

# 木層ウォールブック

— 準耐火建築物・外壁編 —

LVL(単板積層材)厚板外壁の研究と実験

発行日 平成 23 年 5 月  
編集 全国 LVL 協会  
監修 腰原幹雄、安井昇、山代悟  
ブックデザイン ビルディングランドスケープ  
発行 全国 LVL 協会  
〒136-0082  
東京都江東区新木場 1-7-22 新木場タワー 8 階  
TEL: 03-6743-0087 FAX: 03-5534-3959  
E-mail: info@lvl.ne.jp  
http://www.lvl.ne.jp/

全国 LVL 協会 編



本事業は、林野庁の「地域材利用加速化緊急対策支援事業のうち耐火部材の開発事業」の補助金を受け、耐火・準耐火性能をもった外壁、「木層ウォール」の開発を目的として、全国 LVL 協会を中心として取り組んだ開発です。

木層ウォールの基本情報のとりまとめを全国 LVL 協会、防耐火の開発・実験を早稲田大学長谷見研究室、桜設計集団の安井昇、構造面の検討を東京大学生産技術研究所の腰原幹雄、木層ウォールのケアハウスを題材にモデル設計を山代悟+ビルディングランドスケープが行いました。

この冊子はその成果をまとめたプロジェクトの記録です。

## 木層ウォールブック

—準耐火建築物・外壁編—

LVL(単板積層材)厚板外壁の研究と実験

全国 LVL 協会 編

※今回性能評価試験を完了し、大臣認定を申請中の部材

- ・ 1 時間準耐火構造の耐力壁の外壁
- ・ 1 時間準耐火構造の非耐力壁の外壁
- ・ 30 分準耐火構造の非耐力壁の外壁

表紙：LWB 阪東橋 設計・写真：山代悟+ビルディングランドスケープ

# 0

## 目次

|                                    |       |
|------------------------------------|-------|
| 1 開発の目的・背景                         | ・・・5  |
| 2 単板積層材 LVL とは                     | ・・・8  |
| 3 耐火・準耐火性能を持つ木層ウォール                | ・・・10 |
| 4 model plan / 木層ウォール 60 でつくるケアハウス | ・・・12 |
| 5 構造計画                             | ・・・24 |
| 6 防耐火性能について                        | ・・・28 |
| 7 木層ウォールの仕様例                       | ・・・35 |
| 8 木層ウォールの設計・施工に関する FAQ             | ・・・36 |
| 9 木層ウォールを見せるための確認申請時のチェック項目        | ・・・40 |
| 付録 / 製品データ                         | ・・・42 |

# 1

## 開発の目的・背景

### ■開発の目的・背景

建築物の主要構造は、壁、柱、床、はり、屋根又は階段であり、これらと間仕切り壁などを組み合わせることで建築は構成されています。

自然材料である木材を用いた木造建築では、これまで樹木が自然に生えていた姿である線材（柱・はり）を組み合わせることで建築を構成してきました。さまざまな木質材料が、材料特性を明確にするとともに、柱、梁としての大断面材、長材をつくりだすために開発されてきました。当然、LVL も柱・梁材として住宅や大型木造建築に用いられるようになってきています。

一方、現代建築では、壁や床などの空間を区切る面材が欠かすことができません。しかし、これまで木造建築で用いられる壁・床といえば、下地材に釘打ちされた厚さ 9～12mm 程度の木質パネルが主流であり、最近、厚さ 30mm 程度の厚物面材も用いられるようになってきました。しかし、鉄骨造で用いられる厚さ 100mm の ALC 版や厚さ 180mm といった鉄筋コンクリート造床に比べれば簡易な壁仕様・床仕様といわざるを得ません。単板

を積層する LVL では、厚さ 100mm 以上の厚板を製造することが可能であり、ここに新たな可能性が秘められているのです。

柱・梁のフレームに付加される壁・床としての利用はもちろん、厚い面材はそれ自体が構造材としても高い性能を有することになり、壁構造やフラットスラブなどへの可能性も広がります。

線材の木造建築から面材の木造建築へ。

LVL 独特の新たな構造形式の木造建築の登場を目指して新たな技術が開発されています。大型の木造建築を可能とする本工法では、構造性能はもちろん高い防耐火性能が要求され、それを満足することになります。

東京大学生産技術研究所  
准教授 腰原幹雄



耐力壁、耐震壁として構造に役割もはたす「木層ウォール 60」を使ったケアハウスのイメージパース (P.12 参照)



耐火建築物のビルの将来の開発イメージパース：  
ファサードを構成する「木層ウォール FP30」を使ったカーテンウォール（延焼のおそれのない部分に使用）



# 2

## 単板積層材 LVL とは

### LVL（単板積層材）とは

LVL は、ロータリーレースまたはスライサーで切削した単板を、その繊維方向をほぼ平行にして積層接着したものです。現行の LVL の JAS においては、造作用と構造用の 2 区分があります。

構造用 LVL の用途は、主に建築物の耐力上主要な部位である梁、柱、土台、筋交い等です。造作用 LVL の用途は建築用については間柱や野縁、階段部材といった内部造作材料、建築用以外では家具、ドア等フラッシュパネルの枠材や梱包用資材があります。

単板の繊維方向を平行にして接着するのが基本ですが、造作用にあつては、直交する単板を規定の範囲内で入れることが可能で、ある程度面的にも使えます。構造用にあつては、直交する単板を入れる場合はその位置が限定されており、同時にその枚数も限定されています。よって、JAS における構造用 LVL は軸方向にはその強さが発揮されますが、軸方向と直交する方向では強度を保持しにくく、面で使うよりも軸で使うことに主眼が置かれてきました。

### LVL の特長

#### (1) 高い寸法安定性。

材料となる単板は十分に乾燥させてから接着するため、製品も十分乾燥したものができます。よって、乾燥収縮が起きにくく、製材等と比較して曲がりや反りなどの狂いが起きにくくなっています。狂いが生じにくいということは、施工現場において間柱、垂木、野縁等の羽柄材のロットアウト率を低くすることや、壁や天井のゆ

がみや段差の発生など引き渡し後のクレームを減らすのに有効と言えます。(逆に、十分乾燥されているということは、濡れると膨張しやすいということを意味しています。使用される方は十分ご注意ください。)

#### (2) 強度のばらつきが小さい。

LVL は薄い単板を積層接着しているため、節などの欠点分散されることがあり、製材あるいは集成材と比較してエレメントが小さい分強度のばらつきも小さくなっています。強度性能が工学的に保証された信頼性の高い木質材料、すなわち優れたエンジニアードウッドであると言えます。

#### (3) 用途に応じてどのような寸法でも製造可能。

単板を縦継ぎすることでどのような長さでも、また積層数を変えることでどのような断面寸法の製品を製造することができます。つまり、間伐材のような小径丸太からでも、単板が取得できれば大きな断面の LVL を製造することができます。大断面から小断面まで、サイズにおいては高い自由度があります。

残念ながら JAS において湾曲材の規定がないので、構造用集成材が得意とする湾曲材は LVL では JAS による格付ができません。

#### (4) 防虫、防腐、防蟻などの薬剤処理が容易。

「単板」という薄い材料を使用しているため、接着剤に薬剤を混ぜる方法による処理（接着剤混入法）あるいは接着前の単板への加圧注入による処理で、断面に対して均一に薬剤が浸透した製品が製造できます。多数ある接着層を中心に薬剤が浸透するため、難注入材にも対応が可能です。当然、加圧注入による処理も可能です。





# 3

## 耐火・準耐火性能を持つ木層ウォール

### ■木層ウォールとは

木層ウォールとは、LVL厚板を用いた壁の総称をさします。

木層ウォールは、自然の木が本来持つ性能を生かし、LVLに厚みを持たせることで、構造性能、防耐火性能を満たし、断熱性能等その他の壁として必要とされる基本性能を一定以上確保しています。さらに、LVL独特の木の表情をそのままインテリアに現して使用することも可能で、内装仕上材としての機能も付加した複合的な性能を持つ木質部材です。

木層ウォールは、構造を担う耐力壁、非耐力壁、帳壁（木層カーテンウォール※1）と展開し、壁構造とした中低層公共建築や鉄骨造やRC造のオフィスビルのファサードなど様々な用途の木質建築を提案しています。

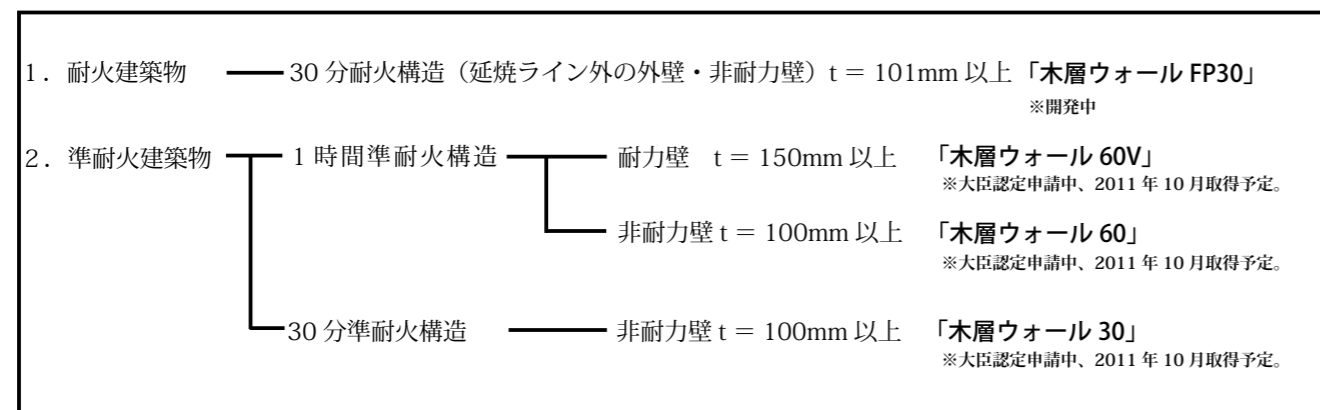
1980年代、エンジニアードウッドの登場で、大断面の木質部材が製作可能となり、小規模低層建築の構造形式として限定されていた木造建築は、より大規模な建築の実現を可能にしました。

「線材から面材へ」この新しい工法により、木質建築の可能性がさらに広がっていきます。

本書では、LVL厚板を用いた壁を「木層ウォール」、LVL厚板を用いた部材を「木層パネル」、木層ウォールをつくるための工法を「木層工法」と定義します。さらに、防耐火認定を受けた木層ウォールを下記の表に整理します。

2010年度の研究では、1時間準耐火構造の外壁（耐力壁：木層ウォール60V・非耐力壁：木層ウォール60）、30分準耐火構造の外壁（非耐力壁：木層ウォール30）の性能評価試験を完了し、今後大臣認定を取得する予定です。2011年度以降、30分耐火構造の外壁（非耐力壁：木層ウォールFP30）や準耐火構造の間仕切り壁等の認定取得を目指し、継続して研究を進めていきます。

### ■防耐火性能をもった木層ウォール（外壁）の種類



※1：「木層ウォール FP30」は現在開発中で、2011年度以降に認定取得を目指しています。

※1時間準耐火構造の外壁以外（間仕切り壁など）の部分は、外壁と同じ仕様を用いることで、認定の適用が可能なるよう、2011年度以降で調整を進めます。

### ■仕上げの種類：板目面と積層面

木層ウォールには、板目面と積層面の2種類の表情の異なる仕上げがあります。LVLは通常板目面で使うのが一般的ですが、積層面を表にして使うと他の集成材にはない特徴のある表情を出すことができます。

#### □板目面

- ・製造コスト安い
- ・パネルの製作寸法：最大幅1200mmまで製作可能。(p.42参照)



#### □積層面

- ・製造コスト高い
- ・パネルの製作寸法：幅1200mm以上も製作可能。(p.42参照)



### ■構造形式による木層ウォールの種類

| 耐力壁   | 非耐力壁  |  |
|---|---|--|
|   |   | 帳壁（カーテンウォール）   |
| 木層ウォール 60V  | 木層ウォール 60<br>木層ウォール 30  | 木層ウォール FP30(開発中)<br>木層ウォール 60<br>木層ウォール 30   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>・壁構造として柱・梁に代わって水平力及び鉛直力を負担する。(構造上も、防火上も耐力壁。)</li> <li>・パネルの厚みは t=150mm 以上。</li> <li>・壁構造の構造実験は、2011年度に行う予定。</li> <li>・2011年度に計画されている防耐火の大臣認定取得後は使用可能。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・木造ラーメン架構を主体とした軸組に取り付き、ラーメン架構の水平剛性を高める。</li> <li>・鉛直力は負担せず、水平力のみを負担する。(防火上は非耐力壁となる)</li> <li>・パネルの厚みは t=100mm 以上。</li> <li>・2011年度に計画されている防耐火の大臣認定取得後は使用可能。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・S造、RC造、木造ラーメン架構の軸組外周部にパネルを引っ掛ける。</li> <li>・パネルの厚みは、FP30については t=101mm 以上。</li> <li>・30分耐火構造の木層ウォール FP30は、LVL壁で石膏ボード（燃えどまり層）をサンドイッチした仕様で、2011年度以降に開発・認定取得予定。</li> <li>・1時間準耐火構造の木層ウォール 60は、2011年度に計画されている防耐火の認定では木造の軸組に取り付く仕様とし、2011年度以降にS造、RC造等の軸組に取り付く仕様を認定取得を計画。</li> </ul> |
| 木層ウォール 60V<br>  | 木層ウォール 60,30<br>  | 木層ウォール FP30<br>  |

# 4

model plan:  
木層ウォール 60 でつくるケアハウス



集会室内観イメージパース

本研究のモデルプランでは、これから増えていく木造の公共建築をイメージし、外壁に木をあらわにしたデザインのケアハウスを設計しました。

公共建築物の中でも、木を使うことがプログラムのにもマッチし、特別養護老人ホームに比べ、防火の規定が比較的ゆるやかなケアハウスを設計対象に選定しました。

今回は、2011年度に1時間準耐火構造の認定取得を予定している木層ウォール60（非耐力壁）を建物の外壁に用いた木造の建築の構造だけでなく、仕上げにいたるまでトータルに試設計を行い、木構造において外壁パネルを使って設計する際にどのような点に着目すればよいのかを検討しました。

## 建築計画

### ■木層ウォールの配置と建物の構成

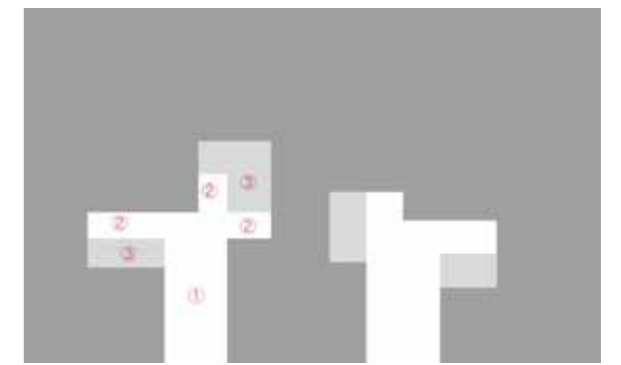
今回の設計では、建物外周部に木層ウォール60を使い、入居者の居室や共用部の外壁に面する部分に木層ウォールの木の表情が見えるよう、内装制限等の解き方を工夫し、外壁と仕上げを兼ねた仕様をできるだけ採用しました。

建物の構成については、矩形のボリュームをさまざまな大きさに切り欠いて中庭やテラスを構成することで、外部に面して採光や通風を確保し、インテリアに木層ウォールが見える居室を多く計画しました。また、木層ウォール60を耐震壁として利用する計画とし、外壁となる部分を増やす事で、耐震壁のとりつく架構を建物全体に配置しました。

さらに、中庭に面し、庇が深く日差しや雨がかりが少ない部分等は、外壁にも木層ウォールが見えるよう外部側に単板ガラスをはった簡便な仕様を採用しました。ボリュームを切り欠くことで生まれたひだの空間の外壁に木の表情を与え、植栽等を施した豊かな中庭空間をつくりだします。



外観パース：深い庇が対面する中庭には、外壁に木の表情が見えるよう単板ガラスをはった仕様を採用。植栽等を施し、豊かな中庭空間を演出する。その他の外壁は、外装材にガルバリウム鋼板をはり、耐候性を確保している。



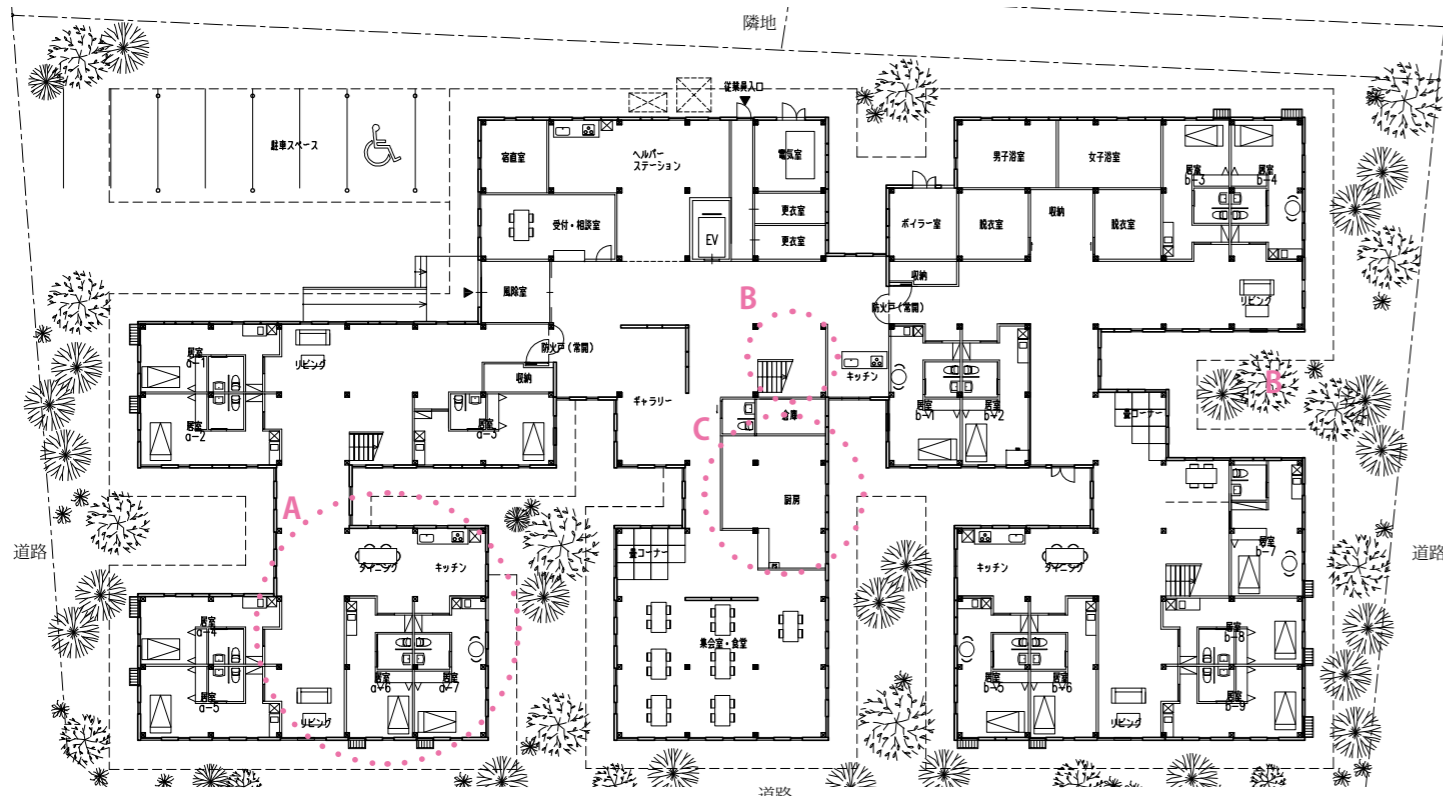
①-ボリュームを切り欠いて大きなひだをつくり、中庭に面する居室をつくる。  
②-さらに小さく切り欠いて小さな中庭や中庭に面する共用部を計画する。  
③-さらに2階のボリュームを切り欠いて共用テラスを計画し、立体的な広がりを持った賑わいのあるひだの空間を構成する。



配置図

- 計画概要 □用途：ケアハウス □規模 階数：2階建て 敷地面積：2,836㎡ 建築面積：1,836㎡ 延床面積：2,694㎡ 最高高さ：7.13m 軒高：6.44m
- 構造 主体構造：木造 架構形式：耐震壁付ラーメン構造一部壁構造 基礎：鉄筋コンクリート造ベタ基礎
- 想定敷地条件 都市計画地域：都市計画地域（市街化地域） 用途地域：第1種住居地域 指定容積率：200/100 指定建蔽率：70/100
- 防火地域：指定なし（22条区域） 日影規制：本件は規制値10m以下により規制対象外 道路：南側-42条1項1号（幅員 7.2m）、西側-42条1項1号（幅員 5.5m）
- ケアハウス概要 定員：38人 部屋数：36室（うち2人部屋2室） 従業員：10人程度
- 条例：まちづくり条例（敷地500㎡超）、高齢者の配慮に関する基準、法規の面積：居室…21.6㎡以上/1人（有効面積14.85㎡以上/1人）、31.9㎡以上/2人
- 防火条件 □ケアハウス ケアハウスは建築基準法上での扱いは以下の通りになる。
  - ・法27条による特殊建築物 ・令19条による児童福祉施設等 今回は2階建てで延床面積3,000㎡以下としたため、準耐火建築物とする。
  - 主要構造部1時間準耐火構造 ※準耐火構造としなければならない特殊建築物の規定では45分準耐火構造とすればよい。
  - ・柱・梁（燃えしろ設計可能）→60分 ・外壁（耐力壁、非耐力壁で延焼のおそれのあるもの）→60分 ・外壁（非耐力壁）→30分
  - 外壁の燃えしろ設計 LVLは単板積層材で、延焼ラインにかかる外壁は35mm、延焼ラインにかからない外壁（非耐力壁）の場合、25mm以上燃えしろが必要。





A：通路等の内装制限のかかる範囲と共用の居室のゾーニング (p.15 部分詳細図 A 参照)  
 B：直通階段は地上への避難経路となるため、内装制限のかかる通路等となるため、木層ウォールを石膏ボード等で被覆する。  
 C：ガスコンロを使う厨房は火気使用室となり、準不燃材以上の内装制限により木層ウォールを石膏ボード等で被覆する。

### 居室の内装制限は？

ケアハウスは建築基準法において児童福祉施設等に当たる特殊建築物であり、準耐火建築物とした場合、2階部分の床面積が300㎡以上の場合は内装制限を受けます。そのため、内装制限のかかる居室は、天井、壁（床面からの高さ1.2mを超える部分に限る）は難燃材料としなければいけません。

木層ウォールは難燃材料ではないため、通常では居室の内装には使用できません。ただし、告示に定められた天井、壁の内装材の組み合わせを採用することにより、木層ウォールを居室の内装仕上げに用いる事ができます。

### ■天井を準不燃とし、壁を木質化する

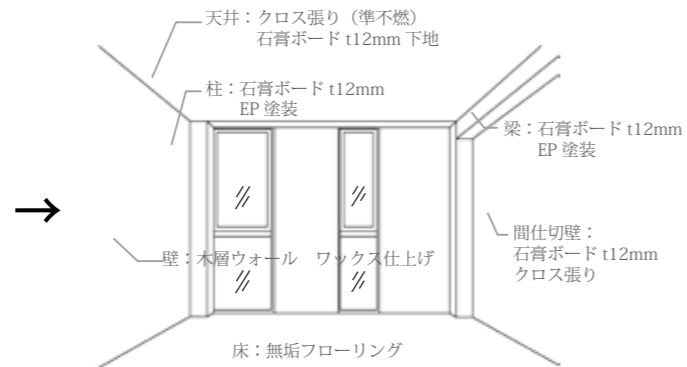
(平12年建告1439)

内装仕上げを難燃材料以上としなければならない居室においても、天井を石膏ボード等の準不燃材料とすることで壁の仕上げに一定の条件を満たした木材を使う事が出来ます。

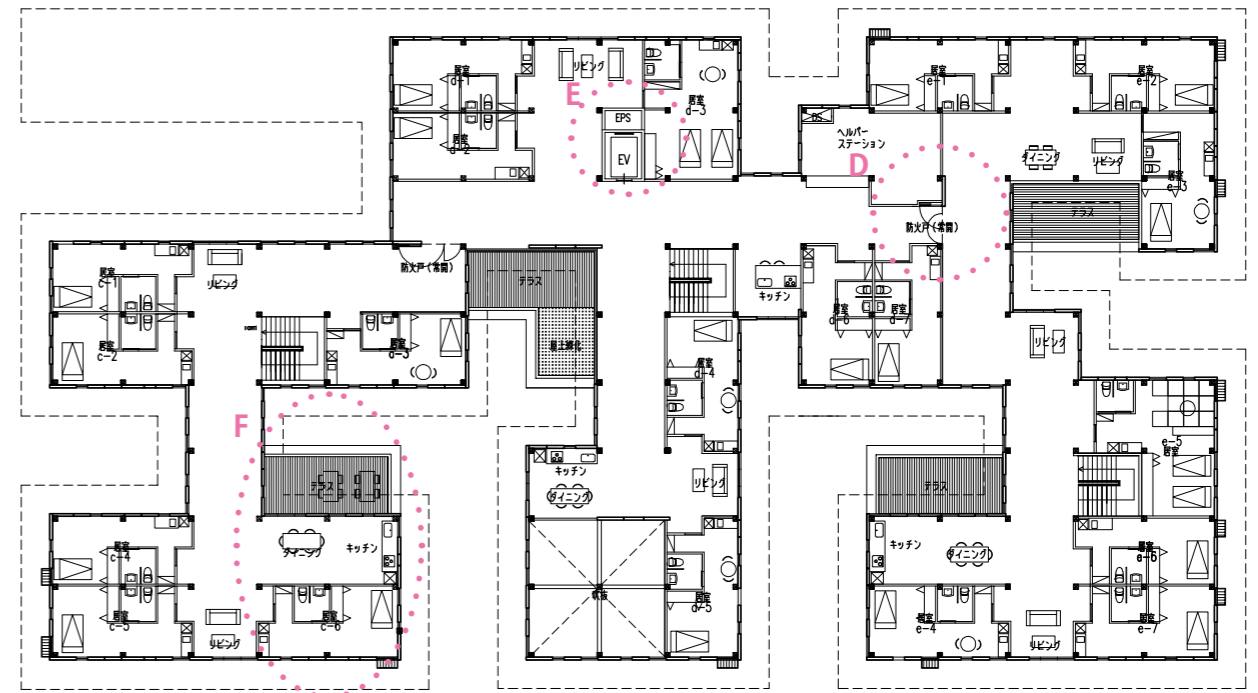
今回のモデルプランではこの告示を採用し、入居者の個室等、火気使用室以外の居室で外壁の木層ウォールに面する壁を仕上げに用い、LVLの表情を見せたインテリアを計画しました。



■入居者の個室のインテリアベース



入居者の個室の内装仕上材：天井を準不燃材、壁に木材を使った告示の組み合わせを採用し、壁の内装を木質化した。



D：防火区画（面積区画）は特定防火設備で区画する必要があるため、内壁には使用できない。(p.16 参照)  
 E：地上2階建てでは区画区画は必要ないが、3階以上の場合は区画が必要となる。  
 F：共用キッチン、個室のミニキッチンはIH キッキングヒーターとし、火気使用室に該当しない計画とした。

### 通路等の内装制限は？

内装制限のかかる通路等は、天井、壁（床面からの高さ1.2m以下の腰壁を含む）は準不燃材料としなければいけません。「通路等」には、地上への避難経路となる主たる廊下や階段が該当します。

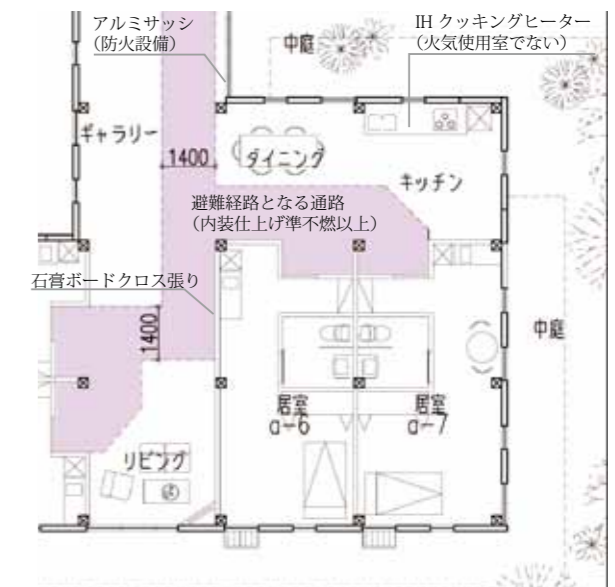
通路等や火気使用室のように準不燃材料としなければならない部分は、居室の内装制限で採用した告示が使えないため、木層ウォールの外壁は、石膏ボードで被覆する等の措置をしなければいけません。

### ■明確なゾーニングで内装制限の範囲を限定

モデルプランでは、入居者の個室の間に共用リビング等を設け、動線と一体となった、ゆったりとした共用部を計画しました。地上への避難経路となる共用部も木を見せた内装とするため、必要な廊下の幅を確保した通路とリビング等の空間に分けて共用部を明確にゾーニングし、物理的に仕切ることなく通路等の内装制限のかかる範囲を限定しました。通路にあたる空間は、できるだけ石膏ボードでつくった間仕切壁に面して確保し、外壁の木層ウォールに面する空間をリビング等の共用部としました。階段室は、木層ウォールを石膏ボードで被覆、または開口部としてアルミサッシ等を取付け、内装制限をクリアします。

### 火気使用室の内装制限は？

内装制限のかかる通路等と同じく、火気使用室は天井、壁を準不燃材料としなければいけません。モデルプランでは、共用キッチン、個室のミニキッチンをIH キッキングヒーターとし、火気使用室に該当しない計画としました。なお、浴室用のボイラー室等は石膏ボードで被覆した仕様を採用しています。



部分詳細図 A：通路等の内装制限のかかる範囲と共用の居室のゾーニング



## 防火区画（面積区画）は？

### ■ 1時間準耐火建築物の1,000㎡区画

本ケアハウスは準耐火建築物としなければならない特殊建築物です。規定では、45分のイ準耐（法2条9号の3イ）とすることもできますが\*、建物内部の連続性や開放性に考慮し、防火区画の面積をなるべく大きくするために、主要構造部を1時間イ準耐（令115条の2の2-1号）として1,000㎡以内に区画する計画としました。地上2階建てのモデルプランの計画では、階段の縦穴区画が不要のため、開放的な階段の計画が可能です。開放的な吹抜け空間を生かし、吹抜けで繋がる上下階をまとめて、全体を3つの区画に分割しました。

\* 45分のイ準耐、ロ準耐1号は500㎡以内に区画、1時間イ準耐、ロ準耐2号は1,000㎡以内に区画しなければならない。



面積区画（1階）

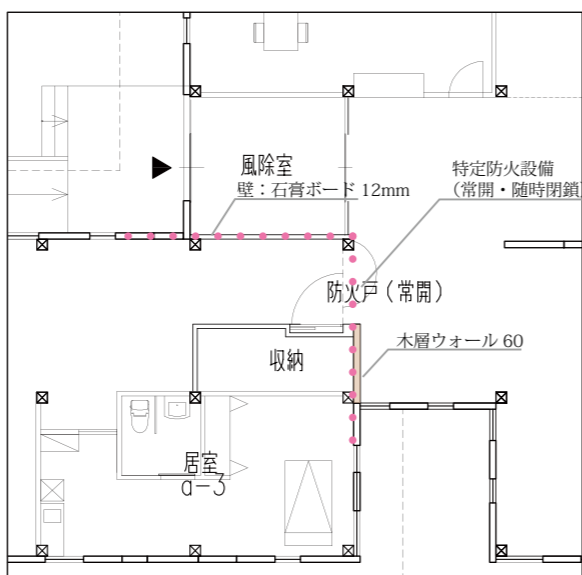


面積区画（2階）

A区画 B区画 C区画  
A：722.41㎡ (<1,000㎡) B：985.4㎡ (<1,000㎡) C：986.19㎡ (<1,000㎡)

### ■ 防火区画に木層ウォールを用いる

面積区画は、1時間準耐火構造の壁、床又は特定防火設備で区画します。木層ウォール60は1時間準耐火構造の壁であるため現在は使用できませんが、今後間仕切り壁としても認定が取得出来れば用いることが可能となり、面積区画に用いることができます。通常壁内に収納されている常開（随時閉鎖）式の特定防火設備と組み合わせ、プランの連続性を損ねないように区画を計画しました。



■部分詳細図D：防火区画（面積区画）に木層ウォール60（1時間準耐火構造）を用いた計画。\* 1時間準耐火構造の間仕切り壁の認定は2011年度以降取得予定。

### その他の防火区画は？

地上2階建てのモデルプランの計画では、階段やエレベーターの縦穴区画が不要です。3階建て以上の計画とした場合は縦穴区画が必要となりますが、面積区画と同様に外壁部分にのみ木層ウォール60（1時間準耐火構造）を使用する事ができ、内壁部分（間仕切り壁）には用いることができません。

### ■ 高層区画には木層ウォールは使えない

建築物の11階以上の部分にかかる高層区画は、耐火構造の壁、床で区画しなければならないため、木層ウォールを用いることができません。

### 排煙計画は？

#### ■ 連続した共用空間の排煙区画

延べ面積が500㎡を超えるケアハウスは排煙設備を設けなければいけません。モデルプランでは、入居者の個室の排煙計画に関しては、各個室内で床面積の1/50以上の有効開口面積を確保した排煙窓を設ける計画とし、通路、共用リビング等の共用空間の排煙計画に関しては、床面積500㎡以内に防煙壁（不燃材料で作り、または覆われたもの）等で区画し、排煙窓を設ける計画としています。連続性のある共用部の防煙区画は、リビングや畳コーナー等のインテリアと防煙垂壁を兼ねた天井をデザインし、区画を計画しました。



■共用部の防煙区画1：ずるずると繋がる共用部の空間の各所に防煙垂壁を兼ねた下がり天井を設け、区画する。



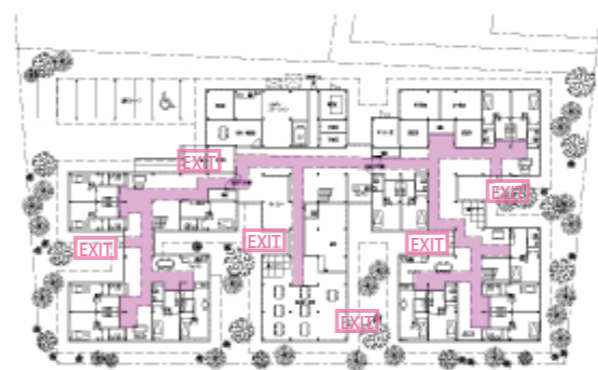
■共用部の防煙区画2：共用空間の連続性を活かしながら区画する天井のデザイン。防煙垂壁は不燃材で覆う仕様とする。

### 避難計画は？

#### ■ 内装制限のかかる避難経路のゾーニング

廊下や共用リビング等の居室が連続した共用部の避難経路は、「通路等の内装制限」の項で述べたように、バリアフリー法の規定で必要な廊下の幅（W=1400mm以上）を確保した通路とリビング等の空間に分けて共用部を明確にゾーニングし、物質的に仕切ることなく通路等の内装制限のかかる範囲を限定しました。

また、外部への出入口を数カ所設け、非常時の円滑な避難経路を計画しています。



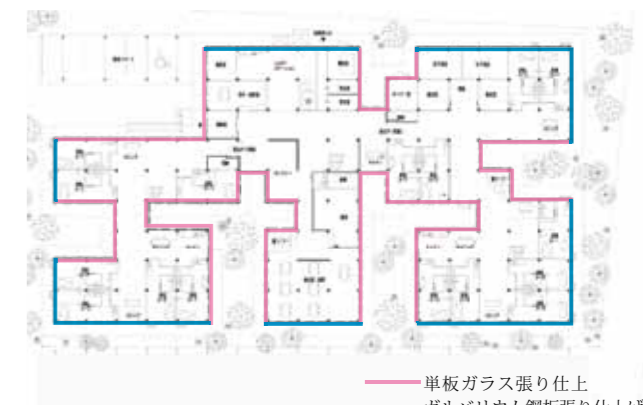
1階平面図  
避難通路 EXIT 避難用出口

## 木層ウォールの仕様は？

### ■ 2種類の仕様を使い分けた外部仕上げ

モデルプランの木層ウォールの内部仕上げは、積層断面が独特の表情を持つ積層面タイプの木層パネルを採用しています。階段室周りや、避難経路となる共用部は内装制限が発生するため石膏ボードで覆い（p.15「通路等の内装制限」参照）、その他の壁は木層ウォールを現しで使用しています。

外部仕上げは、ガルバリウム鋼板角波板スパンドレルを張った仕様と、単板ガラスを張り、LVLの表情を外部にも見せた仕様と2種類採用しています。建物外周部はガルバリウム鋼板仕上げとし、中庭に面した壁の空間は、ガラス張りの仕上げとして、LVL壁に囲まれた中庭の空間を構成しています。



### 木層ウォールを外部に現しにできる？

#### ■ 外部曝露対策が今後の課題

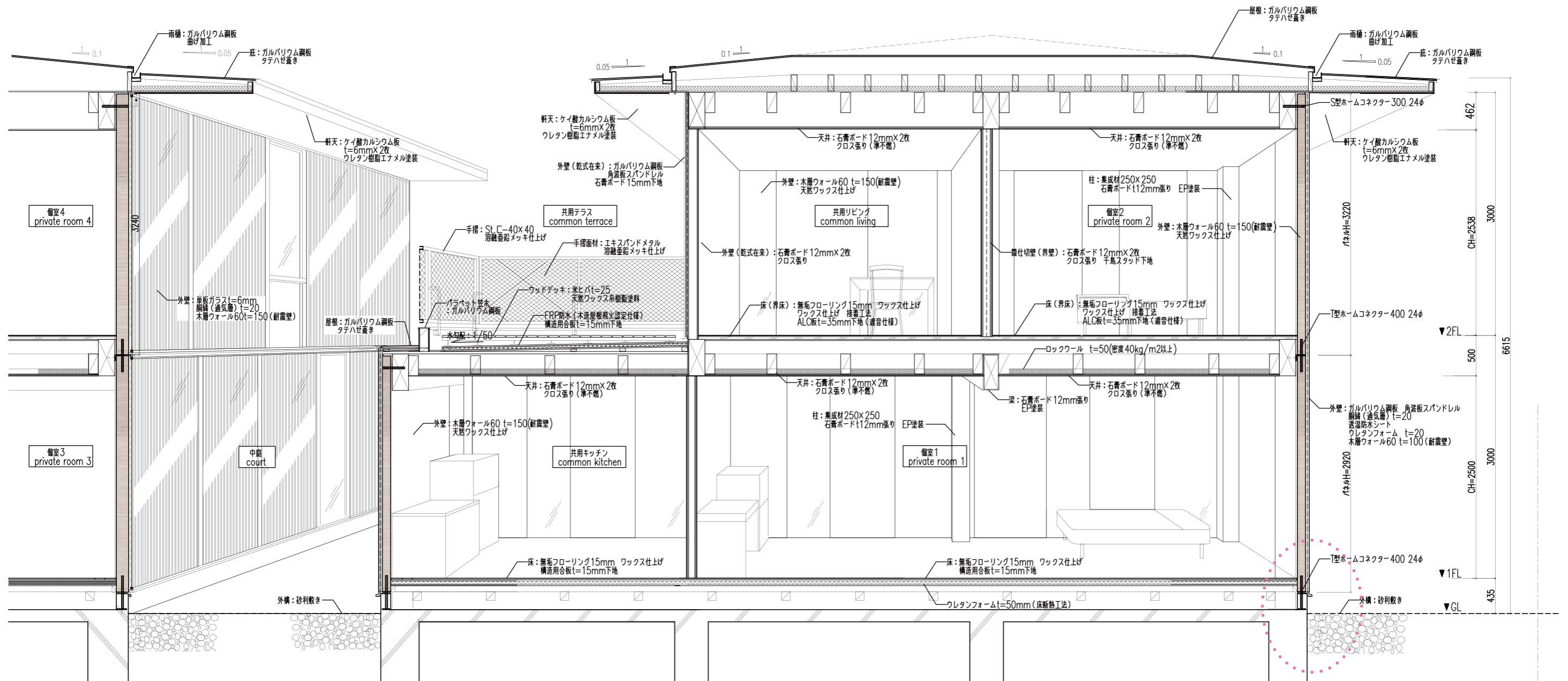
外部に木材を使用する場合は、防水・防腐対策が必要不可欠です。建築的な対策としては、庇を大きく張り出し、雨掛かりを軽減することで、耐久性を上げることができます。

木層ウォールの場合は下見板と違い、外壁としての性能を担っているため、外部曝露による経年劣化の影響が大きく、単純にあらわしとすることは問題があると考えます。塗装等、軽装の仕上げで木の表情を外部に見せられる仕様とすることが今後の課題です。

#### ■ 木材を外部現しで使うための塗装の種類

木材を外部現しで使うのに適した塗装の種類は、  
・FRP 防水  
・ガラス繊維を含む表面保護塗料  
などがありますが、いずれも経年劣化を考慮する必要があります。

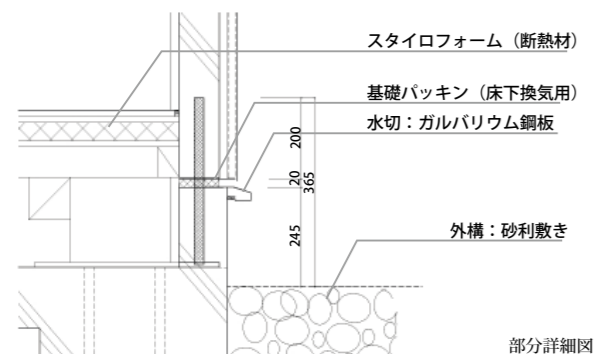




### 木層ウォールの防湿対策は？

#### ■床下換気工法（床下の防湿対策）

木層ウォールの足元から上がってくる湿気による影響を防ぐため、基礎パッキンによる床下換気工法を採用しました。



部分詳細図

### 木層ウォール（外壁）の遮音性、吸音性は？

主な外壁を構成する木層ウォールの遮音性能については、透過損失の測定値を参照すると、厚さ 100mm のパネルで Rr-29 です。

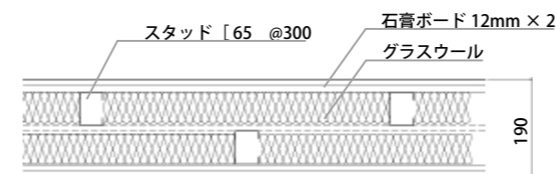
界壁としての遮音性能としては十分とは言えないため、今後遮音性の向上についても検討する必要があります。

※詳細データは、p.38(FAQ) 参照

### 界壁、界床の遮音性能は？

個室の界壁などの間仕切り壁は、在来木造の乾式壁を採用し、間柱をダブルスタッドとするなど遮音性能を高める工夫をしています。また、木造の場合、界床の重量衝撃音に対する遮音性能を高めるには、できるだけ重量をかせることがポイントになります。

#### ■モデルプランで採用した界壁の仕様

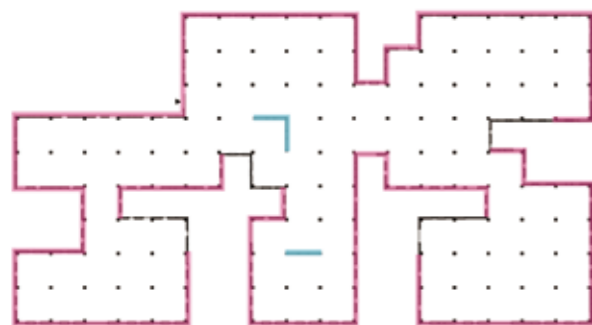




**構造計画**

**■木層ウォールを耐震要素に用いた構造計画**

耐震壁：木層ウォール 60  
耐力壁：木層ウォール 60V



構造計画では、木層ウォールの特徴である、厚い面の表現をうまく生かした計画が望まれます。

モデルプランでは、柱梁構造+木層ウォール 60の構造形式を採用しました。

鉛直荷重は、グリッド上に配置された柱と梁によって支持され、外周の木層ウォールが水平力を負担することになります。

間仕切壁は、将来の用途変更やプランニングの変更等を考慮し、基本的にはPB等で構成した非耐力壁としています。一部に木層ウォール 60V（耐力壁）を用い、架構の一部を壁構造とするとともに、エントランスホールや集会室等の共用部に木の壁の表情を見せる空間をつくっています。

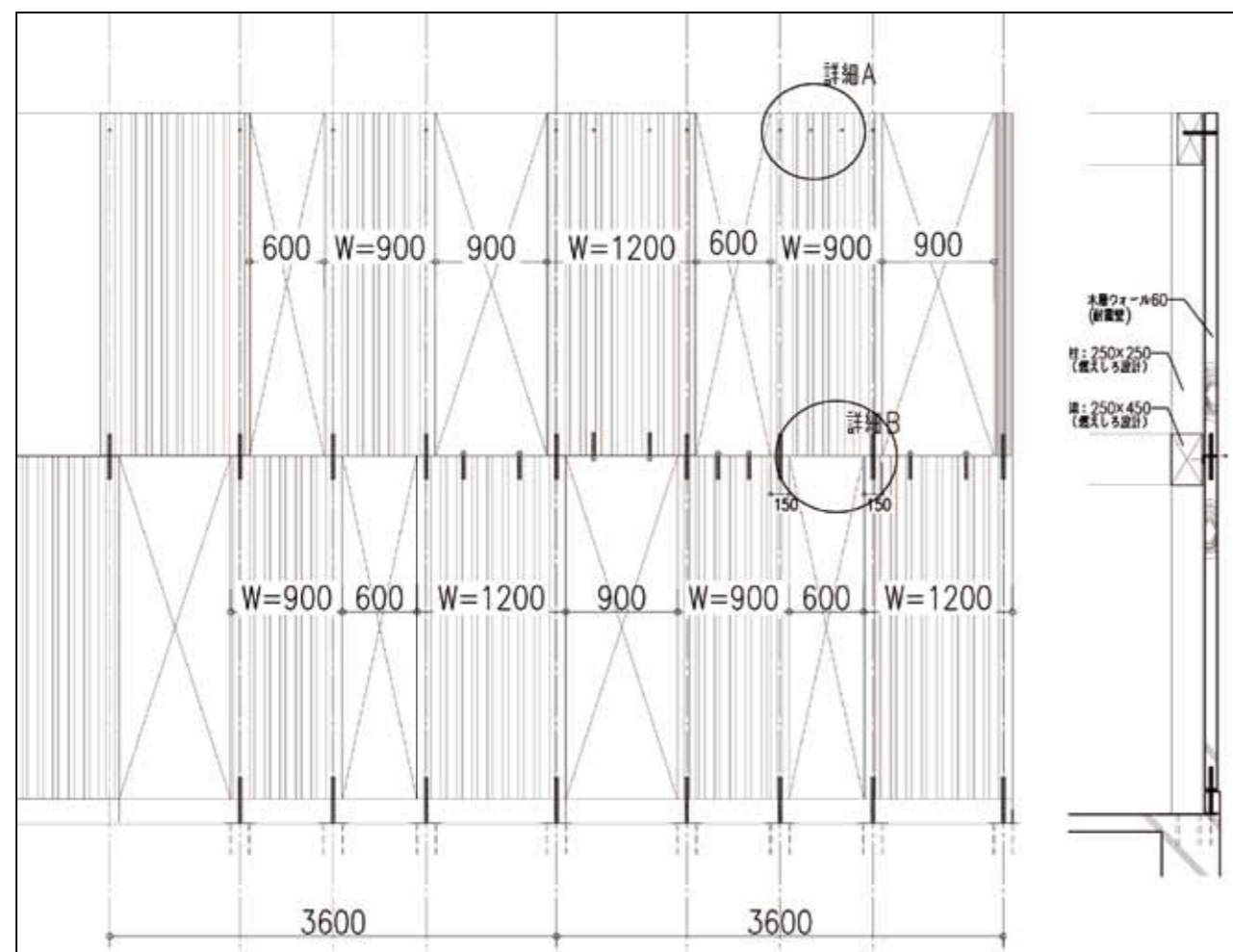
外周壁に鉛直荷重を支持可能な木層ウォール 60Vを用いると、壁際の柱や梁が不要とすることもできます。

耐震要素を外周に配置することで、内部の壁は間仕切り壁として自由に配置することが可能となります。

※ 1時間準耐火構造の間仕切壁の認定は 2011 年度以降取得予定。

**■木層ウォール（耐震壁）の基本構成**

モデルプランでは、主に幅 1200mm と 900mm の 2 種類のパネルで外壁を構成するシステムを計画しました。2 種類の壁を上下階で千鳥配置し、隣り合うパネルの間が幅 900mm と 600mm の開口部となります。鉛直ジョイントは、中空ボルト（ホームコネクター 24 φ）を用い、上下階のパネルがラップする幅 150mm の中におさめています。また、パネルをラップさせることにより、2 層分の高さで耐震壁を確保しています。



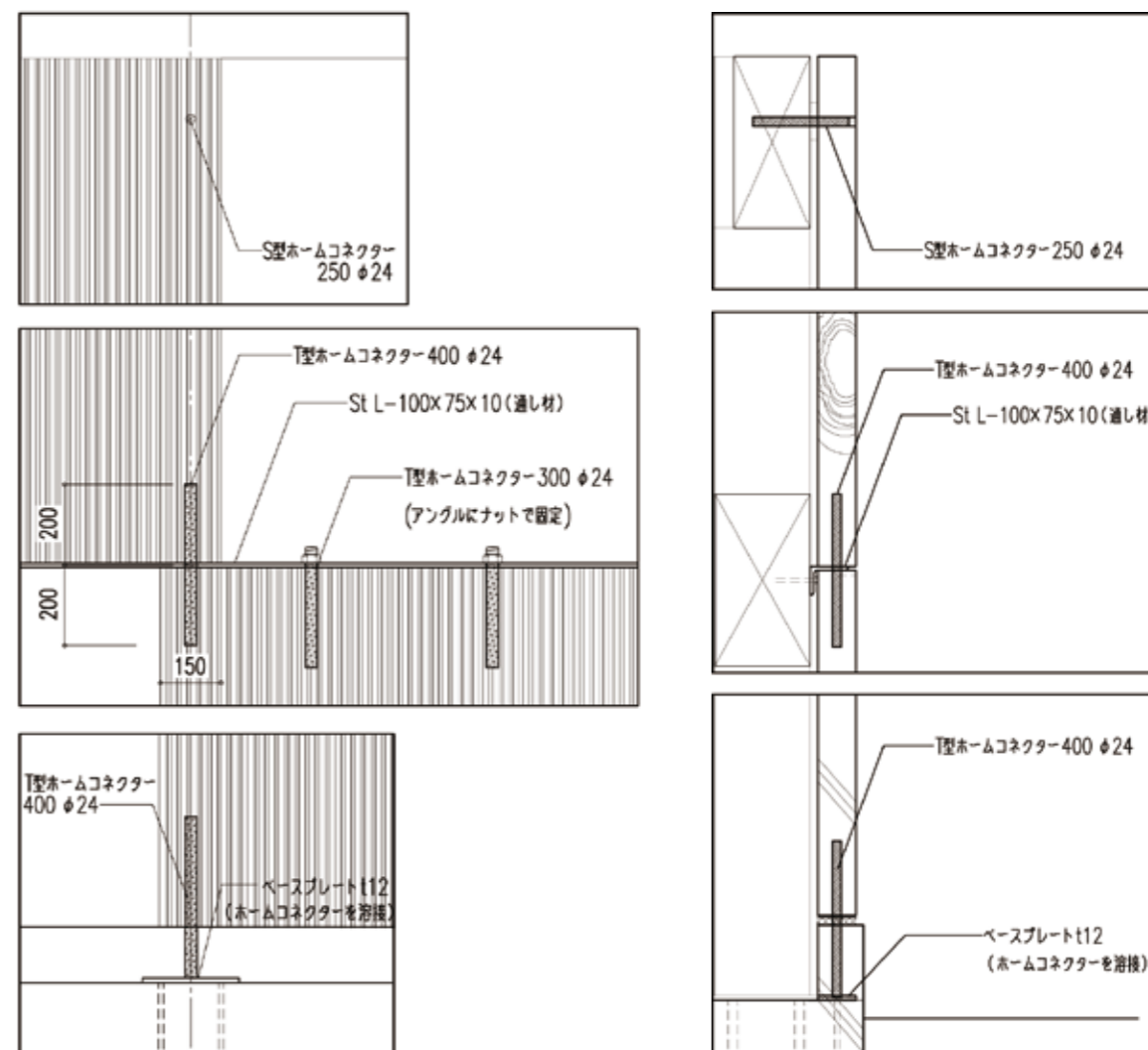
幅 1,200mm と 900mm で構成するパネルシステム

**■接合部のおさまり**

認定上は土台とパネル、パネル同士の接合部分には、引きボルトと中空ボルトを使う仕様があります。今回の計画では、中空ボルトを使用しています。鉛直ジョイントは、中空ボルト 24 φ を用い、上下階のパネルがラップする幅 150mm の中におさめています。

引きボルト、中空ボルト共にパネルに事前にボルト穴加工をする必要があります。

各接合部のおさまりは下図を参照ください。



上から p.20 の中空ボルトのおさまり詳細 A 図、B 図

**■構造計画上の注意点**

凹凸のある外壁線は十分な耐震壁を配置することができますが、開口部を設ける場合には、建物全体での偏心率やゾーン毎の配置バランスに注意をする必要があります。

特に、大規模な木造建築では、床面や屋根面の水平構面に高い性能が要求されますので、耐力壁と耐力壁の間隔を適切にとり、それに見合った水平構面の設計を行う必要があります。同様に、床のくびれた部分は応力が集中し弱点となる可能性もあります。こうした対策としては、くびれた部分の応力検討のほか、建物全体をゾーン分けして、耐震要素の充足率を用いて安全性の検証をすることが考えられます。

上から最上階の梁と木層ウォール、木層ウォール同士、木層ウォールと土台のジョイント部分のおさまり



## ■木層ウォールを使って建てられる建築物の用途イメージ

木層ウォールを使って建てられる建築物の想定される主な用途と、使用箇所を下記の表にまとめました。

| 用途                | 事務所建築  | 中規模公共建築物  | 中規模集合住宅   | 戸建て住宅   |
|-------------------|--|---|---|---|
| 規模                | 高 13m 超または軒高 9m 超：<br>3 階建て以下、3,000㎡以下*<br>※延焼ライン内には使えない                                       | 庁舎：木造 3 階建て以下<br>学校：木造 2 階建て以下<br>ケアハウス：木造 2 階建て以下<br>※いずれも 3000㎡以下*  | 木造 3 階建て以下*   | 木造 3 階建て以下  |
| 使用箇所              | ・中高層オフィスの外壁カーテンウォール<br>※（延焼ライン外）<br>・都市部・市街地などの広い道路に面した建物のファサード<br>・総合設計制度を用い、公開空地に面した建物のファサード | 準耐火建築物の外壁（耐力壁、非耐力壁）   | 1 時間準耐火建築物の外壁（耐力壁）、非耐力壁   | 準耐火建築物の耐力壁、非耐力壁構造   |
| 使用が想定される木層ウォールの種類 | 「木層ウォール FP30」  | 「木層ウォール 60V」<br><br>「木層ウォール 60」<br><br>「木層ウォール 30」<br>（※延焼ライン外のみ使用可能） | 「木層ウォール 60V」<br><br>「木層ウォール 60」<br><br>「木層ウォール 30」<br>（※延焼ライン外のみ使用可能） | 「木層ウォール 60V」<br><br>「木層ウォール 60」<br><br>「木層ウォール 30」<br>（※延焼ライン外のみ使用可能） |

建築物の耐火上の要件は、用途によって建築基準法や条例などで 1 時間準耐火構造とできる規模が各々規定されており、階数及び建物高さ、延床面積により制限されています。

\*防火地域、準防火地域に木造を建築する際は、建築基準法でさらに面積や規模が制限されており、上記の用途別の規模の制限より厳しくなる場合があります。

column:

## LVL 積層壁による木質建築の実践

／山代悟+ビルディングランドスケープ

### ■ HOUSE-H（2007 年竣工）

—柱材を積み上げる・LVL 積層面を見せた外壁—



新旧の木の建築が共存したファサード

「HOUSE H」は島根県出雲市にある築 100 年の伝統的な農家の増改築プロジェクトです。

既存の古い木造建築と共存する、新しい木質建築のあり方を模索するなかで LVL 工場を訪れたのが LVL という材料との出会いでした。

LVL 材は一般に、建築の柱・梁など線材として使われていますが、工場で線材に加工された LVL が積み上げられ出荷を待っている様子を見たとき、まるで大きな木の塊のように見えました。LVL は薄いラミナが幾重にも積み重なった断面の表情をもっていますが、そのために柱状に加工された部材のひとつひとつの単位が掻き消され、ひとつの大きな面をつくりあげていました。それ以来、LVL 積層面の持つ独特の表情、木の塊が持つ質感に魅了され、HOUSE H では新しい木質建築の提案として、LVL の線材を用いて壁を構成するという構法を試みました。

HOUSE H の増築部は、鉄骨造のフラットルーフと、その下の LVL 積層壁から構成されています。LVL の積層面を素地のまま見せた厚さ 90mm の「LVL 打放し壁」によって、堅牢性、断熱性、遮音性等の外壁として必要となる基本性能を、木が本来持っている複合的な性能で達成しようと考えたものです。内部仕上げは LVL 素地、外部仕上げはキシラデコール塗装とし、庇を大きく張り出すことで雨風を防ぐ考えかたです。



140mm × 90mm の LVL 材を現場で積み上げ、壁を構成する。

### ■ LWB 阪東橋

—都市部での展開、LVL 壁パネル化の実践—



現場写真モンタージュ：クレーンでパネルを吊り上げ、鉄骨軸組に取り付ける。

「LWB 阪東橋」は、都市部の近隣商業地域、準防火地域に建つ住宅です。防火規制の厳しい都市部の建築において LVL 外壁を展開していくための実践であり「LVL 積層壁をパネル化し軸組に取り付ける工法を開発する」「準耐火建築物として現行法規に合致させながら、構造的な役割も持たせる外壁の断面設計をする」という二つの課題に取り組むことになりました。

建築の主要構造は中心部に配置した鉄骨のコアシャフトと小屋組のトラスがない、集材工場パネル化した厚さ 90mm の LVL を鉄骨外周部に取付けて外壁を構成するシステムを採用しました。

また、外壁としての基本性能は、「HOUSE H」と同様に LVL 壁が担っていますが、準耐火建築物とするため法解釈上は LVL を内装材と同等に扱い、LVL パネルの外側に石膏ボードと間柱で法規上の外壁をつくり、ガルバリウム鋼板で建物全体を覆う仕様としました。

今回の研究によって LVL 外壁の準耐火構造の認定が取得できれば、LVL パネルの外側にある耐火用の層が不要になり、より合理的な設計とすることが可能になります。LVL 建築の可能性を大きく広げてくれると期待しています。

HOUSE H 2007 年 6 月竣工 □建築設計：山代悟+西澤高男+ビルディングランドスケープ □構造設計：腰原幹雄 □施工：今岡工業 □構造：鉄骨造 □規模：地上 2 階

LWB 阪東橋 2010 年 11 月竣工 □建築設計：山代悟+ビルディングランドスケープ □構造設計：佐藤淳構造設計事務所 □施工：TH-1 □構造：鉄骨造 □規模：地上 3 階

# 5

## 構造計画

### ■ 2つの耐力壁、耐震壁は非耐力壁

耐力壁と言っても、建築設計ではさまざまな意味をもっています。

構造的な視点で見れば、主な外力は鉛直荷重と水平荷重となります。鉛直荷重でも、建物自重や積載荷重など常に建物に作用している力は長期荷重と呼ばれ、積雪荷重や吹上、吹き下ろし風荷重など短期間作用する力は短期荷重と呼ばれます（多雪区域では、積雪荷重も長期荷重と扱われる場合があります）。水平荷重は、地震力や台風、土圧などの水平方向に加わる力で、建物に継続的に加わる力ではありません。このため、「壁構造」といっても、木造軸組工法のように鉛直荷重は柱が支え地震力・風荷重のみ耐力壁が抵抗するものと、枠組壁工法のように鉛直荷重も壁が支え、地震力・風荷重も壁が抵抗する2つの形式があることとなります。

火災に対する設計では、この長期荷重（鉛直荷重）を支持する部材、短期荷重（水平荷重）のみに抵抗する部材、長期荷重と短期荷重の両方に抵抗する部材かどうかで要求性能が大きく異なることとなります。火災時、火災後の安全性は鉛直荷重を支持し倒壊しないことが重要な意味をもつこととなります。もちろん、火災後にも地震がくるかもしれませんが、それほど大きい荷重がかからないというのが前提となります。

ここに2つの耐力壁が出現することとなります。構造上は地震力や風圧力に抵抗する耐力壁でも、鉛直荷重を支持していなければ、防耐火上は非耐力壁として扱われることになるのです。

防耐火設計で用いられる「耐力壁」、「非耐力壁」は、長期荷重を支持する部材かどうかで判断されることになり構造上の耐力壁と区別して考える必要があります。

そこで、木層ウォールでは、防耐火上「耐力壁」とし

て、鉛直荷重を支持可能な、木層ウォール 60V と耐火上「非耐力壁」で、水平力にのみ抵抗する木層ウォール 30、60 の2種類があります。

### ■規模による構造計算ルート

木層ウォール工法で用いる壁パネルを用いて構造計算をする場合には、法 46 条 2 項を用いた許容応力度計算以上の構造計算が必要とされます。壁倍率を取得していない木層ウォールでは、木造住宅で通常用いられている「壁量計算」で設計をすることはできません。

(1) 高さ 13m 以下、軒の高さ 9m 以下、2 階建て以下、延べ面積が 500m<sup>2</sup> 以下の建築では、

- 1) 標準層せん断力係数  $C0 \geq 0.3$  として許容応力度計算を行うか
- 2) 許容応力度計算による確認とあわせて、層間変形角が 1/200 以下、ねじれの検討を行う

必要があります。ねじれの検討は、偏心率が 0.3 を超える場合は保有水平耐力の確認を、偏心率が 0.15 を超える 0.3 以下の場合は、Fe による外力の割り増し、ねじれ補正又は保有水平耐力の確認のいずれかを行うこととなります。

(2) 高さ 31m 以下の建築では、

設計法ルート 2 を用いて、2) に加えて、剛性率が 0.6 以下、塔状比が 4 以下であることを確認し、筋かいの  $\beta$  による水平力の割増し、筋かい接合部の破断防止を行うか、設計法ルート 3 を用いて、2) に加えて、保有水平耐力の確認を行うこととなります。

(3) 高さ 31m を超える建築物では、

設計法ルート 3 を用いて、2) に加えて、保有水平耐力の確認を行う必要があります。

### ■木層ウォールを用いた構造形式

木層ウォールは、鉛直荷重を支持することが可能であり、あわせて水平力に抵抗することも、水平力のみを負担することも可能です。このため、さまざまな構造形式の建築が実現可能になっています。

木層ウォールで水平力のみ抵抗する場合には、

柱梁構造+木層ウォール 30、60

木造軸組+木層ウォール 30、60

木質モーメント抵抗構造+木層ウォール 30、60

鉄骨造+木層ウォール 30、60 などが、

鉛直荷重と水平力の両方に抵抗する場合には、

壁構造（木層ウォール 60V）

壁構造（木層ウォール 60V）+梁

壁構造（木層ウォール 60V）+フラットスラブ

といった構造形式が考えられます。

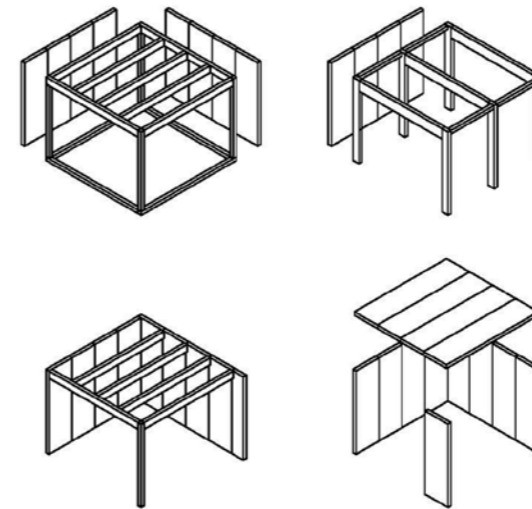


図1 木層ウォールの構造形式

### ■木層ウォールの接合部

木層ウォールは、厚い LVL からできているため、せん断性能の非常に高いパネルになっています。しかし、材料として木材のため板材自体は変形能が小さく脆性的な破壊を起こす可能性があります。このため、建物全体として靱性（粘り強さ）を確保するためには、接合に工夫が必要です。ボルトや、丸鋼などの接合具で周辺部材と接合することになりますが、この接合具に変形能を期待することになります。接合部接続部の破壊より先に接合具自体を降伏させて靱性を確保することが必要になります。

構造解析も、単なる LVL の厚板のせん断剛性 G を評

価するのではなく、接合具をバネとしたパネル解析などで挙動を確認する必要があります。接合部で安全に壊す工夫が必要です。

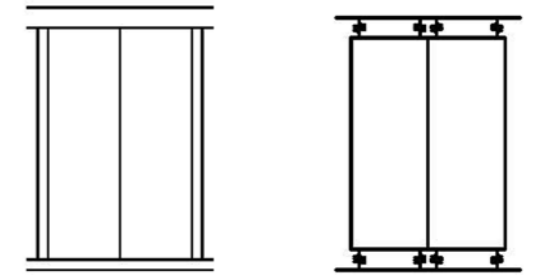


図2 木層ウォールの解析モデル

### ■準耐火構造の構造設計

大規模な木造建築で、準耐火構造が要求される場合には、耐震計算の他に、火災時の倒壊防止に対する検討が必要になります。木材あらかしの木層ウォールでは、燃えしろ設計と接合部の防火設計を行う必要があります。準耐火構造の鉛直荷重を支持する耐力壁としては、木層ウォール 60V のみを使用可能です。

通常の木造建築の燃えしろ設計は、1 時間準耐火構造の場合には、火災後に燃えしろ寸法の 45mm を除いた断面で検討をしますが、壁構造の木層ウォール 60V では、細長比の変化による座屈の影響を考慮して、以下のように燃えしろ計算時の短期許容座屈応力を決めていて、この応力を用いて火災時の倒壊防止を検討することになります。

| 壁高さ            | 短期許容座屈応力 (kN/m) |
|----------------|-----------------|
| 3.0m 以下        | 180             |
| 3.0m 超 3.5m 以下 | 145             |
| 3.5m 超 4.0m 以下 | 84              |
| 4.0m 超 5.0m 以下 | 65              |
| 5.0m 超 6.0m 以下 | 45              |

### ■耐火構造の構造設計

木造建築でも、耐火構造を実現することができるようになりました。LVL 厚板を用いた床構造などでは耐火構造の認定を取得したのがありますが、木層ウォールは、まだ耐火構造の認定を取得していません。今後、開発を行っていく予定です。



## ■モデルプランの構造の考え方

モデルプランでは、柱梁構造+木層ウォール 60 の構造形式を採用しています。

鉛直荷重は、グリッド上に配置された柱と梁によって支持され、外周の木層ウォールが水平力を負担することになります。

耐震要素を外周に配置することで、内部の壁は間仕切り壁として自由に配置することが可能となります。

凹凸のある外壁線は十分な耐震壁を配置することができますが、開口部を設ける場合には、建物全体での偏心率やゾーン毎の配置バランスに注意をする必要があります。

特に、大規模な木造建築では、床面や屋根面の水平構面に高い性能が要求されますので、耐力壁と耐力壁の間隔を適切にとり、それに見合った水平構面の設計を行う必要があります。

同様に、床のくびれた部分は応力が集中し弱点となる可能性もあります。こうした対策としては、くびれた部分の応力検討のほか、建物全体をゾーン分けして、耐震要素の充足率を用いて安全性の検証をすることが考えられます。

外周壁を鉛直荷重を支持可能な木層ウォール 60V を用いると、壁際の柱や梁が不要とすることもできます。

木層ウォールの特徴である、厚い面の表現をうまく生かした構造計画が望まれます。



## ■ LVL の寸法安定性（季節変動）

LVL は、単板の状態乾燥させてから再構成するため、含水率の低い製品になりやすい。しかし、どんなに乾燥させても、木材であることには変わりはなく、空気中の湿度を吸収することによって寸法が変化します。一方で、このように空気中の水分を吸収したり、空気中に水分を放出してくれるため、調湿機能が備わっていると言えます。この性能を維持するためには、寸法が変化することは避けられません。

LVL を室温 20 度相対湿度 40% での平衡状態から、室温 20 度相対湿度 90% に移行させた寸法安定性能検証実験では、

|         |      |
|---------|------|
| 重量変化率は、 | 5%   |
| 幅変化率は、  | 2%   |
| 長さ変化率は、 | 0.1% |
| 厚さ変化率は、 | 1.5% |

程度となっており、カラマツ合板と同程度の値となっています。

東京の場合、気温は 0 ~ 40℃、湿度は 40 ~ 80% 程度年間変動すると考えると、上記の値程度の季節変動が生じることになります。

設計時に、寸法変化をあらかじめ推測し、寸法変化に追従できる部材の納まりにしておく必要があります。

モデル設計をさらにすすめ、外壁を柱梁と木層パネルの組み合わせから、木層パネルのみで、垂直力も水平力も負担することを考えています。

column:

## 都市の木造建築

／東京大学生産技術研究所准教授 腰原 幹雄



都市木造の街並み

これまで都市部では、建築できなかった大規模な木造建築が建設可能になりました。2000 年の建築基準法の改正により、耐震・防耐火の一定の性能を満足することにより、地震にも火事にも強い木造建築が建設可能になったためです。耐震性能の高い木造建築を可能にした技術のひとつに木質材料、エンジニアード・ウッド (EW) の登場があげられます。自然材料で、性能のばらつきの大きい木材は、これまで構造解析をするのが困難な建築材料と扱われてきました。EW の登場により、含水率やヤング係数、強度を制御された材料特性の明確な建築材料として扱うことができるようになったのです。木層ウォールに用いられる LVL は、集成材同様に代表的な EW のひとつです。LVL と構造解析技術の進歩により、耐震性の高い大規模な木造建築が建設可能になったのです。一方、火災に対しても、準防火地域では、燃えしろ設計による準耐火構造で 3 階建ての木造住宅が建設可能になっています。2 階建てであれば、1500m<sup>2</sup> の木造建築が建設可能です。さらに、耐火建築の技術が実現すれば、どこにでもどんな規模の建物でも木造建築で実現することができるようになるのです。

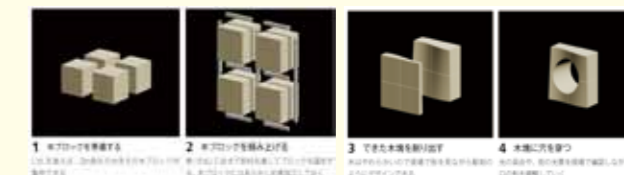
森林資源の有効活用が求められている現在、新たな木造建築の登場は、木材の需要拡大へとつながります。地球温暖化で問題視されている、二酸化炭素についても、樹木は、空気中の二酸化炭素を吸収して成長するため、木材は二酸化炭素を貯蔵していることになります。この二酸化炭素貯蔵能力は、山にある樹木だけでなく、そこから伐り出された木材、あるいは木質材料でも同じ能力をもっています。つまり、木造建築はそこに二酸化炭素のもととなる炭素を貯蔵しているのです。この貯蔵能力

は、木材が廃棄され燃えたり、腐ったりするまで続くこととなります。長く木材が使用されれば、その間に、新たな樹木が山で成長し、二酸化炭素を吸収、貯蔵することになるのです。

環境面だけでなく、EW は新たな建築構造材料としての大きな可能性も秘めています。単板を積層することで製造される LVL は、自然界の樹木からは入手困難な大断面の木質材料を生み出すことができます。

Solid に用いられる「木塊 (木のかたまり)」という新しい概念は、柱や梁による軸組に代表される木造建築の既成イメージとは、全く異質です。その圧倒的な量感や質感は、木の持つ優しく親しみやすいイメージを、わかりやすい形で都市景観にもたらすことでしょう。

## 構法の概念



Solid (team TIMBERIZE)



# 6

## 防耐火性能について

### ■ 壁に必要な防耐火性能

- 建物の外壁は、雨風から財産・居住者を守るだけでなく、地震や火災時に建物の倒壊防止や延焼防止等の重要な役割を担います。外壁に必要な防災性能（防耐火性能や耐震性能）を考えてみると以下の項目が挙げられます。
- (1) 火災時に周辺からの類焼を防いだり周辺への延焼を防ぐための防耐火性能
  - (2) 地震時に建物が崩壊しないための耐震性能や壁が脱落しない脱落防止性能
  - (3) 地震後の市街地火災時に (1) と同様の防耐火性能

(1)、(2) については、建築基準法に要求性能が明確に規定されており、一定の延焼防止性能や崩壊防止性能を有することが目標となります。一方、(3) は特に建築基準法には規定されていませんが建物間の延焼が問題となる密集市街地での市街地火災対策として建物が有しておきたい性能といえます。

さて、火災時の外壁（間仕切壁も同様）に必要とされる防耐火性能を具体的に考えてみると、火災初期の壁表面の燃え拡がりを防止する「ア．着火防止性能」「イ．発熱抑制性能」「ウ．発煙抑制性能」と、火災がある程度進行した後の隣棟や他室への延焼を防止する「エ．燃え抜け防止性能」「オ．崩壊防止性能」などが挙げられます。前者（ア～ウ）は、居住者が煙や火災に襲われず安全に避難するために内装仕上げ材に必要な防耐火性能で“燃えないこと”が良とされます。一方、後者（エ～オ）は、市街地火災が発生するのを防止するために、壁部材に必要な防耐火性能で、“燃え抜けないこと、壊れないこと”が良とされます。このように、壁に必要な防耐火性能は、避難安全性の確保または建物間の延焼防止のいずれを目標にするかで異なってくるわけです。

これらの防耐火性能を「木材」を使って満足する方法

を考えると、“燃えないこと”に対しては、木材に難燃薬剤等を加圧注入して着火しないように改質する方法が挙げられます。また、“燃え抜けない、壊れないこと”に対しては、木材を厚く・太く使うことが挙げられます。これは、木材が厚く太い場合、火災時に表面に均一に炭化層（断熱層）が形成される傾向があり、なかなか内部まで燃え進まないためです。木材は火炎を出して燃えるので、火災に弱いと考えられがちですが、着火はするものの厚いか太いとなかなか内部まで燃え進まず、内部の温度もなかなか上昇しないというのは見方を変えれば長所といえるでしょう。

建築基準法では、前者（ア～ウ）を「内装制限（法35条の2など）」で規定し、大規模建築物や不特定多数の利用が見込まれる建物の壁と天井の仕上げ材を難燃材料（居室等）や準不燃材料（廊下・通路等）とすることを求めています。一方、後者（エ～オ）を「防火構造、準耐火構造、耐火構造等」で規定し、建築地の防火地域規制、建物規模（高さ、面積）、建物用途によって、建物及び各部位に必要な防耐火性能を決定しています。

### ■ 国土交通大臣認定による準耐火構造への位置づけ

今回の開発は、LVLの厚板を使った木層ウォール単体で木材が厚いとなかなか燃え抜けにくい性質を活かして、最高高さ13m、軒高9mを超える3階建て建築物や防火地域を除く地域の3階建て共同住宅等の外壁に使用できる「1時間準耐火構造」の外壁仕様を明らかにして、国土交通大臣認定を取得しようというものです。不燃性のボード等は使わずに木材だけでできた外壁で、モルタル塗りや金属板仕上げ（室内側にせっこうボード張り等）などの外壁と同じ位置づけの仕様をつくらうというものです。ちなみに、準耐火構造の構造方法を定めた

H12建設省告示第1358号（30分、45分準耐火構造）、第1380号（1時間準耐火構造）には、木材を仕上げとした仕様や、木材の厚板の燃え抜け防止性能を評価した外壁仕様の位置づけは現時点ではありません。

外壁には、壁自体が建物の鉛直力を支持する「耐力壁」と、柱・はり等が建物の鉛直力を支持し、壁はそのはりにぶら下がる「非耐力壁（鉄骨造のALC外壁など）」があります。建築基準法上、要求される防耐火性能がそれぞれ異なり、「耐力壁」は、1時間の非損傷性（壊れない性能）、遮熱性（裏面の温度が可燃物の燃焼温度以上とならない性能）、遮炎性（火炎が貫通しない性能）が求められ、「非耐力壁」は1時間の遮熱性、遮炎性が求められます。なお、ここでいう「耐力壁」とは、構造耐力上主要な壁（壁倍率などを持った水平力に抵抗する壁）ではなく、あくまで、防火上の「耐力壁（壁自体が鉛直力を支持し非損傷性を必要とする壁）」のことを指します。建築基準法を読んでも、「耐力壁」「非耐力壁」という言葉は防火の法令にしかでてきません。通例的には、構造耐力のほうで「耐力壁」という言葉が使われているようですが、建築基準法と実務での相違があることに注意しておきましょう。ちなみに、ここでは、構造上主要な壁を「地震等の水平力に抵抗する壁」と呼ぶことにします。

さて、今回の開発では、以下の3種類の壁について検討することとしました。

- (1) 1時間準耐火構造の非耐力壁（地震等の水平力に抵抗する帳壁）
- (2) 1時間準耐火構造の耐力壁（地震等の水平力に抵抗する壁）
- (3) 30分耐火構造の非耐力壁（水平力に抵抗しない帳壁）

(1) は木造の柱・はりの軸組に、木層ウォールを水平力に抵抗するようにLアンクルを介して取り付けましたものです。木造のイ準耐火建築物（イ-1、1時間）等の外壁として使用できます。

(2) は、壁構造で木層ウォール自体が鉛直力を支持するとともに水平力にも抵抗するものです。木造のイ準耐火建築物（イ-1、1時間）等の外壁として使用できます。

(3) は鉄骨造や鉄筋コンクリート造の柱・はりに木層ウォールをぶら下げる（帳壁）もので、壁自体は建物の鉛直力や地震時等の水平力には抵抗しないものである。鉄骨造、鉄筋コンクリート造等の耐火建築物（階数制限なし）の延焼のおそれのない部分の外壁として使用できます。

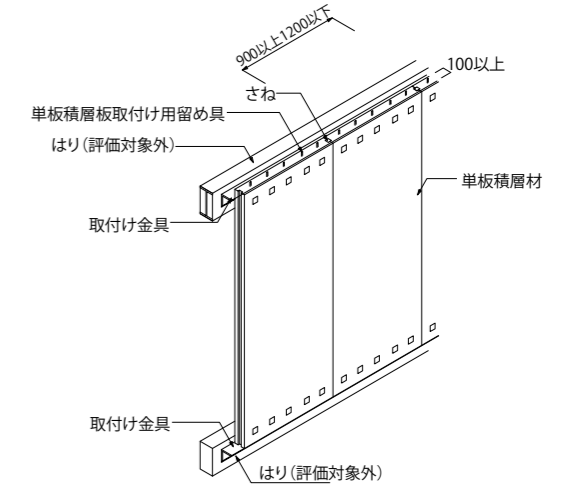


図1 30分準耐火構造外壁（非耐力壁）  
厚さ100mm以上の木層ウォールをLアンクルを用いて柱・はりに取り付けられた構成。水平力に対して抵抗する。

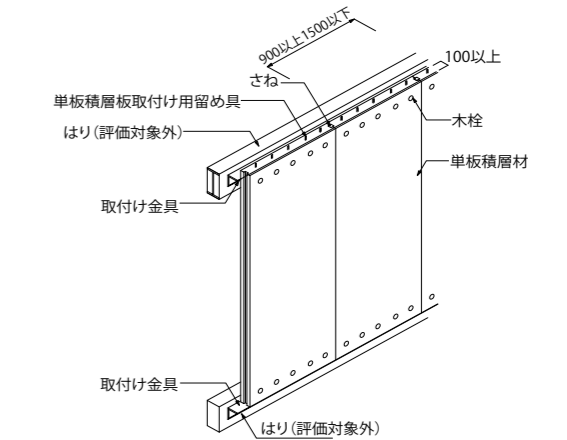


図2 1時間準耐火構造外壁（非耐力壁）  
厚さ100mm以上の木層ウォールをLアンクルを用いて柱・はりに取り付けられた構成。図1の30分準耐火構造仕様の横目地を補強した仕様。水平力に対して抵抗する。

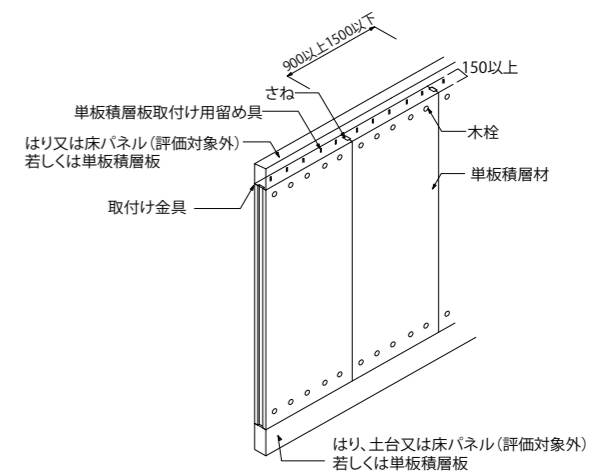


図3 1時間準耐火構造外壁（耐力壁）  
柱・はりはなく、厚さ150mm以上の木層ウォールで壁を構成。水平力に対して抵抗する。



## ■木層ウォールによる準耐火構造の開発概要

今回の開発では、以下のような加熱実験（1～3）や性能評価試験を実施しました。

実験 1: 木層ウォールの延焼防止性能と目地や仕上げ材が延焼防止性能に与える影響をみる実験

実験 2: 木層ウォールが建物の荷重を負担する場合の延焼防止性能を確認する実験

実験 3: 地震後の木層ウォールの延焼防止性能を確認する実験

評価試験：30分準耐火構造非耐力外壁、1時間準耐火構造非耐力外壁、1時間準耐火構造耐力外壁の3仕様の性能評価試験

### 実験 1: 木層ウォールの延焼防止性能と目地や仕上げ材が延焼防止性能に与える影響をみる実験

1時間準耐火構造外壁の非耐力壁には、1時間の遮熱性（裏面の温度が可燃物の燃焼温度付近まで上昇しない）と遮炎性（火炎が貫通しない）が要求されます。簡単にいうと、加熱時に表面が燃焼してもよいが、裏面の可燃物が燃焼する可能性のある熱や火炎を通さないようにしてくださいということです。裏面に通る熱はLVLそのものの厚さに支配され、火炎貫通は今回のようにLVLが十分に厚いときは、目地の燃えぬけの有無に支配されます。そこで、木層ウォールの厚みや目地仕様がこれらの防耐火性能に与える影響を把握するために約3m四方の試験体を使った加熱実験を実施しました。

#### (1) 試験体概要

試験体は外寸W 3,150 × H 3,200mmで、100mm厚のLVLパネル（スギ、幅900mm）を用い、試験体上部は積層面、中下部は板目面が見えるように構成しました（図1、写真1）。また、板目面下部には外壁表面仕上材3仕様（フロートガラス、スギ板、垂鉛鋼板）を張り、それぞれの仕様の半分に裏面側に断熱材を施しました。各パネル間の縦目地仕様をそれぞれア、イ、ウ、エ、エ'とし（図2）、水平目地仕様をオと呼ぶことにします（図3）。

この試験体で以下の4項目の性能の違いを検討しました。

#### A.LVL板の構成

LVLは単板の貼り合わせ方で、表面に板目面（積層面がみえない）がみえる場合と積層面（積層面がみえる）が見える場合の2種類があり、燃焼性状に差異が発生



写真1 9種類の仕様を盛り込んだ壁試験体の加熱面全景

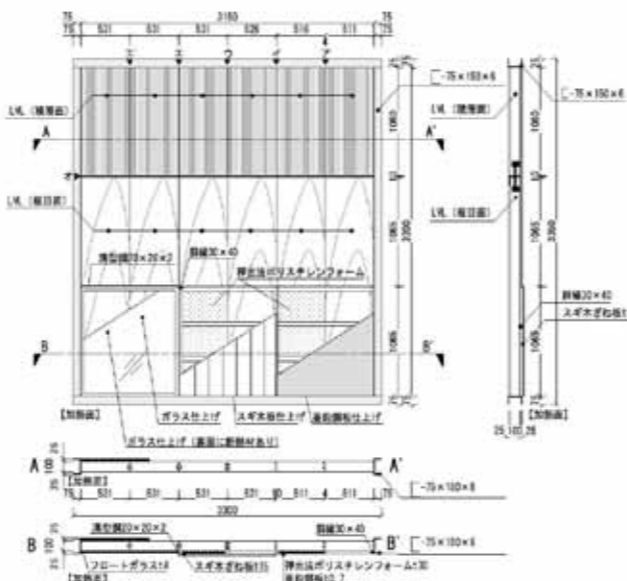


図1 9種類の仕様を盛り込んだ壁試験体の構成

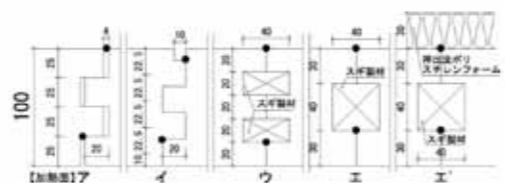


図2 縦目地の形状（4仕様のサネ目地）

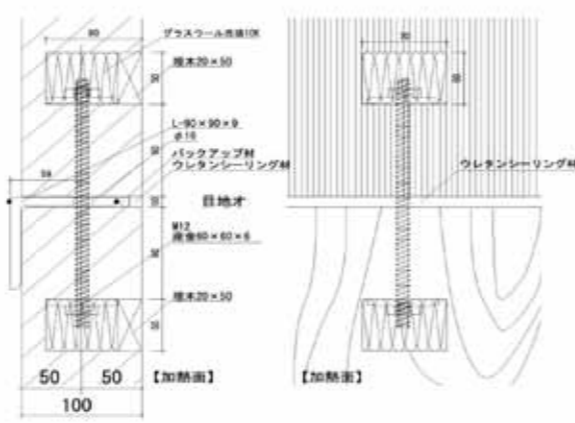


図3 横目地の形状（引きボルト仕様）

する可能性があるためそれぞれの炭化性状を比較してみます。

#### B. 目地部の仕様

##### a) 鉛直目地

目地は火災時に火炎・熱の侵入経路となり易いので、やとい実や合じゃくりを用いた5種類の縦目地について遮炎性等を把握してみました（図2）。

##### b) 水平目地

LVL壁の上下の固定には金属製固定具の使用を想定しました。この金属製固定具の熱橋又は吸熱が、壁の燃焼性状に影響を与える可能性を検証するため、金属製固定具を用いた水平目地について遮炎性等を把握してみました（図3）。

#### C. 表面の仕上げ材の仕様

LVLの屋外側表面に使用が想定される仕上げ材3種類（フロートガラス $t=4$ 、スギ板 $t=15$ 、垂鉛鋼板 $t=0.35$ ）を張り、それぞれの遮熱性等を把握してみました。

#### D. 断熱材の有無

LVL壁の裏面に押出法ポリスチレンフォーム断熱材を各仕様ごとに半分だけ張り付けて、断熱材が遮熱性に与える影響を把握してみました。

#### (2) 加熱方法及び測定項目

加熱はISO834標準加熱曲線（室内で激し火災が起こった状態を再現する曲線）に準じて、1時間加熱し、加熱終了後は速やかに試験体を炉から取り出し注水消火しました。

遮炎性（火炎が貫通しない）の判断は非加熱側より目視観察で行い、遮熱性（裏面の温度が可燃物の燃焼温度（概ね200℃）まで上昇しない）はLVL壁内部（加熱面から10mm、30mm、60mm、100mm（裏面））に配置した熱電対（温度センサー）により判断することにしました。

#### (3) 実験結果・考察

1時間の加熱をした結果、木層ウォールの裏面温度は最高で100℃程度であり、遮熱性の規定値（概ね200℃）までは上昇しませんでした。1時間後の耐火炉内は約950℃ですから、100mm厚の木層ウォールの表面と裏面で約850℃の差があるということです。表面にきれいに炭化層（断熱層）をつくり、もともと水分（含水率10%前後）を含んでいる木層ウォールならではの高い遮熱性といえます。立派です。

一方で、加熱開始50分過ぎに、木層ウォールの目地部分から火炎が貫通し、遮炎性の問題があきらかになりました。それでは、結果を詳細にみていきましょう。

#### A.LVL板の構成が延焼防止性能に与える影響

積層面と板目面の平均炭化深さは52mm（最大63mm）、50mm（最大62mm）、内部温度上昇傾向もほぼ同じでした。これより、単板の積層方向が延焼防止性能に与える影響はほとんどないといえるでしょう。

#### B. 目地部の仕様が延焼防止性能に与える影響

##### a) 縦目地

覆いサネや本ザネ加工をした目地部において、サネが加熱中に脱落したり、木層ウォール間の目地に隙間が4mm以上ある場合は、火炎貫通する可能性が高いことがわかりました。これより、まずはサネをしっかりと木層ウォールに留めつけることが重要といえます。さらに、施工時にどうしても目地部に4mm以上の隙間が生じる場合は、目地の隙間に不燃性材料を充てんするなどの措置が必要といえます。難燃性のシール材（防火設備に等のガラスシーリングに使用するものなど）が施工もしやすくよいと考えられます。

##### b) 水平目地

水平目地のLアングルの温度上昇は限定的で、燃え抜け防止を助長するようなことはないことがわかりました。なお、Lアングルのない隙間部には、不燃性の材料（バックアップ材、シール材）を隙間なく充てんすることが重要といえます。

#### C. 表面仕上げ材が延焼防止性能に与える影響

まず、フロートガラスは、加熱開始約2分で割れて脱落するので、仕上げ材がない場合と同じような加熱を木層ウォールは受けます。つぎに、スギ板（15mm厚）ですが、加熱開始後2分ほどでスギ板表面に着火しますが、スギ板の裏面の温度は、燃え抜ける15分頃までは100℃を超えず、脱落が始まる28分頃まで260℃を超えませんでした。すなわち、スギ板を張ることで木層ウォールが加熱を受け始める時間を遅延することができます。最後に、垂鉛鋼板ですが、スギ板のように表面に着火しませんが、厚さ0.35mmなので裏面の温度はすぐに上昇しはじめます。加熱開始約10分で木層ウォール表面が260℃を超えました。垂鉛鋼板がなければ、加熱開始45秒で木層ウォール表面は260℃を超えるので、約



10 分間、木層ウォールが加熱をうけるのを遅延したといえます。スギ板は燃え尽きて脱落すると木層ウォールが直接加熱を受けますが、亜鉛鋼板は燃え尽きないので脱落さえしなければ、木層ウォールは亜鉛鋼板越しにしか加熱を受けないので、加熱を軽減することに役立ちます。

#### D. 断熱材の有無が延焼防止性能に与える影響

断熱材を木層ウォールの裏面（非加熱面）に張っても、木層ウォールの内部温度は張らない場合とほぼ同様でした。通常、裏面を断熱すると裏面に熱が逃げないため、部材温度は上昇しやすくなり、場合によっては断面方向への燃え進みが助長されることがありますが、木層ウォールは十分に厚く、1 時間後でも裏面温度は 100℃ 以下なので、ほとんど裏面の断熱材の影響を受けないといえます。なお、木層ウォール表面（加熱面）に発泡断熱材を張っても燃え抜け防止上は、有利にも不利にもならないといえるでしょう。

#### E. 炭化層の形成状況

木層ウォールのような LVL の炭化層は製材や集成材と比べて脱落し難い傾向が認められました。これは、LVL は 1 次接着にフェノール樹脂接着剤、2 次接着にレゾルシノール樹脂接着剤（熱硬化性接着剤）が用いられており、製造段階での熱硬化型接着剤の使用が炭化層の脱落を抑制していると推測できます。

以上より、木層ウォールの基本的な延焼防止性能を把握でき、100mm 厚で 1 時間準耐火構造の要求性能を満足できることが明らかになりました。

#### 実験 2: 木層ウォールが建物の荷重を負担する場合の延焼防止性能を確認する実験

柱やはりがなく、木層ウォールを使った壁構造とした際の延焼防止性能を確認しました。試験体は W2,000 × H 2,991mm の LVL 試験体(スギ、厚さ 150mm、幅 1,000)で、壁長さ 1 m あたり、150kN の荷重をかけながら 1 時間加熱を実施しました。この壁 1 m あたり 150kN という荷重は、壁構造の 3 階建て建物の 1 階壁が負担する荷重の約 1.5 倍に相当する荷重といえます。

その結果、1 時間準耐火構造の耐力壁に要求される非損傷性、遮熱性、遮炎性について、1 時間をはるかにこえる、112 分も有することがわかりました。すなわち、1 時間準耐火構造に必要な性能の約 2 倍の性能を有する

ということです。建築基準法に要求される防耐火性能に対して余力を十分にもっているということは、災害時には本当に頼もしい存在になり得るといえます。

#### 実験 3: 地震後の木層ウォールの延焼防止性能を確認する実験

地震時には建物に変形して、壁が脱落したり損傷を受けて、その後に起こる市街地火災時に所定の防耐火性能を発揮できない可能性が考えられます。そこで、W 1950 × H 2750mm の LVL 試験体（スギ、厚さ 100mm）を用いて、中地震に相当する 1/200rad まで水平方向の変形を加えた後に 1 時間の加熱実験を実施しました。

その結果、

- (1) 1/200rad の変形時にも木層ウォールが脱落しない。
  - (2) 加熱時の木層ウォール内部温度は変形を加えない場合とほぼ同じ傾向を示す。
  - (3) 変形により目地が開くことがあり、開くと火炎貫通の原因となる。
- ことが明らかになりました。

(1) 及び (2) より、中地震程度では木層ウォールの留め付け部が破損して脱落することがないことと、木層ウォールそのものに亀裂や損傷が生じないことがわかりました。また、(3) より、地震後に目地が 4mm 以上開いた場合は、難燃性のシール材などで隙間を埋める措置が必要であることがわかりました。これらの点を考慮した設計と施工がなされていれば、中地震後でも 1 時間準耐火構造としての延焼防止性能が低下しないことがわかりました。

#### 評価試験：性能評価試験の実施と国土交通大臣認定取得見込仕様の概要

以上の (1) ～ (3) の結果を受けて、大臣認定取得のための性能評価試験を実施しました（写真 2）。試験を実施した仕様は以下の 3 仕様（図 1 ～ 3）です。

(1) 30 分準耐火構造外壁（非耐力）：100mm 厚の LVL パネル（帳壁）、主として木造の柱・はりに取り付ける。水平力抵抗壁となり得ます。

(2) 1 時間準耐火構造外壁（非耐力）：100mm 厚の LVL パネル（帳壁）、主として木造の柱・はりに取り付ける。水平力抵抗壁となり得ます。

(3) 1 時間準耐火構造外壁（耐力）：150mm 厚の LVL パネル、壁構造の外壁。鉛直力及び水平力を負担します。

性能評価試験は、30 分や 1 時間準耐火構造の要求性能を満足することを確認する試験です。そのため、前述の 1 ～ 3 の実験とは異なる独特の緊張感があります。なぜなら、実験の場合、どのような結果となっても、問題点を把握し次回の改良につなげれば良いのに対して、性能評価試験は合格がはっきりとできるため、「合格しないといけない」というプレッシャーが相当重くのしかかってきます。大学受験における模擬試験（今回で言う 1 ～ 3 の実験）と大学入試試験（性能評価試験）というところでしょうか。今回は十分な準備（実験 1 ～ 3）を重ねてきたため、3 仕様ともに一発合格となっています。

今後、国土交通大臣認定申請、大臣認定取得へと進めていきます。通常の審査等がスムーズに行われれば、H 23 年秋頃には大臣認定を取得する予定です。それ以降、実建物の建築時に使用でき、建築確認もスムーズに審査してもらえるようになります。

#### ■今後の展望

H 22 年度の開発では、主として 1 時間準耐火構造の外壁の性能評価試験合格・大臣認定取得を目標に様々な実験を実施し、前述のように十分な成果を得ることができました。それと並行して、耐火建築物の延焼のおそれのない外壁に使用できる 30 分耐火構造の外壁の検討実験も実施しました。これが実用化されると鉄骨造等の超高層建築物の外壁にも木層ウォールが使用できるようになります。耐火構造は準耐火構造と異なり、火災時に消防活動が期待できない場合でも、自消して構造躯体が壊れないことが要求されます。すなわち、30 分耐火構造の外壁は、30 分の加熱を受けた際に、その後、自分で燃焼が停止し、燃え抜けたり脱落したりしない性能が求められます。木材は厚いか太いとなかなか燃え進みませんが自消はしないため、一旦、着火したものが勝手に消えるためには、燃焼を妨げる部材を挟んだりする必要があります。今回は強化せっこうボードを LVL でサンドイッチしたパネルで加熱実験を実施しましたが、30 分加熱終了後、約 5.5 時間で目地部から燃え抜けました。

木材を表面に用いた耐火構造外壁は未だ実用化されておらず、開発のハードルが高いのも事実ですが、H23 年度以降も継続的に取り組んでいきたいと考えています。

とにかく、これまで木造以外でつくっていたものを木造・木材化できるよう、設計の選択肢が広がるようにチャレンジしていきたいと思えます。



写真 2 厚さ 150mm の耐力壁の試験体全景



写真 3 厚さ 100mm 以上の非耐力壁の水平せん断試験の様子



写真 4 厚さ 150mm の耐力壁の 112 分加熱後の炭化状況



写真 5 厚さ 100mm 以上の非耐力壁の 60 分加熱後の炭化状況



column:  
防耐火試験と大臣認定取得の流れ

／桜設計集団 安井昇

建物の規模や用途、防火地域指定の有無により、木造建築物の各部位には、防火構造、準耐火構造といった防耐火性能が要求されます。設計者は、その要求された防耐火性能を満足するために、①国土交通省告示に例示された仕様、または、②個別に材料供給メーカー等が国土交通大臣認定を取得した仕様のいずれかから仕様を選択することになります。①については、準耐火構造であれば、H12 建設省告示第 1358 号（45 分、30 分準耐火構造の構造方法の例示）、H12 建設省告示第 1380 号（1 時間準耐火構造の構造方法の例示）に、防火構造であれば、H12 建設省告示第 1359 号（防火構造の構造方法の例示）に明記されています。一方、②については、図 1 の性能評価・大臣認定の流れのように、国土交通大臣が指定した性能評価機関（日本住宅・木材技術センター（東京）、建材試験センター（埼玉、山口）、ベターリビング（茨城）、日本建築総合試験所（大阪）、北方建築総合研究所（北海道））において、性能評価試験（建築基準法が要求する防耐火性能を満足するかを加熱試験により評価する）を受け、合格すると性能評価機関より性能評価書が発行され、それをもって、国土交通大臣に個別認定の申請をします。それが認められれば、めでたく大臣認定取得となります。①の告示仕様と比較して、多種多様な個別の大臣認定が、多くの材料供給者などにより取得されて世の中に供給されています。

性能評価試験は、主要構造部（壁、柱、床、はり、屋根、階段の 6 部位）ごとに試験方法が決められており、壁は外壁と間仕切壁に分けられ、壁用耐火炉（写真 1）と呼ばれる装置に試験体を装着し、室内で激しい火災が起

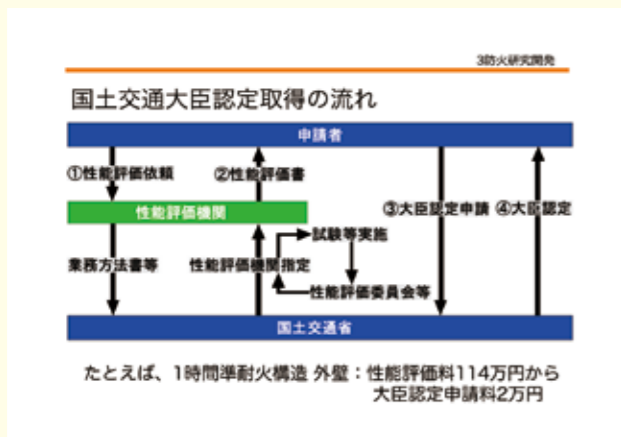


写真上：試験体を耐火炉に取付けた様子  
写真下：燃焼試験後の燃焼面が炭化している様子

こった状態をガスバーナー等で再現して試験体を加熱します。30 分で約 840℃、1 時間で約 950℃まで温度をあげて、壁が壊れないか（非損傷性）、燃え抜けないか（遮熱性、遮炎性）を確認します（図 2 の加熱曲線）。木材の着火温度 260℃を加熱開始後 45 秒で超える加熱ですので木材表面には加熱後 1-2 分で着火をします。このような実際の火災を再現した強い加熱に対して、外壁の場合、45 分以上の非損傷性・遮熱性・遮炎性があると「準耐火構造（45 分）」に、1 時間以上の性能があると「準耐火構造（1 時間）」に位置づけることができます（壁自身が建物の自重を負担しない帳壁は非損傷性は必要ない）。

木材は加熱を受けると表面に着火はするもののすぐに炭化層（断熱層）をつくってなかなか内部に燃え進まないで厚く・太く使えば、一定の非損傷性・遮熱性・遮炎性を確保することが可能となるわけです。

なお、H23 年 3 月現在、性能評価機関での試験は大変混雑しており、性能評価機関や性能評価したい部位にもよりますが、一年近くの待ち状態である場合もあります。技術開発には費用はもちろんのこと、時間もかかるので性能評価試験の実施は計画的に進めることが重要といえるでしょう。



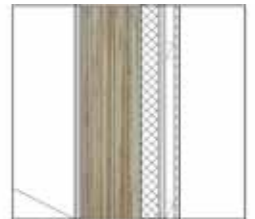
# 7

## 木層ウォールの仕様例

### 木層ウォール外壁仕上げの仕様例とその特徴

#### 1. LVL 板目面、断熱材あり、内外ボード貼り仕上げ

比較的安価に木質ウォールを実現。仕上げボード厚内に断熱材を設備配線、配管等を組み込むことができる。設備の改修などもしやすい。



1

#### 2. 内装 LVL 板目面あらわし（表面処理を行ったもの）、外側断熱材、外装材仕上げ

意匠に配慮した表面仕上げによって新しい木の表情をもたせることができる。外部の仕上げを気候やコストによって柔軟に計画できる。



2

#### 3. 内装 LVL 積層面あらわし、外側断熱材、外装材仕上げ

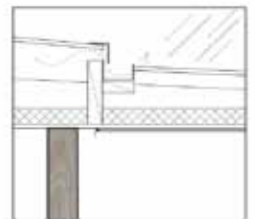
LVL 積層面のユニークな表情をデザインとして取り組むことができる。外部の仕上げを気候やコストによって柔軟に計画できる。



3

#### 4. 内装・外装 LVL 積層面あらわし+雨よけの庇

木層ウォールのコンセプトを純粹に表すことができる。木層ウォールの厚みによって断熱、遮音などの性能を確保する。耐候性の確保などについては十分な検討が必要。



4

#### 5. 内装・外装 LVL 積層面あらわし、外装保護材（波板、ガラス、塗料など）

木の表情と別素材の組み合わせなど、新しい木質空間の表現の可能性がある。保護材によってコストが高くなる可能性もあるため、使用部位を検討する等が必要。



5

※この表はあくまで仕様の一例です。

※木層パネルのコストに関しては、巻末の付録にあるコスト表をご覧ください。



# 8

## 木層ウォールの設計・施工に関するFAQ

### 木層ウォール仕様

#### ■木層ウォールの種類

Q) 現在すぐに使える材料は？

A) 現在下記の3つについて性能評価試験に合格し、現在大臣認定の申請を出しているものです。

(認定を取得次第すぐに使用できるもの)

- ・ 30分準耐火構造の非耐力壁の外壁
- ・ 1時間準耐火構造の非耐力壁の外壁
- ・ 1時間準耐火構造の耐力壁の外壁

Q) これから認定を目指すものは？

A) 30分耐火構造の外壁、1時間準耐火構造の内壁(間仕切壁)については、継続して研究を行っていきます。

#### ■パネル寸法について

Q) パネルの最大寸法はいくつですか？最小寸法は？

A1) 木層ウォール30、60の場合

積層面を現すパネルでは、積層方向に対して最小で100mm以上必要です。板目面を現すパネルでは、板目方向に対して最小で100mm以上必要です。

※詳細の寸法は各会員会社にお問い合わせください。

A2) 木層ウォール60Vの場合

積層面を現すパネルでは、積層方向に対して最小で150mm以上必要です。板目面を現すパネルでは、板目方向に対して、150mm以上必要です。

※詳細の寸法は各会員会社にお問い合わせください。

※製造上の制限はありませんが、製作上の制限は別途かかります。製作上の制限の他に運搬上の制限がかかります。

Q) パネルは平面でなければなりませんか？曲面でもかまいませんか？

A) 製作上可能な曲面であり、かつ厚みがクリアされていれば、曲面でも防耐火の認定範囲です。

### 内装仕上げ

Q) 外壁パネルは間仕切り壁としても使用可能ですか？

A) 準不燃材料で覆う場合は使用できます。現しで見せたい場合は現在間仕切り壁としての認定は取得していないため、内装制限のかからない箇所、若しくは告示で居室(※避難経路になっていない)の壁を木あらわしとできる場合は使用可能です。耐力壁など構造材として使用する際は別途構造上の防火条件がかかり、別途実験・認定が必要となります。

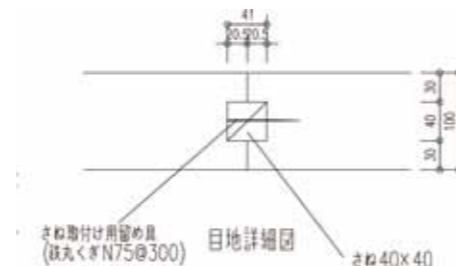
Q) インテリアとして内装仕上げに使用する際の表面保護等はどのような種類がありますか？

A) ワックス、オイル、ウレタン系、サンダー仕上げ等があります。

#### ■パネル仕様について

Q) パネルの目地はどのようなかたちが認められていますか？

A) 認定のとれている目地は図示の通りです。これ以外の目地については別途実験などが必要となります。



### パネル強度・構造

#### ■構造形式について

Q) 木構造の形式はどのようなものが可能でしょうか？

A) 木質ウォールは、鉛直荷重を支持することが可能であり、あわせて水平力に抵抗することも、水平力のみを負担することも可能です。このため、さまざまな構造形式の建築が実現可能になっています。

木質ウォールで水平力のみ抵抗する場合には、

柱梁構造+木層ウォール 30、60

木造軸組+木層ウォール 30、60

木質モーメント抵抗構造+木層ウォール 30、60

鉄骨造+木層ウォール 30、60 などが、

鉛直荷重と水平力の両方に抵抗する場合には、

壁構造(木層ウォール 60V)

壁構造(木層ウォール 60V)+梁

壁構造(木層ウォール 60V)+フラットスラブ

といった構造形式が考えられます。

Q) S造やRC造にも使用可能ですか？

A) 現在は木造との組み合わせで認定を取得しているため、個別の認定が必要です。今後取得していく予定です。

#### ■耐力壁、非耐力壁(耐震壁)の違い

Q) 耐力壁と非耐力壁(耐震壁)はどう違うの？

A) 耐力壁は軸力を支え、それ自体が柱の役割をします。耐震壁は水平力のみを負担するものなので、ブレースと同じ使い方構造補強材として使用します。

#### ■取り付け金物について

Q) パネルと梁とのジョイントはどのような留め方が可能ですか？

A) 中空ボルト(ex. ホームコネクター)、引きボルトが使用可能です。

ボルト穴などの径の最大寸法には制限がありますので、ご注意ください。



## パネル性能に関する Q&A

### ■断熱性能について

Q) 断熱性能はどの程度？

A) 断熱性能を計算する上で必要な熱伝導率は、

・カラマツ LVL (密度 580 kg/m<sup>3</sup>)

熱伝導率 λ 0.132 (W/mK)

・スギ LVL (密度 497 kg/m<sup>3</sup>)

熱伝導率 λ 0.117 (W/mK)

(熱伝導率は JIS A 1412-2 の評価方法に準拠して測定)

次世代省エネルギー基準 (IV地域) において、木造住宅 (外張断熱工法又は内張断熱工法) の壁の断熱材に求められる熱抵抗値 (m<sup>2</sup>・K/W) は、1.7 (m<sup>2</sup>・K/W) で、カラマツで、225mm、スギで 199mm 以上厚みを確保していれば、LVL のみで基準を満たすことができます。

Q) 結露はしにくい？

A) 結露しやすさの目安となる透湿抵抗の測定値は以下の通りです。

・カラマツ LVL

透湿抵抗 Wp 0.0269 ((m<sup>2</sup>・s・Pa)/ng)

・スギ LVL

透湿抵抗 Wp 0.0154 ((m<sup>2</sup>・s・Pa)/ng)

(透湿抵抗は JIS A 1324-1995 の評価方法に準拠して測定)

### ■耐候性

Q) 木層ウォールをあらわしにして使える？

A) 外壁にあらわしで使う際にはまだ耐候性に問題があります。底を深くする、地面からの跳ね返しをおさえる等の工夫が考えられますが、今後より耐候性を高めるために、防水や塗料の開発が必要となります。

### ■防水

Q) 最も適した防水仕様は？

A) FRP 防水、ポリカーボネートなどで保護、ガラス繊維塗料などが考えられますが、経年劣化の問題はあるため今後耐候性のある塗料の開発が待たれます。

### ■季節変動

Q) 季節変動はどのくらい？

A) LVL を室温 20 度相対湿度 40% での平衡状態から、室温 20 度相対湿度 90% に移行させた寸法安定性能検証実験では、重量変化率は 5%、幅変化率は 2%、長さ変化率は 0.1%、厚さ変化率は 1.5% 程度となっており、カラマツ合板と同程度の値となっています。

東京の場合、気温は 0～40℃、湿度は 40～80% 程度年間変動すると考えると、上記の値程度の季節変動が生じることになります。

設計時に、寸法変化をあらかじめ推測し、寸法変化に追従できる部材の納まりにしておく必要があります。

### ■遮音性

Q) 遮音性能は？

A) LVL t=100mm 厚壁の遮音等級は Rr29 です。

(JIS A 1419 の評価方法により測定)

遮音性について共同住宅の界壁で使用する際には、まだ十分な性能があるとは言えません。遮音性能が求められる箇所では、材料を厚くして使用するか、吸音材等と併用して使用してください。

### 遮音実験

LVL t=100mm 厚壁を用いて 3 種の試験体で遮音性能実験を行いました。

試験体 1 : LVLt=100mm

試験体 2 : LVLt=100mm + 目地ガムテープ張り

試験体 3 : LVLt=100mm + 片面石膏ボード 2 重張り

試験を行った結果、LVLt=100mm の壁の遮音等級は Rr29 でした。目地部にガムテープを張った仕様も Rr29 とあまり性能が変わりませんでした。これにより、目地



遮音実験の様子：2 部屋の間試験体をセットし、片側の部屋より音源となる音を出して、反対側の部屋で試験体を透過した音を測定する。

部の影響はさほど受けないという結果が得られました。

一方、片面に 15mm、21mm の石膏ボードを 2 重に張った仕様は Rr48 という結果となり、遮音性が高い性能結果が見られました。石膏ボードの重量分と、LVL とボードにクリアランスを確保して設置したために十分な性能が得られたといえます。音は材料の重さ (密度) によって決まるため、いかに重量をかせげるかがポイントになります。しかし、LVL100mm の上に石膏ボード 15mm と 21mm 張りでは間仕切りとしては少し過剰な性能と厚みといえなくもないので、今後検討が必要です。

LVL だけではまだ十分な遮音性能が得られていないので、今後も性能を上げる方法を検討する必要があります。

## 施工に関する Q&A

Q) パネルにとりつくサッシのデザインの制約はありますか？

A) この認定は壁の構法の認定であり、開口部は別途防火性能の認められたサッシであれば可能です。

Q) 納まり上、別のパネルの固定方法 (パネルを貫通するボルトなど) をとりたいと思いますが、可能でしょうか。

A) 今回の認定では、図示した固定方法のみが認められています。今後の開発が必要です。

Q) パネルのなかに設備の配線などをすることは可能ですか？コンセントボックスなどを埋め込むことはできますか？

A) 技術的には可能ですが、耐火性を確保するには、最も薄い部分で 100mm の厚みを残す必要があります。

### ■材料管理について

Q) 現場での保管方法は？

A) 湿気の少ないところで取り付け前は平積み、取り付け後は雨に濡れないようにブルーシート等で保護してください。

Q) パネル設置から外装工事完了までの防雨対策、日射による変色防止対策は？

A) ブルーシート等による養生を行い、直接雨、日光が当たらないようにしてください。

Q) 表面保護のための塗装はどのようなものが使用できますか？

A) 認定上使用出来るのは以下の通りです。オイルステインなど可燃性のものは使用できません。



# 9

## 木層ウォールを見せるための確認申請チェック項目（計画編）

| 項目   | 審査事項        | チェック項目  | 関連ページ |
|------|-------------|---|-------|
| 一般構造 | 排煙          | <ul style="list-style-type: none"> <li>床面積が 50㎡を超える居室は有効排煙面積の確保が必要です。無窓居室となる場合は内装制限（準不燃材以上）がかかり、木層ウォールを室内にあらわしにすることができません。</li> </ul>   |       |
|      | シックハウス      | <ul style="list-style-type: none"> <li>居室の種類及び換気回数に応じて、内装仕上げに使用するホルムアルデヒド発散建材の使用面積が制限されています。</li> <li>木層ウォールを現しで使う場合、LVL は F☆☆☆☆の認定建材なので、内装仕上げの区分は「規制対象外」となり、面積の制限がなく使用できます。</li> </ul>                     |       |
| 防火   | 防火・準防火      | <ul style="list-style-type: none"> <li>防火地域、準防火地域では耐火建築物又は準耐火建築物としなければならない建築物の規模が規定されています。</li> </ul>   |       |
|      | 延焼のおそれのある部分 | <ul style="list-style-type: none"> <li>道路中心線、隣地境界線、同一敷地内の 2 棟以上の棟相互の外壁間距離の中心線より、1 階は 3m 以下、2 階以上は 5m 以下にある建築の部分です。</li> <li>2011 年度以降で認定を目指している木層ウォール 30 は、耐火建築物の非耐力壁で延焼のおそれのある部分以外に使用することが出来ます。</li> </ul> |       |
| 防火区画 | 面積区画        | <ul style="list-style-type: none"> <li>面積区画、縦穴区画、異種用途区画が必要な建築物は指定面積内に、1 時間準耐火構造の壁、床等で区画します。</li> </ul>  | P.16  |
|      | 縦穴区画        | <ul style="list-style-type: none"> <li>木層ウォールは 1 時間準耐火の認定を得ていますが、準不燃材料の認定がないため、外壁部分のみ防火区画に用いることができます。</li> </ul>  |       |
|      | 異種用途区画      | <ul style="list-style-type: none"> <li>高層区画が必要な建築物は、指定面積内に耐火構造の床、壁等で区画します。</li> <li>高層区画には木層ウォール（1 時間準耐火）を現しにしては使えません。12mm 以上の石膏ボードで被覆する等の措置が必要です。</li> </ul>   | P.16  |
|      | 高層区画        | <ul style="list-style-type: none"> <li>高層区画が必要な建築物は、指定面積内に耐火構造の床、壁等で区画します。</li> <li>高層区画には木層ウォール（1 時間準耐火）を現しにしては使えません。12mm 以上の石膏ボードで被覆する等の措置が必要です。</li> </ul>   | P.16  |
|      | 界壁          | <ul style="list-style-type: none"> <li>長屋、共同住宅の各戸の界壁、学校・病院・診療所（有床）等の防火上主要な間仕切りは準耐火構造等とする必要があり、1 時間準耐火の防認定を得ている木層ウォールを用いることができます。</li> <li>界壁には遮音性能の規定があります。</li> <li>建築物の用途、規模により廊下の幅が規定されています。</li> </ul>  |       |
| 避難   | 廊下幅<br>階段幅等 | <ul style="list-style-type: none"> <li>ラウンジ等の共用部が居室からの避難経路となる場合、規定された廊下の幅の範囲内に「通路等の内装制限※」が適用される場合があります。（※内装制限の項参照）</li> </ul>   |       |

| 項目          | 審査事項        | チェック項目   | 関連ページ |
|-------------|-------------|--|-------|
| 避難          | 直通階段        | <ul style="list-style-type: none"> <li>直通階段の内装には木層ウォールをあらわしで使用できません。</li> <li>直通階段の構造については特に規定がありませんが、居室から屋外への避難経路となる場合は、「通路等の内装制限※」が適用され、LVL を現しにした内装ができません。（※内装制限の項参照）</li> </ul>  | P.16  |
|             | 避難階段・特別避難階段 | <ul style="list-style-type: none"> <li>避難階段の内装は、下地・仕上げとも不燃材料とする必要があるため、木層ウォールは使用できません。12mm 以上の石膏ボードなど（不燃材）で被覆した仕様でも使用できません。</li> </ul>   |       |
|             | 排煙          | <ul style="list-style-type: none"> <li>排煙設備を要する建築物に該当する場合、500㎡以内に防煙壁（不燃材でつくり、又は覆われたもの）で区画が必要です。</li> <li>LVL は不燃材料でないため、木層ウォール現しの壁では区画できません。難燃材料（石膏ボード t7mm 以上等）で被覆する必要があります。</li> </ul>   |       |
| 内装制限<br>※ 1 | 居室の内装制限     | <ul style="list-style-type: none"> <li>特殊建築物等の居室の内装制限（内装仕上げ材を難燃材料以上としなければならぬ）がかかる場合でも、天井仕上げ材を準不燃材料以上とすれば壁を木層ウォール現しで使える告示の仕様があります。（H12 告示 1439 号）天井を準不燃材（石膏ボード 9mm 以上等）とした場合、壁の仕上げに木材を用いる事ができます。</li> <li>病院・ホテル等で 100㎡以内に、共同住宅で 200㎡以内に準耐火構造の壁・床等で区画された居室は、内装制限が免除されます。</li> <li>1 時間準耐火構造とした共同住宅等は、内装制限の規定に関して耐火建築物とみなされ、内装制限が適用される規模の規定が一部緩和されます。</li> </ul> | P.14  |
|             | 通路などの内装制限   | <ul style="list-style-type: none"> <li>特殊建築物の通路、階段などの内装制限が適用される場合は、内装仕上げ材を準不燃材以上としなければいけないため、木層ウォールを現しにした内装ができません。準不燃材（石膏ボード 9mm 以上等）で被覆する必要があります。</li> <li>ラウンジ、ホール等の共用部で居室からの避難経路となる場合は、「通路など」とみなされ、準不燃材以上の内装制限が適用されます。ただし、通路とその他の用途のゾーニングを明確にすることにより、内装制限の適用される範囲を通路部分に限定することが出来ます。</li> </ul>  | P.15  |
|             | 火気使用室の内装制限  | <ul style="list-style-type: none"> <li>キッチンなどの火気使用室には、内装仕上げ材を準不燃材以上としなければいけないため、木層ウォールを現しにした内装ができません。準不燃材（石膏ボード 9mm 以上等）で被覆する必要があります。</li> <li>電気系コンロ（IH クッキングヒーター等）を使用したキッチンは、火気使用室には該当せず、内装制限が適用されません。ただし、地方自治体の消防条例の規定により、IH クッキングヒーターに面する壁の仕様と離隔距離等が規定されている場合があります。</li> </ul>   | P.15  |

※ 1: 内装制限は、自動式スプリンクラー設備、水噴霧消火設備等と建令 126 条の 3 の排煙設備を設けた部分は内装制限が適用されません。



## 付録／製品データ

### ■ LVL 部材の基本データ

#### ・樹種

国内産材

カラマツ、スギ、ヒノキ、アカマツ

外国産材

ダフリカカラマツ、ラジアータパイン、ベイマツ

#### ・曲げヤング性能

JAS 規格では 60E ～ 180E まで

製造可能なのは 60E ～ 160E まで

(メーカーや樹種によって異なります。)

#### ・樹種別推奨性能

|          |            |
|----------|------------|
| スギ       | 60 ～ 70E   |
| カラマツ     | 90 ～ 120E  |
| ダフリカカラマツ | 120 ～ 140E |
| ラジアータパイン | 80 ～ 110E  |
| アカマツ     | 90 ～ 110E  |
| ベイマツ     | 100 ～ 140E |
| ヒノキ      | 80 ～ 100E  |

標準断面（土台、柱、梁等軸材として）

#### ・在来軸組工法向け

厚さ 105、120

幅 105、120、150、180 ～（途中 30mm 刻み）  
～ 390

#### ・2 × 4 工法向け

厚さ 38、89、140

幅 89、140、184、235、286、336、387

#### ・製造限界寸法

(組み合わせによっては製造不可の場合あり)

#### ・板目面

厚さ 25mm ～ 600mm

幅 25mm ～ 1,200mm

長さ 最大 12,000mm

#### ・積層面

厚さ 100mm ～ 200mm

幅 450mm ～ 1,200mm

長さ 3,000mm ～ 12,000mm

#### □プロデュース

全国 LVL 協会

〒136-0082 東京都江東区新木場1-7-22 新木場タワー8階

TEL: 03-6743-0087 FAX: 03-5534-3959

E-mail: info@lvl.ne.jp

http://www.lvl.ne.jp/

#### □補助事業のまとめ役

木構造振興株式会社

事業名：単板積層材を用いた耐力壁と非耐力壁の耐火部材開発  
と1時間準耐火部材開発

#### □共同研究開発関係者

構造担当：東京大学生産技術研究所 准教授 腰原幹雄

防耐火担当：桜設計集団 安井昇

意匠担当：山代悟+ビルディングランドスケープ

実験指導：早稲田大学長谷見研究室

試験協力：財団法人 日本住宅・木材技術センター

株式会社 東亜理科

協力：広島県立総合技術研究所林業技術センター

小林理学研究所（遮音試験）

財団法人 ベターリビング（透湿係数測定試験）