

CLTによる木造建築物の設計法の開発 (その1) 材料強度等の評価

建築生産研究グループ 中島史郎

講演内容の概要

1. CLTとは
2. CLTを木造建築物の構造材として使用するにあたっての課題
3. CLTの普及に向けた建築研究所の取り組み
4. CLTの基準強度・許容応力度
5. 今後の展望

(注) CLT : Cross Laminated Timber (クロス・ラミネーテッド・ティンバ)

CLTの開発者とCLTの利用状況

Gerhard Schickhofer 氏

**Institute of Timber Engineering and Wood
Technology**

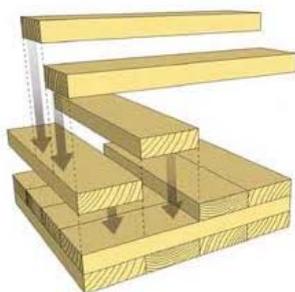
Graz University of Technology, Austria



Focus Solid Timber Solution – European Conference on Cross Laminated Timber (CLT)より

- ✓ 1990年から1995年にかけてCLTを開発
- ✓ その後、ヨーロッパを中心に実用化が進められ、ヨーロッパでは多くの建築実績がある
- ✓ 北米でも約5年前から実用化に関する検討が進められ、建築実績が増えている

CLTとは



Rimetz, B. (2011)より



<https://timberfirst.wordpress.com>より

挽き板等を幅方向に並べたものを、繊維方向を互いに直角にして積層接着をした材料



CLTの製造



<http://www.archiexpo.com>より

大きなパネル形状の製品を工場生産する。
工場でパネルに開口加工なども施される。



<http://www.archiexpo.com>より

CLTによる木造建築物の施工



工場で生産した壁パネル、床パネル、屋根パネルなどを現場に搬入し、組み立てる。

CLTによる木造建築物の施工 (続き)



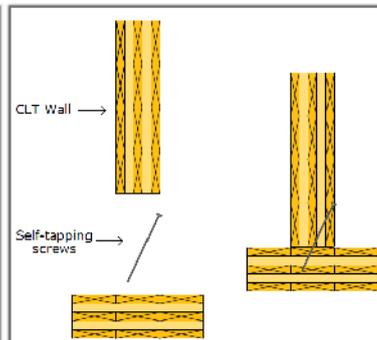
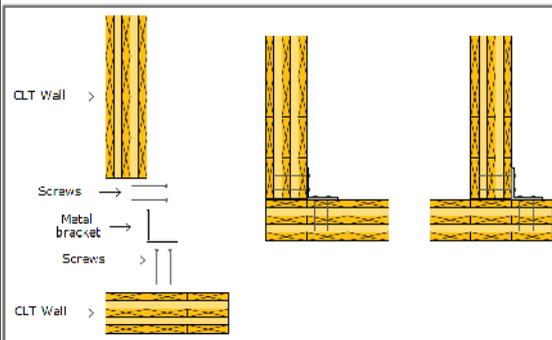
KLHのHPより

パネル間は、長ビス、金物+ビス、ホールダウン金物、タイダウン金物等で接合

パネル間の接合方法

ビス+金物+木 接合

木+ビス+木 接合



CLT Handbook US Edition より

海外におけるCLTによる木造建築物



KLHのHPより

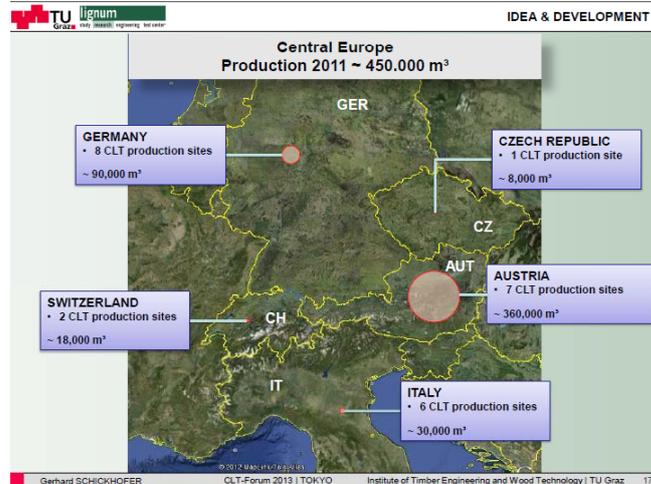


KLHのHPより

戸建住宅、3～4階建ての集合住宅、10階建て程度の集合住宅、事務所、学校など規模と用途は多様

海外の実績 CLTのヨーロッパ生産量

2011年のCLTのヨーロッパにおける生産量：450,000m³
 (参考：2013年度の日本の国産素材の需要：18,290,000m³)



日本CLT協会HPより

我が国の状況

【材料規格】直交集成板の日本農林規格 2013年12月公布
2014年 1月施行

【建築実績】高知おおとよ製材(株)の社員寮 2014年3月竣工



日本CLT協会HPより

CLTを構造材として使用するにあたっての課題

1. 基準強度並びに許容応力度を定める
2. CLT構造に対する構造設計法を定める
3. CLT構造の耐火性能に関する知見を蓄積する

➤ 関連する法令等を整備する

技術的な検討が
必要

- ✓ 木材の利用促進に資する中層・大規模木造建築物の設計・評価法の開発（平成23～25年度）
- ✓ CLT等を構造材とする木造建築物の普及促進に資する設計法の開発（平成26～27年度）

技術的な検討の内容

【材料】

1. 日本農林規格に定める仕様のCLTに対する基準強度と許容応力度を定める際に参考となる技術資料の作成

【構造】

2. 引きボルト接合を主体とするCLT構造に対する構造設計法原案の作成と、実大実験による同設計法の妥当性の検証
3. ビス接合等を主体とするCLT構造に対する構造設計法原案を作成と、実大実験による同設計法の妥当性の検証

【防火】

4. CLT等を構造材とするパネル構造に対する燃えしろ設計法原案の作成
5. パネル取り合い部等の耐火性能に関する技術資料の作成

実施体制

【材料】

- ✓ 独立行政法人森林総合研究所, 林野庁と連携

【構造】

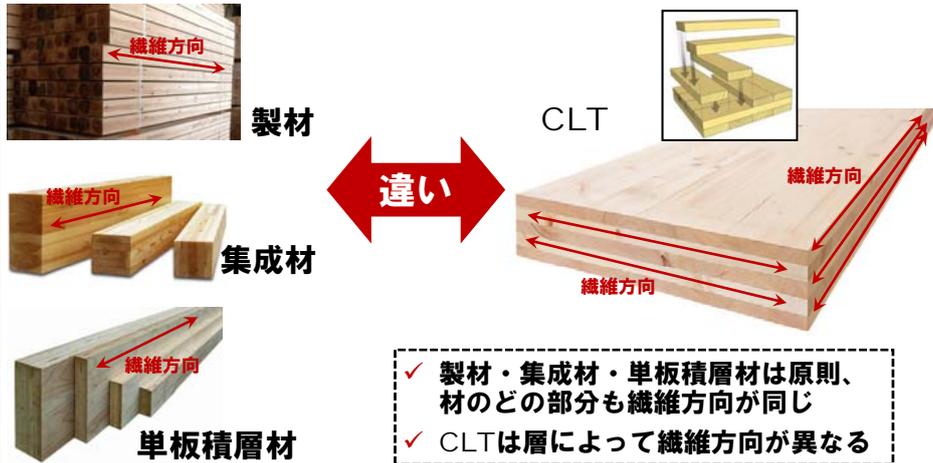
- ✓ 「CLTを用いた木造建築基準の高度化推進事業」(国土交通省)の事業者と共同研究を実施

【防火】

- ✓ 基準整備促進事業「CLT燃えしろ設計法に関する検討」(国土交通省)の事業者と共同研究を実施

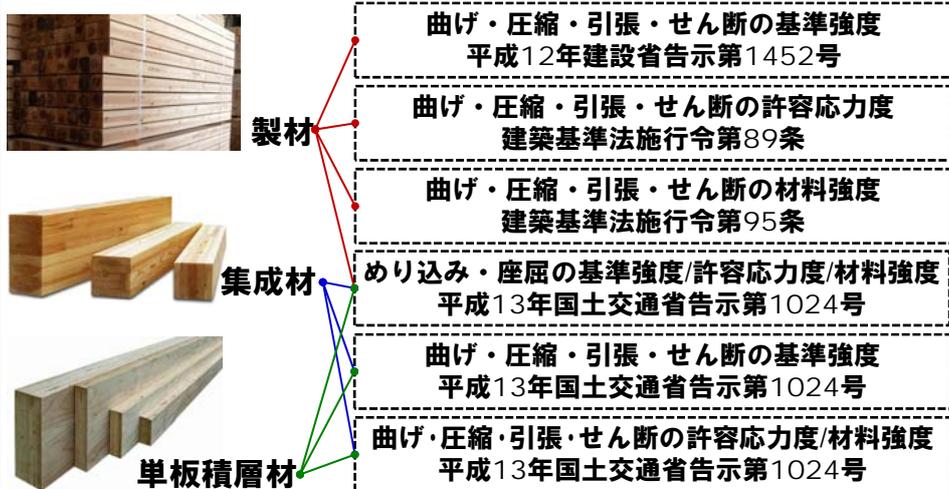
技術的な検討の内容

【材料】 日本農林規格に定める仕様のCLTに対する基準強度と許容応力度を定める際に参考となる技術資料の作成



製材等の基準強度・許容応力度・材料強度

建築基準法施行令/告示において定められている



基準強度・許容応力度・材料強度を定めるにあたって



**膨大な量の
試験と研究**

- 曲げ・圧縮・引張・せん断の基準強度
平成12年建設省告示第1452号
- 曲げ・圧縮・引張・せん断の許容応力度
建築基準法施行令第89条
- 曲げ・圧縮・引張・せん断の材料強度
建築基準法施行令第95条
- めり込み・座屈の基準強度/許容応力度/材料強度
平成13年国土交通省告示第1024号
- 曲げ・圧縮・引張・せん断の基準強度
平成13年国土交通省告示第1024号
- 曲げ・圧縮・引張・せん断の許容応力度/材料強度
平成13年国土交通省告示第1024号

CLTに対しても同程度の試験・研究が必要

CLT



日本CLT協会HPより

数年前までは我が国では
試験・研究は皆無



早急に、
「直交集成板の日本農林規格」
に定める各強度等級に対して
基準強度を定め、許容応力度と
材料強度の求め方を示す必要が
生じている

「直交集成板の日本農林規格」の強度等級

	強度等級	構成の区分		強度等級	構成の区分
異等級構成	Mx120-3-3	3層3プライ	同一等級構成	S120-3-3	3層3プライ
	Mx120-3-4	3層4プライ		S120-3-4	3層4プライ
	Mx120-5-5	5層5プライ		S120-5-5	5層5プライ
	Mx120-5-7	5層7プライ		S120-5-7	5層7プライ
	Mx120-7-7	7層7プライ		S120-7-7	7層7プライ
	Mx120-9-9	9層9プライ		S120-9-9	9層9プライ
	Mx90-3-3	3層3プライ		S90-3-3	3層3プライ
	Mx90-3-4	3層4プライ		S90-3-4	3層4プライ
	Mx90-5-5	5層5プライ		S90-5-5	5層5プライ
	Mx90-5-7	5層7プライ		S90-5-7	5層7プライ
	Mx90-7-7	7層7プライ		S90-7-7	7層7プライ
	Mx90-9-9	9層9プライ		S90-9-9	9層9プライ
Mx60-3-3	3層3プライ	同一等級構成	S60-3-3	3層3プライ	
Mx60-3-4	3層4プライ		S60-3-4	3層4プライ	
Mx60-5-5	5層5プライ		S60-5-5	5層5プライ	
Mx60-5-7	5層7プライ		S60-5-7	5層7プライ	
Mx60-7-7	7層7プライ		S60-7-7	7層7プライ	
Mx60-9-9	9層9プライ		S60-9-9	9層9プライ	
S30-3-3	3層3プライ		S30-3-3	3層3プライ	
S30-3-4	3層4プライ		S30-3-4	3層4プライ	
S30-5-5	5層5プライ		S30-5-5	5層5プライ	
S30-5-7	5層7プライ		S30-5-7	5層7プライ	
S30-7-7	7層7プライ		S30-7-7	7層7プライ	
S30-9-9	9層9プライ		S30-9-9	9層9プライ	

基準強度の求め方



製材

強度等級ごとに所定の量（一般に数百体から数千体）の試験体を用意し、曲げ、圧縮、引張りなどの強度試験を行い、基準強度を誘導する方法

一般に Ingrade Test と呼ばれる



集成材

構成するラミナ等の強度を用いて、理論と計算によって、曲げ、圧縮、引張りなどの基準強度を誘導する方法

抽出試験を行い、理論と計算の妥当性を確認する



単板積層材

CLTの基準強度の求め方



CLT



集成材

構成するラミナ等の強度を用いて、理論と計算によって、曲げ、圧縮、引張りなどの基準強度を誘導する方法

抽出試験を行い、理論と計算の妥当性を確認する



単板積層材

これまでに得られた知見（抜粋）

曲げ



- ✓ CLTの曲げ強度の算定には Mechanical Jointed Beams Theory が適する
- ✓ CLTの曲げ弾性係数の算定には Shear Analogy Method が適する

面内せん断



- ✓ CLTの面内せん断強度は CLTを構成するラミナの繊維方向のせん断強度と概ね同じとなる可能性がある

これまでに得られた知見（抜粋） つづき

座屈



- ✓ CLTの座屈耐力（長柱）は オイラーの座屈荷重式を用いて求めることができる

これまでに得られた知見（抜粋） つづき

クリープ破壊



- ✓ CLTの荷重継続時間の調整係数（長期許容応力度÷短期許容応力度）は製材や集成材と同等、或いは、やや小さくなる可能性がある

クリープ変形



- ✓ CLTの変形増大係数は製材や集成材の変形増大係数と概ね同じとなる可能性がある

今後の展望

平成26年11月に「CLTの普及に向けたロードマップ」を発表された

独立行政法人建築研究所、並びに、独立行政法人森林総合研究所をはじめ、関係機関はロードマップの実現に向けて、平成27年度以降も引き続き、連携して試験研究を行う予定である

CLTの普及に向けたロードマップ

林野庁
国土交通省

目標	現状	26年度	27年度	28年度	目指す成果
CLT工法での建築を可能に（※）壁、床等の構造の全てをCLTとする建築物	国土交通大臣の認定を受けて建設。 規模等に応じた耐火性能を確保することで建設。	強度データ収集		基準強度告示	<ul style="list-style-type: none"> 国土交通大臣認定を受けず、比較的容易な計算により建設可能に
		一般的な設計法を確立するための検討・実大実験		一般的な設計法告示（注1）	
		「燃えしろ」に係る検討・実験等	燃えしろ設計（注2）告示		<ul style="list-style-type: none"> 3階程度以下の建築物について、CLTを「現し」（注3）で使用可能に（※）準耐火建築物が求められる規模等の建築物

ご静聴ありがとうございました