

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

-梁せい及び格子間隔が構造性能に及ぼす影響の把握-

Study on Basic Structural Properties of Wooden Vierendeel Truss

- Understanding Effect of Depth and Strut Spacing on Structure -

○島野超¹, 廣石秀造², 岡田章³, 宮里直也³*Koyuru Hatano¹, Shuzo Hiroishi², Akira Okada³, Naoya Miyasato³

Abstract: The use of timber for non-residential buildings is increasing due to the Law for Promotion of Use of Wooden, The use of wood in non-residential buildings is being promoted. In a previous paper, The authors proposed a wooden Vierendeel truss made of lumber commonly available for residential use. In general, a Vierendeel truss is composed of upper and lower chords and struts, The struts are rigidly connected to the chords to resist shear and convert the bending stress in the beams into axial force in the upper and lower chords. In this paper, a numerical analysis is conducted to understand the effect of the lattice shape and the rotational rigidity of the joint on the structural performance.

1. はじめに

公共建築物等木材利用促進法により、非住宅系建築物の木材化が進められている。著者らは、既報^[1]にて住宅用一般流通製材を用いた、木造フィーレンディールトラスを提案 (Fig. 1) した。一般にフィーレンディールトラスは、上下の弦材と束材で構成され、弦材と束材を剛接合することにより、束材がせん断抵抗し、梁に生じる曲げ応力を上下弦材の軸力に変換する構造である。一方、本トラスを木材で構成した場合、接合部は半剛接合となるため、一般的なフィーレンディールトラスと応力状態が異なると考えられる。既報^[1]では接合部の回転剛性が架構全体に与える影響について報告しているが、格子形状が、架構の構造性能に及ぼす影響については、未だ明らかにされていない。

以上より本報では、格子形状を構成する、束材間隔及び梁せいが構造性能に与える影響の把握を目的として、数値解析による検討を行った。

2. 数値解析概要

数値解析概要をFig. 2に示す。解析モデルはスパン9.1m、束材及び弦材の断面は120×120mm、等級E70の杉材 ($E=7,000\text{N/mm}^2$) とした。支持条件はピン及びローラーとし、付加荷重は自重と積載荷重に負担面積 (負担幅910mm) を考慮して、上弦材の各要素に鉛直下向き (z方向) の等分布荷重として加えた。パラメータは束材間隔 ℓ 、梁せいD、接合部の回転剛性 (剛接合または既報^[1]より得られた回転剛性) とした。なお、相欠き接合部の回転剛性は架構の面内方向の回転のみを許容するバネ要素とした。

1:日大理工・院(前)・建築 2:日大短大・教員・建築 3:日大理工・教員・建築

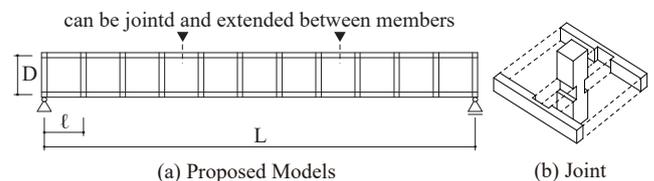
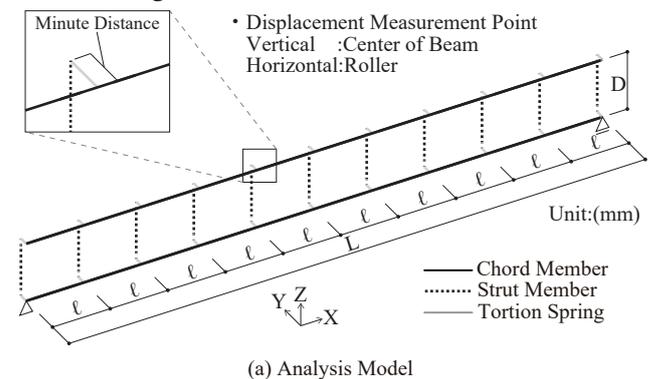


Fig.1 Overview of Vierendeel Truss



(a) Analysis Model

(b) Material Specification / Structure Data

■ Material Data	: $E=7,000\text{N/mm}^2$ (Cedar)
■ Member Cross Section	: 120×120 (Cedar)
■ Boundary Condition	: Pin - Roller
■ Loading Condition	: $w=1.3\text{kN/m}^2 \times 0.91\text{m}=1.18\text{kN/m}$
■ Halving Joints	: $k_{\theta y}=127.38\text{ kN}\cdot\text{m}/\text{rad}$
■ Joints	: Rigid or Result of static loading test
■ Strut Spacing	: $\ell=227.5, 455, 910, 2275(\text{mm})$
■ Depth	: $D=227.5, 455, 568.8, 650, 758.3, 827.3$ $D=910, 1011.1, 1137.5, 1516.7, 2275(\text{mm})$

Fig.2 Outline of Numerical Analysis

3. 接合部の回転剛性による応力状態の比較

梁せい910mm、束材間隔910mmの剛接合時及び回転剛性考慮時の応力性状をFig. 3に示す。応力状態は回転剛性によらず、同様の傾向を示しているが、梁中央部の上下弦材の曲げモーメントや端部の束材のせん断力にやや差が生じている。

4. 格子形状における応力性状の比較

4-1. 束材間隔による応力性状の比較

梁せい910mm時の梁中央鉛直変位(以下、「たわみ」と称す)及び各部材のモーメントの比較をFig. 4に示す。接合部の回転剛性によらず、束材間隔の増加に伴い、たわみ及び各部材のモーメントが増加する性状が確認された。これは、束材本数が減少し、部材数が減少したことにより、架構のせん断剛性が低下したためと考えられる。また、応力は、ほぼ同じ値となっているが、たわみは剛接合の方が小さく、束材間隔の増加に伴ってその差は顕著となる。このことから、束材本数の増加に伴い、接合部の回転剛性の違いによるたわみへの影響は小さくなることが示唆された。

4-2. 梁せいによる応力性状の比較

束材間隔910mm時のたわみ及び各部材のモーメントの比較をFig. 5に示す。剛接合時は回転剛性考慮時に比べ、下弦材中央のモーメントが小さく、また、束材のモーメントが上回る性状が確認された。一方、接合部条件毎で見ると、梁せいの変化は応力に影響を生じず、ほぼ同様の値となっている。また、たわみは、どちらの接合部条件においても、梁せい910mmの架構が最小となることが確認された。このことから、実験で得られた接合部剛性以上の場合、たわみが最小となる梁せいが存在すると考えられる。

5. 梁せいによるたわみの比較

束材間隔を一定とした際の梁せい-たわみ関係をFig. 6に示す。たわみは、梁せいより束材間隔の影響が大きく、接合部の回転剛性を考慮した方が、その差は顕著となる。また、どちらの接合部条件においても、束材間隔毎にたわみが最小となる梁せいが650mm~1137.5mmの範囲で存在し、その梁せいは、剛接合時と回転剛性考慮時で同一となることが確認された。これは、束材のせん断剛性が影響しているものと推察される。

6. まとめ

本報では、接合部の回転剛性、束材間隔、梁せいが架構に与える影響の把握を目的として、数値解析による検討を行った。今後、各部材の剛比と、構造性能の関係についてさらなる分析を行う予定である。

7. 参考文献

[1] 畠野超, 角田匡希, 他:「木質フィーレンディールトラスの構造特性に関する基礎的研究(その1, 2)」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造 I, pp. 893-896, 2021. 8

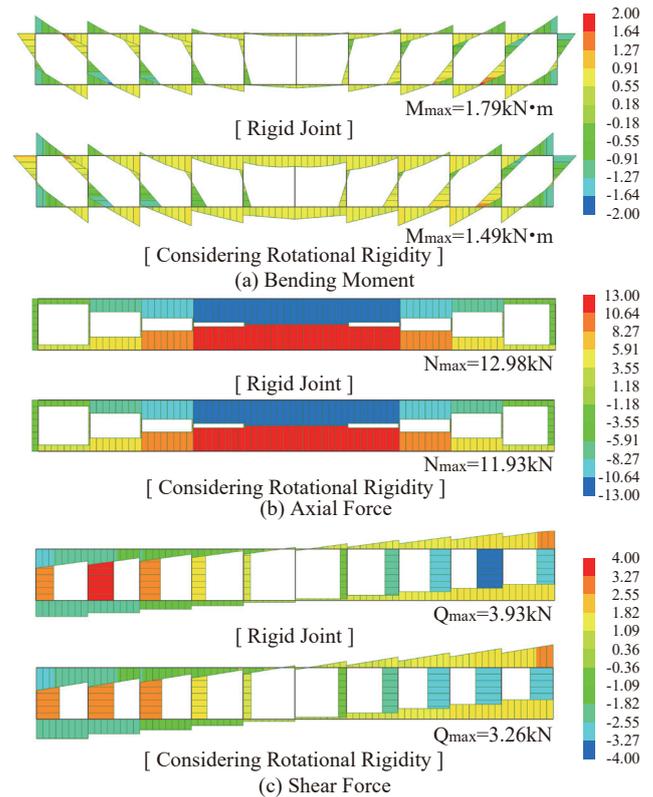


Fig.3 Comparison of Stress Properties

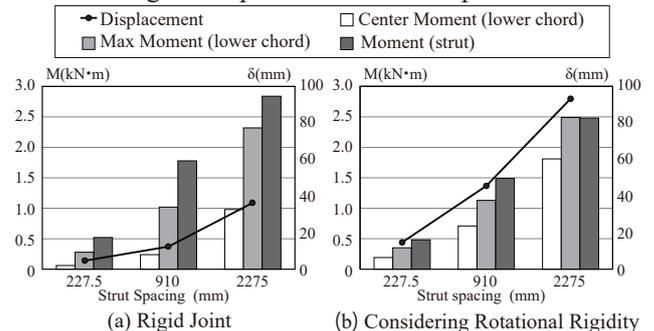


Fig.4 Comparison of Effect by Strut spacing(D=910)

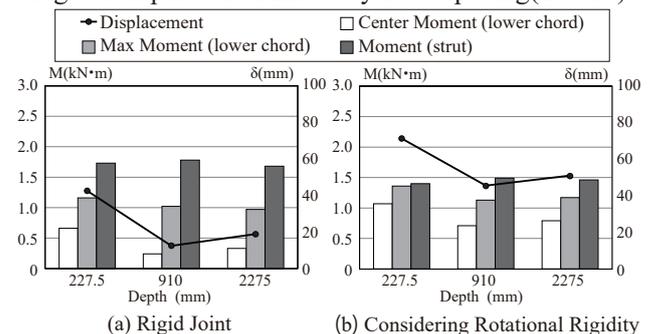


Fig.5 Comparison of Effect by Depth(l=910)

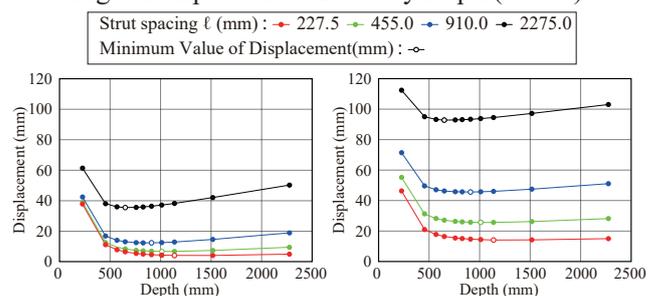


Fig.6 Comparison of Depth-Displacement