

平成16年度農林水産省補助事業
「顔の見える木材での家づくり」推進事業

地域型長期耐用住宅における 地域材利用技術の調査・研究報告書 (宮崎地域編)

平成17年3月

財団法人 日本住宅・木材技術センター

まえがき

国産材の需要拡大は、地域の林業、林産業活性化への寄与はもちろん、資源の循環利用や国土保全上からも極めて重要である。わが国の木材需要は、その6割が住宅等の建築分野であり、各地域の木造住宅用建築資材として国産材の利用拡大を図っていくためには、地域によって異なる性能を有する木材や異なる生活様式に対応した技術開発の推進が必要である。

地域の木造住宅は、元来、地域の気候・風土や生活様式等を考慮した間取り、構法及びそこでの使用木材の選択やその使い方等にそれぞれ特徴があるものである。しかし、現代の木造住宅は、全国的に平準化し、地域性が希薄化しているのが実態である。住宅の品質・性能は、構造的な安定性や耐久性、健康安全性、省エネ効果等が求められてきたが、近年は、循環型社会の構築に対応した住宅生産体制の整備も求められている。また、わが国における二酸化炭素削減計画や森林整備の充実のためには、国産材供給の主力になってきた中目材の積極的な活用も必要となっている。

こうした背景のもと、本事業では、平成13～14年度に実施した林野庁補助事業「長期耐用住宅木材利用技術高度化事業」及びこれを引き継いだ平成15年度からの「顔の見える木材での家づくり」推進事業の一環として、地域性を踏まえた長期耐用住宅のシステム化を進めてきた。進め方については、日本は地域によってその気候風土は大きく異なるため、地域特性を気候因子で代表させ、①寒冷・乾燥地域として長野県、②多雪・湿潤地域として富山県、③高温・多雨の台風常襲地域として高知県、④高温・多湿の蟻害多発地域として宮崎県、の4県を選定した。この4つの地域で、長期間の供用に耐えると認識されている住宅についての構法的特徴、使用材料の特徴等を調査し、長期耐用可能な住宅に求められる条件を整理し、地域に適した長期耐用住宅のモデル設計を行うために、地域材を活用した軸組構造等の基本設計を、実験検証を踏まえながら行ってきた。

最終年度である本年度は、前年度の基本設計をもとに実施モデル設計を行い、地域型長期耐用住宅への地域材利用方法についての提案をすべく、総合的なまとめとして総合解説書を完成させた。

本報告書は、上記4地域のうち、宮崎県（高温・多湿の蟻害多発地域）に関するものである。

本事業を推進するに当たり、多忙な中、精力的にご討議いただいた各委員及びご協力いただいた各県の木材関係研究機関の연구원ならびに住宅・木材関係会社・団体の関係者に対し、厚くお礼申し上げます。

平成17年3月

財団法人 日本住宅・木材技術センター
理事長 岡 勝 男

目 次

□はじめに	1
□第1章 提案住宅の実施設計	
1 設計思想と基本設計	3
2 平面計画・設計	3
3 構造計画・設計	3
4 構造体の設計	4
5 部材仕様と部位別地域材利用計画	5
6 開発部材の性能評価	6
7 項目別性能レベル	23
□第2章 設計図書類の整備	
1 基本計画図（平面・立面）	24
2 構造システム（矩計図）	24
3 伏せ図（床伏せ、小屋伏せ）	24
4 設備図	25
5 建築基準法関係	25
□第3章 提案住宅における地域材利用技術の解説書	
1 地域材の特性と需給・流通上の特質	36
2 使用地域材の加工・処理技術	39
3 使用地域材による開発部材の加工・処理	39
4 地域材利用上の留意点	40
5 地域材利用上の今後の課題	40
□別添資料：地域材による長期耐用住宅開発委員会 宮崎地域委員会委員名簿	43

はじめに

本事業は、財団法人日本住宅・木材技術センターからの委託を受け、「宮崎型長期耐用住宅」を研究開発することを目的に平成13年度を初年度とし、4か年計画で進められてきた。

初年度は地域型木造住宅に関する調査を実施、平成14年度はその調査結果を参考に地域材活用に必要な基礎実験及びモデル設計に必要な軸組構造の検討を実施した。昨年度は、設備と内装を検討したところである。

事業の運営は、委員会形式に基づき、地域を代表する専門家及び学識経験者による協議を重ねながら地域型木造住宅の研究開発に取り組んできた。厳しさを増す木材産業の現状を踏まえつつ、研究開発は近い将来を視野に入れた木造住宅の有るべき姿を提案することに重点を置いている。

木造住宅を取り巻く現在の環境は、消費者の低価格・高品質志向が強まるなか、厳しさを増しており、商品開発手法にも従来とは異なる視点が求められている。消費者ニーズに合った商品を開発するには、コスト削減努力に加えて森林資源としてスギの供給状況の把握や国際的な流れのなかで性能化に向けた動きへの対応など、幅広い角度から地域材のスギ、住宅を考え、イメージする必要がある。これらの点を踏まえてスギと地域型住宅を見直すことで自然のサイクルに沿った地産地消が実現すると思われる。

本事業では、新しい軸組構造の開発として、スギ資源の現状から地域の消費者ニーズに至る一連の調査結果を基に、スギの特性を生かした「合わせ材を軸組材とするラーメン構造」を地域に合った住宅の構造として提案している。これは国土交通省が提唱する「長寿命木造住宅整備指針」にも沿ったものとなっている。同構造の基本原理は、構造材スギを板材として利用することに焦点を当て、可変性と更新の容易性を可能にするオーソドックスなスケルトンインフィルの構造概念を導入したものである。

今年度が最終年度であるため、総合的なまとめとして解説書を作成することとした。

これまでの研究では、SI住宅（スケルトン・インフィル住宅）採用の背景や地域材スギの特性と使用する製材の強度等級を設計条件として整理し、現在の住宅建設市場の動向調査を基本構想に反映させ、コストを含めて総合的に競争力のある住宅開発を目指して研究開発の優先順位を決めてきた。例えば、品確法に準拠した性能レベルの選択など、基本設計の根本となる設計諸条件を整理したうえで基本設計図を提案している。

また、合わせ材による軸組構造の基本となる合わせ梁の曲げ性能を、曲げヤング係数と曲げ強さ及び破壊状況を実験によって明らかにし、スケルトンとして合わせ材による軸組ラーメン構造成立の基本となる剛接合部の検討を行った。

さらに、インフィルのモデル設計を通じて合わせ材による軸組ラーメン構法に肉付けを行ってきた。

今年度は以上のような基本設計で検討した内容や資料を基に実施設計を行ったが、まとめ方は本開発成果が企業に技術移転できるように、また残される課題等も企業が取り組みやすい内容に整理したところである。

本事業は最終的に地域型住宅の商品化を目指しており、研究開発という観点からその対象は広範囲に及び、多様な専門性を必要とする。しかも商品の市場性を高めようとすればするほど、各種法規制や基準類などの要求を満足させなくてはならない。

現在、公設試験機関は研究のあり方も含め多くの問題を抱えているケースが多いなか、本事業は、地域と中央が連携を取りつつ具体的な商品開発を目指す点で市場に直結しており、研究にも幅や奥行きが生まれている。だが同時に、地域の厳しい評価も受けなくてはならない。

今後も、本事業のより効果的な運営を目指して、財団法人日本住宅・木材技術センターと密に連携を保ちながら、地域と共にスギの活用に努める所存である。

宮崎地域委員会委員長 飯村 豊

第1章 提案住宅の実施設計

1 設計思想と基本設計

これまでのスケルトン開発で、ラーメン構造としてきた背景には壁の削減、すなわち窓などを大きく設けて、南九州独特の高温多湿対策を行おうとするものであった。

そのことは、ラーメン構造が最適であり、接合部を剛接合にすることで層間変形角を抑え、より鉄骨造に近づける工夫が必要であった。これまでの実験では、ダボの打ち込み後の性能について、引き抜きと曲げに十分抵抗し得る耐力を確認したところでもある。今回の提案は、居住環境等を向上させることも一つの目的とし、自由な設計法も合わせて考えてみた。基本的には立方体や直方体の集合体ということで、四角形スケルトンを自由自在に重ねたものである。これは、家族構成や生活状況等の多様性に対応するため、自由な間取りが作れるということから採用したものであり、今回も4人から5人程度の家族構成で、高齢者・身体障害者対策として設計を行った。そして、設計を進める中で3mスケルトンが果たしてこのような住宅に対して対応できるのかを検討してみることにした。

2 平面計画・設計

最近の住宅では、洋室が多くなったとはいえやはり1室ぐらいは和室がほしいところである。そこで、縁側のない床の間付きの和室を考えてみた。4畳半に床の間が付いているパターンは少ないが、この場合では、スパンとしての3m(1間半)では床の間の付近に幅広板材がくること等を考慮すると非常に不自然になる。無理なく部屋や床の間等の部分に柱を隠蔽して納めるならば、どうみても1辺が4m(2間)以上になるのは当然なことである。一般的な6畳に床の間、押入付きであると想定すると、最低でも4m(2間)のスパンが必要ということになる。

また、居間について考えてみると、ソファ、テレビ、棚などの備品類を置いた状態では、非常に狭くなり、やはり4m(2間)以上がほしいところである。したがって、今回の設計では最大4mスパンを基本スケルトンとすることにした。

さらに、通路については、バリアフリーの観点から、有効で800mm以上必要であるため、1mのモジュールで適当であることも確認できた。

3 構造計画・設計

この構造を整理してみると、4mのサイコロ状の骨組みを基本とした立方体、直方体(仮称:キューブスケルトン)を組み合わせることで多様な空間を創造、演出することができる。また、動線計画や使い勝手などの住人の利便性などを自由に計画できるなど、フレキシブルな計画ができる構造体だと考えている。さらには、経年後に改修する際の施工性、リフォーム性も明瞭で自由度が向上することになる。このようにこのスケルトンの使い方によっては、様々な形態の住宅が建設可能であり、将来は敷地形態にあった無駄のない計

画がたてられるようになり、それも低費用で行えるようになることも、先の話ではないと考えている。

今回のモデル設計では、柱や梁はそれぞれの壁フレームとして製作し、立ち上げたものでキューブ自体の重ね合わせではないが、将来は別々のキューブを重ねる、すなわち柱や梁が2重に合わさる工法として一般化したいと考えている。

4 構造体の設計

当初提案したモデル設計のラーメン構造部材の許容応力度計算を行った。使用材料の曲げヤング係数はE50とした。現実には貫などの横部材（現時点で非構造部材）があり、補剛されている部分が多いため強度としては予想より大きく発揮すると考えられるが、今回は貫などの影響は考えずに、単純にラーメンのみの強度を確認することにした。これまで研究を行ってきた仕口・継手部分（柱と梁とのダボ接合部分、柱などを構成する板材接合部分）は剛接合であると仮定して今回の計算は行っている。

その結果、柱、梁とも現寸法では無理なことが分かった。柱は現設計では断面積が不足しており、約3倍程度の柱断面積が必要になる。また、梁のせいは240mmでは不足しており300mm以上必要で、材幅も120mm程度必要なことも分かった。そもそも梁材等は2材合わせとしているため基本幅は60mmである。これでは4mスパンには対応できず、座屈も心配される。したがって、梁については4材合わせとし、柱については6材合わせを基本としたスケルトンの開発が必要になってくる。

そこで、間取りは変えずにこの構造での設計を行ってみた（今回提案の住宅）。柱、梁の関係としては単純に梁は4材合わせ（120mm）×300mm、柱は6材合わせ（180mm）×450mmとした。その結果、壁の厚さが太くまた長くなり、柱型を出して納めるのか、大壁として仕上げるのか、すくなくとも壁を構成するための部材等が数多く必要になってくることは懸念される。

当初の設計に戻って、キューブの組み合わせを考えてみると、梁の幅が120mm必要であれば、隣接のキューブ梁（60mm）が重なることで120mm幅を確保することができる。また、柱については8材又は16材合わせとなり240～480mmの厚みの柱が出来上がることになる。このことは、柱の断面積について有利に働くので、非常に都合が良い。したがって、キューブの組み合わせという考え方はこの構造にふさわしいといえる。しかし梁材と柱材には30mmの段差があり、納まりや接続方法等に今後課題を残す。

5 部材仕様と部位別地域材利用計画

5.1 軸組構造の仕様

市場動向調査が示すように現在の住宅価格は坪 30 万円から 40 万円と安価に抑えられていることから、価格と直結する仕様の重要性を仕様書としてまとめておくこととした。

5.2 コストバランスを配慮した軸組構造の仕様書

本構造の基本材料となる板材の品質をはじめ使用材料等を一覧として、表 1-1 合わせ材による軸組工事仕様書に示した。ここでは構造計算を前提とすることから構造材スギは、機械等級材としている。

表 1-1 合わせ材による軸組工事仕様書

項目		特記事項										
軸組工事	1 木材	<p>木材の含水率による種別は、SD15とする。</p> <p>構造材及び下張材の製材、使用箇所に応じた材面の品質等は、自動機械プレーナー仕上げとする。</p> <p>・使用箇所及び種類は、次による。</p>										
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>使用箇所</th> <th>構造材の種類または機械等級区分</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>軸組 <柱、梁、小梁></td> <td>・機械等級区分 E50・E70・E90 ・E110・E130・E150)</td> </tr> <tr> <td>小屋根 <小屋梁、垂木></td> <td>・機械等級区分 E50・E70・E90 ・E110・E130・E150)</td> </tr> <tr> <td>床組 <根太、床板></td> <td>・機械等級区分 E50・E70・E90 ・E110・E130・E150)</td> </tr> </tbody> </table>	使用箇所	構造材の種類または機械等級区分	軸組 <柱、梁、小梁>	・機械等級区分 E50 ・E70・E90 ・E110・E130・E150)	小屋根 <小屋梁、垂木>	・機械等級区分 E50 ・E70・E90 ・E110・E130・E150)	床組 <根太、床板>	・機械等級区分 E50 ・E70・E90 ・E110・E130・E150)		
	使用箇所	構造材の種類または機械等級区分										
	軸組 <柱、梁、小梁>	・機械等級区分 E50 ・E70・E90 ・E110・E130・E150)										
	小屋根 <小屋梁、垂木>	・機械等級区分 E50 ・E70・E90 ・E110・E130・E150)										
	床組 <根太、床板>	・機械等級区分 E50 ・E70・E90 ・E110・E130・E150)										
		<p>部材ごとの樹種</p> <p>・構造材の樹種は、次による。</p>										
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>部材名称</th> <th>樹種等</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>軸組 <柱、梁、小梁></td> <td>< スギ ></td> </tr> <tr> <td>小屋根 <小屋梁、垂木></td> <td>< スギ ></td> </tr> <tr> <td>床組 <根太、床板></td> <td>< スギ ></td> </tr> <tr> <td colspan="2">せん・くさび・ダボ等 <イチイガシ></td> </tr> </tbody> </table>	部材名称	樹種等	軸組 <柱、梁、小梁>	< スギ >	小屋根 <小屋梁、垂木>	< スギ >	床組 <根太、床板>	< スギ >	せん・くさび・ダボ等 <イチイガシ>	
	部材名称	樹種等										
	軸組 <柱、梁、小梁>	< スギ >										
	小屋根 <小屋梁、垂木>	< スギ >										
	床組 <根太、床板>	< スギ >										
せん・くさび・ダボ等 <イチイガシ>												
2 接合具及び接合金物の工法等	<p>構造材及び下地材に対する木ダボの打込み本数等は、図示による。</p> <p>ボルト径は、図示による。</p> <p>ボルトが受ける応力の種類</p> <p>・引張りを受けるボルトは、図示による。</p> <p>・せん断を受けるボルトは、図示による。</p> <p>接合金物を木材に接合するためのボルト等の種類、形状、寸法及び本数は、図示による。</p>											

6 開発部材の性能評価

6.1 木ダボの強度試験

6.1.1 木ダボの曲げ試験

(1) 試験体及び試験方法

すでに述べたように、合わせ材を構成する木ダボには、辺長 7 mm の横断面正方形のイチイガシ材の木ダボを使用した。本試験では、このダボ材の基礎的材質を調べた。長さ 150 mm の試験体について比重、曲げ性能を測定した。試験体数は 36 体である。

試験方法は、写真 1-1 に示すようにスパン 98 mm の中央集中荷重法とし、容量 100kN の強度試験機を用いて荷重速度約 15N/mm²/min で柁目面から荷重を加えた。荷重は、容量 5kN のロードセルによって測定し、試験機ストロークをスパン中央部たわみとして曲げ強さ、曲げヤング係数を測定した。

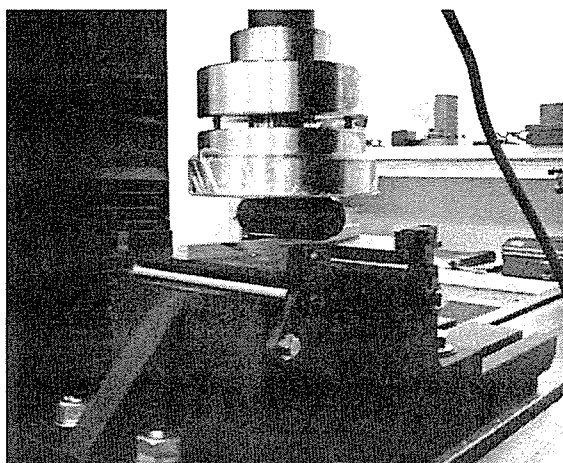


写真 1-1 木ダボの曲げ試験－試験状況

(2) 結果及び考察

表 1-2 に試験結果の概要を示す。本試験で用いたイチイガシ材の木ダボの性能は、平均比重 0.822、平均曲げヤング係数 15.0GPa、平均曲げ強さ 161MPa であった。全体的に変動が大きいが、被結合材となるスギ材に対して比重で約 2.5 倍、ヤング係数で約 3 倍の値を示す。

表 1-2 木ダボ曲げ試験結果の概要

	比重	含水率(%)	MOE(GPa)	MOR(MPa)
最小値	0.707	8.8	7.8	113
平均値	0.822	10.7	15.0	161
最大値	0.967	15.5	27.5	246
標準偏差	0.055	0.1	3.4	24.4
変動係数	6.63%	11.5%	22.6%	15.2%

備考 MOE:曲げヤング係数 MOR:曲げ強さ

6.1.2 木ダボの引抜き抵抗試験

(1) 試験体及び試験方法

上記のイチイガシのダボによりスギ材を接合し、その引抜き試験を行った。図 1-1 に試験体と試験方法の概要を示す。試験体は、材長 100 mm、幅 60 mm、厚さ 30 mm で二方桁目木取りのスギ材（平均比重 0.382、平均含水率 12.9%）を厚さ方向に 2 枚重ねたものとし、板目面中心にダボ用の直径 7 mm 円形の先孔を設けた。辺長 7 mm 横断面正方形のイチイガシ材である。

試験体数は、12 体とした。木ダボの打ち込みには強度試験機を用い、圧縮試験用のジグを取り付けて打ち込み速度 100 mm/sec でスギ材を貫通するまで打ち込んだ（打ち込み長さ 60 mm）。

引抜き試験は、容量 100kN の強度試験機を用い、引張試験用のつかみ具で木ダボ端部をつかんだ状態で、荷重速度 2.5 mm/sec で最大荷重の 80% 以下に荷重が低下するまで加力を継続させ、荷重と引抜き量の関係を求めた。打ち込み後試験完了までの時間は 40~60min であった。

(2) 結果及び考察

本試験での木ダボの接合は、7 mm 円形の先孔に対して 7 mm 正方形断面の木ダボを打ち込むものである。ダボの断面の方が大きいのでスギ材と木ダボの間に圧力が生じ、先孔は正方形にめりこみ変形する一方、木ダボもやや丸味を帯びた形状へと断面が変形しここにお互いに圧縮された状態になる。この木ダボに引抜き力を与えるとダボとスギ材の間に摩擦が生じ、引抜きに抵抗する。なお、打ち込みによりスギ材に割れが生じることはなかった。

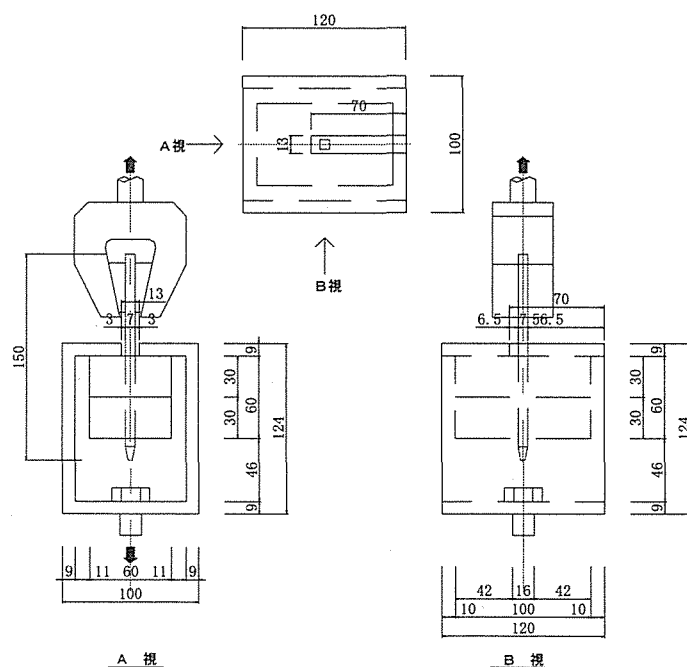


図 1-1 木ダボの引抜き抵抗試験体図（単位:mm）

木ダボ接合部の最大引抜き耐力は、平均値で 2.15kN となり、実験値に基づく木ダボの長期許容引抜き耐力は打ち込み長さ 60 mm の場合 426N であった。

6.1.3 木ダボの二面せん断試験

(1) 試験体及び試験方法

スギ板材を 3 枚重ねて、これを木ダボで接合した試験体について繊維平行方向 (0° 方向) 加力及び繊維直交方向 (90° 方向) 加力の引張型実大二面せん断試験を行った。それぞれの試験体の概要を図 1-2 に示す。

主材及び側材には、厚さ 30 mm のスギ板材 (平均比重 0.385、平均含水率 14.9%) を用いており、木ダボの樹種、形状や先孔の形状についても引き抜き抵抗試験の場合と同様とし、ハンマーで木ダボを打ち込んだ。

試験体は、ユニバーサルジョイントを介して容量 100kN の強度試験機に取り付け、試験速度 1.5 mm/sec で最大荷重の 80% 以下に荷重が低下するまで引張荷重を作用させ、荷重と接合部の相対すべり量の関係を求めた。接合部の相対すべり量は、巻き取り式の変位測定器により側材どうし (90° 方向加力試験の場合は主材どうし) の変位を測定し、その値を 2 で除して求めた。試験体数は、各 10 体である。

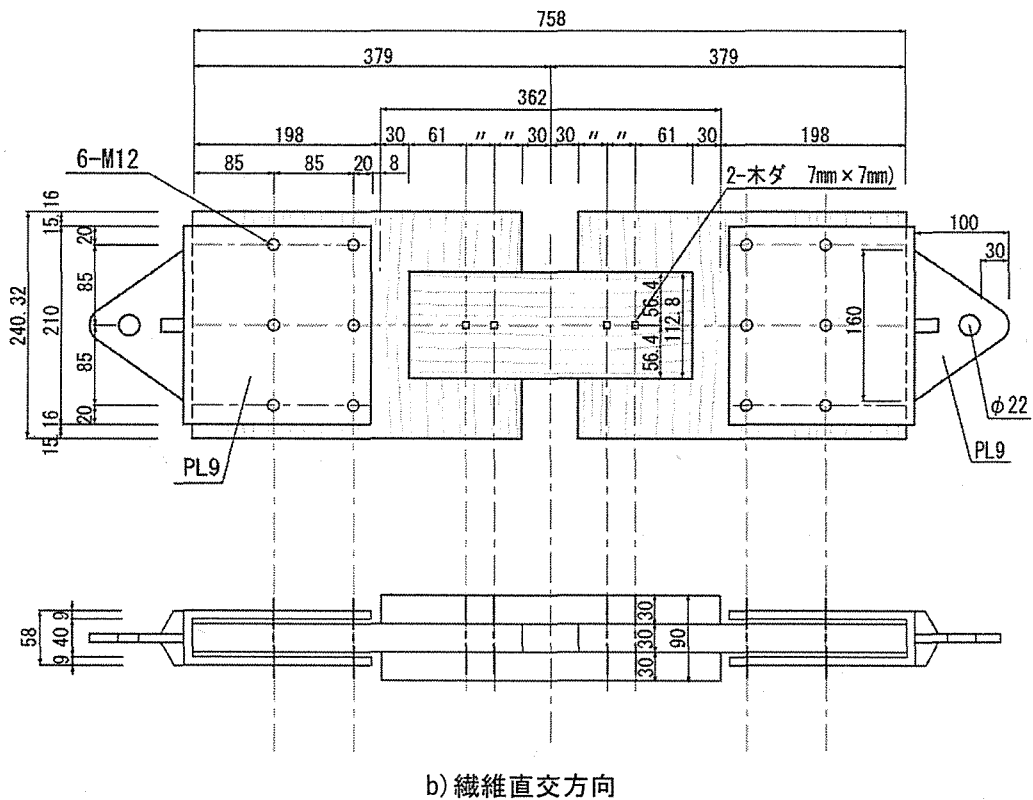
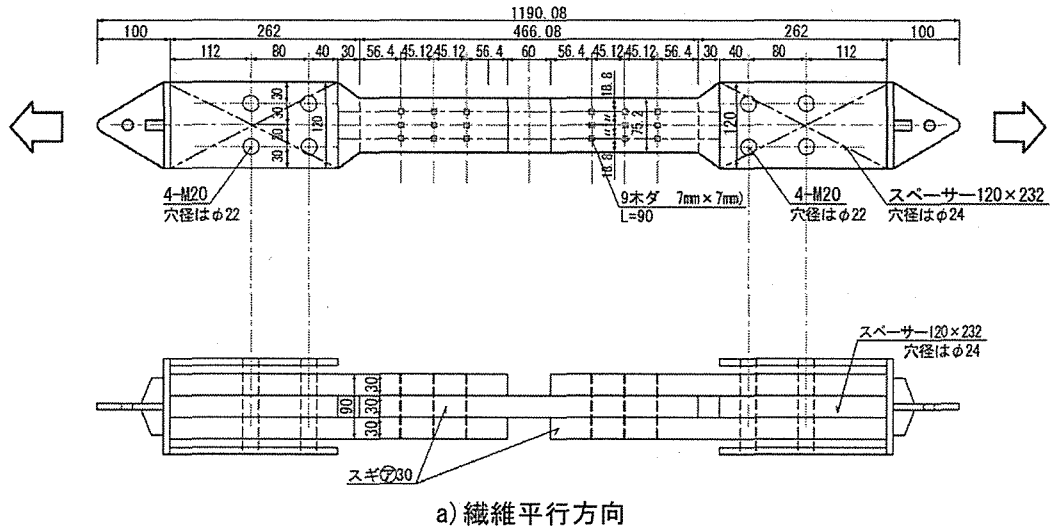


図 1-2 木ダボの二面せん断試験一試験体図 (単位:mm)

(2) 結果及び考察

図 1-3 に 0° 方向及び 90° 方向の荷重-すべりの関係を示す。釘接合・木ダボ接合ともに初期ガタは認められなかった。木ダボ接合部の荷重-すべり曲線において厳密に直線域を判断することは困難であったが、大きく分けると加力方向にかかわらずダボ 1 本当たりの荷重 1kN 付近までは直線的であった。釘接合部と比較すると、木ダボ接合部の方が破壊に至るまでのすべり量が少なく、靱性は低かった。

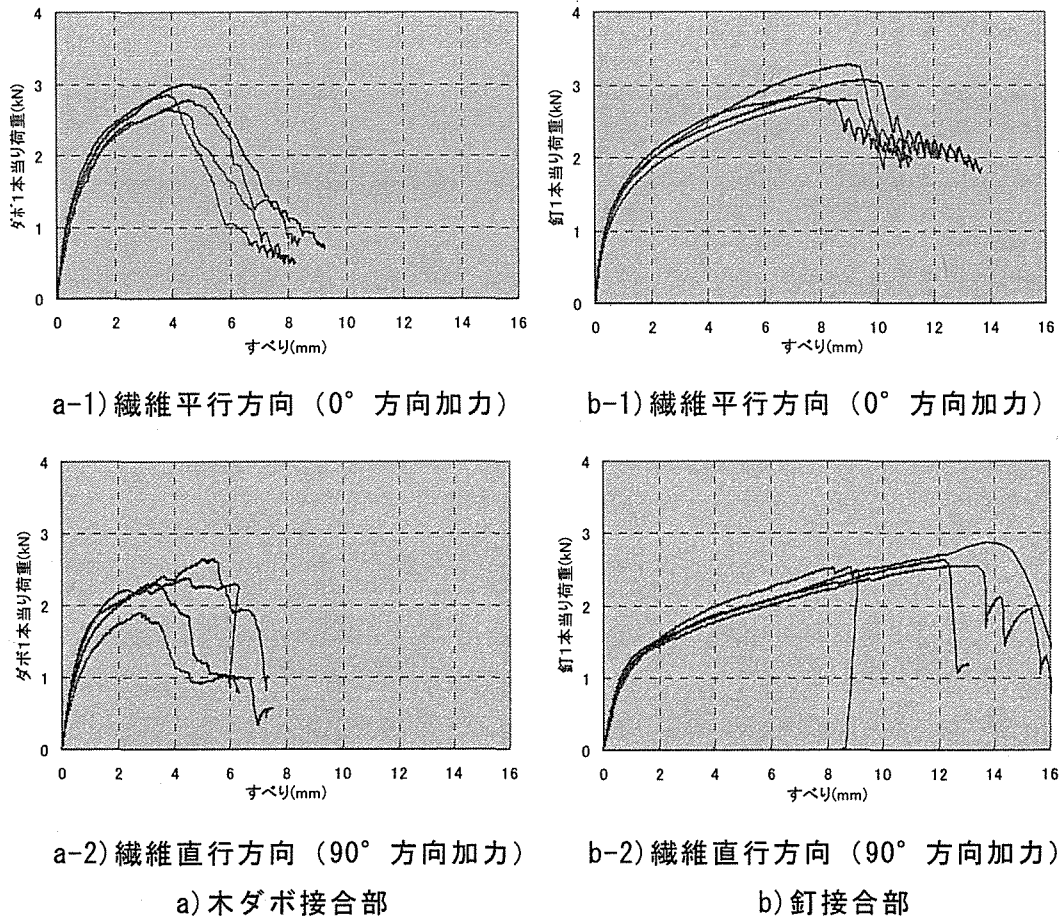


図 1-3 二面せん断試験 荷重とすべりの関係

表 1-3 に試験結果の概要を示す。ここで、同表中の実験値に基づく接合部の短期許容耐力については、木質構造設計規準・同解説の付録 4.1 に示された接合部許容耐力誘導法により算出しており、すべり係数については、接合具 1 本当たりの荷重-すべり曲線における短期許容耐力とそれに対応するすべりの比として算出している。最大耐力については、木ダボ接合部と釘接合部の間に大きな差は認められなかったが、データのバラツキは、木ダボ接合部の方がやや大きかった。また、加力方向による違いが認められ、90° 方向加力では 0° 方向加力の場合の約 80%にとどまっていたが、90° 方向加力ではスギ材の横引張破壊が生じたことが影響したものと思われる。実験値に基づく木ダボ接合部の短期許容耐力は、0° 方向加力の場合 1.20kN、90° 方向加力の場合 0.959kN であった。

すべり係数については、釘接合部に比べて木ダボ接合部では 1.5 倍以上高い値を示した。これは釘接合部では短期許容耐力に相当する荷重が作用する時点で荷重-すべり曲線の直線的な領域を大きく越えていたことによるものである。木ダボ接合部のすべり係数は 0° 方向加力の場合 2.62kN/mm、90° 方向加力の場合 2.36kN/mm (いずれも平均値) となり、90° 方向加力の方が 1 割程度低かった。

表 1-3 せん断試験結果の概要

繊維平行方向加力			繊維直交方向加力		
	接合具	木ダボ		接合具	木ダボ
すべり係数 (kN/mm)	平均値	2.62	すべり係数 (kN/mm)	平均値	2.36
	標準偏差	0.43		標準偏差	0.325
	変動係数	16.4%		変動係数	13.8%
最大耐力*1 (kN)	最小値	2.59	最大耐力*1 (kN)	最小値	1.91
	平均値	2.93		平均値	2.32
	最大値	3.43		最大値	2.66
	標準偏差	0.27		標準偏差	0.19
	変動係数	9.2%		変動係数	8.3%
	下限5%値*2	2.39		下限5%値*2	1.92
短期許容耐力(kN)	実験に基づく値	1.20	短期許容耐力(kN)	実験に基づく値	0.959
	規準に基づく値*3	-		規準に基づく値*3	-

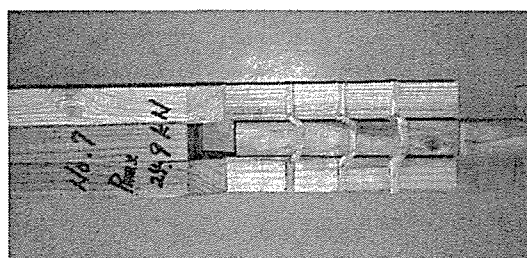
備考*1 接合具1本当たりの最大耐力

*2 耐力の母集団分布を対数正規分布と仮定して算出した信頼水準75%の下限5%許容限界値

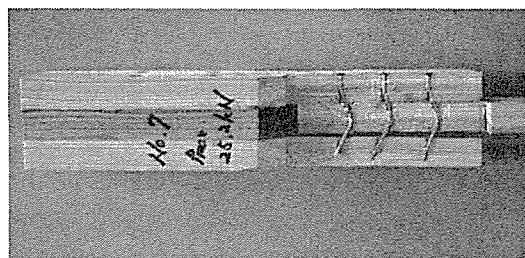
*3 木質構造設計規準の許容耐力算定式により求めた値

※N90の繊維直交方向加力試験結果については、試験体のチャック切れ等により試験体6体の結果を示す。

写真1-2のように木ダボ接合部では、木ダボが曲げ破壊を起こして最大耐力に達した。試験後の木ダボの状況を見ると、多くの場合 0° 方向加力では主材と側材の継ぎ目で2箇所ずつの計4箇所破壊し、90° 方向加力では主材中央部の変形が大きく、主材と側材の継ぎ目で1箇所ずつと主材中央部1箇所の計3箇所破壊していた。なお、90° 方向加力でスギ材が横引張破壊した試験体を除くと、スギ材の割裂やせん断による破壊は認められなかった。本試験では木ダボの配置はN90と同じ間隔としたが、さらに狭い間隔で配置できる可能性があると考えられることから、今後木ダボの寸法や配置間隔とせん断性能の関係について検討する。



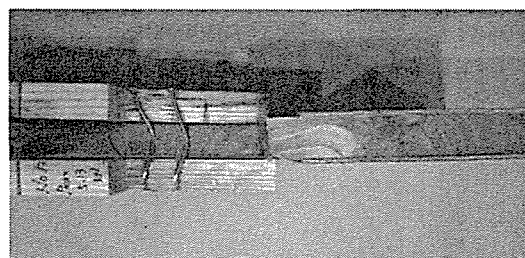
a-1) 繊維平行方向 (0° 方向加力)



b-1) 繊維平行方向 (0° 方向加力)



a-2) 繊維直行方向 (90° 方向加力)



b-2) 繊維直行方向 (90° 方向加力)

a) 木ダボ接合部

b) 釘接合部

写真 1-2 接合部の破壊状況

6.2 供試材及び実験方法

6.2.1 供試材の材質測定

供試材には、宮崎県都城地域産のスギ厚板（厚さ 30mm，幅 180mm，長さ 4000mm）60 枚を用いた。

表 1-4 に供試厚板の概要を示す。枠組壁工法構造用製材の日本農林規格に基づき、曲げ試験時の荷重点間に存在するすべての節の位置と節径を記録し、材縁部の範囲を厚板の幅方向両端部から 5mm として材縁部節径比 (K_e) を求めた。その際、引張り側の節のみをカウントした場合の値 (K_{et}) についても算出した。また、構造用集成材の日本農林規格に基づき、厚板木口面における年輪の曲率を測定し、採材位置（髄からの距離）を推定した。そのほか密度 (D)、平均年輪幅 (ARW) を測定し、含水率 (MC) は試験終了後に破壊箇所近傍から切り出した小片に対して全乾法により求めた。

厚板のヤング係数は、全ての厚板について縦振動法による動的ヤング係数 (E_d)、フラットワイズの曲げヤング係数 (MOE_{fw}) およびエッジワイズの曲げヤング係数 (MOE_{ew}) を測定した。 E_d の測定では、クッション材で中央部を支持した厚板の木口面をハンマーで打撃して一次の固有振動数を求め、それを用いて E_d を計算した。 MOE_{fw} の測定には連続送り式グレーディングマシン（飯田工業 MGFE-251T）を用い、測定スパン 900mm の中央部に 30mm の変位を与えて、厚板の長さ方向に 17mm ピッチで連続的にヤング係数を測定し、その平均値を求めた。 MOE_{ew} の測定には実大強度試験機（東京衡機 WU-1000/TK21）を用い、スパン 3240mm、3 等分 4 点荷重条件で最大 2.5kN の荷重を一定速で載荷し、計測した荷重と全スパンたわみのグラフから直線部分の傾斜角を求めて計算した。

表 1-4 スギ厚板の材質

	密度 D (kg/m^3)	平均年輪幅 ARW (mm)	採材位置 DFP (mm)	材縁部節径比 K_e (%)	含水率 MC (%)	動的ヤング係数 E_d (GPa)	フラットワイズヤング係数 MOE_{fw} (GPa)	エッジワイズヤング係数 MOE_{ew} (GPa)
最小値	345	2.0	5	0.00	13.2	4.55	4.59	4.69
平均値	391	4.0	43	8.40	15.3	6.31	6.19	6.42
最大値	467	8.0	60	21.7	16.9	8.98	8.41	9.86
変動係数(%)	8.67	32.7	23.1	74.6	6.28	16.4	14.4	16.4

6.2.2 合わせ梁を構成する 2 枚の厚板の組み合わせと合わせ梁の製造法

60 枚の厚板を MOE_{ew} の平均値と標準偏差がほぼ等しくなるように 20 枚と 40 枚のグループに分けて、20 枚のグループは、厚板単体の曲げ破壊試験体とし、40 枚のグループを合わせ梁試験体の製造に用いた。なお、表 1-5 に両グループの MOE_{ew} の平均値と標準偏差を示したが、両者ともほぼ等しく、上記のグループ分けが目的のとおりに行われていることがわかる。

表 1-5 厚板試験体と合わせ梁を構成する厚板の曲げヤング係数の分布

	MOE _{ew} (GPa)		MOE _{av} (GPa)		MOE _{dif} (GPa)		
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	最小値	平均値	最大値
厚板試験体(n=20)	6.38	1.06	—	—	—	—	—
合わせ梁を構成する厚板 (n=40)	6.44	1.06	—	—	—	—	—
合わせ梁を構成する2枚の厚板の組合せ (n=20)	—	—	6.44	0.232	0.01	1.57	5.17

MOE_{ew}: 厚板のエッジワイズ曲げヤング係数
 MOE_{av}: 合わせ梁を構成する厚板2枚の曲げヤング係数平均値
 MOE_{dif}: 合わせ梁を構成する厚板2枚の曲げヤング係数の差

図 1-4 に 2 枚合わせ梁試験体の概要を示す。合わせ梁の製造は、以下の手順で行った。まず厚板 2 枚を重ねて厚さ方向にクランプで固定し、ドリルで直径 7mm の先孔を設けた。その位置は、図 1-4 に示すように試験体 1 体当たり 22 箇所、長さ方向に 250mm ピッチで中央に 1 箇所と幅方向両端部から 40mm の位置に 2 箇所交互に配した。次に、ハンマーを用いて長さ 60mm、辺長 7mm 正方形断面のイチイガシ木ダボを先孔に打ち込んだ。その際、接着剤は使用していない。なお、木ダボの気乾比重は平均値 0.82、曲げヤング係数は平均値 15.0GPa であったが、本製造条件では打ち込みによるスギ材の割れあるいは木ダボの座屈は生じなかった。

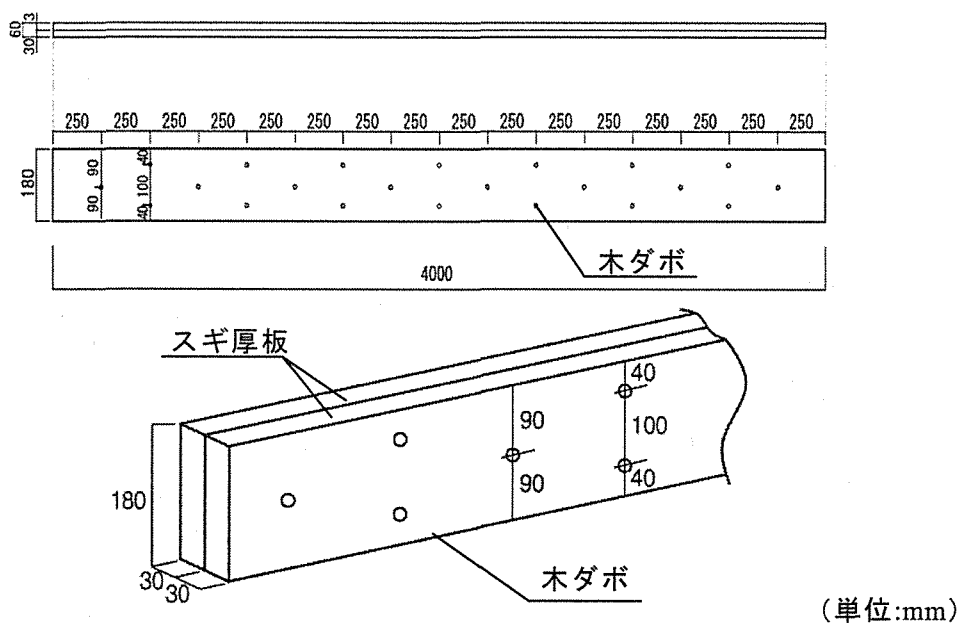


図 1-4 合わせ梁の概要

表 1-5 には合わせ梁試験体を組み立てる 2 枚の厚板の MOE_{ew} の分布状態を示した。厚板の組合せは、MOE_{ew} の分布を考慮して決定した。すなわち 40 枚の厚板から MOE_{ew} が最大の厚板と最小の厚板を抜き取り、この 2 枚を組み合わせて 1 体の合わせ梁試験体とした。次に残りの厚板から同様に 2 枚抜き取る作業を順次繰り返し、20 体の組み合わせを決定した。

つまり、表 1-5 に見るように合わせ梁を構成する厚板 2 枚の MOE_{ew} の差 (MOE_{dif}) は試験体によって $0.01 \sim 5.17 \text{ GPa}$ の範囲で変動するが、合わせ梁 1 体を構成する 2 枚の MOE_{ew} の平均値 (MOE_{av}) は 20 体ともおおむね等しく、その標準偏差は 0.23 GPa と極めて小さくなる。まさに複合効果を示している。

6.2.3 曲げ試験

厚板の材質を測定した後、厚板 20 体及び合わせ梁 20 体についてエッジワイズの曲げ試験を行った。写真 1-3 に試験状況を示す。試験は、厚板の MOE_{ew} の測定と同様、スパン 3240 mm の 3 等分 4 点荷重条件で行い、全スパンたわみによる曲げヤング係数、比例限度応力並びに曲げ強さを算出し、破壊位置や破壊形態等を観察した。合わせ梁の試験では、2 枚の厚板それぞれに変位計（東京測器 SDP-200D）を設置し、2 枚の平均たわみを基に曲げヤング係数を求めた。また、合わせ梁の強度特性値の計算には、合わせ梁を一体化した完全断面とみなしたときの断面二次モーメント及び断面係数を用いた。

試験体セット時の欠点の配置は、無作為に行い、試験中はスパン内の 6 箇所には振れ止めを設けて試験体の横倒れを防いだ。破壊までに要した時間は、厚板、合わせ梁ともに約 3 分であった。なお、本試験結果については、含水率及び寸法によるデータの調整は行っていない。

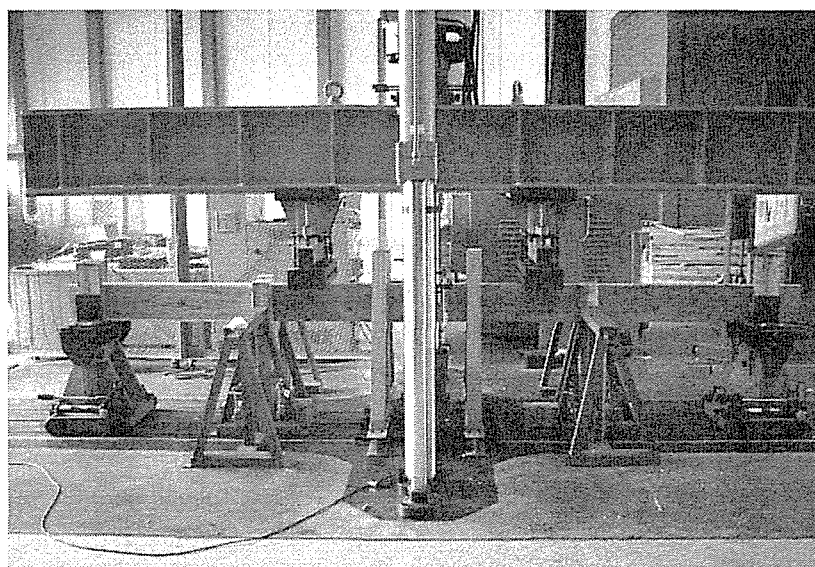


写真 1-3 曲げ試験の状況

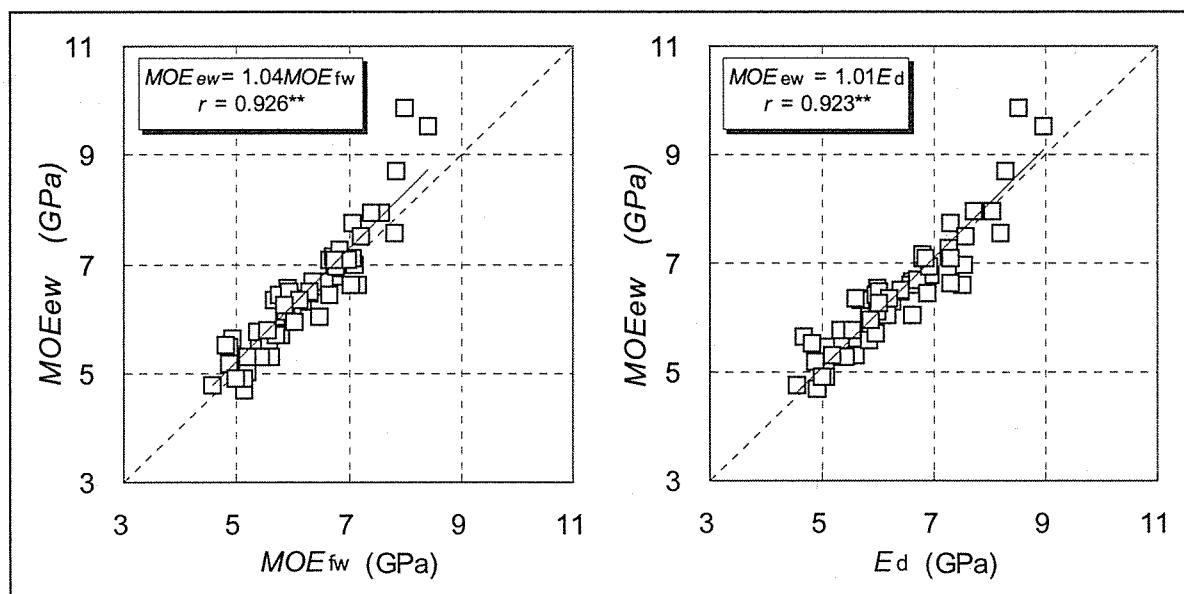
6.3 結果及び考察

6.3.1 厚板のヤング係数

ここでは、スギ厚板の非破壊試験の効率化と精度の向上を目的として、厚板のヤング係数に関する基本的な性能について検討した。厚板や合わせ梁のようなせいの高い断面形状の材料については、エッジワイズの試験よりも打撃法による動的試験やフラットワイズの

曲げ試験の方が効率的である。そのため、これらの試験によるヤング係数とエッジワイズ方向に対するヤング係数の相関関係を明確にしておくことが望まれる。そこで、厚板について測定法の異なる3種類のヤング係数の比較を試みた。

表 1-5 には測定結果の平均値等を示す。また、図 1-5 には MOE_{fw} および Ed と MOE_{ew} の関係を示しているが、MOE_{fw} と MOE_{ew} 並びに Ed と MOE_{ew} の間の相関係数(r)はそれぞれ 0.926、0.923 であり、いずれも極めて高い相関が認められた。これらの結果から、フラットワイズの静的測定法あるいは縦振動による動的測定法が基本となっているグレーディングマシンを用いたヤング係数の等級区分法が、エッジワイズの曲げヤング係数の評価にも十分適用できると判断される。



MOE_{fw} : フラットワイズの曲げヤング係数, MOE_{ew} : エッジワイズの曲げヤング係数, Ed : 動的ヤング係数

図 1-5 スギ厚板の MOE_{fw} と MOE_{ew} の関係および Ed と MOE_{ew} の関係

しかしながら、表 1-5 に示したヤング係数の平均値を比較すると、明らかに MOE_{ew} は MOE_{fw} よりも高い値を示している。これは、エッジワイズの曲げでは丸太外周部のヤング係数の高い部分が曲げ試験体の上下外縁部にくる確率が高いためではないかと推察される。この結果は厚板をエッジワイズ方向に用いることの優位性を示すものであるが、MOE_{ew}/MOE_{fw} の比率は平均で 1.04 (標準偏差 SD=0.0611) でありそれほど大きくはない。スパンと梁せい比の条件が異なるため、MOE_{ew} にはフラットワイズの場合よりもせん断たわみの影響がやや大きく現れたことも考慮に入れておかなければならない。

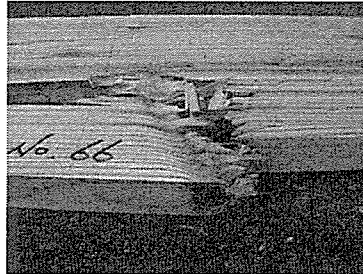
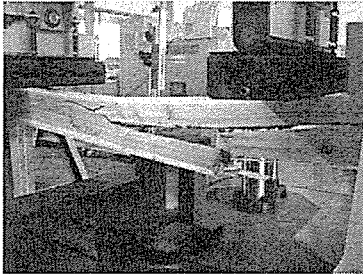
ヤング係数以外の材質指標と MOE_{ew} の関係に関しては、平均年輪幅 (ARW) との間に危険率 1% レベルで有意な相関が得られたものの相関は低く (r=0.397)、材縁部節径比 (Ke) や密度 (D) との間には統計的に有意な相関は認められなかった。また、本試験では採材位置 (DFP) と MOE_{ew} の間にも有意な相関は得られなかった (r=0.057)。これは丸太内部の

ヤング係数の変動よりも丸太間のヤング係数の変動の影響の方が大きいのではないかと考えられる。これらの結果から、外見的因子を基準とする MOE_{ew} の区分はかなり難しいと判断すべきであろう。

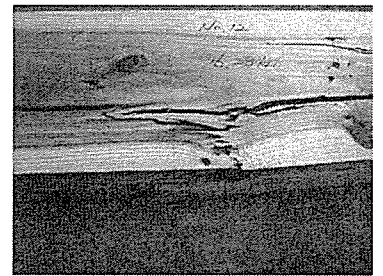
6.3.2 厚板の曲げ強さと最大たわみ

ここでは、曲げ試験におけるスギ厚板の基本性能について検討した。

写真 1-4 には、厚板と合わせ梁の破壊状況を示す。厚板の曲げ試験（20 体）では、引張り側材縁部に節を有する厚板 11 体はすべて節で破壊した。特に 11 体中 8 体（72.7%）では、目視により事前に予測した最弱部が破壊位置と一致した。有節材では目切れ型や単純引張り型の破壊が多い。一方、節の無い厚板では最外層から内層に向かって繊維破断が徐々に進行する形の破壊が多く、この場合破壊位置の予測は困難であった。また、図 1-6 には厚板と合わせ梁の応力-撓み曲線の一例を示しているが、厚板の場合最大応力到達後の粘りはほとんど認められず、応力は直線的に降下する。



a) 厚板



b) 合わせ梁

写真 1-4 厚板及び合わせ梁の破壊状況

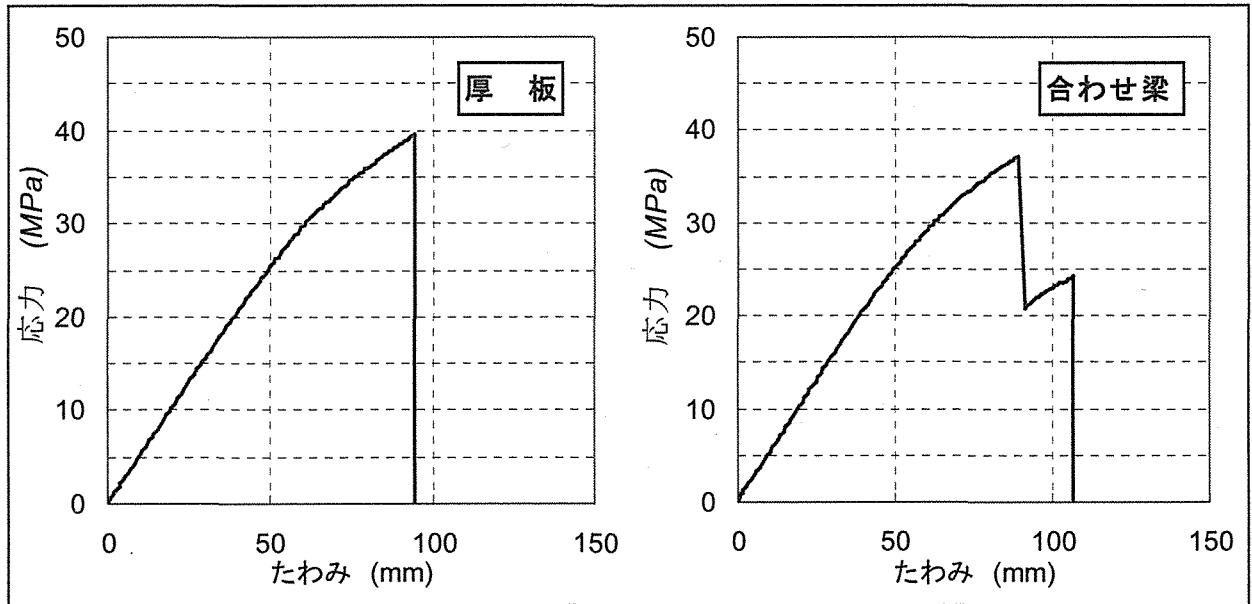
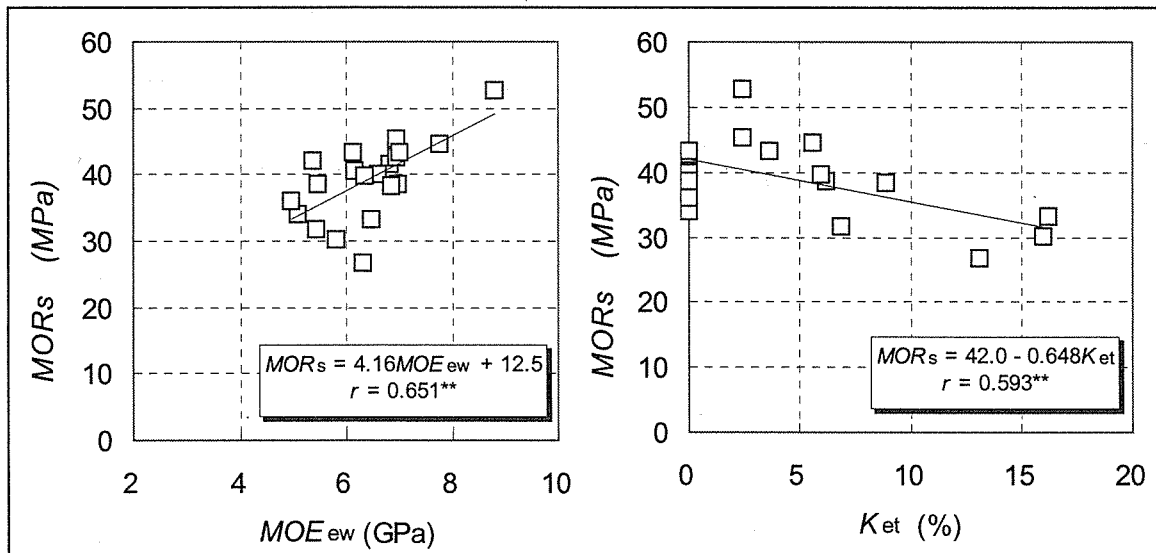


図 1-6 厚板および合わせ梁の応力-撓みの関係

厚板の破壊には引張り側材縁部の節が支配的であったことから、次に厚板の曲げ強さ (MORs) に及ぼす節の影響について検討した。図 1-7 には、厚板の曲げ試験における MOEew と MORs の関係および厚板引張り側の材縁部節径比 (K_{et}) と MORs の関係を示す。MOEew と MORs 並びに K_{et} と MORs の間にはいずれも危険率 1% レベルで有意な相関が認められており (相関係数 r はそれぞれ 0.651、0.593)、MOEew が大きいほど、あるいは K_{et} が小さいほど、MORs は大きい傾向を示した。在来軸組構法の住宅に用いられるスギ製材の実験では、節径比と曲げ強さの間に相関が認められない例も複数報告されているが、本試験では MORs に及ぼす K_{et} の影響が看取された。厚板の場合には材厚に対する節による断面欠損の割合が大きいため、引張り側材縁部に存在する節が MORs の低下に大きく寄与しているのではないかと推察される。なお、圧縮側の節も含めて評価した材縁部節径比 K_e と MORs の間の相関係数は 0.483 となり、先に述べた引張り側材縁部の節のみカウントした場合に比べて MORs との相関は若干低下した。

ここで、図 1-7 の 2 つのグラフを観察すると、MOEew と MORs の関係において MOEew が 6GPa 付近のデータにばらつきがみられるが、回帰直線から下方側にやや外れたプロットは節径比が大きい厚板のデータである。また、 K_{et} と MORs の関係において $K_{et}=0$ の厚板の MORs が特に大きいわけではない。すなわち、MORs の予測因子として見た場合、MOEew と K_{et} は MORs との単相関を互いに乱す関係にあるのではないかと考えられる。なお、MOEew と K_{et} の間には有意な相関関係は認められていない ($r=0.073$)。そこで、次に MOEew と K_{et} を説明変数とする線形重回帰分析を行い MORs の予測を試みた。



MOEew : 厚板の曲げヤング係数, MORs : 厚板の曲げ強さ, Ket : 引張り側材縁部節径比

図 1-7 MOEew と MORs の関係および Ket と MORs の関係

図 1-8 にその結果を示す。同図では、得られた線形重回帰式 (1) 式をもとに算出した MORs の予測値 (MORs-est) と実測値 MORs の関係を示している。

$$\text{MORs-est} = 13.7 + 4.46\text{MOEew} - 0.704\text{Ket} \quad (1)$$

重回帰分析の結果から、自由度調整済みの重相関係数及び標準誤差としてそれぞれ 0.908, 2.55MPa が得られており、図 1-8 を見ても予測値が実測値と概ね一致していることがわかる。つまり、有節材を含む厚板の MORs は、MOEew と Ket を計測することで (1) 式により高い精度で予測することが可能である。

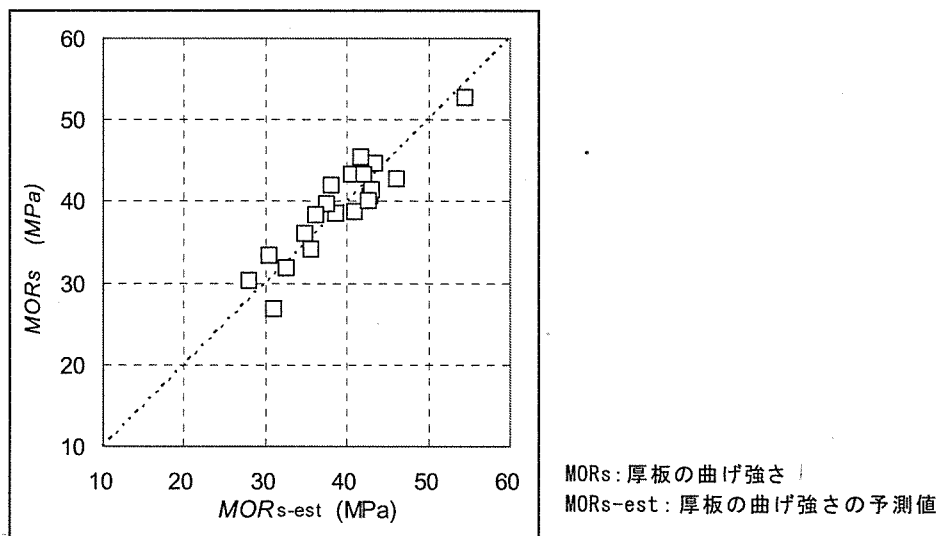


図 1-8 MORs-est と MORs の関係

ところで、厚板の曲げ試験体 20 体について最大応力時のたわみ (δ_{\max}) の最小値、平均値及び最大値を求めると、順に 55 mm、86 mm、126 mmであった。変動係数は、0.201 であ

り、 δ_{max} のばらつきは非常に大きい。そこで、この点に関する分析を試みた結果、引張り側に節のない厚板の場合には MOE_{ew} が高い厚板ほど δ_{max} は小さく、また引張り側に節を有する厚板の場合には K_{et} が大きい厚板ほど δ_{max} が小さい傾向が確認された。また、 δ_{max} を目的変数、 MOE_{ew} と K_{et} を説明変数とする線形重回帰分析を行った結果、自由度調整済みの重相関係数及び標準誤差としてそれぞれ 0.802、10.8mm が得られ、MORs と同様 δ_{max} についても MOE_{ew} と K_{et} の影響を大きく受けることが明らかとなった。厚板の δ_{max} は線形重回帰式 (2) により概ね予測可能である。

$$\delta_{max-est} = 144 - 6.29MOE_{ew} - 2.20K_{et} \quad (2)$$

以上の結果から判断すると、 MOE_{ew} と K_{et} を基準とする厚板の等級区分は、MORs と δ_{max} のばらつきの抑制に有効であろう。ただし、(1) 式及び (2) 式では予測因子として K_e ではなく K_{et} を用いていることから、実用上 K_e による評価を行う場合には、若干予測精度が低下する可能性があることを考慮しておく必要がある。

表 1-6 には、厚板及び合わせ梁の曲げ試験結果を一括して示している。厚板の試験では、比例限度応力 (σ_{ps}) の曲げ強さ MORs に対する比率は平均で 0.655 (SD=0.105) となっており、比例限度応力の曲げ強さに対する割合を 2/3 とする一般的な傾向とほぼ一致する結果が得られた。また、厚板の σ_{ps} 及び MORs の下限値はそれぞれ 16.1MPa, 27.7MPa であり、それぞれスギ無等級材の短期許容応力度及び基準強度を満足していた。しかしながら、これまでスギ厚板のエッジワイズ方向の曲げデータは、全国的にほとんど得られていないことから、今後継続してデータを蓄積する必要がある。なお、 σ_{ps} と MORs のばらつき等については、合わせ梁の結果とあわせて後で述べる。

表 1-6 厚板及び合わせ梁の曲げ試験結果

試験体	MOE (GPa)		σ_p			MOR		
	平均値	標準偏差	平均値(MPa)	変動係数(%)	下限値(MPa)	平均値(MPa)	変動係数(%)	下限値(MPa)
厚板	6.38	1.06	25.6	19.3	16.1	39.2	15.2	27.7
合わせ梁	6.34	0.214	19.8	9.08	16.4	36.7	13.1	27.4

MOE: 曲げヤング係数 (MOE_{ew} と MOE_t)、 σ_p : 比例限度応力 (σ_{ps} と σ_{pt})、MOR: 曲げ強さ (MORs と MORt)
 下限値: 正規分布仮定の下限5%許容限界値

6.3.3 合わせ梁の曲げヤング係数

ここでは、合わせ梁の曲げヤング係数 (MOE_t) について、その平均値とばらつきを検討した。

表 1-6 に示すように、 MOE_t の平均値及び標準偏差は、それぞれ 6.34GPa、0.214GPa であった。平均値を比較すると、表 1-6 に示した MOE_{ew} に対する MOE_t の比率は、0.984 となり両者はほぼ一致した。また、両者の標準偏差 (0.232 および 0.214) もほぼ一致している。この結果は、木ダボで接合した合わせ梁の曲げ試験が正しく行われていること、すなわち 2 枚の厚板のたわみが常に同一であることを示している。

上記の曲げの条件が守られれば、合わせ梁の $MOEt$ はこれを構成する 2 枚の厚板の MOE_{ew} の平均値として表されることから、厚板の組合せによって合わせ梁のヤング係数を自由にコントロールすることが可能であり、厚板の構成について様々な展開が考えられる。実際的な見地からいえば、スギの幅広いヤング係数の分布をいかに抑制し、とくにヤング係数の低い厚板をどう有効に活用していくかという視点は重要であろう。図 1-9 には本試験における厚板及び合わせ梁のヤング係数の分布を示す。厚板の MOE_{ew} に対する $MOEt$ の標準偏差の比率は 0.202 であり、合わせ梁とすることによってヤング係数のばらつきはおよそ 1/5 にまで低下した。一般に知られている標準偏差に関する積層理論によれば、厚板 2 枚をランダムに組み合わせた場合、合わせ梁の $MOEt$ の標準偏差は、厚板の MOE_{ew} のそれに対して $1/\sqrt{2}$ (0.707) になると言われているが、本試験のように MOE_{ew} の分布を事前に把握し、 MOE_{ew} が最大の厚板と最小の厚板を組み合わせる作業を繰り返すことにより、 $MOEt$ のばらつきをより一層小さく抑えることができる。この考え方は極めて単純であるが、ヤング係数のばらつきが極めて少ない製材梁（合わせ梁）の低コスト大量生産につながる有効な手段ではないかと考えられる。

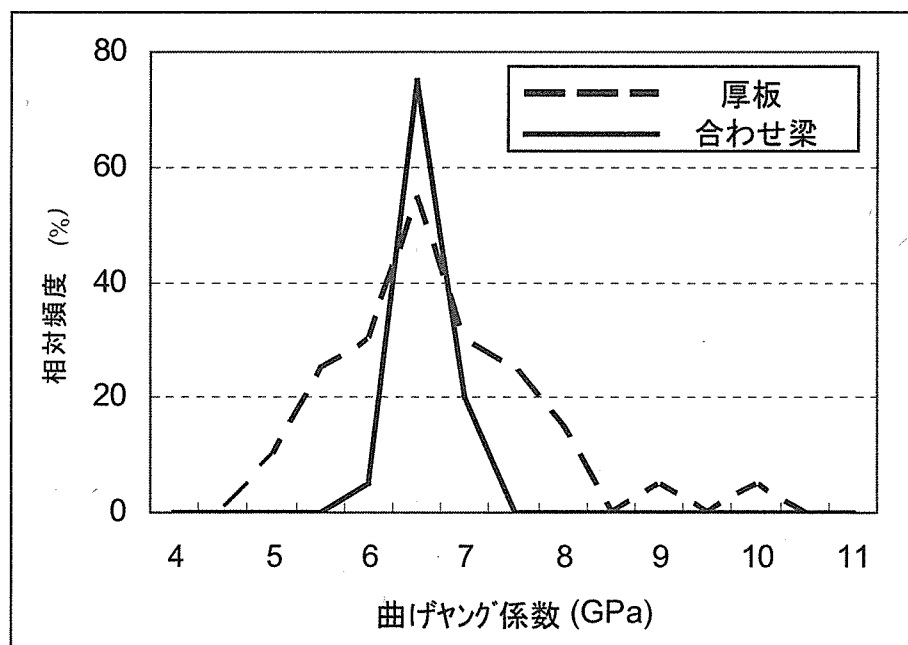
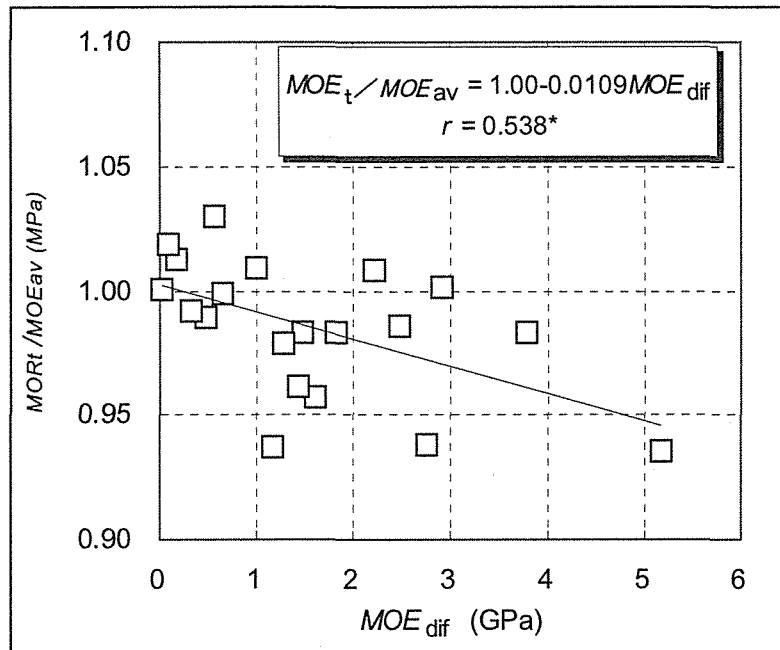


図 1-9 厚板と合わせ梁の曲げヤング係数ヒストグラム

ところで、先に述べたように $MOEt$ は MOE_{av} と概ね等しいが、詳細に眺めるとその平均値は $MOEt$ の方が若干低い ($MOEt=6.34\text{GPa}$, $MOE_{av}=6.44\text{GPa}$)。次にこの点について検討した。

図 1-10 には、厚板 2 枚の MOE_{ew} の差 ($MOEdif$) と $MOEt/MOE_{av}$ の関係を示す。同図から、 $MOEdif$ が大きくなるにつれて、2 枚の厚板の平均値として算出される MOE_{av} に対して実測値 $MOEt$ が僅かであるが直線的に低下する傾向が認められた。この原因は明らかではないが、厚板どうしが完全に一体化していないことに起因する現象ではないかと考えられる。

つまり、MOEdif が大きく各厚板の負担荷重の差が大きい場合、厚板が微少にずれながら撓みが進行した可能性がある。この場合は、2枚の厚板をつないでいる木ダボにせん断力がかかることになる。しかしながら、本試験中に厚板のずれや木ダボ接合部のめり込み等を確認することはできなかつたため、この点については今後さらに検討が必要である。なお、図 1-10 の直線回帰式から判断すると、本試験における MOEt の MOEav に対する減少率は、MOEdif1GPa 当たり約 1%とみることができ、MOEt の低下は極めて僅かであった。



MOEdif : 合わせ梁を構成する厚板 2 枚のヤング係数の差
 MOEt : 合わせ梁の曲げヤング係数
 MOEav : 合わせ梁を構成する厚板 2 枚のヤング係数平均値

図 1-10 MOEdif と MOEt/MOEav の関係

6.3.4 合わせ梁の曲げ強さと比例限度応力

ここでは、合わせ梁の曲げ強さ (MORt) 及び比例限度応力 (σ_{pt}) について検討した。

合わせ梁の曲げ試験 (20 体) では、当然のことながら 1 つの荷重ヘッドで変形させられる 2 枚の厚板のたわみ測定値は破壊に至るまでほぼ一致していた。

写真 1-4 に示したように、合わせ梁の破壊形態についても厚板単体の場合と同様引張り側材縁部の節での破壊が主体であったが、合わせ梁を構成する 2 枚の厚板はそれぞれ独立して破壊し、2 枚がほぼ同時に破壊した 7 体を除くと応力-たわみ曲線は図 1-6 に示したように階段状を呈した。この場合、すべての試験体で先に 1 枚の厚板が破壊 (以下初期破壊と呼ぶ) した時の応力が最大応力となった。本試験における合わせ梁では、初期破壊発生後も 2 番目の厚板が破壊するまである程度の応力が維持されるため、厚板単体と比較して見かけ上靱性に優れた破壊形態を示す傾向にあった。

次に、合わせ梁の比例限度応力および曲げ破壊係数の平均値や下限値について、 σ_{ps}

及び MORs との比較を試みた。

表 1-6 に示すように、MORt の平均値は、MORs の平均値に比べて約 6% 低下している。この原因として、まず寸法効果を挙げることができる。合わせ梁の断面積は厚板の 2 倍であるため、当然ながら合わせ梁の方が試験体に欠点を含む確率が高い。厚板単体の試験体では材縁部に節を有する試験体の数が 11 体であったのに対し、合わせ梁試験体では 18 体(厚板 2 枚のうち最低 1 枚に節が存在した試験体)であった。先に述べたように厚板の破壊には、材縁部に存在する節が支配的であったことから、寸法効果に伴う欠点の影響を考慮する必要があるであろう。

また、合わせ梁の MORt は初期破壊時の応力で決定されたが、合わせ梁の初期破壊は、負荷時の厚板 2 枚のたわみが等しい試験条件下においては、変形性能すなわち最大応力時の撓み性能が劣る方の厚板に生じると考えられる。したがって、2 枚の変形性能が異なる場合には、合わせ梁の応力-たわみ関係は階段状となり、最大応力値そのものに関しては 2 枚の厚板の耐力を十分生かすことができないと予想される。先に、厚板の最大応力時のたわみは MOEew と K_{et} の影響を受けることを示したが、本試験における合わせ梁は厚板の MOEew のみを基準にして組み合わせを決定しており、 K_{et} を考慮していないため、当然のことながら 2 枚の厚板の変形性能が異なる組み合わせも存在するであろう。このことが MORs に対する MORt の相対的な低下を招いた一因ではないかと推察される。

ところで、厚板の組み合わせに関して、本試験の合わせ梁では意図的に MOEdif を変化させているが、MOEdif と MORt の関係を調べると両者の間に有意な相関は認められなかった ($r=0.392$)。厚板の組み合わせと MORt の関連性については、厚板のヤング係数のみで説明づけることはできないであろう。

なお、MORt の場合と同様合わせ梁の σ_{pt} についても厚板の σ_{ps} に対する平均値の低下が確認されたが、その低下率は約 23% となっており MORt の場合に比べて低下の割合が大きかった。

次に、厚板と合わせ梁の比例限度応力及び曲げ強さの変動係数 (CV) について、それぞれの比、すなわち厚板の CV に対する合わせ梁の CV の比 (σ_{pt}/σ_{ps} 及び MORt/MORs) を求めると、それぞれ 0.470, 0.862 であった。ヤング係数の場合ほど顕著ではないものの、合わせ梁とすることで σ_{pt} や MORt のばらつきが明らかに減少していることがわかる。その結果、表 1-6 に示すように σ_{pt} 及び MORt の下限値は、 σ_{ps} 並びに MORs のそれと同等であることが明らかとなった。

6.4 まとめ

スギ厚板及びそれを 2 枚並べて木ダボで接合した合わせ梁のエッジワイズ方向の曲げ試験を行い、それらの強度性能について検討した。その結果、以下に挙げることがわかった。

(1) スギ厚板の曲げ性能

①厚板のエッジワイズ曲げヤング係数とフラットワイズ曲げヤング係数及び動的ヤン

グ係数との間には極めて高い相関関係が認められた。したがって、既存のグレーディングマシンを用いた厚板のエッジワイズの曲げに対するヤング係数の等級区分が可能である。

②材縁部節径比は、厚板の曲げ強さに大きな影響を及ぼす指標である。また、厚板の曲げヤング係数と材縁部節径比を説明変数とする線形重回帰分析によって、厚板の曲げ強さと最大応力時のたわみを予測することが可能である。

(2) 合わせ梁の曲げ性能

①合わせ梁の曲げヤング係数は、それを構成する 2 枚の厚板の平均的な値を示した。特に、厚板の曲げヤング係数の分布を考慮して厚板を組み合わせることで、材料を無駄なく利用すると同時に合わせ梁の曲げヤング係数のばらつきを極めて小さくすることが可能である。

②厚板 20 体の曲げ強さの平均値に対して、合わせ梁 20 体の曲げ強さの平均値は若干低下した。しかしながら、合わせ梁の曲げ強さのばらつきが厚板のそれに比べて相対的に減少した結果、曲げ強さの下限値は厚板、合わせ梁ともに同程度の値を示した。これらの傾向は、比例限度応力についても同様に確認された。

7 項目別性能レベル

宮崎県の地域性や市場における価格動向を踏まえ、地域型住宅の品質レベルについて地域委員会での協議の結果、図 1-11 に示すように各項目毎にそれぞれのバランスも考慮しながら品質レベルを設定した。レーダーチャートから分かるように、優先するものはホルムアルデヒド対策、構造の安定、劣化の軽減、そして維持管理の配慮をそれぞれレベル 3 とし、火災時の安全と音環境はレベル 1 としている。

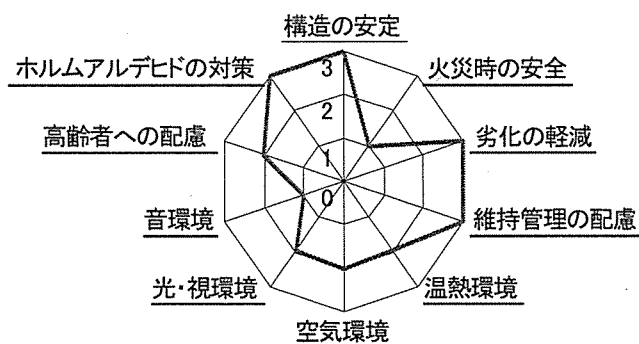


図 1-11 品確法上の性能レベル設定レーダーチャート

第2章 設計図書類の整備

これまでの研究で提案した 1mモジュールでスパン 3mのスケルトンを念頭におきながら、最近の一般的な住宅のイメージで 160 m²程度の木造 2階建て住宅を設計し分析を試みた図書を添付する。なお、地域材の基準強度及び開発部材の強度性能表については、第1章の「開発部材の性能評価」でふれている。また、スパン表については、伏図で代用している。

この住宅の性能を再確認することが大変重要なことであるため、現在の建築基準法と照らし合わせ、今の時点で何が問題点なのかを検証するとともに、性能化の時代に対応すべく認証へ向けた整理を行うことも必要なことである。

1 基本計画図（平面・立面・矩計）

今回の計画は、一般的な標準家庭を想定し、老人1人、夫婦、子供2人の5人家族として計画した。バリアフリーの観点からも弱者対策を考慮している。敷地形状は、南面と西面を道路とした。玄関は当然南か西側が適当であるため、今回は南側に設置することにした。この構造体は、先に述べたようにキューブスケルトンの組み合わせである。玄関のある部分はスケルトンの組み合わせのうち外部になる部分とし、その他は内部とした。その結果、中庭とスロープと玄関が2階部分に覆われることになり玄関やスロープ部の雨対策（庇等の設置）が省略できる。また、将来的に大改造を行う場合は、この部分を部屋（屋内部分）に改造することも容易なことであり、特別な補強等も少なく済む。しかし、この構造は、全体的に柱が大きくなる特徴があり、柱の処理に工夫を要することになる。たとえば、床の間の隣の押入れは、上下棚部分に約 200 mm幅の柱が露出することになるなど、至るところで使用勝手に支障をきたす部分も出てくる。したがって、計画の際は十分な備品等の調査（使い勝手含む）やスムーズな動線の確保に注意すべきである。（図 2-1, 2-2, 2-3, 2-4 参照）

2 構造システム（矩計図）

この構造は、キューブを組み合わせることで、四角の空間を自由自在に組み合わせ、動線を確保するものである。このことは、敷地が2次元的な不整形であろうと3次元的な不整形であろうと、その敷地の形状にあった計画（間取り）が自由にできることになる。したがって、平らな敷地だけでなく、山間部や斜面でも住宅や共同住宅、さらにはタウンハウスなどへの展開が十分可能な構造だと考えている。（図 2-5 参照）

3 伏せ図（床伏せ、小屋伏せ）

基礎が独立基礎であることは、土台をはじめすべての横架材は宙に浮くことになり、荷重は床材から横架材へ横架材から柱へ、また屋根荷重等はそのまま柱への荷重伝達となる。

したがって、部材間の仕口は十分強固でなければならない。ユニットバスなどの荷重が特に大きいものを支える場合は、強固にするだけでなく十分な補強が必要となる。今回提案の横架材等は4材合わせなどで構成されているため、在来工法でいう仕口、継手加工は不向きであり、金物に頼る部分が大勢を占めることは予想される。このため、金物を豊富に使うことで、穴あけなどの断面欠損により、素材を痛めることがないように、また、金物同士の納まり等にも十分注意をしなければならない。今後は新しい金物の創出、工法の合理化等もあわせて検討することが必要である。

(図 2-6, 2-7 参照)

4 設備図

設備については、昨年度試設計を行い、どうにか対応できる結果を得たところである。

その結果、ラーメン構造の振動に対応するためのフレキシブルな設備機器の取り付けは十分慎重に行う必要があることであった。それは設備の耐用年数にも大きく影響してくることになる。またメンテナンスも容易でなければならない。提案の住宅は床高であるため床下の配管は当然露出が基本である。これは配管等のメンテナンスとしては大変有利である。しかし、人の侵入等の防犯には対策を講じなければならない。床下の廻りには侵入対策としてPCフェンス程度の柵を張り巡らし、猫などの動物の侵入にも対応すべきである。

ところが、排水等で発生する音、設備機器からの音、さらには生活の音が問題である。排水管や給水管等は結露防止も含め、耐火被覆や保温巻きのラッピングを利用するなど遮音を考慮すべきである。また、歩行などによる床の音については直接床板を通して発生するため、耐水性の断熱材(遮音材)を床下裏側に張ることも重要なことである。(図 2-5, 2-8, 2-9 参照)

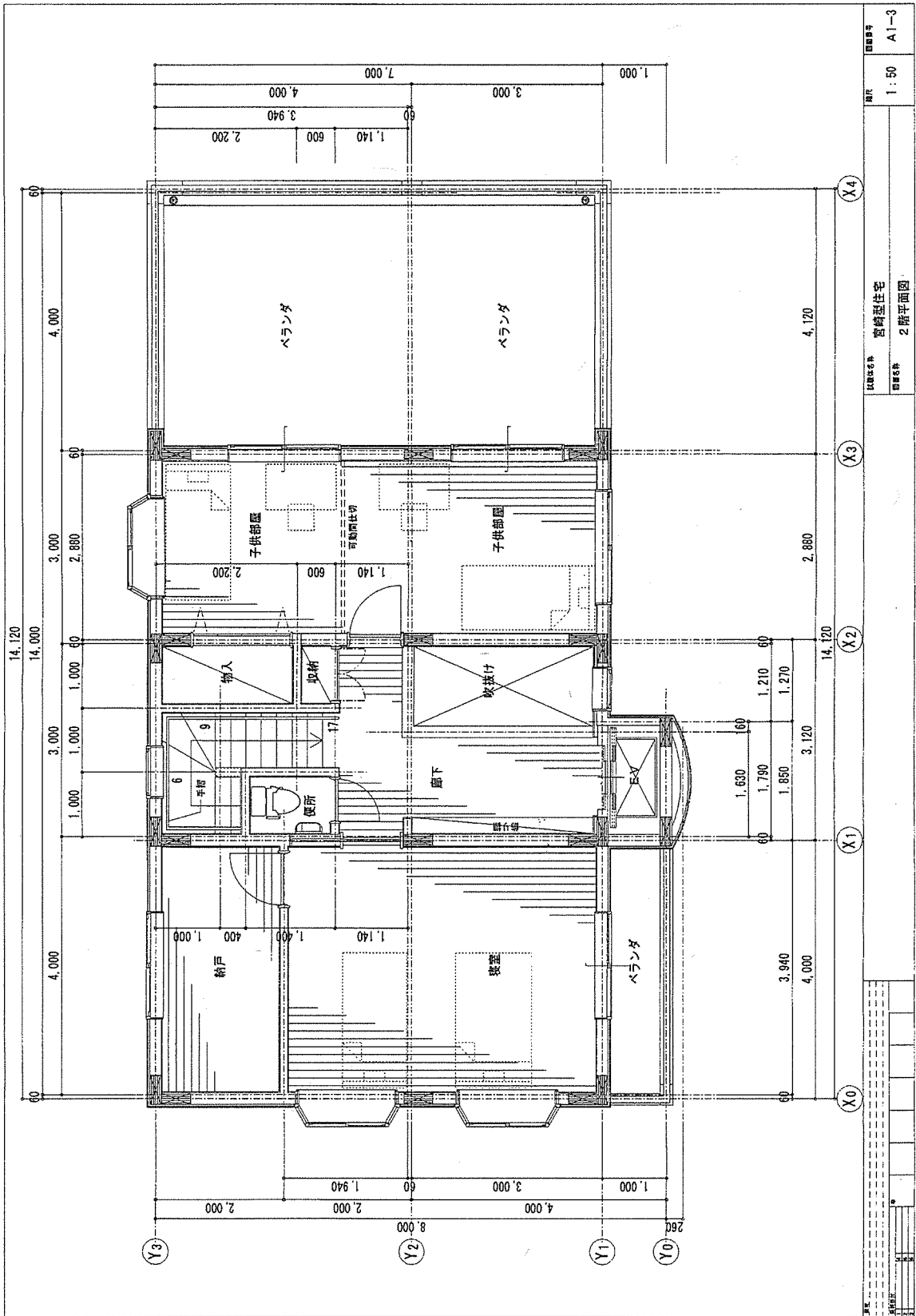
5 建築基準法関係

現在の建築基準法では、都市計画区域内の建物は建築確認申請が必要である(10㎡以下の増築は不要)。そのうち木造住宅については、500㎡超又は階数が3以上のもの以外は、一般的には確認申請時の添付図面が省略されており、詳細のものはなく、配置図、平面図のみの申請で、具体的な工法等は表に出てこない。したがって、提案の木造建築物を建設すること自体は、都市計画区域外での建築と、都市計画区域内でも建築士の責任のもとでは建築可能である(制度上)。しかし、建築基準法施行令第46条では、構造耐力上必要な軸組として、筋交いの挿入が義務づけられており、それをしない場合は①集成材等を使用しなければならないこと、②鉄筋コンクリート造の基礎に緊結していること、③構造計算を行うこと、以外は建築基準法違反となる。ところが、平成16年3月に①についての告示が出され、JAS製品で15%以下の含水率材使用であれば製材でも使用可能となった。したがって、スケルトン部は国土交通大臣が定める基準に従った構造計算を行い、基礎(建築基準法施行令第38条第4項……構造計算で安全を確かめる)、土台及び基礎(建築基準法

施行令第 42 条第 1 項……柱を基礎に緊結する）、柱の小径（建築基準法施行令第 43 条…
…構造計算を行う）の安全が確認できれば、建築してもよいことになっている。最大の課
題は、材の一体化や、梁と柱の接合部すなわちダボ接合の確認計算法が確立されていない
ことにある。

その他に構造方法等の認証を取得する方法（建築基準法第 68 条の 26）があるが、その
際にもダボ接合の確認について、計算法等の確立が求められることになる。

また、住宅金融公庫などの融資を受けるような場合等は、今の時点ではそれぞれの仕様
書があり、満足しなければ許可にはならない。今後これらの工法等の施工要領、品質管理
等のマニュアルをオーソライズさせ、認定の方向へ導くことも重要な課題である。



図号	1:50	図面番号	A1-3																																																																																																				
図名	香崎荘住宅 2階平面図																																																																																																						
図例	<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>10</td> <td>11</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>14</td> <td>15</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>17</td> <td>18</td> <td>19</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>21</td> <td>22</td> <td>23</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>26</td> <td>27</td> <td>28</td> </tr> <tr> <td>29</td> <td>30</td> <td>31</td> <td>32</td> </tr> <tr> <td>33</td> <td>34</td> <td>35</td> <td>36</td> </tr> <tr> <td>37</td> <td>38</td> <td>39</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>41</td> <td>42</td> <td>43</td> <td>44</td> </tr> <tr> <td>45</td> <td>46</td> <td>47</td> <td>48</td> </tr> <tr> <td>49</td> <td>50</td> <td>51</td> <td>52</td> </tr> <tr> <td>53</td> <td>54</td> <td>55</td> <td>56</td> </tr> <tr> <td>57</td> <td>58</td> <td>59</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>61</td> <td>62</td> <td>63</td> <td>64</td> </tr> <tr> <td>65</td> <td>66</td> <td>67</td> <td>68</td> </tr> <tr> <td>69</td> <td>70</td> <td>71</td> <td>72</td> </tr> <tr> <td>73</td> <td>74</td> <td>75</td> <td>76</td> </tr> <tr> <td>77</td> <td>78</td> <td>79</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>81</td> <td>82</td> <td>83</td> <td>84</td> </tr> <tr> <td>85</td> <td>86</td> <td>87</td> <td>88</td> </tr> <tr> <td>89</td> <td>90</td> <td>91</td> <td>92</td> </tr> <tr> <td>93</td> <td>94</td> <td>95</td> <td>96</td> </tr> <tr> <td>97</td> <td>98</td> <td>99</td> <td>100</td> </tr> </table>			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4																																																																																																				
5	6	7	8																																																																																																				
9	10	11	12																																																																																																				
13	14	15	16																																																																																																				
17	18	19	20																																																																																																				
21	22	23	24																																																																																																				
25	26	27	28																																																																																																				
29	30	31	32																																																																																																				
33	34	35	36																																																																																																				
37	38	39	40																																																																																																				
41	42	43	44																																																																																																				
45	46	47	48																																																																																																				
49	50	51	52																																																																																																				
53	54	55	56																																																																																																				
57	58	59	60																																																																																																				
61	62	63	64																																																																																																				
65	66	67	68																																																																																																				
69	70	71	72																																																																																																				
73	74	75	76																																																																																																				
77	78	79	80																																																																																																				
81	82	83	84																																																																																																				
85	86	87	88																																																																																																				
89	90	91	92																																																																																																				
93	94	95	96																																																																																																				
97	98	99	100																																																																																																				

図 2-2 2階平面図

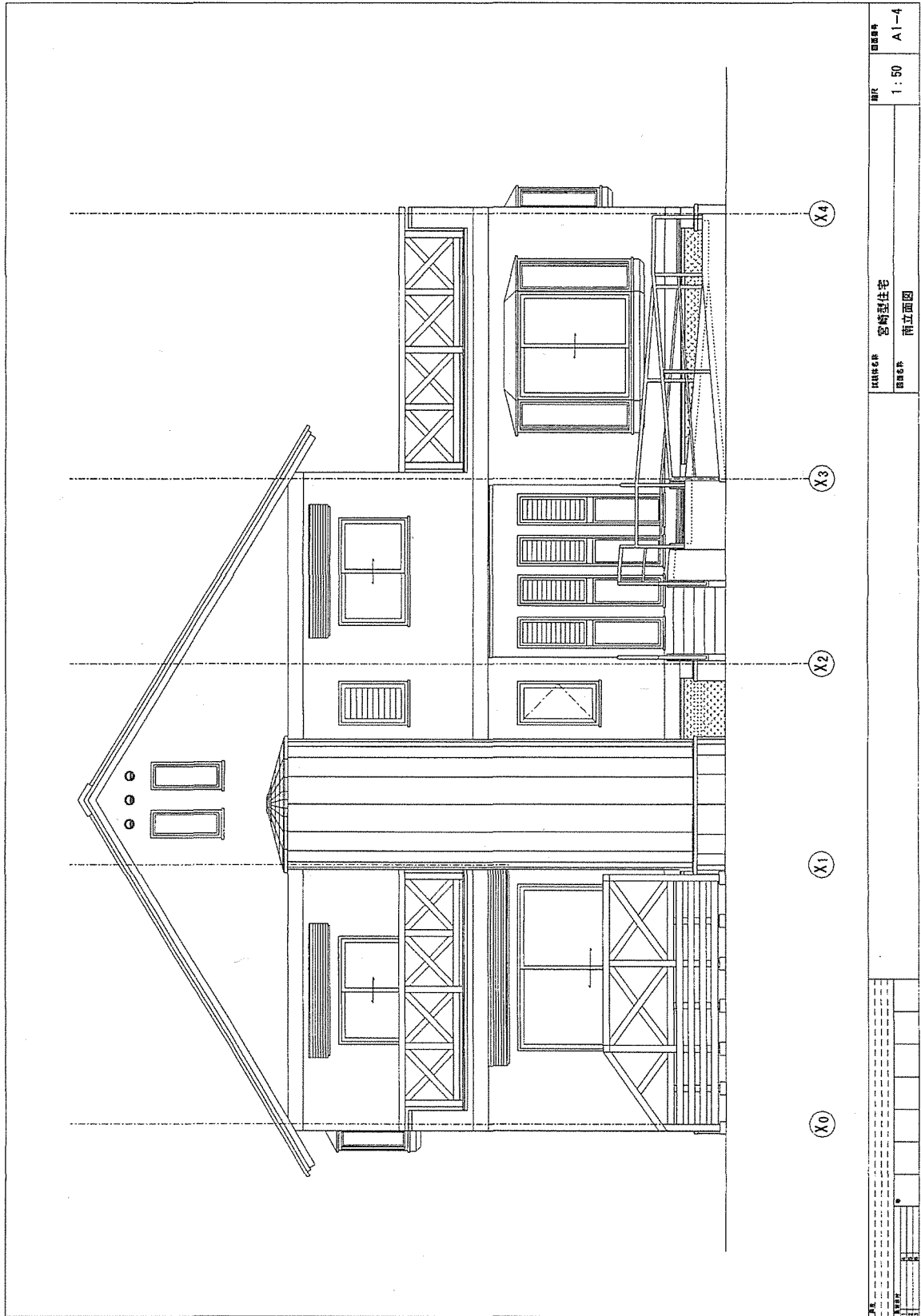


图 2-3 南立面图

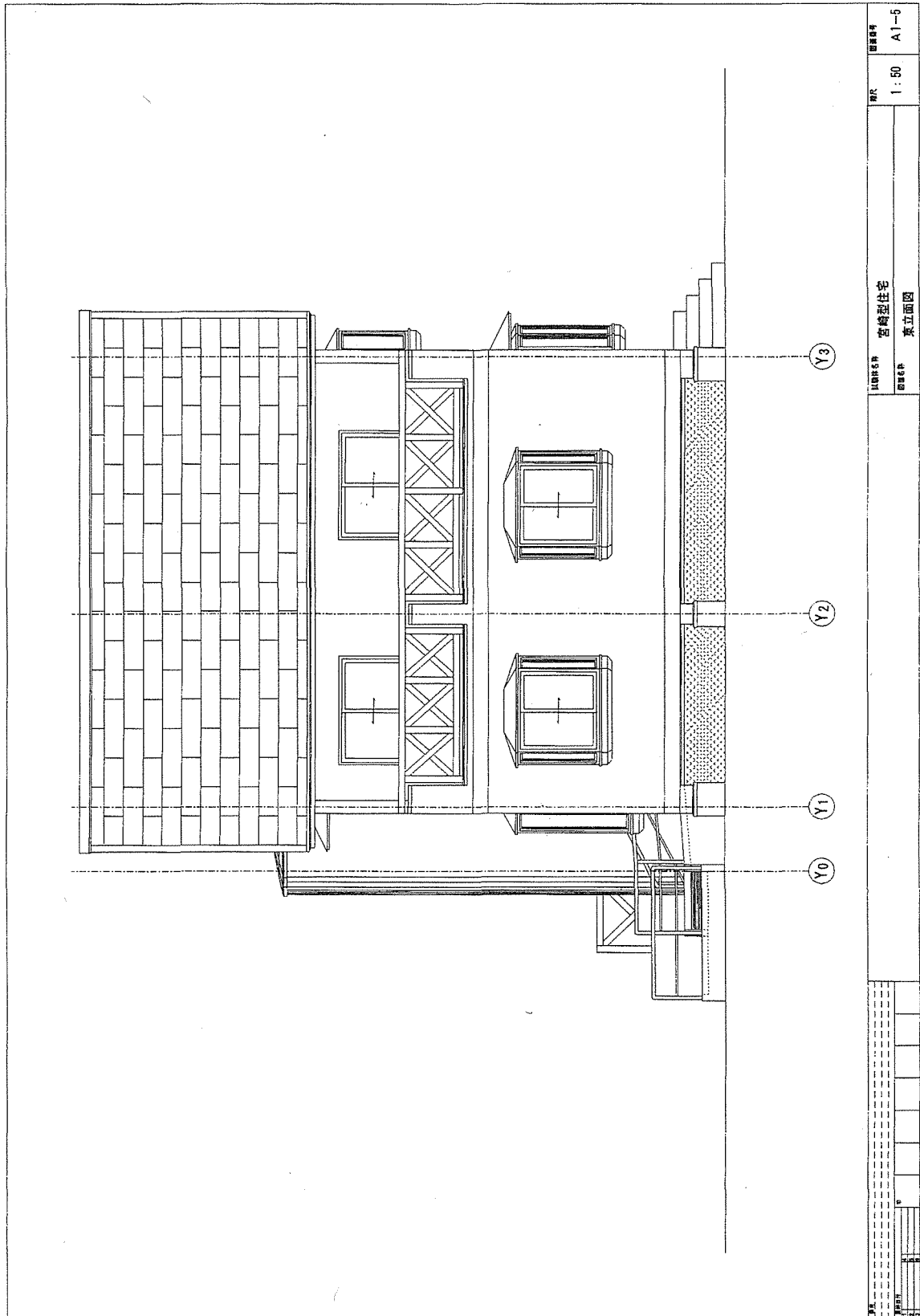


图 2-4 东立面图

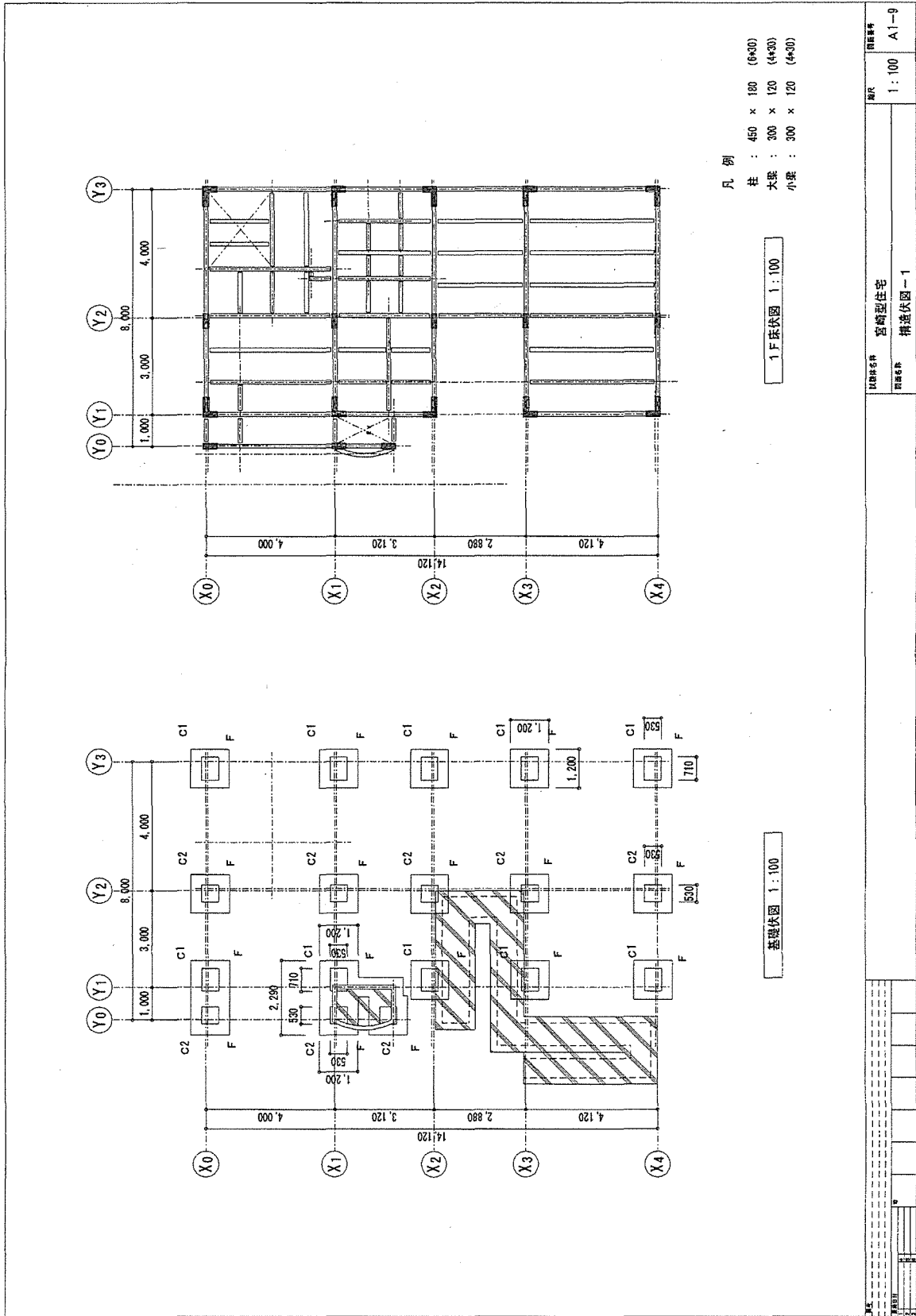


图 2-6 基础伏图、1 阶床伏图

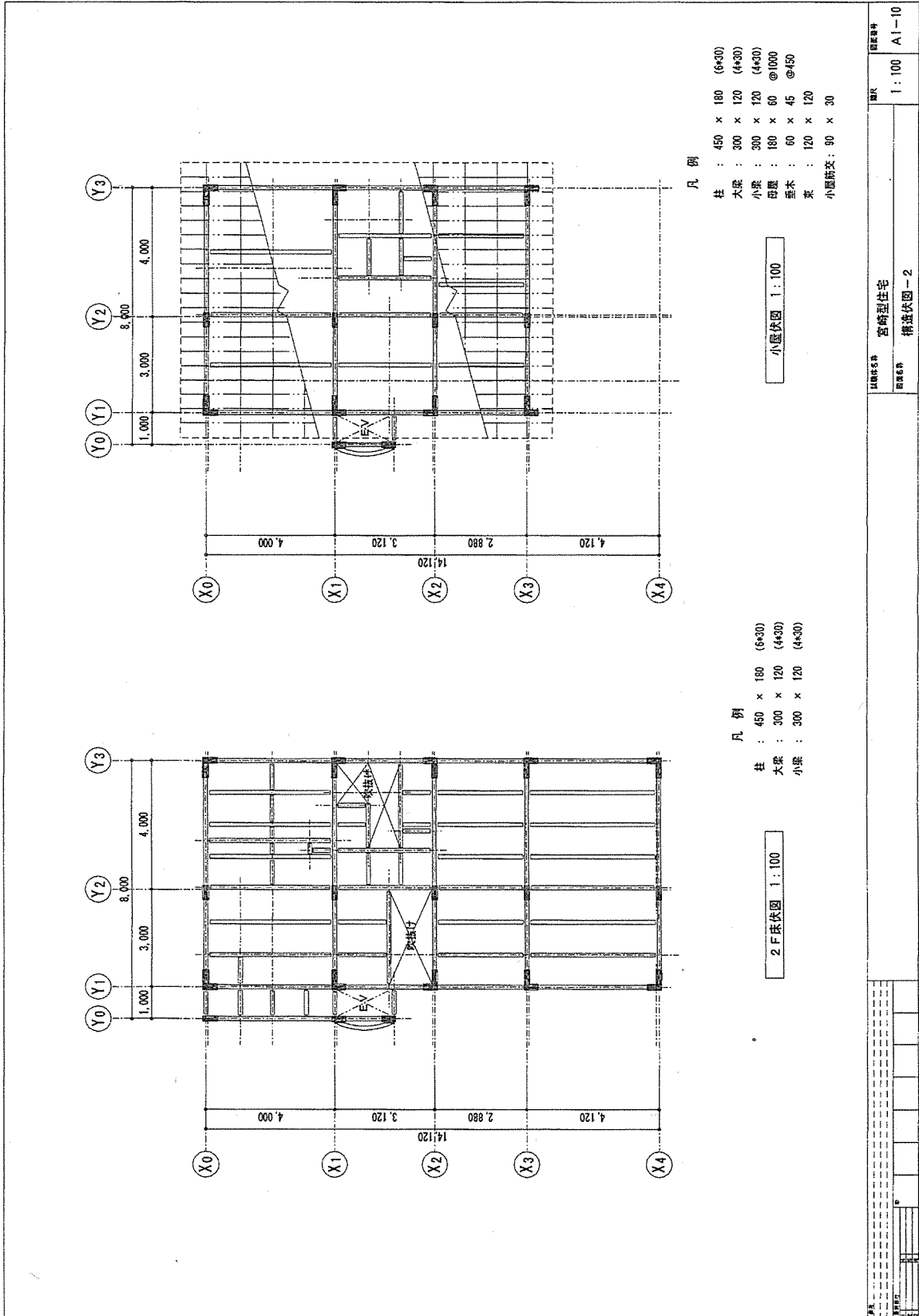


图 2-7 2 階床伏图、小屋伏图

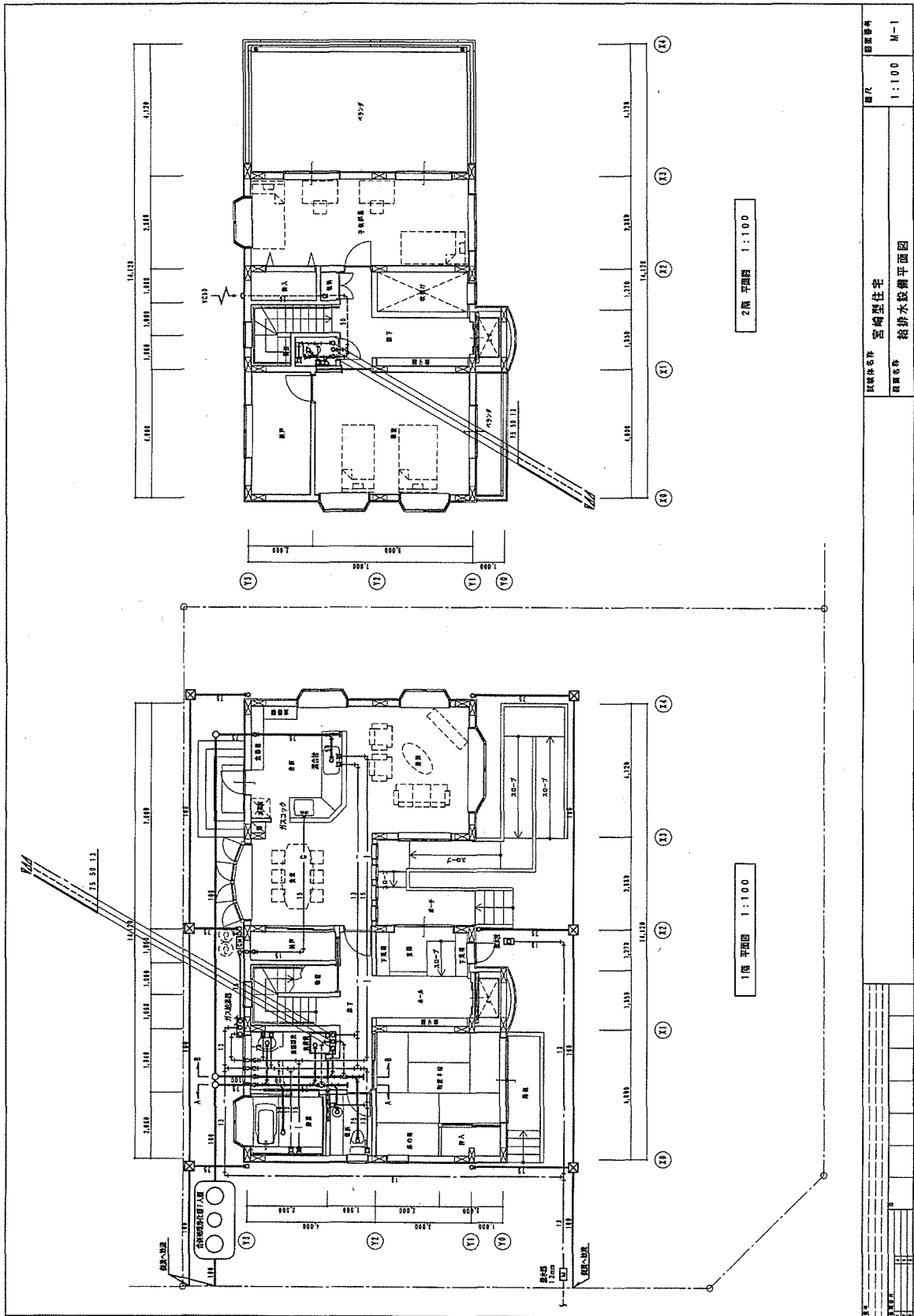
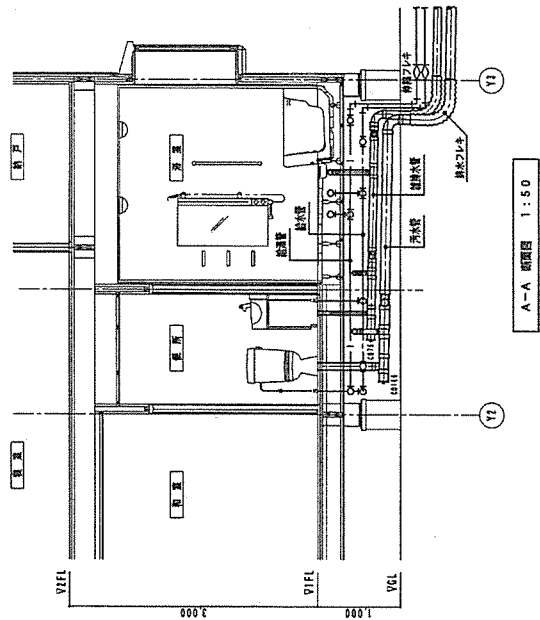
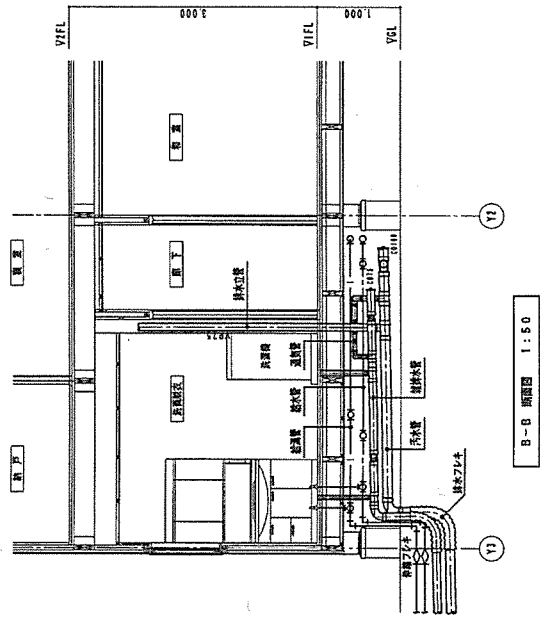


图 2-8 設備平面图

凡例	配管用途	構造	施工箇所	使用配管材料	保通工事	シンボル	名称
	給水配管	---	屋内隠蔽配管 屋外露出配管	耐摩耗性硬質塩化ビニル管 (HIVP) 硬質塩化ビニルライニング鋼管 (VB)	保通チューブ ポリウレタン保通鋼	□ ○	給水栓 混合栓 飲水栓 盥水栓 仕切井 汚水栓 雨水栓 通気弁 ガスコック ガスメーター 給湯器 特種フレキ
	給湯配管	---	地中埋設配管 屋内隠蔽配管 屋外露出配管	耐摩耗性硬質塩化ビニル管 (HIVP) 給湯用軟質鋼管 (CUP) 給湯用軟質鋼管 (CUP)	ポリウレタン保通鋼 グラスウール+アルミガラスクロス	□ ○	給湯器 仕切井 汚水栓 雨水栓 通気弁 ガスコック ガスメーター 給湯器 特種フレキ
	排水配管	---	屋内隠蔽配管 屋外露出配管 地中埋設配管	硬質塩化ビニル管 (VP) 硬質塩化ビニル管 (VP) 硬質塩化ビニル管 (VP)		□ ○	給湯器 仕切井 汚水栓 雨水栓 通気弁 ガスコック ガスメーター 給湯器 特種フレキ
	通気配管	---	屋内隠蔽配管 屋外露出配管	硬質塩化ビニル管 (VP) 硬質塩化ビニル管 (VP)		△	給湯器 仕切井 汚水栓 雨水栓 通気弁 ガスコック ガスメーター 給湯器 特種フレキ
	ガス配管	— G —	屋内隠蔽配管 屋外露出配管 地中埋設配管	圧力配管用軟質鋼管 (SGP) 圧力配管用軟質鋼管 (SGP) 外周軟質鋼管 (PEL)		● □ △	給湯器 仕切井 汚水栓 雨水栓 通気弁 ガスコック ガスメーター 給湯器 特種フレキ



図名: 設備断面図
 図面名称: 宮崎型住宅 給排水設備断面図
 縮尺: 1:50
 図面番号: M-2

図 2 - 9 設備断面図

第3章 提案住宅における地域材利用技術の解説書

宮崎県のスギ材の事情は、平成14年度の統計で7齢級が最大となっている。近未来では7～8 齢級以上のスギが増加することが予測され、大径材の占める割合が大きくなっていく。このため、これまであまり利用されていなかった大径材の利用推進が今後は大きく求められ、利用開発にも一層拍車がかかることになろう。他県では入手が難しいといわれる300 mm～450 mmの幅広板材の供給も十分可能であり、むしろ内外に供給を積極的に行うためにも、今回の構造スケルトン開発は本県の特徴を示すものでもある。

1 地域材の特性と需要・流通上の特質

1.1 地域資源及び生産状況

本県は、戦後いち早く、スギを主体とした拡大造林に取り組んできた結果、人工林面積は364千haに達し、そのうち74%の252千haをスギが占めている。その森林資源は年々成熟の度合いを増し、31～40年生のスギは平成2年から平成13年の12年間で2.7倍、105千haとなっている。また、平成13年の41年生以上のスギは平成2年の3.7倍、平成7年の2.4倍となっている。このような中で本県の素材生産量は110万 m^3 と横ばいで継続しているが、スギの割合が年々増加してきており、平成13年のスギの素材生産量は93万6千 m^3 と全国の13%を占め、平成3年以降連続して全国一の座を維持している。

1.2 資源内容とスギ製品の供給

県内のスギ素材取扱量の約40%を占める宮崎県森林組合連合会の実績によると、径級が16 cmまでの、いわゆる小径木の割合は、平成元年には全素材取扱量の内63%を占めていたが、平成13年には41%に減少している。それに対し、径級が18 cm以上の素材は37%から59%に増加しており、柱適寸から中目材にシフトしてきている（表3-1）。

また、このままの傾向で増加が続けば、平成18年には径級18～22 cmが35%、径級24～28 cmが20%、径級30 cm上が13%になると推測される（図3-1）。

このようなことから、中目材を中心としたスギ材の需要拡大は宮崎県の林政の重要課題となっており、柱材から板材製材への転換が一つの方向である。

表 3 - 1 宮崎県森連市場の径級別のスギ丸太取扱割合

径級区分 (cm)	平成元年	平成13年	増減
3~6	63%	41%	3% → 1%
7~10			14% → 7%
11~13			19% → 12%
14~16			27% → 21%
18~22	37%	59%	24% → 33%
24~28			9% → 17%
30上			4% → 9%
計	100%	100%	

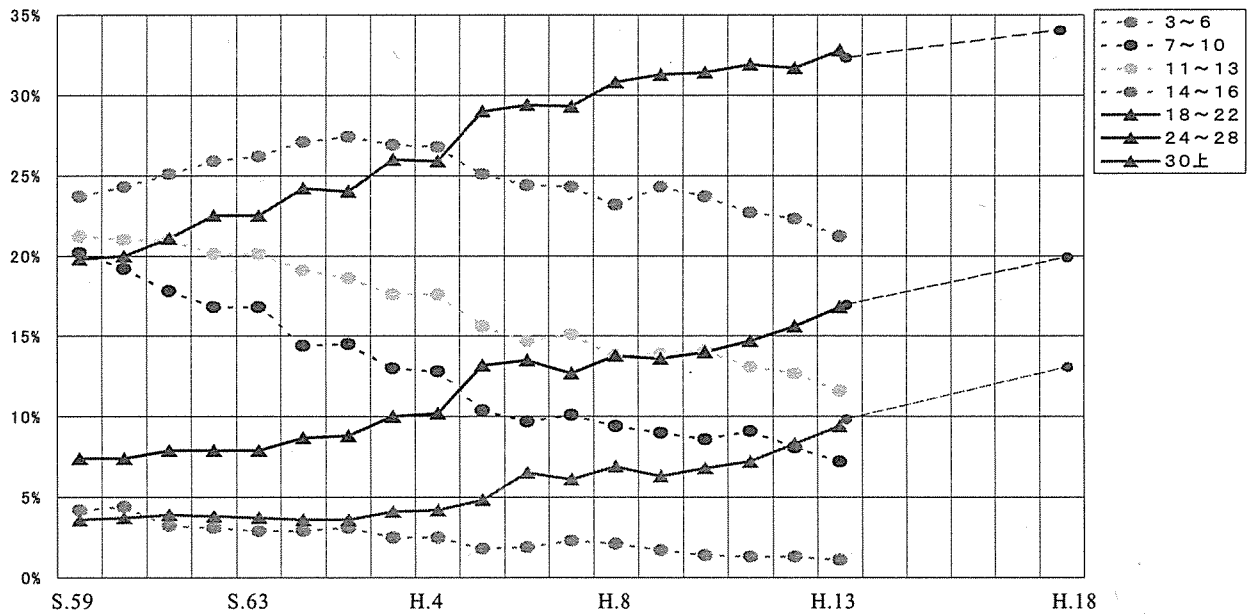


図 3 - 1 径級別取扱割合

1.3 原木及び製材品流通の合理化

木材に対する需要は、品質・性能の明確な製品へ確実にシフトしており、このような状況の中で、製材品の1/2以上を首都圏等県外に出荷せざるを得ない立場にある宮崎県において、輸入外材製品に対抗して県産材を安定的に供給していくためには、流通コストの低減、品質・性能の明確な製材品の供給、ロットの拡大が必要となっている。

そこで、宮崎県（木材利用技術センター）では、ITを利用することによって、原木及び製品流通の合理化が出来ないか、また、大ロットの供給体制が出来ないか等の研究を行っている。この趣旨は、原木市場では長さ、径級、強度別に仕分けした多くの原木の情報

を、また、製材工場では性能表示された多くの製材品の情報をすべて情報センター（仮称）に入力する。このことによって、製材工場は必要とする原木を、工務店、集成材工場は必要とする製材品・ラミナを情報センターから検索によって、いつでも、いくらでも購入できるシステムである。（図 3-2）

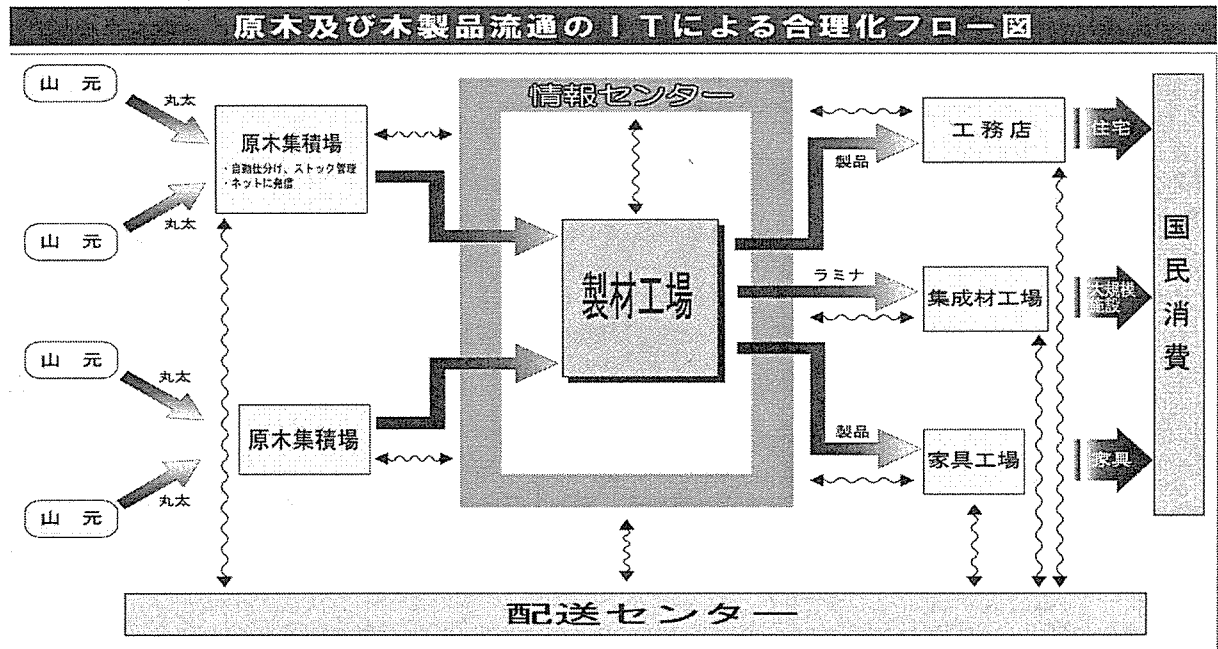


図 3-2 ITによる合理化フロー図

1.4 将来への資源確保の見通し

宮崎県では、これまで森林の造成、生産基盤や加工体制の整備を進めてきた結果、年間の素材生産量が100万 m^3 を超え、国産材供給基地としての位置づけを確立しつつあるところである。しかし、近年の社会経済情勢の影響から木材価格が低迷を続け、再造林の経費が十分確保できない状況がある。本県にとっては、将来のためにも安定した資源確保 伐採→造林→保育→伐採→・・・の資源循環型の林業の構築に向けた取組が緊急の課題となっている。

2 使用地域材の加工・処理技術

2.1 高度乾燥材の利点

これからの木造住宅は、鉄筋コンクリート造、鉄骨造と同じように施工後に部材寸法の変化、狂いや割れの発生は許されない。このためには部材が高度に乾燥された材（高度乾燥材）でなければならない。ここで言う高度乾燥材は、材内部の含水率傾斜が極めて小さく、さらに平均含水率が日本における木材の平衡含水率である 12～15%に達しているものであり、当然割れや狂いを生じていないものである。

表 3-2 に見るように、スギ材は、生材時の心材含水率が高く、黒心材の存在などかなり乾燥が難しい木材である。それに加えて、在来軸組構法に用いる軸材（特に梁、桁材）は断面が大きく、これらの部材を低コストで高度乾燥材に人工乾燥することは困難な問題である。乾燥コストは 2 万円/m³に達するとの意見も出されている。

高度乾燥が容易に行える部材断面、例えば部材厚さがより小さい、いわゆる板割類に部材を全面的に変更することが必要ではないかと考える。

表 3-2 生材の平均含水率

樹種	含水率 (%)	
	心材	辺材
スギ	72	151
ヒノキ	34	153
カラマツ	41	128
ベイマツ	37	145
アカマツ	37	115
ベイツガ	85	170
ポンデローサパイン	40	148

(久田卓興氏による)

3 使用地域材による開発部材の加工・処理

3.1 合わせ材の製造・加工方法

基本となる合わせ材の製造を、原木からの歩留りを高く、しかも効率よく行いコストの低減を図らねばならない。そのためには、

- ① 合わせ材の幅は 240 mm を中心とするが、丸太からの製材歩留まりを向上させるため本軸組構造体の構造システムに 120 mm と 300 mm を併用できるシステムに発展させたい。例えば、設計プログラムと連動させて部材にかかる応力の大きさによって 3 種の合わせ材（厚さは全て 30 mm で一定）を使い分けるなどである。
- ② ダボ打ちのための機械装置を開発して、工場における合わせ材生産ラインを作り上げる。合わせ材は原則として（可能なものは）工場自動化を高めたラインで作りおきしておく。なお、現場でのダボ打ちも必要なので、持ち運べるダボ打ち機も開発する。
- ③ 合わせ材のコスト計算を開発する種々の因子を組み込んで行い、集成材、従来の製材

角材と比較しておく。

3.2 地域企業による供給システム

合わせ材の基本となる板材の乾燥については、県の補助事業として平成13年度から平成16年度までに114機が整備され、全体で172機であることから問題はない。

また、機械等級材は県内20社の新JAS工場で格付けと共に量的な供給も可能である。合わせ材の製造、そして住宅部材としてのプレハブ化は、県内のプレカット工場（平成15年度末で10社が稼働）で対応できる。

以上のことから、本商品供給のための特別な技術やシステムは必要ないと判断している。

4 地域材利用上の留意点

提案の宮崎型長期耐用住宅は、今後増加が予測される大径材の利用開発、構造材の早期乾燥を目的に、宮崎県産材に適した工法としてスタートしたものであり、今後は県内の民間企業等へ技術移転を行うために、説明会等を実施する予定である。また、同時に他県の成果と合わせて(財)日本住宅・木材技術センターが中心となり、全国を対象とした本成果報告会等への展開が予定されている。その中で接合部、合わせ部の耐力確認等についても、(財)日本住宅・木材技術センターによってAQ等による構造認証化が進められるものと考えられる。それを受けて、企業は申請し同センターから評価を得、実用的なシステムを確立することになる。

このように課題は残るが、一つ一つ解決することで、この提案住宅は市場の評価を受けながら進化して、宮崎の将来の新しい木造住宅システム「新地域型みやざきの家」として、成長していくものと期待する。

5 地域材利用上の今後の課題

5.1 材料認証

先ず軸組を構成する構造材（厚板材）には、強度性能の明らかなものを用いる必要がある。今回使用の厚板材は、乾燥しやすいサイズであることから寸法安定性に優れる他、グレーディングマシンなどによって容易に強度品質が把握できる。

即ち、本厚板材には、構造設計に必要な曲げ弾性係数や、曲げ、圧縮、引張り、せん断、めり込みの各応力度の表示が可能である。

次に、木ダボは、木ダボ接合の強度試験結果から接合具のすべり係数などを求め、木質構造設計規準・同解説による釘に類する接合具として扱えることもわかってきた。今後の研究により、接合耐力の誘導も可能と判断する。

ただし、合わせ材を流通品として市場に出す際には、性能認証が必要と考える。

5.2 構造安全性

建築基準法施行令の上では、本工法は第3章3節の木造には適合しない。同令81条では許容応力度計算と限界耐力計算を行うことになるが、今回は許容応力度設計の範囲に留めている。

接合部は、木ダボ接合で試作した門型ラーメンの実験結果と設計値との整合性により、剛接と見做せると同時にラーメン架構としての設計が可能なのもわかった。

本構法は、一般化していない構法だけに、確認申請の段階で、建築主事による判断が付かないことが予想され、第三者の評価機関による審査結果の性能認証を添付することなどを検討している。(図3-3)

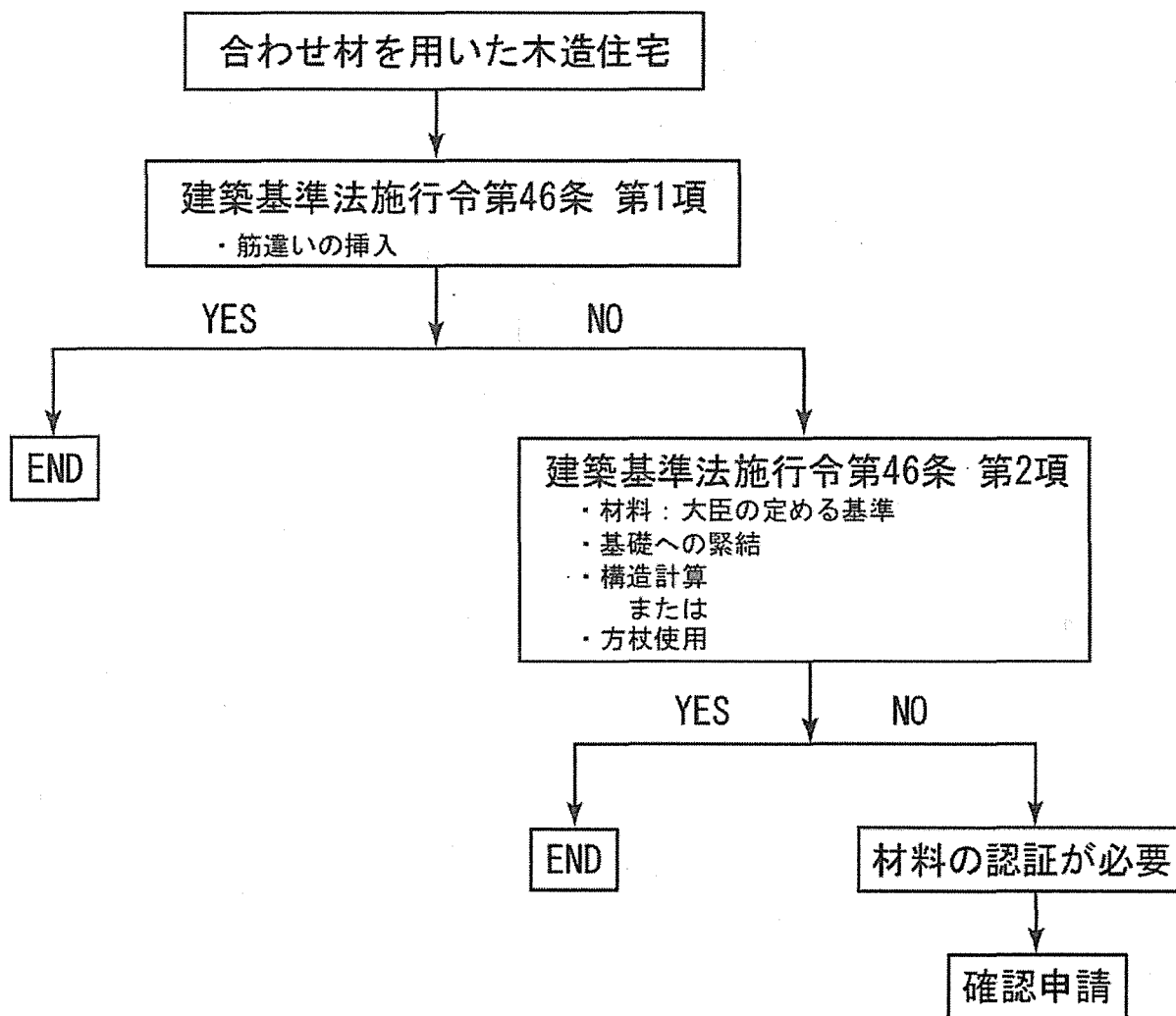


図3-3 確認申請フロー図

5.3 解決策の要望

本提案は、新しい住宅構法の構造安全性の確認を中心に研究開発を進めてきたが、地元企業のニーズも十分反映するかたちの商品開発の内容になっている。例えば、南九州の地域性を重視した通風と断熱の関係、また劣化の軽減と長寿命化など住宅品質確保促進法にも対応できる内容であること、そして将来共厳しい住宅市場を見据えての品質とコストのバランスなど、優先順位の付け方や判断の場面では技術マップなどをつくりながら討議し、課題を総合的に解決してきた。従って、商品化へのステップは実務的な検討を重ねてきているだけに、効率的かつ市場性のあるものに結実できると考えている。

以上のようにスギ合わせ材を用いた軸組構造体について、その実用化を目指して開発を進めてきた。すでに述べてきたように新規性に富む多くの成果が得られたが、本課題が極めて広範な内容を含み、しかも全く新しい独創的な技術開発に関わるものなので、課題の解明が完全に終了したものとは言えない。今後、真の実用化を実現させるためにはもう一歩進めるモデル棟の建設が不可欠と考える。

当然、建設のためには認定を受けなければならない、その手続きも必要となる。

いずれにせよ本課題にとって実用化のために最も必要なことは、実際に実大の住宅を建設することであって、その過程で生じてくる様々な新しい課題について適切な対処を行い、それを積み重ねて真の実用化を達成したいと考える。その先にスギ中目材の需要を喚起する「新地域型宮崎の家」の実現が見えてくるのであろう。

□地域材による長期耐用住宅開発委員会 宮崎地域委員会 委員名簿

* 順不同

氏 名	所 属	役 職 名	備 考
○飯村 豊	宮崎県木材利用技術センター	構法開発部長	0986-46-6041
北原 龍士	宮崎大学農学部	教授	0985-58-7179
木脇 義貴	宮崎県プレカット推進協議会	会長	0986-36-0533
横田 欽一郎	宮崎県木材協同組合連合会	会長	0985-24-3400
福永 孝義	(財) 宮崎県建築住宅センター	理事長	0985-50-5573
松本 芳信	(社) 宮崎県建築設計事務所協会	会長	0985-29-1188
岩松 浩	宮崎県建築業協会	会長	0985-27-5854
高松 和弘	宮崎県 山村・木材振興課	課長	0985-26-7155
河野 強	宮崎県 建築住宅課	課長	0985-26-7194
齊藤 豊	宮崎県木材利用技術センター	構法開発副部長	事務局
田中 洋	宮崎県木材利用技術センター	主任技師	
上杉 基	宮崎県木材利用技術センター	主任技師	
有馬 孝禮	宮崎県木材利用技術センター	所長	オブザーバー

○：委員長

□地域材による長期耐用住宅開発委員会 宮崎地域委員会 ワーキング委員名簿

*順不同

氏 名	所 属	役 職 名	備 考
○飯村 豊	宮崎県木材利用技術センター	構法開発部長	0986-46-6041
北山 康子	国産材住宅推進協議会	代表	06-6395-3332
岩井秀一郎	(株) 総合企画設計いらい	代表取締役	0985-22-3033
新森 初男	(有) 団一級建築設計事務所	代表取締役	0986-25-0522
吉田 利生	吉田産業 (合)	代表社員	0987-74-1717
川添恵一郎	(有) サンケイ	代表取締役	0982-52-5454
古田 哲也	(株) 大三商行 サンテック事業部	事業部長	0982-53-8568
高野 俊寛	高野建設 (株)	代表取締役	0986-24-4100
川上 泉	ランバー宮崎協同組合	専務理事	0985-82-0331
谷 巖	宮崎県木材協同組合連合会	副会長	0985-24-3400
駒田 勤	宮崎県森林組合連合会	事業部長	0985-25-5133
矢房 孝広	諸塚村 企画課	課長補佐	0982-65-1111
日高 和孝	宮崎県 山村・木材振興課	係長	0985-26-7155
那須 幸義	宮崎県 山村・木材振興課	主幹兼係長	0985-26-7155
伊地知義友	宮崎県 建築住宅課	〃	0985-26-7194
藤本 英人	宮崎県木材利用技術センター	材料開発部長	事務局
藤元 嘉安	宮崎県木材利用技術センター	木材加工部長	
齊藤 豊	宮崎県木材利用技術センター	副部長	
小田 久人	宮崎県木材利用技術センター	副部長	
荒武 志朗	宮崎県木材利用技術センター	副部長	
田中 洋	宮崎県木材利用技術センター	主任技師	
上杉 基	宮崎県木材利用技術センター	主任技師	
有馬 孝禮	宮崎県木材利用技術センター	所長	オブザーバー

○：委員長

□地域材による長期耐用住宅開発委員会 宮崎地域委員会
 仕上げ・設備ワーキング委員名簿

* 順不同

氏 名	所 属	役 職 名	備 考
○齊藤 豊	宮崎県木材利用技術センター	構法開発副部長	0986-46-6041
大上 琢磨	宮崎県土木部営繕課電気設備係	主幹兼係長	0985-26-7199
高山 和久	宮崎県土木部営繕課機械設備係	主幹兼係長	0985-26-7199
益田 敏明	(株)益田設計事務所	代表取締役	0986-24-8935
黒木 久勝	(株)産研設計	代表取締役	0985-61-8226
関屋 泰利	宮崎ユニット工業株式会社	専務取締役	0985-27-3220
中尾 隆	中尾設備株式会社	代表取締役	0986-24-0446
飯村 豊	宮崎県木材利用技術センター	構法開発部長	事務局
上杉 基	宮崎県木材利用技術センター	主任技師	
有馬 孝禮	宮崎県木材利用技術センター	所長	オブザーバー

○：委員長