



# 골판紙製造 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 본호 게재)

## 9. 상자의 압축 강도

### 9-1. 상자의 압축강도란 ?

Corrugator는 골판지 Sheet를 만드는 장치이다. 그리고 이 골판지 Sheet를 가지고 상자를 만든다. 그런데 이렇게 해서 만들어진 상자에서 제일 중요한 것은 상자의 상하 압축강도라 볼 수 있다.

Corrugator를 잘 정비하고 적절하게 운전해야 한다는 것은 바로 압축강도가 높은 상자를 만들기 위해서이다.

상자는 될 수 있으면 가볍고 압축강도가 높아야 한다.가

볍게 함으로써 Volume과 중량이 적어져서 물류 Cost를 절감할 수 있고 압축강도를 높게 함으로써 고단 적재가 가능하여 땅값이 비싼 도시창고 보관료를 대폭 절감할 수 있기 때문이다.

그렇다면 골판지의 강도 표시에는 어떤 것들이 있으며 그것들을 어떻게 측정하고 계산되는가를 알아보자.

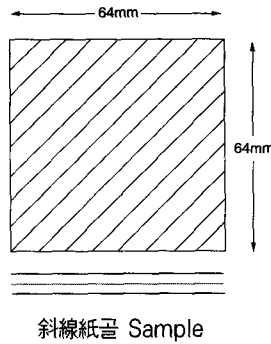
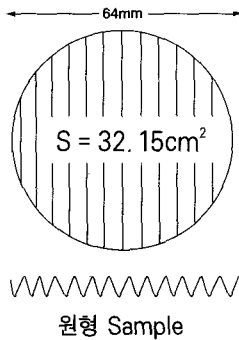
우선 골판지의 강도 Check에는 어떤 항목들이 있는가? 상자의 강도는 골판지의 강도가 지배하며 골판지의 강도는 구성원지의 강도와 Corrugator적정 운전요령에 따르는데, Corrugator의 적정 운전요령은 앞에서 설명한 바 있으므로 원지와 골판지 강도의 Check 항목을 적어본다.

### 9-1-1. 평면 압축강도(Flat Crush Strength)

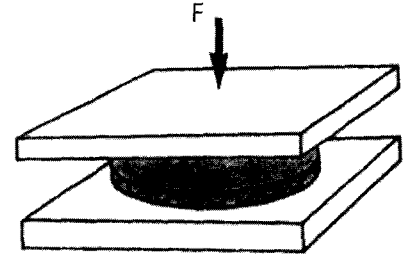
골판지의 골에 대한 직각방향의 가압을 평면가압이라 부르고, 이 가압력에 대한 壓力을 평면압축강도라 부른다. 일반적으로 試料의 크기는 6.4cm직경의 도형을 취급해야 하지만 원형을 취하지 못할 경우는 골이 사선방향으로 있게 취급해야 한다.

특히 주의를 요하는 것은 시료를 절단할 때 골이 상하거나 절단면이 不整하지 않도록 해야 한다.

이상과 같은 방법은 어디까지나 완성된 골판지의 평압을 측정하는 것이지만, 만들어질 골심지를 골로 成型해서 Flat Crush Strength를 예측하는 방법이 있는데 이 방법을 CMT(Concora Medium Test)라 부른다. 여기에서 concora는 (Container Corporation Of America)의 약자로 특정회사의 약칭인데, 이 회사가 이 방법을 고안한데서 CMT시험법이라 부른다.



左圖와 같은 sample을 만들어 아래 그림과 같이 가공하여 FCT를 시행한다.



FCT - Flat Crush Test measures the resistance of the flutes to a crushing force applied perpendicular to the surface of the board under prescribed conditions.

이 방법에서는 Ring crush 용 Sample과 동일한 크기의 시료(152mm×12.7mm)를 가지고 측정코저 하는 골형으로 성형한 다음 편면을 접착테이프로 다음 그림과 같이 만들어 실험한다. 그리고 이때 얻어지는 CMT값과 A - Flute골판지의 평압과는 다음과 같은 관계가 있다.

$$A - \text{Flute 평압강도 } \text{Lb}/10\text{吋} = 44.86 + 4.14 \times (\text{CMT})$$

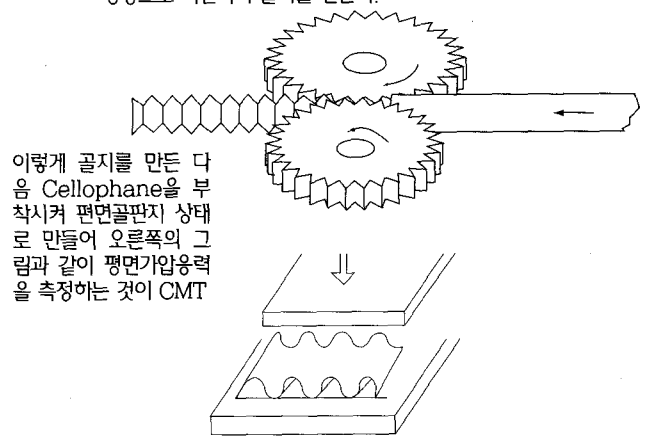
이때 CMT가 20kgf 강도값 이라면

$$A - \text{Flute 평압강도 } \text{Lb}/10\text{吋} = 44.86 + 4.14(20 \times 2.2)$$

$$= 227 \text{ Lb}/10\text{吋}$$

$$= 102.8\text{kg}/64.5 \text{ cm}^2$$

150°C내외로 가열해서 Single Facer와 같은 방법으로 화살표 방향으로 회전시켜 골지를 만든다.



이렇게 골지를 만든 다음 Cellophane을 부착시켜 편면골판지 상태로 만들어 오른쪽의 그림과 같이 평면가압용력을 측정하는 것이 CMT

이것을 Flat Crush Strength의 Sample 단위면적 32.15 cm²으로 환산 수정하면

$$102.8\text{kg} \times \frac{32.15}{64.5} = 51.2 \text{ kgf}/32.15\text{cm}^2 = 1.59\text{kg f}/\text{cm}^2$$

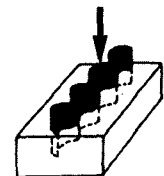
그런데 JIS평압과 CMT 관계식을 보면

$$A \text{ Flute } \text{kgf}/\text{cm}^2 = 0.064 \times \text{CMT} + 0.319 = 1.599 \text{ kgf}/\text{cm}^2$$

가 되어 상당히 근사한 값이 된다.

다음의 표는 Medium의 CMT치로 A - Flute 양면의 Flat Crush 값을 계산한 것인데 그중에서 골심지의 CMT 값에 따라 골심지는 A,B,C급으로 구분하고 있다.

한편 CCT(Concora Crush Test)는 위와 같이 골지를 수직으로 측정하는 방법



CCT-Corrugated Crush Test measures the edgewise compression strength of a laboratory-fluted strip of corrugating medium in the direction parallel to the fluted tips

### 9-1-2. End Crush Strength (ECT)

	CMT식		A골 골판지 평압강도	
	kgf 단위	N단위	kgf/32.25cm²	N단위
A 급	18이상	177이상	47이상	465이상
B 급	16이상	157이상	43이상	422이상
C 급	14이상	137이상	39이상	383이상

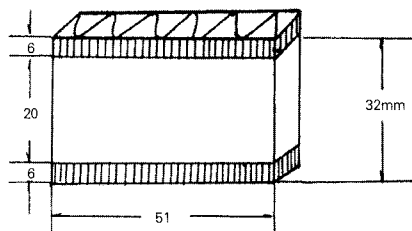
상자의 압축강도를 이야기 한다면 수직압축강도(End crush strength, column crush strength, End wise crush strength으로도 표시)와 평면압축강도(Flat crush

strength)로 나누어 볼 수 있다.

그리고 원지의 압축강도는 Ring crush로 구분된다.

여기에서 말하는 End Crush strength는 골방향에 대한 골판지의 압축강도임으로 다음과 같이 시료를 절단하여 가압 측정한다. 그런데 시료의 준비과정에서 절단구(切斷口)가 손상되거나 평행성이 불량하면 (일반적으로 절단구의 평행도는 1/2000이내를 要) 절단구측이 먼저 파괴되어 버려서 실지의 압축강도를 찾기 어려움으로 시료의 상하양단 절단구를 Paraffin으로 강화하여 골판지 자체의 압축강도보다 배를 강화해서 측정한다. TAPPI의 시험법에서는 시험편의 폭은 모두 51±0.8mm(2")로 하되 높이는 B-Flute일때 32±1.6mm, C-Flute일때 38±1.6mm 그리고 A-Flute에서 51±1.6mm로 한다.

Paraffin의 함침은 69~74℃의 Paraffin Bath에서 3초 정도면 6mm두께만큼 침수한다. 그런데 이때 시료를 너무 빨리 집어넣으면 Paraffin Bath가 냉각될 수 있음으로 충



**TAPPI의 Sample 規格**

A/F 51±1.6mm  
B/F 32±1.6mm  
C/F 38±1.6mm

Paraffin 함침

**EC의 FEFCO Sample 規格**

100±0.5  
25±0.5

JIS의 Sample은 ④형인데 이상 3가지 Sample중에서 TAPPI 실험치는 항상 20%정도 높은 ECT가 되며, 다음과 같이 표시한다.

ECT(TAPPI) = ECT(JIS) × 1.2

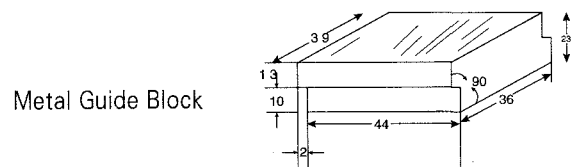
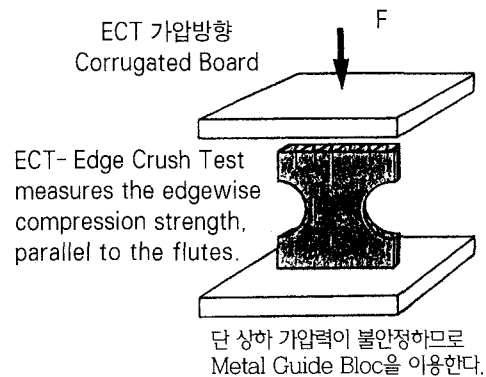
模別	①		②		③		④		⑤		⑥	
區分	$\bar{x}$	a	$\bar{x}$	a	$\bar{x}$	a	$\bar{x}$	a	$\bar{x}$	a	$\bar{x}$	a
兩面	7.48	1.33	6.55	1.10	6.17	0.98	6.35	0.76	6.34	1.17	6.73	0.93
面	73.4	13.0	64.3	10.8	60.5	9.61	62.3	7.46	62.2	11.5	66.0	9.12
변동계수		17.8		16.8		15.9		12.0		18.5		13.8
二重	12.74	3.03	10.04	2.33	9.59	1.20	9.71	1.14	9.97	1.72	9.84	0.82
重	12.5	29.7	93.5	22.9	94.1	61.8	95.3	11.2	97.8	16.7	96.5	8.04
변동계수		23.7		23.2		12.5		11.7		17.3		8.33

試料는 양면의 경우 A220g/m<sup>2</sup>×Med. 125g/m<sup>2</sup>×A220g/m<sup>2</sup>이며 이중의 경우 는 A 220g/m<sup>2</sup> ×Med. 125g/m<sup>2</sup>×2×중간라이너 125g/m<sup>2</sup> × A220g/m<sup>2</sup>

분한 양의 paraffin Bath가 필요하다.

또 Bath에서 건조된 후 잉여분의 paraffin은 77~82℃ 철판상에서 加溫해 둔 화장지로 닦아낸다. 그러나 시험결과 치에 많은 변동이 있어서 JIS에서는 다음과 같은 여러가지 모형으로 End Crush치를 측정한다. 바 그 실측치 변동율이 ⑥형이 제일 적어서 이를 이용하도록 권장하고 있다. ⑥형의 경우 평균치에 대한 최고변동율이 양면에서는 13.3%로 나타나 ④형의 12.0%보다는 많지만, 이중양면의 경우까지를 합산 평균하면 亦是 ⑥형이 제일 적기 때문이다. 그러면 서도 JIS의 규격은 아직도 ④형을 유지하고 있다.

골의 성형이 정상이라면 End Crush Strength와 원지의 Ring crush 치간에는 상관관계가 있음으로 원지의



Ring Crush치를 측정하여 다음과 같은 방법으로 End crush strength를 산출할 수 있다.

End - Crush Strength = Top liner CD Ring Crush 값+골심지의 take up Ratio

(A-Flute에서 보통 1.6)×골심지의 Ring crush 값 +Back liner CD 방향 Ring crush 값

이것을 통계적으로 조사하여 보면 End crush strength (E)와 원지의 CD방향 Ring crush치(R)간에는 다음과 같은 관계식으로 표시할 수 있다.

양면 A골의 판지 End crush 치(E) = 1.1×R+0.5

그리고 B골의 골판지 End crush 치(E) = 0.9×R+1.4가 된다. 따라서 원지의 Ring Crush 값이나 골판지의 End Crush값중 한가지만 알게 되면 다른 하나의 값을 逆算할 수 있다.

두개의 가압판은 역시 1/2000 이내의 평행도를 유지해야 하고 이 두개의 가압판 속에 시료를 수직으로 세워야 하는데, 이를 위해서는 다음 그림과 같은 Metal guide Block를 이용한다. 그리고 가압판의 가압속도는 sample에 접촉된 때로부터 32±19 mm/Min 속도로 가압 측정한다.

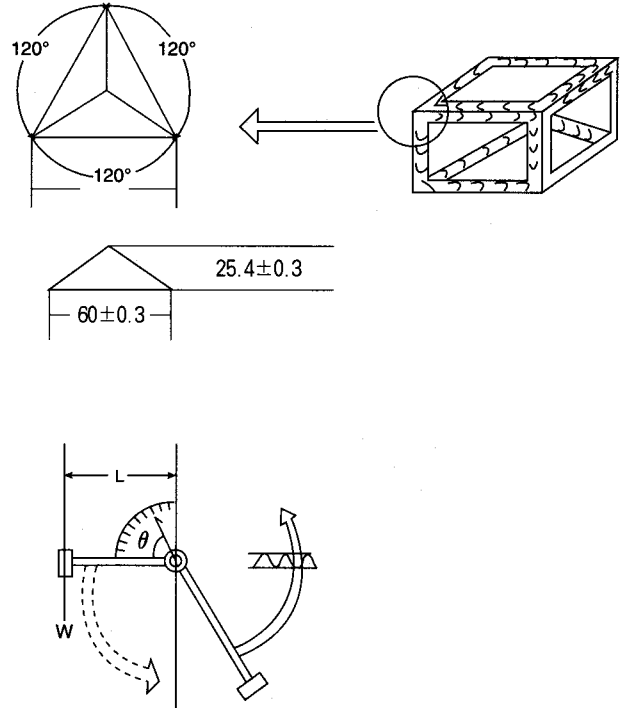
일본의 JIS의 Sample은 앞에서 말한 ④형인데 이 3개 Sample 중 ECT(TAPPI) = ECT(JIS)×1.2로 비교하고 있다.

**9-1-3. 耐충격강도(Puncture Strength)**

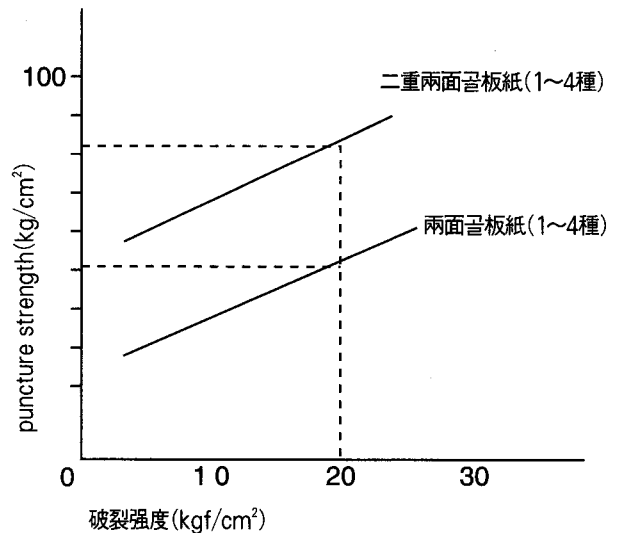
골판지 포장물품과 목재상자를 함께 混積하고 운반할 때를 가상하여 보면 Truck이 진동할 때마다 상자들끼리 서로 충돌할 가능성이 많다. 그리고 이때 목상자의 모서리는 골판지상자의 어느 면인가를 찌어서 구멍을 내게 될 것이다. Puncture Strength는 이런 경우 얼마나 견딜 수 있는가를 예측하는 것이므로 Puncture用 開孔部를 목상자의 모서리 모형으로 하고 있는데 그 규격은 다음 그림과 같다.

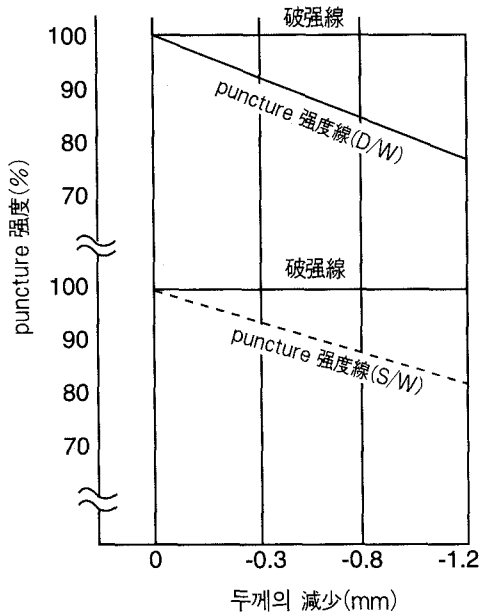
이 시험기는 미국의 G.E Beach가 만든 것으로 貫通部 금속 Coller가 골판지를 관통함에 필요한 振子와 錘의 전체 무게, 그리고 그 각도로서 Puncture Strength를 계산하고 있다.

따라서 이때의 Puncture Energy를 R이라고 하고, 진자와 추의 전체무게를 W, 그리고 진자의 水平 上向角度를 θ라 한다면 R = WL cos θ로 표시된다.



그런데 여러가지 골판지의 Puncture강도를 시험하여 보면 동일한 破強이라도 두께가 큰 골판지는 항상 높은 Puncture Strength를 나타낸다. 이것은 Kraft지 등에서 伸張率이 큰 종이 낙하시험에서 큰 내충격력을 갖는 것처럼 충격력이 완충되기 때문인 것으로 믿어진다. 따라서 동





일한 파장을 가진 골판지일때 양면은 이중양면보다 항상 적은 Puncture Strength를 가짐으로 동일한 파장이면 이중 양면상자가 내용물 보호에 유리하게 된다. 이와 같은 것을 Graph로 표시하여 보면 동일한 20kg 파장이면서도 이중 양면의 puncture 강도는 78kgf/cm<sup>2</sup>임에 대하여 양면의 그것은 43kgf/cm<sup>2</sup>에 불과한 55%에 머무른다.

또한 동일한 양면에서도 골의 성형이 불량하거나 또 다른 이유 등으로 그 두께가 줄어들면 그만큼 Puncture 강도가 떨어지고 있다. 그러므로 Puncture강도 개선을 위해서는 골심지의 두께 유지가 절대요건이 된다. 그러나 동일한 두께이고 동일한 파장인때는 파장과 Puncture 강도간에 다음과 같은 관계가 성립됨으로 파장치를 가지고 Puncture 강도를 산출할 수 있다.

A골 양면골판지의 Puncture강도 =  $2.09p + 23.5$

AB골 복면골판지의 puncture강도 =  $2.27p + 62.4$  단,

p = 破裂強度

이상과 같이 동일한 파장임에도 불구하고 그 두께에 따라 골판지의 Puncture Strength는 큰 차가 발생하고 있음에도 불구하고 골판지의 강도등급을 파열강도 만으로 규정하고 있는 것은 상품보호 측면에서도 큰 모순이 아닐 수 없다. 그래서 독일이나 Finland, Belgium등의 제국은 Puncture강도를 골판지등급의 규정항목으로 두고 있다. 이런 점으로 본다면 금후 우리나라의 공업규격에도

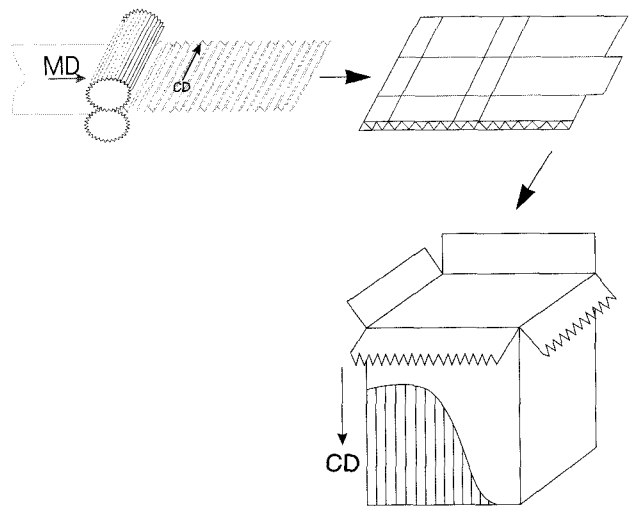
Puncture 강도의 규격화가 있어야 할 것으로 보인다.

일반적으로 양면 골판지에서는 A - Flute > C - Flute > B - Flute순으로 그 두께가 얇어질수록 Puncture강도가 떨어지며, 복면은 양면보다 두께가 크므로 D/W > S/W이지만, D/W는 S/W에서 보다 두께에 따른 Puncture강도 영향이 적은 편이고 골심지가 강할수록 두께에 따른 Puncture강도 변화가 적다.

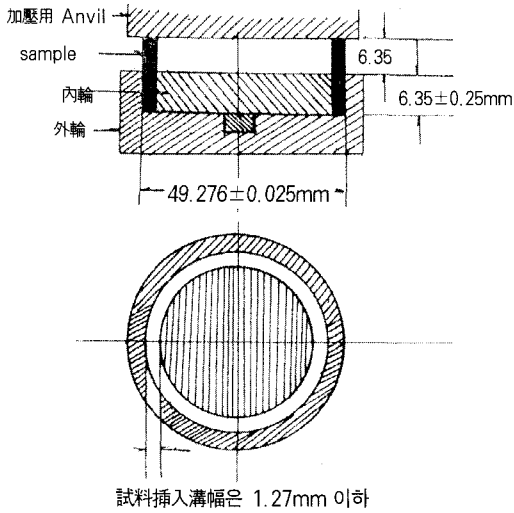
### 9-1-4. Ring Crush Strength

골판지로 만들어진 골판지 상자가 얼마만큼의 압축강도를 가질 것인가를 예측하기 위해서는 먼저 그 골판지원지 자체의 내압력을 Check해볼 필요가 있다.

그런데 골판지의 골의 방향은 모두 抄紙機에서 초출되는 방향 (보통 이를 Machine Direction이란 뜻으로 MD방향 또는 Y방향이라 부르고, 그 직각방향을 Cross Direction이란 뜻으로 CD방향 또는 X방향이라 부르며 종이의 두께 방향을 Z방향이라 부른다)에 대한 직각방향이므로 상자가 받을 수 있는 상하 방향압축강도는 원지면에서 볼 때는 모두 CD방향이 된다. 이를 그림으로 표시하여 보면 아래와 같다.

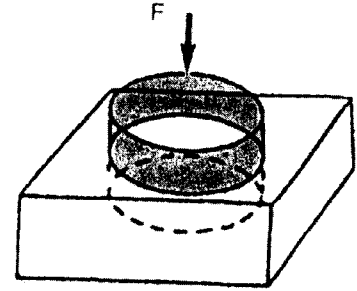


그래서 원지의 압축강도는 CD방향 압축강도가 중요하다. 그런데 0.5m이하의 얇은 종이를 일직선상으로 유지 하면서 가압하기에는 불안함으로 所要長의 시료를 하나의



시료의 공칭두께보다 150%이상 170% 이하인 넓이를 유지할 수 있도록 내륜을 교환사용할 것이며, 내륜은 중앙부 하측 Pin을 중심으로 원활하게 회전할 수 있어서 시료를 접선방향으로 삽입할 때는 내륜이 자연스럽게 회전해줘야 한다.

內輪과 外輪이 만드는 試料 維持溝의 低面은 絶對直角狀일 것이며, 試料支持溝의 低面과 外輪의 上面平行度는 ± 0.0127mm 以內일 것.



RCT-Ring Crush Test for measuring the resistance of paper and paper-board to edgewise compression. A special jig is used during the test to hold the test piece in a ring form.

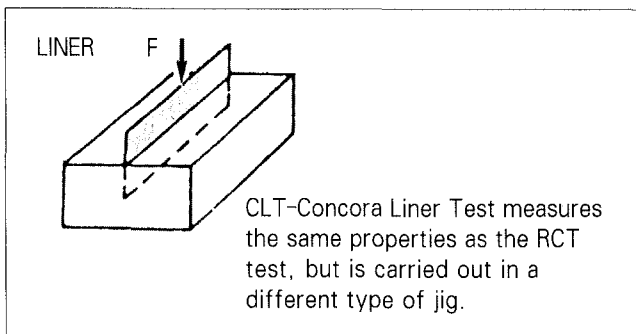
원형으로 만들어 안정하게 한 다음 가압하는 방법을 선택함에 따라서 원형붕괴시험(Ring - crush)이라 부르고 있다.

이때의 시료는 6"(152.4mm)장에 1/2"(12.7mm)의 시료를 사용하되 이것을 다음의 그림과 같은 원형시료유지기에 삽입한다.

이 Ring Crush Tester는 두께 0.28m/m~0.051mm의 판지용이므로 이 두께 이외의 판지는 비교적 시험치의 신축성이 적은 것으로 보고 있다.

가압용 Anvil의 가압력과 그 가압속도는 25 ± Lbf/sec 기준이며 상하 양가압판의 표면은 평滑해야 하고, 그 평행도는 1/2000 이내를 요하고 있다.

가압용량은 250 Lbf와 500 Lbf의 二種이 있으며 시료의 절단은 양단의 폭차가 0.015mm이내가 되도록 해야하고 試片은 Felt Side가 內側에 있도록, 그리고 외측에 있도록 구분해서 각기 10회 정도 측정 평균치로 한다.



### 9-1-5. CLT(Concora Liner Test)

이것도 Container Coporation of America 社가 개발한 실험방법인데 liner를 다음 그림과 같이 시험편지지대에 삽입하고 가압할 때의 응력으로 표시한다.

Sample은 RCT용과 동일하나 안정한 원형이 아니고 수직으로 세워있는 것을 가압하게 됨으로 대단히 불안정하며 실험상의 오차가 심하다.

liner의 두께가 변함에 따라 삽입골도 조절해야 되고 그 평행도의 유지도 어려워서 대부분이 RCT로 다음과 같이 계산한다.

$$CLT(kgf) = 3.423 + 0.0005827 \times (RCT)^{2.748}$$

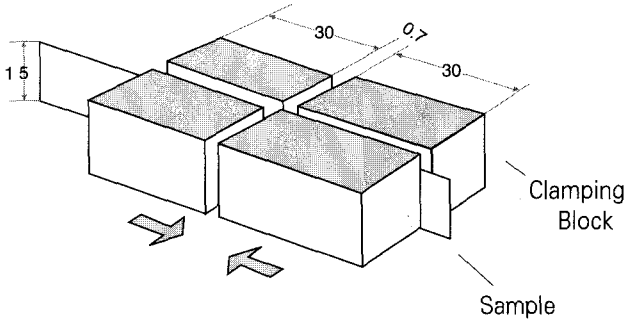
이 liner의 Concora값(CLTL)은 Maltenfort가 CLT값을 가지고 상자의 압강을 도출하고자 다음과 같은 공식을 만들었으나

$$\text{예. } A/F = 5.8 \times \text{長} + 12 \times \text{幅} - 2.1 \times \text{高} + 6.5 \times CLT + 365$$

상자 압강에서 중요한 인자인 골심지를 무시한 계산법으로 오차가 많다. 그래서 이 방식은 이용되는 경우가 적다.

### 9-1-6. SCT(Short span Compression strength Test)

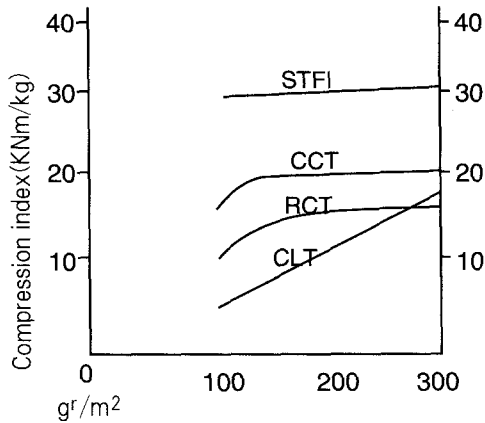
RCT(Ring Crush Test)에서는 Sample을 Ring에 끼워 넣은 상태에서 상하의 Sample 평행도 유지가 대단히 어렵다. 그래서 실험치의 오차가 많다. 이런 점을 개선키 위하여 STFI(Swedish pulp and paper Research Institute)에서는 120mm(4.75")×15mm(0.6")의 Sample을 다음



**9-1-7. PAT (Pin Adhesion Test)**

완성된 골판지 Sheet의 골 사이로 Pin을 끼워 다음 그림과 같이 접착된 골판지를 분리할 때 소요되는 힘으로써 접착강도를 실측한다.

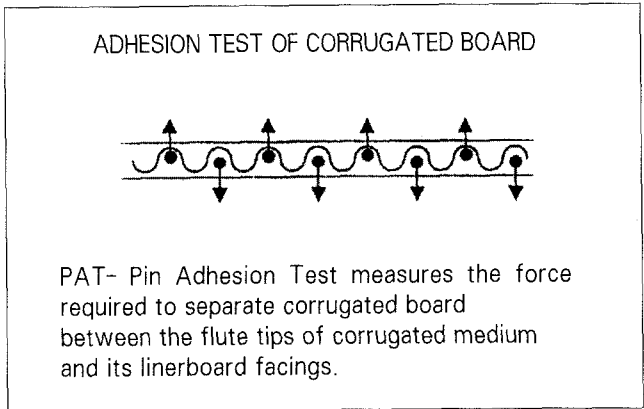
현재의 물류실태하에서는 片側접착력이 A - Flute에서 18kgf(5.0cm×8.5cm = 42.5cm<sup>2</sup>)는 유지되어야 하는데 이것을 단위 cm<sup>2</sup>당으로 보면 0.42kgf/cm<sup>2</sup>에 해당된다.



CCT, RCT, CLT의 응축력을 평량으로 除한 Compression index의 Graph

의 그림과 같은 2개의 Clamping Block에 끼워넣고 화살표 방향으로 가압하여 변형점의 가압력으로 응축력을 표시하고 있다.

평량은 100~400g/m<sup>2</sup> 내의 판지류  
 Compression length는 0.5mm  
 Clamp의 Clamping力은 75 PSI  
 응축내력의 범위는 0~300N(70Lbf)



**공장이전공고**

**거봉산업**

전주소: 용인군 수지면 동천4리 419-1  
 현주소: 경기 군포 금정동 170-1  
 T: 034357-0311 F: 034357-0312