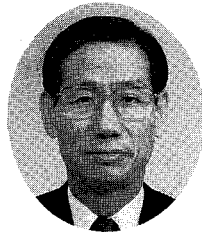


# 소각로 기본설계 및 선정방법

## 〈6〉



金炳彩

((주)진도엔지니어링부사장, 환경(대기)기술사)

### 목 차

- I. 서 론
- II. 원단위 조사
  - 1. 발생량 조사
  - 2. 발열량 조사
  - 3. 공기량 및 가스량 산정
  - 4. 오염물질 예측
  - 5. 조내온도 산정
- III. 연소이론
- IV. 소각로 선정 요령
  - 1. 폐기물 대상 선정
  - 2. 가동시간 대상 선정
- V. 소각로 설계
  - 1. 유동층 소각로
  - 2. Stoker소각로
  - 3. 진류식 소각로
- VI. 방지시설
  - 1. Ventury Scrubber
  - 2. Packed Tower
  - 3. Bag Filter
- VII. 결 론

### 3. 여과집진기

#### 1) 종류 및 구조

여과포에 의한 포집이 진행됨에 따라 포집된 먼지층이 두껍게 됨과 동시에 압력손실이 증가하므로 송풍기의 능력은 점차 감소한다. 따라서 여과포에 포집된 분진은 보통 최고 압력손실을 150mmH<sub>2</sub>O 전후로 하여 집진시키며 분진 처리방식에 따라 간헐식과 연속식으로 구분된다.

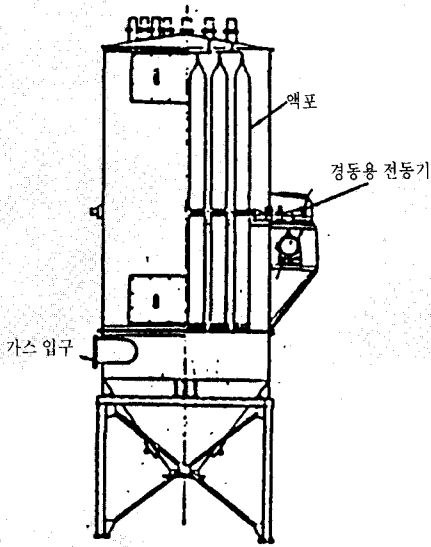
#### ㉠ 간헐식 여과집진장치

간헐식은 집진실을 3실 또는 4실로 하여 처리가스의 입구 및 출구에 댐퍼를 각각 설치하고 압력 손실이 규정치에 도달하면 집진실의 입구 및 출구 댐퍼를 폐쇄한 후 여과포에 부착된 분진을 제거시키는 방식으로 높은 집진효율을 얻을 수 있다. 또한 포집된 분진의 제거방식에 따라 진동형 및 역세형으로 분류할 수 있다.

#### \* 진동형

여과포의 진동에 의해 포집된 분진을 분리 낙하시키는 장치로서 여과포에 부착된 분진의 상태에 따라 다르지만 대개 15-60초 정도 진동시켜 부착분진을 제거한다. (그림 6-10참조)

여과포의 진동에 있어 진동수나 진폭이 크면 분진의 분리에는 효과적이거나 미세한 분진으로서



〈그림 6-10〉 진동형 여과집진장치

응집성이 큰 경우에는 역효과가 있을 수 있으며 여포자체에 손상을 가져올 수 있기 때문에 최근에는 진폭은 작게 진동수는 크게 하여 분진을 분리시키고 있으나 분진의 입경, 밀도, 흡습성, 부착성 등을 고려하여 유연성 있게 운전되어야 한다.

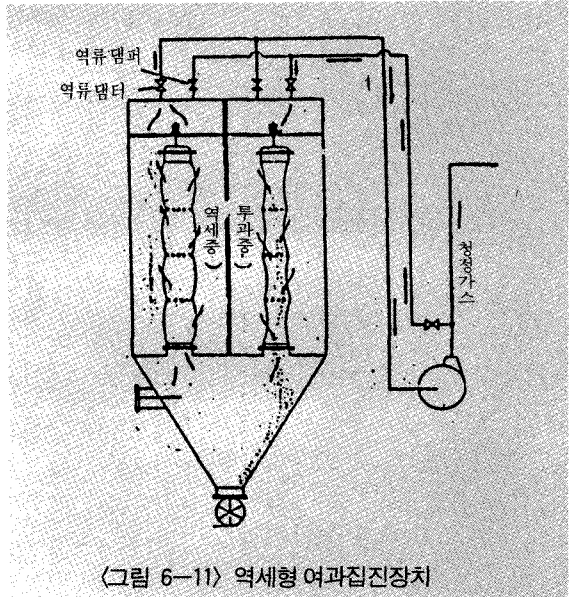
**\*역세형**

역세형 포집분진 분리장치는 최근 가장 많이 사용되고 있는 장치로서 분진 부착면의 반대 방향에서 압축공기를 분사시켜 포집된 분진을 분리시키는 방식이다. (그림6-11)

**㉞ 연속식 여과집진 장치**

연속식 여과집진 장치는 포집된 분진의 분리를 위해 집진실의 폐쇄나 처리가스의 차단 등을 하지 않고 연속적으로 여과를 진행시키면서 순차적으로 부착된 분진을 분리 제거시키는 방식으로서 압력손실이 대체로 일정하기 때문에 분진농도가 높은 매연이나 부착하기 쉬운 분진의 처리에 사용되고 있다. 이러한 연속식 여과집진 장치에서 사용되고 있는 포집분진 분리 방식으로서 Pulse-Jet형, Sonic-Jet형, Reverse-Jet형 및 병용형이 있다.

**· Pulse-Jet형**

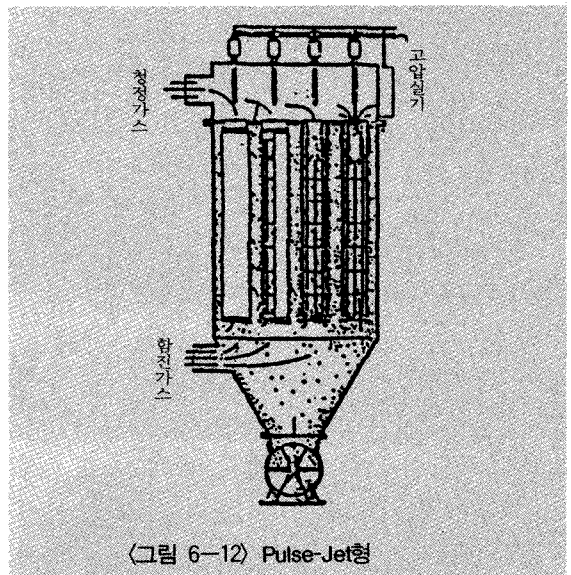


〈그림 6-11〉 역세형 여과집진장치

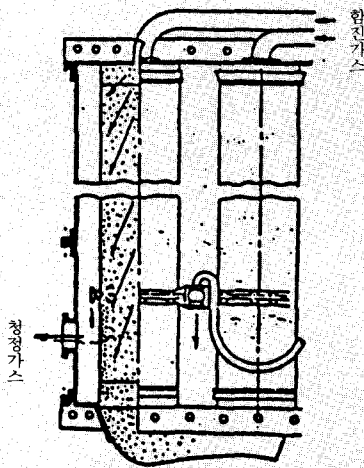
그림6-12에서 보는 바와 같이 함진가스를 여과포에 외측으로 부터 유입시키면 분진은 외측에 포집되므로 여포상부에 설치된 각각의 벤츄리관 노즐에 의해 일정간격으로 압축공기를 분사시켜 부착면지를 제거시키는 방식이다.

**· Sonic-Jet형**

저주파수의 음파를 발생시켜 공기진동에 의해 부착분진을 분리하는 방식으로 청정가스의 출구



〈그림 6-12〉 Pulse-Jet형



〈그림 6-13〉 Reverse-Jet형

부분에 소음기의 설치 등에 의한 소음 대책이 요구된다.

· Reverse-Jet형

이 방식은 그림6-13에서 보는 바와 같이 원통 여포의 외측에 압축공기분산 슬릿트를 부착시켜 천천히 상하로 이동시키면서 연속적으로 부착분진을 분리시키는 방식이다. 이 방식은 압축공기의 분사에 의해 여과포가 파손되기 쉽기 때문에 일반적으로 부직포에 사용되며 여과속도는 3-10cm/s의 속도로 운전되고 있다.

2) 기능

여과 집진장치의 성능에 대한 영향인자로서 여과속도, 여재의 성능, 압력손실 및 포집분진 분리방식 등을 들 수 있다.

⊙ 여과속도

여과 집진장치의 집진율에 대한 최대의 영향인자는 여과속도로서 그 결보기 여과속도의 계산식은 다음과 같다.

$$V = \frac{Q}{A} \times 100$$

V : 결보기 여과속도(cm/s)

Q : 처리 가스 유량(m<sup>3</sup>/s)

A : 여과포의 유효면적(m<sup>2</sup>)

여과속도는 처리대상 가스중 분진의 밀도, 입

경, 계획 집진율 및 여과방식에 따라 차이가 있지만 대체로 0.3-10cm/s 범위로써 표면 여과방식의 직포에서는 작지만 내면 여과방식은 부직포에서는 크다. 일반적으로 직포에 의한 입경 1μm 전후의 미세한 입자의 포집시 결보기 여과속도는 1-2cm/s 정도이고 부직포의 경우 4-7cm/s로서 운전되고 있다.

백 필터에 있어 50% 분리한계 입자경은 대체로 0.1μm로서 여포에 1차로 포집된 부착층에 의해 형성되는 것으로서 분진 부하에는 거의 영향을 받지 않는다.

한편, 백 필터의 압력손실은 연속식 여과집진장치인 경우에 최고 150-200mmH<sub>2</sub>O 정도의 규

표9. 산업별 배출가스처리에 필요한 공기 여재비

산업종류	공기 여재비		
	역기류식	충격기류식	진동식
염기성 산소 전로	1.5-2.0	6-8	2.5-3.0
벽돌제조공장	1.5-2.0	9-10	2.5-3.2
카스테를 내화재	1.5-2.0	8-10	2.5-3.0
내화벽돌	1.5-2.0	8-10	2.5-3.2
유연탄보일러	-	-	-
코니컬 소각로	-	-	-
타면	-	-	-
합성세제제조	1.2-1.5	5-6	2.0-2.5
전기 아크릴	1.5-2.0	6-8	2.5-3.0
분쇄기	-	10-15	3.5-5.0
철 합금 공장	2.0	9	2.0
유리공장	1.5	-	-
주물형	1.5-2.0	7-8	2.5-3.0
제철	1.5-2.0	7-8	2.5-3.0
펄프	-	-	-
석회석킬른	1.5-2.0	8-9	2.5-3.0
도시소각로	-	-	-
석유크래킹	-	-	-
인산비료	1.8-2.0	8-9	3.0-3.5
인광석분리	-	5-10	3.0-3.5
시멘트	1.2-1.5	7-10	2.0-3.0
제지	-	-	-
알미늄가공	-	6-8	2.0
구리가공	-	6-8	-
Sewage소각로	-	-	-
표면처리	-	-	-

표10. 각종 여재의 특성 다크론

섬 유	처리온도(°C)		내산성	내알카리성	부식마멸성	공기투과성 (m <sup>3</sup> /min)	흡습성 (%)
	연 속 사용시	간 헐 사용시					
면	82	107	약함	좋음	대단히우수	3-6	8
폴리프로피렌	88	93	양호-우수	대단히좋음	우수함	2.1-9	0
양 모	93-102	121	대단히우수	약함	보통	6-18	1.6
나이론	93-107	121	양호	양호-우수	우수함	4.5-12	4
오 론	116	127	양호-우수	보통	양호	6-13.5	0.4
아크릴	127	137	양호	보통	양호	-	-
다크론	135	163	양호	양호	대단히양호	3-18	-
노믹스	204	218	약함, 양호	양호-우수	우수함	7.5-16.2	-
테프론	204-232	260	불소이외에는 대단히 우수	우수(단, 불소연소 및 알카리용융물질 에는 약함)	보통	4.5-19.5	-
초자섬유	260	288	양호	양호	보통	3-21	0

정 압력차로서 운전되고 있다. 그리고 산업별, 분리방식별, 배출가스처리에 필요한 공기 여재비(A/C ratio)를 나타내면 표 9와 같다.

㉠ 여재의 특성

여과 집진장치에 사용되는 여재의 선정에 있어 처리가스의 성상 및 분리방식에 따라 내열성, 내산성, 내알카리성, 흡습성 및 강도등을 고려하여야 하며 실제 운전에서 사용된 여재의 특성에 따라 집진에 절대적으로 영향을 미치므로 지속적인 여재의 개발이 요구된다.

현재, 백필터에 사용되고 있는 여재의 종류 및 특성은 표 10과 같다.

㉡ 압력손실

일반적으로 여과 집진 장치에 의한 분진 처리시 발생하는 압손은 여과속도에 비례한다.

$$\Delta P \propto V$$

$\Delta P$  : 압력손실(mmH<sub>2</sub>O)

V : 여과속도(cm/s)

백필터의 경우 전압력손실( $\Delta P$ )은 여포에 의한 압력손실( $\Delta P_0$ ), 분진층에 의한 압력손실( $\Delta P_d$ )에 의하여 다음식으로 나타낼 수 있다.

$$\Delta P = \Delta P_0 + \Delta P_d = (\tau_0 + \alpha \text{ md}) \mu V (N/m^2)$$

$\tau_0$  : 여포의 저항 계수(1/m)

$\alpha$  : 퇴적 분진의 비저항(m/kg)

**여과 집진장치에 사용되는 여재의 선정에 있어 처리가스의 성상 및 분리방식에 따라 내열성, 내산성, 내알카리성, 흡습성 및 강도 등을 고려하여야 하며 실제 운전에서 사용된 여재의 특성에 따라 집진에 절대적으로 영향을 미치므로 지속적인 여재의 개발이 요구된다.**

md : 퇴적 분진 부하(kg/m<sup>2</sup>)

$\mu$  : 가스의 점도(N.s/m<sup>2</sup>)

V : 겉보기 여과속도(m/s)

여기서 일반적인  $\tau_0$ 는 10<sup>7</sup> l/m 전후이며  $\alpha = 10^9 - 10^{12}$  m/kg, md=0.1-1.2kg/m<sup>2</sup> 정도로 화학섬유로 제조된 여포의 경우 여포에 의한 압력손실  $\Delta P_0$ 는 분진층에 의한 압력손실 보다 상당히 작아 무시할 수 있으나 두께가 2-3mm 나 되는 부직포의 경우 여포의 압력 손실은 상당 부분을 차지한다. 각 방지시설에 대한 장단점은 표 11과 같다.

표11. 각종 방지시설의 장단점

구분 방지시설	장 점	단 점
원심력 집진시설	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 설치비 저렴.</li> <li>2. 고온가스의 처리 가능.</li> <li>3. 압력손실이 적다(수층의 2~6인치 범위내).</li> <li>4. 건식포집 및 제진가능.</li> <li>5. 조대입자처리에 적당.</li> <li>6. 유지관리조작이 간단.</li> <li>7. 운전비용 저렴.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 분진포집효율이 낮다. (10<math>\mu</math>m이하일 경우)</li> <li>2. 습한분진 취급이 곤란</li> <li>3. 분진량과 유량의 변화에 민감.</li> </ol>
세정 집진장치	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 미세분진의 포집효율이 높다.</li> <li>2. 2차분진 처리 불필요.</li> <li>3. 고온, 고압가스취급 가능(가스폭발위험감소)</li> <li>4. 분진 및 가스(특히 습한가스)동시 처리가능.</li> <li>5. 일부 처리부분에서 가스는 고압으로 된다.</li> <li>6. 설치비 저렴(폐수처리 미설치시)</li> <li>7. 설치공간이 적다.</li> <li>8. 부식성가스, mist환수 가능.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bed 및 plates의 plugging 초래.</li> <li>2. 폐수처리문제 대두.</li> <li>3. 습한 부산물이 회수 및 2차 오염가능.</li> <li>4. 건식보다 습식시스템에서 부식문제 대두.</li> <li>5. 압력손실 및 동력이 높다.</li> <li>6. 건습 interface에서 고형화문제.</li> <li>7. 관리유지비가 높다.</li> <li>8. 장치의 부식 및 침식가능.</li> <li>9. 냉한기의 동결문제.</li> </ol>
여과 집진시설	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 분진포집 효율이 높다.</li> <li>2. 분진량이 변동에 비교적 둔감</li> <li>3. 출구의 공기는 에너지보전의 측면에서 업소내 재순환 될 수 있다.</li> <li>4. 포집된 물질들은 건식으로 회수 가능.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 고온(100~450°C)처리시 특정장치 필요</li> <li>2. 포집된 분진제거 또는 누출감소를 위한 특정 여포필요.</li> <li>3. 산화되기 쉬운 분진이 포집될 경우 화재. 및 폭발위험.</li> </ol>

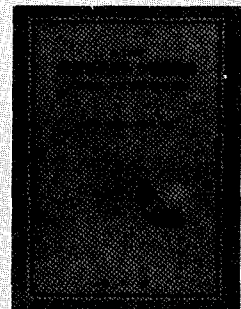
구분 방지시설	장 점	단 점
	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. 폐수방류, 수질오염, 액체결빙의 문제가 없다.</li> <li>6. 부품의 부식 및 산화문제가 없다.</li> <li>7. 고전압의 위험 없다. 관리유지 간단</li> <li>8. 1<math>\mu</math>m이하 분진 및 가스오염물질의 고효율 포집을 위한 섬유 또는 전처리된 과립상 여포사용 가능</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. 관리유지비가 높다(백의 교체 등).</li> <li>5. 고온, 산·알칼리성 분진·가스처리시 수명 단축.</li> <li>6. 습한 물질, 습기의 농축, 흡착성분은 여포의 crusty caking이나 plugging의 발생 또는 특정시설 필요.</li> <li>7. 관리유지 인력에 대한 호흡 보호장치 필요.</li> <li>8. 압력손실은 중간정도(100~250mmH<sub>2</sub>O)</li> <li>9. 여과속도에 민감하다.</li> </ol>
가스 흡수장치	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 압력손실이 비교적 낮다.</li> <li>2. 부식성 공기처리에 FRP 사용가능.</li> <li>3. Mass-transfer효율을 높일 수 있다.</li> <li>4. 시설의 높이, packing의 형태, plates의 수의증가로 유량개선 가능.</li> <li>5. 설치비 저렴.</li> <li>6. 가스 및 분진 동시처리 가능.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 폐수오염문제 대두</li> <li>2. 포집물질이 습하다.</li> <li>3. bed 및 plates의 plugging 초래.</li> <li>4. FRP사용시 온도에 민감.</li> <li>5. 관리유지비가 높다.</li> </ol>

상담 및 문의전화 711-4040

▶ 환경관리기술사문제 해설

(4×6배판, 393쪽, 정가 12,000원)

- 저 자 : 노종식, 이출재, 이득웅
- 기존에 출제된 환경관리기술사시험문제들을 총망라하여 년도별·분야별로 분류, 기술사인 저자들의 알기쉬운 풀이로 수험생의 이해를 도운 것이 특징
- 구입처 : 환경관리연구소  
전 화 : 859-6333~5  
주 소 : 서울 구로구 구로동 1125-3 (덕성 B/D 306호)



신  
간  
안  
내