

丸太組構法による3階建て建築物の開発
その4・CLTによるログ材を用いた接合部の性能試験

正会員 ○高岡 繭子*1 松下 勝久*2
正会員 葛野 耕司*2 大橋 好光*3

直交集成板 セトリング だぼ接合部 ログハウス 摩擦係数

1 はじめに

その1からその3では、丸太組構法による3階建て建築物について、実験による構造メカニズムと層の骨格曲線の作成方法を報告した。その中で、丸太組構法ではセトリング(乾燥による一本一本のログ材の収縮とログ壁の自重により、ログ壁の高さが徐々に低くなる現象)により、建設時と経年後では性能が変化するため、セトリングが丸太組構法の設計を困難にしている点について触れた。しかし、直交集成板(以下、CLT)をログ材として使用すると、繊維直交方向(鉛直方向)の層が鉛直荷重を受けするため、経年後、セトリングしないことが認められており、海外では実物件で積極的に利用されている。そこで、本報ではログ材にCLTを用いた丸太組構法による建築物の開発を目的とし、骨格曲線の作成に必要とされるログ材間の静止摩擦係数算出試験とだぼ接合部のせん断試験について報告する。

2 試験体

試験体は実物件に合わせて、樹種がヒノキとスギの2種類とする。図1に接合部のおさまりを、表1にCLT(JAS同一等級構成、幅はぎ接着なし)の規格を示す。だぼはxマーク表示金物のせん断金物D32を使用する。

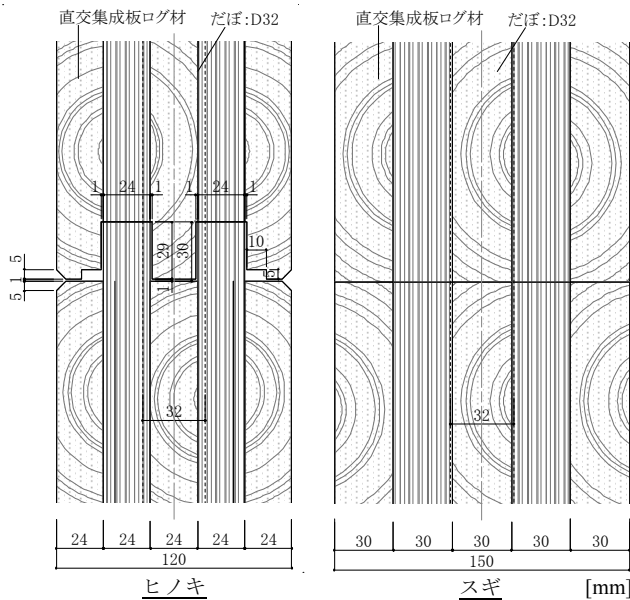


図1 接合部のおさまり

表1 JAS直交集成板の規格

強度等級	構成の区分	樹種	ラミナ厚	材厚	含水率	接着剤
S60-5-5	5層5プライ	スギ	30mm	150mm	15%以下	イソシアネート
強度等級	構成の区分	樹種	ラミナ厚	材厚	含水率	接着剤
S90-5-5	5層5プライ	ヒノキ	24mm	120mm	15%以下	イソシアネート

だぼ挿入の先行径は、同径のΦ32mm、長さは上下に各々400mmとする。試験は、ヒノキは静止摩擦係数算出試験とだぼ接合部のせん断試験を実施し、スギはだぼ接合部試験のみ実施する。試験体のヒノキは、経年変化によって繊維平行方向(水平)が収縮することを考慮して上下に隙間を設け、繊維直交方向(鉛直)のみが接するように製作し、接する面はやすりで表面処理を施す。試験体数は6体ずつとする。CLTログ材の密度はヒノキが0.51~0.56、平均0.53、スギが0.41~0.43、平均0.42であった。

3 静止摩擦係数算出試験

ログ壁のせん断抵抗メカニズムは、初期にはログ材間で摩擦抵抗力が発揮し、ログ材間の滑り変位発生後、だぼのせん断抵抗力が発揮する。本章では、CLTログ材間に発生する摩擦力の静止摩擦係数を算出する試験について報告する。

写真1に試験実施状況を示す。試験は図1のヒノキのみについて、実施試験体長さは1.2m、鉛直荷重は4kN/m²、荷重負担幅6mとした計28.8kNを目安として31.2kNとする。加力は一方向単調加力とし、ログ材間が滑った時点で終了する。1体につき3回行う。表2に試験結果を示す。静止摩擦係数は0.43~0.57、平均0.52となった。

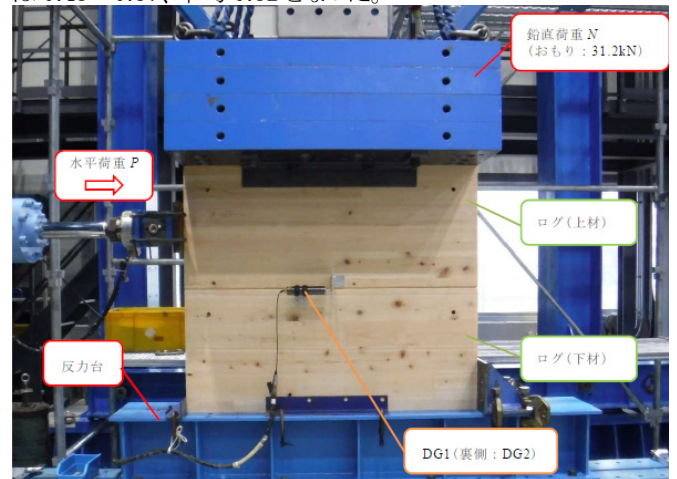


写真1 静止摩擦係数算出試験の試験実施状況

表2 静止摩擦係数算出試験の試験結果

試験体番号	1回目	2回目	3回目
1	0.43	0.44	0.45
2	0.54	0.53	0.53
3	0.55	0.54	0.53
4	0.53	0.54	0.54
5	0.54	0.55	0.54
6	0.57	0.54	0.53
平均	0.52		

4 だぼ接合部のせん断

写真 2 にスギの試験実施状況を示す。だぼ本数はヒノキは 1 本、スギは 2 本とする。ログ材間にはテフロンシート及びシリコンスプレーを施し、摩擦による影響を除去する。加力は一方単調加力とし、ログ材間の変位が 70mm に達した時点で終了する。



写真 2 スギのだぼ接合部のせん断の試験実施状況

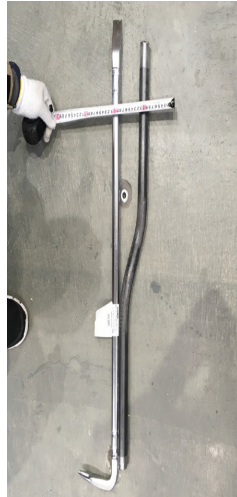


写真 3 だぼの降伏状況

図 2 にヒノキの荷重変位関係を、写真 3 にだぼの降伏状況、写真 4 に試験体の変位進展時を示す。荷重変位関係について、ヒノキ及びスギともに初期には 3mm 程度の滑りが見られた。その後、7~9mm 程度で荷重の低下が起こり、その後、再度荷重の上昇が見られた。だぼが曲げ降伏し、ログ材間の変位が進展しても荷重低下が起こらず 70mm を越えたため、加力を中止した。なお、変位進展時の写真について、表面にログ壁の割裂が見られるが、これは幅はぎ接着をしていないために、1cm 幅程度の接着層が押し広げられて剥離したためであり、構造性能には影響していない。



写真 4 ヒノキの変位進展状況

表 3 にヒノキの試験結果一覧を示す。最大荷重は変位 10mm 以内で評価した。スギは統計処理した 5% 下限値で、1 本あたり降伏耐力 28.0kN(ばらつき係数 0.853)、最大耐力の 2/3 が 33.1kN(同 0.904)、となった。表 3 からヒノキ及びスギともに基準耐力は降伏耐力で決定した。また、ばらつきが小さく、安定した結果となった。

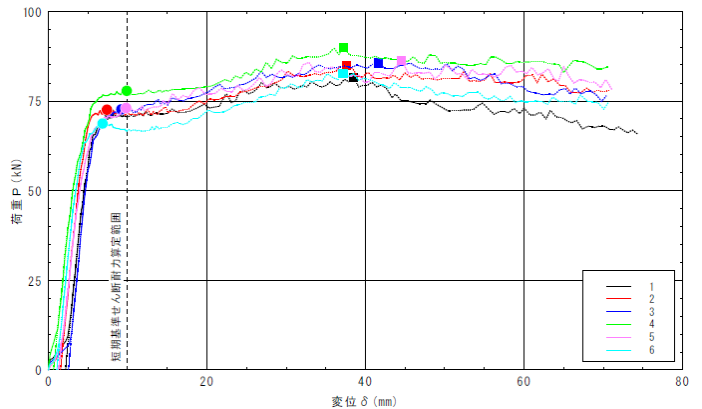


図 2 ヒノキのだぼ接合部せん断試験の荷重変位関係

表 3 ヒノキのだぼ接合部せん断試験の結果一覧

試験体番号	降伏耐力 P_y		$2/3P_{max}$		最大荷重		剛性 K [kN/mm]
	荷重 [kN]	変位 [mm]	荷重 [kN]	変位 [mm]	荷重 [kN]	変位 [mm]	
1	45.5	4.3	47.6	4.4	71.4	7.7	10.58
2	46.0	3.6	48.3	3.7	72.4	7.5	12.78
3	50.6	4.7	48.3	4.6	72.5	9.3	10.77
4	46.8	2.9	51.8	3.2	77.7	9.9	16.14
5	47.7	3.8	48.6	3.9	72.9	9.9	12.55
6	42.5	3.0	45.7	3.2	68.6	6.9	14.17
平均	46.5	3.7	48.4	3.8	72.6	8.5	12.83
標準偏差	2.67	0.71	1.98	0.59	2.95	1.32	2.10
変動係数	0.057		0.041				
ばらつき係数	0.867	-	0.904	-	-	-	-
短期基準せん断耐力 Q_0	40.3		43.8				

5 おわりに

CLT ログ材間の接合部について、実験より構造性能を確認した。静止摩擦係数は、既往の繊維平行方向(水平)を横積みした値(約 0.3~0.4)より高くなった。だぼ接合部のせん断性能は、耐力、剛性ともに既往のコーチボルトの場合よりも高く、また、変形能力は安全限界変位 1/30rad.まで有していることが確認できた。今後は、様々な CLT ログ材に適用可能な計算式を構築することを目指す。

なお、本実験のヒノキは、一般社団法人・木を活かす建築推進協議会による平成 30 年度サステナブル建築物等先導事業(木造先導型)実験棟の採択プロジェクトである。

*1 フリーランス, 修士(工学)
 *2 (一社)日本ログハウス協会
 *3 東京都市大学 教授・工博

Freelance, Mr. Eng
 Japan Log House Association
 Prof., Tokyo City Univ., Dr. Eng.