

ECT를 응용한 라이너지의 압축강도 측정시편 개발

윤석기¹ · 서영범^{1*} · 전양¹

A New Compressive Testing Specimen for Linerboard and Corrugating Medium

Seuk Ki Youn¹ · Yung-Bum Seo^{1*} · Yang Jeon¹

ABSTRACT

A new compressive strength test specimen for linerboard and medium was developed, and tested for its agreement with conventional testing methods such as RCT and STFI. The new specimen enables compressive testing under the changing humidity and temperature. Experimental results showed that the new specimen gave equivalent compressive strengths as the other conventional methods at a constant temperature and humidity. We'll apply the methods under the cyclic humidity and temperature conditions.

Key words : Corrugated board, Linerboard, Compressive strength test

1. 서론

한국포장규격에 의하면 골판지란 “과형으로 성형한 골심지의 편면 또는 양면에 라이너지를 붙

인 것”이라고 정의하고 있으며, 골판지를 이루는 라이너지와 골심지의 조합에 따라서 편면골판지, 양면골판지, 이중양면골판지 및 삼중골판지로 나뉜다.

¹ 충남대학교 농업생명과학대학 임산공학과(Dept. of Forest Products, College of Agriculture and Life Sciences, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea)

* 교신저자 : 서영범(E-mail: ybseo@cnu.ac.kr, Tel: 042-821-5759)

골판지 상자의 주요 사용목적은 포장, 저장, 유통하는 동안 외력으로부터 내용물을 보호하는 것이며, 이러한 이유로 높은 물리적 강도를 요하게 된다. 특히 골판지의 압축강도는 농산물과 같이 압축력에 의해서 쉽게 파괴되는 제품의 포장시 중요한 요소이다.

골판지의 압축강도를 측정하는 방법에는 원지 자체의 강도로 부터 골판지의 압축강도를 예측할 수 있는 RCT (Ring Crush Test), STFI가 있으며, 골판지를 직접 테스트하는 ECT (Edgewise Compressive strength Test)가 있다. 하지만 골판지상자의 제조에 사용되는 원지는 섬유 자체의 강도, 섬유 간 결합정도, 섬유 결합 간 스펠 (Span)의 물리적 지지정도, 섬유의 방향성 등과 같은 미시적 요인과 건조 간 수축 억제정도 및 두께방향의 전단 응력 저항정도 등의 요인으로 그 강도의 예측에 어려움이 존재한다.¹⁾ 또한 박스를 제조한 이후에도 박스의 치수, 통기공 등 여러 변수로 인하여 강도저하가 일어나기 쉬우며, 특히 하중이 작용하는 상태에서 습도변화에 매우 민감하여 이와 관련된 연구가 활발히 진행 되었다.²⁻⁹⁾

하지만 STFI나 RCT는 시편의 특성상 고정하중의 적용이 불가능하고, ECT는 시편제작에 불편함이 존재하는바 본 연구에서는 기존의 ECT를 응용한 새로운 시편제작 방법을 개발하였다. 새로 개발된 방식으로 제작된 시편을 사용하는 경우 기존의 RCT이나 STFI에서는 측정이 불가능 하였던 상대습도의 변화에 의한 골판지 원지의 강도변화를 측정할 수 있다. 또한 측정결과를 기존 측정법과 비교하였고 새로운 시편제작법의 응용 가능성에 대해서도 알아보았다.

II. 재료 및 방법

1. 공시재료

본 실험을 위한 공시재료는 A사의 골판지제조용 원지를 사용하였으며, 사용된 원지의 평량과 두께는 Table 1과 같다.

2. 조습처리

모든 골판지 원지는 TAPPI Standard T402 om-88에 의거하여 $23 \pm 1^\circ\text{C}$, 상대습도 $50 \pm 2\%$ 의 항온·항습 상태에서 24시간 이상 조습처리를 실시하였다.

3. 인장강도 측정

원지의 인장강도는 TAPPI Standard T489 om-88에 의거하여 만능강도 시험기로 인장강도를 측정 후 열단장을 계산하였다.

4. RCT (Ring Crush Test) 측정

원지의 RCT 측정은 KS M 7051에 의거하여 만능강도시험기로 측정하였다.

5. STFI 측정

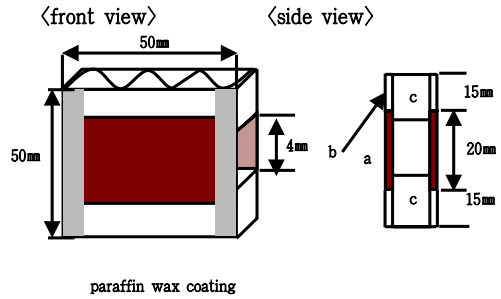
RCT와 STFI의 상관관계를 알아보기 위하여 원지를 한국화학연구원에 있는 L&W STFI 측정기를 이용하여 측정하였다.

6. 원지의 ECT (Edgewise Compressive strength Test) 적용을 위한 시편 제작 및 조습처리 그리고 ECT* 측정

골판지 원지를 ECT 측정에 적용하기 위한 시편의 제작 및 조습 처리는 다음과 같다.

1) 시편제작

원지의 ECT적용을 위한 시편은 다음과 같이 제작되었다. 측정에 사용될 원지를 가로×높이가 50×20mm²가 되도록 균일하게 절삭 하였다 (Fig 1의 a). 절삭된 원지 아래위에 50×8mm²의 범위로 지지체를 접착할 접착제를 도포한 후 지지체를 접착하였다 (Fig 1의 c). 또한 지지체의 접착시 접착제에 의한 측정 원지의 강도 증가를 최소화 하기위한 충분한 주의가 필요하였다. 측정 원지와 지지체가 완전히 접착된 후 지지체와 측정 원지의 높이차를 없애기 위해 측정원지와 같은 두께의 종이를 지지체에 접착하였다 (Fig 1의 b). 완성된 시편의 측면으로 흡습을 방지하기 위해 paraffin wax로 sealing 하였다. sealing처리에 의한 시편의 강도변화를 최소화하기 위하여 침지 깊이가 5mm 이하가 되도록 조절하였다. 시편을 제작하는 전체적인 과정은 Fig 3과 같다.



- a : Linerboard for Testing
- b : Paperboard for adjustment of height between 'a' to 'c'
- c : supporting body for 'a'

Fig. 1. Newly Developed ECT Testing Specimen

2) 조습처리와 강도측정

준비된 시편을 TAPPI Standard T 839 pm-95에서 정한 Test Fixture (Fig 2의 a)에 고정 한 후 조습처리를 실시하고 ECT를 측정하였다 (Fig 2의 c, d). 이렇게 측정된 ECT 측정결과를 이후 ECT[#]이라 명명하였다.



a



b



c

Fig. 2. Conditioning and Testing of Specimen

Table 1. Properties of linerboard

Sample	Thickness (mm)	Basis Weight (g/m ²)	Density (g/cc)
A	0.24	179.1	0.74
B	0.18	128.4	0.65
C	0.22	167.7	0.76
D	0.26	179	0.70

A : non water-repellent liners, B : Corrugating medium, C : inside liners, D : water-repellent liners



Fig. 3. Preparative Process of Test Specimen

III. 실험 결과 및 고찰

1. 열단장

열단장이란 종이의 인장강도를 표시하는 하나의 방법으로 골판지 원지의 열단장은 다음의 Table 2와 같다. 측정결과 모든 골판지 원지의 MD (Machine Direction) 방향이 CD (Cross machine Direction) 방향보다 높은 결과값을 나타내었으며, 이것은 기계초지의 특징으로 섬유 배향성에 의한 결과라 사료된다. 신장률은 모든 시편의 CD방향이 MD방향보다 높은 수치

를 나타내었다.

2. RCT 및 STFI

골판지 원지의 RCT와 STFI 측정결과는 Table 3과 같다. 실험결과 모든 시편에서 STFI 측정 결과치가 RCT보다 높은 것을 알 수 있었다. 이것은 측정방법의 차이에 의해 나타난 결과라 사료되며, Fig 4의 RCT와 STFI 상관관계 그래프를 통해서 RCT와 STFI가 직선적인 상관관계를 갖고 있음을 알 수 있었다.

Table 2. Tensile Strength of linerboards

Sample	M D		C D	
	Breaking Length (km)	Stretch (mm)	Breaking Length (km)	Stretch (mm)
A	6.33	2.22	2.31	4.11
B	4.10	1.57	1.50	2.58
C	4.40	1.24	1.70	3.75
D	5.02	1.99	2.11	3.80

A : non water-repellent liners, B : Corrugating medium, C : inside liners, D : water-repellent liners

Table 3. RCT and STFI Test Result of linerboards

Sample	RCT (kgf/cm)	STFI (kgf/cm)
A	20.14	22.44
B	8.23	13.23
C	17.64	22.14
D	14.35	17.71

Table 4. RCT and ECT* Test Results of linerboard

Sample	RCT (kgf/cm)	ECT* (kgf/cm)
A	20.14	28.73
B	8.23	7.32
C	17.64	20.00
D	14.35	17.32

A : non water-repellent liners, B : Corrugating medium, C : inside liners, D : water-repellent liners

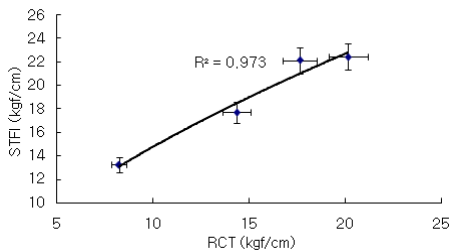


Fig 4. Correlation between RCT and STFI

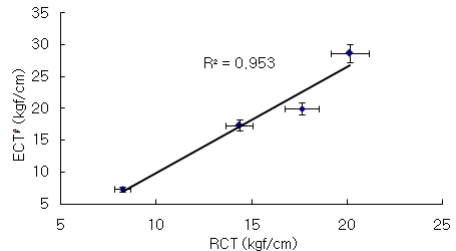


Fig 5. Correlation between RCT and ECT#

3. RCT 및 ECT[#]

원지의 ECT 적용을 위해 제작된 시편의 ECT[#]를 측정된 결과를 RCT와 비교하였고 Table 4와 같다. RCT와 ECT[#]의 측정결과를 그래프로 비교한 결과 두 데이터간의 직선적인 상관관계가 있음을 Fig 5를 통해서 알 수 있었다. 위의 결과로부터 새롭게 개발된 시편제작법이 기존의 RCT나 STFI와 같은 실험법에 대체가 가능하다고 판단되었다. 특별히 새로운 시편제작법은 습도와 온도가 변화하는 환경 하에서 시편의 물리적 변화를 장시간 추적할 수 있기 때문에 골판지의 사용되는 환경에 의한 강도 변화를 원지로도 쉽게 예측가능하리라 사료된다.

IV. 결론

1. 새로 개발한 시편제작법으로 제작된 강도 측정 시편을 기존의 원지 압축강도 측정법인 RCT 그리고 STFI와 비교한 결과 원지의 압축강도 측정에 적용 가능함을 알 수 있었다.
2. 새로 개발한 압축강도 측정 시편은 원지의 사용환경 변화에 따른 강도감소 측정이 불가능하였던 기존 원지 시험법인 RCT와 STFI가 갖는 단점을 개선할 수 있었다.

참고문헌

1. 이명훈. 2000. 겉포장용 골판지상자의 압축강도 최적화에 관한 연구, 연세대학교.
2. 박종민, 권순홍, 권순구, 김민수. 1994. 농산물 포장용골판지상자의 증적내구성의 분석과 향상에 관한 연구 (1), 한국농업기계학회지, 19(4):358-368.
3. 김수일. 2000. 농산물 포장용 골판지상자 설계에 관한 연구, p.130-131. 대구대학교.
4. 오영순. 1997. 압축하중과 습도변화가 골판지 강도에 미치는 영향, p.42-43. 충남대학교.
5. Maltenfort, G. 1989. Performance and Evaluation of Shipping Containers, p.156-159. Jermal Publishing Co. Inc.
6. 조중연, 민충기, 신준섭. 2003. 농산물 저온유통용 내수 골판지 상자의 제조 (1). KTAPPI, 펄프종이기술 Vol. 35(2):26-32.
7. 이명훈, 김종경. 2003. 유통 중 온습도 변화에 따른 골판지 상자의 압축강도에 대한 연구. KTAPPI, 펄프종이기술 Vol. 35(2):33-38.
8. 이명훈, 조중연, 민충기, 신준섭. 2005. 저온유통시스템에 있어서 골판지 상자의 압축강도 변화. KTAPPI, 2005년 학술발표논문집:173-186.
9. 윤혜정, 이학래, 진성민, 최익선. 2007. 저습도 사이클 조건에서의 라이너지와 골판지의 물성. KTAPPI, 펄프종이기술 Vol. 39(2):38-44.