

PVC 고분자 물질 난연 특성 효과에 대한 연구

한종일,^{1,2} 이철규^{1,*}, 정우성¹, 이덕희¹, 김성현², 이병욱³
¹한국철도기술연구원; ²고려대학교 화공생명공학; ³디아이켄
 (ceuhl@krri.re.kr*)

A study on effect pvc polymer substance for flame retardant

Han Jon-Il^{1,2}, Lee Cheul-Kyu^{1,*}, Jung Woo-Sung¹, Lee Duk-Hee¹, Kim Sung-Hyun²,
 Lee Byung-Wook³

¹Korea Railroad Research Institute, ²Department of Chemical Biological Engineering Korea
 University, ³DICHEM
 (ceuhl@krri.re.kr*)

1. 서론

고분자재료는 사용하는 목적에 따라 다른 첨가제를 혼합하여 사용하는데, 각 조성조건에 따라 재료의 특성이 다양하게 변화되므로 사용될 재료에 대한 특성시험은 매우 중요하다. 따라서 본 연구에서는 난연제 중 일반적으로 많이 사용되는 수산화마그네슘과 수산화알루미늄을 중점으로 입도에 따른 조건을 살펴봄으로서 최종적으로 고분자 재료의 물성을 확보하기 위한 기초자료를 제시하고자 하였다. 무기계 난연제로 널리 사용되고 있는 수산화마그네슘과 수산화알루미늄의 입도 및 개질에 따른 산소지수 변화를 확인하여 보았다.

2. 실험

2.1 실험재료

본 실험은 열가소성 수지인 PVC를 사용하였고 (주)한국 케미칼에서 제품생산에 사용하였다. PVC중합도 1000(P=1000)를 이용하여 실시하였으며, 2분롤로 분산하고 두께의 편차를 줄이기 위해서 프레스를 이용하여 3mm로 하여 실험하였다.

Mg(OH)₂는 Tateho Magu Co.,Ltd(Japan)의 20으로 MgO 68.55%의 것을 사용하였으며, Al(OH)₃는 삼화정밀화학(주) SW-800으로 순도 99.8%를 사용하였다. 산화몰리브덴은 시약용 및 난연 보조제용 미국 Alcoa사 것을 사용하였다. 반응 시 사용한 물은 1차 증류수를 사용하였다.

2.2 실험원리

투명한 연소원통을 통하여 흐르는 산소 및 질소의 혼합물 속에 소형의 시험편을 수직으로 지지한다. 시험편의 위쪽 끝을 점화시킨 후 시험편의 연소거동을 규정된 연소조건에서 연소가 지속되는 시간 또는 시험편의 연소 길이를 관찰하여 비교하며, 일련의 시험편을 각기 다른 산소농도에서 시험하여 최소 산소농도가 평가한다.

2.3 실험방법

본 실험에서 사용된 ASTM 2863을 사용하였으며, 가스유량은 18.9L/min로 조절수직으로 자립이 가능한 시편은 120*10*t규격으로, 자립이 불가능한 커버지 등은140*50*t로 잘라 사용하였으며 불꽃 크기를 164mm로 조절하였다.

3. 실험결과

3.1 수산화마그네슘(Mg(OH)₂) 난연효과

수산화금속화합물에서 난연제로서 사용되는 것은, 대표적인 것으로 Al(OH)₃와 Mg(OH)₂의 두 종류로, 이것은 논 할로젠계 난연제의 중심적 역할을 차지하고 있다. 알루미산칼슘, 탄산칼슘, 붕산아연, 수산화칼슘 등도 수산화금속화합물 특유의 흡열반응을 보이지만 붕산아연 이외에는 실제로 거의 사용되지 않는다.

본 실험에서는 각 재료의 물성을 확보하기 위하여 수산화마그네슘의 투입량 대비 산소지수의 변화와 수산화마그네슘 입도 및 개질에 따른 산소지수 변화를 확인하여 보았다. Table1 와 Figure 1의 결과에서 보듯이 수산화마그네슘은 그 투입량이 증가할수록 난연성은 비례적으로 증대하는 결과를 보여주고 있다.

Table.1 Mg(OH)₂ 입도 및 개질 따른 산소지수변화

Item	Mg(OH) ₂ (phr)								Re-marks
	0	20	40	60	80	100	150	180	
PVC	100	100	100	100	100	100	100	100	Resin
DOP	60	60	60	60	60	60	60	60	Plasti-cizer
Zn-st	2	2	2	2	2	2	2	2	Heat-S-tabili-zer
Ca-st	2	2	2	2	2	2	2	2	
OI	22.3	24.2	24.8	25.6	26.2	27.4	29.4	30.2	

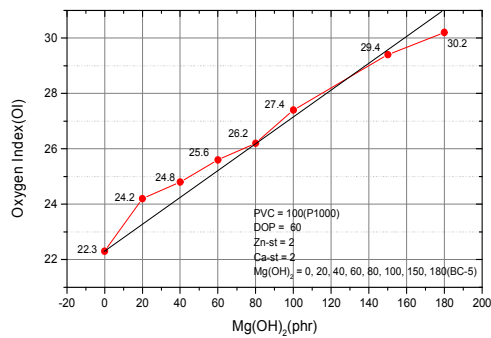


Figure.1 Mg(OH)₂입도및개질 따른 산소지수변화

Table.2 Mg(OH)₂함량에 따른 산소지수

Item	Mg(OH) ₂ (phr)								Re-marks
	0	20	40	60	80	100	150	180	
BC-5	22.3	24.2	24.8	25.6	26.2	27.4	29.4	30.2	평균입도5um
BC-3	22.3	24.8	25.8	27.3	27.5	27.8	28.4	31.5	평균입도3um
A970	22.3	24.7	25.5	26.3	27.2	27.9	29.7	29.9	표면처리

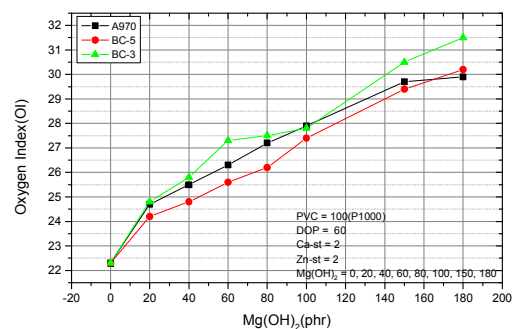


Figure.2 Mg(OH)₂함량에 따른 산소지수

또한, 입도의 영향을 보기 위하여 평균입도 3um, 5um를 비교해본 결과 평균입도가 3um인 BC-3가 BC-5비해 난연성이 우수한 것으로 평가되었다. A970은 평균입도 5um를 지방산으로 표면처리한 것으로 평균입도 5um인 BC-5에 비해 난연성이 우수한 결과를 보이는 것

은 표면 코팅제인 지방산에 의해 분산성이 향상된 것에 기인한다.

3.2 수산화알루미늄(Al(OH)₃) 난연효과

본 실험에서는 수산화알루미늄의 투여량 대비 산소지수의 변화와 수산화알루미늄 입도에 따른 산소지수 변화를 확인하여 보았다.

Table.3 Al(OH)₃(phr)입도에 따른 산소지수변화

Item	Al(OH) ₃ (phr)								Re- marks
	0	20	40	60	80	100	150	180	
PVC	100	100	100	100	100	100	100	100	Resin
DOP	60	60	60	60	60	60	60	60	Plasti- cizer
Zn-st	2	2	2	2	2	2	2	2	Heat-S- tabili- zer
Ca-st	2	2	2	2	2	2	2	2	
OI	22.3	25.3	26.8	28.3	29.4	30.4	35.4	36.7	

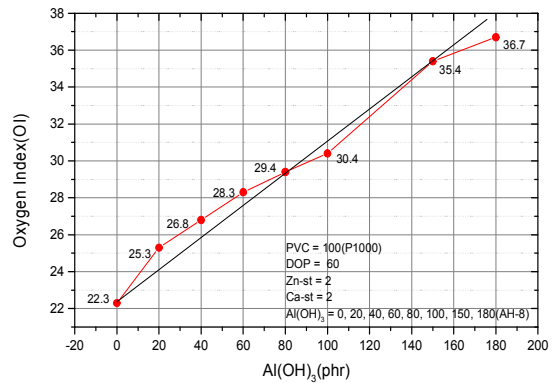


Figure.3 Al(OH)₃ 함량에 따른 산소지수변화

결과에서 보듯이 수산화알루미늄은 그 투여량이 증가할수록 난연성은 비례적으로 증대하는 결과를 보여주고 있다.

또한 입도의 영향을 보기 위하여 평균입도 1um, 8um, 50um를 비교해본 결과 평균입도가 8um인 AH-8이 DH-50비해 난연성이 우수한 것으로 평가되었다. BF013은 평균입도 1um 제품으로 평균입도 8um인 AH-8에 비해 고농도 투여시 난연성이 우수한 결과를 보이는 것은 수산화알루미늄의 분해온도가 낮아 저 농도에서는 작업 시 분해율이 평균입도가 낮은 것이 높은 것에 기인하고 고농도 시 분산성에 지배를 받는 것으로 판단된다.

Table.4 Al(OH)₃(phr)함량에 따른 변화측정값

Item	Al(OH) ₃ (phr)								Remarks
	0	20	40	60	80	100	150	180	
AH-8	22.3	25.3	26.8	28.3	29.4	30.4	35.4	36.7	평균 입 도8um
DH-50	22.3	25.2	26.2	27.2	28.2	29.2	31.7	32.7	평균 입 도50um
BF013	22.3	23.8	25.3	26.8	29.7	31.7	35.4	39.4	평균 입 도1um

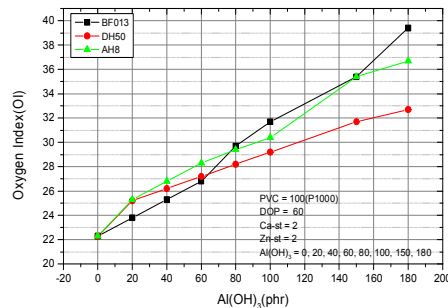


Figure.4 Al(OH)₃(phr)함량에 따른 변화 측정

수산화마그네슘과 수산화알루미늄을 비교해 보았을 때 난연성 및 연기밀도는 수산화알루미늄이 효과가 높게 나타났으나 독성에서는 수산화마그네슘이 유리하며 또한 가공 특성

면에서 수산화알루미늄은 낮은 분해온도로 인한 단점을 갖고 있음으로 두 수산화화합물을 혼용 사용을 검토하는 기초자료로 1:1혼합제품의 난연성을 실험하여 보았다.

그 결과 두 제품의 중간 값으로 결과가 도출됨을 알 수 있었으며 이를 연기 및 독성과 연관지어 혼합비를 검토할 필요성이 있을 것으로 판단된다.

Table.5 Filler(phr)대한 Al(OH)₃ Mg(OH)₂

Item	Filler(phr)								Re-marks
	0	20	40	60	80	100	150	180	
AH-8	22.3	25.3	26.8	28.3	29.4	30.4	35.4	36.7	Al(OH) ₃
BC-5	22.3	24.2	24.8	25.6	26.2	27.4	29.4	30.2	Mg(OH) ₂
1:1	22.3	23.9	25.3	27.8	29.3	30.3	33.2	34.4	AH-8 :BC-5

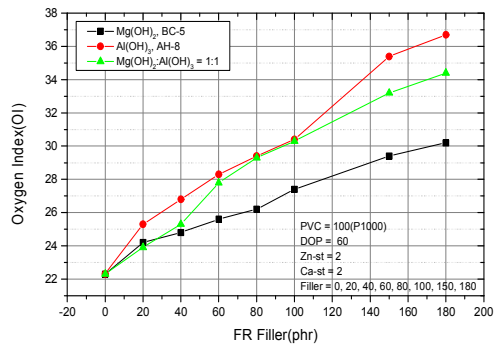


Figure.5 Filler(phr) Al(OH)₃ Mg(OH)₂ 실험결과

4. 결론 및 토론

본 연구는 수화금속화합물에서 대표적으로 사용되는 Al(OH)₃ Mg(OH)₂ 의 난연성에 대해 실험하였다. PVC Sheet 산소지수를 이용한 실험결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) Al(OH)₃ 모두 투입량이 증가할수록 난연성은 비례적으로 증대하는 결과를 보여준다.
- 2) 입도의 영향을 보기 위하여 Mg(OH)₂ 3um, 5um를 비교해본 결과 평균입도가 3um인 BC-3가 BC-5비해 난연성이 우수한 것으로 평가되었다.
- 3) 고농도 투입시 난연성이 우수한 결과를 보이는 것은 Al(OH)₃의 분해온도가 낮아 저농도에서는 작업 시 분해율이 평균입도가 낮은 것이 높은 것에 기인하고 고농도 시 분산성에 지배를 받는 것으로 판단된다.
- 4) 각 재료의 장단점을 고려하여 1:1 혼합제품의 난연성을 실험한 결과 두 제품의 중간 값으로 결과가 도출되었다.

향후 본 연구와 관련하여 발전시키거나 개선할 사항은 적용 고분자 재료의 다양화 실험을 통한 통신 및 전력용 고분자재료로의 발전을 모색하고, 상승효과 및 방해 효과등 적용에 관한 면밀한 검토를 통해 고분자 재료의 난연화, 특히 무독성 난연이 가능하게 하는 기술적 가치를 지님으로 고분자 소재산업 기술발전에 기여할 수 있다.

5. 참고문헌

1. 고분자 과학과 기술 1995 “난연 플라스틱 현황”
2. ASTM D 2863" Standard Test Method for Measuring The Minimum Oxygen Concentration to support Candle-like Combustion of Plastics(Oxygen Index) ASTM(1991)
3. 한국고분자학회 난연특성의 기초와 기술동향
4. "최신국내.세계의난연제 환경규제현황조사"p68~72,p193~198, 2005.11
5. 김재원의 “플라스틱 재료”, P321~324, 2000.6