

미세포말을 이용한 분진포집장치의 개발

이승환¹, *이성우², 이성수²

¹ 한국생산기술연구원, ² 건국대학교

Development of the Dust Collector by Use of Particular Foam

S. H. Lee¹, *S. W. Lee², S. S. Lee²

¹ Korea Institute of Industrial Technology, ² Konkuk Univ.

Key words : Mist, Collection, Ultrasonic oscillator, Pieze-electric ceramic, Magnetic warp oscillator, Resonance frequency

1. 서론

일반 주물공장에서는 주물제품의 후처리 작업 시, 모두 수작업으로 실시하고 있으며, 자동화 및 기계화는 거의 되어 있지 않은 실정이다. 특히 Burr를 제거하기 위한 Grinding은 수작업으로 이루어지고 있으며 이때 발생하는 분진은 작업자의 호흡기 계통에 이상을 초래하고 있다. 이러한 이유로 외국인 근로자들도 구하기 어려워, 기업 경영에 악영향을 주고 있는 실정이다.

한편, 집진장치(Dust Collector, Particle Collector, Precipitator)라 함은 생산 공장의 어떤 공정(Process)을 거쳐 나온 기체 속에 부유되어 있는 고체 미립자나 필요로 하는 입자를 기체로부터 분리하여 모으는 장치이다.

본 논문에서는 기존의 분진처리 장치보다도 유지비가 저렴하면서도 실효성이 크고 현실적인 분진포집 기술을 개발하여 보다 쾌적한 환경 속에서 작업이 가능하도록 미세 포말발생 장치를 이용한 분진 포집 기술을 제안하고자 한다.

2. 국내의 분진제거 기술

새로운 기술 검토를 하기 전에 먼저 기존의 집진장치들을 조사한다.

1) 중력집진장치(gravitic collection chamber)

비교적 무거운 입자는 중력에 의해 집진처리에 할 수 있다.

2) 관성력집진장치(inertial collection chamber)

함진가스를 방해판에 충돌시키거나 급격한 기류의 방향 전환을 일으켜 분진입자에 작용하는 관성력(inertial force)을 이용하여 배출가스의 흐름으로부터 입자를 분리, 포집한다. 주로 고효율 집진장치의 전처리용으로 사용된다.

3) 원심력집진장치(cyclone)

사이클론 집진장치는 비교적 적은 비용으로 효과적인 집진이 가능하여 대기오염 방지장치로서 널리 쓰인다.

4) 전기 집진장치(Electrostatic Precipitator, EP, ESP)

집진율이 우수하여 많은 분야에서 널리 사용되고 있다. 단점으로 가격이 비싸다.

5) 여과 집진장치(Bag House 또는 Bag Filter)

여과 집진은 입자가 여체에 충돌, 부착되어 가스의 흐름으로부터 분진을 제거하는 것이다.

6) 세정집진장치

세정액을 분무하거나 가스를 작은 기포속으로 확산시키는 방법을 사용하며 입자는 운반가스와 세정액의 계면을 통과할 때 제거된다.

7) 건식스크러버

건식 스크러버는 세정장치 또는 청정용 자갈여과재를 재순환시키는 자갈층 여재를 사용하는 것이다.

3. 미세분진 포집이론

본 연구에서는 초음파 진동자를 이용하여 Fog를 발생시켜 분진을 응축시켜 이를 해결하고자 한다. 한편, 미세분진은 Filter로 포집하기가 어려울 뿐 아니라, 눈막힘 현상 등으로 분진의 포집에 장애를 초래하기 때문에 기존의 장치를 이용하여 효율적

으로 포집하기 위해서는 분진 입자의 크기를 성장시킬 수 있는 방법을 고려한다. 즉, 초음파 진동자를 이용하여 발생시킨 Fog가 미세입자와 충돌할 때 일어나는 응축현상을 이용하는 것으로, 고체 상태의 작은 입자들이 Fog 액적에 포함되어 입자의 크기가 1 μ m 이상으로 성장하게 된다. 이 입자가 0.1 μ m 보다 작은 경우에는 물질 확산에 의하여 이동하게 되고, 1 μ m 보다 큰 경우에는 관성에 의하여 이동하기 때문에 포집이 용이하지만, 0.1~1.0 μ m 사이의 크기를 갖는 입자의 경우에는 공기 중의 유동에 의한 대류작용으로 입자가 이동하므로, 포집이 곤란하였던 것을 초음파 진동자에 의해 Fog를 발생 시켜서, Fog와 미세 분진의 결합으로 입자의 크기를 1 μ m 이상으로 성장시켜서 관성에 의한 이동이 가능하게 하여 해결하려고 하는 것이다. 다음은 이에 대한 원리이다.

- (1) 관성충돌(Inertia Collision)
- (2) 차폐(遮蔽-Interception)
- (3) 확산(擴散-Diffusion)
- (4) 중력(重力-Gravity)
- (5) 브라운 운동(Brownian Movement)

4. 장비의 개발

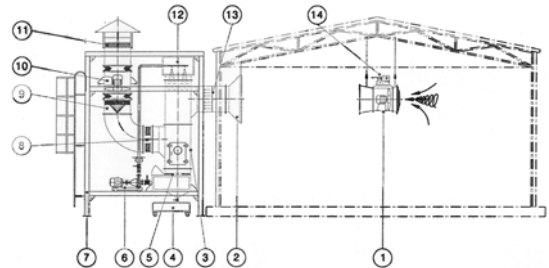


Fig. 1 The Particular Dust Capturer of Fog Mixed Air Curtain Type

Table 1 The composition

| NO | DESCRIPTION | UNIT | MATERIAL |
|----|----------------------|------|----------|
| 1 | SUPPLY FAN | 1 | SS41 |
| 2 | SUCTION HOOD | 1 | STS304 |
| 3 | SPRAY CHAMBER | 1 | STS304 |
| 4 | DUST BOX | 1 | STS304 |
| 5 | 폼팡이 살균장치 | 1 | STS304 |
| 6 | SPRAY PUMP | 1 | HICO |
| 7 | STRUCTURE | 1 | SS41 |
| 8 | ELIMINATOR | 1 | STS304 |
| 9 | SILICA SCREEN | 1 | SILICA |
| 10 | EXHAUST FAN | 1 | SS41 |
| 11 | 백연방지 SYSTEM | 1 | SS41 |
| 12 | SPRAY SYSTEM | 1 | STS304 |
| 13 | DUST COKE | 1 | STS304 |
| 14 | FOG GENERATOR SYSTEM | 1 | STS304 |

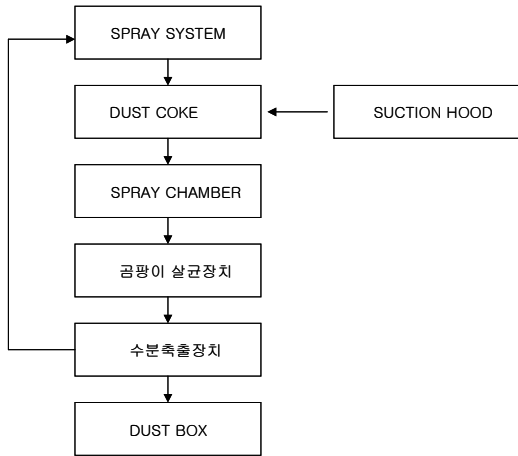


Fig. 2 System Flow Chart

본 논문에서는 조사한 내용을 바탕으로 Fog Mixed Air Curtain 식 분진포집 장치를 개발하였다. Fig. 1은 그 장치의 구성도이며 Table 2는 장치의 부분 명칭이다. 다음은 그 주요 개발 장치의 설명이다.

가. Supply Fan Assembly : ①은 실내에 분포되어있는 Dust를 Air Curtain방향으로 유도하며 Fog Generator System을 장착하여 Fog와 결합된 Dust를 Suction Hood 쪽으로 원활히 이동 시켜준다.

나. Fog 생성을 위한 Nozzle : 광각 스프레이 원형분사 형태로 분사각도는 라운드 젯 분사 형태 중 가장 크다.

다. 노즐의 배열 및 Air Curtain : Nozzle의 배열은 분부된 Fog가 중첩되게 하여 촘촘한 섬유필터의 구조를 갖는다.

라. 미세 Fog 발생장치

마. Dust Fog의 흐름 : Fig. 2에서 볼 수 있듯이 Suction Hood를 통해 들어온 Dust는 Fog로 형성된 필터와 결합해 공풍이 살균장치에서 균을 소멸한 후 수분과 분리 Dust만 Dust Box에 포집되어 진다. 별도의 필터가 필요 없고 수집된 Dust만 제거하게 되므로 필터 교체비와 작업시간 단축에 의한 유지 보수 비용이 절감된다. 또한 수분축출장치에서 축출된 수분은 다시 Fog 발생장치로 이동시켜 재활용한다.

5. 결론

본 장비의 개발에 의하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 기술성과

다양한 분진 집진 방식에 대한 연구가 시행되어 왔으나 기존에 연구되고 시행된 장비들은 설비 및 유지비가 비싸 중소기업에서는 설치하기가 부담스러웠다. 또한 연구의 중심이 미국 중심의 연구가 시행되어 왔으나 Fog Mixed Air Curtain식 분진 포집방식은 국내 분진 집진 방식의 연구자들로 하여금 새로운 전기를 마련하여 미국 중심에서 한국 중심의 연구기조를 만들어 낼 것이다. Fog Mixed Air Curtain식 분진 포집방식은 기존의 방식과는 다른 Filter를 부직포나 섬유가 아닌 물을 사용하여 장치의 관리 및 집진 효율을 높였고 필터로 사용하는 Fog는 재생 System에 의해서 재활용이 가능하게 개발하여 자원의 손실을 최소화하였다.

2. 설치 업체의 효과 분석

① 인력유입효과 : 분진에 의한 호흡기 질환 및 진폐증에 대한 막연한 두려움 때문에 인력의 이직이 잦았던 사업장은 장치 설치 후 인력의 유입이 원활히 이루어져 현재는 인력 충원률이 90%이상을 유지하고 있다.

② 유지 관리비 및 인건비 절감효과 : 설치하여 사용하고 있는 한 업체를 기준으로 월 7백만원, 연 8천 4백만원의 폐기물

Table 2 The environment analysis

| 평가항목 | 단위 | 비중 (%) | 환경 기준치 | 개선 전 | 개선 후 | 평가 방법 | |
|---------|--------|-------------------|--------|-------|-------|-------|-------|
| 1. 분진 | 총먼지 | μg/m ³ | 70 | 300 | 3,000 | 200 | 기기 분석 |
| 2. 노동강도 | 노동강도 | *R MR | 28 | 4.0 | 7.5 | 2.5 | 분석 |
| 3. 열 | 작업장 온도 | ℃ | 2 | 하절기 | 26 | 온도 추정 | |
| | | | | 30~35 | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | 동절기 | 10 | |
| | | | | | -5~0 | | |

처리비용은 월 2백만원, 연 2천 4백만원으로 70% 이상 절감되었다. 폐기물 처리장치를 관리하던 3명의 관리 요원도 1명으로 줄여 2명분의 인건비를 절감시켰다. 기타 민원에 소요되었던 비용도 절감하였다.

③ 폐질환, 안구질환예방과 생산성 증대 효과 : 쾌적한 작업환경은 작업자의 피로도를 낮추어 주었으며 미세먼지에 의한 감기, 진폐증 안구질환 등의 질병발생이 감소하였고, 인력의 이탈을 막아 주었다. 또한 백필터 교체 등 기존의 집진장비에 투입되었던 인력을 생산 부서로 전환 배치하여 생산성은 종전대비 20% 신장하였다.

3. 환경개선효과

직무기피의 원인이 되었던 뿌연 작업장은 본 장치를 설치하면서 깨끗해졌고 현장 청결도는 작업자들의 복장에서부터 변화하기 시작했다. 검은 옷가루에 의해 하나절이면 검어졌던 작업복은 1주일을 입어도 새 옷처럼 깨끗해 현장의 변화를 실감케 하였다. Table 3은 환경의 변화를 수치로 나타낸다.

후기

본 기술 논문은 중소기업청의 직무기피요인 해소사업의 과제로 수행한 주물공장의 Fog Mixed Air Curtain식 분진포집장치 개발과제를 수행한 결과이다.

참고문헌

- 김희만, 김돈균, 한국산업위생학회지, 3, 2, 부산대학교 환경대학원 환경과학과, 227~239, 1993.
- 實吉純一, 他監修:超音波技術便覽(新訂初版), 日刊工業新聞社, 145~167, 1981.
- 伊藤健一, 超音波のはなし, 日刊工業新聞
- 川端 昭, やさしい超音波工學, 243~249, 1991.
- 本多敬介, 超音波技術の現場と將來, 本多電子(株)35周年記念展示會講演資料, 174~189, 1992.
- 力武常次, 北村良夫, 新物理(波動編), 數研出版(株), 265~290, 1986.
- 空中超音波センサカタログ, Cat NO S 15, (株)村田製作所.
- 力武常次, 北村良夫, 新物理(波動編), 數研出版(株), 273~294, 1987.
- 超音波治療器カタログ, US-7P, KUS-10, 伊藤超短波(株).
- 超音波距離計用モジュール(RS-2410)取扱説明書, クロニクス(CLONIX)本多電子(株), HONDA, 産業器機事務部総合カタログ.