

# 공기(또는 물) 스프레이형 폐스티로폼 분쇄기

고관영<sup>1</sup> · 김병수<sup>2</sup> · 이찬우<sup>2</sup>

## Scrapped styrofoam crusher with sprayed air (or water)

K. Y. Ko, B. S. Kim, C. W. Lee

### Abstract

This research suggest one-body type scrapped styrofoam crusher with sprayed air (or water), which at present separately composed of dust eliminator, air supplier and crusher. Air (or water) that supplied from compressor injected to rotating twin roller through axis hole, and sprayed out of fine hole on the surface. The crusher that manufactured with sprayed air (or water) can make high-quality primary styrofoam removed pollution and dust. In case of mixed sprayed air and water, clean degree of crushed styrofoam was higher than single sprayed air. This could be contributed to reduce environmental pollution, cost and space in standpoint of recycling scrapped styrofoam.

**Key Words** :recycling, styrofoam, crusher, sprayed air

### 1. 서론

일반적으로, 폐기처분되는 폐스티로폼을 재활용하는 방법은 두 가지로 분류하는데 하나는 폐스티로폼을 파쇄하여 용융상태로부터 젤을 형성하는 것[1]이고, 다른 하나는 파쇄하여 고체상태로 재생산하는 것[2]이다. 이 두가지 방법 모두 별도의 파쇄기 및 냉기공급장치로 구성되어 있는 바, 이러한 장치들은 비용이 고가이고, 설비 규모가 커서 폐스티로폼을 재활용하기에는 부담이 매우 가중되는 실정이다. 이에, 그림. 1(a)에 도시된 바와 같이, 냉기공급 성능을 갖는 분쇄 로울러를 구비한 저비용·저규모로 이루어진 폐스티로폼 미분쇄기가 실용화되어 있다[2]. 그런데, 이러한 분쇄기는 폐스티로폼 분쇄시에 발생하는 마찰열은 냉기공급장치를 통해 분쇄로울러만을 냉각시키는 간접냉각방식으로 이루어져 마찰열을 완벽하게 방지할 수 없을 뿐만 아니라, 작업과정에서 발생하는 미세먼지와 유해가스가 작업자의 건강을 위협하며 미세입자가 공기 중에 흩날리면서 환경오염을 유발하는 등 부작용이 많은 것이 사실이다.

1. 울산과학기술대학 기계학부

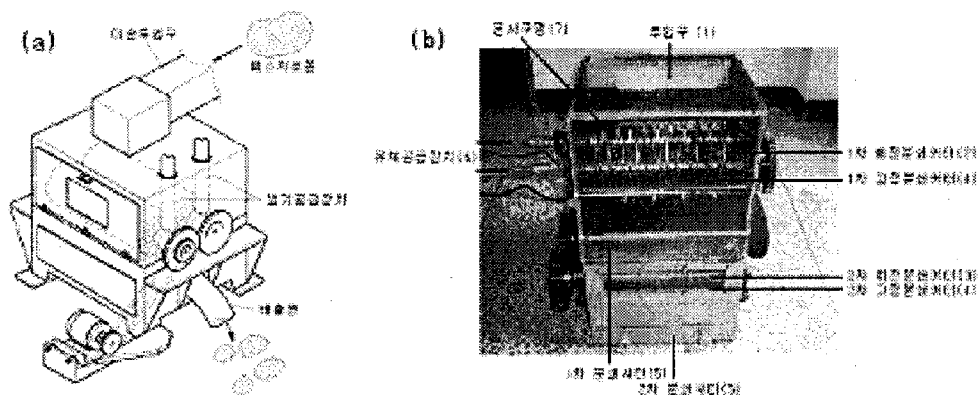
2. ㈜유영금속

E-mail:kyko@mail.uc.ac.kr

이를 방지하기 위하여 분진제거장치 및 유해가스 흡입장치를 이용할 경우 별도로 분리되어 있는 관계로 제품 자체의 규모가 커지게 마련이므로 이를 유지하는 데도 많은 비용을 소비하게 되는 문제점이 있다. 본 연구는 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 파쇄기와 분진제거 장치[3] 및 냉기공급장치를 일체형으로 제작하여 도입 비용의 최소화 및 공간의 효율적 이용 그리고 작업자의 개선된 위생관리 등을 도모하고, 농어촌의 환경오염의 주요 요인으로 여겨지는 폐스티로폼을 효과적으로 재활용하는 폐스티로폼 분쇄기를 제공하고자 한다.

## 2. 연구내용 및 방법

그림. 1(a)는 현재 폐스티로폼 재활용산업에서 사용되고 있는 1 개의 트윈(twin) 분쇄로울러를 갖는 폐스티로폼 분쇄기를 나타낸다. 여기에는 용융점이 낮은 폐스티로폼의 분쇄시에 마찰열로 인한 용융을 막기 위하여 분쇄로울러 한쪽편에 냉기공급장치를 설치하여 냉공기를 공급하고 있다. 그러나 실제 재활용시에는 고속으로 회전하는 분쇄로울러의 마찰열로 인하여 폐스티로폼의 용융을 완전히 막지는 못하고 있다. 또한, 분쇄기는 비교적 큰 입자로 파쇄하는 1차 분쇄기와 미세하게 분쇄하는 2차 분쇄기로 구성되어 있고 별도로 설치하여 운영하고 있다. 그림. 1(b)는 본 연구에서 개발한 2 개의 트윈 로울러를 갖는 에어(혹은 물) 스프레이형 폐스티로폼 분쇄기의 시제품 사진이다. 먼저 폐스티로폼을 투입하면 먼저 저속으로 회전하는 1차 분쇄로울러에서 파쇄한 후 고속의 2차 분쇄로울러에서 원하는 입자로 분쇄된다. 이런 과정에서 분쇄로울러의 분사되는 공기 및 물은 마찰열을 완벽히 제거하고 폐스티로폼에 붙어있는 먼지나 오염물질을 제거하여 양질의 원료를 얻을 수 있다.



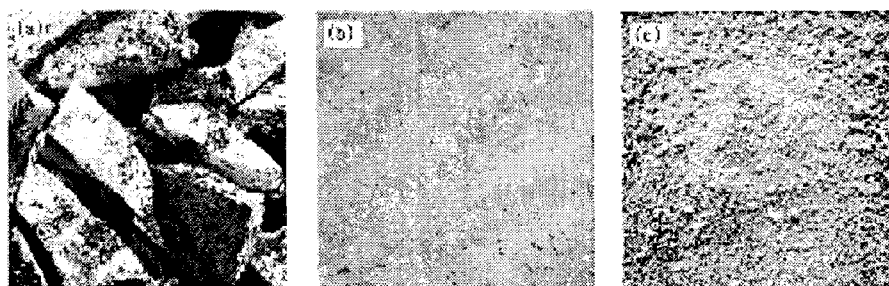
**Figs.1. Scrapped styrofoam crusher with one (a) and two (b) twin roller.**

일반적으로, 본 연구에 따른 폐스티로폼 분쇄기의 하우징 상부에는 폐스티로폼을 이송 공급할 수 있는 스크류 컨베이어(1)가 설치되어 하우징의 내부에 형성되는 분쇄부 상으로 폐스티로폼을 덩어리 채로 공급할 수 있도록 되어 있다. 하우징의 내부에는 좌우 평행하게 축 설치되어 상호 역방향으로 구동되는

분쇄로울러가 설치되어 있고, 1 차 분쇄로울러(2)는 다수개의 갈고리 형상으로 이루어진 회전하는 분쇄커터가 일정 간격을 두고 축고정되어 있으며, 그 둘레면에는 일정 간격을 두고 커터날이 형성되어 있다. 2 차 분쇄로울러(3)에는 중심축 둘레면에 길이방향을 따라 일체형으로 장착되어 있는 회전 분쇄커터가 축고정되어 있고, 기어 치형의 커터날이 둘레면을 따라 형성되어 있다. 한편, 분쇄로울러가 축고정되는 분쇄부의 좌우에는 경사안내판과 고정분쇄커터(4)가 각각 설치된다[4]. 분쇄부의 하부에 있는 배출대기실(5)에서 배출판의 구동을 통해 분쇄된 페스치로폼을 외부로 배출할 수 있도록 한다. 본 연구는 축 고정되어 상호 회전 구동되는 1 차 및 2 차 분쇄로울러의 중심축 중앙통부로 유체공급수단(6)에서 공급되는 공기 또는 물이 다수개의 미세 관통홀( $< 2 \text{ mm}$ )을 통해 분쇄로울러의 외부로 분사되도록 구성된다. 미세 관통홀(7)은 1 차분쇄기에서는 회전 분쇄커터 사이의 중심축 선상에 형성되고, 2 차분쇄기에서는 회전분쇄커터의 홈부에 형성된다[5]. 그리고, 분쇄로울러의 중심축 내부로 공급되는 공기 또는 물은 압력조절기의 제어에 의해 일정한 압력으로 외부로 분사되어 산포될 수 있도록 된 복합 분사방식이다. 1 차 및 2 차 분쇄로울러는 내마모성 및 내충격성을 향상시키기 위하여 담금질 및 이온질화 열처리를 하였다.

### 3. 연구결과 및 고찰

그림. 2 는 개발된 2 개의 트윈 로울러를 갖는 공기와 물의 복합분사방식의 분쇄기를 사용하여 페스치로폼을 재활용하였을 때 얻어진 입자의 크기 및 세정정도를 초기의 오염된 페스치로폼과 비교하여 나타낸 것이다. 그림에서 알 수 있듯이, 1 차 분쇄에는 입자가 불규칙하며 조대하게 파쇄된다. 또한, 페스치로폼 상에 부착되어 있던 먼지나 오염물질이 공기와 물의 분사로 인하여 상당히 제거되었다는 것을 알 수가 있다. 2 차 분쇄기에서 분쇄되었을 때는 입자가 매우 작고 세정정도가 더욱 더 향상되었다는 것을 알 수 있으며 이는 세정효과가 이중으로 되기 때문이다. 이 논문에서 보여주지는 않았지만 공기분사방식을 단독으로 사용하였을 경우에는 초기 오염된 페스치로폼에 비하여 세정정도가 우수하지만 공기와 물이 동시에 분사하였을 경우보다는 세정효과가 떨어졌다. 이와 같이 재활용 과정에 있어 공기 분사방식이든 복합분사방식이든 기존의 냉기공급장치를 파쇄기와 일체형으로 제작할 수가 있고 또한, 먼지나 오염물질이 분리가 매우 쉬워 포집기만 부수적으로 설치된다면 아주 깨끗하고 품질이 우수한 분쇄기 및 제품원료를 생산할 수가 있다. 특히, 복합분사방식인 경우에는 공기는 페스치로폼상에 부착된 먼지나 오염물질을 탈착시키는 역할을 하며 분사되는 물은 이를 완전히 세정하는 역할을 수반한다.



Figs. 2. Polluted scrapped (a), first crushed (b) and second crushed (c) styrofoam.

공기 분사방식은 냉기공급장치를 통해 분쇄 로울러만을 냉각시키는 기존의 간접냉각 방식과 비교하여, 페스치로폼에 직접적으로 접촉하게 되므로 마찰열을 완벽하게 방지할 수 있게 된다. 또한, 공기와 물이 동시에 분사되는 경우에는 미세먼지 및 이물질까지도 모두 제거해야 하는 페스치로폼의 냉각 및 세정 공정으로, 위생과 직접 관련된 의료용 등으로 재활용하고자 할 경우에 복합 분사방식을 채용하게 된다. 공기만이 분사되는 공기 분사방식과 공기와 물을 병행하여 사용하는 복합 분사 방식을 각각 페스치로폼의 재활용 처리 종류에 따라 구분하여 사용함으로써, 품질 관리 및 공정의 효율성과 생산 원가절감에 획기적인 새로운 페스치로폼 분쇄기의 도입이 가능하게 된다.

#### 4. 결 론

본 연구는 축 고정되어 상호 회전 구동되는 분쇄로울러의 회전분쇄커터와 측방에 고정되는 고정분쇄커터가 상호 마찰되면서 분쇄되는 페스치로폼 분쇄기이다. 분쇄로울러의 중심축 중앙통부로 유체공급수단에서 공급되는 공기 또는 물이 다수개의 미세 관통홀을 통해 분쇄로울러의 외부로 분사되도록 구성되어 있는 일체형 스프레이형 페스치로폼 분쇄기이다. 페스치로폼을 재활용하였을 경우, 초기 페스치로폼 상에 부착되어 있던 먼지나 오염물질이 공기와 물의 분사로 인하여 상당히 제거되었다. 복합분사방식을 사용하였을 경우에는 세정정도가 공기분사방식을 단독으로 사용하였을 경우보다 매우 뛰어났다.

#### 후 기

본 연구는 2007년도 산학연 컨소시엄 연구비의 지원에 의해 이루어졌으며 이에 감사드립니다.

#### 참 고 문 헌

- [1] 조연봉, 이경호, 1999, 페스치로폼 분쇄기, patent 10-0213985.
- [2] 고관영, 이대열, 에스엔티(주), 2001, 페스치로폼 미분쇄기, patent 20-0264701.
- [3] 이대열, 고관영, 에스엔티(주), 2002, 페스치로폼 분진제거장치, patent 20-0286387.
- [4] 고관영, 김병수, 김병희, 2007, 페스치로폼 분쇄기, patent pending 0038295.
- [5] 고관영, 김병수, 김병희, 신영선, 배윤기, 이상화, 2008, 스프레이형 페스치로폼 2 차 분쇄기, KIPS 게재.