

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 (長野地域編)

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。

本事業は、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本年度の「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県を選定した。前年度まで、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、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すると共に、実験的健勝を行ってきた。本年度は、更に実験的健勝を加えると共に、これまでの調査・実験に基づいて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。

本報告書は、上記4地域のうち、長野県（寒冷・乾燥地域）に関するものである。

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

平成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

目 次

第1章 信州型長期耐用住宅に向けた補足試験	1
1 カラマツ心持ち構造材（心持ち柱、接着重ね梁）の性能評価	1
2 カラマツ接着重ね梁（ツインビーム、トリプルビーム）性能実証試験	21
第2章 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	31
はじめに	31
1 信州型住宅のプラン概要	31
2 部材別の木材仕様	48
3 軸組みの構成方法と接合部	52
4 使用木材の地域資源・供給とその見通し	56
5 使用木材の地域内における加工・処理方法	57
6 提案住宅の生産供給システム	60
7 使用木材の調達システム	61
8 信州型住宅プランにおける法制上の制約等	61

第1章 信州型長期耐用住宅に向けた補足実験

1 カラマツ心持ち構造材（心持ち柱、接着積層材）の性能評価

1.1 目的

カラマツ心持ち構造材を信州型長期耐用住宅の構造材として使用するためにはその強度性能を担保する必要がある。

心持ちカラマツ材は、材面割れとらせん木理に起因するねじれのため、住宅の構造材として利用され難い面があった。

高温セット法は蒸煮（材温上昇や、ヤニ滲出防止等をねらいとして、蒸気で蒸すこと）と、それに続く高温低湿処理（100℃を超える乾球温度で、湿球温度との温度差を30～40℃に設定）によって乾燥初期に材表層に引張りセットを形成し、材面割れを抑制する方法である。この処理の開発によって背割り無し柱や、正角2本を接着した接着重ね梁（ツインビーム）、3本接着した同（トリプルビーム）等の実用化が期待できる状況になった。

この処理がカラマツ構造材（製材品）の強度性能にあたる影響を明らかにし、さらに処理材から接着積層材（ツインビーム）を作成し、その強度性能を実験的に明らかにした。

1.2 材料と方法

1.2.1 条件設定

想定される条件を表1-1に示した。ここに示したように想定される条件は30通りもあり、平成15年度は●をつけた4条件で行った。なお、◎は平成14年度に行った3条件である。

表1-1 条件設定

番号	処理方法	処 理 時 間							
		0	3	6	12	24	48	96	220
1	天然乾燥	◎●							
2	95℃蒸煮		○	○	○	○			
3	120℃（80℃）処理				◎	●	●	○	
4	110℃（70℃）処理				◎	○	○	○	
5	100℃（60℃）処理				○	○	○	○	○
6	90℃（85～60℃）処理				○	○	○	○	●
7	70℃（30℃）処理				○	○	○	○	○

注) 高温低湿処理はすべて6時間の蒸煮を行ったうえで高温低湿処理を行う。すべての条件で含水率が20%以下になるように天然乾燥を行う。なお、120℃（80℃）処理は乾球温度120℃、湿球温度80℃の条件を示す。

1.2.2 材料の区分

長野県中信産の中目丸太より 135×135×4000mm の無背割り心持ち正角 168 本を得た。

製材直後に幅、厚さ、長さ、重量、基本振動数を測定し、生材時縦振動ヤング係数 (Efrg) を算出した。

Efrg の小さなほうから番号をつけ、順番に、天然乾燥用、120℃ (湿球温度 80℃) 24 時間処理 (以下 120℃24 時間処理) 用、120℃ (80℃) 48 時間処理 (以下 120℃48 時間処理) 用、90℃ (湿球温度 60℃) 220 時間処理 (以下 90℃中温乾燥) 用に割り付け 4 グループとした。

続いて、グループごとに Efrg の小さな順に番号を付け、天然乾燥用を 401～442 番とし、120℃24 時間処理用を 501～542 番、120℃48 時間処理用を 601～642 番、90℃中温乾燥用を 701～742 番とした。

1.2.3 高温低湿処理と養生

高温低湿処理及び 90℃中温乾燥は蒸気式木材乾燥装置 (新柴製) を用いて行った。

120℃24 時間処理 (処理開始平成 15 年 6 月 23 日)、120℃48 時間処理 (同 6 月 19 日)、90℃中温乾燥 (同 6 月 25 日) のそれぞれの装置内の温度測定値を図 1-1 に示した。図に示したとおりいずれの条件も装置内温度が 95℃に達してから 6 時間の蒸煮を行っている。

処理後に重量、幅、厚さを測定した。また、この時点で発生していた材面割れに印をつけた。割れ幅も大きなものを測定し、材面に記入した。以後、天然乾燥用も含め、平成 15 年 10 月末まで雨のかからない状態の屋外にて天然乾燥 (養生) を行った。

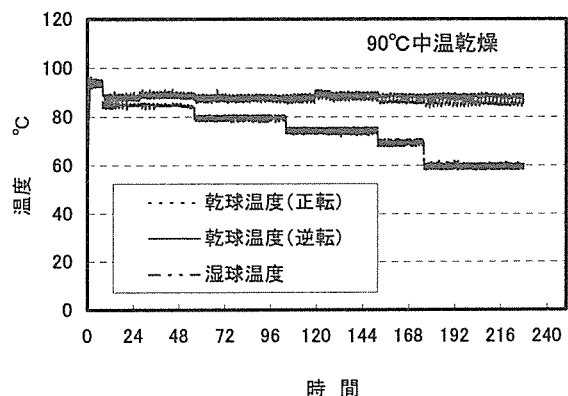
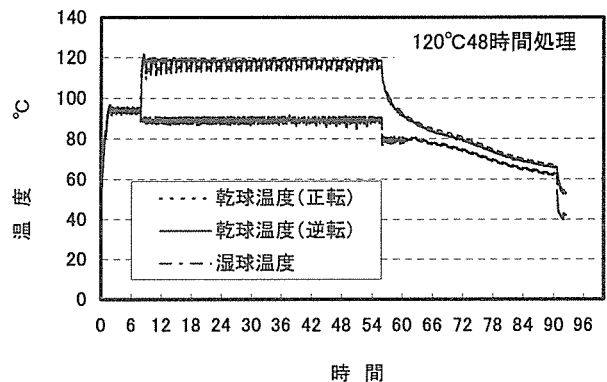
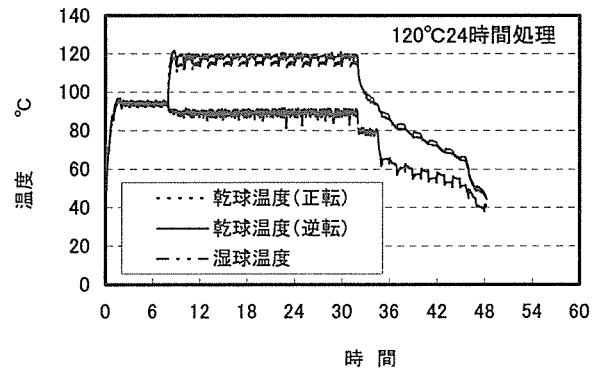
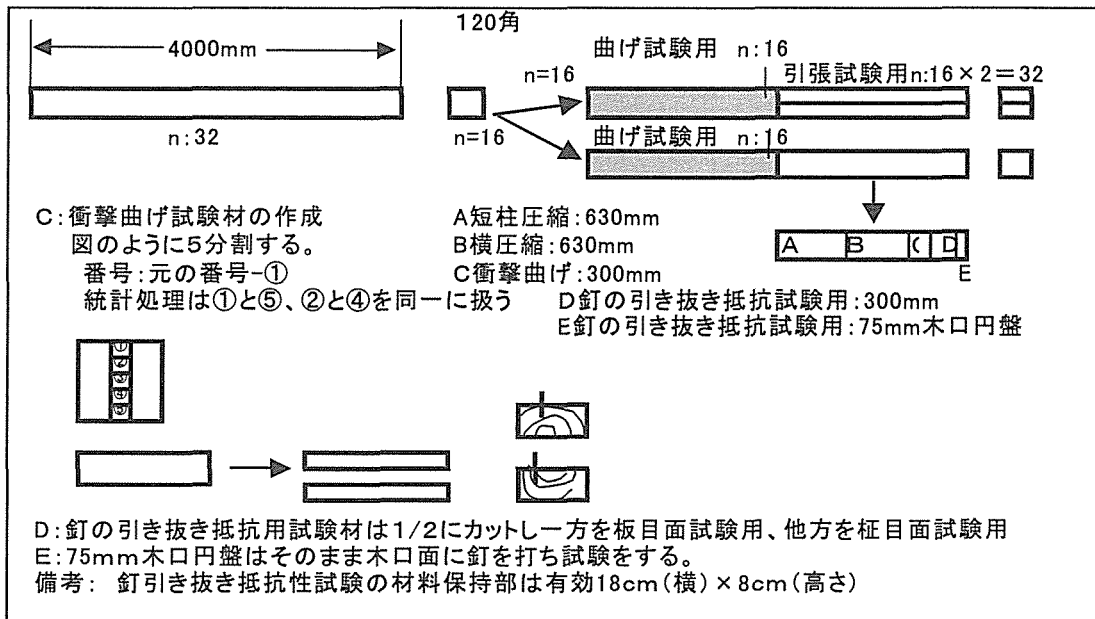


図 1-1 高温セット処理と 90℃中温乾燥の温度測定結果



曲げ試験終了材より応力測定用試験片採取(中央木口側から約40cm)
 切断試験のマーキング
 曲げ用: B○○○
 引張り用: T○○○
 圧縮用: C○○○

図 1-2 試験材の流れ

1.2.4 養生後の測定（形質変化）

各グループとも4の倍数を重ね梁材用(10本)として残りを図1-2のように仕分けた。ここでは曲げと引張試験体を採材するものを引張試験用、曲げと短柱圧縮他試験体を採材するものを圧縮試験用と表記した。番号の若い方から引張用、圧縮用に順次仕分けた。

(1) 養生(促進乾燥)後の測定項目

割れ: 天然乾燥材はそのまま4面全長を測定、110℃処理材、120℃処理材は高温低湿処理後の材面割れマーキングの総計をまず測定し、養生期間中の減少分をマイナス、増加分をプラスで測定しその和を求めた。(cm)

ねじれ: 水平2平面で測定し、一方を固定したときの他端の浮き上がりを測定した(mm)。2平面の距離は370cmである。

寸法等: 寸法(幅、厚さmm)、重量(kg)、基本振動数(Hz)を製材直後と同様に測定し、養生後の縦振動ヤング係数(E_{frd})を算出した。

(2) マーキング

接着重ね梁製造用は左右にNO.のみ記入した。

強度(曲げおよび引張り)試験用は中央に含水率測定用角板採取線(厚さ約15mm)を記入し、片方をB○○○(曲げ用)、他方をT○○○(曲げおよび引張り用)とした。

強度（圧縮）用は同様に含水率測定用角板（厚さ約 15mm）採取線、一方を B○○○、他方を C○○○（圧縮用）とした。

(3) 試験材の切断

マーキングに合わせて切断した。

(4) モルダ仕上げ

平成 15 年度は曲げ用のみモルダ仕上げを行い、一辺 120mm の正角に仕上げた。引張り試験用（T グループ）、圧縮試験用（C グループ）については平成 16 年度に試験を行う予定である。

1.2.5 接着重ね梁（ツインビーム）の製造

天然乾燥、120℃24 時間処理、120℃48 時間処理、90℃中温乾燥の 4 条件から 4m 正角（エレメント）各 10 本を得て、一辺 122mm にモルダ仕上げし、さらに接着面をプレーナがけして積層接着した。接着重ね梁の製造は上伊那森林組合伊南工場で行った。接着剤は「水性高分子－イソシアネート系木材接着剤：鹿印ピーアイボンド 6000（株オーシカ）」を用いた。エレメントの組み合わせは Efrg の順に 1 番と 2 番、3 番と 4 番、5 番と 6 番、7 番と 8 番、9 番と 10 番とした。

1.2.6 強度試験

120×120mm 正角の曲げ試験はスパン 1800mm の 3 等分点 4 点荷重方式で行い、ツインビームはスパン 3900mm、上部加力点間 1020mm で行った（図 1-3、写真 1-1、写真 1-2）。

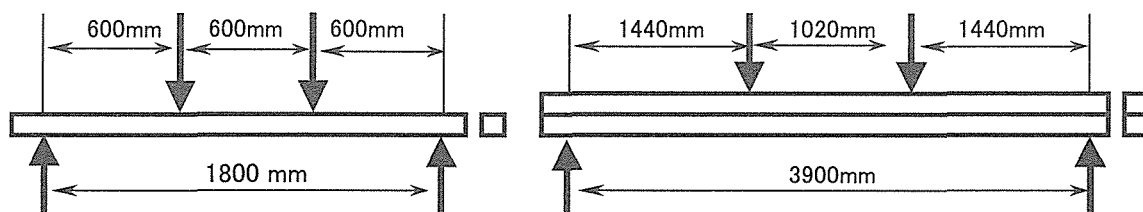


図 1-3 120mm 正角、ツインビームの曲げ試験の条件

試験機は実大材曲げ試験機（島津製作所製 UH-1000kNA）を用い、クロスヘッド速度 15mm/min で行った。次式により曲げ強さ（MOR）と曲げヤング係数（MOE）を算出した。

$$\text{MOR} = a \times P_m / 2Z \quad \langle \text{N/mm}^2 \rangle$$

$$\text{MOE} = \{ a(3L^2 - 4a^2) / 48I \} \times \{ \Delta P / \Delta Y \} \quad \langle \text{kN/mm}^2 \rangle$$

ここで、 a ：上部荷重点と下部支点との距離（mm）， P_m ：最大荷重（N）， Z ：断面係数 $= bh^2 / 6$ （ mm^3 ）， L ：スパン（mm）， I ：断面二次モーメント $= bh^3 / 12$ （ mm^4 ）， b ：試験体の幅（mm）， h ：試験体の高さ（mm）， ΔP ：比例域における上限荷重と下限荷重のとの差（N）， ΔY ： ΔP に対応するたわみ（mm），である。

なお、正角の試験時含水率は処理条件によって差異が認められたため、ASTMD-2915（1984）の方法で含水率 15%の値に換算した。

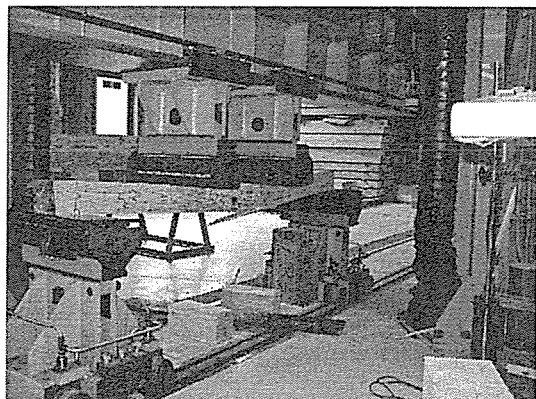


写真 1-1 正角の曲げ試験

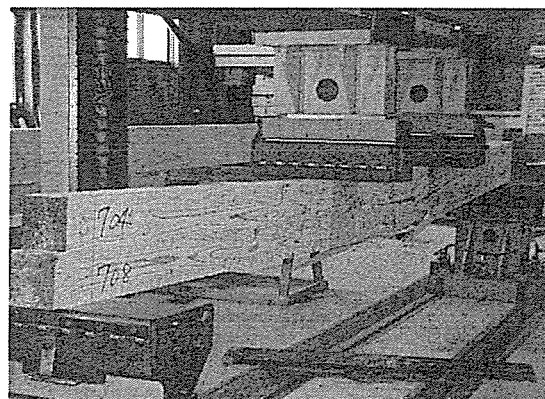


写真 1-2 ツインビームの曲げ試験

1.3 結果

1.3.1 乾燥経過

含水率の測定は含水率測定用角板を用い全乾法で測定した。次に生材時、高温低湿処理後の含水率を各段階での重量から推計した。表 1-2～表 1-4 にかけて各段階での含水率の集計を示した。図 1-4 に養生後の含水率の分布を示した。

表 1-2 生材含水率の集計

		120℃		90℃	
		天然乾燥	24 時間処理	48 時間処理	中温乾燥
試験体数		32	32	32	
平均値	%	36.7	38.2	39.1	39.0
標準偏差	%	5.3	3.4	5.4	3.2
変動係数	%	14.5	8.8	13.9	8.2

表 1-3 処理後の含水率の集計

		120℃		90℃	
		天然乾燥	24 時間処理	48 時間処理	中温乾燥
試験体数		32	32	32	
平均値	%	—	21.6	15.5	13.6
標準偏差	%	—	2.8	8.1	2.4
変動係数	%	—	13.0	52.1	17.4

表 1-4 養生後(最終)含水率の集計

		120°C		90°C	
		天然乾燥	24 時間処理	48 時間処理	中温乾燥
試験体数		32	32	32	32
平均値	%	18.9	19.3	16.0	14.0
標準偏差	%	2.4	1.9	2.0	1.5
変動係数	%	12.9	9.7	12.5	10.6

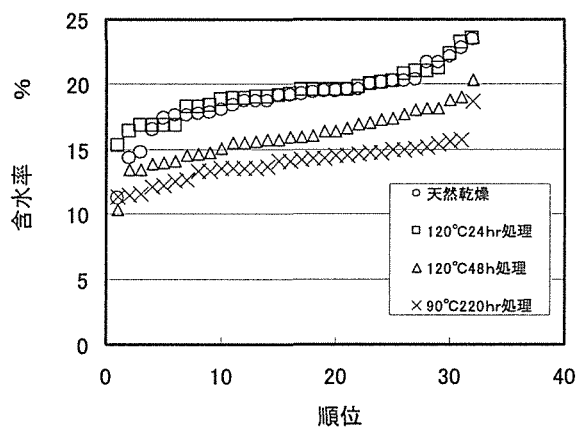


図 1-4 養生(促進乾燥)後の含水率分布

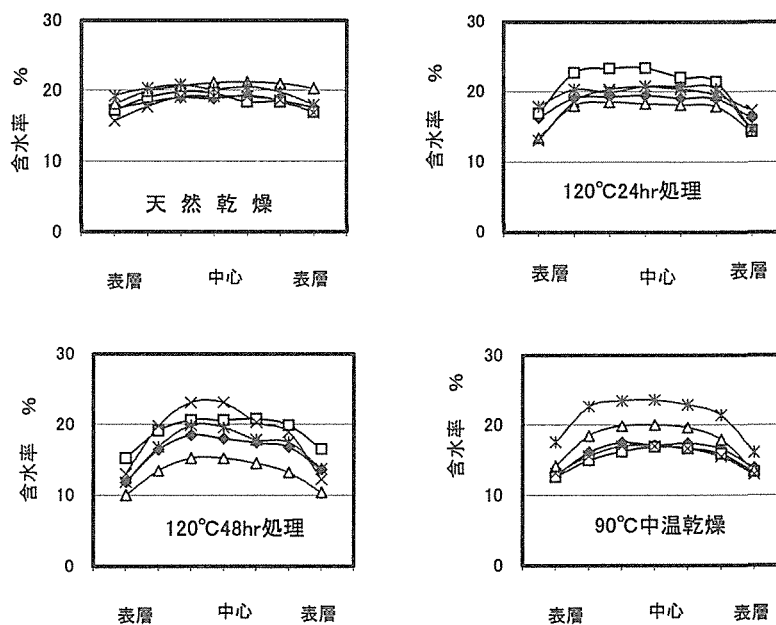


図 1-5 材内水分傾斜

処理後の含水率は 120℃24 時間処理で 21.6%、120℃48 時間処理で 15.5%、90℃中温乾燥で 13.6%であった。引き続き約 4 ヶ月の養生後の含水率は天然乾燥 18.9%、120℃24 時間処理で 19.3%、120℃48 時間処理で 16.0%、90℃中温乾燥で 14.0%であった。天然乾燥、120℃24 時間処理では乾燥が促進され、120℃48 時間処理、90℃中温乾燥では約 0.5%吸湿していた。

図 1-5 に材内水分傾斜を示した。天然乾燥材がフラットに近い形状であるのに対して、3 処理材は、いずれも表層が低く、内層が高い台形状の分布を示した。

1.3.2 形質変化

(1) 重量

各段階における重量の集計を表 1-5～表 1-7 に示した。

天然乾燥材は約 4 ヶ月間の養生（乾燥促進）で重量が平均 5.6kg 減少した。120℃24 時間処理、同 48 時間処理だけでそれぞれ 5.3kg、7.2kg 減少した。90℃中温乾燥 220 時間では 8.3kg の減少であった。引き続き養生期間中の減少は 120℃24 時間処理で 0.9kg であり、120℃48 時間処理材、90℃中温乾燥材ではほとんど重量変化はなかった。

表 1-5 生材重量の集計

		120℃		90℃	
		天然乾燥	24 時間処理	48 時間処理	中温乾燥
試験体数		42	42	42	42
平均値	kg	45.1	45.2	45.2	45.7
標準偏差	kg	3.6	3.7	4.6	4.3
変動係数	%	8.0	8.2	10.2	9.4

表 1-6 処理後重量の集計

		120℃		90℃	
		天然乾燥	24 時間処理	48 時間処理	中温乾燥
試験体数		42	42	42	42
平均値	kg	—	39.9	38.0	37.4
標準偏差	kg	—	3.4	3.6	3.6
変動係数	%	—	8.5	9.6	9.7

表 1-7 養生後重量の集計

		120℃		90℃	
		天然乾燥	24 時間処理	48 時間処理	中温乾燥
試験体数		42	42	42	42
平均値	kg	39.5	39.0	38.0	37.6
標準偏差	kg	3.1	3.3	3.6	3.6
変動係数	%	7.8	8.5	9.5	9.6

(2) 収縮率

幅面と厚さ面 2 面の収縮率の平均（平均収縮率）の集計を表 1-8 に示した。

処理材については乾燥度合いに応じた結果であったが、天然乾燥材にはおびただし
い割れが発生しており、割れのないところの測定は不可能であったために見かけの収
縮率である。

表 1-8 平均収縮率の集計

		120℃		90℃	
		天然乾燥	24 時間処理	48 時間処理	中温乾燥
試験体数		42	42	42	42
平均値	%	0.72	1.47	2.08	2.81
標準偏差	%	0.69	0.40	0.51	0.76
変動係数	%	96.8	27.3	24.6	27.1
平均含水率	%	18.9	19.3	16.0	14.0

(3) 割れ

1) 養生後に測定した割れの比較

材面割れ総延長の集計と最大割れ幅の集計を表 1-9 と表 1-10 に示した。それらの分
布を図 1-6 と図 1-7 に示した。天然乾燥材ではほとんどの材の 4 材面に割れが認めら
れ、処理材では少なかった。処理材の中でも、材面割れ長さは 90℃中温乾燥 > 120℃
処理 24 時間 > 120℃48 時間処理の順であった。割れ長さという点で見ると 90℃中温
乾燥でも天然乾燥と比較して材面割れ発生は少なかったが、割れ幅は大きかった。

表 1-9 材面割れ4材面総延長の集計

		120℃		90℃	
		天然乾燥	24 時間処理	48 時間処理	中温乾燥
試験体数		42	42	42	42
平均値	cm	866.4	185.7	111.4	277.3
標準偏差	cm	331.7	176.8	147.1	181.3
変動係数	%	38.3	95.2	132.1	65.4

表 1-10 最大材面割れ幅の集計

		120℃		90℃	
		天然乾燥	24 時間処理	48 時間処理	中温乾燥
試験体数		42	42	42	42
平均値	mm	3.58	1.30	1.23	3.25
標準偏差	mm	26.3	73.6	87.1	88.3
変動係数	%	18.9	19.3	16.0	14.0

2) ねじれ

発生したねじれの集計を表 1-11 に示し、発生量の分布を図 1-8 に示した。ねじれの

発生量は、90℃中温乾燥>120℃48時間処理>天然乾燥>120℃24時間処理であり、含水率の順位に一致していた。

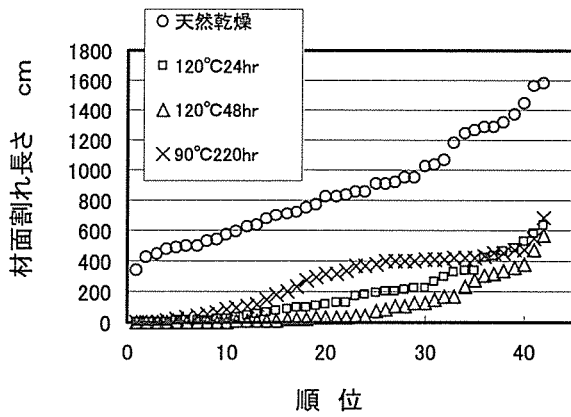


図 1-6 割れ長さの分布

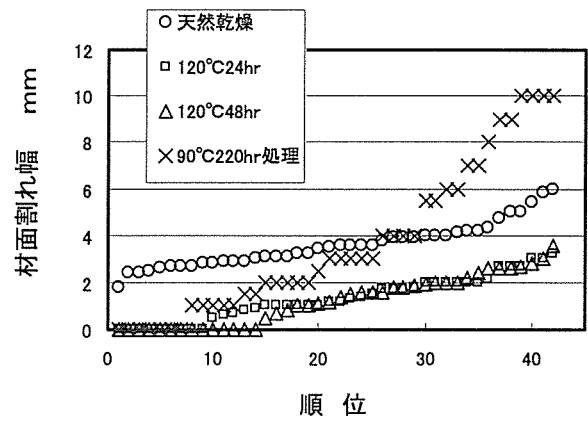


図 1-7 割れ幅の分布

表 1-11 発生したねじれの集計

		天然乾燥	120℃ 24時間処理	120℃ 48時間処理	90℃ 中温乾燥
試験体数		42	42	42	42
平均値	mm/3.7m	11.7	8.7	12.5	16.2
標準偏差	mm	5.5	4.6	5.0	8.9
変動係数	%	47.2	53.3	39.6	54.8
平均含水率	%	18.9	19.3	16.0	14.0

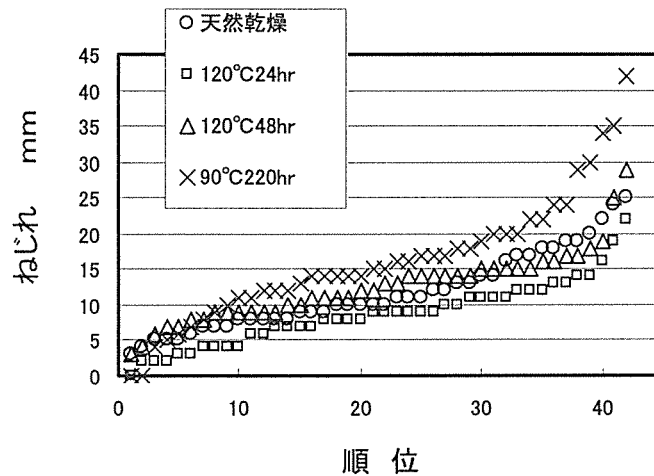


図 1-8 ねじれの分布

1.3.3 強度試験の結果

(1) 縦振動ヤング係数

生材正角の縦振動ヤング係数 (Efrg) の集計を表 1-12 に示し、養生後の縦振動ヤ

ング係数 (Efrd) の集計を表 1-13 に示した。また、それらの分布を図 1-9、図 1-10 に示した。Efrg と Efrd との関係を図 1-11 に示した。

Efrg に順位をつけ下位から天然乾燥、120°C24 時間処理、120°C48 時間処理、90°C 中温乾燥と順番に割り付けたために僅かずつ天然乾燥 < 120°C24 時間処理 < 120°C48 時間処理 < 90°C 中温乾燥となっているが、Efrd では順位が逆転した。図 1-10 の Efrd の分布や、図 1-11 の両者の関係の差異は、含水率の違いから説明可能であり、処理の影響は縦振動ヤング係数に関しては認められなかった。また、図 1-11 の天然乾燥のデータに明らかな異常値が認められるが、これは天然乾燥材におびただしい割れが発生したことにより、寸法測定が不確実になった結果と考えられた。

表 1-12 生材正角の縦振動ヤング係数 (Efrg) の集計

		天然乾燥	120°C 24 時間処理	120°C 48 時間処理	90°C 中温乾燥
試験体数		42	42	42	42
平均値	k N/mm ²	10.65	10.69	10.73	10.80
標準偏差	k N/mm ²	1.43	1.43	1.46	1.56
変動係数	%	13.4	13.4	13.6	14.4
平均含水率	%	18.9	19.3	16.0	14.0

表 1-13 養生後の縦振動ヤング係数 (Efrd) の集計

		天然乾燥	120°C 24 時間処理	120°C 48 時間処理	90°C 中温乾燥
試験体数		42	42	42	42
平均値	k N/mm ²	11.32	11.40	11.88	12.16
標準偏差	k N/mm ²	1.47	1.59	1.54	1.69
変動係数	%	13.0	13.9	12.9	13.9
平均含水率	%	18.9	19.3	16.0	14.0

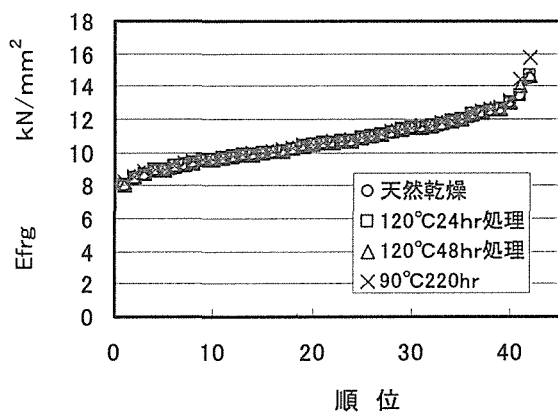


図 1-9 縦振動ヤング係数 (Efrg) の分布

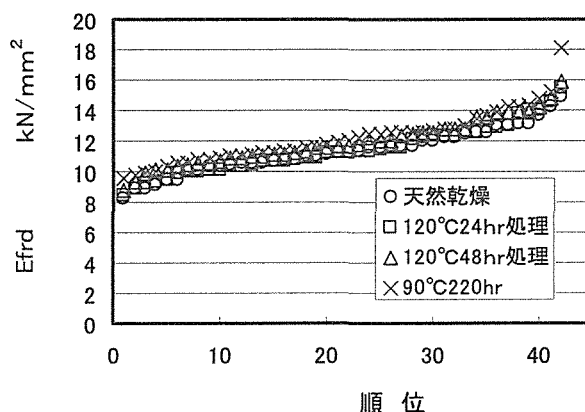


図 1-10 縦振動ヤング係数 (Efrd) の分布

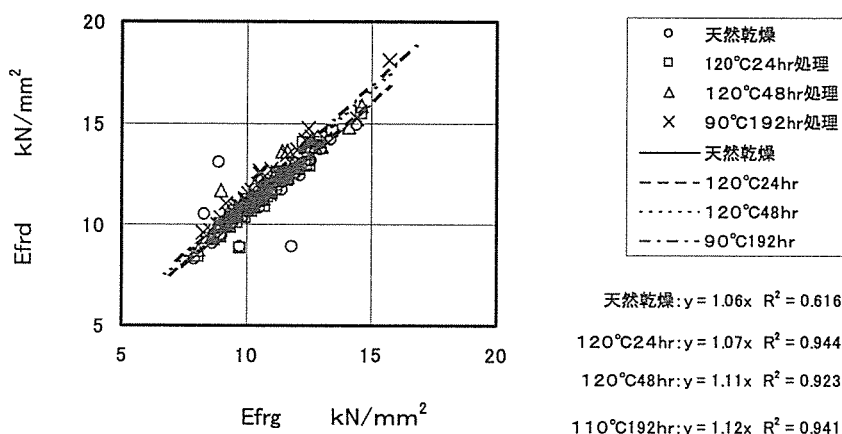


図 1-11 生材縦振動ヤング係数(Efrg)と養生後縦振動ヤング係数(Efrd)との関係

(2) 正角の曲げ試験の結果

1) 曲げヤング係数(MOE)

表 1-14 と表 1-15 に MOE の実測値の集計と補正值の集計を示した。またこれらの分布を図 1-12、図 1-13 に示した。実測値で見ると処理区分による差異は極めて少ない。一方補正值で見ると処理区分による差異が大きくなった。

各処理の MOE に対する影響を Efrg との関係で見ると、図 1-14 に示したようにその関係を表す回帰式の傾きの差異は少なく、3 処理とも MOE に与える影響はほとんどないという結論を導くことが可能である。しかしながら Efrg と MOE 補正值との関係で見ると回帰直線の傾きは天然乾燥 > 120°C24 時間処理 > 120°C48 時間処理 > 90°C220 時間処理の順になった。天然乾燥を 1 とした比率で表すと 120°C24 時間処理、120°C48 時間処理、90°C220 時間処理の順に 0.98、0.96、0.92 となり、実測値では最も影響がないと判断出来る 90°C220 時間乾燥が補正值で判断すると最も大きな影響を受けているという結果が得られた。

今後さらに処理条件(温度・時間)を変え MOE との関係进行を明らかにする必要がある。

また、どうしても含水率を揃えた試験が必要と考えられた。

表 1-14 MOE(実測値)の集計

		天然乾燥	120°C 24 時間処理	120°C 48 時間処理	90°C 中温乾燥
試験体数		32	32	32	32
平均値	k N/mm ²	10.99	10.76	11.19	11.20
標準偏差	k N/mm ²	1.69	1.58	1.53	1.89
変動係数	%	15.4	14.7	13.7	16.9
5%下限値	k N/mm ²	8.21	8.15	8.67	8.09
含水率	%	18.9	19.3	16.0	14.0

表 1-15 MOE(補正值)の集計

		天然乾燥	120°C 24 時間処理	120°C 48 時間処理	90°C 中温乾燥
試験体数		32	32	32	32
平均値	k N/mm ²	11.80	11.66	11.41	11.02
標準偏差	k N/mm ²	1.73	1.74	1.68	1.91
変動係数	%	14.6	15.0	14.7	17.3
5%下限値	k N/mm ²	8.96	8.79	8.65	7.88

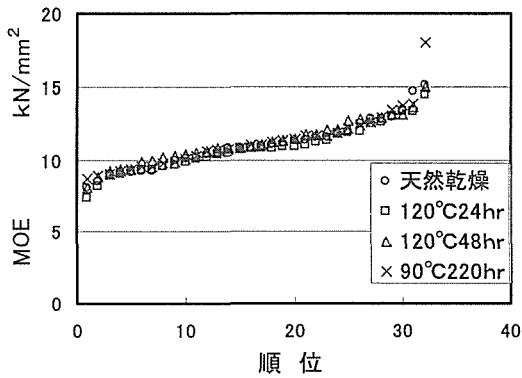


図 1-12 MOE(実測値)の分布

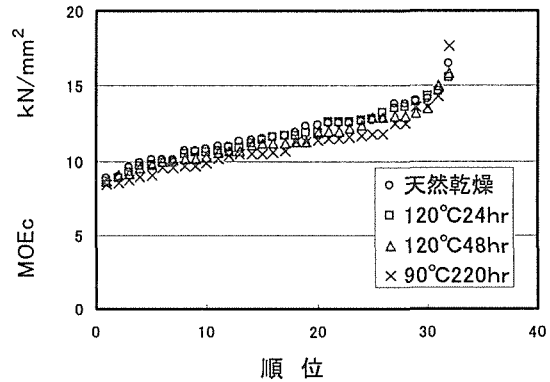


図 1-13 MOE(補正值)の分布

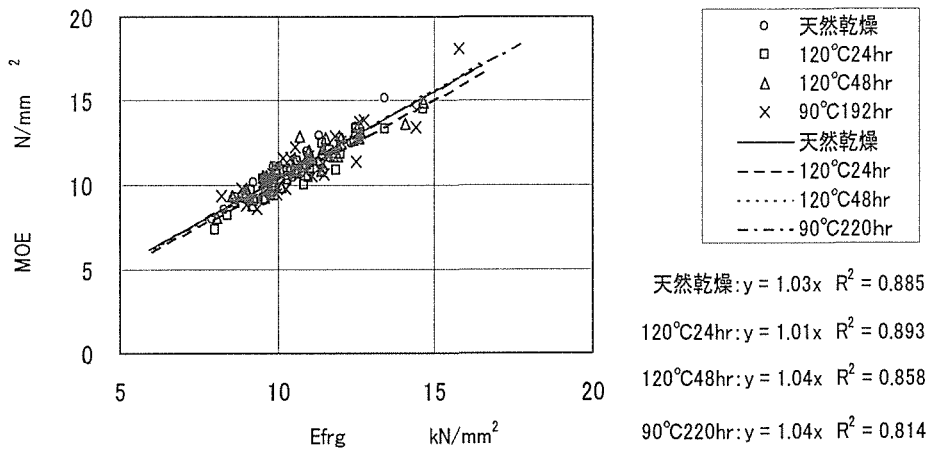


図 1-14 Efrg と MOE(実測値)との関係

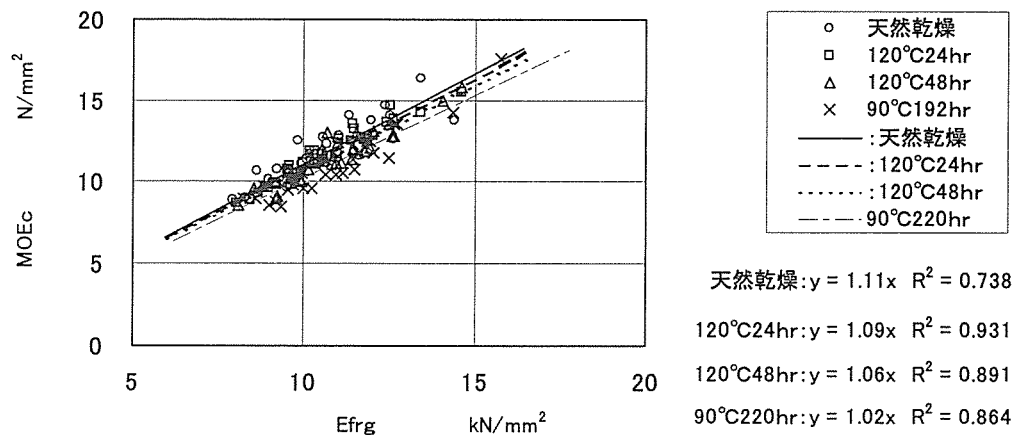


図 1-15 Efrg と MOE(補正值)との関係

2) 曲げ強さ(MOR)

MOR 実測値と MOR 補正值の集計を表 1-16 と表 1-17 に示した。天然乾燥材の MOR 実測値の平均値を 1 とすると 120°C24 時間処理で 0.82、120°C48 時間処理で 0.81、90°C220 時間処理で 0.95 であった。この比率を MOR 補正值でみるとそれぞれ 0.83、0.76、0.83 となり、特に試験時含水率の低かった 90°C220 時間処理の比率が下がった。

図 1-18、図 1-19 に示した Efrg と MOR との関係を示す回帰式の係数で見ると、天然乾燥を 1 としたときの比率は 120°C24 時間処理、120°C48 時間処理、90°C220 時間処理でそれぞれ、MOR 実測値では 0.81、0.80、0.93、MOR 補正值では 0.83、0.75、0.82 となった。

昨年行った、天然乾燥、110°C 処理 12 時間、120°C 処理 12 時間の結果では天然乾燥材を 1 とすると 110°C12 時間処理 0.94、120°C12 時間処理 0.93 であった。

MOR 補正值で 120°C 処理の影響を判断すると、12 時間で 1 割弱、24 時間で 2 割弱、48 時間で 2 割強という結果が得られた。

高温低湿処理時間が強度に与える影響を定量的に明らかにするには最終的に試験材の含水率をそろえた試験で判断する必要がある。

旧建設省告示に示されている無等級カラマツの基準強度（5%下限値）は 26.7N/mm² であり、この値を下回る試験体数は MOR 実測値でみると天然乾燥材は 0、3 処理材は各 1 本ずつ、MOR 補正值でみると 90°C220 時間処理で 1 試験体だけであった。

以上のように MOR の劣化度合いは高温低湿処理の温度と時間によって影響を受けること、90°C という中程度の乾燥温度であっても、時間が長くなれば影響を受けることが明らかとなった。

表 1-16 MOR(実測値)の集計

		天然乾燥	120°C 24 時間処理	120°C 48 時間処理	90°C 中温乾燥
試験体数		32	32	32	32
平均値	N/mm ²	52.0	42.6	42.3	49.1
標準偏差	N/mm ²	10.2	7.4	9.1	11.8
変動係数	%	19.7	17.4	21.5	24.1
5%下限値	N/mm ²	35.2	30.4	27.4	29.7
含水率	%	18.9	19.3	16.0	14.0

5%下限値：平均値-1.645×標準偏差

表 1-17 MOR(補正值)の集計

		天然乾燥	120°C 24 時間処理	120°C 48 時間処理	90°C 中温乾燥
試験体数		32	32	32	32
平均値	N/mm ²	58.1	48.1	43.5	48.0
標準偏差	N/mm ²	10.7	7.9	9.2	11.6
変動係数	%	18.4	16.5	21.1	24.1
5%下限値	N/mm ²	40.5	35.1	28.1	29.0

5%下限値：平均値-1.645×標準偏差

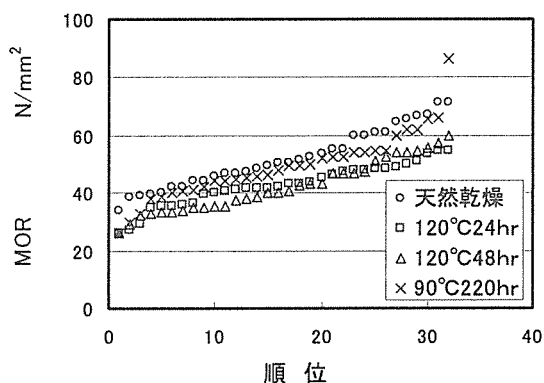


図 1-16 MOR(実測値)の分布

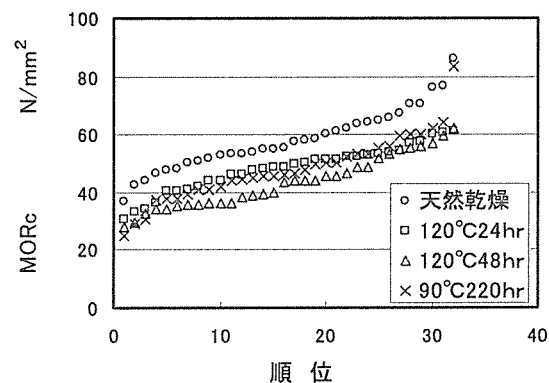


図 1-17 MOR(補正值)の分布

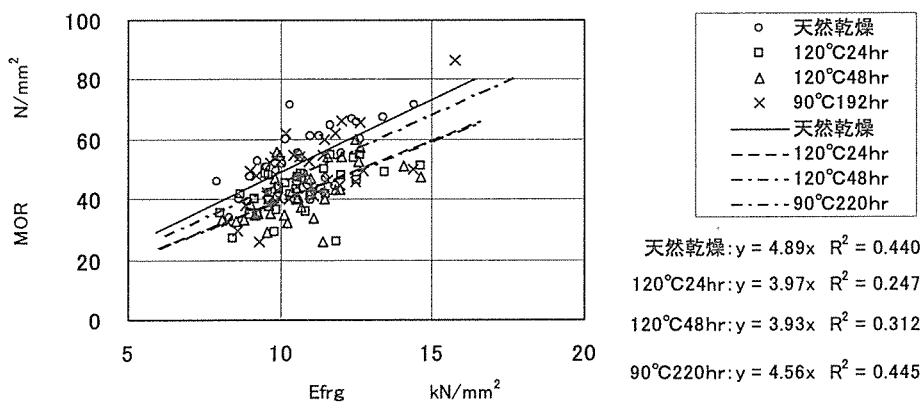


図 1-18 EfrgとMOR(実測値)との関係

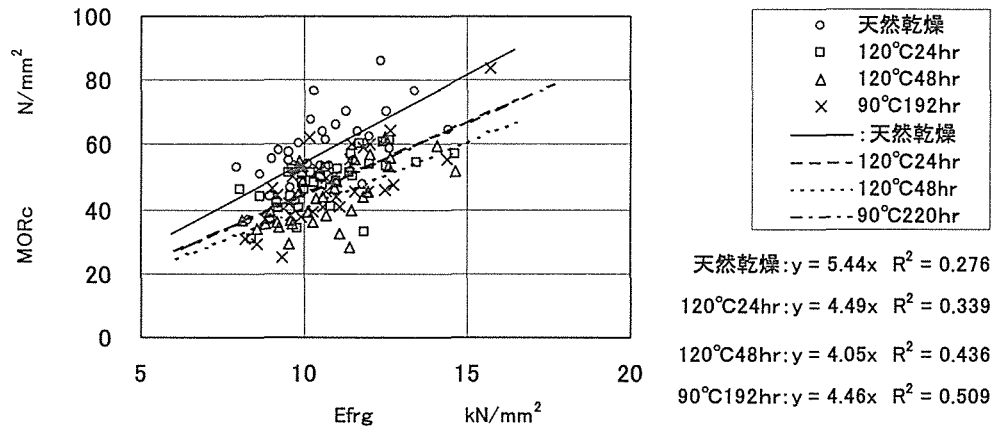


図 1-19 Efrg と MOR 補正值との関係

MOE が高温セット処理によって受ける影響は MOR のそれと比較すればはるかに小さなことは確実である。そこで、次に MOE と MOR の関係を、その実測値同士、補正值同士で図 1-20、図 1-21 に示した。いずれも原点を通る回帰式の傾きが MOR の劣化を示す目安には十分なると判断できる。

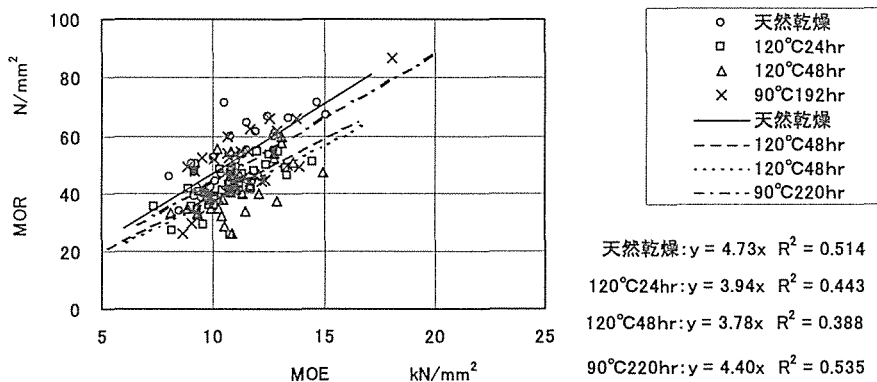


図 1-20 MOE(実測値)と MOR(実測値)との関係

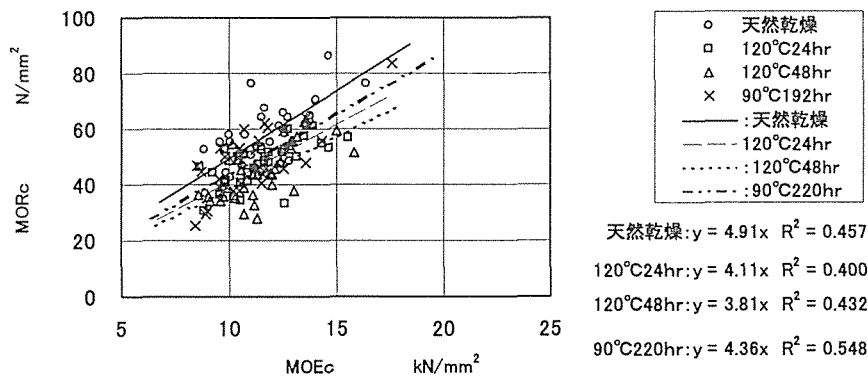


図 1-21 MOE(補正值)と MOR(補正值)との関係

3) 節径比と年輪幅の分布

単独節径比、集中節径比、平均年輪幅の集計を表 1-18 から表 1-20 に示した。本試験では Efrg によって試験材を 4 区分したが、節、年輪幅等も適度に分散されていたものと判断した。

曲げ試験を行った 128 本の節径比の出現状況を図 1-22 に示し、平均年輪幅の出現状況を図 1-23 に示した。

表 1-18 単独節径比の集計

		120°C 天然乾燥	120°C 24 時間処理	120°C 48 時間処理	90°C 中温乾燥
試験体数		32	32	32	32
平均値	%	24.3	22.8	24.6	22.0
標準偏差	%	7.1	7.2	6.9	6.0
変動係数	%	29.3	31.7	28.1	27.3

表 1-19 集中節径比の集計

		120°C 天然乾燥	120°C 24 時間処理	120°C 48 時間処理	90°C 中温乾燥
試験体数		32	32	32	32
平均値	%	41.6	42.5	39.8	38.4
標準偏差	%	14.7	14.3	11.7	15.0
変動係数	%	35.5	33.7	29.4	39.0

表 1-20 平均年輪幅の集計

		120°C 天然乾燥	120°C 24 時間処理	120°C 48 時間処理	90°C 中温乾燥
試験体数		32	32	32	32
平均値	%	5.0	4.9	4.7	4.7
標準偏差	%	1.0	0.8	1.0	0.9
変動係数	%	21.0	17.0	20.3	19.5

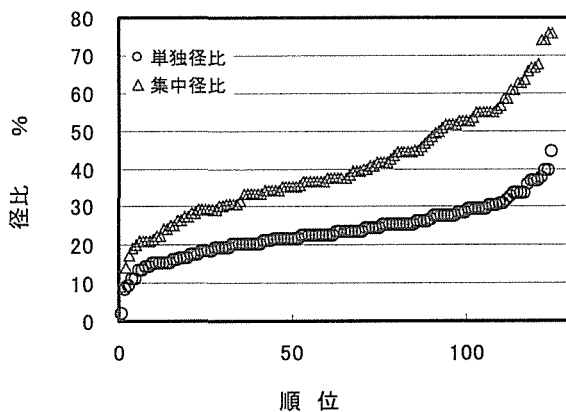


図 1-22 節の分布

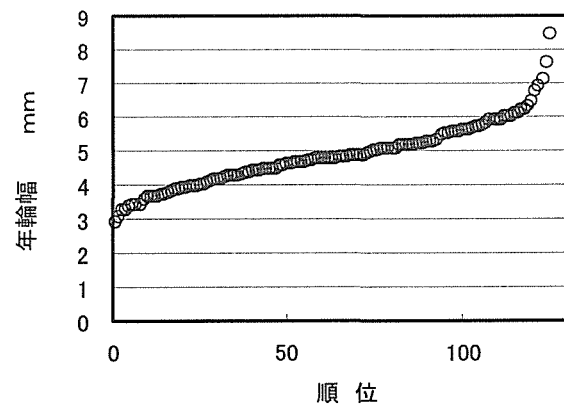


図 1-23 年輪幅の分布

4) 針葉樹の構造用製材の日本農林規格による格付けの結果

試験材の外観的な調査から針葉樹構造用製材の日本農林規格に基づく格付けを行いその結果を表 1-21 に示した。試験体数は 128 であったが、3 試験体にデータ欠損があったので 125 試験体の集計である。

表 1-21 試験材(正角)の JAS 格付けの結果

JAS 等級	甲 II	乙
1 級	15 (20.0)	81 (64.8)
2 級	69 (55.2)	30 (24.0)
3 級	24 (19.2)	10 (8.0)
規格外	17 (13.6)	4 (3.2)
	125 (100.0)	125 (100.0)

() 内は%割合

1.3.4 接着重ね梁 (ツインビーム) の曲げ試験の結果

(1) 含水率

ツインビームの含水率の集計を表 1-22 に示した。90℃中温乾燥の含水率が低く、他の 3 条件は比較的近い平均値であった。

表 1-22 含水率の集計(ツインビーム)

		120℃ 天然乾燥	120℃ 24 時間処理	120℃ 48 時間処理	90℃220 時間処理
試験体数		5	5	5	5
平均値	%	18.8	18.0	17.3	13.0
標準偏差	%	1.1	2.8	1.2	2.2
変動係数	%	5.6	15.7	6.8	17.2

(2) 曲げヤング係数

ツインビームを構成するエレメントの E_{frg} 、 E_{frd} の平均値を算出し、その平均を表 1-23、表 1-24 に示した。また MOE (実測値) と MOE (補正值) の平均値及び分布も表 1-25、表 1-26、図 1-24、図 1-25 に示した。MOE (補正值) で見るとほとんど処理間の差異はなかった。

表 1-23 E_{frg} の集計(ツインビーム)

		120℃ 天然乾燥	120℃ 24 時間処理	120℃ 48 時間処理	90℃220 時間処理
試験体数		5	5	5	5
平均値	k N/mm ²	10.68	10.74	10.75	10.79
標準偏差	k N/mm ²	1.34	1.34	1.36	1.36
変動係数	%	12.6	12.5	12.6	12.6

表 1-24 Efrd の集計(ツインビーム)

		120°C 天然乾燥	120°C 24 時間処理	120°C 48 時間処理	90°C220 時間処理
試験体数		5	5	5	5
平均値	k N/mm ²	11.72	11.37	12.09	12.21
標準偏差	k N/mm ²	0.91	1.85	1.28	1.48
変動係数	%	7.7	16.2	10.6	12.1

表 1-25 MOE(実測値)の集計(ツインビーム)

		120°C 天然乾燥	120°C 24 時間処理	120°C 48 時間処理	90°C220 時間処理
試験体数		5	5	5	5
平均値	k N/mm ²	9.88	9.67	10.30	10.90
標準偏差	k N/mm ²	1.41	1.46	1.75	1.49
変動係数	%	14.3	15.1	17.0	13.7

表 1-26 MOE(補正值)の集計(ツインビーム)

		120°C 天然乾燥	120°C 24 時間処理	120°C 48 時間処理	90°C220 時間処理
試験体数		5	5	5	5
平均値	k N/mm ²	10.61	10.25	10.73	10.53
標準偏差	k N/mm ²	1.67	1.80	1.74	1.40
変動係数	%	15.8	17.6	16.2	13.3

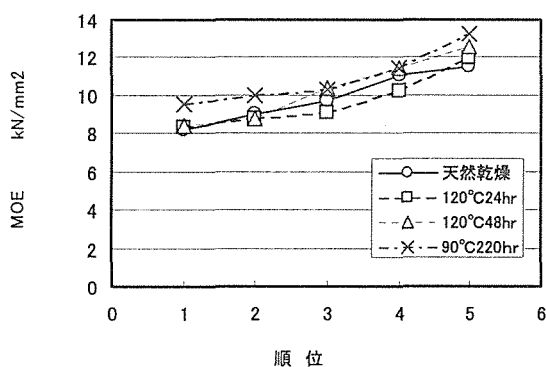


図 1-24 MOE(実測値)の分布

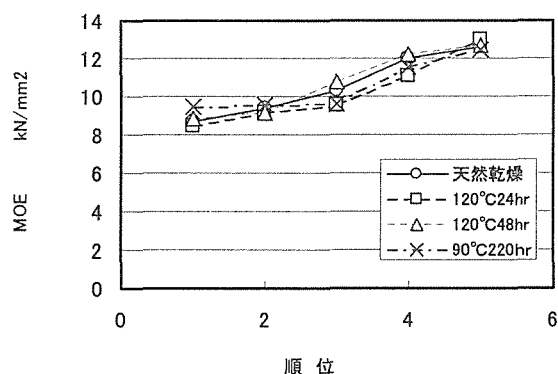


図 1-25 MOE(補正值)の分布

(3) 曲げ強さ(MOR)

ツインビームの MOR 実測値、MOR 補正值の集計を表 1-27、表 1-28 に示し、それらの分布を図 1-26、図 1-27 に示した。

MOR が処理の影響を受けていることは正角の場合と同様である。120°C処理時間が長いほど影響が大きいことは明らかである。また、90°C処理でも時間が長ければ影響されることが示された。

建設省告示に示されている無等級カラマツの基準強度（5%下限値）は 26.7N/mm² であり、これを下回るものは 120℃24 時間処理材の 1 試験体だけであった。

表 1-27 MOR(実測値)の集計

		天然乾燥	120℃ 24 時間処理	120℃ 48 時間処理	90℃ 中温乾燥
試験体数		5	5	5	5
A 平均値	N/mm ²	43.1	39.9	30.7	37.9
標準偏差	N/mm ²	9.8	9.2	6.3	5.4
変動係数	%	22.8	23.0	20.5	14.2
含水率	%	18.9	19.3	16.0	14.0
B 正角の平均値	N/mm ²	52.0	42.6	42.3	49.1
B/A		0.83	0.94	0.73	0.77

正角の試験体数は各条件で 32

表 1-28 MOR(補正值)の集計

		天然乾燥	120℃ 24 時間処理	120℃ 48 時間処理	90℃ 中温乾燥
試験体数		5	5	5	5
A 平均値	N/mm ²	48.2	43.7	32.6	36.1
標準偏差	N/mm ²	12.2	11.1	6.3	5.1
変動係数	%	25.4	25.4	19.4	14.3
B 正角の平均値	N/mm ²	58.1	48.1	43.5	48.0
B/A		0.83	0.91	0.75	0.75

正角の試験体数は各条件で 32

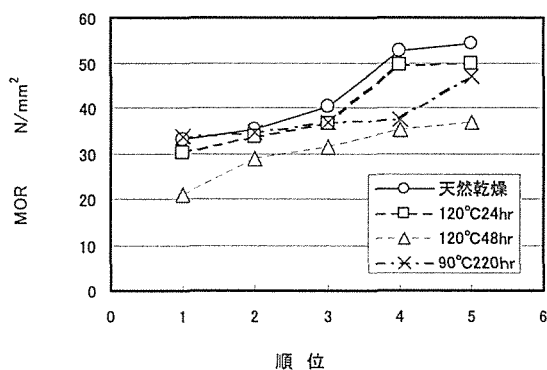


図 1-26 ツインビームの MOR 実測値の分布

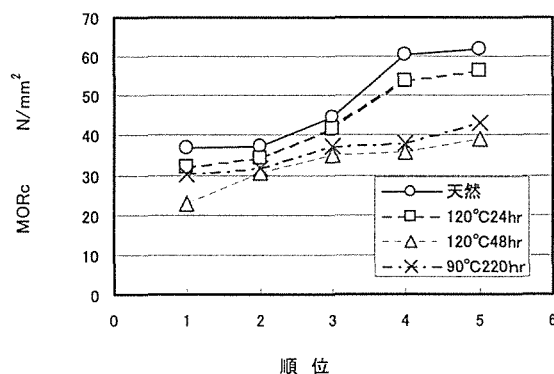


図 1-27 ツインビームの MOR(補正值)の分布

(4) 曲げヤング係数と曲げ強さとの関係

図 1-28、図 1-29 に実測と補正それぞれに MOE と MOR との関係を示した。回帰直線は原点を通る回帰直線である。

いずれの条件においても高い相関関係が認められ、MOE による区分がツインビームでも有効なことが分かった。

処理条件の影響も傾向としては明らかである。

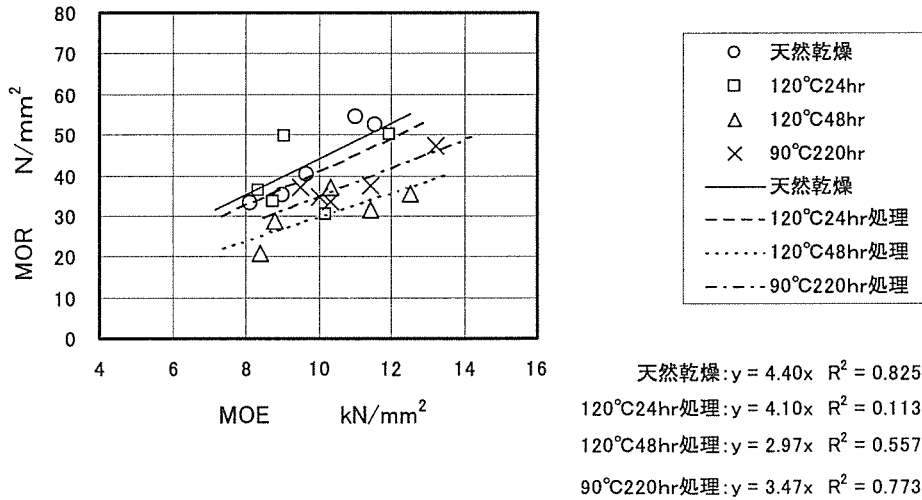


図 1-28 MOE(実測値)とMOR(実測値)との関係

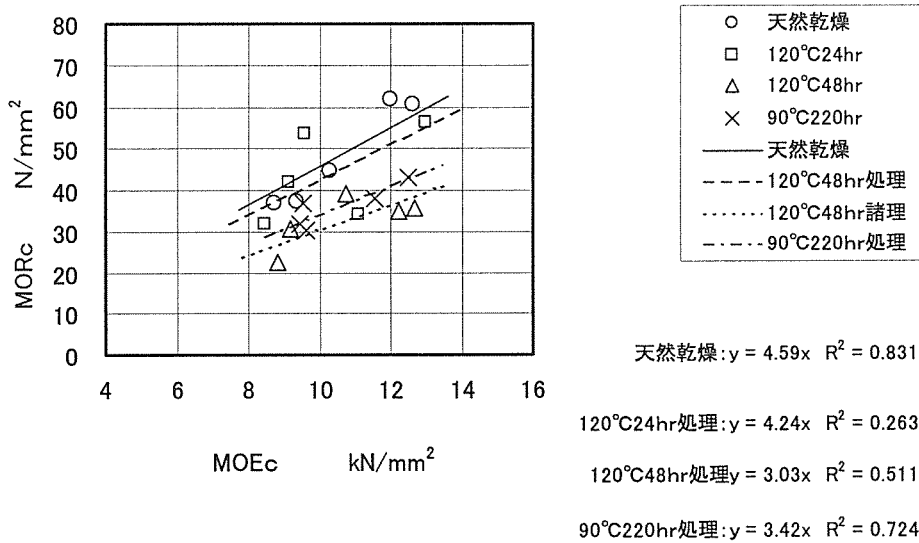


図 1-29 MOE(補正值)とMOR(補正值)との関係

1.4 まとめ

カラマツ心持ち構造材を長期耐用住宅の構造材として使用するためには少なくともその強度性能を担保する必要がある。

昨年に引き続き、次の4条件を設定して高温セット法の割れ防止効果を検討し、処理条件と正角強度及び接着積層材（ツインビーム）強度との関係を検討した。

① 天然乾燥

② 120℃24時間処理：蒸煮6時間+120℃（湿球80℃）処理24時間+養生

③ 120℃48時間処理：蒸煮6時間+120℃（湿球80℃）処理48時間+養生

④ 90℃220時間処理：蒸煮6時間+90℃（湿球85～30℃）処理220時間+養生
得られた主な結果は次のとおりである。

- 1)②、③、④処理とも明らかな割れ抑制効果が認められた。
- 2)正角の曲げヤング係数と処理条件との関係は明確でなかった。曲げヤング係数に関しては処理温度の影響が少ないことは明らかであった。
- 3)正角の曲げ強さは処理材の方が小さく、120℃処理による曲げ強さの減少は天然乾燥材の平均値を1とすると12時間処理で1割弱、24時間で2割弱、48時間で2割強という結果が得られた。
- 4)接着重ね梁（ツインビーム）の曲げ強さ補正值（含水率15%に調整）の平均値（標準偏差）は①天然乾燥材：48.2N/mm²（12.2N/mm²）、②120℃24時間処理材：43.7N/mm²（11.1N/mm²）、③120℃48時間処理材：32.6N/mm²（6.3N/mm²）、④90℃220時間処理材：36.11N/mm²（5.11N/mm²）であった。
- 5)接着重ね梁の曲げヤング係数と曲げ強さとの間に高い相関関係が認められたことから、将来的に接着積層材の機械的等級格付けが可能なことが示唆された。
- 6)カラマツ構造材の基準強度26.7N/mm²を下回ったデータはMOR補正值では90℃220時間処理で1試験体（正角）、120℃48時間処理材で作製したツインビーム1試験体だけであった。

2 カラマツ接着重ね梁（ツインビーム、トリプルビーム）性能実証試験

2.1 目的

カラマツ接着重ね梁は「信州木製品認証基準」の品目にも加えられ、平成15年に認証工場が2工場になった。

また、それらを使用した建築物も公共事業中心ではあるが誕生している。

ここでは、実際の工場において生産される接着重ね梁の性能を実験的に実証することを目的とした。

2.2 方法

2.2.1 材料とエレメントの組み合わせ

長野県上伊那地域産カラマツ丸太75本を試験材とし、140×140×4000mmの正角

に製材した。

次に、上伊那森林組合伊南工場の蒸気式乾燥装置を用い、人工乾燥を行った。乾燥スケジュールは、蒸煮 6 時間の後、高温セット処理（乾燥温度 120℃、湿球温度 90℃）を 24 時間行ってから、乾燥温度 90℃、湿球温度 60℃で 192 時間乾燥した。

乾燥条件としては前項で、高温セット処理と曲げ強さとの関係を検討するために設定した条件 120℃24 時間処理に中温乾燥（90℃）を組み合わせた形とした。

乾燥終了後に幅、厚さ、長さ、重量、基本振動数を測定し、縦振動ヤング係数（Efr）を算出した（写真 2-1、写真 2-2）。

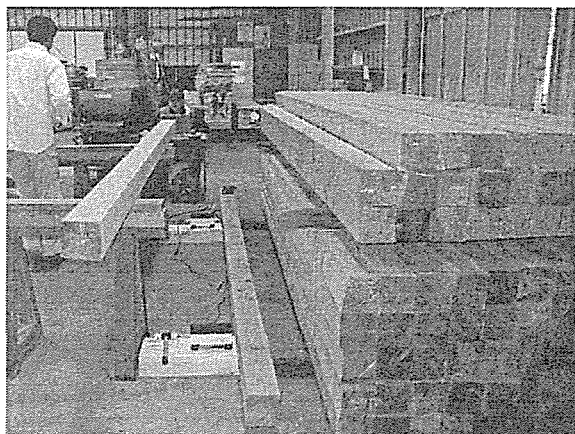


写真 2-1 縦振動ヤング係数等の測定

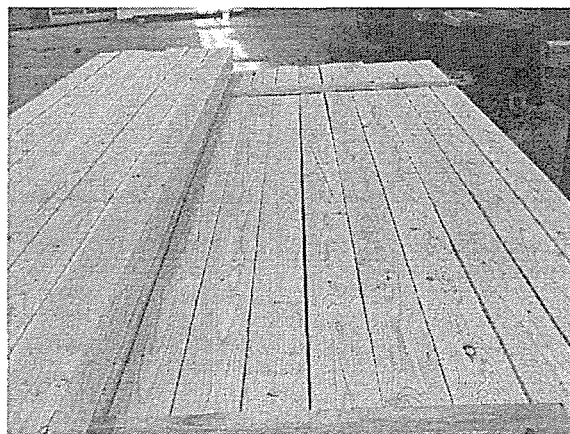


写真 2-2 試験材の全体

次いで Efr が小さな順に番号を付し、それを新たな番号としてエレメントの組み合わせを決定した。すなわち図 2-1 に示したようにエレメントの 1 番と 2 番でツインビーム、次の 3、4、5 番でトリプルビームという具合に組み合わせた。従って番号の大きな試験体ほど、大きな Efr のエレメントで構成されていることになる。

201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215
1	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71
2	7	12	17	22	27	32	37	42	47	52	57	62	67	72
301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315
4	9	14	19	24	29	34	39	44	49	54	59	64	69	74
3	8	13	18	23	28	33	38	43	48	53	58	63	68	73
5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75

図 2-1 接着積層材のエレメントの組み合わせ
 201～215: ツインビームの番号、301～315: トリプルビームの番号
 1～75: エレメントの番号 (Efr の順位を示す。)

2.2.2 接着重ね梁の製造

エレメントは人工乾燥後約1ヶ月の養生の後、モルダ仕上げし、積層接着した。接着剤は「水性高分子-イソシアネート系木材接着剤：鹿印ピーアイボンド 6000(糊オーシカ)」を用いた。これらの作業はいずれも上伊那森林組合伊南工場の集成材製造用のプレスを用いて行った。

2.2.3 接着重ね梁の調査

製造された接着重ね梁の形質調査は長野県林業総合センターにて行った。

測定項目は幅、高さ、節、割れである。節は材面に現れた単独の最大節径と、集中節径をエレメント単位で測定した。

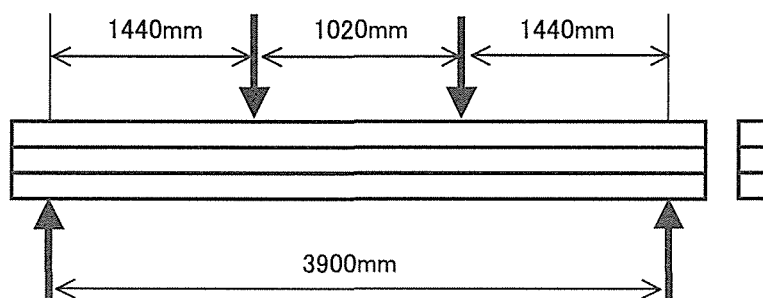


図 2-2 曲げ試験の条件

2.2.4 強度試験

接着重ね梁の曲げ試験はスパン3900mm、上部加力点間1020mmで行った(図2-2、写真2-3、写真2-4)。図2-2はトリプルビームの例を示したがツインビームも同一条件で行った。上下加力点間(1440mm)はツインビームの高さの6倍、トリプルビームの高さの4倍である。



写真 2-3 ツインビームの曲げ試験

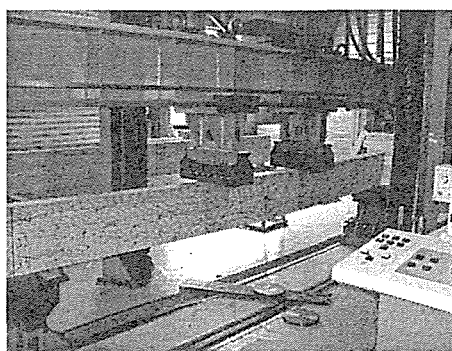


写真 2-4 トリプルビームの曲げ試験

試験機は実大材曲げ試験機(島津製作所製UH-1000kNA)を用い、クロスヘッド速度15mm/minで行った。次式により曲げ強さ(MOR)と曲げヤング係数(MOE)を算出した。

$$\text{MOR} = a \times P_m / 2Z \quad \langle \text{N/mm}^2 \rangle$$

$$\text{MOE} = \{ a(3L^2 - 4a^2) / 48I \} \times \{ \Delta P / \Delta Y \} \quad \langle \text{kN/mm}^2 \rangle$$

ここで、 a ：上部荷重点と下部支点との距離 (mm)、 P_m ：最大荷重 (N)、 Z ：断面係数 $= bh^2 / 6$ (mm^3)、 L ：スパン(mm)、 I ：断面二次モーメント $= bh^3 / 12$ (mm^4)、 b ：試験体の幅 (mm)、 h ：試験体の高さ (mm)、 ΔP ：比例域における上限荷重と下限荷重のとの差 (N)、 ΔY ： ΔP に対応するたわみ (mm)、である。

2.3 結果

2.3.1 エレメントの調査結果

エレメントの人工乾燥後の調査結果を表 2-1 に示した。含水率の測定は含水率計(株式会社科学研究所製 MOCO2) での測定値である。

図 2-3～図 2-7 に含水率、材面割れ長さ、最大材面割れ幅、密度、Efr の分布を示した。図 2-8 に密度と Efr との関係を示した。図に示したように低い相関関係が認められた。

表 2-1 エレメントの調査結果

	含水率 (計器) %	割れ長さ 4 材 面総計 cm	最大割れ幅 mm	密度 kg/m^3	Efr kN/mm^2
平均値	9.9	240.4	2.46	504.5	10.71
標準偏差	3.2	188.2	1.32	55.0	1.46
変動係数 %	32.6	78.3	53.4	10.9	13.6

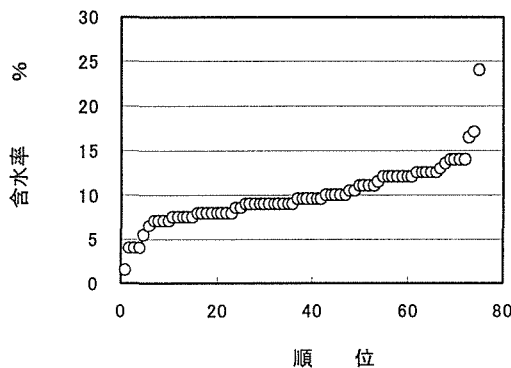


図 2-3 含水率(計器による測定)の分布

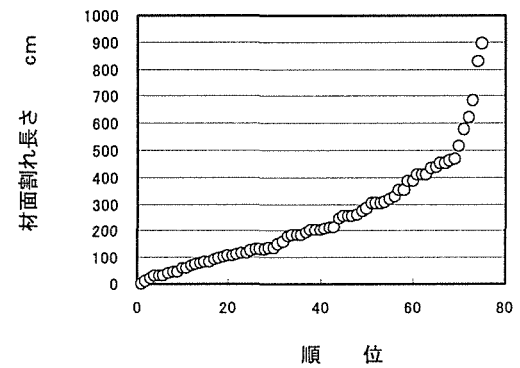


図 2-4 材面割れ長さの分布

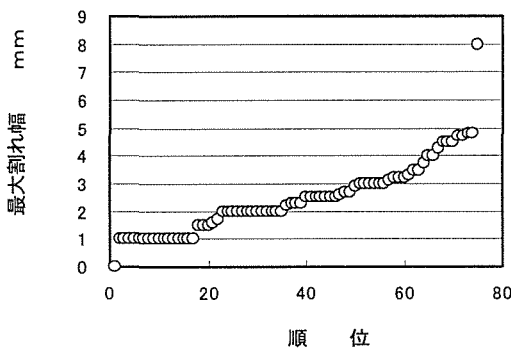


図 2-5 最大割れ幅の分布

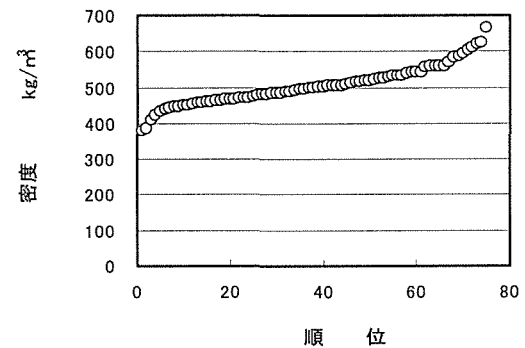


図 2-6 密度の分布

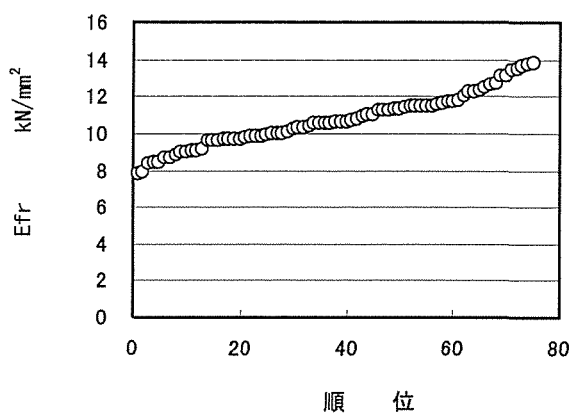


図 2-7 Efr の分布

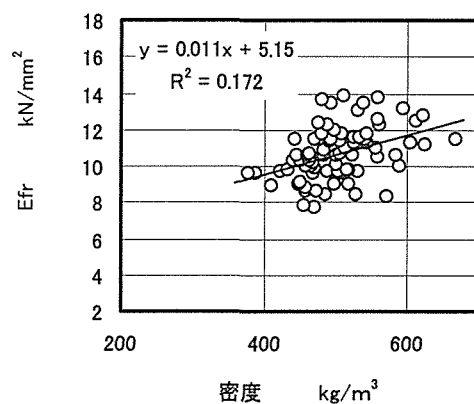


図 2-8 密度と Efr との関係

2.3.2 接着重ね梁の強度試験の結果

(1) 試験時の含水率(全乾法)、平均年輪幅、最大節、集中節

試験時の含水率(全乾法)は平均 14%であった。トリプルビームの変動係数が小さいのはいわゆる積層効果と考えられる。

平均年輪幅は平均で 6mm 近く、エレメントの正角はほとんどが未成熟材であった。前項のカラマツ心持ち構造材(心持ち柱、接着積層材)の性能評価でのエレメントの平均年輪幅は 5mm 以下であった(表 1-20 参照)。表 2-4、表 2-5 の節は径で示したがこれを径比で表すと最大節径比は平均で 30%、集中節径比は 50%程度となり、これも先のエレメントの調査結果(表 1-18、表 1-19: 単独節径比 22~24%、集中節径比約 40%、)と比較すると大きかった。

表 2-2 含水率の集計

	ツインビーム	トリプルビーム
試験体数	15	15
平均値 %	14.02	14.27
標準偏差 %	3.28	2.16
変動係数 %	23.4	15.2

表 2-3 平均年輪幅の集計

	ツインビーム	トリプルビーム
試験体数	15	15
平均値 mm	5.68	5.90
標準偏差 mm	0.95	0.87
変動係数 %	16.7	14.7

表 2-4 最大節径の集計

	ツインビーム	トリプルビーム
試験体数	15	15
平均値 mm	36.80	35.30
標準偏差 mm	7.10	5.84
変動係数 %	19.3	16.5

表 2-5 集中節径の測定

	ツインビーム	トリプルビーム
試験体数	15	15
平均値 mm	64.0	57.6
標準偏差 mm	13.9	14.0
変動係数 %	21.8	24.3

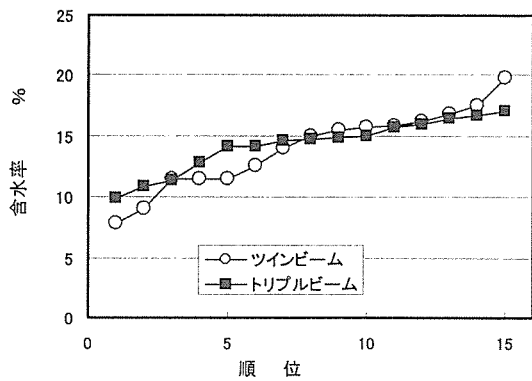


図 2-9 含水率(絶乾法)の分布

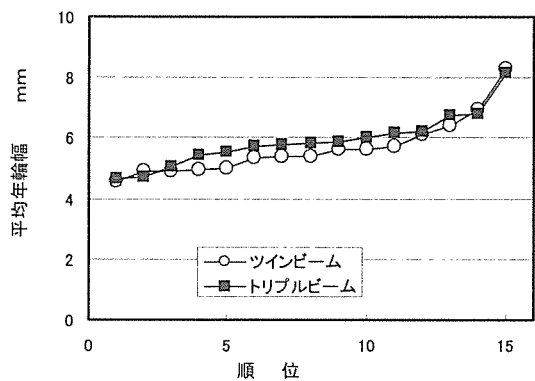


図 2-10 平均年輪幅の分布

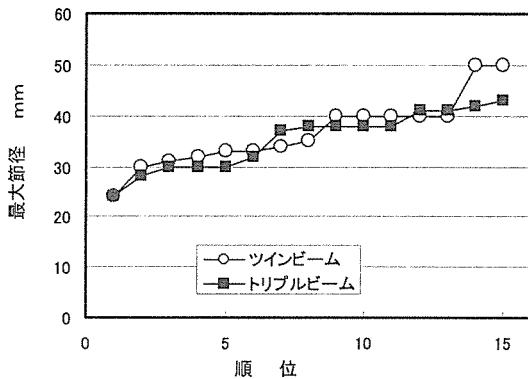


図 2-11 最大節径の分布

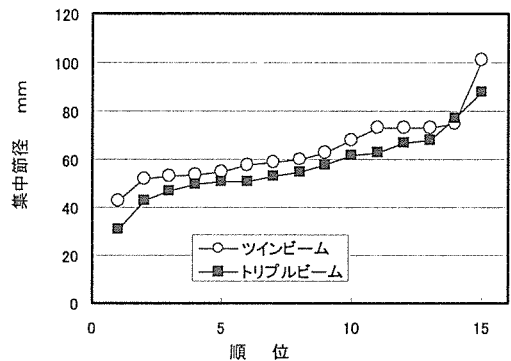


図 2-12 集中節径の分布

(2) 曲げヤング係数、曲げ強さ

表 2-6～表 2-9 に MOE と MOR の実測値と補正值（含水率 15% に補正）の集計を示した。含水率の平均が 14% 程度であったので両者の差は少ない。

MOE 補正值の平均値は表 2-7 に示したように 9kN/mm^2 以下であり、前項の性能評価で作製したツインビームの平均は 10kN/mm^2 を超えており、それと比較すると MOE は低く、 10kN/mm^2 を超えるのは僅かの試験体であった。

MOR についても補正值の平均でツインビーム、トリプルビームで 28.1N/mm^2 、 29.6N/mm^2 であった。これらの値を前項の表 1-28 に示したツインビームの試験結果と比較するとどの条件で作製したものよりも低かった。

図 2-14 に MOR 補正值の分布を示したが、ツインビームで 5、トリプルビームで 6 試験体がカラマツ構造材（無等級材）の基準強度 26.7N/mm^2 を下回った。

表 2-6 MOE(実測値)の集計

	ツインビーム	トリプルビーム
試験体数	15	15
平均値 kN/mm^2	9.03	8.36
標準偏差 kN/mm^2	1.15	1.03
変動係数 %	12.7	12.3

表 2-7 MOE(補正值)の集計

	ツインビーム	トリプルビーム
試験体数	15	15
平均値 kN/mm^2	8.91	8.26
標準偏差 kN/mm^2	1.32	1.10
変動係数 %	14.8	13.4

表 2-8 MOR(実測値)の集計

	ツインビーム	トリプルビーム
試験体数	15	15
平均値 N/mm ²	28.57	30.03
標準偏差 N/mm ²	6.66	6.42
変動係数 %	23.3	21.4

表 2-9 MOR(補正值)の集計

	ツインビーム	トリプルビーム
試験体数	15	15
平均値 N/mm ²	28.13	29.62
標準偏差 N/mm ²	7.34	6.85
変動係数 %	26.1	23.1

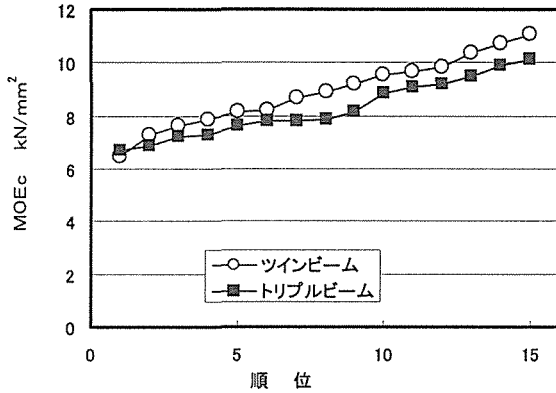


図 2-13 MOE(補正值)の分布

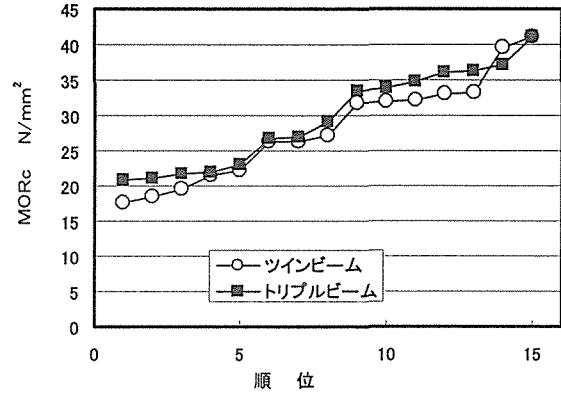


図 2-14 MOR(補正值)の分布

(3) 縦振動ヤング係数の平均 (EfrAV) と強度性能 (MOE、MOR) との関係

図 2-15 に示したように各接着重ね梁を構成するエレメントの Efr の平均値 (EfrAV) と MOE 補正值との関係は当然ながら高い相関関係が得られた。トリプルビームの MOE 補正值がツインビームのそれよりも低いのは曲げ試験のスパンに対する高さの比の違いによるものと考えられる。

EfrAV と MOR 補正值の間にも相関関係が認められ、縦振動ヤング係数によるエレメント区分の意義が認められた。

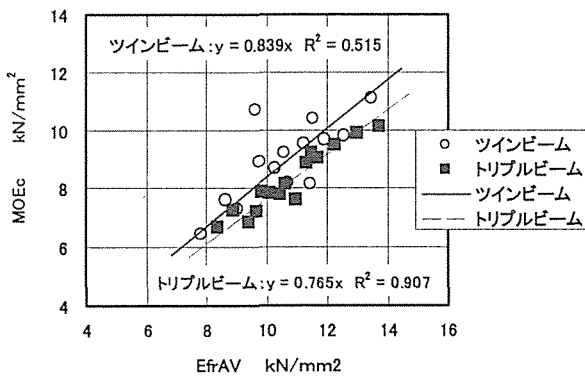


図 2-15 EfrAV と MOE(補正值)との関係

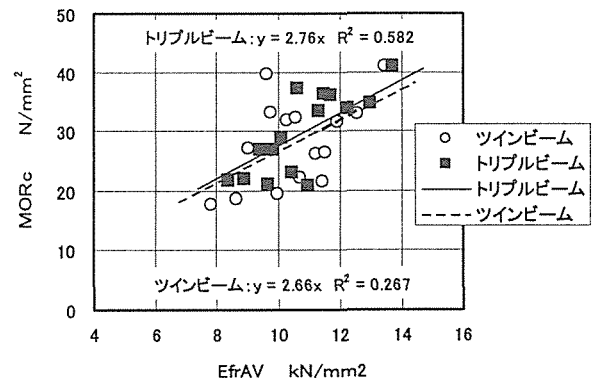


図 2-16 MOE 実測値と MOR 実測値との関係

(4) 曲げヤング係数と曲げ強さとの関係

図 2-17 に示したように MOE 補正值と MOR 補正值との関係は高い相関関係にあった。

原点を通る回帰式の傾きはツインビーム 3.18、トリプルビーム 3.61 で図 1-29 の 120°C48 時間処理エレメントからなるツインビームの係数 3.03 よりは大きかった。天然乾燥エレメントや 120°C24 時間処理エレメントからなるツインビームの傾き 4.59 や 4.24 よりも明らかに小さかった。

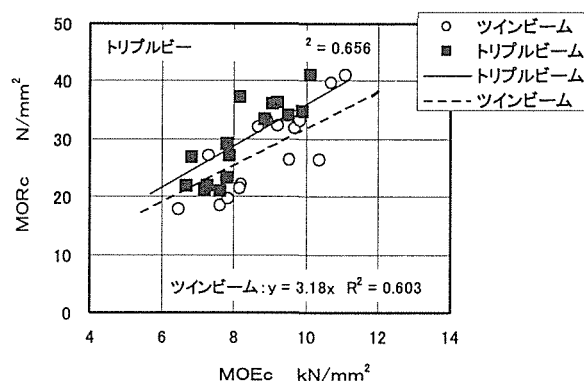


図 2-17 MOE 補正值と MOR 補正值との関係

(5) 平均年輪幅と強度性能(MOE、MOR)との関係

平均年輪幅と MOE 補正值との関係、平均年輪幅と MOR 補正值との関係は共に負の相関関係が認められた (図 2-18～図 2-19)。

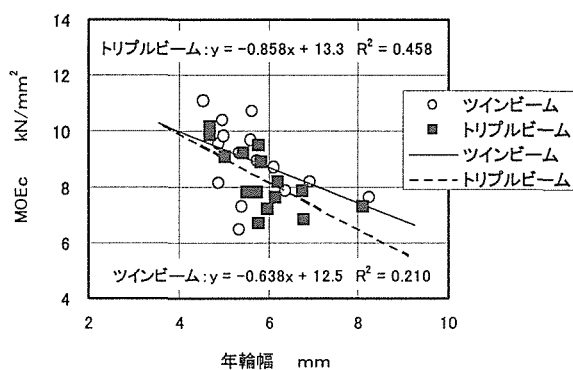


図 2-18 平均年輪幅と MOE(補正值)との関係

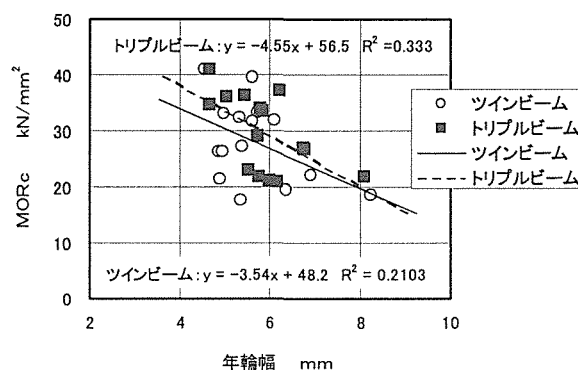


図 2-19 平均年輪幅と MOR(補正值)との関係

(6) 節と強度性能(MOE、MOR)との関係

節径比との関係では最大単独節と MOE、MOR との間に負の相関関係が認められたが、集中節径比との間に相関関係は得られなかった (図 2-20～図 2-23)

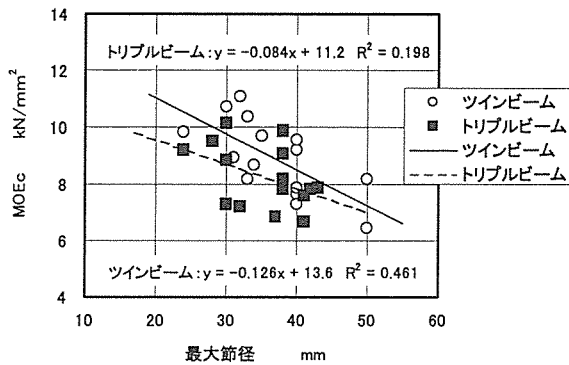


図 2-20 最大節径と MOE(補正值)との関係

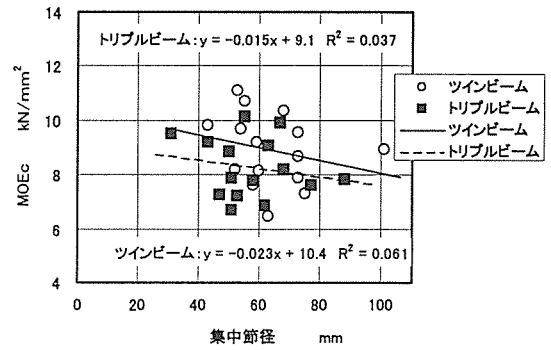


図 2-21 集中節径と MOE(補正值)との関係

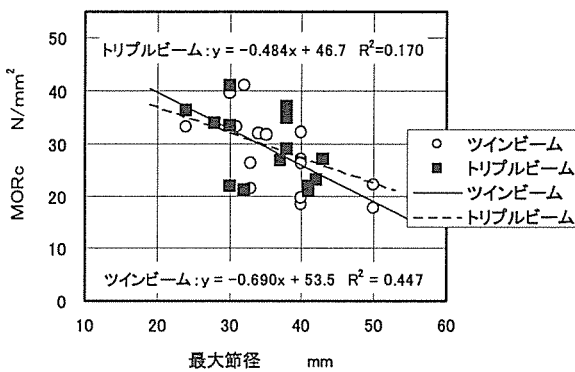


図 2-22 最大節径と MOR(補正值)との関係

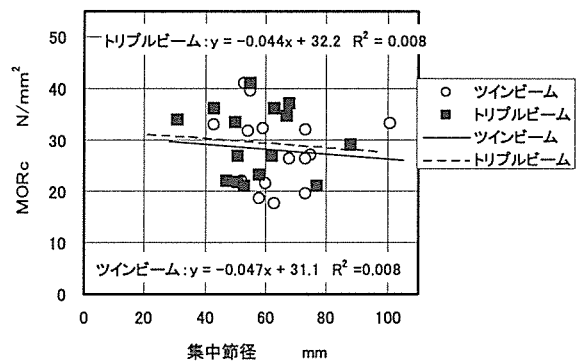


図 2-23 集中節径と MOR(補正值)との関係

2.4 まとめ

実際の工場でカラマツツインビーム、カラマツトリプルビームを作製し、その強度性能を評価した。

乾燥スケジュールは蒸煮 6 時間の後、高温セット（乾燥温度 120℃、湿球温度 90℃）24 時間処理、続いて 90℃中温乾燥 192 時間とした。

MOR の補正值（含水率 15%に調整）の平均でツインビーム、トリプルビームで 28.1N/mm²、29.6N/mm²であった。これらの値を前項の表 1-28 に示したツインビームの試験結果と比較するとどの条件で作製したものよりも低く、ツインビームで 5、トリプルビームで 6 試験体がカラマツ構造材（無等級材）の基準強度 26.7N/mm²を下回った。

その原因として、処理条件の影響に加えて、年輪幅が広い材料であったこと、節径も大きく、ヤング係数の低い材であったことが挙げられる。

第2章 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。

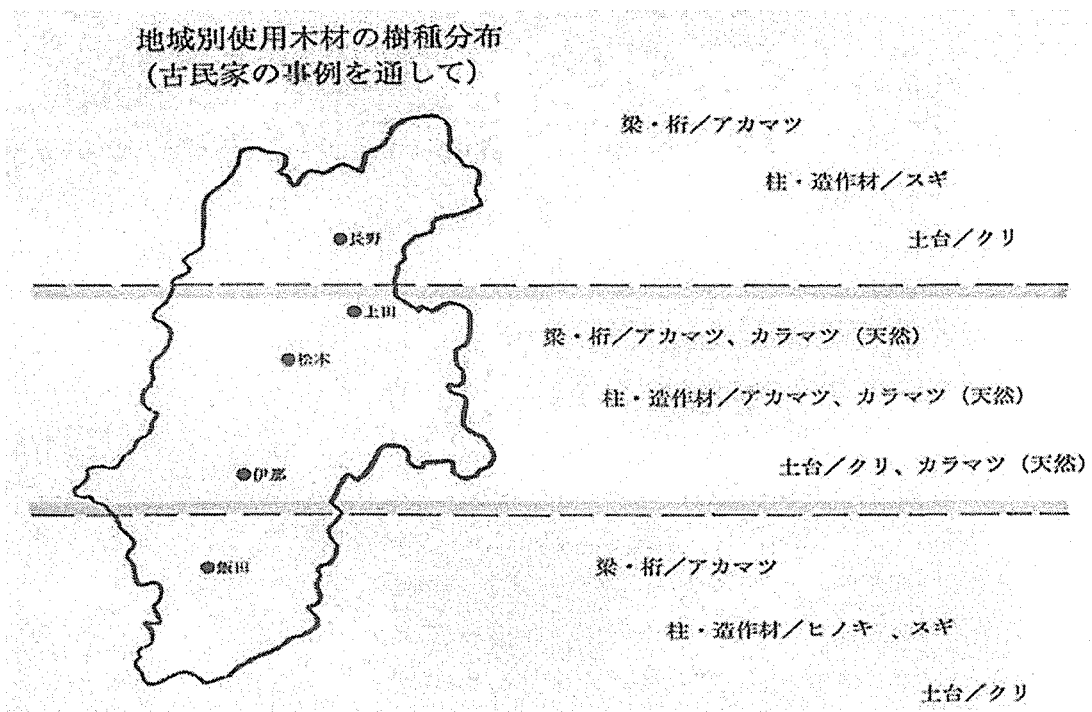


図 1.1 古民家の調査から得られた地域別使用木材の樹種分布

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）。

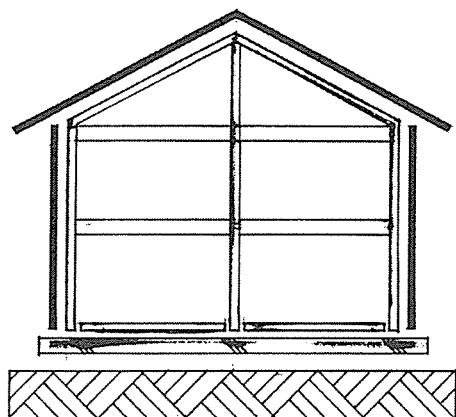


図 1.2 長期耐用の概念図

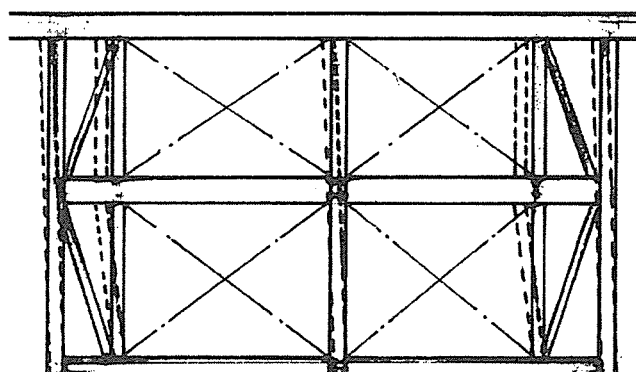


図 1.3 通し柱と胴差、小屋梁による構造

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。

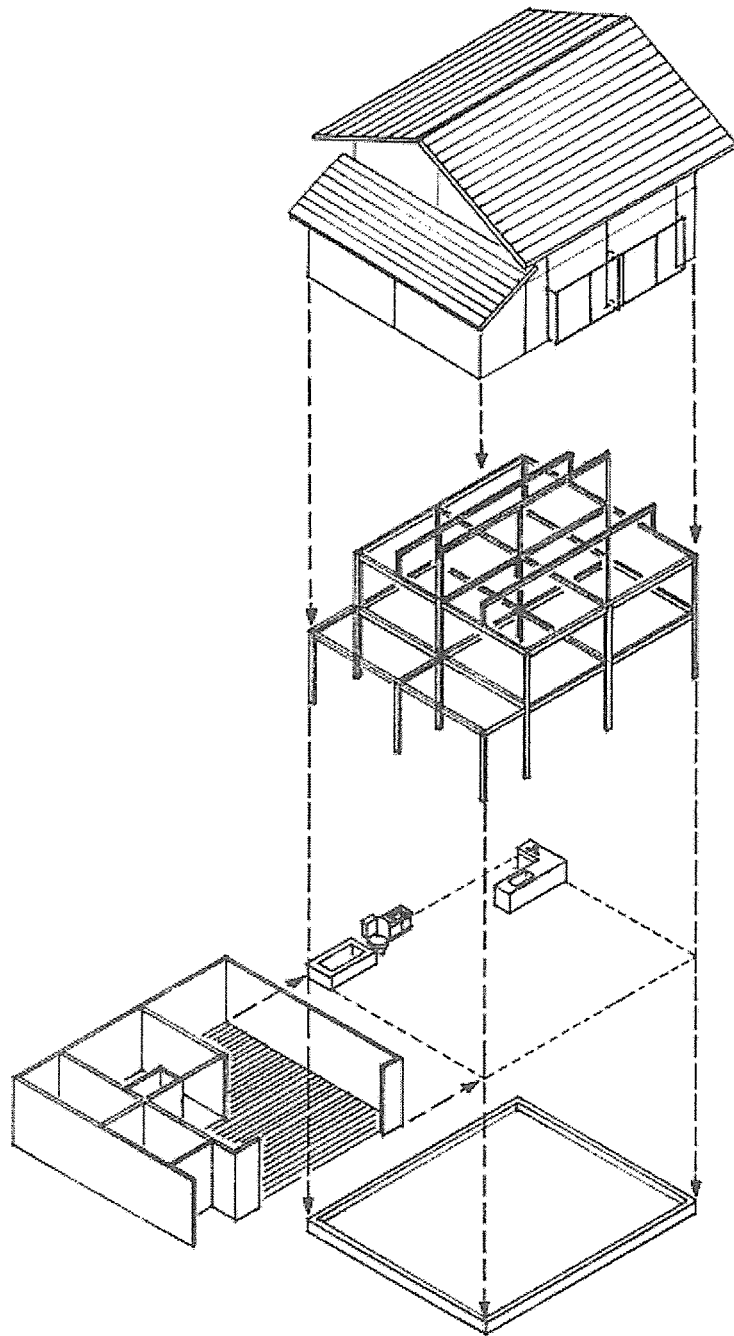


図 1.4 提案住宅の概念(基礎、構造体、外壁及び屋根)

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。

主要構成部材のリストを図 1.5 に示した。

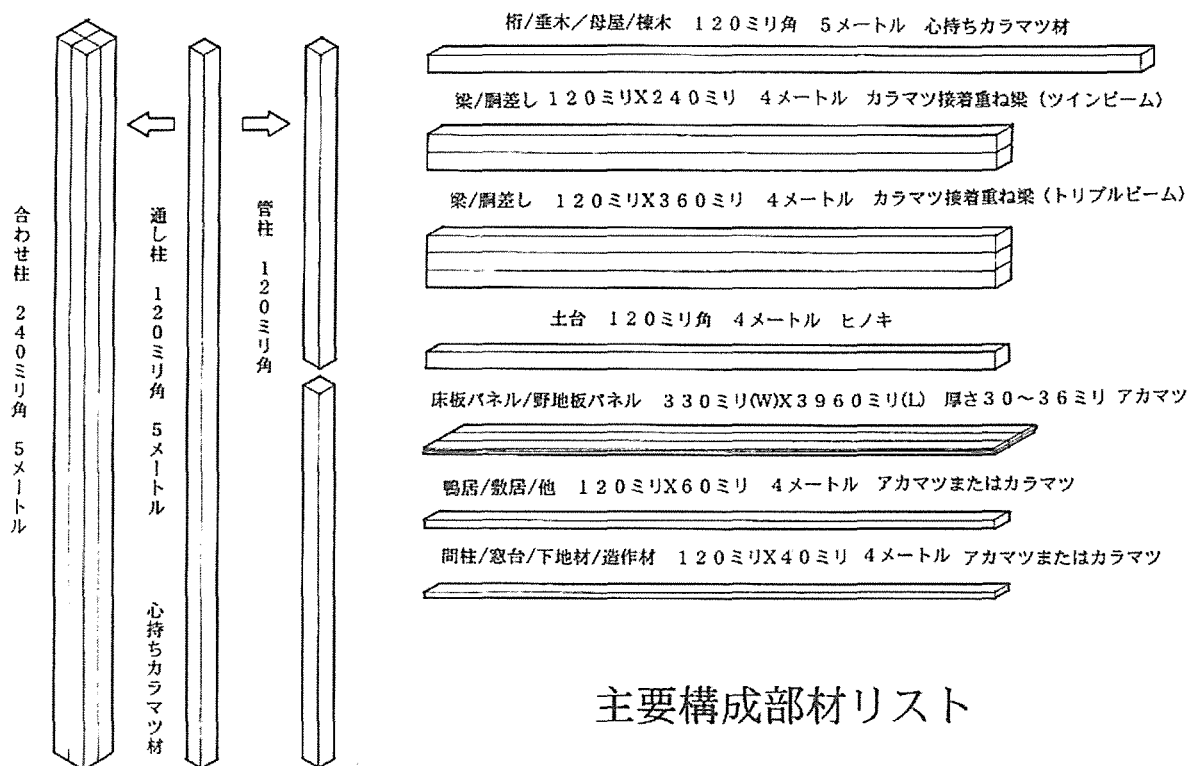


図 1.5 主要構成部材のリスト

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 m³、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。

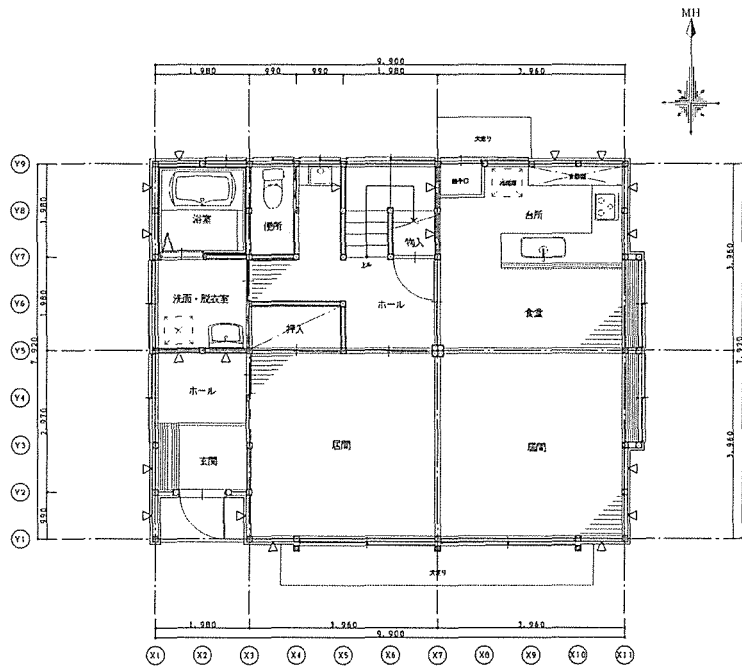
示したこのプランは架構に玄関、浴室等として下屋ユニット 2 つを足したもので広さは 1 階床面積 78.408m²、2 階床面積 62.726m²、合計床面積 141.134m² (42.8 坪) である。

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。

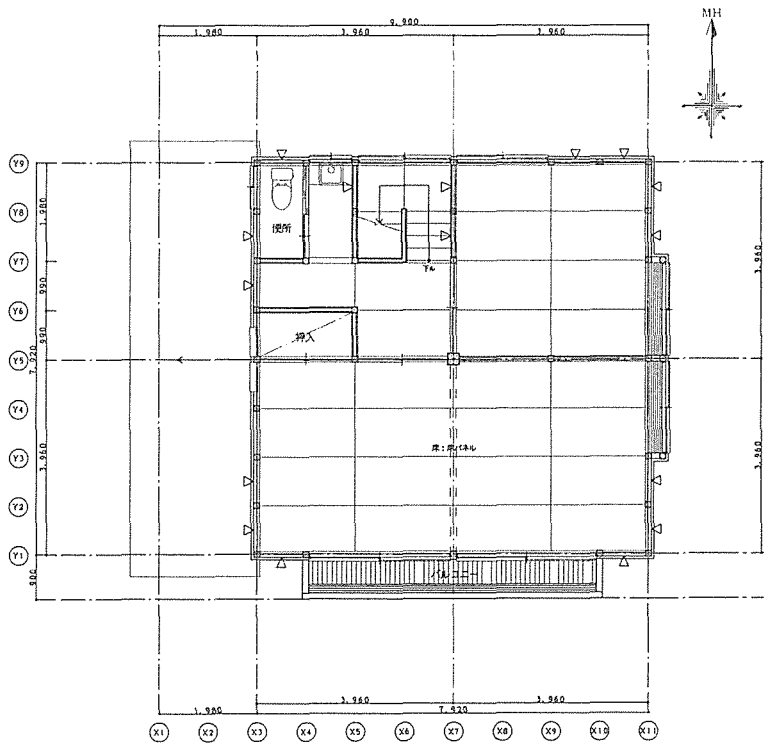
増築も下屋ユニットのレベル、ベースユニットのレベルで可能である。

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。



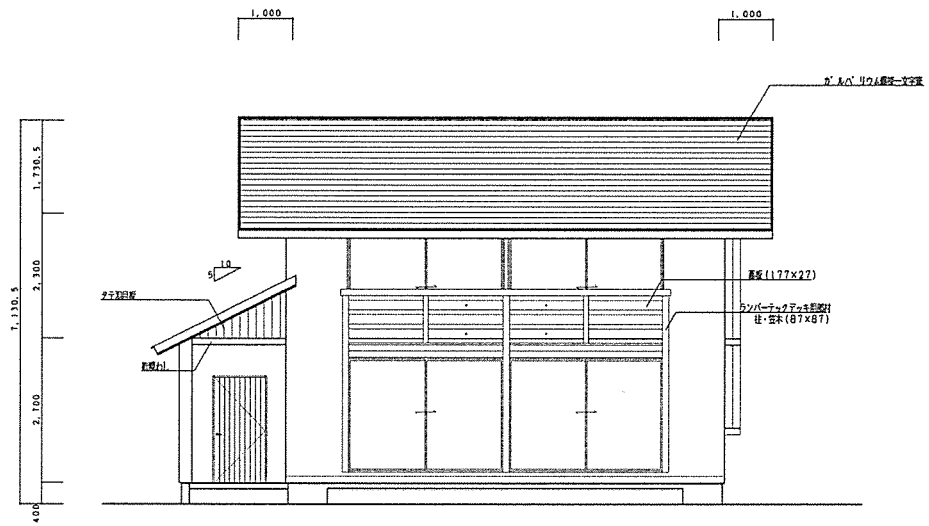
1階平面図 S=1:100

图 1.6 1階平面図



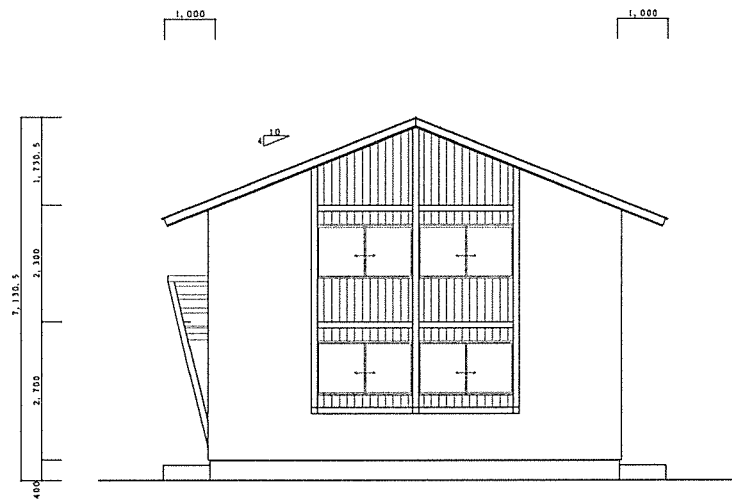
2階平面図 S=1:100

图 1.7 2階平面図



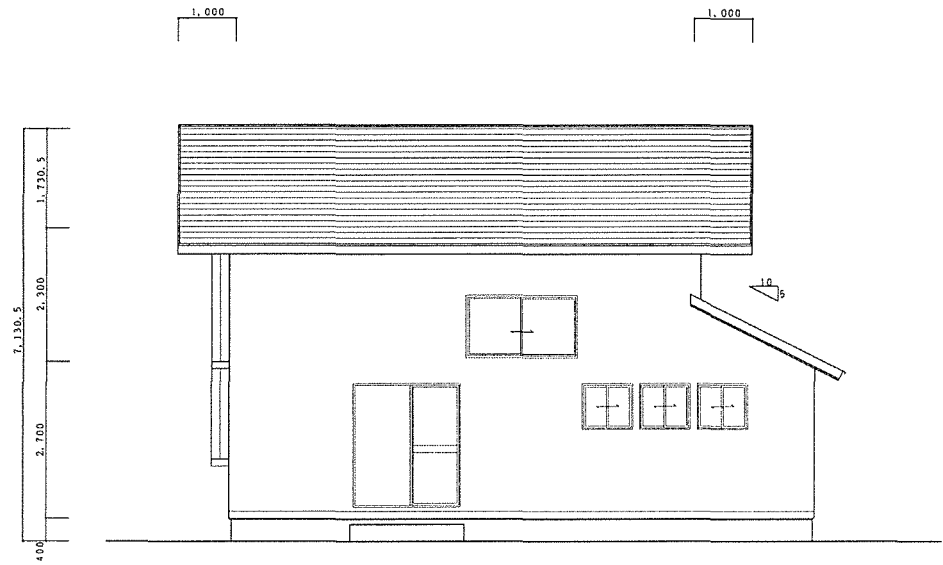
南立面図 S=1:100

图 1.8 南立面图



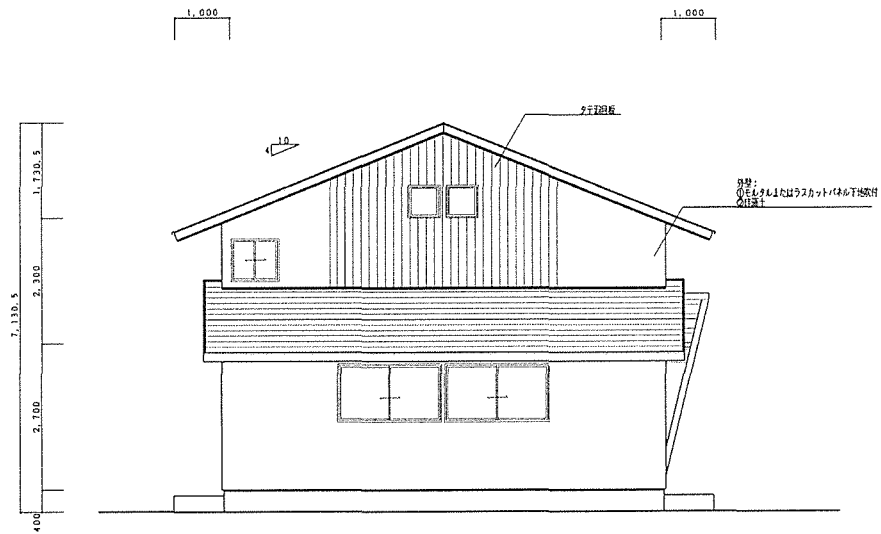
東立面図 S=1:100

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)					

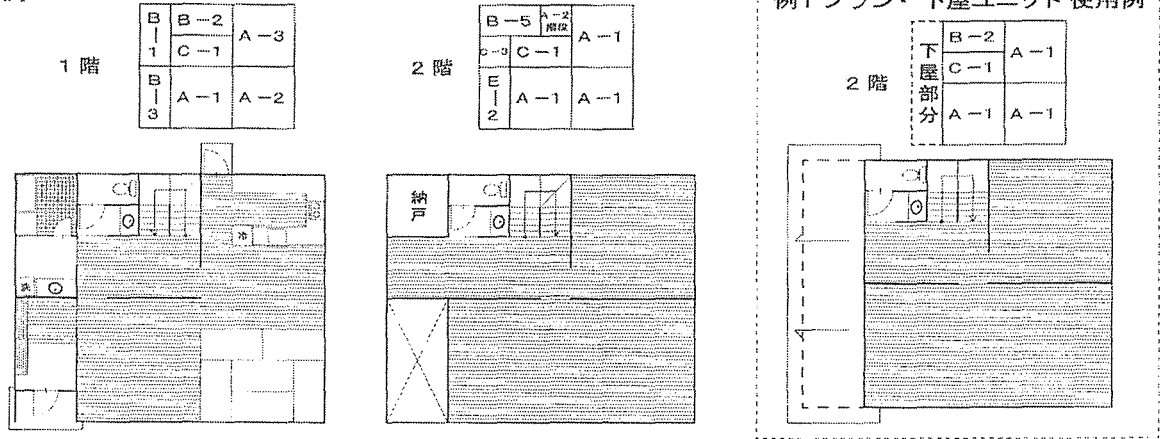
図 1.12 構造ユニットマトリックス

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)

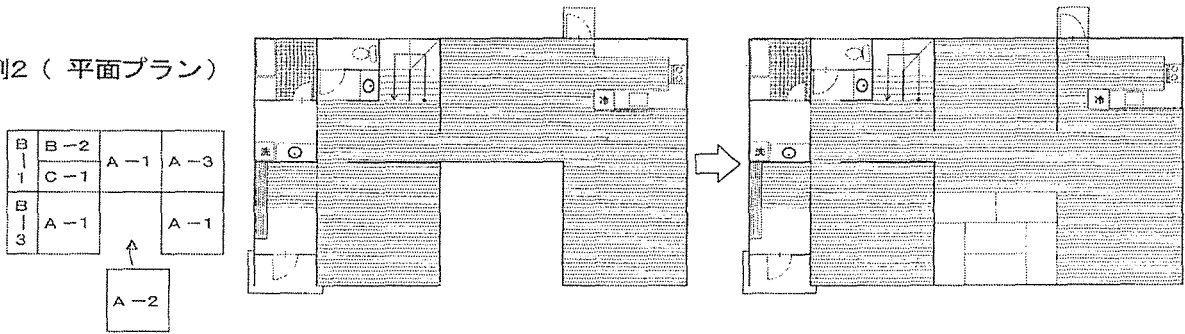


図 1.13 構造ユニット展開例

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。

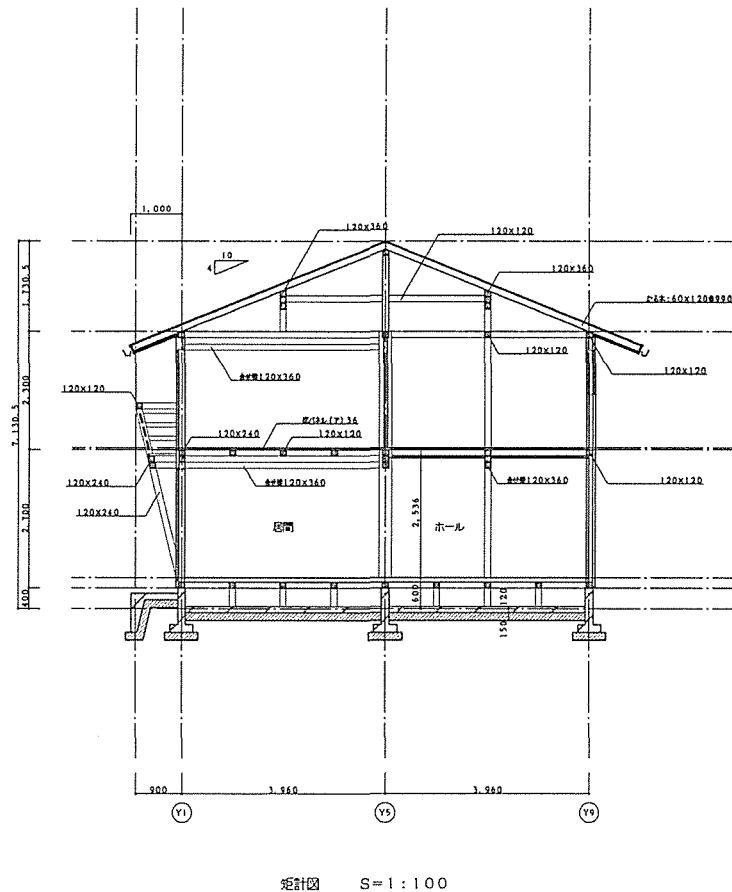


図 1.14 断面概要図

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。

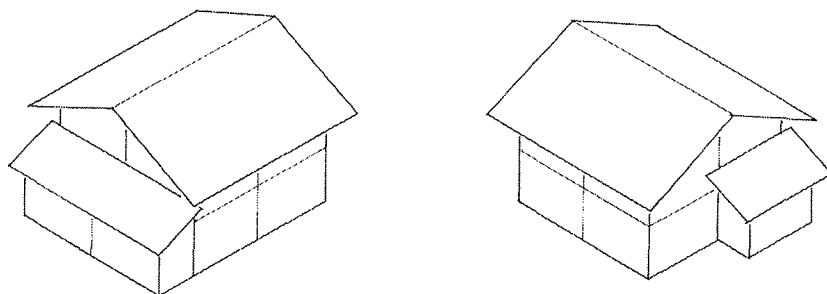


図 1.15 ベースユニットと下屋ユニット

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、さらには住い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。

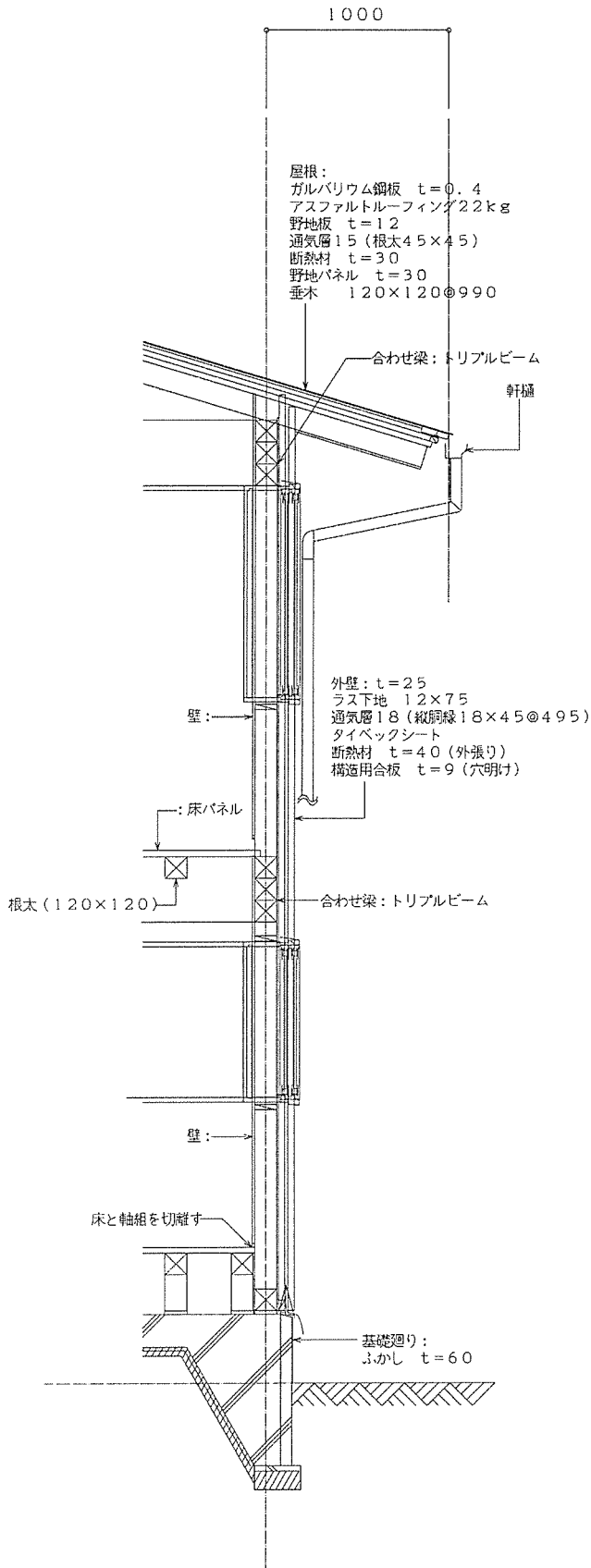


図 1.16 矩形図

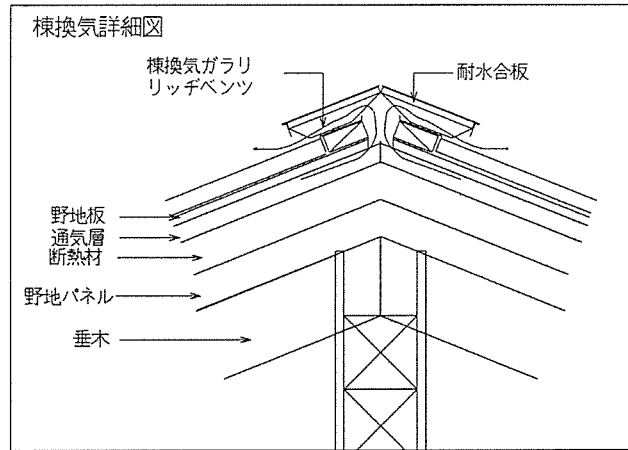


図 1.17 合掌部分詳細図

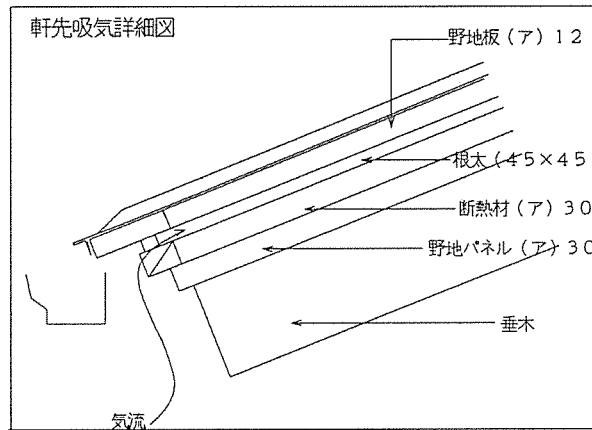


図 1.18 底部分詳細図

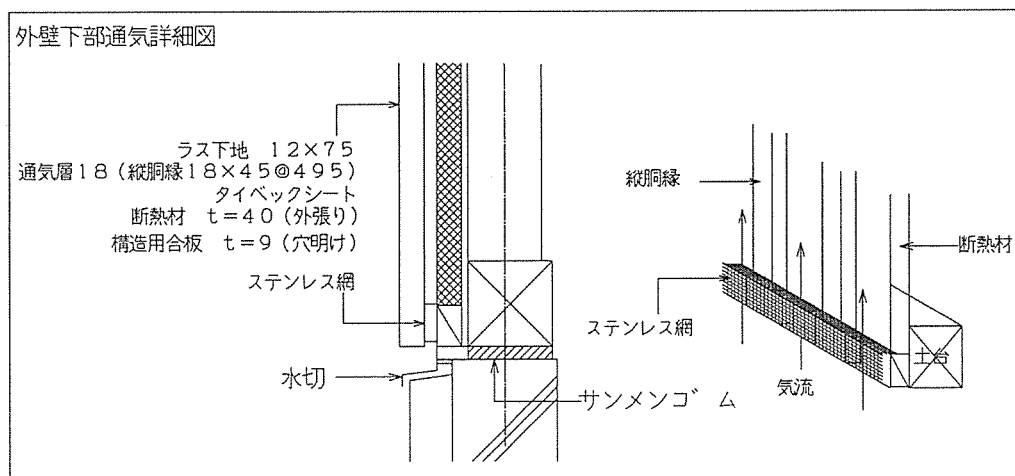


図 1.19 基礎土台部分詳細図

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。

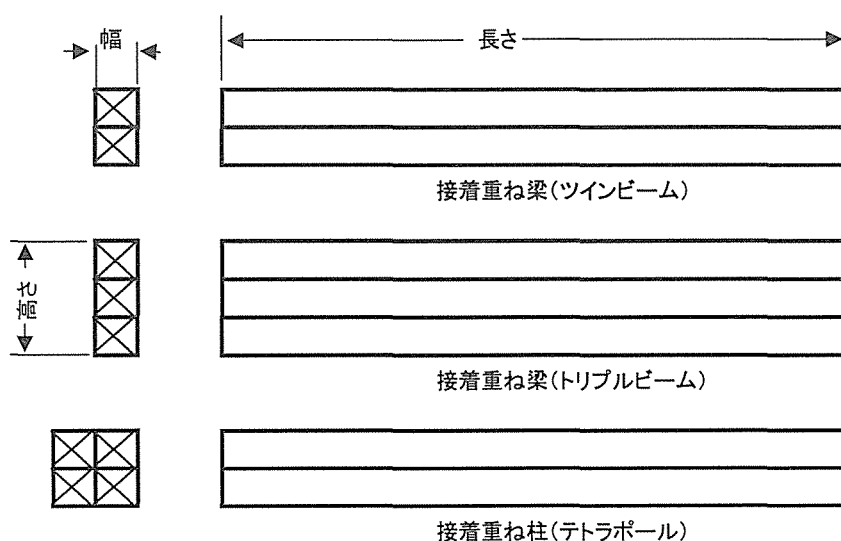


図 2.1 接着積層梁、接着積層柱の概要

(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ース	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、プレスの能力、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。

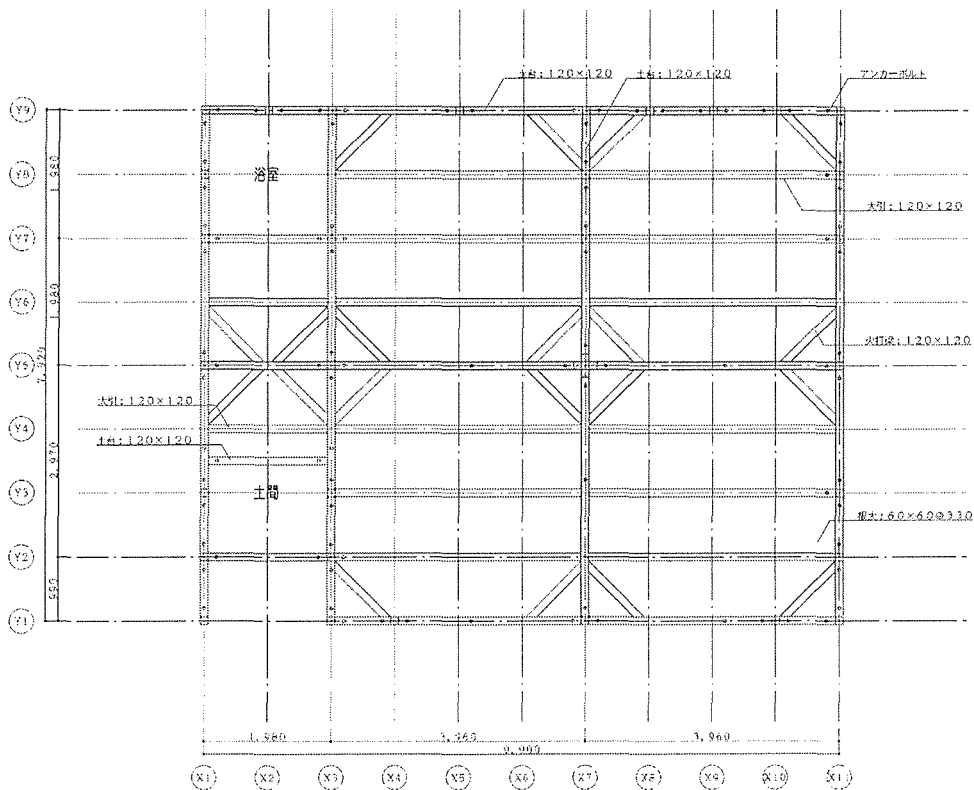
また、原則として全国木材協同組合連合会で認定された機械等級区分機（グレーディングマシン、FFTアナライザ+重量計）を備えていること。

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

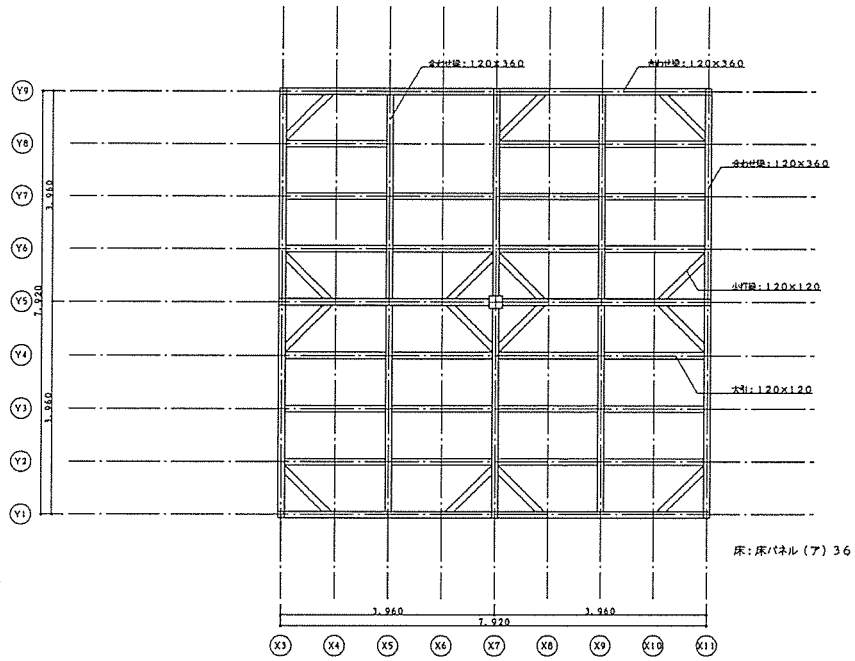
3.1 軸組みの構成

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。



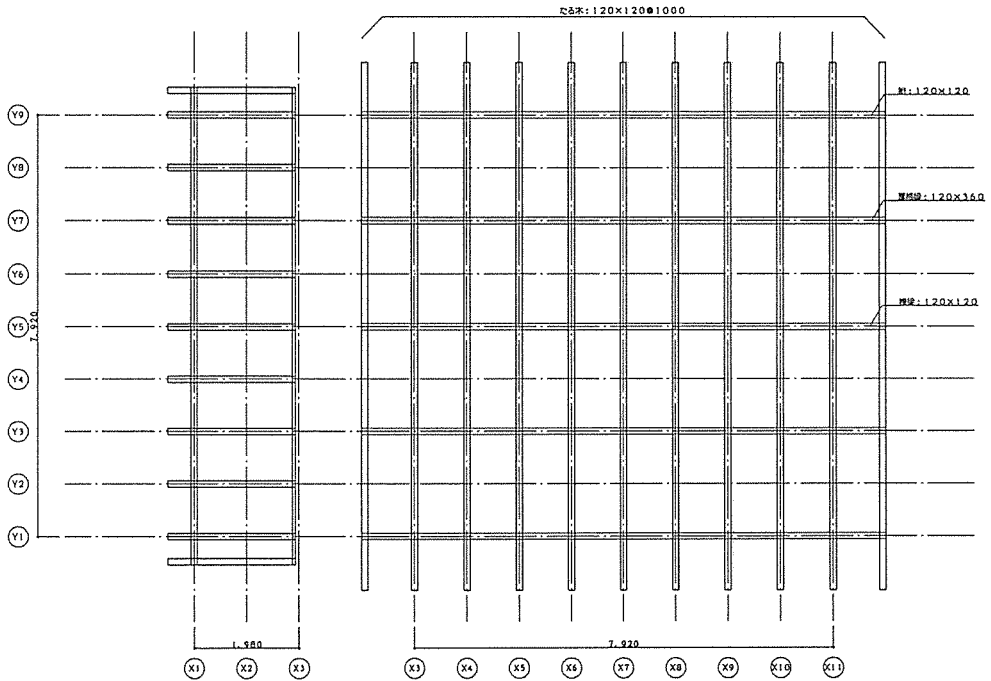
1階床伏図 S=1:100

図 3.1 1階床伏図



2階床伏図 S=1:100

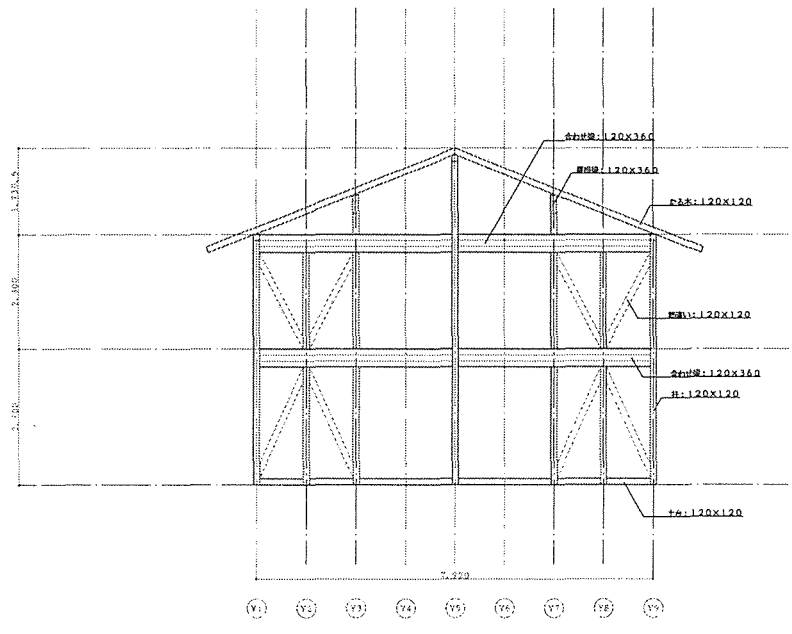
図 3.2 2階床伏図



1階小屋伏図 S=1:100

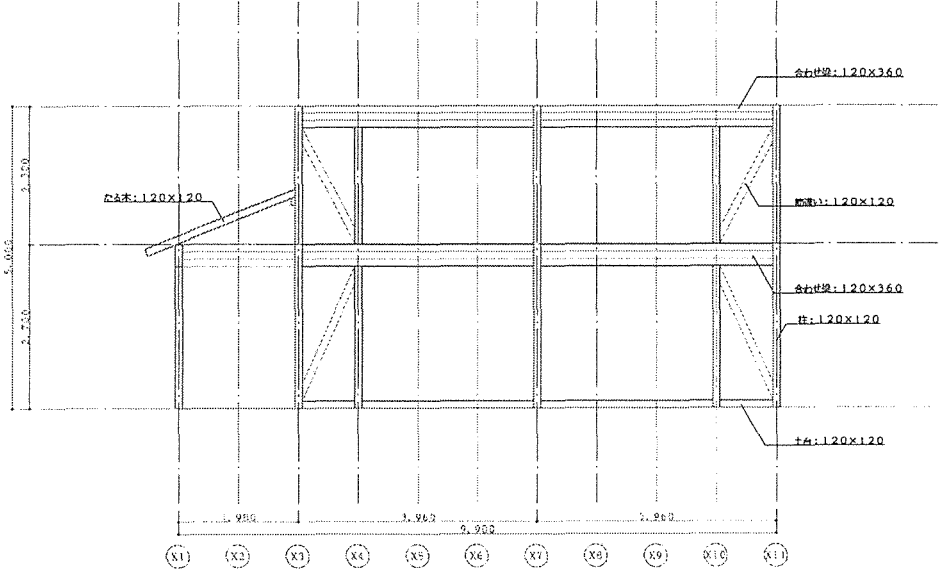
2階小屋伏図 S=1:100

図 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。

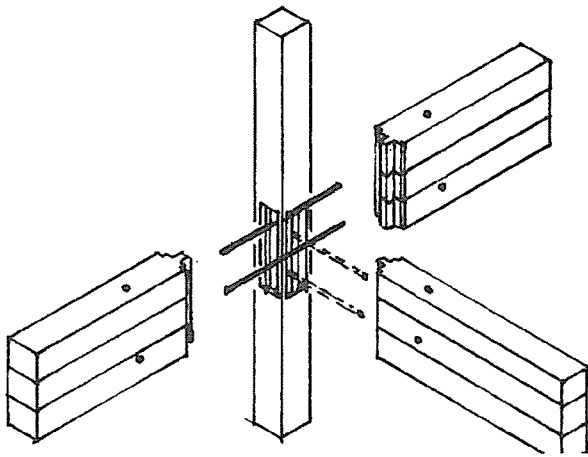


図 3.6 柱-横架材(トリプルビーム)の引寄せ金物による接合

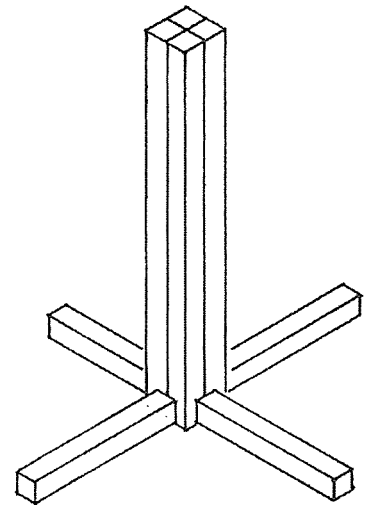


図 3.7 テトラポールと土台

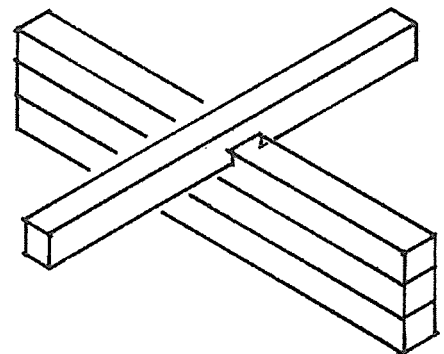
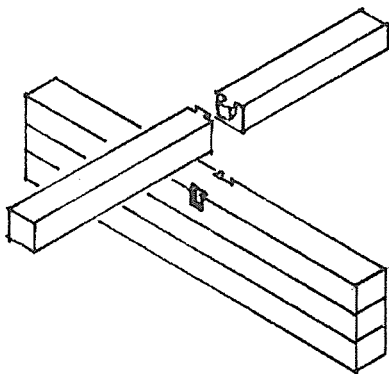


図 3.8 横架材-横架材の接合

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。

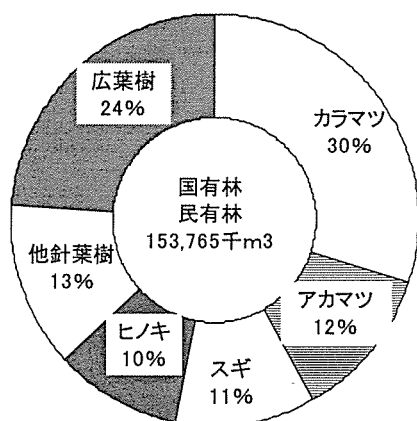


図 4-1 長野県における木材資源の蓄積
(平成 14 年度長野県木材統計)

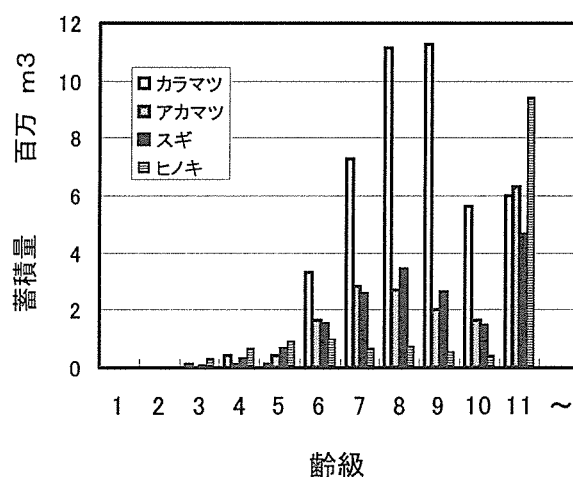


図 4-2 森林資源の齢級配置

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、その減少がいかに大きいか分かる(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)。

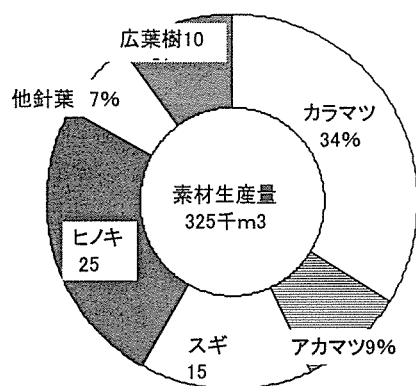


図 4-3 長野県における素材生産量(平成 14 年度長野県木材統計)

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、坂下町においては私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 上乗せして製材し、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。