

データの出し方、使い方

富山県林業技術センター・飯島泰男

【ウッドミック 1990.9 所収】

なぜか「木工機械展」特集に関連する原稿依頼が小生の手許にやってきた。曰く「学識経験者の立場で」と。

「機械」には、全くといっていいほど詳しくはなく、また、あまり「学識」が豊かとも思えない。その点では多少の違和感はあるのだが、「日頃、飲みながら喋っていることでも書け」ということなのだろう。それでお引受けした。ただし、生産機械に関してはよく知らないので、ここでは一切触れないことにする。

1. コンピュータ

最近の試験機は

測定機械でコンピュータが内蔵されているものがある。コンピュータといっても、比較的簡単なプログラムが予め用意されている専用のものから、パソコンを接続しているものまで様々である。

我々が頻繁に使ってきたのは、いわゆる強度試験機である。かつては機構的に実にシンプルなものあり、少々のトラブルは、直す気になればなんとか収まった。主に実大実験に使ってきたアムスラー型など、かなり荒っぽい使い方をして、油漏れが気になったくらいで、計測に支障をきたしたことは、めったになかった。無論、毎日使っているわけではないが、設置後もう 20 年以上になり、多分元はとっているはずである。

ところが最近のものかどうか。我々が使っているものに限っていえば、実験途中で誤動作はするは、トランジスタは飛ぶは、クロスヘッドは止まるは……。駆動部から妙な臭いがし、煙がシュワー、のときには、さすがにびっくりである。

当方だけではない。どこやらの試験場でも、実大規模の実験の途中で突如コンピュータの全面ストライキが敢行された、という話を聞いている。

これらは、ハードウェアの問題であり、はっきりいって設計ミスである。中を覗いたところで、素人にどうにかなる代物でもなくなったが、とにかく修理すればよいことには違いない。事実、部品を入れ換え、その結果、支障は「かなり」なくなった。もっとも、遅い、高い、一度では直らない、と三拍子揃ったメンテナンス体制では、「全く」ではなくとも、諦めざるを得ない。いちいち業者を呼ぶのも面倒くさいので、騙し騙し使っている、といったところである。

ここで思い出したのは、某国の自転車屋の話であった。そこでは、店員は「買われましたら、まず修理屋さんにお持ちになって下さることをお奨めします」というのだそうである。本当かどうか知らないが。

バグ

しかし、もっと困るのはソフトウェアのバグである。

測定機にはデータを処理する機能を有したコンピュータが内蔵されている。これは同一実験を大量に行うときには実に都合がいい。なにしろ、いくつかのファクターをキー・インし、供試材をセットすると、あとはまさに自動的である。それこそ MOR、MOE など、寝ていても計算してくれる。ご丁寧に平

均値、標準偏差まで出してくれる機能もある。初めは「随分進んだものだ」、と感心していたくらいである。

あるとき、ふだん使ったことのないモードで実験を行った。材はスギのラミナであった。結果をみると、 $MOE=120,000\text{kgf}/\text{cm}^2$ 前後。「県産スギでも結構高いのがあるんだなあ」と思って続ける。しかし、次から次からそんな数字が連続する。「こりや変だ」ってんで、設定ミスがないか調べるのだが、とくに間違いは見当たらない。MOR はいわば常識的な値なのだし。

たどりついたのはマニュアルにある計算式であった。そこでは、係数の「2」が見事に落ちていたのだ。正解は $MOE=60,000\text{kgf}/\text{cm}^2$ 前後、読取り専用記憶装置 (ROM) 自体のミステイクだったのである。

これには後日談があるのだが、さておく。

ブラックボックス

「データ処理装置内蔵」というのは、最近では珍しくない。あって当然、なければ売れない、というご時勢である。だが、出てきたデータをどういう風に確認してきたのであろうか。もし、先の落ちていた係数が「1」に近い数字だったらどうだったであろう。恐らく見落としていたに違いない。いやそれ以前に、「変だ」と思わなかったらどうだったであろう。

これは案外使用者側の、すなわち我々自身の問題であるかも知れない。少なくとも、そのような機器を使い始めるときはもちろん、定期的に、信頼できる方法でキャリブレーションすべきであろう。公表してしまったあと「実は××社の試験機が狂っていましたので」では、むしろ研究者の資質が疑われる。

ただし、あまり他人のことばかり批判できない。発表原稿作成中に自作プログラムのバグに気付き、図表を作り直したり、結論までいじるはめになったことも珍しくはない。それも自分自身でやっているうちはまだしも、バグ入りプログラムが他人の報告に引用されたときには、さすがに冷汗ものである。

最近の研究は、データを出すのも処理するのも、かなりブラックボックスをくぐっていることは事実だろう。

コンピュータをゆめゆめ信ずることなかれ。

2. 解釈

気になるデータ

ほとんどの公設研発機関には依頼試験制度というのがある。我々のところの強度関係で目立つのは「認定をとるため」や「役所等へ性能保証資料として提出するため」の試験である。

木質材料でもユーザーからデータの裏付けが要求され始めてきていること、メーカーはそれを意識してかどうか、逆にデータを持って売り込みに入っていること、それら自体、まことに結構なことである。

しかし、間違っただけのデータが一人で歩き始めると、ちょっと困ったことになる。そして、その出所が、一定の権威を持っているときはなおさらである。

間違いといっても、いろいろなものがあって、誰がみても分かるものはむしろ罪は軽い。困るのは中途半端な間違い、あるいはそれを誘発しがちな表現である。

抽象的な話で恐縮であるが、これは本誌に掲載された一つの実験データとその解釈が気になったからである。

まず出典を明らかにしよう。それは本年の4月号P.49の表(図?)1,2である。ここではムク材(そう、まずこのムク材という言葉は嫌いである。はっきり「製材」というべきではないか)と集成材の強度比較がされ、その結論は、「梁せいが増加すると強度、ヤング係数とも低下する」とある。

これをどう解釈すべきであろう。筆者なりに少し考えてみた。

データの与える印象

表2 ムク材と集成材のヤング係数の比較

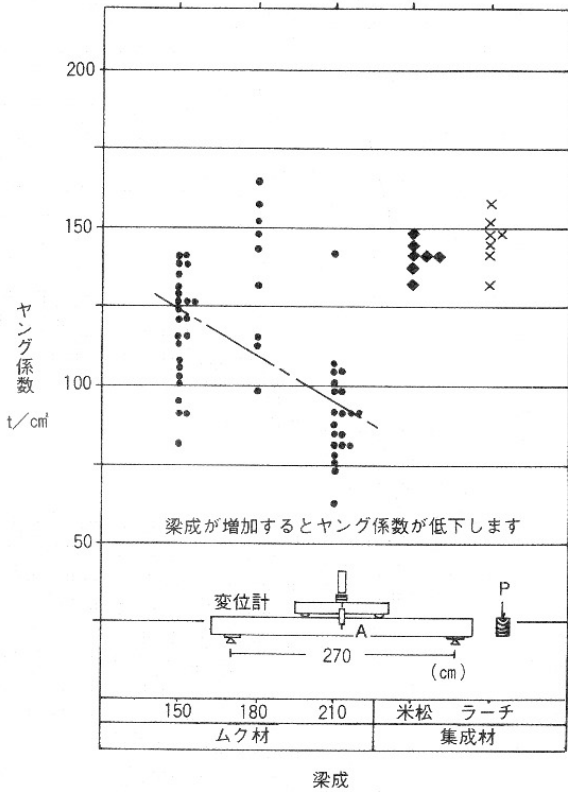
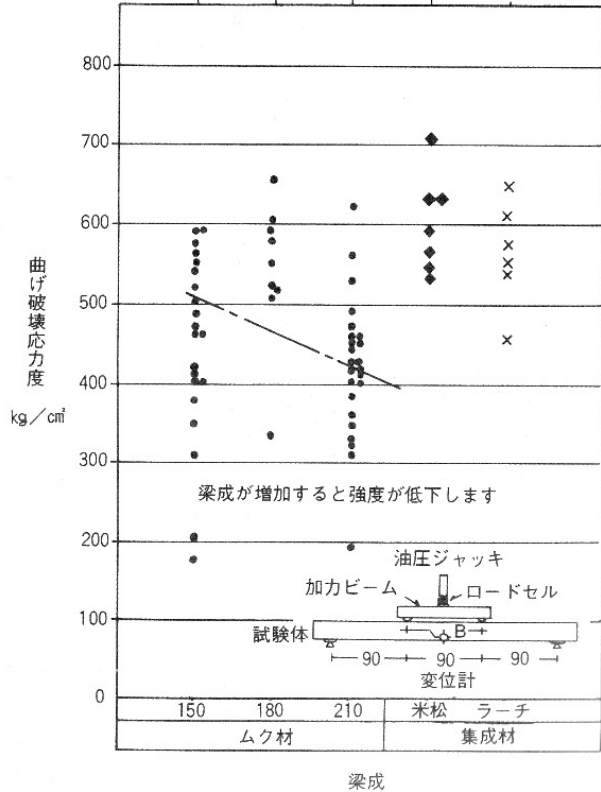


表1 ムク材と集成材の曲げ破壊応力比較



本表は製材と集成材の強度実験データの比較の形を採っている。印象だけいえば、まず表はフェアではない。あとでも述べるように、集成材として梁せいが増加すれば、ヤング係数はやはり低下するわけであるし、両者とも仕様、等級がはっきりしない。にもかかわらず、メーカーの宣伝手法としては常識的なことなのであろう、一見して集成材が製材より無条件に強度的優位性があるかのような表現になっているように思える。

断わっておくが、筆者は「集成材」を非常に重要な、いってみれば木質構造用材料の本命だと考えている。しかし、構造用集成材の売り方は、ここ十何年かは、製材との比較、たとえば「製材の1.5倍の強度があります」であり、鉄骨なりRCなりとの競争を避けていたように思う。

確かに規格では構造用集成材の1級は、普通構造用製材の1.5倍の強度を想定したものになっている。が、少なくとも集成材の良さは、単に製材より「強い」ことではなく、「強いものも弱いものも自由自在に作れること」「品質をコントロールできること」ではなかったのか。

ついでにいえば、集成材は、強いと思って作っても、そうではない場合も結構多いのである。接着すればなんでもかんでも強くなる、といったものではない。品質をコントロールできない、技術的に不十分なメーカーは将来が不安である。

話が逸れた。

本当？

まず、どういった材料を使ったかはさておき、梁せいが増加すると曲げ強度、ヤング係数は低下するのは本当なのだろうか？ 少し計算してみることにする。

図から判断すると、この実験はスパン 270cm の三等分点荷重で行われ、曲げヤング係数は全たわみから求められているようである。このとき、図 1 に示

した計算式によって曲げ強度 (MOR)、曲げヤング係数 (MOE) を求めることが多い。

まず MOR はどうだろう。これはグラフを眺める限り、なぜ「梁せいが増加すると強度が低下する」といえるか、正直いって理解に苦しむ。また、梁せい 18cm の材の突出はどう解釈したらいいのか。しかし、製材の曲げ強度は一般に梁せいの 1/9 乗に反比例、すなわち梁せいの増大に伴って低減傾向を示すといわれている。そこで、梁せい 18cm を基準にしたときの調整係数を求めてみると、梁せい 15、21cm では測定値に 0.980、1.017 を乗じなければならないことが分かる。

つぎに MOE である。データは確かに「梁せいが増加すると曲げヤング係数が低下する」といえないでもない傾向になっている。しかし、もし計算が図 1 に示した式によっているのだとすれば、一つ問題がある。それは、この MOE は実は見かけの値なのであって、より正確には剪断応力によるたわみを考慮しなければならないことである。そこで、真のヤング係数 E と剪断弾性係数 G の比、E/G を 16 として計算してみると、この条件では、

梁せい 15cm のとき、 $MOE=0.956E$

18cm のとき、 $MOE=0.937E$

21cm のとき、 $MOE=0.917E$

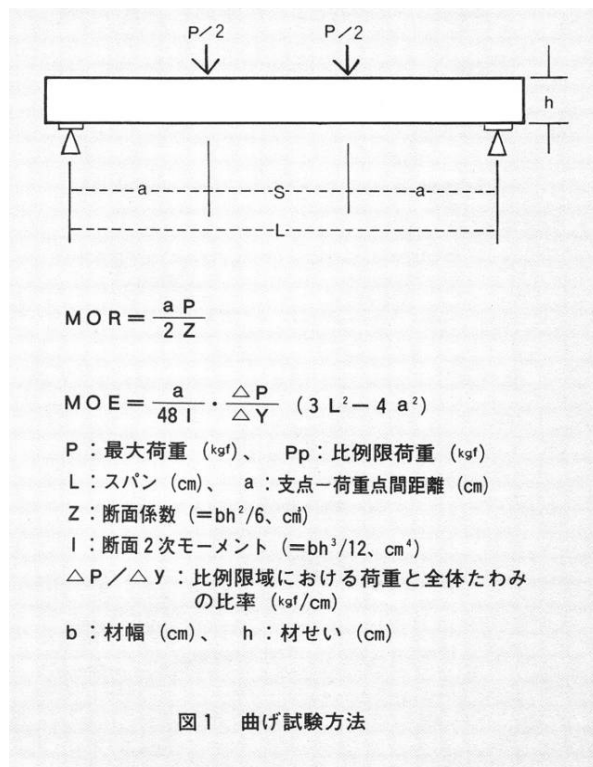
となる。

以上のように、MOR、MOE は梁せいの増加に伴って低下することは十分ありうる。しかし、この実験の範囲なら、いずれの場合でも、せいぜい数%の増減にとどまるはずであり、データに示された変動は、以上の計算結果のみからは説明しきれない。

せめて材料の性質くらい

しかし、そんなことがあるのだろうか。そこで材料、すなわち供試材の話になる。

まず、製材の樹種、品質、含水率が皆目分からない、のである。MOE の測定結果からみるとどうも



ベイマツらしいのではあるが、単にムク材ではどうにも困る。

供試材が、かりにベイマツであったとしよう。とすると、製材ではそのロットや採材方法が問題になる。これは梁せいの効果より、はるかに重要なことなのである。

現在、森林総合研究所や各県の林産関係試験場で行われた実大材の強度データが着々と整備され、ある程度のバンク化がされているのであるが、それらのデータから察すると、むしろ輸入材、たとえばベイマツ、ベイツガー日本の主要構造材ですゾ!—の品質的ばらつきの方が大きいように思える。強さだけみれば、スギなど問題にならないくらいばらつくのである。

したがって、供試材のサンプリング方法、比重、等級など必要不可欠な情報が記されていない以上、「梁せいが増加すると曲げ強度、ヤング係数が低下する」という結論は、かりに計測データが事実であったとしても「間違いを誘発しがちな表現」という意味で、記載には慎重を期すべきではなかったろうか。たまたま梁せい21cmの材の大半がベイマツのセカンドグロウスであったらどうであろう。

無論、これは研究論文ではないのだから、とくに目くじら立てる必要もない、という意見もあるだろうが。

ここで一服

ここまで書いて読み直してみた。が、この書き方自体フェアではないことに気づいた。印象でものをいうべきではない、もし分かるなら、オリジナルに戻るべきではないか、と。そこで、迷惑がられるのを承知で、あつかましくもデータの送付を依頼した。

実名を出して申し訳ない。先の資料の著者であるセブン工業の伊東氏の対応は、非常に快かった。氏の手許にあるオリジナルがファックスで至急送られてきた。そして「どう料理してもよろしい」とのことである。感謝、感謝、大感謝。

あつかましついでに試験場所まで伺った。なんと両者（試験機関は二ヶ所であった）とも、筆者が日頃懇意にしている仲間である。これじゃあ、あまりつまらんことも書けないな、と内心想ったけれど、この辺はすっきりしておいた方がよかろう。

ここまで書いた原文の大筋はそのままにしておくことにし、実験担当者にも少し情報を貰って、さらに続けることにする。

オリジナルデータ

データとそれに付随する情報は概ね以下のとおりであった。すなわち、製材は、

①業者からの持込みのベイマツ・セカンドグロウスとおぼしき材（未乾燥）、56本であること。ただし、比重、欠点の詳細などは不明。

②実験の目的が梁せいの効果を見ることにあるのではなく、むしろグレイディングの手法の検討にあること。

③梁せい18cmのみはかなりクリアに近い材であること（これは採材方法による強度差の検討のため、とのことである）。

また、集成材に関しては、

④いずれも業者の持込みの梁せい18cm（1体のみ24cm）、6プライの材、各5体、含水率は15%、平均比重はベイマツ0.53、ラーチ0.59であったこと。

⑤実験条件が製材と若干異なり、スパン 390cm、荷重一点間 150cm の 4 点荷重であること。などであった。なお、MOE の計算式はいずれも図 1 の記載のとおりであった。

若干の分析

これらの、新情報から何がいえるのだろうか。

まず、上記の③から、梁せい 18cm の材が強度的に高いことは、ある程度説明がつきそうである。

また、製材は未乾燥材であるから、集成材と対比させるには含水率で補正すべきであろう。一方、集成材に関しては、見かけの MOE は真の E より 3% 低下することになる。これらから製材の各強度値を、集成材と梁せい、荷重条件を同一にしたときの値に調整してみよう。それでもなおかつ集成材が強いとなれば、ここで初めて胸を張ればよいのだ。

ここで、含水率は ASTM の補正式を準用するとし、それらの補正係数を表に示すと次のようになる。

梁せい		15cm	18cm	21cm
M O R	含水率	1.23	1.23	1.23
	寸法	0.980	1.000	1.017
	計	1.21	1.23	1.25
M O E	含水率	1.14	1.14	1.14
	寸法	1.010	1.035	1.058
	計	1.15	1.18	1.21

このようにして、製材データを集成材と同等の実験条件に換算して、MOR と MOE の平均値を計算した結果は、

15cm のとき、MOR=550、MOE=136

18cm のとき、MOR=670、MOE=161

21cm のとき、MOR=521、MOE=112

(単位 MOR : kgf/cm²、MOE : 1,000kgf/cm²)

となる。

さらにばらつきの概念を入れ、解析を進めてみよう。以上の結果は、少なくとも「梁せいの増加に伴って強度性能が低下する」とは、断定的にいえそうもないので、製材全体を一括すると、製材、集成材(ベイマツのみ)の強度性能は以下のようなになる。

製材 MOR : 557 (132)、MOE : 130 (26.9)

集成材 MOR : 599 (69)、MOE : 135 (3.9)

ここで () 内は標準偏差である。ご覧のように、平均値はともかく、標準偏差は集成材がかなり少ないことが分かる。ちなみに、MOR の下限 5% 値を計算すると、集成材は製材の 1.34 倍となる。ここで初めて集成材の優位性が示された、といえるわけだ。

しかし、①②の点、すなわち「材料の基礎的性質が依然として不鮮明であること」と「実験の目的が違うこと」は、筆者の目からはどうも気になる。一応、集成材、製材の MOE はほぼ同等であるから、平均的な材質の差はあまりないように思うが、データを以上のように料理してみたところで、数字のマジックの印象を拭いきれないのは、そのためである。本来、異なったデータを比較するには十分吟味してから行う必要があるわけだ。

こうした点からみると、本項の前半をあまりいじる必要はないように思ったのだが、読者はいかが感

じられたであろう。

3. 不完全終止

自己紹介するのを忘れていた。

小生、肩書のとおり、一介の地方研究機関の研究者という存在である。まあ、つけてつけられない肩書もないことはないが、通常はこれで済むし、大体その方が本当の話が聞けてよい。

これまで主として進めてきた研究は、最近やっと目の目をみた木材のグレイディングである。もっとも、地方研究機関というのは本誌五月号に掲載された「鳥取工試」の例と同様、町医者的なところがあって、専門外のことで対応しなければならないはめに陥ることがしばしばある。だから、わらじは数足持っている。また、それでなければ勤まらない。

我々が進める応用的な研究は、少なくともなんらかの形で実用に反映しないと存在価値は半減（激減？）する。しかし「応用的研究」と「研究の応用」はダイレクトにはつながらない。たとえば、データをもとに「MOEはMORを推定する指標としては非常に有効なものといえる」というのは正しい。しかしこの事実を応用し「ヤング率だけを測れば実大材の強度はたちどころに分かる」となると、確かに一般には受けるだろうが、明らかに論理の飛躍、むしろ悪影響である。かのMSRだって、目視を併用しているのですぞ。

ここで例にひいた二つの内容は、たまたま手近にあったからで、とくに「けちをつけるため」に意図的に引用したわけではない。しかし、これらは研究を進める上での落とし穴と、それを応用する上で起こしがちな錯覚の一例であるといえないだろうか。と同時に、自戒の意味もある。筆者も何回か同じような誤りを犯した経験があり、そのときは素直に「ゴメンナサイ」と言うことにしてきたが、それでは済まないときが増えてきたからだ。

以上、「機械」とはあまり関係がない、何かおさまりの悪い結末になってしまったようだ。まあ、飲んでいるときの話は大体こんなものである。

ん、性格？ ここまで読んでいただいたので、多分お分かりのことだろう。「文は人なり」だそうですから。