

# Ball Mill Classifier의 새로운 개념과 신기술

Shozo Tsuchiya

<L. V. TECHNOLOGY CO., LTD.>

## 1. 서 론

L.V. TECHNOLOGY사는 1999년 8월부터 시멘트 분야에 종사하기 시작하여, 현재 한국을 비롯한 유럽, 남미, 북미 중동 그리고 아세아 지역에 135 SET를 공급해 오고 있다.

이러한 실적중에서, LVT사는 올해 초까지 한국 시장에 총 14 SET의 VERTICAL MILL을 개조하였는데 즉, RAW MILL 11 SET, COAL MILL 1 SET, CEMENT MILL(시멘트와 슬래그 분쇄용) 1 SET을 개조하였다.

RAW MILL 11 SET의 개조로 인한 생산량 증가는 약 350 T/H 이며, 이는 연간 150 만톤 이상의 증산을 의미한다.

또한 개조로 인한 전력비는 RAW MILL당 1.5 - 5.0 KWH/TON의 SAVING을 가져왔다.

LVT사는 현장에서 단기간, 즉 10일 이내에 설비를 개조할 수 있는데, 이는 LV CLASSIFIER의 COMPACT한 구조와 설치 작업이 단순하기 때문이다.

지난 3년동안 한국 시멘트 업계에서는 LVT사의 신기술에 대한 진가를 인정하였는데, 이는 소규모의 투자금액으로 생산량 증대와 에너지 절감이라는 효과가 그 도입의 장점으로 작용하였고 따라서 VERTICAL MILL의 개조 작업은 늘 빠르게 보급되기 시작했다.

현재 추진되는 개조 PROJECT중에서 또 하나

의 특징은 BALL MILL(TUBE MILL)에 새로운 개념의 LV CLASSIFIER를 도입한다는 것이다. 이로 인해, 보다 높은 분쇄 효율과 생산품의 품질을 향상시킬 수 있다.

이제, LVT사에서는 VERTICAL MILL 과 BALL MILL 뿐만 아니라 CYCLONE 에 대한 LV CLASSIFIER의 최근 정보를 발표하고자 한다.

## 2. LVT사의 신기술과 설비에 대한 종류

LVT사의 설비 및 신기술에 대한 종류는 다음과 같다.

(1) VERTICAL MILL  
\* LV CLASSIFIER

(2) BALL MILL  
\* FLUIDIZING BED를 장착한 LV CLASSIFIER  
\* AIR SWEEP MILL용 FLUIDIZING BED가 없는 LV CLASSIFIER

(3) 기타 영역  
\* 모든 MILL 설비용 새로운 개념의 CYCLONE (LVC)  
\* SUSPENSION PREHEATER용 새로운 개념의 CYCLONE (LVC)

### 3. LV CLASSIFIER의 기본적인 개념

VERTICAL MILL용 LV CLASSIFIER는 이미 한국 시멘트 업계에 많이 알려져 있다.

이제 LV CLASSIFIER의 기본적인 개념에 대해서 중요한 몇가지 점을 살펴본다.

(1) LV POCKET이라고 불리는 특수 설계된 STATOR를 적용하여 ROTOR로 투입되기 전에 조분의 대부분을 POCKET로 분급을 시킨다.

LV POCKET에 있는 GAS-FLOW의 와류로 인해서 조분의 분급이 GAS-STREAM으로 역류 하기는 거의 불가능하다.

각각의 LV POCKET 구조는 MATERIAL PIPE CHUTE라는 또다른 기능을 하게 되는데, 즉 MILL TABLE에 낙하되는 NEW MATERIAL과 섞이지 않고 조분을 FUNNEL CONE으로 유도한다.

(2) FUNNEL CONE과 ADDITIONAL CONE

FUNNEL CONE은 REJECT MATERIAL을 MILL TABLE로 투입하는 역할만 하는 것이 아니라 MILL BODY와 FUNNEL CONE 사이에 있는 GAS FLOW와 GAS SPEED를 조정하는 역할도 한다.

HOT GAS의 속도가 하부에서 FUNNEL CONE을 통과하여 LV CLASSIFIER의 INLET까지 점차적으로 증가되고 이러한 경로중에 GAS의 속도가 감소될수 없도록 되어있다.

그러므로 이러한 지역에서 내부의 MATERIAL 순환이 적어지고 MILL과 CLASSIFIER사이의 차압을 줄이는 결과를 가져온다.

FUNNEL CONE의 OUTLET에 설치된 FUNNEL CHUTE는 CLASSIFIER로부터 나오는 조분을 FRESH FEED와 섞어서 MILL TABLE의 중앙에 자연스럽게 투입하는 기능을 한다.

그리고 LV CLASSIFIER의 고효율인 점으로

인해 기존 SEPARATOR보다 MILL TABLE로 다시 떨어지는 정분을 훨씬 줄일수 있다. 이는 또한 MILL의 진동을 감소시키는 데에 도움을 준다.

LV CLASSIFIER를 도입함으로써 MILL의 진동을 감소시킬 수 있다는 점은 고객으로부터 이미 평가를 받고 있다.

### 4. VERTICAL MILL의 적용 사례

(1) RAW MILL

\* 별표 1 참조

(2) COAL MILL

LV CLASSIFIER를 응용한 COAL MILL 개조는 여러 종류의 유연탄 또는 기타연료에 대하여 분말도를 신축성있게 맞추어야 하고, 고체 연료에 대한 대체의 필요성 때문에 한국에서는 최근 점점 더 이에 대한 호응이 높아지고 있다.

COAL MILL 개조에 대한 결과를 다음과 같이 제시하고자 한다.

\*별표 2 참조

(3) 동일 MILL로 CLINKER 및 SLAG 분쇄

LM 50 MODEL의 CLINKER 분쇄용 VERTICAL MILL 1 SET가 현재 한국에서 성공적으로 운전되고 있다. 이 설비는 운전시간의 조정에 따라 CLINKER 분쇄 뿐만 아니라 고분말의 SLAG 분쇄도 가능하도록 운전되고 있다.

개조전에 MILL의 생산량은 3,460 BLAINE(44 MICRON의 6% 잔사)의 분말도에 144 T/H의 생산량에서, LV CLASSIFIER로 개조후에 3,525 BLAINE(44 MICRON의 3.9 % 잔사)의 분말도에 157 T/H의 생산량을 기록하고 있다.

분말도 증가를 감안하면 MILL 생산량은 12%가 증가한 것이다.

SLAG은 4,400 BLAINE(90 MICRON의 1.5% 잔사)의 분말도에 112 T/H로 분쇄된다.

개조후에 MILL의 GAS-FLOW가 감소되어서 기존 ID FAN의 용량이 증대되었고, 따라서 ID

FAN의 IMPELLER를 개조하게 되면 또다른 전력비 절감이 기대된다.

이러한 점이 LV CLASSIFIER를 응용한 개조의 또 다른 장점이라고 할 수 있다.

CLINKER와 SLAG 분쇄의 또하나의 중요성은 기존 SEPARATOR와 비교하여 CEMENT 강도에 있다. 별표 3은 이번 TEST에 사용된 LKS LM8 MILL의 기존 SEPARATOR와 LV CLASSIFIER에 의해 시행된 SLAG 혼합물의 분쇄에 대하여 CEMENT 강도를 비교한 자료를 나타낸다.

LV CLASSIFIER를 적용한 SLAG 제품의 힘강도와 압축강도는 모두 기존의 SEPARATOR의 것과 비교하여 각각 115 - 122 %, 123 - 131 %를 나타낸다.

이는 제품의 입도 분포와 배열이 기존 SEPARATOR의 것보다 훨씬 낫다는 것을 보여준다.

## 5. BALL MILL 개조

LVT사는 기존의 BALL MILL SYSTEM을 개조하기 위하여 LV CLASSIFIER를 두가지 SYSTEM으로 적용한다.

그 하나는 FLUIDIZING BED를 장착한 것과 또 하나는 FLUIDIZING BED가 없는 LV CLASSIFIER이다.

### (1) FLUIDIZING BED를 장착한 LV CLASSIFIER

BALL MILL로부터 나온 MATERIAL이 LV CLASSIFIER의 하부에 투입된다.

CLASSIFIER의 하부에는 FLUIDIZING BED가 설치된다.

일반적으로 고효율의 SEPARATOR에 있어서 가장 중요한 점은 FEED MATERIAL을 SEPARATOR의 STATOR와 ROTOR에 매우 동일하게 공급해야 한다는 것이다.

그러기 위해서는, 하부에 FEED SYSTEM을 장착하는 것만이 CLASSIFIER에 동일한 FEED-

ING을 가능하게 한다.

한편, 다른 TYPE의 SEPARATOR는 FEEDING이 STATOR와 ROTOR의 상부에서 하나 또는 몇 개의 CHUTE를 통해 이루어 지는데, 이러한 FEEDING SYSTEM은 SEPARATOR에 FEEDING이 동일하게 이루어 지기가 거의 불가능하다.

FLUIDIZING BED에 있는 MATERIAL은 상부에서 공급된 순환 GAS나 AIR에 의하여 이동된다. 그리고 FLUIDIZING BED에 있는 AERATED MATERIAL이 CLASSIFIER의 하부로부터 STATOR와 ROTOR에 FEED MATERIAL을 동일하게 공급하는데 도움을 준다.

FLUIDIZING BED용 FAN은 CLASSIFIER의 하부에서 단지 MATERIAL을 AERATE하기 위한 소용량이면 충분하며, 이에 대한 전체 전력비는 CLASSIFIER의 순환 FAN의 단지 몇 %에 불과하다. 이러한 SYSTEM을 도입한 RAW MILL이 현재 원활하게 운전되고 있다.

LV CLASSIFIER를 도입한 CEMENT MILL (4.6 M DIA. x 13.86 M L x 4,000KW)이 현재 말레이시아에서 운전되고 있다. 이 MILL은 ROLLER PRESS를 장착하고 있다.

개조후 결과는 생산량이 200 T/H에서 220 T/H로 증가 되었고, 분말도가 90 MICRON의 2%에서 0.5%로 감소되었고 45 MICRON에서는 17%에서 7%로 현격히 감소되었다.

이 개조작업의 MILL ARRANGEMENT는 독특하게도 개조기간중의 MILL SHUTDOWN 기간을 단축하게 위해서 기존 건물인근에 LV CLASSIFIER와 CYCLONE을 설치할 새로운 건물을 별도로 건축하였다.

LVT사의 기술력은 또한 기존의 BUCKET ELEVATOR를 철거 또는 배제하고 1층 LEVEL에 FLUIDIZING BED를 장착한 LV CLASSIFIER를 설치할 수 있도록 한다.

즉, MILL OUTLET를 통과한 MATERIAL이 FLUIDIZING BED로 직접 투입되어 CLASSIFIER로 이송되기 때문이다. 이송에 필요한 전력비는 BUCKET ELEVATOR의 것보다 훨씬 작다. 이러한 ARRANGEMENT는 건물의 높이를 현저하게 감소시킬 수 있다.

## (2) FLUIDIZING BED가 없는 LV CLASSIFIER

이러한 SYSTEM은 RAW MILL 분쇄를 위한 AIR SWEEP BALL MILL에 특히 적용이 가능한데, DOUBLE ROTATOR MILL이나 BALL MILL 전단부에 장착된 설비 즉, ROLLER PRESS, PRE-GRINDER 또는 HAMMER MILL 용으로 가능하다.

BALL MILL OUTLET으로 부터 공급된 GAS가 CLASSIFIER의 하부에 직접 투입된다.

MILL OUTLET의 MATERIAL이 기존 BUCKET ELEVATOR에 의해서 이송되거나 CLASSIFIER의 하부 DUCT로 투입된다. 이러한 ARRANGEMENT는 또한 MATERIAL을 CLASSIFIER의 하부로부터 투입하는 것을 가능하게 한다.

## 6. LV CYCLONE (LVC)

LVT사의 매우 독특한 설계인 LV CYCLONE은 저압손과 고효율을 달성하게 한다.

LVC라고 불리는 새로운 개념의 CYCLONE은 LVT사에 의해서 개발되어서 몇개의 CEMENT PLANT에서는 이미 도입하여 운전되고 있다.

LVC의 특징은 다음과 같다.

### (1) CYCLONE의 SHELL과 GAS INLET

DUCT의 독특한 형태

CYCLONE의 상부에 좀 더 큰 단면적을 적용하고 CYCLONE의 SHELL과 IMMERSION TUBE END사이 거리를 넓힘으로써 CYCLONE BODY를 통과한 DUST가 IMMERSION TUBE

로 빠질 가능성을 낮추었다. 동시에 압손이 이 부분에서 감소하게 된다.

### (2) GAS INLET DUCT와 IMMERSION PIPE에서의 GAS속도 감소

INLET 하부와 SLOPE 부위를 확장함으로써 GAS INLET 속도를 감소시키고 DUCT내에 누적된 DUST의 양을 감소시킨다.

이는 또한 IMMERSION TUBE 내의 GAS 속도를 감소시키는 효과가 있으며, 압손을 감소시키는 결과를 가져 온다.

이러한 LVC를 채택함으로써, 기존 CYCLONE과 비교하여 전혀 건물 높이의 변동이 없으며, 따라서 기존 CYCLONE을 LVC로 개조하기가 상당히 용이하며, 건물내에 위치한 CYCLONE도 개조가 용이하다.

LVC의 개조 결과는 다음과 같다.

- (1) 압손 : 85 mmAq
- (2) 집진 효율 : 95 %

압손에 대한 TEST는 이미 유체역학적 방법으로 COMPUTER SIMULATION으로 증명되었다. LVC는 RAW MILL 공장에 운전되고 있다.

이러한 기술은 MILL과 SUSPENSION PRE-HEATER의 개조에도 적용된다.

이러한 LVC를 적용함으로써, MILL 설비와 CLINKER 설비에 저렴한 투자비용으로 전력비 절감과 생산량 증대를 가져오게 한다.

## 7. LVT사의 기타 기술 소개

### \*\* FLY-ASH 분급 설비

FLUIDIZING BED를 장착한 LV CLASSIFIER를 적용함으로써 화력발전소로부터 공급되는 RAW FLY-ASH를 두 부분으로 분급하는데, 즉 CEMENT와 MIXING할 정분, 분쇄 MILL에 FEED할 조분으로 나눌수 있다.

INPUT : 1,200-1,500 BLAINE,  
OUTPUT : 3,500-3,700 BLAINE

\*CEMENT & SLAG MILL  
\*OTHER MILL

## 8. 결 론

LVT사는 이제 기술분야의 영역을 확장하여서 다음과 같은 부문을 담당한다.

(1) CEMENT INDUSTRY의 TOTAL ENGINEERING

(2) 새로운 개념의 LV CLASSIFIER 공급 :

\*RAW MILL  
\*COAL MILL

(3) 새로운 개념의 LV CYCLONE 공급 :

\*SUSPENSION PREHEATER  
\*MILL PLANT

현재 모든 국가의 CEMENT INDUSTRY에서 가장 중요한 문제는 최소한의 비용으로 기존 설비를 개조하여 고도의 성능을 달성하는 것이다.

LVT사는 한국의 시멘트 업계에 이러한 새로운 개념과 신기술을 적용하여 기존의 설비를 UPGRADE하는 데에 지대한 공헌을 하고 있다고 자부하며, 앞으로도 지속적인 기술개발과 고객관리를 통해서, 협조자와 동반자의 위치를 확고히 하고자 한다.