平成14年度　農林水産省補助事業
長期耐用住宅木材利用技術高度化事業

長期耐用住宅木材利用技術高度化事業
報　告　書

（高知地域編）

平成15年3月

財団法人　日本住宅・木材技術センター

まえがき

国産材の需要拡大は、地域林業、林産業の活性化にはもちろんのこと、国内の森林資源の適正な維持管理を通しての国産材の循環利用や国土保全上からも極めて重要である。国産材を含むわが国の木材需要は、その6割が住宅等の建築分野であり、地域の木造住宅の建築資材としての利用促進をさらに図るような技術開発を進めていく必要がある。

地域の木造住宅は、元来、地域の気候・風土や生活様式等を考慮した間取り、構法及びそこでの使用木材の選択やその使い方等にそれぞれ特徴があり、一般住宅でも伝統的工法とは違った意味で地域性を持つものである。しかし、現代の木造住宅は、社会経済の近代化の深化から住まい方や構法、使用木材等においても全国的に平準化し、住宅それ自体の地域性が希薄化しているのが実態である。住宅の品質・性能は、構造的な安定性や耐久性、健康安全性、省エネ効果等が大きく問われるが、一方では今世紀に目指そうとする循環型社会の構築に対応した住宅生産のあり方として、地域の建築・木材利用技術の高度化による地域資源の有効活用や長期間の炭素固定などから、地域性を踏まえた長く住まう家づくりが必要となっている。

本事業は平成13年度から開始し、地域特性を取り入れながらも、現代の建築技術や木材の高度な耐久性技術を駆使しながら、長期に居住可能となる地域材多用型の住宅構法プランを提案し、その有効性を実験的に検証した後、主に地域の関連業界を対象にして技術普及を図っていくことにしている。また本事業では、長期耐用における木造住宅の地域特性を気候因子で代表させ、①寒冷・乾燥地域として長野県、②多雪・湿潤地域として富山県、③高温・多雨の台風常襲地域として高知県、④高温・多湿の蟻害多発地域として宮崎県を設定し、この4地域を対象にして検討することにした。

なお、本事業は、当センター内に事業委員会を設置して全体計画及び年次計画並びに実施内容と進め方について審議し、具体的な調査及び実験等は4地域に設置した地域委員会で協議して、県立の木材関係研究機関で実施してきた。

本報告書は、上記4地域のうち、高知県（高温・多雨の台風常襲地域）に関するものである。

本事業を推進するに当たり、多忙な中、精力的に討議・執筆いただいた各委員及び調査にご協力を賜った各県の木材関係研究機関の研究員ならびに住宅・木材関係会社・団体の関係者に対し、厚くお礼申し上げます。

平成15年3月

財団法人　日本住宅・木材技術センター
理事長　　岡　　勝　男

目　　次

第１章　スギおよびヒノキのめり込み（横圧縮）強度性能 ・・・・・・・・・・・ 1

1　試験の目的 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1

2　試験方法 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1

3　結果と考察 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 4

4　まとめ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 15

第２章　ほぞの仕様が土台－柱の柱脚仕口における

め り込み強度性能に及ぼす影響 ・・・・・ 16

1　試験の目的 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 16

2　試験方法 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 16

3　結果と考察 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 17

4　まとめ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 18

第３章　込み栓を用いた土台－柱における柱脚仕口の接合性能 ・・・・・・・・・ 20

1　試験の目的 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 20

2　試験方法 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 20

3　結果と考察 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 23

4　まとめ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 32

第４章　ほぞの仕様が金物接合による土台－柱の

柱脚仕口引き抜き耐力に及ぼす影響 ・・・・・ 33

1　試験の目的 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 33

2　試験方法 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 33

3　結果と考察 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 34

4　まとめ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 37

第５章　地域型長期耐用住宅の設計仕様に関する予備的提案 ・・・・・・・・・・ 38

1　高知県における長期耐用住宅への取り組み ・・・・・・・・・・・・・・・・ 38

2　高知型長寿命木造住宅への提案 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 39

3　まとめ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 42

第１章　スギおよびヒノキのめり込み（横圧縮）強度性能

１　試験の目的

土台材は、住宅の構造安定性に関して主要な構造部材の一つであり、土台のめり込み性能は住宅の長期耐用化にとっても重要な要素である。しかしながら、土台に作用するめり込み性能についての実大材レベルでのデータは未整備である。そこで、地域材の利用促進を図ることを目的として、(財)日本住宅・木材技術センターが平成 12 年に策定した「構造用木材の強度試験方法」により、高知県産スギおよびヒノキのめり込み（部分横圧縮および局部横圧縮）の強度試験を行った。

さらに、座金のめり込みのような局部横圧縮のめり込み特性値は、部分圧縮試験から求めた特性値とは異なることが考えられる。このため、座金のめり込みを想定した局部横圧縮試験を行った。

２　試験方法

2.1　部分横圧縮

2.1.1　試験用試料

試験用材は、断面寸法 120×120mm に 4 材面がプレナー掛けされた材長 3m のスギおよびヒノキの正角材を用いた。これらの試験用材を打撃振動法により動的ヤング係数 Efr の測定を行った後、中間部および材端部めり込み試験体を、1 本の 3m 試験用材から材長 72cm（梁せいの 6 倍）の試験用試料を各々1 体ずつ採取した。試験用試料のサンプル数は、スギ 46 体、ヒノキ 40 体であった。

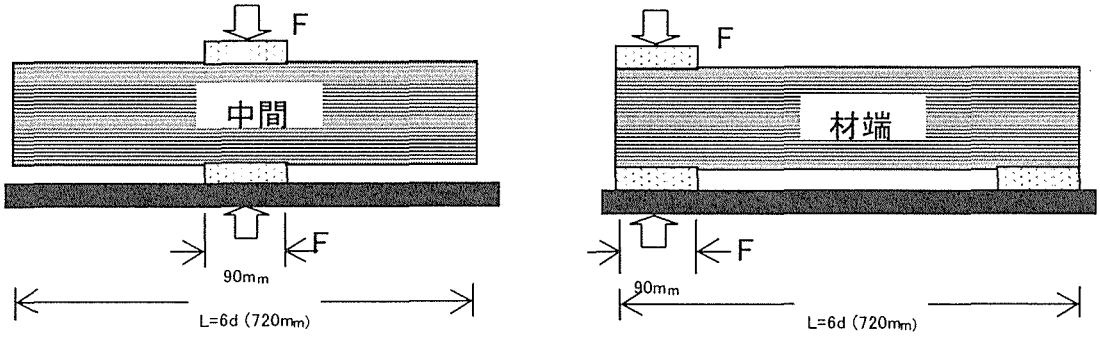


図1-1　めり込み(部分横圧縮)試験方法

2.1.2　試験方法

荷重の負荷は、油圧式材料強度試験機を用い、図 1-1 に示すように厚さ 35mm の加圧用鉄板を介して試験体の中間部および材端部に荷重を負荷して加圧板間の変位量（めり込み

変位量）を測定し、荷重と変位量の関係を記録した。加圧板間の変位量はクロスヘッド移動量とし、クロスヘッド移動速度は 4mm/min とした。試験機の荷重ヘッドは、加圧用鉄板に傾きが生じないように固定し、さらに加圧用鉄板もヘッドに固定した。本試験では心持ち正角材を用いたため、材のせいと幅が等しくなる。このため、年輪に対する加圧方向は無作為とした。また、試験体には表面割れが生じていた。このため、材面に生じた割れと加圧方向の関係は、割れのめり込み性能におよぼす影響を考慮し、割れが生じた材面が加圧板に接するようにして加圧した。めり込み特性値は、図 1-2 に示したような荷重-めり込み変位量曲線を求め、これらの曲線から以下に示す式により、比例限度めり込み強さ（F_{cL}）、めり込み降伏強さ（$F_{c,90,y}$）、めり込み強さ（$F_{c,90}$）およびめり込み剛性（$K_{c,90}$）の 4 種類の特性値を算出した。なお、本試験では、めり込み強さ（$F_{c,90}$）は、めり込み変位量 20mm 時の荷重を用いて算出した。

F_{cL} (N/mm^2) $=FL/(bl)$

$F_{c,90,y}$ (N/mm^2) $=Fy/(bl)$

$F_{c,90}$ (N/mm^2) $=F_{20mm}/(bl)$

$K_{c,90}$ (N/mm^3) $=(\Delta F/\Delta W)/(bl)$

ここで、FL：比例限度荷重

Fy：荷重-変形曲線と、これの直線部分を延長し、さらに変形の増加方向に 2mm ずらした直線との交点における荷重

F_{20mm}：材せいに 20mm の変形が生じたときの荷重

b：試験体の幅

l：加圧板の長さ(=90mm)

$\Delta F/\Delta W$：荷重-変形曲線の直線部分の荷重と変形の比

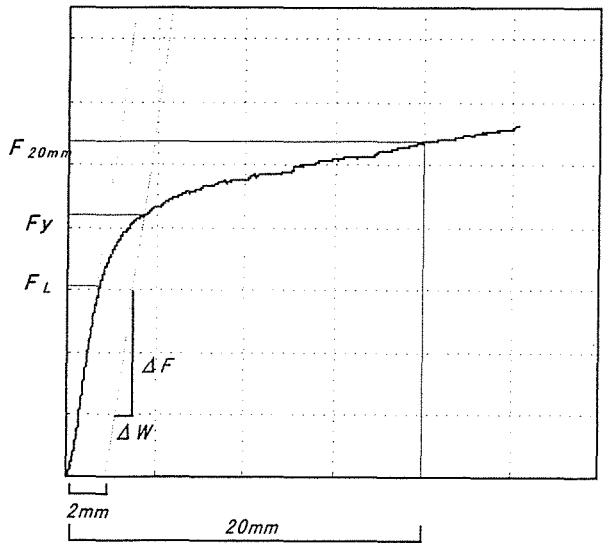


図 1-2 めり込み（部分横圧縮）特性値の決定方法

2.2 局部横圧縮

2.2.1 試験用試料

局部横圧縮の試験用試料は、スギおよびヒノキの部分横圧縮（材端部）試験を行った試験体の健全部から、材長 45cm の試験用試料を採取して試験に供した。

2.2.2 試験方法

本試験は、Z マーク金物に対応した座金のめり込みを想定した。このため、加圧板寸法は、40×40×35mm、54×54×35mm、80×80×35mm の 3 種類の加圧板を用いた。これらの加圧板を図 1-3 に示すように、加圧用鉄板を介して試験体の中央部に荷重を負荷して加圧板の木材中へのめり込み変位量をクロスヘッド移動量から測定し、荷重と変位量の関係を記録した。クロスヘッド移動速度は、4mm/min とした。サンプル数は、各々の加圧板寸法で 12 体、合計 72 体であった。

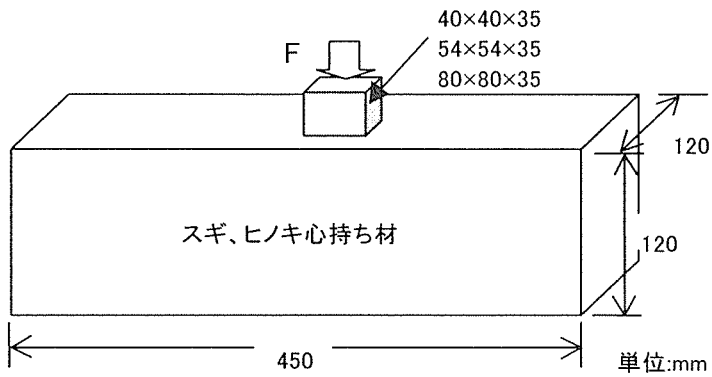


図 1-3 めり込み(局部横圧縮)試験方法

局部横圧縮におけるめり込み特性値は、図 1-4 に示したような荷重-めり込み変位量曲線を求め、これらの曲線から以下に示す式により、比例限度めり込み強さ（F_{cL}）、めり込み降伏強さ（$F_{c,90,y}$）、めり込み強さ（$F_{c,90}$）およびめり込み剛性（$K_{c,90}$）の 4 種類の特性値を算出した。

F_{cL} (N/mm^2) ＝FL/(S)

$F_{c,90,y}$ (N/mm^2) ＝Fy/(S)

$F_{c,90}$ (N/mm^2) ＝F_{12mm}/(S)

$K_{c,90}$ (N/mm^3) ＝(ΔF/ΔW)/(S)

ここで、FL：比例限度荷重

Fy：荷重-変形曲線と、これの直線部分を延長し、さらに変形の増加方向に 1mm ずらした直線との交点における荷重

F_{12mm}：試験体材せいの 10%の変形(=12mm)が生じたときの荷重

S：加圧板の面積

ΔF/ΔW：荷重-変形曲線の直線部分の荷重と変形の比

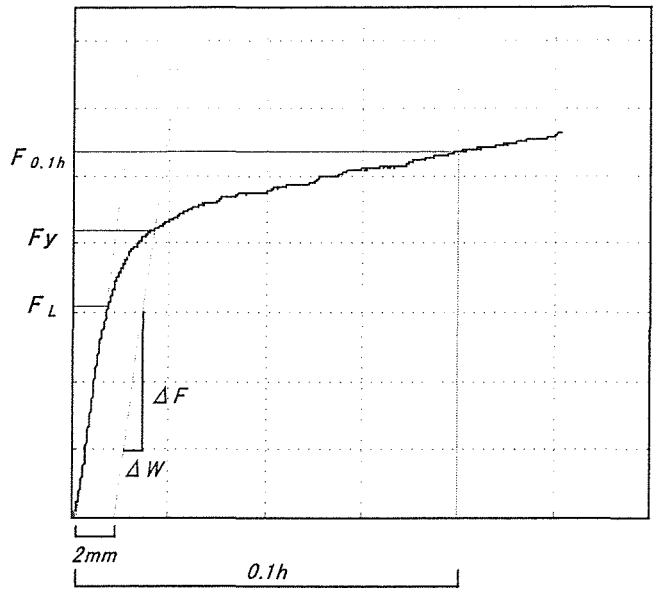


図 1-4 めり込み(局部横圧縮)特性値の決定方法

3 結果と考察

3.1 部分横圧縮

3.1.1 基準強度

めり込み強度試験結果を表 1-1 に示し、図 1-5～図 1-8 にはめり込み特性値の度数分布図を示す。なお、表 1-1 に示した含水率 15%時における推定密度 R_{test15} および標準密度 $R_{15}(R_{12})$は、次式により求めた。

$$R_{test15}=115/(100+U_{test}) \times R_{test}$$

$$R_{12}\ (R_{15}) = R_U + \{k(U_{12,15}-U_{test})/100\}$$

ここで、U_{test}：試験用試料の含水率

k：定数(0.2)

R_U：含水率 U_{test}時の密度

$U_{12,15}$：含水率 12%および含水率 15%

中間加力におけるめり込み強さ $F_{c,90}$は、平均値ではスギ 7.23N/mm²、ヒノキ 13.07N/mm²を示し、信頼水準 75%における 5%下限値ではスギ 4.99N/mm²、ヒノキ 10.07N/mm²であった。国土交通省告示に規定されている製材のめり込み強さの基準強度と本試験から得られためり込み強さ（平均値）を比較すると、スギでは基準強度(6.0N/mm²)を 17%上回り、同様にヒノキも基準強度(7.8N/mm²)を 40％上回る結果となった。一方、下限値との比較では、スギは 17%下回り、ヒノキでは 29%上回った。また、めり込み強さ（$F_{c,90}$）およびめり込み剛性（$K_{c,90}$）の変動係数は、スギでは各々0.17、0.14、一方ヒノキでは 0.13、0.12 を示し樹種間での変動係数に違いが見られた。分布関数に対するめり込み特性値の適合度は、

スギでは中間および材端ともに対数正規分布(LN)に、ヒノキでは正規分布(N)に最も適合した。

表1-1 めり込み(部分横圧縮)強度試験結果

加力状態	樹種		ARW (mm)	Utest (%)	Rtest (kg/m^3)	Rtest15 (kg/m^3)	R15 (kg/m^3)	R12 (kg/m^3)	Efr (kN/mm^2)	$F_{c,L}$ (N/mm^2)	$F_{c,90,y}$ (N/mm^2)	$F_{c,90}$ (N/mm^2)	$K_{c,90}$ (N/mm^3)	$E_{\perp}$ (kN/mm^2)
中間	スギ	Mean	6.35	14.86	400.37	400.80	381.36	375.36	7.37	3.04	4.47	7.23	3.08	0.37
		Min	3.66	13.21	340.79	344.68	321.08	315.08	4.17	2.28	3.46	5.43	2.42	0.29
		Max	10.22	17.08	500.05	506.52	468.46	462.46	11.80	4.54	6.32	11.35	4.09	0.49
		SD	1.63	1.14	37.52	36.68	37.92	37.92	1.68	0.53	0.68	1.23	0.42	0.05
		CV(%)	25.61	7.67	9.37	9.15	9.94	10.10	22.76	17.53	15.17	17.04	13.80	13.81
	ヒノキ	Mean	4.28	14.42	506.74	509.25	500.62	494.62	11.09	6.01	8.64	13.07	5.12	0.61
		Min	2.70	13.09	459.05	459.64	450.35	444.35	7.58	4.17	6.15	10.04	3.69	0.44
		Max	7.26	15.88	598.25	599.75	631.24	625.24	14.68	8.31	11.56	16.91	6.29	0.75
		SD	0.99	0.61	29.67	28.74	35.04	35.04	1.41	0.99	1.28	1.64	0.61	0.07
		CV(%)	23.11	4.25	5.86	5.64	7.00	7.08	12.75	16.50	14.85	12.51	11.86	11.87
材端	スギ	Mean	6.29	14.80	399.55	400.15	385.98	379.98	7.37	2.47	3.97	5.71	2.14	0.26
		Min	3.64	13.15	335.75	340.89	316.81	310.81	4.17	1.82	3.12	4.56	1.52	0.18
		Max	9.73	17.19	507.87	502.33	493.58	487.58	11.80	3.51	5.27	8.51	3.27	0.39
		SD	1.61	1.22	39.80	38.63	42.45	42.45	1.68	0.40	0.57	0.84	0.37	0.04
		CV(%)	25.61	8.24	9.96	9.65	11.00	11.17	22.76	16.33	14.32	14.72	17.18	17.19
	ヒノキ	Mean	4.27	14.36	503.83	506.59	496.65	490.65	11.09	4.70	7.60	10.39	3.83	0.46
		Min	2.82	12.93	458.36	461.16	436.81	430.81	7.58	3.31	5.37	7.77	2.74	0.33
		Max	5.95	15.77	596.23	598.13	574.05	568.05	14.68	5.78	9.80	12.95	4.73	0.57
		SD	0.82	0.64	28.58	27.54	31.50	31.50	1.41	0.68	1.04	1.20	0.50	0.06
		CV(%)	19.24	4.47	5.67	5.44	6.34	6.42	12.75	14.48	13.72	11.59	13.19	13.17

Mean:平均値　Min:最小値　Max:最大値　SD:標準偏差　CV:変動係数
ARW:平均年輪幅
Utest:試験時の試験用試料(Test specimen)の含水率
Rtest:試験時の試験用試料(Test specimen)の密度
Rtest15:試験時の試験用試料(Test specimen)を体積収縮・膨潤を無視した含水率15%換算時の密度
R15:Utestの測定試片の密度から含水率15%の密度に換算した時の密度
R12:Utestの測定試片の密度から含水率12%の密度に換算した時の密度
Efr:試験用材(Piece of timber)の動的ヤング係数
$F_{c,L}$:比例限度めり込み強さ
$F_{c,90,y}$:めり込み降伏強さ
$F_{c,90}$:めり込み強さ
$K_{c,90}$:めり込み剛性
$E_{\perp}$:部分横圧縮ヤング係数

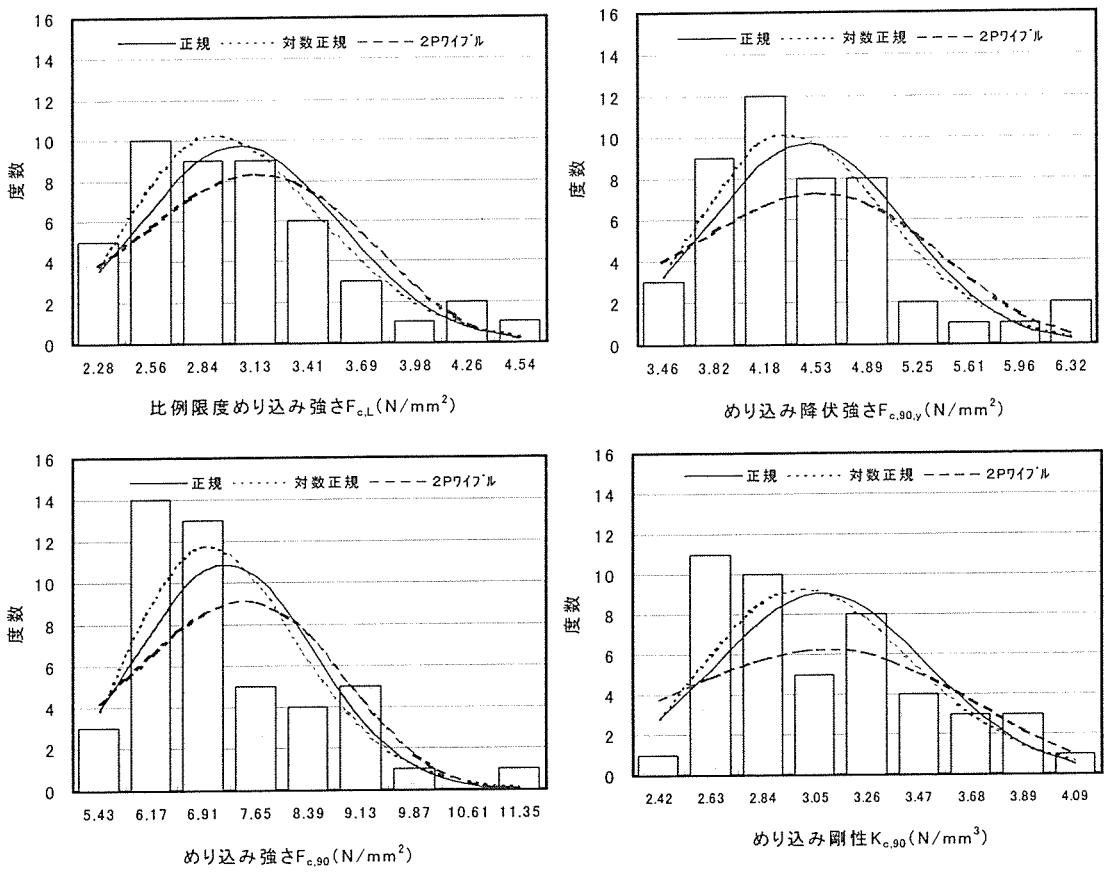


図 1-5 めり込み特性値の度数分布および確率密度関数(スギ、中間)

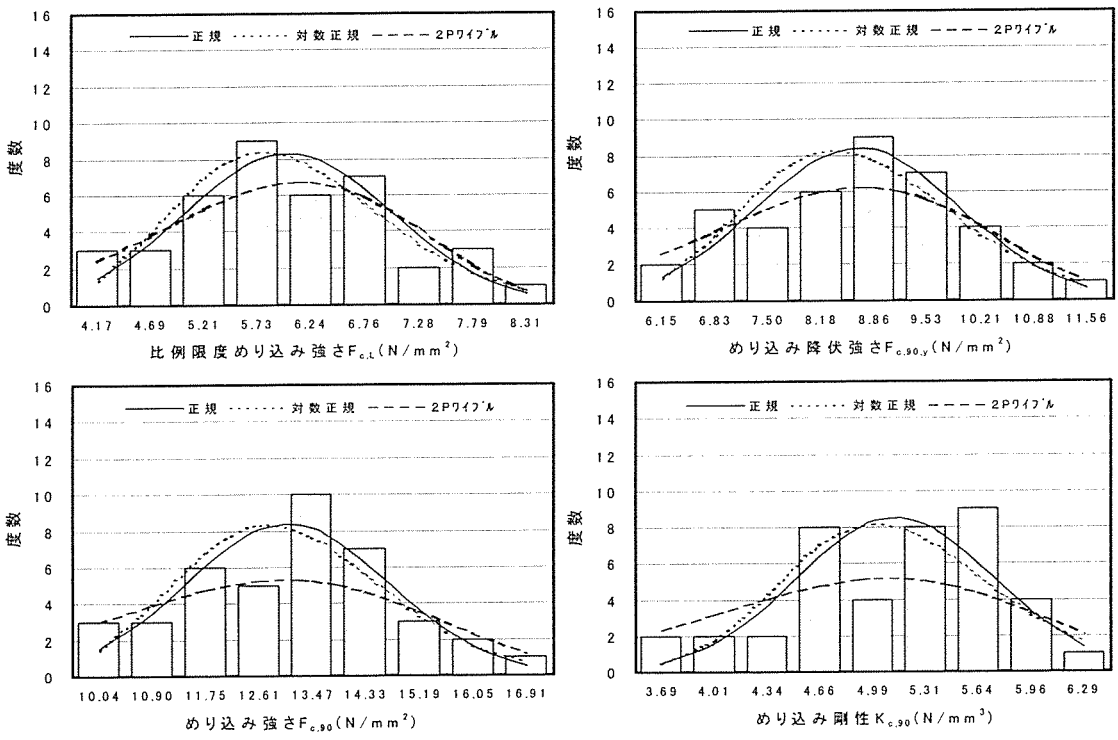


図 1-6 めり込み特性値の度数分布および確率密度関数(ヒノキ、中間)

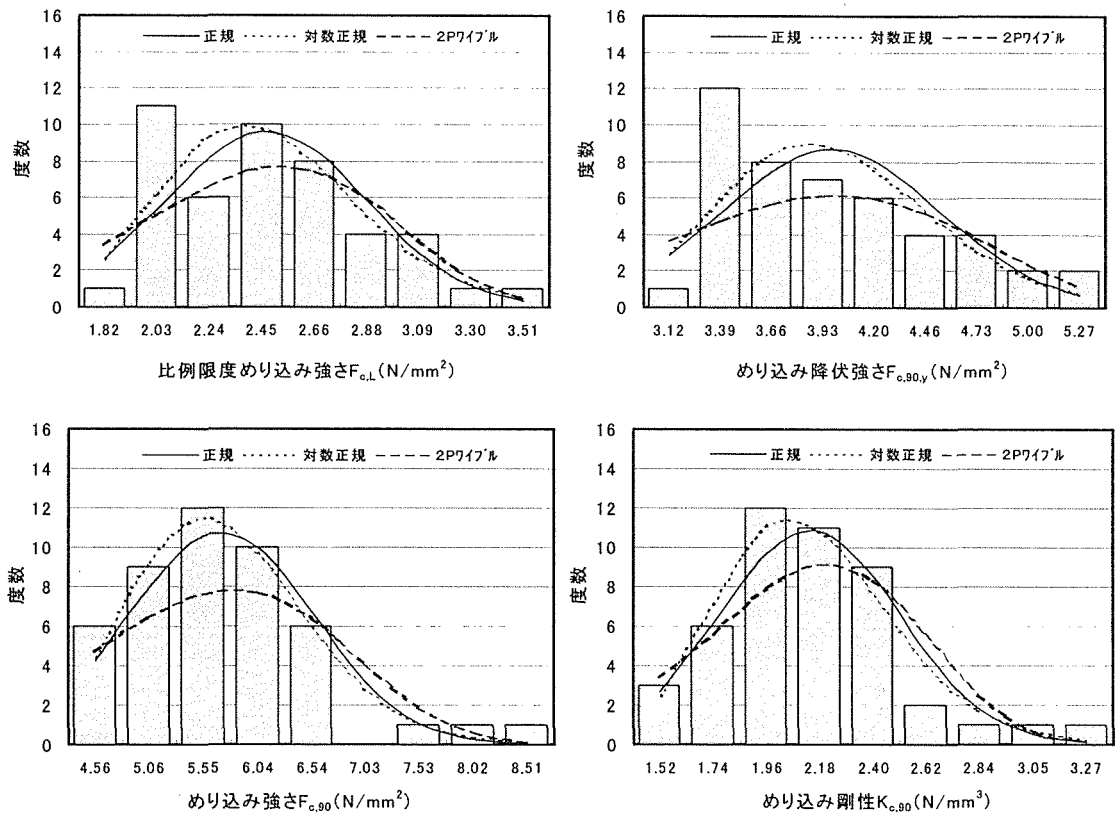


図 1-7 めり込み特性値の度数分布および確率密度関数(スギ、材端)

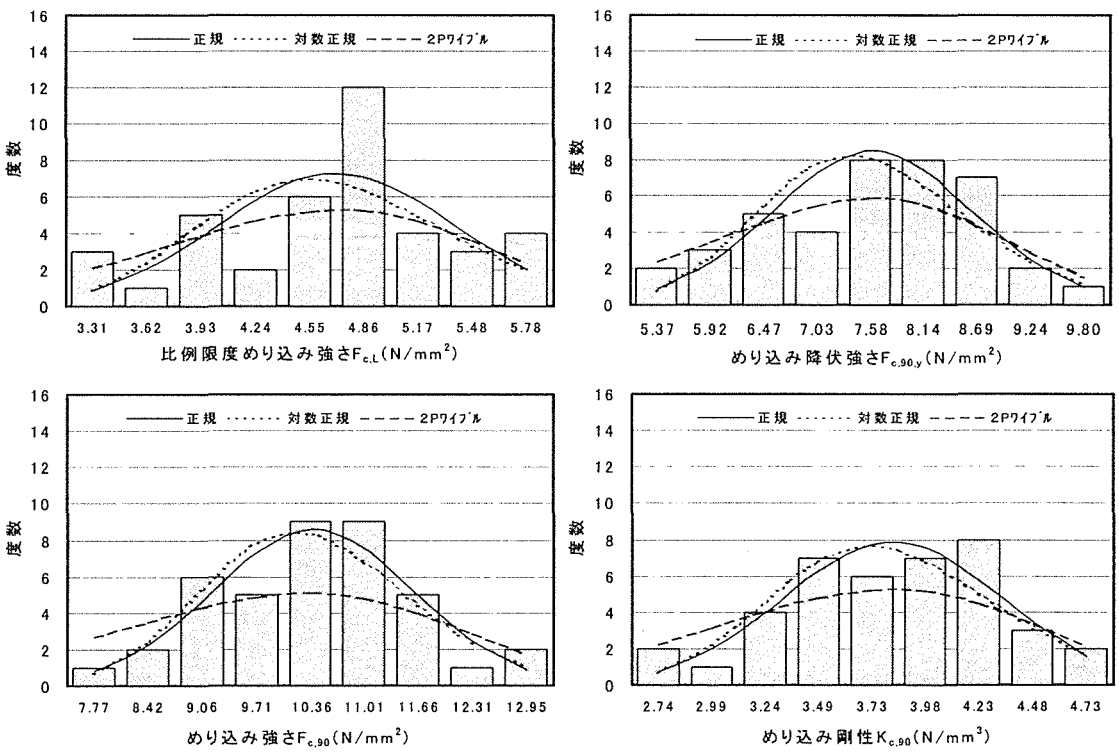


図 1-8 めり込み特性値の度数分布および確率密度関数(ヒノキ、材端)

3.1.2 特性値間の関係

中間および材端加力におけるめり込み特性値間の比を図 1-9 に示す。中間加力では、めり込み強さに対するめり込み降伏強さの比($F_{c,90,y}$ / $F_{c,90}$)は、スギ、ヒノキ各々の平均値間で 0.62、0.66 を示した。一方、材端加力では各々0.70、0.73 となり、中間加力よりもその比率は高くなった。これは、めり込み降伏後の荷重増加の割合が、中間加力よりも材端加力の方が低いことを示し、余長のめり込み強さに及ぼす影響が大きいことを示唆する。

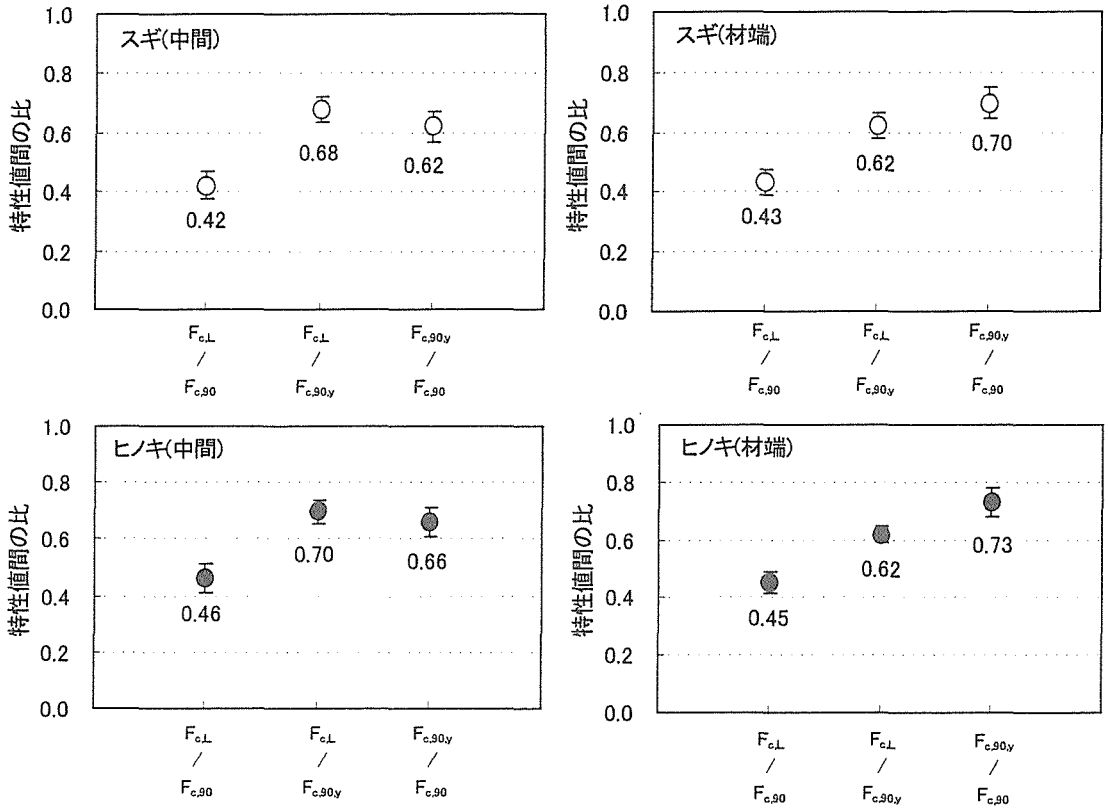


図1-9 中間および材端加力におけるめり込み特性値間の関係

○●:平均値　横及び縦線は標準偏差を示す
$F_{c,L}$:比例限度めり込み強さ　$F_{c,90}$:めり込み強さ　$F_{c,90,y}$:めり込み降伏強さ

3.1.3 加力状態とめり込み特性値の関係

めり込み特性値の中間加力に対する材端加力の比を図 1-10 に示す。この結果、めり込み強さの中間に対する材端（材端/中間）の比は、スギ、ヒノキともに 0.80 を示し、木質構造設計規準で示されている材中間部に対する材端の調整係数 0.80 と一致した。

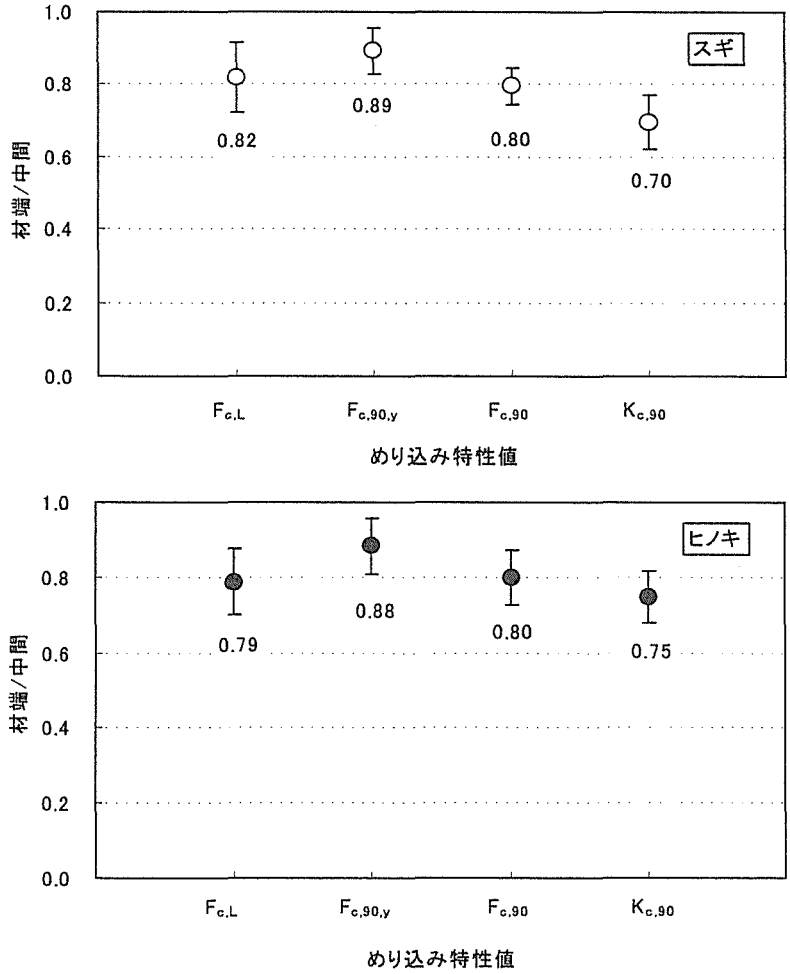


図1-10 めり込み特性値の中間加力に対する材端加力の比

○●:平均値　横及び縦線は標準偏差を示す
$F_{c,L}$:比例限度めり込み強さ　$F_{c,90,y}$:めり込み降伏強さ
$F_{c,90}$:めり込み強さ　$K_{c,90}$:めり込み剛性

3.1.4 材質指標とめり込み特性値との関係

中間および材端加力における密度 R_{test15} とめり込み特性値との関係を図 1-11～図 1-12 に示し、動的ヤング係数 Efr との関係を図 1-13～図 1-14 に示した。また、表 1-1 には、樹種毎の関係を示した。

材質指標とめり込み特性値の関係は、中間および材端加力ともに密度 R_{test15} が動的ヤング係数 Efr よりも強い相関関係が認められた。この結果から、めり込み特性値を非破壊的に評価するのに適した材質指標としては、ヤング係数よりも密度の方が有効であることが明らかになった。しかしながら、動的ヤング係数 Efr とめり込み強さ（$F_{c,90}$）の関係は、中間、材端加力ともに決定係数が 0.55 を示していることから概略的に動的ヤング係数 Efr からめり込み強さを評価することは可能と思われる。

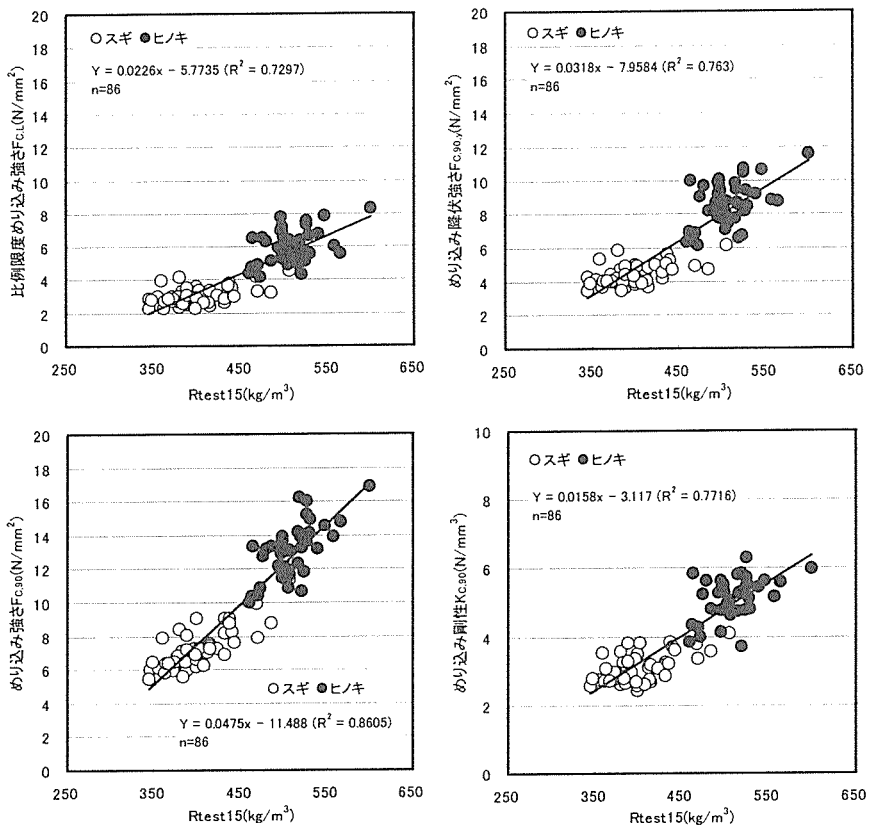


図1−11　中間加力における密度Rtest15とめり込み特性値との関係

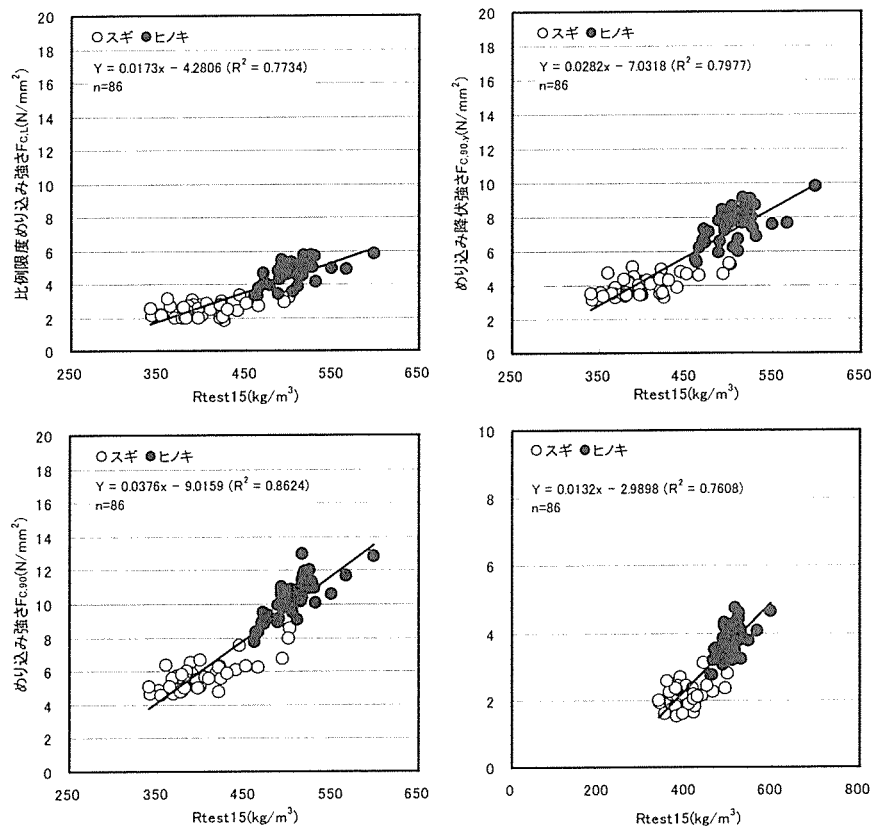


図1−12　材端加力における密度Rtest15とめり込み特性値との関係

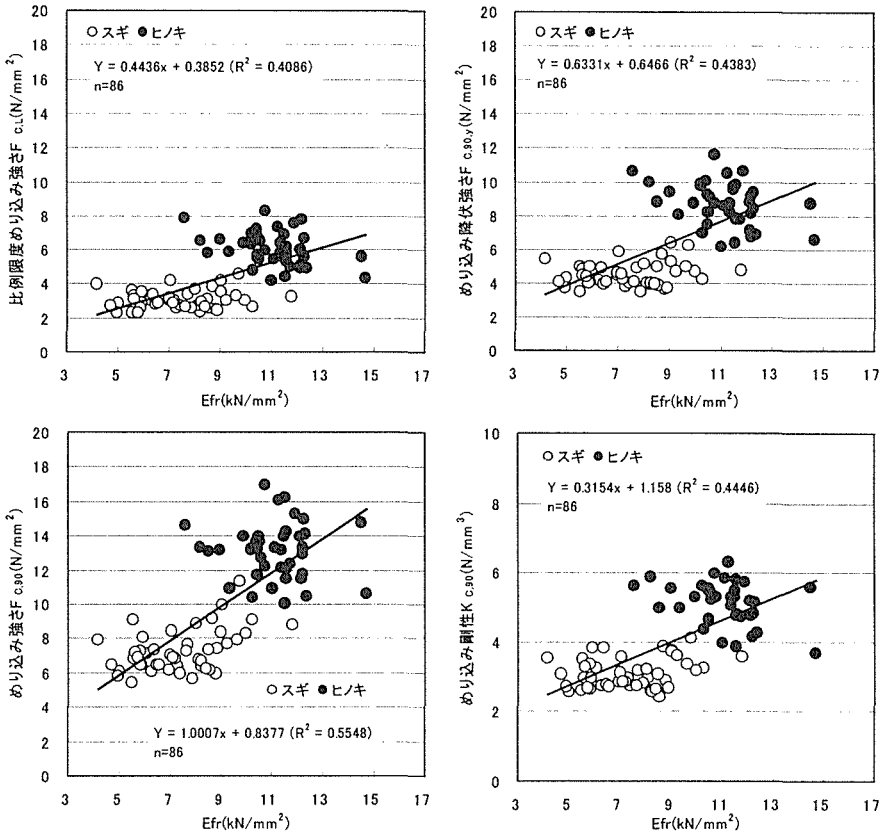


図 1-13　中間加力における動的ヤング係数 Efr とめり込み特性値との関係

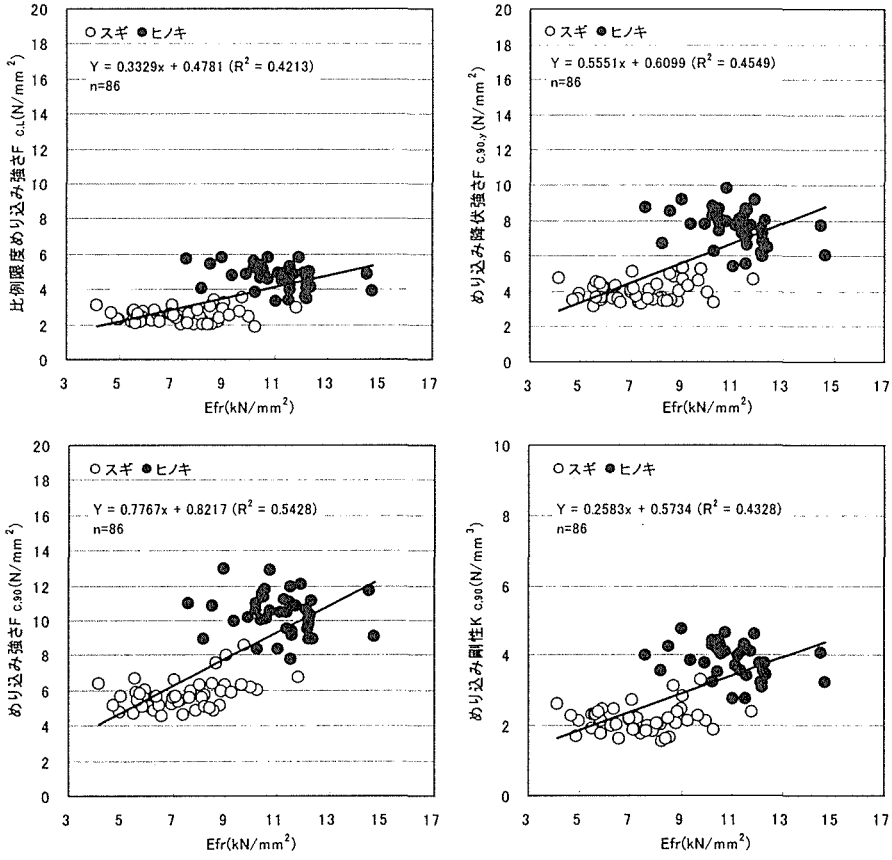


図 1-14　材端加力における動的ヤング係数 Efr とめり込み特性値との関係

3.1.5 めり込み剛性と動的ヤング係数との関係

めり込み剛性（$K_{c,90}$）とめり込み特性値との関係について、図 1-15 に示した。また、表 1-1 にはめり込み剛性（$K_{c,90}$）から求めた部分横圧縮ヤング係数（$E_{\perp}$）を示した。めり込み剛性（$K_{c,90}$）および部分横圧縮ヤング係数（$E_{\perp}$）とめり込み特性値の関係は、いずれの加力方法でも決定係数が 0.90～0.95 を示し非常に強い相関関係が認められた。よって、めり込み試験時における初期のめり込み剛性からめり込み降伏強さやめり込み強さを評価できることが明らかになった。

表 1-1 からスギの中間および材端加力における部分横圧縮ヤング係数（$E_{\perp}$）に対する動的ヤング係数 Efr の比（Efr/ $E_{\perp}$）は、各々20、30 を示し、ヒノキでは各々18、25 を示した。この結果、材端加力が中間加力よりも Efr/ $E_{\perp}$の比は大きくなり、樹種により差異があることが明らかになった。

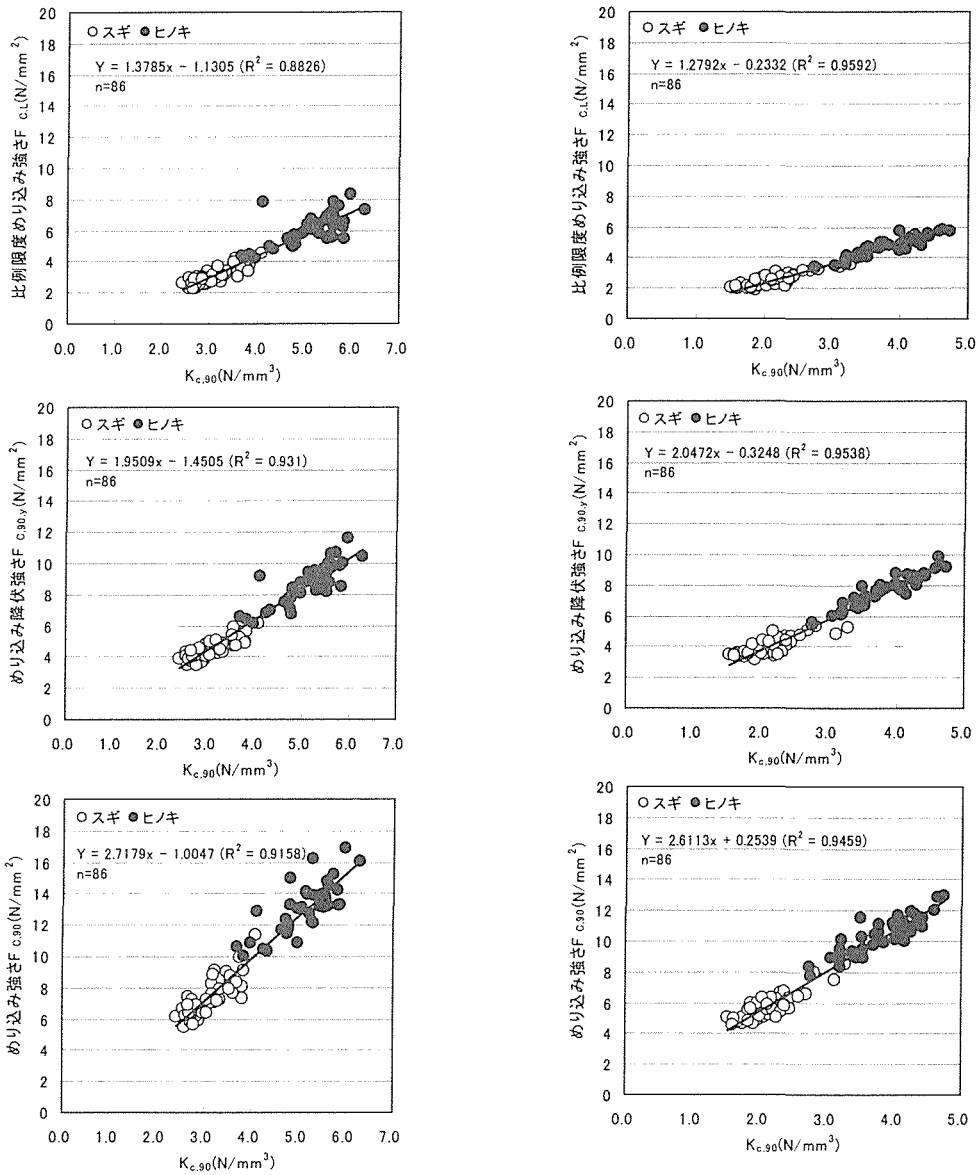


図1-15 めり込み剛性Kc,90とめり込み特性値との関係（左：中間、右：材端）

3.2 局部横圧縮

表 1-2（スギ）および表 1-3（ヒノキ）に試験結果を示し、図 1-16 および図 1-17 には加圧板寸法とめり込み特性値の関係を示す。図から比例限度めり込み強さ（F_{cL}）およびめり込み降伏強さ（$F_{c,90,y}$）は、加圧板寸法の違いは見られなかった。しかし、めり込み強さ（$F_{c,90}$）およびめり込み剛性（$K_{c,90}$）は、加圧板面積の増加に伴い減少する傾向を示した。これらのことから加圧板面積の違いがめり込み強さ（$F_{c,90}$）およびめり込み剛性（$K_{c,90}$）に及ぼす影響が大きいことが明らかになった。

表 1-2 めり込み（局部横圧縮）強度試験結果（スギ）

加圧板寸法		ARW (mm)	Utest (%)	Rtest (kg/m³)	Rtest15 (kg/m³)	$F_{c,L}$ (N/mm²)	$F_{c,y1mm}$ (N/mm²)	$F_{c,y2mm}$ (N/mm²)	$F_{c,90}$ (N/mm²)	K_c (N/mm³)	$E_{\perp}$ (kN/mm²)
40×40 (mm)	Mean	6.58	15.09	389.2	388.8	4.76	6.08	7.07	12.80	11.06	1.31
	Min	4.70	13.56	356.8	357.1	3.63	4.74	5.55	10.01	8.98	1.07
	Max	10.00	16.93	432.0	428.7	6.10	7.76	8.53	15.01	13.22	1.57
	SD	1.36	1.18	22.2	21.4	0.81	0.81	0.87	1.58	1.17	0.14
	CV(%)	20.69	7.82	5.7	5.5	16.94	13.32	12.24	12.38	10.59	10.56
	5%LTL					3.11	4.42	5.30	9.56	8.66	1.03
54×54 (mm)	Mean	6.63	14.85	392.8	393.3	4.63	5.88	6.86	11.36	8.10	0.96
	Min	4.15	13.31	347.8	351.1	2.49	3.54	4.18	6.08	6.52	0.77
	Max	10.58	16.74	440.3	446.7	6.77	8.51	9.59	18.29	10.13	1.20
	SD	1.79	1.22	27.1	26.9	1.34	1.47	1.69	3.48	1.34	0.16
	CV(%)	27.01	8.21	6.9	6.8	28.95	25.10	24.65	30.66	16.59	16.58
	5%LTL					1.88	2.86	3.40	4.23	5.35	0.64
80×80 (mm)	Mean	7.07	15.12	399.1	398.6	4.83	6.05	6.68	9.75	5.90	0.70
	Min	3.71	13.63	337.6	340.1	3.28	4.26	4.64	6.73	4.65	0.55
	Max	9.91	16.76	438.3	443.4	6.54	8.51	9.48	12.29	7.17	0.85
	SD	1.87	1.21	30.5	29.2	0.94	1.19	1.30	1.79	0.68	0.08
	CV(%)	26.50	8.03	7.6	7.3	19.41	19.59	19.48	18.30	11.49	11.51
	5%LTL					2.91	3.62	4.02	6.10	4.51	0.54

表 1-3 めり込み（局部横圧縮）強度試験結果（ヒノキ）

加圧板寸法		ARW (mm)	Utest (%)	Rtest (kg/m³)	Rtest15 (kg/m³)	$F_{c,L}$ (N/mm²)	$F_{c,y1mm}$ (N/mm²)	$F_{c,y2mm}$ (N/mm²)	$F_{c,90}$ (N/mm²)	K_c (N/mm³)	$E_{\perp}$ (kN/mm²)
40×40 (mm)	Mean	4.44	14.58	497.5	499.3	11.21	14.27	16.45	28.63	16.50	1.96
	Min	3.18	13.78	463.5	463.3	7.13	9.23	10.65	18.94	10.74	1.28
	Max	5.65	15.21	541.3	540.3	18.23	21.54	25.14	40.37	22.23	2.64
	SD	0.84	0.53	21.4	20.8	3.94	4.37	4.69	5.85	3.77	0.45
	CV(%)	18.84	3.61	4.3	4.2	35.09	30.66	28.49	20.43	22.86	22.85
	5%LTL					3.15	5.31	6.85	16.65	8.77	1.04
54×54 (mm)	Mean	5.00	14.26	496.9	500.1	9.64	11.42	12.84	21.04	11.94	1.42
	Min	4.09	13.88	462.6	466.4	6.87	8.48	10.20	17.33	9.94	1.18
	Max	6.13	14.74	530.3	534.5	12.11	14.25	15.41	25.63	13.81	1.64
	SD	0.60	0.28	20.4	20.2	1.55	1.64	1.50	2.31	1.10	0.13
	CV(%)	11.94	1.94	4.1	4.0	16.07	14.35	11.64	10.98	9.20	9.18
	5%LTL					6.47	8.07	9.78	16.31	9.69	1.15
80×80 (mm)	Mean	3.89	14.67	517.0	518.4	8.29	10.81	11.90	17.75	9.79	1.16
	Min	2.74	13.77	469.0	470.4	6.54	8.28	9.28	14.03	7.43	0.88
	Max	4.96	15.77	556.7	554.1	11.48	15.32	16.66	25.04	12.46	1.48
	SD	0.70	0.68	22.1	21.2	1.47	2.04	2.11	2.95	1.28	0.15
	CV(%)	17.90	4.64	4.3	4.1	17.78	18.84	17.72	16.62	13.07	13.07
	5%LTL					5.27	6.64	7.58	11.71	7.17	0.85

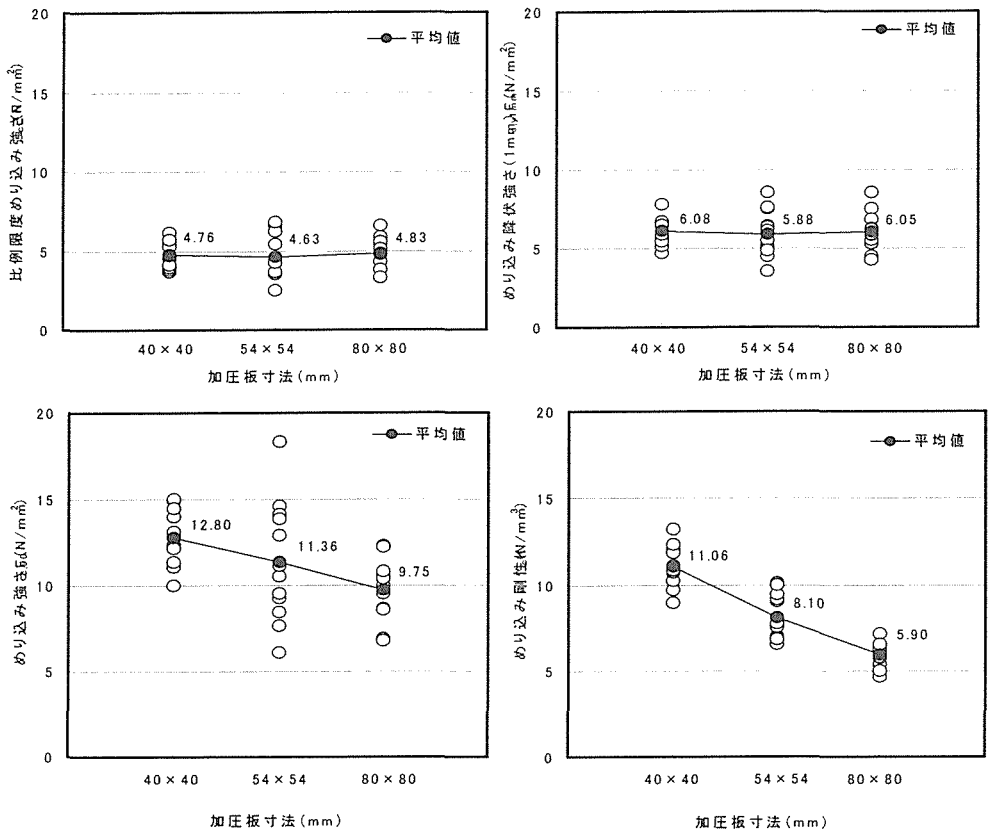


図1-16　加圧板寸法と局部めり込み特性値との関係(スギ)

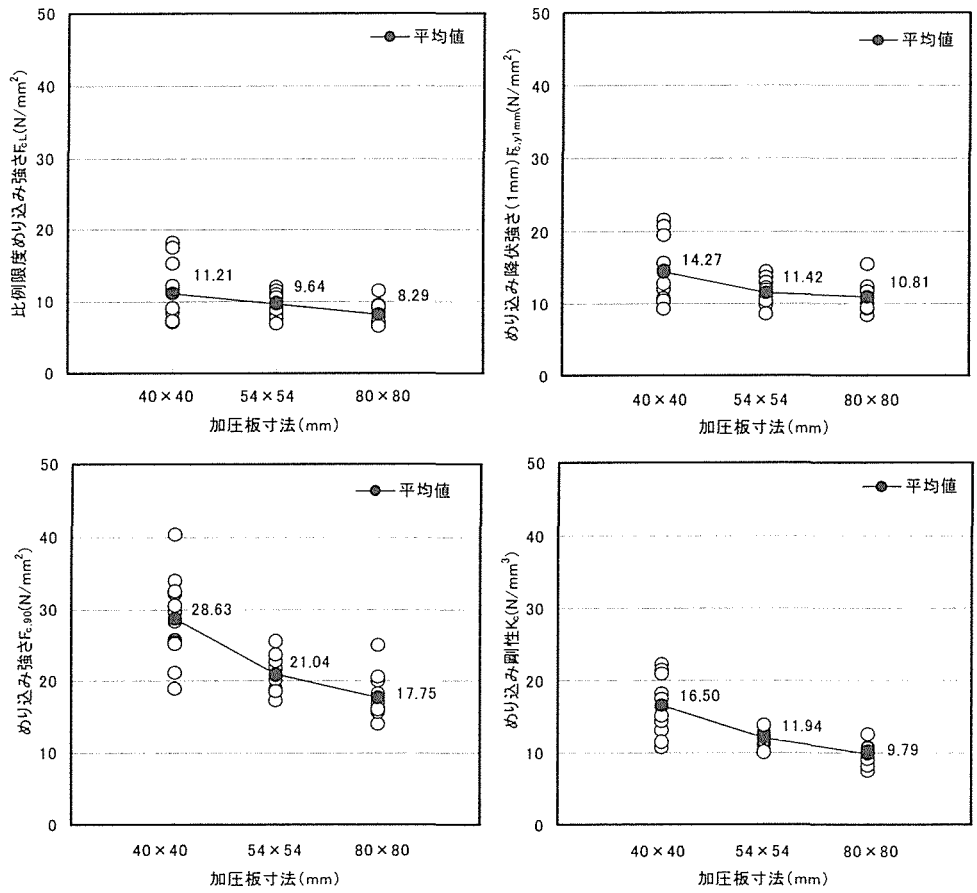


図1-17　加圧板寸法と局部めり込み特性値との関係(ヒノキ)

4　まとめ

4.1　部分横圧縮

1) 製材のめり込み強さの基準強度に対して、スギ、ヒノキともに平均値では基準強度を上回ったが、下限値では、スギは17%下回り、ヒノキでは29%上回った。
2) めり込み強さの中間に対する材端の比は、スギ、ヒノキともに0.80を示した。
3) 中間、材端加力ともに密度が動的ヤング係数よりも強い相関関係が認められた。

4.2　局部横圧縮

1) めり込み強さ（$F_{c,90}$）およびめり込み剛性（$K_{c,90}$）は、加圧板面積の増加に伴い減少する傾向を示し、部分横圧縮試験から得られた特性値よりも大きな値を示した。

第２章　ほぞの仕様が土台－柱の柱脚仕口におけるめり込み強度性能に及ぼす影響

1　試験の目的

柱脚仕口部分における土台のめり込み性能は、ほぞの縦圧縮強度と土台の横圧縮強度によって分担されているため、ほぞの形状寸法の変化に伴い、その性能は変化するものと考えられる。本実験では、土台－柱の柱脚部において、ほぞの形状の違いが土台のめり込み性能に及ぼす影響を検討した。

2　試験方法

2.1　試験体

試験用材は、4 面プレーナー加工を施した断面寸法 120 ㎜×120 ㎜材長 3 m のスギ及びヒノキの心持ち正角材を用いた。これらの試験用材から土台と柱の部材を採材し、仕口加工を行って試験体とした。試験体の概要を図 2-1 に示す。

試験体の条件設定は、高知県内で一般的に柱材、土台材に用いられる樹種の組み合わせ（スギ、ヒノキ）と、仕口の形状（長ほぞ、短ほぞ）を考慮して表 2-1 に示す 9 条件を設定した。なお、長ほぞのほぞ形状については、基礎天端とほぞ先のクリアランスを 0 ㎜としたものと、3 ㎜設けたものの 2 タイプとした。仕口形状の概要を図 2-2 に示す。

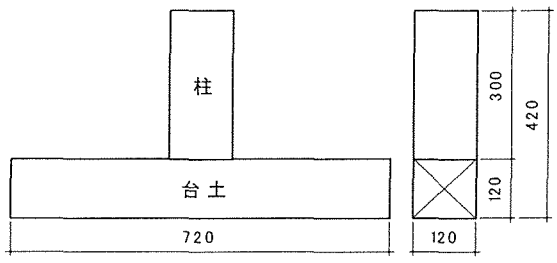


図 2-1　供試体の概要

表 2-1　供試体の条件

土　台	柱	ほぞ形状	基礎隙間	試験体数
スギ	スギ	長ほぞ	0mm	1
		長ほぞ	3mm	1
		短ほぞ		1
ヒノキ	スギ	長ほぞ	0mm	1
		長ほぞ	3mm	1
		短ほぞ		1
ヒノキ	ヒノキ	長ほぞ	0mm	1
		長ほぞ	3mm	1
		短ほぞ		1

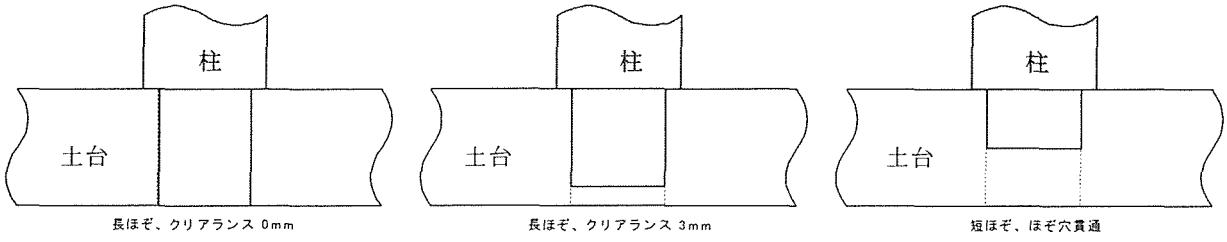


図 2-2　仕口形状の概要

2.2 圧縮試験

供試体への負荷は、油圧式材料試験機を使用し負荷した。供試体は、図 2-3 及び写真 2-1 と写真 2-2 に示すように試験機に取り付けた。負荷方法は、荷重速度 4 mm/min で単調増加型に負荷した。変位の測定は、柱－土台間の相対変位と、試験機定盤－柱間の絶対変位の両方を測定した。

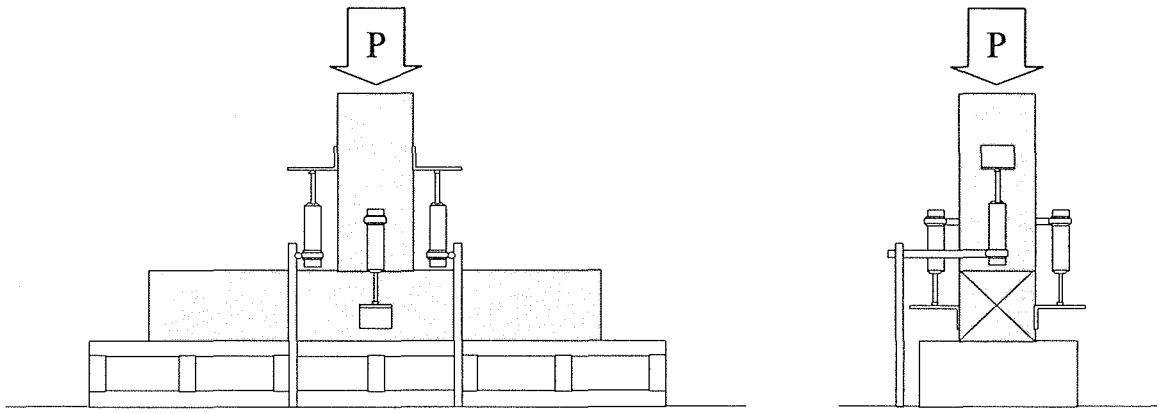


図 2-3　試験体及び加力方法

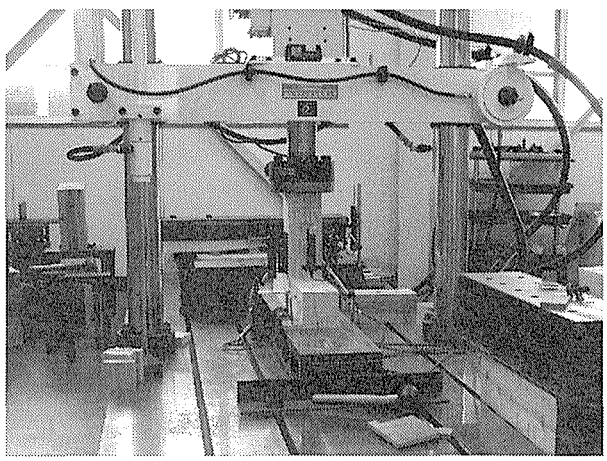


写真 2-1　試験体取付状況

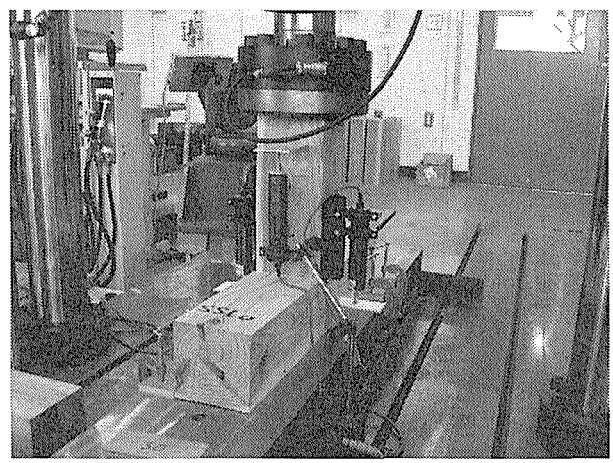


写真 2-2　変位計取付状況

3　結果と考察

荷重と変位の関係を図 2-4～図 2-6 に、破壊状況を写真 2-3 に示す。ここで図中における変位量は、測定した絶対変位と相対変位を比較した結果、双方の変位量に大きな差異が認められなかったため、試験機定盤－柱間の絶対変位の値を変位量として採用した。試験条件別に耐力を比較すると、土台の横圧縮強度に依存すると考えられる短ほぞ仕口が最も低い値を示し、柱及びほぞの縦圧縮強度に依存すると考えられる長ほぞ仕口が、短ほぞ仕口を上回る結果となった。長ほぞ仕口で、ほぞ先と定盤の間に 3mm のクリアランスを設けた供試体の荷重－変位曲線は、おおよそ 3mm 変形時までは、短ほぞ仕口供試体の荷重－変位曲線と同じ傾向を示し、それ以降はほぞ先のクリアランスを 0mm に設定した供試体の荷

重－変位曲線に近い傾向を示した。また、土台－柱の樹種の組み合わせの違いにより耐力は上下するが、荷重－変位曲線の傾向は同じであった。

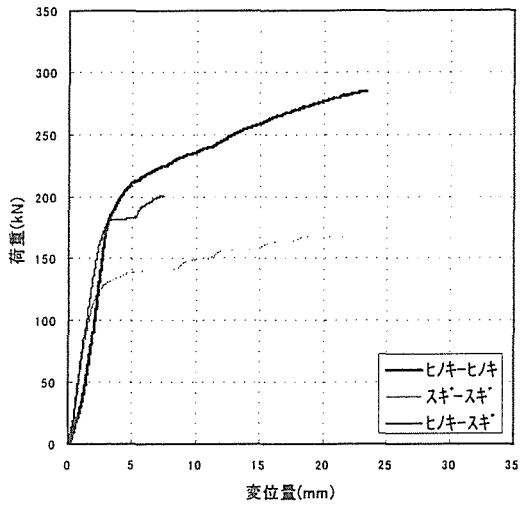


図 2-4　長ほぞ(クリアランス 0mm)

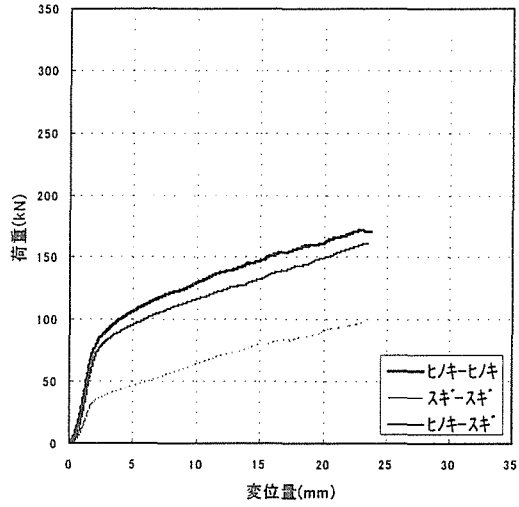


図 2-5　短ほぞ(ほぞ穴貫通)

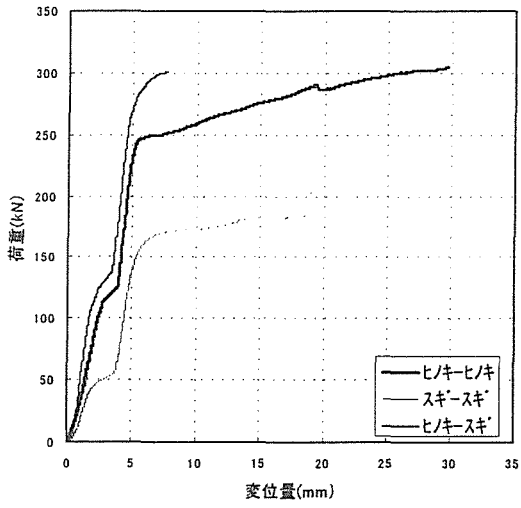


図 2-6　長ほぞ(クリアランス 3mm)

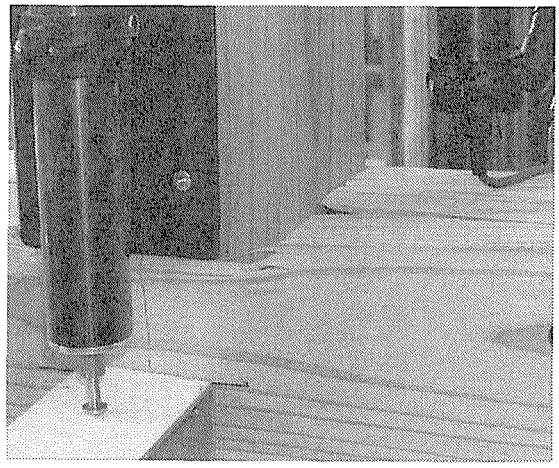


写真 2-3　破壊状況

4　まとめ

今回の実験から、土台－柱の柱脚部におけるめり込み性能に対しては、土台側の横圧縮強度と柱側の縦圧縮強度の双方に期待することができる長ほぞ仕口が有利であると確認された。また、柱側の縦圧縮性能を十分に発揮させるためには、ほぞ先と基礎天端が接触していることが必要条件となることも確認された。このことから、土台－柱における柱脚部のめり込みに対して、長ほぞ仕口のメリットを十分に生かすためには、ほぞ先を基礎天端に直結させることが条件となる。しかし、ほぞ仕口の加工精度や住宅の建築方法を考えると、住宅の柱材全てにおいて、この条件を満たす加工は困難であると考えられる。以上の

ことから、土台－柱の柱脚部におけるめり込み性能については、土台側の横圧縮強度のみで設計を行うことが必要であると考えられる。最後に、今回の実験は各条件１供試体について行ったものであり、今後詳細な検討を行うためには、試験体数を増やし実験精度を高める必要がある。

第３章　込み栓を用いた土台－柱における柱脚仕口の接合性能

１　試験の目的

木質系接合具の一つである込み栓は、木造在来軸組構法住宅の接合方法として多用されてきたが、建築基準法の改正により金物接合が主流となっている。しかし、長期耐用住宅という視点から金物接合をみると、金属部材の結露による木材の劣化の問題が想定され、解体時における分別やリユース・リサイクルにおいても問題となることが考えられる。

一方、木材のみで構成される込み栓接合は、上述した金物接合の欠点をカバーできる有利性があることが考えられる。そこで、込み栓接合の耐力向上を目的として、各種込み栓接合について検討した。

２　試験方法

2.1　込み栓のみによる引き抜き耐力

2.1.1　試験体

平成 13 年度は、土台と柱の樹種をスギ一定とし、込み栓の形状（丸栓と角栓）、ほぞの厚さおよび込み栓打ち込み位置が接合耐力に及ぼす影響について検討した。その結果、建設省告示第 1460 号に規定されている接合部倍率以上の接合性能が得られた。

本年度は、土台、柱の樹種については高知県内での使用実態やスギ、ヒノキの蓄積量を考慮して、土台はヒノキ一定として、柱をスギ、ヒノキに分けて実験を行った。図 3-1 に 3 タイプの試験体条件を示す。込み栓形状は角込み栓（24×24mm）とし、ナラとカシを用いた。

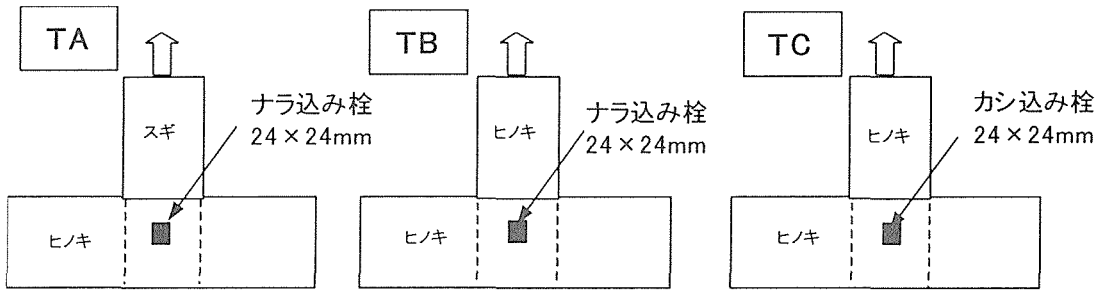


図3-1　試験体の種類

2.1.2　試験体の寸法形状および加力方法

試験体の形状寸法を図 3-2 に示す。なお、ほぞの厚さは、ほぞのせん断破壊を防ぐため 36mm とした。加力は、柱材を加力点として、単調加力方式で荷重を加えた。加力の停止は、最大荷重に達した後、最大荷重の 80%以下に荷重が低下した時点とした。

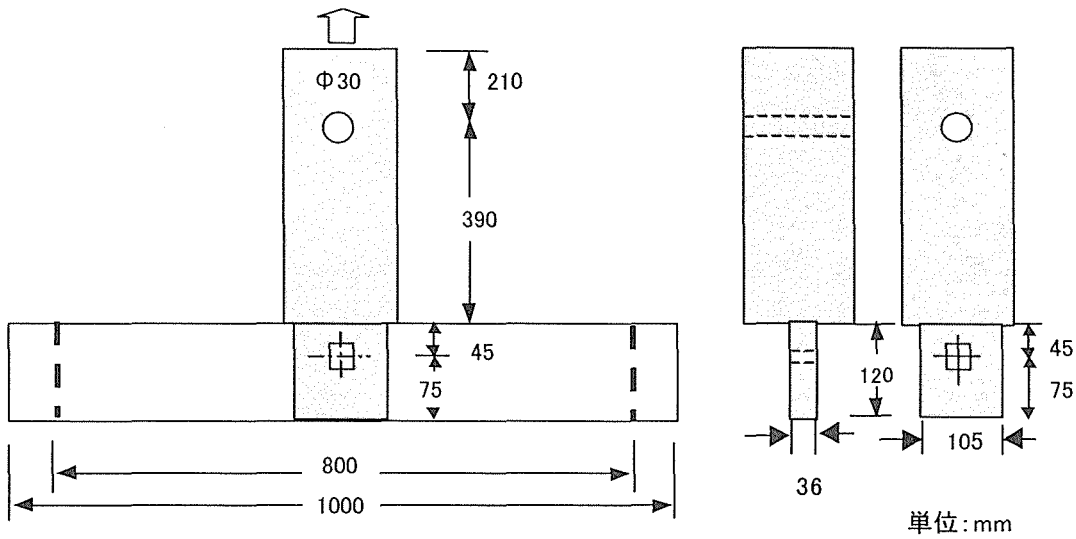


図3-2 試験体の形状寸法

2.2 割楔込み栓締めによる引き抜き(1)

込み栓接合のみではホールダウン金物接合に匹敵する耐力を得ることは困難であると思われる。このため、耐力壁端部における柱脚接合部の高耐力化を目的として、込み栓接合と割楔を併用した接合方法（以下、込み栓－割楔型接合）について検討した。

2.2.1 試験体

実験は、割楔のみの圧縮耐力を評価後、込み栓－割楔型の土台－柱柱脚仕口試験体を作製して引き抜き耐力を評価した。

割楔のみの試験体および加力方法の外観を写真 3-1 に示す。楔の樹種は、ヒノキとナラを用い、土台に割楔を施したほぞを挿入して加力した。表 3-1 に試験条件を示す。

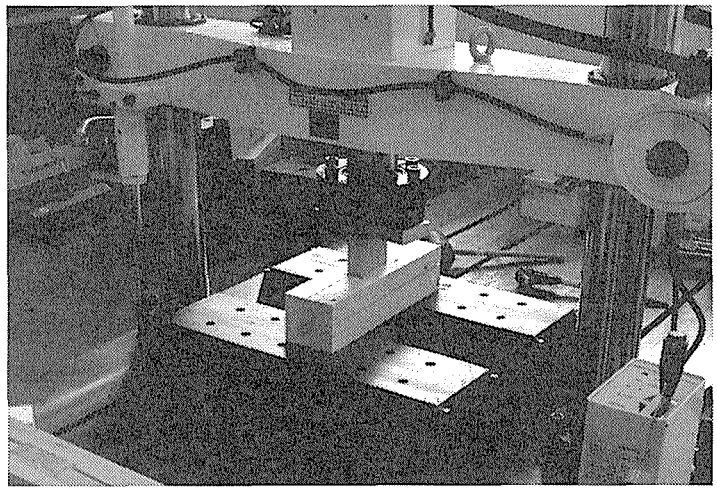


写真3-1 楔の圧縮試験の外観

次に、実験に用いた込み栓－割楔型の柱脚仕口試験体 5 種類を図 3-3 に示す。割楔は全てナラを用いた。込み栓の中心は、土台天端より 45mm の位置に打ち込んだ。なお、加力方法は、3.2.1 と同様に行った。

表3-1 試験条件

	土台	ほぞ	くさび	数量
Ka	ヒノキ	スギ	ヒノキ	4
Kb	ヒノキ	ヒノキ	ヒノキ	4
Kc	ヒノキ	ヒノキ	ナラ	4

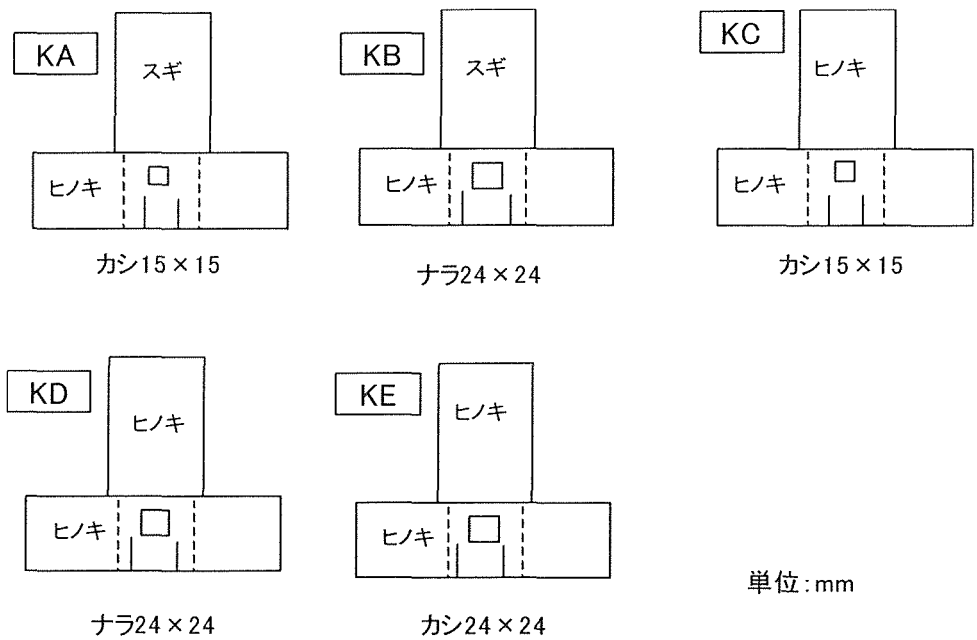


図3－3 込み栓－割楔型柱脚仕口条件

2.3 割楔込み栓締めによる引き抜き(2)

3.2.2 の結果から、土台ヒノキ、柱ヒノキで、カシ 15mm 角の込み栓が最も高い耐力が得られた。本試験条件の破壊形態は、込み栓の曲げ破壊であったことから、さらに高い接合性能を検討するために図 3-4 に示す試験体を作製して柱脚仕口の引き抜き試験を行った。込み栓には、市販のカシ 18mm 角を用いた。また、土台の割裂の影響を見るために、土台天端からの縁距離を 2 種類（45mm, 51mm）設定した。楔はナラを用いた。

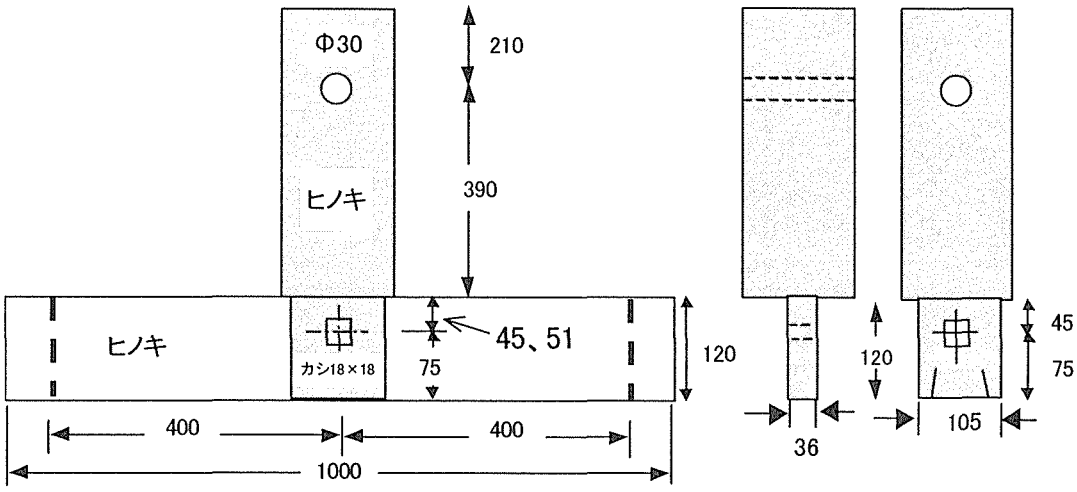


図 3-4 カシ 18mm 角込み栓－割楔型試験体

3　結果と考察

3.1　込み栓のみによる引き抜き耐力

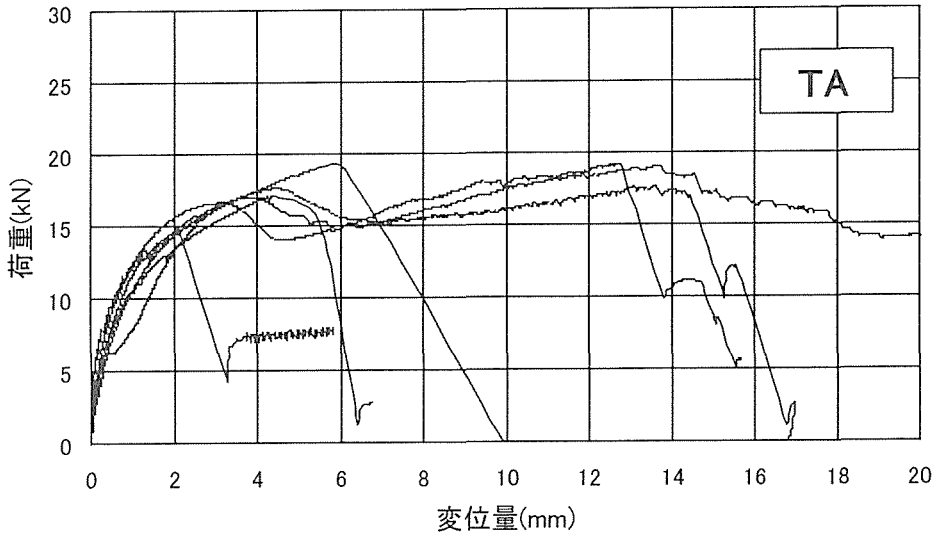
図 3-5 に荷重－変位曲線を示す。短期基準接合耐力(Pt)、接合部倍率(N)の算定は（財）日本住宅・木材技術センター提案による次式により求めた。短期基準接合耐力の算定にあたっては、降伏耐力が最大耐力の 2/3 よりも小さな値を示したため、降伏耐力にばらつき係数を乗じて求めた。

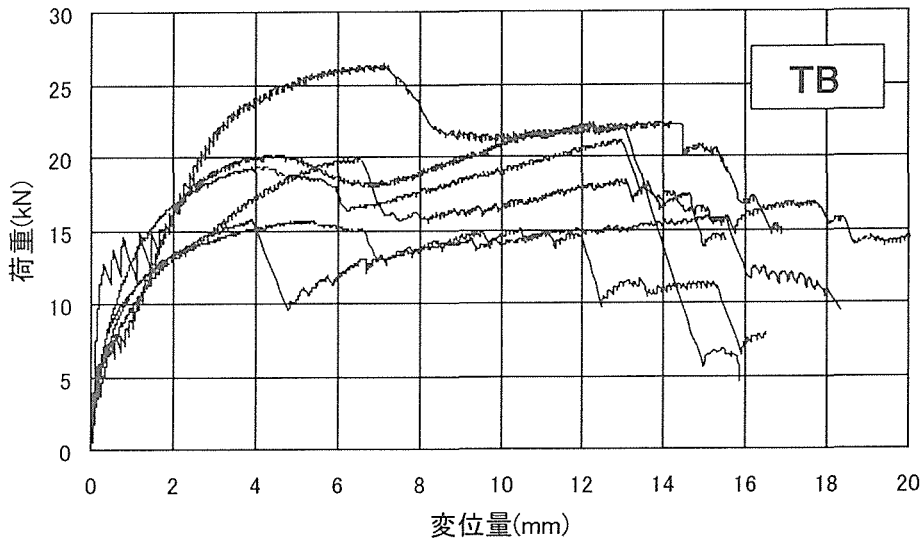
Pt＝降伏耐力（Py）×ばらつき係数

ばらつき係数＝１－CV×K

K：試験体数に依存する定数　2.336(n=6)、2.464(n=5)

図 3-5 から荷重と変位の関係を見ると、柱にスギ（TA)、込み栓にナラ（TB）を用いた試験条件では比較的粘りのある変形挙動を示したが、カシ込み栓の条件（TC）では脆性的な破壊傾向を示した。条件別の主な破壊形態は、TA はほぞのせん断破壊、TB は込み栓の曲げ破壊後に土台の割裂（写真 3-2)、TC では土台の割裂で破壊し込み栓は健全な状態であった（写真 3-3)。





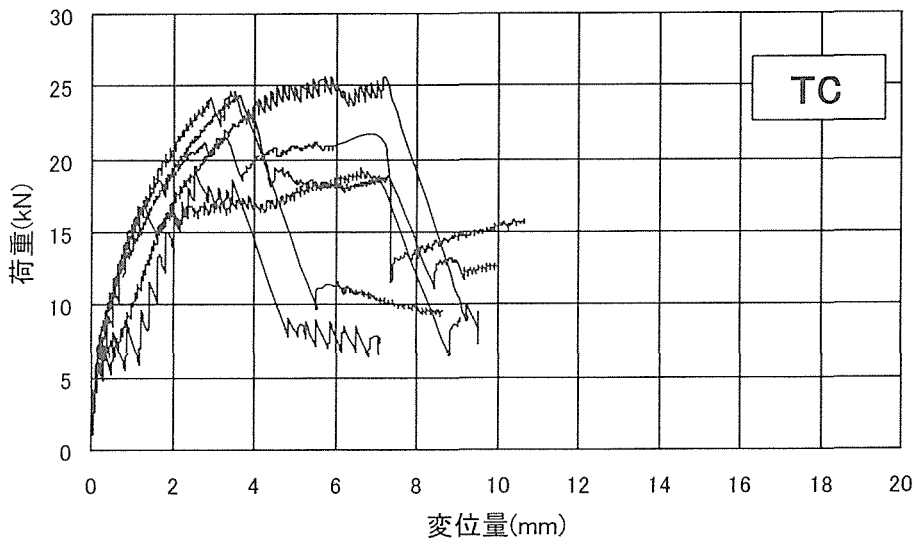


図 3-5　長ほぞ差し込み栓接合による荷重－変位曲線図（込み栓のみ）

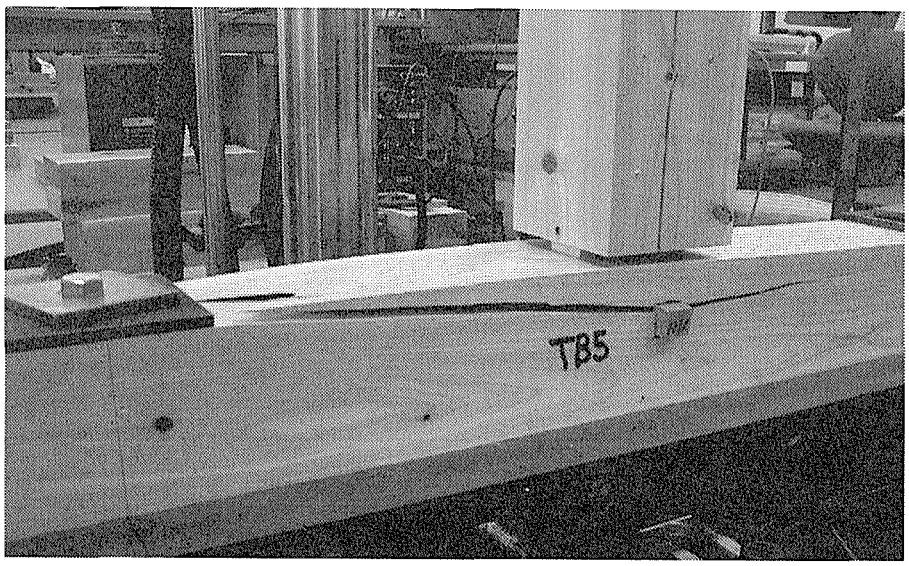


写真3－2　込み栓曲げ破壊後に生じた土台の割裂(24mm角ナラ込み栓：TB)

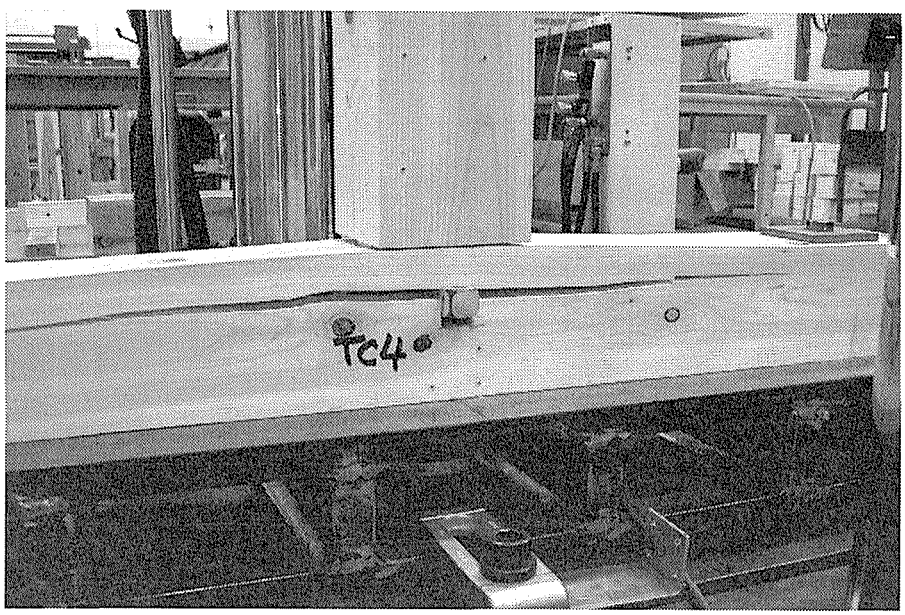


写真3－3　土台の割裂破壊(24mm角カシ込み栓：TC)

表 3-2 に試験結果を示す。いずれの条件も山形プレート等の金物の接合部倍率よりも高い値が得られた。TA の条件に着目すると、 TA の最大耐力（Pmax）の平均値は他の条件に比べると低い値を示したにも関わらず、短期基準接合耐力（Pt)は最も高い値を示した。これは降伏耐力のばらつきが小さかったことによるが、破壊形態が重要な要素となっていることが考えられる。今回の結果から、込み栓の樹種、寸法は、土台・柱の樹種や寸法を考慮して検討する必要がある。

表3－2 長ほぞ差し込み栓接合による引き抜き試験結果

	TA		TB		TC	
	Pmax(kN)	Py(kN)	Pmax(kN)	Py(kN)	Pmax(kN)	Py(kN)
1	18.96	12.12	19.85	9.74	24.42	12.22
2	16.60	8.66	15.61	8.70	22.76	16.38
3	16.98	9.59	15.69	9.01		
4	17.06	9.13	19.30	10.73	21.41	12.47
5	17.61	9.74			17.17	8.76
6	14.79	8.41	26.38	12.68	25.59	14.72
Ave	17.00	9.61	19.37	10.17	22.27	12.91
SD	1.36	1.33	4.39	1.61	3.26	2.88
CV(%)	8.01	13.88	22.66	15.78	14.66	22.32
Pt	6.49		6.22		5.81	
N	1.2		1.2		1.1	

N値：長ほぞ差し込み栓、かど金物CPL：0.65　かど金物CPT、山形プレート：1.0

3.2 割楔の圧縮耐力

表 3-3 に試験結果を示し、図 3-6 に荷重－変位曲線を示す。本試験は、楔のみの保有耐力を確認および樹種の影響を検討することを目的とした。表 3-3 から楔の使用樹種については、ヒノキよりもナラが高い耐力を得られることが分かった。これは、楔に用いられた樹種のめり込み強さの影響が大きいことが考えられる。すなわち、密度差の影響が現れていると言える。本試験から、土台と柱にヒノキを使用すれば、15～20kN 程度の圧縮耐力が得られることが分かった。

表 3-3 楔の圧縮試験結果

	圧縮耐力(kN)		
	Ka	Kb	Kc
1	12.14	17.73	20.94
2	9.87	16.06	20.44
3	17.10	18.73	18.39
4	17.77	16.66	23.05
Ave	14.22	17.29	20.71
SD	3.84	1.18	1.91
CV(%)	26.98	6.83	9.25

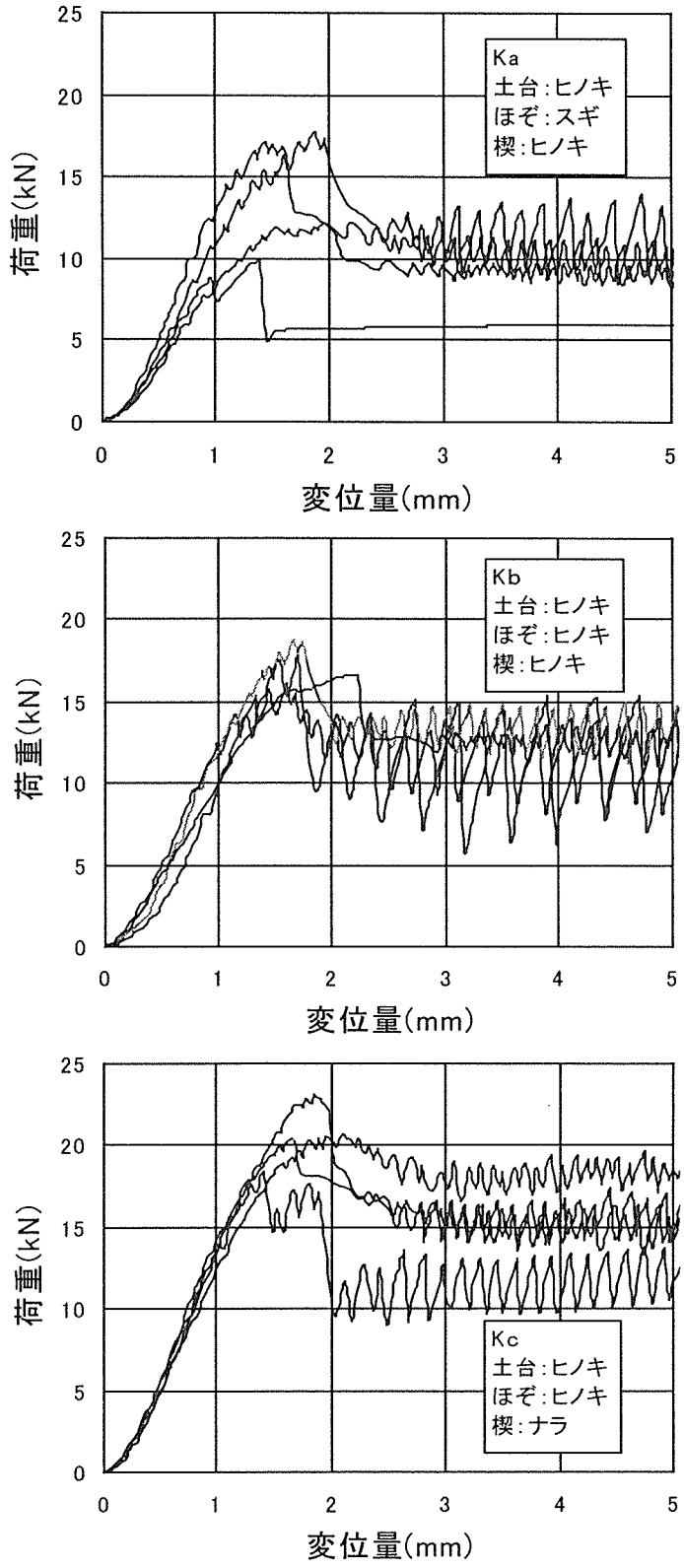


図3-6 楔圧縮試験における荷重一変位曲線

3.3 割楔込み栓締めによる引き抜き(1)

写真 3-4 に、加力終了後の各々の条件における代表的な破壊形態を示す。図 3-7～3-11 に荷重－変位曲線を示す。これらの荷重－変位曲線図から、柱にスギを使用し、込み栓にはナラ 24mm 角を用いた条件(KB)、および土台、柱ともにヒノキを使用し、カシ 15mm 角込み栓を使用した条件(KC)が粘りのある変形挙動を示していることが窺われる。次に破壊形態を見ると、24mm 角カシ込み栓を使用した条件（KE）では、土台の割裂のみで破壊したが、それ以外の条件では込み栓の曲げ破壊もしくは込み栓の曲げと土台の割裂を伴う複合型の破壊形態を示した。写真 3-5 には楔の挿入状態を示す。

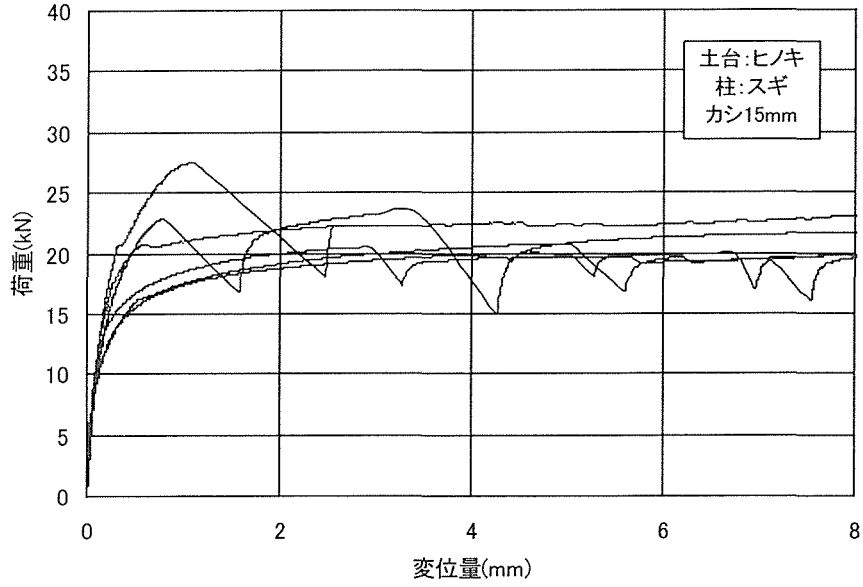


図3－7 荷重－変位曲線(KA)

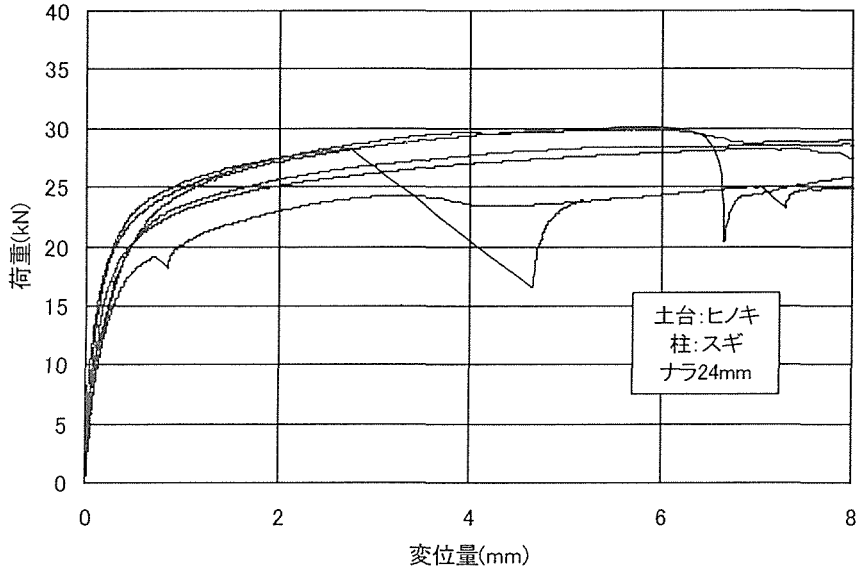


図3－8 荷重－変位曲線(KB)

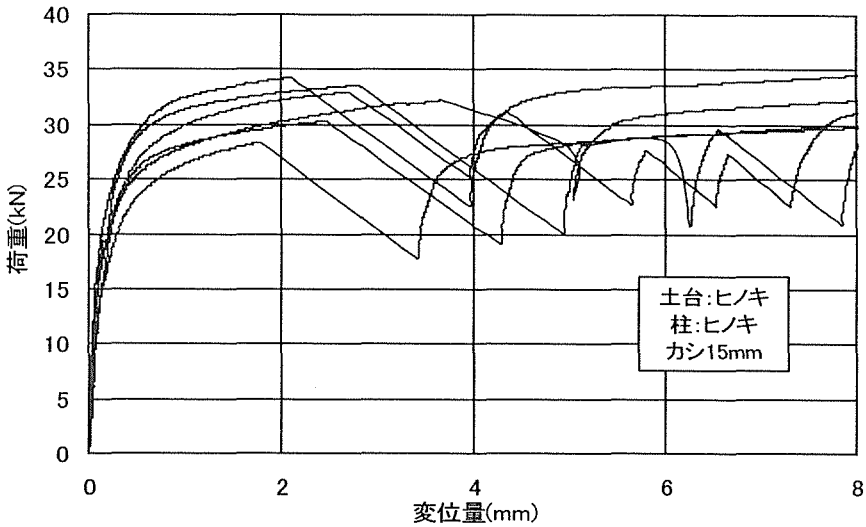


図3－9　荷重－変位曲線(KC)

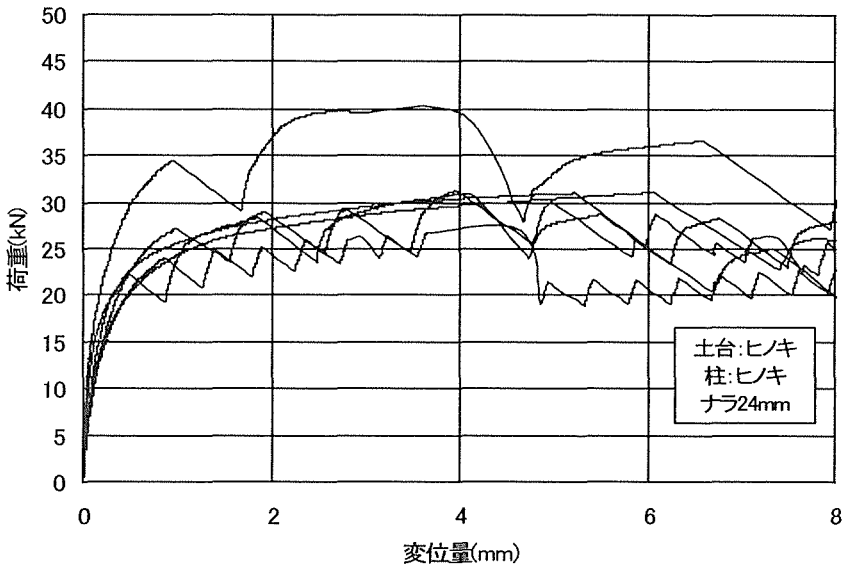


図3－10　荷重－変位曲線(KD)

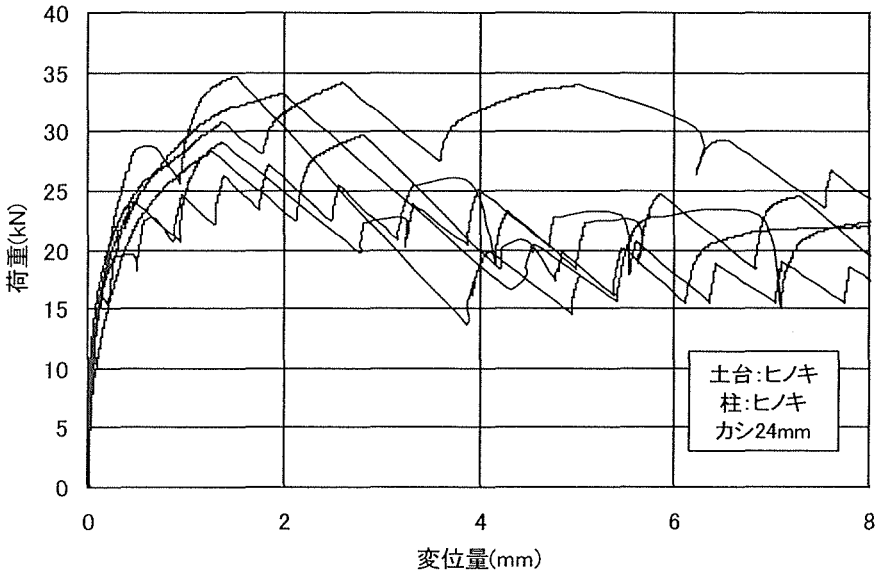
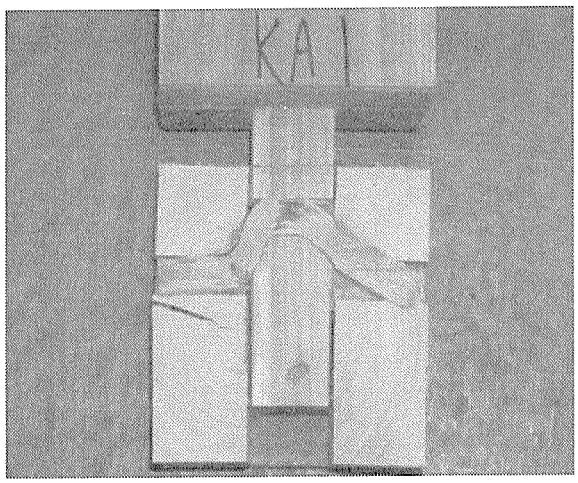
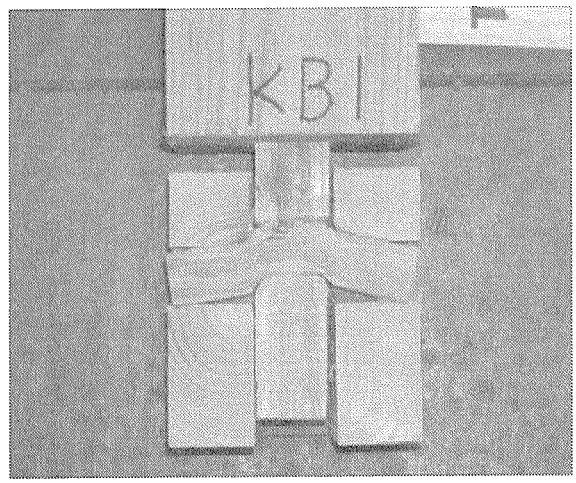


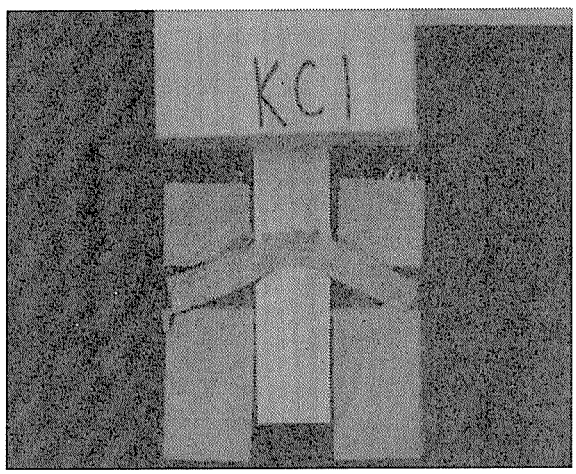
図3－11　荷重－変位曲線(KE)



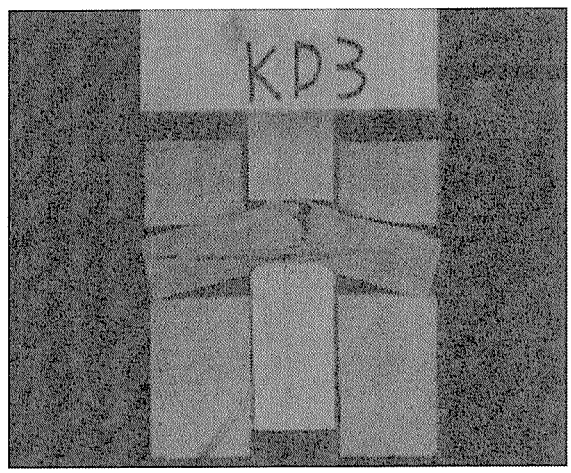
KA:土台ヒノキー柱スギ　カシ15mm角



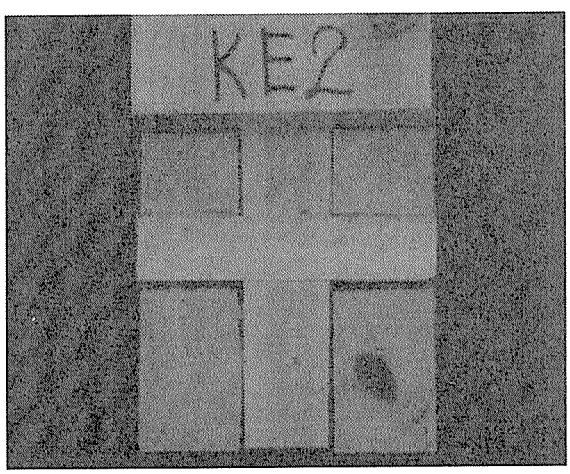
KB:土台ヒノキー柱スギ　ナラ24mm角



KC:土台ヒノキー柱ヒノキ　カシ15mm角



KD:土台ヒノキー柱ヒノキ　ナラ24mm角



KE:土台ヒノキー柱ヒノキ　カシ24mm角

写真 3-4　割楔込み栓締め引き抜き試験による破壊形態

写真3－5　楔(ナラ)の挿入状態

表 3-4 に試験結果を示す。この結果、KA 以外のいずれの条件も接合部倍率(N)は、ホールダウン金物 HD-10 の接合部倍率 1.8 以上の数値が得られた。注目すべきは、カシ 15mm 込み栓を用いた KB および KC の条件では、ホールダウン金物 HD-15 の接合部倍率 2.8 とほぼ同等の数値が得られた。KC が KB よりも若干高い両者の靭性について比較すると、KB が KC よりも粘りのある変形挙動を示していることが図 3-8、9 からわかる。これは KB では柱（ほぞ）にスギを用いていたため、込み栓がほぞにめり込み易くなったために粘りのある挙動を示したと言える。

表3－4　割楔込み栓型引き抜き試験結果(1)

試験体NO	KA		KB		KC		KD		KE	
	Pmax (kN)	Py (kN)	Pmax (kN)	Py (kN)	Pmax (kN)	Py (kN)	Pmax (kN)	Py (kN)	Pmax (kN)	Py (kN)
1	25.04	19.53	30.42	19.36	34.26	20.02	27.25	15.07	33.26	17.72
2	20.76	13.39	30.00	19.36	30.36	18.26	34.54	18.33	29.06	18.61
3	20.01	12.46	28.21	18.41	33.58	19.79	23.97	12.28	34.58	22.92
4	22.81	12.11	28.61	18.66	28.33	16.72	31.01	20.08	34.12	21.35
5	27.45	16.95	28.19	17.44	32.21	21.35	31.07	19.38	27.27	17.43
6	20.46	12.85	24.23	15.03	32.97	19.81	28.31	17.25	28.29	15.83
Ave	22.76	14.55	28.28	18.04	31.95	19.33	29.36	17.07	31.10	18.98
SD	2.97	3.00	2.19	1.64	2.22	1.61	3.66	2.93	3.24	2.65
CV(%)	13.04	20.65	7.76	9.08	6.96	8.33	12.48	17.18	10.43	13.98
Pt(kN)	7.53		14.22		15.56		10.22		12.78	
N	1.4		2.7		2.9		1.9		2.4	

3.4 割楔込み栓締めによる引き抜き(2)

上述したKCの条件をさらに耐力向上を検討するために18mm角のカシ込み栓を用いて試験を行った。表3-5に結果を示す。最大耐力および降伏耐力の平均値はKCよりも高い値が得られたが、降伏耐力のばらつき（変動係数）が大きくなったため短期基準接合耐力はKCよりも低下した。また、縁距離の影響も明確には生じず、縁距離の大きい条件の方が耐力は低下した。なお、破壊の形態は、いずれの試験体でも込み栓の曲げ破壊後に土台がせん断破壊のような状態で破壊した。本試験結果から、土台にヒノキを使用した割楔ー込み栓型の柱脚仕口接合方法であればホールダウン金物の接合耐力に匹敵する性能が得られることが確認できた。

表3－5　割楔込み栓型引き抜き試験結果(2)

	K18-縁距離45mm		K18-縁距離51mm	
	Pmax(kN)	Py(kN)	Pmax(kN)	Py(kN)
1	42.04	26.05	40.40	24.25
2	32.60	18.06	34.16	21.79
3	41.54	25.39	42.20	27.50
4	36.02	20.12	48.84	30.33
5	38.16	22.82	37.18	22.35
6	41.30	25.20	33.30	17.76
Ave	38.61	22.94	39.35	24.00
SD	3.76	3.24	5.79	4.45
CV(%)	9.73	14.13	14.71	18.54
Pt(kN)	**15.37**		**13.61**	
N	**2.9**		**2.6**	

4　まとめ

今回の実験から込み栓のような木質系接合具を用いても、土台、柱の樹種の組み合わせにより山形プレート等の金物接合と同等以上の接合耐力が得られることが分かった。さらに、割楔を併用すればホールダウン金物HD-10と同等以上の性能が得られることが分かった。本実験では中柱を主体にして行ったので、今後は隅柱を加えた性能評価を行っていく必要がある。

第４章　ほぞの仕様が金物接合による土台－柱の柱脚仕口引き抜き耐力に及ぼす影響

1　試験の目的

釘止めによるプレート式の接合金物を用いた土台－柱の柱脚接合部は、ほぞの形状寸法の違いによって、釘のせん断面数やほぞにおける端距離に違いが生じる。今回の実験では、せん断面数や端距離の違いが柱脚接合部の引き抜き耐力に及ぼす影響を検討した。

2　試験方法

2.1　試験体

試験用材は、4 面プレーナー加工を施した断面寸法 120 mm×120 mm、材長 3 m のスギ心持ち正角材を用いた。これらの試験用材から土台と柱の部材を採材し、仕口加工を行い、山形プレート（VP）によって、土台と柱を緊結し試験体とした。土台、柱の密度(Rtest)を表 4-1 に示す。なお、山形プレートは、CN90 釘（φ4.11mm）を用いて釘止めした。試験体の概要を図 4-1 に示す。試験体の条件設定は、仕口の形状を 3 タイプ設定し、それぞれにおいて 6 体の供試体を設けた。供試体の条件設定を表 4-2 に、仕口形状の概要を図 4-2 に示す。

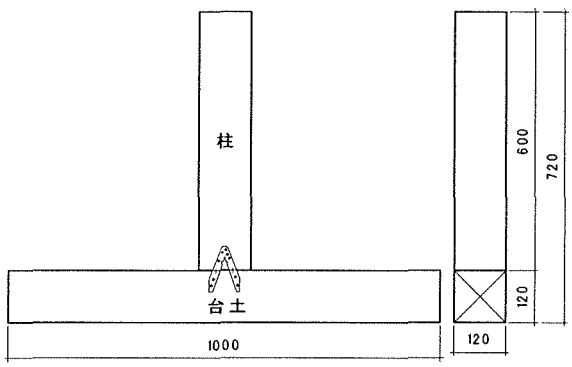


図 4-1　供試体の概要

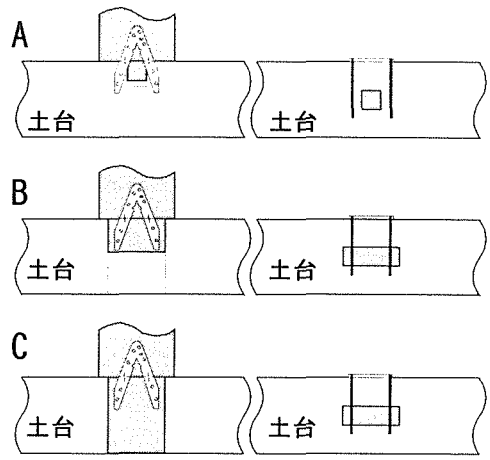


図 4-2　仕口形状の概要

表 4-1　試験体の密度(Rtest)

	A		B		C	
	土台密度	柱密度	土台密度	柱密度	土台密度	柱密度
Ave(g/cm^3)	0.382	0.375	0.377	0.392	0.380	0.439
CV (%)	6.88	6.69	7.49	8.61	7.69	15.08

表 4-2 供試体の条件

供試体	土 台	柱	ほぞ形状	釘	ほぞ寸法 幅×長×厚(mm)	せん断面数	土台縁距離 (mm)	ほぞ端距離 (mm)
A	スギ	スギ	短ほぞ	CN90	30×30×30	1	15	−
B	スギ	スギ	短ほぞ	CN90	90×54×30	3	15	19
C	スギ	スギ	長ほぞ	CN90	90×120×30	3	15	85

2.2 引張り試験

試験体への負荷は、油圧式材料試験機を使用し負荷した。試験体は、図 4-3 に示すように試験機に取り付けた。負荷方法は、荷重速度 4 mm/min で単調増加方式で負荷した。加力の中止は、最大荷重から 80%以上荷重が低下した時点を目安とした。変位の測定は、供試体の柱側に変位計を取り付け、柱－土台間の相対変位を測定した。

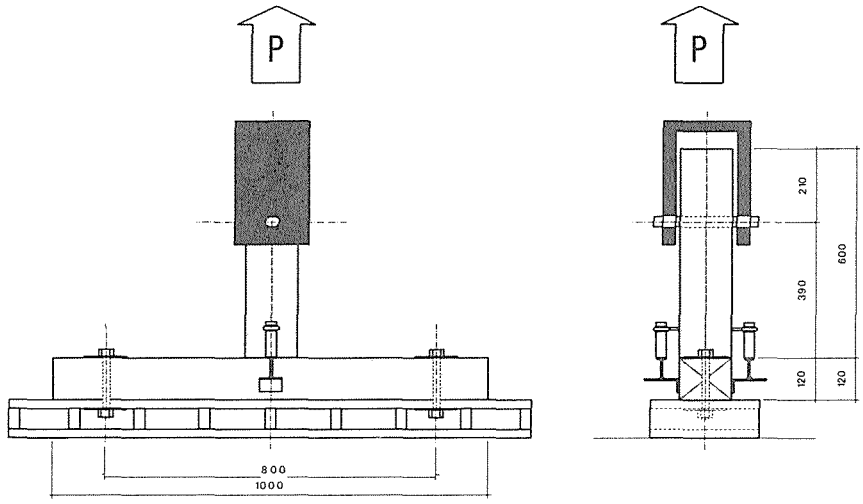


図 4-3 供試体及び加力方法

3 結果と考察

3.1 破壊形態

今回の実験では、試験体 A において土台の割裂破壊、試験体 B において土台の割裂及びほぞ先のせん断破壊、試験体 C において土台の割裂破壊が確認された。試験体 B、C については、土台と柱が一体化して土台の割裂破壊が生じたのに対して、試験体 A においては、土台側の釘が引き抜け土台と柱の間に隙間を生じながら、土台が割裂を起こし破壊した。破壊形態を写真 4-1～写真 4-3 に示す。

3.2 最大耐力と降伏耐力

実験の結果から得られた最大耐力及び降伏耐力について表 4-3 に示し、試験体毎の荷重－変位曲線を図 4-4～図 4-6 に示す。それぞれの平均値で比較すると、最大耐力、降伏耐力ともに、試験体 C が最大を示し、続いて試験体 B、A の順となっったが、B、C については、最大耐力及び降伏耐力ともに大きな差異は確認されず、ほぼ同等の耐力を有するものと考えられる。

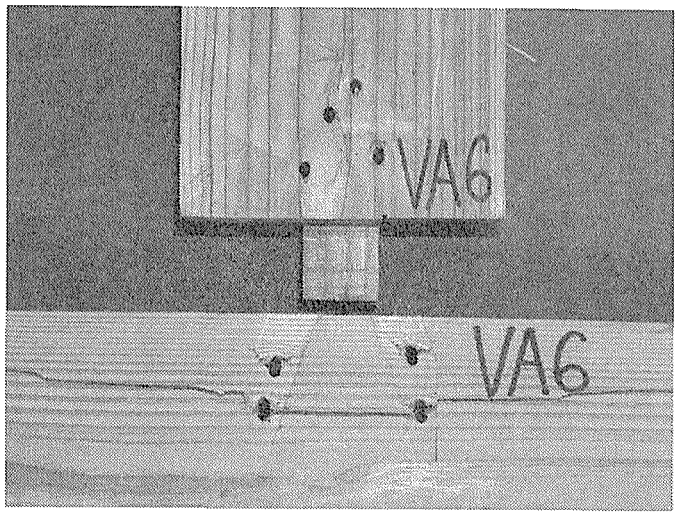


写真 4-1 試験体Aの破壊形態

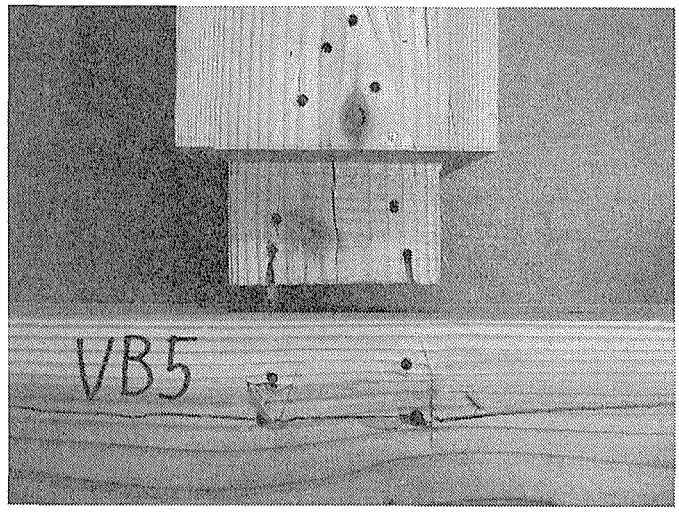


写真 4-2 試験体Bの破壊形態

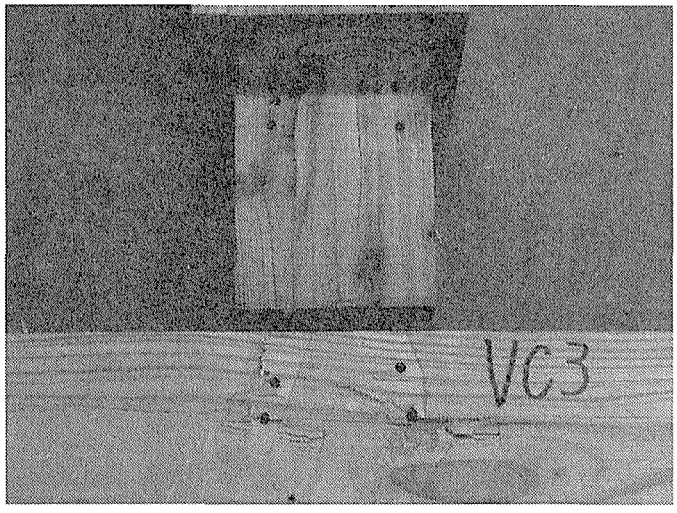


写真 4-3 試験体Cの破壊形態

表 4-3 実験結果

No.	A		B		C	
	Pmax (kN)	Py (kN)	Pmax (kN)	Py (kN)	Pmax (kN)	Py (kN)
1	7.05	3.71	14.83	7.79	13.68	7.22
2	7.96	3.94	14.79	8.27	15.47	8.35
3	10.71	6.08	15.77	8.20	12.78	6.93
4	7.07	3.97	16.90	9.03	17.14	9.53
5	8.20	4.03	17.24	9.05	18.07	10.12
6	9.57	5.75	13.50	7.33	18.19	9.89
Ave	8.43	4.58	15.51	8.28	15.89	8.67
SD	1.45	1.04	1.42	0.68	2.30	1.38
CV(%)	17.22	22.82	9.13	8.20	14.45	15.95

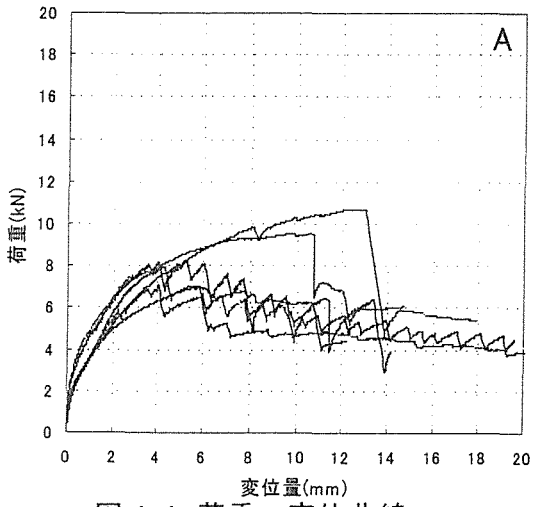


図 4-4 荷重－変位曲線(試験体A)

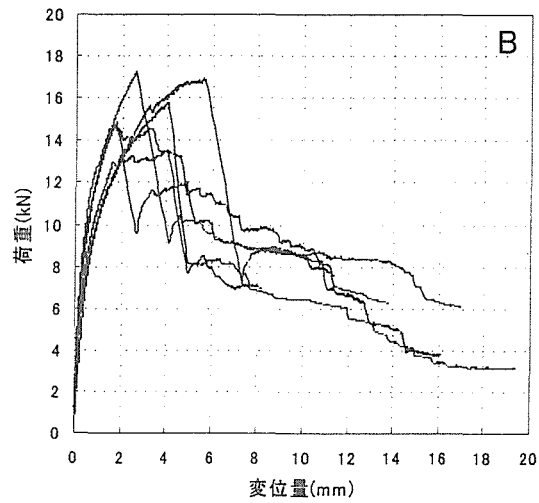


図 4-5 荷重－変位曲線(試験体B)

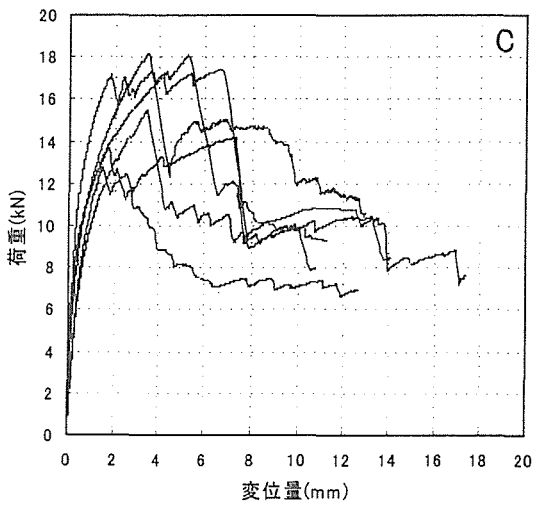


図 4-6 荷重－変位曲線(試験体C)

3.3 ほぞ形状と最大耐力及び降伏耐力

最大耐力及び降伏耐力と端縁距離の関係を図 4-7～図 4-8 に示す。それぞれの耐力を比較すると、試験体 A が最も低い値を示し、試験体 B と C はほぼ同等の耐力を示した。

試験体 A は、他の試験体に比べせん断面数が少ないことが影響し、耐力を低下させたものと考えられる。試験体 B、C では、ほぞ形状の違いにより端距離が異なるが、土台側の割裂によって破壊したため、ほぞの端距離の違いによる耐力への影響は確認されなかった。

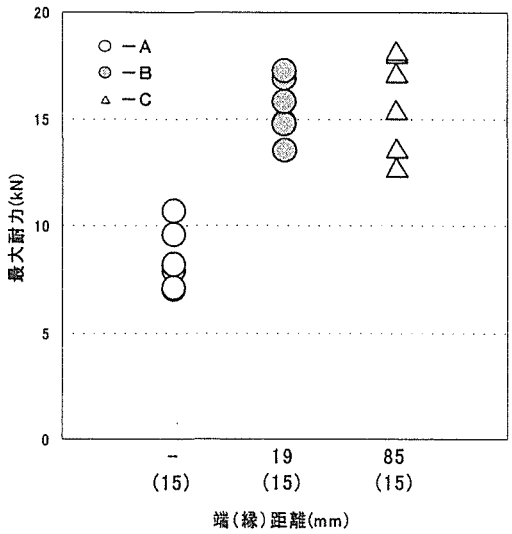


図 4-7 最大耐力と端(縁)距離の関係

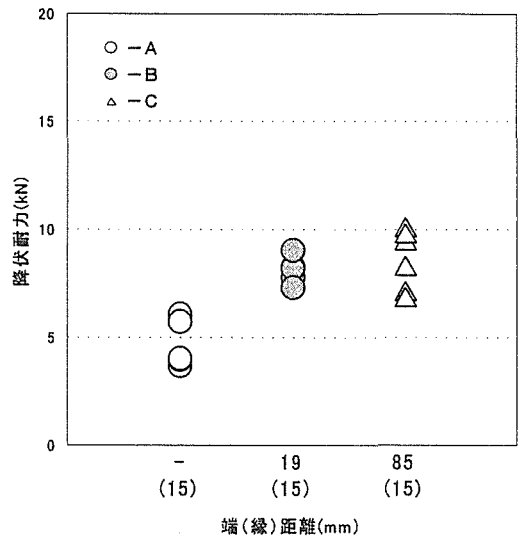


図 4-8 降伏耐力と端(縁)距離の関係

3.4 短期基準接合部耐力と接合部倍率

今回の実験結果から得られた最大耐力（Pmax）及び降伏耐力（Py）を用いて、短期基準接合部耐力（Pt）と接合部倍率（N）を算定した。結果を表 4-4 に示す。結果を比較すると、短期基準接合部耐力（Pt）の値は、試験体 B が最も高く、続いて C、A の順となった。接合部倍率（N）の値については、告示 1460 号で示される山形プレート（VP）の接合部倍率 1.0 に対して、試験体 B、C はほぼ同等の値を示し、試験体 A についてはこれを下回る結果となった。

表 4-4 許容耐力

No.	A		B		C	
	Pmax (kN)	Py (kN)	Pmax (kN)	Py (kN)	Pmax (kN)	Py (kN)
Ave	8.43	4.58	15.51	8.28	15.89	8.67
SD	1.45	1.04	1.42	0.68	2.30	1.38
CV(%)	17.22	22.82	9.13	8.20	14.45	15.95
Pt	2.14		6.69		5.44	
N	0.4		1.3		1.0	

4 まとめ

今回の実験によって、釘止めによる接合金物を用いた柱脚仕口の引抜き耐力に対して、釘のせん断面数の違いが大きく影響することが確認された。告示で示された接合部倍率を確実に稼ぐためには、釘のせん断面数を意識した施工が必要であると考えられる。

第５章　地域型長期耐用住宅の設計仕様に関する予備的提案

１　高知県における長期耐用住宅への取り組み

高知県では、木造住宅工事共通仕様書「高知県版仕様書」によって、高知県で建てる望ましい木造住宅の仕様を定めている。また平成 14 年 4 月には、高知県地域木造住宅基準が施行され、木造住宅への地域性・長寿命化に対する方向性が示された。これらの基準・指針は、高知の地域性や気候風土を考慮して作成されている。その内容について、5 つのポイントに分けて、以下に示す。

①長持ちする住宅（構造安全性・耐久性・維持管理）

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

②長く住める住宅（増改築のしやすさ・飽きない工夫・高齢化対策）

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

③高知の気候に対応した住宅（高温多湿・多い雨量・台風）

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

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

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

⑤地球環境にやさしい住宅（省エネルギー・リサイクル・地場産材の活用）

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

2　高知型長寿命木造住宅への提案

先に述べたとおり高知県では、「高知県で建てる望ましい木造住宅」の指針を明確にして、地域材を用いた長く住まう家造りを進めている。このような背景をうけて、平成 15 年度には、高知県住宅供給公社主催で「高知型長寿命木造住宅提案」が行われた。今回のコンペに提案された設計の事例を設計事務所の協力を得て以下に示す。

2.1　提案住宅の諸元

①建物概要

構　　造：木造（スギ）、在来軸組構法
階　　数：地上２階
用　　途：専用住宅
居室床高さ：GL+600mm
階　　高：2,453mm
最高軒高さ：GL+5,229mm
最高の高さ：GL+7,025mm
敷 地 面 積：245.76 ㎡
のべ床面積：136.39 ㎡
　　１階　70.04 ㎡
　　２階　66.35 ㎡
建 築 面 積：71.88 ㎡

②主な仕上げ

屋　根：日本瓦葺き
外　壁：土佐ハンダ仕上げ
　　ラスモルタル下地
床　　：スギ厚板フローリング厚 30
壁　　：ケナフ入り土佐和紙貼り
天　井：１階/２階床板表し
　　２階/化粧野地板表し

以下、図 5-1 に平面図、図 5-2 に立面図を示す。

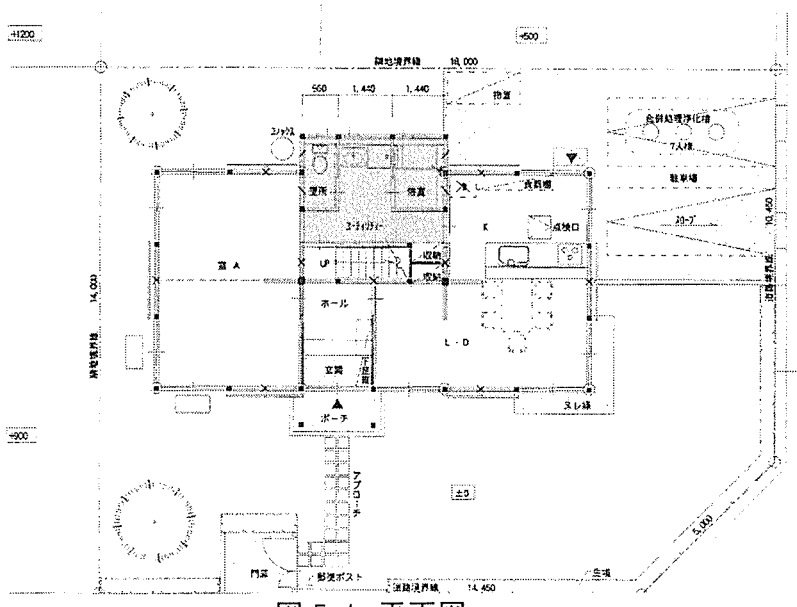


図 5-1　平面図

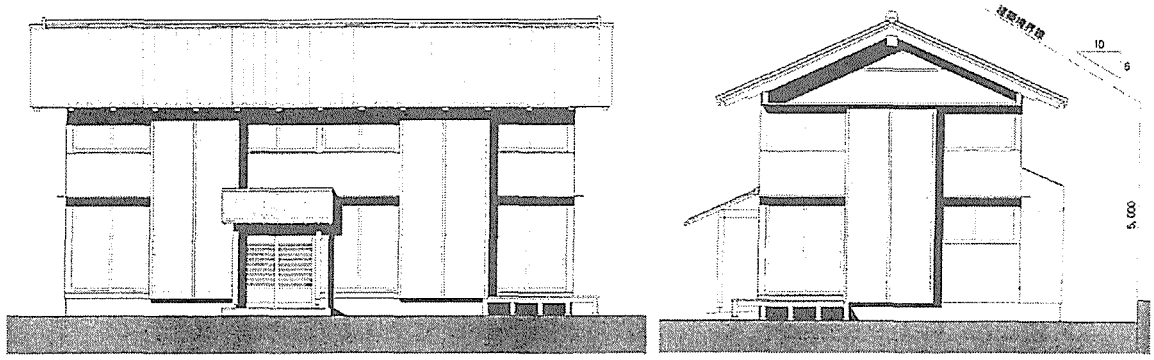


図 5-2 立面図

2.2 長持ちさせる工夫

この住宅設計で物理的耐久性向上に対する工夫として、住宅の中で最も痛みやすいと考えられる浴槽・トイレ・洗面等の水回りを一箇所に集中する工夫が施されている。住宅の傷みやすい箇所を一箇所に集めることによって、メンテナンス性の向上や増改築の容易性を向上させている。また、給排水の配管や電気配線を壁体内に通さず、それぞれ専用の配管、配線ダクトを設けることでメンテナンス性の向上や将来的な増改築の容易性に十分な配慮がなされている。図 5-3 に水回り詳細図、図 5-4 に配管ダクト、配線ダクトを示す。

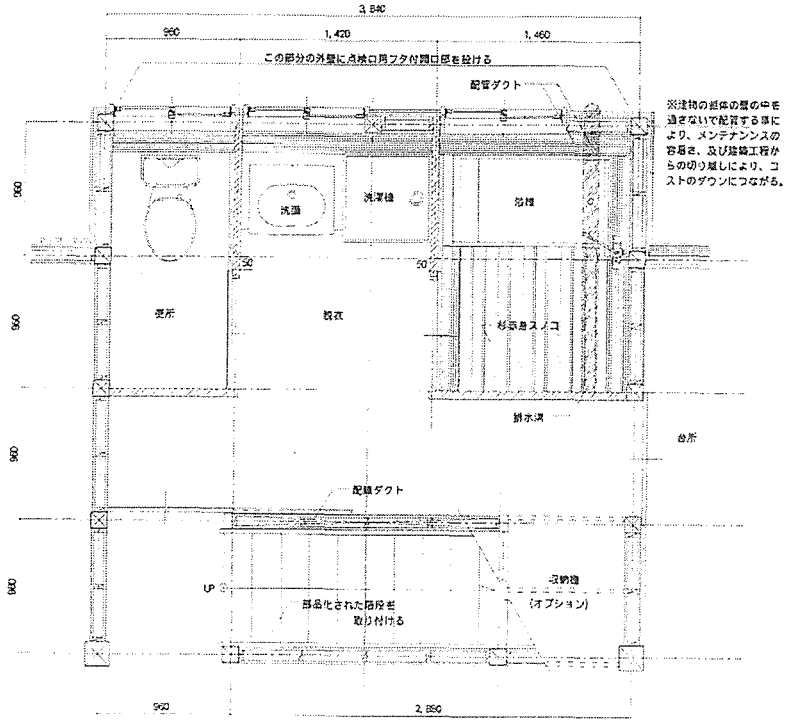
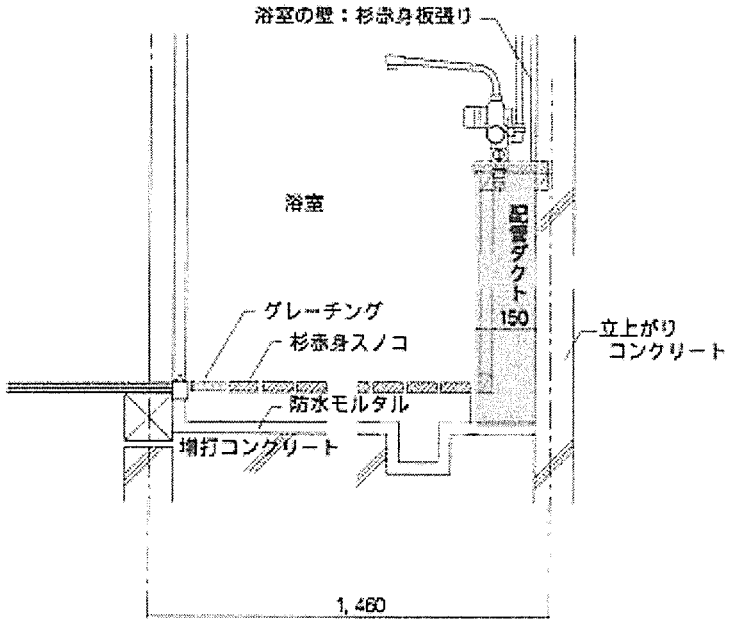
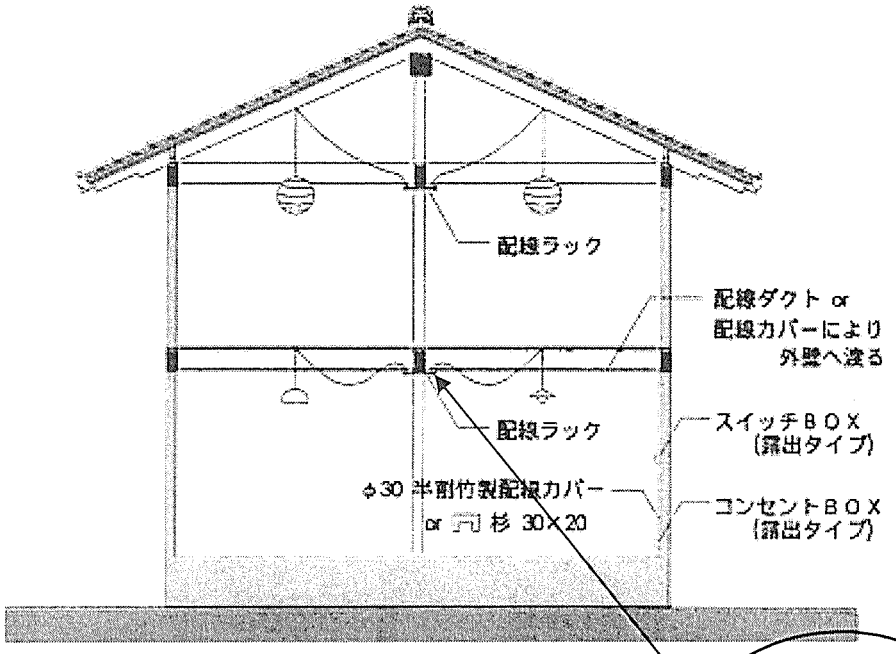


図 5-3 水回り詳細図



配管ダクト



配線ダクト

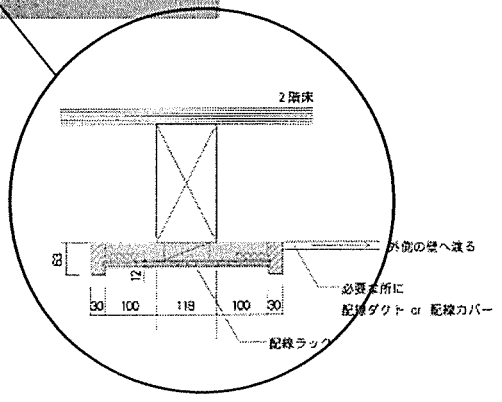


図 5-4　配線、配管ダクト

2.3　長く住まう工夫

この住宅設計で機能的融通性を向上させる工夫として、梁・桁等横架材の内法寸法を一定にすることで間仕切りをパネル化している。これによって、将来的な家族構成や生活様式等の変化に対応する可変性が確保されている。

2.4　高知の気候に対応した住宅

地域の気候に対応した工夫として、軒の出を大きく設けている。このことによって、台風等の暴風雨から外壁を保護するとともに、夏の日差しが室内に侵入することを防ぐ工夫が施されている。図 5-5 に軒先の詳細図を示す。

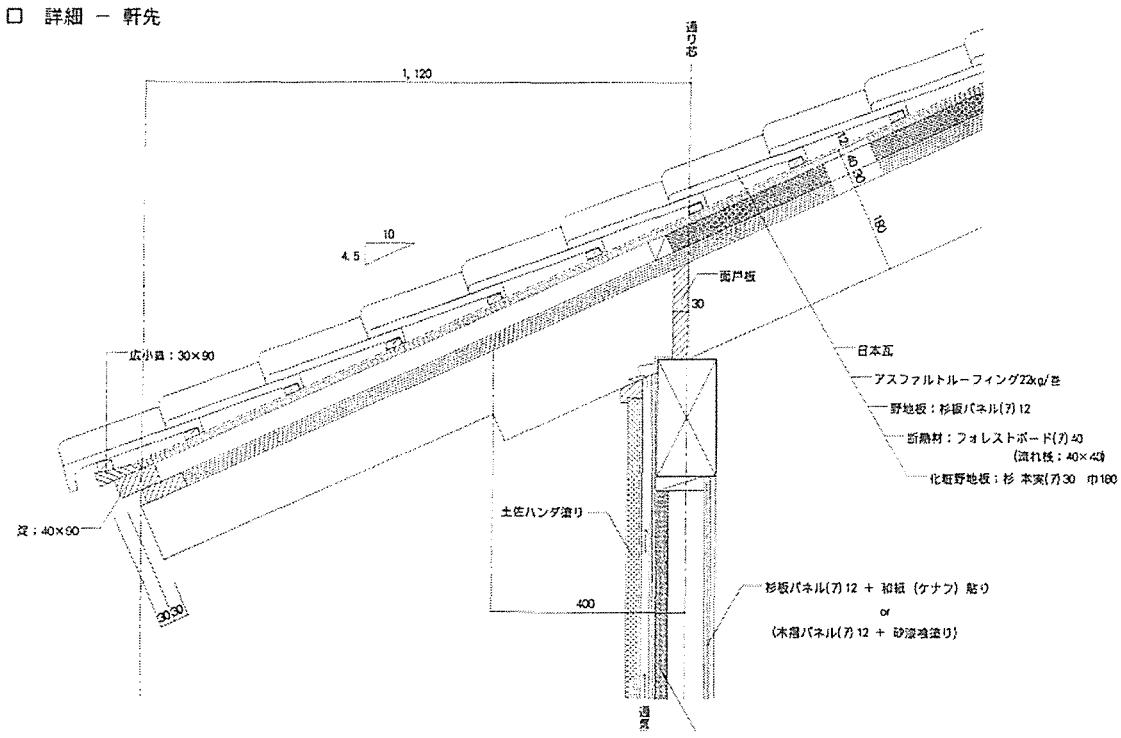


図 5-5　軒先の詳細図

3　まとめ

今回の報告では、高知県住宅供給公社の設計コンペに応募した設計事務所の協力をいただき、設計内容を一例として報告することとした。このように高知県では、地域の気候風土に応じた木造住宅に対する指針が示され、地域材料の利活用を積極的に進めている。今後、長期耐用住宅の提案を具体化していくには、地域の基準・指針に沿った形で行う必要がある。同時に、木材をはじめとする、地域産の建材等の性能を明確にする必要がある。