

# 골판지 제조공정상의 주요기술

김순철/한국지기공사 사장

## 1. 서론

우리가 일상 접하는 각종 종이중에서 골판지에 쓰이는 골판지 원지의 점유비가 단일 종으로서는 최고인 30%에 달하여 무려 전세계 7,000만톤이나 된다. 그래서 각종 공산품이나 농산물의 포장 점유비가 다른 포장재보다 월등하게 된다.

골판지 상자가 습기에 약하고 목재나 플라스틱, 유리 제품 등에 비하여 압축강도가 약하면서도 이렇게 많이 쓰이는 것은 다량생산이 가능하며 주주 즉시 납품이 가능하고, 물류 코스트가 작고 가벼우며 폐기된 상자를 전량 회수하여 재활용할 수 있다는 장점이 있기 때문이다.

지구촌의 어디를 가나 산업사회화되고 있어 원구는 모두 도시로 집중되고 그래서 밀집된 좁은 공간에서 살고 있다. 이에 따라서 공산품이나 농산품도 사람따라 모이게 되고 이것을 저장하는 넓은 공간이 필요하게 되었으나 밀집된 지역일수록 땅값은 비싸서 창고의 유지비가 크게 오른다. 그래서 요즘은 창고를 높게 짓고 이 속에 상품을 높게 적재하려고 있다. 그래서 압축 강도가 높은 골판지 원지를 찾는 것이다. 그리고 주어진 원지로 어떻게 하면 높은 압축 강도를 갖춘 상자로 만들 수 있는가에 대한 제조 공정 등도

연구 개선되고 있다.

### 1-1. 초지 공정과 Corrugator 상층문제

골판지 원지도 차츰 고속화의 방향이다. 그래서 골심지의 경우는 Twin Former를 택하여 1,200m/min의 생산속도를 유지할 수 있게 시설되고 있으며(현재 인도네시아에 MHI가 시설중이며 타이완에는 Valmet가 시설되고 있다) 그에 따라서 종이층의 섬유 방향성은 계속해서 악화되고 있다. 왜냐하면 속도가 상승될수록 Head Box의 Slice에서 분출되는 Jet Speed가 상승함에 따라서 섬유의 진행방향 배열비가 높아지기 때문이다.

이렇게 섬유의 방향성이 심해서 원지의 초지방향(MD) 압축 강도는 강화되는 반면 그 직각 방향(CD)은 반대로 약해지고 있다. 그런데 Corrugator에서 만들어진 골은 모두 CD방향과 평행을 이루고 있어 다음의 그림에서와 같이 상자는 압축이 약한 섬유 배향을 택하고 있다. 이런 점을 개선키 위한 방법이(MD방향으로 자를 세울 수 있게 하는 방법) 캐리컷트(Kellicutt)등에 하여 연구되었으나 그 방법은 통상의 골심지와 원지를 이용하는 방법으로서 골심지가 골을 성형할 때 발생하는 50% 내외의 수축현상을

감당할 수 없어 실용의 단계에 이르지 못하였다. 다시 말하면 A골에서는 60%, B골에서는 40%의 골심지가 수축하는데 이것이 현재의 방법 같은 MD방향수축이 아니고 CD방향수축이라면 기계적으로 도저히 불가능 하였기 때문이다. 이런 문제점을 감안하여 1973년에는 캐나다의 돔탈社(Domtar社)인 후루에링(Flew Welling)이 새로운 착상을 하였다.

이 착상은 일단 만들어진 종이를 폭방향으로 60%정도 수축시킨다는 것은 많은 접촉면을 거쳐야 하는 난점이 있으므로 파지면을 분쇄하여 적당한 두께로 만든 다음 이를 눌러서 골심지를 성형하는 방법(Dry-Former)인데 최근에 새로운 개발대상으로 주목을 받고 있다.

### 1-2. 같은 원지라도 Corrugator의 이용방법에 따라 40% 내외의 압축강도의 차가 발생

이런 Data는 1992년에 David H. Galvin이 조사·발표한 것인데 동일한 원지를 사용했으면서도 그 상자의 압축 강도에는 40% 내외의 압축 강도차가 있음을 발견했다. 그는 1989년 이래로 70개사 250종의 골판지를 실험조사 하였는데 분명히 동일한 원지로 만들어진 상자의 압축 강도가 이처럼 많은 차가 발생했

음을 보고 원지의 적정 사용이아말로 아무런 원가 부담없이 상자의 압강을 40% 개선할 수 있다고 설명하고 다음과 같은 Reel의 Check방법과 Corrugator에 어떻게 사용해야 하는가를 제시하고 있다.

▲ Reel의 점검 방법

Reel의 단면 Core 가까운 곳에는 원지의 등급, 원지의 평량, 제조번호, 제조연월일, 제조회사와 공장 이름, 평균수분, 원지의 길이, Reel의 중량 등을 명기한 Label이 붙어 있는지 확인해야 한다. 또한 원지의 플립방향이 표시되어 있어야 한다. 만일 Label이 Core 부분이 아니고 원지 변방에 붙어 있으면 Reel을 Stock 했다가 다시 사용할때 Label이 없어져서 구분이 어렵게 된다.

Reel의 상태가 원형을 유지하고 있는지 Core에 Core Plug가 정확히 박혀 있는지(Core Plug의 단면은 원지의 단면과 일치선상에 있어야 하는데 이럴때는 Plug를 빼어내는 일이 어렵기 때문에 Plug의 중심부에 구멍을 뚫어 두어야 한다) Reel의 표면 종이는 몇 겹이나 상해 있는지 또 전폭적으로 감겨 있는 상태가 단단한지, 그 모형은 정상적인지 체크해야 한다. Banding은 양단의 가까운 곳을 택하여 단면 파열이 내부로 들어가지 않게 해야 하고 Liner와 골심지의 폭이 편면이 양면으로 접착되었을때 동일해야 한다. 특히 Reel의 상태가 Dish(Telescope)상태가 되거나 Weave 상태(단면의 원지가 일정하지 않고 들쭉날쭉 된것)인것 Weather, Welts & Buckle 상태의 Reel은 선택하지 않는 것이 좋다.

▲ 원지는 Corrugator에 이렇게 이용해야 한다.

(1) 원지는 항상 Felt Side Pre-Heater의 표면에 접촉하도록 한다.

(2) Pre-Heater 또는 가열기에 접촉건조 할때는 항상 전폭적으로 균일하게 접촉되게 해야하고,

(3) 이때 Liner의 Pre-Heater는 250F, Medium의 Pre-Conditioner의 표면온도는 180F 정도가 좋으며 열 적외선 온도계로 원지의 온도를 연속 측정하여 Pre-Heater와의 접촉면적을 Control해야 하며,

(4) 완전한 골의 성형을 위해서는 골심지의 온도와 습도를 적절히 갖게 함으로써 순간 유연성을 부여한다. 그리고 Pre-Conditioner의 주속은 시트보다 6% 정도 빠르게 하여 Web Tension을 적게해야 Low Flute를 면할 수 있다.

(5) Glue Line의 폭은 S/F에서 0.107"(=2.7mm)정도가 적합하며

이보다 넓으면 Wash Board, 좁으면 접착불량의 요인이 되므로, Glue Roll과 Doctor Roll의 평행도와 Gap Control이 필요하다.

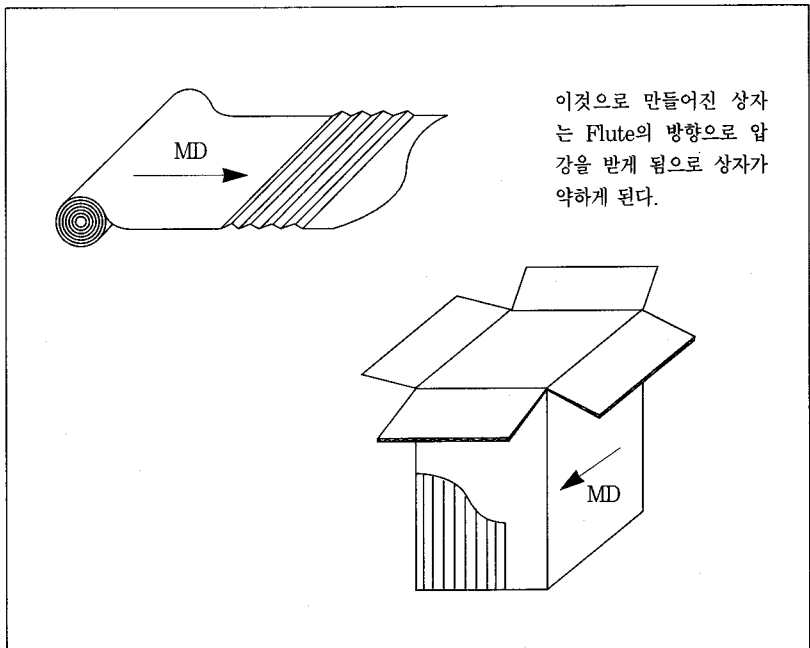
(6) 최소한 월1회 이상 골롤과 Press Roll 간의 압력을 NCR Paper 등으로 체크하여 평행도와 Crown을 체크해야 한다.

(7) D/F에서도 Liner는 Felt Side가 Pre-heater에 접촉해서 수분이 Wire Side쪽으로 이동하게 해야 접착이 잘된다.

(8) S/F를 지나 나오는 편면의 온도는 180F, 열판부에서 나오는 Sheet의 온도는 200F 정도가 좋다.

(9) 접착제는 고농도(25%내외), 저점도 접착제 조성으로 역시 2중 점도관리가 적합하다.

(10) D/F에서의 Glue Line 폭은 0.278"(=1.98mm)가 적합하다. 그리고 골심지의 Ring Crush 개선을 위해서 각종 Chemical이나 전분 등



을 배합 또는 Coating하는 방법 등이 여러가지로 검토·이용되고 있으며 Hemicellulose 등의 함량이 많은 보리집이나 Bagasse pulp 등을 혼합하여 골심지의 Ring Crush를 향상시켜야 하는 것도 검토 대상이다.

## 2. Corrugator의 개선 방향

현재 일반적으로 이용되고 있는 Corrugator의 최고 설계속도는 300m/분이지만 실지 운전속도는 250m 정도가 되고 있다. 그래서 Corrugator의 Bottle Neck는 Single Facer였으나 다음 그림과 같은 Belt 가압식 Fingerless Single Face로 대체됨에 따라서 Corrugator의 Bottle Neck는 Stacker 차지가 되었다.

### ▲ Belt 가압식 Fingerless Single Facer

Press Roll의 특수섬유로 만든 Belt를 사용함으로써 Speed를 400m/분까지 올려도 진동이 적고 소음도 95dB(종래의 Single Facer는 300m에서도 110dB)에 불과하며 Flute Mark가 없어 이면 Liner에 Preprinting을 할 수 있고 Roll교체가 용이하다. 현재까지의 실적을 보면 Belt의 수명도 Flute 연마주기 만큼의 수명을 유지해서 금후 많은 기대가 되고 있다.

▲ Single Facer의 Hard Touch와 달리 Double Facer측의 Soft Touch에서는 접착이 어렵고 그에 따라 Speed Up이 어렵다. 그래서 Poly Vinylacetate와 NaOH를 이용한 저온 접착으로 Speed Up을

Sample	154℃	23℃ (RH 50%)
1	0.44	0.58
2	0.24	0.52
3	0.25	0.54
4	0.28	0.54
평균	0.30	0.545=1:1.82

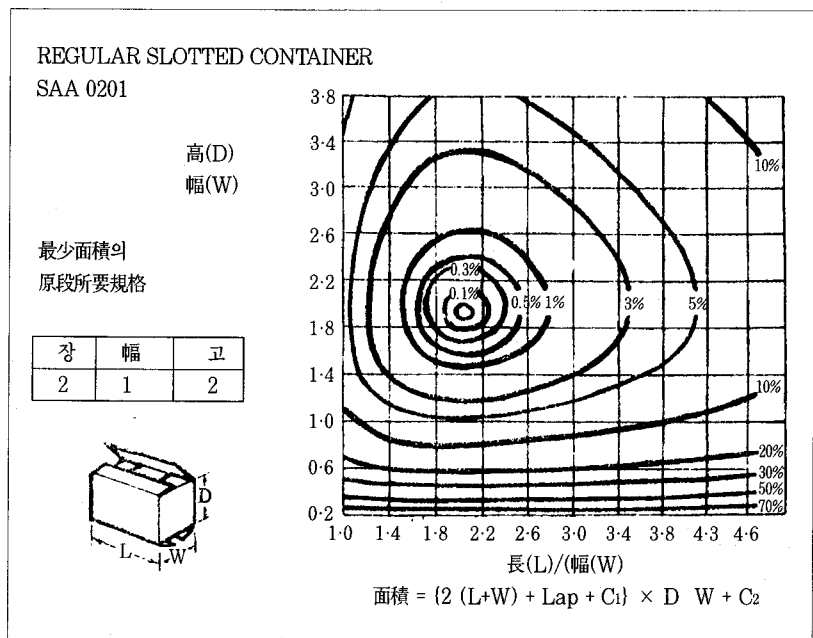
도모하는 방법 등이 검토되고 있으나 Single Facer측의 저온 접착제는 동마찰계수의 상승으로 골성형이 어렵고 골롤의 마모가 빠른 점 등으로 Speed Up에는 여러가지 문제가 있다. 실지로 온도나 동마찰계수의 관계는 다음과 같이 25℃때는 154℃일때의 대략 2배의 마찰계수가 되고 있기 때문이다.

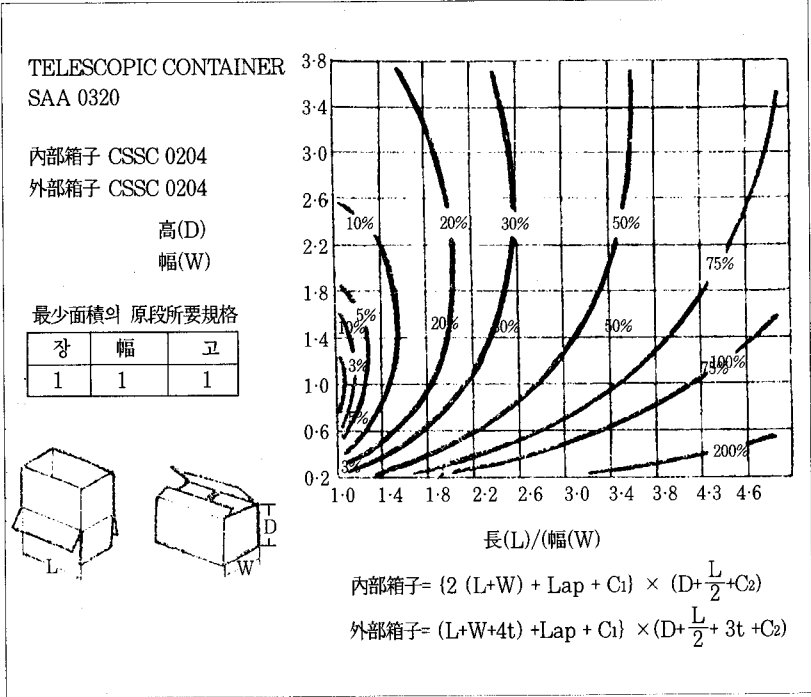
그러나 Double Facer의 경우는 저온이므로 Warp 발생이 적고 Speed Up이 가능하며 열판의 상향 굴곡에 따른 골판지 양단의 압착 방지 등으로 적극적인 검토가 진행되고 있다. 그리고 다른 한편으로는

Steam 건조대신 전자 레인지의 원리를 이용해서 물이 있는 곳에만 가온하는 방식이 검토되고 있다.

### ▲ 열판구조의 개선

일반적으로 열판은 내압 (121kg/Cm<sup>2</sup>)용 용기로서 상판은 22mm 두께의 철판이나 주물을 이용하고 있다. 그런데 이 열판의 내면은 Steam으로 가온되고 표면은 골판지로 냉각되기 때문에 표면은 수축하고 이면은 팽창해서 가공시의 평평할 표면 유지가 불가능하다. 그래서 골판지는 양단이 눌러서 찌그러진다. 이것을 방지키 위해서 Thermo plan hot plate로 대체하





고 Canvas를 보호함과 동시에 Warp 발생을 적게하기 위해서 Pneumotherm System을 채용하고 있으며 전면 균등가압을 위해서 Ballast Roll 대신에 Air plenum 구조를 택하는 경향이다. 그리고 절단면의 압패를 방지하기 위해서 Ceramic제 Razor Slitter를 택하는 것 등이 새로운 경향이라 볼수 있다.

▲ 제 상기의 Speed Bottle neck 는 소형 상자의 경우는 Counter Ejector에 있지만 대형 상자의 경우는 Flexo ink의 건조 속도가 문제되고 있다. 현재의 Flexo ink 건조속도는 안전한 건조를 위해서는 200m/min를 넘어설 수 없어 금후 개선의 대상이 되고 있다.

▲ 제품, 예를 들면 비누 등과 같

은 제품을 Module화 해서 상자의 원지가 적게 소모되는 상자의 설계가 필요하며 이렇게 함으로서 적정 Palletizing으로 물류 Cost를 절약할 수 있다.

다음의 Graph는 상자의 장폭고의 비에 따라 소모되는 원지의 과다를 찾는 데 편리한 Graph다.

예를 들면 가장 많이 이용되는 RSC 상자의 경우 장폭고의 비가 2:1:2 일 때가 동일한 내용적을 갖으면서도 제일 적은 원지가 소모되며 길이와 폭의 비가 3.8이고 높이와 폭의 비가 1.0일때의 상자는 동일한 내용적을 갖으면서도 대략 10%의 원지가 많이 쓰이게 된다.

그리고 같은 장폭고의 비로 Telescopic Container를 만든다면 물경 86%나 많은 원지를 소모하게 된다. [K]