

引-長 A (=引-小 A、引-小 B)
引-長 B、引-長 C、引-長 D

軸組 - 接合部

仕口

3,4	長ほぞ込み栓
5	小根ほぞ込み栓

引張

共通事項

●使用材料

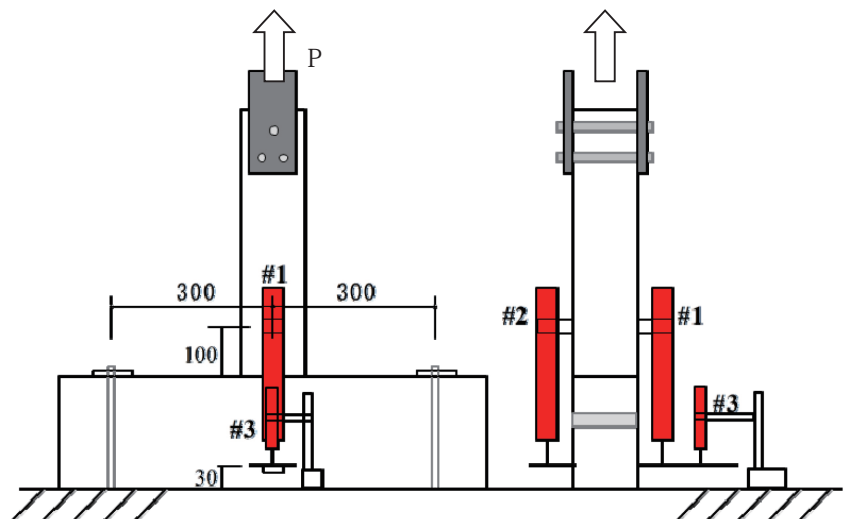
柱、梁ともスギ・無等級材。伝統木造で使われる一般的な材を調達。試験体の計測の結果、ヤング係数は 5.92 ~ 8.76Gpa、含水率は 10.5 ~ 52.5%であった。

●各部寸法 (mm)

	引 - 長 A 引 - 小 A 引 - 小 B	引 - 長 B	引 - 長 C	引 - 長 D
ほぞ厚さ	30	36	36	30
ほぞ幅	90	120	90	90
ほぞ長さ	120	210	210	90
女木の幅	120	120	120	120
女木のせい	120	240	240	120
男木の奥行	120	150	120	120
男木の見付け幅	120	150	120	120
込み栓中心からほぞ先端までの長さ	67.5	99	97.5	52.5
込み栓中心からほぞ元までの長さ	52.5	111	112.5	37.5
込み栓の寸法 □ 樹種：カシ	15	18	15	15
女木に埋め込まれている込み栓の長さ (片側)	45	42	42	45

●試験方法

静的-一方向繰り返し加力 (引張) (加力の履歴は、降伏変位を 1.0mm と仮定し、0.5mm、1.0mm、2.0mm、4.0mm、6.0mm、8.0mm、12.0mm、16.0mm、20.0mm、24.0mm、28.0mm、32.0mm で 1 回の繰り返しを行った後、実験終了まで引き切り)



後述のデータシートに特記なき限り、原則、3 体の荷重 - 変位曲線を収録している。

データ

引-長A、引-小A、引-小B

軸組 - 接合部

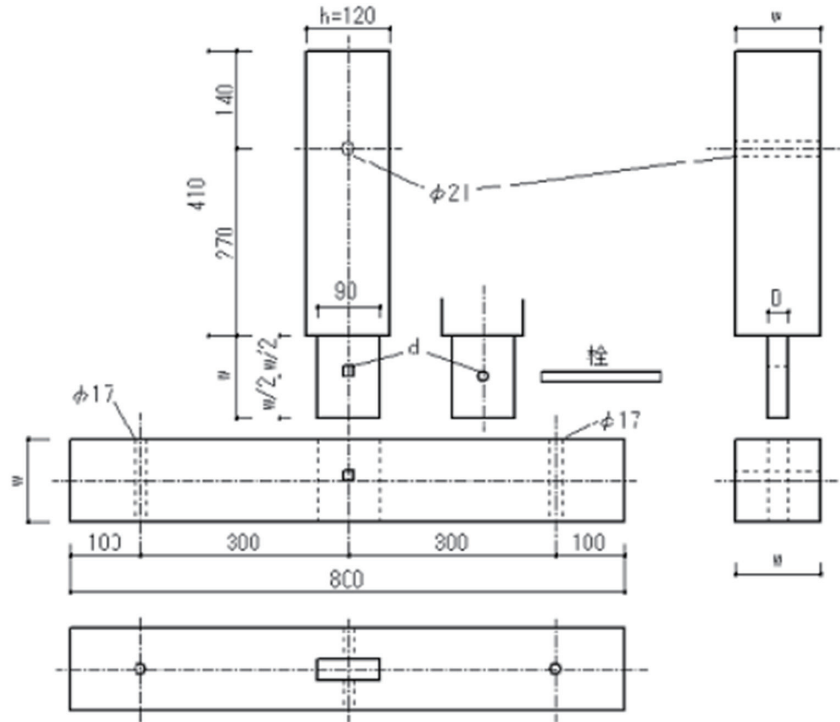
仕口

3,4	長ほぞ込み栓
5	小根ほぞ込み栓

引張

本データは伝統的構法の設計法作成及び性能検証実験検討委員会、実験データライブラリー」より引用し、「伝統的構法データベース（平成 28（2016）年公表）」の長ほぞ込み栓打ちの引張のデータシートに掲載している I3-1 試験体データによる。

●試験体図



No.	W	h	d	D
I3-1	120	120	15 角	30
I3-2	150		18 角	
I3-3	120		15 丸	
I3-4			18 丸	
I3-5			15 角	36
I3-6				24
I3-7				

●特性値

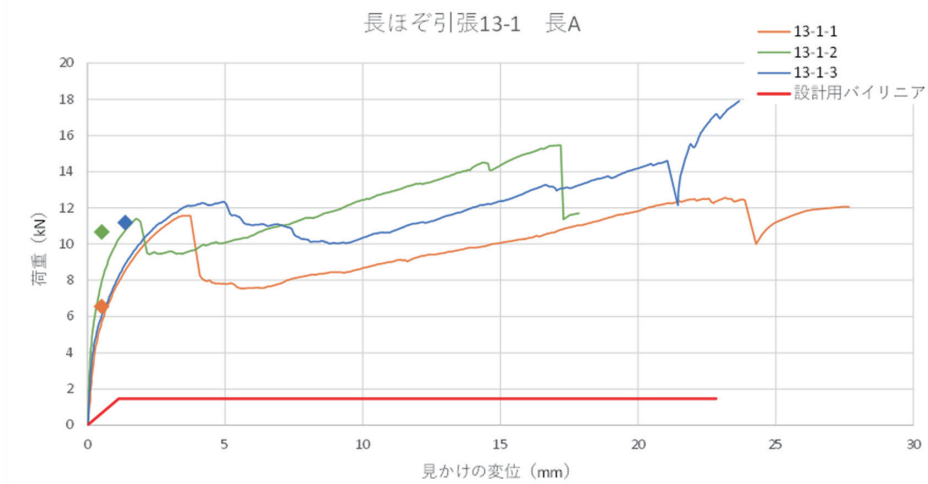
実験から得られた特性値（全試験結果）

		1体目	2体目	3体目	平均値	標準偏差	50%下限値	5%下限値
2/3P max	(kN)	8.37	10.31	11.94	10.21	1.79	9.37	4.58
Py	(kN)	6.55	10.67	11.18	9.47	2.54	8.27	1.46
δy	(mm)	0.712	1.329	1.373	1.138	0.37	-	-
K	(kN/mm)	9.20	8.03	4.15	7.13	2.64	5.88	-
Pu	(kN)	10.21	12.40	12.78	11.80	1.39	11.14	7.42
δu	(mm)	27.66	17.19	23.67	22.84	5.28	-	-

設計用特性値

降伏耐力 (kN)	設計用降伏変位 (mm)	設計用剛性 (kN/mm)	設計用終局耐力 (kN)	設計用終局変位 (mm)	水平荷重に対する計算における設計用許容耐力 (kN)
1.46	1.14	1.28	7.42	22.84	1.46

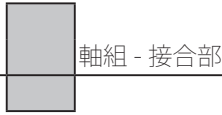
●荷重変形（グラフ中◆は各試験体の降伏点）



●破壊性状

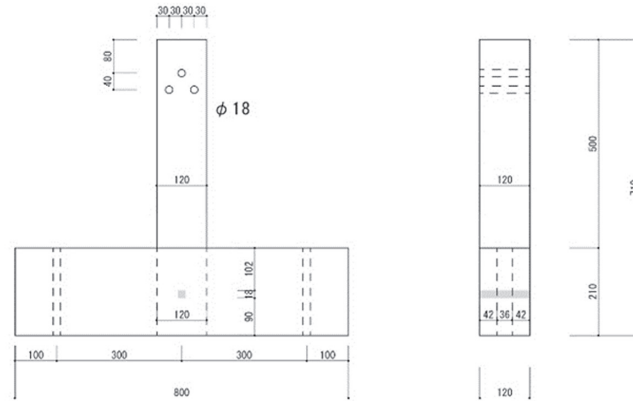
3体とも栓の曲げ→ほぞのせん断による破壊。写真は未入手。

引-長A、引-小A、引-小B
軸組-接合部
仕口
3/4 長ほぞ込み栓
5 小根ほぞ込み栓
引張



3,4	長ほぞ込み栓
5	小根ほぞ込み栓
	引張

●試験体図



●特性値

本実験では、変形量が5mm程度まで荷重が上昇した後、一度荷重が2割以上低下した後、再上昇する傾向を示した。これは、込み栓中心からほぞ先端までの長さが99mmと十分に長く、込み栓によるほぞのせん断破壊が生じずに変形量5mm程度までに込み栓の曲げ破壊が生じたことで荷重が低下し、その後折れた込み栓が男木・女木にめり込むことで荷重が再上昇したと考えられる。

そのため、本実験では(1)、(2)の2通りで特性値の算出を行った。

(1) 特性値 (全試験結果)：最終の変位までの試験結果より特性値を算出

(2) 特性値 (一つ目のピーク)：一つ目のピークまでの荷重と変形量の関係より特性値を算出

実験から得られた特性値 (全試験結果)

	1体目	2体目	3体目	平均値	標準偏差	50% 下限値	5% 下限値
2/3P max (kN)	10.4	7.1	9.23	8.9	1.36	8.26	4.62
Py (kN)	9.56	6.1	8.22	7.96	1.42	7.29	3.48
δy (mm)	0.29	0.37	0.43	0.36	0.06	-	-
K (kN/mm)	32.9	16.4	19.3	22.9	7.17	19.5	-
Pu (kN)	13.6	8.66	12	11.4	2.05	10.4	4.95
δu (mm)	49.3	49.3	55.6	51.4	2.95	-	-

実験から得られた特性値 (一つ目のピーク)

	1体目	2体目	3体目	平均値	標準偏差	50% 下限値	5% 下限値
2/3P max (kN)	10.4	7.1	8.71	8.73	1.34	8.10	4.51
Py (kN)	9.56	6.1	7.54	7.73	1.42	7.07	3.27
δy (mm)	0.29	0.37	0.32	0.33	0.03	-	-
K (kN/mm)	32.9	16.4	23.3	24.2	6.79	21.0	-
Pmax (kN)	15.6	10.6	13.1	13.1	2.01	12.1	6.77
$\delta Pmax$ (mm)	4.66	3.19	5.36	4.40	0.90	-	-

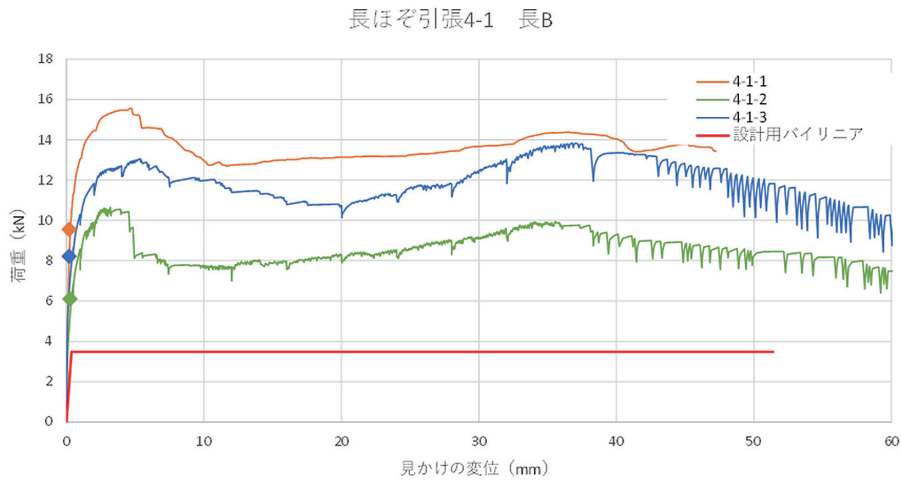
注) Pmax：最大荷重、Py 降伏荷重、 δy ：降伏変形量、

K：完全弾塑性モデルによる剛性、Pu：終局荷重、 δu ：終局変形量

設計用特性値 (上：データ全体、下：初期のピークで剛性・降伏を算出)

降伏耐力 (kN)	設計用降伏変位 (mm)	設計用剛性 (kN/mm)	設計用終局耐力 (kN)	設計用終局変位 (mm)	水平荷重に対する計算における設計用許容耐力 (kN)
3.48	0.36	9.67	4.95	51.4	3.30
3.27	0.33	9.90	4.95	51.4	3.27

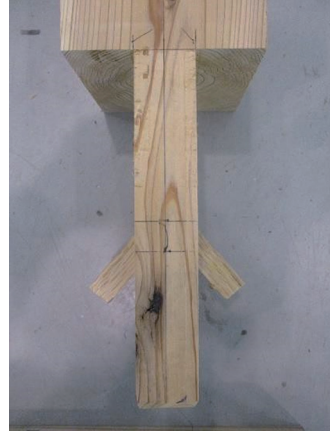
●荷重変形 (グラフ中◆は各試験体の降伏点)



●破壊性状



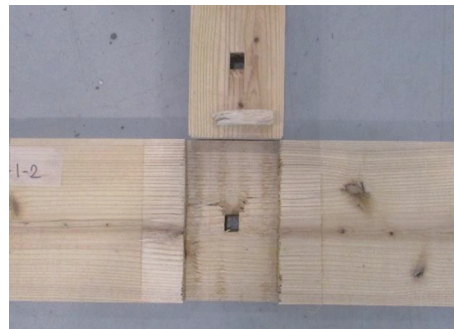
ほぞの引き抜け



解体後・NO.1 の込み栓の曲げ破壊



解体後・NO.1 の込み栓のめり込み跡



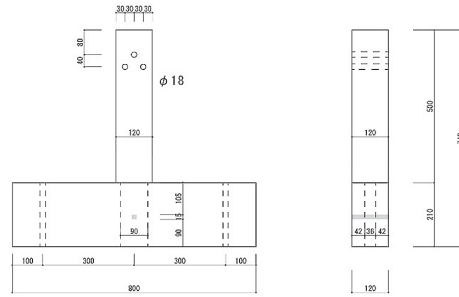
解体後・NO.2 曲げ折れた込み栓とめり込み跡



解体後・NO.3 の曲げ折れた込み栓とめり込み跡



●試験体図



●特性値

本実験では、変形量が5mm程度まで荷重が上昇した後、一度荷重が2割以上低下した後、再上昇する傾向を示した。これは、込み栓中心からほぞ先端までの長さが97.5mmと十分に長く、込み栓によるほぞのせん断破壊が生じずに変形量5mm程度までに込み栓の曲げ破壊が生じたことで荷重が低下し、その後折れた込み栓が男木・女木にめり込むことで荷重が再上昇したと考えられる。

そのため、本実験では(1)、(2)の2通りで特性値の算出を行った。

(1) 特性値 (全試験結果) : 最終の変位までの試験結果より特性値を算出

(2) 特性値 (一つ目のピーク) : 一つ目のピークまでの荷重と変形量の関係より特性値を算出

実験から得られた特性値

	1体目	2体目	3体目	平均値	標準偏差	50% 下限値	5% 下限値
2/3P max (kN)	8.24	8.42	8.35	8.34	0.07	8.30	8.11
Py (kN)	7.80	7.92	10.1	8.60	1.05	8.11	5.29
δ y (mm)	0.36	0.27	1.44	0.69	0.53	-	-
K (kN/mm)	21.8	29.9	7.02	19.6	9.47	15.1	-
Pu (kN)	11.1	10.6	10.9	10.9	0.18	10.8	10.3
δ u (mm)	63.9	42.7	55.2	53.9	8.73	-	-

実験から得られた特性値 (一つ目のピーク)

	1体目	2体目	3体目	平均値	標準偏差	50% 下限値	5% 下限値
2/3P max (kN)	7.68	8.48	7.39	7.83	0.44	7.62	6.45
Py (kN)	6.85	7.92	6.94	7.24	0.49	7.01	5.71
δ y (mm)	0.29	0.37	0.32	0.33	0.03	-	-
K (kN/mm)	28.1	29.9	28.8	28.9	0.75	28.6	-
Pmax (kN)	11.5	12.6	11.1	11.7	0.65	11.4	9.68
δ Pmax (mm)	3.60	3.36	4.57	3.84	0.52	-	-

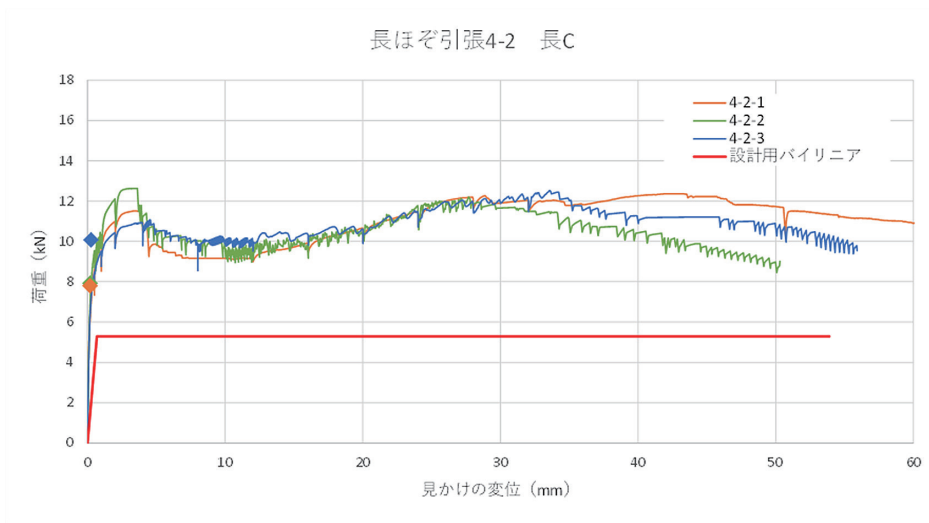
注) Pmax : 最大荷重、Py 降伏荷重、δ y : 降伏変形量、

K : 完全弾塑性モデルによる剛性、Pu : 終局荷重、δ u : 終局変形量

設計用特性値 (上 : データ全体、下 : 初期のピークで剛性・降伏を算出)

降伏耐力 (kN)	設計用降伏変位 (mm)	設計用剛性 (kN/mm)	設計用終局耐力 (kN)	設計用終局変位 (mm)	水平荷重に対する計算における設計用許容耐力 (kN)
5.29	0.69	7.67	10.30	53.9	4.23
5.71	0.25	22.84	10.30	53.9	5.71

●荷重変形 (グラフ中◆は各試験体の降伏点)



●破壊性状



ほぞの引き抜け



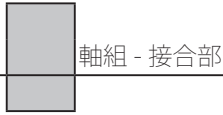
解体後・NO.1 曲げ折れた
た込み栓とめり込み跡



解体後・NO.3 曲げ折れた
た込み栓とめり込み跡



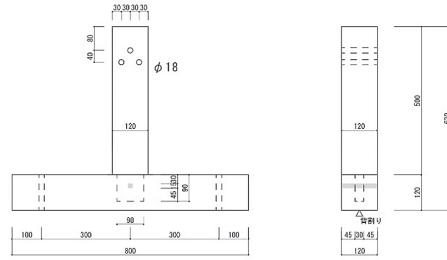
解体後・NO.3 込み栓に
よるほぞのめり込み跡



3,4	長ほぞ込み栓
5	小根ほぞ込み栓

引張

●試験体図



●特性値

実験から得られた特性値

	1体目	2体目	3体目	平均値	標準偏差	50% 下限値	5% 下限値
2/3P max (kN)	7.18	6.68	8.50	7.45	0.76	7.09	5.05
Py (kN)	6.22	5.96	7.16	6.45	0.51	6.20	4.83
δy (mm)	0.42	0.43	0.38	0.41	0.02	-	-
K (kN/mm)	14.7	13.9	19.0	15.9	2.24	14.8	-
Pu (kN)	9.53	9.12	11.8	10.1	1.18	9.59	6.43
δu (mm)	6.39	8.31	20.7	11.8	6.34	-	-

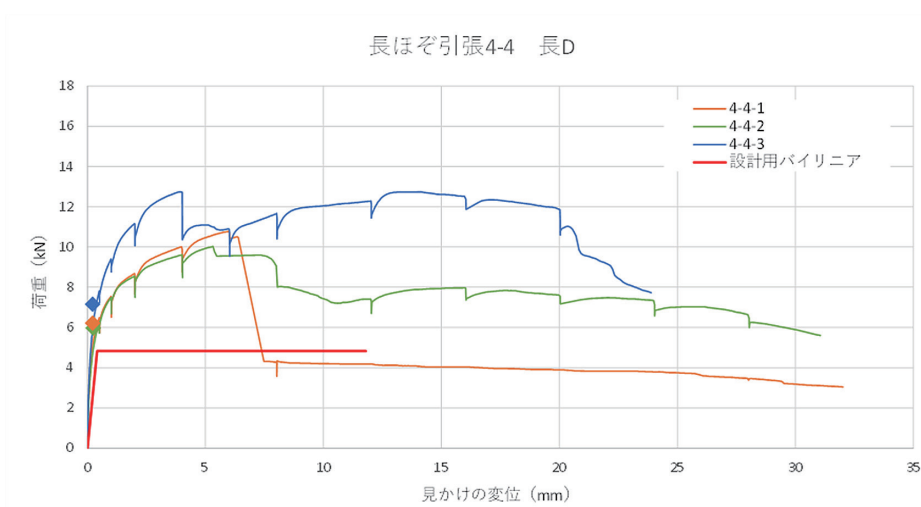
注) Pmax : 最大荷重、Py 降伏荷重、 δy : 降伏変形量、

K : 完全弾塑性モデルによる剛性、Pu : 終局荷重、 δu : 終局変形量

設計用特性値

降伏耐力 (kN)	設計用降伏変位 (mm)	設計用剛性 (kN/mm)	設計用終局耐力 (kN)	設計用終局変位 (mm)	水平荷重に対する計算における設計用許容耐力 (kN)
4.83	0.41	11.78	6.43	11.8	4.29

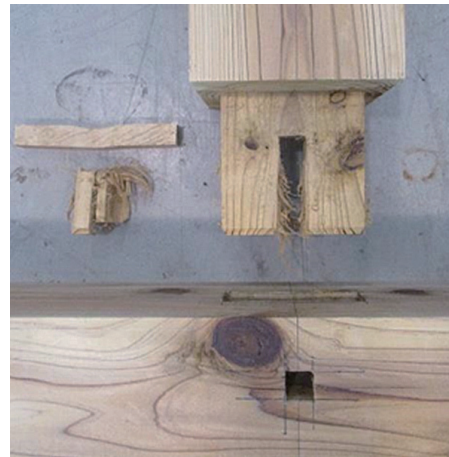
●荷重変形 (グラフ中◆は各試験体の降伏点)



●破壊性状



ほぞの引き抜け



解体後・NO.3 曲げ変形した込み栓とせん断破壊したほぞ



解体後・NO.1 ほぞのせん断破壊と残った込み栓



解体後・NO.1 曲げ変形した込み栓とせん断破壊したほぞ