CLT 視察ツアー 2018 in スウェーデン

報告書

期間:2018 年 6 月 9 日~17 日 場所:スウェーデン(ストックホルム、シェレフティオ、ヴェクショー)





CLT 視察ツアー 2018 in スウェーデン 報告書

視察日程: 2018年6月9日(土)~17日(日)

スケジュール

日付	時間	内容	場所	章番号
6/9 (土)	_	移動	成田→コペンハーゲン→ストックホルム	
6/10	09:20~09:55	Hjortronstället 見学	ストックホルム (Skordegaten 4,	
(日)		(5 階建て木造プレハブ集合住宅)	174 63 Sundbyberg)	0–1
	10:15~10:50	Färnebofjärden 見学 (6 階建て CLT 集合住宅)	ストックホルム (Bobergsgatan 4-6, 115 44 Stockholm)	0–2
	10:55~11:10	Ventilation Tower 見学	ストックホルム (Storangsvagen 20, 115 42 Stockholm)	0-3
6/11 (月)	08:50~11:00	Strombro Building Workshop レ クチャー&現場、物件見学	ストックホルム (Tollare Torg, 132 49 Nacka)	1–1
	13:15~13:50	Swedish Wood レクチャー	ストックホルム (Hamngatan 15 B,	1-2
	13:50~15:45	Folkhem Marketinf chief Sandra Frank 氏 のレクチャー	172 66 Sundbyberg)	1–3
	15:45~16:00	Strandparken Hus in Sundbyberg 見学		1-4
6/12 (火)	10:20~12:45	Skellefteå (シェレフティオ) 市 でのレクチャー	シェレフティオ (Forskargatan 1, 931 77 Skellefteå)	2–1
	13:30~14:05	T2 College (建設中の研究施設) 見学		2-2
	14:50~14:50	ビール醸造所の見学		2-3
	14:50~15:15	駐車場 見学	シェレフティオ (Södra Lasarettsvägen 10, 931 32 , Skellefteå)	2-4
	15:30~16:20	建設中の小学校見学	シェレフティオ (Höjdgatan 10, 931 51 , Skellefteå)	2–5
6/13 (7 k)	08:10~09:25	Umeå 市でのレクチャー	ウメオ (Strogatan 40, 903 26 Umeå)	3–1
	09:30~11:00	增床事例/建設現場見学	ウメオ (Nygatan 1, 903 27 Umeå / Kungsgatan 903 25 Umeå)	3-2/3
6/14 (木)	09:25~10:40	Väx jö 市でのレクチャー	ヴェクショー (Västra Esplanaden 18,352 31 Växjö)	4–1
	11:00~11:40	Arken 1(建設中の集合住宅) 見 学	ヴェクショー (Serafimervagen 3 A, Växjö)	4-2
	11:55~12:05	Södra Climate Arena (屋内テニス場) 見学	ヴェクショー (Skogsuddevägen 20352 51, Växjö)	4-3

	13:40~14:35	Ekologen (建設中の集合住宅) 見	ヴェクショー (Sjövallavägen 20,	4–4
		学	352 59, Växjö)	4-4
	14:35~15:15	Geologen(建設中の集合住宅) 見	ヴェクショー (Sjövallavägen 20,	4–5
		学	352 59, Växjö)	4-0
	15:25~16:30	Arkitekt Bolaget (設計事務所)	ヴェクショー (Kronobergsgatan 5,	4–6
		でのレクチャー	352 33 Växjö)	4-0
6/15		Linnaeus(リンネ)大学での講義	ヴェクショー(P G Vejdes väg, 351	F 1
(金)			95 Växjö)	5–1
		Limnologen 見学	ヴェクショー(Sjöbågen 2B, 352 57	5–2
			Växjö)	5-2
6/16 (土)	_	移動	コペンハーゲン→成田 (6/17 着)	



地図 視察主要都市を示す

- 1、ストックホルム (6/10~11)
- 2、シェレフティオ (6/12)
- 3、ウメオ (6/13)
- 4、ヴェクショー (6/14~15)
- 5、マルメー (6/16)
- 6、コペンハーゲン (6/16)

Google マップより作成

0-0.

見学初日となった 6/10 は日曜であったため、建物外側からの外観見学を行った。

0-1. Hjortronstället 見学(5 階建て木造プレファブ集合住宅)

場所ストックホルム施工リンドベックス社用途集合住宅(分譲)

階数 5階

構造 木造(プレハブエ法)



写真 0-1-1 外観 (中庭)



写真 0-1-2 バルコニーの様子

- バルコニーは約20m²と広くソファーなど 家具を置いて使用されている
- ・ BBQ コンロも各戸常設



写真 0-1-3 ゴミ回収用設備

- 写真 0-1-3の3本の内1本は家庭用生ゴミ専用
- 地下配管をバキュームにてゴミ集積場へ 送られる
- 集められた生ゴミからバイオガスを生成 し、地域のバスなどで使われている
- ・ ストックホルムの一般的な集合住宅価格 帯は以下の通り

分譲住宅

場所:中心部 120 万円/m2

郊外 72 万円/m2

賃貸住宅

場所:中心部 15万円/月(1ベッド)

25 万円/月 (3 ベッド)

郊外 10万円/月(1ベッド)

17.6万円/月(3ベッド)



写真 0-1-4 外観 (通り側) 0-2. Färnebof järden 見学

(6 階建て CLT 集合住宅)

元々、工業エリアとして開発された地域であるが、2000年以降に再開発が開始され多くの集合住宅が建ち並ぶ。

場所 ストックホルム

用途 集合住宅

構造 CLT

設計事務所 WINGÅRDHS

ディベロッパー FOLKHEM, JÄRNTORGET



写真 0-2-1 外観



写真 0-2-2 中庭側からの外観



写真 0-2-3 バルコニー

0-3. Ventilation Tower 見学

トンネルの排気塔に CLT が使われた事例を 見学した。

場所 ストックホルム

用途 排気塔

構造 CLT

建築家 RundquistArkitekterAB

施工者 Martinsons

竣工 2015年

高さ 20m



写真 0-3-1 外観

7層7プライのCLTをリング状に積層させた構造

1-1. Strombro Building Workshop レクチャー&現場、物件見学

Strombro Building Workshop は設計と構造の会社。1998年から活動。構造エンジニア2名と様々な国から芸術的なこともわかるようなアーキテクトのチームで18名の社員。同社のDaniel Fagerberg氏によるプレゼンテーシ

ョンと、同社で設計した多数の建物の見学を 行った。

- 同社で設計する全てのプロジェクトに CLT を使用
- ・ CLT の製造会社と協同で、CLT のメリット、 施工性、居住者への健康も考慮し設計
- 木造の建物をゼロエネルギーの形で建て ていく事が使命であると考えている
- ・ 断熱材は木材繊維を使った断熱材を使用



写真 1-1-1 現場内でのレクチャー風景

1-1-1. 施工中の見学建物概要

場所 ストックホルム ソルナ地区

用途 集合住宅 メゾネットタイプ

構造 CLT 造4階建て

CLT 供給 Martinsons

• 天井はCLT現しとなっている



写真 1-1-2 建設中の 4 階建て CLT 建築外観



写真 1-1-3 電気配線状況



写真 1-1-4 設備用開口



写真 1-1-5 階段にも CLT を使用



写真 1-1-6 断面(厚さの異なるラミナ利用)



写真 1-1-7 せん断金物接合は基本ビスだがせん断金物も使用

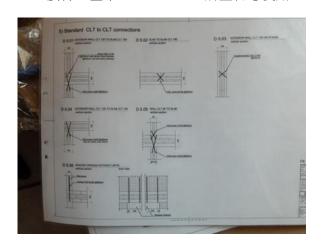


写真 1-1-8 ビス接合の説明図



写真 1-1-9 さね付の断熱材



写真 1-1-10 さね付断熱材にスタッコ仕上



写真 1-1-11 テラスの防水状況

- ・ テラスの防水 (CLT 上のビチューメンシート (=アスファルト):下層)この上に勾配付断熱材+合板+ビチューメンシート防水しウッドデッキ仕上
- ・ 防水について 10 年の保証を性能として

求めているとのことで、他の見学現場で もビチューメンシートの複層防水が主流



写真 1-1-12 住宅事例①

- ・ 環境配慮を徹底して設計をした建物。
- 外壁仕上げ材は、松系のサーモウッド(熱 処理木材)で、メーカーによると25年間 メンテナンスフリーとのこと



写真 1-1-13 住宅事例②

建具や CLT パネルなどの部材をできるだけ共通化し建設コストを抑えてある

1-2. Strandparken 8 stories の見学

午後は本格的な高層木造共同住宅の見学、ストックホルム中心から少し北西部に位置する郊外住宅地のスンドビュベリの南湖畔に建つ Strandparken を見学。最初にスウェーデン木造建築協会から国全体の林業政策木造建築推進に関するレクチャー。その後、建設会社フォルクへムの CEO と担当者より企業ポリシーと建物に関する説明を受けた。

1-2-1. プロジェクト概要

場所 ストックホルム

用途 集合住宅

建設工期 2012年11月~2013年6月

完成(8ヶ月)

建設地 Sundbyberg, Stockholm

建設費 225 万ユーロ (ストリート、移

転、公園、橋梁、建設のコスト

含む)

住戸タイプ 1~4 ベットルームタイプ

戸数 31 戸

建築面積 540m²

住戸平均専用面積 88 m²

住戸の売価単価 5,400 ユーロ (702,000円)

88 m × 70 万=約 6, 200 万円/

戸

工法 プレハブ工法

暖房システム ヒートロン放射床暖房(地 区暖房)

使用木材 CLT、集成材、シダーシングル 製造会社 Martinsons 製造プレハブ工法

(www.world-architects.com より)*1

- 空調スペース 1 m²当たりの推定年間エネルギー使用量は 75 kW h/m²
- ・ スウェーデン環境管理評議会の認証プログラム「環境製品宣言(EPD)を取得

1-2-2. Swedish Wood Building Council

Swedish Wood Building Council Managing Director (スウェーデン木造建築協議会)
Susanne Rudenstan 氏より、スウェーデンの森林と森林行政についてレクチャーを受けた。

- ・ スウェーデンの 70%は森林、その 80% は栽培された持続可能な森林
- スウェーデンの建設における木材使用 のためのチャレンジを始めた
- ■1994年までの木造建築環境
- ①複数階建の禁止(1880年~1994年まで)
- ②1995年EU加盟でルールが変更し、より高

- い木造建物が建築可能となる
- ③木造建築に関する問題解決知識は低かった
- ④1995年までは、建築業界、大学の木造に関する研究は無かった
- ⑤木造製造サイドは戸建て住宅に照準を合わ せていた
- ⑥木製品産業界は輸出志向型であった
- ⑦スウェーデンには強力な戦略が必要であっ た
- ■スウェーデンの木造化戦略
- ①火災、遮音、高層建設に関する研究プログラムに取り組む
- ②強力な地域的研究開発クラスターを企業、 大学、地域で構成しネットワーク強化
- ③政治的な働きかけ、異なる建築材料間の公 平な競争
- ④国家木造建築ネットワークの構築
- ⑤欧州全体への木造建築プロモーション
- ⑥欧州レベルの標準化作業の推進
- ⑦戸建規模工場の中・大規模建築対応可推進



写真 1-2-1 Swedish Wood Building Council Managing Director Rudenstan 氏と Folkhem CEO Arne Olssonによる説明

- ■Swedish Wood のホームページから*2
- ①2017 年まで木造建築は全体の 10%であるが、2025 年までに新築建築物の 50%を木造で建築する
- ②スウェーデン市場で 5200 億円の木材関連 産業が生まれる
- ③現在は木材原材料の70%は輸出。新規マー

ケットとして中国、インド、ベトナム ④ ユーロコード 5 基準を支援し適合させる

1-3. Folkhem Marketinf chief Sandra Frank 氏 のレクチャー

- フォルクへムは1990年代、エコロジーに 強い情熱を持つアルネ・オルソンが創設
- ・ 木は再生可能である。スウェーデンでは 100年前から1本切ったら2本植林する ことを続けている
- ・ 地球環境の変化を止めるには木造建築を 推進する



写真 1-3-1 Folkhem Marketinf chief Sandra Frank 氏による説明



写真 1-3-2 Strandparken 8 の模型

1-4. Strandparken Hus in Sundbyberg 見 学



写真 1-4-1 Strandparken 8 の外観

・ 外壁仕上げは北米大陸西海岸のウエスタ ンレッドシダー



写真 1-4-2 Strandparken 8 の外観



写真 1-4-3 レッドシダーシングル葺き*3



写真 1-4-4 屋根工事*3



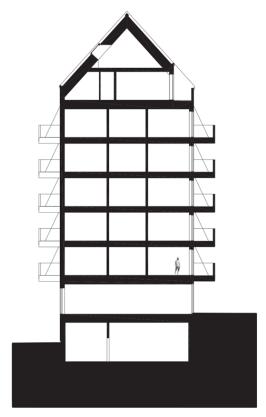
写真 1-4-5 施工用架設テント*3



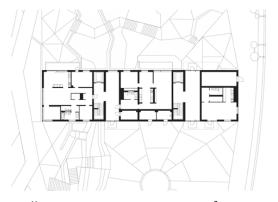
写真 1-4-6 シダーシングルの外壁



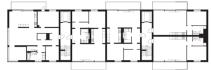
写真 1-4-7 シダーシングルサンプル



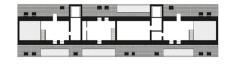
断面図: folkhem HPより*3



1階平面図 folkhem HPより*3



標準階平面図: folkhem HPより*3



9 階平面図(8, 9 階メゾネット) Folkhem HP より*3

所感

森林大国スウェーデンの木造建築本格ス

タートが 1995 年の EU 加盟以降だと知り驚き であった。それまでは2階程度の戸建住宅が メインで生産体制もそこにフォーカスしてい た。しかしその後の木造建築推進は産・学・ 官・政4身一体で推進していることを実感し た。当該建築は外壁に北米産レッドシダーシ ングルを葺くという日本ではまだ考えられな い仕上げを纏い悠然と大自然の中に佇んでい た。その外壁仕上げは、100年はもちますと 言う。木材の輸出大国が自国建築に木材を使 いだした、今後はEUのみならず世界の木造 建築の先頭を走ることは容易に想像できる。 CLT 建築に焦点を合わせた視察であったが、 木造建築の大多数は CLT、集成材、製材、LVL 等の多種木材を組合わせたり、鉄、RCとのハ イブリットと多様な利用をしていた。日本の CLT 利用促進手法を示唆しているようである。

2-1. Skellefteå (シェレフティオ) 市での レクチャー

Skellefteå 市 Luleå(ルレオ)工科大学を訪問し、Therese Kreisel 氏(市の建築士)等、また Anders Gustafsson 氏(RISE)、Dick Sandberg 教授(Luleå 工科大学)から市の都市計画の考え方および木造建築に関する取り組みについて説明頂き、その後周辺建物の視察を行った。



写真 2-1-1 レクチャー風景

2-1-1. Skellefteå 市概要

人口 73,000 人

面積 21.74 km²

最高/最低気温 25℃/-25℃

主要資源 木材、水、鉱物

2-1-2. RISE(Research Institute of Sweden) によるレクチャー

- ・ Future CLT プロジェクトに参画
- これは Interreg、Skellefteå 市、LTU等 と共同し、CLT に関する知見を蓄積・共 有することにより CLT の利用促進を目的 としている
- 1997 年における EU 全体の CLT 使用量は
 10,000~20,000m3 であったが、2018 年現
 在では 700,000~800,000m3 に成長
- Derome、Lindbäcks、Matinsons、Sveaskog 等のデベロッパーは、中層木造建築プロ ジェクトを手掛けている
- ・ 高層化するにあたり、主に風に対する外力を動的に評価する方法、冗長性、構造性能評価方法の確立などが課題
- マーケットは高層化してもサステナビリ ティ・事業コストが変わらないことを要 求している

2-1-3. Skellefteåによるレクチャー

- ・ 2030年までに市の人口は8万人に拡大見 込みだが、機能集約の都市計画を構想し ている
- 市の方針「Wood construction strategy」
 を 2014 年に制定。気候変動を防ぎ、木を 社会的メリットがあるものとして使って いく
- ・ 今後、市が関与する建物は木造化してい く。 例えば新規バッテリー工場 (500,000m2)など
- ・ 木材の使用量が多いため、地元産だけでは不足。他の地域からの輸入を前提としている
- ・ 市の文化センターのコンペは、応募者の 半分が木造案を提出してきた
- 勝者となったWhite arkitekterの案も木造である



図 2-1-1 文化センター コンペ優勝作品*4

2-1-4. Luleå (ルレオ) 工科大学によるレク チャー

- ・ Lulea 工科大学、RISE、民間企業で連携 して研究を実施
- ・ 研究資金の 90%は民間からの資金で賄っている
- ・ 代表的な研究成果として、丸太を乾燥しながら CT スキャンできるシステムがある
- ・ これにより、材の密度、効率の良い木取 りや、乾燥の進行状況を追うことが可能



写真 2-1-2 CT スキャナー外観*4

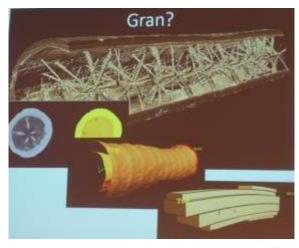


図 2-1-2 CL スキャンによるデータ解析*4



写真 2-2-2 Fredrik 氏による説明

2-2-1. 建物概要

構造種別 木造(集成材, CLT)+RC造 規模/延床面積 地上2階/1,200m2 竣工年 2018年

- ・ 木材・機械加工の実務者養成施設
- ・ 民間、一般市民の幅広い年齢層を対象としている
- ・ 建物は主に3つのゾーンに分けられており、最初のゾーンで基本的な技術を学んだ後、木、機械それぞれの専門のゾーンを利用する空間構成となっている

2-2-2. 構造種別

・ 集成材の柱と、CLT の床・壁を組み合わ せた構造

2-2-3. 耐火設計

- ・ 主要構造部は燃えしろ設計を行っており、 耐火塗料と併用することで燃えしろの厚 さを低減している
- ・ スウェーデンでは燃えしろの厚さは、耐 火時間1分あたり $0.6\sim0.7$ mm確保するこ ととなっている。(日本では1.0mm/1分)

2-3. ビール醸造所の見学

木造のビール醸造所、Brygg Club & Cafe and Skellefteå Bryggeri を見学した。

2-2. T2 College の見学

Luleå (ルレオ) 工科大学敷地内にある木材・機械技術者のための教育施設を見学した。



写真 2-2-1 外観写真



写真 2-3-1 Skellefteå Bryggeri 外観



写真 2-3-2 設計者 Tyréns 氏による説明

2-3-1. 建物概要

設計 Tyréns arkitekter 建築主 Repay Invest Fastigheter 構造種別 木造 建設年 2015-16 年

ビールの醸造所とカフェ・レストランが 併設されているランドスケープを含めた コンペを経て建設された

2-3-2. 外壁の塗装について

- ・ 外壁には乳白色のシリコン系の塗装が施 されており、耐久性を高めている
- ・ 竣工後約3年経過しているが、経年の割 に材の劣化が抑えられているように感じ られた



写真 2-3-3 シリコン塗装した木外装の様子 (竣工後約3年)

2-4. 駐車場の見学

1 階部分が店舗、上層が駐車場となっている、 Ekorren Multi-Story Car Park を見学した。



写真 2-4-1 外観写真

2-4-1. 建物概要

構造種別 木造(集成材+CLT) 竣工年 2009 年

- ・ 市街地に建設された店舗+駐車場
- ・ 外壁の黒色塗装はスウェーデンでは一般 的でないことから、申請上苦労したとの こと

2-4-2. 構造

- ・ 集成材の柱・梁とCLTの床で構成
- ・ 耐風要素として丸鋼ブレースを併用
- ・ 燃えしろ設計により、ほぼ全ての木部材 があらわしで使用されている
- ・ 接合部はビスのみ、あるいは軽微な金物 で構成されており、地震国である日本と 比較して外力が少ないことが伺い知れた



写真 2-4-2 ビスのみを使用した接合部



写真 2-4-3 集成材の梁と CLT 床で構成され た車路

- ・ 車路部分の床は CLT の上面にポリウレタ ン系塗料を直接塗布して路盤を構成
- ・ 冬用のタイヤを履いた車の切替しにより 表面にダメージを受け、9年で遣り替え を実施している



写真 2-4-4 車路の塗装剥げ(CLT に直接ポリウレタン系塗料を塗布)

2-5. 建設中の小学校見学

建設中の小学校 Morö Backe skola を見学 した。



写真 2-5-1 外観写真

2-5-1. 建物概要

構造 木造(集成材+CLT)

建設年 建設中

施工会社 Peab

CLT 供給 Martinsons

CLT 利用量 1,00m³

大空間(ホール・屋内運動場)を有する



写真 2-5-2 エントランスホール



写真 2-5-3 屋内運動場



写真 2-5-4 ビスのみを用いた接合部

2-5-2. 構造

- ・ ホール、屋内運動場の屋根は集成材トラスで構成
- ・ スパンは最大 23m であり、表面に金物を 見せないディテールを採用
- ・ スウェーデンでは道路上の運搬サイズに 法的な制限が無いため、工場で組み立て られた状態で、トラックで運送している

2-5-3. 工期

- ・ 入札から竣工まで28ヶ月の工期を予定
- 入札時から建設会社(Peab)とCLT サプライヤー(Martinsons)が綿密に打合せを行っており、設計と材の供給は極めてスムーズに進んだとのことであった

3-1. Umeå 市でのレクチャー 3-1-1 ウメオ市概要

- ・ スウェーデン北部では最大の都市
- 人口は 1900 年初頭 3,400 人が現在125,100 人
- 2050年で20万人想定するも早い時期に 達成見込み
- ・ 大学もウメオ大学・スウェーデン農業科 学大学の優秀校2校有し、産・官・学で の研究協力により投資効率よくビジネス 共に発展し街が育っている
- ・ 冬は暗いこともあり、年間を通じて魅力 ある街づくりを目指している
- 子供の頃から"サステナブル"に対する 教育や"ジェンダーランドスケープツア

- ー"も行われ、スイス工科大学の調査では"サステナブルな街"欧州で1位の評価
- ・ 2014 年に環境に優しい街、欧州文化首都 となる事が決定
- ・ エネルギー供給においても企業と共同し、 電力は水力・風力のほか近年はバイオマ ス発電による地域暖房が進んでいる



写真 3-1-1 ウメオ市概況説明*5



写真 3-1-2 市街地と大学・病院エリアを結 ぶ都市計画*5

3-2. 增床事例見学

ウメオ市内にある既存 3 F-RC 造に CLT 3 F を増棟した建物を見学した。



写真 3-2-1 增築現場

3-2-1. 概要

- 1,000 $m^2/1$ Floor
- ・ 既存、増棟による検討には重量の要素も 大きくCLT造の場合RCと比較し1/5の重 量で済む事から既存への負担が少ない
- ・ 日照も考慮した窓の位置・大きさも検討 されている
- ・ 建物は地下水を汲み上げ熱変換を行い 寒・暖用の2本のヒーティングパイプに よる熱循環により増築後の方がエネルギ 一効率は良くなっている

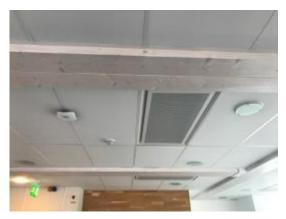


写真 3-2-2 天井現し梁と空調ほか設備

3-3. ショッピングモール上 CLT 増棟



写真 3-3-1 ショッピングモール上 CLT 住宅 棟計画模型

3-3-1. 概況

- ・ 効率を重視し、下層のオフィス・事務所 棟を先に完成させ OPEN、その後に上層の 住宅棟部を完成させる計画
- 下層 3F までは S+RC 造のオフィス及び ショッピングモール棟と住宅部の構造は CLT+補強 S



写真 3-3-2 下層オフィス・ショッピングモール棟

上層左が既にオープンの CLT 住宅棟、右側クレーンが見える手前が CLT にて建設中住宅棟(写真 3-3-2)



写真 3-3-3 既に OPEN の CLT 住宅棟



写真 3-3-4 建設中 CLT 住宅棟

・補強Sとユニット間は断熱材



写真 3-3-5 建築中内部、補強柱 S と CLT 金物接続状況



写真 3-3-6 防振材

・ (写真 3-3-6) 使用箇所や硬さに合わせ 10種/色で分けられ使用されている。

4-1. ヴェクショー(Väx jö) 市でのレクチャ

ヴェクショー市役所の会議室にて市の木 造建築についての取り組みについて、木材及 び都市開発担当のヨハン・トーセル氏による レクチャーを受けた。



写真 4-1-1 ヨハン・トーセル氏による説明

4-1-1. ヴェクショー市概要

- 人口9.1万人、毎年人口が1,000~1,500 人増え集合住宅を次々建てる必要性がある
- ・ 国内5番目の規模のリンネ大学があり、大学には3.5万人の学生が在学
- BBCラジオにより「Greenest City in Europe」と紹介され、2007年からは市の 標語としている



写真 4-1-2 ヴェクショー市の標語「The Greenest City in Europe」

4-1-2. 木についての先入観

- ・ 木や木造建築に対する先入観は以下 1~ 4 のものがあり、それを取り除くことが 必要
 - 「木の建築とは外観が木の建物」
 →構造が木であるのが、木の建築であり、外装材や内装材が別材料であっても、木造であることを重視している。
 - 2. 「木は火に弱い」
 - →19世紀の技術なら確かにそうだが、 現在の技術や知恵で解決できる。当時 火の問題がそれほど多かったのは、以 下の理由。
 - 1) 屋内に木を表しで使っていた
 - 2) 建物間の距離が狭かった
 - 3) 防火壁の計画がなかった
 - 4) 消防計画が良くできてなかった
 - 3. 「木で建てた建物のコストは高い」
 →木でどうやって設計、施工するのか
 知らないと高くなる。知っていればそ
 れは避けることができる。
 - 4. 「木は長期間使い続けられない材料」
 →スウェーデンには築300~400年の木造の建物が多くある。また、例えば王宮は石造に見えるが、多くの構造躯体は木造。現状は成長した木の70~75%しか伐採しておらず、今ほどスウェーデンの木材資源が増えている事は過去

にない

4-1-3. 現代的な木造建築とは

- ・ EU に加盟したことにより、建築基準が変わり、1994 年以降、防火耐火性能などの建築の成立条件を満たせば、建築材料の種類を理由に建てられないことはなくなった
- ・ 現状、国内の多層アパートの新築の 10% が木浩
- ・ 市では実験的に様々な木造建築の施工、 例えば、柱梁の構造、耐力壁の構造、モ ジュール化したプレハブ工法などを試 しており、そのなかでCLT は重要な役割 を担っている
- CLT の利用が伸びている 1 つの理由は、 コンクリートと同じような使い方がで きること
- ・ 建設会社が木造の経験が無くても、コン クリートは知っているので似ている物 は使い易い
- 集合住宅に CLT の利用をすると、パネル 搬入して LEGO のように組み立てていく
- コンクリートだと、運送時の重さの制限で、1台のトラックに 1~2 枚しか運搬できないが、CLT だと軽いため 10~15 枚運べるのもメリット

4-1-4. 木造建築推進する理由

- ・ 第1に森林が大変豊かな地域だから。地 元の資源を有効活用
- ・ 戸建ての住宅は何世紀も前から木造で作られており、加工も簡単で軽量なので運送もしやすい材料。現代的建築においても木は適しており、美的にも価値がある。
- ・ 木造建築は市の環境戦略としても重要な 位置を占めている
- スウェーデン全体産業の CO₂ 排出の 30%
 が建築産業由来であり、CO₂ の削減を考える時に建築を省 CO₂ とすることは重要
- ヴェクショー市は1993年からCO。の削減

に取組み、当時と比べて58%削減

- ・ まだ木を扱う施工会社の数が少なく、競争が少ないので、今後会社の数を増やし 競争原理を働かせることも大切。
- ・ 標準的な木造建築の方法を今後作ってい くことが大事で、技術革新、研究開発に も同時に取組んでいる
- ・ このエリアは森林林産業にかかわる企業 も多く、そのような企業をサポートしな がら一緒にやっている
- ・ 新しい雇用の創出について、雇用は都市 部でなく、その周辺部から始まる。その 理由は、建築をプレハブ化するというこ とは、森の中の製材所の近くに工場がで きるので雇用は町から離れたところにで きると考えられるから
- ・ 建築現場では、すでに組立てられたもの を組立てることになり、それにより雇用 は車産業のような形になっていくだろう
- ・ 屋内のコンベアーベルトの上でものを組 み立てていくような生産方法により、伝 統的な大工の仕事をするということでは なく、女性や障害者でも担当できる仕事 が生まれてくるだろう
- ・ 行政、産業、大学の連携も重要。高層の 木造を建てる中で、技術的問題もあり、 大学が各プロジェクトに関わっている
- ・ 高層の木造を建てる産業は新しい分野で、 まだまだ研究が必要であり大学の役割が 大きい

4-1-5. ヴェクショーの歩み

- ・ 1990年代に規制が緩和される前に、特例 で3件の3階建て木造建築の建築が許可さ れ、2004年に市の方針として更に木造建 築を増やすことが決まった。
- ・ 2005年には公共政策として木造建築の推 進が盛り込まれた。
- ・ 市の特定のエリアを全て木造にすると設 定し(写真4-1-3)、市の所有地を売って開 発する際に、木造で建物を作ることをル

- ールとしたことで、開発の傾向を変える ことができた
- ・ また市所有の会社がいくつかあり、市内 の住宅産業界の会社に、入札の際に建物 を建てるときにもっと木を使うようにと いう要件を与えた新しい木造建築の戦略 を作った
- ・ 2020年までに市の発注で新築される建物 (幼稚園、アパート、学校など)の50% は木造とするという目標を立てている



写真 4-1-3 *6 木造建築とするエリア

4-1-6. 建築事例紹介

[Limnologen]

用途 集合住宅

構造 木造(集成材+CLT)

階数 8(1階部分はRC造)

建設年 2006~2009

設計 Arkitektbolaget

施工 Midroc

CLT 供給 Martinsons

戸数 134 (4 棟計)

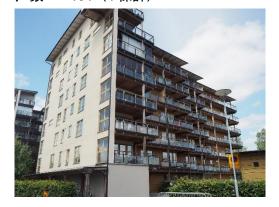


写真4-1-4 外観1

- 国内初の高層木造プロジェクト
- ・ 様々な計測をしており、ルレオ大学も共 同で研究プロジェクトとして協力
- ・ 測定器機により、風、乾燥収縮、季節変 動などを調べている
- ・ 建物の安全を守るため、例えば建物の1 番上から下まで鉄のロッドを使い締め付け、基礎につなげて風によって飛ばされないようにしている
- ・ スプリンクラーが建物の中に設置されて おり、バルコニーは下の階から上の階に 火が伝播しないようになっている
- ・ 各階は約7日間で建て方完了
- 外部をテントでカバーしながら建設し、テントの中にクレーンを入れて施工した



写真 4-1-5 外観 2 4-1-7. 今後の計画紹介 【Vallen】

用途 集合住宅

設計 Arkitektbolaget

戸数 200 (6棟計)



写真4-1-6 *6

- ・ 6棟それぞれが少しずつ違った技術を使った計画と
- ・ 一番奥のプロジェクトは8階建てで下2 階分がコンクリート、その上6階分は木 軸組の柱梁構造で、エレベーターシャフ トはコンクリート造
- 4棟は最下層から8階まで全てCLT

[Pelarsalen]

用途 集合住宅

階数 地上6

戸数 150戸

設計 Tengboms

開発業者 HSB



写真4-1-7*6

- パネルエレメントで建てられている
- ・ プレハブパネルを使う工法なので雨を防 ぐため、施工用仮設テント屋根を使用

[Docenten]

用途 商業施設+学生寮

階数 地上9

戸数 248戸 (寮)



写真4-1-8

- 下の2フロアはスーパーでその上に248戸 の学生寮をボックスモジュールで建設
- 店舗を先にオープンさせた後に学生寮の 工事を行っている
- ・ 1日に8ボックスを建て込む施工
- ・ 設備も工場にて取り付けられている
- ・ 製造は500mほど先の工場で作って運び 込み、地元の会社がボックスをつくる技 術を開発して仕事で活用している例

【新駅と新市役所】



写真4-1-9*6

- ・ 絵では木を多く使っている印象は受けないが、市が与えた建築条件は木だけでは 無くガラスも使うこと
- ・ 市にとってガラス産業も重要なので木と ガラスを組み合わせた設計要件とした

- ・ 現在草案を作成中で、政治家たちとも話 し合って、少し大胆な戦略にしていきた いと考えている
- ・ 木を使うことを強調しなくても木を使う ことが自然に行われるような状況に既に なっており、この戦略が木造建築を推進 する最後のものとなる
- ・ 木造ということではなく、環境に優しい 気候に優しい建築、ということを推進し ていく
- ・ 戦略では建物をどうやって作っていくのかについて、CO₂排出の削減、エネルギー効率だけでなく、建設時の排出を含むものとする。そうすると木造は自ずと有利になる
- ・ 建物はできるだけクライメートフレンド リー (気候変動による平均気温上昇を防 ぐうえで役立つこと) であるべきだとい う言い方に転換している
- LCC (ライフサイクルコスト)、LCA (ライフサイクルアセスメント)を合わせて、森から建物を作るところまでを見て行く。
- さらに戦略のなかに盛り込んでいくのは、建設費、音震動、木のファサードのメンテナンスコストも入れていく
- 木をもっと見せるべきだという政治家がいるためで、木のファサードにするとメンテナンスの費用があがるためどうすべきかなど検討中
- ・ ノルウェーの研究で、木質の内装の病室を対象に、入院患者への影響を調査した。 「室内で木材が見える空間が増えると、 患者さんがストレスと痛みを感じることが軽減され、平均して入院期間が2日間少なくなった」という結果が出ている
- ・ 学校では、木で仕上げた部屋を使用して いる生徒のほうが、良い成績を上げてい るという結果もある

4-1-9. 質疑応答

4-1-8. 今後の方針

Q:2007~2009 年で建築した Limnologen の 研究テーマに対して、その後見直しや改 善が行われたか?

A: Limnologen ではスプリンクラーを設置したが、耐火のために石膏ボードの使用などの、検討や見直しが行われた。4棟が別々の建設会社が順番に作っていったが、前の会社の経験をみんなで共有して、経験を生かしていった。

Q: 価格的なことを教えてほしい。

A:現在は5%から10%ほどコンクリートよりもコストが高い。だから、LCAとかを考えてコストをみていくこともある。建設費そのものを見ると、たぶん本当は同じくらいのコストという状況になってはいると思うのだが、建設会社や作業員の慣れがまだないことや、市の発注の不慣れなどでコストが上がっている部分があると考えている。

4-1-10. 所感

行政の考えが前向きで、自分たちで地域を変えて行こうという意思が強く感じられた。 議員の意向にも配慮し、反対の出ないように配慮しながら進めているのもすばらしい。産業の育成について、大学と協力するなどしており、地域の魅力を産業や環境の両面で上げていく計画を立てているのはすばらしいと感じた。

4-2. Arken 1 (建設中の集合住宅) 見学

Trummen 湖周辺のエリアは、ヴェクショー市内と Linnaeus 大学の中間点に位置し、持続可能な社会形成のため、スウェーデンの木材を積極的に利用した木造建築物を推進している地域であるとの説明を受けたが、Arken1 はそのエリアに建設されている。

・ 各地のレクチャーの中で、サステナブルという単語が数多く使われており、各地域の取り組みの方向性が統一されている印象を受ける

- ・ レクチャーにおいて、「次世代の子供達 に良いものを残したい。そのために 我々はスウェーデンで最も身近な天然 素材での建築を選択した」という説明 が、印象深い
- ・ Arken1 周辺には3つの建設現場が動い ており、異なる建設会社が木造集合住 宅を建設している
- ・ CLT を用いた木造建築は、まだ経験不 足の施工業者が多いため、異なる建設 会社が対応し、施工技術の共有化を図 る目的もある



写真 4-2-1 Arken1 建物外観

・ 建物建設経過の状況、Växjöbostäder AB のホームページに写真や建物の平面プランなどが掲載されている。

(https://vaxjobostader.se/vara-proj
ekt/arken-1) *7

・ CLT はスウェーデンの Martinsons の製品 である

(https://www.martinsons.se/news/martinsons/martinsons/martinsons/martinsons/martinsons/martinsons/martinsons/martinsons/martinsons/martinsons/martinsons/martinsons/mart

- 現在スウェーデン国内で CLT を製造できる工場は1社のみであるため、オーストリアから CLT を輸入することが多いが、近い将来3工場増え合計4工場となる
- CLT パネルの組立は、概ね 1 週間で 1 階の速度で施工が可能



写真 4-2-2 階段周りの CLT 施工状況及び Martinsons ラベル

- ・ CLT パネル工法ではあるが、ところどこ ろに枠組壁工法の間仕切壁が使用されて いる (写真 4-2-3)
- ・ 仕上げが CLT 現しではないことから、電 気配線等の収まりを考慮し在来間仕切を 用いていると思われる
- 水平力に対するせん断補強金物も各所に 設置されているのが確認できた。(写真 4-2-3)



写真 4-2-3 枠組壁工法間仕切とせん断補強 金物

- ・ CLT 壁パネル脚部と床パネルの間に 15mm のパッキンが挿入されていた。施工中の 水掛かりや入居後の漏水で CLT 側面から CLT が水を吸い上げることを防ぐ目的。
- 軽量床衝撃音対策としてパッキンを挿入 する場合もある(写真 4-2-4)



写真 4-2-4 水掛かり対策のためのパッキン

・ 小屋組は、メタルプレートを用いた木造 トラスを用いている。陸屋根であれば CLT パネルで施工することも考えられる が、屋根形状によっては、従来の小屋組 を採用した方が合理的であるように感じ た。(写真 4-2-5)



写真 4-2-5 メタルプレートを用いた屋根ト ラス

4-3. Södra Climate Arena (屋内テニス場) 見学

テニスの4大大会ウィンブルドンで優勝経験のある選手等世界トップクラスのテニスプレイヤーの出身地でもあるヴェクショー市。彼らがテニスを指導する屋内テニス場の外観及び内部見学(2階のみ)した。



写真 4-3-1 外観

4-3-1. プロジェクトの概要

場所 ヴェクショー市

施工 2011 年 7 月~2012 年 6 月 クライアント Södra (スードラ)

用途 スポーツ施設

構造 柱·梁:集成材,CLT

階数 地上 2

延べ床面積 3,600m²

木材供給 Södra

CLTメーカー Martinsons

CLT 利用量 1,300m³

施工 Dynacon & Södra

設計 Kent Pedersen

4-3-2. 建物の特徴

- Södra 社には 5 万近くの森林所有者が在 籍しており、地元の木を使った木造(CLT) のみでどこまでできるかをアピールする プロジェクトでもあった
- 1階にテニスコートが4面、2階には事務、 ロッカー室、クラスルーム、オフィスに カフェなどがある
- 建物全体の熱需要は 11kwh/m²/年。パッシブハウス認定
- ・ 最も梁せいのある個所で約 3.0m の集成 材による 30m スパンの梁(運搬時に町中 にあるラウンドアバウトを回れる最大寸 法で運送したため、3 分割されていた) (写真 4-3-2)

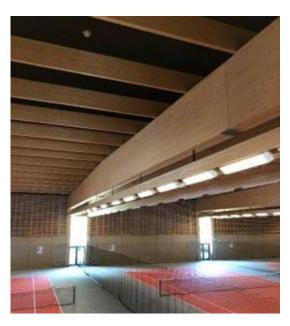


写真 4-3-2 集成材による大梁

- ・ 非乾燥ラミナを貼りあわせる集成材が試 みられている。乾燥は自然乾燥による
- ・ 施工中テントは張らずに雨ざらしの状態で施工。(オーストリア等ではテントは設けない。スウェーデンはテントを張り施工中に木を守ることが大半だが、テント無しでも施工可能ということを実証する現場もいくつかある)
- ・ パッシブハウス評価取得。(写真 4-3-3)



写真 4-3-3 パッシブハウス評価取得証明



写真 4-3-4 断面模型

4-3-3. 所感

- ・ 建物の構造もプログラムもシンプルなので、集成材の柱・梁で構成される木質大空間の事例として、非常に分かりやすく、気持ちのいい空間だった。
- ・ 建設時に日本国内で言う CASBEE や米国 の LEED 等といった環境性能評価が求め られるのかという質問について、外部的 な評価は求めていないとのこと。但しエ ネルギー消費の削減を求められる。
- ・ 日本では行われていない方法である非乾 燥ラミナを接着する集成材が試みられて おり、ロングスパン集成材梁の含水率や 強度特性などの経年的変化を観察したい プロジェクトである。

4-4. Ekologen (建設中の集合住宅) 見学

5 階建て 85 戸の賃貸住宅。床・壁仕上がり前のフロアから、内装仕上がり後の住戸内まで見学が出来た。見学した住戸タイプは 1LDK、2LDK、3LDK (2 ヶ所) の 4 つ。

4-4-1. プロジェクトの概要

場所 ヴェクショー市、スウェーデン

施工 2017年6月~2018年12月

クライアント Midroc

用途 共同住宅(賃貸)

構造 基礎 RC, CLT 構造

戸数 85 戸

CLT 供給 Martinsons



写真 4-4-1 外観 1



写真 4-4-2 外観 2

4-4-2. プロジェクトの特徴

- 木造とすることは計画当初からのコンセプトだった
- ・ CLT を使用するとしたのは施工会社
- 外装の木材は北米産のウエスタンレッド シダーをを使用。
- ・ バルコニー床部分も CLT。バルコニー床 荷重には吊り材を配置し、柱補強した壁 で受ける
- ・ 施工スピードは1フロア/週
- ・ 本計画ではほぼ全 CLT に石膏ボードが張 られ耐火性能を確保している。ゆえに、 スプリンクラーは非設置

- ・ スラブは厚み 500mm で構成され、天井仕 上げとして 16mm のプラスターボードが 張られる。【内訳:仕上げオーク材 15~ 16mm+モルタル 20~30mm+砂利 100mm+断 熱材 (ロックウール) 50mm+CLT160~ 200mm】
- ・ 固体伝播させないようにモルタルの周囲 は縁切りされている
- ・ 気密性は CLT そのもので確保している
- ・ 断熱材にはロックウール 250mm が使用され、外装仕上げとしてセメントボードが 張られる
- エネルギー効率は計算上 55kw/m²で計画
- 全熱交換器が設置される
- ・ 屋根にはソーラーパネルが設置され、電 気供給に利用される。現地ルールでは、 スプリンクラー設置で CLT 現しとする か、ボードを貼りスプリンクラー無しと するかの2タイプに大きく分けられると のこと
- ・ 振動等を防止する方法として床に質量を 与えることが有効であり、CLT の上に砂 利が敷き詰められている。砂利の量は各 階同じ

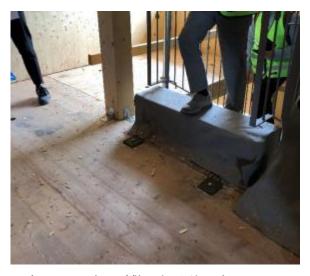


写真 4-4-3 砂利が敷かれる前の床

エレベーターシャフトも CLT で構成されている。その周りに 2or3 重の石膏ボード

- を配置。
- ・ 階段はプレキャストコンクリート、踏面 上の仕上げは木が施される。
- ・ 住戸構成は 1-5 ベッドルーム+キッチン (見学住戸はベッドルームを 2 部屋、2 ベッドルームを 1 部屋)、min51~52 m。
- ・ 2019年4月までには竣工し6月からの入 居予定。工期18ヶ月。
- 賃料は、1 ベッドルーム住戸で月々
 6,700SEK(83,000円)、2 ベッドルーム住戸で月々9,000SEK(111,300円)、5 ベッドルーム住戸で月々14,700SEK(181,800円)階による価格差はないとのこと。
- 参考:2ベッドルーム6m×奥行11m
- バルコニーは外通路を兼ねており、住戸間においてフェンスは設けるが隣戸同士行き来可能なプライベートスペースとなる。
- ・ 換気シャフト、電気配線等は全て部屋内 の壁・床下に配置している。

4-4-3. CLT の利用

- ・ 床、壁、EVコア (1FのみRC) にCLT
- ・ その他梁・柱は集成材。外廊下において も集成材の柱梁フレーム
- ・ 鉛直荷重を受ける CLT の壁は、石膏ボード2 重貼りを行っている



写真 4-4-4 CLT 構造の EV シャフト

4-4-4. 所感

ヴェクショー市の現状では8階建ての共同 住宅程度がニーズであり、特に高さを求めて はいなく、高くても16階建て程度までではと のことであった。



写真 4-4-5 コの字形状の内側外観

4-5. **Geologen (建設中の集合住宅) 見学** 1 階または 2 階までが RC 造であり、その上

部にCLT の分譲住宅が載せられた物件。低層部には小学校や公共施設が入る計画である。



写真 4-5-1 外観 1 (遠景)



写真 4-5-2 外観 2(近景)

4-5-1. プロジェクトの概要

場所 ヴェクショー市

施工 2017年6月~2018年12月

クライアント GBJ

用途 共同住宅(分譲)、小学校

構造 地上 2 階まで RC、3-5,8 階は CLT

階数 地上 5-8

戸数 143 戸

平米単価 35,000SEK m² (433,000 円

 $/\mathrm{m}^2$)

CLT 供給 Stora Enso

CLT 利用量 は現状ヨーロッパ内最大級

のプロジェクト)

4-5-2. 建物の特徴

- ヴェクショー市内としては高級共同住宅 に含まれる
- 外装仕上げは北米杉の現し
- ・ 1階は内装に耐火塗料とし、2階以上はス プリンクラー設置。(1 スプリンクラー/ 住戸)
- 50 年メンテナンス無し、100 年建築を目 標コンセプトとしている
- 1階はバイク置き場等共用部

4-5-3. CLT の利用

地上2階以上はCLT

4-5-4. 所感

- リノベーションについては、予め購入者 に住宅の耐力壁位置を示す図面を渡し、 将来的にその耐力壁の撤去は購入者(オ ーナー)に権利が与えられるものとなる。 耐力壁の撤去可・不可の箇所はあるが住 戸の間仕切りについては更新を可能にし ていく想定である。
- これまで見学してきた共同住宅ではそれ ぞれ異なる耐火性能計画となっていた 為、どのように計画をするのか問いてみ ると、勿論建物の用途や規模によって定 められている内容もあるが、地域の消防 局との相談と議論で計画が決まることが 多いとのこと。
- 分譲住宅における現地の一般的なルール について問うと、構造壁以外は住戸所有 者が自由に変更や更新が可能とのこと。
- 隣地に4階建ての木造駐車場を計画中と のこと。
- 木造建設の普及促進は行政が指導する場 合、マーケットに任せる場合どちらもあ

- る状況である。
- **6.300m³ (Stora Enso として** ・ 現在は民間アソシエーションである CBTB が仲介として、企業間の知見をシェ アする体制がある。



写真 4-5-3 雨風による変化



写真 4-5-4 視察風景

4-6. Arkitekt Bolaget (設計事務所) で のレクチャー

ヴェクショー市内での政策を含め、過去実 施物件や現在進行中プロジェクトの紹介を頂 < 。



写真 4-6-1 Arkitekt Bolaget のフェイスブックページに投稿された訪問時の様子

4-6-1. 事務所の概要

場所 ヴェクショー市

規模 1992 年設立、職員数 18 名(全員が アーキテクトで設備、構造設計者

などは不在)

4-6-2. レクチャー内容

- ・ "Climate Change(気候変動)" という言葉を目にした時から建築に対する意識が変わった
- ・ 1995 年頃から木造建築への関心がより 高くなった。その背景には製紙会社が木 造建築の普及を促したことも一つある
- ・ 最初の木造建築は 2X4 工法に似た構造と した
- ・ "Kv Uppfinnaren"という4階建てのオフィスのプロジェクトでは、床をRCとしその下に集成材を施した。RCとした理由はナイトパージ利用とし建物全体をクールダウンできるような計画とした
- Södra 本社ビルは、60 年代の建物の上に

オフィススペースを増築したプロジェクト

- 2005 年にヴェクショー市は木造建築普 及宣言をし、ある区画を木造建築指定区 域と定めた
- ・ Limnologen(8 階建ての共同住宅)を計画 している頃にMartinsons社がCLTを供給 し始め、多くの木造建築に応用し始めた
- Limnologen では木質のファサード(最終的には集成材)をコンセプトとして守りたかったため、スプリンクラーを設置せざるを得なかった
- LimnologenではCLTによる共同住宅の為の床と壁の在り方をスタディした。床材のCLTと下階の天井仕上げ材とは各支持材が触れないように計画され、壁に関しては一切プラスチック系素材を使用しないルールのもと、内側から(プラスターボード)-(CLT)-(断熱兼吸音材)-(外装仕上げ材)という構成とした

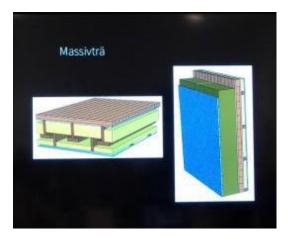


写真 4-6-2 床と壁の検討イメージ*9



写真 4-6-3 壁断面のモックアップ

- ・ 4棟あるLimnologenは、各住棟で、異なる施工会社としており、前の棟の改善点・知見を後の棟に活かしながら実験的にディベロップを試みている
- ・ CLT の施工現場ではテントを張り雨風から木を守る施工法が一般的である
- ・ RC 造の現場と異なり現場内が暖かいか つ静かな環境は労働者にとってもいい環 境だった
- ・ ヴェクショー市内の既存飲食店上部にオフィス兼住宅を CLT で箱型につくり載せ、かつ隣接する既存建物からも構造的サポートを得るという CLT の軽さ故に実現したプロジェクト (写真 4-6-4)



写真 4-6-4 既存建物に CLT の箱を載せたプロジェクト" STORMEN" (ヴェクショー市内)

・ 以下その他紹介プロジェクト

【Strandsnackan, Batten AB 共同住宅】

(床及び壁が CLT による構造。湖沿いの 丘の様な村をイメージした。このプロジ ェクトでは施工中のテント無しで試み た)



写真 4-6-5 Strandsnackan 施工中の写真*9

[Vallen, Midroc Property Development, Vaxjobostader]

・ 6棟からなる共同住宅で、最も高い棟で9 階建て。現在施工中。湖沿いということ もありコーナーから柱を除いた基本 CLT による構造)

Vallen(日本語で「堤防」という意味)プロジェクトではCLTスラブの上に自重用砂利を敷き詰め、その上に温水パイプを埋め込んだモルタルを敷き、レベリングするとのこと(写真 4-6-6)



写真 4-6-6 砂利を敷き詰めている様子*9

・ 近年、不動産をジョブとする子会社 (Arketyphus)を設立した。自ら敷地を 購入し、デベロッパーとしてのノウハウ を学びながら現在いくつか低層(2~3階 建て)のCLTによる共同住宅を計画中。



写真 4-6-7 Arketyphus にて検討中のプロジェクト完成予想イメージ*9

・低層の小規模な住宅において CLT を使うメリットとしては、防湿シートが不要になる点と考えている。



写真 4-6-8 事務所内の様子

5-1. Linnaeus (リンネ) 大学での講義

スウェーデンにおける CLT の生産や建築の 普及状況、Linnaeus 大学で行っている研究に 関する講演をしていただいた。



写真5-1-1 Linnaeus 大学のキャンパスマップ





写真 5-1-2 構内

5-1-1. Jan Oscarsson 講師によるレクチャー

- ・ 1990 年代にオーストリア・グラーツ工科 大学で CLT の技術開発が始まった。
- ・ CLT が注目されて開発されるようになったのは、製材所が材料の歩留まり、端材を有効活用するには・・・と考えた結果、CLT に辿りついた。
- この 10 年間で生産が飛躍的に拡大して おり、ヨーロッパの生産量は 2016 年に 67万m³で 2020年に 120万m³と予想され ている。
- ・ CLT 生産会社 (CLT 年間生産量) は、オーストリアに、Binderholz (145,000m3)、Stora Enso (130,000m3)、KLH (88,000m3)、Mayr Melnhof (60,000m3) の 4社、スウェーデンに Martinsons (22,000m3) がある。今後スウェーデンで、Stora Enso (100,000m3)、Sodra (5,000m3)、Setra (55,000m3) の 3 社が工場の建設を予定している。
- 研究として、以下のテーマを行っている (研究資金:50%産業界、50%行政補助金)
- 施工用仮設テントの有効性・必要性
- ・ テントが無いと当然雨により構造材(CLT)

は濡れる。床にも水が溜まる。施工を進めるうえで、含水率を測りながら施工を進める必要がある。

キャンパス内の木造施設(施工テント無し)に計測器を設置して、長期的に測定 ①降雨量②温度③相対湿度④風力⑤風速 風圧による建物の揺れを計測する⑥加速 度計も設置。(3 方向測定)⑦振動測定器 の設置(水平方向)

⑧水分測定のセンサー壁断面に 6~8 個 設置。その他、1F 土台、1F 窓上、3F 窓 上にも設置。

Q: 測定結果をどのように活用されるのか。

A:施工用仮設テントの、必要性の判断基準 として活用。

測定結果を基に産業界が研究資料として 活用。大学側は問題抽出が目的。

- CLT 床-壁接合部の鉛直荷重支持性能と圧縮変形
- ・ 床 CLT にかかる壁の鉛直荷重による圧縮 力を測定。同時にせん断も含めて応力分 布を測定する。(写真 5-1-3)

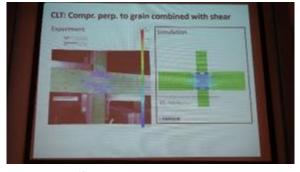


写真5-1-3*10 床-壁接合部の圧縮変形モデル

- ■実大架構による鉛直荷重実験
- ・ 実験棟を建設し測定する

5-1-2. CLT と火について

- ・ CLT を設計する上で重要なのは炭化率
- ・ 欧州でよく使われるノルウェースプルー スの炭化率は 0.65mm/min である。
- ・ CLT とそれ以外の製材品との違いは接着 層である。CLT 構造の耐火については、 メラミン系接着剤を使用すると 0.65mm

/min の炭化率 (接着層による影響無し) であるが、CLT 製造においてメラミン系接着剤を使用するとプレス時間が長くなるので、あまり使用されていなくて、ポリウレタン系接着剤が主に使われるポリウレタン系接着剤は熱に弱いので、熱によりラミナ層が剥離をおこす可能性を考慮して炭化率を 1.10~1.30mm/minとして設計する (木材が燃える前に接着層が剥がれる為)



写真 5-1-4 Jan Oscarsson 講師によるレク チャー*¹⁰

5-1-3. 実験施設

実験室では、CLT パネルの強度試験、接合 部試験など様々な試験を実施している。



写真 5-1-5 木構造実験所の内観



写真 5-1-6 CLT パネル試験体



写真 5-1-7 CLT パネル試験体

5-1-4. キャンパス内の木造建築

大学のキャンパス内の施設にも、構造躯体 や内装仕上げなどに木材を使用した建築が多 く建設されている。



写真 5-1-8 キャンパス内の建築①



写真 5-1-9 キャンパス内の建築①の内部



写真 5-1-10 集成材のブレース



写真 5-1-11 キャンパス内の建築②



写真 5-1-12 キャンパス内の建築③

引用

- *4 Skellefteå でのプレゼンテーション資料
- *5 Umeå 市でのプレゼンテーション資料
- *6 Växjö市でのプレゼンテーション資料
- *9 Arkitekt bolaget プレゼンテーション資料
- *10 Linnaeus 大学プレゼンテーション資料 参考資料
- *1 www.world-architects.com
- *2 Swedish Wood O HP
- *3 Folkhem HP (http://www.folkhem.com)
- *7 Växjöbostäder AB \mathcal{O} HP (https://vaxjobostader.se/varaprojekt/ar ken-1)
- *8 Martinsons σ HP

 (https://www.martinsons.se/news/mart
 insons-commissions-new-production-lin
 e-for-clt

CLT視察ツアー 2018 in スウェーデン報告書

(ツアー実施: 2018年6月9~17日、報告書発行: 2018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 2018 in スウェーデン」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。

執筆者: グラーツエ科大学 岡部 実

(社名アイウエオ順) 三東工業社 吉田 晴彦

セルコホーム杉浦 洋一装建工業佐藤 雅友

竹中工務店 青田 教子、飯田 智裕、

島田潤

田島ルーフィング 森山 充

東北大学 前田 匡樹

日建ハウジングシステム 阿久津 勝、小森 真一、

豊田 郁美、松本 究

物林 只野 琢也

発行日: 2018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