

OF4) 마이크로파 전력에 따른 슬러지 케이크의 건조특성

하상안, 엄혜경, 유미영, 김기열*
신라대학교 환경공학과

1. 서 론

국내의 하수처리장 보급율은 2005년 기준으로 약 83%에 이르러 선진국 수준으로 도달함에 따라, 처리한 슬러지 양 또한 급격히 증가하는 추세이다. 하수슬러지의 양은, 2005년도 기준으로 약 230만톤 이상이 발생되었는데, 대량의 폐슬러지는 부피가 크고 대량의 수분을 함유하고 있어 취급 및 운반이 곤란하고 처리 및 처분에 많은 비용이 소요된다. 특히, 슬러지의 처리의 경우 국내법에 의해 2001년부터 소각 또는 퇴비화에 의해 재활용하거나 잔재물을 처리하도록 되어있으므로 건조시스템에 의한 안정화 및 감량화를 통한 소각의 연계시스템이 시급한 실정이다. 특히 건조는 슬러지의 재활용(토양화, 시멘트 자원화 등)이나 소각, 용융, 도시쓰레기 혼합 등에서 매우 중요한 위치를 차지하고 있는데, 이는 건조에 의한 부피 및 질량의 막대한 감량효과는 폐기물 처리에 소요되는 전체 경비 중 70%에 이르는 수거 및 운반비용의 절감과 청결화에 기여할 수 있기 때문이다. 건조는 비교적 단순한 조작이지만 건조되는 물질의 다양한 물리 및 화학적 특성(형태 및 균일성, 친수성/비친수성, 결정수의 여부, 열적 민감성, 독성, 표면 경수화, 수축, 조립화, 숙성 및 화학변화)에 적절하게 부합되어야 하기 때문에 매우 다양한 방법들이 사용되고 있다. 본 연구에서는 다양한 건조방식 중 가열시간이 짧고 열효율이 높은 장점을 지닌 마이크로파의 전력에 따른 슬러지 케이크의 건조특성을 실험하여, 하수슬러지 케이크 건조의 효율적 방법을 위한 기초자료로 제시하고자 한다.

2. 재료 및 실험 방법

본 실험에서는 마이크로파의 전력을 변화시키면서 하수슬러지 케이크의 건조특성을 연구하였으며, 사용한 슬러지는 S 하수처리장의 탈수 슬러지 케이크를 채취하여 실험하였다. 탈수슬러지 케이크의 시료 채취는 수시로 하였으며, 슬러지 케이크의 부패를 방지하기 위해 채취한 시료는 냉장 보관하였다. 마이크로파 장치는 2450 ± 50 MHz의 주파수를 사용하였으며, 전력은 1kW- 4kW 까지 단계적으로 조절이 가능하도록 하였다. 시료의 내부 온도를 측정하기 위해 열전도계인 k-type을 사용하여 마이크로파로 처리하는 동안의 시료 내부 온도 측정이 가능하도록 하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 전력에 따른 함수율의 변화

전력에 따른 한계함수율은 1-4kW일 때 0에 가까운 함수율을 보였으나, kW 별 한계함수율에 도달하는 시간은 다르게 나타났다. 1kW일 때는 한계함수율에 도달하는 시간이 약 25분, 2kW, 3kW일 때는 약 10분, 4kW일 때는 약 8분에 대부분의 수분이 제거됨을 알 수 있다. 그러나 동일한 kW일 때는 슬러지양의 증가에 따른 한계함수율에 도달하는 시간은 비슷한 것으로 나타났다. 처음 2분 동안 건조속도는 kW가 증가할수록 증가하는데, 이는 온도가 높을수록 단시간 내에 건조되는 효과가 있으며, 짧은 시간 내의 건조속도가 큰 것으로 판단된다. 이 현상을 Pekin은 “convective liquid flow” 로 설명하고 있다. 또한 kW가 증가할수록 항률 건조단계 기간이 감소함을 알 수 있는데, 1kW일 때는 2분~15분동안 항률건조가 일어남에 비해, 4kW일 때는 2분~8분으로 줄어드는 것으로 나타났다.

3.2 전력에 따른 온도특성

아래 Fig. 1에서 나타났듯이, kW가 증가할수록 최종 온도는 증가함에 따라 수분이탈이

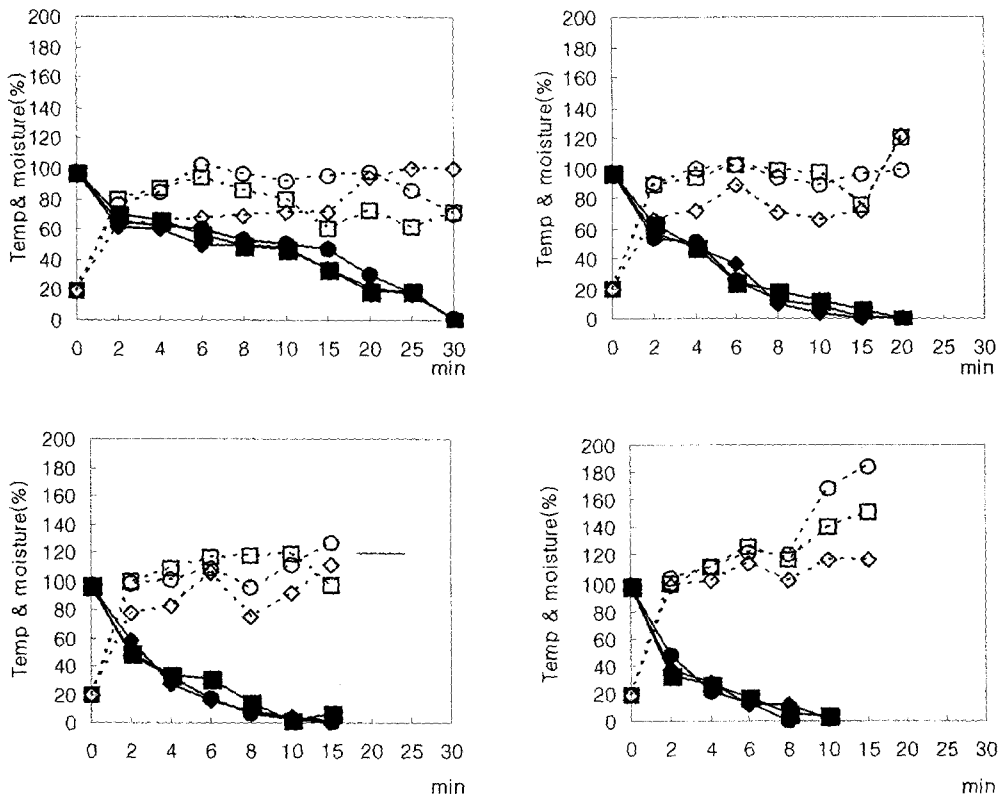


Fig. 1. Variation of temperature and moisture according to electric power.
 (--- : temperature : Moisture ◆, ◇ : 30g ■, □ : 50g ○, ● : 70g)
 (1kW(left . top), 2kW(right, top), 3kW(left, bottom), 4kW(right, bottom))

빠르게 진행됨을 알 수 있다. 또한 건조온도가 증가할수록 투입되는 열량이 증가되어 건조 속도가 빨리 진행됨을 알 수 있으며, kW 수가 증가할수록 슬러지 케이크 양에 따른 최종온도가 차이가 남을 알 수 있다. 이는 4kW일때 8분 내에 수분이 완전히 제거되어 더 이상 열 감소율은 없으므로, 온도가 올라가는 것으로 판단된다.

4. 요 약

온도에 따른 건조속도의 변화는 온도가 높을수록 건조속도가 급가속화되고, 온도가 낮을수록 완만한 형태를 보임을 알 수 있었다. kW가 증가할수록 항률건조 시간이 줄어들고, 한계함수율에 도달하는 시간이 짧아지는 경향을 나타냈다.

참 고 문 헌

Pekin, P. M., 1980, The heat and mass transfer characteristics of boiling point drying using RF and microwave eletromagnetic field, Intl, J. Heat Mass Transfer, 23, 687.