



절대건조한 골판지와 간이 함수율 측정 방법

Simplified Moisture Content Measuring Method Using Corrugated

Fiberboard in Absolute Dry State

中尾 善和 / 렌고(주) 포장기술부

1. 서론

골판지상자가 고습조건 하에 두면 함수분이 많아지고 압축강도가 저하한다.

한편 창고에 적재된 골판지상자는 보관 중에 고습상태가 장기간 지속되면, 극단의 경우 좌굴하는 경우가 있다. 좌굴을 미연에 방지하기 위해서는 함수율을 모니터링해 리스크 관리하는 것이 요구되며, 현장에서는 간편한 방법이 있는 것이 중요하다. 그래서 현장 측정에 적합한 함수율 측정방법을 검토했다. 미리 절대건조한 골판지를 이용해 질량 측정하는 것만으로 함수율을 파악할

수 있는 질량관리법(이하 『질량법』이라 함)을 고안하고, 그 정밀도나 실용성에 관해 검증했다.

1. 골판지 함수율 측정방법

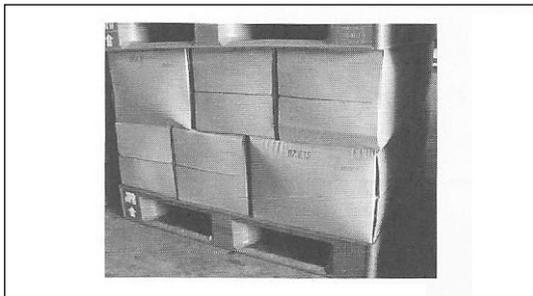
1-1. 기존 방법

1-1-1. 절대건조질량법(이하 『절대건조법』)

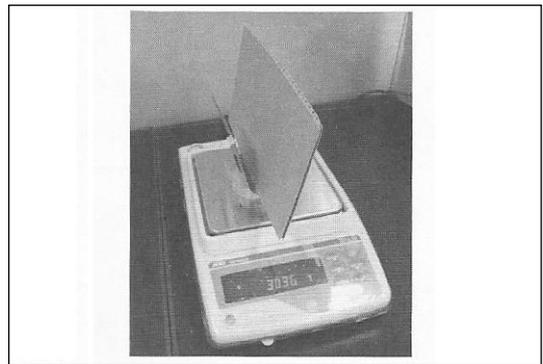
JIS P 8127에서 규정되고 있는 일반적인 방법이다.

① 측정하려는 환경 하에서 골판지 조각의 질

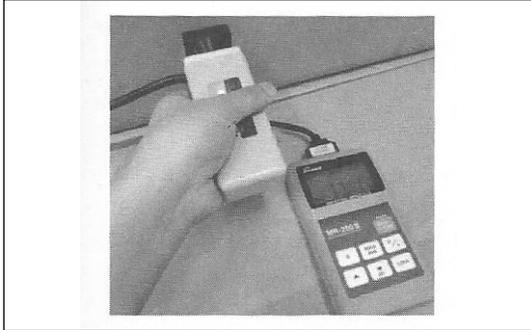
[사진 1] 고습 시의 몸통 부풀림 예



[사진 2] 골판지 조각의 질량 측정



[사진 3] 간이수분계



량을 측정((사진 2)).

② 질량 측정된 골판지 조각을 건조기(105±2℃)에서 항량(恒量)에 도달하기까지 건조(절대 건조)한다.

이들 질량차(①-②)를 수분으로 가정하고, 함수율은 다음 식으로 구한다.

$$\text{함수율(\%)} = (\text{①환경 하의 질량} - \text{②절대건조 시의 질량}) \div \text{①환경 하의 질량} \times 100 \quad (1\text{식})$$

1-1-2. 간이수분계(이하 『수분계』라고 함)((사진 3))

측정물에 전기를 흘려 그 저항값에서부터 수분을 측정한다.

골판지에 센서를 접촉시키는 것만으로 비파괴로 순식간에 함수율을 알 수 있다. 창고 등 현장에서 간이로 사용하기에는 편리하다.

1-2. 기존 방법의 과제

1-2-1. 절대건조법

건조기가 필요하고, 결과가 나오기까지 건조시

간이 걸려 즉석에서 결과를 알 수 없다. 또한 상자에서부터 골판지 조각을 잘라내야만 하는 등 현장에서는 부적절하다.

1-2-2. 수분계

바깥 기온이나 누르는 힘, 각도 등의 조건에 의해 값이 균일하지 않는 경우가 있다. 또한 온도나 결로의 영향을 받는 등 적용범위나 사용환경에 제한이 있다.

1-3. 검토의 함수율측정방법

새롭게 검토를 한 질량법은 미리 건조상태의 질량을 측정된 골판지 조각을 현장에 두면 측정하고자 하는 환경 하에서 골판지 조각의 질량을 측정하는 것만으로 간접적으로 함수율을 파악하는 방법이다.

(1)식의 「② 건조 시의 질량」이 기지(既知)이기 때문에 「① 환경 하의 질량」의 측정값을 대입하면 바로 함수율을 산출하는 것이 가능하다.

1-4. 질량법의 장점과 과제

장소를 선택하지 않고 어디라도 저울만 있으면 즉시 함수율을 얻을 수 있다. 또한 시험 조각의 질량을 측정하는 것만으로 관리나 운용이 용이하다.

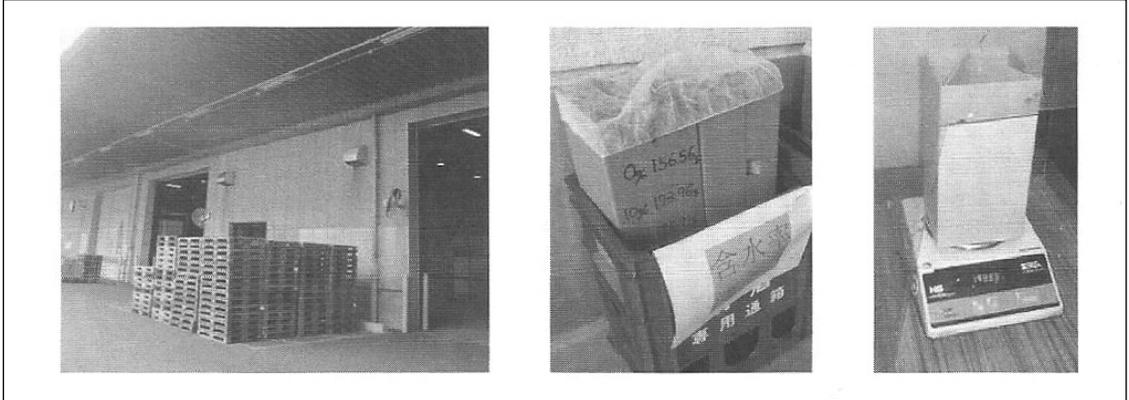
다만 한번 절대건조하는 것의 정밀도를 확인하기 위해 다음의 검증시험을 실시했다.

2. 실험

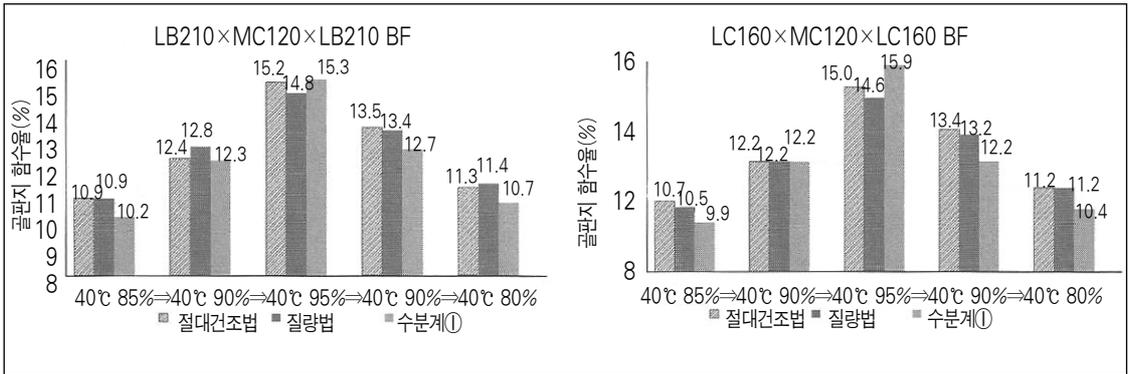
환경시험실(온습도조정 가능한 소부실)이나 실제 물류창고에 보관한 골판지상자의 함수율을



[사진 4] 창고에서의 설치 상태와 질량 측정



[그림 1] 각 보관환경 습도에 있어서 측정방법별 골판지 함수율 (환경시험실 제1회시험)



질량법으로 측정하고, 기존법의 값과 비교해 질량법의 실용성을 조사했다.

2-1. 환경시험실에서의 검증시험

2-1-1. 시험방법

환경시험실 내에 골판지 조각을 설치하고, 온습도를 변화시켜 소정의 온습도로 24시간 조습 후 함수율을 질량법, 절대건조법, 수분계로 측정해 비교 평가한다.

한편 골판지 조각은 「질량법용」과 「절대건조

법, 수분계용」의 2종류가 있다.

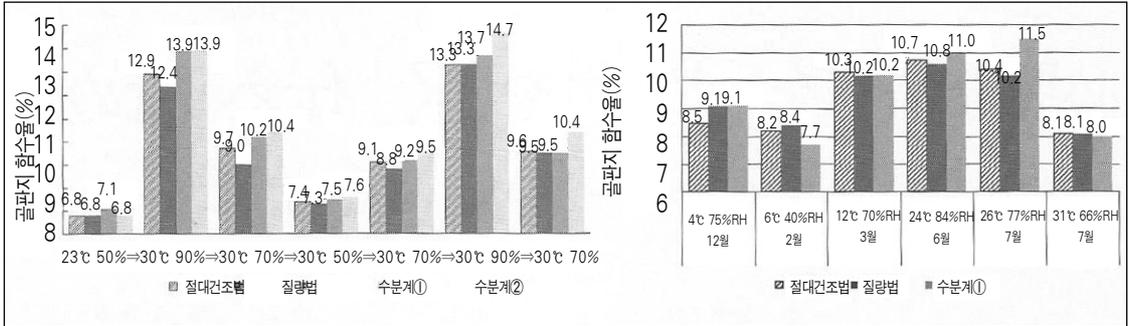
① 「질량용법」 : 40℃, 30%RH로 전처리 후 건조기에 넣고, 미리 건조질량을 측정한 골판지

② 「건조법, 수분계용」 : 건조질량을 측정하지 않고 전처리만 한 골판지

2-1-2. 제1회시험 【목적 : 고습도영역에서 함수율을 조사, 골판지는 2재질 사용】

환경온도 40℃로, 상대습도를 「85→90→95→90→80(%RH)」으로 변화시킨다.

【그림 2】 각 보관환경 습도에 있어서 측정방법별 골판지 함수율 【환경시험실 제2회시험】



【표 1】 절대건조법 측정값과의 차이 【환경시험실 제1회시험】

구분		40°C 85%	40°C 90%	40°C 95%	40°C 90%	40°C 80%
LB210	질량법	0.0%	0.4%	0.4%	0.1%	0.1%
	수분계①	0.7%	0.1%	0.1%	0.8%	0.6%
LC160	질량법	0.2%	0.0%	0.4%	0.2%	0.0%
	수분계①	0.8%	0.0%	0.9%	1.2%	0.8%

【표 2】 절대건조법 측정값과의 차이 【환경시험실 제2회시험】

구분	23°C 50%	30°C 90%	30°C 70%	30°C 50%	30°C 70%	30°C 90%	30°C 70%
질량법	0.0%	0.5%	0.7%	0.1%	0.3%	0.0%	0.1%
수분계①	0.3%	1.0%	0.5%	0.1%	0.1%	0.4%	0.1%
수분계②	0.0%	1.0%	0.7%	0.2%	0.4%	1.4%	0.8%

- ① 골판지 조각 재질 : LB210×MC120×LB210 BF, LC160×MC120×LC160 BF
- ② 골판지 조각 치수 : 300×200mm
- ③ 함수율측정방법 : 질량법, 건조법, 수분계①

- ② 골판지 조각 치수 : 450×200mm
- ③ 함수율측정방법 : 질량법, 건조법, 수분계①, 수분계②

2-1-3. 제2회시험 【목적 : 습도 영역을 넓은 경우의 함수율을 조사, 수분계는 2기종 사용】

환경온도 30°C로, 습도를 「50→90→70→50→70→90→70(%RH)」으로 변화시킨다.

- ① 골판지 조각 재질 : LC160×MC120×LC160 CF

2-2. 물류창고에서의 검증시험

음료제조사 물류창고 내에 설치한 골판지 조각의 함수율을 측정한다(사진 4).

- ① 골판지 조각 재질 : LB210×MC180×LB210 CF
- ② 골판지 조각 형상, 치수 : 슬리브형, 300×970mm



[표 3] 절대건조법 측정값과의 차이【물류창고시험】

구분	12월 눈	2월 맑음	3월 비	6월 비	7월 비	7월 맑음
질량법	0.6%	0.2%	0.1%	0.1%	0.2%	0.0%
수분계①	0.6%	0.5%	0.1%	0.3%	1.1%	0.1%

- ③ 함수율측정방법 : 질량법, 건조법, 수분계①
- ④ 시험기간 : 2014년 11월부터 약 1년간(내, 대표적 6회의 결과를 나타냄)
※ 동기(12~3월)의 비, 눈, 맑음과 하기(6~7월)의 비와 맑음

3. 결과

3-1. 환경시험실에서의 검증시험

제1회시험 결과를 [그림 1]에, 제2회시험 결과를 [그림 2]에 나타냈다. 또한 절대건조법과의 값 차이를 [표 1], [표 2]에 나타냈다. 모든 재질, 상대습도에서 질량법의 값은 절대건조법의 값에 가깝다. 또한 수분계에 비해 절대건조법과의 차이가 작았다.

3-2. 물류창고에서의 검증시험

결과를 [그림 3]에 나타냈다. 또한 절대건조법

과의 값 차이를 [표 3]에 나타냈다. 질량법의 값은 절대건조법의 값과 가깝고, 수분계에 비해 절대건조법과의 차이가 작았다.

II. 결론

환경시험실과 실제 창고의 검증에서 질량법의 함수율 측정값이 JIS에 근거한 방법인 절대건조법에 가까운 값을 나타내고 있다. 따라서 검토 질량법은 간단하고 정확하게 함수율을 파악할 수 있는 방법이라고 볼 수 있다.

본 연구에 의해 절대건조한 골판지를 이용한 함수율 측정방법(질량법)은 함수율을 파악하는 방법으로써 적용할 수 있다는 것을 알 수 있었다. 이 방법을 사용하면, 지금까지보다 간단히 창고 안 골판지 함수율을 측정하는 것이 가능하기 때문에 창고 내 좌굴의 리스크 관리를 위해서라도 꼭 널리 활용하길 바란다. ☐

KOPA NEWS 신청

(사) 한국포장협회에서는 매월 15일 온라인 뉴스레터 'KOPA NEWS' 를 제작, 발송합니다.
신청은 이메일로 해주시면 됩니다.
편집실 : (02)2026-8655~9
E-mail : kopac@chollian.net