

## 혼합페플라스틱의 상용화 시스템에 관한 연구

수원대학교 김정호, 이근영, 김백선, 조철희

### I 서론

페플라스틱의 발생은 산업체에서 제조과정중 발생하는 스크랩이나 불량품 등의 산업계 폐기물과 일반생활계에서 발생하는 일반생활계 페플라스틱으로 나눌 수 있다. 산업계 페플라스틱은 생산과정에서 발생하는 스크랩 등으로 비교적 깨끗한 상태를 유지하고 있을 뿐만 아니라 단일재질로 구성지어있는 경우가 많고 또한 혼합되어 있다 하더라도 조성이 일정한 경우가 많기 때문에 제대로 회수만 되어진다면 재생에 큰 어려움은 없다고 볼 수 있다. 이에 반하여 일반생활계에서 발생하는 페플라스틱은 서로 다른 재질의 것들이 구분되어지지 않고 혼합되어 있고 이물질 등으로 오염이 되어있으며 회수되는 혼합페플라스틱의 발생비율은 약 50대50으로 거의 비슷한 정도로 발생하고 있는 것으로 보여진다. 따라서 페플라스틱의 재활용은 특히 혼합페플라스틱의 문제가 되는데 수거 상태에 따라 종류별 분리비용이 너무 높아지는 경우와 분리 후 분리 불가능한 부분으로 남는 혼합페플라스틱 및 제품자체와 2종류 이상으로 되어있거나 분리가 안 되는 경우 등은 혼합된 채로 재생하여야 하게 된다. 현재로서는 혼합페플라스틱의 재생과 성분간 비상용성에 의한 품질문제가 가장 크고 이를 해결하기 위한 상용화 시스템 개발연구가 중요하다고 할 수 있다. 혼합페플라스틱의 조성은 LDPE, HDPE, PP, PS, PET, ABS 등이 주성분으로 알려져 있으며 이중 PET는 분리수거가 잘되고 있는 실정이어서 본 연구에서는 PET를 제외한 5성분계의 혼합페플라스틱을 가지고 Compatibilizer를 이용한 상용화시스템을 실험하였다. 여기에 폐기 처리되는 페슬러지, 적니를 가지고 페플라스틱과 혼합하여 복합재료로 제조함으로써 효과적인 재활용을 목적으로 연구를 진행하였다.

### II 실험

#### 1. 재료

혼합페플라스틱으로는 LDPE, HDPE, PP, PS, PET, ABS를 이용했으며 혼합비는 지역별 계절별로 다소 차이가 있지만 통계적 자료를 바탕으로 LDPE/HDPE/PP/PS/PET/ABS(25/25/25/20/5)로 하였다. 상용화제로는 EPR과 SBS를 사용하였는데 EPR은 금호고무의 KEP-070P, SBS는 금호 KTR-201을 사용하였다. 또한 천양제지의 페슬러지, 한국종합화학의 적니를 입수하여 Filler로 사용하여 실험하였다.

#### 2. 실험방법

슬러지, 적니를 혼합페플라스틱에 Filler로서 첨가하기 전에 충분히 건조시켜 수분을 제거하였다. 이렇게 건조된 슬러지, 적니는 분쇄기를 이용하여 미세한 입자로 분쇄하였다. 이것을 혼합페플라스틱, 상용화제와 정해진 조성비로 섞어준 후 직경 30mm이고 L/D비가 25인 표준형 스크류를 가진 단축압출기를 이용하여 용융혼합하였다. 여기서 얻어진 펠렛을 압축프레스에서 판모양으로 압축성형한 후 이판에서 인장시험 및 내충격시험 시편을 만들어서 Lloyd사의 LR-10K UTM을 이용하여 인장강도, 인장탄성율, 신율 등을 측정하였고 진성정밀의 JS-303 내충격시험기로 내충격강도 등을 실험하였다.  
 성명:김정호, 주소:경기도 화성군 봉담읍 와우리 산2-2, Tel:031)220-2450, E-mail:jhkim@suwon.ac.kr

### III 실험결과

#### 1. 혼합폐플라스틱의 상용화제

혼합폐플라스틱에 EPR, SBS를 각각 10%혼합했을 경우 Fig.1에서 알 수 있듯이 EPR첨가 시 인장강도보다는 내충격강도에 효과적인 것으로 나타났고 SBS는 내충격강도보다는 인장강도에 더 효과적인 것으로 나타났다. EPR과 SBS를 같이 혼합폐플라스틱에 혼합했을 경우에는 EPR과 SBS를 10%씩 혼합했을 경우가 가장 물성이 좋은 것으로 나타났다.

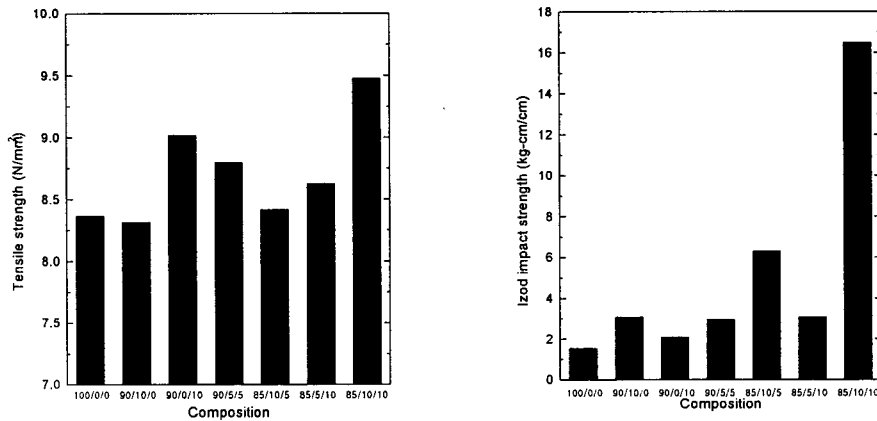


Fig. 1 Mechanical properties of mixed waste plastics / EPR / SBS

#### 2. 혼합폐플라스틱의 복합재료

##### 1) 한지슬러지

혼합폐플라스틱에 한지슬러지를 5%, 10%, 20% 첨가하여 보았는데 그 결과는 슬러지 함량의 증가에 따라 인장탄성율은 증가하였고 인장강도와 내충격강도는 감소하였다. 이 결과를 Fig.2에 나타내었다. 여기서 보면 인장탄성율의 경우 슬러지 20% 첨가하였을 경우와 비교해보면 약 30%증가하였고 인장강도는 한지슬러지를 5%만 첨가하였을 때는 증가하나 슬러지 함량이 10% 가되면 감소하였고 이후 다시 감소하였다. Fig.2에서 보면 한지슬러지 함량에 따른 내충격강도는 5%, 10%까지 증가하였고 이후 감소하였다. 결과적으로 5%정도가 가장 물성향상에 도움을 주는 것으로 나타났다.

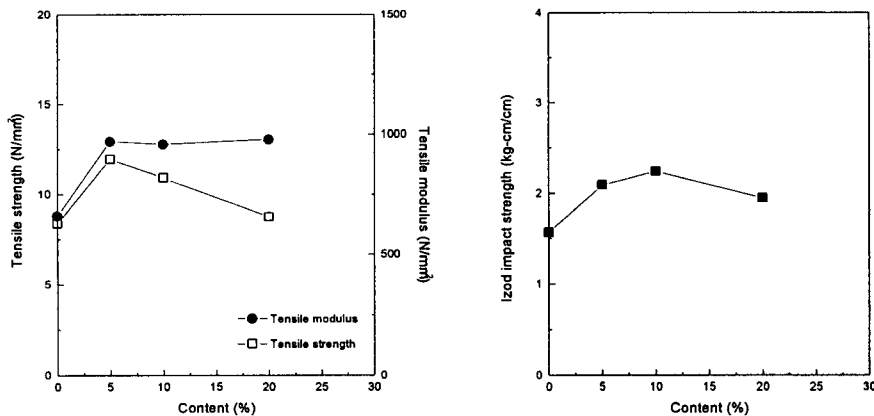


Fig. 2 Mechanical properties of mixed waste plastics / Sludge

## 2) 적니

혼합폐플라스틱에 적니를 Filler로서 혼합한 재료의 인장강도와 인장탄성율을 적니의 함량에 따라 Fig.3에 나타내었다. Fig.3에서 볼 수 있듯이 적니의 첨가량이 5%에서 20%로 증가됨에 따라 인장강도와 인장탄성율은 5%에서 증가한 후 10%에 감소하다 다시 20%에서 증가한 결과를 보여주었다. 내충격강도도 Fig.3에 나타내었는데 5% 첨가시 증가를 보였고 이후 차츰 감소를 나타내었다. 따라서 5%의 적니를 첨가할 때 물성이 향상된 적니의 복합재료를 얻을 수 있는 것으로 나타났다.

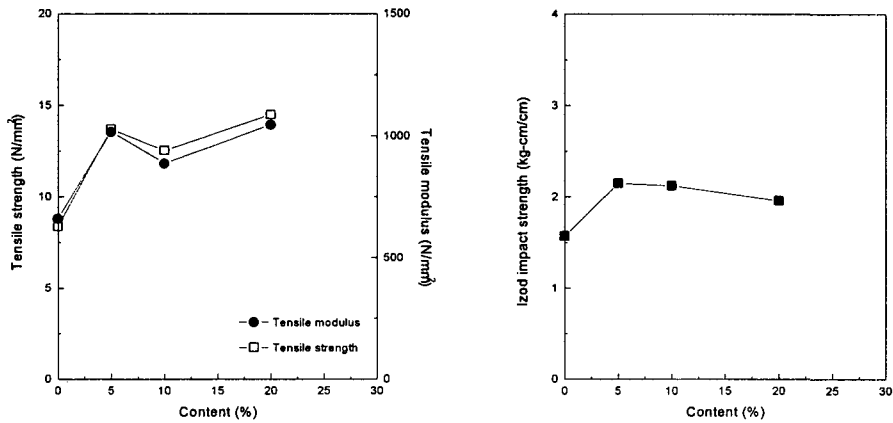


Fig. 3 Mechanical properties of mixed waste plastics / Red mud

## 3. 혼합폐플라스틱 복합재료의 상용화제

Table. Mechanical properties of mixed waste plastics/EPR/SBS/Sludge, Red mud

Component	Composition	Tensile strength (N/mm²)	Tensile modulus (N/mm²)	Izod impact strength (kg-cm/cm)
Mixed waste plastics /EPR /SBS /Sludge	85/5/5/5	11.59	477.9	6.71
	80/5/10/5	10.91	427.7	13.08
	80/10/5/5	9.15	368.5	10.37
	75/10/10/5	8.71	331.5	15.65
Mixed waste plastics /EPR /SBS /Red mud	85/5/5/5	13.78	517.7	7.59
	80/5/10/5	11.22	435.2	9.07
	80/10/5/5	10.77	428.3	9.14
	75/10/10/5	8.92	352.8	30.87

혼합페플라스틱에 한지슬러지, 적니를 Filler로서 5%첨가한 복합재료에 상용화제인 EPR과 SBS를 5%에서 10%까지 혼합하였다. 그 결과 Table에 나타난 것처럼 슬러지, 적니 모두에 EPR과 SBS를 5% 첨가했을 경우 인장강도와 인장탄성율은 증가하였고 EPR과 SBS를 각각 5%씩 증가하였을 경우 점차 감소함을 나타내었다. 반면에 내충격강도는 EPR, SBS를 5%첨가했을 때 보다 증가시킬 경우 점차 증가함을 보였다. 인장강도와 인장탄성율, 내충격강도 모두를 볼 때 EPR과 SBS를 10%씩 첨가한 경우 내충격강도는 증가하나 인장강도는 상용화제를 첨가하지 않을 때와 비슷할 정도로 떨어짐을 나타내었고 5%씩 첨가한 경우와 5%, 10%씩 첨가한 경우에는 인장강도와 내충격강도가 상용화제를 첨가하지 않을 경우보다 증가함을 나타내었다. 또한 슬러지, 적니 5%를 첨가한 것이 상용화제의 효과를 증진시켜 물성이 향상됨을 알 수 있었다.

#### IV 결론

혼합페플라스틱의 물성향상을 위해 EPR과 SBS를 첨가했고 여기에 슬러지와 적니를 재활용할 목적으로 복합재료를 연구한 결과는 다음과 같다.

1. EPR는 내충격강도가 증가하고 SBS는 인장강도가 증가함을 나타내었고 EPR과 SBS를 같이 사용한 것이 효과적인 것으로 나타났다.
2. 슬러지, 적니를 5% 첨가했을 경우 물성이 가장 좋은 것으로 나타났다.
3. 혼합페플라스틱에 슬러지, 적니를 5% 첨가한 후 EPR과 SBS를 5~10%첨가한 경우 시너지 효과에 의한 각각에 물성이 증가함을 보였다.
4. 물성뿐만 아니라 경제성까지 고려한다면 EPR과 SBS를 5% 첨가한 것에 슬러지, 적니를 5%첨가한 혼합페플라스틱이 가장 효과적인 것으로 나타났다.

#### V 참고문헌

1. Woodhams, R.T., Thomas, G. and Rodgers, D.K : Wood Fiber as Reinforcing Fillers for 'Polyoefins, Poly. Eng. & Sci. Vol 24, No 15, pp 1166-1171 (1984)
2. Jain, S., Jindal, U.C. and Kumar, R : Development and Fract. Mechanism of the Bamhoo/Polyester Resin Composite, J. Mater. Sci.-Lett., Vol 12, pp 558-560 (1993)
3. 서영범 : 환경친화적 제지 슬러지 처리 기술, J. Korea Tappi, Vol 29 (1997)
4. 왕석주, 장성호, 나상도 설수덕, 김수생 : 폐ABS수지와 제지슬러지 혼합물의 열분해에 관한 연구, 한국폐기물학회지, Vol 13, pp 393-399 (1996)
5. 김정호, 서영수, 김준형 : 청정기술, 5(2), 25(1999)
6. 배재흠, 김정식 : 한국환경공학회지 20(4), 543 (1998)
7. Shamasuddin, M. : "Metal Recovery from Scrap and Waste, Journal of Metals, 24 (Feb. 1988)
8. Apak, R. : Journal of Nuclear Science and Technology, 32(10), 1008 (1991)
9. Ara,ine, F., Horst, W and George, B : German Patent, 19854 (1960)