



DW · UPS · 이층골심판지의 구조 · 강도 · 경제성 분석 원칙 소고

충남대학교 임상공학과 조교수
농학박사 서 영 범

< 목 차 >

- I. 머릿말
- II. 수직 압추강도의 우수성의 증명
- III. 평면압축강도의 우수성의 증명
- IV. 습도 변화에 대한 저항성
- V. 기타

I. 머릿말

국내 골판지 업계가 골판지의 성능 개선을 위해 연구 개발하고 실용화하는 데 앞장서고 있는 현실은 매우 고무적이다. 특별히 최근 D사에서 새로운 개념의 골판지 (이층 골심판지)를 개발한 일은 이러한 관점에서 매우 주목되는 일이라 아니할 수 없다. 그 연구 결과의 우수성을 논하기 전에 연구 개발을 사업의 큰 추진력으로 삼는 사업 태도는 무한 경쟁 시대를 대비한 한국의 제지 및 지가공 업체들의 모범 사례로 뽑을만 한 일이다. 앞으로도 원가 절감과 생산력 향상, 성능 제고를 위한 연구 개발이 더욱 확대되기를 기대한다.

이 자리에서 필자는 이층 골심판지의 품질적인 면을 기존의 골판지와 비교하기를 시도하지 않는다. 그것은 필자가 이러한 개발품을 직접 테스트 해 본적이 없고, 다만 여기

저기 산재한 데이터들만 목격했을 따름이기 때문이다. 이 자리에서는 새로운 골판지가 개발된 경우, 그 우수성을 증명하기 위해서 필요한 일들을 잠시 논해 보기로 한다.

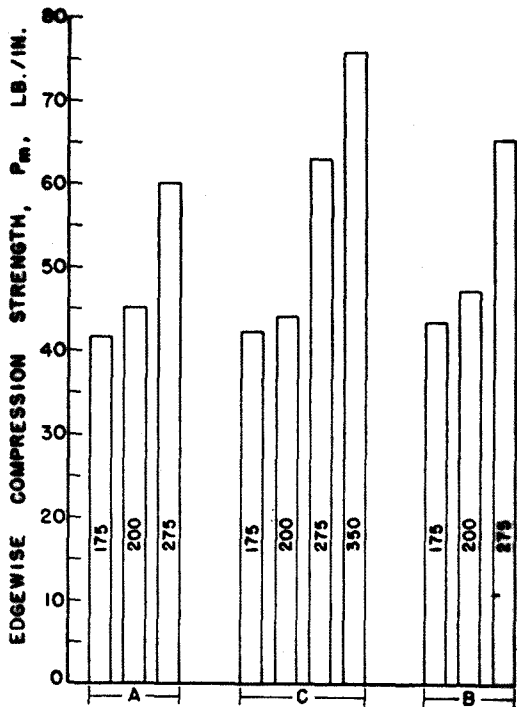
이층 골심판지와 같이 새로운 형태의 골성형이 개발되고, 개발자들의 주장대로 여러 가지 물성면에서 그 우수성이 사실이라면 우리나라의 골판지 업계는 큰 경사가 아닐 수 없다. 이러한 품질 특성은 전세계에 특허를 출원해야 할 것이고, 마땅히 특허를 획득해야 할 뿐만 아니라 세계적인 학회에 발표되어, 그 우수성을 전세계에 알려야 할 것이다. 특별히 이러한 신제품은 미국 TAPPI 의 Corrugated Container Conference 를 통해 전세계에 알리는 것이 가장 비용이 적게들며, 가장 큰 홍보 효과를 발휘할 수 있을 것이다. 필자는 D사가 잘 준비된 데이터와 적절한 기술진 및 학자들을 각종 학술회의에 파견하여 이층 골심판지의 우수성을 알릴 것을 권고한다.

필자가 몸담고 있던 미국의 International Paper 회사도 매우 방대한 골판지 원지 및 골판지 회사를 보유하고 있었으며, 수많은 연구원들의 원지의 품질 개선과 생산라인의 개선 및 골판지 구조 개선을 위해 연구를 계속했던 것을 기억한다. 이러한 많은 골판지 전문가들이 한자리에 모이는 학회에 D사의 신 개발품의 품질의 우수성을 증거해 줄 수 있다면 D사는 큰 홍보 효과를 저절로 얻게된다. 이러한 행사의 기초 작업으로서 D사는 다음과 같은 자료들을 준비해 두는 것이 더 빠르고 확실하게 제품의 우수성을 알리는 길일 것이다. 종이 혹은 골판지 전문가들의 판단에 필요한 것

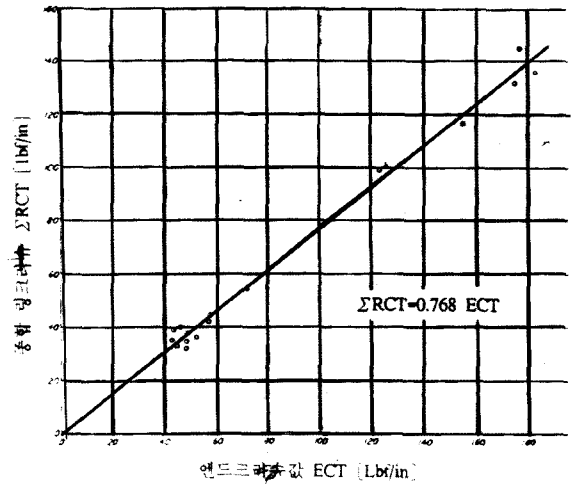
은 객관적이고 분명한 데이터일 것이다.

1. 수직 압축강도의 우수성의 증명

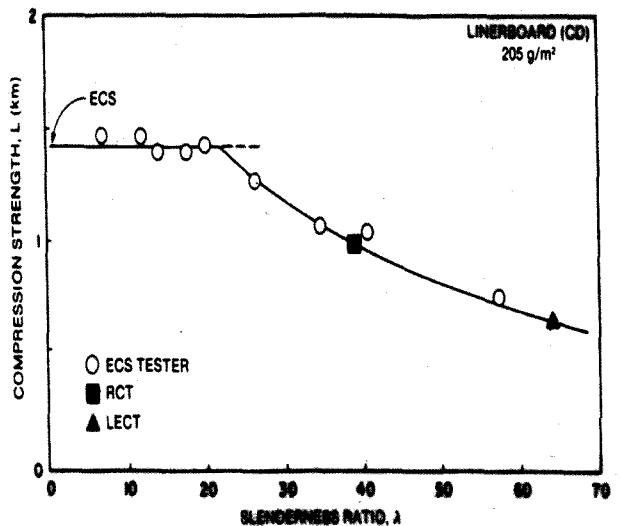
신 개발품의 수직 압축강도의 우수성을 기존의 골판지 구조와 비교하기 위해서는 무엇보다도 같은 원지를 똑같이 사용하는 것이 필수적이다. 왜냐하면 이러한 비교는 단지 이층골심판지의 구조적 우수성만이 증거되어야 하기 때문이다. 그 외의 어떠한 부분도 이 비교에 영향을 주어서는 아니된다. 사용되는 접착제의 종류와 양도 충분히 고려되어 강도적 성질에 전혀 영향을 미치지 않음이 증명되어야 한다. 하지만 같은 원지를 사용하는 경우, 신 개발품은 기존의 골판지와 구조적으로 다르기 때문에 평량이 다를 수 밖에 없다면 이에 대한 조정이 필요할 것이다. 라이너를 한 종류로 고정하고 골심지의 평량을 변화시키며 이들의 수직 압축 강도를 측정하고 평량에 따른 수직 압축 강도의 차이가 단순히 평량의 차이에 기인하는지 알아보아야 할 것이다. 한 쪽의 수직 압축 강도가 평량의 차이보다 더 우수하게 나타난다면 이는 분명히 그 구조에 기인하는 우수성이 될 것이다. (그림 1)은 골심지의 평량에 따른 양면 골판지의 ECT 를 나타낸다.



(그림 1) 골심지 평량 변화 및 골심지 골 형태에 따른 골판지의 압축 강도 변화



(그림 2) RCT 의 종합과 골판지의 수직 압축 강도 (ECT) 와의 관계



(그림 3) 원지의 RCT와 Slenderness Ratio 가 작을 때의 원지 압축강도 (STFI)와의 관계. RCT는 실제 원지의 압축 강도보다 작게 측정 되었다 같은 평량에서 거의 같은 ECT를 나타냄을 볼 수 있다. 또 한가지 비교 방식은 각 라이너층과 골심지층의 링크러쉬 (RCT) 를 조합하여 ECT 를 예측하는 것이다. 이 예측치와 실측치와의 비교에서 (실측치/예측치) 의 비가 크면 클 수록 우수한 구조의 골판지로 평가될 수 있다. 일반적으로

(예측치/실측치) 의 비는 (그림 2와) 같이 약 0.768로 알려져 있다.

이론적으로 골판지의 수직 압축 강도는 골판지 각 층의 압축 강도보다 높을 수 없다. 하지만 일반적으로 골판지 각 층의 압축강도의 합이 골판지 ECT 의 실측치보다 작은 것이 사실이다 (0.768). 이는 우리가 원지의 압축강도로 사용하고 있는 RCT에 문제가 있기 때문이다. (그림 3)에서 보는 바와같이 원지의 Slenderness ratio 가 커짐에 의해 Buckling 이 일어나는 경우를 제외하고는 주어진 물질의 압축강도 (골판지 원지) 는 일정하게 된다 (왼쪽의 수평부분). 그림에서 보는 바와 같이 RCT는 원지 본래의 압축 강도보다 낮게 측정되는 것이 보통이다. 같은 원지를 사용하고 골판지의 구조가 원지의 Buckling을 일으키지 않고 원지 본래의 물질의 성질을 나타내는 한, 그 골판지의 압축강도는 그 평량에 비례하게 된다. 따라서 같은 원지를 사용할 때 압축강도가 평량의 변화분보다 훨씬 크다면, 그 골판지의 구조는 원지가 Buckling 을 일으키지 않으며, (그림 3)의 왼쪽 부위, 즉 물질의 최대 압축강도를 나타내는데 효과적인 구조임을 드러내는 것이다. 그렇다면 기존의 골판지 구조들은 압축 하중하에서 원지 자체의 물질 압축강도 이하의 압력하에서 원지의 Buckling을 일으키는 구조인가? 이러한 논의는 실험을 통해 증명할 가치가 있다고 판단된다.

III. 평면 압축강도의 우수성의 증명

골판지의 평면 압축 강도는 전적으로 골심지의 구조, 평량, 물성에 의존한다. 같은 종류의 골심지라도 골심지의 평량이 높은 쪽이 당연히 평면 압축강도가 높게된다. 이러한 사실은 새로운 발견도 아니며 당연한 귀결이다. 평면 압축 강도를 높이는 가장 좋은 구조는 골심지 두장을 합지한 형태(예 UPS)라고 판단된다. 이것은 두장의 골심지를 접착제로 완벽하게 붙인 구조이며, 평량이 두배가 되지만 접착제의 투여도 가산하게 되면, 두배 이상의 평면 압축 강도가 예상된다. 두배 평량의 골심지로 골을 형성하려면 골심지의 내부에 심한 전단응력을 받게 되어 골성형에 문제점을 드러내지만, 이중 골심지는 두장의 골심지가 골 성형시 합지가 동시에 이루어지므로 전단력의 발생도 적고 공정이 쉬워진다. 하지만 너무 강한 평면 압축 강도가 이러한 골심지의 사용에 여러 가지 단점을 만들어 온 것도 사실이다. 현재

우리가 토의 하고 있는 이중(二層) 골심판지의 평면 압축 강도의 증가는 단순히 이중 골심지와 비슷한 구조를 가짐으로 골심지의 평량이 증가함에 기인한다고 해도 큰 억측은 아니라고 판단된다. 이중 골심지의 평량을 늘리면 양면 골판지와 비교시 라이너의 평량의 감소가 따라야 전체 평량이 같은 수준에 이를 것이며, 라이너의 평량이 줄어들 때 생기는 문제점들이 발생하게 되고, 이중양면 골판지와 비교시 두께의 감소로 골판지의 휨강성이 크게 떨어지고 상자 압축 강도의 손실도 예상된다. 이중 골심판지의 구조적 장점만으로 이야기 한다면 이중 골심지 UPS 와 같이 평면 압축 강도의 증가로 수직 압축 강도의 유지에 매우 유리하다는 사실이다. 분명한 사실은 골판지 제조 공정상, 사용간 평면 압축 강도하중에 의해 골판지의 두께가 줄어든다면 (표 1)처럼 골판지의 압축 강도도 줄어들게 될 것이다. 하지만 이중 골심판지의 평면 압축강도의 우수성은 양면 골판지나 이중양면 골판지와 실험적으로 비교할 가치가 없다고 판단된다. 구조적으로 이중 골심판지가 우수할 것이기 때문이다. 꼭 필요하다면 이중 골심지와 비교하는 것이 옳다고 생각한다. 왜냐하면 이중 골심지와 이중 골심판지는 공히 두장의 골심지를 겹쳐 쓴 것이고, 양면 골판지나 이중양면 골판지는 라이너 사이에 한 장의 골심지만 들어있기 때문이다.

(표 1) 양면 골판지의 골 높이의 감소에 따른 압축 강도의 변화

골심지 높이의 감소	골판지 상자의 압축강도 감소
0.0	0%
0.064 mm	2.5%
0.127 mm	5%
0.254 mm	10%
0.381 mm	15%
0.508 mm	18%

IV. 습도 변화에 대한 저항성

일부 이중 골심판지를 사용하는 업체에서 기존의 골판지의 계속적인 사용에 대한 큰 문제점은 기존의 골판지가 습도에 대한 저항성이 낮다는 것이었다. 실내 조건에서 큰 문

제가 없다가도 습도가 크게 변화하는 상황에서는 상자가 찌그러지는 문제가 발생하였다. 바람직한 골판지의 선택은 골판지의 습도 변화에 대한 저항성이 측정되고 비교된 후에 내려져야 할 것이다. 하지만 이에대한 실험 데이터가 전무하기 때문에 왜 사용업체들이 기존의 사용 골판지를 포기하는지 그 논리가 부족함을 느끼기 충분하였다. 따라서 신 개발 골판지는 습도 변화에 따른 골판지의 강도 변화를 측정하여, 그 우수성을 증거하여야 할 것이다. 분명한 것은 같은 원지를 사용할 때 양면 골판지는 세장의 원지로 외계에 차단되어 있고, 이중양면 골판지는 다섯장으로 차단되어 있으며, 이층 골심판지는 네장으로 차단되어 있다는 사실이다. 구조적으로 어떻게 습도 변화에 대한 우수한 성능을 발휘하는지 실험치로 비교해야 될 것이다.

V. 기 타

이층 골심지 UPS 는 60년대에 개발된 골판지로 필자는 알고 있다. 이층 골심지는 그 평면 강도의 우수성이 이론적으로 실제적으로 알려져 있으나, 많이 쓰이지 못하고 있는

현실이다. 이는 이층 골심지의 가공성에 문제가 있는 것으로 알려져 있으며, 골판지 형성시 너무 강한 골심지는 Washboard 현상을 일으키기도 쉽다. 일단 이러한 단점이 나타나면 인쇄 효과가 매우 떨어짐으로 문제가 발생한다. 이에 비해 이층 골심판지는 초기 평면 압축에 의한 변형이 크므로 Wash board 현상이 적지 않을까 예상된다. 하지만 이러한 예상도 충분한 검증이 이루어져야 함에는 틀림없다. 이층 골심판지의 가공 적성의 우수성이 충분히 검증되면 이층 골심지의 문제점을 개량한, 평면 압축 강도가 우수한 골판지로 인정받게 될 가능성도 있다. 이 외에 완충성이나 생산 시설비, 운전비 즉 원가 상승요인에 대한 사항도 언급할 수 있지만, 일단 빠른 시간내에 많은 사람들이 공감할 수 있는 객관적 데이터를 충분히 만들어내는 것이 더 필요하다는 사실을 지적하며, 여기서 논의를 마치려고 한다. 아무쪼록 이층골심판지를 개발한 D사는 충분히 객관적이고 우수한 데이터들을 만들어서 전문가들이 공감하며 전 세계에 한국 기술의 우수성을 자랑해 보기를 기원한다.

無限競爭時代의 골板紙包裝企業
生殘 · 經營革新戰略 指針書

〈産業研究院 發行〉

2000年代 골板紙包裝産業의 發展戰略

輕工業室長 經濟學博士 金 浚 炫
副研究委員 李 在 德 共著
研究員 權 烈 浩

高級米色模造
統計 · 圖表 總網羅
206P. 普及價 8,000원

購讀申請問議: 서울瑞草區方背洞1669 성산B/D 6F
韓國골板紙包裝工業協同組合
TEL : (02) 594-0381~4
FAX : (02) 594-1310