

平成 15 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

平成 16 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、国産材が各地域の木造住宅用建築資材として拡大利用を図っていくためには、地域によって異なる木材の性能と住宅における生活様式に応じ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になっている。これらの観点から、地域の建築・木材利用技術の高度化による地域資源の有効活用や長期間の炭素固定などから、地域性を踏まえた長期耐用型住宅のシステム化が必要となっている。

本報告書は、これらを踏まえ、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年度の「顔の見える木材での家づくり」推進事業の一環として進められてきた地域型長期耐用住宅開発事業の成果を纏めたものである。

日本は地域によってその気候風土は大きく異なるため、本事業では、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、それぞれの地域における長期耐用可能な住宅に求められる条件をアンケート調査によって探ると共に、各地域において長期間の供用に耐えると認識されている住宅について構法的特徴、使用材料の特徴等を実地に調査した。その上で、調査に基づき検討された今後求められる地域型長期耐用住宅の具体的な住宅構法プランを踏まえて、そこに用いられる地域材の利用方法についての提案を行ったものである。

本報告書は、上記4県の県立木材関係研究機関及び各地域における木材及び建築分野の関係者の協力を得ると共に、当センター内に設置した学識経験者・業界有識者より成る「地域材による長期耐用型住宅開発委員会」の審議を経て作成されたものである。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16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

地域材による長期耐用型住宅開発委員会 委員名簿

委員長	大熊 幹章	東京大学 名誉教授
委員	安藤 直人	東京大学大学院農学生命科学研究科 助教授
〃	鈴木憲太郎	(独)森林総合研究所複合材料研究領域 領域長
〃	飯村 豊	宮崎県木材利用技術センター 構法開発部長
〃	中谷 浩	富山県林業技術センター木材試験場 製品開発課長
〃	東 博文	高知県森林技術センター 主任研究員
〃	橋爪 丈夫	長野県林業総合センター 木材部長
〃	宮越 喜彦	一級建築士事務所木住会 代表
事務局	西村 勝美	(財)日本住宅・木材技術センター 研究開発部長
〃	山田 誠	〃 研究開発部部長代理
〃	杉岡 弘美	〃 主任研究員
〃	杉山 慎吾	〃 技術主任
行政	木村 穰	林野庁木材課住宅資材班 課長補佐
〃	福田 淳	〃 住宅資材技術専門官

協力木材関係研究機関

長野県林業総合センター

富山県林業技術センター

高知県森林技術センター

宮崎県木材利用技術センター

目 次

平成 15 年度事業の成果の要約	1
長野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	11
はじめに	13
1 信州型住宅プラン概要	13
2 部材別の木材仕様	30
3 軸組の構成方法と接合部	34
4 使用木材の地域資源・供給状況とその見通し	38
5 使用木材の地域内における加工・処理方法	39
6 提案住宅の生産供給システム	42
7 使用木材の調達システム	43
8 信州型住宅プランにおける法制上の制約等	43
富山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	45
1 多雪多湿地域型住宅のプラン概要	47
2 部材別の木材仕様	59
3 軸組の構成方法と接合部	63
4 使用木材の地域資源・供給状況とその見通し	80
5 使用木材の地域内における加工・処理方法	82
6 多雪多湿型住宅プランにおける法制上の制約等	82
高知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	85
1 高知型住宅のプラン概要	87
2 部材別の木材仕様	109
3 軸組の構成方法と接合部	117
4 使用木材の地域資源、供給体制	128
5 使用木材の地域内における加工・処理方法	133
6 高知型住宅プランにおける法制上の制約等	137
宮崎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	139
1 宮崎型住宅の概要	141
2 新しい軸組構造の開発	163
3 立体フレーム試験	189
4 設備と内外装の試設計	198
5 使用木材の地域資源・供給状況とその見通し	209
6 使用木材の地域内における製造・加工方法	212
7 提案住宅の供給システム	213
8 宮崎型住宅プランにおける法制上の制約等	213

平成 15 年度事業の成果の要約

平成 15 年度事業の成果の要約

1 はじめに

本事業「地域型長期耐用住宅における地域材利用技術の調査・研究事業」は、平成 13 年度に当初 5 年計画で着手され 14 年度までの 2 ヶ年間実施された「長期耐用住宅木材利用技術高度化事業」を引き継いだもので、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」の一環として実施された。予算編成上の組み替えが行われたわけであるが、平成 15 年度の事業も、もとより当初計画された事業の目的、すなわち、地域の気候風土に適合した長期に居住可能な住宅構造のモデルプランを木材の耐久性確保についての高度な技術と合理的な木造建築技術を駆使して提案しもって地域材の利用を促進する、という目的に添って実行された。

通算 3 年目に当たる本年度においては、気候条件の異なる 4 地域（寒冷・乾燥地域：長野県、多雪・湿潤地域：富山県、高温・多雨の台風常襲地域：高知県、そして高温・多雨の蟻害多発地域：宮崎県）における長期耐用住宅のあるべき姿を考察して主に構造的な面からモデルプランを提案し、この住宅建設を実現するための地域材利用技術について検討を進めてきた。ここではこれらの調査・研究の成果の要約を示す。

2 事業展開の経緯

すでに述べたように、本年度は事業展開の実質 3 年目に当たるもので、その位置付けを明らかにするために事業全体の流れを簡単に追ってみる。

初年度に当たる平成 13 年度においては、木造住宅に関する地域特性を抽出するために地域住民を対象とする住宅についてのアンケート調査、その地域で長期にわたって供用されてきた主に民家型住宅の構造調査、劣化度調査を行った。平成 14 年度においては、前年度の調査結果を踏まえて地域の諸条件にマッチする今後の地域型長期耐用住宅の方向を考察するとともにそれを具現化するために必要な材料性能、構造について多くの実験を行った。

本年度の事業目的は、すでに述べたように前 2 年度の成果をもとにして各地域における長期耐用住宅について実際的な構造モデルプランを提案し、それを実現するための木材利用技術を考察することにある。この場合、いわゆる伝統的技術をそのまま踏襲するのではなく、これらの技術をもとにしてこれを精錬し、現在の諸条件のもとで効果的に適用できるよう合理化、近代化することに注意を払った。

3 各地域の長期耐用住宅における地域材利用技術

3.1 長野県（寒冷・乾燥地域）

(1) 地域特性と材料・工法

本県は真冬ではマイナス 15℃以下になることも多い東北地方と並ぶ寒冷地であり、標高

も高く冷涼な乾燥した気候条件下にある。雨量は全体的に少な目で、積雪量も一部を除きそれほど多くない。当地の住宅は伝統的に屋根形状は切妻型で、軒の出を深くし、風が通りやすいように南北に開口部をとることが大切とされてきた。今後の課題として気密性や断熱性の向上があげられる。

県には高齢者の人が多く、年齢とともに生活スタイルが代わって行き、居住者の数も変化するので住スタイルの多様性が求められ、それらに適切に対応可能な住宅構造が要求される。住宅の条件として改修・増築が容易であること、間取りの変更が自由に出来、目的によって可変的に利用可能な住空間を構成出来る構造が必要である。

県の総木材資源蓄積量は、約1億5千万 で、樹種構成はカラマツ(30%)、アカマツ、スギ、ヒノキ(それぞれ10%程度)である。これらの人工林は戦後拡大造林されたもので、7~10 齢級が主である。特にカラマツは坑木や土木用の需要を満たすために戦後広く植林されたものであるが、坑木の需要が無くなった現在、カラマツ材を主たる材料として構成する住宅構造の提案は資源の有効利用の面から当地域においては極めて重要な課題である。本事業においてもカラマツ心持ち材を構造材として使用するが、スギ、ヒノキ、アカマツ材も視野に入れている。

(2) 地域型住宅のモデルプラン

以上の諸条件を踏まえて地域型長期耐用住宅として次のようなモデルを提案する。

① 構造計画上の特徴

基礎はベタ基礎とし、柱勝ちの構造で土台は通し柱の間に置き、この土台の上に管柱を立てる。また大引きも土台と切り離す。こうすれば柱の根継ぎ、土台の交換が可能となる。提案するプランの概要は次のようなものである。

4 隅に 120mm 角の通し柱を配置し、この間に 120mm 角の土台を配するとともにこれらを 120mm×360mm (120mm 角の心持ち材を3本重ねて接着したトリプルビーム) の胴差し、小屋梁でつないだ広さ 3960mm×3960mm のベースユニットを田の字型に4つ組み合わせる。したがって中央の柱は 120mm 角の通し柱を4本束ねた 240mm×240mm の大黒柱となる。これに 1980mm×3960mm などの下屋ユニット(平屋)をつけて玄関や水回りとする。大引きの上に床パネルを直に張り根太は使用しない。棟木、母屋もトリプルビームを用いる。

耐震性は通し柱と断面の大きな胴差し、小屋梁で構成した軸組でキープすることになる。したがって土台に乗る管柱は間仕切り壁を構成する軸材として機能するだけで必要に応じて取り外し可能である。ここに間仕切りの変更が容易な構造が得られる。耐力壁は4隅に配置し、南面の開口を大きくとり、採光、冬の暖かさに配慮している。部材間の接合(例えば柱-トリプルビーム)は引き寄せ金物による。

② 使用部材

信州型長期耐用住宅の構造材は、120mm×120mm の心持ち正角材とこれをエレメントとする接着重ね梁(2材重ねたツインビームと3材重ねたトリプルビーム)および4本の

柱を束ねて接着した接着重ね柱（テトラポール）である。これらの接着複合材は、近年当県で開発された心持ち角材の高温セット法による乾燥技術を基本にしている。カラマツ材については、含水率を15%以下と設定しており、その工程においてヤニ滲出防止処理が施される。使用材の品質については、節、割れ、年輪幅、丸み等基準を設けて規制している。さらに接着力、強度、寸法精度、目視（機械）等級区分についての基準を設けている。また接着重ね梁のスパン表も設定してある。

③ 住宅建設に対する他の条件

県産材の利用促進を図る上で重要なことは製品の性能が保証されることである。この目的を達成するために平成5年、針葉樹県産材製品を対象に品質の優れた信頼性の高い製品を認証する「信州木材製品認証制度」が創設された。現在認証工場は36工場に上り、この制度は徐々に浸透してきている。因みにカラマツ構造材の認証工場は11工場、さらに接着重ね梁については15年に認証品目として追加され、認証工場は12月現在2工場である。

今後接着重ね梁のような新しい木質製品を幅広く展開させてゆくにはAQ認証、JAS認定、そして国土交通省による材料強度、許容応力度が付与されることが必須の事項である。

3.2 富山県（多雪・湿潤地域）

(1) 地域特性と工法

多雪湿潤地である。冬季の降水量が多く、湿度が高く、気温の低下で降雪となるが湿雪で比重が大きい。冬季の日照時間は極端に短い。このように冬季の積雪と日照時間の少なさ、寒さ、これに対する夏季の暑さ、年間を通じての湿潤が地域の気候的特徴である。このような北陸地域の気象の影響が色濃く住宅への要求に出てきている。夏涼しく冬暖かい日当たりの良い家、風雪雨に心配のない腐朽に強く長持ちのする家が求められるのは当然であろう。

一方、住宅の間取りには冠婚葬祭等を自宅で行う伝統的な住まい方に対応できるよう続き間が一般的である。そして和風造り、広い居間、縁側等に対する要請が強い。

さて、当事業では地域材の利用を前提としているが、本県では北洋材丸太を輸入し、加工してこれを県外に出荷する製材業が盛んである。そのため県内の住宅における北洋材の使用割合も極めて高い。国産材のみで住宅建設を考えることは当地では難しい状況にある。しかし、本事業では県産スギ材利用を促進する目的に添って可能な限りスギ材使用を前提にした住宅モデルを提案している。なお、当県では地域で製材し、地域での使用度の多い北洋材については、これを地域材として位置付けている。

(2) 地域型住宅のモデルプラン

多雪湿潤地である富山県には、「枠の内工法」と呼ばれる伝統的な住宅工法が伝えられている。この工法を基本として地域の伝統的技術と地域材を用いて地域の住スタイルに適合する以下のような住宅工法を考案した。

#太い柱と差し鴨居、牛梁等の大断面材を用いた「枠の内」で構成される2.5間×3間の

広い空間（居間）を構造コアとした。

小屋梁に太い曲がり材を用いることで豪雪時の鉛直荷重に対する耐力を確保した。このことは価値の低いスギ曲がり材の利用促進につながる。

降雪に対して軒の出 **900mm** を確保するために垂木を太くし密に配した。

可能な限り、金物類の使用を減らし長ほぞ差し込み栓打ちなどの込み栓型接合を多用した。これは伝統的大工技能を活かし、これを継承することにつながる。

使用木材については、柱はスギ **180mm** 角の骨太材、これに梁せい **300mm** 以上の差し鴨居と通し貫、桁、足固め等の横架材を長ほぞで通し、鼻栓、込み栓を打って楔で固定する。その他直径 **300mm** を越える太い牛梁、太い押し角、曲がり材等を用いる。垂木も太い。

品質確保法に関わる建物の性能について、構造の安全性については建築基準法レベルを基本とし、耐震等級に対しては木摺り、漆喰壁、合板張り壁等の耐力壁壁量で対応している。伝統的工法の床構面の性能が明らかになっていないため今後の課題とした。耐積雪等級については、柱、梁とも断面の大きな部材を使用しており、上位等級に対応可能となっている。

3.3 高知県（高温・多雨の台風常襲地域）

(1) 地域特性と工法

年間平均気温 **17.2℃**、湿度 **69%** と高温多湿で、平均年間降水量は **3101mm** と極めて多く、しかも集中的に豪雨が襲う地域である。さらに **8~9** 月に台風が襲来するため年平均風速が **7.7m/sec** と算出されている。

本県は県土の大半を山間地が占め、温暖多雨な気候が樹木の生育に適しているため森林率は **84%** と全国一である。戦後積極的に植林が進められ、人工林地は面積 **38.8 万 ha** と天然林の **20.6 万 ha** を大きく上回る。**7~9** 齢級のスギ、ヒノキ造林地が大半を占め、森林蓄積は成熟期を迎えている。

以上述べたように本県の気象条件は木造住宅にとって厳しく、特に夏季には劣悪な条件下にさらされる。この条件に適合するために本県の木造住宅は伝統的に、床下の換気を配慮した高い床高、蒸し暑さを避けるための高い天井、豪雨に配慮した深い軒、強風を考慮した低い棟、強風雨の進入を防ぐ漆喰または下見板張りの大壁式の外壁造りなど、夏季の気象条件に主眼をおいて家造りがなされてきた。

(2) 地域型住宅のモデルプラン

平成 **15** 年に県住宅供給公社主催の設計コンペ「高知型長寿命木造住宅提案」が行われ、このコンペで最優秀となった作品がモデル住宅として建設された。本事業においては、このモデル住宅を高知型長期耐用住宅と位置付け、ここに報告する。

基本的な構造は、四隅に **120mm** 角の通し柱を設け、中心部に **240mm** 角の大黒柱を配置し、これらを梁・桁によって接合するものである。すなわち大黒柱を中心に各部屋を配置する「田の字型プラン」であり、このプランを採用することによって住まい手の状況に応じ

て自由な間取りの組み合わせを可能にし、将来的にも改築における構造躯体そのものの変更を必要としないシステムを考えている。

使用木材は全てスギ材である。柱脚部仕口の接合にはホールダウン金物に代えて、ほぞ先に割り楔を併用する方法で告示1460号に示される引き寄せ金物と同等の耐力を確認し、これを採用している。床張り、天井仕上げにはスギ無垢板を用い、壁については土佐漆喰仕上げを中心に一部土佐和紙貼り仕上げとするなど地域の技術、製品を活かしている。

地域材としては、先に述べたとおり伐期齢に達したスギ材利用の促進が急務となっていることから全てスギ材を使用する。県産スギ材のヤング係数は6.5～7.0GPaが中心で、この値は全国的な数値である。なお、本県では設計士、工務店、製材工場が連携して住宅1棟分の材料を一括して生産し供給する方向に進んでいる。

3.4 宮崎県（高温・多湿の蟻害多発地域）

(1) 地域特性と工法

本県における木造住宅建設に当たっては、高温多湿の気象条件を配慮するとともに常襲する台風による風害、豪雨、そしてシロアリ、腐朽菌による生物劣化について十分な対策を講じなければならない。長期耐用住宅を考える時に、先ず最も腐朽や蟻害を受けやすい床下換気について十分な工法的配慮が必要である。確かに長期にわたって供用された当地の民家型住宅では、基礎が「石場立て」で、礎石の上に柱を立てる構造になっており、床下換気を妨げる布基礎を設けていない。

さて、戦後いち早くスギを中心とする拡大造林に取り組んだ本県では、高温多雨な気象条件が樹木の生育に適することから森林資源は年々成熟の度を強めており、平成3年からスギ素材生産量日本一を続けている（昨年度全国の13%を生産）。現在人工林面積36万4千haに達し、そのうち74%の25万2千haがスギ造林である。なお最近の傾向として、スギ生産丸太は柱適寸のものからやや径の大きいものに全体として移行して来ているようである。また、生長が早いことから年輪幅が広く、比重の軽い（平均で気乾比重0.38など）スギ材が生産される。

スギを中心とする国産材需要を拡大するには、このようなスギ材資源の状況、さらに材質の特徴を十分に考慮した新しい住宅工法への取り込みが求められているものと考えられる。

資源供給量の増大とともに、今後の木造住宅建設の基本となる材の人工乾燥については、県の補助事業として16年度までに人工乾燥機110基の導入が計画、実行されており、人工乾燥材供給体制が十分に整備されつつある。

(2) 地域型住宅のモデルについての基本的考え方

① 構造(スケルトン)

構造システムはスケルトン・インフィルの考えを採用し、筋交い、合板張りを用いないラーメン架構による木造軸組構造体は仕上げと独立している。構造部材の基本は、厚さ30mm、幅（高さ）120mm～240mmのスギ厚板に角ダボを打ち込んで組み立てる合わせ材とする。この合わせ材を軸組材としてスケルトンを造る。すなわち、スギ厚板を4枚合

わせて作る合わせ柱の側面の幅中央に横架材断面が挿入される穴をあけ、この穴に 2 枚合わせの地貫（1F 桁材）、2F 桁材、小屋桁材を通し、柱材とこれらの横架材の交点に柱の表面から角ダボを打ち込み、柱勝ちの仕口を造る。このダボ接合による柱と横架材の結合部がモーメントに抵抗する性能を保持するので、骨組全体として水平力に抵抗するラーメン構造となる。なお、水平構面もスギ厚板を張り込んで構成する。

② 使用部材

すでに述べたように、ここに提案するモデル住宅は、厚さ 30mm のスギ厚板をダボ打ちして組み立てる合わせ材を基本部材としている。本材を使う理由は、

厚さ 30mm の板材で全ての構造体を構成することにより、材料の共用性、品質の管理（強度等級区分を行って性能による合理的な使い分けの実行）が容易になる。また、板の組み合わせによりある程度の材料設計が可能となる。

30mm の板材は、在来軸組工法に使われる中断面の角材に比べてはるかに乾燥が容易であり、いわゆる高度乾燥材が低コストで得られる。

スギ材の柔らかさを利用する角ダボ打ち合わせ材の採用は、接着剤で接合する集成材に比べて製造・解体・廃棄過程における環境への負荷はるかに少ない。さらにノンケミカルで健康への配慮の行き届いた材料といえる。

スギ造林木が大径に移行していることから、心持ち柱材（平角材）よりも板材を製材する方が合理的（幅を乱尺にすれば歩留まりもよい）である。

以上のように考える。

③ インフィルのモデル設計

スケルトンのシステムが構築された後を受け、インフィルを検討した。インフィルについては内外装や設備機器との関連を中心に、先ず立体基本フレームに対して内外装の設計例を示し、その上で収まりの問題点やその空間で実際に生活する際の課題を整理し、実用的な長期耐用住宅の姿を見つけ出すことを目的とした。

外部の仕上げ材料については、現在一般的に使用されているものを採用した。すなわち、屋根は荷重を軽減するためにガルバニウム鋼板張り、壁は中空押し出しセメント板張りとした。サッシはアルミ製、バルコニーは木製である。また内装は基本的に壁も床もスギ板張り仕上げである。さらに 1F 天井は木材見出しとし、2F の天井はスギ板張りのクリアーラッカー仕上げとする。

スケルトンがラーメン構造なので大きな開口が自由にとれるが、サッシなどが受ける振動等の影響が危惧される。そこでまぐさ、窓台、間柱、胴縁等は大きめにし、強固に取り付ける。また、リユース、リサイクル、リニューアル、解体・分別・廃棄等を容易にするために、留め付けはボルト、スクリュウ締め、ダボ打ちを主体として、接着剤、粘着材、釘打ち等を出来る限り使用しないこととした。

4 今後の課題

以上、長期耐用住宅について地域の気候、風土、住まい方、資源状況等を考慮して理想的な木造住宅のあり方を検討し、住宅のモデル（一部ではプランも含めて）を提案してきた。対象とした4地域において種々の条件が存在し、それぞれ独特の提案がなされているが、共通している技術提案も多々ある。特に断面の大きな地域材を使用すること、金物による接合を避け、木栓、ダボ、楔等によるいわば伝統的な仕口接合法を採用していること、腐朽やシロアリの害を防ぐために床下換気を高めること、そのために高床方式、独立基礎を採用すること、等々が提案されている。宮崎県では布基礎、土台をも廃することとしている。さらに長野県で行われた角材を接着接合する接着重ね梁（トリプルビームやテトラポール）、宮崎県の角ダボ打ち込みによる合わせ梁など新しい製品の開発も行われている。富山県の枠の内を始めいくつかの提案に筋交い、合板張り込みを行わない骨組のみによる耐力壁構造がある。

これらの提案は現在の法体系の中では実行出来ない事項が多々あり、建築許可を得るまでに多くの時間と経費が必要となり、現段階では一般的には受け入れられない状況にあると言えよう。今後の課題として、地域の条件下で生み出された地域に最も適合する材料、工法を正しく性能評価する手段と制度が整備されることを強く期待する。このためにもそれぞれの技術についてさらに多くの実験研究を進め、データを集積して行かねばならない。

長野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

長野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

はじめに

平成 13 年度においては木造住宅に関する地域特性を抽出するために、① 一般消費者を対象とした住宅に関するアンケート調査、② 建築士、工務店を対象としたアンケート調査、③ 長期にわたって使用されてきた各地域に現存する伝統的民家型構法住宅を調査した。その結果から、寒冷地信州の目指すべき信州型長期耐用住宅は構造的には在来軸組み工法を採用した。部材としてはカラマツ材を主な構造材とし、さらに寒冷地であることから気密性・断熱性に優れた構造体の開発を目指し、平成 14、15 年度カラマツ構造材の開発を主眼とした試験を実施した。以下に信州型住宅のプランの概要を示し、そこに使用される木材の使用指針を取りまとめた。

長野県は南北に長く、比較的温暖な南の方と、北には豪雪地帯もあるが、ここでは松本地区に代表される寒冷気候（年平均気温 11.5℃、年平均湿度 69%、年間降水量 1020mm、平均風速 2.2m/s、最大積雪量 25cm）を対象とした。

住宅の耐用年数は、アンケート調査の結果から 50～60 年、長くても 80 年程度を想定した。

1 信州型住宅のプラン概要

1.1 プランの基本的な考え方

1.1.1 地域特性と工法

気候的な特徴としては、① 冬寒く、夏は比較的涼しい、② 全体を通じて雨量は比較的少なく乾燥している、③ 日照時間は長い、等が挙げられる。

よってこの地域で求められる住宅像として「夏涼しく、冬暖かい、日当たりの良い家、風雪雨、地震に心配のない安全な家」に要約される。

プランの寒さ対策として、断熱や気密性能の基準も高く設定する必要がある。

平成 13 年度に実施した古民家の調査から得られた地域別使用木材の樹種分布を図 1.1 に示した。

長野県では、古くからアカマツやカラマツを主たる材料として住宅建設に取り組んできた。特にカラマツは坑木や土木用の需要が多い時代を含め、戦後長く植林が行われていた。そこで資源的にカラマツを主たる材料とした住宅の提案は歴史的にも資源の有効活用の点からもこの地域にとって必要と考えられる。

次に長期耐用の古民家の共通事項として次の 3 点が挙げられた。

- ① 壁は真壁漆喰塗り（柱間に通し貫を入れ、小舞をかき土塗り壁）が多い。それに一部板張りをしたものもある。

② 土台は柱下に礎石を置き、その上に土台を流し、柱を立てている。切石を土台下に置き、柱を立てる土台のほぞ穴は貫通している（構造的配慮と水抜きのためと思われる。）

③ 間仕切りは、襖、障子、板戸であり、極めて開放的である。

これらは耐久性という観点からすると極めて妥当であるが、寒さ対策や、住みやすさ、プライバシーの確保という点で現代には受け入れられない面が多いが、長期耐用という点では重要な示唆を与えてくれる。

また、在来木造住宅建設に携わる職人も多く、高い技術力を持ち合せているが、全体的に小規模である。

工法としては消費者、設計者等へのアンケート調査、設計士等のアンケート調査で支持された在来木造軸組工法を採用する。

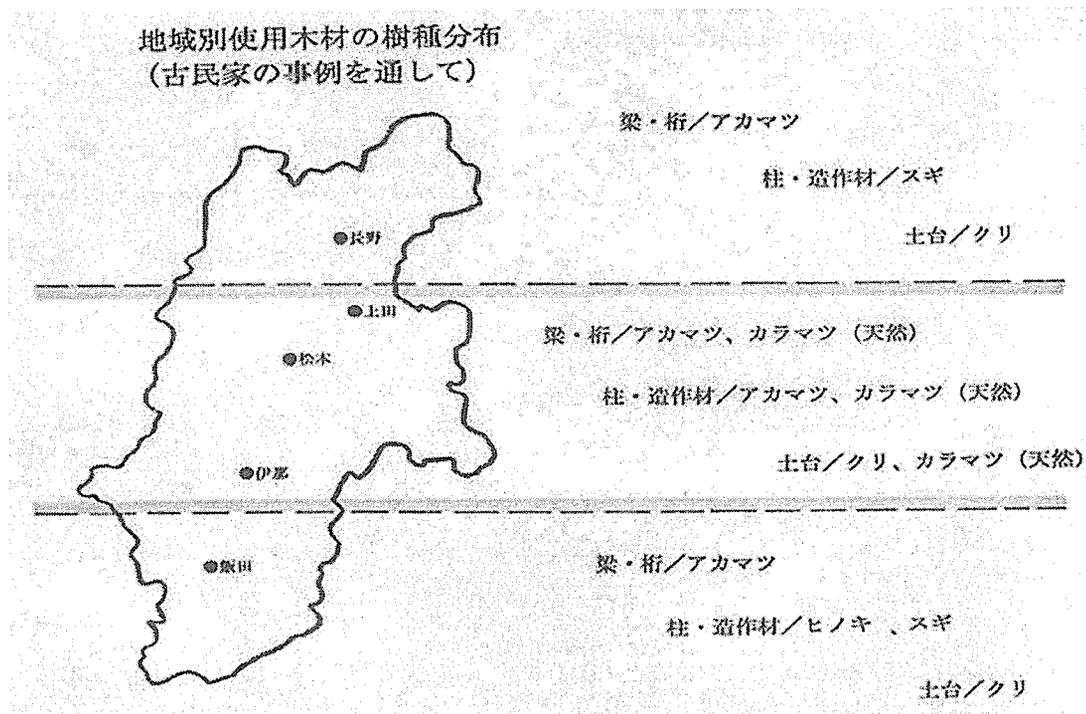


図 1.1 古民家の調査から得られた地域別使用木材の樹種分布

ここで、信州型長期耐用住宅の概念を図 1.2 に示した。すなわち外装（屋根及び外壁）の間に通気層を設け、構造材が結露等により腐朽するのを防ぐ。外装が傷んだ場合は外装のみ修理、取替えを可能とする。基礎はベタ基礎とし、柱勝ちの構造として土台は通し柱の間に配置し、土台の上に管柱を立てる。また、大引きも土台と切り離す。こうすれば将来、柱の根継ぎが可能であり、土台が傷んだ場合は土台だけを取り

替え、床、大引が傷めばその部分だけを補修すればよいことになる。耐震性能は通し柱と断面の大きな胴差、小屋梁で骨組を構成することにより高める（図 1.3）。

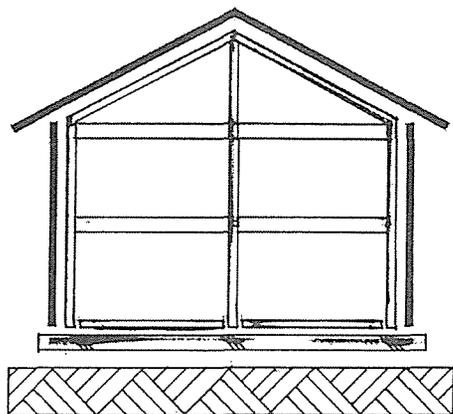


図 1.2 長期耐用の概念図

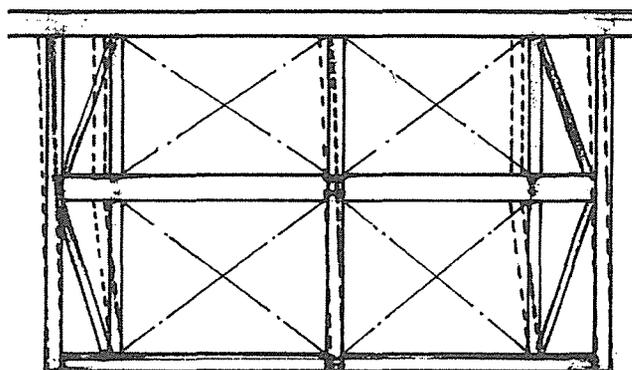


図 1.3 通し柱と胴差、小屋梁による構造

1.1.2 提案プランの構造システム

提案するプランの概要を図 1.4 に示した。

広さ $3960 \times 3960\text{mm}$ をベースユニットとして隅角部に通し柱（通常 3 本は $120 \times 120\text{mm}$ の通し柱、1 本は $240 \times 240\text{mm}$ の大黒柱：テトラポール）を建て、 $120 \times 360\text{mm}$ （トリプルビーム）の胴差及び小屋梁でつなぐ。図 1.4 は $240 \times 240\text{mm}$ の通し柱を中心にしてベースユニットを田の字に配置し、 $1980 \times 3960\text{mm}$ の下屋ユニット（平屋部分）をつけ、玄関や水廻りとした例である。

基礎は土間コンクリートとし、内側に断熱材を入れる。通気孔は冬に閉鎖できる構造とする。基礎パッキンを用いる場合は、基礎断熱は必要としないが、この場合床下の断熱を高水準のものとする。大引きの上に床パネルを直に張る。根太は使用しない。2 階床は 2 階根太の上に床パネルを張る。棟木および母屋もトリプルビームを使用する。

以上の主要な軸組み部材の断面形状の種類は $120 \times 120\text{mm}$ の単体と、 $120 \times 360\text{mm}$ のトリプルビームの 2 種類である。

管柱を配置することによって、横架材は $120 \times 120\text{mm}$ の単体、 $120 \times 240\text{mm}$ のツインビームも利用可能であるが、トリプルビームを配置することによって将来間取りの変更が自由になる。すなわち、通し柱以外の管柱は $120 \times 120\text{mm}$ 柱を用い、構造は通し柱とトリプルビームで受け持つので、将来必要に応じて取りはずすことが可能であり、逆に、管柱を追加し間仕切りとすることもできる。

土台は通し柱間に配置し、管柱、間柱を建てる。

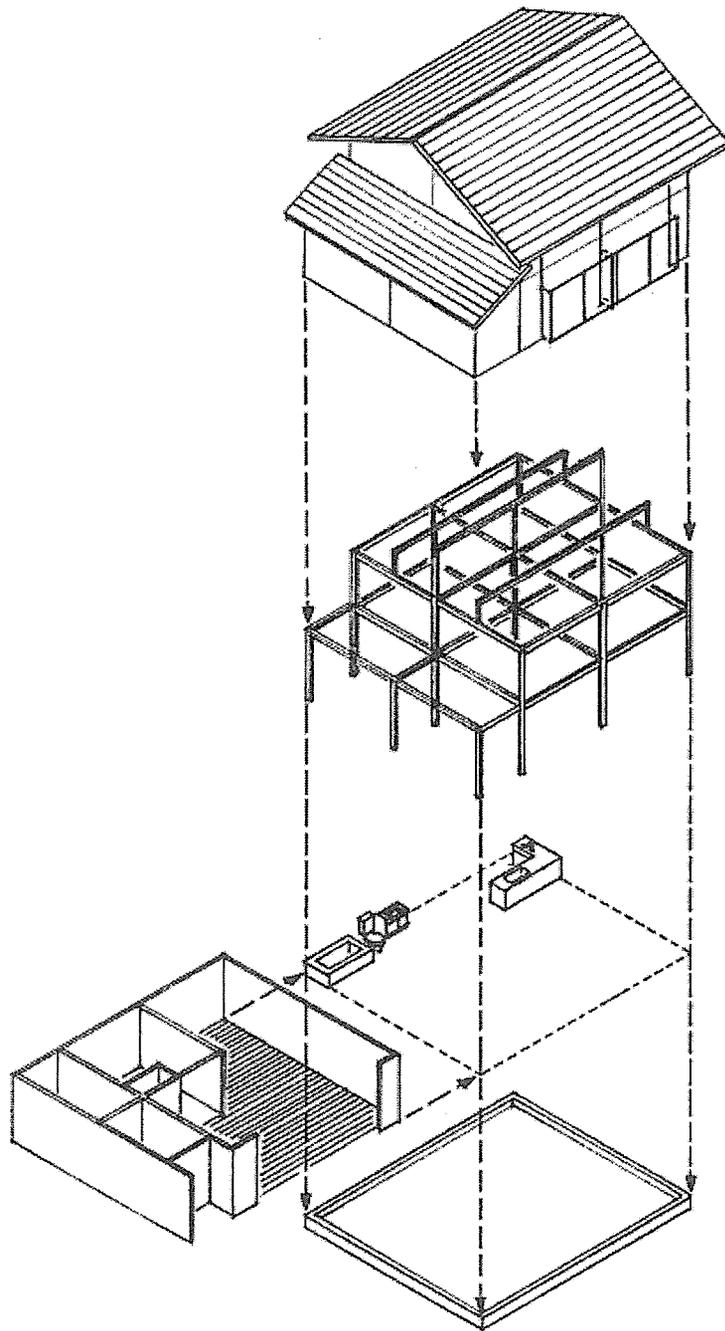


図 1.4 提案住宅の概念(基礎、構造体、外壁及び屋根)

プレカット工場にて材料の品質管理と第一次加工を行い、現場にて建て方を行う。現場における第2次加工は、ボルト穴開け程度の限定作業とする。

1.1.3 地域材と使用木材

地域の木材資源としてカラマツ (30%)・アカマツ (12%)・スギ (11%)・ヒノキ (10%) などの針葉樹で 63% を占める。特に、カラマツやアカマツの比率が高い。

そこで、使用木材としてはカラマツを主たる材料とし、アカマツやヒノキを補足材

として構成する。

カラマツについては、間伐材を利用した無背割り心持ち材を基本に、接着重ね梁材（ツインビーム・トリプルビーム）を使用する。

アカマツについては床板パネルや野地板パネルとして加工し、使用する。また、造作材や下地材としても使用する。

ヒノキについてはこのプランでは土台に限定使用する。

主要構造部材のリストを図 1.5 に示した。

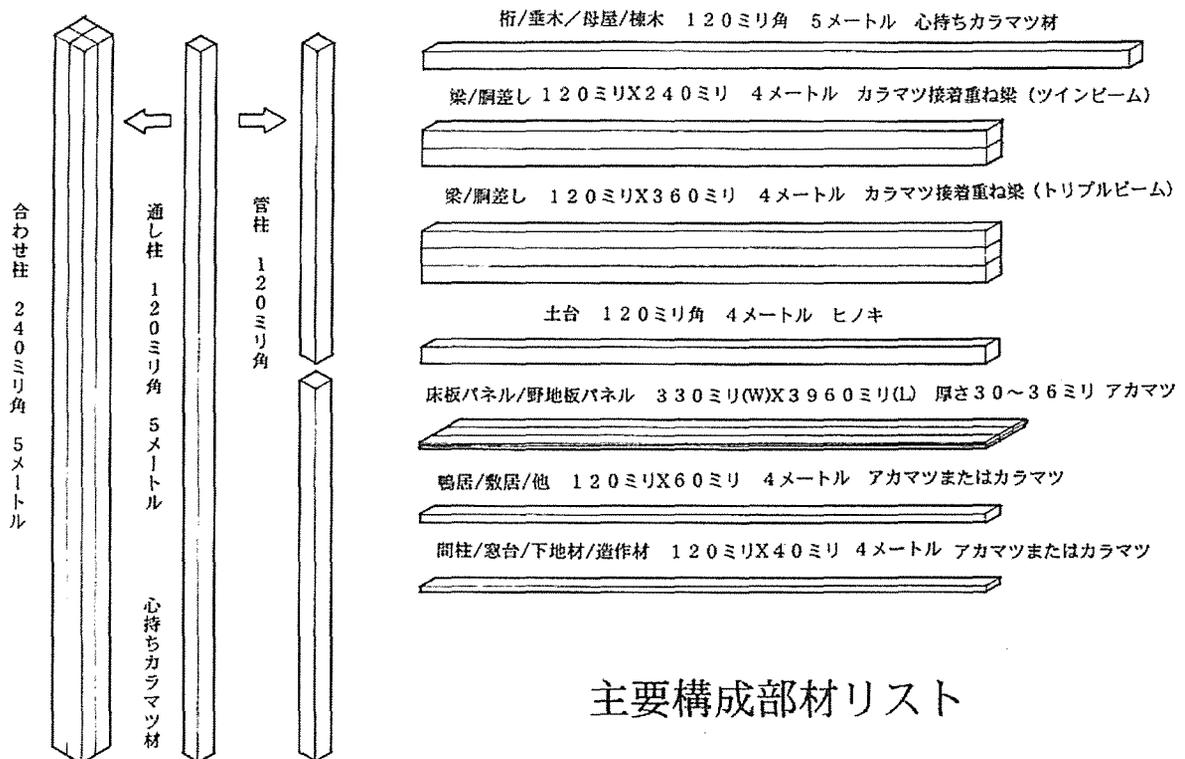


図 1.5 主要構造部材のリスト

1.1.4 環境、健康への配慮等

使用木材の寸法設定とプランとの整合性を考慮し、端材量の低減化に努める事で廃材を極力少なくする。

シックハウス対策として、床・天井などの内装材については無垢材を使用し、アカマツの床パネルや野地板パネルを現しとする。

全国でも有数の日射量を誇る地域として太陽光発電やソーラー機能（オプション）などを付加し、エネルギーや CO₂ の削減を目指す。

将来的に解体再利用も可能な工法とし資源の有効活用を目指す。

1.2 地域特性への対応

1.2.1 気候、風土（伝統）

本州の中でも東北地方と並ぶ寒冷地である。標高も高く冷涼な気候であり乾燥している。真冬では零下 15 度以下になる事もしばしばある。雪の量は一部の豪雪地帯を除けばそれほど多くない。また、寒暖差は一年を通じて激しく、日射量も多い。雨量は一部多い地域もあるが全体的には少な目である。

以上の地域特性により伝統的に切妻屋根形状で軒の出を深くし、南北の開口部を風が通りやすく配置する事が大切とされてきた。

過去においては、夏の暑さ対策に対して、寒冷地対策についてはそれほど積極的に取り組んできたとは言えない。したがって、伝統的な形状や開口部の位置については継承しながらも、気密性や断熱性を高める事が取り組むべき課題として挙げられる。

1.2.2 地域材の資源・材の性質・供給・加工

長野県の国有林と民有林を合わせた総木材資源は約 1 億 5 千万 m^3 、樹種ではカラマツ（30%）、アカマツ（12%）、スギ（11%）、ヒノキ（10%）で、63%を占める（図 4.1）。

これらの森林は戦後の拡大造林により誕生したものであるから齡級配置に偏りがあり、7～10 齡級（31～50 年生）が多い（図 4.2）。さらに長野県は南北に長く、南の静岡県、愛知県に近い地方や、北の新潟県に近い地方はスギが有力樹種となる。

人工林カラマツは、らせん木理に起因するねじれ等の狂い、ヤニの滲出が多い等の性質のため、一般の建築材には使い難かったが、乾燥技術の開発により、壁板や構造用集成材としての用途が開けた。近年心持ち構造材の乾燥技術が開発されたことから構造材としての道も開けつつある。

アカマツは幹曲がり、輪生節等の影響で丸太・太鼓形状の梁以外には適当な用途がなかったが、これも板材の乾燥技術の普及により内装材としての用途が開けつつある。

スギについては北信地域のスギの性質は北陸地域のスギと同様の性質を示し、南信地域のスギは東海地方のスギと同様な性質を示すものと考えられる。これらの地域でも、乾燥装置の導入が進み、スギの構造材が生産されている。

ヒノキについては、木曾谷を中心に製材され、人工林材は柱を主製品として利用されている。人工林ヒノキについても人工乾燥製品が多くを占めるようになった。

1.2.3 住スタイル等

長野県は長寿命の人が多い。年齢と共に生活スタイルや、居住者の数は変化するものであるから、多くの住スタイルが想定され、それらに対応できることが必要である。

少子化傾向の中で、将来の家族構成などが読み難い。また、車の保有率が高く駐車スペースや車庫スペースも重要な問題である。

そこでこれからの住宅の条件として、必要な時に必要な改修や増築が容易に行える構造が重要と考えられる。

1.3 平面・構造計画上の特徴

1.3.1 平面・立面の概要図

図 1.6、図 1.7 に平面図を、図 1.8 から図 1.11 に立面図を示した。

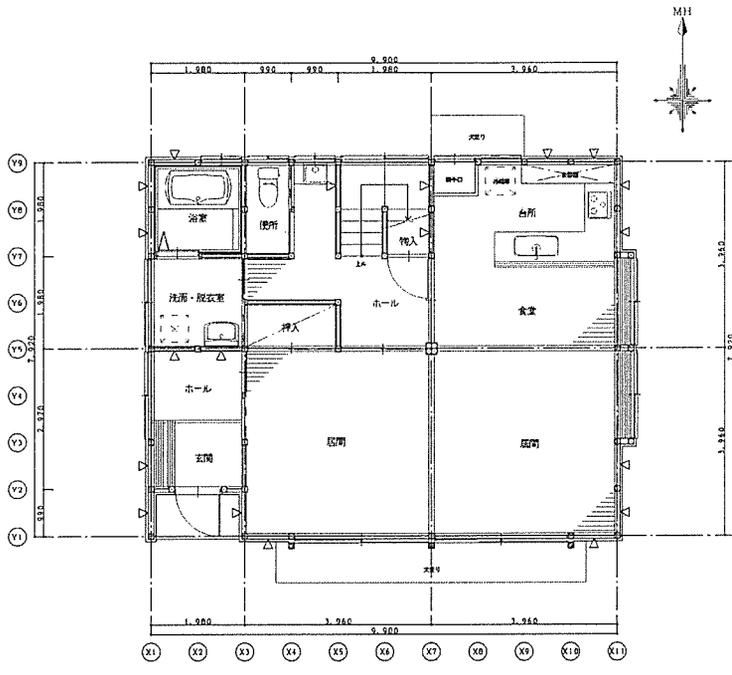
示したこのプランは架構に玄関、浴室等として下屋ユニット 2 つを足したもので広さは 1 階床面積 78.408m²、2 階床面積 62.726m²、合計床面積 141.134m² (42.8 坪) である。

モデルは 1 世帯 (家族 4~5 名) で子育て中の標準的な一般家庭とし、1 階は食堂、居間、バス・トイレ等の生活空間と客室 (あるいは夫婦室)、2 階は子供室と夫婦室 (あるいは客室) を想定している。台所、食堂の位置はホール、階段部分を除いてベースユニットのどこにでも配置することが出来る。

胴差し、小屋梁に 120×360mm 断面のトリプルビームを使用しているために、内部の間仕切り壁は取り外し自由である。例えば、2 階を中央に大黒柱 (テトラポール) のある大空間としておき、子供の成長に合わせて管柱を立て、個室にすることが可能であるし、その逆に壁を取り除き大空間とすることも出来る。

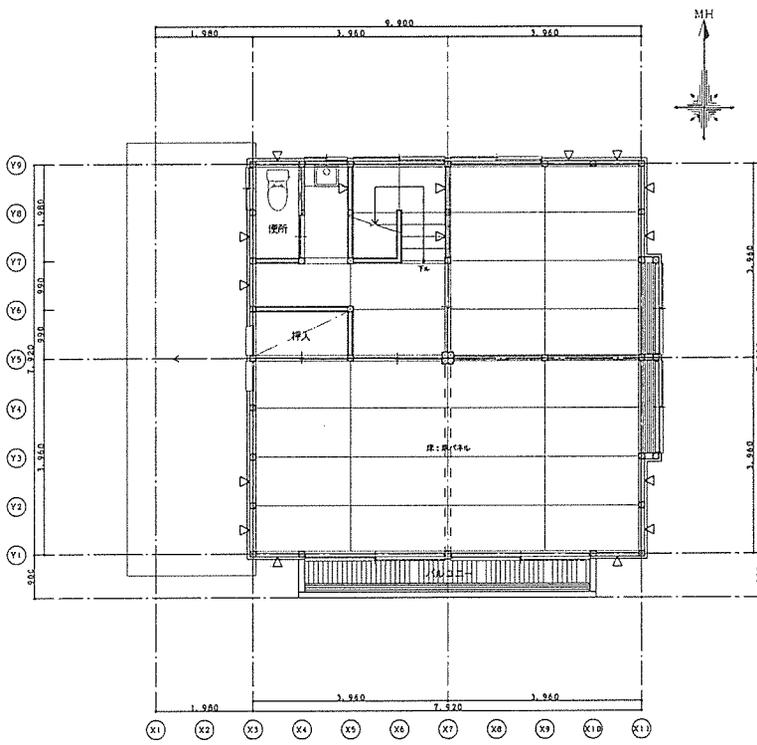
増築も下屋ユニットのレベル、ベースユニットのレベルで可能である。

耐力壁は 4 隅に配置し、南面も開口部を大きくし採光、冬の暖かさに配慮している。東面も比較的大きな窓にし、西、北は開口部が少ない。



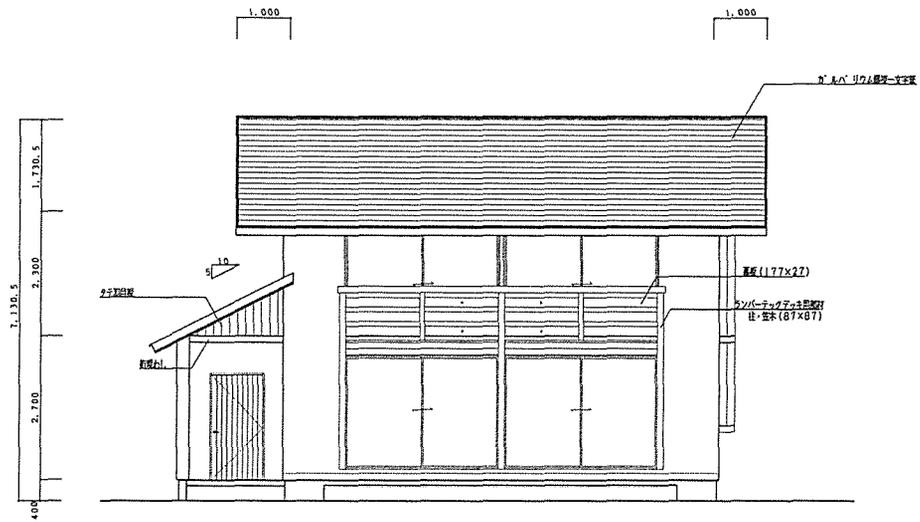
1階平面図 S=1:100

图 1.6 1階平面図



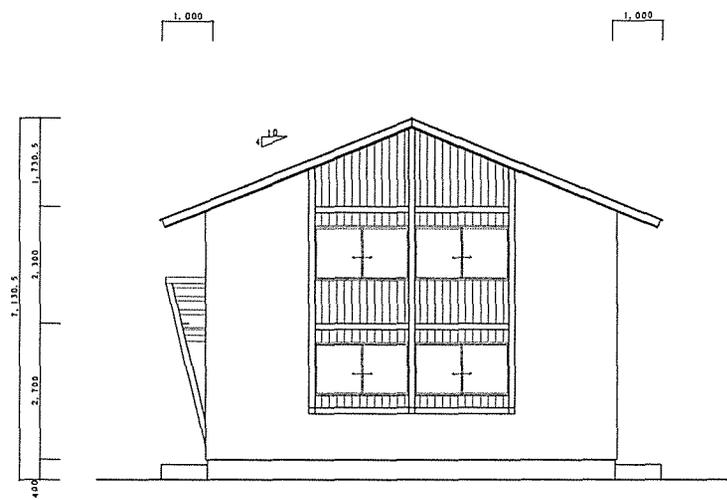
2階平面図 S=1:100

图 1.7 2階平面図



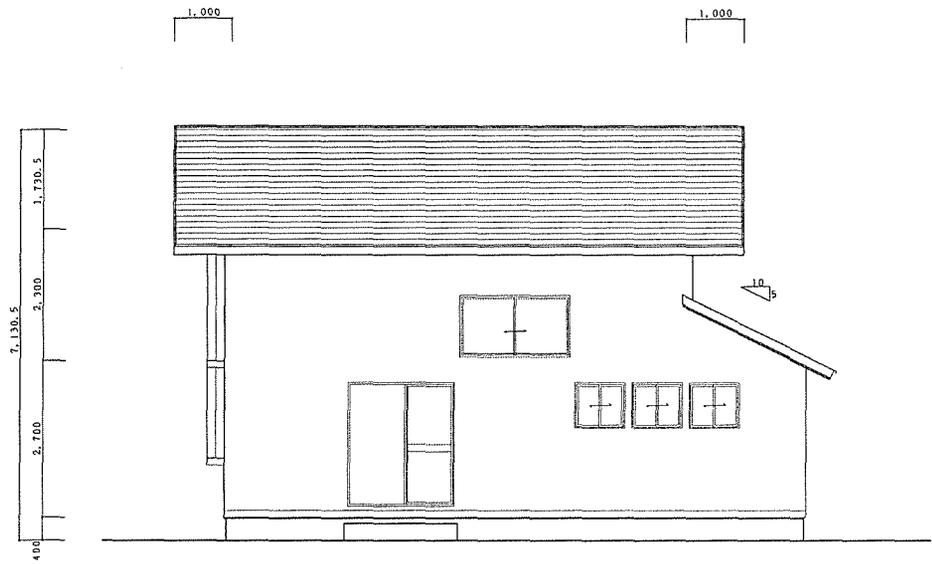
南立面図 S=1:100

图 1.8 南立面图



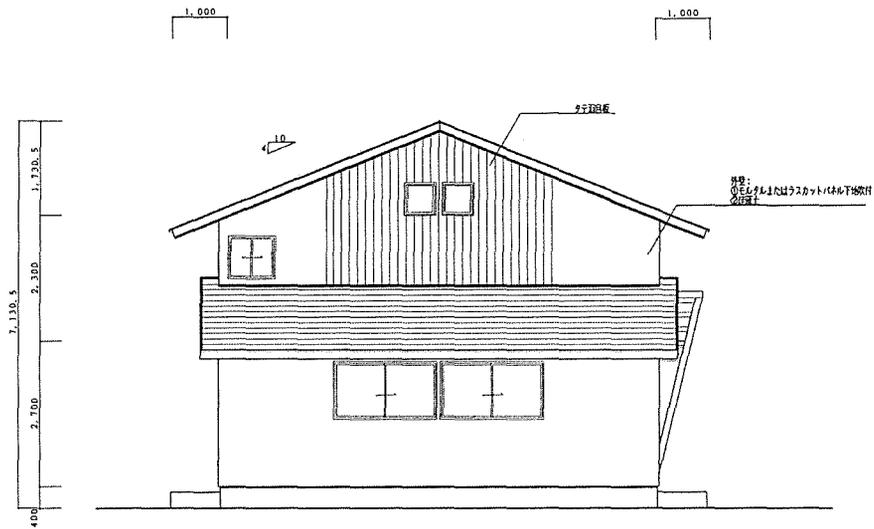
東立面図 S=1:100

图 1.9 東立面图



北立面图 S=1:100

图 1.10 北立面图



西立面图 S=1:100

图 1.11 西立面图

1.3.2 構造システム概要図

図 1.12 にプラン構築のための構造ユニットのマトリックスを示した。

A は 3960×3960mm のベースユニットであり、洋間、和室、台所、寝室などの単位になる。

B は 1980×3960mm の補足ユニット（ベースユニットに付加される場合は下屋ユニット）で、浴室洗面脱衣、階段、便所等の単位となる。

C は 1980×3960mm、1980mm の床スペース等を示すことができる。

同様に D、E はそれぞれ階段、吹き抜けである。

	1	2	3	4	5
A (ベース)					
B (補足ユニット)					
C (補足ユニット)					
D (階段)					
E (吹き抜け)					

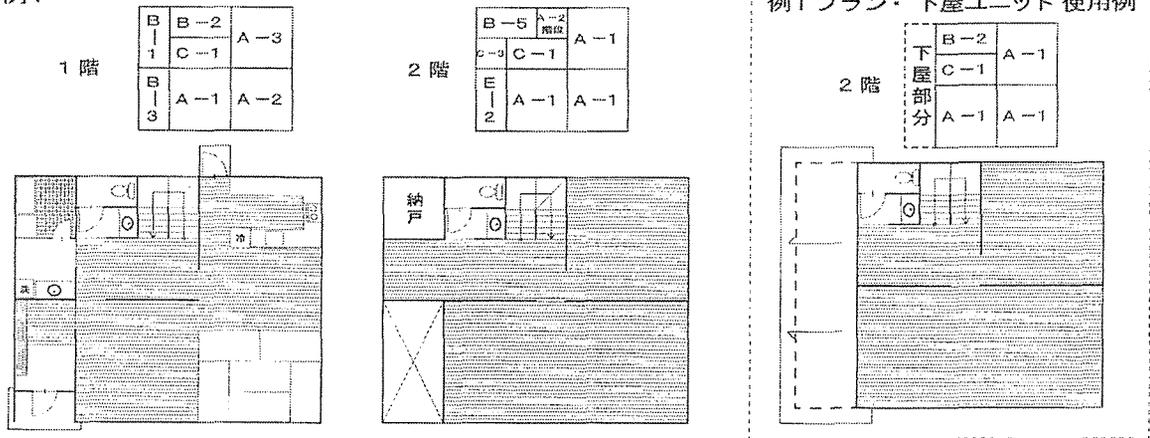
図 1.12 構造ユニットマトリックス

図 1.13 に構造ユニットの展開例を示した。

例 1 はベースユニットと補助ユニットからなる総 2 階のプランと右は 1 階を下屋プランとして 2 階を狭くしたプランである。例 2 は平面プランの例で中庭スペースが和室スペースになることを示している。

このように一定の枠内ではあるがプランは可変性に富んでいると言える。

例1



例2 (平面プラン)

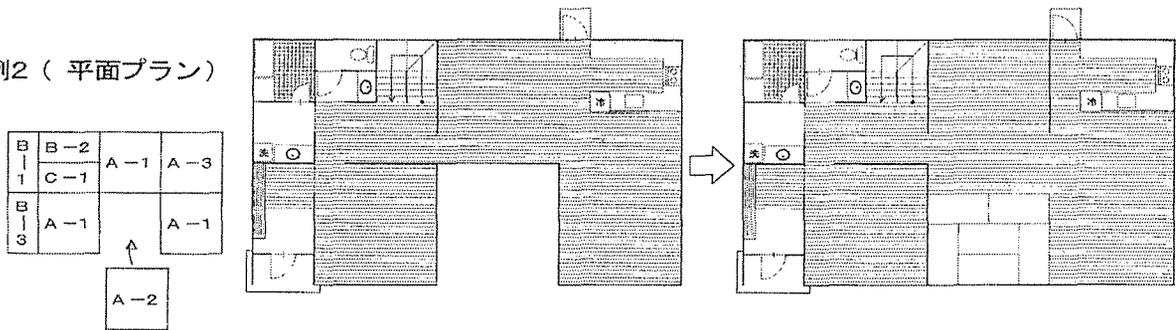


図 1.13 構造ユニット展開例

図 1.14 に横断面の概要図を示した。この例はスパン 3960mm の胴差、小屋梁にトリプルビーム、管柱を介してスパン 1980mm の場合に 120×120mm の単材を用いた例を示している、単材を用いた場合は将来管柱をはずすことは出来ない。

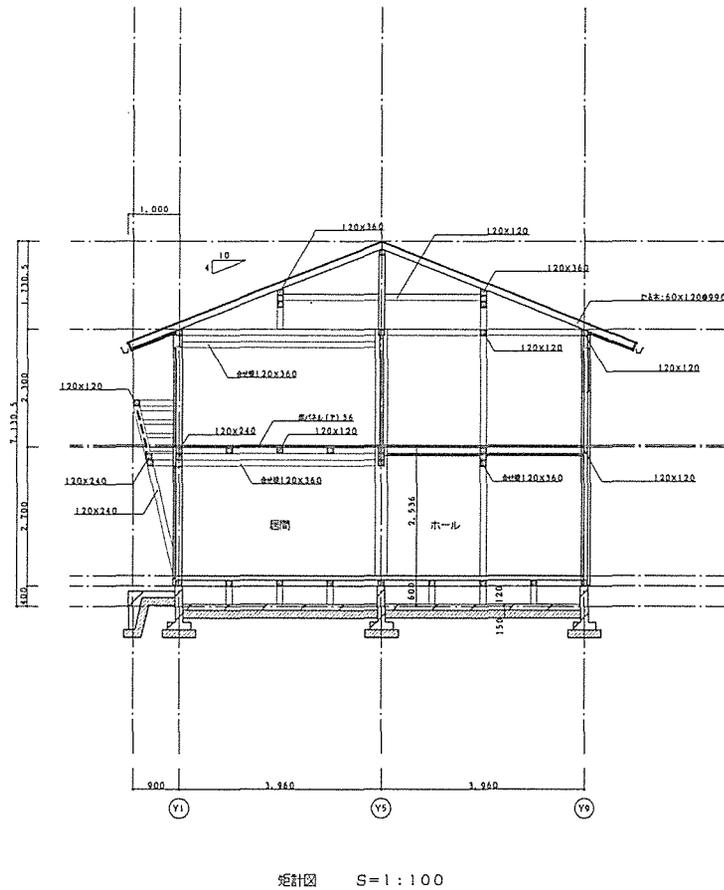


図 1.14 断面概要図

1.3.3 モジュール

従来の 3 尺 (909) × 6 尺 (1,818mm) を基準とした柱割を再考し、日本人の体型の変化や長寿社会による暮らしの変化に対応して 3.3 尺 (990mm) × 6.6 尺 (1,980mm) を基準とする。

柱芯々 13.2 尺 (3,960mm) × 13.2 尺 (3,960mm) をベースユニットとして組み合わせ、平屋建、2 階建にも対応する。

また、6.6 尺 (1,980mm) × 6.6 尺 (1,980mm)、または 6.6 尺 (1,980mm) × 13.2 尺 (3,960mm) の補足ユニットを組み合わせることにより、多くの要望に対応可能である。

1.3.4 住まい方等への対応

水廻り、通路、収納などの単一目的利用室のみ間仕切りを固定し、台所、食堂、居間などは特に間仕切りを設けず、目的により可変的に利用可能な空間として考えている(伝統的日本空間の特徴を継承)。従って、要望によっては上座敷、下座敷の 2 間続きの構造も可能である。

住まいの生活スペースとして中心になるベースユニットと下屋ユニットによる玄関や水廻りなど小スペースを自在に二つのユニットを組み合わせることにより無限の空間が可能となる。

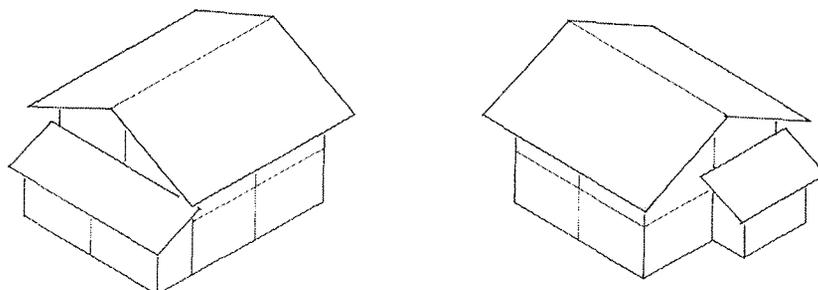


図 1.15 ベースユニットと下屋ユニット

1.4 性能レベル

提案住宅の性能レベルを表 1.1 に示した。

表 1.1 提案住宅の性能レベル

項目	結果	
1. 構造の安定に関する事 こと	1-1 耐震等級 (構造躯体の倒壊等防止)	等級 2
	1-2 耐震等級 (構造躯体の損傷防止)	等級 2
	1-3 耐風等級 (構造躯体の倒壊等防止及び損傷防止)	等級 1
	1-4 耐積雪等級 (構造躯体の倒壊等防止及び損傷防止)	等級 1
	1-5 地盤又は杭の許容支持力等 及びその設定方法	地盤許容応力度 [30kN/m ²] 地盤調査方法 [スウェーデン式サウンディング試験]
	1-6 基礎の構造方法及び形式等	直接基礎 [布基礎]
2. 火災時の安全に関する事 こと	2-1 感知警報装置設置等級 (自住戸火災時)	等級 2
3. 劣化の軽減に関する事 こと	3-1 劣化対策等級 (構造躯体等)	等級 2
4. 維持管理への配慮に関する事 こと	4-1 維持管理対策等級 (専用配管)	等級 2
5. 温熱環境に関する事 こと	5-1 省エネルギー対策等級	等級 2
6. 空気環境に関する事 こと	6-1 ホムアルデヒド対策 (内装及び天井裏等)	特定木質建材を使用 内装等級 3、小屋裏等等級 3
	6-2 換気対策	居室の換気対策：機械換気設備 局所換気（機械換気設備）：便所、浴室、洗面室
7. 光・視環境に関する事 こと	7-1 単純開口率	計算による
	7-2 方位別開口比	計算による
9. 高齢者等への配慮に関する事 こと	9-1 高齢者等配慮対策等級 (専用部分)	等級 3

1.5 その他、強調すべき事項

提案住宅における使用木材では、地域散在の利用促進を図るため信州カラマツを構造材に多用する。また断熱工法としては、外断熱工法と内断熱工法にそれぞれ長所と短所があり、住宅建築の場所や気候条件、さらには住手のライフスタイルによって選択すべきであるが、信州型住宅としては特に壁、小屋裏の冬期間における結露防止を重視する観点から、外断熱工法を選択し、その構造を図 1.16 から図 1.19 のように採用することにした。

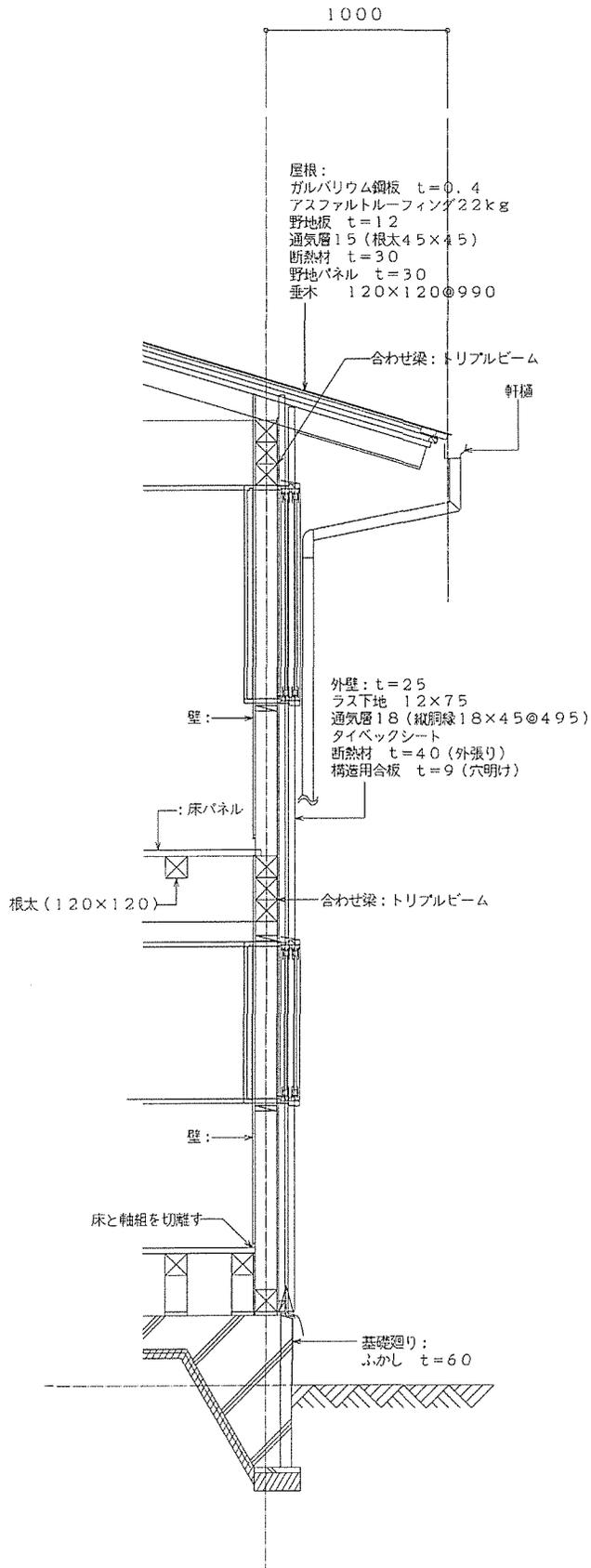


図 1.16 矩形図

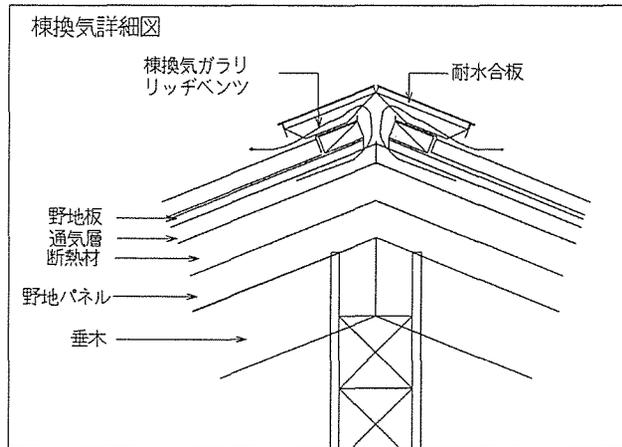


図 1.17 合掌部分詳細図

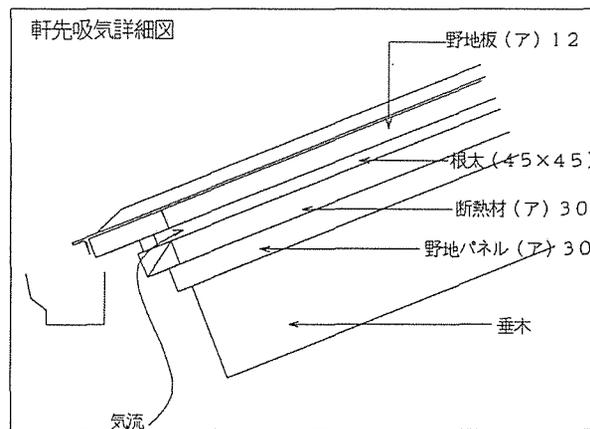


図 1.18 庇部分詳細図

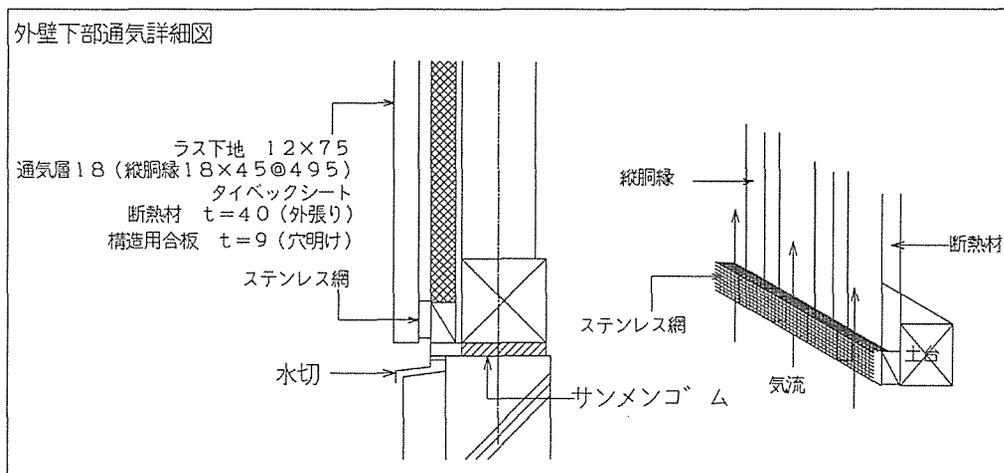


図 1.19 基礎土台部分詳細図

2 部材別の木材仕様

2.1 部材別の木材仕様

部材別の木材仕様を表 2.1 に示した。

この中で接着重ね柱、接着重ね梁が開発材料である。

表 2.1 部材別の木材仕様

名称	断面寸法 (mm)	長さ (m)	樹種
土台	120×120	4	ヒノキ
火打土台	120×120	4	〃
床束	120×120	4	〃
大引	120×120	4	アカマツ
根太受	120×40	4	〃
1 階柱	120×120	2.7	カラマツ
2 階柱	120×120	2.3	〃
通し柱	120×120	5	〃
接着重ね柱	240×240 (テトラポール)	5	〃
間柱	120×40	5	〃
筋違	120×40	5	〃
胴差し	120×120	5.4	〃
梁・桁	120×240 (ツインビーム)	4	〃
(接着重ね梁)	120×360 (トリプルビーム)	4	〃
頭つなぎ	120×120	5.4	〃
火打梁	120×120	4	〃
2 階根太	120×120	4	〃
つり束	120×120	4	〃
小屋束	120×120	4	〃
たる木	120×120	5	〃
棟木	120×120	5	〃
母屋	120×120	5	〃

2.2 開発材料の規格・仕様 (案)

信州型長期耐用住宅の構造材として心持ち正角を構成部材 (エレメント) とした接着重ね梁を開発した。その規格・仕様 (案) を次に示した。

なお、接着重ね梁の検討は、1980 年代後半に (財) 日本住宅・木材技術センターに

よってなされた（合成梁等の開発委員会）が、この時点では住宅の床梁を想定し、大工の下小屋程度の生産環境で高含水率材、低温、低圧縮圧力で製造することを前提としたものであり、梁、桁、柱のような住宅の骨組みまでを想定したものではなかった。

2.2.1 心持ち正角をエレメントとした接着重ね梁の規格・仕様（案）

接着重ね梁は信州木製品認証制度の中で平成 15 年に認証品目として追加され、平成 15 年 12 月現在、認証工場は 2 工場である。

(1) 定義

日本建築学会編「木質構造設計ノート、47-53、1995、丸善」では接着重ね梁について次のように記述している。

「接着重ね梁とは、重ね梁のうちで木材を接着して構成したものを指す。構造用集成材は挽板（ラミナ）を接着積層して作るが、集成材の日本農林規格では挽板の厚さを 5cm 以下としている。ここでいう接着重ね梁は、日本農林規格のいう集成材から外れるような厚い板、あるいは角材を用いた梁を想定している。」

本稿でいう接着重ね梁とは、近年開発された心持ち角材の乾燥法（高温セット法、あるいは高温低湿処理）により乾燥された無背割り心持ち正角をエレメントとしたものを指す。

本事業での実験はカラマツを供試材として行ったが、信州型長期耐用住宅において使用すべき県産の他樹種、スギ、ヒノキ、アカマツも視野に入れている。また、梁、桁等としての横使いだけでなく、柱としての使用も想定している。本事業において提案しているプランでも田の字型に 4 本重ね合わせた接着積層柱（テトラポール）を採用している。

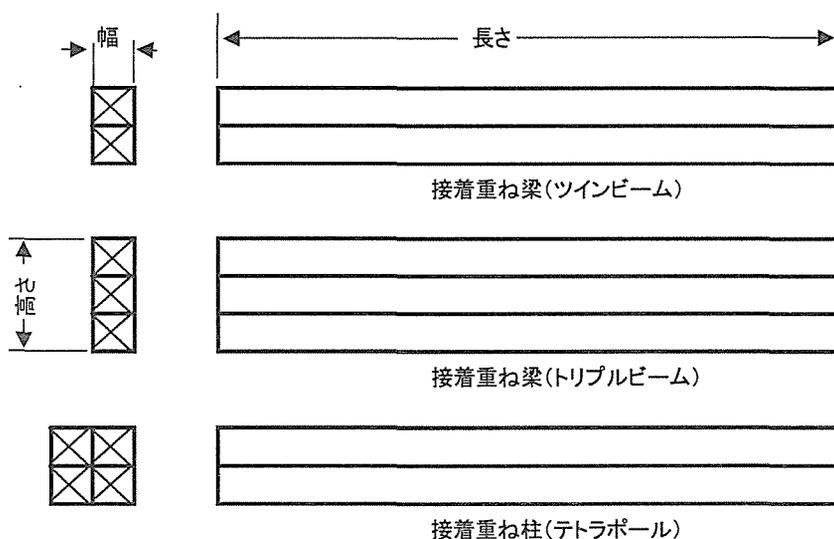


図 2.1 接着積層梁、接着積層柱の概要

(2) エレメントの基準

1) 共通事項

① 乾燥

構成エレメントの含水率がカラマツ、アカマツは 15%以下 (D15)、スギ、ヒノキは 20%以下 (D20) であること。

カラマツ、アカマツについてはエレメントの製造工程でヤニ滲出防止処理がなされていること。

エレメントが心持ち材のため、高温低湿処理等の材面割れ抑制処置がとられていること。

② 割れ

4材面における割れ長さの合計が材長の 1.5 倍以内で、接着面を除く 3 材面における割れの各長さが材長の 1/3 以下であること。割れの最大幅は 4mm 以下であること。

③ 年輪幅

平均年輪幅は髄と一番遠い材面との最短距離で測定し、概ね 6mm 以下であること。

④ 丸み、目まわり、腐朽、曲がり、狂いおよびその他の欠点は顕著でないこと。

2) エレメントの目視等級

エレメントの目視等級区分は節と集中節のみで行い、次のとおりとする（針葉樹構造用製材の日本農林規格 甲種構造用Ⅱの狭い材面の基準と同じ）。

1 級：節径比 20%以下、集中節径比 30%以下

2 級：節径比 40%以下、集中節径比 60%以下

3 級：節径比 60%以下、集中節径比 90%以下

3) エレメントの機械等級

曲げヤング係数によって区分する。

基準は構造用集成材の日本農林規格第 3 条 2 項(2)イ曲げヤング係数の適合基準を準用する。

表 2.2 エレメントの機械等級

機械区分による等級	曲げヤング係数 kN/mm ²	機械区分による等級	曲げヤング係数 kN/mm ²
L200	20.0	L100	10.0
L180	18.0	L90	9.0
L160	16.0	L80	8.0
L140	14.0	L70	7.0
L125	12.5	L60	6.0
L110	11.0	L50	5.0

カラマツの場合 L70 未満のエレメントは使用しない。他樹種の場合は別に定める。

(3) 製品の基準

1) 接着の程度

接着剤は構造用集成材の日本農林規格に規定されている接着剤を使用し、構造用集成材の日本農林規格における浸せきはくり試験、煮沸はくり試験、ブロックせん断試験の各基準に合格すること。ただし、煮沸はくり試験結果の判定は、同一接着層におけるはく離長さが 1/4 以下であることを合格基準とする。

2) 強度

曲げ強さは無等級材の基準強度以上であること。

材料強度は当面、無等級材の基準強度（表 2.3）とする。ただし、乾燥温度等による劣化が危惧される場合は無等級材の基準強度に 0.8 を乗じた値とする。

表 2.3 無等級材の基準強度

樹種	材料強度 N/mm ²			
	圧縮	引張	曲げ	せん断
あかまつ、くろまつ及びべいまつ	22.2	17.7	28.2	2.4
からまつ、ひば、ひのき及びべいひ	20.7	16.2	26.7	2.1
つが及びべいつが	19.2	14.7	25.2	2.1
もみ、えぞまつ、とどまつ、べにまつ、すぎ、べいすぎ及びスプルス	17.7	13.5	22.2	1.8

平成 12 年 5 月 31 日建設省告示 6452 号

3) 仕上げ、寸法

最終仕上げはプレーナ仕上げ、かつコーナーの面取りを原則とする。

木口の短辺および長辺：+1.5mm 以内、長さ：+制限無し、-0

4) 目視等級

等級を表示する場合はエレメントの最低目視等級で表示する。

表示例：エレメント目視等級 2 級

5) 機械等級

エレメントの機械等級の平均値で表示する。

表示例：エレメント機械等級 L90

6) 別記 認証検査の方法（信州木材製品認証制度の場合）

認証工場になろうとする工場は事前に格付機関（信州木材製品認証センター）、長野県林業総合センターと相談のうえ製造基準を定める。

その時点で製材機、乾燥装置の能力、ヤング係数測定の方法、含水率の測定方法、挽き直し方法、プレス能力、仕上げの方法等を確認する。

なお、認証工場においては(財)日本住宅・木材技術センターで認定された含水率計を備えていること。

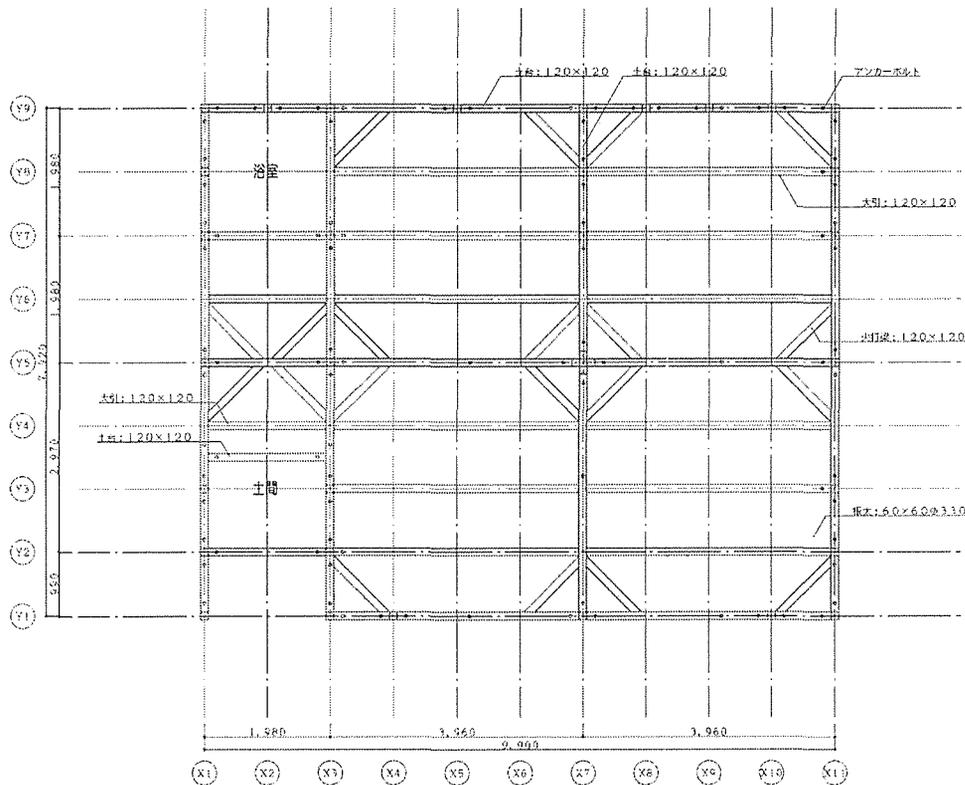
また、原則として全国木材協同組合連合会で認定された機械等級区分機（グレーディングマシン、FFTアナライザ+重量計）を備えていること。

認証検査においては、製造基準に従い最低3体の接着重ね梁を作製し、構造用集成材の日本農林規格の初期試験に準じた試験を公的機関において実施すること。

3 軸組の構成方法と接合部

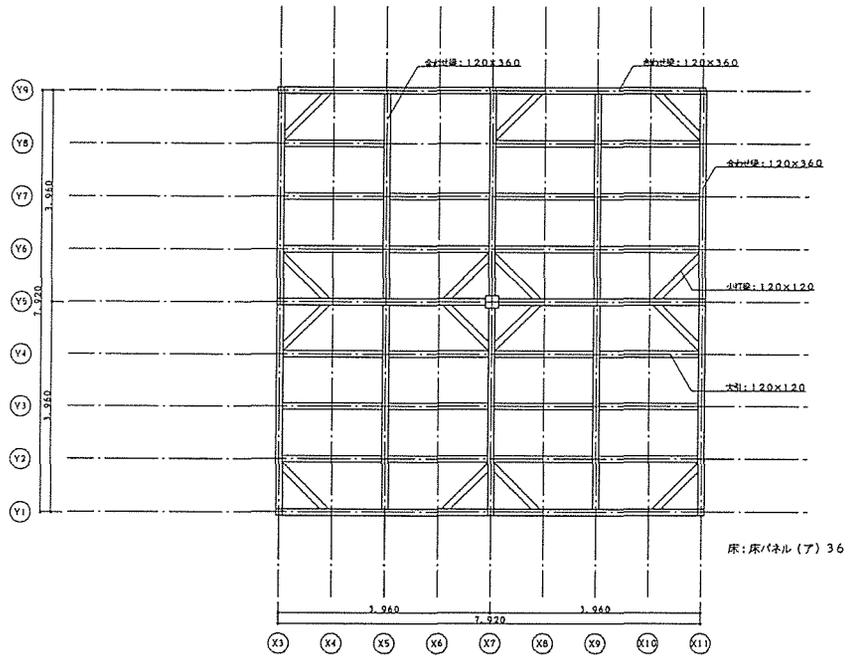
3.1 軸組みの構成

床伏図、小屋伏図、軸組図を図 3.1 から図 3.5 にそれぞれ示した。



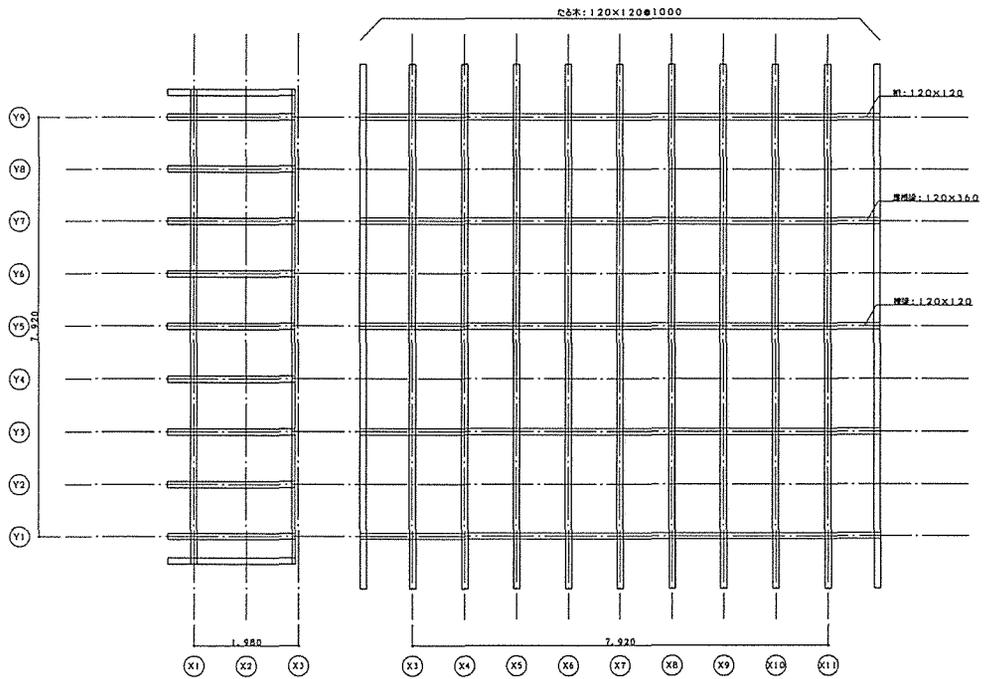
1階床伏図 S=1:100

図 3.1 1階床伏図



2階床伏図 S=1:100

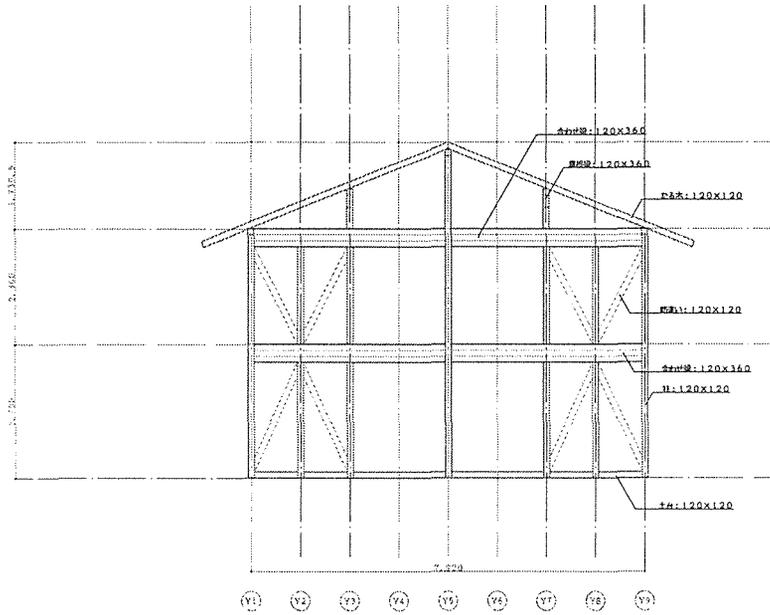
图 3.2 2階床伏図



1階小屋伏図 S=1:100

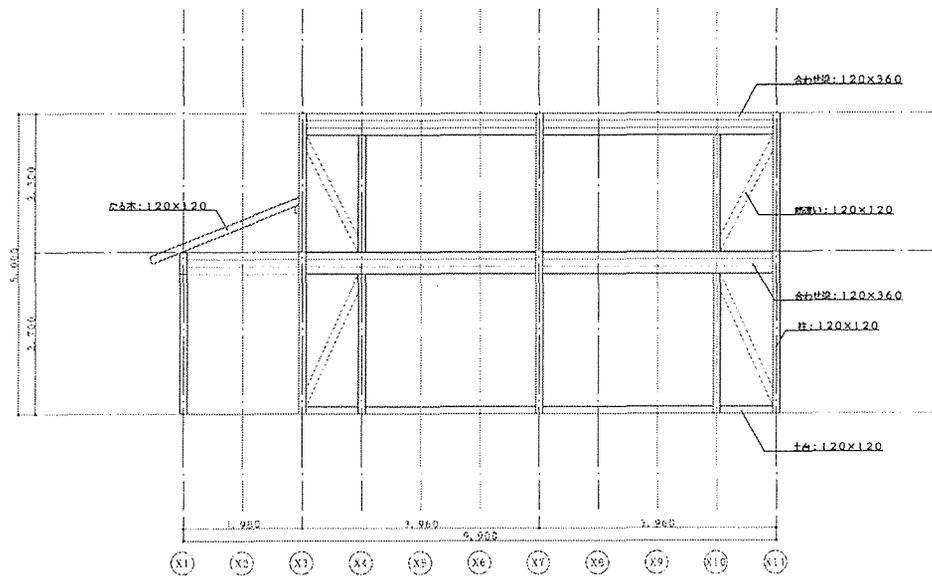
2階小屋伏図 S=1:100

图 3.3 2階小屋伏図



X11通り軸組図 S=1:100

図 3.4 X11 通り軸組み図



Y1通り軸組図 S=1:100

図 3.5 Y1 通り軸組み図

3.2 横架材のスパン表

接着重ね梁、および単体のスパン表を表 3.1 に示した。

表 3.1 接着重ね梁のスパン表

名 称	断面寸法 mm	スパン長さ mm	主な用途
トリプルビーム	120×360	3960	梁、胴差し
ツインビーム	120×240	2970	梁、胴差し
単 体	120×120	1980	桁、たる木、母屋、棟木

3.3 接合部

軸組みの代表的な接合を図 3.6～図 3.8 に一覧した。

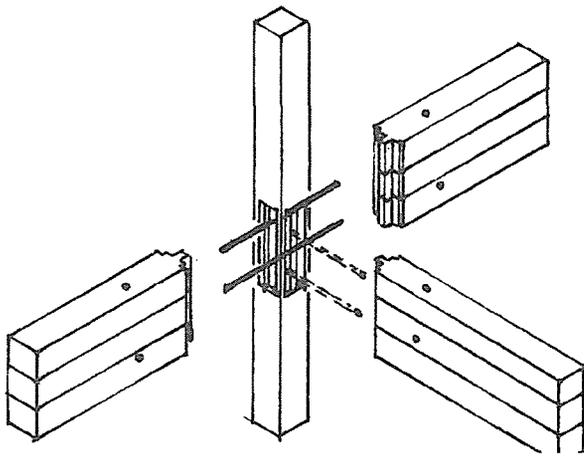


図 3.6 柱-横架材(トリプルビーム)の引寄せ金物による接合

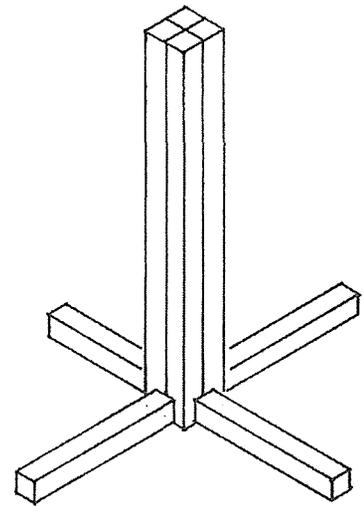


図 3.7 テトラポールと土台

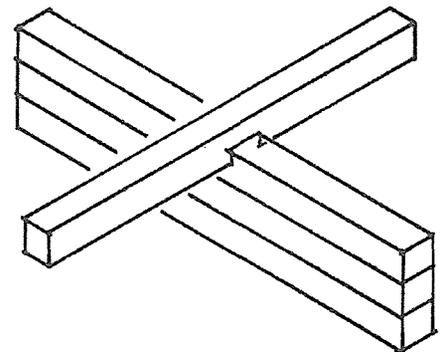
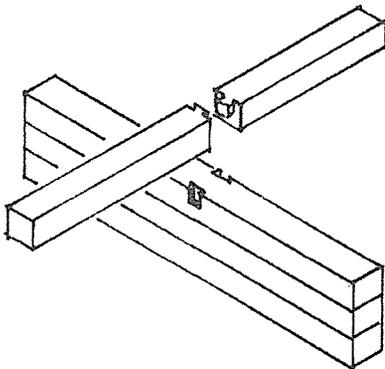


図 3.8 横架材-横架材の接合

4 使用木材の地域資源・供給状況とその見通し

4.1 主要部材に用いる木材の資源内容

長野県の国有林と民有林を合わせた総木材資源は約1億5千万 m^3 、樹種ではカラマツ(30%)、アカマツ(12%)、スギ(11%)、ヒノキ(10%)で、63%を占める(図4-1)。

これらの森林は戦後の拡大造林により誕生したものであるから齢級配置に偏りがあり、7~10 齢級(31~50年生)が多い(図4-2)。さらに長野県は南北に長く、南の静岡県、愛知県に近い地方や、北の新潟県に近い地方ではスギが有力樹種となる。

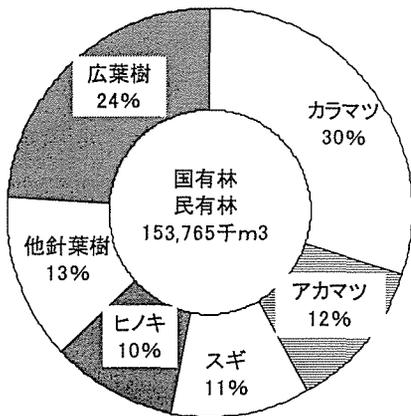


図 4-1 長野県における木材資源の蓄積
(平成 14 年度長野県木材統計)

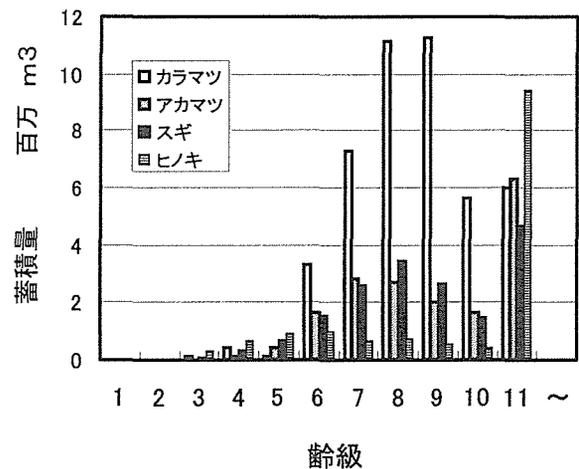


図 4-2 森林資源の齢級配置

4.2 生産・供給・流通のされ方

長野県の素材生産量を時系列的に見ると、167万 m^3 (昭和45年)、89万 m^3 (昭和53年)、69万 m^3 (平成2年)、26万 m^3 (平成13年)と推移しており、その減少がいかほど大きいか分かる(以上平成14年度長野県木材統計)。また、素材生産割合はほぼ資源量に比例するが資源の比率に対してヒノキ、カラマツの割合が高い(図4-3)。

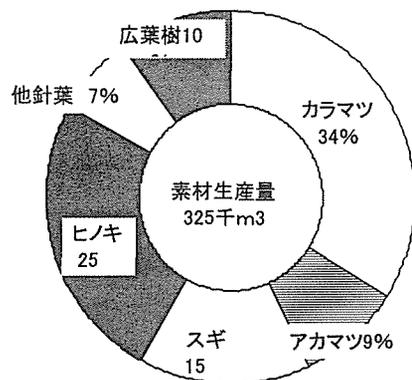


図 4-3 長野県における素材生産量(平成 14 年度長野県木材統計)

素材生産の主体は森林組合であるが、近年、他業種（建設業等）からの参入も増える傾向にある。

原木市場は長野県下に7ヶ所あり、そのうち5ヶ所は長野県森林組合連合会が運営している。7ヶ所の概要は次のとおりである。

- ① 北信木材センター（長野市）：主としてスギ
- ② 中信木材センター（南安曇郡三郷村）：アカマツ、ヒノキ、スギ、カラマツ
- ③ 東信木材センター（小諸市）：主としてカラマツ
- ④ 南信木材センター（上伊那郡辰野町）：主としてカラマツ間伐材
- ⑤ 伊那木材センター（伊那市）：ヒノキ、アカマツ、スギ、カラマツ
- ⑥ 木曾木材流通センター（木曾郡上松町）：主としてヒノキ
- ⑦ 飯伊木材流通センター（下伊那郡喬木村）：ヒノキ、スギ

①～⑤は長野県森林組合連合会で運営している。⑥は協同組合組織の民間市場であり、木曾だけでなく、岐阜県坂下町においても市を運営している。木曾では主として官材（国有林材）を、坂下町においては民有林材を主に扱っている。⑦は森林組合の直営である。

以上の原木は県内外に出荷されている。

県産材であることの証明は県産間伐材供給センター（事務局：長野県森林組合連合会）で必要な消費者に対して証明書が発行される。

製品の認証制度はあるが原木の認証制度はない。ただし、平成15年、一つの県有林がFSC認証を取得し、さらに認証林を増やそうという動きがある。

5 使用木材の地域内における加工・処理方法

5.1 使用木材の地域内における加工・処理方法

5.1.1 土台

平成13年度に行った調査では、県産材のなかではヒノキ、クリ、防腐処理カラマツが土台として用いられていた。ヒノキ、クリはそのまま使用されるか施工後に防腐薬剤を塗布、または噴霧している例が多いようである。カラマツは住宅性能表示制度における土台の防腐防蟻の基準等級2を満たすためにはK3相当以上の防腐・防蟻処理が必要とされているが、難注入性のために未だにその技術は確立されていない。それゆえ、本調査事業のプランでは土台にヒノキを用いることとした。

5.1.2 正角（柱、火打ち、床束、大引き、母屋）

カラマツ心持ち正角は仕上げ寸法に対して、15mm 上乘せして製材し、速やかに高温セット法で乾燥する。原則的に背割りは施さない。製材以後人工乾燥まで時間がかかる場合は、散水等により極力、材表面の乾燥を防ぐ。

乾燥条件は初期蒸煮後、高温セット処理（高温低湿処理：乾燥温度110～120℃、乾湿球温度差30～40℃）を行う。この処理は割れ防止に極めて有効であるが、強度劣化

も引き起こすことが本事業の試験によって明らかとなったので、高温セット処理は 12～24 時間程度とし、そのあとは中温（80～90℃程度）で平均仕上がり含水率が 15% 以下となるまで乾燥を進めることを推奨している。

乾燥仕上がり材は適当な養生の後、所定寸法に仕上げる。

以上が最も一般的なカラマツ心持ち正角の製造法である。これらに対応出来る工場は長野県下 6 工場である。

なお、これらの工場は心持ちの梁・桁の製造にも対応できる。

5.1.3 接着重ね梁

接着重ね梁の信州木製品認証制度における認証工場は 2 工場であり、以下に示す製造基準に従って製造されていると考えてよいが、いずれも受注生産である。

(1) カラマツ構造用接着重ね梁（合わせ貼り軸材料）製造基準

断面 120×240mm のツインビーム、120×360mm のトリプルビーム製造を例に示す。

1) 丸太の選定

1 番玉、ないし 2 番玉を原則とし、大きな節の無い、通直、完満、平均年輪幅 3～5mm 程度の丸太とする。

古い丸太は避ける。伐採後 3 ヶ月以内の丸太とする。

2) 製材

135×135mm 以上の断面に製材する（心持ち正角：エレメント）。

製材後、直ちに乾燥に入れない場合は菰をかけて散水する等干割れを防ぐ措置を必ずとる。

3) 人工乾燥

製材後可及的速やかに乾燥装置に入れ、人工乾燥を施す。乾燥装置は高温対応の蒸気式乾燥装置を原則とする。

乾燥の初めは蒸煮により乾球温度、湿球温度を上げ、両者が 90℃に達した後、材の中心まで温度を上げるため 3～6 時間蒸煮を続ける。

蒸煮に引き続き、直ちに高温セット処理（乾球温度 120℃、湿球温度 80℃）を行う。高温セット処理の時間は梁、桁等強度性能を要求する場合は 12～24 時間以内をメドとする。高温セット処理の後、乾球温度、湿球温度を下げ乾燥を促進する（乾燥温度 80～90℃程度）。

含水率が 15% 以下になったことを確認する。

4) 加工

養生の後、挽き直しを行う。方法はモルダ、製材機、挽き直し専用機等で行うが、接着面はプレーナ仕上げとする。

挽き直し寸法は 124mm とする（最終仕上げとの関係で寸法の変更は可能である）。

5) エレメントの等級区分

挽き直し終了後、打撃法でヤング係数を測定しヤング係数による等級区分を行い、等級ごとのロットに分ける。

節、平均年輪幅、アテ、目切れ、目回り、その他の欠点を目視で判断し、基準を超えるものは排除する。

少量生産の場合はヤング係数を測定し、基準以下のものを排除し、基準内のもので組み合わせを決める。

ツインビームの場合は 2 本のエレメントのうちヤング係数の高いほうの木口に印をつける。

トリプルビームの場合は 3 本のエレメントのうちヤング係数の高い順に下、上、中にくるように組み合わせ、この順が分かるようにエレメントの木口に印をつける。

6) 接着作業

接着剤は構造用集成材の日本農林規格に合格した接着剤を使用し、塗布量、作業基準は接着剤メーカーの仕様による（ここでは接着層が着色しない、かつホルムアルデヒドの放散がないイソシアネート系接着剤を用いることを前提とする）。

プレスの圧縮圧は 8kg/cm^2 とする。

7) 仕上げ

モルダ等により所定の断面（ $120\times 240\text{mm}$ 、 $120\times 360\text{mm}$ ）に仕上げる。

コーナーの欠け防止のため面取りを行う。

必要な場合は長さ決め（木口仕上げ）を行う（この場合、使用方向が分かるようにヤング係数の高いエレメントの木口に再度印をつける。）

8) その他

製品ストックは可能な限り仕上げ前の状態でストックし、出荷直前に仕上げ加工を行う。

5.2 地域木材産業の技術レベル、技術ポテンシャル

県産材の利用促進を図る上で重要なことは製品の性能が保証されることである。

そこで、平成 5 年、消費者の要望に応え得る良質な県産材製品の安定供給と、その需要拡大を図るため、針葉樹県産材製品を対象に、品質の優れた信頼性の高い製品を認証する「信州木材製品認証制度」が創設され、2 回の改正を経て現在に至っている。

認証基準に合格した認証工場は一定の技術水準をクリアした工場である。このため、ここでは、認証制度の概要、認証工場の概要を解説することとする。

その運営は、信州木材製品認証センター（事務局：長野市岡田町 30-16 長野県木材協同組合連合会内 TEL：026-226-1471）によって行われている。

5.2.1 信州木材認証制度

（1）認証基準の概略

対象樹種はカラマツ、ヒノキ、アカマツ、スギ等の長野県産針葉樹材製品である。製品の種類は、1. 針葉樹構造用製材：乙種構造材（柱等縦使い）、2. 針葉樹構造用製

材：甲種構造材（梁、桁等横使い）、3. 針葉樹造作用製材（敷居、鴨居等造作）、4. 針葉樹造作用製材（壁板）、5. 集成材、6. フローリング、7. 家具、建具、小木工品、8. 接着重ね梁（合わせ貼り軸材料：本事業の成果他を受け平成 14 年追加された）の 8 種類である。

基準はそれぞれの品目ごとに、① 乾燥基準、② 品質基準、③ 寸法基準が定められており、製材の JAS 等とも整合性がとられている。

検査は樹種、品目ごとに行われ、製造工程等も検査した上で認証工場となり、認証製品を製造することとなる。また、工場認証とは別に個々の製品を認証する製品認証の制度もある。

検査は検査員とアドバイザー 7 名が登録されており、アドバイザー立会いで調査が行われる。工場認証の場合は、調査結果を認証審査委員会に報告し、審査委員会において認証が決定される。製品認証の場合は、検査結果が基準に合格していれば認証製品となる。

（2）認証工場

平成 15 年 2 月現在の認証工場数は 36 工場であり、次項で説明する認証製品を使った住宅を対象とした無利子融資制度が創設されたこともあり、認証制度は徐々に浸透しつつある。因みにカラマツ構造材の認証工場は 11 工場である。

5.2.2 加工・処理システム（構造材の刻み）

平成 13 年度に実施した設計士、工務店へのアンケート調査結果では、大多数（全体の 84%）が刻みは全体あるいは一部をプレカットと答えており、プレカットによる刻みが一般化している。長野県におけるプレカット工場数は 35 である。

6 提案住宅の生産供給システム

6.1 担い手、組織作り

本事業と平行して「木の文化と環境フォーラム地域木材研究会」（代表（有）住まい考房 清水宏：本事業地方委員）では接着重ね梁を利用した住宅のプランを検討してきた。

ここに参加した人達を中心となって松本地域木材研究会（素材生産、製材工場、接着重ね梁製造工場、建築士、工務店、建具製造業者等 10 名）を立ち上げ、平成 15 年、長野県が良質な県産材住宅の普及を目指して始めた「信州木づくりの家整備推進事業」において地域住宅産業グループに認定され、① 木の文化の伝承と環境保護の研究活動を展開、② カラマツ間伐材を使用した接着重ね梁や柱による住まいづくり、③ 地域材による建具、内装材、システムキッチンの開発をコンセプトとして活動を開始した。

現在、公共事業主体に使用されている接着重ね梁が、一般住宅へと普及して行くことが期待できる。

6.2 家作り支援のあり方

本事業で提案しようとしている「信州型長期耐用住宅プラン」は特殊な工法を取り入れているわけではなく、普通の設計士、大工、工務店で実現可能である。一方施主となりうる一般消費者においても森林整備の重要性、地域産材利用の必要性の認識が高まってきており、現在の人工林から生産される中目材を構造材として利用するこのプランは受け入れられるものと考えられる。

松本地域木材研究会が、長野県の「信州木づくりの家整備推進事業」において「地域住宅産業グループ」の認定を受けたことも追い風となろうし、現在、長野県が進めている県産材を $0.1\text{m}^3/\text{m}^2$ 以上使用した場合の5年間無利子融資制度が問題なく活用できる。また、平成14年に長野県から出された県産材利用指針には10のビジョンとアクションプラン（概ね5ヵ年間の目標）が示されており、その中でも信州の木による住宅建設を目指すこと、信州の木が日常的に手に入る仕組み（信州木材製品流通・情報センターの充実支援）が謳われている。

7 使用木材の調達システム

7.1 担い手・組織づくり

松本地域木材研究会では建築士を核として、素材生産から製材、加工、プレカット業者まで含まれており、クローズドシステムとして使用木材の調達が可能になると思われる。

また、前述した信州木材製品認証工場により製造可能である。信州木材製品認証センターにはクレーム対策室も設けられ、認証製品の信頼性を高める努力、製品がスムーズに流通するような努力が行政、業界においてなされている。

7.2 流通システム

信州木材製品流通・情報センター（長野市岡田町30-16 長野県木材協同組合連合会内 TEL：026-226-1471）では「信州の木で家造り、山造り」をキャッチフレーズにインターネット上で県産材利用促進を図るためのさまざまな情報を提供している（信州木楽ネット：<http://www.logos.jp/kensanzai/index.html>）。ネット上で県産材で家造りをするためのアドバイス、工務店・設計事務所の紹介、県産材製品の紹介、県産材製品取扱店の紹介が詳しくなされている。

8 信州型住宅プランにおける法制上の制約等

8.1 材料

在来軸組み工法の住宅に用いられる針葉樹構造材や集成材にはそれぞれ日本農林規格があり、国土交通省告示によって材料強度、許容応力度が与えられている。一方、接着重ね梁は新しい材料であるのでそれがない。また、等級区分の方法も国家的には検討されていない。

適正な製造条件で製造されたものは、製材と同等の強度性能であることは認知されようが、その場合は無等級扱いでエンジニアードウッドとはいえない。

エレメントが未成熟材を多く含む心持ち正角であり、かつ 2 エレメント（ツインビーム）、3 エレメント（トリプルビーム）では、集成材のような最外層、外層、中間層、内層というようなエレメントの配置効果は期待できないが、エレメントの性能が接着重ね梁の性能に反映することは間違いない。

今後、エレメントの性能と接着重ね梁の性能の関係を明らかにし、段階的に ①（財）日本住宅・木材技術センターの AQ 制度、② 日本農林規格、③ 建築法規上の位置付け、にまで進めることが望まれる。

そうすることによって、スギ、ヒノキ、カラマツ、アカマツ等の中目丸太の利用拡大につなげることができよう。

また、提案したプランでも金物による接合が重要になっている。金物を使わない接合が重要であることは言うまでもないが金物の耐用年数をよりはっきりさせる取り組みが必要と考える。

富山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

富山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

1 多雪多湿地域型住宅のプラン概要

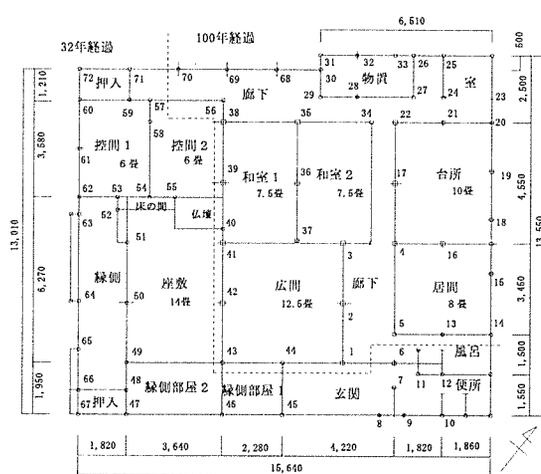
1.1 プランの基本的な考え方

地域型の長期耐用住宅を考える際に、構造耐久性、居住性、環境適応性、可変性、リサイクル・リユース性、資源の循環利用、地域材の利用、地域の建築技術・技能の継承など多くの因子に配慮する必要がある。住宅工法の工業化が進み全国画一的な住宅が普及しているなかにも、地域に根ざした地域色の強い住宅工法もまた継続されており、それらは潜在的に地域ニーズに適合した長期耐用型の住宅特性を持っているものと考えられる。

多雪多湿地域である富山県には、「枠の内工法」と呼ばれる伝統的な住宅構法が伝えられており、吾妻建ちと呼ばれる代表的な民家の構造として残されている。本事業では築100年を超える枠の内工法住宅の解体調査を行い、地域の大工技術が集積し、かつ地域のスギを最大限利用して建てられていること、高い可変性や増改築・部材交換性にも優れた特性を持つという、長期耐用住宅に期待される要因を備えたものであることを明らかにした。しかし、このような優れた長期耐用的特性を持っているものの、18cm という太い柱やケヤキの差し鴨居など材料、価格における供給上の問題、建具による間仕切構成のため、プライバシーに対する配慮の欠如や断熱、気密性の不足など、現代的なニーズを満足できなくなったことなどから、建築されなくなってきたのが現状である。したがって、このような既存の長期耐用住宅が持っている特性を現代的に活かしていくことが、多雪多湿地域型長期耐用住宅の基本的な方向と考えられる。

伝統的な接合技術の一つにこみ栓型接合があるが、様々な形態で地域型の住宅に用いられているにもかかわらず、現在の法体系の中では、長ほぞ込み栓差しという一つの接合法として定義されているのみであり、仕様も明確にはされていない。また、性能も低く評価されているのみであり、込み栓接合を主体にした住宅を考える際には、いくつかの不利な条件に配慮しなければならない。したがって、実際には様々な形態で用いられている込み栓接合の性能を正しく評価した上で、こみ栓接合等の地域大工技術を現在の法体系の中で活かした工法を地域型の長期耐用住宅として提案することが必要である。

解体調査した枠の内工法住宅を参考に、枠の内工法の概容を図1-1に示す。枠の内とは、解体時に最後に残された写真(c)に見られる部分であり、住宅構造の骨格となるところである。18cm 角の太い柱に差し鴨居、束と通し貫で構面を固め、下から牛梁、小屋梁、小梁の順に井桁状に組まれている。脚部は柱勝ちとなり足固めが差し込まれて固定されている。この基本骨格に梁を持たせかける形で周囲の部屋を作り住宅構造とする。内部は、写真(d)に見られるように、主に建具で仕切られている続き間となっており、冠婚葬祭時には広い平面空間として利用できる可変空間としての特性を持っている。また、夏には通風性に優れた特徴もある。反面、プライバシーが維持できないことや、断熱、気密性に



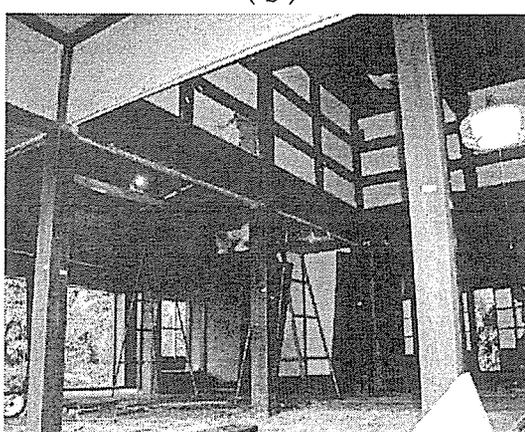
(a)



(b)



(c)



(d)

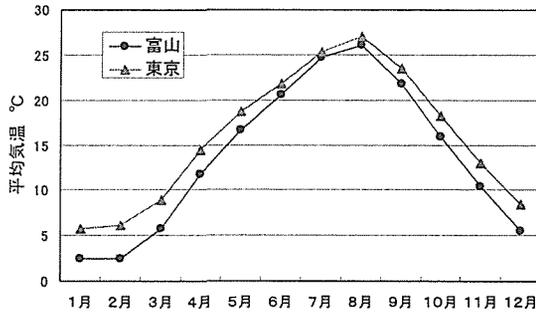
図1-1 枠の内工法住宅

劣る欠点がある。主要な骨格にはこみ栓等の伝統的な接合法を利用しており、金物類を使用せず、梁や小屋組には押角を用いて伝統的な仕口、継手により接合している。また、使用する部材は耐久性の要求される部分を除いて柱、梁を含めてほとんど地域のスギ材を用いて建てられている。さらには、床は根太の上にスギ板敷きが基本となっているため、腐朽が起きやすい床下環境のチェックがしやすいことも長期耐用住宅の視点では重要なことである。実際、この住宅では柱の根継ぎや床下の改修が適宜行われることで、100年間の使用に耐えたものと考えられる。

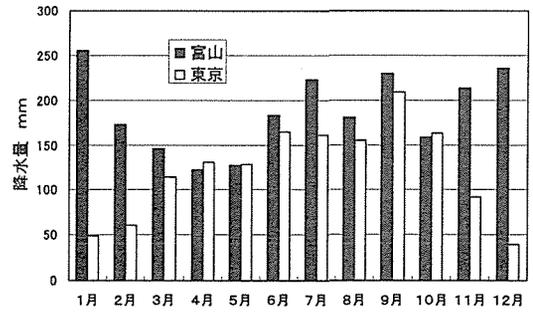
1.2 地域特性への対応

1) 気候

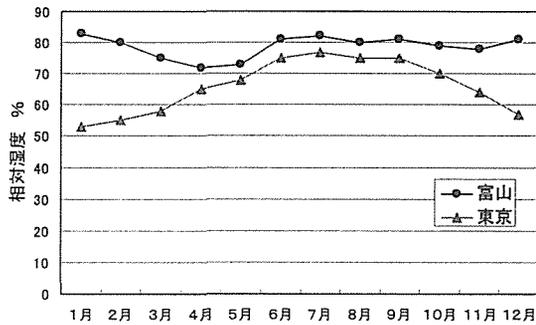
主な気候指標を用いて富山地域の気候の特徴を図 1-2、-3 に示す。東京に比べると、気温については全体に低めではあるが、12月から2月にかけて3℃近く低いものの、7月、8月には1℃程度の差にすぎず、東京に比べると冬に寒くて夏が暑い地域といえる。また、湿度は、夏期は東京と変わらず暑くて湿気が高い傾向にあるが、冬期は降水が多く全体に



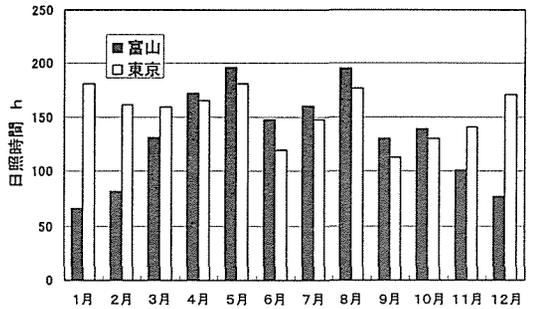
平均気温



降水量



平均湿度



日照時間

図1-2 気温と湿度

図1-3 降水量と日照時間

湿度が高い。また、地域を特徴づけるのは、降水量と日照時間であり、夏期にピークがくる山型の降水量分布を示す東京に比べて、春にやや少ないのみで、年間を通して大きな降水量を示している。特に、冬期の降水量が大きく、気温の低下で降雪となり、湿雪で比重の大きい積雪となる。これは日照時間にも表れており、冬期の積雪あるいは降水は、日照時間が少ない北陸の冬を示している。また、日照時間が年間を通して大きく変わらない東京に比べて、夏期には東京より長い日照時間があるが、冬期に極端に短くなる。

したがって、冬期の積雪と日照時間の少なさ、対する夏の暑さや年間を通して多湿であることが地域的な特徴といえる。

2) 風土

地域における気候風土や伝統的な生活様式は、住宅の指向や住まい方に関わるものであり、枠の内工法は続き間を持ち、冠婚葬祭に自宅に対応できるようにという伝統的な住まい方が反映されたものである。しかし、住まい方は時代に応じて変化していくものであり、当地においても全国的な規格の住宅が増加する傾向にある。しかし、地域の大工・工務店、地域ビルダーの在来工法型住宅には、これまでの伝統的な嗜好がなんらかの形で活かされたものが多いことも考えられる。したがって、現在の住宅に対する住民の要望や、北陸地域の住宅の傾向を把握することで、現代の要望に対応した住宅が見えてくるものと思われる。

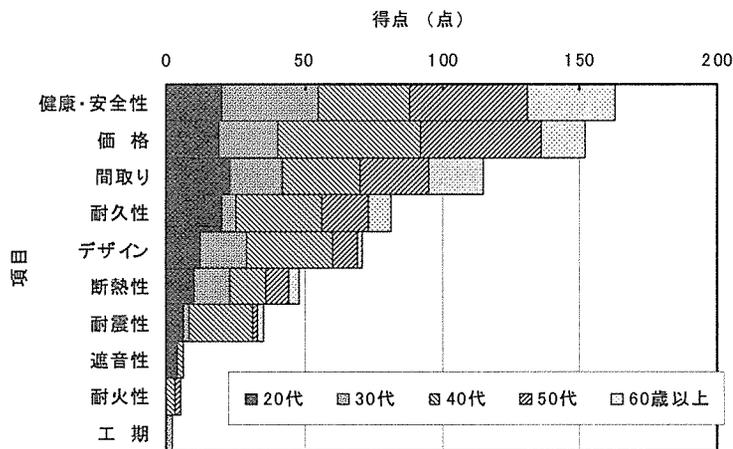


図1-4 家を建てる際に重視する項目

健康・安全性については地域産材の無垢材を用いるという材料的な配慮でかなりの部分が対応できるものと考えられ、この点のニーズを満足させることは可能である。また、図1-5に当地に適した住宅として求められることとして、先の気候条件が反映した夏涼しく冬暖かい家、日当たりの良い家、風雨雪に心配の無い家、腐朽に耐え長持ちする家があげられ

る。平成13年度に行ったアンケート調査で明らかになった地域における住宅のニーズは、住宅の建築に際して重視する項目として図1-4のように、現代的な要素である健康・安全性が第1であり、価格、間取り、耐久性がその後に続いている。

長期耐用住宅という要素の中には、当然のことながら耐久性の向上が含まれており、

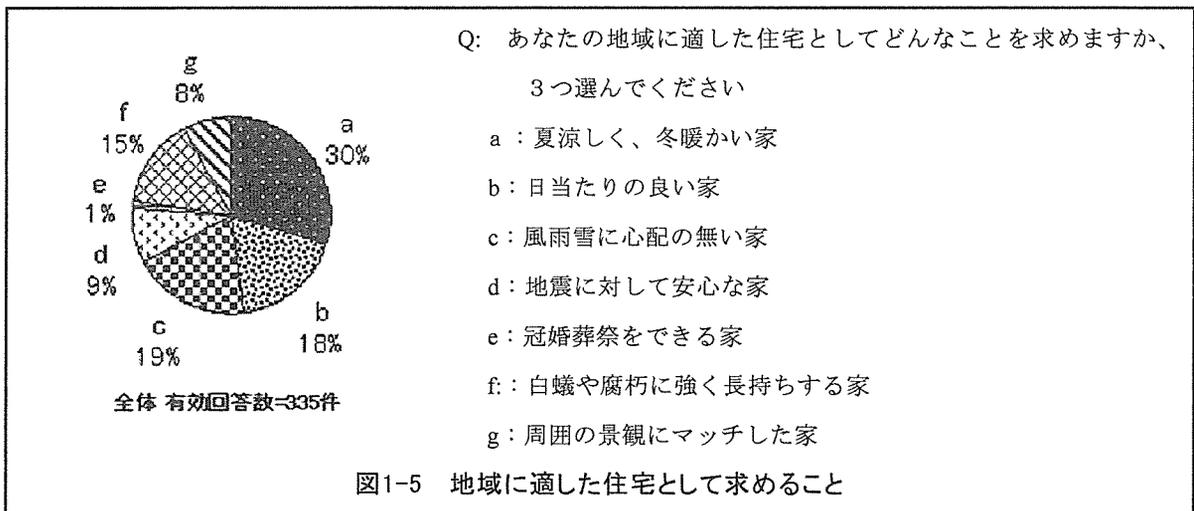


図1-5 地域に適した住宅として求めること

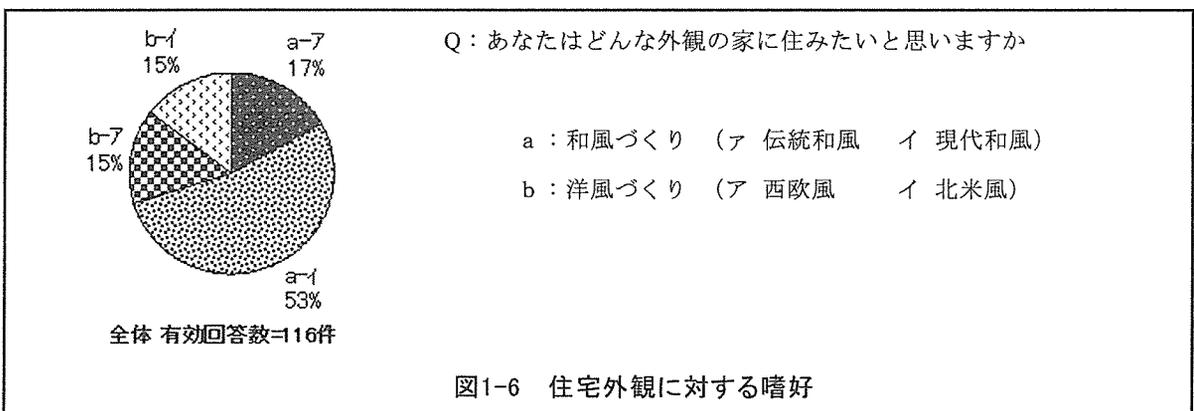
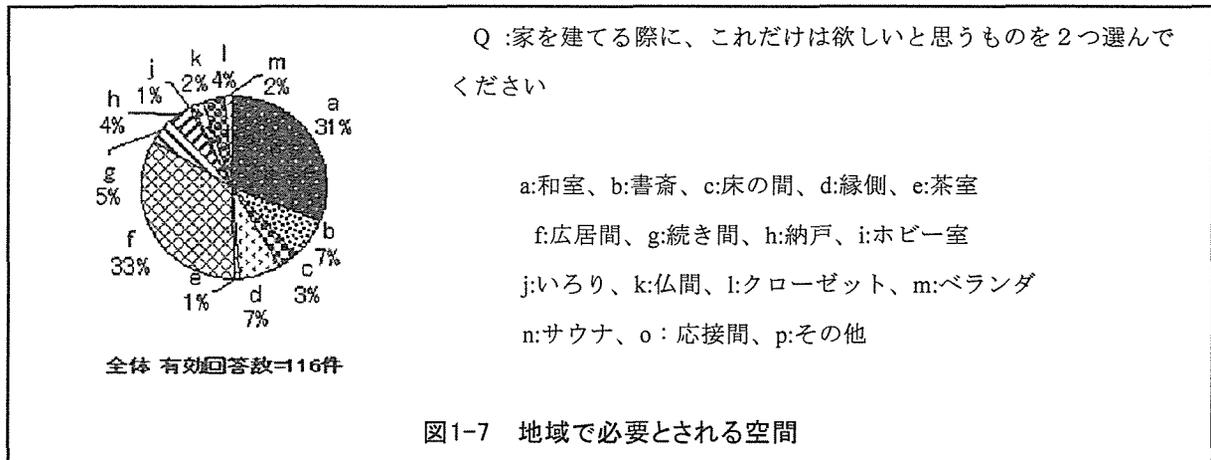


図1-6 住宅外観に対する嗜好

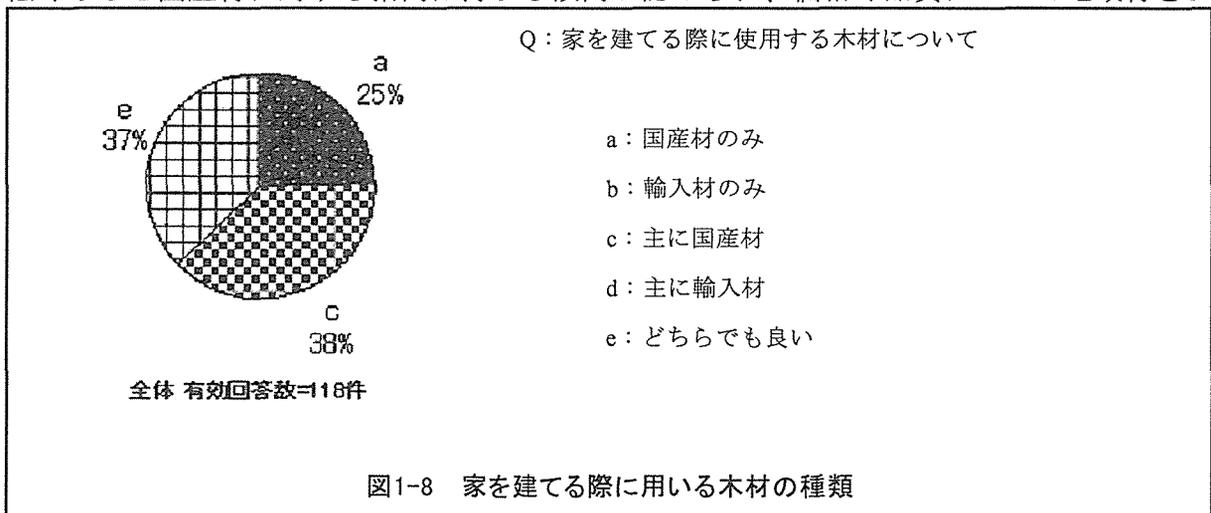


ている。風雨雪の構造耐力的な要素は当然満たすものとしても、夏の暑さと冬の寒さ、湿度の高さ、曇天の続く冬の空模様、など北陸地域の気象の影響が色濃く住宅への要求としてでているものと考えられる。

図 1-6 に住宅の外観に対する好みを質問した結果を示した。和風づくりが7割を占め、特に伝統和風に対する嗜好も 17 %存在することは特徴的である。また、家を建てる際に必要と考える空間について（図 1-7）、和室と広い居間に加えて、縁側や続き間が含まれてくるのも、当地の住まい方の特徴を表しているものと考えられる。このような地域の風土、生活を盛り込むことが必要である。

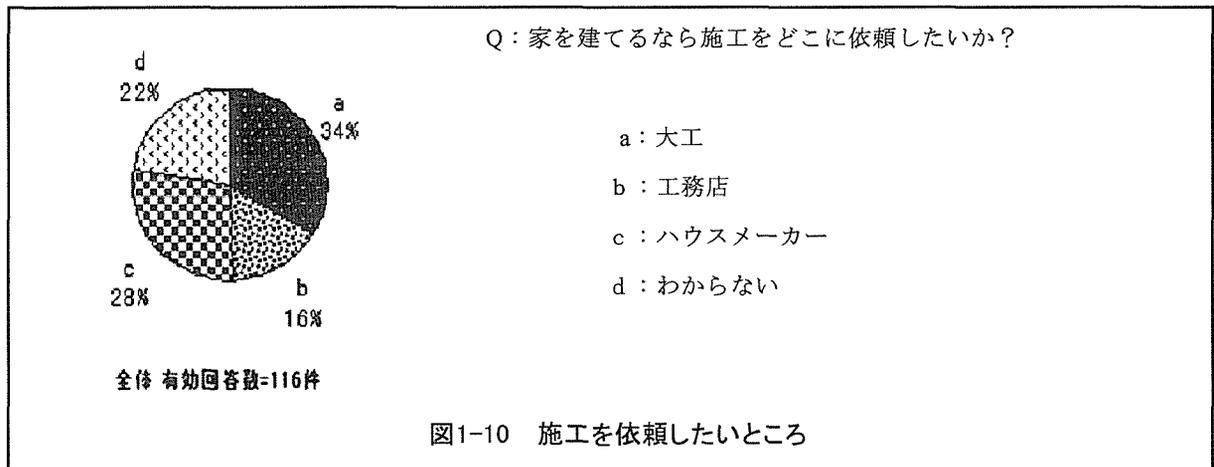
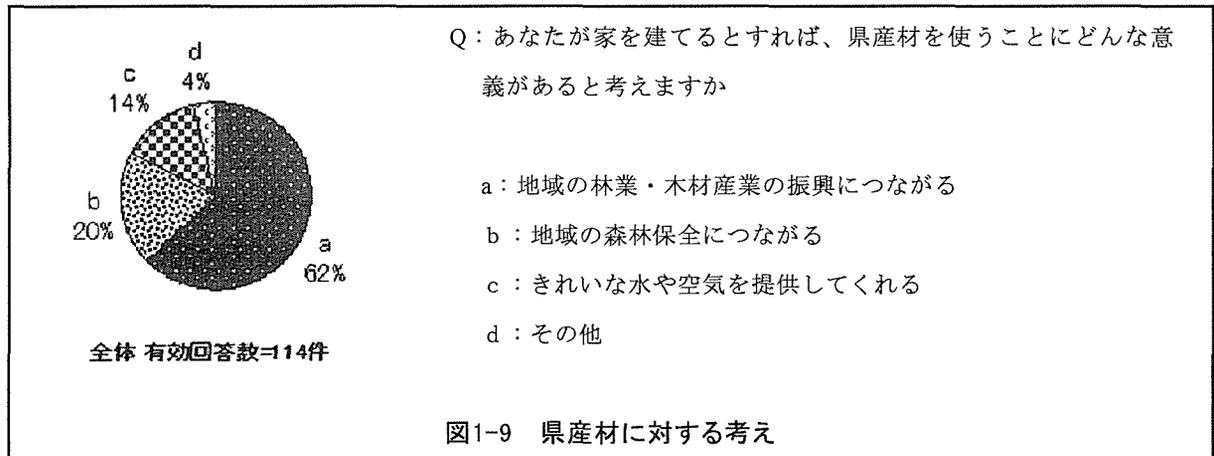
3) 地域材

地域材に対する考え方について、同アンケートから使用する木材に対する考え方を図 1-8 に、県産材を使う意義を図 1-9 に示した。家を建てる際に、国産材のみ、あるいは主に国産材を使いたいという要望が 63 %に達している。また 8 割の人が林業・木材業の発展や森林保全に県産材を使っていく意義を見いだしており、コストばかりではなく、地域に対する思いから、積極的に県産材を使っていこうとする姿が伺える。しかし、年齢層が低くなると国産材に対する指向は薄まる傾向が認められ、価格や品質について地域材をよ



り使いやすいような供給体制の整備が臨まれる。

また、図 1-10 に見るように施工を依頼したい業者として、大工と工務店を合わせると 50%に達しており、選択理由には技術的に優れていることと信頼できることが特徴的に高い値を示した。ハウスメーカーとした回答の中には地域ビルダーを意識した回答が含まれていることを考えると、地域の建築業者に対する信頼感が高いことが伺え、大工・工務店等と連携した上での地域材を用いた住宅工法開発を進めるのが重要と思われる。



1.3 平面・構造計画上の特徴

多雪多湿地型長期耐用住宅のモデルプランを図 1-11 から図 1-16 に一括して示す。当住宅は、地域の伝統構法である杢の内工法を中心として、地域の伝統技術と地域材を用いて、地域の生活に適応した住宅として考案したものであり、以下にその特徴を示す。

木造 2 階建て 160.71 m² (48.7 坪)

1 階 114.85 m² (34.8 坪)

2 階 45.86 m² (13.9 坪) 家族構成 夫婦、子供 2 人

【平面計画での特徴】

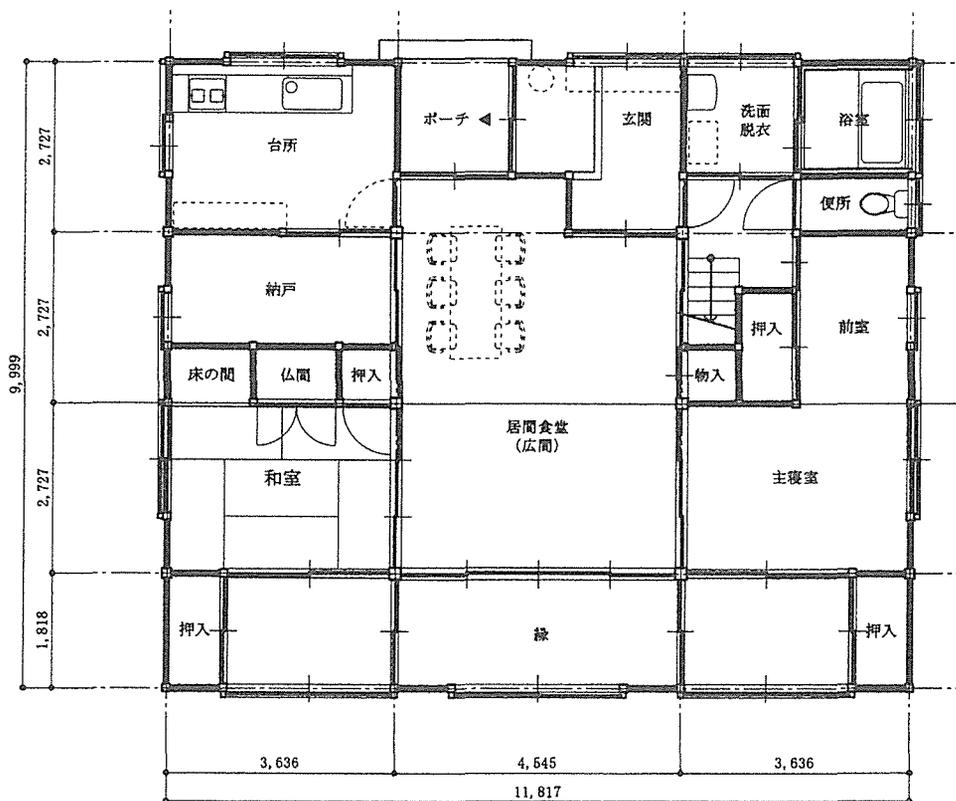
- ・ 杢の中で構成される 2.5 間×3 間の広い居間（居間と食堂）を構造コアにし、アンケート調査でも要望の高かった広い居間 16.5 畳を確保した。
- ・ 南面には縁側を設け、広い開口を設けて日照への要求に配慮した。
- ・ 居間の周囲とは建具での仕切を可能とし、可変性を確保した。
- ・ 杢の内上部 2 階を吹き抜けとし、将来対応空間として増築用とする。
- ・ 吹き抜けを通しての上下のコミュニケーションも可能。
- ・ 水回りゾーンを平屋に集中させた。

【立面計画での特徴】

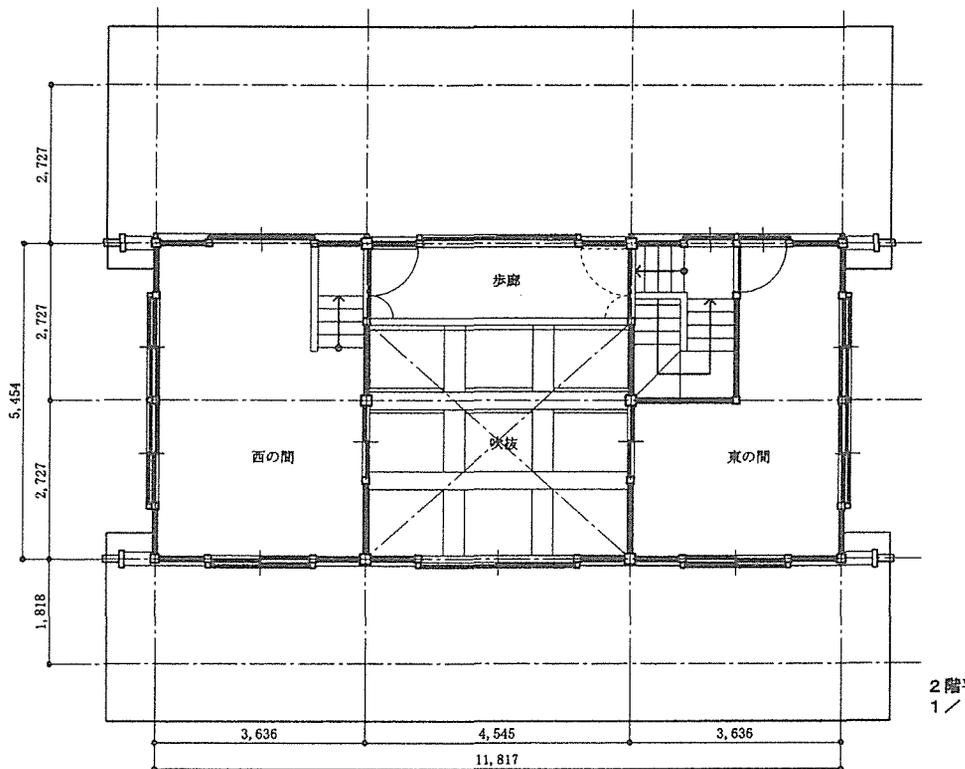
- ・ 平入り型を図示したが、南北面を妻壁にする妻入り型の屋根形状も可能。
- ・ 杢の内による広間は、ヒラモンと呼ばれる幅広の差し鴨居と高い天井により大きな空間を構成した。
- ・ 天井にはウシ梁と呼ばれる太い梁と交差する梁を配して伝統的意匠を構成した。
- ・ 軒の出は積雪地域では大きな 900mm に対応し、耐久性に配慮した。

【構造面での特徴】

- ・ 太い柱と差し鴨居、ウシ梁等の大断面材を用いて、豪雪時の鉛直荷重に対する余耐力を確保した。
- ・ 小屋梁に曲り材を用いることでのスギ材利用の促進と大断面材による余耐力の確保。
- ・ 軒の出は 900mm を確保するため、屋根タルキを太く、密に配置した。
- ・ 真壁仕様により、劣化状態の観察を可能にし、交換をし易くした。
- ・ 土台等の横架材には、真壁造による壁からの雨水の滞留を防ぐため、上部に水切りを設ける。
- ・ 可能な限り、金物類の使用を減らし、地域伝統大工技術を活かすため横架材間の接合では、台掛け大栓継ぎ、渡りあご、折置等の利用。柱と横架材の仕口では、長ほぞ差し込み栓打ちなどの込栓型接合を多用した。
- ・ 柱と土台は柱勝ちの接合とし、基礎と土台間に 2～3cm 厚さの飼物を用いて猫土台とすることで空気の流れを確保して腐朽を防止する。

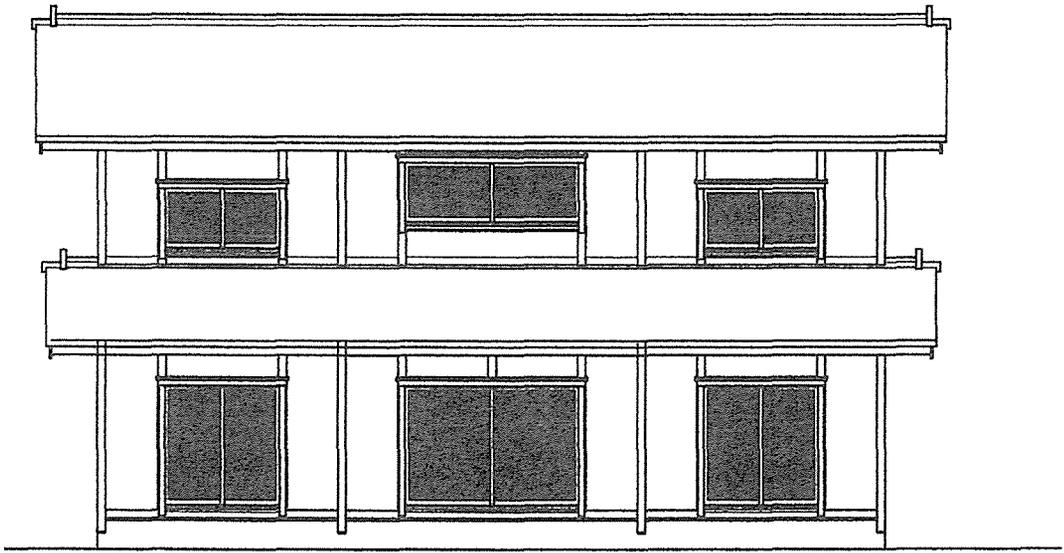


1階平面図

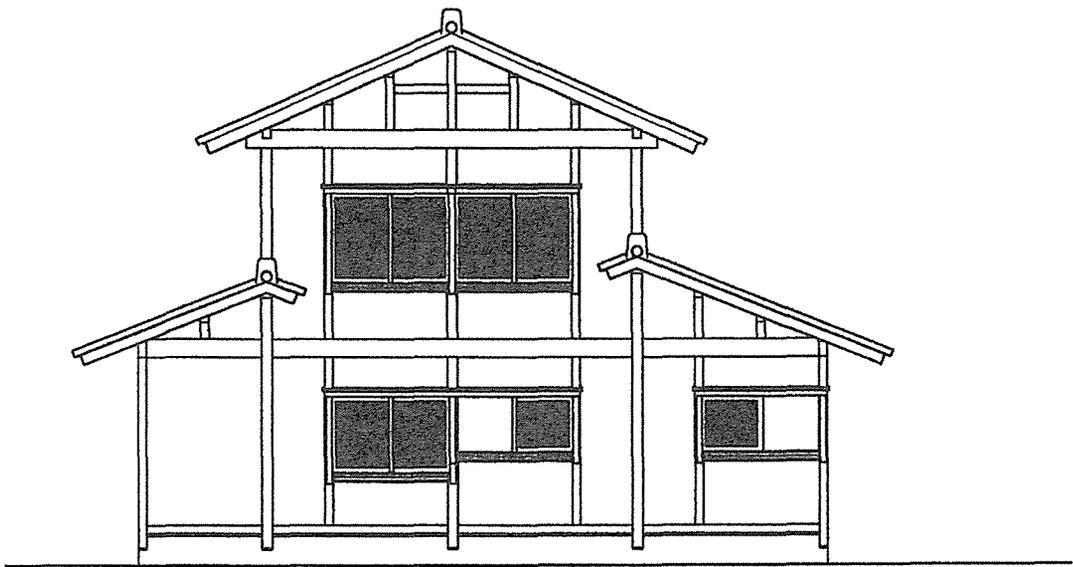


2階平面図

図1-11 長期耐用住宅 平面図



南立面图
1/100



东立面图
1/100

图1-12 立面图 平入り型

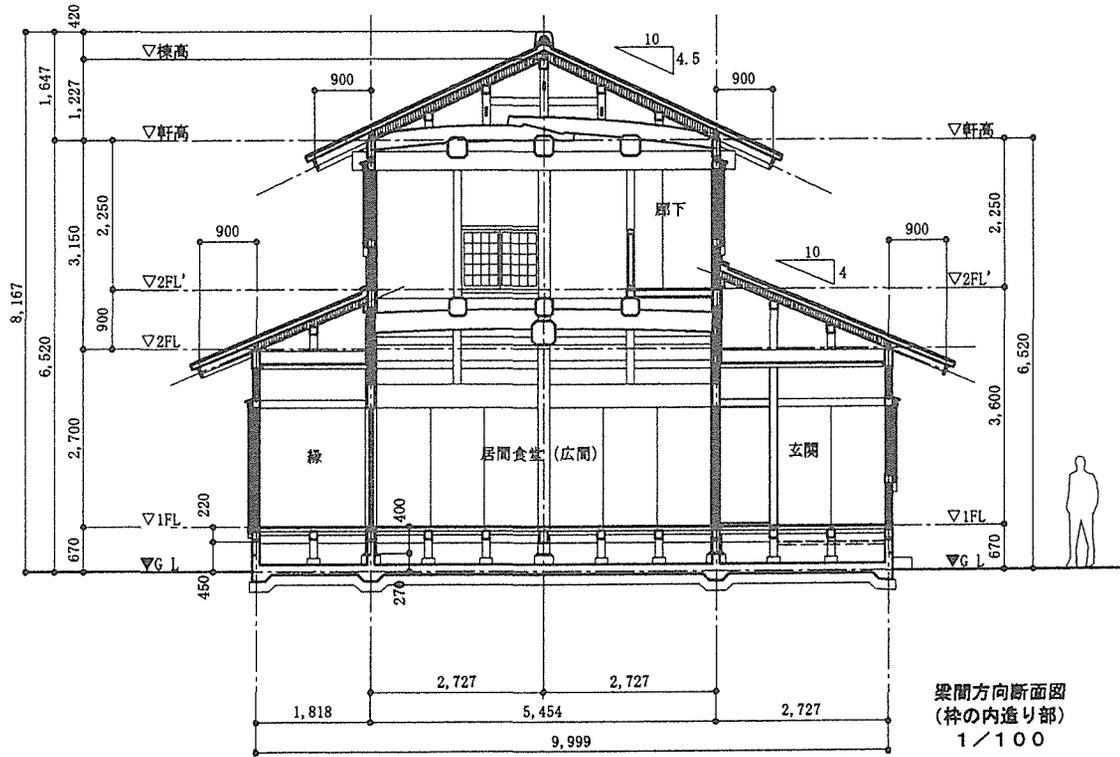


図1-13 平入りタイプ 断面図

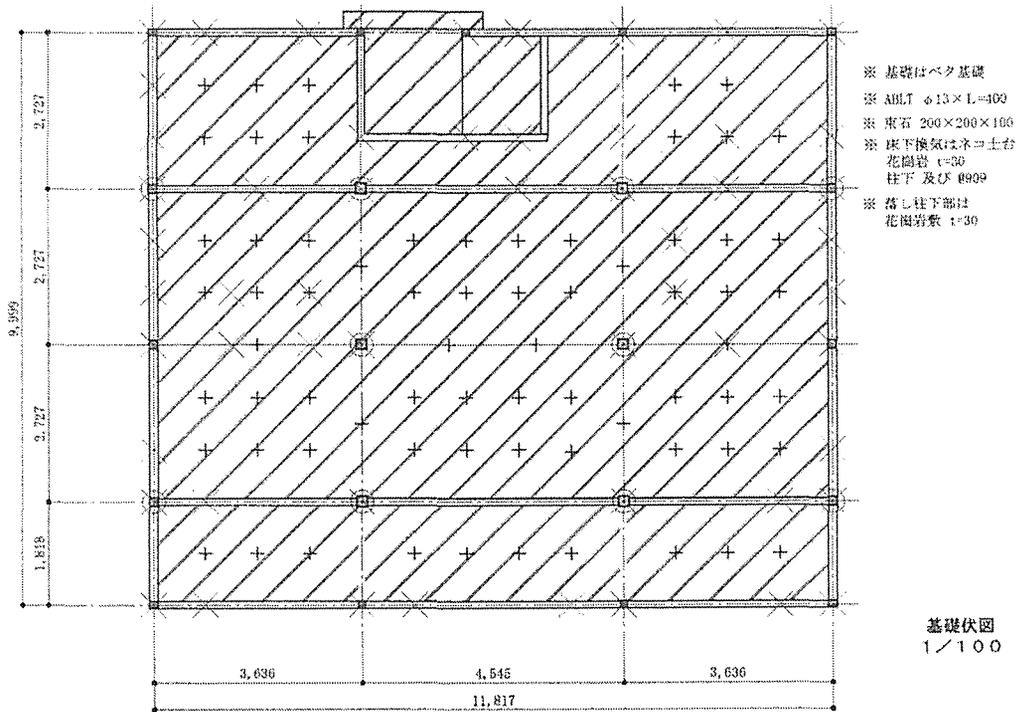


図1-14 基礎伏図

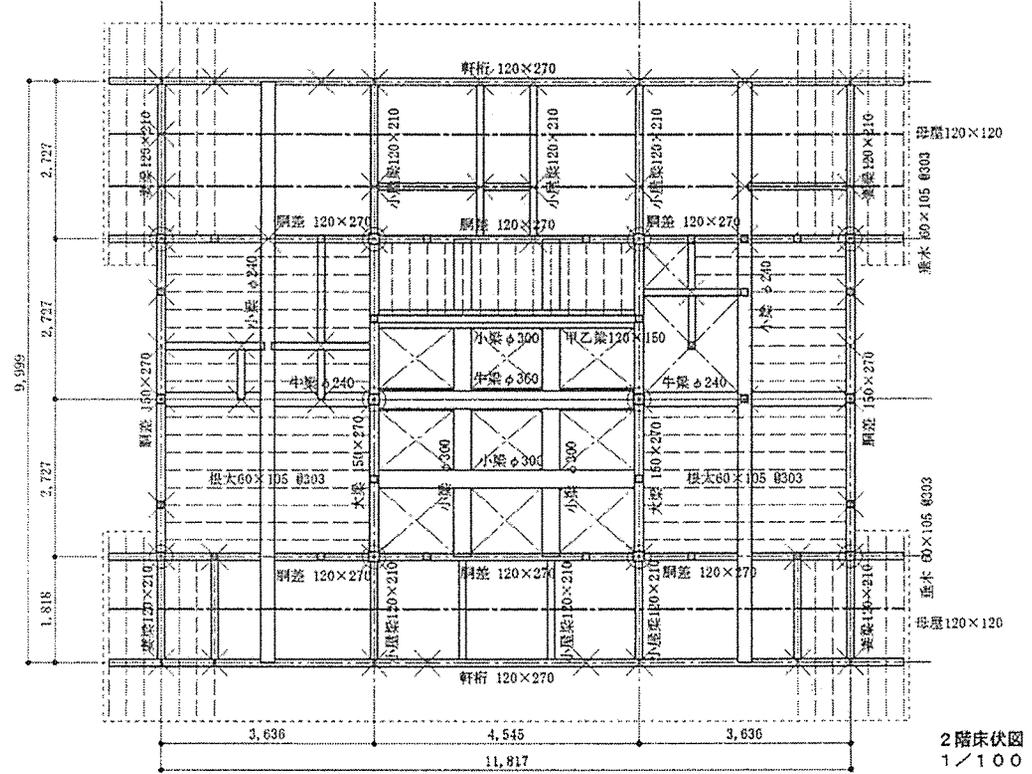
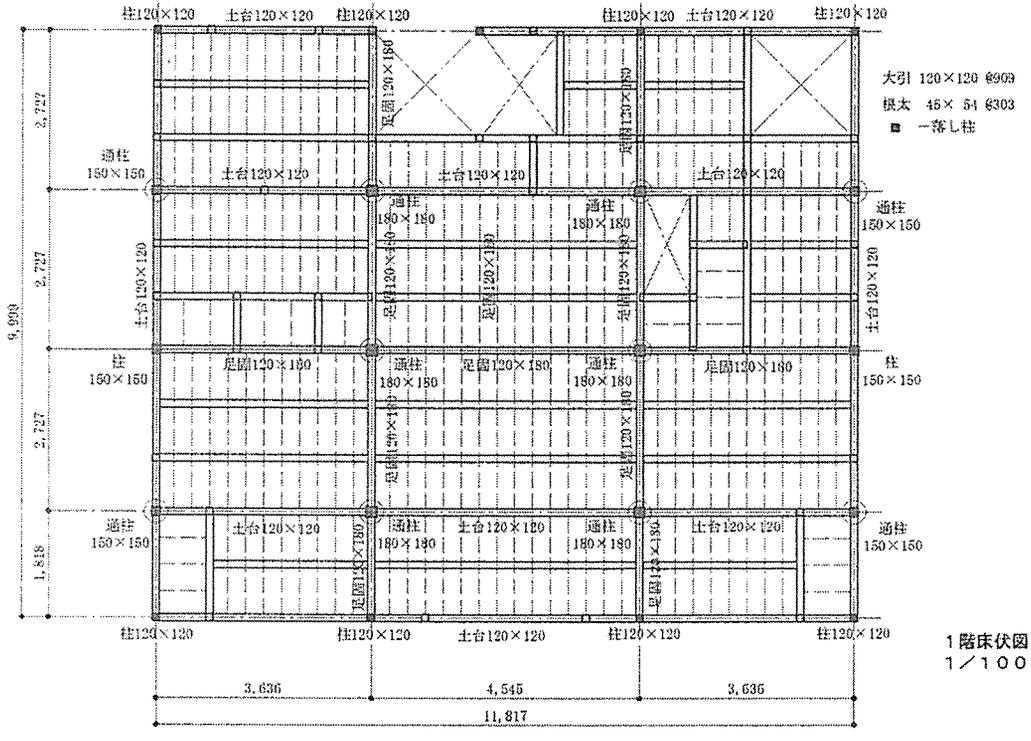


図1-15 1階、2階床伏図

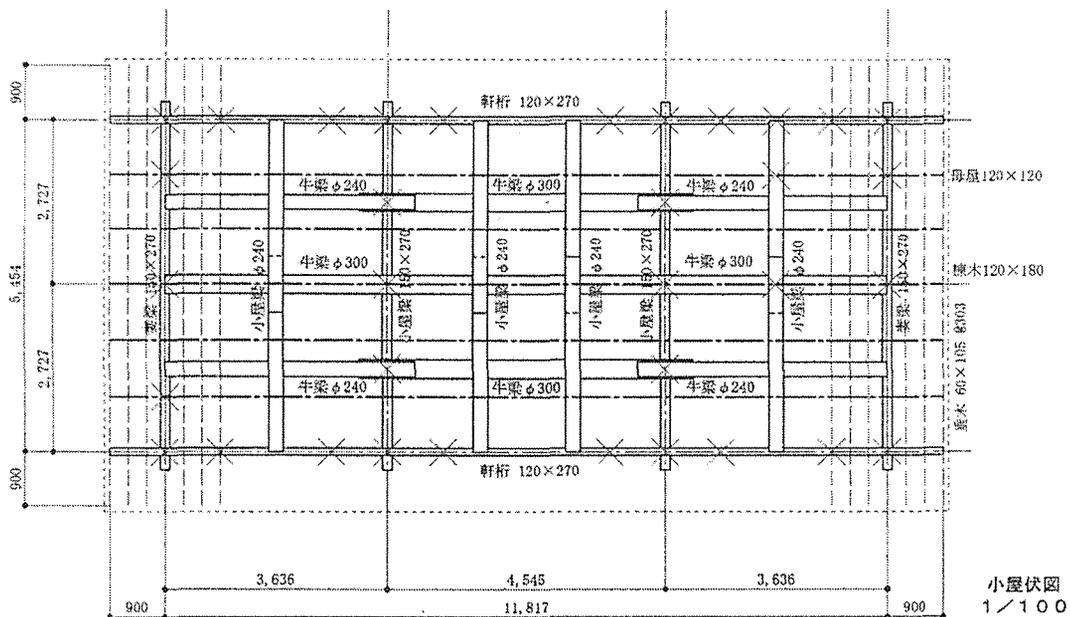


図1-16 小屋伏図

1.4 性能レベル

当住宅の性能は、建築基準法レベルを基本的な対応とする。品質確保法に関わる性能については、一部の項目で上位等級への対応が可能である。

1) 構造の安定

構造の安定は、建築基準法レベルを基本とする。耐力壁量については、モデル住宅では、壁倍率 1 の木摺り両面貼りと一部に合板貼りをを用いることで壁量を確保している。合板耐力壁を中心に構成すれば、上位等級も壁量としては対応可能と考えられるが、枠の内構造における床倍率等の検討課題もあり、今後のデータが必要である。耐積雪等級については、柱、梁ともに断面の大きな部材を使用するのが基本としていることもあり、

表1-1 モデル住宅における必要壁量

		梁間	桁行き
2F 床面積	45.86 m ²	963cm	
見つけ面積	(36.4, 12.6 m ²)	1820cm	630cm
	必要壁量	1820cm	963cm
	存在壁量	1274cm	1456cm
1 F 床面積		3790cm	
見つけ面積	(28.1, 70.7 m ²)	3535cm	1405cm
	必要壁量	3535cm	3736cm
	存在壁量	2366cm	2366cm

上位等級に対応することも可能になる。

2) 劣化の軽減

長期耐用とも関わる劣化の軽減についての項目では、外壁の軸組等の防腐防蟻処理への対応として、外壁を通気構造等、又は高さ 1m の防腐処理等が要求されてくる。この点については、軒の出が 90cm 以上を確保していることや、柱がスギで 120mm 角以上の骨太部材を用いていることから、合板等のその他の部分で配慮すれば上位等級レベルに対応することも可能になる。土台への防腐防蟻処理の項目には、ヒノキやアテ（ヒバ）などの耐久性の高い樹種やカラマツの防腐土台で上位等級に対応可能である。また、基礎は基本的に 400mm 高さを超えており、ベタ基礎や地盤の防蟻、床下の防湿・換気、小屋裏換気の項目に等級に応じて対応すれば、等級 3 まで対応が可能になってくる。

3) 維持管理への配慮

排水、給水、ガス管の点検、補修に関する項目であり、構造とは直接関わらないが、長期耐用の観点では必要な項目であり、高い等級に対応しておくのが望ましい。また、モデル住宅では、水回りを平屋部に集中させており、改築、改修のし易さに配慮していること、さらには床がスギ板を用いているため、床下点検に際しての利点となることが考えられる。

1.5 その他強調すべき事項

この住宅工法では、地域のスギ材を積極的に利用することと地域の伝統的大工技術の継承にも主眼を置いている。富山県産のスギ材は、急峻な地形による搬出経費のコスト高から低コストでの供給体制が整っていない。したがって、スギ柱を多用する県でありながら、他県産のスギ柱を利用している状況にある。このような状況下で、県産スギ材を利用していくためには、特注仕様での利用が適していると考えられ、太い柱や押角の梁を用いた伝統的な住宅工法を採用した。これにより、伝統技術の継承と県産スギの利用、さらには住宅としての個性、特徴を持たせることが可能となった。また、断面が大きいことから住宅としての使用材積が多いことや耐久性の点で有利になること、さらには曲り材などの一般製材には不向きなスギ丸太が利用できることなども利点としてあげられる。

2 部材別の木材仕様

2.1 地域材の性能

当住宅では地域材の利用を前提としているが、富山県は北洋材丸太を輸入して製材し、県外へ出荷する製材業が盛んな地域である。そのため、県内の住宅における北洋材の使用割合も極めて高く、国産材のみで住宅建築を考えるのは難しい状況にある。このような中で県産スギ材の利用を進めるために、当住宅では可能な限り、スギ材の使用を前提にして構造の提案を行っている。しかし、現実の建築実態から、土台や梁、タルキ類としてのカ

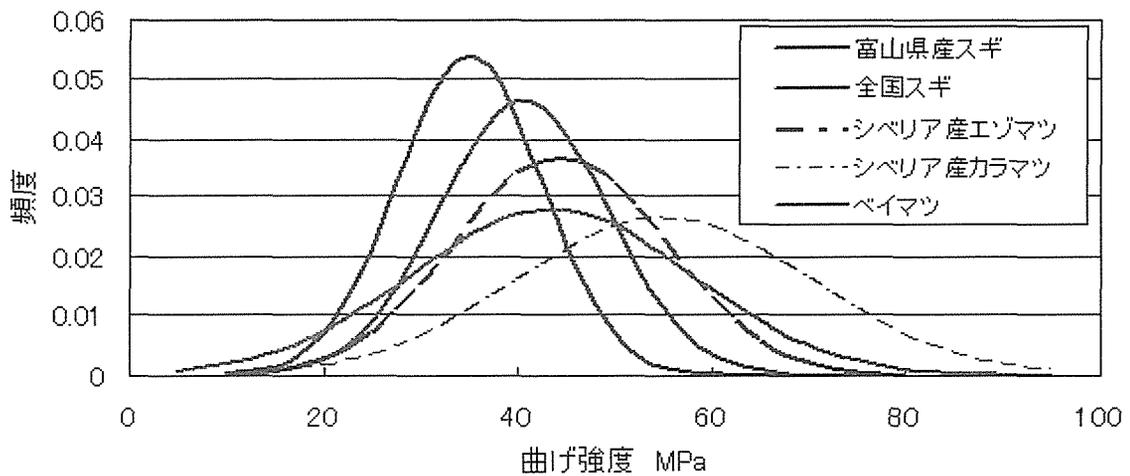
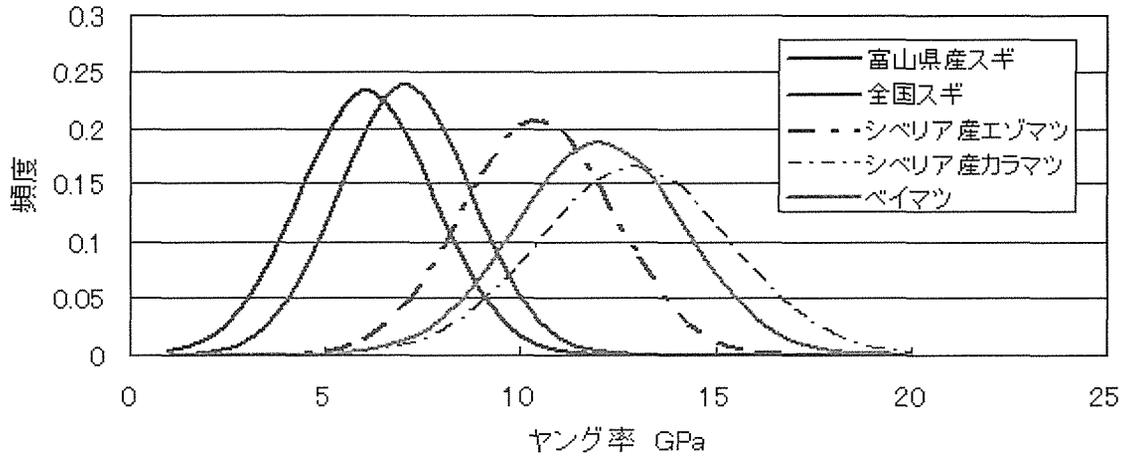


図2-1 地域材の曲げ強度性能

ラマツや下地材としてのエゾマツ、アカマツが使用されるものと考えられる。地域で製材し地域での使用度が極めて高い北洋材は、当県では地域材として位置づけられている。最初に、これら地域材の基本的な強度性能についての概要を図2-1に示す。

シベリア産カラマツは、強度性能の優れた木材であり、法規上もダフリカカラマツとして明記されている。シベリア産のエゾマツも強度のばらつきの小さい木材であり、優れた強度特性を持っており、建築法規上は、エゾマツとして扱われる。

県産のスギ材は、これまでの試験結果から、全国のスギ平均値に比べて若干低めの値を示しているが、強度的には建築法規や JAS 規格の強度性能を保持しており、一般のスギ材として利用することに強度的な問題はない。しかし、当地のスギ材の中には、根元曲がりによるアテ材を含むものや材質的に低ヤング率のスギ材が含まれてくる可能性がある。低ヤング率のスギ材では、梁の撓みに対する影響となって現れてくるため、主要な梁材では、撓みの設計に配慮しておくのが望ましい。

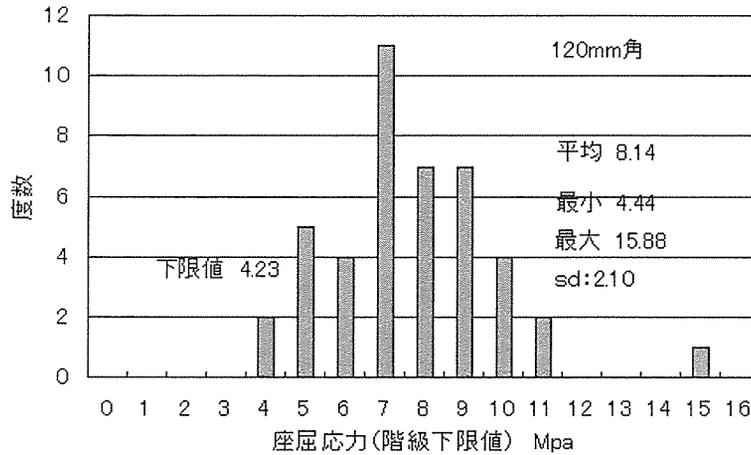


図2-2 座屈応力の分布(120mm角)

また、注意を要するのが、柱の圧縮性能である。柱の座屈性能にはヤング率に関わっているため、積雪地帯で大きな鉛直荷重が加わる当地の柱に関しては、座屈に対する配慮をしておくことが望ましい。図 2-2 には、当住宅で用いる 12cm 角の柱の県産スギ座屈試験結果を示している。平均値は 8.14MPa (柱耐力 117kN) だが、柱強度として梁材と同様に信頼水準 75 %、5 % 下限値を求めると 4.23MPa (柱耐力 61kN) が得られており、設計において鉛直荷重との関係として配慮すべきものと思われる。日本農林規格の機械等級区分材や集成材等のヤング率を表示した木材では、座屈耐力を計算によりチェックすれば問題はない。

2.2 主要部材の仕様

当住宅に用いる主要な部材を一括して表 2-1 に示す。全ての部材寸法は、スギを利用した場合の寸法で提示している。強度性能の高いシベリア産カラマツを使用した場合には、寸法、間隔等を変更することが可能である。含水率は、基本的に 18 % を標準としている。しかし、押角類等の断面の大きな部材では所要の含水率条件までの乾燥に困難を伴うことが予想される。可能な限り、天然乾燥や人工乾燥で対応するのが望ましいが、押角類は断面が大きく設計応力のレベルが小さいことや小屋梁に多いことから、撓み等の問題は大きくないと考える。所定の断面は、積雪 1.5m に対応した条件で誘導したものである。

表2-1 主要部材の仕様

		樹種	寸法、仕様
柱			
	枠の内柱	スギ	180 × 180
	通し柱	スギ	150 × 150
	一般柱	スギ	120 × 120
小屋組			
押角類	牛梁	スギ、アカマツ、カラマツ	300 φ、240 φ
	小屋梁	スギ、アカマツ、カラマツ	240 φ (120 × 270)
	妻梁	スギ、アカマツ、カラマツ	150 × 270
	小屋梁	スギ、アカマツ、カラマツ	120 × 210
	棟木	スギ、アカマツ、カラマツ	120 × 180
	母屋	スギ、アカマツ、エゾマツ	120 × 120 @ 909
	タルキ	スギ、アカマツ、カラマツ	60 × 105 @ 303
枠の内			
	牛梁	スギ、アカマツ、カラマツ	360 φ
	大梁	スギ、アカマツ、カラマツ	150 × 270
	小梁	スギ、アカマツ、カラマツ	300 φ
	差鴨居	スギ、アカマツ、ケヤキ	120 × 300
	胴差	スギ、アカマツ、カラマツ	120 × 270
	足固め	ヒノキ、アテ、スギ	120 × 150
	貫	スギ、エゾマツ、カラマツ	30 × 120
	軒桁	スギ、アカマツ、カラマツ	120 × 270
	胴差	スギ、アカマツ、カラマツ	120 × 270 , 150 × 270
	梁	スギ、アカマツ、カラマツ	120 × 270 , 240 , 210
	床根太	スギ、アカマツ、カラマツ	L900 45 × 54 @303 L1800 60 × 105 @303
	床板	スギ	厚さ 15mm
	大引	スギ、アテ、カラマツ	120 × 120mm @909
	土台	ヒノキ、アテ、カラマツ	120 × 120 mm

3 軸組の構成方法と接合部

本工法では、長期耐用性に配慮して金物接合部を可能な限り減らす工法を採用している。したがって、以下の軸組を構成する主な接合部には伝統的な接合法であるこみ栓接合を中心に据えており、建築法規で規定されている込みせん接合部性能に比べて、高い強度性能を有するいくつかの接合法の可能性を実験的に検証した。以下に、主な接合部の仕様と性能について実験データを併せて示す。

3.1 枠の内構造

骨格の中心となる枠の内構造の概要を図 3-1 に示す。太い柱に差し鴨居、桁（土居）と小屋貫（通し貫）、足固で構成されている。大きな開口部を持つ可変性に対応でき、かつ鉛直荷重に対する剛性を確保した構造となっている。高さは 3640mm、間口は 4550mm が標準的寸法となる。部材、接合部の仕様を表 3-1、-2 に示す。基本部材は全てスギで構成しており、込栓や楔にはケヤキを用いている。枠の内の柱はスギ 180mm 角で、これを材せい 30mm の差鴨居を小根ほぞで鼻栓で固定、中央に小屋束を設けて通し貫、土居に柱を平ほぞ込栓で固定して枠の内を構成している。差鴨居、貫等は楔を用いて剛性の向上を図っている。また、足固として梁せい 150mm 材を差鴨居同様に小根ほぞ鼻栓で固定している。このような基本形で立体を構成して、構造躯体となっている。本来は、部材にケヤキ等を用いるのが一般的だが、材の供給や価格に配慮して全てスギ仕様でまとめた。接合部は、表 3-2 に示すように、ほぞに込栓で引張力に、さらに楔を用いて仕口に回転剛性とねばりを付与している。

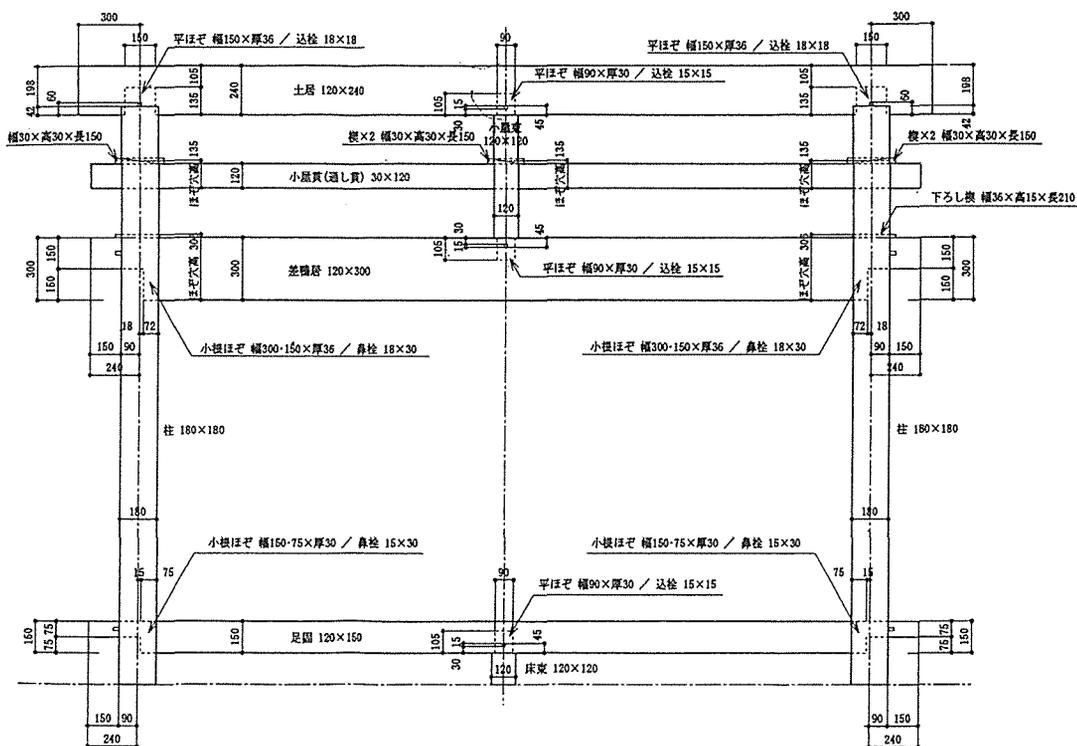


図3-1 枠の内

3.2 壁構造

壁構造は、基本的には真壁の耐力壁構造とし、木摺り等の比較的耐力の低い壁、あるいは間取り上の必要性で高耐力壁が必要な場合には合板耐力壁をバランス良く配置することを前提としている。

しかし、枠の内構造も水平力に対して一定のせん断抵抗力を持つものと考えられる。枠の内構造は、耐力壁構造とはなっておらず、建築法規

上でのせん断抵抗は認められていないが、太い柱と垂れ壁によるラーメン構造型の水平抵抗力が存在することが考えられる。

そこで、枠の内構造の水平抵抗力を確認するために、全てスギ材で作成した枠の内構造の壁せん断試験を行った。垂れ壁部分の壁実態を除いた骨組みのみの試験体で、込栓、鼻栓と楔で固定された差鴨居、通し貫、足固めと太い柱によるモーメント抵抗力を期待することにした。

表3-1 枠の内部材

部 位	樹 種	材 寸 mm
柱	スギ	180 × 180
床 束	スギ	120 × 120
小屋束	スギ	120 × 120
足 固	スギ、アテ、 ヒノキ	120 × 150
差鴨居	スギ	120 × 300
土 居	スギ	120 × 240
小屋貫	スギ	30 × 120
込栓、鼻栓	ケヤキ	
楔	ケヤキ	

表3-2 接合部仕様

位 置	仕 様 (mm)
柱－土居	平ほそ込栓 (込栓 18 × 18)
柱－差鴨居	小根ほぞ鼻栓＋下ろし楔 (鼻栓 18 × 30、楔 36 × 15)
柱－小屋貫	通し貫 楔締め (楔 30 × 30)
柱－足固め	小根ほぞ鼻栓 (鼻栓 15 × 30)
小屋束－土居	平ほぞ 込栓 (込栓 15 × 15)
小屋束－小屋貫	通し貫 楔締め (楔 30 × 30)
小屋束－差鴨居	平ほぞ 込栓 (込栓 15 × 15)
床束－足固	平ほぞ 込栓 (込栓 15 × 15)

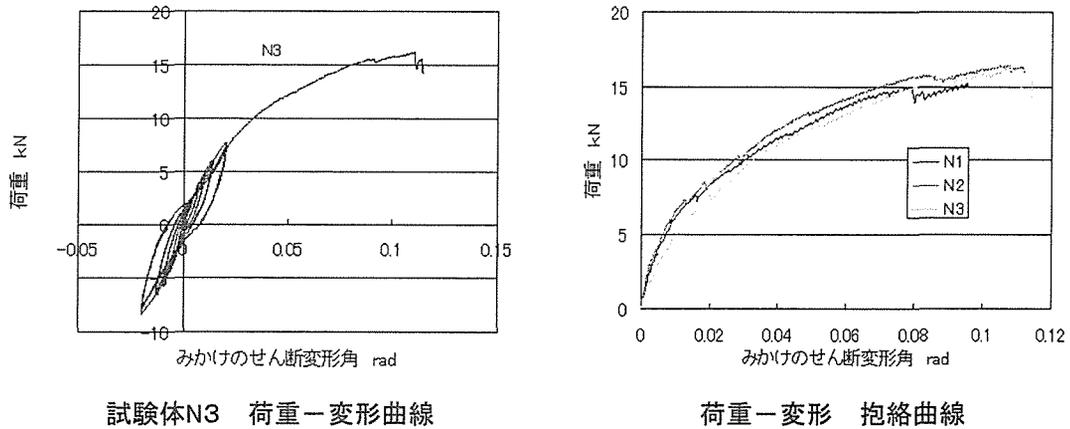


図3-2 枠の内壁試験

荷重－変形曲線を図 3-2 に、試験状況、破壊状況を写真 3-1 に、試験結果を表 3-3 に示した。

試験は、1/10 ラジアンを越える変形まで負荷したが、破壊的な荷重低下は無く、負荷の限界で試験を中止した。差鴨居の鼻栓部でのせん断破壊や通し貫の曲げ破壊等の破壊

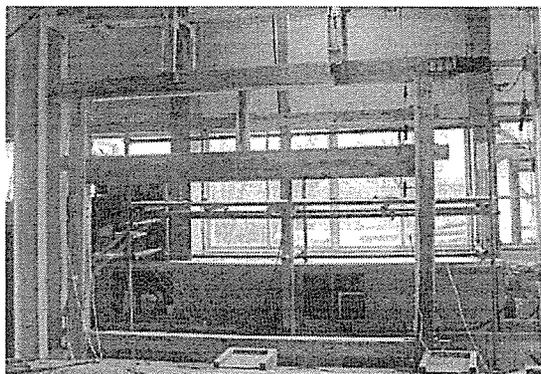
表3-3 枠の内の壁せん断性能

	Pm	Pm×2/3	Py	Pu × 0.2 √(2μ-1)	P 1/120
N1	15.17	10.11	7.27	6.60	5.48
N2	16.44	10.96	8.33	7.14	5.90
N3	16.17	10.78	8.47	5.99	4.31
平均	15.92	10.62	8.02	6.58	5.23
sd	0.67	0.45	0.65	0.58	0.83
cv	0.042	0.042	0.081	0.088	0.158

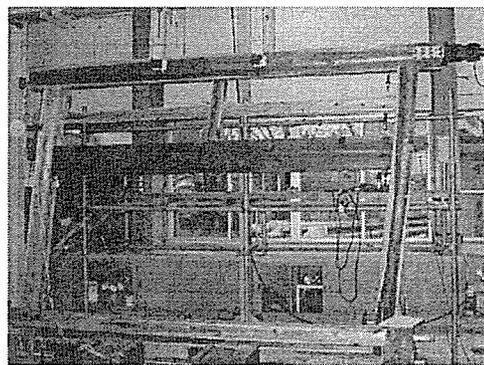
短期基準せん断耐力 P0 = 4.84 kN

参考 相当壁倍率 = 4.84/1.92/3.6 = 0.7

Pm : 最大荷重、Py : 降伏荷重、Pu : 終局耐力 : μ : 塑性率、P1/120 : 1/120rad 時の荷重、
sd : 標準偏差 : cv : 変動係数



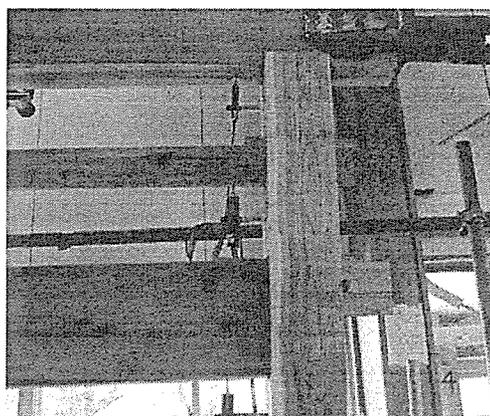
枠の内試験体



変形の状況



足固め鼻栓のせん断破壊



差し鴨居鼻栓のせん断破壊

写真3-1 枠の内試験状況と破壊部

が観察されたが、グラフに見られるように大きな荷重低下には至らず、楔等で粘り強く抵抗し、極めて大きな変形性能を示した。短期基準せん断耐力は、 4.84kN であり、この値は壁倍率 0.7 の耐力壁 3.6m に相当する性能である。基準せん断耐力を評価する要件のうち、 $1/120$ ラジアン時の荷重により決定している。試験体がスギのみで製作されたこともあり、めりこみ力に依存する楔によるモーメント抵抗では、あまり大きな初期抵抗力が期待できないようである。しかし、垂れ壁部分にパネル等の壁実態が加わる場合には、剛性の向上が予想されることから、より高い壁性能が得られるものと思われる。

3.3 土台・柱

土台と柱の取り合いに関しては、いくつかのタイプに分かれている。まず、枠の内工法では、枠の内を 180mm の太い柱で構成しており、足固を配することになる。この場合、柱勝ちの接合となり、基礎上面は柱部分が下がり、足固をアンカーボルトで固定する構造になってくる。地震時の柱の引き抜き力は、足固を通してアンカーボルトで基礎に伝えられる。すなわち、足固めは基礎上の土台の役割をになうことになる。このような、枠の内柱部分と外周基礎部の柱勝ちでの土台との接合部、その他の通常の在来工法と同様に、土

台に柱が長ほぞで差し込まれ込み栓で固定される条件に分けられる。各接合部で金物を用いないことを条件に実験的な検討を加えて、伝統型接合法の適用を試みた。

1) 出隅

柱勝ちにした上で、土台を大入れ長ほぞ差しするもので、出隅部のように直交する2方向からのほぞ差しとなる。柱の引き抜きにはアンカーボルトで固定された土台の片持ち梁としての曲げで抵抗し、柱は長ほぞのせん断で抵抗することになる。したがって、アンカーボルトの固定位置、長ほぞの断面形状、柱のせん断余長などが耐力に影響を与えることになる。枠の内の柱は180mmだが、実験では一般の柱に対応できるように120mm柱の条件で行った。基本的な出隅柱-土台の接合部形状を図3-3に示す。長ほぞ寸法は30×60mmで2方向から柱に差し込み、15mmのケヤキ込み栓で抜けを防止している。柱のせん断余長は150mmであり、この分基礎を部分的に下げる必要が生じる。一般の在来工法住宅では、ホールダウン金物で柱を固定しなければならない重要な部分である。

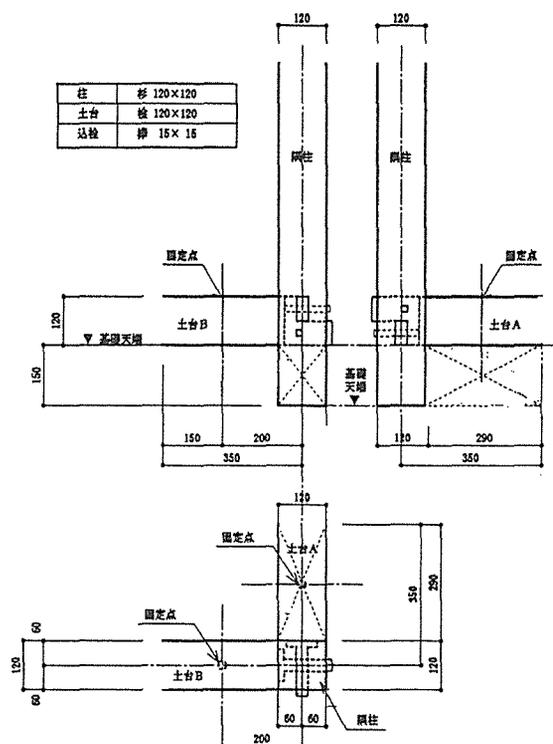


図3-3 大入れ長ほぞ差し出隅接合

接合部試験方法は、(財)日本住宅・木材技術センター「木造軸組工法住宅の許容応力度設計」に示されている。スギ柱-スギ土台(105mm角)は、この標準試験法で本接合部の性能を確認している。しかし、本接合法は、直交する2本の土台からの長ほぞで固定されており、直交する土台それぞれがアンカーボルトで固定されている。したがって、より現実に適応した方法として写真3-2のように2本の土台それぞれをアンカーボルトで固定して確認試験を行った。

試験における荷重-変形曲線を図3-4、結果を表3-4に示すが大入れ長ほぞ差しの2点固定による引張耐力は、スギを用いた標準試験法においても短期基準接合耐力11.62kN、接合倍率2.19が得られている。この値は、ホールダウン金物HD-B10を超える性能を持つものである。また、ヒノキ120mm角を

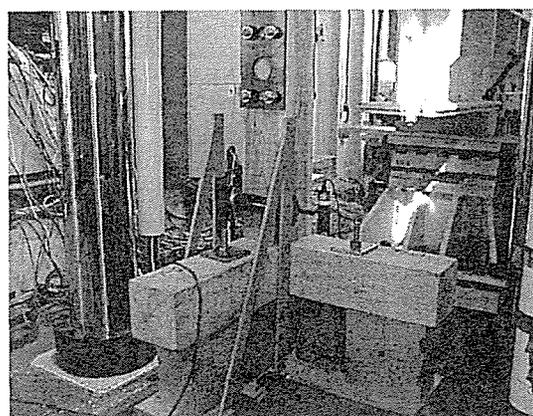


写真3-2 大入れ長ほぞ差し試験状況 (直交する2カ所で土台を固定)

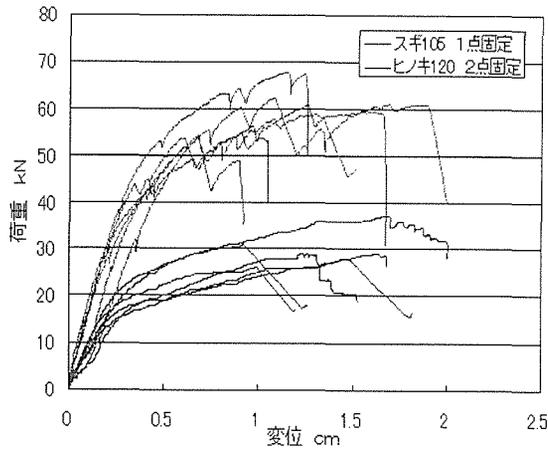


図3-4 大入れ長ほぞ差し
荷重－変位曲線

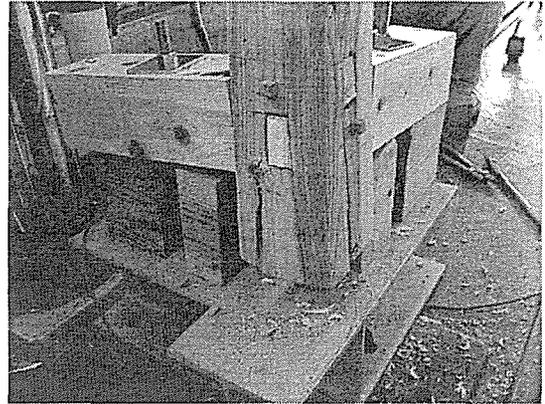


写真3-3 破壊状況

用いて、現実的な 2 点で固定した場合には、基準耐力 28.8kN、接合倍率 5.4、土台にアテ（ヒバ）を用いた条件では基準耐力 17.42kN 接合倍率 3.3 という、極めて高い接合耐力を持つことが確認された。これにより、本試験では出隅部のホールダウン金物に代わって本接合法を利用することの有効性が確認された。

破壊状況は、標準型の 1 点固定法では、スギ土台長ほぞの折れが一般的だったが、2 点

表3-4 大入れ長ほぞ接合の耐力

柱	土台	最大荷重	降伏荷重	短期基準耐力	接合倍率
		k N (cv %)	k N (cv %)	k N	
標準試験法					
スギ 105	スギ 105	30.5 (11.3)	17.2 (13.8)	11.62	2.19
土台 2 点固定					
スギ 120	ヒノキ 120	59.8 (7.6)	35.7 (8.2)	28.81	5.43
スギ 120	アテ 120	51.85 (12.8)	26.1 (14.2)	17.42	3.27

で固定したヒノキ仕様では長ほぞの強度的な向上と 120mm 断面への増加もあり、土台側の破壊より、写真 3-3 にみるようにスギ柱のせん断破壊が多かった。

2) 中柱型

中柱条件での非金物型の仕口として、大入れ長ほぞ差し仕口を中柱として用いた場合の仕口構成を図 3-5 に示す。性能試験は土台ヒノキ、柱スギの 120mm 角、胴栓は 15 × 30mm のケヤキで行った。250mm 長ほぞを上下に振り分けて柱を貫通して固定したものである。実験では、柱芯から 400mm の標準位置で固定せず、240mm 位置と 400mm の 2 カ所で固定した。このタイプの仕口法の場合、400mm 位置で固定する標準の試験方法では、土台の片持ち梁としての効果が出にくいことが予想されたために、2 カ所で固定したものである。結果を表 3-5 に、荷重-変位曲線を図 3-6 に、変形状況を写真 3-4 に示すが、土台の片持ち梁状態が十分維持できなかつた。現実的には、土台をより長くして片持ち梁が成り立つような試験条件が適正と考えられる。この方式の確認には、試験方法を含めた今後の確認が必要である。

本試験方法での短期基準接合耐力は 7.08kN となっており、実験の範囲からいえば、告示 1460 号におけるスクリュー釘なしの羽子板金物、短冊金物仕口に近い性能が期待できることになる。

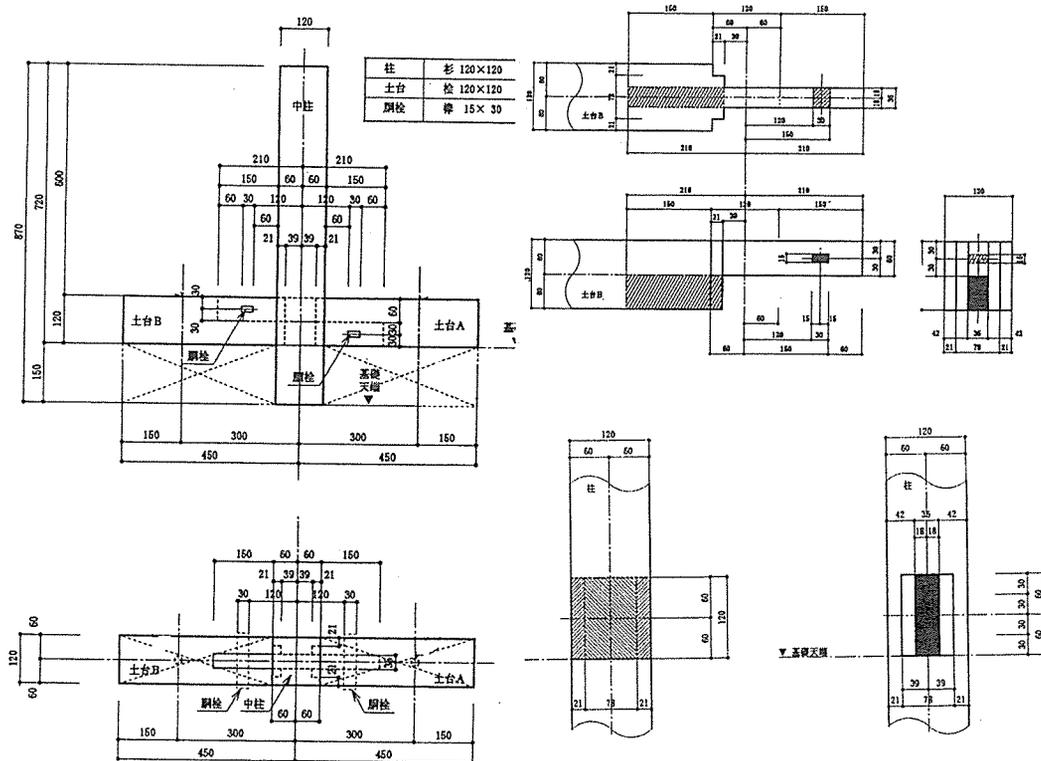


図3-5 中柱型長ほぞ差し込み栓接合

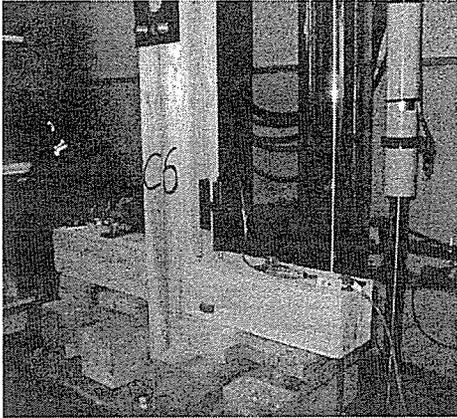


写真3-4 中柱試験状況

表3-5 中柱型試験結果

	Pmax	Pm*2/3	Py	δy
C1	25.6	17.1	19.2	0.95
C2	30.2	20.2	18.2	1.19
C3	43.0	28.7	24.2	1.19
C4	54.8	36.5	25.3	2.92
C5	27.4	18.3	13.8	0.69
C6	38.8	25.8	19.6	3.66
平均	36.6	24.4	20.0	1.77
標準偏差	11.1	7.43	4.22	1.22
変動係数	0.304	0.304	0.210	0.689

Pmax:最大荷重、Py, δy : 降伏荷重、同変位

短期基準接合耐力 7.08 kN

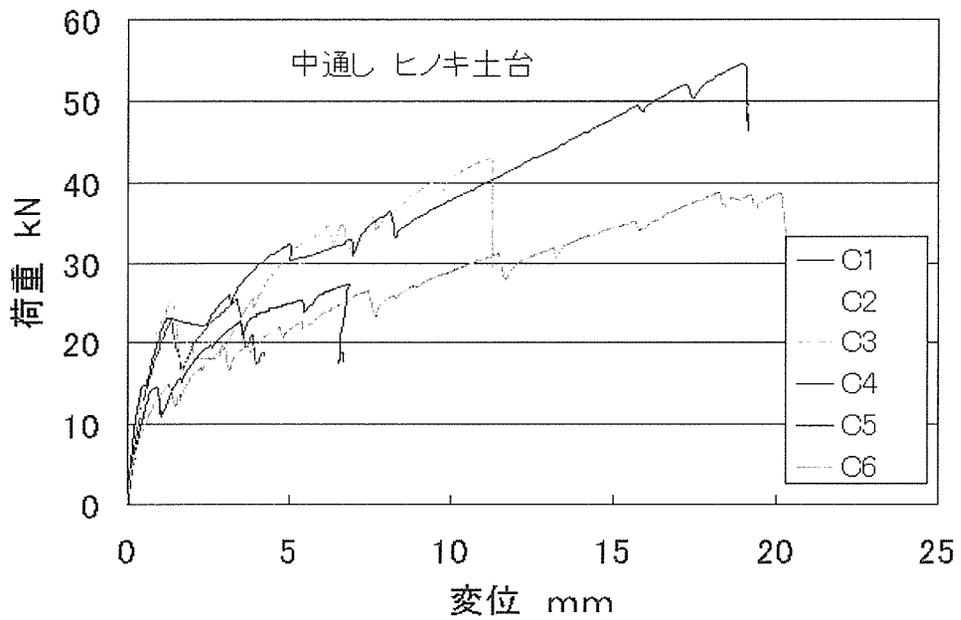
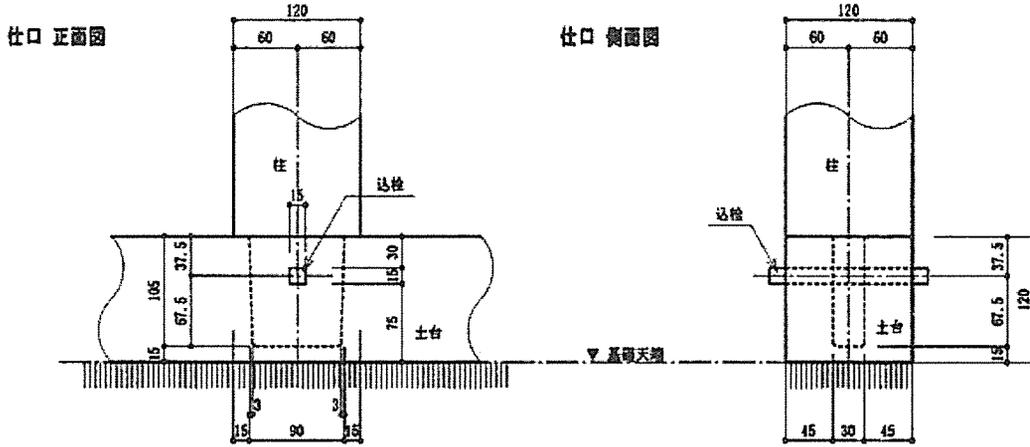


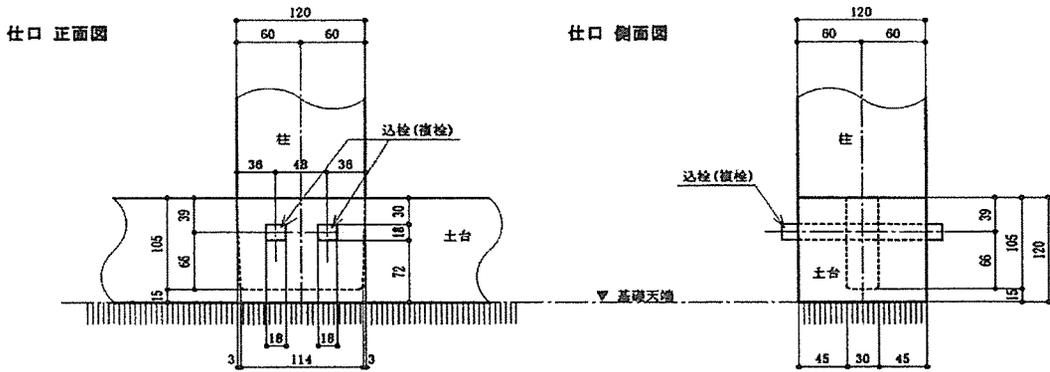
図3-6 中通し型 荷重-変位曲線

3) 一般柱—土台こみ栓接合部

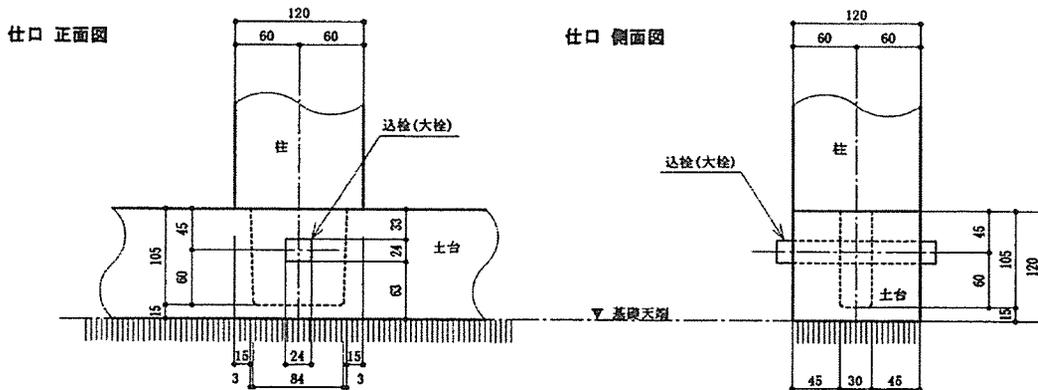
その他の柱—土台接合部に関しては、長ほぞ差しこみ栓で柱の引張力に対応するこみ栓接合法を示す。



単栓詳細



複栓詳細



大栓詳細

図3-7 こみ栓部の詳細

表3-6 こみ栓引張試験結果

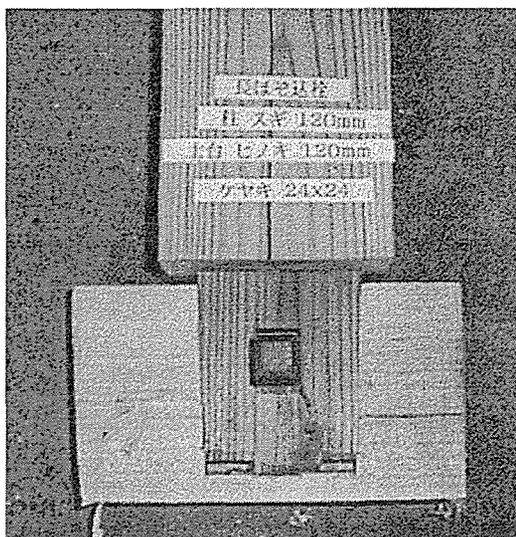
こみ栓	最大荷重 kN (cv %)	降伏荷重 kN (cv %)	短期基準 kN	接合倍率
スギ柱—スギ土台 105 mm角				
ケヤキ 15mm 単栓	9.96 (21.7)	7.2 (32.4)	3.28	0.62
15mm 複栓	17.0 (17.4)	10.3 (20.4)	5.37	1.01
24mm 大栓	16.5 (15.6)	10.4 (15.8)	5.98	1.13
スギ柱—ヒノキ土台 120mm 角				
ケヤキ 15mm 単栓	17.4 (18.9)	12.2 (24.0)	5.35	1.01
18mm 複栓	25.7 (14.8)	15.4 (18.2)	8.90	1.68
24mm 大栓	26.1 (14.0)	15.0 (20.0)	8.00	1.51
スギ柱—アテ (ヒバ) 土台 120mm				
ケヤキ 18mm 複栓	25.64 (5.7)	15.4(13.8)	10.43	1.95

こみ栓接合法は、通常は単栓型であり基準接合耐力は **3.4kN** とされている。しかし、現実には樹種の違いや、こみ栓の仕様により様々な性能を持つものが考えられる。

土台材としては、長期耐用性を考慮すると耐久性の高いヒノキやアテを使うのが望ましいことからヒノキを中心とした土台樹種の違い、さらには図 3-7 に示すように、単栓から複栓、大栓などのこみ栓仕様を含めて試験した結果、短期基準接合耐力として表 3-6 に示す結果が得られた。長ほぞの基準接合耐力とされる **3.4kN** に比べて、ヒノキでは **5.35kN** となり樹種による違いや、複栓や大栓では単栓型の 1.5 倍の性能を示すなど仕様の違いも現れている。

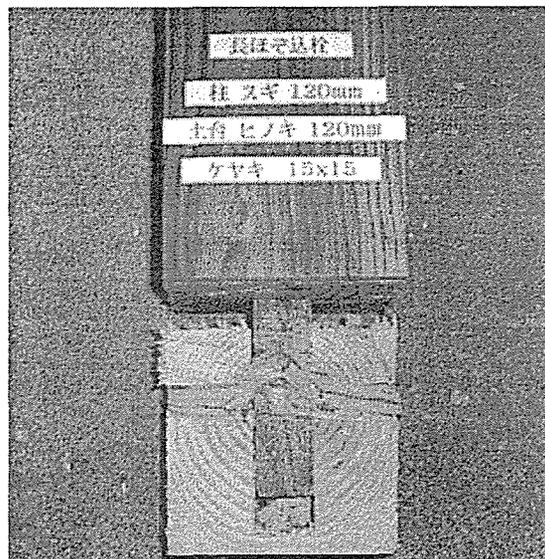
また、当地域では、能登アテ (ヒバ) を土台に用いることがあり、複栓型のみ試験した結果では、ばらつきが小さいこともあり、**10.4kN** という大きな基準接合耐力が得られた。樹種や仕様を検討することで、こみ栓接合も多様な性能を持つことが示された。

複栓型や大栓型では単栓に比べて耐力は高いが、初期変位が極めて小さく、荷重—変位曲線が不安定なこともあり降伏荷重にばらつきが大きくなった。最大荷重のばらつきに比べて、降伏荷重のばらつきが大きくなり、基準耐力が期待ほど上昇しない結果となった。ただ、アテ材を用いたものでは最大荷重、降伏荷重ともに、ばらつきが異なる。必要な引張耐力は耐力壁の仕様によって異なってくるため、いくつかの小さく、大きな基準接合耐力が得られている。



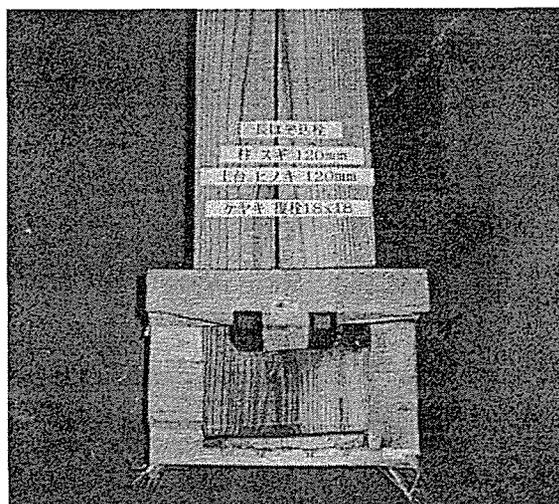
単栓

ほぞの剪断破壊



大栓

こみ栓の曲げ破壊



複栓

土台の割裂破壊

写真3-5 こみ栓接合部 破壊形態

破壊形態は、写真 3-5 にみるように単栓では込み栓の曲げ破壊、複栓では土台の割裂破壊、大栓ではほぞのせん断破壊となった。複合的な破壊は単栓と複栓で 1 体認められたのみであった。割裂やせん断破壊では全体に変形能力が小さく、変位 4mm 程度で破壊するが、こみ栓の曲げ破壊型では変位 20mm までの変形能力を示す。初期剛性はいずれも高いが、変形能力も増加させた複合型の破壊になるような仕様が望ましい。

3.4 柱・桁・梁の接合

柱・土台接合部と同様に、柱頭部である柱と桁との接合についても、こみ栓型の接合の多様性を検討した。柱・桁接合においては、材せいが土台に比べて十分な寸法がとれることから、多様なこみ栓型接合、さらには楔の併用が可能となる。図 3-8、-9 に桁・柱仕口を示す。

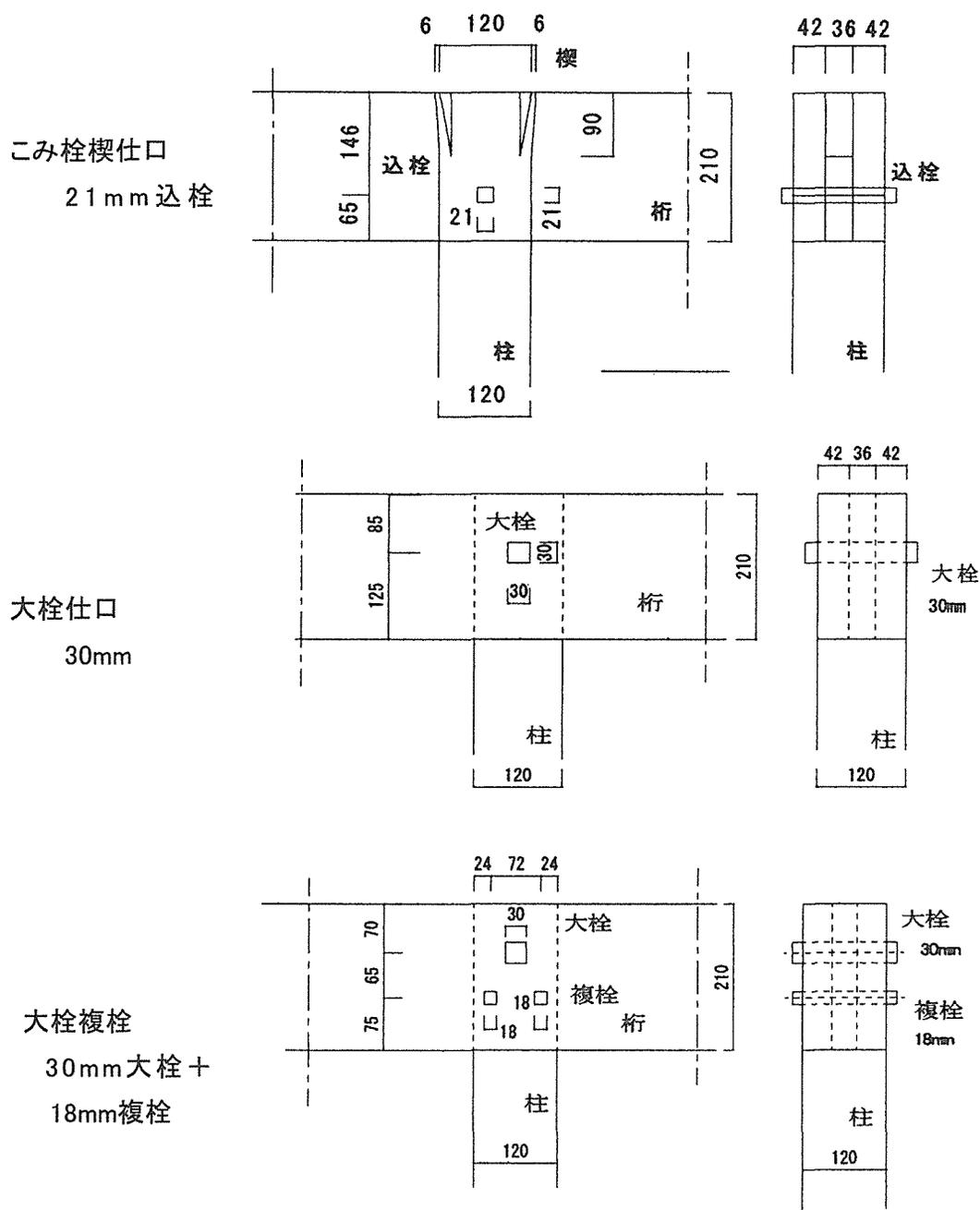
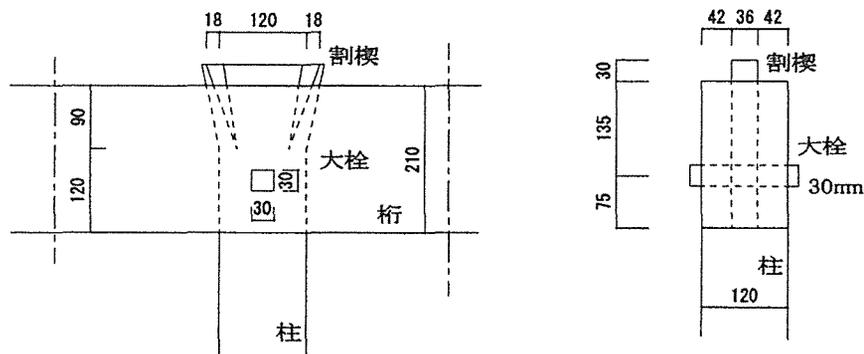
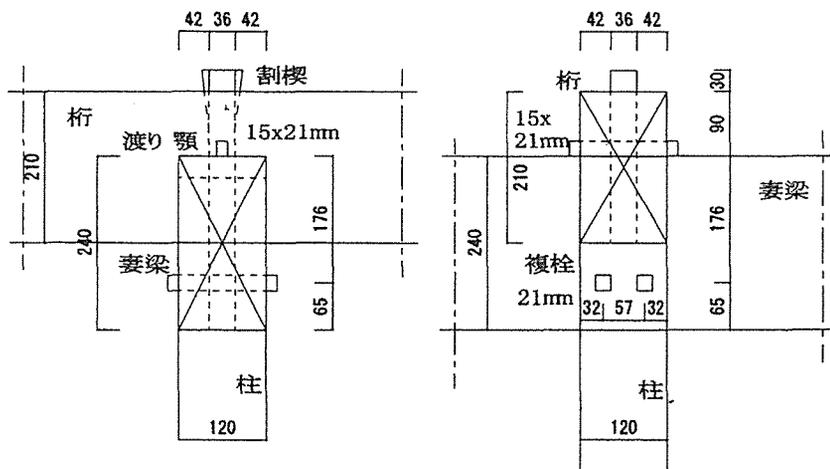


図3-8 柱・桁こみ栓接合詳細



大栓割楔(大栓30mm+割楔)



重ねほぞ大栓割楔(折置き)

図3-9 桁一柱仕口 参考

試験状況を写真3-6に示した。比較的利用しやすいと考えられる大栓を用いる場合、基準接合耐力はベイマツ梁で9.3kN、スギ梁で19.4kNと大きく異なった。最大荷重はほとんど変わらないが、スギ梁ではばらつきが非常に小さいことが、高い基準耐力を得る結果となった。大栓複栓仕様でも同様の傾向がみられ、こみ栓のように割裂やせん断破壊が中心となる接合ではスギ材に利点がある可能性がある。大栓と複栓を併用した接合では基準

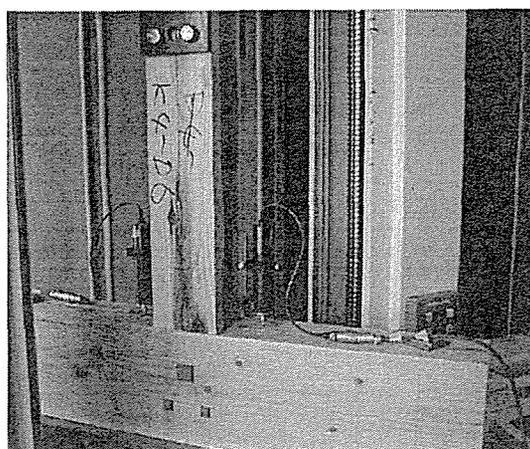


写真3-6 柱一桁仕口試験

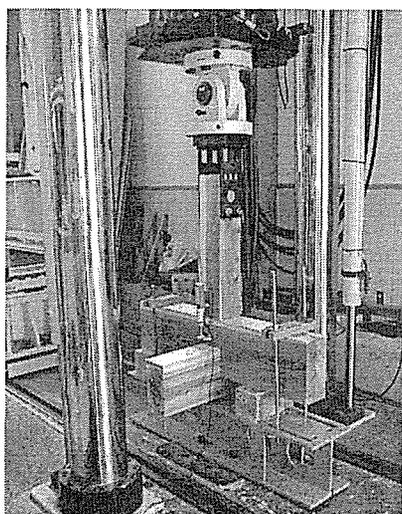


写真3-7 折置試験状況

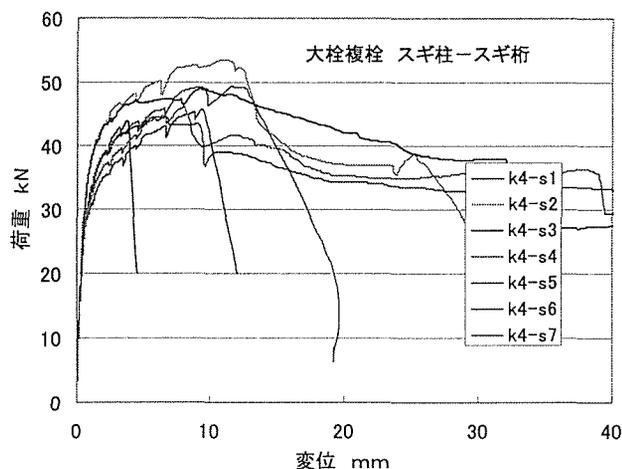


図3-10 大栓複栓仕口

接合耐力はスギで 23kN が得られており、ホールダウン金物同等の性能を持つといえる。

楔の利用は、最大荷重に対してはあまり期待できないが、脆性的な破壊が多いこみ栓接合では、接合部に变形能力を与える点で効果が顕著である。

そのほかにも参考として行った図 3-10 の大栓を割楔で固定した仕口も最大荷重 48kN の高い耐力を示した。また、柱のほぞが数桁と妻梁を通して接合し、直交する 2 方向の込栓で固定された重ねほぞ大栓割楔仕口（折置仕様）は、最大荷重が 6.4kN もの大きな引抜き耐力を示した。伝統型の接合法でも金物と同等の耐力を持つ様々な接合法の存在が確認された。

表 3-7 柱-桁こみ栓接合耐力

接合法	梁樹種	こみ栓	n	最大荷重 kN (cv%)	降伏荷重 kN (cv%)	基準耐力 kN
込栓楔	ベイマツ	21mm	6	33.45 (11.7)	20.05 (16.6)	12.28
大栓	ベイマツ	30mm	6	34.68 (17.7)	21.58 (24.4)	9.28
		スギ	30mm	6	36.52 (7.3)	24.44 (8.8)
大栓+複栓	ベイマツ	30.18mm	6	43.64 (9.7)	25.4 (12.7)	17.89
		スギ	30.18mm	6	47.38 (7.2)	29.9 (10.0)
大栓割楔	ベイマツ	30mm	1	48.7	30.8	
重ねほぞ大栓割楔	スギ	21mm	1	63.5	37.4	

柱はいずれもスギ n : 試験体数

3.5 柱接合部まとめ

こみ栓接合についての今回の試験を告示 1460 号 (表 3) に示される柱頭、柱脚の接合法との関係で表 3-8 に示す。15mm 単栓では、スギ 105mm 角で長ほぞ差し込み栓に対応可能であるのに加えて、15mm 複栓、24mm 大栓、15mm 単栓ヒノキ仕様ではかど金物 CP-T と同等の使い方が可能である。柱脚については土台寸法が 120mm を超えるのは難

表3-8 告示1460号 表(3) 標準接合部と今回試験のこみ栓仕様との対比

標準接合仕様	必要接合耐力 kN	こみ栓仕様	
(い) 短ほぞ差し かすがい	0		
(ろ) 長ほぞ差し込み栓 かど金物CP-L	3.4	柱頭・脚	15mm単栓ースギ105
(は) かど金物CP-T 山型プレートVP	5.1	柱頭・脚 " "	15mm複栓ースギ105 24mm大栓ースギ105 15mm単栓ーヒノキ120
(に) スクリュー釘なしで 羽子板金物 短冊金物	7.5	柱頭・脚	24mm大栓ーヒノキ120
(ほ) スクリュー釘あり 羽子板金物 短冊金物 (〃)	8.5	柱頭・脚 柱頭	18mm複栓ーヒノキ120 30mm大栓ベイマツ
(へ) ホールダウン金物 HD-B10	10	柱脚 柱頭 "	18mm複栓ーアテ (ヒバ) 120 21mm+楔ベイマツ 30mm大栓スギ
(と) 〃 HD-B15	15	柱頭 "	30mm大栓スギ 30mm大栓+18mm複栓ベイマツ、スギ
(ち) 〃 HD-B20	20	柱頭	30mm大栓+18mm複栓スギ
(り) 〃 HD-B25	25	柱脚 柱頭	大入れ長ほぞ差しー120ヒノキ 未定 (30mm大栓+割楔 ベイマツ)
(ぬ) 〃 HD-B15を2本	30	柱頭	未定 (重ねほぞ大栓割楔 (折置) スギ)

() の込栓仕様は、今後の性能確認が必要

しいために、18mm の複栓のヒノキ仕様で（ほ）のスクリー釘ありの羽子板、短冊金物のレベルが最大のレベルであろうと思われる。これ以上の引き抜き耐力を期待する場合には、大入れ長ほぞ差しのヒノキ仕様にするすることで、25kN ホールダウン金物に対応可能である。

しかし、この方法では基礎の仕様を変える必要があり、その点が施工手間として考える場合には、ホールダウン金物を併用するののも一つの方法と思われる。特に、アンカーボルトの使用は必須であることを考えると、部分的には、このような方法も選択肢として考えられる。ただし、アンカーボルトを含めて、冬季の低温により基礎に固定された金物が冷却され、結露を招く危険性があるため、ウレタン吹きつけなどの対応を行うのが望ましい。

3.6 小屋組

小屋組は、図 3-11 に示すように棟方向の牛梁に押角の梁を掛けて小屋組を構成する。小屋梁から東建てで母屋をささえ、タルキを掛けて屋根面としている。

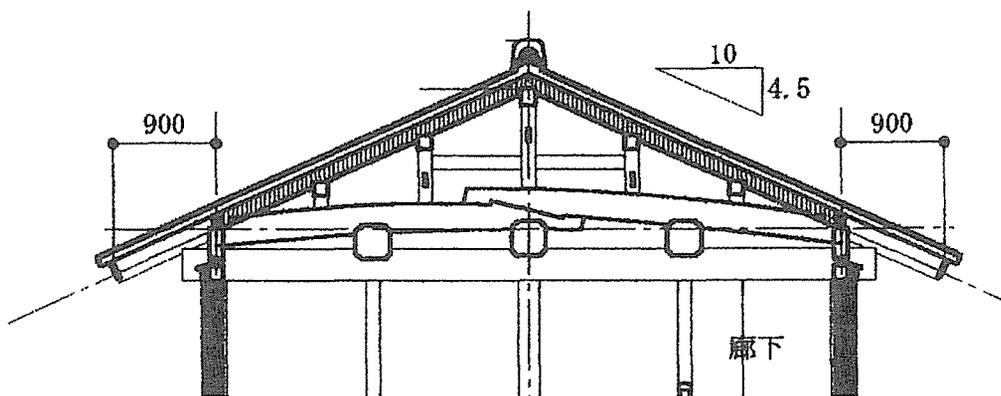


図3-11 小屋組

設計条件は、

固定荷重 690 N/m²

積雪荷重 1.5m 積雪深 短期 4500 N/m²、長期 3150 N/m²

材料はスギ 基準強度 22.2 N/mm²、

積雪時短期許容 11.8 N/mm²、積雪時長期許容 10.6 N/mm²

ヤング率 E は 6 kN/mm² とする。

1) タルキ

寸法 60×105 mm スパン L : 909 mm 間隔 303 mm

積雪長期 3840 N/m² (短期 5189N/m²)

総荷重 $W=1507$ N (短期 2037N)

曲げ応力 $\sigma =1507 \times 909/8/Z = 1.6$ N/mm² (短期 2.16N/mm²)

中央撓み $\delta = 5WL^3/384EI = 0.3$ mm

積雪時長期許容曲げ応力 10.6 N/mm² 以下であり、かつ撓み制限 $L/200 = 4.5$ mm 以下となる。また積雪時短期許容応力 11.8 N/mm² 以下も満たされている。

軒の出は 900 mm に設定しており、強度的な確認をすると、

総荷重 $P = 3840 \times 0.909 \times 0.303 = 1050$ N

曲げ応力 $\sigma = 1050 \times 909/2/Z = 4.28$ N/mm²

長期許容応力以下となる (短期も同様)。

2) 母 屋

寸法 120 × 120 mm スパン L : 1820 mm 間隔 910 mm

積雪長期 3892 N/m²

総荷重 $W=6445$ N

曲げ応力 $\sigma = 5.1$ N/mm² < 許容 10.58 N/mm²

中央撓み $\delta = 4.9$ mm < 制限 9.1 mm(L/200)

応力、撓みとも問題ない

けらばの出 900 mm も

曲げ応力 $\sigma =5.0$ N/mm² であり許容応力以下である。

3) 小屋梁

断面 240 φ 押角 (あるいは 120 × 270 mm 製材) スパン L:2730 mm、間隔 1820 mm

積雪長期 4142 N/m² (母屋m、梁、天井含む)

総荷重 $P = 4142 \times 2.73 \times 1.82 = 20580$ N

3等分点荷重として

曲げ応力 $\sigma = 6.9$ N/mm² (製材では 6.4 N/mm²) < 許容 10.58 N/mm²

中央撓み $\delta = 7.6$ mm (製材 6.3 mm) < 制限 13.7 mm (L/200)

ともに許容値以下である。

4) 牛 梁

断面 390 φ (あるいは 150 × 420 mm 製材) スパン 4550 mm (中央部)

積雪長期 4142 N/m²、積雪短期 5492 N/m²

総負担長期荷重 $P = 36.1$ kN (2.73 × 3.03 × 4142 + 丸太 2 kN)

3等分点荷重として

曲げ応力 $\sigma = 4.7$ N/mm² (丸太) < 許容 10.58 N/mm²

中央撓み $\delta = 8.86$ mm (丸太) < 制限 22.75 mm

ともに許容値以下である。

小屋組を構成するこれらの部材でも、特に押角類は断面が大きく、十分な人工乾燥材と

しての供給は難しいと考えられる。天然乾燥等により一定量の乾燥は可能としても、未乾燥条件にともなう梁の撓みの増分は見込まねばならないが、押角類では設計荷重条件でも撓みは制限値の半分以下であることから、剛性の余力で対応可能と考える。もちろん、乾燥材や集成材での対応も可能だが、特に枠の内の上部は意匠性の観点からも押角材での利用が望ましい。

また、平角材や集成材等の規格材では県外の材がコスト的に有利な側面をもっているため、非規格材である特注材仕様のほうが地域材の利用の観点からは需要を確保できるものと考えている。

3.7 床組

床組は、枠の内部には足固めが配されるが、これは基礎にアンカーボルトで緊結され、土台としての役割をになう。その他の柱の脚部は、柱勝ちにして土台を基礎に固定として長ほぞ差し込み、通常の土台に柱を長ほぞ込みせん止めで構成する。土台には、ヒノキ、アテ等の耐久性の高い樹種を用いる。大引きは 120 mm 角を 909 mm 間隔で配置し、束で支持する。

また、2階部の床については、梁の上に根太を配して構成することになる。したがって、根太はスパン 909 mm 及び 1818 mm 条件の 2 種類となる。

床荷重は、積載荷重として、根太に 1800 N/m²

スパン 909 mm 条件では、寸法 45 × 54 mm

スパン 1818 mm 条件では、寸法 60 × 105 mm

根太間隔を 303 mm とすると、応力、撓みとも極めて小さく問題はない。

床板には、15mm 厚のスギ板を用いる。スギ板は柔らかいこともあり、一般には床板への適正は高くないとされるが、逆に柔らかい歩行感が好まれるところでもある。

4 使用木材の地域資源・供給状況とその見通し

富山県における木材の素材需要量の状況を図 4-1 に示した。減少傾向にはあるものの 105 万 m³ の需要量を維持している。当県の特殊性として、需要の 96 % が外材、中でも北洋材が 91 % を占めていること、さらには県産材の生産量が極めて小さいこともあげられる。したがって、住宅構造を県産スギを中心として考えるのは、一般的とはいえず、北洋材の利用をある程度前

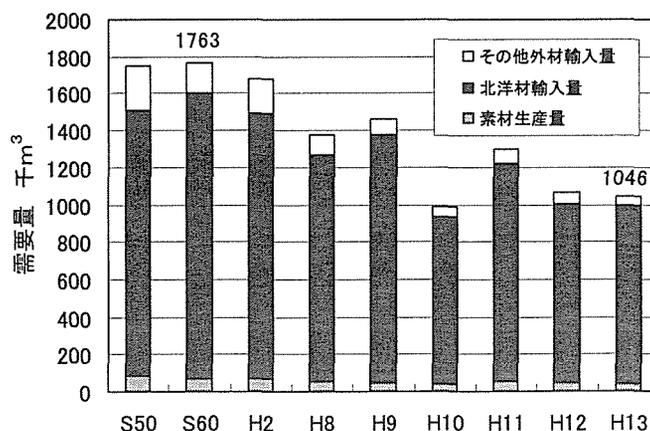


図4-1 木材の素材需要量

提にする必要ある。

図 4-2 は、北洋材輸入における富山県の位置づけであるが、かつては新潟県の輸入量と拮抗していたが、現在では富山県、北海道となっており、絶対量は減少しつつあるものの富山県の北洋材基地としての性格は維持されている。扱い樹種では、アカマツ、エゾマツ、カラマツの順となっており、かつてと全く逆の状況となっている。狂いの少ないアカマツは造作材や小割材として需要を増大させているのに対して、富山県では合板原木としてのカラマツの扱いは無いため、土台材や割材を中心とした需要となり減少傾向にある。一方、

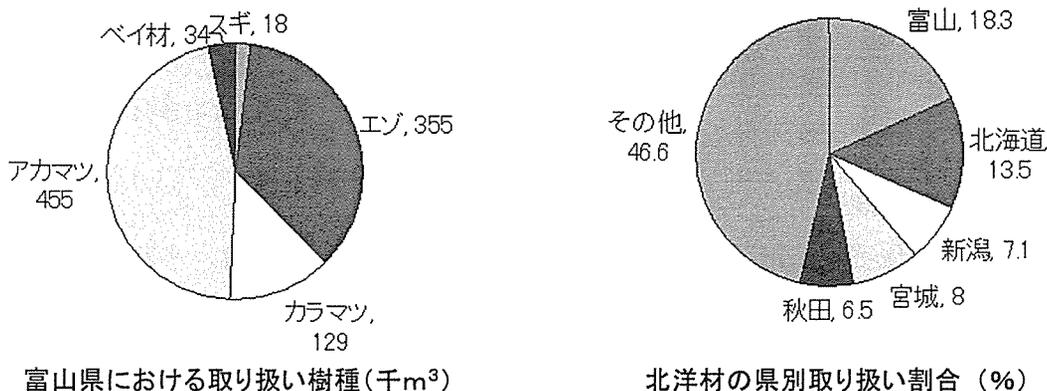


図4-2 富山県の北洋材における位置づけ

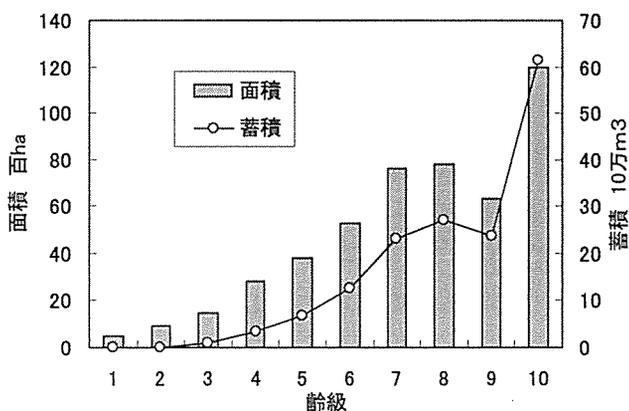


図4-3 県産スギ蓄積

県産スギの生産量は 3 万 m^3 にすぎないものの、図 4-3 に示されるように、現在、10 齢級に達した林分が多く、早急に利用展開を図っていくことが必要な状況である。そのため、行政的にも森林組合の業務構造を造林型から林産型に移行する傾向にあり、図 4-4 にみるように、森林組合の木材取り扱い量は、今後とも出荷量の増加が見込まれる。

県産スギの流通に関しては、主に森林組合連合会の市場に出荷され、地域の都市型製材業に購入され、大工、工務店等に流通することになる。また、県内 8 カ所の森林組合から、直接的に地域の製材工場に入荷され製材される場合も多い。さらには、一部の森林組合では製材機の導入も進んでいることから、直接製材し、地域の大工の要望に応じている場合も認められる。

現在、富山県産材の需要を進めることを目的に、公共事業等への利用にあたって、県産材の認証制度が設けられ、森林組合連合会、森林組合での出荷確認による認証の仕組みが整えられている。今後、行政施策による様々な県産材利用振興における主要な仕組みとなってくるものと考えられる。

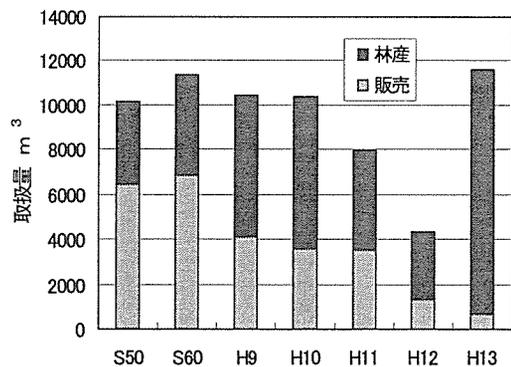


図4-4 森林組合の木材取り扱い量

5 使用木材の地域内における加工・処理方法

今回の地域型住宅で使用される木材に関して、北洋材については、小割材に関して乾燥材での対応は可能と考えられる。カラマツ等の梁材等の利用にあたっては、乾燥材として出荷される体制には至っておらず、要求に応じて製材工場が乾燥を依頼し納入するか、乾燥機を持つ製材工場に依頼することで対応することになる。

スギ材も同様であり、県産材規格品として乾燥材が常時流通している体制とはなっていないため、乾燥機を設置している地域の製材工場に依頼して乾燥材を納入することになる。

しかし、一方で富山県には「富山の木で家を作る会」と呼ばれる組織がたちあがっている。この会は、山林所有者や森林組合と製材業、設計士、大工・工務店が連携した組織であり、住宅建築を希望する施主が、使用される木材を伐採から見学し、住宅の建築まで目に見える形で行おうとするもので、山林所有者と施主を結んだ試みである。この会では、それぞれの連携により、伐採から製材加工、乾燥、施工までの仕組みがなされており、参考、連携できる可能性が高い。

この地域型住宅では、押角や大断面材など、特殊な製材品の利用や高い大工技術が必要であり、現実的には、大工・工務店を通した発注となる小規模注文型の加工・処理システムを取るものと考えられる。

6 多雪多湿地型住宅プランにおける法制上の制約等

当地域では多雪多湿地型の長期耐用住宅として、枠の内という伝統的な工法を現代に適用するための技術を検討した。富山県では、この伝統的な木造建築技術は合理性とコスト性能に優れた全国一律の住宅工法の普及により、衰退が懸念されている。富山県のような低コストで大量のスギ材を供給する体制が未整備の地域で県産材を活用するためには、規格品では対応できないような特殊な寸法、形状の材料を大工技術により特徴のある住宅に展開していくことが適当な方法と考えられる。

このような観点にたち、ここで提案した枠の内工法による住宅を、地域ニーズにあった長期耐用住宅として実現化していくためには、いくつかの法制上の制約を解決していく必要がある。

現在の建築法規では長ほぞ込み栓打ちなどの伝統的接合法は一般規定に含まれていない。これらの接合法を備えた枠の内工法について接合部及び軸組の強度試験の実施と、それらを踏まえた構造計算法の確立により、国土交通大臣の認定及び型式適合認定を取得することにより、繰り返し一般的に建築工事に用いることができる。

特に今回の枠の内工法型住宅では、使用する部材も認定を得るだけの生産体制にない。このため、型式適合認定のみの場合、材料の選択や割れ等の欠点の影響などを深く理解しないで工務店等が活用した場合には、予想外の性能低下を招く危険性も合わせ持つと考えられる。

そのような観点から大工技術と材料性能が一体となった形での型式部材等製造者認定を取得して施工することが重要である。それにより、安全が確保された多様な伝統工法と優れた大工技術が長く継承され、併せて地域材の活用が推進されるものとする。

高知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

高知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

1 高知型住宅のプラン概要

1.1 高知県の地域性

高知県における気候の特徴と、その条件下で蓄積されてきた森林資源量を以下に記す。

1.1.1 気候

高知県の気候は、年間平均気温 17.2℃、湿度 69%、降水量 3101.6mm と、温暖で降水量が多く、多湿な気候である。ここで降水量に着目すると、最大日雨量が 600mm を越える年があるなど、短期間で集中的に雨が降るといった特徴も合わせ持っている。また、毎年 8 月から 9 月に襲来する台風の影響で、平均風速 7.7m/s と大きい風速が確認される。次に平成 14 年の気象データを月別に表すと、6 月から 9 月の夏場が他の月に比べ降水量、気温ともに高くなることが確認できる。過去 5 年間の気象データを表 1-1 に、平成 14 年の、月別気温、降水量データを図 1-1 に示す。

表 1-1 気象データ

	年平均 気温 (°C)	年平均 湿度 (%)	降水量 (mm)			風速 (m/s)	
			年間降水量	最大日雨量	最大時間雨量	年平均風速	最大風速
平成 10 年	18	70	4383	628.5	129.5	7.6	43.5
平成 11 年	17	70	3581	216.5	99.5	7.6	31.5
平成 12 年	17	70	2500	210.5	90.5	7.5	32.5
平成 13 年	17	68	2417	230.0	66.0	7.7	34.5
平成 14 年	17	67	2627	105.5	40.5	7.9	29.6
平均	17.2	69	3101.6	278.2	85.2	7.66	34.32

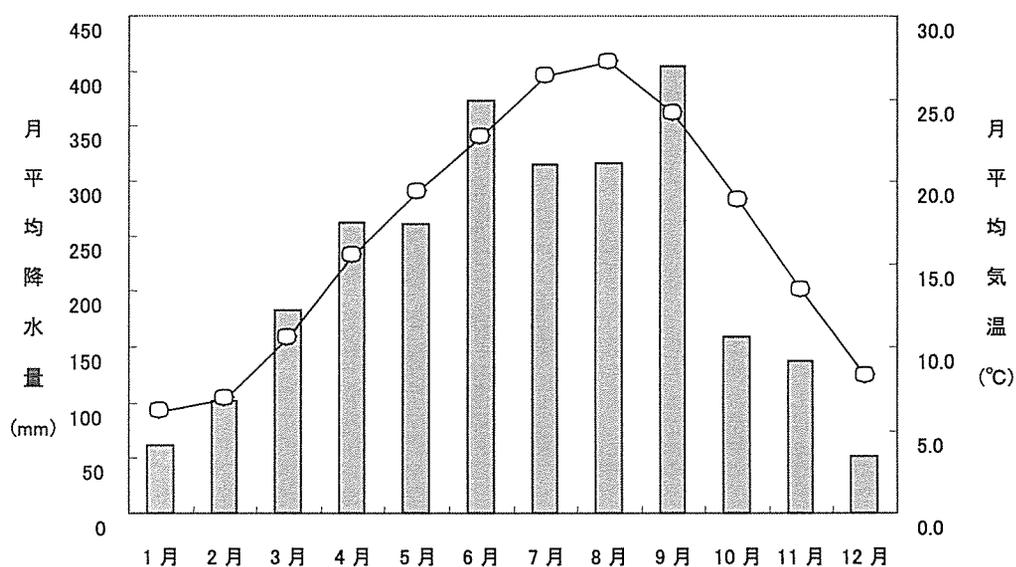


図 1-1 平成 14 年月別データ

1.1.2 森林資源の現況

高知県は県土の大半を山間地が占め、温暖多雨な気候が樹木の生育に適していることから森林が多く、その面積は594,980haで県土の84%を占めており、森林率は全国一位である。

この森林面積は、10年前の時点と比較してもほとんど変わっていない。このうち人工林は戦後以降、国土緑化と資源活用を目的とした植林事業が積極的に進められたことから、面積が388,883haと天然林の206,097haを大きく上回っている。

次に森林蓄積量は、117,809千m³であり、このうち民有人工林は78,370千m³とその67%を占めている。高知県の森林面積を年齢別に見ると、7から9歳級（31から45年生）が多くを占め、森林蓄積が成熟期を迎えていることが確認できる。県土の現況を表1-2に、森林の現況を表1-3に、民有人工林の年齢別森林面積を図1-2に示す。

表 1-2 県土の現況

県土面積 (ha)	森 林 (ha)			耕地 (ha)	その他 (ha)
	国有林	民有林	計		
710,466	126,429	468,551	594,980	29,793	85,763
100%	18%	66%	84%	4%	12%

表 1-3 森林の現況

区 分	総 数			民有林			国有林		
	人工林	天然林等	計	人工林	天然林等	計	人工林	天然林等	計
面積 (ha)	388,883	206,097	594,980	296,881	171,670	468,551	92,002	34,427	126,429
	65%	35%	100%	50%	29%	79%	15%	6%	21%
蓄 積 (千 m ³)	94,129	23,680	117,809	78,370	19,436	97,806	15,759	4,244	20,003
	80%	20%	100%	67%	16%	83%	13%	4%	17%

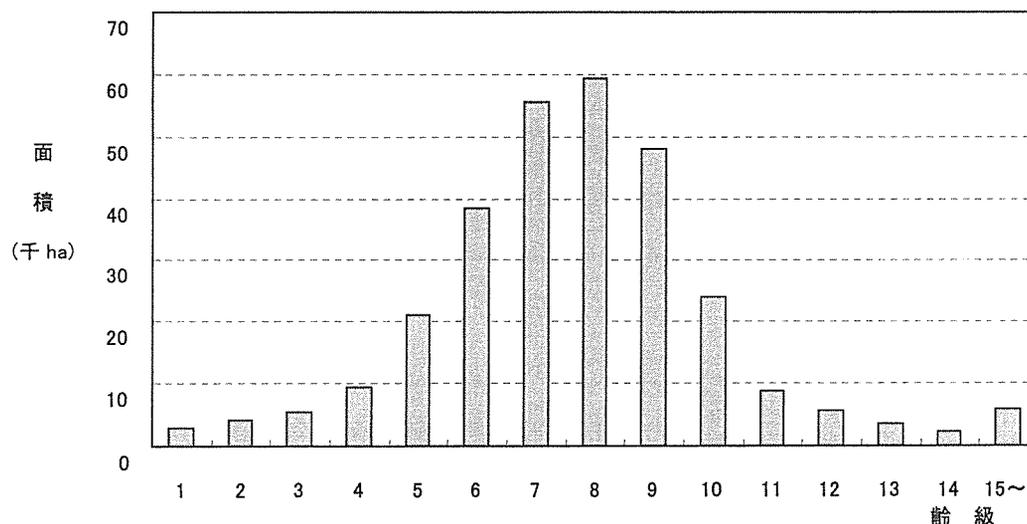


図 1-2 民有人工林の年齢別面積

1.2 プランの考え方

高知県では、地域の気候風土に応じた長期耐用住宅の姿を「木造住宅工事共通仕様書（高知県版）」及び「高知県地域木造住宅基準」によって明確に示している。この仕様書及び基準書の内容は、高知の地域性を考慮して以下に記す5項目から作成されている。

(1) 長持ちする住宅(構造安全性、耐久性、維持管理)

台風、地震などの自然災害に耐えられる工夫や、高温多湿による腐朽・蟻害を抑える工夫を施し、物理的耐久性向上に努める。同時に、住宅の一部が劣化したり破損した場合においても、簡単な補修で対応できる仕様とする。

(2) 長く住める住宅(増改築のしやすさ、飽きない工夫、高齢化対策)

家族構成や生活様式等の変化に対応し、簡単にリフォームができるような機能的融通性に優れた仕様とすることと同時に、流行にとらわれずいつまでも「飽きない」仕様とする。

(3) 高知の気候に対応した住宅(高温多湿、多い雨量、台風)

高知の気候の特徴は、夏季の高い湿度、暴風雨、強い日差し等が挙げられ、夏の気候に主眼をおいた仕様とする。伝統的には、高い床・低い棟・深い軒・高い天井・下見板や塗り込められた大壁の外壁等が挙げられる。

(4) 住み手の健康に配慮した住宅(有害化学物質排除、ダニ・カビ排除、天然素材の活用)

内装材料の選択には、人体に有害な物質が含まれない又は含有率の低いものを選択する。また、ダニ、カビの繁殖を抑えるために確実な断熱、防湿、換気ができる仕様とする。

(5) 地球環境にやさしい住宅(省エネルギー、リサイクル、地場産材の活用)

断熱性能を高め、夏冬の冷暖房にかかるエネルギー使用を抑えたり、なるべく冷暖房に頼らずに生活できるよう通風や日当たりを考えた間取りにする。同時に将来の家屋解体を考慮し、解体時の分別や再資源化が可能な仕様とする。また、高知の地域材（スギ、ヒノキ）等の木材、土佐漆喰、土佐和紙をはじめとする地場の建材を利用することによって、地域における経済効果、伝統文化の継承に寄与することとする。

このような動向のなかで、平成 15 年には、高知県住宅供給公社主催で高知県地域木造住宅基準を備えることを条件とした、設計コンペ「高知型長寿命木造住宅提案」が行われ、最優秀作品が現在モデル住宅として建築中である。本報告書では、現在建築中のモデル住宅を「高知型長期耐用住宅」と位置付け、高知県住宅供給公社並びに、この住宅を設計した設計事務所の協力を得ながら、高知の地域性に対応する工夫点から地場産建築材料の利用状況に至るまでを報告する。

1.2.1 気候への対応

高知県の気候は、先に述べたとおり年間を通じて比較的温暖な気候であるが、夏季に関しては、梅雨前線や台風襲来の影響で集中豪雨、強い風、高湿度の状態が続き、晴れ間には射るような強い日差しに曝されるなど、木造住宅にとって非常に劣悪な条件下となる。

この気候条件に対して、伝統的には、床下の通気に配慮した高い床高、蒸し暑さを避けるための高い天井、強風に配慮した低い棟、豪雨に配慮した深い軒、漆喰または、下見板

張りの大壁による外壁造りなど、夏季の気候条件に主眼を置いた家造りが行われてきた。

今回の設計プランについても、夏を旨とした家造りを基本として考え以下に記す3項目について、工夫を施している。

(1) 豪雨、台風への対応

雨漏りを起こりにくくすることや、風当たりを和らげる効果を目的として、屋根形状は単純な切妻屋根とし、屋根勾配は4.5（平屋部分）、5.0（二階建部分）寸勾配としている。また、外壁は土佐漆喰塗り（一部スギ板張り）の大壁とし、水切りとしてガルバリウム鋼板を施している。雨からの外壁保護と夏季の遮光を目的として軒の出を1000mm、ケラバの出を910mm（平屋部分）、600mm（二階建部分）と深く設けている。図1-3に平屋建て部分の軒・ケラバの出、図1-4に二階建て部分の軒・ケラバの出を示す。

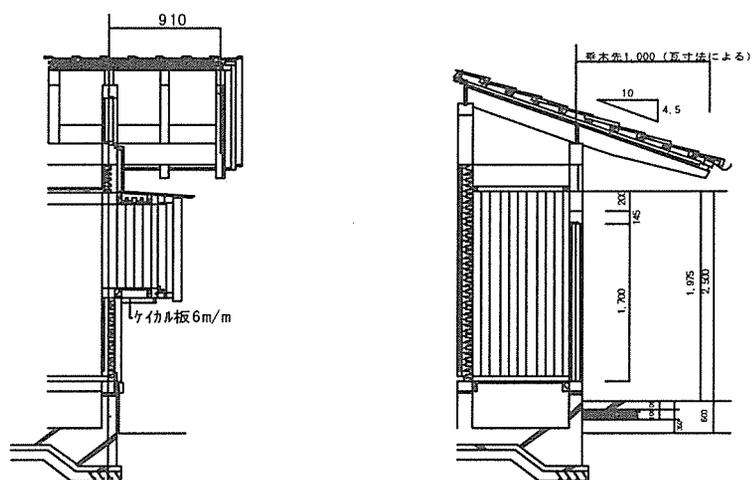


図 1-3 平屋建て部分の軒・ケラバの出

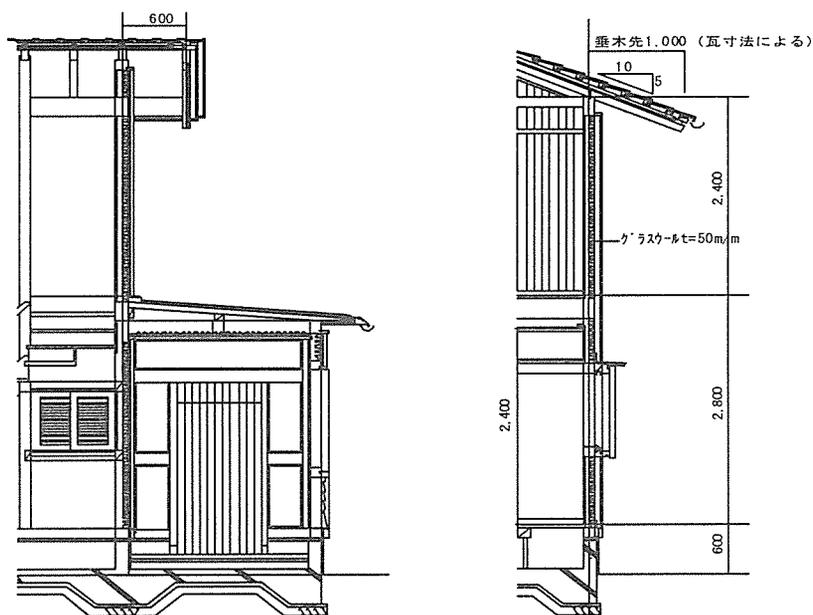


図 1-4 二階建て部分の軒・ケラバの出

(2) 高湿度への対応

平成13年度の本事業で行った「住宅の劣化度調査」の結果によって住宅の床下は、他の空間（1階部分、2階部分、屋根裏部分）と比較して、外気の影響を受けやすく湿気のコもりやすい空間であることが確認されている。このことから考えても、床下に対する防湿の工夫は、住宅の防湿を考えるうえで基本となるものである。今回の設計プランでは、床下の防湿、防蟻効果を狙って、基礎構造は厚さ150mmのベタ基礎とし防湿シートを併用している。また、通風効果を期待して床高さを600mmと、高く設けている。また、住宅外部への換気については、基礎パッキンを用いることで対応している。基礎の詳細図を図1-5に示す。

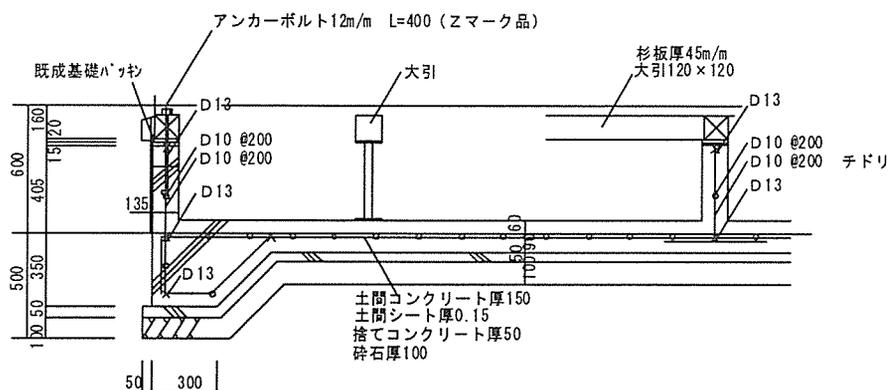


図 1-5 基礎詳細図

(3) 強い日差しへの対応

軒の出を1000mmと深く設けることと、南・東面に落葉樹を配置することで夏季の遮光性に対する工夫としている。また、高知の気候においては夏季の輻射熱も軽んずることはできず、これに対応するために住宅南面に木製テラスを計画している。図1-6に平面図を示す。

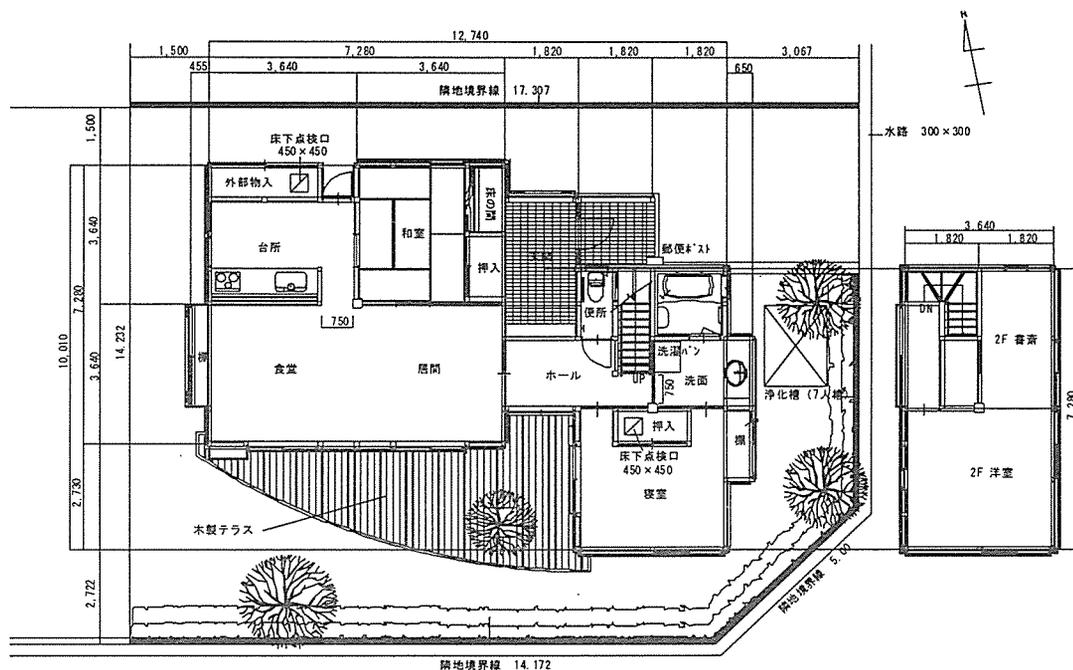


図 1-6 平面図

1.2.2 健康、地域環境への配慮

(1) 健康への配慮

内装に使用する建築材料・建具について基本的にホルムアルデヒド発散規制対象外の材料及びF☆☆☆☆以上を使用する計画となっている。床張、天井仕上げにはスギ無垢板を用い、壁については居間・食堂・台所・脱衣所・便所を土佐漆喰仕上げとし、玄関・和室・寝室を土佐和紙貼の仕上げとしている。表 1-4 に仕上げ表を示す。

(2) 地域環境への配慮

今回の住宅建築に用いる木材は、階段にヒノキ積層材を用いる以外全て県産スギ材を利用している。構造材の断面寸法については、高知県の森林蓄積状況を考慮したうえで、現在最も蓄積量が多く、利用の急がれている7から9齢級（31から45年生）より採材可能な寸法を多く採用している。

1.2.3 維持管理への対応

維持管理への工夫としては、床下への点検口を寝室の押入内と台所外部の物入れ内に計2箇所設けることで床下への進入を容易にする工夫がなされている（図 1-6 平面図参照）。雨露に曝される外壁については、修繕時を考慮して、適切な水切りや見切りを設けることで面の小区画化を図る工夫が施されている。また、外部で直接雨露に曝される箇所に使用される木材については、すべて防腐材を加圧注入処理したものを使用している。図 1-7 に南立面図を示す。

1.2.4 生活変化への対応

住宅の長寿命化を考えるうえで、耐用年数の目処を立てることは重要な要素の一つである。平成13年度の本事業で行った「ユーザーの意向調査」では、耐用年数を60年と考える意見が最も多く、これは「自分の子供の代までは住宅を健全なまま保ちたい」という考えの現れだと解釈することができる。このような意見を考慮しつつ、木造住宅の長寿命化を目指す場合、子供の誕生、成長、独立、老後の生活など「住まう人」の考えや生活変化へ自由に対応できる工夫が、外的要因による物理的劣化に対抗する工夫を施すことと同様に重要な項目であると考えている。今回の提案住宅の平面設計計画では、平屋・二階建て部分ともに、住宅の中心部分に240mm×240mmの通柱を設け、それを中心に各部屋を配置する田の字プラン（図 1-6 参照）とすることで、住まい手の現状に応じた自由な間取りの組み合わせが、可能になっている。また、将来的なリフォーム時においても構造躯体を痛めることなく作業が可能となる。他に細かな工夫点としては、取り外しが可能な建具を用いることで状況に応じて部屋を広く使うことが可能となっている。

表 1-4 仕上げ表

外部仕上表			建設設備																	
場所	記	仕 上																		
屋根	A	日本瓦	電気設備	・照明器具・電灯コンセント・エアコンコンセント																
	B	銅版 t=0.35mm		・電話配管設備・インターホン・TV 受信設備																
				・換気設備(トイレ、台所、浴室)																
外壁	C	土佐漆喰(白)	給排水施設	・洋風洗面便器・洗面器・洗濯機用水洗・排水設備・洗濯パン																
	D	スギ下見押縁付(W=120)		・UB・台所混合洗・ガス給湯器・浄化槽																
軒裏	E	化粧野地板見出し(スギ厚板 15m/m W=90)	その他	・郵便ポスト																
	F	ケイカル板 厚 6mm 目透貼																		
根回り	G	塗装合板コンクリート打放																		
ポーチ床	H	焼過煉瓦敷込																		
テラス床	I	木製デッキ																		
内部仕上表 建築材料(接着剤・塗料・積層材を含む)・建具はホルムアルデヒド発散規制対象外の材料及びF☆☆☆☆以上の材料を使用する																				
場所	記号	仕 上	1 階											2 階						
			玄関	居間	食堂	台所	和室	押入	寝室	洗面	便所	浴室	床間	ホール	洋室	書斎	押入	廊下	階段	
床	1	焼過煉瓦	1																	
	2																			
	3	スギ板 30×90	3	3	3	3			3	3	3		3	3	3		3			
	4	畳敷厚 55mm					4						4							
	5	コンパネ厚 12mm						5									5			
	6	ヒノキ積層材																	6	
	7	ケヤキ合板貼り											7							
	31	樹脂パネル型枠コンクリート打放し	31																	
巾木	32	ヒノキ H=80mm	32	32	32	32			32	32	32		32	32	32		32			
	33	畳寄					33													
	34	雑巾入り						34					34				34			
	35	サラ桁:ヒノキ積層材 30、60mm																35		
壁	51	150 角タイル貼り				51														
	52	スギ厚板 9mm				52		52					52			52				
	53	土佐漆喰塗り		53	53	53														
	54	スギ厚板 12mm							54	54			54							
	55	土佐和紙貼り	55				55		55		55		55	55	55		55	55		
天井	71	ベツケンクロス貼り	71			71	71		71				71							
	72	スギ厚板 12mm						72		72	72									
	73	土佐和紙貼り										73								
	74	スギ板 25×120						74								74				
	75	化粧野地板見出し(スギ厚板 15m/m)		75	75								75	75		75	75			

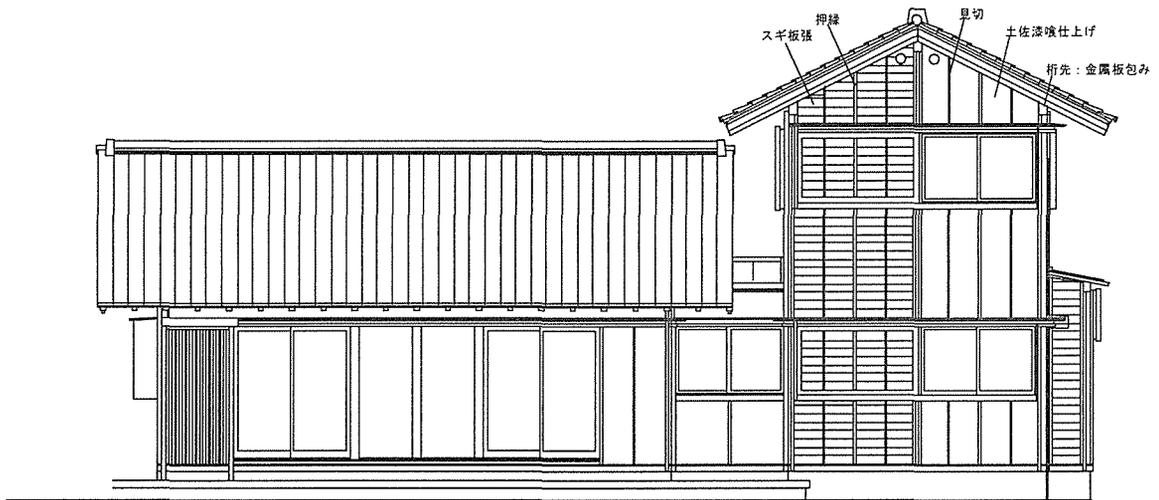


図 1-7 南立面図

1.3 平面・構造計画

住宅の建築状況について、写真 1-1 から写真 1-7 に示す。

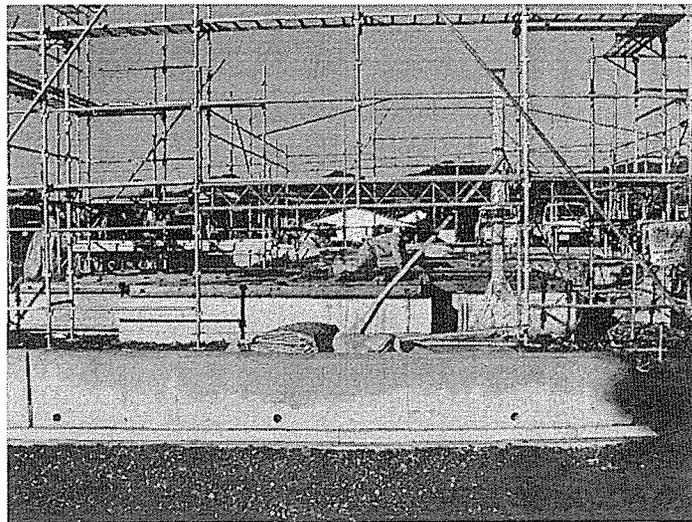


写真 1-1 土台施工状況

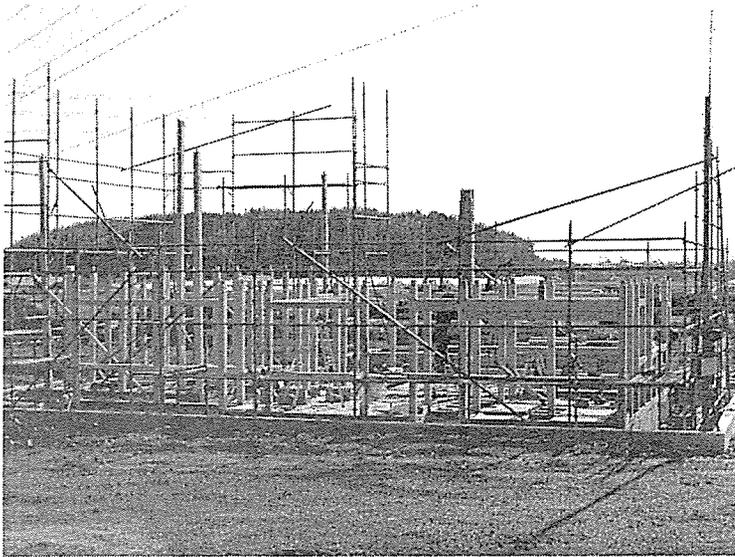


写真 1-2 建方状況

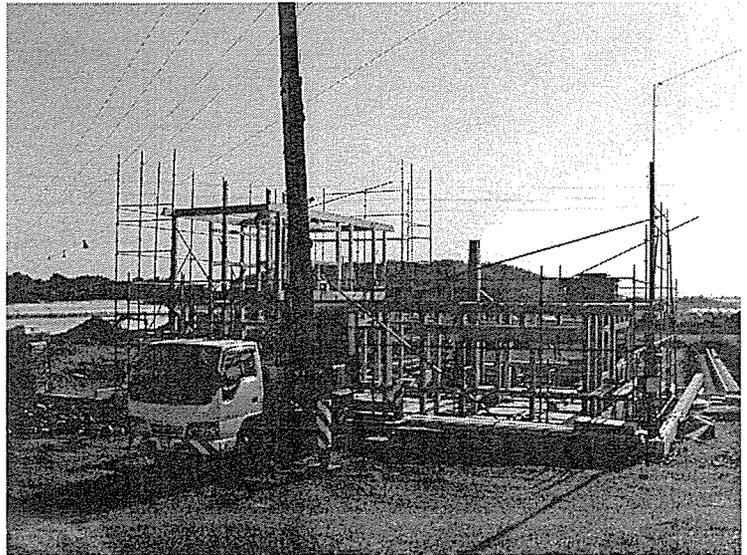


写真 1-3 建方状況



写真 1-4 建方状況

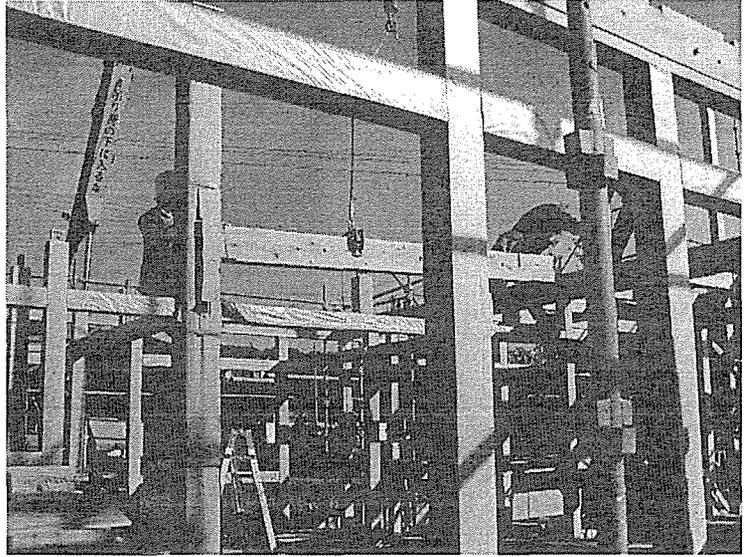


写真 1-5 横架材の架設状況

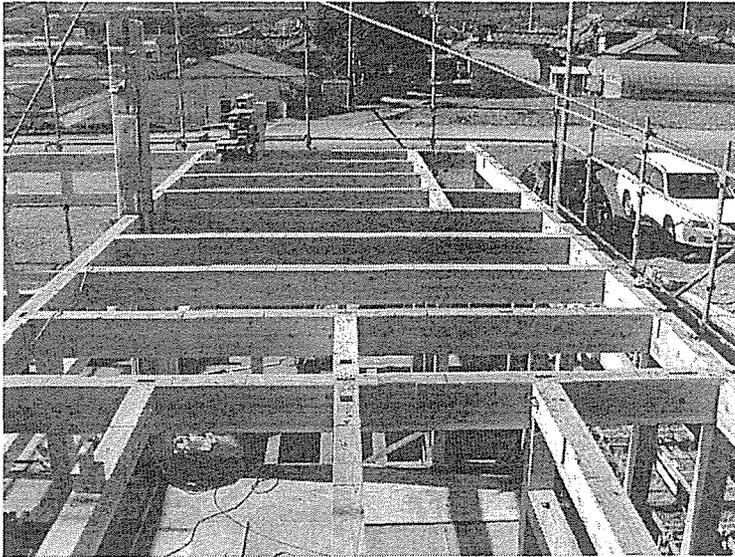


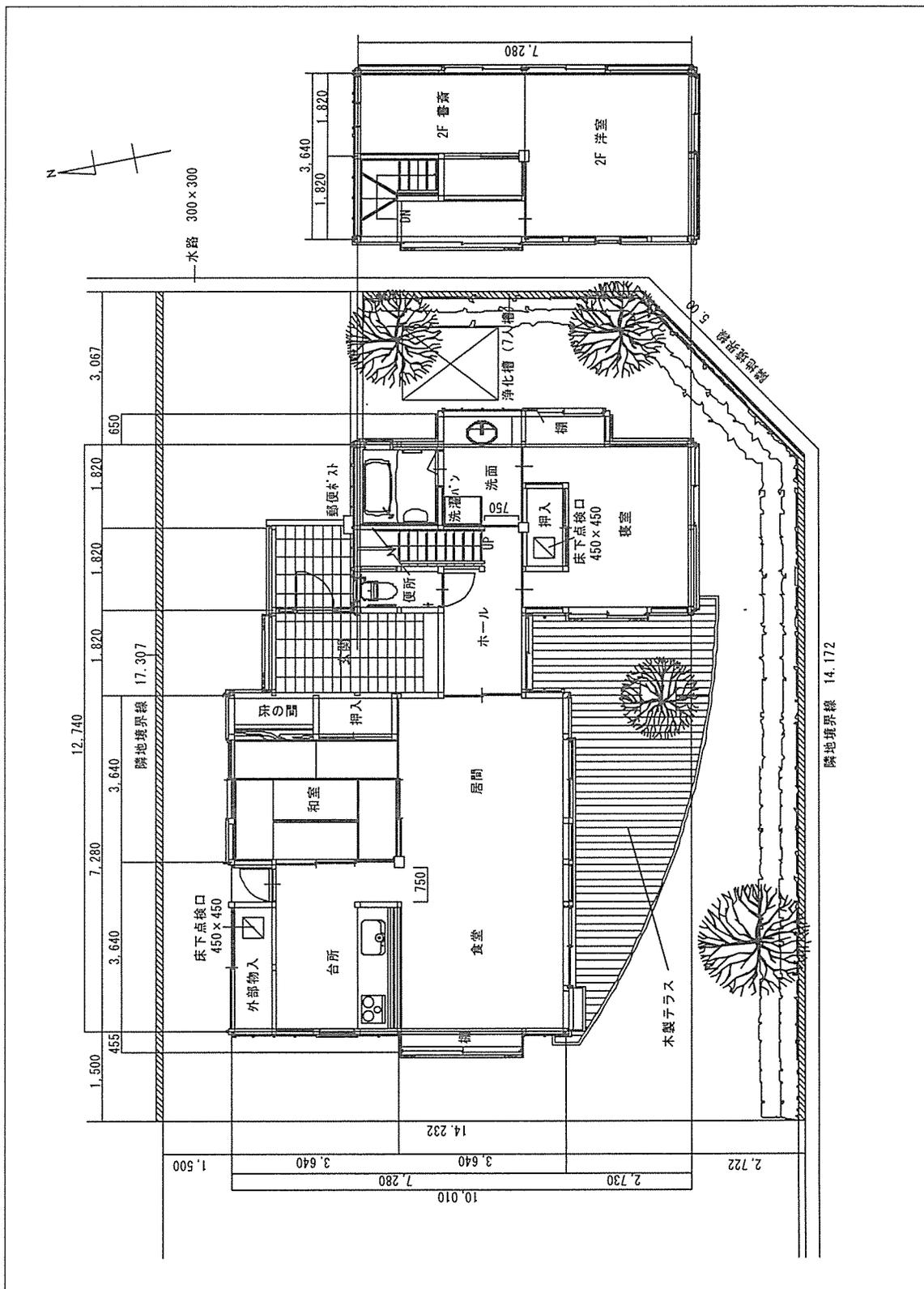
写真 1-6 横架材の架設状況



写真 1-7 垂木・登梁の架設状況

1.3.1 平面計画

平面図を図 1-8 に示す。



図面平 8-1 図

1.3.2 立面計画

(1) 北立面図

北立面図を図 1-9 に示す。

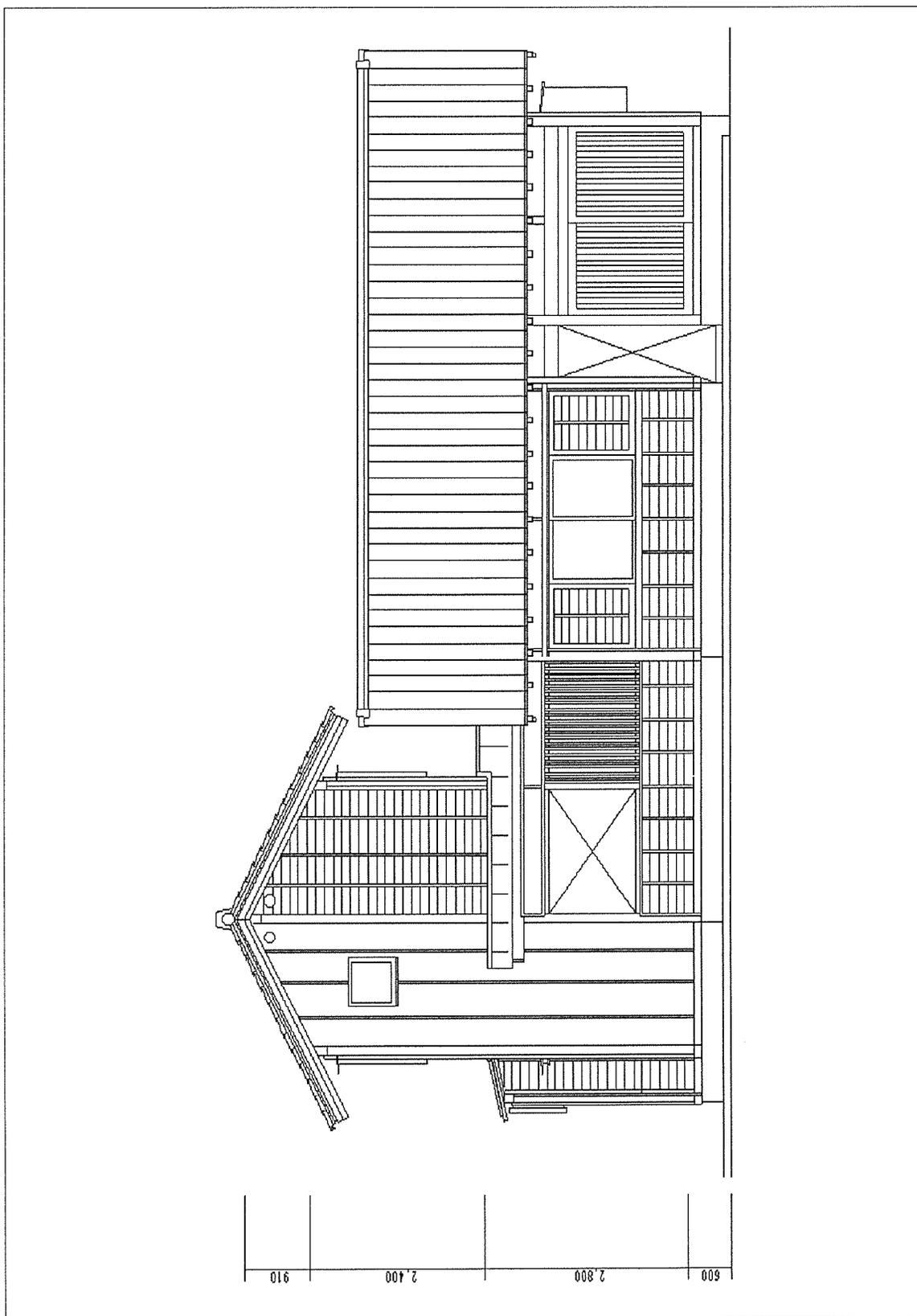


図 1-9 北立面図

(2) 南立面図

南立面図を図 1-10 に示す。

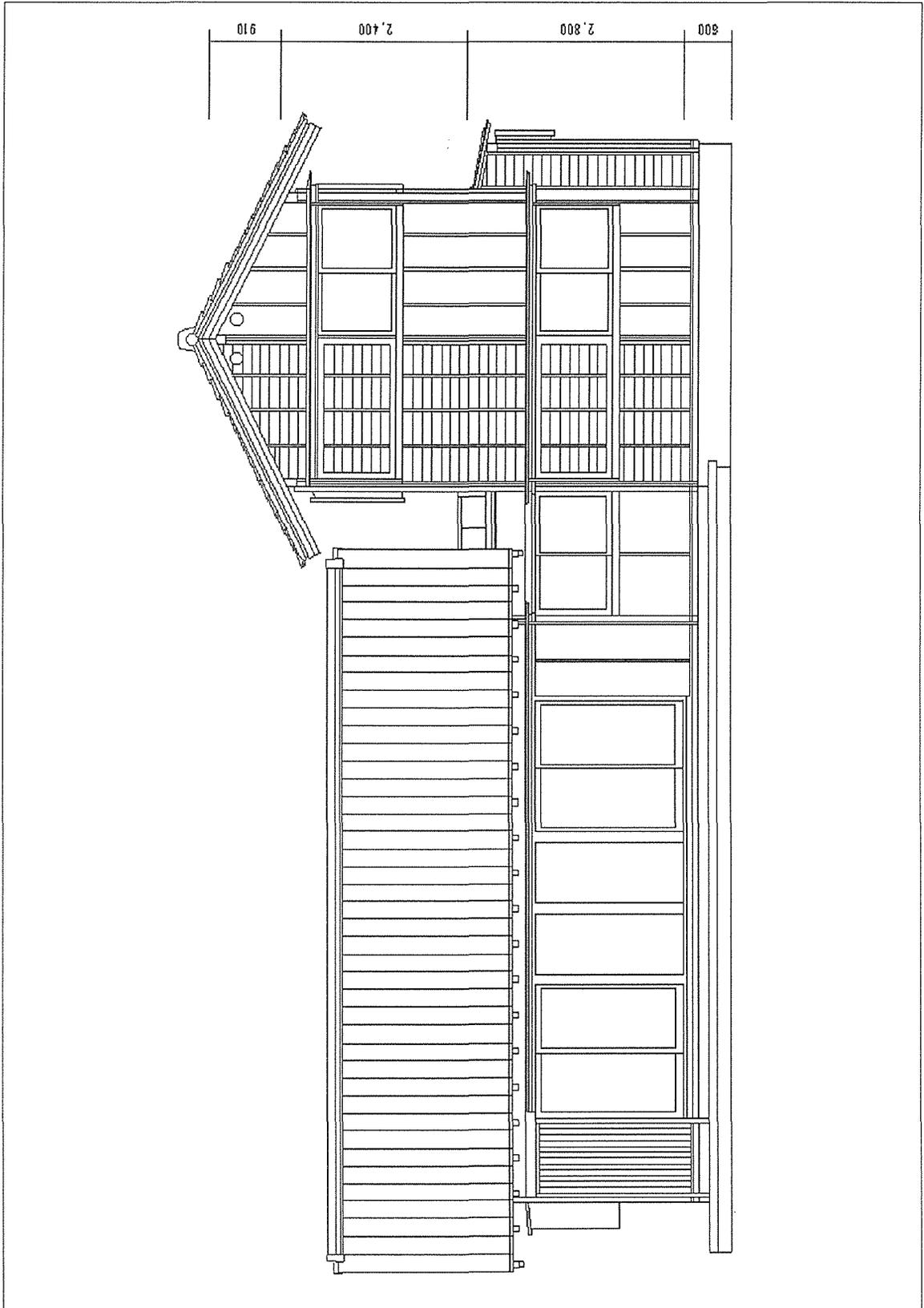


図 1-10 南立面図

(3) 東立面図

東立面図を図 1-11 に示す。

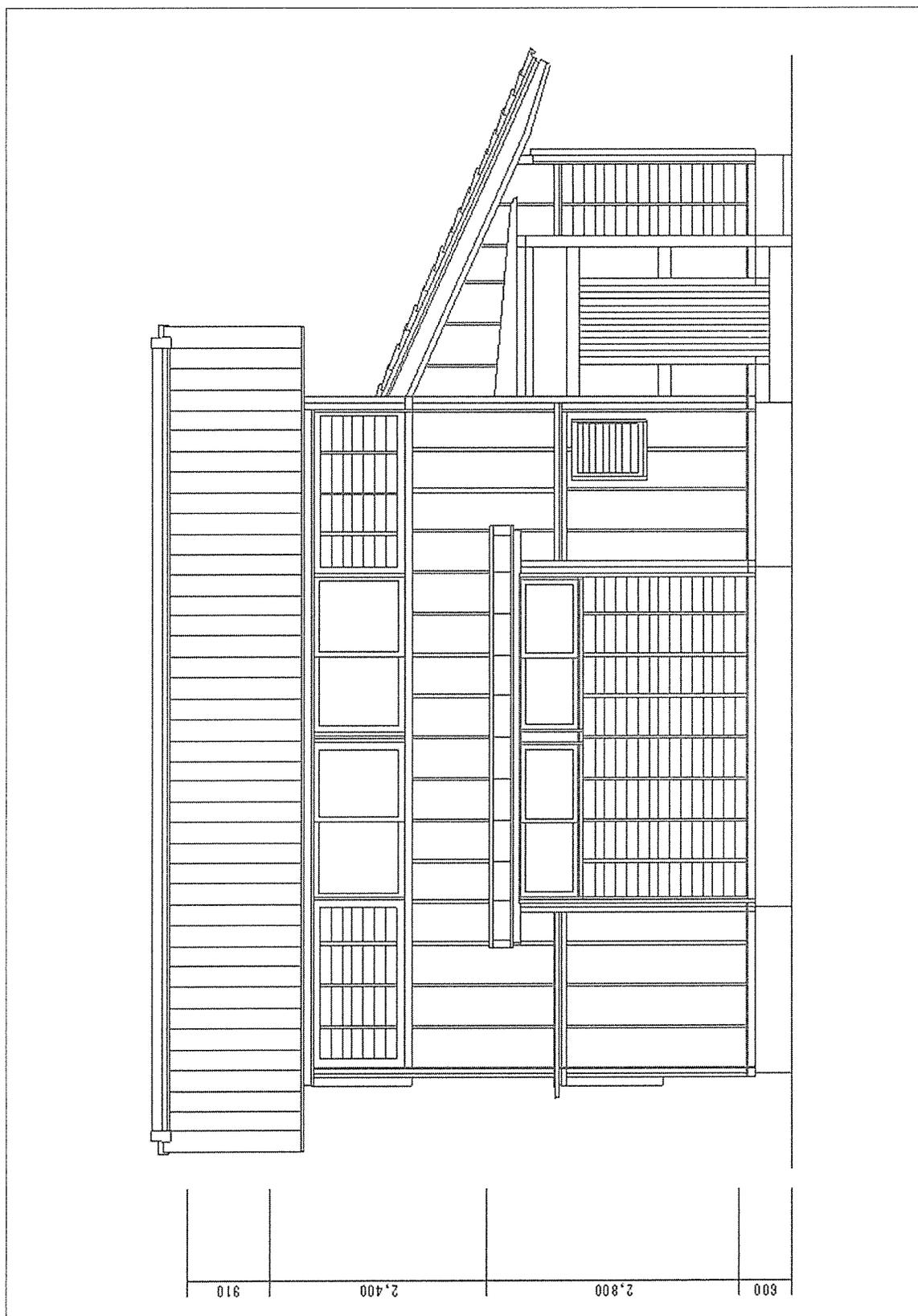


図 1-11 東立面図

(4) 西立面図

西立面図を図 1-12 に示す。

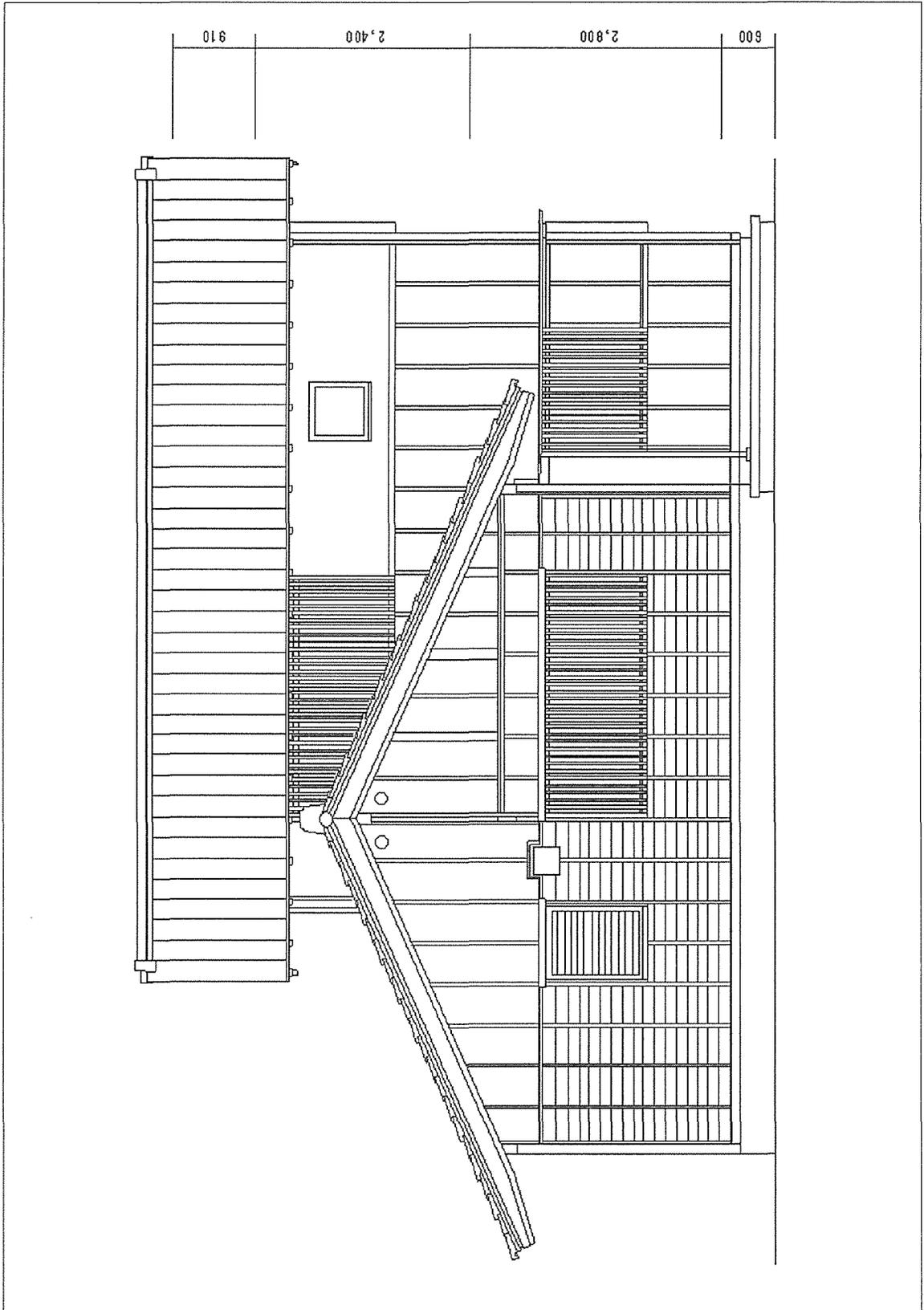


図 1-12 西立面図

1.3.3 構造計画

(1) 耐力壁の配置

耐力壁には、断面寸法 45×90mm の筋かいを用いている。耐力壁の配置図を図 1-13 に示す。

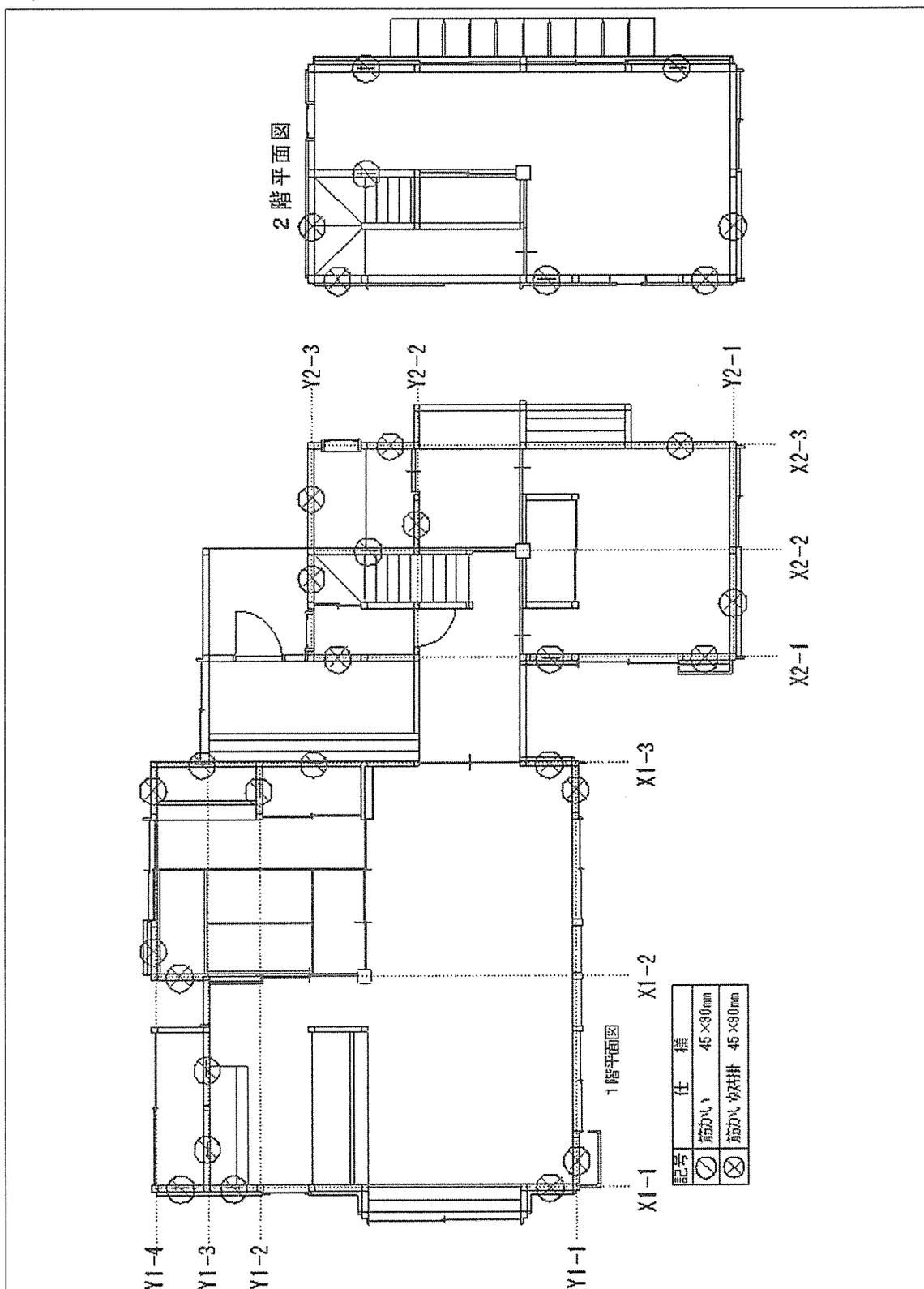


図 1-13 耐力壁の配置

(2) 柱脚部の接合

耐力壁の取り付け柱の接合方法について図 1-14 から図 1-26 に示す。また、使用接合具について表 1-5 に示す。

表 1-5 使用接合具一覧表

仕口	使用接合具
い	短ほぞ差し又はかすがい打ち
ろ	長ほぞ差し込み栓打ち又はかど金物(CP・L) ZN65-5
は	かど金物(CP・L) ZN65-5 又は山形プレート(VP) ZN90-8
に	羽子板ホルト(M12)又は短冊金物(M12)
ほ	羽子板ホルト(M12+ZS50)又は短冊金物(M12+ZS50)
へ	ホルダウン金物(HD-B10 HD-N10 S-HD10)
と	ホルダウン金物(HD-B15 HD-N15 S-HD15)
ち	ホルダウン金物(HD-B20 HD-N20 S-HD20)
り	ホルダウン金物(HD-B25 HD-N25 S-HD25)
ぬ	ホルダウン金物(HD-B15 HD-N15 S-HD15) を 2 枚

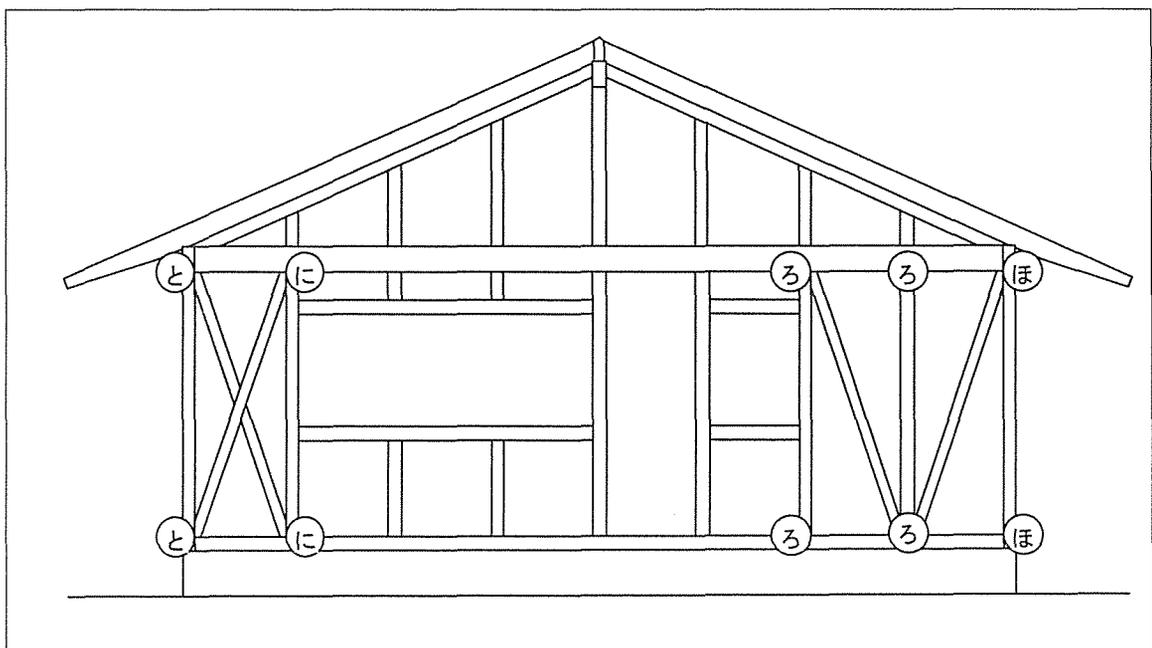


図 1-14 X1-1 通り断面図

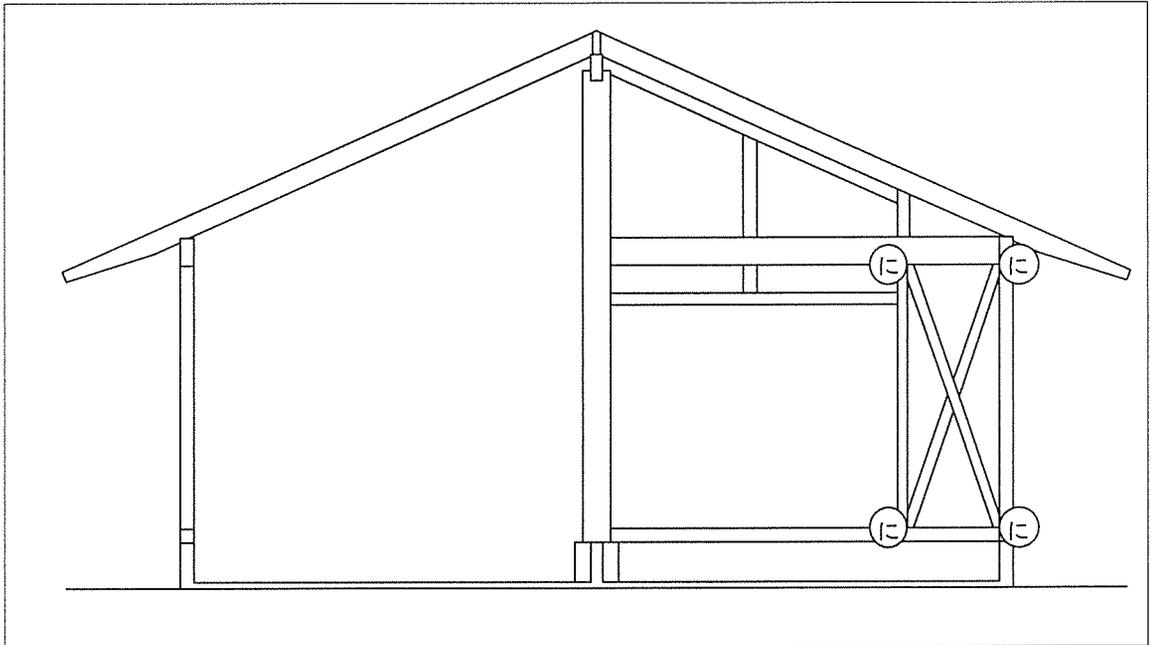


図 1-15 X1-2 通り断面図

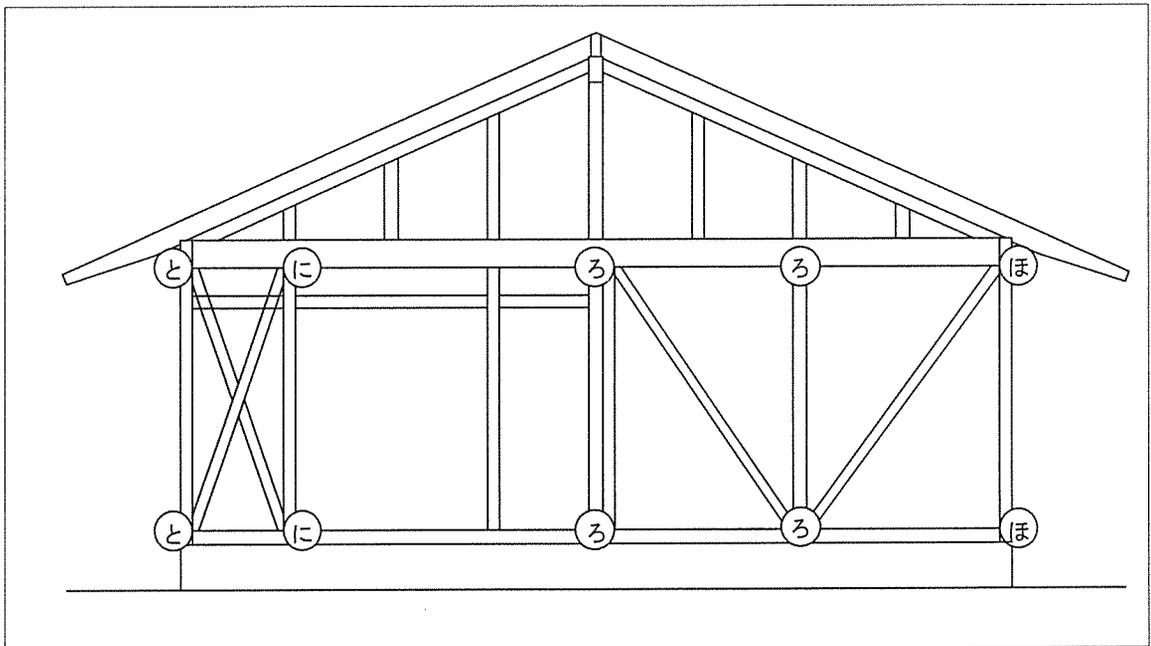


図 1-16 X1-3 通り断面図

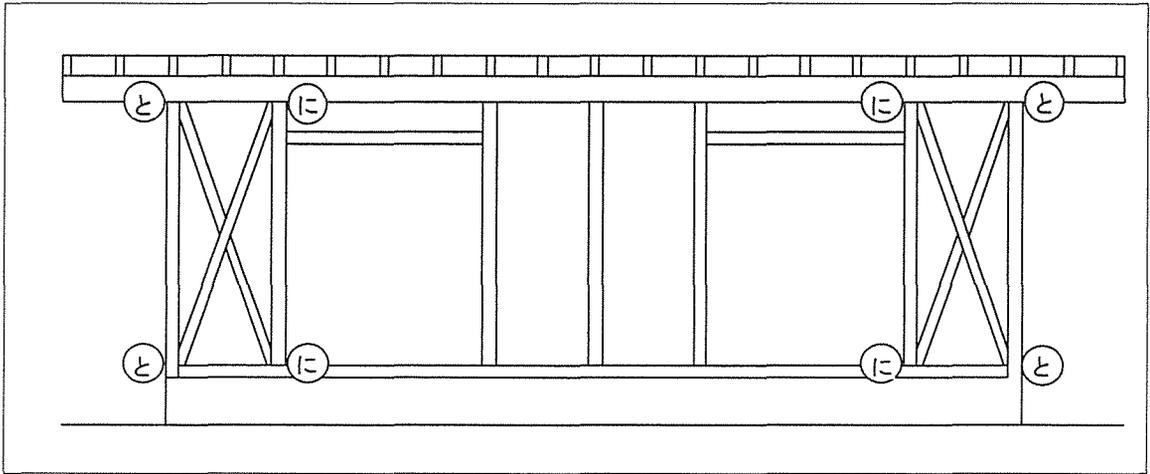


図 1-17 Y1-1 通り断面図

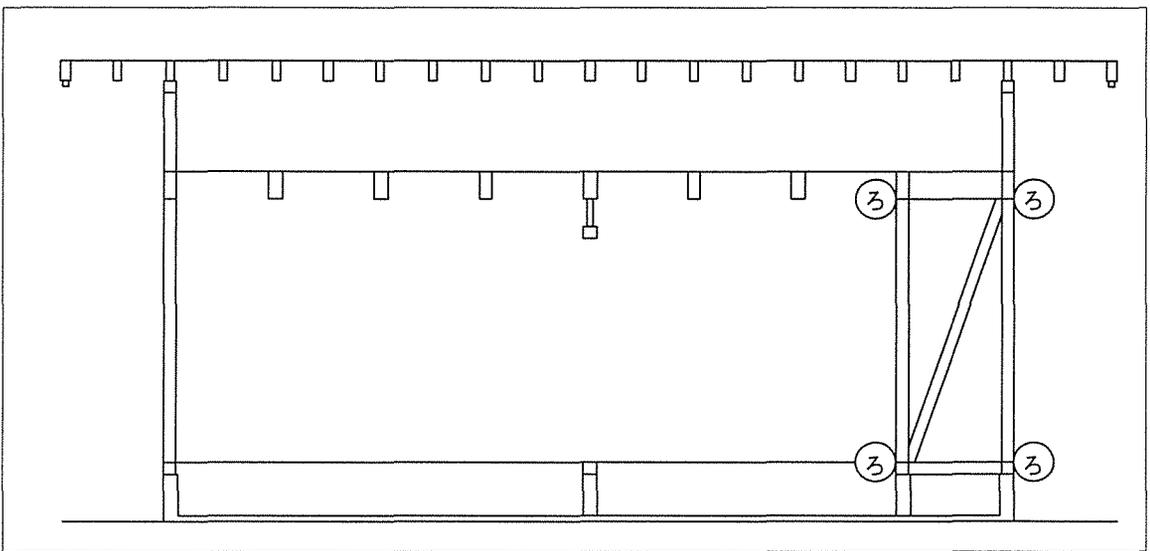


図 1-18 Y1-2 通り断面図

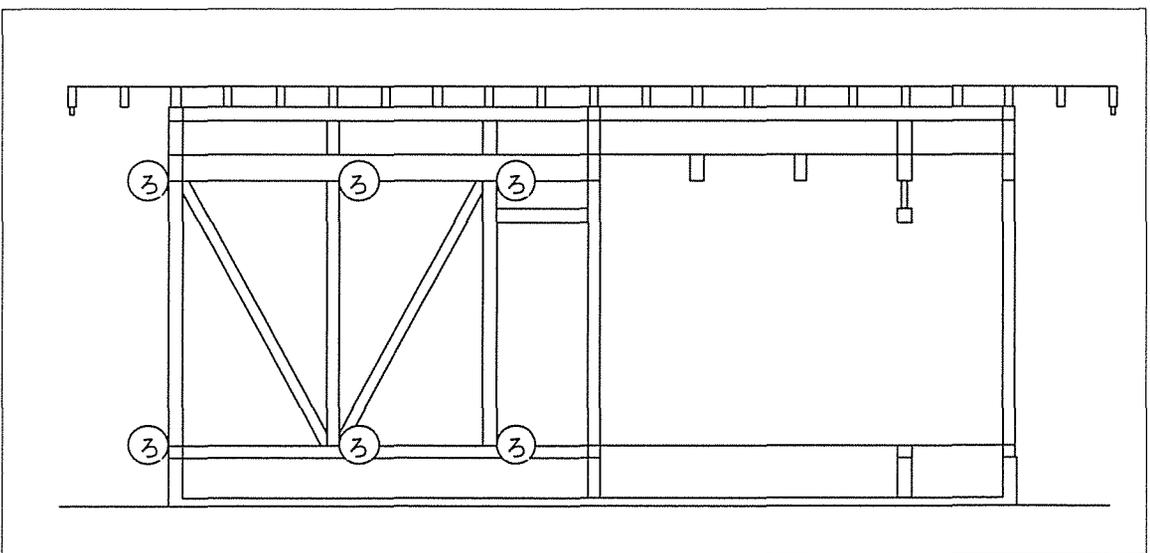


図 1-19 Y1-3 通り断面図

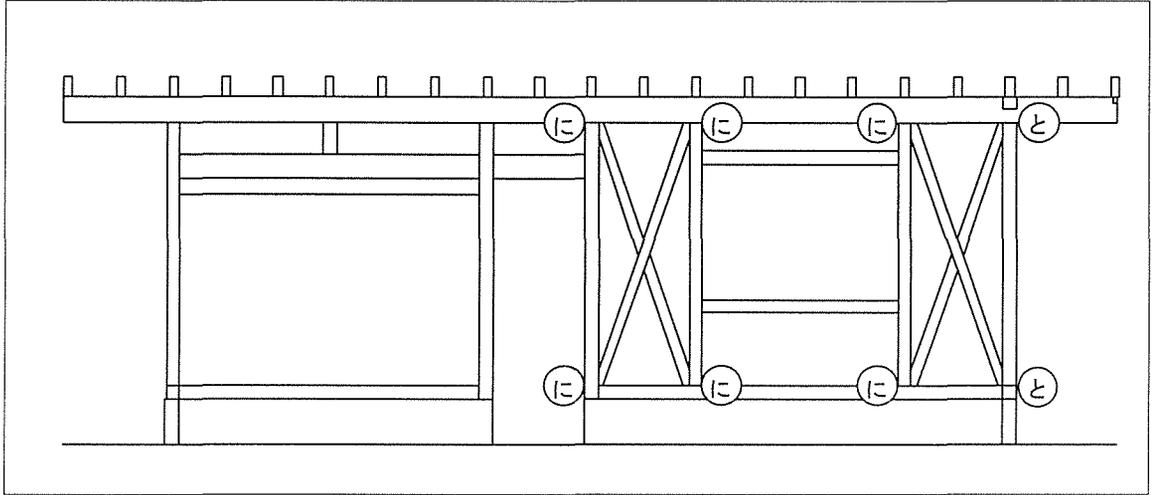


図 1-20 Y1-4 通り断面図

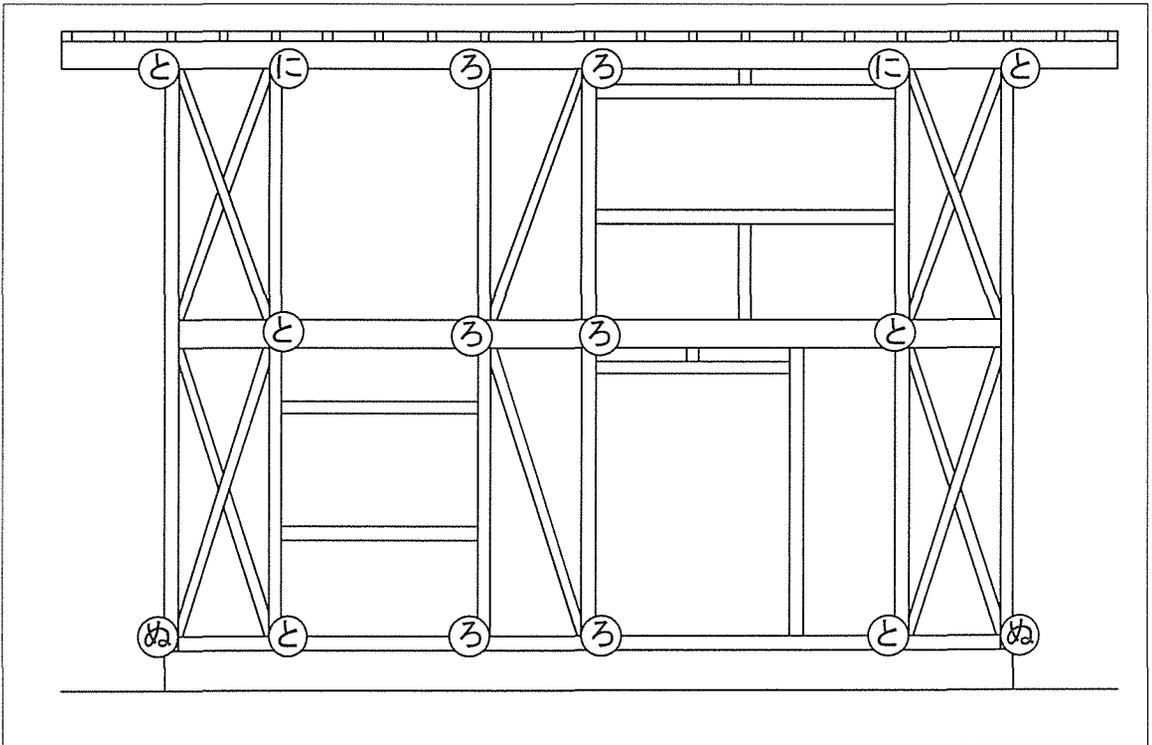


図 1-21 X2-1 通り断面図

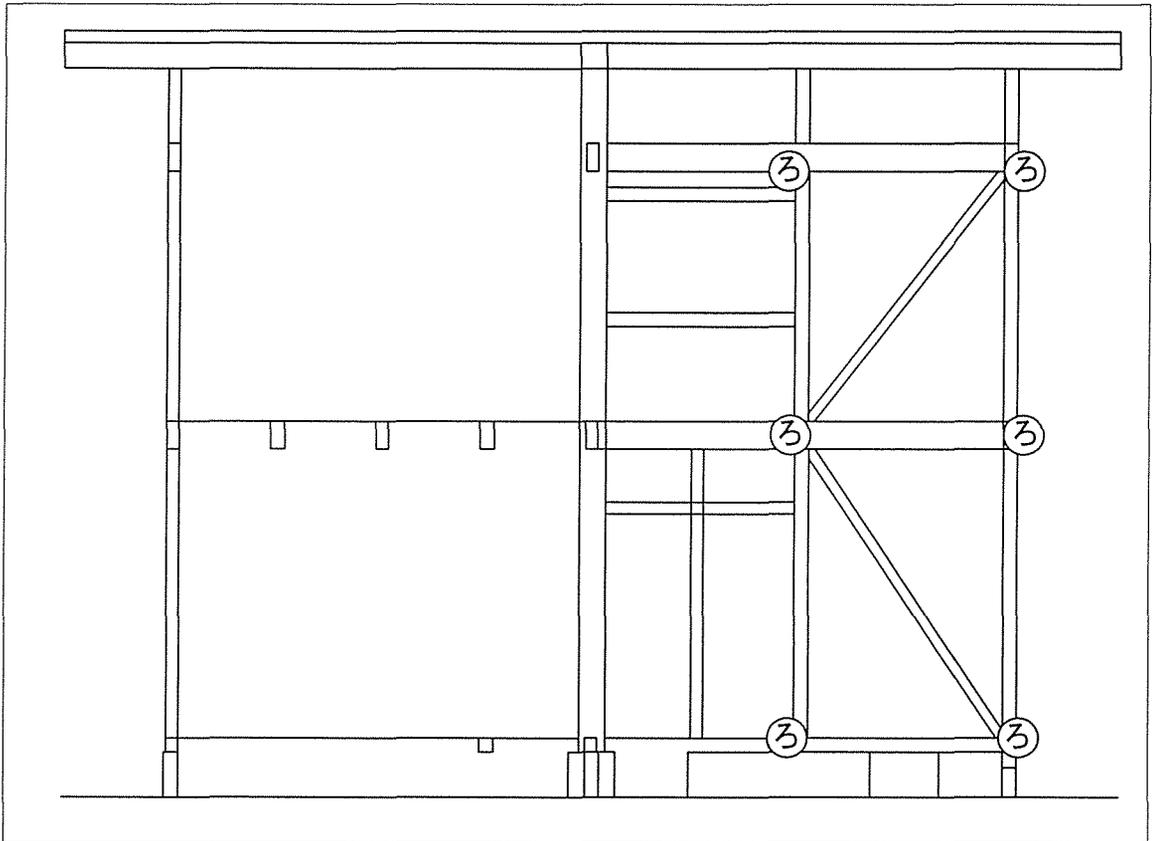


図 1-22 X2-2 通り断面図

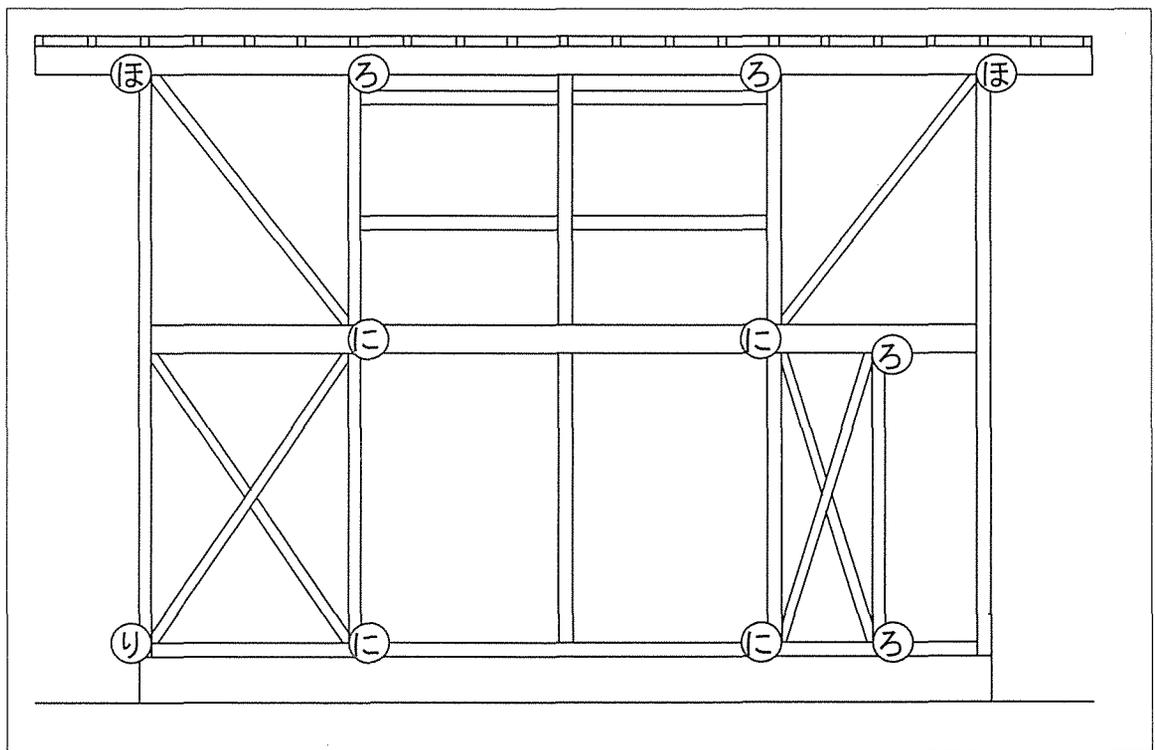


図 1-23 X2-3 通り断面図

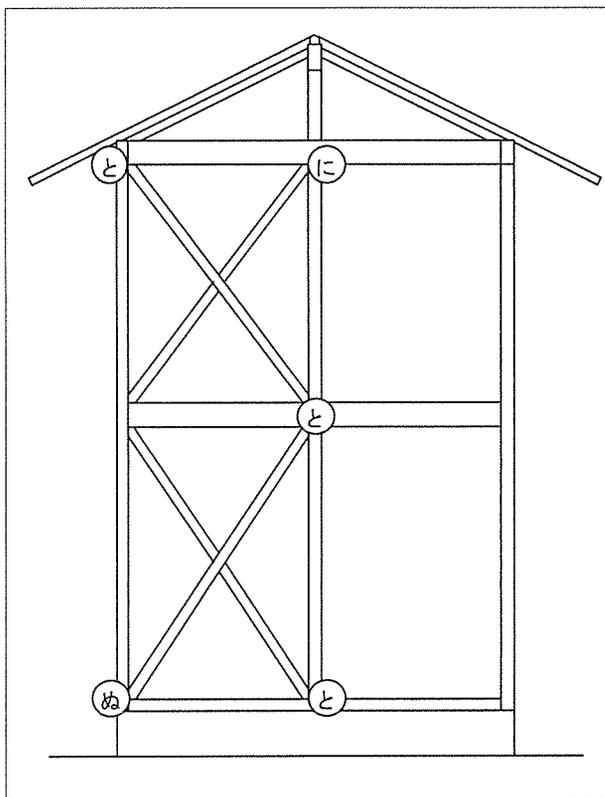


図 1-24 Y2-1 通り断面図

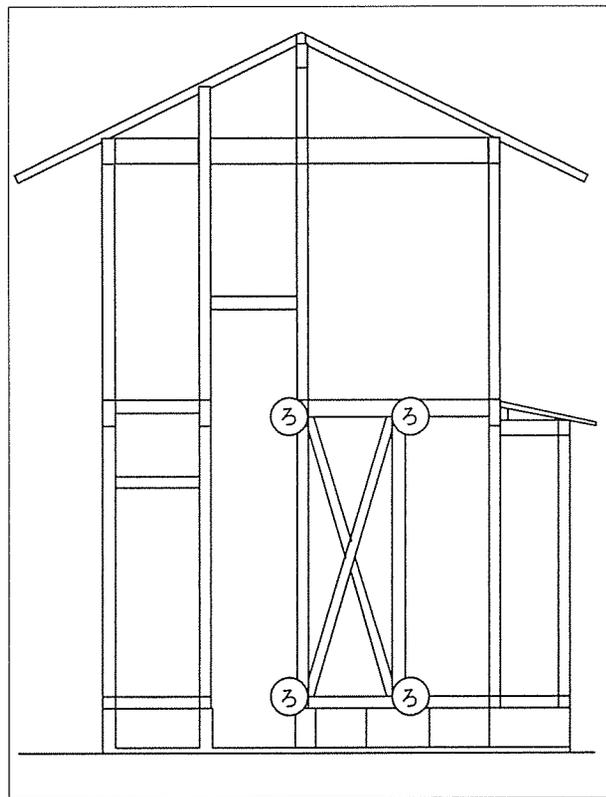


図 1-25 Y2-2 通り断面図

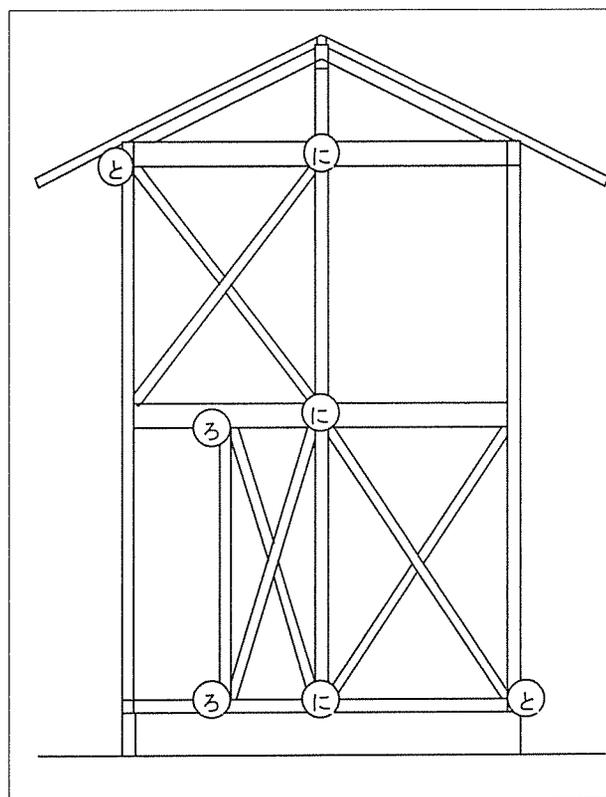


図 1-26 Y2-3 通り断面図

2 部材別の木材仕様

今回の住宅建築に用いる木材は、主要部材全てにおいて県産スギ材を利用している。木材の使用状況を使用箇所別で以下に記す。

2.1 床組構成部材

床を構成する主要な部材の一覧表を表 2-1 に、土台伏図を図 2-1 に示す。

表 2-1 床主要部材一覧表

樹種	処 理	製材寸法					仕上がり寸法		数量 (本)	数量 (m ³)
		品 名	品等	長 (m)	厚 (mm)	巾 (mm)	厚 (mm)	巾 (mm)		
杉	防腐処理	土台	特一	4	130	130	120	120	26	1.50
〃	〃	〃	〃	3	130	130	120	120	2	0.09
〃	〃	〃	〃	1	130	130	120	120	10	0.14
〃	〃	火打土台	〃	1	100	100	90	90	20	0.16
〃	人工乾燥	火 打 梁	〃	1	135	135	120	120	15	0.22
〃	〃	〃	〃	1	120	160	120	150	3	0.05
〃	〃	〃	〃	3	120	160	120	150	2	0.11
〃	防腐処理	大 引	〃	4	130	130	120	120	18	1.04
〃	〃	〃	〃	3	130	130	120	120	3	0.13
〃	〃	〃	〃	2	130	130	120	120	2	0.06
〃	〃	〃	〃	1	130	130	120	120	1	0.01
〃	人工乾燥	床 板	〃	4	35	110	35	110	180	2.77
〃	〃	〃	〃	3	35	110	35	110	150	1.73
〃	〃	〃	〃	2	35	110	35	110	140	1.08
〃	〃	〃	〃	4	45	110	45	110	80	1.58
〃	〃	〃	〃	3	45	110	45	110	20	0.30
〃	〃	〃	〃	1	30	140	30	140	30	0.13
〃	〃	〃	〃	4	30	140	30	140	60	1.01
〃	〃	〃	〃	3	15	95	15	95	40	0.17
〃	〃	〃	〃	2	15	95	15	95	300	0.86

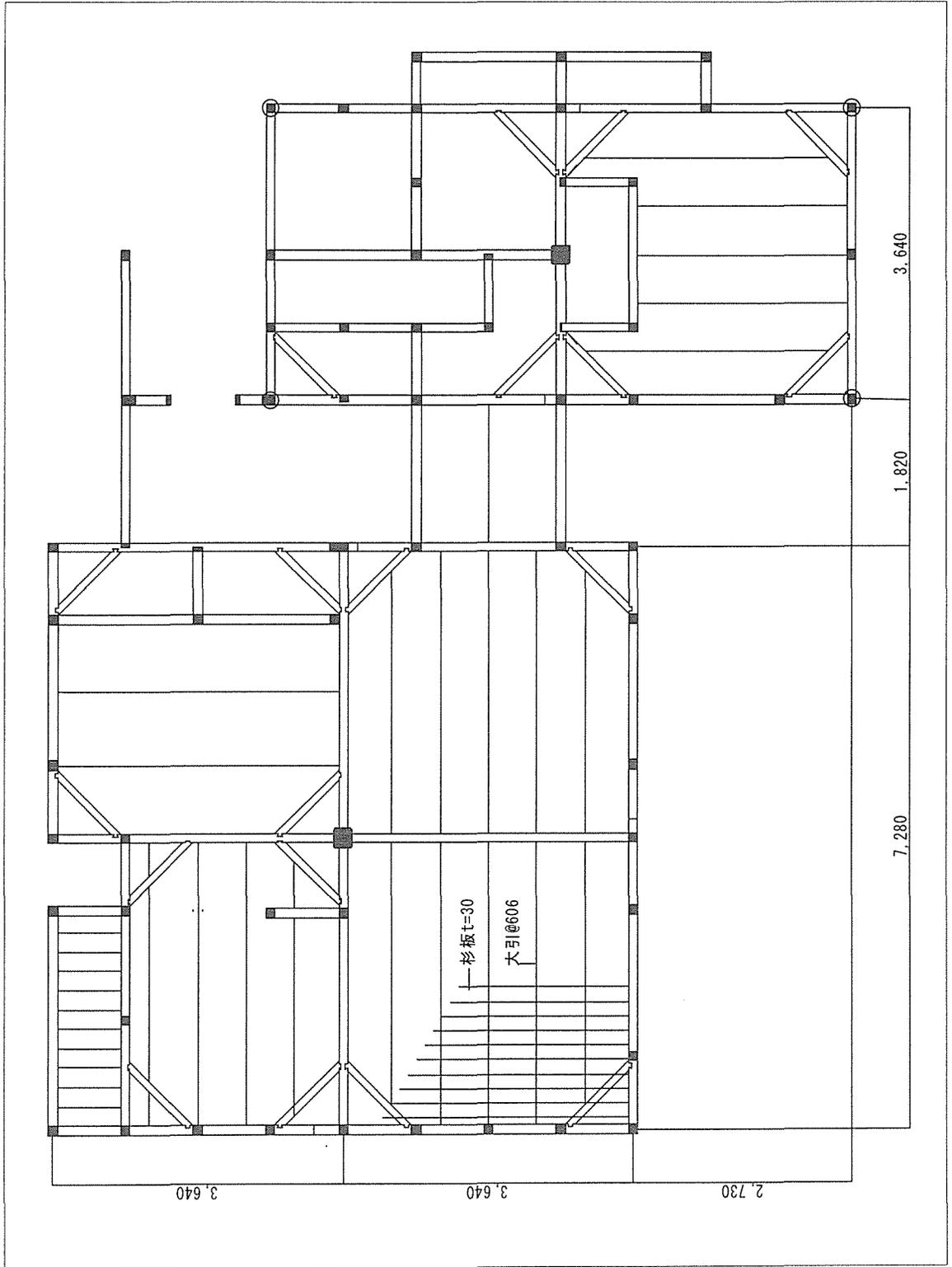


图 2-1 土台伏图

2.2 梁・桁

梁・桁の一覧表を表 2-2 に、一階小屋・二階床伏図を図 2-2 に示す。

表 2-2 横架材一覧表

樹種	処 理	製材寸法					仕上がり寸法		数量 (本)	数量 (m ³)
		品 名	品等	長 (m)	厚 (mm)	巾 (mm)	厚 (mm)	巾 (mm)		
杉	人工乾燥	梁	特一	5	130	250	120	240	6	0.86
〃	〃	〃	〃	4	130	250	120	240	6	0.69
〃	〃	〃	〃	4	115	250	105	240	3	0.30
〃	〃	〃	〃	4	135	135	120	120	1	0.06
〃	〃	〃	〃	4	130	250	120	240	6	0.69
〃	〃	〃	〃	4	130	220	120	210	1	0.10
〃	〃	〃	〃	3	115	250	105	240	3	0.23
〃	〃	〃	〃	3	130	220	120	210	1	0.08
〃	〃	〃	〃	3	130	160	120	150	1	0.05
〃	〃	〃	〃	3	135	135	120	120	3	0.13
〃	〃	〃	〃	3	130	160	120	150	2	0.11
〃	〃	〃	〃	3	130	250	120	240	5	0.43
〃	〃	〃	〃	2	135	135	120	120	14	0.40
〃	〃	〃	〃	2	130	160	120	150	2	0.07
〃	〃	〃	〃	2	115	160	105	150	7	0.22
〃	〃	〃	〃	2	64	130	54	120	1	0.01
〃	〃	〃	〃	1	135	135	120	120	4	0.06
〃	〃	〃	〃	1	130	250	120	240	3	0.09
〃	〃	〃	〃	1	130	220	120	210	3	0.08
〃	〃	〃	〃	1	64	130	54	120	5	0.03
〃	〃	胴 差	〃	4	130	250	120	240	10	1.15
〃	〃	〃	〃	3	130	250	120	240	1	0.09
〃	〃	〃	〃	2	135	135	120	120	6	0.17
〃	〃	〃	〃	2	130	250	120	240	2	0.12
〃	〃	〃	〃	2	115	160	105	150	3	0.10
〃	〃	〃	〃	1	135	135	120	120	5	0.07

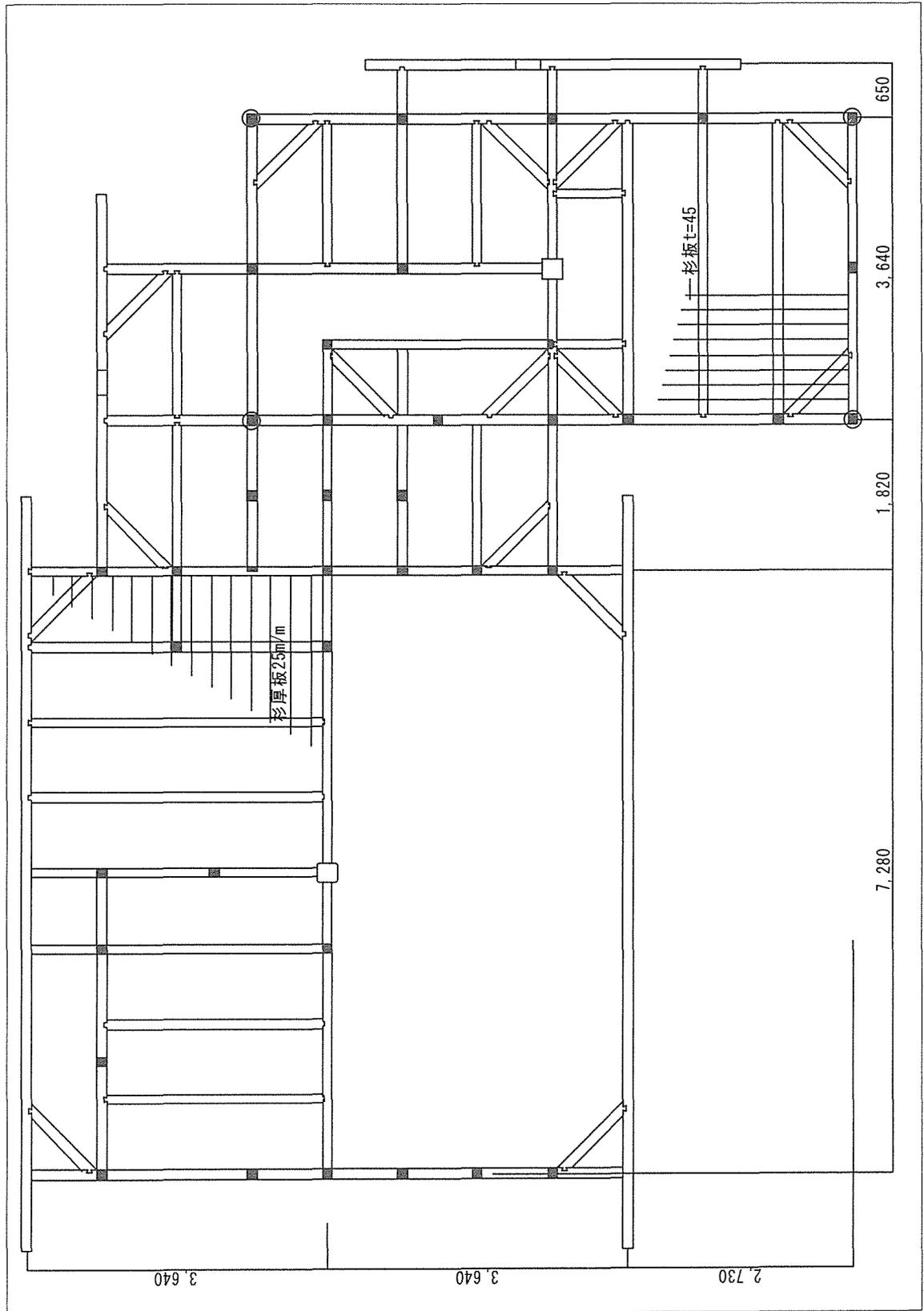


图 2-2 一階小屋・二階床伏図

2.3 小屋組構成部材

小屋組を構成する主要部材の一覧表を表 2-3 に、一階・二階小屋伏図（合掌面）を図 2-3 に示す。

表 2-3 小屋組構成材一覧表

樹種	処 理	製材寸法					仕上がり寸法		数量 (本)	数量 (m ³)
		品 名	品等	長 (m)	厚 (mm)	巾 (mm)	厚 (mm)	巾 (mm)		
杉	人工乾燥	登 梁	特一	4	135	135	120	120	7	0.40
〃	〃	〃	〃	3	135	135	120	120	1	0.04
〃	〃	〃	〃	2	135	135	120	120	7	0.21
〃	〃	〃	〃	1	135	135	120	120	1	0.01
〃	〃	垂 木	〃	5	80	160	75	150	38	2.22
〃	〃	〃	〃	5	80	185	75	175	4	0.27
〃	〃	〃	〃	4	50	75	45	65	14	0.16
〃	防腐処理	〃	〃	3	80	125	75	120	4	0.11
〃	〃	〃	〃	3	50	70	45	65	4	0.04
〃	人工乾燥	〃	〃	3	80	100	75	90	38	0.77
〃	〃	〃	〃	1	50	50	45	45	12	0.02
〃	〃	棟 木	〃	5	130	250	120	240	2	0.29
〃	〃	〃	〃	4	130	250	120	240	2	0.23
〃	〃	〃	〃	4	100	115	90	105	1	0.04
〃	〃	〃	〃	3	130	250	120	240	1	0.09
〃	〃	〃	〃	3	100	190	90	180	4	0.19
〃	〃	〃	〃	3	100	115	90	105	2	0.06
〃	〃	母 屋	〃	3	100	100	90	90	1	0.02
〃	〃	〃	〃	2	100	100	90	90	5	0.08
〃	〃	化粧野地板	〃	4	18	120	15	100	270	1.62
〃	〃	化粧野地板	〃	4	18	120	15	100	180	1.08

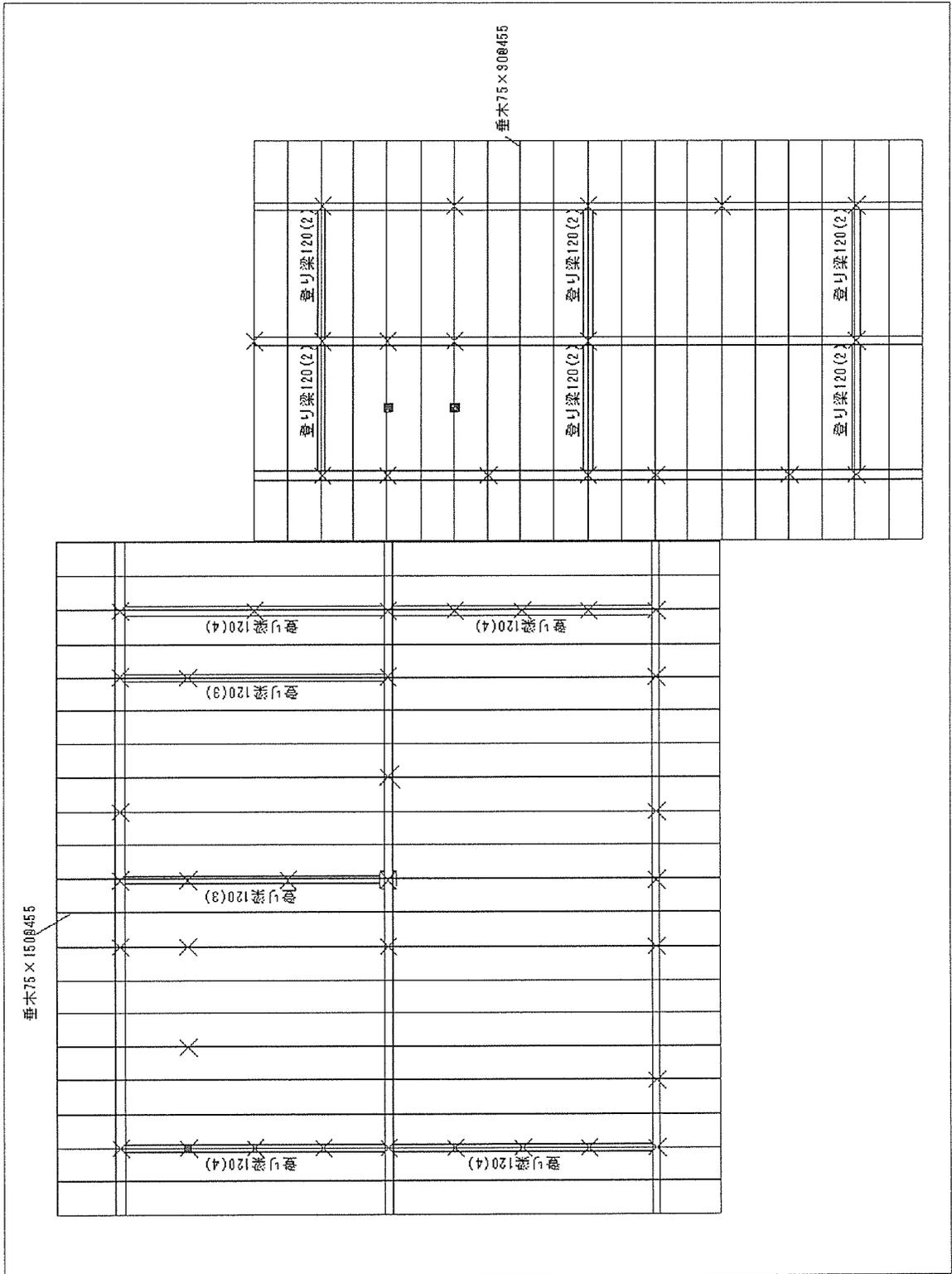


図 2-3 一階・二階小屋伏図(合掌面)

2.4 壁構成部材

壁を構成する主要部材の一覧表を表 2-4 に示す。

表 2-4 柱・筋かい一覧表

樹種	処 理	製材寸法					仕上がり寸法		数量 (本)	数量 (m ³)
		品 名	品等	長 (m)	厚 (mm)	巾 (mm)	厚 (mm)	巾 (mm)		
杉	人工乾燥	通 柱	特一	6	300	300	240	240	1	0.36
〃	〃	通 柱	〃	4	300	300	240	240	1	0.24
〃	〃	通 柱	〃	5	135	135	120	120	5	0.38
〃	〃	1F 管柱	〃	3	135	135	120	120	48	2.07
〃	〃	2F 管柱	〃	3	135	135	120	120	11	0.48
〃	〃	和室半柱	〃	3	65	135	55	120	1	0.02
〃	〃	玄関半柱	〃	3	85	135	75	120	2	0.05
〃	〃	2F 半柱	〃	3	75	135	65	120	1	0.02
〃	〃	間 柱	〃	3	35	120	30	105	120	1.13
〃	〃	間 柱	〃	3	35	90	30	80	50	0.36
〃	〃	筋 かい	〃	3	50	100	45	90	34	0.41
〃	〃	筋 かい	〃	4	50	100	45	90	18	0.29
〃	〃	束	〃	1.5	135	135	120	120	13	0.28
〃	〃	束	〃	1.0	135	135	120	120	5	0.07
〃	〃	束	〃	0.5	135	135	120	120	9	0.07

2.5 内、外部造作材

内、外部の造作材一覧表を表 2-5 に示す。

表 2-5 内、外部造作材一覧

樹種	処 理	製材寸法					仕上がり寸法		数量 (本)	数量 (m ³)
		品 名	品等	長 (m)	厚 (mm)	巾 (mm)	厚 (mm)	巾 (mm)		
杉	人工乾燥	鴨 居	特一	3	135	135	120	120	4	0.17
〃	〃	鴨 居	〃	3	130	160	120	120	1	0.05
〃	〃	鴨 居	〃	2	135	135	120	120	12	0.35
〃	〃	鴨 居	〃	1	135	135	120	120	1	0.01
〃	防腐処理	雨戸敷居	〃	4	95	120	90	105	5	0.19
〃	〃	雨戸敷居	〃	4	90	120	85	105	1	0.04
〃	〃	雨戸敷居	〃	4	60	100	55	90	3	0.06
〃	〃	雨戸敷居	〃	4	60	145	55	130	1	0.03
〃	〃	雨戸敷居	〃	4	60	100	55	90	2	0.04
〃	〃	雨戸敷居	〃	4	50	100	45	90	3	0.05
〃	〃	雨戸敷居	〃	3	90	120	85	105	1	0.03
〃	〃	雨戸敷居	〃	3	60	145	55	130	1	0.02
〃	人工乾燥	玄関鴨居	〃	2	135	135	120	120	2	0.06
桧	〃	和室敷居	〃	2	45	120	45	120	2	0.02
〃	〃	和室敷居	〃	3	45	120	45	120	1	0.02
〃	〃	洋室敷居	〃	2	45	120	45	120	8	0.09
杉	〃	付 鴨 居	〃	2	35	135	30	120	1	0.01
桧	〃	押入敷居	〃	2	45	120	45	120	1	0.01
杉	〃	押入鴨居	〃	2	135	135	120	120	2	0.06
桧	〃	敷 居	〃	2	45	120	45	120	3	0.03

3 軸組の構成方法と接合部

今回の住宅建築に用いる構造部材は、全てプレカット工場で作られた仕口・継ぎ手加工を施した部材を使用している。各部位の仕口・継ぎ手加工の詳細を以下に記す。

3.1 土台一柱

土台一柱の接合部は長ほぞ差し込み栓接合を基本とし、耐力壁の箇所においては前記1.3.3で記した接合金物を併用する。接合箇所の詳細図を図3-1に示し、接合部の加工状況と施工状況を写真3-1、写真3-2に示す。

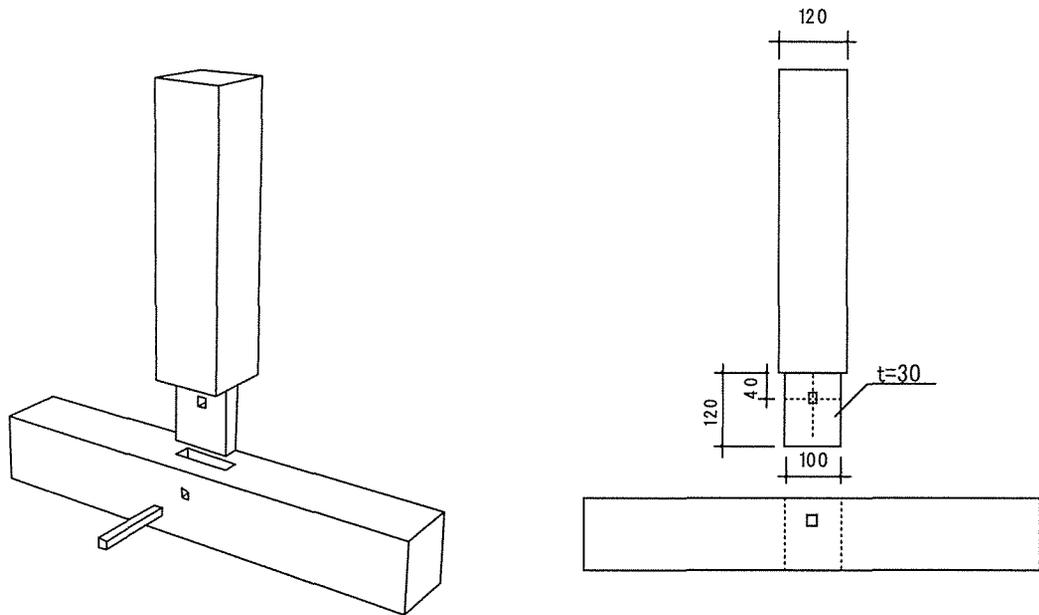


図 3-1 土台一柱接合図

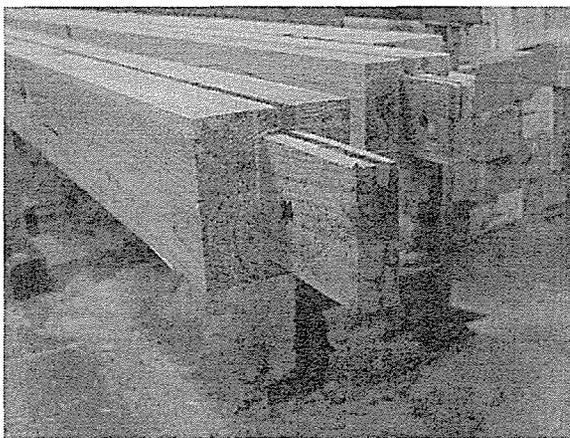


写真 3-1 加工状況

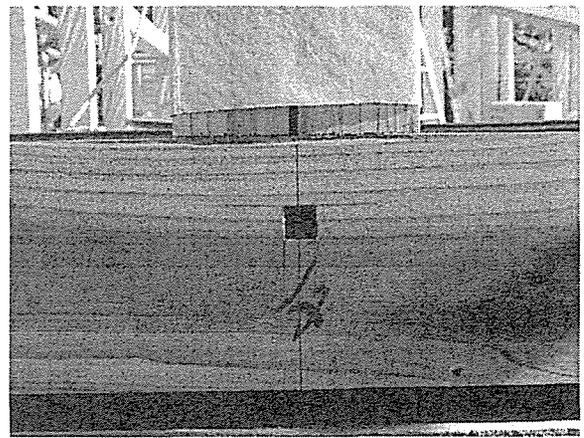


写真 3-2 施工状況

3.2 梁-梁

梁と梁の接合は、腰掛け蟻継ぎにかんざしボルトを併用し接合している。接合箇所の詳細図を図 3-2 に示し、接合部の加工状況と施工状況を写真 3-3、写真 3-4 に示す。

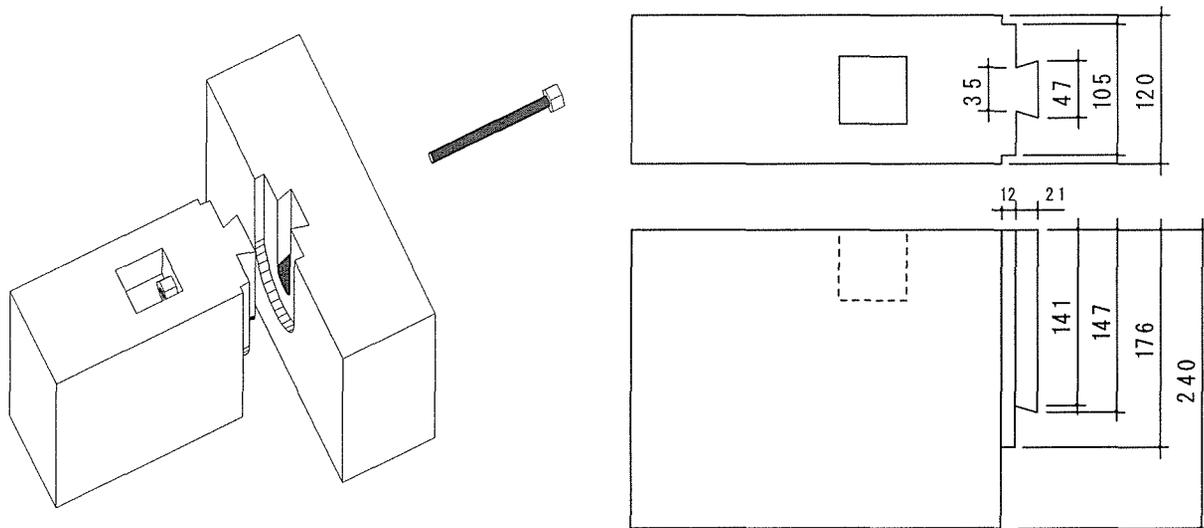


図 3-2 梁-梁接合図

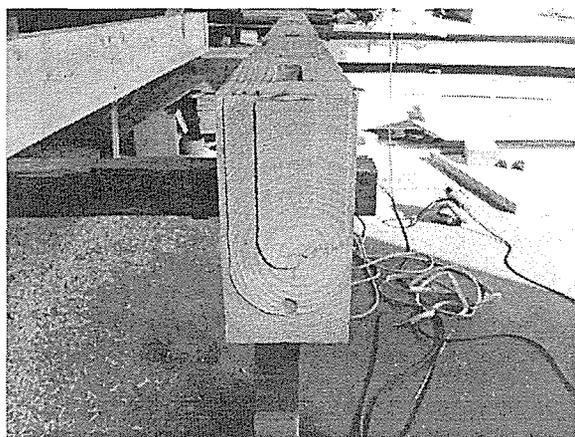


写真 3-3 加工状況

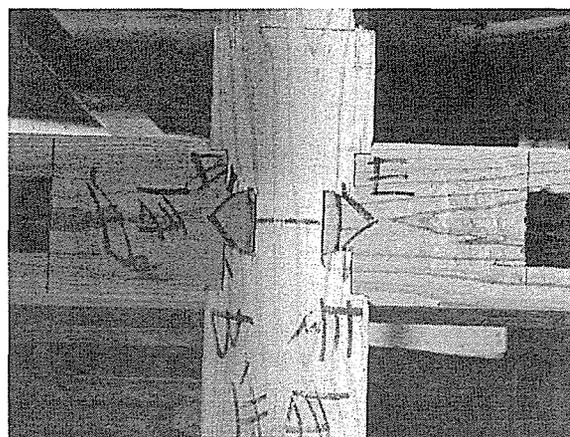


写真 3-4 施工状況

3.3 柱-梁

柱と梁の接合は、胴付二段ほぞ差しにかんざしボルトを併用して接合している。接合箇所の詳細図を図 3-3 に示し、接合部の加工状況と施工写真を写真 3-5、写真 3-6 に示す。

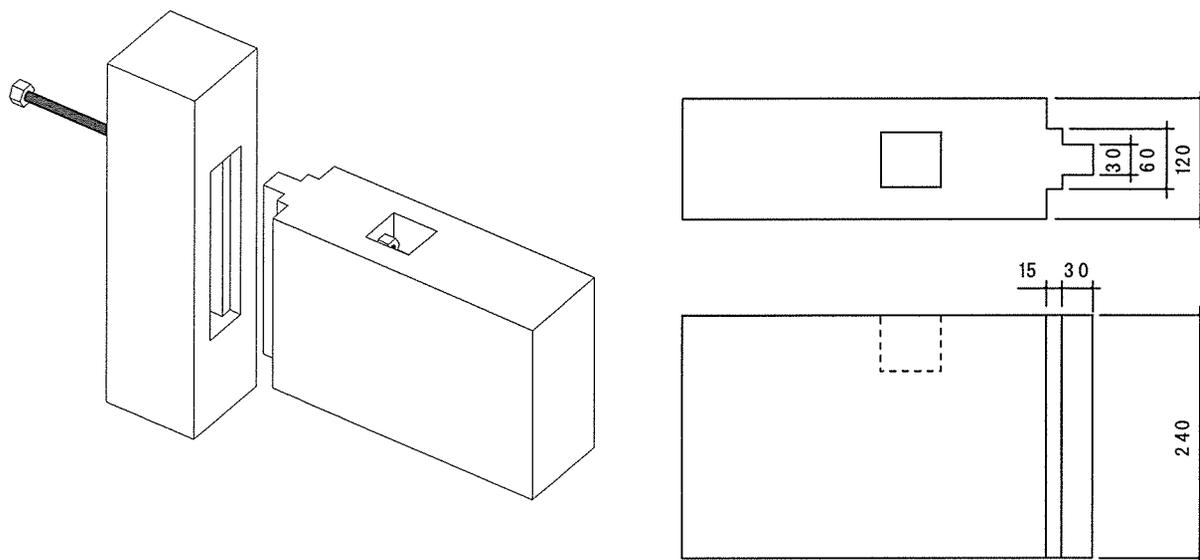


図 3-3 柱-梁接合図

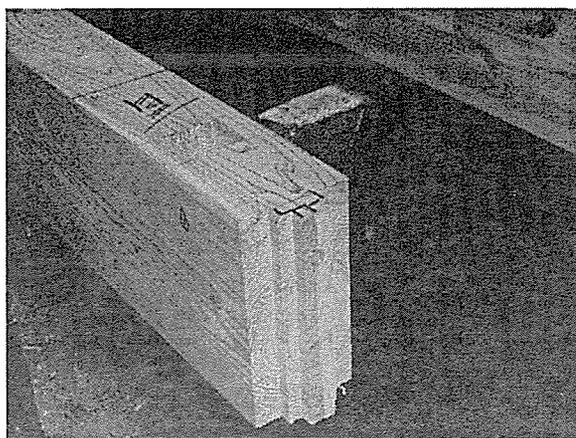


写真 3-5 加工状況

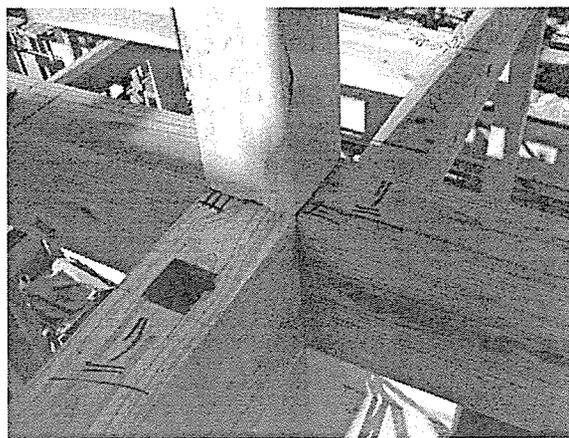


写真 3-6 施工状況

3.4 土台の継ぎ手

土台の継ぎ手は、腰掛け鎌継ぎを用いて接合している。接合箇所の詳細図を図 3-4 に示し、接合部の加工状況と施工写真を写真 3-7、写真 3-8 に示す。

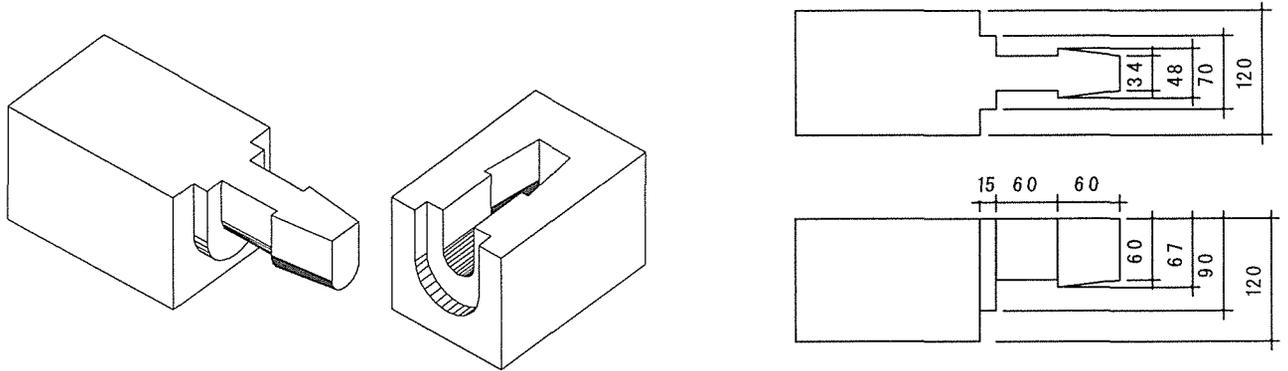


図 3-4 土台の継ぎ手詳細図

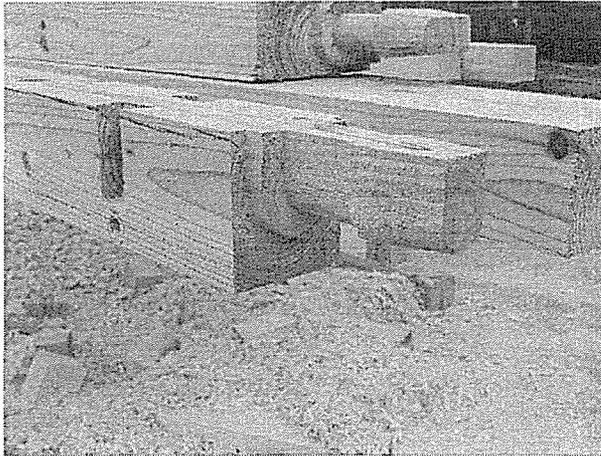


写真 3-7 加工状況

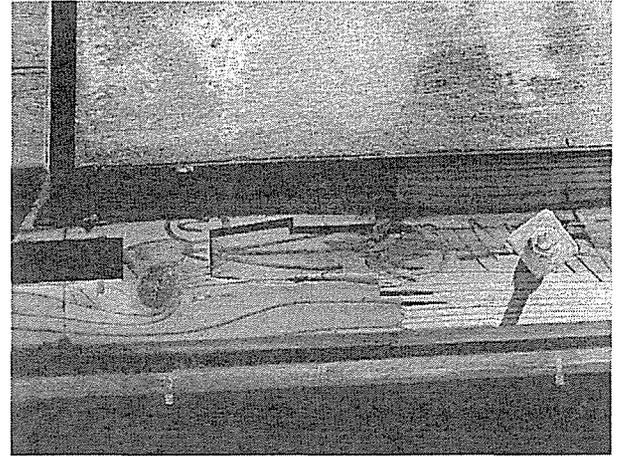


写真 3-8 施工状況

3.5 梁の継ぎ手

梁の継ぎ手は、追掛大栓継ぎを用いて接合している。接合箇所の詳細図を図 3-5 に示し、接合部の加工状況と施工写真を写真 3-9、写真 3-10 に示す。

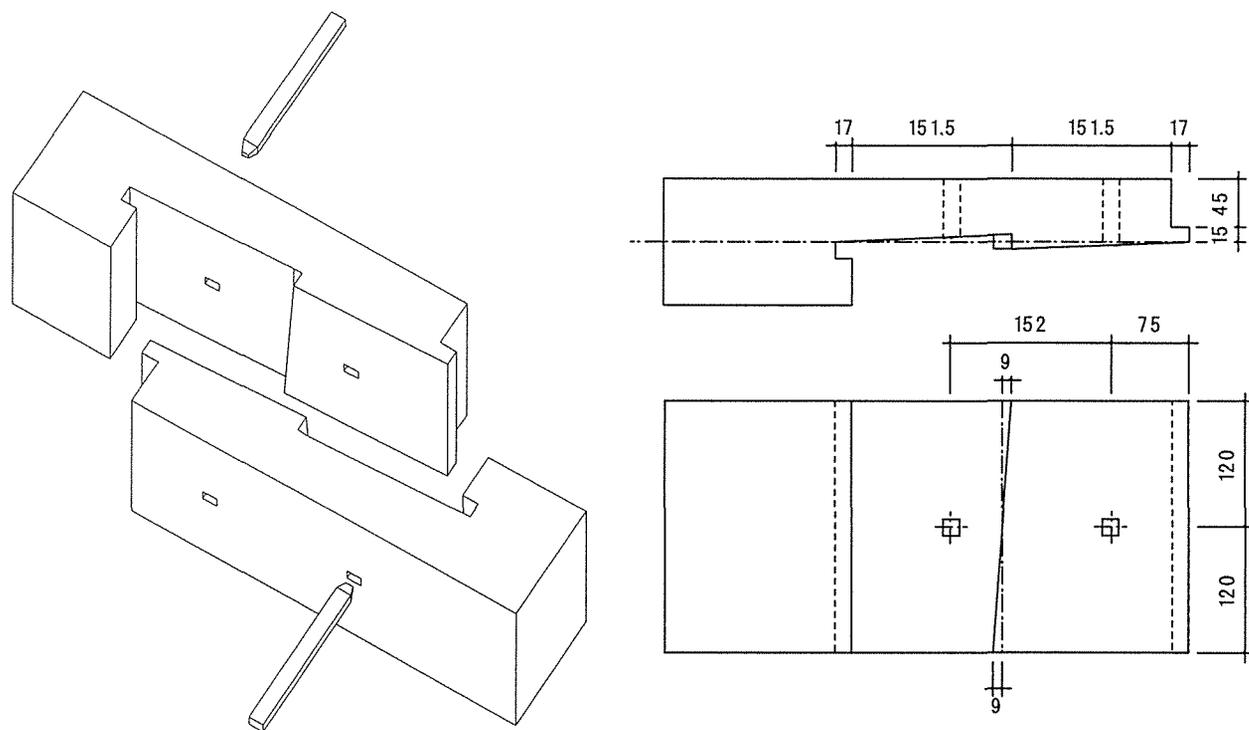


図 3-5 梁の継ぎ手詳細図



写真 3-9 加工状況

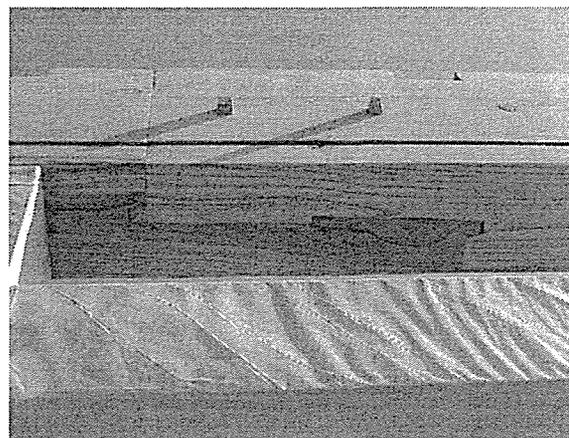


写真 3-10 施工状況

3.6 壁構造

耐力壁部分の詳細図を図 3-6 に、筋かい金物と筋かいの取り付け状況を写真 3-11 写真 3-12 に示す。

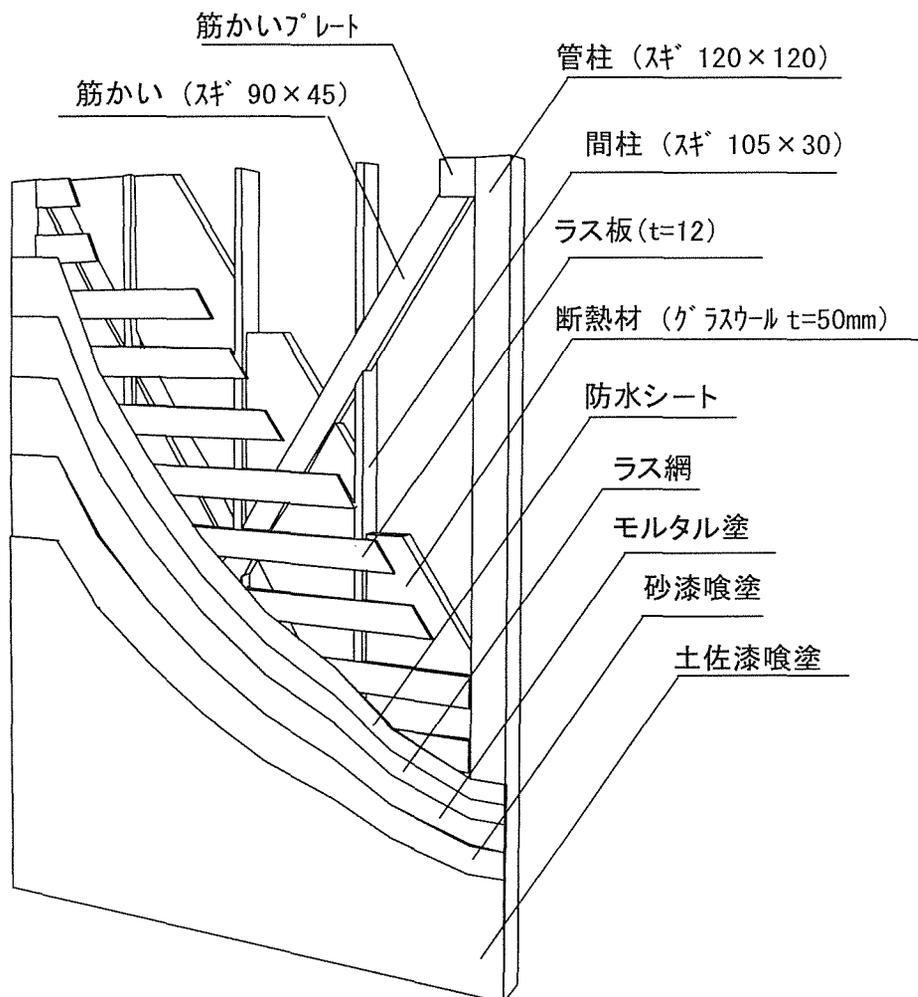


図 3-6 耐力壁詳細図

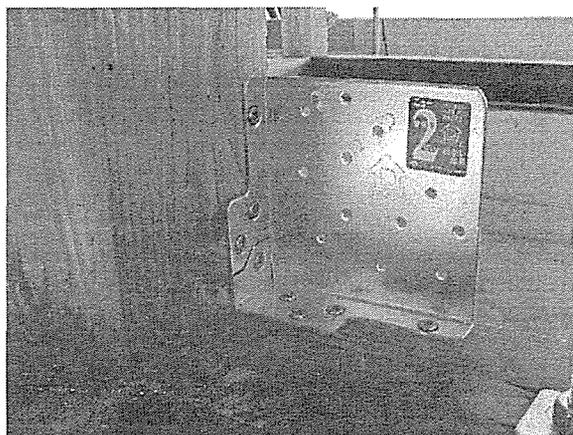


写真 3-11 筋かい金物

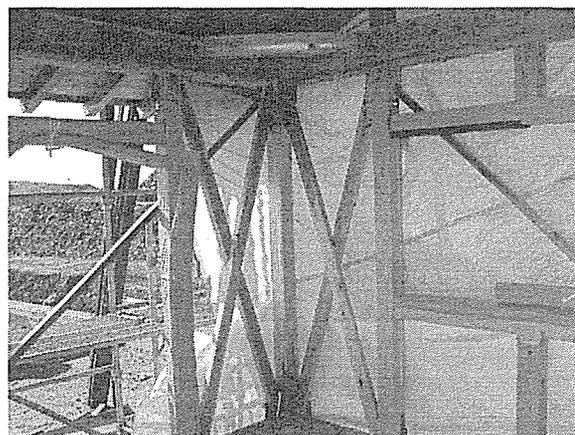


写真 3-12 筋かい施工状

3.7 屋根構造

屋根部分の詳細図と屋根構造部材における接合部の詳細図を図 3-7、図 3-8 に、部材の接合状況と小屋組の状況を写真 3-13、写真 3-14 に示す。

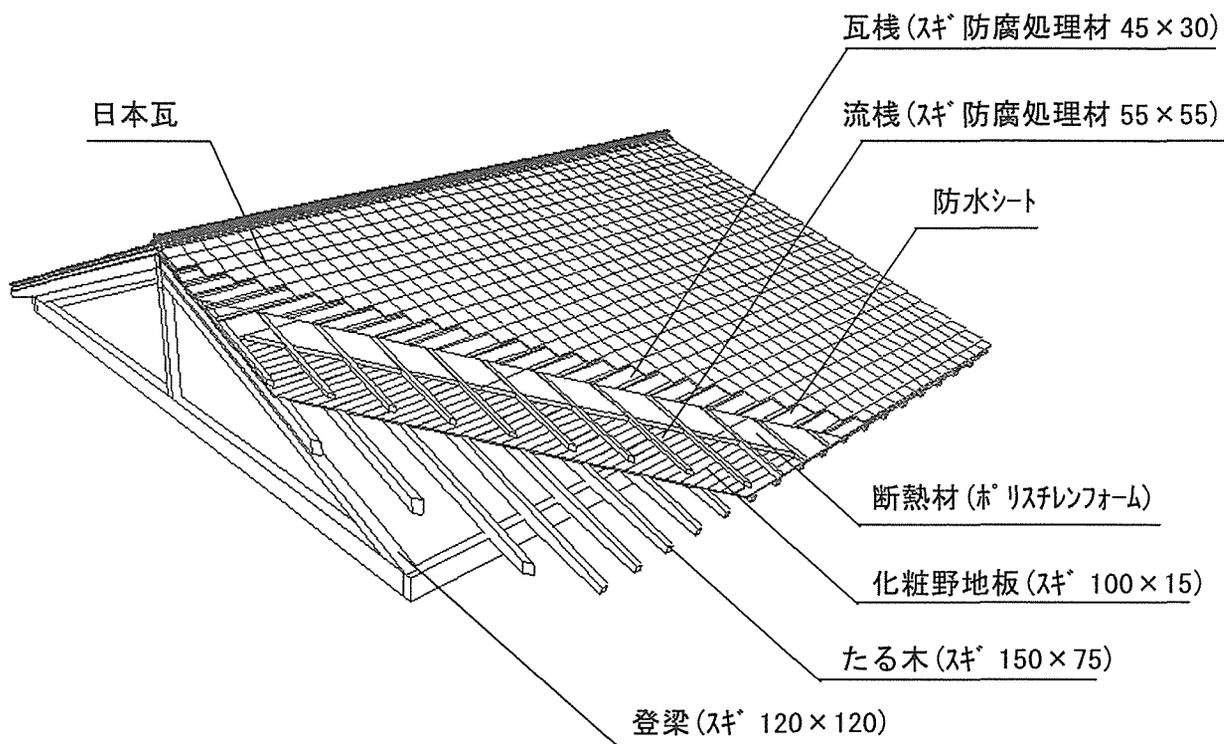


図 3-7 屋根詳細図

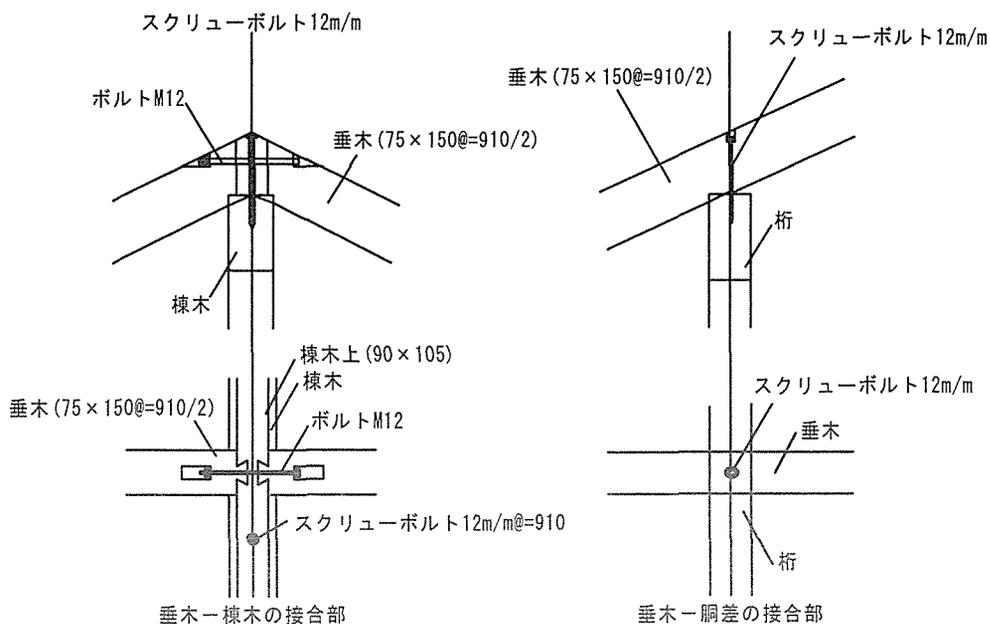


図 3-8 接合部詳細図

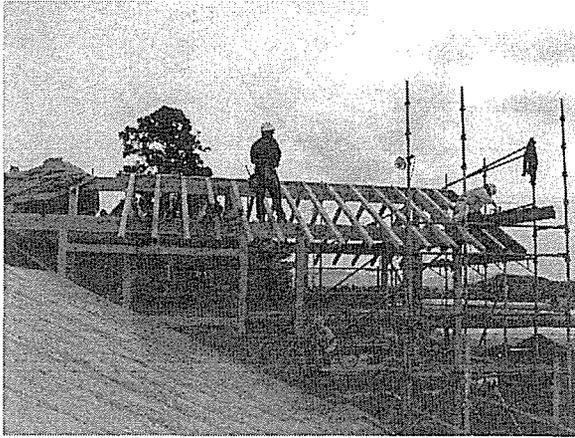


写真 3-13 施工状況

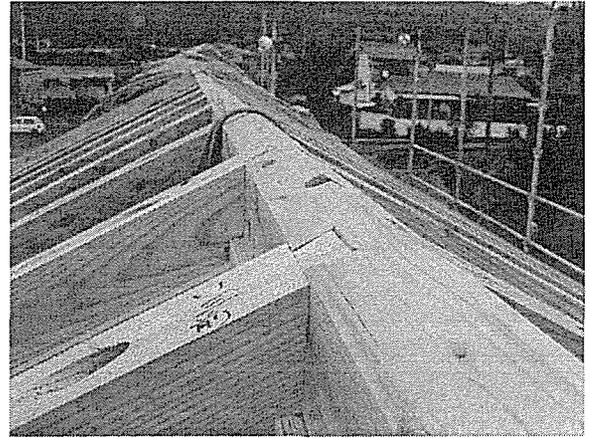


写真 3-14 接合部の状況

3.8 柱脚接合部における引抜耐力についての検討

今回の住宅建築では、法制上の問題等から耐力壁の取り付く柱脚部の接合箇所には、建築基準法で定められた接合金物を用いて施工している。本報告書では、木質接合具を用いた接合方法によって、金物接合方法に対応する方法を検討した。この結果を以下に記す。

3.8.1 込み栓による接合性能

山形プレートを用いた接合部に対応することを目的に、込み栓を用いた接合部における引き抜き耐力の向上について検討した。

(1) 試験方法

図 3-9 に示す供試体について引き抜き試験を行った。土台材にはヒノキを用い、柱材にはスギとヒノキを用いた。込み栓については、形状を $24\text{mm} \times 24\text{mm}$ の角込み栓とし、ナラとカシの 2 樹種を用いた。なお、供試体数はそれぞれの条件で 6 体とした。

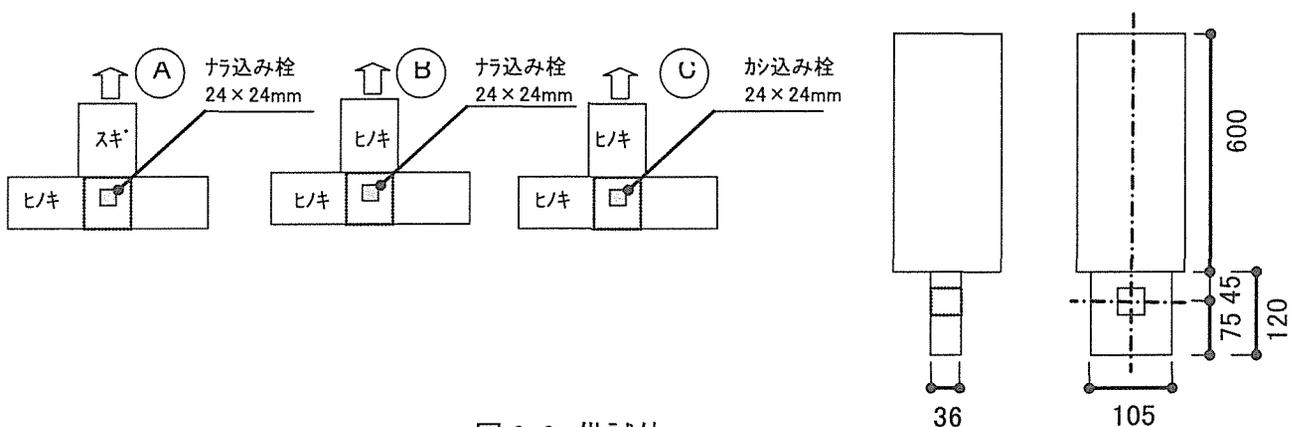


図 3-9 供試体

(2) 試験結果

試験結果を表 3-1 に示す。いずれの条件も国土交通省告示 1460 号による山形プレートの接合部倍率 (1.0) を上回る結果となった。供試体別の主な破壊形態を見ると、供試体 A はほぞのせん断破壊、供試体 B は込み栓の曲げ破壊後に土台の割裂破壊、供試体 C では土台の割裂のみで破壊し、込み栓は健全な状態を保っていた。また、荷重と変形の関係を見ると、供試体 A (柱-スギ, 込み栓-ナラ)、試体 B (柱-ヒノキ, 込み栓-ナラ) では、比較的分りのある変形挙動を示したが、供試体 C (柱-ヒノキ, 込み栓-カシ) では、脆性的な破壊傾向を示した。荷重-変位曲線を図 3-10 に、破壊状況を写真 3-15、写真 3-16 に示す。

表 3-1 試験結果

	A		B		C	
	Pmax(kN)	Py(kN)	Pmax(kN)	Py(kN)	Pmax(kN)	Py(kN)
1	18.96	12.12	19.85	9.74	24.42	12.22
2	16.60	8.66	15.61	8.70	22.76	16.38
3	16.98	9.59	15.69	9.01	-	-
4	17.06	9.13	19.30	10.73	21.41	12.47
5	17.61	9.74	-	-	17.17	8.76
6	14.79	8.41	26.38	12.68	25.59	14.72
平均値	17.00	9.61	19.37	10.17	22.27	12.91
標準偏差	1.36	1.33	4.39	1.61	3.26	2.88
変動係数(%)	8.01	13.88	22.66	15.78	14.66	22.32
Pt	6.49		6.22		5.81	
N	1.2		1.2		1.1	

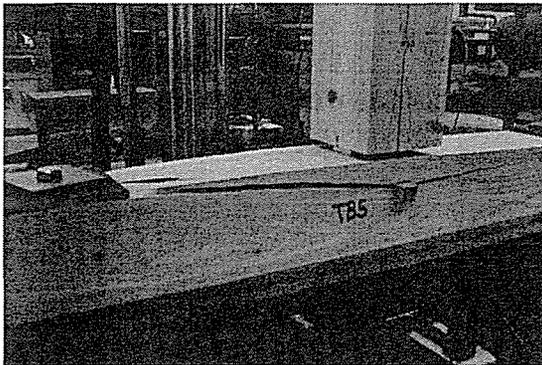


写真 3-15 込み栓破壊後発生した土台の破壊

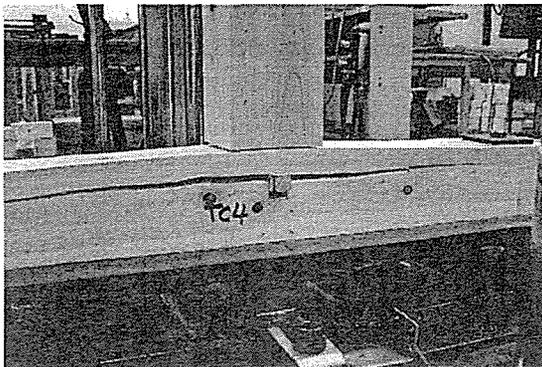


写真 3-16 土台の割裂

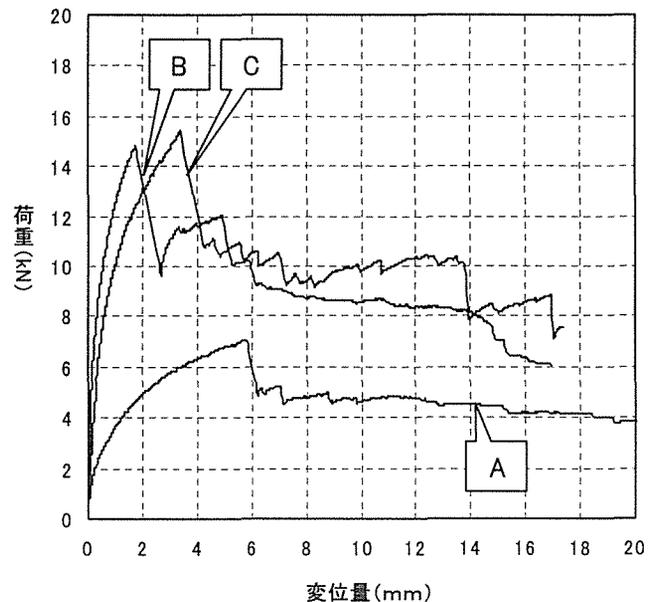


図 3-10 荷重-変位曲線

3.8.2 込み栓と割楔併用による接合性能

ホールダウン金物を用いた接合部に対応することを目的に、込み栓と割楔を併用した接合部における引き抜き耐力について検討した。

(1) 試験方法

図 3-11 に示す 5 条件 (1 条件 6 体) の供試体について引き抜き試験を行った。土台材にはヒノキを用い、柱材にはスギとヒノキを用いた。込み栓については、形状を 24mm×24mm の角込み栓と、15mm×15mm の角込み栓の 2 種類とし、込み栓の樹種はナラとカシの 2 樹種を用いた。楔にはナラを用いた。

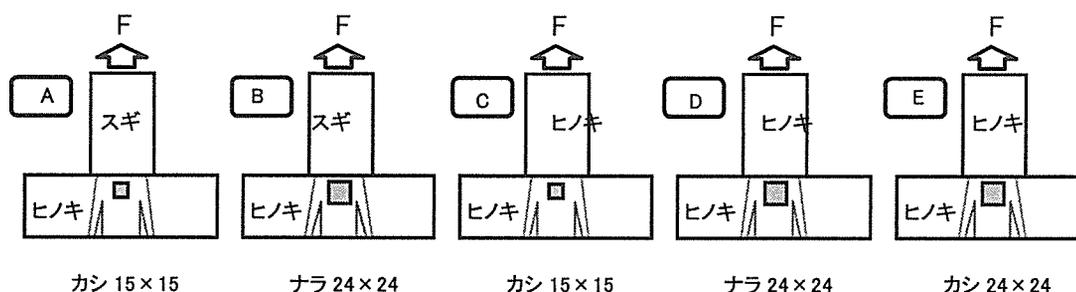


図 3-11 供試体

(2) 試験結果

試験結果を表 3-2 に示す。この結果、供試体 A 以外のいずれの条件も接合部倍率(N)は、ホールダウン金物 HD-10 の接合部倍率 1.8 以上の数値が得られた。なお、供試体 B および供試体 C では、ホールダウン金物 HD-15 の接合部倍率 2.8 とほぼ同等の数値が得られた。写真 17 から写真 21 に代表的な破壊形態を示す。破壊形態を見ると、24mm 角カシ込み栓を使用した供試体 E では、土台の割裂のみで破壊したが、それ以外の条件では込み栓の曲げ破壊もしくは込み栓の曲げと土台の割裂を伴う複合型の破壊形態を示した。

表 3-2 試験結果

	A		B		C		D		E	
	Pmax(kN)	Py(kN)								
1	25.04	19.53	30.42	19.36	34.26	20.02	27.25	15.07	33.26	17.72
2	20.76	13.39	30.00	19.36	30.36	18.26	34.54	18.33	29.06	18.61
3	20.01	12.46	28.21	18.41	33.58	19.79	23.97	12.28	34.58	22.92
4	22.81	12.11	28.61	18.66	28.33	16.72	31.01	20.08	34.12	21.35
5	27.45	16.95	28.19	17.44	32.21	21.35	31.07	19.38	27.27	17.43
6	20.46	12.85	24.23	15.03	32.97	19.81	28.31	17.25	28.29	15.83
平均値	22.76	14.55	28.28	18.04	31.95	19.33	29.36	17.07	31.10	18.98
標準偏差	2.97	3.00	2.19	1.64	2.22	1.61	3.66	2.93	3.24	2.65
変動係数(%)	13.04	20.65	7.76	9.08	6.96	8.33	12.48	17.18	10.43	13.98
Pt	7.53		14.22		15.56		10.22		12.78	
N	1.4		2.7		2.9		1.9		2.4	

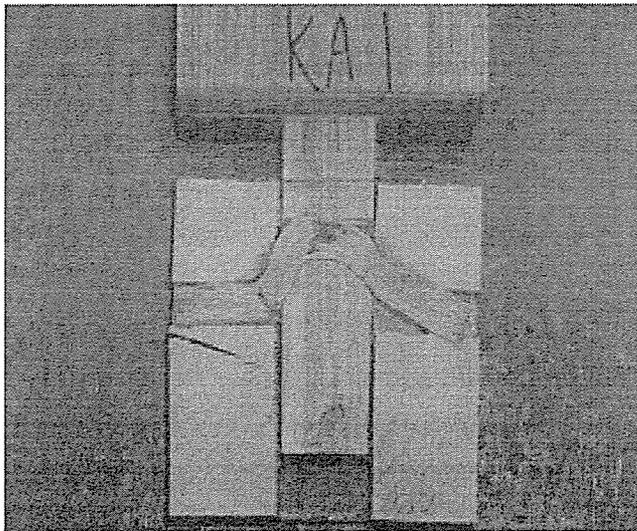


写真 3-17 土台ヒノキー柱スギ カシ 15mm 角

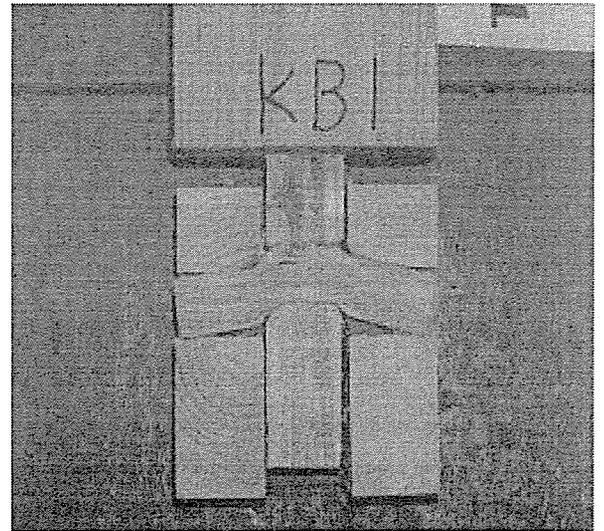


写真 3-18 土台ヒノキー柱スギ ナラ 24mm 角

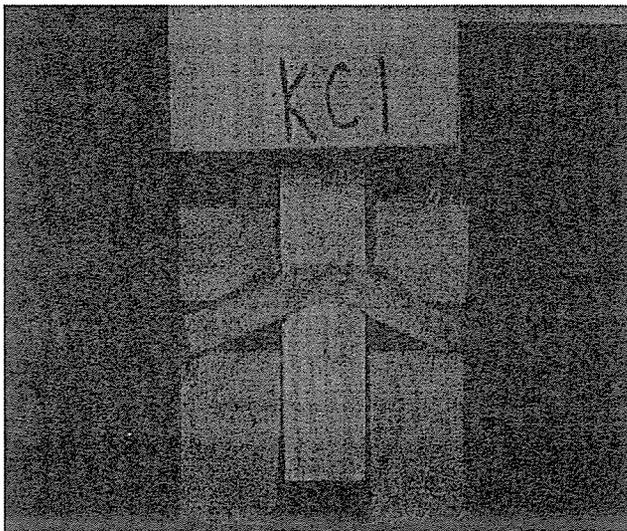


写真 3-19 土台ヒノキー柱ヒノキ カシ 15mm 角

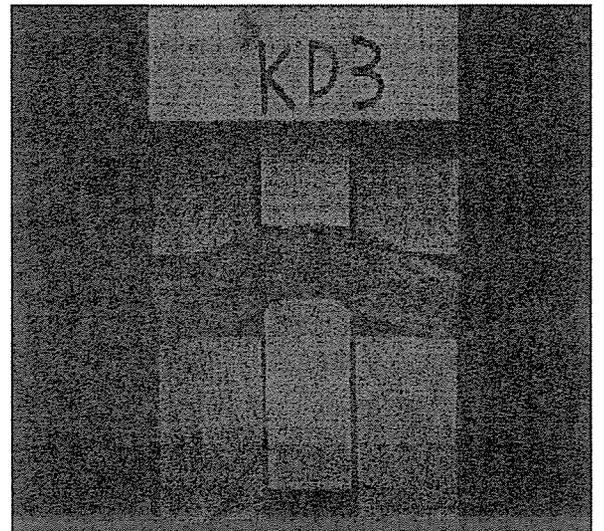


写真 3-20 土台ヒノキー柱ヒノキ ナラ 24mm 角

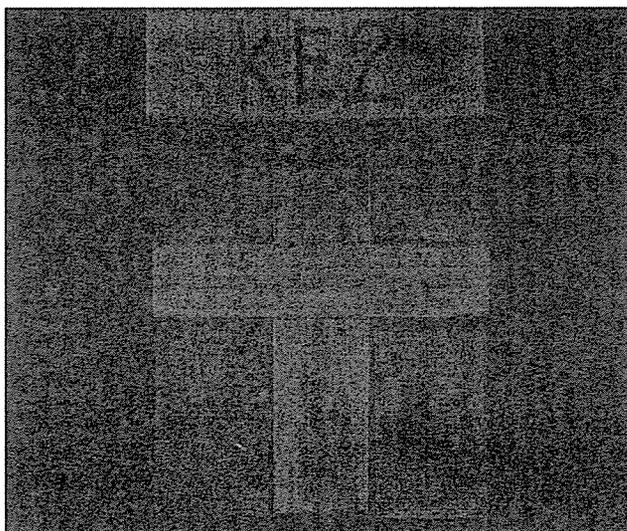


写真 3-21 土台ヒノキー柱ヒノキ カシ 24mm 角

4 使用木材の地域資源、供給体制

今回の住宅建築に使用する木材は嶺北地域産スギ材を使用している。嶺北地域における木材資源の現況と、あわせて高知県における木材流通への取り組みを以下に記す。

4.1 嶺北地域の森林資源の現況

高知県を代表する林業地域の一つとして嶺北地域が挙げられる。当地域は、大豊町・本山町・土佐町・大川村・本川村の5ヶ町村によって構成される地域で、林業の盛んな地域である。嶺北地域の森林面積は63,277haで、高知県全体の森林面積の約11%を占めている。このうち、人工林の面積は48,141haで天然林の面積を大きく上回っている。次に、森林蓄積量は16,852千m³で、このうち人工林の蓄積量は14,990千m³と、その89%を占めている。嶺北地域の人工林を齢級別に見ると、県全体の傾向とほぼ同じで7から9齢級（31から45年生）が中心の林分構成を示し、多くの森林面積が成熟期を迎えている。図4-1に嶺北地域の位置図、図4-2に民有人工林の齢級別面積を示す。



図 4-1 位置図

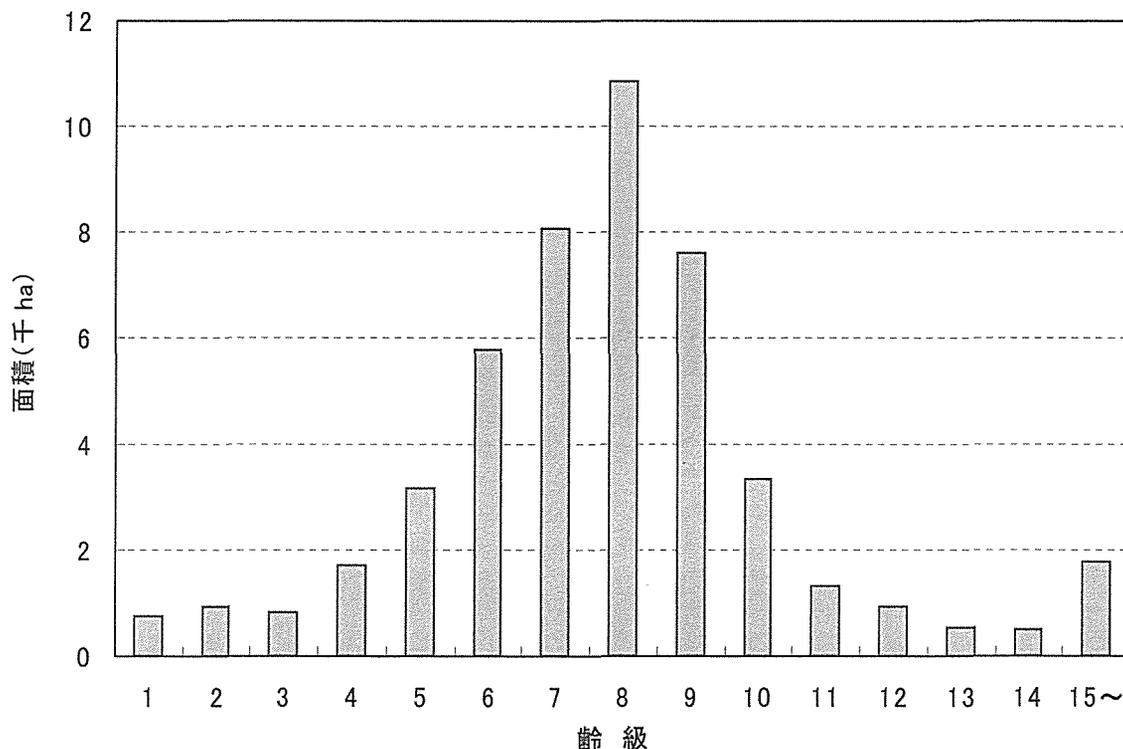


図 4-2 民有人工林の齢級別森林面積

4.2 木材流通への取り組み

高知県では、森林組合や原木市場、製材業者などが、原木や製材品の品質管理を含めた製品流通への取り組みを行っている。その取り組み事例について以下に報告する。

4.2.1 嶺北木材協同組合の取り組み

木材を住宅部材として活用するためには、含水率や強度のばらつきを整え均一な製品に仕上げていくことが重要であり、市場での信頼性を高め原木の付加価値向上のためにも必要なことである。高知県本山町にある嶺北木材協同組合では、運営する原木市場に打撃振動法で動的ヤング係数を測定できる機能が付加された原木選別機を導入している。この装置を導入したことによって従来の径級選別に加え、原木を強度によって選別することが可能となり、原木の用途に合わせた効果的な利用や、強度の均一な製材品づくりに貢献している。写真 4-1 に原木市場の状況、写真 4-2 から写真 4-7 に原木選別機の一連の行程を示す。



写真 4-1 原木市場の状況

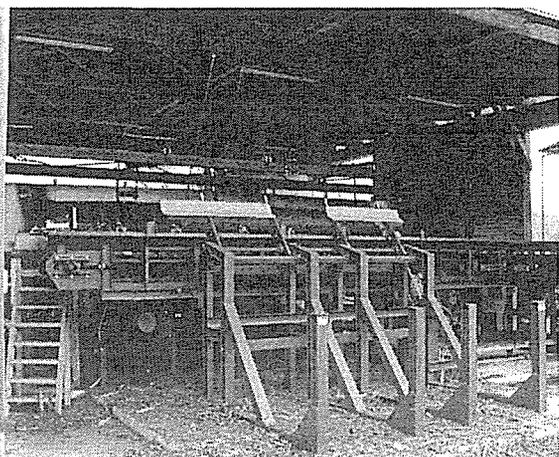
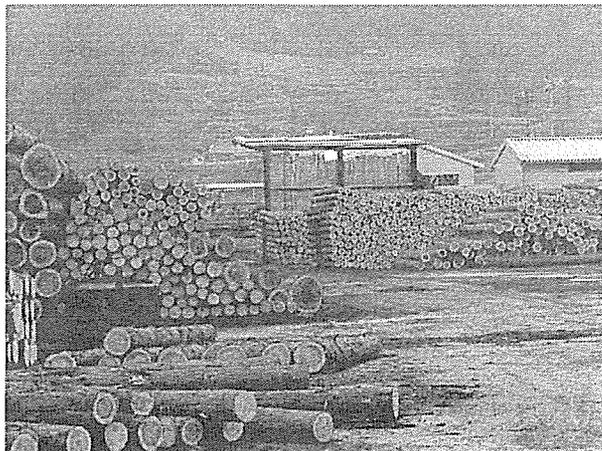


写真 4-2 原木選別機(強度測定部)

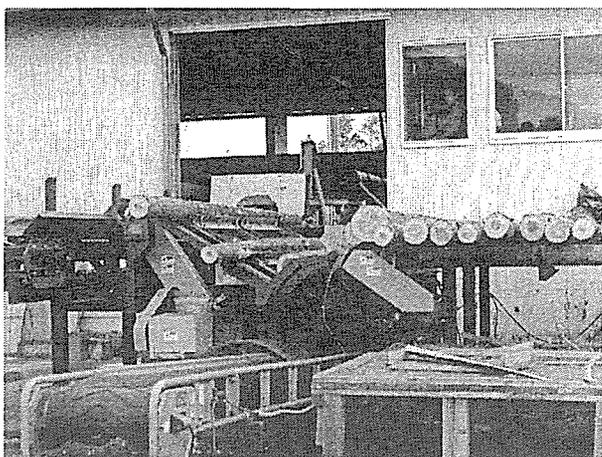


写真 4-3 測定装置への搬入

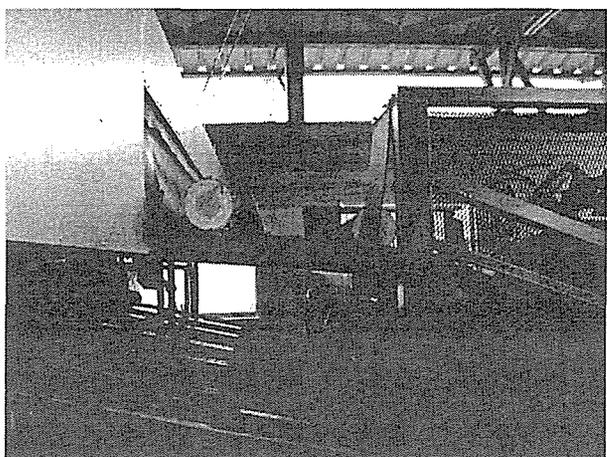


写真 4-4 採寸・重量計測

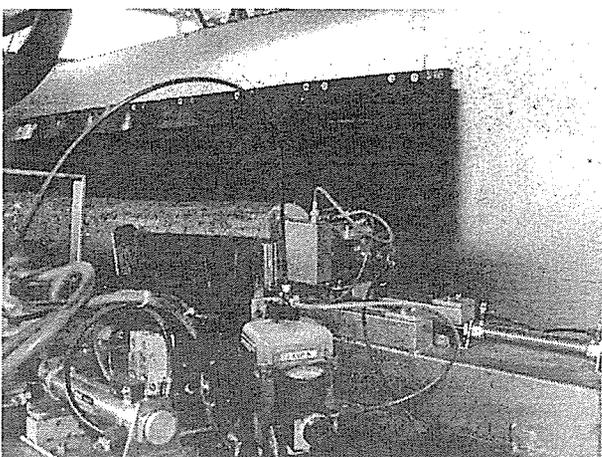


写真 4-5 縦振動周波数の計測

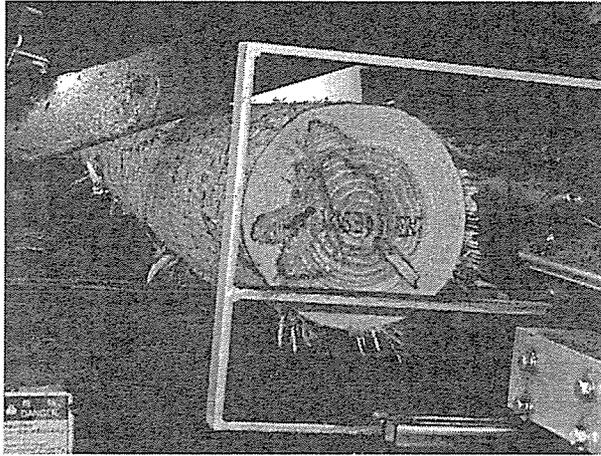


写真 4-6 強度等級区分の印字

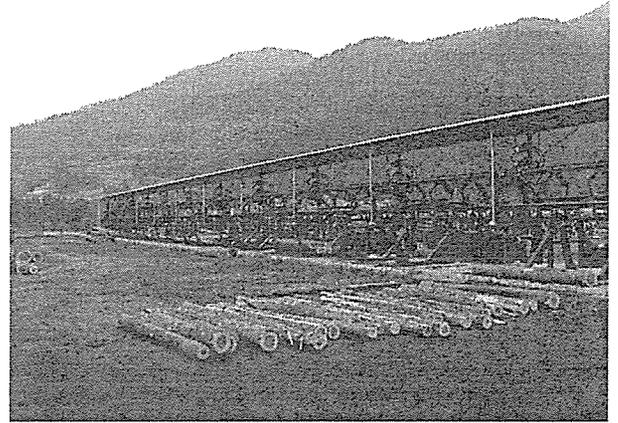


写真 4-7 選 別

4.2.2 ドライウッド土佐会の取り組み

県内の製材業者などが中心となって、協同組合「ドライウッド土佐会」（平成 8 年任意団体として設立、同 9 年に法人化）を組織し、品質と精度に優れた製材品を生産するために、優良な原木の確保をはじめ、製材品の人工乾燥、品質検査まで一貫した生産体制の整備に取り組んでいる。ドライウッド土佐会の乾燥材供給体制のフローチャートを図 4-3 に示す。

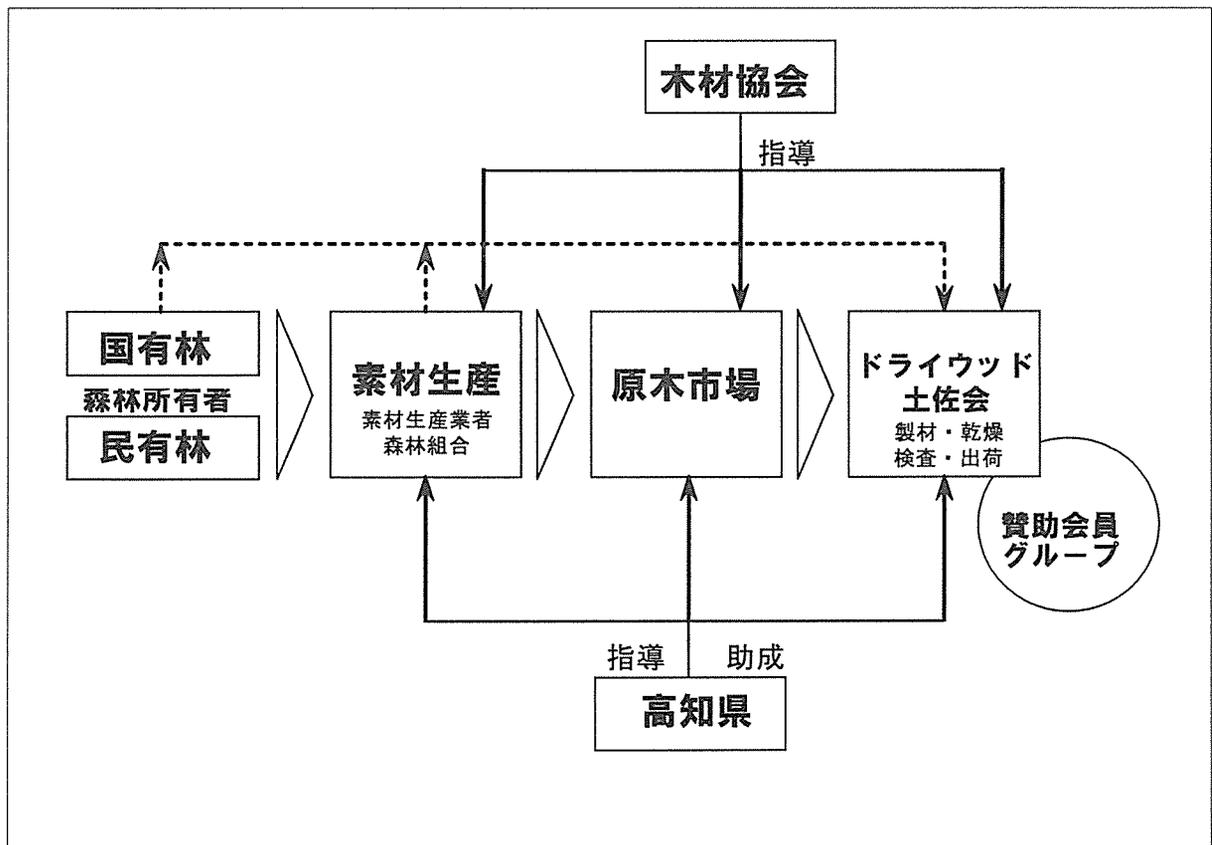


図 4-3 乾燥材の供給体制

4.2.3 高知県木材協会の取り組み

社団法人高知県木材協会では、一定基準以上の品質管理を行い製造された製材品に対して、その性能を表示する認証システム「土佐製材品認証制度」を整備している。この制度では、県内の製材工場が一定基準（品質管理体制、設備機器や施設等）を有したうえで、定められた認証基準に適合した場合に工場自体を認証し、その工場が品質管理した製品に対して品質表示を行っている。認証を受けた製材工場では、製品寸法・含水率・目視による等級区分・原木生産地などについて、認証表示基準に基づき自主管理を行い品質表示を行うことができる。こうした取り組みによって、住宅メーカーや消費者への信頼感、安心感の獲得に努めている。「土佐製材品認証制度」の認証シールを写真 4-8 に、認証表示基準の内容を表 4-1 に示す。



写真 4-8 認証シール

表 4-1 認証表示基準の内容

寸 法		誤差基準	
大区分	小区分	誤差基準	
乾燥仕上げ材	75mm 未満	+1.0mm,-0	
	75mm 以上	+1.5mm,-0	
乾燥未仕上げ材		-0	
含 水 率			
等級	区分	基準	備考
SD20	乾燥仕上げ材	20%以下	
SD15		15%以下	
D25	乾燥未仕上げ材	25%以下	梁、桁材に限る
D20		20%以下	
D15		15%以下	

目視基準

	1級	2級
節 径	径比 30%以下、集中節 45%以下	径比 40%以下、集中節 60%以下
丸 身	丸身無し	20%以下
乾 燥 割 れ	貫通割れが無く、軽微なこと	貫通割れが無く、軽微なこと
目 ま わ り	短辺寸法の 1/2 以下	短辺寸法の 1/2 以下
平 均 年 輪 幅	6mm 以下	8mm 以下
腐 朽	腐朽無し	軽微なこと
曲 が り	0.2%以下	0.5%以下
狂いその他欠点	軽微なこと	顕著でないこと

強 度

等級	曲げヤング係数(10 ³ kgf/cm ²)
E 50	40 以上 60 未満
E 70	60 以上 80 未満
E 90	80 以上 100 未満
E110	100 以上 120 未満
E130	120 以上 140 未満
E150	140 以上

原木生産地

高知県	流域名
	安芸流域
	高知流域
	嶺北流域
	四万十流域

5 使用木材の地域内における加工・処理方法

今回の住宅建築に使用される木材は、原木の仕入れ、製材、人工乾燥、モルダー加工、プレカット加工までを嶺北地域内で加工処理したものを使用している。嶺北地域内における加工施設の現況を以下に記す。

5.1 製材・人工乾燥

嶺北地域内において、人工乾燥機を所有する製材工場は3工場あり、いずれもスギ並材をメインに住宅建築部材を生産している。このうち一社は、県内の設計士・工務店と連携し住宅一棟分（梁桁から内外部造作材）を受注し、人工乾燥・モルダー加工を施して出荷するという生産体制を確立している。今回の住宅建築に使用された木材も、この工場で生産されたものを使用している。今回使用された主要部材について、人工乾燥後に含水率を調査した。この結果を表 5-1 に、乾燥の状況と測定状況を写真 5-1 および写真 5-2 に示す。なお、測定には高周波式の含水率計を使用した。

表5-1 含水率測定結果

No	断面寸法			含水率(%)
	巾(mm)	高(mm)	長(mm)	
1	115	160	2000	12.5
2	〃	〃	〃	8.5
3	〃	〃	〃	9.0
4	〃	〃	〃	18.0
5	〃	〃	〃	18.0
6	〃	〃	〃	19.0
7	〃	〃	〃	19.0
8	〃	〃	〃	15.5
9	〃	〃	〃	19.5
10	〃	〃	〃	19.0
11	105	105	2000	19.0
12	〃	〃	〃	12.5
13	〃	〃	〃	19.0
14	〃	〃	〃	15.5
15	〃	〃	〃	20.0
16	133	133	3000	18.5
17	〃	〃	〃	12.5
18	〃	〃	〃	18.5
19	〃	〃	〃	19.5
20	〃	〃	〃	19.5
21	〃	〃	〃	16.0
22	〃	〃	〃	19.5
23	〃	〃	〃	13.5
24	〃	〃	〃	17.5
25	〃	〃	〃	18.0
26	〃	〃	〃	12.0
27	〃	〃	〃	18.0
28	〃	〃	〃	18.0
29	〃	〃	〃	11.0
30	〃	〃	〃	10.0
31	〃	〃	〃	20.0
32	〃	〃	〃	20.0
33	〃	〃	〃	19.5
34	〃	〃	〃	20.0
35	〃	〃	〃	18.0
36	〃	〃	〃	19.0
37	〃	〃	〃	15.0
38	〃	〃	〃	15.0
39	〃	〃	〃	14.5
40	〃	〃	〃	12.5
41	〃	〃	〃	16.0
42	〃	〃	〃	15.0
43	〃	〃	〃	15.0
44	〃	〃	〃	10.0
45	〃	〃	〃	9.5
46	〃	〃	〃	14.5
47	〃	〃	〃	19.5
48	〃	〃	〃	16.5
49	〃	〃	〃	15.0
50	〃	〃	〃	16.0
51	〃	〃	〃	13.0
52	〃	〃	〃	20.0
53	〃	〃	〃	31.0
54	〃	〃	〃	18.5
55	〃	〃	〃	16.0

No	断面寸法			含水率(%)
	巾(mm)	高(mm)	長(mm)	
56	133	133	3000	19.0
57	〃	〃	〃	18.5
58	〃	〃	〃	9.5
59	〃	〃	〃	12.5
60	〃	〃	〃	12.0
61	〃	〃	〃	19.0
62	〃	〃	〃	13.0
63	〃	〃	〃	10.0
64	〃	〃	〃	16.0
65	〃	〃	〃	16.0
66	〃	〃	〃	16.5
67	〃	〃	〃	10.5
68	〃	〃	〃	19.5
69	〃	〃	〃	11.5
70	〃	〃	〃	19.5
71	〃	〃	〃	10.0
72	〃	〃	〃	10.5
73	〃	〃	〃	36.5
74	〃	〃	〃	12.0
75	〃	〃	〃	15.5
76	〃	〃	〃	12.0
77	〃	〃	〃	9.5
78	〃	〃	〃	10.0
79	〃	〃	〃	14.0
80	〃	〃	〃	17.0
81	〃	〃	〃	15.0
82	〃	〃	〃	12.0
83	〃	〃	〃	15.0
84	〃	〃	〃	9.0
85	〃	〃	〃	9.0
86	〃	〃	〃	15.0
87	〃	〃	〃	19.0
88	〃	〃	〃	18.0
89	〃	〃	〃	9.0
90	〃	〃	〃	9.0
91	〃	〃	〃	8.5
92	〃	〃	〃	10.5
93	〃	〃	〃	18.0
94	〃	〃	〃	11.0
95	〃	〃	〃	11.5
96	〃	〃	〃	20.0
97	〃	〃	〃	17.0
98	〃	〃	〃	9.0
99	〃	〃	〃	10.0
100	〃	〃	〃	9.0
101	120	250	4000	18.0
102	〃	〃	〃	16.5
103	〃	〃	〃	18.5
104	〃	〃	〃	40.0
105	〃	〃	〃	39.0
106	〃	〃	〃	13.0
107	125	250	4000	19.0
108	〃	〃	〃	16.0
109	〃	〃	〃	19.0
110	〃	〃	〃	17.0

No	断面寸法			含水率(%)
	巾(mm)	高(mm)	長(mm)	
111	125	250	4000	17.0
112	130	160	4000	16.5
113	〃	〃	〃	14.0
114	〃	〃	〃	17.5
115	〃	〃	〃	19.5
116	〃	〃	〃	12.0
117	130	250	4000	18.5
118	〃	〃	〃	15.0
119	〃	〃	〃	20.0
120	〃	〃	〃	16.5
121	〃	〃	〃	20.0
122	〃	〃	〃	20.0
123	〃	〃	〃	17.0
124	〃	〃	〃	15.0
125	〃	〃	〃	17.0
126	〃	〃	〃	19.0
127	〃	〃	〃	19.0
128	〃	〃	〃	17.0
129	〃	〃	〃	19.5
130	〃	〃	〃	20.0
131	〃	〃	〃	18.5
132	〃	〃	〃	11.5
133	〃	〃	〃	19.5
134	〃	〃	〃	13.5
135	〃	〃	〃	11.0
136	〃	〃	〃	16.5
137	〃	〃	〃	14.5
138	〃	〃	〃	18.5
139	〃	〃	〃	17.5
140	〃	〃	〃	18.0
141	〃	〃	〃	19.0
142	〃	〃	〃	18.5
143	〃	〃	〃	12.0
144	〃	〃	〃	19.0
145	130	160	2000	19.0
146	〃	〃	〃	20.0
147	〃	〃	〃	16.5
148	〃	〃	〃	20.0
149	125	220	2000	36.6
150	〃	〃	〃	13.0
151	126	250	5100	11.0
152	〃	〃	〃	11.5
153	〃	〃	〃	17.0
154	〃	〃	〃	10.0
155	〃	〃	〃	16.0
156	〃	〃	〃	19.0
157	〃	〃	〃	16.5
158	〃	〃	〃	17.0
159	〃	〃	〃	19.5
160	〃	〃	〃	15.5
161	138	143	5300	19.5
162	〃	〃	〃	17.5
163	〃	〃	〃	14.5
164	〃	〃	〃	18.0
165	〃	〃	〃	16.0

No	断面寸法			含水率(%)
	巾(mm)	高(mm)	長(mm)	
166	84	133	4000	19.0
167	〃	〃	〃	17.0
168	76	133	4000	17.0
169	63	130	4000	15.5
170	100	133	4000	17.0
171	100	120	4045	14.5
172	135	135	4000	16.5
173	〃	〃	〃	20.0
174	〃	〃	〃	16.5
175	〃	〃	〃	16.0
平均値				16.3
最大値				40.0
最小値				8.5

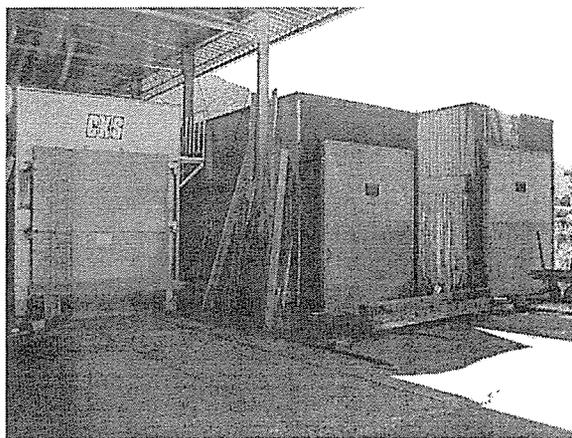


写真 5-1 乾燥状況



写真 5-2 含水率測定

5.2 プレカット加工

嶺北地域内には、協同組合形態で運営されるプレカット工場があり、主として同地域内で製材加工された製品を受注し、年間 50 棟程度の仕口加工を行っている。主な加工内容を表 5-2 に、工場内の状況を写真 5-3 に示す。

表 5-2 加工内容

継手接合	仕口接合	穴加工	欠き加工
鎌 継	胴付二段ほぞ差	胴差穴	火打欠き
蟻 継	平ほぞ差	横差穴	間柱欠き
追掛大栓継	蟻掛け	ボルト類穴	垂木欠き
	ほぞ	ほぞ穴	根太欠き
		間柱穴	
		貫 穴	

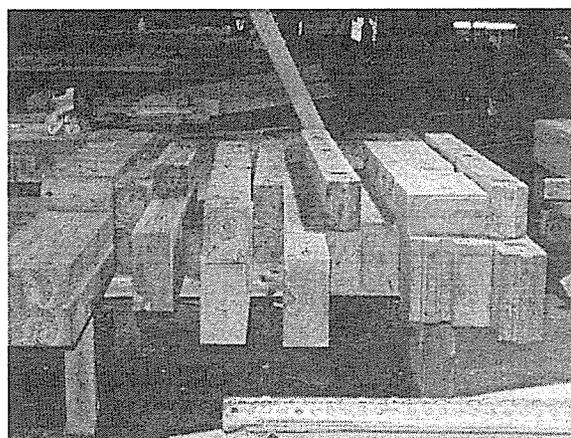
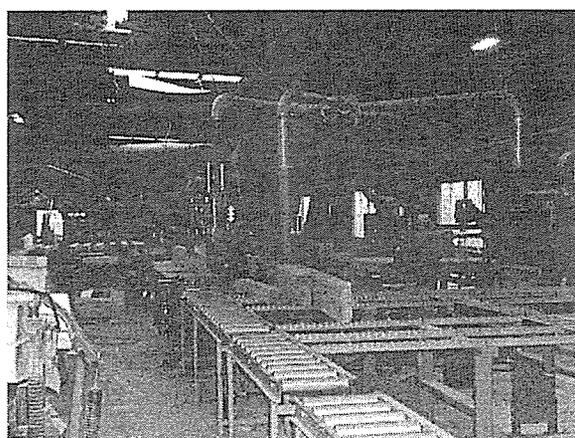


写真 5-3 工場内の状況

6 高知型住宅プランにおける法制上の制約等

木質系接合具の一つである込み栓は、木造在来軸組構法における仕口接合具として高知県においても伝統的に用いられてきたが、平成 12 年に建築基準法施行令が改正され、木造建築物の継ぎ手仕口について明確な規定（建設省告示第 1460 号）が設けられたことにより、耐力の得やすい金物接合具が主流となった。今回建築中の住宅においても、金物接合具を用いた仕口接合部が多く見られる。

しかし、長期耐用住宅という視点から金物接合をみると、金属部分の結露による木材の材質劣化や、解体時における部材の分別、再利用等が問題となることが考えられる。

高知県では、平成 13 年度から取り組んできた「長期耐用住宅木材利用技術高度化事業」の中で柱脚部分の接合方法を検討し、楔併用込み栓接合では、告示 1460 号に示される引寄せ金物の接合耐力に相当する耐力を示すことが確認できた（3.8 柱脚接合部における引抜耐力についての検討参照）。

しかし、この接合方法を住宅建築に適用する場合、法制上では多くの実験データを基にした国土交通大臣の認定取得等が必要となり、現段階では一般的ではない。

住宅を建築する場合において、全国共通のルールや手法は非常に重要なものであると考えられるが、地域独特の気候・風土等の条件下で生み出された地域性の強い建築材料や住宅構法などの性能評価に用いる具体的な数値基準は、地域ごとに生かされるよう要望する。

宮崎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

宮崎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

1 宮崎型住宅の概要

1.1 宮崎型住宅の基本的な考え方

宮崎型住宅の基本的な考え方は、宮崎県の地域特性である高温多湿、そして台風常襲地であることから、具体的なモデル設計に対しては木材が使われる環境、そうした風土に合った住まい方なども考慮することとしている。

そして、国土交通省が平成14年9月4日付で策定した「長寿命木造住宅整備指針」に従い、60年以上住居可能な木造住宅を目指し、長寿命化を物理的、社会的両面から耐久性向上を図ることとしている。

地域型住宅としての物理的耐用性の具体的なモデル設計に対しては、現存する長寿命住宅を調査し、構法、材料、プラン、敷地構えなどを参考にし、宮崎型住宅の設計の資料とした。そして、社会的耐用性についても顧客の将来ニーズ等をアンケートによって調査し、さらに現在建設されているモデル住宅等の実態も調べ、それらを総合した上で将来あるべき姿を提案している。

1.2 地域特性の調査

1.2.1 調査の目的

現存する築60年以上の宮崎県都城市内の住宅3棟と沖縄県内の住宅1棟を調査対象として、基礎・床組・構造躯体・小屋組、またそれら部材の接合方法等、長期居住を可能にしている建築技術、構法的な特徴と使用木材の樹種、寸法、使用量等、物理的な条件を探り、地域の気候・風土に適合した地域型長期耐用住宅の研究開発に必要な技術情報を得ることを目的とする。

1.2.2 調査の内容

調査対象地域の都城市は、宮崎県の南西部にあり、東に鰐塚山系、北西に高千穂峰を仰ぎ、三方を山に囲まれた広大な盆地である。気候的には、高温多湿で過去多くの台風による被害にも見舞われている地域である。

このような地域の気候・風土にあった木造住宅構法の特徴を明らかにするために、外形的特徴・間取り・構造躯体・接合方法・使用樹種・耐久性に関する構法等を調査した。

(1) 都城市庄内町住宅(棕田邸)

① 建物の概要

対象とした住宅は、都城の西部にある庄内町の築100年の専用住宅で、地域を代表する伝統的な在来軸組構法による木造平屋建である。昭和24年の台風により一部被害があったものの、構造的にはしっかりしていて今後も使用可能な状態であり、維持管理行為及び手入れの形跡が伺える。敷地は石垣で囲まれた日当たりの良い高台にあり、玄関は南向きである。地耐力も良好。住宅の東側を増築し、玄関や台所など一部を改築している。

(表1-1、写真1-1)。

表1-1 調査表(棕田邸)

調査日	2001.10.27	天候	晴れ
建物名称	棕田邸	所在地	都城市庄内町
用途	専用住宅	竣工年	築100年
使用履歴	移築	被災暦	S24年台風により一部被災
敷地状況	高台にあり良好 周囲は畑等		
構造	形式：在来軸組構法木造平屋建	床面積	118.22㎡ (35.7T)
	形式：くつ石基礎	床高	750mm
外壁	形式：ささら子下見板張り	材料	杉板
小屋組	形式：和様京ろ組	スパン	3.92m (2間)
屋根	形式：入母屋	勾配	4.5/10
	材料：粘土瓦	下地	こけら板
	軒の出：900mm	軒裏	化粧垂木
構造材	柱：杉(135角)	梁：赤松	
	地貫：桧丸太	床束：桧(135角)	
平面			

② 調査結果

1) 敷地構え 高台にあるため、強風を遮るための仕掛けとして擁壁兼用の石垣が積まれている。(写真 1-2 参照)。

2) 基礎及び床組み 図 1-1 のように床高が 750mm と高く、住宅周囲の下部は羽板を 60mm 間隔で設けてあり、可動式で極めて換気が良い。礎石の上に床束 (135mm 角) があり、貫が使用されている。土台には丸太が使用され、スパンは 4~5m ある。このため、床下換気を遮るものがなく換気がしやすくなっている。また、床下など腐りやすいところは材種を選び桧が使われている。換気がよいためか、白アリの被害も見あらず、柱脚部もほとんど腐朽はない。

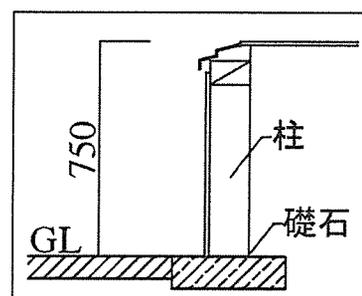


図 1-1 基礎と床組

(写真 1-3 参照)。

3) 構造躯体 柱は杉が使われていてすべて 135 角。台風時の被害と思われる柱と建具の隙間 30mm はあるものの、桁は 135mm×210mm、梁は 200mm×300mm と大きく構造的にはがっちりとしている。(写真 1-4 参照)。

4) 接合方法 金物なしの伝統的な方法である。(写真 1-5 参照)。

5) 壁 外壁はほとんどが開口部で雨戸になっている。玄関や北側の一部がささら子下見板張りである。内壁は小舞竹下地の土壁になっている。筋かい入りの耐力壁はない。

6) 屋根 入母屋造りの瓦葺 (葺き替え有り) で、軒の出は 900mm と深い。棟や軒先もほぼ水平である。

7) 平面 北側の一部を除きほとんどが開口部で通風が良い。便所が離れになっていて、畳の間を縁側で囲む田の字型プランである。玄関から東側は増築されている。

8) 腐朽度 改築されていない部分の柱の腐朽度を調べた。柱脚部は、ほとんど腐朽はない。なお、シロアリの被害も見られなかった。柱のみのピロディン値は平均で 22.5 と小さく、杉という樹種を考慮しても悪くはなかった。(表 1-2、写真 1-6 参照)。

表 1-2 ピロディンによる調査結果

No.	部位	樹種	ピロディン値
1	柱	杉	29.5
2	柱	杉	33.0
3	柱	杉	23.0
4	柱	杉	21.0
5	柱	杉	19.0
6	柱	杉	20.0
7	長押	杉	17.0
8	鴨居	杉	29.0
9	鴨居	杉	21.5
10	敷居	杉	21.5
11	敷居	杉	18.0
12	敷居	杉	27.5
13	敷居	杉	20.0
14	柱	杉	19.0
15	柱	杉	15.0

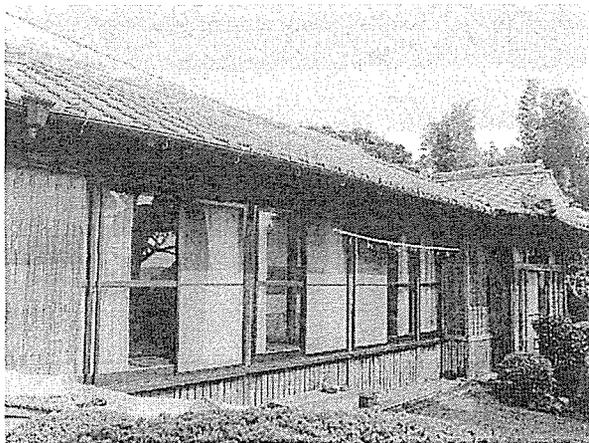


写真 1-1 都城市 庄内町棕田邸

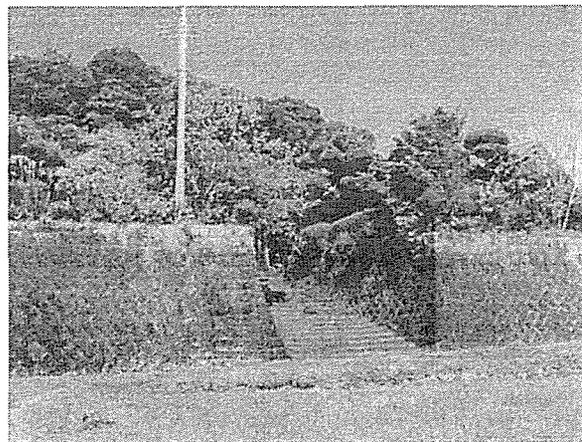


写真 1-2 棕田邸南外観の敷地構え

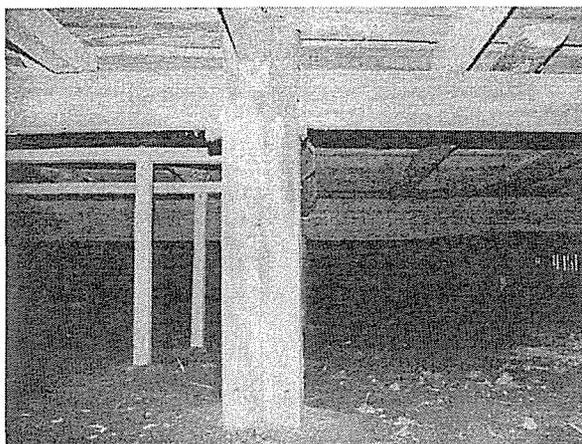


写真 1-3 基礎は東石、床組みは貫構造

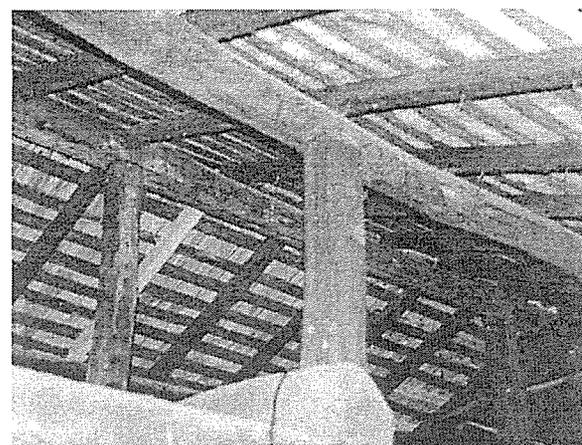


写真 1-4 小屋組の様子

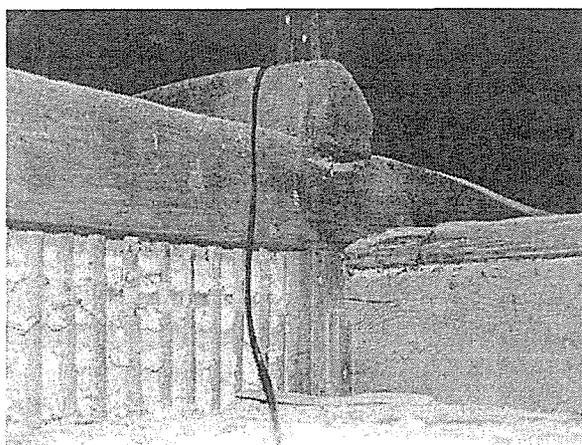


写真 1-5 梁と柱の接合部と小舞壁下地との取り付け部



写真 1-6 ピロディンによる測定

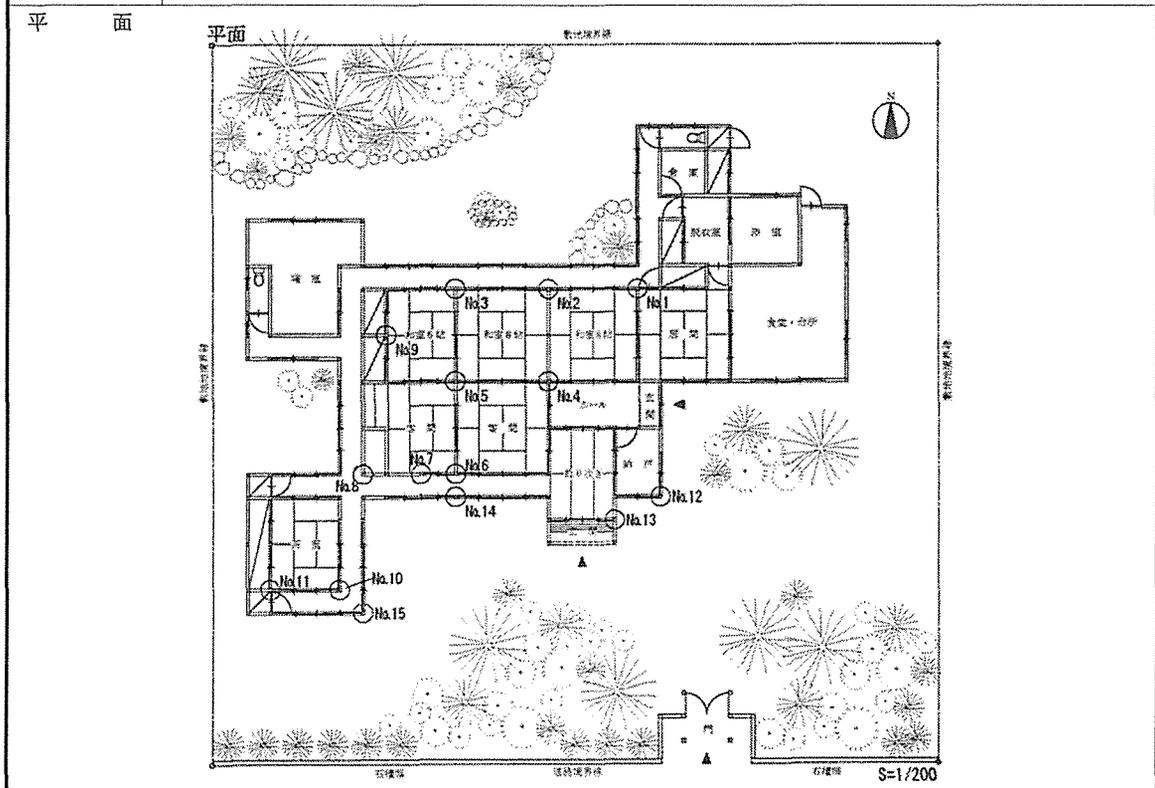
(2) 山之口町住宅(前田邸)

① 建物の概要

対象とした住宅は都城の北東部にある北諸県郡山之口町の武家屋敷である。明治 40 年に建てられ、一部増築と東側外壁の一部が改築されているが、保存状態は極めて良い。床組みは玉石基礎に東立て構法で、伝統構法による木造平屋建で延べ面積が 79 坪である。武家屋敷らしく石垣が道路沿いに配置され、閑静な住宅地にある。地耐力も良好で平坦地である。(表 1-3、写真 1-7、写真 1-8)。

表 1-3 調査表(前田邸)

調査日	2001.10.27	天候	晴れ
建物名称	前田邸	所在地	北諸県郡山之口町
用途	専用住宅	竣工年	明治40年
使用履歴	北側の一部を増築 東側の外壁を一部改修	被災暦	なし
敷地状況	平坦地で良好 周囲は畑・山林等		
構造	形式：在来軸組構法木造平屋建	床面積：260㎡ (79T)	
基礎	形式：くつ石基礎	床高：700mm	
外壁	形式：小舞竹下地しっくい仕上げ 腰部 ささら子下見板張り	材料：杉板	
小屋組	形式：和様 京ろ組3段	スパン：3.92m (2間)	
屋根	形式：入母屋 材料：粘土瓦 (引っ掛け棧なし) 軒の出：900mm	勾配：4.5/10 下地：こけら板 軒裏：化粧垂木	
構造材	柱：桧 梁：松 地貫：桧 床束：桧		



② 調査結果

1) 敷地構え 周囲が武家屋敷の造りのため石垣が積まれている。(写真 1-9 参照)。

2) 基礎及び床組み 図 1-2 のように床高が 700mm と高く、住宅周囲の下部は羽板を 60mm 間隔で設けてあり、極めて換気が良い。礎石の上に床束(135mm 角)があり、土台には梁のような大きな部材が使用され、スパンも広い。このため、床下換気を遮るものがなく換気がしやすくなっている。

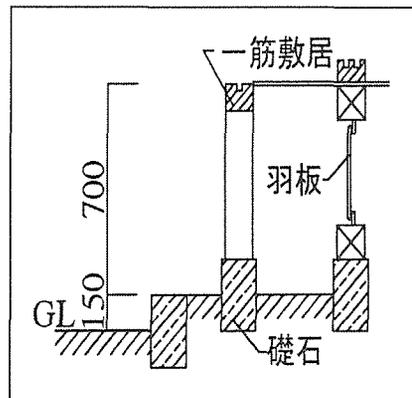


図 1-2 基礎と床組み

3) 構造躯体 柱は桧が使われていてすべて 135mm 角である。台風時の被害と思われる柱と建具の間隙も 10mm 位で、梁は標準的なものは 120mm×280mm で、270mm×450mm と大きなものも使われ構造的にはがっちりとしている。(写真 1-10、1-11 参照)。

4) 接合方法 金物なしの伝統的な方法である。(写真 1-12 参照)。

5) 壁 外壁はほとんどが開口部で雨戸になっているが、一部がささら子下見板張りである。玄関等の東側の壁は床下まで壁になっていて、換気が悪いためかシロアリの跡が見られた。内壁は小舞竹下地の土壁になっている。(写真 1-13 参照)。

6) 屋根 入母屋造りの瓦葺(葺き替え有り)で、軒の出は 900mm と深い。棟や軒先もほぼ水平である。裳階があるため小屋裏も高い。

7) 平面 北側の一部を除きほとんどが開口部で通風が良い。便所等が離れになっていて、畳の間を縁側で囲む田の字型プランである。北側、南側にかかわらず座敷と一体になった庭がある。

8) 腐朽度 改築されていない部分の柱の腐朽度を調べた結果は、表 1-4 のとおりである。

表 1-4 ピロディンによる調査結果

No.	部位	樹種	ピロディン値	含水率(%)
1	柱	桧		13.5
2	柱	桧		15.5
3	柱	桧		15.5
4	柱	桧		15.5
5	柱	桧		14.0
6	柱	桧		19.0
7	柱	桧		19.5
8	柱	桧		15.0
9	柱	桧		16.0
10	柱	桧		15.5
11	柱	桧		18.0
12	柱	桧	22.0	
13	柱	桧	22.0	
14	柱	桧	21.0	
15	柱	桧	24.0	
16	小屋梁	松		25.0
17	小屋束	松		18.0
18	小屋貫	松		12.0

柱の含水率については場所によって若干の差はあるもののほぼ妥当な値であった。

小屋組の含水率に差が出たのは部材の厚みによるものと思われる。北側の柱のピロディン値は、ほぼ同じ値が出て、ほとんど腐朽していないことが分かった。



写真 1-7 前田邸の玄関周り



写真 1-8 東側外観



写真 1-9 敷地構え 外観

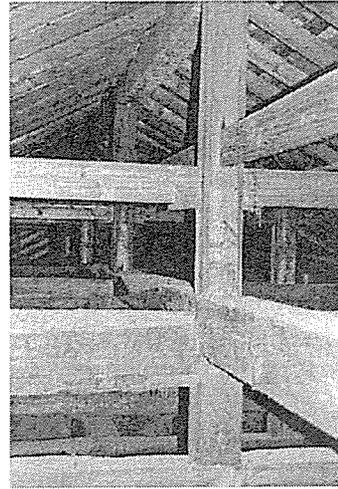


写真 1-10 小屋組み

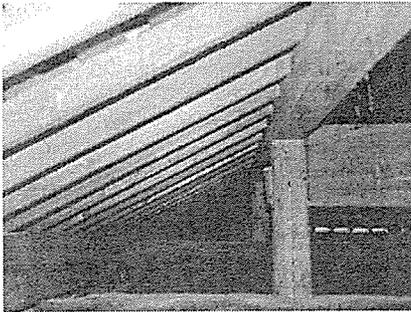


写真 1-11 母屋と垂木



写真 1-12 貫にはくさびを使用



写真 1-13 間仕切壁と小舞下地

(3) 都城市夏尾町住宅(池田邸)

① 建物の概要

対象とした住宅は都城の西部にある夏尾町の農家住宅である。昭和元年に建てられ、増築も改築もされていなく保存状態が極めて良い住宅である。床組みは切り石（凝灰岩）に束立て構法である。伝統構法による木造平屋建で延べ面積が46坪である。切り石の石垣でくの字型にアプローチが構成されていて、周りが畑の閑静な所にあり、地盤も良好で平坦地である（表1-5、写真1-14）。

表 1-5 調査表(池田邸)

調査日	2001.10.27	天候	晴れ
建物名称	池田邸	所在地	都城市夏尾町
用途	農家住宅	竣工年	昭和元年
使用履歴	増改築なし	被災暦	なし
敷地状況	平坦地で良好 周囲は畑等		
構造	形式：在来軸組構法木造平屋建	床面積：151㎡（46T）	
基礎	形式：切り石基礎	床高：850mm	
外壁	形式：亜鉛鉄板張り（以前は杉板張り）		
小屋組	形式：和様 京ろ組3段	スパン：1.92m（2間）	
屋根	形式：入母屋	勾配：5.0/10	
	材料：粘土瓦	下地：こけら板	
	軒の出：700mm	軒裏：化粧垂木	
構造材	柱：杉	梁：松	
	地貫：杉	床束：杉	
平面			

② 調査結果

1) 敷地構え 小高い所にある平坦地で、門構えに切り石が積まれている。(写真 1-15 参照)。

2) 基礎及び床組み 図1-3のように床高が850mmを高く、住宅周囲の下部は全て羽板を60mm間隔で設けてあり、可動式で極めて換気が良い。切り石の上に床束(200mm角)があり、床梁には丸太が使用され、スパンは4~5mある。このため、床下換気を遮るものがなく換気がしやすくなっている。床の傾斜や下地のふくれも見当たらない。換気がよいためか、白アリの跡も見当たらず、柱脚部もほとんど腐朽はない。

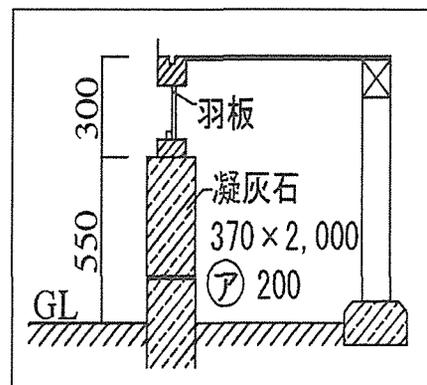


図 1-3 基礎と床組み

(写真 1-16、1-17 参照)。

3) 構造躯体 柱は杉が使われていてすべて150mm角と頑丈である。建具の隙間は10mmで開閉は若干重い。しかし、小屋組も大きな部材で2重梁・3重梁が使ってあり構造的にはがっちりとしている。天井高さも高い。

4) 接合方法 金物なしの伝統的な方法。(写真 1-18 参照)。

5) 壁 外壁はほとんどが開口部で雨戸になっている。(写真 1-19 参照)。

6) 屋根 入母屋造りの瓦葺で、軒の出は700mmある。軒先や隅が少し下がっているものの、雨漏りはない。(写真 1-20 参照)。

7) 平面 座敷の間が西側に面していて日当たりが若干悪い。以前、玄関の次の間で養蚕をしていたらしく床下が高く、暖が取れるようにしてあった。(写真 1-21 参照)。

8) 腐朽度 柱の含水率の平均も17.0%と良好であった。



写真 1-14 池田邸外観

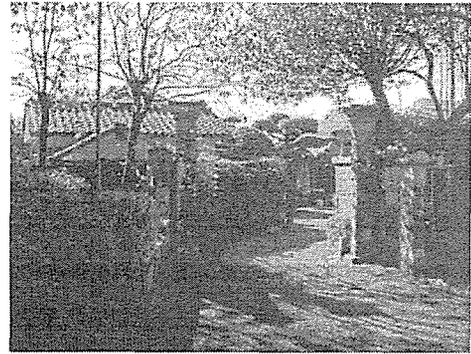


写真 1-15 敷地構え

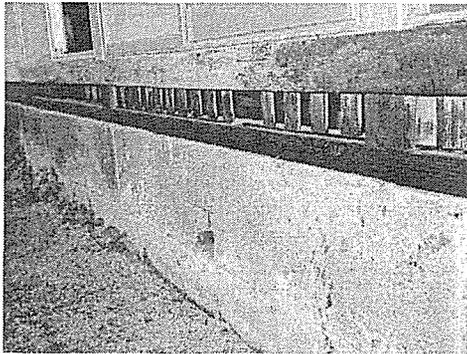


写真 1-16 基礎及び床組み

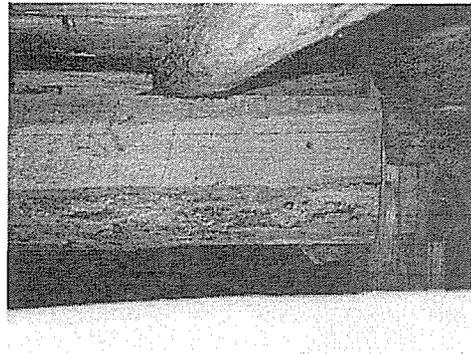


写真 1-17 床組み

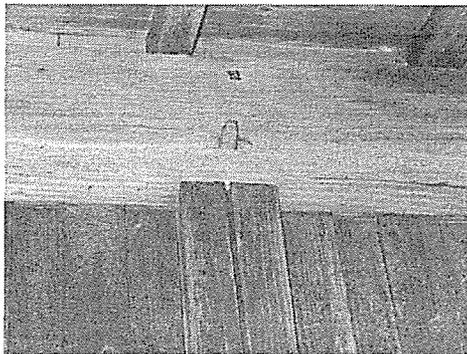


写真 1-18 梁と柱の接合

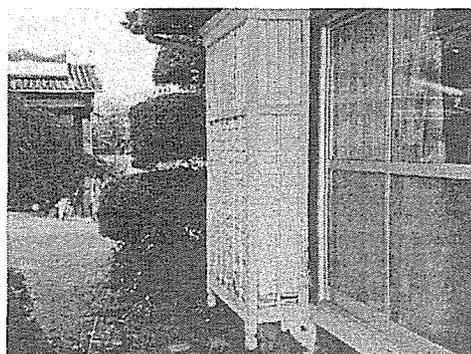


写真 1-19 戸袋と雨戸

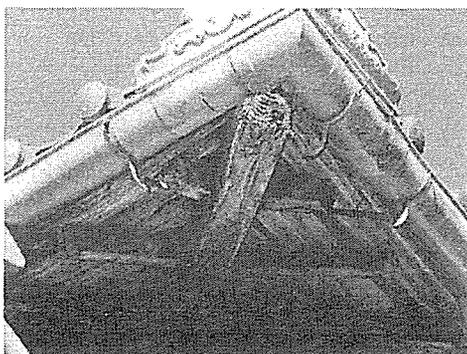


写真 1-20 軒裏



写真 1-21 蚕用の暖炉

(4) 沖縄の住宅(中村邸)

① 建物の概要

18世紀中頃に建てられ、日本中世の武家屋敷の流れを汲みながらも各部に独特な手法を取り入れている。士族屋敷の形式に農家の形式である高倉、納屋、畜舎等が付随していて沖縄の住居形式の特色をすべて備えている。屋敷は南向きの緩い傾斜地を切り開いて建てられていて、東、南、西を琉球石灰岩の石垣で囲い、その内側に防風林の役目をする福木を植え、台風に備えている。現在は国県の重要文化財に指定されている。

(表 1-6、写真 1-22、写真 1-23)

表 1-6 調査表(中村邸)

調査日	2001.9.20	天 候	晴れ
建物名称	中村家住宅	所在地	沖縄市
用途	農家	竣工年	築250年
使用履歴	20年に1回程度の部分改修 (柱、鴨居、貫等)	被災暦	なし
敷地状況	南向きの緩い傾斜地を切り開いて建てられている		
構造	形式：在来軸組構法木造平屋建	床面積	174.5㎡
基礎	形式：琉球石灰石基礎	床 高	400mm
外 壁	形式：堅羽目板張り	材料	沖縄杉板
小屋組	形式：和様 京ろ組	スパン	4.8m (2.5間)
屋 根	形式：寄せ棟	勾配	4.5/10
	材料：琉球瓦 軒の出：700mm	下地	小竹に漆喰 軒裏：小竹に漆喰
構 造 材	柱：イヌマキ、モッコク (105・120・135角)	梁	イヌマキ
	地貫：イヌマキ	床束	イヌマキ (135角)
平 面			

② 調査結果

1) 敷地構え 南向きの緩い傾斜地を切り開いて建てられていて、東、南、西を琉球石灰岩の石垣で囲い、その内側に防風林の役目をする福木を植え、台風に備えている。
(写真 1-24 参照)。

2) 基礎及び床組み 図 1-4 のように床高が 400mm で、住宅周囲の下部は羽板を 60mm 間隔で設けてあり、極めて換気が良い。基礎である琉球石灰石の上に床束 (135mm 角) があり、土台には梁のような大きな部材が使用され、スパンも広い。このため、床下換気を遮るものがなく換気がしやすくなっている。そのため台所の一部 (束石が水分を含んでいる) を除いて床束の脚部には腐朽がなく、床下地もしっかりしていた。貫構造である。(写真 1-25 参照)。

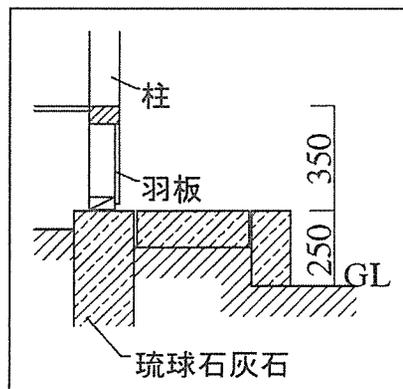


図 1-4 基礎と床組み

3) 構造躯体 柱は農家には珍しいと言われるイヌマキとモッコクが使われていて、105mm、125mm、135mm で構成されている。柱と建具の間隔も 10mm 位で、梁も 120mm×270mm が使われ構造的にはがっちりとしている。(写真 1-26、1-27 参照)。

4) 接合方法 金物なしの伝統的な方法である。

5) 壁 外壁はほとんどが開口部で雨戸になっているが、一部が豎羽目板張りである。内壁はほとんどなく耐震壁はない。

6) 屋根 寄せ棟造りの琉球瓦の本瓦葺 (明治中期までは竹茅葺き) で、軒の出は 700mm である。棟や軒先もほぼ水平である。屋根の下地材がしっくいであり、吸湿性があるためその気化熱で涼しい。(写真 1-28、1-29 参照)

7) 平面 母屋は北側の一部を除きほとんどが開口部で通風が良い。畳間は全てが 6 畳以下で離れ座敷を持つ。板の間の小屋裏は物置になっている。西側には中 2 階の棟で、1 階は腰石壁の家畜小屋兼納屋がおかれている。

8) 腐朽度 柱の傾斜量と含水率を計測したところ、測定調査結果は表 1-7 のとおりである。なお、傾斜量は下げ振りを用い、高さ 2m に対しての数量を示す。

表 1-7 傾斜量と含水率の調査結果

No	部位	樹種	傾斜(mm)	含水率(%)
1	柱	イヌマキ	X: +0.6	20.0
			Y: -0.2	
2	柱	イヌマキ	X: -0.1	20.0
			Y: +0.2	
3	柱	イヌマキ	X: +1.0	22.0
			Y: +0.2	
4	柱	イヌマキ	X: -0.4	19.5
			Y: +0.6	
5	柱	イヌマキ	X: -0.5	26.5
			Y: +0.5	
6	柱	イヌマキ	X: ±0.0	26.0
			Y: +0.7	

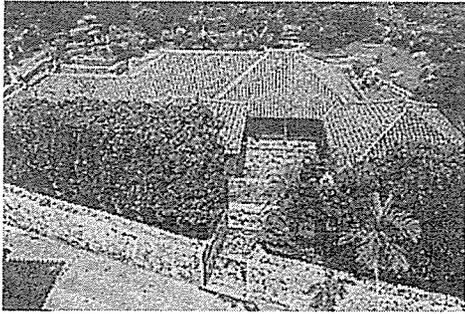


写真 1-22 中村邸の全景

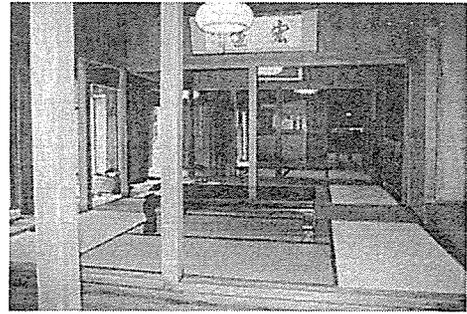


写真 1-23 中村邸の室内

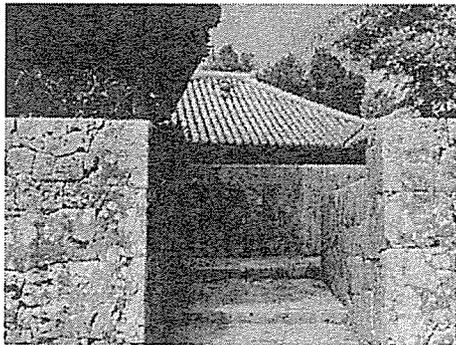


写真 1-24 敷地構え(門)

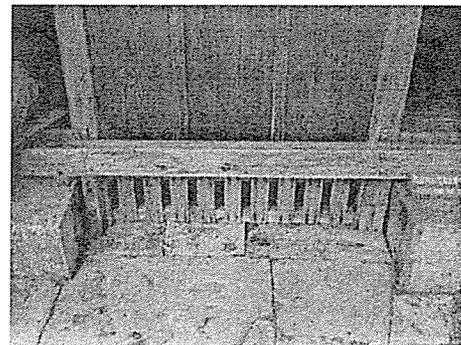


写真 1-25 基礎及び床組み

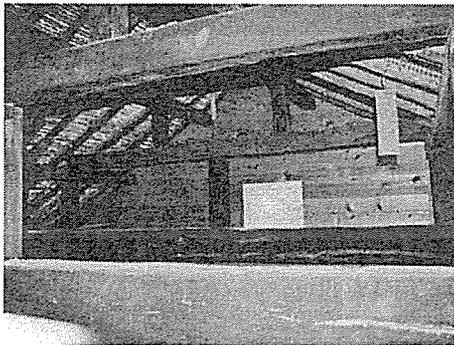


写真 1-26 小屋組



写真 1-27 母屋と垂木



写真 1-28 琉球赤瓦



写真 1-29 霜覆い(柱や鴨居の腐朽対策)

1.2.3 調査結果のまとめ

(1) 調査結果のデータ

表 1-8 調査結果の一覧表

建 物 名	椋田邸		前田邸		池田邸		中村邸		備 考
	専用住宅		武家屋敷		農家住宅		農家住宅		
管理状況	2年毎保守点検		3年毎点検		5年毎点検		重要文化財として年1回点検		
部 位	柱	梁	柱	梁	柱	梁	柱	梁	
形 状	135角	200× 300	135角	120× 280	150角	135× 360	105角 120角 135角	120× 270	
樹 種	杉	赤松	桧	松	杉	松	イヌマキ モッコク	イヌマキ モッコク	
含 水 率 (平均値)	15%	20%	15%	18%	18%	20%	14%	17%	含水率計による (写真1-35)
ピロディ ン値 (平均値)	29.5	—	22.0	—	—	—	—	—	ピロディン測定 器による (写真1-36)
傾 斜 量	2.0～ 1.5mm	/	1.6～ 1.4mm	/	1.0～ 0.8mm	/	2.2～ 1.8mm	/	下げ振りによる (写真1-37)
た わ み (平均値)	/	1 mm	/	/	/	2 mm	/	/	光学測定器 による
築 年 数	100年		96年		75年		250年		
建 築 主 よりの 聞 き 取 り	<ul style="list-style-type: none"> ・高台にあるため腐朽状況は進んでいない。 ・敷地構えを台風対策としてきた。 ・今後のメンテナンスにも積極的に取り組み、強度を保持したい。 		<ul style="list-style-type: none"> ・庄屋としての構造のため、維持管理には十分な保全を行ってきた。 ・今後は雨漏り対策が重要である。 		<ul style="list-style-type: none"> ・養蚕兼用の住宅として建築しており、西向きのため居住環境はあまり良くない。機能性を重視したため不具合が発生している。 				

(2) 今回の調査で使用した測定機器



写真 1-30 測定機器

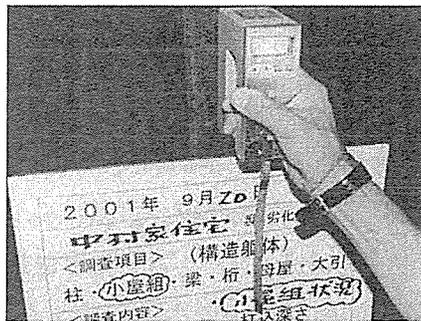


写真 1-31 含水率計



写真 1-32 ピロデン測定器



写真 1-33 下げ振り

(3) まとめ

今回の調査した住宅に共通している部分を挙げる。

① 基礎が「石場立て」で、礎石の上に柱を立てる構造である

この構造にすることで木造の最大の弱点である腐食を克服することができる。腐食の原因はほとんどが湿気である。「石場立て」は床下換気を妨げる布基礎がなく、風通しが良くなる。また、木材の性質上も理に叶った構造と言える。即ち、木材繊維に直角に加重がかかる土台の上に柱を立てるより、礎石の上に直接立てた方が強度的にも強い。この「石場立て」構造の欠点である石の中心から柱が移動すること、柱の長さが違うことなどを工夫し、なおかつ水平力を考慮した貫を使用することで長期耐用型の住宅が考えられる。なお、参考までに過去の宮崎県に被害を及ぼした地震の記録を示す。(表 1-9 参照)

② 構造材が骨太である

今回調査した住宅は、日本の伝統的な木造住宅の特長でもある平面的に開放的なタイプであり、壁が極めて少なかった。筋かいの入っている耐震壁はゼロであった。一般的に、耐震壁を設けることの重要性が言われているが、構造材を骨太にすることで長期に耐えられることが分かった。

③ 接合方法に金物が使われていなかった。

どの建物にも特殊な接合方法は見られなかったが、こみ栓とくさびが使用されていた。貫構造を基本とし釘や金物は使用されていなかった。

④ 換気・通風が良かった

「日本の住宅は夏を旨とすべし」と言うが、まさにその通りの造りであった。床下、居室、小屋裏のほとんどがそうであった。そのために木材の腐食やシロアリの被害が極めて少なかった。今後、断熱などの冬型の工夫をすることで、和風住宅の伝統的な開放的な造りを構造的にも空間的にも追求していくことが肝要であろう。

表 1-9 宮崎県に被害を及ぼした地震

地震名	西暦	月	日	緯度	経度	M	現象
日向灘	1498	7	9	33.0°N	132.0°E	7.0	九州で山崩れ、地裂け泥湧出。民屋はすべてこわれ死多数、伊予で地変、同日畿内に地震、被害はなかったらしい。同じ地震であれば震域が広く、震央に変更が必要。
日向灘・大隅	1662	10	31	31.7°N	132.0°E	7.6	日向灘沿岸に被害。城の破損、潰家多く、死者があった。山崩れ、津波を生じ、宮崎県沿岸7ヶ村周囲7里35町の地が陥没して海となった。日向灘の地震の中でも特に被害が大きかった。
日向灘・豊後・肥後	1769	8	29	32.3°N	132.0°E	7.4	延岡城・大分城で被害多く、寺社・町屋の破損が多かった。熊本領内でも被害が多く、宇和島で強く感じた。津波があった。[1]
日向灘	1899	11	25	31.9°N	132.0°E	7.1	宮崎・大分で家屋小破し。土蔵が倒壊した。大分では2回目の方が強かった。[-1]
宮崎県西部	1909	11	10	32.3°N	131.1°E	7.6	宮崎市付近で被害が大きく、宮崎・大分・鹿児島・高知・岡山・広島・熊本の各県に被害があった。大きなやや深発地震で、深さ約150km。従来、日向灘とされていたもの。
日向灘	1931	11	2	32.3°N	132.6°E	7.1	宮崎県で家屋全壊4、死1、鹿児島県で家屋全壊1、室戸で津波85cm。[-1]
日向灘	1939	3	20	32.3°N	132.0°E	6.5	大分県沿岸で小被害、宮崎県で死1、小津波があった。[-1]
日向灘	1941	11	19	32.0°N	132.1°E	7.2	大分・宮崎・熊本の各県で被害があり、死2、家屋全壊27、九州東岸・四国西岸に津波があり、波高は最大1m。[-1]
日向灘	1961	2	27	31.6°N	131.9°E	7.0	宮崎・鹿児島両県で死2、家屋全壊3、九州から中部の沿岸に津波、波高は最高50cm。[0]
えびの	1968	2	21	32.0°N	130.7°E	6.1	2時間ほど前にM5.7の前震、翌日にもM5.6の余震があった。死3、傷42、建物全壊368、半壊636、山崩れが多かった。3月25日にもM5.7とM5.4の地震があり、建物全壊18、半壊147
日向灘	1968	4	1	32.3°N	132.5°E	7.5	高知・愛媛で被害多く、傷15、住家全壊1、半壊2、道路損壊18など。小津波があった。[1]
日向灘	1970	7	26	32.1°N	132.0°E	6.7	傷13、山崖崩れ4。小津波があった。[-1]
日向灘	1984	8	7	32.4°N	132.2°E	7.1	宮崎・大分・熊本の各県で被害、傷9、建物一部破損319など。弱い津波があり、延岡で18cmを記録した。[-1]
日向灘	1987	3	18	32.0°N	132.1°E	6.6	死1、傷若干のほか、建物・道路などに被害があった。
日向灘	1996	10	19	31.8°N	132.0°E	6.6	軽微な被害
日向灘	1996	12	3	31.8°N	131.6°E	6.6	軽微な被害

1.3 顧客のニーズ調査と市場動向の調査

1.3.1 顧客のニーズ調査

(1) 調査の目的

現在居住する住宅の住まい方を基にしながらも、今後に望む住まいのあり方、住宅デザインに対する好み、長く住まうための基本条件等の意識調査を行い、今後の住宅取得層が長期耐用住宅に求めるニーズを把握することを目的とする。

(2) 調査日、調査場所

地域型住宅の顧客ニーズを把握するにあたって、木造住宅に対する意向調査を行った。調査はあらかじめ回答項目を定めたアンケート方式で実施した。実施期日は平成14年10月12日(土)～14日(月)の連休の3日間、場所は宮崎市で行われたウッドフェスティバルのイベント会場で行った。イベントの性格上、ある程度木材や木造住宅に関心を持つ人々の意見が反映されていることになる。

(3) 回答者の属性

対象者は宮崎市及びその周辺に在住の男性79名、女性198名、計277名である。年齢別には30代、60代が最も多く、次に50代、40代となっている。回答者の現在の居住形態は「木造一戸建持ち家」の居住者が最も多く169名であり、「非木造賃貸アパート」が22名、「木造一戸建賃貸家」が21名、「非木造一戸建持ち家」が20名である。

(4) 調査結果

① 住宅工法の選定では、『木造系が圧倒的に多く、在来軸組は82.2%』であった。

家を建てる時に、希望する住宅は、木造系が90%以上を占め圧倒的に多い。中でも、「在来軸組住宅」が最も多く82.2%、次いで「ツーバイフォー住宅」が11.3%である。「木質プレハブ住宅」は3.3%ときわめて少ない。地方都市における在来軸組住宅に対する根強い支持が伺える。この傾向は各年齢別にみても同じ傾向である(図1-5)。

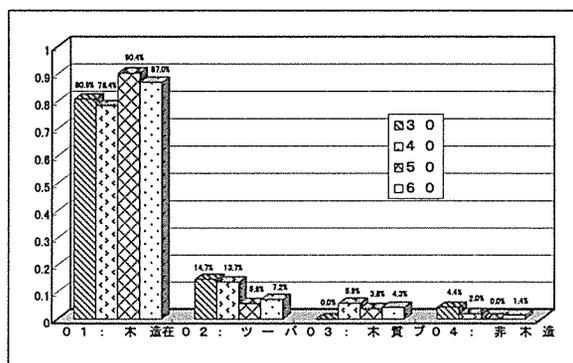


図 1-5

② 施工者の選定は、『大工・工務店が多い』である。

家を建てる時に依頼したい施工業者等としては、「大工」が31.2%、次いで「近くの工務店」が26.3%、「大手住宅メーカー」が24.4%、「設計事務所」が16.6%であり、やはり、地方都市では大工・工務店に信頼を寄せている(図1-6)。

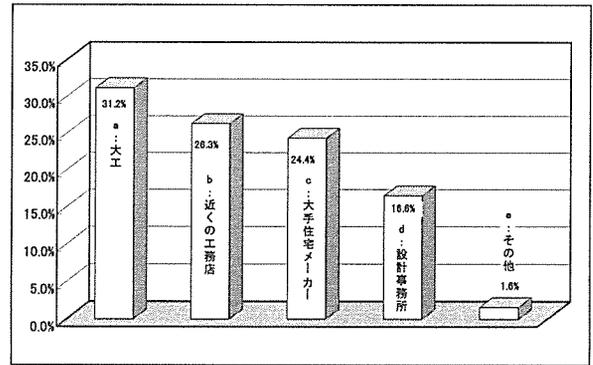


図 1-6

③ 施工者の選定の理由は、『信頼感の維持が重要』である。

家を建てる時に施工者を大工・工務店に選定する理由としては「信頼できる」が27.5%、「技術的にすぐれている」が19.5%、「アフターサービスが良さそう」が19.1%の順で、その後、「知り合いがいる」「融通が利く」などの項目が続く(図1-7)。

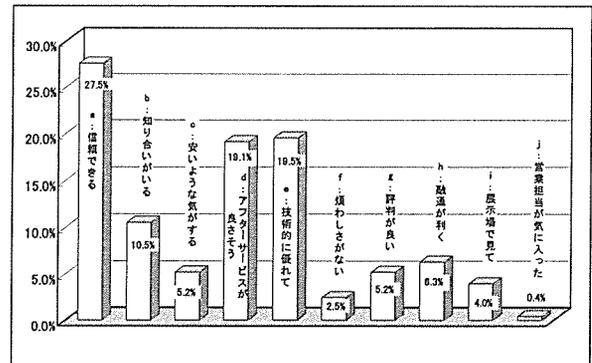


図 1-7

④ 建築時に重視する項目は、『健康・安全性が第1位』であった。

家を建てる時に重視する項目としては、「健康・安全性」が20.9%と最も多い。これは最近のシックハウス問題などに消費者の関心が高まっていることを示す。次いで「過ごしやすさ」が19.3%、「価格」が16.8%と続く(図1-8)。構造安全性、耐久性など住宅の性能についての要請も多い。

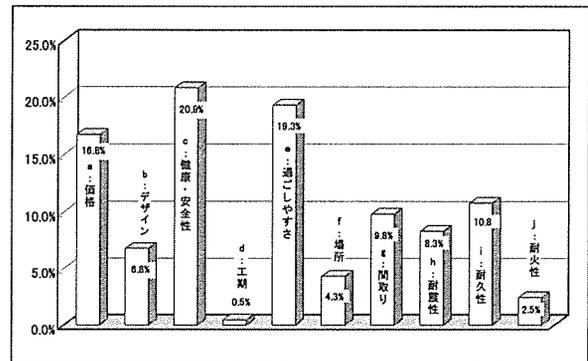


図 1-8

⑤ 部屋の造りは、『若者は洋室嗜好』である。

その家の造りとして主な部屋は「和室主体で一部洋室」が39.1%と最も多く、「和室」が29.7%、「洋室主体で一部和室」が21.7%、「洋室」が10.5%の順である。しかし、これを年齢別にみると、「洋室」「洋室主体」は30代、40代に支持され、「和室」「和室主体」は50代、60代に支持されていることがわかる(図1-9)。

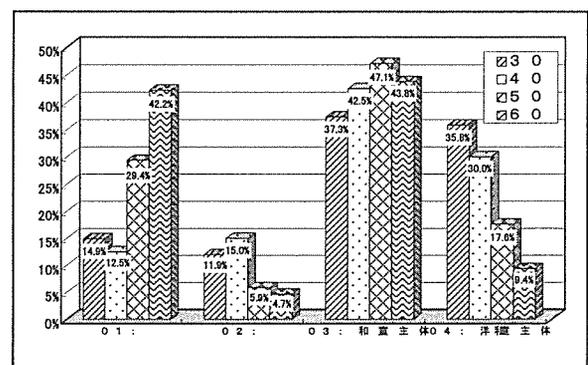


図 1-9

⑥ 希望する家の寿命は、『60年程度は持たせたい』であった。

新築する家を何年ぐらい長持ちさせたいかについては、「60年」は持たせたいが 32.2%で最も多く、次いで「50年」が 20.5%、「40年」が 10.5%の順であり、ほとんどが 40年～60年は持たせたいと思っている(図 1-10)。

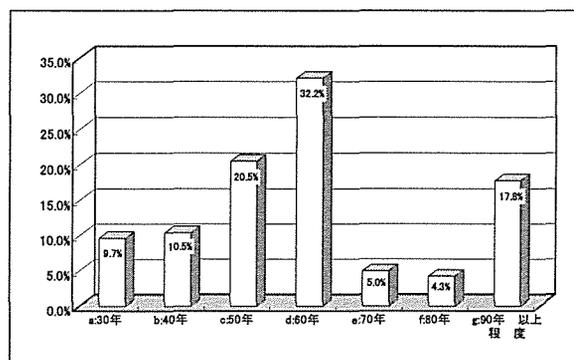


図 1-10

⑦ 地域に適した住宅建設に必要な項目は、『木造住宅には性能を求めている』ということである。

地域に適した住宅として、複数回答の結果、「夏涼しく、冬暖かい家」29.6%、「日当たりの良い家」24.0%、「台風や豪雨に強い家」21.1%が求められている(図 1-11)。

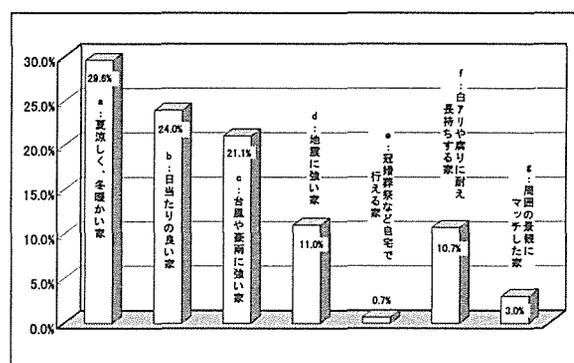


図 1-11

1.3.2 市場動向の調査

都城市内を対象として、平成 13 年 3 月 16 日から平成 14 年 5 月 30 日までの 1 年間、宮崎県木材利用技術センターで購読している新聞に折込された住宅広告のチラシ(一部近隣地元工務店の展示場も含む)を対象として、住宅市場の現状を調査した。

(1) 調査項目

調査項目は、延床面積、1 階床面積、2 階床面積、間取り、建築費の総額及び坪単価とした。

(2) 調査結果

① 延床面積の平均値は 40.20 坪であった。

階数では平屋は少なく 2 階建てが多い。そのうち 1 階の平均値は 22.60 坪、2 階の平均値は 18.05 坪であった。(別添資料)

② 間取りは、40 坪未満では 4LDK が圧倒的に多い。40 坪以上になると 5LDK、6LDK も少なからずあった。(別添資料)

③ 建築費の総額の平均は 1,405 万円、坪単価の平均は 36.01 万円であった。実際の購入の場合はオプションによっても違い、坪 2～3 万円はアップすると思われる。なお、平成 13 年末からの大手住宅メーカーの坪単価 20 万円台の「超低価格住宅」の発売等がきっかけとなり価格は下降傾向が見られる。(別添資料)

1.3.3 結果

このように、台風が多く高温多湿地域である宮崎県における地域型住宅としては、開放度が大きく風通しが良い、すなわち夏涼しく冬暖かく、日当たりが良い住宅である。大工・

工務店による木造住宅に対し根強い嗜好が伺えるが、構造性能として、台風や豪雨に強い頑丈な住宅が好まれていることがわかった。

また、消費者の近年の傾向として、安価な住宅を求めている人もいるが、標準的には延床面積 40 坪、坪単価 40 万円程度を求めている。また住宅の寿命は、60 年は持たせたいと多くの人が思っていることもわかった。

1.3.4 考 察

以上の調査結果と国土交通省から平成 14 年 9 月に示された「長寿命木造住宅整備指針」を踏まえ、これからの宮崎県の地域資源を活かす長寿命の地域型住宅としてのあるべき姿は次のとおりであると考ええる。

(1) 地域性があり、世代を超えて継承される住宅であること

そのためには、地域で育った木材（スギ）を積極・持続的に活用し、強い日差しや台風に配慮するなど地域の気候、風土に対応した工法、構造であることが重要である。

(2) 耐久性が高く、劣化軽減策の配慮がされていること

物理的に長持ちする配慮が必要である。最も腐朽が進むのは床下部分である。このため、床下換気が十分に行われる床構造の採用、また結露対策として、外壁通気の確保等が重要である。

(3) 維持管理や部材の更新がしやすいこと

腐朽あるいは蟻害等を受けた部材が容易に交換でき、また更新に必要な部材も入手しやすい地域材（スギ）等の想定が重要である。

(4) 可変性の確保がされていること

世帯構成の変化に対応できる（社会的対応性のある）間取りの変更や、増改築も容易に行える構造であることも重要である。改築の際には部材のリユース・リサイクルが容易に行え、廃棄が低公害的に行える必要がある。そのためには解体が容易で、解体廃棄材の処理も容易に行えるように、構造材はできるだけ木材だけで組み立て、鉄、プラスチックなどの混入を避けることが重要である。

1.4 「住宅の品質確保の促進等に関する法律」との関係

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 1-12 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。

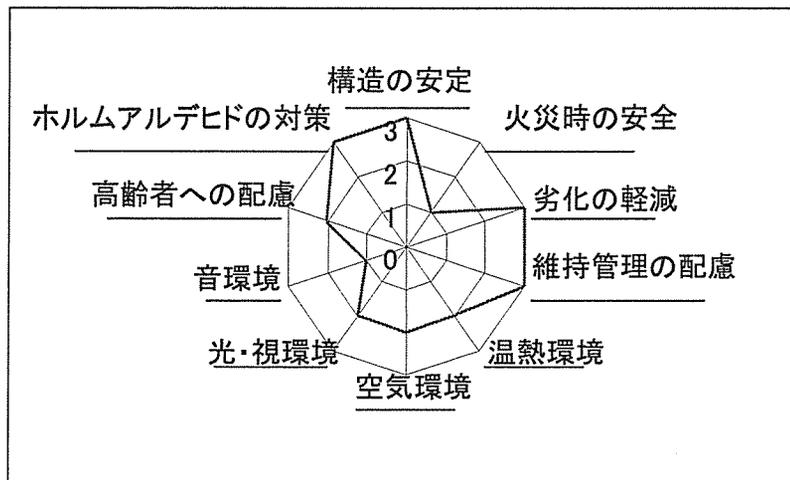


図 1-12 品確法上の性能レベル設定レーダーチャート

1.5 基本設計

1.5.1 準拠基準

基本設計に当たっては、下記の準拠規準に従った。

建築基準法及び同施行令（平成 14 年 7 月 12 日改正）

木質構造設計規準・同解説（日本建築学会 平成 14 年 10 月 20 日改訂版）

木造建築工事共通仕様書（公共建築協会 平成 10 年版）

針葉樹の構造用製材の日本農林規格（平成 13 年 11 月 30 日告示第 1596 号）

1.5.2 平立面の検討条件

宮崎型住宅の基本設計の条件は、地域委員会の決定により次のように整理され、平面図の検討を進めることになった。

- 1) モジュールは 1.92m を基本とする。
- 2) 延べ床面積は 40 坪程度、間取りは 4LDK とする。
- 3) 床梁等の最大スパンは 4m 以下とする。
- 4) 土台と布基礎を用いない。
- 5) 1FL は GL+600mm、2FL は 1FL+2855mm とする。

1.5.3 モデルプランの検討

平立面の検討条件に従い、ここではモデルプラン（基本設計）の例として平面図を図 1-13 に示す。

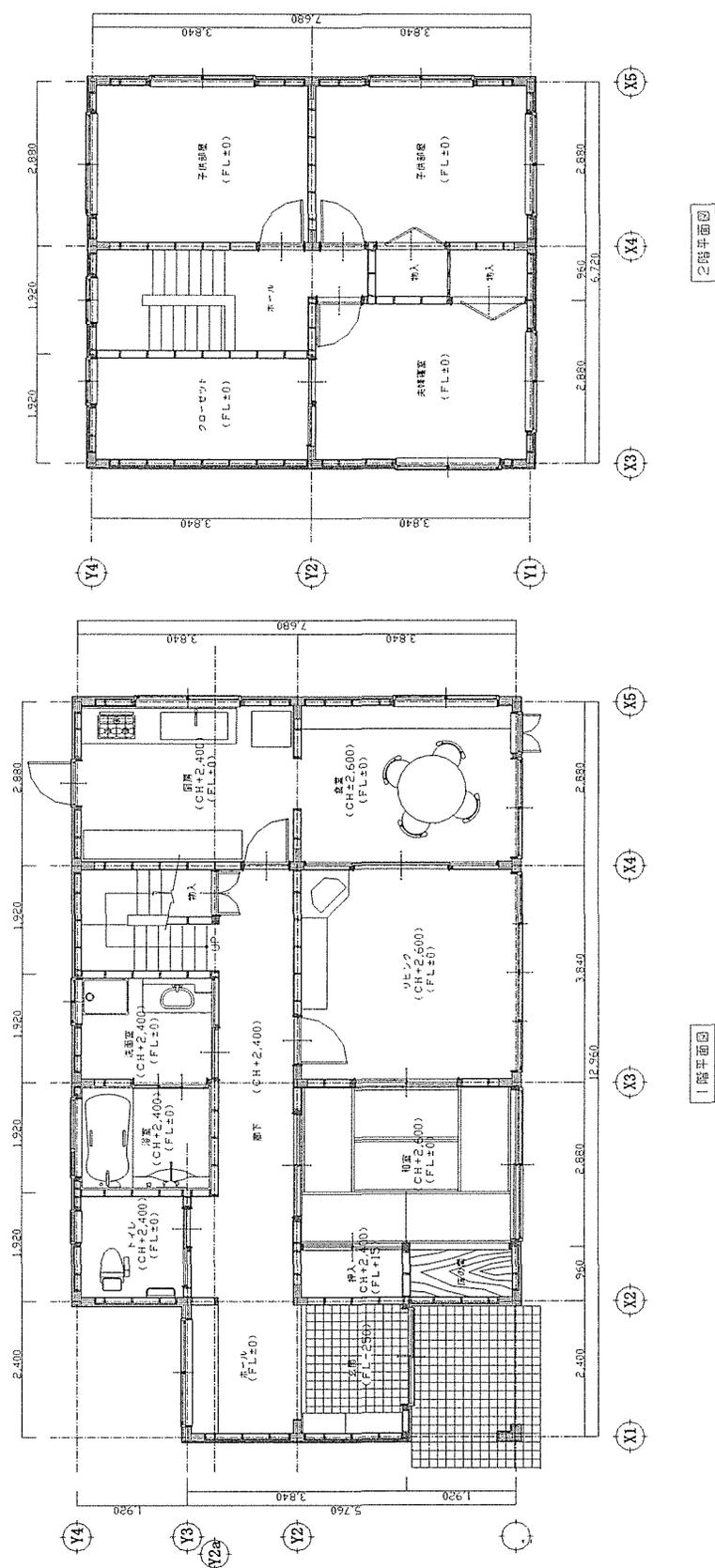


図 1-13 基本設計

2 新しい軸組構造の開発

2.1 新しい軸組開発の背景と目的

2.1.1 開発の背景と目的

(1) 部材断面の整理・統合

一般的に在来軸組構法住宅を構成する製材品部材は、断面形状・寸法の種類が極めて多い。このことによって加工、在庫、流通、施工の全ての面でコストがかさむ。部材の作りおきも困難になり、さらに材質の規格化もままならず、強度測定にも手がかかる。部材の整理統合が必要である。

(2) これからの住宅は長期耐用住宅

住宅の使用期間は、劣化によって使用不可になる場合のほか、使用条件の変化（居住人数の変化、住まい方の変化、デザインの陳腐化など）によっても影響される。いずれにせよ、安全性が高く、住み心地の良い家を長期にわたって使用して行きたい。そのような住宅を確保するためには、次の事項を配慮すべきであろう。

- ①最も腐朽が進むのは、床下部分である。床下の換気が十分に行われる床構造の採用
- ②腐朽あるいは蟻害を受けた部材が容易に交換可能な構造の採用
- ③スケルトン・インフィル、すなわちスケルトン（軸組構造体）とインフィル（造作・内装・間仕切り等）が分離できる構造をとり、インフィルを容易に変更できる構造
- ④増改築が容易に行える構造

(3) 解体と部材のリユース・リサイクルが容易、廃棄が低公害的

本来、木造住宅は、鉄筋コンクリート造や鉄骨造に比べてはるかに解体が容易で、解体廃棄材の処理も容易に行える工法であるはずである。このことから住宅施工、さらには部材加工時に接着剤の使用は極力避けたい。また 2×4 工法のように多数の釘を打ち込んで組み立てることは、解体を困難にし、解体材の分離を複雑にする。金物の使用も出来るだけ避けたいが、ボルトナットやラグスクリューのように取り外しが可能で、明確、単純にこれを行えるものに限りたい。いずれにせよ、木造住宅（特にスケルトンについては）の構造材は、出来るだけ木材のみで組み立て、鉄・プラスチックなどの異物の混入を避けるべきである。

(4) ケミカルスの使用を可能な限り避ける

シックハウス問題が大きな関心と呼ぶ中で、接着剤、防腐・防虫薬剤、さらには塗料などいわゆるケミカルスの使用を出来るだけ控えたい。このことは住宅構成部材として室内環境汚染の問題を発生せしめる恐れがあるばかりでなく、これに加えてこの住宅を解体廃棄するときの環境汚染の両面から十分に考慮されなければならない。接着剤の選定においては遊離ホルマリンの少ないもの、ホルムアルデヒドを使用しないもの、さらには毒性物質を含まないものに限りたい。防腐・防虫薬剤についても同様に毒性の低いものに代えねばならない。当然のことであるが、接着剤を使用しない材料、工法、防腐・防虫薬剤を使用しないでも腐朽、虫害が進まない工法などを考えていきたい。例えば集成材から製材品

への逆代替を考えた。

2.1.2 木ダボによる合わせ材の開発

このような問題を解決するために開発する新しいスギ構造体としては、次のような内容のものを目指した。

(1) 軸材を角材から厚板材へ

スケルトンを組み立てる柱・梁・桁材等の軸材を厚さ 30mm、幅 240mm（幅 120mm、300mm も使用する）のスギ厚板 2 枚合わせあるいは 4 枚合わせ材に置き換える。この事項が本プロジェクトの基本である。軸材を角材から板材へ換えることによって次のようなメリットが生じる。

①高度乾燥材が容易に得られる

断面の大きな角材よりも板材の方が、格段に乾燥が容易であることはよく知られている。一説によれば所要乾燥時間は材料の厚さの 2 乗に反比例するとも言われている。厚さ 30mm の板材であれば、高度乾燥材が低コストで得られよう。

②部材の統一による合理化

スケルトンを構成する部材を同一の厚さをもつ素材（30mm×240mm 等）に統一することにより、製造・加工・ストック・流通の合理化を進められる。またこの断面の板材は集成材のラミナ、足場板等との共用が可能でこの素材だけで大きな市場を形成出来る。

③等級区分の実行

部材を同一の厚さの板材に統一すれば、グレーディングマシンや連続自動含水率計、寸法自動測定機等により全製品について強度や含水率などの品質を測定表示、区分することが容易に出来る。規格化が可能となり、その等級によって明確な使い分けが可能となる。等級と使用区分の振り分けが明快になる。すなわち、強度区分については、ヤング係数の大きい等級のものから梁・桁材>柱材>床板材>造作・化粧下地材>仮設材などと振り分けて使用に供することが可能となり、強度的にバラツキの大きい宮崎県南産スギ材の合理的使用につながる。

④中目材の用途の拡大

県南で生産されるスギ丸太は明らかに柱適寸丸太から径の大きな中目丸太にシフトしている。このような中目丸太からは、板材を採材することが出来、生産量の増大が期待されると同時に、この板材を在来軸組住宅の軸材に使うことが実現すればその大きな用途を作り出すことになる。

(2) 集成材から合わせ材へ

上記した板材をラミナとして、これを接着して一体化した材料が集成材である。すなわち集成材は、丸太から板材を作り、これを接着剤で再び合体して角材に戻した材料である。したがって(1)で述べた板材のメリットを当然保持している。

本研究では、この板材を接着剤で結合して 1 体化することなく、これを縦に 2 枚あるい

は 4 枚並べて使うもので、板材同士は所定の場所を木ダボ（イチイガシを用いた 7mm×7mm 断面の角ダボ）でとめて合わせ材とし、これを軸材として用いることとした。写真 2-1 に見るようにスギ材は比重が低く柔らかいので、硬材であるイチイガシの角ダボ（7mm×7mm の正方形断面）の先端をノミで軽く削ってとがらせておくと先孔なしでも簡単に打ち込むことが出来る。ベイマツでは材が固く割れやすいので同じ角ダボを打ち込むことはかなり難しい。実際の作業では位置決めのためにφ7mm の丸孔をドリルであけて先孔として、ここに 7mm×7mm の角ダボを打ち込む。

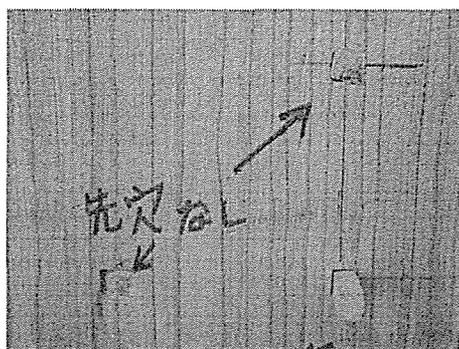


写真 2-1 イチイガシ 7mm×7mm の角ダボ打ち込み

ダボ結合は、接着接合と異なり全面を結合して一体化することは出来ず、点状に固定されるもので、一体化された集成材とは性質が異なり、その使用には十分な注意が必要である。以下の「試験調査の内容」の項にしたがって実験を行い、その性能を基に材料設計、構造設計を行った。

いずれにせよ、製造ラインの単純化が図れ、接着剤の洗浄、洗浄液の廃棄問題が生じないなど、接着剤を用いないことによる製造時、解体・廃棄時のメリットは極めて大きい。さらに材料使用後の廃棄時に、有害物質の発散、流出の恐れは全くない。また、リユース、リサイクル利用も極めて簡単に行える。なお、木ダボで組み立てた部材は、金属を全く含まないので表面をプレーナー加工して型を仕上げるのが容易に出来る。このことは集成材と同様である。

(3) 筋交い、面材張りを行わない耐力壁(ラーメン)構造の実現

図 2-1 に見るように 4 枚合わせの柱材の側面中央に孔を明け、この孔に 2 枚合わせの地貫 (1F 桁材)、2F 桁材、屋根部桁材を通し、柱材とこれらの横架材の交点に柱の表面から上記の角ダボを打ち込み、柱勝ちの仕口を構成する。このダボ接合による柱と横架材の接合部がモーメントに抵抗する性能を保持するので、骨組全体として水平力に抵抗するラーメン構造となる。筋交いや面材の張り込みが不要なので大きな開口部をもった軸組だけの構造体となる。設計上の自由度が極めて大きな開放的空間が得られる。

なお柱の座屈荷重を高めるために、所定部にボルトを挿入することもある。なお、このボルトは解体時に容易に取りはずせる位置にセットする。

(4) 土台、布基礎を用いない換気の良い床構造

図 2-1 に見るように独立基礎の上に柱を立て、上に述べたように柱勝ちにしてこれに地貫を通してダボで固定する。この地貫は 1 階床面を構成する。このようにして土台、布基礎を排除しているため床下の換気は極めて良く、腐朽菌による腐朽やシロアリ被害の恐れが無くなり、ここに薬剤処理を極力少なくした長期耐用住宅の実現が可能となるものと考えられる。

以上述べてきた考えを実現するために、次のような構造体を取り上げ、実用化のための資料を集積することを目的とした。なお、ここに示す **isometric drawing** と写真は、あくまでも軸組構造体の概念を現わしたものである。

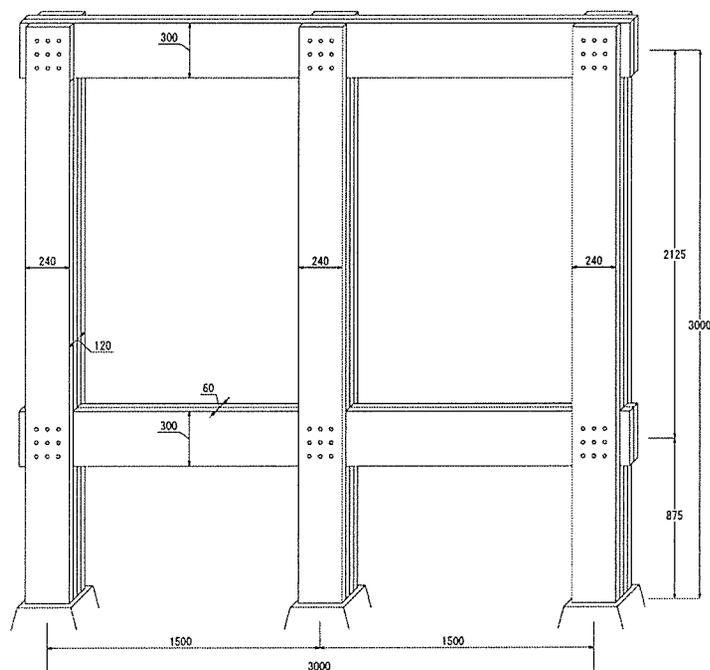


図 2-1 軸組構造の isometric drawing(単位:mm)

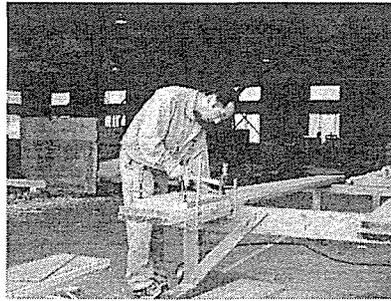


写真 2-2 仮止めダボ打ちの作業

上記の工程の中で最も手間を要したのはやはり木ダボの打ち込みであった。現段階では手作業によって1本1本のダボを打ち込まなければならない。なお、先孔の径よりも大きな径9mm（7mm角の木ダボ表面面積と同じ面積になる丸ダボの径）を持つ円形断面の木ダボを打ち込んだ場合には、打ち込み抵抗は角ダボを打つよりもずっと大きかった。

今後は、この作業の効率を上げる手段を検討する必要がある。自動化された生産システムを作るために、以下のような解決すべき課題があると思われる。

- ①ラミナの仮接合という過程を省いて、**30mm×240mm**に加工されたラミナ2枚あるいは4枚を、ずれることのないように木ダボで完全接合するめための自動化された機械装置の開発。
- ②柱材について、切削加工位置に合わせ材を組み立てる木ダボが来ないで、加工位置の周辺に効果的に木ダボが配されるようなプログラムの作成。
- ③加工データを入力・作成するための専用CADの開発（本構法で発生してくる仕口等の位置と加工形状を設計図から自動的に読み込む機能を持つ）。
- ④施工現場で容易に使える軽量なダボ打ち機の開発（柱と横架材の接合部（仕口部）や横架材の継手部は現場でダボ打ちによって接合することになる）。

2.2.2 木ダボの強度試験

(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**7mm**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**150mm**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2-3に示すようにスパン**98mm**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**で柃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。

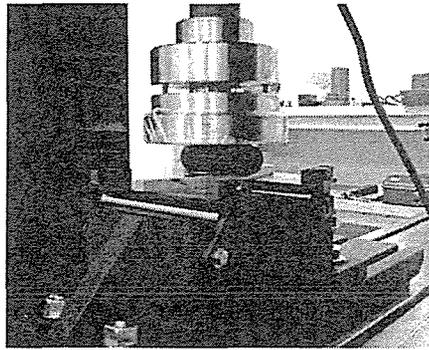


写真 2-3 木ダボの曲げ試験－試験状況

2) 結果及び考察

表 2-1 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のが、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 2-1 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			

(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 2-3 に試験体と試験方法の概要を示す。試験体は材長 100mm、幅 60mm、厚さ 30mm 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 7mm 円形の先孔を設けた。辺長 7mm 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 100mm/sec でスギ材を貫通するまで打ち込んだ (打ち込み長さ 60mm)。

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 2.5mm/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、7mm 円形の先孔に対して 7mm 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、先孔は正形状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。

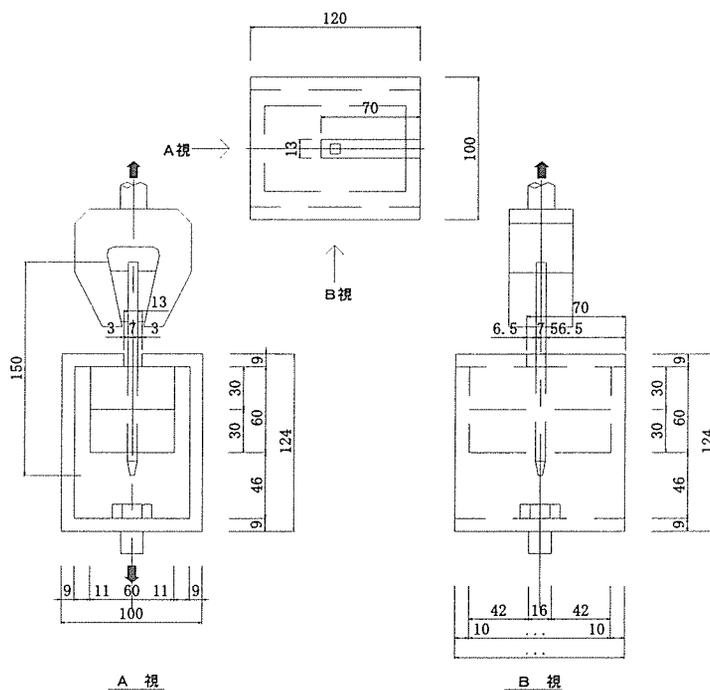


図 2-3 木ダボの引抜き抵抗試験体図(単位:mm)

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 60mm の場合 426N であった。

(3) 木ダボの二面せん断試験

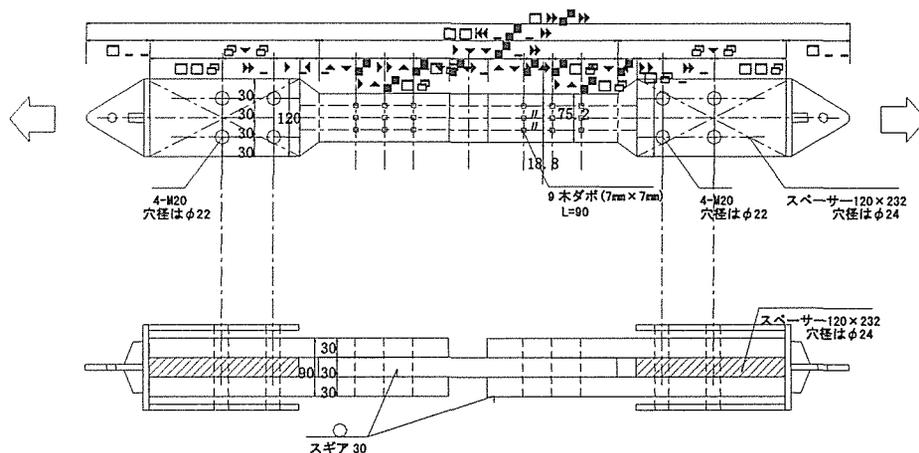
1) 試験体及び試験方法

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 2-4 に示す。

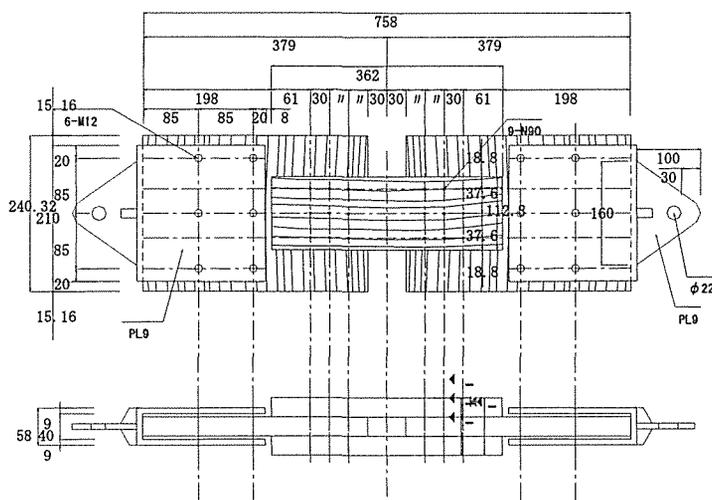
主材及び側材には厚さ 30mm のスギ板材 (平均比重 0.385、平均含水率 14.9%) を用いており、木ダボの樹種、形状や先孔の形状についても引き抜き抵抗試験の場合と同様とし、ハンマーで木ダボを打ち込んだ。

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 1.5mm/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。



a) 繊維平行方向



b) 繊維直行方向

図 2-4 木ダボの二面せん断試験—試験体図(単位:mm)

2) 結果及び考察

図 2-5 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。

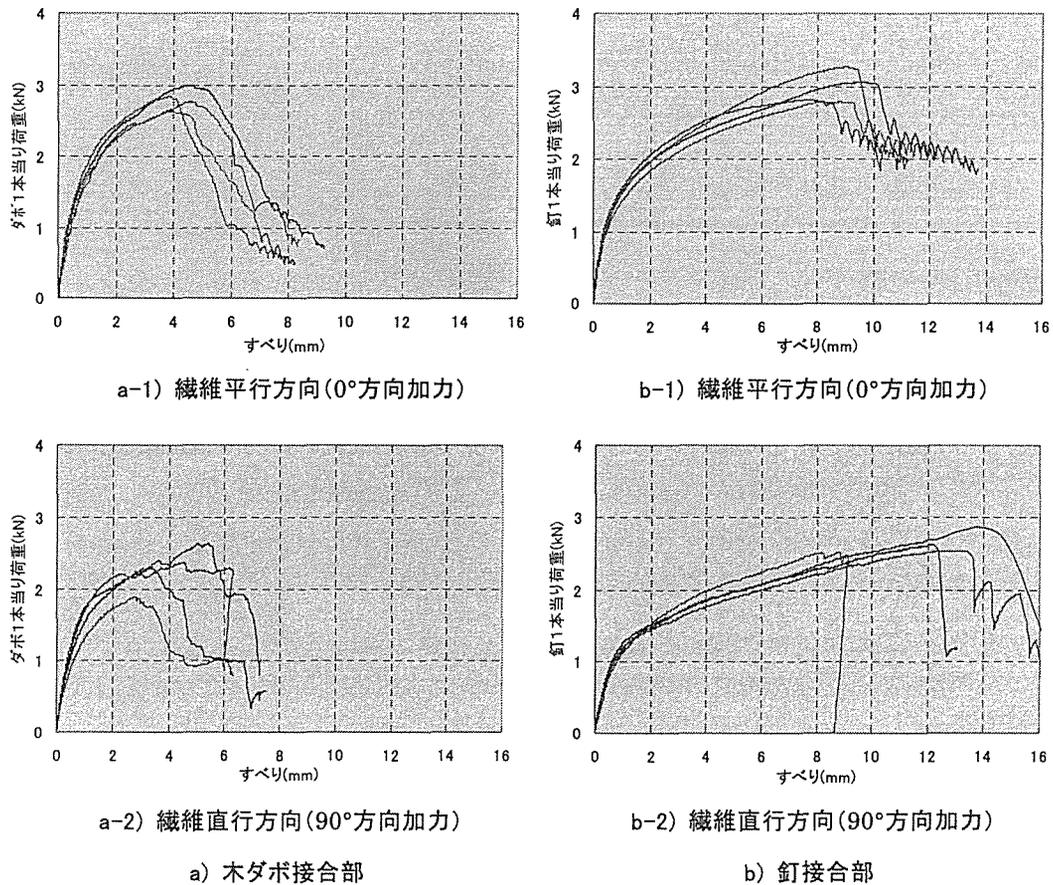


図 2-5 二面せん断試験 荷重とすべりの関係

表 2-2 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 2-2 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	-

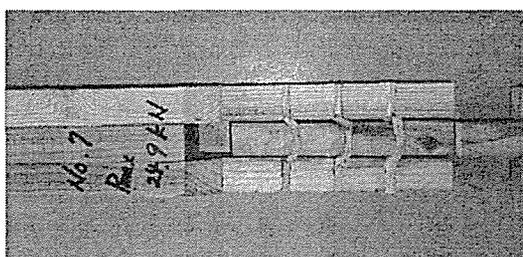
備考*1 接合具1本当たりの最大耐力

*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¹⁾

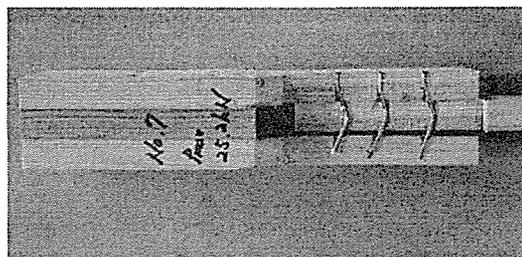
*3 木質構造設計規準の許容耐力算定式により求めた値²⁾

※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 2-4 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 箇所で破壊し、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 箇所で破壊していた。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。



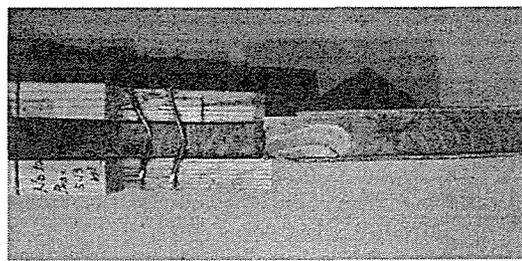
a-1) 繊維平行方向(0°方向加力)



b-1) 繊維平行方向(0°方向加力)



a-2) 繊維直交方向(90°方向加力)



b-2) 繊維直交方向(90°方向加力)

a) 木ダボ接合部

b) 釘接合部

写真 2-4 接合部の破壊状況

2.3 合わせ材による門型ラーメン構造の開発

2.3.1 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。

2.3.2 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2-3 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 2-3 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	木材の含水率による種別はSD15とする。														
		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。														
		・使用箇所及び種類は、次による。														
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>使 用 箇 所</th> <th>構造材の種類または機械等区分</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>軸組</td> <td>〈 柱、梁、小梁 〉</td> <td>・機械等区分 (・E50・ E70・ E90 ・ E110・ E130・ E150)</td> </tr> <tr> <td>小屋組</td> <td>〈 小屋梁、垂木、 〉</td> <td>・機械等区分 (・E50・ E70・ E90 ・ E110・ E130・ E150)</td> </tr> <tr> <td>床組</td> <td>〈 根太、床板、 〉</td> <td>・機械等区分 (・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区分	軸組	〈 柱、梁、小梁 〉	・機械等区分 (・E50・ E70・ E90 ・ E110・ E130・ E150)	小屋組	〈 小屋梁、垂木、 〉	・機械等区分 (・E50・ E70・ E90 ・ E110・ E130・ E150)	床組	〈 根太、床板、 〉	・機械等区分 (・E50・ E70・ E90 ・ E110・ E130・ E150)		
		使 用 箇 所	構造材の種類または機械等区分													
	軸組	〈 柱、梁、小梁 〉	・機械等区分 (・E50・ E70・ E90 ・ E110・ E130・ E150)													
	小屋組	〈 小屋梁、垂木、 〉	・機械等区分 (・E50・ E70・ E90 ・ E110・ E130・ E150)													
	床組	〈 根太、床板、 〉	・機械等区分 (・E50・ E70・ E90 ・ E110・ E130・ E150)													
		部材ごとの樹種														
		・構造材の樹種は、次による。														
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>部 材 名 称</th> <th>樹 種 等</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>軸組</td> <td>〈 柱、梁、小梁 〉</td> <td>〈 スギ 〉</td> </tr> <tr> <td>小屋組</td> <td>〈 小屋梁、垂木、 〉</td> <td>〈 スギ 〉</td> </tr> <tr> <td>床組</td> <td>〈 根太、床板、 〉</td> <td>〈 スギ 〉</td> </tr> <tr> <td></td> <td>せん・くさび・だぼ等</td> <td>〈 イチイガシ 〉</td> </tr> </tbody> </table>		部 材 名 称	樹 種 等	軸組	〈 柱、梁、小梁 〉	〈 スギ 〉	小屋組	〈 小屋梁、垂木、 〉	〈 スギ 〉	床組	〈 根太、床板、 〉	〈 スギ 〉		せん・くさび・だぼ等	〈 イチイガシ 〉
	部 材 名 称	樹 種 等														
軸組	〈 柱、梁、小梁 〉	〈 スギ 〉														
小屋組	〈 小屋梁、垂木、 〉	〈 スギ 〉														
床組	〈 根太、床板、 〉	〈 スギ 〉														
	せん・くさび・だぼ等	〈 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> <ul style="list-style-type: none"> ・引張りを受けるボルトは図示による。 ・せん断を受けるボルトは図示による。 <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>														

2.4 軸組壁体のせん断試験

2.4.1 試験体

(1) 試験体図

試験に供した軸組壁体は二つのタイプ各3体の合計6体である。最初の3体は、柱材、梁材ともすべて4材合わせで、 $120\text{mm} \times 300\text{mm} \times 3,150\text{mm}$ の柱材2本と $120\text{mm} \times 300\text{mm} \times 3,950\text{mm}$ の上部梁材、 $120\text{mm} \times 300\text{mm} \times 3,450\text{mm}$ の下部梁材から構成される。上部梁材が下部より長いのは荷重シリンダーのヘッドに取り付ける部分を考慮したからである。試験体と試験のイメージを図2-6に示す。柱材の下端から835mmと3,000mmの位置に梁材の中心がくるように4材合わせの柱材の中央の2材を貫通して柱材に抱き込ませている。その交点4箇所は径12mmのボルト2本と7mm×7mm角のイチイガシの木ダボ20本を打ち込んで接合されている（これをA型とする）。A型の柱と梁の接合部を写真2-5に示す。後の3体は、梁材と地貫を2材合わせとし、これを柱材に貫構造的に入り込ませてある。この接合部は、最初の3体の試験結果から、ボルト締め効果が無いことが判明したのでボルトを抜いて木ダボのみで接合している（これをB型とする）。B型の接合部を写真2-6に示す。

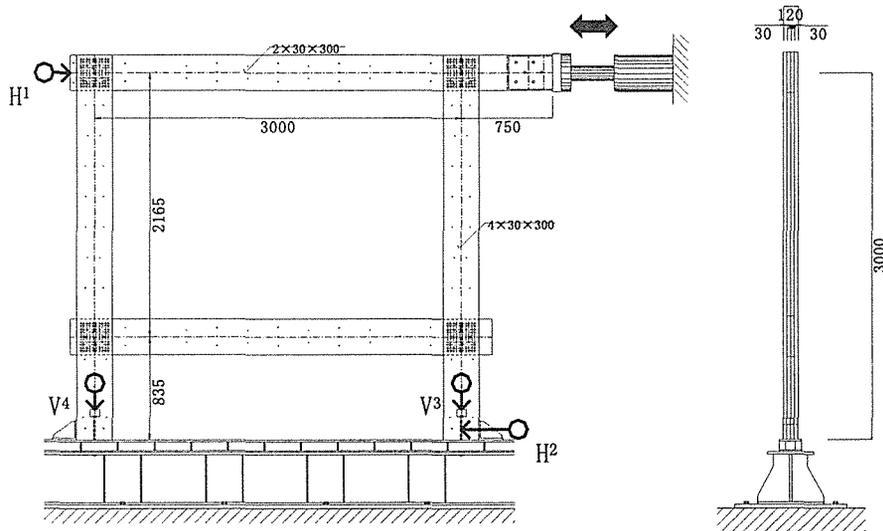


図 2-6 試験体及び水平加力試験方法(単位:mm)



写真 2-5 A型の接合部

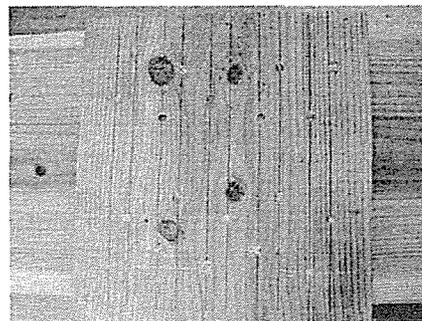


写真 2-6 B型の接合部

(2) せん断試験

試験機は実大壁せん断試験機（㈱鷺宮製作所製 ACT-20S 型）を用いた。柱頭部と柱脚部に変位計を取り付け水平方向の変位を試験機に取り込みながら見かけのせん断変形角に対応する変位で制御させた。垂直方向の変位についても柱脚部に取り付けた変位計でデータを採取した。試験体の固定は無載荷柱脚固定式である。加力の方法は、見かけのせん断変形角が 1/450, 1/300, 1/200, 1/150, 1/100, 1/75, 1/50, 1/30, 1/15(rad)時に正負交番の3回繰り返して行った。試験の状況を写真 2-7 に示す。

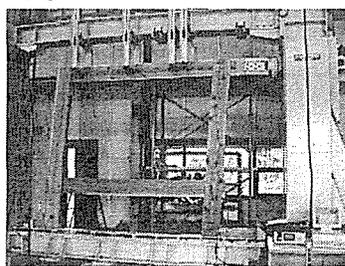


写真 2-7 水平加力試験の状況

(3) 試験結果

試験の評価方法を以下に示す。荷重変位曲線は図 2-7 に示すように正（引き）側と負（押し）側で2通りあるが、今回の6体は第一加力側である負側で評価した。特徴として、①剛性と耐力に関して荷重方向（引きと押し）による異方性はほとんどない、②初期がたがない、ことがあげられる。

荷重変位曲線から包絡線を作成し、降伏耐力 P_y 、終局耐力 P_u 、構造特性係数 D_s 等を算出する。A 型の試験体 No.1 についての各耐力の算出過程を図 2-8 に B 型の No.2 を図 2-9 に示す。各 3 体の以下の 4 項目 ((a) P_y 、(b) $P_u \times 0.2/D_s$ 、(c)最大荷重 P_{max} の 2/3、(d)見かけのせん断変形角 1/120 時の荷重)の平均値にそれぞれのばらつき係数を乗じて算出したうち最も小さい値を短期基準せん断耐力 P_0 とする。短期許容せん断耐力 P_a は P_0 に低減係数 α を乗じたものであるが、ここでは $\alpha=1$ とした。 P_a (kN) を壁長 3.00 (m) と壁倍率=1 を算定する数値 1.96 (kN/m) で除した数値が壁倍率である。A 型、B 型の壁倍率の算出結果を表 2-4 に示す。

この軸組試験体においては、四つの接合部が加わるモーメントに抵抗するので合板張り壁体のように壁体のせん断性能は壁長と実質上関連しない。したがって、1m あたりのせん断性能を表す壁倍率を算出する意味はない。しかし、ここでは比較の目的で壁倍率を算出してみた。

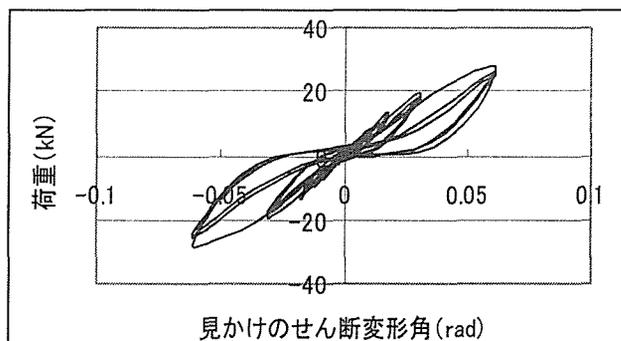


図 2-7 A型の試験体No.1(A1)の荷重-変位曲線

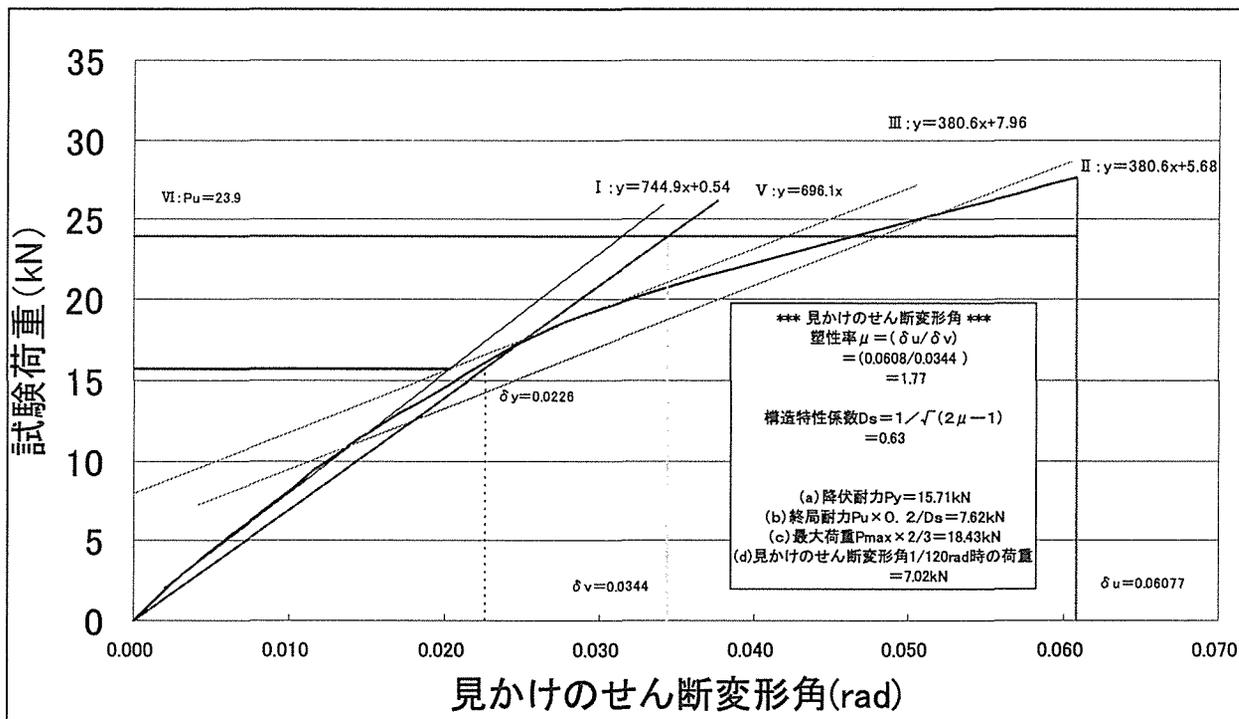


図 2-8 A1の各耐力の算出過程

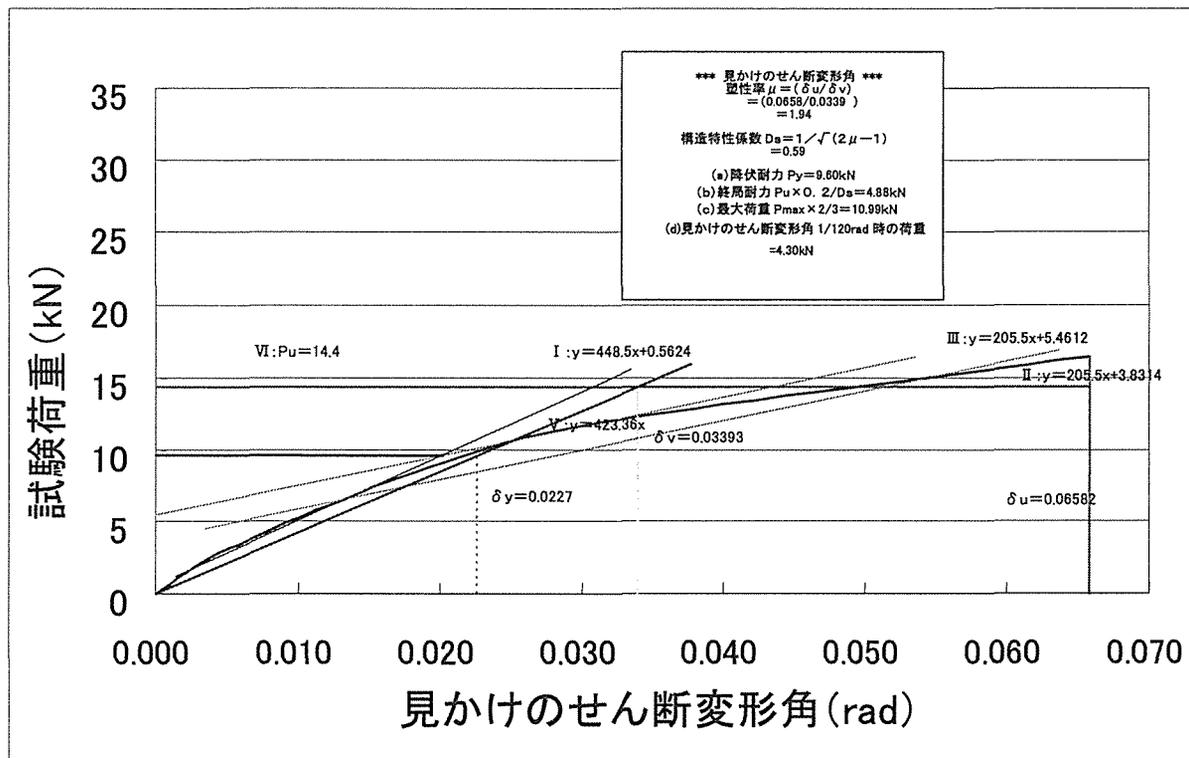


図 2-9 B2の各耐力の算出過程

表 2-4 壁倍率算出結果

試験体	1/120rad 時の荷	Py	2/3Pmax	Pu×0.2/Ds	単位
A1	7.02	15.71	18.43	7.66	(kN)
A2	7.90	17.81	17.65	7.93	(kN)
A3	7.13	18.35	18.64	7.98	(kN)
平均値	7.350	17.290	18.240	7.857	(kN)
標準偏差	0.479	1.395	0.522	0.172	
変動係数	6.5	8.1	2.9	2.2	(%)
ばらつき係数	0.969	0.962	0.987	0.990	
基準耐力	7.124	16.633	17.994	7.776	(kN)
壁倍率	1.21	2.83	3.06	1.32	

試験体	1/120rad 時の荷	Py	2/3Pmax	Pu×0.2/Ds	単位
B1	5.30	9.46	11.46	5.55	(kN)
B2	4.48	9.60	10.99	4.89	(kN)
B3	4.25	9.56	11.43	4.76	(kN)
平均値	4.677	9.540	11.293	5.067	(kN)
標準偏差	0.552	0.072	0.263	0.424	
変動係数	11.8	0.8	2.3	8.4	(%)
ばらつき係数	0.944	0.996	0.989	0.961	
基準耐力	4.417	9.506	11.169	4.867	(kN)
壁倍率	0.75	1.62	1.90	0.83	

A 型、B 型ともに特定変形時（見かけのせん断変形角が 1/120 時）の耐力が最低値を示した。

A 型は壁倍率に換算して 1.21 であった。1、3 体目については破壊が明確に認められなかったが、2 体目については上部梁の加力点に近い部分が曲げ破壊した。破壊の様子は、4 枚合わせの表側から 2 枚目のラミナ下部に大きな節があり、最初の -1/15（押し側）でその 1 枚が破壊し、+1/15（引き側）で残りの 3 枚も破壊した。破壊の状況を写真 2-8 に示す。

B 型は大きな破壊が見られず壁倍率は 0.75 であった。A と B の差は、B 型試験体の梁材が 2 材合わせで、柱（4 枚合わせ）との接合部における曲げとめり込みの抵抗が少なく、その結果 A 型に比べて最大試験力も低くなったことが考えられる。

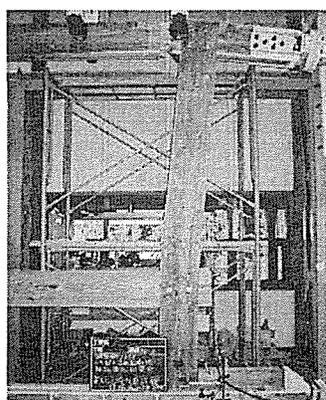


写真 2-8
A 型試験体 No.2 の破壊状況

図 2-11 からは、本フレームの特徴として、剛性と耐力に関して荷重方向による異方性はほとんどなく、また初期ガタもないことが分かる。

この結果から、本フレームをラーメン構造と仮定し、ラーメンとしての計算値（理論値）と比較する。

(4) 門型フレームB型の計算値

門型フレーム B 型の応力解析をコンピュータにより、下記の条件にて実施した。使用した計算ソフトは、(株)構造システムの FAP-3 for Windows V2.1.0.7 である。

- ・ 計算用モデルは、接合部を完全剛接とするラーメン構造とし脚部はピン条件とした。
- ・ 仮定断面は、60mm×300mm とし、曲げ弾性係数は、490.33kN/cm² (50.0tf/cm²)とした。
- ・ 荷重モデルは、水平力として 9.80kN(1.0tf)を短期荷重として入力した。
- ・ 計算結果を図 2-12 にモーメント図、図 2-13 にせん断力図、図 2-14 に軸力図、図 2-12 に変位図として示す。

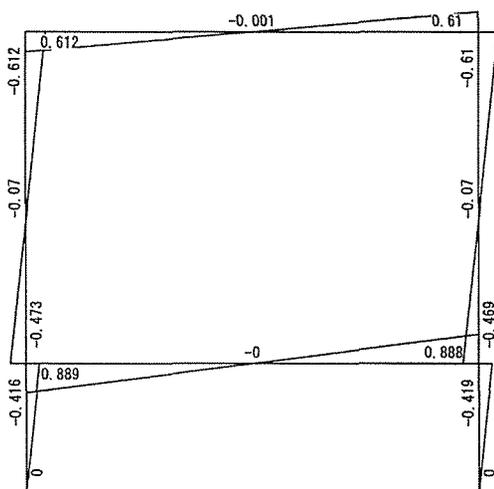


図 2-12 モーメント図(単位:tf·m)

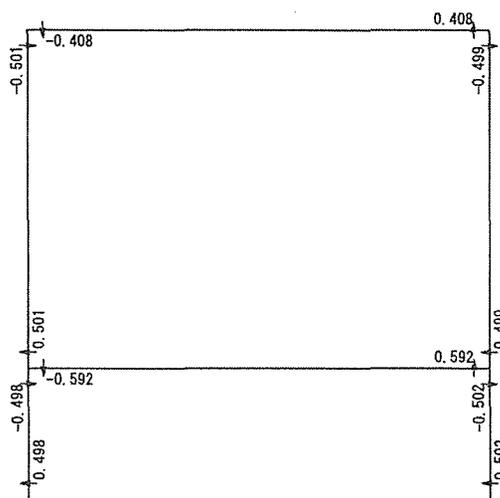


図 2-13 せん断力図(単位:tf)

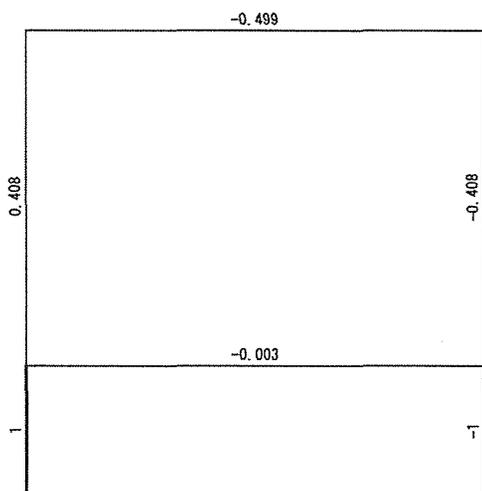


図 2-14 軸力図(単位:tf)

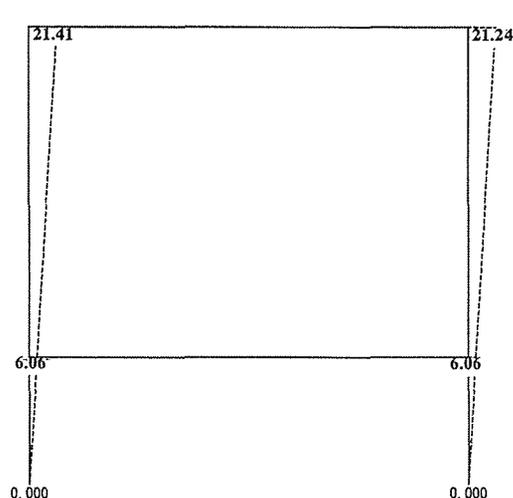


図 2-15 変位図(単位:mm)

(5) 実験値と計算値(理論値)の比較

実験値と計算値(理論値)の比較は、実験値をせん断変形角 $1/120\text{rad}$ に達したときの値 4.48kN (0.457tf) とした場合(表 2-4 壁倍率算出結果を参照)、計算値が計算用モデルに荷重 4.48kN (0.457tf) でどの程度せん断変形するかその量を検討する。

図 2-15 の入力 9.80kN (1.0tf) のときのモデル変位図から 4.48kN (0.457tf) 時の変位量 (${}_C\delta_{1/120}$) を求めると、 9.80kN (1.0tf) のときが変位量 21.24mm であることから、

$${}_C\delta_{1/120} = 21.24 \times \frac{4.48}{9.80} = 9.70 \text{ (mm)}$$

となる。

一方、門型フレームの高さ $3,000\text{mm}$ に対する見かけのせん断変形角 $1/120$ のときの桁レベルの変形量 (${}_E\delta_{1/120}$) は、

$${}_E\delta_{1/120} = \frac{3,000}{120} = 25.0 \text{ (mm)}$$

である。

この結果、門型フレームに 4.48kN の水平力を入力して計算した変位量 9.70mm は実験結果の 4.48kN 加力時の変位量 25.0mm と $2/5$ 程度になっている。このことは、接合部が完全剛接ではなく半剛接と見なせることを示している。

(6) ダボ接合の回転剛性の算出

木ダボ接合を用いた接合部の回転剛性は以下により求めることができる。

(図 2-16、表 2-5)

$$R_j = n_s \sum_{i=1}^{n_i} (K_{\phi_i} \times r_i^2)$$

$$K_{\phi_i} = K_0 \cdot K_{90} / (K_0 \cdot \sin^2 \phi_i + K_{90} \cdot \cos^2 \phi_i)$$

ここに

R_j : 接合部回転剛性 ($\text{kN}\cdot\text{m}$)

n_i : 一せん断面当たりの接合具の数

n_s : 一接合部当たりのせん断面の数

K_{ϕ_i} : 繊維平行方向 (X軸) と ϕ 度の角度をなす方向のすべり係数 (kN/m)

K_0 : 繊維平行方向に関する接合具のすべり係数 (kN/m)

K_{90} : 繊維直行方向に関する接合具のすべり係数 (kN/m)

r_i : 回転中心から接合具までの距離 (m)

ただし

$$n_i = 24$$

$$n_s = 2$$

$$K_o = 2,620 \text{ kN/m}$$

$$K_{g0} = 2,360 \text{ kN/m}$$

r_i = 木ダボまでの距離

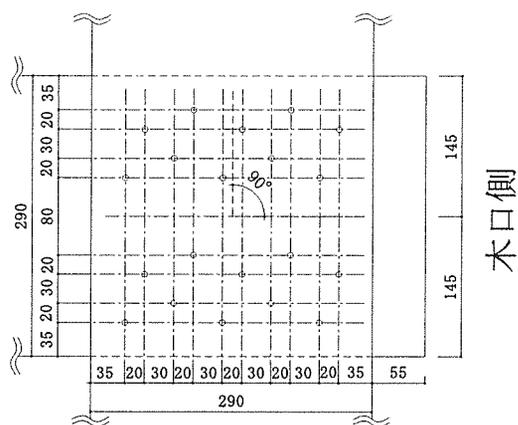


図 2-16 ダボ配置図

表 2-5 接合部回転剛性の計算

i	b × H = 60 × 300			
	K _o = 2,620		K _{g0} = 2,360	
	r _i (m)	φ _i	K φ _i	K φ _i · r _i ²
1	0.090	6	2,617	21.20
2	0.125	29	2,554	39.91
3	0.072	34	2,532	13.13
4	0.142	51	2,457	49.54
5	0.098	66	2,399	23.04
6	0.125	119	2,416	37.75
7	0.072	124	2,436	12.63
8	0.142	141	2,510	50.61
9	0.098	156	2,573	24.71
10	0.060	171	2,613	9.41
11	0.110	185	2,618	31.68
12	0.108	214	2,533	29.55
13	0.056	225	2,483	7.79
14	0.155	225	2,483	59.65
15	0.108	236	2,436	28.41
16	0.117	290	2,388	32.69
17	0.084	315	2,483	17.52
18	0.127	315	2,483	40.05
19	0.117	340	2,587	35.41
20	0.041	346	2,603	4.38
			Σ	569.05
			n s	2
			Rj (kN · m/rad)	1138
			(Rj (tf · m/rad))	(116.10)

この表により求められた接合部の回転剛性は、中央部貫材が鋼材などの剛体であることを前提に計算しているもので、実際には貫材も柱材と同じスギを使用している。従って同じ荷重であっても変形量は単純に 2 倍と考えられ、表より求められた回転剛性を 1/2 したものをこの接合部の回転剛性とする。

$$\therefore R_j = 1138/2 = 569 \text{ kN} \cdot \text{m/rad} \quad (116.10/2 = 58.05 \text{ tf} \cdot \text{m/rad})$$

(7) 貫形式による許容曲げモーメントの算出

柱部は4材から構成され、内層の2材は上部梁と地貫に突き付け接合としている。この接合部に回転モーメントが生じると、梁や地貫がそれぞれの支圧によるめり込み変形を伴ってモーメントを負担する。

めり込みによる許容曲げモーメント (M_y) は、以下により求めることができる。⁶⁾

$$M_y = K_0 \cdot \theta_y$$

ここに

K_0 : 接合部回転剛性 (kN/m)

$$K_0 = \frac{X_p^2 \cdot b \cdot C_y \cdot E_{\perp}}{2 \times H} \left(H \cdot C_x - \frac{X_p}{3} \right)$$

$$\theta_y = \frac{\delta_y}{X_p}$$

$$\delta_y = \frac{H \cdot f_m}{E_{\perp} \cdot C_x \cdot C_y}$$

ここに

δ_y : 弾性限界時の変位量 (mm)

H : 地貫のせい (mm)

f_m : めり込み弾性限界応力

$$f_m = 2.4 \times 1.96 = 4.71 \text{ (N/mm}^2\text{)} \\ \text{(48 kgf/cm}^2\text{)}$$

E_{\perp} : 全面横圧縮ヤング係数

$$E_{\perp} = 4,903 \times 1/50 = 98.06 \text{ (N/mm}^2\text{)} \\ \text{(1,000 kgf/cm}^2\text{)}$$

$$C_x : C_x = 1 + \frac{4 \cdot H}{3 \cdot X_p}$$

X_p : 中立軸の高さ (mm)

ここでは軸心として $X_p = 300/2 = 150$ (mm) とする。

$$C_x = 1 + \frac{4 \times 300}{3 \times 150} \doteq 3.67$$

$$C_y : C_y = 1 + \frac{4 \cdot H}{3 \cdot n \cdot b}$$

b : 地貫の幅 (mm)

n : 繊維方向に対する繊維直交方向の近似置換倍率 (スギ = 5)

$$C_y = 1 + \frac{4 \times 300}{3 \times 5 \times 60} \doteq 2.33$$

$$\therefore \delta_y = \frac{300 \times 4.71}{98.06 \times 3.67 \times 2.33} \doteq 1.685$$

$$\therefore \theta_y = \frac{0.152}{12} \doteq 0.01267 \quad (1/80 \text{ rad})$$

$$\begin{aligned} \therefore K_\theta &= \frac{150^2 \times 60 \times 2.33 \times 98.06}{2 \times 300} \left(300 \times 3.67 - \frac{150}{3} \right) \\ &= 540297607.05 \quad (N \cdot mm / rad) \\ & \quad (55.10 \text{ tf} \cdot m / rad) \end{aligned}$$

$kN \cdot m / rad$ に変換すると

$$540.30 \quad (kN \cdot m / rad)$$

となる。

柱木口が地貫によって、めり込みが弾性限界 (1/80rad 程度) に達する時のモーメント (M_y) は、

$$\begin{aligned} \therefore M_{y/180} &= 540.30 \times 0.01267 = 6.07 \text{ kN} \cdot m \\ & \quad (0.617 \text{ tf} \cdot m) \end{aligned}$$

となる。

(8) 貫形式の実験値と計算値との比較評価

実験用の門型フレームが 1/120 変形したときの荷重 4.48kN (0.457tf) によって、各接合部にはそれぞれ曲げモーメントを生じる。図 2-12 の計算モデルでは、水平力 1.0tf を入力したときに、頂部の梁両端は 0.612tf・m (6.002 kN) に対し、地貫部両端は 0.888tf・m (8.708kN・m) と大きい。従って、比較はモーメントの大きい地貫部の 0.888tf・m (8.708kN・m) を用いる。

図 2-12 の地貫の最大モーメント 0.888tf・m (8.708kN・m) を荷重 4.48kN (0.457tf) 時のモーメント (${}_E M_{1/120}$) に換算すると、

$${}_E M_{1/120} = 8.708 \times \frac{4.48}{9.80} = 3.980 \text{ kN} \cdot m \quad (0.406 \text{ tf} \cdot m)$$

となる。

計算値は回転剛性 $R_{j/120}$ と許容曲げモーメント $M_{y/180}$ についてそれぞれ計算結果を示す。

$$R_{j/120} = 569 \times \frac{1}{120} = 4.74 \text{ kN} \cdot m \quad (0.48 \text{ tf} \cdot m)$$

$$M_{y/180} = 6.07 \text{ kN} \quad (0.617 \text{ tf} \cdot m)$$

(9) 考 察

今回の実験により、接合部回転剛性の見かけの変形角が $1/120\text{rad}$ (0.0083rad) 時によって評価すると、木ダボのせん断剛性によって決定していると考えられる。

図 2-5 木ダボを用いた 2 面せん断試験結果より木ダボのせん断弾性変形域を最大で 1mm 程度と仮定すると、最初に弾性限界に達する木ダボは図 2-16 の木ダボ配置に示された最外部の No.14 で、変形角は $1/155\text{rad}$ (0.0064rad)、最後に弾性限界に達する木ダボは最内部の No.20 で、変形角は $1/41\text{rad}$ (0.024rad) である。このように外側のダボから弾性限界に達するため図 2-9 示された包絡線も、 $1/155\text{rad}$ (0.0064rad) から $1/41\text{rad}$ (0.024rad) の範囲では緩やかな円弧を描いているものと考えられる。従って、No.20 のダボが弾性限界を超えたときからすべてのダボが塑性域に入ることから剛性の低下が生じた（グラフの勾配が緩やかになる）と考えられる。図 2-9 ではさらに同じ勾配で荷重と変位が進行した後、緩やかな円弧を描く勾配に達している。貫形式による相互のめり込み剛性へと移行しているためと考えられる。そして、最終的な安定した直線勾配は、貫だけの剛性によるものと推察できる。このことは、実験を終了した試験体接合部を解体したときに、木ダボが特に外周部で完全破壊していることからこの推察が裏付けられる。

この様なことから、貫形式の剛性の役割は、初期剛性には寄与しないものの、短期的な大きな荷重、例えばレベル 2 の地震荷重などに対しては大きく寄与し、建物の倒壊を防ぐ粘り強さになると考えられる。

2.5 合わせ材にスギ厚板を張り込んだ床組のせん断性能

(1) 床組の構造と組み立て

床組構造を写真 2-9 に示す。この写真に見るように試験に供した床組は 30mm 厚、 150mm 幅のスギ乾燥厚板の 2 枚あるいは 4 枚組み合わせた合わせ材で構成されている。すなわち、軸組は 4 枚合わせの大梁（積層は水平方向）2 本に 2 枚合わせの小梁（積層は水平方向）3 本を金物で接合している。この軸組に面材として厚さ 30mm 、幅 250mm のスギ厚板を小梁と繊維方向を直交させて並べている。（面材は小梁 3 本と重なる部分 3 箇所 7mm 角のイチイガシの木ダボで留め付けている）。試験体は 3 タイプ 7 体を用意した。1 タイプめの試験体は 1 体で、この試験体の特徴は大梁と小梁の接合が T 字型鋼板のボルト接合であること。2 材合わせの小梁の側面に木ダボ 6 本、2 列の 70mm 間隔で面材を留め付けていることである。これを A 型とする。2 タイプめは 3 体で、この試験体の特徴は大梁と小梁の接合が T 字型鋼板のボルト接合であること。2 材合わせの小梁の側面に千鳥 3 本留めで面材を留め付けていること。さらに面材を構成する厚板材の側面にずれを防止するために 7mm 角の木ダボ 4 本を打ち込んでいる。これを B 型とする。3 タイプめは 3 体で、面材と小梁の接合は B 型と同じである。この試験体の特徴は、厚板材のずれ防止の木ダボ 4 本を 10mm 角の木ダボとし、大梁と小梁の接合に（株）原工務店製金物 HARATEC21-HARA20 型のドリフトピン接合を用いている。これを C 型とする。

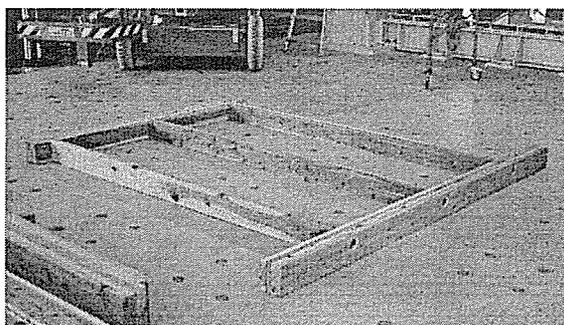


写真 2-9 合わせ材による床軸組

(2) 床組のせん断試験

試験機は実大壁せん断試験機（㈱驚宮製作所製 ACT-20S 型）を用いた。柱頭部と柱脚部に変位計を取り付け水平方向の変位を試験機に取り込みながら見かけのせん断変形角に対応する変位で制御させた。垂直方向の変位についても柱脚部に取り付けた変位計でデータを採取した。試験体の固定は無載荷柱脚固定式である。試験の状況を写真 2-10 に示す。



写真 2-10 試験の状況

加力の方法は、見かけのせん断変形角が、 $1/450, 1/300, 1/200, 1/150, 1/100, 1/75, 1/50, 1/30, 1/15(\text{rad})$ 時に正負交番の3回繰り返して行った。1例としてC型の試験体No.1（以下C1）の荷重—変位曲線を図 2-17 に示す。耐力は $1/30$ で頭打ちであるが、 $1/15$ に移行しても破壊せず、ねばり強い構造であることを示している。

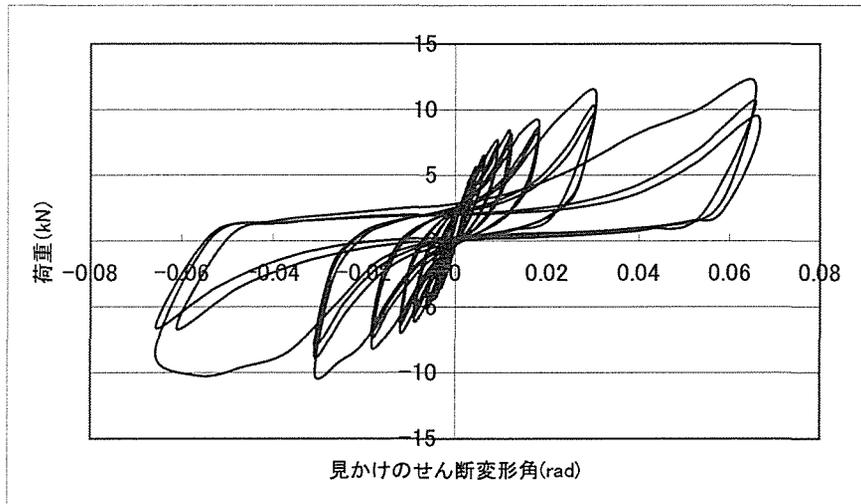


図 2-17 C1の荷重変位曲線

試験の評価方法は以下のとおりである。荷重－変位曲線は正（引き）側と負（押し）側で2通りあるが、今回の7体は第一加力側である負側で評価した。荷重－変位曲線から包絡線を作成し、降伏耐力 P_y 、終局耐力 P_u 、構造特性係数 D_s 等を算出する。包絡線から各耐力等を算出する過程を図 2-18 に示す。

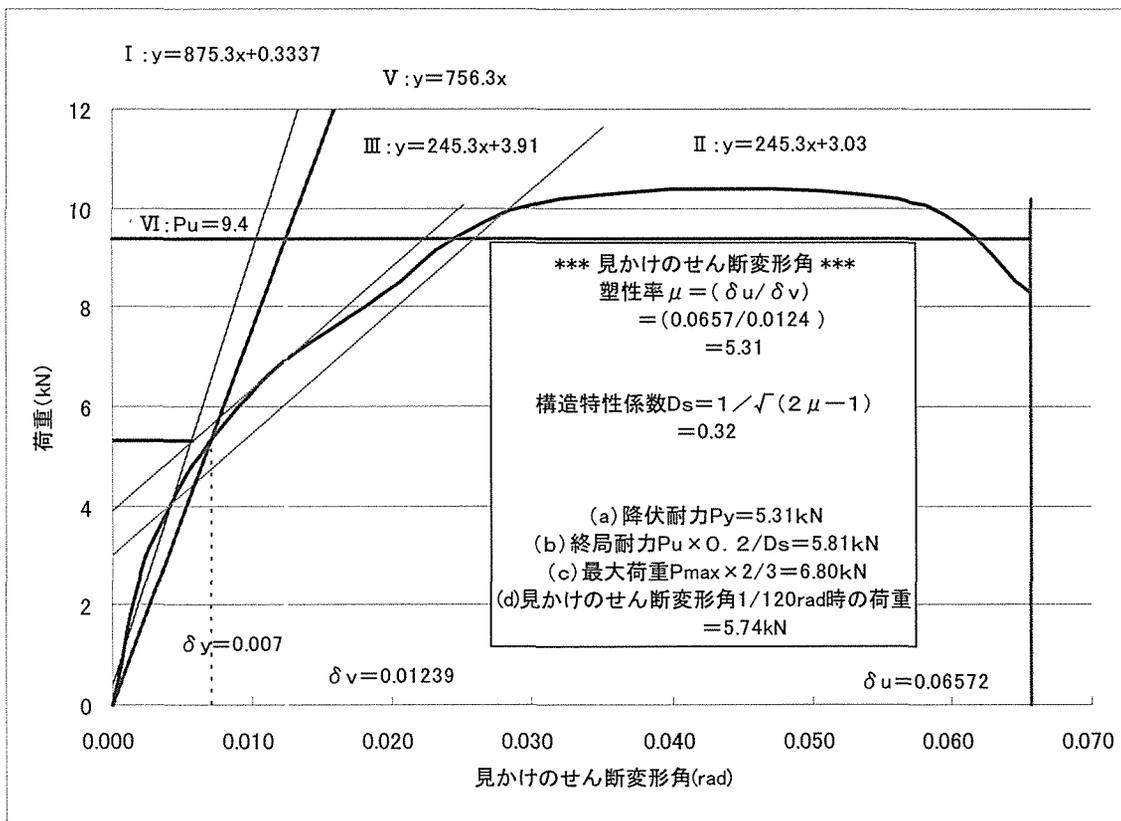


図 2-18 包絡線から各耐力等を算出する過程

A、B、C型のうちB、C型については各3体試験したので、以下の4項目((a)Py、(b)Pu×0.2/Ds、(c)最大荷重Pmaxの2/3、(d)見かけのせん断変形角1/120時の荷重)の平均値にそれぞれのばらつき係数を乗じて算出したうち最も小さい値を短期基準せん断耐力Poとする。短期許容せん断耐力PaはPoに低減係数αを乗じたものであるが、ここではα=1とした。Pa(kN)を床長1.82mと床倍率=1を算定する数値1.96kN/mで除した数値が床倍率である。A型については4項目のうちの最小値を基準せん断耐力として床倍率を算出した。床倍率の算出結果を表2-6に示す。

表 2-6 床倍率の算出結果

床組A,B型	1/120rad時の荷重	Py	2/3Pmax	Pu×0.2/Ds	単位
A1	2.36	2.94	4.46	2.26	(kN)
B1	4.51	3.84	4.45	4.40	(kN)
B2	4.80	4.03	5.13	4.80	(kN)
B3	3.86	2.77	3.83	4.06	(kN)
平均値	4.388	3.545	4.468	4.421	(kN)
標準偏差	0.482	0.683	0.648	0.367	
変動係数	11.0	19.3	14.5	8.3	(%)
ばらつき係数	0.948	0.909	0.932	0.961	
基準耐力	4.161	3.223	4.162	4.248	(kN)
床倍率	1.17	0.90	1.17	1.19	
床組C型	1/120rad時の荷重	Py	2/3Pmax	Pu×0.2/Ds	単位
C1	5.74	5.31	6.80	5.81	(kN)
C2	6.75	8.39	7.73	5.55	(kN)
C3	4.95	4.65	6.55	5.08	(kN)
平均値	5.813	6.118	7.027	5.480	(kN)
標準偏差	0.903	1.997	0.624	0.368	
変動係数	15.5	32.6	8.9	6.7	(%)
ばらつき係数	0.927	0.846	0.958	0.968	
基準耐力	5.388	5.178	6.733	5.307	(kN)
床倍率	1.51	1.45	1.89	1.49	

(3) ダボ接合床組の強度性能の評価

ここでの評価はA型、B型、C型の床についてのせん断性能を比較することを目的として、床倍率での評価にとどめる。

A型は終局耐力Puに0.2を乗じて構造特性係数Dsで除した値が最小となり2.26kNであった。ここから算出される床倍率は0.63である。

B型はA型と同じ金物を使っているが、面材を構成する厚板の継ぎ目に7mm×7mm×80mmの木ダボを差し込みずれに抵抗させたことで床倍率が0.90に上昇した。面材をとめ付ける木ダボはA型の半分にしたが、この影響はほとんどなかったようである。

C型はA型、B型と異なる金物で軸組を接合し、ずれに抵抗する木ダボの径を10mm×10mm×80mmとした。木ダボの断面積が2倍となり床倍率も1.45に上昇した。B型の単純に2倍とならなかつた要因の一つが金物の差ではないかと考えられる。

3 立体フレーム試験

3.1 構造実験用モデルの検討

3.1.1 構造安全性の検討

構造形式は柱脚をピンとし、柱と梁を剛接合とするラーメン構造とする。剛接合は、貫接合部木ダボのせん断耐力によって確保する。柱脚はボルト留めした金物を介して基礎に固定し台風等の水平力によって生じる引き抜き力とせん断力を、伝達できるディテールとする。また、外力により横架材に生じる軸力は羽子板ボルト等によって柱や貫そして梁受け材に伝達する。

3.1.2 平面計画の概要

試験体の平面計画に当たっては、本地域で一般的な一部 2 階のプラン（図 1-13 参照）を参考とし、地域型の特徴を示す在来軸組構法の間取りと開口等のレイアウトを取り入れた。なお、ラーメン構造の特徴である壁が不要という構造特性を十分に生かす平面計画までには至っていない。

3.1.3 立面（高さの押え）

本軸組工法の高さ押えの基本を図 3-1 の矩計図に示す。柱は断面 120×240 mm を基本とし、1 階床、2 階床、及び桁それぞれ 60mm×240mm の合わせ材を貫として受ける。

1 階床高は床梁の断面が大きくなることもあって地面から 600mm と高い。この高さによって床下の通風孔の空間を充分取る。

1 階の天井高さは床より 2400mm を確保しているが、場合によっては天井を設けずに梁や床材、野地板をそのまま化粧として露出することも可能としている。

3.1.4 構造実験用モデル設計

合わせ材による軸組構造体が外的荷重に対し、特に水平荷重に対し、ラーメン構造として機能することを実大の 2 階建て骨組を試作して確認する。

実験装置の関係から平面は 6m×6m、立面も高さ 6m 程度にした。モデル設計図を図 3-2、図 3-3 に示す。このモデル設計から地震と風荷重の外力を算出することにする。

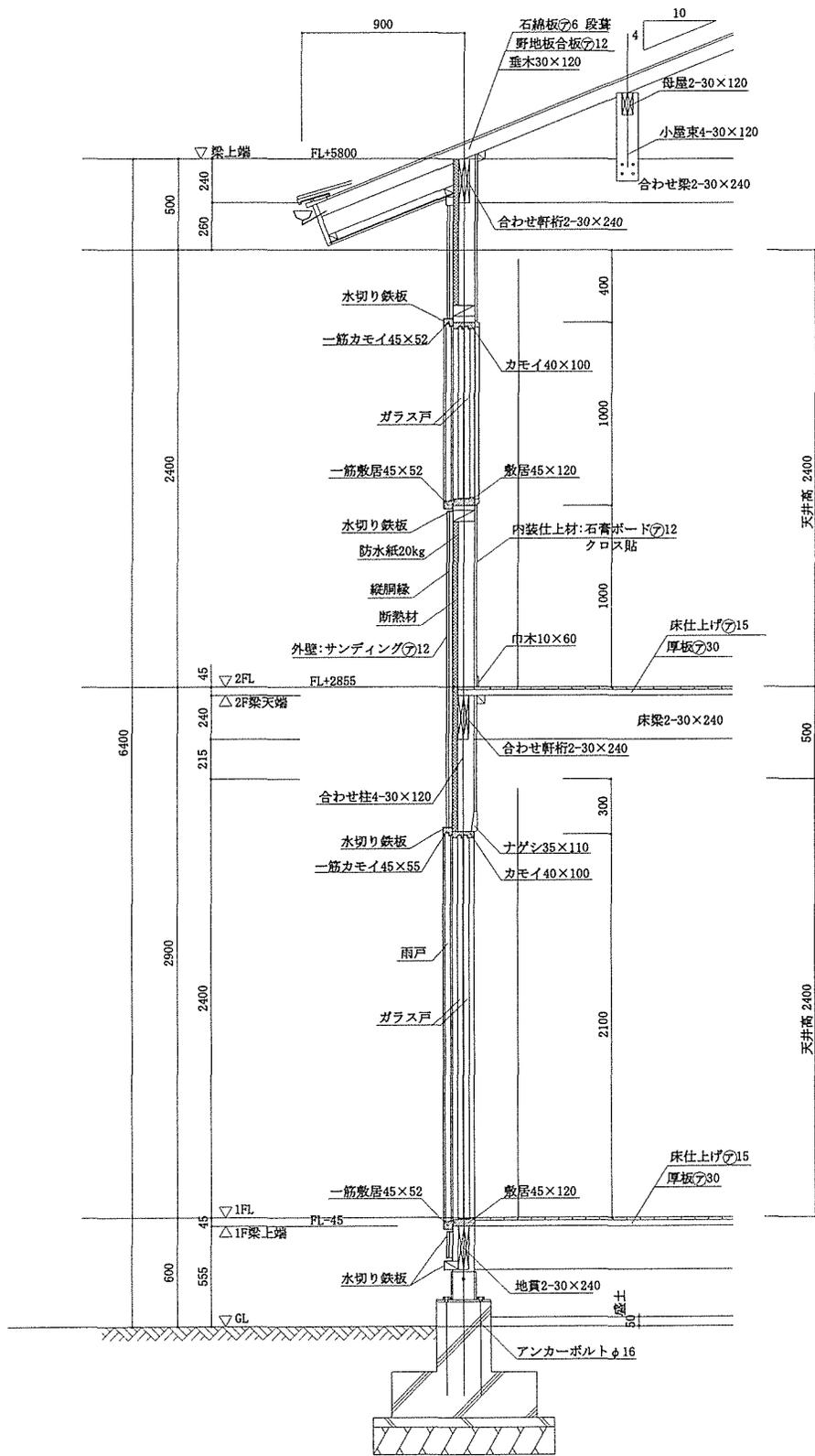


図 3-1 矩計図

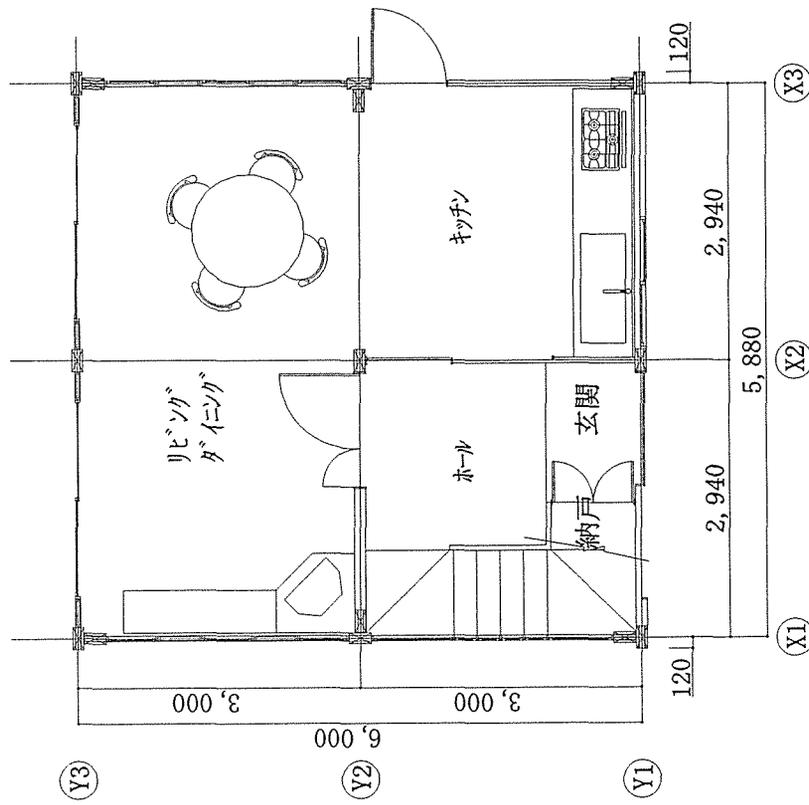
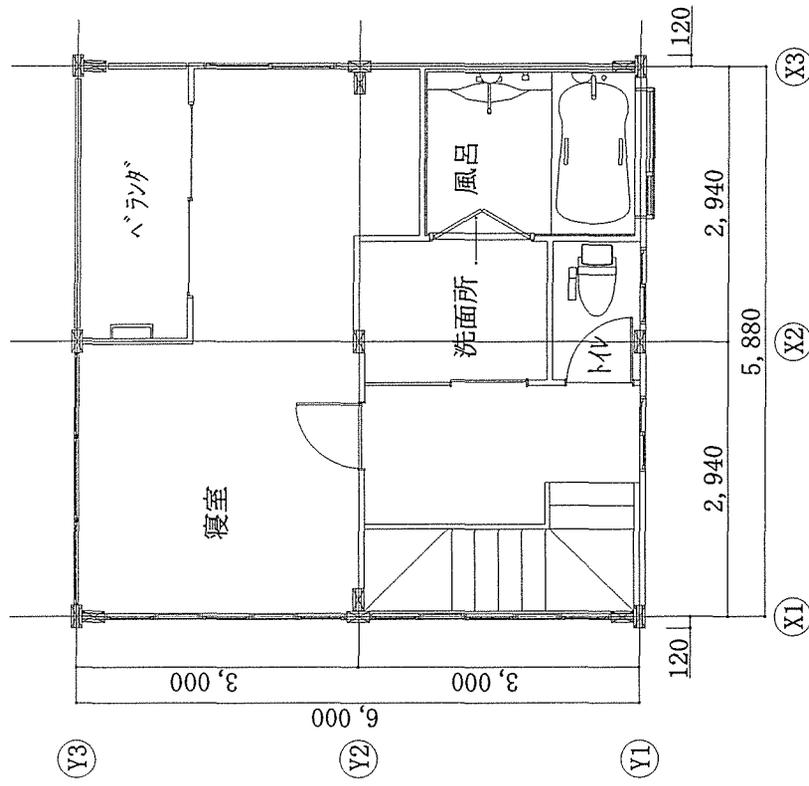


図 3-2 モデル設計への提案

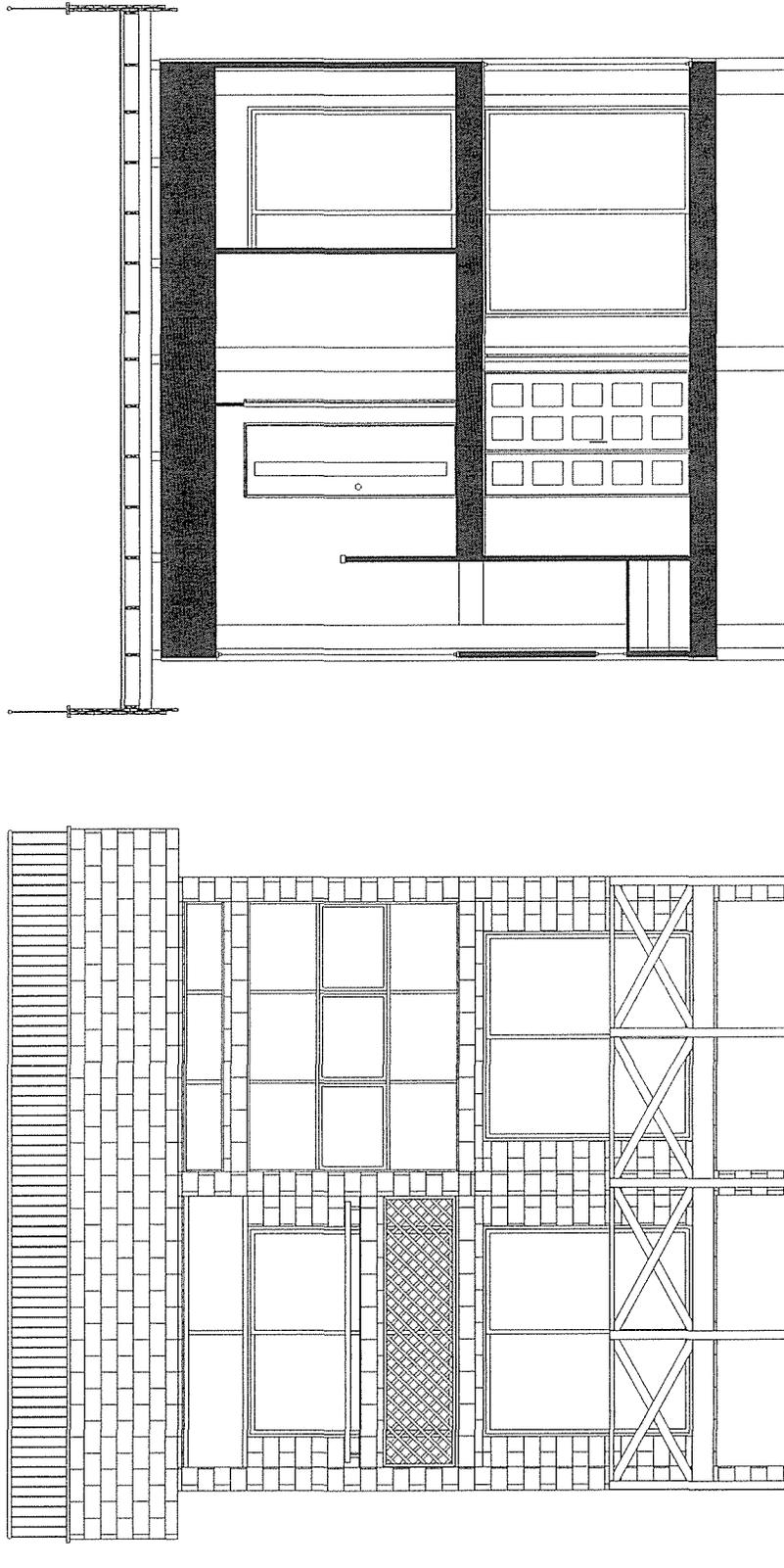


図 3-3 構造の特徴を生かした立面図・断面図

3.2 合わせ材を用いた軸組構造体の水平加力試験

3.2.1 構造体の仕様

(1) 試験体図

軸組構造体の試験体図を図3-4に示す。サイズは、平面が一辺6000mmの正方形とし、高さは床面から地貫を850mm、2階床梁を3188mm、軒桁を6173mmとした(図3-5参照)。試験体の寸法抑えは構造材の軸心(中立軸)を基準としている。

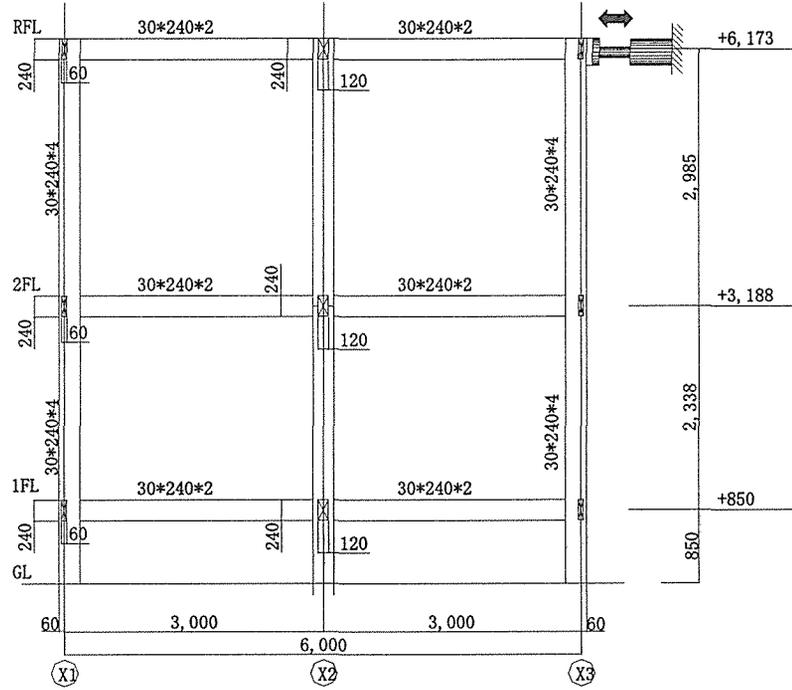


図3-4 試験体図(Y₃通り立面) 単位:mm

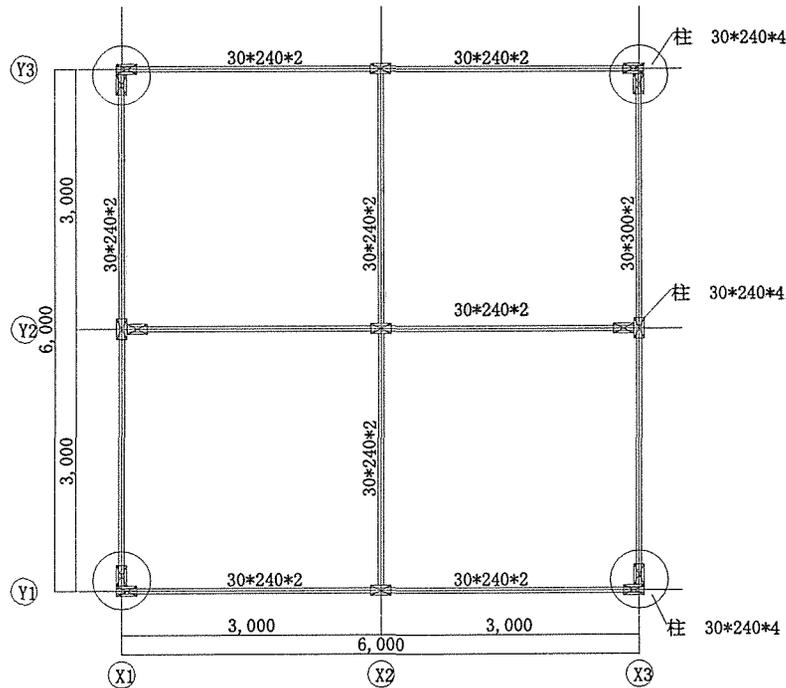


図3-5 試験体図(平面図) 単位:mm

(2) 軸組材

軸組材は、柱が 30mm×240mm の断面をもつ厚板 4 材、梁が 30mm×240mm の厚板 2 材を重ねた合わせ材である。接合部は 7mm×7mm の正方形断面のイチイガシの木ダボを打ち込んでいる。

3.2.2 水平加力試験

(1) 試験方法

試験装置は、実大構造実験装置（株鷺宮製作所 ACT-20 型）を用いた。

加力方法は、アクチュエーターを用い 2 階桁部に見かけのせん断変形角が 1/450、1/300、1/200、1/150、1/100、1/75、1/50(rad)時に正負交番 1 回繰り返して行った。

変位の測定は糸巻きゲージを用い、測定位置は 2 階軒桁の加力点と反対側とした。試験体外周に設置した仮説足場を不動点とし行った。

(2) 試験結果

試験結果を図 3-6 に示す。

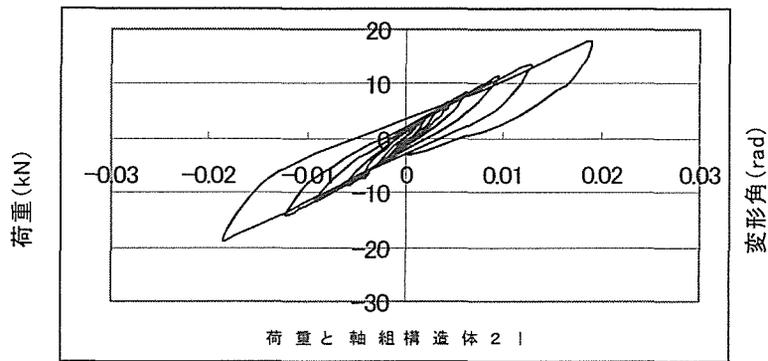


図 3-6 軸組構造体の荷重－変位曲線

この結果を受け、図 3-6 の図を包絡線として図 3-7 に示した。この図は荷重－変位関係に 0.002rad までは直線域が現れるものの、その後は明確な直線域がないことを示している。

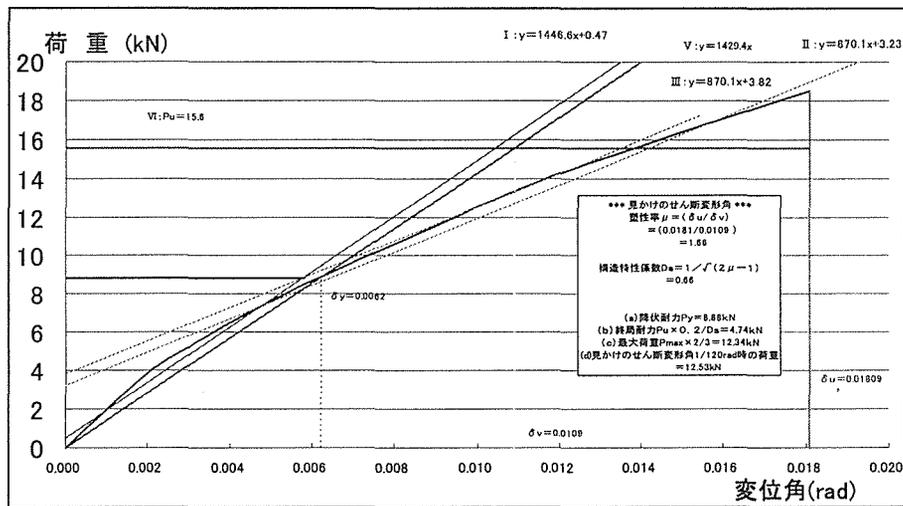


図 3-7 軸組構造体の荷重と変位角

(3) 住宅用構造体としての検討

本軸組構造体が住宅に使用される場合を想定して、図 3-2 のモデル設計例から外力を算出すると、この規模では地震荷重で決まり、その荷重は 2 階で約 14.73kN (1.4tf)、1 階で 22.55kN (2.3tf) である。図 3-7 の軸組構造体の荷重と変位角によると、軸組構造体全体のせん断変形角 1/120rad (0.0083rad) 時の耐力が 11.0kN (1.122tf) であったことから、必要な耐力約 14.73kN (1.4tf) に対しこのままでは剛性不足となっている。

今後、構造体全体の剛性を上げる補強法は、2 階に地貫と同様な効果を期待できる腰壁の高さに貫を追加するなど、貫の増量を検討する必要がある。

3.3 解体

3.3.1 解体作業

水平加力実験を実施した立体フレームを用いて解体の容易を確認するための実験を行った。解体作業は次の通りである。

- ・解体の基本は組み立ての逆の工程とする。
- ・解体は組み立てた業者と同一業者である。
- ・解体作業時に部材に番付を明記する。
- ・リユース対象材は板材すべてとする。再利用しない部材は木ダボ、堅木ダボ、床用厚板材、留釘。
- ・解体作業は立体フレームをユニット単位に解体し、そのユニットは地上で部材単位まで解体する。

3.3.2 解体順序

立体フレームの解体順序は、次の通り。

足場を組む→

2階天井の厚板を取り外す→RFの梁を取り外す(写真3-1)→

1Fの床板を取り外す(写真3-2)→

ユニットとユニットの連結部分の羽子板ボルトを取り外す→

柱脚部の金物を取り外す(写真3-3)→

X1通りの足場を撤去→

X3通りのユニットを取り外す(写真3-4)→

2F床板を取り外す(写真3-5)→

2Fの小梁を取り外す→

1Fの床梁を取り外す→

Y2通りのユニットを取り外す(写真3-6)→

X1通りのユニットを取り外す(写真3-7)→

Y3通りのユニットを取り外す→

Y1通りのユニットを取り外す→

完了(写真3-8)

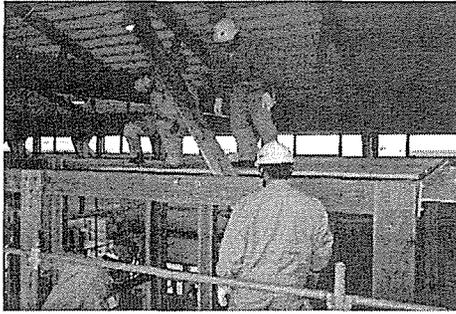


写真 3-1 2F天井の厚板取り外し

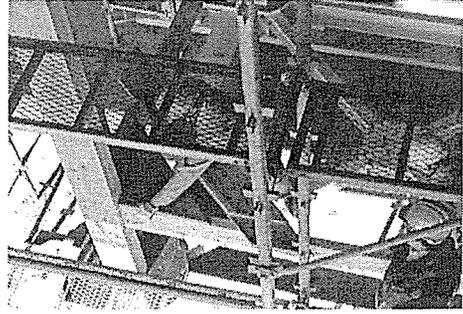


写真 3-2 1Fの床板取り外し



写真 3-3 柱脚部の金物取り外し

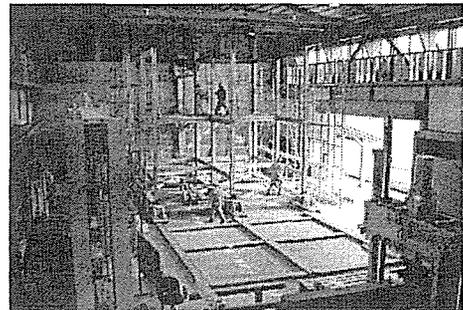


写真 3-4 X3 通りのユニットの取り外し

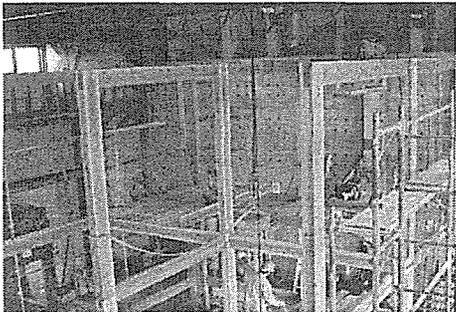


写真 3-5 2F 床板の取り外し

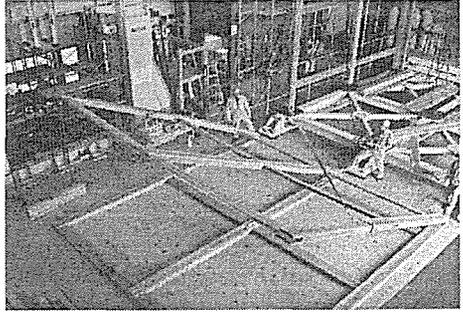


写真 3-6 Y2 通りのユニット取り外し

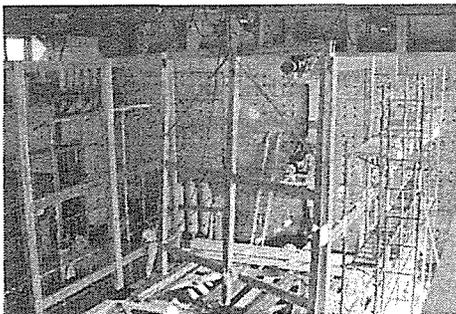


写真 3-7 X1 通りのユニットの取り外し

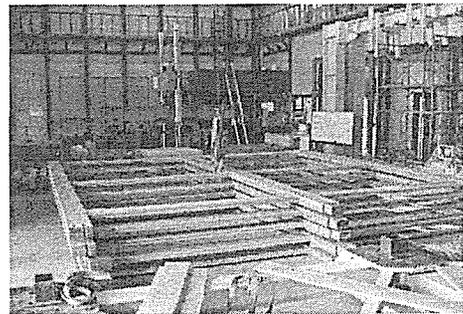


写真 3-8 完了

3.3.3 ユニット解体

ユニット単位の解体は、地上でそのユニットを構成している合わせ梁、合わせ地貫、合わせ柱の接合部の木ダボを抜いて合わせ材も分解する。

ユニット解体では各軸組材の損傷程度、また木ダボ抜きによる板材の損傷を調べ、リユース率を算出する。

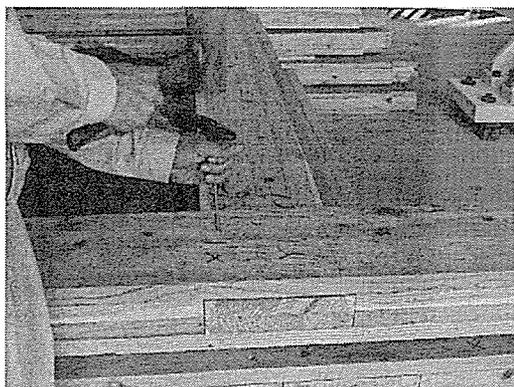


写真 3-9 地貫の木ダボ抜き(1)

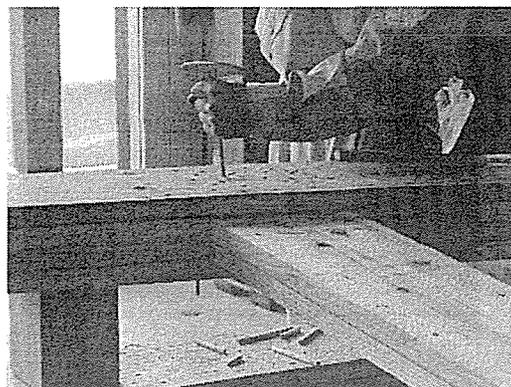


写真 3-10 地貫の木ダボ抜き(2)

3.3.4 解体作業時間・人工

- ・ 第1日目 9:00～12:00
 13:00～16:00 所要時間 6 時間 5 人
- ・ 第2日目 10:00～12:00
 13:00～14:00 所要時間 3 時間 3 人

3.3.5 リユース率

解体の結果、リユース対象材の板材は実験によってダメージがあったものを除きほとんどのものがリユースできることが分かった。木ダボは選別の結果 50%程度がリユース出来ることが分かった。また羽子板ボルトも再使用可能であることが分かった。

4 設備と内外装の試設計

スケルトン（構造体）のシステムが構築された後を受け、インフィルの検討に入ることとする。インフィルについては、設備との関係、内外装との関係を中心に基本設計でのモデルプランに設備設計例を重ね合わせ、収まりの問題点や生活するうえでの問題点等を整理し、実用的な宮崎型長期耐用住宅の形態を見つけ出すことを目的とした。一部モデルプランと違う平面となっているが、設備との関係をより具体的に検討するため、2階にトイレを設置するなどの変更を行っている。

設計は南九州の一般的な家庭にある設備（表 4-1）、内外装（表 4-2）を想定した。

表 4-1 設備機器の内容

箇所	設備機器
台所	システムキッチン レンジフードファン 石油給湯器（3点給湯）
浴室	ユニットバス
洗面所	洗面化粧台
1階便所	洋風大便器（サイホンジェット方式） 小型合併浄化槽7人槽
2階便所	洋風大便器（サイホンジェット方式）
各居室	空調機（空冷ヒートポンプエアコン）
その他	照明器具 天井換気扇 コンセント等

表 4-2 内外装の内容

室名	箇所	使用材料
リビング	天井	ビニールクロス貼り, PB t=9.5
	壁	ビニールクロス貼り, PB t=12.5
	腰壁	スギ板張り t=12
	床	天然木複合合板張り t=15
厨房	天井	ビニールクロス貼り, PB t=9.5
	壁	ビニールクロス貼り, PB t=12.5
	床	天然木複合合板張り t=15
洗面脱衣室	天井	ビニールクロス貼り, PB t=9.5
	壁	ビニールクロス貼り, PB t=12.5
	床	天然木複合合板張り t=15
トイレ	天井	ビニールクロス貼り, PB t=9.5
	壁	ビニールクロス貼り, PB t=12.5
	腰壁	スギ板張り t=12
	床	天然木複合合板張り t=15
外	壁	サイディングボード張り t=12

4.1 給排水設備の検討

図 4-1 に給排水設備の設計例を示す。

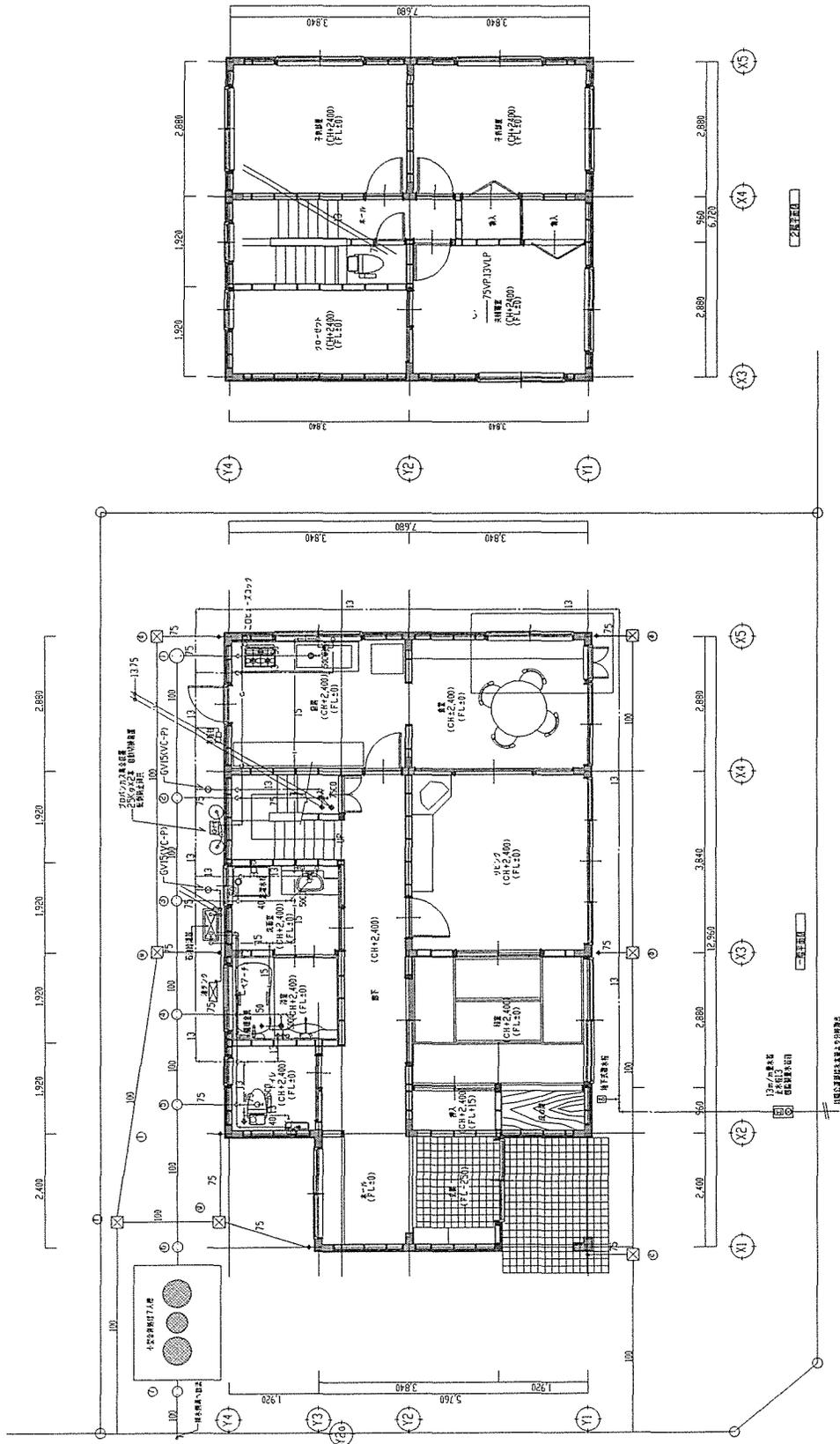


図 4-1 給排水平面図

4.1.1 給水、排水の配管について

通常の家計の給水管は、口径が 13mm～20mm で、地中配管は硬質塩化ビニール管 (HIVP)、建物内部は鋼管、ステンレス管で配管されるのが一般的である。屋外から建物の中に侵入するには、土中埋設、土間配管を経て、一階については壁や床下を、2階については壁や1階天井内に配管することになる。壁配管の場合、給水管は結露防止として保温巻きとすするため、先に述べた 20mm の口径が約 60mm の大きさとなり、この配管を収めるためには、ある程度の壁の厚さが必要である。支持の状況にもよるが、約 100mm の壁厚が必要であろう (図 4-2)。そのことは、断熱材の挿入という点からも有利であるといえる。在来工法は一般的に 105mm～120mm の柱でのグリッド形成であるため、壁の部分は 100mm 以上の壁厚となり、保温に対しては有利だが、筋違いや桁、胴差し等 (柱同寸) があることで縦方向の配管ルートに制約が生じる。宮崎型長期耐用住宅では、筋違いがないため自由な配管が可能となる。

次に、排水管については、一般的に硬質塩化ビニール管 (VP) が使われるが、口径が給水管に比べ大きいこと、勾配を考慮すること、貫通部が大きくなること等により配管ルートに大きな注意を払う必要がある。提案のスケルトンは、梁の部材、柱の部材を合わせ材で構成しており、部材貫通の場合は穴の部分から合わせ材相互の分離の恐れがあること、また断面欠損による耐力低下が発生するなど、貫通部位、貫通大きさ等に慎重に対応すべきである。したがって、天井懐を大きく取るなどの配管スペースの確保は非常に重要なこととなる。

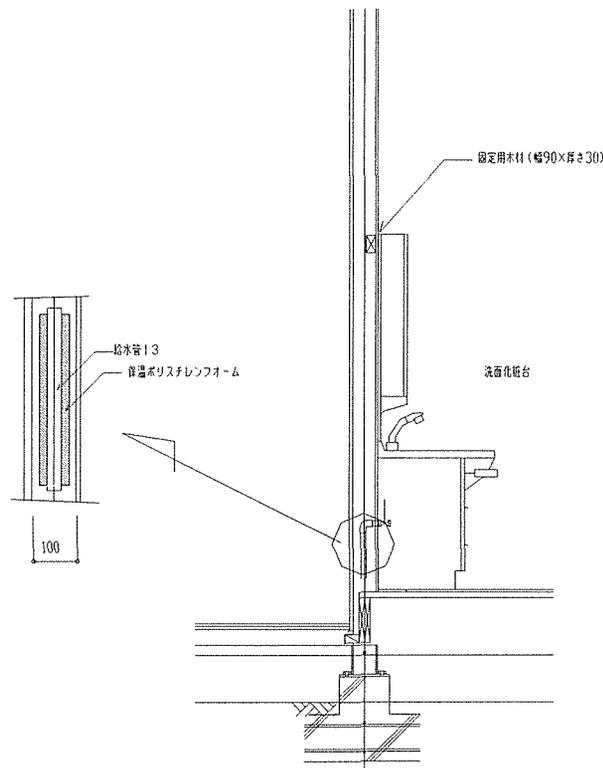


図 4-2 洗面台廻り詳細図

4.1.2 給水、排水の機器について

たとえば、ユニットバスを考えると、取り付け方法にもよるが（図 4-3）、荷重に対して床根太が対応できればなんら問題はない。防水性は高く、高床であるがゆえに、配管等のメンテナンスも容易である。しかし、在来工法の風呂を考えると、コンクリート壁の立ち上がりが作れないなど、防水に対して不安が残る。そのことから、シロアリの進入も心配される。

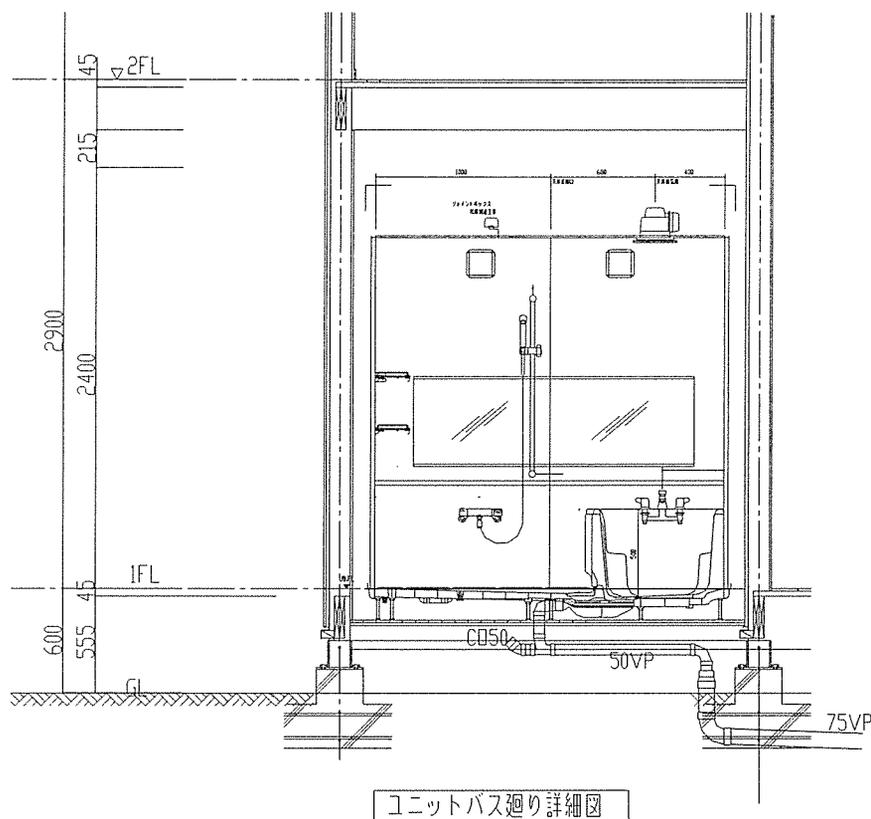


図 4-3 取り付け方法例

在来の和風風呂を設置したいとするならば、スケルトン内部から切り離しを行うのも一つの方法ではないだろうか。つまり、風呂や水廻りの部分は下屋を設けスケルトン外に追い出すのである。（図 4-4）

また、洗面器などの給排水器具の取り付けには十分なクリアランスを設けるなど、揺れによる部材のひずみに対して十分な振動対策を行うことが重要である。それは、スケルトンが半固定の接合部をもつラーメン構造であるため、地震などによる振動が大きくなりがちであるためである。

さらには、取り付ける背面の壁の補強、取り付け方法も大変重要になる。機器が長時間の振動等により、脱落することを防ぐためである。提案のスケルトン（柱の少ない構造体）での間仕切りの固定の方法が今後の課題であるのは言うまでもない。

4.2 電気設備の検討

図 4-5 に電気設備の設計例を示す。

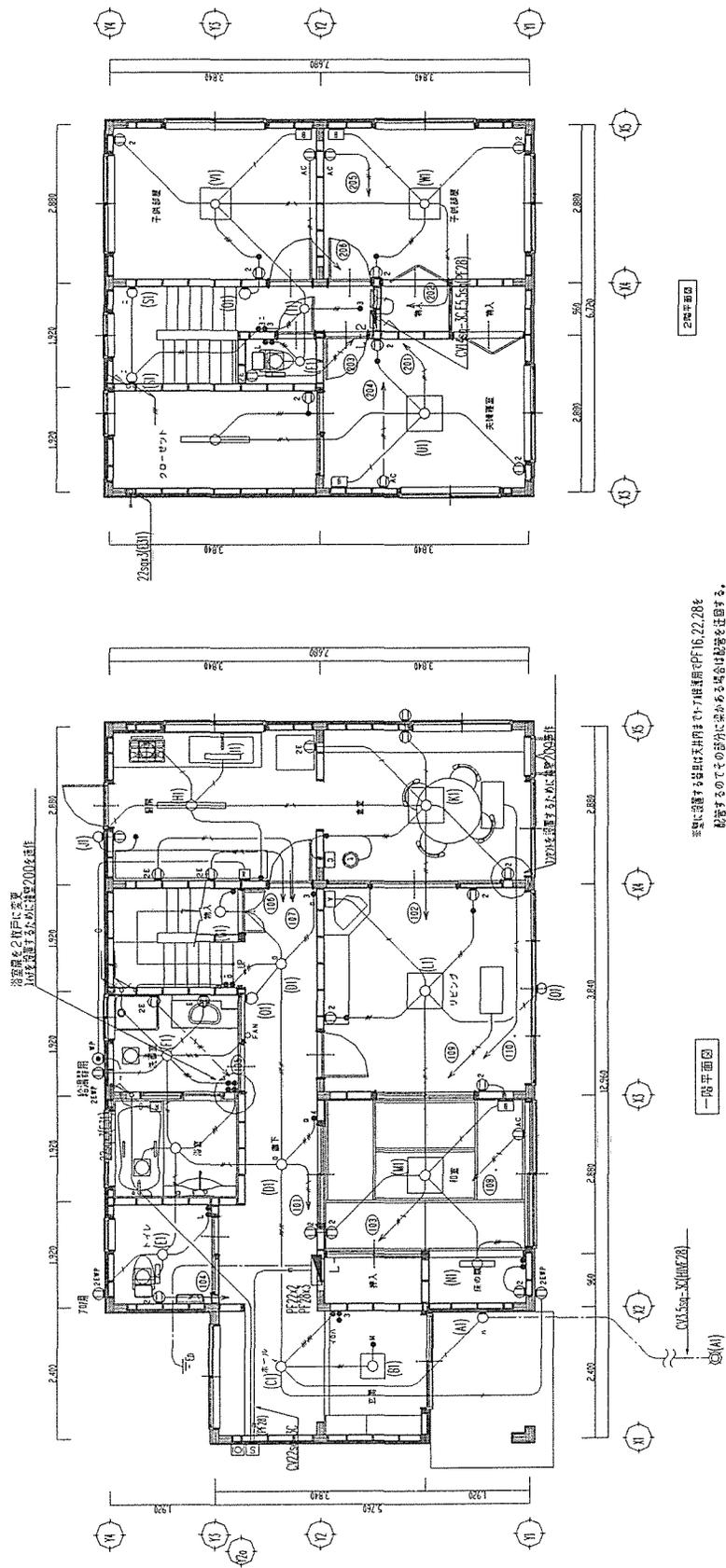


図 4-5 電灯コンセント設備平面図

4.2.1 配線配管について

電気の配線配管は、比較的小径の線材であることから、配管ルート等に問題は少ないが、水分による配管材の腐食、小動物等による電線破壊には十分考慮する必要がある。

また、電気配線は一般的に天井配線から壁内を上から下へと配線することになるが、ここでも筋違いが無いため、給水管と同様にスムーズな配線が可能となる。

4.2.2 機器について

電気照明類については、天井懐があればなんら問題はないが、壁の配線配管では、給水配管でも触れたように、コンセントボックス、スイッチボックス等の関係から、ある程度の壁厚が必要となる。（図 4-6）

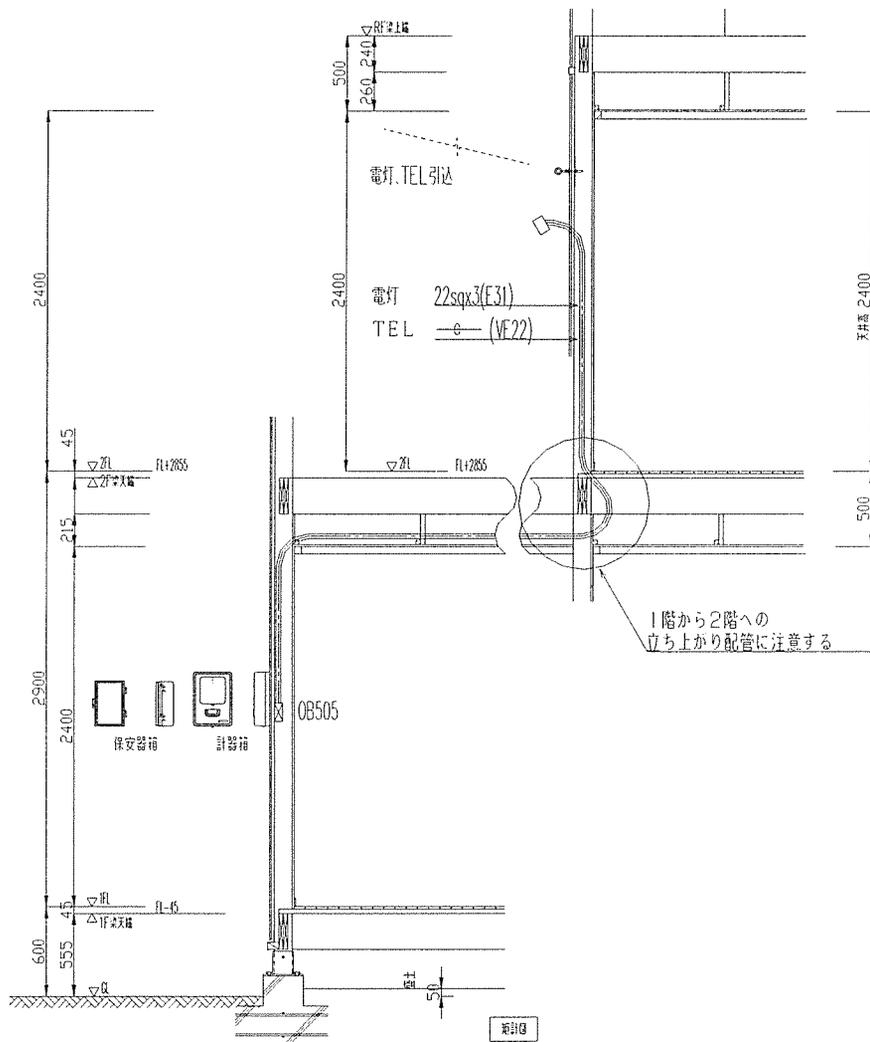


図 4-6 断面詳細図

4.3 空調設備の検討

図 4-7 に空調設備の設計例を示す。

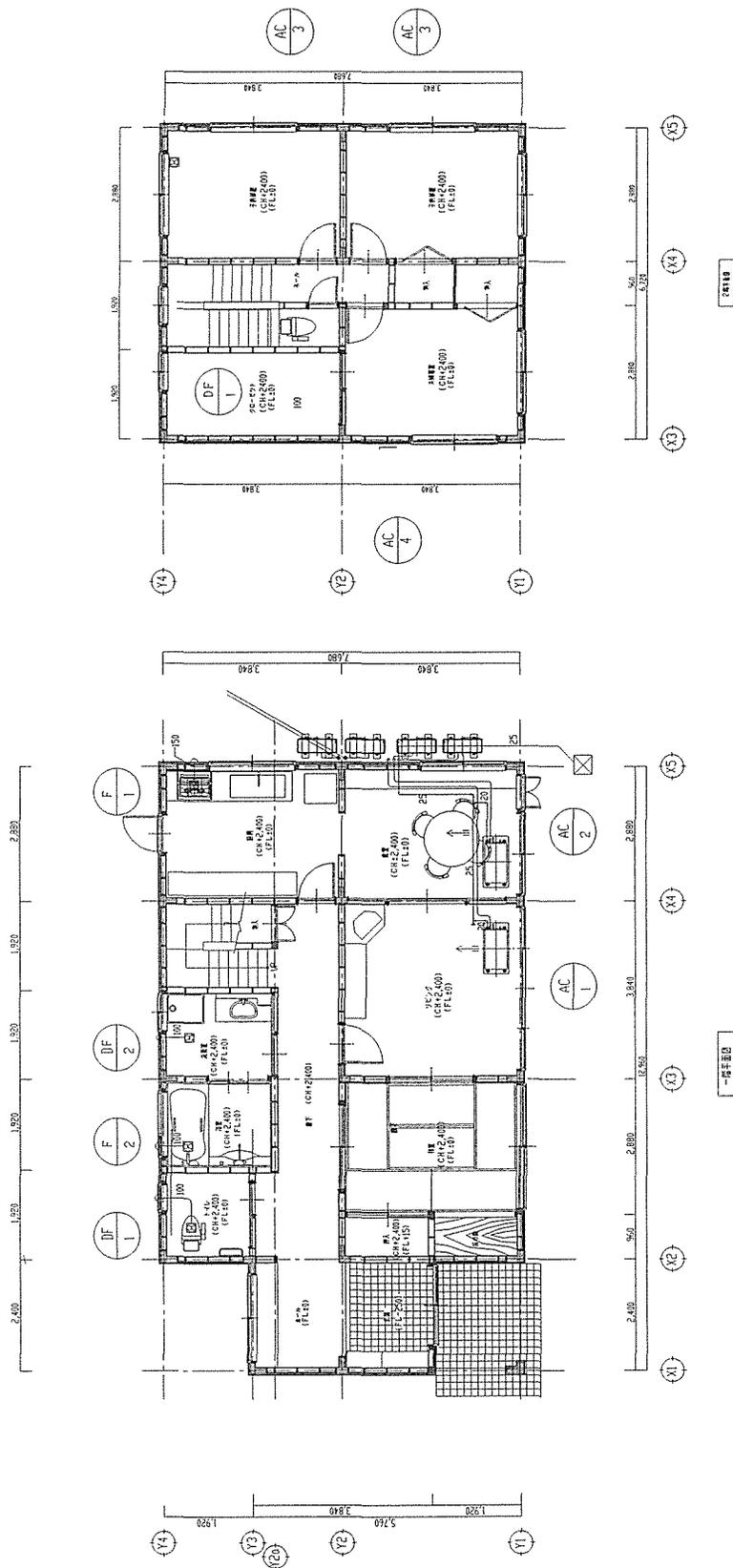


図 4-7 冷暖房・換気設備平面図

4.3.1 ダクト等について

通常家庭用の空気調和設備は、空冷ヒートポンプ方式の空調機械が主流である。したがって、配管は冷媒管（束ねると径約 60mm 程度）、ドレン配管（VP 径 15mm 程度）がありその他は電気配線程度である。冷媒管については、ある程度曲げなどに追従できるが、ドレン配管は勾配を考慮しなければならない。最近ではジャバラ型のチューブが出回っているが、排水設備と同様に梁などを貫通させる可能性があることから、吊り位置や吊り支持の方法等の検討が重要となってくる。

また、ダクト方式や換気扇設備についても、当然上記の注意を払う必要がある。

そこで、便所の換気扇ダクトの収まりから、天井高さを $H=2400\text{mm}$ とした場合の階高を割り出してみると、約 3000mm が最適高さといえる。吊り支持については、振動による脱落防止のため、振動を吸収するような支持金物等を選択する必要がある。（図 4-8）

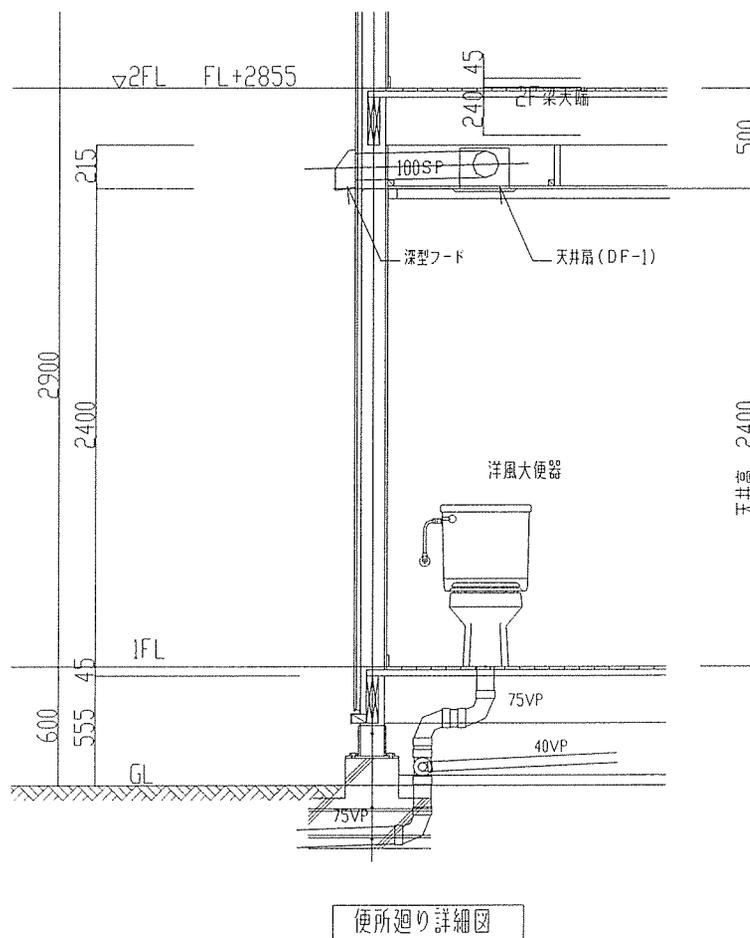


図 4-8 断面詳細図

4.3.2 機器について

室内機は、天吊り型、壁掛け型、天井埋め込み型、床置き型、ダクト方式などさまざまであるが、天井付近に取り付くものは、大きな荷重による落下対策が重要となる。当然十分な補強が必要だが、その際、室内機に与える振動等を最小限にするような支持の方法を考え、合わせ材のねじれ等も生じさせないようにしなければならない。したがって、補強材（支持元）はある程度大きな材料を使用し、広い範囲で負担をするような方法をとるべきである。また天井埋め込み型やダクト方式の吹き出し口等については、洗面器等と同様に、十分なクリアランスの確保、フレキシブルジョイント、などの使用に十分配慮する必要がある。

4.4 内外装の検討

調査した南九州の家の外壁は、しっくいや木板張りがほとんどであるが、現在一般的に普及している外装材は、サイディングであることから、提案の宮崎型長期耐用住宅においても、実験用モデルスケルトン上にサイディングを張ってみた（写真 4-1、4-2、4-3）スケルトンは、ラーメン構造であるためスパンも広く大きな開口を取ることができる。その反面サッシなどの取り付けには、揺れ等を防止する対策が必要となってくる。したがって、サッシを受けるまぐさ、敷居などの材は大きめにし、間柱、胴縁等も大きくすることは非常に重要なことである。実験では、間柱材 30×150（壁厚程度）を採用したが、揺れの減衰が小さいことから 45×105 程度以上を使用することを提案したい。

また、スケルトン開発でも触れたように、リユース、リニューアル、シックハウス対策の観点から内外装材も解体が容易にすべきであり、接着剤や金物等をあまり使わない内外装の収め方が必要となってくる。そのことがひいては、設備の配線や配管のメンテナンスを有利にすることにもなる。

外壁等の仕上げについては、振動などによるクラック防止の観点から揺れに追従できるような防水（ウレタン防水）や、吹きつけ（弾性）の採用が好ましい。

最後に全体を建築的に考えてみると、今回の研究では高温・多雨・多湿である宮崎県の地域性から、開口を大きく取り通風を良くしたが、当然直射日光・雨対策は考慮すべきであり、日除け、雨じまいの観点から、軒の出を大きくとることも重要なことである。その際注意すべきことは、台風常襲地域であることをふまえ、強風に対応できるタルキの大きさの設定を忘れてはならない。

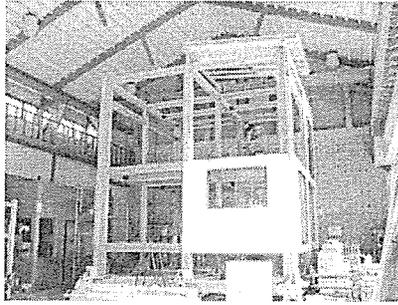


写真 4-1

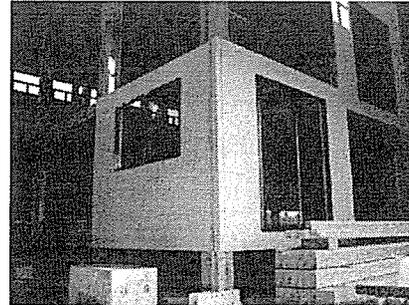


写真 4-2

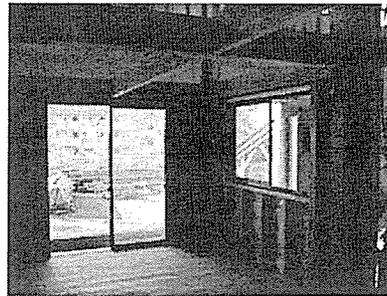


写真 4-3

4.5 設備、内外装についての今後の課題

一般的に設備（機器等）の耐用年数は、10年前後といわれるが、最近の機器は、性能が向上したことで非常に長持ちである。しかし、現実には機器のモデルチェンジや新製品の開発などで、ほとんどのものは10年程度で取り替えを行っており、期間は、スケルトンに比べると非常に短い。したがって、この長期耐用住宅では、まず設備を長期耐用させることが重要であり、改めて設備の維持管理、取り替え、水回りにおけるシロアリ対策、腐食対策等を重点的に研究する必要がある。そこで、南九州の台所、風呂周りの腐食、シロアリの状況等を調査し、長期保存された建物の性能（環境的）を見つけだすこととする。

また、これまでの見解は、設備設計をした段階での重要点として整理したもので、今後は、実際に配管を行うなど、収まり等を詳細に検証すべきである。

次に内装についてであるが、平成15年7月1日から施行された建築基準法の改正を受け、シックハウス対策を十分考慮することは当然であるが、宮崎県のスギ生産の地域性からも、できるところは木板張りを中心に考えるべきである。昨今の健康志向の高まりからも、自然素材の使用が不可欠である。

そして、あらゆる設備配管、機器などに対し、すぐに維持管理ができる、また、リユース、リサイクルが対応できる内装システムを開発することが重要である。したがって、今後はスケルトンを守るための設備、設備を守るための内装という一連の考えの中から、研究開発をしていくべきである。

5 使用木材の地域資源・供給状況とその見通し

5.1 主要部材に用いる木材の資源内容・生産・供給・流通方法

5.1.1 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m³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m³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。

5.1.2 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16cm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年にはその割合は41%に減少している。それに対し、径級が18cm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5-1）。

また、このままの傾向で増加が続けば、平成18年には径級18～22cmが35%、径級24～28cmが20%、径級30cm上が13%になると推測される（図5-1）。

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。

径級区分 (cm)	平成元年	平成13年	増減
3～6	3%	1%	-2
7～10	63% 14%	41% 7%	-7
11～13	19%	12%	-7
14～16	27%	21%	-6
18～22	24%	33%	+9
24～28	37% 9%	59% 17%	+8
30上	4%	9%	+5
計	100%	100%	

表5-1 宮崎県森連市場の径級別のスギ丸太取扱割合

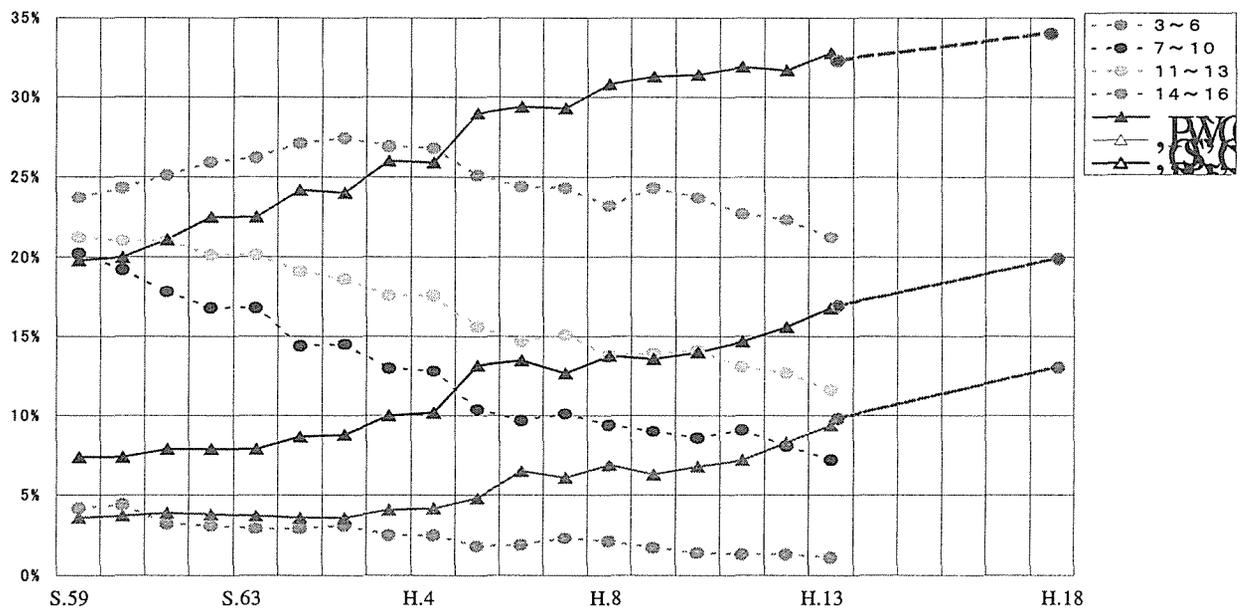


図 5-1 径級別取扱割合

5.1.3 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5-2）

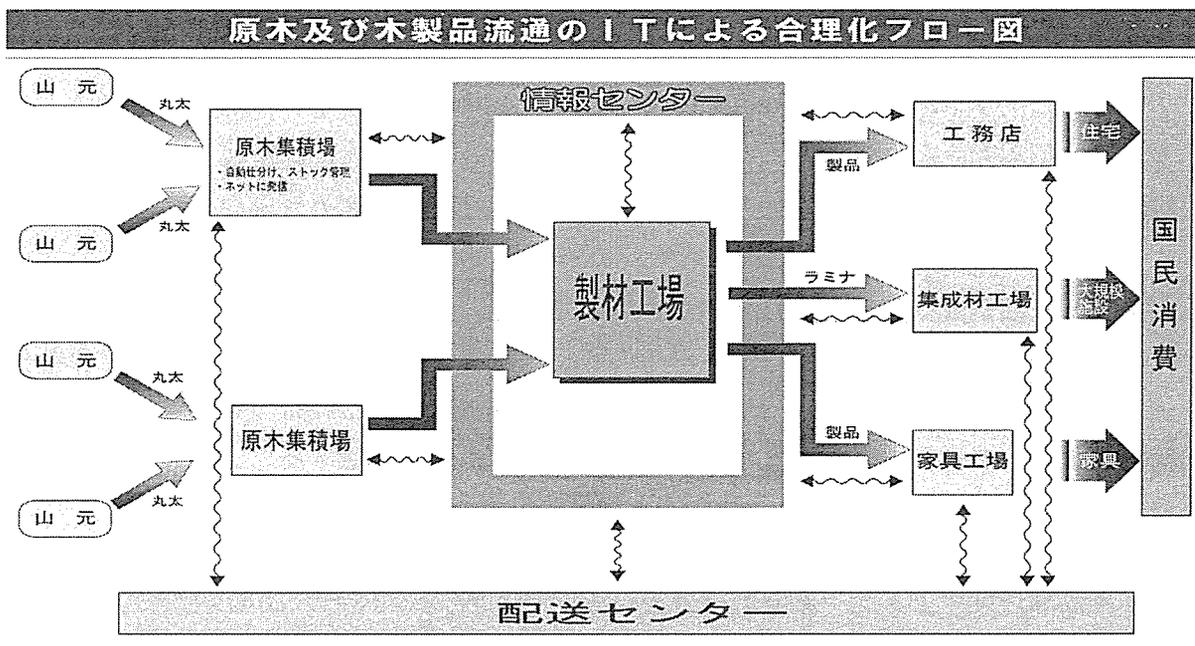


図5-2 ITによる合理化フロー図

5.1.4 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、再生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、将来へ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り組みが緊急の課題となっている。

6 使用木材の地域内における製造・加工方法

6.1 高度乾燥材の利点

これからの木造住宅は、鉄筋コンクリート構造、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6-1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 6-1 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
ペイツガ	85	170
ポンドローサパイン	40	148

(久田卓興氏による)

6.2 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240mm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120mmと300mm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30mm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）工場で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。

6.3 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 16 年度までに 110 機が設備されてい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 12 年度で 11 社が稼動）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。

7 提案住宅の供給システム

7.1 担い手

住宅を商品として提供することができる担い手ともいべき組織は、住宅デベロッパー、住宅建設会社、工務店もしくは設計事務所となろう。

あるいは、木材資源供給基地に立脚した商品だけに、森林組合や木材関連の協同組合なども新たに担い手になり得る可能性もある。いずれにしても、長期耐用住宅として 60 年以上社会的耐用性を確保しようとするれば、地域密着型の家づくりとなることから地域型の企業が適当と言える。

7.2 組織づくり

資源や循環、また解体・リユースなど将来に対する住まい方に基本を置いた提案住宅だけに、従来の建売とは逆の、関係者相互が話し合いながら進める共同体的な家づくりが向いていると言えよう。

その際、中心となるのは設計事務所が望ましい。それは、構造計算など安全性の確認が性能規定等を前提としているからである。勿論、設計者だけができる住宅ではない。プラン認定品の活用など、工務店でも扱える住宅も用意することは可能である。

7.3 流通システム

本商品は住宅そのものの不動産としての流通のこともあるが、部材を解体・再利用する材料の流通も重要である。

そのためには、板材をはじめ各種部材の記録・保管が不可欠であり、設計時と建設時はそれら記録を残すことができる管理体制が重要である。板材によっては再格付けも必要となり、解体業者は同時に施工業者となるような地域の組織の中で扱われることで、合理性を発揮できよう。

8 宮崎型住宅プランにおける法制上の制約等

8.1 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、2.2.2 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。

但し、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。

8.2 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8-1)

8.3 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、その手続も必要がある。

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応を行い、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。

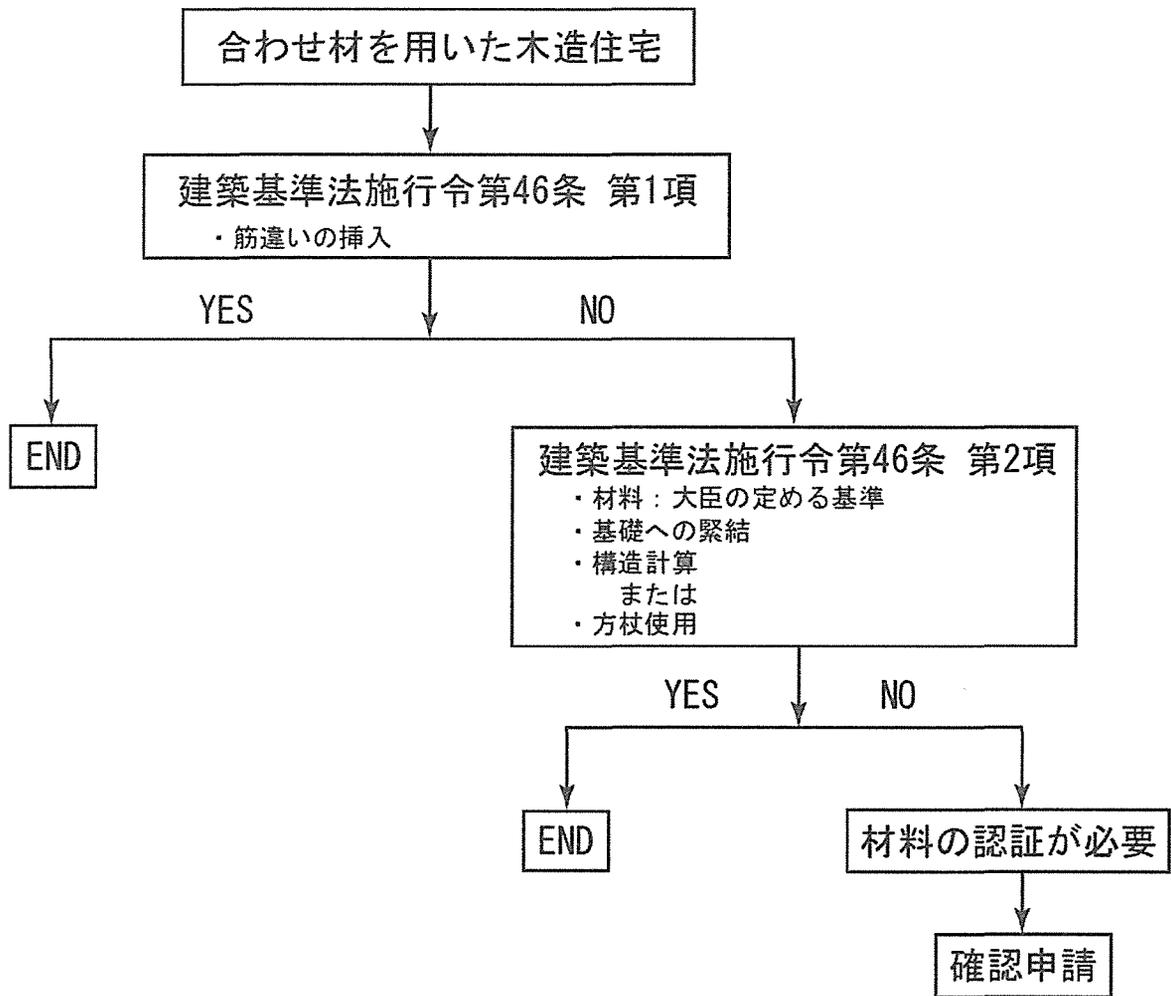


図 8-1 確認申請フロー図

参考文献

- 1) 宮崎県木材利用技術センター：長期耐用住宅木材利用技術高度化事業 平成 13 年度実績報告書,平成 13 年度（財）日本住宅・木材技術センター委託事業,2002
- 2) 宮崎県木材利用技術センター：長期耐用住宅木材利用技術高度化事業 平成 14 年度実績報告書,平成 14 年度（財）日本住宅・木材技術センター委託事業,2003
- 3) (財)日本住宅・木材技術センター・木脇産業株式会社：「スギ合わせ材を用いた軸組構造体の開発」,平成 13 年度農林水産省補助事業 木材産業技術実用化促進対策事業
- 4) 中西幸一 他：「宮崎における地域型住宅の実態とこれからの一考察」,第 53 回日本木材学会大会研究発表要旨集, p.731
- 5) 田中 洋：「スギ厚板を木ダボで接合した合わせ材の強度性能」,第 6 回木質構造研究会技術発表会技術報告集, 2002, p.44-47
- 6) 田中 洋：「スギ厚板に打ち込んだ木ダボの引抜耐力」,第 53 回日本木材学会大会研究発表要旨集,2003, p.98
- 7) 田中 洋：「スギ厚板を木ダボで接合した合わせ材の曲げ性能」,第 10 回日本木材学会九州支部大会講演習,2003, p.25-26
- 8) (財)日本住宅・木材技術センター編：通直集成材を用いたラーメン構造の設計法 (1996)

別添資料 1

都城市を中心とする新聞折込チラシ広告の傾向調査（1）

（期間 H. 13. 3. 16～H. 14. 5. 30）

資料：宮崎日日・毎日・読売・朝日・日本経済新聞

延べ床面積(40坪以上)								
No	延べ床面積(坪)	1階	2階	地下	タイプ	総額	坪単価	メーカー名ほか
1	42.70	23.31	19.39		5LDK	※	※	司工務店
2	41.49	23.61	12.42	5.46	4LDK	2,400	57.84	トーア
3	42.03	20.95	15.62	5.46	4LDK	2,500	59.48	〃
4	44.17	25.33	18.84		4LDK	1,975	44.71	丸商
5	44.01	25.21	18.80		4LDK	1,970	44.76	〃
6	44.33	27.14	17.19		4LDK	※	※	住宅供給公社
7	40.83	23.89	16.94		4LDK	※	※	〃
8	50.00	24.60	25.40		5DK	※	※	ダイワ
9	41.43	23.12	18.31		4LDK	※	※	〃
10	53.85	36.05	17.80		4LDK	※	※	積水
11	40.23	19.86	20.37		4LDK	※	※	〃
12	40.68	23.37	17.31		4LDK	※	※	ダイワ
13	50.74	26.22	24.52		5LDK	※	※	〃
14	54.83	32.80	22.03		4LDK	2,002	36.51	〃
15	41.11	21.51	19.60		4LDK	1,120	27.24	万代
16	45.08	23.93	21.15		4LDK	1,240	27.50	〃
17	47.70	25.80	21.90		5LDK	780		積水ハイム
18	51.70	31.00	20.70		5LDK	780		〃
19	46.11	25.73	20.38		4LDK	780		〃
20	47.68	30.15	17.53		4LDK	780		〃
21	41.56	21.04	20.52		4LDK	※	※	〃 ハウス
22	41.38	21.95	19.43		4LDK	※	※	〃
23	46.11	25.73	20.38		4LDK	※	※	〃 ハウス
24	47.68	30.15	17.53		4LDK	780		〃 ツーユ
25	44.17	22.12	22.05		4LDK	1,299	29.40	INA
26	52.50	25.00	27.50		5LDK	1,385	26.38	〃
27	52.33	25.67	26.66		5LDK	1,395	26.65	〃
28	41.45	21.18	20.27		4LDK	1,107	26.70	〃
29	40.39	22.39	18.00		4LDK	1,350	33.42	〃
30	41.43	23.12	18.31		5LDK	1,107	26.71	ユニバーサル
31	45.63	28.28	17.35		5LDK	※	※	タナカ
32	45.98	26.31	19.67		4LDK	※	※	万代
33	53.95	31.22	22.73		4LDK	※	※	積水ハイム
34	47.70	25.80	21.90		4LDK	780		〃
35	51.70	31.00	20.70		5LDK	780		〃
36	53.29	33.96	19.33		6DK	2,388	44.81	UMK
37	50.87	32.76	18.11		6DK	2,222	43.67	〃
38	47.68	31.09	16.59		6DK	2,220	46.56	〃
39	43.76	29.59	14.17		5DK	2,055	46.96	〃
44	43.06	22.00	21.06		4LDK	2,633	61.14	〃
45	40.25	22.25	18.00		5LDK	※	※	〃

(注)※印 総額記載なし

40坪以上		(坪)
		平均値
地	下	5.46
1	階	26.00
2	階	19.67
延べ床面積		45.94

都城市を中心とする新聞折込チラシ広告の傾向調査（２）

（期間 H. 13. 3. 16～H. 14. 5. 30）

資料：宮崎日日・毎日・読売・朝日・日本経済新聞

延べ床面積(40坪未満)								
No		1階	2階	地下	タイプ	総額	坪単価	メーカー名ほか
1	35.75	17.90	17.85		4LDK	944	26.40	丸久
2	37.40	21.50	15.90		4LDK	1,850	49.46	丸商
3	30.61	16.71	13.90		4LDK	1,140	37.20	"
4	37.57	19.30	18.27		4LDK	1,382	36.78	アイフル
5	34.49	16.99	17.50		3DK	※	※	"
6	38.16	21.85	16.31		4LDK	2,760	72.32	ダイワ
7	38.68	22.37	16.31		4LDK	2,660	68.76	"
8	35.75	18.70	17.05		4LDK	980	27.41	万代
9	39.68	20.90	18.78		4LDK	1,088	27.41	"
10	34.19	21.42	12.77		4LDK	1,790	52.35	はやま
11	39.32	20.57	18.75		4LDK	※	※	アット
12	39.73	20.13	19.60		4LDK	※	※	積水
13	39.00	21.81	17.19		5LDK	1,220	31.28	アット
14	28.50	15.46	13.04		3LDK	998	35.01	"
15	38.15	21.25	16.90		4LDK	2,486	65.16	アイ
16	37.82	18.91	18.91		4LDK	2,635	69.67	"
17	39.44	21.32	18.12		4LDK	2,499	63.36	タナカ
18	29.68	15.75	13.93		3LDK	898	30.25	万代
19	29.70	15.75	13.95		3LDK	928	31.24	"
20	29.70	15.75	13.95		4LDK	930	31.31	"
21	39.54	20.30	19.24		4LDK	1,095	27.69	"
22	39.54	20.30	19.24		4LDK	1,125	28.45	"
23	35.72	24.12	11.60		5LDK	1,158	32.41	"
24	34.76	22.36	12.40		4LDK	1,870	53.79	"
25	39.68	20.90	18.78		4LDK	1,340	33.70	"
26	38.47	19.69	18.78		4LDK	1,340	34.83	"
27	25.40	14.90	10.50		3LDK	898	35.35	INA
28	30.55	14.25	16.30		4LDK	1,040	34.04	"
29	38.12	20.30	17.82		4LDK	1,173	30.77	"
30	32.70	17.10	15.60		4LDK	※	※	アイフル
31	37.81	19.01	18.80		3LDK	※	※	"
32	38.90	13.50	12.70	12.70	6LDK	※	※	"(木造3階建)
33	37.40	17.50	19.90		4LDK	2,936	78.50	ミサワ
34	37.98	21.20	16.78		4LDK	2,801	73.74	トーア
35	38.44	19.22	19.22		4LDK	3,230	84.02	パナ
36	45.19	21.80	14.76	8.63	4LDK	3,142	69.52	吉原
37	39.44	※	※		4LDK	1,980	50.20	江藤産業
38	37.88	※	※		4LDK	1,980	52.27	"

(注)※印 総額記載なし

	平均値
1階	10.67
2階	19.19
地下	16.43
延べ床面積	36.34

	平均値
1階	8.06
2階	22.60
地下	18.05
延べ床面積	41.14