

ニュージーランドにおける ラジアータパインの育成と利用 (3) 完

北海道大学農学部
助教授 宮 島 寛

ラジアータパイン材の性質と許容応力

FRI (ニュージーランド林野局試験場) によって求められたラジアータパイン材の小型無欠点試片についての標準的な材質の値は第6表のとおりである。ラジアータパインは広い年輪幅にもかかわらず容積密度は針葉樹材として大きい方で、わが国のヒバ、ヒノキよりやや大きく、カラマツとほぼ同等の値である(木材工業ハンドブックの値)。収縮率は針葉樹材として一般的な値である。無欠点材の力学的性質も優れ、構造材として十分な値である。

構造用材としての適性を判定するために、(1)曲げ強さ、(2)ヤング係数、(3)節面積比、(4)縁部節面積比、(5)密度、(6)含水率、(7)平均年輪幅、(8)品等さらに必要により(9)厚板(平づかい)としてのヤ

第6表 ラジアータパイン材の基礎材質⁵⁾

| | | 含水率12%材 | 生 材 |
|----------------------|------------------------|----------------------|-----|
| 生材容積重 | | 930kg/m ³ | |
| 気乾材(12%)容積重 | | 490kg/m ³ | |
| 容積密度 | | 420kg/m ³ | |
| 収 縮 率 (生材から12%まで) | まさ目方向 | 2.2% | |
| | 板目方向 | 4.6% | |
| | 体 積 | 6.3% | |
| 曲げ比例限度 | (kg/cm ²) | 551 | 296 |
| 曲げ強さ | (kg/cm ²) | 918 | 490 |
| ヤング係数 | (ton/cm ²) | 97 | 72 |
| 縦圧縮比例限度 | (kg/cm ²) | 316 | 214 |
| 縦圧縮強さ | (kg/cm ²) | 510 | 255 |
| めり込み比例限度 | (kg/cm ²) | 65 | 33 |
| ヤンカ | 木口面 (kg) | 454 | 236 |
| かたさ | 側 面 (kg) | 284 | 226 |

注) 国際単位を慣用単位に換算した。

ヤング係数が測定される。これらの試験結果にもと

第7表 ニュージーランド材の基礎使用応力³⁾

| 樹 種 | 品 等 (寸法) | 生 材 | | | 乾 燥 材 (16%) | | |
|--------------|---|------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| | | 曲 げ (kg/cm ²) | 縦 圧 縮 (kg/cm ²) | ヤング係数 (ton/cm ²) | 曲 げ (kg/cm ²) | 縦 圧 縮 (kg/cm ²) | ヤング係数 (ton/cm ²) |
| ラジアータ パイン | 構造用材 { ≤6"×2" >6"×2" No. 1 フレーミング | 79 | 55 | 90 | 96 | 89 | 107 |
| | | 70 | 52 | 83 | 85 | 84 | 102 |
| | | 51 | 44 | 66 | 61 | 72 | 82 |
| ダグラス ファー | 構造用材 { ≤6"×2" >6"×2" スタンダードビルディング | 79 | 63 | 89 | 87 | 94 | 106 |
| | | 70 | 59 | 82 | 78 | 88 | 101 |
| | | 51 | 50 | 66 | 61 | 77 | 82 |
| リ ム | 構造用材 ビルディングA | 79 | 61 | 97 | 106 | 86 | 111 |
| | | 52 | 50 | 85 | 68 | 69 | 97 |
| シルバー ビーチ | 構造用材 ビルディングA | 108 | 82 | 88 | 126 | 107 | 108 |
| | | 71 | 66 | 77 | 82 | 86 | 95 |

注) a) 国際単位を慣用単位に換算し、ラ
ーチ、カヒカデア、レッドビーチ
に対する値は省略した

b) 梁として使用する場合の数値

| 樹 種 | 生 材 | | 乾 燥 材 (16%) | |
|----------|--|-------------------------------|--|-------------------------------|
| | せん断 ^{b)} (kg/cm ²) | めり込み (kg/cm ²) | せん断 ^{b)} (kg/cm ²) | めり込み (kg/cm ²) |
| ラジアータパイン | 8.7 | 18.6 | 13.5 | 30.5 |
| ダグラスファー | 8.1 | 16.4 | 10.3 | 30.8 |
| リ ム | 9.7 | 24.1 | 12.9 | 38.3 |
| シルバービーチ | 9.0 | 13.4 | 12.1 | 24.9 |

づき、前述の品等格付けした材の許容応力度がきめられる。ニュージーランドでは許容応力度の代わりに基礎使用応力を用いている(第7表)。

ラジアータパインの含水率16%以下の乾燥材における構造用材(6×2以下の寸法の材)に対する基礎使用応力の値は曲げ96kg/cm²、縦圧縮89kg/cm²、ヤング係数107ton/cm²で、わが国のアカマツ、クロマツおよびペイマツに対する許容応力度(長期)を上まわる値である。そのNo.1フレーミングではそれぞれ61,72および82×103kg/cm²となり、わが国のエゾマツ、トドマツなどに対する許容応力度、縦圧縮60、曲げ又は引張り75kg/cm²と比べ、圧縮において大きく、曲げで小さな値となっている。これらに対し、せん断は梁の設計時の意であるので、かが国の割り裂きを伴うせん断の値より、かなり大きい値-ラジアータパインで13.5kg/cm²-が与えられている。わが国のめり込み許容応力度は、これまではかなり低い値(トドマツ・エゾマツ材で12~7.5kg/cm²)であり、建物の設計上、実情にそぐわないことが多かったが、今回の改正(建設省告示、第1799号、55.12.1)で、従来の値に比べて2~3倍にアップ(トドマツ・エゾマツ材で20kg/cm²)され、設計上の不合理がかなり解消された。

これに対し、ニュージーランドにおけるラジアータパインのめり込み使用応力は乾燥材で30.5kg/cm²であり、これはめり込み比例限度(第6表)の約半分の値である。この数値が理想的であるかどうかは別として、建物の設計上、極めて実用的な値であるといえよう。

木質材料の性能試験

製材については、以上述べた方法で品等格付けがなされ、使用応力が与えられるが、製材工場で格付けされたものには、ポータブル曲げ試験装置(写真-7)による抽出サンプルに対する、その適用の可否の検査がある。この装置は手動油圧ジャッキにより2点荷重を負荷するもので、これを製材工場に持ち込み、工場において品等格付けされたものから選定され試験体について、曲げ破壊

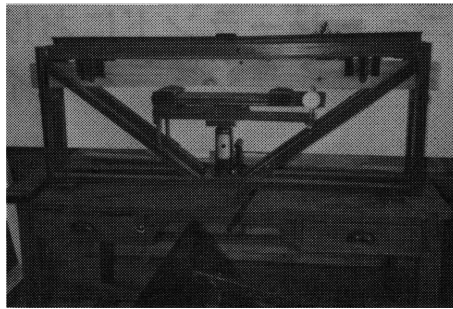


写真-7 ポータブル式曲げ試験装置

試験を行う。例えば、ラジアータパインNo.1フレーミングの寸法100×50mmの生材の曲げ使用応力は約50kg/cm²であるので、50kg/cm²÷0.45=111kg/cm²を下限值とし、これ以下のものが試験体の5%以内であることを確める。5%をこえた場合は格付けは、やり直さねばならない。このように、構造用材の強度性能が検査され、これが保証されている。また大きな製材工場ではグレーディングマシンを持ち、メカニカル・ストレス・グレーディング(機械的強度等級格付け)を行っている。

FRIの強度試験室ではDr. Wal fordにラジアータパインの100×50mm材の節のある部分と無欠点部分についての曲げ試験を見せてもらった。彼は工学部の出身であるが、林業関係にも精通し、林木材質的なものとしては樹幹内における平均年輪幅、容積密度、ヤング係数および曲げ強さの分布についての研究もあり、さらに、ラミナの接合、集成材、木構造の接合にまでおよぶ広い専門分野を持ち、ラジアータパインの材質と利用に真剣に取り組んでいる。

つぎに、繊維板、削片板などの板材料、木質パネル、木構造担当のMr. M. J. Collinsに説明してもらった床材料としてのボード類の耐候試験について述べよう。ニュージーランドの木造住宅は北米のプラットフォーム構法(2×4工法)に準じた方法である。したがって一階の床張り後に降雨があると、床材料がぬれて損傷、狂いを生ずるおそれがある。このため床材料は2カ月の耐候試

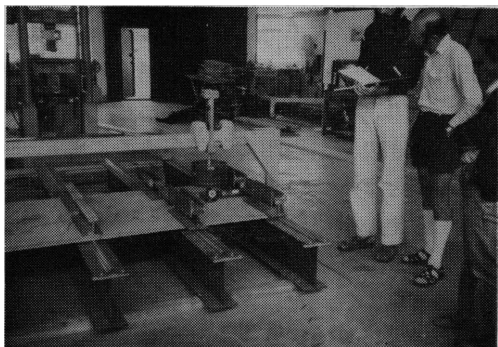


写真-8 実大繊維板(床用)の曲げ剛性試験

験に合格したものを使用可としている。この耐候試験には2カ月間暴露した実大板と実験室において水をかける50×50cmの試験体が用いられる。

実験室では真夏の12月から2カ月以上暴露されていた床材料の繊維板について、その暴露前後のたわみ量を比較する試験が行われていた。根太間隔に相当させて60cm間隔に並べた型鋼があり、この上に試験体を置き、根太に釘着する代わりに、根太上に重しのレールを載せて試験体を抑え、ポータブル式の負荷装置で根太間の中央に荷重をかけ、その直下のたわみを読む(写真-8)。(たわみ)÷(荷重)で暴露前後のたわみを比較する。見学した実験では、端部で40%増、中央部分で12~13%増であった。これは縁からの水分吸収により、周辺部の値が増加したという説明であった。

50×50cmの小型試験体についての実験ではその間辺の断面にABS樹脂を塗布し、ここからの吸水を防止する。まず、吸水前に対辺自由支持で中央部に荷重をかけ、たわみを読む。ついで24時間試験体に水をかける。この際、材料の厚さの1/3程度が水につかるようにする。これを40で乾燥後、再び負荷によりたわみを読んで、前述の(たわみ)÷(荷重)を求める。削片板の場合、この値の増加を尿素樹脂接着剤使用のものでは50%まで、メラミン・尿素樹脂のものでは10%まで認めるといふ。このような厳格な試験に合格したもののみが、床材料として使用が認められるの

で、住宅の建築工事中に降雨により損傷されることも、使用中に吸湿により大きく狂うこともない。これら繊維板・削片板の原材料はもちろんラジアータパインで、製材時の廃材その他から製造される。ラジアータパインの合板も製造されているが、量が少く、床材料には削片板、繊維板が多く使用されている。

木造住宅材料と構法

ニュージーランドの一般木造住宅の構法はオーストラリアとほぼ同じで、北米のプラットフォーム構法に準じたものである。北米との違いは一階の床組みで、これはわが国の在来工法によく似ており、周辺はコンクリート布基礎とするが、内部には束石を置き、束をたてて大引をささえ、この上に根太をかける方法である。ロトリアの郊外でみたローコスト住宅では、束石の代わりに防腐処理したラジアータパインの小丸太を地中に打ち込んで、束としていた。この床組みの上に繊維板、又は削片板を張り、プラットフォームとし、これに100×50mm枠組材による壁枠組を立てる。オーストラリアと同様、この壁枠組は工場生産によるものが多い(写真-9)。ローコストの場合、L型アルミニウムの筋違いが多く用いられている。



写真-9 低コスト住宅の壁枠組み及び小屋組み
壁は100×50mm枠組材によるもので、金属プレートがみえる、小屋組みは金属プレートコネクターによる工場生産トラス

2階床組みは北米式の根太を並べる床枠組みで、床材料、壁枠組は1階と同じである。1, 2階建てともに小屋組には工場生産のメタルプレートコネクターによるトラスが非常に多く用いられている。

トラス工場はニュージーランドでは見学しなかったが、オーストラリアではキャンベラ郊外クワンビーヤンにあるサンフォード・トラス・オーストラリアとメルボルン郊外のAPM - ビルコを訪問した。前者はスイス系で、後者はアメリカ系である。サンフォード・トラス・オーストラリアでは設計室をよく見学させてもらったが、トラス設計がコンピューターで行われていた。ここでは考えられるあらゆる型のトラスについて、設計プログラムができていて、これにスパン、トラス間隔、設計荷重を入れてやれば、コンピューターはトラスの図面、使用部材の断面寸法、長さ、等級などを一覧表にして打出す。この表を工場にまわし、工場では指示どおりのトラスを生産する仕組みになっている。工場に積まれている部材にはグレーディソグマシンによる検査の色マークがついている。トラスの材料はニュージーランドではラジアータパインであるが、オーストラリアでは強度の大きいユーカリ材も多く使われていた。これはユーカリ材の許容応力度が大きいいため、同寸法の部材によるトラスではラジアータパインの場合、トラス間隔が60cmのとき、ユーカリ材では90cmにできる、といていた。しかし、ユーカリ材の場合、材が非常に硬いものがあり、メタルプレートがプレスによっても材に入り込まないことがある。

トラス工場では壁枠組も生産しており、この材料はラジアータパインがほとんどである。枠組材にはフィンガージョイントにより縦継ぎしたものが多く、構造材の有効利用が行われている。

Mr. Collinsに案内してもらったロトルア郊外のローコスト住宅では配管、配線なども合理化され、現場の作業をできるだけ少なくしている。平家建てで、100m²ぐらいあり、価格は500万円程度である。土地は1m²当り2, 500円ぐらいという

ことで、600万円も出せば100坪以上の土地付きの1戸建て住宅が入手できるという。わが国のハウス55計画はどこへ行ったのであろうか。莫大な研究費をとり、早々に2グループが抜け、1グループが期限ぎりぎりの昭和55年末までに最終決定をする予定ときいている。ニュージーランドのローコスト住宅の構法はさきに述べたとおりである。Mr. Collinsはさらに最高級住宅の建築現場へも案内してくれた。郊外の羊の群を眺めながら、小高い丘の上の広い芝生の中央にある現場へ到着した。パン屋の主人の家で、建築費は20万ドル(邦貨5千万円)。しかし、現地の人たちの実感は1億円以上のものであった。どこから見ても高級住宅であったが、主要構造材と内装の板張りにはすべてラジアータパインが使用され、室内から見える梁、垂木のみが高強度構造材としてのダグラスファーであった。このように、ローコストも最高級も住宅はラジアータパインで建てられる



写真 - 10 最高級住宅の外観



写真 - 11 写真 - 10の小屋裏部屋
ダグラスファーの骨組みと有節ラジアータパイン板張りのオイルステイン仕上げ

ということを確認することができた。

以上の2棟はいずれも枠組壁工法によるものであるが、最近開発されたものにロック・ウッド・ハウスがある。これは壁をラジアータパイン板材又は平割り材を横に積み重ねて構成するものである。これら板材又は平割り材の接合ならびにそれらによる壁と壁との接合にはすべてアルミニウム板を曲げて作った接合具が使用される。これが錠前の働きをするので、ロックという名がつけられている。この工法は壁がすべてソリッド材であるので、木材の豊富な国でなければ適さない。展示住宅は2階建て、総床面積143m²(43坪)で、内装は有節ラジアータパイン板の縦張り、オイルステン仕上げで、造作もよく、またラジアータパイン無節材で作られたテーブル、カップボードなども立派で、全体的に非常に豪華な感じがした。価格は1千万円で、わが国の展示住宅よりかなり安く感じた。

これらの外に羊のショーを行うアグロドメがロトルア郊外にある。これはラジアータパインの大型わん曲集成材による八角形の床面積1807m²の建物である。しかし、残念ながら5月上旬火災により焼失し、現在再建計画中ということである。

以上のように、ラジアータパイン材は一般住宅から最高級住宅、ロックウッド・ハウス、大型集成材、さらに家具・建具に広く使用されている。このように広く利用できるのは、最終用途を考えた育林方法によって可能になるもので、育林時の徹底した材質管理、製材品に対する厳格な品等格付けなど利用技術に関する基礎が極めて充実していることがわかる。

むすび

ニュージーランドにおけるラジアータパインについては生長が極めて早いという程度の認識しかなく、見学に行った。しかし、実際には、木造住宅の枠組材、内装材、大型集成材、合板、家具・建具材、削片板、パルプその外に広く利用される適性をもつ極めて優良な材であることがわかった。これはその生長がよいという特長を生かし、生育がよくとも、すなわち年輪幅が広くとも材の容積密度、強度性能が構造用材として十分であるように育てて来た研究陣の努力の結果である。そこにすばらしい林木育種の結果をみることができた。

わが北海道ではニュージーランドよりも長い造林の歴史を持ちながら、いまだに決定的な造林樹種がなく、育林方法も確立されていない。これはあまりにも良質の天然資源にめぐまれ過ぎていたためであろう。しかし、もうそれも乏しくなった現在、直ちに時代の需要に対応した材質の林木の育成にとりかからねばならない、と痛感する。

文 献

- 5) Tasman Timber : Buyers and users guide . 1979 .

おわび 前回の宮島先生の文中、8頁の写真 - 5の天地が逆になっておりました。執筆者、そして読者に対し、深くおわび申し上げます。
(編集委員会)