC-2	OP-55W
Solid content (%)	35.0	29.1	28.6	42.2
PH	7.0	7.3	7.4	8.8
Brookfield viscosity (25°C, cP)	149.1	132.1	222.0	320.0
Dispersion stability (after 24 h)	No precipitation	No precipitation	No precipitation	No precipitation
Storage stability (after 1 month)	No phase separation	No phase separation	No phase separation	Phase separation

해 라텍스의 경화(curing)현상이 일어남으로서 코팅도막이 형성될 것이다.

3.2. 수성코팅제(WBC)의 물성

안료로서 SHC, 바인더로서 SBR계 라텍스 및 각종 코팅 첨가제를 실험부분에서 서술한 바와 같이 3단계로 배합하여 제조한 WBC는 옅은황색의 우유상(에밀전)을 나타내었다. Table 3에 제조한 3종의 수성코팅제(WBC-0, WBC-1, WBC-2)와 시판 수성코팅제(OP-55W)의 기본물성, 분산안정성 및 저장안정성을 나타내었다. 제조한 WBC 3종류중에서 셀룰로스계 유기증점제인 CMC가 포함되지 않은 조성 WBC-2의 Brookfield 점도는 CMC가 포함된 조성 WBC-0 와 WBC-1보다 73.0~89.9 cP 정도로 높게 나타났으며, 이 결과로 부터 SHC가 8 phr 포함된 WBC-2는 고형분이 가장 낮음에도 불구하고 점도에 의한 증점효과가 나타남을 확인하였다.

제조한 WBC의 분산안정성(dispersion stability)을 조사하기 위해 24시간 경과 후의 코팅제 상태를 살펴본 결과, 3종 WBC와 시판 WBC 모두 침전이 발생하지 않아 분산안정성이 우수하였다. 또한 1개월이 지난 후의 저장안정성(storage stability)을 살펴본 결과, 본 실험에서 제조한 WBC 3종은 상분리 현상이 없이 균일한 상태였고, 특히 SHC가 함유된 WBC-1과 WBC-2는 걸보기 용액점도가 증가하여 안정한 겔상을 나타내었다. 한편 시판 WBC인 OP-55W는 용매층과 라텍스층이 서로 상분리(phase separation)되는 현상을 나타냄으로서 저장안정성이 본 실험에서 제조한 WBC보다 낮게 나타났다.

3.3. WBC의 유동학적 성질

본 실험의 WBC에 포함된 SHC의 역할중에서 증점효과를 보다 상세히 검토하기 위해, 전단력에 따른 점도변화를 레오메타로 측정함으로써 유동학적 성질을 조사하였다.

Fig. 2는 WBC-0, WBC-1 및 WBC-2의 전단력에 따른 점도변화를 나타낸 것으로, 전단력이 낮은 $10^{-1} s^{-1}$ 에서 WBC의 점도범위는 약 $0.1 \sim 1.0 \times 10^5$ cP로서 코팅제의 조성에 따라 약 10배의 차이가 났으나, 전단력이 증가할 수록 점도는 점점 감소하여 높은 전단력인 $10^3 s^{-1}$ 에서 모든

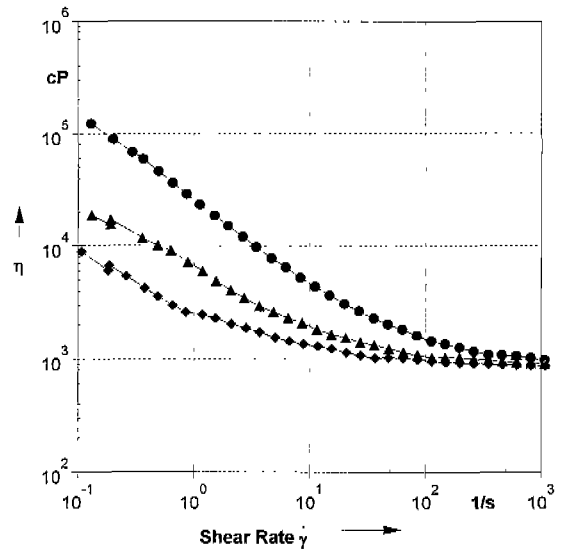


Fig. 2. Relationship between the shear rate and the solution viscosity in WBC.

◆ : WBC-0, ▲ : WBC-1 ● : WBC-2.

WBC의 점도는 10^3 cP로 거의 같게 나타났다. 이 현상으로부터 SHC가 포함된 WBC는 매우 낮은 전단력하에서는 겔(gel)상으로 존재하지만 전단력이 높아질수록 흐름에 대한 저항이 작아지기 때문에 점도가 낮은 졸(sol)상으로 상전이(phase transition)가 일어난다는 사실을 알수 있었고, 특히 SHC의 함량이 가장 높은 WBC-2의 경우는 이 사실이 두드러지게 나타났다. 또한 Fig. 2의 WBC-2에서 보듯이 낮은 전단력($10^{-1} s^{-1}$)과 높은 전단력($10^3 s^{-1}$)에서의 점도는 약 100배의 차이가 났으며, 이 결과는 WBC에 포함된 SHC의 요변성(thixotropy)에 기인한 것으로 생각된다. 결국, WBC에 함유된 SHC의 우수한 수팽윤성으로 인해 저장안정성이 증가하였고, 용액점도를 증대시킬 수 있는 증점제(thickener)로서 작용한다고 할 수 있다.

한편, 이전 연구⁸⁾에서 나타난 셀룰로스계 유기증점제인 CMC와 SHC가 혼합된 수용액의 점도의 상승효과(synergic effect)를 검토하기 위해 증점제로서 CMC/SHC(50/50)가 혼합된 WBC-1의 전단력에 대한 점도변화를 측정 한 결과, Fig. 2에서 보는 것처럼 WBC-1은 SHC만 포함된 WBC-2

Table 4. Transmittances and Thermal Properties of Waterborne Coating Films

Data \ Sample	WBC-0	WBC-1	WBC-2	OP-55W
$T_{di}^{a)}$ (°C)	200.1	259.8	270.4	160.2
$T_{dmax}^{b)}$ (°C)	425.5	449.9	446.5	380.6
Char yield ^{c)} (% , 500°C)	10.2	18.1	25.8	5.2
Transmittance ^{d)} (%)	98.7	96.8	96.0	75.1

^{a)} T_{di} is initial decomposition temperature.
^{b)} T_{dmax} is maximum decomposition temperature.
^{c)} The char yield measured by the residue weight at 500°C.
^{d)} Transmittance measured with 500 nm light transmitted through the waterborne coating films (water 100%).

보다 전영역의 전단력에서 점도상승이 일어나지 않았다. 이 결과는 Table 1에 나타난 극성의 코팅첨가제(습윤분산제, 소포제, 레벨링제 및 CMC)에 의한 영향으로 SHC 표면의 음전하 감소를 유발시킴으로서 점도의 수팽윤성이 감소하여 점도상승이 일어나지 않은 것으로 생각된다.

3.4. WBC 필름의 열안정성 및 투명성

SHC가 함유된 WBC로 부터 구조된 필름의 열안정성을 조사하기 위해 온도에 따른 무게감량을 열중량분석기(TGA)로 측정하여 Fig. 3~Fig. 5에 나타내었고, 또한 열적인 data를 종합하여 Table 4에 나타내었다.

Fig. 3, Fig. 4 및 Fig. 5는 WBC-0, WBC-1 및 WBC-2 필름의 TGA thermogram들이고, 이 thermogram들로부터 초기분해온도(T_{di}), 최대분해온도(T_{dmax}) 및 500°C에서의 char yield 등의 열적인 data를 얻었다. Table 4에서 나타난 바와 같이 Fig. 4의 SHC가 포함된 WBC-1 필름과 Fig. 5의 WBC-2 필름의 T_{di} 및 T_{dmax} 는 SHC가 포함되지 않은 Fig. 3의 WBC-0 필름보다 각각 59.7~70.3°C 및 21.0~24.4°C의 범위로 상승하였고, 또한 WBC에 포함된 SHC의 농도가 증가할 수록 즉 WBC-0에서 WBC-2로 갈 수록 500°C에서의 char 수율은 7.9~15.6%의 범위로 증가하였다. 특히 SHC가 8 phr 포함된 WBC-2의 T_{di} 및 char 수율은 시판되는 WBC인 OP-55W 보다 각각 110.2°C 및 20.6%로서 훨씬 증가한 결과를 나타내었다. 이 결과들로부터 WBC에 함유된 SHC는 Fig. 1에 나타난 모식도와 같이 SBR 라텍스를 코팅하여 팽윤된 겔 형태로 됨으로서 수성코팅필름의 열안정성(thermal stability)이 우수해지고, 결국은 필름의 내열성이 증가한다는 사실을 알 수 있었다. 이상의 결과로 볼 때, 본 실험의 WBC에 포함된 SHC는 증점제와 내열성 향상제로 작용한다고 할 수 있다. 결국 SHC가 함유된 WBC는 SHC의 수팽윤성으로 인해 저장안정성이 우수할 뿐만 아니라 SHC와 라텍스 사이의 겔 형성능으로 인해 각종 재료의 표면에 코팅하였을 경우, 생성된 도막의 내열

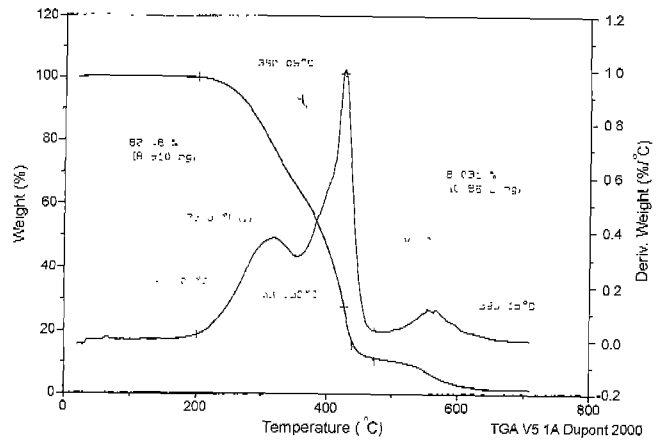


Fig. 3. TGA thermogram of WBC-0 film.

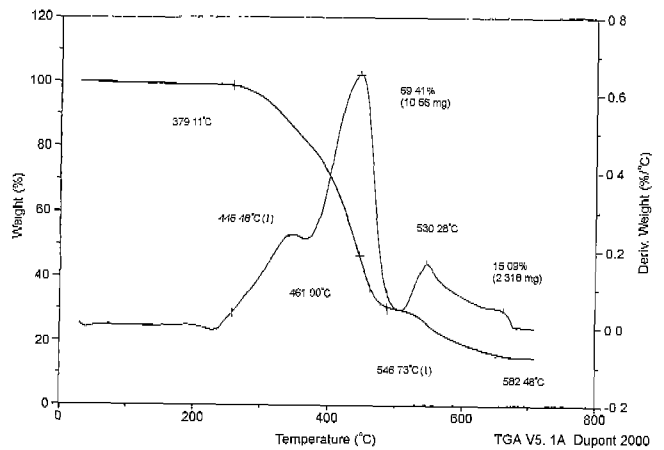


Fig. 4. TGA thermogram of WBC-1 film.

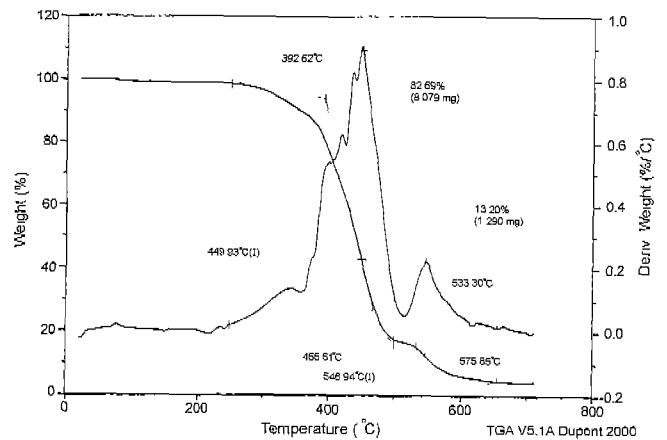


Fig. 5. TGA thermogram of WBC-2 film.

성도 증대시킬 수 있을 것이다.

또한 SHC가 함유된 WBC 필름의 투명성(transparency)을 조사하기 위해 500 nm의 빛에 대한 투과도(transmittance)를 UV-VIS 분광광도계로 측정하여 Table 4에 나타내었다. Table 4에서 나타난 수성코팅필름 3종의 투과도를 살펴보면,

WBC에 포함된 SHC의 함량이 증가할 수록 투과도는 소량 감소하는 경향을 나타내었으나, 모두 96.0% 이상의 높은 투과도를 나타냄으로서 본 실험에서 제조한 WBC 3종의 필름은 투명하였다. 그러나 시판 WBC인 OP-55W 필름의 투과도는 75.1%로서 반투명하게 나타났다. 따라서 본 실험의 SHC가 함유된 WBC는 필름의 투명성도 우수하여 코팅된 재료의 색상 및 선명도를 저하시키지 않으면서 코팅제반물성의 향상을 기대할 수 있을 것이다.

4. 결 론

수열법으로 합성한 SHC, 아크릴 라텍스 및 각종 코팅첨가제들을 배합하여 성분이 서로 다른 WBC(WBC-0, WBC-1, WBC-2) 3종류를 제조하였다. 제조한 WBC의 pH, 용액점도 및 고형분을 조사하였고, 전단력에 따른 유동성을 레오메타로 측정하였으며, 또한 WBC로부터 주조된 필름의 열안정성과 투명성을 각각 TGA와 UV-VIS 분광광도계로 조사한 결과는 다음과 같다.

제조한 WBC중에서 SHC가 가장 많이 함유된 WBC-2는 전단력에 따라 줄과 겔의 상전이 현상 즉 요변성(thixotropy)을 나타내었으며, 이 현상으로 인해 코팅제의 분산안정성 및 저장안정성이 우수하였다. SHC가 함유된 WBC-1과 WBC-2에 의해 주조된 필름의 초기분해온도와 투명성은 점토가 포함되지 않은 시판 WBC(OP-55W)의 필름보다 각각 99.6~110.2°C와 20.9~21.7%의 범위로 증가한 결과를 나타내었다. 이상의 결과를 종합해 보면, SHC가 함유된 WBC는 점토의 수팽윤성으로 인해 증점효과를 나타낼 뿐만 아니라 수성코팅필름의 우수한 열안정성으로서 내열성 향상 효과가 있다는 사실을 알 수 있었다.

REFERENCES

1. J. C. Smith, "Spoonier-edmeston Pilot Scale Coating Plant,"

Shirley Institute Bulletin, **44**(3), 74-78 (1971).
 2. K. M. Koo, H. W. Kim, I. R. Jeon and S. K. Lee, "A Study on the Printed-paper Coating by PS/PMMA Blend System," *J. Korean Ind. Eng. Chem.*, **11**, 163-170 (2000).
 3. B. S. Neumann and K. G. Sansom, "The Formation of Stable Sols from Laponite: a Synthetic Hectorite-like Clay," *Clay Minerals*, **8**, 398-404 (1970).
 4. B. K. G. Theng, "Formation and Properties of Clay-polymer Complexes," Chap. 1, Elsevier, 1979.
 5. P. K. Jenness, "Synthetic Clay Rheology Modifiers for Water Based Coatings," pp. 217-231, The Royal Society of Chemistry, UK, 1995.
 6. D. C. McCarthy, D. C. Taber and D. D. Bowers, "Synthetic Hectorite Coated Flexible Film," USP 5,523,338 (1996).
 7. 김남일, 박계혁, 정창주, "비정질 Alumino-Silicate로부터 수열반응에 의한 Kaolinite 질 인공점토의 합성에 관한 연구," *요업학회지*, **31**(9), 1076-86 (1994).
 8. 이용상, 이상훈, "수열반응에 의한 인공점토의 합성연구(I) 강화도산 백운모질 풍화 화강암의 수열처리," *요업학회지*, **32**(1), 71-82 (1995).
 9. 이용상, 이상훈, "수열반응에 의한 인공점토의 합성연구(II) 경남 산청산 화장석으로부터 인공점토의 수열합성에 관한 연구," *요업학회지*, **32**(6), 735-47 (1995).
 10. K. Torii and T. Iwasaki, "Synthesis of Hectorite," *Clay Science*, **6**, 1-16 (1987).
 11. 이석기, 구광모, 이정훈, 이명교, "헥토타이트 점토의 수열 합성 및 특성," *한국세라믹학회지*, **37**(12), 1192-97 (2000).
 12. T. Provder, M. A. Winnik and M. W. Urban, "Film Formation in Waterborne Coatings," pp. 245, American Chemical Society, 1996.
 13. H. Van Olphen, "An Introduction to Clay Colloid Chemistry," 2nd Ed., pp. 95, Wiley, New York, 1977.
 14. J. D. F. Ramsey, "Colloidal Properties of Synthetic Hectorite Dispersions I. Rheology," *J. Colloid and Interface Science*, **109**(2), 441-47 (1986).