

Gravel Bed Filter 運轉結果

劉 相 慶

〈韓一시멘트工業(株) 丹陽工場〉

1. 서

경제 성장에 따른 생활의 변화와 함께 환경에 많은 관심을 갖게 되면서 부터 정부에서는 공해 배출 시설에 대한 지도 점점을 강화하고 있으며 Cement plant에서 다른 Dust source와 비교해 볼 때 Grate cooler waste gas의 Cleaning은 소성공정에 영향을 주지 않고 모든 변동에 대처할 수 있어야 하기 때문에 가장 까다로운 것 중에 하나라고 할 수 있다.

Cooler 집진 시설은 Bag Filter나 Gravel Bed Filter와 같이 여과시켜 집진하는 방법과 E.P와 같이 여과 시키지 않고 Corona방전에 의하여 dust를 집진한 후 침강시키는 방법이 있다.

전자의 특징으로는 건설비용이 낮고, Kiln상태 변동(유량, 함진량, 온도, 분진의 Size 등)에 따른 집진 상태가 거의 일정하나 Energy소모가 높고 유지관리비가 높다는 것이며 후자의 특징은 Energy소모와 유지관리비는 낮으나 건설비용이 높고 kiln상태에 따른 집진 상태에 심각한 문제점이 있다.

그러나 Gravel Bed Filter는 시설용량 300,000m³/hr를 기준했을 때 전력소모가 217.5kw로서 전력소모가 199.6kw인 E.P와 거의 같은 수준이고, 유지관리비도 높지 않으며 건설비용이 낮고(E.P의 약 2/3) 성능도 우수하므로 당 공장에서는 국내 최초로 Cooler 3기에 Gravel Bed Filter를 설치하게 되었다.

2. 공사개요

1) 기 간

1985. 11. 10. ~ 1986. 2. 20.

2) 공사금액 (4/4 DDS 28×3기)

(단위:천원)

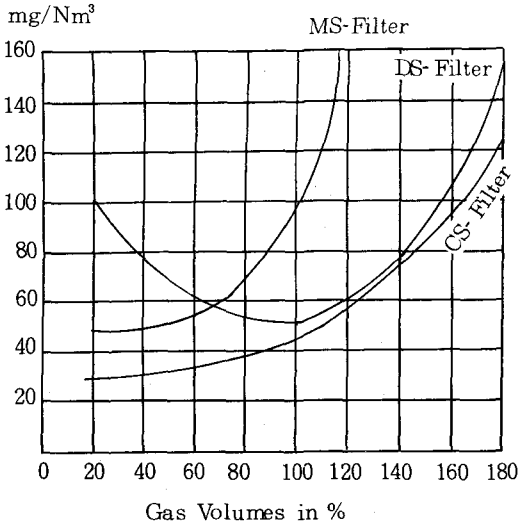
구분		항 목		
		내 자	외 자	계
사급기기 내역	기계공사	52,990	394,305	447,295
	전기공사	60,000	180,940	240,940
사급자재 내역	기계공사	291,769	-	291,769
	전기공사	16,076	-	16,076
	토건공사	403	-	403
공사금액 내역	기계공사	320,000		320,000
	전기공사	4,500		4,500
	토건공사	4,000		4,000
총 계		749,738	575,245	1,324,983
백 분 율		56.6 %	43.4 %	100 %

(주) ○ 외자에는 관세 27%, 기타 9%포함
○ kiln 1기당 소요액 : 441,660천원

3. E.P와의 비교

(Lurgi Co. 자료 기준)

구분	G.B.F	E.P
조 건	설계용량 : 300,000m ³ /hr 온 도 : 200 C (Max. 400 C) Raw gas 함진량 : 10 g/Nm ³ Clean gas 함진량 : 100mg/Nm ³	
투 자 비	689,920 천원	921,200 천원
소요전력	217.5kw	199.6 kw
크 기	10.5 × 15.3 (m)	12.2 × 18.5 (m)
유 지 비	1,120 천원	1,120 천원



Clean gas collection space (8)를 통해 Clean gas duct (9)로 들어 간다.

여기서 Clean gas는 Main exhaust fan을 지나 Stack으로 배출된다.

(2) Cleaning Phase

Filter housing은 Throttle valve (10)에 의해 Raw gas stream 으로부터 단절되면서 Scavenging air duct (11)이 열린다.

Scavenging air는 Gravel 층 (6)을 반대로 흐르면서 Dust를 축출하는데 이때 Motor (14)에 의해 Rake arm (13)이 회전을 시작하여 Gravel 층을 교란시켜 Dust의 축출을 돕는다.

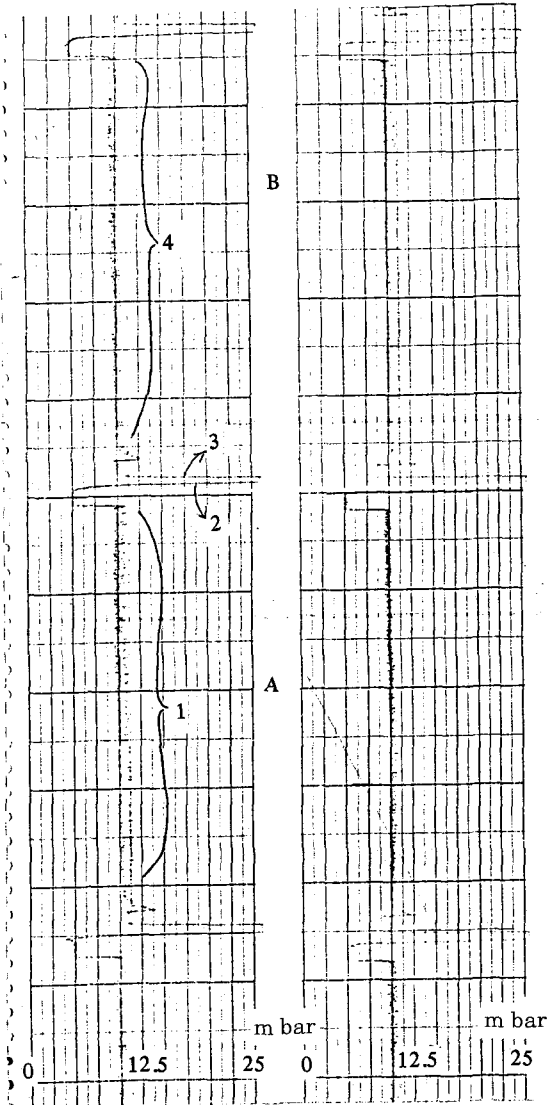
Scavenging air는 제거된 Dust를 실고 Central tube (4)를 통해 Raw gas duct (1)로 빠져 나가면서 Dust를 Double flap valve (3)으로 배출한다.

여기서 대부분의 Dust가 축출되며 Cleaning후 Throttle valve (10)은 반대로 닫히고 Filter housing은 다시 Operating상태로 되돌아 간다.

(별첨참조)

5. G.B.F 운전현황

현재 # 1.2.3. Cooler에 설치된 기종은 DDS-28 Type으로 기본적인 원리는 상기 설명과 같으며 G.B.F 운전 상태를 한 눈에 알아볼 수 있도록 현장에 설치된 M.C.C Panel에 다음과 같



은 Recording 장치가 있다.

이 기록지는 Scavenging air duct (11)내의 압력을 나타내는 것으로 좌측은 상단 Duct, 우측은 하단 Duct의 압력이다.

기록지에서 보는 바와 같이 ①은 Filter housing "A"가 Cleaning되고 있는 상태이고, ②는 Operating상태로 되기 위해 Filter housing "A"의 Throttle valve (10)이 닫히는 상태이며 ③은 Filter housing "B"를 Cleaning시키기 위해 Throttle valve가 열리는 상태를 나타내고 ④는 Filter housing "B"가 Cleaning되는 상

구분	G.B.F	E.P
장점	1) 낮은 유지비 2) 높은 열저항성 : Max 450 C 3) 일정한 집진효율 4) 용량 증가에 따른 Filter 확장 용이 5) E.P에 비해 설치면적이 적다. 6) 건설 비용이 낮다.	1) 낮은 Energy 소모 2) 낮은 유지비
단점		1) Dust 전기 저항에 따른 집진효율의 변화 2) 건설 비용이 높다.
투자실적	441,660 천원	

(주) E.P건설시 예상 투자비 : 759,000,000 원

4. G.B.F의 공정개요

1) 사양

(1) Design Data

항목	Data
Cooler 용량	1,900 t/day
Exhaust air	정상상태 210,000 m ³ /h, 150 °C
	최대상태 255,000 " , 250 °C
Raw gas 의 함진량	300,000 " , 400 °C
	15 g/Nm ³
Clean gas 의 함진량	50 mg/Nm ³
효율	99.67 %

(2) Technical Data

항목	Data
Filter type	4/4 DDS 28
Module 수	8
Module dia.	2,800 mm φ
Filter	net 79.8 m ²
	gross 91.2 m ²
Filter medium	uncrushed SiO ₂ , 99.9 % natural rounded, 7.5Mohs
Grain size	3-5 mm φ
Gravel layer	80 mm
Pressure loss	정상상태 14.0 mbar, 200 °C
	이상상태 17.0 mbar, 300 °C
온도 저항성 지속온도	350 °C
2 hrs.	400 °C, 3 회 / 24 h
20 min.	450 °C, "

(3) Motor 소요량 및 용량

구분	Data	Output/대 (kw)	Quantity(대)
Rake arm		3.7	8
Scavenging air fan		22	2
Hydraulic pump		3.0	1
Screw conveyer		3.0	3
Exhaust fan		350	1

2) G.B.F의 발달사

1959년 최초로 등장한 MB Type의 G.B.F는 용량 1,000 t/day이하의 Cooler에 설치되어 획기적인 성능(99.5% 이상)을 발휘하여 6년동안 50기 이상 설치되는 진가를 나타내었으나 구조상의 문제(Clean gas chamber와 Raw gas chamber 사이의 Sealing, Vibrator에 의한 기계적 Stress 등)가 대두 되었다.

그 후, 1966년에 D.S Type의 G.B.F가 등장하면서 이러한 제반 문제는 해결 되었지만 역시 구조상의 문제로 용량이 적을 때 집진 효율이 떨어지는 문제가 발생되었다. 그러나 이 문제도 60μ이상의 입자들이 분리되는 독립된 Pre-cleaning cyclone을 설치하여 용량 변화에 따른 집진 효율을 완전히 안정시킬 수 있는 G.S Type의 G.B.F가 1976년 개발되어 해결 되었다.

하지만 G.S Type의 G.B.F는 200,000m³/hr이하의 용량에 알맞으며 그 보다 용량이 큰 시설에는 D.S Type과 같으나 Gravel layer만 두 층으로 설치하여 Filtering area를 더 넓힌 D.S Type이 사용되고 있다. 각 Type의 특성은 다음 Graph와 같다.

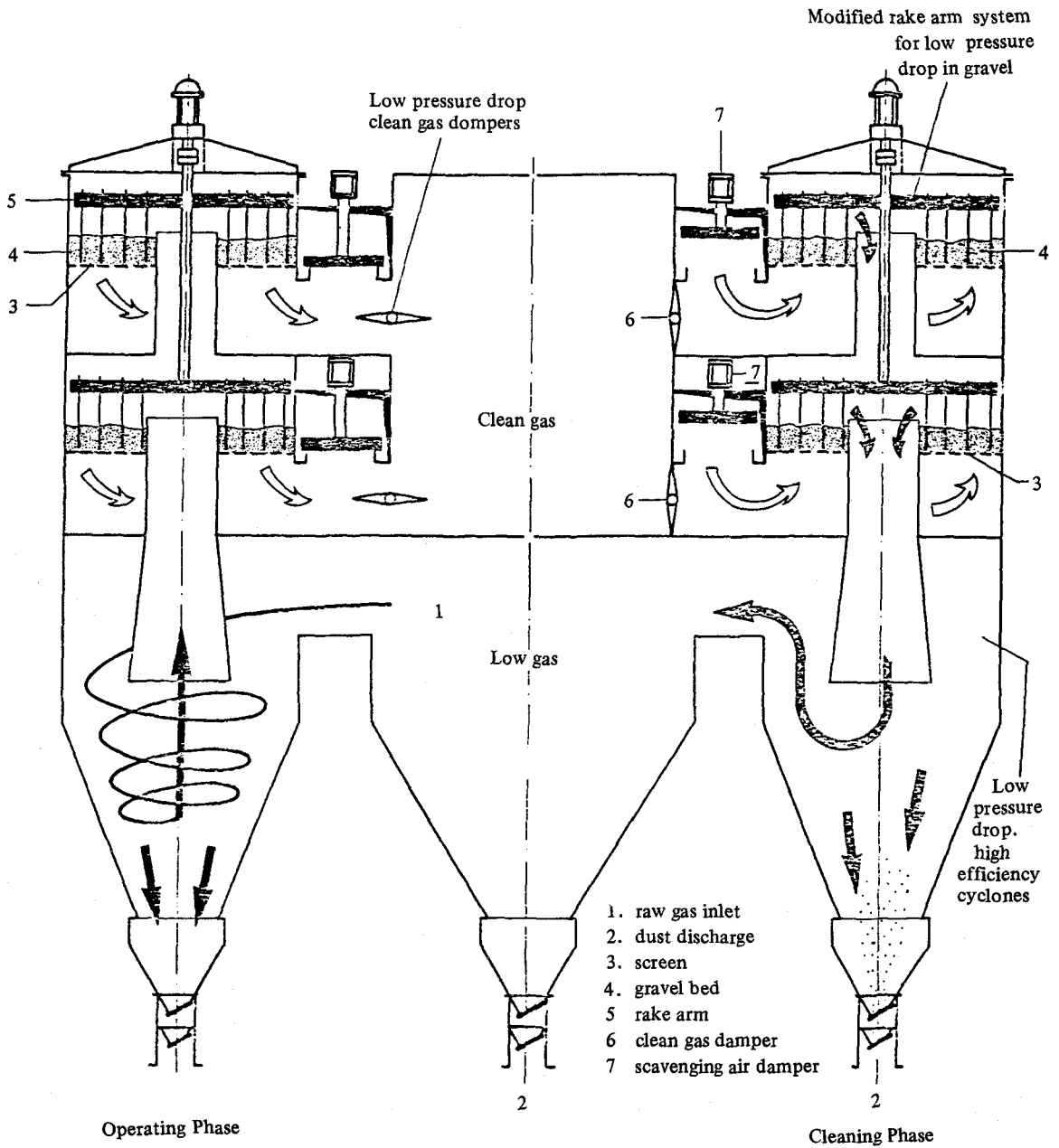
3) 공정원리

(1) Operating Phase

Dust laden gas는 Raw gas duct (1)로부터 Primary collector (2)로 들어가 Preclean 된 후 Central tube (4)를 통해 Filter space (5)로 올라간다.

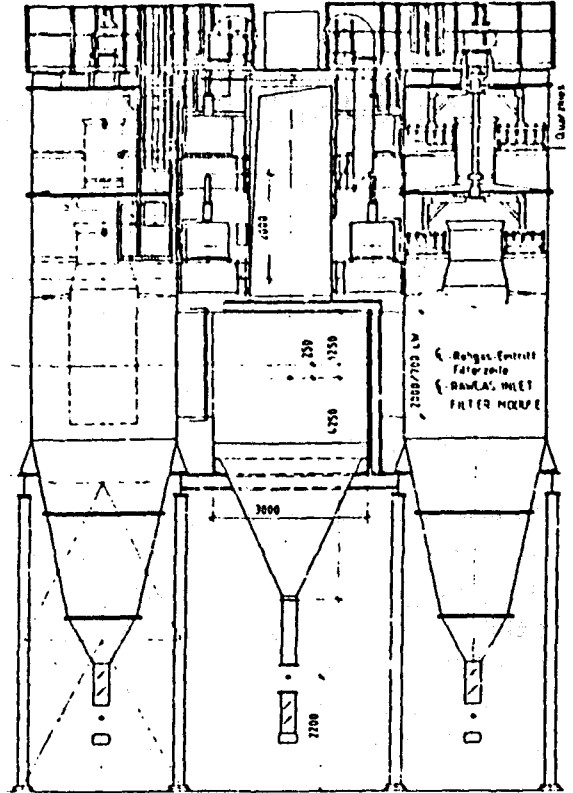
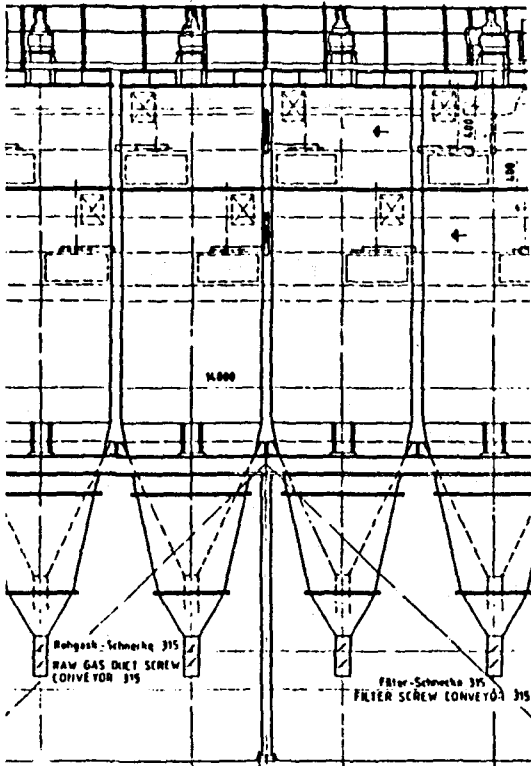
다시 Gas는 수직으로 아래쪽으로 내려와 Gravel층 (6)을 지나면서 걸러져 Clean gas가 된 후

The New Gravel Bed Filtersystem



Advantages of the system

- low investment costs
- Low energy costs
- High dedusting capacity
- Independent of fluctuations in the physical and chemical gas/dust properties
- Filter medium completely unaffected by temperature
- Unaffected by fluctuations in temperature and chemical attack
- High availability
- Simple construction
- Low maintenance costs



태를 보여 준다.

DDS-28 Type은 Filter housing이 8개로 구성되어 있으므로 위의 그림이 8회 되풀이 되면 1 Cycle이 끝나게 된다.

현재 #1,2,3 kiln의 Cycle time은 약 104분이며 Setting치를 변경시켜 Cycle time을 조절할 수도 있다.

G.B.F에 대한 Lurgi사의 성능 보증 Test결과 평균 40.9 mg/Nm^3 으로 성능 보증치 50 mg/Nm^3 을 만족 시킨다.

아울러 현재 80mm 두께로 충전된 Gravel층을 Spec상의 100mm 두께로 증가시킨다면 Outlet dust load는 훨씬 더 감소될 것이며 반면에 Pressure drop은 더 커질 것이다.

또한 일반적인 Gravel의 Loss는 년 약1%정도(100 kg/년)인데 이를 돈으로 환산하면 4만 5천원(45 만원/ton)으로 거의 무시할 정도이다.

6. 결 론

- 1) Kiln운전 상태와는 관계없이 최적의 집진 효율(99.67%)을 나타낸다.
- 2) G.B.F를 설치 함으로써 쾌적한 환경을 유지할 수가 있다.
- 3) E.P에 비해 설치 비용이 크게 절감되었다.
- 4) 기계 고장 발생시 8개의 Module(Filter housing) 중 1-2개는 작동시키지 않더라도 운전이 가능하므로 Kiln가동 중에도 Module의 보수가 가능하다.
- 5) 실제 전력 소모량은 255.6 kw 로 Lurgi측에서 제시한 전력 소모량보다 다소 높게 나타났다.