

昭和57年度

日本木材学会強度研究会

# シンポジウム要旨集

昭和57年11月

日本木材学会  
強度研究会

## 昭和57年度 強度研究会プログラム

日 時： 11月17日, 18日

場 所： 箱根宿泊所. 静雲荘.

神奈川県足柄下郡箱根町強羅 1320. TEL. 0460-2-3591

11月17日 13:00 ~ 17:00

### テーマ 1. 住宅用部材としての木材および木質材料

- |  |              |
|--|--------------|
| (1) 製材品のグレーディングシステム確立のための基礎研究 .....                                  | 4            |
| 林業試験場木材利用部   | 海老原 徹        |
| (2) アメリカ合衆国における木材および木質材料の利用の傾向 .....                                 | 6            |
| 東京大学農学部  | 徳田 迪夫        |
| (3) 針葉樹合板 .....  | 10           |
| 林業試験場木材利用部   | 平嶋 義彦        |
| (4) The Development of Pinus Radiata Timber for House Building ..... | 12           |
| New Zealand Forest Research Institute                                | R. T. Fenton |
| (5) 木材の有効利用と今後の木材研究 .....  | 14           |
| 静岡大学農学部  | 有馬 孝禮        |
| 三重大学農学部  | 増田 稔         |
| 司 会 :  |              |

11月18日 8:30 ~ 14:00

### テーマ 2. 最近の木質構造住宅の話題

- |                                      |       |
|--------------------------------------|-------|
| (1) 住宅の構造と音響特性 .....                 | 18    |
| 島根大学農学部                              | 高橋 徹  |
| (2) フランスにおける木構造 .....                | 20    |
| 東京大学農学部                              | 安村 基  |
| (3) ニュージーランドおよびオーストラリアにおける木質構造 ..... | 22    |
| 東京大学農学部                              | 安藤 直人 |
| (4) 2×4工法住宅の現状と将来 .....              | 23    |
| 新井建築工学研究所                            | 新井 信吉 |
| (5) 木質系住宅の耐震設計のための問題点 .....          | 25    |
| 東京大学工学部                              | 坂本 功  |
| 林業試験場木材利用部                           | 金谷 紀行 |
| 司 会 :                                |       |

テーマ 1

住宅用部材としての  
木材および木質材料

製材品のグレーディングシステム確立の  
ための基礎研究  
林業試験場 ○海老原 徹  
中井 孝  
田中 俊成

わが国の在来工法による住宅建築では、木  
材を化粧材兼構造用材として用いてきたため  
、製材品に対する評価も強度より外観（無節  
、木目、つや）が重視されてきた傾向があり  
、製材品を強度により区分するという考えが  
育ちにくかった。しかし、木材を構造用材と  
して（強度によって）品等区分し、適切に使用  
することは、構造物の安全性の確保、資源  
の有効利用のうえから重要である。ここでは  
わが国に可能な強度等級区分法について、こ  
の私見を述べる。

1. 欧米における等級区分方法

目視による等級区分に加えて、より信頼性  
の高い機械による等級区分（MSR）が一部用  
いられており、さらに可能な等級区分法が追  
求されている。MSRは非破壊的に測定したパ  
ラメータから強度を推定し、区分するシステム  
であるが、実用化されているものはヤング  
係数（MOE）を測定し、曲げ強さ（MOR）を  
推定している（図1）。また、比重、含水率  
、繊維傾斜を測定し、強度を推定する機械  
も実用化されている（図2）。

2. わが国における等級区分方法

MSRの導入には資本投資が必要であり、目  
動化した大規模工場の生産ラインで経済的  
利点が生れる。経営規模の小さな製材工場の  
多いわが国の現状では、欧米のMSRシステム  
の導入は困難であり、独自の等級区分法を模  
索する必要がある。

1) 簡便な方法によるMOEの測定

梁、桁材は在来工法の中で主要な曲げ部材

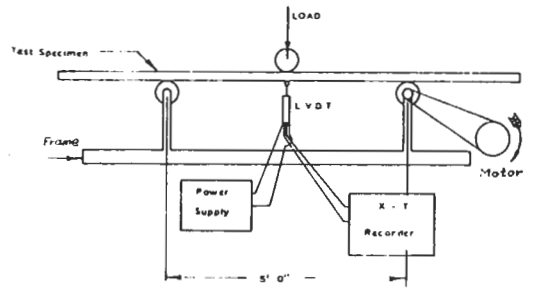


図1. グレーディングマシン（連続的にたわみを測定）

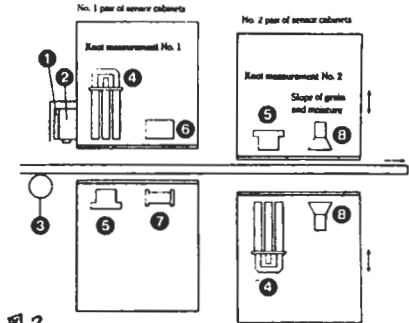


図2  
FINNOGRADER SENSOR ARRANGEMENT  
1. Board end detector  
2. Surface temp. sensor  
3. Conveyor speed sensor  
4. Microwave transmitter  
5. Microwave receiver  
6. Density Gamma ray source  
7. Gamma ray detector  
8. Microwave transmitter/receiver

であり、強度と剛性の等級区分が要求される。製材に使用される樹種（マ

ツ、ベイツガ）は節による強度低下が大であり、等級区分のパラメータのうちMOEが適しているが、大断面であり、欧米で開発された機械は使用できない。図3、図4はラジアタパインの平角を支点上に支持し、スパン中央の幅の広い面に分銅を載せ、たわみを測定することにより求めたMOE（ $E_f$ , flatwise）と試験機により破壊試験を行ったときのMOE（ $E_e$ , edgewise）、MOR（ $\sigma_b$ ）との関係を示す。図から、分銅載荷により求めたMOEが等級区分のパラメータとして有効であることがわかる。

2) 間伐材

図5に示すように、間伐材のMOE、MORは広い範囲に分布している。構造材としての信頼を得るには、何らかの方法で等級区分が必要がある。スギ、ヒノキの間伐材のように、比較的小さい節が散在しており（強度に及ぼす節の影響のバラツキが小さい）、目切れ

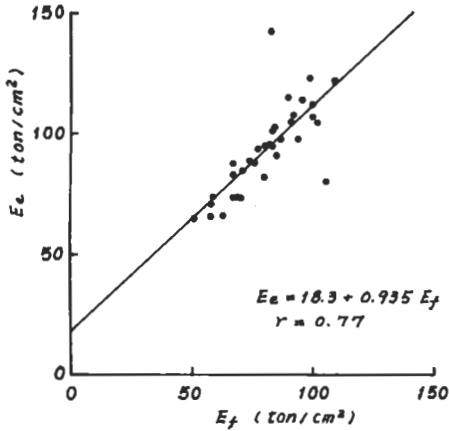


図3.  $E_e$ と $E_f$ の関係(ランジャウバイン平均)

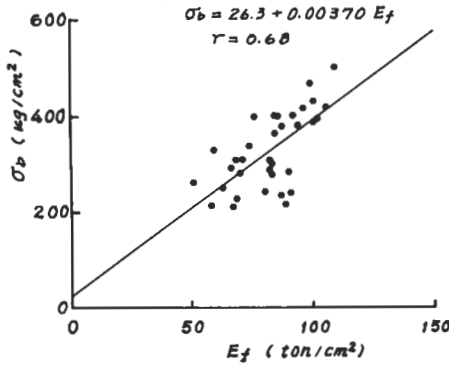


図4.  $\sigma_b$ と $E_f$ の関係(ランジャウバイン平均)

が小さい場合、強度と容積重の間には、ヤング係数との間と同等の相関が得られる(図5、図6)。同伐材の場合には、ヤング係数と同様、容積重により等級区分できる可能性がある。

3. おわりに

きめ細く強度等級区分された材に適切な許容応力度を割合て、これが設計、施行と有機的に結びつくことがないと等級区分の意義が生かされない。MORとMOEの関係(異大材)等基礎的データの蓄積、許容応力度の導体糸の抜本的見直しが必要であり、一方では、各部材毎に要求性能を把握し、等級区分され

た木材を適正に使用する設計が行われなければならぬ。

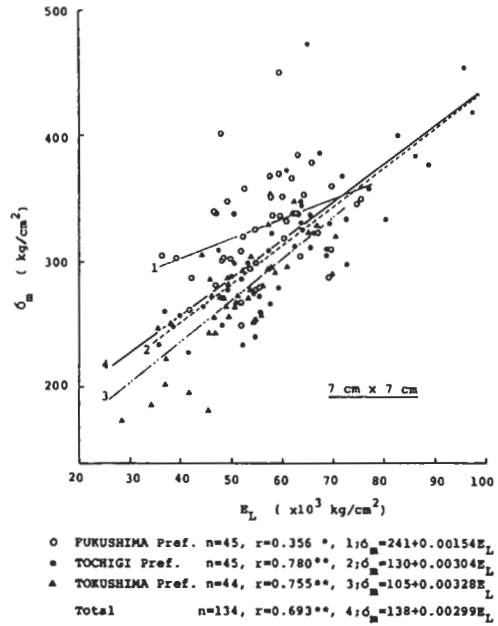


図5. 曲げ強度( $\sigma_m$ )と曲げヤング係数との関係(スギ同伐材、並伐)

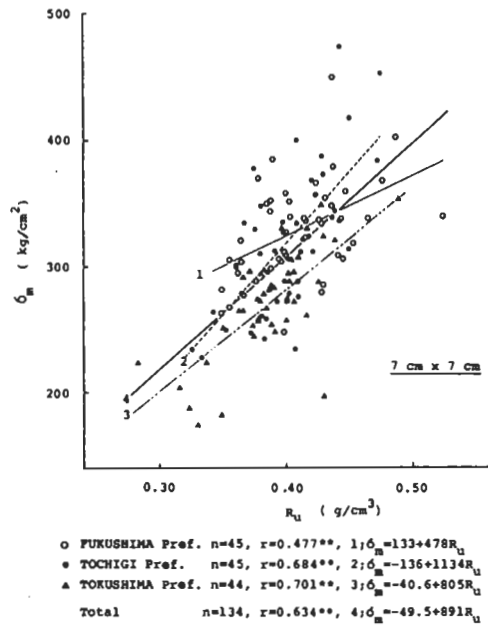


図6. 曲げ強度( $\sigma_m$ )と容積重の関係(スギ同伐材、並伐)

# アメリカ合衆国における木材および木質材料の利用の傾向

東京大学農学部 徳田迪夫

## 1. 森林の概況

合衆国の森林の概況を図1に示した。木材全体の約50%と最大で、Southは約18%で工業の面から見て重要な樹種は、West CoastのDouglas-firとSouthのsouthern pineである。針葉樹の蓄積量は、West coastがうち60%がSouthで行われている。

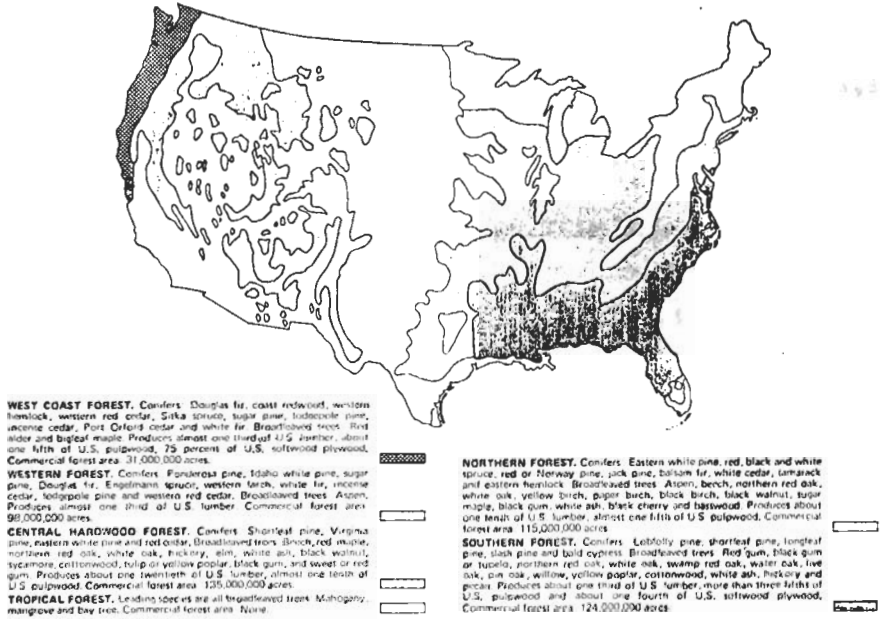


図1. UNITED STATES FOREST AREAS

## 2. 製材品の需要と供給

需要と供給を見るのに、合衆国をいくつかの地域に分けた。分割の方法はいくつかあるが、ここでは、供給と地区、需要と地区とした(図2)。

図3は製材品の生産量の推移と示したものである。30年近く、生産量にあまり変動が見られない。1980年に西部地区の生産量が落ち込んでいるのに南部ではやや増加しているのは、南部地区の発展に伴うsouthern pineの需要増大が原因であろう。



Supply regions in the United States



Demand regions in the United States

図2. 需要と供給の地域区分

製材品のうち Framing lumber としては 13600 MBF (3200万 $m^3$ )が使われた(1978)。

Douglas-fir の供給不足から、広葉樹材と Dimension lumber として使おうという動きが東北部にある。 cotton wood が、技術面でも経済面でも有望なことが明きらかにされた。

図4は需要の推移を見たものである。東部や南部の量に比べ、ロッキーから西の地区の需要が低いのがわかる。

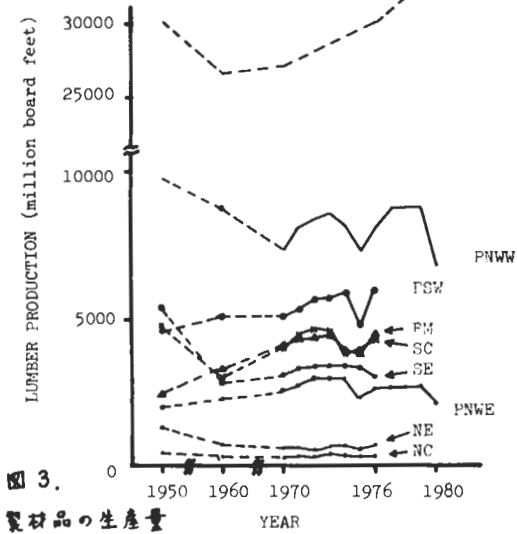


図3.

製材品の生産量

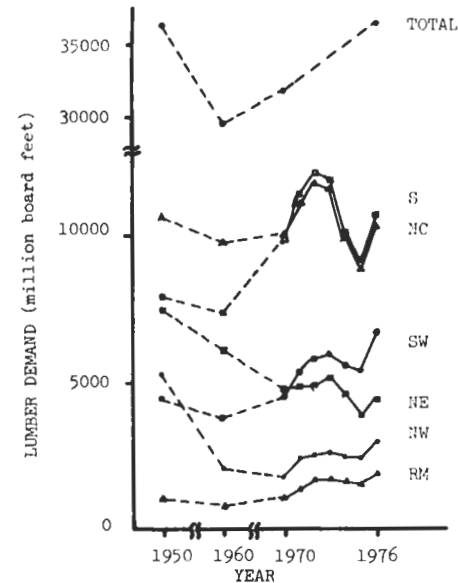


図4. 製材品の需要

図5で針葉樹材の輸出の動きを見ると、ここ10年変動が少い。日本向けは約30%を占めている。木材の輸出量全体の80%は針葉樹で、そのうち Douglas-fir と Hem-fir が、それぞれ25%ずつであった(1980)。輸入量は1980年には4600 MBFで、ほとんどすべてカナダから入ってきた。

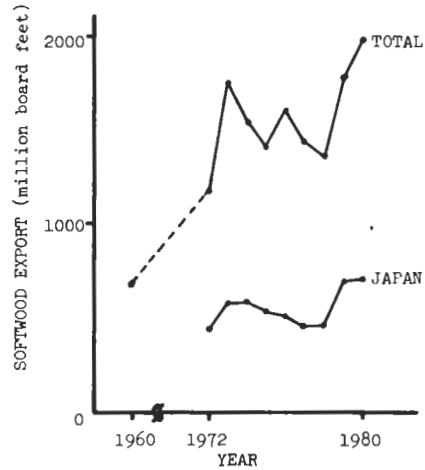


図5. 針葉樹材の輸出量

### 3. 合板の需要と供給

1964年から始まった southern pine 合板の生産量は、1980年には西部の Douglas-fir 合板とほぼ同じ量に増えてきた(図6)。

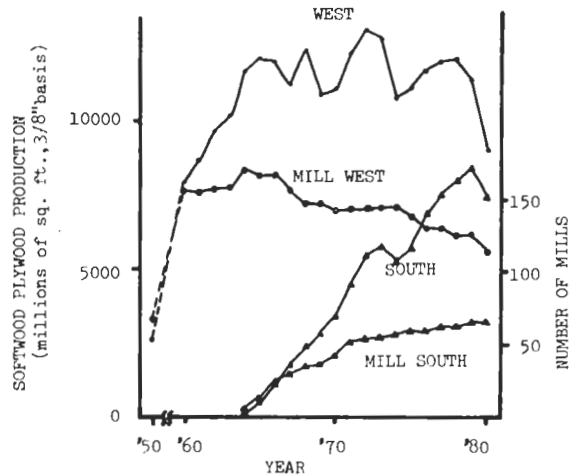


図6. 合板の生産量と工場数

需要について見ると、南部と中東部の伸びが著しい(図7)。

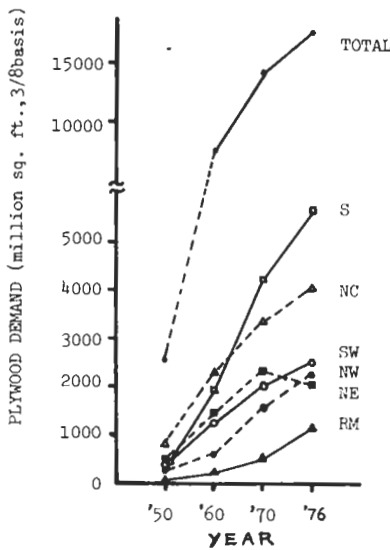


図7. 合板の需要

#### 4. 構造用木質ボード

構造用木質ボードは次の5つに分類できる。

- ① Structural Particleboard
- ② Particle core board (Composite, Comply)
- ③ Waferboard
- ④ Oriented Strandboard (OSB)
- ⑤ Medium density fiberboard (MDF)

APAでは、①~④と合板と総称して、*Performance-Rated Panels* と呼んでいる。これは、従来、合板一辺倒だったものを、他のボードでも、所定の仕様に使えばどれも区別なく扱えるという考えである。

最近の話題としてはWaferboardとOSBがある。いずれも五大湖周辺に工場が多い。これらのボードが発展しつつある理由としては、一つは市場に近いこと、もう一つは、Aspen等の低価格の木材を利用できる点があげられる。現在Waferboardの工場は、カナダを含めて21で、年生産能力は約2000 million sq. ft. (3/8 basis) である。一方

OSBの工場は4つで、年生産能力は約800 million sq. ft. (3/8 basis) である。

空気中のホルムアルデヒドの量が規制されて以来、イソシアネート樹脂利用の研究が各所で押し進められている。ポンド当たり5セントでフェノール樹脂の約2.5倍もするが、接着性の良さ、室温で硬化する等多くの利点があるので有望視されている。

	Waferboard	OSB
Flake type	wafers	strand
Resin	P.F. 2.5% powder	P.F. 3% liquid
Wax	1%	1%
膨潤率 %	) 0.16%	0.11%
↓		0.15%

将来、どちらのボードが伸びていくかは、意見の分かれる所にあるが、OSBの方がフロントコストは高いが、寸法安定性の面から有望であろうという意見が多い。

Hardboardの生産は年間50億フィート(3/8 basis)で徐々に伸びているが、Insulation boardは頭打ちで、よりしゃ音性のよいボードに置きかわられてきた。

#### 5. 集材材

合衆国における集材材の利用は1935年に始まった。最近の年間生産量は約47万m<sup>3</sup>で、年々漸増している。これは、Post and Beam構法の普及によるところが大きい。現在30社、30工場があり、一工場当りの生産量は、カナダの工場の約3倍である。カナダからの輸入も多い。

用途について見ると、価格の面で住宅への利用は少く、中規模の商店、事務所、モーター等への利用が多い。生産者は大工市場として、スーパーマーケットに見られる様な、ゆるやかな勾配の屋根材としての利用を考え



ている様だ。

## 6. トラスマーケット

メタルプレートコネクターボトラスの節点として用いられるようになったのは20年前で、まだ歴史が浅い。従来、現場でトラスを組んでいたのに比べメタルプレートを用いたトラスの出現は画期的なものであった。

現在、北米には約2000のトラス製造工場がある。大消費地をひかえている東部地区に多い関係上、木材としてはDouglas-fir(32%)よりsouthern pine(49%)の利用の方が多。

製造上の問題点としては、木材の含水率が8~30%と巾がある点、および同グレードのものも一定の工場から買わないと厚さムラがある点が上げられている。床トラスの生産量は屋根トラスの約15%である。使用される木材は75%が2" x 4"である。

フィンガージョイント(FJ)された木材は、すでに stud, joist, rafter, light truss

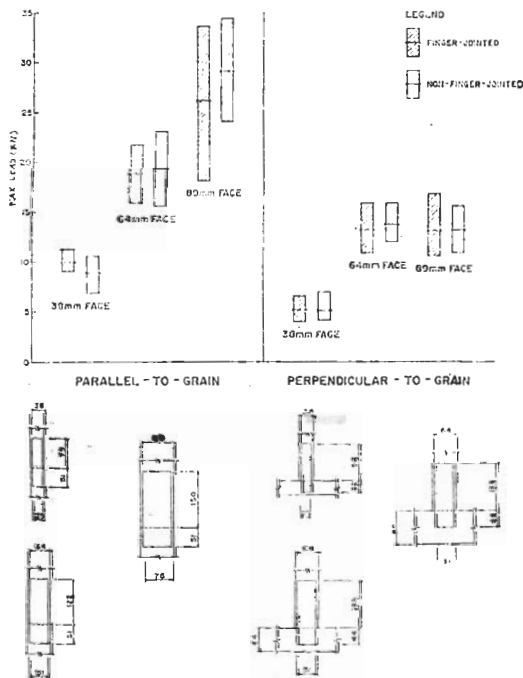


図8. ジョイント部にFJがされた場合のメタルプレートコネクター接合部の耐力

等に利用されている。北米のFJの生産量は100万b.f.(1979)に及んでいる。しかし、トラスに利用した場合、ジョイント部にFJがきたとき果して素材と同等かどうか疑問がある。Univ. of Torontoでは、この点をテーマにして研究を行っている(図8)。

## 7. 住宅

住宅の着工量は1981年には108万戸で、石油ショック時と同じ位に落ち込んできた。地域別に見ると、Southが全体の約50%と最大で、NEとNCが約30%、Westが約20%であった(1980)。一戸建の値段は平均68000ドル(1600万円)で、これを買うのに必要な年収は33000ドル(850万円)という調査がある。

YEAR	Shingle Houseの平均床面積 (m <sup>2</sup> )	床面積1m <sup>2</sup> 当りのlumberの使用量 (m <sup>3</sup> )
1950	91	0.026
1976	163	0.016

単位床面積当りの製材品の使用量が減少したのには、主に次の理由による。

- ① 木質ボードの使用増加
- ② スタッド間隔が広がった(約12%節約。しかし2" x 6"の使用で相殺されつつある)。
- ③ メタルプレートコネクタートラスの出現(約42%節約)

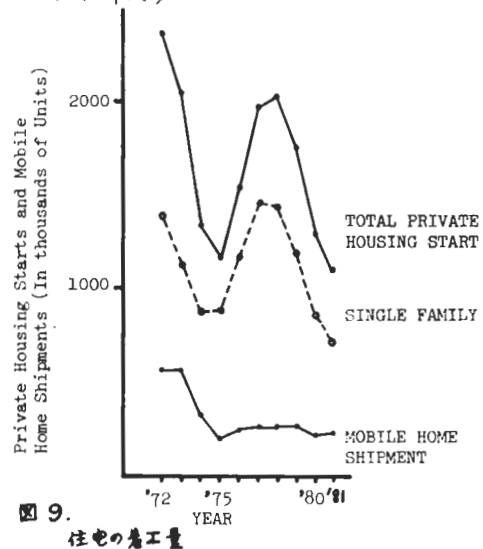


図9. 住宅の着工量

わが国ではいまだ針葉樹合板の製造不足の利用の奥積は殆んどない状態であったが、最近の南洋材産出国に対する原木輸出規制など、将来の原木供給に対する不安感から一部試行的に製造されるようになった。また昭和56年度から3年間、林野庁、日合連、木工機械工業会が推進団体となって“南洋材等代替原料開発促進事業”を実施しているが、この中でラジアタマツ、カラマツ、エゾマツなど針葉樹を用いた合板の製造、性能について検討が行なわれている。

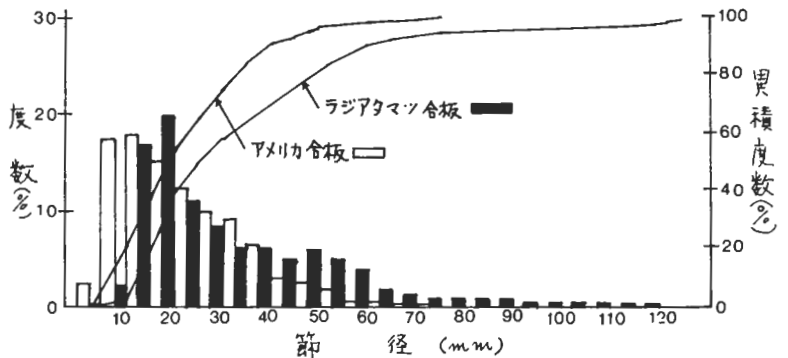
1980年の合板製造統計をみると、米州1984万 $m^3$ （うち米国1600万 $m^3$ ）、アジア1426万 $m^3$ （うち日本840万 $m^3$ ）となっており、両者を世界の総生産量の85%を占めている。米州は針葉樹合板、アジアは広葉樹合板と考えてよいから、両者はほぼ同程度の生産量といえる。

米国の主要市場は主に東海岸沿いにあるが、ここには中南部からのササンプライン合板やパーテイクル、ウェハーなどのボード類が追加し、ロッキーマウンテンを越えて運ばなければならぬワシントン州やオレゴン州などの西海岸沿いの合板メーカーは米国内では地理的なハンデを背負っており、太平洋を隔てた日本のマーケットに大きな関心を寄せている。

例えはあつた世界最大の木材会社では、試験的にではあるが日本に針葉樹単板を輸出している。この単板は米改の標準寸法である4x8'ではなく、世界でも日本だけが採用している3'x6'を輸出してあり、この問題に対する米国側の関心を窺うことができる。またカナダは現在生産量の1/4にあたる55万 $m^3$ を主として米改に輸出しているが、米改に次ぐ世界第2のマーケット日本を有望とみて、自国産針葉樹合板のキャンペーンも日本で繰り広げると針葉樹合板輸出に取り組む姿勢も真剣味を増している。

このような世界的情勢の中で、現行構造用合板の日本業林規格(JAS)の改正作業が進められている。この問題は日米向貿易問題に端を発し、アメリカ合板は現行JASの節の制限など日本に輸出できないため、このような非関税障壁は撤廃すべきであるとしてアメリカ側が強く日本に働きかけていたものである。日米向の構造用合板の規格の差を表1に示す。日本では合板の原木としてラワンなど南洋広葉樹を考えているが、米国では主として米国産針葉樹を対照にしていることから節の制限事項に大きな差がみられる。この構造用合板の規格は、国際的貿易問題に加えて

図-1  
アメリカ合板、ラジアタマツ合板の節径の出現度数



国内事情として、住宅金融公庫の「木造住宅工事共通仕様書」では来年度から合板は構造用合板に限ることを規定することになっており、JAS工場認定作業などを考えて年内にも告示される予定になっている。

表-1 日米の節の制限の比較

単板グレード	最大節径(mm)		節径E/C	
	日本	米國	日本	米國
A	25	12	0.05	-
B	45	12	0.07	-
C	45	38	0.10	0.12
D	45	76	0.14	0.21

将来の原木資源の一つとしてラジアタマツが有望視されている。しかしラジアタマツは他の針葉樹に比べて節が大きく、また枝が輪生するため節は板面上一列に並ぶ。現行の規格ではどうも許容できない大きさであるが、米國では暫定的な付加条項でこれに対応している。

林業試験場で強度試験を行なうアメリカ産針葉樹合板と試作ラジアタマツ合板の節径の分布を図-1に示した。ラジアタマツは米國の針葉樹に比べて大きな節が存在することが判る。例えば米國の製造基準で制限されている76mmを超える節でも約10%程度現われている。次に節と強度の関連についてみてみよう。

従来の米國に於ける合板の強度に対する考え方は、いわゆるASTM式の考え方で、無欠点小試験体の強度に各種低減係数を乗じて実合板の強度を推定する方法を採っている。合板の強度に関係する事項としては、

1. 節の節径比
2. 節のまわりの繊維の乱れ
3. 目切り
4. 単板構成
5. 試験体体積

なかんずく前者が、こちらの影響度を精確に定量化することは現時点では非常に難しい。図-2はラジアタマツ合板の強度と節径比との関係を示したものである。節径比の増大に伴う強度の減少傾向は、節径比の大ききところでは明瞭には現われていない。大きな節径比をもつ合板では、節は強度のよいインレジットであると言いき難い。従って現時点では針葉樹のように節を多くもつ合板の強度を評価する方法としては、一定の製造規格に則して製造した合板を数多く試験し、統計的にその下限値を定める以外にないであろう。米國、カナダなどはこのような考え方を實際に市場に流通している製品も集め、数枚枚に及ぶ強度試験(In-grade test)を行なって許容応力度を定めている。

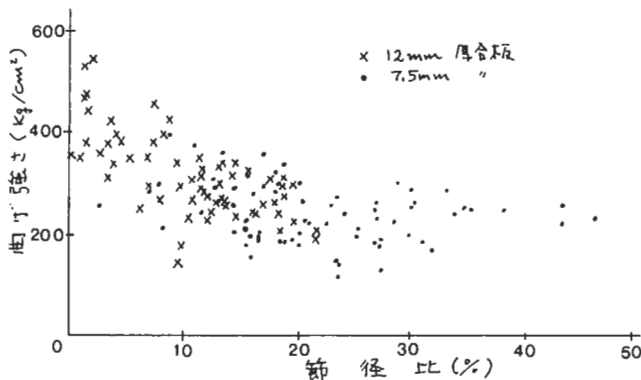


図-2 ラジアタマツ合板に於ける曲げ強さと節径比の関係

## The Development of Pinus Radiata Timber for House Building

New Zealand Forest Research Institute  
R.T. Fenton

The extensive use of Pinus radiata for house construction began from about 1952-1955 in New Zealand and about five years later in Australia. Use is still restricted in Chile.

In New Zealand until then house-building timber had been of high-grade indigenous softwoods. These had relatively few knots, were very slow-grown (usually 12-20 rings per cm.) and of high density. They were, however, hard to nail and sometimes split badly. The substitution of the fast-grown, knotty, largely sapwood exotic timber was achieved with difficulty, especially in convincing the specifying Local and Loan Authorities.

The New Zealand Pinus radiata was, and still is, sawn from unpruned and unthinned plantations. These were mainly planted in 1926-1933, and are getting steadily older. This means they are increasingly suitable for framing (50 mm thick) timber, and less suitable for board (25 mm thick) uses. So radiata pine succeeded on the domestic market as a substitute for house framing, but its main defects, knots, were generally too bad to allow it to be used widely for boards. So exterior house sheathing ("weatherboard") and flooring market have been largely lost to sawn wood; brick and particleboard being the main substitutes. Knotty board grades have been good enough for undemanding end-uses, for example as shelving. In Australia, it is sometimes used for bedroom floors. The younger (25-30 years old) timber in Chile is more widely used as 25 mm than as 50 mm timber.

Large, integrated pulp, paper and sawmills opened in New Zealand in 1962-1968, and now these produce 66 % of all sawn timber (or in other large sawmills linked to them). But there has been little improvement in grades produced. So most timber exports are low grade, and volumes are below those planned. In 1970, less than 600 m<sup>3</sup> of framing was exported. This has increased recently, and kiln-dried timber is now sold in Australia.

In New Zealand and Chile 90% of the logs are from clearfellings, but most Australian logs are from thinnings. In New Zealand all exotic timber for house building has to be preservative-treated, largely against insects. But framing timber is unseasoned. Australian radiata pine, by contrast, is largely kiln-dried, but not preservative-treated, (when used out of the ground). Most Chile timber is used in air-dried, but not treated, in buildings.

In New Zealand, big changes will occur after 1985-1990, when the old plantations are replaced by post-war ones. Some better, knot free, board grades will be produced from pruned butt-logs (0 to 5.5 m), and generally knots will be live. But framing grades will be poorer as log sizes will be smaller, with a higher % of knots per unit volume. The younger trees will be of lower density and have a higher proportion of inferior core-wood. The best potential for quality framing grades will be from the outer wood of the second and third logs (from 5 to 16 meters up the tree). It will be necessary to kiln-dry and stress-grade export framing to

be competitive against wood from virgin forest resources. Perhaps 15-20% of total production will be of this grade. Chile potential is similar. In Australia, plantation age will be 50+years, instead of 25-30 as in New Zealand and Chile. Framing grade potential will be higher, at increased cost. Board(25mm) grades will be of low quality, as most knots will be dead.

The most promising utilisation of the unpruned logs of the younger plantations will be as finger jointed material: as structural grade plywood, and in framing methods not based on 50x200 sizes.

In New Zealand radiata pine (generally in knot free grades) has become the main species used for furniture. Australia and Chile still have native hardwoods, which are preferred there.

Future developments could be more factory-produced houses, with pre-cutting, kiln-drying, and pre-fabrication ( such as now occurs in roof trusses) all increasing. Development of and/or application of decorative or clear surfaces would help sustain board uses.

木材の強度に関する研究は古くより行われており、その歴史の突飛との関係のみで見ると不材の有効利用と今後の不材研究に示唆するところは少なくない。最近発表されたオーストラリアの CSIRO の R.H. Leicester の "Trend in Timber Engineering Research" は英語圏の木材の強度研究の大きな流れを知る上で参考になるとともに、我が国の流れと比較すると興味深い。これら研究上の流れと実務上の流れの類似、相違点は現在の不材の強度研究のまよいでもある。これらと大局的立場から論ずることは著者には不可能なことであるので、ごく身近な問題から私見を述べたい。たゞ不材をとりまく今後の状況は多様化し、決して方向性は一色でなく、多分野の協同が不可欠であると著者は思っているので、一つの観点として話題提供にしたい。

1. Timber Engineeringの研究の歴史

Leicester は不材工学的な立場から、木材の強度研究を次のように区別している。

Research Through Construction (1750-1900)

これは構造物を造るという必要性から生じた研究であり、trial and error による知見が得られた時代で、橋の建設などの例がみられる。

The first Era of Laboratory Research (1900-1940)

木材の強度特性に関する最初の調査研究が行われた時期で、現在のほとんどの Timber Engineering の基準の基礎となっている。アメリカの F.P.L. の精力的な研究が多く影響を与え、長柱やボルト接合などの研究が行われた。しかし現在の Timber Technology における適用に關しては必ずしも十分でない。たゞので、再試験もされたが、せぬはならない。

The Era of Theoretical Research (1940-1965)  
第2次世界大戦前後の物質不足の中で航空、船舶などに用いられ、欠点のない、単一性質の明らか不材として扱われ、等方体理論解析が行われたが、実験とのズレが多くみられ、問題を先に残すことになった。

The Era of Academic Research (1955-1970)

大戦後には住宅、橋などの Civil Engineering への応用が盛んになった。これらが高い構造面の効果と必要とせず、欠点を含んだ材を用い、細格的に有利な方向を求めたが、不材強度の研究者の多くはこのことの重要性を認識しなかったため、その研究の実用面での価値は低い。しかしながらオーストラリアで木材の構造的利用に關したメカニカルグレージングや強度等級、Timber framing code などが出現し、木材の含水率変化による変形や、時間に関する研究が行われている。

The Second Era of Laboratory Research (1970-)

構造設計基準に便えることと目的とした徹底した研究調査が行われている。fracture mechanics や信頼性工学などの研究が行われ、Madsen の構造用製材の特性に關する精力的な研究が続けられている。

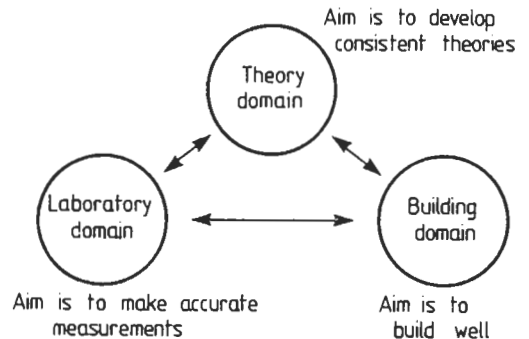


Fig. 1. Basic research domains.

ここで述べられている200年の動きは図1のように各領域に区別できる。各領域ではそれぞれ別の目的があるが、本来これらは相互の密接な関係があるはずであり効果を上げるには成果を反映すべきであろうと語っている。

2. 我国の木材の強度に関する研究の流氷  
我国の木材の構造的利用に関する強度研究の流氷は前述の流氷にのみならず傾向を同じくしている。しかしながら、戦後のThe Era of Academic Researchのあたりから研究の指向や業務との対応にズレがみられるようになる。例えば、木材の許容応力度や釘やボルトの接合耐力に関する実験はほぼ同時期になされ、一つの体系を形成した。戦時中については物資不足の事情は同じで、43%の不潔木スビとの積層層などがみられるなど工学分野の技術者の不構造への進出があった。しかしながら、この技術者、研究者のほとんどが戦後25年、さらに高度成長期で不構造を離れていった。その中で強度関係の研究は合板、パーティクルボード、集成材などの製造をフィールドバックする形になされた部分とdefect freeの木材による“木材とは”を追求する部分とが大半を占めていた。これはThe Era of Academic Researchで述べられている住居など実務面の認識不足は、我国もほぼ同じであったといえよう。gradingなど動きがみえ出したのは碎組壁工法の導入された1970年代であるが、以後の動きについて我国は遅れていると認めざるを得ない。しかし、その背景は我国特有の事情があることも事実であり、今後の木材利用の展開を考える上で重要なものと考えられるので以下にそれを問題として考えてみたい。

3. 我国の不構造をとりまく特異性と今後の課題

#### (1) 構造材と化粧材の非分離

構造材の価値が著しく低くみられているがために製材、集成材、合板さらにLVLも構造材としての位置づけが不明確であり、結果として構造用の規格のような基準をら使う側からの信頼がおかれていない。非分離自体に問題がある訳ではないが、低グレードに位置するもののソリットの付加なしに有効利用は図れない。そのためにきめ細いローカルな対応が必要と思われる。

#### (2) 構造計算すると不利になる矛盾

本来技術的の対応例えは構造計算や実験を行えば経済的の不合理性も追及できるのが普通であるが、不利になる部分も少なくない。経験から積層材は在来工法の施工技術は住人との住い方のコンセンサス(例えば雪おろし)に反えられ合理的である。材料の許容応力度の設定、耐力の設定に問題があるとするとよりきめ細かな対応をしないと強度の研究の成果の意味がなければかり、不利に働く。

#### (3) 不構造とギャップと工学的な体系化

ある点を境界にして理學と工学が左右に分断しているように思われる。実木材とクリア材に存在する強度比の概念が論理性があるとは言いがたい。工学的な基礎データの体系化は十分ではない。とくに施工技術に直接するデータの不足は構造材料の適正用途には致命的である。

(4) 解体家屋、実態調査は安価な実大試験であり、テーマの宝庫である。

実態調査は何かをわかつてとすることは二義的であり、実験室にフィールドバックするテーマを見出すことも目的にみれば貴重である。なぜなら、建物はいくつかの因子の作用し合って実態を形成しているのであって、その中の規則性から順次主因子を見出さないと説明性に欠け、大枠の評価的とはおし片手落ちになることが多い。

テ ー マ 2

最近の木質構造住宅の話題



住宅の構造と音響特性

島根大学農学部

高橋 徹

1. 居住環境と騒音

総理府の公害調査によれば戸外からの生活騒音は15%と最も多く、次いで悪臭が7%、水質汚濁と振動がそれぞれ4%、大気汚染が3%となっている。近隣騒音については、27%が迷惑を受けたと答え、発生源として自動車、オートバイの空吹し音が70%、チリ紙交換等のスピーカ音が10%、ペット家畜の鳴き声8%、隣人の話し声7%の順になっている。しかしながら、騒音公害は地域性が非常に強いため団地、アパート、マンションなどの集合住宅は戸建住宅を含んだこれらの結果と異なり、集合住宅は上階や隣戸で他人と接しており、足音やピアノによる騒音等の床衝撃音の問題をかかえ、この種の苦情率が高い。

我々は意味のない騒音—暗騒音—の中で生活している。暗騒音が40ホン(dBA)以下であれば、感覚的に安定した生活の状態や部屋の使用目的によって、部屋の暗騒音レベル推奨値は次のようになる。

場 所	暗騒音レベル
スタジオ、コンサートホール、舞臺、	25ホン以下
居室、寝室、小供室、病院、ホテル、会議室、	30ホン以下
ダイニングルーム、廊下、小レストラン、事務室、商店、教室、図書館、	40ホン以下
キッチンルーム、ロビー、レストラン、浴室、住宅の作業室、トイレ、	50ホン以下
体育館、ガレージ、	60ホン以下

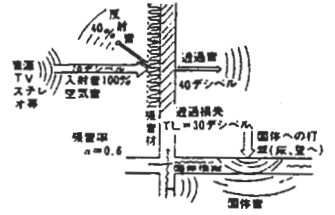
また、公共性を考慮に入れた公害対策基本法の規定に基づく許容騒音レベルは地域によって異なり、AA地域 45ホン(昼間)、40ホン(朝夕)、35ホン(夜間)、であり、A地域では50ホン、45ホン、40ホンであり、B地域ではそれぞれ60ホン、55ホンおよび50ホンである。

音の強さレベルと感覚との関連は、3dBの増加—かなり感知する。5dBの増加—はっきり変化がわかる。10dBの増加—音が2倍に聴こえる。15dBの増加—際立った変化を知る。20dB—非常に大きな変化。

2. 住宅における騒音の伝達と防音

住宅における騒音の伝達には、1) 空気音 2) 固体音

がある。空気音はラジオ、ステレオの音であり、固体音は歩行や跳びはねて生じる音である。ピアノ音は両者を含んだ伝搬音である。



空気音と固体音の伝搬経路

室内の騒音を和らげるのは吸音であり、騒音を通さない様にするのがしゃ音である。

2.1. 吸音

吸音は入射音の強さIに対する反射音の強さRから吸音率αが次式のように求められる。

$$\alpha = 1 - R/I$$

いま入射音が60dB、反射音が56dBであると、

$$60 = 10 \log I / I_0, \quad 56 = 10 \log R / I_0$$

$$\alpha = 1 - 10^{5.6} / 10^6$$

吸音率α=0.6の吸音材は音の強さを60%減少させ、40%の音が跳ね返るが、音圧レベルは4dB低下したのみである。したがって開放した窓から60dBの騒音が入っても室内の吸音材で音圧レベルを下げるのはわずかである。吸音材は音の反射を和らげ、残響時間を少なくする。住宅はカーテン、畳、家具、人、などは良い吸音材料で室容積も小さいので吸音材をあまり使う必要がない。部屋の吸音率 $\bar{\alpha}_1$ を改善し、 $\bar{\alpha}_2$ にすれば騒音の低下率は

$$P = 10 \log \bar{\alpha}_2 / \bar{\alpha}_1$$

で示され、平均吸音率を2倍にすれば3dB低下させられる。

2.2. しゃ音

しゃ音は音が壁を通る時、その前後の音圧レベルを $T_1$ 、 $T_2$ とすると、次式で示される。

$$TL = T_1 - T_2$$

TLを透過損失とよび、材料や構造でTLが決る。住宅のしゃ音は部材のしゃ音性能を考えるだけでなく、しゃ音総合計画が必要である。

a) 全体計画

音源側には開口部をつくらず質量の大きい厚い壁とし、壁に沿って押入や控え間など、例えば騒音が割合大きくてもよい台所、ユーティリティ、作業室、を配置すること、壁と天井の取合せ部をしゃ音材で繞ぐこと、開口部を気密窓にすること、

b) 屋根

金属板ぶきよりも日本がわらを用い、野地板もしゃ音性のよい硬質木片セメント板や木毛セメント板を用い、しっくい塗りがよい。

c) 天井

さお縁天井はしゃ音効果がほとんどない。ボード天井で10dB～20dBのしゃ音効果がある。仕上天井の上に空気層を持つ石こうボード層とグラスウール層を設けるとよい。

d) 壁

下見板や羽目板をもつ板張り壁は10dB～20dBの透過損失を示す。木ずり下地ラスモルタル塗りは中空合板張りの大壁にすると20dB～50dBで平均35dBの透過損失を示す。透過損失の良い壁は、1) 壁重量を大きくする 2) 中空層を作り吸音ブランケットを入れる。3) 大壁にする。4) 隔壁にすき間や電気ボックス等の埋込をしない 5) 間柱を千鳥配置にする 6) 土壁は重いのでよい 7) 壁面は複層とし、それぞれ異種材料で構成するが、同じ材料の時は厚さを変える

e) 窓、ドア

窓はしゃ音性が低いので気密サッシのペアガラスがよい。フスマもボードばりを用い、工夫する必要がある。

3. 床衝撃音

上階で大人が歩行したり、子供が走り回ったりすると、またピアノ演奏でも階下で騒音が響くが、この騒音は、

1) 上階で発生した空気音の透過 2) 床版振動で放射された固体音 3) 床振動が壁面に伝搬し階下の壁面を振動させた固体音 である。第一項は透過損失のことで壁の防音工法の考え方で対処施工すればよい。第二、第三項は床版と壁の制振と防音の問題である。床衝撃音の規格化として、

軽量床衝撃音源 (タッピングマシン) . . . クツ音のシュミレーション

重量床衝撃音源 (タイヤの落下) . . . 子供の走り回り音のシュミレーション

の2種類の試験方法がJISで規定されている。タッピングマシンによるデータは床表面材の柔さの性能を示し、タイヤのそれは床の構造性能を示す。

3. 1. 床版の厚さ効果

床版の厚さが変わっても床表面の硬さが同じであるから、タッピングマシンの床衝撃音レベルはほぼ同じ大きさを示し、ピーク周波数が床版厚さの大きいほど高音域へ移動する。タイヤによる場合、床版の厚さが大きくなると床版の曲げ剛性が高まるので床衝撃音レベルは改善される。例えば床版の厚さが1.2cmより3.0cmになると、4ホン改善された。

3. 2. 床表面材の効果

タッピングマシンの場合、床表面材の改善効果は、(小) . . . 板床～ニードルパンチカーペット～畳敷き～カットパイルカーペット敷き. . . (大)の順に大きくなり、合板床を基準にとると、床衝撃音レベルはそれぞれ13ホン、30ホン、32ホンと顕著に改善される。タイヤの場合、床衝撃音レベルの改善効果はほとんどなく、最大の改善効果を示したのは畳敷きの5ホンである。

3. 3. 木造建築の工法と床衝撃音レベル

木造建築の各工法と床衝撃音に対する性能評価との関係を示すと、次表ようになる。

工 法	衝撃音源	合板床	畳 床
在来工法	Tap.	L-80	L-55
	Tir.	L-70	L-60
パネル工法	Tap.	L-85	L-65
	Tir.	L-75	L-75
7×7工法	Tap.	L-90	L-80
	Tir.	L-80	L-75
2×4工法	Tap.	(L-90)	L-65
	Tir.		L-55
浮床プラットフォーム	Tap.	L-55 ~L-70	
浮床ラフト工法	Tap.	L-55 ~L-70	
鉄骨プレハブ工法	Tap.	L-85	L-55
	Tir.	L-75	L-70
コンクリート集合住宅	Tap.	L-70	L-45
	Tir.	L-60	L-55

# フランスにおける木構造

東京大学農学部 安村 基

## 1. 木材事情

フランスは、スウェーデン、フィンランドに次ぐ欧州第3の森林面積(約14万km<sup>2</sup>)を有し、ソ連を除く欧州全土における木材生産量の約10分の1程度(2750万m<sup>3</sup>, 1978年)を生産している。フランスの森林における樹種の割合は、広葉樹がその3分の2を占め、オシナが全体の34%、ブナが15%、針葉樹では地中海マツ、モミトウヒ、シルベスターマツが全体の29%を占める。フランスでは伝統的にオシナ等の広葉樹を建築用材や家具材として利用してきたが、現在ではその多くが丸太の形で国外に輸出され、一方針葉樹を製材品あるいは丸太の形で北欧やソ連より、熱帯材をアフリカ諸国等より輸入している。このような理由から、フランスは世界第9位の丸太輸出国(89万m<sup>3</sup>, 1978年)であると同時に、世界第7位の丸太輸入国(173万m<sup>3</sup>, 1978年)であるという矛盾した側面を持っている。

## 2. フランスの住宅

フランスは歴史的に中央集権的色彩の強い国家であると同時に、その地理的条件より文化的には地方色の濃い国家でもある。そのため、フランスの住居は地方(region)ごとの特色を持っており一般化して述べることは不可能であるが、強いて木材を構造部材の全部又は一部に用いた一戸建独立住宅を主要構造の面より大別すると以下の通りである。

- (1) 主要構造部材がすべて木材のもの。
- (2) 壁が石、レンガ、土壁より成り(木造層組を有する場合もある)、小屋組、床組が木造のもの。

- (3) 壁がブロック造、鉄筋コンクリート造で小屋組、床組が木造のもの。

上記のうち、(1)に属するものとして、アルガス地方、ノルマンディー地方等に見られる伝統的木造建築と、近年発達したいわゆる神組壁工法や工業化住宅がある。前者は限られた地方にのみ存在し、新築住宅がこの構法で建設されることは稀である。後者はフランスでの歴史が浅く、現在の所住宅産業として重要な位置を占めるに至っていない。一般の伝統的民家の大半は(2)で、欧州では一般に同一住居を何世代にも渡って使用する習慣があり、この構法によるものが住宅の多数を占めると考えてよい。(2)の伝統的食組かれた構法が(3)で、新築住宅のほとんどがこの構法によるものと考えられる。この場合、小屋組には工業化トラスが用いられることが多い。

## 3. 木材の大型構造物への適用

一般に欧州では大型の建築物に集成材が適用されることが多いが、フランスにおいても集成材産業は木材工業の中で重要な位置を占める産業の一つであるといえる。現在フランスには集成材を製造している企業が60社以上あり、その規模は大小様々であるが、そのほとんどが構造用集成材を生産しており、部材の運搬および組立てを独自に行なっている場合が多い。集成材が用いられる建築物の用途を列挙すると以下の通りである。

- ・商工業：工場、倉庫、車庫、スーパーマーケット、共同店舗、市場、空港、馬房
- ・農業：納屋、家畜小屋、牛舎等
- ・文化・スポーツ：競技場観覧席、体育館、室内プール、スケートリンク、テニスコート、調馬場

- ・宗教： 教会、祭式場
- ・土木： 橋、歩道橋
- ・その他： 階段、覆い(車、中庭 etc.)、  
コンテナー

集成材がこのような広範囲に渡って建築に適用される理由としては、(1)天然素材と建築形態の調和、(2)すぐれた耐火性、耐腐蝕性、(3)低比重 (4)大スパン建築の可能性、(5)仕上材(ペンキ等)が不要で、メンテナンスの経済性が良い、(6)現場でのスcaffolding、施工が容易で、組立てが簡単、(7)非磁性、非電導性、(8)すぐれた断熱性、音響特性、(9)すぐれた安定性および機械的性質、等が上げられるが、特にすぐれた耐火性により、集成材が学校の体育館等公共建築に用いられることが多い。

#### 4. フランスにおける木構造の設計

##### 4.1 製材の等級区分および許容応力度

フランスにおける製材の等級区分および許容応力度は、1946年制定のフランス規格 NF B 52-001 に規定されており、節径、繊維傾斜、割れ、年輪巾、丸み、比重により3等級に分類されている。同規格では、製材の等級区分および許容応力度は、広葉樹(カシ、ナラ)と針葉樹(モミ、トウヒ、マツ)の2つに分けられているだけで樹種による区分が無い。同規格では許容圧縮応力は破壊強度の4分の1、曲げ応力はその10%増、引張は20%増、許容せん断応力は破壊強度の4分の1、横圧縮は3分の1と定められている。同規格では長期許容応力、短期許容応力を定めていないが、許容応力度は、一般にわが国の長期の値よりも大きな値となっている。

##### 4.2 外力の計算

積載荷重の規定は、フランス規格 NF P 06-001 に、雪積荷重・風圧力の規定は、Règles Neige et Vent に規定されてい

る。Règles Neige et Vent では、雪積荷重、風圧力ともにフランス全土を3つの région に分け、それぞれの région について雪積荷重・風圧力が定められており、雪積荷重ではさらに建物の存在する土地の標高、屋根の形状、風の影響を、風圧力については建物の形状、建物が存在する環境(防風林、隣接する建物等)等が定められている。なお、同規程では、雪積荷重、風圧力共に、通常荷重、極限荷重の2つが与えられているが、このことについては次に述べることにする。

##### 4.3 木構造設計規程 - Règles C.B. 71

フランスでは木構造の設計は一般に木構造設計規程 - Règles C.B. 71 に基づいて行っている。Règles C.B. 71 の主な特徴を上げると以下の通りである。

(1) Règles C.B. 71 では NF B 52-001 とは別に、独自に許容応力度を定めている(等級区分は NF B 52-001 に準ずる)。すなわち、引張、圧縮、曲げ、せん断ともに、各強度の3又は2.75を安全率とし許容応力を定めている。

(2) いわゆる長期、短期の区別はなく、Règles Neige et Vent における通常荷重を外力とする計算では、部材の応力は許容応力度を越えることは許されないが、極限荷重を外力とする計算では、部材の応力は許容応力度を越えることが許される。ただし、この場合、部材の応力が比例限(許容応力度の1.5~2.25倍)を越えてはならない。

(3) クリープの影響はたわみ計算にのみ考慮され、その部材の許容応力度に対する部材応力の割合、その部材が受けると思われる最大含水率変化より、1~4のたわみ増加係数が示されている。

東京大学 農学部 安藤 直人

1. 概要 昭和57年度文部省科学研究費海外学術調査(現地調査)として「オセアニアにおける造林木の材質形成と利用に関する調査」のテーマでニュージーランドおよびオーストラリアの調査を行う機会を得た。調査の目的は主としてRadiata Pineの利用に関することであつたが、その中から主としてN.Z.における木質構造の事例を挙げて木材の利用状況を報告する。

2. 建築用材 N.Z.における建築用材の概要は図1に示す通りであるが、Radiata Pine 原木の生産量の増大<sup>1)</sup>について、現在はRadiata Pine が構造材の大半を占めている。

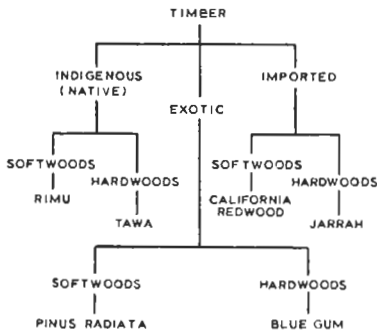


図1. N.Z.における建築用材\*

3. 木質構造 N.Z.の一般的な木造住宅はNZS 3604 "Code of practice for LIGHT TIMBER FRAME BUILDINGS not requiring specific design" により規定されるが、構造方式は北米から導入した我国の枠組壁工法と大差ない。しかしN.Z.の住宅着工戸数14,442戸(1981年度)に対し、Pole frame construction<sup>2)</sup>が16%、Pile foundation<sup>3)</sup>が13%を占め、防腐処理された丸太の利用が年々増加する傾向が見られる。住宅の外壁材は木材のweatherboard 横張り<sup>4)</sup>が減少し、図2

に示す brick veneer が盛んであるが、安価な仕上材として Asbestos-cement sheets も数多く見られる。

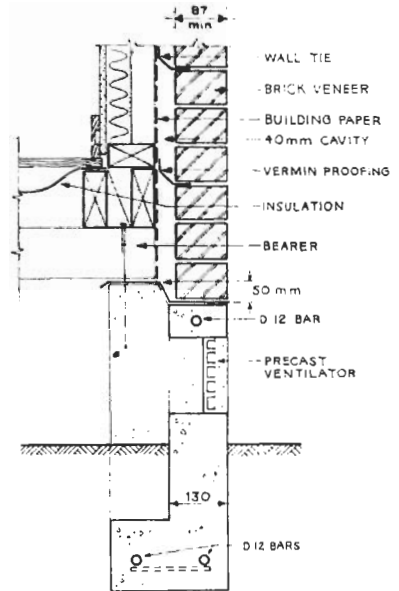


図2. Brick veneer foundation\*

集成材構造の中で特筆すべきは、現在N.Z.のWellington郊外に建設中の木造4階建てである。平面は辺長20mの正六角形で、延べ床面積4100m<sup>2</sup>のオフィスビルである<sup>4)</sup>。これ以外にも体育館・工場・倉庫等の大型木造建築物が数多く建てられ、木質構造の多様性を示している。

4. 参考文献

- 1) 堤 喬一：木材工業, 36(6), 26(1981)
- 2) J.C.F.Walker: F P J, 31(8), 28(1981)
- 3) 西本 孝一：木材工業, 36(12), 25(1981)
- 4) 杉山 英男：住宅ジャーナル, 1982年10月号

\* New Zealand Technical Correspondence Institute "Carpentry" より抜粋

## 2×4工法住宅の現状と将来

新井 建築工学研究所 新井信彦

2×4工法が我が国に正式に導入されて以来、9年が経過した。この間、2×4工法の住宅建設技術の向上は著しく、その結果、設計の自由度の増大、規模の拡大、及び公廉融資枠の拡大等非常に有利に展開している。しかし、導入以来地震の被害に悩まされ、現在において、構造及び諸性能面において、その安全性が充分に確認されたとはいえない面が残されていると思えます。

こゝでは、我が国での2×4工法の導入以来の技術的推移と、2×4工法に対して数多くの技術的質問をもちつ米国の最近の技術動向とを比較検討して、我が国での現状と内観をいへ将来への展望について述べていきます。

### 1. 2×4工法導入以来の技術的推移

- ① 1974年7月、建設省告示第1019号「住宅金融公庫、共通仕様書(1974年版) OPEN工法と称す。この当時参考とした米国の基準書、F.H.A-M.P.S. 1965年版 U.B.C. 1973年版
- ② 1977年7月、建設省告示第1017号「小規模住宅の新施工法の開発」プロジェクトの結果となり、告示基準が大幅に改正された。

1. 建設地域を多量区域に適用
2. 構造用製材の許容応力度の発表—スパン表へ構造用面材の追加
3. 耐力壁間隔の拡大 8m→12m
4. 火災耐力の実験により不燃構造と称(公庫)

- ③ 1978年6月、宮城県津地震  
建設中の2×4工法住宅1戸倒壊
- ④ 1982年1月、建設省告示第56号  
今後の実績を考慮して、告示基準の内容が

緩和された。

1. 小規模住宅付2階建(3階建)
  2. 耐力壁間で閉められた面積の拡大 40㎡→60㎡
  3. 建物隔部の内面開口部
  4. 雪収束に対する昇床仕様(公庫)
  5. 不燃構造から簡易耐火構造(並)(公庫)
- 上記事項のうち、3, 4, 5については、告示基準では構造耐力上の安全の確保が要求されている。

### 2. 米国における最近の技術的動向

- ① 1971年 サン・フェルナンド(ロス)地震 マグニチュード6.6、予選住宅の被害多数、予選住宅に対する被害総額、約60,000,000。(約150億円)
- ② 1973年、カルフォニア州、地震荷重の取り直しに強化基準表。
- ③ 1975年、H.U.D.-M.P.S. ZONE 3地域(設計震度 $k=0.14$ )に対する地震荷重の取り直し追加。
- ④ 1976年、H.U.D. ロス地震の被害調査及び実験研究の結果として、予選住宅に対する耐震設計・施工指針を発表。(約500頁) ZONE 2及びZONE 3に対する設計手法、耐震補強を考慮した各構造標準詳細図を発表。
- ⑤ 1976年、U.B.C. ZONE 4(設計震度 $k=0.18$ )を追加。
- ⑥ 1978年、H.U.D. 地震に対するガイドラインを発表(耐震設計・施工指針の要約版) カルフォニア全州 ZONE 4と称す。
3. 米国、カルフォニア州における現状  
ロス地震のあと、予選住宅に対して数多くの強化策が発表されている。カルフォニア

州の住宅建設現場をみると、構造の見地から  
納得のいくいくつもの補強がみられる。

1. 耐力壁に構造用合板を使用し、フレイ  
ミングを運り取してから、1階耐力壁一  
階床組一土台を一体化させるように  
流し込んでいる。

2. 耐力壁の両端下部には、布基礎からアン  
カーボルトを左右に330mm間隔で、基礎物  
と一体化された HOLD-DOWN 金物を使用  
している。金一筋の図取を写している。

3. 柱材相互の新カス木材が、上部の梁を  
壁に接合する。相当腐食がみられる。  
= 屋根構面と2階外周壁とを接合する  
には、在りきりに鉄板板を直接接合する  
は斜め切筋を必要とするのが普通である。  
である。

4. 構造耐力上からみた原因の2x4工法  
の現状

1. 耐力壁に何回も此の構造用材の取組  
多数用集はれている。コスト面から、耐  
力壁に構造用材を使用しない設計が構  
想されている。外壁は、柱を何本も  
耐力壁の仕様をして、窓側の石膏ボード  
及び柱材間隙が、空腔用として、石膏  
ボードを水平荷重を至るまで負担する  
ようにしている。

2. 水平荷重の力の伝わりを、大補強不  
適切で、耐力壁がみられる。以下一  
階合方法の問題が起すからと考  
える。(a) 屋根構面と2階外周耐力壁 (b)  
建物内部耐力壁線と上部の水平構面 (屋  
根構面も含む)

3. 耐力壁に生じる曲げ (回転) に対する補  
強策が明確にはされてない。現在使用  
している S-65 の梁金物で、回転を打  
つ補強策物とは思われない。

### 5. 小屋裏層壁付2階建(3階建)

2x4工法の小屋裏を2階まで構成した場  
合、小屋裏に窓面を容易に作る事ができる。  
この窓面を有効に利用しようという希望から  
、居室として利用する方法が検討され、今回  
の告示基準によって、3階の床面積を2階の  
床面積の1/2以下とする条件付けがある、一  
般に建設が許可されている。

大層根を付2階建建物と考えると、構造  
計画上から、3階の床面積は、2階の床面積  
と同様の方法による。水平荷重に接合可  
なりから、3階の窓室部分にのみ構造用合板を  
張り渡す取組は、告示基準で認め  
られているが、構造耐力上から検討するに  
は、十分な理由はない。

3階建の場合、公算の仕様書では、耐力  
壁の標準化のために、2階の耐力壁線と  
同じ水平面積を40%以下としている。1小  
2階建物内部耐力壁線と屋根構面との接  
合方法の問題が起すからである。

### 6. 2x4工法の柱と釘束

大層根に対するディテールを整備し  
て、将来正3階建へ発展すると思わ  
れる。現在正3階建への発展する場合、床  
面積の20%以下を2階建の場合、建  
物の重量が増加する。正3階建に  
耐力壁の場合、建築物の構造耐力の  
評価方法を考え、2x4工法と同様  
に、耐力壁の耐力を確保するに  
必要となると思われる。2x4  
工法の水平荷重に対する計算方法、  
具体的には、水平荷重の耐力壁  
耐力壁に対する計算方法を整備  
する必要があると思われる。

# 木炭系住宅の耐震設計のための問題点

東大 工学部 坂本 功

## 1. 構法種別と構造的特性

- 在来構法 : 軸組+貫 → 軸組+筋かい → 軸組+筋かい+面材
- 枠組壁工法 : 枠組+面材 → 面材の多様化
- パネル式プレハブ構法 : 枠材+面材 → 面材の多様化
- 材料・構法が多様化する中で、構造的な特性はかえって類似してきているのではないか。

## 2. 耐震設計上の問題点

- 地盤種別と入力地震波 : 応答量の違い、所要壁量の違い
- 平面形および耐力壁の配置 : 「耐力壁線」等の有効性の実証
- 耐力壁としての、筋かいと面材の混用 : 保有耐力時の加算(協力効果)の可能性
- 耐力壁の正負くりかえしによる復元力特性のモデル化 : 応答解析のための必須データ
- 筋かい施部のとめつけ方の多様性 : 大工・地域等による耐力の違い
- 水平構面に要求される面内剛性 : 完全に剛にできぬ限り、それを決めるべき根拠
- 外壁仕上材の耐震性 : 水平加力に及ぼす効果と、非構造部材として創設する危険性

## 3. 耐震設計と耐久性の相反性

- 布基礎の普及定着 : 床下換気の不十分さによる木材の腐食
- 面材張大壁の増加・断熱材の普及 : 壁内換気の不十分さによる木材の腐食(結露)
- 金物の使用 : 金物の錆、木材の腐食、木材の乾燥収縮に伴うボルト類のゆるみ

## 4. 耐震性を確保する主体

- 行政・金融 : 法規・確認事務、住宅金融公庫の共通仕様書
- 施主 : 一般の人に対する耐震知識のPR
- 設計者 : 法規の遵守、木炭系住宅の耐震設計の理念に対する理解
- 大工・工務店 : 正しい施工

## 5. いくつかの疑問

- 実際には、耐力壁量が法規の規定を満たしていないものが多いのだ。何故、最近の被害率が非常に低いのか。
- 非耐力壁、特にラスモルタル壁の、剛性強度への大きな効果をとりに入れなくてよいのか。
- 木炭系住宅の耐震性に直接関係している壁倍率は、一定変形量(1/120)によって決まっているのだ。固有周期を支配してしまうはずだが、このことと、所要壁量との関係はどうなっているのか。