비실리콘 오일을 BASE로 한 접착력 강화 실리콘 실란트의 제조 개발

한길수, 정경한, 전용진*
다우실란트산업(주), *청운대학교
yjchun@chungwoon.ac.kr

The Preparation of Non-Silicone Oil Based Adhesion Promoted Silicone Sealant

Yong-Jin Chun*, Gil-Soo Han, Kyoung-Han Jeong
*Dept of New Mat. & Appl. Chem., ChungWoon University
**Dawoo Sealant Industrial Co., LTD.

요 약

본 연구개발에서는 실리콘 오일을 가소제로 사용하지 않고 파라핀 오일과 재생 오일을 사용하고, 부착 강화제를 사용하여 실리콘 실란트를 제조하였다. 기본적인 다목적 실리콘 실란트 Formulation에 가소제인 실리콘 오일을 파라핀계 오일로 교체하여 토출성을 높여 작업성을 증진시켰으며, 접착 증진제의 교체로 무기 피착제와 폴리머와의 접착에서 각종 플라스틱, 아크릴, 폴리카보네이트 등과의 접착이 되도록 하였다. 비실리콘 오일의 교체로 기본 물성과의 차이를 극복하는 것과 접착 증진제 선택과 비율 조정이 제품화의 주요 기술이었다.

Abstract

We have prepared the silicone sealant using non silicone oil without silicone oil for solvent and using adhesion promotor against various substrate. We are replaced the silicone oil by the mineral oil and the normal adhesion promotor by mixed adhesion promotor at the multi purpose silicone sealant.

key words : Silicone, Sealant, Adhesion, White oil, Adhesion promotor

1. 서 론

최근 실리콘 실란트의 단가 하락 및 과다 경쟁으로 동일한 품질의 유지와 생산 원가의 절감 등의 문제가 화두 되어 오고 있어, 이에 기존 제품의 여러 구성 요소 중에서 물성에 큰 영향을 미치지 않는 가소제 부분에 초점을 두고 대체 물질이 가능할 것으로 사료되어 그간 사용되어온 실리콘 오일을 다른 가소제로 대체하여 생산 단가의 절감 및 품질의 유지를 하고자 한다.

또한, 기존의 실리콘 오일을 사용할 시 문제가 되는 실리콘 오일의 Migration현상을 저감 시킬 수 있는 제품으로 방향을 잡고 실리콘 오일 대체 실란트의 개발을 하였다.

가소제의 대체로 인해 실란트의 핵심중의 하나인 피착제와의 부착성이 달라질 수 있으므로 고객의 Needs에 의해 고품질 저가격을 실현하는 제품으로, 일반적인 재질과의 부착성을 증진시켜 기존의 부착성이 약한 PC (polycarbonate) 및 PVDF와의 부착성을 증진시킨 제품으로 개발하였다.

2. 연구개발 내용 및 결과

2.1 비오염성 최소화

비오염성을 최소화하기 위해서는 가소제를 사용하지 않아야 함을 원칙으로 하나 본 제품의 개발은 표1과 같이 기존의 다목적 실리콘 실란트에서 가소제 부분만을 바꾸어 비오염성을 최소화하고 실란트의 물성을 유지하는 데 초점을 맞추었다. 즉 기존의 실리콘 오일을 비실리콘 오일로 대체하고 다른 원제료 부분은 기존대로 시험하였다.

이에 의해 선택이 가능한 가소제로서는 아래의 표2 와 같았다.

표 1. 실란트 구성 요소 변경

폴리머	→	폴리머
실리콘오일	변경적용	비실리콘오일
흄드실리카	→	흄드실리카
가교제	→	가교제
접착부여제	→	접착부여제
촉매제	→	촉매제

표 2. 대체 가능 가소제

구 분	Model 1	Model 2	Model 3
성 상	Paraffine modified	Heavy synthic alkyl-benzene	Complex of structured hydro-carbon
가 격	초저가	고가	중저가
특성 (부피손실)	손실치 높음	손실치 적음	손실치 중간
상 용	No. 3	No. 1	No. 2
투명성	보통	매우 양호	양호
인화점(℃)	120	170	150
굴절율	1.482	1.486	1.483
저장 안정성	양호	양호	양호

이상의 제품 외에 4개 군에 대해 제품 시험을 하였으나, 기본 실란트의 조건을 충족치 못하여 3개 군에 대해 진행을 하였다.

이 중 가장 저가인 Paraffin Modified 오일로서 제품의 개발이 완료되었으며, 비오염성 테스트 결과 석재와 플라스틱에 관하여서 오염성이 줄어든 것을 사진 1과 같이 확인하였다.

사진 1. 석재에 대한 오염정도 사진 상; 비오염, 중; 오염, 하;오염<상; 개발시작품 사용>

이는 실리콘 오일의 피착제로의 Migration 현상 후 자외선이나 기타 내후성에 대해 안정적인데 비해 Pafaffin 오일은 UV나 비에 의해 줄어드는 현상에 기인하였다.

2.2 기본 물성 구현

실리콘 실란트의 개발에서 실리콘 오일로의 대체 효과로서 경도의 증가와 신율의 감소가 발생하였다. 따라서 고객의 요구에 부합하는 경화 전 및 경화 후의 물리적 성질을 유지할 필요가 있었다.

파라핀 계열의 오일을 가소제로 사용하여 제품에서의 광택효과가 발생하였으며, 경화된 후의 물성이 조금 더 Hard해 지는 경향이 보였다. 이는 2006년 중소기업기술혁신개발 사업시 개발한 은나노 비오염성 실리콘 실란트의 개발과정에서 얻는 결과에 부합되는 효과가 발생하였다.

하지만 기존의 제품 물성에 부합하고자, 표 3과 같이 실리콘 실란트의 구성요소 중 그 뼈대가 되는 폴리머와 오일, 실리카의 비율을 변경하여 기존 실란트의 물성에 최대한 가깝게 개발하였다.

표 3. 기본 물성 유지를 위한 일부 변경 요소

구성요소	진행방향	구성요소
폴리머		폴리머
비실리콘 오일	→	비실리콘오일
흄드실리카		흄드실리카

표3의 구성요소는 제품의 신율과 경도에 가장 큰 영향을 미치는 것들로 폴리머를 최대한 변경을 하지 않고 Fumed Silica의 비율을 변경하였다. 개발 전후의 실콘오일계 실란트와 비실리콘오일계 실란트의 물성을 표 4에 나타내었다.

표 4. 비실리콘 오일계와 실리콘 오일계 실란트의 기본 물성 비교

		Unit	Non-Silicone Oil Sealant	Silicone Oil Sealant
1. Initial properties				
a. Color			Black	Black
b. Skin over time		min	10	12
c. Exruding force	Ave.	kgf	18	18
	Max.		19	19
d. Slump(w 30㎜)		㎜	0	0
e.Physical Properties				
- Hardness	Shore A		33	31
- 100% modulus		MPa	0.60	0.59
- Tensile strength		MPa	1.26	1.15
- Elongation		%	510	560
- Specific gravity			1.37	1.38
f, Deep section cure (3days)	23℃	㎜	3.39	2.83
	5℃	㎜	1.64	1.35
2. Shelf live evaluation by 70℃ for 5 days				
g. Skin over time			14	16
h. Extruding force	Ave.	kgf	22	21
	Max.		23.5	21.5
3. Adhesion properties				
I. Initial adhesion strength		N/㎟	2.76	2.53

표4에서 보는바와 같이 개발 전략대로 기본 물성은 큰 변화없이 유지한 채로 실리콘 오일을 비실리콘 오일로 대체함으로써 원가절감의 효과를 거둘 수 있었다.

2.3 접착력 강화 구현

실리콘 실란트는 기본적으로 실록산 폴리머와 가교제에 의해 경화되는 과정 중에 어느 정도의 피착제와의 접착성을 가지고 있으나, 그 정도가 미미하여 일반적으로 Adhesion Promotor를 사용하고 있다. 접착력 강화를 위한 Formulation 변경 사항은 표 5와 같다.

표 5. 접착력 강화

구성요소	진행방향	구성요소
폴리머	→	폴리머
비실리콘오일	→	비실리콘오일
흄드실리카	→	흄드실리카
가교제	→	가교제
접착부여제	변경적용	접착부여제
촉매제	→	촉매제

이와 같이 접착력 향상을 위해 선택한 제품은 N-(2-Aminoethyl)-3-Aminopropylmethyldimethoxysilane과 N-(2-Aminoethyl)-3-Aminopropyl-trimethoxysilane, 3-Aminopropyltriethoxysilane, bis(trimethoxysilylpropyl)amine 등을 사용하였고 그의 특성은 표6와 같다.

표 6. 아미노 실란

종류	용도
N-(2-Aminoethyl)-3-Aminopropylmethyldimethoxysilane	silicon, silylate polyurethane, 2-pack urethane,2-pack epoxy와 같은 amino-reactive resin과 무기 표면, 플라스틱 표면 그리고 무기 보강제 사이의 부착 증진제로 사용
N-(2-Aminoethyl)-3-Aminopropyltrimethoxysilane	
3-Aminopropyltriethoxysilane	inorganic substrates 와 organic polymer사이의 우수한 결합력
bis(trimethoxysilylpropyl)aminesilane	Polycarbonate, Acryl등 특수 플라스틱과 우수한 접착력 제공

이중에서 접착 부여 효과를 최대한으로 하기 위해, N-(2-Aminoethyl)-3-Aminopropylmethyldi-methoxysilane과 bis(trimethoxysilylpropyl)amine silane을 9:1의 비율로 사용하여 각종 Substrates에 접착이 가능하도록 하며, Peel Strength가 타사의 어느 제품과도 비교하여 우수한 접착력을 가지도록 하였다.

3. 연구개발의 효과

실리콘 오일을 대체하여 실란트 생산 비용중 원자재 비용이 10%가량 절감하였으며, 접착력을 강화하여 다목적 실란트의 요구 분야를 넓혀 소비자의 요구를 충족 가능케 하였다.

본 과제는 당사의 주력 제품인 그린실 808에 적용 출시중이며, 고객으로부터 우수한 평과를 받고 있으며, 그 매출이 개발 전후와 비교하여 20%나 향상되었다.

<감사>

본 연구는 2007년도 중소기업기술혁신개발 사업 결과의 일부로서 중소기업청 지원에 감사드립니다.

참고문헌

[1] Morton Rosoff, "Nano-Surface Chemistry" Ch. 2 Adhesion on the nanoscale, pp17-58, Marcel Dekker, Inc., NewYork, (2002)

[2] Kim DJ, Park YJ, Kim HJ, et al., " Mechanical Properties of Alkoxy Type Silicone Sealants " *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*,, 8(3), pp.241-246 (2002)

[3] Kang DW, Han MS, Kang HJ, et al.,

"Preparation and Properties of Poly- urethane Modified with Polyorgano- siloxane Sealant " *Journal of Industrial and Engineering Chemistry,* 7 (4), pp.223-229 (2001)

[4] Chung DJ, Matsuda T, "Gelatin Modification with Photocuring Thymine Derivative and its Application for Hemostatic Aid", *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 4 (4), pp.340-344 (1998)