

Remicon 工場과 最適 集진시설 선정

禹 完 基

(長安專門大學 環境管理科 教授)

目 次

1. 序 論
2. Remicon 生産工程과 오염물질 농도
3. 集塵시설의 선정
4. 最適 集진시설 設計
5. 結 論

1. 序論

최근 수요가 폭발적으로 늘어나고 있는 Remicon은 운반, 공급범위가 제한적이며, 운반중 Concret의 품질이 저하될 염려가 있어 생산업체의 분포는 대체로 대도시와 그 주변에 분포하고 있다.

이와같이 인구밀집지역 주변에 분포하고 있는 Remicon공장은 사용재료(Cement, 골재, 水量)와 사용 차량의 특수성 때문에 입자상 물질, 가스상 물질, 부유물질, 소음·진동 등의 오염물질을 발생하여 심각한 환경오염을 유발하고 있으며, 이중 가장 큰 원인물질은 粒子狀 物質이라 하겠다. 粒子狀 物質에는 Remicon 工場에 野積되어 있는 Cement, 골재류에서 飛散되는粉塵, 분쇄, 소성, 포장 등 Cement 제조과정에서 배출되는 분진이 있으며, 수송차량도 상당히 기여한다고 보겠다.

본 논문에서는 Remicon 공장의 생산공정을 파악하고 배출시설별 오염물질 농도를 조사했

으며, 제진장치의 선정과정을 제시함으로써 최적처리장치의 선정에 작은 보탬이 되고자 한다.

2. Remicon 生産공정과 오염물질 농도

2-1, Remicon 生産工程

Remicon공장의 각종 시설에서 배출되는 大氣汚染物質을 조사하기 위해서는, Remicon생산공장의 각 工程에 대한 지식과 이해가 우선되어야 하겠다.

Remicon의 생산공정은 크게 Cement와 골재 부문으로 나누어 생각할 수 있으며, 이들은 다시 저장시설과 이송시설을 거쳐 저장빈에서 혼합기로 가고 다시 mixer truck을 거쳐 출하된다. (그림 1 참조)

主要 工程別 설명은 다음과 같다.

(1) 시멘트 수송차량

시멘트 보급기지에서 Remicon 제조사업장까지 시멘트를 수송하는 차량으로 벌크시멘트 트럭 또는 벌크 트레일러, Bag Cement Truck

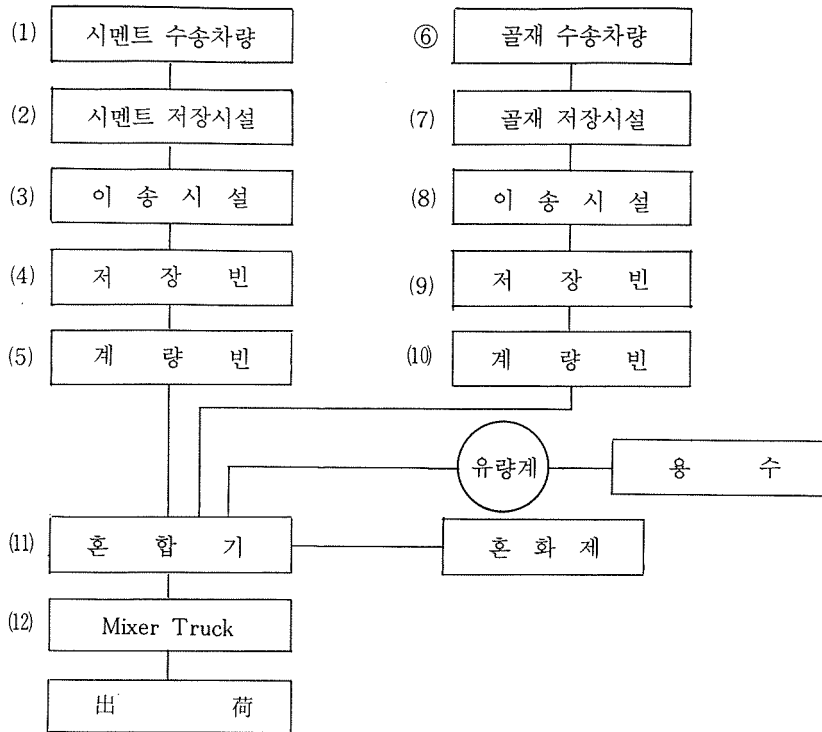


그림 - 1. Remicon 생산 공정도 (단, 골재채취 또는 쇄석 분쇄시설은 제외)

등2 종이 대부분이다.

(2) 시멘트 저장시설

수송차량에서 공급받은 시멘트를 저장하는 시설로 Batch plant에 필요량을 지속적으로 공급하여 주는 역할을 한다. 공급방법은 싸이로 하부에서 스크류콘베어 또는 에어슬라이더로 바켈엘리베이터까지 이송한다.

(3) 이송시설

스크류콘베어, 에어슬라이더로 이송된 시멘트를 Batch plant상부 저장조로 이송하기 위한 시설로 바켈엘리베이터 또는 스크류콘베어가 이용된다.

(4)(9) 저장빈

하부의 계량빈에 필요량의 시멘트 공급을 위해 일시 소량을 저장하는 시설이나 일부 Batch plant에는 시설되지 않는 경우도 있다.

(5)(10) 계량빈

혼합기에 일정량의 공급을 위해 저장빈에서

슈트를 통해 공급된 시멘트는 무게를 감지할 수 있는 로드셀에 의해 적정량에 달할 때까지 투입, 계량된다(골재의 계량은 종류별로 누적 계량하는 형식임)

(6) 골재 수송차량

골재 채취장에서 Remicon제조시설까지 수송된 골재는 종류별로 골재 저장시설에 하화하고 하화된 골재는 페이로더등으로 정리한다.

(7) 골재 저장시설

싸이로, 지하 저장시설, 상옥시설, 야적시설 등이 있으며 Batch plant까지의 공급을 위하여 벨트콘베어등 이송시설이 설치되어 있다.

(8) 이송시설

대부분 벨트콘베어가 이용되고 콘베어 자체는 밀폐형 천막이 씌여져 있다.

(9) 혼합기

계량된 시멘트, 골재, 물, 혼화제를 혼합하여 Remicon을 제조하는 시설로 현재 널리 사용되

	1 cm	1 mm	100 μ m	10 μ m	1 μ m 광선	100nm	10 nm	
	육안 가시 범위			현미경 가시 범위		전자 현미경 범위		
분진연무제 등의 분진크기에	우적	무운	무운			담배연기		
	눈		세빙	SO ₂		카아본블랙		
			부유유화물			염화아연		
			분말 석탄		안료			
	기관비회			분밀크	유연			
			시멘트		아금연기			
				아금진에				
			화분	박테리아			콜로이드	궐
			주조 진에	페진			기체분자	
						산화마그네슘연기		
집진기 적용	보통	사이클론						
	세정 집진	특별 고려	사이클론					
				백필터 집진		요주의		
					특별 고려	세정 집진		
				전기 집진				

그림 - 2. 분진의 크기와 집진장치의 적용범위

는 혼합기 종류는 Pan Type, Two Shaft Type, Tilting Type 등이며 동 시설에서 혼합된 Remicon은 Mixer Truck에 옮겨져 수요처로 공급된다.

2-2. 工程別 粉塵 排出濃度

Remicon제조시설 工程別 분진의 배출농도는 (표 1)과 같다.

(표-1) Remicon제조 工程別 분진 배출농도

Remicon 제조 공정	분진 배출농도(g/S m^3)
벌크 트럭에서 저장조에 시멘트 투입	39~57
이송시설의 연결부위	15~19
바켈 엘리베이터	19~30
혼 합 기	19~78
호 퍼 투 입	5
저 장 빈	5~15
분쇄기	5~15
High speed Hammer Mills	15~19

3. 집진 시설의 선정

3-1. 집진시설의 선정 방법

집진장치를 선정하는데 있어 가장 우선되어야 할 작업은, 측정방법에 의해서 구해진 분진의 排出濃도와 排出基準濃度로부터 집진율을 결정하는 일이며, 이것으로부터 집진장치를 선택하는데 그 조건으로는 ① 集塵 process ② plant 設備要素, ③ 처리비용 등이 있다.

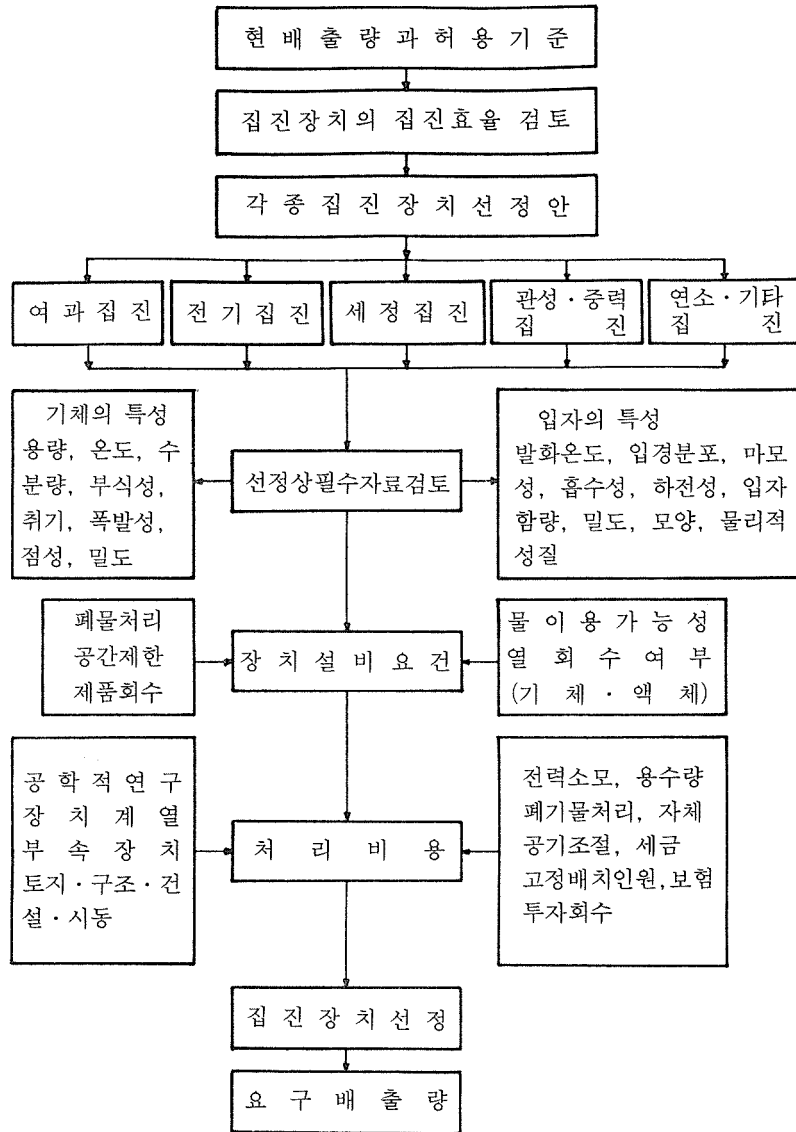
集塵 process에서는 集塵粒子的 특성 및 排氣가스의 흐름이 문제이다.

前者는 입도분포, 비중, 밀도, 성상, 부착성, 응집성, 帶電性, 흡수성, 濃度 등을 충분히 검토해야 하며, 後者는 용적, 온도, 부식성, 취기, 점성, 폭발성 등을 조사하여 집진시설 선정의 기초자료로 삼는다.

이들 자료중 분진의 크기에 따른 집진장치의 적용범위는 (그림 2)와 같다.

(그림 2)에서 보면 Cement분진에는 백필터

그림 - 3. 포대형(Bag-Type)



이상의 집진장치가 적용되는 것으로 나타났다.

장치의 설비요소로서는 습식에서 물의 분리, 열회수, 집진물의 처리, 자원으로서의 회수, 혹은 부지장소의 제한 등이 있으며, 처리비용에 있어서는 전력, 폐기물의 처리, 배기가스의 조정 노력 및 투자회수 등의 항목이 있다.

이외에도 엔지니어링의 연구, 장치의 hardwa-

re, 부속장치, 토지, 구조물, 건설비 및 시운전 등이 있다.

집진장치의 선정과정을 요약해 보면 (표 2)와 같다.

(표 2)에서 나타난 집진장치의 長短點을 비교해 보면 (표 3)과 같다.

(그림 2)와 (표 3)에서 제시된 모든 요건을

(표 3) 각종 집진장치의 장·단점

집진장치종류	장 점	단 점
중 력	압력손실적고, 설계, 보수간단 압력손실 5~10 mmH ₂ O	설치면적이 크고, 효율이 낮다. 관성 : 압력손실 10~100mmH ₂ O
원 심 력	설계, 보수용이, 설치면적이 적게됨, 먼지연속배출가능, 압력손실 낮음, 큰 입경먼지에 적합, 온도의 영향이 적음, 먼지 부하가 높은가스에 적합, 압력손실 80~100mm 압력손실 80~100mmH ₂ O	입구가스실이 다수필요, 입도가 적은 먼지의 집진효율이 낮음, 먼지 부하, 유량변동에 민감. Blow down효과로 효율을 증진함.
세 정	가스제거와 집진이 동시가능, 고온 다습 가스의 냉각, 세정가능, 부식성가스, mist의 제거, 중화가능 먼지폭발위험 감소, 효율변동가능 압력손실 300~800mm H ₂ O	부식마모의 발생, 배수처리, 재생비용증가, 용액의 비말배기 처리, 외기온에 의한 동결의 위험, 배기의 부력, 상승확산력 감소, 대기상태에 의한 수분의 흰 연기의 발생 액가스비 : 0.3~1.5 ℓ / m ³
전 기	99%이상의 효율가능, 미립자 집진가능, 습식 건식으로 제진가능, 다른 고효율 집진기에 비해 압력손실 소요동력적음, 부식및 부착성 가스의 영향적음, 유지비적음, 가동부적음, 고온가스 (260~450°C) 에서도 처리가능, 압력손실 (건식 10mmH ₂ O, 습식 20mmH ₂ O)	초기시설비가 많이 듦, 먼지부하, 가스유통에 민감, 고전압에 대한 안전설비, 집진효율은 서서히 저하, 처리배기속도 : 건식 1~2m/sec, 습식 2~4m/sec
여 과	건식집진가능, 조작불량조기발견 적은 입경의 먼지 제진이 가능, 집진효율이 높음, 시설비가 적게들고 유지관리비 적게됨. 압력손실 100mmH ₂ O	여과속도의 영향이 크다. 고온은 90~280°C까지 냉각해야함. 습한 먼지의 영향이 있음 (응집) 여과속도 1~1.6cm/sec
연 소 (after burner)	악취mist의 제거가능, 가연가스, 먼지의 동시제거, 열회수가능, 설치면적 적음, 구조간단, 자동차 배기가스 처리에 사용됨.	운영비 많이듦. 화재의 위험, 가연성 먼지, 가스일때 시설비(촉매법)가 많이 듦, 촉매가 유독원이 되기쉽다. 촉매의 재생 필요.

감안해 볼때 Remicon제조공정에서 배출되는 분진을 제거하기 위해서는 여과집진장치의 선정이 적절하다고 사료된다.

여과집진장치의 長點은 집진효율이 높고, 시설비가 적게 들고 유지관리비가 적게 든다는데 있다.

3-2, 여과집진장치.

(1) 원리

filter는 넓은 면적의 직포에 오염공기를 통과 시킴으로서 filter조직내에 분진을 포집하거나 인입측에 형성되어 있는 분진막(Cake)에서 걸러지는 현상을 가진다.

또 포집되어 있는 분진을 주기적으로 청소하기 위한 기계적 장치가 부착되어 분진의 누적으로 인한 공기흐름 저항이 과대하게 되는 것을 방지하여 주기도 한다.

직포에 형성된 분진누적층이나 장기간 사용에 따른 분진막의 형성은 처리공기중의 분진을 제거하는데 실질적인 역할을 하는데, 충돌, 밀착 또는 확산등의 작용에 의한다.

(2) 저항과 처리 공기량의 관계

filter 선정시 가장 중요하게 여겨지는 것중의 하나는 처리가스량을 통과시키는 적절한 filter 면적을 결정하는 것이며, 이러한 관점에서 다른 기계식 집진장치와 다르다.

filter는 그 종류가 다양하고 일반적으로 고효율의 제진효과를 기대할 수 있으나 과도한 저항치가 나타나는 상태나 처리가스량의 급격한 감소는 필터의 효능을 감소시키는 원인 된다.

filter를 교환하기 위하여 압력손실 즉 저항과 통과 공기량의 상관관계를 계산하기 위한 입장의 크기, 분포 또는 확산량 등을 포함한 적절한 자료를 얻기는 쉽지 않으나 다음 식에 의해 유도될 수 있다.

$$\Delta P = k V_i W$$

V_i ; filter 접근속도 (m/s)

W ; 분진막의 질량 (g/m²)

k ; 투과성 (mm Aq/mps/dust g/m²)

filter의 접근속도는 누적된 먼지의 비산을 방지하기 위하여 매우 중요하다.

정상상태의 filter를 반으로 막았을 때 분진막은 동일기간 동안 두배로 증가할 것이며 이는 풍량증가에 따른 저항의 상승과 함께 filter 전체 저항을 배가 시키는 결과가 된다. 즉 압력의 증가는 접근속도의 제곱에 비례해서 증가하게 된다.

filter를 새로 교환했을 때 저항이 낮고 fan이 과부하상태로 운전될 하게 되는데 이는 filter 인입구쪽에 설치된 뱀피를 조절함으로써 쉽게 조정된다.

(3) filter 집진기의 종류

filter 집진기는 주로 원통형상의 Bag type의 것이 많다. 대표적인 종류로는 포형(Bag type Fabric Collector), 봉합형(Envelop-type Fabric Collector), ←역세정형(Reverse-Flow Collector), ←간헐제트분사형(Pulse-Jet Collector), ←역제트분사형(Reverse-Jet Collector)등이 있으며, (그림 3)과 (그림 4)에는 포대형과 봉합형을 대표적인 예로 나타내었다.

filter 집진기의 어느것이나 포집입자를 털어내기 위한 청소장치가 구비되어 있다. filter의 실

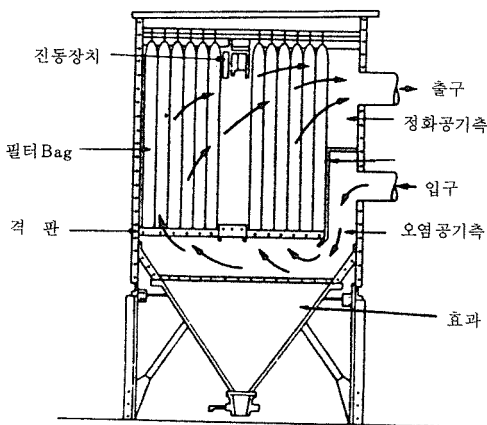


그림 - 3. 포대형 (Bag-Type)

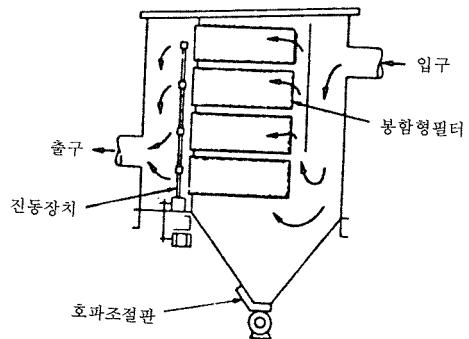


그림 - 4. 봉합형 (Envelop-Type)

용상의 큰 문제는 이 청소장치이며 필터의 수명이나 효율, 또는 압력손실에 큰 영향을 준다. 즉 청소가 불충분하면 압력손실이 증가하고 동력비가 많이 들며 처리공기량이 감소되어 사용이 곤란하게 된다. 한편 청소가 지나치면 압력손실은 감소하나 효율이 저하되고 filter의 손상이 촉진된다.

4. 最適 集진시설 設計

4-1. 集진시설 機種

골재 야적시설을 제외한 全 排出施設의 粉塵 배출농도가 $2\sim 80\text{ g/Sm}^3$ 에 달하는 고농도이므로 제거효율이 높은 Bag filter이상의 방지시설이 필요하다.

4-2. 集진시설 容量

각 단위배출시설의 風量의 합계는 여유율 20~30%를 가산한 용량으로 한다.

4-3. 集塵施設 設計

(1) 시멘트 저장조용 Bag filter

벌크트럭에 의한 투입시에는 벌크트럭의 送氣 압력이 $3,000\text{ mmH}_2\text{O}$ 이상이므로 별도 송풍기 없이 무동력식으로 설계한다.

또한, 여과포의 여과속도는, 압축공기로 탈진할 때는 최대 2.5 m/min 이내, 기계식 탈진인 경우는 최대 1.5 m/min 이내, 수동식 탈진일 때는 최대 0.9 m/min 이내로 한다.

Bag Cement Truck에 의해 투입할 때는 저장조와 Bag filter간에 송풍기가 필요하므로 독립 Bag filter설치보다는 혼합기 등과 같이 병행처리하는 것이 바람직하다.

(2) 기타 施設用 Bay filter

용량은 저장조를 제외한 단위 배출시설의 배

출량 합계에 여유율을 감안한 것이다.

여과포의 여과속도는 압축공기로 탈진할 때는 최대 2.5 m/min 이내이며, 기계식 탈진일 경우는 최대 1.5 m/min 정도이다.

(3) 기타

여과포의 재질은 특별한 제약이 없으며, 기타 제시되어야 할 설계내역으로서는, 기본사항, Bag filter내부 설계내역, 탈진방법에 관한 설계내역 등이 있다.

5. 結論

Remicon제조시설에 있어서의 대체적인 분진 발생경로는 Batch plant 자체의 이송, 저장, 계량, 혼합시설에서 발생하는 분진, 수송차량 및 작업장내의 비산분진 등을 들수 있으며, 이들 분진의 제어방법으로서는 집진효율이 높고, 시설비가 적게 들며, 유지관리비가 적게 소요되는 여과집진장치가 추천된다.

Reference

1. Henry C. Perkins, Air Pollution, Mcgraw-Hill Book Company, 1974
2. Arthur C. Stern, Air pollution, Vol. 1, Academic Press, 1976
3. 韓國레미콘工業協會, 레미콘, 1988. 6
4. 朴雲龍의, 土木材料學, 형성출판사, 1984
5. 韓國冷凍空調技術協會, 冷凍空調技術, 1988. 7
6. 全國환경관리인연합회, 환경기술감리실무, 1988
7. 禹完基, Remicon產業이 大氣汚染에 미치는 影響, 레미콘, 1988, 9
8. H. Brauer and Y. B. G. Varma, Air Pollution Control Equipment, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, 1981