

아크릴 점착제의 최적물성에 관한 연구

변 상 훈 · 김 중 현

연세대학교 화학공학과

(1992년 8월 14일 접수, 1992년 10월 30일 채택)

A Study on Optimization of Physical Properties of Acrylic Pressure Sensitive Adhesives

Sang-Hoon Byeon and Jung-Hyun Kim

Department of Chemical Engineering, Yonsei University, Seoul 120-749, Korea

(Received August 14, 1992, Accepted October 30, 1992)

요 약 : 기능성 단량체가 점착물성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 아크릴산과 기타 단량체로 아크릴 수지를 라디칼 용액중합을 이용하여 4원공중합시킨 후 물성을 측정하였으며, 또한 최적 점착 물성을 얻기 위하여 통계적 분석 방법을 이용하여 검토하였다. 점착물성에 있어서 아크릴산이 아크릴아미드보다 점착력의 증가에 미치는 영향이 컸다. 반면에 tackiness의 감소에 있어서는 아크릴아미드의 영향이 아크릴산 보다 컸다. 통계적 방법을 이용하여 점착물성 중 점착력, tackiness 그리고 응집력을 최적화 시킨 결과 단량체의 성분 비율은 부틸 아크릴레이트 81.7 mole%, 아크릴산 8.0 mole%, 아크릴아미드 2.1 mole%, 비닐아세테이트 8.2 mole% 일 때로 나타났고 이 때의 추정 회귀식은 다음과 같았다.

$$D = .857 + .072X_1 - .114X_2 - .027X_3 - .126X_1^2 - .046X_1 \cdot X_2 - .063X_1 \cdot X_3 - .152X_2^2 + .027X_2 \cdot X_3 - .120X_3^2$$

X_1 : coded acrylic acid, X_2 : coded acrylamide, X_3 : coded vinylacetate

Abstract: The effects of functional monomers on the pressure sensitive adhesive properties were studied. Acrylic acid and other monomers were copolymerized by radical solution polymerization and their properties were measured. The desirability function methodology was applied to obtain optimum pressure sensitive adhesive properties. Acrylic acid showed more effective than acrylamide on peel strength increase. On the other hand acrylamide showed more effective than acrylic acid on tack decrease. The optimum monomer ratio of the acrylic pressure sensitive adhesive recipe containing n-butylacrylate 81.7 mole%, acrylic acid 8.0 mole%, acrylamide 2.1 mole% and vinylacetate 8.2 mole% was obtained to result from the statistical analysis with the desirability function methodology. The estimated regression equation of desirability function(D) is as follows:

$$D = .857 + .072X_1 - .114X_2 - .027X_3 - .126X_1^2 - .046X_1 \cdot X_2 - .063X_1 \cdot X_3 - .152X_2^2 + .027X_2 \cdot X_3 - .120X_3^2$$

X_1 : coded acrylic acid, X_2 : coded acrylamide, X_3 : coded vinylacetate

1. 서 론

산업이 발달하면서 각 분야에 걸쳐서 고기능의 점착테이프를 필요로 하게 되었고 그 시장도 점차 커지고 있다[1, 2]. 점착제의 종류로는 고무형, 실리콘형,

hot melt형, 아크릴형 등이 있다[3]. 최근에는 아크릴계 중합체를 이용한 점착제와 block copolymer를 이용한 hot melt 타입의 점착제를 이용한 테이프의 시장규모가 점차 커지고 있다.

Acryl형은 기능성 단량체를 이용하여 용도에 맞추

어 물성을 조절할 수 있는 장점이 있고 내후성, 내유성이 우수하며 중합체를 부분 가교시킴으로써 내열성을 향상시킬 수 있다. 또한 Acryl형은 그 우수한 성질때문에 공업용 점착 테이프로서 그 용도가 넓을 뿐만 아니라 의료용, 포장용에 이르기까지 사용범위가 다양하다.

우수한 점착제를 제조하기 위해서는 점착력, tackiness 및 응집력의 균형을 잡아가며 가장 바람직한 물성치를 얻는 것이 중요하다.

아크릴 점착제 제조에 있어 물성에 영향을 미치는 중요한 독립 변수들은 각 단량체의 배합비율, 용매의 종류, 경화제 첨가량 및 중합조건 등의 여러 가지가 있다.

아크릴점착제의 기본 수지는 T_k 가 낮은 아크릴 에스테르이다. 특히에 나와 있는 아크릴 점착제로써 적당한 단량체는 4-17개의 탄소원자를 가지고 있는 알킬 아크릴레이트 및 알킬 메타크릴레이트가 적당한 것으로 알려져 있다. 아크릴 점착제를 제조하는데 있어서 여러가지 다양한 기능성 단량체를 쓸 수 있다고 알려져 있다[4].

Hartmann과 Beaument[5] 그리고 Nichol森과 Pullen[6]은 linear programming model에 기초한 최적화 구도를 기술하였다. 그러나 이런 방법은 남아있는 반응변수를 고정시켜 놓은 다음 한 반응변수에 대한 최적화를 의미한다. 그러나 문제점은 반응변수 Y_1 을 최대로 하는 성분 변수 X 's의 수준이 반드시 Y_2 를 만족시킨다고 볼 수 없다는 것이다. 이러한 경우 반응 변수 Y 's의 동시적 최적화가 이루어져야 하는 문제로 귀결된다.

Harrington[7]은 desirability function을 이용한 최적화 계획을 발표하였고, Gatz와 McMillan이 Harrington의 function에 약간의 수정을 가하였다[8].

본 연구에서는 점착력, tackiness, 응집력 등이 우수한 고기능성 점착제의 제조에 있어서 중합조건, 기능성 단량체에 따른 점착 물성 변화 및 점착 테이프 용 수지로서의 최적 단량체 성분비율 및 최적 물성을 얻는데 있어 Derringer와 Suich[9]가 제안한 desirability function methodology (DFM)을 이용하여 연구하여 보았다.

2. 반응 표면 분석

반응 표면 분석법은 다변수 함수의 최적화에 유용

한 방법으로 알려져 있으며 본 연구에서는 여기에 Harrington[7]과 Derringer와 Suich[9]에 의해 제안된 desirability function methodology(DFM)를 이용하여 최적 물성을 구하여 보았다.

2.1. 개 념

반응 표면 분석은 여러개의 설명변수 $\epsilon_1, \epsilon_2, \dots, \epsilon_k$ 가 복합적인 작용을 함으로써 어떤 반응 변수 η 에 영향을 주고 있을 때 이러한 반응의 변화가 이루는 반응표면에 대한 통계적인 분석 방법을 말한다 여기서 설명 변수는 반응에 영향을 주는 독립변수 또는 인자를 말하고 반응변수는 설명변수의 영향을 받아서 어떤 반응을 나타내는 종속변수를 말한다. 이것에 관한 연구는 1951년에 처음으로 Box와 Wilson에 의해 시작되어 최근에는 많은 연구자들에 의해 연구, 발표되고 있다[10].

2.2. 반응 표면 모형 설정

독립변수 $\epsilon_1, \epsilon_2, \dots, \epsilon_k$ 와 종속변수 η 간의 미지함수 f 는 식(1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\eta = f(\epsilon_1, \epsilon_2, \dots, \epsilon_k) \dots \dots \dots (1)$$

$$x_i = (\epsilon_i - \epsilon_{0i})/c_i \dots \dots \dots (2)$$

독립변수를 식(2)와 같이 선형 변환시켜서 새로운 독립변수 x_1, x_2, \dots, x_k 를 정의하고 중심 $x' = (x_1, x_2, \dots, x_k) = (0, 0, \dots, 0)$ 이 흥미 영역의 한가운데 위치한다고 하면 식(2)에서 ϵ_{0i} 는 보통 ϵ_i 의 측정값들의 평균치이며, c_i 는 x_i 값을 간단히 해주기 위한 상수로서 x_i 값이 -2에서 +2사이에 위치하도록 잡는다. 만약 x_i 들의 흥미 영역에서 η 과 x_1, x_2, \dots, x_k 간에 어떤 함수 관계 $\eta = g(x_1, x_2, \dots, x_k)$ 가 있고 함수 g 의 반응 표면이 곡면으로 표현될 것이라고 믿어진다면 2차 회귀 모형을 사용해서 그 표면은 식(3)과 같이 나타낼 수 있다[11].

$$Y = B_0 + \sum_{i=1}^k B_i X_i + \sum_{i < j} B_{ij} X_i X_j \dots \dots \dots (3)$$

본 연구에서는 독립 변수로는 아크릴아미드, 아크릴산 및 비닐아세테이트를 택하여 k 가 3이 되게 하였고 각 독립변수는 code 값이 -2, -1, 0, 1, 2가 되게 하여 5수준이 되게 하였다. 종속변수로는 점착력, tackiness를 택하여 검토하였다.

모형을 완성하기 위해서는 Box-Wilson의 중심 합

성 계획[11]을 이용하였다.

독립변수는 아래와 같이 code화 하였다.

$$\text{Coded AA } (X_1) = \frac{\text{AA}(g)-9}{2} \dots\dots\dots (4)$$

$$\text{Coded AAm } (X_2) = \text{AAm}(g)-3 \dots\dots\dots (5)$$

$$\text{Coded VAc } (X_3) = \frac{\text{VAc}(g)-11}{4} \dots\dots\dots (6)$$

2. 3. Desirability function

지금까지 반응 표면 분석을 이용하여 각 Y_i 값에 대한 최대치를 구하는 방법을 알아 보았다. 그러나 Y_i 를 최대치로 하는 X 's의 level이 Y_2 를 최대로 만족시키지 못할 수도 있다. 이것을 극복하는 방법으로 desirability function methodology(이하 DFM)가 있는데 이 방법은 Harrington[7]과 Derringer와 Suich[9] 등에 의해 발전되었다.

Desirability function methodology(DFM)

DFM의 전개과정은 다음과 같다.

1) 반응표면 분석을 이용하여 식(3)으로 표시되는 Y_i 의 관계식을 얻는다.

2) Y_i 값에 대응하는 d_i 값을 식(7)에서 구한다. 이때 d_i 값은 0, 1의 값을 가지고 d_i 값이 0일 때에는 전혀 바람직하지 않은 물성치를 뜻하고 1일 때에는 아주 양호 할 때의 값이다. 또한 물성의 중요도에 따라 각 물성에 대해 weighing factor를 줄 수 있다.

3) 각 desirability 값을 가지고 geometric mean을 이용하여 부분 desirability를 구한다.

4) 식(8)에서 D의 최대값을 구하고 그에 해당하는 독립변수 level을 구한다. 수학적으로 이러한 과정을 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$d_i = f_i(Y_i) \dots\dots\dots (7)$$

$$D = (d_1 \times d_2 \times \dots \times d_p)^{1/p} \dots\dots\dots (8)$$

$f_i(Y_i)$ 는 반응값 Y_i 의 d_i 에 대한 desirability function이다. D는 composite desirability이며, k는 독립변수의 수, p는 반응변수의 수이다. Y_i 는 X_i 에 대한 연속 함수이고 그러므로 desirability function은 다변수의 최적화 문제를 단변수의 문제로 좁힐 수 있다.

물성치 혹은 반응 값을 desirability scale로 변환시키고자 할 때에는 다음 두가지 경우를 고려해 보아야 한다. 한 경우는 two-sided 변환으로서 물성값이 상, 하한 값을 가질 경우이다. 두번째의 경우는 one-sided 변환으로서 물성치가 특정 최소값 이상이어야

할 때이다. 이 최소값 아래에서는 물성치의 desirability 값이 zero가 된다.

One-sided case 경우에는 d_i 는 Y_i 가 증가함에 따라서 식(9)와 같이 증가한다. 즉 다음과 같은 식을 생각해볼 수 있다.

$$d_i = \begin{cases} 0 \\ \left(\frac{Y_i - Y_{i*}}{Y_i^* - Y_{i*}} \right)^r \\ 1 \end{cases} \dots\dots\dots (9)$$

d_i : desirability value r : adjustable parameter
 Y_{i*} : minimum acceptable value
 Y_i^* : maximum acceptable value

Y_{i*} 는 Y_i 값의 최소 acceptable value이다. Y_i^* 는 만족 할만한 물성을 낼 수 있는 Y_i 의 최대값이다. 변환식에서 r 의 값은 Y_{i*} 과 Y_i^* 사이에 있어서 d_i 의 증가율을 나타낸다. 이 변환은 r 의 값에 따라 Fig. 1과 같이 나타낼 수 있다. Two-sided 변환은 반응변수 Y_i 가 최소와 최대 제한을 가졌을 때 적용한다. 이 변환은 식(10)과 같이 나타낼 수 있다.

$$d_i = \begin{cases} \left(\frac{Y_i - Y_{i*}}{c_i - Y_{i*}} \right)^s \\ \left(\frac{Y_i - Y_{i*}}{c_i - Y_{i*}} \right)^t \\ 0 \end{cases} \dots\dots\dots (10)$$

c : target value s : adjustable parameter
 t : adjustable parameter

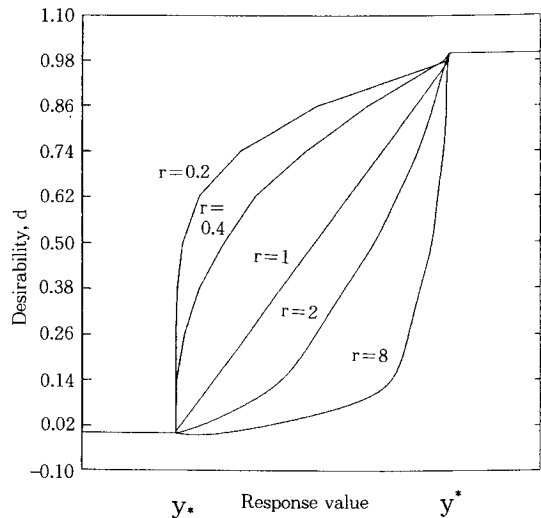


Fig. 1. One sided desirability functions.

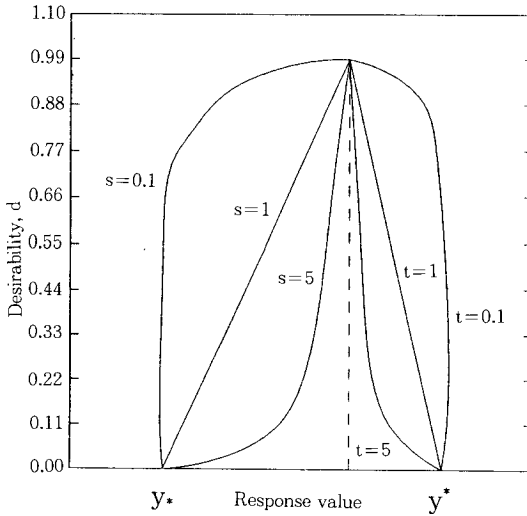


Fig. 2. Two sided desirability functions.

Y_1 은 Y 의 최소 acceptable value이고 Y_2 는 최대 acceptable value이다. 이 한계 밖의 Y 의 값을 가진 product는 불량품으로 간주한다. c 값은 가장 바람직한 Y 값이 되고 Y_1 과 Y_2 사이에 어는 곳에서나 선택될 수 있다. c 의 위와 아래에서 d 의 감소율은 매개 변수 t 와 s 에 의해 결정된다. 이 변환에 있어서 t 와 s 의 여러 값에 대해 Fig. 2에 나타내었다.

3. 실험

3.1. 시약

N-butyl acrylate(이하 n-BA), vinyl acetate(이하 VAc), acrylic acid(이하 AA), acrylamide(이하 AAm)의 4가지 모노머들은 일본 Junsei Chemical Co. 1급 시약을 ethyl acetate(이하 EAc)는 일본 Katayama Chemical Co. 제의 1급 시약을, 반응 개시제인 benzoyl peroxide(이하 BPO)는 독일 Degussa Co.의 1급 시약을 사용하였으며 본 실험에 사용된 시약들은 공업용 점착테이프의 기초연구에 근거를 두었기 때문에 정제과정을 거치지 않고 사용하였다.

3.2. Acry계 공중합체의 제조

환류냉각기, 교반기, 질소도입관, 온도센서를 장치한 1000mg 들이 4구 플라스크에 실험계획법에 따라 AA 5-13 g, VAc 3-19 g, n-BA 169-184 g로 변화시켜 투입하였으며 Table 1에 나타내었다. 용매로서 EAc 300 g, 라디칼 개시제로 BPO(4×10^{-3} mole/l)

Table 1. Experimental Plans for PSA

No.	AA monomer		AAm monomer		VAc monomer		BA monomer
	Coded value	Actual value (g)	Coded value	Actual value (g)	Coded value	Actual value (g)	Actual value (g)
1	-1	7	-1	2	-1	7	184
2	1	11	-1	2	-1	7	180
3	-1	7	1	4	-1	7	182
4	1	11	1	4	-1	7	178
5	-1	7	-1	2	1	15	176
6	1	11	-1	2	1	15	172
7	-1	7	1	4	1	15	174
8	1	11	1	4	1	15	170
9	0	9	0	3	0	11	177
10	0	9	0	3	0	11	177
11	0	9	0	3	0	11	177
12	0	9	0	3	0	11	177
13	0	9	0	3	0	11	177
14	-2	5	0	3	0	11	181
15	2	13	0	3	0	11	173
16	0	9	-2	1	0	11	179
17	0	9	2	5	0	11	175
18	0	9	0	3	-2	3	185
19	0	9	0	3	2	19	169

를 넣고 85℃에서 6시간 중합시켰고 고형분의 농도가 40 wt%가 되도록 하였다. 또한 중합반응은 질소 기류하에서 실시하였으며 반응물의 온도와 외부온도는 자동온도 기록계에 기록되도록 하였다.

3.3. 시료의 제조

제조된 중합 생성물 100g 과 n-butylated melamine 가교제 1g 을 유리병에 첨가한 후 잘 혼합되도록 5분이상 혼합하였다. 제조된 점착제 용액을 application roller를 이용하여 polyester film(S. K. C제품, 두께 25μm)상에 일정하게 도포한 후 건조시켰다. 건조 조건은 120℃의 열풍 순환식 건조기 내에서 2분간 건조하고 점착제 층의 두께는 건조된 상태에서 30μm가 되도록 하였다.

도포된 시료는 상온에서 24시간 방치한 후 물성측정을 하였다. 시료 두께는 0.01mm눈금의 Teclook Co. dial gauge로 측정하였다.

3.4. 점착력 측정

점착력 측정은 한국 공업 규격 KS-A-1107(점착 테이프 및 점착 시이트의 시험 방법)의 8항에 따라 시험하였다. SUS #27 스테인레스 강판에 너비 25mm,

길이 250mm의 시료를 붙인 후, 2kg 하중의 압착 Roller 를 이용하여 300mm/min의 속도로 1회 왕복시켜 압착하였다. 압착 후 30분 경과후 시험편의 접은 부분을 180℃로 뒤집어 약 25mm를 벗긴 후 시험편을 인장강도기의 위쪽 클립에 SUS #27 시험판을 아래쪽 클립에 고정시키고 300mm/min의 인장속도로 당겨 벗길 때의 하중을 측정하였다. 인장 시험기는 Toyo Seiki Strograph M-50을 사용하였다.

3. 5. Tackiness 측정

Tackiness는 probe tack tester로써 측정하였는 바, 이 방법은 ASTM D2979-71에 의거하여 깨끗한 Probe 끝을 10+0.1mm/sec의 속도와 9.79+1.01KPa의 접촉 하중으로 1.0+0.01sec 동안 점착체와 접촉시킨 다음 떼었을 때 필요한 최대 힘을 tackiness 값으로 한다.

4. 결과 및 고찰

4. 1. 공중합물에 있어서 아크릴산 및 아크릴아미드의 영향

Fig. 3에서 볼 수 있는 것과 같이 아크릴 산의 양을 증가 시킴에 따라 점착력도 함께 증가하는 반면에 tackiness는 어느 수준을 유지하다가 그 이상을 지나면 급격히 떨어졌다.

Fig. 4에서는 아크릴아미드의 양을 증가시킴에 따라 점착력은 직선적으로 증가하나 아크릴산에서 처럼 현격히 증가 하지는 않았다. Fig. 3과 Fig. 4의 비교에서 아크릴산이 아크릴아미드보다 점착력에 미치는 영향이 컸다. 이 결과는 카르복실기가 아미드기보다 점착력을 증가시킴에 있어서 더 효과적임을 나타

타내어 준다.

반면에 tackiness에 있어서는 아크릴아미드의 영향이 아크릴산보다 컸다. 이것은 아미드기가 카르복실기보다 중합물에서 결정성(crystallinity)을 크게 나타내기 때문에 tackiness의 변화 폭이 심한 것으로 추정된다.

4. 2. 아크릴중합 물성의 최적화

아크릴산, 아크릴아미드, 비닐아세테이트 단량체가 -2~+2가 되도록 5 level을 중심 합성 계획법에 준하여 나타낸 결과는 다음 Table 2과 같다. 단 응집력

Table 2. Experimental Results on PSA Properties

No.	Peel adhesion Y ₁ (g _f /cm)	Tack Y ₂ (g _f)	AA X ₁	AAM X ₂	VAc X ₃
1	343	715	-1	-1	-1
2	393	762	1	-1	-1
3	403	513	-1	1	-1
4	444	554	1	1	-1
5	407	793	-1	-1	1
6	460	786	1	-1	1
7	470	604	-1	1	1
8	480	571	1	1	1
9	447	969	0	0	0
10	420	864	0	0	0
11	410	805	0	0	0
12	449	877	0	0	0
13	426	911	0	0	0
14	360	603	-2	0	0
15	480	569	2	0	0
16	347	681	0	-2	0
17	473	393	2	2	0
18	410	650	0	0	-2
19	433	513	0	0	2

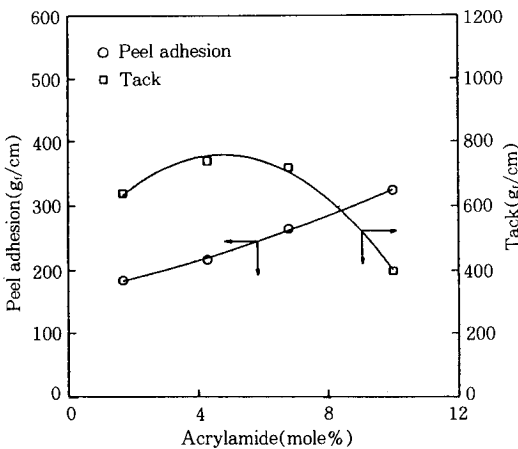


Fig. 3. Effect of acrylic acid on adhesive properties.

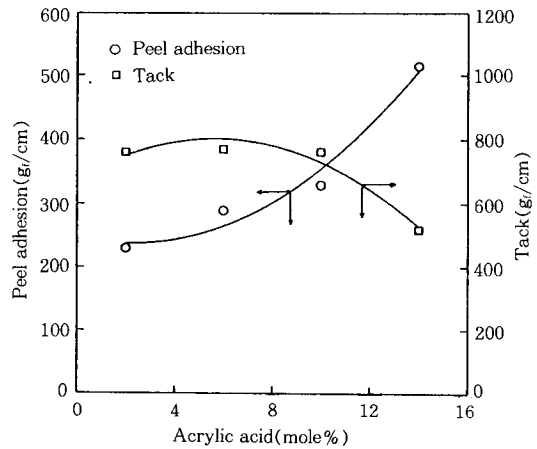


Fig. 4. Effect of acrylamide on adhesive properties.

은 curing agent로 경화를 시킨 결과 모두 양호하게 curing이 되어 각 level에 대한 응집력을 모두 만족시킨 것으로 나타났다. 그러므로 점착력과 tackiness의 최적물성을 구하고자 하였다. 최소 자승법을 적용하여 식(3)의 모형에 적용시켰을때 각각 식(11), (12)의 결과를 얻었다.

$$Y_1 = 402.11 + 32.94X_1 + 9.44X_2 + 14.69X_3 - 0.39X_1^2 - 1.88X_1 \cdot X_2 - 8.63X_1 \cdot X_3 - 5.01X_2^2 - 2.88X_2 \cdot X_3 + 0.11X_3^2 \dots\dots\dots(11)$$

$$Y_2 = 963.55 - 1.25X_1 - 86.87X_2 - 4.00X_3 - 95.07X_1^2 - 4.00X_1 \cdot X_2 - 16.00X_1 \cdot X_3 - 107.32X_2^2 + 0.75X_2 \cdot X_3 - 96.19X_3^2 \dots(12)$$

Y_1 : 점착력
 Y_2 : probe tackiness

4. 3. Desirability function을 이용한 최적화

Y_1 값을 최대로 하는 X 's level이 반드시 Y_2 값을 최대로 만족시킨다고 볼 수 없기 때문에 실제적인 측면에서 Y_1 과 Y_2 의 최소 한계값을 아래와 같이 설정하였다.

점착력, Y_1 300 $g_f/cm < Y_1$
 Tackiness, Y_2 500 $g_f < Y_2$

Y_1 과 Y_2 는 식(9)의 one-sided 변환을 한다고 가정하면 Fig. 1과 같이 나타낼 수 있다. Fig. 1에서 볼 수 있는 것과 같이 minimum acceptable value $Y_{1*} = 300 g_f/cm$, $Y_{2*} = 500 g_f$ 이하가 나오는 배합은 부적합한 것으로 한다. 실제적인 측면에서 $Y_{1*} = 400 g_f/cm$, $Y_{2*} = 800 g_f$ 으로 잡았다. 그리고 $r=1$ 로 하였는데 이것은 desirability가 선형적으로 증가한다고 보았기 때문이다. 그 다음에 각 Y_i 는 식(7)을 이용하여 d_i 로 바꾼다. 두 d_i 는 식(8)를 이용하여 D 로 변환한다.

D 값을 최소 자승법을 이용하여 식(3)의 모형에 적용시키면 식(13)의 결과를 얻을 수 있다.

$$D = 0.857 + 0.072X_1 - 0.114X_2 - 0.027X_3 - 0.126X_1^2 - 0.046X_1 \cdot X_2 - 0.063X_1 \cdot X_3 - 0.152X_2^2 + 0.027X_2 \cdot X_3 - 0.120X_3^2 \dots\dots\dots(13)$$

식(13)에서 얻어진 D 를 통하여 Y_1 , Y_2 물성치를 단 변수 함수로 변환시켜서 최대값을 얻을 수 있다. 식

Table 3. Analysis of Variance for the Regression (Peel Strength)

Source of variance	Degree of freedom	Sum of squares	Mean of square	F
regression	9	0.40655	0.45173	27.5
error	5	0.00820	0.01640	
total	14	0.41475		

$F(9.5, 0.01) = 10.2$

(13)이 적합한지를 알기 위하여 분산분석을 행하여 그 결과를 Table 3에 나타내었다.

D 의 경우 F 는 27.5로서 $F(9.5, 0.01) = 10.2$ 보다 커서 99%이상의 유의성을 가짐을 알 수 있었다. 결정계수 $r^2 = 0.40655/0.41475 = 0.98$ 로서 추정된 회귀 방정식의 타당성이 입증되었다.

식(13)을 X_1 , X_2 , X_3 에 대해 편미분한 정상점(stationary point)을 구한 결과는

$X_1 = 0.344$ (실제값 8.0 mole%)
 $X_2 = -0.434$ (실제값 2.1 mole%)
 $X_3 = 0.071$ (실제값 8.2 mole%)

이였으며 이점에서 추정된 최대 D 는 0.895이였으며 이때

$Y_1 = 415 g_f/cm$
 $Y_2 = 1000 g_f$ 이었다.

식(13)에 대하여 등고선도에 그렸을 때 그 결과는 Fig. 5, Fig. 6, 그리고 Fig. 7과 같았다.

이 등고선도에 의하면 아크릴아미드>아크릴산>비닐아세테이트 순으로 PSA의 점착 물성에 미치는 영향이 컸다.

4. 4. 최적 점착물성의 확인실험

이상의 desirability function methodology를 이용하여 구한 Y_1 과 Y_2 의 값이 맞는 가를 확인하기 위하여

$X_1 = 0.344$ (실제값 8.0 mole%)
 $X_2 = -0.434$ (실제값 2.1 mole%)
 $X_3 = 0.071$ (실제값 8.2 mole%)

으로 수준을 맞추어 확인실험하여 본 결과 Y_1 (점착력)이 약 417 g_f/cm 이었고 Y_2 (tackiness)는 약 1044 g_f 으로 나타나 추정된 값과 거의 일치 하였다.

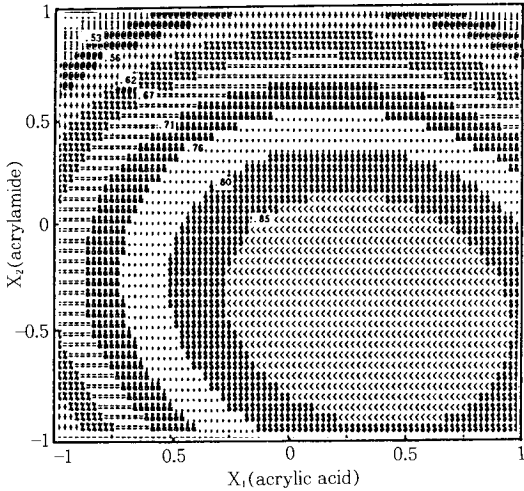


Fig. 5. Contour plot of D for X_1 vs. X_2 .

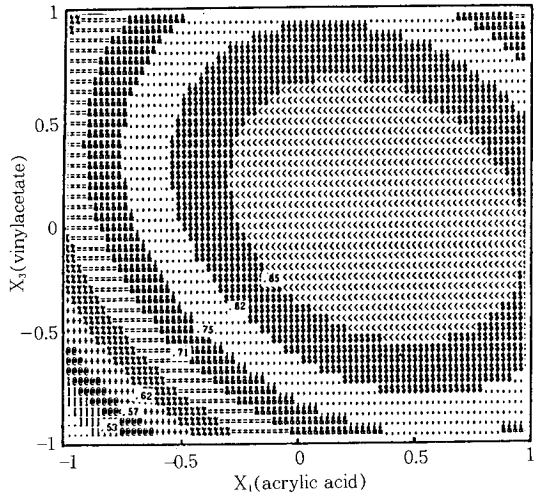


Fig. 6. Contour plot of D for X_1 vs. X_3 .

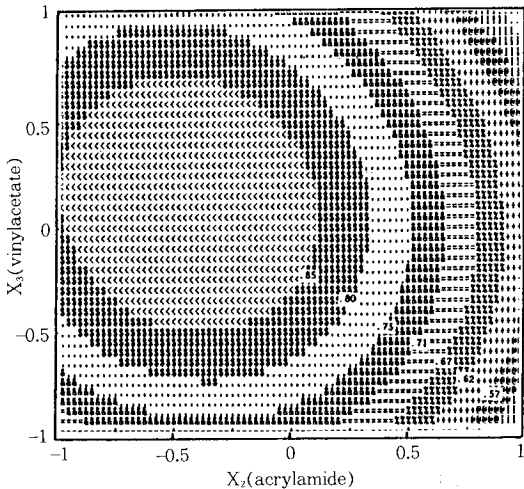


Fig. 7. Contour plot of D for X_2 vs. X_3 .

5. 결 론

점착력, tackiness 및 응집력 등이 우수한 고기능성 아크릴 점착제 재조를 위한 단량체의 배합 및 물성 시험을 통하여 단량체의 영향을 검토하였으며 통계적 분석법을 사용하여 이들 단량체의 일부를 최적화하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 점착 물성에 있어서 아크릴산이 아크릴아미드보다 점착력에 미치는 영향이 컸다. 반면에 tackiness 에 있어서는 아크릴아미드의 영향이 아크릴산보다 컸다.

2. 단위 코드 값의 변화에 대하여 desirability(D)의 변화, 즉 점착제의 물성을 변화시키는 정도는 아크릴아미드>아크릴산>비닐아세테이트의 순으로 컸다.

3. PSA의 점착력, tackiness 및 응집력의 물성을 최적화 시키는 공단량체의 성분 비율은 부틸 아크릴레이트 82.0 mole%, 아크릴산 8.0 mole%, 아크릴아미드 2.1 mole%, 비닐아세테이트 8.2 mole% 일 때로 나타났다.

4. PSA의 물성을 최적화 시키는 추정 회귀식은 다음과 같았다.

$$D = .857 + .072X_1 - .114X_2 - .027X_3 - .126X_1^2 - .046X_1 \cdot X_2 - .063X_1 \cdot X_3 - .152X_2^2 + .027X_2 \cdot X_3 - .120X_3^2$$

참고문헌

1. K. J. Fukuzawa, *J. Jpn. Adhesive Soc.*, **18**, 14 (1982).
2. N. Brenda, *Adhesives age*, **30**, 28 (1987).
3. W. W. Mooncai, *Adhesives age*, **31**, 33 (1988).
4. 地畑建吉, 接着, **26**, 396 (1979).
5. N. E. Hartman and R. A. Beamont, *Journal of the Institute of the Rubber Industry*, **2**, 6 (1968).
6. T. A. J. Nicholins and R. D. Pullen, *Computer Aided Design*, **1**, 39 (1989).
7. E. C. Harrington. Jr., *The desirability funtion. Ind. Quality control*, **21**, 494 (1965).

8. P. E. Gatzka and R. C. McMillan, *American Chemical Society Fall Meeting*, Paper No. 6 (1972).
9. G. C. Derringer and R. Suich, *J. Quality Technol-*
ogy, **12**, 214 (1980).
10. M. M. Klibansky, M. A. Otero, and L. F. Gonzalez, *Biotechnol. Bioeng.*, **25**, 2493 (1983).
11. 박성현, "현대 실험 계획법", p. 575, 대영사, 1982.