

근적외선 분광법을 이용한 Simulator를 통한
소결원료 수분측정

The Moisture Measurement of Sintering Material
by the NIR Simulator

이진우*, 정재인**

*광양제철소 설비기술부 (Tel: 790-6738; Fax:790-7000; E-mail:pc536147@smail.posco.co.kr)

**포항산업과학연구원 계측연구팀 (Tel: 279-6702; Fax:279-6599; E-mail:jijeong@risnet.rist.re.kr)

Abstracts Moisture measurements of sintering materials were performed using the simulator which can simulate various conditions taking place at the belt-conveyor of sintering process. The moisture sensor used in this experiment is NIR moisture meter (JE-330, KETT Electric Lab.). Using the simulator, we measured the moisture contents of sintering materials at different conditions. We found that the moisture content decreased as the rotation speed increased and the size of the sintering materials became smaller.

Keywords moisture meter, NIR(Near Infra-Red), simulator, sintering material

1. 서론

제철공정중 고로의 원료로 사용되는 소결광을 생산하는 소결공장에서의 소결원료의 수분측정은 소결공장의 원단위와 생산성에 지대한 영향을 주고 있다. 현재 소결원료의 수분측정에는 중성자수분계와 근적외선 수분계가 주로 사용되고 있는데 이들 모두 정도가 낮고 주위 환경에 따른 측정값의 변동으로 인해 사용에 어려움을 겪고 있다. 본 연구에서는 이와같은 문제점을 해결하기 위해 현장과 유사한 조건에서 다양한 데이터를 수집하고 이를 바탕으로 보다 정확한 검량선을 설정하여 수분계의 원활한 활용을 하기 위한 수단으로 탁상형 시뮬레이터를 제작, 이를 이용하여 다양한 조건에서 측정된 데이터를 보고하고자 한다.

수분측정용센서는 기본적으로 근적외선방식을 이용하였으며, 검량선 설정을 위해서 off-line상에서 중량법수분계를 이용하였다. 소결원료의 이동은 turn-table방식으로 회전하도록 제작하였으며, belt-conveyor의 속도에 맞추어 회전속도를 조절하였다. 제작된 시뮬레이터를 이용하여 소결원료의 입도, 시료의 온도, 색상변화, 밝기변화 등 실제 현장조업에서 발생할 수 있는 다양한 주위환경의 변화에 대한 시뮬레이션 실험을 행하였다.

2. 실험 장치 및 방법

2.1 근적외선 수분계의 원리 및 특성

근적외선 수분계는 근적외선을 물질의 표면에 조사하여 반사되는 적외선 영역중에서 수분에 의해 흡수되는 영역의 흡수정도를 수분함량과 연계시켜 수분량을 측정하는 것이다. 수분을 함유하고 있는 어떤 물체에 적외선을 조사하면 빛 에너지중 일부가 그 물체에 의해 흡수된다. 이 흡수는 그물체내에 존재하는 수분의 함량에 비례하게 되는데 이는 물분자의 구조에 기인한다. 즉, 물분자가 적외선의 특정파장에서 공명을 일으키는 것이다. 적외선 근방에서 흡수가 일어나는 파장은 1.2 μ m, 1.45 μ m, 1.95 μ m이다.

근적외선을 수분측정에 이용한 것은 70년대 후반부터 시작된 것으로 초기에는 주로 식품분야에서 사용되었고 현재에는 토양, 제지, 약품, 담배 등 다양한 분야에 적용되고 있으며, 반사율이 낮은 철강의 원료등에도 적용되어 실용화되고 있다. 측정방법 또한 비약적인 기술발전이 이루어져 현재는 다과장방식이 이용되고 있으며 궁극적으로는 검량선이 필요없는 근적외선수분계의 개발을 목표로 연구, 개발이 진행되고 있다.

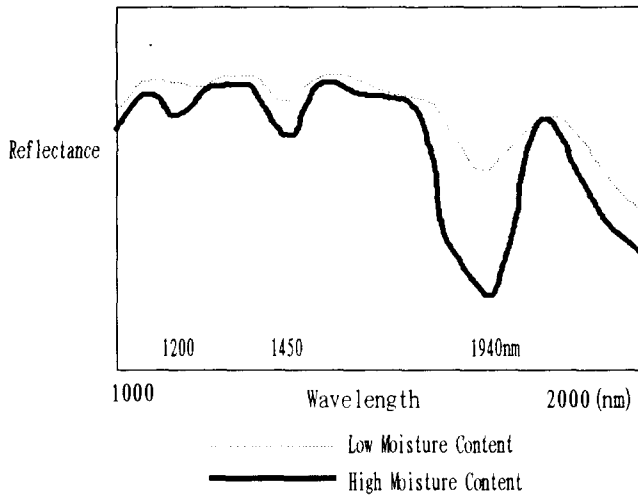


그림1. 근적외선영역에서의 수분 흡수곡선
 Fig1. The curve of moisture absorption in NIR region

2.2 시뮬레이터의 사양 및 구성

본 연구에 사용된 시뮬레이터는 탁상형으로 기본적으로 turn-table 방식으로 제작되었다. 이는 실 조업중의 벨트상에서 움직이는 소결원료에 대한 시뮬레이션을 행하기 위한 것으로 table 회전은 벨트가 움직이는 속도와 일치하도록 설계되었다. 수분 측정에 사용된 센서는 근적외선 방식으로 일본 KETT 과학상사의 JE-330 모델이다. 이 센서는 기본적으로 multi-wave방식의 원리를 채택하고 있으며 이 방식은 기준파장을 $1.95\mu\text{m}$ 로 하고 참조파장을 $1.40\sim 2.70\mu\text{m}$ 의 넓은 영역을 이용하여 다른 불순물의 영향을 최소화한 방식이다. 센서의 작동거리는 $350\pm 50\text{mm}$ 이고 광원으로는 텅스텐 램프를 사용하였다.

한편, table의 회전은 DC geared motor를 이용하였고 encoder를 써서 속도를 조절하였다. 회전속도는 max. 70rpm이다. 센서의 반대편에는 시료의 높낮이조절장치를 붙여 시료의 상태에 따른 수분 측정을 시뮬레이션 할 수 있도록 제작하였다.

2.3 검량선의 설정

근적외선 분광법으로 온라인상에서 수분을 측정하는 데는 중량법과 같은 직접적인 수분측정법을 이용하여 측정한 실제의 수분값을 흡광도로 환산하여 주는 검량선 설정이 필요하다. 우선, 채취한 시료 10kg을 충분히 섞은 후 800g씩 분리하였다. 분리된 시료는 각각 수분이 서로 다르게 5개 이상을 만들어 수분을 측정하여 검량선을 설정하였다. 다량의 수분을 함유한 시료의 경우는 비닐 봉지내에 시료를 넣고 물을 첨가한 다음 고르게 섞은 후 24시간 방치하여 사용하였고 수분이 적은 시료는 대기중에 방치하였으나 방치시간을 다르게 하여 제조하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 온라인상에서의 측정실험

시뮬레이터의 회전속도는 실조업에 가장 근접한 속도인 33rpm으로 하여 광양 3소결공장에서 채취한 소결 원료의 수분을 측정하였다. 예를 들어 수분의 실제 값이 6.7%일 경우 회전을 하지 않을 경우는 6.6 ~ 6.7%로 나타나 약 0.1%의 오차가 나타났으며, 회전을 시켰을 경우는 5.6%로 나타나 약 1.1%의 차이가 나타남을 알 수 있었다. 이는 시료가 움직일 경우 반사율이 낮아져 생기는 현상으로 파악된다. 한편, 시뮬레이터를 이용할 경우 시료의 양이 한정되어 있어 시간이 지남에 따라 수분함량이 감소하는 현상이 나타남을 확인하였다.

3.2 시료의 조건에 따른 수분측정

회전속도에 따른 수분의 함량을 측정한 결과 고속인 경우 실제 수분값보다 낮게 나타났으며 이는 앞서 설명한 바와 같이 반사율의 저하에 기인하는 것으로 판단된다.

시료의 입도에 따른 수분 측정은 소결원료를 일정한 크기의 체로 거른 후 입도별로 측정하였다. 입도가 작을 경우에는 실제 수분값보다 작게 나타났으나 입도가 클 경우에는 실제 수분값에 비해 크게 나타나는 경향을 보였다. 이는 입도가 커짐에 따라 적외선 통과깊이가 증가하고 이에 따라 반사율도 증가하기 때문에 나타나는 현상으로 파악된다.

- [1] B.G. Osborne, et al., "Near Infrared Spectroscopy in Food", Longman Scientific & Technical, England (1986)
- [2] "NIR moisture meter", Catalogued by Japan Tobacco Inc., (1993)

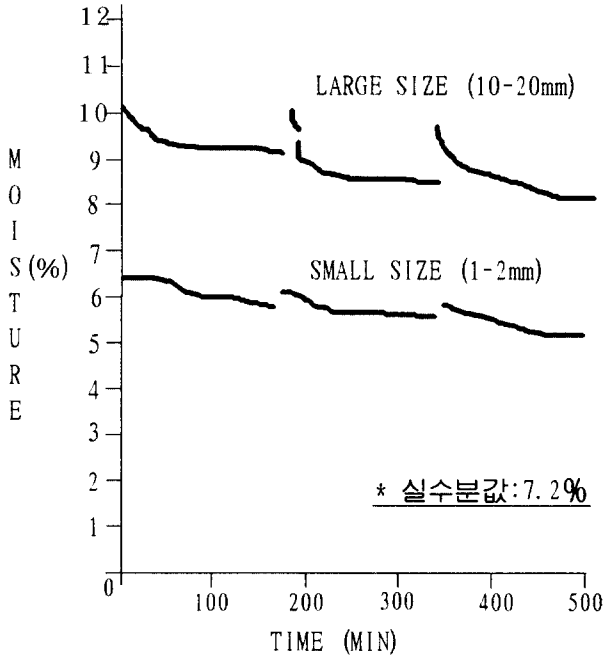


그림2. 입도에 따른 수분측정값 변화

Fig2. The curve of moisture measurement by sample size

4. 결론

소결원료의 수분측정을 위한 시뮬레이션실험을 행하였다. 수분측정용 센서는 기본적으로 근적외선 방식을 이용하였으며, 김량선 설정을 위해서는 off-line상에서 중량법수분계를 이용하였다. 소결원료의 이동은 turn-table 방식으로 회전하도록 제작하였으며, belt conveyor의 속도에 맞도록 회전속도를 조절하였다. 제작된 시뮬레이터를 이용하여 소결 원료의 수분을 측정된 결과 실제 수분값이 6.7%인 시료의 측정 결과가 회전을 하지 않았을 경우는 6.6~6.7%로 나타나 약 0.1%의 오차를 나타냈으나 회전 속도를 33 rpm으로 하여 회전시켰을 경우는 5.6%로 측정이 되어 약1.1%의 차이가 나타남을 알 수 있었다.

한편, 회전속도에 따른 수분함량 측정결과는 입도가 작을 경우에는 실제 수분값보다 측정값이 작게 나타났으며 입도가 클 경우에는 실제 수분값보다 크게 나타나는 경향을 보였다. 앞으로는 본 시뮬레이터를 이용하여 시료 색상의 변화, 주위환경(예, 조도 등)의 변화 등에 따른 수분 측정 데이터를 확보한 다음 이 결과 바탕으로 '97년도에는 광양제철소 소결공장에 본 장치를 설치하여 온라인 수분측정에 적용할 예정이다.