

B-41

CLT パネルを用いた張弦床構造の基本的力学性状に関する研究  
 -弱軸方向利用時における挙動と床材への適用性に関する検討-

Study on Basic Mechanical Properties of Slab String Structures Consisting of CLT Panel

- Behavior Under Conditions Using CLT Arranging Minor Strength Direction and Study on Applicability to Floor -

○永峰馨<sup>3</sup>, 岡田章<sup>1</sup>, 宮里直也<sup>1</sup>, 廣石秀造<sup>2</sup>

\*Kaoru Nagamine<sup>3</sup>, Akira Okada<sup>1</sup>, Naoya Miyasato<sup>1</sup>, Shuzo Hiroishi<sup>2</sup>

Abstract: The Cross Laminated Timber (CLT) is a woody material in which wood is laminated and adhered such that fiber directions are orthogonal. The CLT panel is material that a large section and large area surface. And structural features of the CLT are known to have generally strength and high rigidity. However, the CLT has anisotropy depending on the construction method. Therefore, the rigidity and the stress under conditions using minor strength direction is a remarkably small value. This paper propose the Slab String Structures consisting of CLT panel and grasp the basic mechanical properties of structure obtained from an experiment and analysis.

1. はじめに

直交集成材(Cross Laminated Timber 以下「CLT」と称す)は、ひき板(ラミナ)を横に並べた後、その繊維方向が直交するように積層接着させた木質材料である(Fig.1). 近年、中高層建築物の木造化を可能にする新たな構法として注目されている。CLTは大断面・大面積の面材として、剛性・耐力が高く、寸法安定性に優れた大判パネルである。一方、その構成方法からラミナの繊維方向が面外支持スパン方向に平行する層(平行層:強軸)と直交する層(直交層:弱軸)が存在し、異方性を有する(Fig.2)。また、直交層のラミナの剛性・耐力は平行層に比べて著しく小さいため、現行の告示では剛性・耐力を評価する上で直交層は考慮しないものとされている<sup>[1]</sup>。このため、現在構造耐力上主要な部分に用いられるCLTパネルの構成のうち、弱軸で用いる3層3プライは中央の平行層である1プライのみが有効であり、面外方向の剛性・耐力は極めて小さい値となる。そのため、3層3プライのCLTは利用用途が限定されている。

以上を踏まえ、本論では3層3プライのCLTパネルを用いた張弦床構造の提案を行い、床材として面外方向での利用を目標に、CLTパネルの材料試験及び数値解析による基本的力学性状の把握を試みる。

2. CLTパネルの面外曲げ試験

2-1. 試験概要

本構造に用いるCLTパネルの材料特性の把握を目的として面外曲げ試験を行った。試験体及び試験概要をFig.3に示す。試験体には幅120mm、厚さ30mmのスギ材のラミナを幅はぎなしで積層接着した3層3プライのCLT板を用い、990×990mmの試験体を製作した。スパンは900mmとし、試験体の向きを変えて、強軸・弱軸それぞれにつき3体試験を行った。また、荷重は中央

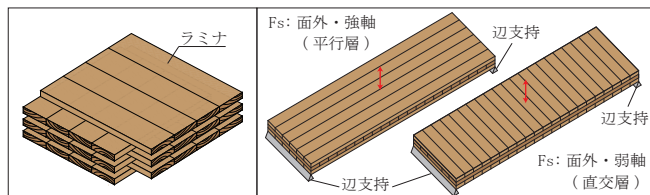


Fig.1 Constitution of CLT

Fig.2 Concept of Anisotropy

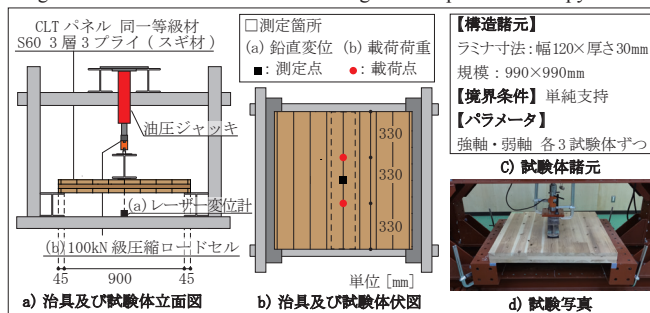


Fig.3 Outline of Experiment

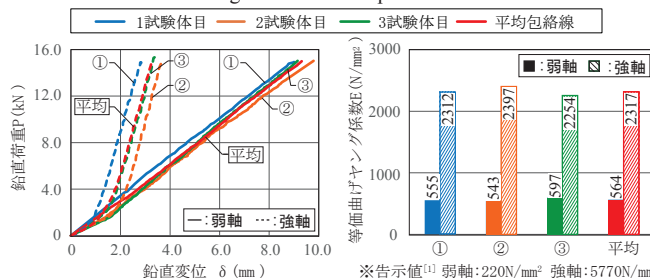


Fig.4 Relationship of between Load and Displacement

Fig.5 Comparison of Bending Young's Modulus

集中荷重とし、Fig3-b)に示す2点にスペーサーを介して、荷重速度が一定となるように油圧ジャッキを用いて荷重を行った。荷重は100kN級ロードセルを用いて測定し、弱軸の1試験体目がスパンの1/100変位した際の荷重を基準として、その荷重まで各試験体3回繰り返し荷重を行った。また、治具下部に取り付けたレーザー変位計を用い、スパン中央の鉛直変位を測定した。境界条件は、単純支持とした。

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

## 2-2. 試験結果及び考察

荷重履歴の包絡線をFig. 4に、等価曲げヤング係数の比較をFig. 5に示す。なお、強軸の等価曲げヤング係数は、初期の変形において低剛性の傾向を示したため、その後の安定した範囲(P=5~15kN)を用いて算出した。弱軸・強軸の3試験体共にほぼ同じ性状を示し、ばらつきが少ない結果となった。等価曲げヤング係数は、弱軸は告示値の約2.56倍、強軸は約0.40倍となり、告示値に比べると3層3プライは弱軸・強軸より強度差が少ないことを把握した。

## 3. 提案モデルに対する数値解析による検討

### 3-1. 提案モデルの概要

本提案モデルは、3層3プライのCLTパネルを張弦床構造とすることで、面外方向に対して抵抗可能とした架構システムである。モデル形状は、一般的な学校教室を想定し、7000×9000mmから小梁の配置とCLTパネルの製作サイズを考慮して、2333×4500mm(modelA)と2250×7000mm(modelB)とした計2種類に対して検討を行う。

### 3-2. 数値解析概要

前章の試験結果に基づき、本提案モデルの力学的性状の把握を目的として、数値解析を行った。数値解析概要をFig. 6に示す。パラメータは、支持条件を4辺支持、3辺支持、2辺支持の3ケースとし、それぞれ形状を変えた張弦床構造とした。荷重条件は、積載荷重 $\omega=2300\text{N/m}^2$ に相当する荷重を全面に等分布载荷した。境界条件は、短辺1辺をピン支持、残りの3辺をローラー支持とした。曲げヤング係数は、告示値及び前章より得られた実験値を用いて比較を行った。

### 3-3. 数値解析結果 (全面载荷時)

各モデルの荷重-変位関係をFig. 7に示す。告示値、実験値共にCLTパネルを張弦床構造とすることで変位を低減できることが確認された。告示値の曲げヤング係数を用いた張弦床構造は、床たわみの制限値であるスパンの1/300(modelA:15mm, modelB:23.3mm)より大きく変形したのに対して、実験値を用いた場合はmodelAにおいて制限値以下となる結果となった。また、他のモデルも告示値に対して、変位が約40%に低減する結果となった。一方、境界条件を変えた場合、2辺支持>3辺支持>4辺支持の順で張弦床構造による性能の向上が大きく、modelA・B共に同様の傾向を示した。また、スパン長が短いmodelAの方が変位の低減がより大きくなった。

### 3-4. 偏分布载荷 (半面载荷時) に対する検討

偏分布载荷時の床材の変形量の把握を目的として、前項と同様の解析モデルを用いて解析を行った。モデルの半面部分に2倍の積載荷重を载荷し、他の条件は全面载荷と同様とした。各モデルの荷重-変位関係をFig. 8に示す。CLTパネルのみの場合は、全面载荷と殆ど同じ値となった。一方、張弦床構造は全面载荷より最大変位が大きくなる傾向が確認され、2辺支持>3辺支持>4辺支持の順で影響が大きくなった。また、スパンが長くなるほど半面载荷による影響が大きくなる傾向が確認された。

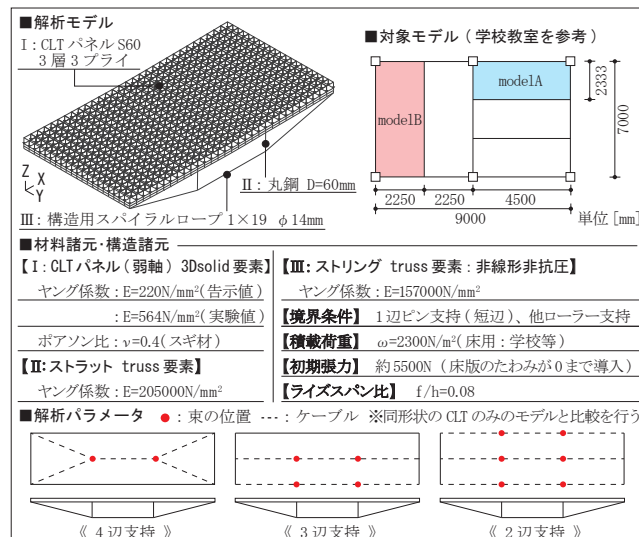


Fig. 6 Outline of Numerical Analysis

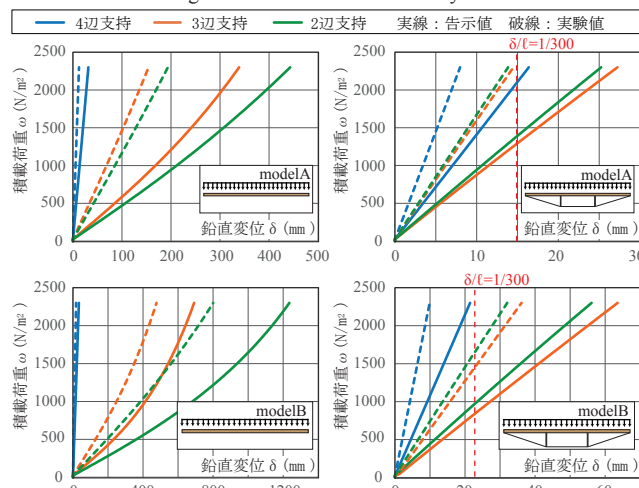


Fig. 7 Relationship of between Load and Displacement (Full Loading)

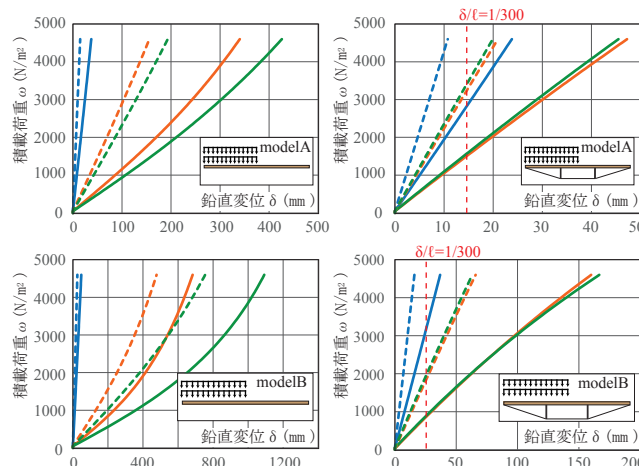


Fig. 8 Relationship of between Load and Displacement (Half Loading)

## 4. まとめと今後の検討

本論では、実験によりCLTパネルの材料特性の把握、数値解析により張弦床構造へ適用した場合の力学的性状の把握を行った。今後、実大規模の実験を行う予定である。

## 5. 参考文献

[1]国土交通省国土技術政策総合研究所監修：2016年版 CLTを用いた建築物の設計施工マニュアル，公益財団法人日本住宅・木材試験センター，2016.10