

6.3 伝統的工法に使用する木材の品質と接合性能

6.3.1 差し鴨居を含む垂れ壁の水平せん断性能に与える部材の欠点の影響

(1) 試験体

差し鴨居試験体は、柱、桁、差鴨居、足固めからなる軸組である。各部材の断面は、柱が150mm×150mm、差し鴨居が150mm×300mm、足固めが120mm×180mm、桁が150mm×300mmとした。柱と差鴨居、足固めの接合部は、長ぼぞ差し鼻栓打ちとした。差鴨居上の垂れ壁部分には、構造用合板を真壁となるよう受け材を入れて設置した。試験体はばらつきを考慮して3体である。また、本実験の試験体は、昨年度実施した柱に欠点を有する差し鴨居試験体に対して、柱に欠点の無い試験体として、耐力特性を比較することを目的としている。図6.3.1-1に試験体図を示し、写真6.3.1-1に試験体を実験用鉄骨フレーム設置した状況を示す。写真6.3.1-1のように試験体を設置し、柱脚部は、足固めと鉄骨架台とをアンカーボルトで固定し、桁にアクチュエータとロードセルを設置した。

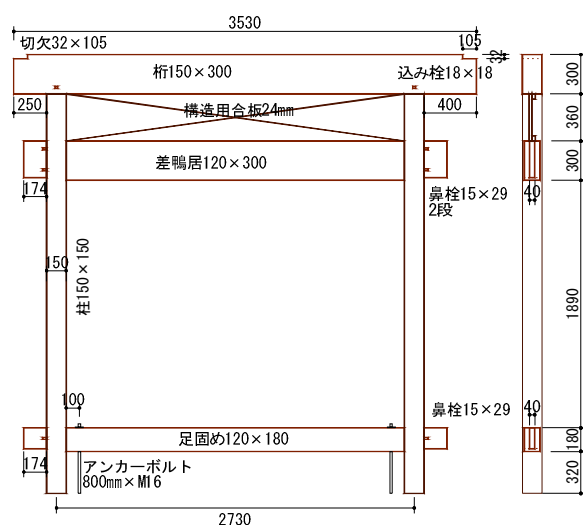


図 6.3.1-1 試験体立面図



写真 6.3.1-1 実験の様子

(2) 計測計画

各試験体の計測器取り付け位置を図6.3.1-2に示し、計測リストを表6.3.1-1に示す。計測は、変位計、ひずみゲージを用いて行った

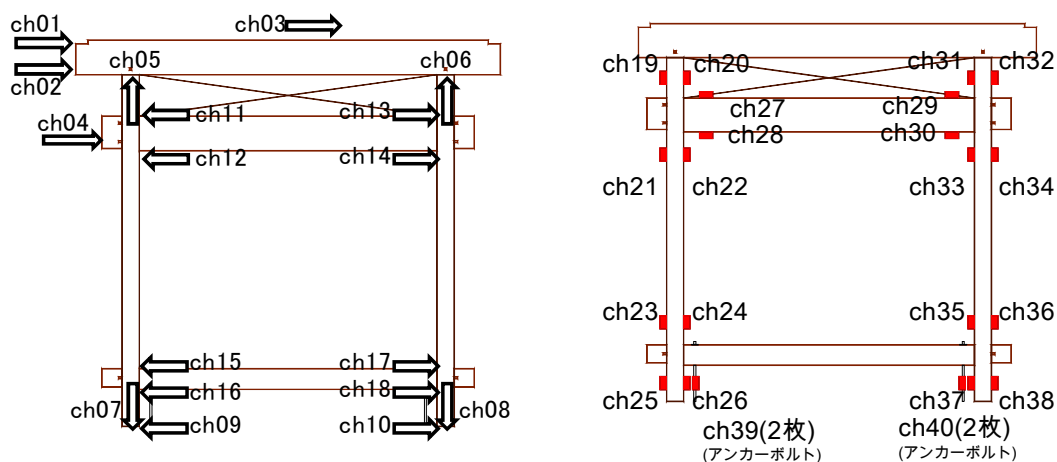


図 6.3.1-2 計測位置

表 6.3.1-1 計測リスト

Ch	使用機器	型番	計測部材	計測対象
1	ロードセル	TCLP-100KNB		水平荷重
2	ワイヤー変位計	DP-1000E	桁	頂部絶対水平変位
3	接触式変位計	SDP-200	桁	頂部絶対水平変位
4	変位計	DP-1000E	差鴨居	差鴨居絶対水平変位
5	接触式変位計	CDP-100	左柱頭	柱頭接合部の抜け
6	接触式変位計	CDP-100	右柱頭	柱頭接合部の抜け
7	接触式変位計	CDP-100	左柱脚	柱脚部の浮き
8	接触式変位計	CDP-100	右柱脚	柱脚部の浮き
9	接触式変位計	CDP-50	左柱脚	柱脚の水平変位
10	接触式変位計	CDP-50	右柱脚	柱脚の水平変位
11	接触式変位計	CDP-100	差鴨居	接合部回転角
12	接触式変位計	CDP-100	差鴨居	接合部回転角
13	接触式変位計	CDP-100	差鴨居	接合部回転角
14	接触式変位計	CDP-100	差鴨居	接合部回転角
15	接触式変位計	CDP-50	足固め	接合部回転角
16	接触式変位計	CDP-50	足固め	接合部回転角
17	接触式変位計	CDP-50	足固め	接合部回転角
18	接触式変位計	CDP-50	足固め	接合部回転角
19	ひずみゲージ		柱	柱のM・N
20	ひずみゲージ		柱	柱のM・N
21	ひずみゲージ		柱	柱のM・N
22	ひずみゲージ		柱	柱のM・N
23	ひずみゲージ		柱	柱のM・N
24	ひずみゲージ		柱	柱のM・N
25	ひずみゲージ		柱	柱のM・N
26	ひずみゲージ		柱	柱のM・N
27	ひずみゲージ		差鴨居	差鴨居のM・N
28	ひずみゲージ		差鴨居	差鴨居のM・N
29	ひずみゲージ		差鴨居	差鴨居のM・N
30	ひずみゲージ		差鴨居	差鴨居のM・N
31	ひずみゲージ		柱	柱のM・N
32	ひずみゲージ		柱	柱のM・N
33	ひずみゲージ		柱	柱のM・N
34	ひずみゲージ		柱	柱のM・N
35	ひずみゲージ		柱	柱のM・N
36	ひずみゲージ		柱	柱のM・N
37	ひずみゲージ		柱	柱のM・N
38	ひずみゲージ		柱	柱のM・N
39	ひずみゲージ		アンカーボルト	ボルトの軸力
40	ひずみゲージ		アンカーボルト	ボルトの軸力

(3) 加力計画

目標変形角を、1/600、1/450、1/300、1/200、1/150、1/100、1/75、1/50、1/40、1/30rad とし、正負交番加力を行った。載荷速度は、1/300rad までは 0.5mm/s、それ以降は 1.0mm/s とした。1/30rad の繰返し終了後、1/7rad 程度まで一方向に単調載荷した。図 6.3.1-3 に加力スケジュールを示す。

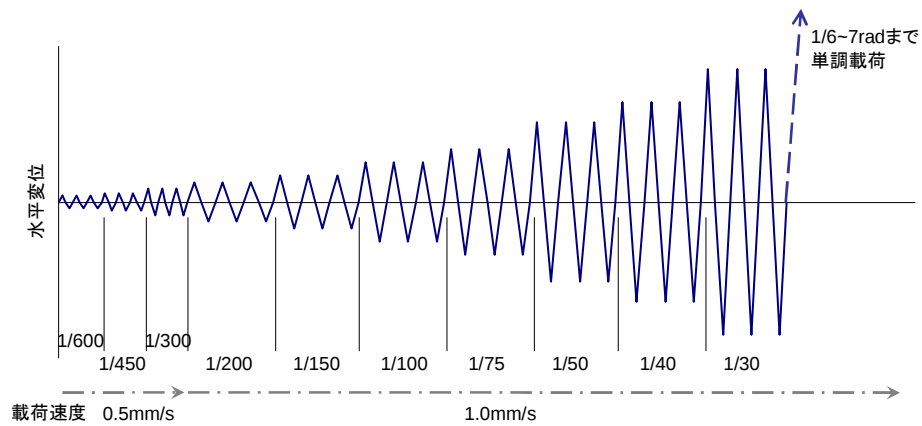
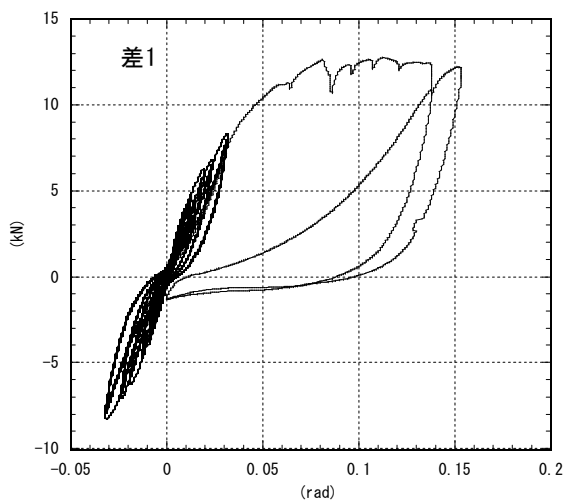


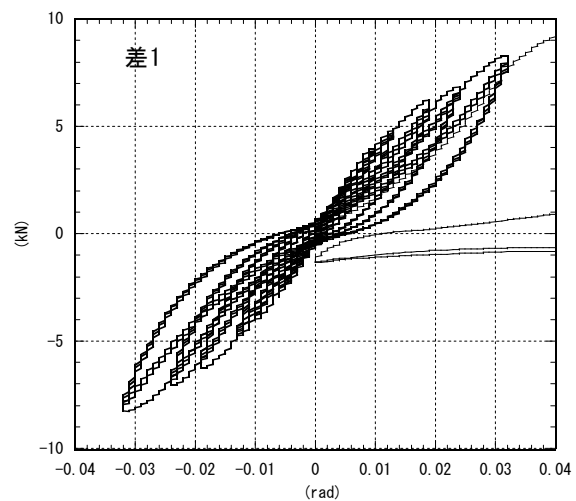
図 6.3.1-3 加力スケジュール

(4) 実験結果

差し鴨居構造耐力壁の実験によって得られた各試験体の荷重-変形角関係をそれぞれ図 6.3.1-4 から 6.3.1-6 に示す。同図左は変形角 $1/30\text{rad}$ 以降の一方向単調載荷を含む履歴曲線を示し、図右は変形角 $1/30\text{rad}$ までの正負交番加力の履歴曲線を示している。

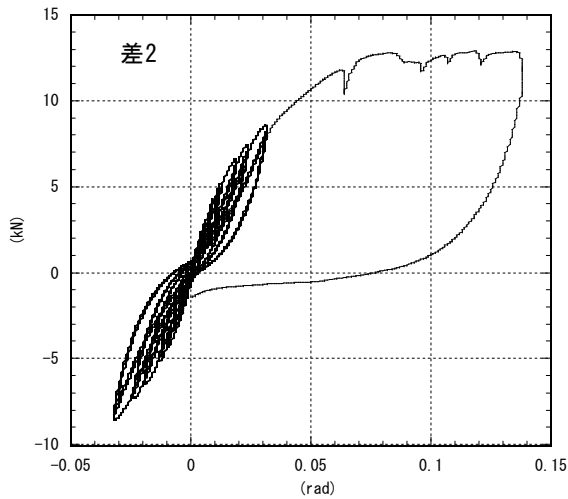


(a) 変形角 $1/7\text{rad}$ まで

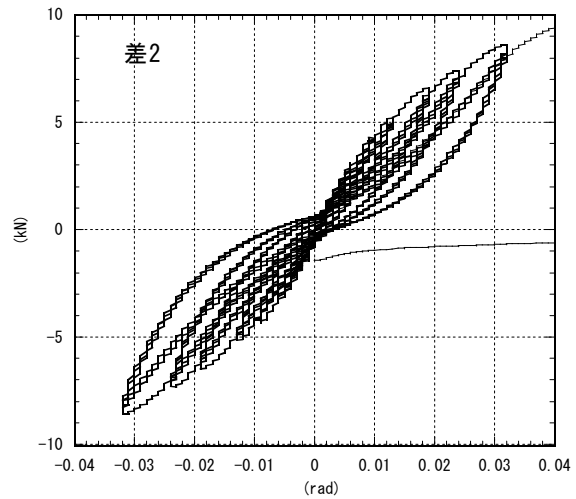


(b) 変形角 $1/30\text{rad}$ まで

図 6.3.1-4 差し鴨居試験体 1 の荷重-変形角関係

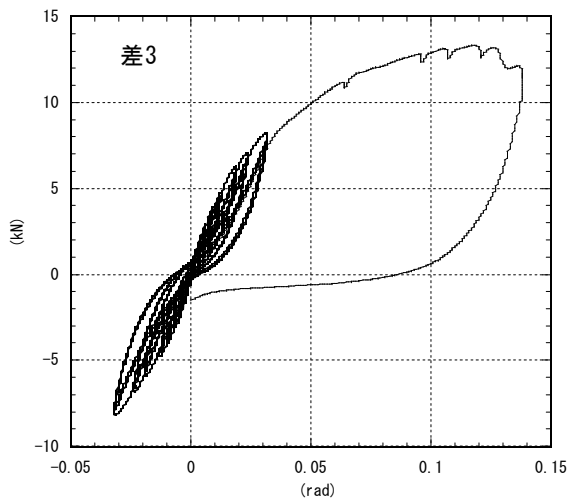


(a) 変形角 1/7rad まで

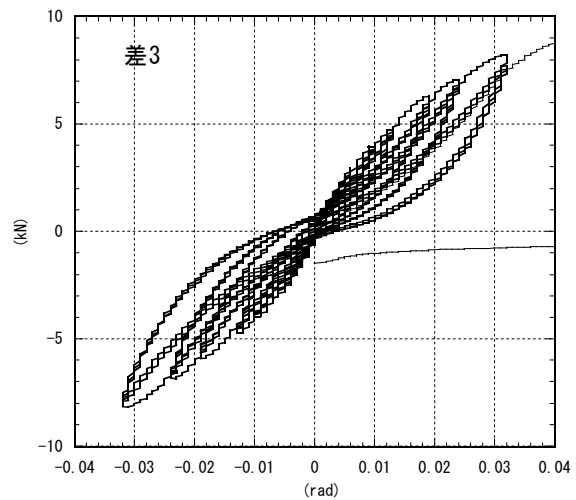


(b) 変形角 1/30rad まで

図 6.3.1-5 差し鴨居試験体 2 の荷重-変形角関係



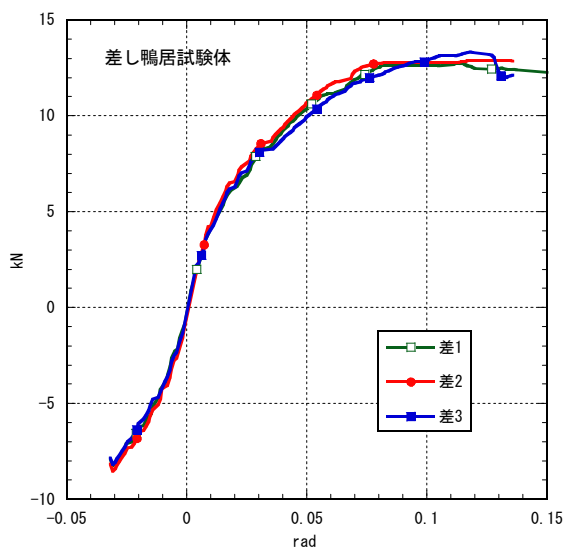
(a) 変形角 1/7rad まで



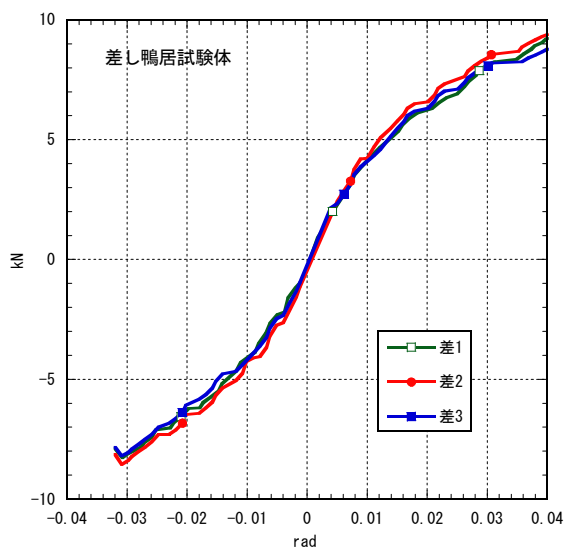
(b) 変形角 1/30rad まで

図 6.3.1-6 貫試験体 3 の荷重-変形角関係

差し鴨居試験体の荷重-変形角関係の包絡曲線を図 6.3.1-7 に示し、昨年度実施した柱に欠点を有する差し鴨居試験体の実験結果による包絡線と合わせて図 6.3.1-8 に示す。同図に示す凡例 A1、A2、A3 は、昨年度に実施した欠点無し・差し鴨居試験体の包絡曲線である。差 1、差 2、差 3 試験体ともに包絡曲線に差はほとんどない。昨年度に実施した 3 体の試験体と比較すると、変形角 1/30rad 以降で全体的に耐力が低い傾向である。

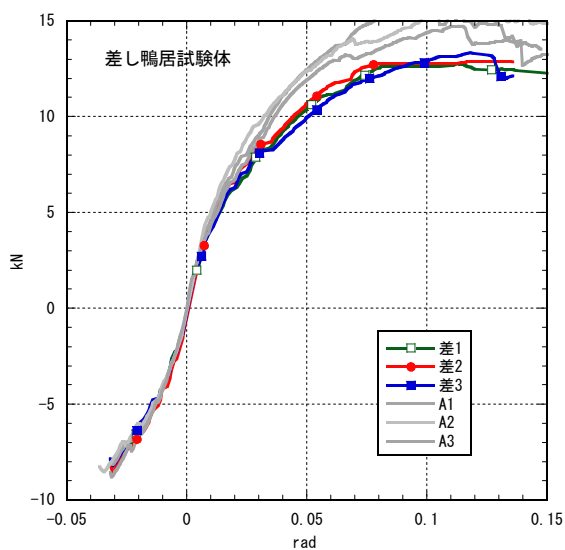


(a) 変形角 1/7rad まで

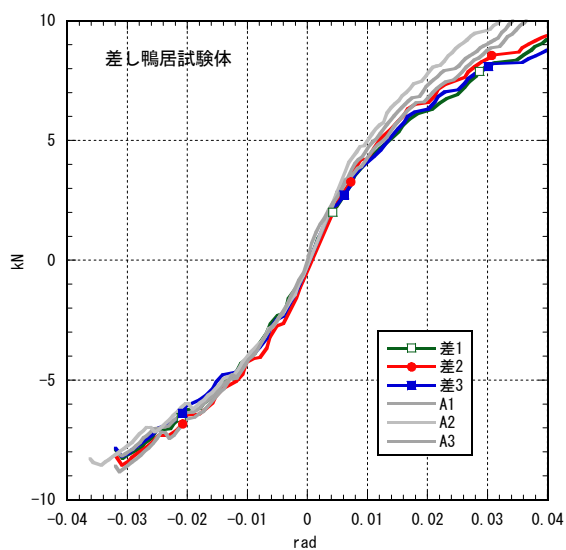


(b) 変形角 1/30rad まで

図 6.3.1-7 差し鴨居試験体の包絡線(試験体 1、2、3)



(a) 変形角 1/7rad まで



(b) 変形角 1/30rad まで

図 6.3.1-8 柱に欠点のある試験体との包絡線の比較

各試験体の包絡線から、特定変形角(1/120、1/30、1/15rad)における耐力を抽出し、平均値を求め、ばらつき係数を乗じて表 6.3.1-2 に示す。同表に昨年度に実施した差し鴨居試験体のうち、差し鴨居高さに欠点がある柱の結果を合わせて示す。昨年度の結果と比較すると、いずれの変形角においても、耐力がわずかに低い結果となった。柱の欠点の有無による耐力の明確な違いは得られていない。

表 6. 3. 1-2 特定変形角における耐力一覧

変形角	平均値 [kN]	変動係数 CV	平均値 × α [kN]	昨年度の結果 [kN]
P _{1/120}	3. 775	0. 048	3. 689	4. 136
P _{1/30}	8. 380	0. 025	8. 280	8. 866
P _{1/15}	11. 517	0. 026	11. 374	11. 818

(5) 状況写真

差し鴨居試験体の状況および損傷状況を写真 6.3.1-2 から 6.3.1-7 に示す。写真 6.3.1-2 は最大変形時の試験体の状況である。写真 6.3.1-3 は、受け材上部の留め付けビスが引き抜けており、下部が柱にめり込んでいる様子である。さらに柱頭が割裂している。ただしこの試験体以外に柱の割裂あるいは折損は無い。写真 6.3.1-4 は、差し鴨居が柱から抜け出しており、鼻栓は折損している。写真 6.3.1-5 は解体時の状況であり、差し鴨居ほぞと柱のほぞ穴では、ほぞ穴に損傷が見て取れる。写真 6.3.1-6 と 6.3.1-7 は解体時の柱の状況であり、柱ほぞの込み栓穴下に割れや、木口に割れが生じている。



写真 6. 3. 1-2 最大変形時の試験体状況



写真 6. 3. 1-3 柱頭の割裂と受け材による損傷



写真 6. 3. 1-4 差し鴨居と鼻栓の様子



写真 6. 3. 1-5 差し鴨居接合部の損傷



写真 6. 3. 1-6 柱ほぞのひび割れ



写真 6. 3. 1-7 柱頭部木口の割れ

6. 3. 2 柱の背割りが貫構造耐力壁の水平せん断性能に与える影響

(1) 試験体

図 6.2.1-1 に示すように貫試験体は、柱、桁、土台、4 段の貫からなる軸組である。各部材の断面は、柱が 120×120mm、貫が 15mm×120mm、桁が 150mm×210mm、土台が 120mm×135mm である。背割りは、左右柱の両外側にくるようにした。柱・桁接合部および柱・土台接合部は、柱ほぞの先端と根元に角度をつけた長ほぞに丸込み栓打ちとして、ほぞ接合部のめり込み抵抗を極力無いものとした。背割れの幅は、貫幅 15mm に対して 15mm 以上とした。ただし設定した背割れ幅をもつ材料を全て準備出来なかったため、背割れを入れて、自然に広がった試験体を 2 体、背割れを入れた後に、丸鋸加工を加えた試験体を 2 体の合計 4 体の試験体とした。実験状況を写真 6.2.1-1 に示す。試験体の設置方法は、試験体の土台を M16 のアンカーボルトで鉄骨架台に固定し、桁にアクチュエーターとロードセルを設置した。

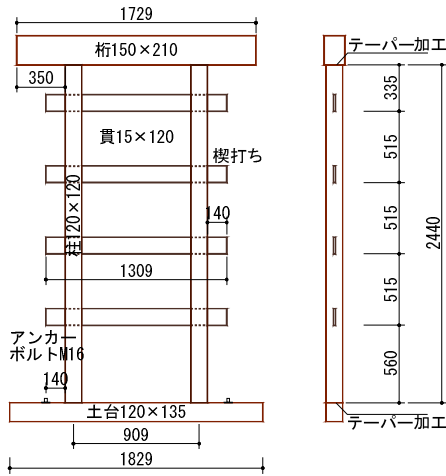


図 6. 2. 1-1 貫構造背割り試験体

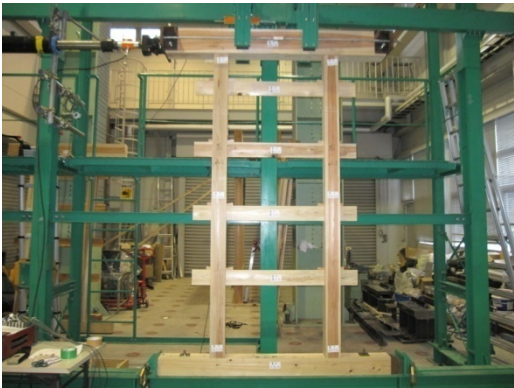


写真 6. 2. 1-1 実験の様子

(2) 計測計画

各試験体の計測器取り付け位置を図 6.2.1-2 に示し、計測リストを表 6.2.1-1 に示す。

表 6. 2. 1-1 計測チャンネル表

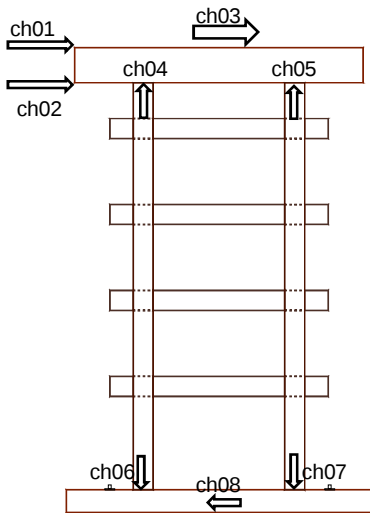


図 6. 2. 1-2 計測位置

Ch	計測器	型番	計測部材	計測対象
1	ロードセル	TCLP-100KNB		水平荷重
2	ワイヤー変位計	DP-1000DS	桁	頂部水平変位
3	接触式変位計	SDP-200	桁	頂部水平変位
4	接触式変位計	CDP-100	左柱頭	柱頭接合部の抜け
5	接触式変位計	CDP-100	右柱頭	柱頭接合部の抜け
6	接触式変位計	CDP-100	左柱脚	柱脚接合部の抜け
7	接触式変位計	CDP-100	右柱脚	柱脚接合部の抜け
8	接触式変位計	CDP-50	土台	土台の水平変位

(3) 加力計画

目標変形角を、 $1/600$ 、 $1/450$ 、 $1/300$ 、 $1/200$ 、 $1/150$ 、 $1/100$ 、 $1/75$ 、 $1/50$ 、 $1/40$ 、 $1/30\text{rad}$ として、正負交番加力を行った。載荷速度は、 $1/300\text{rad}$ までは 0.5mm/s 、それ以降は 1.0mm/s とした。 $1/30\text{rad}$ の繰返し終了後、 $1/6\sim 7\text{rad}$ まで一方向に単調載荷した。図 6.2.1-3 に加力スケジュールを示す。

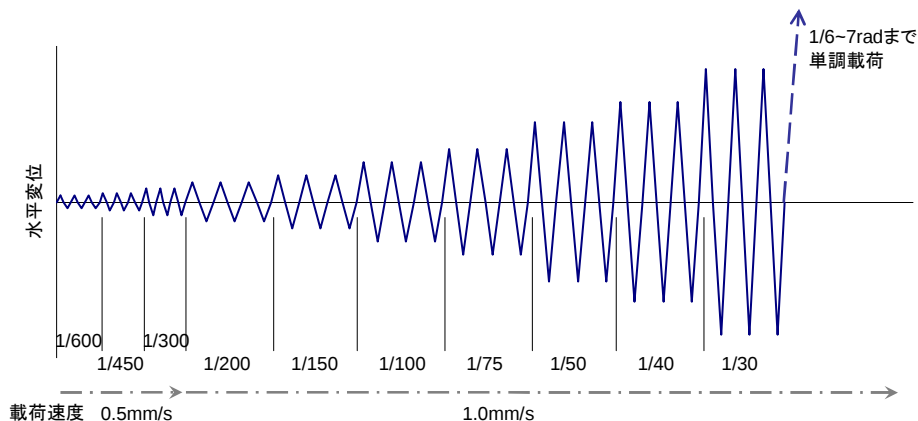
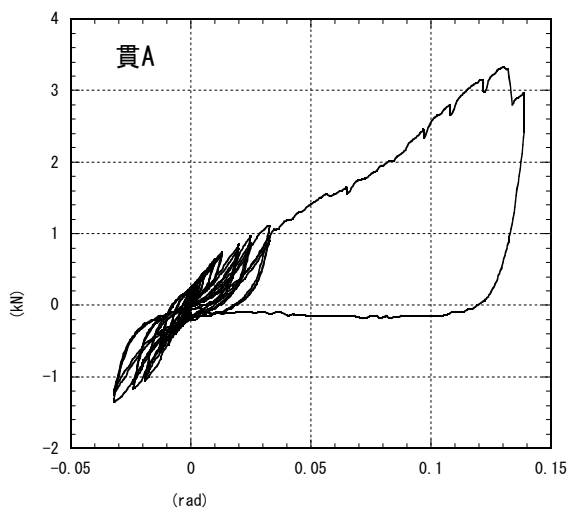


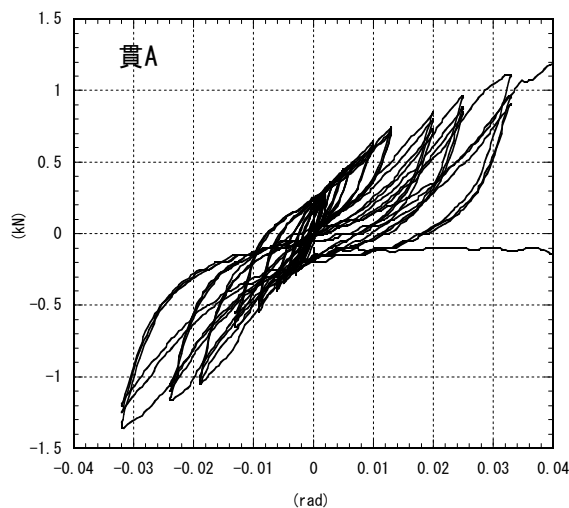
図 6.2.1-3 加力スケジュール

(4) 実験結果

貫構造耐力壁の実験によって得られた各試験体の荷重-変形角関係を図 6.2.1-4 から 6.2.1-7 にそれぞれ示す。図左は変形角 $1/30\text{rad}$ 以降の一方向単調載荷を含む履歴曲線を示し、図右は変形角 $1/30\text{rad}$ までの正負交番加力の履歴曲線を示している。なおそれぞれの履歴において、正負の最大荷重あるいは最大変形角を基準に原点補正を行っている。貫 B 試験体で急激に荷重が落ちているのは計測ミスで、損傷による耐力低下ではない。

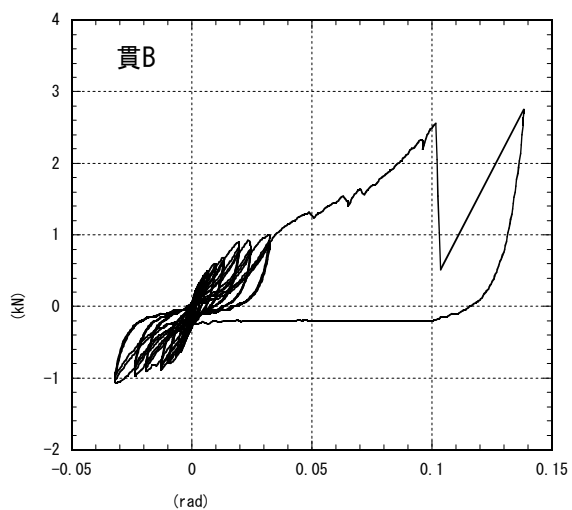


(a) 変形角 $1/7\text{rad}$ まで

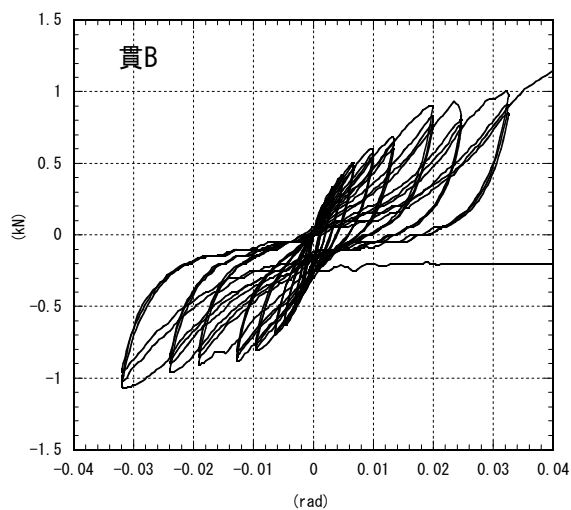


(b) 変形角 $1/30\text{rad}$ まで

図 6.2.1-4 貫試験体 A の荷重-変形角関係

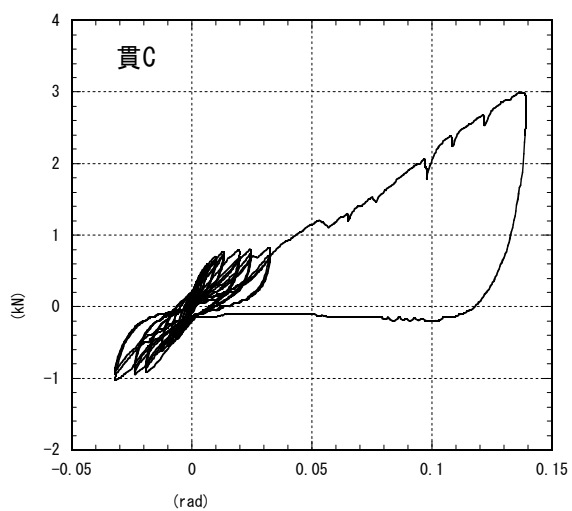


(a) 変形角 $1/7$ rad まで

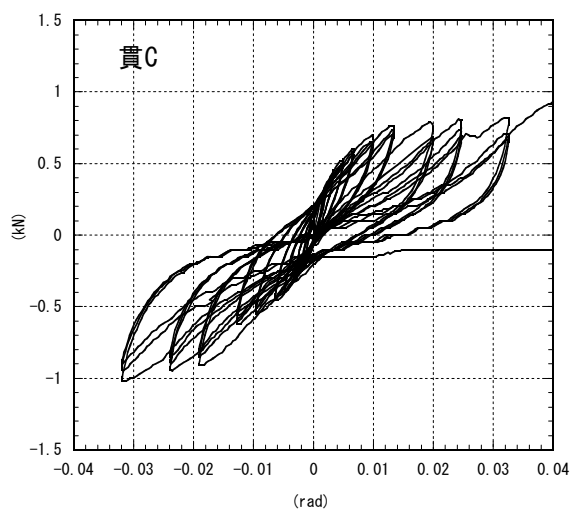


(b) 変形角 $1/30$ rad まで

図 6. 2. 1-5 貫試験体 B の荷重-変形角関係

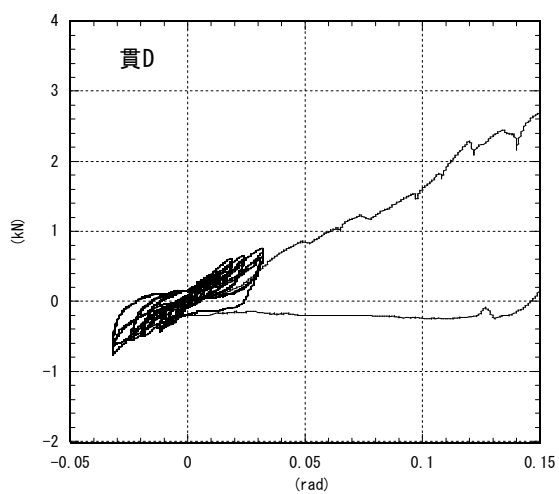


(a) 変形角 $1/7$ rad まで

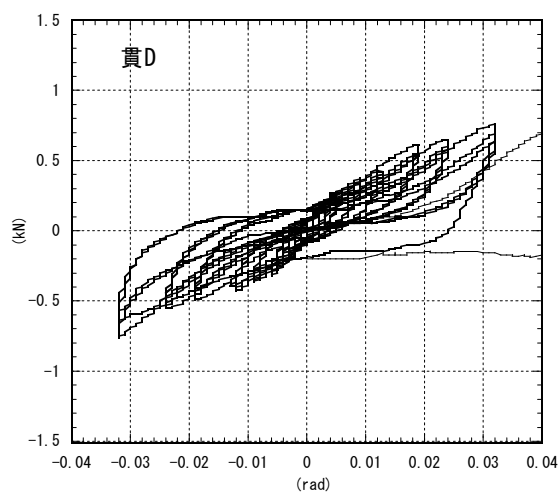


(b) 変形角 $1/30$ rad まで

図 6. 2. 1-6 貫試験体 C の荷重-変形角関係



(a) 変形角 $1/7$ rad まで

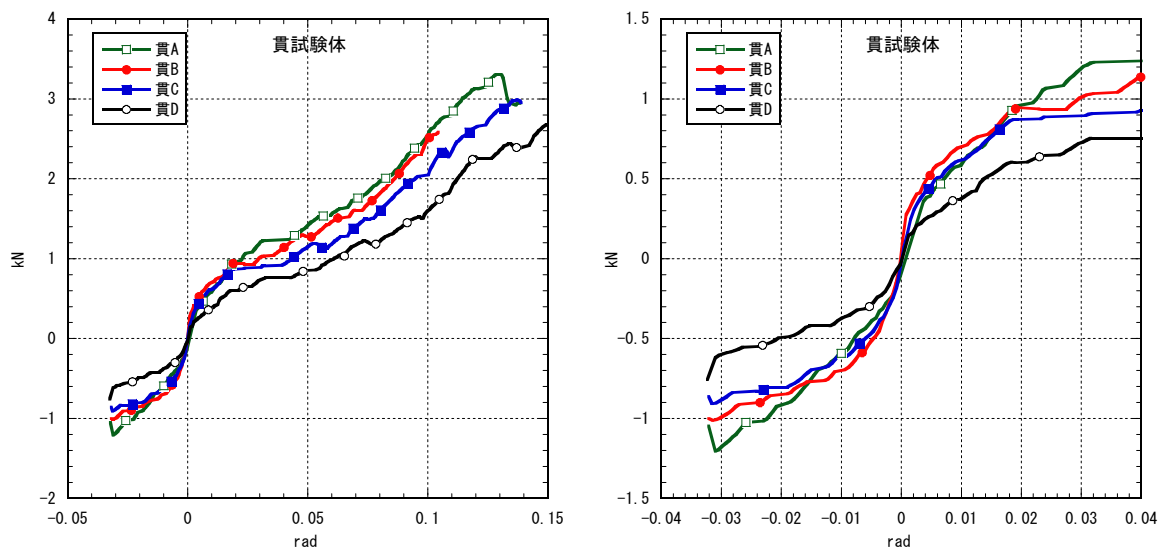


(b) 変形角 $1/30$ rad まで

図 6. 2. 1-7 貫試験体 D の荷重-変形角関係

貫試験体の荷重-変形角関係の包絡曲線を図 6.2.1-8 に示し、昨年度実施した背割れあり・貫幅 15mm の試験体(AB1、AB2、AB3)の包絡曲線と合わせて図 6.2.1-9 に示す。

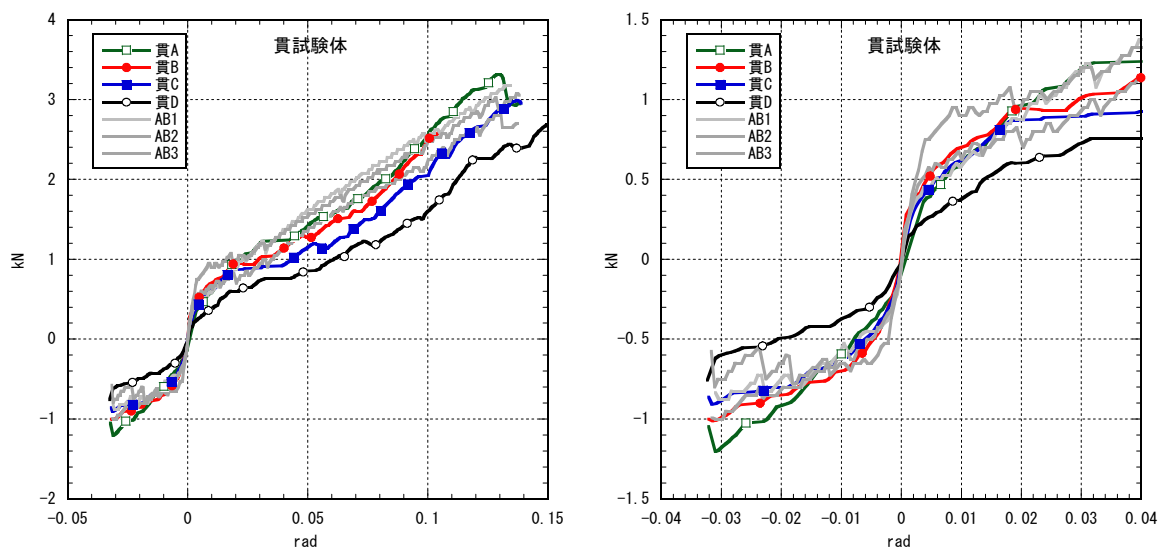
各試験体について、ほとんど耐力低下は見られず、耐力は最大変形角まで増加した。各試験体で比較すると、試験体 D はもっとも耐力が低い。さらに昨年度実施した貫試験体と比較しても明らかに耐力が低い。他の試験体 A、B、C は、昨年の実験の包絡線と比較しても顕著な差は見取れない。



(a) 変形角 1/7rad まで

(b) 変形角 1/30rad まで

図 6.2.1-8 貫試験体の包絡線(試験体 1、2、3)



(a) 変形角 1/7rad まで

(b) 変形角 1/30rad まで

図 6.2.1-9 昨年度の貫試験体との包絡線の比較

各試験体の包絡線から、特定変形角(1/120、1/30、1/15rad)における耐力を抽出し、平均値を求め、ばらつき係数を乗じて表 6.2.1-2 に示す。同表に昨年度に実施した貫試験体の結果を合わせて示す。いずれの変形角においても、昨年度の結果よりも低い耐力となり、背割れの幅が貫幅相当となることで、耐力は若干低くなった。

表 6. 2. 1-2 特性変形角における耐力一覧

変形角	平均値 [kN]	変動係数 CV	平均値 $\times \alpha$ [kN]	昨年度の結果 [kN]
$P_{1/120}$	0. 553	0. 230	0. 475	0. 621
$P_{1/30}$	0. 945	0. 173	0. 868	1. 039
$P_{1/15}$	1. 398	0. 168	1. 287	1. 771

(5) 状況写真

貫試験体の状況および損傷写真を写真 6.2.1-2 から写真 6.2.1-7 に示す。損傷は、楔のめり込み、柱ほぞの割れである。柱ほぞの割れは、 $1/7\text{rad}$ まで変形させた際に引き抜きが生じ、込み栓によって柱ほぞが割れたと考える。楔は明確にめり込み痕が見て取れるものの、貫のめり込み痕はほとんど見て取れなかった。実験前後の背割れの幅に顕著な違いは見られなかった。



写真 6. 2. 1-2 楔と背割れ

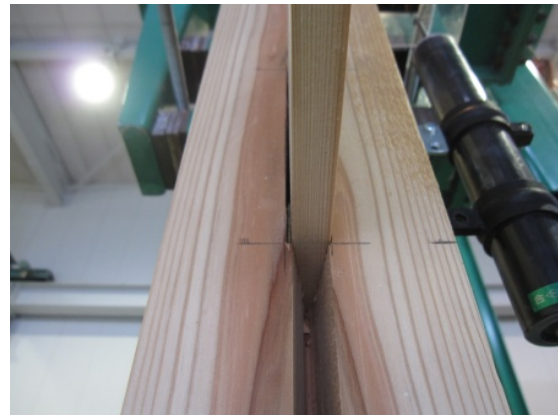


写真 6. 2. 1-3 貫と背割れ



写真 6. 2. 1-4 柱ほぞの割れ



写真 6. 2. 1-5 楔のめり込み痕



写真 6. 2. 1-6 柱ほぞ小口の割れ



写真 6. 2. 1-7 実験後の背割れ幅

6. 3. 3 込み栓に使用する広葉樹材の生産実態に関する調査

(1) 背景と目的

伝統構法の接合部・耐力要素の耐力特性において、荷重を伝達する込み栓や車知などが重要な役割を示す場合がある。今後、この様な要素の許容耐力を評価するに当たって、特に任意断面形状の接合部・耐力要素の性能を力学モデルに基づいた算定式で求める過程において、込み栓や車知などの材料として用いられることの多い広葉樹の材質特性を再評価しておく必要性が認められた。

構造用接合具としての広葉樹の材質特性は、その材料本来が持っているばらつきを低減させる何らかの人為的操作が与えられている可能性がある。すなわち、①樹幹内で強度的分布がある場合、一定の部分が選択的に用いられている、②目切れや節、腐れといった欠点が接合具の製材・加工の段階で除去されている、③小断面であることが多いため、乾燥が十分に行き届いている、といった項目が考えられる。上記を考慮することで、構造用接合具としての広葉樹材の材料強度値の正当な評価につながる可能性を調査することを本節の目的とする。

本項目の遂行のため、ア.広葉樹接合具（込み栓）加工工場の実態調査、イ.広葉樹製材工場の実態調査を行い、現場で行われるばらつき減少に資する項目の評価を行った上で、ウ.構造用接合具用広葉樹材料の材質試験を実施し、上記の数値的な評価を行う。

(2) 調査の概要

本項目の立案・遂行において既存の広葉樹接合具（込み栓・楔等）がどのような手法で生産されているか、特に材料選別等の実情について事前に確かめておくため、込み栓製造工場を対象として現地調査を行った。

- 調査対象：兵庫県小野市の F 木工所（写真 6.3.3-1 A）
- 調査日：2010 年 11 月 4 日
- 用いる材料は全てシラカシ。原木長 6 尺 6 寸。アカガシは高価であるため用いない。
- シラカシ産地は舞鶴産が多い。近年は栃木産なども入る。
- 別途製材所で原木から板挽き、基本形状加工を行ったものを込み栓原材料として仕入れる（写真 6.3.3-1 G）。
- 一般的な仕上がり寸法 5 分断面 5 寸長の込み栓の場合、20×20×150mm 程度の棒材を原材料として用いる（写真 6.3.3-1 C）。
- 込み栓原材料は製材所から仕入れた後、約 2 ヶ月の間、屋外小屋がけ積み乾燥を行う（写真 6.3.3-1 B）。なお、鉋台の場合、乾燥期間は 2 年間である。
- これら込み栓原材料は鉋台用材の余りであることが多い。尺一寸長に加工された板目材の中央部分で鉋台材を採取し、その両側を込み栓材料とするため、基本的には込み栓材料としては追い柵の確率が高くなる（写真 6.3.3-1 D）。
- 金輪継ぎ手栓など長大な込み栓を作成する場合には剪定ばさみ用材として仕入れた平製材を用いる（写真 6.3.3-1 E）。
- 製材所の段階で節・目切れ等の欠点材を除外する。
- 込み栓製造工場の段階でも欠点材を除去する。欠点材を加工機に通すと機械に詰まり、作業に滞りが出るため。除去率はおおむね 15%程度。
- 専用の加工機（フェザー製）で込み栓の形状に仕上げる。込み栓傾角、断面は調整可能（写真 6.3.3-1 F,H,I）。
- 同様の込み栓加工を行っている工場は、兵庫県小野市の他に栃木県・新潟県三条市・山口県などにもある。



A.インタビュー風景



B.込み栓材料の屋外棧積み乾燥



C.加工前と出来上がりの込み栓



D.込み栓材料断面



E.込み栓材料断面平角製材の屋内乾燥



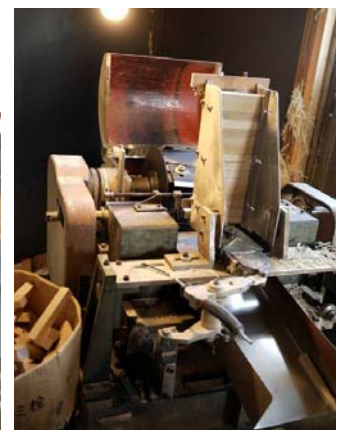
F.込み栓加工の詳細



G.込み栓原材料



H.込み栓加工の様子



I.フェザー製込み栓加工機

写真 6.3.3-1 込み栓生産工場の調査風景

(3) まとめと今後の調査予定

込み栓加工場での品質検査は、自動加工機械に通して破壊が生じないかどうか基準となっており、結果として節はほぼ除去されると考えられるが、目切れまでも完全に除去するものではない。一方その前の段階の製材所での検査において節や材質欠点を省くとされており、品質管理に重要であると思われるが、今回の調査対象外であるため詳細は不明である。実際に加工された込み栓を見ると、木取りの影響のため追い柵材の割合が多く、年輪傾角もまた強度値に影響を与える可能性が

ある。年輪幅や放射組織の割合も様々であり、強度値のばらつきへの影響が予想される。今後実際の試験体を作製する際には、製材所から材料を調達するのが合理的では無いかと判断される。

今回の込み栓製材工場の調査により、最終製品加工現場に加えて、製材段階での材料選別が品質に与える影響比率が高いことが明らかとなった。既往文献（「堅木屋 かたぎや」出立木工所報告書：http://www.katagiya.com/chie_h_22.pdf）によると、カシを扱う製材業者は現在国内で10社足らずということが報告されている。同報告書にはカシ材の木取りや乾燥に関する実例や注意点が詳しく述べられているが、特に込み栓等広葉樹接合具に絞ってさらに詳しい実態調査を行う必要があると認められる。

6. 3. 4 実務者の目視選別の内容と方法に関する調査

(1) 背景と目的

木造建築物の構造設計に際して、時刻歴応答計算や限界耐力計算、エネルギー法を適用した場合を除いた全ての場合に、建築基準法施行令（以下、「令」と称する）第3章第3節の仕様書的规定が適用されるが、令第46条第2項を適用してS62建設省告示（以下、「建告」と称する）第1898号に掲げる材料を使用して、S62建告第1899号の構造計算、則ち許容応力度計算を行えば多くの仕様規定が適用除外される。特に壁量規定が除外されると差し鴨居の回転抵抗を考慮に入れた独立柱の耐力計算や垂れ壁や腰壁の類の耐力計算に基づいた構造設計が可能となり、伝統構法には極めて有効と考えられる。ここで、S62建告第1898号では使用材料を集成材や製材のうちJASによる品質が特定されたものに限定されている。

木造建築に関する伝統的技術には、材料を実務者の目で選別、品質管理することが含まれている。実務者が材料を選ぶときに選別する条件、根拠などを明文化し、選別された材料の何が異なるのかを科学技術的に説明することを目的として検討する。実務者による目視選別の内容、効果に何らかの位置づけを与え、品質が担保されていることが証明されることにより、令第46条第2項を適用して耐力壁を設けない建築物の構造安全性が確保される可能性を目途とする。

(2) 調査方法

120×240 mm×4 m の横架材を対象として調査を実施した。全国各地の6ヵ所から、節や目切れなどの欠点が少ない材料と多い材料の両方を含むものとして4体ずつ調達した。これをE-ディフェンスの実験場の床に並べ、実務者に曲げ弾性係数の高低、密度の高低、含水率の高低、産地、価格、用途など及びその理由について調査票(次頁以降参照)を使用してアンケートを行った(写真6.3.4-1, 6.3.4-2)。



写真 6.3.4-1 床に並べられた各地の横架材



写真 6.3.4-2 実務者のアンケート回答状況

一方、調査対象とした材料の密度、含水率、弾性係数等の基礎物性値（表 6.3.4-1）は予め測定しておいた。

大工の目視選別を科学する！

ご氏名 _____ ご所属 _____ 年齢 _____ 才 E-mail _____

ご住所 _____ Tel _____ Fax _____ 実務経験 _____ 年

最も適している－☆，適している（使える）－○，適していない（使えない）－△，最も不適切－×

1～24 の順位を付けて下さっても構いません。

材 料	①スパン をとばす 箇所に使 うもの	①を選んだ理由	②重要な接 合部を構成 する部分に 使うもの	②を選んだ理由	③含水 率が低いもの
イ					
ロ					
ハ					
ニ					
ホ					
ヘ					
ト					
チ					
リ					
ヌ					
ル					
ヲ					
ワ					
カ					
ヨ					
タ					
レ					
ソ					
ツ					
ネ					
ナ					
ラ					
ム					
ウ					

材 料	④横架材 に使用し た時、曲 がりにく いもの	⑤曲げ 強度が 高いも の	④、⑤を選んだ理由	⑥乾 燥 割れが 生じに くいも の	⑦狂い が生じ にくい もの	⑥、⑦を選んだ理由	⑧ 産 地 (熊本、 和歌山、 奈良、愛 知、静岡、 埼玉)
イ							
ロ							
ハ							
ニ							
ホ							
ヘ							
ト							
チ							
リ							
ヌ							
ル							
ヲ							
ワ							
カ							
ヨ							
タ							
レ							
ソ							
ツ							
ネ							
ナ							
ラ							
ム							
ウ							

大工の目視選別を科学する！ 追加質問

ご氏名 _____ ご所属 _____ 年齢 _____ 才 E-mail _____

ご住所 _____ Tel _____ Fax _____ 実務経験 _____ 年

1～24 の順位を付けて下さっても構いません。

材 料	⑨立米単価(円)	⑨の価格を判断した理由	⑩その部材を建物のどこにどのように使うか(自由既述)
イ			
ロ			
ハ			
ニ			
ホ			
ヘ			
ト			
チ			
リ			
ヌ			

ル			
ヲ			
ワ			
カ			
ヨ			
タ			
レ			
ソ			
ツ			
ネ			
ナ			
ラ			
ム			
ウ			

ご協力ありがとうございました。

表 6.3.4.1 アンケート対象とした材料の基礎物性

記号	生産地	番号	曲げ弾性係数 (GPa)						含水率 (%)					平均年輪幅 (mm)			見かけの密度 (kg/m ³)		
			数字が大きいと曲がりにくい						高いと割れが生じる場合が多い					平均年輪幅 (mm)			数字が大きいと めり込みにくい		
			→の右を上にした場合	→の左を上にした場合	平均値	順位	背を考慮した場合	順位	元口	中玉	末口	平均値	順位				見かけの密度	含水率を除いた密度	順位
イ	静岡	3	6.88	6.81	6.84	14	6.81	14	23.4	27.9	23.1	24.8	6	5.7	22	400	20	320	19
ロ	奈良	1	6.52	6.27	6.40	17	6.27	17	46.0	51.5	31.1	42.9	17	2.0	1	517	6	362	6
ハ	静岡	2	7.88	7.96	7.92	6	7.88	7	25.6	26.6	24.0	25.4	7	2.0	2	433	15	346	11
ニ	熊本	2	6.94	7.13	7.04	13	6.94	13	25.1	22.4	19.8	22.4	3	4.9	20	446	13	364	5
ホ	熊本	1	7.62	7.70	7.66	9	7.62	8	23.0	21.4	23.3	22.5	4	3.5	14	433	16	353	9
ヘ	静岡	1	6.23	5.97	6.10	18	5.97	20	24.9	32.4	25.4	27.5	8	3.1	7	456	12	357	8
ト	埼玉	4	7.48	7.60	7.54	11	7.60	10	45.9	57.0	49.3	50.7	19	3.5	13	515	7	341	12
チ	熊本	3	5.91	5.99	5.95	19	5.99	19	12.5	12.8	15.1	13.5	1	4.8	19	371	23	327	15
リ	静岡	4	5.63	6.23	5.93	20	6.23	18	25.6	22.0	21.0	22.9	5	4.7	18	414	17	337	13
ス	熊本	4	5.53	5.43	5.48	23	5.53	23	12.9	13.4	14.3	13.5	2	5.9	24	358	24	315	22
ル	埼玉	2	6.47	6.35	6.41	16	6.35	15	41.6	47.8	44.5	44.6	18	4.4	17	473	9	327	16
ヲ	埼玉	1	8.72	8.35	8.54	3	8.72	2	50.8	55.8	54.3	53.6	20	3.2	8	566	5	368	3
ワ	和歌山	4	8.47	8.83	8.65	2	8.47	4	54.3	77.3	55.9	62.5	21	3.5	12	593	4	365	4
カ	和歌山	2	5.95	5.87	5.91	21	5.95	21	83.9	112.1	90.3	95.4	23	3.3	9	816	1	418	1
ヨ	和歌山	1	7.20	7.54	7.37	12	7.20	12	57.6	75.4	81.4	71.5	22	3.5	11	616	3	359	7
タ	和歌山	3	7.62	7.60	7.61	10	7.60	9	77.6	100.0	113.0	96.9	24	3.0	5	802	2	407	2
レ	埼玉	3	8.63	8.36	8.50	4	8.63	3	39.3	43.5	45.4	42.7	16	3.4	10	457	11	321	18
ソ	奈良	4	7.59	8.04	7.81	8	7.59	11	30.4	33.5	27.1	30.3	11	5.2	21	411	18	315	21
ツ	奈良	3	8.14	8.48	8.31	5	8.14	5	35.8	35.6	30.0	33.8	13	2.9	4	437	14	326	17
ネ	愛知	3	5.58	5.52	5.55	22	5.58	22	29.5	32.4	35.5	32.5	12	4.2	16	388	22	293	24
ナ	愛知	1	5.43	5.32	5.38	24	5.32	24	29.0	29.6	27.8	28.8	10	3.6	15	393	21	305	23
ワ	愛知	4	6.54	6.29	6.42	15	6.29	16	28.8	29.0	26.3	28.0	9	5.7	23	407	19	318	20
ム	愛知	2	7.88	7.93	7.90	7	7.93	6	38.9	41.6	35.9	38.8	15	3.1	6	462	10	333	14
ウ	奈良	2	9.42	9.20	9.31	1	9.42	1	39.5	36.6	32.0	36.0	14	2.6	3	478	8	351	10

(3) 調査結果

☆または◎を2、○を1、△を0、×を-1として評価値とし、各材料イ～ウの評価値の平均値を求めて基礎物性値等と比較した。

まず、スパンをとばすところを使うものとしての評価値と弾性係数を比較して図6.3.4-1に示す。どちらかと言えば、弾性係数が高いほど評価値が高い傾向にあるものの、両者の相関関係は明確ではない。このことから、実務者の目視によって選別された材料は必ずしも曲げ弾性係数が高いわけではないことが分かる。なお、材料の曲げ弾性係数は、実務者によって“背”とする側を上にして曲げ荷重を与えたときの弾性係数と、これと反対側を上にして曲げ荷重を与えたときの弾性係数の両方を求めた。背を上にした場合の弾性係数と両者の平均値を比較した結果、平均値と両者を比べたところ(図6.3.4-2)、両者に大きな差異はなかった。以上から、実務者による“背”、“腹”の選別は、必ずしも弾性係数の大小とは一致せず、スパンをとばす箇所に使用する材料は、弾性係数の大小を目途として選別している訳ではないことが分かる。一方、曲げ弾性係数と④曲がりにくさ、⑤曲げ強さの評価値の関係を図6.3.4-3に示す。曲げ弾性係数とそれらの評価値の間には、限定的ではあるが正の相関が認められた。則ち、曲げ弾性係数が大きいものは、曲がりにくい、曲げ強さが高いとして目視選別において評価されている可能性が示唆された。

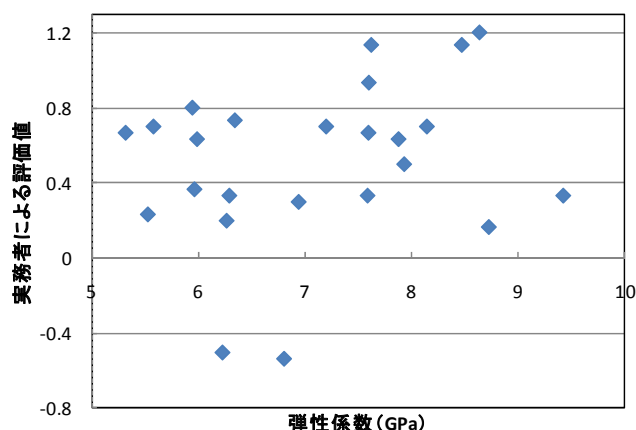


図 6.3.4-1 ①スパンをとばす箇所に使うものと弾性係数の関係

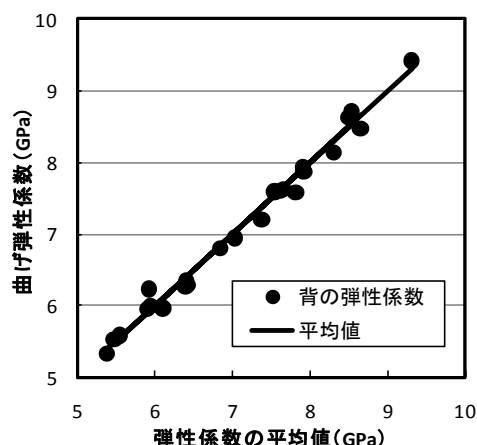


図 6.3.4-2 弾性係数の平均値と背を上にしたときの弾性係数の関係

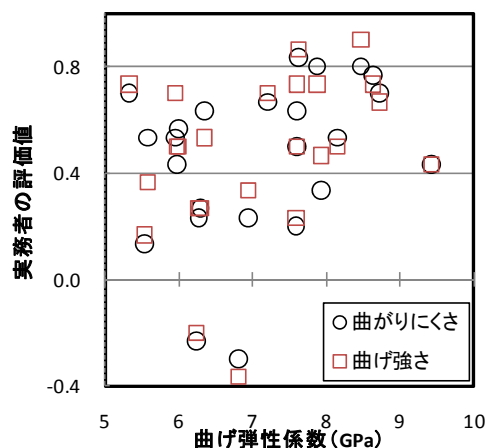


図 6.3.4-3 曲げ弾性係数と④曲がりにくさ、⑤曲げ強さの評価値の関係

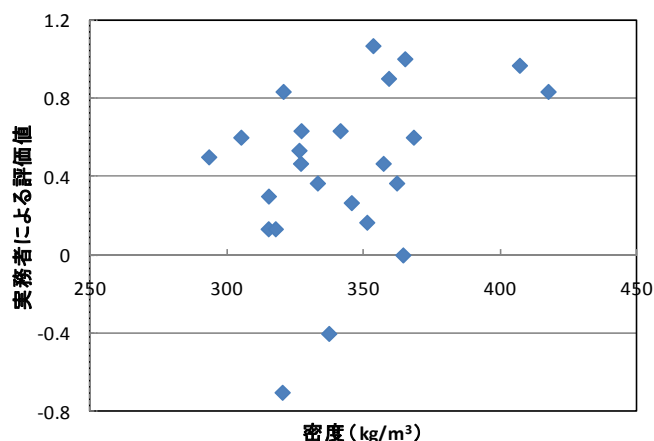


図 6.3.4-4 ②重要な接合部を構成するものと密度(含水率を除去)の関係

次に、重要な接合部を構成するものと密度（含水率を除去）の関係を図 6.3.4-4 に示す。どちらかと言えば、密度が高い方が、重要な接合部を構成するものとして評価されているようにも見えなくもないが、両者の相関性は低く、実務者が重要な接合部を構成する部材として、密度が高い材料を選別しているわけではないことが示唆される。ここで、見かけの密度と高周波式含水率計で測定した含水率 Mc を考慮して除いた密度との関係は次式で表されるが、両者を比較すると図 6.3.4-7 のとおりとなる。なお、含水率は各材料の元口、中央部、末口の 3 箇所について、4 面の含水率を高周波式含水率計で測定し、12 の数値を平均した数値を当該部材の含水率として取り扱っている。

$$(\text{含水率を除いた密度}) = (\text{見かけの密度}) \times (100 - Mc) / 100$$

実務者が評価する含水率の大小と高周波式含水率計による測定値を比較した結果を図 6.3.4-5 に示す。両者の間には強い相関関係があり、アンケート回答時に部材を持ち上げてみるなどして評価したこともあり、実務者は含水率の大小を的確に評価していることが分かる。また、含水率の大小と実務者が⑥乾燥割れや⑦狂いが生じやすいかどうか評価した結果を図 6.3.4-6 に示す。両者の間には明確な相関関係が見られないことから、実務者は含水率の大小から乾燥割れや狂いが生じやすいか否かを判断している可能性は低いと考えられる。

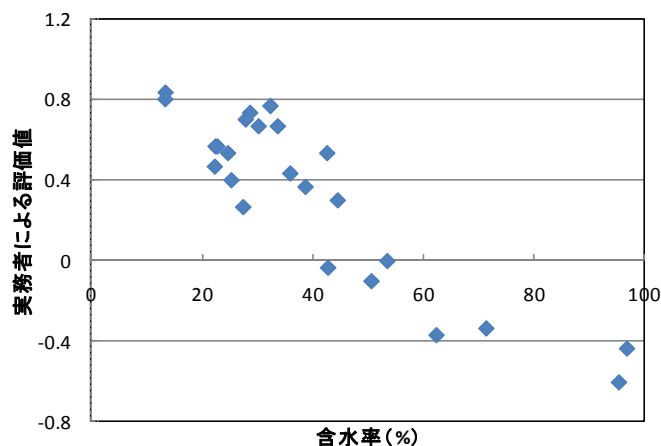


図 6.3.4-5 ③含水率が低いものと含水率の関係

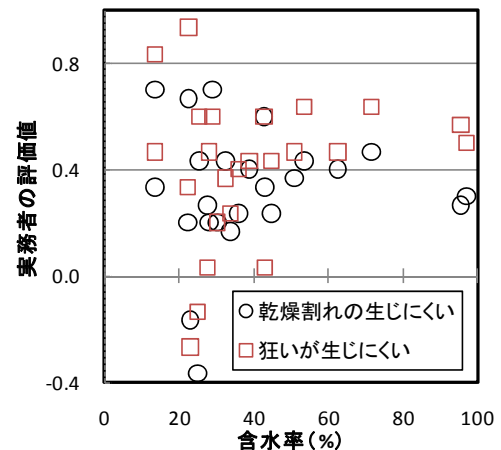


図 6.3.4-6 含水率と⑥乾燥割れ、⑦狂いが生じにくいの評価値との関係

一方、材料の木口面の年輪数を数え、平均年輪幅を求めた。これを密度と曲げ弾性係数と比較してそれぞれ図 6.3.4-7、および図 6.3.4-8 に示した。平均年輪幅と密度（見かけの密度および含水率を除去した密度とも）の間にはある一定の範囲で相関関係があり、年輪幅が広いほど密度が低いことが分かる。これに対して、平均年輪幅と曲げ弾性係数の間には明確な相関関係があるとは言えない。一方、平均年輪幅と①スパンを飛ばす箇所を使用する部材として、②重要な接合部を構成する部材として使用する場合の評価を比較して図 6.3.4-9 に示す。両者の間には明確な相関関係があり、年輪幅が狭いほど実務者がスパンととばすところに使用する材料、および重要な接合部を構成する部材として使用する材料としての評価が高い。さらに、平均年輪幅と④曲がりにくさ、および⑤曲げ強さの評価値を比較して図 6.3.4-10 に示す。両者の間にも相関関係があり、平均年輪幅が狭いほど評価が高い。よって、年輪幅が狭いほど実務者は曲がりにくく、かつ曲げ強さも強いと評価していることが分かる。

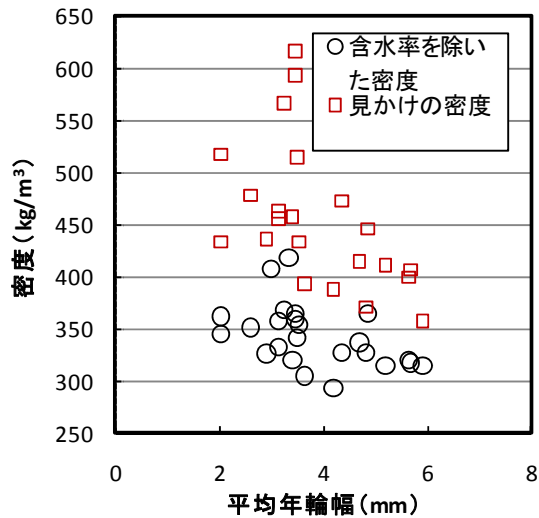


図 6.3.4-7 平均年輪幅と密度の関係

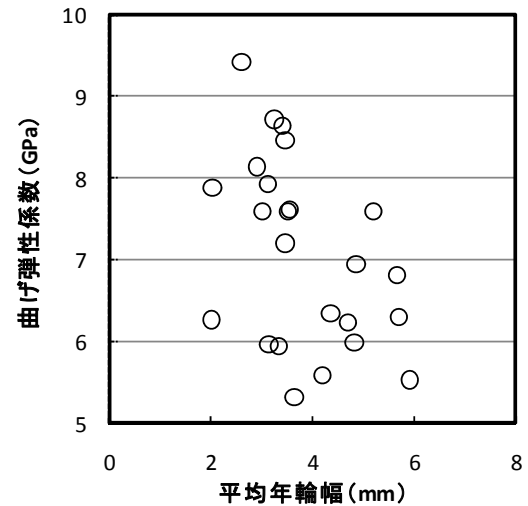


図 6.3.4-8 平均年輪幅と曲げ弾性係数の関係

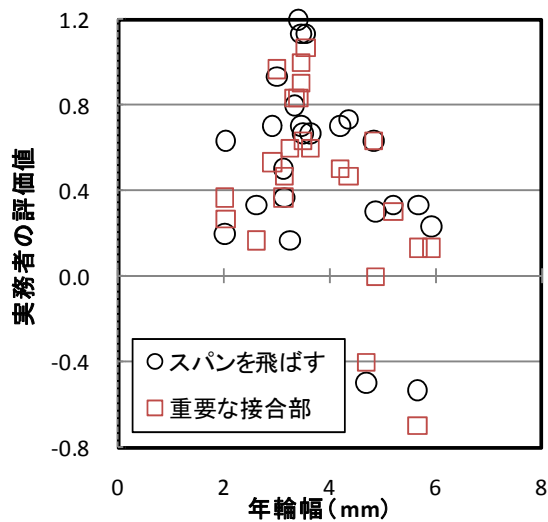


図 6.3.4-9 平均年輪幅と①スパンを飛ばす、
②重要な接合部に使用するか否かの
評価の関係

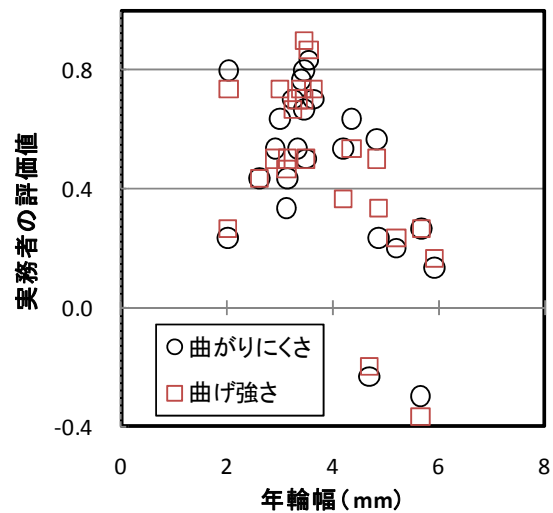


図 6.3.4-10 平均年輪幅と④曲がりにくさ、
⑤曲げ強さの評価値の関係

(4) まとめ

実務者の目視選別の方法と内容をアンケートによって調べた結果、重要な部分に使用する材料は、密度、弾性係数の大小で選ぶのではなく、年輪幅の大小で選別している可能性が示唆された。