

플라스틱 Filler로서의 적니의 재활용

김정호 · 서영수* · 김준형**

수원대학교 화학공학과
대구대학교 화학공학과*
국립기술표준원**

Recycling of Red Mud as Plastic Fillers

Jeong Ho Kim, Young Soo Soh and Joon-Hyung Kim***

*Department of Chemical Engineering, University of Suwon
Department of Chemical Engineering, Taegu University*
Agency for Technology and Standards, MOCIE***

요 약

알루미늄 생산의 폐기물로 나오는 적니를 플라스틱의 Filler로서 재활용하기 위한 연구를 수행하였다. 여러가지 플라스틱에 적니를 첨가하여 본 결과 고밀도폴리에틸렌(HDPE), 저밀도 폴리에틸렌(LDPE) 및 폴리프로필렌(PP)에 적니가 Filler로서 사용 가능한 것으로 나타났다. 적니가 플라스틱에 첨가됨에 따라 플라스틱은 다른 안료의 첨가 없이도 붉은 고동색을 나타내었고 인장탄성률 등은 증가하였으나 내충격 강도가 저하되었다. 이를 방지하기 위한 첨가제가 연구되었는데 HDPE에는 에틸렌비닐알코올(EVA)을 첨가제로 5%정도 첨가하는 것이 효과적인 것으로 나타났다. PP의 경우에는 Maleic anhydride 변성 PP를 첨가하면 내충격강도의 저하가 축소되었다.

LDPE, HDPE, PP, 폴리스티렌 및 ABS가 섞여있는 혼합 폐플라스틱에 대해서도 적니가 Filler로서 사용 가능한 것으로 나타났는데 이때는 성분간의 비상용성으로 인하여 기계적 물성이 매우 낮았다. 역시 첨가제로서 에틸렌프로필렌 고무(EPR) 및 스티렌부타디엔 블록공중합체(SBS)를 혼합할 경우 좋은 물성을 가지는 적니 혼합 플라스틱을 얻을 수 있었다.

ABSTRACT : Recycling of red mud from the aluminium manufacturing process was investigated to be utilized as plastic fillers. High density polyethylene(HDPE), low density polyethylene(LDPE) and polypropylene(PP) were found to be the suitable plastic material for which red mud can be used as fillers. With the addition of red mud the plastic showed red brown color. As the ratio of amount of red mud to plastic increased, the tensile strength increased while the Izod impact strength decreased. About five percent of ethylene vinyl alcohol(EVA) was needed as an additive to prevent the lowering of impact strength. Maleic anhydride modified polypropylene was effective for reduction of impact strength lowering of PP.

Mixed waste plastics containing LDPE, HDPE, PP, polystyrene and ABS could also accommodate red mud as fillers. In this case, significant loss in mechanical properties were observed due to immiscibility between the components. Ethylene propylene rubber (EPR) and styrene butadiene styrene block copolymer (SBS) could be used to improve the impact properties of the commingled waste plastics.

1. 서론

알루미늄은 산업에 있어서 매우 중요한 비철금속 재료 중의 하나이다. 알루미늄은 보오크사이크로부터 제조되는데 이때 생산되는 알루미늄과 거의 동량의 적니(Red Mud)가 부산물로서 나오게 되고 현재로는 폐기물로서 방치되고 있는 실정이다. 이 적니의 처리는 알루미늄 제조공업에서 부딪히고 있는 최대의 문제중의 하나로 적절한 처리 방법이 현재로서는 부각되지 않았고 또한 그대로 야적해 놓았을 경우 또 다른 환경문제를 일으킬 가능성도 있다. 적니는 그 자체로 일종의 자원인데 이를 폐기한다는 것은 자원의 낭비라고 볼 수도 있어서 적니를 재활용 하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 적니의 성분은 주로 Fe_2O_3 , Al_2O_3 , SiO_2 , Na_2O , TiO_2 , CaO 등으로 이루어져 있는데 이러한 성분을 고려한 재활용이 추진되고 있다.

현재 우리나라에서는 한국종합화학(주)에서 수산화알루미늄/알루미나 제조공장을 가동하고 있고 여기서 제품 생산량 만큼의 적니가 발생하고 있다. 한국종합화학(주)에서는 이에 대한 대책으로 적니를 이용하여 년산 20만장 규모의 건자재 벽돌공장을 건설·운영하고 있지만 벽돌에 백화현상이 발생하는 기술적 문제점이 있어 현재 생산이 중단된 상태에 있어 좀더 기술집약적이고 부가가치가 높은 수요를 창출하는 연구가 요망되며 전세계적으로 이에 대한 활발한 연구가 시도되고 있다.¹⁾ 이들 연구로서는 적니중에 함유되어 있는 희귀원소 및 알루미늄 등의 회수연구, 도료의 안료, 플라스틱 필러, 촉매로 활용하는 연구, 그리고 적니의 산업폐수처리의 활용연구 등이 있다.⁽²⁻⁶⁾

적니의 플라스틱 Filler로의 활용에 대한 연구는 많지 않았는데 고무에 대한 첨가제로의 연구는 일부 진행되었다. Reisner와 Meyer는 적니를 산과 반응시켜 처리한 후 다시 암모니아수로 세척하는 과정을 거쳐 고무의 첨가제로 이용하여 좋은 결과를 얻었다⁷⁾. 또한 Aramine등은 적니를 황산으로 처리한 후 가열, 여과공정을 거쳐서 고무의 첨가제로 사용하는 연구를 수행하였다⁸⁾.

적니의 성분이나 물리적인 형태 그리고 기계적 물성등으로 인하여 적니는 플라스틱이나 고무의 Filler로서의 가능성이 제기되어 왔으나 이에 대한 체계적인 연구

는 많지 않았다. 플라스틱에 Filler를 첨가한 경우 플라스틱의 강도를 보강할 수 있고 또 첨가제가 무기물이므로 열변형 온도를 증가시킬 수 있으며 열팽창율이 작아서 Warpage도 줄일 수 있다. 적니의 경우 수산화 알루미늄 공정의 폐기물을 이용하는 것이므로 플라스틱에 첨가할 경우 플라스틱 제품의 비용이 절감되는 효과는 물론이고 이외에 적니 자체가 주성분 중의 하나인 Fe_2O_3 붉은색을 띠고 있으므로 붉은색상을 내고자 하는 제품의 경우에는 다른 무기안료를 첨가하지 않고도 색상을 낼 수 있는 잇점이 있다.

따라서 적니를 플라스틱에 Filler로서 첨가할 경우 위와 같은 여러 가지 장점이 있는데 다른 Filler의 경우와 마찬가지로 적니가 플라스틱에 혼합되면 적니와 플라스틱간에 계면간 상호작용에 의해 분산이 영향을 받고 또 Filler 함량 등이 최종 제품의 기계적 물성에 영향을 주게 되므로 이에 대한 연구가 필요하게 된다. 특히 입자와 플라스틱간의 Physical adhesion의 영향이 크며 일부의 경우 일종의 Chemical bond가 형성될 수도 있으므로 플라스틱의 종류에 따라 적니가 Filler로 첨가되었을 경우 최적의 분산을 얻기 위하여 첨가제 등이 필요해지기도 할 것으로 생각된다. 따라서 본 연구에서는 위와 같은 요인에 대해 연구하는 것을 목적으로 하였고 위에서 언급한바와 같이 고무에 대해서 적니를 첨가제로 이용한 국외의 연구는 간혹 있으나 플라스틱의 Filler로 사용을 위한 연구는 문헌에서 거의 발견되지 않고 있어서 본 연구에서 수행한 적니의 플라스틱 Filler로의 활용 연구는 그 의의가 크다고 하겠다.

2. 실험

1. 재료

2.1 원료

적니는 한국종합화학에서 입수하였다. 적니는 적니 중의 산화철로 인하여 짙은 붉은색 내지는 갈색이었고 원래는 미세한 분말입자이나 입수된 형태는 습기로 인하여 뭉쳐진 덩어리상태이었다. 적니를 Filler로 사용할 대상 플라스틱으로 저밀도폴리에틸렌(LDPE)과 고밀도폴리에틸렌(HDPE), 폴리프로필렌(PP), ABS수지와 폴리스티렌(PS) 등을 이용하였다. 폴리에틸렌중 저밀도 폴리에틸

렌(LDPE)은 한화의 5301, 고밀도 폴리에틸렌(HDPE)은 호남석유의 하이보텍스, 폴리프로필렌은 SK의 유프렌 730F를 사용하였고 ABS수지는 Chimei Corporation의 Polylac을 이용하였다. PS는 한남화학의 GP-150을 사용하여 실험하였다. 첨가제로 사용된 EVA는 Exxon사의 제품을 사용하였고 EPR은 금호고무의 KEP-070P로 propylene 함량 27%, 용융지수 0.6이었고 SBS 역시 금호고무의 K'IR-201를 이용하였는데 스티렌 함량은 30%이고 용융지수 5인 제품이었다.

2. 제조 방법

2.2 실험방법

적니와 플라스틱의 복합재료 제조는 다음과 같이 진행되었다. 적니는 입수된 형태대로 상온에서 방치하여 외관상 수분이 관찰되지 않는 상태까지 건조시킨 후 이를 다시 120℃의 강제순환식 열풍건조기에 5시간 이상 넣어 수분을 제거하였다. 이렇게 건조된 적니는 분쇄기를 이용하여 미세한 입자로 분쇄하였다. 이 적니 입자를 HDPE 또는 기타 수지 펠렛과 정해진 조성비로 섞어준 후 직경 30mm, L/D비가 25이고 표준형 스크류를 가진 단축 압축기를 이용하여 용융 혼합하였다. 압축 혼합된 플라스틱/적니 혼합수지는 적절한 크기로 분쇄 한 후 압축 프레스에서 판 모양으로 압축성형 하였다. 이 판에서 인장시험 및 내충격시험 시편을 만들어서 Lloyd사의 LR-10K UTM을 이용하여 인장강도, 인장탄성율, 신율을 측정하였고 진성정밀의 JS-303 내충격 시험기로 내충격 강도 등을 실험하였다. 내충격 시편의 파단면도 JEOL사의 SEM을 이용하여 주사전자현미경 사진을 찍어 관찰하였다.

3. 결과 및 고찰

1) 적용가능 Plastic재료

적니가 Filler로서 사용될 수 있는 플라스틱을 선정하기 위하여 여러종류의 플라스틱에 첨가실험을 수행하였다. HDPE, LDPE, PS, PP, 나일론, 폴리카보네이트 등에 적니를 첨가하여본 결과 HDPE, LDPE, PP 에 적니를 Filler로서 혼합한 경우는 판모양으로 제조하였을 때는 적니의 첨가량에 따라 짙은 붉은 고동색 내지 갈색

의 표면이 좋은 판이 얻어졌다. 그러나 나일론 또는 폴리카보네이트의 경우에는 적니가 표면으로 이행되어 손에 적니가 묻어 나오는 등 좋은 판이 얻어지지 않았다. PS의 경우는 중간정도의 품질의 판이 얻어졌다.

강도등을 고려할때 HDPE와 PP의 경우가 적니를 Filler로 첨가할 경우 좋은 물성의 재료가 얻어질 것으로 판단되어 이들에 대한 연구를 계속 수행하였다. 또한 적니가 폐기물이므로 플라스틱도 폐플라스틱을 이용할 수 있으면 더욱 효과적이고 폐기물 재활용의 의미가 커질 것이므로 LDPE, HDPE, PP, PS, ABS로 구성된 혼합 폐플라스틱에 적니를 첨가하여 보았는데 좋은 제품을 얻을 수 있었다. 따라서 이에 대한 실험도 수행하였다.

2) HDPE/적니 Filler

HDPE에 적니를 Filler로 혼합시킨 재료의 물성을 Figure 1 부터 3 에 나타내었다. Figure 1 에서 볼 수 있는바와 같이 인장강도는 적니를 10% 첨가하였을때 22.6 N/mm²으로부터 24.1 N/mm²으로 증가한 이후 적니가 20% 이상 들어갈 경우는 다시 감소하였다. 역시 Figure 1 에서 보면 인장탄성율은 적니가 20% 첨가될때까지 증가하다가 30%첨가시 다시 감소하기 시작하였으나 여전히 적니가 첨가되지 않은 순수한 HDPE 보다는 50% 이상 높았다. 따라서 적니의 첨가에 의해 인장탄성율은 큰 폭으로 증가하는 것으로 나타났다.

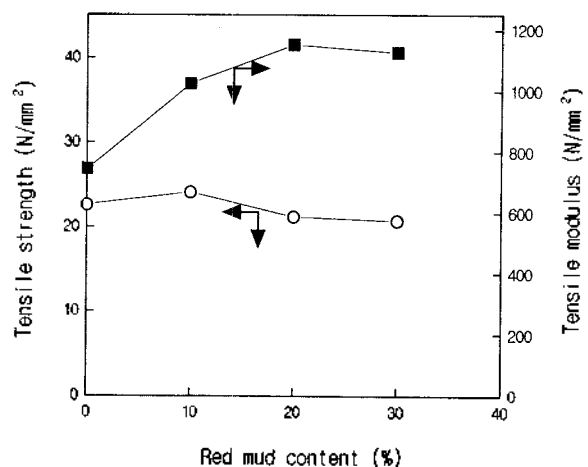


Fig. 1. Tensile strength and tensile modulus of HDPE/Red mud as a function of red mud content ; (○) Tensile strength, (■) Tensile modulus

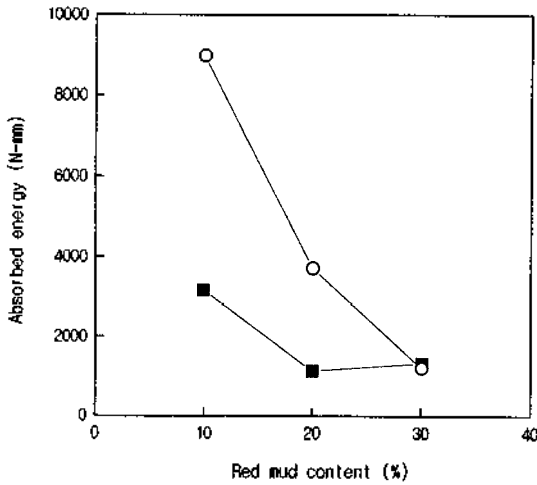


Fig. 2. Absorbed energy for break of HDPE/Red mud as a function of red mud content ; (■) without additives, (○) with 5 wt% of EVA

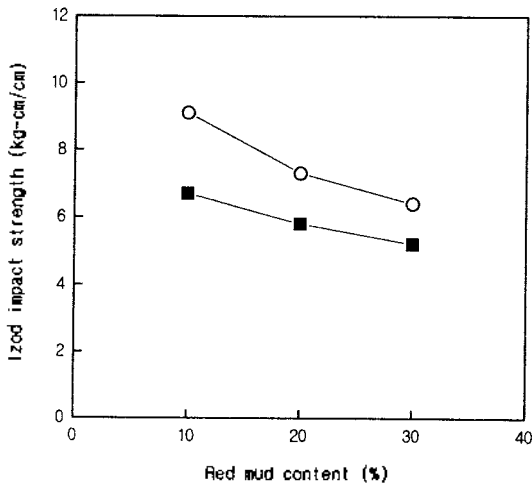


Fig. 3. Izod impact strength of HDPE/Red mud as a function of red mud content ; (■) without additives, (○) with 5 wt% of EVA

반면에 인장시험시의 시료의 파단시까지의 흡수에너지나 내충격강도는 Figure 2 와 3 에서 보인 바와 같이 적니의 첨가와 함께 급격히 저하된 것으로 나타났다. 따라서 HDPE 에 적니를 첨가할 경우 안료를 사용하지 않고서도 고동색 내지는 붉은 갈색이면서 인장탄성율은 약 50% 이상 증가하는 제품을 얻을 수 있었다. 다만 내충격강도는 위에서 본 바와 같이 적니의 첨가에 따라 저하되었으나 적니가 30% 첨가될 때 까지의 내충격 강도

는 5kgcm/cm 이상으로 어느정도의 내충격성은 여전히 유지하고 있어서 높은 내충격성을 요구하지 않는 용도로서의 사용은 가능한 것으로 나타났다. 더 높은 내충격성이 필요한 경우에 대비하여 내충격성을 향상시키기 위한 첨가제 실험을 수행하였다. 여러 가지 첨가제중 50%의 vinyl alcohol 을 포함하는 Ethylene vinyl alcohol copolymer (EVA)를 HDPE와 적니의 혼합시 첨가제로 넣어줄 경우 내충격성 및 흡수에너지가 증가하는 것으로 나타났다. EVA의 첨가에 따라 흡수에너지는 Figure 2 에 보인바와 같이 HDPE/적니가 90/10, 80/20인 경우는 약 2배 이상으로 증가하였고 70/30의 경우는 큰 차이가 없었다. 중량비로 5%의 EVA를 첨가할 경우 내충격 강도의 변화는 Figure 3 에 보인대로 약 30% 정도 증가하였다. 다만 인장강도와 인장탄성율은 EVA의 첨가에 따라 감소하였다. 따라서 인장강도, 내충격강도 등 여러 가지 물성을 고려할 때 HDPE에는 적니를 10% 정도 첨가하고 EVA를 5% 혼합할 경우 가장 적절한 물성을 갖는 붉은 갈색의 재료가 얻어질 수 있는 것으로 판단되었다.

Table 1 에 HDPE에 적니가 첨가될 경우 적니의 첨가량에 따른 굴곡강도 및 굴곡 탄성율을 나타내었는데 적니 20% 첨가까지는 굴곡강도가 거의 유사하게 유지되었고 굴곡 탄성율은 증가하였다. 적니 30% 첨가시는 굴곡강도와 굴곡 탄성율이 모두 저하하여 판재료 등으로 HDPE/적니 재료를 사용할 경우에도 굴곡탄성율을 등을 고려할때 10%정도 적니를 첨가하는 것이 좋은 것으로 보였다.

Table 1. Flexural properties of HDPE / Red mud

| HDPE / Red mud | Flexural strength (N/mm ²) | Flexural modulus (N/mm ²) |
|----------------|--|---------------------------------------|
| 100/0 | 42.5 | 1095 |
| 90/10 | 41.7 | 1149 |
| 80/20 | 41.3 | 1522 |
| 70/30 | 37.6 | 1354 |

3) 폴리프로필렌/적니 Filler

폴리프로필렌(PP)에 적니를 Filler로서 혼합한 재료의 인장강도와 인장탄성율을 적니의 함량에 따라 Fig 4에 나타내었다. Fig 4에서도 볼 수 있듯이 PP에 적니의 첨가량이 증가됨에 따라 인장강도는 조금씩 감소하였고

인장 탄성율은 감소후 다시 증가하였다. 그러나 인장강도 또는 인장탄성율의 변화가 크지는 않았다. 과단시가지의 흡수 에너지 및 Izod 내충격강도를 Fig 5에 나타내었는데 역시 적니의 첨가량 증가와 함께 감소하였다. 특히 적니 20% 첨가시 내충격 강도가 5kgcm/cm 이하로 떨어져서 내충격도가 매우 약해지므로 이 경우에 대해 첨가제를 이용한 내충격강도 향상에 대해 실험하였다.

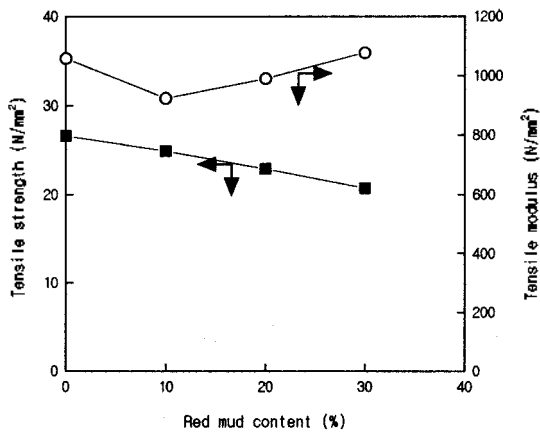


Fig. 4. Tensile strength (■) and tensile modulus (○) of PP/Red mud as a function of red mud content

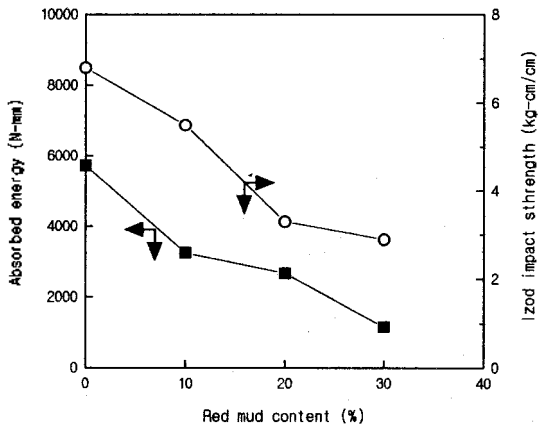


Fig. 5. Absorbed energy (■) and Izod impact strength (○) of PP/Red mud as a function of red mud content

실험된 첨가제중 PP에 5%의 maleic anhydride가 첨부된 변성 PP를 첨가할 경우 내충격도 및 인장강도의 향상이 이루어졌는데 Fig 6에 변성PP를 PP/적니 80/20 혼합물에 대해 중량비로 10, 20, 30% 첨가한 경우의 인

장강도의 변화를 나타내었다. 여기서도 볼 수 있듯이 변성PP의 첨가에 의해 인장강도는 증가되었다. 또한 흡수 에너지와 내충격강도 변화도 Fig 7에서 볼 수 있듯이 역시 변성PP의 첨가에 따라 증가 하였는데 특히 흡수에너지는 변성PP를 30% 첨가할 경우 증가폭이 커졌다. 따라서 20%정도의 변성 PP를 첨가하면 적절한 물성의 PP와 적니의 혼합재료를 얻을 수 있는 것으로 나타났다.

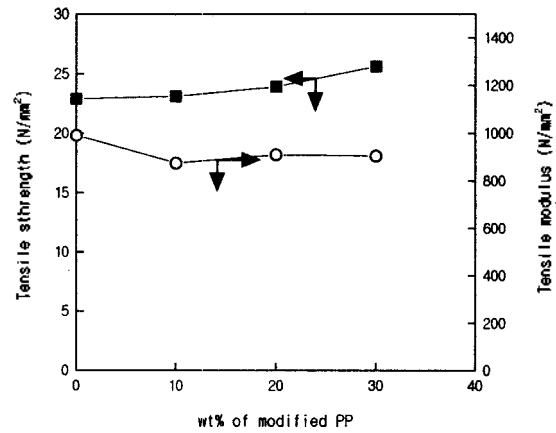


Fig. 6. Tensile strength (■) and tensile modulus (○) of PP/Red mud (80/20) as a function of amount of modified PP added

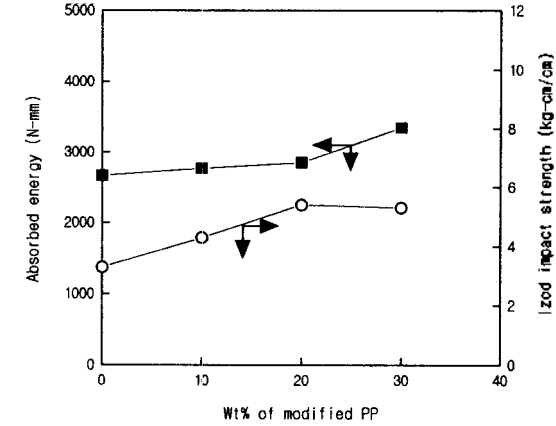


Fig. 7. Absorbed energy (■) and Izod impact strength (○) of PP/Red mud as a function of modified PP added

4) 혼합 페플라스틱/적니 Filler

혼합 페플라스틱은 주로 폴리에틸렌 및 폴리프로필렌으로 이루어져 있으므로 본 실험에서는 LDPE/HDPE

Table 2. Mechanical Properties of Mixed waste plastic/Red Mud

| Mixed Plastic/ Red mud | Additives (EPR/SBS) | Tensile strength (N/mm ²) | Tensile modulus (N/mm ²) | Break strain (%) | Absorbed energy (N-mm) | Izod impact strength (kgcm/cm) |
|---------------------------|------------------------|--|---|------------------------|------------------------------|--------------------------------------|
| 100/0 | - | 11.6 | 424 | 8.0 | 1012 | 5.11 |
| 90/10 | - | 10.9 | 820 | 7.2 | 820 | 4.93 |
| 80/20 | - | 10.5 | 852 | 1.4 | 145 | 1.43 |
| 70/30 | - | 5.1 | 1359 | 0.5 | 46 | 1.15 |
| 80/20 | 5/5 | 11.3 | 892 | 5.0 | 703 | 11.1 |
| 80/20 | 10/10 | 11.8 | 370 | 23.8 | 4368 | 13.8 |

/PP/PS/ABS가 25/25/25/20/5의 중량비로 혼합되어 있는 플라스틱에 적니를 첨가하여 보았다. 그 결과는 Table 2에 보인바와 같이 적니를 첨가함에 따라 인장강도 및 흡수에너지와 내충격 강도는 감소하였으나 인장 탄성율은 증가하였다. 특히 적니가 20%이상 혼합될 경우 내충격 강도는 1kgcm/cm 근처로 실제 제품으로 사용하기에는 너무 낮은 것으로 나타났는데 이는 여러종류의 플라스틱이 혼합되어 있어서 성분간의 비상용성에 기인한 것으로 보인다. 따라서 성분간의 상용성을 증진시키면서 내충격성을 증진시키기 위해서 상용화제로서 EPR(Ethylene propylene rubber)와 SBS(Styrene butadiene styrene block copolymer)를 첨가하여 보았다. 각각을 5%씩 또는 10%씩 첨가하여 본 결과 Table 2에 보인바와 같이 적니가 혼합 페플라스틱에 20% 섞여 있는 경우 내충격 강도와 흡수에너지가 현저히 증가하였고 또한 인장강도도 증가하였다. 내충격 강도는 1kgcm/cm 부근에서 10kgcm/cm 이상으로 크게 증가하였고 흡수에너지도 첨가제를 넣지 않은경우의 145 N-mm로 부터 EPR과 SBS를 10%씩 첨가한 경우 4368 N-mm로 크게 증가하였다. 따라서 혼합 페플라스틱에 적니를 Filler로 첨가할 때는 상용화제로 EPR과 SBS를 혼합하는 것이 매우 중요한 것으로 나타났다.

5) SEM 사진결과

위에서 HDPE의 경우는 EVA가 내충격 보강 첨가제로 효과가 있는 것으로 나타났고 혼합 페플라스틱의 경우는 EPR/SBS가 첨가되어야 하는 것으로 나타났다. 이들의 효과를 확인해 보기 위하여 내충격 시험의 파단면을 SEM을 이용하여 관찰하여 보았다.

HDPE에 적니가 20% 첨가된 경우의 파단면의 SEM사진을 Fig 8(a)에 보였고 여기에 EVA를 첨가제로 혼합한 경우의 파단면을 Fig 8(b)에 보였다.

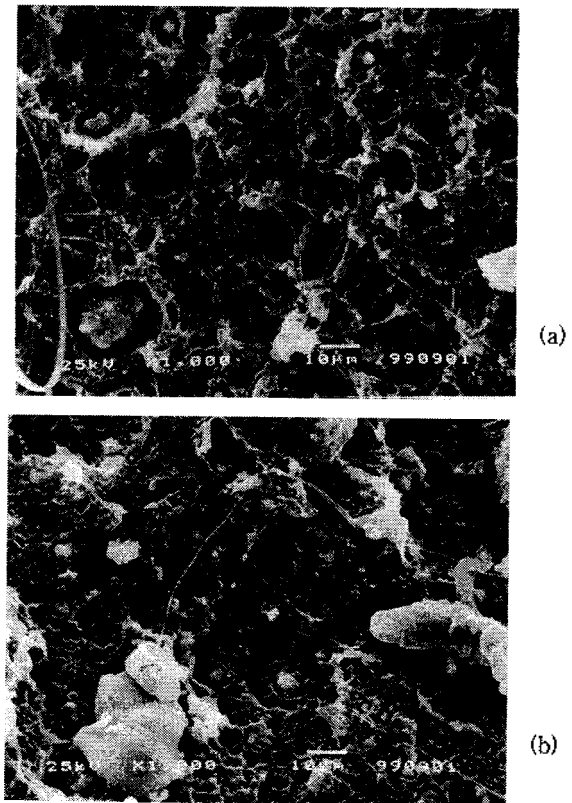


Fig 8. SEM pictures of HDPE/Red mud (80/20) (a) without additives (b) with 5% EVA

여기서도 볼 수 있듯이 첨가제가 들어가지 않은 (a)에서 보던 중간중간에 구형 반구에 적니 입자가 HDPE로부터 분리되어 있는 모습이 보이고 있는 반면

EVA가 첨가된 (b)에서는 적니가 분리된 모습이 보이지 않아서 EVA가 적니와 HDPE의 계면을 강화시켜 주고 있음을 알 수 있다. 따라서 EVA첨가가 내충격성을 증진시키고 있는 요인중 하나는 적니와 HDPE의 계면 강화인 것으로 SEM결과 관찰되고 있다. 또한 Matrix 자체의 변형상태도 (a)에서는 매우 거친데 비해 EVA가 들어간 (b)는 보다 미세하여진 것도 알 수 있다.

혼합폐플라스틱에 적니가 첨가된 경우의 SEM사진인 Fig 9에서는 첨가제의 효과가 더욱 확실하게 나타나고 있다. 즉 첨가제가 혼합되지 않은 (a)에서는 파단면의 파단 부분이 매우 크게 조각이 나 있는 반면에 EPR과 SBS가 첨가된 (b)에서는 파단면이 매우 작아졌고 일부 shear 변형이 일어난 부분도 보이고 있어서 첨가제에 의한 내충격성의 큰폭의 향상과 일치하고 있다. 따라서 첨가제가 물성향상에 크게 기여하고 있는 것을 SEM결과로도 확인할 수 있었다.

6) 실용화 가능성

HDPE에 적니를 Filler로 첨가한 경우 30%까지 첨가할 경우에도 인장강도는 20 N/mm² 이상을 유지하고 있다. 실제로 HDPE를 성형재료로서 제품을 성형할 경우 인장강도가 20 N/mm²이면 적절물성의 제품으로 성형이 가능하다. 다만 높은 신율을 요구하는 용도에는 사용할 수 없고 내충격성 등을 고려할 때 적니를 10% 까지 첨가하는 것이 적절할 것으로 보여진다.

또한 PP의 경우에도 적니 30% 첨가시 20 N/mm² 이상의 인장강도가 유지되는데 충격강도가 3 kgcm/cm 이하까지 저하되므로 내충격용의 용도에는 적용이 어렵고 일반 제품용으로는 사용이 가능할 것으로 생각된다. 특히 적니를 첨가할 경우의 이점은 앞서서도 언급한 바와 같이 기타 안료의 첨가없이도 갈색계통의 색을 나타낼수 있다는 점이므로 이에 대한 응용이 주로 되어지는 것이 바람직 할 것으로 보인다.

4. 결 론

적니를 여러 가지 플라스틱에 Filler로서 혼합 실험한 결과 적니가 HDPE, 폴리프로필렌에 대해 Filler로서 사용 가능한 것으로 나타났다. 또한 LDPE/HDPE/폴리프로필렌/폴리스티렌/ABS가 혼합된 혼합 폐플라스틱에도 적니의 사용이 가능한 것이 확인되었다. 이 경우 기타 안료의 첨가 없이도 붉은 갈색의 재료를 얻을 수 있었다. 적니가 첨가될 경우 대부분의 경우 인장탄성율은 증가되나 내충격 강도가 저하하므로 내충격 강도를 증진시키기 위한 첨가제가 연구되어 HDPE의 경우에는 EVA가 효과적인 것으로 나타났고 PP의 경우에는 maleic anhydride로 변형된 변성PP를 일부 첨가하면 내충격성이 상승될 수 있는 것으로 확인되었다. 혼합 폐플라스틱의 경우는 성분간의 비상용성으로 인하여 기계적 물성이 매우 낮아지므로 이때는 EPR과 SBS를 동시에 첨가하여 주면 이들이 상용화제 및 내충격 보강제로 작용하여 적니와 함께 첨가시 내충격강도가 현저히 증가될 수 있는 것으로 관찰되었다.

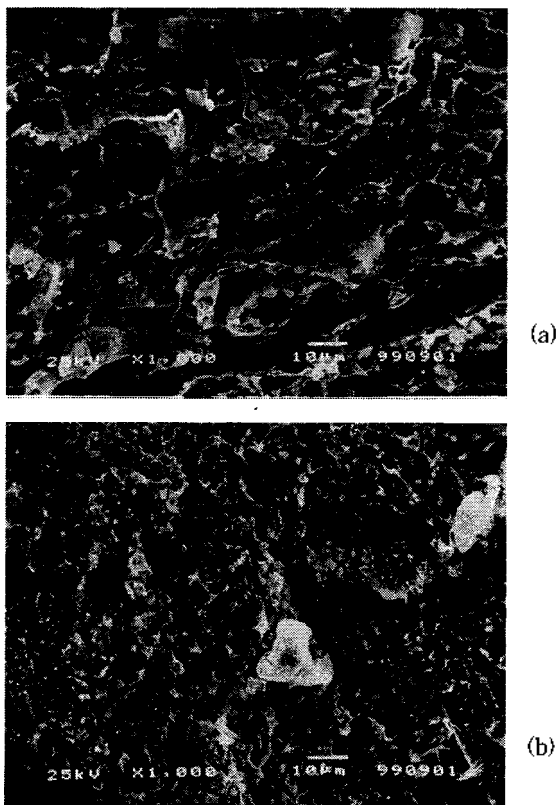


Fig. 9. SEM pictures of mixed waste plastics (a) without additives (b) with EPR/SBS(10/10)

참 고 문 헌

1. 배재홍, 김정식, 한국환경공학회지 20 (4), 543 (1998)
2. Shamasuddin, M., "Metal Recovery from Scrap and Waste, Journal of Metals, 24 (Feb. 1988).
3. Vachon, P. et al., Environ. Sci. Technol., 28(1), 26 (1994).
4. Shia, S. J. and Akachi, K., Journal WPCF, 280 (Feb 1977)
5. Zonboulis, A. I. and Kychos, K. A., Wat. Sci. Tech., 27, 83 (1993).
6. Apak, R., Journal of Nuclear Science and Technology, 32(10), 1008 (1991).
7. Reisner, K. and Meyer, S., German Patent, 67107 (1969)
8. Aramine, F., Horst, W and George, B, German Patent, 19854 (1960)