

# 那須研究室〔木質構造〕

教授 那須 秀行

## 研究概要

地球温暖化の問題を背景とし、木造建築の活用が先進国を中心に世界的な気運となっている。当研究室では、木造建築の利用促進に資するべく、木造による中高層建築や新しい木質構造の可能性を広げる研究を行っている。また、制振技術を活用し木造住宅の耐力劣化の抑制に関する研究も行っている。更に、接合部挙動において木材の繊維方向を組み合わせることで剛性や靱性の挙動を制御できないか、木材の割裂を抑制できないかについても研究を行っている。

国内の研究機関や他大学、実業界との共同研究の他、スウェーデンとの共同研究も行いながら、実験を主軸として実践的に研究している。研究成果については国内外の学会論文への投稿のほか、専門誌や業界季刊誌等への執筆、各種委員会の委員として情報発信している。

### (1) Cross Laminated Timber (以下、CLT) に関する研究

欧州では中層木造建築（9階建てのオフィスビルや集合住宅等）が既に建設されているが、それらを可能とした新しい木質構造材CLTは日本ではまだ実用化に至っていない。世界有数の地震国である我が国においても中高層木造建築の実現を目指している。当研究室では、CLT部材の基本的な力学特性を把握し設計に活用できるよう、ラミナの組み合わせ方をパラメータとしてCLT梁の曲げ実験を行っている。また、CLT接合部に関する研究として床壁接合部におけるせん断実験も行っている。更に、木造の中高層化の際に発生する極大鉛直応力下において問題となる壁脚部の局所的な潰れを抑制すべく、中径のスクリーを木口面から打ち込む方法を基本にCLTの木材繊維方向やビス形状やピッチ等をパラメータとした圧縮実験も行っている。なお、これらCLT試験体の製作についても本学の施設を活用し自ら行っている。

### (2) 木材の繊維方向に着目した接合部挙動の制御に関する研究

木材には直交異方性という性質があり、木材の繊維方向（木目方向）によってその力学的な特性が大きく異なる。また、木材は自然素材であるため特性のバラツキが大きく挙動をコントロールすることが難しい。そのため一般的に、木質構造の接合部は接合金物で降伏させるように設計されている。しかし、当研究室では木材そのものの特性を活かして接合部の挙動をコントロールし初期剛性や最大耐力を犠牲にすることなく靱性、すなわち地震時の吸収エネルギーを飛躍的に向上させることを目指して研究を行っている。木材の繊維方向に着目し積層するラミナ構成や木材繊維の方向をパラメータとしてメカニカル接合による引張実験を行っているが、将来的には木材の繊維方向の組み合わせにより、設計要件に応じて初期剛性重視あるいは靱性重視等、接合部挙動を任意にコントロールできる技術を研究開発していきたい。なお本研究は平成24年度科学研究費助成事業学術研究助成基金助成金 基盤研究 (C) JSPS科研費（課題番号24560696）の助成を受けたものである。

### (3) 木造耐力壁の制振効果に関する研究

木造住宅の面材耐力壁に対し、大きな材料コストをかけずに施工性も良く制振効果を発揮できる構法を開発している。粘性材料を耐力面材とフレームの間に挟み込むことによって、頻発する中小地震や日々の交通振動等に起因する耐力壁の経年劣化を抑制し、かつ大地震時にも損傷を低減させることで地震後の補修費用を削減させることが目的の研究である。また、建物の固有周期を変えることで住宅が幹線道路や線路等による交通振動と共振することを回避できないかという観点でも本研究を進めている。研究手法としては、まず制振効果を期待できる素材や構法を多くの小試験体で試しながら絞り込む。次に、実大の耐力壁を製作し面内せん断実験を行う。一方、振動台や起振機により実大耐力壁を振動による劣化促進させた後、それを更に静加力実験により精密に比較検証を行っている。

### (4) 木造住宅の開口が耐震性能に及ぼす影響に関する研究

建築物において開口部は実用上必要なものであるが耐震性能にも影響を及ぼす。当研究室では、スウェーデン式枠組壁工法において、開口部が耐力壁に及ぼす影響についてその大きさや位置、フレームの隅角部を主とした合理的な補強方法について検証を行っている。また、設備開口のようなそれ程大きくない開口についても耐力に及ぼす影響を検証している。更に、フレームや合板、石膏ボード等の各耐力要素が全体の挙動に対してどの程度寄与しているのか、耐力の加算則が成り立つのかについても検証をしている。各仕様とも全て実大耐力壁の面内せん断実験を実施することで検証を行っている。

### (5) 木造住宅における高強度金物接合に関する研究

木材は軽い割には強い（比強度が高い）が、局部的に強い力がかかるとめりこみ変形や急激な割裂破壊を生じる。そのため、木造での高強度接合は難易度が高い。これまでの研究開発により接合部に高い初期剛性と最大耐力を確保すべく、やや大きな径のスクリー（以下、大径ボルト）を木材に埋め込むことで木造建築の剛接合を実現してきた。現在、当研究室では、高強度な木造接合部に補強用の長ビスを施すことで更に強度アップさせると共に、地震エネルギーを安定的に吸収させるべく靱性も向上させようとしている。補強ビスの位置や方向を最適化すべく接合部実験により検証を行っている。

## (6) 束ね柱による柱座屈荷重の向上に関する研究

平成22年10月1日に施行された「公共建築物等木材利用促進法」により、今後は中規模木造建築物が増えてくると予想され、高い階高へのニーズも見込まれることから高耐力の柱が必要となってくる。一方、こうした大断面の柱は運搬やコスト等に問題を生じる恐れもある。本研究では、建設予定地の地元で一般に普及している柱を活用し、それを束ねることで耐力を向上させ座屈防止させようというものである。束ね方としては現地で施工しやすい長ビス或いは応力集中を起こしにくいガラス繊維等を用いる。こうした束ね効果について素材やピッチ等をパラメータとして座屈実験を行っている。

## (7) 木質材料の変位・破壊挙動に関する研究

木質構造の接合部の挙動、特に最大耐力の向上と靱性の確保においては、木材の割裂防止がキーポイントとなってくる。木材の割裂兆候を非破壊で定量的に把握できるようになれば、接合部実験等で挙動検証する際にも改良手段をより合理的に把握できるようになる。こうした検証を行うためには従来、歪ゲージを用いて材料実験がされているが、当研究室では非接触や動的な接合部実験への応用を視野に入れ、画像処理とFEM解析によって、より広範囲かつ安価に歪みと応力を計測できる手法を研究している。

## 研究教育設備

○ノート型パソコン (MacBook Pro 13” )		APPLE
○ノート型パソコン (VAIO Z)		SONY
○ノート型パソコン (VAIO SB)		SONY
○ノート型パソコン (Pavilion dv4)	2台	HP
○ノート型パソコン (ThinkPad X220)	2台	Lenovo
○ノート型パソコン (ThinkPad Edge E520)	3台	Lenovo
○タブレット型パソコン (ThinkPad 8)		Lenovo
○タブレット型パソコン (Venue 8 Pro)		DELL
○デスクトップ型パソコン (HP 8200)		HP
○外付けハードディスク (Link Station 4TB)		BUFFALO
○A3レーザー複合機 (LP M5000AZ)		EPSON
○プリンター複合機 (PIXSUS MX883)	2台	CANON
○プリンター複合機 (PIXSUS MG5530)		CANON
○デジタルカメラ (COOLPIX AW100)	2台	Nikon
○デジタルカメラ (Nikon 1 J1)		Nikon
○デジタルカメラ (V-LUX 30)		Leica
○プロジェクター (P1301W)		Acer
○ドキュメントスキャナ (Scan Snap S1100)		FUJITSU
○手動裁断機 (PK-513L)		PLUS
○計測ソフトウェア (TDS-7130)		東京測器研究所
○PCコントロール型動ひずみ測定器 (DC-004P)		東京測器研究所
○高感度加速度計 (ARS-A)		東京測器研究所