

課題番号	7-1	分野名	木材加工	予算区分	県単
研究課題名	とちぎ材を使用した新たな積層仕様等構造体の研究 その1 ～中大規模木造建築物を見据えた張弦トラスの開発研究～				
担当者名	亀山 雄揮・吉田 智玲・木野本 亮・大塚 紘平	研究期間	平成27～32年度		

緒言

国内の人工林資源が成熟化し、国産木材の需要拡大を図る必要がある中、中大規模建築物等への県産材活用が期待されている。中大規模木造建築物の架構としてトラスが倉庫・店舗等で活用されている。そのうち張弦トラスは、少ない部材で構成することが可能であるが、接合部は特殊なものを使用していることが多い。今回は、一般に流通している部材を用いた張弦トラスの開発を目的に、上弦材にスギ製材を用い、下弦材にスギ集成材と鋼材の2仕様の試験体を作成し、実大試験を行った。

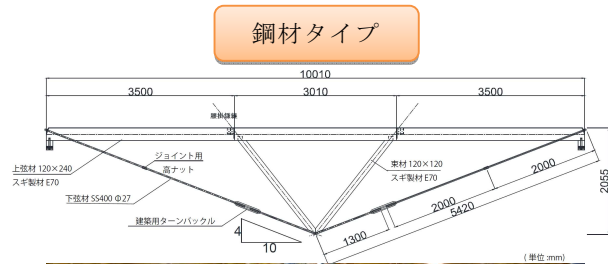
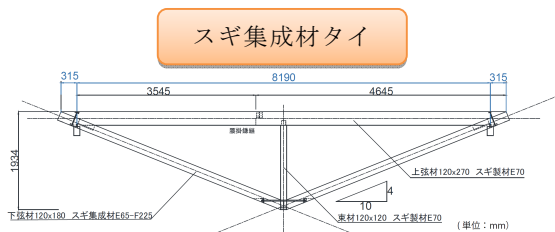
1 材料

1) スギ集成材タイプ (試験体数 3体)

スパンを約8mとし、上弦材継手は腰掛鎌継、接合部については上弦材・東材仕口がほぞ差し、上弦材-下弦材仕口が合掌尻、下弦材-東材仕口がホゾと引きボルトを用いた。

2) 鋼材タイプ (試験体数 3体)

スパンを約10mとし、上弦材同士の継手は、腰掛鎌継、上弦材-東材の仕口はホゾ差し、上弦材-下弦材の仕口は、上弦材端部を斜めカットして下弦材を角座金とナットで締める接合とした。東材-下弦材仕口は鋼板を両ネジボルトに溶接した金物を東材にビス留めした。



部材	材料	部材	材料	せい(mm)	幅(mm)
上弦材	スギ製材E	上弦材	スギ製材E70	240	120
下弦材	スギ集成材E6	下弦材	SS400	Φ=27	
東材	スギ製材E	東材	スギ製材E70	120	120

2 方法

複合型実大強度試験機（前川試験機 IPA-100R）を用い、スギ集成材タイプは中央集中荷重鋼材タイプは4点曲げとし、鉛直下向きに単調荷荷で行った。

3 結果概要

張弦トラスについて下弦材に集成材を用いるタイプと鋼材を用いるタイプの2仕様について実大実験を行い、それぞれの仕様における特性値と破壊形状を明らかにした。

	集成材タイプ				鋼材タイプ			
	1体目	2体目	3体目	平均	1体目	2体目	3体目	平均
最大耐力(kN)	55.5	74.3	90.8	73.6	113	110	97.1	107
降伏荷重(kN)	-	56.4	59.8	58.1	74.0	73.4	61.8	69.7
降伏変位(mm)	-	30.6	27.6	29.1	34.8	37.7	31.0	34.5
終局耐力(kN)	-	72.6	81.7	77.2	103	102	90.6	98.4
初期剛性(kN/mm)	2.15	1.84	2.17	2.05	2.13	1.95	1.99	2.02

日本建築学会2017年8月中国大会にて東京大学より発表

課題番号	7-2	分野名	木材加工	予算区分	県単
研究課題名	とちぎ材を使用した新たな積層仕様等構造体の研究 その2 ～中大規模木造建築物を見据えた CLT（直交集成板）の強度性能評価：座屈試験等～				
担当者名	亀山 雄揮・吉田 智玲・木野本 亮・大塚 紘平			研究期間	平成27～32年度

緒言

国内の人工林資源が成熟化し、国産木材の需要拡大を図る必要がある中、中大規模建築物等への CLT（Cross Laminated Timber：直交集成板）の活用による木材需要の創出が期待されている。

CLT の本格的な普及の推進するためには、関連する建築基準（基準強度・設計法）の整備を推進する必要があることから、宇都宮大学と共同で CLT の座屈強度について検討した。

1 方法と材料

1) 物性試験

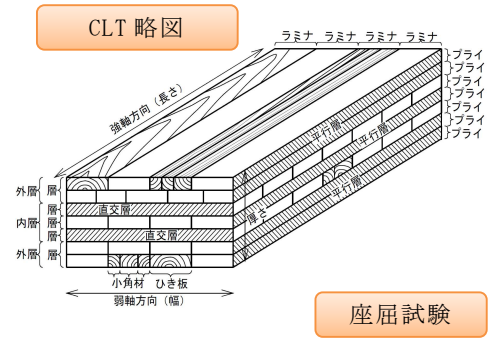
試験体の寸法・質量・含水率（ケット科学研究所 HM-520）縦振動法・たわみ振動法による固有振動数（A&D AD-3651 外）を測定

2) 座屈試験

複合型実大強度試験機（前川試験機 IPA-100R）を用い、CLT 試験体の両端をピン支持（ナイフエッジ支持）し、試験体の軸中心に軸力を加えた。軸力・鉛直変位を測定

3) 試験体

- (ア) 樹種 スギ・カラマツ・トドマツ
- (イ) CLT規格 3層3プライ～7層7プライ
ラミナ厚（20-30mm）
幅300mm 厚90-210mm 長さ779mm-3, 175mm
- (ウ) 試験体数 142体
- (エ)



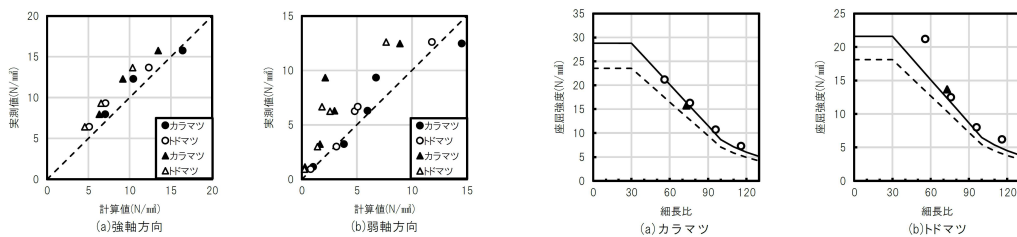
2 結果概要

1) 物性試験

比重、含水率、縦振動法・たわみ振動法による弾性係数が明らかになった。

2) 座屈試験

国土交通省告示の計算方法に基づく座屈強度と実験値は強軸方向の試験では概ね一致し、弱軸方向の場合では概ね安全側の値になった。



※●○：圧縮強度に森林総研の実験値を使用。
▲△：圧縮強度は北総研林産試のラミナの圧縮試験結果を用いて式(2)より算出した値。
※実線に用いた圧縮強度は森林総研の圧縮試験結果である。
破線は北総研林産試によるラミナの圧縮試験結果より求めた圧縮強度を用いている。

課題番号	7-3	分野名	木材加工	予算区分	県単
研究課題名	とちぎ材を使用した新たな積層仕様等構造材の開発 ～CLT接合部 引張性能試験～			その3	
担当者名	亀山 雄揮・吉田 智玲・木野本 亮・大塚 紘平			研究期間	平成28～32年度

緒言

CLTの関係法令が公布され、その中に「～壁パネルは、構造耐力上主要な部分である床版その他の部分と構造耐力上有効に緊結しなければならない。」とある。CLTは面材として極めて強固であるため、床等との接合部の性能で面内せん断性能が決まると言える。

現在、壁-床・基礎の接合金物は、面材に穴をあけてボルトで引き寄せるタイプや、表面を無数のビスで留めつけるタイプなどがあるが、いずれも金物が表面に露出してしまふ。

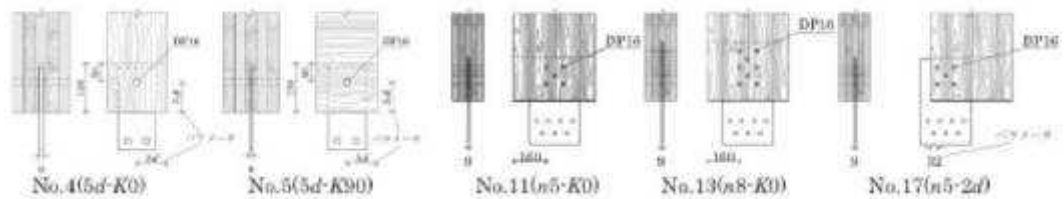
そこで、本研究ではドリフトピンを用いて金物が表面に現さない接合金物による接合耐力試験を実施した。

1 試験体

- 部材：スギCLT（5層5プライ）
150mm×400～508mm×1300mm
- 10mm厚鋼板，ドリフトピン
- 構成：9タイプ CLT軸方向 k：強軸(k0)・弱軸(k90)
- ドリフトピン本数 n：n5・n8
- ドリフトピン太さ d：d16・d20
- ドリフトピン～材縁部距離：2d・3d・4d

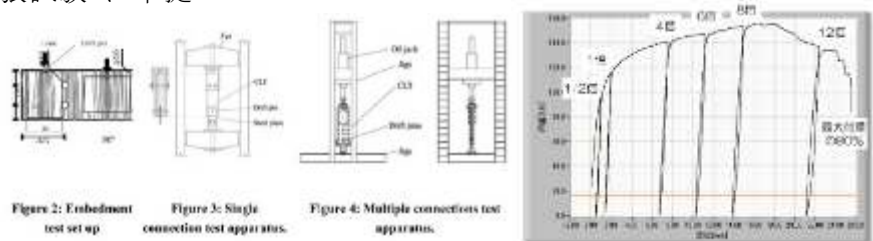


EASEC-15 October 11-13, 2017, Xi'an, China



2 試験方法

「木造軸組工法住宅の許容応力度設計」(財)日本住宅・木材技術センター
柱頭柱脚接合部の引張試験 に準拠



3 試験結果

<p>No.1～3 (強軸)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・スリットを両端に2層(2～4層)で形成 →各タイプとも発生 ・ドリフトピンを両端とする外周(15層)の形成・せん断 →No.1-K0, n5, d16では発生せず 	<p>No.4～6 (弱軸)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・スリット方向とスリットのあるS層の端材方向が交差しているため、発生はほとんど発生せず ・外周が端材方向に沿ってドリフトピンを両端に形成 →No.4-K90, n5, d16では発生せず 	<p>No.7～9 (縁2d～4d)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・外周端材が端材方向に沿ってドリフトピンを両端に形成 →ドリフトピン一層の距離に付いて距離小(2d>3d>4d) ・スリットも両端とする外周(2～4層)の形成 →No.4, 4dで発生
--	---	--

EASEC-15 (構造工学及び施工に関する東アジア太平洋会議) 2017年10月中国西安において宇都宮大学より発表

課題番号	8-1	分野名	木材加工	予算区分	県単
研究課題名	とちぎ材強度特性試験 ～とちぎスギ平角材のたわみ長期荷重試験～				
担当者名	亀山 雄揮・吉田 智玲・木野本 亮・大塚 紘平	研究期間	平成28～32年度		

緒言

木部材・木造建築に関する研究・技術開発が進展し、平成 25 年には日本農林規格や建築基準法が改正されるなど、学校等中大規模建築物の木造化が期待されている。木造は、S 造・RC 造のように剛体・剛接合に分類されないことから、部材の長期的な挙動性能を示すことが重要である。これらの建築物で使用される大断面・長尺部材である、スギ梁材について 1 ヶ月間載荷した場合の性能を検証した。

1 試験体

実験には、①学校の教室など中大規模木造建築物を想定した 150mm×300mm×8,000mm ②一般住宅を想定した 120mm×240mm×4,000mm のスギKD平角材 2 体を供した。どちらも栃木県産出材とし、各試験体の縦振動ヤング係数は① 8.8GPa② 8.5GPa(ATA HG-2001)、含水率は① 16.7%② 23.7% (kett HM-520) であった。

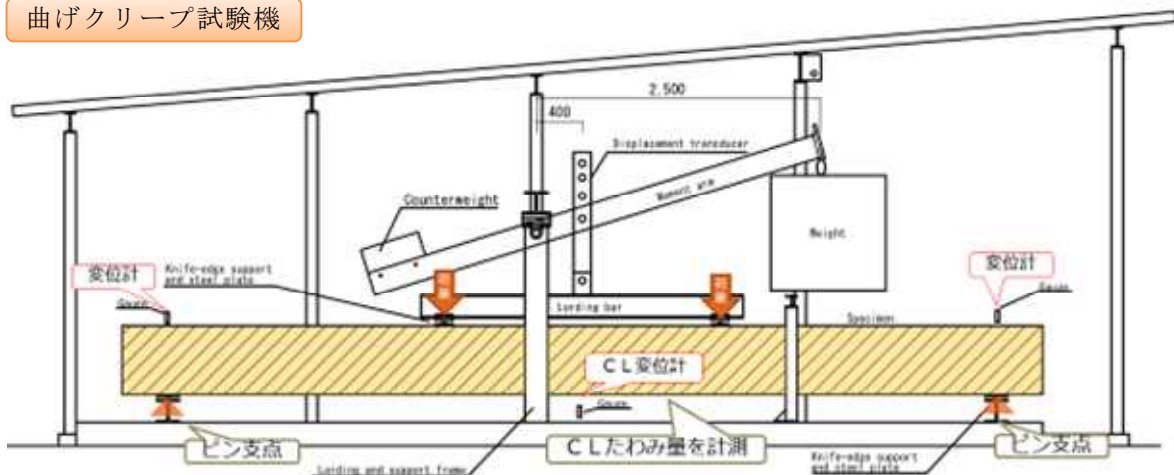


8 m スギ KD 平角材

2 方法

試験は構造用木材の強度試験法 3 等分点 4 点荷重法 (住木センター) を準用し、荷重スパンは上部① 8 m 材:2,600mm ② 4 m 材:1,260mm 下部① 8 m 材:7,800mm ② 4 m 材:3,780mm とした。変位は中央、支点に変位計 (東京測器 SDP-200, SDP-100) をセットし、データロガーを介して自動測定 (載荷時 1 分/60 回→10 分/6 回→以後 60 分) した。また、負荷は、鉄筋を重りとしてテコの原理により行い、鉛直下向きに単調載荷で行った。荷重は短期荷重試験の荷重変位曲線から、初期載荷時の試験体中央たわみ量がスパンの 1/300 (8m:26mm 4m:12mm) となる荷重 (8m:8.7kN 4m: 19.3kN) とした。

曲げクリープ試験機



3 結果概要

横架材のスパンに対するたわみの許容値は、建設省告示 1459 号よれば 1/250 以下 (長期荷重: 常時) 住木許容応力度設計によれば 1/300 以下 (長期荷重: 常時) であり、今回の試験条件は変形増大係数を考慮していないので、通常設計時に許容されるほぼ倍の荷重を載荷したこととなる。30 日経過後、8m 材、4m 材ともにたわみはスパンの約 1/250 まで増加した。

課題番号	9-1	分野名	木材加工	予算区分	県単
研究課題名	とちぎ材を使用した新たな製品の開発・研究 ～とちぎ県産「ヒノキ構造用合板」の製品化と強度性能の検証～				
担当者名	亀山 雄揮・吉田 智玲・木野本 亮・大塚 紘平	研究期間	平成27～32年度		

緒言

本県のスギ・ヒノキは建築用材として市場の高い評価を得ており、無垢材利用が大前提である。しかし、皆伐の促進・森林資源の循環利用(フル活用)の推進には、全量出材・全量活用が重要となり、2m 短尺材・曲がり材の有効活用として、集成・LVL 等をはじめとする EW 部門への参画も一方策と考えられる。そこで、将来への用途拡大を念頭に、とちぎ県産「ヒノキ構造用合板」作製し、曲げ試験、釘一面せん断試験により部材としての強度性能を、面内せん断試験により耐力壁の強度性能をスギ合板等と比較し検証した。

1 方法と結果

○ 曲げ試験

合板 JAS 1 級の曲げ試験（3 等分点 4 点荷重法）に準拠
 材長：600mm（50h）
 上部スパン：180mm（15h）
 下部スパン：540mm（45h）

<結果>

曲げ強度基準値（1 級）との比較

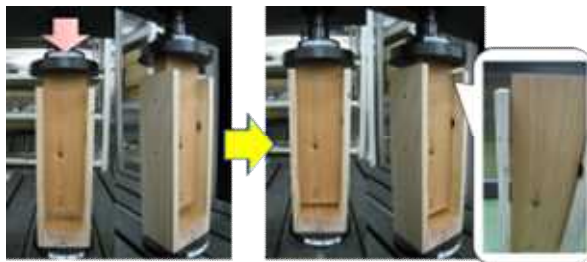
平行：基準値 22.0MPa に対し、スギ・ヒノキ共に高い値を示した

直角：基準値 20.0MPa に対し、スギでは下回ったが、ヒノキでは高い値を示した

曲げヤング係数基準値（1 級）との比較

平行：基準値 5.5GPa に対し、スギ・ヒノキ共に高い値を示した

直角：基準値 3.5GPa に対し、スギでは下回ったが、ヒノキでは高い値を示した



○ 釘一面せん断試験

「枠組壁工法建築物構造計算指針」に準拠

<結果>

最大耐力・降伏耐力

ヒノキ合板 > スギ合板 > OSB

○ 面内せん断試験

「木造軸組工法住宅の許容応力度設計」に準拠

規格：幅 910mm × 高さ 2730mm

梁・土台：スギ 105 × 105mm

合板：ヒノキまたはスギ 910 × 1820mm 厚 12mm

釘 N50 @150mm 以下

柱頭：ホールダウン金物 15kN

柱脚：ホールダウン金物 25kN

<結果>

ヒノキ仕様壁は全ての要素においてスギ合板の値を上回り、特に靱性と最大荷重について高い値を示し、ヒノキ合板はスギ合板と比較して優れた強度性能を持つことが示唆された。



題 番 号	10-1	分野名	木材加工	予算区分	県 単
研究課題名	森林資源フル活用に資する木質バイオマス乾燥試験 ～木質バイオマス燃料(チップ)の高品質化に資する新プレス技術による低含水率化～				
担当者名	亀山 雄揮・吉田 智玲・木野本 亮・大塚 紘平	研究期間	平成25～30年度		

緒言

本県で導入・稼働している木質バイオマスエネルギー施設は、その他の再生可能エネルギーと比べ、地域活性化や雇用創出など産業として非常に魅力がある反面、燃料となる木質資源の安定確保や、燃料の含水率に発生熱量が大きく左右されるといった課題がある。特に木材チップについては、生（湿量基準含水率60%前後）で納入されるケースがほとんどであり、そのままでは燃料として使うことができない。

本研究では、木材チップの含水率を下げる方法として、従来の乾燥という手法から飛躍し、圧縮することで強制的に脱水するという手法に着目し、脱水処理に適正な圧力や時間等の条件を検証した。

1 試験方法

- 1) 生チップ試料の重量を測定
- 2) 試料をプレス機※で加重（試験条件：右表）
※プレス機：TA-200-1W（株）山本鉄工所
総圧力：196～1960kN ストローク：480mm
- 3) 加重後の試料重量を測定
- 4) 試料を乾燥し絶乾重量を測定

試験条件

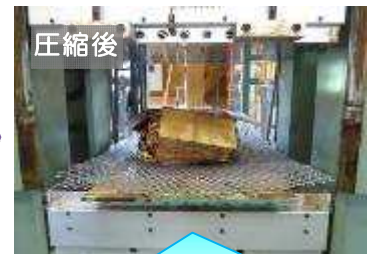
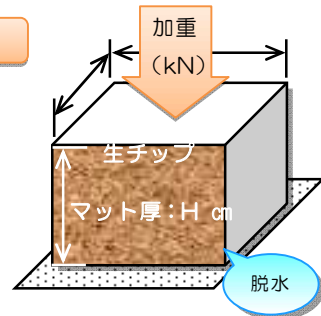
マット厚 (cm)	圧縮圧力 (kg/cm ²) (Mpa)	荷重 (kN)	圧縮時間 (秒)
15	100	10	600
20	150	15	900
30	200	20	1,300

※圧縮圧力、荷重の単位変換については概算値

試験状況



試験概略図



全試験体において、2MPa程度から脱水が始まり、設定荷重に達してから5秒程度で水分の目に見える流出は収まる

2 結果概要

- ・脱水処理効果に併せて、含水率のバラつき低減化が見られた。
- ・厚さが違って同様の効果が得られ、マット厚による影響は見られなかった。
- ・有意差はなかったが、圧縮圧力が大きくなるにつれて若干の減少傾向が見られた。
- ・圧縮時間は一定時間を超えると脱水効果に有意差は見られなくなった。

