

## 폐비닐의 건식 전처리시스템 개발

이현용\*, 이재경, 류병순(한국기계연구원)

### Development of wast vinyl pretreatment system by dry method

HyunYong Lee, JaeKyung Lee, ByungSoon, Ryoo (KIMM)

#### ABSTRACT

Waste vinyl tretreatment system has been developed by the joint project between KIMM and Woosung Co. General process for removal of impurities from waste vinyl is consisted of feeding, separating, cutting, washing, drying and recovering impurities. However, there are problems such as wastewater when washing of waste vinyl. In order to solve these problems we have developed new dry type cleaning system.

**Key Words** : Tretreatment system (전처리시스템), Wast vinyl (폐비닐), Recycling (재활용), Dry Method (건식)

#### 1. 서론

폐비닐은 거의 대부분의 농작물 재배용으로 사용 후 폐기되는 폐비닐 중 하우스용으로 사용되어진 것은 경제성이 있어 재활용업체에서 일부 재활용되고 있으나, 멀칭용으로 사용된 것은 이물질의 과다한 혼입으로 재활용 처리하는 업체가 거의 없는 실정이다. 농업용 폐비닐의 처리는 비닐하우스용의 LDPE비닐은 국민생활 수준의 향상, 합병정화조의 PE제조 금지의 영향으로 사용량이 격감되어 유상 공급량이 저감되어 재고량이 급증되었다. 2000년 이후 폐비닐처리공정의 정상가동으로 처리량은 증가하고 있으나, '03년도에는 중간처리시설의 가동이 중단되어 증가량이 저조하였다.

환경자원공사의 전처리시설은 다섯 곳으로 연간 25,000에 불과하며, 플라스틱의 중간처리시설은 서울, 용인 등 8곳에 40,000톤이며 폐비닐 중간처리시설은 합천, 정읍, 나주, 성주에서 15,000톤의 처리용량을 가지고 있다. 그러나 이 처리시설들은 초기에는 정상가동이 어려워 가동률이 50% 전후였으나 이후 개선되어 처리량의 85%정도 소화하고 있다. 한국환경자원공사가 처리하지 못하고 재고로 쌓여 있는 것이 20여만 톤에 이르고 있으며 점차 늘어가고 있다.

이러한 농업용 멀칭 필름을 에너지화 또는 자원화하기 위해서는 환경자원공사가 사용하고 있는 현재기술보다 개선된 간단하고 효율적인 기술이 개발되어야 하며 이 기술이 개발될 경우 폐필름의 전처리기술 및 오일화에 기여 할 것이다.

#### 2. 전처리시스템의 정립

폐비닐의 전처리 기술은 후처리를 용이하게 해주

기 위해, 폐비닐의 이물질과 수분 등을 제거해주는 장치로서, 후처리인 열분해 등에 적합한 크기로 폐비닐을 만들어주는 처리방법으로서, 후처리가 용이하도록 이물질의 분리 파쇄 선별 건조에 의하여 폐비닐의 형태를 변환시키거나, 수분의 제거 등에 의하여 감량화, 균일화를 유도하는 것이다.

전처리시스템은 크게 습식공정과 건식공정이 있으며, 그 장단점을 비교분석하여 전처리시스템의 공정 및 방식을 결정하였다. 기존방식인 습식공정과 개발하고자 하는 공정인 건식공정과 차이점은 아래 표에 나타내었다.

Table 1 Comparison with existing method

No	사양	기존방식(습식)	개선방식
1	이물질제거	절단하여 세척한다.	건식제거
2	기계시설	절단기, 분쇄, 탈수	분쇄, 건조장치
3	전기	전기소모가 많다	전기소모가 적다
4	물, 폐수	사용 배출량이 많다	없다
5	시설비	초대형시설비	기계가 저렴하다
6	운영비	많다	적다
7	선별	이물질분리 어렵다	이물질분리 용이

□ 열분해 유화를 위한 폐비닐 전처리 공정도

폐비닐의 열 유화를 위한 전처리 시스템은 그림 1과 같으며 투입콘베어, 인입롤러, 상승컨베어, 분쇄장치, 이송장치, 건조장치로 구성되어 있다. 폐비닐을 분쇄장치로 투입하기 위한 투입컨베이어, 폐비닐을 상승컨베이어로 이동하기 위한 인입롤러, 이때 대형 이물질을 제거하는 역할도 병행한다. 폐비닐을 분쇄장치로 투입하기 위한 상승컨베이어는

상승 중에 컨베이어에 진동을 주어 미세 이물질도 제거하는 역할을 한다. 페비닐의 이물질 처리를 위해 3-8cm 이하의 크기로 비닐을 분쇄하는 분쇄장치, 분쇄된 페비닐을 건조장치로 에어를 이용하여 이송하는 이송장치와 페비닐의 습기 제거를 위한 고온열풍에 의한 건조를 하는 건조장치로 구성되어 있다.

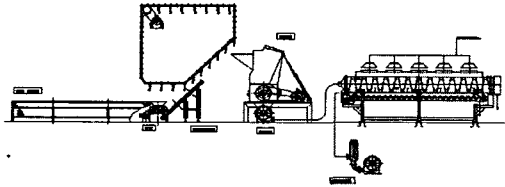


Fig. 1 Concept drawing of pretreatment system

### 3. 분쇄장치의 설계 및 제작

페비닐에 묻어있는 이물질을 제거한 후 이를 파쇄하기 위한 분쇄장치는 흡입부, 파쇄부, 배출부 및 정비부로 구분하였다. 그림 2에서 흡입부는 페비닐을 분쇄하기 위하여 분쇄장치에 공급하는 Hopper장치로서 자유낙하에 의하여 분쇄날에 모아지는 구조를 이루고 있다. 분쇄부는 회전하는 Cutter에 의하여 페비닐을 절단하는 구조로 이루어져 있으며, Knife blade는 필요에 따라 임의로 교환이 가능한 구조로 이루어져 있다. 그리고 배출부는 절단 분쇄된 페비닐을 다음공정인 건조부로 용이하게 공급하기 위하여 Shute형상으로 이루어져 있다. 또한 분쇄장치의 절단부 정비와 보수를 위하여 흡입장치를 임의 개폐할 수 있는 장치로 Air cylinder를 활용하였고, 이를 이용하여 Knife blade의 교환, 이물질의 제거, Knife blade의 간격조정이 가능하도록 하였다.

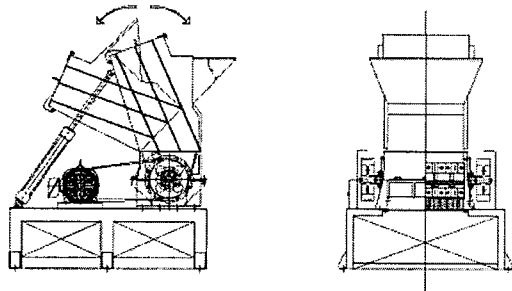


Fig. 2 Concept drawing of shredder unit

### 4. 건조장치의 설계 및 제작

스크루식 열풍 건조장치는 이중으로 된 자켓 내에 열매체가 들어가서 전열체를 가열시키고 이 때 가열된 전열체 표면의 온도는 페비닐에 전열작용을 한다. 스크루식의 경우는 건조를 돕기 위해서 전열체인 스크루가 열전달, 교반, 이송역할도 병행하게 된다. 타 건조장치에 비해서 세척하지 않기 때문에 비용이 저렴하고 열풍에 의해 페비닐에 달라붙어 있는 작은 흙, 수분 등의 제거가 용이한 장점을 갖

고 있다. 페비닐 건조장치는 인공적으로 에너지를 다량으로 소비하여 페비닐이 함유하고 있는 수분을 회전하는 드럼 내에서 일정시간 동안 머물면서 건조온도, 습도, 열풍의 유속, 건조속도, 건조시간, 열풍의 흐름 방향 등에 의해 건조가 이루어지고 있다. 페비닐용 건조장치 구조는 유입되는 공기를 가열하는 열 교환기, 고온의 공기를 분배하는 분배로, 페비닐을 건조시키기 위한 건조실의 드럼, 드럼을 회전시키는 모터, 페비닐의 불순물을 여과해주는 필터와 공기유량을 조정할 수 있는 흡입 펌프, 배기에서 나오는 폐열을 회수하기 위한 폐열 회수기로, 건조 드럼으로부터 나오는 이물질 제거장치로 구성되어 있다.

이물질 제거장치는 드럼식의 로타 내에서 건조될 때 회전과 열풍에 의해 페비닐에 묻은 흙 등의 이물질이 로터 외벽에 설치된 작은 다수개의 구멍을 통하여 빠져 나오는 것을 아래 그림3과 같이 스크루식 방식으로 제거하고자 하였다.

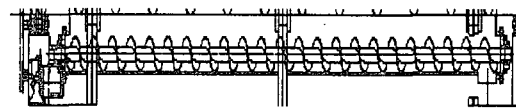


Fig. 3 Concept drawing of impurity removal

### 5. 결론

환경친화적인 페니닐 전처리 시스템 개발을 목표로 하고 있는 본 연구의 1차년도인 금년에는 전처리 시스템의 중요장치인 분쇄장치와 건조장치를 설계, 제작하였으며, 2차년도에는 장치사이의 연결 및 선별의 효과를 최대한 높이기 위한 부문의 연구에 주력하여 이물질 제거 및 이송시스템을 설계 제작하여 페비닐 및 페플라스틱의 전처리 유화투입을 위한 최적 전처리시스템의 개발로서 이물질 제거율 85% 이상이며 1일 생산량 10톤 규모의 Pilot plant 페비닐 전처리 시스템을 완성할 계획이다. 3차년도에는 페플라스틱의 인입-이송-파쇄-이물질제거-저장탱크 등으로 이루어진 전처리 시스템을 제작하고, 4차년도에는 전 시스템을 종합평가 보완할 계획이다.

### 참고문헌

1. 신대현, 윤왕래, 최익수, "페플라스틱의 화학적 재활용과 열분해 유화기술," 고분자과학과 기술, 제13권, 제3호, pp. 322-331, 2002
2. 정수현, "열분해 유화기술의 산업화 개발 현황," 한국에너지기술연구원, 2004
3. 이경환, 신대현, "범용 페플라스틱의 액상 열분해와 촉매분해의 특성," 한국에너지기술연구원, 2004
4. 오길중, "페플라스틱의 환경친화적 관리방안에 관한 연구, 국립환경연구원 보고서, 2002