

B-32

ケーブルを付加した木質フィーレンディールトラスの力学性状に関する研究
 - 270日間の継続載荷試験結果報告 -
 Study on Mechanical Properties of Wooden Vierendiel Trusses with Attached Cables
 - Report of continuous loading test for 270 days -

○畠野超², 岡田章¹, 宮里直也¹, 廣石秀造¹, 鷺海昂¹
 *Koyuru Hatano², Akira Okada¹, Naoya Miyasato¹, Shuzo Hiroishi¹, Akira Oshiumi¹

Abstract: A truss structure is used for the roof structure in medium and large scale wooden buildings. When evaluating the deflection of these truss structures under long-term load, it is common to multiply the initial deflection of the frame by $C=5.0$, which is the deformation expansion coefficient due to the creep of wood. However, the creep phenomenon has not yet been clarified. In this paper, the authors report the results of a continuous loading test for 270 days on a wooden Vierendiel truss for the purpose of understanding the creep phenomenon. At the same time, the authors report the test results of the hybrid truss with attached cable, and evaluate the effect of attached cables.

1. はじめに

中大規模の木造建築物では、屋根架構にトラス構造が多く用いられている。これらトラス構造は長期荷重に対するたわみを評価する場合、架構の初期たわみに木材のクリープによる変形増大調整係数 $C_{cp}=2.0$ に加えて、接合部の滑りによる変形増大係数 $C_j=2.5$ も考慮し、変形増大係数として $C=5.0$ を乗じて評価するのが一般的である^[1]。しかし、既報^[2]では、山形トラスを対象としたクリープ実験より、変形増大係数が 5.0 を超える結果が報告されており、その原因の究明には未だ至っていないのが現状である。

以上より、本報ではトラス架構のクリープ現象の把握を目的として、木造フィーレンディールトラスを検討対象に実施した270日間の継続載荷試験の結果を報告する。合わせて、ケーブルを付加したハイブリッド・トラスの継続載荷試験の結果を報告し、ケーブル付加の効果について考察する。

2. 試験概要

試験概要をFig. 1に示す。試験体は木造トラス(以下「T1, T2」と称す)とケーブルを付加したハイブリッド・トラス(以下「H1, H2」と称す)の2種類とした。

両モデルとも弦材は 45×90 mm, 束材は 90×90 mmのスギ材(無等級材)を使用し、スパン $L=5,460$ mm, 梁せい $D=455$ mm, 格子間隔 $l=455$ mmとした。各接合部は相欠き接合部とし、弦材と束材にそれぞれ20mmの欠き込みを設け、弦材2本が束材を挟み込む構成となっている。また、上弦材と下弦材は2箇所ずつ継手を設けており、鋼板挿入二面せん断形式にて接合した。ハイブリッド・トラスは、木造トラスの束材に穴を設け構造用ストランドロープ $\phi 9$ を挿入した。ケーブルと束材の交差部は、束材に設けた穴にステンレスパイプ($\phi 22$)を挿入し、ケーブルが木材に直接接触してめり込まないように配慮した。なお、ハイブリッド・トラスは自重によるたわみ量がゼロとなるように初期張力($T_0=0.8$ kN)を導入した。

載荷は、等分布荷重を模擬した6点鉛直載荷とし、載荷ケースは継続載荷(T1, H1)と繰り返し載荷(T2, H2)

Table 1 List of Test Cases

Test Body Name	Model	Loading pattern	Load Type (kN/m ²)		Weight (kN) [per Point]
T1	Wooden Truss	continuous	Long Term	0.36	3.53[0.59]
T2		repeat	Long Term	0.36	3.53[0.59]
			short Term	0.65	7.06[1.18]
H1	Hybrid Truss	continuous	Long Term	0.71	7.06[1.18]
H2		repeat	Long Term	0.71	7.06[1.18]
			short Term	1.30	14.11[2.35]

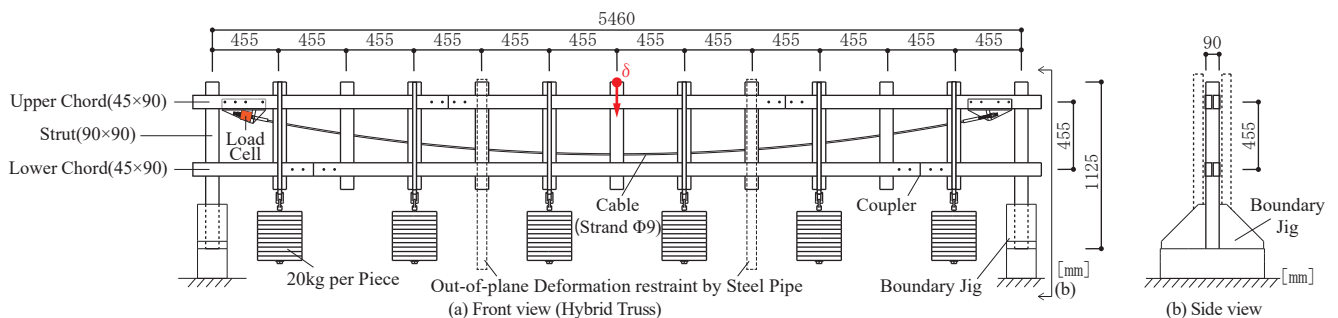


Figure 1 Outline of Loading Test

1 : 日大理工・教員・建築 2 : 日大理工・院(前)・建築

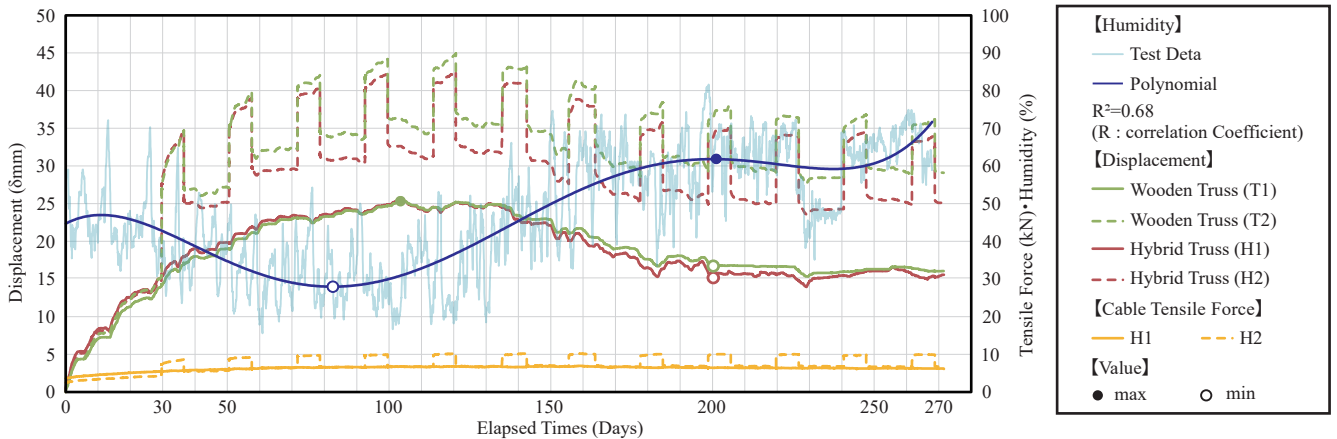


Figure 2 Relationship of Measurement Time and Displacement, Humidity and Cable Tensile Force

とした (Table 1). 継続荷重は長期荷重相当の荷重を加えた。繰り返し荷重は長期荷重相当を30日間荷重した後、短期荷重相当を7日間、その後に長期荷重相当を14日間荷重し、この短期と長期のサイクルを繰り返した。長期荷重相当の荷重レベルは、既報^[3]の静的荷重試験における木造トラスモデルの梁中央変位がスパンの1/600 (9.1mm)となる荷重レベルとした。また、ハイブリッド・トラスは、各接合部の応力が木造トラスモデルと同程度となる荷重レベルとした。一方、短期荷重相当の荷重レベルは、積雪荷重を想定し、木材の長期と短期の許容応力度の比から長期の荷重レベルの1.8倍とした。なお、ケーブル軸力はロードセル、中央変位は高感度変位計を用いて測定し、温湿度も同時に測定した。

3. 継続荷重試験結果及び考察

試験結果をFig. 2に示す。なお、湿度は実測値を近似させた (1) 式の多項式で得られた値も併せて示す。

$$y = 2.1 \times 10^{-9} x^5 - 1.4 \times 10^{-6} x^4 + 3.1 \times 10^{-4} x^3 - 2.6 \times 10^{-2} x^2 + 4.5 \times 10^{-1} x + 44.7 \quad (1)$$

ただし、x: 日数, y: 湿度

継続荷重では、荷重条件が異なるT1とH1が同様の傾向を示した。一方、繰り返し荷重以降はT2の方がH2に比べ大きな変位を示した。これは、H2のケーブルが有効に働き、短期荷重時にT2とH2の木接合部に生じる応力に差が生じたためと考えられる。

また、全試験体で荷重開始60日以降は変位の増加が緩やかとなっており、その後は湿度の変化に応じて変位量が増減する性状が把握された。T1及びH1の変位量が最大または最小となる日数は概ね同様であり、若干のずれはあるものの、湿度の近似線の最大や最小とも相関関係を示した。

T1, H1の最大変位量は概ね同等である。一方、最小変位量はH1の方が若干ではあるが小さくなる性状が得られている。これは、湿度の増加に伴い、木材の膨張によりケーブル張力の増加が生じ、架構の剛性が向上したことによるものと考えられる。

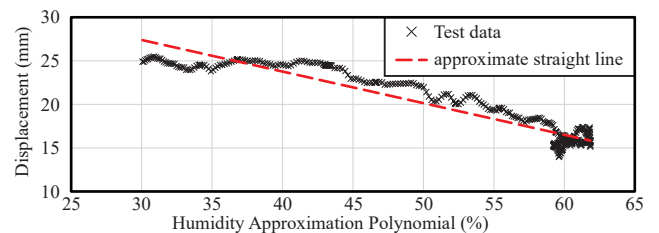


Figure 3 Displacement-humidity polynomial relationship for T1 (100-250 day)

Fig. 3にT1の湿度と変位量の関係を示す。なお、湿度は (1) 式を用いている。また、クリープ変形が収束した後の評価とするため、最大変位量以降の100-250日間における関係図を示す。Fig. 3より、湿度が約30%程度増加すると変位が約10mm程度減少することが確認された。また、湿度と変位は概ね線形的な関係を示した。木材は細胞内の結合水の量が変動することにより、材の剛性、寸法などに影響を及ぼす。一方、相欠き接合における回転剛性の理論値は材の剛性と寸法から求めることができる。したがって、本実験では湿度による材の剛性と寸法の変化が相欠き接合の回転剛性に影響を及ぼし、変位量が変動したと考えられる。

4. まとめ

本報では、木質フィーレンディールトラス架構のクリープ特性を把握するため、270日間の継続荷重試験を行った。それにより、クリープ変形が安定した後は架構の変位量は湿度に依存することが確認された。今後、木材の湿度変化に伴う各種要素が及ぼす影響について数値解析的検討を行う予定である。

5. 参考文献

- [1] 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. 122-126, 2017. 10
- [2] 玉木教司他:「スギ製材を使用した木造トラスのクリープ特性」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造III, pp. 53-54, 2019. 7
- [3] 島野超他:「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