

すぎ CLT パネル脚部ホールダウン金物接合部の引き抜き試験

正 ○岡部 実 *1 正 安村 基 *2
 // 小林 研治 *3 // 孕石 剛志 *4
 // 藤田 和彦 *5

CLT ホールダウン金物 引き抜き試験

1 はじめに

ひき板を直交積層接着した Cross Laminated Timber (以下 CLT とする。) を用いた木造建築物では、CLT パネル自体の剛性・耐力が高いため、接合金物の荷重変形性能の把握が、建物の耐震・耐風設計において重要となる。⁽¹⁾

木造軸組構法では、柱脚柱頭を先行破壊させず、耐力壁の水平力に対する性能を用いて壁量計算を行うため、接合金物は耐力のみを評価している。しかし CLT パネルと金物の接合では、剛性・耐力・靱性を把握することが、CLT 木造建築物の設計に必要となる。そこで木造軸組構法用接合金物のうち、Z マークのホールダウン金物 (以下 HD 金物) を CLT パネル脚部に取り付けた場合の引き抜き試験方法、評価方法を検討した。なお本研究は、平成 22 年度木のまち、木のいえ整備促進事業 (事業採択: 銘建工業(株)) の一部として行われた。

2 試験方法

2.1 試験体

CLT パネルは、厚さ 90mm を基本とし、CLT の厚さの影響も検討するため、一部 120mm、150mm 厚さの試験も行った。CLT パネルに用いたすぎのひき板は、機械等級区分によりヤング率 3.5(GPa) 以上~8.0(GPa) 未満までの範囲とし、ランダムに抽出して CLT を製造した。ひき板断面構成は、各層等厚で 3 層、4 層、5 層とした。また積層接着に用いた接着剤は水性高分子-イソシアネート系接着剤とし、幅はぎ接着は行っていない。この CLT パネルを表層ひき板の繊維方向がホールダウン金物の引き抜き方向となるよう、幅 240mm、長さ 1000mm で切り出したものを接合部試験の CLT とした。HD 金物は Z マーク品で接合具の異なる HD-N25 (26-ZN90)、HD-B25 (5-M12) の 2 種類を基本とし、HD-B20 (26-ZN90)、HD-B20 (4-M12) についても実験を行った。試験体に用いた HD 金物と CLT パネルの仕様を表 1 に示す。

2.2 加力装置

試験体を水平移動可能なスライダに固定し、HD 金物と基礎フレームを M16 ボルトで緊結した。そしてスライダを、油圧ジャッキを用いて引っ張る形とした。荷重は、基礎フレームに固定する M16 ボルトの間にセンターホール型荷重計 (100kN 用) を設置して計測した。またスラ

イダーを引っ張るための油圧ジャッキ先端にも荷重計 (100kN) を取り付けた。変位はホールダウン金物両側の CLT パネルと基礎フレームの相対変位 2 点を測定し、平均値を CLT と基礎フレームの変位とした。加力装置概要を図 1 に示す。

表 1 試験体種類と仕様

HD 金物	CLT 仕様		試験体数	加力
	厚さ (mm)	積層数		
HD-N20	90	4	1	M
HD-B20	90	3	2	C
		4	3	M-1、C-2
		5	2	C
		3	2	C
HD-N25	90	4	3	M-1、C-2
		5	2	C
		5	2	M-1、C-1
	120	5	2	M-1、C-1
	150	5	2	M-1、C-1
HD-B25	90	3	2	C
		4	3	M-1、C-2
		5	2	C
	120	5	2	M-1、C-1
	150	5	2	M-1、C-1
	150	5	2	M-1、C-1

備考: 加力における記号 M は単調、C は繰り返し加力を、また数字は試験体数内訳を示す。

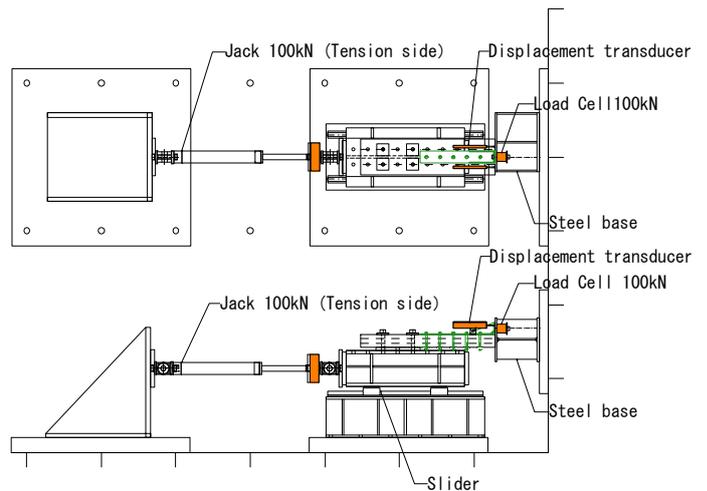


図 1 加力装置

2.3 加力方法および構造特性値算出方法

実験は、ISO 16670:2003 Timber structures -- Joints made with mechanical fasteners Quasi-static reversed-cyclic test method で規定する加力方法 (AIJ 木質構造設計規準・同解説(2006)付録 2) に準拠した。繰り返し加力スケジュールは単調加力での終局変位 D_u に基づき決定した。単調加力は、最大荷重を超え最大荷重の 80%以下まで耐力が低下するまで連続的に引っ張り、80%まで耐力低下した変位を終局変位 D_u とした。繰り返し加力は、単調加力で求めた D_u に対しする比率で引き抜き側の繰り返しを行った。なお本報では D_u を 40mm とした。実験で得られた荷重-変形関係から、降伏耐力 P_y 、降伏変位 D_y 、終局耐力 P_u 、終局変位 D_u 、塑性率 μ 、靱性を考慮した耐力 $0.2P_u\sqrt{2\mu-1}$ および特定変形時耐力の構造特性値を木質構造設計規準・同解説(2006)に基づき算出した。

3 試験結果

図 2 に厚さ 90mmCLT に HD 金物を取り付けた場合の繰り返し加力の包絡線 (単調加力は赤線) を示す。繰り返し加力の包絡線と単調加力が比較できる 3 種類の HD 金物では、剛性・耐力に大きな差が見られないが、繰り返しにより靱性が低下する傾向となった。25kN 用 HD 金物は、くぎ接合、M12 ボルト接合タイプいずれも繰り返し加力を行うと、基礎フレームと HD 金物を固定している M16 ボルトのねじ部破断が発生した。M16 ボルトの強度 ($400\text{N}/\text{mm}^2$ 以上) とねじ部有効断面積 (157mm^2) から計算される引張強度は 62.8kN となり、CLT パネルと HD 金物を固定する ZN90 くぎや M12 ボルトの強度を上回ったことが考えられる。

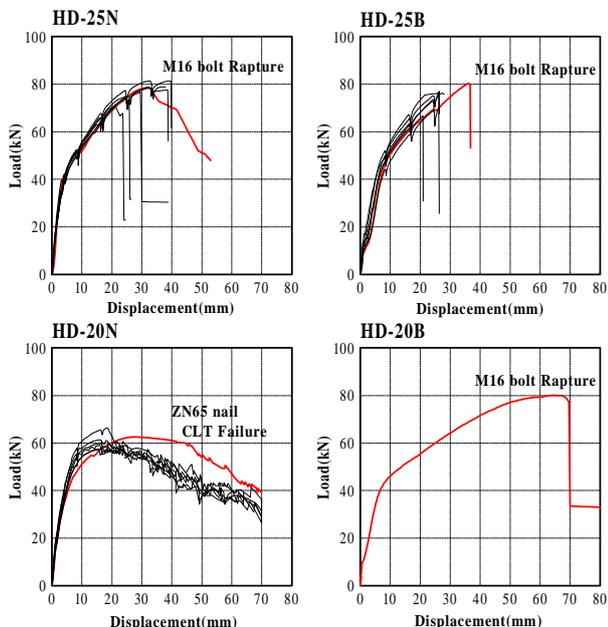


図 2 厚さ 90mmCLT に取り付けられた HD 金物 4 種の荷重-変形曲線

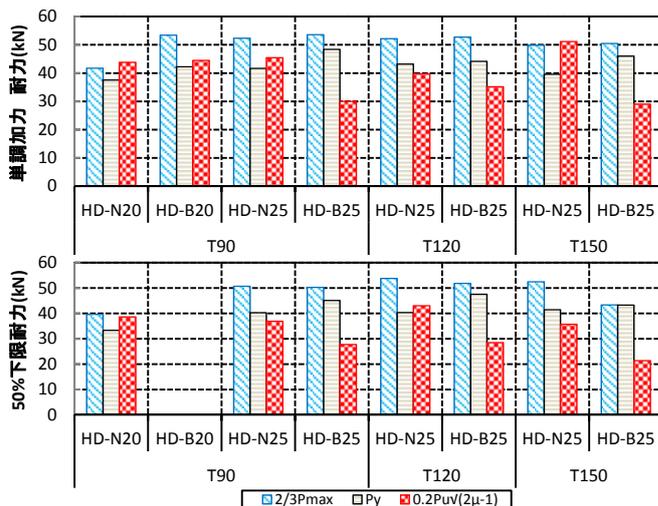


図 3 2/3Pmax、 P_y 、 $0.2P_u\sqrt{2\mu-1}$ 耐力比較

(上図：単調加力 下図：繰り返し加力 T90 は 50%下限値)

図 3 に $2/3P_{max}$ 、 P_y 、 $0.2P_u\sqrt{2\mu-1}$ の構造特性値比較を示す。単調加力では 3 指標耐力の差が少ない接合部でも、繰り返し加力を行うと靱性を考慮した指標が低下する傾向が見られた。図 4 に単調加力と繰り返し加力における 3 指標比較の関係を示す。靱性を考慮した指標が最小値となる傾向が高く、単調加力で得られた指標 0.7 倍で繰り返しの指標をほぼ満足する結果となった。

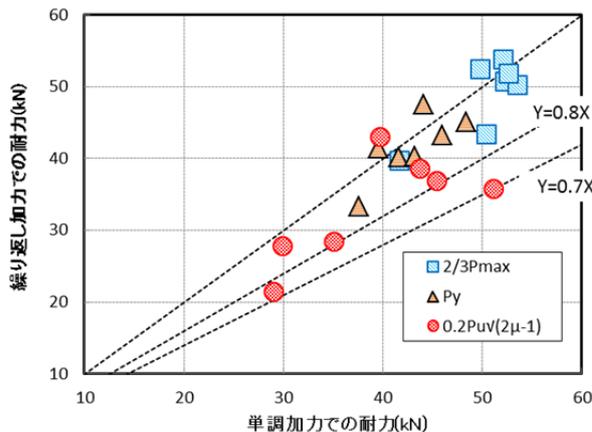


図 4 単調加力と繰り返し加力における 3 指標比較

4 まとめ

CLT パネルに用いるホールダウン金物の試験で、終局状態まで繰り返し加力を行い、耐力評価では終局耐力 P_u 、塑性率 μ を含めた結果、靱性を考慮した指標が最小値となる傾向が高い結果となった。

参考文献

- (1) 例えば、安村・三宅・榎本・河合・五十田他：クロス・ラミネイティド・ティンバーによる構造の耐震性能に関する研究 その 1～その 11、日本建築学会大会梗概集、構造Ⅲ (2012)

*1: ベタリーピングつくば建築試験研究センター 農修

*2: 静岡大学大学院農学研究科 教授 農博

*3: 静岡大学農学部環境森林科学科 助教 博士 (農学)

*4: 建工業株式会社 開発室長

*5: 広島県立総合技術研究所 林業技術センター

*1: Center for Better Living, Tsukuba Building Research and Testing Laboratory

*2: Professor, Graduate School of Agriculture, Shizuoka University

*3: Assistant Professor, Dept. of Environment and Forest Resources Science, Shizuoka University

*4: Chief Engineer, Meiken Lamwood Corporation

*5: Hiroshima Prefectural Technology Research Institute, Forestry Research Center