

## 1 Quarry

시멘트 생산은 채석장에서 원료를 채굴하는 것에서부터 시작됩니다. 주요 원료는 석회암이지만 **점토**, 이회암, 백악 등이 사용될 수도 있습니다. 암석 원료는 **이질적인 구성**을 가지고 있으며, 크기는 최대 1.8미터에 이를 수 있습니다. 이들은 폭파에 의해 기반암으로부터 분리됩니다. 분리 후 크레인으로 트럭에 실어서 분쇄기로 운반합니다. 이 단계에서는 압축 공기가 **전혀 사용되지 않거나 제한적으로 사용**됩니다.

## 2 Crusher

원료는 시멘트 생산에 필요한 주요 재료입니다. 원료는 채석장에서 기계적 크기 감소의 첫 단계인 분쇄기로 트럭으로 운송됩니다. 이 분쇄기는 **재료를 80mm 이하의 크기로 줄입니다**. 이 단계에서는 압축 공기가 **전혀 사용되지 않거나 제한적으로 사용**됩니다.

## 3 Pre-homogenization

목표는 **생산 공정의 마지막에 균질하고 안정적인 시멘트 조성을 갖는 것**입니다. 이러한 방식으로, 예를 들어 포틀랜드 시멘트(ASTM C150)와 같이 분류될 수 있습니다. 하지만 자연에서 추출한 원료는 조성이 다양합니다. 이러한 균질한 시멘트 조성을 얻으려면 여러 단계의 **균질화 과정**이 필요합니다. 이러한 단계 중 하나는 사전 균질화 단계로, 이 생산 공정 단계에서 재료는 상단을 통해 대형 저장고로 들어가 **특정 순서로 쌓입니다**. 그러면 원료들이 섞이고 혼합물이 **균질해집니다**. 원료는 대형 저장고에서 저장 및 균질화를 거친 후, 사일로 바닥에서 추출되어 원료 밀로 운반됩니다. 1단계 및 2단계와 마찬가지로 이 단계에서는 압축 공기가 **전혀 사용되지 않거나 제한적으로 사용**됩니다.

## 4 Raw mill

원료는 사전 균질화를 거쳐 원료 밀로 운송됩니다. 원료는 여기에서 **20 $\mu$ m에서 100 $\mu$ m까지의 입자 크기**를 갖는 분말로 분쇄됩니다. 이 작업은 수직 또는 수평롤러 밀에서 수행할 수 있습니다. 이 분말을 원료 또는 **원료 혼합물**이라고 합니다. 이 분쇄 과정에서 발생하는 먼지를 수집해야 합니다. 이는 먼지 백 필터 퍼지(4D)를 통해 **불 연속적으로 청소**되는 먼지 백 필터에서 수행할 수 있습니다. 원료가 분말로 분쇄되면 공압 운송(4A)을 통해 **균질화 사일로**로 이송됩니다. 이 단계에서는 미 가공 원료 사용을 제한하기 위해 밀에 일부 첨가제를 추가할 수 있습니다. 이러한 물질은 모래, 암석 또는 슬러지가 될 수 있습니다. 이러한 원료는 수직 사일로에 저장되고 **공압 운송(5A)을 통해 원료 밀로** 이송될 수 있습니다. **유동화(5B)**는 사일로에서 재료를 추출할 때 막힘을 방지하는 데 사용할 수 있습니다.

## 5 Raw mill aggregates

원료는 사전 균질화를 거쳐 원료 밀로 운송됩니다. 원료는 여기에서 **20 $\mu$ m에서 100 $\mu$ m까지의 입자 크기**를 갖는 분말로 분쇄됩니다. 이 작업은 수직 또는 수평롤러 밀에서 수행할 수 있습니다. 이 분말을 원료 또는 **원료 혼합물**이라고 합니다. 이 분쇄 과정에서 발생하는 먼지를 수집해야 합니다. 이는 먼지 백 필터 퍼지(4D)를 통해 **불 연속적으로 청소**되는 먼지 백 필터에서 수행할 수 있습니다. 원료가 분말로 분쇄되면 공압 운송(4A)을 통해 **균질화 사일로**로 이송됩니다. 이 단계에서는 미 가공 원료 사용을 제한하기 위해 밀에 일부 첨가제를 추가할 수 있습니다. 이러한 물질은 모래, 암석 또는 슬러지가 될 수 있습니다. 이러한 원료는 수직 사일로에 저장되고 **공압 운송(5A)을 통해 원료 밀로** 이송될 수 있습니다. **유동화(5B)**는 사일로에서 재료를 추출할 때 막힘을 방지하는 데 사용할 수 있습니다.

## 6 Homogenization

원료 혼합물은 **원료 밀에서** 균질화 사일로로 **공압 운송(5A)**되어 추가로 **균질화**됩니다. 원료 혼합물은 일반적으로 수직 사일로의 상단으로 들어가며, 처음에는 층을 이루어 저장됩니다. 이러한 층들은 일반적으로 서로 다른 구성을 가지고 있습니다. 사일로 바닥에 특정한 밸브 타이밍을 적용하면 층이 분리됩니다. 더 균질해진 원료 혼합물은 사일로 바닥에서 추출된 다음 **공압 운송(6A)**을 통해 예열기로 이송됩니다. **사일로 하역 중** 막힘을 방지하기 위해 **여기서도 유동화(6B)**가 사용될 수 있습니다.

## 7 Pre-heater

예열기, 가마, 쿨러의 순서를 거치면서 원료 혼합물은 **클링커(몇 센티미터 이하의 작은 돌)**로 변환됩니다. 원료는 예열기 상단으로 **들어갑니다**. 가마의 공기는 **사이클론의 원료 혼합물을 850°C로 예열하는 데 사용**됩니다.

## 8 Kiln

가마는 **가열된 원료**를 중력에 의해 **가마 입구에서 출구로 이동**시키는 거대하고 기울어진 회전 튜브라고 설명하는 것이 가장 적절합니다. 원료는 이송 중에 1450°C의 온도까지 추가로 가열되어 **클링커로 소결**됩니다. 가열은 가마 출구에 있는 2000°C 화염을 통해 이루어집니다. 화염은 연소 공기(8C)와 **연료를 사용하여 생성**되며, 이는 버너(8A)로 **전달**될 수 있습니다.

## 9 Cooler

마지막 단계에서는 **냉각 공기(8F)를 사용하여** 클링커의 온도를 100°까지 빠르게 냉각합니다. 클링커는 냉각된 후 **공압 운송(9A)**을 통해 쿨러에서 저장고로 이송됩니다.

## 10 Clinker storage

클링커 저장고는 연속 생산 공정의 **완충 단계**로 볼 수 있습니다. 저장고에서의 원료 공급 및 추출은 **공압 운송(9A, 10A)** 설비를 통해 수행할 수 있습니다.

## 11 Mill

밀은 클링커를 섞고, **플라이애시**, 슬래그와 같은 일부 첨가제와 함께 분쇄하여 **최종 제품인 시멘트(입자 크기 최대 100 $\mu$ m)**로 만듭니다. 첨가제는 일반적으로 수직 사일로에 저장되며, **공압 운송(11A)** 설비를 통해 밀로 이송됩니다. 사일로에서 하역할 때 막힘을 피하기 위해 **유동화**를 사용할 수 있습니다(12B). 원료 분쇄 공정과 유사하게, 이 생산 단계 동안 생성되는 먼지는 먼지 백 필터 퍼지(11D)를 통해 청소되는 **먼지 백 필터**에 수집됩니다. 시멘트를 밀에서 저장고까지 운송하는 작업은 일반적으로 **공압 운송(12A)**을 통해 이루어집니다.

## 12 Mill aggregates

밀은 클링커를 섞고, **플라이애시**, 슬래그와 같은 일부 첨가제와 함께 분쇄하여 **최종 제품인 시멘트(입자 크기 최대 100 $\mu$ m)**로 만듭니다. 첨가제는 일반적으로 수직 사일로에 저장되며, **공압 운송(11A)** 설비를 통해 밀로 이송됩니다. 사일로에서 하역할 때 막힘을 피하기 위해 **유동화**를 사용할 수 있습니다(12B). 원료 분쇄 공정과 유사하게, 이 생산 단계 동안 생성되는 먼지는 먼지 백 필터 퍼지(11D)를 통해 청소되는 **먼지 백 필터**에 수집됩니다. 시멘트를 밀에서 저장고까지 운송하는 작업은 일반적으로 **공압 운송(12A)**을 통해 이루어집니다.

### 13 Storage

최종 제품은 **일반적인**대형 수직 사일로에 **저장됩니다**. 이러한 사일로는 위에서부터 채워지며 나중에 사일로 바닥을 통해 트럭, 선박 또는 기차에 원료를 적재합니다. 여기서 **유동화(13B)**를 사용하여 원료가 사일로 바닥에 달라붙는 것을 방지할 수도 있습니다.

### 14 Loading

최종 제품은 **일반적인**대형 수직 사일로에 **저장됩니다**. 이러한 사일로는 위에서부터 채워지며 나중에 사일로 바닥을 통해 트럭, 선박 또는 기차에 원료를 적재합니다. 여기서 **유동화(13B)**를 사용하여 원료가 사일로 바닥에 달라붙는 것을 방지할 수도 있습니다.