木質構造材料と部材及び架構の力学的性状と耐久性

宇都宮大学　建築都市デザイン学科/建築学プログラム　中島史郎研究室

■当研究室について

当研究室は、中島史郎教授のもと、学部生5名、修士課程8名、博士課程1名の計15名が所属しています（図1）。
木質構造材料と部材の力学的性状と耐久性に関する研究、木質構造部材の活用方法に対する新たな提案、木質耐力壁やラーメンの設計法に関する研究を行っています。
以下、現在取り組んでいる研究を抜粋して紹介します。



図1 研究室のメンバー

■研究１．NLT(Nail Laminated Timber)の部材性能

NLTとは製材を並べて釘により接合したパネル形状の構造部材（図2）。

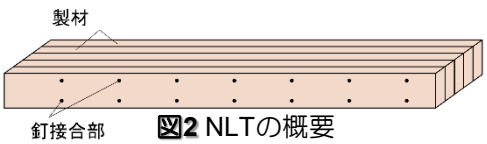


図2 NLTの概要

①異形断面を有するNLTの面外曲げ性状[1)]

突出部を除いた断面寸法が等しいNLT試験体（図3）について、鉛直下向きの荷重を作用させる面外曲げ試験を実施。
断面保持が成り立つとして、突出部を含む断面を用いて曲げ強度と曲げ弾性係数を評価しても良いことを確認（図4）。

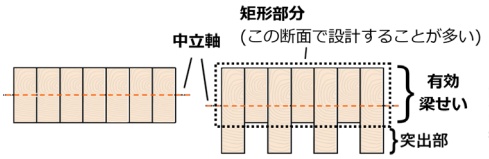


図3 NLTの断面形状

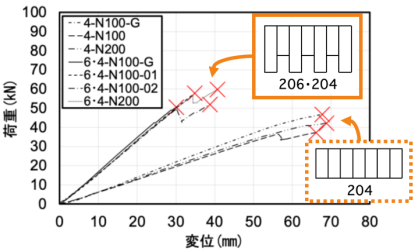


図4 実験結果

②NLTの面内せん断性状[2)]

NLTの耐力壁としての利用を考え、頂部に水平力を加える（図5）、面内せん断力試験を実施。
水平力に対する抵抗要素として、①構成製材を接合する釘接合部のせん断力、②製材の土台と桁へのめり込み、③製材間で生じる支圧力と摩擦力を考慮することにより、計算により荷重変位曲線を求める方法を提案（図6）。

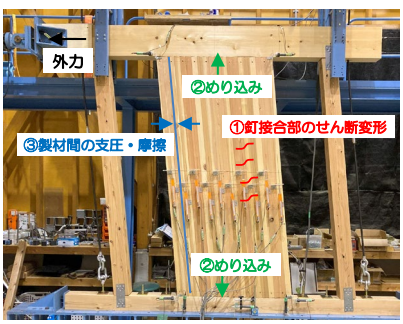


図5 面内せん断試験の様子

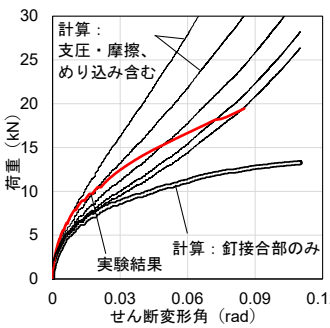


図6 計算値と実験値の比較

■研究２．ビス接合により製材を直交積層した部材による耐震補強法[3)]

既存木造住宅の外観を大きく損なうことなく耐震補強を行う（図7）ことを目的として、繊維方向を直交させて製材を積層してビス接合により接合した耐力壁（図8）に対して面内せん断試験を実施（図9）。
各補強仕様について求めた荷重変位関係（図10）をもとに、既存木造住宅に対する耐震補強効果を検証。

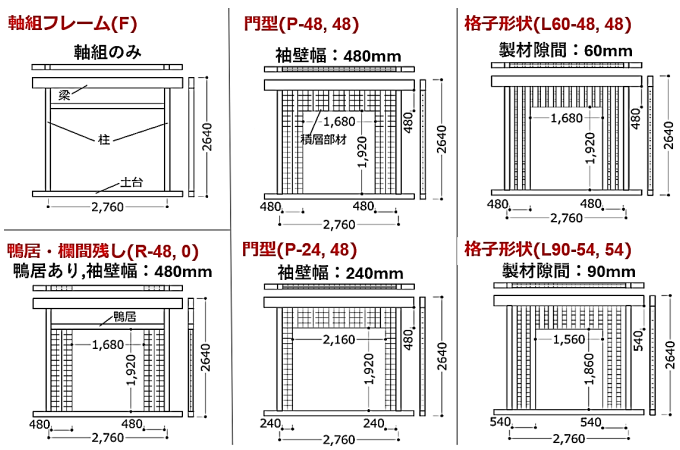


図8　試験体の形状と寸法（mm）



図7 耐震補強のイメージ

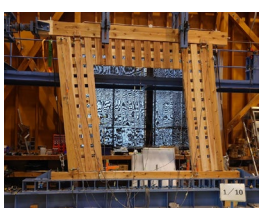


図9 面内せん断試験の様子

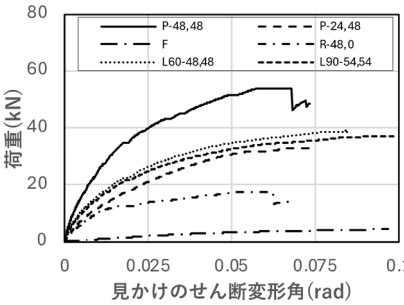


図10 実験結果

参考文献
1) 今村圭祐, 他2名: 異形断面を有するNLT(Nail Laminated Timber)の面外曲げ性状, 日本建築学会大会学術講演梗概集(九州), 構造Ⅲ, pp.251-252, 2025.9
2) 伊藤和樹, 他2名: アルミ釘及び木釘を用いて製材を積層接合したNLT(Nail Laminated Timber)の面内せん断性状及びその算定法に関する研究, 日本建築学会学術講演梗概集, 構造Ⅲ, pp.795-796, 2024.7
3) 小野琴弓, 他2名: ビス接合により製材を直交積層した部材による既存木造住宅の耐震補強法に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集(九州), 構造Ⅲ, pp.567-568, 2025.9

木質構造材料と部材及び架構の力学的性状と耐久性

宇都宮大学　建築都市デザイン学科/建築学プログラム　中島史郎研究室

■研究３．水分作用が木質材料に及ぼす影響(*1)

(*1)濡れると乾くを繰り返す過程で木材に割れるなどの劣化が生じること

①温湿度変動がCLTの力学的な性状に与える影響[4)]

CLTは、ひき板（ラミナ）を並べ、その繊維方向が各層で直交するように積層接着した木質系材料（図11）。水分作用により劣化したCLT（図12）に対して、面外曲げ試験および圧縮試験を実施。曲げ強度・弾性係数については、劣化による顕著な強度等の低下が認められなかった（図13）。
圧縮強度については、強度の低下が確認された（図14）。

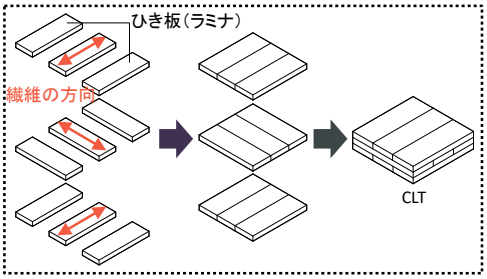


図11 CLTの製造方法

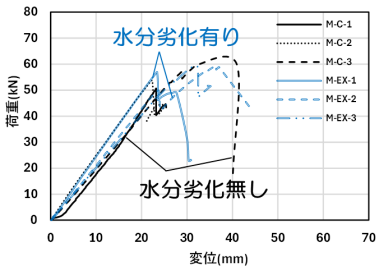


図13 面外曲げ試験の結果

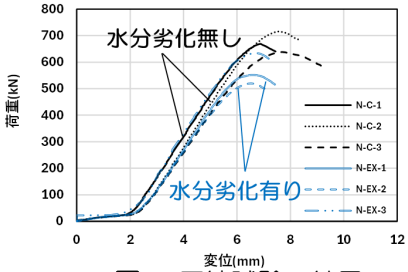


図14 圧縮試験の結果

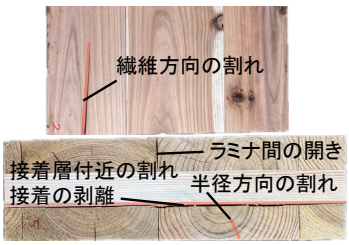


図12 CLTの劣化の例

②屋外現しで用いられる柱脚接合部の引張耐力[5)]

水分作用により劣化させた柱脚接合部（図15）に対して引張試験を実施。孔の中心を貫く割れがある場合（図15左）には接合部の耐力が低下。一方、孔に接する割れがある場合（図15右）には、接合部の耐力の低下は認められなかった（図16）。

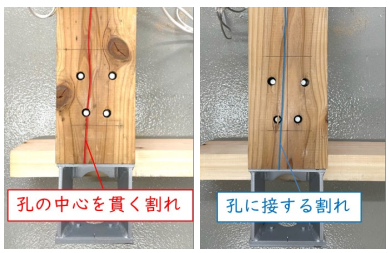


図15 接合部に生じた劣化

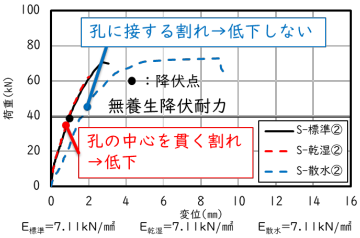


図16 面外曲げ試験の結果

■研究４．枠組壁工法による有開口耐力壁の降伏耐力の推定[6)]

開口形状、仕口の接合仕様、桁の寸法を異ならせた有開口耐力壁試験体（図17と表1）に対して、水平せん断試験を実施。仕口の接合剛性が高く、桁の断面寸法が大きい試験体ほど、せん断耐力比(*2)は大きな値となった（図18）。

(*2)有開口壁の降伏耐力を無開口壁の降伏耐力で除した値。

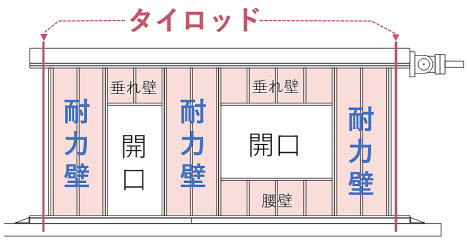


図17 試験体の形状の概要

表1 試験体の仕様と名称

試験体名	仕口の接合仕様	桁断面寸法 (mm)	開口
N90 (釘-90mm)	釘 CN90-JIS5508:2009 (ϕ=4.11, ℓ=88.9)	B(幅)90×D(せい)90	有
P90 (ビス-90mm)	ビス パネリードPX6-11 (ϕ=6.00, ℓ=110)		
N240 (釘-240mm)	釘 CN90-JIS5508:2009 (ϕ=4.11, ℓ=88.9)	B(幅)90×D(せい)240	
P240 (ビス-240mm)	ビス パネリードPX6-11 (ϕ=6.00, ℓ=110)		
C (Control)	ビス パネリードPX6-11 (ϕ=6.00, ℓ=110)		無

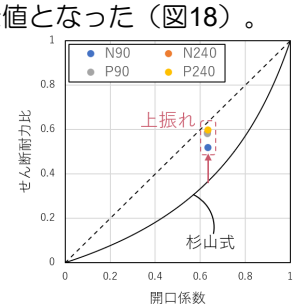


図18 せん断耐力比

■研究５．木ダボ接合部の2面せん断性状[7)]

木ダボ接合部の2面せん断試験を実施（図19）。
①木ダボの製材へのめり込み
②木ダボの曲げ変形
を考慮した降伏耐力の算定式を提案（図20）。
提案式を用いて計算した降伏耐力は、実験値に対して0.83～1.08の範囲と求まり、実験値による降伏耐力を概ね算定することができた。

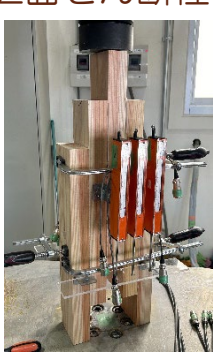


図19 ２面せん断試験の様子

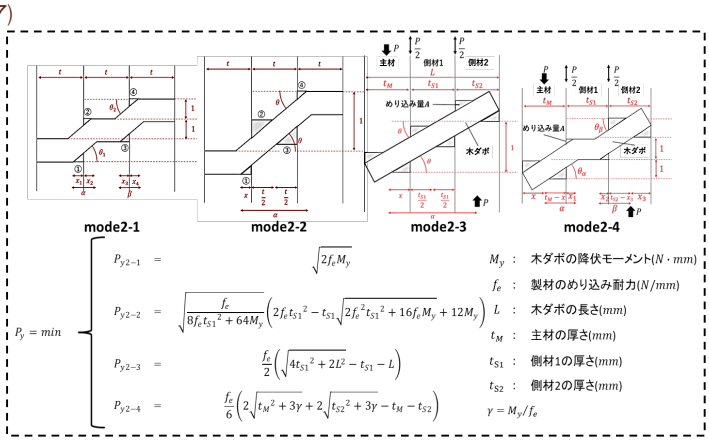


図20 各降伏モードに対する降伏耐力の算定式

参考文献
4)石塚颯太, 他2名: 温湿度変動がCLT の力学的な性状に与える影響に関する研究, 研究日本建築学会学術講演梗概集(九州), 構造Ⅲ, pp.197-198, 2025.9
5)岩﨑直人, 中島史郎: 屋外現しで用いられる柱脚接合部の引張耐力に関する研究, 日本建築学会学術講演梗概集(関東), 構造Ⅲ, pp.449-450, 2024.7
6)黒尾寛太, 他2名: 複数開口を有する枠組壁工法による有開口耐力壁の降伏耐力の簡易算定法に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集(関東), 構造Ⅲ, pp.323-324, 2024.7
7)根岸拓海, 中島史郎: 同方向に2 面せん断変形をする木ダボ接合部の降伏耐力の簡易算定法, 日本建築学会大会学術講演梗概集(九州), 構造Ⅲ, pp.391-392, 2025.9