

플라스틱 첨가제란?

플라스틱첨가제는 플라스틱 또는 합성수지의 가공을 용이하게 하고 이들 제품의 취약한 물성을 보완, 개선시키기 위하여 가공이나 중합과정에 첨가되는 화학물질을 말한다.

기능에 따라 플라스틱의 화학적, 물리적 성질을 개선하는 것과 가공성을 개선하는 것으로 크게 구분할 수가 있다.

최근에는 첨가제의 사용범주가 첨가제가 가지는 단순한 보조재료라는 의미를 넘어 플라스틱의 최종성능에 결정적인 영향을 미치는 필수적인 핵심소재로서 인식되고 있으며 그 기능도 다양화되고 있다

플라스틱첨가제의 기능별 분류

플라스틱첨가제를 기능별로 분류하면

- * 가소제 (Plasticizers)
 - * 산화방지제 (Antioxidants)
 - * 열안정제 (Heat Stabilizers)
 - * 자외선안정제 (UV stabilizer)
 - * 난연제 (Flame Retardents)
 - * 활제
 - * 대전방지제
 - * 발포제
 - * 충격보강제
 - * 충전제 (Filler)
 - * 가교제
 - * 착색제 (Colorant)
 - * 무적제 (Antifogging Agent)
 - * 핵제 (Nucleating Agent)
 - * 블로킹방지제 및 슬립제 (Antiblocking and Slip Agent)
- 등으로 구분할 수 있으며 플라스틱내의 그 기능은 다음과 같다

플라스틱첨가제의 주요 기능

◎ 가소제(Plasticizers)

폴리머의 유연성, 가공의 작업성 또는 팽창성을 증가시키는 물질

◎ 산화방지제

플라스틱과 산소와의 화학적 반응을 억제 또는 차단시킴으로서 플라스틱이 분해되어 고유물성이 상실되는 것을 방지함

◎ 열안정제

고온에서 혼합 또는 성형할 경우 생기는 플라스틱의 열적 분해를 억제 또는 차단해 주는 기능을 함

◎ 자외선안정제

자외선으로부터 플라스틱이 분해되어 색변 또는 기계적 성질이 상실되는 것을 억제 또는 차단시키는 기능을 함

◎ 난연제

플라스틱의 연소성을 감소시키는 기능을 함

◎ 활제

카렌다 가공, 성형, 압출 중에 플라스틱과 접촉하는 금속표면을 윤활시켜 유동을 도와주는 물질

◎ 대전방지제

플라스틱 표면에 형성되는 정전기 발생을 억제 또는 제거하는 기능을 함

◎ 발포제

플라스틱을 스폰지나 스티로폴 같은 다공성제품을 만들기 위해 첨가하는 제 품

◎ 충격보강제

플라스틱의 내충격성을 향상시키는 기능을 함

◎ 충전제(Filler)

대량으로 첨가되어 원가절감을 목적으로 하는 증량제(Extender Filler)와 기계적, 열적, 전기적 성질이 나 혹은 가공성을 개선하기 위해 첨가되는 보강제 (Reinforcing Filler)의 두가지로 대별

◎ 가교제

가교반응에 쓰이는 액체수지에 첨가되는 첨가제

◎ 착색제(Colorant)

기본적으로 안료와 염료로 나뉘고 플라스틱은 일반적으로 원료수지가 비교적무색투명하고 그 배합이 용이하므로 착색제와의 배합에 의해 착색되고 있다.

◎ 무적제(Antifogging Agent)

PE, EVA, PVC 필름으로 식품을 포장하거나 온상 피복하는 경우 필름내면에 물방울이 맺혀서 식품의 보관이나 작물 생육에 나쁜 영향을 미치고 있다. 이를 개선하기 위해 플라스틱 필름의 표면장력을 증가시켜 물과의 친화력을 향상시키기 위한 첨가제

◎ 핵제(Nucleating Agent)

폴리머의 결정화 속도를 촉진시키고 결정의 크기를 미세화시켜 투명성을 향상시키고 결정화 속도를 증가시킴으로써 사이클 타임을 단축시키는 한편, 기계적 물성을 향상시키기 위한 첨가제

◎ 블로킹 방지제 및 슬립제(Antiblocking and Slip Agent)

블로킹은 필름 성형시 닥롤(Nip-Roll)에서 필름 내면이 서로 달라붙은 현상으로 표면마찰로 인한 슬립성

플라스틱첨가제의 개요

플라스틱 첨가제란 플라스틱 또는 합성수지의 가공을 용이하게 하고 최종제품의 성능을 개량하기 위해 가공이나 중합과정에서 첨가되는 화학물질로 플라스틱의 취약성을 보완하고 특성을 살리기 위해 보조재료로 사용하고 있다.

플라스틱 첨가제를 사용하는 목적은 플라스틱의 품질개량과 성형품의 가공성, 물성 향상, 장기적 안정성유지를 위해서다. 이러한 플라스틱 첨가제에는 가소제, 열안정제, 산화방지제, 자외선안정제, 난연제, 대전방지제, 활제, 충격보강제 등이 있으며 플라스틱 제품을 만들 때 제품의 기능·용도에 따라 첨가되는 필수적인 성분이다. 첨가제는 그 기능에 따라 화학적 성질 개선제, 물리적 성질 개선제 그리고 가공성 개선제로 나눌 수 있는데 최근에는 이러한 첨가제가 본래의 보조재료라는 의미를 초월하여 플라스틱 제품의 최종 성능에 결정적인 영향을 미칠 수 있는 특수 소재로 인식되고 있으며, 고분자 업계에서는 신제품 개발시 첨가제 활용기술의 중요성이 점점 증대되고 있다. 열안정제와 가소제, 활제 등은 플라스틱의 가공성 개량을 목적으로 사용되고 있으며 산화방지제, 자외선안정제 등은 성형품의 내후성 및 내구성을 향상시키기 위한 목적으로 사용되고 있다. 또한 대전방지제와 활제는 계면성을 개량하기 위한 목적으로 사용되고 있으며, 난연제는 내화·내열성 향상 등의 특수기능을 부여하기 위한 목적으로 사용되고 있다. 따라서 플라스틱 첨가제 시장은 플라스틱과 플라스틱 성형품의 수요량에 좌우되며 플라스틱 소재의 고기능화 등이 진전되는 가운데 첨가제의 역할이 보다 중요해지고 있다.

국내의 첨가제는 정밀화학산업이 주도하고 있고 열안정제, 산화방지제, 활제, 가소제 등이 국내에서 생산되고 있는데 원재료를 수입하여 최종 가공해 판매하는 제품도 많으며, 시장이 큰 제품을 중심으로 계속 연구개발, 상품화하고 있다. 국내에서는 90년대 들어 석유화학 및 합성수지 생산량이 급팽창하면서 플라스틱첨가제의 사용량도 크게 증가하고 있다. 국내 첨가제 시장은 다국적 기업 제품 중심의 수입품이 우위를 점하고 있는 실정으로 국산화가 이루어진 품목과 고가의 수입품으로 이원화된 모습을 보이고 있다. 이 중 가소제, 열안정제, 충격 보강제와 같은 일부 제품은 국산화가 활발히 진행되어 원료 및 제품의 생산능력이 국내수요를 초과하여 수출까지 하고 있다. 그러나 특수한 그레이드의 고부가가치 제품은 국내 생산 실적이 미미하거나 전무한 실정이다. 향후 고부가가치의 신제품 개발 및 품질의 차별화와 신규 그레이드의 창출과 이를 바탕으로 한 수출의 증대가 과제로 대두되고 있다.

가소제의 개요

주로 PVC에 이용되는 가소제는 폴리머의 유연성, 가공의 작업성 또는 팽창성을 증가시키는 물질로 대부분은 무수푸탈산, 아디펙산 등의 산과 옥탄올, 노나놀 등 알콜과의 에스테르화에 의해 제조된다. 가소제는 성질상 보통의 방법으로 수지와 혼합하여 가소화시키는 외부 가소화와 비닐아세테이트나 아크릴산에틸 등 공중합시키는 내부 가소화의 두 가지로 나눌수 있다.

이들 가소제는 폴리머의 2차 분자간력을 완화시켜 고분자의 운동성을 증가시키는 기능을 하기 때문에 분자들 사이에 분자간력을 완화하여 플라스틱의 유동성을 증가시킨다.

따라서 가소제는 수지와의 상용성을 가져야 하나 몇몇 가소제만이 필요한 성질 중 하나나 둘 이상의 성질을 가지고 있어 혼합해서 사용되는 경우가 많다.

외부 가소제는 일반적으로 1차 가소제와 2차 가소제로 나뉘지는데 우수한 상용성을 가지는 1차 가소제는 DOP, DINP 등이 주로 사용되고 있으며, 제한된 상용성을 가지고 낮은 농도에서 사용되는 2차 가소제는 DIDP, DBP, DOA, TOTM이 사용되고 있다. 가공성이 뛰어나 PVC용으로 주로 사용되는 가소제는 폴리머의 용융온도 또는 점도를 저하시켜 성형이나 가공시 연질 또는 경질의 정도를 결정하게 하는 범용첨가제로 일반적으로 카렌다용, 컴파운드용, 호스용, 벽지용 도로 사용되고 있다.

플라스틱 산화방지제의 개요

공기중에는 20.9%의 산소가 존재하고 대부분의 재료는 공기와 접촉시 표면에서 쉽게 산화반응이 일어나는데 압출 및 성형가공시에는 열, 기계적 전단력 등에 의해 알킬라디칼이 발생하고 산소 및 잔류금속성분 등에 의해 급속하게 산화되어 라디칼이 발생하게 된다. 생성된 라디칼에 의해 가교반응으로 brittle 해지거나 MI(Milt Folw Index)가 감소하고 또는 분해하여 MI가 증가하는 등 본래의 물성을 잃고 변질되어 사용이 힘들게 된다. 따라서 산화방지제는 플라스틱을 비롯한 수지에 널리 사용되고 있는데 플라스틱용도로는 폴리올레핀 수지를 중심으로 PS, ABS 수지, PU, 폴리아세탈 등의 수지에 사용되고 있다. 이런 산화열화반응을 억제, 방지하는 경우에는 연쇄 성장 반응의 금지, 과산화물의 분해 등 세 가지의 방법이 있다. 발생한 라디칼을 포착하고 라디칼 연쇄반응의 진행을 막는 물질의 효과가 있는 작용을 하는 산화방지제를 라디칼 연쇄 금지제라고 하고 생성된 히드로퍼옥사이드를 라디칼을 발생하지 않는 형태로 분해하는 작용을 하는 산화방지제를 과산화물분해제라고 한다.

산화방지제는 원료면에서 크게 페놀계, 아민계, 유황계, 인계로 나뉘는데 이중 연쇄 금지제 역할을 하는 것은 페놀계, 노노페놀계, 비스페놀계, 고분자형페놀 산화방지제와 아민계산화 방지제로 1차 산화방지제라고 한다. 아민계 산화방지제는 가공 중 또는 사용할 때에 변색하기 때문에 고무분야에서 주로 사용되고 플라스틱 분야에서는 거의 사용되지 않고 있다. 과산화물의 분해제는 2차 산화방지제로 분류되며 Thio 계 산화방지제와 인계 산화방지제가 이에 속한다. 플라스틱 산화방지제의 필요조건은 일반적으로 독성이 없어야 하며, 가공성형온도에서 안정성을 지녀야 하고 활성 및 그 외의 수지 가공성을 방해하지 않아야 하며 수지에 대한 용화성이 커야 한다. 또 다른 첨가제와 화학반응을 일으키지 않아야 하며 분말, 펠렛 등과 혼합성이 좋아야 한다.

일반적으로 플라스틱제품은 취화뿐만 아니라 착색을 꺼리는 제품이 많고 또한 식품포장용 필름에 사용되기 때문에 FDA 인가의 페놀계 산화방지제가 범용으로 사용되고 있다. 저가이며 FDA 인가가 있는 BHT가 많이 쓰였으나 현재는 BHT의 황변성과 휘발성으로 인해 수요 기업들이 대체 시험을 진행 중인 것으로 알려졌다. 또 필요에 따라 비스페놀계나 고분자형 페놀계, 유황계, 인계 산화방지제가 같이 쓰인다. 일반적으로 PE의 경우 BHT를 0.001~0.1% 첨가하면 변색이나 냄새가 나는 것을 방지할 수 있다. 특히 고온에서 가공이나 사용이 행해 질 경우 저휘발성의 고분자형 페놀계 산화방지제가 최적이다. PP는 PE보다 산화되기 쉽기 때문에 보통 0.1~1.0%의 BHT를 첨가한 후 저휘발성의 페놀계 산화방지제와 과산화물분해제인 디라우틸 티오디프로피오네이트, 디스테아릴 티오디프로피오네이트 등과의 병용 사용이 실용적이다. PVC의 경우에는 유기주석화합물, 금속비누, 연계 무기염 등의 안정제와 산화방지제를 병용했을 때 상승효과를 볼 수 있는 것으로 알려져 있다.

이 밖에 PS 는 페놀계 산화방지제와 자외선흡수제의 혼합사용이 황변을 방지하며 AS, ABS 수지 등은 산화하기 쉬우므로 페놀계, Thio 계, 인계 산화방지제를 단독 혹은 병용하는 것이 바람직하다. 1, 2 차 블렌딩 제품이 많이 판매되었으나 점차 단품판매가 증가하는 양상을 보여 블렌딩 제품은 현재 내수의 28% 정도를 차지하고 있다.

산화방지제의 종류와 기능

산화방지제는 작용 방법에 따라 1 차 산화 방지제와 2 차 산화 방지제로 구분을 한다.

1 차 산화 방지제는 일종의 라디칼 제거제로서 산소와의 반응으로 생긴 과산화폴리머 라디칼에 수소를 제공하여 안정된 폴리머로 환원시키고, 자신도 안정한 라디칼상태로 남게 됨으로써 라디칼이 폴리머내에서 연쇄반응을 하는 것을 근원적으로 차단해 준다.

2 차 산화방지제는 라디칼을 생성시키는 주물질로 작용하는 과산화물 하이드로 퍼옥사이드의 분해제로서 과산화물을 분해시켜 안전한 상태의 물질로 전환시킨다.

일반적으로 1 차 산화방지제와 2 차 산화방지제를 적절히 조합하여 사용할 경우 1,2 차 산화방지제 단독으로 사용할 경우보다도 그 효과는 훨씬 크다. 산화방지제는 화학 구조에 의하여 다음 다섯 가지로 구분할 수 있다.

- . phenol 류
- . aromatic amine 류
- . thioester 류
- . phosphite 류
- . 기타 산화방지제

phenol 류와 aromatic amine 류는 연쇄반응을 차단시키는 역할을 하는 1 차 산화방지제이며 thioester 와 phosphite 는 2 차 산화방지제로서의 역할을 한다. 폴리머의 산화반응은 열, 빛, 금속불순물, 오존, 성형가공시 폴리머에 첨가되는 과산화물 등에 의해서 일어나게 되며 이 결과로 폴리머는 부수어지기 쉽고 기계적 강도가 저하되며 색깔이 변하게 된다.

산화방지제는 여러가지 종류의 합성수지에 사용되고 있지만 사용량의 90% 이상은 산화반응에 특히 민감한 acrylonitrile-butadiene-styrene(ABS), polyethylene(PE), < polypropylene(PP), Impact-modified polystyrene 등 4 가지 합성수지에 집중 사용된다. 이러한 폴리머가 산화반응에 특히 민감한 이유는 폴리머 자체에 분자 구조가 다른 폴리머보다도 산화 반응이 쉽게 일어나는 구조를 가지고 있기 때문이다. ABS 와 Impact-modified polystyrene 는 폴리머 분자 구조내에 산화되기 쉬운 unsaturated double bond 를 포함하고 있으며 PP 와 PE 는 산화하기 쉬운 3 차 수소를 폴리머 분자내에 많이 포함하고 있다.

산화방지제의 부가적인 기능은 폴리머에 함유되어 있는 금속불순물의 활성을 떨어뜨림으로써 금속 불순물이 폴리머의 분해를 촉진하는 것을 억제시킨다. 금속 불순물은 과산화물의 분해를 가속화시켜 산화반응 속도를 촉진시킨다. 금속 불순물은 촉매 잔여물이나 착색제, 가공조제와 같은 첨가제의

일부로써 폴리머에 존재한다. 특히 전선용에 사용되는 폴리머에 고효능 산화방지제의 사용이 필수적인 이유는 폴리머 내부에 금속 구리선이 있고 사용조건이 가혹하기 때문이다.

열안정제(Heat Stabilizer)

1. 플라스틱 열안정제의 개요

열안정제는 여러 수지에 혼합하여 가공과 완성된 제품의 사용기간 중 수지의 물리적, 화학적 성질을 유지하도록 도와주는 화합물이다. 플라스틱의 혼합 및 제조 등의 조작은 고온에서 이루어지기 때문에 첨가제의 보호 없이는 심하게 분해된다. 가격이 저렴하고 가공성이 우수해 범용 플라스틱으로 다양한 용도에서 사용되고 있는 PVC는 열에 약한 단점이 있어 이를 보완하기 위해 열안정제가 사용되고 있다. 열안정제는 형태에 따라 분말, 액상, PASTE, GRANULE 안정제로 분류되며 성상에 의해 Cd/Ba/Zn 계, Cd/Ba 계, Ba/Zn 계, Ca/Zn 계, Na/Zn 계, Sn 계, Pb 계, Cd 계, Zn 계로 나눌 수 있다. 용도에 따라서는 연질용(카렌다가공, 압사출가공용), 경질용(카렌다가공, 압사출가공용), 카렌다 가공용으로는 발포, SHEET, LEATHER 가공용, SOL 가공용(SHEET, LEATHER, 발포용), 내열용으로 구분된다.

현재 PVC의 주요 열안정제 종류로는 납안정제, Ba-Cd, Ca-Zn, Ba-Zn 등의 금속석검계 안정제와 Orgnotin 안정제 등이 사용되고 있다. 이외에도 단독 사용으로는 효과가 미미하나 주요 안정제와 병행사용시 열안정성면에서 시너지 효과를 발생시키는 Organic Stabilizer 등이 보조안정제로 사용되고 있다. 납안정제는 전기 절연성, 내후성, 장기열안정성 등이 우수하나 독성, 불투명성, 유황성분예의 오염성 등이 단점으로 열거될 수 있다. 납안정제는 비교적 가격이 저렴한 편이므로 전선피복, 경질파이프 또는 Profile, PVC 타일, PVC Fitting 등 광범위한 용도에 사용되고 있다. Ba-Cd 안정제는 열안정성 효과와 투명성이 뛰어난 안정제이나, 중금속인 카드뮴 문제로 많은 나라에서 규제를 받고 있는 실정이다. Ba-Zn 안정제는 열안정성 및 투명성 등이 비교적 양호하여 연질 PVC 제품 전반에 걸쳐 사용되고 있다. 특히 Paste 수지 가공에 적합하며 Ba-Cd 안정제보다 저독성이므로 Ba-Cd 대체 경향이 가속화되고 있다.

Ca-Zn 안정제는 무독성안정제로 식품포장재, 완구류, 식품용기, 의료기기 등에 많이 사용되고 있으나 열안정성 효과가 다른 안정제에 비해 떨어져 보조안정제와 병행해 사용하고 있다. 현재는 분말 형태가 주종이나 액상화가 되는 추세이다. Organotin 안정제는 투명성이 우수하며, 열안정성이 뛰어난 반면 외부 활성이 없고 카드뮴이나 납에 의한 황오염문제, 황화합물 특유의 냄새가 심한 단점이 있다. 무기 및 금속석검계 안정제로는 TLS(Tribasic Lead Sulphate), DBL, DLP(Dibasic Lead Phosphite) 등이 대표적이며 DLP와 Pb-St는 창호제품에 널리 사용되고 있다. 금속석검계 안정제는 카렌다 및 압출제품에 널리 사용되고 있다. 열안정제는 주성분과 성능, 용도, 작용기간에 따라 다양한 제품이 존재하고 있으며 비교적 생산이 용이해 국산화가 이루어져 중소기업들이 난립하고 있는 상황이다.

2. 국내 플라스틱 열안정제의 시장현황

국내 PVC안정제 생산기업은 14개 정도로 대부분이 액상과 분말을 생산하고 있으며, 대협화성은

액상만을 제조하고 있다. LG화학과 한화종합화학은 PVC안정제를 복수거래하고 있어 송원산업을 비롯한 코오롱유화, 단석산업 등 PVC안정제 메이커 대부분이 납품하고 있다. 국내 PVC안정제 생산량은 94년 2만3794톤으로 93년 대비 12.3% 증가했고 95년에는 3만 395톤으로 27.7%, 96년에도 3만 1696톤으로 4.3% 증가하는 등 지속적인 신장세를 보이고 있다. 분말과 액상 생산은 68 : 32의 비율을 보이고 있는데 액상안정제 생산은 송원산업이 전체의 51%를 차지하고 있고 코오롱유화는 25%, 한국대협 17% 그리고 동구산업, 단석산업, 수입품 등이 나머지를 차지하고 있다.

자외선안정제(Ultraviolet Stabilizer)

1. 플라스틱 자외선안정제의 개요

1) 자외선 안정제란?

플라스틱, 고무 등 고분자 화합물은 열 뿐만 아니라 빛에 의해서도 분해되어 노화가 일어난다. 특히 태양광선 중 290~400nm 에 해당하는 자외선은 강력한 에너지를 가지고 있어 플라스틱의 변색, 표면 갈라짐, 기계적 물성저하 등, 플라스틱 노화의 주요인으로 작용한다. 자외선 안정제는 태양광선 중 자외선을 선택적으로 흡수하여 열 에너지로 바꾸거나 자외선으로부터 분해되어 생성된 자유라디칼을 소멸시킴으로서 자외선으로부터 플라스틱이 분해되는 것을 미연에 방지해 주는 역할을 수행한다.

화합반응을 일으키는 에너지는 열뿐만 아니라 빛에 의해서도 얻을 수 있다. 3400Å 이하의 파장을 가진 자외선은 분자를 분해할 정도의 충분한 에너지를 갖는다. 플라스틱은 햇빛의 3000~3400Å 정도의 자외선에 의해 분해를 일으켜 변색되고 잘 부스러지게 된다. 따라서 이러한 자외선을 차단하거나 흡수하여 플라스틱을 보호할 목적으로 첨가하는 첨가제를 자외선안정제라고 부른다. 이들은 특히, 투명도가 높은 플라스틱을 제외하고는 옥외에서 사용되는 플라스틱의 대부분에 첨가된다. 자외선안정제는 광안정제의 일종으로 폴리올레핀에 의한 분해를 해결하는 역할을 하기 때문에 자외선 안정제로 표현하며, 가공기업의 기술자들에게는 UV 제로 통하고 있다.

자외선안정제는 작용기구에 따라 흡수제, Quenchers, HALS(Hindered Amine Light Stabilizer)로 구분한다. 또 화학구조에 따라 Phenyl Salicylates(흡수제), Benzophenone(흡수제), Benzotriazole(흡수제), 니켈유도체 (Quench-ers), Radical Scavenger 로 구분되며 개발시기는 순서대로 1945 년, 1953 년, 1956 년, 1967 년, 1970 년대이다.

흡수제는 자외선에너지를 선택적으로 흡수하여 적외선에너지 형태로 변환·방출하며, Hydroxy Benzophenone, Benzotriazoles, Substitutes Acrylate 등이 주로 사용된다. 자외선흡수제는 파장이 250~400 μm의 빛을 흡수한 뒤 이 UV 에너지를 열에너지로 바꾸는 역할을 한다. 그러나 빛이 얇은 폴리올레핀은 그냥 투과해 버리기 때문에 0. μm이하의 제품인 경우 자외선흡수제는 효과가 적어 UV 제는 사출물과 두꺼운 압출물에 사용되며 필름 및 압출 연신제품에는 사용되지 않는다. 그러나 가공기업에서는 UV M/B로 HDPE 필름 및 PP 안에 사용하는 오류를 범하는 경우도 있다. 고무나 플라스틱이 노화를 일으키는 원인의 첫 번째는 태양광선의 자외선에 의한 것이며, 태양광선은 지표에 도달할 때까지 오존층 및 대기권에 흡수된다. 플라스틱은 광안정제 및 자외선흡수제를 첨가함으로써 내후성, 내광성을 개량할 수 있다.

벤조페논계 자외선 흡수능력은 살리실산에스테르계보다 좋지만 340 μm이상의 자외선 흡수능력은 벤조트리아졸계 보다 약간 떨어진다. 그러나 플라스틱에 대한 상용성이 비교적 우수, 다양한 용도에 광범위하게 사용된다. 자외 선흡수제에 요구되는 성질은 소량 사용에도 효과가 있어야 하며, 흡수파장영역이 290~400 μm이어야 하고 열안정성 상용성 등이 우수해야 한다.

Quenchers 는 자외선흡수제에 의해 안정화시키고 그 자신은 에너지를 형광, 인광 및 열로

방출하는 역할을 한다. 주로 니켈화합물이 사용되며 폴리올레핀에 사용한다. HALS는 광분해반응 중 생성된 자유라디칼을 제거하여 광산화반응을 정지시키는 역할을 한다. HALS는 쉽게 산화되어 Nitroxyl 라디칼로 전환되고 고분자 라디칼과 반응, Hydroxyamine Ether를 생성한다. 그리고 과산화 라디칼과 반응하여 안정한 Nitroxyl 라디칼을 다시 생성함으로써 광산화반응을 정지시킨다. HALS는 흡수제와는 달리 표면보호작 용이 우수하고 얇은 단면을 갖는 제품에도 적용가능하며, Quenchers와는 달리 착색을 부여하지 않는다. 또한 단독으로 사용가능하며 Quenchers와 혼용시켜 사용한다. HALS는 1894년 TMOP(2,2,6,6-Tetramethyl-4-oxopiperidine)를 시초로 개발돼 왔으며 Nitroxyl 라디칼의 안정도는 HALS가 개발되기 전에 보고된바 있다.

1967년에는 일본 Sankyo에 의해 특허화됐으며, 75년에는 시바스페살티에 의해 TINUVIN770으로 상품화되기도 했다. HALS는 UV제의 구조에 아민이 숨어있기 때문에 명명되었으며, UV제가 흡수되어 라디칼이 생성된 것을 없애버리는 역할을 한다. HALS 자체는 없애버리는 역할을 하면서도 소모되지 않는 특성을 가지고 있다. 국내에서 폴리올레핀 제품 중 UV제가 가장 많이 사용되는 PE 필름 용도의 Recipe는 시바스페살티제품 기준 chimassorb 944 0.1%이며, PP bag은 TINUV-IN770 0.1%에 Chimassorb 0.1%를 동시에 처방하는 것이다. 또 LDPE 및 EVA 필름에도 사용되는 Recipe는 Chimassorb 944 0.15%이다. 770은 가볍고 이행이 적어 사출용이나 필름용으로 사용되고 있다. 최근에는 일본에서 HALS와 이가녹스 1076을 브랜드한 2626을 개발, 자동차 범퍼 및 내장제, 콘택트렌즈 등에 적용하고 있다.

2) 종류 및 종류별 기능

자외선 안정제는 작용기능별로 자외선 흡수제, Quenchers, Radical Scavenger로 나누며 전자는 물리적 작용에 의해 후자 두 가지 형태는 화학적 작용에 의해 플라스틱, 고무 등 고분자물질을 자외선으로부터 보호한다. 화학 구조별로는 Benzophenone계, Benzotriazole계,

OrganoNickel계 HALS(Hindered Amine Light Stabilizer)계로 구분한다.

3) 종류별 기능

① 자외선 흡수제

자외선 흡수제는 자외선을 선택적으로 흡수하여 플라스틱의 무해한 열에너지로 변화시키는 역할을 한다. 화학 구조로는 Benzophenone계와 Benzotriazole계가 대표적인 UV 흡수제로 사용된다. Benzotriazole계는 Benzophenone계 자외선 흡수제보다 흡수과장범위가 넓고 흡수정도가 더 커서 성능면에서는 우수하나 가격이 비싼 단점이 있다. 자외선흡수제는 효과적으로 그 기능을 발휘하려면 어느 정도 두께가 필요하기 때문에 필름이나 섬유 등 얇은 제품의 용도에는 다소 사용이 제한적이며 두꺼운 사출물이나 압출물등에 주로 사용된다.

② Quenchers

Quenchers는 자외선에 의해 활성화된 분자와 상호작용하여 과량의 에너지를 형광, 인광 또는 열로 방출하므로써 광안정화 역할을 한다. 유기니켈화합물이 주류를 이루고 있으며 주로 폴리올레핀에 사용된다. 필름과 섬유 등 두께가 얇은 제품에도 효과가 있다. 일반적으로 자외선흡수제와 함께 사용하면 상승효과가 있다.

③ Radical Scavenger

최근에 개발된 광안정제로 HALS(Hindered Amine Light Stabilizer)로 통칭되고 있다. 자외선으로부터 광분해되어 생성된 자유라디칼을 소멸시키므로써 연쇄적인 광산화반응을 정지시키는 역할을 한다. HALS는 흡수제와는 달리 필름 등과 같은 얇은 단면의 제품에 효과가 크다. 대표적인 제품으로는 75년 Ciba-Geigy에서 개발한 Tinuvin 770과 Chimassorb 944가 있으며 LG화학에서도 Hisorb 770으로 판매되고 있다.

2. 국내 플라스틱 자외선안정제의 시장현황

국내 자외선 안정제 수요는 96년 기준 연간 1300톤으로 LG화학, 한화종합화학, 삼성종합화학, 제일모직 등에서 업체별로 연간 200~250톤 가량을 사용하고 있으며, 소량을 사용하는 업체들이 많은 것으로 나타났다. 종류별로는 벤조트리아졸계 수요량이 연간 600여톤, HALS계 450여톤, 메톡시벤조페논계 170여톤, 기타 80여톤 등을 기록하고 있다. 벤조페논계는 PVC에, 벤조트리아졸계나 HALS 자외선 안정제는 PE, PP, ABS 수지에 적합하며 농업용 필름부문의 수요 증가로 HALS 시장이 확대되고 있다.

● 자외선안정제 세계수요

자외선안정제의 최대 수요처는 폴리올레핀으로 특히 농업용 필름의 소비량이 가장 크다. 자외선안정제 총수요량의 약 75% 이상이 폴리올레핀에 사용되며 그 다음으로 옥외 사용빈도가 큰 폴리카보네이트, 폴리스티렌, 폴리에스테르, 아크릴수지, PVC, 폴리우레탄 등에 사용된다. 플라스틱에서의 자외선안정제 첨가량은 플라스틱 사용용도에 따라 다양하겠지만, 일반적으로 폴리올레핀의 경우 수지총량의 0.2~1.0%정도 사용된다. 96년 자외선안정제의 세계수요량은 연간 1만 5000톤으로서 4200억원 규모이다.

Type 별로는 Benzotriazole 계와 HALS 계가 전체 수요량의 80%정도를 점유하고 있다. 특히, HALS 계는 75년 Ciba-Geigy가 소개한 이후 자외선방지효과가 우수하여 수요가 급격히 증가하고 있는 실정이다

91~96년까지의 성장률은 Benzophenone 계 및 Benzotriazole 계가 각각 1%, 3~3.5%인 반면 HALS 계는 8%로 급속한 성장세를 보이고 있다. 자외선안정제의 세계수요신장률은 지난 5년간 연 5%의 성장세를 보이고 있고, 플라스틱제품의 내구화 추세에 따라 수요신장은 앞으로도 지속될 전망이다. 96년 자외선안정제의 지역별 수요규모를 보면 미국이 연간 5800톤, 유럽 5200톤, 일본 3700톤을 소비하고있다.

자외선안정제 최대 메이커인 Ciba-Geigy는 Tinuvin과 Cimasorb의 상품명으로 전세계수요의 약 70%를 공급하고 있다. 그 다음으로 Cytec Industries, Great Lakes Chemical이 세계주요 자외선안정제 제조업체로서의 위치를 구축하고 있다.

● 자외선안정제 국내수요

국내 자외선안정제시장은 1450 톤, 약 290 억 원으로 HALS 계와 Benzotriazole 계와 총수요의 각각 45%, 40%를 차지하고 있으며 Benzophenone 계가 나머지 15%를 점유하고 있다. 국내 자외선 안정제의 주 수요처는 자외선에 약한 폴리에틸렌(PE, PP) 및 ABS 이며 그 다음으로 옥외용도의 PVC, EP, 폴리우레탄, 폴리에스테르, Paint 등에 일부 사용된다. ABS, EP 등에는 Benzotriazole 계 자외선안정제가 많이 사용되며 최근 HALS 계의 사용량이 급속히 증가되고 있다. 국내 자외선안정제 생산기업은 LG 화학, 코오롱유화, 삼중산업등 3 개사가 있다. 코오롱유화 삼중산업이 기술난이도가 적은 Benzophenone 계만 생산하고있는 반면 LG 화학은 Benzotriazole 계와 HALS 계를 자체 개발하여 97 년부터 본격 생산을 개시하였으며, 상표명 Hisorb 로서 국산화대체는 물론 해외수출에서도 큰 신장세를 보이고 있다. 전반적으로 국내 플라스틱수요가 지속적으로 신장하고 있고 플라스틱제품 자체도 고급화, 내구화를 지향하고 있어 향후 자외선안정제의 국내수요는 크게 증가될 전망이다.

플라스틱과 난연

I. 서 론

1. 특수 고성능 플라스틱용 사출성형

- ① 열가소성 고성능 엔지니어링플라스틱(EP)
- ② 전도성 플라스틱
- ③ 난연성 플라스틱
- ④ 열가소성 엘라스토머(TPE)
- ⑤ 고성능 플라스틱 핫런너

2. 개 념

난연화(難燃化) - 난연성을 부가하거나 또는 내열성을 향상시키는 것.

II. 난연화 종류

- ① 저분자량 난연제 첨가하는 방법.
- ② 대량의 무기물을 충전시키는 방법.
(불연성 물질로서 물, 실리카, 유리, 마이커, 기타의 규산염류, 칼슘염류, 알루미늄염류등을 혼입.)
- ③ 난연성 모노머를 중합.
(폴리머의 성분으로 난연성을 부여하는 원소를 갖고 있는 화합물을 삽입.)
- ④ 내열성 플라스틱 제조.
(고온에서 열에 안정한 폴리머나 혹은 분해후에 고형잔물이 많은 폴리머를 만드는 일.)

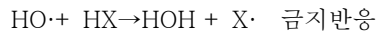
III. 난연제 종류 및 특성

할로젠계 난연제, 인계 난연제, 무기계 난연제, 난연 상승제

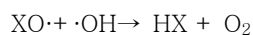
1. 할로젠계 난연제

할로젠계 화합물은 근본적으로 기체상에서 발생하는 라디칼을 안정화 시켜 난연효과를 가지게 됨.

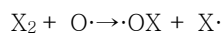
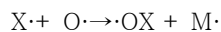
★ 반응 메카니즘



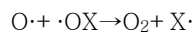
(연쇄반응의 정지)



(활성O·, ·OH의 농도를 줄이고 연쇄반응을 정지시켜 난연효과.)



(분해시 불연성 가스를 발생, 산소를 차단하는 효과.)



연소시 ·OH라디칼과 같은 활성화 라디칼은 화학반응을 통하여 열을 발생하게 되며 이때 발생된 잠열은 주위 인화성물질이 연소하는데 소요되는 에너지원으로 작용하게 된다.

난연제는 위 메카니즘처럼 활성화라디칼인 ·OH 및 ·O의 농도를 줄이고 연쇄반응을 정지시켜 난연효과를 부여하게 되는데 연소시 C-X결합의 절단은 흡열반응으로 가연성물질의 연소열을 감소시키는 효과가 있다. 또한 분해시 불연성 기체를 발생시켜 산소를 차단하는 효과도 있다. 그러므로 실제적인 난연효과는 HX가 부여하게 되며 반응하여 저에너지원의 X라디칼로 전환된다. 또한 할로젠 함유 난연제는 고체상에서도 난연효과를 나타내며 HX는 가연성 물질의 산화촉매로 작용하여 산화된 물질은 환 구조화되어 결과적으로는 탄소화합물을 생성하게 된다. 이렇게 생성된 탄소화합물은 산소 및 잠열을 차단하여 가연성 물질이 연소영역 이하에 있도록 도와 주는 역할을 하게 된다.

특히 염소는 액상, 고상에서는 무거운 가스으로써 표면을 덮어 열과 산소를 차단하는 효과, 탄화하기 쉬운 이중결합을 가진 화합물의 생성작용을 한다.

★ 난연성 우수 순서

aliphatic > acyclic > aromatic

지방족 할로젠 화합물은 방향족 할로젠 화합물보다 효과가 더 좋다. 그것은 할로겐의 결합에너지 ‘차’ 때문이다. 즉 결합에너지가 강하면 할로겐원소가 벗어나기 어렵기 때문에 난연효과가 나쁘게 된다.

(1) 브롬계난연제

- ① 트리브로모페녹시에탄(상품명 FF-680), 테트라브로모비스페놀A(TBBA)가 주로 사용.
- ② TBBA - 가격이 저가, 열안정성 저하.
브롬화에폭시의 경우 TBBA를 출발물질로 하여 중합공정을 거쳐 제조되는데, 분자량 조절에 따라 다양한 물성을 갖는 난연플라스틱의 제조가능, 강성이 취약한 면이 있다.
- ③ 브롬계 난연제 종류 - BC-52, BC-58, BT-93, DE-79/FR-1208

(2) 염소계 난연제

- ① 염소화파라핀, 염소화폴리에틸렌, 지방족 염소계 난연제등이 있다.
- ② 염소계파라핀 및 폴리에틸렌의 경우 가격 저렴, 열안정성 취약.
지방족 난연제의 경우 가격이 다소 비싸다.
- ③ 브롬계에 비해 난연 효율성이 다소 낮음.

2. 인계난연제

★ 난연 主 原理

액상이나 고상에서 난연작용.

연소할 때 인화합물은 열분해에 의해 폴리메타인산을 생성하고 이것이 보호층을 형성하는 것과 폴리메타인산이 생성될때의 탈수작용에 의해서 생성되는 탄소피막의 형성이 산소를 차단하여 연소를 막음

(1) 인계난연제

- ① 고체상반응에서 우수한 난연효과
(특히 산소를 다량 함유하고 있는 플라스틱에서)
- ② 메카니즘 - 먼저 열분해에 의하여 폴리인산이 생성되고 이것은 에스테르화 및 탈수소화하여 숯을 생성하며 이렇게 생성된 숯이 산소와 열을 차단
- ③ 비휘발성의 고분자량 폴리인산
 - 탄소층을 형성시켜 산소 및 잠열을 차단하여 열분해 반응 감소시키는 효과 (phosphine은 폴리인산 첨가시에 숯형성에 도움)
- ④ 적인 - 독성이 없고 열적으로 안정하나 물과 접촉할 경우 독성이 강하고 밀폐공간에서 폭발위험이 있는 포스핀 가스를 방출. 주의요망.

(2) 인/할로젠 난연제

① 저휘발성, 무색, 무취이고 물에 대해 비교적 안정, 내열성이 좋지않다.

폴리우레탄폼, 아크릴수지에 사용.

② 기체상태에서 난연상승효과.

phosphorus halide & oxyhalide가 flame cooler로써 작용.

⇒ 연소억제

이 두물질은 하이드로젠 할라이드보다 우수한 라디칼 인터셉터이며 끓는점이 높고 고비중으로 연소영역에 머무르는 시간이 길기 때문.

(3) 인/질소 난연제

① 내열성, 내착색성, 내가솔린성이 우수하며 가소화 효과를 부여.

엔프라, PVC, 셀룰로스 아세테이트등에 사용.

② 요소나 질소화합물은 폴리인산의 열적 축중합을 촉진시켜 고분자 폴리인산을 생성한다.

생성된 고분자 폴리인산은 탈수소축매로 작용하여 숯 형성유도.

3. 무기계 난연제

ATH, 산화안티몬, 수산화마그네슘등이 있다.

★ 난연 원리

열에 의해 휘발되지 않으며 분해되어 물, 이산화탄소, 이산화황, 염화수소와 같은 불연성기체를 방출하게 되며 대부분 흡열반응, 기체상에서는 가연성기체를 희석시켜 플라스틱 표면을 도포하여 산소의 접근 방지. 동시에 고체상 표면에서 흡열반응을 통하여 플라스틱 냉각 및 열분해 생성물의 생성을 감소시키는 효과.

(1) 수산화알루미늄(ATH)

① 가격저렴, 분해온도가 낮음 (230℃ 정도로 가공온도가 낮은 플라스틱에만 사용가능)

② 난연성 부여시 다량 사용해야 하는 약점이 있다.

⇒ 제품의 기계적 특성 및 가공성 저하초래.

(흡열분해에 의해서 물을 생성하고 난연효과, 흡열과 생성수에 의한 냉각작용에 의해 연소방지)

(2) 수산화마그네슘

IV장에서 언급 예정

(3) 산화안티몬

- ① 주로 삼산화안티몬을 지칭. 녹는점 656℃, 백색 미분말, 은폐력이 크고 입자가 고와서 분산성이 좋다.
- ② 난연화제로서 단독으로 PVC에 첨가되어 할로겐 함유 화합물과 병용하여 각종 플라스틱의 필름, 시트 도료등에 이용.
- ③ 할로겐 함유 난연제의 난연상승효과를 나타내는 보조제로 이용.
- ④ 안티몬의 할로겐화물은 연소할 때 기상이 되어 프리라디칼반응을 정지시켜 난연효과.

4. 난연상승제

(1) silicone-based additives (DOW CORNING)

열가소성 또는 열경화성 폴리머에 실리콘계 첨가제 1-5% 첨가시 난연 상승효과가 있다.

실리콘계 첨가제는 열 방출, 일산화탄소와 같은 유독성기체 및 연기의 방출을 감소시킨다.

폴리스티렌에 실리콘계 첨가제를 투입하면 열방출량이 줄어든다고 한다.

(2) P/Br 화합물 (FMC corp.)

PC/PBT(2 : 1)에 적용한 결과 우수한 난연효과가 있다고 하여 각각의 플라스틱이 UL94 V-0의 난연성을 나타내기 위해서는 12-13%의 난연제가 필요하나 P/Br화합물의 경우 6-7%의 난연제만으로도 난연성 부여가 가능하다고 한다.

(3) Zinc borate(US. Borax)

경질 PVC에 Zinc borate 및 알루미늄트리하이드레이트 첨가시 연기발생을 현저히 감소시킬 수 있다고 한다. 이 경우 최대 연기 발생 밀도를 563에서 285로 낮출수 있다고 한다.

IV. 최근 난연 관련 제품소개

(1) 통신헤이블피복용 난연콤파운드 880FR - 한양화학, 94. 5 -

특 징

이 콤파운드는 고분자에 50%이상의 비할로겐 난연제를 충전시켜 불에 잘 타지 않을 뿐만 아니라 불이 붙더라도 연기와 독성도 거의 없다. 화재 발생시 내부에 첨가된 난연제가 분해하면서 주위의 온도를 낮추고 분해 부산물이 케이블에 피막을 형성하여 연소를 억제시키는 구조로 이루어져 화재시 피해를 미연에 방지할수 있다.

(2) 초내후 난연 ABS

제품명 : Starex VH-0853 -제일모직, 92. 11 -

★ ABS수지의 약점 - 불이 붙었을 경우에 스스로 소화시키는 자소성을 갖고 있지 못하므로 화재시 인명 및 재산상의 피해를 가중시킴.

⇒ ABS수지의 난연화가 의무 (UL, 미국)

특 징

- ① 일광에 의한 색깔 변색이 매우 적다.

초내후 grade는 ASTM의 D-2565나 A4674 규격에 의한 시험시 변색도가 약 300시간에서 1.5미만인 제품을 의미함. pc회사인 HP사의 내후규격에 합격할 정도로 변색력이 적음

- ② 성형가공중 발생하기 쉬운 열안정성 문제를 최소화.

ABS에 난연제(Starex VH-0853)를 첨가하면 난연제가 ABS 발화이전에 먼저 분해수지의 온도를 발화점이하로 유지시키거나 소화가스를 발생시켜 수지의 변화방지

- ③ 상온 및 저온에서 충격특성이 우수함.

- ④ 성형특성상 흐름성(Melt Flow Index)우수

(3) MAGNESIUM HYDROXIDE ($Mg(OH)_2$)

★ 대략적 난연시장 소개

난연제에는 여러종류의 유용한 것이 많다. 1993년 미국내 산업에서 8억천만파운드의 난연제가 소비되었었고 98년에는 10억 파운드가 요구되었음. 그 큰 난연제 시장에서 수산화 마그네슘은 적당한 가격, 사용편리, 낮은 부식성, 낮은 유독성을 이유로 주목을 받고 있음. 현재 수산화마그네슘은 난연제시장에서 약 해마다 천만 파운드정도, 가까운 미래에는 해마다 3천만파운드 정도의 잠재력을 가진 시장을 보유하고 있음.

-MARTIN MARIETTA MAGNESIA SPECIALTIES INC. (볼티모어소재)-

★ 대표적인 수산화 마그네슘 제조회사 소개

PREMIER CHEMICALS (<http://www.premierchemicals.com/>)

MARTIN MARIETTA MAGNESIA SPECIALTIES INC.

THE SOLEM DIVISION OF J.M.HUBER

DEAD SEA PAICLASE (이스라엘)

KYUWA (일본)

MAGNIFIN (오스트리아)

특 징

- ① 수산화마그네슘은 ATH보다 약 100도 정도 분해온도가 높다.

ATH는 약 230에서 분해.

$Mg(OH)_2$ 는 약 330에서 분해.

- ② $Mg(OH)_2$ 분해시 물증기를 방출해서 기체상의 탈 수 있는 연료의 농도를 희석.

- ③ 열을 받았을 때 숯의 형성을 통한 플라스틱의 절연성을 향상.

④ 연소시에 연기방출을 줄인다.

(4) 국내의 수산화마그네슘 제품

제품명 : 후렘단트 -경기도 시흥소재, 신원화학 -

무기계난연제로서 유독가스가 없으며 연기의 발생을 억제하는 효과를 지닌 새로운 타입의 난연제.
각종 플라스틱에 적합하도록 특수표면처리한 제품으로서 가공성이 매우 우수.

특 징

- ① 균일하고 우수한 초미립자분말.
- ② 우수한 난연효과/연기발생억제.
- ③ 용도에 따른 특별한 표면처리.
- ④ 무독으로 취급용이.
- ⑤ 무독제품생산에 사용 가능.

(5) Vydyne M340 -Vydyne Nylone (미국)-

Nylon66 수지 사출성형시에 포함되는 난연제.

기계에 원료공급과 주물을 성형시에 매끄럽고 쉽게 할 수 있는 윤활작용을 함.

Vydyne M340 은 할로젠 첨가제 또는 다른 첨가제로써 사용자가 원하는 제품을 성형시에 수정하여 사용 가능.

UL규격에서,

94V-0 : 연소성 등급에서 0.015이하 두께 획득

94-5VA : 연소성 등급에서 0.028이하 두께 획득

일반적으로 난연제는 강도와 유연성을 줄이게 되는데 Vydyne M340은 유연성손실을 최소한도로 한다. 다른 어떤 나일론 또는 나일론이 아닌 제품성형시 보다 더 유연성을 갖는데 이용.

용도는 열에 노출되어도 전기적/물리적성질을 유지하기 때문에 전기/전자산업 부문에 이용됨.

(6) FLAME RETARDANT COMPOUNDS (난연컴파운드) -R.T.P.(미국)-

다양한 용도로 제품의 안정화 , 강도강화에 이용, 이 난연제는 제품제조시에 흐름을 향상시킴,

UL94 규격 통과

대표적 용도는 ⇒⇒⇒⇒⇒소방하이바

V.UL규격이란?

UL은 underwriters laboratories Inc.(보험업 연구소) 의 약자로 화재, 도난, 그외의 사고에서 인명, 재산을 보호하기 위한 재료, 기기, 장치등의 필요조건을 확보하는 것을 목적으로 하고 실험, 연구,

검사등을 업무로 하는 연구기관이 판정한 규격이다.

플라스틱 건재등의 방화기준 판정과 전기, 전자기기의 화재에 관한 안전규격이 포함되어 있으며 라디오, 텔레비전 등의 미국수출에 있어서는 UL규격에 기준인 플라스틱의 난연화가 필수로 되어 있고 플라스틱의 연소성시험 및 연소성규정은 UL94에 정해져 있다.

UL94에는 수평연소시험으로 연소성 그레이드 94HB를 규정하고, 수직 연소 시험으로는 94V-0에서 94V-2의 난연그레이드를 규정하고 있다. 요구 항목으로서는 착화한 플라스틱의 유염연소시간, 무염연소시간, 용융액적에 의한 외과용선의 착화의 유무가 구별되어진다. 플라스틱의 착화성 시험은 UL746과 1410에 규정되어져 있고 열전착화시험, 대전류아아크착화시험, 과부하전류시험이 기재되어져 있다. 이러한 연소성과 착화성에 관계하는 UL규격에 기초를 두고 음향기기용 재료, 텔레비전, 비디오재료등 각종 전자기기에 이용되어지는 플라스틱의 난연화가 엄밀히 규제되어져 있다.

VI. 결론

앞에서 언급한 내용의 골자들을 나열해 본다면, 플라스틱 난연제의 사용으로 플라스틱 난연의 성능을 향상시켜 우리 생활의 안정을 영위케함을 알 수 있다.

플라스틱 첨가제 활제

1. 개 요

고분자 물질의 가공성은 모노머의 변경, 분자량의 조절 및 분자구조의 변화를 통하여 개선시키는데는 한계가 있다. 따라서 가공성 향상을 위해서는 가공기기의 선택뿐 아니라 용융물의 점성거동에 영향을 미치는 활제와 같은 첨가제를 사용하여야 한다. 또한 이러한 활제는 최종제품의 표면을 매끄럽게 하고 광택을 부여할 수 있다.

2. 종 류

1) 내부활제

폴리머 내부에 함침되어 작용한다. 즉 폴리머에 쉽게 용해되어 용융물의 점도를 줄여주는 역할을 한다. 폴리머와 활제의 극성이 동일한 경우에 내부활제로 작용할 수 있다.

2) 외부활제

폴리머에 쉽게 용해되기 어려워 압출기내의 폴리머 용융물과 금속표면 사이에서 Release Film을 형성하여 압출부하를 줄여주는 역할을 한다. 폴리머와 활제의 극성이 서로 다른 경우 외부활제로 작용할 수 있다.

3. 활제의 효과

활제는 자체의 극성과 폴리머의 극성에 따른 용해도차이에 의하여 내부활제와 외부활제로 구분되나, 일률적으로 활제의 단일 행동원리에 의하여 분류될 수는 없으며 화학적인 구조에 따라 다소 다른 효과가 나타나며, 또한 활제의 사용농도에 크게 의존한다.

즉, 내부활제라 하더라도 자체의 포화농도가 한계가 있기 때문에 포화농도 이상의 활제를 사용할 경우 용해되지 않은 내부활제는 외부활제로 작용한다. 또한 포화농도는 온도에 의해서 크게 달라지므로 실제 사용하는데 있어서 활제의 거동을 예측하는 것은 어렵다.

활제와 폴리머와의 상용성 역시 중요한데, 하나 폴리머에 대하여 서로 다른 활제는 서로 다른 농도에서 최대효과를 나타내고, 상용성이 없는 활제를 사용할 경우 백탁현상이 발생할 수 있으므로 활제를 사용하기 전 수지와의 상용성도 검토해야 한다.

1) 내부윤회 효과

내부윤회 효과를 갖는 활제는 수지와의 상용성이 우수하다.

- ① 점도감소 : 폴리머의 흐름성은 가공온도가 증가한다고해서 원하는 만큼 올라가지도 않으며, 가공온도가 상승될 경우 산화에 의한 변색, 분자량 감소 및 가교반응에 의하여 물성의 변화가 일어날 수 있으며, 가공온도를 상승시킬 경우 에너지 소비량이 많아지고 냉각시간이 길어짐에 따라 압출기의 생산성은 저하된다. 따라서 물성이 저하되지 않는 범위내에서 활제를 사용하여 점도를 낮출 수 있다.

- ② 열 감소 효과 : 산화방지제에 의하여 수지의 열안정성이 한계에 달했을 경우 Heat Dissipation(Friction Damping)효과를 갖는 활제를 사용하여야 하는데 이러한 첨가제로는 Montanic Acids와 Soaps가 있다.

2) 외부윤회 작용

- ① Release 효과 : 용융수지와 가공기기의 접촉을 방지하여 가공을 쉽게 할 수 있게 한다. 이러한 효과를 갖는 활제는 제품표면에 흘러나와 코팅, Welding을 방해할 수 있으나 적당량을 사용할 경우 금형 안에서 수지의 흐름성을 향상시켜 Weld Line의 강도를 향상시킬 수 있다.
- ② 가소화 감소(마찰감소) 효과 : 가공기기와 수지와의 사이에 Release Film을 형성하여 마찰을 감소시키며, 가소화 속도를 늦춘다.
- ③ Melt Fracture 감소 : 높은 점도를 갖는 수지는 높은 전단응력하에서 압출물이 Flow Channel을 통과할 때 접촉과 미끄러짐이 교대로 일어나 압출물 표면을 거칠게 하는 현상을 감소시킨다.

3) 제품 표면에 미치는 효과

- ① 이형효과 : 뜨거운 금형에서 사출물을 이형시킬 경우 변형을 방지하고 사출기의 생산성을 향상시킬 수 있다.
- ② Antiblocking & Slip 효과

4) 기타

- ① 분산효과 : 대부분의 활제는 표면활성을 갖기 때문에 표면활성을 갖는 첨가제를 수지에 첨가할 경우 첨가제의 분산을 향상시킬 수 있다.
- ② Water Repellency
- ③ Binding Capacity

4. 활제의 구조와 물성

1) 구조와 효과의 관계

- ① 탄소원자가 12개 이상의 Chain Length를 가진 Aliphatic Chain은 효과적인 윤회작용을 한다.
- ② Chain의 길이가 길어짐에 따라 극성고분자와의 상용성은 낮아지고 비극성 고분자와의 상용성은 커진다.
- ③ 극성 고분자와의 상용성은 첨가제의 극성그룹에 의하여 증가한다.
- ④ 활제의 분자에 고정되어 있는 극성그룹은 점성적으로 효과적인 분자의 표면에서 작용하여 매우 낮은 농도로도 큰 효과가 있다.
- ⑤ 매우 긴 Aliphatic 그룹은 Solvating효과를 억제한다.
- ⑥ Carboxylic Acid와 그 유도체는 금속표면을 적셔 효과적인 Release Agent로 작용한다.

- ⑦ Amide Wax는 자주 최종제품의 표면에 현저한 Slip성을 제공한다.
- ⑧ 용융상태에서 Migration 될 수 있는 Fluoropolymer는 금형의 표면에 Nonstatic Coating을 제공한다.

2) 범용활제의 종류

① Fatty Alcohols & Dicarboxylic Esters

Fatty Acids를 Hydrogenation에 의하여 혹은 에틸렌을 합성하여 생산된 탄소원자 12개에서 22개의 Chain Length를 가진 Alcohol은 PVC에 대하여 효과적인 활제를 작용하지만 휘발성이 큰 단점이 있다.

Dicarboxylic Acids의 Esterfication에 의하여 상용성이 우수한 극성이 큰 활제가 얻어진다.

② Fatty Acid Esters of Glycerol and Other Short-Chain Alcohols

Fatty Acid Glycerides는 천연지방으로부터 쉽게 얻을 수 있기 때문에 널리 사용되고 가격이 싼 활제이다. Triglycerides와 과량의 Glycerol와의 반응에 의하여 얻어진 공업적인 Monoesters는 50% Monoester, 35% Diester, 15% Triester의 혼합물이다.

Hydroxyl Group을 갖는 모든 활제는 PVC 안정제와 반응을 하는 경향이 있다. 이러한 활제는 Basic Lead Sals와 같이 빛에 의하여 갈색으로 변색된다(Chameleon Effect). 즉 Mono와 Dialkyltin Mercaption과의 Synergism을 방해하는 것이다. 그러나 Dialkyltin으로 Monoglycerides는 색상을 개선시킬 수 있다.

액상의 Glycerol Monooleate는 PVC 캘린더링에 내부활제로서 많은 양이 사용된다. 고체상의 Glycerol Monooleate는 비극성 플라스틱에 있어서 우수한 대전방지제로 활용된다. Triglycerides중에서 1,2-Hydroxystearic Acid의 Ester는 강한 극성을 갖고 있다. 이것은 투명한 PVC병에 중요한 내부활제이다. Glycerol Tristearates는 상대적으로 낮은 농도에서도 Coupling현상을 일으킨다. Trimethylol Propane의 Stearic Acid Esters와 Pentaerythritol은 내열 안정성이 우수하고 휘발성이 낮기 때문에 엔지니어링 열가소성수지에 주로 사용된다.

③ Fatty Acids

공업적으로 생산된 Stearic Acids는 보통 상당한 양의 Shorter Chain의 유도체, Hydrogenated Tall Oil Acid 등과 약 30%의 Palmitic Acid가 포함되어 있다. 이것은 우수한 Release Effect를 나타내는데 특히 연질 PVC에 효과적이다.

휘발성이 큰 Fatty Acids는 그 용도가 제한적이지만, 그럼에도 불구하고 Stearic Acids는 카렌더링에 사용된다. 이물질은 Plate Out을 방지하는데 효과적이다. PVC에서의 윤활효과는 예외적으로 그 농도에 의존한다.

④ Fatty Acid Amides

Amide Wax로 알려진 Bis(Stearyl)Ethylene Diamine은 아마 가장 유용한 활제일 것이다. Free Amino Group은 PVC의 변색을 유발하므로 Optimized Amide Wax가 사용된다.

⑤ Metallic Soap

Metallic Soap는 Acid Acceptor인 폴리머의 안정제로서 사용되는데 이것은 Release Agent로서

작용하고 Plate Out 된다.

5. 폴리올레핀에 사용되는 활제

폴리올레핀은 근본적으로 우수한 가공성을 갖고 있기 때문에 일반적으로 활제가 필요치 않다. 그러나 HDPE와 PP에는 Acid Acceptor로서 Ca/Zn Stearate가 사용되며, 이것으로부터 유리된 Stearic Acids는 흐름성과 이형효과에 영향을 준다.

Stearate는 여러 가지 불리한 점이 있기 때문에 특수한 용도에는 상용성이 더 우수한 Montanates로 대체된다. 2000정도의 분자량을 갖는 저 분자량의 PE Waxes는 PE에 내부활제로 사용된다.

PE Waxes는 PP에 완전한 상용성이 없으며, 그렇기 때문에 과다한 윤활작용이 나타날 수 있기 때문에 필요한 경우 PP Waxes를 일반적으로 사용한다.

Amide Waxes는 HDPE Tape에 외부활제로서 사용된다. 그것은 압출하는데 도움이 되지만 후가공시 Tapes의 마찰저항을 줄인다. 일반적인 사용농도는 0.3~0.5% 정도이다.

탄소원자를 12~18개의 Chain Length를 가진 Etoxylated Fatty Amines과 같이 Glycerol Monostearates는 대전방지제로 사용할 수 있을 뿐만 아니라, 필름 및 사출에 있어서 외부활제의 효과를 갖는다. 보통 사용농도는 0.1~0.5%이다. 탄소원자 16개에서 18개의 Chain Length를 갖는 Sodium Alkane에 의해 매우 낮은 농도 즉 0.05%에서 0.15%에서 매우 현저한 윤활작용을 나타낸다.

LLDPE를 고속으로 압출할 경우 앞에서 언급한 Melt Fracture와 같은 가공문제가 발생한다. Shark Skin으로 알려진 표면불량현상은 Screw 전단부위에서 용융물의 과다한 압력에 의하여 발생한다. 이 문제를 해결하기 위하여 Fluoropolymer와 같은 물질로 압출기의 표면을 코팅하는 것이다. 약 500ppm 정도의 낮은 농도로 상용됨에 따라 이러한 첨가제는 분산을 잘 시킨 Master Batch 형태로 수지에 첨가된다. Release Effect를 갖는 Montan Wax와 Fluoropolymer를 동시에 사용하면 그 효과가 서로 상호작용에 의하여 증가한다.

압출기를 가동하는 동안 이러한 Fluoropolymer는 급격히 Lubricant Film을 형성하여 짧은 가동시간동안 농도가 크게 증가한다. Fluoropolymer는 LDPE와 HDPE에는 효과적이나 보통 이러한 폴리머에는 사용하지 않는다.

PP에서의 외부활제가 이형제로서 사용되기도 하는데 Erucamide는 이러한 목적에 매우 적합한 물질이다.

Slip Agent는 일반적으로 Film Grade에 0.1%로 첨가된다. Oleic Amide와 Erucamide는 유사한 효과를 나타내나, 전자의 경우 후자보다 표면으로의 Migration이 빠르다.

대전방지제

플라스틱은 전기 절연성에 뛰어나기 때문에 저항률이 10의 16승 정도가 많지만, 페놀 수치처럼 비교적 흡습이 쉽고 충전제도 나무가루 등 저항이 작은 것을 사용하면 13승 이하로 만들 수 있어 정전기가 발생하지 않는다. 또한 셀룰로오스(Cellulose)질의 플라스틱도 13승 정도의 흡습성이 있기 때문에 여름철에는 습도가 높아 대전이 거의 발생하지 않으며, 먼지가 달라붙지 않아 탁상 시계의 하우징(바깥쪽), 고급 의료 포장 필름에 이용되고 있다.

플라스틱이 대전되면, 그 방전으로 인해 용제나 인쇄잉크에 불이 붙어 화재가 발생한다는 큰 문제도 있지만 플라스틱에 대전하는 정전기는 플라스틱에 인쇄할 때, 잉크가 잘 부착되지 않거나 필름끼리 정전기로 달라붙어 인쇄가 겹치기도 하는 여러 장애를 일으킨다. 필름을 마개로 만들었을 때, 입구가 여간해서 열리지 않을 때도 있다. 플라스틱 자루에는 먼지가 부착되고 이것을 제거하고 또 제거해도 부착되기 때문에 자주 털어 내야 하는 등 잔 손질이 많이 가게 된다. 그밖에 기계부품, 전기 부품에서도 좋지 못한 현상이 일어나기 때문에 대전방지제를 도포하거나 혼입 공정을 하게 된다. 대전방지제는 주로 계면활성제가 쓰이는데 카치온, 비이온형이 자주 쓰이고 있다. 도포형은 표면을 씻어 내거나 문질렀을 때 떨어져 버리는 것이 결점인데, 혼입형도 표면에 침출하는 것은 그렇게 많지 않기 때문에 한번 표면을 씻으면 다음에 스며나오기까지는 시간이 걸린다.

대전방지제는 표면 처리하는 것이라서 만약 잘 녹는 물질이라면 도움이 되지 않는다. 용해 성질(상용성)이 나쁘면 투명성도 나빠지기 때문에 투명 플라스틱의 대전방지제는 어려운 것이다. 수술실의 정전 방지수술실 등에서 사용하는 마취 가스는 폭발성이기 때문에 더더욱 정전기를 방지해야 한다.

이것 때문에 수술실 등에서는 카본블랙이라는 탄소의 미세한 분말을 다량으로 첨가한 고무로 마루를 만들고, 벽 등도 대전하기 어려운 무기 도료를 사용한다. 이 고무 바닥재는 게다가 카본블랙을 가하면 도전성으로 변해 전기를 통과시키면 발열하게 된다. 최근, 다이닝 키친의 마루에 쓰이는 난방용 카펫트는 고무내에 미세한 카본을 함유시키고 여기에 전류를 흘리면 발열하는 구조로 되어 있다. 보통의 카펫트도 섬유가 대전성이라면 정전기를 띠지만, 카펫트처럼 항상 문지르는 곳에는 대전방지제를 가하기 어렵고 또한 첨가해도 효과가 작기 때문에, 금속의 가는 선을 섬유와 함께 짜서 대전방지를 하는 일이 있다.

대전방지제는 의복이나 플라스틱뿐만 아니라, 탱크로리 자동차의 가솔린 탱크, 탄광 등 분진이 많은 곳에서는 화재의 원인이 되므로 자주 사용된다.

자동차의 뒤에 있는 체인은 정전기를 어느 만큼은 대지로 전달하는 역할을 하고 있다. 가솔린에는 대전방지제를 첨가하고 있다.

◎ 국내 플라스틱 대전방지제의 시장현황

합성수지용 대전방지제 수요는 96년 기준 월 178톤으로 연평균 5% 내외의 저조한 성장률을 보이고 있다. 용도별 수요를 보면 PE·PP 용이 월 92톤, PS·ABS 용 36톤, PVC Sheet·창호용 20톤, PU 필름·섬유·화학용 20톤, 기타 10톤으로 알려졌다.

발포제(Foaming or Blowing Agent)

1. 플라스틱 발포제의 개요

발포제는 폴리머와 배합되어 스폰지나 스티로폴과 같은 다공성의 발포제를 제조하기 위한 첨가제로써, 원래 폼은 연속기포를 의미하고 스폰지는 독립기포를 의미하여 각각 지칭되었으나 현재는 두가지가 혼용되어 사용되고 있다. 폴리머의 발포는 저밀도 제품의 생산으로 인한 원료절감, 전기절연성·단열성·방음성 향상, TV·오디오 등에 사용되어 음향효과 개선, 충격흡수력 향상 등의 기대효과를 얻기 위해 행해진다. 발포제의 종류는 물리적 발포에 사용되는 용제형(부탄, 프로판, 프레온가스)과 화학적 발포에 사용되는 반응형으로 대별되며, 이외에도 순수한 발포제의 경우 분해온도가 너무 높아 발포온도를 낮춰주고 발포제를 활성화시키는 역할을 담당하는 Kicker 가 사용된다. Kicker 의 종류에는 폴리올, 우레아, 아민, 염류 및 납, 아연, 카드뮴 등의 금속화합물이 사용되며 일반적으로 안료나 충전제 등이 역할을 수행하기도 한다. 발포제의 원료 및 구성비는 제품의 종류에 따라 차이가 있지만 일반적으로 Hydrazine Hydrate 가 63%를 차지하고 있으며, 그 외 가성소다·요소·액체염소·Hexamine 등이 사용되고 있다.

2. 발포제의 종류

(1) Azodicarbonamide(ADCA)

ADCA 는 Hydrazine 과 Urea 를 원료로 중합과 산화반응을 거쳐 만들어진다. 지금까지 나온 상업적 발포제 중 가장 경제적인 ADCA 는 발포제중 유일하게 자기 소화성이 있어 화재위험성이 적고 저안정이 우수하다. 또 독성함량이 매우 적어 독일 연방보건소(BGA)와 FDA 로부터 식품접촉 인가를 받았다.

ADCA 는 진노랑의 결정으로 밀도는 1.65g/cm³, 분해온도는 205~215℃, 방출가스량은 약 220 ml/g 이다.

(2) 개질 Azodicarbonamide

ADCA 를 함유하는 여러 종류의 화합물을 개질 ADCA 라고 하며 가장 간단하면서도 오래전부터 사용된 개질 ADCA 로는 ADCA Paste 가 있는데, 분산제와 Kickers 의 성질을 포함하고 있다. ADCA Paste 의 주활용 분야는 PVC Plastisol 로써 분산성이 좋아지고 분해온도가 낮아진다. 개질 ADCA 의 또 다른 종류는 사출·압출성형에서 Integral-skin foams 의 제조를 위해 개발됐다. 이러한 첨가제의 주요한 개질 목적은 ADCA 분해공정을 바꾸어서 금형이나 다이·스크류의 표면에서 Plat out 현상을 일으키는 Cyanuric acid 의 생성을 억제하는 것이다. 또한 백색도 유지와 미세하면서도 일정한 형태의 기포 생성에도 효과가 있다.

(3) OBSH

OBSH 는 157~160℃의 분해온도를 가지는 흰색 결정성 분말로써 분해가스량은 125 ml/g 이다. OBSH 의 효과적 분해신장을 위해서는 Hydroxy Group 을 가지고 있는 솔벤트와 같은 산화제가 필요하다. OBSH 는 대부분의 유기용매와 차가운 물에는 녹지 않지만 뜨거운 물이나 에탄올에는

녹고 알칼리용해 수용액에서는 녹지 않고 분해되며 분해잔유물의 독성이 거의 없는 제품으로 FDA의 식품접촉인가를 받았다. 클로로프렌고무, PVC, EPDM, 벽지 등에 광범위하게 쓰이고 있으며 유연성은 좋으나 가격은 약간 비싸다.

(4) DPT

DPT는 범용 발포제 중에서 가장 오래전부터 사용되고 있는 담황색의 미세한 결정분말로 분해온도 200~205℃ 정도에서 급격히 분해한다. 일반적으로 요소계 조제와 병용하고 분해온도를 조절하여 천연고무, 합성고무, 페놀 등의 발포에 널리 사용되며 단가당 발생가스량이 가장 많은 제품으로 경제적인 발포제다.

(5) TSH

RSH는 분해온도 105℃ 전후로 질소가스를 발생하는 백색 미분말로써 다른 발포제에 비해 가스배출이 완만하고 고무의 일반가황 조건과 비슷하기 때문에 주로 고무용 발포제로 사용된다. 또한 오염성과 수축률이 적고 미세한 기포를 갖는 발포제를 제조할 수 있으며 주로 벽지 등 고급제품에 사용되는 고가의 발포제다.

(6) PTSS

PTSS는 228~235℃의 분해온도에서 140 ml/g의 가스를 방출시키는 백색 미분말로써 백색도가 요구되는 Plastisol 가공에서 초기발포의 위험성이 있는 카렌다성형에 사용되며 특히 ABS, HIPS, PP, 나일론, 변성 PPO의 압출성형에서는 성형조건에 맞추어 사용할 수 있는 장점이 있다. ADCA와 혼용해서 사용하면 분해온도조절이 용이해지고 가공의 미세화와 물성향상에 큰 영향을 준다.

충격보강제 (Reinforcing Agents)

1. 플라스틱 충격보강제의 개요

플라스틱 충격보강제는 본래 분열, 인장, 압축, 휨, 충격강도를 증가시키기 위해 플라스틱에 첨가하는 섬유상 불용성 물질이다. 또한 치수안정성과 열변형에 대한 저항력의 증진은 보강제에 의해 일반적으로 얻을 수 있다. 섬유는 플라스틱에 그들의 접착성을 증가시키기 위해 커플링제를 코팅한다. 열경화성수지는 가장 많은 양의 강화제를 필요로 하고 또한 열가소성수지와 플라스틱 발포체도 강화된다. 충격보강제는 대부분 PVC에 사용되고 있는데, PVC는 가공이 용이해 다양한 용도로 사용되고 있다. 그러나 PVC 자체는 구조적으로 내충격성, 가공유동성, 내열변형 등이 취약하기 때문에 상업화는 첨가제 개발에 의한 물성 및 가공성 향상이 뒷받침되어야 한다. PVC 충격보강제는 일반적으로 경질 PVC에 첨가하여 내충격성 보강에 적용되며, 내충격보강제는 성분에 따라 3가지로 분류된다.

첫째, PVC 충격보강제로 사용되고 있는 것은 그래프트 중합된 고분자 고무계로 MBS, Acrylic, ABS 등이 PVC 상 외 두 개의 상이 브랜드 된 형태로 존재한다.

둘째, Semicompatile 가소화 구분자로 CPE, EVA 등이 있으며 1개상의 폴리머형태를 가지고 있다.

셋째, 무기계로 탄산칼슘에 스테아린으로 코팅한 무기 내충격 개질제도 있다.

충격보강제 개발동향을 보면, 50년대 초에는 ABS가 PVC 충격보강제로 사용되었으나 50년대 후반에는 Rohm Haas에 의해 MBS계 충격보강제가 개발되어 대체되기 시작했다. 60년대 들어 미국과 유럽 등지에서 PVC bottle과 포장재 시장이 급격히 성장함에 따라 일본에서는 Kanegafuchi가 MBS, MABS 등의 충격보강제를 개발했다. 70년대에는 독일을 필두로 보온성이 우수한 창호시장이 형성되면서 Rohm&Hass가 내후성 및 내충격성이 우수한 아크릴계 충격보강제를, DOW가 HDPE 공정을 변형한 CPE를 개발하기에 이르렀다. MBS계는 PVC 충격보강제의 대표적 수지로 불투명용(고충격용), 투명용, 무백화 등으로 구분된다. MBS는 Diene계 고무에 MMA와 SM을 그래프트화시켜 얻어지는 공중합체로 경질과 반경질 PVC 제품에 사용돼 충격강도를 향상시켜 가공성을 촉진시키는 역할을 한다.

아크릴계는 BA, MMA, SM을 원료로 생산되며 MBS계는 SBR, MMA, SM을 이용해 생산하고 가공조제는 MMA를 이용하고 있다. 이와 같은 고분자 첨가제는 기존제품의 특허만료로 점차 범용화 되는 경향을 보이고 있다. 이에 따라 상업성이 있는 품목의 선정 및 제조기술의 확보를 통한 제품의 특화를 시도해야 할 것으로 지적되고 있다. 또 고분자제품의 고급화에 따라 첨가제의 고기능화 및 고성능화가 요구되고 있으며, 특히 스페샬티로 인정받기까지는 고분자 및 다른 첨가제와의 복합적인 상호작용 결과로써 규정되고 있어 이에 대한 기존연구에서 실제 응용연구까지 체계적으로 진행되어야 할 것으로 지적되고 있다.

2. 국내 플라스틱 충격보강제의 시장현황

국내 충격보강제는 주로 PVC에 적용되는데, 국내에서는 LG 화학이 공급하고 있고 Mitsubishi, Kurea, Rohm&Haas, GE 등의 제품이 수입되고 있다. 충격보강제는 아크릴계와 MBS 계로 구분되는데, 아크릴계 충격보강제는 연간 5000톤 정도의 수요를 보이고 있으며, LG 화학의 IM-805와 Rohm&Haas의 KM-334가 주류를 이루고 있고 대부분 PVC 창호재 및 파이프에 사용되고 있다. PVC 창호재의 주 수요처는 LG 화학 및 한화중합화학, 거평제철화학(구 포스코캠)을 비롯해 7개 기업으로 LG 화학은 IM-805, 한화중합화학은 Rohm&Haas의 KM-334, 거평제철화학은 DOW의 CPE3615, 벽산화성은 LG 화학 및 Rohm&Haas 제품을 사용하고 있는 것으로 알려졌다.

충진제(Filler)

충진제는 대량으로 첨가되어 원가절감을 목적으로 하는 증량제(Extender Filler)와 기계적, 열적, 전기적 성질이나 혹은 가공성을 개선하기 위해 첨가되는 보강제(Reinforcing Filler)의 두가지로 대별된다. 충진제는 다른 첨가제에 비해 대량으로 배합되는 것이 일반적이며, 많은 경우 40~50%가 사용되기도 한다. 충진제가 폴리머에 배합될 때 화학조성이나 형상에 따라 효과가 현저하게 달라지며, 따라서 충진제의 종류는 화학조성에 따라 무기질과 유기질로 분류하고 형상에 따라 분말상, 평판상, 침상, 구상, 섬유, 섬유직물상 등으로 분류한다. 이와같은 여러 가지 충진제 중에 폴리올레핀에 사용되는 충진제로는 유리섬유, 탄산칼슘, 탈크, 미카, 규석, 목분, 초크, Woolas-tonite 등이 있으며, 충진제의 주된 목적이 물성 및 가공성의 개선에 있으나 대량의 충진제가 배합되므로 경우에 따라서 물성저하 등의 결점이 나타나기도 한다.

PVC 충진제로는 탄산칼슘이 가장 많이 사용되는데, 이는 탄산칼슘이 이용하기 쉬우며 넓은 파티클 사이즈로 자유자재로 사용할 수 있기 때문이다. 또 믹싱가공장치의 마모가 적으며, 상대적으로 낮은 비중을 갖고 있어 볼륨코스트가 낮은 것이 장점이다. PVC에 두 번째로 많이 사용되는 Asbestos는 발암물질 판정으로 선진국에서 규제하는 물질이며, 세 번째로 많이 사용되는 클레이는 바닥재, 필름, 완구, 장식재, 전선 등에 널리 사용된다.

한편 국내의 탄산칼슘 시장규모는 96년 기준 연간 65만 3520톤으로 나타났으며, 이 중 PVC 충진제용이 31만 2000톤으로 47.7%, 제지용이 24만 톤으로 36.7%, 페인트용이 1만 6520톤으로 2.5%, 기타 유리, 시멘트, 의약품, 야금, 제당, 인쇄판 장식, 전자재 분산제, 경도제, 분필, 식품첨가제 등의 용도가 8만 5000톤으로 13.1%의 수요를 나타냈다.

가교제

1. 플라스틱 가교제의 개요

열에 의해 분해되는 화합물은 중합반응을 개시하고 가교반응에 영향을 준다. 분해속도는 분해속도를 증가시키기 위해 계에 첨가되는 증감제(Promotor)와 가속제(Accelerator)에 의해 혹은 분해를 지연시키는 금지제에 의해 조절된다. 가교반응에 쓰이는 액체수지에 첨가되는 첨가제는 촉매, 후경화제, 가교제, 개시제 등 여러 명칭으로 불린다. 이런 목적에 쓰이는 화학물질은 유기과산화물과 이에 관련되는 산소를 가지는 화합물이다. 이들은 전형적으로 수지 100에 1~3의 농도로 쓰이며, 최종용도로 쓰이기 바로 전에 수지와 함께 뒤섞는다. 가교결합은 거의 순간적으로 이루어지기 때문에 촉매화된 수지는 제한된 수명을 갖는다. 또 같은 종류의 화합물들이 PS, PVC, 폴리올레핀과 같은 열가소성수지의 제조에서 초기 중합반응에 쓰이고 있다. 이 용도로 쓰이는 과산화화합물은 플라스틱 첨가제이기보다는 중합촉매로 볼 수 있다. 가교제가 후중합첨가제로 쓰이는 주된 수지는 UPE, PE 등이다. 과산화화합물과 함께 쓰이는 반응촉진제는 보통 마그네슘과 코발트옥타이트이다. 최근 소개된 바나듐 화합물은 다른 금속화합물보다 변성이 적은 장점을 가지고 있다.

2. 국내 유기과산화물의 시장현황

국내에서 합성수지의 가교제(중합개시제) 주로 사용되는 유기과산화물은 국내 생산업체와 수입업체간의 경쟁이 치열한 상황이다. 국내 석유화학 산업의 성장과 더불어 이미 수년전부터 국내 시장을 선점해 온 Atochem, Akzo 등의 오랜 기술과 저가정책으로 인해 기술력이 약한 국내 기업들은 낮은 가동률로 고전하고 있다. 유기과산화물은 환경문제의 영향으로 분말타입의 제품에서 액체타입으로 전환하고 있으며, 액체타입은 에멀전계로 전환하는 양상을 보이고 있다. 그러나 국내 제조기업은 대부분 액체타입을 생산하고 있으며, 일부 분말타입을 생산하고 있으나 에멀전 타입의 생산은 저조한 실정이다. 유기과산화물의 종류는 매우 다양하며 합성수지의 생산량 및 수요조건에 따라 수요가 좌우되는 품목으로 합성수지용이 전체 수요의 90%를 차지하고 있다. 국내 생산 기업으로는 호성석유화학, 세기화학, 한솔화학(구 영우화학) 등이고 수입품은 주로 일본, 네덜란드 등에서 들어오고 있다.

BPO(Benzoyl Peroxide)는 순도에 따라 용도가 다른데, 95%는 페인트 중합개시제, 75%는 EPS 중합개시제, 27%는 밀가루표백제로 사용되고 있다. 75%는 한솔화학과 Akzo가 대부분의 시장을 차지하고 있으며, 대만산이 일부 수입되고 있다. 75%는 스티렌수지 생산기업에서 주로 사용하고 있는데 연간 600여톤의 수요를 보이고 있으며, 한솔화학이 제일모직, 효성 BASF, LG 화학, 금호케미칼(구 미원유화) 등에 공급하고 있고 Akzo는 신호유화와 금호케미칼에 공급하고 있다.

착색제(Colorant)

플라스틱은 일반적으로 원료수지가 미교적 무색투명하고 그 배합이 용이하므로 착색제와 배합에 의해 착색되고 있으며, 사용되는 착색제는 기본적으로 안료와 염료다. 안료는 물, 용매, 플라스틱에 녹지 않는 착색제의 총칭이며, 염료는 반대로 녹는 착색제의 총칭이다. 또한 이들의 물성상의 차이는 안료가 염료에 비해 착색력, 분산성, 선명성 등이 부족한 반면 내열성, 내후성, 내염제성, 내약품성이 우수하다. 안료는 화학성분에 따라 백색안료, 흑색안료, 무기안료, 유기안료 등으로 나눈다. 착색제는 사용에 따라 건조 착색(기본 혹은 혼합된 수지와 착색제를 뒤섞는 것), 압출 착색(건조 착색된 혼합물을 압출하고 재가공된 펠렛에 잘게 썰어 넣는 것), 전체 혼합, 액체플라스틱, 액상수지에 착색제를 분산시키거나 용해시켜 섞는 방법으로 착색한다. 염료는 안료와는 달리 일반적으로 그들이 사용되는 제품에 용해된다. 따라서 용해성 때문에 유기 또는 무기 어느 것보다도 투명한 대신 고농도로 사용해야 한다. 그리고 염료는 안료보다 비싸고 열에도 약하기 때문에 염료 그 자체를 플라스틱에 사용하지 못하고 불용성 무기화합물에 침전시켜 불용성으로 만든 Color Lakes를 사용한다. 염료는 아조계와 안트라퀴논계가 있다.

무적제(Antifogging agent)

1. 플라스틱 무적제의 개요

PE, EVA, PVC 필름으로 식품을 포장하거나 온상 피복하는 경우 필름내면에 물방울이 맺혀서 식품의 보관이나 작물 생육에 나쁜 영향을 미치고 있다. 이를 개선하기 위해 플라스틱 필름의 표면장력을 증가시켜 물과의 친화력을 향상시키기 위해 비이온계 계면활성제의 일종인 AF(Antifogging)제를 첨가하고 있다. 특히 온상필름용 첨가제로의 사용이 두드러지고 있는데 AF 제는 지속성이 균일하지 않고 지속기간이 너무 짧다는 소비자들의 불만이 많은 편이다. 이는 AF 제가 필름표면으로 접촉하면서 발생하는 물방울을 퍼져 흐르게 하는 동안에 같이 소모되기 때문이다. AF 제의 소모량은 필름재질과의 상호친화성, 온상주변의 온도와 온상내부의 수증기 증발량 등과 깊은 관계가 있으므로 무적지속성을 일정하게 유지시키기는 매우 어렵다. 최근 일본에서는 필름수명을 3~4 년까지 연장시키고 또한 무적지속성을 필름수명만큼 유지시키는 특수필름을 개발했다고 발표한 바 있다. Mitsubishi Yuka 는 AF 제를 컴파운딩한 필름이고 미가도 화공은 필름내면에 AF 제를 스프레이코팅하는 방법이다.

2. 국내 플라스틱 무적제의 시장현황

무적제는 80%이상 농업용 필름에 사용되며 기타 식품포장, 전선용 피복용 등으로 첨가되는데 가격은 제품의 종류에 따라 kg당 1000~8000 원까지 다양하다.

핵제(Nucleating Agent)

1. 플라스틱 핵제의 개요

핵제란 폴리머의 결정화 속도를 촉진시키고 결정의 크기를 미세화시켜 투명성을 향상시키고 결정화 속도를 증가시킴으로써 사이클타임을 단축시키는 한편, 기계적 물성을 향상시키기 위한 첨가제이다. 핵제는 주로 투명성 이 필요한 포장용 필름이나 박층용기에 사용되어 경도, 인장강도, 탄성률, 항복점, 신장률 및 충격강도 등의 기계적 물성 향상, 흐림도, 광택도 및 투명성 등의 광학적 성질 향상, 기계적 응력의 균일한 분배, 결정화 속도의 증가로 인한 사이클타임 단축 등의 기대효과를 얻을 수 있다. 핵제의 사용은 폴리머의 유형과 핵제의 물리적, 화학적 성질과의 상관관계에 따라 세심한 주의를 요하는데 무기물 첨가제(Talc, Silica, Kaolin), 유기물 화합물(Mono or Polymer carboxylic acid salt, Pigment), 폴리머(Ethylene Acrylic ester copolymer) 등 3 가지로 분류된다.

2. 국내 플라스틱 핵제의 시장현황

국내의 핵제 수요량은 연간 60 여톤으로 나타났는데, 국내의 유일한 생산업체인 동보화학이 약 10% 정도의 시장을 차지하고 있고 나머지는 수입품들이 주류를 이루고 있다.

블로킹방지제 및 슬립제(Antiblocking and Slip Agent)

필름은 때때로 표면끼리 달라붙어 작업상 지장을 주는 경우가 있으며, 이러한 현상은 높은 마찰계수나 블로킹으로 인한 현상이다. 블로킹은 필름 성형시 닥롤(Nip-Roll)에서 필름 내면이 서로 달라붙은 현상으로 표면마찰로 인한 슬립성과 구분된다. 블로킹은 일차적으로 다이와 닥롤간의 거리를 넓게 하고 냉각시간을 연장하며 닥롤의 온도를 수지의 연화점 이하로 유지하면 일반적으로 감소한다. 또한 무기광물질의 미세한 입자인 실리카, 규조토, 카올린 및 탈크 등을 블로킹방지제로 사용하여 필름표면을 거칠게 하여 인접한 필름층 사이에 얇은 공간을 형성함으로써 접착을 방지한다. 슬립제란 필름이나 시트가 잘 미끄러지도록 하기 위한 첨가제로써 가공도 중이나 직후에 표면으로 스며나와 도포된다. 이 도포막이 마찰계수를 줄이는데 필요한 윤활작용을 하게 되므로 슬립성을 개선해 준다.

플라스틱 수지별 용도

1) 폴리염화비닐(PVC/ Polyvinyl Chloride)

PVC란 원래 투명하고 딱딱한 플라스틱이다. 플라스틱 중에서 가장 점도가 높고, 또 열안정성이 나쁘다. 따라서 성형 가공이 어렵기 때문에 약간의 물성저하가 있어도 여기에 열안정제와 가소제를 첨가해서 연화시킬 수는 있다. 이 가소제의 첨가량에 따라 일반적으로 다음의 두 가지로 나눈다.

① 경질PVC·····가소제가 없다(무가소 PVC라고 한다) 또는 가소제가 20%이하.

② 연질PVC·····가소제가 30%이상 첨가된 것.

①과 ②의 중간은 반(半)경질PVC라고 한다.

PVC 자원은 국내에도 풍부하고, 또 가격이 싸고 물성도 비교적 좋으며, 또 딱딱한 것부터 고무처럼 부드러운 것까지 자유롭게 선택할 수 있기 때문에 우리 나라에서 가장 대량으로 사용되고 있는 플라스틱이다. (압출 성형에 의한 것이 아주 많다) PVC의 주된 특성은 화학적 성질(내수, 내산·알칼리성, 무독성 등)과 물리적 성질(경연자유(硬軟自由) 이고, 또한 자소성 (自消性)등이 비교적 좋다. 또 내노화성이 우수하다. 결점은 물성적으로 내열 및 내한성이 약하다. 또 성형 가공상 범용 플라스틱 중 가장 열분해를 잘 일으키며, 경질 PVC는 가장 용융점도가 높다. 따라서 성형기와 금형, 성형 기술에 특별한 배려가 필요하다. 연질PVC의 성형성은 비교적 좋다.

(용 도)

PVC는 아주 넓은 용도에 쓰이지만, 사출 성형품에서는 다음과 같은 곳에 쓰인다.

경질PVC·····파이프, 홈통 등의 조인트, 배관부품, 전기부품(케이스류가 많다) 등.

연질PVC·····자동차 쿠션재, 샌달, 장화 등의 신발류, 삼륜차의 타이어 등 고무 분야.

이 밖에, PVC는 난연성 등의 특성을 살려, 다른 플라스틱과 공중합시켜서 질을 개선한다. PVC를 아크릴에서 변성시킨 Kaydex(Rohm & Haas창)와 ABS와 PVC와의 브랜드에 의한 난연성 ABS등은 그 대표적인 예이다.

2) 폴리에틸렌/(PE.HDPE., MDPE .LDPE/Polyethylene)

PE에는 다음 3종류가 있고 성질도 상당히 다르다.

① 고밀도 PE(HDPE)·····딱딱하다·····저압법·····비중 0.95~0.96·····성형성 낮음

② 중밀도 PE(MDPE)·····중압법·····비중 0.93~0.94·····성형성 중간

③ 저밀도 PE(LDPE)·····부드럽다·····고압법·····비중 0.91~0.92·····성형성 양호

PE의 특성으로는 유연성을 들 수 있는데, 이는 장점도 되며 결점도 된다. PE는 유백색이며 반투명, 불투명의 납과 같은 느낌의 플라스틱으로, 비중은 보다 작고, 내수성, 전기 절연성(특히 고주파 절연)이 우수하고, 산과 알칼리에 잘 견딘다. 또한 위생적으로 무독하며, 꽤 저온에서도 유연성을 잃지 않고 충격에 강하다 또 PE는 거의 수분을 통과시키지 않지만 탄산가스, 유기용제, 향료 등의

투과도는 상당히 크다. PE는 화학적으로 아주 안정하며, 상온에서 용해시킬 수 있는 용제가 없다. 그리고 완전히 무극성이기 때문에 접착제로서의 접합, 표면의 인쇄를 하기는 어렵다. 이 폴리에틸렌분만 아니라 결정성 플라스틱에 대해서도 마찬가지이지만, 이 폴리에틸렌도 일반적으로 결정화도(결정 밀도)가 크면 클수록 융점, 연화점, 항복점, 강성, 내약품성, 경도 등이 커지고, 반면 투명도가 떨어지든가 신축성이 줄어든다. 또 가공면에 있어서 약간 어렵고, 이 관계가 일단 표준으로 MI(멜트인덱스 Melt Index)라는 용어가 자주 쓰인다. MI를 MFI라고도 한다. 이와 같이 PE는 밀도, MI, 분자량 분포에 의해 성질이 크게 변한다 PE는 성형수축이 크고 반복에 약하며 내열성이 떨어지는 것 등이 결점이다

(용 도)

PE는, 유연성, 내한성, 내약품성의 특징을 이용할 수 있어서, LDPE는 부드러움을 필요로 할 경우, HDPE는 거의 경도와 내열을 필요로 할 경우에 쓰여진다. PS와 마찬가지로 가격이 싸고, 일용 잡화품에서 공업 부품까지 용도는 아주 넓지만, 밀폐용기, 내한이나 통습성이 없는 것을 이용한 양동이, 식기 등의 부속용품이 대표적인 것이다.

3) 폴리프로필렌(PP/Polypropylene)

PP의 특성은 유사한 플라스틱과 비교하여 가장 현저한 것은 비중, 기계적강도, 굽힘 피로성, 내열성, 전기적 특성, 내약품성 등이다. 비중은 TPX다음으로 가볍고, PVC의 60%정도이다. 기계적 강도는 HDPE보다도 항복점, 인장강도, 압축강도, 탄성율이 요구되는 부분에서는 부족함이 없는 재료이다. 화학적으로는 황산, 질산을 제외하고는 안정하다. 원색은 PE와 같이 불투명한 유백색이다. PP의 최대 특징은 반복 펌이 강해서, 본체와 뚜껑을 하나로 성형하는 힌지 (종래 관절의 이음새에 상당하는 부분)를 만들 수 있다. 이것은 다른 공업재료 및 다른 플라스틱에서는 '모방'도 할 수 없는 멋진 특성이다. 결점은 PE에 비해 저온에서의 충격에 약한 것, 자외선에 약한 점이다. 이 결점을 보완하기 위해, 합성고무와 PE와의 공중합체도 개발되고 있다.

(용 도)

저온에서의 사용을 제외하고, PE의 용도로, 더욱 기계공업 부품의 진출이 가능하게 되었다. 또 힌지 성형품은 거의 100%이며 이 PP에 의해 성형되고 있다. ABS가, 표면경도가 있고 딱딱한 플라스틱에서 밸런스를 잘 이루고 있는 것에 비해 PP는 유연성을 갖춘 내열성의 균형을 이룬 플라스틱의 대표이다. 최근에는 도금 분야에도 진출하고 있다.

4) 스티렌계(PS, GPPS, HIPS)

PS에는 그 종류와 성질에 따라 다음의 두 종류가 있다.

일반용 (General Purpose).....GPPS

내충격용 (High- Impact)HIPS

PS는 용융 후의 유동성이 매우 좋기 때문에 사출 성형에 적합하고, 가격이 싸며, 사출 성형으로서는 가장 기본적인 플라스틱이다. GFPS는 무색 투명하고 딱딱하여 굴절율도 높다. 또 전기 절연성 (특히 고주파 특성)이 우수하고 성형품의 치수 안정성도 좋다. 또 착색이 자유롭고 더구나 도장(로팅)과 인쇄 등의 표면 처리도 용이하다. 한편, 잘 부서지고 열에 약하며 용제에 약한 결점도 있다. 잘 깨지는 것을 보완하기 위해 합성고무(SBR)를 첨가한 것이 HIPS이다. HIPS는 충격성은 향상되지만 투명성이 떨어지고, 또 배합량이 많을수록 성형성, 표면경도, 인장강도, 열변형온도는 저하한다. GP와 HI는 자가 블렌드도 가능하고, 예를 들면 Gp77%, HI3e%인 것을 30% 1도PS라고한다. 일반적으로 20~30% HIPS가 많이 쓰이고 있다. HI를 Hi로 표시해도 좋다.

스티렌은 다른 폴리머와 대단히 상용성이 좋기 때문에 여러가지 폴리머에 의한 개질(77◎) 그레이드가 많이 생산되고 있다. 예를 들면 폴리이미드에 의한 내열성 그레이드 부타디엔에 의한 내충격성이 개량된 그레이드, 아크릴리크릴, 아크릴고무, 스티렌에 의한 내충격성과 내후성 개선 그레이드, 아크릴니트릴과의 SAN등 외에 PPO나 그 밖의 난가공성 엔플라의 성형 가공성 개량용(PPE)등에도 사용된다.

(용 도)

우수한 성형성 (유동성)을 살리고 또 전기 특성, 외관 요소 등을 살린 것이 많고, 일용품에서 통신기기 부품에 이르기까지 넓은 용도에 쓰인다. 얇아도 잘 흐르므로 플라 모델등도 PS의 대표적인 제품이라고 할 수 있다. 또 발포시킨 것은 단열재, 건축, 가구(합성 목재)재, 포장재, 절연재 등으로 역시 넓은 용도에 사용한다.

5) 폴리카보네이트(PC/polycarbonate)

PC의 최대 특징은 기계적 특성이 우수하고, 특히 가장 충격에 강하다. 그 밖에 저온특성, 내열성, 전기특성, 치수 안정성 등 구조 부품에 요구되는 성능을 거의 모두 갖추고 있다. 결점은, 자외선에 약하고, 알카리, 방향족계 용제, 염소화 탄화수소에 조금 약하다. 또 성형성이 나빠서 고압에 의한 스트레스 크랙71이 발생하기 쉽다. PC는 옅은 호박색을 띤 투명체이다.

(용 도)

PA, POM과 함께 대표적인 것으로, 앞에서 든 장점을 살려 광범위하게 사용된다. 기계적특성을 살린 기계 부품, 내열성을 살린 의료기구, 전기기기 부품, 욕자기구, 가정용품 등이 있고, 특징은 역시 내충격성을 살린 것이다. 또 PA, POM과 비교하면 투명해서 사용용도의 일익을 담당하고 있다. PA, POM보다 흡수성이 작아 치수 안정성이 좋다.

6) 에틸렌.초산비닐(EVA/Ethylene Vinylacetate Copolymer)

공업적으로는 1960년 미국에 듀폰(Dupont)에서 엘박스라는 상품명으로 생산한 것이 최초이다. EVA의 물성은 중합도(분자량)와 초산비닐의 함유량에 의해 결정된다. 분자량이 클수록 강인성,

가소성, 내스트레스 크랙71, 내충격성이 향상하며, 성형성 및 로면광택은 저하한다. 보통 사출 성형에서는 초산비닐의 함유량이 20%이하인 것이 많이 쓰인다. 초산비닐이 45%가 되면, 비결정성 플라스틱이 된다. EVA의 특성은 유연하며 강인하고 또 저온에서도 유지되는 것이 가장 큰 특징이다. 또 내스트레스크랙, 내후·내오존성이 강하고, 투명성과 광택이 좋다. 또 PVC와 같이, 독성의 염려도 없으며 가공성도 좋다. 개질용(改質用)으로 많이 쓰인다.

(용 도)

EVA의 용도는 광범위하지만, 사출 성형 관계에서는 연질PVC의 온도 변화에 약한 결점을 보완하는 분야에 있어서 그 특징을 살리고 있다. 전기 부품 관계, 잡화에 많이 사용한다. 한편, EVA의 발포체는 미세한 기포체이며 가볍고 마모성도 좋다. 따라서 사출 성형품으로는 샌달, 슬라이퍼, 삼륜차·유모차의 타이어, 단열재 등 종래의 고무에서 연질PVC의 분야로 진출하고 있다. EVA의 필름은 빛의 투과성이 좋아 우수하다.

7) 폴리아미드(PA/POIamide)

상품명 「나일론」으로 알려져 있지만, 플라스틱명은 폴리아미드이다. 일반적으로 산아미드 결합을 갖고 있는 고분자 화합물을 폴리아미드라 한다. PA-4, 6, 6-6, 6-10, 7, 8, 9, 11, 12 등 종류는 아주 많지만, 사출 성형용으로 많이 사용되는 것은 다음의 5종류이다. 또 숫자는 반복 단위내의, 디아민의 탄소수, 2염기산의 탄소수를 나타낸다. 공중합 PA, 블랜드 PA도 있다.

PA6, PA6-6(육육이라고 부른다)……일반용PA6-10(육 십이라고 부른다)PA11 PA12……흡습성 감소용 PA는 내마모성, 내약품성, 무음성, 충격흡수성, 내열·내한성, 내유성, 강인성, 자기윤활성 등 아주 많은 특성을 갖고 있다. PA는 다음에 설명하는 POM과 유사하지만 최대의 특징은 마찰 저항이 적어 미끄러지기 쉬운 점이다. 엔지니어링 플라스틱의 유일한 결점은 아미노기에 의한 흡습성이 커서 치수 안정성이 부족한 점이다. PA도 전형적인 결정성 플라스틱으로 PE, PP, POM과 같은 상태의 결정화도에 의해 물성이 크게 좌우된다. 결정화도와 물성은 전반적으로 비례하지만 충격과 신축성은 저하한다.

다음에 각 PA의 특징을 요약해 본다.

PA6………PA6-6보다 조금 유연하고, 성형 온도도 낮아 성형성이 좋다.

PA6-6………PA6과 물성은 큰 차이가 없다. 결정화도가 높아 범용PA중 가장 물성이 좋은 반면, 또 가장 성형이 어렵다.

PA6-10………PA6, 6-6과 비교하면 가볍고 흡습성이 적지만, 물성이 조금 떨어진다.

PA11………성질은 PA12와 비슷하다. 흡습성은 PA6, 6-10보다 작다.

PA12………PE와 PA6의 중간적 성질을 갖고 있고, PA중에서 가장 흡습성이 작기 때문에 치수 안정성이 우수하다.

(용 도)

PA6, 6-6은 범용 PA로 내열, 고물성이 필요한 때는 PA6-6을 사용한다. PA11, 12는 높은 칫수 정밀도를 목표로 할 때, 또 PA6-10은 이 중간 용도에 쓰이고 있다. 공업 부품에 많은 수요가 있지만 가장 특징적인 것은, 미끄러움성, 무음성, 자기 윤활성을 이용한 슬라이딩 부품(베어링, 기어, 캠 류)이 있다. 이 외에 팩킹, 볼 파스너, 볼트, 주사기 등 모든 면에서 사용된다. 내열을 이용해서 잡화품 및 공업용품에도 사용되는 경우가 늘고 있다.

8) 아크릴로니트릴.부타디엔.스티렌(ABS/Acrylonitrile Butadiene Styrene)

GPPS에 AN을 첨가해서 SAN, 이 SAN에 다시 B(합성고무)가 첨가되기 때문에 탄성이 증가하고, 점성이 늘기 때문에 충격에도 강하고, 또 저온에서도 사용할 수 있다. 이같이 직접적으로는 저온에 있어서 최고의 내충격 강도를 자랑하고 있다. 그러나, 실제적인 면에서 최대의 특징은 이렇다할 우수한 장점이 없는 대신에 이렇다 할 큰 결점도 없다. 결국 플라스틱 중 가장 물성상, 성형성, 가격면에 균형을 이루고 있는 상품화에 즈음하여, 플라스틱 선택이 곤란할 때는 ABS를 사용하면 무난하다. 이 외 특징으로는 표면 저도, 내열 온도, 내약품성이 개선되고, 칫수 안정성과 성형성도 나쁘지 않다. 또 도금특성 (부타디엔은 부식하기 쉽기 때문)이 좋다. 결점으로는 GPPS, SAN에 비해 투명성이 약간 떨어지는 정도이다.

(용 도)

많은 밸런스를 이룬 특성을 갖고 있기 때문에 일용 잡화품에서 공업용품까지, 경질 성형품 분야에서 용도 범위가 더욱 확대되고 있다. GPPS, SAN과 비교해서 충격과 강도를 필요로 하는 기계적 공업 부품에 많이 진출하고 있다. 각종 하우징 (TV, 라디오), 헬멧, 세탁기조, 하이힐의 뒤축 등은 그 대표적인 것이다.