

# 耐力要素の 強度性能評価書

## 金輪継ぎ込栓打ち（引張）

（平成 22 年 3 月版）

- ・ 記載された条件に該当しない場合は適用できません。
- ・ 適用範囲を確認の上、設計者の判断で使用して下さい。

（実験及び評価書原案作成：九州職業能力開発大学校）

一般社団法人 木を活かす建築推進協議会

## 1. 継手名称

金輪継ぎ込栓打ち (引張)

## 2. 短期許容耐力

短期許容耐力は以下のとおりとする。

寸法型式 (寸法、樹種) S: スギ、H: ヒノキ T: 引張、栓 2: 込栓 2 本	短期許容耐力 (kN)	接合部倍率	※参考値 $\min(P_y, 2/3P_{\max})$ (短期基準耐力) (kN)
金輪 120-T-H-栓 2	16.0	3.0	18.73
金輪 120-T-S-栓 2	14.0	2.6	16.56

## 3. 特性値

特性値は以下のとおりとする。ただし、この値は、低減係数  $\alpha$  を乗じる前のものである。利用に当たっては、適切に  $\alpha$  を考慮する必要がある。

寸法型式	$P_y$ (kN)	$\delta_y$ (mm)	$2/3P_{\max}$ (kN)	$\min(P_y, 2/3P_{\max})$ (基準耐力) (kN)	$P_u$ (kN)	$\delta_u$ (mm)	K (kN/mm)	$\delta_v$ (mm)	$\mu$ ( $\delta_u/\delta_v$ )	破壊形式 (当該破壊形式の 数/試験体数)
金輪 120-T-H-栓 2	18.73	1.12	26.26	18.73	34.68	6.73	18.05	1.94	3.5	嵌合部せん断(5/5)
金輪 120-T-S-栓 2	16.56	1.30	20.19	16.56	28.48	9.04	14.84	2.17	4.2	嵌合部せん断(5/5)

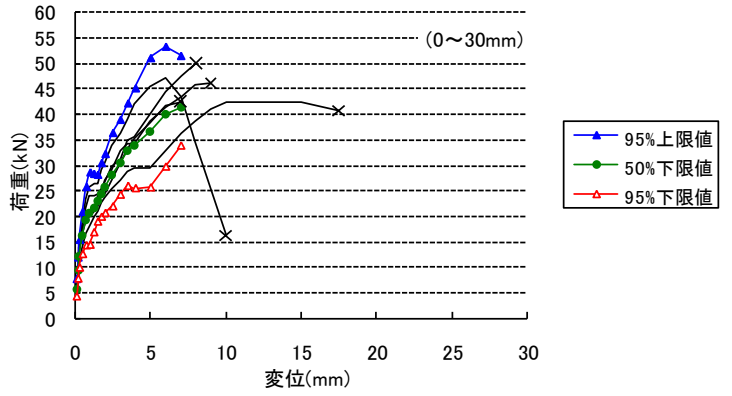
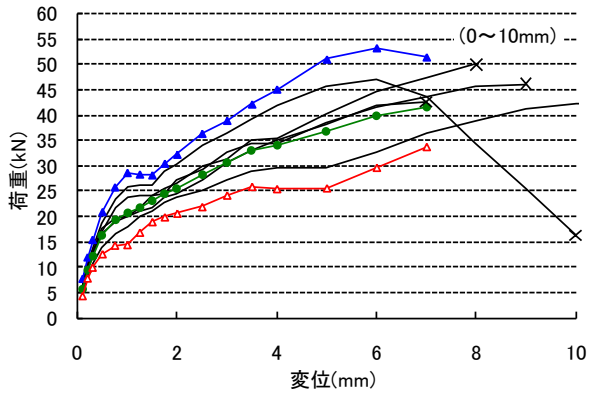
$P_y$ 、 $2/3P_{\max}$ 、 $P_u$  は信頼水準 75% の 95% 下限値で、 $\delta_y$ 、K、 $\delta_v$  は信頼水準 75% の 50% 下限値、 $\delta_u$  は最小値。 $\mu$  は表中の  $\delta_v$  と  $\delta_u$  から求めた。

寸法型式\変位(mm)	特定変形時の耐力(kN) (信頼水準の 75% の 50% 下限値)									
	0.1	0.2	0.3	0.5	0.8	1.0	1.3	1.5	1.8	2.0
金輪 120-T-H-栓 2	5.76	9.58	12.29	16.18	19.28	20.58	21.84	22.95	24.48	25.67
金輪 120-T-S-栓 2	4.02	6.62	8.84	12.08	15.76	17.32	20.08	21.18	22.91	23.74

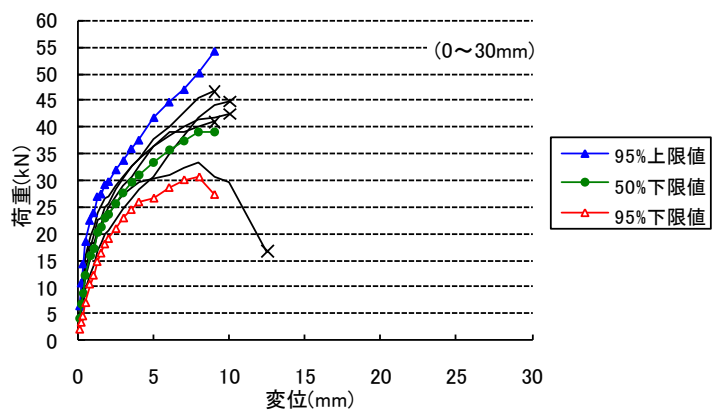
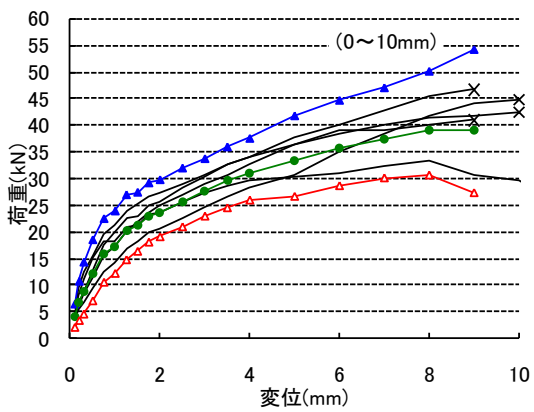
寸法型式\変位(mm)	特定変形時の耐力(kN) (信頼水準の 75% の 50% 下限値)									
	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0
金輪 120-T-H-栓 2	28.20	30.62	32.99	34.02	36.69	39.97	41.51	—	—	—
金輪 120-T-S-栓 2	25.75	27.64	29.48	30.99	33.22	35.61	37.46	39.10	39.01	—

- ・この値は、低減係数  $\alpha$  を乗じる前のものである。利用に当たっては、適切に  $\alpha$  を考慮する必要がある。
- ・ $\min(P_y, 2/3P_{\max})$ (短期基準耐力) : 許容耐力を決める際の基準とした耐力。まず、各仕様 5 体の試験体の荷重-変形関係を完全弾塑性モデルに置換し、降伏耐力( $P_y$ )および最大耐力の 2/3 の値( $2/3P_{\max}$ )を求める。そして、 $P_y$  と  $2/3P_{\max}$  それぞれについて、5 つの値の平均値と変動係数から、信頼水準 75% の 95% 下限値を求め、小さい方の値を基準耐力とした。
- ・ $P_u$ (終局耐力) : 完全弾塑性モデルにおける終局耐力の信頼水準 75% の 95% 下限値である。
- ・K(初期剛性) : この値は、応力解析に使用されることを考慮して、完全弾塑性モデルにおける初期剛性の信頼水準 75% の 50% 下限値とした。
- ・破壊形式 : 各仕様で最も多かった破壊形式を記載した。破壊形式の後の(a/b)は、当該の仕様の試験体数 b のうち、標記の破壊形式は a 体であったという意味である。
- ・特定変形時の耐力 : 5 体の試験体の特定変形時における耐力の信頼水準 75% の 50% 下限値を示している。5 体のうち、1 体でも破壊して耐力を失った場合は、それ以降の数値は表示していない。

金輪 120-T-H-栓 2 の荷重－変形関係



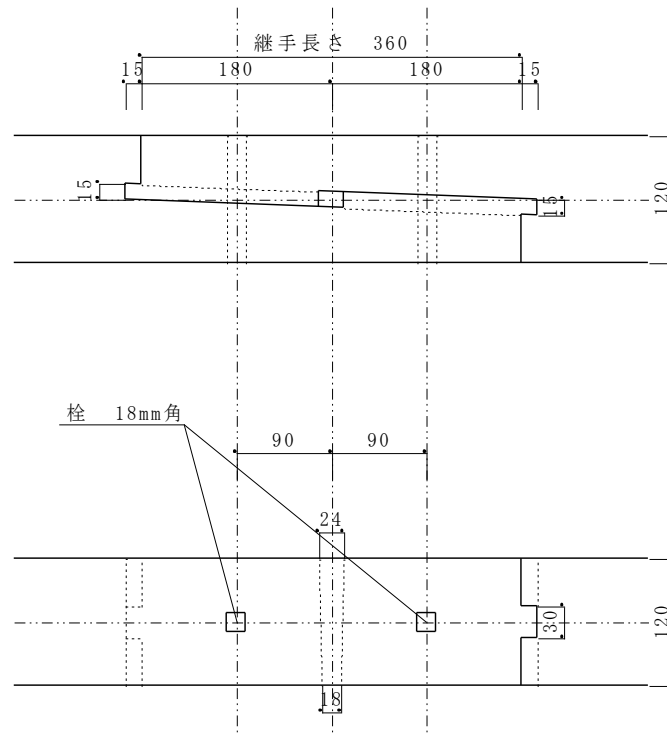
金輪 120-T-S-栓 2 の荷重－変形関係



#### 4. 仕様

各寸法型式の仕様は以下のとおりとする。

寸法型式	樹種	材幅 (mm)	材成 (mm)	継手長さ (mm)	栓 (mm)
金輪 120-T-H-栓 2	ヒノキ	120	120	360	18×18 2本
金輪 120-T-S-栓 2	スギ	120	120	360	18×18 2本



#### 5. 適用範囲

許容耐力および接合部倍率の適用範囲は以下のとおりとする。

	適用範囲	(参考) 本データベースの試験体
樹種	スギ (JAS1 級相当) または ヒノキ (JAS1 級相当)	スギ (JAS1 級) または ヒノキ (E90~130)
含水率	20%以下	ヒノキ平均 12.23% スギ平均 16.02%
部材	構造上問題となる欠点がないこと	—
乾燥方法	内部割れが生じないこと	—
部材寸法	120mm 角	120mm 角
継手長さ	360mm	360mm
栓	樹種はナラ 断面は 18mm 角 目切れがないこと。	樹種：ナラ 断面：18mm 角
中央部込栓	樹種はナラ 幅は 18mm 目切れがないこと。 傾斜をつける場合は、傾斜角度は 1/25 以下とし、 最小部が込栓の平均厚さの 8 割を下回らないこと。	樹種：ナラ 幅：18mm 傾斜：1/40-1/25
その他	木材の加工部分及びその近傍には、小さな節・ 割れ・目切れであってもこれを避けること。	—

## 6. 許容耐力の検討

### 6.1 許容耐力の検討

込み栓付き金輪継手の短期引張許容耐力は、実験値を優先して、統計処理した値に、低減係数を乗じて求める。

寸法型式	短期基準耐力 min (Py、2/3Pmax) (kN)	×低減係数 α (=0.9)	許容耐力 (kN)	接合部倍率
金輪 120-T-H-栓 2	18.73	16.86	16.0	3.0
金輪 120-T-S-栓 2	16.56	14.90	14.0	2.6

低減係数 α に考慮したのは、以下の項目である。

- ① 施工精度が強度に影響しやすい継手であること。
- ② 節などが強度に影響しやすい継手であること。

異常を考慮して、低減係数 α を 0.9 を基本として、数値をまとめた。

### 6.2 設計式およびその適用条件

#### (1) 方針等

長期的には、寸法や樹種が変化した場合にも対応するため、設計法を整備することが必要である。そこで、以下のような検討を行った。ただし、これは、検討途中であり、データ数も限られており、十分な検証がなされていない。従って、現時点では、実用に用いることはできない。

込み栓付き金輪継手の短期引張許容耐力の算定式を、以下のような方針で導出する。

- ① 各変形状による耐力の算定には、その変形に関わる継手の各部の寸法と基準強度を使用する。
- ② 各部の寸法が変化しても使用できることを前提とする。
- ③ 設計式には、建築基準法施行令や学会規準に示される係数を使用する。
- ④ 実験結果から低減係数を求める。

込み栓付きの金輪継手の短期引張許容耐力は、金輪継ぎのせん断性能と、込栓のせん断性能の、いずれか大きい方で決定されると考える。その場合、以下で求めることができる。

$$P_t = \max(P_t \text{ 継手せん断}, P_t \text{ 栓のせん断}) \quad (1)$$

継手形状条件

材幅 : W=120mm

材せい : H=120mm

継手長さ : L=360mm

栓 : 堅木 (カシなど)

ただし、上記式の適用範囲は実験の継手形状の範囲とし、また、他接合金物との併用による許容耐力の加算は認められない。

$$P_t \text{ 継手せん断} = (L/2) \times h \times \alpha \times 0.7 \times F_s \quad (\text{kN}) \quad (2)$$

L: 継手長さ = a (mm)

h: 材せい (mm)

α: 材料と継手種類に依存する係数

0.7: ばらつき係数

F<sub>s</sub>: 材料のせん断基準強度 (繊維方向)  $F_s = 1.8 \times 10^{-3} \text{ kN/mm}$  (スギ)

$$P_t \text{ 栓のせん断} = \text{栓のせん断面積} \times h \times F_s \times 2 \times 2/3 \quad (\text{kN}) \quad (3)$$

栓の断面積：栓の対角線平均長さ×材せい h (mm<sup>2</sup>)

h：材せい (mm)

F<sub>s</sub>：材料のせん断基準強度(繊維方向) F<sub>s</sub>=3.0×10<sup>-3</sup>kN/mm(ナラ)

2：堅木割増係数 \*2 建築基準法施行令 89 条

## (2) 設計式を誘導する上で試験結果の評価に用いた低減係数等

### ア) 試験結果のばらつきによる低減係数

金輪継手のばらつきによる低減係数は、せん断面積で基準化した降伏耐力および最大荷重のばらつきに基づいて算出した。また材種によりその係数が異なることからヒノキ、スギについてそれぞれに算出した。その試験結果に対して乗じるばらつき係数は、母集団の分布形を正規分布とみなし、統計的処理に基づく信頼水準 75%の 95%下側許容限界値をもとに、次式により求めた。

ばらつき低減係数 = 1 - CV・K (CV：変動係数, K：試験体数によって決まる定数)

以上の値に基づき、各試験体で以下のばらつき係数をもとに検討を行なった。

設計式の誘導には、金輪継手のばらつき低減係数を設定した。

金輪継ぎ栓 2 ヒノキ：ばらつきによる低減係数 0.83

金輪継ぎ栓 2 スギ：ばらつきによる低減係数 0.76

### イ) 有効せん断力係数 α について

金輪継ぎの降伏耐力および最大荷重は、全体的に見ると継手のせん断面積に比例する傾向がみられる。そこで、せん断面積で基準化した最大荷重を用いて有効せん断力係数 α を定める。

提案する設計式において用いる有効せん断力係数 α は、単位せん断面積当たりの現行許容値 (min P<sub>y</sub>, 2/3P<sub>max</sub>) を木材のせん断基準強度 F<sub>s</sub> で除して算出した。有効せん断力係数は、材料と継手種類に依存する係数である。

金輪継ぎ 2 ヒノキ：有効せん断力係数 α = 0.25

金輪継ぎ 2 スギ：有効せん断力係数 α = 0.27

## 6.3 供試材料

本試験に用いた供試材料の含水率および密度の平均値を表 1 に示す。含水率については、継手根本部から 100 mm 程度離れた箇所を電気抵抗式水分計 ターク H(ケット社製)を用いて男木・女木ともに 4 面測定した。また供試材密度については、引張試験終了直後に密度試験片を採取し、その時の密度を測定した。

表 1 各試験体 含水率および密度の平均

試験体名		含水率	密度
金輪120-T-H-栓2のみ	平均(%)	14.89	0.45
	変動係数(CV)	0.14	0.12
金輪120-T-S-栓2のみ	平均(%)	13.95	0.57
	変動係数(CV)	0.05	0.07
金輪120-T-H-栓2	平均(%)	12.23	0.44
	変動係数(CV)	0.06	0.08
金輪120-T-S-栓2	平均(%)	16.02	0.53
	変動係数(CV)	0.07	0.05

また、表 2 は試験前の各供試材料の表面にある割れや節などを目視により確認したものである。

表2 全試験体の目視状況および含水率・密度

試験体	No	外観目視		継手A 含水率 (%)	継手B 含水率 (%)	継手A・B	密度 (g/cm <sup>3</sup> )
		継手A	継手B	平均	平均	含水率平均(%)	
金輪120-T-S-栓2のみ スギ	1	①深めひび割れ	①浅めひび割れ ②浅めひび割れ	11.38	11.33	11.35	0.53
	2	①継手部ひび割れ・隙間あり ②端部に深いひび	①端部に深めのひび割れ	13.50	14.00	13.75	0.45
	3	①継手部からひび ②端部に深いひび	②端部にひび割れ	14.78	13.85	14.31	0.40
	4			16.70	15.88	16.29	0.45
	5			17.80	17.40	17.60	0.39
	6			15.00	16.90	15.95	0.51
金輪120-T-H-栓2のみ ヒノキ	1	④端部に深いひび		13.00	14.63	13.81	0.52
	2	①端部に深いひび ③継手部に節あり	②端部にひび割れ	11.50	14.73	13.11	0.64
	3	①継手部にひび ③端部にひびあり	①継手部にひび ④端部にひび	11.80	11.95	11.88	0.54
	4	①端部にひび ①②③④継手空きあり		14.03	14.23	14.13	0.56
	5	①端部にひび ②端部に深いひび		12.35	14.50	13.43	0.61
	6	②端部にひび		13.50	13.65	13.58	0.58
金輪120-T-S-栓2 スギ	1		④継手部分 節によるカケ	13.08	13.80	13.44	0.45
	2	①長いひび有り		12.25	13.10	12.68	0.45
	3	①浅めひび割れ ③浅めひび割れ	①③④浅めひび割れ ②ボルト穴周辺部ひび割れ	12.25	12.08	12.16	0.46
	4	①浅めひび割れ ④継手部に死に節あり	①全長にわたりひび割れ	12.65	12.20	12.43	0.43
	5	①継手部に死に節あり ②③深めのひび割れ	①浅めひび割れ	10.65	11.73	11.19	0.47
	6	①全体にわたりひび深め ②③端部に深めのひび割れ	③端部に深めのひび ④全体にわたり深めのひび割れ	12.08	10.48	11.28	0.37
金輪120-T-H-栓2 ヒノキ	1	②端部に浅いひび	②深いひび	15.33	15.50	15.41	0.54
	2	①浅いひび	③端部に浅いひび	15.93	16.45	16.19	0.57
	3	②端部に浅いひび	①端部に浅いひび	18.10	15.83	16.96	0.51
	4	①端部に浅いひび	④深いひび	14.58	15.15	14.86	0.50
	5	②端部にひび ④端部にひび	②端部にひび	13.53	14.88	14.20	0.51
	6	③端部にひび	③端部にひび ④端部に浅いひび	16.90	18.30	17.60	0.55