

압축기를 장착한 정량연속 공급 장치 Loss-in-Weight Feeder with Equipment for Pressing

*강인재¹, #홍대희¹, 문성민¹

*I. J. Kang¹, #D. Hong(dhhong@korea.ac.kr)¹, S. M. Moon¹

¹고려대학교 기계공학과

Key words : Loss-in-Weight, Hopper, Feeder, Press

1. 서론

감량 식 정량연속 공급 장치(Loss-in-Weight Continuous Feeder: LIW)란 사용자가 원하는 일정한 량의 원재료를 실시간으로 정확히 계량하여 일정한 속도로 배출하는 장치로써 고정밀도를 요하고 장시간 운용 할 수 있는 내구성을 갖춰야 하는 기기이다. LIW의 간단한 작동 원리는 설명하면 hopper에서 줄어드는 분체(powder)의 무게를 실시간으로 측정하여 screw 회전에 feedback 시킴으로써 정량 보정을 하는 방식을 이용한다. [1] 일반적으로 분체는 workability를 매우 예측하기 어렵기 때문에 경우에 따라서 맥동이나 멍침 현상이 발생하기 쉽다. 개발하고자 하는 정량연속공급 장치는 화학, 금속 및 세라믹 제품, 화장품, 약학, 식품, 농업 생산라인, 플라스틱 제조, 포장 등 다양한 산업에 적용되는 경우가 많아 원재료로써 투입되는 분체의 특성이 각각 다르다. 그렇기 때문에 workability, 즉 유동성이 불규칙적인 분체의 특성이 계량 오차가 나타나는 주요한 원인이 된다. 이러한 불규칙한 유동성을 개선하기 위해 도입하는 방법으로 hopper에 투입된 분체를 압축기로 누르고 공기와의 접촉을 최소화 하는 방식을 소개한다. 분체 자체 압력 외에 추가적인 압력이 가해지면 압력 불균일도가 낮아진다. 재료가 공기와 반응하여 변화를 일으킬 확률도 최소화 되고 공기 중으로 비산 할 가능성 역시 줄일 수 있다. 따라서 위와 같은 방식을 도입할 경우 오차의 개선뿐 아니라 산업 환경의 증진 또한 기대해 볼 수 있다.

2. 기존 장비의 문제점

아래의 실험(Fig. 1)에 투입된 분체의 경우 밀가루를 사용하였다. 밀가루의 경우 workability가 나쁜 대표적 분체로써 매우 입자가 곱고 비교적 가벼워 가루가 많이 날리고 멍침이 많이 발생하였다. 특히 feed rate가 높은 상태에서는 교반기와 screw의 회전 속도가 빨라 밀가루가 토출 되고 난 빈 공간을 미처 채우지 못하는 tunneling 현상이 빈번하게 일어난다. 결국 더 이상 분체가 토출되지 못하고 컨트롤러는 이를 low feed 상태로 인지하게 된다. Fig. 1의 경우 분체 속에 screw가 묻혀 있기 때문에 빈 공간이 직접적으로 노출이 되지는 않으나 분체 밖으로 노출 되어 있는 교반기 주변에 쌓여 있는 밀가루를 보더라도 workability가 얼마나 나쁜지 알 수 있다. 따라서 기존의 screw의 형태와 교반장치의 한계를 인지하고 새로운 장비를 도입하고자 한다.



Fig. 2 Clogging effect of flour caused by rotating agitator

3. 압축기를 장착한 LIW

Hopper 에 press 형태의 압축기가 달린 정량연속 공급 장치의 구조는 Fig. 2 와 같다. Hopper 아래쪽에 있는 배출구 내에 screw 가 회전하면서 분체를 이송하고 분체를 담아두는 호퍼 내에 압축장치가 있다. Hopper 와 분체를 덮을 수 있는 크기의 cover 와 press 가 장착된다. Press 가 위에서 아래로 분체를 누르면 분체 전체가 본래 자체 무게 이상의 압력을 받고 아래로 낙하하는 힘이 생긴다. 따라서 밀가루와 같이 가볍고 workability 가 매우 나쁜 분체도 tunneling 효과를 줄일 수 있고 유동률이 개선된다. 이러한 압축 방식의 또 다른 장점은 분체의 비산을 막고 공기에 노출되는 면적을 현저하게 줄여 분체의 변질을 막는데에도 효과가 높다. 밀가루 외에도 몇 가지 분체에 대한 workability 실험을 해보았는데 특히 분말세제는 공기 중의 습기에 노출이 되면 뭉침 현상이 매우 심한 것을 확인할 수 있었다. 따라서 압축으로 인한 유동률의 개선뿐 아니라 분체와 공기의 접촉면을 줄여 변질을 막는 것 또한 계량 시 오차를 줄이는 주요한 방법이 된다.

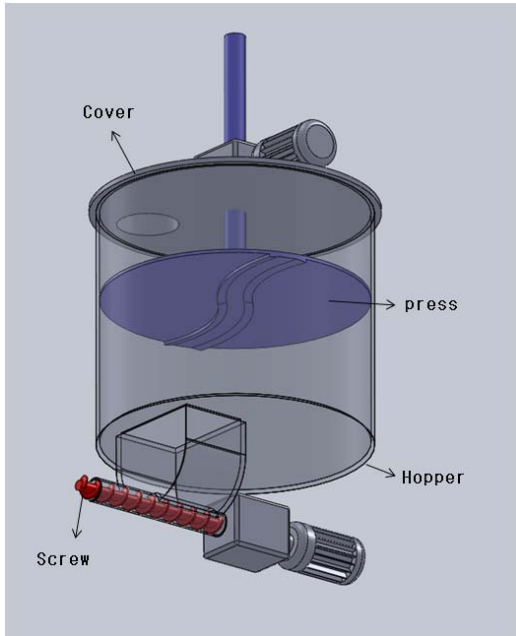


Fig. 2 3D design of LIW with press hopper

4. 결론

LIW 의 경우 서론에서 언급한 바와 같이 분체의 특성상 뭉침이나 맥동 현상이 많이 발생한다. 이 때문에 계량 시 발생하는 오차를 얼마나 효과적으로 줄일 수 있는지가 기기의 성능을 좌우하는 지표라고 할 수 있다. 압축장치를 통한 분체의 workability 를 개선하는 것 외에도 기기에 적용되는 screw 의 형상이나 hopper 의 설계 등에 따라 기기의 성능에 차이가 난다. 또 장시간 기기를 가동할때 hopper 의 refill cycle 동안의 시간 지연 등도 해결해야 할 문제이다.[2] 따라서 LIW 기기의 기계적 설계 뿐 아니라 컨트롤러 및 sensor 등 최적화된 시스템 개발을 위한 연구가 많이 필요할 것으로 보인다

후기

이 논문은 2012년도 중소기업청의 지원을 받아 수행된 산학연공동기술개발사업임. (No. C0030702).

참고문헌

1. NICE, 제 27 권 제 2 호, 2009.
2. The Institute of Measurement and Control, "A Guide to Dynamic Weighing for Industry", October 2010.