CLT 視察ツアー2019　in　欧州

報告書

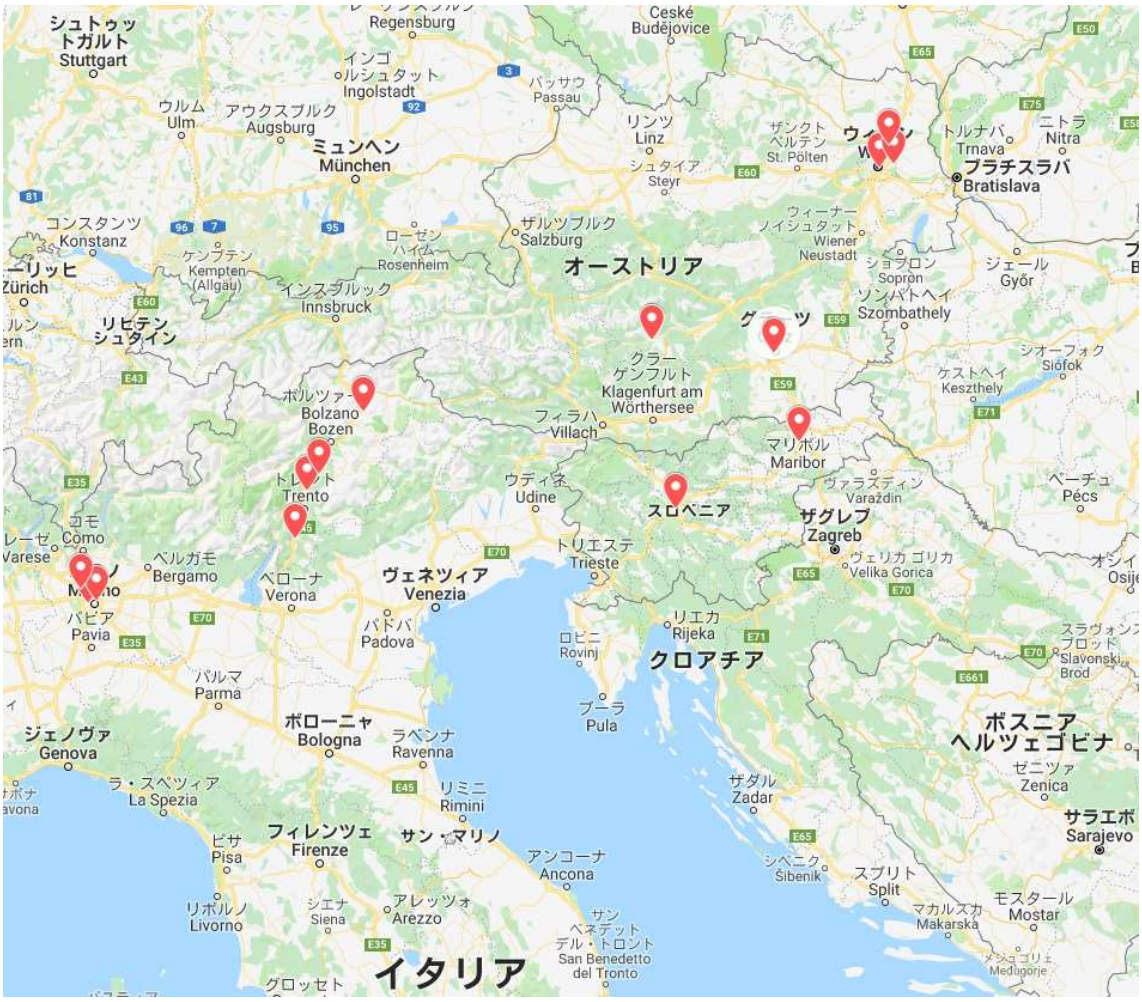
期間：2019 年 6 月 30 日―7 月 7 日

場所：オーストリア・スロベニア・イタリア

一般社団法人
日本CLT協会

CLT 視察ツアー2019 in 欧州　視察日程　：　2019 年 6 月 30 日　（日）～ 7 月 7 日　（日）

日付	内容	場所	章
6/30	移動（成田→アムステルダム→ウィーン）		
7/1 AM	ウィーン商工会議所にてレクチャー	Schwarzenbergplatz 4 A-1037 Wien オーストリア	1
7/1 PM	HOHO-vienna HOHO-NEXT 見学	Österreich, Wien (Seestadt 駅近く) オーストリア	2
	G3 Shopping Resort Gerasdorf 見学	G3 Platz 12201 Gerasdorf bei Wien オーストリア	3
	Hummelkaserne 見学	Peter-Rosegger-Straße 36, 8053 Graz, オーストリア	4
7/2 AM	KLH 社にてレクチャーと工場見学	Gewerbestraße4, A-8842 Teufenbach-Katsch, オーストリア	5
7/2 PM	LEDINEK 社にてレクチャーと工場見学	Slivniška cesta 18, 2311 Hoče, スロベニア	6
7/3 AM	ZAG（スロベニア国立建築土木研究所）にてレクチャーと実験施設見学	Dimičeva ulica 12, 1000 Ljubljana, スロベニア	7
7/4 AM	CNR Bioeconomy Institute（イタリア国立研究所 森林/木材/木構造部門）にてレクチャーと実験施設見学	Via Francesco Biasi, 75, 38010 San Michele All'adige TN, イタリア	8
7/4 PM	RUBNER holzbau 社にて レクチャーと工場見学	Via Alfred Ammon, 12, 39042 Bressanone BZ, イタリア	9
7/5 AM	Rothoblaas 社にて レクチャーとショールーム見学	Via dell'Adige, 2/1, 39040 Cortaccia sulla strada del vino BZ, イタリア	10
7/5 PM	Progetto Manifattura -Green Innovation Factory 現場見学	Piazza della Manifattura, 1, 38068 Rovereto TN, イタリア	11
7/6 AM	Via Cenni 見学	Via Giuseppe Gabetti, 15, 20147 Milano MI, イタリア	12
7/6 PM	Bosco Verticale 見学	Via Federico Confalonieri, 20124 Milan, イタリア	13
7/6 PM	IL CENTRO	Via Giuseppe Eugenio Luraghi, 11, 20020 Arese MI, イタリア	14
7/7	移動（ミラノ→フランス→羽田）		



視察先プロット

主要都市名

オーストリア　ウィーン
　　グラーツ

スロベニア　　マリボル
　　リュブリャナ

イタリア　　トレント
　　ブレッサノネ
　　ミラノ

1. ウィーン商工会議所にてレクチャー

写真 1-1 会場建物の外観

写真 1-2 会場エントランス

1-1 林業担当 Thomas Leitner 氏のレクチャー

1-1-1.オーストリアの森林と林業

国土約 800 万 km2 のうち、約 48%が森林
森林蓄積量は約 1.1 億㎥。その生長量の 85%を伐採し利用している
森林構成は、スプルス 61%、バーチ 9.7%、モミ、ラーチ
気候変動（温暖化）により、スプルスが減りダグラスファーが増加する見込みで、それによる木材加工など産業側の対応やコストが懸念される。

森林所有の内訳は、80%が民間 20%が国有。80%の民間所有者（社）は細分化しており、約 142000 者（社）からなるが、うち個人や家族経営の小規模オーナーの占める割合は 2/3 と高く、重要な役割を果たしている。
伐採された木（間伐も含め）の使いみちはおおまかに、建材が全体の 1/2、パルプ 1/4、エネルギー1/4 という割合。
中央ヨーロッパでは近年、気候変動による虫の被害が増え広がっている。丸太の価格下落にも影響を及ぼしており、現在は立米あたり４０ユーロ（状態の良いもので 50～60 ユーロ、虫害木で 30～38 ユーロ）
伐採手法の内訳は、機械化 20%、半機械化 65%、ケーブルロギング 15%。機械化があまり進んでいないことが、コストにも反映されている。

オーストリアは、世界第２位の木材輸入国である（１位は中国）若干の輸出量もあるが、これは国境をまたいで伐採木のやりとりをしているために生じる数字で、国として意図し推進した結果ではない。
使いみちの内訳は、製材等 60%、パルプ 20%、燃料等 18%（国産材と輸入材合わせて）

1-1-2. 林業従事者の構成と森づくりの方針

オーストリア国内に、州ごとに 8 つの組合、その下に 155 の支部があり、国全体で約 70000 の林業従事者が所属している。小規模な林業従事者が適切に収入を得て林業経営を持続していけるようにすることが、組合の目的である。組合は、林業経営者に対してはマーケット情報や、森林林業経営に関するアドバイスを与えるなどのサービスを提供し、加工産業側に対しては、ワンストップで発注が済むような便利さと、納期や供給に関する安心感と安定を保証し、こ

れらが木材の価値を高めている。
森林は、森林法を元にマネジメントされ、基本的には森林の持つ多様な機能のうちのどれかにひとつに限定する森づくりではなく、どの森林も多面的な機能を備えるべく、管理を行っている。国内 85 団体により、2020 年に向けた森林経営戦略を取りまとめた。国内の森林ステークホルダー達に見てもらい、情報共有に役立てている。

1-1-3. Q&A

Q.国産材と輸入材の割合は？
A.製材に関していえば、昨年の実績では製材使用量 1600 万㎥のうち、600 万が輸入材、1000 万が国内材。

Q.虫害材の使いみちは？
A.表面の虫害は切り落として使う。材面が青く染まるブルーステインは、強度上の問題がないので、CLT の内側に用いたりしている。

Q.価格について。
A. 40ユーロ/m3プラスマイナス5ユーロ程度。伐採コストが 30～38 ユーロを占める。安すぎるわけではないが、十分高いわけでもない。

Q.森林認証について
A.FSC 認証が 500ha,PEFC 認証が 300 万 ha 以上。（全体で 400 万 ha）。PEFC のほうが、小規模な森林に向いているため、このような配分となっている。

Q.森林の管理のオーナーの責任範囲
A.林道整備はオーナーの責任。森林管理のための間伐や伐採等をどこまで組合に委託するか、オーナーの裁量で決定できる。林道整備には 20～40%の補助金がある。

Q.気候変動による樹種の変遷について
A.温暖化により、標高 400～500m あたりではスプルスが育たなくなり、虫害木が増えることが予想される。

Q.森林所有、輪郭線の曖昧さ
A.森の中での境界線は動的でわかりにくくなっているところもある。森と畑など地目の違いを伴う輪郭線は動的だが、本来の境界位置は割り出せる。

Q.森林オーナー142000 に対して、組合加入者 70000 とのことだが、残り半分は？
A.組合加入は自己裁量で強制力は働かない。無関心なオーナーも多く、持ち主不明の森林もある。

写真 1-3 建物内の旧式エレベーター。オーストリアでも残っているのは2，3台

1-2 Dieter Lechner 氏のレクチャー
（オーストリア木材産業協同組合代表）

1-2-1. 組合の役割

当組合は、オーストリア国内の製材、家具、パネルタイプの建材、フローリング、スキーなど、木製品全般の製造販売者全てが加入する団体である。品目ごとにグループを作っている。EU レベルでの強力なロビー活動を展開し、内部ではコミュニケーションを深め情報共有を図っている。
オーストリアは木製品に関して、輸入 47 億、輸出 60.3 億で、13 億ユーロの黒字。
製材業は、1000 社でのべ 6000 人が従事している。小規模な事業者が多い。
使用材料は半径 150 ㎞の範囲から調達される。よって、気候変動によるスプルスの減少は大きな問題で、代替樹種で補うか輸入するか、今後検討が必要である。

建具、木質プレファブ住宅部品、パーケット類、CLT や集成材などについて、組合は法規制の整備や規格化、研究等のバックアップにつとめている。企業間のプラットフォームとして機能するよう努力している。

現在、世界中の CLT の 60%がオーストリアで製造されている。木材全体の年間消費量は一人当たりに換算すると 0.68 ㎥である。

写真 1-4 レクチャースライド「世界中の CLT の 60%がオーストリアで製造されている」

組合は、多層木造建築に関するアトラス、データベース（材料、製造者、認証認定などに関する）の作成、取りまとめにも取り組んできた。オーストリア及びドイツのデータベース作成を行ってきたが、現在、ユーロ全体での共通規基準を設けていこうという流れとなっており、オーストリアは中心的な役割を担っている。
課題は、機械等級区分、BIM、技術データと使い方のレコメンド、リペアに関すること、環境性能、長期使用での挙動や変化、音、振動など、多岐にわたる。

1-2-2. CLT 建築に関する EU の動き

250 万ユーロの研究助成金によって活動がおこなわれている。当組合は 50 万ユーロを出資している。
CLT 建築に関するヨーロッパスタンダードを設けようとしている。課題項目は
材料の等級区分、接着剤に関する規制、防耐火、CLT の（構造）設計基準
また、CLT に関するプロダクションスタンダード（EN16351）の改訂を進めている。各国から素案へのコメントがあがってきたのを 2019 年 8 月までに取りまとめる

CLT は各製造者ごとに開発が進んできたため、共通仕様の整備が課題で、具体的には、ラミナの幅はぎ接着の有無やギャップの許容値などである。

CLThub は、イギリスの高層マンション火災をきっかけに始まった。
オーストリアのほか、ドイツ、イタリア、スウェーデン、ノルウェー等が参加し、CLT 建築に関する情報共有と欧州基準の作成に取り組み、ロビー活動や研究を進めている。
主な研究開発課題は　構造、防耐火、音、熱、VOC（揮発性物質）について。
オーストリアは防耐火タスクフォースを担当している。防耐火に関する木造と他構造との比較については、ヨーロッパ全体での構造種別（木、S、RC 造）データがないので、相関関係ははっきりしていない。

1-2-3　Q&A

Q.NLT（釘留めラミネートティンバー）の製造者は現在少数と思われるが、CLT 部門に含まれているのか？

A.組合には加入しているが、CLT 部門ではない。

Q.CE マーク、ハーモナイズドプロダクトスタンダード、メーカーごとの仕様の違いについて

A. 1 プロジェクトの中で、欲しい仕様に応じて細かくメーカーを変えて発注するのが難しいケースもある。その時に役立つのが、ハーモナイズドプロダクトスタンダード（共通仕様）。ベースとなる仕様と設計基準を整備し、基本的な材料は大抵のメーカーで揃えられ、必要に応じて特別仕様品を使う（メーカー指定）という状況を目指している。

1-2-4　オーストリア国内での CLT 建築の広がり

木造及び CLT を活用する意義は広く理解され始めているが、経済的な理由から RC が選ばれることはもちろんある。着工軒数では、木造は 30～35%を占める。
中大規模木造は技術的に新しいことが多いので、情報共有と教育が必要である。
6 階までの中高層木造は、3～5%程度。はしご車での消火活動が可能という理由から、6 階 17、18m の高さが一つの区切りとなっている。法律的に（木造のみにかかる）高さ制限はないが、はしご車の消火が困難な高さの場合、防耐火及び消火活動計画の立案が必要である。

レクチャー終了後、最上階のホールを見学した。

写真 1-4,1-5 ホール内観

2. HO-HO Vienna、HO-HO-NEXT

敷地は郊外の大規模開発地域にある。複数の建物が建設中で、外からの見学となった。

写真 2-1 HO-HO

写真 2-2 HO-HO NEXT

2-1 建築概要

意匠統括 RLP
構造設計 RWT
施工会社 Handler Bau GmbH

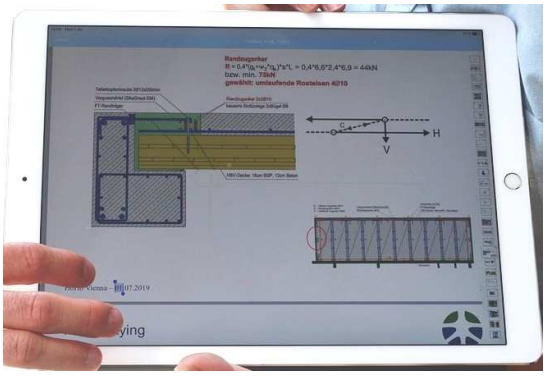
RC 造の設備及び縦動線コアと木造の混構造建築物。構造材体積の 75%が木質構造である。外装は木毛セメントパネル。
用途は、
1～4 階 商業施設、5～8 階オフィス、9～18 階ホテル 120 室、19-24 階 賃貸住宅
2016 年着工、2019 年竣工予定

HO-HO は、24 階建て 84m、16 階建て 57m、11 階建て 40m の 3 ブロックで構成される。3 階より上が基準階プランとなっている。

HO-HO NEXT は 6 階建てで、HOHO に先駆けて、設計・施工上の課題抽出のため実施したプロジェクトである。

2-2 構造計画

垂直コアは鉄筋コンクリート、柱は集成材、桁梁はプレキャストコンクリート、外壁は CLT パネルと柱を一体化したパーツを作り、同時に施工する。床は CLT とコンクリートの複合パネルである。
床パネルモジュールは、2.4×7m、シアコッター部分で鉄筋溶接の上コンクリートを打設し一体化させ、外周部で受ける水平力を中央のコアに伝える。PC 梁断面は 0.4×0.6m。経年劣化などにより仮に外周の木柱のうち 1 本が効かなくなっても PC 梁を介して荷重を再分配できるよう計画している。
1 層を 1 週間というスピードで施工できた。



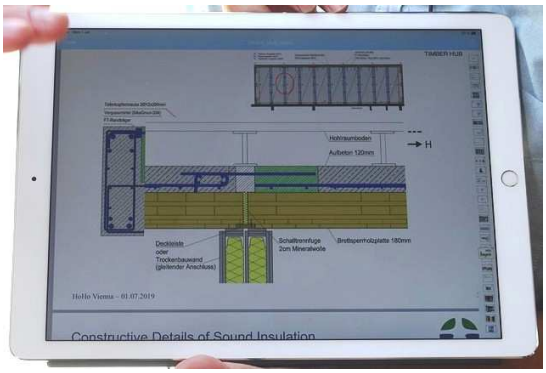


写真 2-3、2-4　PC 梁と床、床同士の接合部

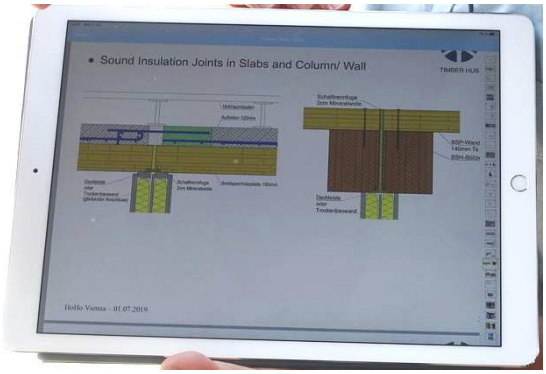


写真 2-5、2-6　遮音を考慮した床接合部

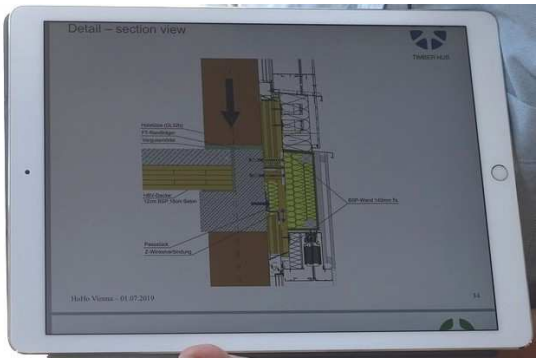


写真 2-7　外装ディテール

2-3　防耐火及び消防・避難計画

ポイントは

・400 ㎡以内の小さな面積で区画。

・避難経路を短く計画。

・火災報知設備、スプリンクラーを設置。

・接合部からの燃え広がりを考慮したディテール。

という点である。必要性能を発揮できるかどうか、実験により確認した。

写真 2-8　実験写真

2-4　Q&A

Q.CLT パネルの供給会社は？

A. Hasslacher Norica Timber 社ほか？

Q.ＰＣ桁の長所は？
A.全体を一体化させ、荷重の再分配が可能となる点

Q.オフィススペースのスパン（奥行き）は？
A.７ｍ

Q.外壁の CLT の役割は？鉛直力・水平力を担っているか？
A.（おそらく）鉛直力は担わず、水平力への抵抗要素として計画されている。

写真 2-9 現場風景
複数の工事が同時に進行している

写真 2-10
他の建設中の建物も外装木質化されている

写真 2-11 仮囲いに描かれた完成予想パース

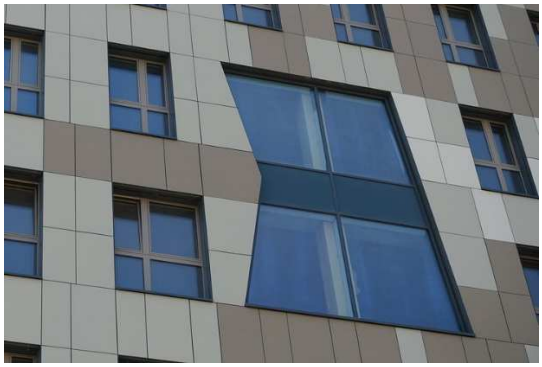


写真 2-12 ２層分の窓の奥に木の柱が見える

写真 2-13 外装工事の様子。
鉄骨キャノピーの上下で仕上材が切り替わる

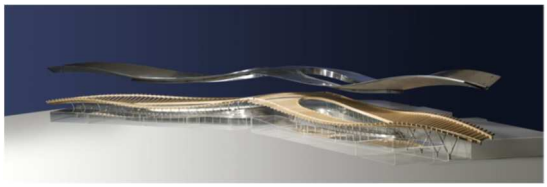
3. G3 Shopping Resort Gerasdorf

3-1 建築概要

2010 年 11 月着工　2011 年 8 月上棟

2012 年 5 月竣工

オーストリア国内の CLT メーカーが、CLT アピールため資材提供を行ない建設された。30 分準耐火構造で、鉄骨柱に木造の梁・屋根を載せている。



（受領資料より）

共用空間の天井は吸音材で覆われ、集成材の梁のみが見える。一部の店舗の天井では CLT が現しとなっている。投資額は約 2 億ユーロ、うち木工事費は 3600 万ユーロ。

最高高さは 20m、屋根面積 6 万㎡

屋根の構成は、CLT120（90～240）㎜厚＋EPS 断熱材＋シート防水

CLT 使用材積 8000 ㎥、集成材 3500 ㎥。

写真 3-1　内観

写真 3-2　店舗内の CLT あらわしの天井

4. Hummelkaserne, Graz

4-1 建築概要

6 階建て木造集合住宅。低所得者向け住宅 4 棟 92 戸と高齢者向けの施設（2 階建て）

2016 年竣工

設計（統括・意匠）：SPS Architekten

構造：merz kley partner zt gmbh

施工：KAUFMANN　BAUSYSTEME

写真 4-1　全体外観

写真 4-2　正面より

写真 4-3　側面より

ボックス型ユニットを集積し建設。パッシブで省エネルギーな建築を目指し U 値 0.12

を実現した。建設コストは構造 480 万ユーロ、設備 440 万ユーロ。全体の建設単価は 996 ユーロ/㎡（全体面積は 9300 ㎡）
オーストリア全体の集合住宅建設事情として、一定額以内であれば構造種別に関わらず補助制度がある。（2100 ユーロ/㎡以内）

写真 4-7　CLT の駐輪場

写真 4-4　方位により外壁の色変化は異なる

写真 4-8　2 階建ての高齢者施設

写真 4-5　側面の窓ディテール
外付けブラインドが組み込まれている

写真 4-9　外装材の足元は交換しやすいよう、切り替えている

写真 4-6　層間のディテール
バルコニー床は PC パネルで、最上階バルコニー屋根は金属折版

写真 4-10、4-11
隣接地に建設中の民間分譲木造集合住宅

写真 4-12
民間分譲木造集合住宅の完成予想図

■欧州の材料認証について
日本の JIS や JAS に相当するものとして、欧州では CE マークがあり、製品販売の際、CE マークは必要不可欠である。
CE マークの取得には、EAD（ヨーロピアンアセスメントドキュメント）を作成し申請を行い、ETA（認定・認証）を受ける。

CE マークには、（1）メーカーごとに取得する“個別認証”と、（2）“共通規格認証”（ハーモナイズドスタンダード）がある。
CLT に関する（2）の“共通規格認証”は、2013 年より取り組んでいるが、2019 年 7 月の時点では、まだ完成していない。

CLT の需要が高まり、CLT 非生産国での利用も進んでいる中で、CLT 製造国では共通規格を設け、製造者同士でロビー活動を協力しあおうとしている。(参加しているのは、フィンランド・スウェーデン・オーストリア・ラトビア・ノルウェー・イタリア)
JAS との関係では、接着剤の問題があるが、KLH はノルウェーの審査機関を通して JAS を取得している。

5. KLH 見学
KLH は、世界で最初に工業製品としての CLT パネル製造を始めた会社である。

写真 5-1 KLH 事務所外観

5-1 Bertrand Gosset 氏のレクチャー
（西ヨーロッパ・アジア・アフリカ・南米エリアマネージャー）
KLH は、10 年ほど前から日本の木材・木造業界とのコンタクトを持ち、3 年前に JAS も取得した。日本及びアジアでのマーケットでのプロモートをサポートし、技術情報を共有しながら共にマーケットを育てていきたいと考えている。
KLH は、1997 年創立、1999 年に工場の稼働が始まり、工業製品としての CLT 製造が始まった。2011 年より国際市場へ進出、2016 年、初の海外拠点としてポートランドに事務所を設立した。
現在、米英を除き、他の諸外国では、各国にパートナー会社を持つという形で展開している。日本でもパートナー企業を持ちたいと考えている。

現時点で、フランス・オーストリア・日本の、人口・木造建築の割合・CLT 建築の割合を比較すると、オーストリアが CLT に関して最も成熟したマーケットと言える。が、日本や中国の人口や年間建設件数を考える

と、木造及び CLT の市場として非常に大きなポテンシャルがあると考えられる。

KLH は、CLT のみを製造している。コンテナサイズから日本に出荷できる最大サイズは L11500×W2300。3 層・5 層・7 層パネルがあり、（日本と異なり）厚さの異なるラミナを重ねたパネルも製造している。表面仕上げは、nonvisual,visual, 工業的 visual の 3 種類。(現在の製造状況としては 70%が nonvisual,30%が visual)
ヨーロッパでは、年間 100 万㎥の CLT 製造が可能であり、年間 8000 棟の CLT のプロジェクトがある。KLH は、パネルの製造からプレカットまでを行ない、（ローカル）パートナー会社に納めている。(構造計算も行なうが、設計サポートという形)

ロンドンの 9 階建の場合、地盤が弱く・地下鉄と絡む敷地条件があった。CLT 採用は建設費では 7%増だったが、短工期や軽量化（CLT480 kg/㎥、コンクリート 2500 kg/㎥）により、階を増やし短工期で早く賃貸をスタートできることも総合的に判断し、CLT が採用された。

日本の場合、年間 80 万棟の木造住宅の建設があるとのことだが、これらに CLT が適しているとは、必ずしも言えないかもしれない。CLT は「繰り返し」の多い建築に適すると思う。多層建築の床スラブのみに使うなど、適材適所で考えていきたい。
発注から納入までの日数は、ヨーロッパ内で 5 週間、日本の場合 10 週間。製造ラインは 6 ステップと、製紙と比較すればシンプルな工程で、異なるオーダーへの対応も可能である（年間 10 万㎥）。マザーボードから切り出した後の端材は、家具・建具等で顧客の為に使うよう工夫している。

写真 5-2　社屋エントランス

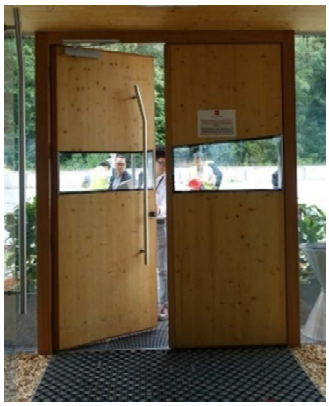


写真 5-3　事務所出入口扉（CLT 加工品）

このあと、工場視察。
（撮影不可）

6. LEDINEK　レクチャーと見学

LEDINEK は、CLT プラントメーカーである。1967 年設立。従業員数 380 人。年間売り上げは 4000 万～5000 万ユーロ。世界各地にパートナー企業がある（日本では広石産業）。Jaka Bradac 氏より説明を受けた。

6-1　主力商品（木材加工）

・高速プレーナー（40－1200m/s）
・プロファイリングモールディング
・集成材プレーナー
・「ROTOLES」ルーターで表面をきれいにする。広葉樹の CLT 製造に役立つ。
・「フィンガージョイントライン」2000 年

より製造。100m/s のスピード
・「グルーラムビームプレス」集成材の圧着湾曲集成材　コールドプレス
・「X-press」CLT 製造機　最大圧力 1 N/ ㎡のプレスが可能
・「Cross cut splitting saws」

これらの機械重量は 15t 程度～と重く、丈夫で長持ちするのが特色。X-press の登場で、ラミナから CLT プレスまで 1 社でラインを作れるようになった。

6-2　X-press 納入事例・予定

・ラトビア　　最長 CLT14m
・オーストラリア　16m　最終工程はフンデガーでカッティング
・日本（サイプレススナダヤ）　12m
・フランス　　18m
・ノルウェー（ヴィンダーホルツ）　16m　15000 ㎥/年の製造
・ウクライナ　　18m（2019）
・ロシア　16m（2020）

写真 6-1　ロシアに納入予定の X-press

6-3　CLT の製造機械に関して

ラミナの幅はぎ接着プレス機も製造が始まっている。製造上も、ラミナ単体ではなく一体化したパネルになる方が扱いやすいとも考えられる。いずれにせよ顧客に合わせて機械を最適化している。

製造機械の生産スピードは、接着のオープンタイムに左右されるため、生産キャパシティは、接着剤次第である。また、どのくらいの圧力でプレスできるかも重要である。油圧か空気圧かの選択もある。X-press は、接着の際、空気圧を使ってラミナを機械的に押す。熱や高周波等を利用せず、環境負荷が少ない方法で製造できる機械である。

写真 6-2　X-press に取り付ける加圧パーツ（チューブ内に空気を通し側面に加圧する）

生産上、品質確保のために、ラミナのソーティングを入れることも重要。寸法や欠点の有無（フィンガージョイント付近の死に節等）、そりや曲がり、含水率等、ソーティングの工程でチェックしている。
現在、売り上げのうち、50～60%が CLT 関連機械である。

6-4　Q&A

Q 機械の制御プログラムは、誰が作っているのか？
A 自社開発している。

Q スナダヤのプレス時間と、ノルウェーのプレス時間の違いは？
A スナダヤは 60 分、ノルウェーは 70 分（メラミン樹脂系接着剤）

Q フィンガージョイントの向きを変えるには、同じ機械で設定を変えるだけでよいのか？

A 使用する機械自体を変える必要がある。現在多いのはバーチカルジョイント（ギザギザの見える方）。

写真 6-3　LEDINEK 工場内観

7. ZAG（スロベニア国立建築土木研究所）にてレクチャーと見学

7-1　ZAG のレクチャー

7-1-1　研究所について

1949 年設立、1994 年 ZRMK から ZAG へ名称が変更した。NPO の研究機関であり、材料認証等もおこなっている。(ETA,EAD)。年間 1000～1100 万ユーロの売り上げがあり、その内訳は、研究 45%、認証テスト 35%、コンサル 25%となっている。

EU 各国の参加するカウンシルでは 100 以上のプロジェクトに参画している。研究対象は材料や環境である。

材料系…コンクリート・石―リサイクル、高分子、セメント、モルタル

構造系…地震（耐震）工学、木質構造、金属、高分子

地盤インフラ系…ダム、トンネル等交通インフラとそのメンテナンス

環境系…温熱、音、火

7-1-2　最近の研究の動向について

ETA の試験機関としての活動のほか、産業界へのテクニカルサポート、民間企業との共同研究をおこなっている。

7-1-3　木質構造の研究項目

・接合…接着剥離や金物（ビス等）
・木製品…窓やパレット
・既存木造のインスペクションや一部破壊調査
・製材のグレーディング、集成材の長期荷重によるクリープや温湿度への応答

7-1-4　最新の CLT 関連の研究

・CLT の GIR 接合
（接着長さと引き抜き、繊維方向との関係）
・CLT の床・壁接合部
（制振ゴム＋金物の耐震性能の確認
・４種のゴムで一定荷重とくり返し荷重
・せん断試験と破壊性状、鉛直荷重の有無
・圧縮引張試験（強さ粘り、剛性と圧縮）

7-1-5 プレハブ住宅メーカーとの共同研究

・セメントパーティクルボード＋タッカー留めの壁の、一定・くりかえし荷重による
破壊性状について、ユーロコードは実際と一致するのか？の実験。
・タッカーのピッチやボード厚さ 12 ㎜と 16 ㎜をパラメータとする。ボードの不均質さにより、厚さは関連しないことが判明。

・枠組壁の水平加力試験。（壁高さ 2.6m）
ボード厚　12，16，12＋16、
タッカーピッチ　75、35
ユーロコードでは、12＋16 厚の組み合わせは、単純な数値の合算ではなく若干の低減を見込むが、本当に低減する必要があるかどうか？

7-1-6 InnoCrossLam

５つのパートナーとの共同研究。実験・研究によって、CLT のポテンシャルを引き出し、設計の自由度を高めるのを目標としている。

7-1-7　実験所の概要と見学

反力フレーム	床・カベ 1000kN/㎡
シリンダー	静・動加力いずれも。 圧縮は静のみ
ねじりの試験	25kN の鉛直加力 20N のトルク
アラミス	材料変形をみる 2500ｋN、GIR 試験

写真 7-1　ZAC 内　実験所内観

写真 7-2　試験体

7-2　健康と建築について

Mike Burnard 氏レクチャー
（InnoRenew CoE　副ディレクター）

7-2-1 研究所について

InnoRenew CoE は、InnoRenew CoE プロジェクトの枠組みで 2017 年に正式に設立された独立した研究組織である。
再生可能資源を建築に用いるというテーマを掲げている。53 人の研究員の平均年齢は 39 歳で多様性・多国籍性を重視したメンバー構成である。
基礎研究と応用の中間を主眼に置いている。10 のリサーチラボがある。現在、研究チームは分散しているが、それを 1 か所に統合する研究施設を建設中である。建物は BF-1F を RC 造、2－4F が CLT の木造である。

7-2-2　研究内容

木質内装に対する人間の反応・応答が研究対象である。建物で過ごす時間が増えることにより、建築空間・環境から受ける影響も増大することから、以下のようなテーマでの研究をおこなっている。
・高齢者などに対して、室内環境はどのよ

うなサポートが可能か？
・木質オフィスとストレス
・揮発性物質の与える影響（木材から発生する香り等のよい影響について）
・人体工学に基づくプロダクトとスペースのデザイン→イタリアのホテルリノベーションプロジェクトでは、木材活用へのアドバイスを行なった。
（Cortine d'Ampezzo）

7-2-3　Q&A

Q 人体に関する影響をどのように評価しているか？
A 例えば、オフィスワーカーのストレスへの応答状況を読み取る。与えられたストレスと脳波・心拍数・皮膚表面の温度・発汗などの関係や、ストレスからの回復にかかる時間を調べるなどの方法を用いている。
Q 木質内装について現状わかっていること
A 木材の色の明暗に起因する差はないようだ。照明の影響もある。木のにおいは、自然界での働きと人工的な空間での働きに違いがあるようだ。

Q 紹介されたプロジェクトでは、木の表面の塗料は何を使い、どのような影響があったか？
A 塗料の影響は不明。塗装によるツヤは光として影響がある。スロベニアの内装には木のあらわしがもともと少なく、木仕上げとそれ以外の比較が中心。

Q 人の、生まれつきや育ち方の違いによる、木質内装の影響の違いについて
A 日本・スロベニア・カナダでの調査から、文化・人種の影響はあまりみられないようである。

7-2-4 スロベニアの CLT 建築に関する研究プロジェクトの最新状況

1．<u>BOOST プロジェクト</u>
・機械式（金物）接合と接着接合

2．<u>WOOLF　プロジェクト</u>
・時間経過による木質材料の変化
・BIM への対応
・実施建物にセンサーを装着し、クラウドにデータをアップ→それをもとにメンテナンス計画を立案する
・CLT 多層建築のモジュール開発

3．<u>HOME＋プロジェクト</u>
機器装置をできるだけ使わずに、木の素材としての性質を利用して建物を賢くし、熱環境等の最適化を行なうのを目指している。例えば、湿気による木の膨張収縮で生じる隙間を活かし、換気する仕組の開発など。

4．<u>DYNA TTB</u>
中高層木造の風による揺れが、利用者に船酔いのような状態を引き起こすのではないか？というところから、このテーマでスロベニアとフランスで共同研究を始めた。実際の建築に加速度計を設置し、シミュレーション予測と測定結果の比較から振動のモデル化をおこない、振動減衰させるのに何が効くかを調べた。各種情報をもとに、ガイドラインの作成を進めている

7-2-5　スロベニア国内の CLT 建築の実例紹介

写真 7-3　幼稚園プロジェクト
軟弱地盤のため、RC から CLT へと変更

写真 7-4　住宅プロジェクト　CLT＋鉄骨

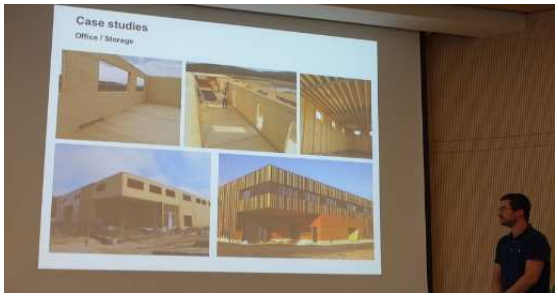


写真 7-5　オフィス・倉庫プロジェクト
壁梁で出隅部の大きなキャンチを実現
集成材より納まりが簡単という利点があった

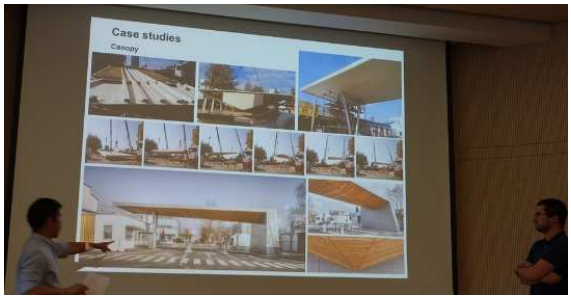


写真 7-6　ゲートキャノピー屋根
現場でビス＋接着で製作した

写真 7-7　CLT ビバーク：CLT の軽さを活かしヘリコプターで山頂まで材料を運搬して建設

写真 7-8　4 階建て CLT パネル構造の住宅

写真 7-9　公営住宅プロジェクト

写真 7-10　街中のフィットネス施設
スカッシュコートの壁として CLT を利用

写真 7-11　地震エリアに建つ保養所
4 階建ての計画から CLT による軽量化で
6 階建てに増築

CLT のメリットとして、軽量で基礎を小さくできること、熱伝導率が低いこと、片持ちでの跳ね出しなどを作りやすいこと等を挙げられる。また、一般木造と比較して、防火性が向上し、堅牢で気密を確保しやすく、軸組木造より RC に近い感覚である。軸組より接合部が少ないため、地震等による損傷が集約、保険をかけておきやすい（構造的安全性の余裕を持たせやすい）ことも長所と考えている。

8.　イタリア国立研究所（CNR）
森林研究所 木と木材部門

最近、IVALSA から Bioeconomy Institute へ名称変更した。

写真 8-1、8-2　レクチャールーム

8-1　木質構造リサーチグループ
アンドレア氏・ダニエル氏のレクチャー

8-1-1　研究所について

研究分野とミッションは以下のとおり。

・木材に関する研究
　耐久性・劣化について
　改質について（熱処理等）
　グレーディング（ｲﾀﾘｱﾝﾁｪｽﾄﾅｯﾄ）
　窓・ファサードの試験
　　（水密・気密・遮音）
　火に対する挙動
・木構造分野の研究
・CLT や集成材等と接合具に関する研究
・国内外の企業への協力・協働
・イタリアの ETA の試験審査機関
・修士・博士の学生の論文指導・サポート

木構造分野の研究アプローチの手法は”小から大へ”。接合部実験→部材実験を経て、建物実験。かつて日本で CLT による 7 階建の振動台実験を実施した。

8-1-2　2015-18 の木構造研究トピック

・接合部の性能、特性について
・水平力への挙動のモデル化
・耐力壁の挙動・数値的モデリング。

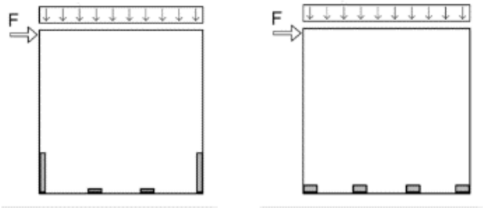
・地震力へのキャパシティデザイン
・新しいプレハブ建設システムの開発
以上のトピックに関して、国内外の大学・研究所・企業と協働している。

8-1-3　最近の実験・研究

研究所内の実験所では、ETA 取得のためのテストや、CLT や集成材など木質材料に関する各種実験とデータ分析を実施している。

１．X-Rev プロジェクト

Rothoblaas 社のホールダウン金物とアングルブラケットの性能を確認する試験を，2014 年にトレント大学と IVALSA で実施。



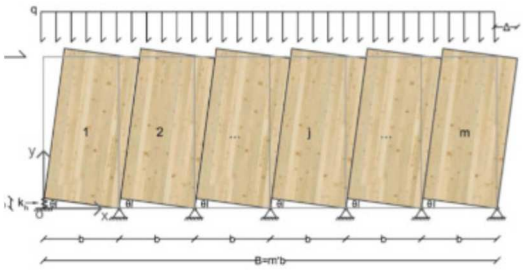
（受領資料より）

２．ユーロコードや構造規準の改訂のための実験と解析

ユーロコードの木造関連の内容を充実させようとしている。強度・じん性・剛性や、繰り返し加力による低減

３．CLT のマルチパネル壁

水平力への挙動の解析的および数値的モデリング。数式化からデザインガイドライン



（受領資料より）

４．キャパシティデザインの提案

じん性の変形を式に落とし込む
壁-壁は破壊によりエネルギー吸収させて、床-床は弾性の範囲内に収め、ぜい性破壊をさせず粘らせる。

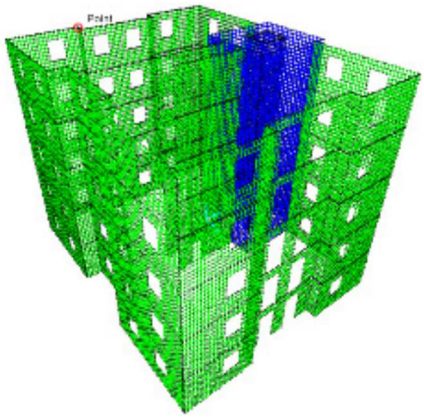
５．開口のある CLT 壁での実験

門型やぽつ窓タイプの開口のある CLT 壁の実験。現在、試験体 6 体中 5 体がじん性破壊、1 体がぜい性破壊という状況。

６．CLT 解析モデル

8-1-4　プロジェクト紹介

１．IVALSA　ITALY-QUEBEC　PJ



（受領資料より）

コンクリートコアと木造骨組の 3 次元モデルに関する線形動的解析を行なった。

２．TIMBEEST

地中海地域における CLT と LTF システムの耐震性能を比較。暑い気候条件下での建物の熱効率は、壁の質量を増やすことによって向上する。

３．MADE IN ITALY

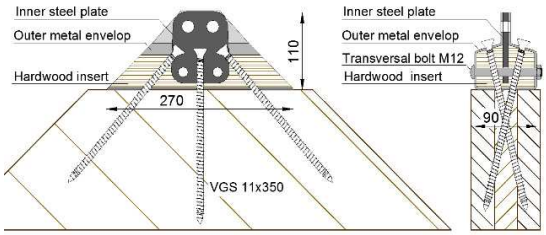
– THE PERFORMANCE ARCHITECTURE

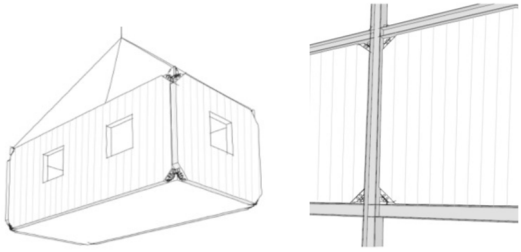
（受領資料より）

木造モジュール建築の統合設計のための学際的アプローチの提案。プロトタイプはブラジルの FURB 大学キャンパスで組み立てられた。

４．<u>X-RAD の開発</u>

X-RAD は CLT パネルのコーナー部に取り付ける接合金物。パネルと基礎、パネル同士の接合に使うほか、工事中の吊上げ治具としての利用や、CLT を鉄骨ラーメン内にはめ込み、大型・多層建築をつくる、という使い方も考えられる。





（受領資料より）

５．<u>TRE3 PROJECT</u>

災害等の緊急仮設住宅や、レジャーや展示会のテンポラリーな小建築。CLT の開口部のくり抜かれた材を枠として利用したパネルを、X-RAD で繰り返し組立解体できる。CLT 端材の枠組は、一般枠組と比較すると、じん性は同レベルで剛性は高い。

8-1-5 実験所の見学

写真 8-3、8-4 X-RAD

写真 8-5、8-6　CLT 壁の試験体

壁の縦横比の違いにより接合部の壊れ方が異なるのを研究するため、同じ高さで幅が異なる３タイプの壁の試験体で実験・比較しようとしている。

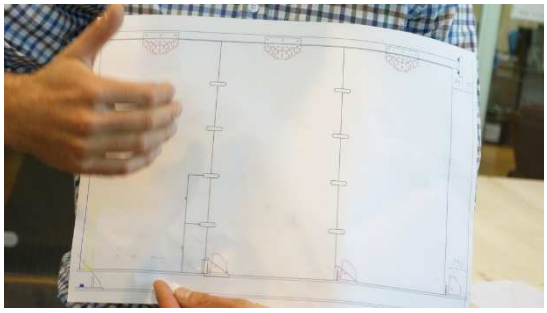


写真 8-7

CLT のマルチパネル壁の試験体の図面

写真 8-8、8-9　せん断キーのブナの LVL

写真 8-10　せん断キーのアルミ材

CLT のマルチパネル壁の研究では、せん断キーにブナの LVL やアルミを使って試験しようとしている。ダンピングシステムを組み込む可能性もあると思う。恒久的な仕口とする場合、解体やリサイクルについて考慮し材料選択することも重要である。

8-2　TIMBERTECH のレクチャー

ロベルト氏

TimberTech は、ロベルト氏他 2 名のトレ

ント大学・木構造研究グループメンバーがスピンアウトして作った会社である。リサーチと設計実務をつなぐというコンセプトのもと、木構造分野での解析ソフト開発・構造コンサル、研究開発などのサービスを提供している。

8-2-1　ソフトウェア

１．Timbertech buildings

木造建築の解析と設計のためのソフトウェア。CLT と枠組壁工法の両方を使用して構築された木造建築の解析と設計のためのソフトウェアで研究から得られた数値モデルを実装している。グラフィカルな 3D インターフェースで、木質材料と接合具情報をデータベース化してある。

Timbertech buildings は、地震解析/CLT と枠組み壁の設計/接合部の設計/木の梁と床の設計に利用でき、計算書作成から構造図・材料リスト・IFC（BIM）モデルの自動生成までを行なえる。2013 年に商品化され 300 以上のライセンスを販売した。

２．ACRO-TIM

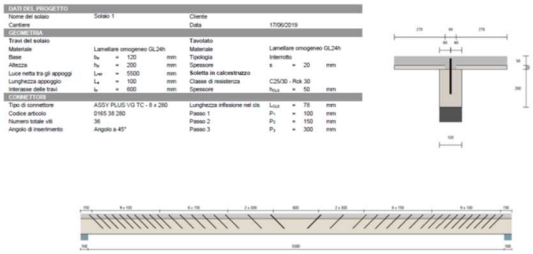
オーストラリアの中層木材建造に特化した構造エンジニアリングソフトウェアである。7 社が参加する 12 か月の共同研究開発プロジェクトで、参加企業は

Forest and Wood Products Australia, MiTek, Pryda, Rothoblaas, TimberTech,Wesbeam and XLam.

8-2-2　ウェブアプリ等の開発

１．Würth Connections

垂直および斜め打ちビスを用いたコンクリートと木の合成床の計算ソフト



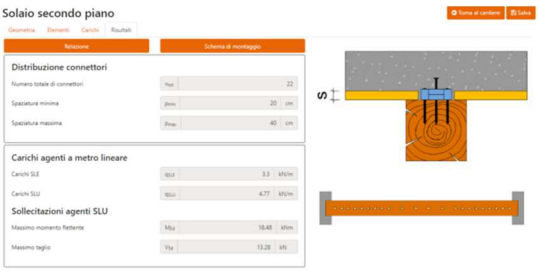
（受領資料より）

２．Rothoblaas catalog web app

Rothoblaas 社の気密・水密用資材のカタログ

３．Heco Web Tools

特殊な接合具とビスを用いたコンクリートと木の合成床の計算ソフト



（受領資料より）

４．promo_legno roof designer

屋根の設計ソフト（Pro-Holz・Promo lengo）

５．HG Calculation Software

木材同士を留めるビスの計算ソフト。３D でビスの角度と本数を確認。

8-2-3　コンサルティング・研究実績

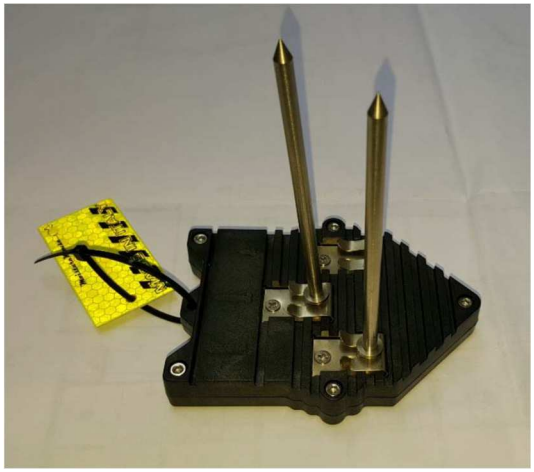
・Brindisi の直径 143m高さ 46m のヨーロッパ最大の木造ドームの構造解析・接合部についての技術的助言

・トスカーナの屋外劇場の振動解析と観客の快適性の評価

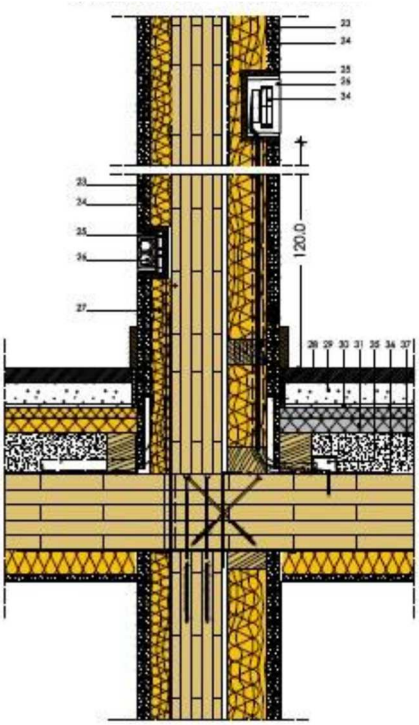
・トレントの３階建て学校の構造設計
・トレントの５階建ての建築物（トレント大学生寮）の CLT、鋼鉄およびコンクリートのハイブリッド構造の静的試験
・ビーチリゾートの既存建築の木梁の保存状態の評価と、構造補強・耐久性向上のための改修提案
・トレントの古城の非破壊検査と床・木梁の保存状態の評価、補強改修提案

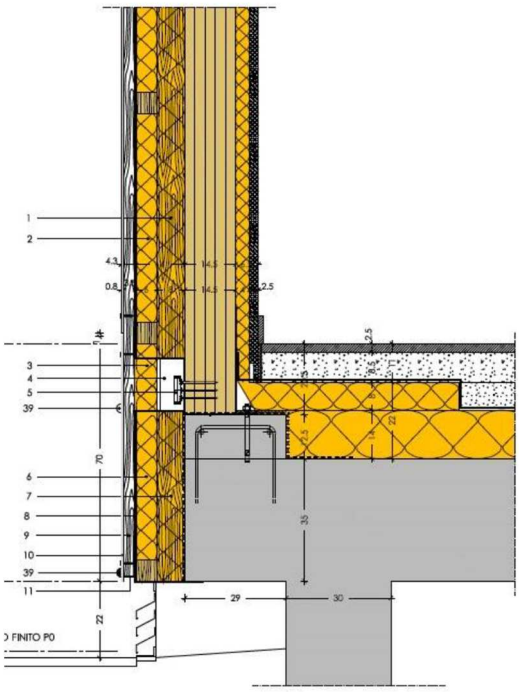
・材料試験
アメリカ広葉樹輸出カウンシルからの委託で、イエローポプラの CLT の性能調査をおこなった（2013 年のロンドンデザインフェスティバルでのインタレーション製作のため）

・木材の水分量のモニタリング調査
写真のようなセンサーを木造建築に埋め込み、データ採取する。



（受領資料より）





センサーの埋込み部の詳細（受領資料より）

8-2-4　Q&A

Q. Timbertech buildings のような解析ソフトの使用許可は誰が出すのか？
（確認申請に使えるか？）

A.設計者責任での利用で解析ソフトに対する ETA 認証はない。（確認申請にそのまま使えるわけではない）材料や接合部のデータ等 EU・イタリア国内製品を対象としており、主要マーケットはイタリアである。

8-3　Via Cenni の解説（見学は 12 章）

Robert　Jockwer 氏（TimberHub）のレクチャー

8-3-1　建築概要

設計：ROSSIPRODI ASSOCIATI

施工：Carron Spa

2009 年プロジェクト開始

2012-13 年　施工

オール CLT 造の公営住宅で、カフェやオフィス等コミュニティ施設を含む計画。

123 室（住戸面積は 50、75、100 ㎡）

延べ面積　9300 ㎡。

CLT の使用材積は 6100 ㎥。

９階建部分と２階建部分が環状に連結し、高さの異なる部分ではエキスパンションを設けている。最高高さ 27m

（受領資料より）

8-3-2　耐震・耐火・冗長性

「シンプル・規則正しい・繰り返し」で、より安全性を持たせた設計である。開口のある壁は耐力壁にカウントしない。床・壁の接合部は床勝ちで、点ではなく線で接合するディテールとしている。

下階ほど壁が厚く長い。各階の壁厚は
9 階 /120 厚　7，8 階 /140 厚
5，6 階 /160 厚　2, 3, 4 階 /180 厚
1 階 /200 厚

線状の接合によって、壁全体に荷重を分散させ、1 か所が壊れても崩壊しない。
跳ね出しバルコニーでは、床スラブのみの跳ね出しと壁の跳ね出し＋床の 2 パターンをつくっている。
耐火性能は、燃えしろ＋石こうボードでの被覆で担保している。（外壁には通気層が取られていない）

9.　RUBNER HOLZBAU の見学

会社は 90 年前に設立、家族経営企業で現在 3 代目。自然・森が近く、木・木材の販売からスタートし、建築へとフィールドをひろげてきた。26 社の協力会社があり、1245 名の雇用者のうち 744 名が南チロルの出身。1974 年から集成材工場が稼働している。業務内容は、設計・建方工事・材料製造（集成材、CLT、枠組パネル）

9-1　ジャンルイジさんのレクチャー

9-1-1　製品紹介

1．枠組みパネル（屋根用・壁用）
1 日あたり 1800 ㎡の供給可能。施工期間を短縮する。平面サイズは 3m×18m まで。厚さは要望に応じて製造

2．集成材
長さ 44m、せい 450~、幅 240 まで

3．CLT
90 年代より製造開始。バキュームプレス用のベッドを有するのが特徴（KLH はハイドロテックプレス）。4m×13m, 4m×17m がある。湾曲集成材を作るのにも便利である。

9-1-2　事例紹介（写真は全て受領資料より）

・スイスのアパートメント
2-3 階分の長大な壁柱が特長

・イタリアのホテル

跳ね出しのバルコニー　CLT＋コンクリートでヒートブリッジになりにくい

・イタリアの多目的ビル

長大なパネルに CNC ルーターでさまざまな開口を開けている。

・その他

集成材・枠組みパネル・CLT を適材適所に使用した例（店舗や集合住宅）

・LVL ルーバー材に薬剤注入で耐久処理

・100m の木造展望台

12 層の床を湾曲集成材と鉄骨リングで支える。40 年間の使用を前提に集成材を屋外露出。

・ENEL 社 Brindisi の石炭庫

集成材 3000 ㎥、CLT44000 ㎡利用

巾細の集成材と 60 ㎜厚の CLT

・Progetto Manifattura

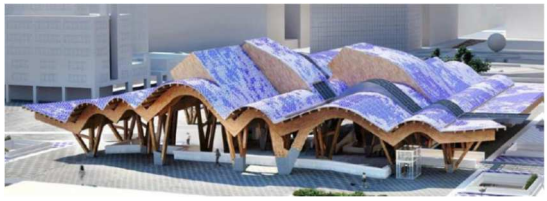
-Green Innovation Factory

タバコ工場跡地に建設中のプロジェクトで設計は隈研吾氏。（7/5 に見学）

24000 ㎡の CLT を天井現しで使用する

・ナポリの地下鉄出入口

湾曲集成材をもちいた屋根



9-2　工場見学

写真 9-1　工場外観

写真 9-2　工場内観 1

写真 9-3　工場内観 2

写真 9-4

せいの変わる（下凸型）梁の製作の様子徐々にラミナを増やして近似形を作りカットして成形する

写真 9-5、9-6　製作中の巨大な梁

写真 9-7
巨大な梁を人力で圧締している様子

写真 9-10　小口のさね加工をした CLT

写真 9-8
集成パネルを
加工した床材

写真 9-11
仮設的な木造スタジアムの観客席試作

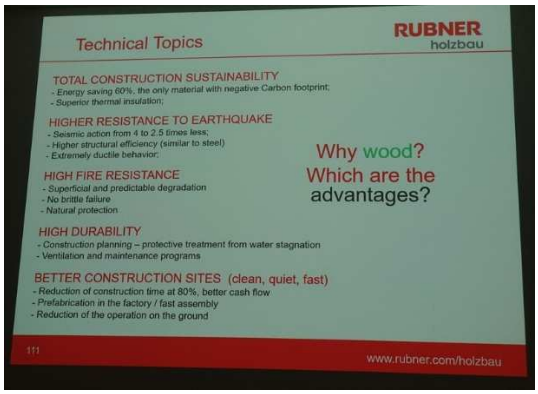


写真 9-12　レクチャースライド
“なぜ木なのか、アドバンテージは？“

写真 9-9
CLT のバキュームプレス用ベッド
バキュームプレスは、少ない圧力で成型・圧締でき、治具を作れば、2 次元や 3 次元の曲面 CLT を作ることができる。

9-3　Q&A

Q.規格品やそのストックの有無について
A.100%受注生産である

Q.公共案件と民間案件の割合
A.イタリアでは公共 20 民間 80
　ドイツでは 100%公共

Q.集成材や CLT の接着剤は？
A.集成材はメラミン樹脂系、CLT はポリウレタン系

Q.材料はどこから入手しているのか？
A.スプルスは約 8 割を占めオーストリアのルブナー社から入手。ラーチ材はロシアから入手している。

Q.ドーム屋根など曲面屋根の材料の取り合いについて。調整しろがあるかどうか？
A.調整しろは設けず、材料同士面タッチ

Q.データのやりとりは？
A.BIM が増えてきている。
　EFC－CAD/CAM（製作）－dwg など

Q.大断面材が多いが、トラスにして材積を減らす提案を行なうことはあるか？
A.国内や近隣での施工の場合、材料費は確かに割高になるが、接合箇所が少ないので、トータルでは、大断面材で単純な架構の方が安くなる。海外案件の場合には運搬を考慮するとトラスの方が有利である。セブの空港はトラスで計画し、6 か月で組み上げた。

Q.床の集成材パネルはよく使われるか？
A.CLT は直交層があるので、幅方向の寸法の変化が少なく施工しやすい。集成材は、幅方向に膨らみやすいので、製品は幅を 1m におさえ、ギャップを 5 ミリみている。製品はよく出ている。

10. Rothoblaas 社　レクチャーと見学

10-1　山田素子氏のレクチャー（テクニカルセールスエージェント）

10-1-1　Rothoblaas 社について

創業 28 年、現在の社長は一代目で、ドイツからイタリアへきて商社としてスタートした。
2003 年よりオリジナル品の販売を開始。以来、“アイディアをマーケットへ”の方針で新製品開発に力を入れている。
2006 年より EU 各国への輸出を開始
2019 年秋に日本支社開設予定（17 番目）
現在、従業員 320 人、取引国 77 か国、年商 6300 万ユーロ。

10-1-2　社屋について

社屋は 2001 年から 2004 年にかけて建設され、その後漸次増築し、2017 年に完了した。建物自体が販売品目のショールームにもなるよう、さまざまなディテール、金物を見せるように使用している。

（受領資料より）

写真 10-1　オフィス内部

写真 10-2　レクチャースペース

写真 10-3
エントランスホールの長ビスのオブジェ

10-1-3　業務・取り扱い品目

対象とする建築物・工作物は

・CLT 多層建築
・枠組工法～集成材の軸組・ラーメン構造
・ログハウス
・屋外環境で利用する工作物

販売品目は

・接合具
・気密・水密用資材
・遮音用資材
・安全用品（個人用・墜落防止）
・建設現場用の道具（吊具や引寄せ金具）

製品の販売のほか、製品に関して職人向けから設計者向けまで、各種のトレーニングコースを設定している。また、新製品開発に際し、テクニカルなコンサルティング、評定や認証申請業務も行っている。

10-2　Allessio Maffeo 氏 のレクチャー

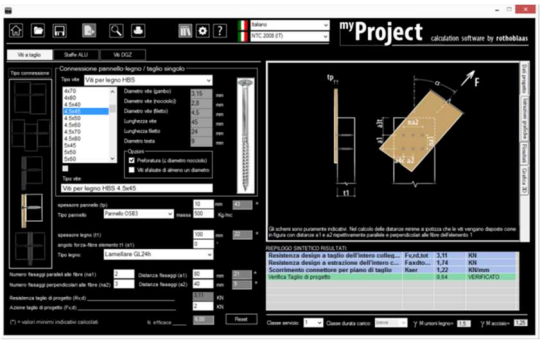
Allessio 氏は、Rothoblaas 社の技術コンサルとして、社内外で技術的アドバイスをおこなっている。

10-2-1　CLT と Rothoblaas 社の金物

CLT はイタリア流の呼び方では、X-LAM 丸太から製材をとった後の端材に価値を持たせるという観点からスタートしている。X-LAM のラミナ同士の巾はぎは、接着タイプと非接着タイプがあるが、非接着の場合のギャップの影響や気密シート等の利用が必要かどうか？長期的な観察・検討が必要と考えている。

接合具については、材種とビスの留め方と

の性能一覧表がカタログに掲載されている。これは、EU 全体のユーロコード 5 と AnnexK（各国の規則・基準）に適合し、「my project」というソフトウェアと連動している。



（受領資料より）

CLT 建築に使われる代表的な金物を紹介する

１．VGZ,VGS

ビスの中で、非住宅を対象とした製品としては VGZ,VGS があり、CE マークと日本のベターリビング評定も受け、使い方と計算書を添えて販売している。

VGZ（シリンダー頭全ねじ）は、斜め打ちで CLT の床パネル同士や桁梁の接合で高性能を発揮する。VGS（フレキ付皿頭全ねじ）は、木と鋼板との接合に適した形状で高い引抜強度を発揮する。高い施工精度を要し、L=400mm 以上は先孔をあける。

写真 10-4 VGZ

２．アルミ製の隠しブラケット ALUMINI、ALUMIDI、ALUMAXI

アルミブラケットは、木と木、木とコンクリートの接合に使用できる。下孔有りと下孔なしの製品がある。

写真 10-5 アルミブラケット見本

Q.アルミ押出材を使っている理由

A.スチールプレートを溶接してつくるのに比べ、安価に製造できる。

Q. 下孔なし用に専用治具はあるか？

A.専用治具あるが、高いので販売数は少ない。現場では図面のプリントアウトを使うことが多いようだ。

Q.アルミは明確な降伏点が決まってないので、どう考えるべき？

A.プレートはアルミ、ねじはスチールなので、破断しなければ OK としている。

３． UV-T

UV-T は、木材同士の隠しコネクター。

金属製のありつぎのようなコネクターでテンポラリーにも恒久的にも使用できる。一

つの材の両側に架かる梁に使用できるが、ビス同士の距離に注意が必要。

写真 10-6 ブラケットやコネクターの見本

10-2-2　断熱・遮音に関するレクチャー

木構造部を健全に保ち、居住者の快適性を確保するための断熱と気密/透湿/防風のメカニズムと詳細納まり、躯体遮音の納まりについて 2, 3 日間のレクチャープログラムを年 1,2 回開催している。

断熱と気密/透湿/防風については、イタリアの場合、冬型のリスクが最も高い。（室内が高温高湿で外部が低温低湿）CLT や OSB のような材料の性能をどのように評価するかは微妙なところである（パネルのラミナのすき間がどの程度影響するか）

写真 10-7
ルーフィング/気密シート/透湿防風シート

音については、木造は軽いので音を伝えやすく配慮が必要。固体伝搬を抑えるには、床・壁の接合部で、躯体パネル同士の縁を切り振動を分散させるために、シートを敷く・壁下にポリウレタン防振材を挟む等の方法がある。壁が受ける荷重に応じて防振材の硬さを選んで使用する。
壁下に防振材を挟む場合、構造的にはその分のすき間が生じているとみなすこととなる。せん断剛性が下がるが、ワッシャーの使用は有効なようである。部材同士の接合形式と音・振動の伝搬の関連については、まだ研究が少なく、Rothoblaas はボローニャ大と共同研究を進めている。
(Flanksound Project)

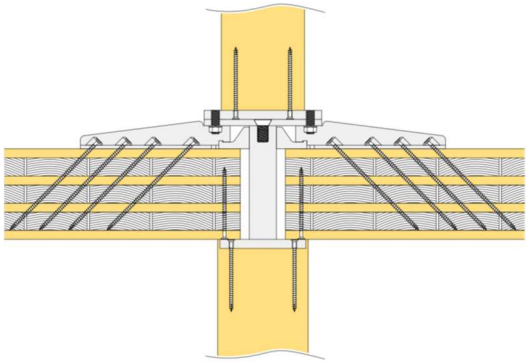
各種遮音防振材（受領資料より）

10-3　ショールームの見学

写真 10-8、10-9　CLT 建築の見本

写真 10-10　X-RAD

写真 10-11 スパイダーコネクタ



コネクターの断面（受領資料より）

写真 10-12 一般的な木造軸組の見本

11. Progetto Manifattura
Green Innovation Factory 現場見学

11-1　建築概要

タバコ工場跡地に建設中のイノベーションセンター。設計はプロポーザルで隈研吾氏が選定された。用途はスタートアップ企業のためのシェアオフィス。

延べ面積は 20000 ㎡

階高 10m　柱の長さは 8.5m

総工費は 4500 万ユーロ（約 50 億円）

そのうち木工事が 500 万ユーロ

使用材積は 5000 ㎥で、RUBNER HOLZBAU の年間生産量の 1/6 に相当。

周辺のブドウ畑との調和を考慮し、ボリュームを抑えたフィンガープランで、屋根面は全面的に屋所緑化が施される。建方・上棟・外装工事中の各段階を見学した。

写真 11-1　現場全景

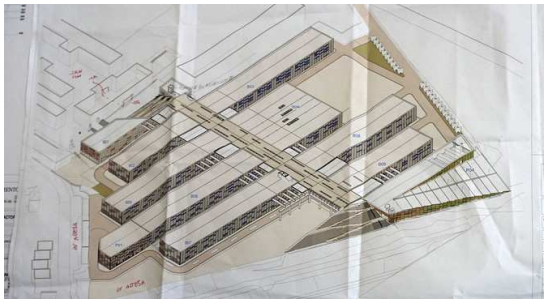


写真 11-2　木躯体の全体アクソメ

写真 11-3　上棟

写真 11-4　建方中

写真 11-5　外装工事中

集成材の柱梁に屋根は CLT を載せている。柱は 4 本の組柱と 1 本柱があり、スチールブレースを耐震要素としている。

写真 11-6　木の柱梁とスチールブレース

写真 11-7 木梁

梁は、集成材を組み合わせたデザインでボリューム感を出している。下段の部分は構造上の機能はないとのこと。

屋根の断熱材厚さは 200mm でシート防水の上を屋上緑化と木や石（浮床工法）で仕上げる計画。センサーを張り巡らせて、水漏れを感知する仕組みを取り入れている。

写真 11-8 屋上緑化予定のルーフテラス

写真 11-9 屋上緑化ルーフの構成

写真 11-10 浮床工法のモックアップ

写真 11-11 歩行用通路の脚

写真 11-12
エキスパンション部分

写真 11-13　RC の階段室塔屋

RC 造の階段室は、木構造とはエキスパンションを切り、耐震要素とはしていない。フィンガー状に延びている部分と、中央部分はエキスパンションで縁を切っている。

写真 11-14 内部の工事状況

写真 11-15　外部のカーテンウォール施工中

写真 11-16　内部のカーテンウォール施工中

内外のカーテンウォールは、木の方立にスチール（アルミ？）の枠がつく。

写真 11-17　RC,鉄骨の入れ子

入れ子の鉄骨 2 階建てにはトイレ等が納まる。下への階段も入れ子状に木造空間の中に独立して現れる。

写真 11-18　木造の入れ子

木造で入れ子空間を作っている部分もある。間仕切壁は軽鉄＋プラスターボード

写真 11-19　地下駐車スペース

広大な地下のほとんどは駐車スペースと、設備用スペースとなる。

写真 11-20　大梁と梁受金物

写真 11-21　コンクリートで木梁を受ける箇所

11-2　防耐火計画について

30 分の燃えしろ（準）耐火構造。ウィングごとに防火区画をしている。設備としては、煙感知連動の防火扉とスプリンクラー設備が導入されている。

12. Via Cenni の見学

（受領資料より）

4 棟の 9 階建てと 2 階建てが環状につながり、2 階レベルではショートカットのブリッジが設けられている。

写真 12-1　中庭からブリッジをみる

写真 12-2、12-3 外部よりみる

9 階建ての平面形は 19.1×13.6m

基本プランは４棟とも同じと思われるが、
跳ね出しのバルコニーのデザインによって、
バリエーションがうまれている。

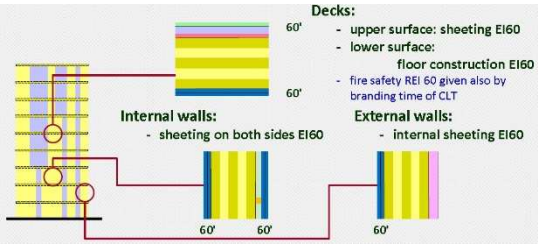
写真 12-4　上階の跳ね出し
ロの字に跳ね出すベランダと、CLT の床だけ跳ね出すベランダ。日よけパネルはパンチングメタル。

写真 12-5　軒天　木材に塗装されている

写真 12-6　共用廊下
中庭に面する２階の共用廊下は幅広く、住人のコミュニケーションの場となりそうな雰囲気である。

写真 12-7,12-8　2 階ブリッジより中庭をみる。
再開発地区で、低層部の向こうに他の街区の集合住宅も見える。
地下は駐車場等に利用・屋上は住人専用

写真 12-9　基礎-CLT 壁の接合部



（受領資料より）被覆型の 60 分耐火仕様
（外壁は内側のみが被覆要件？）

（受領資料より）

被覆は CLT に対して直接貼るのが原則。一方、CLT 躯体を守るために、壁内部の湿気などを排出する通気層を設けたいケースも考えられる。CLT と被覆材、通気層の関係は議論を要する。

13.　Bosco Verticale　の見学

13-1　建築概要

設計期間　2006-2008

施工期間　2008-2013

設計：ステファノ・ボエリ

植栽計画：ラウラ・ガッティ

施工会社：ハイネ

高さ 76m（18 階）と 110m（26 階）、延べ面積 40000 ㎡のツインタワー型分譲マンションである。

写真 13-1　外観見上げ

高密化する都市において人間の生活と緑を垂直方向に高密化するという実験的プロジェクト。現在、世界中で 6 件の「垂直の森」プロジェクトが進行中である。

13-2　植栽計画とメンテナンス

中高木（3，6，9m）約 700 本、4500 本の低灌木、15000 ポットの地被類が、日射状況や方位に応じて適切に選定され植えられている。樹種選定にあたっては、フロリダで風洞実験を行ない、高層階のプランターシステムも開発した。選定した木々は 2 年間ほど他の場所で育成させたのち、植樹した。これまでに枯れてしまったものは 3 本ほどである。

写真 13-2　外観

植栽の管理は全て管理会社が行なっており、住人はプランターに勝手に植物を植えるこ

とはできない。水はポンプアップと雨水利用でまかなっている。

写真 13-3　軒天の金物
（メンテナンス用かと思われる）

13-3　垂直の森への評価

植栽は、住人にとって快適な環境・木陰を創り出すと同時に、建物を覆う約 20000 ㎡の人工の“森”として、空気の清浄化、鳥や虫など多様な生物の生息、渡り鳥の休憩地などとして機能し、都市レベルでも周辺住民に対して快適な環境を提供している。

写真 13-4　広場と周辺建物

緑地と住空間を垂直に積み上げることで、アーバンスプロールを抑制し、周辺住人と共有できる芝の広場を確保できた。

写真 13-5　広場から他の開発地区を見る

周辺で高層ビルの建設が進んでいる中で、建物外観の木々の変化が季節を感じさせる点は市民に高く評価されている。

写真 13-6　垂直の森に挟まれる空間

14. 番外編 IL CENTRO

イタリア最大規模のショッピングセンター。鉄骨柱に木梁を架けて大屋根をつくり、中央の吹き抜けのモールの両側に小売店舗が並ぶ。エントランス付近の半外部空間や内部の中央吹き抜けなど、木の架構に覆われた空間が生まれている。

写真 14-1 外観

分割された木造屋根が連なり、巨大な施設をスケールダウンさせている。木製のサッシやルーバーがアクセントとなっている。

写真 14-2 エントランス付近の軒裏見上げ

半屋外スペースの軒天は、木あらわし。集成材の梁を２枚あわせ、３枚あわせにした大梁を鉄骨柱が支える

写真 14-3、14-4 吹き抜けのモールや広場

吹き抜けのモールは、トップライトからの光で明るく、幅が広がり広場のようになっている場所や折れ曲がるコーナー、吹き抜けの中に浮かぶように設けられた２階のフリースペースなど、多様な空間が計画されている。

各小売店がモールに面する部分には庇があり、木の垂木があらわしとなっている。庇は、トップライトからの日差しの遮蔽や、大屋根への延焼抑制にも役立つのではないかと思われるが、木造の街並みのような雰囲気を作り出すのにも一役買っている。

CLT 視察ツアー2019　in　欧州　報告書

ツアー実施期間：2019 年 6 月 30 日―7 月 7 日　　報告書発行 2019 年 8 月

謝辞：　本報告書は日本 CLT 協会が企画した「CLT 視察ツアー 2019 in 欧州」の報告書である。ツアーの実施に当たっては、チャルマーズ工科大学 / Timber Hub の後藤 豊氏にコーディネーターを務めていただき、視察先の選定から見学の依頼、日程調整 から通訳までしていただいた。本ツアーの充実した内容はひとえに氏のご尽力、ネッ トワークによるものである。ここに感謝の意を表する。

参加者（社名あいうえお順）	イトイグループホールディングス	菅原　大和
	内海彩建築設計事務所	内海　彩（執筆担当）
	エー・アール・ネット	山本　充彦
	CLT 協会	森田　聖
	竹中工務店	久保　和民、齋藤　洋幸
	田島ルーフィング	森山　充
	東京都市大学	大橋　好光
	パーシモンヒルズ・アーキテクツ	柿木　佑介
	銘建工業	那須　恭介
	ユニバーサルホーム	村上　輝周
	ランバー　宮崎	小八重　徹、持永　直樹

発行日：　2019 年 8 月
発行者：　一般社団法人日本 CLT 協会
東京都中央区東日本橋 2-15-5 VORT 東日本橋 2 階