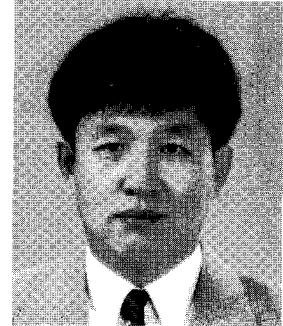


골판紙原紙 製造技術과 Corrugating 品質 適性

골판紙 原紙의 製造技術上의 問題點과 措置 ④



충남대학교 임산공학과 조교수

농학박사 서 영 범

목 차

1. 골판紙包裝 및 골판紙原紙 開設
2. 골판紙原紙 原資材
3. 골판紙原紙 製造技術과 그 工程  
(이상 전호계재)
4. 골판紙原紙 製造技術上 問題點과 措置  
(분호 계재)
5. 골판紙原紙의 物性과 Corrugating  
品質 適性
6. 高機能 골판紙 包裝材 原紙의 傾向

4. 골판지 원지의 제조 기술상의 문제점과 조치

4. 1 서 론

골판지 원지 제조 기술상의 문제는 제조된 골판지 원지의 품질 특성 및 가공 특성과 맞물려 있으며, 기타문제는 골판지 원지를 포함한 일반판지제조의 경우와 같다.

환언하면, 고지에 함유되어 있는 왁스나 기타 험잡물의 원지 제조 공정상의 역할 이든지, 다층지의 층간 결합력 이든지, 지합등의 문제는 다른 판지류와 비교하여 특별히 다른점이 없이 공통적으로 겪는 사항이라고 판단된다. 반면에 라이너지의 제조에 있어서 압축 강도와 침합적성 및 제상적성(製箱適性) 등과 골심지의 골 성형 적성 등은 필수적인 성질로서 골판지 원지 제조에 있어서 반드시 고려해야 할 중요 특성으로 판단된다. 따라서 여기에서는 골판지 원지의 필요 물성을 얻기 위한 원지 제조 기술상의 문제점을 주로 다루고, 구체적으로 각 원지 공장마다 독특하게 겪고

있는 일반 공정상의 문제 (생산성, 에너지 효율, 지료의 보류도 등) 는 각 공장의 해결 사항으로 남겨 두기로 한다.

골판지 업계의 최근의 경향으로, 코루게이터 (Corrugator) 의 고속·광폭화, 골판지 원지의 경량화, 골판지 상자의 고급화를 들 수 있다. 코루게이터는 폭 1400, 1600, 1800mm 가 주류였지만 수요의 증가와 생산성 향상 차원에서 현재 1800, 2500mm로 바뀌어 가고 있다. 또한 속도도 최근에는 300m/분 이상으로 운전하고 있는 예도 있다. 또한 골판지의 굽힘을 최소로 하는 코루게이터의 개발도 진행 중이며, 이러한 고속 및 광폭의 코루게이터는 당연히 종전과 다른 엄격한 품질의 원지를 요구하게 된다. 또 물류(창고·보관·하역·운송)의 자동화·기계화가 보급되어 화물의 손상이 감소되는 경향이며, 상자 제작 및 가공 기술이 진보하여, 가공에 의한 강도 감소가 작아졌다. 하지만 물류의 확대는 포장의 경량화를 요구하므로 적은 평량에 높은 압축 강도가 요구되는 것이 현실이다. 근래에는 골판지 상자의 고급화에 의해 종래의 물건을 운반하는 상자로서만 사용 되었던 골판지가 표면에 천연색 인쇄를 하여 전시용으로 놓여지는 경우가 늘고 있다. 이는 골판지가 상품 포장용으로 고급화가 추진되고 있는 증거이다. 이에 대해 골판지 원지 업계는 라이너의 표면에 평활도, 광택도, 백색도, 인쇄 적성 등을 더욱 높게 부여해야만 될 형편이며, 이러한 부가적인 처리가 원지 제조상 어떠한 문제점

을 일으키고 또 어떻게 조치할 수 있는가를 연구하는 것은 매우 중요한 과제라 아니할 수 없다. 따라서 여기서는 원지의 사용 용도와 필요 물성을 만족시키기 위한 제조 기술상의 문제를 다루기로 한다.

## 4. 2 라이너

라이너에 필요한 특성에는 강도적 특성, 첩합 적성, 제상 적성(製箱適性), 인쇄 적성 등이 있다. 이들에 대해 개략적인 설명과 원지 제조 공정상의 문제를 다루기로 한다.

### 4.2.1 강도적 성질

#### ① 압축 강도와 파열 강도 :

라이너의 강도적인 성질로서 압축 강도와 파열 강도를 중요하게 다루지 아니할 수 없다. 골판지 상자가 운반, 저장 간에 쌓여 있을 때, 상자는 단기간 혹은 장기간 변화하는 외계 조건하에서 압축 강도를 받게 되고, 더 이상 견디어 낼 수 없을 때, 상자는 찌그러지게 되고 포장 용기로서의 구실을 더 이상 하지 못하게 된다. 라이너의 압축 강도는 보통 링크러쉬 테스터로 측정하는 것이 보통이다. 파열강도는 오래 전부터 라이너지의 품질 규격으로 사용되어 왔으나, 실제 라이너지의 사용 성능은 파열강도보다 압축 강도가 더 잘 대표한다는 사실이 널리 알려져 있지만 아직도 측정되고 있는 형편이다. 1992년부터 미국에서는 골판지의 품질 규격을 압축 강도로 시행하고 있으며, 1994년부터 일본에서도 골심지의 파열강도를 강도 기준에서 삭제하였다. 골판지 원지의 압축 강도를 증가시키는 방법에는 여러 가지가 있지만 라이너지 제조 공정상 나타나는 문제들과 관련하여 생각해 보고자 한다.

먼저 압축 강도를 증가시키는 경우 그 증가를 눈으로 볼 수 있는 측정 방법이 필수적이다. 링크러쉬는 원지의 물질 고유의 압축 강도와 Buckling 경향을 동시에 측정하는 경향이 있다. 즉 원지의 두께가 두꺼울수록 같은 고유 압축 강도에서 링크러쉬를 높이는 경향이 있다. 여기서 Buckling이란 시편이 압축력에 의해 구조적으로 찌그러지는 현상이며 시편의 모양에 영향을 받는 성질이다. 반면에 STFI 압축 강도는 Buckling의 효과를 최소화시킬 수 있는 좋은 압축 강도 테스트라 할 수 있다. 실제로 많은 서구의 연구소에서 링크러쉬보다는 STFI 테스터를 측정 방법으로 쓰는 경향이 있다. 라이너의 압축 강도만이 필요한 것은 실제 골판지에서는

골심지가 충분한 두께를 만들므로 라이너는 안정된 구조하에서 압축 응력과 휨 응력만을 받게되기 때문이다.

압축 강도는 먼저 섬유간의 결합이 많을수록 증가한다. 따라서 지료를 충분히 고해하여 주는 것이 필요하다. 하지만 탈수의 문제가 발생하므로 초지기가 감당할 수 있는 최적 고해 정도를 알 수 있어야 한다. 탈수가 잘 되지않아서 생산성 및 에너지 증가의 문제가 발생한다면, 압축 강도의 문제는 상대적으로 간과할 수 밖에 없을 것이다. 섬유간의 결합을 늘리는 방법 중의 하나로 압착을 효과적으로 실시하는 방법이 있다. 압착에 의한 섬유간의 결합은 그림 1 처럼 고해보다 효과적이지는 못하지만 생산 속도를 줄이지 않고 강도를 높일 수 있다는 점에서 선호된다. 그림 1에서는 압착과 고해 및 미세 섬유 첨가의 첨가가 인장 강도를 늘리는 정도를 나타내고 있으며, 인장 강도의 증가는 동일한 섬유를 사용하는 경우, 섬유간의 결합 증가에 기인한다. 근래에 압축 강도를 원하는 지종에 ENP (Extended Nip Press)가 많이 사용되는 것은 우연이 아니며, 이러한 압착은 건조 부하도 줄이므로 에너지 관점에서 매우 효율적이다. 탈수를 개선하기 위해 미세 섬유를 적게 발생시키며 섬유의 내부 피브릴화를 시키는 방식이 오래 전부터 연구되어 왔으나 현실적으로 적용되는 예를 찾아보기 힘든 형편이다. 다만 효소를 사용하여 섬유의 미세분을 제거함으로써 탈수 속도를 증가시켜 향상된 품질과 생산성을 얻는 방식들이 소개되고 있다.

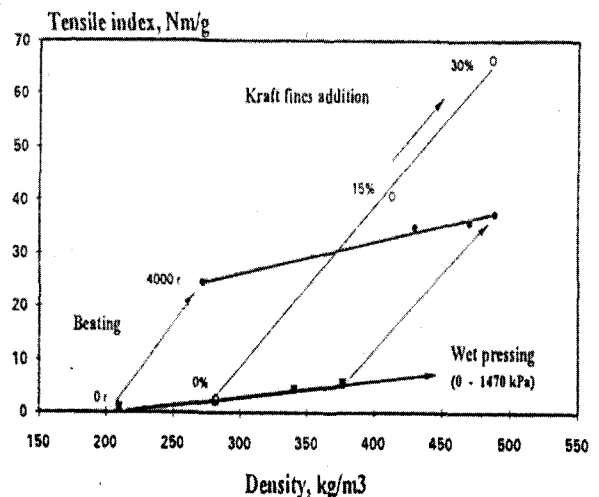


그림 1. 크라프트 펄프의 인장 강도가 압착, 고해, 및 미세 섬유 첨가에 의해 영향을 받는 정도

압축 강도를 형성하는 또 하나의 중요한 부분은 섬유 자체의 강도이다. 섬유 자체의 강도가 초기부터 매우 낮다면 압축 강도의 증가에 한계가 생기게 된다. 이에 대한 대책으로 공정상 섬유 자체의 강도를 줄이는 공정은 회피되어야 할 것이다. 또 펄프 구입시 제로스펜 테스트로 섬유 자체 강도를 측정해 보는 것도 바람직 하다. 지나친 셀룰라제 효소의 사용은 섬유의 중합도를 떨어뜨리며 섬유의 강도를 저하시킨다.

압축 강도를 제고 시키기 위해서는 골판지 원지의 공극이 적을 필요가 있다. 섬유간 공극이 너무 크면 섬유가 압축력 하에서 Buckling 을 일으키기 쉬우며 압축 응력 전달의 효율성이 떨어져 압축 강도가 떨어지게 된다. 압축력에 의해 섬유의 Buckling 이 일어난 예를 그림 2에서 보이고 있다. 이러한 공극에는 미세 섬유나 기타 콜로이드 물질을 채움으로써 압축 강도를 증대시킬 수가 있게 된다. 이에 대한 예

로서 강도가 약한 폴리에스터 레진이 함침 용으로 쓰여 합성 섬유간 간극을 채울 때, 고 압축 강도 패널을 만들 수 있는 것이다. 초지시 적절한 보류 향상제를 사용함으로써 미세 섬유의 보류를 높이면 공극 사이를 효과적으로 채우며, 자체의 섬유 결합 능력을 더해줌으로 압축 강도의 증대를 기대할 수 있게 된다.

라이너는 일반적으로 다층지로 만들어 지는 것이 보통이다. 이러한 다층지는 한 층으로 만드는 것에 비해 지합의 균일성 및 강도의 증가를 꾀할 수 있는 반면, 층간 결합이 충분치 못하면 라이너의 가공성에서도 문제가 있지만 압축 강도에도 영향을 미치게 된다. 따라서 층간 결합을 충분히 제고 시키는 문제는 라이너의 품질 및 가공성 모두의 문제이다. 층간 결합을 위해 각 층간 전분을 충분히 스프레이 시키는 방식이 많이 사용되고 있다. 이 때 전분이 초지 조건하에서 충분히 호화되고 균일하게 뿌려져서 두 개의 층을 잘 결합시킬 경우 문제가 없지만, 그렇지 못한 경우 층간 박리를 피하기 힘들다. 또한 전분이 뿌려질 때 각 섬유층의 고형분과 그 섬유층의 섬유의 유연성 역시 중요 고려 대상이 되어야 할 것이다. 접착제의 이동과 섬유끼리의 접촉면의 다소가 이들에 의해 결정되기 때문이다.

라이너의 압축 강도를 증진시키기 위하여 전분을 내침 시키는 방식도 있을 수 있다. 하지만 음이온성 헵잡물이 많이 지료에 포함되어 있는 것이 보통이므로 음이온성 전분은 그 보류가 매우 낮은 것이 현실이다. 양이온성 전분도 음이온성 헵잡물과 반응이 되므로 그 효과가 매우 떨어지게 된다. 이러한 경우 제지 공정상 백수 처리에 많은 어려움을 주며 실제 강도적 성질의 증가는 예상보다 훨씬 적은 것이 보통이다. 일반적으로 PAM 계통의 고분자가 지력 증강제로 많이 쓰이고 있다.

② 인열 강도와 내절도 :

인열 강도가 골판지 상자에 미치는 강도적인 성질로는 빠른 물체에 골판지 상자가 찢렸을 때 찢어지지 않는 성질과 상자에 뚫어놓는 구멍들이 더 이상 찢어지지 않는 성질등을 들 수 있다. 일반적으로 활엽수 펄프나 고지에 비해 섬유가 긴 침엽수 펄프가 인열 저항에 강하고 침엽수 펄프를 많이 사용하고 있는 유럽이나 미국 골판지의 인열 강도가 훨씬 큰 편이다. 이러한 인열 강도는 고해 초기에는 일단 증가하지만, 그 이후 고해를 진행시키면 급격하게 감소한

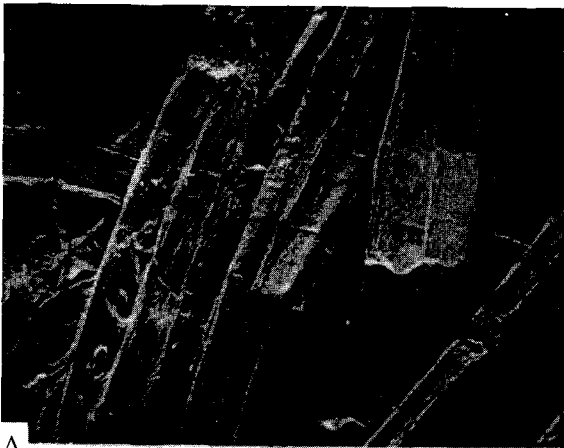


그림 2 압축 응력에 의한 섬유의 Buckling 모습  
(A) 저밀도 (B) 고밀도 종이의 예

다. 따라서 인장 및 압축 강도를 늘리기 위해 고해를 많이 진행시킬 때 인열의 감소를 겪게 된다. 내절도는 판지의 접합성을 의미한다. 판지의 동일 부분을 반복해서 접을 때, 얼마까지 끊어지지 않고 견디는 가를 나타내는 지표로서 판지의 제성 적성에 매우 관계가 깊다. 이러한 내절도는 섬유 길이와 섬유의 자체 강도가 큰 역할을 하므로 제지 공정상 이러한 점을 유의하여 섬유의 길이에 손상을 주지않는 최적 고해 방식과 고해 정도를 결정하는 것이 매우 중요하다.

③ 휨 강성도(Stiffness) :

골판지 원지의 휨 강성도를 측정하는 방법으로는 Taber 휨 강성 시험이 있다. 보통 라이너지의 휨 강성보다는 판지의 휨 강성이 골판지 상자의 강도를 결정한다. 골판지의 휨 강성은 라이너의 탄성 계수에 비례하며 골심지가 형성한 골판지의 두께에 큰 영향을 받게된다. 따라서 골판지의 휨 강성은 골판지의 두께와 골심지의 평면 압축강도, 라이너지의 탄성 계수가 매우 중요하다. 골심지의 평면 압축 강도가 크면 골판지 형성 과정에서 골판지 두께의 감소를 최소화 할 수 있고, 골판지가 형성된 후의 휨 강성을 최대화 할 수 있게 만든다. 라이너지 자체의 휨 강성은 라이너지 두께의 삼 제곱에 비례하고, 인장 탄성계수의 크기에 비례한다. 따라서 휨 강성을 높이기 위해서는 원지의 밀도를 낮출 필요가 있다. 원지의 밀도가 낮으면 섬유간의 결합이 적어지므로 압축 강도의 손실을 입게 된다. 어느 성질이 더 요구되는가에 따라서 초지 방법이 결정되어야 할 것이며, 라이너의 경우 압축 강도의 증대가 더 요구되는 것이 사실이다. 특히 라이너의 표면의 평활도 유지를 위한 칼렌다링의 경우 원지 두께의 감소가 현저하며, 탄성 계수의 증가가 이루어지지 않으므로 휨 강성의 감소가 현저한 편이다.

④ 층간 박리 강도 :

종이의 박리 강도는 두께 방향에 있어서의 강도를 말한다. 종래, 골판지 상자의 접합 방식은 wire를 이용한 방식이 많았으나, 최근에는 가공 능률과 원 재료비 면에서 거의 접착제에 의한 접합이 이루어지고 있다. wire joint는 골판지 시트 전체를 기계적으로 접합하지만 접착제는 라이너 끼리(표층 라이너지의 표면과 이면층 라이너지의 표면)만을 풀로 붙이므로, 라이너의 표면이 박리되는 위험성이 있다. 이런 점에서도 라이너의 박리 강도는 중요한 물성 치의 하나이다. 최근에는 라이너의 표면에 인쇄를 하는 경우가 있

는데, 잉크의 점착성을 라이너의 표면이 견디지 못할 때, 박리 되는 현상을 볼 수 있다. 라이너지의 층간 박리 강도는 압축 강도에도 필수적이다. 적절한 층간 결합을 유지하지 못할 때, 라이너는 압축강도의 손실을 얻게 된다. 층간 전단 탄성 계수 (Interlaminar Shear Modulus) 와 층간 인장 탄성 계수 (두께 방향 탄성 계수) 및 인장 탄성계수를 곱한 값이 압축 강도와 정비례 관계를 가지고 있음이 여러 실험 결과로 증명되고 있으며 (그림 3, 참조 1), 이러한 층간 전단 탄성 계수 및 층간 인장 탄성 계수는 층간 박리가 있을 때 최저치를 기록하게 된다. 층간 박리 강도를 높이기 위한 처리 방법은 앞에서 압축 강도를 설명할 때 설명한 바와 같다.

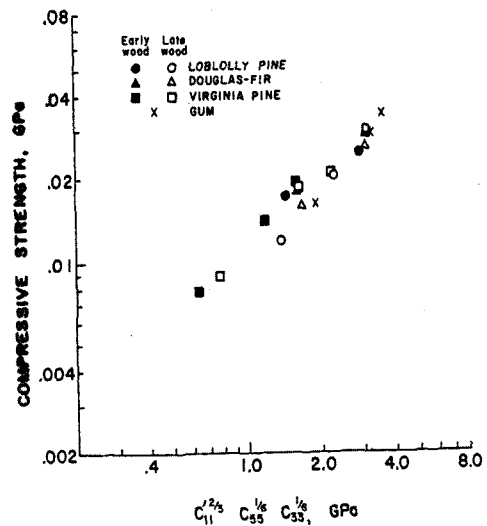


그림 3. 탄성계수 (C11), 층간 전단 탄성 계수 (C55), 층간 인장 탄성 계수 (C33) 의 곱이 판지의 압축 강도와 비례한다. C55와 C33 는 층간 박리에 크게 영향을 받는다.

⑤ 기타 :

이외에도 표면 강도가 인쇄 적성에 필요하며 섬유의 배향성과 억제 건조의 효과, 칼렌다링의 효과 등을 자세히 다루지 않았다. 또한 초지시 Slack draw 와 Rush draw 도 많은 압축 강도의 차이를 이끌어 내며, 층간 결합 면에서도 매우 중요한 인자로 작용할 수 있다. 이에 대해서는 차후에 다시 거론 하기로 하자.

4.2.2 접합적성 및 가공성

라이너와 골심지는 서로 포개어지고 접착이 이루어져 강한 골판지를 형성하게 되며, 형성된 골판지에는 일정 선을 따라 패선을 넣어지고 접혀져서 골판지 상자를 이루게 된다. 원지 제조업자는 각종 가공 공정간의 문제가 원지로 부터 발생하지 않도록 주의해야 하며, 골판지 상자가 이루어진 후에도 충분한 성능을 발휘할 수 있도록 원지 관리를 해야 할 것이다. 원지 제조 공정과 관련된 몇 가지 사항을 알아보기로 하자.

① 흡수도 :

라이너의 표면 흡수도는 골심지와 접착할 때에 중요시되는 특성이다. 골판지 원지의 흡수도가 높으면 수분을 흡수해 버리므로 호화가 잘 일어나지 않으며, 흡수도가 적은 경우는 접착제의 침투가 잘 이루어지지 않아 접촉 면적의 부족으로 접착 불량 문제를 일으키는 원인이 된다. 라이너 표면의 흡수도는 휘어짐이나 인쇄시 색의 상태에도 영향을 미친다. 흡수도는 종이내에 내첨한 로진을 주성분으로 한 사이즈제의 첨가량에 의해 주로 조절되지만, 지력제나 표면 size제에 의해서도 변화한다. 또한 표면 섬유 고해 정도도 섬유간의 공극의 크기를 결정하므로 매우 중요한 인자이다. 제지 업자는 이러한 사용자의 요구에 맞추어 공정 인자를 조절할 필요가 있다. 흡수도의 측정에는 Cobb 시험법과 스테키히트 시험법이 주로 이용된다.

② 수분 :

초지기의 릴에서 수분은 보통 약 7.5% ( 1.5%로 규정되어 있으나, 조습(온도 20℃, 습도 65%RH에서 8시간 이상)을 행한 경우는 9 -10%가 된다. 콜루게이터의 고속화, 광폭화에 의해 접착 강도, warping (판지의 비틀림) 등이 매우 중요시 되며, 원지의 수분이 이들 원인의 중요한 부분으로 되어있다. 이 때의 수분은 그 절대량 보다는 판지의 횡방향 (CD) 의 수분의 부분별 차이 (Moisture Profile) 가 더 중요하다. 판지는 또한 외계의 온도, 습도에 의해 수분의 흡·방습을 행하므로, 초지 직후에 그 상태가 양호했어도, 보관시에 외계나 바닥 표면에서의 흡습 등에 의해 수분 변화를 일으키는 일도 있어 주의가 필요하다.

수분의 측정은 전전법에 의해 측정을 행하지만, 초지중에는 초지기에 설치되어있는 수분, 및 평광계에 의해 on-line 으로 수분의 측정, 관리를 행하고 있는 경우가 많다. 이 경우 측정된 수분은 즉시 건조기의 증기유량에 feed-back해

서 일정한 수분으로 유지되도록 하고 있다. 일정 부위에 수분의 차이가 크게 생길 경우, 뜨거운 스팀을 일정 부위에 가하기도 하여 전체적인 수분 차이를 없애고 있다. 수분의 차이가 심할 경우 골판지 제조시 접착 품질의 차이 및 판지의 뒤틀림을 방지하기 힘들게 된다. on-line 수분계는 적외선에 의한 것과 micro파에 의한 것이 있으나, 적외선에 의한 방법은 평광 340g/m<sup>2</sup>이 한계이므로, 각 초지기의 초지 평광에 알맞은 수분계를 사용해야 할 것이다. 수분의 차이는 지합의 정도에도 크게 영향을 받는다. 따라서 수분의 차이가 건조 공정의 불 균일에 의한 것인지 원지 자체의 지합 불량에 의한 것인지 구별하여 처리할 필요가 있다.

③ 패선(Scoring) 과 접힘성(Folding) :

패선 및 접힘성은 원지의 인열 강도, 내절도, 신장율 등이 영향을 미친다. 패선은 깊이 하는 것이 쉽게 접힘으로 좋겠지만, 너무 깊은 경우 상자의 강도적 성질에 영향을 미치므로 좋지 않다. 패선이 너무 깊거나 원지의 함수율이 너무 낮으면 패선 부위가 파괴되어 골판지 상자의 강도 저하를 일으키기도 한다. 원지의 인열 강도와 내절도 및 신장율은 섬유의 길이에 큰 영향을 받으므로 라이너지에 침엽수 섬유를 어느 정도 유지하는 것이 매우 중요하다.

4.2.3 그외의 필요특성

① 미끄러짐성 (마찰저항) :

골판지 원지의 미끄러짐이 문제가 되는 경우가 많다. 미끄러지기 쉬운 원지를 사용하면, 골판지를 파렛트에 놓고 운반할 때에 판지가 서로 미끄러져 붕괴가 되고, 창고에 적재할 때나 운반할 때에 짐의 붕괴를 일으키는 원인이 된다. 이러한 미끄러짐 성은 주로 발수 라이너지의 표면에 쓰이는 왁스 때문이다. 왁스가 섞인 고지를 많이 사용하여 원지를 제조하면 라이너의 표면이 미끄러지기 쉽게 된다. 미끄러지는 성질을 평가하는데는 일반적으로 마찰계수로 표시한다. 마찰계수는 표면의 최초 움직임을 정지시키려는 힘의 역할인 정(靜) 마찰 계수 (static) 와 일단 움직이기 시작한 운동을 정지시키려고 하는 동 마찰 계수 (dynamic) 가 있다. 이 마찰계수의 시험 방법에는 수평 방법과 경사 방법이 있으나, 라이너는 경사 방법에 의해 정 마찰을 구하는 것이 간단하고 일반적으로 쓰인다.

원료에 약 0.05-0.1%이상의 왁스가 포함될 경우, 라이너지의 미끄러짐 성에 영향을 받게 되는데 비해, 유럽의 경우

판지 고지의 0.3%, 미국의 경우 0.7% 가 포함되어 있는 것이 보통이다. 왁스는 미끄러짐 성 외에도 판지의 층간 박리 강도 및 압축 강도에 큰 영향을 미치게 된다. 원지 제조 시 이러한 왁스의 영향을 제거하기 위해 일반적으로 높은 온도 (섭씨 90-95도) 하에서 Disperser 를 사용하여 잘게 분산 시키는 처리를 하기도 하며, 최근에는 판지 고지 처리 시 자동적으로 분산되는 왁스에 대한 연구 결과가 발표된 바 있다 (참고 문헌 2). 또 저온으로 펄퍼에서 고지를 처리 함으로써 왁스가 고체 상태를 유지하도록 하고 정선 과정에서 제거하는 방법도 연구된 바 있다 (참고 문헌 3).

② 인쇄 적성 :

요즘은 골판지 상자의 미장화가 진행되어, 표면에 칼라 인쇄를 한 후 상점 앞에 진열하는 경우가 늘고 있다. 종래는 골판지를 만든 후에 간단한 인쇄만을 하는 것이 대부분이었으나, 다색화 및 인쇄 양식의 복잡화가 진행되어 인쇄 적성의 요구도 상당히 고도화되고 있다. 인쇄 적성은 상당히 포괄적인 개념이지만 일반적인 평가 방법으로 사용되는 것은 평활도 · 흡수성 · 표면강도 등이다.

평활도는 종이 표면의 평활성을 나타내며 측정하는 방법으로는 베크식 (Bekk), Sheffield 식, PPS (Parker Print Surf) 식 등이 있으나, 가장 많이 쓰이는 것은 베크식 평활도 시험기이며, 최근에는 PPS 가 많이 쓰이는 경향이 있다. 앞으로 라이너의 인쇄 적성이 계속 강조될 전망이다. 이에 대비한 제조 기술의 개발이 필요하다고 판단된다. 일단 평활도가 중요시 되는 경우, 높은 칼렌다링 압력이 필수적이며 이러한 경우, 판지의 강도의 저하가 우려된다. 높은 온도를 사용하여 원지 표면만 영향을 주도록 설계한 hot calendering 도 존재하며, 스팀 처리를 하여 평활도 및 강도의 최소 저하를 목적으로한 칼렌다링 방법도 실시되고 있다. 또한 라이너에 코팅 처리를 함으로써 평활도와 색상 문제를 해결하는 방법도 있지만 과도한 투자비가 요구되는 실정이다.

4. 3 골 심 지

골심지는 코루게이터에서 주름 모양으로 골이 성형되어, 골판지의 두께를 만들고, 양면의 라이너지간에 일정한 거리를 유지함과 동시에 외부에서의 충격에 저항하는 역할을 갖는다. 골심지는 골판지를 형성하면 보이지 않게 되지만, 골

판지 상자에 있어서 그 역할은 대단히 크다. 골판지 상자 제조시에 있어서 상자를 형성할 때에는 접합성이 좋아야 하지만, 골판지 상자가 형성된 후에는 높은 압축 강도가 필요하다. 골심지의 필요 특성에 대해 알아보기로 하자.

① 인장강도와 신장률 :

코루게이터의 속도는 현재까지 최고 300m/분 이상으로 조업이 이루어지고 있지만 해마다 고속화 될 전망이다. 코루게이터에서의 골심지의 속도를 라이너와 비교하면, 골 성형 때문에 약 1.4-1.6배가 되므로, 골심지에 걸리는 인장력도 크게 된다. 특별히 골을 형성하는 공정은 높은 인장 강도와 신장율을 요구한다. 우리 나라에서는 골심지의 품질 규격별로 열단장과 압축 강도를 규격으로 정해 놓고 있다. 골심지의 골 성형 적성을 시험하는 시험기로는 IPST (Institute of Paper Science and Technology, 미국)의 운전 적성 시험기 (Runnability tester)가 있고, TAPPI Useful Method 에 채용되고 있다. 이 시험기는 14.3m/분으로 회전하는 직경 9 인치, 두께 2 인치의 가열 코루게이터로 되어있으며, 시험은 폭 4.1cm, 길이 124.5cm시료를 최초 0에서 점점 장력을 걸어가면서 통과시킨 후, 골 사이에 활열이 생기는지의 여부를 평가하는 것이다. 골 사이에 활열이 생길 때, 평면 압축 강도가 현저히 떨어지므로 골판지의 강도 전체가 크게 위협받게 된다. 골 사이에 활열이 생긴 예를 그림 4와 5 (참고문헌 4)에서 보이고 있다.

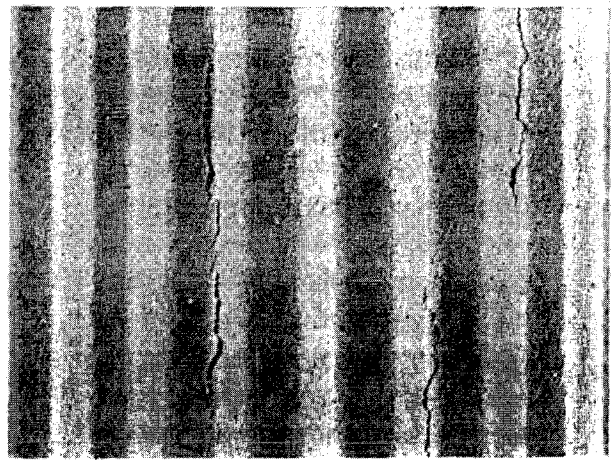


그림 4. 골 성형시에 생긴 골의 활열

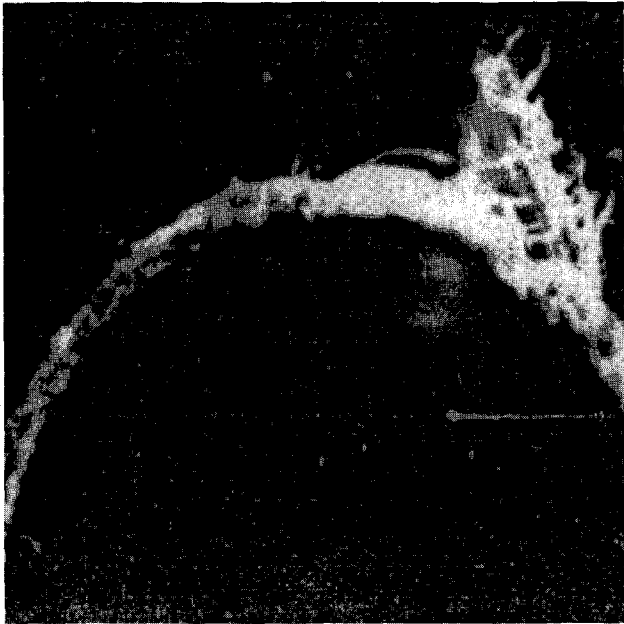


그림 5-1. 골 성형시에 생긴 골의 할렬.



그림 5-2. 골 마루 주위에 생긴 할렬..

골심지의 골 성형 적성은 신장율과 표면의 마찰저항, 골심지에 들어있는 Shive 양, 골심지의 지합 등이 매우 중요하다. 특별히 신장율은 인장 시험에서 측정되는데, 이 때의 신장율은 골심지 두께 전체의 평균 신장율을 측정하는 것이

다. 골심지의 골 성형 적성은 골심지 표면층의 신장율이 더욱 중요하다. 이러한 신장율은 코루게이터에서 골 성형 전에 조습처리 및 예열 처리를 함으로서 상당히 개선시킬 수 있지만, Shive의 존재는 오히려 조습 처리의 효과를 떨어뜨리므로 Shive의 존재를 무시하기 힘든 것이다. 또한 지합이 나빠지면 마찰 저항의 증가, 강도의 감소 등 여러 면에서 문제를 야기시킴으로 주의해야 할 사항이다.

② 평면 압축 강도 :

압축 강도의 중요성에 대해서는 라이너지와 동일하므로 생략하지만, 평면 압축 강도는 골심지에만 요구되는 독특한 물성으로, 골판지의 평면 압축 강도와 직결된다. 이 골심지의 평면 압축 강도는 골심지의 특성치로서 중요한 것이다. 골심지의 평면 압축 강도가 낮을 때, 골판지의 제조 공정이나 골판지 상자 제조 공정 및 상자 사용 중에 골판지의 두께가 감소하기 쉽다. 일반적인 골판지의 두께가 0.25 밀리미터 감소함에 따라 골판지의 압축 강도가 약 10% 감소하는 실험 결과를 본 글의 첫 회에 소개한 바 있다. 따라서 골판지 제조 공정 및 사용간 골판지의 두께를 최대한 유지시킬 수 있는 골심지의 평면 압축 강도가 필요하다. 단순히 두께를 늘려서 골심지를 제조하면 골 성형시에 골심지가 전단 응력을 더 받게 되므로 할렬이 일어날 가능성이 매우 크게 된다. 골 형성간에 할렬이 생기면 평면 압축 강도는 크게 위협받게 되므로 골 성형에 문제점이 없는 것이 매우 중요하다. 골심지의 인장 강도와 신장률에서 골 성형에 필요한 성질을 언급한 바 있다.

③ 흡수도 :

골심지는 전분 접착제를 이용하여 라이너와 결합되는데, 이 때 전분 접착제의 수분이 빠르게 골심지 쪽으로 이동하는 경우, 호화에 필요한 수분이 부족하게 되고, 수분이 매우 느리게 흡수되는 경우 접착제가 골심지에 침투하지 않아 모두 접착이 불량하게 된다. 적절한 흡수도를 유지하는 것이 골심지에서는 매우 중요한 것이다. 흡수도의 조절은 로진 사이즈의 첨가 및 보류를 높임으로 조절이 가능하다. 또 고강도 골심지의 경우 밀도가 높은 것이 보통인데, 이러한 골심지에는 스팀 처리를 하여 표면의 공극을 넓혀주어서 접착제의 침투가 일어나도록 하는 방법도 쓰이고 있다.

④ 기타 :

앞에서 이미 설명한 것처럼 골심지는 수분의 균일성과 두

계의 균일성 혹은 고른 지합, 표면의 마찰 특성이 균일하며, 그 저항이 적을 것 등이 요구된다. 또한 라이너나 골심지 CD 방향의 압축 강도가 필요하다. 실제적으로 모든 골판지는 CD 방향의 압축 강도를 이용하는 것이다. 따라서 건조시 이러한 점을 고려하지 않을 때 엉뚱하게 낮은 압축 강도도 예상할 수 있다. 건조시 CD 방향의 수축이 크면 신장률은 늘어나나 압축강도의 손실이 커지고, 수축이 작으면 압축 강도는 늘어나나 신장률에 문제가 발생한다.

높은 강도의 골심지가 요구된다면, 이중 골심지를 만드는 것도 고려해 볼 수 있다. 골 서형시에 평량이 적은 두 골심지를 접착제로 붙여서 골을 성형하는 것으로서, 골 서형시의 내부 응력이 적고 전단 응력이 가장 심한 부위에 강력한 접착제가 존재함으로써 평면 압축 강도 및 압축 강도의 향상을 기대할 수 있다. 다만 골판지가 너무 경직하므로 가공성에 약간의 문제가 있을 수 있다.

골심지에 더 많은 평량을 사용할 때, 평면 압축 강도가 높아지는 것은 당연하지만, 이 때 라이너 평량의 감소로 충격

에 의한 표면의 저항성이 문제가 될 소지가 있다. 골심지 골의 구조적 변화에 대한 기술성 및 경제성 평가는 골판지의 라이너와 골심지가 각각 모두 같은 평량과 같은 원료로만 들어지고 같은 양의 접착제가 쓰여지는 것을 전제로한 시험치에 의해 비교되어야 한다.

◆ 참고문헌 ◆

1. C.C. Habeger, W.J. Whitsitt, A mathematical Model of Compressive Strength in paper Board, IPC Technical Paper Series No. 130, 1982
2. E.L. Back, Tappi, Vol.78, No. 7, p 161, 1995
3. J.G.E. McEwen, B. Wang, Tappi, Vol.76, No.7, p 116, 1993
4. R.A. Higham, Paperboard and Board, Business Books Limited London, 1970

無限競爭時代의 골판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 골판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 골판紙包裝工業協同組合  
TEL : (02) 594-0381~4  
FAX : (02) 594-1310