

# 耐力要素の 強度性能評価書

## 柱・貫接合（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：東京都市大学）

一般社団法人 木を活かす建築推進協議会

## 1. 継手名称

柱・貫接合 (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 (H・L) (材せい・継手長さ)	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)
アゴ①-T-28×120	4.3	0.8	5.10
カマ①-T-28×120	3.4	0.6	4.26
カマ②-T-28×120	1.4	0.2	1.76
アゴ②-T-30×120	4.3	0.8	5.43
アゴ③-T-30×120	4.3	0.8	5.11

## 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 (H・L) (材せい・ 継手長さ)	$P_y$ (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/m m)	$\delta_v$ (mm)	$\mu$ ( $\delta_u / \delta_v$ )	破壊形式 (当該破壊形式 の数/ 試験体数)
アゴ①-T-28×120	5.10	2.75	6.41	5.10	8.10	10.93	2.12	5.21	2.10	カマめり込み(4/6)
カマ①-T-28×120	4.26	5.09	5.38	4.26	7.15	30.00	0.80	11.85	2.53	カマめり込み(6/6)
カマ②-T-28×120	1.76	6.69	2.20	1.76	3.16	30.00	0.41	12.82	2.34	カマめり込み(5/6)
アゴ②-T-30×120	5.43	3.54	6.58	5.43	8.52	7.50	1.70	6.89	1.09	カマめり込み(6/6)
アゴ③-T-30×120	5.11	2.63	8.15	5.11	8.87	14.90	2.08	5.93	2.38	カマめり込み(6/6)

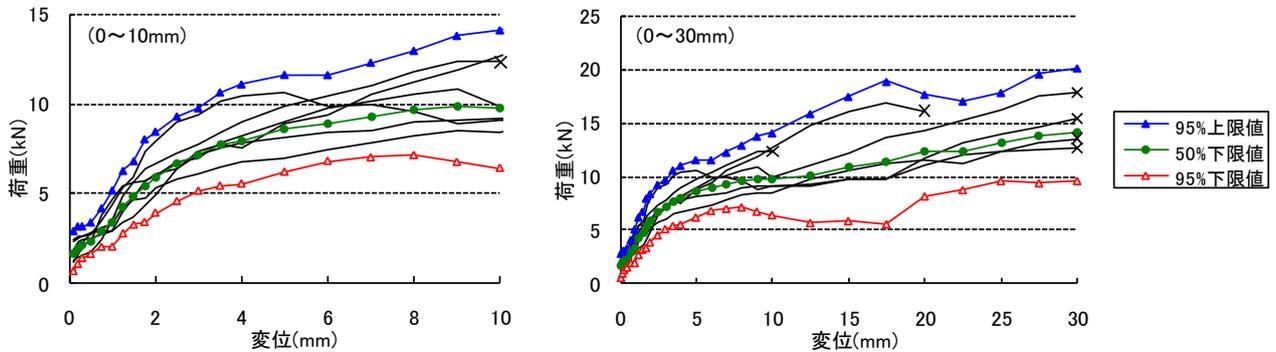
$P_y$ 、 $2/3P_{\max}$ 、 $P_u$  は信頼水準 75% の 95% 下限値で、 $\delta_y$ 、K、 $\delta_v$  は信頼水準 75% の 50% 下限値、 $\delta_u$  は最小値。 $\mu$  は表中の  $\delta_v$  と  $\delta_u$  から求めた。

寸法型式\変位(mm)	特定変形時の耐力(kN) (信頼水準 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	2.5	3.0	3.5	4.0
アゴ①-T-28×120	1.6	2.0	2.1	2.4	2.9	3.4	4.3	4.8	5.4	5.9	6.6	7.1	7.7	8.0
カマ①-T-28×120	1.7	2.1	2.3	2.6	2.9	3.0	3.2	3.3	3.5	3.5	3.7	3.9	4.1	4.3
カマ②-T-28×120	0.2	0.3	0.3	0.5	0.7	0.8	1.0	1.0	1.2	1.2	1.4	1.5	1.7	1.9
アゴ②-T-30×120	1.3	1.8	2.1	2.6	3.0	3.1	3.5	3.8	4.5	4.8	5.5	6.2	6.9	7.3
アゴ③-T-30×120	2.5	2.8	3.0	3.1	3.3	3.5	4.0	4.3	4.8	5.4	6.5	7.1	7.5	7.9

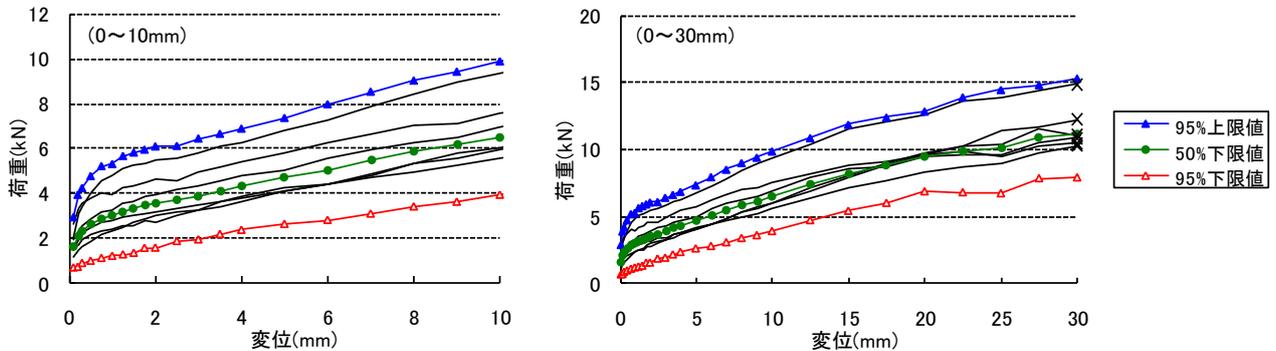
寸法型式\変位(mm)	特定変形時の耐力(kN) (信頼水準 75% の 50% 下限値)													
	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	12.5	15.0	17.5	20.0	22.5	25.0	27.5	30.0
アゴ①-T-28×120	8.6	8.9	9.3	9.7	9.8	9.8	—	—	—	—	—	—	—	—
カマ①-T-28×120	4.7	5.1	5.5	5.9	6.2	6.5	7.4	8.3	8.8	9.5	9.9	10.1	10.9	11.2
カマ②-T-28×120	2.2	2.5	2.8	3.1	3.4	3.6	4.3	4.7	5.2	5.4	5.6	5.9	5.8	5.9
アゴ②-T-30×120	8.1	9.1	9.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
アゴ③-T-30×120	8.1	9.0	9.5	10.0	10.2	10.9	12.2	—	—	—	—	—	—	—

- 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 6 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、6 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。いずれの仕様についても、 $P_y$  が  $2/3P_{max}$  を下回り、 $P_y$  を基準耐力として採用している。なお、 $P_y$  を算出できなかった場合は、 $P_y$ 、 $P_u$  および  $K$  について、その試験体を除いた数で統計処理を行った。
- $P_u$  (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 : 6 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。6 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。

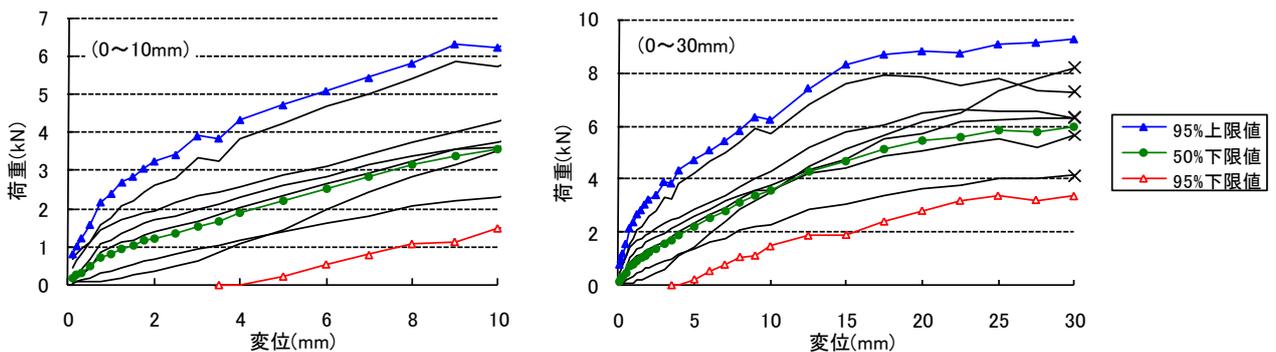
アゴ①-T-28×120 の荷重－変形関係



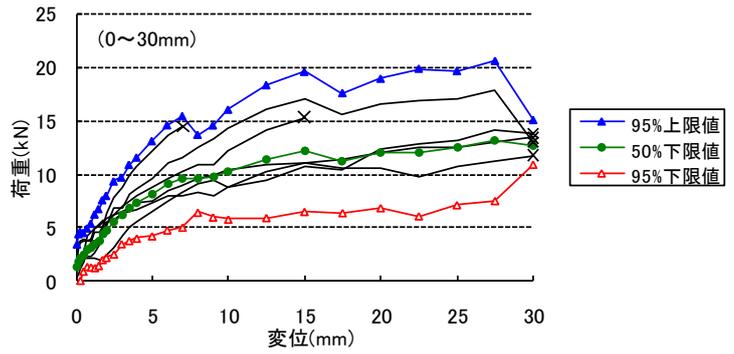
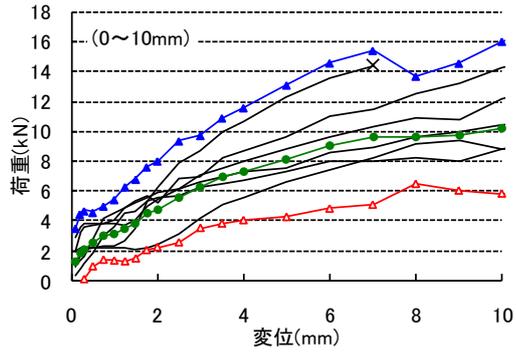
カマ①-T-28×120 の荷重－変形関係



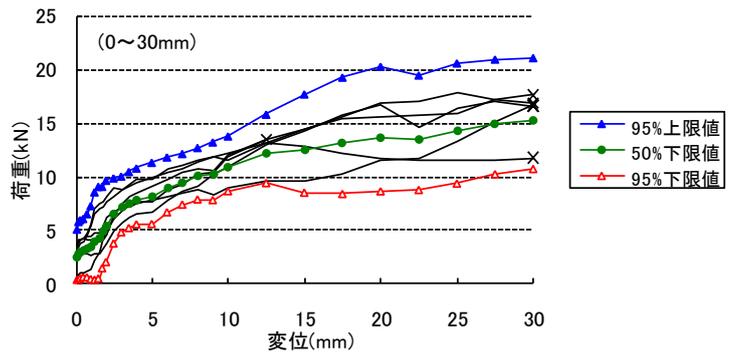
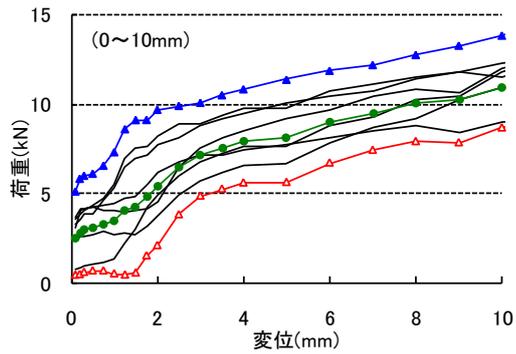
カマ②-T-28×120 の荷重－変形関係



アゴ②-T-30×120の荷重-変形関係



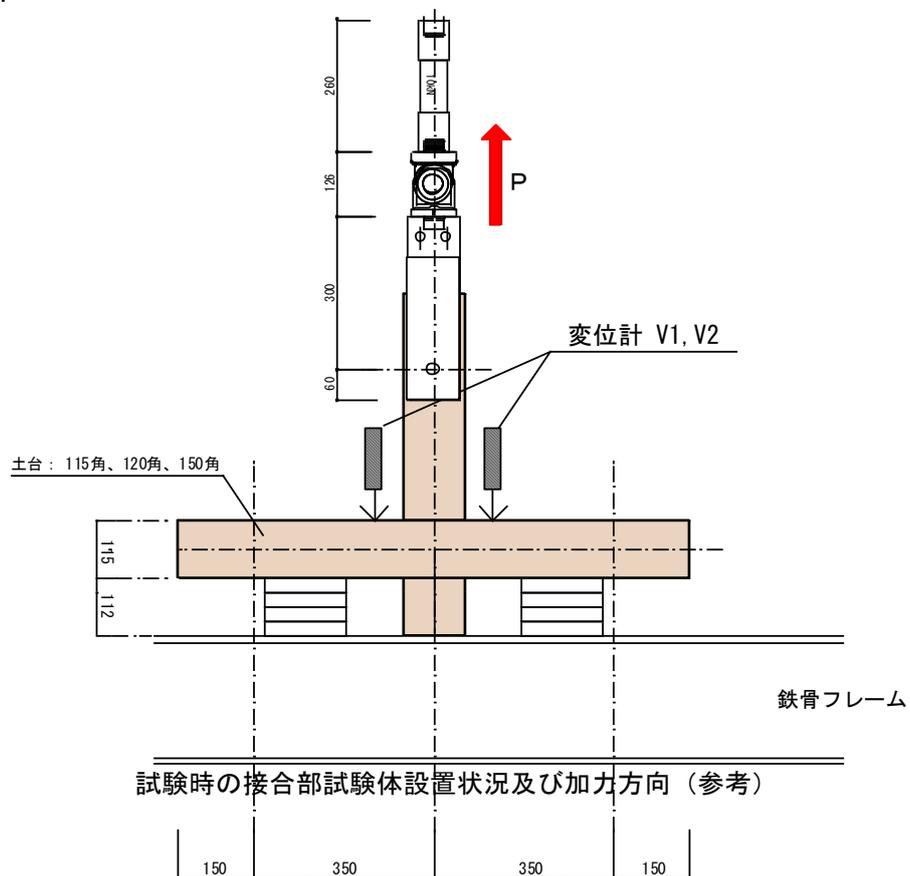
アゴ③-T-30×120の荷重-変形関係

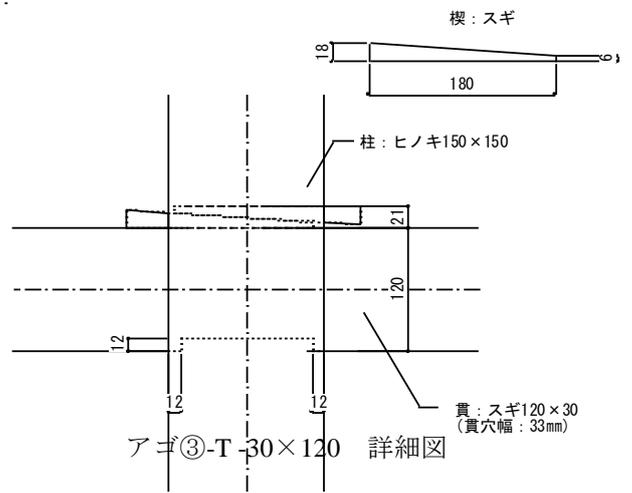
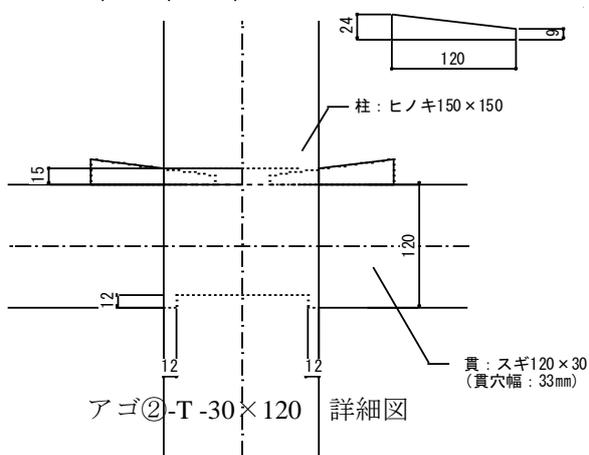
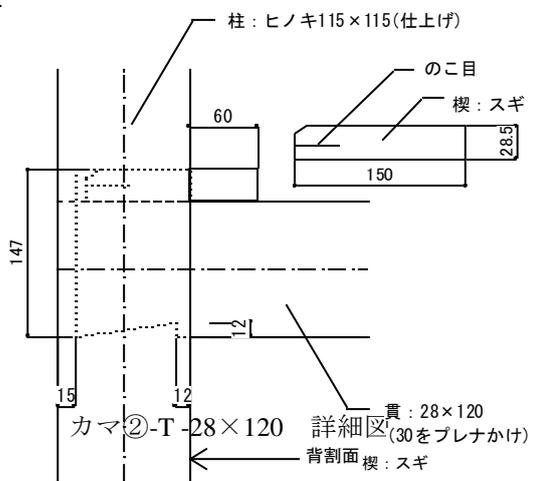
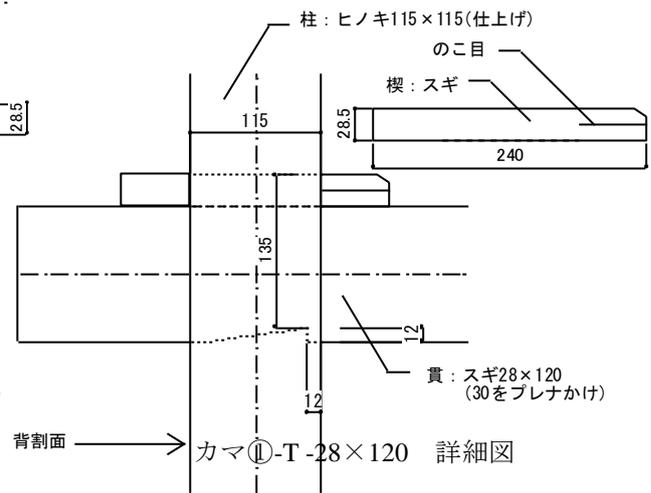
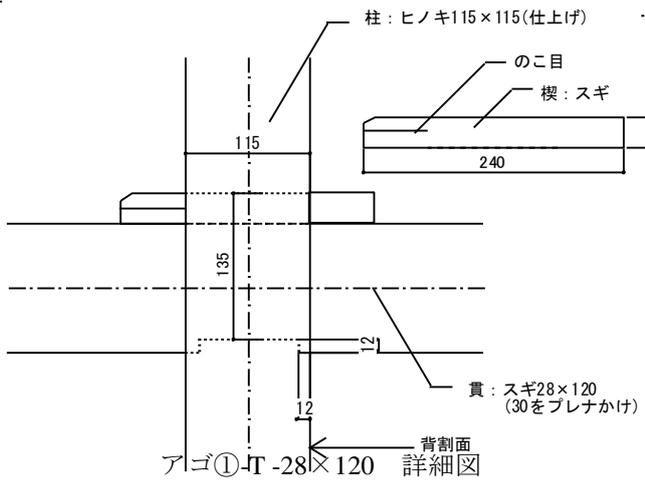


#### 4. 仕様

各寸法型式の仕様は以下のとおりとする。

寸法型式 (H・L)	樹種		柱寸 (mm)	貫寸 (mm)	楔
	柱	貫			
アゴ①-T-28×120	ヒノキ	スギ	115	28×120	平：スギ-H=27 mm
カマ①-T-28×120	ヒノキ	スギ	115	28×120	平：スギ-H=27 mm
カマ②-T-28×120	ヒノキ	スギ	115	28×120	平：スギ-H=27 mm
アゴ②-T-30×120	ヒノキ	スギ	150	30×120	三角：スギ-H=9-24,L=120
アゴ③-T-30×120	ヒノキ	スギ	150	30×120	三角：スギ-H=6-18,L=180





## 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	柱	ヒノキ (E90 以上、JAS1 級相当)		ヒノキ(E90~E110)		
	貫	スギ (E70 以上、JAS1 級相当)		スギ(E70~E110)		
含水率	20%以下			柱平均 17.6%、貫平均 14.2%		
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			—		
材寸	寸法型式	柱寸 (mm)	貫寸 (mm)	寸法型式	柱寸 (mm)	貫寸 (mm)
	アゴ①-T-28×120	115 角	28×120	アゴ①-T-28×120	115 角	28×120
	カマ①-T-28×120			カマ①-T-28×120		
	カマ②-T-28×120			カマ②-T-28×120		
	アゴ②-T-30×120	150 角	30×120	アゴ②-T-30×120	150 角	30×120
	アゴ③-T-30×120			アゴ③-T-30×120		
スギ (図面参照)	スギ (図					
楔						

## 6. 許容耐力の検討

### 6. 1 試験結果と考察

#### (1) 接合部の破壊性状

柱・貫接合部の最終的な主な破壊性状は、貫のめり込みによるものであった。

貫の形状は、大きく分けて 2 つあり、アゴ①-T-28×120、アゴ②-T-30×120、アゴ③-T-30×120 のアゴ付きのもの、カマ①-T-28×120、カマ②-T-28×120 のカマ形状のものであり、この部分のめり込みによるものがほとんどであった。

アゴ付きのものについてみると、アゴ部分のせん断破壊が 2 体みられたものの、アゴ部分が柱に対してめり込み、圧縮破壊を起こしていく様子がみられた。

また、アゴ①-T-28×120 の柱寸法が 120 角であるのに対し、アゴ②-T-30×120、アゴ③-T-30×120 の柱寸法は 150 角であるが、柱寸法の違いによる影響は、ほとんど無いものと見られる。

カマ①-T-28×120、カマ②-T-28×120 のカマ形状のものについてみると、カマの部分が柱に対してめり込んでいくが、2 つを比較してみると、カマ①-28×120 は中央部めり込み、カマ②-T-28×120 は端部めり込みとなり、材に対してのめりこみ箇所の違いが出る。さらに、めり込み面積も異なることから、耐力に影響を与えているものと考えられる。

#### (2) 楔形状の違いによる影響

アゴ①-T-28×120、アゴ②-T-30×120、アゴ③-T-30×120 のアゴ付きのものアゴ形状は 3 種類とも同じであるため、この 3 種の楔形状の違いについて比較する。

アゴ①-T-28×120、アゴ③-T-30×120 の楔は、貫と平行に打たれているため、柱に対して抵抗する箇所がなく、めり込み等の耐力は発揮しない。また、アゴ②-T-30×120 は楔が三角形であるが、貫が引っ張られる際は、楔は柱に止まったままとなるため、平行楔とほとんど同等の破壊性状であると考えられる。下限値では、ばらつきが考慮されるためか、基準値を比較するとわずかに三角楔が平行楔に対して耐力を上回っている。

#### (3) 貫寸法の違いによる影響

アゴ①-T-28×120、アゴ②-T-30×120、アゴ③-T-30×120 のアゴ付きのものアゴ形状は 3 種類とも同じであり、中でもアゴ①-T-28×120、アゴ③-T-30×120 は、楔の条件がほぼ等しいためこの 2 種類について、比較する。

貫厚は、アゴ①-T-28×120 がアゴ③-T-30×120 に対して 2 mm 薄くなっているが、実験結果をみると、耐力に大きな違いは見られなかった。

## 6. 2 短期許容耐力の算定

短期引張許容耐力  $P_t$  は、次式により算定する。

$$P_t = \min(\text{降伏耐力 } P_y, 2/3 \times \text{最大荷重 } P_{\max}) \times \alpha$$

### (1) アゴ①-T -28×120、アゴ②-T -30×120、アゴ③-T -30×120 (アゴ)

$\alpha$  を決定する際に考慮すべき事項として、アゴ部分の施工精度が挙げられる。ただし、アゴ形状の施工難易度を考えても、精度の違いが大きく現れるとは考えにくい。

また、試験体は、適用範囲よりもヤング係数の高いものも混じっている。

また、長期的な乾燥によるゆるみも影響する可能性がある。

以上より、低減係数  $\alpha$  を 0.85 とした。

更に、アゴについては、短期引張許容耐力に大きな差がないので、運用の便を考慮して、同じ数値とした。

### (2) カマ①-T -28×120、カマ②-T -28×120 (カマ)

$\alpha$  を決定する際に考慮すべき事項として、カマ部分の施工精度が挙げられる。カマの形状は、柱のホゾ加工で施工精度に差が現れると考えられる。

また、試験体は、適用範囲よりもヤング係数の高いものも混じっている。

また、長期的な乾燥によるゆるみも影響する可能性がある。

以上より、低減係数  $\alpha$  を 0.80 とした。

寸法型式	$P_y$ (kN)	$\delta_y$ (mm)	$2/3P_{\max}$ (kN)	$\min(P_y, 2/3P_{\max})$ (kN)	低減係数 $\alpha$	短期許容耐力 (kN)	採用短期許容耐力 (kN)	接合部倍率
アゴ①-T -28×120	5.10	2.75	6.41	5.10	0.85	4.34	4.3	0.8
カマ①-T -28×120	4.26	5.09	5.38	4.26	0.80	3.41	3.4	0.6
カマ②-T -28×120	1.76	6.69	2.20	1.76	0.80	1.41	1.4	0.2
アゴ②-T -30×120	5.43	3.54	6.58	5.43	0.85	4.62	4.3	0.8
アゴ③-T -30×120	5.11	2.63	8.15	5.11	0.85	4.34	4.3	0.8