

ダボ形式による CLT パネルせん断接合部の構造性能に関する実験的研究

その1 検討対象建物と実験概要

正会員 ○前田 匡樹*1 同 遠藤 広大*2
同 熊谷 太希*2 同 藤原 薫*3

CLT 直交集成板 ダボ接合
せん断接合部 CLT 建築

1. はじめに

近年、森林資源の有効活用による林業の活性化や森林資源の有効活用が期待され、2010年には公共建築物等木材利用促進法が施行¹⁾されるなど、中大規模木造建築への関心が高まっている。また、2016年にはCLT工法に関する告示²⁾が施行されCLTの利用が拡大しつつある。しかし、木質構造は部材耐力に対して接合部耐力が著しく小さいといった課題がある。これを受けて、青木・前田ら³⁾は剛性の向上や変形の抑制が期待できるダボを用いた接合の提案を行ってきた。

東北大学前田研究室では、宮城県CLT等普及推進協議会の事業として実施されたCLTモデル施設(東北大学CLT建築モデル実証棟)の設計・施工に参加した。CLTモデル施設のCLT架構のパネル同士の接合部に、青木・前田が開発した木ダボ接合部を適用した。そこで、木ダボ接合部の要素実験を行い、構造性能を明らかにし、構造計算ルート1における必要せん断強度を満足することを検証し、実構造物への適応を目的とする。本報では、検討対象建物および実験概要について述べる。

2. 宮城県CLT等普及推進協議会事業「CLTモデル施設」

宮城県CLT等普及推進協議会(以下、協議会 図-1)は平成28年2月に設立され、CLT等木造建築の普及や森林資源の利用拡大、林業・木材・建築産業の振興などを目的に、産官学が連携してCLTに関する先導的的事业に取り組んでいる。協議会事業の一つとして、平成28~29年度に、CLTモデル施設として、東北大学工学部敷地内に「CLTモデル実証棟」を建設することとなった。建物の概要は表-1に示すとおり、平屋建約90m²の小さな建物である。建物の全景及び内観を写真-1に示す。本建物の設計・施工にあたり、宮城県内の木材生産者、建築関係団体、東北大学、宮城県などが中心となり、設計・施工タスクフォースは協議会内に組織され(表-1)、設計・施工に関する種々の事項が検討され建設事業が推進された。

建物の構造計画を図-2に示す。平面・立面とも8角形の特徴的な形状をしており、これをCLTパネル工法で実現するため、図-2に示す4つの部分から構成することとした。敷地の制約条件から、基礎形状が4m各程度に制限されたため、機械室とねる箱状の基礎から斜めに8本のRC梁を出し、その端部を8角形にRC梁で結んだ構造全体を基礎と位置付けている。そのRC造基礎の上にCLTパネル、及び、LVLを用いた門型ラーメン架構を設けた。門型ラーメンは、x,y方向それぞれ4構面あり、中央側2架構

は、x,y方向で交差しており井桁状の格子梁架構を形成している。屋根面の面内剛性を確保するため、格子梁架構の上に8角形のリング状のLVL床版を構成した。さらに、その上に在来工法による軽量で剛強な小屋組みを架けた。これらの架構中のCLTパネル工法における門型フレーム部分のパネルのせん断接合部にダボ接合が適応されている。図-3にCLT工法門型フレーム中の対象接合部を示す。



写真-1 検討対象建物の外観と内観
(セルコホーム(株)提供)

表-1 検討対象建物概要³⁾

建物名称	CLTモデル実証棟 「東北大学大学院都市・建築学専攻セミナールーム」	
建設地	宮城県仙台市青葉区荒巻青葉6-6	
建築主	宮城県CLT等普及推進協議会	
主要用途	大学(セミナー棟)	
建物	延べ面積	90.36m ²
	建築面積	90.36m ²
規模	最高高さ	7.85m
	最高軒高	5.02m
構造・階数	木造 1階建て	

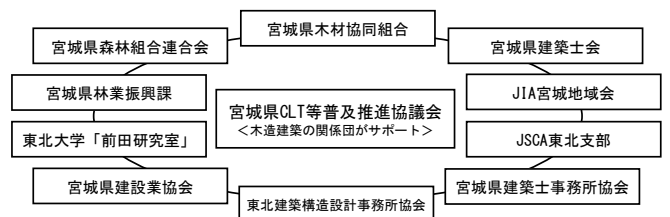


図-1 宮城県CLT等普及推進委員会組織図³⁾

3. 実験概要

3.1 接合断面の設計

上記モデル施設実証棟の木ダボ接合部の構造性能を確認するため、接合部分を取り出した要素実験を行った。木ダボ要素実験を行った青木・前田ら研究では、都合部の破壊モードとして、図-6 示すように、木ダボあるいは CLT パネルの嵌合部分の割裂破壊または噛合い面の支圧破壊がみられた。これに基づき、式(1)を用いて、短期許容せん断強度($P_0=2/3Q_j$)が構造計算ルート 1 における要求性能を満たし、かつアンカーボルトが先行降伏するように接合断面を決定した。

$$Q_j = \min(Q_s, Q_c) \quad \text{式(1)}$$

ここで、割裂によるせん断強度

$$Q_s(N) = F_s(N/mm^2) \times H(mm) \times D(mm)$$

また、支圧による圧縮強度

$$Q_c(N) = F_c(N/mm^2) \times W(mm) \times D(mm)$$

であり、両試験体共に CLT 部分弱軸方向での支圧破壊が想定されている。

3.2 試験体概要

図-4 に試験体の詳細図を示す。試験体は CLT 壁-RC 基礎接合部 (以下、CR)、また CLT 壁-CLT 垂れ壁接合部 (以下、CC) を実大寸法で再現したものであり、3 枚の試験片から構成される左右対称の形状となっている。载荷を安定させるため、CLT 壁に相当する中央のパネルの両側に RC 基礎を模した鉄骨、あるいは、CLT 垂れ壁部を左右対称に配置して試験体とした。試験体はすべて対象建物部材の実大寸法で、同一の CLT パネル(スギ、Mx60-5-5、厚さ 150mm)から製作した。ダボを介してせん断力を伝達させる機構になっており、CR 試験体については鋼製ダボ (120×300×150)、CC 試験体についてはスギの集成材による木製ダボ (120×150×150) 2 個を使用している。

3.3 加力計画

加力は、「CLT を用いた建築物の設計施工マニュアル」⁴⁾の「第三部 第 10 章 CLT パネル工法における接合部試験・評価方法 10.5 試験方法」に基づき行った。外側の試験片を加力フレームに固定し、上下の鉛直ジャッキ 2 本を用いて中央の試験片を上下に押し引きすることで接合部にせん断力を与えた。まず単調载荷試験より得られた包絡線からバイリニアモデルを作成し、それより得た降伏変位 δ_y に基づき、その後正負交番繰り返し载荷試験を各 6 体ずつ実施した。载荷履歴は、単調载荷試験結果から得られた降伏変位 δ_y の固定数列方式とし、 δ_y の 1/2, 1, 2, 4, 6, 8, 12, 16 倍の順で 1 回ずつの繰り返し载荷とした。単調载荷より得られた降伏変位 δ_y は CR 試験体で 0.98mm、CC 試験体で 2.09mm であった。

4. まとめ

本報のまとめは本稿その 2 で併せて示す。

【参考文献】と【謝辞】は本稿その 3 にまとめて示す。

表-2 設計・施工 TF 実施体制³⁾

大学	東北大学都市・建築学専攻 (前田研究室、石田研究室、小林研究室)
民間	(株)佐藤総合計画 (公社)日本建築家協会東北支部宮城地域会 (株)鈴木建築設計事務所 (一社)日本建築構造技術者協会東北支部 日比谷総合設備(株)東北支店 装建工業(株) セルコホーム(株) (一社)宮城県建築士事務所協会 鹿島建設(株)東北支店 (株)山大 西北プライウッド(株) シネジック(株) ナイス(株) など
行政	宮城県農林水産部林業振興課

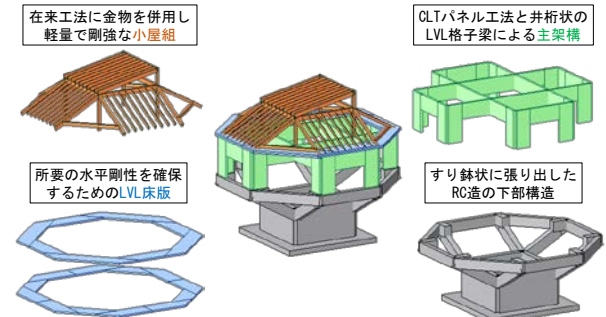


図-2 検討対象建物アイメソ図

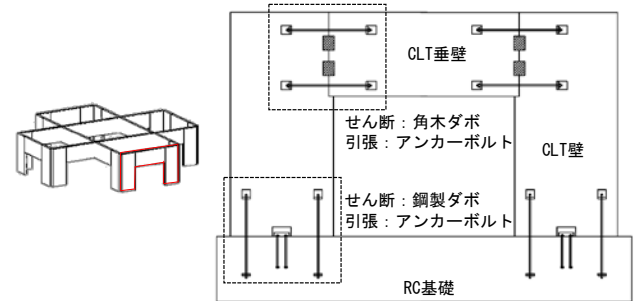


図-3 CLT 工法門型フレーム中の対象接合部

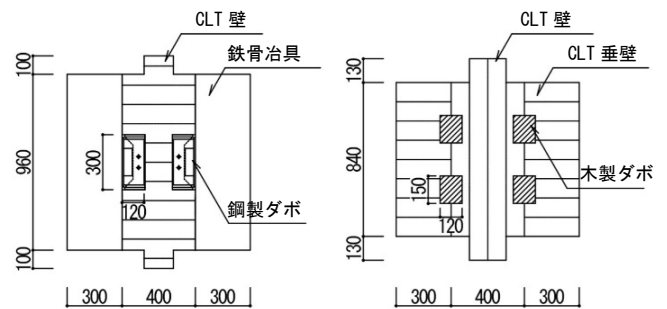


図-4 試験体図

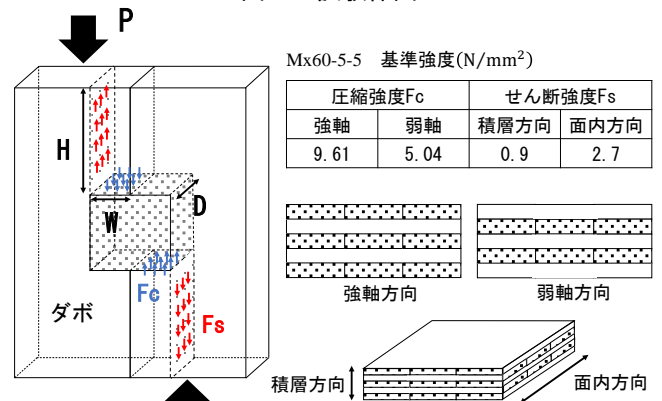


図-5 CLT パネルの基準強度

*1 東北大学大学院工学研究科 教授・博士 (工学)

*2 東北大学大学院工学研究科 博士前期課程

*3(株)鈴木建築設計事務所

*1 Professor, Graduate School of Eng., Tohoku University, Dr. Eng.

*2 Graduate Student, Graduate School of Eng., Tohoku University

*3 Suzuki Architectural Design Office Co.,Ltd