

記念講演会

と き 昭和 45年 8月 27日

ところ 旭川市拓銀ビル8階

記念講演会における3氏の講演の録音筆記から要約をここに掲載する



建築材料としての木材

北海道大学農学部教授

沢 田 稔

近年住宅産業の進展はきわめて目ざましいものがあり、木材産業も、その重要な担い手の一つとして世の注目を集めている。もともと、木材利用の第一は住宅用材であることにちがいはないが、これまで、比較的豊かな資源に恵まれてきたこともあって、その利用方法を十分に検討してきたとは言いがたい面もあるように思われる。すなわち、建築材料として木材を見るばあい、その使用条件にてらして、どのようなことが求められているか、また、木材とは材料的にみていかなる特質をそなえているものであるか、さらに、具体的な例として、柱、梁および床板などについて、その設計基礎となる変形や強さをどのように評価したらよいかなど、われわれがいま見直しておくべき事項はかなり多いように思われる。

1 建築材料として木材にもとめられる条件

1.1 形状・寸法の安定性、木材のばあい、形状・寸法の変化は、主としてその使用条件のもとでの温湿度変化にもとづく吸脱湿に伴って起る伸びや縮みが原因となる。これが、材の木取りや、節、あて、その他

木材固有の欠点により異常な狂いをひき起すことにもなる。また、この狂いには、巾ぞり、弓ぞり、曲がりおよび抜けなどがあり、それらが、少くとも施工時に矯正不可能な程度であれば、建築材料として不適當である。それ故、木材は十分に乾燥されていて、形状、寸法の安定性を有し、その使用条件に耐えるものでなければならないわけである。

1.2 剛性・強さに対する信頼性、建築に使用される木材は、木構造設計規準に定められているヤング係数および強さをもっているものと仮定して、たとえば、柱や梁の断面が決められている。そして、その値は比較的長期間の継続的な負荷に耐えるものであることを前提としており、さらに、わがくにおける気象条件等を含めてある程度の安全率を考慮しているようである。したがって、木材のもつ実際のヤング係数や強さがこのような評価の基礎となっているだけに、数値的保障がもとめられているとよいわけである。また、梁や根太などの曲げ変形では、そのスパンの $1/200$ か 20mm 以内の撓みであること、さらに、耐力壁での水平方向の上り変形は、その高さの $1/100$ が

一応の限度と考えられており、そのために、梁や根太ではスパンや断面を、また耐力壁ではその接合部の効率、筋かい効果などを考慮しなければならない。

1.3 **保存性に対する信頼度**、建物の耐用年限は長いほどよいのは言うまでもないが、木材は、よく知られているように、菌害、虫害、蟻害にかかり易い。とくに辺材部は、樹種の如何を問わず、この種の被害を受け易いものと考えなければならない。したがって、最近のように、とくに辺材部分の多い木材を使用するかぎり、防火を含めて、適当な薬品処理を施すことによってその保存性を高める必要がある。また、しばしば用いられる接着工法についても、その耐久性、とくに接着信頼性の高いことが要求されている。

1.4 **居住性に対する要求**、木材固有の調湿作用は、わがくにのような多湿地域ではとくに重要であるが、同時に伸縮変形を伴うので、そのための施工上の配慮が必要となる。また、木肌の美しさ、触感の良さなども大切である。しかし、一般に材厚の減少は、その隔壁材料として重要な、遮音、断熱効果を低めており、これらの性能を向上させるための施工法として、別個にそのための材料を配合するなど特別の配慮が求められている。

1.5 **経済性に対する要求**、木造住宅が好まれる第一の理由は、それが個人の好みを満足する個性的なものであることと同時に、他の材料に比して比較的低廉であることであろう。しかし、今日の傾向は、著しい人件費の上昇であり、それだけに、工期の短縮が最も重要となる。そのためには、住宅構法の簡素化がさけられないことになり、同時に、主要部材が工場において量産され、それらの適切な組み合わせによって、個性的住宅を供給することができるようになることが望ましい。そのためにも、木材の部材生産体制と、その品質の安定化、および品質管理方式の確立がもとめられていると考えなければならない。

2 基本材質とその変動

2.1 **木材の基本構造**、木材は、その構造特性からみて、「薄肉筒の集合体」とみられ、さらに、これを

形成している細胞膜は、フィブリルの螺旋状バネの多層構造を有していることが特長で、このことが、木材のいわゆる「軽くて強い材料」であることの最大の理由である。たとえば、エゾマツの無欠点気乾材と構適用鋼とを材幅を同一とした単純な板の曲げで比較すれば、同等な剛性や強さをもつようにするには、エゾマツの板厚を鋼の約3倍ほどにすればよく、このときのエゾマツ板の重さは鋼板の約1/65となることから、その強度的効率の高いことがわかる。また、木材は、繊維方向(L)、接線方向(T)、および半径方向(R)でそれぞれ性質の異なるいわゆる「一直交異方性材料」とみなすことができるのはよく知られている。

2.2 **比重および年輪巾**、木材の気乾比重は、パルサの約0.12からリグナンバイターの約1.37ていどの範囲が知られている。国産材では、0.4~0.7のものが多く、常用樹種50種中約80%のものがこの範囲に含まれているようである。なお、平均年輪巾の大小によって、比重はかなり変動する。ごく概括的な見方をすれば、針葉樹材および広葉樹散孔材では、年輪巾の大きくなるにしたがって比重および耐力性能は減少する傾向をしめすが、環孔材では、これと全く反対の傾向をしめし、とくに目細な材を「ヌカメ材」と呼び、きわめて脆弱で比重や耐力性能が低下しているものが多い。一般的にみて、樹種の如何を問わず、平均年輪幅、1.0~5.0mmていどのものがほぼ標準的材質を有するものとみてさしつかえないようである。

2.3 **伸縮率** 木材は、吸脱湿によって伸び縮みするが、大まかにみて、両者を同等と考え、一般に平均収縮率によってその大小を判断することが多い。この収縮率でも異方性はつよく、半径方向の収縮率は接線方向の約1/2、繊維方向のそれは約1/20ていどみて大きな誤りはないものと思われる。素材のばあいには、あて材や木理不整材(斜走、旋回、交錯木理)などのほかは、一般に繊維方向の収縮率を0とみても実用上、ほとんど問題はないが、合板などにしたばあいには、この縦収縮率が強い影響をあたえることになるので無視することはできない。さて、接線方向の平均収縮率をみると、ほとんど、0.2~0.5%の範囲内にあ

り、全体としては約0.3%が指標値とみられる。また、針葉樹材では0.3%以下のものが多く、広葉樹材では、これより大きいものが多い。とくに小さいものでは、サワラ、ネズコの約0.23%、とくに大きいものは、シイノキ、ハルニレ、ブナ、イスノキ、カシなどで、0.4~0.5%をしめすとみられている。いうまでもないが、比重の大なるものほど収縮率も大きくなる傾向が一般的である。

2.4 剛性と強さ、木材の剛性(変形に対する抵抗性能)をきめるものは木材固有の弾性係数と断面の形状・寸法である。とくに重要な基礎値は弾性係数であり、いま、そのうち、ヤング係数(E)を例にとってみると、半径方向(E_R)は接線方向(E_T)の約2倍、繊維方向(E_L)は針葉樹材でETの約20倍、広葉樹材で約10倍でいとみられる。ここで、 E_L についてみると、30~300 t/cm²でいどの範囲が知られており、最も大きなものでも鋼の約1/7、小さいものでは1/70となる。この小さいものは(30~50 t/cm²)成長のきわめて速い人工木材スギや、ミジナラ、ヤチダモなど環孔材のヌカ目材にしばしば見受けられ、針葉樹あて材でもこの傾向をしめす。大きいものでは、木理通直なアピトン、ヒッコリ、アオダモの年輪巾の広いもの、ベイマツなどで夏材率の大きいものなどに見受けられる。強さも、異方性についてはヤング係数と似ているが、そのほか、引張、圧縮、剪断、曲げなどによってもそれぞれ異っている。これらのうち、基本的なものは縦圧縮強さであり、他の性質は、これとの比較によって評価される。たとえば、 σ_t (引張強さ) = $r \cdot \sigma_c$ (圧縮強さ)とすれば、曲げ強さ $\sigma_b = (3r - 1) \sigma_c / (r + 1)$ で推定計算することができる。エゾマツを例にとると、 $\sigma_c = 0.003 E$ とみられること、および $r = 3$ とみてさしつかえないので、 $\sigma_b = 2 \sigma_c = 2 \times 0.003 E = 0.006 E$ となり、かりに $E = 105 \text{ kg/cm}^2$ とすれば、 $\sigma_b = 600 \text{ kg/cm}^2$ と計算されるわけである。

なお、生材は気乾材の約50%でいどの強さしかなく、とくに節や割れの影響は、いかなるばあいでも断面の欠損につながるばかりでなく、節周辺の局部的な

目れによる予想外の強度低下には注意を要する。

3.2,3の主要部材について

3.1 柱、一般に柱は単なる軸圧だけでなく、曲げを受けるばあいが多い。したがって、正しくは、これらの複合応力によってその耐力を評価すべきである。しかし、ここでは、問題を単純化して、軸圧のみによる座屈耐力に注目して考えてみよう。柱の座屈応力(k)は、短柱圧縮強さ(c)、ヤング係数(E)および細長比(λ)によって決まる。細長比 λ は、正角材のばあいは、材長= L 、断面辺長= a とすれば、 $\lambda = 3.46 \cdot L/h$ であらわされる。そして、100では、 $k = \pi^2 E / \lambda^2$; 100では $k = (1 - 0.007 \lambda^2) c$ ともめられる。たとえば、材長2.7mの10cm角材では、93となるから $k = 0.35 c$ となって、 $c = 300 \text{ kg/cm}^2$ のエゾマツでは、この柱は軸圧10.5tに耐える。また、材長が3.0mになれば、専らヤング係数によって座屈耐力は決定される。

3.2 梁(曲げ材)梁に代表される曲げ材一般については、スパンと材せいの比が大きく耐力に影響する。梁の剛性(EI)はヤング係数よりも、かえって材せいが問題で、その10%の減少は撓みを30%増大させることになるので注意を要する。床板などで、根太間隔を縮めないで板厚を減少すれば、撓みが大きくなって使用上不便となるばかりでなく、釘抜けの原因ともなる。しかし、一般に木材ではEの大なるほど強さも大となるるので、集成材の表面材にはEの大きな欠点の少ないものを配置することが望ましい。

3.3 部材の接合、いかに部材個々が憂れていても部材相互間の構造接手の効率が低ければ、それだけ、構造物(建物)の耐力扱能は減退する。また、これと同時に、変形の復元性も重要であり、これらを充分考慮した接合工法が望ましい。これまでに知られているものとしては、合板ガセットの釘、または釘接着法が効果をあげている。また、箱金物などの使用にさいしては、その接合面に水分の停滞が起らぬよう、合成樹脂等を挿入するなどの配慮が必要である。

4 こんごの課題として

4.1 ヤング係数および節径比による品質区分の必要性, こんご木材工業界が進んで住宅部品, とくにその主要部材を工場生産してゆこうとすれば, その製品に対する使用者側の信頼を得なければならない。そのばあい, 自己の製品の品質について明確な判断と表示が必要条件となる。同時に, これまでのような素材からの一次加工だけでは, この要求を充たしえなくなるのは明らかである。それ故, 切削, 乾燥, 接着の基本技術はもとより, 集成加工による設計製造という二次加工に入らねばならない。このばあい, その原材料となるラミナ(挽板)について, 適切な品質管理をおこなうことが最も重要であろう。とくに, ラミナのEについては, 抜きとり検査等によって数値的評価をすべきで, これと節径比による等級区分をおこなって, 品質予測可能な集成部材を製造することが望ましい。

4.2 複合材の製造について, 本道は, とくに広葉

樹資源に恵まれており, その質的評価も高い。しかも, 広葉樹材は, 硬く, 耐摩耗性も優れており, 洋式化してゆく今日の住宅事情の中では注目に値するものといえよう。したがって, その装飾性をも含めた針広複合集成材の設計製造技術の確立がとくに望ましいと考えられる。これには, 接着信頼性や製造後の変形問題など解決すべき技術的問題も多いが, 幸いにして, 道立林産試験場での研究も着々進展しているように聞いている。一日も早く, 新しい建築材料として世に問う日のくることを期待したい。

住宅産業関連部門としての木材工業を見直すとき, 少くとも, 木構造設計規準など一連の建築関係における要求事項についての技術的把握と理解が必要であり, さらに自己の製品についての具体的評価を基礎とした高い信頼性を獲得することが現在における最も重要な課題の一つではなからうかと考える次第である。