

벤조산 락톤 변성폴리에스테르/HDI-Biuret에 의한 2액형 폴리우레탄 도료의 제조 및 경화거동

서 금종 · 권 순용 · 박 홍수

명지대학교 공과대학 화학공학과

Preparation and Curing Behavior of Two-Packaged Polyurethane
Coatings by Benzoic Acid Lactone Modified Polyester/HDI-Biuret

Seo, Kum-Jong · Kwon, Soon-Yong · Park, Hong-Soo

Dept. of Chemical Engineering, Myong Ji University, Yongin, Korea

ABSTRACT

Two-packaged polyurethane coatings were prepared by blending benzoic acid lactone modified polyester polyol (BLMPs) and HDI-biuret. BLMPs were synthesized by polycondensation of benzoic acid, viscosity depression component, with 1,4-butanediol, adipic acid, and polycaprolactone polyol. Kinematic viscosity of BLMP was gradually decreased with increasing benzoic acid content in BLMP. The low viscosity of modified polyester has an advantage of making a high-solid content coatings. After the film was coated with the prepared polyurethane coatings and cured at room temperature, the various physical properties were measured. They showed good physical properties such as flexibility, impact resistance, cross hatch adhesion, yellowness index, and rust resistance. These advantages are the results of introducing polycaprolactone polyol.

1. 서 론

도료는 도막형성 요건인 건조 또는 경화거동의 방법에 따라 사용법이 달라지게 되는데, 일반적으로 자연건조형 도료와 코우팅형 도료로 구분된다. 또한 도장전에 2종류의 도료원액 혹은 경화제를 혼합하는 것과 같은 도료를 2액형 또는 2성분계 도료라고 부른다.

도료는 모체수지의 화학성분상 천연 및 합성수지 도료로서 구분되는데, 최근에는 합성수지 도료가 거의 대부분을 차지하고 있다. 합성수지 도료

중에서도 최근 가장 각광을 받고 있는 분야는 폴리우레탄 도료이다. 2액형 폴리우레탄 도료는 폴리올과 폴리이소시아네이트로서 구성되는데 그에 관한 연구동향을 살펴 보면, Jacob와 Yu¹⁾는 물에 유화분산이 가능한 2액형 폴리우레탄을 제조하였고, Shoemaker²⁾는 플라스틱용 2액형 이소폴리에스테르 우레탄 도료의 제조 및 물성측정을 한 결과 도막물성 중 특히 충격강도, 경도, 내마모성 및 내후성이 좋음을 확인하였으며, Bauer 등³⁾은 2액형 UV경화용 아크릴 우레탄 도료를 제조하여 광의 조사에 따른 경화조건을 비교검토했다.

최근 저자 등^{4,5)}은 2액형 폴리우레탄 도료에 할

로젠기를 도입하여 난연도료를 제조하였다. 또한 저자 등⁶⁾은 폴리올인 변성폴리에스테르에 벤조산 함량을 변화시키면서 가하여 페닐 변성폴리에스테르를 새로이 합성함과 아울러 벤조산의 함량이 증가할수록 평균분자량과 다분산도 값이 점차 저하되고 내용물의 점도가 낮아져 폴리우레탄 도료 제조시의 고형분 함량증가가 가능함을 밝혔다.

지금까지 알려진 2액형 폴리우레탄 도료의 폴리올쪽 성분으로는 폴리에스테르 또는 폴리아크릴레이트 폴리올이 단독으로 사용되어 왔는데, 폴리에스테르 폴리올과 폴리카프로락톤(락톤) 폴리올을 공유한 2액형 폴리우레탄 도료의 합성이 가능하다면 폴리우레탄 도막물성을 크게 향상시킬 것으로 생각되었다. 즉 폴리에스테르 폴리올의 장점⁷⁾인 우수한 내마모성, 경도, 유연성과 락톤 폴리올의 장점⁸⁾인 내유성, 내열성, 굴곡성, 내충격성, 방청성 등을 살려 2액형 폴리우레탄 도료를 합성함으로써 양쪽의 물성 장점을 최대한으로 늘릴 수 있을 것으로 생각되었기 때문이다. 또한 위에서 밝힌, 벤조산을 함유시 고형분 함량증가가 가능한 이론⁶⁾을 기초로 하여 벤조산 락톤 변성폴리에스테르의 합성도 가능하다면 위의 여러가지 장점에 덧붙혀 최근 환경친화성 도료의 관심사인 고형분 함

량증가의 효과도 동시에 얻을 수 있을 것으로 기대되었다.

본 연구에서는 락톤 폴리올을 폴리에스테르 폴리올과 축중합시켜 락톤 변성폴리에스테르를 얻은 다음, 벤조산 함량변화에 따른 벤조산 락톤 변성 폴리에스테르를 새로이 합성하였다. 다음 동 합성 물에 폴리이소시아네이트인 hexamethylene diisocyanate(HDI)-biuret형을 블렌드하여 2액형 폴리우레탄 도료를 제조한 후 도막물성과 경화 거동을 살펴보았다.

II. 재료 및 방법

1. 약 품

1,4-부탄디올(BD)과 벤조산(BZA)은 Junsei Chemical사, 아디프산(AA)은 Fluka Chemie AG사 및 락톤 폴리올은 Union Carbide사의 락톤 0301(LP)(MW 300, OH No. 560, 점도 (55°C) 225 cP, 비중 1.084) 정제품 내지는 1 급시약을 그대로 사용하였다.

또한 폴리이소시아네이트는 HDI-biuret형으로서 Rhone-Poulenc사제인 Tolonate HDB-

Table 1. Reaction conditions and yields for LMP, BZA/LP intermediate, and BLMPs

Products	Materials						Reactions		Acid value	Dehydration (mL)	Yield (%)
	AA ^{a)} g(mol)	BD ^{b)} g(mol)	LP ^{c)} g(mol)	BZA ^{d)} g(mol)	BL-adduct ^{e)} (g)	Toluene (g)	Temp. (°C)	Time (h)			
LMP	194.9(1.34)	81.5(0.91)	271.7(0.91)	-	-	20	110~190	7	2.4	47.0	89
BL-adduct	-	-	375.0(1.25)	152.5(1.25)	-	20	110~200	8	4.7	21.6	91
BLMP-10	154.0(1.05)	78.8(0.88)	147.0(0.49)	-	165.6	20	120~190	7	2.2	44.5	88
BLMP-20	112.9(0.77)	76.1(0.85)	22.4(0.07)	-	331.2	20	120~190	7	1.9	42.2	90
BLMP-30	67.9(0.46)	74.1(0.82)	246.9(0.82)	150.0(1.23)	-	20	140~210	12	4.8	37.9	85

^{a)}AA : Adipic acid

^{c)}LP : Polycaprolactone 0301

^{e)}BL-adduct : BZA/LP intermediate

^{b)}BD : 1,4-Butanediol

^{d)}BZA : Benzoic acid

75MX(HDB-75MX)(고형분 75%, NCO 함량 $16.5 \pm 0.5\%$, 무황변성), 백색안료는 British Titan Products사의 TiO_2 (상품명 RCR-6), 습윤·분산제는 Byk-Mallinckrodt제 Byk P-104S 및 플로우개량제는 Dow Chemical사의 Dow Corning-11 정제품을 각각 사용하였다.

2. 락톤 변성폴리에스테르의 합성

락톤 변성폴리에스테르의 합성은 Table 1의 반응조건으로 하였으며, 교반속도는 300 rpm, N_2 주입속도는 25mL/min으로 유지하였다. 탈수가 생기며 축중합 반응이 진행되었고, 170°C부터 10°C/h의 속도로 승온시켜 내용물을 숙성시켰으며, 190°C에서 1시간 반응을 유지시킨 후 산가를 측정하여 반응의 종말점을 정하였다.

생성물을 5배량의 크실렌과 증류수로서 각각 2회 세척하여 미반응물질을 완전 제거한 다음 45°C, 3mmHg 하에서 감압건조하여 연담황색 점조 투명액상인 락톤 변성폴리에스테르의 프리폴리머(LMP)를 얻었다.

3. 벤조산 락톤 변성폴리에스테르의 합성

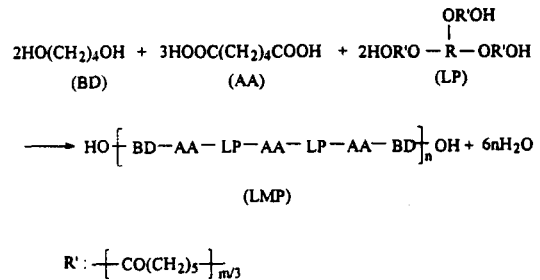
BZA/LP 중간체 : BZA/LP 중간체의 합성조건을 Table 1에 표시하였다. 생성물을 노르말렉산으로 세척하여 정제한 후 45°C, 3mmHg하에서 감압건조하여 연노랑색 투명액상의 BZA/LP 중간체(BL-adduct)를 얻었다.

벤조산 락톤 변성폴리에스테르 : BZA 함량 10wt%인 벤조산 락톤 변성폴리에스테르의 합성은 Table 1의 조건을 택하였고, 정제는 LMP 합성시와 같게 하여 BZA 함량 10wt%인 벤조산 락톤 변성폴리에스테르 프리폴리머(BLMP-10)를 얻었다. 또한 BZA 함량 20wt%와, 30wt%인 합성은 역시 Table 1의 조건과 같게 하였고, 정제는 LMP시와 같게 하여 BZA 함량 20wt%인 프리폴리머(BLMP-20)와 함량 30wt%인 프리폴리머(BLMP-30)를 각각 얻었다.

4. 분석

IR 분광분석은 Bio-Rad사의 FT-IR(Digilab

FTS-40형)로서, 1H -NMR 분광분석은 용매로서 $CDCl_3/TMS$ 를 사용하여 Bruker사의 NMR spectrometer(AMX-400형)로 각각 분석하였다. 분자량 및 분자량 분포곡선은 Waters사의 GPC(R-410형)를 사용하여, TGA는 Setaram사의 TG-DTA(92형)로서 각각 측정하였다.



Scheme 1. Synthesis of LMP.

5. 동적점도 측정

동적점도는 KS M 5000-2121의 투명액체의 점도 시험방법 즉, Gardner tube법에 의해서 측정하였다⁹⁾.

6. 2액형 폴리우레탄 도료의 제조

본 실험에서 제조된 2액형의 폴리우레탄 도료는 벤조산 락톤 변성폴리에스테르 성분(part I)과 폴리이소시아네이트 성분(part II)으로 구성되었다. Part I 성분으로는 합성된 BLMP 109.6g에 셀로솔브아세테이트, 에틸아세테이트, 부틸아세테이트 및 톨루엔을 각각 39.5g씩 가하여 충분히 희석시킨 후 백색안료인 TiO_2 88g, 습윤·분산제인 Byk P-104S 0.3g 및 플로우개량제인 Dow Corning-11 0.4g을 균일하게 블렌드하여 수지용액을 만들었다. Part II 성분인 수지경화용액의 조제는 폴리이소시아네이트인 HDB-75MX 106.8g에 셀로솔브아세테이트와 크실렌을 각각 35.7g씩을 교반하여 희석하여 제조하였다.

한편 2액형의 폴리우레탄 도료의 제조는 도막을 만들고자 할 시간에 맞추어 위에서 각각 조제

Table 2. Test methods and conditions of physical Propertie

Type of tests	Instrument and Spec
Viscosity(kU)	Krebs-stormer viscometer Pacific Scientific Co., serial 80328
Fineness of grind	Precisions Gauge & Tool Co.
Drying time	Set-to-touch and Dry-hard method
Pot-life	Krebs-Stormer viscometer
Hardness	Pencil and Sward method
Flexibility	KS M 5000-3331
Impact resistance	JIS K 5400
60° Specular gloss	KS M 5000-3312
Cross hatch adhesion	KS D 3516
Abrasion resistance	FS 141-6152
Accelerated weathering resistance	Xenon weather-ometer Atlas Electric Devices Co., Ci 65A
Yellowness index	Spectro color meter, KS M 5000-3211 Data Color Ind., ACS-5
Lightness index difference	Spectro color meter, KS M 5000-3231 Data Color Ind., ACS-5
Color difference	Spectro color meter, KS A 0063 Data Color Ind., ACS-5

된 part I 성분 356.3g과 part II 성분 178.2 g을 블렌드하여 만들었는데 BLMP-10/HDB-75MX, BLMP-20/HDB-75MX, BLMP-30/HDB-75MX로 제조된 2액형의 폴리우레탄 도료를 BLMPU-10, BLMPU-20, BLMPU-30으로 각각 명명하였다. 또한 공시험인 LMP/HDB-75MX 명칭은 LMPU-1로 정하였다.

7. 물성시험

본 실험에서 사용한 시편은 도료의 일반 물성시험 방법에 맞추어 3종류를 제작하였다.

주석판(KS D 3516)은 KS M 5000-1112의 도료 시험용 주석판 조제방법에 의거하여, 냉간압연강판(KS D 3512)은 KS M 5000-1111의 시험방법 4.4(도료 시험용 철판의 제작방법) 즉, 기

계적 전처리를 하는 시험편의 규격에 맞추었고, 또한 유리판을 사용할 때는 유리판 규격을 200 mm × 150mm × 5mm로 맞추고 건조방법은 앞의 주석판과 냉간압연강판의 조건과 각각 같게 하였다.

물성시험 방법은 Table 2의 조건으로 하였고, 기타 시험방법으로서 염수분무폭로 시험과 침지저항 시험도 각각의 조건에 맞추어 시도하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 락톤 변성폴리에스테르의 합성확인

폴리우레탄 도료의 물성은 폴리올 종류의 선택에 따라 달라지게 된다. 폴리올 중 가장 널리 쓰이는 종류로는 폴리에스테르, 폴리에테르 및 폴리 아크릴레이트 등이 있는데¹⁰⁾, 본 실험에서는 폴리에스테르 폴리올을 선정하였다. 단 우레탄 도료용의 폴리에스테르 폴리올은 분자량이 비교적 작고, 또한 히드록시 관능성기를 많이 가져야 하는데, 일반적으로 히드록시 함량이 6.5%인 변성폴리에스테르가 도료의 물성에 적합한 것으로 알려져 있

Table 3. FT-IR and ¹H-NMR chemical shifts of LMP, BL-adduct, and BLMP

Products	FT-IR(NaCl, cm ⁻¹)	¹ H-NMR (200MHz, CDCl ₃ , δ in ppm)
LMP	2960 : CH ₃	1.4(-CH ₂ -C)
	1440 : -CH ₂ -	1.7(C-CH ₂ -C-)
	3500 : OH	2.3(C-CH ₂ -CO-)
	1060 : OH of pri-alcohol	3.5(C-CH ₂ -O-)
	1740 : C=O	4.1(C-CH ₂ -OCO-)
	1170 : C-O-	
BL-adduct	3490 : OH	1.5(C-CH ₂ -C)
	1280 : OH of pri-alcohol	2.3(C-CH ₂ -CO-)
	1060 : OH of pri-alcohol	3.6(C-CH ₂ -O-)
	1720 : C=O	4.2(C-CH ₂ -OCO-)
	1600 : C=C of Ar	7.5~8.0(-CH=CH- of Ar)
710 : C=C of Ar		
BLMP-10	3520 : OH	1.5(C-CH ₂ -C)
	1270 : OH of pri-alcohol	2.3(C-CH ₂ -CO-)
	1070 : OH of pri-alcohol	3.6(C-CH ₂ -O-)
	1730 : C=O	4.2(C-CH ₂ -OCO-)
	1170 : C-O-	7.5~8.0(-CH=CH- of Ar)
	1610 : C=C of Ar	
700 : C=C of Ar		

다¹¹⁾.

본 실험에서는 저자 등¹²⁾의 공시험법인 BD/AA/trimethylolpropane에 의한 도료용 폴리에스테르 합성법을 기초로 하여 다음으로서 BD, 트리올로서 LP 및 2염기산으로서 AA를 택하여 락톤 변성폴리에스테르를 합성하였는데, OH 값과 OH 함량 계산식⁶⁾을 이용하여 역으로 반응물의 몰수를 계산하여서 [Table 1 참조] Scheme 1과 같은 일반식으로 추정되는 락톤 변성폴리에스테르의 프리폴리머인 LMP를 합성하였다.

Table 3에서 LMP의 FT-IR 스펙트럼¹³⁾과 ¹H-NMR 스펙트럼¹⁴⁾을 각각 표시하였는데, 대체로 Scheme 1의 LMP 구조와 잘 일치하였다.

Table 4에 LMP의 GPC 측정결과를 표시했는데, 얻어진 다분산도 값은 일반적인 라디칼 부가 중합이나 축중합에 의해서 얻어지는 값보다 다소 크게 나타났다. 이러한 현상은 도료의 물성기준 조건에 따른 반응물, 즉 모노머 4개로서 구조가 복잡한 4원공중합체를 형성하였기 때문인 것으로 추측된다.

Table 4. Molecular weight distribution data for LMP, BLMP-10, and BLMP-30 determined by GPC

Type	\bar{M}_n	\bar{M}_w	\bar{M}_z	\bar{M}_w / \bar{M}_n
LMP	2750	12300	36100	4.47
BLMP-10	1550	4710	13500	3.04
BLMP-30	880	1490	2790	1.69

2. 벤조산 락톤 변성폴리에스테르의 합성확인

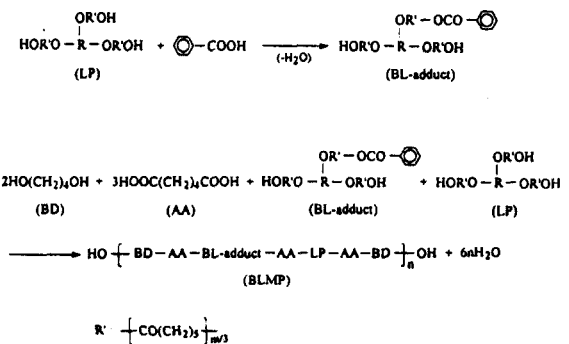
최근에 Tehranisa 등¹⁵⁾과 Kim 등¹⁶⁾은 알키드와 가열건조용 oil-free 폴리에스테르에 지방산 또는 BZA 등의 1염기산을 추가 사용하여 반응계의 평균 관능도를 낮추어서 분자량과 점도를 원활히 조정하고 도막의 물성개량에 효과를 얻은 바 있다.

따라서 본 장에서는 환경친화성의 도료에 속하는 고휘분 함량증가를 얻을 목적으로 방향족 1염

기산인 BZA를 택하고 BZA의 함량을 락톤 변성 폴리에스테르 고휘분에 대하여 10, 20, 30wt%로 각각 변화시키면서 BD, LP, AA와의 축중합을 시도하였다. 그러나 BZA는 1염기산이기 때문에 미반응 상태의 유리산의 제거와 폴리머 분자구조의 배열 및 물성특성 등을 함께 조사하기 위하여 BZA를 LP와 먼저 에스테르화하여 BL-dduct를 제조한 후 다음 단계로 BL-adduct와 BD, LP, AA를 축중합시키는 2단계의 합성법을 택하였다. 단, BLMP-30은 중간체 속의 LP 함량 계산시⁶⁾ 음의 부호가 되어 1단계법을 선정하였다.

BZA/LP 중간체인 BL-adduct 합성에 있어서의 제반 반응조건을 Table 1에, 반응구조식을 Scheme 2에 각각 나타내었다. 또한 Table 3에 BL-adduct의 FT-IR과 ¹H-NMR 분석결과를 표시하였는데, 각 피크의 해석결과 Scheme 2의 BL-adduct 구조와 잘 일치되어 구조확인이 가능하였다.

한편 BLMP의 합성은 BZA 함량 10, 20, 30wt%에 대하여 BLMP-10, BLMP-20, BLMP-30을 제조하였는데, 합성의 제반 반응조건을 일괄하여 Table 1에, 추정되는 반응일반식을 Scheme 2에 각각 나타내었다. Table 1의 몰수는 반응물의 몰수를 뜻하며, 또한 BLMP 합성시에 촉매를 사용하지 않았는데, 촉매사용시에는 뒤의 폴리이소시아네이트와 블렌드해서 도막처



Scheme 2. Syntheses of BL-adduct and BLMP.

리시 촉매의 영향으로 가사시간이 짧아지는 단점이 생기는 것을 고려한 때문이다.

Table 3에 BLMP-10의 FT-IR과 ¹H-NMR 분석결과를 표시하였는데, 분석 피크가 Scheme 2의 BLMP 구조와 잘 일치하였다. Table 4에 BLMP-10과 BLMP-30의 GPC 측정결과를 표시하였는데, BZA 함량이 많아질수록 평균분자량과 다분산도 값이 적어지는 경향을 나타내었다.

3. 벤조산 함량에 따른 BLMP의 동적점도 변화

최근 공해문제가 심각해져 도료업계에서도 환경 대응형 도료를 선호하게 되었는데, 이러한 2액형의 폴리우레탄 도료를 얻을려면 폴리올의 고형분을 높임(high-solid)으로서 해결될 수 있다. 벤조산 도입에 따른 락톤 변성폴리에스테르, 즉 BLMP의 합성은 서론에서 거론한 바와 같이 이러한 목적하⁶⁾에 얻어졌는데, 고형분을 높이기 위해서는 BLMP의 점도를 저하시켜야만 가능한 것이다.

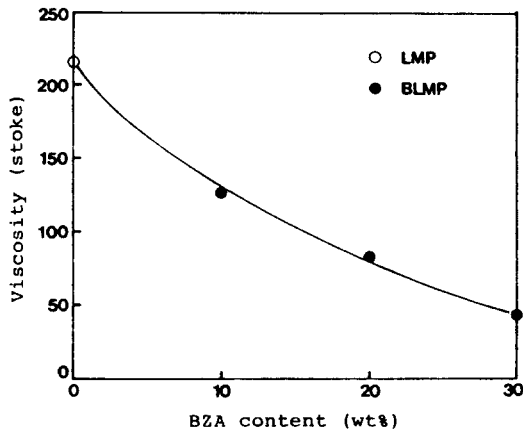


Fig. 1. Effect of BZA content on the viscosity of the benzoic acid lactone modified polyester.

Fig. 1은 BLMP의 BZA 함량변화에 따른 동적점도와와의 관계를 나타낸 것이다. BZA가 들어 있지 않은 LMP의 동적점도가 220 stoke인데 대하여 BZA 함량증가에 따라 점차적으로 점도가 떨어져 BZA 함량 30wt%에서는 47 stoke의 동적점도를 나타냄으로써 고형분 함량증가가 가능케 되었다.

4. BLMP의 열적성질

폴리에스테르 혹은 할로겐화 변성폴리에스테르의 열적성질에 대해서는 이미 잘 알려져 있으나^{17,18)}, 벤조산 락톤 폴리올의 도입에 따른 변성폴리에스테르의 열적성질에 대한 문헌은 알려져 있지 않은 관계로 열적거동을 살펴보았다.

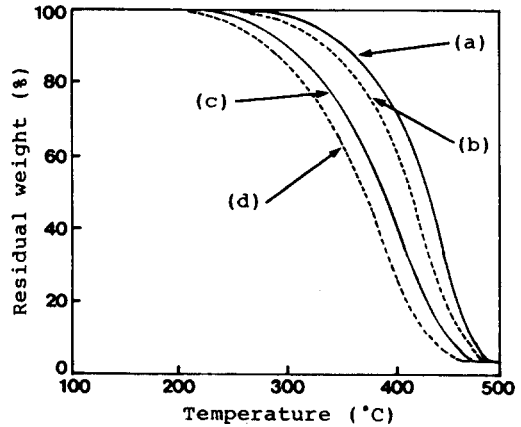


Fig. 2. TGA thermograms of (a) LMP, (b) BLMP-10, (c) BLMP-30, and (d) BL-adduct with the heating of 10°C/min in N₂ gas.

Fig. 2는 각 생성물의 TGA 곡선을 나타낸 것인데, LMP는 285~485°C에서, BLMP-10은 265~480°C, BLMP-30은 235~475°C 및 BL-adduct는 210~460°C의 온도범위에 걸쳐 각각 1단계의 중량감소를 보여주었는데, 위의 수치를 보아 BZA 함량이 증가할수록 열안정성이 나빠져 고온에서 쉽게 열분해가 일어남을 알 수 있었다.

5. 2액형 도료의 물성변화

벤조산 락톤 변성폴리에스테르인 BLMP류에 폴리소시아네이트, 즉 HDI-biuret인 HDB-75MX를 블렌드하여 2액형의 폴리우레탄 도료를 제조하고서 상온경화하여 도막처리한 후의 BZA 함량에 따른 도막물성 변화를 Table 5에 표시하였다.

Table 5에서 경화거동에 따른 각종 시험의 규

Table 5. Physical properties of two-packaged polyurethane coatings

Tests	Sample names			
	LMPU-1	BLMPU-10	BLMPU-20	BLMPU-30
Viscosity (kU)	58	55	52	50
Fineness of grind	7 ⁺	7 ⁺	7 ⁺	7 ⁺
Pot-life (h)	13	15	20	25
Drying time				
STT (min)	25	26	29	30
DH (h)	4	4	5	6
Pencil hardness (7 days)	H	2H	H	H
Sward hardness (7 days)	42	42	42	40
Flexibility (1/8 inch)	good	good	good	good
Impact resistance (1000g/50cm)				
Direct	good	good	good	good
Reverse	good	good	good	good
60° specular gloss	98.0	96.0	98.5	98.5
Cross hatch adhesion (%)	100	100	100	95
Abrasion resistance (mg loss/100 cycles)	38	36	35	32
Accelerated weathering resistance (% gloss retention)	51	54	56	63
Yellowness index (ΔN)	0.033	0.035	0.041	0.039
Lightness index difference (ΔL)	0.52	0.61	0.66	0.97
Color difference (ΔE)	1.65	1.77	2.08	2.62

격을 비교검토한 결과 점도와 연화도는 비교적 양호하게 나타났고, 건조시간은 다소 느리나 가사시간은 13~25 시간으로서 우수한 결과를 나타내었으며 BZA 함량증가와 더불어 가사시간이 점차 길어짐을 알았다. 또한 기타 시험항목도 모두 양호한 결과를 얻었으며, 특히 굴곡성, 내충격성, 접착력, 황변성 및 방청성 등은 우수한 결과치를 보임으로써 락톤 폴리올의 도입에 따른 특성이 일부

나타남을 알 수 있었다.

IV. 결 론

모노머 3종류 및 벤조산 성분으로서 벤조산 락톤 변성폴리에스테르(BLMP)를 합성한 후 BLMP와 HDI-biuret를 블렌드하여 2액형의 폴리우레탄 도료를 제조하였다. 제조된 도료로서 상온 경화시켜 각종 도막을 만든 다음 도료의 일반물성 시험을 행한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

본 연구의 실험범주 내에서 BLMP의 최적 반응조건은 120~210℃에서 7~12시간으로 나타났고, \overline{M}_n 880~1550, \overline{M}_w 1490~4710, \overline{M}_z 2790~13500, 다분산도 1.69~3.04, 수득률 85~90% 이었다. 벤조산 함량의 증가로 BLMP의 동적점도가 낮아져 폴리우레탄 도료의 고형분 함량증가가 가능하였고, 장래 환경친화성 도료로서의 사용가능성을 높여주었다. 제조된 도료의 경화거동에 따른 물성을 살펴 본 결과 제반 물성값들이 대체로 양호하였으며, 특히 굴곡성, 내충격성, 접착력, 황변성 및 방청성 등이 우수하게 나타남으로써 락톤 폴리올의 도입에 따른 특성이 일부 나타남을 확인하였다.

문 헌

1. Jacobs, P. B. and Yu, P. C. : *J. Coat. Technol.*, **65**, 45 (1993).
2. Shoemaker, S. H. : *J. Coat. Technol.*, **62**, 49 (1990).
3. Bauer, D. R., Dean, M. J. and Gerlock, J. L. : *Ind. Eng. Chem. Res.*, **27**, 65 (1988).
4. Park, H. S., Hahm, H. S. and Park, E. K. : *J. Appl. Polym. Sci.*, **61**, 421 (1996).
5. Park, H. S., Keun, J. H. and Lee, K. S. : *J. Polym. Sci. (Part A)*, **34**, 1455 (1996).

6. Park, H. S., Park, E. K., Kim, S. K. and Chung, K. T. : *Polymer(Korea)*, **19**, 19 (1995).
7. Oldring, P. K. T. and Hayward, G. : "Resins for Surface Coatings", Vol. III, pp. 27-31, Selective Industrial Training Associates, London (1987).
8. Union Carbide Co. : "Tone Polyols for High-Performance Coatings, Adhesives, and Elastomers", 2nd ed., pp. 1-7, Union Carbide Chem. & Plastic Tech. Co., New York (1989).
9. Park, H. S., Keun, J. H., Yeom, K. S., Kang, D. W. and Im, W. B. : *Polymer(Korea)*, **19**, 891 (1995).
10. Xiao, H. X. and Frisch, K. C. : *J. Coat. Technol.*, **61**, 51 (1989).
11. Backus, J. K., McAfee, E. R., Blue, C. D., McCarty, C. G. : "Encyclopedia of Polymer Science and Engineering", 2nd ed., pp. 261-264, John Wiley & Sons, Inc., New York (1989).
12. Park, H. S., Wu, J. P. and Kim, H. K. : *J. Ind. Eng. Chem.*, **3**, 282 (1997).
13. Pouchert, C. J. : "The Aldrich Library of Infrared Spectra", 2nd ed., Aldrich Chemical Co., Milwaukee (1975).
14. Fresenius, W., Huber, J. F. K., Pungor, E., Rechnitz, G. A., Simon, W. and West, Th. S. : "Spectral Data for Structure Determination of Organic Compounds", 2nd ed., pp. H15-H17, Springer-Verlag, Berlin (1989).
15. Tehranisa, M., Ryntz, R. A., Xiao, H. X., Kordomenos, P. I. and Frisch, K. C. : *J. Coat. Technol.*, **59**, 43 (1987).
16. Kim, S. K., Chung, K. T. and Park, H. S. : *J. Kor. Oil Chem. Soc.*, **12**(1), 19 (1995).
17. Gardner, R. J. and Martin, J. R. : *J. Appl. Polym. Sci.*, **25**, 2353 (1980).
18. Park, C. H., Wu, J. P., Park, H. S. and Kim, S. K. : *J. Coat. Technol.*, **69**, 41 (1997).