

平成19年度国土交通省補助事業  
木造住宅生産体制整備事業

# 中小住宅生産者による 木造住宅生産体制整備事業報告書

(団体公募)

平成 20 年 3 月

財団法人 日本住宅・木材技術センター



## 目次

1. 業務の目的と概要	1
1. 1 事業の趣旨	3
1. 2 対象とする事業	3
1. 3 申請者の対象	3
1. 4 申請に必要な書類	3
1. 5 事業のスケジュール	3
2. 各団体の取り組み	5
2. 1 「木造住宅に関する普及・啓発事業」	7
2. 2 「大樹・自然素材建材ショールームの開設」	10
2. 3 「木造住宅を基礎から学ぶ講座」	14
2. 4 「伝統的住宅デザイン（地域特性）による熊本型木造住宅 モデルと地域木造住宅産業活性化手法の構築」	17
2. 5 「木材と木造住宅に関する普及啓発冊子「よくわかる木造 住宅（仮称）」の改定」	26
2. 6 「地域特性に対応した木造住宅の研究開発と普及」	28
2. 7 「加圧注入材使用による長寿命化住宅（高耐久性住宅） の仕様書作成」	52
2. 8 「木造建築の防耐火性能～性能規定導入後の展開・設計 事例と今後の課題～ に関するシンポジウム」	84
2. 9 「伝統工法住宅にパッシブソーラを取り入れる研究と普及」	86
2. 10 「親子で体験 木と木造住宅のウォッチングとセミナー」	88
2. 11 「木造住宅生産合理化のための金物工法の標準化と その啓発・普及事業」	91
2. 12 「板倉壁工法普及事業」	99
2. 13 「集成材を活用した超長期住宅「200年住宅」	101
2. 14 「木造住宅の耐震補強方法等技術研修事業」	129



## 1章 業務の目的と概要



## 1. 1 事業の趣旨

(財)日本住宅・木材技術センター（以下「当センター」という。）では、木造住宅に関する調査・研究事業の実施や住宅性能表示制度の講習会の実施等を通じて木造住宅生産の促進に寄与してきているところである。

この度、当センターが国土交通省の助成を受け、中小住宅生産者が木造住宅生産体制整備に向けて取り組む木造住宅の技術開発や普及のための研修会及び講習会等の事業に対して支援する事業を、昨年度に引き続き実施する(今年で3年目であり、最終年。)

## 1. 2 対象とする事業

### (1) 木造住宅の建築に関する研究開発と普及

(事業例)

- ・地域特性に対応した木造住宅の建築に関する研究開発と開発された住宅の普及
- ・化学物質放散が少ない建材の開発及び普及

### (2) 木造住宅生産の近代化及び合理化のための技術・システム開発

(事業例)

- ・木造住宅生産合理化の技術開発
- ・地域木材等を利用した木造住宅の生産・供給体制の開発・整備

### (3) 木造住宅生産に関する研修会及び講習会等の開催

(事業例)

- ・耐震等の技術に関する講習会の開催
- ・増改築技術に関する講習会の開催

### (4) 木造住宅に関する普及・啓発

(事業例)

- ・講演会やイベント等における消費者向けの木造住宅PR用模型・パネル等の展示

## 1. 3 申請者の対象

- (1) 中小住宅生産者で組織された団体（以下「団体」という。）であること。構成員は二以上であることとし、単独での応募はできない。
- (2) 法人格の有無等は特に問わない。住宅生産者以外の事業者が含まれていても可能。
- (3) 昨年度に引き続き事業の継続を希望する場合においては、昨年度の事業内容と成果も審査の対象となる。

## 1. 4 申請に必要な書類

### (1) 中小住宅生産者による木造住宅生産体制の整備事業申請書

### (2) 申請添付図書

- ①中小住宅生産者による木造住宅生産体制の整備事業実施計画書
- ②申請者の沿革（団体概要、構成員名簿等）
- ③知的財産権を確認する書類（知的財産権を取得している場合のみ）
- ④その他必要な書類

## 1. 5 事業のスケジュール

5月23日 公募開始

6月21日 第1回選定委員会開催(概要説明、意見交換など)

6月22日 申請書受付期限

7月中旬 第2回選定委員会開催(選定作業)  
7月下旬 採択・不採択通知発行  
8月～2月 事業実行  
3月10日 団体からの報告書・成果物の提出  
3月10日～末日 事務局が報告書まとめ

## 2章 各団体の取り組み



## 2. 1 「木造住宅に関する普及・啓発事業」徳島県木の家づくり協会

### 2.1.1 事業目的

県内の消費者に対して県産材使用の観点から普及啓発活動を行う。木材供給者や設計施工者に対しても消費者ニーズの情報発信を行いながら、徳島県木材認証制度における「認証木材」を使用した県産木造住宅の需要拡大を図る。

### 2.1.2 事業概要

#### ① 県産木造住宅展の開催

12月1日、2日（2日間）の開催

#### ② 徳島県産木造住宅の普及PR事業

・施主、設計士、工務店に対するセミナーの開催

〈内容〉・徳島県木材認証制度について

・認証木材提供事業について

・バスツアー（住宅、構造、完成見学会）の開催

#### ③ 勉強会、意見交換会の開催

・システム会員の技術品質向上を図るため、会員同士による勉強会、意見交換会の開催

### 2.1.3 事業内容

#### (1)事業の進め方や内容

協会内部に実行委員会を設置し、運営内容等の計画については実行委員会の協議決定により実施した。県産木材住宅展については、県産木材住宅供給システム（6会員）の小間出展のほか、徳島県・徳島県木材協同組合連合会、徳島県木材認証機構等の出展を含め、約10小間による県産木材住宅展を開催した。

12月14日は設計士・工務店に対して木材の認証木材制度についてのセミナーを開催した。

また、顔の見える家づくりシステムとしての構造見学会、完成見学会を開催し、一般消費者および設計士・工務店に対しての普及活動を行った。

#### (2)実施場所

#### ① 県産木造住宅展 徳島市南沖洲 マリントーナメント2F

入場者数	12月1日	158名
	12月2日	109名
	合計	267名

#### ② バスツアー ～住宅の構造から完成見学まで～

一日で木造住宅の基礎から完成まで見学できる協会ならではの住宅見学会。

徳島市内周辺の5ヶ所を選定し、各住宅システムの構造見学会、建築途中見学会、完成見学会等を行った。（参加者数 25名）

#### ③ 設計士・工務店・施主に対してのセミナー

- ・徳島県木材認証制度について
- ・認証木材提供事業について

(参加者数 68名)

#### 2.1.4 事業の成果

県産木材住宅展の開催期間中に新築（2件）、リフォーム契約3件あり、その後各システム住宅供給メンバーとの契約が12月末までに、新築3件、リフォーム8件となる。

来場者に大勢の皆様の参加を頂き、盛大に開催することができた。

住宅バス見学会については、家づくり協会ならではの見学会なので、参加者に県産木造住宅の正しいPRを行うことにより、今後新築等の契約が見込まれる。

設計士・工務店に対しては、徳島県木材認証制度についてのセミナーを開催した。認証木材の合法木材・産地認証・品質認証等について説明した。徳島県木材認証制度とは、木材の産地や品質を明確にした上で、同時に合法的な伐採により産出されたことも確認可能な制度である。そして、この11月に徳島県県土整備部（県の土木部）が、県の公共工事について県産材を業者努力により使用した場合に、工事評定への反映を広げる方針が出された。この影響もあり、需要者・生産者ともに認証木材への関心は急激に高まっており、今後、認証木材の普及啓発と同時に認証木材の需要拡大に大いに期待するところである。



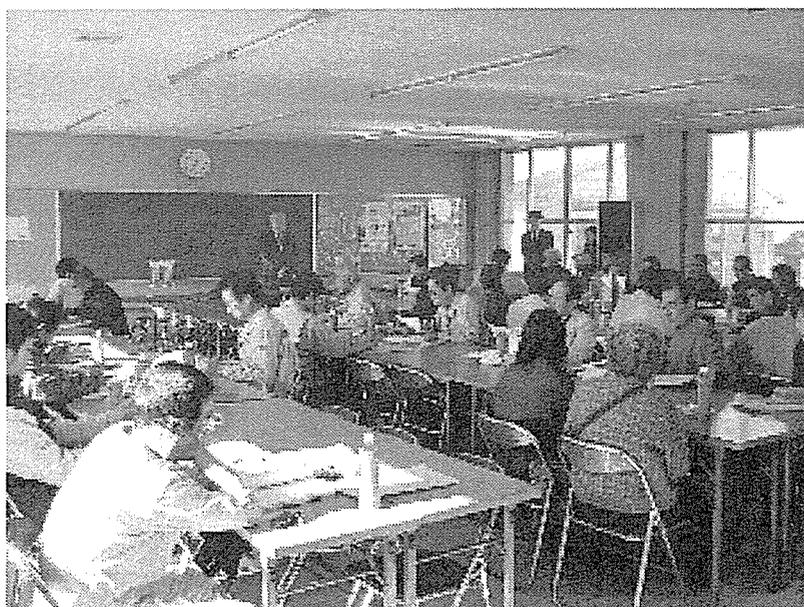
県産木材住宅展の様子



県産木材住宅展の様子



バスツアー見学会の様子



認証木材提供事業セミナーの様子

## 2.2 「大樹・自然素材建材ショールームの開設」ホームビルダーズ・大樹の会

### 2.2.1 事業目的

- ①化学物質を低減した自然素材を活用した木造住宅で、シックハウス症候群を防止して健康的な屋内環境をつくる為、各種の木製品を開発する。
- ②自然素材の活用に係る建築コスト面において、施工の省力化によるコストダウンを図る一つの手段として、屋根・壁に関してパネルの開発及び施行の方式を確立する。
- ③自然素材による各種の木製品及び合理化された工法などについて、広く一般に伝播するため展示ショールームを開設する。

### 2.2.2 実施体制

当初計画の通りこの事業の基幹となる運営組織を次のチームで実施した。

なお、当事業の運営に参加するメンバーは、事務局を除く全員が工務店経営者の立場にあることと、参加者の地域が新潟県並びに茨城県にあるため、各地域ごとに分担して実施した。

A、小川チーム	小川(委員長)、江沢、石坂、海老根
B、久保埜チーム	久保埜、堀、杉田、佐藤、山田、荒井
C、事務局	青柳、笹野、他

### 2.2.3 実施内容

#### (1) 木造住宅生産合理化方式の開発

木造住宅の建築でその全体コストの内分けでは、施工する労務費コストが約40%強掛かっている。その内最も大きなコストが、大工労務費である事から第一に 屋根下地工事の現場施行の合理化として、下地パネル製作を予め工場で効率良く製作できる屋根パネルの仕様条件・製作図及びパネルコストについて開発して製品を完成させた。

幸いその製品をテストできる機会ができ、早速実行したところパネル製作コスト及び施工時間も予想以上の効果を確認できた。

#### 効果の内容

- ①パネルコストは現場施工コストに比べ同等コストでできた。
- ②現場施工コストは、約三分の一の時間に短縮できた。
- ③品質面でも工場内製作のため品質の統一が良くなった。

現場施工の写真は、別紙(参考：N0.1 屋根パネル N 0.2 壁パネル)を添付しました。

#### (2) 自然素材のみで作る住宅用家具・建具等の木製品の開発

木製品づくりのコンセプトに、化学物質を限りなく 使用しない「無添加製品」として建具類及び家具類について既に製作してきている物も含め自然素材に関する情報収集や調達ルート又使用条件などの検討を進めたところ、木材の選定や木製品に欠かせない接着剤や塗料について新しい知識を得ることができた。

その結果、弊社としては今後次の基準を前提に 製品作りを進め消費者からの評価を確認して

行きたいと考える。

- ①使用木材は、国産材の檜、杉、栗、タモ、楓、樺の無垢材を標準材とする。
- ②接着剤には、原料としてニカワ・米を採用する。
- ③塗料には、ヒバ材などの天然素材のみで精製されたものを使用する。

### (3) 低価格化の推進

住宅建築及びその要素の一つとなる木製品に関する低価格化の条件として次の要素の開発を進めてきた。

#### ①設計の標準化システムの確立

建具家具類の木製品は、従来培われてきた木工職人による個人製作方式に対し、製品種類ごとに一定のロット生産を可能にする為の設計仕様の標準化を図る。

#### ②生産システム化の実施

材料のサイズ並びに加工及び製作工程に付いて、一定の自社基準をつくり一貫した部品生産と受注前に準備出来る標準在庫体制により、短期間で製作できる。

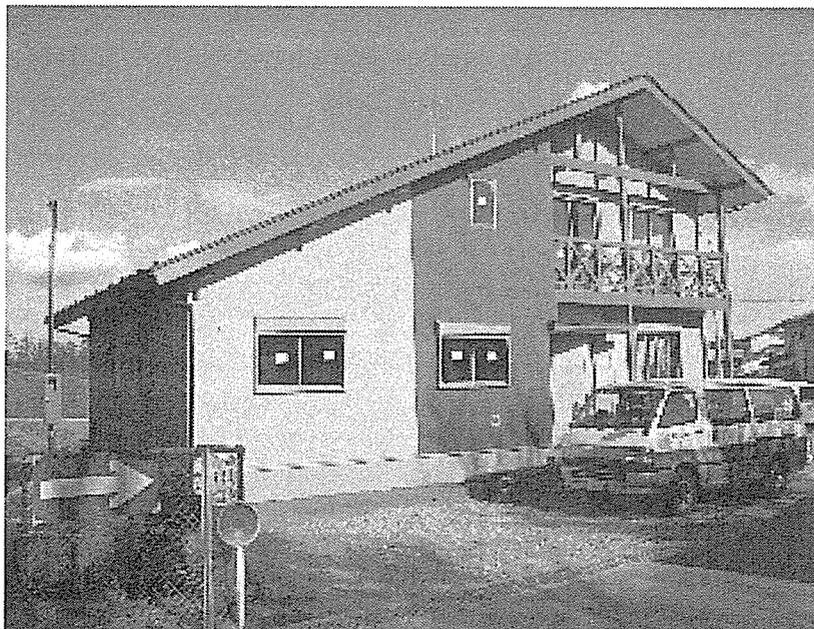
システムを実施した結果、従来よりも次の効果を得ることができました。

- ・建具類の納期期間： 1本あたり 1日間が→0.3日間に短縮
- ・家具類の納期期間： 1個あたり 2日間が→1日間に短縮
- ・労務コスト： 製品に占める割合が15%削減できた。

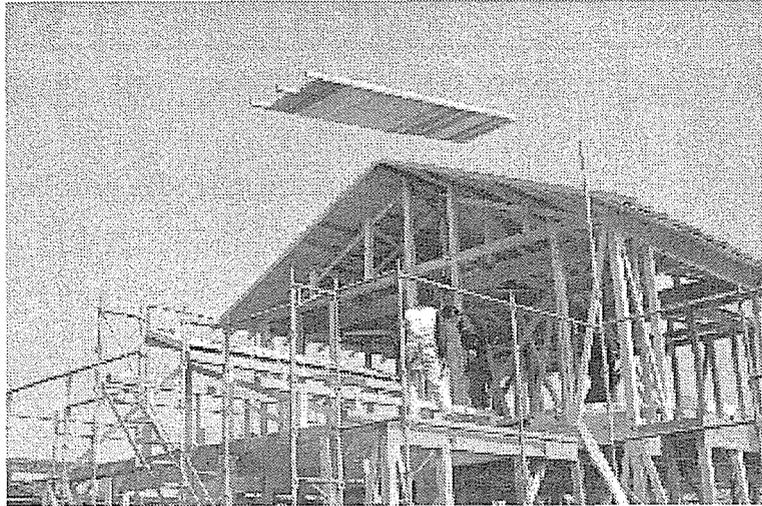
#### ③今後の販売普及活動への影響のについて

今回の開発業務は、品質の改善並びに納期短縮及びコストダウンをセットにした目的で実施した。全員参加型で多くのスタッフで協議ができたことで短期間にもかかわらず、予想以上の大きな成果が得られたものと判断している。

又、これらの成果物が具体的に弊社独自の「常設ショールームが実現」した事で、広く一般にメッセージを発信して天然素材の無添加仕様並びに国産材の価値を高める普及活動に大きな弾みとなり、今後の成長に大いに期待できる。



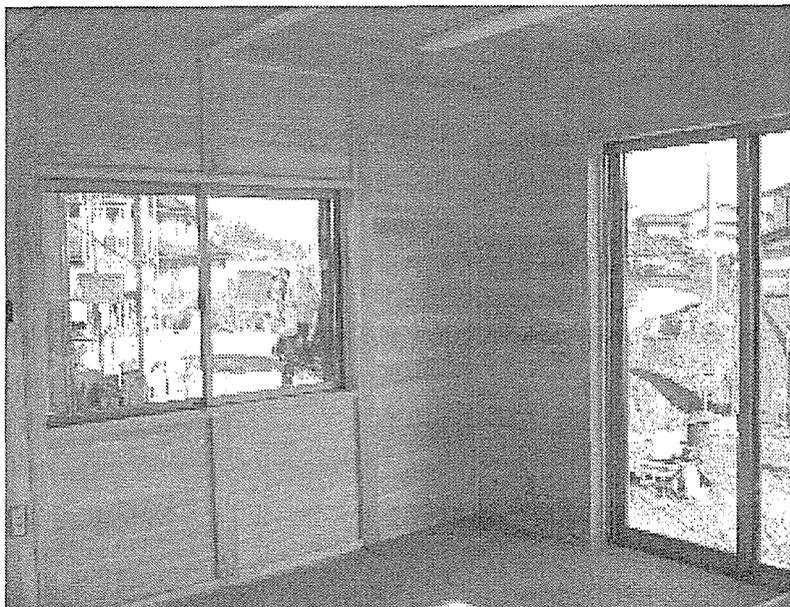
ショールーム外観



屋根パネルの施工

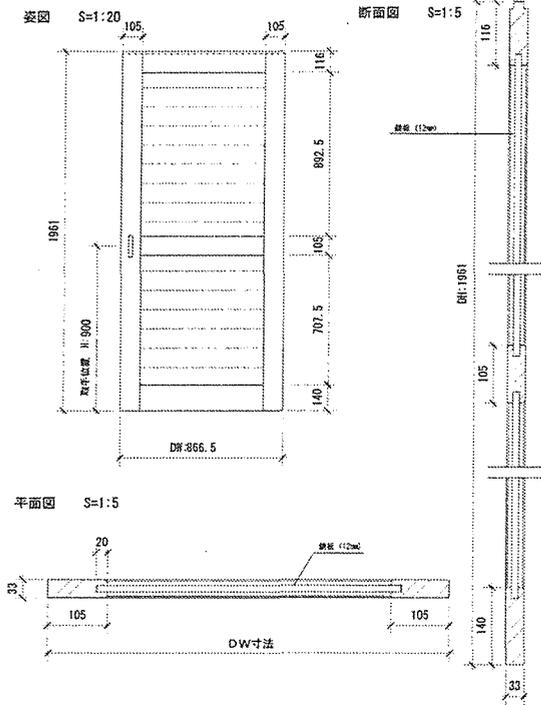


屋根パネルの施工



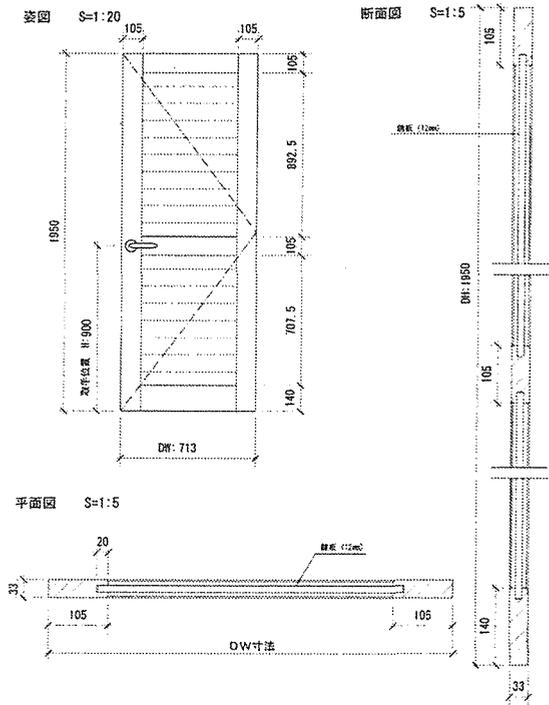
ショールーム内観(試作したパネル)

種類 出入り口建具・引き違い戸 形式 HKW-A-1



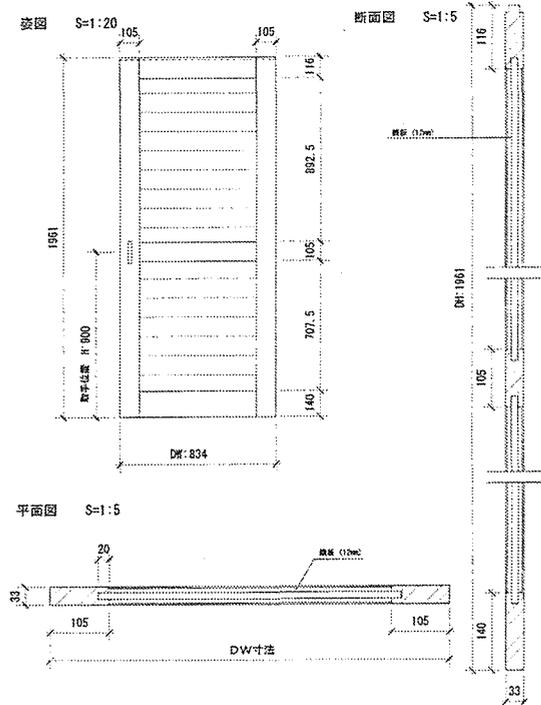
無添加製品の例 建具図面「引き違い戸」

種類 出入り口建具・片開き戸 形式 HRK-A-1



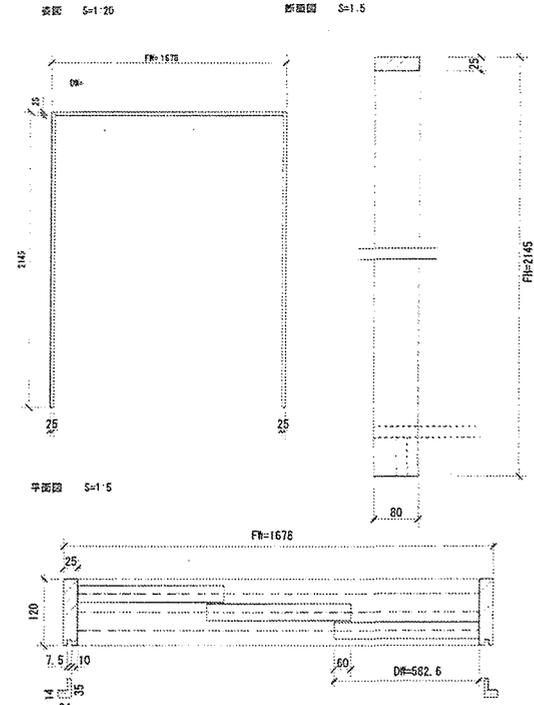
無添加製品の例 建具図面「片開き戸」

種類 出入り口建具・引き戸 形式 HKI-A-1



無添加製品の例 建具図面「引き戸」

種類 収納建具・折れ戸枠



無添加製品の例 建具図面「折れ戸枠」

## 2. 3 「木造住宅を基礎から学ぶ講座」近山スクール東京

### 2.3.1 事業目的

地域の山の木を用いた家づくりの講座を通じて、森林を守ること、環境を守ることを選び、国産材の振興を図ることを目的とする。

### 2.3.2 事業概要

国産材を使って、木の家を造る仕事に携わりたいと思っている大工、工務店や設計者、学生、また木の家に住みたいと思っている消費者を対象に、木の家を造ることを実践的に学ぶ講座を開催します。講座には林業、製材、設計、施工の第一線で活躍する専門家、学者などの講師陣を起用し、また、森林ツアー、構造実験見学などの体験ツアーを体得し、受講者の疑問質問にも応えられる運営を強化した事業内容を行っている。

### 2.3.3 事業内容報告

#### (1) 講座&フィールドツアー

10月13日

第1講 山の仕事と山の恵み・暮らし 講師 原薫(柳沢林業)

第2講 地域の材をまちにつなげる 講師 戸塚元雄(木庸舎)

ディスカッション 日本の山の木を使うネットワークの可能性

コメンテーター長谷川敬(長谷川敬アトリエ)

11月17日

第1講 家づくりと職人 講師 蟹澤宏剛(芝浦工業大学准教授)

第2講 大工と考える木造住宅のつくり方

講師 丹呉明恭(丹呉明恭建築設計事務所)

12月15日

第1講 山辺豊彦の木構造講座 初級編Ⅰ 講師 山辺豊彦(山辺構造設計事務所)

第2講 山辺豊彦の木構造講座 初級編Ⅱ 講師 山辺豊彦(山辺構造設計事務所)

1月19日

第1講 木造住宅の防火を考える

講師 安井昇(早稲田大学理工学総合研究センター客員研究員)

第2講 左官の技術を一般の住宅に使うには

講師 勝俣久治(左官業)、金田正夫(設計工房・無垢里)

1月26日

フィールドツアーin飯能

林業体験と素材生産者のはなし

2月 9日

第1講 快適な環境は、身体から建築、地球環境へ

講師 宿谷昌則(武蔵工業大学 環境情報学部教授)

## 第2講 パッシブな工夫で快適な住宅をつくる事例～2例

講師 金田正夫(設計工房・無垢里)

講師 安田 滋(安田アトリエ一級建築士事務所)

### (2) 講座参加状況

10/13	全講座受講者	45 人	
	選択制受講者	5 人	合計 50 人
11/17	全講座受講者	38 人	
	選択制受講者	8 人	合計 46 人
12/15	全講座受講者	38 人	
	選択制受講者	21 人	合計 59 人
1/19	全講座受講者	38 人	
	選択制受講者	7 人	合計 45 人
2/9	全講座受講者	28 人	
	選択制受講者	9 人	合計 37 人

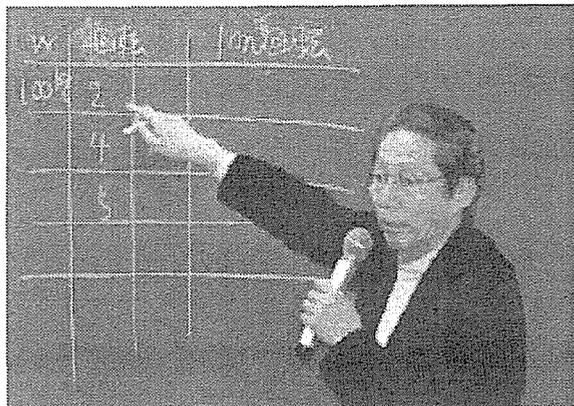
### (3) ホームページの公開

平成 19 年 7 月 15 日に近山スクール東京のホームページで公開した。

<http://tokyo.school.chikayama.com>

### 2.3.4 事業の効果

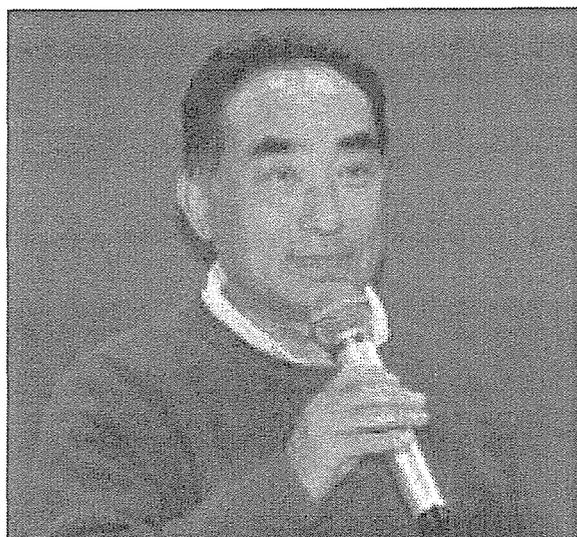
- (1)「木造住宅を基礎から学ぶ講座」は、3 年目になる。高度ポリテクセンターと共催で行ってきた事業も同センターの建築関係の事業の終了に伴い、今回は芝浦工大生涯学習センターとの共催事業として事業活動してきた。2007 年度後期講座(10 月～3 月)として実施した。教室の使用のみだけでなく、仕口の強度試験や小舞土壁の実演なども実験室を借りてすることができ、活動範囲も拡大できた。
- (2)この講座で 3 年目になるため、受講者は全講座を受講する人とこれまでの参加者も自由に講座が選べるように選択制をとった。全講座受講者は 48 人で、他に選択制の受講者 24 人を入れると、延べ受講者数は 72 人になった。選択肢を増やすことによって昨年より受講者数の増加を見ることができた。選択制の内訳、1 回選択は 10 人、2 回選択は 7 人、3 回選択は 3 人、4 回選択は 6 人、5 回選択は 2 人等となっている。
- (3)ホームページの公開によって、情報の発信量が増え、より広く近山スクール東京の事業の目的を知ってもらうことができ、なおかつ木造住宅に興味のある多くの人のアクセスが期待される。
- (4)懇親会などで受講者同士の交流から、ネットワークが広がる中で仕事への協力関係をつくっていく経験も広がってきている。今後は消費者にまで広がっていくことが期待される。
- (5)講座は 3 月 15 日が最終回で、アンケートを 2 種類（「木造住宅を基礎から学ぶ講座～受講アンケート～」、「国産材使用および問題点に関するアンケート」）を受講者に配布し回収します。



山辺豊彦講師(木構造講座)



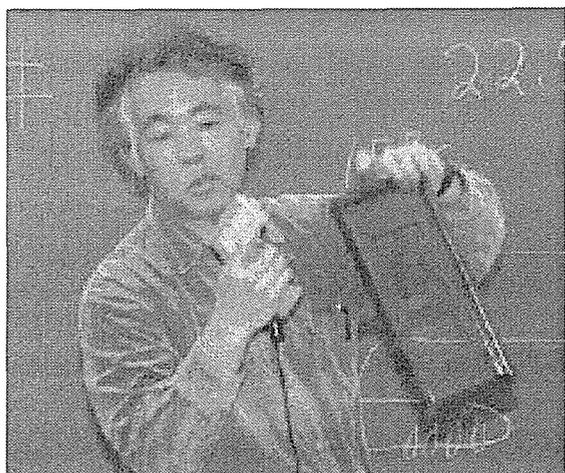
会場の様子



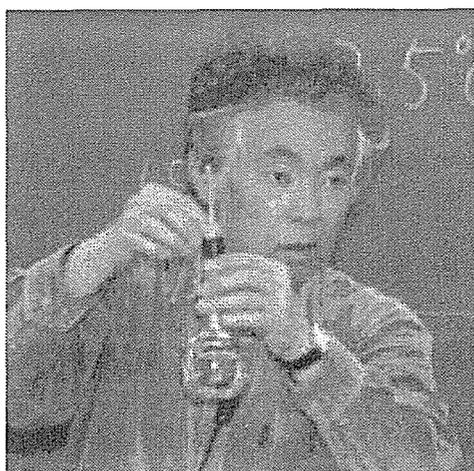
勝又講師久治講師(左官技術)



実演を交えた講義



宿谷昌則講師(環境・設備)



実験の様子

## 2. 4 「伝統的住宅デザイン（地域特性）による熊本型木造住宅モデルと地域木造住宅産業活性化手法の構築」くまもと建築市場協議会

### 2.4.1 事業目的

住宅デザインの画一化、生産の工業化が進む現代においては、地域文化と伝統技術が日々失われつつある。地域においては、過去幾度も地域型木造モデル住宅としての復興が試みられてきた。しかし、これらの既存モデル住宅の多くは、地域産材の消費拡大（地産地消）を目的とするもので、地域特性であるデザインを機軸とするものはほとんどなく、作り手側の一方的な押しつけにすぎないものであった。つまり一般消費者ニーズにはほど遠いもので、消費者への浸透はみられず、大きな効果をあげたとは言えないのが現状である。

当該事業では、熊本地域の伝統的な木造住宅文化の象徴として、僅かではあれ脈々と受け継がれている外壁面の装飾である「辰浪」をキーに、「地域文化と伝統的技術の涵養」、「地域デザインによる町並みの再生」、「地域住宅関連産業の活性化」の三項目を実践することを目的とし、消費者と地域木造住宅生産者とが共同して地域文化(熊本型木造住宅デザイン)発掘(消費者参加型)のデザインサーベイを実施し、消費者基点の地域デザイン住宅を構築し、一般消費者の利用促進と啓発を行う。

また、消費者と共同で調査を実施することにより、地域の消費者のニーズを適確に捉えることができるのも大きな利点である。

### 2.4.2 事業概要

熊本の伝統的木造住宅の工法と装飾手法の分布・傾向を、消費者（参加者公募）と会員の職人(専門技能者・顔の見える生産者集団)が専門的立場で調査し、地域の工法と装飾手法の究明を行う。

香川県高松～琴平地方の装飾や、兵庫県朝来～豊岡地方に分布する外壁面の装飾との類似点と相違点等を調査分析し、熊本型木造住宅の地域モデルを構築資料とする。熊本型木造住宅モデル情報と住宅モデル構築過程と根拠情報を電子情報媒体を利用して公開する。この情報は地域大工・工務店に情報媒体(DVD等)で提供し、消費者の啓発資料としての利活用を促すとともに、住宅展等の消費者セミナーを開催し消費者に情報提供を行う。自治体・マスコミ等の公的機関や関連団体及び企業の要請には、熊本型木造住宅モデル構築過程の情報と構築根拠の情報などを提供するセミナー等を開催し、情報の開示と提供を積極的に行う。これにより、伝統的木造住宅の工法・装飾手法の普及が促され、環境の改善や産業の活性化と伝統的木造住宅モデルによるロングライフデザインによる街並みの再構成の実現を目指す。

### 2.4.3 実施体制

九州広域建築市場キャドセンター連合会を発展的に改名し、欠く業種の職人・専門業者で構成された「くまもと建築市場協議会」の会員（参加数 35 名）が専門分野の調査・解析を行い、一般消費者（公募）が調査・解析に協力して調査を実施した。

調査の企画・構成と調査資料の解析及び熊本型ロングライフデザイン木造住宅の構築は、NPO法人建築市場研究会（理事長：椎野潤前早稲田大学教授、支部長：齋藤百樹）の会員の協力のもとで実施した。また、伝統的住宅ロングライフデザインのモデルプランの構築には、以下の学識経験者・木材

関係者・建築設計専門家による検討委員会（座長：中川誠之）が検討をおこなった。

（委員の方々は「検討委員会作業」に無報酬でご協力頂いた）

検討委員会名簿（順不同）

鳥飼加代子（熊本大学教授）

池田 元吉（熊本県林業指導研究所部長）

大石駿四郎（社団法人 熊本県木材協会連合会会長）

中川 誠之（社団法人 熊本県建築士会常任理事）：座 長

## 2.4.4 事業内容

### （1）調査計画家屋数と地区

熊本県（八代市＋宇城市＋その周辺）	30棟
熊本県（熊本市＋その周辺）	20棟
熊本県（玉名市＋その周辺）	10棟
香川県（高松市＋その周辺）	5棟
兵庫県（朝来市＋その周辺）	5棟

合計70棟を予定した

### （2）家屋の調査状況

家屋調査は住人の方の協力を得られなければならないので、粘り強く個別訪問を重ねたが、面的にご協力を得られる家屋が予想より少なく公表できる予定戸数を達成できなかった。また、調査方法等の調査員教育を事前の研修を重ねて臨んだが、調査時に住人から持ちかけられる世間話の対応や、調査員の家屋調査の不慣れも禍し、予定した1住戸の三時間程度の調査時間では終了せず、予定期間内での予定戸数の消化ができず、年末年始までずれ込む結果となった。調査家屋のほとんどが間取りの公表を拒否され、写真のみの公表の承諾は得る事が出来た。

複数の調査員が、予定地区外の福岡県南部や佐賀県南東部にも多くの調査対象家屋の存在を報告してきた。両地域を急遽、調査対象地候補として事前調査に臨んだところ、他県からの調査ということで快く調査に協力される家屋があり、15棟の調査を実施することが出来たので新たに加えている。

調査の主旨はご理解いただき調査をおこなったものの、住人の方の意向により、間取りに加えて写真の公表も承諾を得られない家屋があり、その家屋を参考資料（調査戸数にはカウントしない）として（外〇棟）で表記し、家屋調査実行戸数を報告する。

イ、熊本県（宇城市＋その周辺）	10棟（外7棟）
ロ、熊本県（八代市＋その周辺）	7棟（外6棟）
ハ、熊本県（熊本市＋その周辺）	5棟（外4棟）
ニ、福岡県（久留米市＋その周辺）	12棟（外3棟）
ホ、佐賀県（佐賀市＋その周辺）	3棟（外5棟）
ヘ、香川県（高松市＋その周辺）	3棟（外2棟）
ト、兵庫県（朝来市＋その周辺）	4棟（外2棟）

合計47棟（達成率67.1%）（外29棟）

※ 総調査戸数 76 戸（達成率 108.5%）で調査予定戸数 70 戸を上回ったものの、報告戸数 47 戸（達成率 67.1%）で目標戸数を達成できなかった

### （3）調査資料の解析

各地区（イ～ト）ごとに、間取り（平面）及び姿（立面）の特性に比較検討を加え、地域特性の抽出し、特徴を把握した。

○ イ～ハにおいては同県内であり、顕著な特性の差はみられない。

「田の字変形平面」「かなり複雑な多重入母屋の焼瓦屋根」

「装飾土塗外壁」「妻部土塗外壁」

○ ニ及びホにおいては、佐賀平野独特の「くど造り」文化が消滅段階の現在、佐賀平

野の新たな民家建築は同じ筑後川水系という関連から、福岡南部の新民家建築様式が採り入れられつつある。したがってニ及びホの特性には差がみられない。

「田の字変形平面」「複雑な入母屋の焼瓦屋根」「土塗外壁」「妻部木格子壁」

○ ヘにおいては、形態や表現手法に差はあるものの、熊本平野＋八代平野の民家外壁の装飾と同じ位置の装飾がみられる。

「田の字変形平面」「やや複雑な入母屋の焼瓦屋根」「土塗外壁」「装飾土塗外壁」

「妻部土塗壁」

○ トにおいては、民家においては単純な入り母屋の屋根と妻部分の外壁が塗壁で仕上げられている以外に大きな特徴はない。

「田の字変形平面」「積雪対応か純粋な入母屋の焼瓦屋根」「土塗外壁」「妻部土塗壁」

### （4）解析資料とモデルプラン原案の作成

検討委員会で検討を行い、下記の項目を基準とすることとなった。長寿命住宅（概ね 200 年）を視野に入れたものである。

① 200 年の時代変化に大きく左右されず、構造体に影響を与えずに改修可能で住み続けられ、時代を先取りするデザインではなく、200 年の時代変化に耐え得るデザインであること

② 地域に密着したデザインで、地域の気候や風習・習俗・習わし・習慣等の地域文化を伝承し涵養するもの

③ 少子化傾向の影響で人口減少が進む地方において、地域住民の地域定住に寄与するもの

④ 地域の材料（木材・屋根材・畳表・壁材・建具等の建材）を多用し、地域の技術（大工・左官・畳・建具・塗装・給排水・電気等の技）を伝承し涵養するもの

⑤ 200 年のスパンでの検討であり、現在の効率化された生活習慣を必ずしも機軸とはしないもの

①については、住宅の性能を 2 分野に区分し、構造や維持管理、劣化の軽減等の物理的な耐久性能と、街並みを構成する景観性能とに区分して評価する基準

②については、祭礼などの地域の文化は各住戸の役割が大きく、冠婚葬祭が可能な広さで地域

文化は涵養・伝承されてきた。少なくとも祭礼に対応できる機能とスタイルを持つ住戸を基準としている。

③については、各家族で分断されつつある日本の家族規模では、子育ての条件も影響し少子化の傾向を抑制することが出来ない。二世帯、三世帯に沢山の兄弟・姉妹での家族構成が日本の基本的な構成要素であった経験をふまえ、大家族の利点活用で多子可にも可能性が生じ、また、若者労働者の確保も可能になると期待している。

④については、戦後の住宅不足から住戸確保の政策がとられ、廉価で大量生産できる大手住宅メーカーの誕生を促し、地域性に配慮がかけた住宅（プレハブ等を含む）に重きをおく結果となり、住戸の確保には大きな役割を果たしてきたが、一方では地域の木工技術等、建築技術の衰退を招く一因や、地域材の利用が低減する一因となった。地域の材料と地域の技術での住宅生産方式を確立することが、地域の住宅産業の活性化の一つと位置付けしている。

⑤においては、過去の住宅行政による住戸確保が大きな目的で役目を果たしてきたといえるが、廉価で大量生産できる大手住宅メーカーの押し付けの生活習慣を必ずしも是とせず、大手ハウスメーカーの押し付けで変質した過去の生活習慣が、必ずしも 200 年後まで継続されるとは考えられず、日本人が持つ日本的な生活習慣を思考することを期待させるものとしている。

七地区の各地区を比較検討し四地域集約する過程を含め、検討委員会で特性の傾向を把握すると共に、それぞれの共通する要素を整理した。

「田の字変形平面」「土塗の外壁」「重厚な入母屋の焼瓦屋根」  
の三点が共通項としてあげられる。

これらの特性を写真（添付資料）を資料に、検討委員会でさらに検討を加え、ロングライフデザイン住宅のモデルプラン（間取り+姿）のアウトラインを決定した。

具体的なモデルプランの取り纏めを齋藤百樹建築設計事務所に依頼し、設計の専門家として、検討委員会座長の中川誠之氏が指導と監修を担当し、「伝統的住宅・ロングライフデザインの住宅」のモデルプランが提案された。

作成された図面名称は、「モデルプラン」でまとめている。

- 平面詳細図（現在の住宅設備機器を多用して住生活環境の改善を図ったもの）
- 各立面図（伝統デザインの内々に耐震性、耐久性、断熱性能等の向上を図ったもの）
- パース（完成予想図）
- 構造（壁量）計算書  
（改正建築基準法に準拠する性能を有し、性能評価及び性能表示に準ずる性能が可能なもの）

当該資料（モデルプランの平面・立面・パース+調査家屋写真）を元に「伝統的住宅・ロングライフデザイン」（Ⅰ～Ⅳ）のパネル4枚を作成した。

#### （5）セミナーの開催

調査期間が延長したが、検討委員会の審議・検討が順調に進行し、消費者セミナー「伝統的住宅・ロングライフデザインの住宅」のモデルプランの勉強会を下記により開催することができた。

○ 日 時：2008年2月16日（土） 10:00～12:00  
会 場：県民交流プラザ パレア  
定 員：80名  
参加費：無料  
当日参加者 73名

○ 日 時：2008年2月24日（日） 13:00～15:00  
会 場：県民交流プラザ パレア  
定 員：22名  
参加費：無料  
当日参加者 19名

参加者合計 92名で、一般消費者が大半を占め、大工・工務店、建築設計従事者、建築関係の公務員、建築専攻の学生、及びくまもと建築市場協議会会員であった。

#### （6）今後のセミナー等の開催

熊本県土木部住宅課が事務局を務める「くまもと木造住宅推進協議会」主催の「（仮称）くまもと木造住宅推進協議会消費者セミナー」を「くまもと建築市場協議会」で主宰することになった。当該事業は熊本県における木造住宅の推進に貢献するもので、本事業が目指す「地域の材料と地域の技術による地域木造住宅振興」と「伝統的地域デザイン＝ロングライフデザイン」との双方に合致するものである（補助事業の範囲外での実施）。

名 称：くまもと木造住宅推進協議会消費者セミナー

日 時：2008年3月29日（土） 13:30～15:30

会 場：熊本テルサ

定 員：150名

参加費：無料

主 催：くまもと木造住宅推進協議会

また、（社）熊本県木材組合連合会主催の「（仮称）熊本の木造住宅勉強会」を「くまもと建築市場協議会」で主宰することになった（補助事業の範囲外での実施）。

名 称：熊本の木造住宅勉強会

日 時：2008年3月19日（水） 13:30～15:30

会 場：熊本県木材協会連合会会館

定 員：100名

参加費：無料

主 催：（社）熊本県木材組合連合会

#### 2.4.5 事業の効果

セミナーの開催で 91名の参加者を得たが、さらに補助事業の実施期間後ではあるものの、本年度内に公的機関主催の二つのセミナーで報告の機会を得ている。この二つのセミナーの参加者は主催者側でおおよそ 200名以上と推測されている。

短期間に結果を出すことはかなり困難なことであるが、時間をかけて本来の質の部分についての知識や認識の共有を図れば、根強い共有の財産となり、長期にわたって効果を継続し、蓄積していくと考えられる。

具体的な現地調査に基づくデザインの話と、長寿命の伝統的デザイン住宅の記録写真（ビジュアルな手法）とで、一般消費者にも熊本の住宅スタイルへの関心を喚起し、必要性に起因するデザインは長期間の変遷にも耐えうることを理解してもらえたと考える。

また、セミナーに参加した若い建築士の方から熊本県下の熊本県建築士会13支部がネットワーク構築して、伝統的ロングライフデザイン住宅の発掘及び基礎調査に協力できるよう、建築士会で検討したいとの申し出を受けることができた。建築士会のネットワークが構築されることにより、更なる事業の拡大が期待できる。

現在も「くまもと建築市場協議会」主催で「住宅性能表示の勉強会」を奇数月に実施しているが、今後は「住宅性能表示」と並列するテーマとして「伝統的ロングライフデザイン住宅」の啓発活動を続け、広くNPO法人建築市場研究会に参加の各都府県の会員にも本事業による啓発を継続していく予定である。



熊本の伝統的デザインの住宅



熊本の伝統的デザインの住宅



熊本の伝統的デザインの住宅



熊本の伝統的デザインの住宅



福岡の伝統的デザインの住宅



佐賀の伝統的デザインの住宅



香川の伝統的デザインの住宅



兵庫の伝統的デザインの住宅



現地調査の様子



検討委員会の様子



セミナーの様子



セミナーの様子

## 2. 5 「木材と木造住宅に関する普及啓発冊子「よくわかる木造住宅（仮称）」の改定」 つくば緑友会

### 2.5.1 事業目的

多くの一般消費者が抱いている、木材や木造住宅への疑問や誤解などを解消するために、消費者にとって理解しやすく親しみやすい冊子を発行し、さらにその発行した冊子を活用して木造住宅に関する普及啓発を図る。また、国内の森林が置かれている現状を理解してもらい、治山治水等の森林が持つ役割の必要性と重要性を広く知らしめることを目的とする。県内の消費者に対して県産材使用の観点から普及啓発活動を行う。木材供給者や設計施工者に対しても消費者ニーズの情報発信を行いながら、徳島県木材認証制度における「認証木材」を使用した県産木造住宅の需要拡大を図る。

### 2.5.2 事業概要

平成10年3月から平成13年1月までに発行された「つくば緑友会編集発行 よくわかる木造住宅」（4部作）は、発行後9年を経た現在でも依頼や問い合わせがあるが、すでに数年前よりその在庫が底をついた状況にある。その対応策として、法規の変更や取り扱い製品の変化など内容を精査後再編集し、都合4部作を1冊の総合版として発行する。

発行後は、開始より9年間継続されてつくば市内で毎月行われている「よくわかる木造住宅定期勉強会」で教科書として活用する他、報道等に働きかけてさらに広く一般に告知し、一般消費者が木材や木造住宅を理解する上で「わかりやすい冊子」として活用してもらう。

### 2.5.3 事業の必要性

現代の住宅市場の大部分を占めて行われている、我国独特の気候風土を無視した輸入材と合板を多用して接合部を建築金物に依存する工法、そして天候等を考慮しない工期厳守の工程監理などが問題となっている。また、消費者側の立場から住まいを造りたいと希望した場合、木材を多く使った住まいを造るにはどうすればいいのか、どこに（誰に）相談すればいいのかわからない、という相談窓口の不明瞭さ、さらには住宅建築に対する不安と不信感から、工業製品としての「家」を買うという安易な手段を選択してしまうことになる。

その結果、技術力はあるが営業力と資金力に弱い地元大工工務店が受注難に陥り、「割れる」「曲がる」という特性を持つ国産無垢材の使用が敬遠されて国産材の恒久的な相場低迷が続き、しいては流通の川上にある国内森林の管理と育成が疎かになってしまっている。

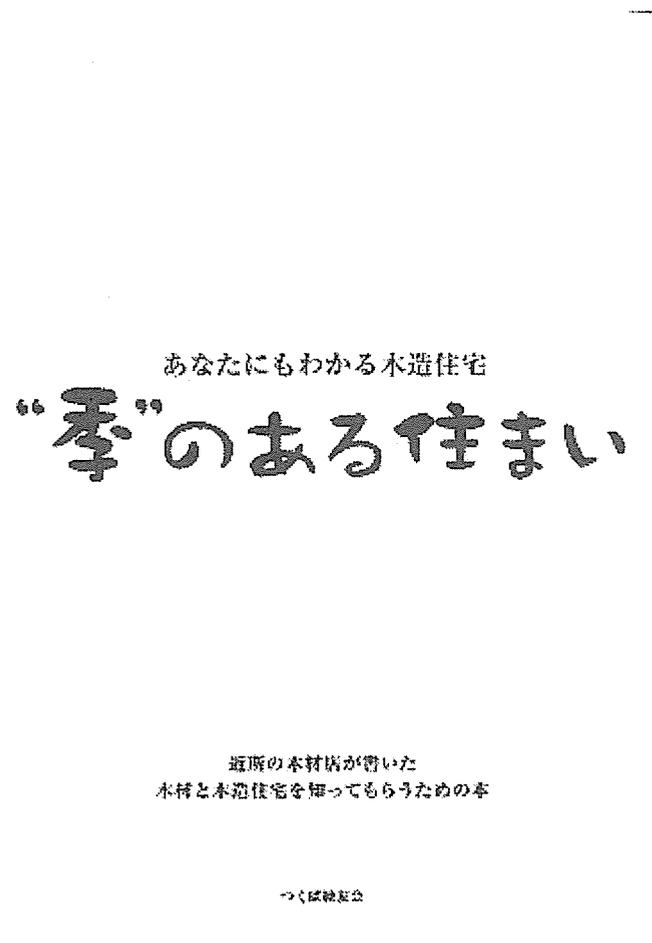
それらの問題を解決するために、消費者に欠点として受け止められている「割れる」「曲がる」という木材の性質を、単なる欠点としてではなく「無垢材が持つ特性」として理解してもらえよう働きかけ、さらに一般消費者に向かい「適材適所」「確かな工法」などの、木材と木造住宅に関する正しい情報を正確に伝えるように努めることが重要である。その一つの手段として、当該冊子を活用した勉強会や見学会等を開催して、建築業者と消費者との間で意思の疎通を図りながら、お互いに疑問と誤解を解決することが必要であると考えます。

## 2.5.4 実施内容

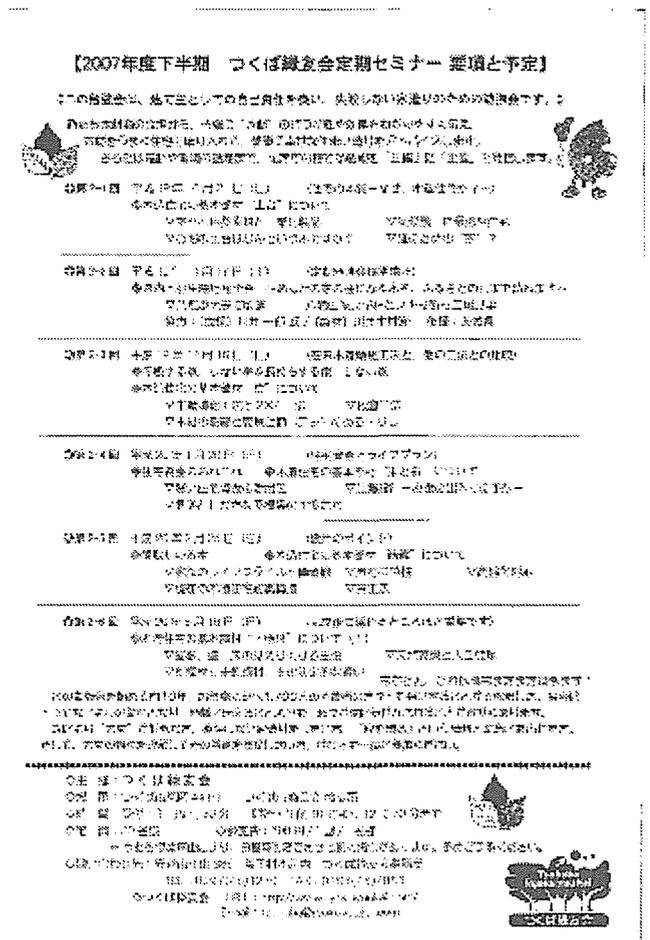
当該テキストの主な利用方法としては、茨城県つくば市内で毎月一回一般消費者を対象とした木材と木造住宅に関する勉強会を開催し、その際に発行した冊子を教科書として使用する。その他、県南地区にある木材製品市場を一般に開放して流通過程を解説し、また、木材生産地域である県北地区を消費者と共に訪ね、冊子を使いながら伐採や森林管理、製材等の行程の見学等を実施する。

日常的にも、地元報道機関等に働きかけてこの冊子を広く消費者に告知し、できる限り当該冊子を会員が直接消費者に手渡しするなどして直に消費者の質問や疑問等を見聞きし、住宅建築に対する消費者動向を把握して今後の普及活動に反映するように努める。

※冊子名は「あなたにもわかる木造住宅」季“のある住まい」となりました。



当事業成果物「季“のある住まい”



つくば緑友会が補助事業の範囲外で実施している講習会のチラシ

## 2. 6 「地域特性に対応した木造住宅の研究開発と普及」川尻六工匠

### 2.6.1 事業目的

仕様規定から性能規定に変わり、貫・足固め工法が合法的扱いになり、限界耐力計算で確認許可が可能となったが、地域特性のある構法のデータや資料が少ない。

このため、当該事業では、柱が大きく、土台の無い足固め工法による伝統的な構法の構造要素についての試験を行い、データ分析を行うことを目的とする。

特に、九州はシロアリが多いので、床下開放の家が良い。昔からの建築構法を理論的に解明し、一般の住宅建築に役立てたい。

### 2.6.2 事業概要

足固め構法による伝統構法軸組に対する実験が行われるようになったのは近年のことであり、これまでに足固め構法による伝統構法軸組の耐震性を検証するために行われた実験はほとんどない。このような現状のなか、2項で紹介した E-ディフェンス震動台実験により足固め構法による伝統構法軸組が優れた動的性能を有する可能性が示唆され、その詳細が明らかにされつつある。これに対し、足固め構法による伝統木造軸組に対する静的な実験に関しては、これまでに行われておらず、その静的性能はほとんど明らかにされていない。

しかし、優れた耐久性能を有する足固め構法を現在の伝統的構法を用いた木造住宅に生かしていくとする上では、静的実験によって得られる、足固め構法による軸組のより詳細な構造特性や破壊性状を明らかにし、その耐震性能を検証することによって、設計に反映することのできるデータとして蓄積していく必要があると考えられる。

そこで、当該事業では足固め構法による伝統木造軸組の耐震性能をより詳しく明らかにし、足固め構法による伝統木造軸組について設計に応用できる耐震性能データとして蓄積してゆくことを目標として、2種類の静的実験を行った。

礎石立てで足固めを有する軸組に対する水平力載荷実験により、軸組全体としての構造特性や破壊性状を検証し、また十字型試験体による足固め仕口部の水平力載荷実験により、特に、軸組の耐力に影響を及ぼすと考えられる足固め仕口部の構造特性及び破壊性状を検証することを目的とした。

### 2.6.3 試験方法

#### 2.6.3.1 足固め構法による軸組の水平力載荷実験

足固めを有する軸組の構造特性や破壊性状を明らかにするために、足固め構法による軸組を制作し、その軸組に対して水平力載荷実験を行った。

##### (1) 試験体

試験体の仕様を表 2.6.3.1 に、試験体の一覧を図 2.6.3.1 に、試験体の詳細を図 2.6.3.2 に示す。試験体は足固め構法による軸組 3 体と、比較のため土台構法 1 体とした。足固め構法による軸組（以下 AF 試験体と称する）は足固め材のせい大きさをパラメータとして設定し、熊本において一般的に用いられているせい 210mm（試験体名 AF-210）、240mm（同 AF-240）、

180mm（同 AF-180）を採用し、3 体とも足固め材の上面が柱脚から 470mm の位置にくるように統一した。

足固めの仕口は 3 体いずれも、最も一般的と思われる長ほぞ込み栓打ちによる 2 方差しとした。長ほぞ込み栓打ちによる 2 方差しとは、柱に両側から横架材を差し、長ほぞ込み栓留めしたものである。込み栓は檜(18mm 角)で、軸組材はすべて杉である。

また、柱脚部は実際の足固め構法の柱脚の仕様と同様に、コンクリートによる礎石を製作し、その上に柱を立てる形としたが、柱脚部の固定度に影響のない範囲で反力を得るために、実際の足固め構法とは異なるが、礎石にφ16 の鉄筋を差し、そこにφ18 の穴を空けた柱を差し込む形式とした。

土台構法による軸組(以下 AF-D 試験体と称する)は、柱の寸法を 150mm×150mm、足固め材のせいを 210mm(試験体名 AF-D-210)とし、足固め構法による軸組で足固め材のせいが 210mm のもの(AF-210)と比較して、耐震性能を検討できるようにした。

土台と柱は長ほぞ込み栓打ちとして、込み栓は檜(18mm 角)、土台は桧、その他の軸組材は AF 試験体と同様に杉である。

また、すべての試験体において柱と梁・土台および、足固め材と柱の接合部における長ほぞ込み栓打ちに関して引き寄せと呼ばれる手法が用いられている。これは、ほぞの込み栓穴の位置を約 2mm ずらして込み栓を打ち込むことによって、材に引張力を与えて、接合する材同士を引き寄せあうことを目的とするものである。

表 2.6.3.1 試験体仕様

試験体名	試験体	柱脚仕様	足固め材		土台	
			材種	材断面寸法(mm)	材種	材断面寸法(mm)
AF-210	足固め構法	礎石	杉	120×210	—	—
AF-240				120×240		
AF-180				120×180		
AF-D-210	土台構法	土台	杉	120×210	桧	120×150

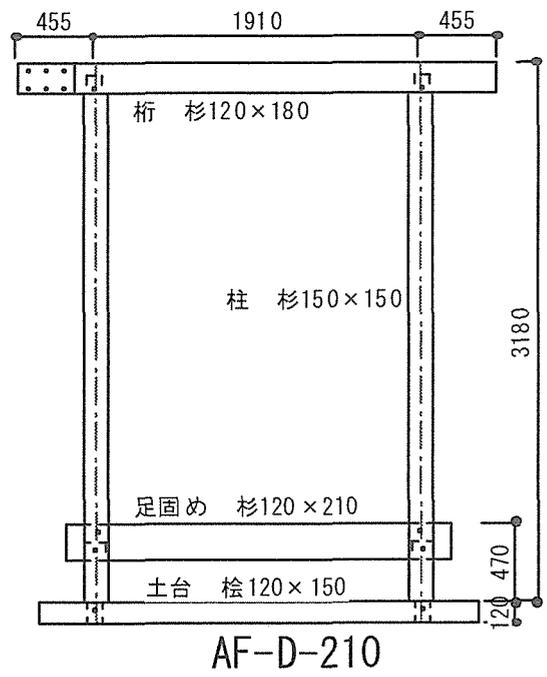
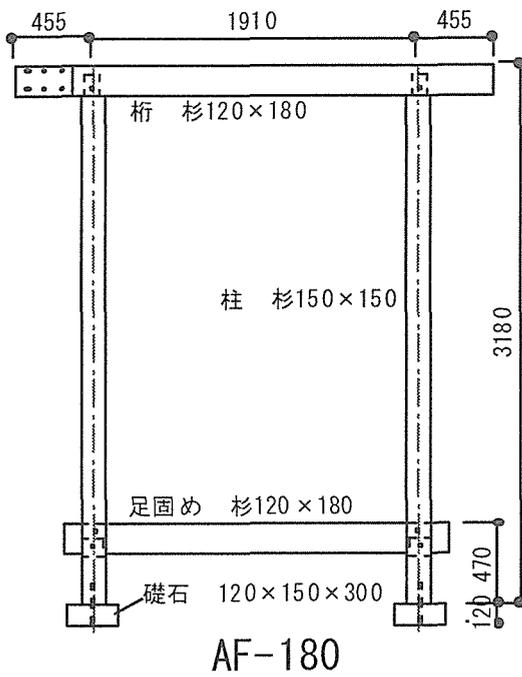
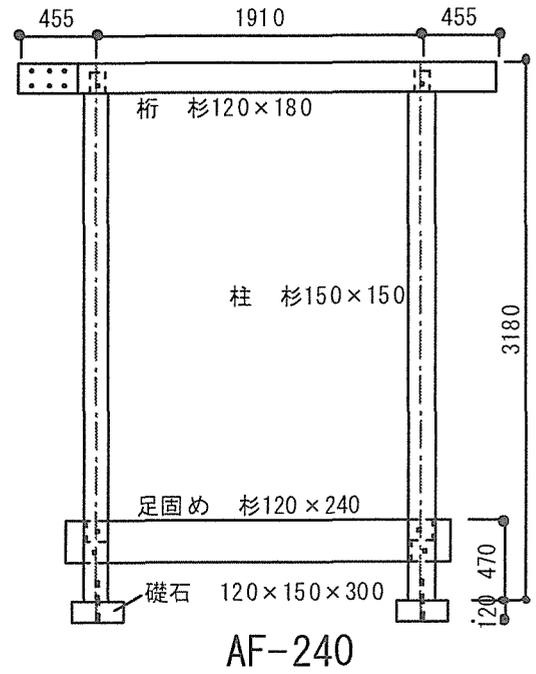
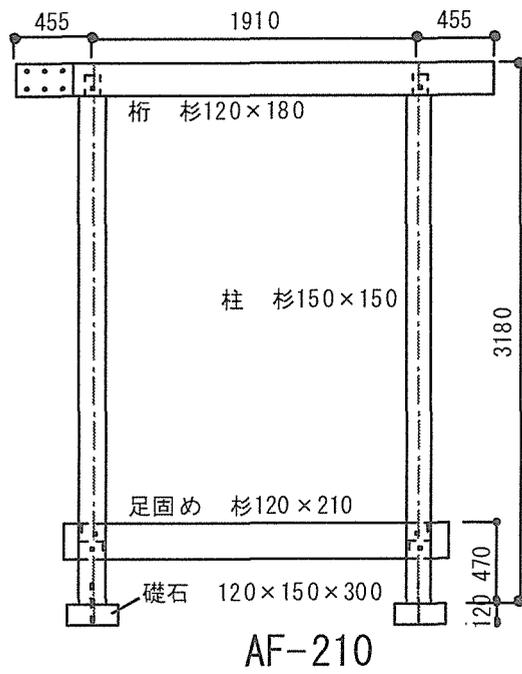


図 2. 6. 3. 1 試験体一覧

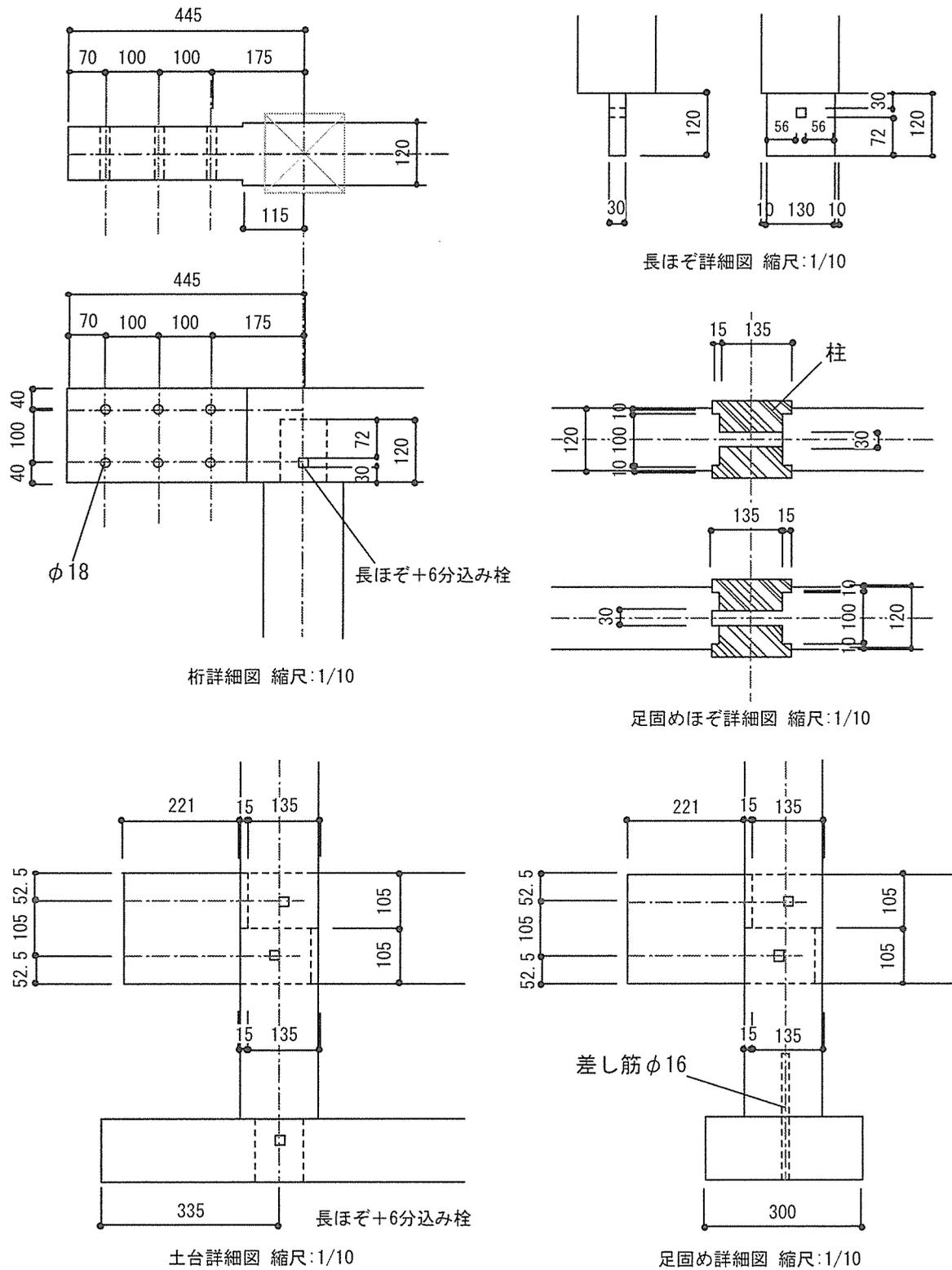


図 2.6.3.2 試験体詳細図

## (2) 実験装置

一間試験体用面内せん断実験装置全体の加力状態立面図を図 2.6.2.3 に示す。試験体の固定に関して、AF 試験体は礎石の両側をストッパーでそれぞれ固定して礎石の横方向の移動を防止した。また、AF-D 試験体はアンカーボルトを用いず土台の両端 2 ヶ所を鉄板ではさみ固定した。加力装置はストローク 250mm を使用し、理研手動ポンプ P-4D で手動加力を行った。

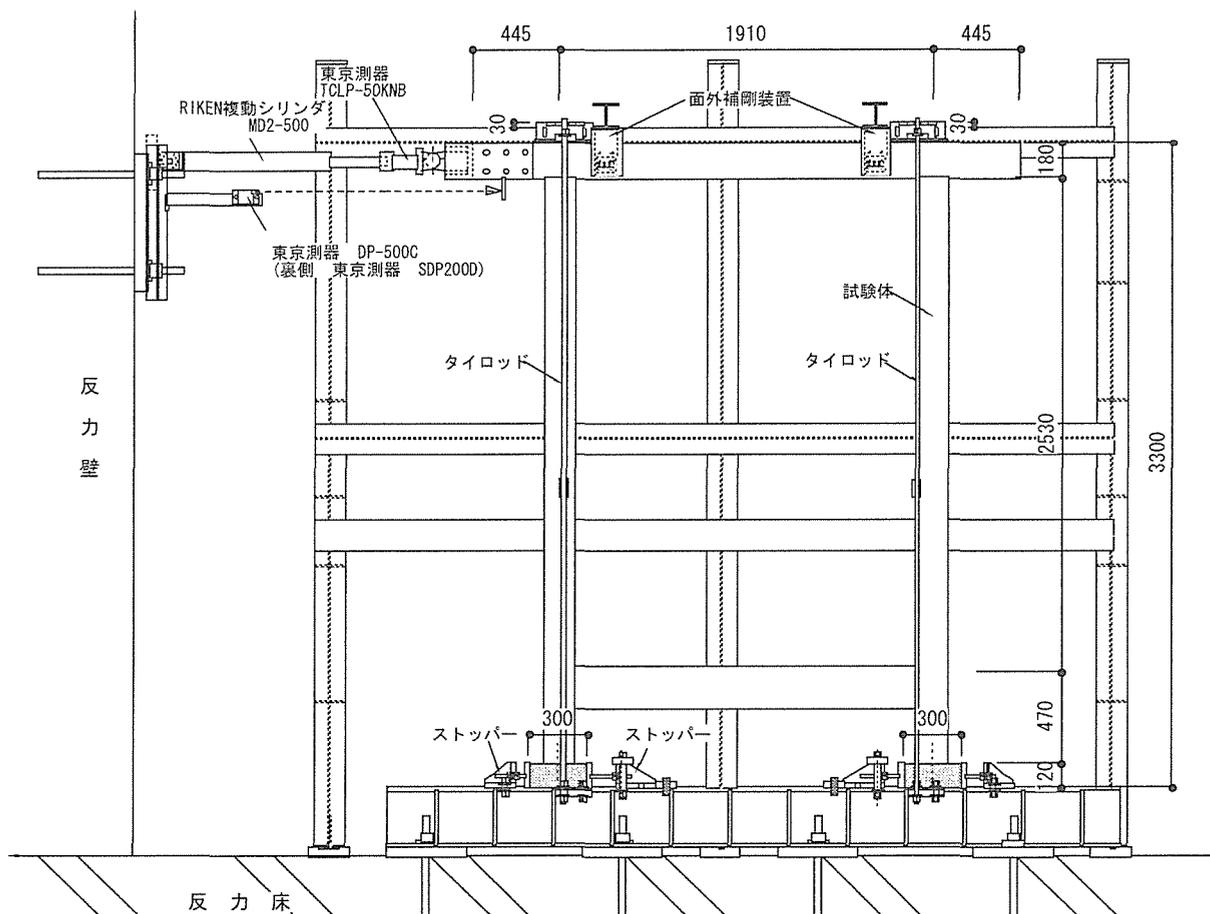


図 2.6.3.3 加力装置立面図

## (3) 計測方法

測定項目は、試験体桁（中心位置）に作用する水平荷重、桁下面および柱脚の水平変位、柱脚の鉛直変位、また柱と足固め材との相対変位である。桁下面の水平変位は、200mm 変位計 SDP-20D と 500mm ワイヤ変位計 DP-500C の 2 つを使用し、精度の良い 200mm 変位計で可能な限り正確なデータを取得した。図 2.6.3.4 に各試験体の変位計位置を、図 2.6.3.5 にひずみゲージの貼付位置を示す。

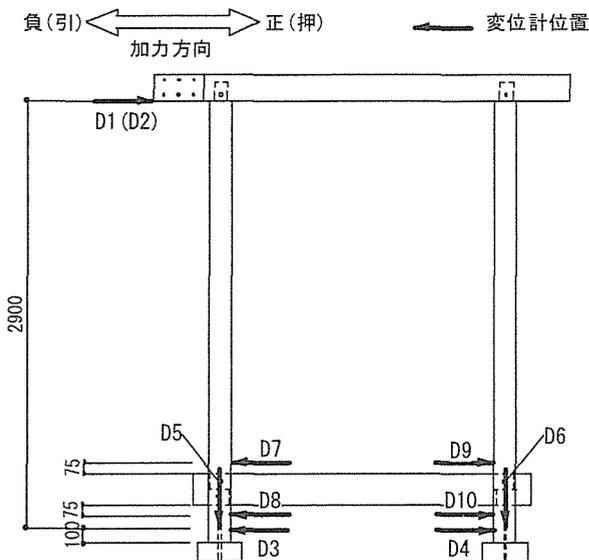


図 2.6.3.4 変位計設置位置

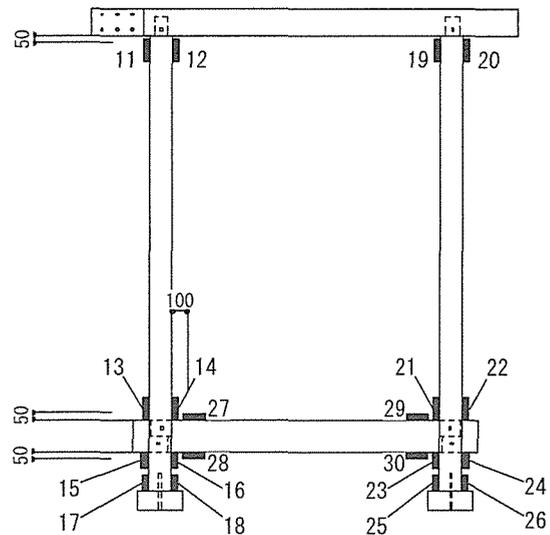


図 2.6.3.5 ひずみゲージ貼付位置

#### (4) 加力方法

足固め構法による軸組試験体による面内せん断試験の载荷方法には、タイロッド方式を採用した。加力方法は、押し引き交番繰り返し载荷とする。水平荷重および水平変位は図 2.6.3.4 に示した加力状態立面図で右方向が正の方向、反力壁側の左方向が負の方向とする。また回転角は時計回りを正の方向とする。

図 2.6.3.6 に加力サイクルを示す。加力サイクルは、桁と柱脚の水平変位計測間距離  $h=2900\text{mm}$  を基準とした層間変形角  $\gamma = \pm 1/480\text{rad}$ 、 $\pm 1/240\text{rad}$ 、 $\pm 1/120\text{rad}$ 、 $\pm 1/60\text{rad}$ 、 $\pm 1/40\text{rad}$ 、 $\pm 1/30\text{rad}$ 、 $\pm 1/20\text{rad}$ 、 $\pm 1/15\text{rad}$  とし、その後、ジャッキストロークの限界(約  $\pm 1/12\text{rad}$ )まで加力した。このとき、 $\pm 1/12\text{rad}$  以上の変形は、2 回繰り返し载荷とし、耐力の低下を検証した。さらに、試験体をストロークの引側方向一杯に移動させた後に押側の载荷をすることで正側に約  $1/6\text{rad}$  まで加力を行った。

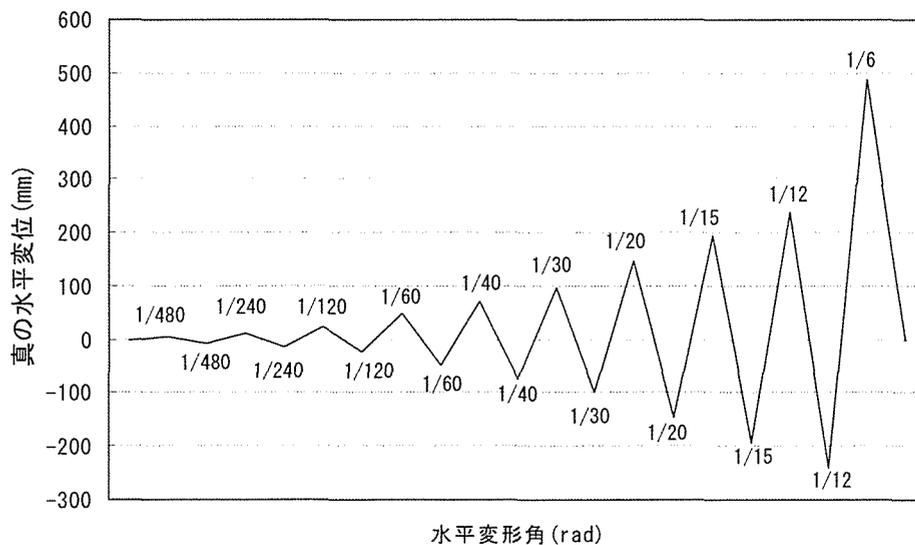


図 2.6.3.6 加力サイクル

### 2.6.3.2 十字型試験体による足固め仕口部の水平力載荷実験

足固め仕口部の構造特性や破壊性状を明らかにするために、柱と横架材を十字に組み、十字型試験体の仕口部モーメント抵抗性能の検証実験を行った。

#### (1) 試験体

十字型試験体は柱の寸法を 150mm×150mm、横架材の寸法を 120mm×210mm に統一し、仕口の仕様をパラメータとして、熊本で多く用いられている仕口を採用した。

図 2.6.3.7 に十字型試験体の立面図を、図 2.6.3.8 に試験体の仕口部一覧を示す。2 方差し（試験体名 AC-K-1）は AF 試験体に用いた仕口仕様であり、両側から長ほぞ込み栓止めしたものである。“特攻差し”は男木のほぞ部分を女木に差し、女木で込み栓止めしたものであり、込み栓の数が 1 本のもの（同 AC-T-1）と 2 本のもの（同 AC-T-2）の 2 体とした。同天 4 方差し（同 AC-TD-1）は形状としては“特攻差し”と同様であるが、4 方から同天で差す場合を考慮し、ほぞのせいを小さくしたものである。雇い（同 AC-Y-2）は雇いほぞを用いてその両側を込み栓止めしたものであり、込み栓は片側に 2 本ずつとした。すべての試験体において込み栓は檜（18mm 角）、柱及び横架材は杉であり、AC-Y-2 の雇いほぞのみ桧である。AC-K-1 を除いた 4 体は 4 方差しとなる時の断面欠損を考慮して柱にほぞ穴を開け、そこに埋木をして実験を行った。

またすべての試験体の込み栓打ち部分において、1 項 1 号で述べた引き寄せと呼ばれる手法が用いられている。

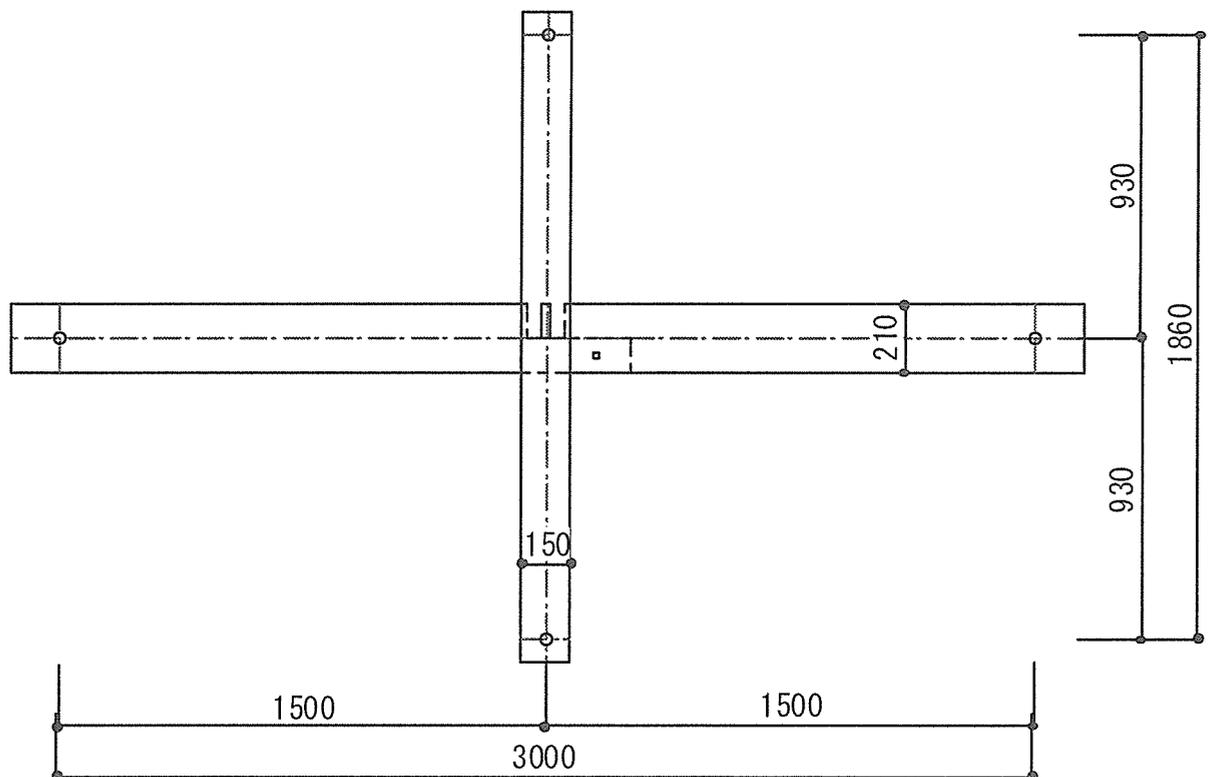
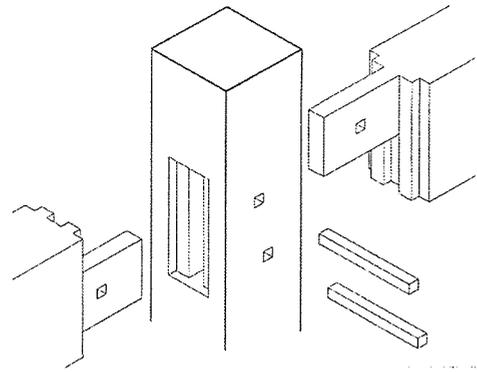
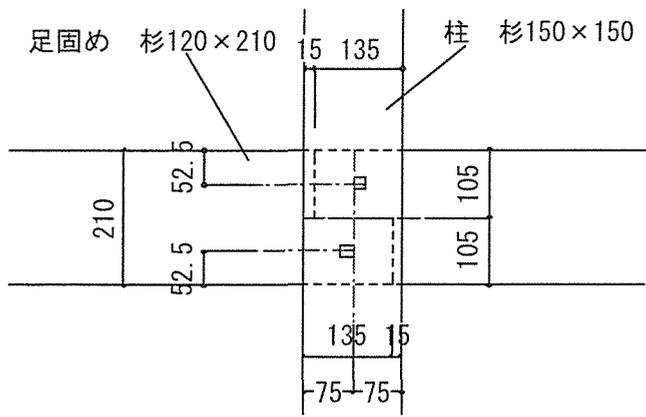
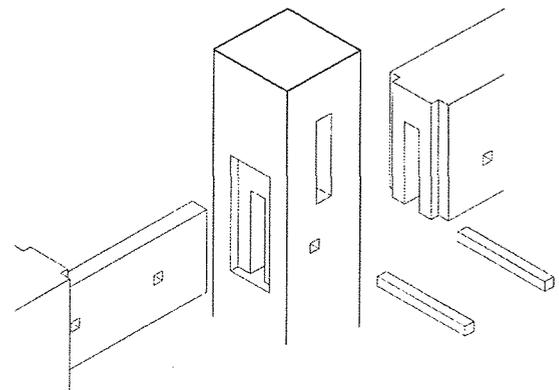
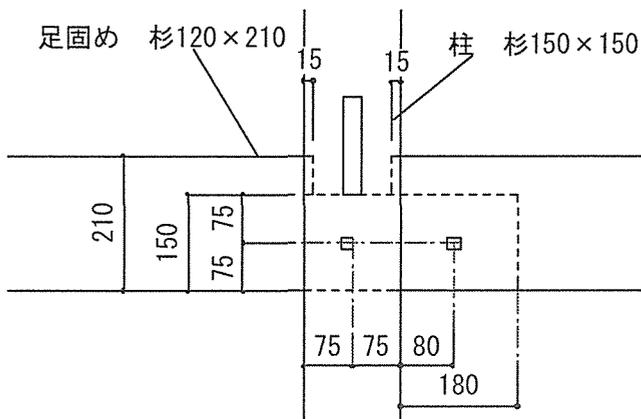


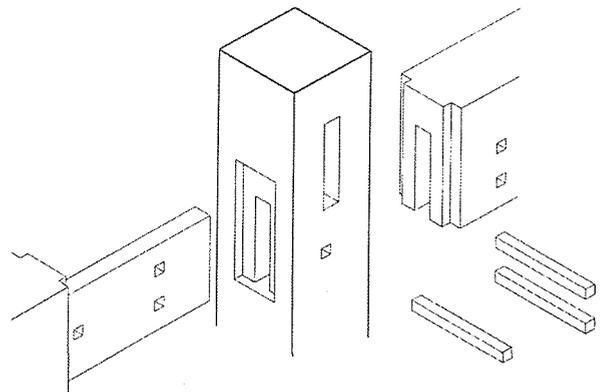
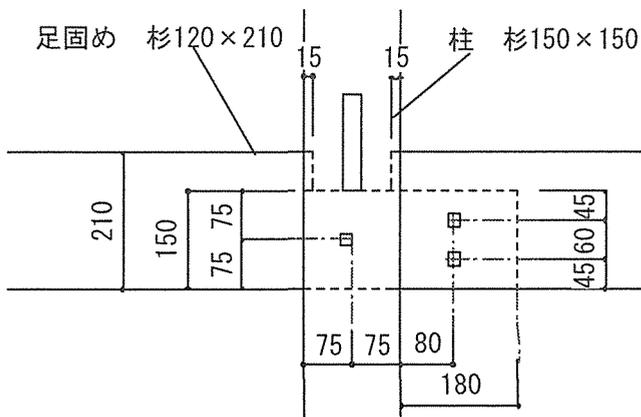
図 2.6.3.7 十字型試験体立面図



1) 2方差し (AC-K-1)



2) 特攻差し (AC-T-1)



3) 特攻差し (AC-T-2)

図 2.6.3.8(1) 試験体仕口部一覧

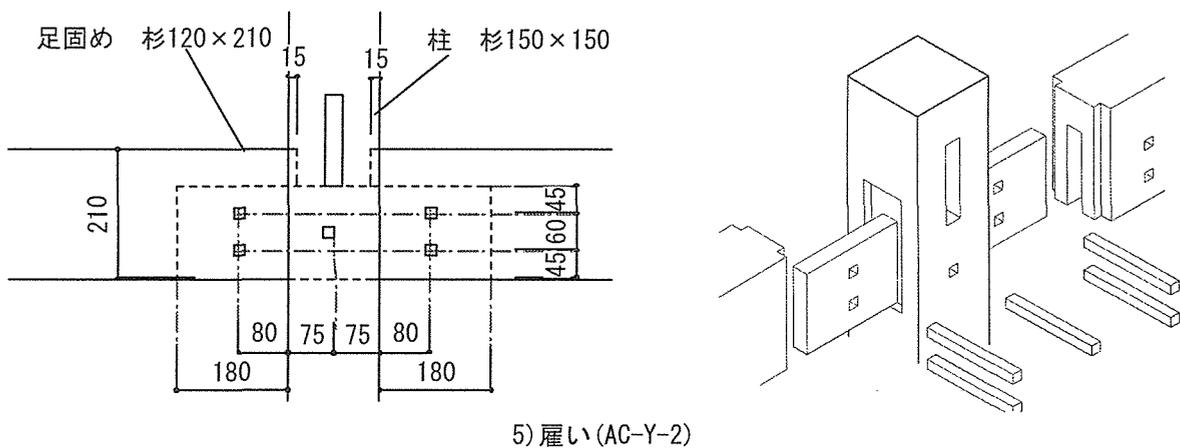
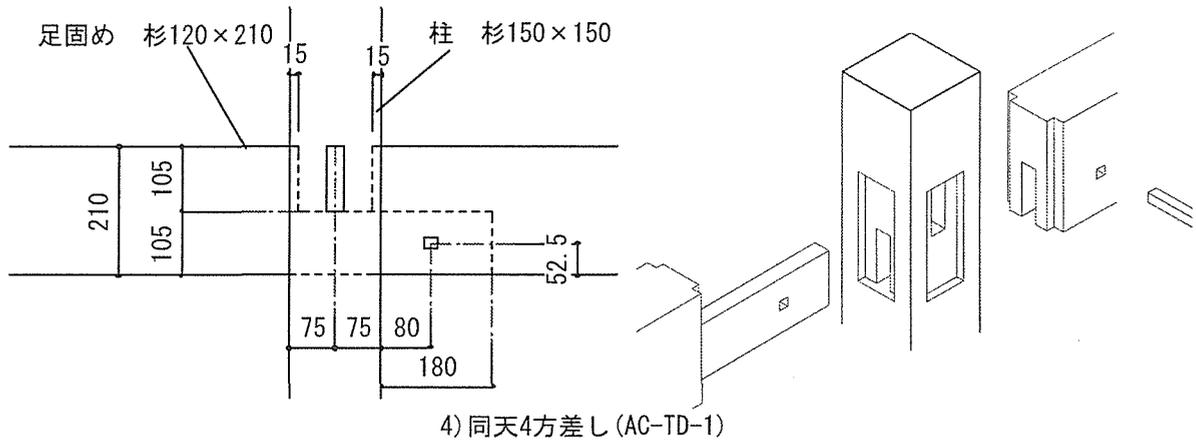


図 2.6.3.8(2) 試験体仕口部一覧 (続き)

(2) 実験装置

足固め構法による軸組の水平力載荷実験と同様に、一間試験体用面内せん断実験装置を使用した。その加力状態立面図を図 2.6.3.9 に示す。

柱頭、柱脚及び横架材の両端はピン接合となっており、試験体の仕口部にのみモーメントが生じるようにした。加力装置はストローク 250mm を使用し、理研手動ポンプ P-4D で手動加力を行った。

(3) 計測方法

計測項目は試験体柱頭部に作用する水平荷重、柱頭及び柱脚の水平変位、柱と横架材との相対変位である。図 2.6.3.10 に各試験体のセンサー位置を、図 2.6.3.11 にひずみゲージ位置を示す。

(4) 加力方法

柱と横架材を十字に組み、柱頭部を加力することで十字型試験体の仕口部にモーメントを作用させた。加力方法は、ジャッキストロークの限界(約±1/7.5rad)までの押し引き交番繰り返し載荷とする。加力サイクルは、足固め構法による軸組の水平力載荷実験と同様とした。水平荷重および水平変位は図 2.6.3.9 に示した加力状態立面図で右方向が正の方向、反力壁側の左方向が負の方向とする。また回転角は時計回りを正の方向とする。

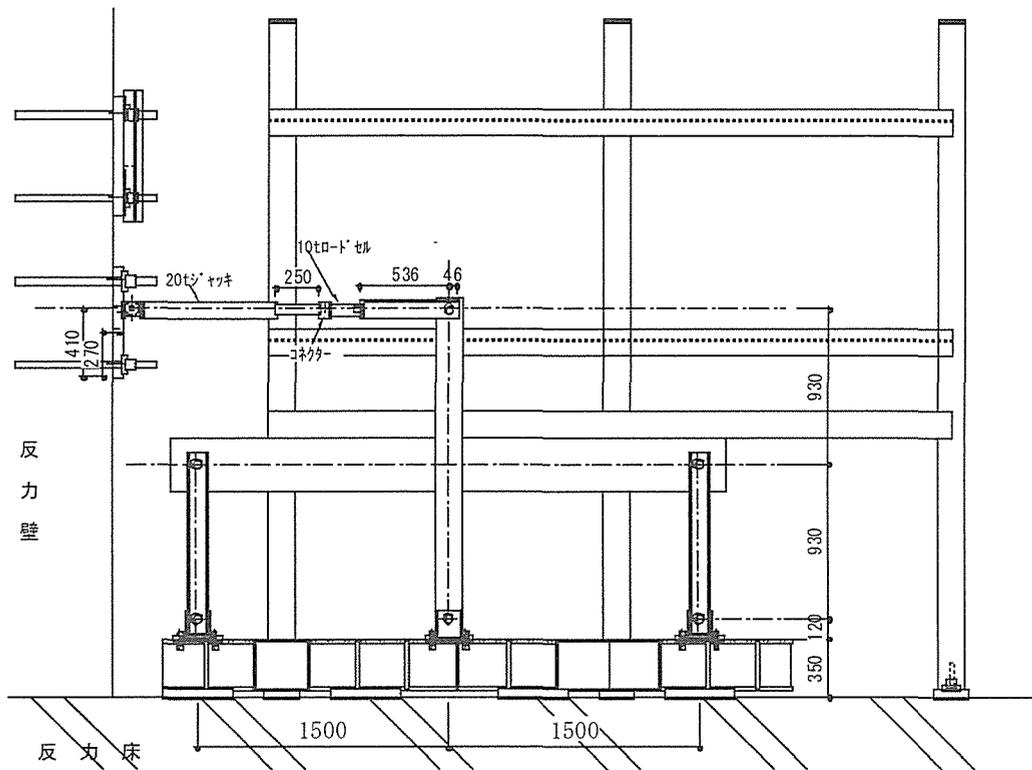


図 2.6.3.9 加力装置立面図

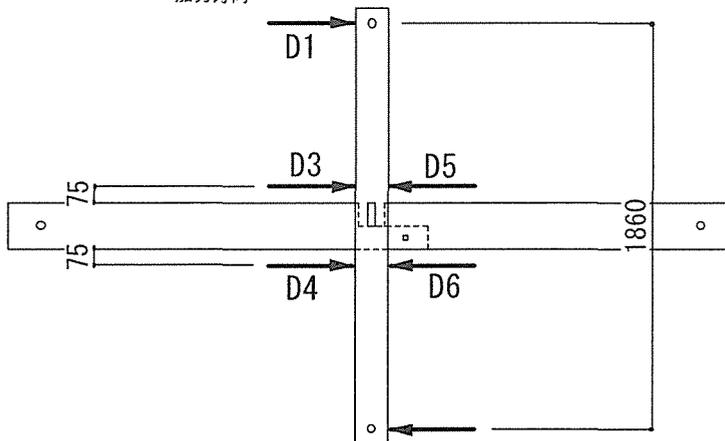
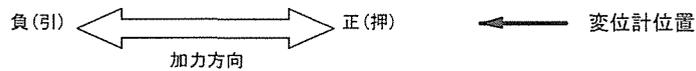


図 2.6.3.10 変位計設置位置

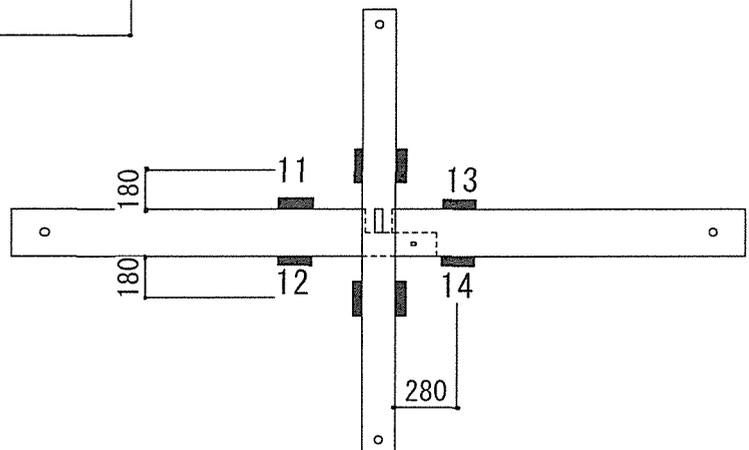


図 2.6.3.11 ひずみゲージ貼付位置

## 2.6.4 試験結果と考察

### 2.6.4.1 足固め構法による軸組の試験結果

#### (1) AF-210 試験体

##### a) 破壊状況

破壊状況としては、急激な破壊は確認されず、安定したものであった。1/60rad 時に柱・梁 接合部に、1/40rad 時に足固め仕口部にめり込みが確認され、1/30rad のピーク付近でミシミシと軸組がきしむ音が発生し始めたが、大きな破壊はなく実験は進行した。-1/15rad、±1/12rad 及び最終加力時に足固め材左側の仕口部からほぞが割れたと思われる音が発生したが、ほぞの割れや抜けは確認できなかった。

また、柱脚の浮き上がりは、最終加力時に左柱脚が 26mm、右柱脚が 25mm を記録した。

実験終了後、試験体を解体して詳細な破壊状況を確認したところ、写真 2.6.3.2、2.6.3.3 に示すように左柱頭及び足固め材左側のほぞに抜けが確認された。右柱頭及び足固め右側のほぞは込み栓穴付近にめり込み跡やひび割れが確認されたが、抜けは生じていなかった。

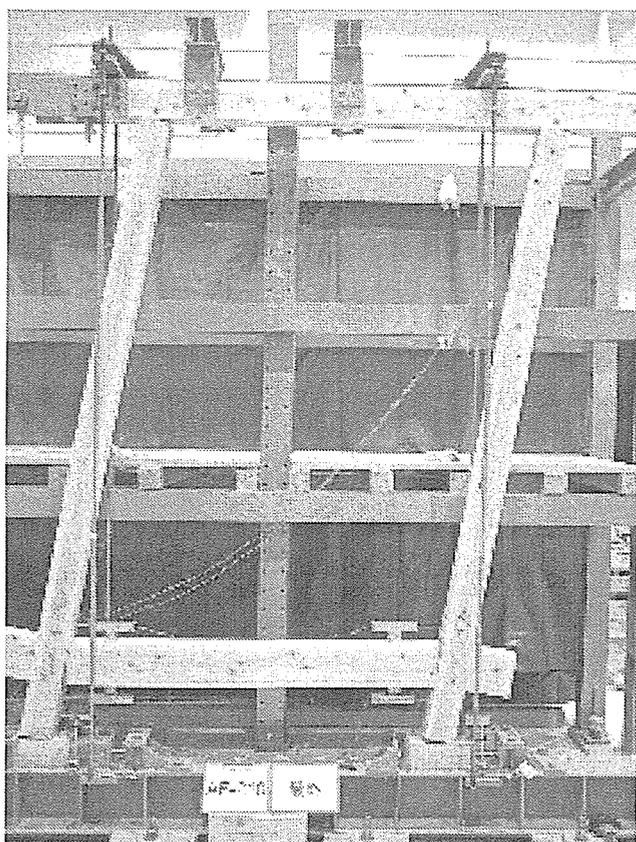


写真 2.4.3.1 1/6rad 変形時

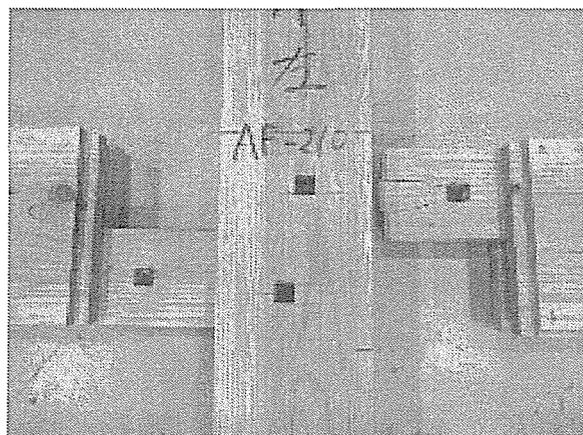


写真 2.6.4.2 足固め材左側のほぞ

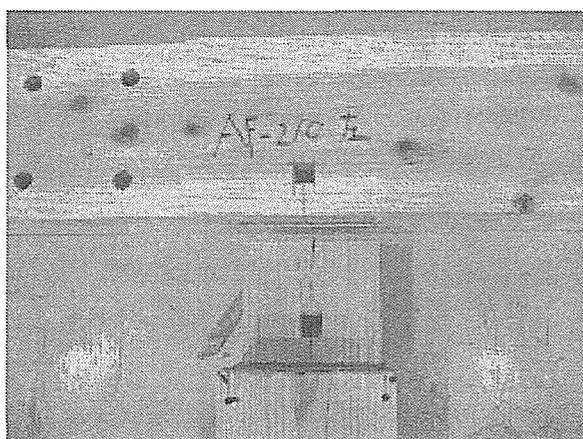


写真 2.6.4.3 左柱頭のほぞ

##### b) 復元力特性

実験により得られた復元力特性を図 2.6.4.1 に示す。-1/15rad 加力時にほぞの割れによる若干の耐力低下を見せたが、約 1/6rad まで大きく耐力が下がることなく安定した履歴を示し、約 1/7rad で最大耐力 2.9kN を記録した。

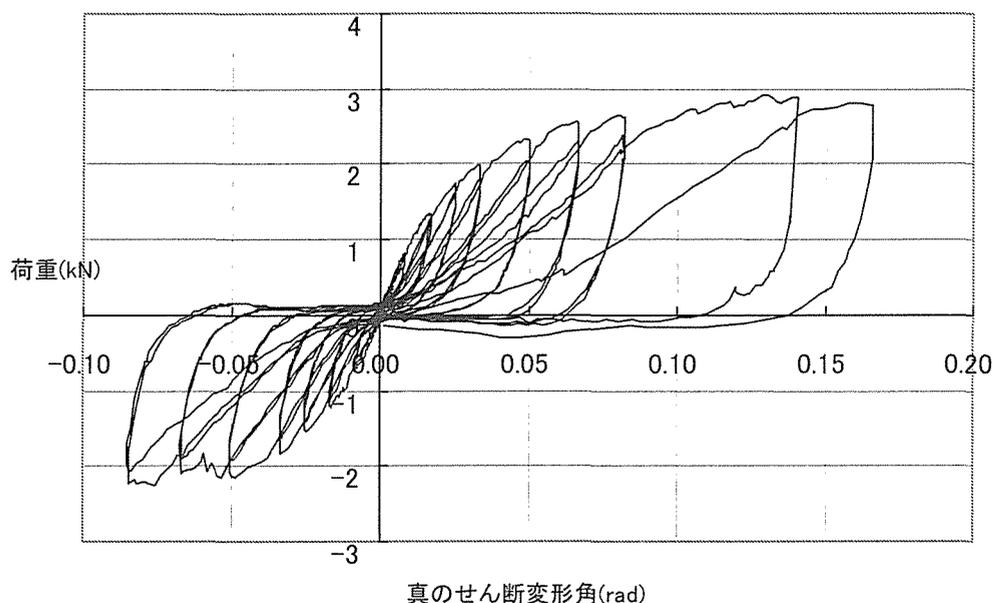


図 2.6.4.1 復元力特性

(2) AF-240 試験体

a) 破壊状況

破壊状況としては、急激な破壊は確認されず、比較的安定したものであった。1/60rad 時に柱・梁接合部及び足固め仕口部にめり込みが確認され、1/12rad まで大きな破壊もなく実験は進行した。1/6rad 加力時に左柱脚の割り裂けが確認され、足固め材右側においてほぞの割れが確認された。また、加力終了時の観測によって右柱頭のほぞの割れが確認された。

柱脚の浮き上がりは、最終加力時に左柱脚が 32mm、右柱脚が 23mm を記録した。

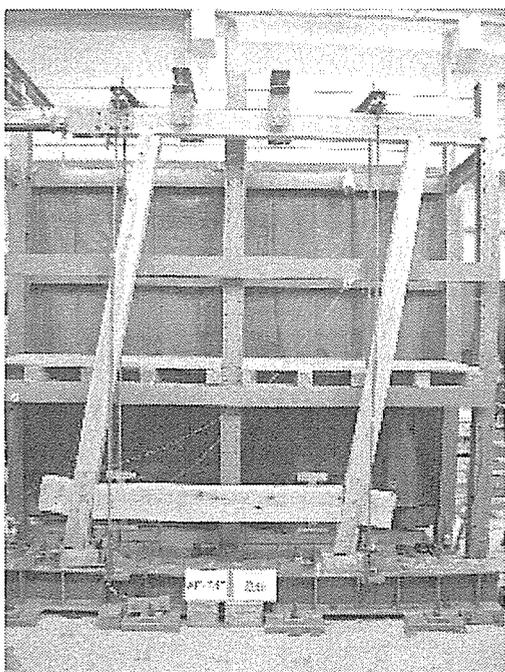


写真 2.6.4.4 1/6rad 変形時

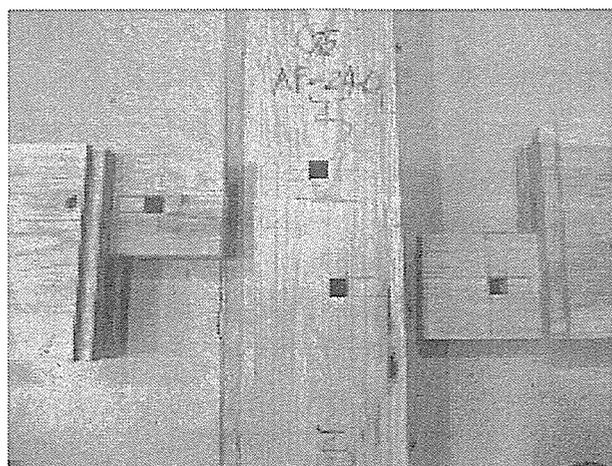


写真 2.6.4.5 足固め材右側のほぞ

実験終了後、試験体を解体して詳細な破壊状況を確認したところ、足固め材右側のほぞに抜けが確認された。足固め左側及び柱頭のほぞは込み栓穴周辺にめり込みと割れが確認されたが抜けは生じていない。ただし、右柱頭の割れは比較的大きく、ほぞの側面にも割れが確認された。

#### b) 復元力特性

実験により得られた復元力特性を図 2.6.4.2 に示す。1/12rad までは、荷重が上昇し続け、約 1/10rad で最大 3.2kN を記録したが、その直後に足固め右下ほぞが割れ、荷重が約 0.4kN 低下した。その後は大きな耐力低下もなく安定した履歴を示した。

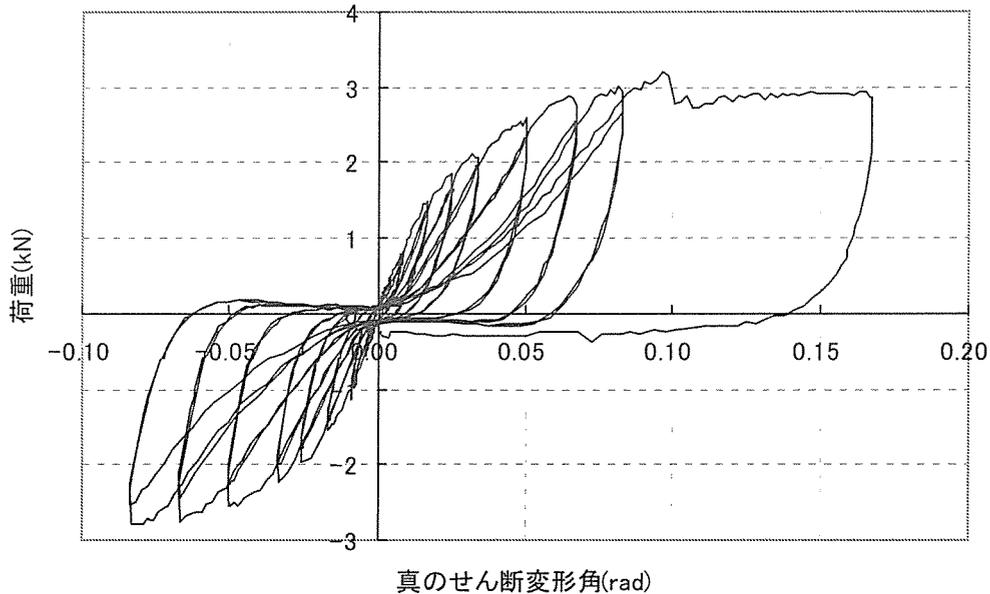


図 2.6.4.2 復元力特性

### (3) AF-180 試験体

#### a) 破壊状況

-1/30rad 加力時に足固め左側の、+1/20rad 加力時に足固め右側のほぞがそれぞれ割れたと思われる音が発生し、AF-210 及び AF-240 より比較的に早い段階において足固め材のほぞの破壊が発生した。その後のサイクルにおいて足固め材のほぞが割れるような音は続いたが、急激な破壊が生じることはなかった。

柱脚の浮き上がりは、最終加力時に左柱脚が 26mm、右柱脚が 28mm を記録した。

実験終了後、試験体を解体して詳細な破壊状況を確認したところ、足固め材両側のほぞに抜けが確認された。柱頭のほぞは込み栓穴周辺に若干のめり込みが確認されたが、割れは全く生じていなかった。



写真 2.6.4.6 1/6rad 変形時

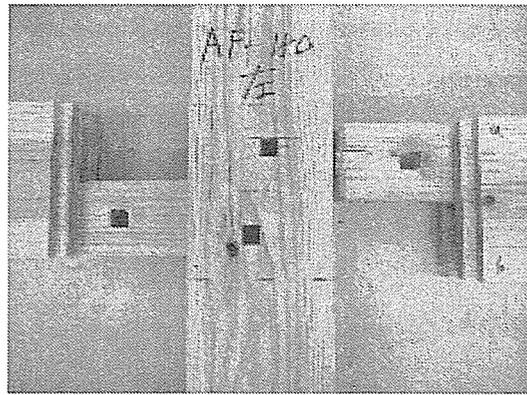


写真 2.6.4.7 足固め材左側のほぞ

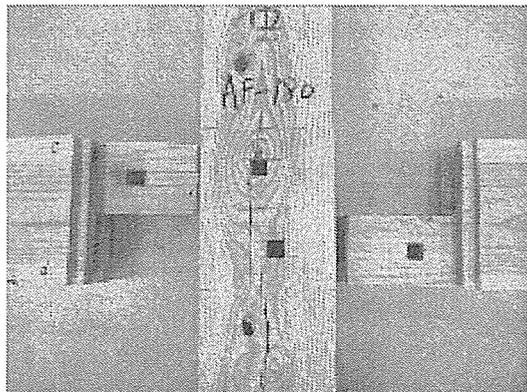


写真 2.6.4.8 足固め材右側のほぞ

b) 復元力特性

実験により得られた復元力特性を図 2.6.4.3 に示す。 $-1/30\text{rad}$ 、 $+1/20\text{rad}$  でそれぞれ足固めの左側のほぞ、右側のほぞが割れ、若干の耐力が確認された。その後耐力低下することなく緩やかに上昇を続け、全体的に安定した履歴を示し、約  $1/8\text{rad}$  で最大耐力  $2.4\text{kN}$  を記録した。

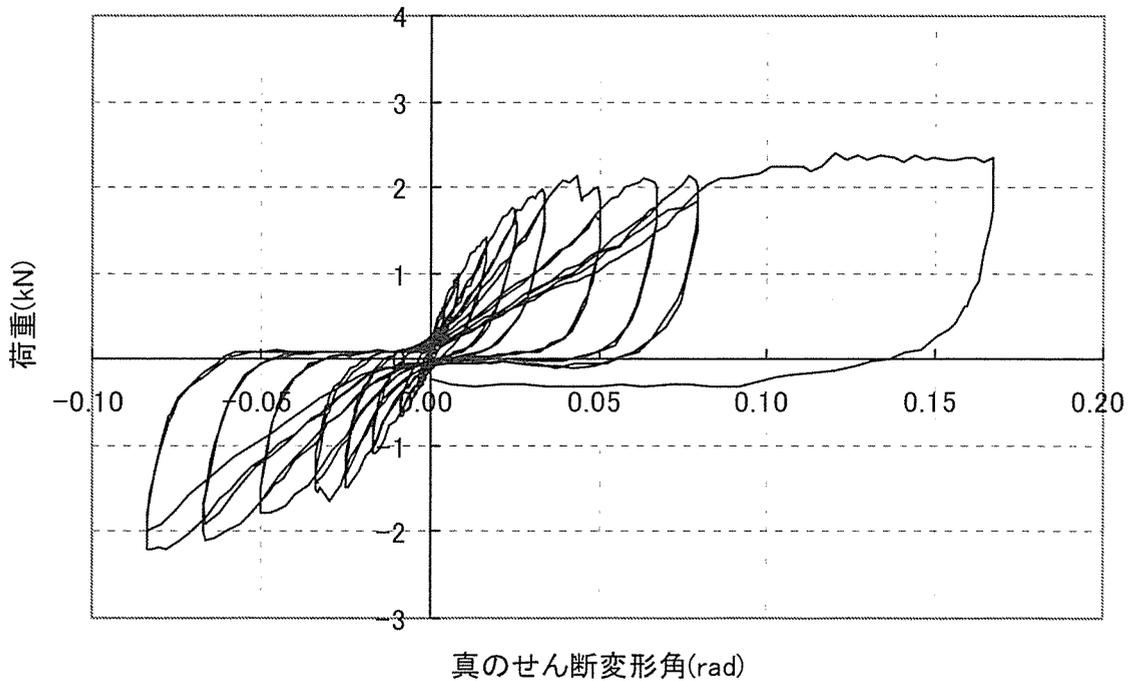


図 2.6.4.3 復元力特性

#### (4) AF-D-210 試験体

##### a) 破壊状況

1/60rad 加力時から定期的に柱・梁接合部及び柱・土台接合部でめり込む音が発生し、1/30rad 加力時から足固め仕口部からもめり込む音が発生し始めた。+1/20rad 加力時に足固め右側のほぞが、-1/15rad 加力時に足固め左側のほぞが割れるような音が発生し、その後、足固め仕口及び柱脚部にほぞが割れるような音が何度か発生したが、大きな破壊が生じることはなかった。柱脚の浮き上がりは、最終加力時に左柱脚、右柱脚ともに 21mm であった。

また、同じ変形角で比較すると土台構法による試験体のほうが、足固め構法によるものより柱の曲がり若干大きいことが目視により確認された。

実験終了後、試験体を解体して詳細な破壊状況を確認したところ、足固め材両側のほぞに抜けが確認された。柱頭のほぞは左右どちらとも込み栓穴付近にめり込み跡はあるものの割れはほとんど発生していなかった。また、柱脚のほぞはどちらも込み栓穴付近と側面にめり込み跡が確認され、特に左側柱脚ほぞは抜けてはいないものの、比較的大きな割れが確認された。

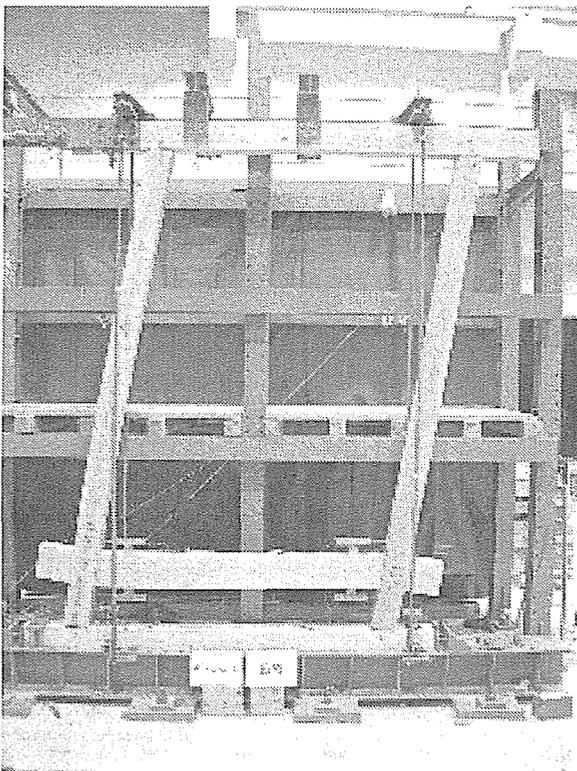


写真 2.6.4.9 1/6rad 変形時

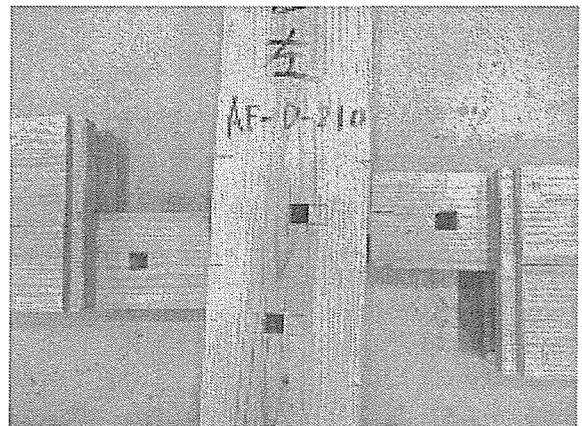


写真 2.6.4.10 足固め左側のほぞ

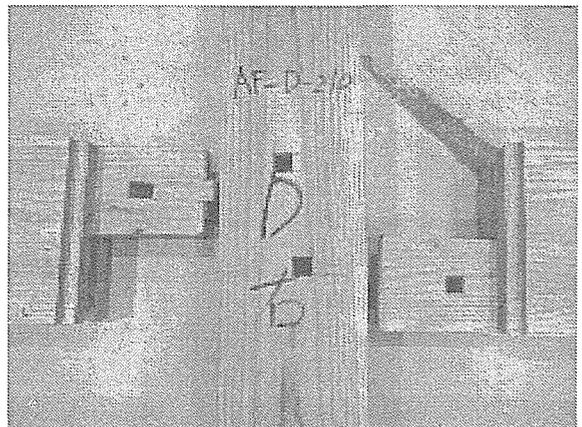


写真 2.6.4.11 足固め右側のほぞ

##### b) 復元力特性

実験により得られた復元力特性を図 2.6.4.4 に示す。+1/20rad、-1/15rad でそれぞれ足固め右側、左側のほぞが割れ、耐力低下が見られたが、その後荷重は上昇し、約 1/6rad で最大 3.2kN を記録した。非常に安定した履歴を描いた。

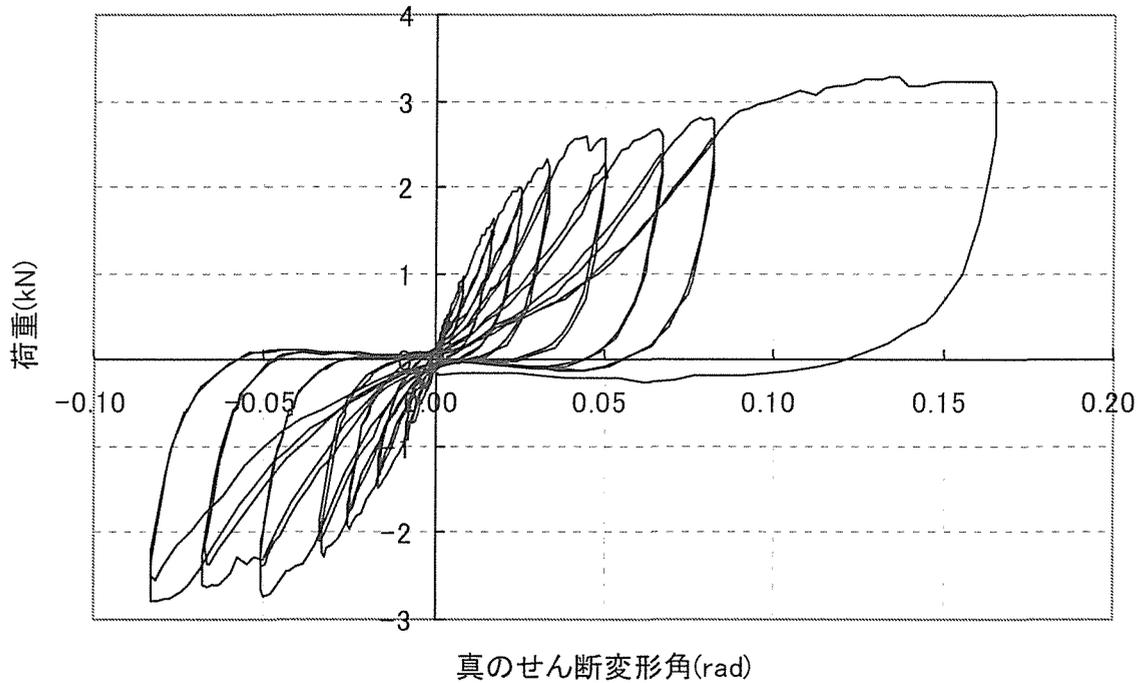


図 2.6.4.4 復元力特性

#### 2.6.4.2 十字型試験体の実験結果

##### (1) AC-T-1 試験体

##### a) 破壊状況

破壊状況は比較的安定したものであった。1/40rad 加力時から柱と横架材がめり込む音が発生し始めたが、その後大きな音や破壊が起きることなく実験は進行した。実験終了後、試験体を解体して詳細な破壊状況を確認したところ、ほぞの込み栓穴の右側に大きなめり込み跡、込み栓穴を中心に上下に引き裂かれるような割れが確認された。

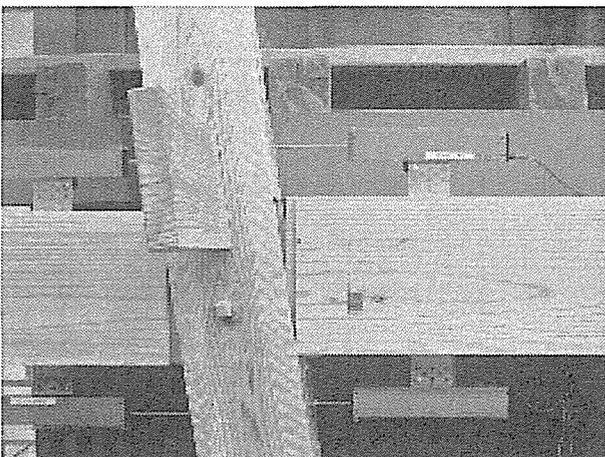


写真 2.6.4.12 -1/7.5rad 変形時

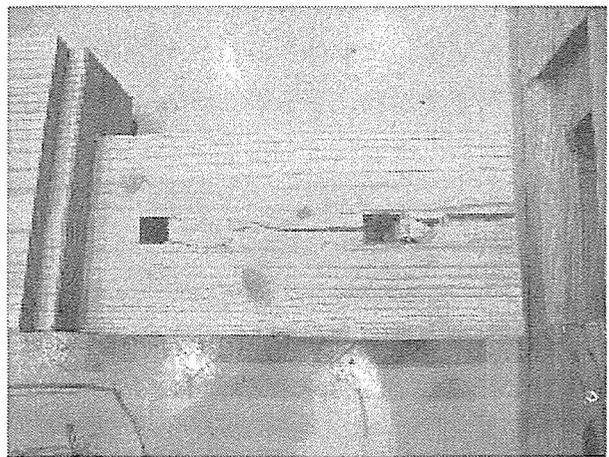
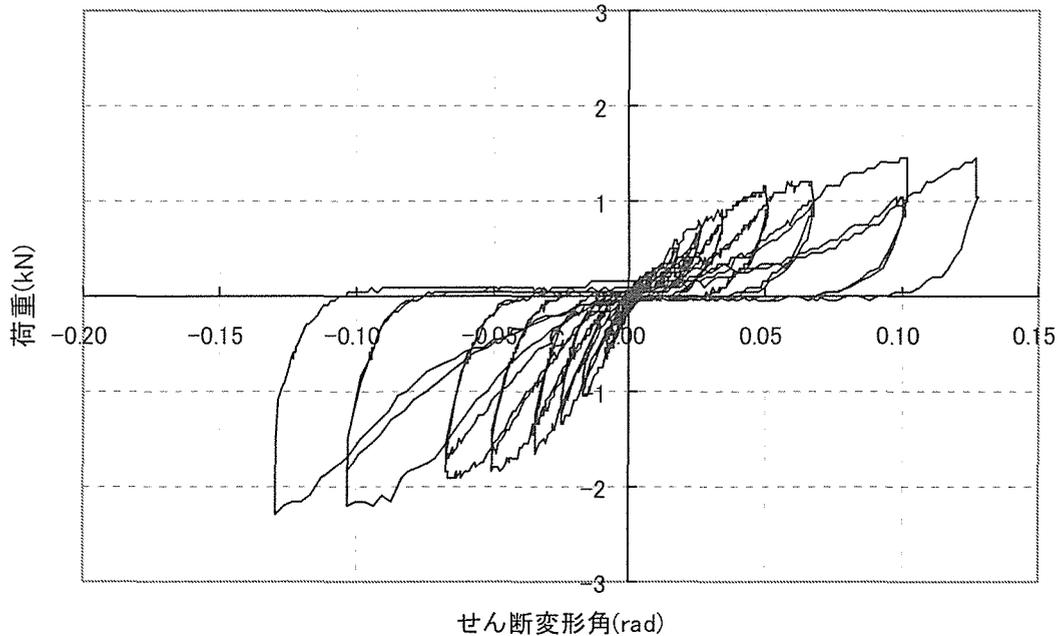


写真 2.6.4.13 ほぞの破壊

## b) 復元力特性

実験より得られた荷重-せん断変形角曲線を図 2.6.4.5 に示す。正加力側、負加力側ともに荷重が上昇し続け、約 $-1/7.5\text{rad}$  で最大耐力  $2.3\text{kN}$  を記録する安定した履歴を示した。また、引側の方が高い耐力を示す履歴を描いた。



せん断変形角(rad)  
図 2.6.4.5 荷重-せん断変形角曲線

## (2) AC-T-2 試験体

### a) 破壊状況

$-1/10\text{rad}$  加力時に横架材下面のほぞの根元に割れが生じ、 $1/7.5\text{rad}$  加力時にほぞが割れるような音が正加力側、負加力側ともに発生したが、目視できるほどの大きな破壊は生じなかった。また、込み栓の数が 1 本少ない AC-T-1 に比べると最終変形時の横架材の上下のずれやほぞの抜けが若干大きく見受けられた。

実験終了後、試験体を解体して詳細な破壊状況を確認したところ、柱側の込み栓穴から横架材の上側まで斜めに引き裂かれるように大きな亀裂が生じ、横架材に打たれた上下 2 本の込み栓の幅でのほぞの抜けが確認された。

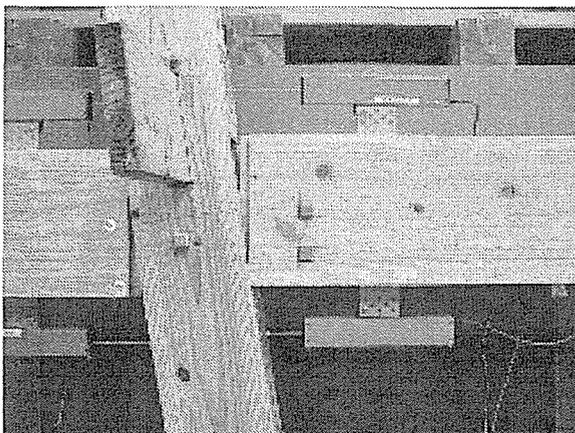


写真 2.6.4.14  $-1/7.5\text{rad}$  変形時

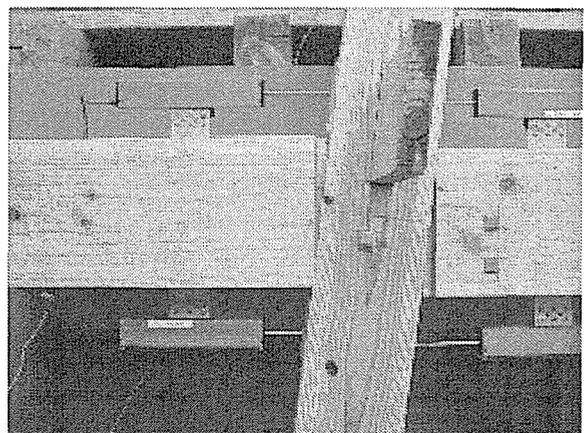


写真 2.6.4.15  $+1/7.5\text{rad}$  変形時



写真 2.6.4.16 ほぞ根元の割れ

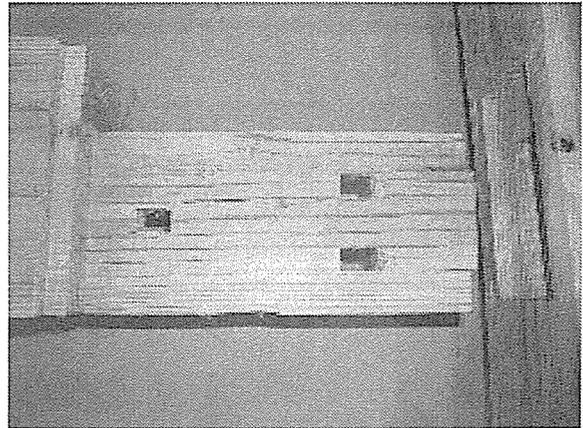


写真 2.6.4.17 ほぞの破壊

### b) 復元力特性

実験より得られた荷重-せん断変形角曲線を図 2.6.4.6 に示す。1/15rad までは荷重が上昇し、安定した履歴を描きながら、負加力側で最大耐力 2.5kN を記録したが、約 -1/12rad でほぞが割れ、その後正加力側、負加力側ともに荷重は低下した。

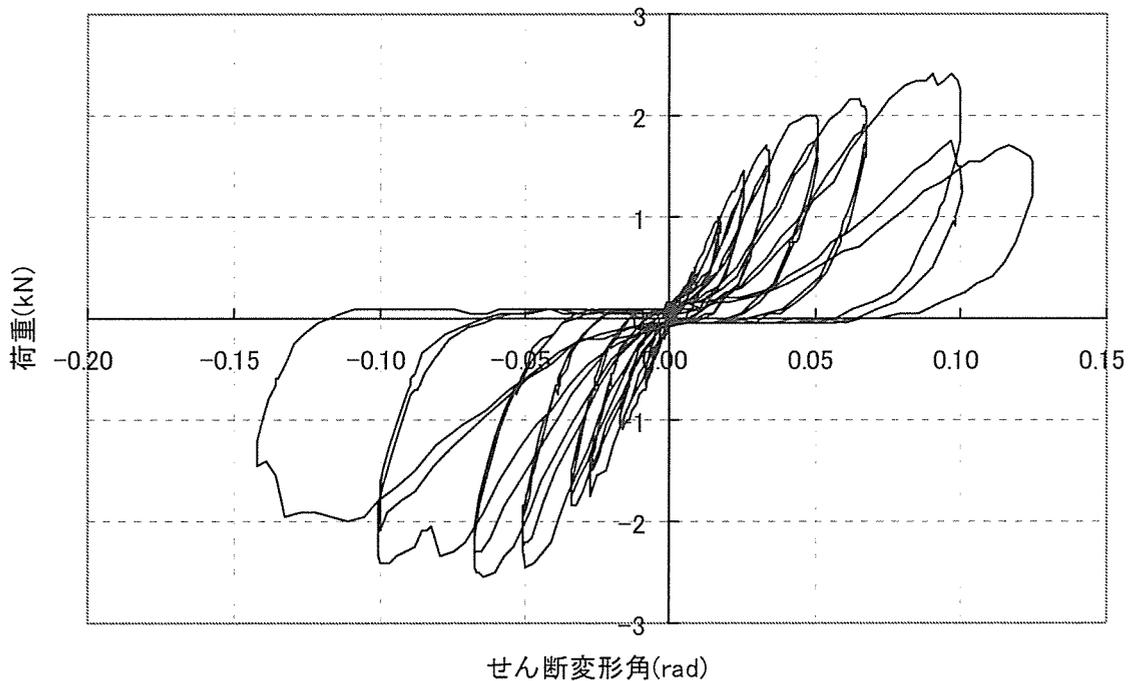


図 2.6.4.6 荷重-せん断変形角曲線

### (3) AC-TD-1 試験体

#### a) 破壊状況

破壊状況としては、5 体の中で最も脆い破壊性状を示した。1/20rad 加力時にほぞが割れたと思われる音が発生し、その後は変形角が大きくなるにつれて、横架材が大きく抜けていき、最終加力時には 43mm の抜けが生じた。

実験終了後、試験体を解体して詳細な破壊状況を確認したところ、込み栓の幅でほぞが完全に抜け、込み栓穴の角から左側に 2 本の大きな亀裂が確認された。

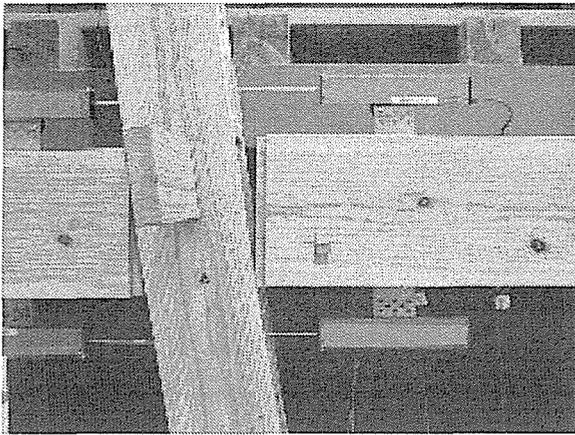


写真 2.6.4.18 -1/7.5rad 変形時

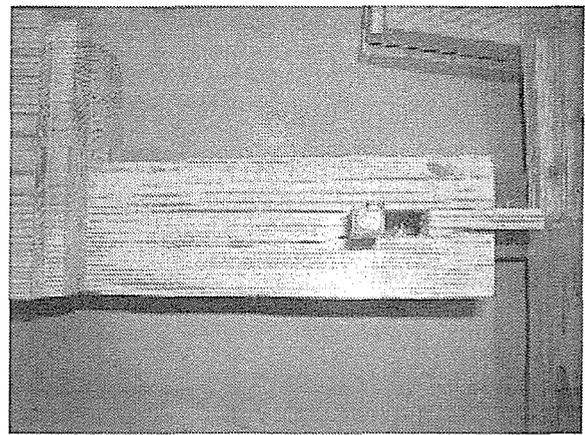


写真 2.6.4.19 ほぞの破壊

#### b) 復元力特性

実験で得られた荷重-せん断変形角曲線を図 2.6.4.7 に示す。+20rad 加力時にほぞが破断し、急激に耐力が低下して以降、正加力側の荷重は緩やかに下がり続け、引側も -1/30rad 以降同様に下がり続けた。最大耐力は 5 体の中で極端に低い 1.1kN(約 +1/25rad 時)であった。

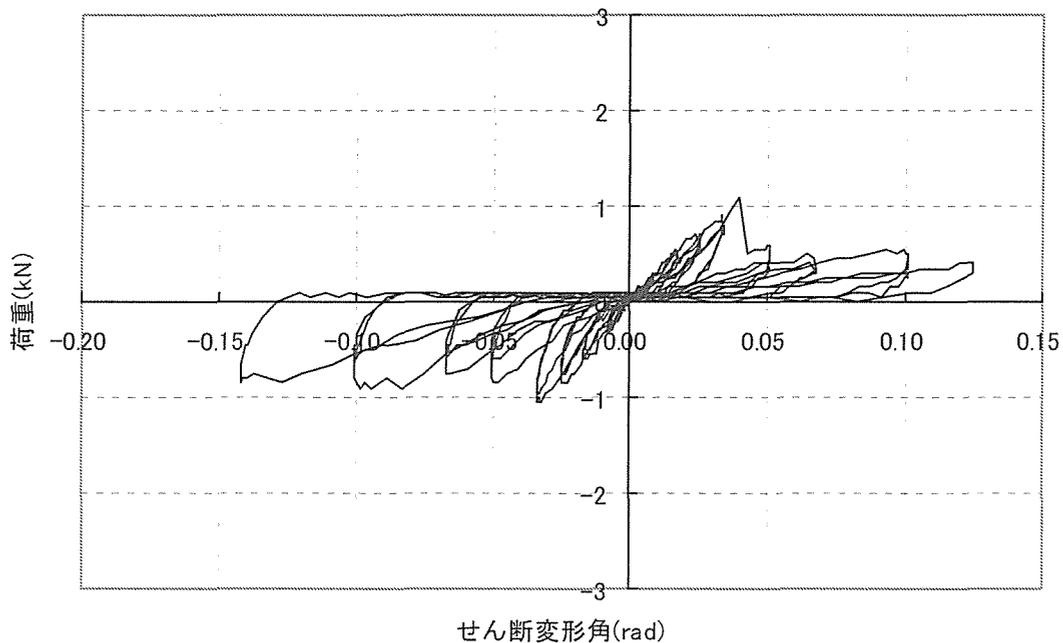


図 2.6.4.7 荷重-せん断変形角曲線

#### (4) AC-K-1 試験体

##### a) 破壊状況

1/20rad 加力時からほぞが割れるような音が発生し始め、-1/10rad 加力時に、右側の横架材のほぞが抜けたのを目視で確認した。

実験終了後、試験体を解体して詳細な破壊状況を確認したところ、右側横架材のほぞ（上側）は込み栓の幅で完全に抜けていたが、左側横架材のほぞ（下側）は込み栓穴の右側にめり込みに跡はあるものの、抜けや割れは生じていなかった。

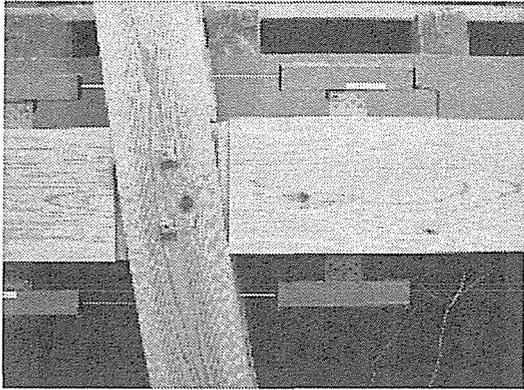
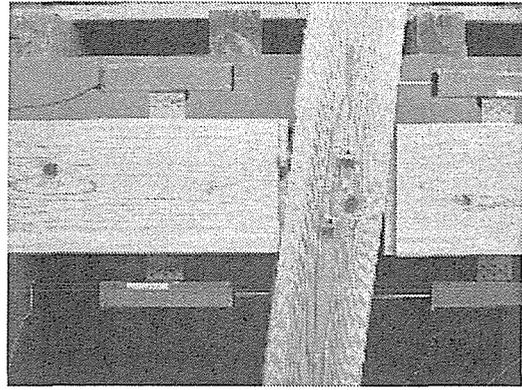


写真 2.6.4.20  $-1/7.5\text{rad}$  変形時



2.6.4.21  $+1/7.5\text{rad}$  変形時

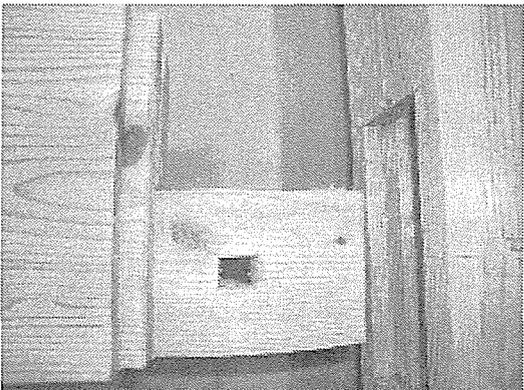


写真 2.6.4.22 左横架材のほぞ



写真 2.6.4.23 右横架材のほぞ

### b) 復元力特性

実験で得られた荷重-せん断変形角曲線を図 2.6.4.8 に示す。負加力側の荷重の方が正加力側に比べて極端に高い傾向を表す履歴となっている。約  $-1/11\text{rad}$  で最大耐力  $2.65\text{kN}$  を記録したが、右側横架材のほぞが割れ、荷重が  $0.5\text{kN}$  低下、その後引側では緩やかに荷重は低下し続けた。押側は約  $1/7.5\text{rad}$  まで安定した履歴を示した。

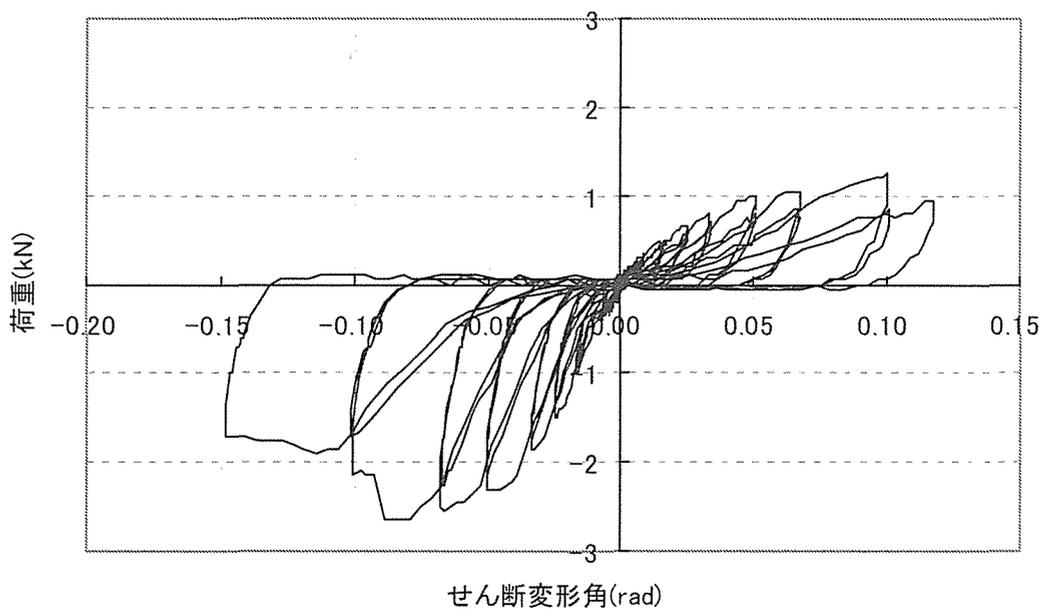


図 2.6.4.8 荷重-せん断変形角曲線

(5) AC-Y-1 試験体

a) 破壊状況

破壊状況としては、5 体のうちで最も安定したものであった。1/60rad 加力時から、終始ミシミシというめり込み音はしていたが、ほぞが割れるような大きい音は発生せず、大きな破壊も確認されなかった。1/15rad 加力時あたりから込み栓の曲がりが目視で確認できるほどとなったが、横架材の抜けは5 体のうちで最も小さく収まった。

実験終了後、試験体を解体して詳細な破壊状況を確認したところ、雇いほぞは込み栓穴の周辺やほぞ側面に若干のめり込み跡はあるものの、ほとんど破壊は確認されなかった。

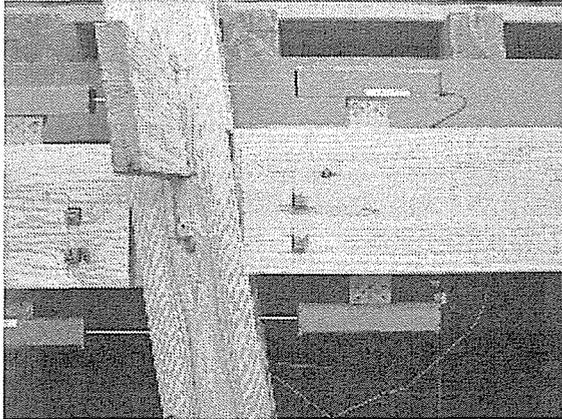


写真 2.6.4.24 -1/7.5rad 変形時

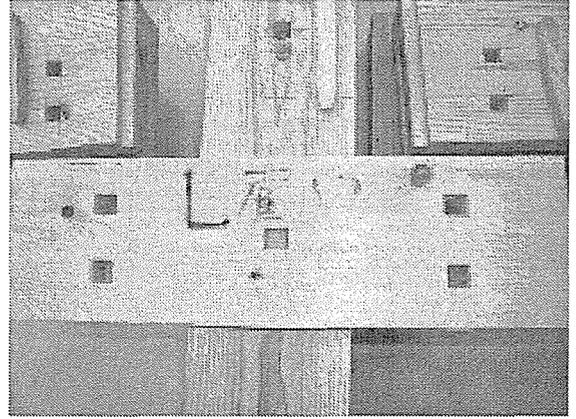
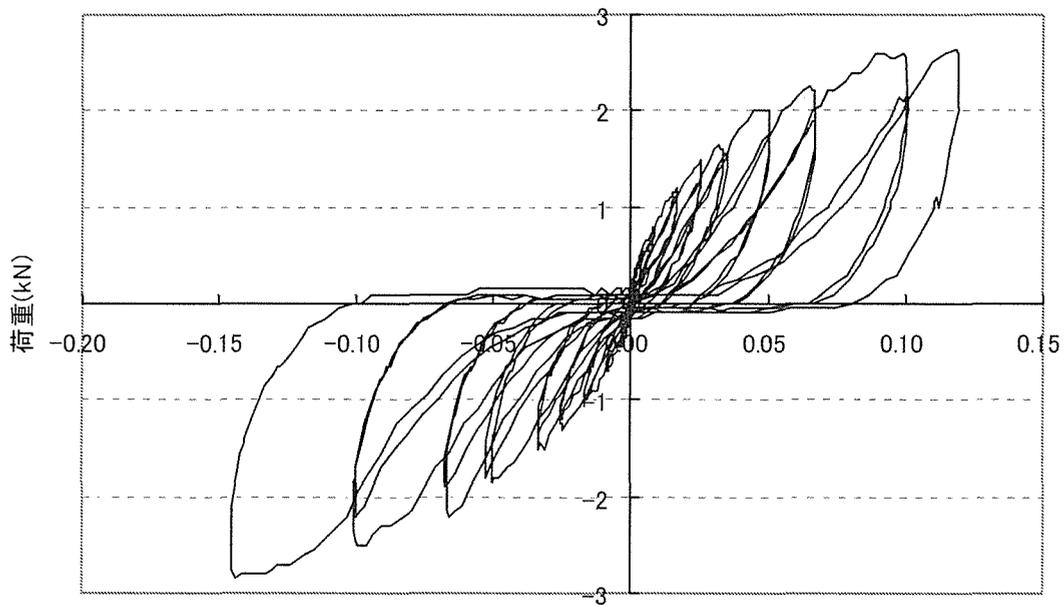


写真 2.6.4.25 雇いほぞ

b) 復元力特性

実験で得られた荷重-せん断変形角曲線を図 2.6.4.9 に示す。正加力側、負加力側ともに約 1/7.5rad まで荷重が上昇し続け、非常に安定した履歴を示した。また最大耐力も 5 体のうちで最も高い 2.85kN(約 -1/7.5rad 時)を記録した。



真のせん断変形角(rad)

図 2.6.3.9 荷重-せん断変形角曲線

### 2.6.4.3 復元力特性の包絡線の比較

#### (1) 足固め構法による軸組の結果

図 2.6.4.10 固め構法による試験体 4 体の復元力特性の包絡線を示す。この包絡線は各試験体の復元力のデータより、特定変形角時の荷重をグラフ上にプロットし、それらを直線で結んだものである。

これらの包絡線のうち、足固め構法による軸組 3 体を比較すると、初期剛性はほぼ等しく、どの試験体も正加力側では約 1/6rad まで急激な耐力低下はなかった。最大荷重は AF-240 が AF-210 の約 1.1 倍、AF-180 が AF-210 の約 0.83 倍となり、足固めのせいが大きく、ほぞ断面が大きいほど高い耐力を示す傾向が明らかとなった。ただし、AF-240 は約 1/10rad 時にほぞの破壊による耐力低下が発生し、AF-210 と同等の耐力となっている。

また、足固め構法による軸組(AF-210)と土台構法による軸組(AF-D-210)を比較してみると、初期剛性、耐力ともに土台構法による軸組の方が若干大きいのが、挙動は類似しており、どちらも約 1/6rad まで安定した履歴を描いた。最大荷重は AF-210 が AF-D-210 の約 0.9 倍となり、足固め構法による軸組の耐力は土台構法による軸組と比較しても 1 割程度の減少に留まっている。

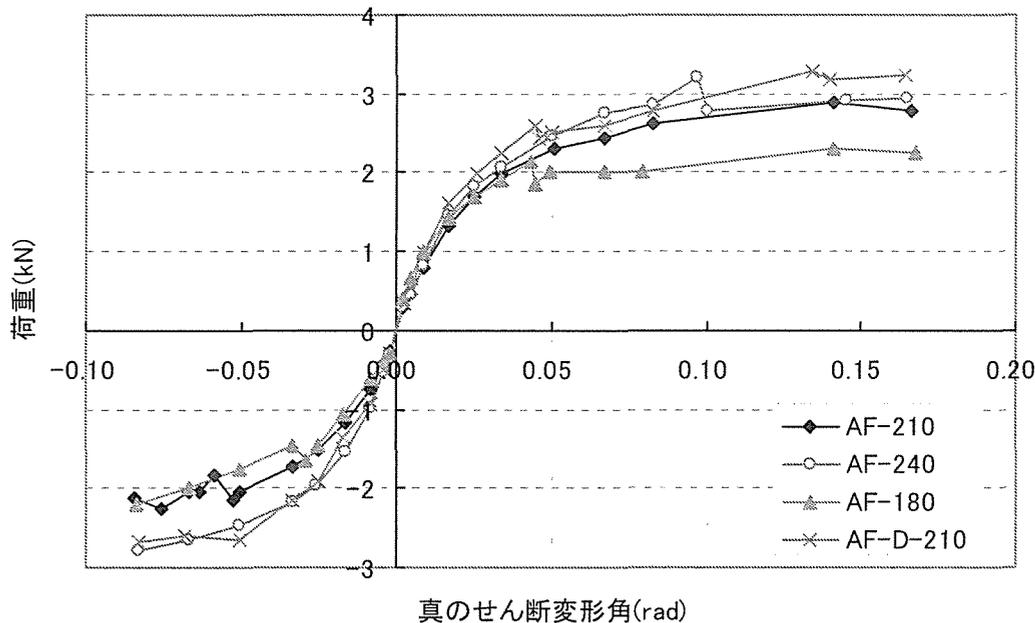


図 2.6.4.10 元力包絡線の比較 (軸組試験体)

#### (2) 十字型試験体の結果

図 2.6.4.11 に十字型試験体 5 体の荷重-せん断変形角曲線から得られた包絡線を示す。この包絡線は荷重-せん断変形角曲線の各試験体のデータより、特定変形角時の荷重をグラフ上にプロットし、それらを直線で結んだものである。

各試験体の押側での初期剛性及び最大耐力を比較すると、ほぞに込み栓を 2 本打ったもののほうが、1 本のものより高い値を示すことが明らかとなった。

また、各試験体について 1/15rad 時の正加力側と負加力側の最大耐力を比較すると、AC-K-1 は負加力側が正加力側の約 2.4 倍、AC-T-1 は同様に約 1.6 倍、AC-T-2 は約 1.2 倍、AC-TD-1 は約 1.55 倍、AC-Y-2 は約 1.0 倍となり、仕口部が左右対称ではない“特攻差し”と長ほぞ込栓打

ちによる2方差しものは、ほぞへのモーメントのかかり方が正加力側と負加力側で異なるため、負加力側の耐力の方が大きくなる傾向にあり、AC-K-1、AC-T-1、AC-TD-1に特にこの傾向が顕著にあらわれている。

このような片利きの性質があるため負加力側における各試験体の耐力を比較すると、正加力側とは異なった傾向を示している。AC-TD-1を除く4体の初期剛性はほぼ同じであり、AC-T-1とAC-Y-2が最大変形時まで耐力の低下がなく、AC-K-1とAC-T-2は1/15rad付近までAC-T-1、AC-Y-2を上回る耐力を記録するが、その後比較的大きな耐力低下を見せている。

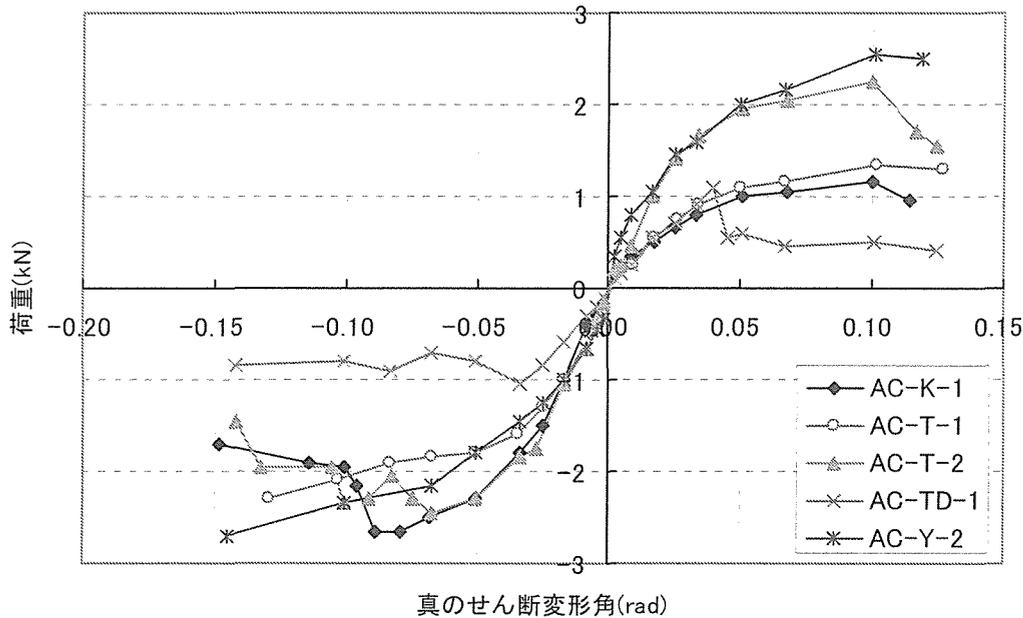


図 2.6.4.11 包絡線の比較（十字型試験体）

#### 2.6.4.4 まとめ

本研究では、足固め構法による伝統木造軸組について、その詳細な耐震性能を明らかにするため足固め構法による軸組及び十字型試験体に対する2種類の実験を行った。

これらの実験より明らかになったことを、以下に列記する。

##### (1) 足固め構法による軸組の水平力載荷実験

- ・足固め構法による軸組は大変形時にも急激に耐力が低下することなく、安定した性能を有する。
- ・足固めのせいが高いほど、軸組の中で足固めが負担するモーメントが大きくなり、それに伴い軸組の耐力も大きくなる。
- ・足固め構法による軸組は土台構法による軸組と比べて、若干耐力は小さくなるが、その減少率は1割程度に留まっており、土台構法による軸組と遜色ない性能を有する。

##### (2) 十字型試験体による足固め仕口部の水平力載荷実験

- ・足固めの仕口については、施工面・経済面での利点が多い、雇いが特に安定し、優れた性能を有する。

- ・特攻差しの4方差しで同天に差す場合は、ほぞ断面が小さくなるため仕口の性能が著しく低下する。
- ・特攻差し、2方差し、雇いの3種類の仕口形状について、横架材におけるモーメント分布に差異がみられ、正加力時と負加力時ではほぞへのモーメント作用の仕方が異なる特攻差し及び2方差しは片利きする傾向がある。

今後は、さらに軸組実験のデータと仕口実験のデータを関連づけながら整理を進めていくことによって、足固め構法による木造建物の設計につながる資料を蓄積していくことが必要不可欠であると考えられる。

## 2. 7 「加圧注入材使用による長寿命化住宅(高耐久性住宅)の仕様書作成」 日本木材防腐工業組合

### 2.7.1 事業目的

現在の建築基準法は昭和 25 年に制定されたもので、当時は、平屋で独立基礎、真壁構法で軒の出も大きく、使用樹種は国産材使用が主流であった。基準法施行令第 49 条では、外周壁の地上 1 m 以内の部分に防腐措置を講ずる必要があるとされているものの、現在の住宅建築の主流が 2 階建て以上となっていることを考えると、地上 1 m では不十分と思われる。

また近年の地震被害によって住宅の耐震性には関心が高まってきたが、その耐震性能を長期間保持する性能である耐久性についてはあまり言及されてないのが実情である。一方、住まい方は、年間通して空調を使うことが多く、住宅の気密性能や断熱性能などが重要視された家造りがされる傾向にある。

このような状況の中で、金物による耐震性能向上や通気構法による耐久性向上を目指す住宅構法も増加している。しかし、現場における施工ミスや小さな地震、台風等による経年劣化で壁などに不具合部分が生じないとは言えない。そのような建物を長く使用していく中で発生しうる万が一の場合でも、加圧処理による保存処理木材を使った構造であれば、大規模なメンテナンスまでの一定期間まで腐朽やシロアリの被害を受けることはなく、高い耐久性を発揮して住宅を守り、長期間使用の住宅を実現することが可能であるといえ、その適切な使用方法を仕様書として緊急に整備する必要がある。

以上のことから、現状の木造住宅において腐朽やシロアリ被害を受けやすい部位における構造部分への耐久性向上のためには、加圧式保存処理木材利用が最も信頼できコスト的にも妥当な保存処理法であるとの前提のもとに、この加圧式保存処理木材を使った安心して長期間使用できる長寿命化住宅を造るための仕様を検討することを、本事業の主たる目的とする。

### 2.7.2 事業概要

加圧注入材を用いた長寿命住宅のための仕様書の作成のために検証・検討が必要な以下の事項に関する研究・検討を行なうとともに、その結果にもとづき暫定版仕様書の作成をした。

- (1) 加圧注入薬剤が各種接合金物、接合金具の防錆処理に与える影響に関する実験
- (2) 表面処理薬剤が各種接合金物、接合金具の防錆処理に与える影響に関する実験
- (3) 加圧注入処理材の現場加工部分の保存処理方法に関する実験
- (4) 加圧注入処理材の品質確保のための現場における施工上の注意点の検討
- (5) 加圧注入処理材の品質確保のための現場における品質検証方法の検討
- (6) 加圧注入処理材の使用・廃棄に係わる材料特性データの整理
- (7) 加圧注入処理材の性能確認のための実験・筋かい耐力壁モデルと面材耐力壁モデルについてファンガスセラールにおける試験を開始した。
- (8) 加圧注入処理材と無処理材の耐久性実態調査
- (9) 上記各検討結果を踏まえた、加圧注入処理材を用いた長寿命化住宅工事仕様書の作成

### 2.7.3 実施体制

実施体制として、仕様書委員会を組織し、その実務活動を行う為に本委員会の下にワーキング委員会を設置した。各種実験、検証は、日本木材防腐工業組合会員企業、関東学院大学で実施した。

#### (1)仕様書委員会

仕様書委員会のメンバーを下記に示す。なお☆印はワーキング委員会の委員を示す。本委員会で研究の進め方の大方針を決め、ワーキング委員会で実際の具体的な試験、調査を行い、本委員会に報告してまとめた。

委員長	☆中島 正夫	(関東学院大学)
委員	☆飯島 敏夫	(財団法人 住宅木材技術センター)
	☆桃原 郁夫	(独立行政法人 森林総合研究所)
	☆松本 義勝	(越井木材工業(株))
	☆蒔田 章	(大日本木材防腐(株))
	☆北田 正司	(株)ザイエンス
	☆山口 秋生	(越井木材工業(株))
	☆須貝 与志明	(株)ザイエンス
	☆生藤 陵	(株)コシイプレザービング前田 恵史代理)
	☆手塚 大介	(兼松日産農林(株))
オブザーバー	仲田 正徳	((独)住宅金融支援機構)

#### (1)開催スケジュール

本委員会を3回、ワーキング委員会を6回開催した。

本委員会

第1回	平成19年 8月 8日	三会堂ビル会議室
第2回	平成19年12月17日	三会堂ビル会議室
第3回	平成20年 3月 7日	三会堂ビル会議室

ワーキング委員会

第1回	平成19年 8月 8日	三会堂ビル会議室
第2回	平成19年 9月 3日	日本木材防腐工業組合
第3回	平成19年10月 5日	日本木材防腐工業組合
第4回	平成19年11月 6日	日本木材防腐工業組合
第5回	平成19年12月11日	日本木材防腐工業組合
第6回	平成20年 1月22日	日本木材防腐工業組合

### 2.7.4 長寿命住宅仕様書作成にあたっての検討事項

今回の事業では、長寿命化住宅仕様書作成のために検証・検討が必要な以下の事項に関する研究を行った。

#### (1)各種木質材料の使用環境別×保存処理別耐用年数に関する検討(既往研究資料による検討+実験)

- ・既往研究資料等の収集と検証

- ・使用環境別×保存処理別の耐用年数の推定・算定
- (2) 加圧注入薬剤が各種接合金物、接合金具の防錆処理の耐久性に与える影響に関する検証（実験）
  - ・基本的な加圧注入用薬剤と防錆処理の組み合わせを網羅的に検討する
  - ・使用環境を乾燥、高湿度、湿潤、海辺などに類型化して検討
  - ・既往研究では対象外となっている各種釘、ステープルについても検討する
  - ・対照資料として耐用年数の分かっている金物を使用し、それとの比較実験を行う
- (3) 生物劣化による各種接合仕様別（各種加圧注入木材×各種金物）の構造性能の低下（実験）
  - ・加圧注入材の性能確認のための実験（既往資料があれば収集・利用）
  - ・筋かい耐力壁モデルと面材耐力壁モデルについて、屋外試験場などにおける暴露ののち、耐力試験を行う
- (4) 各種加圧注入材からの薬剤成分の揮散性などユーザー側（設計者側）に必要な資料で未整備なものの検討（既往研究資料による検討+実験）
  - ・VOCなどの実験室による測定例の収集
  - ・その他、処理方法と製品納入時の含水状態、変形特性など
- (5) 加圧注入材の品質確保のための現場における品質確認の仕組みとその検証・資料化
  - ・原則的に非破壊で部材単位の薬剤吸収量・浸潤度を確認する仕組みを検討する
  - ・その具体的な実施方法の資料化をする
- (6) 加圧注入材の品質確保のための現場における施工上の注意点の抽出とそれぞれの注意点に対する具体的な施工方法の検証・資料づくり
  - ・加圧注入材の資材管理方法を検討する
  - ・現場加工をせざるを得ない場合の信頼性ある処理方法の検討をする
- (7) 上記各検討結果を踏まえた仕様書の作成
 

以上であるが（2）、（3）は今も実験継続中であり、今年度は暫定版として作成する。今後最終的な実験結果が得られた段階で仕様書内容の確定をする予定である。

## 2.7.5 各種木質材料の使用環境別保存処理に関する検討

### 2.7.5.1 はじめに

長寿命化住宅に必要な使用環境別保存処理を考える際は、どの程度の長寿命化を目指すのかを予め設定しておくことが重要となる。本項では、「住宅の品質確保の促進等に関する法律」(『品確法』)の「劣化対策等級3<sup>\*注</sup>」を超える住宅に必要な保存処理を使用部材別に掲げることとする。

### 2.7.5.2 『品確法』に関係する部材

#### (1) 外壁の軸組等

外壁の軸組、枠組みその他これらに類する部分のうち一階部分および通し柱が次の(i)から(iii)までのいずれかに適合していること。なお、ヤマトシロアリ非生息地においては防蟻処理を要しない。

(i) 通気層を設けた構造、または軒の出が90cm以上である真壁構造のいずれかの構造となって

いる外壁であり、かつ軸組等が次の（イ）から（ハ）までのいずれかに適合するものであること。

（イ）軸組等（下地材を除く）に製材または構造用集成材等に、構造用製材規格等に規定する保存処理の性能区分のうち K3 以上の防腐処理および防蟻処理が施され、かつ、外壁下地材の製材、集成材または構造用合板等に構造用製材規格等に規定する保存処理の性能区分のうち K2 以上の防腐処理および防蟻処理が施されたものであること。

（ロ）軸組等に製材または集成材等でその小径が 12.0cm 以上のものが用いられ、構造用製材規格等に規定する保存処理の性能区分のうち K3 以上の防腐処理および防蟻処理が施されていること。

（ハ）軸組等に構造用製材規格等に規定する耐久性区分 D<sub>1</sub> の樹種に区分される製材またはこれにより構成される集成材等でその小径が 10.5cm 以上のものが用いられ、構造用製材規格等に規定する保存処理の性能区分のうち K3 以上の防腐処理および防蟻処理が施されていること。

（ii）軸組等が次の（イ）から（ハ）までのいずれかに適合するものであること。

（イ）軸組等（下地材を除く）に製材または構造用集成材等に、構造用製材規格等に規定する保存処理の性能区分のうち K3 以上の防腐処理および防蟻処理が施され、かつ、外壁下地材の製材、集成材または構造用合板等に構造用製材規格等に規定する保存処理の性能区分のうち K3 以上の防腐処理および防蟻処理が施されたものであること。

（ロ）軸組等に製材または集成材等でその小径が 13.5cm 以上のものが用いられ、構造用製材規格等に規定する保存処理の性能区分のうち K3 以上の防腐処理および防蟻処理が施されていること。

（ハ）軸組等に構造用製材規格等に規定する耐久性区分 D<sub>1</sub> の樹種に区分される製材またはこれにより構成される集成材等でその小径が 12.0cm 以上のものが用いられ、構造用製材規格等に規定する保存処理の性能区分のうち K3 以上の防腐処理および防蟻処理が施されていること。

軸組等に構造用製材規格等に規定する保存処理の性能区分のうち K3 以上の防腐処理および防蟻処理が施されていること。

（iii）（i）または（ii）に掲げるものと同等の劣化の軽減に有効な措置が講じられていること。

\*注 劣化対策等級 3

構造躯体が、a；通常の居住に耐えられる限界を超えて住宅の性能が低下しており、かつ、通常の修繕や部分的な交換により通常の居住に耐えられる状態まで回復できない状態、または、b；通常の修繕や部分的な交換により通常の居住において耐えられる状態まで回復できる状態であるが、継続的に使用することが経済的に不利になることが予想される状態、に至るまでの期間が概ね 3 世代以上となるために必要な対策

## （2）土台

土台が次の（i）から（iii）までのいずれかに適合し、かつ、土台に接する外壁の下端に水

切りが設けられていること。土台の幅は軸組等の小径以上であること。

- (i) 構造用製材規格等に規定する保存処理の性能区分のうち K3 以上の防腐・防蟻処理（北海道の住宅については K2 以上）が施されていること。
- (ii) 構造用製材規格等に規定する耐久性  $D_1$  の樹種のうち、ヒノキ、ヒバ、ベイヒ、ベイスギ、ケヤキ、クリ、その他これらと同様の耐久性を有するものに区分される製材またはこれらにより構成される集成材等が用いられ、その辺材部に構造用製材規格等に規定する保存処理の性能区分のうち K3 以上の防腐・防蟻処理（北海道の住宅については K2 以上）が施されていること。
- (iii) (i) または (ii) に掲げるものと同等の劣化の軽減に有効な措置が講じられていること。

### (3) 浴室および脱衣室

日本工業規格 A4416 に規定する浴室ユニットを使用する等、防水上有効な仕上げが施された 2 階以上にある浴室および脱衣室の軸組等については、2.7.5.2 の(1)の(i)から(iii)までのいずれかに適合していること。

## 2.7.5.3 その他の部材

以下に『品確法』では特に触れられていないものの、劣化の危険性が高いため保存処理を施すことが好ましい部分を掲げる。

### (1) 一階床組

有効な防湿措置がとられていない床下で、床束等、直接コンクリートに接する部材については構造用製材規格等に規定する保存処理の性能区分のうち K3 以上の防腐・防蟻処理（北海道の住宅については K2 以上）が施されていること。それ以外の部材については、塗布、加圧注入等により防腐および防蟻に（北海道の住宅については防腐に）有効な薬剤で処理されていること。

### (2) 小屋組

小屋組の部材のうち雨がかりの部材については、構造用製材規格等に規定する保存処理の性能区分のうち K3 以上の防腐・防蟻処理が施されていること。

### (3) ベランダ

ベランダの部材のうち雨がかりの部材については、構造用製材規格等に規定する保存処理の性能区分のうち K3 以上の防腐・防蟻処理が施されていること。また、ベランダを構成する軸組等については 2.7.5.2 の(1)(i)から(iii)までのいずれかに適合していること

### (4) 胴縁

外壁に接した胴縁については、塗布、加圧注入等により防腐および防蟻に（北海道の住宅については防腐に）有効な薬剤で処理されていること。

## 2.7.5.4 保存処理に使用する薬剤

保存処理に使用する薬剤は大きく、(i) 日本農林規格における構造用製材規格等に規定する保存処理の性能区分のうち K3 に使用する薬剤、(ii) 認定機関により K3 相当の性能を持つと認定された薬剤、(iii) 認定機関により有効な防腐・防蟻性能を持つと認定された薬剤、(iv) その他の

薬剤、に分類することができる。以下にそれらについて概説する。

(1) 日本農林規格における性能区分 K3 で使用できる薬剤

日本農林規格における性能区分 K3 で使用できる薬剤および必要な吸収量\*<sup>注</sup>は以下の通りである。

表 2.7.5.1 性能区分 K3 で使用できる薬剤および吸収量

薬剤の種類	略号 (JIS K1570)	吸収量 (Kg/m <sup>3</sup> )
第四級アンモニウム化合物系	DDAC	4.5
第四級アンモニウム・非エステルピレスロイド化合物系	SAAC	2.5
ほう素・第四級アンモニウム化合物系	BAAC	3.2
銅・第四級アンモニウム化合物系	ACQ	2.6
銅・アゾール化合物系	CUAZ-2	1.0
	CUAZ-3	
アゾール・ネオニコチノイド化合物系	AZN	0.15
脂肪酸金属塩系	NCU-E	1.0
	NZN-E	2.0
	VZN-E	2.5
ナフテン酸金属塩系	NCU-O	0.8
	NZN-O	1.6

なお、いずれの薬剤もすべての樹種について辺材部の 80%以上、かつ、材面から深さ 10mm までの心材部分の 80%以上に薬剤が浸潤していることが必要である。

(2) 当財団 A Q 認証により性能区分 K3 相当に位置づけられている薬剤

表 2.7.5.2 A Q 保存処理製品の対象薬剤および性能区分 2 種に必要な薬剤吸収量

薬剤の種類	A Q 表示	吸収量 (Kg/m <sup>3</sup> )
第四級アンモニウム化合物系	AAC-2	4.5 以上
第四級アンモニウム・非エステルピレスロイド化合物系	SDMPAP	2.5 以上
ほう素・第四級アンモニウム化合物系	BAAC	3.2 以上
銅・アゾール化合物系	CUAZ-1	2.6 以上
	CUAZ-2	1.0 以上
	CUAZ-3	1.0 以上
アゾール・第四級アンモニウム・非エステルピレスロイド化合物系	AZAAC	2.5 以上
アゾール・ネオニコチノイド化合物系	AZN	0.15 以上
アゾール・第四級アンモニウム・ネオニコチノイド化合物系	AZNA	2.6 以上
脂肪酸金属塩系	VAN-E	2.6 以上

プロペタンホス・アゾール化合物系	AZP	0.15 以上
リグニン・銅・ほう素化合物系	LCB	3.0 以上

なお、いずれの薬剤もすべての樹種について辺材部の 80%以上、かつ、材面から深さ 10mm までの心材部分の 80%以上に薬剤が浸潤していることが必要である。

### (3) 認定機関により有効な防腐・防蟻性能を持つと認定された薬剤

防腐・防蟻性能を認定された薬剤のリストは日本木材保存協会ホームページより入手可能である。20 年 4 月 1 日現在、防腐・防蟻剤として 135 品が認定を受けている。

\*注 吸収量

薬剤を注入された木材の中央部付近の表層 1cm までに含まれる薬剤有効成分量をその部分の体積で割って得られる値

## 2.7.6 加圧注入、表面処理薬剤と金物防錆との関係に関する検討

### (1) 試験概要

#### 1) 試験目的

大震災で木造住宅崩壊の原因として多く見られた木材の接合部での接合金物の緊結不備があげられる。また地震だけでなく、木造住宅そのものの風化などにより耐久性が極度に低下することもあげられる。つまり木造住宅の構造を構成する部材等の劣化を防ぐことが重要である。木造住宅の劣化原因の多くは腐朽による木材の劣化と蟻害による木材の劣化である。木造住宅での木材の劣化は構造や材料の耐久性にも影響が出てくる。また構造や材料の耐久性を求めれば自然と接合金物に対しても耐久性が求められる。

木材に防腐防蟻薬剤を注入することで劣化を防ぐことが出来る。また、接合金物にも防錆処理を行うことで錆による腐食を防ぐことが出来る。しかし防錆処理はあくまで錆による腐食をしにくくするのが目的で、完全に錆を防ぐことは出来ない。これは防腐防蟻薬剤にも言えることである。

そこで本実験では、防腐防蟻材と表面処理を施した接合金物の性能が最大限生かされる組み合わせを調査し、比較する。また各種環境条件下（屋外暴露実験、耐湿実験）での防腐防蟻材、防錆処理を施した接合金物の変化を調査する。さらに使用目的によって最適な防錆処理を選択できるようにする。

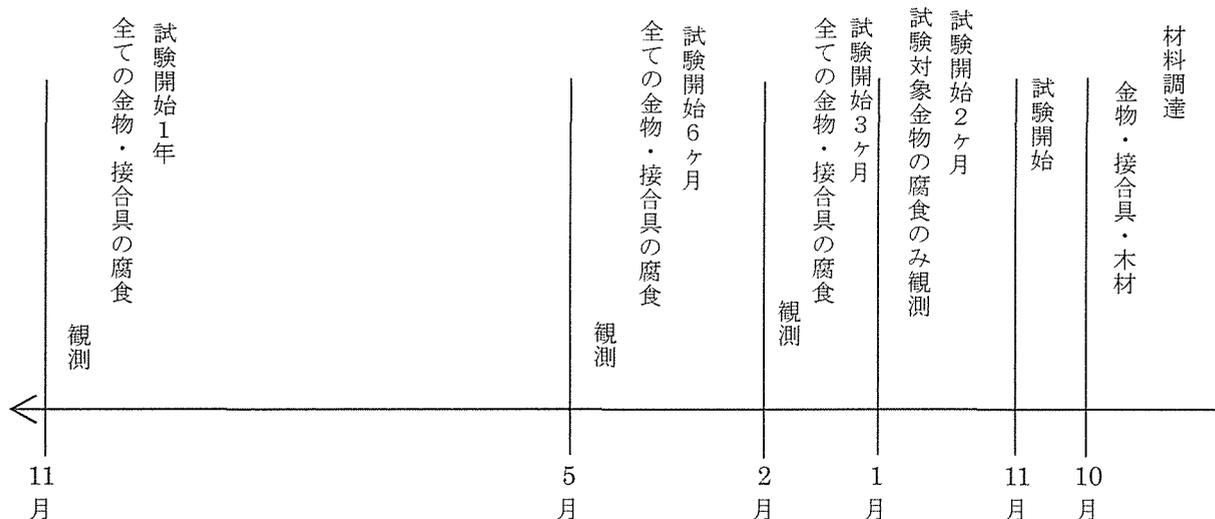
#### 2) 試験計画

本実験では、試験体として 8cm 角のテストピースを作り使用した。また Z マーク・C マークの接合金物を想定して、この 8cm 角のテストピースに防錆処理を行い、防腐防蟻材に取り付け、接触させ変化を調査する。また防腐防蟻材には「米ツガ」を使用する。

木造建築において土台に最も多く使用されているのが「米ツガ」である。これは日本の木造建築において昔から防腐防蟻に優れた「ひのき・ひば」といった木材を土台や大引、根太などに使用していた。現在では木材の防腐防蟻処理技術の向上により、利用者の経済的利益と資材

の有効利用を考え、加圧式防腐防蟻処理材が多く使われるようになり、比較的他より防腐処理しやすい「米ツガ」が使われるようになったことから本実験で利用した。また本実験では屋外暴露・耐湿試験の2つの試験を行った。工程表を表 2.7.6.1 に示す。

表 2.7.6.1 工程表



(2) 屋外暴露試験

1) 試験方法

各々保存処理材に試験対象とする金物を写真 3-1 のように充電式ドライバーを使い接合具 4 本を打ち付け固定した。さらに L 字金物は専用接合具 3 本で写真 3-3 のように充電式ドライバーで固定した。また別途テストピースは割り箸とビニール紐を使い、写真 3-4 のように固定した。L 字金物・別途テストピースは試験開始日から 3 ヶ月、6 ヶ月、1 年の期間で観察を行うものとする。

1 種類の防腐防蟻材をそれぞれ 3 本ずつ使用する。さらに各々 1 本にそれぞれ違う防錆処理の 8cm 角のテストピースを 14 枚取り付ける。そして試験体を写真 3-2 のように設置し、約 2 ヶ月、3 ヶ月、6 ヶ月、1 年の期間を屋外にて暴露させる。

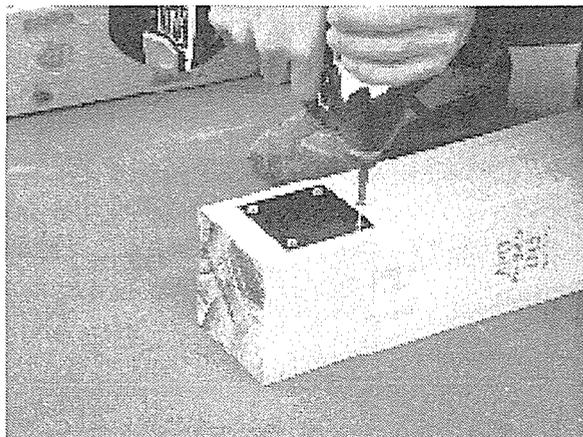


写真 2.7.6.1 テストピースを木材に固定する作業

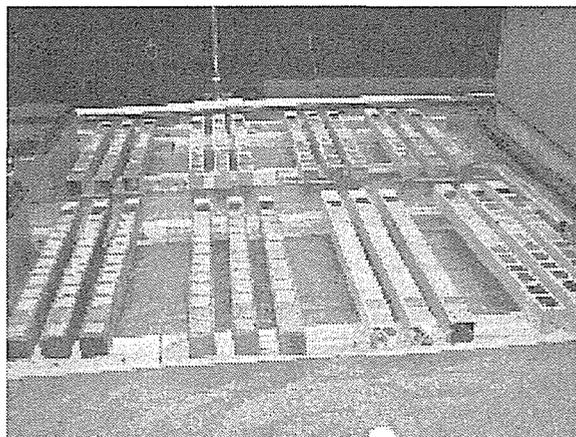


写真 2.7.6.2 試験体の設置

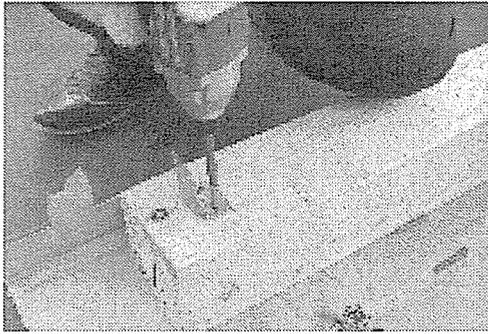


写真 2.7.6.3 L字金物取り付け作業

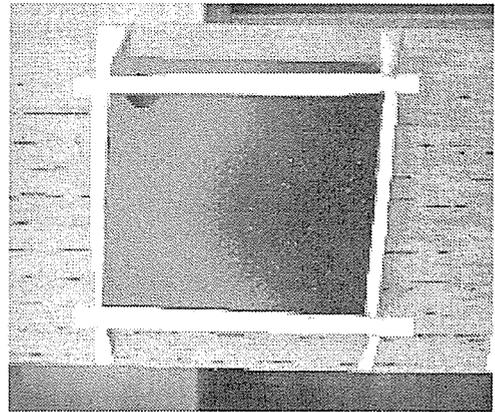


写真 2.7.6.4 別途テストピース取り付け方

この他にも接合具だけの屋外暴露試験も行った。

この試験は屋外暴露試験のみ行い、耐湿試験は行わないものとする。各防腐防蟻材に各接合部（CN50・CN65・CNZ50・ZN65・Zビス 90）を打ち込んで写真 3-5 のように並べ、屋外暴露試験を行う。尚、期間は 3 か月、6 か月、1 年の 3 回にわけて試験結果をとる。

また、試験結果を取る時は木材を破壊して接合具を取り出し、変化を見る。

（木材にビスを打ち込む作業は専門業者に依頼した。）

## 2) 測定及び観測方法

保存処理木材に試験対象金物・L字金物・別途テストピースを取り付け、屋外設置しておき、金物の変化を観察する。試験期間内では防腐防蟻材と試験対象金物・L字金物・別途テストピースとの接触面を見ることが出来ない為、テストピースの表面の汚れや雨風などによる破損がないかを調べる。また各々の試験体の並べ方は写真 2.7.6.5～2.7.6.7 のようになっている。

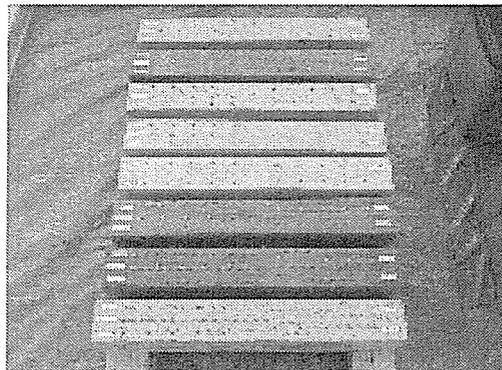


写真 2.7.6.5 接合具の屋外暴露試験

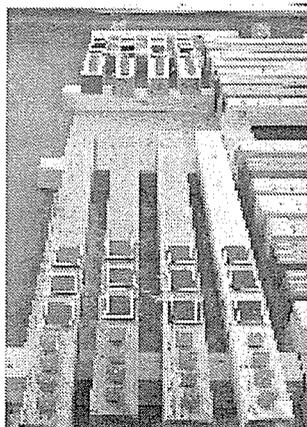


写真 2.7.6.6 L字金物・別途テストピースの試験体並べ方

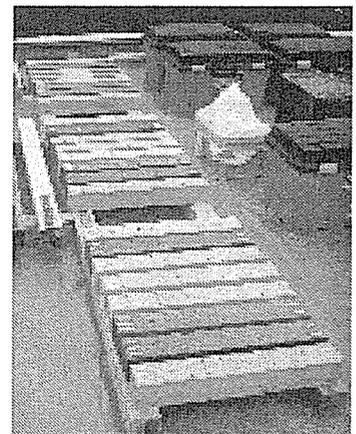


写真 2.7.6.7 ビスの試験体並べ方

### 3) 試験体寸法

屋外暴露試験の試験体は 105×105×1500mm の「米ツガ」で図 2.7.6.1、図 2.7.6.2 のとおりの寸法で試験対象金物を固定していく。ただし、テストピースを固定する木材の表面に木目がある場合は、木目を避けるようにずらして固定する。

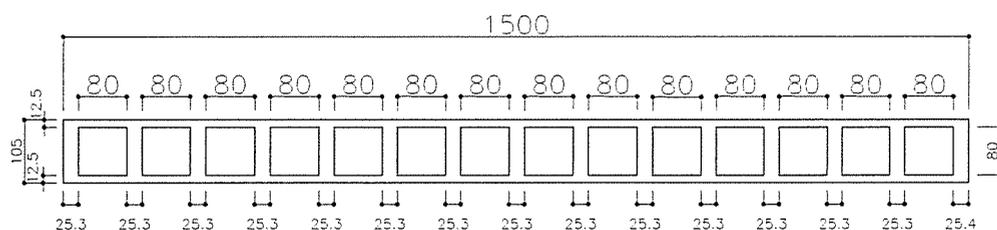


図 2.7.6.1 試験体平面図

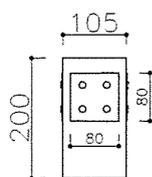


図 2.7.6.2 試験体断面図

### (3) 耐湿試験

#### 1) 試験方法

屋外暴露試験と同様に各々防腐防蟻材に試験対象金物を写真 2.7.6.8 のように充電式ドライバーを使いビス 4 本を打ち付け固定した。固定した試験体は写真 2.7.6.9 のように 1 本の防腐防蟻材の 3 面にそれぞれ 3 枚ずつ固定する。屋外暴露試験同様に L 字金物は専用接合具 3 本で固定し、別途テストピースは割り箸とビニール紐を使って固定して写真 2.7.6.10、2.7.6.11 のように並べた。

これを水の張った耐湿試験用のケースに入れ約 2 ヶ月、3 ヶ月、6 ヶ月、1 年の期間で放置する。また耐湿試験用の容器は蓋付きプラスチックを使用し、内部の相対湿度を約 90%以上になるようにした。さらに容器は屋外の直射日光下に密閉状態にして放置した。今回は 3 ヶ月のデータを使用した。



写真 2.7.6.8 テストピース取り付け作業



写真 2.7.6.9 テストピースを取り付け終了



写真 2.7.6.10 別途テストピースの耐湿用

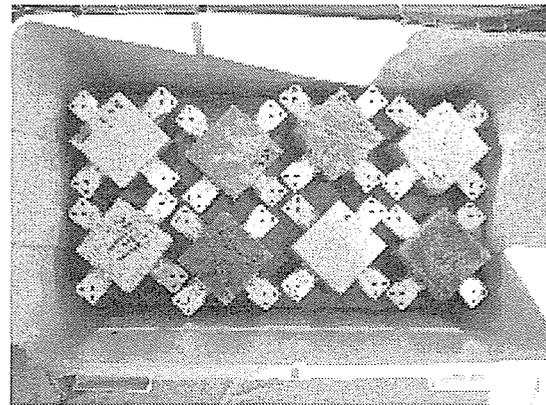


写真 2.7.6.11 L字金物の耐湿用

## 2) 測定及び観測方法

耐湿試験用に用意した蓋付きケースに保存処理木材に試験対象金物・L字金物・別途テストピースを取り付けた保存処理材を設置し、耐湿試験の配置は写真 2.7.6.12 の通りである。またケースの底から 5cm 程度を目安として水をため湿度を保つ。水位を底から 5cm 程度にしたのは過去に同じような試験を行った企業のデータを参考にした。3 日に一度ケース内の水位を確認し、減っていればその分の水を補充した。

ケースには温湿度計を写真 2.7.6.13 のように手前に取り付け常にケース内の温度・湿度のデータを 1 時間ごとに取り込んでいくようにセットした。また温度・湿度のデータは 1 週間ごとにデータ整理を行った。

温湿度計はビニールテープでケースの壁面に取り付けた。



写真 2.7.6.12 耐湿試験の配置



写真 2.7.6.13 温湿度計の設置位置

### 3) 試験体寸法

耐湿試験の試験体は 105×105×200mm の「米ツガ」で図 2.7.6.3、図 2.7.6.4 のとおりの寸法でテストピースを固定していく。ただし、テストピースを固定する木材の表面に木目がある場合は、木目を避けるようにずらして固定する。

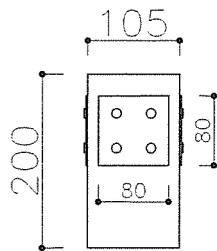


図 2.7.6.3 試験体立面図

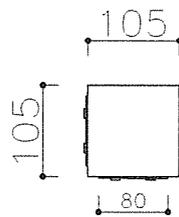


図 2.7.6.4 試験体平面図

## (4) 試験対象とする保存処理木材

### 1) 防腐防蟻薬剤

#### ①防腐防蟻薬剤の説明

防腐防蟻薬剤とは、木材を好物とするシロアリや微生物の侵食・増殖を防止し、腐食などから木造住宅を守るために使用される薬剤である。

#### ②防腐防蟻薬剤の種類

クロム・銅・ヒ素の化合物系 (CCA)、第四級アンモニウム化合物系 (AAC)、銅・第四級アンモニウム化合物系 (ACQ)、銅・アズール化合物系 (CUAZ)、ホウ素・第四級アンモニウム化合物系、第四級アンモニウム・非エステルピレスロイド化合物系 (SAAC)、ナフテン酸銅系 (NCU)、ナフテン酸亜鉛 (NZN)、アズール・ニコチノイド化合物系 (AZN)、バーサチック酸亜鉛・ピレスロイド系 (VZN)、アズール化合物系 (AZP) など他にも多くの防腐防蟻薬剤がある。

この中でもクロム・銅・ヒ素の化合物系 (CCA) は雨に濡れると徐々に溶け出して、周辺

の土壌汚染、人体にも影響があることがわかり、現在では使われていない。

本実験では使用する防腐防蟻薬剤は上記の中から選び、表 2.7.6.2 に示した通りである。また表 3-2 に示した防腐防蟻薬剤を選んだのは、現在多く使われているからである。

表 2.7.6.2 使用する防腐防蟻薬剤

薬剤名	特徴	注入後の色
ACQ	ひ素、クロムを含まない薬剤としてJIS、JAS等の規格に適合した安全性の高い薬剤。	緑色
AZN	長期間安定した防腐防蟻効果を発揮し、安全性が高く、無公害の薬材。処理後の乾燥工程が不要で、トータルコストが低減できる。	無色
CUAZ-2	シプロコナゾールと銅を成分とする環境に優しい低毒性の薬剤。焼却灰中に有毒な金属が残留せず、通常の木材と同様に処分できる。	緑色
BAAC	ホウ酸とアルキルアンモニウム化合物のうちジデシルジメチルアンモニウムクロリド(DDAC)を有効成分としている薬剤。	無色
SAAC	加圧注入処理により木材内部まで深く浸透し、強力で定着するので、雨水にあっても容易には流出しないので屋外用途でも効果が持続できる。また無処理剤と同じで焼却処分することができる。	無色
AAC	低毒性で安全性が高く数々の優れた性能を持つ薬剤。木材の乾燥割れを抑制し人畜、植物などにも無害である。	無色
CUAZ-3	銅とアゾール化合物、アミン類等を用いて水に溶解するように製剤化した薬剤。リグニンスルホン酸塩は定着剤として作用する。	緑色

### ③注入方法

防腐防蟻薬剤の注入方法には、木材の表面に刷毛やローラーなどで薬剤を塗布する表面塗布処理法と木材を大きな圧力容器（注入管）の中に入れ減圧・加圧処理を行って薬剤を木材に注入する加圧注入処理法と木材保存剤を浸漬する処理法が主流である。中でも保存効果が最も高いのが加圧注入処理法である。これは木材に浸透する薬剤の量が多くムラになりにくいからである。このことから、本実験では加圧注入処理法を採用した。

加圧注入方式の製造工程は、素材を加工し注入前に検査を行う。続いて木材を大きな圧力容器に入れ減圧を行う。減圧することで木材内部の空気を抜き、次に防腐防蟻薬剤を高い圧力をかけながら木材内部に注入していく。その後、減圧をして過剰な薬剤を抜き検査後に定着・養生となる。

## (5) 保存薬剤の浸透データ

本実験で選んだ7種類の防腐防蟻薬剤が木材の中にどれだけ浸透しているかを調べた。薬剤浸透を調べることで、木材中の浸潤度が分かる。

木材の先端から10cm,20cm,30cmの所を電動丸ノコで切断する。ACQ,CUAZ-3,CUAZ-2に対しては、そのまま4辺を1cm間隔で測り1辺ずつの合計,最大値,最小値,平均値を出した。

AAC,AZN,SAAC,BAACは呈色剤をきりふきで吹きかけ、防腐防蟻薬剤が浸透している部分の色が変わり乾いたときに同じ作業を行った。また表3-3、表3-4はそれぞれ屋外暴露試験用、耐湿試験用に使用する木材への注入量を示している。

その結果、木材の芯の部分にいくにつれて数値が下がっていることが分かった。また、10cm,20cm,30cmといくにつれて、数値が下がっていくことも分かった。10cm部分は、数値

が大きいが 30cm では 10cm 部分より半分以下の数値になっている。

表 2.7.6.3 防腐防蟻薬剤の屋外暴露試験用木材への平均注入量

防腐防蟻薬剤名	注入濃度(%)	平均注入量(kg)	有効成分
ACQ	4.0	418	ACQ
AZN	0.0332	412	AZN
CUAZ-2	0.28	472	CUAZ
BAAC	1.41	406	BDDAC
SAAC	2.0	339	SDMPAP
AAC	1.0	235	DDAC
CUAZ-3	-	-	-

表 2.7.6.4 防腐防蟻薬剤の耐湿試験用木材への平均注入量

防腐防蟻薬剤名	注入濃度(%)	平均注入量(kg)	有効成分
ACQ	4.0	396	ACQ
AZN	0.0332	566	AZN
CUAZ-2	0.28	546	CUAZ
BAAC	1.41	666	BDDAC
SAAC	2.0	284	SDMPAP
AAC	1.0	341	DDAC
CUAZ-3	-	-	-

## (6) 試験対象とする金物・接合具

### 1) 試験体とした金物と金物接合具の防錆処理

#### ①防錆処理の説明

コンクリートの鉄筋や建築金物はある一定量以上の塩分や有害成分が含まれると腐食が発生する。これを防ぐために鉄筋や建築金物の表面に吸着させ、防食皮膜を形成させることで鉄筋や建築金物が腐食するのを防ぐ。

#### ②防錆処理の種類

大きく分けると、めっき系、化成皮膜系、複合皮膜系の 3 種類に分けられる。その中でも本実験では表 2.7.6.5、表 2.7.6.6 で示しているように接合具、金物にそれぞれ防錆処理を使用した。これは、木造建築構造（軸組構造・枠組壁構造）で使われている Z マーク金物と C マーク金物に多く使用されている防錆処理と今まで使用されていたその他の防錆処理、これから主流になっていく防錆処理などを検討し、選び出した。

表 2.7.6.5 接合具（ビス）に使用する防錆処理

防錆処理の種類	処理工法
Zn5Cr6	処理する金物の表面に電氣的に亜鉛をめっきした後クロメート薬液中に浸漬しクロメート皮膜を乗せる。
Zn8Cr6	
Zn5Cr3	
Zn8Cr3	
デュラルコート	電気亜鉛めっき後、有機皮膜のバインダーとトップコートを塗料に浸漬・遠心振切り 200°C に設定されたオープンで約 10 分焼き付ける。
ジオメット	ジオメットの薬液に浸漬後遠心振切りで余滴を除去し、約 350°C で 10~20 分焼き付ける。
ディスゴ	ディスゴの薬液に浸漬後遠心振切りで余滴を除去した後、約 150~200°C で焼き付ける。
ラスパート	電気亜鉛めっきで亜鉛を 5μm めっきし、クロメート処理後塗装を行う。

表 2.7.6.6 金物に使用する防錆処理方法

防錆処理の種類	処理工法	使用されている主な金物例
電気亜鉛めっき 6 価クロメート EPZ5C6	処理する金物の表面に電氣的に亜鉛をめっきした後クロメート薬液中に浸漬しクロメート皮膜を乗せる。	羽子板ボルト・座金付ボルト・アンカーボルト・六角ボルト・角・丸座金等。また、鋼材の板厚が高い金物にも使用されている。
電気亜鉛めっき 6 価クロメート EPZ8C6		
電気亜鉛めっき 3 価クロメート EPZ5C3		
電気亜鉛めっき 3 価クロメート EPZ8C3		
溶融亜鉛めっき鋼板 Z-27	400 度を超える温度まで加熱し、溶融した亜鉛の中に鋼板を浸漬することによって鋼板の表面に亜鉛を付ける。一般に鋼板の移動速度を変化させることで亜鉛の付着量を調節。	短冊金物・ひねり金物・火打金物・筋かい等。山形プレートなどプレス加工だけで製品化できる金物類。
溶融亜鉛めっき HDZ A	400 度を超える温度まで加熱し、溶融した亜鉛の中に鋼板を浸漬することによって鋼板の表面に亜鉛を付ける。一般に金物の表面に付着する亜鉛の膜厚を 40 μm 以上とする。	引き寄せ金物 SHD・太めくぎ等。膜厚が高いためボルトやナット類には勘合の問題があり、あまり使用されない。
デュラルコート	電気亜鉛めっき後、有機皮膜のバインダーとトップコートを塗料に浸漬・遠心振切り・200℃に設定されたオーブンで約 10 分焼きつける。	現在は、主に接合金物全般に使用されるようになった。
ジオメット	ジオメットの薬液に浸漬後遠心振切りで余滴を除去し、約 350℃で 10~20 分焼き付ける。	自動車業界のダクロの代替品。元々自動車の部品に使われている処理法なので、金物の処理は可能であり、現在は一部の金物、ビスに使用されている。
錫・亜鉛合金めっき	亜鉛 60%・錫 40%の溶融合金浴中(約 420%)に浸漬し、遠心分離などを行う。	ドブヅケなので、膜厚のシビアな管理が必要となり、ビスには適さない。
メタス YC 処理	投射材と呼ばれる粒体を加工物に衝突させて加工等を行う。メタス YC を上塗りし、一回乾燥をさせて中砥ぎし、クリア塗装を全て塗り終わってからもう一度乾燥をかける。これを 2 回繰り返した後仕上げ処理を行い、乾燥させる。	-
スーパーダイマ	亜鉛に Al・Mg・Si を加えて溶融し、鋼板を浸漬する。溶融亜鉛めっき鋼板。	プレス加工のみで製品化できる金物に適用。
ZAM	亜鉛に Al・Mg・Si を加えて溶融し、鋼板を浸漬する。溶融亜鉛めっき鋼板。	プレス加工のみで製品化できる金物に適用。
Z-27+カチオン電着塗装	電気亜鉛めっき工法+カチオン電着塗装工程	防錆処理価格が高く、一般の接合金物には適さない。しかし、金物工法の金具の一部で使用されている。
補修用ジンクリッチペイント (ローバル)	亜鉛末を塗膜中に 70%含んだ塗料。	-

(7) 試験体とした金物

本試験で使用する試験対象の金物は全て 8cm 角である。また L 字金物・別途テストピースそれぞれの防錆処理を施した金物のテストピースは表 2.7.6.7 の写真の通りである。また試験対象金物はプレートの板厚、平均防錆処理膜厚を各々の防錆処理によってまとめた。

表 2.7.6.7(1) 試験対象金物

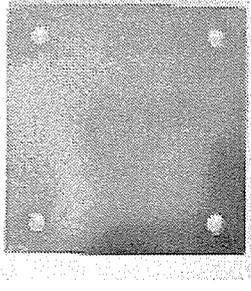
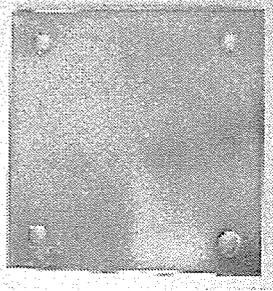
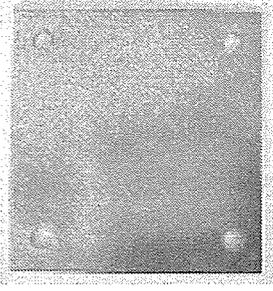
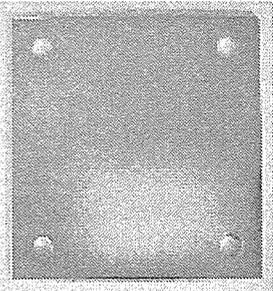
プレートの防錆処理	板厚(mm)	プレートの写真	防錆処理膜厚( $\mu\text{m}$ )
電気亜鉛めっき6価クロメート EPZ5C6	2.3		7.3
電気亜鉛めっき6価クロメート EPZ8C6	2.3		11.0
電気亜鉛めっき3価クロメート EPZ5C3	2.3		7.0
電気亜鉛めっき3価クロメート EPZ8C3	2.3		8.1

表 2.7.6.7(2) 試験対象金物 (つづき)

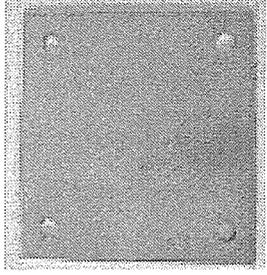
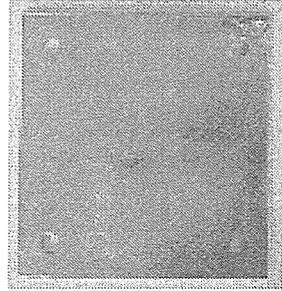
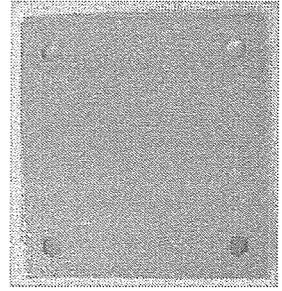
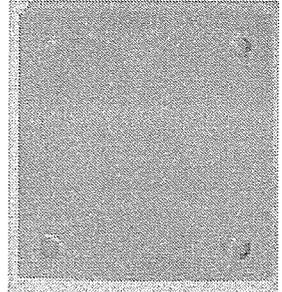
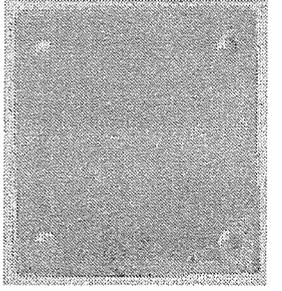
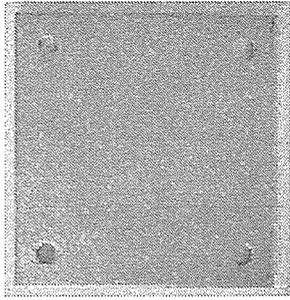
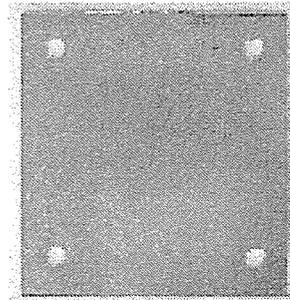
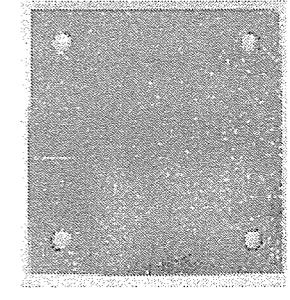
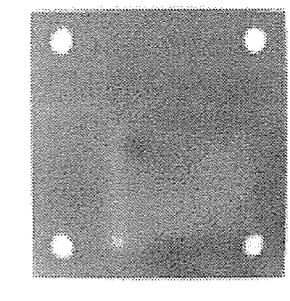
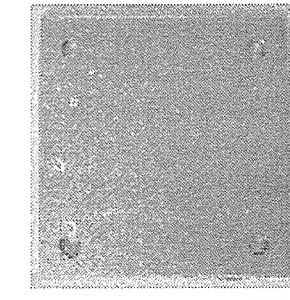
プレートの防錆処理	板厚(mm)	プレートの写真	防錆処理膜厚( $\mu\text{m}$ )
熔融亜鉛めっき鋼板 Z-27	2.3		21.1
熔融亜鉛めっき HDZ A	2.3		47.7
デュラルコート	2.3		17.9
ジオメット	2.3		12.3
錫・亜鉛合金めっき	2.3		30.9

表 2.7.6.7(3) 試験対象金物 (つづき)

プレートの防錆処理	板厚(mm)	プレートの写真	防錆処理膜厚( $\mu\text{m}$ )
メタスYC処理	2.3		10.3
スーパーダイマ	0.6		24.6
ZAM	1.6		27.8
Z-27+カチオン電着塗装	2.3		43.3
補修用ジンクリッチペイント	2.3		70.0

(8) 接合具

この使用ビスはテストピースを取り付ける際に使用したものをあげた。ビスは各々防錆処理や長さが異なるので表 2.7.6.8 にまとめた。この他に表 2.7.6.9 では試験対象と接合具の組み合わせ一覧をのせた。

表 2.7.6.8 接合具の防錆処理一覧表

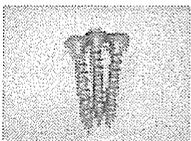
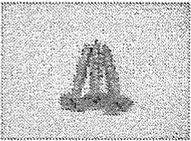
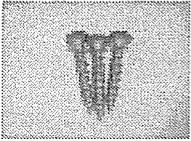
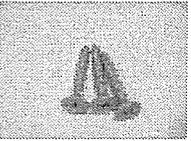
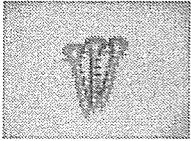
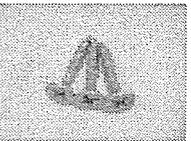
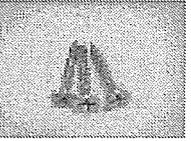
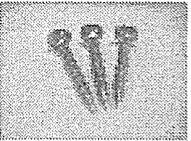
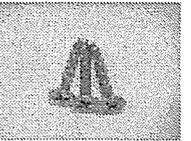
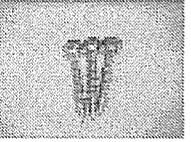
ビスの防錆処理	ビスの写真		ビスの長さ(mm)
ラスパート			32
ディスゴ			32
ジオメット			28
デュラル			28
Zn5Cr6			32
Zn8Cr6			32
Zn5Cr3			32
Zn8Cr3			32

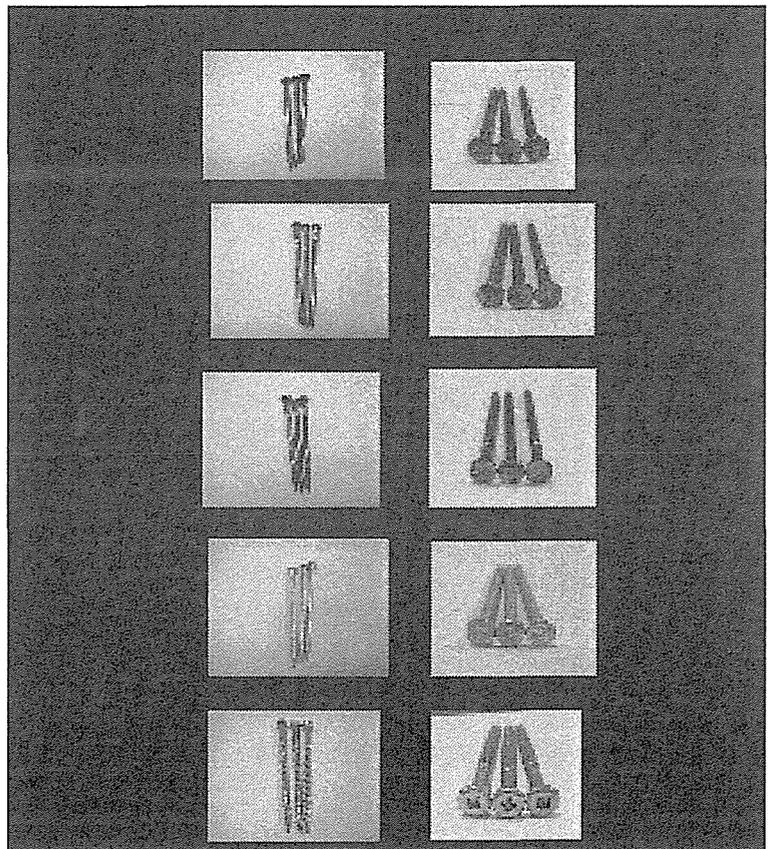
表 2.7.6.9 テストピースとビスの組み合わせ表

金物の 防錆処理	電気亜鉛めつき6価クロメート	電気亜鉛めつき6価クロメート	電気亜鉛めつき3価クロメート	電気亜鉛めつき3価クロメート	溶融亜鉛めつき鋼板 Z-27	溶融亜鉛・フ・H・Z・	デ・ラ・コ・ト	・オ・ツ・	・・亜鉛合金めつき	メタスYC処理	スーパ・ダイマ	ZAM	Z-27+カチオン電着塗装	補修用ジンクリッチペイント(ローバル)	ビスの 防錆処理	
															Zn5Cr6	Zn8Cr6
Zn5Cr6	○															
Zn8Cr6		○														○
Zn5Cr3			○													
Zn8Cr3				○	○											
デュラルコート							○			○						
ジオメット								○						○		
ディスゴ									○			○				
ラスパート						○					○					

表 2.7.6.11 釘・ビスの種類一覧表

表 2.7.6.10 釘・ビスと防腐防蟻薬剤の組み合わせ表

防腐防蟻薬剤	釘・ビスの種類	C N		Z N		Zビス90
		50	65	50	65	
ACQ		○	○	○	○	○
AZN		○	○	○	○	○
CUAZ-2		○	○	○	○	○
BAAC		○	○	○	○	○
SAAC		○	○	○	○	○
AAC		○	○	○	○	○
CUAZ-3		○	○	○	○	○
無処理		○	○	○	○	○



(9) 測定・観測場所

1) 測定及び観測機器設置場所

横浜市金沢区にある関東学院大学六浦キャンパスの工学本館屋上で行う。この場所は海から約 700mと割と近くに位置しており、海から吹く潮風に含まれる塩分による錆の発生率が上がるのではないかと考えられる。これは海に隣接する戸建住宅の金物早期劣化問題の条件に似ていることからこの場所が良いと考えられる。(図 2.7.6.5、2.7.6.6 参照)

また写真 2.7.6.14~2.7.6.16 は工学本館全体写真と屋上の全体写真により試験体の設置状況を表している。

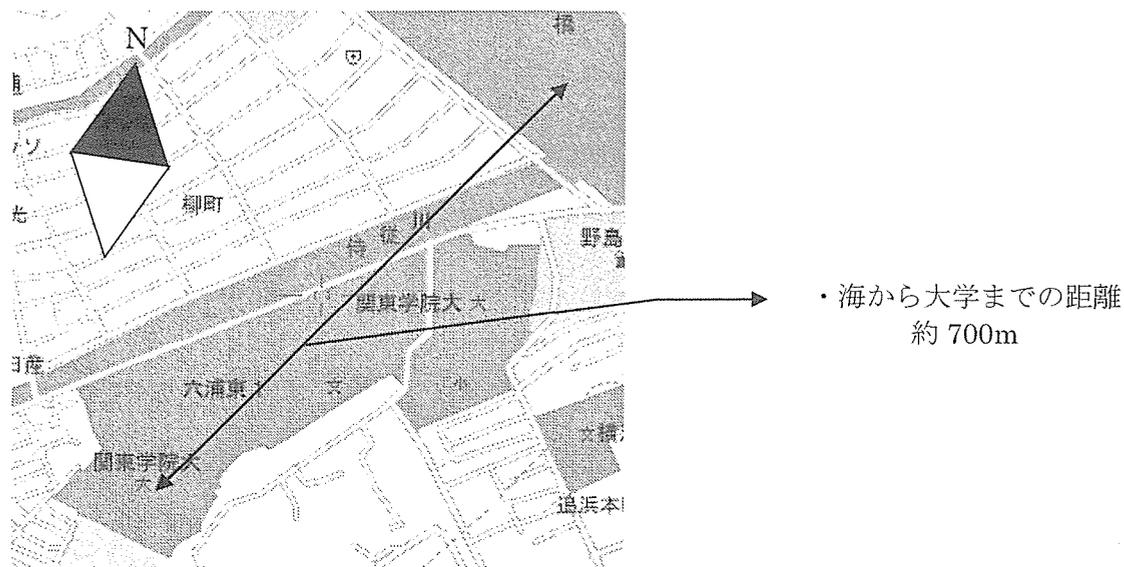


図 2.7.6.5 海から大学までの距離



図 2.7.6.6 学内配置図



写真 2.7.6.14 工学本館全体写真

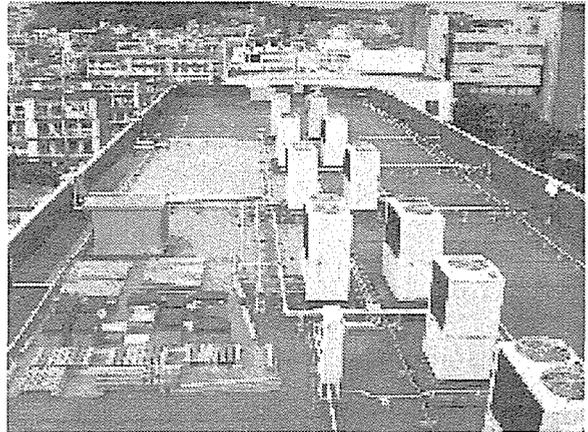


写真 2.7.6.15 屋上の全体写真



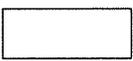
写真 2.7.6.16 屋上に設置した試験場

(10) 試験結果のまとめ方及び金物腐食に対する評価方法

1) 建築金物の錆に対する評価方法

接合金物の防腐防蟻処理木材との接触面における腐食度は、表 2.7.6.12 に示すように JIS K5980 に準じ 5 段階で評価した。

表 2.7.6.12 評価方法

変化状態	表示	評価
変化なし		優
変色、白錆発生		良
微量の赤錆発生		可
30%以下の赤錆発生		やや不可
30%以上の赤錆発生		不可

## 2) 評価の仕方

防錆処理金物を施した接合金物の評価の仕方は、金物を取り外したときに錆の状況、範囲を確認しさらに写真を撮った。実際に外したときの金物の錆を写真で再確認し、上記の表 2.7.6.12 に明記した変化なし、変色・白錆発生、微量の赤錆発生、30%以下赤錆発生、30%以上の赤錆発生の計 5 段階の評価をする。

この基準を基に、より程度の厳しい評価をつける。防錆処理金物の評価を、具体例を挙げて写真 2.7.6.17～写真 2.7.6.20 で説明する。

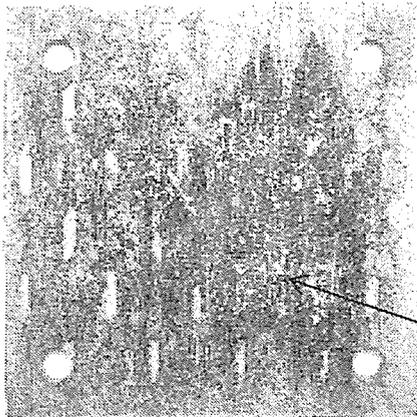


写真 2.7.6.17 全面赤錆発生

防錆処理を行った金物の表面全域に錆が及んでいる。  
このような金物は、全面赤錆発生とし不可の評価をつける。

30%以上赤錆

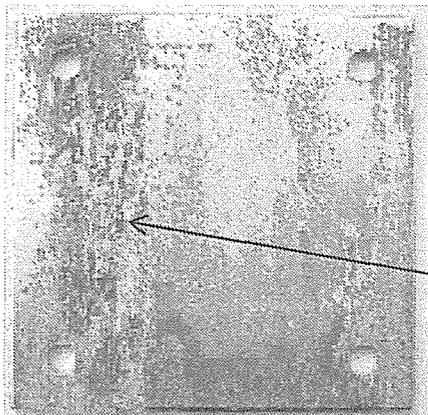


写真 2.7.6.18 30%以下赤錆発生

防錆処理を行った金物の表面の端の部分だけ赤錆が発生している金物を部分赤錆とし、やや不可の評価をつける。

30%以下赤錆

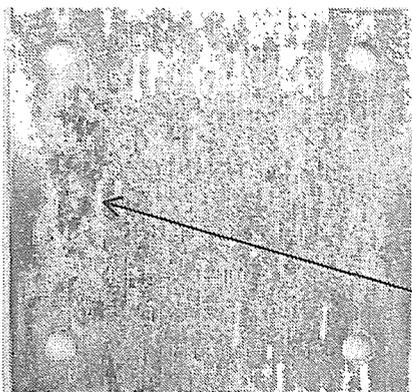
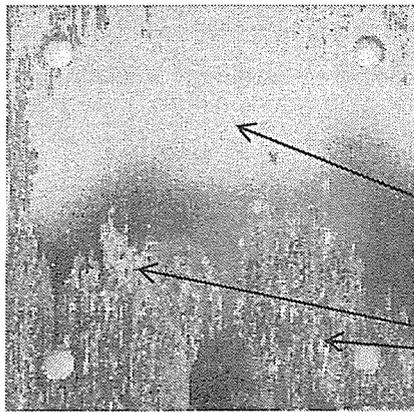


写真 2.7.6.19 微量の赤錆発生

防錆処理を行った金物の表面に部分赤錆よりは少ない微量の赤錆が発生している。このような金物を微量の赤錆発生とし、可の評価をつける。

微量の赤錆



防錆処理を行った金物の表面に白錆が発生している。このような金物を変色、白錆発生とし、良の評価をつける。

変化していない金物部分

白錆発生

写真 2.7.6.20 変色、白錆発生

(1.1) 試験結果

1) 加圧注入保存処理木材による試験対象金物の表面処理への影響

試験結果(2ヵ月)を表 2.7.6.13、表 2.7.6.14 に示す。また3ヵ月目の試験結果を表 2.7.6.15、表 2.7.6.16 に示す。

表 2.7.6.13 加圧注入保存処理木材による試験対象金物の表面処理への影響 (屋外暴露試験)

	EPZ5C6	EPZ8C6	EPZ5C3	EPZ8C3	Z-27	HDZA	DR	GEO	KSG	YC	SD	ZAM	Z-27+C	ROBAL
ACQ														
AZN														
CUAZ-2														
BAAC														
SAAC														
AAC														
CUAZ-3														
無処理														

□ 変化なし

□ 変色、白錆発生

□ 微量の赤錆発生

■ 30%以下の赤錆発生

■ 30%以上の赤錆発生

表 2.7.6.14 加圧注入保存処理木材による実験対象金物の表面処理への影響（耐湿試験）

	EPZ5C6	EPZ8C6	EPZ5C3	EPZ8C3	Z-27	HDZ A	DR	GEO	KSG	YC	SD	ZAM	Z-27+C	ROBAL
ACQ														
AZN														
CUAZ-2														
BAAC														
SAAC														
AAC														
CUAZ-3														
無処理														

変化なし
  変色、白錆発生
  微量の赤錆発生

30%以下の赤錆発生
  30%以上の赤錆発生

表 2.7.6.15 加圧注入保存処理木材による試験対象金物の表面処理への影響（屋外暴露試験）

	EPZ5C6	EPZ8C6	EPZ5C3	EPZ8C3	Z-27	HDZ A	DR	GEO	KSG	YC	SD	ZAM	Z-27+C	ROBAL
ACQ														
AZN														
CUAZ-2														
BAAC														
SAAC														
AAC														
CUAZ-3														
無処理														

変化なし
  変色、白錆発生
  微量の赤錆発生

30%以下の赤錆発生
  30%以上の赤錆発生

表 2.7.6.16 加圧注入保存処理木材による実験対象金物の表面処理への影響（耐湿試験）

	EPZ5C6	EPZ8C6	EPZ5C3	EPZ8C3	Z-27	HDZ A	DR	GEO	KSG	YC	SD	ZAM	Z-27+C	ROBAL
ACQ														
AZN														
CUAZ-2														
BAAC														
SAAC														
AAC														
CUAZ-3														
無処理														

	変化なし		変色、白錆発生		微量の赤錆発生
	30%以下の赤錆発生		30%以上の赤錆発生		

(12) 2ヵ月～3ヵ月の試験対象金物の変化状況

1) 屋外暴露試験

屋外暴露試験の2ヵ月～3ヵ月の変化を表3-17から表3-24に示す。

表 2.7.6.17 2ヵ月～3ヵ月への変化 (ACQ)

ACQ	2ヵ月	→	3ヵ月
EPZ5C6	良	→	可
EPZ8C6	変化なし		
EPZ5C3	可	→	やや不可
EPZ8C3	可	→	やや不可
Z-27	良	→	可
HDZ A	良	→	可
DR	変化なし		
GEO	変化なし		
KSG	可	→	やや不可
YC	変化なし		
SD	変化なし		
ZAM	変化なし		
Z-27+C	変化なし		
ROBAL	変化なし		

表 2.7.6.18 2ヵ月～3ヵ月への変化 (AZN)

AZN	2ヵ月	→	3ヵ月
EPZ5C6	変化なし		
EPZ8C6	変化なし		
EPZ5C3	変化なし		
EPZ8C3	変化なし		
Z-27	優	→	良
HDZ A	変化なし		
DR	変化なし		
GEO	変化なし		
KSG	変化なし		
YC	変化なし		
SD	優	→	良
ZAM	優	→	良
Z-27+C	変化なし		
ROBAL	変化なし		

表 2.7.6.19 2ヵ月～3ヵ月への変化 (CUAZ-2)

CUAZ-2	2ヵ月	→	3ヵ月
EPZ5C6	可	→	やや不可
EPZ8C6	変化なし		
EPZ5C3	変化なし		
EPZ8C3	変化なし		
Z-27	良	→	可
HDZ A	変化なし		
DR	変化なし		
GEO	変化なし		
KSG	可	→	やや不可
YC	変化なし		
SD	変化なし		
ZAM	変化なし		
Z-27+C	変化なし		
ROBAL	変化なし		

表 2.7.6.20 2ヵ月～3ヵ月への変化 (BAAC)

BAAC	2ヵ月	→	3ヵ月
EPZ5C6	変化なし		
EPZ8C6	変化なし		
EPZ5C3	変化なし		
EPZ8C3	変化なし		
Z-27	変化なし		
HDZ A	変化なし		
DR	変化なし		
GEO	変化なし		
KSG	変化なし		
YC	変化なし		
SD	変化なし		
ZAM	変化なし		
Z-27+C	変化なし		
ROBAL	優	→	良

表 2.7.6.21 2ヵ月～3ヵ月への変化 (SAAC)

SAAC	2ヵ月	→	3ヵ月
EPZ5C6	変化なし		
EPZ8C6	変化なし		
EPZ5C3	変化なし		
EPZ8C3	変化なし		
Z-27	変化なし		
HDZ A	変化なし		
DR	変化なし		
GEO	優	→	可
KSG	変化なし		
YC	変化なし		
SD	変化なし		
ZAM	変化なし		
Z-27+C	変化なし		
ROBAL	変化なし		

表 2.7.6.22 2ヵ月～3ヵ月への変化 (AAC)

AAC	2ヵ月	→	3ヵ月
EPZ5C6	変化なし		
EPZ8C6	変化なし		
EPZ5C3	変化なし		
EPZ8C3	変化なし		
Z-27	変化なし		
HDZ A	変化なし		
DR	変化なし		
GEO	優	→	可
KSG	変化なし		
YC	優	→	良
SD	優	→	良
ZAM	優	→	良
Z-27+C	優	→	良
ROBAL	変化なし		

表 2.7.6.23 2ヵ月～3ヵ月への変化 (CUAZ-3)

CUAZ-3	2ヵ月	→	3ヵ月
EPZ5C6	良	→	可
EPZ8C6	変化なし		
EPZ5C3	可	→	やや不可
EPZ8C3	可	→	やや不可
Z-27	良	→	可
HDZ A	良	→	可
DR	変化なし		
GEO	変化なし		
KSG	可	→	やや不可
YC	変化なし		
SD	変化なし		
ZAM	変化なし		
Z-27+C	変化なし		
ROBAL	変化なし		

表 2.7.6.24 2ヵ月～3ヵ月への変化 (無処理)

無処理	2ヵ月	→	3ヵ月
EPZ5C6	良	→	可
EPZ8C6	変化なし		
EPZ5C3	可	→	やや不可
EPZ8C3	可	→	やや不可
Z-27	良	→	可
HDZ A	良	→	可
DR	変化なし		
GEO	変化なし		
KSG	可	→	やや不可
YC	変化なし		
SD	変化なし		
ZAM	変化なし		
Z-27+C	変化なし		
ROBAL	変化なし		

## 2) 耐湿試験

耐湿試験の2ヵ月～3ヵ月の変化を表 2.7.6.25～表 2.7.6.32 に示す。

表 2.7.6.25 2ヵ月～3ヵ月への変化 (ACQ)

ACQ	2ヵ月	→	3ヵ月
EPZ5C6		変化なし	
EPZ8C6	良	→	可
EPZ5C3	良	→	やや不可
EPZ8C3	良	→	やや不可
Z-27		変化なし	
HDZ A		変化なし	
DR	優	→	可
GEO		変化なし	
KSG	やや不可	→	不可
YC	可	→	やや不可
SD	可	→	やや不可
ZAM		変化なし	
Z-27+C		変化なし	
ROBAL	良	→	可

表 2.7.6.26 2ヵ月～3ヵ月への変化 (AZN)

AZN	2ヵ月	→	3ヵ月
EPZ5C6		変化なし	
EPZ8C6		変化なし	
EPZ5C3		変化なし	
EPZ8C3		変化なし	
Z-27		変化なし	
HDZ A		変化なし	
DR		変化なし	
GEO	優	→	良
KSG		変化なし	
YC		変化なし	
SD		変化なし	
ZAM		変化なし	
Z-27+C		変化なし	
ROBAL		変化なし	

表 2.7.6.27 2ヵ月～3ヵ月への変化 (CUAZ-2)

CUAZ-2	2ヵ月	→	3ヵ月
EPZ5C6	良	→	やや不可
EPZ8C6	良	→	可
EPZ5C3	良	→	やや不可
EPZ8C3	良	→	やや不可
Z-27		変化なし	
HDZ A		変化なし	
DR		変化なし	
GEO		変化なし	
KSG		変化なし	
YC		変化なし	
SD	良	→	可
ZAM		変化なし	
Z-27+C		変化なし	
ROBAL		変化なし	

表 2.7.6.28 2ヵ月～3ヵ月への変化 (BAAC)

BAAC	2ヵ月	→	3ヵ月
EPZ5C6		変化なし	
EPZ8C6		変化なし	
EPZ5C3		変化なし	
EPZ8C3		変化なし	
Z-27		変化なし	
HDZ A		変化なし	
DR		変化なし	
GEO	優	→	可
KSG		変化なし	
YC		変化なし	
SD		変化なし	
ZAM		変化なし	
Z-27+C		変化なし	
ROBAL		変化なし	

表 2.7.6.29 2ヵ月～3ヵ月への変化 (SAAC)

SAAC	2ヵ月	→	3ヵ月
EPZ5C6		変化なし	
EPZ8C6		変化なし	
EPZ5C3		変化なし	
EPZ8C3		変化なし	
Z-27		変化なし	
HDZ A		変化なし	
DR		変化なし	
GEO		変化なし	
KSG		変化なし	
YC		変化なし	
SD		変化なし	
ZAM		変化なし	
Z-27+C		変化なし	
ROBAL	良	→	可

表 2.7.6.30 2ヵ月～3ヵ月への変化 (AAC)

AAC	2ヵ月	→	3ヵ月
EPZ5C6		変化なし	
EPZ8C6		変化なし	
EPZ5C3		変化なし	
EPZ8C3	優	→	良
Z-27		変化なし	
HDZ A		変化なし	
DR		変化なし	
GEO	優	→	可
KSG		変化なし	
YC		変化なし	
SD		変化なし	
ZAM		変化なし	
Z-27+C		変化なし	
ROBAL		変化なし	

表 2.7.6.31 2 ヶ月～3 ヶ月への変化 (CUAZ-3)

CUAZ-3	2ヵ月	→	3ヵ月
EPZ5C6	良	→	可
EPZ8C6			変化なし
EPZ5C3			変化なし
EPZ8C3	良	→	可
Z-27			変化なし
HDZ A	良	→	可
DR			変化なし
GEO			変化なし
KSG	良	→	可
YC			変化なし
SD			変化なし
ZAM			変化なし
Z-27+C			変化なし
ROBAL	良	→	やや不可

表 2.7.6.32 2 ヶ月～3 ヶ月への変化 (無処理)

無処理	2ヵ月	→	3ヵ月
EPZ5C6			変化なし
EPZ8C6			変化なし
EPZ5C3	良	→	可
EPZ8C3			変化なし
Z-27			変化なし
HDZ A			変化なし
DR			変化なし
GEO			変化なし
KSG			変化なし
YC			変化なし
SD			変化なし
ZAM			変化なし
Z-27+C			変化なし
ROBAL	優	→	良

### (13) 屋外暴露試験結果 (2 ヶ月)

2 ヶ月目の防錆処理金物の変化について表 2.7.6.13 に示す。

#### 1) 加圧注入保存処理木材の変化について

加圧注入保存処理木材の変化は、CUAZ-3, CUAZ-2, ACQ には、金物の錆の付着や汚れなどが付着していた。AZN, BAAC, SAAC, AAC, 無処理は、多少の汚れはあるものの錆が付着しているなどの変化は特に見られなかった。

#### 2) 防錆処理金物の変化について

防錆処理金物の変化及び加圧注入保存処理木材との相性は表 2.7.6.13 に示す。

防錆処理金物の変化は、表 2.7.6.13 に示す通りデュラルコート, Z-27+カチオン電着塗装が、どの加圧注入保存処理木材と組み合わせても表面に錆は一切見られず、汚れも殆ど付いていない優れた結果が得られた。また、ジオメット, メタス YC 処理に関しては、AZN, BAAC, SAAC, AAC に対しても優れた結果が得られた。しかし、AZN とジオメットの組み合わせのみ「可」という結果になった。

銅を含有する CUAZ-3, CUAZ-2, ACQ は、デュラルコート, Z-27+カチオン電着塗装以外の全ての金物に対して変色や白錆, 赤錆が発生した。表 3-13 に示すように、中でも ACQ の処理木材は「可」、「やや不可」、「不可」といった赤錆が発生する金物が多く他の処理木材より金物に与える影響が大きいことが見て取れる。また、CUAZ-3 や CUAZ-2 も「やや不可」、「不可」など他の処理木材に比べて明らかに金物に対して影響を与えていることが分かる。

無処理木材は薬剤が注入されていないので、金物に与える影響は少なく白錆, 赤錆は殆ど見られず汚れや傷、防錆処理が多少剥れる程度の結果を得た。

### (14) 耐湿試験結果 (2 ヶ月)

2 ヶ月目の防錆処理金物の変化について表 2.7.6.14 に示す。

#### 1) 加圧注入保存処理木材の変化について

加圧注入保存処理木材の変化は、屋外暴露試験とほぼ同様の結果が得られた。

## 2) 耐湿実験用の容器内について

耐湿実験用の容器の中で大量のカビが発生している処理木材があった。中でも、CUAZ-3は一番多く発生していた。また、AZNの容器内では底に張った水に油のような油膜が張っていた。薬剤が水に張ったと考えられる。

## 3) 防錆処理金物の変化について

防錆処理金物の変化及び加圧注入保存処理木材との相性は表 2.7.6.14 に示す。

耐湿試験も屋外暴露試験同様に、デュラルコート,Z-27+カチオン電着塗装がどの加圧注入保存処理木材と組み合わせても白錆,赤錆とも一切見られず優れた結果が得られた。屋外暴露試験でデュラルコート,Z-27+カチオン電着塗装同様に優れた結果を得たジオメット,メタス YC 処理は、屋外暴露実験とほぼ同様の優れた結果が得られた。

銅を含有する CUAZ-3,CUAZ-2,ACQ は、今回も同様にデュラルコート,Z-27+カチオン電着塗装以外の金物に対して同様の「可」,「やや不可」などの結果が出た。ジオメットは、屋外暴露試験より相性が良い結果が出た。無処理木材は、屋外暴露実験より良い結果が出ている。

## (15) 屋外暴露試験結果 (3 ヶ月)

3 ヶ月目の防錆処理金物の変化について表 2.7.6.15 に示す。

### 1) 防錆処理金物の変化について

防錆処理金物の変化は 3 ヶ月経っていてもデュラルコート,Z-27+カチオン電着塗装が、どの加圧注入保存処理木材と組み合わせても表面に錆は一切見られない優れた結果が得られた。ジオメット,メタス YC 処理に関しては、AZN,BAAC,SAAC,AAC との組み合わせで優れた結果が得られていたが 3 ヶ月目では「良」,「可」になる金物が多い結果になった。しかし、AZN とメタス YC 処理,BAAC とジオメット,SAAC とメタス YC 処理の組み合わせのみ変化のない優れた結果を得た。

銅を含有する CUAZ-3,CUAZ-2,ACQ は、3 ヶ月目でもデュラルコート,Z-27+カチオン電着塗装以外の全ての金物に対して変色や白錆,赤錆が発生した。中でも ACQ,CUAZ-2 の処理木材は結果が悪くなっている。無処理木材は 2 ヶ月目同様に金物に与える影響は少なく白錆,赤錆は殆ど見られない優れた結果を得た。

また 3 ヶ月目で Z マーク,C マークビス・釘と ZAM (クロム処理,クロムフリー 90,190,NFG),Z-27+C の金物の変化を見た。Z マーク,C マークビス・釘の変化は CNZ50,ZN50,Z ビス 90 ほどの処理木材と組み合わせても、全て「良」という結果を得た。CN50,CN65 に関しては、ACQ と CN65,CUAZ-2 と CN65,CUAZ-3 と CN50 のみ「可」という結果になった。ZAM (クロム処理,クロムフリー 90,190,NFG),Z-27+C の金物の変化については、ZAM (クロム処理,クロムフリー 90,190,NFG) は銅を含有する CUAZ-2,CUAZ-3 との組み合わせが悪い結果が出ているが、それ以外の処理木材との組み合わせに関しては全て「良」の結果を得た。Z-27+C の金物の変化については、ACQ,SAAC,CUAZ-3 の処理木材のみ「良」だが、それ以外の処理木材との組み合わせは変化のない優れた結果を得た。

## (16) 耐湿試験結果 (3 ヶ月)

3 ヶ月目の防錆処理金物の変化について表 2.7.6.16 に示す。

### 1) 防錆処理金物の変化について

耐湿試験も屋外暴露試験同様に、3 ヶ月目においてもデュラルコート,Z-27+カチオン電着塗装がどの処理木材と組み合わせても白錆,赤錆とも一切見られない優れた結果が得られた。しかし、銅を含有する ACQ とデュラルコートの組み合わせのみ「可」という結果になった。2 ヶ月目で AZN,BAAC,SAAC,AAC との組み合わせでデュラルコート,Z-27+カチオン電着塗装同様に優れた結果を得たジオメット,メタス YC 処理だが、ジオメットは3 ヶ月目で「可」の評価が多く悪い結果になった。メタス YC 処理は変化のない優れた結果が得られた。銅を含有する ACQ,CUAZ-2, CUAZ-3 は、今回もデュラルコート,Z-27+カチオン電着塗装以外の金物に対して「可」、「やや不可」、「不可」などの低い評価になった。特に ACQ と鈴・亜鉛合金めっきは「不可」の評価になっている。無処理木材は2 ヶ月目同様の結果が得られた。

ZAM (クロム処理,クロムフリー90,190,NFG)・Z-27+C の変化については、ZAM (クロム処理,クロムフリー90,190,NFG) の変化は AZN,BAAC,AAC,無処理の処理木材との組み合わせは全て優れた結果が得られた。しかし銅を含有する ACQ,CUAZ-2,CUAZ-3 の処理木材との組み合わせは、「良」や「不可」という悪い結果になった。

## (17) 考察

2 ヶ月目,3 ヶ月目の防錆処理金物の変化について

防錆処理金物のデュラルコート,Z-27+カチオン電着塗装は、どの加圧注入保存処理木材と組み合わせても白錆,赤錆ともに発生せず、変色も見られない優れた結果を得た。また、屋外暴露試験,耐湿試験ともに優れた結果を得た。デュラルコート,Z-27+カチオン電着塗装がなぜ他の金物に比べて変化がないのか。

それは、防錆処理が他の金物と比べて2段階の処理方法をされているからだと考えられる。デュラルコートは電気亜鉛めっき後に有機皮膜のバインダーとトップコートをと塗料に浸漬・遠心振切・200℃に設定したオーブンで約10分焼き付ける作業を行っており、Z-27+カチオン電着塗装は熔融亜鉛めっき工法にカチオン電着塗装を行っている。この2段階の防錆処理を行うことで腐食から守られていると考えられる。

ジオメットは銅を含有する ACQ,CUAZ-2,CUAZ-3 と相性が悪く「不可」が目立つ結果になったのは、銅を含有していることが影響を与えていると考えられる。

加圧注入保存処理木材の成分との関係は、CUAZ-2 (シプロコナゾール・銅系)、CUAZ-3 (銅・アゾール化合物系)、ACQ (銅・アンモニウム化合物系) と接触している金物には、赤錆,白錆が目立つのか。

CUAZ-2,CUAZ-3,ACQ の防錆防蟻処理薬剤には、共通して銅が含まれている。銅を含んでいる加圧注入保存処理木材と接触していると錆びる傾向があることがわかる。そのため銅を含む加圧注入保存処理木材は実用的とは言えない。実際に使用する場合は、金物との直接接触を避けると良いと考えられる。

また加圧注入保存処理木材では、屋外暴露試験,耐湿試験ともに AAC の加圧注入保存処理木

材が防錆処理金物への影響が少ないことが分かった。このことから、AACが防錆処理金物と最も相性がいいと言える。CUAZ-3は全防腐防蟻処理木材中、最も防錆処理金物との相性が悪い結果が出た。

## (18) 結論

- 1) 防錆処理金物は、2段階の防錆処理を行っているデュラルコート,Z-27+カチオン電着塗装が優れていた。どの加圧注入保存処理木材に接触していても影響がなく、屋外暴露試験,耐湿試験ともに優れた結果が出ていることから長期耐用住宅に適している。しかし、Z-27+カチオン電着塗装は防錆処理価格が高く接合金物には適さないため、デュラルコートが最も適している。
- 2) 防錆処理金物で最も悪い結果が出たのは、ジオメットだった。耐湿試験では、「やや不可」だったが屋外暴露試験では、「不可」が目立った。このことから、ジオメットは長期耐用住宅には適さない。
- 3) 加圧注入保存処理木材では、屋外暴露試験において無処理が最も良い結果を得ていた。無処理は薬剤が入っていないため防錆処理金物に与える影響は少ない。薬剤を注入している木材においては、AAC,BAAC,SAAC,AZNが良い結果を得ていた。耐湿試験においては、AACが最も防錆処理金物に与える影響が少ないことが分かった。  
このことから、加圧注入保存処理木材で最も防錆処理金物に影響を与えないのは、AACと言える。
- 4) 加圧注入保存処理木材では、屋外暴露試験において、CUAZ-3が最も防錆処理金物に影響を与えることが分かった。CUAZ-3とほぼ変わらないほど影響を与えた木材(CUAZ-2)もあった。耐湿試験はACQが防錆処理金物に最も影響を与えていた。
- 5) 加圧注入保存処理木材と防錆処理金物の最も良い相性は、上記の1)、3)で示した防錆処理金物はデュラルコート,Z-27+カチオン電着塗装の2つであり、加圧注入保存処理木材では屋外暴露試験,耐湿試験ともに優れていたAACが良い。以上のことから、AAC+デュラルコート,AAC+Z-27+カチオン電着塗装の組み合わせが今回の実験で使用した中では最も優れた組み合わせである。

## 2.7.7 仕様書

仕様書は、別添のとおりとし、当該報告書では省略する。

### 参考文献

- 1 「防腐防蟻処理木材による建築接合金物の腐食への影響」P63～67 2002年 東京都立産業技術研究所 兼松日産農林(株) 木造住宅用優良接合金物推進協議会 田村和男 奥嶋啓志 金井宏樹
- 2 「加圧式保存処理木材の手引き」平成18年10月発行 日本木材防腐工業組合
- 3 「木造建築構造用接合金物の防錆処理比較」株式会社カナイ
- 4 「防腐処理木材及び防蟻剤の表面処理への影響調査」平成12年1月5日 日本ダクロ工業会
- 5 「加圧注入処理木材の注入量」コシイプレザービング株式会社 越井木材株式会社 ザイエンス株式会社 大日本木材防腐株式会社
- 6 「JAS 保存処理木材の区分」 <http://www.house-support.net/tisiki/boufu.htm>
- 7 「横浜地方気象台」 <http://www.tokyo-jma.go.jp/home/yokohama/>

## 2. 8 「木造建築の防耐火性能～性能規定導入後の展開・設計事例と今後の課題～に関するシンポジウム」特定非営利活動法人 木の建築フォーラム

### 2.8.1 事業目的

1998年の性能規定導入後、木造耐火建築物の開発や伝統木造の防火性能の再評価により、これまで想像し難かった木造建築物が建設されてきている。今回のシンポジウムでは、防火法令の性能規定化の概要や、性能規定導入10年の間に、実施・計画された研究・設計事例を紹介し、今後の木造建築の可能性や解決すべき課題について議論及び、意見交換することを目的とする。

### 2.8.2 事業概要

2008年(平成20年)1月26日(土)に、東京大学農学部内弥生講堂一条ホールにおいて、第11回木の建築フォーラム/東京を開催した。参加者208名、講師及びスタッフ20名の参加のもと、13時より、開会挨拶、趣旨説明、防火設計及び技術開発事例発表、質疑応答・自由討論、総括が行われ、17時20分に終了した。また、性能規定導入後の木造建築の防耐火性能に関する研究成果、設計事例等を70ページの資料集にまとめ頒布した。

### 2.8.3 事業内容

#### (1)開会挨拶・趣旨説明

坂本功(NPO木の建築フォーラム理事長)氏の開会挨拶に続き、長谷見雄二(早稲田大学教授)氏から、「性能規定導入後の展開・設計事例と今後の課題」というテーマで趣旨説明が行われた。

#### (2)講義内容

第一部は、防火法令の性能規定化の概念の説明に続き、木造耐火建築物の要求性能、防火技術開発の達成目標など、どのようにすれば木造耐火建築物や伝統的な木造が法令に位置づけられるかなどについて丁寧な説明があった。続いて、安井昇(早稲田大学研究員・木の建築フォーラム理事)氏から、具体的な技術開発の事例や加熱実験のDVDが紹介された。後半に5名の設計者・施工者から発表される新しい防火設計や技術開発による設計事例・施工事例が、防火法令上、どのような課題をクリアし実現に至ったか、防火研究者の立場から説明がなされた。

第二部は、上田堯世(上田建築事務所)氏より、「性能設計による耐火建築物設計事例(高知学芸高等学校50周年記念体育館)」、吉高久人(吉高総合設計コンサルタント)氏より、「仕様規準による耐火建築物設計事例(大規模総合ケアセンター明治清流苑)」、小杉栄次郎(KUS一級建築士事務所)氏より、「仕様規準による耐火建築物設計事例(下馬共同住宅プロジェクト、中高層木造試設計)」、三澤康彦(エムズ建築設計事務所)氏より、「スギ国産材パネル(Jパネル)による外壁防火構造開発、Jパネルによる住宅事例」、木村忠紀(京都府建築工業協同組合)氏より、「京町家様式による防火構造土壁・木材現し軒裏の開発、準防火地域内の伝統木造の新築事例」について、防火上の課題と、それをクリアするための設計手法・技術開発方法が紹介され、今後、解決すべき課題についても意見が出された。

第三部は、安井昇氏を司会、長谷見雄二氏、上田堯世氏、吉高久人氏、小杉栄次郎氏、三澤

康彦氏、木村忠紀氏をパネラーとして、質疑応答と自由討論が行われた。どのようにすれば、設計事務所や工務店が、費用や時間がかかる防火技術開発や防火設計を実施できるかなどについて、活発な議論や意見交換がなされた。

最後に総括として、有馬孝禮（NPO 木の建築フォーラム代表理事）氏より、この10年間の防火研究開発にとって、大きな変化の時代であったこと、今後も、研究者だけでなく、設計者・施工者と共同で研究開発を進めることが重要であると、まとめられた。

#### 2.8.4 事業の効果

事業の効果は、以下のとおりである。

- ① 1998年の性能規定導入後に実施された、木造建築の防耐火性能に関する研究成果・法令化内容・防火性能設計実例などを広く知ってもらえた。
- ② 設計事務所・工務店が新たに防火技術開発や実用化するためのプロセスや費用を広く知ってもらえた。
- ③ 研究者と実務者が、木造建築の防耐火に関する今後の可能性や課題を共有でき、今後も共同で研究開発を進めることが重要であると認識しあった。



パネラーによる質疑応答と自由討論



有馬孝禮木の建築フォーラム代表理事による総括

## 2. 9 「伝統工法住宅にパッシブソーラを取り入れる研究と普及」

NPO法人住宅長期保証支援センター

### 2.9.1 事業目的

京都議定書によるエネルギー削減問題を求められている現在、木造住宅においても地球環境に配慮した省エネ住宅の普及が急務である。

当該事業では、日本の伝統的構法によって建てられた住宅は日本の気候に最も適した住まいであるとの考えから、関西の大工、工務店による伝統構法住宅に自立循環のできる環境に配慮した最新のパッシブソーラーの考え方を取り入れるための研究を行うことを目的とする。

### 2.9.2 事業内容

#### (1) 研究会スケジュール

表 2.9.2.1 に記載のと通りの日程で研究会を開催した。

表 2.9.2.1 研究会日程表

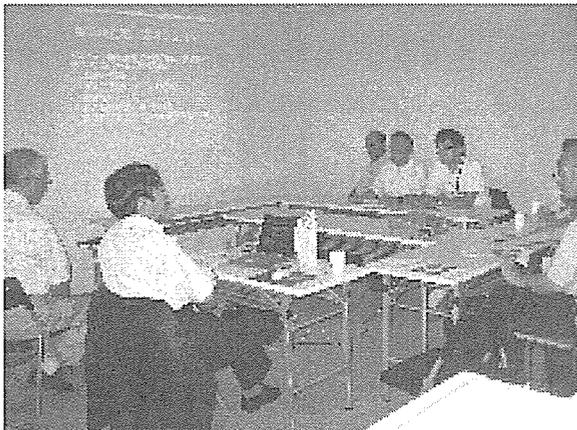
	月日	テーマ	講師	所属
1	H19年 8月 21日 14時～17時	研究会の進め方打ち合わせ	小原 公輝	(株)輝建設代表取締役 日本民家再生リサイクル協会 理事
2	H19年 9月 11日 15時～18時	地域循環型環境共生住宅 パッシブソーラを取り入れた 伝統構法住宅の研究総論	東樋口 護	鳥取環境大学教授
3	H19年 10月 11日 15時～18時	体感温度と快適性のしくみ 講義とワークショップ	土川 忠浩	兵庫県立大学教授
補	H19年 11月 20日	実例で示す木造建物の耐震補強と 維持管理	鈴木祥之他	
4	H19年 11月 28日 15時～18時	伝統建築と限界耐力計算  限界耐力計算ですべて解決は出来ない！！	村上 雅英	近畿大学 教授
5	H19年 12月 11日 15時～18時	環境と伝統住宅  伝統住宅と屋内環境目標を  再考する	岩前 篤	近畿大学 准教授
6	H20年 1月 26日 14時～17時	伝統構法と耐震補強	鈴木 祥之	京都大学 教授
7	H20年 2月 13日 16時～18時	環境・地熱利用と伝統構法	小原 公輝	(株)輝建設代表取締役 日本民家再生リサイクル協会 理事

(2)開催場所

NPO 法人住宅長期保証支援センター

(3)参加者

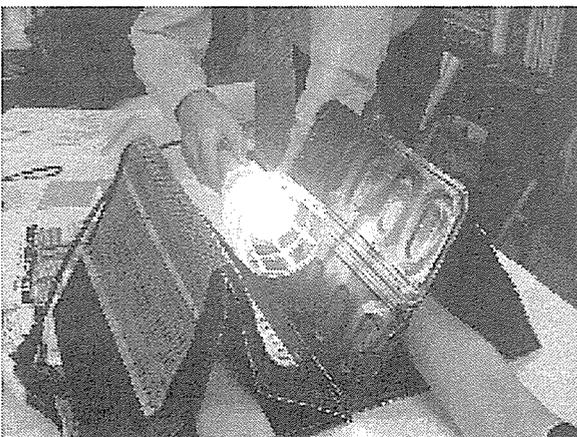
	会社名	名前		会社名	名前
1	(株)アイエムコーポレーション	前島真延	16	(株)住まい工房 集	多島寿郎
2	(株)石田工務店	石田泰久	17	大長ハウス(株)	松峯哲也
3	(株)伊藤建築コンサルタント	伊藤裕啓	18	(株)高橋工務店	高橋克典
4	(株)上田工務店	上田 清	19	輝 建設 (株)	小原公輝
5	(株)ウッドワン	木村貴史	20	ナカザワ建販(株)	中澤伸文
6	カメヤグローバル(株)	前田芳信	21	中山ルーミング	中山幸夫
7	喜多建設(株)	喜多正夫	22	(株)日本住販	辻 均
8	(有)木下工務店	木下道雄	23	(株)畑 工務店	畑有見子
9	クオリティーハウジングチェック(株)	村谷達也	24	(有)ハヤシ工務店	林 勝也
10	(株)ケイエルハウジング	河越真介	25	(株)水谷建設工業	水谷裕昂
11	(株)坂下工務店	坂下啓登	26	ミヤモトホーム(株)	宮本孝志
12	(有)三洋メンテリフォーム	上野山喜之	27	村口工務店	村口健治
13	しあわせ家族住宅(株)	桑村 昇	28	森本興産	森本 茂
14	(有)秀工舎	長田祐明	29	事務局	鈴木素子
15	(株)じょぶ	佐藤福男	30	事務局	小倉美江



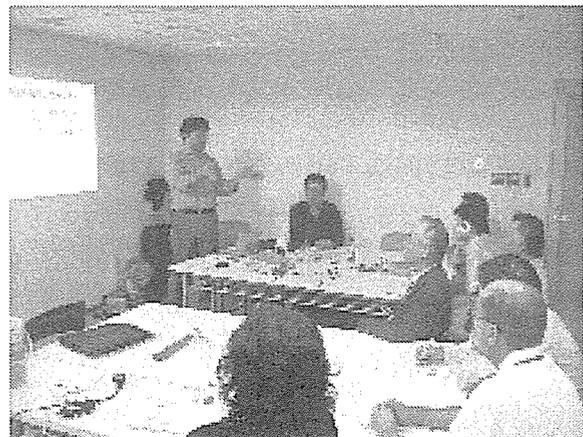
東樋口護講師の講義



鈴木祥之講師の講義



土川講師 ワークショップ



土川忠浩講師による講義

## 2. 10 「親子で体験 木と木造住宅のウォッチングとセミナー」

NPO法人 ひょうご新民法 21

### 2.10.1 事業目的

消費者に対し、山の立ち木と日本の伝統的な住まいである木造住宅に親しんでもらうことにより、木造住宅への普及と啓発を促進することを目的とする。

### 2.10.2 事業内容

#### 2.10.2.1 山と木材の視察

##### (1) 開催日

平成 19 年 8 月 25 日に開催した。

##### (2) 募集方法

チラシと朝日新聞、神戸新聞記事により募集を行った。

##### (3) 参加者

新聞社の協力により、当初予定の 35 名を大幅に上回る応募があった。

貸し切りバスの定員いっぱいまで受付けた。

参加者の内訳は以下のとおりである。

表 2.10.1 参加者の内訳

居住地	一戸建		マンション		合計		総合計
	大人	子供	大人	子供	大人	子供	
神戸	2	1	6	7	8	8	16
芦屋			1	2	1	2	3
姫路	3	7	10	14	13	21	34
播磨町			1	1	1	1	2
尼崎			1	1	1	1	2
明石			1	3	1	3	4
高砂			1	2	1	2	3
合計	5	8	21	30	26	38	64

上記参加者の内、マンション居住者は80%であった。

##### (4) 伐採見学

兵庫県神崎郡 山田林業所有の山林にて樹齢約80年の杉とヒノキの伐採の見学ツアーを行った。

伐採実演の前に下記のとおり、環境と山の関係、大切さ、杉ヒノキについて説明を行った。

1、環境の観点から	一級建築士	伊藤裕啓
2、山の大切さ(山は海のふるさと)	山田林業	山田尚弘
3、県産材について	(有)ハヤシ工務店	林勝也

##### (5) 製材所視察

製材所((株)テヅカ)において、丸太から角材に、板材になる工程や丸材を作る工程を見学した。

## (6) 木工教室

子供を対象とした木工教室を開催した。子供1人につき、木時計等を1つ作成した。作成した木時計等には、無添加の自然塗料による塗装も行った。

## (7) 木造建築ウォッチング

木造の学校及び木造住宅の見学を行った。

- ① 越知谷第一小学校 (兵庫県神崎郡神河町越知242)
- ② 木造住宅 木下工務店体験ハウス見学 (兵庫県神崎郡神河町大畑229-1)

## 2.10.2.2 消費者セミナーと相談会

### (1) 開催日

平成19年12月9日に開催した。

### (2) 木造住宅のセミナー

- |              |          |
|--------------|----------|
| 1、山からのメッセージ  | 林業家 山田尚弘 |
| 2、木と木造住宅について | 大工 林 勝也  |
| 3、兵庫県産材促進策   | 兵庫県林務課   |
| 4、構造説明       | 姫路部会     |
| 5、鉋削り体験      | 姫路部会     |

### (3) 相談会

セミナー、構造説明の後、個別相談を受け付けた。

## 2.10.3 事業の効果

参加者アンケートの結果、大満足が88%と好評であった。

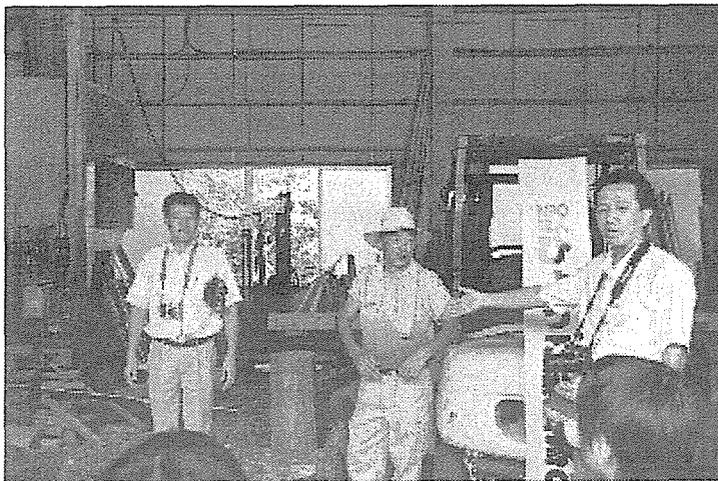
山と木材の視察については、30歳代のマンション居住者が参加者の80%を占めた。普段の生活のなかで、林業家、工務店及び職人との接触の機会がないためか、積極的な姿勢が感じられた。参加動機として「子供たちに自然に触れさせたい」が多かったが、木材と木造住宅に対する啓発活動としては効果があったのではないと思われる。また、参加者から自宅を建てるなら県産材を扱う地元工務店が良いねとの意見も戴いた。



伐採見学の様子



伐採見学の様子



製材所見学の様子



セミナーの様子

## 2. 1 1 「木造住宅生産合理化のための金物工法の標準化とその啓発・普及事業」

金物構法推進協議会

### 2.11.1 事業目的

金物工法に関する木造軸組構造設計基準など標準化に資する架構方法と配筋設計、そして許容応力度計算による設計方法などの手引書のテキストを作成し、そのセミナーを全国で開催し、金物工法の啓発・普及を図る。また、セミナーを通じて、木造住宅建築の瑕疵部位に関わる建築資材生産者及び加工供給業者から設計、施工者までの会員を募集し、瑕疵担保責任を果たす為に金物工法による責任責任施工体制を整備する必要性を訴え、需要の喚起を一助とする。

### 2.11.2 事業概要

金物工法による木造住宅の供給が、建築基準法改正後の木造軸組住宅の瑕疵担保責任の履行に対応し易い供給システムとして、また、耐震性、耐久性、施工性、省エネルギー化においても次世代の木造住宅の供給システムとして金物工法が適している事を訴える為に、具体的な展開として、木造軸組金物工法による架構設計と基礎設計、及び施工手順の合理化を進める為に、金物工法による木造軸組構造設計基準と施工基準の標準化を進め、責任施工体制の整備をする事が必要不可欠である事を住宅供給者から設計・施工者に啓発・普及活動をした。

セミナーのテーマは①木造軸組金物工法に関する軸組構造設計の方法と施工基準の検討について、②木造軸組金物工法に関する基礎構造設計と施工基準の検討について、③木造軸組金物工法の許容応力度計算の方法と検討について、建築基準法改正後の対応として、④瑕疵担保責任履行確保法の概要について、⑤「木造2階建住宅の構造関係規定に関する審査の省略」4号特例の廃止後の対応について、建築確認申請時における建築設計士に問われる責任の内容の5つを取り上げ、それぞれのテーマでセミナーを開催。各地の住宅資材流通業者のプレカット工場と工務店・設計事務所で金物工法に関心のある人々の多数の参加を得た。

展開した主な事業は以下のとおりである。

- (1) 瑕疵担保責任履行確保法の概要についての保険義務化に関する事、建築基準法改正後の対応について、建築確認申請時における建築設計士に問われる責任に関する事、4号特例の廃止後の対応について木造軸組金物工法の架構設計と基礎設計の方法と基準に関する事の6回（名古屋、東京、仙台、神戸、福岡、岡山の6カ所で開催）
- (2) 木造軸組工法の許容応力度計算業務の中で、計算ルートを迷う可能性の高いプランを摘出して、現状の解決策を検討する事が望まれている具体的な構造設計プランの問題例を掲げて、研修用の物件として設計と計算例の作成し、木造軸組金物工法の許容応力度計算の方法と検討について4回（東京で開催）
- (3) 木造軸組金物工法に使用する推奨基礎設計仕様についての検討・仕様作り及び木造軸組金物工法に使用する推奨構造材仕様についての検討・仕様作り

## 2.11.3 事業内容

### (1) 基準法改正後の対応に関するセミナー開催

名古屋、東京、仙台、神戸、福岡、岡山で1回ずつ、合計6回のセミナーを開催し、総勢247名の参加者があった。それぞれのセミナーの概要は以下のとおりである。

建築基準法改正後の対応として、セミナーは、「「瑕疵担保責任履行確保法の概要」に関する瑕疵担保責任保険の義務化について」及び「新法改正後の建築士の対応と建築資材流通業界の対応について」というテーマで行った。

① 建築基準法改正された経緯と建築基準法の歴史、特に4号特例が施行された経緯について解説し、今後の木造住宅とその資材流通業界のあり方は責任施工体制の構築である事を促した。(金物工法推進協議会 会長・前田嘉孝)

② 瑕疵担保責任履行確保法は、安価なマンション販売業者としてフューザーが発注した建設元請業者の木村建設が姉齒建築士に依頼した鉄筋コンクリート造マンションの構造計算を故意に偽装した問題で、結果的に無責任な販売業者フューザーと建設元請業者の木村建設は倒産し、マンションを買った住民が自己負担で建替える事になる事件の販売業者と建設元請業者のあり方について国土交通省がその真相を重く受け止めて、「消費者保護を目的」とする瑕疵担保責任履行確保法を成立させた経緯と今後の木造住宅業界の対応について解説した。

(財団法人住宅保証機構 保証審査部 保証審査課 課長 手塚泰夫)

(財団法人住宅保証機構 保証審査部 保証審査課 橋 直行)

③ 設計サポートセンターの提案について、建築基準法改正後の建築設計者の明確化と管理設計士の責任を追及される要素が増え、現状外注している木造軸組構造設計、つまり架構設計、基礎設計など安全性の確保の為の設計基準の解説が問われる事になる為、設計事務所を支援する為に軸組構造設計センターを設置する必要がある事を訴えた。

(ネットイーグル㈱ 取締役副社長 岡本仁志)

④ 木造軸組工法推奨基礎設計について、金物工法は地震に強い構造躯体に加えて、より構造性能を発揮するために、構造計算根拠に基づく基礎設計の必要性があることを訴え、具体的に木造住宅10プランの事例について基礎の構造計算をして、耐力壁線上の基礎計画、人通口の位置と補強方法、入り隅出隅の補強など、重い家、軽い家に分けて基礎仕様を説明した。また、設計事務所を支援する為に基礎設計に必要な地盤、設備、配筋設計などの情報を取り纏めて基礎設計支援センターを設置する必要がある事を訴えた。

(基礎サポート㈱ 代表取締役 田嶋光春)

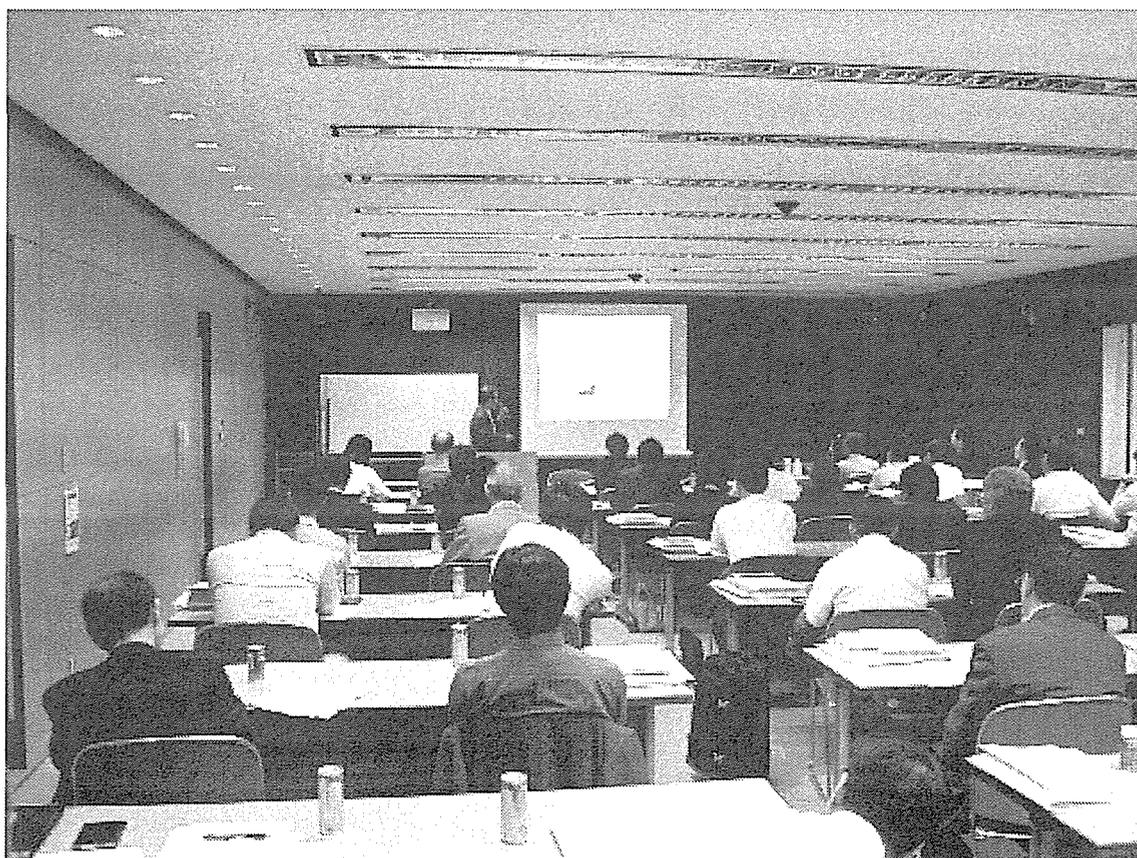
⑤ 建物の安全性を確保するための法改正について、建築着工数が一時は前年度比44%まで落込んだ状況だったが、木造2階建住宅に関しては平成19年の10月頃から回復基調にあり、4号特例の廃止までには対応出来ると思われる。しかし、マンション及びツーバイフォー含む木造3階建住宅に関しては、新法の改正によって、許容応力度計算の方法も一部改正された事もあり、回復が遅れている事など、建築基準法改正後の建築着工数の減少がGDP1%減となる影響など社会問題になっている現況説明をした。特に地方自治体によって申請受付日数の違いがあるが、申請をする側の手続き書類が増えた関係で手間取っている4号特例の木造住宅に関しては、今まで申請しなくても良い書類も提出する事になっただけの事で、戸惑

っている工務店の勉強不足を指摘した。また、マンション及びツーバイフォー住宅を含む木造3階建住宅など構造計算書を添付しなければならない建築物の申請受付が遅れている理由として、受付側である自治体の建築構造計算に関わる勉強不足と人員不足を指摘した。

(株)アルファフォーラム 代表取締役社長 小林靖尚)

※セミナーの開催日、場所、出席者数

9月26日13時00分～17時00分	名古屋	名古屋市都市センター	75名
10月30日14時00分～18時00分	東京	東京国際フォーラム	56名
11月29日13時00分～17時00分	神戸	神戸産業振興センター	31名
12月11日13時00分～17時00分	仙台	仙台商工会議所	17名
1月29日13時00分～17時00分	福岡	福岡中小企業振興センター	26名
2月26日13時00分～17時00分	岡山	岡山コンベンションセンター	42名
		合計	247名



東京での会場となった東京フォーラムでのセミナー

(2)木造軸組金物工法の許容応力度計算の方法と検討について「大橋塾」を開催

木造軸組金物工法に関する許容応力度計算の研修会及び講演会を東京で合計4回開催し、総勢96名の参加があった。

「大橋塾」の勉強会及び講演会の概要は以下のとおりである。

木造軸組工法の許容応力度計算業務の中で、計算ルートを迷う可能性の高いプランを摘出し

て、現状の解決策を検討する事が望まれている具体的な (1)登り梁による小屋組などの計算方法、(2)多角形プランなどの斜め壁がある物件の計算、(3)小屋裏3階建やスキップフロアの計算、(4)一方向ラーメンの計算、(5)擁壁基礎や杭の計算、(6)2方向門型フレームの許容応力度計算など、構造設計プランの問題例を掲げて、研修用の物件として設計と計算例の作成した。

① 新法改正で建築士法も変わり、新規に構造一級建築士の試験があるが、現在30万人とも50万人いると言われていた一級建築士の中、構造計算が出来る一級建築士は、およそ1万人で、その内、今回行われる構造一級建築士の試験に合格する可能性のある人数は4千人位と言われています。しかも、その構造一級建築士の殆どが、確認申請受付側の性能評価会社か自治体に採用されるか、鉄筋コンクリート造などの高収入になる構造計算を必要とする大手ゼネコンか大手住宅会社に就職するだろうと言われています。いずれにしても、特殊な木造系の構造計算が必要なプレカット工場、工務店などに就職する人材は皆無に近い状況である事が予測されます。この事は、我々の木造住宅業界及び木造住宅資材の流通業界にとって非常に残念な事ですが、木造化を推進する上に於いて木質系建築物の構造計算が出来る人材を我々の力で育成する必要があると考え、「大橋塾」を開講した経緯を説明する。

(金物工法推進協議会 会長・前田嘉孝)

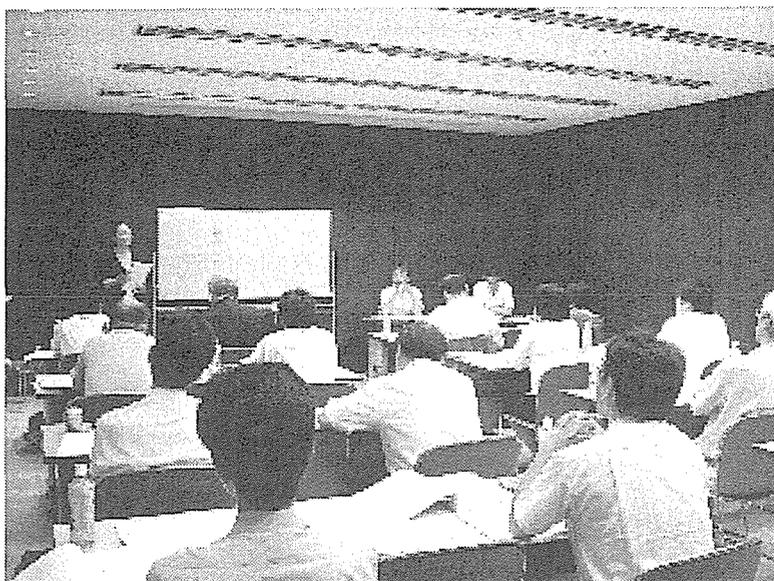
② 具体的な構造設計プランの問題例を作成と許容応力度計算の事例を作成し、内容説明の発表を行った。

(株式会社アルファフォーラム 設計技術部 リーダー 倉内菜々)  
特別講師

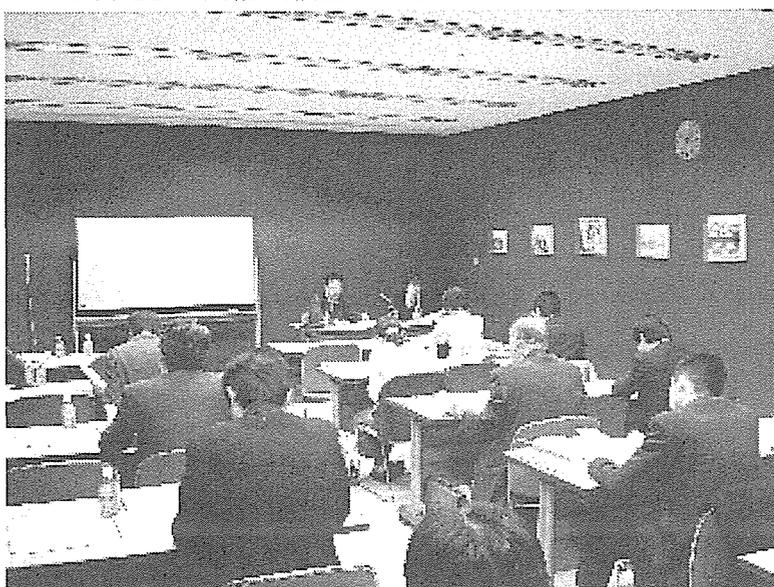
(武蔵工業大学・工学部・建築学科 / 大橋好光教授)

※セミナーの開催日、場所、出席者数

8月21日	13時00分～17時00分	東京	東京国際フォーラム	24名
10月23日	13時00分～18時00分	東京	東京国際フォーラム	24名
12月18日	13時00分～17時00分	東京	東京国際フォーラム	24名
2月13日	13時00分～17時00分	東京	オフィス東京事務所	24名



8月21日開催大橋塾（東京フォーラム開催）



12月18日開催大橋塾（東京フォーラム開催）

### （3）木造軸組金物工法に使用する推奨構造材仕様についての検討・仕様作り

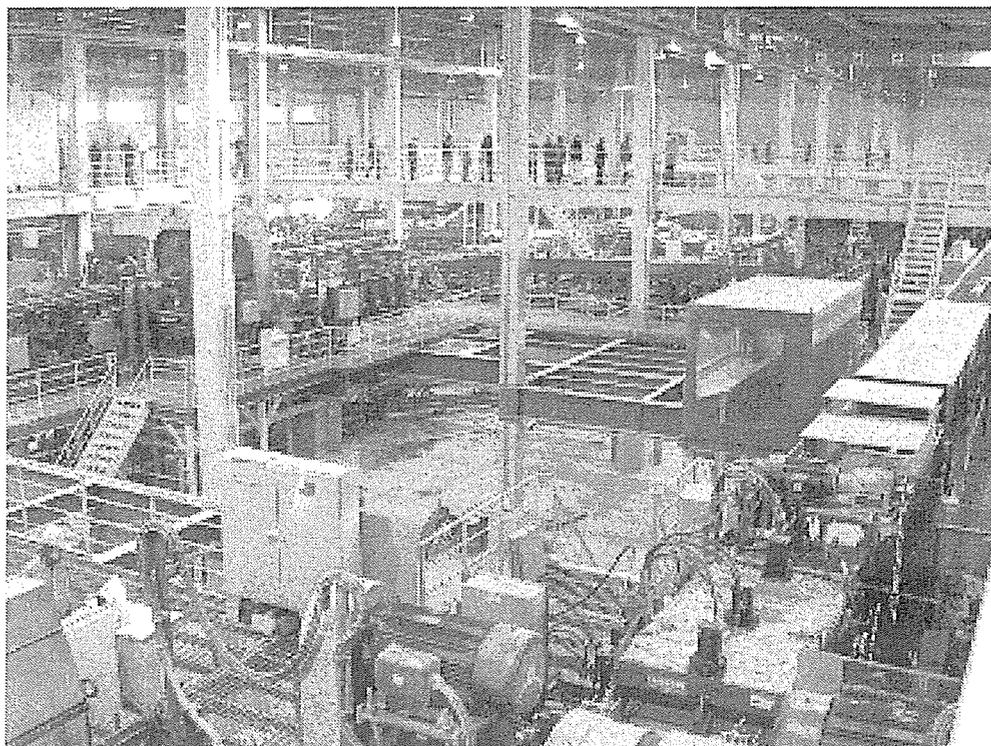
木造住宅の生産供給システムは他の工業化された住宅に比べて遅れていると言われる現状にあり、資源の無駄使いをしない資材規格と加工基準、建築現場で廃棄物を出さない資材納入と作業手順の標準化を図るため、環境問題や性能表示対応の地域仕様と金物工法との連携による自然共生住宅の検討を進めている。

今回の事業展開では、全国に800工場位あると言われているプレカット工場から廃棄されるプレカットロスがプレカット加工される前の建築構造材量の15%が廃棄されると言われています。この「資源の無駄使いをしない資材規格と加工基準」をテーマに掲げ、集成材メーカー、乾燥横架材メーカー等、資材供給会社に協力を求めてきました。また、全国の建築現場で建築副資材を含む資材の廃棄される量がおよそ3コンテナ一分、廃棄処分金額で10万円位が処理されている現状を踏まえて、「建築現場で廃棄物を出さないジャストカット資材納入と作業手順

の標準化」など、環境問題や資材の供給システム構築の為に、木造軸組構造設計基準と施工基準の標準化を推し進める委員会を設立する事を協議した。

※セミナーの開催日、場所、出席者数

11月15日 13時00分～18時00分 中国木材(株)鹿島工場 16名



11月15日中国木材鹿島工場での検討会に先立って行った工場見学

#### (4) 木造軸組金物工法の基礎設計に連動した推奨溶接鉄筋と鋼製型枠の検討・仕様作り

金物工法による地震に強い構造躯体実現し、より構造性能を発揮するためには構造計算根拠に基づく基礎設計の必要性和、瑕疵事故を起こさないための必要な基礎構造について基礎設計委員会を開催し検討を行った。

具体的には、金物工法木造住宅での標準基礎仕様の検討を行い、協議会の「金物工法推奨基礎仕様」と仕様図面を作成した。

・標準基礎(2階建ベタ基礎用)

※セミナーの開催日、場所、出席者数

9月18日 13時00分～18時00分 (株)アルファプライム地盤技術センター 10名

### 2.11.4 事業の効果

それぞれの事業の成果と今後の活用については、以下のとおりである。

#### (1) 基準法改正後の対応に関するセミナー開催

- ① 建築基準法改正後の対応として、セミナーは「瑕疵担保責任履行確保法の概要」に関する瑕疵担保責任保険の義務化についてと、新法改正後の建築士の対応と建築資材流通業

界の対応についてというテーマで行った。

- ① 瑕疵担保責任履行確保法の概要のテーマについての質問は、別紙の通りでしたが、「瑕疵担保責任保険会社は決まっているのか？ 供託額と保険利率は決定ですか？ 元請会社の内容によって、変わるのでしょうか？ 保険会社が倒産した時は消費者の保護を誰が引受けるのか？ 業者が偽装倒産をする可能性があるのではないか？」など不明確な点についての質問が多かった。
- ② 設計サポートセンターの提案についての質問は、別紙の通りでしたが、「プレカット工場の役割がどう変わるのか？ 設計士がお施主と現地調査からプランニング・カラーコーディネイトまで打合せ作業をしているが、設計事務所が申請している建築確認資料、配置図、求積図、平面図、立面図、断面図、採光・換気・排気計算書、壁量計算書、壁バランス（4分割法）、N値計算書、基礎伏せ図、土台伏せ図2階床伏せ図、小屋伏せ図、軸組図を提出など、全ての業務をプレカット工場でするのか？ 依頼を受けた場合別途料金を頂けるのか、図面製作の責任追及と説明責任はプレカット工場の設計管理者が設計責任を問われるのか？」など設計業務をする事による責任と手間と料金などメリットとデメリットについての質問が多かった。
- ③ 木造軸組工法推奨基礎設計についての質問は、別紙の通りでしたが、「プレカット工場では判らない事が多いので、設計する事が出来ないのではないか？ プレカット工場が地盤調査・解析情報、及び設備設計情報を入手して、基礎設計する為には、現状の立場では難しいのではないか？ 住宅基礎の設計基準は標準化されているのか？ 推奨基礎設計をした根拠を問われた時、その対処方法は指導教育をして頂けるのか？ 基礎設計者と施工者の打合せは、どうするのか？ 施工責任と設計責任の範囲は具体的に範囲基準があるのか？ 推奨基礎仕様以外の基礎設計を求められた時どうするのか？ 建築基準法が示す基礎設計の仕様とどう違うのか？ メリットとデメリットについて、詳しく説明を要求された場合の説明マニュアルはあるのか？」など専門外の分野についての設計と責任、そして説明に対する不安要因の質問が多かった。
- ④ 改正建築基準法の施行後の状況についての質問は、別紙の通りでしたが、「建築確認申請時の申請手続き上の書類が増えて厳格になる現況を教えてください。4号特例の廃止の施行はされないのではないか？」など、現状の国土交通省に対する不信感などの質問が多かった。

今回のセミナーでは、不安要因、メリットとデメリット、不明確な点などの新法改正後の対応について行政の真意に対する質問が多かったように感じられた。

新法改正後は元請である工務店や確認申請を委託されている設計事務所が木造軸組構造の架構設計をしなければならない事になる問題について、どの様な方法で対応したら良いかという問いに対しては、金物工法が最適である事を訴えるセミナーとしての所期の目的について参加者の理解が得られた。

また、これらの意見を元に来年度事業としてこれまで以上の内容としてセミナーを全国6箇所で開催する計画である。

## (2) 木造軸組金物工法の許容応力度計算の方法と検討について「大橋塾」を開催

木造軸組工法の許容応力度計算業務の中で、計算ルートを迷う可能性の高いプランを抽出して、現状の解決策を検討する事が望まれている具体的な (1)登り梁による小屋組などの計算方法、(2)多角形プランなどの斜め壁がある物件の計算、(3)小屋裏3階建やスキップフロアーの計算、(4)一方向ラーメンの計算、(5)擁壁基礎や杭の計算、(6)2方向門型フレームの許容応力度計算など、構造設計プランの問題例を掲げて、研修用の物件として設計と計算例の作成した。

(1)~(6)までの具体的な構造設計プランの問題例を作成と許容応力度計算の事例を作成し、内容説明の発表をしながら、研修会を進めたが、許容応力度計算に対する関心がある事は分かったが、実務を経験している設計士は全体の20%、5人程度であった。また、今後「大橋塾」を継続していく事に関しては、90%の賛成を得たが、研修の内容について、初級、中級、上級などの受講者のレベルに合わせた研修を希望する設計士が多かった。

「大橋塾」の開講目的は、金物工法による性能表示対応の地域仕様と資産として評価される長寿命化を目指し、環境問題に配慮した資源循環型社会に適した自然共生住宅の検討を進めて行く為に、木造軸組構造金物工法の設計には構造計算による設計が耐震性、耐久性などの根拠を求める事によって、安全、快適、デザイン性のある次世代の木造住宅の供給システムとして啓発・普及活動をする為に構造計算の出来る人材を育成する事を目的としているセミナーとしての所期の目的について参加者の理解が得られたと思う。また、これらの意見を元に金物工法推進協議会では、次期の事業としてこれまで以上の内容として研修会を受講生のレベルに合わせた形で継続していく計画である。

## 2. 1 2 「板倉壁工法普及事業」 那賀川すぎ共販協同組合

### 2.12.1 事業目的

板倉の家(板倉壁工法)の普及促進を図ることで、国産スギ材の消費を高め、山元への還元を図る。また、関西地区の地域ビルダーとのネットワークを構築することにより、中小住宅生産者の木造住宅の生産及び供給体制の強化を目的とする。

### 2.12.2 事業内容

平成 18 年度の補助事業で完成したモデル住宅を活用し、下記のセミナーを実施した。

#### (1) 関西地区の工務店、設計者、木材関係者向けセミナー

開催場所：桜ヶ丘モデルハウス、徳島会場

開催日：平成 20 年 3 月 5 日

受講者数：20 名

講師：湊

講義内容

兵庫県を中心とした、工務店、設計者、木材関係者向けに、板倉工法の概略説明と見学会を実施した。その後徳島会場で詳細説明と、生産現場見学会を行った。

特に工務店サイドから耐力壁、防火に関する質問が多くあり、テキストにて説明を行った。

今後神戸桜ヶ丘モデルハウスの地元である、兵庫県で、板倉の家が浸透するよう呼びかけた。

#### (2) 木の建築フォーラムのセミナー

開催場所：桜ヶ丘モデルハウス

開催日：平成 20 年 2 月 16 日

受講者数：36 名

講師：安藤 邦廣 板倉構法全般

河井 直人 構造、材料

安井 昇 防火

講義内容

木の建築フォーラム会員（西日本中心）、その他、工務店、設計者向けに、広く板倉工法を広めるためにセミナーを開催した。

安藤先生より、板倉の歴史、現状等の説明があり、その後、河井、安井両講師から構造及び防火に関する詳細説明を行った。

特にモデルハウスとして耐力壁、防火認定を備えた板倉の家は唯一のため、見学にも時間を要した。

参加者はあらかじめ知識がある方が多く、質問も専門領域に踏み込んだものが多かった。現物を見ながらの講義であったため、非常に有意義なセミナーとなった。

また、開催後の問合せも多くあり、関心の大きさが伺われた。

(3) 九州地区工務店、設計者向けセミナー

開催場所：桜ヶ丘モデルハウス

開催日：平成20年2月12日

受講者数：7名

講師：湊

講義内容

九州（大分）で板倉の家づくりを希望する、県、工務店、木材関連業者に対してセミナーを実施した。

初めて板倉の家に取り組むにあたって材料供給、プレカット、等のハード面、図面、管理等のソフト面、などを説明した。

## 2. 13 「集成材を活用した超長期住宅「200年住宅」

日本集成材工業協同組合

### 2.13.1 事業目的

集成材は何年保つのか？ という質問は、我々研究側やその製造に携わる人間を、非常に悩ませる問題である。

集成材の強度的劣化は、①ラミナである木材の生物劣化（腐朽や蟻害）による強度劣化と、②接着層の剥離等による強度劣化とに大別できる。この二つのうち、①の木材の耐久性は乾燥した木材の耐久性とほぼ同じで、要するに生物劣化環境（適度な温度と湿度）と木材自体の抵抗力によるものであるから、こちらの方は答え易い。すなわち、室内のように乾いた環境におかれるのであれば、半永久的に持つといえるし、腐朽菌やシロアリが好む温湿度環境になる可能性がある建築部位であるなら、寿命は比較的短い。ただし、耐久性の高い樹種の木材を使うなり、薬剤を加圧注入した材をすれば、かなり長期の耐久性を有すると言える。しかし、②の接着耐久性については、耐水性が高い接着剤で製造された構造用集成材で、接着耐久性が乏しくてバラバラになったとか、バラバラにならずとも強度が喪失したという例がないため、現存する集成材または集成材建物の古いものを挙げて、寿命はその経過年数以上であるとしか言いようがない。

接着層の劣化メカニズムは可能性として考えられているものしかない。

本調査は、集成材の木部及び接着部の耐久性をできるだけ明らかにするべく、実在する集成材建物を対象に、部材の劣化状況を調査し、解析することを目的とする。

### 2.13.2 調査研究項目

今回の調査は集成材建築物の劣化を検討することから、部材の劣化と構造体の劣化について調査を行うことが必要となる。部材としての集成材の劣化を調査する場合、99%を構成する木材部分における割れや腐れと1%を構成する接着層におけるはく離について検討することが必要である。また、構造体として強度の低下等が見られるのか、見られるとするとどのような位置に発生し、その原因は何か等幅広い検討が必要となる。

調査研究項目としては以下の3項目とした。

- ① 材料及び構造
- ② 集成材接着層のはく離
- ③ 集成材の含水率及び生物劣化

本研究の調査項目として、基本的なデータが調査して、追加調査等において有効な活用が出来るように項目を選定した。従って、建築当時の設計図書を始め、調査原票等を整理するとともに、昭和55年3月「集成材建築物の実態調査」の調査項目と調査方法についても比較検討できるようにした。

## 2.13.3 実施体制

### (1) 委員会の構成

当該事業は、集成材建築物の耐久性調査委員会を設置して実施された。

#### 委員会構成

##### 集成材建築物の耐久性調査委員会

委員長	中島正夫	関東学院大学教授
委員	神谷文夫	森林総合研究所研究コーディネータ
	井上明生	同 複合材料研究領域積層接着研究室長
	宮武 敦	同 複合材料研究領域チーム長
	長尾博文	同 構造利用研究領域材料接合研究室長
	軽部正彦	同 構造利用研究領域チーム長
	杉本健一	同 構造利用研究領域チーム長
	桃原郁夫	同 木材改質研究領域チーム長
	大村和香子	同 木材改質研究領域木材保存研究室主任研究員
	新藤健太	同 複合材料研究領域積層接着研究室主任研究員
	宮林正幸	(有) ティー・イー・コンサルティング代表

#### 調査協力

平松 靖	森林総合研究所 複合材料研究領域積層接着研究室主任研究員
柳川靖夫	奈良県森林技術センター
前田典昭	北海道立林産試験場
丹所俊博	同
飯村 豊	宮崎県木材利用技術センター
北田孝二	同
森田秀樹	同
上杉 基	同

### (2) 委員会の開催

第 1 回委員会（平成 19 年 10 月 4 日）

委員会の構成を決定した。

第 2 回委員会（平成 19 年 12 月 11 日）

調査方法、調査項目について検討し、調査シートの構成を決定した。

第 3 回委員会（平成 20 年 2 月 26 日）

調査結果について報告を行い、今後の取りまとめの方法について検討した。

## 2.13.4 実施内容

### 2.13.4.1 今回対象とした集成材建築物の選定

#### (1) 調査対象選定の条件

集成材建築物の耐久性調査にあたり、経過年数に伴う劣化状況の変化や建設されている地域と使用状態、使用された接着剤などの製造条件を調査する必要性があり、今回の調査対象

建築物を選定する条件として、次の3項目から検討した。

### 1) 建設時期（納入時期）

経過年数に伴う劣化状況の変化を調査する目的で、出来るだけ経過年数の重ならない集成材建築物を選定する為、耐久性に関連する構造用集成材の制度変遷や集成材建築物の建設時期を考慮して決定した。

具体的な調査対象建築物の選定では、日集協組合員に対する「昭和 60 年以前の建築物情報」アンケートを実施した他、林野庁林産課の「最近の集成材使用建築物一覧表」1)から建設時期別に調査対象建築物をリストアップし、建物の現状についてホームページや聞き取り調査を行った。又、建設地域についても、出来るだけ偏らずに全国的な選定を心がけた。

### 2) 接着剤の仕様

集成材建築物の耐久性に影響する因子として、集成材製造に使用する接着剤仕様がある。接着剤の仕様を規定する「集成材の日本農林規格」は昭和 41 年 9 月に制定され、翌昭和 42 年 9 月に 14 社の JAS 認定工場が認定された。これ以降は、JAS 製品の構造用集成材はレゾルシノール系樹脂接着剤の使用が義務付けられている。

従って、納入時期が昭和 42 年 9 月以前の製造された尿素樹脂接着剤を使用した集成材による建築物と、昭和 42 年 9 月以降レゾルシノール系樹脂接着剤を使用した集成材による建築物の二つ区分して、調査対象建物を選定する方針とした。

### 3) 既往の耐久性調査

調査対象建築物の選定にあたり、次の3報の既往調査報告書を参考とした。

- ① 昭和 54 年、当財団の市場調査委員会「集成材建築物の耐久性実態調査」2)を実施しているが、調査対象の物件は三井木材工業（株）が昭和 29 年～昭和 48 年に製造し、納入された 14 棟の集成材建築物が調査対象として選定されている。
- ② 宮崎県木材利用技術センターの飯村らの「集成材構造物の保守に関する研究」3)では、丸十産業（株）が昭和 37 年から昭和 41 年に製造した構造用集成材による 8 棟の建築物について保守の実態など調査している。
- ③ 鹿児島県工業技術センターの遠矢良太郎らの「大断面集成材解体材の性能評価と再利用」4)では、丸十産業（株）が昭和 47 年に納入した西鹿児島駅上屋の解体時（平成 10 年）に使用されていた湾曲集成材の強度や接着性能を試験している。なお、解体された一部の部材は、鹿児島県内の展示施設で屋根部材として再利用されている。

## (2) 調査対象の選定手順

具体的な選定手順は、次の通りである。

- ① 選定の準備作業として、昭和 60 年以前に納入し、現存する集成材建築物の情報について組合員にアンケート調査を実施し、調査対象候補を集める。
- ② 既往の集成材構造の耐久性調査報告を調査し、調査済建物の現状について確認する。
- ③ 建設時期、建設地など考慮し、調査候補物件を選び、調査が可能か施主に確認を取る。調査可能な物件について委員会で検討を重ね、最終的に調査対象建築物を選定する。

### (3) 調査対象の決定

調査対象は表 2.13.4.1 のとおりに決定した。

表 2.13.4.1 調査対象集成材建築物の一覧

建物名称	所在地	築年数	納入メーカー	納入時期
建物A (昭和62年□□□に移築)	(北海道 □□□) 北海道 □□□	49.0年	三井木材工業㈱	昭和34年5月
建物B	北海道 □□□	48.0年	三井木材工業㈱	昭和35年5月
建物J	宮崎県 □□□	46.3年	丸十産業㈱	昭和37年
建物F	奈良県 □□□	45.4年	三井木材工業㈱	昭和37年11月
建物D	埼玉県 □□□	42.3年	川島建設㈱	昭和41年
建物I	宮崎県 □□□	42.3年	丸十産業㈱	昭和41年
建物C (昭和57年□□□に移築)	(東京都 □□□) 茨城県 □□□	40.3年	三井木材工業㈱	昭和43年1月
建物E	静岡県 □□□	36.3年	川島建設㈱	昭和47年
建物G	広島県 □□□	27.3年	丸十産業㈱	昭和56年
建物H	広島県 □□□	26.2年	三井木材工業㈱	昭和57年2月
建物K	宮崎県 □□□	25.5年	三井木材工業㈱	昭和57年10月

#### 2.13.4.2 調査概要

##### (1) 調査目的

材料の耐久性を評価する方法には、屋外曝露試験、促進劣化試験、材料の劣化メカニズムにもとづく理論的な計算によるシミュレーションなどの方法があるが、もっとも確実に実際の材料の耐久性を確認できる方法は、実際に建設され使用されている建物における材料の劣化実態を調べることである。その場合、実際に使用されている建物は、経年、立地のほか使用方法や維持管理条件が異なり、それによって劣化度が異なるのが普通であるので、なるべく様々な条件の建物について劣化実態を調べ、それらの使用条件と材料の耐久性との関係を知ることが重要な作業になる。そこで、ここでは2章で述べたごとく地域としては北海道から九州までの多様な気象条件の物件を対象とし、さらに建築年数としては築後25年以上経過したものを抽出し、それらの建物の様々な環境の中で使用されている集成材について劣化状態を明らかにし、集成材を用いた構造物の耐久性を評価する基礎資料を得ることを目的とした。

##### (2) 調査項目

調査項目は、以下のとおりである。

###### 1) 建物に関する調査

建物の構造、経年、使用方法、履歴など、劣化に関連する特性を把握するために、各部調査に入る前に建物の概要調査を実施した。

- ・所在地
- ・築年数
- ・設計・施工者

- ・建物規模及び階数
- ・構造
- ・図面（平面、立面、断面、矩計）
- ・各部構法、仕様
- ・使用構造材料（樹種、接着剤、塗料、金物防錆種類、防腐・防蟻処理など）
- ・メンテナンス履歴
- ・補修、改修履歴
- ・使用方法概要（日常的な点検、清掃などの実施状況）

## 2)劣化調査

建物の概要調査が終了後、建物各部の劣化調査を実施した。

### A. 変状調査

まず、漏水、結露など部材の劣化を発生させる要因となる建物各部の変状調査を実施し、変状が見つかった箇所を中心に以下の各種劣化調査を実施した。

### B. 劣化調査

- ①木部の生物劣化など：集成材木部に注目し、ラミナの割れ、変形を見る
- ②接着層のはく離、割れなど：集成材の接着層に注目し、はく離状況を見る
- ③金物、接合金具の錆、塗膜劣化、緩み、はずれなど：接合金物に注目し、その劣化状態を見る

以上は、土台、柱脚部、外壁露出部、軒回り、バルコニー回り、開口部回り、エアコン吹き出し口周辺、水回りを重点として調査し、特に部材接合部周辺、金物回り、コンクリートなどとの接触部分に注意して実施した。

## (3)調査方法

建物の概要調査は設計図書収集、所有者・管理者等への聞き取り、目視などによって実施した。一方、劣化調査は、露出部分を中心にした非破壊調査とし、建物管理者の了解が得られた場合に限って、一部破壊調査を実施した。劣化調査の方法を項目別に示せば以下のとおりである。

### ①木部の生物劣化など

集成材による主要構造部材を対象として、目視、打診、触診などにより、ラミナ部分の蟻害、腐朽の状況を調査した。

### ②接着層のはく離、割れなど

接着面におけるはく離の有無は原則として目視にて行った。微細はく離は隙間ゲージを用い、厚さ 0.05mm のゲージが挿入可能かどうかではく離の有無、長さを各接着層ごとに計測した。また同じ方法によりラミナの干割れの有無、深さ、幅を計測した。対象とする部材は構造部材とし、できるだけ露出している全ての積層面を観察することとしたが、時間的な制約や作業足場上の制約などから、優先順位を柱、梁、小梁とした。また劣化が明らかに進行している部材は最優先で調査した。

### ③金物、接合金具の錆、塗膜劣化、緩み、はずれなど

目視、触診などにより金物の錆、緩みなどを観察した。

なお、いずれの調査も各観察面ごとに適宜写真で記録した。

(4) 調査シート

現場調査にあたっては、予め調査シート（野帳）を用意した。建物概要、集成材はく離、含水率、生物劣化の調査シートは、以下のとおりである。（表 2.13.4.2～表 2.13.4.4）

表 2.13.4.2(1) 建築概要調査シート

■調査建物の概況		耐久性能調査シート1
調査日	200 年 月 日 ( )	
調査者 (敬称略)	腐朽: ・接着: ・構造: ・( )	
建物番号/名称		
住所	〒 TEL/	
建築年(経過年数)/階数	19 (昭和 )年 月竣工(築 年) /地上 階, 地下 階	
床面積	建築面積・延床面積 m <sup>2</sup>	
集成材製造	三井木材工業・川島建設・丸十産業・他 ( )	
設計会社	名称: /所在:	
施工会社	名称: /所在:	
構造形式	ラーメン・アーチ・ドーム・( )	
用途	工場・倉庫・展示室・事務所・他 ( )	
使用状況	常時使用(居住)・週に 回 ( - 回) 時間程度立ち入り 窓の開閉(自然換気)状況 ( ) 機械換気装置: あり・なし 作動状況 ( )	
空調	なし・あり (稼働状況: )	
補修歴	なし・あり (部材名・部位・他: ) (特記: )	
メンテナンス状況	なし・あり (外壁塗装・部材交換・他: ) (特記: )	
外見上の特記事項	腐朽: 蟻害: 基礎・他:	
天候/外気温	晴・曇・雨・ /①. °C- %, ②. °C- %	
室温	③. °C- %, ④. °C- %, ⑤. °C- %	
敷地の状況:(交通・振動・地盤・土質・排水・通風)		
平面図		

表 2.13.4.2(2) 建築概要調査シート(続き)

■使用材料		耐久性能調査シート2	
□屋根		天井材	
葺き材 + 塗装		換気口	なし・
下地		軒裏換気口	なし・
防水		軒の出	側： mm, 側 mm
断熱材	なし・	樋	なし・
□壁		断熱材	
外壁仕上材	全面・ 側：	内壁仕上材	
外壁下地材		内壁下地材	
外壁防水材		基礎天端高	mm
□床		防水材	
仕上材		断熱材	なし・
下地材		1F床高	G.L. から mm
□集成材(主要構造部)			
製造者	三井木材工業・川島建設・丸十産業・他( )		
部材/形状	柱( ) / 種別：通直・わん曲・他( ) / 樹種：		
幅/奥行/高	幅 mm×奥行 mm、 / 長さ mm		
部材/形状	はり( ) / 種別：通直・わん曲・他( ) / 樹種：		
幅/成/長さ	幅 mm×成 mm / 長さ mm		
部材/形状	( ) / 種別：通直・わん曲・他( ) / 樹種：		
幅/成/長さ	幅 mm×成 mm / 長さ mm		
樹種			
接着剤	尿素=ユリア(無色)・レゾルシノール(焦茶)・水ビ(無色)・他( )		
塗装			
防腐剤	防腐処理		
ラミナ厚	柱・はり・わん曲： mm ( ) / 柱・はり・わん曲： mm ( )		
ラミナ幅	柱・はり・わん曲： mm ( ) / 柱・はり・わん曲： mm ( )		
ラミナ長	柱・はり・わん曲： mm ( ) / 柱・はり・わん曲： mm ( )		
避距	( ) 倍 (ラミナ長/12×ラミナ厚)		
幅はぎ	なし・あり		
縦つぎ/ 傾斜比	柱：スカーフ・バット・フィンガー： mm/ mm / はり：スカーフ・バット・フィンガー： mm/ mm /		
備考			

表 2.13.4.2(3) 建築概要調査シート(続き)

■接合方法		耐久性能調査シート3		
ピン	ドリフトピン・ボルト・他 ( )			
添板	鋼板・( )			
ボルト・ ナット	部位	サイズ	径 (M・インチ / ) mm /長さ ( ) mm	
		処理	クロカワ・化成・電気メッキ・溶融亜鉛メッキ・塗装・( )	
		発錆	なし/赤錆・( ) /ふくれ・しわ・退色・塗料はく脱・ゆるみ	
	部位	サイズ	径 (M・インチ / ) mm /長さ ( ) mm	
		処理	クロカワ・化成・電気メッキ・溶融亜鉛メッキ・塗装・( )	
		発錆	なし/赤錆・( ) /ふくれ・しわ・退色・塗料はく脱・ゆるみ	
	部位	サイズ	径 (M・インチ / ) mm /長さ ( ) mm	
		処理	クロカワ・化成・電気メッキ・溶融亜鉛メッキ・塗装・( )	
		発錆	なし/赤錆・( ) /ふくれ・しわ・退色・塗料はく脱・ゆるみ	
	プレート	部位	サイズ	厚 ( ) mm /縦 ( ) mm /横 ( ) mm
			処理	クロカワ・化成・電気メッキ・溶融亜鉛メッキ・塗装・( )
			発錆	なし/赤錆・( ) /ふくれ・しわ・退色・塗料はく脱
部位		サイズ	厚 ( ) mm /縦 ( ) mm /横 ( ) mm	
		処理	クロカワ・化成・電気メッキ・溶融亜鉛メッキ・塗装・( )	
		発錆	なし/赤錆・( ) /ふくれ・しわ・退色・塗料はく脱	
部位		サイズ	厚 ( ) mm /縦 ( ) mm /横 ( ) mm	
		処理	クロカワ・化成・電気メッキ・溶融亜鉛メッキ・塗装・( )	
		発錆	なし/赤錆・( ) /ふくれ・しわ・退色・塗料はく脱	
部位		サイズ	厚 ( ) mm /縦 ( ) mm /横 ( ) mm	
		処理	クロカワ・化成・電気メッキ・溶融亜鉛メッキ・塗装・( )	
		発錆	なし/赤錆・( ) /ふくれ・しわ・退色・塗料はく脱	
躯体の ゆがみ	柱・はり・( ) /方向:( )面 / ( ) mm /高さ ( ) m			
	柱・はり・( ) /方向:( )面 / ( ) mm /高さ ( ) m			
	柱・はり・( ) /方向:( )面 / ( ) mm /高さ ( ) m			
	柱・はり・( ) /方向:( )面 / ( ) mm /高さ ( ) m			
	柱・はり・( ) /方向:( )面 / ( ) mm /高さ ( ) m			
備考				





## (5) 調査実施体制および日程

### 1) 調査実施体制

調査に当たっては、各建物とも原則として 3 名から 4 名でチームを作り、建物概要、はく離、含水率および生物劣化のそれぞれの調査を分担した。

調査時間は、建物規模によるが 1 棟あたり半日から 1 日を要した。調査棟に関する図面の収集など事前情報収集および調査段取り（相手先との連絡など）は事務局が担当した。

### 2) 調査日程

現地調査は以下の日程で実施した。

建物 D 2007 年 10 月 29 日  
建物 C 2007 年 10 月 31 日  
建物 F 2007 年 11 月 10 日  
建物 A 2007 年 12 月 27 日  
建物 B 2007 年 12 月 28 日  
建物 E 2007 年 12 月 28 日、2008 年 1 月 11 日  
建物 H 2008 年 1 月 29 日、2008 年 1 月 30 日  
建物 G 2008 年 1 月 29 日、2008 年 1 月 30 日  
建物 K 2008 年 2 月 11 日  
建物 J 2008 年 2 月 12 日、2008 年 2 月 13 日  
建物 I 2008 年 2 月 13 日

## 2.13.4.3 調査結果（\*は未確認データ）

建物 A～K の内、例として建物 A の調査結果を示す（B～K は省略）。

### (1). 建物概要

建物名称： 建物 A

住 所： 〒□□□□□ 北海道□□□□□□□

T E L： □□□□□□

建築年(築年数)：1959(昭和 34)年 5 月竣工（築 48 年）／1987 年旭川市より移築

階数／床面積：地上 1 階／延床面積 700.47m<sup>2</sup>

（隣接する倉庫 3 および連絡通路の面積は含まない）

構造形式：3 ヒンジアーチ構造

集成材製造：三井木材工業株式会社

設計会社：三井木材工業株式会社\*

施工会社：不明

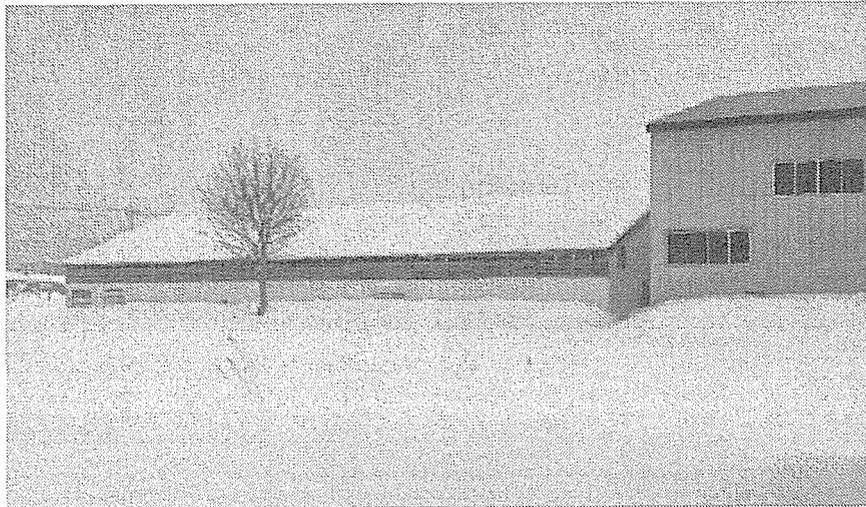


写真 2.13.4.1 建物外観－南面(右手前建物は倉庫 No.3)



写真 2.13.4.2 内観(北東方向)－右端が A10 柱



写真 2.13.4.3 集成材接着層のはく離(A9 柱) (新藤)

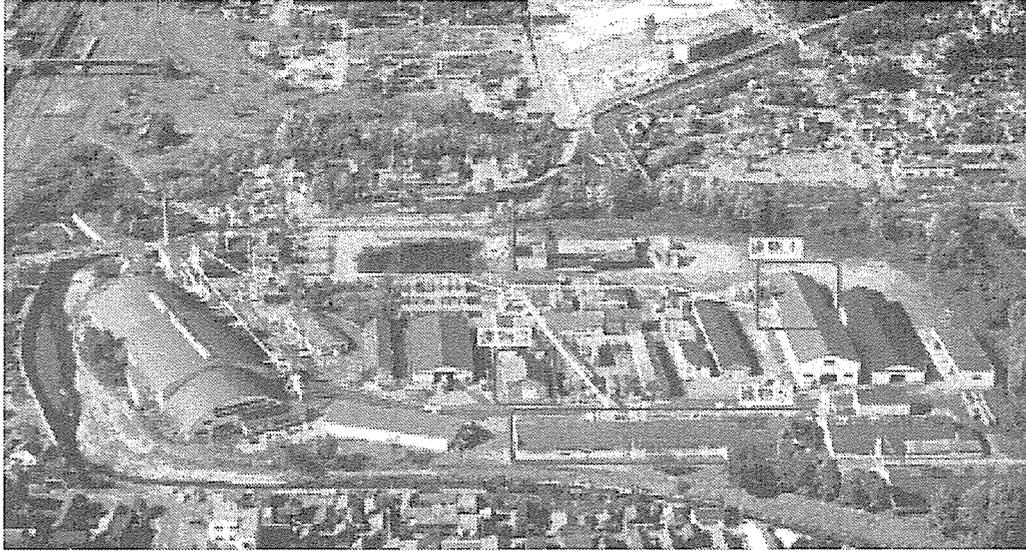


写真 2.13.4.4 敷地内航空写真 (写真提供：□□□□□□)

(2) 建物の使用環境および仕様

調査日：2007年12月27日(木) 9:30-16:30

調査者：前田(生物劣化)，新藤(集成材接着)，軽部(構造)，堀江(Obs.)

用途：倉庫(製品ストック用)

使用状況：常時(週に5-6回)

空調：なし(暖房もなし)

換気：機械換気：なし / 自然換気：シャッター・ドアの開閉(夏は常時か\*)

補修歴：北海道立林産試験場(旭川市)から移築。旭川当時の13構面から、移築時12構面に変更。

数年前に台風被害で屋根まわりを補修。

メンテナンス：特になし(ここ6-7年は塗装もしていない)

外見上の特記事項：積雪地のため外側はすべて外壁で覆われており、集成材の外部露出なし。

調査当日は積雪のため建屋外側に近づけず、外装の詳細は不明。

集成材仕様：

アーチー形状：わん曲

樹種：エゾマツ

接着剤：尿素(ユリア)樹脂

寸法(mm)：幅185×奥行360(頂部)，1,160(わん曲部)

ラミナ厚(mm)：20

ラミナ幅(mm)：185

縦継ぎ：スカーフジョイント(バットジョイント併用?)

傾斜比：1/10(20/200(mm))

塗装：クリアー

妻面付柱一形状：通直，  
樹種：エゾマツ  
接着剤：尿素(ユリア)樹脂  
寸法(mm)：幅×成×長さ 不明  
ラミナ厚(mm)：不明  
ラミナ幅(mm)：不明  
縦継ぎ：バットジョイント  
塗装：クリアー  
屋根仕様：葺き材：カラー鋼板  
下地：不明  
防水：不明  
断熱材：なし  
天井材：不明  
換気口：なし  
軒裏換気口：なし  
軒の出(mm)：300(東・西面)，0(北・南面)  
樋：なし(窓に雪囲い)  
壁仕様：外壁仕上げ材：全面 カラー鋼板  
外壁下地材：不明  
外壁防水材：不明  
断熱材：なし  
内壁仕上げ材：合板+VP  
内壁下地材：不明  
基礎天端高：G.L.より 不明  
床仕様：仕上材：コンクリート打ち放し+VP  
下地材：不明  
防水材：なし  
断熱材：なし  
1F 床高：不明

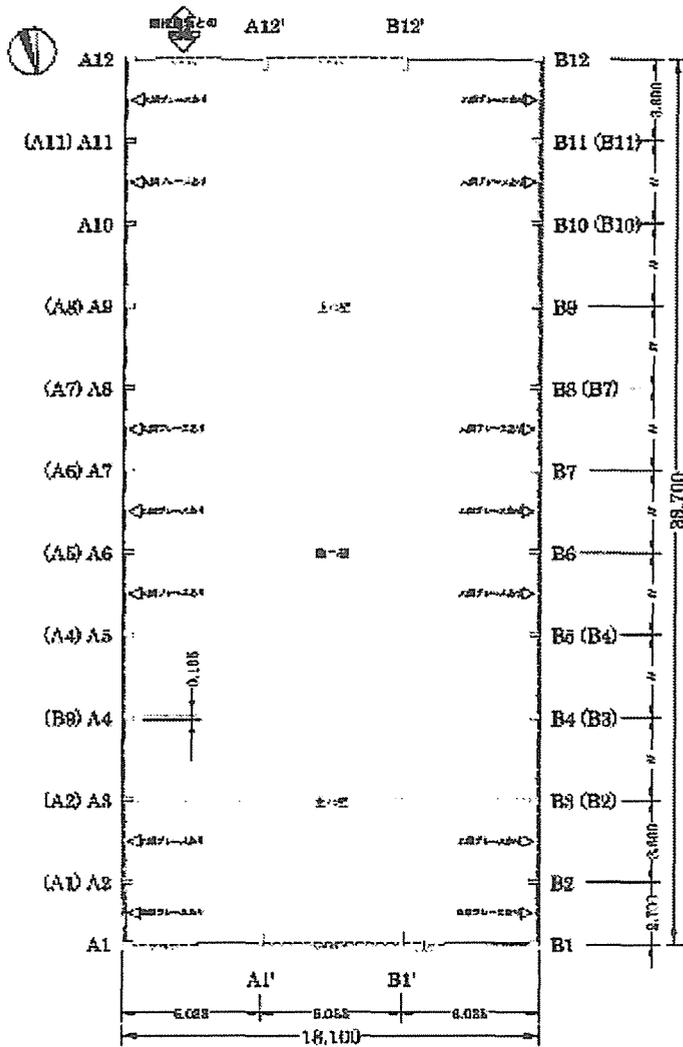


図 2.13.4.1 平面図・断面図

(3) 所見

本建物は、わん曲集成材による 3 ヒンジアーチ構造である。以前は、北海道立林産試験場（旭川市）の調板工場だった建物を、□□□に移築した物件であり、現在は製品の倉庫（ストックヤード）として使用されている。元は 13 構面あったが、移築の際 12 構面に減築した。

わん曲集成材の接着剤は尿素（ユリア）樹脂が使われているが、寒冷地のため集成材は全て外壁で覆われ、屋外には露出していない。接着層の劣化は想像以上に良好で、劣化等級区分は、わん曲集成材 24 本のうち、IV・V が各 1 本ずつあった以外、全て III 以下だった。

生物劣化についても、前術のような気象・使用環境化にあるため状態は良好であり、腐朽や蟻害にあった材は見受けられなかった。



表 2.13.4.5 調査対象建物の概要

記号	建物名称	建築年 /年数	場 所	現用途	規模	面積**	構造形式	樹種	接着剤*
A	建物A	1959/48	北海道	倉庫	平屋	700	3 ヒンジアーチ	エゾマツ	ユ
B	建物B	1960/47	北海道	倉庫	平屋	265	3 ヒンジアーチ	エゾマツ	ユ
C	建物C	1968/39	茨城県	展示室・ 倉庫	平屋	266	3 ヒンジアーチ	エゾマツ	レ・ユ
D	建物D	1966/41	埼玉県	事務所	平屋	185(建)	ラーメン	エゾマツ	レ・ユ
E	建物E	1972/35	静岡県	住宅	平屋	466(建)	ラーメン	ベイツガ	レ
F	建物F	1962/45	奈良県	展示室・ 倉庫	平屋	159	三井UK (U型 アーチ+通直)	トドマツ	ユ
G	建物G	1982/25	広島県	事務所	2階	372	ラーメン	アカマツ	レ
H	建物H	1982/25	広島県	展示室	平屋	202	3 ヒンジアーチ	アカマツ	レ
I	建物I	1966/41	宮崎県	児童館	平屋	215 (116)	3 ヒンジアーチ +ラーメン	モミ	レ
J	建物J	1962/45	宮崎県	ボイラー	平屋	91	3 ヒンジアーチ	スギ	ユ
K	建物K	1982/25	宮崎県	事務所	平屋	768(建)	3 ヒンジアーチ +ラーメン	スギ	レ

\* 接着剤種類 レ：レゾルシノール系樹脂、ユ：ユリア（尿素）樹脂

\*\* (建)は建築面積を、表記なしは延床面積を示す。

また建物Iは( )内が集成材による3ヒンジアーチ部の面積（それ以外、製材+ラーメン構造）

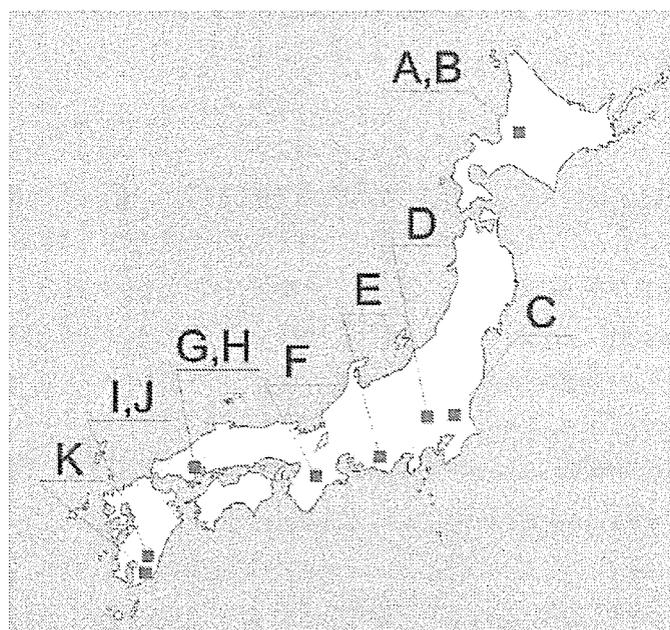


図 2.13.4.3 調査対象建物の分布

## (2)使用材料

### 1)接着剤

前述のように接着剤の種類は、集成材の日本農林規格(JAS)が制定された1966年を境に、ユリア(尿素)からレゾルシノールへと切り替わった。今回の調査対象建物では、ユリアのみの建物が4棟、レゾルシノールのみが5棟、混在している建物が2棟だった。

ユリアとレゾルシノールが混在している建物のうち、建物Dについては、柱・はり部材がレゾルシノールを、小ばり(母屋)がユリアをそれぞれ使用していた。また、建物Cについては、接着剤の性能を比較する目的から、同じ形状であるわん曲集成材のうち、半数ず

つがユリアとレゾルシノールでそれぞれ製造されていた。

## 2) 樹種

今回の調査対象建物では、エゾマツの建物が4棟、アカマツ、スギが各2棟、ベイツガ、トドマツ、モミが1棟だったものと推測される。

樹種の特定については、原則として建設当時の文献に記載されているものや、当時の製造者からの聴き取りによった。建物Dについては、森林総合研究所にて樹種鑑定を行い、Picea(トウヒ族)であることが特定できたため、三井木材工業(株)砂川工場で製造されたことを考慮しトドマツとした。

奈良県のトドマツと建物Iのモミとは同じモミ属で区分しにくいところではあるが、後者については九州南部の天然林からの原木を用いたとのことであったので、ここではモミとした。

同様に、1960～70年当時は、エドマツとトドマツを製造上区分していなかったとのことなので、奈良県は樹種鑑定からトドマツに区分したものの、部材によっては混在しているケースも十分考えられる。

建物Kの樹種については、特に地元産のオビスギ(飢肥杉)を指定して、集成材を製造したとのことだった。

## (3) 構造形式

今回の調査対象建物では、3ヒンジアーチ構造の建物が5棟、ラーメン(フレーム)構造の建物が3棟、両者が混在している構造が2棟、三井UK型構造が1棟だった。

参考までに、集成材の製造メーカーごとに調査建物を分類すると、三井木材工業が製造した構造部材を用いた建物は6棟、川島建設が製造した建物が1棟だった。最後の分担製造した建物は建物Kで、わん曲集成材を三井木材工業が、それ以外の通直集成材を丸十産業がそれぞれ製造したとのことであった。

ラーメン構造のうち、建物Dについては、幅36×成400mmという板状の集成材双子ばりで柱を挟み込んだ、特徴的な構造形式であり、当時川島建設が施工した物件に多く使われたとのことである。

建物Fは、当時三井UK型と呼ばれたU字型のわん曲集成材と通直集成材による床ばりを組み合わせた形式で、これも非常に特徴的な構造形式である。ちょうどドーナツを6等分したような外観を有しており、後方、つまりU字型集成材のわん曲部側から見れば、UFOのようにも見える。ただしU字型集成材のわん曲部半径は1,000mmときつく、ラミナ厚は11mmで、かなりの急角度に成型されており、内部の応力状態を考えれば有利とは言えない状況である。

また、前述の2棟(建物Dおよび建物F)は、天井ばりが外壁を貫通して軒下まで貫通した構造形式であり(奈良県は床ばりも貫通)、部材に直接雨がかりが発生する状況であった。他にも建物Jでは、わん曲集成材のわん曲部が窓枠を兼ねた形式となっており、これらの建物では、いずれも部材の耐久性に問題が発生していた。

## ■集成材接着層のはく離

### (1) 調査方法

調査対象建物は、北海道から九州までの計 11 棟とした。集成材製造時に使用された接着剤で分類すると、ユリア(尿素)のみの建物が 4 棟、レゾルシノールのみが 5 棟、混在している建物が 2 棟だった。

調査項目は、下記の通りとした。

- ・はく離の有無(ある場合：長さ、深さ、幅)
- ・はく離の頻度(数、観察可能な総接着層数)
- ・ラミナの割れの有無(ある場合：長さ、深さ、幅)

対象とする部材は主要構造材とし、できるだけ露出している全ての積層面を観察することとした。調査時間の制約から優先度は、柱・はり・小ばり(もや)としたが、劣化が進行している部材については優先的に測定した。

調査シートには、部材名、環境(屋内・屋外)、部材形状(わん曲・通直)、観察面(方角・上下)、位置(床または端部からの距離)、種別(はく距離・割れ)、頻度(数・総接着層数)、最大寸法(長さ・深さ・幅)などを記録した。

接着面におけるはく離の有無は、原則として目視にて行った。微細なはく離については、隙間ゲージ(シクネスゲージ)を用い、薄さ 0.05mm のゲージが挿入可能かどうかで判別した。

また、最長・最深のはく離について、各観察面ごとに適宜写真で記録した。

### (2) 劣化等級の判定方法

劣化等級区分を行うためには、実地調査で得られたデータから判定する必要がある。判定基準は 1980 年に藤井 11) 12) が提案したものをベースに、今回、一部を改めた。用いた判定基準を表 2.13.4.6 に示す。判定に用いる要素は、長さ、深さ、頻度の 3 水準とし、最も高く(厳しく)判定された等級を、その部材の劣化等級とした。その際、ラミナの割れについては判定から除外した。

1980 年頃に藤井らが劣化調査を実施した当時、対象とした多くの建物が 3 ヒンジアーチであったため、総じて部材の全長は長い傾向があった。その後、接合方法の改良等により、通直集成材によるラーメン構造が普及してきた。この場合、例えば全長 2.5m の通直柱に長さ 100cm のはく離があった時、表 2.13.4.6 左側の藤井基準では、長さによる劣化等級がⅢなのかⅣなのか区分しにくい。このため、今回提案する判定基準では、長さ、深さの 2 要素について、全長または材幅に占める割合と絶対値を併記し、劣化等級が低く区分された方を取る形に改めた。わん曲集成材の全長については、通直材によるラーメン構造に比して有利にならないよう、図 2.13.4.4 に示す方法で全長を仮定した。また深さについては、集成材の日本農林規格(JAS)改正にあわせ、1/3 から 1/4(25%)に基準を引き上げた。頻度については表現を総接着層数に占める割合に表記を改めた。

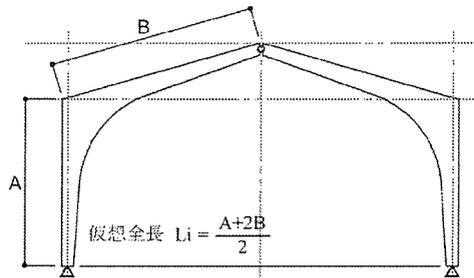


図 2.13.4.4 わん曲集成材全長の仮定

表 2.13.4.6 集成材の接着面剥離に関する劣化等級判断基準

集成材の劣化等級	従来の判定基準 (藤井式)			本報告で用いた判定基準		
	長さ	深さ	頻度	長さ <sup>*1</sup>	深さ <sup>*1</sup>	頻度
I	10cm 以下	5mm 以下	2-3 カ所	全長 <sup>*2</sup> の 5%以下 または 10cm 以下	材幅の 5%以下 または 5mm 以下	接着層の 10%以下
II	30cm 以下	20mm 以下	数カ所	10%以下または 30cm 以下	10%以下または 20mm 以下	25%以下
III	100cm 以下	材幅の 1/3 以下	局部的	25%以下または 100cm 以下	材幅の 25%以下	50%以下
IV	全長の 1/3 以下	材幅の 1/3 以上	多数	50%以下	材幅の 25%を超え、 貫通なし	75%以下
V	全長の 1/3 以上	貫通	全面的	50%を超える	貫通	75%を超える

\*1 : 長さ・深さとも、2つの基準によって判定した上、いずれか小さい等級を採用

\*2 : わん曲材の全長については、図-1 に示す方法で仮想全長を算定する

### (3) 集成材接着層の劣化状況

実地調査の結果、集成材柱の劣化等級区分一覧表を表 2.12.4.7 に、測定状況を写真 2.12.4.5 にそれぞれ示す。表中、建物Kについては、3 ヒンジアーチ構造とラーメン構造が混在しているため、アーチ材と通直材に分けて表記した。建物Eについては柱材の露出部がほとんどなく、主としてはり材を観察したためこのような結果となった。

また対象とする部材の全数が調査できた建物については、該当する等級に区分された柱がない場合は「0 (ゼロ)」を、全数調査がかなわなかったその他の建物については「-」をそれぞれ表記した。

その結果、築年数が 25 年と短い建物 G・H・K ではほとんどの集成材柱が等級 II かそれ以下に区分されたが、築 39 年以上の建物については劣化が進行している傾向が認められた。接着剤の違いについては築年数の影響があるため一概に比較はできないものの、一般に接着耐久性に劣るといわれるユリアを使った建物 B では、等級 II 以下が 2/3 を占めた。これは寒冷地のため集成材が外装材で覆われ、あらかしになっていないことが影響しているものと考えられる。また建物 C については、接着性能を比較する目的から、部材数 18 のうちレゾルシノールとユリアが半数ずつ使われているが、結果はともに 2 本ずつが等級 IV に区分され、明確な差は認められなかった。

また 1980 年頃藤井らが実施した調査に、今回選定した建物のうち、建物 A 及び建物 F が含まれている。このうち建物 F における結果の比較を表 2.13.4.7 に示す。風雨や日照に直接

晒されている屋外の床ばりでは、この 27 年間で劣化等級がそれぞれ 2 段階ずつ進行する結果となった。

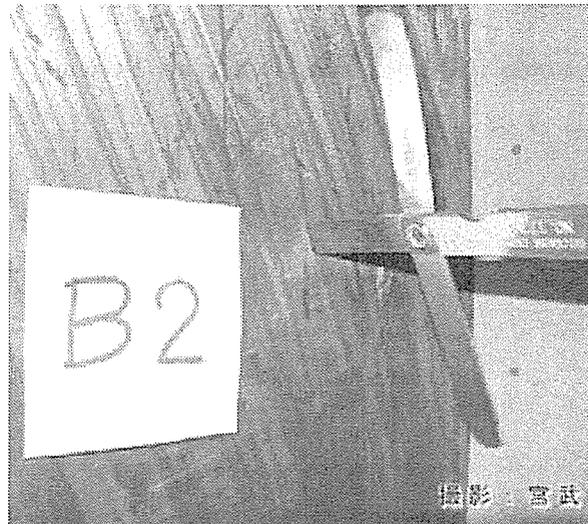


写真 2.13.4.5 剥離深さ測定(建物 J)

表 2.13.4.7 集成材柱の劣化状況 (比率については少数第 1 位を四捨五入。総和が 100 にならないことがある)

建物名称	建築年/年数	場所	柱材形状	接着剤*	柱総数	接着面のはく離：等級区分された柱数・(比率(%))						
						0	I	II	III	IV	V	不明
A	1959/48	北海道	アーチ	ユ	28	3(11)	—	3(11)	15(54)	2(7)	1(4)	4(14)
B	1960/47	北海道	アーチ	ユ	12	0(0)	1(8)	7(58)	3(25)	1(8)	0(0)	0(0)
C	1968/39	茨城県	アーチ	レ・ユ	18	—	—	—	—	4(22)	—	14(78)
D	1966/41	埼玉県	通直	レ・ユ	24	—	5(21)	1(4)	3(13)	3(13)	3(13)	9(38)
E	1972/35	静岡県	通直	レ	不明	1(—)	—	—	—	—	—	多数(—)
F	1962/45	奈良県	アーチ	ユ	9	—	—	—	3(33)	3(33)	1(11)	2(22)
G	1982/25	広島県	通直	レ	41	27(66)	—	1(2)	—	1(2)	—	12(29)
H	1982/25	広島県	アーチ	レ	23	12(52)	2(9)	1(4)	2(9)	—	—	6(26)
I	1966/41	宮崎県	アーチ	レ	8	0(0)	0(0)	3(38)	3(38)	1(13)	1(13)	0(0)
J	1962/45	宮崎県	アーチ	ユ	10	—	—	—	4(40)	2(20)	—	4(40)
K	1982/25	宮崎県	アーチ	レ	14	9(64)	2(14)	2(14)	1(7)	0(0)	0(0)	0(0)
			通直	レ	39	21(54)	1(3)	12(31)	3(8)	—	—	2(5)

\* 接着剤種類 ユ：ユリア(尿素)樹脂系接着剤，レ：レゾルシノール樹脂系接着剤

表 2.13.4.8 建物 F における集成材劣化等級の進行

等級区分	経年比較	屋内：部材数/(%)				屋外：部材数/(%)			
		通直部		わん曲部		軒下		床ばり	
		築 18 年時	築 45 年時	築 18 年時	築 45 年時	築 18 年時	築 45 年時	築 18 年時	築 45 年時
劣化等級	I	7/(78)	4/(44)	7/(77)	—	—	—	—	—
	II	—	1/(11)	—	1/(11)	4/(44)	1/(11)	2/(22)	—
	III	—	1/(11)	—	—	3/(33)	—	5/(56)	—
	IV	—	—	—	1/(11)	—	1/(11)	—	2/(22)
	V	—	—	—	—	—	3/(33)	—	5/(56)
	不明	2/(22)	3/(33)	2/(22)	7/(78)	2/(22)	4/(44)	2/(22)	2/(22)

#### (4) 考察

##### 1) 集成材の接着はく離についての整理

まず、「元々内在していた欠陥が時間の経過にともない顕在化する現象」を劣化と定義

した上で、今回の調査で観察された集成材の接着はく離について整理をしておく。

集成材の接着において「内在していた欠陥」には、①製品製造時の接着操作に起因するものと②接着剤が持つ性質に起因するものとの二つに大きく分類できる。

接着操作に関わる部分では、集成材ひき板の調整（等級、表面、寸法、含水率）の精度、接着剤の調整（混合）、接着操作（塗布、接着剤の可使時間、圧縮圧力、圧縮時間、硬化温度）などが挙げられる。これらのうち圧縮時の圧力、時間、温度などの不足、接着剤調整における硬化剤比率の不足を原因とする接着不良は製品全体の接着層で、ラミナ含水率の調整不足（高含水率ラミナの混入）はそのラミナに関わる接着層で、ひき板表面の不整、接着剤塗布量の不足による接着不良はその箇所（集成材の一部）で観察されることになる。集成材ラミナの低い等級を使用した場合には、節やその周辺の繊維の乱れに伴って接着不良が生じる可能性がある。また、わん曲集成材の製造では、通直集成材よりも圧縮操作は複雑であり良好な接着層の形成にはより困難を伴うとされている。

JAS では製品に対する接着の程度について一定頻度の品質検査を課しており、接着操作に伴う接着不良の発生頻度を抑制しようとしている。

接着剤が持つ性質について、今回の調査対象であるユリアとレゾルシノールについて述べるならば、ユリアは硬化した樹脂であっても加水分解により分解される、いわゆる「老化」が生じる性質があるが、レゾルシノールは非常に安定した化学結合を持つことが知られている。前述したように、昭和 44 年の構造用集成材の JAS 制定以降はユリアの使用をやめレゾルシノール系の使用が規定された。

「時間の経過にともなう顕在化」という部分には、集成材が使用されてきた雰囲気や湿度、日照、雨がかりなどのいわゆる使用環境が影響を与える。使用環境で最も大きな違いは、屋外か屋内かであるが、屋外にあっても軒下かどうか、屋内にあっても床下、屋根裏、壁体中、窓周り、あるいは空調等設備の影響などによっても微細な環境は異なる。化学的に安定したレゾルシノールでは、含水率変化が大きくひき板個々の寸法変化により接着層に繰り返し応力が生じる環境下で内在する欠陥（製造時の不良）が顕在化する確率が高くなる。また、ユリア樹脂ではこれに加えて高含水率下で温度が高い環境で加水分解等の化学的な劣化が進行する。

## 2) ユリア樹脂接着剤について

奈良県の F における築後 18 年経過時の藤井の調査と築後 45 年経過した今回の調査結果を比較すると、接着はく離の程度が進行している傾向が観察された。同じような用途である北海道の建物 A、B、茨城県の建物 C、奈良県の建物 F を比較すると、温度湿度が高い奈良や茨城では北海道よりやや接着はく離の程度が進行している傾向にある。集成材の一部が軒下とはいえ風雨や日光に曝される確率の高い窓枠に使用されていた宮崎県の J では、同じ部材の同じ接着層でも窓枠の外側では接着はく離がかなり進行しているものの屋内側では接着はく離は生じていない例が観察されている。

これらの結果から、ユリアでは加水分解等による接着層の劣化が速度の差はあれ徐々に進行する可能性が高いと考えられる。現在使用されている集成材については、塗装等によるメンテナンスや必要に応じた接着層の性能評価などを行い、建物を適切に管理していく

必要があろう。

### 3) レゾルシノール系樹脂接着剤

レゾルシノールを使用した集成材の建物のうち、比較的経過年数の少ない広島県の G, H や宮崎県の K では接着はく離の程度はⅡ以下のものがほとんどであった。一方、構造用集成材 JAS 制定以前に建設された宮崎県の I や茨城県の C では接着はく離の程度がⅢを超えるものも多く出現しており、特に茨城県の C ではユリアのものと同じ程度のはく離を示したものもあった。この理由として、当時としては新しいレゾルシノールを十分に使いこなす技術が完成されていなかった可能性が考えられる。レゾルシノールは化学的には安定していると言われていたことから、これらの接着はく離は製造時の何らかの不備により製品に内包された欠陥が顕在化した可能性が高く、今後接着はく離が進展することはないと考えられる。しかしながらレゾルシノールの耐久性の高さを実証するデータを得るためには、今回ほとんど接着はく離が観察されなかった物件を継続的に調査する必要がある。

## ■集成材の含水率および生物劣化に関する検討

### (1) 概要

ここでは築後 25 年以上経過した集成材建築物の劣化実態調査結果のうち、それらの建物の構造部材として使われていた集成材木質部の劣化状況を明らかにすることを目的に、各部集成材のラミナ部分を中心とした含水率測定結果と生物劣化調査結果について検討する。

### (2) 含水率および生物劣化の調査方法

#### 1) 基本的調査方針

含水率および生物劣化の調査にあたっては、基本的に以下の方針によった。

- ①対象部材は当該調査建物の主要な構造部材を中心とし、調査の安全に配慮して梯子、脚立などを利用して調査できる範囲の部材に限定した。したがって、それらの道具では届かない天井高さの高い建物の小屋組材や軸組上部は調査対象としていない。
- ②調査対象建物は全て使用中のものであるため、非破壊によることとした。したがって、調査対象部材のうち、床下や壁内に隠れていて下地材、仕上材を剥がさない限り調査不可能な部分については、所有者の許可がない限り原則として調査対象部位としていない。

#### 2) 含水率の測定方法

上記方針にしたがい、含水率測定は接触型の高周波式木材含水率計によることとした。測定は各部材とも脚部、中間部、上部など複数箇所を測定対象箇所とし、各箇所とも 2 回以上測定してその平均をその箇所の含水率とした。集成材の積層面（接着層の断面が見える面）で含水率を測定する場合は、高周波式木材含水率計の金属端子の方向と接着層の方向を平行にして測定した。

#### 3) 生物劣化の調査方法

集成材に生じている蟻害、腐朽を中心に生物劣化の有無、状況を調査した。調査方法は、目視、触診、打診などの簡易な方法によって劣化の有無を判断した後、劣化が疑われる箇所についてはその程度と範囲を探針法によって判断した。

### (3) 含水率および生物劣化の調査結果と考察

#### 1) 含水率

図 2.13.4.5 に各棟の含水率測定結果のうち、同種部材で室内室外別、方位別など異なる使用環境における含水率測定が可能であった 4 棟について、各使用環境別の主要部材含水率を平均値と最大値、最小値による幅で示した。

建物D、建物Eで平均含水率が気乾状態を超えていると思われる部材があるが、これらは雨掛かりになりやすい屋外に面している部材か水回り部材である。特に建物Eの外壁下見板に異常に高含水の箇所があるが、これは浴室腰壁部分であり、後述するように浴室防水が切れていたのを放置していたための壁内結露によるものである。また、建物Fに高い含水率の部材の存在が示唆されているが、これは外壁と屋根との取り合い不良による雨水浸入を放置してきたために建物西端部に位置する梁が高含水率になったことによるものである。雨掛かり、漏水、結露の生じにくい室内側露出部材あるいは非水回り部材などでは、含水率は概ね 10%から 17%の間に位置し、ほぼそれぞれの使用環境における気乾状態に近い値になっているものと思われ、このような部材での割れ、はく離の発生率は低かった。またこのような気乾状態に置かれている部材では平面的位置、高さなどによる含水率の明確な差は認められなかった。

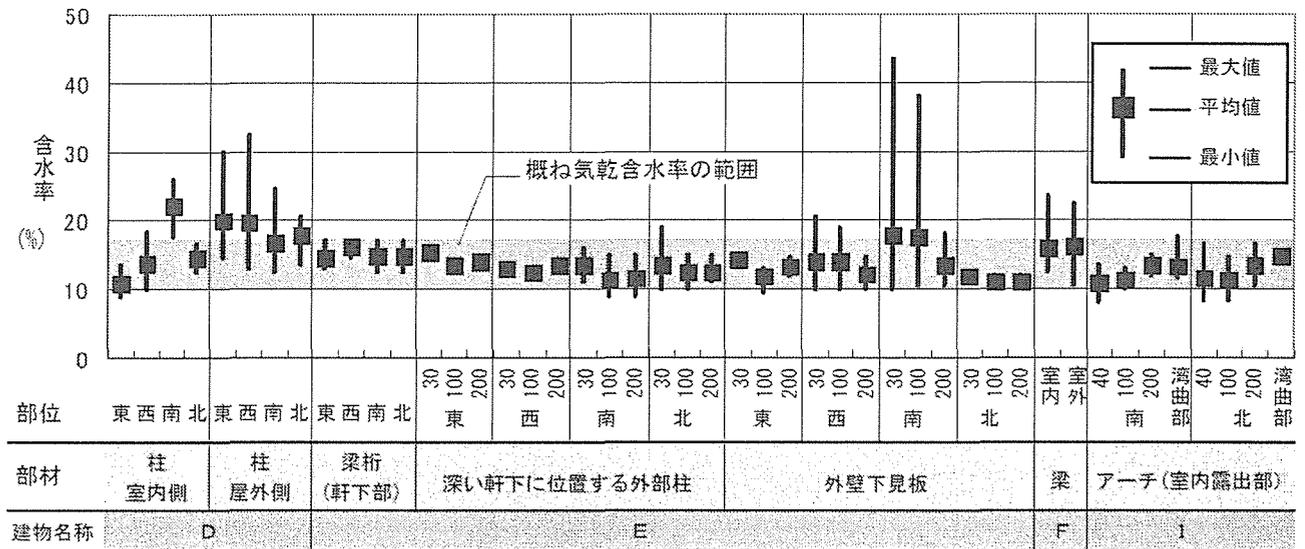


図 2.13.4.5 部位別に見た部材含水率の分布

(建物Eの下見板のみ製材品。部位欄の数字は基準面からの高さ(cm)を表す)

#### 2) 生物劣化

##### ①被害実態

蟻害、腐朽などの生物劣化の建築上の決定因子は、水分あるいは湿分の作用の有無であり、今回の調査でもそのような水分、湿分の影響が生じやすい状態に置かれている部材で主要な劣化が観察された。以下、個別事例を報告する。

##### a) 建物D北側土台、柱集成材の蟻害

写真 2.13.4.6、写真 2.13.4.7 は、建物D北側土台および柱集成材の蟻害被害の

状況を示している。

この被害の主要な原因は、写真からも分かるように建物Dが真壁構造でありながら基礎高さが低く降雨時に木部が常に跳ね返り水の影響を受けやすかったこと、また柱勝ちの納まりであったために柱木口面が基礎に直接接しており吸水しやすかったこと、土台、柱集成材のラミナがエゾマツで構成されていたことなどが考えられる。

#### b) 建物D西側合わせ梁端部の腐朽

写真 2.13.4.8、写真 2.13.4.9 は、建物D西側梁端部の状況を示している。この合わせ梁は屋内から繋がっている梁であり、その端部は軒を支えている。しかし、端部を雨水から守るはずの鼻隠しがなく、梁木口面が露出した状態となっている。そのため、常時雨掛かりとなり木口面から雨水が浸入しやすく、腐朽被害あるいははく離被害を生じやすい環境に置かれている。写真 2.13.4.9はおそらくそのような被害があった箇所を後で金属板で被覆したものと思われる。最初から木口面を雨水から保護する設計とする必要があった事例である。

#### c) 建物E軸組集成材の蟻害、腐朽被害

写真 2.13.4.10 は、建物Eの浴室外周壁の軸組部分の蟻害、腐朽状況を示している。被害は浴室腰壁部分の外壁下見板裏面、下地合板、胴縁、防水紙、製材間柱、柱集成材、土台集成材にまで及ぶ。外周犬走りと基礎立ち上がり部とのごくわずかな隙間から蟻道が外壁内に構築されていたのを、長年見逃してきたために被害がこれほど拡大したものと思われる。被害の直接の原因は、写真 2.13.4.11 および図 2.13.4.6 に示すとおり、浴室内部腰壁部分のタイル仕上げと窓枠との取り合い部に施されていた防水シールのはく離部から湿気が壁内に侵入し、それが繊維系断熱材内部で結露したためと思われる。なお、集成材がベイツガで構成されていたことも被害拡大の一要因と考えられる。

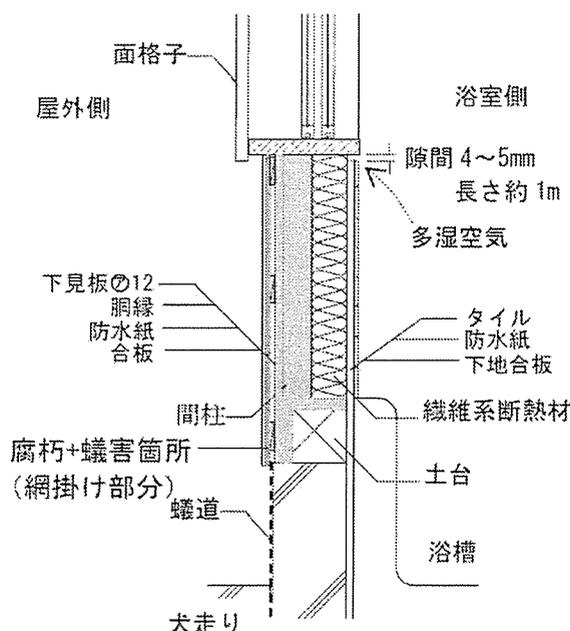


図 2.13.4.6 壁内結露にともなう劣化被害発生箇所 (建物E)

d) 建物F北側U字梁の蟻害、腐朽被害

写真 2.13.4.12 は、建物Fにおける北側端部に位置する梁（U字形）の蟻害、腐朽被害の状況を示す。この建物は写真 2.13.4.13 に示すとおりデザインが特異であり軒の出がまったくなく、また写真 2.13.4.14 に示すとおり屋根金属板と外壁モルタル部の取り合いが雨水浸入を生じやすい納まりだったため、その部分から雨漏りが発生し躯体であるU字梁に被害が発生したものと考えられる。同じ現象は平面的に対称形であるこの建物の南側端部の梁にも発生していたが、原因は北側と同様と考えられた。

また、写真 2.13.4.15 は北側U字梁の屋内側部分に発生している腐朽と蟻害の様子を示している。仕上げ材があるので詳細は分からないが、おそらく梁の下部から連続的に被害が進行してきた結果と思われる。

e) 建物Jアーチ材脚部の蟻害

写真 2.13.4.16、写真 2.13.4.17 は、築 45 年経過している建物Jにおけるアーチ材脚部の蟻害箇所を示している。この建物のアーチ材脚部は基礎アンカープレートに木口面で接しており、しかも基礎上面の一部が雨水に直接曝される納まりであったため、基礎上面に溜まった雨水が木口からアーチ材に吸収され、そこをシロアリに狙われたものと思われる。基礎上部に雨水が溜まらない構造としておくべきであった。

②集成材建築物における生物劣化被害の特徴と対策

今回調査した建物では、部材や部位の納まりが悪く、雨水の浸入や水分吸収が生じやすいなど設計に問題がある例が散見された。また、住宅のような水回りを持つ建物では特に使用水の影響が大きくなりやすく維持管理が重要になるが、それが疎かにされている建物に大きな被害が見られた。様々な形態の水に対する設計及び維持管理のあり方が、生物劣化を抑制する重要な鍵であるのは、製材による一般木造建築と同様である。



写真 2.13.4.6 建物D北側柱集成材の蟻害



写真 2.13.4.7 建物D北側土台集成材の蟻害

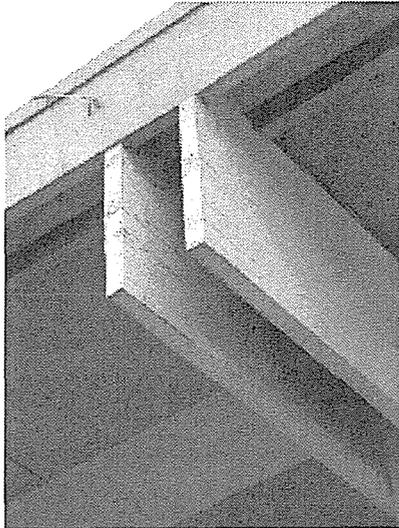


写真 2. 13. 4. 8 合わせ梁の軒先部分の劣化 (建物 D)



写真 2. 13. 4. 9 合わせ梁の軒先部分の被覆 (建物 D)

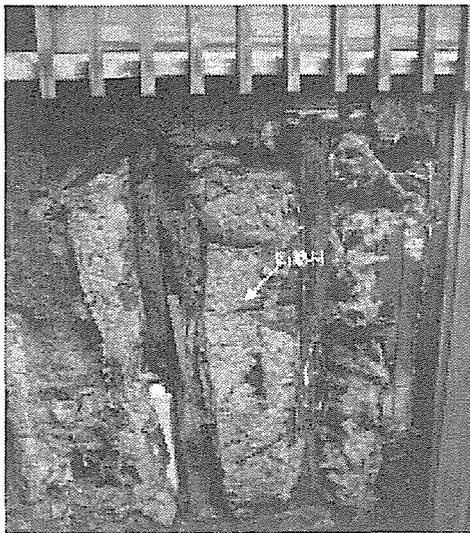


写真 2. 13. 4. 10 壁内結露による蟻害・腐朽被害 (建物 E)

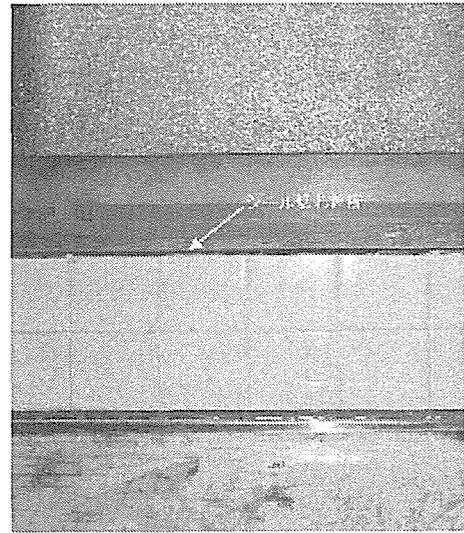


写真 2. 13. 4. 11 壁内結露の原因となった浴室側のシール切れ箇所 (建物 E)



写真 2. 13. 4. 12 北側U字梁の蟻害・腐朽被害 (建物 F)



写真 2. 13. 4. 13 建物北側外観 (建物 F)



写真 2.13.4.14 建物北側外壁と屋根との取り合い  
(建物F)



写真 2.13.4.15 北側U字梁の屋内側蟻害箇所  
(建物F)



写真 2.13.4.16 アーチ脚部の蟻害補修箇所 (建物J)

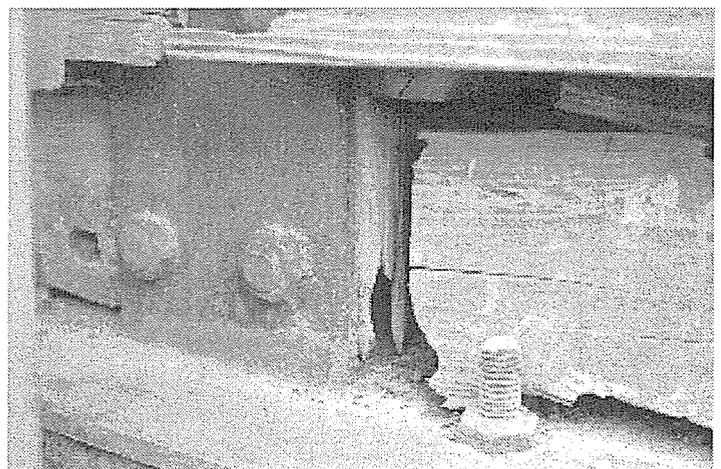


写真 2.13.4.17 アーチ脚部の蟻害箇所 (建物J)

#### 2.13.4.5 まとめ

集成材の含水率および生物劣化は、他の木質材料と同様にその使用環境により大きく左右される。今回の調査結果でも、そのような水分、湿分の影響が生じやすい環境に置かれている部材で主要な劣化が観察された。

長期耐用を考えた場合、様々な水分、湿分に対して十分配慮した設計をするとともに、水分、湿分に関する維持管理を実施することが極めて重要であることが改めて示唆された。

## 2. 1 4 「木造住宅の耐震補強方法等技術研修事業」

いしかわ21世紀住まいづくり協議会

### 2.14.1 事業目的

平成19年3月の能登半島地震を契機に、地元建築士会会員、建設業協会会員及び大工組合会員等から、「在来木造住宅の増改築修復等にあたり、耐震の診断方法や耐震補強の方法等に関する技術を取得したいので研修会を開催して欲しい」という要望がいしかわ21世紀住まいづくり協議会に寄せられた。また、大工・中小工務店等の建築技術者の中には、木造住宅等の耐震工事での設計や施工に精通した技術者が大変少ないことが実態である。

このため、構成各団体技術者の耐震技術の向上を図り、安心安全の住まいづくりに寄与することを目的に標記研修会を開催することとなった。

### 2.14.2 事業概要

能登方面で建築設計・施工業務等に携わる地元建築士会会員、建設業協会会員、大工組合会員等中小工務店等の技術者を中心に、被災住宅の改修や補強の方法等についての技術力向上を図るため、能登現地会場において研修会を開催した。

研修内容は①震災後の取り組み、②能登半島地震の被害の特徴と耐震補強工事の考え方、③中越沖地震に学ぶ改修事例、④耐震改修の実務、⑤石川県耐震改修促進計画である。

### 2.8.3 事業内容

#### (1)開催日時

平成19年8月26日 13:30～16:50

#### (2)開催場所

奥能登行政センター 4階 会議室

(輪島市三井町洲衛 10部11番1 能登空港ターミナルビル内)

#### (3)受講状況

受講申し込み人数 97名

受講者数 87名

#### (4)講義次第

木造住宅の耐震性改修技術研修会

開会挨拶 いしかわ21世紀住まいづくり協議会 会長 照田繁隆

「震災後の対応と今後の取り組みについて」

(社)石川県建築士会 輪島支副支部長 高木信治

「能登半島地震による木造住宅をどう耐震改修するか」

木の住まい工房主宰 (元金沢工大 教授) 鈴木 有

「新潟県中越沖地震に学ぶ修復事例について」

住まい空間研究所 主宰

長谷川 順一

「耐震改修の実務について」

(社) 石川県建築士事務所協会 理事 登 敏明

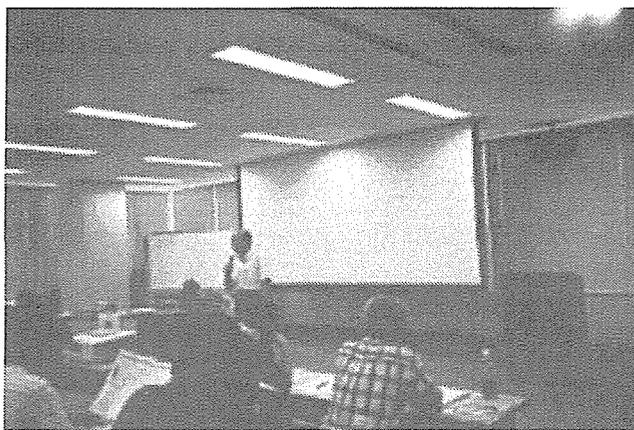
「石川県耐震改修促進計画について」

石川県土木部建築住宅課 課長補佐 田上 茂

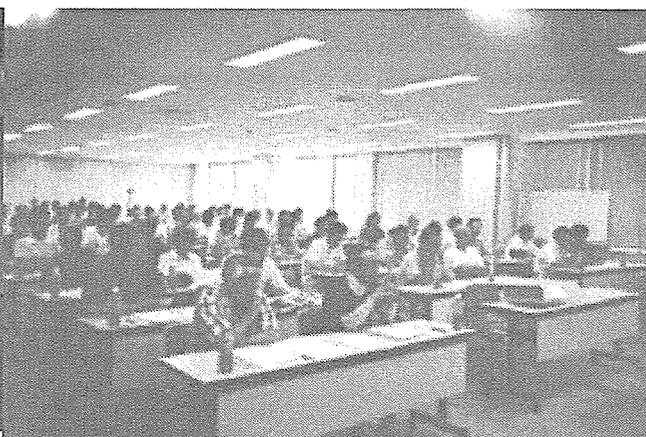
質疑応答

#### 2.14.4 事業の効果

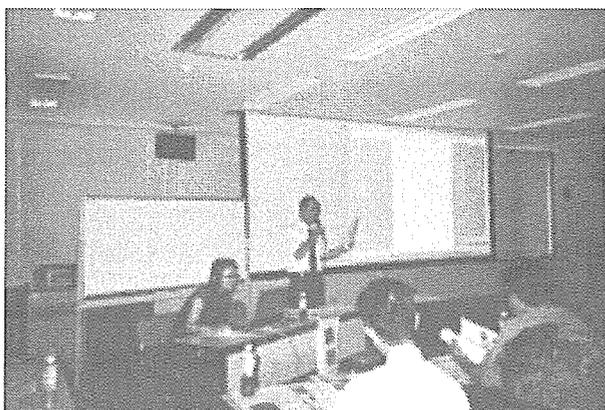
受講者数人から「地震の少ない地域での大地震であり、どのようにしたら住まいを改修できるか不安であったが、被災住宅の修繕のやり方などがよく理解できた。今後現地にも先生方に来ていただき、現地指導も受けながら改修工事に携わりたい。」との意見もあり、大工・中小工務店等の建築技術者の技術の向上に役立てることができたと思われる。



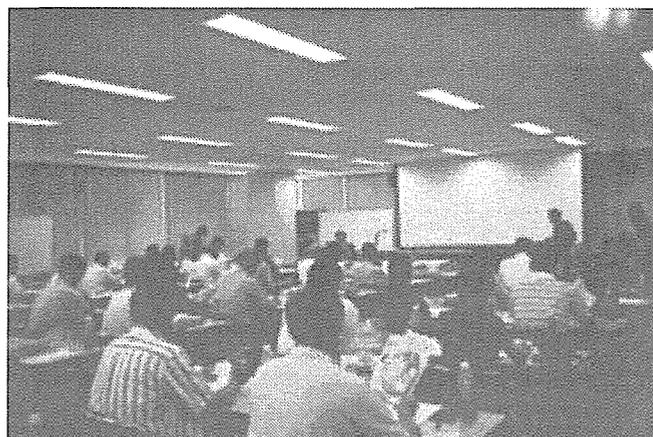
鈴木有講師



会場の様子



登敏明講師



会場の様子