

研究論壇

골판紙原紙의 强度強化上 紙料및 工程 影響考察

韓國化學研究所

펄프·製紙研究室 室長·理學博士 吳世均

종이物理學 博士 朴鍾文

1. 머리말

골판지 포장산업은 단순히 상품의 포장, 운반에 도움을 줄뿐만 아니라, 상품가치를 향상시키는등 국내 산업 발전에 큰 역할을 담당하고 있으며, 그 원료인 골판지원지의 생산량은 매년 빠른 성장을 거듭하고 있다.

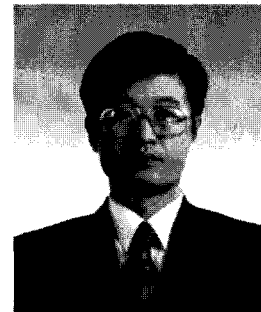
따라서 점차 중요성이 커가고 있는 골판지 원지의 강도 특성을 분석하는 실험방법과 강도에 미치는 영향인자를 살펴보고 어떻게 지료를 효율적으로 이용할 것인가에 대하여 서술하고자 한다.

최근들어 물적유통환경이 수동화에서 기계화, 자동화 되어가고, 환경보호를 위한 고품분 폐기물감소와 원료 절약을 통해 사용자부담을 줄이고자 미국에서는 규칙 41조 (Rule 41)를 개정발효시켰다.

이러한 규칙의 변화에 따라 골판지 생산에 사용되는 원료섬유 즉 지료의 종류와 생산품의 평량, 디자인, 초기 운전조건도 많은 영향을 받고 있다. 이러한 골판지 주변환경의 변화에



〈吳世均 博士〉



〈朴鍾文 博士〉

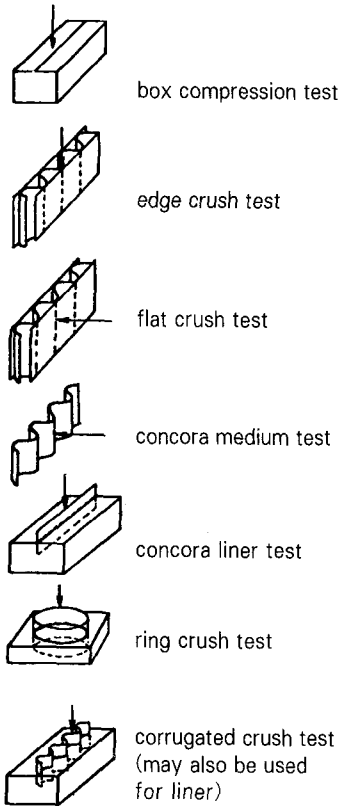
따라 고강도 골판지원지 (HPC = High-Performance Container board)를 생산하기 시작했으며 그의 특징으로는 기존의 골판지원지의 강도를 유지하면서도 지료를 약 20% 정도 절감할 수 있다는 것이다.

미국에서의 예를 보면 1985년도의 연간 고강도 골판지원지 생산량은 20만톤이었으며, 1990년도 들어서는 연간 210만톤을 생산하였고, 1994년도에는 미국전체 골판지원지 생산량의 최소 30%를 차지할것으로 예측되고 있다.

국내 골판지원지의 압축강도를 보면 Ring Crush 강도가 7-8Nm/g 인데 비하여 외제의 경우에는 12-14Nm/g 에 달한다. 압축강도가 낮기 때문에

Single Wall 대신 Double Wall로 상자를 만들기 때문에 지료의 섬유사용이 낭비되고 있다.

종이의 강도는 여러가지가 있지만 그중 인장, 인열, 파열강도가 중요하다. 골판지 관련강도는 예전엔 파열강도를 기준으로하여 비교하였으나 최근 들어서는 [그림1]에서 보는바와 같이 제작된 골판지 상자의 Box Crush Test를 실행하고, 골판지원지나 골심지의 강도는 Ring Crush Test, Concora Liner Test, Concora Medium Test, Corrugated Crush Test를 행하고, 골판지원지와 골심지를 접합하여 Edge Crush Test, Flat Crush Test를 중시하는경향이다.



(그림 1) Crush test의 종류

## 2. 강도측정방법

골판지 강도에 있어 그 주재료인 골판지원지의 압축강도가 매우 중요하다. 압축강도 실험중에는 시료가 휘지 않도록 특히 주의해야 하며, 골판지원지의 압축강도를 재는 방법은 다음과 같다.

Ring Crush Test는 골판지원지의 두께가 0.28-0.51mm 사이일때 널리 사용하며 폭 1.07cm, 길이 15.24cm로 자른다음 둥근 실린더 모양의 홈에 시료를 넣는다. 지탱되지 않고 밖으로 나와있는 부분의 높이가 0.64cm가 되면, 하중을 주어 누른후, 파괴 직전

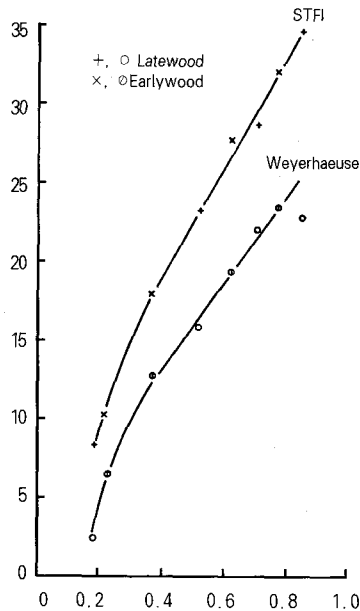
의 최대하중으로 결정한다. 기타 Crush Test는 여러가지 방법이 있는데, 원리는 지탱되지 않은 짧은 거리의 시료가 견딜수 있는 최대하중을 재는 것으로 평량이 약 100-439g/m<sup>2</sup>인 재료를 측정한다.

라이너원지와 골심지의 압축강도의 합이 대략 골판지상자의 압축강도와 거의 비례적이라고 알려져 있다.

## 3. 골판지 강도에 미치는 지료의 영향

### ① 종이 밀도

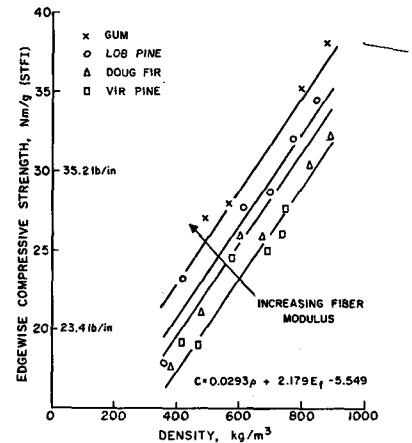
[그림2]에서 보는바와 같이 종이의 파열강도, 인장강도와 마찬가지로 Edgewise 압축강도는 종이의 밀도가 증가할수록 거의 비례적으로 증가한다. 종이의 밀도는 고해공정과 프레스공정과 깊은 관계가 있고, 원료섬유의 수종과 섬유의 Modulus와 상관관계가 깊다.



(그림 2) Edgewise 압축강도와 밀도의 관계 (Loblolly pine)

### ② 섬유유의 Modulus

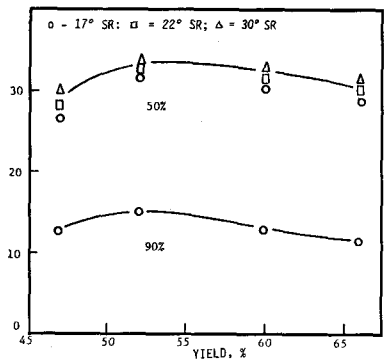
[그림3]에서 보는바와 같이 종이 밀도와 마찬가지로 섬유자체의 Modulus증가에 따라 비례적으로 증가한다.



(그림 3) Edgewise 압축강도, 밀도와 섬유유의 Modulus의 관계

### ③ 펄프 수율

[그림4]에서 보는바와 같이 펄프수율이 약 53%일때 압축강도가 최대치로 도달되는 것이 관찰되었지만 큰 영향은 거의 없다.



(그림 4) 두가지 상대습도 조건에서의 비압축강도와 수율의 관계

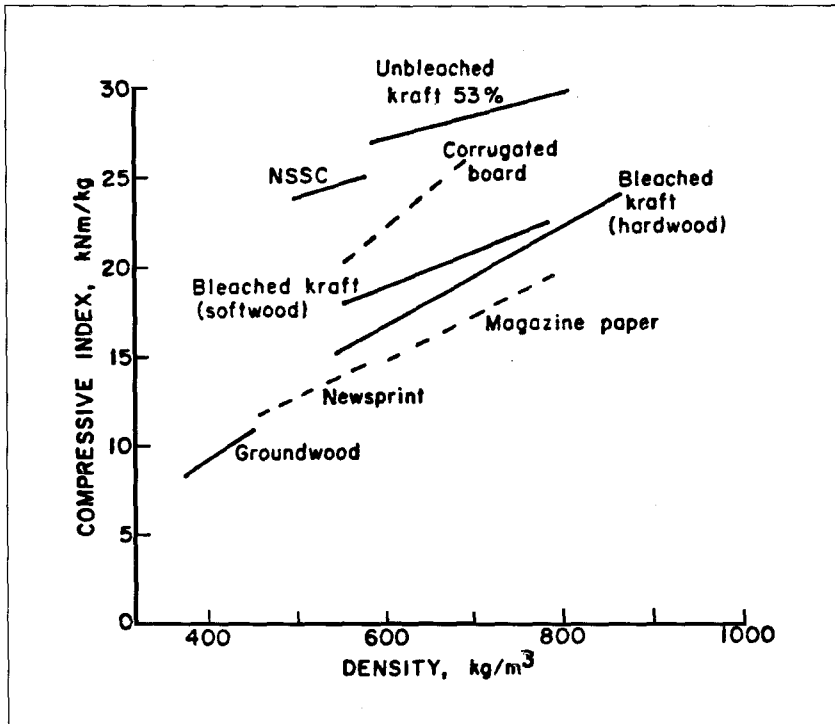
### ④ 펄프화법의 종류와 수종

[그림5]에서 보는바와 같이 펄프화

법의 종류와 수종에 따라 압축강도가 다르다. 활엽수 NSSC펄프와 재생골심지가 미표백 크라프트펄프에 비해 인장강도는 떨어지나, 압축강도는 비교적 높다.

**(5)종이두께 방향의 결합강도**

두께방향의 강도증가에 따라 어느정도까지는 압축강도가 급격히 증가하나 그이후에는 서서히 증가한다.



(그림 5) 각종 섬유타입의 압축강도

**4. 골판지강도에 미치는 공정의 영향**

**(1)고해공정**

고해에의해 섬유간의 결합이 향상되어 Ring Crush강도향상에 큰영향을 미친다. 고강도골판지원지의 생산에는 기존의 골판지원지 생산보다 고해동력 소모가 약 20-30% 증가한다. 고해에 의한 섬유결합향상 효과를 Long Nip Press로도 구현할 수있다.

재생섬유를 원료로 사용할 때에는 섬유의 근원과 목적으로하는 용도에

맞추어 고해를 조심스럽게 실시하여야 한다. 다른 섬유와 혼합하기전에 재생섬유를 분리, 따로 고해하는 것이 바람직하다.

**(2)헤드박스**

헤드박스는 종이의 품질균일성 즉 평량, 수분분포, 지합, 섬유배향성과 전료의 분포에 큰영향을 미친다. 최근의 종이 저평량화, 초지기의 고속화와 고강도종이 생산을 위해 헤드박스가 기계방향과 폭방향으로 더욱 균일한 종이를 만들수있어야 하겠다. 특히 지역적으로 평량 및 수분이 불균일하게

분포되면 Ring Crush강도 저하에 심각한 악영향을 미친다.

**(3)다층초지(Multi-ply Forming)**

다층초지법을 쓰면 외관상과 강도상 저품질의 지료를 중간층에 사용하고 양쪽 겉에는 고품질의 지료를 사용할 수있어 생산원가를 절약할 수있다. 동일한 평량과 같은 종류의 종이를 만들 때 저평량 종이를 몇겹 별도로 만들어 각각 탈수할때 탈수가 용이하며 강도도 향상된다. 각기 초조된 단일층이 2겹 또는 3겹 겹칠때 동일 평량에서 각기 8-10% 또는 25-30%의 Ring Crush 강도가 향상된다고 알려져 있다.

**(4)Top-Wire Former**

Top-Wire Former를 이용하면 탈수가 느린 펄프의 탈수능력을 향상시킬수 있고 각기 다른 층에서 탈수된 백수를 분리할 수있다. 특히 재생섬유 또는 백색고지를 쓰는등 각기 다른 층을 쓸때 탈수된 백수의 분리에 큰 장점이 있다. Twin-Wire와 Top-Wire Formers를 쓰면 미세섬유 분포를 향상시켜 Ring Crush강도를 향상시킬 수있다.

**(5)Press공정**

최근 개발되고 있는 Long Nip, High Impulse, Hot Pressing을 사용하면 탈수향상 및 내부결합강도 향상과 함께 파열강도가 10% 정도 향상될 수도 있다. 종이의 두께방향이 압축되는 관계로 Ring Crush강도는 약간 향상되나 파열강도 자체의 향상 폭은 훨씬 크다.

**(6)Restrained Drying**

기존방식의 실린더형 건조기에서는 Open Draw에 의하여 종이의 수축

을, 인장강도 및 인장에너지 흡수특성이 영향을 받는다. 기계폭 방향의 수축과 기계방향의 늘어남 현상은 고강도골판지원지의 품질에 큰 악영향을 미친다.

고강도골판지원지의 기계폭방향과 기계방향의 Ring Crush 강도가 균일해야 하기 때문이다. 건조공정중 후기에 많은 수축이 일어나므로 특히 건조과정후기에 Open Draw없이 Restrained Drying하므로써, 기계폭방향과 기계방향의 특성 특히 Ring Crush를 균일하게 해줄수도 있다.

**(7)칼렌더링**

기존의 칼렌더링방법으로는 표면평활성은 향상되나 Ring Crush 강도는 감소된다. 따라서 Soft-Nip 또는 광택용 칼렌더링 (Gloss Calendering) 방법을 사용함으로써 Hard-Nip에 의한 Ring Crush강도의 저하없이 표면

평활성을 향상시킬 수 있다.

**(8)내침용 사이징**

압축강도를 높이기 위해 Wet-End에 내침용약품을 쓸수도 있다. 내침용전분을 사용하면 판지의 Edge Crush 강도에 중요한 표면결합력을 향상시킬 수 있다.

**5. 고강도 골판지원지 생산에 고지를 사용하기 위한 기술적 조언**

재생된 고지의 섬유는 천연섬유에 비하여 섬유강도 자체가 약간씩 감소하고 섬유장, 팽윤성, 보수력, 섬유간 결합잡재력이 각기 떨어지는 등 각종 특성이 열화(Hornification) 된다.

이러한 재생된 고지섬유의 열화를 만회하기 위해서는 오존처리, 산소-소다 처리, 효소처리, 각종 약품처리 등을 할수있으며 고해공정을 조절하거나

표면 사이징을 할 수도 있다.

고지를 사용하여 고강도 크라프트 골판지원지를 생산하기 위해서는 여러 가지 제조설비를 갖추어야 한다. 첫째, 최첨단 고지처리 장치로서 연속식 펄퍼, 고농도 고효율 HP 스크린, 이물질제거 고효율 하이드로크론, 섬유강도 향상용 섬유처리장치, 섬유분급장치, 고농도 펄프 저장 및 숙성타워 등이 있다.

둘째, 초지공정장치로서 Dual 헤드 박스 또는 On-Top Fourdrinier, High-Intenrity Press장치 (Extended Nip Press, Long Lip Press), 고강도 골심지 및 경량도공 크라프트 골판지원지 제조를 위한 Film Size Press등이 있다.

**원 고 모 집**

골판지포장·물류의 경영, 기술, 관리 종합지인 본「골판지포장·물류」지에서는 귀하의 투고를 환영합니다.

**1. 원고 내용**

- 골판지포장·물류 정책 제언
- 골판지포장·물류 경영·기술
- 경영 혁신 운동 수기
- 본지 도덕양양 캠페인 덕목
- 논설, 에세이, 콩트, 시·시조, 일기, 기타

**2. 원고매수**

시·시조외는 200자 원고지 7매 단위로 7매, 14매, 21매 ... 로 함

**3. 제출처**

격월간 「골판지포장·물류」 편집실  
(근무처, 직위 명기, 사진 1매 동봉)

**4. 원고료**

채택된 원고에 대하여는 소정의 원고료를 드립니다.