



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
(이상 통권 제2호 게재)
4. 종이의 제조
(이상 통권 제3호 게재)
5. 종이의 Formation과 물성
(이상 통권 제4호 게재)
6. 원지는 어떻게 사용해야 하는가
(이상 통권 제5호 게재)
7. 골판지(Corrugated Fiberboard)의 제조
(이상 통권 제6호 게재)
8. 양면기(Double Facer)
(이상 통권 제7호 게재)
9. 상자의 압축강도
(이상 9호 및 본호 계속)

11 특수 Corrugator

11-1 종방골판지기(Liner Corrugator)

원지는 어떤 종이를 막론하고 대부분의 섬유가 종방향(주행방향)으로 배열 되어 있다. 따라서 종방향의 압강은 높고 횡방향의 압강은 낮다. 그럼에도 불구하고 현재의 골게이터에서 만들어지는 골판지는 모두 원지의 횡방향이 상하 압력을 받도록 만들어 진다. 그래서 섬유의 배열방향이 골의 방향과 같은 골판지를 만들면 상자의 압축강도를 적어도 30%이상 개선할 수 있다. 이런 점에 착안해서 주행방 골게이터를 만들어보려고 연구한 사람이 켈리컷트

(Kellicutt)이다.

그런데 A/f의 경우 골심지는 라이나에 비하여 60% 정도가 구겨지게 됨으로 같은 시간에 골심지는 라이나보다 1.6의 속도로 달려 들어가게 된다.

이때 만일 골롤의 골을 축방향으로 가공하지 않고 원주 방향으로 가공한다면 골심지는 원주방향의 골을 넘어 갈 수 없으므로 작업이 전혀 불가능하다. 그래서 Kellicutt의 생각은 현실화되지 못하였다.

그후 1973년에 캐나다의 돔탈사(Domtal사)의 Mr. 홀루 웰링(Flew Welling)이 원주방향 골롤을 만들고 이것으로 화이버 매트(Giber Mat)를 가압하여 주행방 골판지를 만들어 본 것이 있다.

이 방법은 골심지로 골판지를 만든것이 아니고 화이버 매트를 가압 성형한 것이어서 주행방 골심지기는 될 수 있어도 원지의 종방 압축강도를 이용하지는 못했다. 또한(Hammer Mill)로 분쇄하여 회전되는 금방상에 분사시킴과 동시에 금방의 저면에서 진공 흡입하여 화이버 매트(Fiver Mat)를 만드는 방식이다. 그 다음 매트상에 접착제를 스프레이하여 건식판지(乾式板紙)를 만들고 이것을 원주방향 골롤로 가압 성형시켰다.

성형방식이므로 폭방향 수축이 필요치 않아 작업은 가능하다. 그러나 건식판지에 섬유의 종횡방향 배열이 있을 수 없어 종방향 압강을 이용한다는 당초의 목적과는 무관하였으므로 이것 역시 현실적으로 이용할 가치가 없다.

앞으로 종이의 종방향 섬유배열의 억제 수단이 없는 한 종방향 골게이터는 계속해서 더 연구되어야 할 것이다.

11-2 관심많은 2층 골심판지

1875년에 편면골판지가 만들어진 이후 양면, 복면 그리고 삼중양면의 골판지 등이 만들어지고 있지만 이것은 모두 하나의 골심지에 두장의 라이너를 접합한다는 기본적인 원칙하에 있는 것들다.

그런데 최근에 두 장의 골심지에 두 장의 라이너를 합치는 새로운 발상이 공업화되어 생산되고 있다. 골판지 역사상 120년만의 새로운 장을 열었다. 그것도 세계 우수한 회사들을 제치고 우리나라의 D포장이 개발한 것이고 이것을 공업화하는데 일본의 미쓰비시(MHI) 중공업이 합류했다.

이것이 앞으로 얼마만큼 시장될 것인가는 여러 가지 면에서 검토해 보아야 한다. 그런 면에서 우선 2층 골심판지의 장, 단점이란 것을 살펴보자.

1. 4매(枚)의 원지 사용만으로, 5매의 원지로 만들어지는 D/W의 압강에 버금가는 강도를 유지함으로써 원지를 절감할 수 있다는 것.
2. D/W 대신 S/W로 대체 사용함으로써 상자의 두께가 7mm에서 5mm로 감소되는만큼 유통과정에서 적재 면적과 취급중량을 경량화 할 수 있다는 것.
3. D/W보다 Scoring과 Creasing이 선명하여 Folding 자리가 일직선으로 유지되므로 패선에 따른 압강 손실이 적다는 것.
4. D/W보다 Flap 복원력이 적어 Taping 작업이 용이하고 그에 따라 절곡의 직선 유지가 유리하다는 것.
5. 2중골판지에 버금가는 압강을 위해서 사용되는 강화골심지의 단점을 해소할 수 있다는 것(강화골심지를 사용할 때는 집착이 어려워 작업 속도가 30%정도 저하되기 때문).

그러나 모든 사물에는 양면성이 있는 것이어서 이층골심판지에도 다음과 같은 단점이 예상된다.

1. 기존의 골판지가 A/F, B/F(구미쪽에서는 C/F, B/F)로 만들어지고 있어 A/F, B/F 이외에 C/F의 Single facer가 추가되어야 하고 Flute pitch

control용 Synchronie System이 추가되어야 한다.

2. 2층 골심지가 되는 Single facer의 가열온도가 높아야 하고 (골심지가 두장이므로 첩합이 어렵기 때문)
3. A/F와 C/F의 Pitch control을 위한 속도동조(速度同調)가 필요하며
4. 현재는 120m 작업은 가능하고 이를 개선하면 180m 작업도 가능할 것이라고 하나 Pitch 조절을 위한 속도 동조장치의 이용으로 작업속도의 어려움이 많다.

이상은 장, 단점은 어디까지나 2층골심판지의 강도가 D/W rkd에 버금간다는 전제조건이다. 따라서 2층골심판지와 D/W의 강도를 비교 검토해 볼 필요가 있다.

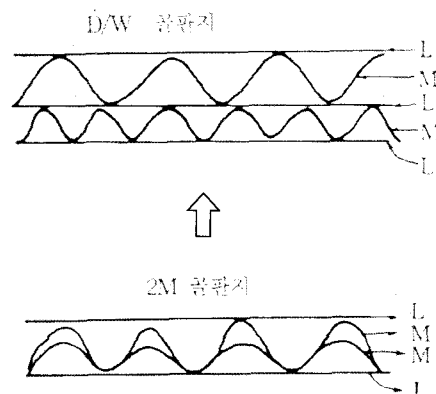
D포장(주)이 제시한 Sample을 기본으로 D/W와 2층 골심판지(이하 2M S/W)의 압축강도를 비교하여 보면

	실측치	실측치율	소모판지 평량	ΣRC	원지 가격
D/W BCT	916Kg	100%	1.117g/m ² (100%)	193.2Kg/6" (100%)	100%
2M S/W BCT	798Kg	87.1%	907.5g/m ² (81.2%)	154.7/6" (80.0%)	82%

단 ① 라이너는 L1, L2, L3 모두 480,000/ton 수입원지(RC 40.91) 골심지는 SCP로서 530,000/ton 수입원지(RC 23.9)

② D/W와 2M S/W의 구조는 다음과 같다.

(그림 11-1)



이상과 같은 D포장이 제시한 제반 Data로 보면 2M S/W는 원지구성 값 82%와 원지평량 81.2%로서 87%의 강도를 유지하게 되어 최소한 5%의 경제성을 갖는다고 추정 할 수 있다. 이것은 D/W 골판지의 RC값 합계 ΣRC가 193.3(100%)일 때 2M S/W는 154.71(80%)임에도 불구하고 87%의 압강을 갖는다는 데는 검토의 여지가 있다.

(단 A/F = 1.6, B/F = 1.35, C/F = 1.45)

따라서 이것을 확인하기 위하여 압강을 다음과 같이 계산하여 본다. (Kellicutt 공식에 따라)

$$D/W \text{ BCT} = P_x \left(\left[\frac{dx_2^2}{(Z/4)^2} \right]^{1/3} \cdot J \cdot Z \right)$$

여기에서 BCT = 상자압강(LbS) P_x = 원지 In당 RC값 합계(Lb)

Z = 상자주변장(In)

dx₂ = 폴의 상수로서 A/F = 8.36 B/F = 5.0

C/F = 6.1

J = 상자 상수로서 A/F = 0.59 B/F = 0.68

C/F = 0.68

AB/F = 0.55

그래서 P_x = L₁ + L₂ + L₃ = 40.91 × 3 = 122.7

M₁ = 23.9 × 1.6 = 38.24

M₂ = 23.9 × 1.35 = 32.26

$\frac{193.20/6'' \times 2.2(Lb)}{= 70.84}$

Z = 407 × 2 = 814 > 1.466mm/25.4 = 57.72"

326 × 2 = 652

dx₂ = AB/F = 13.36 J=0.55

따라서

$$BCT=70.84 \times \left[\frac{(13.36)^2}{(57.72/4)^2} \right]^{1/3} \times 0.55 \times 57.7 = 970.7kg$$

한편

$$2M \text{ S/W BCT}=56.73 \times \left[\frac{(13.36)^2}{(57.72/4)^2} \right]^{1/3} \times 0.55 \times 57.7 = 818kg$$

그래서 계산상의 2M/ S/W BCT는 D/W BCT의 81.9%가 되어 원지구성 값 82%와 대등하게 된

다. 그리고 압강의 계산치는 통계적으로 실측치보다 3~5% 항시 높은 값을 나타낸다고 볼 때 D포장이 제출한 2M/ S/W의 실측치는 높게 표시되고 D/W(BCT)는 낮게 표시되었음을 파악 할 수 있다. 따라서 2M S/W의 압강은 원지의 감량만큼 떨어진다고 볼 수 있다.

물론 골판지의 압강은 RCT값 뿐 아니라 골심지의 Shape retention이나 영구 변형율이 압강을 지

배한다는 점도 참고 할 수 있으나 이 실험용 골심지는 똑 같은 SCP 골심지 이므로 참작할 대상이 아니다. 다만, 2M S/W는 그 구조가 D/W와 상이하고 C/F의 Pitch가 A/F와 동일한데도 C/F의 J. dx₂ 값을 적용 계산한 것이므로 금후 많은 실험을 거쳐 확실한 결론이 있어야 할 것이다.

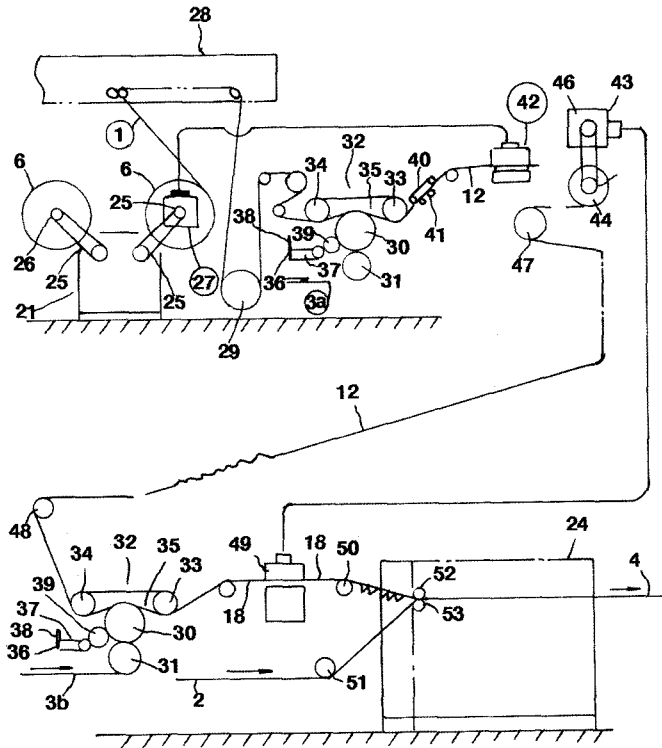
한편 미쓰비시사가 2M S/W 제조시설에 관한 특허장치를 보면(출원인:MHI, 출원일자 : 1995년 7월 17일, 발명자 關征治의 2명) 다음 그림과 같다.

이 그림중에서 Liner ①과 골심지 3a가 제1 Single facer에서 C/F의 편면 골판지로 만들어질 때 이 C/F의 Pitch는 다음의 A/F Single facer의 Pitch와 동일해야 할 것이다.

따라서 만들어진 C/F의 Pitch는 Pitch 계측장치 42에서 연속 측정하여 A/F Single facer의 Pitch와 항시 일정토록 하고 있다. 이때 만일 Pitch가 합치되지 못하면 계측장치 42에서 Brake 27에 지시하여 Liner의 신축을 조정한다.

그래서 인장강도가 약한 Liner는 절단될 위험이 있어 강한 Liner가 그래서 인장강도가 약한 Liner는 절단될 위험이 있어 강한 Liner가 필수적이다.

제 1 S/F(C/F)



- ① ② : Liner
- 3a, 3b : 골심지
- 4 : 2층 골심지판(2M S/W)
- 5 : 밀롤 스텐드
- 12 : C/F 편면 골판지
- 18 : 2층 골심편면 골판지
- 21 : 밀롤 스텐드
- 24 : 더블 페이스
- 27 : 브레이크
- 29 : 프리 히터
- 30 : 상단롤
- 31 : 하단롤
- 32 : 가압장치
- 39 : 글루롤
- 40, 41 : 테이크 업 콘베어
- 42 : 핏치 계측장치
- 43 : 장력조절장치
- 46 : 브레이크
- 49 : 핏치 계측기

12. 문제가 발생하면 어떻게 대처해야 할까?

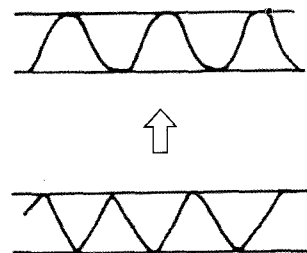
골판지 상자를 만드는 과정에서도 여러 가지 문제가 발생한다. 그래서 때로는 좋은 원지로 높은 평량의 골판지를 만들면서도 저급원지의 강도밖에 얻지 못하는 손실이 있다. 이런 것들은 어느 공장에서도 발생하는 경우가 있어 이의 대처 요령이 필요하다.

◆ 눌린골

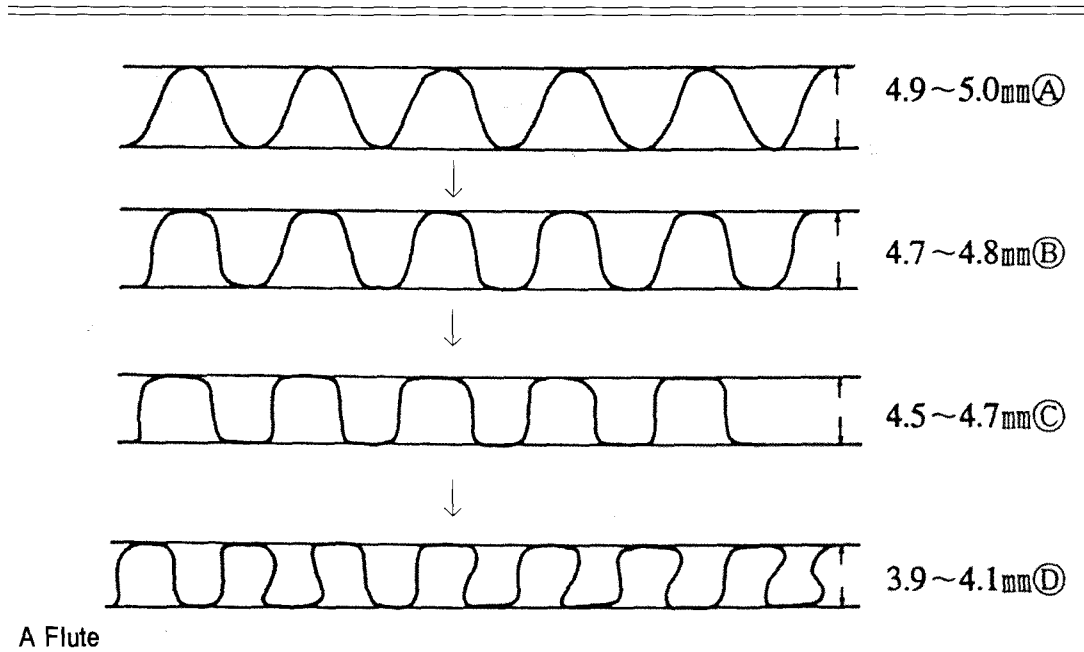
다음 그림과 같이 골정이 주저앉은 상태를 말한다. 이런 Sheet는 골판지 두께가 줄어든 만큼 압

강이 떨어질뿐 아니라 특히 Flat crush 치와 Puncture 강도가 내려가고 Stiffness가 약해진다.

(그림)



골정이 약간만 주그러져도 5%정도의 Puncture 강도가 떨어지는 것은 보통이고 심할 때는 23~24%까지도 떨어지는데 실지로 이런 Sheet를 분석한 수치를 살펴보면 다음과 같다.



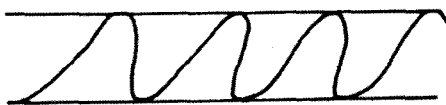
이런 현상은 정상적인 의 Sheet가 눌리면서 로 변하 럼 변형된다면 그 강도는 더욱 많이 떨어진다. 면 아래표와 같이 여러 가지 측면의 강도가 떨어지는데 처

골 형	A/F가㉠일때 (S/W)	A/F가㉡일때 (S/W)	A/F가㉢일때 (S/W)	A/F가㉣일때 (S/W)
두께(mm)	4.9~5.0	4.7~4.8	4.5~4.7	3.9~4.1
시험항목	100	101	99	102
파형강도 지도	100	95	90	76
평취강도 지도	100	95	90	76
골 형	A/F가㉠일때 B/F가㉠일때 D/W	A/F가㉡일때 (S/W)	A/F가㉢일때 B/F가㉠일때 D/W	A/F가㉣일때 B/F가㉠일때 D/W
두께(mm)	7.9~8.1	A/F가㉡일때 (S/W)	7.5~7.7	6.3~6.4
시험항목	100	A/F가㉡일때 (S/W)	99	100
파형강도 지도	100	A/F가㉡일때 (S/W)	92	77
평취강도 지도	100	A/F가㉡일때 (S/W)	92	77

이와 같은 변형원인으로는

- ① Concora Crush치가 약한 골심지를 사용할 때
- ② 골심지의 수분이 많거나 적어 골의 성형이 완전하지 못할 때
- ③ 상하 골롤의 가압력이 약할 때
- ④ 골롤이 마모되었을 때
- ④ Finger가 마모되었거나 조정이 나쁠 때
- ⑥ Glue machine 쪽에서 glue roll과 rider roll의 간격이 좁을 때
- ⑦ 열판부의 Ballast roll 가압이 적절치 않을 때, Canvas가 노후되거나 전폭의 60% 이하폭으로 작업할 때
- ⑧ 열판의 수평배열이 불량할 때
- ⑨ 골판지 수분이 너무 많을 때
- ⑩ 인쇄 Slotting 공정에서 feeding roll이나 transfer roll의 간격이 너무 좁을 때
- ⑪ 인쇄면적이 너무 넓거나 인압이 강할 때 발생한다.

◆ 골이 한쪽으로 누워 있는 골판지



- ① 골심지의 수분이 너무 많을 때
- ② Over bridge 상의 편면 골판지가 브레이크 등으로 너무 심한 장력을 받을 때
- ③ Clue machine에서 rider roll과 glue roll간의 간격이 너무 좁을 때
- ④ 열판부에서 canvas가 slip 할 때, 또는 상하 canvas 간의 속도 차가 있을 때

◆ 골판지의 골이 군데군데에서 낮게 된 것



- ① 골심지의 수분이 너무 많거나 적을 때
- ② 골심지의 브레이크가 약하여 골롤사이의 골심지 장력이 일정치 못할 때
- ③ 골롤의 압력이 부족하거나 때때로 압력변동이 있을 때
- ④ 골롤에 흠집이 있거나 더럽혀 졌을 때
- ⑤ Finger의 조절이 불량할 때

◆ Warp와 접착불량 원인 등은 5-6의 Warp 시정법과 4-5의 작업 현장에서 검토해야 할 문제 등을 참고함이 좋다.

◆ Sheet의 양쪽부분 Liner가 처져 있을 때

- ① Liner의 양단 수분이 많거나 지합이 불균일 할 때
- ② 골롤의 중앙부가 마모되어 양단이 많이 늘릴 때
- ③ 골롤의 재질불량으로 양끝부분의 열팽창계수가 클 때
- ④ Glue 의 폭방향 Film 두께가 다를 때
- ④ Corrugator 설치시 평형도가 불정할 때
- ⑥ 원지의 Brake가 약할 때 등으로 분석 할 수 있다.

◆ 골심지와 Liner 또는 편면 골판지와 표면지의 양끝이 일치하지 않을 때

- ① 원지거리를 서로 조정하지 못할 때
- ② 원지의 두루마리가 일정하게 감겨있지 않을 때
- ③ 편면 골판지나 Canvas가 사행(蛇行)할 때

◆ 하이로우(High-low) 현상이 있는 것



골의 높이가 100 μ 정도만 낮아도 표면 liner와의 접촉이 불가능한데 이렇게 되면 FCT가 약하며

균일한 인쇄가 어렵다. 근본적으로는 골롤사이에서 골의 모형이 완전하게 형성되지 못하는데서 발생함으로 작업속도를 낮게 하면 억제할 수 있다. 수치로 말하자면 골의 높이가 50~55 μ 만 낮아도 hig-low로 구분하는데 그 발생원인으로는 다음과 같은 것들이 있다.

- ① 골심지의 두께가 종횡방향으로 불균일 할 때

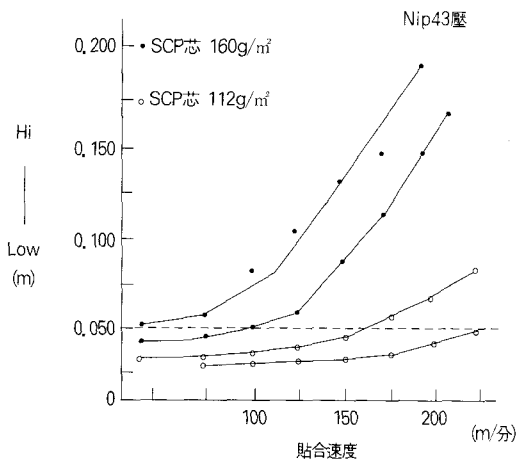
② 골심지의 밀도가 너무 높을 때

골심지는 골롤의 가압에 따라 두께 변화가 일어나야만 성형된 골모형을 유지할 수 있다. 대체로 그 두께변화는 30% 정도로 보고 있다.

만일 두께의 변화가 일어나지 않으면 원래의 평평한 rfvks지로 되돌아가려 하기 때문이다. 그래서 밀도가 높은 골심지에서는 Hi-low가 쉽게 발생한다.

따라서 JIS는 125g/m²의 골심지 두께를 0.21~0.26mm로 규정하고 있으며 0.2mm이하에서는 Hi-low가 발생할 수 있다고 볼 수 있다. 또한 특별히 평량이 높은 골심지나 강화골심지의 경우도 Hi-low를 발생시킨다. 이런 경우는 될 수 있으면 골롤 사이에서 정제되어 있는 시간을 길게 하거나(작업속도 감소) 골롤의 가압력을 높이고 원지자체를 가온하면 Hi-low를 줄일 수 있는데 그 정도는 다음의 graph에서 찾을 수 있다.

골심지가 평량이 높을수록, 그리고 SCP처럼 밀도가 높고 Nip 압이 낮을수록 Hi-low가 많이 일어난다.



같은 골심지에서도 수분이 너무 적으면 Hi-low 현상이 심하다. 그래서 작업 속도를 내려야 한다.

③ 골심지의 수분이 너무 많거나 적을 때도 발생한다. 그래서 8.5%±1.5의 수분을 유지해야 한다.

④ 골심지의 수분 Profile이 나쁘거나 real가 진원상태가 아니어서 Single facer에 들어가는 tension이 일정치 않을 때도 발생한다.

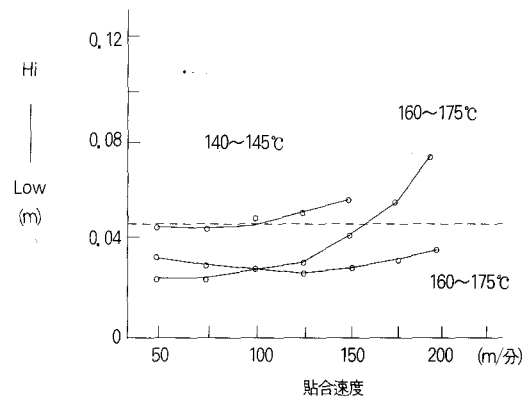
⑤ Flute roll bearing이 마모되어 골롤이 진동할 때

⑥ Flute roll의 온도가 낮을 때도 발생한다.

⑦ Flute roll이 중앙부만 마모되었거나 crown이 부적할 때

⑧ 골심지의 Mill rollstand brake가 부적절할 때
다음의 그림과 같이 온도가 낮으면 그만큼 작업속도를 내려야만 Hi-low를 예방할 수 있다.

이 graph처럼 골심지의 온도가 높을수록, 작업속도를 올려도 Li-low 현상이 적게 일어난다. Nip43壓



◆ Wash - board



표면 Liner가 200g/m² 이하로 낮을 때는 골판지의 표면이 빨래판처럼 되는 때가 있다. 이런 것이 발생하는 원인은

- ① 호액이 너무 많을 때
- ② 수분이 너무 많을 때
- ③ Glue machine에서 Rider roll 압력이 높을 때
- ④ Hi-low가 있는 편면을 사용할 때
- ⑤ 너무 심하게 마모된 골롤을 사용할 때
- ⑥ Liner 이면의 흡수도가 클 때

Liner의 Flute 자리가 파열될 때

Single facer에서 나오는 편면골판지에서 liner의 골자리가 파열되는 경우가 있다. 이것은

- ① Press roll과 골롤간의 Nip 압력이 과할 때
- ② Press roll과 Flute roll이 함께 진동할 때
- ③ Liner의 수분이 너무 많을 때
- ④ Liner의 인장강도, 신장율, 인열강도 등이 약할 때 발생하는 경우가 많다.

인쇄공정의 문제점

① Fillin(인판막힘)

인판 사이에 잉크중의 안료나 지분 등이 끼어 매끈한 인쇄가 되지 못하는 상태

주로 휘발성이 큰 잉크나 종이의 표면강도, 내마모성이 약할 때 발생한다. 이런 때는 휘발성이 다

소 늦은 잉크로 대체하고 Ink 순환을 원활하게 해야 한다.

② Picking

liner의 표면이 인판에 뜯긴 현상

주로 잉크의 건조속도가 너무 빠르거나 Ink의 tack(끈적 거리는 힘)가 높을 때 또는 liner의 표면

강도가 약하던가 층간 강도가 약할 때 발생한다. 그래서 골판지용 liner의 표면강도는 Wax

Tester로 6A 이상을 요구하고 있다.

또 층간강도가 약한 liner에 '전면인쇄'를 하게 되면 부분박리가 일어나 부풀어 나오는 경우도 있다.

③ Blocking

인쇄된 것을 건조되기 전에 쌓아두면 골판지가 서로 달라 붙어 떨어지지 않는 현상

이런 때는 인쇄후 충분한 건조시간을 주던가 잉크층을 얇게 인쇄하도록 해야 한다. 물론 Ink의

tack를 낮게 조절할 필요가 있다.

④ Chalking

인쇄잉크 중의 Vehicle이 모두 원지 속으로 침투되어 버리고 안료만 인쇄표면에 몰려 문지르면

가루가 떨어지는 현상

원지의 수분이 너무 적지 않도록 하고 잉크 속에 수지를 알콜 등으로 섞은 Varnish를 첨가 사용

합이 좋다.

⑤ Mottling

인쇄면이 고르지 않고 군데군데 반점이 있는 현상으로 원지에 잉크가 균일하게 전이되지 못할 때

발생한다. 잉크 중의 안료와 바인더가 충분히 혼합되지 못하거나 유동성이 나쁠 때, 또는 liner의

표면 평활성이 나쁘거나 불균일한 흡수성 일 때 발생한다.

잉크의 점도를 올리고 오랫동안 순환된 ink의 사용을 금해야 한다.

⑥ Marginal Zone

인쇄의 가장자리가 밀려 퍼진 것을 말한다. 고무판의 경도가 낮거나 인압이 강할 때, 잉크 부착량

이 너무 많을 때 발생된다. 이것은 일명 하로우인 현상이라고도 부른다.

⑦ Gear mark

인쇄물이 진행 방향으로 일정하게 농담(濃淡)현상이 일어난 것.

일정한 인쇄불량 현상은 주로 전동부의 gear에 관계됨으로 이를 gear mark라 부른다. 전동 gear의 마모상태를 조사 대응한다.