

## 課 題 情 報 シ ー ト

|             |                                     |        |              |
|-------------|-------------------------------------|--------|--------------|
| テ ー マ 名 :   | 端材を活用した木質構造建築物への適用－構造耐力を有する木製建具の開発－ |        |              |
| 担当指導員名 :    | 松岡 亘                                | 実施年度 : | 28 年度        |
| 施 設 名 :     | 東北職業能力開発大学校                         |        |              |
| 課 程 名 :     | 応用課程                                | 訓練科名 : | 建築施工システム技術科  |
| 課 題 の 区 分 : | 開発課題実習                              | 学生数 :  | 5            |
|             |                                     | 時間 :   | 12 単位 (216h) |

### 課 題 制 作 ・ 開 発 の ポ イ ン ト

#### 【開発（制作）のポイント】

本実習を通して、現行耐震基準を満たしていない古い木造住宅の構造的特徴を把握し、その特徴に合致した製品開発を行いました。そのために、古い木造住宅の特徴を既往研究から調査し、その特徴を整理しました。また、産業廃棄物の削減に寄与するため、廃棄物として処理される端材に注目し、その端材を活用し建具を作製しました。さらに作製した建具に倒壊防止に寄与する構造性能を付加させることで製品価値の向上を目指しました。

#### 【訓練（指導）のポイント】

製品開発にあたり、現状の問題点の把握や製品化までの工程管理など学生自身が普段経験できないことを企業の方の協力を得て行うことができました。このことで、地域企業の方が抱えている問題を企業の方と情報交換することで、コミュニケーション能力や問題解決力を向上できたと考えます。また、上記内容に加えて企業の方と連携することで、スケジュール管理能力など就職後に役立つ能力を付加できたと考えます。

### 課 題 に 関 す る 問 い 合 わ せ 先

施 設 名 : 東北職業能力開発大学校  
住 所 : 〒987-2223 宮城県栗原市築館萩沢土橋 2 6  
電話番号 : 0228-22-2082 (代表)  
施設 Web アドレス : <http://www3.jeed.or.jp/miyagi/college>

### 課 題 制 作 ・ 開 発 の 「 予 稿 」 お よ び 「 テ ー マ 設 定 シ ー ト 」

次のページ以降に、本課題の「予稿」および「テーマ設定シート」を掲載しています。

# 端材を活用した木質構造建築物への適用 ー構造耐力を有する木製建具の開発ー

東北職業能力開発大学校  
建築施工システム技術科

## 1. はじめに

近年、日本では東北地方太平洋沖地震をはじめとする大規模地震が発生し、その度に木造住宅は大きな被害を受けている。このような状況の中、様々な耐震補強方法が提案されているが、そのほとんどが耐力要素の高剛性化であり、現行耐震設計基準に満たしていない古い木造住宅においては剛性が高すぎ、耐力要素のバランスが不安定になり、必ずしも良い結果とは限らない。また、古い木造住宅の特徴としては、太い柱と太い梁で大空間を形成し、部屋を仕切る方法として壁ではなく障子戸やフラッシュ戸など木製建具を使用している。

このような中、柱、梁などの構造部材の耐震補強方法に関しては研究が進んでいるが、仕上げ材や建具などの二次部材に着目した耐震補強の研究に関しては、ほとんど行われていないのが現状である<sup>1)</sup>。

このような背景から、古い木造住宅に対する耐震補強を検討する際、建具に耐力要素を負担させることで剛性が高すぎ、耐力要素のバランスが不安定になるという問題が改善できると考える。さらに、この建具を実現可能にする材料とし欧州で開発され日本でも現在注目されている直交集成板（以下、CLT と言う）<sup>2)</sup>を使用することとする。

CLT とは、Cross Laminated Timber の略称で、ひき板を並べた層を、板の方向が直交するように重ねて接着した大判のパネルのことをいう。CLT の特性としては、断熱性や耐震性に優れているなどの特性がある。

## 2. 目的

CLT に関しては、昨年、S 氏らが製材時に生じる端材を活用した木質構造材の建築物への適用に関する研究<sup>3)</sup>を行っている。この研究は、廃棄物の減少と CLT 建築物の需要拡大を目的とし、CLT

の曲げ性能に着目し端材を活用した CLT の曲げ試験を実施した。その結果として端材を使用した CLT 材は、靱性が高く変形しにくい特性があることが分かった。

そこで本稿では、昨年度検討された端材を用いた CLT 材の活用方法として木製建具を検討し、検討した木製建具が倒壊防止に寄与する構造耐力を有しているかどうか加力試験を行い、その構造性能を明らかにすることを目的とする。

これにより、地震時の建物の倒壊を防ぐのはもちろんのことだが、木材利用の幅が広がり日本国内での CLT 材の需要拡大につながると考える。

## 3. 木製建具の仕様検討

木製の建具は、障子戸・格子戸・フラッシュ戸など様々な種類があり、その中でもフラッシュ戸は、現在でも住宅や店舗に多く使用されている。また、木製でも容易に製作できる他、丸窓を入れたり長窓を入れたり様々な形にできることから多様性のある建具である。以上の理由からフラッシュ戸が今回の建具の仕様に適していると考ええる。

大きさに関しては、建具メーカーの規格寸法に準拠して決定することとし、幅 910mm、高さ 1750mm、厚さ 45mm とする。また、木製建具に用いる材料に関しては、前節でも述べたとおり端材を使用し木製建具を製作する。樹種は全て杉材に統一する。

## 4. 構造性能評価試験

前節で述べた建具を製作するにあたり端材を使用した CLT を使用するはずであったが、今回は試験体製作で生じる端材の樹種や端材を処分するタイミングが同じではなく、構造性能評価試験に用いる木製建具を製作するだけの端材の確保が困難なため、人工的に端材を製作しこれを製材所で排出されたものと仮定し、これらをラミナとする CLT を製作することとする。

#### 4. 1 CLTの材料特性

CLTに使用する各ラミナが試験結果に影響を及ぼすことがないように、幅 105mm、厚さ 105mm、長さ 3,030mm の含水率が 20%以下で人工乾燥された杉材の密度測定を行い、全 146 本の中から 60 本を選定した（図 2）。結果として全 146 本の密度の平均値は  $0.463 \text{ g/cm}^3$  あり、標準偏差は 0.040 であった。また、選定した 60 本の平均密度は  $0.440 \text{ g/cm}^3$  であり、標準偏差は 0.034 であった。

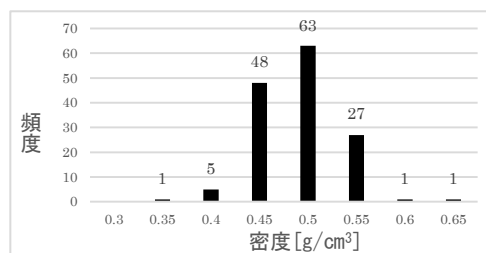


図 2 スギ材の密度分布

#### 4. 2 試験体 (CLT) について

前節で述べたように建具厚さを 45mm に設定したため試験体に使用するラミナは、15mm 角を用い、3 層 3 プライの構成とした。3 層 3 プライにした理由としては、層の数を偶数にすると接着面に最大せん断強さが集中してしまい CLT 自体の強度を見ることができなくなるためである。だが、層の数を奇数にすることによって、最大せん断強さを許容する部分が CLT 自体となるため材料自体の強度を見ることができる。よって、今回は層の数を奇数とし 3 層 3 プライを採用した（図 3）。

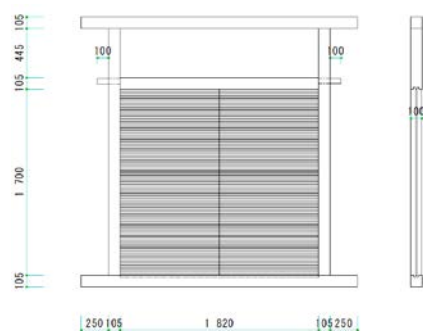


図 3 試験体寸法

#### 4. 3 試験・評価方法

試験・評価方法については、木造軸組耐力の試験方法と評価方法<sup>4)</sup>の規格に準拠して行う。

#### 5. 結果と考察

木製建具の性能を調べるために面内せん断試験を実施した。試験結果から得られた荷重変位曲線

を図 4 に示す。最大荷重が 7.7kN、最大変位が 75.3mm となった。試験体の剛性としては、グラフの傾きが弾性域と塑性域の境目で変わらず常時一定の傾きであるため、木製建具が最初から耐力を補完していた。本来ならば、グラフの傾きが弾性域と塑性域の境目で変化し、弾性域では、軸組みが耐力を補完し、塑性域では木製建具が当たることによって剛性が高くなるのが理想であったが、木製建具と軸組み間のクリアランスが少なかったことから、グラフの傾きは常時一定であった。破壊性状としては、木製建具に下から押されるような形で、鴨居に負荷がかかり上端が割れ軸組みが先行して破壊した。建具は、目視では破壊の性状が見られなかった。

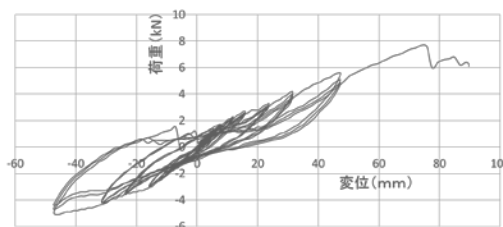


図 4 試験体の荷重変位曲線

#### 6. まとめ

木製建具が倒壊防止に寄与する構造耐力を有しているかどうか面内せん断試験を実施した結果、得られたことは、以下の通りである。

- ・今回検討した木製建具が損傷していないことから、倒壊防止に寄与する構造性能を有していることが分かった。

さらに、今後の課題として、建具と軸組み間のクリアランスなど、耐力的な面のみならず実用性や施工性に関しても再検討する必要があると考える。

謝辞

本研究を実施するにあたり技術協力をしていただいた有限会社 T 建築 T 氏、A 株式会社 S 氏に深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) K 氏 S 氏「既存木造建具を利用した鉛直構面耐力要素の挙動と応力性状に関する調査」関東職業能力開発大学校 p2～29(2011)
- 2) 日本 CLT 協会 HP(URL: <http://clta.jp/clt/>) (参照年月: 2016 年 11 月)
- 3) S 氏「端材を活用した木質構造材の建築物への適用」東北職業能力開発大学校 p5～p48(2016)
- 4) 木造軸組耐力の試験方法と評価方法 (URL: <http://www.cbl.or.jp/comp/kseno/11/file/01.pdf>) (参照年月: 2016 年 11 月)

# 課題実習「テーマ設定シート」

科名：建築施工システム技術科

| 教科の科目                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                            | 実習テーマ名                                  |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------|--|
| 応用課題実習<br>(開発課題実習)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                            | 端材を活用した木質構造建築物への適用<br>ー構造耐力を有する木製建具の開発ー |  |
| 担当教員                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                            | 担当学生                                    |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                            |                                         |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                            |                                         |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                            |                                         |  |
| 課題実習の技能・技術習得目標                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                            |                                         |  |
| 直交集成板を活用した構造耐力を有する木製建具の開発に関して、実験を通して把握し、木製建具の施工方法及びポイント、試験装置の使用方法、データのまとめ方及び安全衛生に関して習得することを目標とする。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                            |                                         |  |
| 実習テーマの設定背景・取組目標                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                            |                                         |  |
| 実習テーマの設定背景                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                            |                                         |  |
| 近年、日本では東北地方太平洋沖地震をはじめとする大規模地震が発生し、そのたびに木造住宅は大きな被害を受けている。そのような状況の中様々な耐震補強方法が提案されているが、そのほとんどが耐力要素の高剛性化であり、現行耐震設計基準に満たしていない柔らかな木造住宅においては、剛性が高すぎ耐力要素のバランスが不安定になり、必ずしも良い結果とは限らない。このことについては構造材だけではなく仕上げ材や建具においても例外ではなくこれらについても靱性を持たせることで耐力要素となり得る可能性があるがあまり研究が行われていないというのが現状である。そこで、耐力要素となりえる仕上げ材や建具を可能にする方法として、欧州で開発された直交集成板（以下、CLT と言う）が注目をあびている。CLT とは、Cross Laminated Timber の略称で、ひき板を並べた層を、板の方向が直交するように重ねて接着した大判のパネルのことをいう。特性としては、断熱性、耐震性に優れることや、様々な幅や厚みを実現できるという利点がある。そのうえ日本においては国産の杉材でも十分な強度を有する CLT は製造でき、杉は比重が軽く断熱性能も高いことから、CLT に適しているといえる。 |                            |                                         |  |
| 実習テーマの特徴・概要                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                            |                                         |  |
| CLT に関しては、昨年、端材を活用した木質構造材の建築物への適用に関する研究を行っている。廃棄物の減少と CLT 建築物の需要拡大を目的とし CLT の曲げ性能に着目し端材を活用した CLT の曲げ試験を実施した。その結果として端材を使用した CLT 材は、靱性が高く変形しにくい特性があることが分かった。今回は昨年度検討された端材を用いた CLT 材の活用方法を検討することとし前項で述べたように建具の作製において CLT パネルが適していると考え、検討した建具が構造耐力を有しているかどうか加力試験を行い、その構造性能を明らかにすることを目的とする。これにより、地震時の建物の倒壊を防ぐのはもちろんのことだが、木材利用の幅が広がり日本国内での CLT 材の需要拡大につながると考える。                                                                                                                                                                                      |                            |                                         |  |
| No                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 取組目標                       |                                         |  |
| ①                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 木造建築物の現状を把握する              |                                         |  |
| ②                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 木製建具における問題点について把握する        |                                         |  |
| ③                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 木製建具の特徴を把握する               |                                         |  |
| ④                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 材料特性の試験方法について習得する          |                                         |  |
| ⑤                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 材料特性の評価方法について習得する          |                                         |  |
| ⑥                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 試験結果を評価方法に従って評価を行う         |                                         |  |
| ⑦                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 試験結果及び評価結果のまとめ方を習得する       |                                         |  |
| ⑧                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 習得した一連の内容のプレゼンテーション手法を習得する |                                         |  |
| ⑨                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 報告書のまとめ方を習得する              |                                         |  |
| ⑩                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 安全衛生に関して習得する               |                                         |  |