

軟質 PVC 필름의 熱封성에 미치는 安定劑의 影響

鄭基現*·李重成*·白泰茂*·申東根**

*인하대학교 공과대학 고분자공학과

**한국화학연구소

(1977년 11월 2일 접수)

Effect of Stabilizers on the Sealability of Flexible PVC Films

Ki-Hyun Chung*, Joong-Sung Lee*, Tae-Moo Baik* and Dong-Keun Shin**

**Dep't of Polymer Science and Technology, Inha University, Incheon 160, Korea*

***Korea Research Institute of Chemical Technology, Daiduck-Gun, Chungnam 300-32, Korea.*

(Received November 2, 1977)

要約: 연질 PVC 필름의 열봉성에 미치는 안정제(有機錫系)의 영향에 대하여 연구하였다.

A사 안정제를 배합한 필름의 용융온도와 점착온도는 저장기간에 크게 영향을 받아, 저장기간이 증가함에 따라 용융온도와 점착온도는 높아짐을 알았다. 그러나 B사 안정제를 배합한 필름의 용융온도와 점착온도는 저장기간을 163일이나 연장하여도 변화가 거의 없었다.

사용된 안정제에 따라 필름의 열봉온도 하한과 열봉범위가 아주 다른 것은 매우 흥미있으며, B사 안정제를 배합한 필름이 A사 안정제를 배합한 필름보다 낮은 열봉온도와 넓은 열봉범위를 갖도록 하는데 훨씬 좋았다.

필름의 유동성과 열봉성과의 관계를 검토한 결과, 이론적 점착온도는 안정제에 따라 약간의 차이는 있지만 실험치와 대체로 잘 일치하였다.

Abstract: The effects of stabilizer (organic tin type) on the sealability of flexible PVC film have been investigated.

It was found that the fusion and tack temperatures of film which had been compounded by the stabilizer manufactured by company A were greatly affected by the period of storage. In this case, both the fusion and tack temperatures were elevated as the period of storage was extended. On the other hand, films containing stabilizers manufactured by company B showed almost no changes in fusion or tack temperature even the period was extended as long as 163 days.

It was interesting to note that the lower limits of heat sealing temperature and the heat sealable range of films were found to be quite different in their values according to the stabilizer species used. The stabilizer of company B was much more preferable both in lowering the heat sealing temperature and in widening the heat sealable range of films.

By observing the relationship between the fluidity and heat sealable behaviour of films, it was concluded that the theoretical tack temperature was in good agreement with that of experiments, even though there were some deviations in tack temperature depending on the stabilizers.

1. 序 論

우리나라에서의 플라스틱필름의 포장재료로서의 사용량은 최근 5년간에 약 5배 증가했으며, 년평균신장률은 다른 포장재료보다 많은 50%를 나타내고 있다.

플라스틱필름이 이와같이 포장용도에 많이 사용되고 있는 이유는 투명성, 방습성, 내약품성 및 열봉성(열접착성)등 종래의 포장재료에는 없는 많은 특성이 있기 때문이다.

상기한 바와 같이 플라스틱필름의 주용도는 포장용이며, 사용시에는 대부분의 경우 접착시킬 필요가 있다. 그러므로 필름의 접착이 용이한가 아니한가 하는 문제는 필름에 있어 중요한 문제로 된다. 플라스틱필름을 접착시킬 경우, 대부분의 플라스틱필름은 열가소성(thermoplastic)을 가지고 있으므로 가열하여 융착시킨다. 즉 열접착법이 사용되고 있다.

열접착 즉 열봉(heat seal)이란 이와같이 플라스틱필름을 가열만으로 접착시키는 방법이며, 열봉성(heatsealability)이 좋다는 것은 낮은 열봉온도에서 단 시간으로 양호한 접착강도를 얻을 수 있는 상태를 말한다. 또한 열봉성이 좋으면 생산성이 양호하게 되어 製袋 및 자동포장기 등의 능률을 향상시키므로 포장공장에서 중요한 의미를 가진다.

플라스틱필름의 열봉은 열에 의해 폴리머가 연화하고 유동성이 증대한 상태에서 압착되므로, 폴리머의 녹는점과 유동성이 열봉성에 큰 영향을 미친다. 그리고 계면이 열봉가능한 온도에도달하여야 하므로 필름의 두께, 열전도도 및 가열방식 등도 열봉범위, 특히 하한에 큰 영향을 미치며, 이 밖에 폴리머의 열분해성, 필름의 표면성질, 필름의 열수축성 등이 열봉성에 미치는 인자로 생각되고 있다.

McKelvey¹는 여러종류의 polyethylene 필름

의 열봉성에 대하여 연구한 결과, 열봉조건에서 열봉압력의 영향은 작으며, 열봉온도, 열봉시간의 관계로부터 일정한 열봉강도를 얻는 조건에 열봉가능한 상한과 하한이 있으며, 이 상한과 하한사이가 열봉범위이며, 이 열봉범위가 넓은 필름이 열봉하기 쉽다는 사실을 밝힌바 있다.

McLaren²은 polystyrene, polyvinylacetate 및 polyisobutylene에 대하여 온도와 유동성(용융점도)과의 관계에 대하여 연구한 결과, 온도에 의한 점도 변화가 큰 폴리머는 열봉범위가 좁다는 사실을 알았다.

Fox와 Flory³는 폴리머의 분자량과 용융점도 사이의 관계로부터 분자량이 증대하면 열봉온도가 상승됨을 증명하였다.

또한 McKelvey⁴는 필름의 두께에 따른 전열 저항의 증가, sealer의 가열방식(양면가열 또는 일면가열)의 차이에 의한 계면 온도의 차이 등으로 열봉조건이 크게 영향을 받으며, 이들의 문제를 model 化하여 해명하였다.

이 밖에 Ridgeway⁵와 Kitamura⁶ 등에 의한 polypropylene 필름의 열봉성에 관한 연구, Lahamp⁷에 의한 필름의 표면처리와 열봉성과의 관계에 대한 연구 및 필름의 종류와 열봉방법등에 대한 연구^{8,9,10}등이 있다.

이상과 같이 플라스틱필름의 열봉성에 관한 연구는 필름의 종류별로는 대부분이 polyethylene, polypropylene 필름등에 관한 것으로 연질 PVC 필름에 대한 연구는 아직 보고된 바가 없다.

연질 PVC 필름은 상기한 polyethylene 이나 polypropylene 필름과는 달리, 안정제, 가소제, 활제등 첨가제를 포함하고 있어 그 열봉조건이 더욱 복잡할 것으로 예상된다.

따라서 본 연구에서는 예비실험결과 PVC 필름의 열봉성의 가장 큰 인자로 생각되는 안정제가 열봉성에 미치는 영향에 대하여 연구한 결과,

몇가지 지견을 얻은 바 있으므로 이에 보고한다

2. 實驗

2.1. 試料

본 연구에서 사용한 PVC resin과 안정제의 물성치는 각각 다음 Table I, Table II와 같다.

단 Table I의 시료는 한국플라스틱(주)회사의 PVC resin이며 Table II는 A사, B사의 안정제이다. 각 물성치는 각 회사 규격에 의한 것이고, A'M은 A사의 AM과 같은 종류의 안정제이나 제조회사에서 순도가 우수한 것으로 제조된 안정제이다.

Table I. Properties of PVC resins

Degree of Polymerization	Volatility(%)	Bulk Density	Mesh
1000-1100	Below 0.2	Above 0.45	60 Mesh Through Below 1%

Table II. Properties of stabilizers

Stabilizer	Appearance (Liquid)	Specific Gravity (25°C)	Refractive Index (25°C)	Viscosity cps (25°C)
BM	Transparent Lemon-Yellow	1.070	1.491	194
BL	"	1.003	1.471	80
AM	"	1.020	1.480	210
A'M	"	1.020	1.480	210
AL	"	1.010	1.460	80

here AM : Octyl tin maleate type of A Co.

A'M :

AL : Octyl tin laurate type of A Co.

BM : Octyl tin maleate type of B Co.

BL : Octyl tin laurate type of B Co.

2.2. 試作 軟質 PVC 필름

각종 안정제의 열봉성에 미치는 영향을 조사하기 위하여, 다음 Table III, Table IV와 같이 배합한 PVC compound를 압출기를 사용하여(압출 온도 165~185°C) inflation 법으로 두께 0.05mm

의 필름을 제조하였다.

이 시료 필름을 실온으로 저장하여 점착온도와 용융온도 측정 시료로 사용하였다.

Table III. Recipe of films

Sample No.	A-1	A-2	A-3	A-4
PVC	100	100	100	100
DOP	25	25	25	25
Stabilizer	AM	2.5	1.25	1.0
	A'M			2.5
	AL		1.25	1.5
Lubricant	1.0	1.0	1.0	1.0

Table IV. Recipe of films

Sample No.	B-1	B-2	B-3
PVC	100	100	100
DOP	25	25	25
Stabilizer	BM	2.5	1.25
	BL		1.25
Lubricant	1.0	1.0	1.0

2.3. 열봉 및 열봉강도 측정

열봉강도는 KS A 1508, KS A 1509의 열봉강도 시험법에 따라 다음과 같이 측정하였다.

열봉장치는 열양도체인 시료대와 열불양도체인 압자로 되어 있고, 균일한 압력(1.57 kg/cm²)을 주어 시료를 열봉할 수 있는 bar-seal 형 장치를 사용하였으며, 시료는 2.2절에서 제조한 PVC 필름을 폭 20mm, 길이 100~110mm의 필름을 채취하여, 중앙을 접고, 접은 자리 안쪽 1cm 부분을 접음선에 연해서 열봉한 것을 시험편으로 하였다. 이때의 열봉시간은 0.5~30초간, 열봉온도범위는 135~200°C이다.

이와같이 열봉한 시험편의 열봉강도를 측정하기 위하여, 인장강도 시험기를 사용하였으며,

인장강도 시험기의 하부 클립의 이동속도를 250 ± 20 mm/min로 유지시키고, 하중을 가하여 열봉부를 떼어내는데 필요한 최대하중을 측정하였다.

이때 시험편은 각각 5매씩 시험하여 그 평균값을 취하였으며, 폭 20mm인 시험편으로부터 얻어진 열봉강도는 15mm 폭에 대한 열봉강도로 환산하여 보고하였다.

2.4. Melt Viscosity의 測定

용융점도는 미국 Tinius Olsen testing machine 사제의 melt index 시험장치를 사용하여 AS TM D 1238-65T에 의해 다음과 같이 측정하였다.

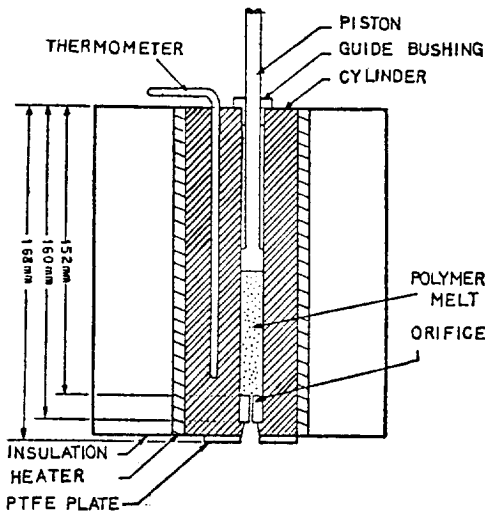


Figure 1. Melt index apparatus.

본 실험에 사용한 melt index 시험장치의 개요는 Figure 1과 같으며, 사용한 PVC compound는 Table III, Table IV에 표시한 배합비와 동일하게 배합한 粉狀의 것을 사용하였다.

Figure 1과 같이 orifice가 삽입된 cylinder 내에 일정량 (4g)의 시료를 넣고 곧 piston을 삽입한 다음 측정온도까지 300~400초 동안 예열한 후, piston에 하중을 가하면 polymer melt는 capillary를 통하여 압출된다.

온도는 175~190°C 범위에서 실험하였고, 하

중은 15kg, 20kg, 25kg, 30kg의 4종류로 변화시켜 각 온도에서 실험하였다.

shear stress, shear rate 및 melt viscosity는 각각 다음식으로 산출하였다².

$$\tau = PR/2L \quad \text{①}$$

$$\dot{\gamma} = 4Q/\pi R^3 \quad \text{②}$$

$$\eta = \tau/\dot{\gamma} = \frac{\pi R^4 P}{8QL} \quad \text{③}$$

여기서, τ 와 $\dot{\gamma}$ 는 각각 Newton flow를 가정했을 때의 orifice 벽에서의 shear stress, shear rate이며 R 는 orifice의 반경, L 는 길이이다.

③식에서 용적유출속도, Q (volumetric flow rate)는 다음과 같이 계산하였다.

$$Q = W/dt \quad \text{④}$$

여기서, d 는 각 측정온도에서의 bulk density (g/cm^3), t 는 각 측정온도에서의 압출시간(sec), W 는 유출량(g)이다. 그리고 가한 압력 P 는 다음과 같이 계산하였다.

$$P = \text{load}/\pi r^2 \quad \text{⑤}$$

여기서 load는 하중(kg), r 는 piston의 반경(cm)이다.

3. 結果 및 考察

3.1. 市販 軟質 PVC 필름의 熱封強度

시판 연질 PVC 필름의 열봉강도를 알아보기 위하여 제조후 1개월 경과된 C사제품과 8개월 경과된 D사제품을 시험하여 각각 Figure 2, Figure 3과 같은 결과를 얻었다.

열봉강도가 1,650g/15mm 이하에서는 열봉부분이 절단되었으나 그 이상에서는 열봉부가 절단되지 않고 필름이 延伸되었다. 따라서 열봉가능한 열봉강도가 대략 1,650g/15mm였음에 비추어 일반적으로 시판 연질 PVC 필름의 열봉성이 불량함을 알 수 있다.

즉 Figure 2에 표시한 C사제 시료필름의 열봉강도 측정 결과를 보면, 일정한 열봉강도를 얻기 위해서는 열봉온도가 135°C나 150°C에서는 불가능함을 알 수 있으며, 160°C에서는 4초이상, 170°C에서는 2초이상, 그리고 180°C에서는 1.5

초이상의 열봉시간이 필요함을 알 수 있다. 제조후 8개월 경과된 D사제 시료필름의 열봉강도 측정결과를 보면 170°C에서는 3초, 180°C에서는 1.8초, 그리고 190°C에서는 1초 이상의 열봉시간이 필요함을 알 수 있다.

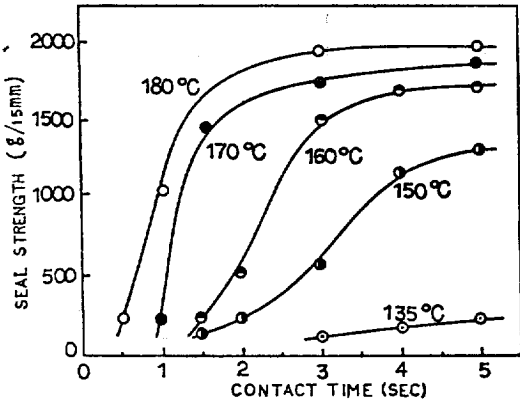


Figure 2. Effect of contact time and seal temperature on seal strength (C Sample).

3.2. 필름의 貯藏期間과 溶融溫度 및 粘着溫度

앞의 Table III, Table IV에 표시한 배합으로 제조한 각종 시료 필름을 일정기간마다 일정한 압력 (1.57kg/cm²)으로 1초 그리고 2초간 압착했을 때의 열봉가능한 최저온도는 Table V, Table VI에 표시한 바와 같다. 여기서 1.57kg/cm²의 압력으로 1초 압착했을 때의 열봉가능한 최저온도를 fusion temperature, 같은 압력으로 2초간 압착했을 때의 열봉가능한 최저온도를 tack temperature로 하였다².

Table V. Effect of aging on fusing and tack temperature (stabilizer of A Co.)

Storage Period (Day)	Sample No.	Fusion temp. (°C)			Tack temp. (°C)		
		A-1	A-2	A-3	A-1	A-2	A-3
16		160	—	—	150	150	150
23		180	—	—	170	170	170
34		190	190	190	170	170	170
43		200	190	190	180	180	180
53		200	195	200	180	180	180
63		200	200	200	190	190	190
85		—	—	—	190	190	190

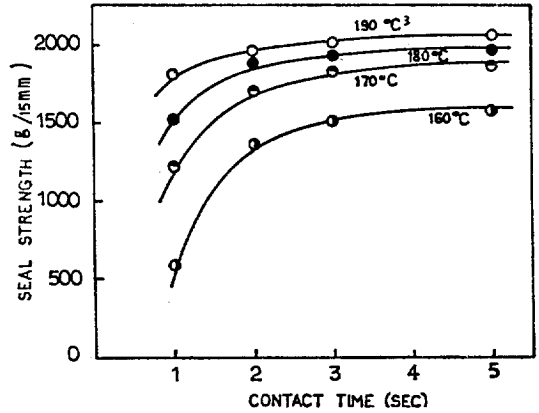


Figure 3. Effect of contact time and seal temperature on seal strength (D Sample).

A사제 안정제를 사용한 필름의 용융온도는 40일만에 40°C, 점착온도는 30°C 상승되었다. 또한 실내에서 85일간 저장한 시료는 200°C에서 1초간 압착했을 경우 필름의 점착은 불가능하게 됨을 알았다.

B사제 같은 계통의 안정제를 사용했을 때는 필름 제조후 2개월 경과한 후의 점착온도가 10°C 상승되었을 뿐, 163일간의 실험기간중 일정한 용융온도와 점착온도를 표시하여 안정된 열봉성을 나타내었다.

따라서 안정제 제조회사에 따라 fusion temperature와 tack temperature가 크게 차이가 있음을 알았다.

Table V. Effect of aging on fusion and tack temperature (stabilizer of B Co.)

Storage period (day)	Sample No.	Fusion temp. (°C)			Tack temp. (°C)		
		B-1	B-2	B-3	B-1	B-2	B-3
	2	170	170	170	150	150	150
	13	170	170	170	150	150	150
	22	170	170	170	160	150	150
	32	160	160	160	150	150	150
	42	160	160	160	150	150	150
	64	170	170	160	160	160	160
	76	170	170	170	160	160	160
	90	170	170	170	160	160	160
	111	170	170	170	160	160	160
	130	170	170	170	160	160	160
	163	170	170	170	160	160	160

3.3. 熱封條件의 下限 및 熱封範圍

플라스틱 필름의 열봉은 열에 의해 폴리머가 연화하고 유동성이 증대한 상태에서 압착되므로 폴리머의 녹는점과 유동성이 열봉범위 특히 그 하한에 큰 영향을 미친다.

열봉압력, 열봉시간 및 열봉온도등의 열봉조건중에서 열봉압력의 영향이 가장 적다¹.

그러므로 열봉압력을 일정하게 하고 열봉가능한 열봉강도를 얻는데 필요한 열봉온도와 열봉시간과의 관계로부터 열봉가능한 하한을 구할 수 있다.

열봉온도가 너무 높고 열봉시간이 길게 되면 폴리머가 과열되어, 결국 열분해되어 열봉강도는 저하된다. 즉 적정 열봉강도를 얻는 열봉조건에는 상한도 존재한다.

그러나 본 연결 PVC 필름에 있어서는 다음 Figure 4, 5, 6의 열봉강도와 열봉시간과의 관계에서 알 수 있는 바와 같이 상한을 구하기 힘들었으며, 열봉시간은 5초 이내의 짧은 시간이 요구되므로, 본 연구에서는 각종 시료의 일정한 저장기간 마다 열봉시간을 5초까지 측정하였다. 따라서 하한곡선의 윗 부분의 면적이 열봉시간 5초까지의 열봉범위가 된다. 열봉범위가 넓은 필름일수록 열봉하기 좋은 것이다. 다음 하한과 열봉범위의 실험은 각종시료의 일정한 저장기간 마다, 열봉강도와 열봉온도 및

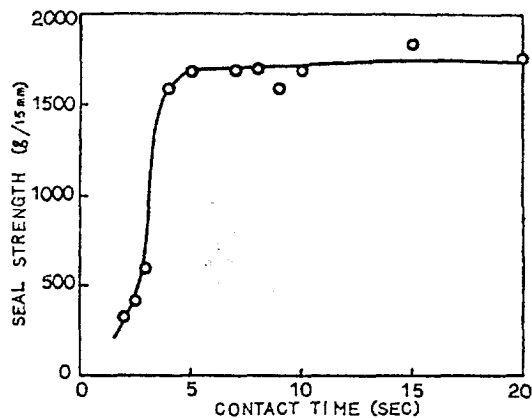


Figure 4. Relationship of seal strength vs. contact time at 135°C for sample A-1.

열봉시간 등의 열봉조건과의 관계로부터 하한곡선을 구한 것이다.

Figure 7은 A사제 octyltin maleate계 안정제를 사용한 A-1 시료 필름에 대한 하한곡선이며, Figure 8은 B사제 octyltin maleate계 안정제를 사용한 B-1 시료 필름에 대한 하한곡선이다. 그리고 Figure 7에서 사선부분은 4일 경과한 시료의 열봉시간 5초까지의 열봉범위와 43일 경과한 시료의 열봉범위를 참고로 표시한 것이다. A사 안정제를 사용한 시

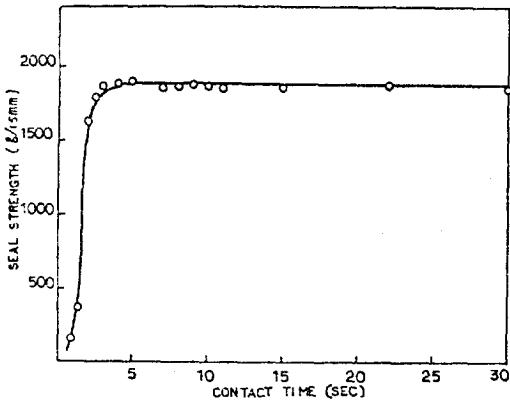


Figure 5. Relationship of seal strength vs. contact time at 150°C for sample A-1.

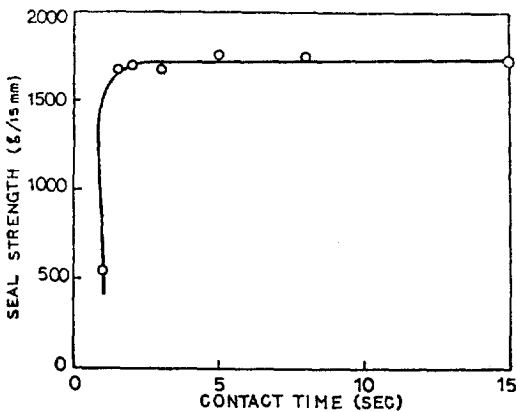


Figure 6 Relationship of seal strength vs. contact time at 170°C for sample A-3.

료의 열봉 가능한 하한 영역은 저장기간에 따라 급격히 고온측으로 이동하여 열봉범위도 급격히 좁아짐을 알 수 있다 그러나 Figure 8의 B 사제 안정제를 사용한 B-1 시료 필름의 열봉 가능한 하한영역과 열봉범위는 163일 경과된 후에도 그다지 변하지 않음을 알았다. 즉 A-1 시료의 23일 경과한 하한 범위보다 더 넓은 범위를 표시하고 있어 열봉성이 대단히 우수함을 알 수 있다.

이것은 안정제의 종류에 따라 필름의 녹는점과 유동성 및 열분해성이 다르기 때문이라고 생

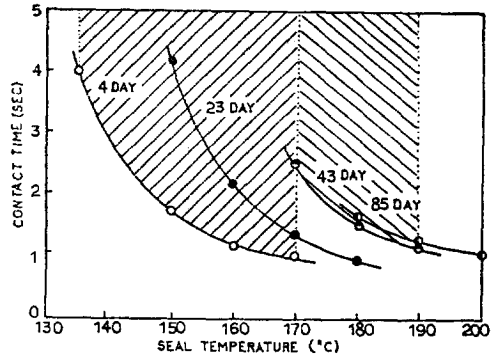


Figure 7. Heat seal range of films and its lower limits for sample A-1.

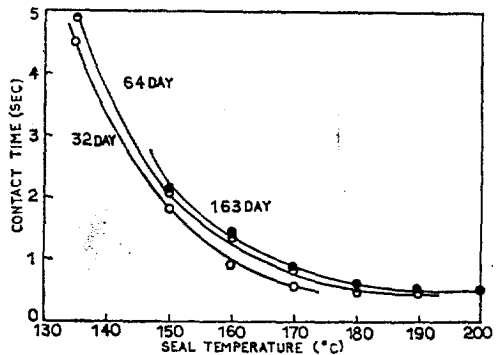


Figure 8. Heat seal range of films and its lower limits for sample B-1.

각된다.

3.4. 溫度와 熔融粘度

제조회사별 안정제의 영향이 열봉성에 가장 큰 영향을 미치고 있으므로, A사, B사 안정제를 동일한 양씩 배합한 PVC배합물의 용융점도를 구한 결과는 Table VII, Table VIII, Table IX와 같다. 단 Table VIII의 시료는 상기한 A-1과, Table IX의 시료는 B-1과, Table IX의 시료는 A-4와 같다.

또한 위 시료들의 각온도에서의 용융점도와 관계는 Figure 12, 13, 14와 같다. 이 그림에서 점착온도는 본 연구에서 사용한 열봉장치의 열봉압력(1.57kg/cm²)과 같은 압력하에서의 이론적 점착온도이다.

Table VII. Melt viscosity data of PVC compound for A-1 sample

Temp(°C)	Density (g/cc)	Driving press (kg/cm ²)	Efflux. Q×10 ³ (cc/sec)	Viscosity (poise)	log ₁₀ viscosity	Extrapolated log η for 1.57kg/cm ²
175	1.1740	21.09	1.37	892,284	5.950	6.50
		28.12	2.96	550,644	5.741	
		35.15	5.88	346,493	5.539	
		42.18	11.16	219,073	5.340	
180	1.1720	21.09	3.18	383,854	5.584	6.10
		28.12	5.09	240,163	5.382	
		35.15	10.70	152,327	5.180	
		42.18	35.90	95,502	4.980	
185	1.1690	21.09	9.70	126,023	5.080	5.60
		28.12	21.50	75,809	4.879	
		35.15	42.50	47,938	4.680	
		42.18	80.90	30,220	4.480	
190	1.1660	21.09	21.30	57,405	4.758	5.25
		28.12	45.70	35,665	4.552	
		35.15	88.40	23,047	4.362	
		42.18	161.00	15,185	4.181	

Table VIII. Melt viscosity data of PVC compound for B-1 sample

Temp(°C)	Density (g/cc)	Driving press (kg/cm ²)	Efflux, Q×10 ³ (cc/sec)	Viscosity (poise)	log ₁₀ Viscosity	Extrapolated log η for 1.57kg/cm ²
175	1.1742	21.09	1.81	675,375	5.830	6.44
		28.12	3.91	416,856	5.620	
		35.15	8.11	251,212	5.400	
		42.18	15.40	15,875	5.200	
180	1.1721	21.09	4.05	301,834	5.480	6.07
		28.12	8.84	184,379	5.265	
		35.15	19.50	104,160	5.017	
		42.18	35.80	68,292	4.834	
185	1.1690	21.09	9.25	132,154	5.120	5.70
		28.12	19.60	83,158	4.920	
		35.15	40.60	50,181	4.700	
		42.18	84.80	28,831	4.460	
190	1.662	21.09	19.50	62,704	4.795	5.36
		28.12	44.50	36,672	4.564	
		35.15	93.10	21,883	4.340	
		42.18	169.00	14,466	4.160	

Table IX . Melt viscosity data of PVC compound for A-4 sample

Temp(°C)	Density (g/cc)	Driving Press (kg/cm ²)	Efflux, Q×10 ³ (cc/sec)	Viscosity (poise)	log ₁₀ Viscosity	Extrapolated log η for 1.57kg/cm ²
175	1.1742	21.09	1.80	679,127	5.832	6.34
		28.12	4.00	407,476	5.610	
		35.15	7.72	263,909	5.421	
		42.18	13.40	182,452	5.261	
180	1.1721	21.09	4.43	275,520	5.440	5.95
		28.12	8.53	191,107	5.280	
		35.15	18.00	112,937	5.053	
		42.18	33.80	72,333	4.860	
185	1.1689	21.09	9.46	129,220	5.111	5.60
		28.12	20.50	79,507	4.900	
		35.15	37.15	54,916	4.740	
		42.18	67.20	36,381	4.560	
190	1.1660	21.09	21.50	56,871	4.755	5.26
		28.12	44.70	36,463	4.562	
		35.15	85.10	23,941	4.380	
		42.18	137.00	17,846	4.251	

Figure 9, 10, 11은 Figure 12, 13, 14에서의 logη를 구한 방법을 표시하기 위하여 참고로 나타낸 것이다. 이 Figure 9, 10, 11로부터 본 실험에서 사용한 열봉압력(1.57kg/cm²)과 같은 압력으로 외삽하여 Log 점도를 구하였으며, 본 실험에서 구한 이론적 점착온도와 상기한 Table V, Table VI에 표시한 A-1 시료와 B-1 시료의 점착온도를 비교하면 대체로 일치함을 알 수 있다.

즉 Table V, Table VI에서 초기점착온도는 A-1 시료에 대해서는 150~170°C, B-1 시료에 대해서는 150°C 인데, 본 실험에서 구한 A-1 시료, B-1 시료와 동일한 배합물의 이론적 점착온도는 각각 160°C, 154°C이다.

또한 A-4 시료의 이론적 점착온도는 Figure 14에 표시된 바와 같이 155°C였다.

즉 같은 회사 같은 종류의 안정제를 사용하여도 이론적 점착온도는 5°C 차이가 있음을 알 수 있으며 제조회사에 따라 차이가 있음을 알았다.

이와같은 결과로부터 각 제조회사별 안정제에

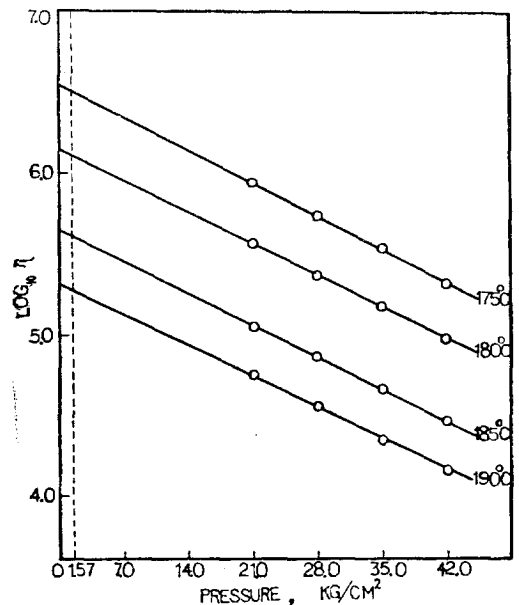


Figure 9. The logarithms of the melt viscosities vs. pressure for PVC compound (A-1 sample) at several temperatures.

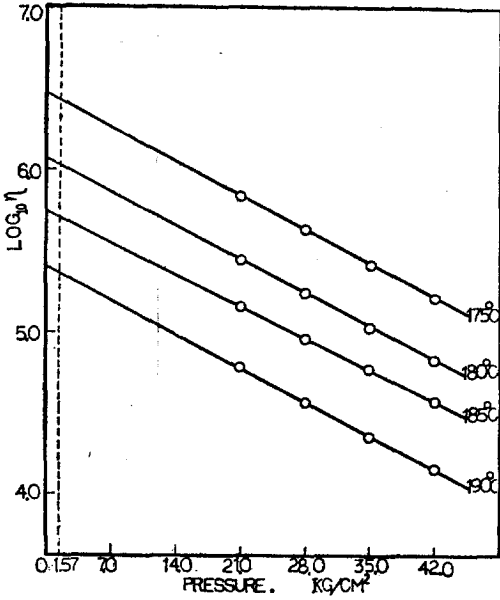


Figure 10. The logarithms of the melt viscosities vs. pressure for PVC compound (B-1 sample) at several temperatures.

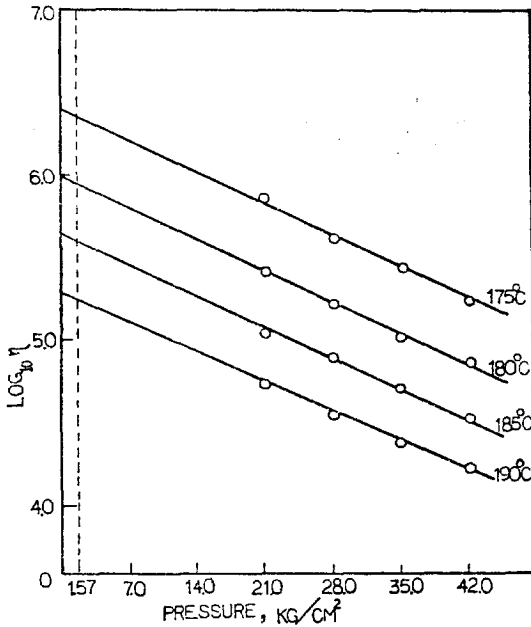


Figure 11. The logarithms of the melt viscosities vs. pressure for PVC compound (A-4 sample) at several temperatures.

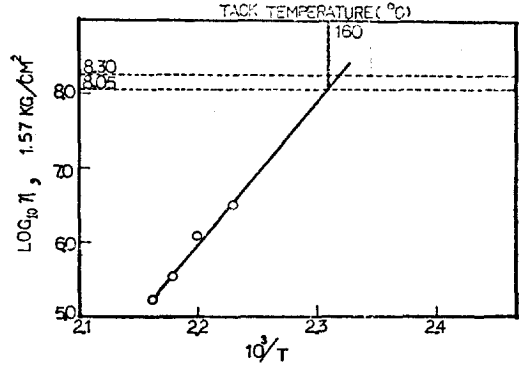


Figure 12. Logarithms of melt viscosities at 1.57kg/cm² (extrapolated values) against the reciprocal of the absolute temperature (A-1 sample).

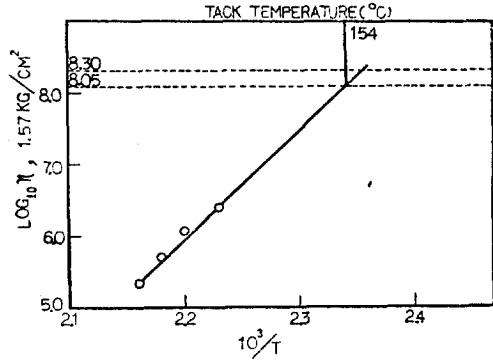


Figure 13. Logarithms of melt viscosities at 1.57kg/cm² (extrapolated values) against the reciprocal of the absolute temperature (B-1 sample).

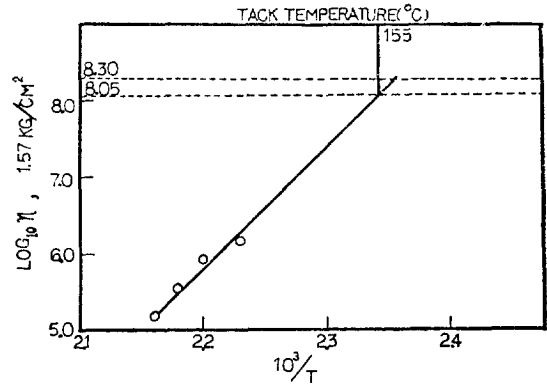


Figure 14. Logarithms of melt viscosities at 1.57kg/cm² (extrapolated values) against the reciprocal of the absolute temperature (A-4 sample).

따라 점착온도는 약간의 차이가 있으나 McLaren의 방법과 같이하여 구하여 본 결과 그 때의 점착온도는 범위 내에 있음을 알았다. 또한 이론적 점착온도와 실제로 실험을 통하여 얻은 점착온도는 일치하였다.

나 실제로 실험을 통하여 얻은 점착온도와 대체로 일치하였다.

인 용 문 헌

4. 結 論

PVC resin, 가소제 및 안정제등 각종 첨가제를 배합하여 제조한 연질 PVC 필름의 열봉성에 미치는 안정제의 영향에 대하여 실험한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 각종 시료의 저장기간과 용융온도 및 점착온도와의 관계를 조사한 결과, 같은 종류의 안정제(有機錫系)를 첨가하여 제조한 필름이라도 제조회사에 따라 저장기간이 약 40일 후의 용융온도는 약 40°C 점착온도는 약 30°C 차이가 있음을 알았다.

2. 각종 시료의 일정기간마다 열봉하한과 열봉범위를 구하여 검토한 결과, 같은 종류의 안정제(有機錫系)라도 제조회사에 따라 필름의 열봉가능한 하한영역과 열봉범위가 크게 차이가 있음을 알았다.

3. 안정제를 변화시킨 각종 시료의 유동성과 열봉과의 관계를 검토한 결과, 안정제의 종류에 따라 이론적 점착온도는 약간씩 차이가 있었으

1. J. M. McKelvey, T. H. Stome, *Mod. Plastics*, 6, 107(1959).
2. A. D. McLaren et. al., *J. Polymer Sci.*, 7, 463(1951).
3. T. G. Fox, P. J. Flory, *J. Amer. Chem. Soc.*, 70, 2384(1948).
4. J. M. McKelvey, *Polymer Processing*, 361(1962).
5. R. J. Ridgeway, S. Kavesh, *Mod. Packaging*, 139, Apr. (1965).
6. Kitamura, *Adhesives (Japan)*, 16(2), 14(1972).
7. O. T. Lahamp, Symposium of Surface Phenomena, AIChE(1965).
8. Hashimoto, *Adhesives(Japan)*, 15(11), 60(1971).
9. *British Plastics*, 149, March 1966.
10. A. V. Tobolsky, *Properties and Structures of Polymers*, 71(1960).