

# 17. 건조



건조(drying) : 고체 또는 고체상태에 가까운 물질에 포함되어 있는 비교적 소량의 수분을 제거하는 조작

부착수분 : 고체 중에 함유된 수분에는 재료의 표면에 단지 부착되어 있는 것

결합수분 : 재료 중의 모세관이나 세포 또는 섬유벽에 들어가 있는 것

완전건조(bone drying) : 습윤재료 중의 부착수분과 결합수분의 전부를 제거하고 완전한 무수물의 고체 => 건조의 모든 계산에서는 보통 완전건조상태의 중량을 기준

## 17-1 건조이론

### 17-1-1 함유율

#### 【1】 수분과 함유율

수분 : 고체 중의 물의 양을 표시하는 방법에는 전중량에 대한 물의 양을 가지고 있는 경우 (습량기준)

함수율(moisture content)  $w$  : 건조량에 대한 물의 양을 가지고 표시하는 경우(건량기준) => 공학계산에서는 후자가 편리

습윤재료의 전중량을  $W$  [kg], 그 완전건조량을  $W_0$  [kg]이라고 하면

$$\text{수 분(습량기준)} : x = \frac{W - W_0}{W} \text{ [kgH}_2\text{O/kg습량]} \quad (17.1)$$

$$\text{함수율(건량기준)} : w = \frac{W - W_0}{W_0}$$

$$x = w / (1 + w)$$

#### 【2】 평형함수율

평형함수율(equilibrium moisture content)  $w_e$  : 결합수분을 갖는 재료를 일정 습도의 공기로 건조시키는 경우는 어느 정도까지 함수율이 내려가면 평형상태에 도달해서 그 이상은 건조가 진행될 수 없는 함수율

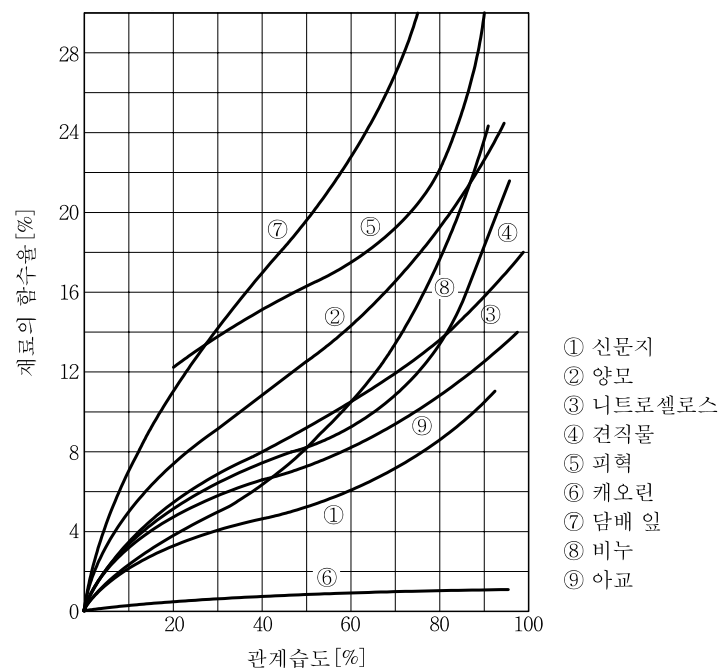


그림 17-1 25°C에서 평형함수율

**【3】 자유함수율(free moisture content)**

$$F = w - w_e \text{ [kgH}_2\text{O/kg 건조량]} \quad (17.3)$$

17-1-2 건조특성곡선

건조속도곡선(drying rate curve) : 세로축에 건조속도를 가로축에 함수율  $w$  또는 자유함수율  $F$ 를 잡은 그래프

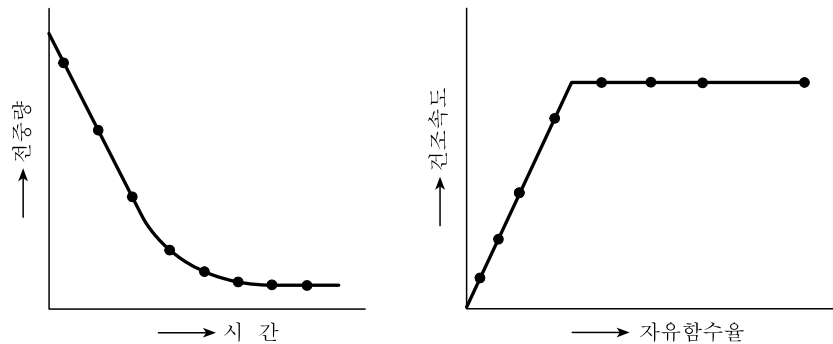


그림 17-2 건조특성곡선

항률건조기 또는 항률기(constant-rate period) : 특성곡선으로부터 건조의 초기에서는 건조 속도는 일정하게 되는 기간

감률건조기 또는 감률기(falling-rate period) : 그 후 건조속도는 점차로 늦어져서 결국 평형 함수율  $w_e$ 에 도달하면 건조속도가 0이 되는 기간

임계함수율(critical moisture content) 또는 한계함수율 : 항률기에서 감률기로 이행할 때 변곡되는 점의 함수율  $w_c$ . =>  $F_c = w_c - w_e =$  임계자유함수율

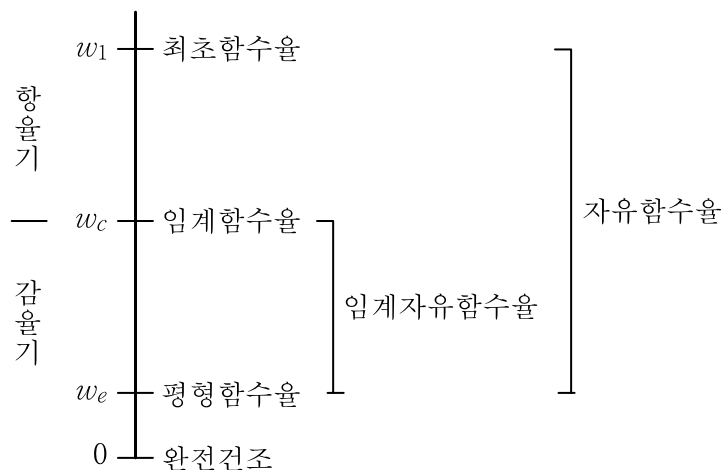


그림 17-3 함수율 관계

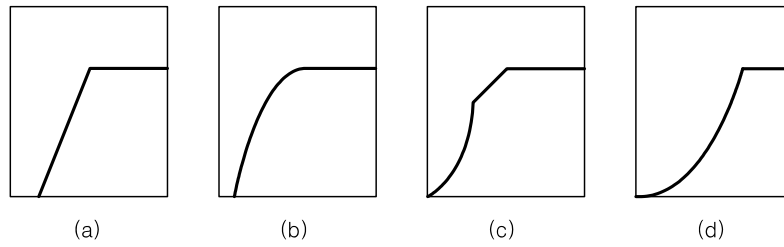


그림 17-4 건조특성곡선의 여러 가지 형태

### 17-3 건조기

#### 17-3-1 건조방식에 의한 분류

표 17-12 건조기의 분류

	회분식	연속식
(대류식 건조기)	관류 건조기 (through circulation dryer) 상자형 건조기 (compartment dryer)	선반형 건조기(tray dryer) 시트 건조기(sheet dryer) 기류 건조기(pneumatic dryer) 회전 건조기(rotary dryer) 터널 건조기(tunnel dryer) 분무 건조기(spray dryer)
(간접접촉 건조기)	냄비형 교반 건조기 (agitated pan dryer) 동결 건조기 (freeze dryer) 진공 회전 건조기 (vacuum rotary dryer) 진공 선반형 건조기 (vacuum tray dryer)	원통 건조기(cylinder dryer) 드럼 건조기(drum dryer) 스크류 컨베이어 건조기 (screw conveyer dryer)

이외에 적외선 건조기, 고주파 건조기 등도 있음

#### 17-3-2 건조재료의 취급형식에 의한 종류

- ① 관형, 피형재료를 컨베이어 또는 트레이로 운반하는 방식
  - a. 회분식 : 상압식, 진공식
  - b. 연속식 : 터널형 건조기
- ② 입상재료를 취급하는 것
  - a. 회전식 : 표준형, Roto-Louvre 식

- b. 터보 건조기
- c. 컨베이어 건조기
- d. 여과 건조기

③ 연속 시트를 취급하는 것

- a. 원통식
- b. Festoon 식

④ 페이스트, 슬러지 케이크류를 취급하는 것

- a. 교반 건조기 : 상압식, 진공식

⑤ 용액을 취급하는 것

- a. 드럼 건조기 : 상압식, 진공식
- b. 분무 건조기

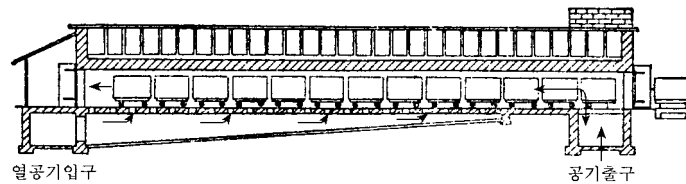


그림 17-7 터널 건조기

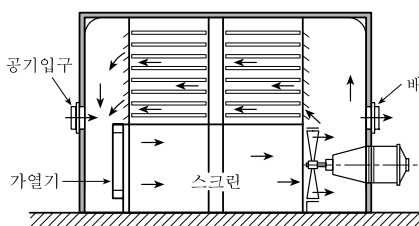


그림 17-8 선반형 건조기

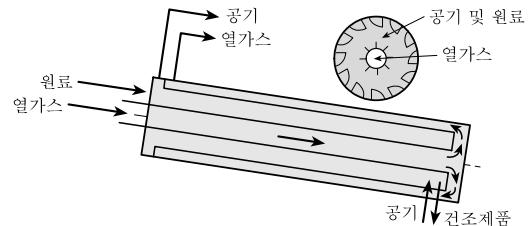


그림 17-9 간접가열회전 건조기

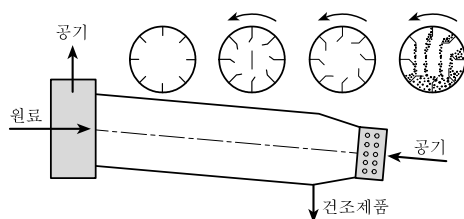


그림 17-10 직렬회전 건조기

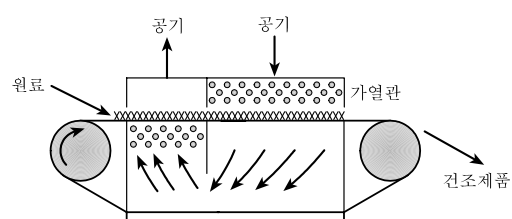


그림 17-11 관류 건조기

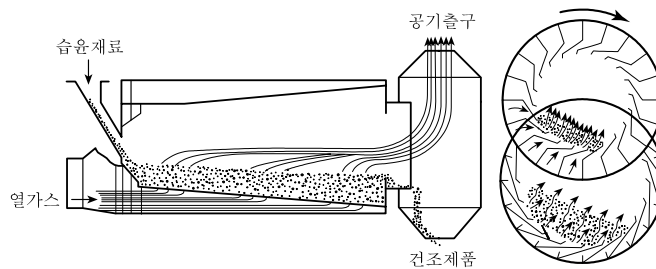


그림 17-12 Roto-Louvre 건조기

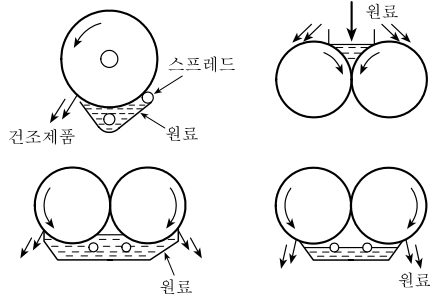


그림 17-13 드럼 건조기

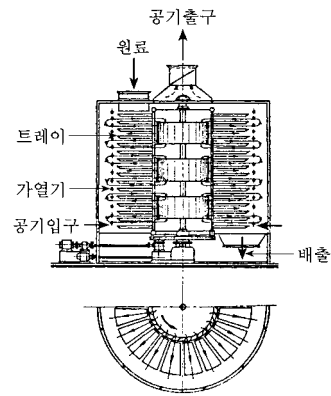


그림 17-14 터보 건조기

### 17-3-3 분무건조

분무건조(spray drying) : 재료 중의 수분이 대단히 많고 액제상 또는 페이스트 상태를 나타내는 경우 이것을 열가스(열공기) 내에 분출시켜 분립상태의 건조제품을 얻는 건조방식으로써 근년에는 약제, 식료품, 무기염류, 합성수지, 비누, 세제 등의 제조에 많이 응용

### 17-3-4 기 타

이외로 재료와 고온가스의 접촉방식의 상이에 따라 정치식, 교반식, 유동층식 기류식 등으로 분류할 수도 있으며, 열풍에 민감하여 분해되는, 주로 식품재료의 건조에는 냉동건조도 있음.