

木質フィーレンディールトラスの基本的構造特性に関する研究
 -その1 接合部試験について-

Study on Basic Structural Properties of Wood Vierendeel Truss
 -Part1 Joint Test -

○松寄浩靖¹, 岡田章², 宮里直也², 北嶋圭二³, 廣石秀造⁴, 中川航佑⁵
 *Hiroyasu Matsuzaki¹, Akira Okada¹, Naoya Miyasato¹, Keiji Kitajima³, Shuzo Hiroishi⁴, Kosuke Nakagawa⁵

Abstract : The use of timber for non-residential buildings is increasing due to the Law for Promotion of Use of Wooden Construction such as Co-buildings. On the other hand, although it has abundant forest resources, there is no laminated wood manufacturing factory or precut factory required for medium and large-scale wooden buildings. With the demand for local production for local consumption, the development of a new frame that is more workable and can be manufactured in any region is required. The purpose of this paper is the practical application of wooden trusses made of general circulation lumber for residential use, which is widely used in Japan.

1. はじめに

公共建築物等木造利用促進法により非住宅系建築物への木材の利用が高まっている。一方で、豊富な森林資源を有するが、中大規模木造建築物に必要とされる集成材の製作工場やプレカット工場が存在しない、あるいはごく小規模・少数に限られている地域も少なくない。地産地消が求められる中で、より加工性に優れ、地域を限定せずに製作可能な、新たな架構の開発が求められている。

本報では、国内で広く利用されている住宅用一般流通製材を用いた、木造トラスの実用化を目標とする。同様のトラス構造は、既に一般社団法人中大規模木造プレカット技術協会が、標準架構を開発・公表している。一方、本報で対象とするトラス構造は、相欠き仕口を用いて、井桁状に組み上げたフィーレンディールトラス (Fig.1,2) である。従来のトラス構造に比べ、部材同士の接合が直交方向に限定されるため、接合部の簡略化が可能となり、加工性と施工性に優れている。また、接合部を複数積層することで構造性能の調整が可能であること、力学的観点より部材間での材の接合・延長が可能であることから、大スパン架構などへの展開も容易で、汎用性が高い点も特徴として挙げられる。

一方で、一般にフィーレンディールトラスは、基本的に接合部は剛接合で構成される。しかし、木造では剛接合とすることが難しく、接合部試験により接合部の性能を把握し、回転剛性及び曲げ耐力を適切に評価する必要がある。以上を踏まえ、本報では、提案したトラス架構の基本性状を把握することを目的として、接合部試験について報告する。

2. 接合部の正負交番荷重実験概要

フィーレンディールトラス接合部の回転剛性及び曲げ耐力の把握を目的として正負交番荷重試験を行った。試験体概要を Table1, Fig. 3 に示す。試験体は平行弦ト

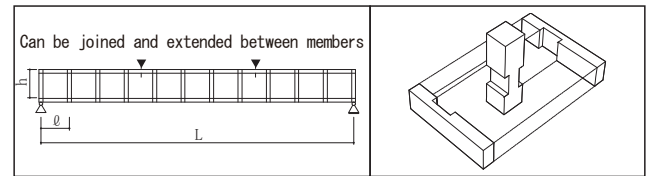


Fig.1 Overview of Vierendeel Truss

Fig.2 Overview of Joining Method

Table.1 Material Specifications

	grade	material grade	cross section	notch depth
without gap	Cedar	E70	90×90	45
with gap	Cedar	E70	90×90	40

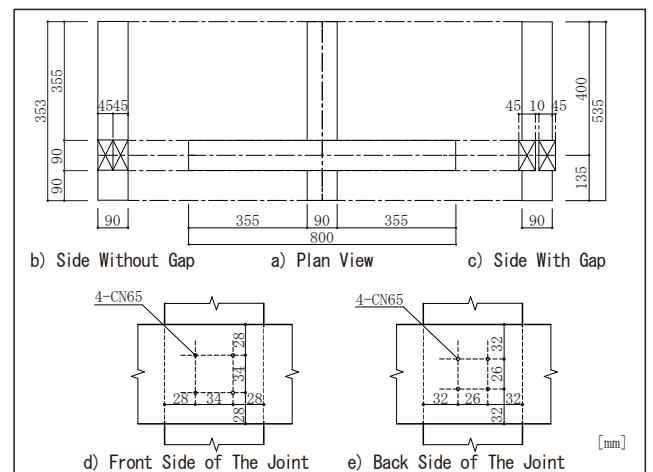


Fig.3 Outline of Test Specimen

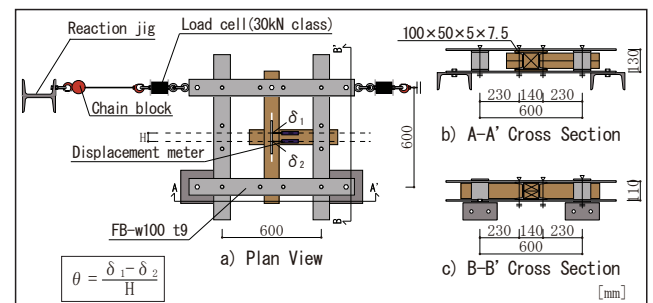


Fig.4 Outline of Experiment

1:日大理工・学部・海築 2:日大理工・教員・建築 3:日大理工・教員・海建 4:日大短大・教員・建築 5:日大理工・院(前)・建築

ラスの接合部を模擬したT字形とし、90mm×90mmの縦材を90mm×45mmの横材で挟み込むことで構成した。縦材と横材は、それぞれ欠き込みを設けて、相欠きにて噛み合わせており、欠き込み寸法を変えた2ケース（以下、「間隙有り」、「間隙無し」と称す）を対象に、6体ずつ試験を行った。また、相欠き接合部内は、CN65釘4本により両面から接合した（Fig. 3-d, e）。実験治具概要をFig. 4に示す。実験治具は、ピン接合された鉄骨フラットバーで試験体を囲むように設置した。加力は治具両端にチェーンブロックを取り付け、引き込むことで行った。载荷サイクル1/600, 1/450, 1/300, 1/200, 1/150, 1/100, 1/75, 1/50radの変形角制御とし、各変形角につき3回の繰り返し正負交番载荷を行った。また、加力が最大荷重に達した後、最大荷重の80%に低下、あるいは試験体の変形角が1/15rad以上に達するまで単調载荷を行った。

3. 実験結果及び考察

3-1. 間隙の有無による比較及び破壊性状

発生曲げモーメントM-回転角θ関係と包絡線をFig. 5, 6に示す。図中の弾塑性直線については、後述する。全ての試験体でスリップ型の履歴性状を示した。

試験結果の包絡線を用いて文献^[1]より求めた特性値を、Table 2に示す。回転剛性 K_θ は間隙無しの方が、わずかに高い値を示した。これはFig. 5より、初期スリップによる影響であると考えられる。また、最大荷重 M_{max} 、降伏荷重 M_y は間隙無しに比べ間隙有りの方が大きい値を示した。

試験後の試験体の様子をFig. 7に示す。全ての試験体で割裂等の破壊は確認されなかった。

3-2. 理論値との比較

実験値は木材のばらつきの影響を受けるため、剛性及び耐力が大きく低減される。そのため、実験値と理論値に差が生じる可能性がある。本報では実験値と理論値の整合性を確認する。

河原^[2]による相欠き仕口の回転剛性及び降伏モーメントの理論式と実験結果の比較を行う。理論式の概要をFig. 8に示す。河原は製作及び乾燥収縮を考慮し、嵌合調整係数を0.5、摩擦係数を0.5と設定していることから、本報でも同じ値とする。算出した理論値をTable. 3、及びFig. 5に併記する。理論値では間隙有りの方が間隙無しに比べ回転剛性が大きくなり、降伏モーメントが低くなった。これは、文献^[3]において、加圧面周辺の影響により、加圧面 $(x_p \times y_p)$ が同面積では縁端距離 (x_1, y_1, y_2) が長くなると回転剛性、降伏モーメントが大きくなることが示されていることから、間隙有りがわずかに大きくなったと推察される。また、間隙無しは実験値と理論値がほぼ同値になったが、間隙有りでは差を生じた。これは、試験体のばらつきが大きかったことが要因として考えられる。

4. まとめ及び今後の検討

本報では、欠き込み寸法を変化させた2ケースの接合部試験を行い、基本的力学性状を把握した。

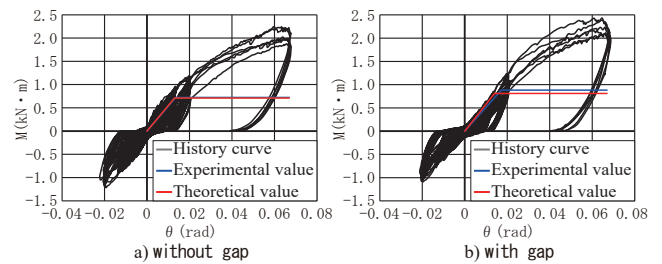


Fig. 5 M-θ Relation

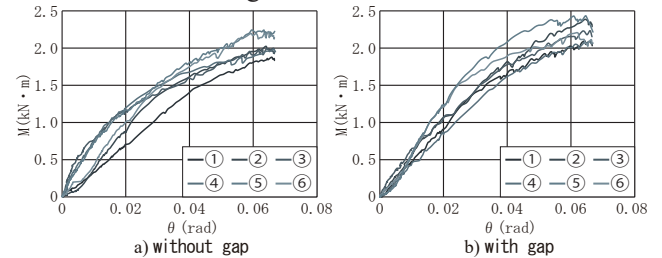


Fig. 6 Envelope Curves

Table.2 Characteristic Value of Each Loading Rate

	M_{max} (kN·m)	K_θ (kN·m/rad)	M_y (kN·m)	θ_y (rad)
without gap	2.06	53.47	0.72	0.027
with gap	2.25	51.34	0.88	0.027



Fig. 7 Properties of Test Piece

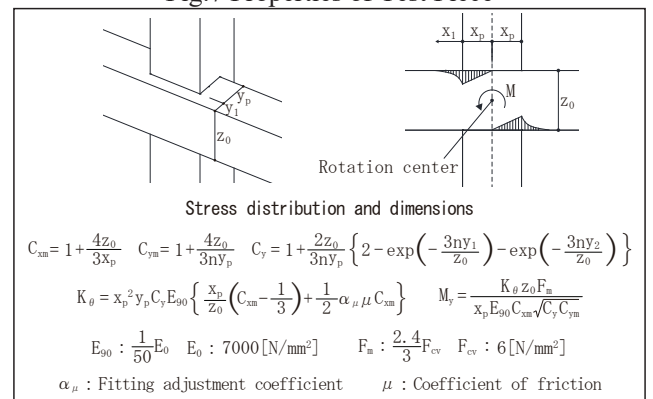


Fig. 8 Outline of Theoretical Formula

Table.3 Theoretical Value

	K_θ (kN·m/rad)	M_y (kN·m)	θ_y (rad)
without gap	54.22	0.71	0.013
with gap	59.92	0.81	0.014

今後、縦材及び、横材の断面をパラメータとした接合部試験を行う予定である。

参考文献

[1] 日本建築学会：木質構造接合部設計マニュアル，pp. 269, 312-317, 2019. 11
 [2] 河原大：伝統的構法による木造建築物の荷重-変形関係推定に関する研究，東京大学，博士論文，2016
 [3] 稲山正弘：中大規模木造建築物の構造設計の手引き，彰国社，pp. 57-57, 2017