

시멘트의 제조과정

Cement knowledge 연재순서

- 1회 시멘트의 뿌리
- 2회 시멘트의 제조과정
- 3회 시멘트의 종류
- 4회 콘크리트

2013년 봄호부터 시멘트지에 기고되었던 각 자료를 바탕으로 이를 재구성해 Cement knowledge 코너를 연재하고 있습니다. 이번 호는 그 두 번째 순서로 시멘트의 제조과정에 대해 살펴봅니다. 앞으로도 시멘트에 관한 기초정보와 상식을 담은 코너에 많은 관심 부탁드립니다.

공정 ① 채광(Quarry)

시멘트 생산공정은 석회석을 채광하는 것에서부터 시작된다. 이후 1차 조쇄, 2차 조쇄 과정을 거친다.

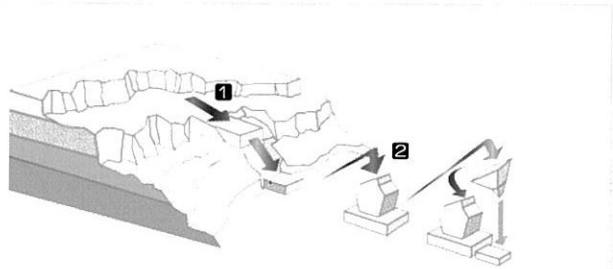
조쇄란 광산에서 발파 등의 방법으로 채굴된 석회석을 최초로 분쇄하는 공정이다. 산원에서 90톤 이상의 거대한 덤프트럭에 실려 석회석 덩어리를 파쇄하는 기계인 조쇄기로 운반되어 1차적으로 150mm 이하로 분쇄된다. 2차적으로 75mm 이하로 분쇄되어 석회석 치장으로 보내어진다. 석회석 치장은 채굴된 석회석을 골고루 섞어 성분을 고르게 하여 품질을 향상시키는 역할을 한다.

공정 ② 원료생산(Crush & Store)

원료생산 공정은 석회석 공급 → 부원료 공급 → 원료분쇄 → 원료저장의 과정을 거친다.

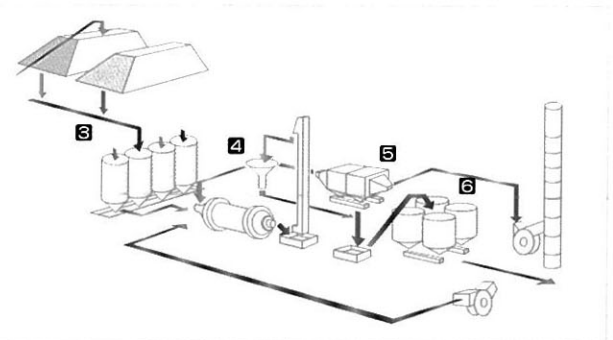
원료생산공정에서는 채굴되어 석회석 치장에서 혼합된 석회석과 점토 및 산화철 원료 등을 정량공급장치를 통해

〈그림 1〉 채광(Quarry)



- ① 석회석 채광 : 시멘트 생산공정의 출발. 노천 채굴법 중 계단식 채광방식이다.
- ② 조쇄 : 석회석 광산에서 채굴한 대형 석회석을 30mm 크기로 분쇄하여, 총 2차 분쇄공정을 거친다.

〈그림 2〉 원료생산(Crush & Store)



- ③ 석회석 공급 : 분쇄된 석회석은 균일한 조성을 갖도록 하기 위하여 석회석 혼합기에서 혼합되며, 혼합된 석회석은 이송장치를 통하여 각 원료 분쇄기의 호퍼로 이송되어진다.
- ④ 부원료 공급 : 시멘트 원료 중 주원료인 석회석을 제외한 점토질, 규산질, 철질 등의 원료를 저장, 공급한다.
- ⑤ 원료 분쇄 : 균일한 조합원료 제조를 위해 원료를 건조 분쇄한다.
- ⑥ 원료 저장 : 일정 기준의 성분으로 조합, 분쇄된 원료가 균일하게 혼합될 수 있도록 저장한다.

정확하게 배합하여 원료분쇄기로 투입하고, 원료분쇄기 내에서 건조 및 미분말 상태의 분쇄과정을 거쳐 원료사일로에 저장된다. 원료사일로 내부에서는 공기를 이용해 저장된 원료를 또다시 혼합하여 다음 단계인 소성공정에서 클링커의 소결이 잘 되도록 한다.

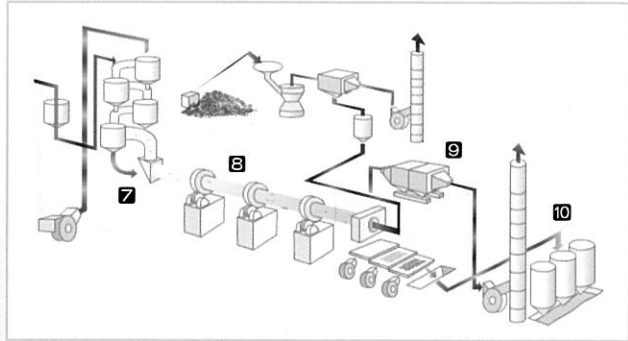
공정 ③ 소성(kiln)

소성공정은 시멘트 제조공정 중 주공정이 이루어지는 부분으로 예열→소성→냉각→클링커 저장의 과정을 거친다.

시멘트 클링커의 소성에는 현재 대부분 로터리 킬른이 사용되고 있다. 로터리 킬른은 내부에 내화벽돌을 쌓은 강철제의 커다란 원통으로 3~5도의 경사를 두어 1분에 3~4회의 속도로 회전한다. 원료처리 공정에서 제조한 조합원료는 예열탑의 위 끝으로부터 공급되어, 예열탑에서 충분한 열교환

과정을 거친 길은 입구에 도달되고, 길은 출구쪽으로부터는 중유나 미분탄 등의 연료를 길른 버너에 불어 넣어 연소시킨다. 조합된 원료는 킬른이 회전함에 따라 점차 이동하여 소성로 내에서 1,450도의 온도에서 소결되어 클링커로 된 다음 냉각장치로 이송되어 공기에 의해 급냉되고 클링커 치장에 저장된다.

〈그림 3〉 소성(kiln)



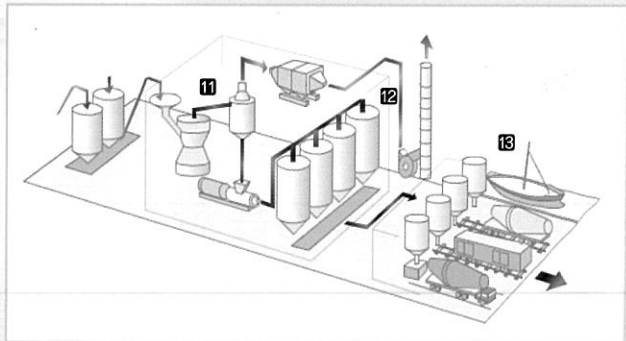
- ⑦ 예열: 미분쇄된 조합원료를 주 가열로인 소성로에 투입하기 전에 약 900도까지 예비 가열하는 설비로 열효율 및 생산성을 증가시킨다.
- ⑧ 소성: 시멘트 제조공정 주 주공정이 이루어지는 부분으로, 예열기에서 1차 가열된 원료를 최고 1,450도까지 가열하여 시멘트의 중간제품인 클링커를 생산한다.
- ⑨ 냉각: 소성로에서 배출된 고온의 클링커를 100도 이하로 급냉시킨다.
- ⑩ 클링커 저장: 냉각된 클링커를 저장하여, 시멘트밀에 공급한다.

공정 ④ 생산·출하(product shopping)

시멘트 제조공정의 마지막은 생산·출하이다. 이 공정은 시멘트 분쇄→시멘트 저장→포장 및 출하의 과정을 거친다.

킬른에서 소성되어 냉각시킨 클링커는 석고 3~5%와 함께 시멘트 분쇄기에서 미분쇄하여 포틀랜드시멘트를 제조한다. 이때 클링커만을 분쇄하여 시멘트를 만들면 응결이 너무 빨라 시멘트의 작업이 곤란하다. 따라서 응결을 지연시키기 위하여 석고를 함께 넣어 분쇄한다. 각 공정을 거쳐 생산된 시멘트 사일로에 저장하여 무포장 상태인 벌크시멘트 또는 지대에 포장된 포장시멘트 상태로 출하하게 된다. ▲

〈그림 4〉 생산·출하(product shopping)



- ⑪ 시멘트 분쇄: 소성로에서 생산된 클링커를 주원료로 하고, 응결지연을 위해 석고를 혼합, 미분쇄하여 최종 제품인 시멘트를 생산한다.
- ⑫ 시멘트 저장: 생산된 시멘트를 혼합, 저장하는 곳이다.
- ⑬ 포장 및 출하: 벌크 및 포장 시멘트를 자동차, 화차, 배를 이용하여 출하기 및 거래처, 하차장 등으로 수송된다.