

繊維板の曲げ強さの簡単な計算法

新 納 守

繊維板ことにハードボードの生産に従事している場合には、その製品の品質保証のために毎日の製造ロットから抜き取った試験体からの材質試験の数量は相当なものになる。品質管理のために必要な特性値群は、厚さ、比重、曲げ強さ（正確には曲げ破壊係数であるが、以下、曲げ強さという）及び吸水率がその主要なものであろう。これらの代表的な特性値群のうちで、特に試験のくり返しの数が最も多く又、計算の最も面倒なのは曲げ強さである。

実際に、増山が云っているように、われわれ実務家に必要なのは数値計算した結果そのものであって、その途中の演算ではない。¹⁾従って、結果の精度を落さずに出来るだけ簡単な計算が望ましいのは当然であろう。こういった目的で、今までに出された曲げ強さの簡易計算方法には、共点図表、²⁾共線図表、³⁾専用計算尺、⁴⁾及び計算補助表⁵⁾等を使用する方法があるが、われわれはさらに簡単な計算方法を使っているので紹介する。

使用器具：A、B尺とC、D尺が同一面にある計算尺を用いる。われわれは長さ50cmの計算尺を使用している。（例えば、長さ50cmのヘンミ製計算尺には、No.70、No.154、No.275D、及びNo.279Dがある）。

操作：A尺に破壊荷重の（P kgw）をカーソル線に合せる。滑尺を動かしてこのカーソル線にC尺の厚さ（d cm）を合せる。B尺の3.21にカーソル線を合せ、それに対するA尺の値を読む。これが求める曲げ強さである。われわれはB尺の3.21の箇所に赤色のゲージ・ラインをあらかじめ刻入して、この操作のカーソルを動かす手間をさらにはぶいて計算を行っている。

この方法によると特別な計算図表及び計算器具等を必要とせず、普通に市販されている計算尺を用いて、殆んど直截的に試験片の破壊荷重と厚さから曲げ強さを求められるので演算途中の誤差の伝播が小さく又、計算操作も極めて単純であるという利点がある。

ただし、計算尺は対数尺であるためにその目盛りの読みとりちがいと、A尺とB尺、C尺とD尺とは同一目盛りなので誤用しないように充分注意を払う必要がある。又、この方法を適用する際の最大の難点は、試験片の巾の許容差を可能な限り小さく、かつ常に管理状態に入るように裁断・調製することである。

原理と精度：（1）式に曲げ強さの計算式を示した。日本工業規格のハードボードの場合にはこの（1）式でL = 15cm、b = 7cmと規定されているので（1）式にこれらの数値を代入すると（2）式になる。一方、計算尺のA、B尺はC、D尺を $1/2$ に縮めたものを2本つないで対数尺であるからC、D尺と組み合わせて平方を含む計算に用いるということを利用したに過ぎない。

$$R = (3 \times L \times P) / (2 \times b \times d^2) \quad (1)$$

R：曲げ強さ [kgw/cm²]

P：破壊荷重 [kgw]

L：スパン長 [cm]

b：試験片の巾 [cm]

d：試験片の厚さ [cm]

$$\begin{aligned} R &= (3 \times 15 \times P) / (2 \times 7 \times d^2) \\ &= (45 \times P) / (14 \times d^2) \\ &= 3.21 \times P / d^2 \end{aligned} \quad (2)$$

結局、この3.21という係数は $(3 \times L) / (2 \times b)$ であるから、たとえ将来L/bが変ったときには、そのときに一度だけ $(3 \times L) / (2 \times b)$ を計算しておいて、その値に対するA尺を読みとればよく、共点・共線図表、専用計算尺及び計算補助表のようにL/bが変る度に、改めて起りうる全部の範囲について計算・作

製し直すというわずらわしさは全然ない。

実際の場合について、25コのMボード、Tボードの曲げ強さを(1)式で手動計算機を使って計算した結果とこの方法で計算した結果及び計算補助表と計算尺の組み合わせによる計算値の比較を第1表に示した。表の値はそれぞれの方法の差を明らかにするために、とくに25コの曲げ強さの総和で表わした。この方法による値が補助表を使った場合よりも計算機での値に良く合っていることが認められるだろう。尚、補助表による値が大きいのは表を作製する際の途中の丸めの影響が入ってきているためである。

第1表 計算方法による曲げ強さの合計値の比較

ボードの種類	試験片数	手動計算機による場合	この方法による場合	補助表と計算尺の場合
M(S1S)3.5mmS	25	11,300	11,303	11,309
T(S2S)3.5mmS	25	10,633	10,626	10,650

直接測定したP, L, b, d, のそれぞれの精度が、計算されたRにどの位の誤差を与えているかを次に示そう。

(1)式で直接測定精度が結果の精度に及ぼす程度を示す式は次の(3)式で与えられる。今、例えば、厚さ3.5

$$(\Delta R/R) \leq (\Delta P/P) + (\Delta L/L) + (\Delta b/b) + 2(\Delta d/d) \quad (3)$$

第2表 直接測定結果と精度

記号	直接測定値	精度	単位
P	18.1	0.1	kgw
L	15.0	0.1	cm
b	7.01	0.04	cm
d	0.356	0.001	cm

mmのS2Sハードボードの曲げ強さを算出しようとしてd, b, L, Pを測定したら上に示す第2表のように出たとする。それぞれのΔは直接測定精度、換言すると測定時の最小1目盛と考えればよい。このときのRを(1)式で別に計算するとR=458.398385...となる。第2表の値を(3)式に代入すると次のようになり、%で

表わした相対誤差に換算すると0.0023516×100≒2.4(%)、

$$\begin{aligned} (\Delta R/R) &\leq (0.1/18.1) + (0.1/15.0) + (0.04/7.01) \\ &\quad + 2 \times (0.001/0.356) \\ &= 0.005525 + 0.006667 + 0.005706 + 0.005618 \\ &= 0.023516 \rightarrow 2.4(\%) \rightarrow \pm 1.2(\%) \end{aligned}$$

最大±1.2(%)の誤差があることを示している。ΔRを算出してみると

$$\begin{aligned} \Delta R &\leq 0.023516 \times R = 0.023516 \times 458.398385 \dots \\ &= 10.779696 \dots \\ \therefore \pm \Delta R/2 &\leq 5.389848 \dots \end{aligned}$$

となり、R=458 kgw/cm²の正数第1位の8にすでに大きくとも±5 kgw/cm²位の誤差があることがわかり、従ってRの小数以下の数字は全然意味のない数字となる。

一般に、計算尺は目盛りによる計算器具の一種、つまりアナログ・タイプであるために必然的に誤差を生ずる。従って、概算専用という考え方がどうしても抜けず、使用に抵抗を感じるものであるが、第3表に示した、検定規則⁹⁾で認められている相対誤差内で十分な精度の場合には大いに活用すべきものであると考える。

第3表 検定規則で認められている計算尺の相対誤差

計 算	相 対 誤 差 (%)
2 数間の場合	± 0.28
3 〃	± 0.32
4 〃	± 0.35
5 〃	± 0.37

文 献

- 1) 増山元三郎：オルルク掛算表 日科技連(1963) p.i
- 2) Defibrator AB: Catalogue 310-20E: 5.50 Fig.11
- 3) 新納：未発表
- 4) I. R. Stillinger: FPJ 8,36A (1958)
- 5) 新納：本誌 10,111,17 (1961)
- 6) 計算尺ハンドブック ヘンミ計算尺(1964) p.86