



골판지製造 新技術



韓國紙技工社
代表 金 舜 哲

골판지 제조 신기술

1. 머리말
2. 종이원료는 무엇으로 만들어지는가 ?
3. 펄프의 종류
4. 종이의 제조
5. 종이의 Formation과 물성
6. 원지는 어떻게 사용해야 하는가
7. 골판지(Corrugated Fiberboard)의 제조
8. 양면기(Double Facer)
9. 상자의 압축강도
10. 접착제
(이상 통권 제2호~통권 제12호 게재)
11. 와프(Warp)
(이상 분호 게재)

10. 접착제

10-5. Cold Set와 Cold Corrugation

● 일본의 豊年製油(주)가 Amylase가 50% 이상인 High Amylase Cornstarch에 과황산 Soda(산화제)를 넣고 Cooking한 다음, 여기에 NaOH를 투입하여 PH가 9 정도의 Cold Set 접착제를 만든 바 있다. 이때의 접착제 농도는 35%로 높고 90℃에서의 점도 또한 높아 1000 CPS인데, 65℃ 부근에서 벌써 Gel화 된다.

● 합성수지계 Cold Set 접착제 : Corn Product社가 Coragum이란 상품명으로 만들어낸 Cold Set 접착제는

PVA로 안정화시킨 PVA Emulsion이다.

이것은 Single facer나 Double facer에서 상온 고속으로 사용될 수 있으나, 그 가격이 높고 열가소성이나 내열성이 약하며, 부식을 일으켜 시설의 유지에 문제점이 있다.

이와 같은 접착제는 일본의 아이가공업(주)이 A-555의 상품명으로 시판한 바 있다. 그외로 검토되고 있는 접착제 등에는 다음과 같은 것들이 있다.

접착력을 가진 화합물	분 자 량
Poly vinyl acetate	1,720~17,200
Poly ethyl acetate	8,000~15,000
Poly iso butylene	2,800~8,400
Poly amide	12,900~25,800
Cellulose nitrate	5,100~103,500

● PVA계 Cold Set 접착제 : Gerard de Knegt 등이 개발되어 직접 현장에서 (영국, 독일)실험을 했다하나, 그 접착제의 성분은 명시된 바 없고, 다만 그 때의 실험조건을 다음과 같이 표시하고 있을 뿐이다.

그리고 Preheater에만 열을 사용하지 않았다는 것으로 보아서 Cold Set 접착제라고 할 수는 없으나, 열판을 6매만 가지고 90~100℃ 가온으로 160m 작업을 했다고 보고하고 있다.

이때의 접착제 고형분은 고평량 골판지에서는 47%, 점도 3100 CPS PH6~7의 접착제를, 저평량 골판지에는 고형분 33%, 점도 2400 CPS PH6~7로 표시하고 있다.

이상과 같은 여러가지 저온 접착제를 가지고 실험을 한 곳은 적지 않다. 일본에서는 長野 森紙業과 本州제지 등에

서 실험한 바 있으며, Swiss의 Gerard de Knecht가 Poly Vinyl acetate에 가성소다를 넣어 가성화하는 방법으로 만든 PVA를 가지고 독일의 Girlich의 공장에서 10일간 작업해 본 것이 최초의 현장 실험으로 알려지고 있다. (1966년) 이 접착제도 완전 가열이 필요없는 것이 아니므로 Cold Set Adhesive는 아니고 약간의 가온은 필요하여 저온 접착제로 볼 수 있는데, 그 시험결과를 보면 다음과 같다.

우선 고온 가열이 필요없어서 6매의 열판만을 가져도 최고속도를 유지할 수 있으므로 시설비가 적고 Space를 절약할 수 있으며, 제품이 과열되는 일이나 구부러지는 Warp 현상이 없으며, 열판 이외의 Pre-heater등의 접촉면적도 대폭 줄일 수 있다.

이런 이점때문에 생산은 10%가 상승하고 원단 Loss는 1%가 감소되었고, 건조용 Energy를 35%만큼 절약할 수 있는 여러가지 이점이 있으면서도 PVA의 제조 원가가 Starch와는 경쟁할 수 없는 고가여서 보급되기에 큰 문제점이 되고 있다.

그러면서도 Cold Set 접착제는 Hot Set 접착제로서는 작업할 수 없는 Vinyl Coating한 Liner의 접착도 가능하여 골판지의 방수성을 크게 개선할 수 있고, Wax Coating이나 합성수지의 Coating원지도 손상없이 사용할 수 있으며 인쇄잉크가 탈색되지 않는 등으로 Pre printing의 Liner도 사용할 수 있어서 금후 기대되는 과제가 아닐 수 없다.

그러나 종이의 동마찰증가, 골성형에 따른 가소성의 부족, 고점도용의 Glue Roll, 열판내의 동마찰계수 등의 어려운 문제가 많아 기계를 만드는 사람과 접착제를 만드는 사람, 그리고 원지를 생산하는 제지 Maker 등과의 공동연구가 있어야 할 것이다.

이상과 같은 Cold Set방법 이외에 물만 있는 곳을 선택적으로 가열하는 전자렌지식 유전가열(誘電加熱)법과 '레이저법'을 이용한 국부가열법(앞으로 중방골식 Corrugator가 개발되면 Flute Tip(골정)만 가열하여 접착제를 고착시킬 수 있는데, 이경우 200m Speed일때 골 한개당 500W면 충분하며 A골의 경우 240KW면 된다.

무발열 고화(固化)제인 Pre-polymer(未重合 高分子樹脂)를 바른 다음, 전자선(照射)로 미중합의 고분자를

Curing(架橋)시키는 방법도 연구대상인데, 이런 원리는 벌써 골판지 인쇄판제조용 감광성수지에 이용되고 있다.

정밀한 고무판 조각이 어려운 것은 판상의 Pre-Polymer에 빛을 조사하여 빛을 받은 곳만 Pre-polymer가 Curing(架橋)되어 Alcohol에 불용성의 수지로 변화시키는 방법이다.

11. 와프(Warp)

11-1. 골치아픈 Warp

골판지 상자 작업에 있어서 최대의 숙적은 와프인데, 와프(Warp)란 원단이 여러가지 모형으로 구부러져 평평하지 않은 현상을 말한다.

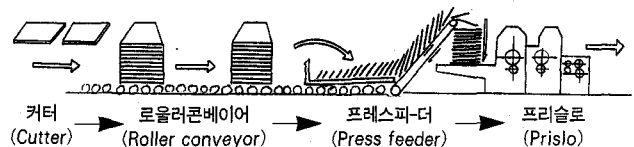
원단이 평평하지 않으면 골판지기(골板紙機)에서 제조된 것을 기계적으로 자동화하여 다음의 공정에 공급할 수 없고 일일이 사람의 손으로 처리할 수밖에 없어 작업상 제일의 난제가 되고 있다.

모든 공업의 선봉을 달리고 있는 미국에서도 골판지공업의 현장 종사자들의 연간 이직율은 1969년까지도 70~100%에 달하였고 주로 흑인들이 작업한 예가 많았다.

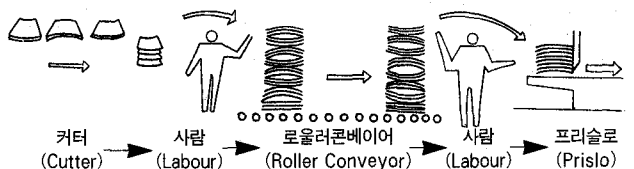
그것은 골판지가 구부러지는 현상인 이 와프 때문에 각 공정을 자동화 할 수 없었기 때문이며, 사람의 손으로 몇매씩 취급하는 작업(Piece Work)을 피할 수 없었기 때문이다.

예를 들면 골판지기의 카터(Cutter)에서 나오는 골판지가 와프상이라면 원단수취(Sheet Stacker)가 있다하여도 와프 시정상(是正上) 순차적으로 수취하지 못하고 몇매씩을 기준하여 교호(交互)로 뒤집어 쌓지 않을 수 없기 때문이다. (아래 그림 참조)

와프가 없는 원단의 자동화공정



와프 때문에 인력을 요하는 공정



그런데 골판지에는 골면에서나 라이너면에서 표면과 이면이 명확하게 구분되어 있는 이상 교호(交互)로 뒤집어 쌓아 놓은 골판지를 그대로 다음의 공정에 공급할 수 없고 반드시 표면을 찾아 공급해야 함으로 자동화가 불가능한 것이다. 스웨덴의 브린힐드슨(Mr. Brynhildsen)이 14차 구라파지역 골판지업자 대회에서 발표한 것을 보면 아무리 건강한 사람이라도 지속적으로 골판지를 프리슬로(Printer Slotter)에 공급할 수 없다는 것이다.

그는 신장 177cm에, 74kg체중, 175cm에 70kg체중을 가진 2명의 건강한 작업자로 하여금 11~14cm 정도 두께의 골판지(15~20kg)를 집어서 프리슬로에 공급토록 하고 그들의 맥박수와 산소의 흡수량을 체크하였다.

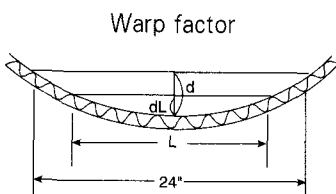
그런데, 건강한 사람의 맥박수가 140이면 자기 최대능력의 60% 노동이고, 126이면 50%, 114이면 40%로 보는데 이 작업중의 이들의 맥박수는 모두 140을 초과하였다는 것이다. 따라서 이런 작업은 아무리 건강한 사람으로서도 장시간 감당할 수 없다는 결론을 얻었다.

그래서 이 와프의 해결을 목적으로 미국의 14개사와 캐나다의 1개사(골판지기로는 300대)가 공동 출자하여 소위 골판지공업개발회(Corrugator Industry Development = CID)를 조직하고 적극적으로 와프 방지를 연구하였다. 특히 CID는 87"(2,200mm)폭의 랭스톤제 골판지기에 25만 \$를 투자하면서 여러가지 요인을 연구하였다.

11-2. 와프의 정의(定意), 발생요인

와프란 어떤 상태이든 어떤 반경을 가지고 원을 그리고 있을 때를 말하며 현의 거리가 24"(609mm)일때 얻어지는 값 D(Deviation)를 인치로 표시하여 이를 와프 인자(Warp Factor = W.F)라 하고 이로써 구부러진 정도를 표시하고 있다. (아래 그림참조)

그리고 W.F가 0.25(6mm)이하일 때는 평평한 것으로 간주하여 와프가 없는 것으로 취급하고 있다.



여기에서 d를 W.F라 부르는데 만일 시편(試片)이 적어서 L"에 불과하다면 이때의 d와 d의 관계는 다음 식으로 구할 수 있다.

$$d_{24}/dL = (24/L)^2$$

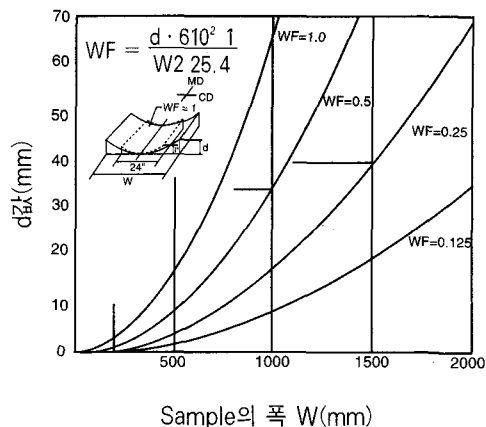
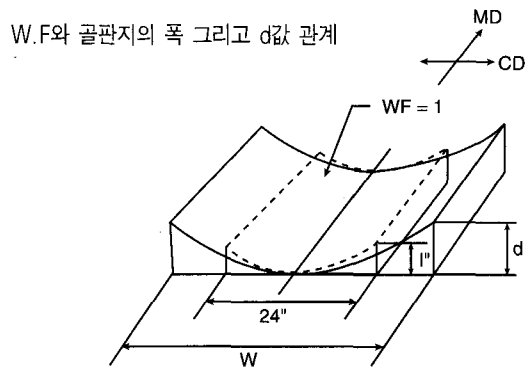
$$\therefore d_{24} = (576 \times dL)/L^2$$

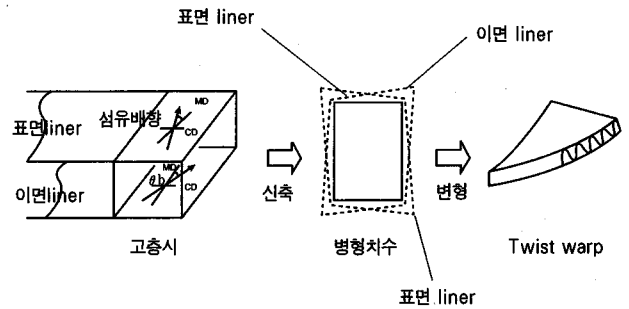
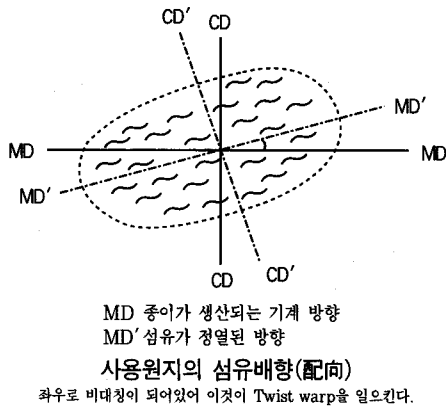
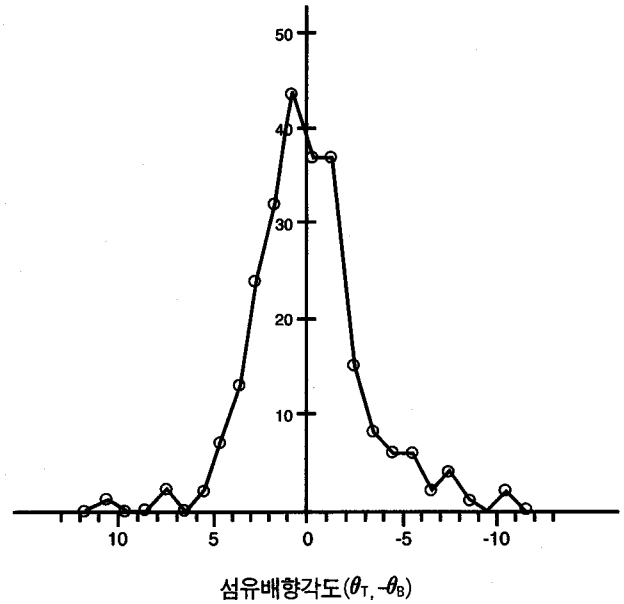
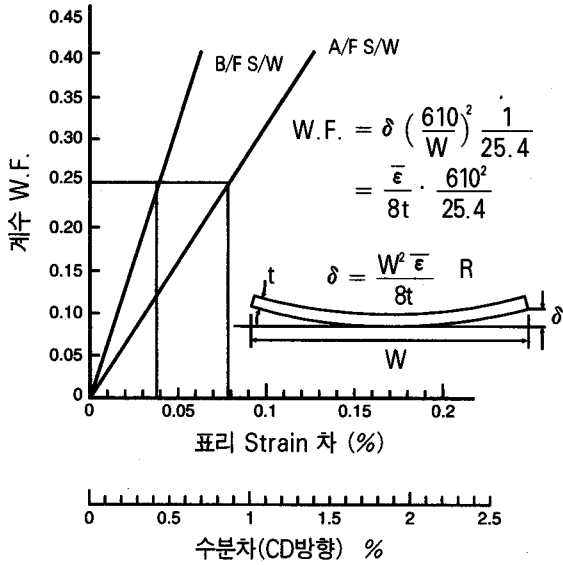
따라서 Warp을 측정코저 하는 Sample의 길이가 10"이 고 이때의 dL 2"라면 다음과 같이 d₂₄의 값을 구한다.

$d_{24} = \frac{576 \times 2}{10} = 115.2$ 단, d값을 측정할 때는 평면에 놓으면 골판지 자중으로 변형될 수 있으므로 Sample을 세워놓고 d값을 측정하는 것이 정확하다.

한편 Warp factor(W.F)를 mm단위로 바꿔보면 $WF = d \cdot 610^2 / W^2 \cdot 25.4$ 로 된다. 그리고 계산하지 않고 쉽게 WF를 구하기 위해서는 다음의 Graph를 이용하면 편하다. 이 그림에서 Sample의 폭이 1500일때 d값이 38mm이면 이때의 WF는 0.25가 되고 Sample의 폭이 1,000일때 d값이 34mm라면 이때의 W.F는 0.5임을 쉽게 찾을 수 있다.

그리고 A골 양면 골판지의 두께가 5.76mm이고 B골의 그것이 2.79이며 원지의 수분에 따른 신축율 $\alpha_w = 0.09\%/1\%$ 수분 일때 W.F가 0.25이하가 될 수 있는 CD방향 수분차는 A/F양면에서 0.9%, B/F 양면에서 0.4%라는 계산이 된다. 그러나 이보다 많은 수분차에서도 W.F가 0.25를 초과하지 않는 것은 골심지의 강성이 작용하기 때문으로 보고 있다.





종이가 만들어질때 Head Box에서 분출되는 섬유가 MD 방향으로 정렬되지만, 그것이 좌우로 대칭형이 되지 못하고 어느 한쪽으로 틀어지는 일이 있는데 이것이 중심축에서 많이 벗어날수록 원지가 뒤틀려 Twist형 Warp의 원인이 될 수 있다. 최근에는 Ultra-sonic tester로 fiber의 배향성이

쉽게 check되는데, 그 한 예를 보면 다음 그림과 같은 경우가 있다. 이것을 보면 기계축 방향으로 흐르지 않고, θ° 만큼 틀어진 각도로 흘러있어 이것이 종이 어느 부분에 있게 되면 twist warp을 일으킨다. <계속>