

# 자동차 및 전기부품용 고기능 ABS 복합소재 기술개발

안태광\*, 서경원\*\*

\* 혜전대학 소방안전관리과, \*\* 효창산업 기술연구소

e-mail: ahntank@hanmail.net

## The Preparation Technology of the ABS Composite for Automobile and Electronics Parts

Ahn Tae-kwang\*, Seo Kyung-won\*\*

\* Dept. of fire safety, Hyejeon College,

\*\* Reasearch Center of Hyochang Industry Co.

### 요 약

플라스틱인 ABS와 탄산칼슘 복합소재에 사용되는 carrier resin과의 상용성 기술개발을 이용하여 무기충진재인 탄산칼슘의 최적 입도와 분산제 등의 첨가제 Recipe 확보를 통한 복합소재의 제조기술 개발하고, 이들 제조된 복합소재를 ABS에 최대 40%까지의 적용하는 기술과 함께 기계적 특성 및 충격강도, 그리고 수지 내의 무기충진에 따른 분산성을 조사하였다. 무기 충진 ABS의 시제품을 제조하여 물리적, 기계적, 열적 특성시험을 거쳐 최적의 탄산칼슘 복합소재 생산기술을 개발하였다.

### 1. 서 론

자동차 및 전기부품용 고기능 ABS 복합소재의 개발은 제품의 코스트다운, 치수안정성, 기계적 특성, 가공성 등을 향상시킬 목적으로 무기 Filler인 탄산칼슘을 첨가하여 복합소재를 제조 기술을 개발하였다. 플라스틱의 적용 ABS 제품은 자동차부품과 전기부품 등에 사용되는 일상 생활에 범용화 되어가고 있는 수지로서 사용량이 증가추세에 있으며 현재 사용되고 있는 탄산칼슘 복합소재는 범용 플라스틱인 PP, PE 등의 올레핀계 수지에서 Flat Yarn, Injection Molding, PP Band, PP Pipe, Blow Film 등의 용도로 탄산칼슘이 10~40% 첨가되어 사용되고 있다. 하지만 개발하려고 하는 ABS 복합소재는 현재 국내의 기술은 없으며, 다만 국내 컴파운드 제조업체들이 탄산칼슘을 1~3% 정도 첨가하여 제조 판매하고 있는 실정이다. 따라서 탄산칼슘 첨가에 따른 복합재료 제조에 따른 제조업체들의 우수한 치수안정성, 기계적 특성, 코스트다운 등의 기대효과는 없는 실정이다. 또한 Target 제품은 일본의 Nittofunka 제품으로 ABS에 탄산칼슘 함량 30% 일 경우 물성치가 국내의 PP, PE 적용 제품보다 약 2배 정도 우수한 것으로 나타났다. 이것은 탄산칼슘의 Particle Size, 입도형태 변화와 복합소재화 하는데 사용되는 carrier resin의 종류 및 물리적 특성에 따라 분산성의 문

제가 발생한다. 따라서 이 연구는 무기 filler인 탄산칼슘을 직접 첨가하여 ABS 제품 작업시 발생하는 작업환경의 악화, 제품 분산성 문제를 향상시키면서 동시에 ABS)의 기계적 특성 및 열안정성을 유지할 수 있어야 한다. 저가의 중국산 ABS 제품군들로 인한 가격 경쟁 때문에 국내 플라스틱 가공업체에서는 가격 경쟁력과 채산성이 계속 악화되어 가고 있는 실정이다. 따라서 무기 충진재인 탄산칼슘을 첨가한 자동차 및 전기부품용 고기능 ABS 복합소재 개발을 함으로써, 개발된 복합소재를 첨가하여 ABS 제품을 생산함에 따른 원가절감으로 플라스틱 가공업체들의 대내외적 가격 경쟁력 강화를 목표로 하고 펠렛상의 복합소재를 사용함으로써 쉽게 혼합하여 사용이 편리하고, 탄산칼슘 첨가 시 발생하는 분진에 의한 작업환경을 개선시키며 제품의 분산성, 기계적 특성, 열안정성 특성을 향상시키고자 한다.

현재 사용되고 있는 탄산칼슘 복합소재는 범용 플라스틱인 PE와 PP 등 올레핀계 수지에만 적용하여 제한적으로 사용되고 있는 실정에 있다. 그러나 원자재 가격의 급등에 따른 경쟁력 제고를 위하여 본 개발 과제인 자동차 및 전자부품용 고기능 ABS복합소재는 국내에서 아직 개발되지 않고 있으며, 최종 성형제품의 치수안정성 향상과 원료 코스트 절감에 따라 그 수요가 점차 늘어나고 있는

추세에 있다. 다만 일부 컴파운딩 업체들이 일부의 탄산칼슘을 배합하여 ABS 컴파운드를 제조, 판매하고 있으나 워낙 carrier resin 가격에 비해 원가부담이 커서 가공업체들의 어려움을 겪고 있는 실정에 있다.

아시아권역, 즉 중국, 동남아 일대에서 ABS 수지의 일부 컴파운딩 업체들로부터 국내와 유사한 공정을 통한 ABS 컴파운드를 제조, 판매하고 있으며 분산성, 치수안정성 및 기계적 특성향상을 목적으로 한 복합소재화는 진행되지 않고 있는 실정이다. 다만 본 연구과제의 Target 제품은 일본의 Nittofunka 제품으로 물성은 아래 표 1과 같다.

표 1. 기존 복합재료의 배합비 조성

복합소재(%)		ABS		
		0 %	10 %	30 %
인장강도	kg/cm <sup>2</sup>	501	456	370
신율	%	98	39	25
충격강도	kg · cm/cm <sup>2</sup>	24.7	8.9	6.0
굴곡강도	kg/cm <sup>2</sup>	874	811	640
HDT	℃	74	72	70
수축률	x 10 <sup>-3</sup>	3.43	3.14	2.82

본 연구에서 제안된 무기 Filler인 탄산칼슘을 첨가한 자동차 및 전기부품용 고기능 ABS 복합소재의 개발은 현재 탄산칼슘을 1~3% 첨가하여 컴파운딩 하는 기술과는 전혀 다른 탄산칼슘의 함량을 80~85% 첨가하여 복합소재화 하는 기술이다. 또한 일반 올레핀계 수지에 적용되는 복합소재로 ABS 작업시 발생하는 기계적 특성 값의 감소로 인하여 최적 무기 filler의 입도 및 코팅 작업, 상용화제의 적용, carrier resin의 선택 등에서 기존의 복합소재의 상용기술과 큰 차이점을 가지고 있다.

## 2. 실험 및 방법

### 2.1 실험재료 및 기기

CaCO<sub>3</sub>는 Non coating 왕표 SN 5000을 그리고 코팅제 품인 ST 5000을 사용하여 복합재료를 제조하였다. EVA (VC 590, SEETEC, VA=28%), SEBS(Styrene-Ethylene/Butylene-Styrene-copolymer, FG 1901X, Kraton), SBS (Styrene-Butadiene-Styrene-block copolymer, LG Chem, TPE 604, TPE 503), EPDM (Ethylene Propylene Diene Ruber, KEP-010P, Kumho polychem.), ABS(Acrylonitrile-butadiene-Styrene copolymer, Samsung Starex, HF-0660IW), Antioxidant (Liganox 1010, Great Lakes), 활제로써 Zn-st.(신원화학)을 사용하였다.

사용기기로는 먼저 배합기는 suermixer(1,500rpm, -200℃, 대창정밀), 압출기(Screw dia=50mm, L/D 35, 대창정밀기계), UTM(Instron 4466 series), 충격시험기(Ceast Co.)와 HDT

tester(Ceast Co.)를 각각 사용하였다.

### 2.2. 실험방법

#### 2.2.1. 복합재료 M/B 제조방법

우선 non-coating CaCO<sub>3</sub>를 이용한 ABS용 복합재료를 제조하기 위한 배합비로 아래의 표 2에서 보는 바와 같이 배합비를 설정하고 super mixer로 배합하여 ABS수지에 적용, 압출작업을 통해 master batch(M/B)를 제조하였다. 이들 M/B를 이용하여 ABS 수지 대비 M/B의 함량별 compounds를 제조, 시험편을 제작, 실험에 사용하였다. 표 2. Non-coating CaCO<sub>3</sub> 이용 ABS M/B 배합조성비

배합성분	배합비(wt.%)
탄산칼슘(SN5000)	82.28
에틸렌비닐공중합체	14.52
분산제 1	1.94
분산제 2	0.97
산화방지제	0.29
TOTAL	100%

또한 coating CaCO<sub>3</sub> 이용한 배합비와 ABS와의 상용성을 부여하기 위한 carrier resins를 사용하여 각각 배합비를 설정하여 동일한 방법으로 M/B를 각각 제조하였다. 이들에 대한 배합비는 각각 표 3-4에 나타내었다.

표 3. 서로 다른 상용화제 이용 복합재료 M/B 배합비

배합성분	배 합 비		
	TEST 14	TEST 15	TEST 16
탄산칼슘(ST5000)	76.37	76.37	76.37
ABS	13.48	13.48	15.27
스틸렌 코포리머	-	4.49	-
SB Copolymer	4.49	-	2.70
상용화제 FG	0.90	0.90	0.90
윤활제 1	1.80	4.49	4.49
윤활제 2	2.70	-	-
산화방지제	0.27	0.27	0.27
TOTAL	100%	100%	100%

표 4. 서로 다른 상용화제 이용 복합재료 M/B 배합비

배합성분	배 합 비(%)			
	TEST 17	TEST 18	TEST 19	TEST 20
탄산칼슘(ST5000)	73.09	73.09	73.09	76.37
ABS	14.61	8.60	6.45	4.30
SB Copolymer	2.58	8.60	10.75	12.90
상용화제 FG	0.86	0.86	0.86	0.90
윤활제 1	8.60	8.60	8.60	4.49
산화방지제	0.26	0.26	0.26	0.27
TOTAL	100%	100%	100%	100%

### 2.2.2. ABS 복합재료 제조

이들 여러 유형의 ABS용 M/B를 사용하여 ABS 수지 대비 조성비를 10~40wt.%까지를 배합, 압출기를 사용하여 230~240℃에서 screw rpm 50으로 압출가공하여 ABS compounds를 각각 제조하였다. 이들 압출된 compounds를 사용하여 시험편용 사출기를 사용하여 시험에 사용될 시험편을 각각 제조, 시험에 사용하였다.

### 2.2.3. 시험 및 분석

인장시험은 Instron 4466을 사용하였고, 인장시험편은 KSM 3006 1호형 시험편을 제작 및 시험하였다. 시험에 사용된 시험편 수는 각 시료당 10개를 사용하였고, 5% 오차범위 이내 data만을 사용하였다. cross head speed를 50 mm/min으로 시험하였다. 굴곡시험은 KSM 3008의 규격에 의한 시험을 실시하였고, cross head speed를 2.5mm/min로 시험하였다. 충격시험은 KSM 3055의 규격에 의해 실시하였으며, notched samples을 사용하였다. HDT는 KSM 3065 규격에 의한 시험을, 그리고 SEM은 2000배율로 시험하여 분산성을 살폈다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 Non-coating CaCO<sub>3</sub> M/B ABS 복합재료

표 5의 기계적 특성 data를 보였으며, 이들 결과로부터 복합소재의 함량이 40%까지 배합하였을 시 순수 ABS 대비 74.2%, 80.4%, 42.6%로 특성 값들을 보였다. 이들 결과를 표 32에 나타내었다. 이때의 결과로 볼 때 순수 ABS에 비해 복합소재를 40wt.%까지 배합하였을 때 굴곡 및 인장특성이 유지되나 내충격성은 크게 저하되는 현상을 보이고 있음을 알 수 있었다. 이는 비 코팅 탄산칼슘의 비 코팅, ABS 수지와 carrier 수지간의 비상용성으로 인한 결과로 사료된다.

표 5. Non-Coating 탄산칼슘 M/B적용 ABS수지 물성

시 료 명	인장강도 (kgf/cm <sup>2</sup> )	신 율 (%)	굴곡강도 (kgf/cm <sup>2</sup> )	충격강도 (kgf · cm/cm <sup>2</sup> )
Pure ABS	459.9	13.8	571.4	19.0
ABS/MB 90 / 10	421.2	19.8	632.0	15.1
ABS/MB 80 / 20	410.2	27.2	634.4	11.5
ABS/MB 70 / 30	363.1	12.1	566.6	8.7
ABS/MB 60 / 40	341.7	12.3	459.8	8.1

또한 그림 1의 ABS 적용 분산성을 위한 SEM 사진에서 보인 바와 같이 ABS의 경우에 복합소재 20% 첨가시 탄산칼슘과 ABS가 분리되는 현상을 보였다.

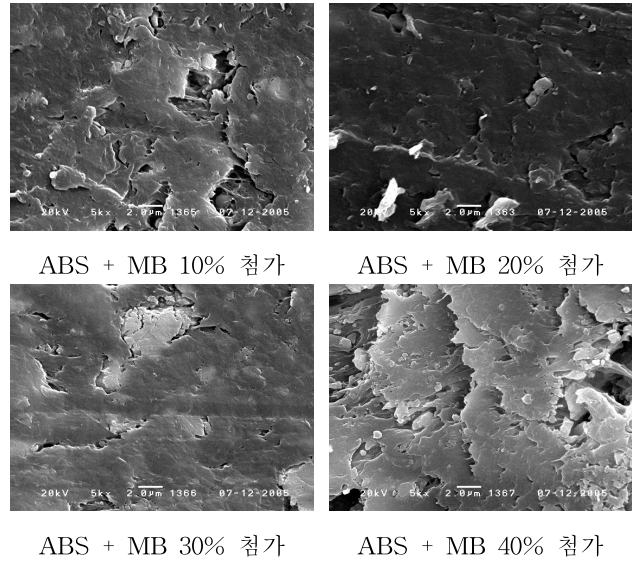


그림 1. Non-Coating 복합재료 SEM 사진

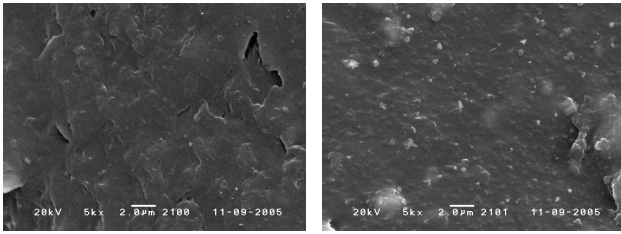
### 3.2 Coating CaCO<sub>3</sub> M/B ABS 복합재료

SEBS계 상용화제와 SBS계 상용화제의 사용과 코팅 CaCO<sub>3</sub>사용으로 M/B를 제조한 경우 시험 결과를 표 6에 수록하였다. 이들 인장, 굴곡, 충격시험 결과를 볼 때 복합소재의 함량이 40%까지 배합하였을 시 순수 ABS대비 89.0%, 90.7%, 86.1%로 특성 값들을 보였다. 이들은 상용화제와 코팅 CaCO<sub>3</sub> 사용으로 인한 결과 판단되며, 전체적인 기계적 강도 값들이 모두 80% 이상의 특성 값들을 보이고 있음을 알 수 있었다.

표 6. Coating 탄산칼슘 M/B적용 ABS수지 물성

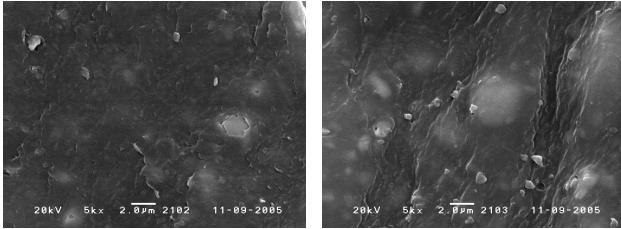
시 료 명	인장강도 (kgf/cm <sup>2</sup> )	신 율 (%)	굴곡강도 (kgf/cm <sup>2</sup> )	충격강도 (kgf · cm/cm <sup>2</sup> )
Pure ABS	498.5	11.0	784.2	18.0
ABS/MB 90 / 10	460.0	14.9	753.6	17.9
ABS/MB 80 / 20	459.8	16.7	745.8	16.8
ABS/MB 70 / 30	431.2	23.3	737.9	16.4
ABS/MB 60 / 40	443.7	15.0	711.8	15.5

이들 배합비에 대상 수지인 ABS를 적용한데 따른 복합소재의 배합비 별로 SEM을 조사하였다. 이들 결과를 살핀 결과를 그림 2에 나타내었다. 복합소재 배합비 전체에서 상당히 양호한 분산성을 나타냄을 알 수 있었다.



ABS + MB 10% 첨가

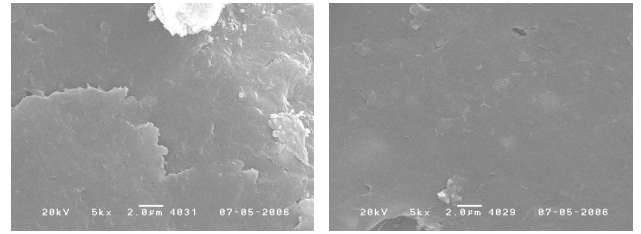
ABS + MB 20% 첨가



ABS + MB 30% 첨가

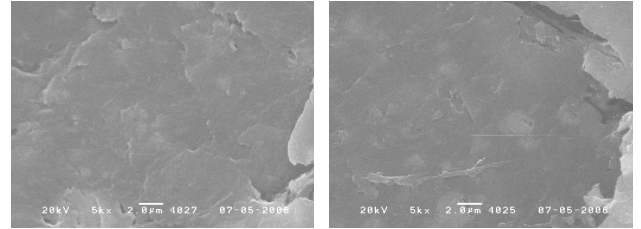
ABS + MB 40% 첨가

그림 2. Coating 복합재료 SEM 사진



ABS + MB 10% 첨가

ABS + MB 20% 첨가



ABS + MB 30% 첨가

ABS + MB 40% 첨가

그림 3. 탄소칼슘 적용 ABS 복합소재 조성별 SEM 사진

### 3.3 상용화제 배합비변화에 따른 ABS 복합재료

3.2의 동일한 CaCO<sub>3</sub> 를 사용(ST 5000)하고 상용화제인 SBS와 SEBS만의 배합비 변화, 즉 SBS의 함량을 증가시켰을 때의 기계적 특성 값들의 변화를 살펴본다. 이에 대한 결과들을 표 7에 보였다. 이들 인장, 굴곡, 충격시험 결과를 볼 때 복합소재의 함량이 40%까지 배합하였을 시 순수 ABS대비 61.9%, 64.9%, 33.7%로 특성 값들을 보였다. 기계적 강도 값들이 SB copolymer의 영향으로 기계적 특성치가 전체적으로 크게 떨어짐을 알 수 있었다.

표 7. 코팅 탄산칼슘과 상용화제 변화에 따른 ABS 물성

시료명	인장강도 (kgf/cm <sup>2</sup> )	신율 (%)	굴곡강도 (kgf/cm <sup>2</sup> )	충격강도 (kgf·cm/cm <sup>2</sup> )
Pure ABS	534.6	11.1	832.8	16.0
ABS/MB 90 / 10	436.9	10.4	674.5	12.0
ABS/MB 80 / 20	398.1	10.4	648.7	8.5
ABS/MB 70 / 30	365.2	8.1	590.5	6.4
ABS/MB 60 / 40	331.2	4.7	540.9	5.4

이들 배합비에 대상수지인 ABS를 적용한데 따른 복합소재의 배합비 별로 SEM을 조사하였다. 이들 결과를 살펴본 결과를 그림 3에 나타내었다. 전체적인 복합소재 배합비에서 분산성을 악화됨을 알 수 있었다. 이와 같이 상용화제인 SBS의 조성비를 증가시켰을 때 급격하게 상용성이 떨어짐을 알 수 있었다.

### 4. 결론

고함량의 무기충진 복합소재 개발을 통해 ABS 수지에 적용할 수 있는 기술을 개발하여 기계적 특성(인장강도, 충격강도, 굴곡강도), 치수안정성, 그리고 원유가격의 격등에 따른 원가절감효과를 얻을 수 있는 ABS 복합재료 배합 recipe를 확정하였다.

자동차 및 전자부품용 고성능 ABS복합소재 제조공정을 개발함으로써 최종제품 성형시의 작업환경개선, 제품의 분산성의 생산공정의 최적화를 기하였다. 이들 기술의 개발 결과를 이미 발표한 바 있다.<sup>[1-3]</sup>

### 감사의 글

본 연구는 2005년도 중소기업 기술혁신개발과제의 사업비로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

### 참고문헌

- [1] 이창호, 안태광, 서경원, “자동차 및 전기부품용 고성능 ABS,PS 복합소재 기술개발” 중소기업청, 연구보고서 2006.
- [2] 이창호, 안태광, 서경원, “ABS complex material manufacturing method and ABS complex material thereby”, No. 10-0679552-0000, 한국특허, 2006. 4.
- [3] 이창호, 안태광, 서경원, “PS complex material manufacturing method and PS complexmaterial”, No. 10-0679553-0000, 한국특허, 2007. 01.