

폴리아미드가 함유된 PVC졸 실란트의 물성 (II)

이 승 진 · 김 현 교* · 박 환 만 · 조 원 제 · 하 창 식†

부산대학교 고분자공학과, *LG전자 생산기술센터

(1999년 3월 2일 접수)

Properties of Polyamide Modified PVC-sol Sealants (II)

Seung-Jin Lee, Hyun-Kyo Kim*, Hwan-Man Park, Won-Jei Cho and Chang-Sik Ha†

Dept. of Polymer Science and Engineering, Pusan National University, Pusan 609-735, Korea

*LG Electronics Co. Ltd., Manufacturing Technology Center, Changwon 641-711, Korea

(Received March 2, 1999)

요 약 : 폴리아미드 수지가 첨가된 PVC졸 실란트의 기계적, 전기적, 열적특성에 대해 연구하였다. PVC졸은 디옥틸프탈레이트로 PVC를 가소화시켜 제조된 것이다. 본 연구에서는 PVC졸 실란트에 요구되는 접착성 개선제에 관한 연구의 일환으로 polyamide를 첨가하였을 때 PVC졸 실란트의 제반 물성에 미치는 영향을 연구하였다. 폴리아미드 변성 PVC졸의 인장강도는 높은 Amine 값을 갖는 폴리아미드 B의 경우가 낮은 Amine 값을 갖는 폴리아미드 A의 경우 보다 더 높게 나타났다. 인장강도는 경화온도나 경화시간이 증가할수록 증가되었다. 또한 인장강도는 폴리아미드의 종류와 경화 시간에 관계없이 충전제인 CaCO₃ 함량이 증가될수록 감소되었다. 유전상수는 폴리아미드의 종류에 관계없이 폴리아미드의 함량에 따라 거의 일정하게 나타난 반면, tan δ는 폴리아미드의 함량에 따라 약간 증가되었다. 그리고 열적안정성은 Amine 값이 높은 폴리아미드 수지의 경우가 Amine 값이 낮은 폴리아미드 수지의 경우보다 우수한 것으로 나타났다.

ABSTRACT : The mechanical, electrical, and thermal properties of polyamide-modified poly(vinyl chloride)(PVC)-sol was investigated. PVC-sol was plasticized with dioctyl phthalate (DOP). In this work, the effects of the addition of polyamide on the properties of PVC-sol sealants were investigated. Two kinds of polyamide resins having different amine value were used. It was found that the properties of the PVC-sol sealants were significantly affected by the contents and types of the added polyamide resins. The PVC-sol sealants modified with polyamide A (low amine value) showed higher tensile properties than those modified with polyamide B (high amine value) did, and thermal stability of the sealants showed nearly the same trends. The tensile strength of sealants were decreased with increasing the CaCO₃ contents. The dielectric constant were not strongly dependent on the polyamide types and contents.

†대표저자 (e-mail : csha@hyowon.pusan.ac.kr)

Keywords : sealant, PVC-sol, polyamide, tensile strength, electrical property.

I. 서 론

페이스트(paste) 형태의 PVC 가공은 오랫동안 확립되어 온 다양한 고분자 기술영역에 중요한 일익을 담당하고 있다. PVC페이스트는 흔히 플라스틱졸(plastisol)이라고 부른다. PVC페이스트의 광범위한 응용성과 기술적인 중요성은 근본적으로 두가지 일반적인 특성에 기인하는데 페이스트 물질이 액체이기 때문에 쉽게 가공될 수 있는 성질과 가열에 의해 매우 높은 점성의 고분자 가소체 용액으로 쉽게 변한다는 특성이 그것이다. 이 용액을 냉각 응고 시키면 생성물은 가소화 PVC가 된다. 플라스틱졸의 기본적인 요구 조건은 첫째, 페이스트의 제조시 용도에 적합한 유변학적 성질을 가져야 하며 둘째, 이러한 특성은 가공 공정을 통하여 적당한 시점에서 필요에 따라 변하거나 혹은 열에 의해 페이스트가 겔이 되거나 할 때까지는 저장할 동안 일정해야 하며 셋째, 겔화와 용융은 정확히 제어 되도록 진행되어야 한다.¹

위 사항과 관련된 유변학적인 인자는 전보에서 밝힌² 것처럼 단순하지가 않으며 페이스트계의 조성특성에 의해 복잡하게 영향을 받으므로 PVC페이스트의 유변학적인 물성은 대단히 중요하다.³⁻⁵ 특히 PVC페이스트의 점도는 일정해야 하며 최종 용도에 맞아야 한다. 그러나 실란트로써 적합한 유변물성을 갖더라도 실란트로써 요구되는 여러 가지 물성, 즉 경도, 인장 물성, 전기적 성질, 열적안정성과 같은 물성을 만족하지 않으면 안된다.

한편, PVC졸은 코팅, 디핑, 회전성형, 그리고 성형 코팅 등 다양한 여러 응용분야에 적용되며,⁶⁻⁸ 최근에는 의료용으로 인공심장에 까지 응용이 보고 되고 있다.⁹ 자동차 산업에서 응용되는 예로 자동차의 바디실러로서의 사용을 들 수 있는데 PVC졸과 철판과의 나쁜 접착이 큰 문제점으로 지적되어 왔으며 따라서 접

Table 1. Materials and Characteristics

Material	Characteristics	Sources
PVC Resin	Grade:LP-170 DP:1600 K-Value:75	Lucky
	Bulk Density:0.36(cc/gr)	
	Specific Gravity:0.986	
DOP	B.P.(°C/mmHg):231/5 Vapor Pressure(mmHg, 200°C):1.3	Lucky
	Grade:G5022	
Polyamide A	Amine Value mgKOH/g:200±20 Viscosity(cps at 25°C):50000-70000 Acid Value(mgKOH/g):3 max A.H.E.W.(g/eq):165-185	Kukdo Chemical
	Grade:G0240	
	Amine Value mgKOH/g:400±30 Viscosity(cps at 25°C):1500-3000 Acid Value(mgKOH):12 max A.H.E.W.(g/eq):60-80	
	Grade:CaCO ₃ -S	
CaCO ₃	Bulk Density:0.5g/cc Paryicle Size:6µm	Jeil Industrial Co.

착성 개선제가 요구 되었다.¹⁰ 본 연구에서는 전보에² 이어, 접착성 개선제로 첨가한 polyamide의 종류와 함량이 PVC졸 실란트의 제반 물성에 미치는 영향을 연구하였다.

II. 실험

1. 실험재료

Table 1은 본 연구에서 사용된 재료와 그 특성을 나타낸 것이다. PVC수지는 중합도가 1600인 paste resin 럭키 LP-170을 사용하였고 가소제는 DOP, 폴리아미드 수지는 아민가가 200±20인 것과 400±30인 국도 화학제품인 G5022, G0240을 사용하였으며 CaCO₃는 제일 산업 CaCO₃-S인 원료를 사용하였다.

Table 2. Formulation of Polyamide Modified PVC-sol Sealants

Recipe No.	1	2	3	4	4-1	4-2	5	6	7
PVC	66	66	66	66	66	66	66	66	66
DOP	34	34	34	34	34	34	34	34	34
*Polyamide	-	0.5	1	2.5	2.5	2.5	5	10	15
CaCO ₃	-	-	-	-	20	40	-	-	-

*Polyamide(A : G5022, B : G0240).

2. 시편 제조

Stainless steel로 된 비이커에 PVC페이스트 수지 330g과 DOP 170g을 넣었다. 여기에 polyamide 수지를 함량별로 또는 종류별로 혼합하여 약 5분간 잘 섞고 mixer기로 1500rpm에서 7분간 충분히 교반한 후 탈포기에서 10분간 진공 처리하였다. 제조된 시편의 배합비를 Table 2에 나타내었다.

3. 측정 방법

3.1 경도

JIS-K-6911-5-16 항에 따라 경도를 측정하였다.¹¹ 시편의 표면 및 뒷면은 평면으로 하고 폭 12mm 이상 두께는 6mm이상으로 하여 140℃에서 20분동안 경화한 후의 성형물을 기준으로 하였다. 측정점은 시편의 끝단으로 6mm이상 떨어진 중앙점 부근으로 Durometer A Type 을 사용하여 지시하는 눈금을 읽어 기록하였다.

3.2 인장물성

Universal Testing Machine(Zwick Instron Model : Type 5570)을 사용하여 JIS-K-7113 항에 따라 인장물성을 측정하였다. 두께 1.5~2mm의 Applicator 를 사용하여 PVC-sol flim을 만들어 각 온도 조건 160℃×20분, 140℃×40분, 140℃×20분, 140℃×10분, 120℃×20분 조건하에 경화시킨 후 Dumbell 2호로서 시편을 Cutting하여 시편을 Zwick Instron Model을 사용하여 측정하였다.

$$\text{인장강도 } \sigma = \frac{F}{A}$$

σ : 인장강도

F : 최대하중시, 규정에 대한 하중(kgf) {N}

A : 시험편의 원 최초 단면적

$$\text{인장신율 } l = \frac{L - L_0}{L_0} \times 100$$

l : 인장과괴신율(%)

L : 파괴시 최대하중시의 표선간거리(mm)

L₀ : 표선간 거리(mm)

3.3 전기적 물성

시편의 유전정접(tan δ)과 비유전율(ε_r)측정에는 precision tan δ와 C bridge meter(Tettex AG instrument Type 2812 HB)를 사용하였으며 tan δ는 bridge의 평형조건에서 직접 구할 수 있고 ε_r는 구해진 C값을 이용 계산하여 구하였다. 이 때 시편은 상온(25℃)에서 30V(JIS 표준전압)을 가하여 실험하였다. 그리고 측정저항은 HEWLETT-PACK 4329기로 측정하였다.

3.4 열적안정성

시료의 열적안정성 측정은 열중량 분석기 TGA (Shimadzu DT-30)을 사용하여 질소 기류하에서 인덱스를 감정물질로 하여 승온속도 10℃/min에서 시료의 중량감소를 구함으로써 시행하였다. sample은 5mg 정도의 무게를 정확히 재어 알루미늄 pan에 넣고 뚜껑을 덮고 crimping하였다. 측정온도는 60~500℃ range 하여 측정하였고 TGA기기 조건은 다음과 같다.

scan rate : 10℃/min

Temperature : 60~500℃

Sample weight(mg) : 5

N₂ 유량 : 300ml/min

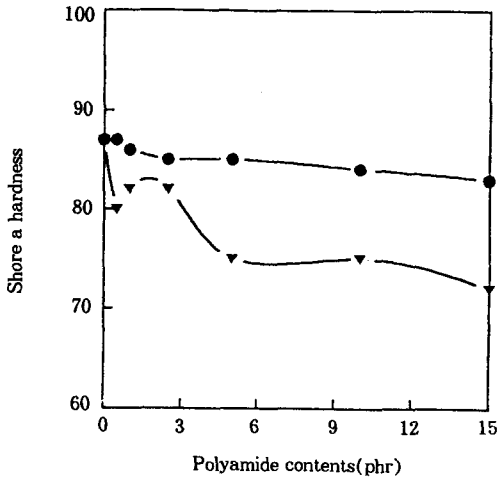


Fig. 1. Effect of polyamide types and contents on the hardness of the polyamide modified PVC-sol sealants (The sealants were cured at 140°C for 20min) (● PA, ▼ PB).

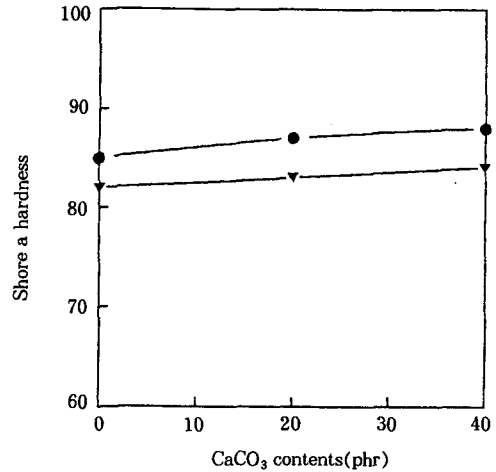


Fig. 2. Effect of CaCO₃ loading on the hardness of the polyamide modified PVC-sol sealants (The sealants were cured at 140°C for 20min) (● PA, ▼ PB).

III. 결과 및 고찰

1. 경도

Fig. 1은 폴리아미드 수지 A, B 두 종류의 함량에 따른 PVC졸 실란트의 경도를 나타낸 것이다. 이때의 경화조건은 140°C에서 20분 동안 행한 것이다. 폴리아미드 종류에 관계없이 함량이 증가할수록 경도가 둘 다 낮아지는 것을 볼 수 있고 폴리아미드 B 경우, 경도 감소가 더 뚜렷이 관찰된다. 이는 사용된 폴리아미드 자체의 낮은 경도에 기인한 것으로, 아민기가 높은 폴리아미드 B의 경우, 전보에서² 밝힌 바와 같이 PVC졸과의 상호작용이 폴리아미드 A보다 더 크기 때문에 경도감소 효과가 더 크게 나타난 것으로 생각된다.

한편, 가소제를 상당량 첨가한 연질 PVC제품에는 충전제가 가끔 사용된다. PVC페이스트의 유동성, 점도 조절을 목적으로 할 때는 미량의 silica나 bentonite를 이용하지만 증량을 목적으로 하는 경우에는 CaCO₃가 주로 이용된다.¹⁰ Fig. 2는 CaCO₃ 함량의 증가에 따른 경도를 나타낸 것으로 CaCO₃ 함량이 증

가할수록 경도가 폴리아미드수지의 종류에 관계없이 약간 증가되는 현상을 보여준다.

2. 인장물성

Fig. 3은 140°C에서 20분 동안 경화시킨 폴리아미드 수지가 첨가된 PVC졸 실란트의 인장강도, 신장율 및 100% Modulus를 도시한 것이다. 폴리아미드 수지가 첨가될수록 일반적으로 인장물성은 감소한다. 폴리아미드 B가 첨가된 PVC졸 실란트는 폴리아미드 함량이 5phr에서 인장강도와 연신율은 최대값을 보이지만 폴리아미드 A 경우 폴리아미드 수지함량이 증가할수록 인장강도와 신장율이 감소하는 현상이 관찰되었다. 100% Modulus는 폴리아미드 A 경우 수지함량이 증가할수록 서서히 감소하지만 폴리아미드 B 경우 수지함량의 증가에 따라 거의 일정한 Modulus를 보여주고 있다. 그런데 적은 양의 폴리아미드 농도에서는 폴리아미드 A의 경우가 B의 경우 보다도 인장물성이 더 우수하게 나타난다. 이것은 PVC졸과의 상호작용에서 최적의 점도가 존재한다는 것을 의미한다. 이러한 차이는 전보에서² 고찰한 바와 같이, 사용

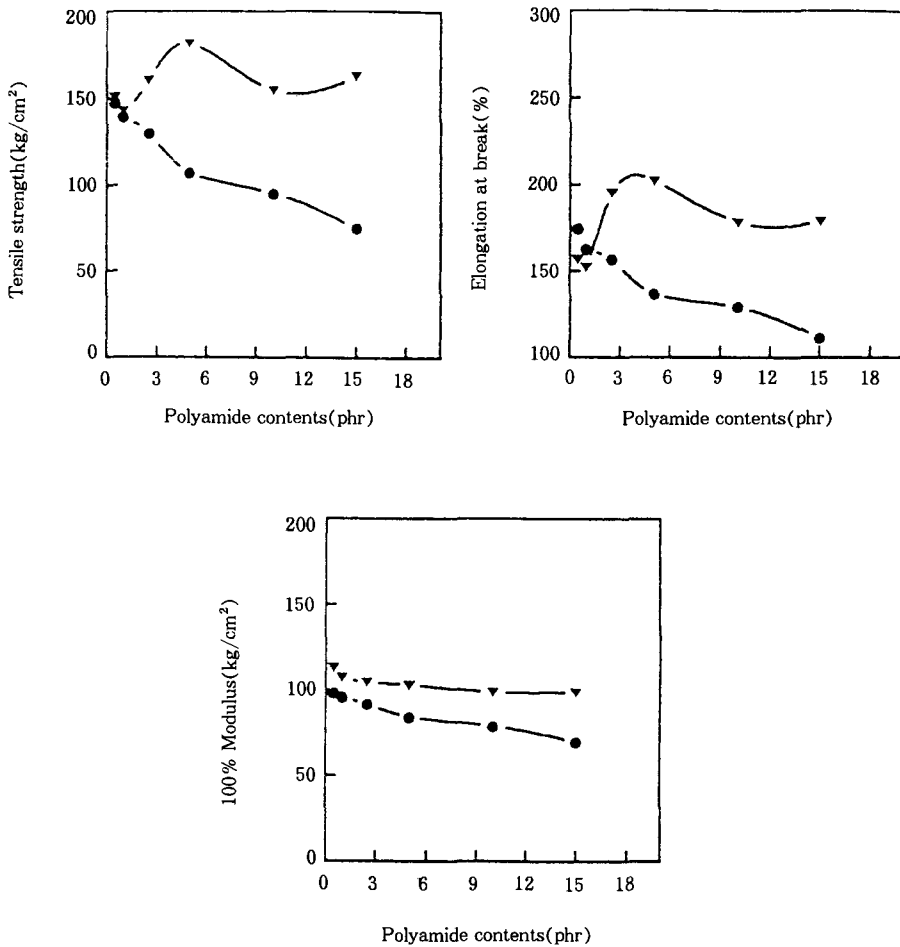


Fig. 3. Effect of polyamide types and contents on the tensile strength, elongation at break and 100% modulus of the polyamide modified PVC-sol sealants (The measurement was cured at 140 °C for 20min) (● PA, ▼ PB).

한 두 종류 폴리아미드의 아민가 차이로 인한 점도 차이에 기인하는 것으로 보인다. 즉 폴리아미드의 말단기에 있는 카르복실산이나 아민기는 폴리아미드의 중합도와 관련이 있으므로, 폴리아미드의 말단기가 안정화된 상태에서는 아민가가 높게 나타나고, 따라서, 중합물의 전환율이 낮게 되며, 점도도 낮아진다. 그러나, 폴리아미드의 전환율이 크고, 중합도가 클 경우, 남아 있는 말단의 아민기의 농도가 작게 되므로, 아민가는 낮게 나타나고, 그만큼 분자량과 점도가 증가하

게 된다.¹³ 그러므로, 아민가가 낮은 폴리아미드 A의 경우 폴리아미드 수지의 높은 점도로 말미암아 폴리아미드 A 수지 함량이 증가할수록 점도는 증가하나 아민가가 높은 폴리아미드 B 경우 점도가 상당히 낮아 PVC와 가소제인 DOP 사이에서 오히려 윤활제 및 상용화제로 작용하기 때문에 폴리아미드 B의 첨가로 점도는 감소하지만, 대신 PVC졸과의 상호작용이 증가하였기 때문에 폴리아미드의 높은 강도특성이 효과적으로 작용하여 인장물성이 거의 비슷하거나 함량이

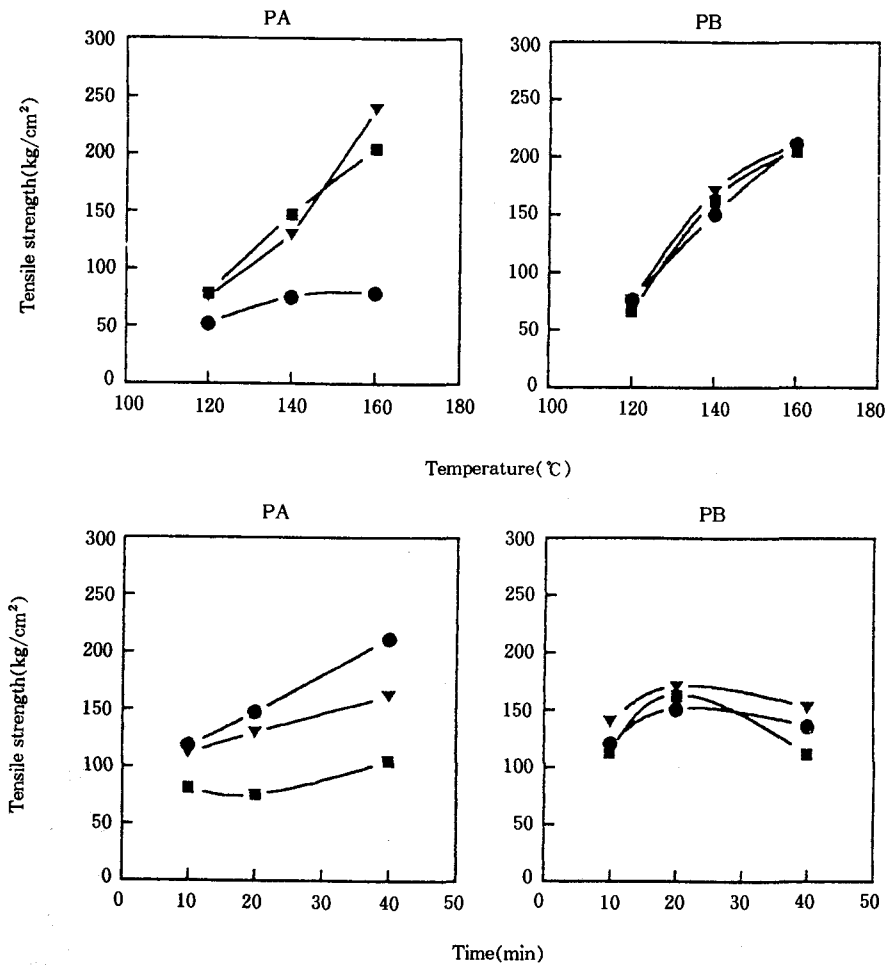


Fig. 4. Effect of curing temperature and time on the polyamide modified PVC-sol sealants (The curing temperature was fixed at 140 °C) (The curing time was fixed for 20min) (● 0.5phr, ▼ 2.5phr, ■ 15phr).

낮을 때는 오히려 증가하는 경향을 보이는 것으로 생각된다. 그러나 폴리아미드 A 경우, 적은 양을 첨가했을 경우, B 경우의 인장강도보다 인장강도가 더 좋다.

Fig. 4는 폴리아미드 수지가 첨가된 PVC졸 실란트의 경화온도와 시간에 따른 인장강도를 나타낸 것으로 폴리아미드 A의 경우 경화온도가 증가할수록 가교 밀도가 증가한다. 또한 폴리아미드 A의 경우 경화온도와 시간에 관계없이 인장강도는 함량증가에 따라서 감

소하고 폴리아미드 B의 경우는 경화온도와 시간에 관계없이 폴리아미드 함량의 영향이 거의 없는 것을 알 수 있다.

Fig. 5는 CaCO₃가 첨가된 PVC졸 실란트의 경화온도와 CaCO₃ 함량에 따른 인장강도를 나타낸 것이다. 이때 폴리아미드의 함량은 2.5phr로 고정되어 있다. 폴리아미드 수지 종류에 관계없이 일반적인 연질 PVC의 경우와 같이 CaCO₃ 함량이 증가할수록 인장강도는 감소한다. 폴리아미드 A의 경우는 경화온도가

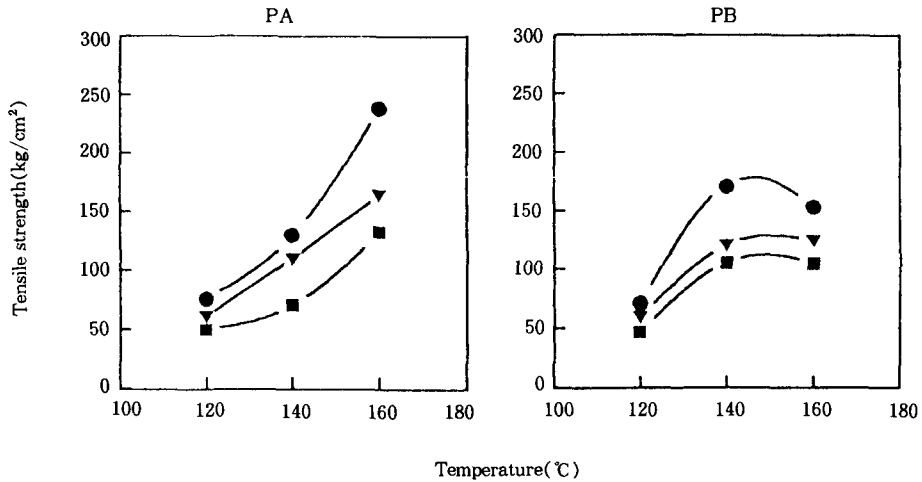


Fig. 5. Effect of curing temperature on the tensile strength of CaCO₃-loaded polyamide modified PVC-sol sealants (The curing time was fixed for 20min) (● 0phr, ▼ 20phr, ■ 40phr).

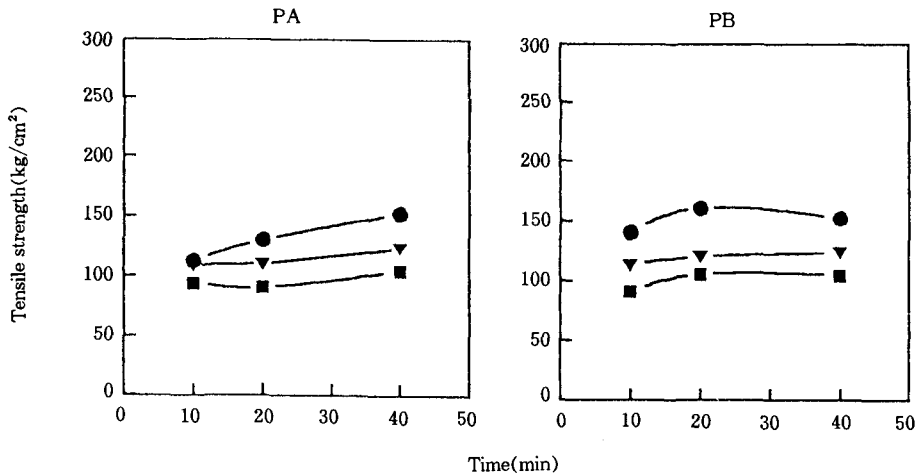


Fig. 6. Effect of curing time on the tensile strength of CaCO₃-loaded polyamide modified PVC-sol sealants (The curing temperature was fixed at 140°C) (● 0phr, ▼ 20phr, ■ 40phr).

증가함에 따라 CaCO₃ 함량에 관계없이 인장강도는 증가한다. 폴리아미드 B의 경우는 140°C 이상에서는 일정한 인장강도를 보이는 것은 이 온도 이상에서 이미 경화가 최적조건으로 일어나는 조건이기 때문인 것으로 생각된다. 이러한 현상은 CaCO₃ 함량과 경화시간에 따른 PVC졸 실란트의 인장강도 거동에서도 잘 나타난다. 즉 CaCO₃ 함량이 증가할수록 인장강도는

감소하고 경화시간이 증가할수록 인장강도가 약간의 증가(폴리아미드 A의 경우)하거나 최대값(폴리아미드 B의 경우)을 보이는데 경화시간에 대한 영향은 경화온도의 영향보다는 훨씬 적음을 알 수 있다.

Fig. 6은 CaCO₃가 첨가된 PVC졸 실란트의 인장강도를 일정한 경화온도에서 경화 시간에 따른 변화를 보인 것이다. 경화시간 증가에 따른 인장 강도를 살펴

보면 폴리아미드 A 경우 약간 증가하고, B 경우 CaCO_3 함량에 관계없이 모두 경화시간 20분까지 약간 증가하다가 그이후 거의 일정한 값을 나타내고 있다. 이는 경화온도와 시간이 적정조건이 되어 경화가 충분히 일어났기 때문에 인장강도가 더 이상 증가되지 않는 것으로 생각된다. 그러나 폴리아미드 A,B에 관계없이 CaCO_3 함량이 40phr일때의 인장강도는 0phr 경우보다 50% 정도 감소하고 있다.

3. 전기적 성질

$\tan \delta$ 는 주로 Schering Bridge Method에 의해 측정된다. 절연 시편(유전체)에 교류 전압을 통하면 유전체 내부에 누설 전류가 흘러 유전체 손실이 발생한다.^{14,15,16} 통상의 유전체에서 이 값은 0.0001-20% 범위이며 유전체의 일량 $W=V \cdot I_c \cdot \tan \delta = \omega \cdot C \cdot V \cdot \tan \delta$ 로 표시되고, 여기서 ω 는 주파수이며 C는 시편의 정전 용량이다.¹⁷ 이 식에서 보듯이 유전체의 손실은 $\tan \delta$ 에 비례하므로 이 값은 절연 저항 특성과 함께 절연물의 양부를 판정하는 지침이 되어왔다.^{15,16,18,19}

일반적으로 유전 손실을 나타내는 $\tan \delta$ 가 10% 이하일 때는 좋은 절연체로 보고 되어지고 있다.^{20,21} 유전 특성에 영향을 주는 것은 주로 고주파에서 나오는 고분자내의 극성기의 전계 방향의 배향과 저주파에서 문제가 되는 불순물 이온의 이동이다.²² 일반적인 플라스틱, 고무류 절연체는 $\epsilon_r=2-7$ 정도의 값을 가진다.²³

Fig. 7은 폴리아미드 A의 함량증가에 따른 PVC졸 실란트의 $\tan \delta$ 와 ϵ_r 의 영향을 나타낸 것이다. 유전상수 ϵ_r 는 폴리아미드 A의 함량증가에 따라 거의 일정한 값을 나타내고 $\tan \delta$ 값은 증가하는 현상을 보여주고 있다. 폴리아미드 A 증가로 인해 절연성이 향상된다. Fig. 8은 폴리아미드 B의 함량 증가에 따른 PVC졸 실란트의 $\tan \delta$ 와 ϵ_r 의 영향을 살펴보았다. 유전상수 ϵ_r 는 폴리아미드 B의 함량증가에 따라 거의 일정한 값을 나타내고 $\tan \delta$ 는 폴리아미드 B의 함량이 0.5phr 이상에서는 거의 일정한 값을 보여주고 있다.

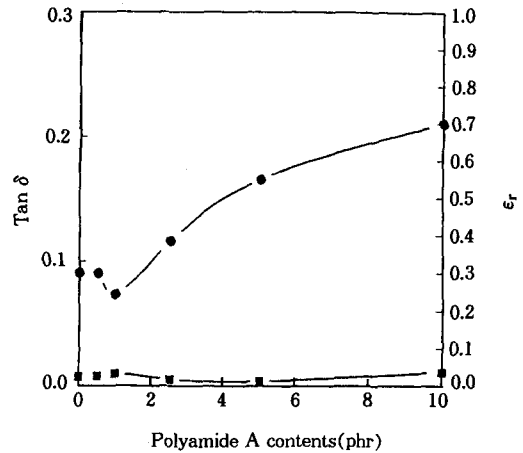


Fig. 7. Effect of polyamide A contents on the $\tan \delta$ and ϵ_r characteristics of PVC-sol sealants (● : $\tan \delta$, ■ : ϵ_r).

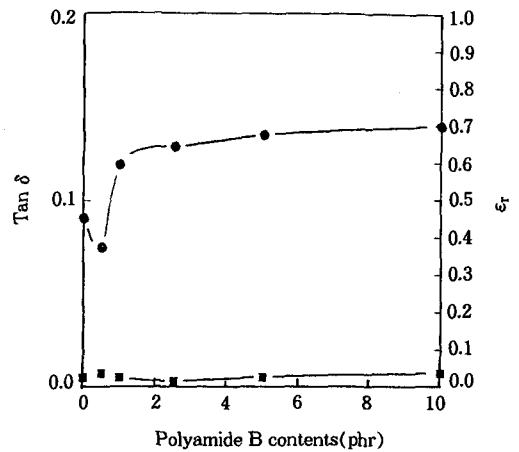


Fig. 8. Effect of polyamide B contents on the $\tan \delta$ and ϵ_r characteristics of PVC-sol sealants (● : $\tan \delta$, ■ : ϵ_r).

폴리아미드 B의 경우는 폴리아미드 B가 첨가되지 않은 경우에 비해서는 절연성이 향상되나, 그 함량의 영향은 크지 않은 것으로 나타났다. 폴리아미드의 종류에 관계없이 소량의 폴리아미드가 첨가될 때 $\tan \delta$ 값이 최소값을 보이는 현상은 복합재료에서도 흔히 관찰되는 희석효과에 의한 것으로 보인다. 즉 소량의 폴리아미드 첨가에 의해 PVC-DOP-폴리아미드 사이의

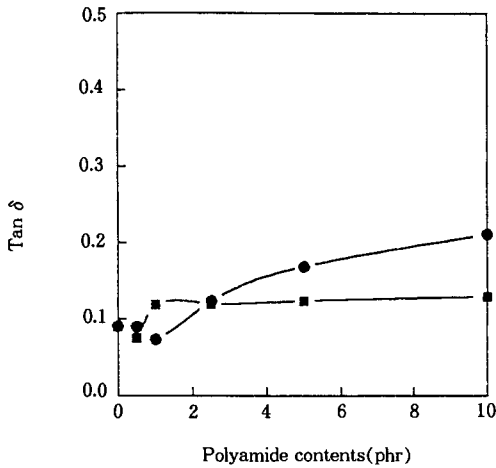


Fig. 9. Effect of polyamide types and contents on the $\tan \delta$ characteristics of PVC-sol sealants (● : PA, ■ : PB).

상호작용으로 $\tan \delta$ 값이 영향을 받는 것으로 생각된다. Fig. 9는 폴리아미드 수지 함량의 증가에 따른 $\tan \delta$ 의 변화를 나타낸 것이다. 폴리아미드 A가 폴리아미드 B보다 높은 값을 가지는데 이것은 폴리아미드 A수지가 첨가된 PVC졸이 폴리아미드 B수지가 함유된 경우 보다 전기적 절연성이 우수하다는 것을 보여

주고 있다. 이상에서 보면 PVC졸 실란트에 첨가된 폴리아미드 함량이나 종류에 관계없이 $\tan \delta$ 의 측정치가 1%이하인 것으로 나타나는 것을 보아 이들이 모두 좋은 절연체로 판정된다.

4. 열적안정성

Fig. 10은 폴리아미드 A, B수지의 함량증가에 따른 PVC졸 실란트의 열적안정성을 나타낸 것이다. 폴리아미드 수지 A의 함량이 증가될수록 열적안정성이 떨어지는 현상이 관찰되었고 폴리아미드 B의 경우도 폴리아미드 B의 첨가로 인해 PVC졸 실란트의 열적안정성이 오히려 감소하는 것으로 나타났다. 이 현상은 PVC졸에 폴리아미드가 함유될수록 가소성을 부여하기 때문인 것으로 생각된다.

Fig. 11은 CaCO_3 이 첨가된 경우 CaCO_3 함량에 따른 PVC졸 실란트의 열적안정성을 살펴본 것이다. 폴리아미드 A, B 수지종류나 CaCO_3 함량에 관계없이 비슷한 열적안정성 거동을 보여주고 있다.

Fig. 12는 경화 시간은 일정하게 하고 경화온도를 증가시킬 때 폴리아미드 A, B가 첨가된 PVC졸 실란트의 열적안정성을 나타낸 것이다. 경화온도에 관계없이

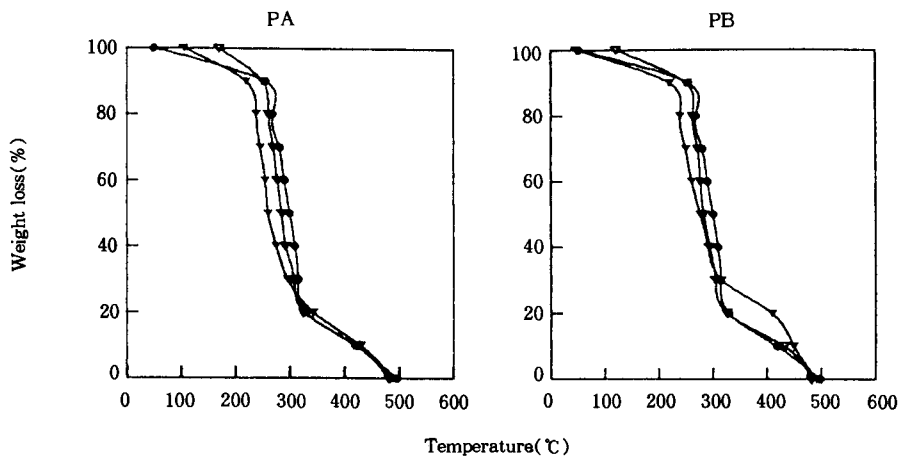


Fig. 10. Effect of polyamide contents on the thermal stability of polyamide modified PVC-sol sealants (The curing temperature was fixed at 140°C for 20min) (● 0phr, ▽ 2.5phr, ▼ 15phr).

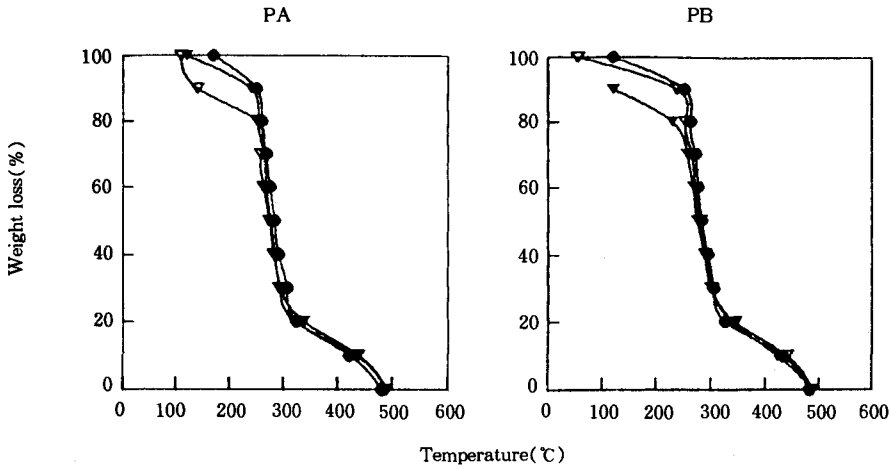


Fig. 11. Effect of CaCO₃ contents on the thermal stability of CaCO₃-loaded polyamide modified PVC-sol sealants (The curing temperature was fixed at 140°C for 20min) (● 0phr, ▽ 20phr, ▼ 40phr).

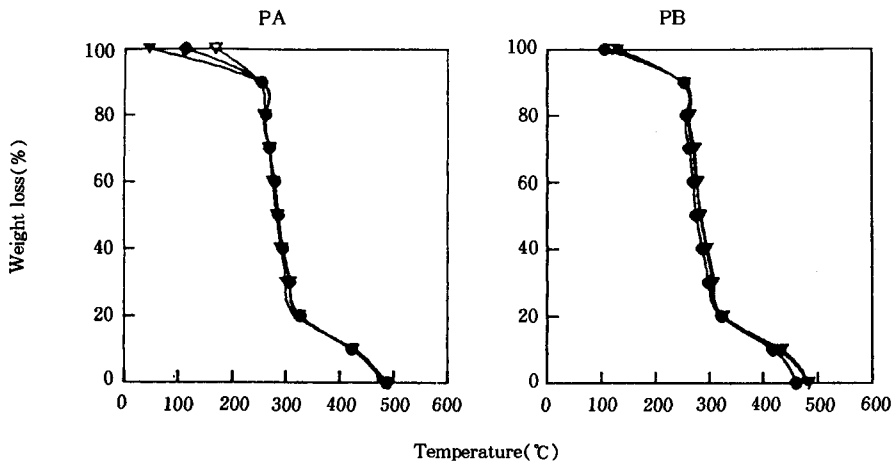


Fig. 12. Effect of curing temperature on the thermal stability of polyamide modified PVC-sol sealants (Polyamide A, B added : 2.5phr fixed, Curing Temp. : ● 120°C, ▽ 140°C, ▼ 160°C, Curing Time : 20min fixed).

이 폴리아미드 A,B수지가 첨가된 PVC졸 실란트의 열적안정성은 비슷한 열적안정성 거동을 보여주고 있다.

Fig. 13은 경화온도를 고정시키고 경화 시간 증가에 따른 폴리아미드 A,B 수지가 첨가된 PVC졸 실란트의 열적안정성을 나타낸 것이다. 경화 시간이 증가

해도 폴리아미드 A, B수지가 첨가된 PVC졸 실란트의 열적안정성은 경화 시간에 관계없이 큰 차이가 없는 일정한 거동을 나타내고 있다.

Table 3은 140°C에서 20분 동안 경화시킨 PVC졸 실란트의 폴리아미드 수지 A, B의 함량 증가에 따른 열적안정성을 나타낸 것으로 분해온도 300°C에서

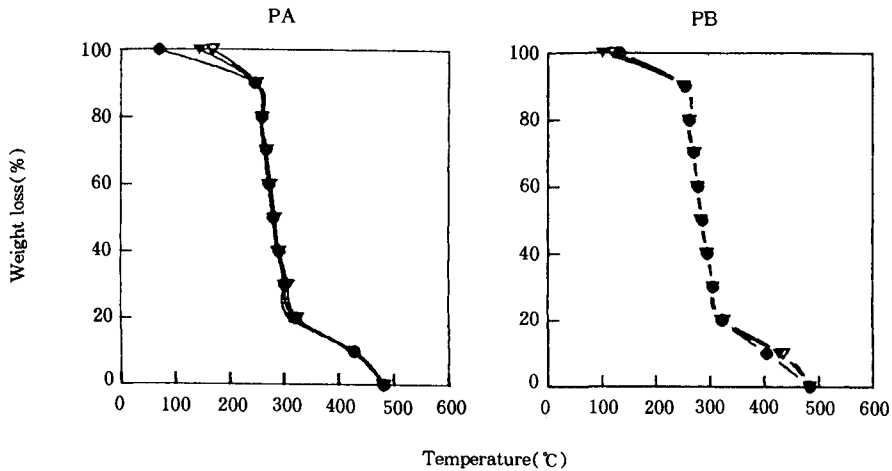


Fig. 13. Effect of curing time on the thermal stability of polyamide modified PVC-sol sealants (The curing temperature was fixed at 140°C) (Polyamide A, B added : 2.5phr fixed) (Curing Temp. : ● 10min, ▽ 20min, ▼ 40min).

Table 3. Effect of Curing Conditions on the Thermal Stability of Polyamide-modified PVC Sol Sealants

Curing Conditions	Sample Notation	Initial Decomposition Temperature(°C)	Weight Residue(%) at 300°C
120°C × 20분	PA4	250	34.6
	PB4	243	25.3
140°C × 10분	PA4	256	33.9
	PB4	245	31.9
140°C × 20분	P1(Blank)	260	35.3
	PA4	250	35.7
	PB4	248	35.1
	PA4-1	245	26.4
	PB4-1	254	32.7
	PA4-2	244	27.2
	PB4-2	263	32.0
	PA7	239	29.6
140°C × 40분	PA4	248	29.2
	PB4	247	33.8
60°C × 20분	PA4	253	31.9
	PB4	250	36.9

폴리아미드수지가 첨가 안된 P1(Blank)는 2.5phr 첨가된 PA4, PB4와 비교해서 거의 일정한 열적안정성을 보여주고 폴리아미드 수지 함량이 15phr 첨가된

PA7보다는 열적안정성이 더 우수하고 PB7보다는 조금 떨어지는 현상을 보여주며, CaCO₃가 첨가된 PVC 졸 실란트는 CaCO₃이 첨가 안된 PVC졸 실란트보다 열적안정성이 떨어지는 현상을 보여준다. 폴리아미드 수지 A와 B를 비교하면 경화온도나 경화시간에 관계 없이 폴리아미드수지의 함량이 증가할수록 폴리아미드 수지 A가 B보다 우수한 것을 알 수 있다. 고온(160°C) 경화시에도 폴리아미드 A 경우가 폴리아미드 B보다 우수한 열적안정성을 보였다. 그러나 폴리아미드 A,B 첨가시 전반적인 열적안정성은 blank에 비하여 크게 떨어지지 않는 것을 알 수 있다. 따라서 열적안정성의 큰 감소없이 앞 절에서 고찰한 바와 같이 폴리아미드의 첨가로 인해 인장강도가 증가하였고 전보에서² 고찰한 바와 같이 유연학적 물성이 크게 개선된 결과에 주목할 필요가 있다.

IV. 결 론

이상에서 폴리아미드 수지가 첨가된 PVC졸 실란트의 물성에 대해 연구하였다. 그 중요한 결과는 다음과 같이 요약될 수 있다.

1) 낮은 아민 값을 갖는 폴리아미드 A를 첨가한 PVC졸의 인장강도는 높은 아민 값을 갖는 폴리아미드 B를 첨가한 PVC졸의 인장강도 보다 더 높게 나타났다.

2) 폴리아미드 A가 첨가된 PVC졸 실란트의 인장강도는 경화온도가 증가할수록 증가되었다.

3) 폴리아미드가 첨가된 변형 PVC졸 실란트의 인장강도는 폴리아미드의 종류에 관계없이 CaCO₃ 함량이 증가될수록 감소되었다.

4) 유전상수는 폴리아미드의 종류에 관계없이 폴리아미드의 함량에 따라 거의 일정하게 나타난 반면 tan δ는 폴리아미드의 함량에 따라 약간 증가되었다.

5) 열적안정성은 아민 값이 낮은 폴리아미드 A수지를 첨가한 PVC졸이 아민 값이 높은 폴리아미드 B수지를 첨가한 PVC졸보다 우수한 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

1. W. V. Titow, "PVC Technology", Elsevier Appl. Sci. Publ., 4th Ed., New York Chap. 21, 1986.
2. 이승진, 이원기, 강태규, 조원제, 하창식, *Elastomer*, **33**, 5, 345 (1998).
3. N. Nakajima and D. W. Ward, *J. Appl. Polym. Sci.*, **28**(2), 807 (1983).
4. W.H.Bauer, *SPE J.*, **17**(2), 174 (1961).
5. R.A.Park, *Plast. World*, **33**(1), 48 (1975).
6. C. Preininger and G. J. Mohr, *Anal. Chim. Acta*, **342**, 2, 207 (1997).
7. *Chemical Week*, Jan. 7 p. 26 (1998).
8. J. Sundbo, B. Saethre, and S. Pedersen, *J. Appl. Polym. Sci.*, **67**, 5, 849 (1998).
9. T. Yamabe, A. Fukutome, S. Kobayashi, S. Nanka, M. Yoshizawa, K. Yoshizawa, K. Tabayashi, H. Takeda, and S. Nitta, *Int'l. J. Artif. Org.* **21**(5), 279 (1998).
10. S. J. Lee, M. S. Thesis, Pusan National University, Korea (1993).
11. 日本規格協會, "JIS Handbook Plastic", 東京, p. 243 (1985).
12. 阿部長,須藤眞, "新版 プラスチックス 配合劑", 大成社, 東京, p. 123, pp. 126-130 (1986).
13. J. Zimmerman, "Polyamides", in H.F.Mark, N. M. Bikales, C. G. Overberger, and G. Menges, Ed., *Encyclopedia of Polymer Science and Engineering*, vol. 11, John Wiley & Sons, New York, pp. 330-332, 1988.
14. C. S. Cheon, "방전고전압 공학", 동명사, 서울, pp. 458-492, 1986.
15. 강동필, 김현교, 한동희, 조원제, 하창식, *Polymer(Korea)*, **19**(3), 274 (1995).
16. 김현교, 하창식, *Polymer(Korea)*, **18**(5), 793 (1994).
17. A. R. Blythe, "Electric Properties of Polymers", Cambridge Univ., London, pp. 68-89, 1979.
18. C. H. Park, Y. S. Kwak, E. S. Jeung and J. M. Shin, *J. of KIEE*, **1**(2), 7 (1988).
19. D. Hull, "An Introduction to Composite Materials", Cambridge Univ., London, pp. 285-301, 1982.
20. J. M. Shin, "A Study on The Interface Treating Conditions and Dielectric Properties of Glass Fiber Reinforced Composites", Ph.D. Thesis, Pusan Nat'l Univ., Korea (1991).
21. C. H. Park, Y. S. Kwak and J. H. Lee, *J. of KIEE*, **35**(9), 7 (1986).
22. 日本規格協會, "JIS Handbook Plastic", 東京, p. 244 (1985).
23. 정기현, "플라스틱의 이론과 실제", 보진재, 서울, pp. 380-383, 1987.