

Microflute 골판지의 ECT 평가(Edgewise crush resistance test)

The ECT(Edgewise crush resistance test) for Corrugated Board with Microflute

윤혜정, 이학래, 김지용, 진성민, 최익선

서울대학교 농업생명과학대학 산림과학부

1. 서론

단위 무게당 압축강도가 높고, 경량이며, 강성과 완충성이 좋은 이유로 골판지는 대표적인 포장재로 이용된다. 포장 내용물의 중량 등에 따라 다양한 종류의 골판지가 이용되는데 보통 골 높이, 골 수에 따라 나뉜다. 그 중 E 골, F 골과 같이 골 높이가 1.5 mm 이내의 것을 통칭하여 microflute 골판지라고 한다.

microflute 골판지는 1960년대 초 북미와 유럽에서 Folding box의 대용품으로 처음 등장하였다. 이 후 고급 그래픽 포장과 POP 디스플레이에 사용되는 E flute 골판지는 완전히 시장에 정착되어가고 있고, F flute 골판지는 그 후로 등장해서 사용가능성이 더욱 높아지고 있다. 미국에서는 McDonald사가 햄버거용기에 F flute 골판지($30\text{g/m}^2 \times 50\text{g/m}^2 \times 30\text{g/m}^2$ 크라프트지)를 채용한 것을 계기로 microflute의 성능이나 기능이 평가되어 보급이 시작되었고, 그 후 Budweiser사가 캔 맥주 12개들이 멀티 팩키지에 채용하고 있다. 미국뿐 아니라 유럽, 일본, 국내에서도 microflute에 대한 수요는 증가하고 있다.

국내외적으로 microflute에 대한 수요는 증가하고 있으나, microflute 제품과 관련하여 일부 사내규격으로만 정의되고 단체규격 이상의 표준화나 품질평가에 대한 논의는 미비한 실정이다. Microflute는 특성상 기존의 골을 갖는 골판지의 물성으로 평가하기에는 적절치 않을 수 있다. 원지 절감 효과와 높은 압축강도, 좋은 인쇄성 등의 장점을 가지고 있어 앞으로도 그 수요와 생산이 국내외적으로 더욱 증가할 것으로 보이는 microflute 제품에 대하여 적절한 품질평가 방법을 개발하는 것은 국가적인 기술개발과 더불어 원료절감, 폐기물 절감에 반드시 필요할 것으로 보인다.

또한 새로운 골판지 분야의 개발 제품인 microflute 골판지 포장재에 대한 품질평가 방법의 개발과 보급은 관련 시장에서 절실하게 요구되고 있는 실정이다. 따라서, 본 연

구에서는 대표적인 골판지 평가 물성인 수직압축강도(edge crush resistance)를 microflute 골판지에 대해 평가하고자 하였다. 적절한 평가법을 찾기위해 JIS, FPL, ISO 시험법에 의거하여 시편모양, 절단 방식, 지지 방법 등을 달리하여 평가하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

제조 회사에 따른 차이를 없애기 위해 동일한 회사에서 제조하고, 제품 간 편차가 심하지 않으며 품질이 뛰어난 일본 C사에서 제조한 microflute 골판지 중 G flute 골판지를 사용하였다. TAPPI method T 400-sp-97에 의해 sampling 한 시편 중 9개의 시편으로 측정된 결과 30cm 당 골 수가 176, L&W 사의 Micrometer로 측정된 두께는 0.93 mm, 평량은 462.7 g/m² 이었다.

2.2 실험 방법

2.2.1 시편 형태의 영향 평가

대표적인 방법인 JIS, FPL, ISO 방법에 의거하여 Fig. 1과 같이 샘플을 제작하였다. 각 샘플 형태에 대해 샘플 절단과 압축강도 평가는 동일한 조건에서 실시하였다.

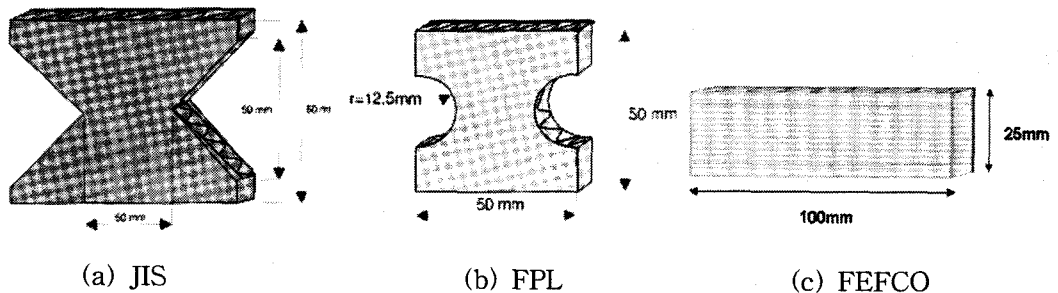


Fig. 1. Different Specimen Shapes.

2.2.2 지지 방식의 영향 평가

JIS, FPL, FEFCO sample shape에 적합한 지지 방법을 알기 위해 zig와 ISO에서 채택한 metal guide block을 이용하여 평가하였다.

2.2.3 절단 방법과 플레이트 하강 속도의 영향 평가

FEFCO shape 시편을 punch type cutter 와 Billerude type cutter 로 절단하여 준비하였으며 평가시 플레이트 하강속도를 7.5, 12.5, 17.5 mm/min 으로 조절하여 평가하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 시편 형태에 따른 영향

골판지의 ECT는 박스의 거동을 예측할 수 있는 중요한 압축강도이다. 이론적으로 라이너지와 골심지의 압축강도의 합과 유사해야 하지만, 제조 과정과 샘플 준비 과정에서 크고 작은 손상을 받기 때문에 그보다 작은 강도가 나오게 된다. 따라서 좋은 ECT 평가 방법은 최대한 ECT 값이 크게 나와야 한다. 기존의 골판지 ECT 측정에 어떠한 시편 형태가 적합한 지에 대해서는 많은 논란이 있으나, 일반적으로 JIS 나 FPL 에서 채택한 시편 형태가 가장 편차가 작고 높은 ECT를 얻는다고 알려져 있다.¹⁾ FEFCO sample shape 는 ECT 강도가 낮게 나오지만 시편 준비가 쉽기 때문에 ISO 기준으로 채택되었다.²⁾

그러나 microflute 골판지의 ECT 의 경우 Fig. 2에 나타나 있듯이 FEFCO sample shape 시편이 ECT 강도가 가장 크게 나오고 JIS 와 FPL 모양의 시편이 그보다 낮게 나왔다. 따라서 microflute 의 ECT 측정에는 FEFCO sample shape 가 적합하다고 볼 수 있다.

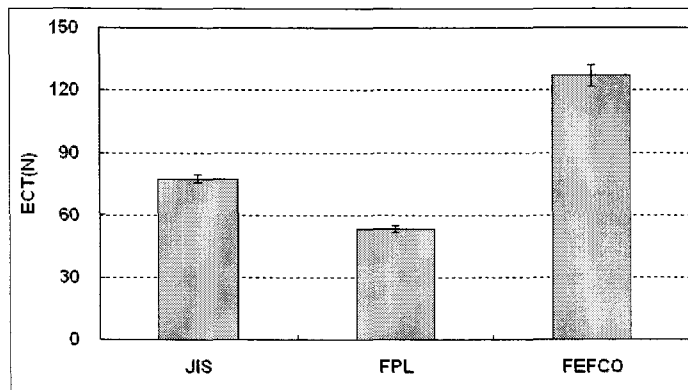


Fig. 2. Edgewise crush resistance of specimens with different shape.

3.2 시편 형태에 따른 적합한 지지 방식

기존의 골판지 ECT 측정법에서 FPL, FEFCO shape sample 은 metal guide block 으로 지지하고, JIS sample 은 Zig로 지지하는 것이 표준화된 방법이다. 그러나 microflute 골판지에서 sample shape 별로 기존의 지지 방법이 적합한지 알 수 없기 때문에 이를 알기 위해 각 시편별로 Zig 와 metal guide block을 이용하여 실험하였다. Fig. 3에 나타난 각 sample shape 별 강도와 비교해 보면, JIS 와 FPL 시편의 경우 Zig를 이용하여 지지해 주는 것이 정확한 ECT 측정에 좋으며, metal bar를 사용하는 것은 시편이 파괴될 때까지 지지해 주지 못해 강도가 낮게 나오는 것으로 나타났다. FEFCO shape 시편의 경우, zig를 사용하면 zig가 시편을 과도하게 조여주기 때문에 순수한 ECT 강도보다 훨씬 높게 나오는 것으로 보인다. 따라서 JIS나 FPL shape 시편은 zig 를 사용하고, FEFCO shape 시편은 metal guide block을 사용하여 지지해주는 것이 좋다고 판단된다.

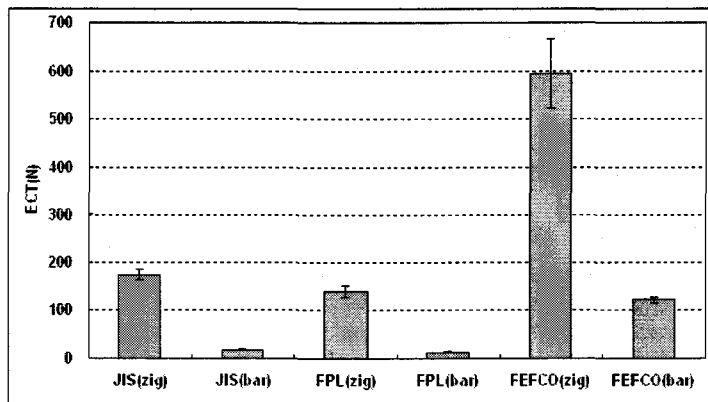


Fig. 3. Edgewise crush resistance of specimens with different supporting method.

3.3 절단 방법과 플레이트 하강 속도의 영향

ECT 는 시편이 파괴되지 않고 견딜 수 있는 최대의 압축 힘을 의미하기 때문에, 실험 전에 압축력을 받는 면이 손상을 입지 않아야 한다. 따라서 ECT 실험 준비에서 가장 중요한 부분은 시편 절단이다. 기존의 골판지 ECT 측정에서도 부적절한 시편 절단에 의한 강도 손실은 평균적으로 14%에 이르는 것으로 조사된 바 있다.³⁾ 따라서

microflute ECT 측정에서도 시편 절단방법에 따라 ECT 결과가 달라질 것으로 예상하였다. Fig. 4에 나타난 것처럼 시편을 punch type cutter 와 Billerud type cutter로 자른 결과는 상당한 차이가 있는 것으로 나타났다. Motorized dual blade 라고도 하는 Billerude type cutter는 FEFCO shape sample 을 자르는 데에만 사용된다는 단점이 있다. 하지만 Billerude type cutter로 절단한 시편은 더 높은 ECT 값을 보여줌으로써 더 적절한 방법으로 이용되리라 생각된다. Fig. 5를 보면 Billerude type cutter 와 Punch type cutter의 절단면을 자세히 보면 Billerude type cutter로 자른 절단면이 골이 더 덜 파괴된 것을 알 수 있다. 압축력을 받는 더욱 Fig. 4에서는 Billerud type cutter 로 자른 시편의 평균값이 크기 때문에 편차가 크게 보이지만 분산계수(COV)는 속도별로 2.1%, 3.9%, 2.1%로 크지 않다.

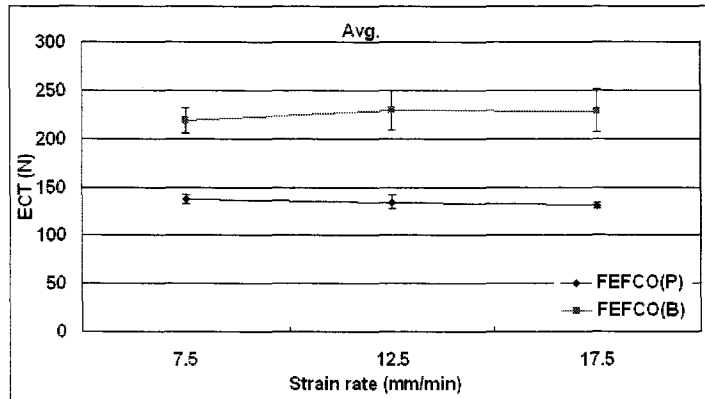
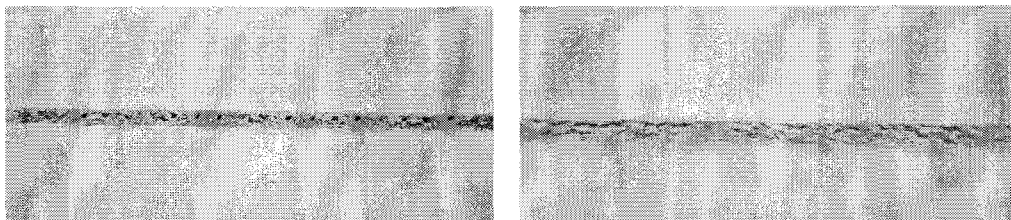


Fig. 4. Effect of moving rate of plate and cutting method.



(a) Billerude cutter

(b) Punch cutter

Fig. 5. Cross section of a board cut by Billerude type cutter and Punch type cutter.

4. 결 론

기존의 골판지 ECT 평가 방법 중 JIS, FPL, ISO 기준의 평가 방법에 의거하여 시편 형태, 절단 방법 및 지지 방법에 따른 microflute 골판지의 수직압축 강도를 평가하였다. 그 결과 시편 형태는 FEFCO sample shape으로 하는 것이 강도가 가장 높게 나왔다. 시편 절단은 billerude type cutter로 시편을 절단하는 것이 ECT 값이 가장 높게 나와 시편 절단 시 강도 손실이 가장 적은 것으로 나타났다. 또한 지지 방식은 시편 형태에 따라 적절한 것이 달라졌는데, 다른데, JIS나 FPL shape 시편은 zig로 고정하는 것이 좋고, FEFCO shape 시편은 metal guide block을 사용하는 방법이 적절하였다.

기존의 골판지 ECT 측정에는 JIS 나 FPL 실험 방법이 보다 강도적 손실이 적고 편차가 적은, 믿을만한 결과가 나온다고 알려져 있으나, microflute 골판지 ECT 측정에는 FEFCO 실험방법이 더 적절한 실험방법이라 할 수 있다.

사 사

본 연구는 산업자원부 표준화기술개발사업 지원에 의해 수행되었음. 최익선 연구원은 일부 두뇌한국 21 핵심 사업 지원을 받아 연구를 수행하였음.

참고문헌

1. Hakan Markstrom, Testing Methods and Instruments for Corrugated Board page 17-25, AB L&W (2005).
2. ISO 3037
3. A. D'auria, P. Marchese, Influence of the cutting procedure of specimens on the ECT test on Corrugated Board, Cartotecnica & imballaggio (1982).
4. L.E. Eriksson, Cutting and Laboratory effects on the ECT test for Corrugated Board, Cartotec. Imbalgio 2(7):31,33-36 (1982).
5. TAPPI method T400 sp-97, TAPPI Press
6. KS M 7063
7. JIS Z 0403-2