

平成12年度 農林水産省補助事業
構造用間伐材利用推進対策事業

木造施設間伐材利用技術開発事業報告書

平成13年3月

財団法人 日本住宅・木材技術センター

まえがき

間伐は、杉、檜等人工林を育成する上において必要不可欠な行為である。間伐により生産される間伐材は、利用用途が限られていて販路の確保に苦慮している現状にあり、育林費用の山林への還元の面でこのことが大きな問題となっている。

本事業は、間伐材の利用を促進するため、間伐材の構造材としての利用が見込まれる木造建築物を対象に、設計・施工方法を開発し、その普及を図ることを目的とするものである。

本報告書は、3カ年にわたる事業で取り組んできた間伐材利用建築物に関するとりまとめである。本事業では間伐材を構造材として利用するため、間伐材を利用した建築物の設計提案、試作建築による施工検証、性能確認の実験を行うなど、多面的に検討をした。

本事業は、下記委員会を設置して推進してきた。委員及び関係者の皆様には、忙しい中でご尽力を頂戴し、厚くお礼を申し上げます。

平成12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

構造用間伐材用途開発委員会 委員等名簿

(五十音順)

委員長	有馬 孝禮	東京大学大学院農学生命科学研究所 教授
委員	新井 信吉	(株)新井建築工学研究所 代表取締役
〃	神谷 文夫	森林総合研究所木材利用部 構造利用科長
〃	川村 勲	(株)フォーユー 代表取締役
〃	齋藤 陸郎	日東木材産業(株) 代表取締役
〃	諏訪 勝志	(有)諏訪設計事務所 代表取締役
〃	趙 海光	(株)ぷらん・にじゅういち 代表取締役
〃	友井 政利	TTL一級建築士事務所 所長
事務局	西村 勝美	
〃	江口 和也	

事業主旨

間伐は、杉、檜等人工林を育成する上において必要不可欠な行為である。間伐により生産される間伐材は、利用用途が限られていて販路の確保に苦慮している現状にあり、育林費用の山林への還元面でこのことが大きな問題となっている。

本事業は、間伐材の利用を促進するため、間伐材の構造材としての利用が見込まれる木造建築物を対象に、設計・施工方法を開発し、その普及を図ることを目的とするものである。

事業計画

本事業における各年次計画は以下のとおり。

【平成10年度】

農業用施設、倉庫、郊外型店舗などの建築物に間伐丸太や間伐製材を使用することを条件とした設計を行うとともに、間伐材を構造材とする多様な小規模建築物の製造・販売に関わる実体について聞き取りを含む調査を実施し、トラス構造及び埋設丸太構造の強度実験並びに一部建物の試作検討を行う。これらは今後、設計施工マニュアルを作成するための資料として活用する予定。

設計図及び構造計算書の作成にあたっては間伐材を使用する建物として、小規模特定用途建築物、小規模多目的建築物及び中規模多目的建築物を選定し、それぞれ用途を検討した上で設計を行う。

また、トラス構造体及びコンクリート埋設丸太構造体について、その強度性能の評価を行い、評価仕様での実験を行う。

さらに、丸太軸組小規模建築物(物置、車庫)の試作を行い、施工上の問題点を把握する。

【平成11年度】

農業用施設、事務所、集会所などの特定用途建築物に間伐丸太や間伐製材の使用を条件とした設計を行うとともに、解説書的位置付けとなる設計マニュアルの検討を行う。

また、前年実施のコンクリート埋設丸太構造体試験に関連する土質試験を行い、土質性能と丸太構造体性能の評価をとりまとめる。

さらに、中規模特定用途建築物の試作を行い、前年実施の試作を踏まえた施工上の問題点について検討する。

【平成12年度】

前年度までの資料・データを基に構造設計・施工マニュアルを作成する。マニュアル作成に当たっては、間伐の促進や間伐材の利用拡大につながるように、地域の林業・木材産業が比較的容易に取り組めるような内容とする。

また、検討した構造設計の検証実験・試作を行い、構造設計の裏付けと資料整備のために利用する。

なお、これまでに検討・作成したマニュアル等より、改正基準法に合わせたガイドブックを作成し、事業成果の普及のための資料とする。

事業成果

平成12年度間伐材利用技術開発事業における事業成果は以下のとおり。

①マニュアルの作成

意匠・構造設計、解説書の作成を行った。主な項目は以下のとおり。

1. 総合ガイドブック

これまでの検討結果を踏まえ、間伐材の種類、乾燥など材料から意匠設計、構造設計、施工、維持管理に至るまでの間伐材利用建築物に関する総合的なガイドブックを作成した。

2. 構造設計マニュアル

平成10・11年度に行った間伐材利用中規模建築物について、構造設計マニュアルの資料を作成した。

3. 間伐材利用中規模建築物設計図説

平成11年度に行った間伐材利用建築物の設計に基づき、設計マニュアル図説を作成した。

②ポールコンストラクションの施工評価

ポールコンストラクションの作業性、接合方式等の構法的問題に関する検証をおこなった。この施工結果は12年度に作成した総合マニュアルにおいてとりまとめた。

③間伐材利用の試作建築物の構造性能評価試験

昨年度試作を行った丸太軸組中規模建築物(2階建事務所用途(80㎡、製材タイプ))の設計実用化に必要な「設計ルール」作成のための耐力壁と床構面の面内せん断試験を行い、設計資料として構造設計マニュアルにまとめた。

本報告の要約

本報告書は、3 ヶ年にわたる事業で検討を行ってきた間伐材利用建築物に関するとりまとめである。間伐材を利用した建築物の設計提案、試作建築による施工検証、性能確認の実験等を行い、多面的に検討した。各章の構成は下記の通りである。

1. 事業の目的
2. 事業の概要
3. 設計提案一覧
4. 試作建築物の実例報告
5. まとめ

付録1 12年度試作建築物施工実施報告

付録2 スギの利用技術について

キーワード

間伐材、スギ、事務所、軸組構法、枠組壁構法、リジットフレーム、ポールコンストラクション、トラス、合掌屋根、試作建築物、物置、車庫、2階建て事務所、部品化、規格化、防腐処理、LVL、たて継ぎ材、造作用集成材、構造用集成材、合板、PSL、OSL、OSB、MSR 材

目 次

1. 事業の目的	1
2. 事業の概要	
2. 1 事業の全体像	2
2. 2 本事業で行った調査	3
2. 3 設計提案を行った建築物（意匠編）	4
2. 4 設計提案を行った建築物（構造編）	5
2. 5 本事業で行った試験・実験	6
2. 6 本事業で行った試作建築物	7
2. 7 本事業でまとめた設計資料	8
2. 8 本事業の業務一覧表	9
3. 設計提案一覧	
3. 1 小規模特定用途建築物	10
3. 2 小規模多目的用途建築物	11
3. 3 中規模多目的用途建築物	12
3. 4 中規模特定用途建築物	13
4. 試作建築物の実例報告	
4. 1 試作建築物の一覧	14
4. 2 10年度試作建築物－物置	15
4. 3 10年度試作建築物－車庫	23
4. 4 11年度試作建築物－2階建て事務所	34
4. 5 12年度試作建築物－シェルター	47
5. まとめ	55
付録1 12年度試作建築物施工実施報告	
1. 概要	59
2. 設計図	60
3. 構造材のプレカット	65
4. 施工（工事過程）	68
5. 考察	75
付録2 スギの利用技術について	
1. スギの問題点と材質特性	77
2. スギの木質材料化の可能性	79

1.事業の目的	間伐材の利用促進	01
---------	----------	----

■間伐材の利用促進

本事業は、間伐材の利用を促進するために、主に以下の三点に焦点をあてて間伐材利用建築物の開発に務めるものである。

用途開発

- 間伐材は利用用途が限られ、販路の確保に苦慮している現状にある。
- 本事業では特に住宅以外の用途に限定して、小規模あるいは中規模の木造建築物における間伐材の用途開発に務め、その積極的な設計提案を行なう。
- さらに、設計提案の裏づけ作業として各種の試験・実験を行ない、資料を作成する。

部材整備 と 試作

- 間伐材を建築物の構造材として使用するためには、その乾燥から製材までを視野にいたれた間伐材の部材化あるいは部品化が必要である。
- 本事業では使用目的に応じて間伐材を丸太あるいは製材品として断面形状等を整理し、設計提案に生かすことに努める。
- さらに、設計提案を建築物として試作し、現実的な活用を促す資料としてとりまとめる。

マニュアル整備

- 本事業における間伐材利用建築物の開発成果を普及するためには、設計資料をマニュアル化し、広範に利用できる形にする必要がある。
- ここでは設計提案に基づいて各種の試験・実験を行ない、さらに試作等によって施工性を確認し、それらをマニュアルとして整備することに努める。

A

調査

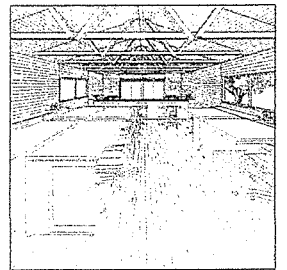
間伐材を利用した建築物の実態を調査する。



B

設計

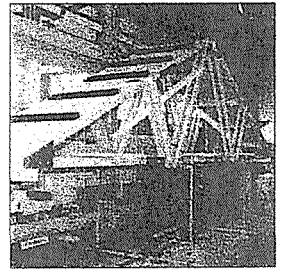
間伐材を利用した建築物の設計提案を行なう。



C

実験・試験

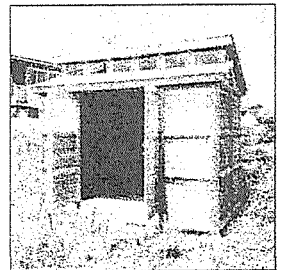
設計提案の検証として、各種の試験・実験を行なう。



D

試作

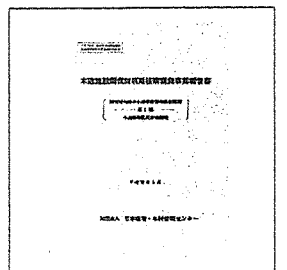
設計提案をふまえて、現実的活用を促すために、設計提案の中から数例を選び試作を行なう。



E

設計資料

上記作業をとりまとめて、間伐材利用の利便をはかるために、設計資料のマニュアル化を行なう。



A
調査

- 物置・東屋等の間伐材を利用した小規模建築物の実態調査
- 同上の製作、施工に関する実態調査
- 国産材による2×4工法用材の製造の実態調査
- 間伐材利用に関する地域別の状況調査

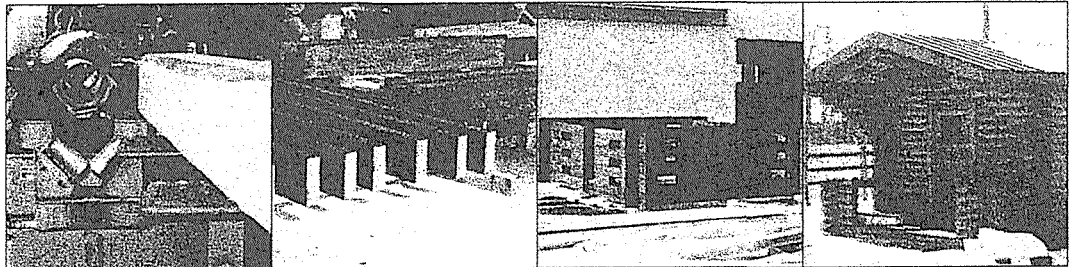


間伐材を利用した建築物の実態調査例

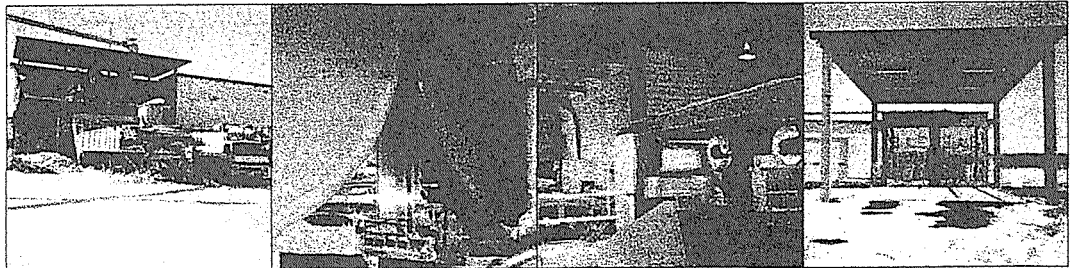
小規模建築物
東屋等制作実態調査



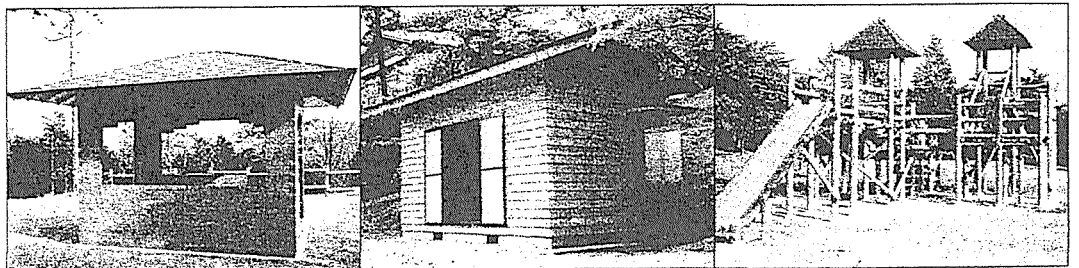
小規模建築物
休息所制作実態調査



国産枠組壁工法部材
製造実態調査



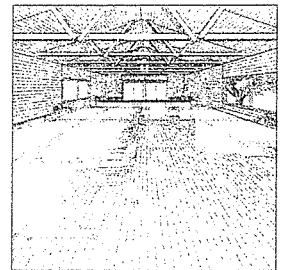
間伐材利用建築物
の施工例調査



B

設計
(意匠編)

- 物置・車庫等の特定の用途に使用する小規模建築物の設計
- 多目的に利用できる小規模建築物の設計
- 多目的に利用できる中規模建築物の設計
- 事務所、集会場等の特定の用途に使用する中規模建築物の設計



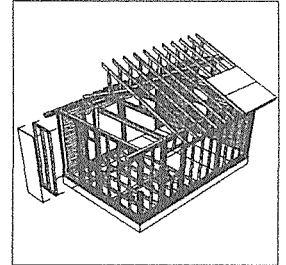
設計提案を行なった建築物(意匠編)

<p>小規模特定用途 建築物 物置等 (全14例)</p>		<p>(物置の例)</p>
<p>小規模多目的 建築物 事務所等 (全12例)</p>		<p>(事務所の例)</p>
<p>中規模多目的 建築物 農産物加工場等 (全6例)</p>		<p>(農産物加工場の例)</p>
<p>中規模特定用途 建築物 幼稚園・保育園等 (全5例)</p>		<p>(幼稚園の例)</p>

B

設計
(構造編)

- 特定の用途に使用する小規模建築物の構造設計
- 多目的に利用できる小規模・中規模建築物の構造設計
- 特定の用途に使用する中規模建築物の構造設計
- 間伐材による木造トラスの構造設計
- 間伐材による合板ガセットフレームの構造設計



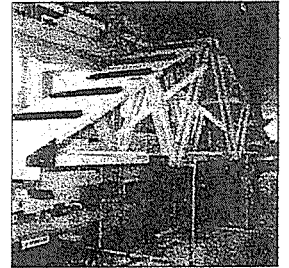
設計提案を行なった建築物（構造編）

<p>小規模特定用途 建築物 物置等（全14例）</p>		<p>(物置の例)</p>		
<p>小規模多目的 建築物 事務所等（全12例）</p>		<p>(事務所の例)</p>		
<p>中規模多目的 建築物 農産物加工場等 (全6例)</p>		<p>(農産物加工場の例)</p>		
<p>中規模特定用途 建築物 幼稚園・保育園等 (全5例)</p>		<p>(幼稚園の例)</p>		
<p>小屋組トラス 合板ガセット フレーム</p>	<p>鋼板添え板接合 トラス 8.19m</p>	<p>鋼板添え板接合 トラス 5.46m</p>	<p>リジットフレーム 工法 5.46m</p>	<p>リジットフレーム 工法 8.19m</p>

C

実験・試験

- 小屋組トラスの鉛直載荷試験
- 鋼板添板接合トラスの実大負荷試験
- ポールコンストラクションの加力試験
- ポールコンストラクションに関連する土質試験
- 間伐材利用建築物2階建て事務所の構造試験
 - ・耐力壁の面内せん断試験
 - ・床構面の面内せん断試験

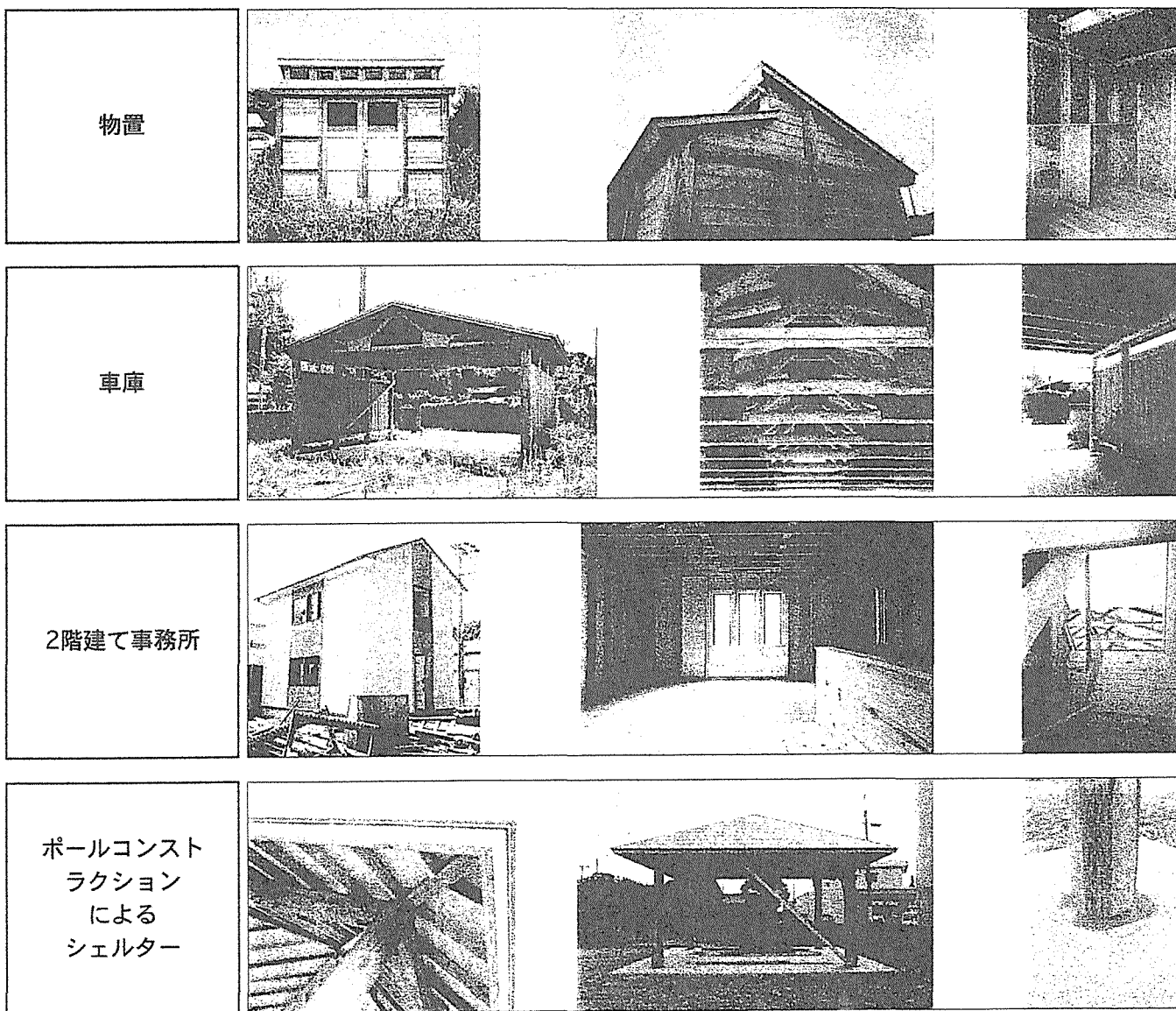


本事業で行なった試験・実験

<p>小屋組トラス の強度実験</p>				
<p>鋼板添板接合トラス の等分布荷重試験</p>				
<p>ポールコンストラクション 耐力性能把握実験</p>				
<p>間伐材利用建築物 2階建て事務所の 構造試験</p>				

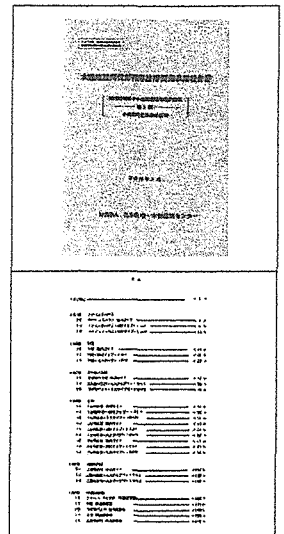
D 試作	<ul style="list-style-type: none"> ○ 間伐材利用による物置の試作 ○ 間伐材利用による車庫の試作 	10年度
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 間伐材利用による2階建て事務所の試作 	11年度
	<ul style="list-style-type: none"> ○ ポールコンストラクションによるシェルターの試作 	12年度

間伐材利用建築物の試作





- 間伐材利用建築物の設計—その1
- 間伐材利用建築物の設計—その2
- 間伐材利用建築物の設計
- 間伐材利用中規模特定用途建築物の設計
- 間伐材利用中小規模建築物設計図説-第1編
- 間伐材利用中小規模建築物設計図説-第2編
- 間伐材利用中小規模建築物設計図説-第3編
- 間伐材利用中小規模建築物設計図説-第4編
- 間伐材利用建築物総合ガイドブック
- 間伐材利用建築物構造設計マニュアル
- 間伐材利用枠組壁工法建築物構造設計・施工マニュアル



本事業でまとめた設計資料のリスト

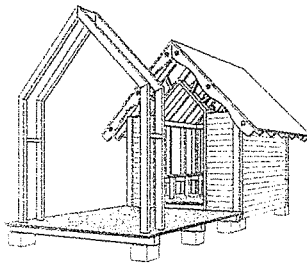
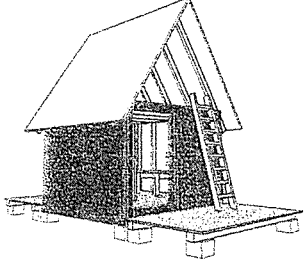
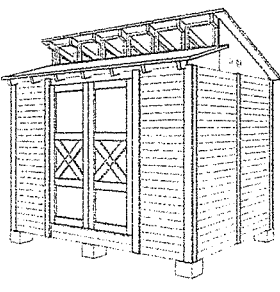
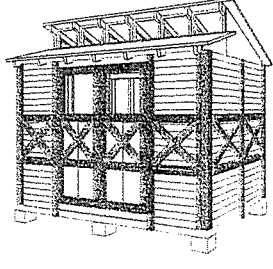
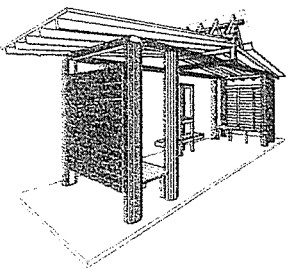
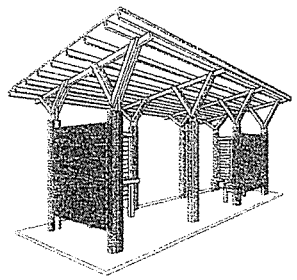
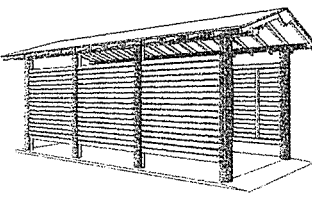
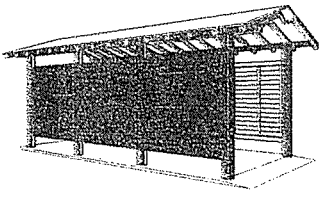
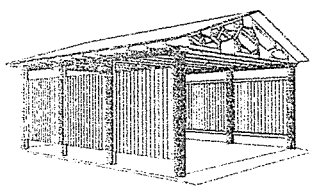
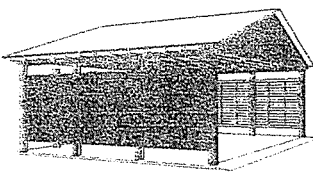
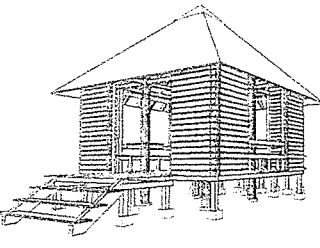
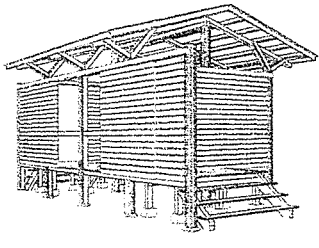


	平成10年度	平成11年度	平成12年度
調査	■小規模建築物製作実態調査		
	■間伐材利用の地域別調査		
	■国産枠組壁構法構造用製材の製造実態調査		
	以上の報告書として		
	【構造用間伐材用途開発調査】		
設計	■小規模特定用途建築物の意匠設計	■中規模特定用途建築物の意匠設計	
	■小規模多目的用途建築物の意匠設計	上記の報告書として	
	■小規模多目的用途建築物の構造設計	【間伐材利用建築物の設計】	
	■中規模多目的用途建築物の意匠設計	■中規模特定用途建築物の構造設計	
	■中規模多目的用途建築物の構造設計	上記の報告書として	
	以上の報告書として	【間伐材利用中規模特定用途建築物の設計】	
	【間伐材利用建築物の設計—その1】		
	■小規模特定用途建築物の構造設計		
	■小屋組トラス設計の構造設計		
	■合板ガセットフレームの構造設計		
	以上の報告書として		
	【間伐材利用建築物の設計—その2】		
	実験・試験	■小屋組トラスの強度実験	
■鋼板添板接合トラスの等分布荷重試験			上記の報告書として
■ポールコンストラクションの 耐力性能把握実験			【間伐材利用枠組壁工法建築物 構造設計・施工マニュアル】
以上の報告書として			
【間伐材利用建築物の強度実験及び試作】			
試作	■丸太軸組小規模建築物の試作(物置・車庫)	■間伐材利用中規模建築物の試作 (2階建て事務所)	■間伐材利用建築物の試作 (ポールコンストラクションによるシェルター)
	上記の報告書として		
	【間伐材利用建築物の強度実験及び試作】		
設計資料	【間伐材利用建築物の設計—その1】	【間伐材利用建築物の設計】	【間伐材利用建築物総合ガイドブック】
	【間伐材利用建築物の設計—その2】	【間伐材利用中規模特定用途建築物の設計】	【間伐材利用建築物構造設計マニュアル】
		【間伐材利用中小規模建築物 設計図説-第1編】	【間伐材利用枠組壁工法建築物 構造設計・施工マニュアル】
		【間伐材利用中小規模建築物 設計図説-第2編】	【間伐材利用中小規模建築物 設計図説-第4編】
		【間伐材利用中小規模建築物 設計図説-第3編】	
■は、報告書に収録されている項目。			

設計提案
一覧

- 小規模特定用途建築物の設計提案は平成10年度に行ない、平成11年度に「間伐材利用中小規模建築物設計図説第1編」としてとりまとめ、設計マニュアルとして整備した。
- 以下に小規模特定用途建築物の設計提案の一覧を示す。

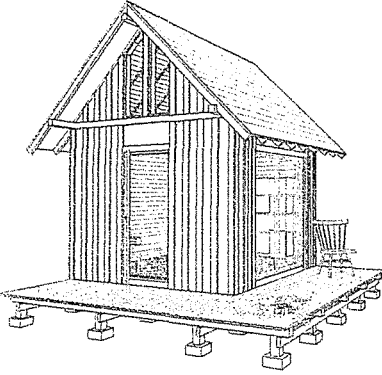
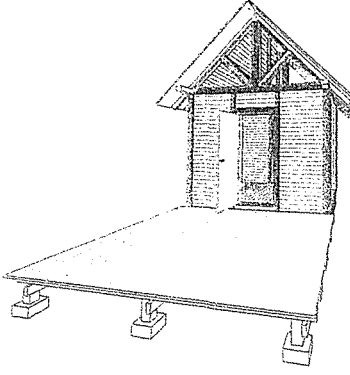
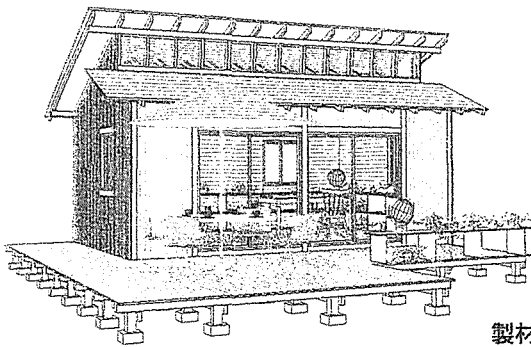
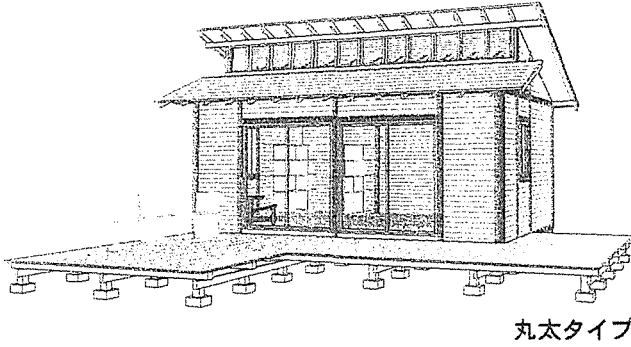
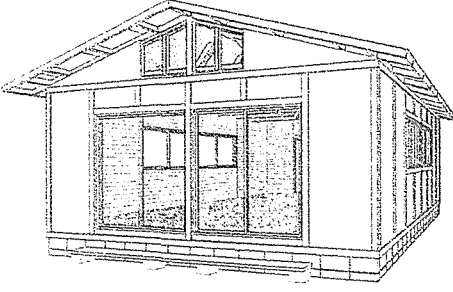
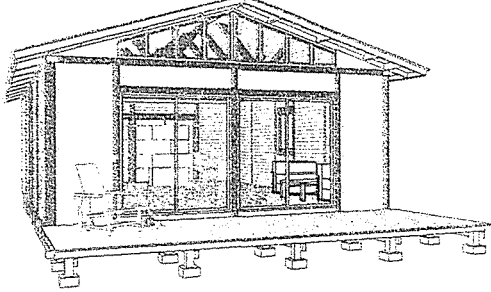
小規模特定用途
建築物

チャイルドハウス		物置	
 製材タイプ	 丸太タイプ	 製材タイプ	 丸太タイプ
郊外型バス停		1台用車庫	
 丸太タイプ1	 丸太タイプ2	 製材タイプ	 丸太タイプ
2台用車庫		3台用車庫	
 製材タイプ・丸太タイプ	 製材タイプ・丸太タイプ	 製材タイプ	 丸太タイプ

設計提案
一覧

- 小規模多目的用途建築物の設計提案は平成10年度に行ない、平成11年度に「間伐材利用中小規模建築物設計図説第2編」としてとりまとめ、設計マニュアルとして整備した。
- 以下に小規模多目的用途建築物の設計提案の一覧を示す。

小規模多目的用途
建築物

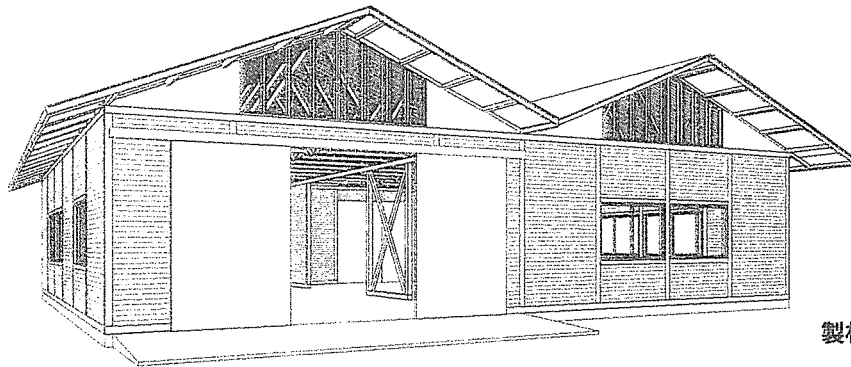
10㎡タイプ	
 <p style="text-align: center;">製材タイプ</p>	 <p style="text-align: center;">丸太タイプ</p>
20㎡タイプ	
 <p style="text-align: center;">製材タイプ</p>	 <p style="text-align: center;">丸太タイプ</p>
45㎡タイプ	
 <p style="text-align: center;">製材タイプ</p>	 <p style="text-align: center;">丸太タイプ</p>

設計提案
一覧

- 中規模多目的用途建築物の設計提案は平成10年度に行ない、平成11年度に「間伐材利用中小規模建築物設計図説第3編」としてとりまとめ、設計マニュアルとして整備した。
- 以下に中規模多目的用途建築物の設計提案の一覧を示す。

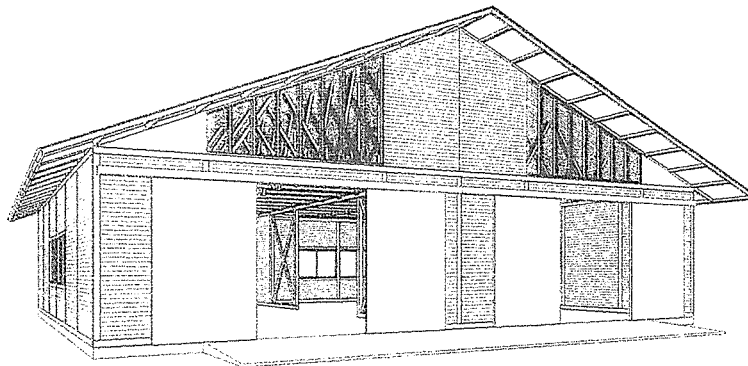
中規模多目的用途
建築物

連続屋根タイプ



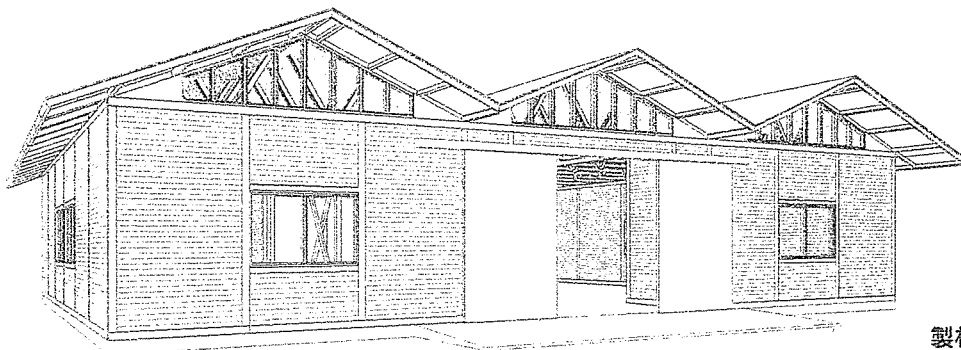
製材タイプ・丸太タイプ

大屋根タイプ



製材タイプ・丸太タイプ

三連続屋根タイプ

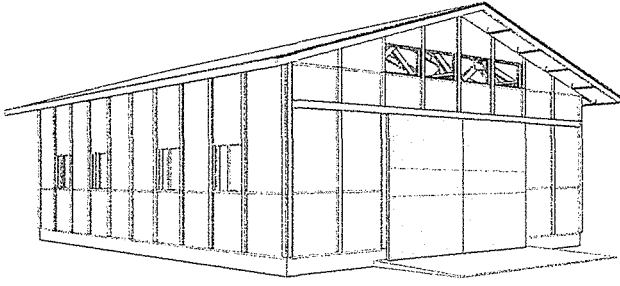
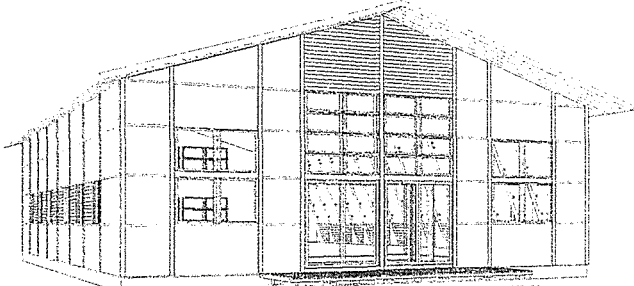
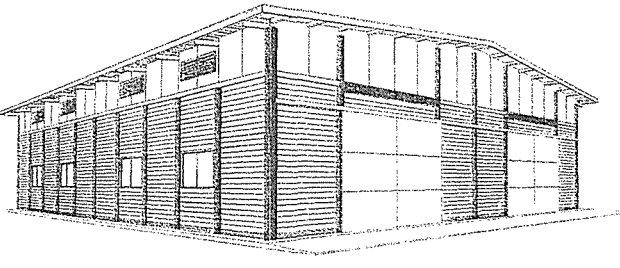
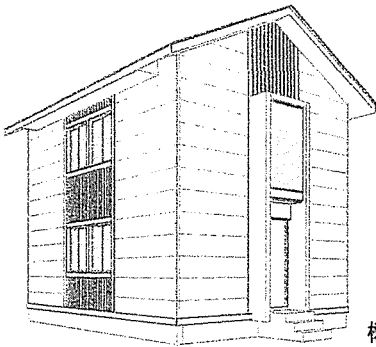
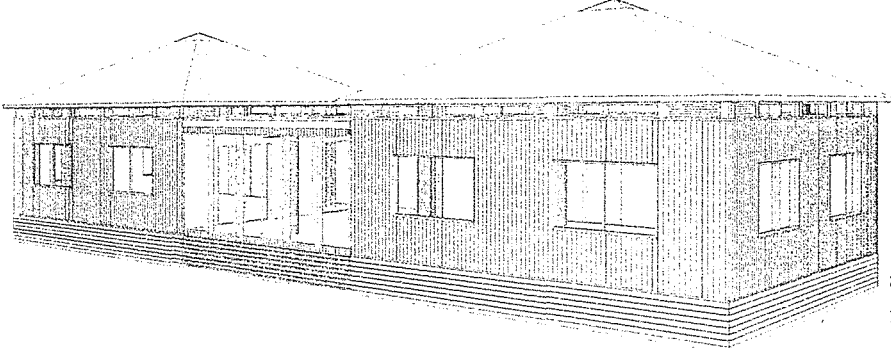


製材タイプ・丸太タイプ

設計提案
一覧

- 中規模特定用途建築物の設計提案は平成11年度に行ない、平成12年度に「間伐材利用中小規模建築物設計図説第4編」としてとりまとめ、設計マニュアルとして整備した。
- 以下に中規模特定用途建築物の設計提案の一覧を示す。

中規模特定用途
建築物

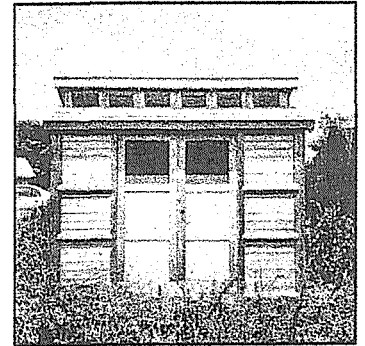
<p style="text-align: center;">農業用施設等 (80㎡)</p>  <p style="text-align: center;">構造形式：柱付き方杖トラス</p>	<p style="text-align: center;">集会所等</p>  <p style="text-align: center;">構造形式：リジットフレーム</p>
<p style="text-align: center;">農業用施設等 (300㎡)</p>  <p style="text-align: center;">構造形式：ポールコンストラクション +トラス</p>	<p style="text-align: center;">2階建事務所</p>  <p style="text-align: center;">構造形式：枠組壁構法</p>
<p>幼稚園・保育園等</p>	
 <p style="text-align: right;">構造形式： ポールコンストラクション +小屋組</p>	

- 本事業では、設計提案にもとづいて、実物を試作することでより具体的な資料づくりを行なっている。
- ここでは試作建築物の実例を報告する。

物置

10年度

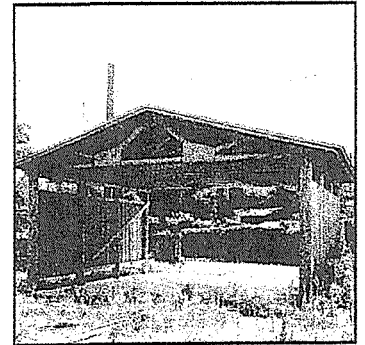
物置（10年度試作建築物）



車庫

10年度

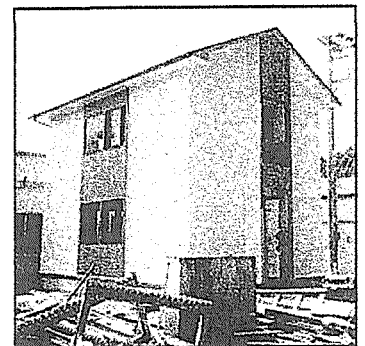
車庫（10年度試作建築物）



2階建て事務所

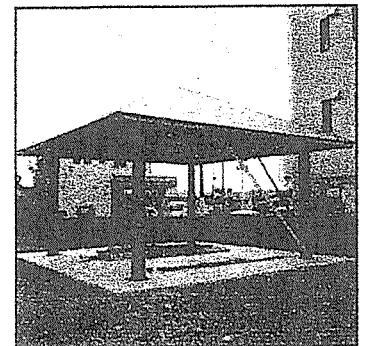
11年度

2階建て事務所（11年度試作建築物）

シェルター
(ホールコンストラクション)

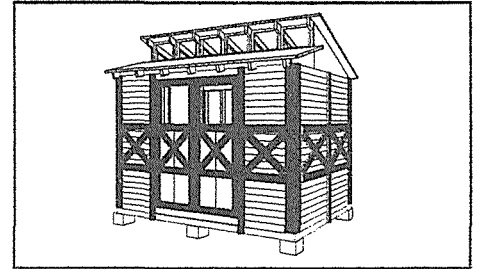
12年度

シェルター（12年度試作建築物）



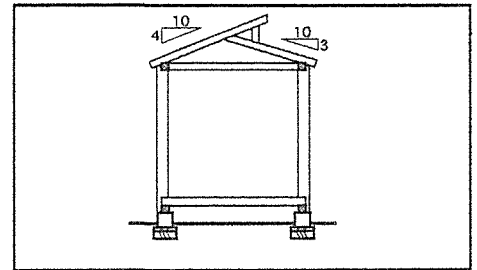
設計提案

間伐材を規格部材として使用する方法を検討し、キット化を考慮しながら物置を設計する。



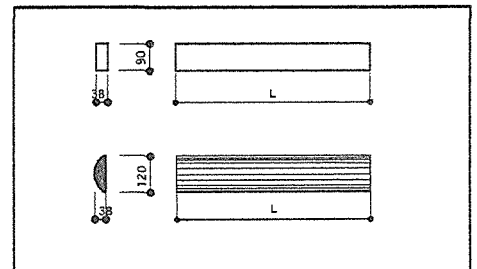
構造の検討

間伐材を構造材として使用するための検討を行なう。



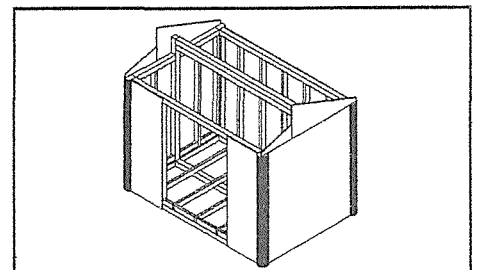
部材の検討

施工に必要な部材の検討を行なう。



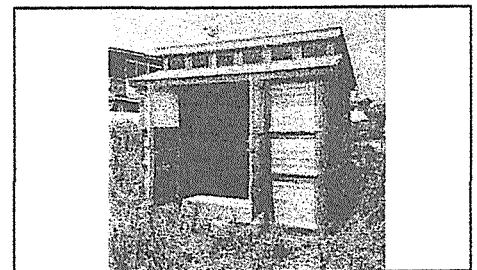
施工の検討

施工手順・方法の検討を行なう。



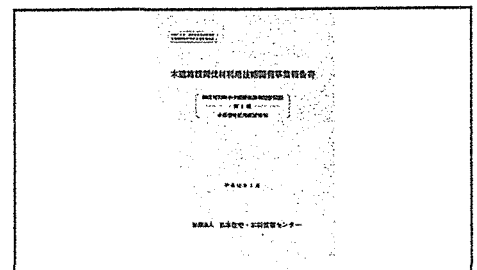
試作

物置の試作を行なう。



報告書

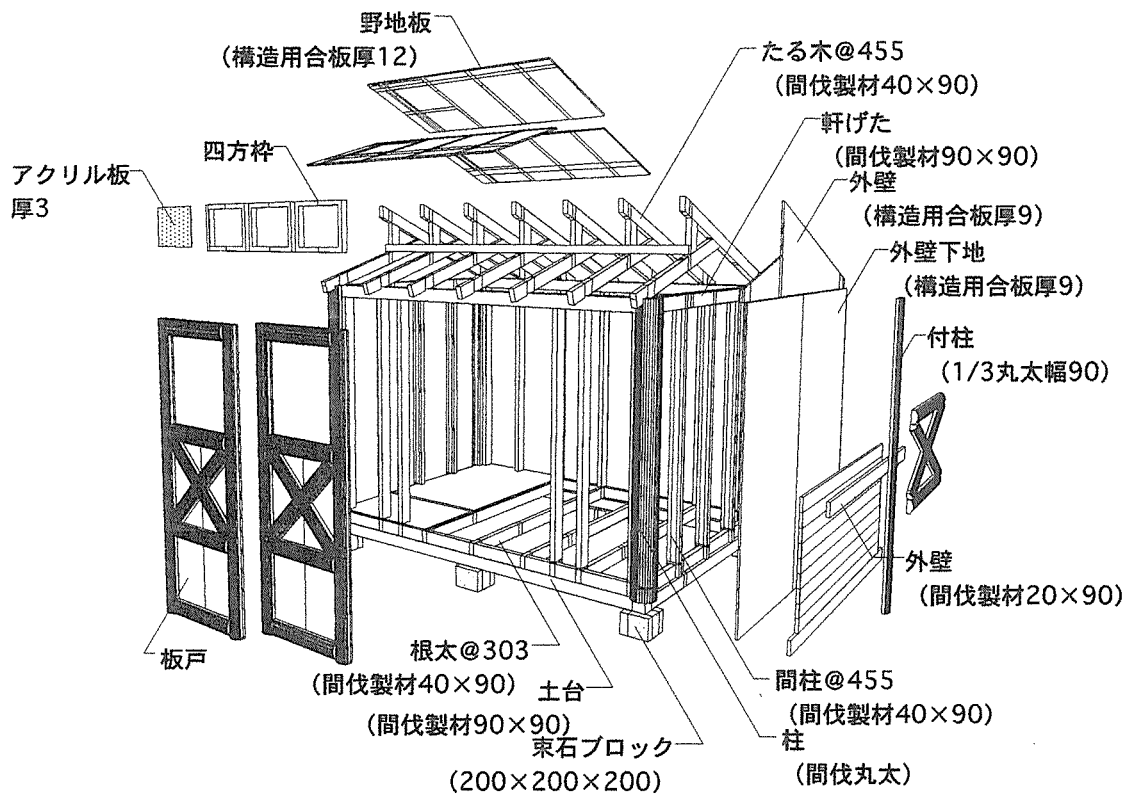
設計提案から試作までの一連の作業の結果を報告書としてまとめる。



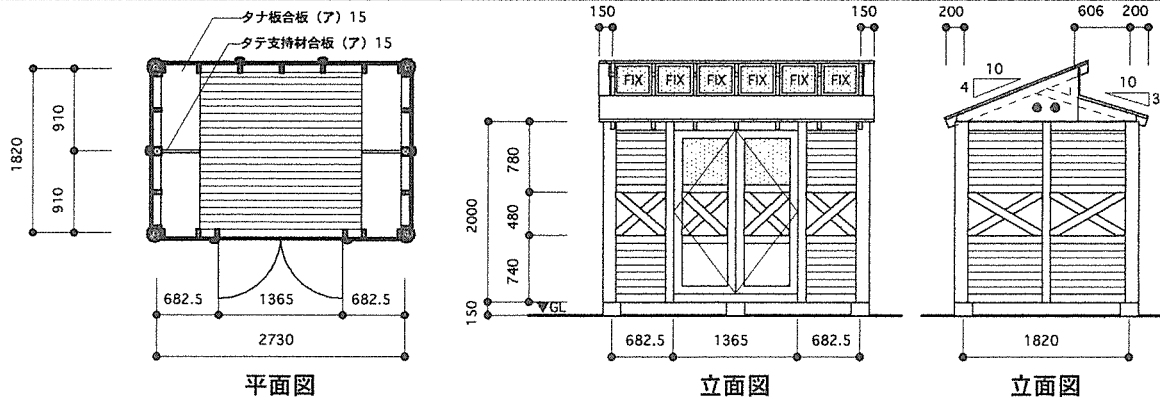
設計提案

- 間伐丸太材および40×90mmの断面をもつ間伐製材を中心部材とした物置の設計提案である。
- 間伐材による外壁材として間伐製材20×90mmを使用している。

平成10年度



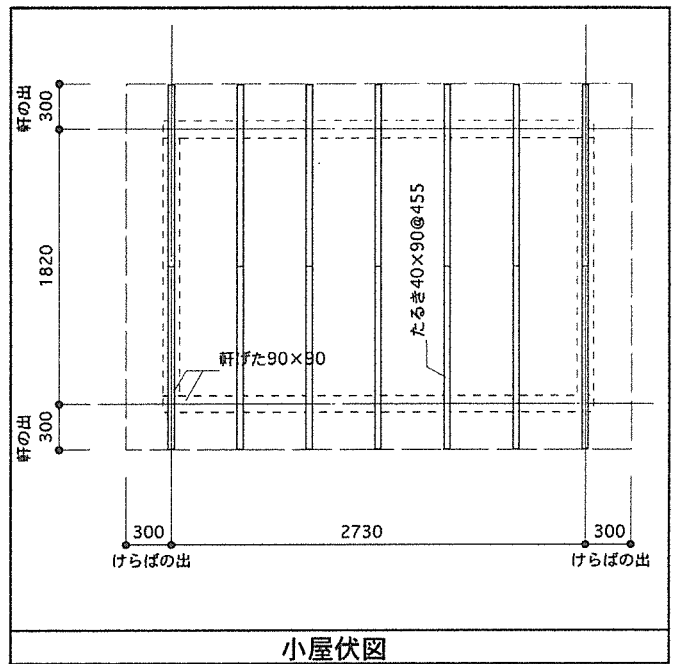
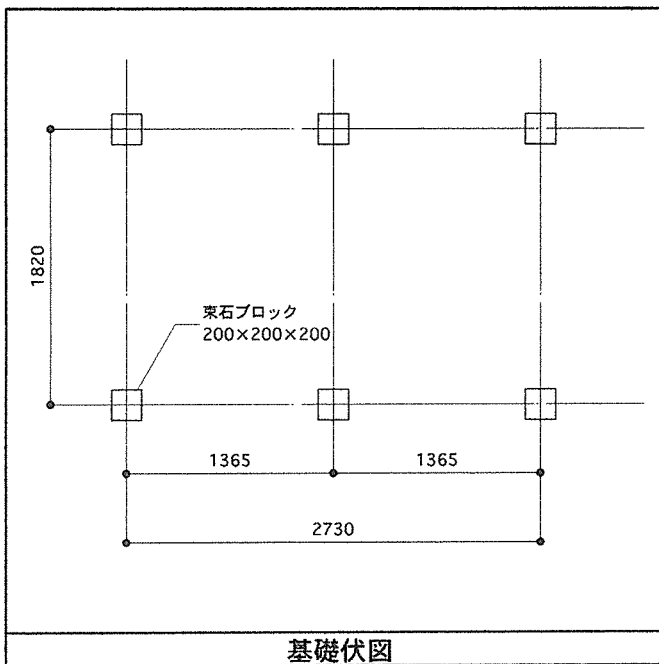
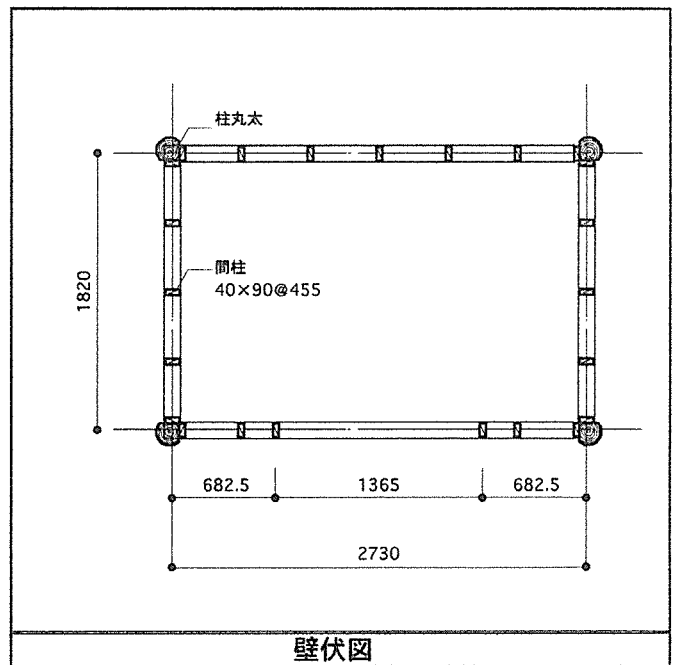
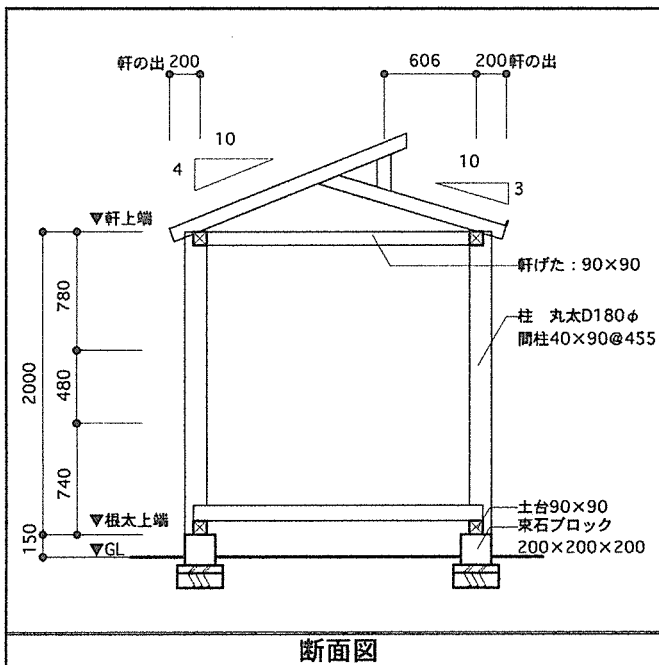
基本構成図



構造の検討

- 間伐丸太材を軸組部材として使用する。
- 間伐製材で土台・桁を構成する。
- 基礎は、東石ブロックとする。

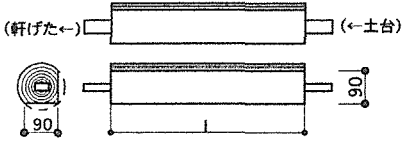
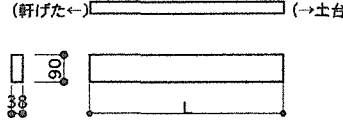
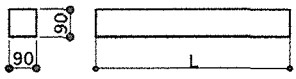
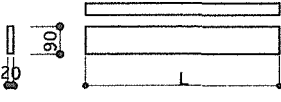
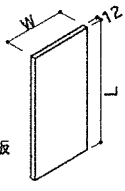
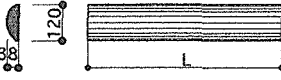
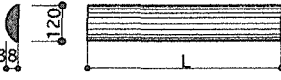
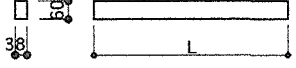
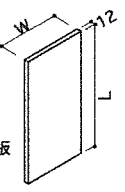

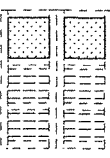
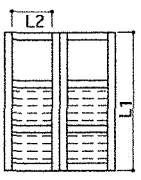
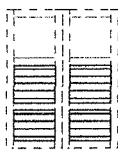
平成10年度



部材の検討

○ 物置の施工に必要な部材の検討を行なう。

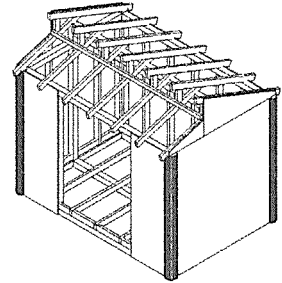
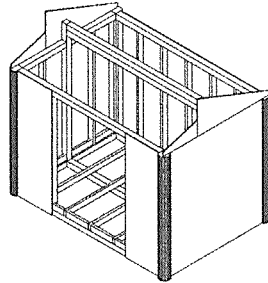
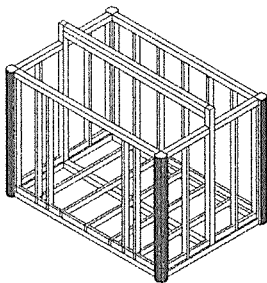
平成10年度

 <p>[柱] L=1350mm (×4)</p>	 <p>[柱] L=1840mm (×21)</p>	 <p>[管柱] L=2213mm (×2)</p>
 <p>[羽目板] L=2640mm (×22) L=1730mm (×27) L=599mm (×44)</p>	 <p>[壁下地材] 構造用合板 (開口部を除く) 厚12mm</p>	
 <p>[鍍化鋳丸太] L=2483mm (×2) L=2000mm (×4) L=1365mm (×1)</p>	 <p>[鍍化鋳丸太] L=895mm (×2) L=885mm (×1) L=860mm (×4) L=642mm (×8)</p>	 <p>[額縁] L=1820 (×2) L=1441 (×1)</p>
 <p>[たな板] W=519mm L=949mm (×8) W=429mm L=1057mm (×2)</p>	 <p>[ガラス板] (FIX窓用) L=355mm (×2) L=310mm (×4)</p>	
 <p>[ガラス板] 355mm×240mm (×2)</p>	 <p>[框] 38mm×90mm×L1=1682mm (×4) L2= 500mm (×8)</p>	 <p>[額縁] 20mm×90mm×L1=500mm (×22)</p>

施工の検討

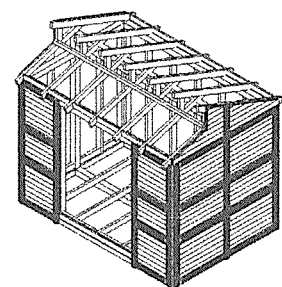
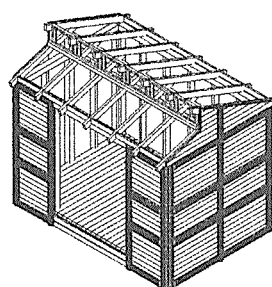
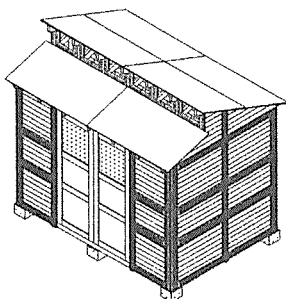
○ 物置の施工手順と施工方法の検討を行なう。

平成10年度



1.軸組を組む → 2.外壁下地の合板を打ちつける → 3.たる木をかけ固定する

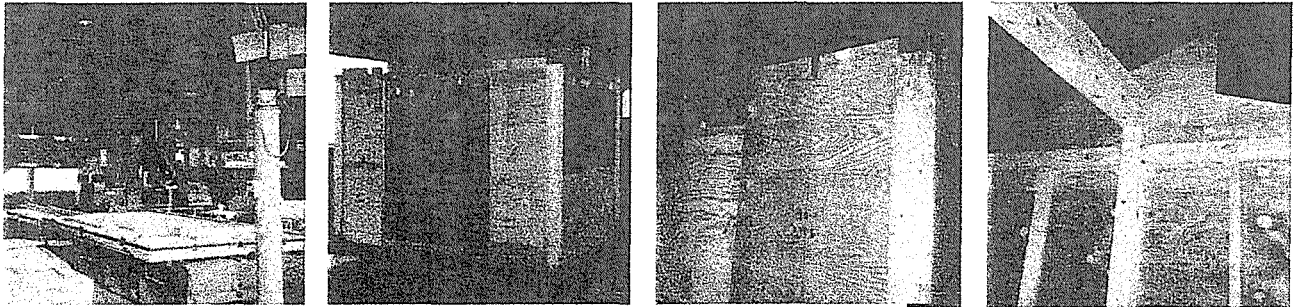
6.屋根材を取付け、束石に置いて完成 ← 5.床を貼り、棚・窓・板戸の取付け ← 4.羽目板・付柱をつける



試作

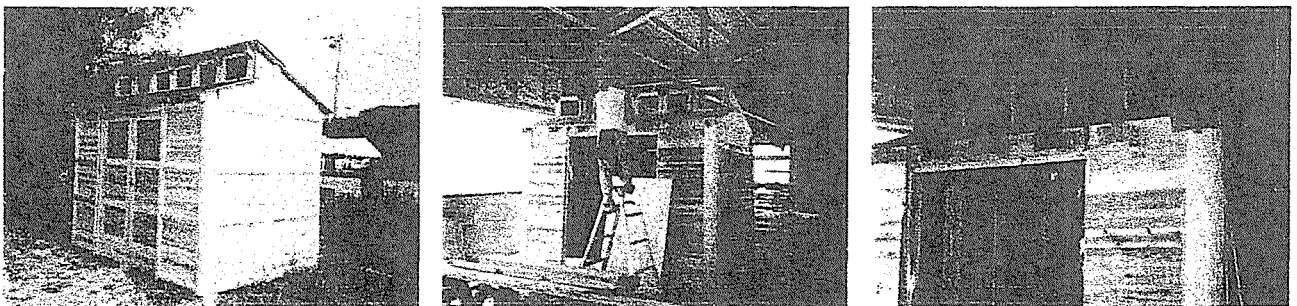
○ 物置の試作過程を以下に示す。

平成10年度



1.必要部材を加工する → 2.軸組を組立てる → 3.軸組に外壁合板を → 4.たる木をかける
打ちつける

7.東石ブロック上に置く ← 6.棚・ガラス・ドアを付ける ← 5.野地板・付柱を取付ける

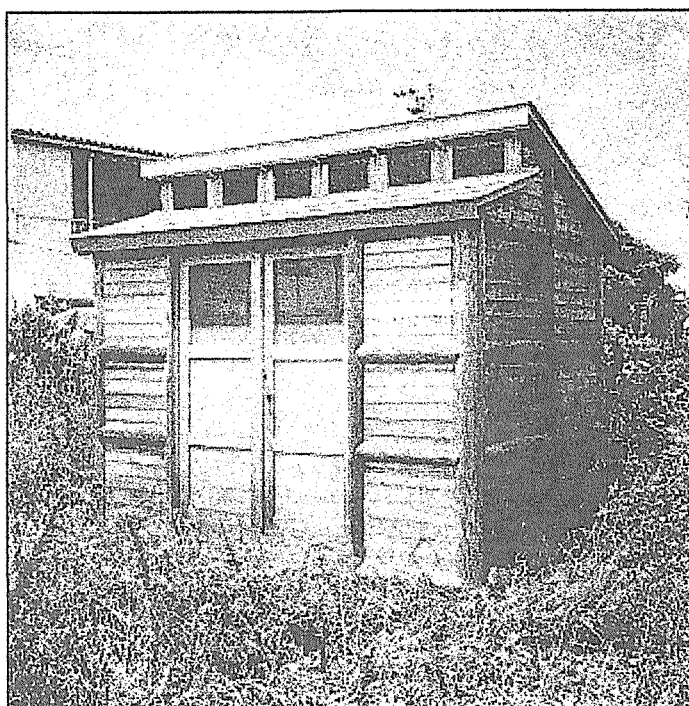


物置の試作過程

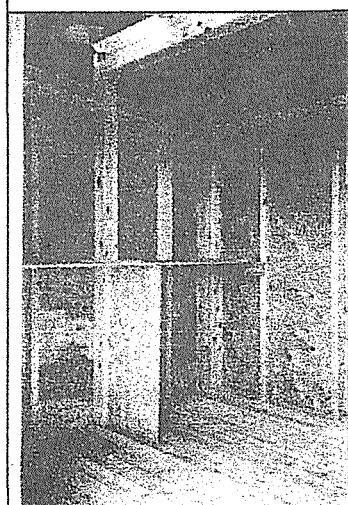
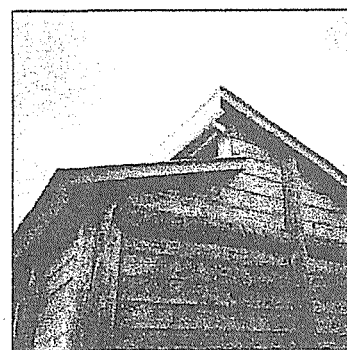
試作

○ 物置の試作結果を以下に示す。

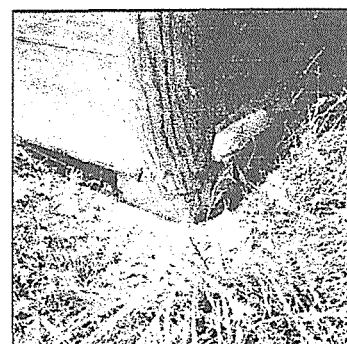
平成10年度








- ・FIX窓の材質をアクリルからガラスに変更した。(入手しやすいため)
- ・側面の羽目板を妻壁まで伸ばした。(外観及び雨仕舞いの向上の為)
- ・化粧半丸太のクロスをやめ、梁の高さと土台の高さに水平方向の部材を増やした。(クロスの端部の納まりが、丸太の場合非常に困難なため)



- ・隅柱の丸太が土台に乗っていたが、柱勝ちにして、丸太柱に土台が入る納まりにした。

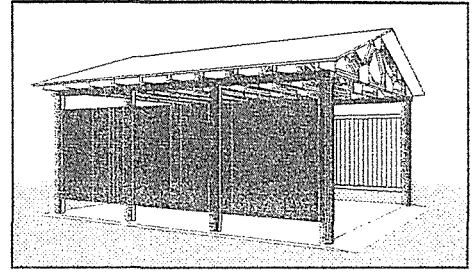


報告書	○ これまでの設計作業をもとに設計図説の作成を行なった。	平成11年度
	○ これまでの設計作業を間伐材利用建築物総合ガイドブックとしてまとめた。	平成12年度

	<p>(参照ページ)</p> <p>間伐材利用建築物の設計-その1</p>	<p>意匠設計図 P30~P31</p>
	<p>間伐材利用建築物の設計-その2</p>	<p>構造計算書 P17~P26 材積の算定及び材積表 P92 構造設計図 P104~P105</p>
	<p>間伐材利用中規模建築物設計図説 第1編 小規模特定用途建築物</p>	<p>設計図説 P29~P36 (意匠図と構造図を一体化して 分かりやすくまとめたもの)</p>
	<p>間伐材利用建築物の強度実験及び試作</p>	<p>試作報告書 P87~P105</p>
	<p>間伐材利用建築物総合ガイドブック</p>	

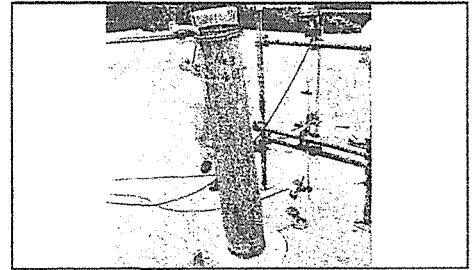
設計提案
および
構造の検討

間伐材トラスの使用法を検討する。
間伐材による外装仕上を検討する。
ポールコンストラクションによる丸太柱・合板ガセットによる丸太トラスの構造的検討を行なう。



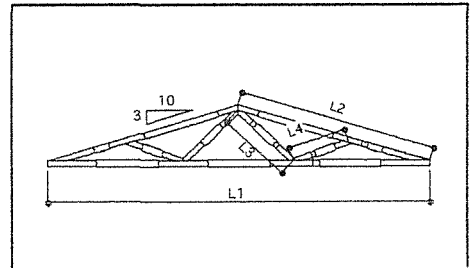
構造実験

ポールコンストラクションの耐力性能把握実験を行なう。



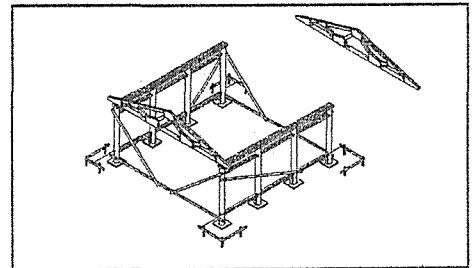
部材の検討

施工に必要な部材の検討を行なう。



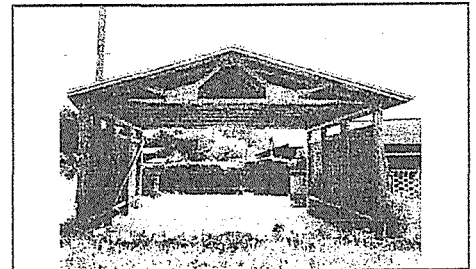
施工の検討

施工手順・方法の検討を行なう。



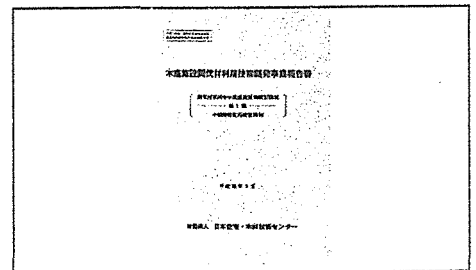
試作

2台用車庫の試作を行なう。



報告書

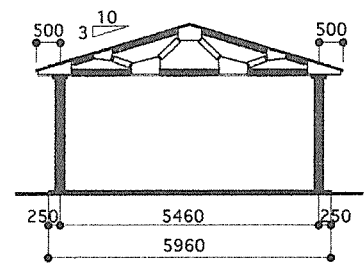
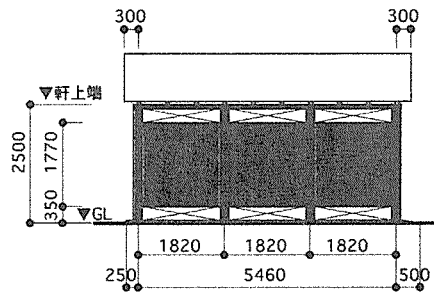
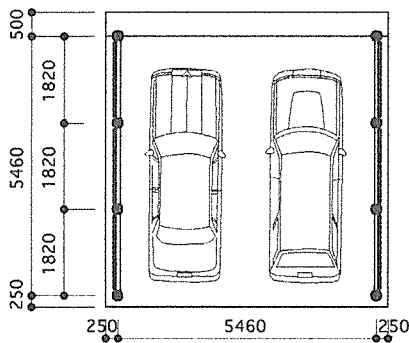
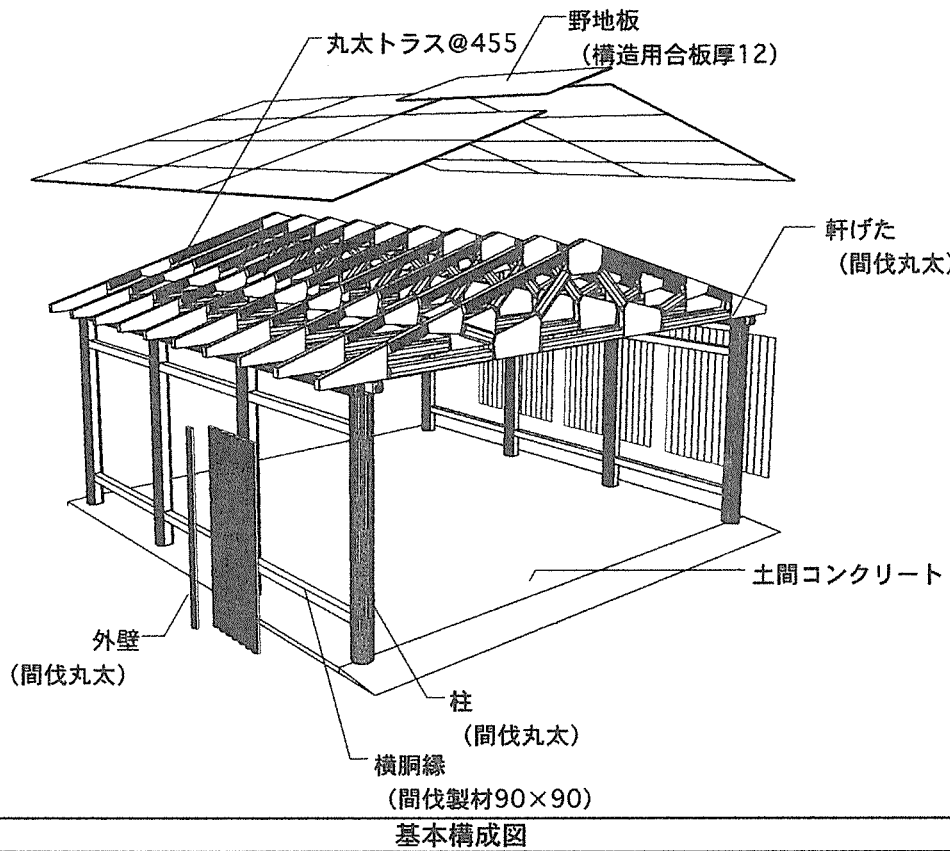
設計提案から試作までの一連の作業の結果を報告書としてまとめる。



設計提案

- 丸太材の構造的利用→ポールコンストラクションの採用。
- 間伐材利用トラス→合板ガセットによる丸太トラスの採用。
- 間伐材による外壁→間伐製材の使用。

平成10年度

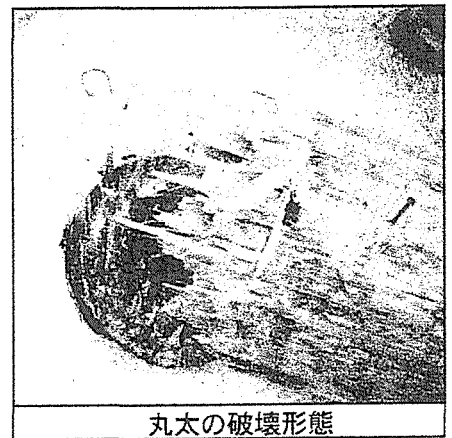
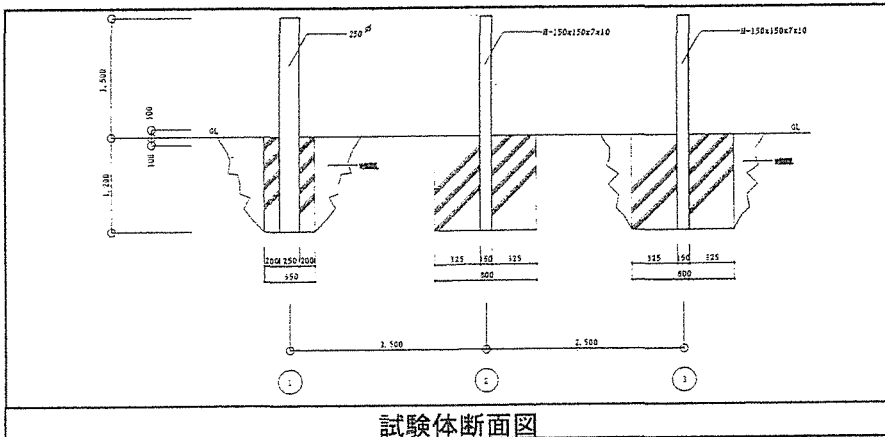
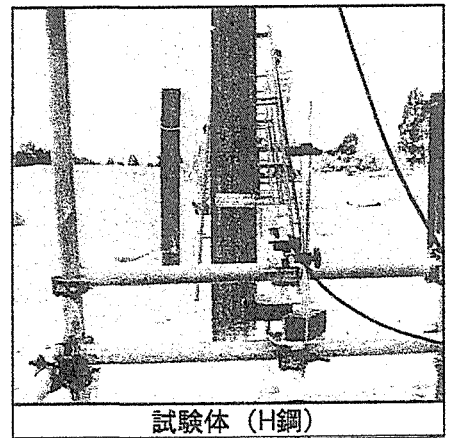
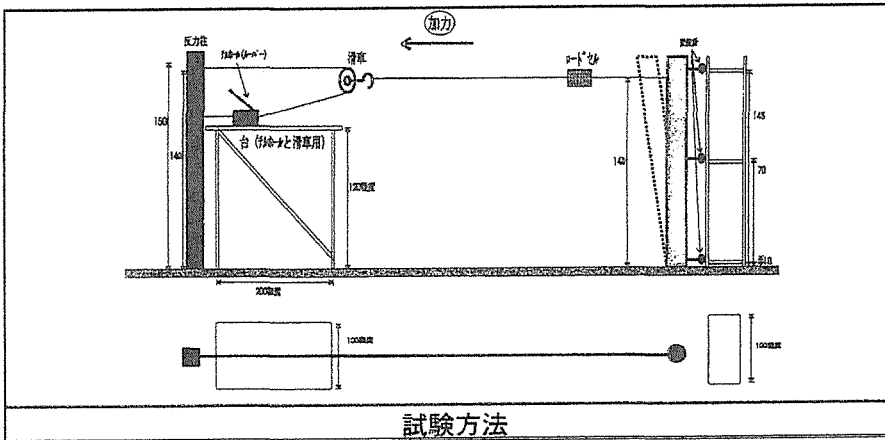
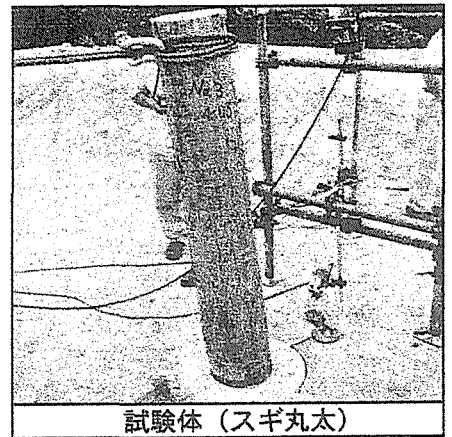
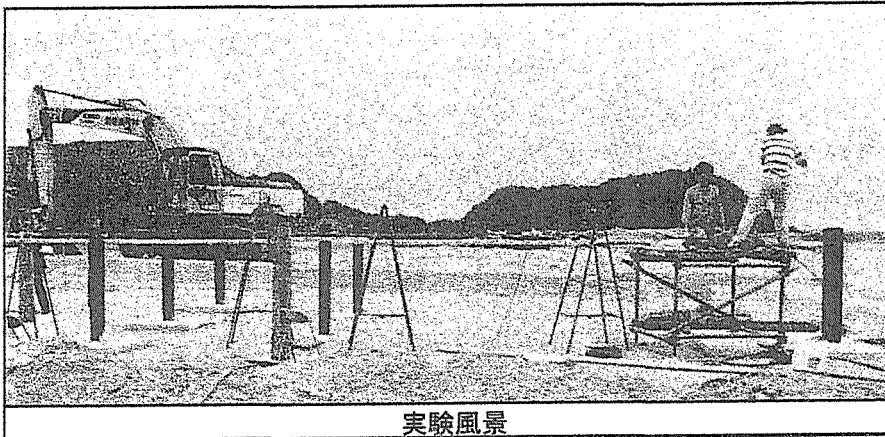


意匠図

構造実験

○ ポールコンストラクションの加力試験を行ない耐力性能を明らかにした。

平成10年度

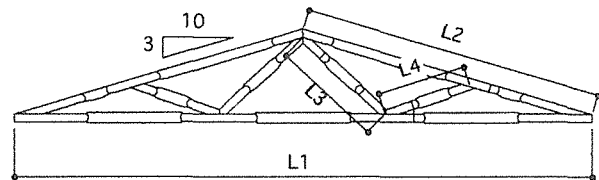


部材の検討

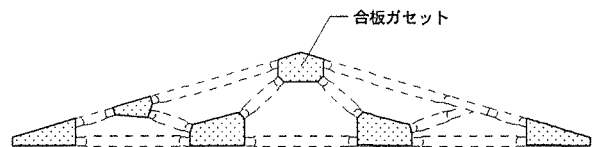
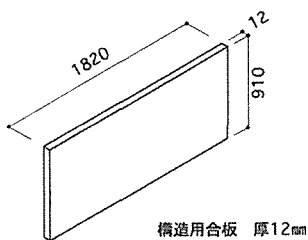
○ 車庫の施工に必要な部材の検討を行なう。

平成10年度

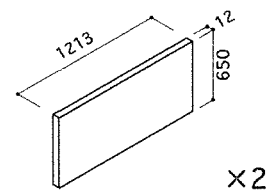
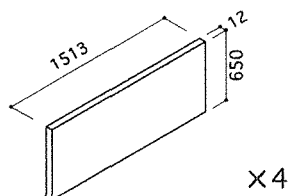
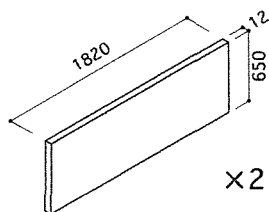
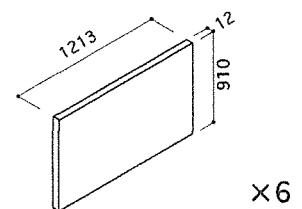
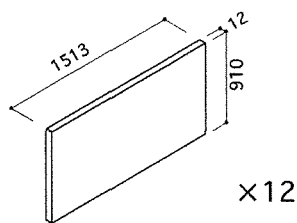
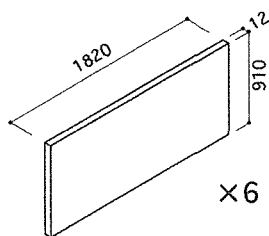
- L1=6360mm (×11)
- L2=3320.6mm (×20)
- L1=1253.5mm (×20)
- L1=1046.4mm (×20)



【トラス用丸太】丸太120φ



【合板ガセット】構造用合板 910×1820 (×15)

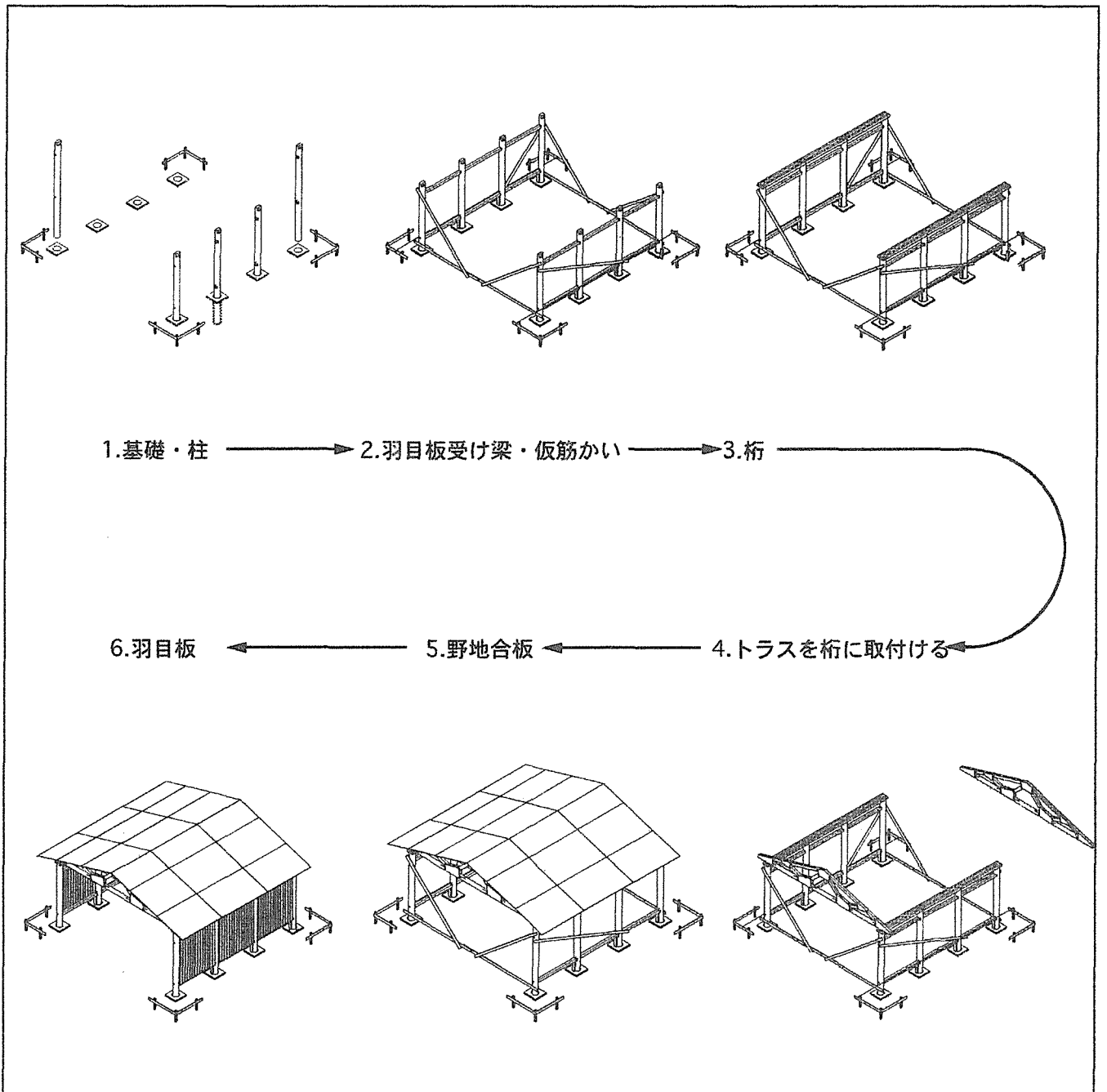


【野地板】構造用合板厚12mm

施工の検討

○ 2台用車庫の施工手順と施工方法の検討を行なう。

平成10年度



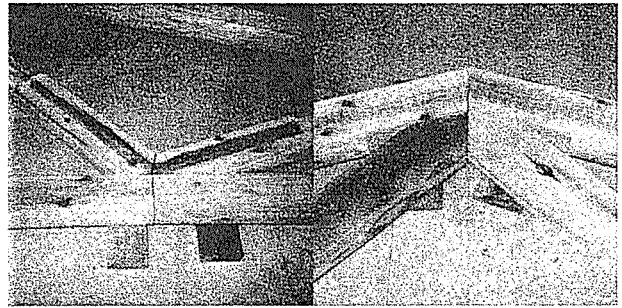
試作

○ 2台用車庫の試作過程を以下に示す。

平成10年度

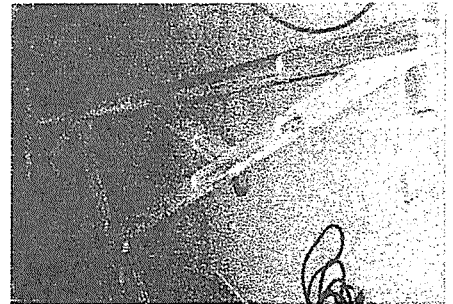
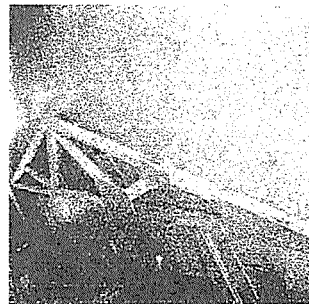
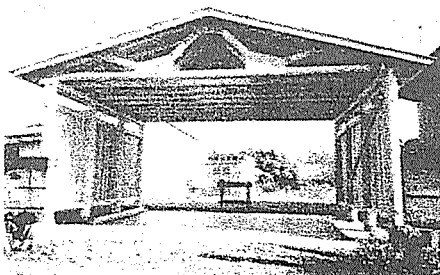


トラス用丸太120φ ガセット用合板厚12



1.トラス軸組丸太・トラス接合部合板 → 2.丸太の段差を電動鉋で削る

5.トラスを固体する ← 4.接合部用合板を取付ける ← 3.トラスを仮組みする

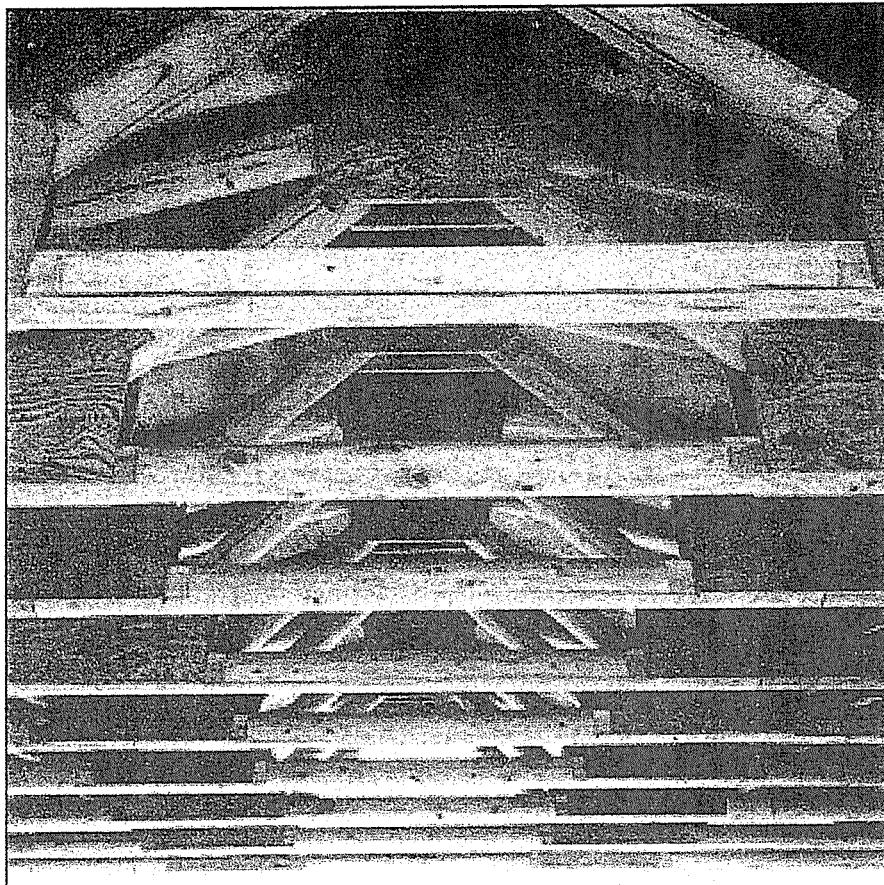


トラスの試作過程

施工結果

- 2台用車庫の試作結果中、小屋組トラスおよびトラスと軒桁の接合を以下に示す。

平成10年度



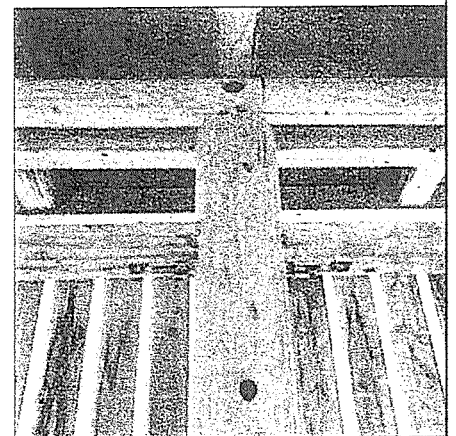
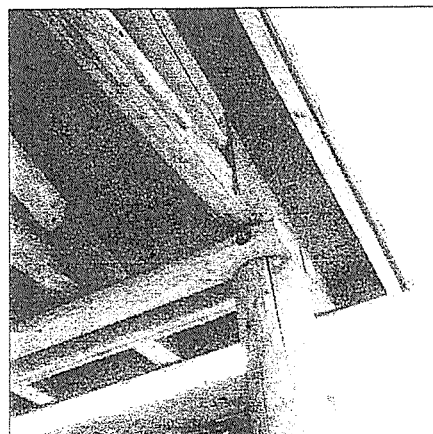
○トラス

トラス用丸太120φ
ガセット用合板厚12

- 床面上でトラスを組み立てた。接合部用の平面の高さが揃わなかったため、電動鉋で平らにした。
- 最初に大きな三角形を作るように接合部合板で固定した。固定にはCN50釘を50ピッチで2列打ち付けた。

間伐材利用建築物の強度実験及び試作より抜粋

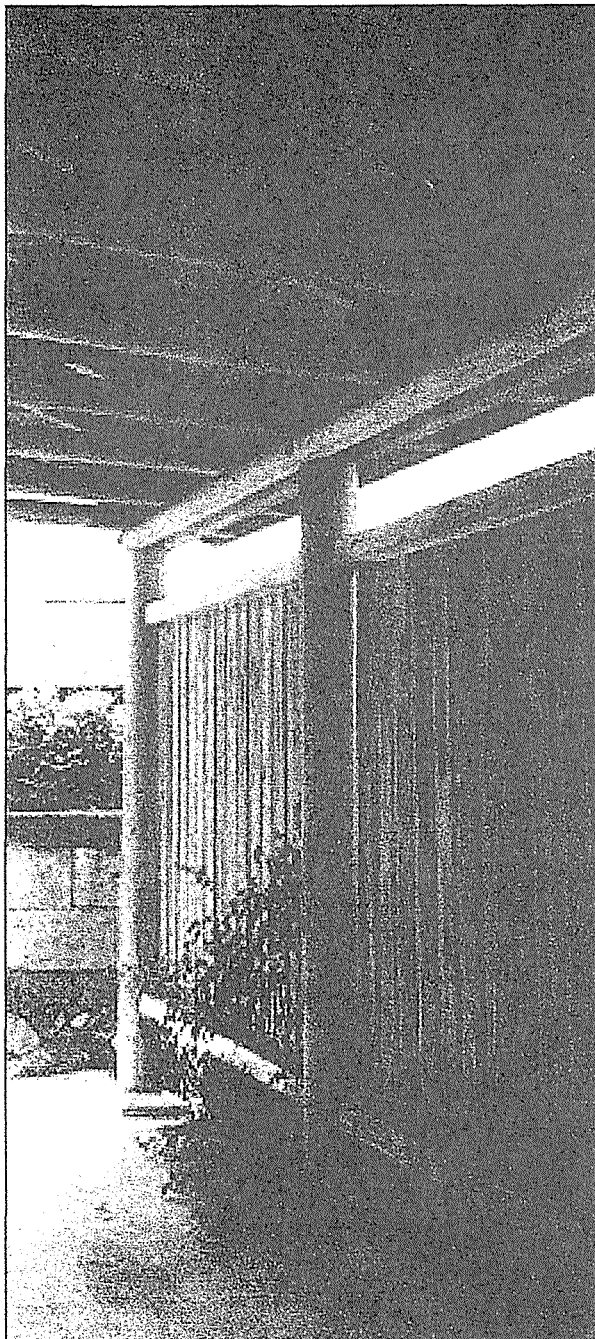
丸太柱200φと
桁丸太120φダブル
との納まり
トラスと軒桁の接合



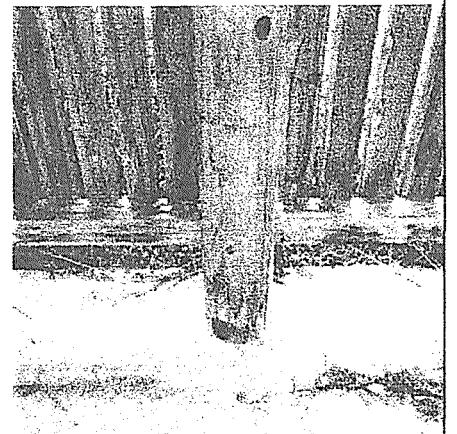
施工結果

○ 2台用車庫の試作結果中、丸太柱・半丸太の桁・外壁の取合いを以下に示す。

平成10年度



ポールコンストラクション
脚部の納まり



丸太柱200φ
桁丸太120φダブル
外壁材40×90
タテ目すかし貼り
柱・桁・外壁の
取合い

施工結果

○ 2台用車庫の施工結果中、完成した全体像を以下に示す。

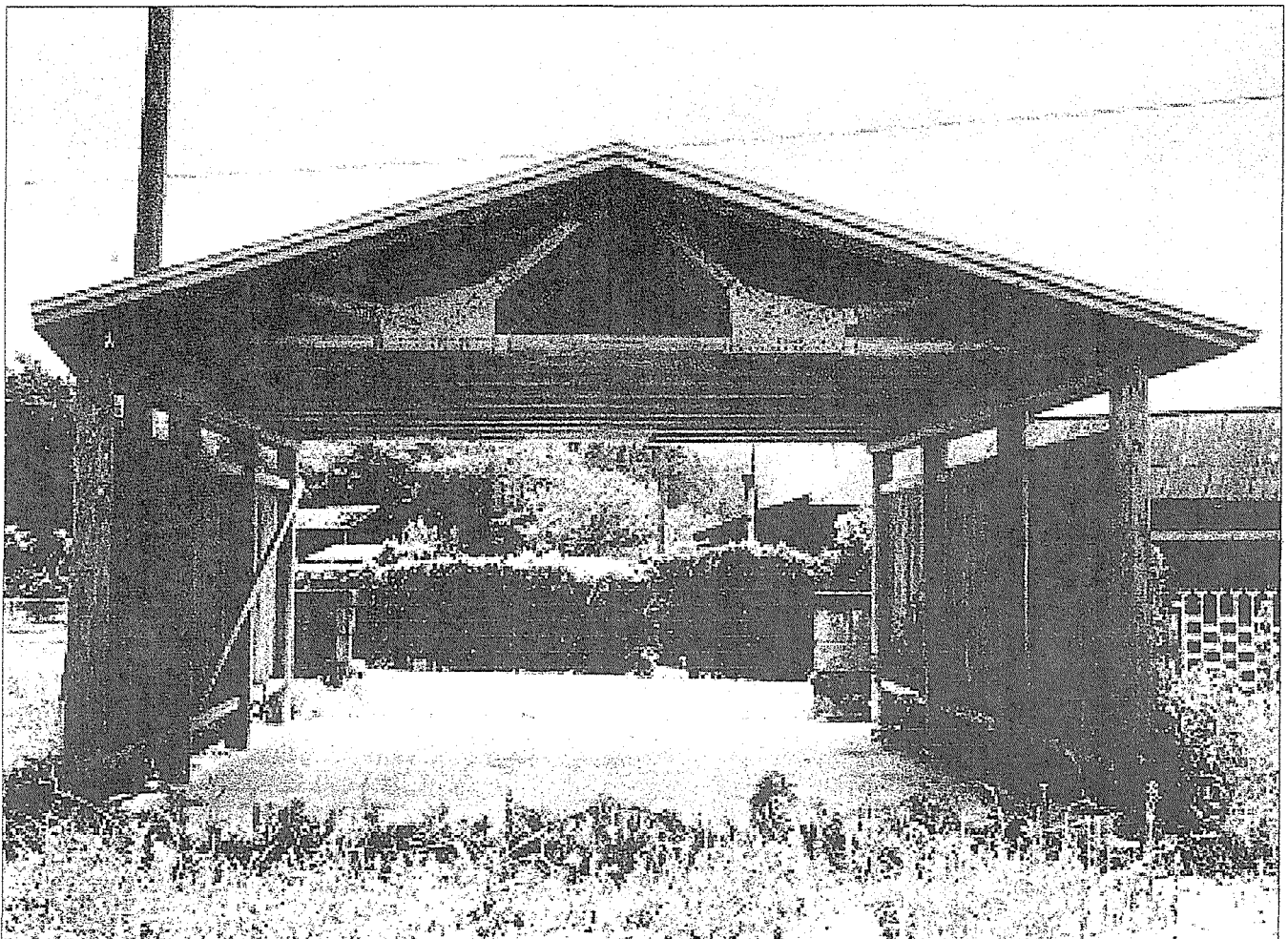
平成10年度

トラスの地組み作業は一人で可能（裏返す時など）だが、サイズが大きいため、運搬は2人必要になる。



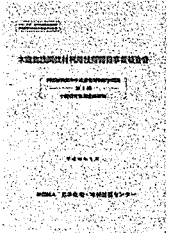
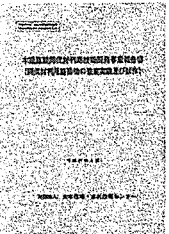

建前時、柱の上に載せる時はユニックやクレーンなどを使うしかない。

DIYのイメージで考えるならば、小型化・軽量化が望まれる。

間伐材利用建築物の強度実験及び試作
より抜粋

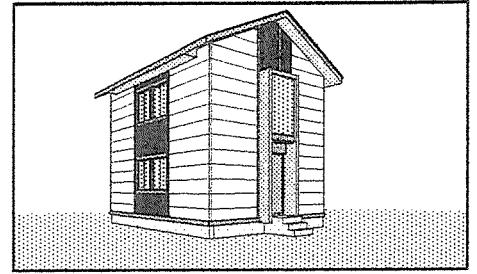


報告書	○ これまでの設計作業をもとに設計図説の作成を行なった。	平成11年度
	○ これまでの設計作業を間伐材利用建築物総合ガイドブックとしてまとめた。	平成12年度

	<p>間伐材利用建築物の設計-その1</p>	<p>(参照ページ)</p> <p>意匠設計図 P43~P45</p>
	<p>間伐材利用建築物の設計-その2</p>	<p>構造計算書 P52~P60 材積の算定及び材積表 P95 構造設計図 P122~P125</p>
	<p>間伐材利用中規模建築物設計図説 第1編 小規模特定用途建築物</p>	<p>設計図説 P79~P87 (意匠図と構造図を一体化して 分かりやすくまとめたもの)</p>
	<p>間伐材利用建築物の強度実験及び試作</p>	<p>試作報告書 P87~P108</p>
	<p>間伐材利用建築物総合ガイドブック</p>	

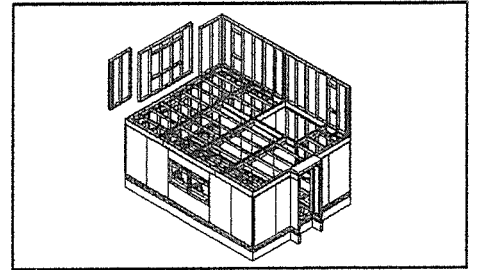
設計提案
および
構造の検討

間伐材を規格部材として使用する方法を検討しつつ設計提案を行なう。
規格部材45×120mmを使用した枠組み壁構造による2階建て事務所の構造的検討を行なう。



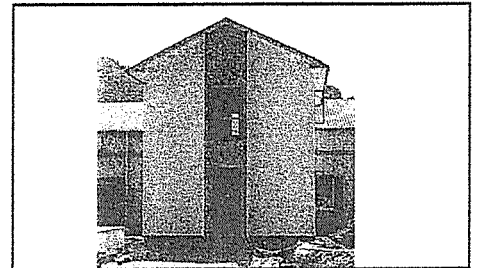
部材の検討

施工に必要な部材の検討を行なう。



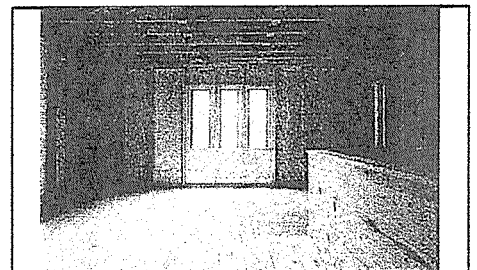
施工の手順

施工手順・方法の検討を行なう。



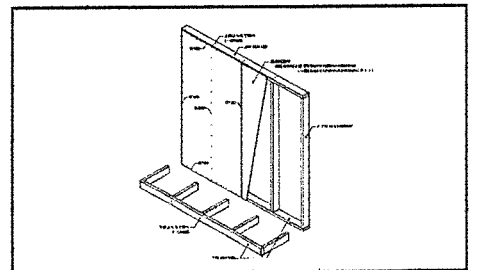
試作

2階建て事務所の試作を行なう。



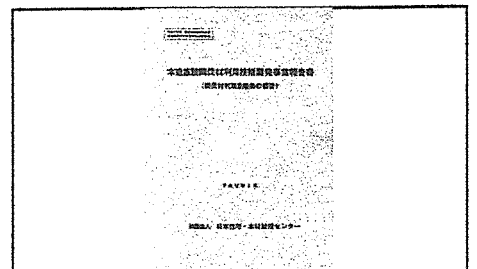
検証

2階建て事務所の構造的検証として耐力壁及び床構面の面内せん断試験を行なう。



報告書

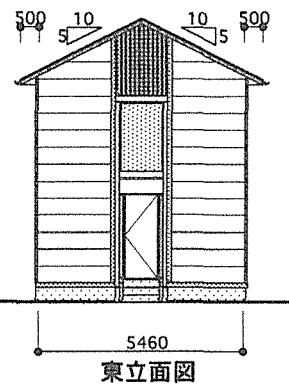
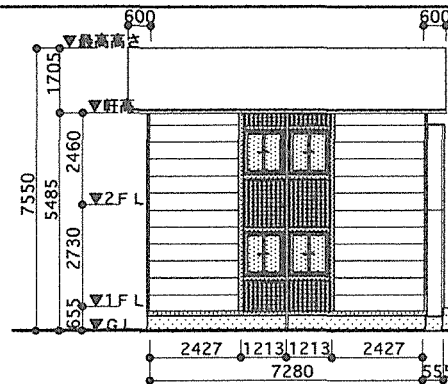
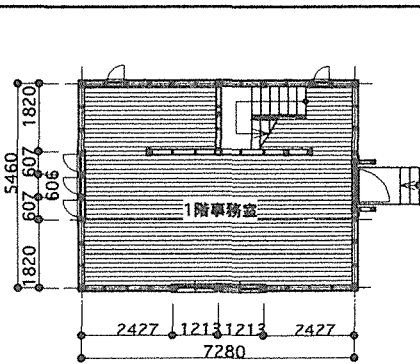
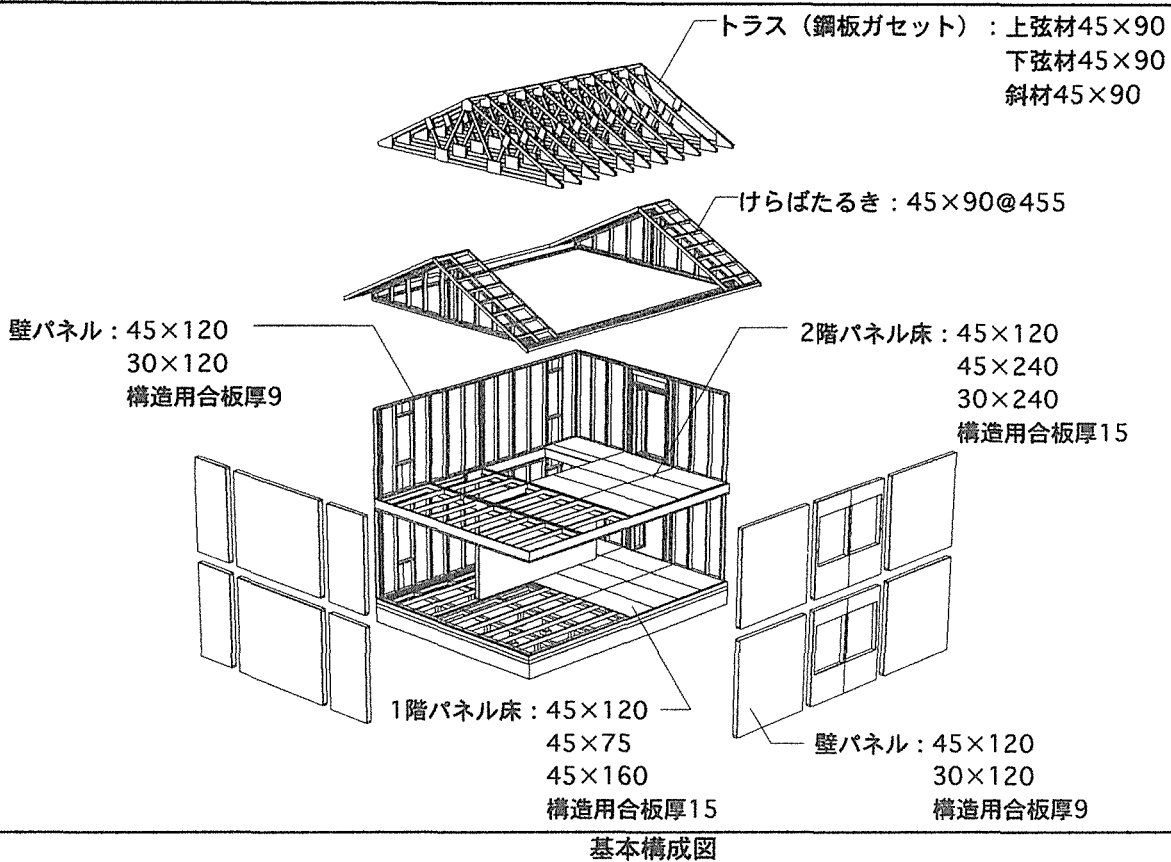
設計提案から試作までの一連の作業の結果を報告書としてまとめる。



設計提案

- 45×120mmの断面をもつ間伐製材による規格部材を中心部材とした2階建て事務所の設計提案である。
- 規格部材の特性を生かすために、単一部材を多数使用する枠組壁工法を採用した。
- 外壁の設計にあたっては外壁通気工法を採用した。

平成11年度



意匠図

構造の検討

- 使用部材を45×120mmとした規格部材による枠組壁工法を採用する。
- 構造モジュールを600mmとし、施工の簡略化をはかる。
- 小屋組は45×90mmの規格部材によるトラス方式とする。

平成11年度

野地板：構造用合板 厚12
合板ガセットトラス@1820/3

外壁たて枠
45×120@1820/3
2階床根太
45×120@1820/3

床根太受け材
45×120

内壁たて枠
45×120@1820/3
1階床根太
45×120@1820/3
大引 105×105

壁受け材
45×120

けらばたる木
45×90@455

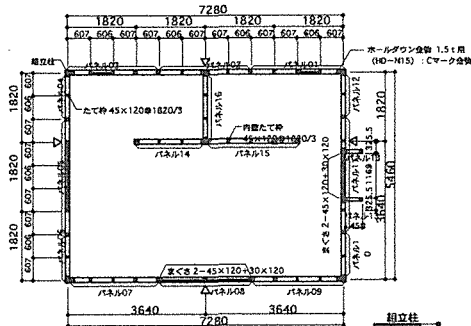
構造用合板 厚9

床下張り材：
構造用合板 厚15
2階側根太
45×240
構造用合板 厚9

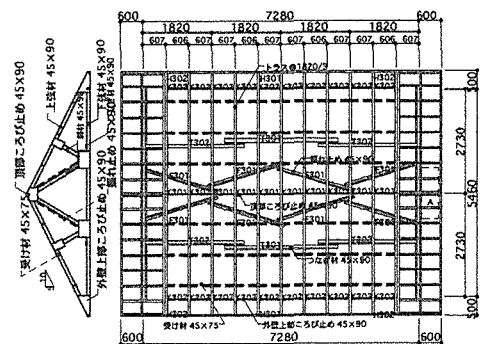
床下張り材：構造用合板 厚15
1階側根太：45×120
まぐさ 2-45×120
+30×120

土台 105×105

躯体概要図



1階たて枠伏図



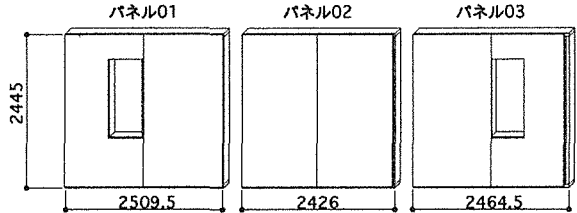
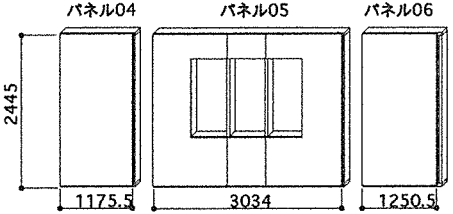
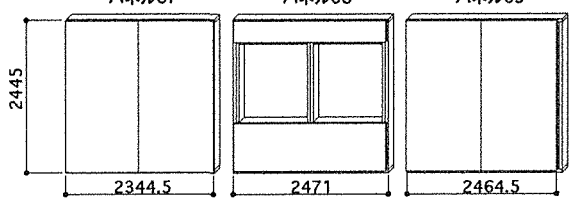
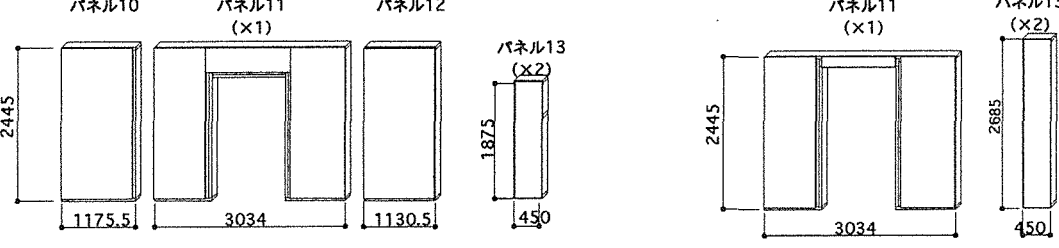
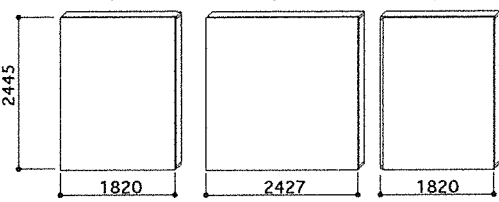
小屋伏図

構造図

部材の検討

○ 2階建て事務所の施工に必要な部材の検討を行なう。

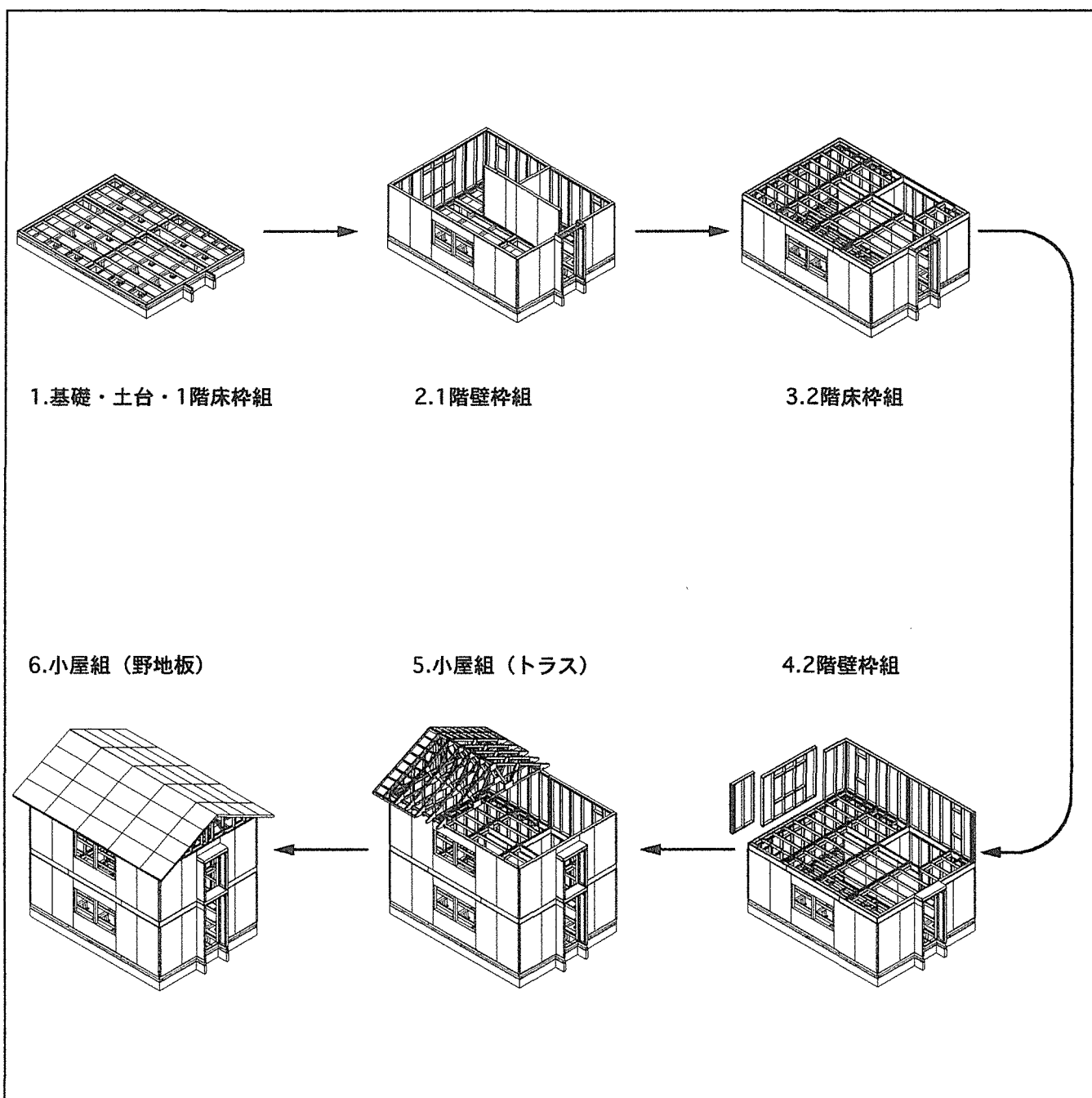
平成11年度

<p>[パネル01] (×2)</p> <p>[パネル02] (×2)</p> <p>[パネル03] (×2)</p>	 <p>■ 共通パネル共通事項 芯材：45×120 (パネル13のみ45×90) ；30×120 面材：構造用合板厚9mm</p>
<p>[パネル04] (×2)</p> <p>[パネル05] (×2)</p> <p>[パネル06] (×2)</p>	
<p>[パネル07] (×2)</p> <p>[パネル08] (×2)</p> <p>[パネル09] (×2)</p>	
<p>[パネル10] (×2)</p> <p>[パネル11] (×2)</p> <p>[パネル12] (×2)</p> <p>[パネル13]</p>	
<p>[パネル14] (×1)</p> <p>[パネル15] (×1)</p> <p>[パネル16] (×1)</p>	

施工の検討

○ 2階建て事務所の施工手順と施工方法の検討を行なう。

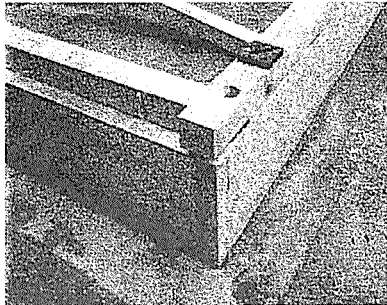
平成11年度



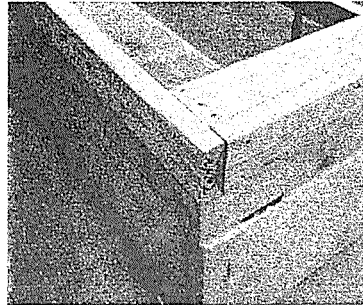
試作

○ 2階建て事務所の施工中、1階床組みの施工手順を以下に示す。

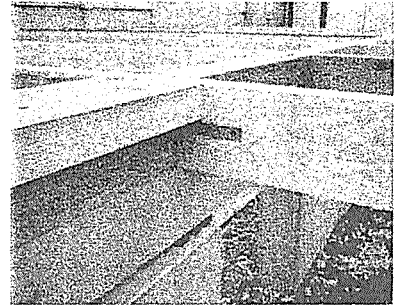
平成11年度



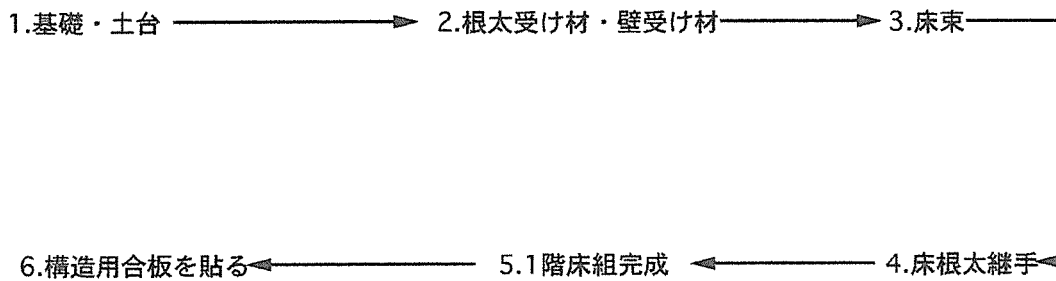
土台105×105
基礎パッキン敷き (ア) 20



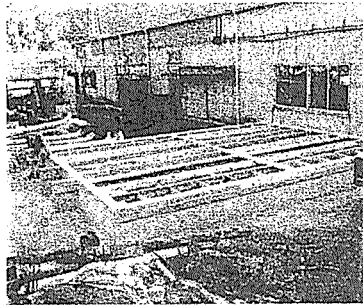
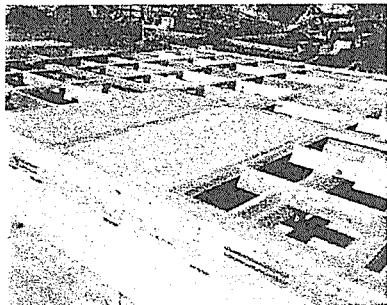
側根太45×120
壁受材45×120



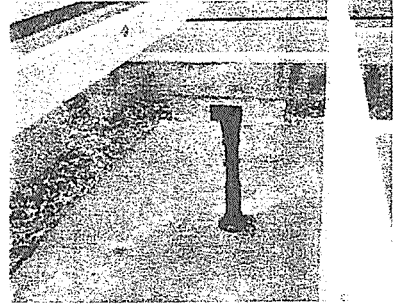
床根太45×120@1820/3



床下地構造用合板 (ア) 15



根太ころび止め45×75@1820/3
プラスチック床束

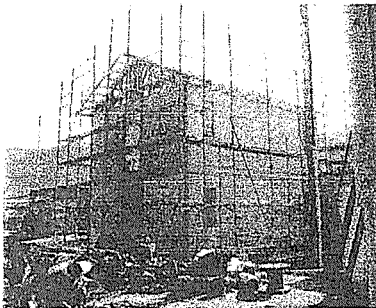


1階床組みの試作過程

試作

○ 2階建て事務所の施工中、小屋組みの施工手順を以下に示す。

平成11年度



壁パネル建込



壁パネル 構造用合板厚9



妻小壁下枠45×120
妻小壁たて枠45×120@1820/3

1.壁パネル建込 → 2.壁パネルに妻小壁を取付ける

3.トラスを取り付ける ← 4.トラスに構造用合板を張る

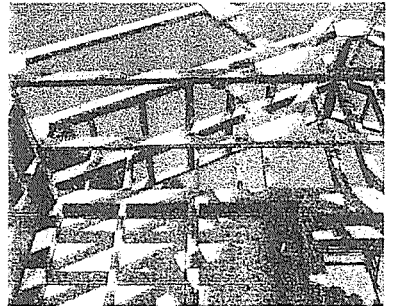
野地板 構造用合板厚12



けらば垂木45×90@455



トラス上弦材45×90
トラス下弦材45×90
合板ガセット厚12

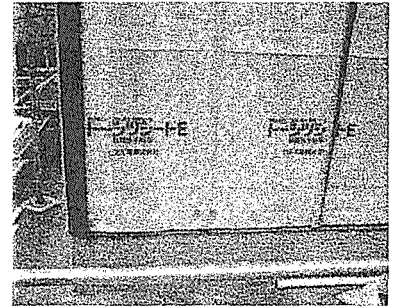
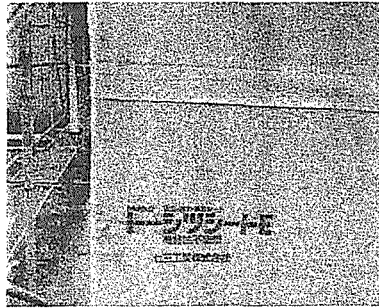
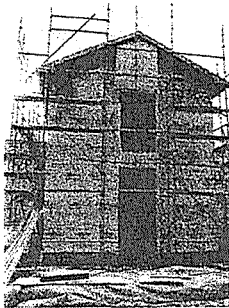


小屋組みの試作過程

試作

○ 2階建て事務所の施工中、外壁の施工手順を以下に示す。

平成11年度



縦胴縁15×45

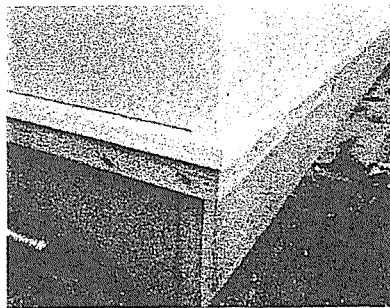
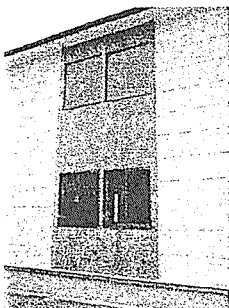
1.壁パネルの上に防水シートを張る

2.防水シートの上に
縦胴縁を取付ける

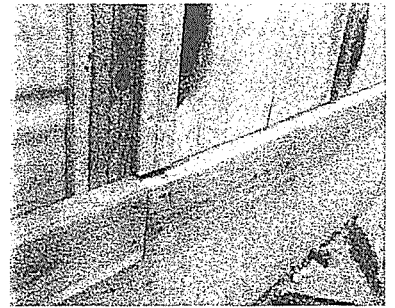
5.サイディングを張る

4.水切りを取り付ける

3.付け土台



付け土台30×120

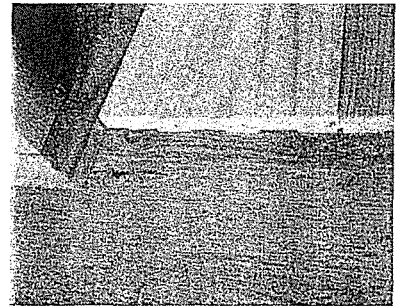
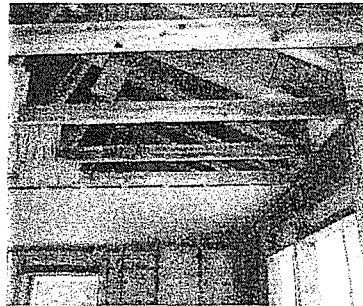
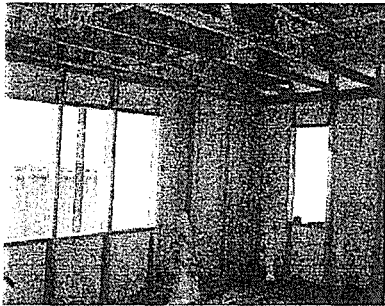


外壁の試作過程

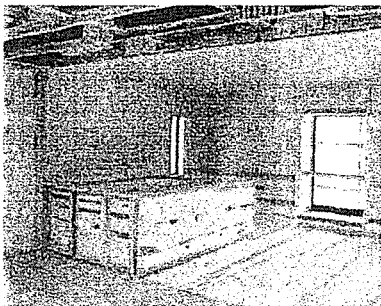
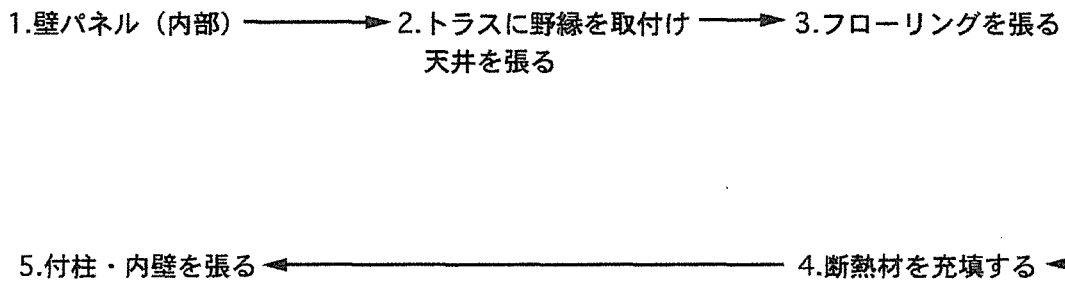
試作

○ 2階建て事務所の施工中、内部仕上げの施工手順を以下に示す。

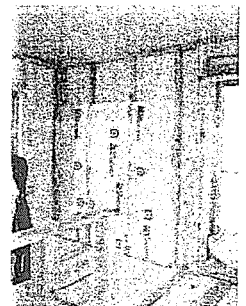
平成11年度



フローリング



巾木 15×90
付柱 30×90

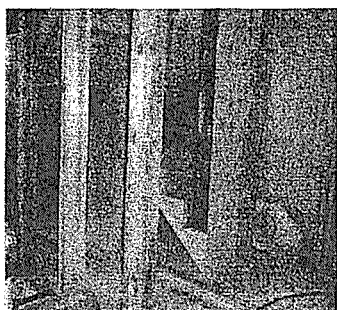


内部仕上げの試作過程

試作

○ 2階建て事務所の施工中、階段の施工手順を以下に示す。

平成11年度



ささら桁45×240



踏み板45×120
ケコミ板30×195

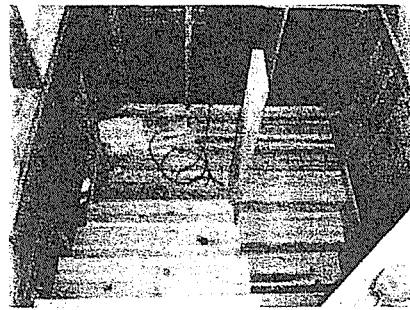
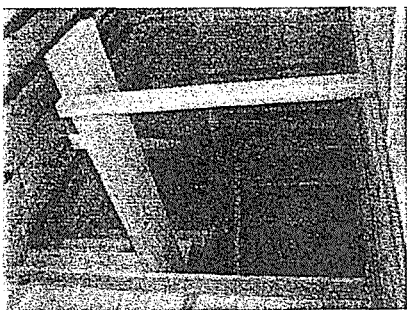
1. ささら桁を取付ける ←

2. 踏み板とケコミ板を取付ける

4. 手すりを取付ける ←

3. 踊り場の板を取付ける ←

手すり45×45

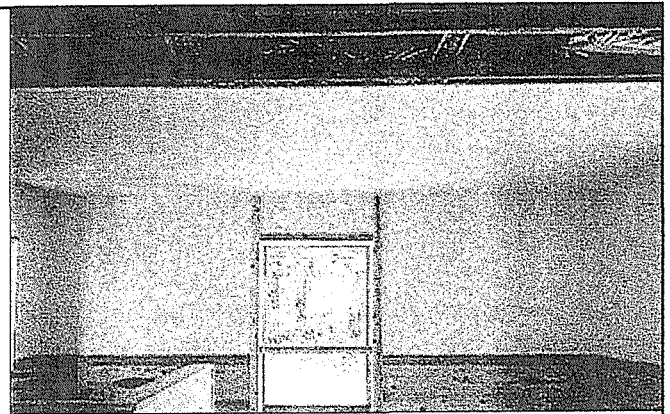
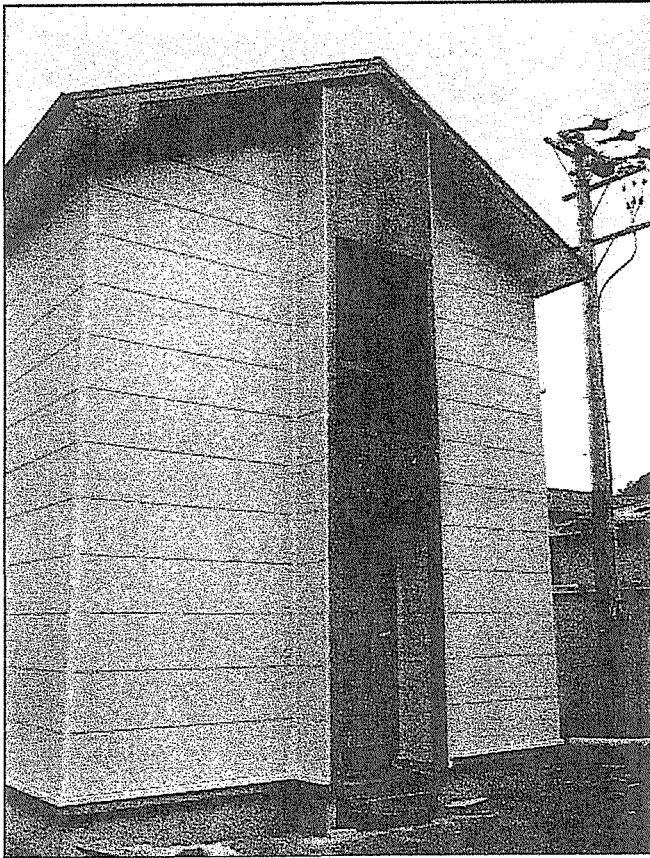


階段の試作過程

試作

○ 2階建て事務所の試作結果を以下に示す。

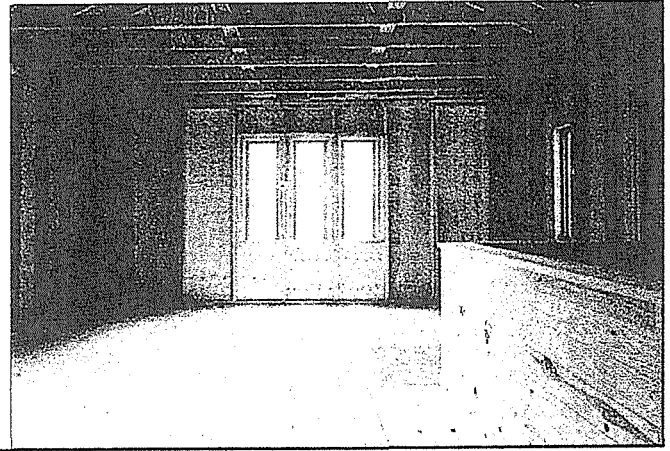
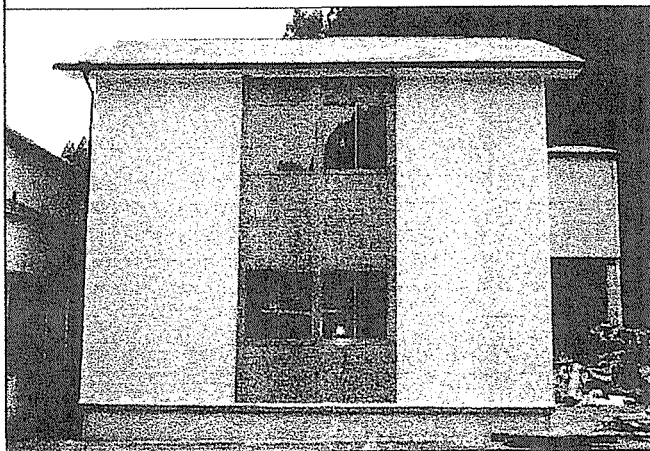
平成11年度



2階事務室

外観

2階事務室

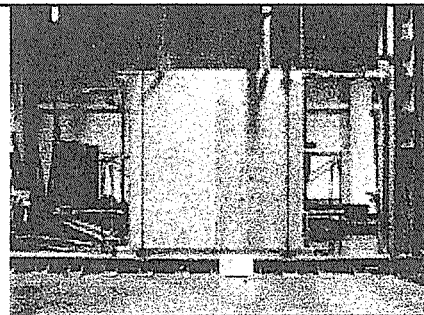
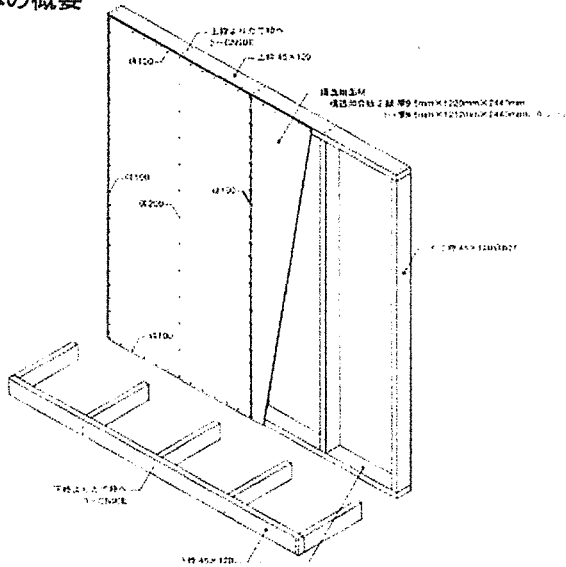


検証

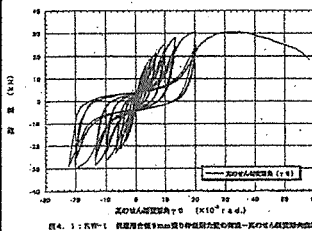
- 2階建て事務所の構造的検証として耐力壁および床構面の面内せん断試験を行なった。

平成12年度

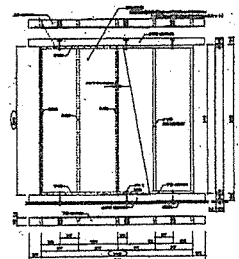
試験体の概要



せん断変形角曲線

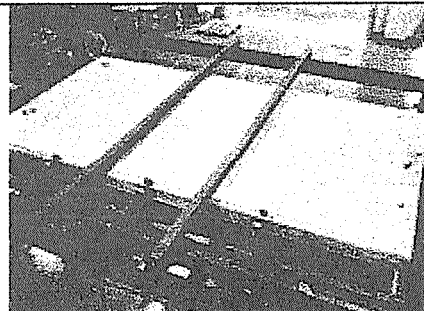
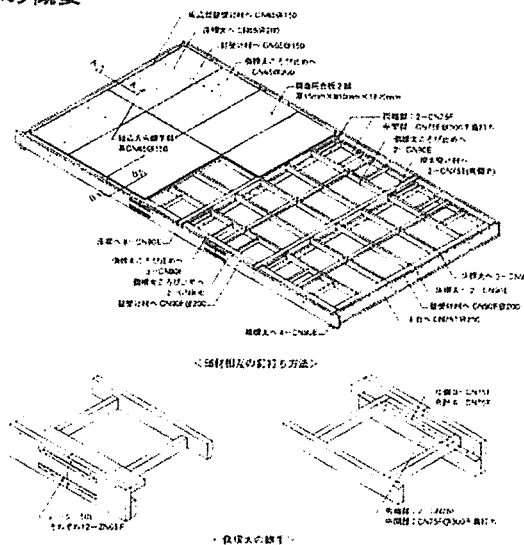


試験体-寸法図

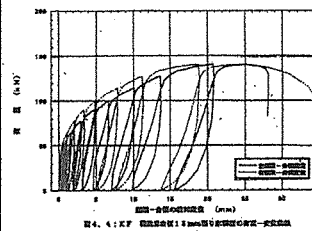


耐力壁の面内せん断試験

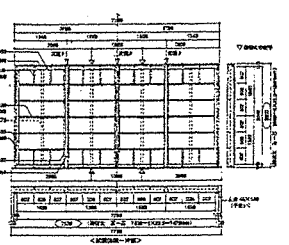
試験体の概要



せん断変形角曲線



試験体-寸法図



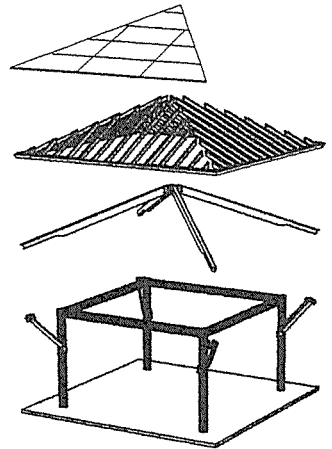
床構面の面内せん断試験

報告書	○ これまでの設計作業をもとに設計図説の作成を行なった。	平成11年度
	○ これまでの設計作業を間伐材利用建築物総合ガイドブックとしてまとめた。	平成12年度

	間伐材利用建築物の設計	意匠設計図 P23～P35
	間伐材利用中規模特定用途建築物の設計	構造図 P49～P65 部材リスト P67～P76 壁パネル P77～P89 構造計算書 P91～P108 施工詳細図 P109～P130
	間伐材利用中小規模建築物設計図説 第4編 中規模特定用途建築物	
	間伐材利用建築物総合ガイドブック	
	間伐材利用枠組壁工法建築物 構造設計・施工マニュアル	

設計提案

4本の独立柱によるポールコンストラクションの架構体を検討し、設計を行なう。

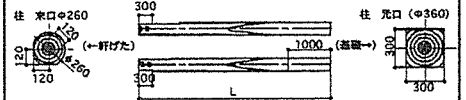


構造の検討

4本の独立柱によるポールコンストラクションの構造の検討を行なう。

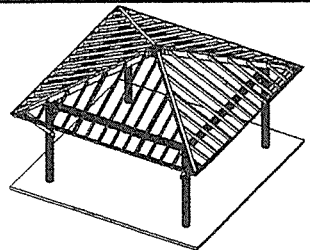
部材の検討

施工に必要な部材の検討を行なう。



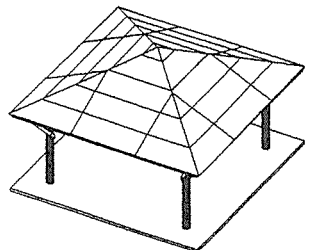
施工の検討

施工手順・方法の検討を行なう。



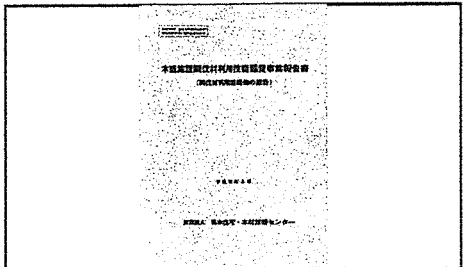
試作

ポールコンストラクションによるシェルターの試作を行なう。



報告書

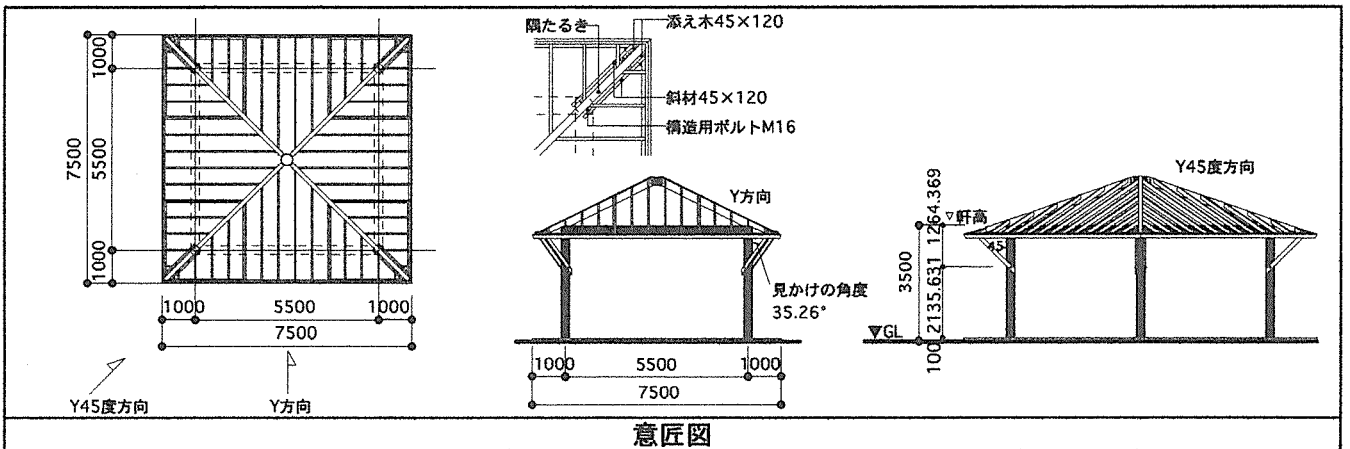
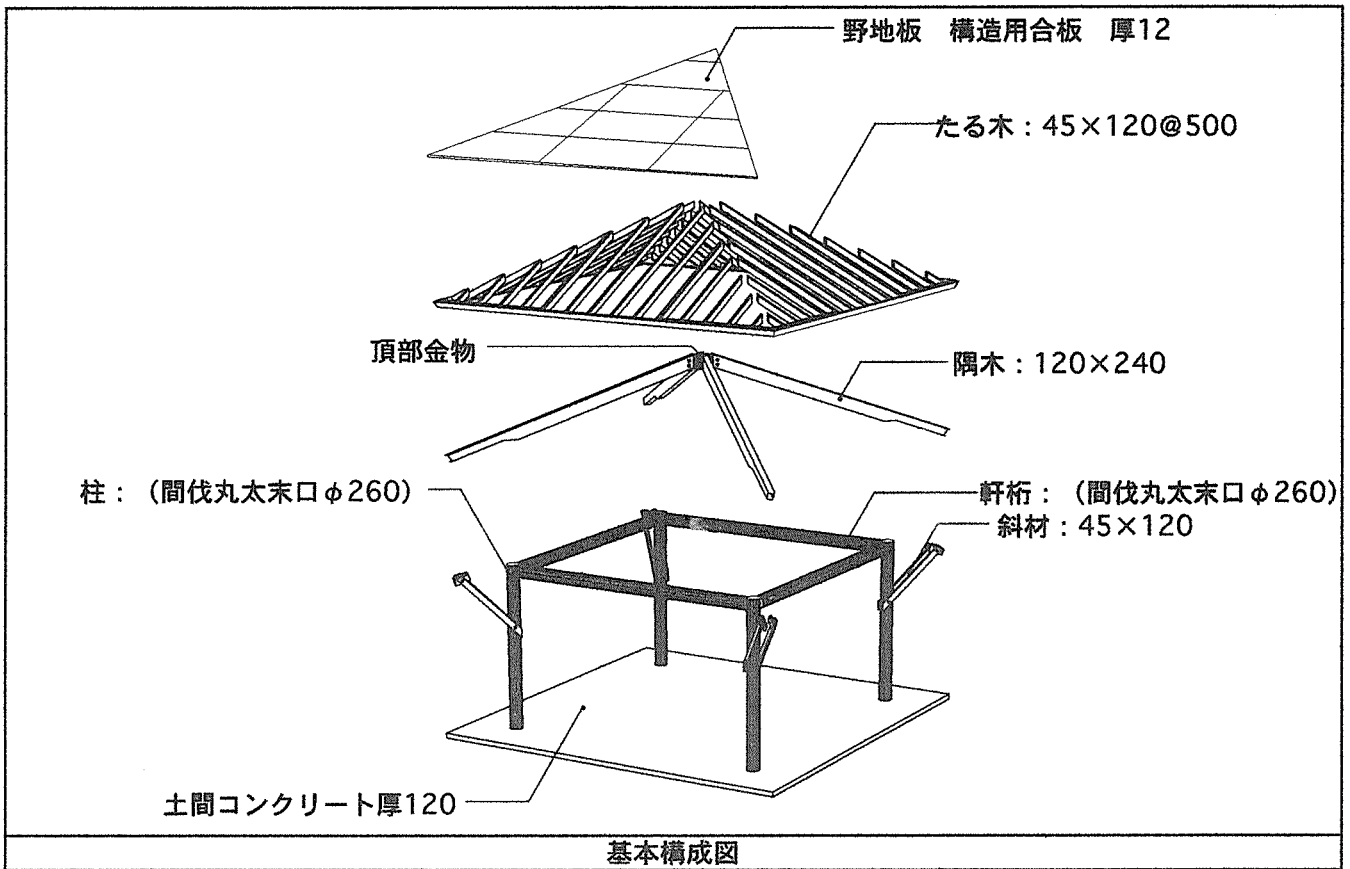
設計提案から試作までの一連の作業の結果を報告書としてまとめる。



設計提案

- 4本の独立柱をポールコンストラクションとしたシェルターの設計提案である。
- 独立柱は丸太末口φ260mmの断面をもつものを使用した。

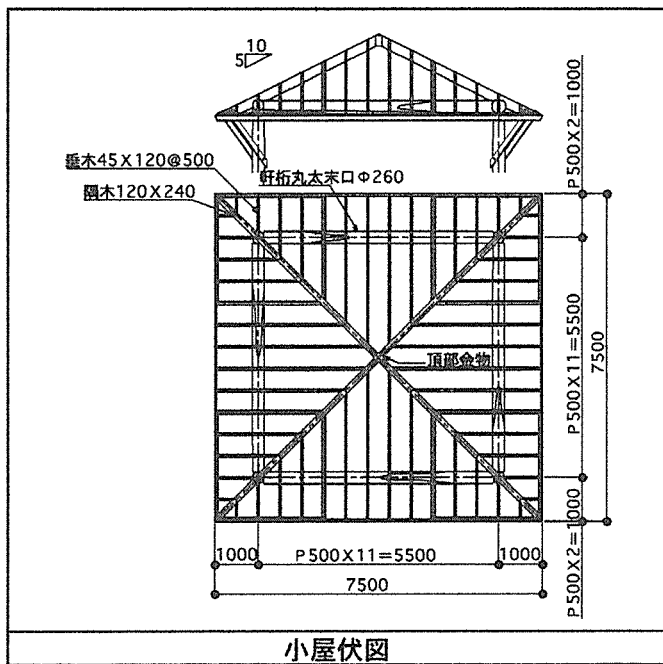
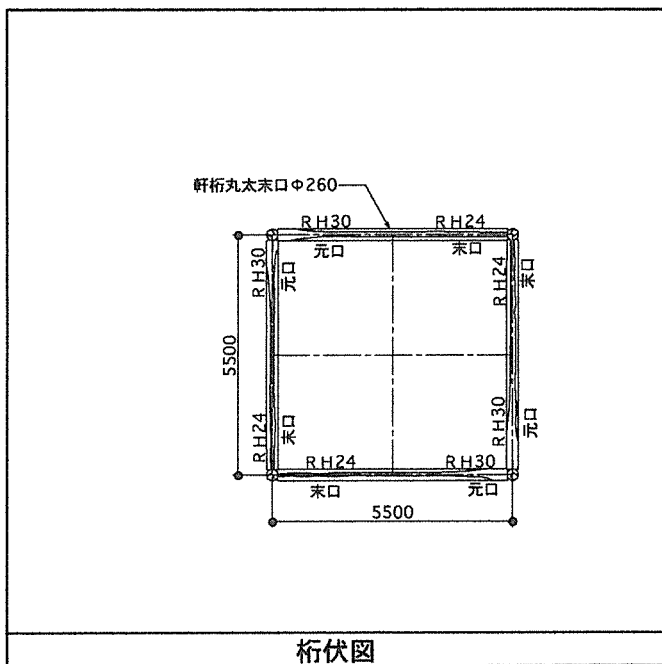
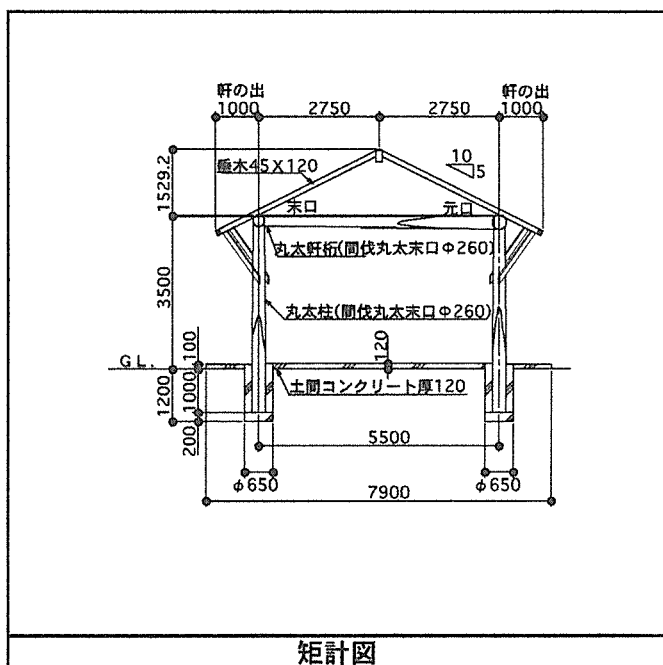
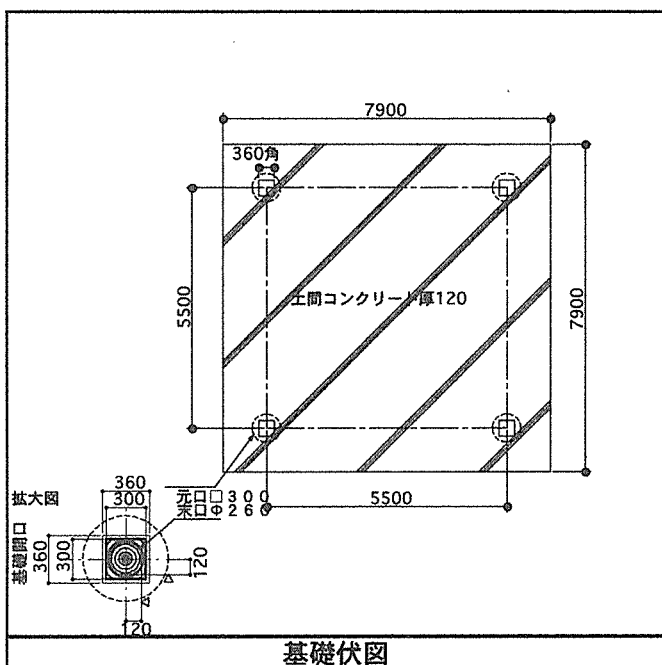
平成11年度



構造の検討

○ ポールコンストラクションによる構造の検討を行なう。

平成11年度



部材の検討

○ 本建物の施工に必要な部材の検討を行なう。

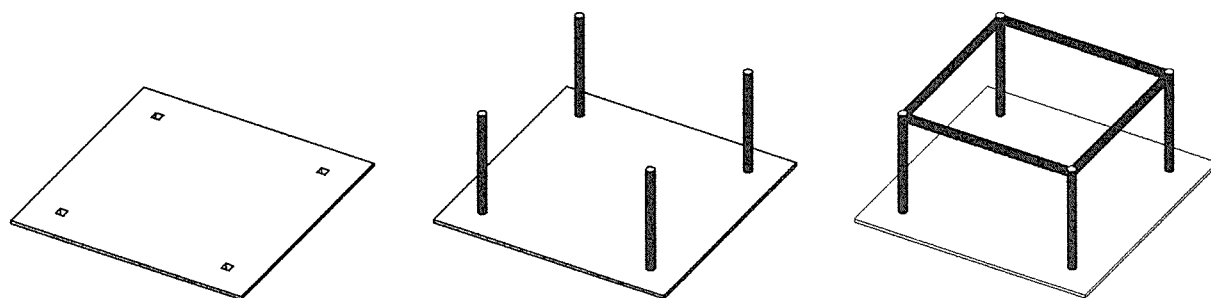
平成12年度

<p>拡大図 末口 φ260 240 120 120 120</p> <p>上より見る 垂木欠きW45@500 φ260 120 240 300</p> <p>拡大図 元口 φ260 240 120 120 120</p> <p>横より見る</p>	<p>120 240 120 L</p> <p>45 120 L</p>	<p>2500 910</p> <p>×12</p>
<p>[桁] L=5260mm (×4)</p>	<p>120 240 120 L</p> <p>45 120 L</p> <p>[隅木] L=5398.186mm (×4)</p>	<p>1703.96 910 2517.889</p> <p>×8</p>
<p>120 45 L</p> <p>45 120 L</p> <p>[鼻隠し] L=2500mm (×4)</p>	<p>45 120 L</p> <p>45 120 L</p> <p>[鼻隠し] L=2500mm (×8) L=2459.8mm (×8)</p>	<p>890.031 910 1703.96</p> <p>×8</p>
<p>120 45 L</p> <p>45 120 L</p> <p>[斜材] L=1808mm (×8)</p>	<p>120 45 L</p> <p>45 120 L</p> <p>[頂部金物] (×1)</p>	<p>76.102 910 890.031</p> <p>×8</p>
<p>120 45 L</p> <p>45 120 L</p> <p>[梁受け金物] RH30 (×4)</p>	<p>120 45 L</p> <p>45 120 L</p> <p>[頂部金物] RH24 (×4)</p>	<p>76.102 910 890.031</p> <p>×8</p>
<p>120 45 L</p> <p>45 120 L</p> <p>[野地板]</p>	<p>120 45 L</p> <p>45 120 L</p> <p>[野地板]</p>	<p>512.175 512.175 1024.347</p> <p>×4</p>

施工の検討

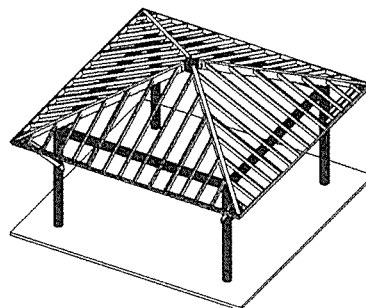
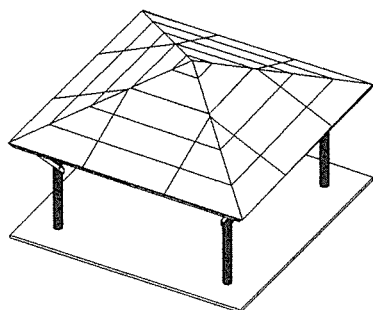
- ポールコンストラクションによるシェルターの施工手順と施工方法の検討を行なう。

平成12年度



1.基礎・土間コンクリートを打つ → 2.ポールをたてる → 3.桁をわたす

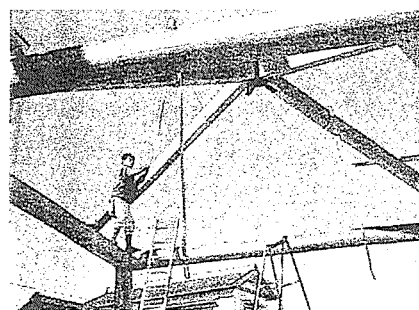
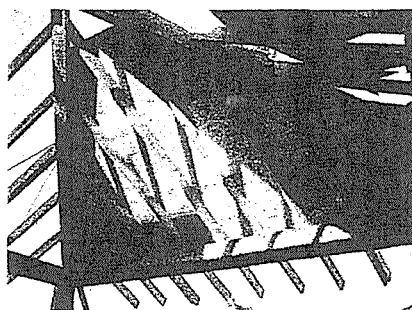
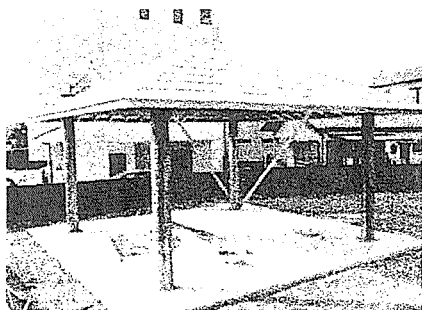
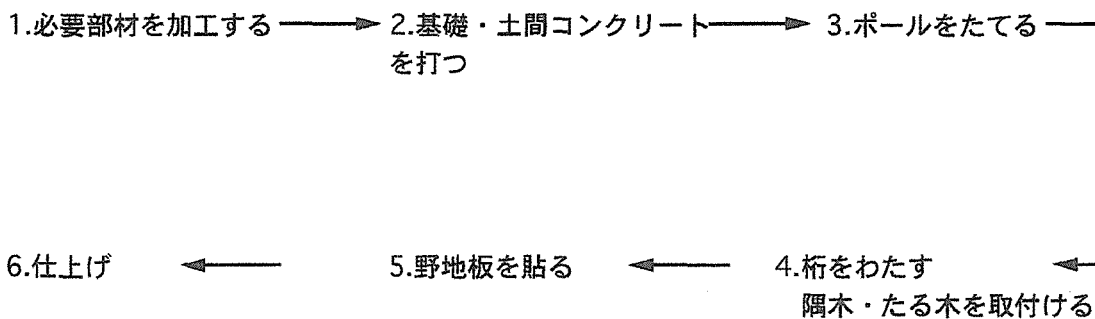
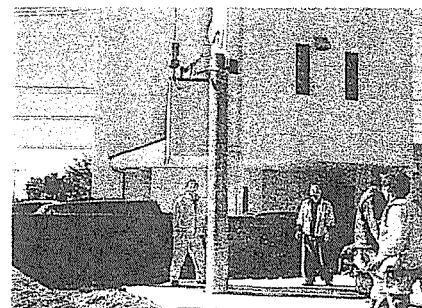
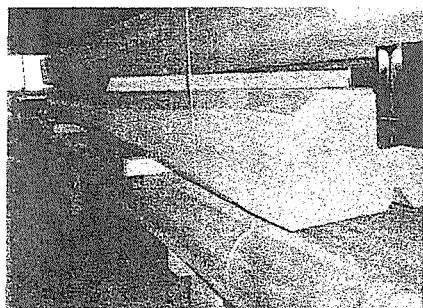
6.仕上げ ← 5.野地板を貼り下地完成 ← 4.小屋を組む



試作

○ ポールコンストラクションによるシェルターの試作過程を以下に示す。

平成12年度

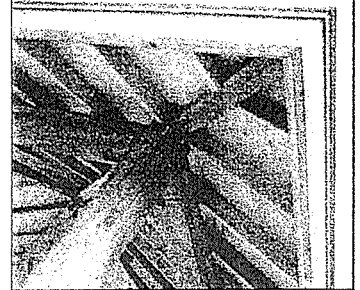
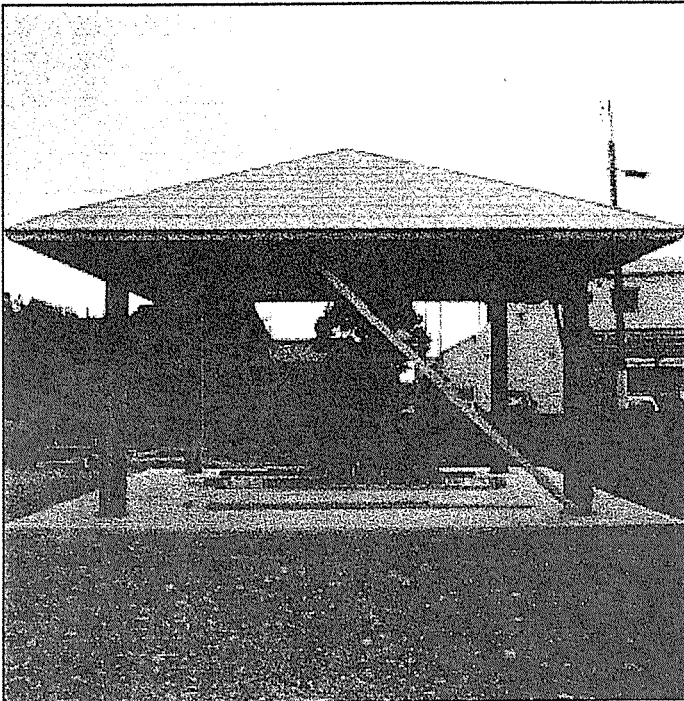


シェルターの試作過程

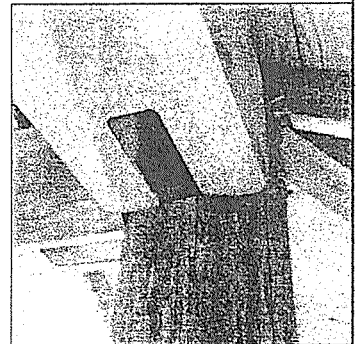
試作

- ポールコンストラクションによるシェルターの試作結果を以下に示す。

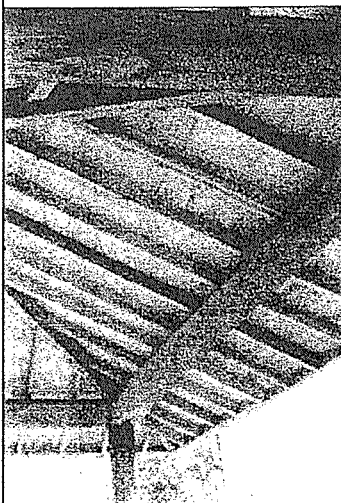
平成12年度



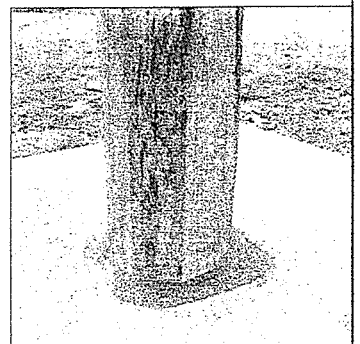
・柱頭と隅木のおさまり。
柱頭にだぼ栓を設け、隅木のスベリをおさえる接合法をとっている。



・基礎穴に元口を四角形に加工した丸太柱を組み込み、コンクリートを流し込んだ。



- ・外観が単純に見える為、簡単に施工出来そうに見えるが、それぞれをパーツ化し、ユニット状にしたものを現場で組み立てていく方式にしないとコスト的に下らない。
- ・各屋根面を4つ又は8つに分割し、あらかじめ組み上げておいたものを隅木にジョイントすれば現場作業が比較的容易になる。
- ・足場は脚立とはしごを使用、柱・軒桁・隅木の取付にはクレーンを使用した。



<p>参照報告書 リスト (シェルター)</p>	○ これまでの設計作業をもとに設計図説の作成を行なった。	平成11年度
	○ これまでの設計作業を間伐材利用建築物総合ガイドブックとしてまとめた。	平成12年度

	<p>間伐材利用建築物の設計</p>	<p>意匠設計図</p>	<p>P60~P73</p>
	<p>間伐材利用中規模特定用途建築物の設計</p>	<p>構造図 構造計算書</p>	<p>P225~P238 P239~P261</p>
	<p>間伐材利用中小規模建築物設計図説 第4編 中規模特定用途建築物</p>		
	<p>間伐材利用建築物総合ガイドブック</p>		

以上の報告にみられるように、本事業では、

- 間伐材の構造用材としての用途開発を目的とし、
- 設計提案によりその具体例を示し、
- 試験、実験等によりその裏づけ作業をし、
- 試作によりその施行性を確認し、
- マニュアル化によりその普及への環境を整備した。

本事業は、平成12年度をもって、3年間にわたる開発事業を完了し、今後は事業成果の普及を図っていく必要がある。その為には、関係各方面の理解と協力が不可欠である。間伐材の利用についての現況は依然としてきびしい状況にあるが、本事業の成果を活用すべく関係各界の協力を切に期待するものである。

付 録

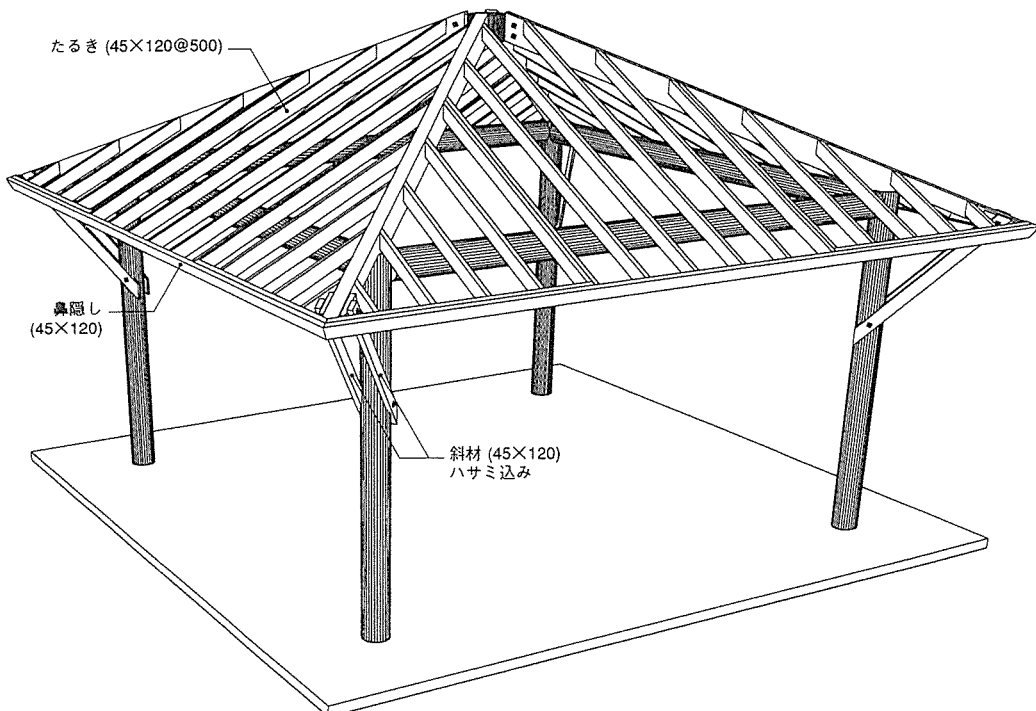
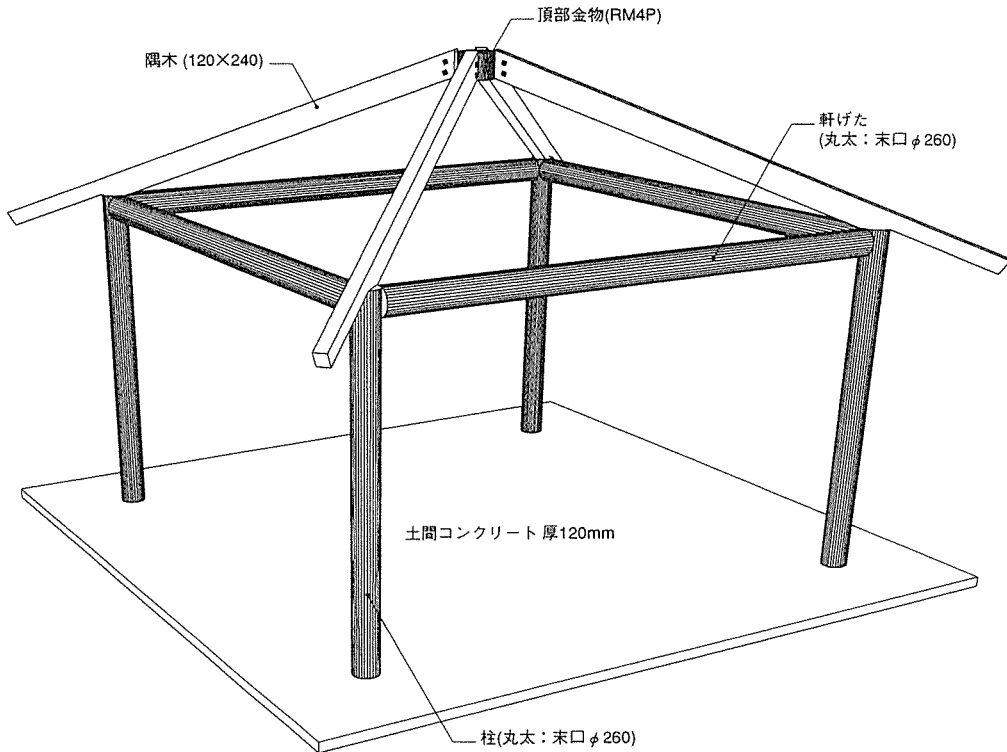
付録1 12年度試作建築物施工実施報告

付録2 スギの利用技術について

試作建築物施工実施報告書

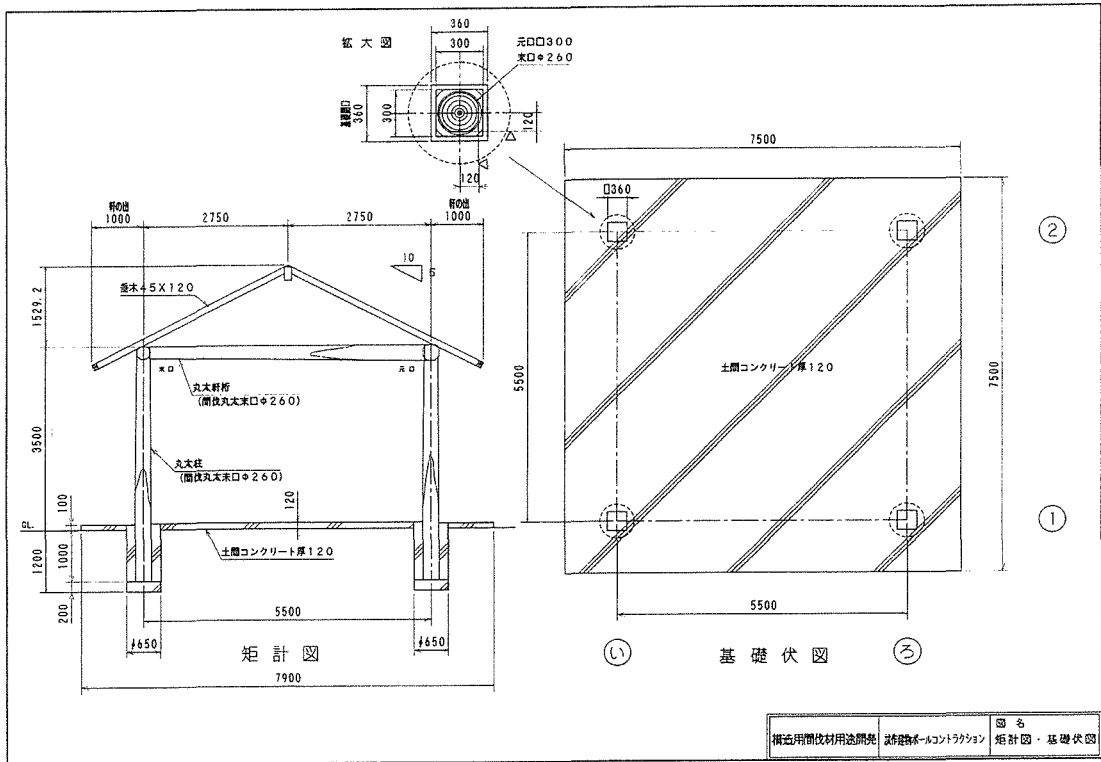
1. 概要

ポールコンストラクションによる試作建築物

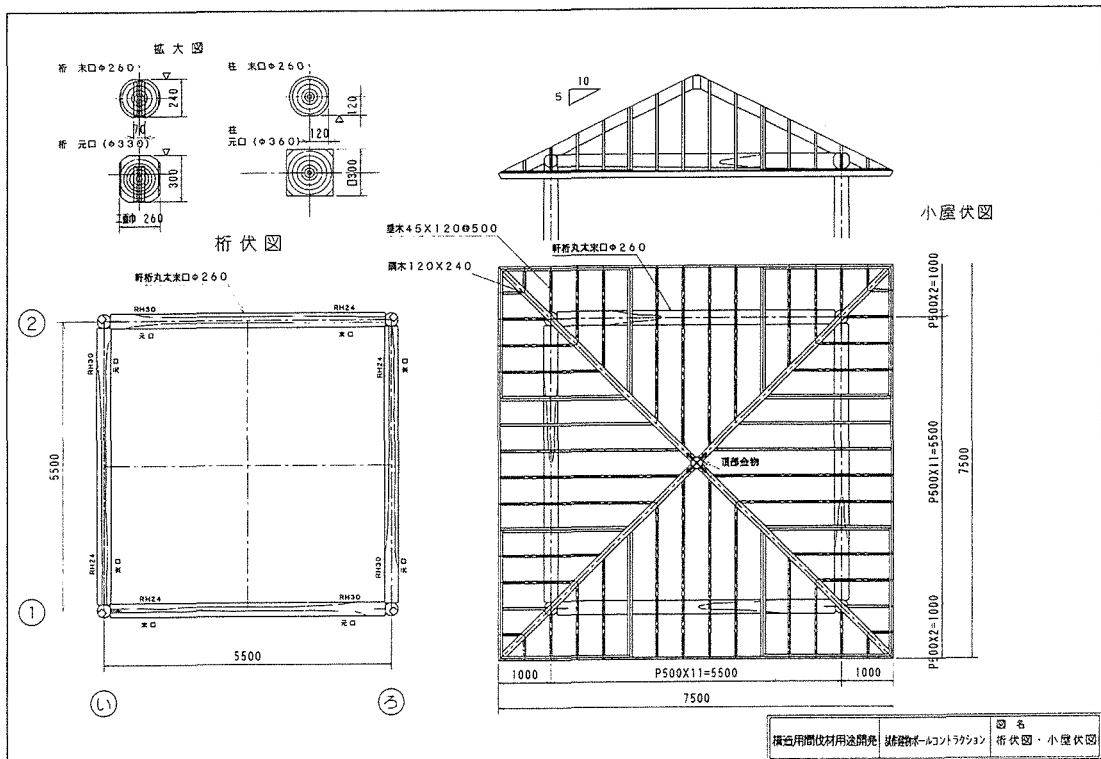


2. 設計図

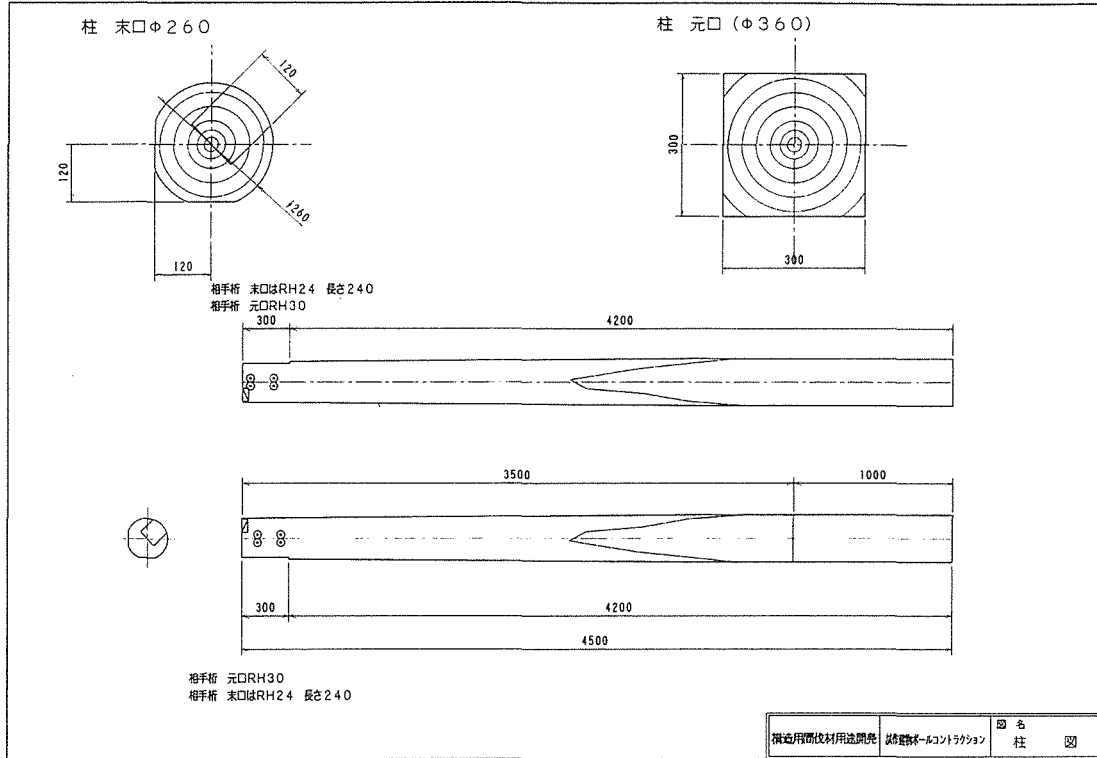
2.1 矩計図・基礎伏図



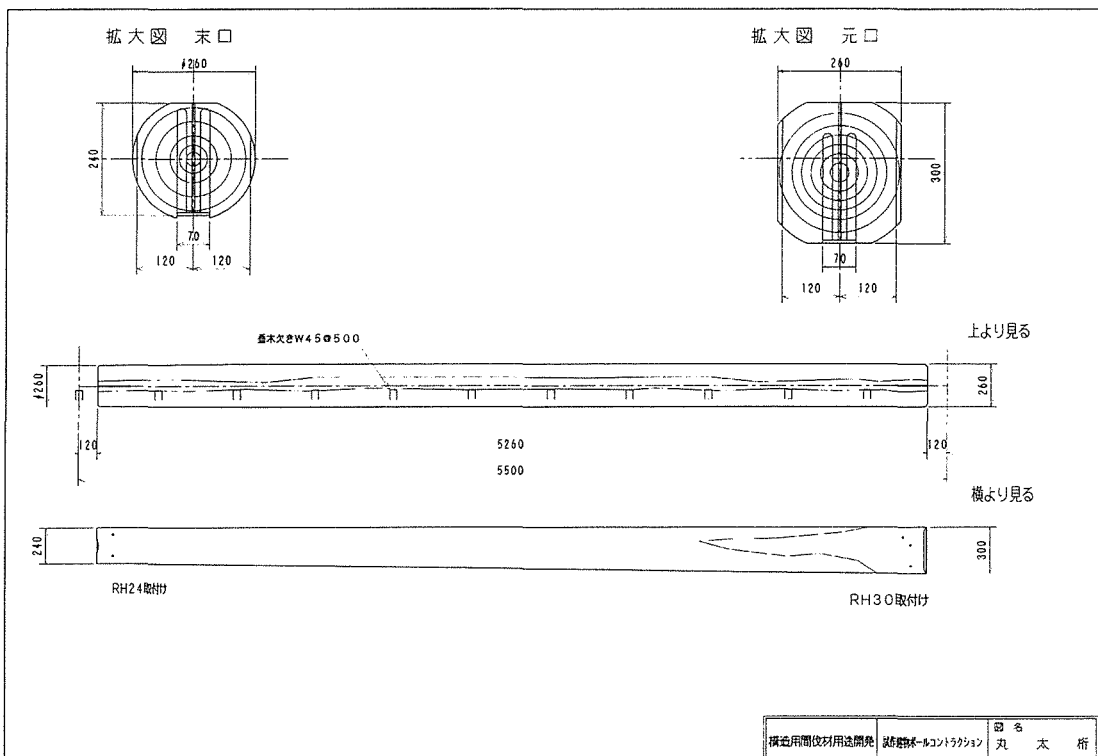
2.2 桁伏図・小屋伏図



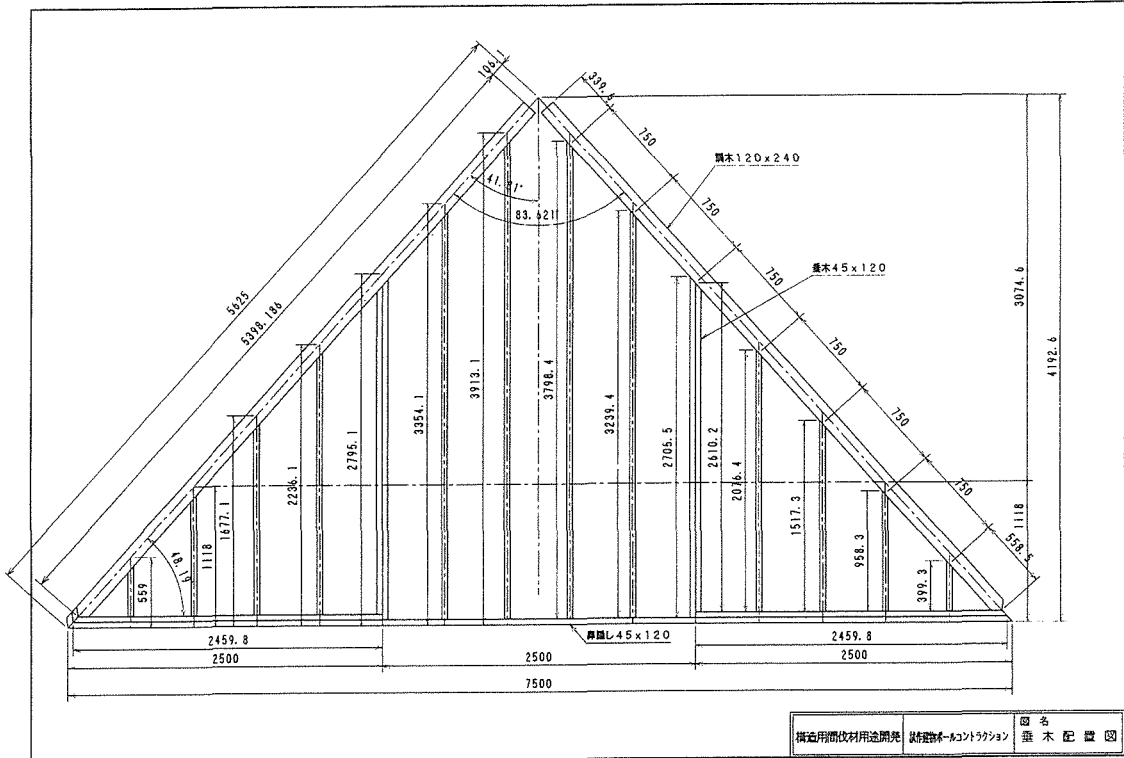
2. 3 柱 図



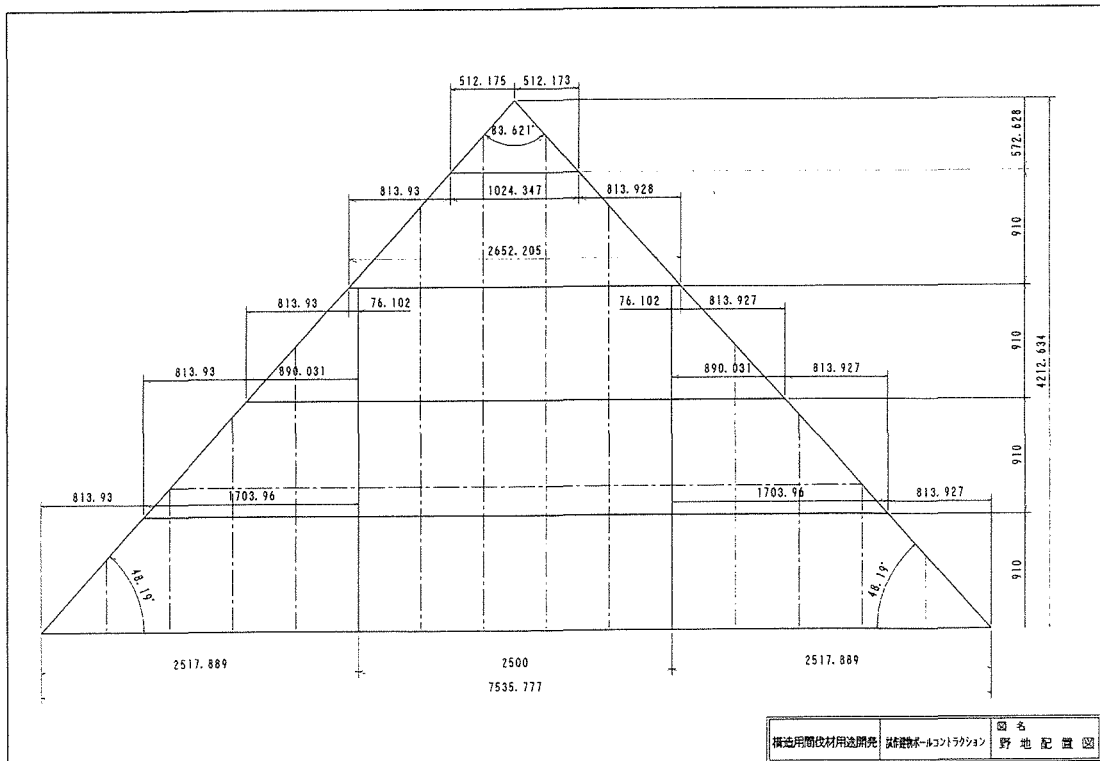
2. 4 丸太桁



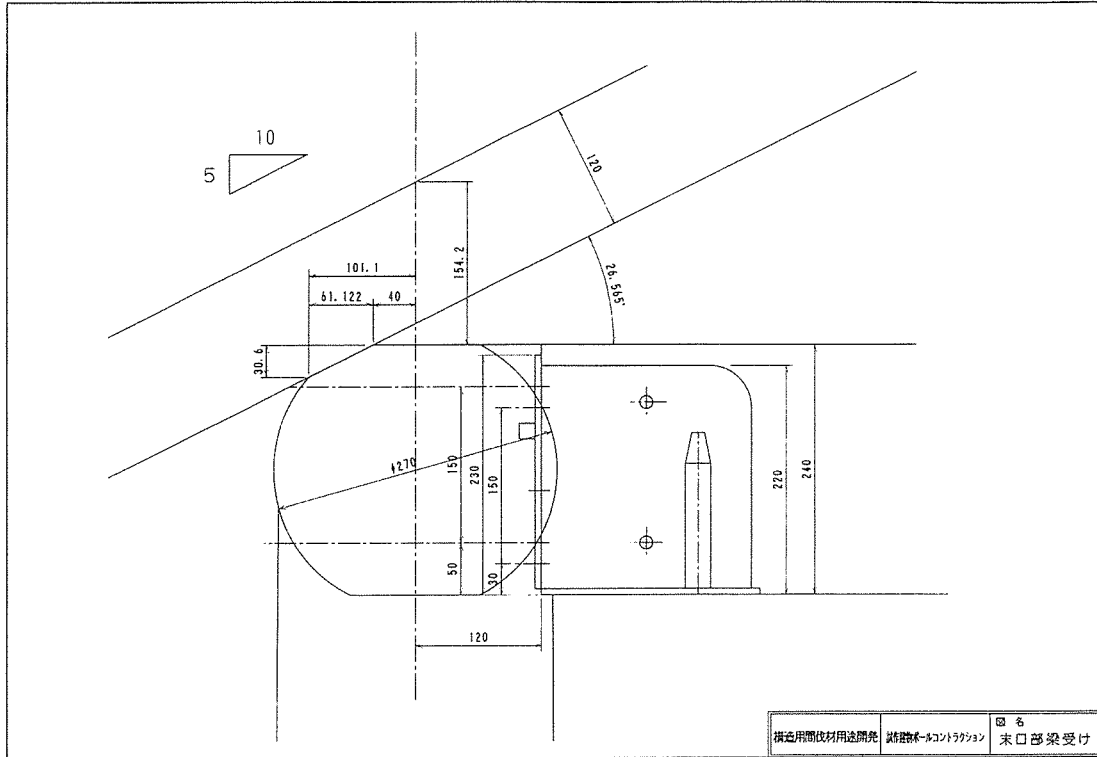
2. 5 垂木配置図



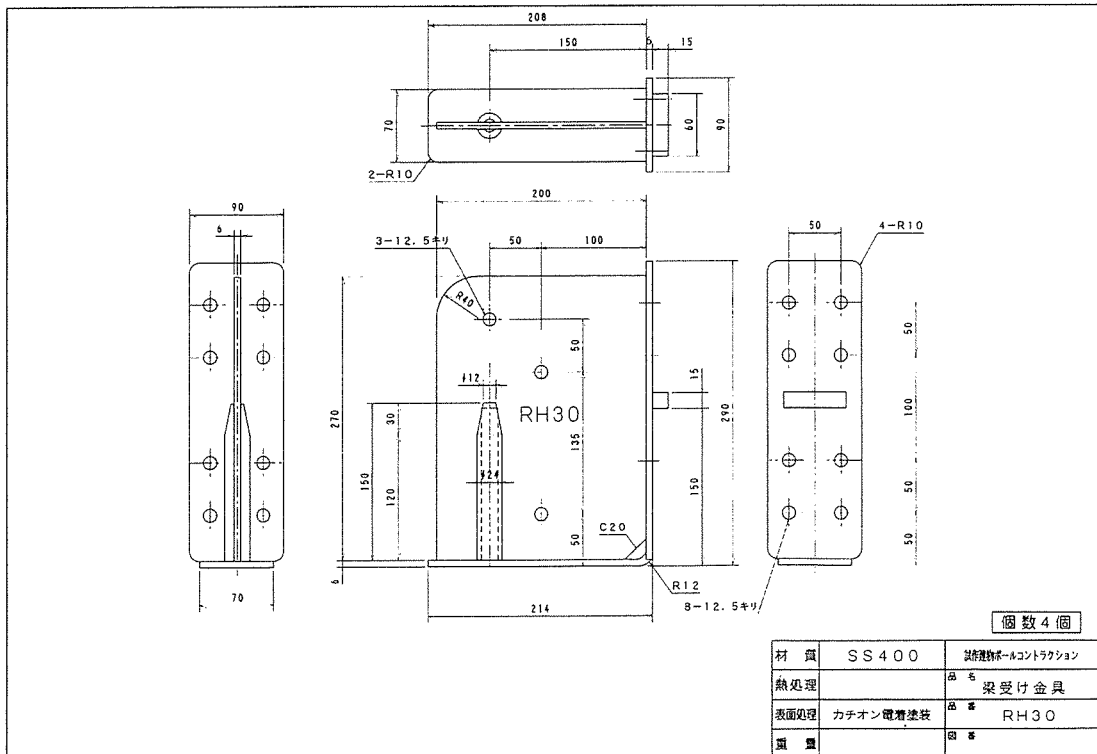
2. 6 野地配置図



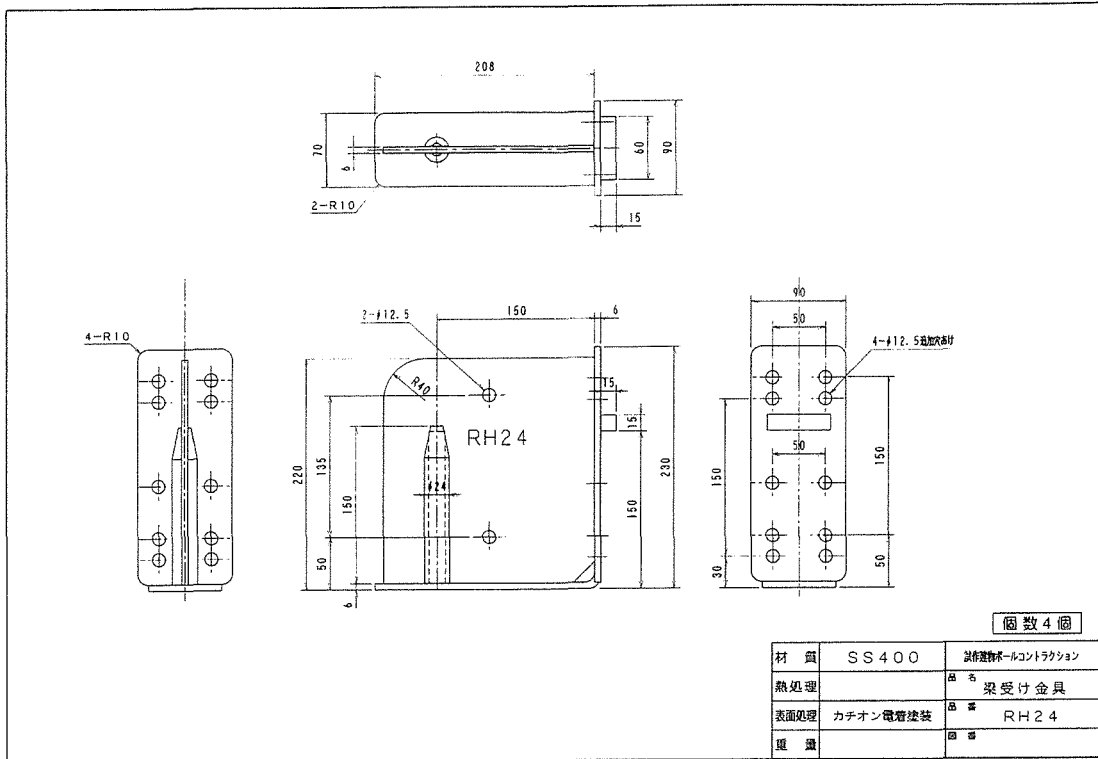
2. 7 末口部梁受け



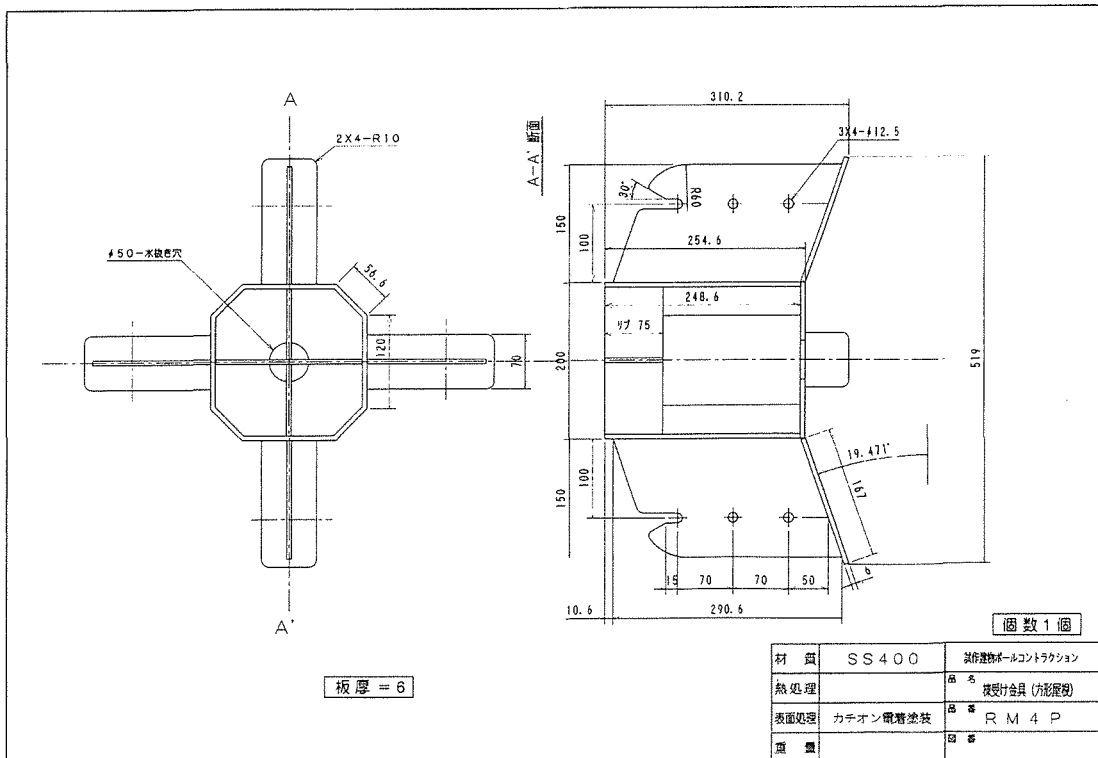
2. 8 金物図 (RH30)



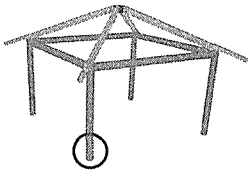
2. 9 金物図 (RH24)



2. 10 金物図 (RM4P)

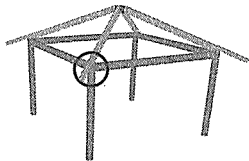
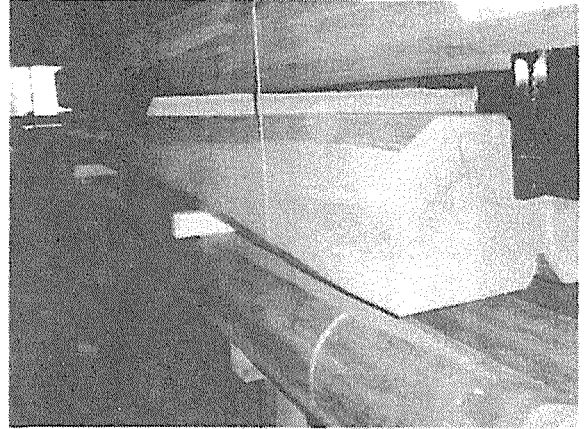


3. 構造材のプレカット



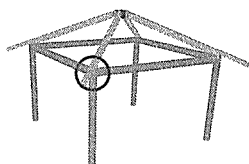
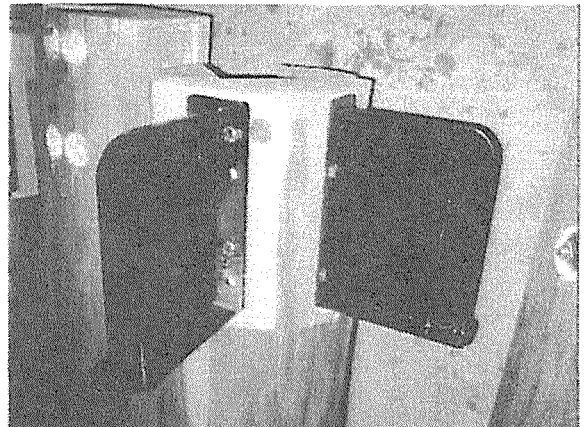
埋設柱の脚部

丸太の元口（径36cm）部分を幅30cmの杢角（そまかく）に加工している。



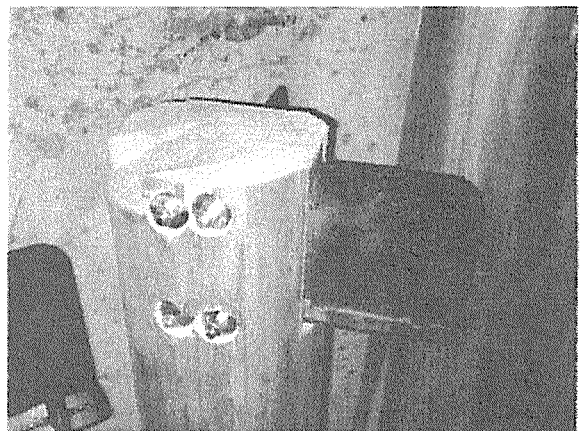
柱頭のけた受け金物

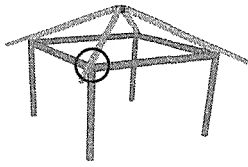
2方向から軒げたを受けるため、金物取付用のボルトは上下方向にずらして配置している。



柱頭のけた受け金物

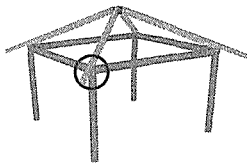
けた受け金物は4本のボルトを円形座金を使用のうえ、接合している。





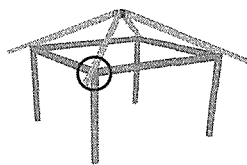
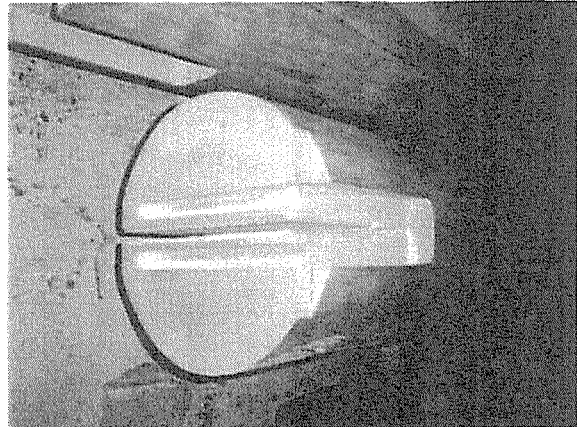
柱頭の仕口

柱頭と隅木の仕口は、たるき彫り部分に雇いほぞを設けている。



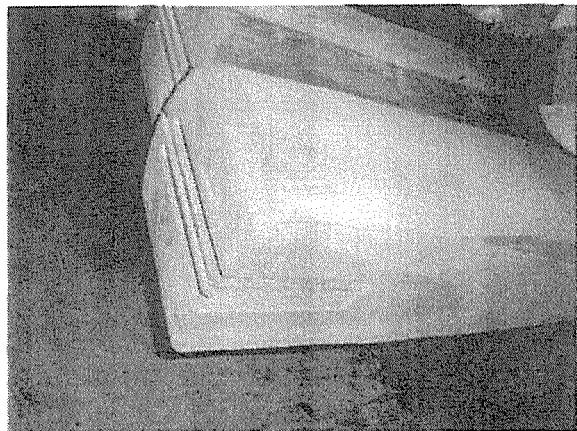
軒げた端部の仕口
(末口)

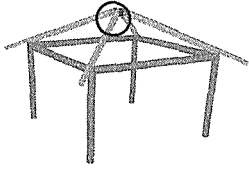
軒げたの末口（径26cm）部分は、接合金物の形状に合わせて加工している。



軒げた端部の仕口
(元口)

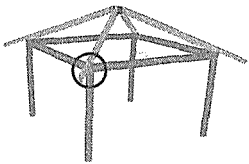
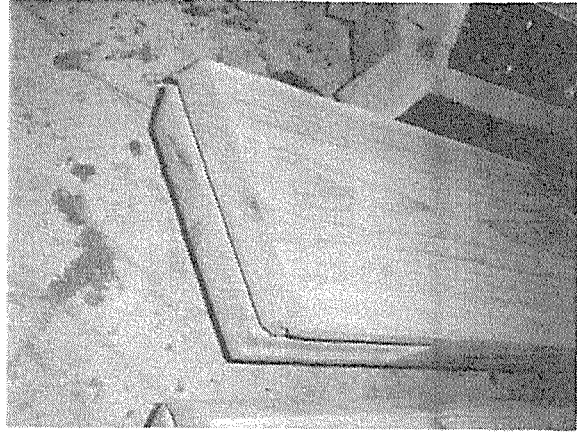
軒げたの元口部分は、幅26cmの杢角（そமாக）とし、接合金物の形状に合わせて加工している。





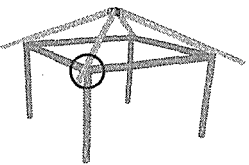
隅木の加工（頂部）

隅木頂部は、接合金物に差し込むためのスリット加工が施されている。



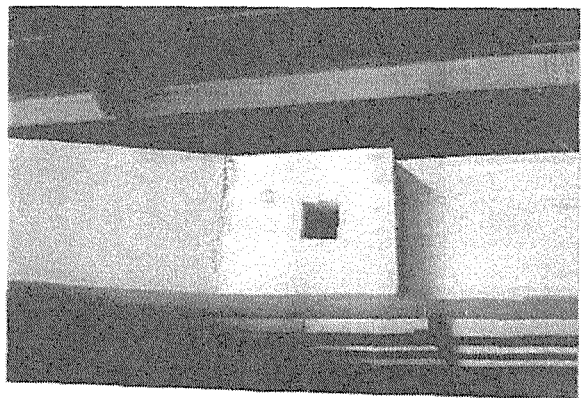
隅木の加工（軒先部）

柱との取り合い部及び先端部の鼻隠しとの取り合い部分は、あらかじめ加工されている。

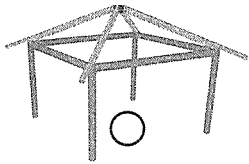


隅木と柱頭の仕口

柱頭のほぞに差し込むための、隅木のほぞ穴加工。

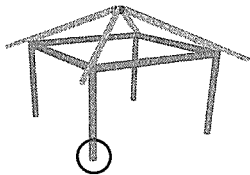


4. 施工（工事過程）



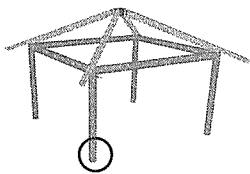
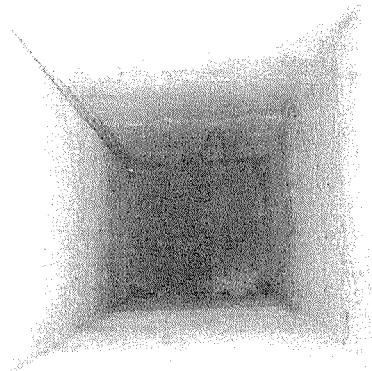
基礎の打設

4箇所に柱の埋設穴を設け、土間コンクリートを打設。



埋設柱部分の基礎

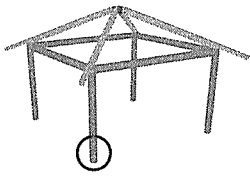
縦横36cm、深さ100cmの柱の埋込み部分（底部には厚さ20cmの底盤が打設してある）



柱の埋設

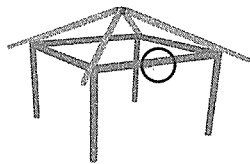
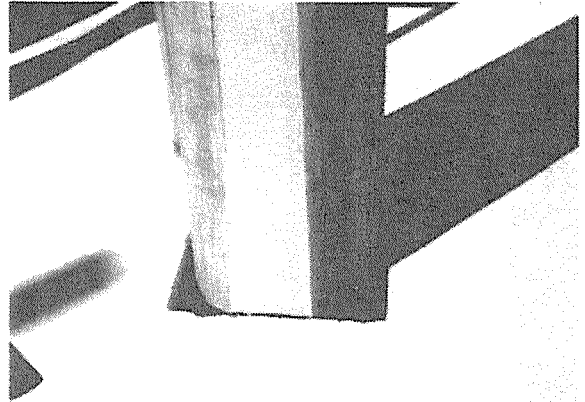
柱をクレーンで吊り上げ、基礎に差し込む。





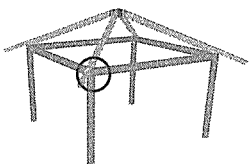
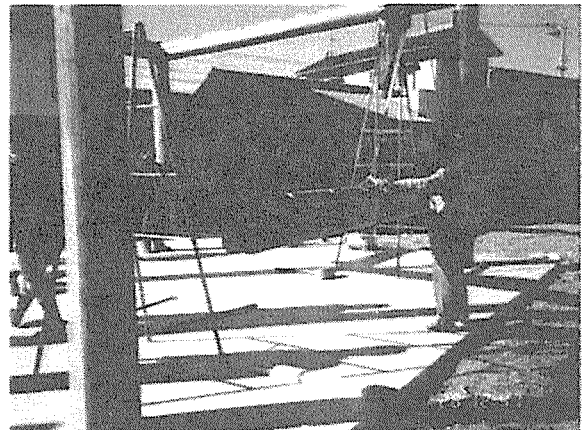
柱の埋設

コンクリート製底盤20cmの上に埋込み長さ100cmの丸太柱を埋設し、地面上に厚さ12cmの土間コンクリートを打設している。埋設丸太柱の防腐措置としてキシラデコールを塗布している。



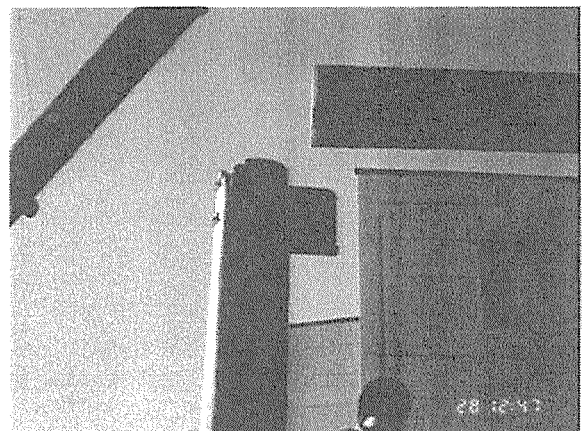
軒げたの架構

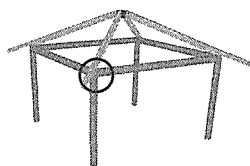
軒げたの両端部に接合金物のフランジ用スリットが加工されている。



柱と軒げたの接合

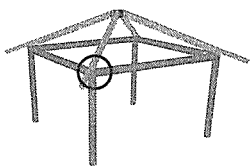
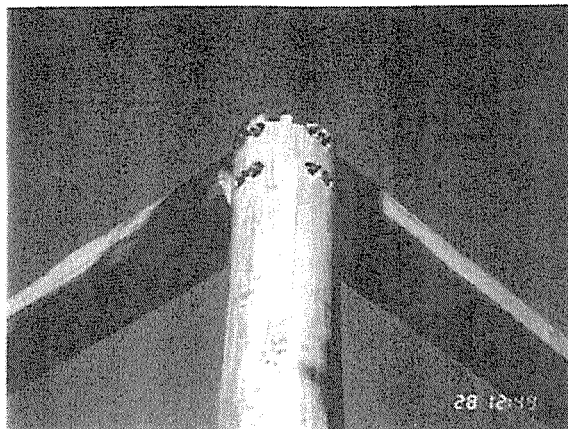
柱上部に予め取付けられた接合金物のフランジに軒げたを落とし込む。





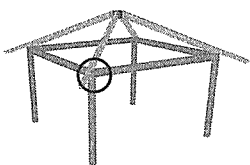
軒げた接合後の柱頭

柱上部に予め取付けられた接合金物に、それぞれの方向の軒げたを落とし込み、ドリフトピンにて緊結した状態。



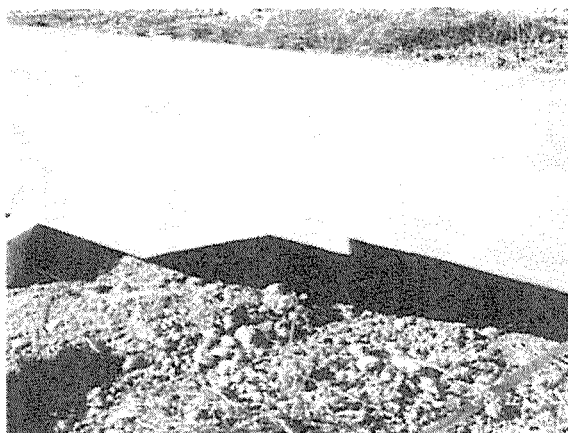
柱頭
(隅木受け部)

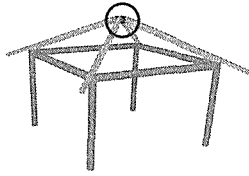
隅木と柱との取合い部で、柱上部にほぞが加工してある。



隅木のプレカット

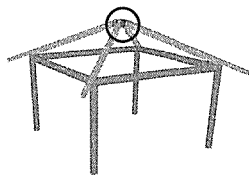
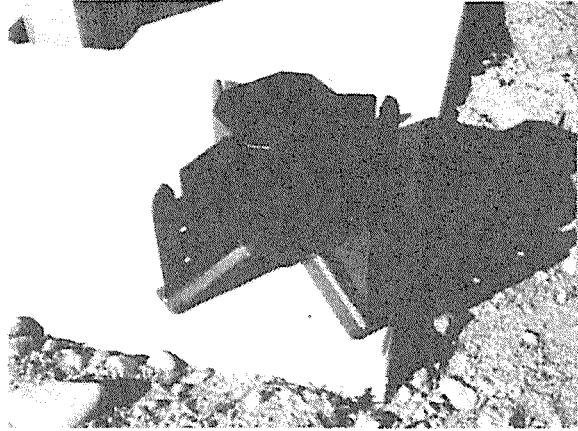
隅木と柱との取合い部で、隅木はプレカット加工してある。





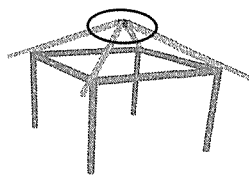
頂部金物(RM4P)

4本の隅木の取付く頂部の接合金物。特注品である。



頂部金物(RM4P)と隅木の接合

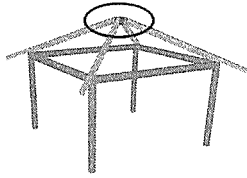
地上において、一对の隅木を頂部接合金物に取付けた状態。隅木端部に設けたスリットに接合金物のフランジを差込み、ドリフトピンにて緊結している。



隅木の架構
(その1)

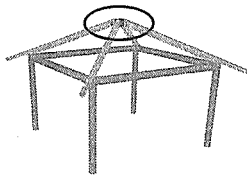
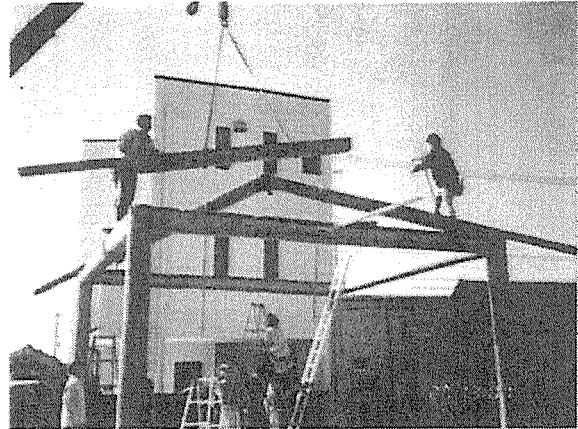
一对の隅木を吊上げ、柱上部のほぞに隅木を落とし込む。





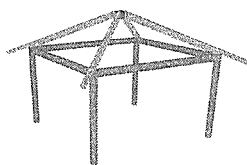
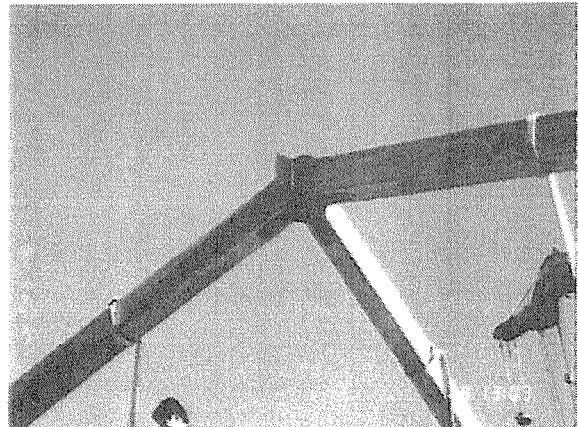
隅木の架構
(その2)

第3の隅木を吊上げている。



隅木の架構
(その3)

第3の隅木を頂部接合金物に落とし込み、ドリフトピンで緊結した状態。

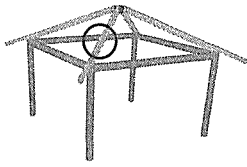


主要フレームの完成

第4の隅木を頂部接合金物及び柱上部のほぞに落とし込んで取付け、主要フレームの完成となる。

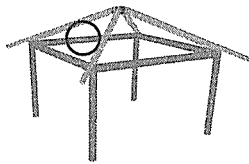
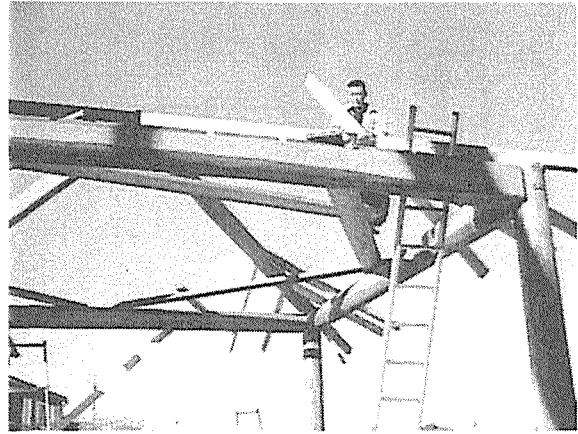
その後、たるき等の構造材の施工を行う。





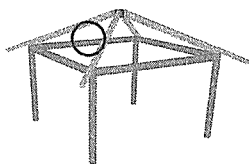
たるきの施工

プレカットされた、たるきを (隅木)-(軒げた) 間に取り付ける。



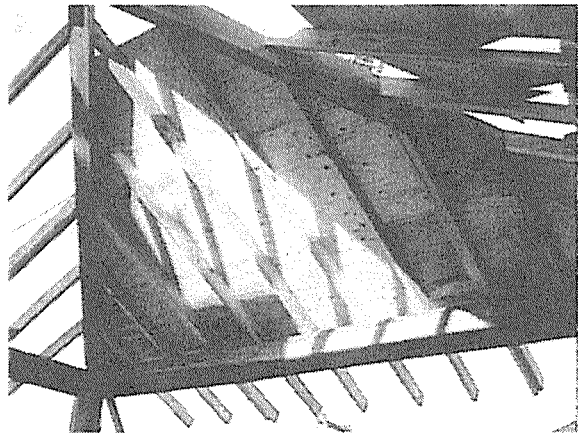
たるきの施工

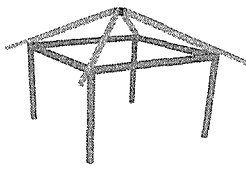
プレカットされた、たるきを (隅木)-(軒げた) 間に取り付ける。



野地板 (構造用合板)

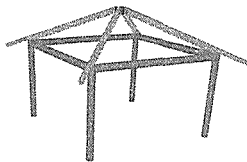
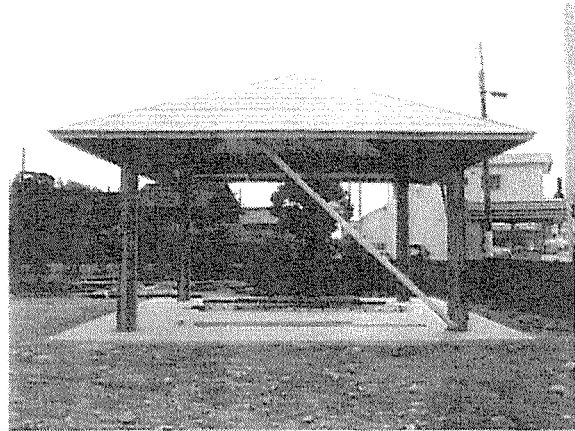
野地板は構造用合板を使用





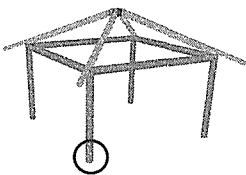
外観

屋根葺き完了後の外観



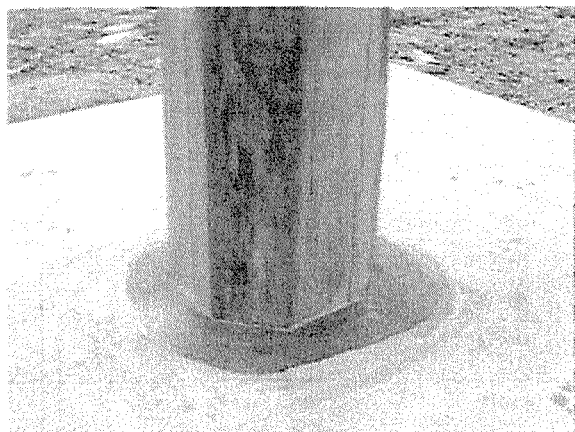
内観

建物内部からの小屋組部分



柱脚

柱脚部分にコンクリートを充填して完了



5. 考 察

(1) ボールコンストラクションの構造材である丸太の加工について

丸太全長を同一径に加工する予定であったが、埋設丸太の径が末口26cmと大きかったため機械設備が使用出来ず、元口から末口方向へ幅30cmの杢角（そまかく）に加工した。また、今回機械設備が利用出来ない場合の方法を示すこととなったが、充分満足する結果となったと言える。

埋設丸太の室内側に背割れを施す意見があったが、今回の試作においては背割れを施さなかった。

(2) 埋設丸太柱の防錆対策について

埋設丸太柱を加工後、防錆剤の加圧注入を行うことが条件であるが、今回は試作であるため、防錆剤であるキシラデコールの塗布を行った。

(3) 構造部材の加工について

全ての構造部材は、機械設備の完備したプレカット工場において、予め図面に合わせたプレカットを施し現場に搬入された。現場での組立に際しては、接合部の仕口を含め、非常に迅速に組み立てを完了することが出来た。現場組立作業においてプレカットが必要であると言える。

(4) 接合金物について

主要部材相互の接合方法は接合金物によることとした。既存の接合金物は使用できず、原則特注品となった。幸いなことに、比較的大きな断面の柱と梁の接合金物が、今回の試作建築物の軒げたと丸太柱との接合に利用出来ることができ、頂部の接合金物のみが特注品となった。

接合金物は、フランジを梁材に挿入し、ドリフトピンによって相互を接合する方式としている。このため、工場において梁端部の仕口加工が必要となった。

(5) 施工について

埋設丸太4本を中心として、丸太間にけたを配置した構造躯体の構成方法と、各接合部に特殊な接合金物を採用し、工場において仕口加工した梁材を現場に搬入したことより、現場での施工全般において、ほとんど問題が生じることなくスムーズに組立を終えることが出来た。

付録2 スギの利用技術について

本章では、委員会を組織し検討を重ねてきた間伐材の利用促進のための設計・施工提案とは別に、スギの間伐材を中心とした利用技術についての現状をまとめておく。

1. スギの問題点と材質特性

スギは化粧材と構造材を兼ねるような伝統住宅の柱などには非常に使いやすい材料である。ところが、残念なことにスギを様々な木質材料に加工するのは容易ではない。

これは次に述べるようなスギの材質特性に由来するものである。スギという樹種が持つ諸特性の中で、木質材料の製造に関連したものあげると、次のようになる。

- 1) 林業品種の違いによる特性のバラツキが大きい。また樹幹内部でも特性のバラツキが大きい。
- 2) 早晚材の特性の差が大きい。特に晩材部の硬さは早材部の4倍以上にもなる（図1）。

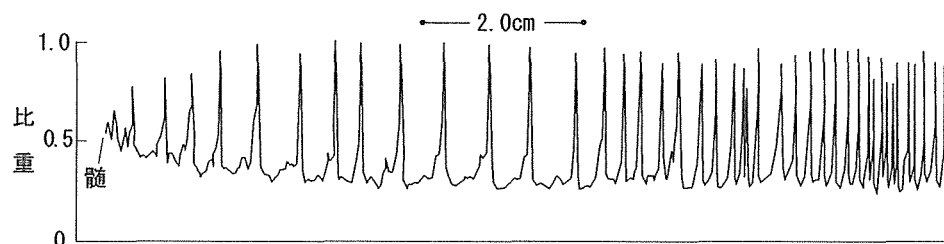


図1. スギの年輪構造

¹⁾ 農林水産技術会議事務局：”研究成果 220 針葉樹造林木の単板積層加工利用技術の確立”, (1989)

- 3) 生材含水率の絶対値が高い。時として200%以上の高含水率になることもある（図2）。
- 4) 未成熟材のヤング係数が低い。成熟部との差が大きい。
- 5) 辺材と心材の色調の差が大きい。このため、化粧用途ではいわゆる源平（赤白のまだら）が問題となる。また辺材と心材の間には白線帯が存在し、水分の移動が阻害されやすい。
- 6) 品種や生育環境によって黒心が出ることもある。この部分は乾燥が困難で、色調が悪い。
- 7) 他の構造用針葉樹に比べ、ヤング係数が低い。このため、一般に強度性能が低い。また、強度のバラツキも大きい（表1）

- 8) 辺心材の特性（含水率、色、乾燥特性など）が大きく異なる（図2）。
- 9) 材質がやわらかいため、接合金具を用いる場合に、めり込みが大きい。
- 10) 小節が多い。特に枝打ちなど手入れが行き届かない林分ではその傾向が強い。
- 11) 比重が低く、軽いため、木質材料の生産工程における作業が容易である。
- 12) 曲げやすく、湾曲材を作るのが容易である。
- 13) 比重が軽いため、乾湿繰返しなどによって接着層に生じるダメージが小さく、接着耐久性能が比較的高い。
- 14) 大径通直であれば化粧単板を取ることができる。

表1. スギLVL2級の曲げ強度¹⁾

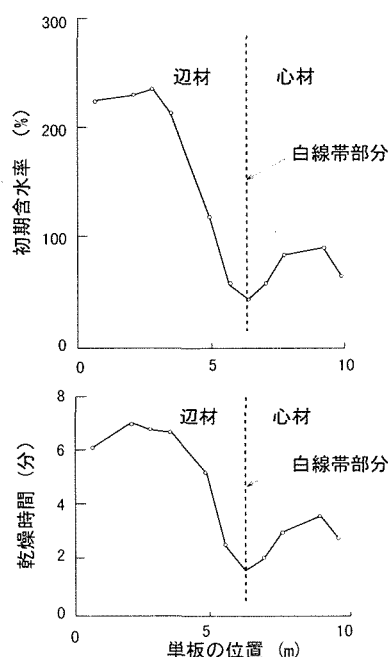
()内は変動係数(%) (kgf/m²)

スパン	産地	辺・心材別	中径木 3mm (15プライ)		大径木 5mm (9プライ)		小径木 3mm (15プライ)	
			F	E	F	E	F	E
74cm	水戸	心材	457 (13.5)	510 (19.2)	366 (12.3)	484 (13.5)	—	—
		辺材	568 (14.0)	657 (9.5)	426 (8.7)	525 (5.5)	—	—
	高萩	心材	366 (23)	422 (23)	281 (379)	363 (25)	—	—
		辺材	418 (22.6)	435 (14.6)	351 (22.5)	491 (9.0)	—	—
52cm	水戸	心材	367 (16.0)	372 (14.5)	332 (21.9)	346 (12.2)	417 (13.0)	418 (9.9)
		辺材	482 (10.1)	458 (78.0)	353 (11.6)	386 (74.0)	506 (12.8)	488 (11.8)
	高萩	心材	274 (25.4)	295 (20.4)	241 (36.3)	290 (29.9)	349 (15.4)	406 (9.0)
		辺材	411 (9.1)	406 (13.1)	317 (18.6)	361 (14.1)	415 (77.0)	439 (10.9)

中径木:原木の末口径24-28cm 大径木:同30cm以上 小径木:同18-22cm
F:フラットワイズ E:エッジワイズ

このように加工が困難なスギではあるが、経営的に採算に乗りにくいだけで、様々な木質材料の原料にすることは技術的には十分可能である。例えば、世界最大級の木造ドームである秋田県の大館樹海ドーム（図3）には、スギの大断面構造用集成材が使われているし、そのほかにもスギの構造用集成材が使われている事例は全国各地にある。

図2. 水戸産スギ中径材の初期含水率と乾燥に要した時間の関係¹⁾
単板厚さ:3mm、乾燥温度:180°C、ネット式



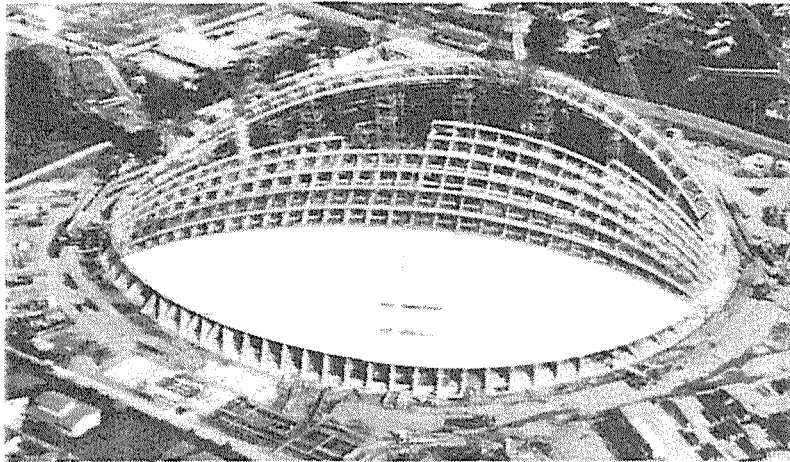


図3. 大館樹海ドーム(写真提供: 齋藤木材工業株式会社)

2. スギの木質材料化の可能性

現在スギが木質材料の原料としてどのように使われているのか、また、どの程度事業化の可能性があるのか整理を行った。ただし、事業化の可能性に関しては一般的な問題点を考慮したものであり、あくまで予測にすぎないことを予め断っておく。

2.1 たて継ぎ材

非構造用の「たて継ぎ材」については、寸法の不足する端材や「はね材」などを安くかつ安定的に集荷することができれば、初期投資も少なく、また耐久性の高い土台や間柱としての需要も見込めるので、事業が成立する可能性は高い。さらに、たて継ぎはスギのいわゆる「トビクサレ病」対策としては有効な手段である。実際にこのような生産を行っている工場もいくつかある。ただし、主製品の端材を利用するため、生産は副生産的なものとならざるを得ず、規模は大きくなりにくい。

なお、スギの「構造用たて継ぎ材」については、間柱として製品化されているものの、JAS規格としては制定されていない。



図4. たて継ぎされたスギ造作用ラミナ

端材の丸太をウレタン系の樹脂でたて継ぎし、それを製材あるいはロータリー切削することは十分可能である。ただし、生材接着であるから乾燥後の狂いは避けることができない。

乱尺長さのラミナをたて継ぎし、ブルーフローディングをかけた上で2プライの集成材に加工する方法は、原料コストを低く押さえることさえできれば、事業化の可能性は高い。特に防腐処理したラミナを用いた防腐集成土台や柱の下部だけを処理ラミナで構成した集成柱などは、今後期待できる製品のひとつに成りうる可能性がある。

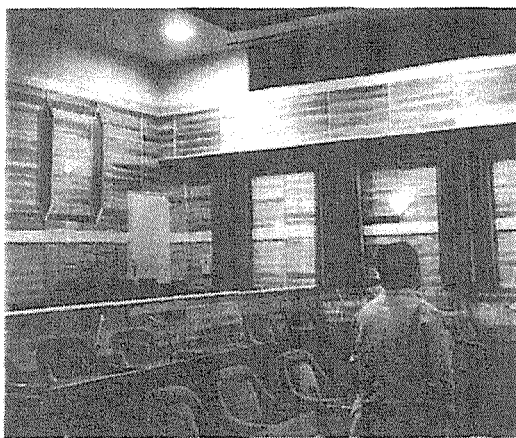


図5. 難燃処理したスギ内装材

2.2 造作用集成材

スギの「造作用集成材」については、商品化は商品の性能次第であるといえるであろう。曲げ易いというスギの特性を利用した新しい湾曲部材や、難燃性や抗菌性を持ったスギ内装材などが開発されれば、事業化も可能であろう。これらの製品の中にはすでに製品化されているものもある。

①台形集成材：スギの小径・間伐材などを有効利用するために20数年前に開発された集成材が台形集成材である。原理としては、小径材から角材を採ると捨てる部分が多くなるため、断面を台形にして、歩止りを良くしようというものである。

製造工程を図6に示す。まず小径木を半割にし、それを台形に加工した後、幅はぎしてブロック状にする。それをたて継ぎ・積層し、最終的には積層されたブロックをさらに挽き割って様々な製品に加工する。

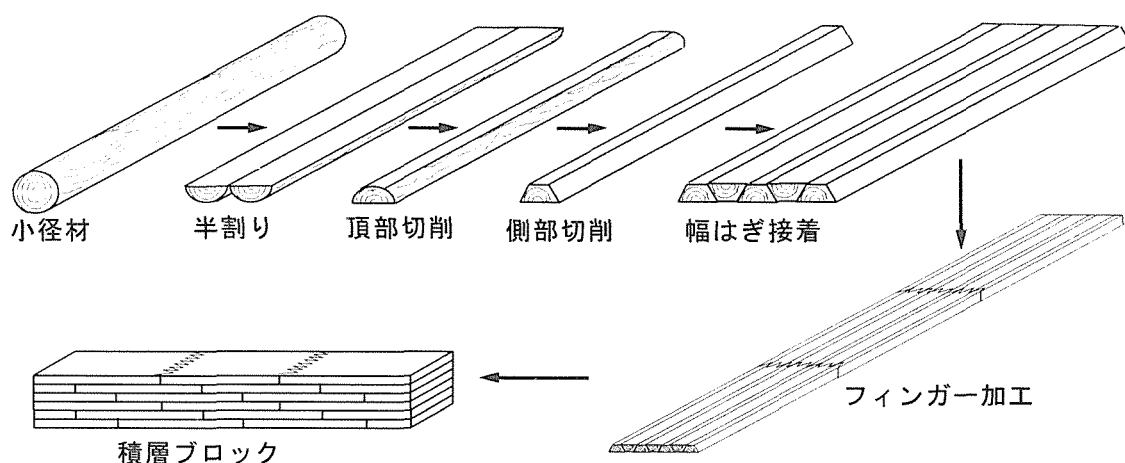


図6. 台形集成材の製造方法

原木の断面を単純に円形と仮定し、鋸の厚さを無視すれば、角材の場合歩止りが約60%、台形材の場合約78%となり、18%もの歩止り向上がはかれることになる（図7）。もちろん実際の現場では、このような単純計算は成立しないが、いずれにしても、スギ小径材の有効利用という意味では優れたアイデアであろう。

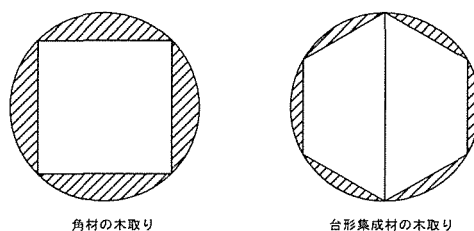


図7. 角材と台形集成材の木取りの比較(斜線が不要な部分)

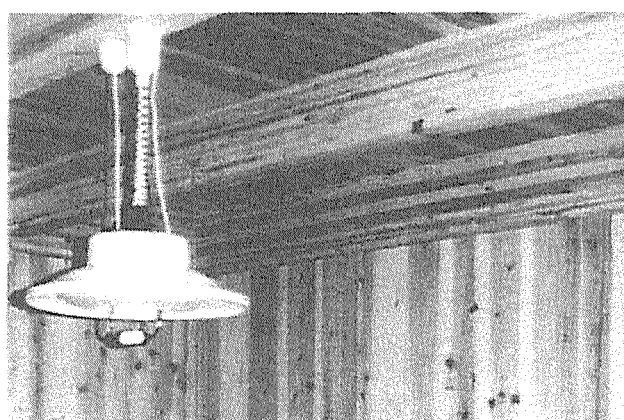


図8. スギ中断面集成材を梁に用いた「スギの家」

②編成材：台形集成材と同様に、間伐小径材の利用のために開発された製品が、編成材である。編成材では、丸太を特殊な機械で末口から長さの中央までを四角形に、中央から

元口までは八角形に製材し、元口と末口を交互に組み合わせたのち、積層接着してブロックを作る。ついで、このブロックを用途に応じた断面に挽き割って製品とする。

現在のところ、構造用材として認定されていないが、単純な素材としてではなく住宅構法に組み込まれた部材としての利用開発が望まれる。

③インゴット集成材：グレーディングされた乱尺幅のラミナを幅はぎして大判の板をつくり、それを幅450mmに挽き割った後、積層接着して450mm×450mm×6mのブロックを造り、それをさらに挽き割って所定の寸法にしたものがインゴット集成材である。この技術は後述するクロスプライボードの製造方法を集成材に応用したものであり、乾燥された乱尺ラミナが使えるため、製品の歩止りが高く、品質の安定度が高い。ただ、製品としてエンジニアード化されているにもかかわらず、今のところ構造材料としての認可がとれていない。

2.3 構造用集成材

①中小断面構造用集成材：スギの「小断面構造用集成材（集成管柱）」や「中断面構造用集成材（集成平角）」については、川上から川下まで一貫した住宅産業を形成し、地域産材という特性を営業に活かしながら、製品をその流れに乗せてコストの削減を講じるのであれば、事業が成立する可能性はある。このような例は、いくつかの県ですでに試みられている。

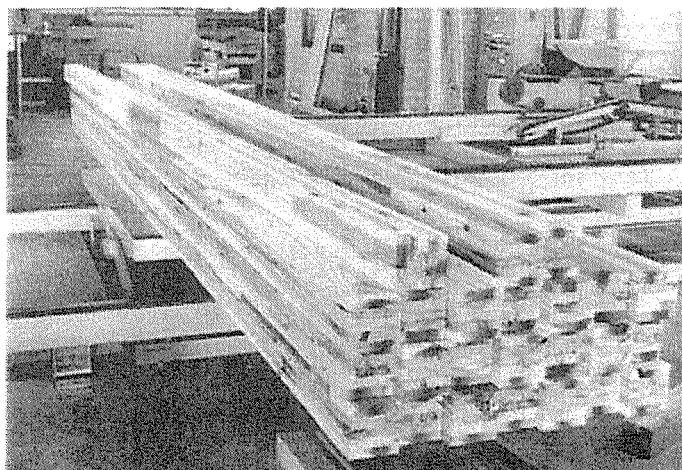


図9. スギの集成管柱

②大断面集成材：スギは軽くて湾曲させやすく、接着層の耐久性も高いため、ある面では大断面構造用集成材に適しているが、基本的に強度やヤング係数が低いので、断面を他の樹種より大きく設定する必要がある。このため、コスト的に不利となる場合がある。

大断面集成材は一品生産的なものが多く、営業や設計施工と一体になった製造が必要であるため、中小断面集成材のように、単体で工場経営が成立するような製品とは成りにくい。

③異樹種複合集成材：ヤング係数が低いというスギの欠点を補うため、外層に他の樹種（ベイマツが多い）を使って製品としてのMOEを高めたものが、異樹種複合集成材であるが、現在のところこの製品は日の目を見ていない。また、ベイマツと同様に、外層にヒバなどの耐久性の高い樹種を用いた異樹種複合集成材を製造することも検討されている。

さらに、外層に構造用LVLを用いることや種々のFRP（繊維補強プラスチック）などを最外層に積層して強度を飛躍的に高めることも検討されているが、今のところ実現には至っていない。

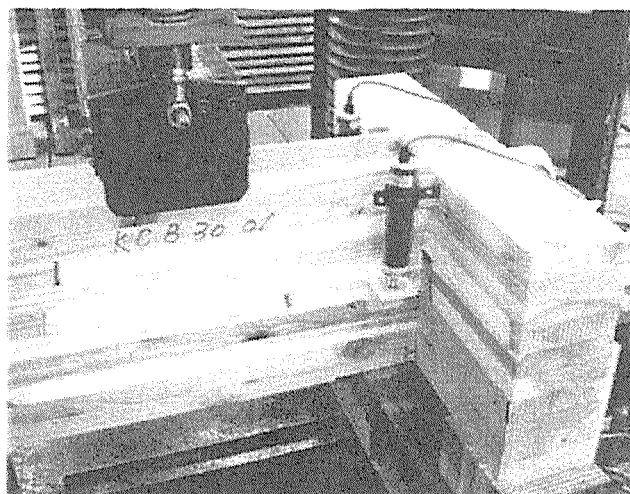


図10. スギとベイマツの異樹種複合集成材の金物接合試験
上下各2層がベイマツラミナ、中央6層がスギラミナ

2.4 合板

スギの「合板」については、製造技術上の問題がいくつかある。合板では強度低下を防ぐため、表面単板にはたてつぎができない。このため最低限、200cm程度の長さの単板が必要となる。

外周駆動型のロータリーレースの開発によって、スギの小径木からでも単板を得ることができるようにはなったものの、やはり、柔らかい中小径の原木から200cm程度の長さの単板を安くかつ効率よく製造することは、製造上の大きな課題である。

その他の問題点、例えば単板の乾燥、グレーディング、色あわせなどについては、確かに問題ではあるが、スギLVLでの実績から考えれば、十分解決可能であると思われる。

造作用集成材のところで述べたように、幅はぎした板をパネルにしたり、それを断熱材とを複合させた製品はすでに生産されている。さらに幅はぎした板を、合板のように直交させて積層し、厚くて寸法安定性の高い板にした製品がスギクロスプライボード（Jパネ

ル：図12)である。この製品では歩止りを向上させるための様々な工夫が凝らされており、一般的な集成材などより生産効率ははるかに高い。使用対象も、単なる造作用板材だけではなく、構造用の壁や床にも使えるため、非常に応用範囲が広い。



図11. 外周駆動型のロータリーレース

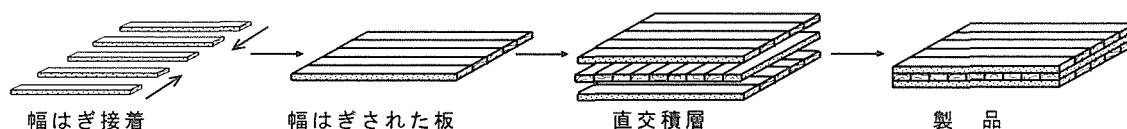


図12. スギのクロスプライボード

2.5 LVL (単板積層材)

造作用・建具用・家具用のスギLVLは、合板に比べれば事業化の可能性は高い。ただし、LVLに適した原木が、適正な価格で、適正な量で、なおかつ定常的に集荷できるかどうかにかかっている。

この問題を解決するための方法として、移動可能な単板加工システム(MOVAMIL)が提案されてきた。このシステムは移動式のロータリーレースと単板乾燥機を山元に設置して単板を製造し、これをLVL工場に輸送しようとするものである。適切な原木がなくなれば別の山元に移動することによって、集荷、搬送のコストを大幅に減少させようとするものである。また近年、低価格でシンプルなベニアレースのレンタルシステムも提案されている。しかしながら、いずれも現状では実現されていない。

スギの「構造用LVL」については、造作用以上に問題が多くある。最も大きな問題点は、構造用の場合、あまりにMOEの低い原木は使えないという点である。JAS規格からも明らかのように、強度性能が重要視される構造用LVLでは、性能が樹種ではなくMOEによって区分される。したがって、立木段階、山土場、あるいは原木市場における原木の強度等級区分が望ましい。このような区分は、現在のところ、実験室的には可能であるが、実用的なシステムの構築にはかなりの費用が必要である。

また、構造用LVLではたて継ぎにも問題が多いので、製造には何らかの工夫が必要である。例えば、単板をまずラミナ程度の厚さに積層し、それを集成材のラミナと同じようにフィンガージョイントして2次接着する方法などが考案されている。

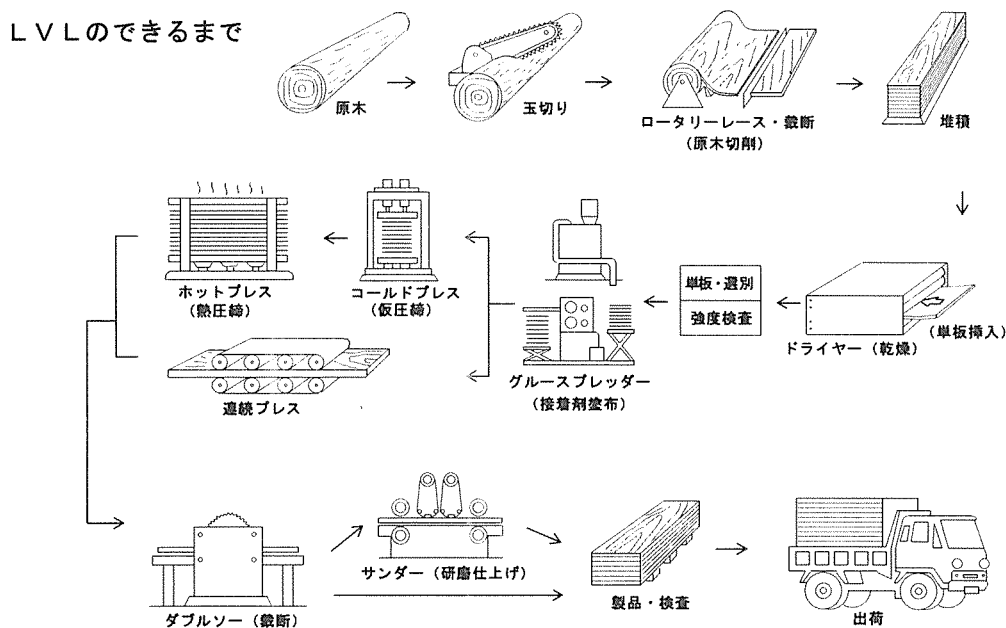


図13. LVLの製造工程(全国LVL協会刊LVLの手引きより一部抜粋)

2.6 PSL・OSL

「PSL」や「OSL」については、現在の北米で採用されている生産システムは大量生産を前提としており、多額の設備投資が必要なため、これをそのままスギのPSL化に導入することは困難である。また、北米などとは異なり、安価な原材料を定常的に確保することも容易ではない。

これらの類似品として森林総合研究所で開発された「SST (Superposed Strand Timber)」の生産がようやく開始されたが、EW材としての利用開発や強度評価はこれからの課題である。また、この技術を応用して、セメントとの複合などが考えられているが、現在のところ商品化されていない。

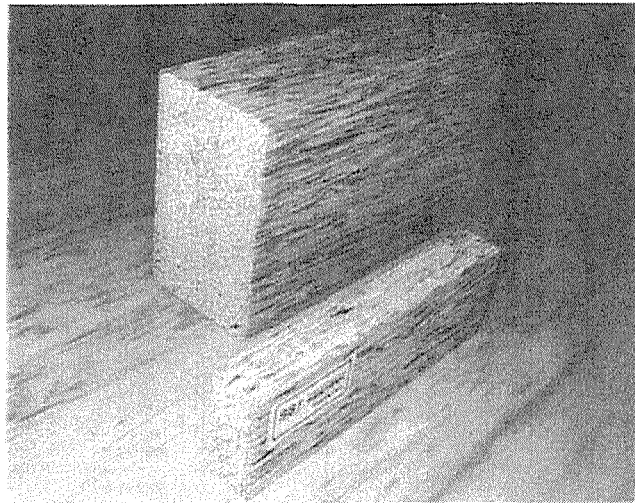


図14. SSTのサンプル

2.7 OSB

スギの「OSB」については、国産材を使って針葉樹のOSBを作る技術は研究されているので、アスペンなどの広葉樹にはない表面性や化粧性を商品力にすることは可能であろう。また、より小型のストランドを用いた「ファインOSB」の技術も国内で開発されている。ただ、PSLやOSLと同様に、事業化には多額の設備投資が必要なことと、原料の定量的・定常的確保の困難さが大きなネックといえるであろう。

2.8 木質系ボード

スギを原料とした「パーティクルボード」や「ファイバーボード（特にMDF）」については、技術的に大きな問題はない。ただし、現状では限りなくタダに近い原料費でないとボードの製造そのものが成立しないような状況である。

2.9 構造用木質材料以外のEW製品

①MSR材：乾燥した製材に様々な身体検査を行い、強度性能を工学的に保証したものが「機械等級区分製材」である。

MSR材は構造用集成材用のひき板としては、ごく常識的に採用されるようになっているが、製材では一部の住宅や製材メーカーで、クローズドな形で実施されている程度で、なかなか市販製品として流通する状況にはなっていなかった。しかし、建築基準法の性能規定化と住宅の品質確保などに関する法律（品確法）の実施に合わせて、国産材製材をEW材として販売するところが増加しつつある。今後この傾向は一層深まるものと考えられる。

この製品は製材品であるから、寸法の制限があり、またEWとしては最も原始的でそれほど信頼性の高いものではないが、乾燥材であり、住宅の柱などに用いるのであれば、こ

れで十分である。

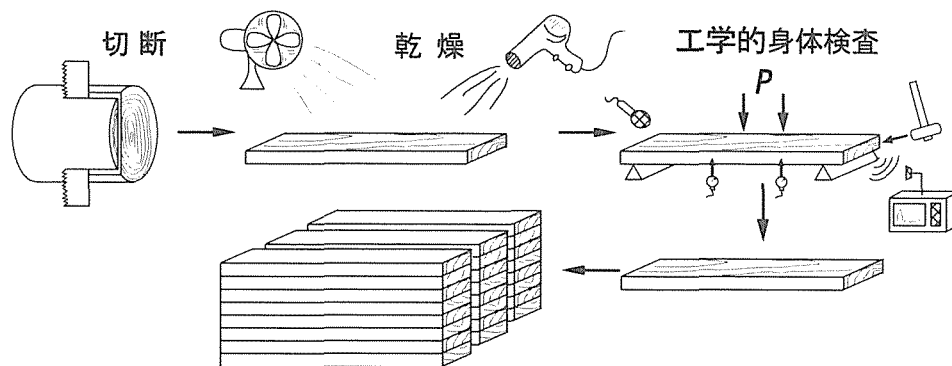


図15. 機械的強度等級区分材(MSR材)

②メタルガセットトラス：メタルプレートコネクター（MPC）とは、厚さ2mm程度の亜鉛メッキ鋼板を図16のような形状に加工した接合金物である。材の接合方法は極めて簡単で、突き付けた木材の2材面に一対のMPCを圧入するだけである。このMPCを接合部に用いた木造トラスが、メタルガセットトラス（図17）であり、構造信頼性が高く、工場で容易に製造できるため、欧米では40年以上前から小屋組や床梁に使われてきた。また、わが国でも1974年の枠組壁工法（ツーバイフォー工法）の導入を機に生産が開始され、現在までに10万棟以上の住宅に用いられてきた。

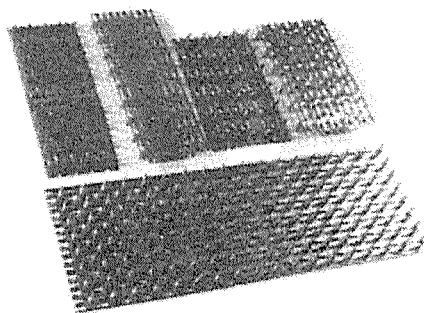


図16. メタルプレートコネクター

近年全国的にスギの用途拡大への試みが様々に展開される中で、「枠組壁工法用の輸入材ばかりではなく、スギをメタルガセットトラスに使えないか」という声があがり始めており、森林総合研究所で実大実験を行って強度特性を検討したところでは、スギ継手の強度は現在トラスに使用されている北米産SPF（Spruce-Pine-Fir）や北欧産ホワイトウッドの1～2割減程度の値となり、破壊までのねばりも若干低めの傾向を示すものの、トラスにした場合に問題となるような不具合は認められないとのことである。また、従来からの設計手法でトラスが設計できることが明らかになった。

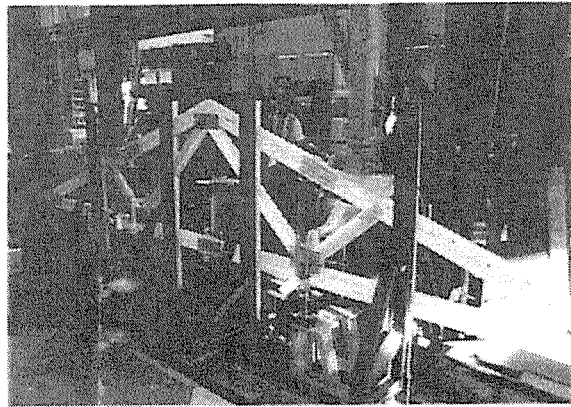


図17. メタルガセットトラスの実大曲げ試験

このように、幅広い品質を有するスギでも、メタルガセットトラスの部材として活用できることが実証され、これらの結果を活用して、宮城県農業公社は、床面積486㎡の繁殖牛舎（写真18）を2000年春に完成させている。

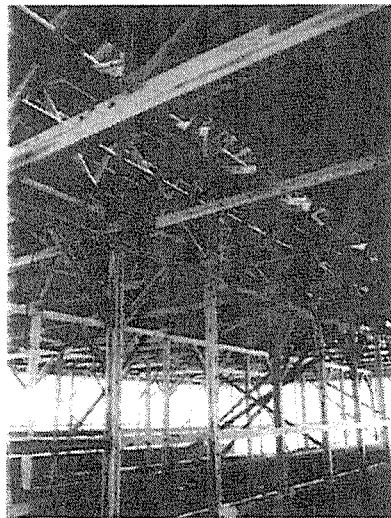


図18. 建設中の繁殖牛舎内部
材料はすべて宮城県産のスギ材