

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2 接合部の回転剛性を考慮したフィーレンディールトラス-
 Study on Basic Structural Properties of Wood Vierendeel Truss
 -Part2 Vierendeel Truss Considering Rotational Rigidity of Joint -

○中川航佑¹, 岡田章², 宮里直也², 廣石秀造³
 *Kosuke Nakagawa¹, Akira Okada², Naoya Miyasato², Shuzo Hiroishi³

Abstract : The Vierendeel truss targeted in this report is a semi-rigid joint truss assembled in a grid shape using a notch joint, and it is said that structural performance can be adjusted by stacking multiple joints. Therefore, it is considered that the rotational rigidity of the joint and the stiffness ratio of the chord material and the strut material have a great influence on the mechanical performance. In this report, the authors focus on the rigidity ratio of the chord material and the strut material and the rotational rigidity of the joint, and examine them by numerical analysis. The authors will also consider The hybrid structure with The cable added.

1. はじめに

本報で対象とするフィーレンディールトラスは、相欠き仕口を用いて、井桁状に組み上げた半剛接合のトラスであり、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といった特徴を有する。このため、弦材と束材の剛比及び、接合部の回転剛性が力学性能に大きな影響を及ぼすと考えられる。以上を踏まえて、本報では弦材と束材の剛比及び、接合部の回転剛性に着目して数値解析により検討を行う。また、クリープ、温湿度変化、施工誤差などに対する変位の抑制、安全性確保を目的として、ケーブルを付加したハイブリッド構造についても併せて検討を行う。

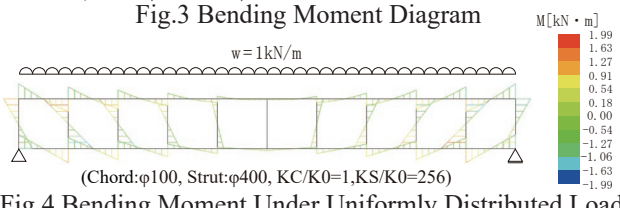
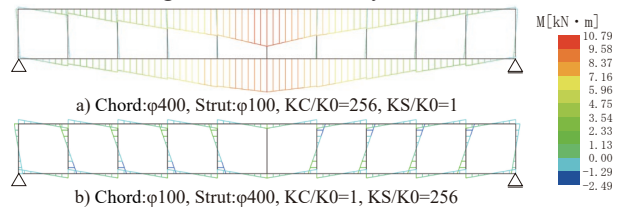
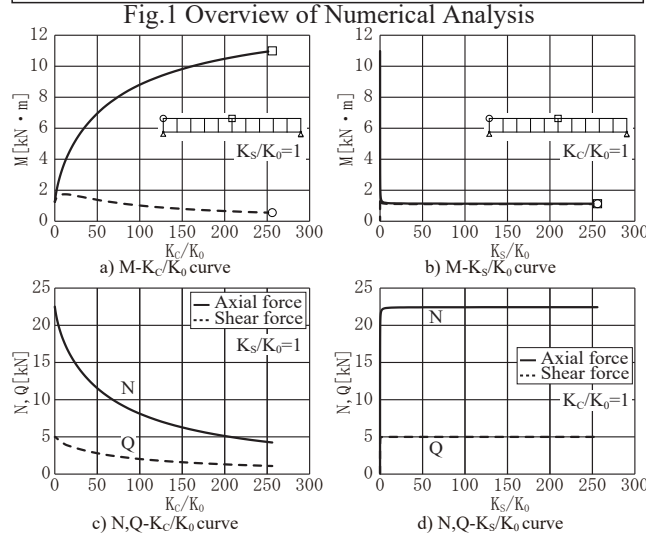
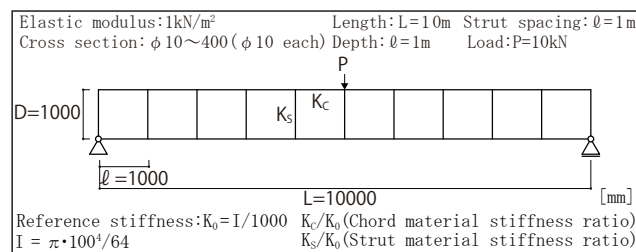
2. 数値解析概要

数値解析モデルの概要を Fig.1 に示す。解析モデルはスパンL=10m、梁せいD=1m、格子間隔 $\ell=1m$ を一定とした。また、弦材及び束材の断面を変化させ、剛比の影響を確認した。標準剛度 K_0 は $\phi 100mm$ の円形断面、長さ1mの値とした。検討に際しては、弦材あるいは束材の片方の剛比を1に固定した状態で、他方の部材(長さ1m)の断面を $\phi 10 \sim 400mm$ の範囲で10mmピッチで変化させた。荷重は中央集中荷重として、 $P=10kN$ を加えた。

3. 弦材及び束材の剛比による比較

上弦材中央部と左端部の曲げモーメント、弦材の軸力と束材のせん断力の最大値を Fig.2 に示す。束材の剛度を K_0 とした時、弦材の曲げモーメントは弦材断面の増加に伴って中央部は増加し、端部は減少した。また、軸力とせん断力は共に、弦材断面の増加に伴い、減少する傾向を示した。一方で、弦材の剛度を K_0 とした場合、束材断面によらず、中央及び端部の曲げモーメント、軸力、せん断力は一定となった。

弦材と束材の断面が $\phi 400$ 時の M 図を Fig.3 に示す。 $K_c/K_0=256$ の場合、弦材の荷重負担が増加し、単純梁が二段並ぶのとはほぼ等しい性状となった。一方、 $K_s/K_0=256$



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

の場合、弦材の材端曲げモーメントは全て1.25kN・mとなり、中央及び端部以外の束材の材端曲げモーメントが2.5kN・mとなった。これは、単純梁と仮定した際のせん断力5kNを、束材が負担した場合に発生する材端曲げモーメントと同等である。

$K_s/K_0=256$ のモデルを対象として、等分布荷重1kN/mに変更した際のM図をFig.4に示す。等分布荷重時は、中央から端部に向けて曲げモーメントが増加する性状を示した。以上の結果より、フィーレンディールトラスは、単純梁と仮定した際の曲げモーメントに対し、束材のせん断成分の負担により発生する材端曲げモーメントで抵抗し、弦材の軸力に変換されると考えられる。また、束材の剛性を増加させると、束材の負担量が増加し、弦材の曲げモーメントが減少することを確認した。

4. 回転剛性の変化による比較

(その1)において、理論値と差が生じた間隙有りの値を用いて、剛接合、実験値、理論値の3ケースの接合部剛性を用いたモデルを対象として、数値解析により比較を行った。数値解析概要をFig.5に示す。中規模の建物を想定して、スパンを9.1mとし、デプス、格子間隔は910mmとした。相欠き仕口の回転剛性は振りバネ要素の振り剛性として設定した(Fig.6)。

曲げモーメント図及び軸力図をFig.7,8に示す。剛接合に比べ、回転剛性を考慮することで、弦材中央部の曲げモーメントが増加し、単純梁に近い応力状態となった。また、弦材の軸力は減少した。これは接合部の回転剛性の低下により、束材の材端モーメントが減少したことが要因だと考えられる。また、実験値と理論値では、実験値の曲げモーメントが大きいが、軸力は減少しているが、その差はわずかであり、ほぼ同様の結果となった。

5. ハイブリッド構造の検討

変位抑制及び安全性確保のため、ケーブルを付加したハイブリッド構造を対象にして検討を行った。数値解析概要をFig.9に示す。ケーブル径は曲げモーメント低減効果を期待して、既報^[1]を参考にトラスとケーブルの剛性比 α が $10^{-2} \sim 10^{-4}$ の範囲とし、 $\phi 9$ のストランドロープを用いた。また、初期張力は、張力無し(PS=0)、または曲げモーメントを最小化する張力係数 k_{even} ^[1]に基づき、PS=14.95kNの2ケースとした。

数値解析結果をFig.10,11に示す。ケーブルを付加することで弦材の曲げモーメントが大きく減少することを確認した。また、軸力は上弦材の圧縮力が増加し、下弦材の引張力が減少しており、ケーブルの付加により張弦梁と同様の性状を示すことが示唆された。また、ケーブルへのPS導入により、束の突き上げが増加し、弦材の曲げモーメントが大きく減少することも把握された。

6. まとめ

本報では、本構造の力学性状の把握を目的に、弦材と束材の剛比の変化及び、接合部の回転剛性、ケーブル配置による応力分布性状の比較を行った。

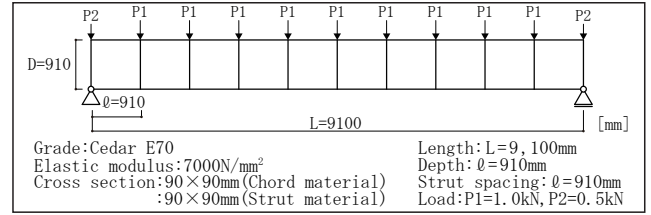


Fig.5 Outline of Numerical Analysis

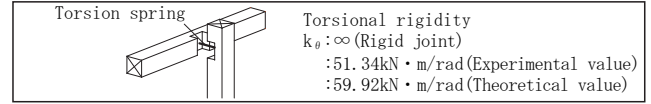


Fig.6 Overview of The Joint

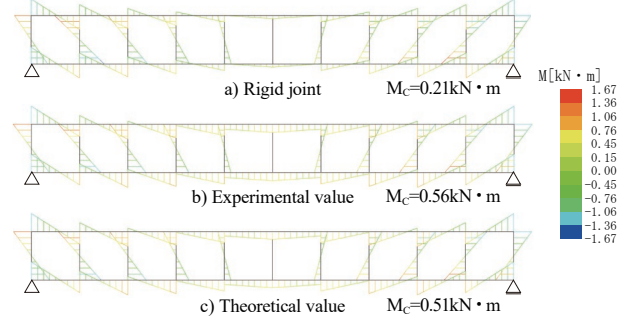


Fig.7 Bending Moment Diagram

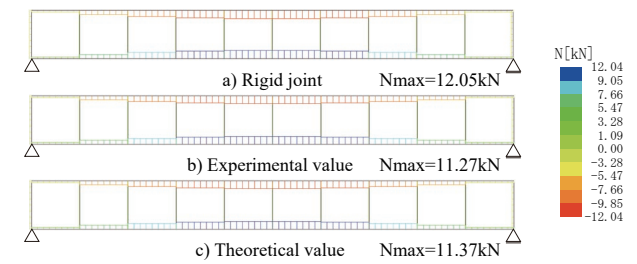


Fig.8 Axial Force Diagram

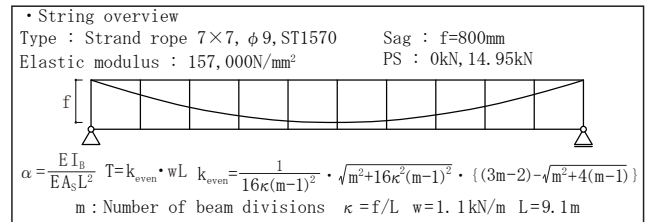


Fig.9 Outline of Numerical Analysis

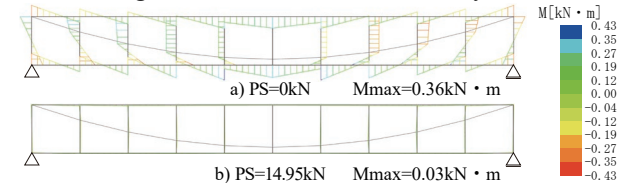


Fig.10 Bending Moment Diagram

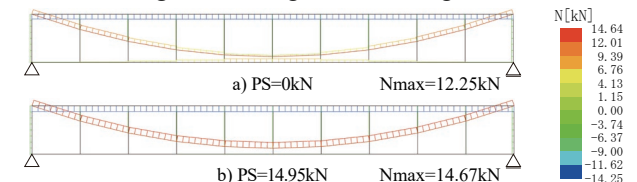


Fig.11 Axial Force Diagram

今後、トラスの実大載荷実験を行い、数値解析との比較検討を行う予定である。

参考文献

[1] 岡田章：張弦梁構造の構造計画に関する研究，日本大学，学位論文，1999