小容量引裂試験機*

沢 学 本 間 亨 二**

The Elemendorf Type Tearing Tester of Small Capacity

Manabu Sawa and Kyozi Honma

According to JIS or TAPPI Standard, limit of internal tearing strength should be restricted more than 20 grams. In order to obtain reliable values in testing small strength samples, a new method was devised so as to restrict the swing energy. For this purpose, an auxiliary pendulum has been attached to the opposite position of the swing sector. Five types of pendulums, having the capacities of 1/4, 1/8, 1/16, 1/32 and 1/64 for standard swing energy, have been arranged. Satisfactory results were obtained for testing thin or weak sheets, having the tearing strength under 20 grams, applying the auxiliary pendulum of 1/4 capacity employing 4 or 8 sheets.

1. 緒 言

JIS 規格¹⁾ 引裂試験機で測定される引裂度には一定限界があるので、試料の種類は自ら制限される。これがため特に強い試料に対しては2倍容量の測定が可能のように振動エネルギーを増加する工夫を施したものが^{1,2)}、また特に弱いもの、あるいは単葉を試験するため別機構によって測定するもの^{3,4)}がある。現行の試験機を用いて弱い試料を試験するときは1回分10枚ときに100枚以上も重ね合わせねばならず、それを何回も行うことは誠に繁雑に耐えないでしかも測定値は正しくない。この問題に対処する目的で振り式エレメンドルフ試験機を小容量に特製して実験を行い、その解決の資料を得ようとした。

2. 特製試験機

2.1 構 造 (図-1)

扇形振子は厚さ4mmのアルミニウム板を用い、

図-1 振り子とおもり

1:振り子 2:目盛板 3:分銅 4:眞鍮丸棒
5:試料取付具 6:指針 7:軸心
G: 重心 (54mm) P: 垂直線

垂直線 (図-1. P) の正反対側に直径 12mm の真ちゅう丸棒を植え込み、その先端、軸心 (図-1.7) から約 175mm のところに振動規制分銅をねじこみ固定するようにした。真ちゅう丸棒の重量は約 160g、振子は 1540g、その重心 (図-1. G) は軸心から垂直線上 55mm の点、振上げ角度は 70°、振子のポテンシャルエネルギーは 5.57 kg/cm である。この振動エネルギーを分銅 (図-1.3) で規制する。振動規制の分銅は5種類 (表-1) を用意し、これらを交換すれば普通機 (JIS 規格試験機) のポテンシャルエネルギー13.76

表1 振動規制分銅

換算率 (枚数)	記号	分量 g	容量 g
4	[4]	257	1/4
2	[2]	346	1/8
1	[1]	433	1/16
0.5	[0.5]	475	1/32
0.25	[0.25]	500	1/64

kg/cmに対し容量がそれぞれ 1/4, 1/8, 1/16, 1/32, 1/64 となるようにした。表1に各分銅の重量を示したが、

これは軸心から 175mm の点において振動規制に要した重量である。換算率とは、特製機で得られる1枚当日盛読取平均値にその数を乗ずれば、普通機による引裂度 (目盛読取平均値×16÷枚数) を得られる関係数字である。

表3 枚数と引裂度 (クラフト紙)

枚数	引 裂 度	
	A 種	B 種
1	117	81.6
2	112	68.5
3	117	73.3
4	120	76.0
5	118	70.4
6	126	70.6
7	133	73.1
8	122	70.0
9	131	76.4
10	126	75.2
11	130	84.3
12		74.6
13		76.3
14		77.7
15		77.8
16		82.0
17		83.9

2.2 普通機と特製機の実測値
普通機と特製機との各々の実測値を求めたところによれば、普通機でクラフト紙6~8枚を重ねたときの実測値の平均は 82.1g となり、特製機で同じ試料を [4] 分銅で1~2枚を重ねて、実測値の平均を求めたところ 81.3g となった。また模造紙では普通機により2~30枚を重ね平均 26.7g、特製機で [1]

* 原稿受付 32.3.8

** 日本専売公社・中央研究所

図 2 普通機重ね枚数と引裂度変化

分銅を用い1〜3枚の重ね平均 26.5g となった。これらは完全な一致ではないが、普通機に対し小容量機を論ずる場合相対的な関係から逸脱しない限り、特製機の数値による判断には誤りを犯さないであろうと見做した。

3. 実験結果

3.1 普通機による重ね枚数と引裂度

実験条件は、25°C, R. H. 60% で、重包装用クラフト紙 A, B 2 種を用いて普通機により、試験片の重ね枚数による引裂度を調べた。表-3、図-2 にその結果を示す。この結果によれば重ね枚数が増すにつれて1枚当りの引裂度は少しずつ大きくなる傾向を示した。76 mm の長さで、43 mm を引裂くと、振り離される方の試験片の上側面は振子の側面を押しつけるように折れ曲る。このときは引裂はまだ完了しておらず、この状態は引裂を妨げることになるから振動に抵抗する結果となる。(図-1 の S は試験片が振子にふれる有様を示す)。普通引裂かれる状態は上述のようで、これは常に同じように再現されないときに図-1. S に示すのと逆な折曲りを示すこともある。このようなときは引裂線はひどく乱れ、指針も異常な目盛を指す。測定機の作動機構は十分規制されていても、引裂かれる状態は存外複雑であるから一定条件下での測定は行われ難い^{2,5)} ものと認められた。

3.2 試験片の長さで引裂度

たばこ用巻紙 (50型) (俗にライスペーパーという) のため方向試料を用い特製機によって試験片の長さを異にする場合の引裂度を調べた。幅はすべて正しく 63mm であるから引裂距離は 43mm である。長さは 30mm, 45mm および規格の 76mm の 3 で、振動規制の分銅は [4], [1] および [0.25] を使って実測した。その結果を表 4 に示す。試験片の重ね枚数がある程度になると引裂の乱れが起きて測定不能になる。また順調に正しく引裂かれたとき重ね枚数が多すぎると

表 4 試験片の長さを異にする引裂度試験

分 銅	特 製 機						
	[4]			[1]		[0.25]	
長 さ	30mm	45mm	76mm	30mm	76mm	30mm	76mm
重ね1枚	9.0	9.3	9.0	9.0	9.3	8.8	9.3
2枚	9.5	9.0	9.0	9.1	9.6	9.5	9.6
3	9.6	9.0	9.3	8.8	9.0	不能	不能
4	9.6	9.5	9.0	8.2	9.0		
5	9.5	10.0	9.6	8.3	9.7		
6	9.1	10.0	10.0	9.0	9.5		
7	9.5	10.1	10.3	8.6	乱れ		
8	9.0	9.8	9.8	9.3	不能		
9	9.3	10.0	9.8	8.9			
10	9.1	10.2	10.4	9.2			
11	9.8	—	—	9.5			
12	—	—	—	9.2			
15	9.9	10.3	不能	不能			
20	10.1	不能					
25	9.8						
30	不能						
平均	9.5	9.7	9.6	8.9	9.4	9.2	9.5

備考 試験たばこ用巻紙 (50型)、たて方向の引裂、25°C R. H. 65%
測定回数 5〜10 回

スケールオーバーして測定不能になる。分銅 [1] で引裂度 8.9 g のものを測定し、重ね枚数を 10 とすれば目盛は 89, 11 枚で 97.9; 12 枚で目盛限外となる。この実験では試験機の容量が小さくなると、即ち分銅が [4] から [0.25] につれて測定不能の目盛が 100 より若くなる。つまり重ね合せ枚数が十分目盛限度内に入

図-3 試験片の長さで引裂度

るようになっていても引裂が完結せず途中で停止した。これは [1] や [0.25] の分銅ではこの試料の引裂度と均合はなかった。引裂度 9 g 程度の試料では [1] 分銅以下では容量が小さすぎるのであった。

試験片の長さで引裂度との関係について表-4 中の平均値をみると 76mm のときが、30mm のときよりいずれも大きい。試験片が長いと引裂かれるとき、その側面部分が振子に当り、振動抵抗が増して数値が大きくなるのがこれで認められる。普通機のととき同じ

ように重ね枚数が増すと、この場合も、数値の増大がみられる。しかしこの場合の長さ 30mm の試験片は振子に触れるようなことはなく、振動抵抗は起らない。したがって重ね合わせによる数値の増大は長さだけの問題でなく試料の重ね合わせのため、その重量増加も関係すると考えねばならない。

4. セロファン引裂試験

AB 2 種のセロファンについて、特製機による実験をした。表-5 にその結果を示し、図 4 に分銅 [4] を用い A 種試験片長さ 76mm のときの重ね枚数と 1 枚当りの数値の関係を描いた。

図-4 セロファン重ね枚数と引裂試験
試料 A 種分銅 [4] 長さ 76mm

この結果によれば長さ 76mm のときの平均値が分銅 [4] で 9.7g, 30mm のとき分銅 [1] で 7.0g, 分銅 [0.5] で 7.4g で、分銅は異なるが、76mm と 30mm のときの差は大きい。セロファンのような腰の弱いものでも引裂度が小さければ影響はかえって大きい。分銅 [1] と [0.5] についての差は、これだけの実験結果では論ぜられない。

表-5 長さ別によるセロファン引裂試験

枚数	セロファン		
	A 種 分銅 [4] 76mm	B 種 分銅 [1] 30mm	C 種 分銅 [0.5] 30mm
1	9.2	7.3	8.0
2	8.6	6.3	7.3
3	9.6	6.7	7.3
4	9.8	7.3	7.3
5	9.7	7.1	7.2
6	10.0	7.2	—
7	10.4	—	—
8	10.4	—	—
9	9.9	—	—
平均	9.7	7.0	7.4
測定回数	2-3回	2-3回	9回

5. 考 察

5.1 特製機を用いて実験を行い考察を行い得る結果を得たが、この試作機の性能を発揮するには製作を更に精密にすべきことを知った。小容量の測定のため、振動を規制することとし分銅を用意した。その種類は [4], [2], [1], [0.5] および [0.25] で、普通機との容量関係は 1/4, 1/8, 1/16, 1/32 および 1/64 である。本機ではこれらの分銅を交換式とし、ねじ込みによって所定の位置に固定したが、逆振子の重心点が分銅の種類によって僅かに偏倚しているようであった。

5.2 小容量の特製機もその機構上から普通機と

同様に試験片の重ね合わせの影響がみられた。普通機にて測定すべき引裂度の範囲を JIS 規格に則って定めると、最大は 4 枚にて目盛 60 を示すもので、これは引裂度 240g のものである。最小は 16 枚重ねて、目盛 20 を示すもので、この引裂度は 20g のものである。重ね枚数を 16 以上とすれば最小限度はさらに低くなるが、このとき得られる数値は信頼しがたくなる。よって引裂度の低いものに対して、振子式引裂試験機を用いて、その妥当な測定値を得るためには同じ機構をもつ小容量の試験機を必要とする。たばこ用巻紙の引裂度は 9.5g 程度であり、セロファンは 7.0g 程度で共に分銅 [4] を用いて妥当であった。即ち 10g 前後のものは容量 1/4 が妥当と見られた。15g 程度ならば容量 1/2 (この実験ではこの分銅は用意しなかった) のものが都合がよいと推定される。また若し 5g 以下の小容量のものを必要とするならば 1/8 容量 (分銅 [2]) あるいはそれ以下のものを妥当とするが、容量が小さくなる程上皿天秤から調剤天秤、さらに化学天秤へと精密な構造を必要とすることとなる。セロファン程度ならば分銅 [2] が適当である筈であるが、20g 以下のものを測定するためには [4] 分銅即ち 1/4 容量で、実用上差支えないと認められた。重ね枚数は 10g 以上のときは 4 枚、それ以下は 8 枚とすることが 1/4 容量では適当である。即ち特製機は目盛 20~50 で測ることが正しい測定値を与えるものと考えた。

5.3 試験片の長さは 76mm とされているが、特製機によって長さによる影響を研究してみると、76mm では試験片が振動を妨げることを観察したし、また実際にそれを証明する数値も得られた。この振動妨害は巻紙では表 4 に示したように 0.1g (分銅 [4]), 0.5g (分銅 [1]) および 0.3g (分銅 [0.25]) 程度であったが、セロファンでは表-5 に示したように 2.7 ないし 2.3g で差が大きかった。長さによる比較測定は普通機では行わなかったが、クラフト紙や模造紙などは腰が強く試験片が折曲り、互に摩擦し合う抵抗が影響するのであり、振子に触れても普通機の引裂振動エネルギーが大きく、試料の折曲って振動を妨げる抵抗は無視されてよいものであろう。この研究ばかりでなく、試料不足のため、長さ幾分不足のもので測定を行った経験があるが、腰の強い厚い紙では数値の大きい変動は認められなかった。これらのことから弱い引裂度の試料は理論上は試験片の長さを出来るだけ小さくし、試料の重量による影響を小さくすることを知った。しかし基準を求める意味で 76mm の 1/2 すなわち 38mm でも振子と触れる処をえぐり取ると共に、両クランプ

(670頁へ続く)

第 11 図 溶液の透過率測定装置

率が求められます。この場合白色標準や未染色紙を用いて 100% 調整を行います。

反射率と濃度との関係は Kubelka と Munk の法則が適用されます。即ち

$$F(R) = \frac{(1-R)^2}{2R}$$

反射率を R (% 表示でなく 100% を 1 とした数値), $F(R)$ を R function 又は K/S function と言って濃度に比例する函数ですが濃度比較には原紙の反射率による補正が必要で原紙 (未染色紙) の R function を $F(R_0)$ とすれば補正值は $F(R) - F(R_0)$ となります。

第 12 図は 365m μ のスペクトルにおける whiteness BB, BK conc. の染色濃度と R function の関係を示したもので同時に理論的なグラフを点線で示しました。これより whiteness BK conc は 0.4% BB は 0.3% 位まで

は実際と理論値が一致しておりこれ位の染色濃度以下であれば反射率より求めた $F(R)$ と濃度とは大体比例します。
(本稿 続 く)

小容量引裂試験機

(659頁より)

の境界線を振子背面から約 20 mm 遠ざければ差支えないことは 45mm の長さの実験結果から推定された。

6. 結 論

6. 1 特製機の性能は小容量引裂試験に適應していることを知った。

6. 2 20g 以下 5g 程度のものは容量 1/4 で実用され得ると推定された。

6. 3 容量 1/4 程度の場合の試験片の重ね枚数は 4 枚か 8 枚を基準とし、長さは 38 mm とし、幅は JIS 規格 63mm を用いることが適當であると認められた。

文 献

- 1) JIS P. 8116, 1952

- 2) TAPPI T 414 m-49
- 3) Modern Packaging P. 119 Nov. 1951
- 4) Korn, R. u. Burgstaller, F.: Papier u. Zellstoff-Prüfung 2. Auf. P. 202-3, 1953
- 5) Casey, J. P.: Pulp and Paper P. 835-6 Vol II 1952

正 誤

本誌 Vol. 11 No. 6 (1957), 昭和 32 年 6 月号頁 390 一緒言の上部の文 (現行規格の引裂強さ試験機は……小容量引裂強さ試験機の利用価値を知ることを得た) は削除。頁 390—脚註「大蔵省煙草専売局」は「日本専売公社」に改む