

3.4 木質トラスに用いるメタルプレートコネクタの検討

3.4.1 品質

3.4.1.1 メタルプレートコネクタの選定

メタルプレートコネクタを用いる木質トラスの接合部には、MiTek 社の製作する GANGL-NAIL GNQ（以下、ギャングネイルプレート）を使用し、その接合システムによって構成するものとする。

3.4.1.2 品質・規格

ASTM A 446-67 の規定に合格し、かつ JIS G 3302（溶融亜鉛めっき鋼板及び鋼帯）に規定する品質を有する材料で厚さ 0.92mm を用いる。

メタルプレートコネクタの形状を図 3.4.1 に示す。また、標準仕様寸法の範囲を表 3.4.1 に示す。

3.4.1.3 認証関係

メタルプレートコネクタを用いた木質トラスは建築基準法旧 38 条の認定を受けており、当条文が平成 12 年 6 月に廃止となり、平成 14 年 6 月 1 日からオープン化された。認定された許容耐力を使用して構造計算確認を行った上で施工することになる。

また、枠組壁工法については 2007 年版「枠組壁工法建築物設計の手引き」の中で「旧法 38 条認定を取得したトラスについて認定自体は失効しても認定時に行われた技術的な評価にもとづく許容耐力等は構造計算にあたって引き続き有効なものとして取り扱われる。」の記述が根拠となる。

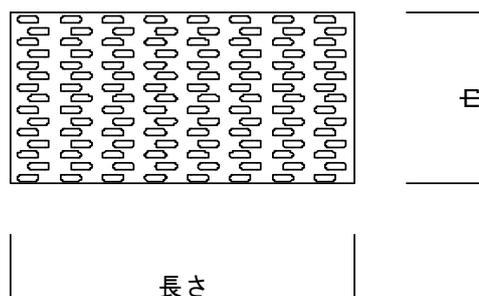


図 3.4.1 メタルプレートコネクタの形状

表 3.4.1 ギヤングネイルプレートの標準寸法

呼 名	巾 (mm)	長さ (mm)
25×75	25.2	76.2
25×100	25.2	101.6
40×75	37.8	76.2
40×100	37.8	101.6
50×100	50.4	101.6
50×125	50.4	127.0
50×150	50.4	152.4
50×175	50.4	177.8
63×150	63.5	152.4
75×100	75.7	101.6
75×125	75.7	127.0
75×150	75.7	152.4
75×175	75.7	177.8
75×200	75.7	203.2
75×250	75.7	254.0
100×75	100.9	76.2
100×100	100.9	101.6
100×150	100.9	152.4
100×200	100.9	203.2
100×250	100.9	254.0
150×125	151.4	127.0
150×150	151.4	152.4
150×175	151.4	177.8
150×225	151.4	228.6
150×300	151.4	304.8
150×400	151.4	406.4

3.4.2. 強度試験及びデータ整備

3.4.2.1 試験目的

旧 38 条認定によりトドマツの強度区分は S.P.F 樹種、カラマツは D.Fir-L の樹種の強度区分にそれぞれ属している。従来、メタルプレートコネクタを使用した木質トラスは北米産ランバーで製造されており、施工実績は充分にある。しかし、トドマツ、カラマツを使用した実績はまだ不十分で、メタルプレートコネクタの接合性については知見が乏しい。よって安全性を得るために破壊状況とともに基準耐力を満足することを試験により確認する。

3.4.2.2 試験体

試験体は、北海道産トドマツおよびカラマツを用いた枠組壁工法用製材 206 材（断面 38×140mm）を、メタルプレートコネクタによって接合した継手または仕口である。

メタルプレートコネクタの寸法は 100×100mm であり、プレート歯の角度は木材の繊維方向に対して 0 度または 90 度としている。

試験体は各 7 体である。

試験体の形状を図 3.4.1 に示す。

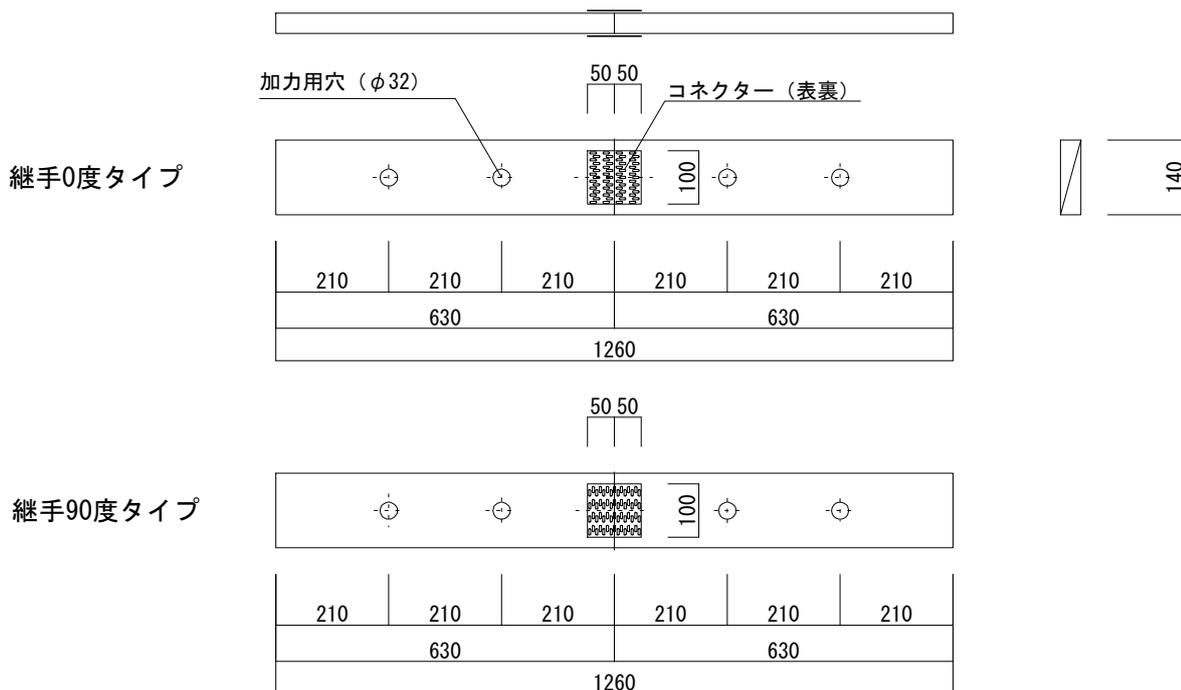


図 3.3.1 試験体の形状

3.4.2.3 試験方法

引張試験は、「接合金物試験法規格（財団法人日本住宅・木材技術センター編集・発行平成16年6月）」に従って実施した。

試験体は、直径 30mm のピンを使用して治具に固定した。加力は能力 200kN の復動シリンダ（株式会社岩崎繰返し試験機）で行い、シリンダに取付けたロードセル（容量 200kN）で荷重値を検出した。変位は定格容量 50mm・分解能 1/200mm の変位変換器を使用して計測し、荷重の増減約 0.1kN ごとに記録した。最初の 1 体は単調加力条件とし、2 体目以降は 1 体目で得られた降伏変位の 1/2, 1, 2, 4, 6, 8, 12, 16 倍を繰返し設定変位とする繰返し加力条件とした。試験体の製作は㈱FP コーポレーションの石狩工場にて行い、（独）北海道立総合研究機構森林研究本部林産試験場で試験を実施した。

試験方法を図 3.3.2 に、試験実施状況を写真 3.4.1～3.4.2 に示す。

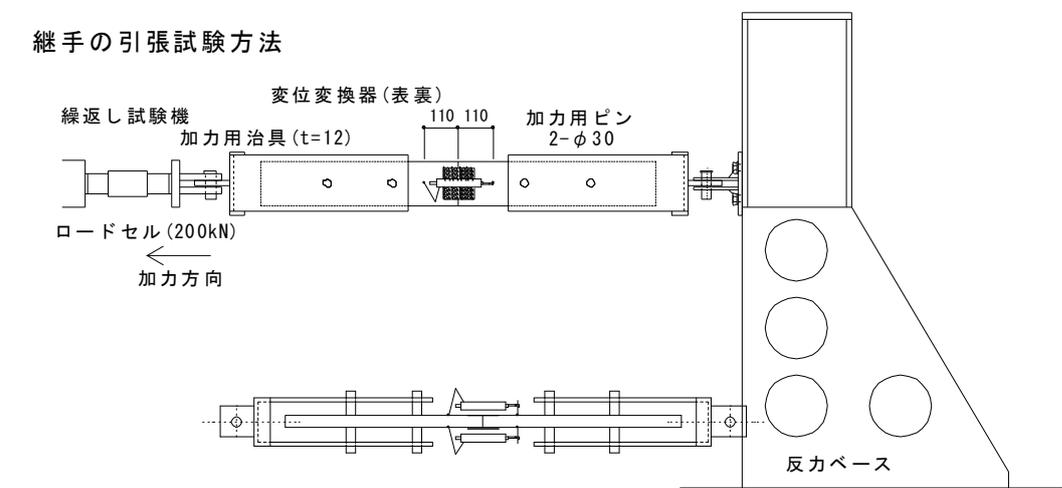


図 3.3.2 試験方法



写真 3.3.1 試験の様子（継手）

3.4.2.4 試験結果

試験結果を表 3.4.1、3.4.2 に示す。また荷重と変形の間係を図 3.4.3~3.4.4 に、破壊後の様子を写真 3.4.3~3.4.10 に示す。

メタルプレートコネクター接合は、従来、実験によりが、「2006 年版木質構造設計基準・同解説 第 4 版」の改定において最大耐力、0.76mm 変形時耐力を求め、その下限値に基準係数を乗じて、基準許容せん断耐力を求めることとした。しかし、今回はメタルプレートコネクター接合の旧 38 条認定中の値と比較するために許容耐力を従来の評価式より導出した。

表 3.4.1 試験結果（トドマツ）

トドマツ	0 度方向			90 度方向		
	P_{\max} (kN)	$2/3P_{\max}$ (kN)	$P_{0.76}$ (kN)	P_{\max} (kN)	$2/3P_{\max}$ (kN)	$P_{0.76}$ (kN)
平均(7 体)	31.7	21.1	27.7	31.6	21.1	26.5
変動係数	0.07	0.07	0.08	0.06	0.06	0.05
ばらつき係数	0.84	0.84	0.83	0.87	0.87	0.88
5%下限値		(17.8)	(23.0)		(18.3)	(23.3)
短期許容耐力 (N/mm ²)	1.78			1.83		

表 3.4.2 試験結果（カラマツ）

カラマツ	0 度方向			90 度方向		
	P_{\max} (kN)	$2/3P_{\max}$ (kN)	$P_{0.76}$ (kN)	P_{\max} (kN)	$2/3P_{\max}$ (kN)	$P_{0.76}$ (kN)
平均(7 体)	32.0	21.3	29.2	33.4	22.3	29.0
変動係数	0.07	0.07	0.06	0.07	0.07	0.02
ばらつき係数	0.85	0.85	0.86	0.84	0.84	0.95
5%下限値		(18.1)	(25.0)		(18.8)	(27.5)
短期許容耐力 (N/mm ²)	1.81			1.88		

- ・接合部耐力の評価式（屋根トラスに用いる場合）

P_{\max} : 試験最大荷重の平均値 (kN)

$P_{0.76}$: 2 つの部材間の変位が 0.76mm のときの荷重の平均値 (kN)

また、許容せん断耐力は「木質構造設計規準」に基づき、以下の式から算定した。

$$P_0 = \min(P_{0.76}, 2/3P_{\max}) \times j_k K_0 / A$$

A : 木材と金物が重なるすべての面積 (50×100mm×2 面=10000mm²)

なお、 P_y , $P_{0.38}$, $2/3P_{\max}$ はそれぞれ 5%下限値とする。

ばらつき係数 : 1-変動係数× k

k : 信頼水準 75%の 5%下限値を求めるための係数で、試験体が 7 のとき 2.251 とする。

破壊形態は、ほとんど全ての試験体で金物が木材から引き抜ける形態であったが、90 度タイプでは金物が引張破壊したものがトドマツ、カラマツで一体ずつ認められた。

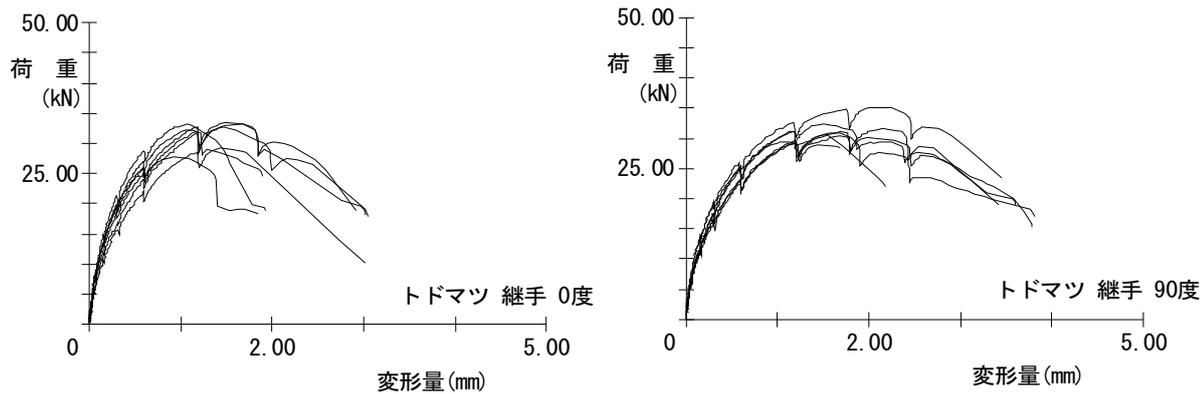


図 3.4.3 荷重と変形の関係包絡曲線 (トドマツ)

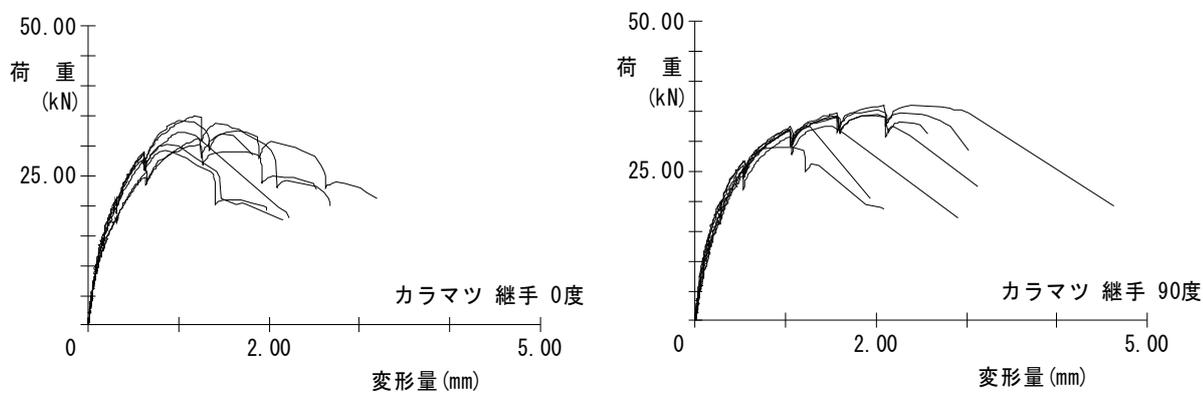


図 3.4.4 荷重と変形の関係包絡曲線 (カラマツ)



写真 3.4.3 破壊後の様子 (トドマツ)

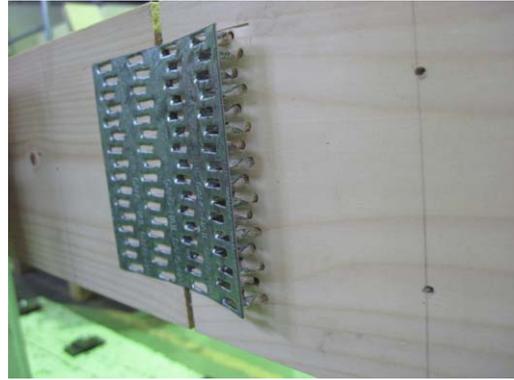


写真 3.4.4 破壊後の様子 (トドマツ)

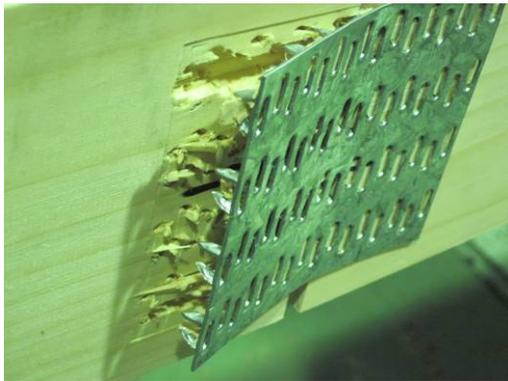


写真 3.4.5 破壊後の様子 (トドマツ)



写真 3.4.6 破壊後の様子 (トドマツ)



写真 3.4.7 破壊後の様子 (カラマツ)



写真 3.4.8 破壊後の様子 (カラマツ)

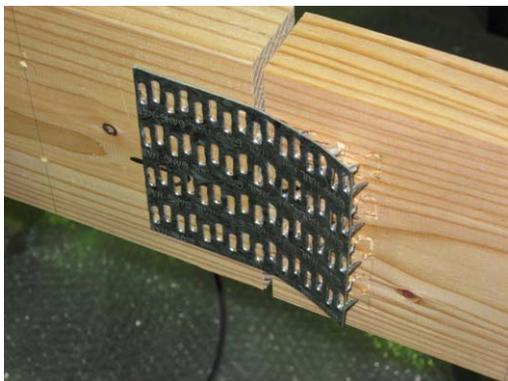


写真 3.4.9 破壊後の様子 (カラマツ)

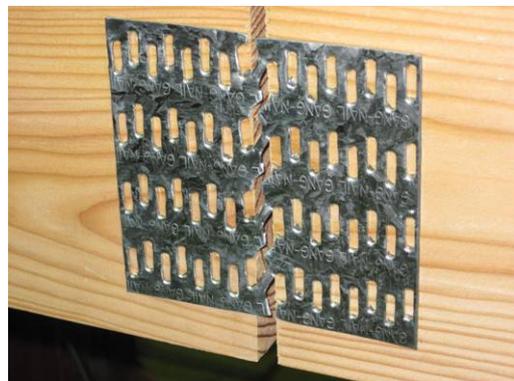


写真 3.4.10 破壊後の様子 (カラマツ)

3.4.2.5 考察

試験結果から北海道産トドマツ、カラマツを使用したメタルコネクター接合部の試験値による短期許容耐力はS.P.Fの規定値よりも高い耐力を示した。

メタルプレートコネクターは木材の繊維方向と歯の角度によって接合耐力が異なるため、歯の角度による許容耐力については歯の角度が90°のとき、0°の耐力に角度係数を乗じて低減することが旧38条の認定で定められている。歯の角度90°の本試験耐力はトドマツ、カラマツのともに次式により係数Fを乗じた低減耐力を満足している。

トドマツ、カラマツを用いたトラスのメタルプレートコネクター接合部は耐力、使用角度の設計について、安全性を確認することが出来た。

表 3.4.3 短期許容せん断耐力の比較

樹種	短期許容せん断耐力 (kN/mm ²)		
	①歯の角度 0°	②歯の角度 90°	
		(①×F)	試験値
S.P.F	1.27(認定値)	1.02	-
トドマツ	1.78	1.42	1.83
カラマツ	1.81	1.45	1.88

ここで、

歯の角度係数 (F) は旧 38 条の認定内において次式で規定されている。

歯の角度を持つときはFの値を乗じる。

$$F = 1 - \theta / 450$$

$$\theta = 90^\circ \text{ のとき、} F = 0.8$$

参考文献

- 1) 森泉周ほか3名：“小中径木カラマツから採った204材の生材強度性能”，林産試月報 **330**, 1-4(1978).
- 2) 倉田久敬ほか4名：“道産針葉樹による枠組壁工法構造用製材の品質と強度性能”，林産試験場研究報告 **67**, 1-31(1979).
- 3) 林産試験場：“枠組壁工法用住宅部材の生産技術開発”，1992, pp. 1-59.
- 4) 日本ツーバイフォー建築協会：“2007年枠組壁工法建築物構造計算指針”，工業調査会，東京，2007.
- 5) 日本ツーバイフォー建築協会：“2007年枠組壁工法建築物 設計の手引き”，工業調査会，東京，2007.
- 6) 日本建築学会：“木質構造設計規準・同解説－許容応力度・許容耐力設計法－”，丸善，2006, pp. 149-209.
- 7) 飯島泰男：木材学会誌 53(2)，63-71(2007).
- 8) 堀江和美：“木材強度データの確率統計手法”，木質構造研究所，1997.
- 9) 日本建築学会：“木質構造限界状態設計指針(案)・同解説”，2003.
- 10) 日本建築学会：“木質構造設計基準・同解説”，2006.
- 11) ISO：“ISO 13910：Structural timber – Characteristic values of strength-graded timber – Sampling, full size testing and evaluation”，2005.