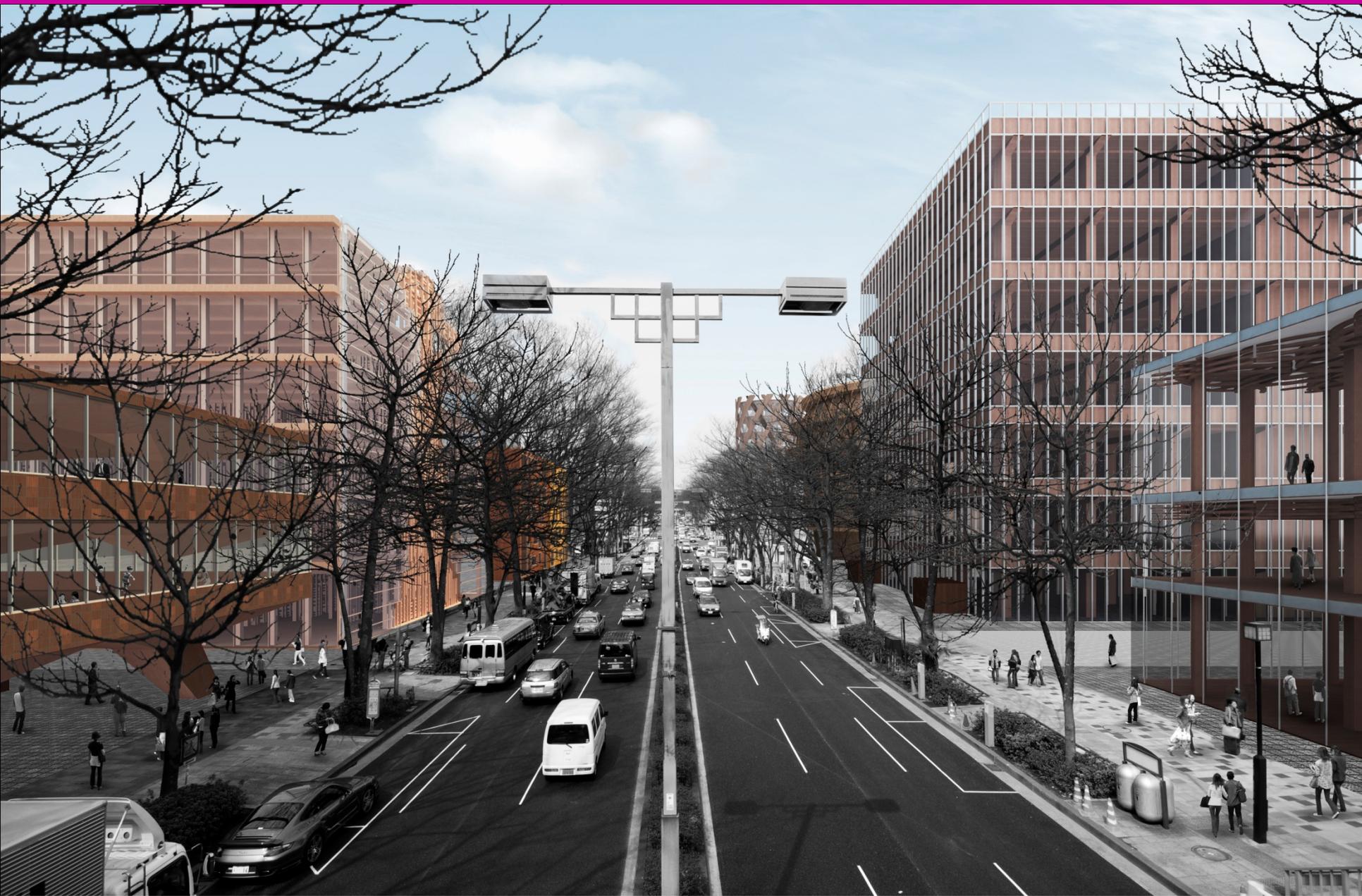


中層大規模木造建築物 の設計情報整備に向けて

東京大学生産技術研究所
NPO法人 team Timberize

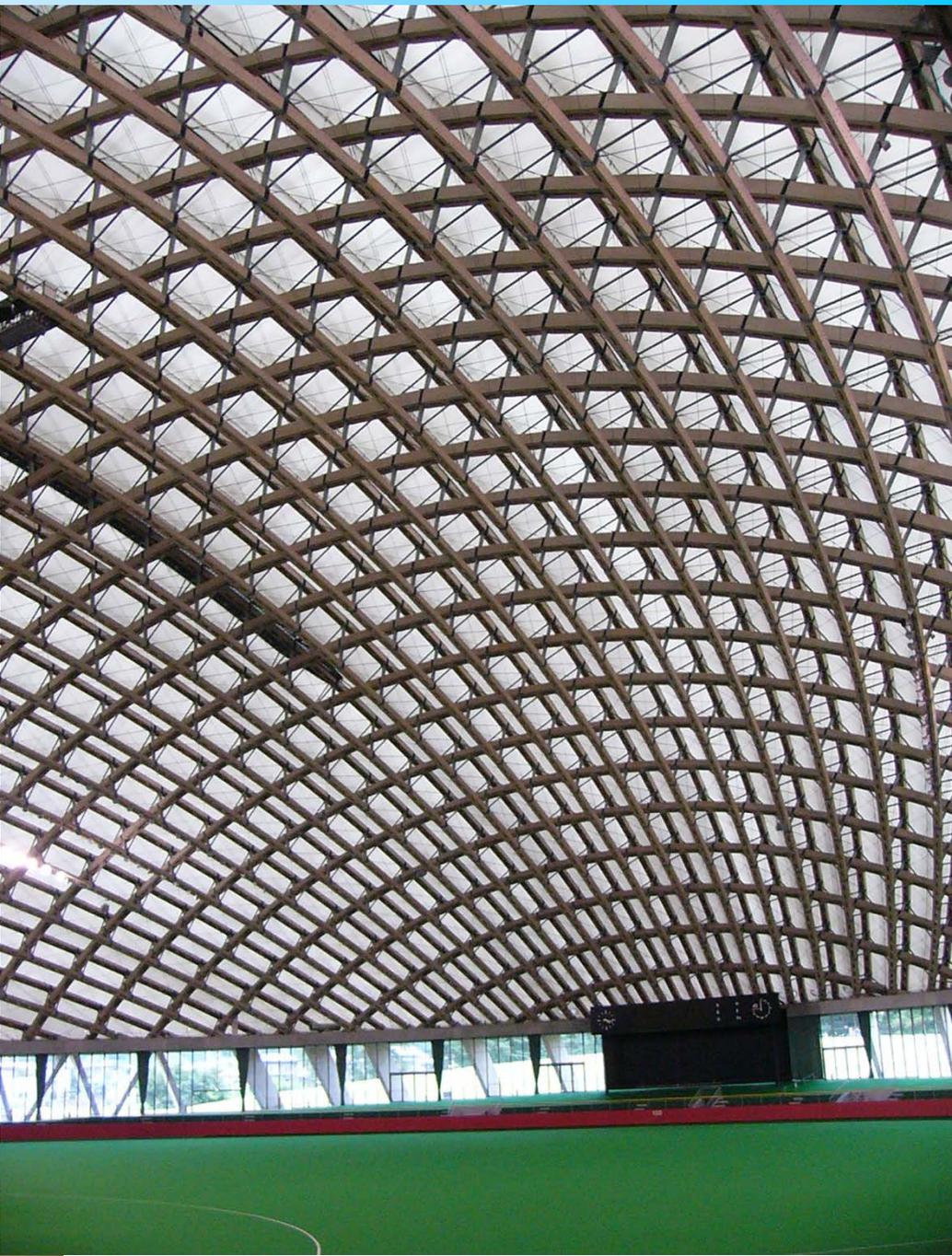
腰原幹雄



伝統木造建物 Traditional Wooden Building





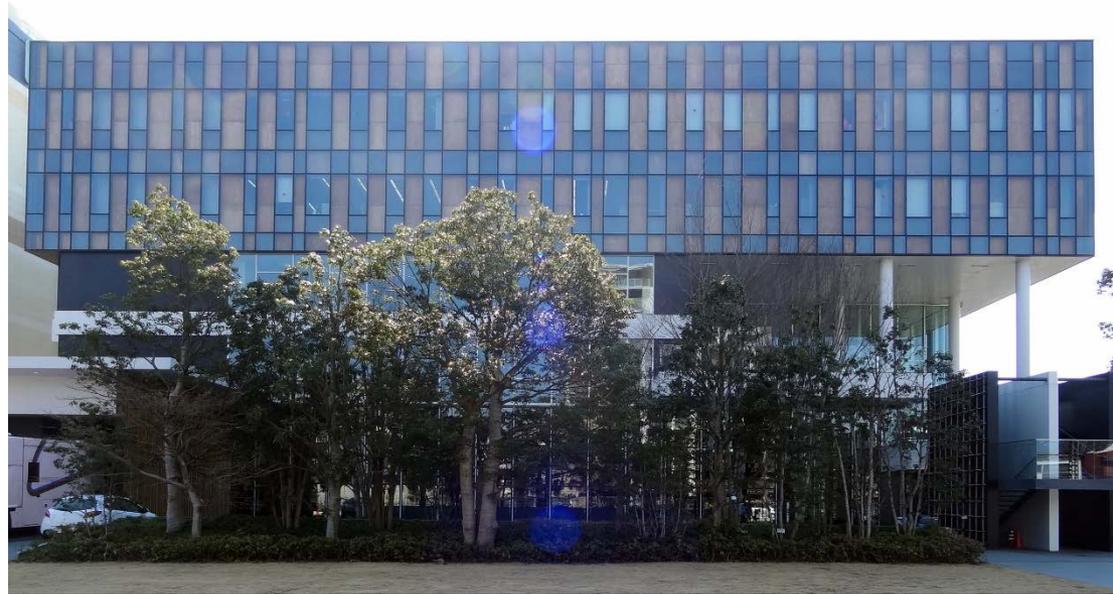




近代木造建築 (1900-1950)



2005 金沢エムビル

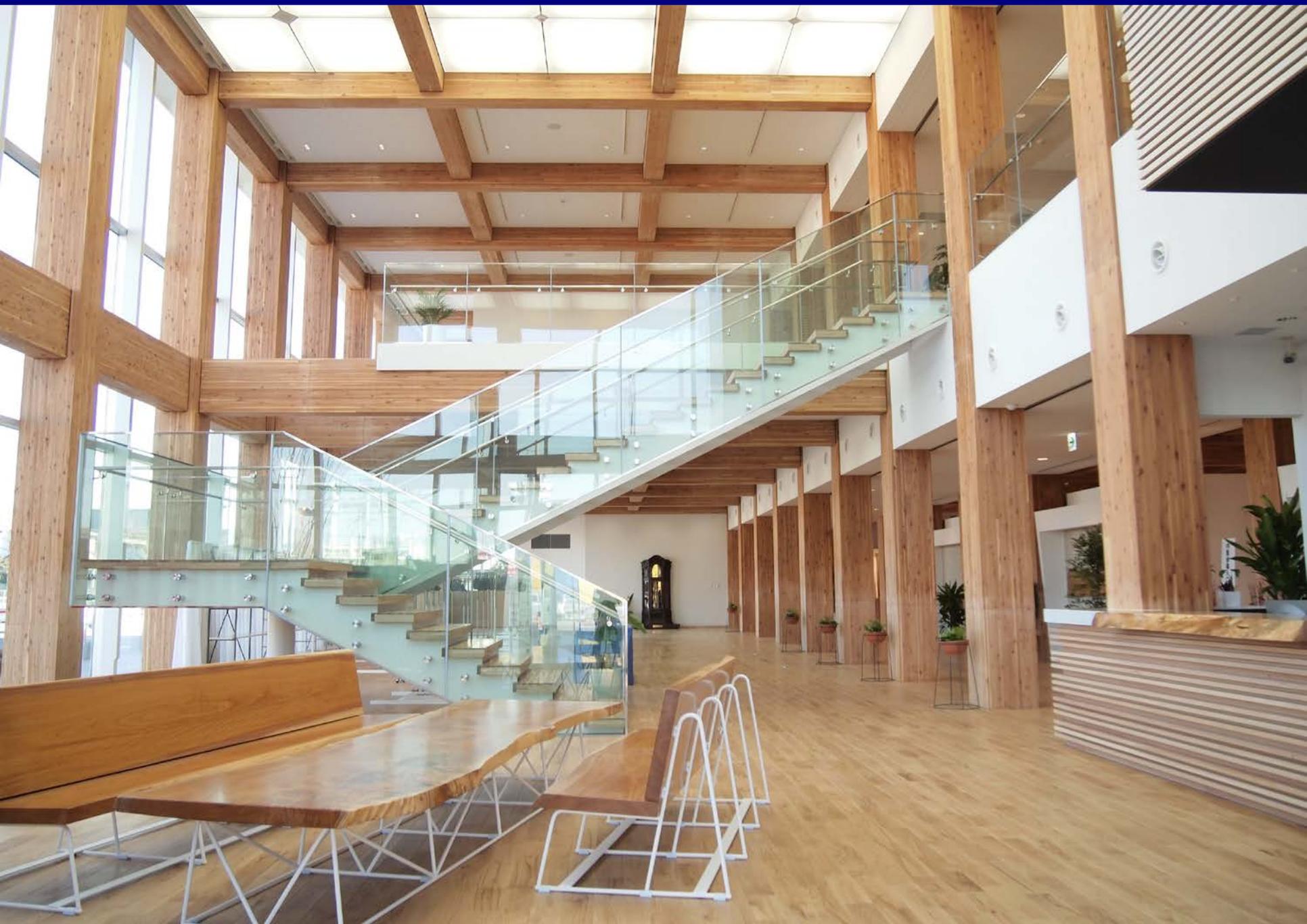


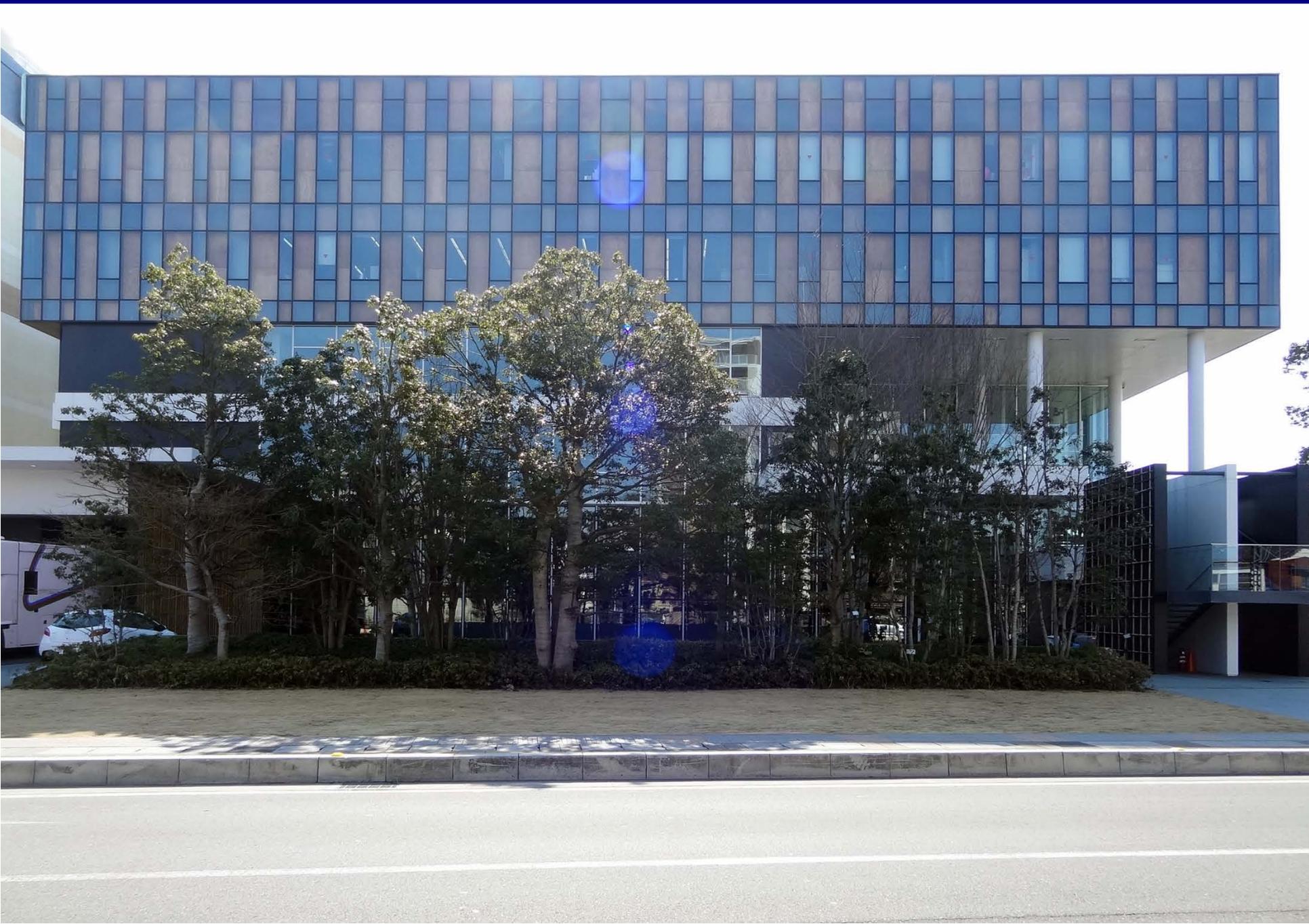
2011 東部地域振興ふれあい拠点施設

写真：POLUS-TEC



2012 ウッドスクエア







大阪木材仲買会館 外観パース



大阪木材仲買会館 エントランスパース





木造住宅

から

木造建築

へ

設計者

大規模建築、公共建築

組織事務所

ゼネコン設計部

大規模木造建築？

木造建築

小規模設計事務所

工務店

設計者

大規模建築、公共建築

組織事務所

ゼネコン設計部

木造建築

小規模設計事務所

工務店

大規模木造建築？

設計支援情報

日本集成材工業協同組合

日本合板工業組合連合会

全国LVL協会

team Timberize



耐震

環境



材料

防耐火





林業



建設業
(設計)
(施工)



木材工業



廃棄

循環型 資源

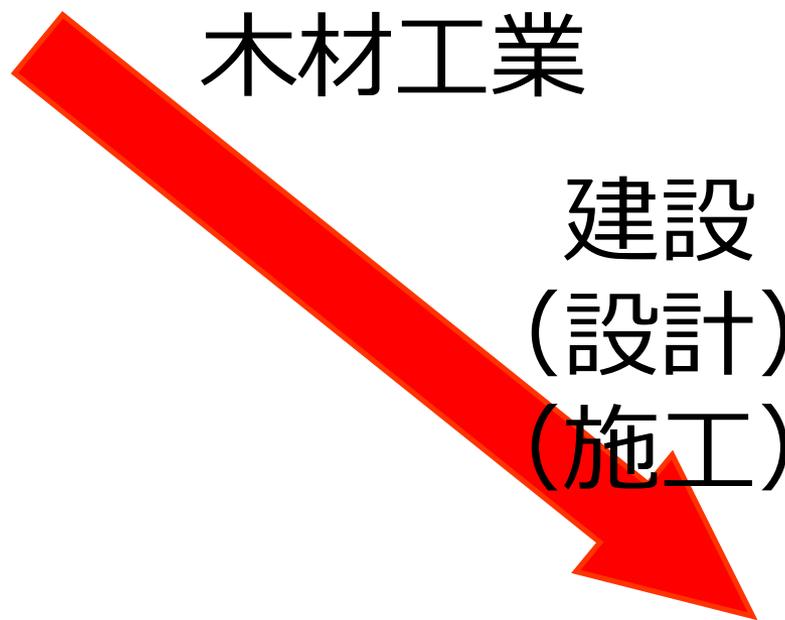
林業

木材工業

建設
(設計)
(施工)

廃棄

さまざまな
関連業種



耐震



1923 関東大震災



1948 福井地震



1995 兵庫県南部地震



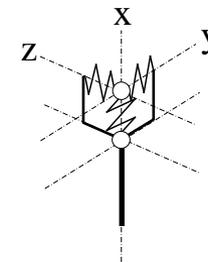
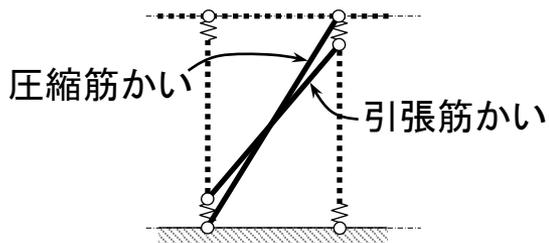
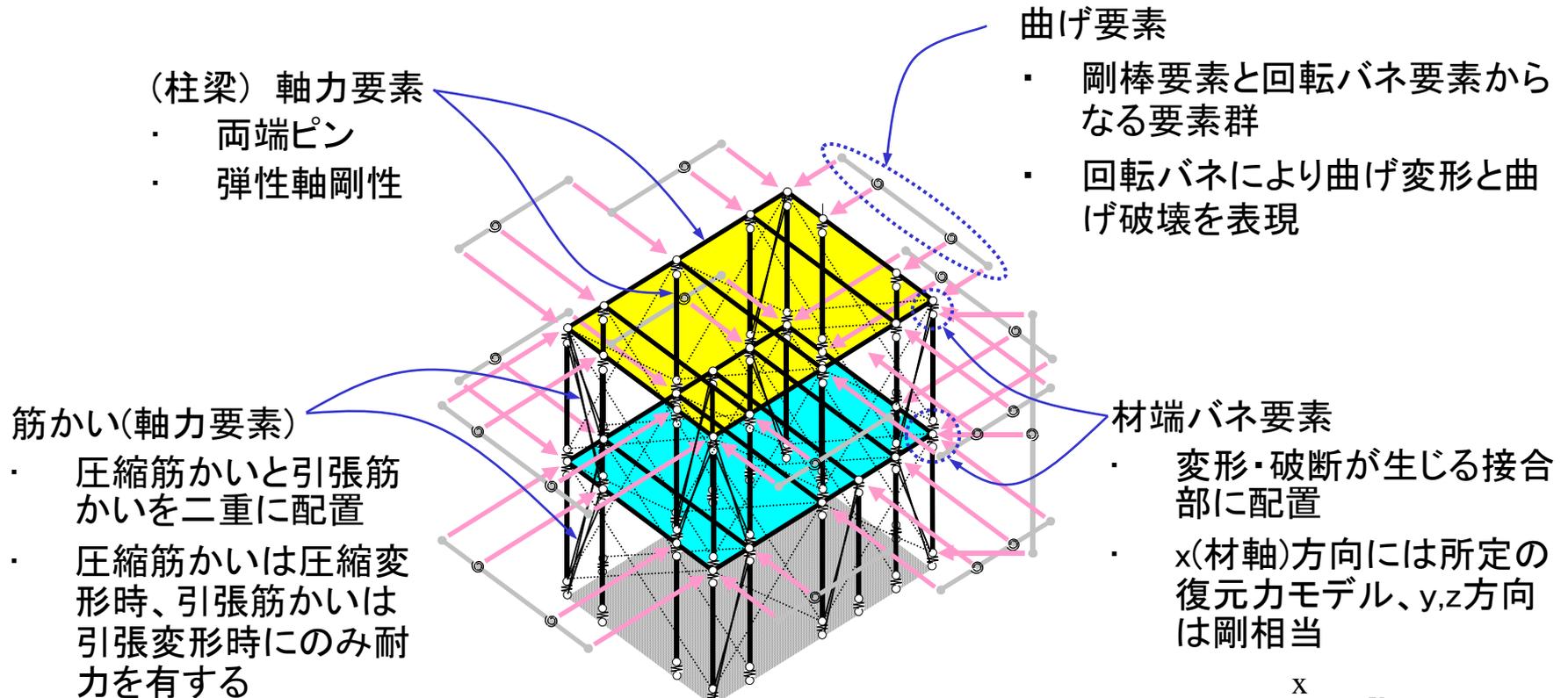
2004 新潟県中越地震





耐震等級3（JMA神戸 3次元）

解析モデル FEM Analysis





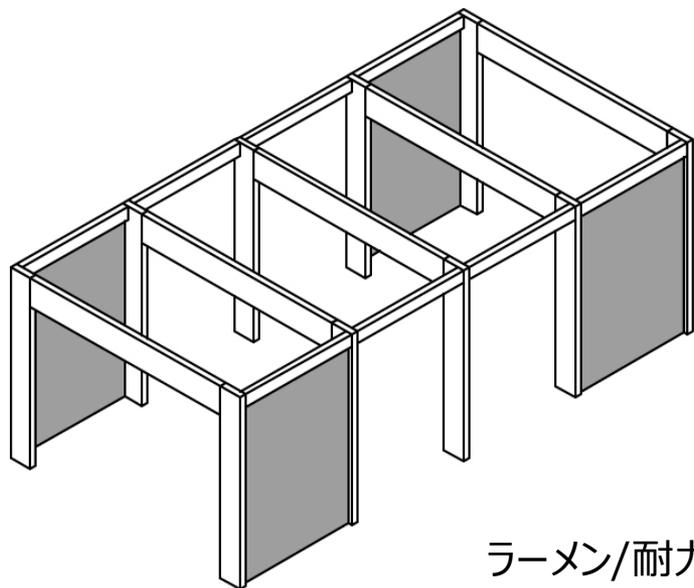
信州大学



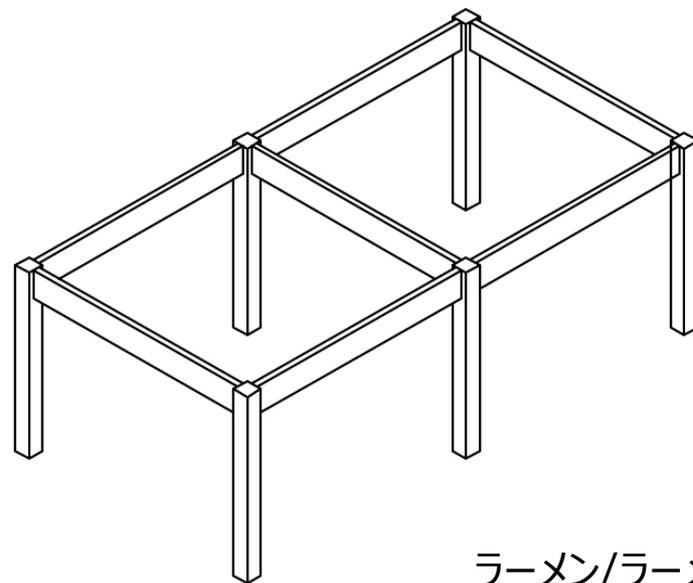
静岡大学



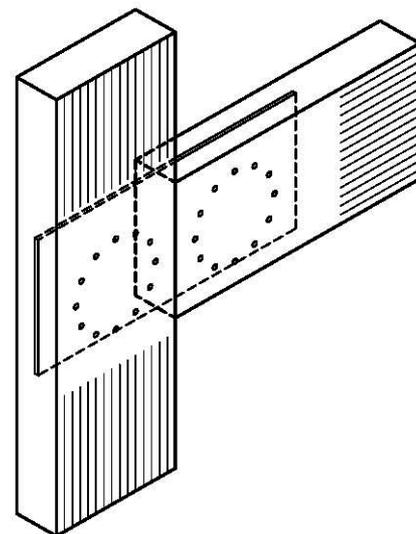
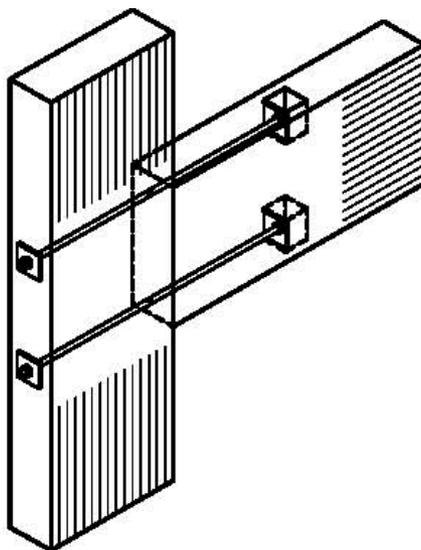
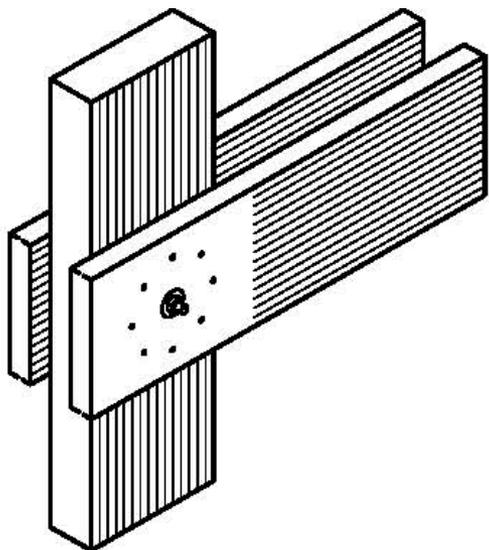


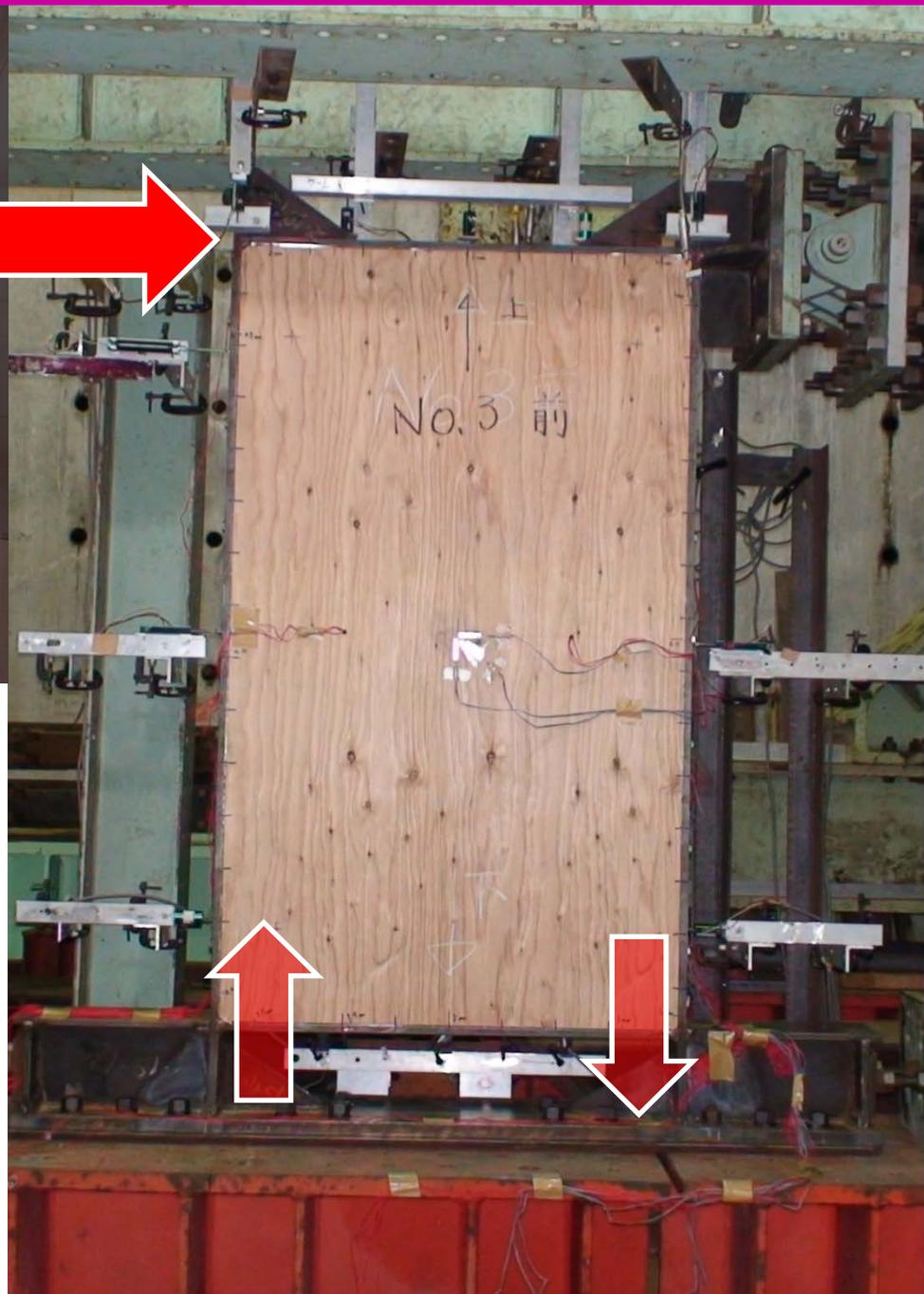
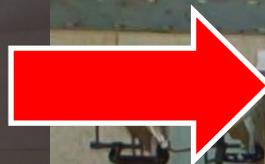


ラーメン/耐力壁



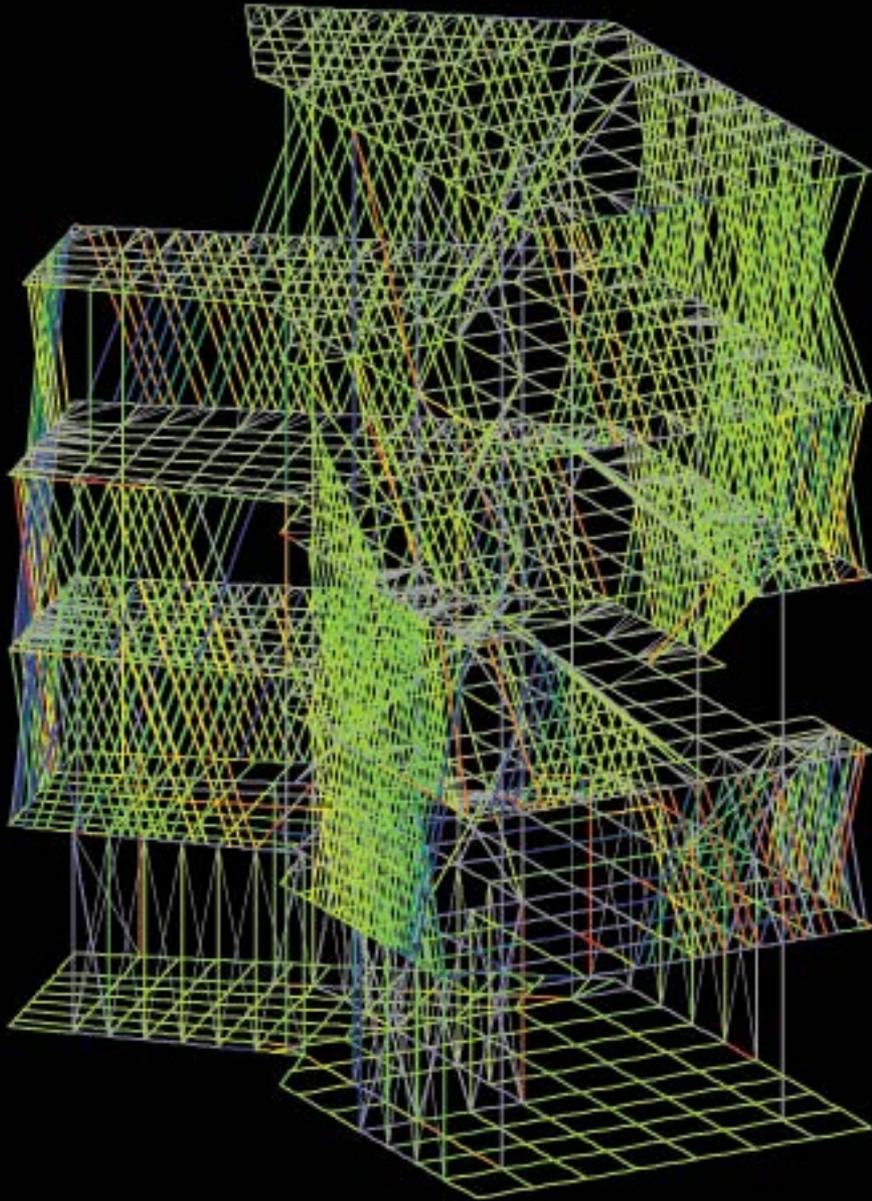
ラーメン/ラーメン



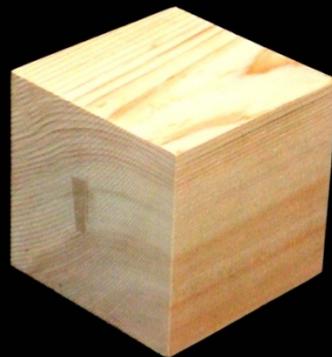


高耐力
靱性確保 接合部降伏

構造設計
構造計画
構造解析



構造 + 材料



集成材：丸太の利用効率30%



パーティクルボード



MDF



LVL





製材は？

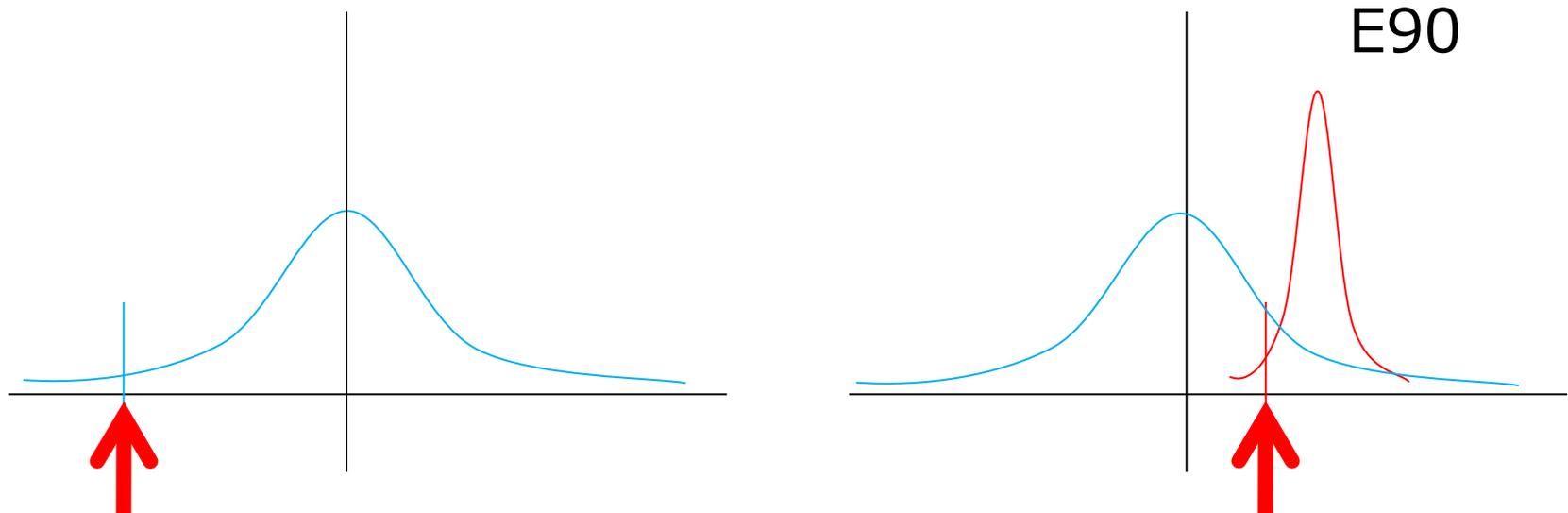


バラツキとつきあう

材料特性、構造性能の明らかな木（JAS構造用製材）

強い木≠いい木、 弱い木≠悪い木

構造性能：ヤング率、強度、含水率



材料特性を見抜く目 → JAS構造用製材



設計法と使用材料

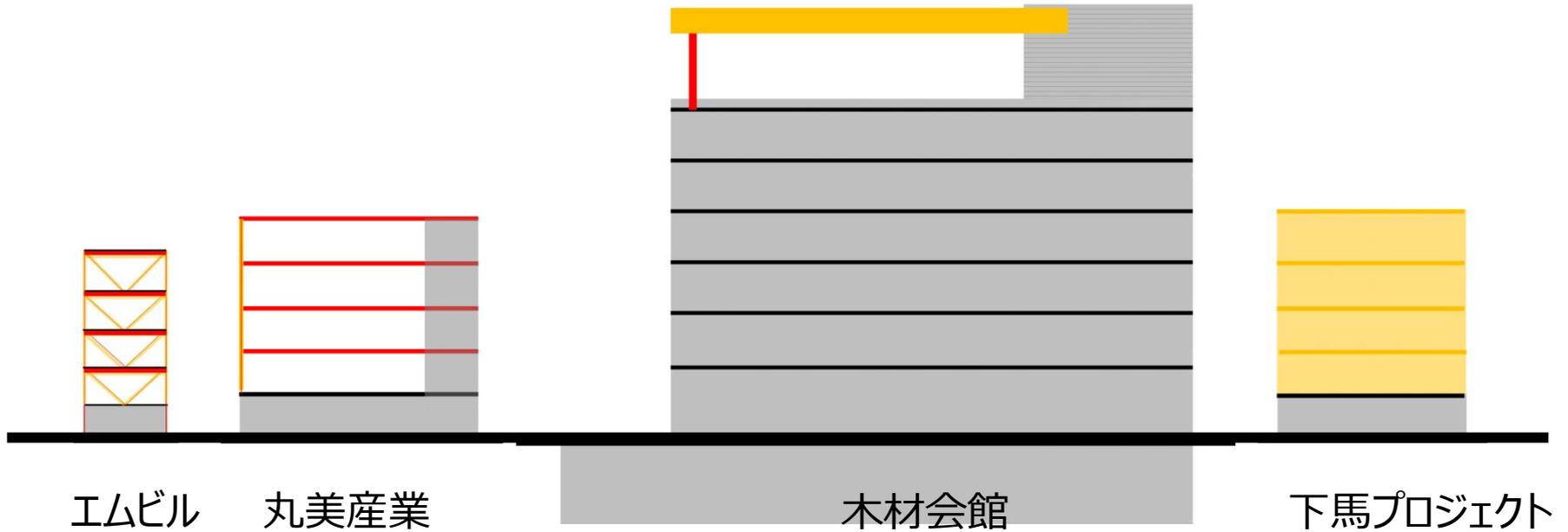
	無等級材	JAS構造用 製材	構造用 集成材、 LVL等	新しい 木質材料
壁量計算	○	○	○	△
許容応力度等計算		○	○	
限界耐力計算	○	○	○	
時刻歴応答解析	○	○	○	○

※壁量計算 戸建住宅を前提。延床面積500m²以下。

混構造







東部地域振興ふれあい拠点施設

RC造とS造との混構造（共存）

統一された設計手法の整備

環境（防・耐火）

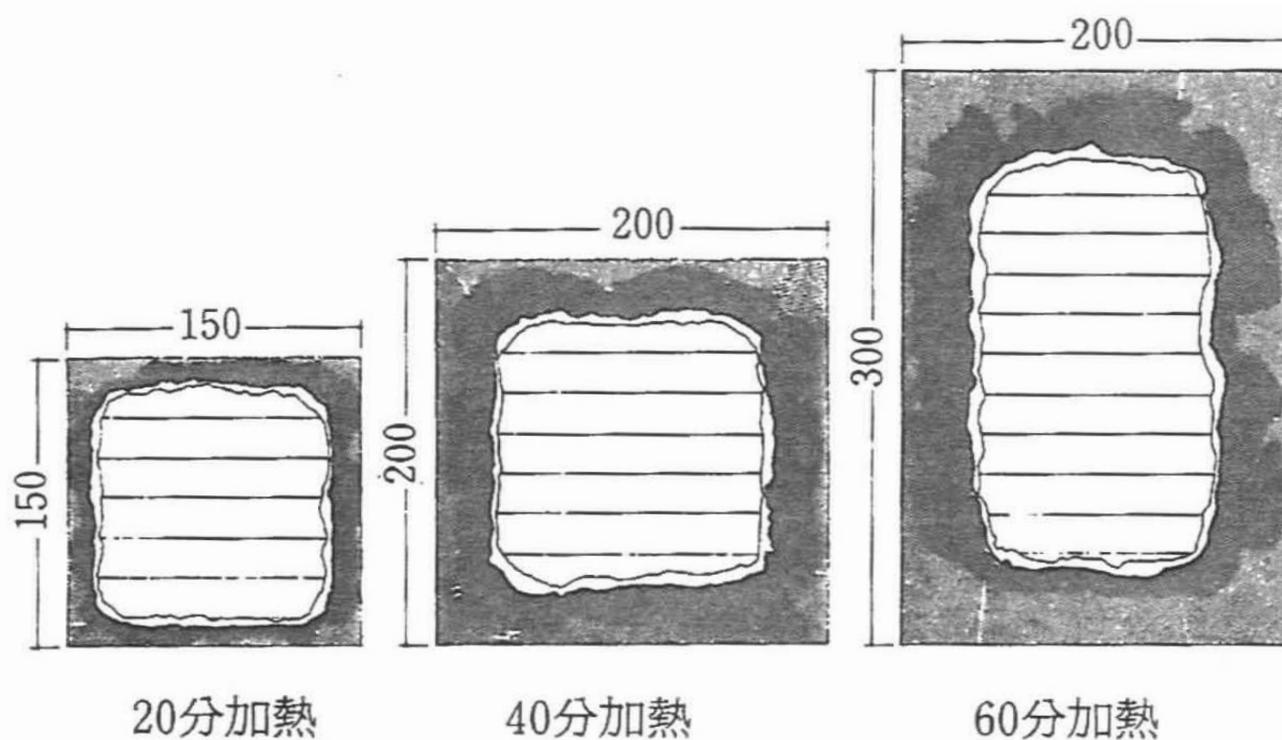
3階部分を共同住宅等、特殊建築物の用途に供する建築物は従来「耐火建築物」とすることが原則。

平成4年の建築基準法改正により、防火上及び避難上の一定の技術基準に適合する準耐火建築物(1時間)であれば木造三階建共同住宅の建設が可能。

準耐火構造（60分の火災後にも倒壊しない。）

燃えしろ設計

燃える速度（0.7mm/分）から燃える量を想定





2000年の基準法改正により、

木質材料を使用して耐火建築を建築可能となった。

準耐火構造（60分の火災後にも倒壊しない。）

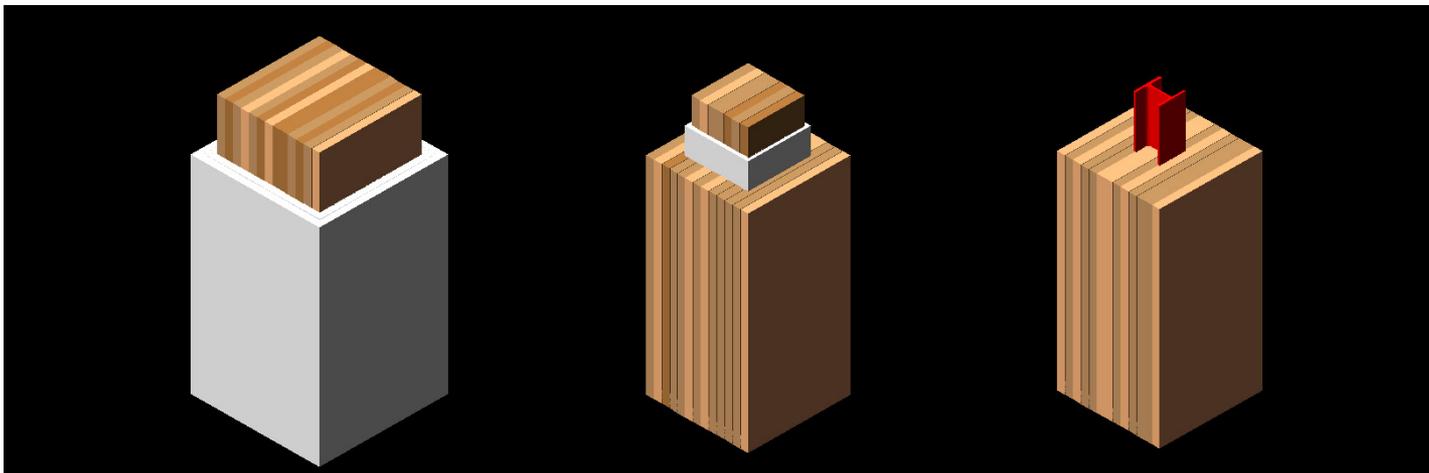
耐火建築物（60分の火災後に倒壊しない。）

+ 火災後に自鎮する。（放置火災対策）

2000年の基準法改正により、木質材料を使用して耐火建築を建築可能となった。

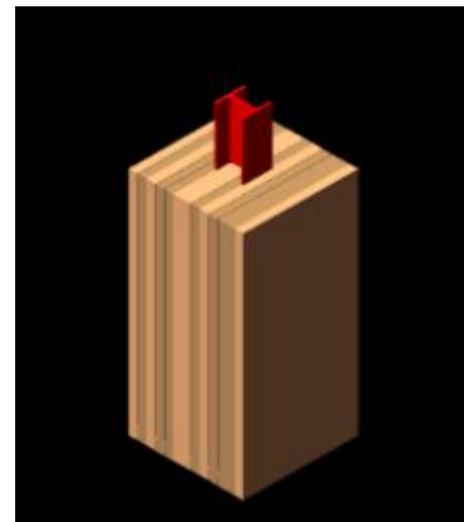
木質材料を用いた耐火部材の考え方には、

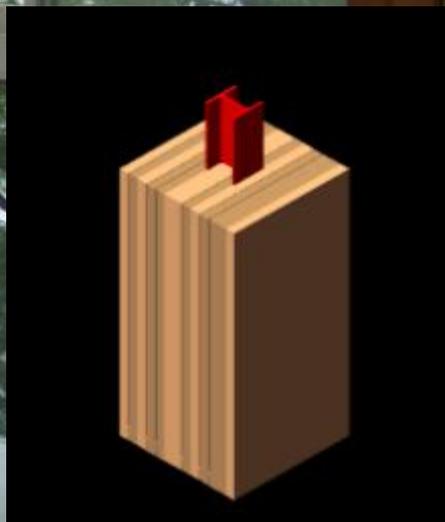
1. 不燃材で耐火被覆 (Fire Protection)
2. 燃えどまり部材を挿入 (with Fire Stop Elements)
3. 不燃材料とのハイブリッド化 (with Hybrid Elements)
4. 燃え尽き型





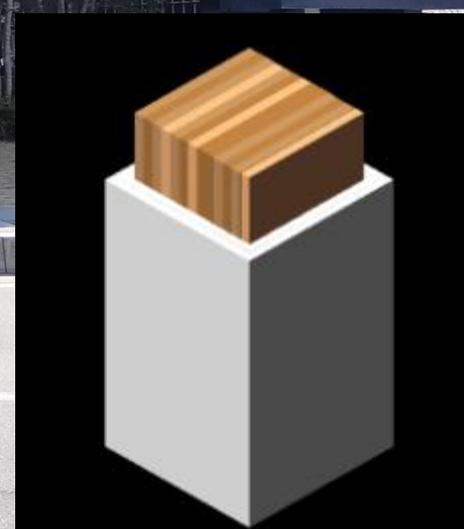
鉄骨造木製耐火被覆







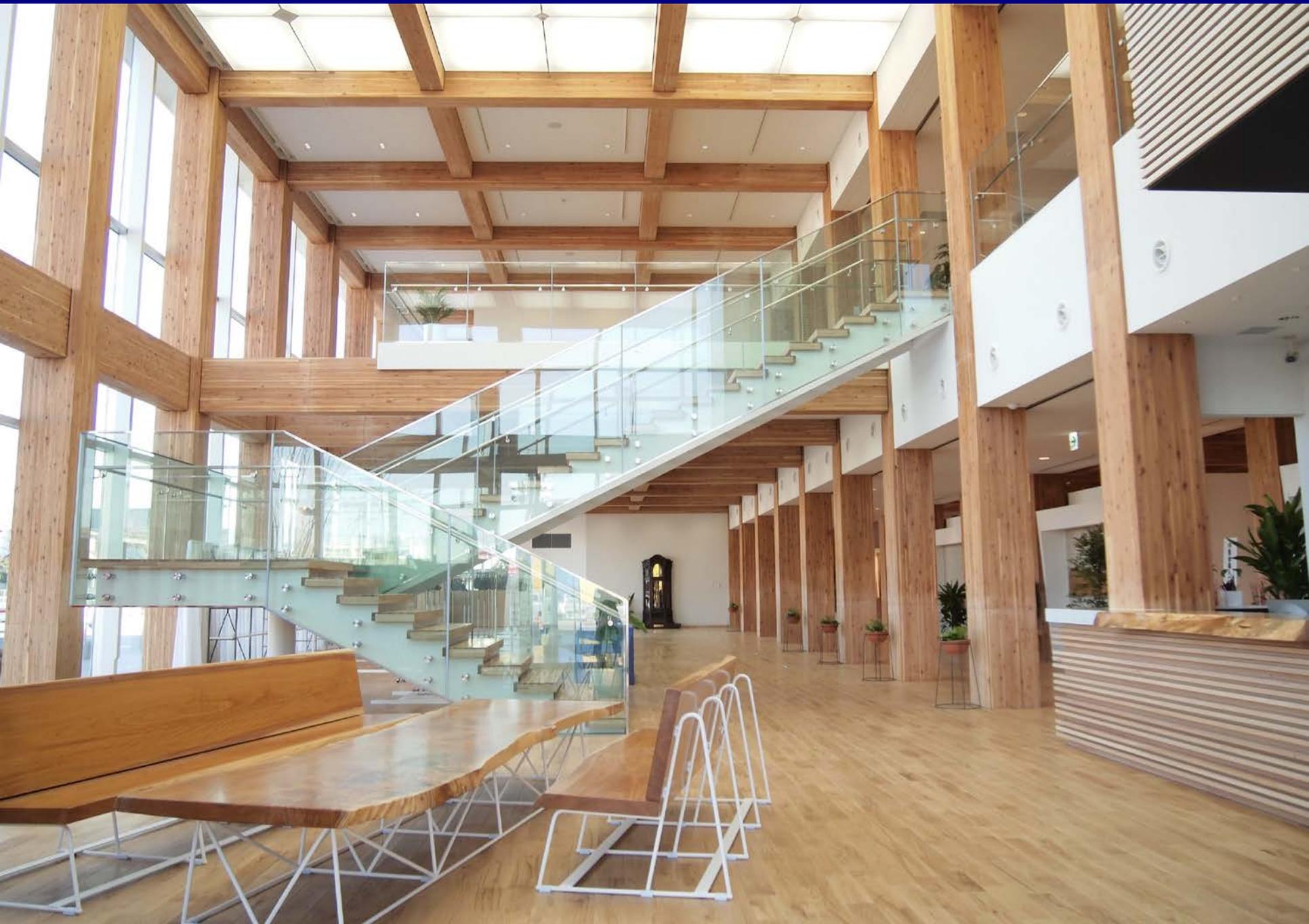


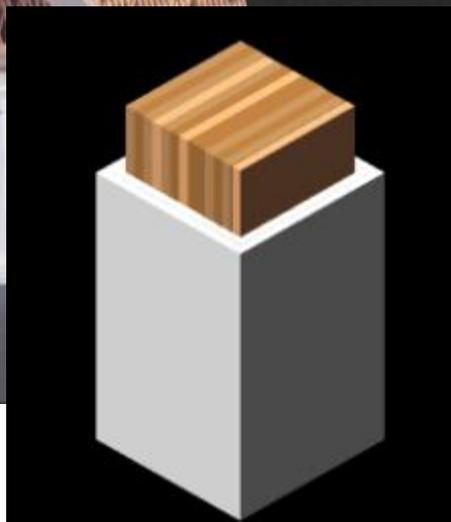
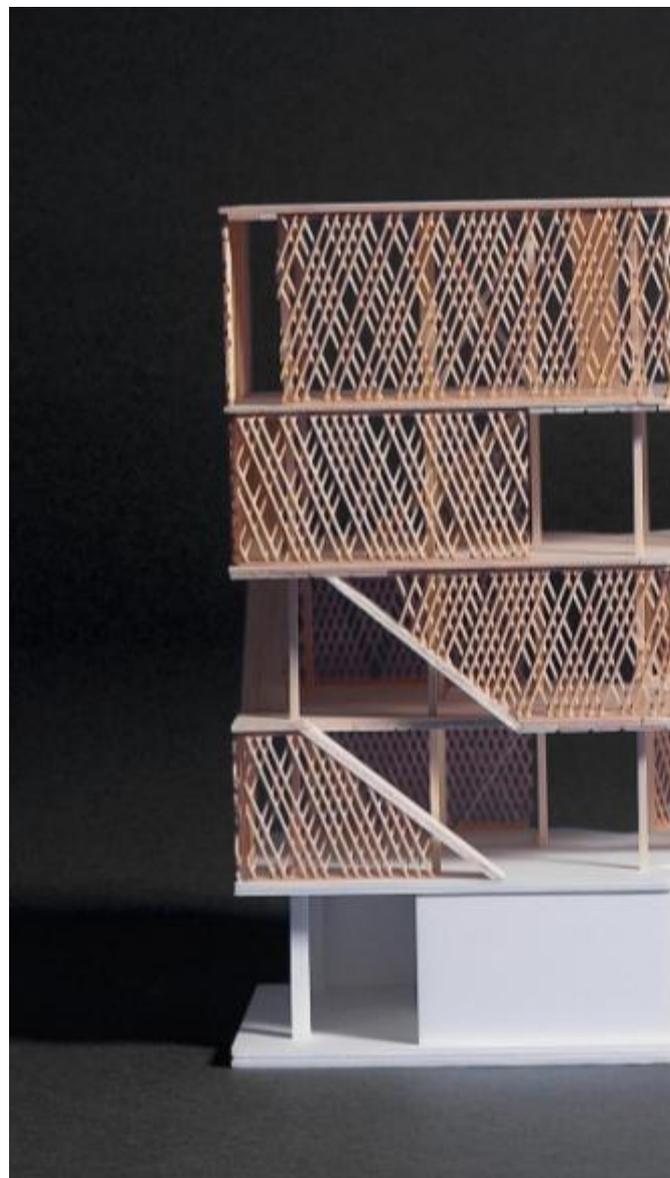




構造 + 防・耐火 + 意匠

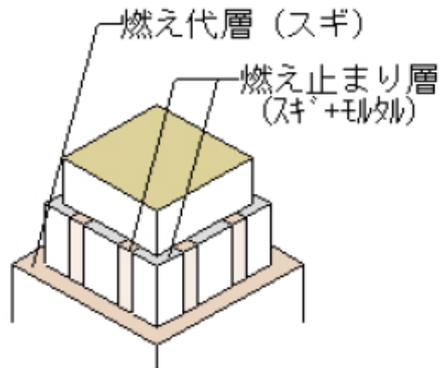






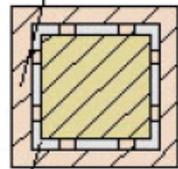
写真：KUS

モルタル



440~575

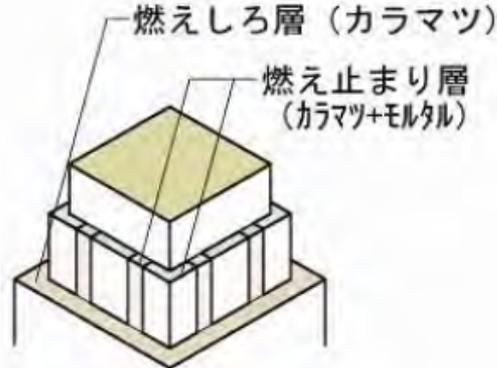
燃え代層 (スギ)



燃え止まり層 (スギ+モルタル)

60 25 25 60
270~405

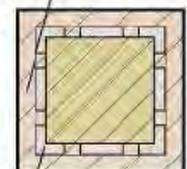
モルタル



470~670

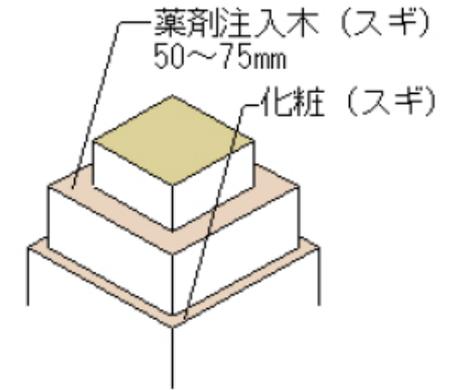
燃えしろ層 (カラマツ)

300~1050
60 25 25 60



燃え止まり層 (カラマツ+モルタル)

60 25 25 60
300~500



260~

スギ構造用集成材

燃え止まり層 (薬剤注入スギ集成材)

化粧(スギ)

10 75 120~75 10

10 60 60 10
120~

燃え止まり型耐火木造部材



竹中工務店

大阪木材仲買会館 外観パース

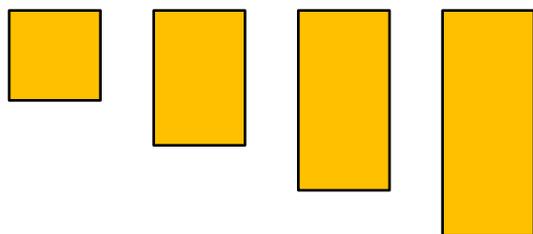


大阪木材仲買会館 エントランスパース

竹中工務店



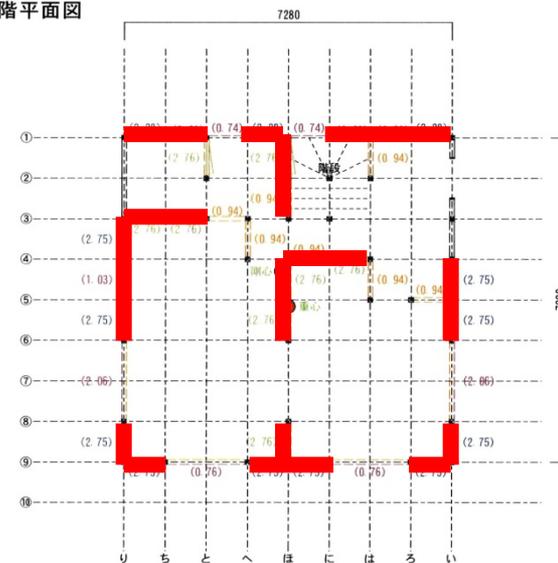
設計 コスト + 生産システム



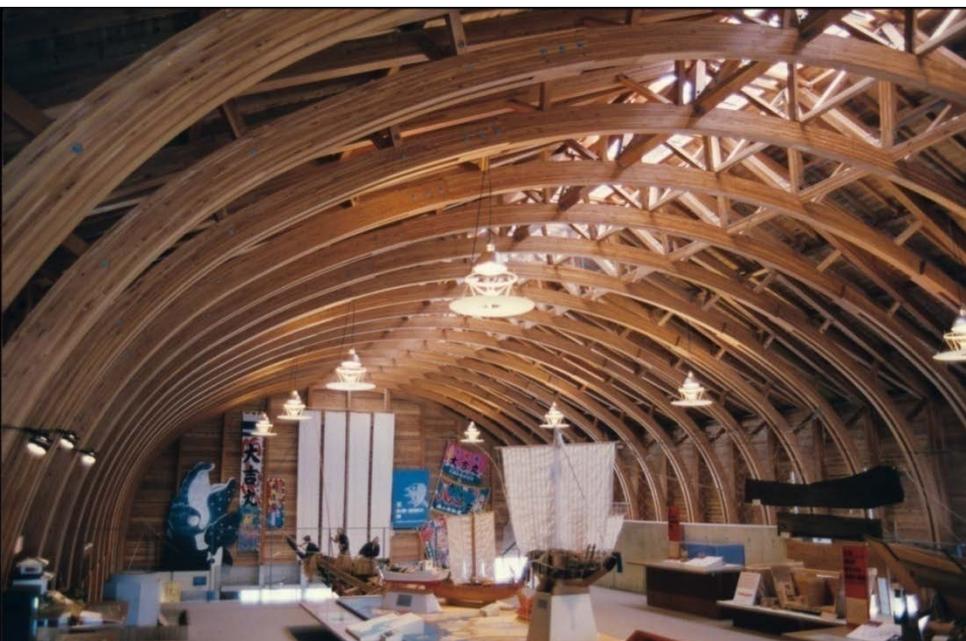
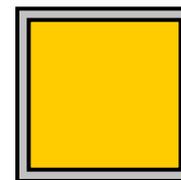
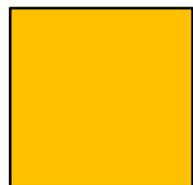
105、120幅

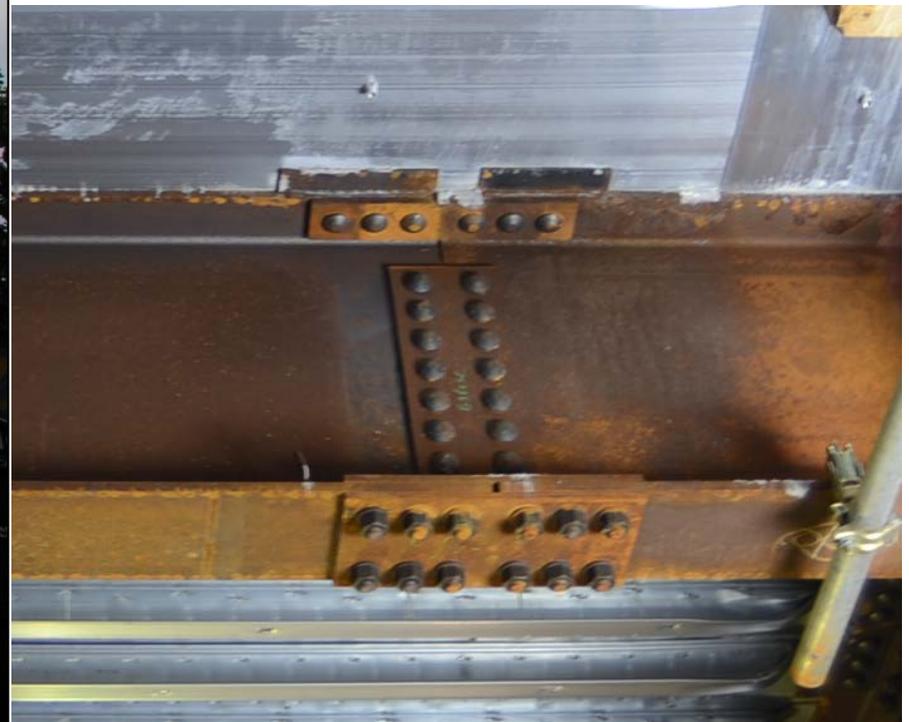
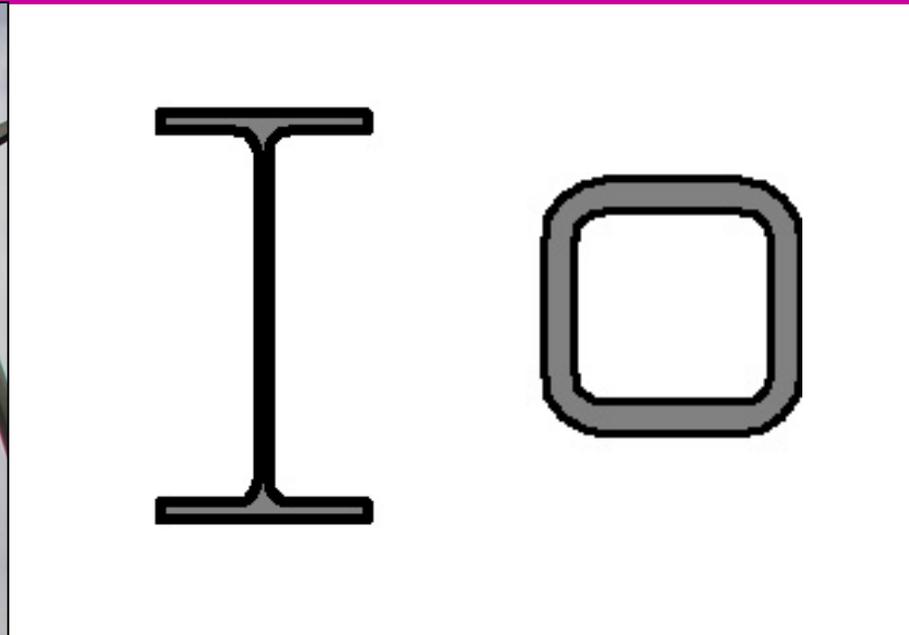
大量生産・規格品・オープンシステム

1階平面図



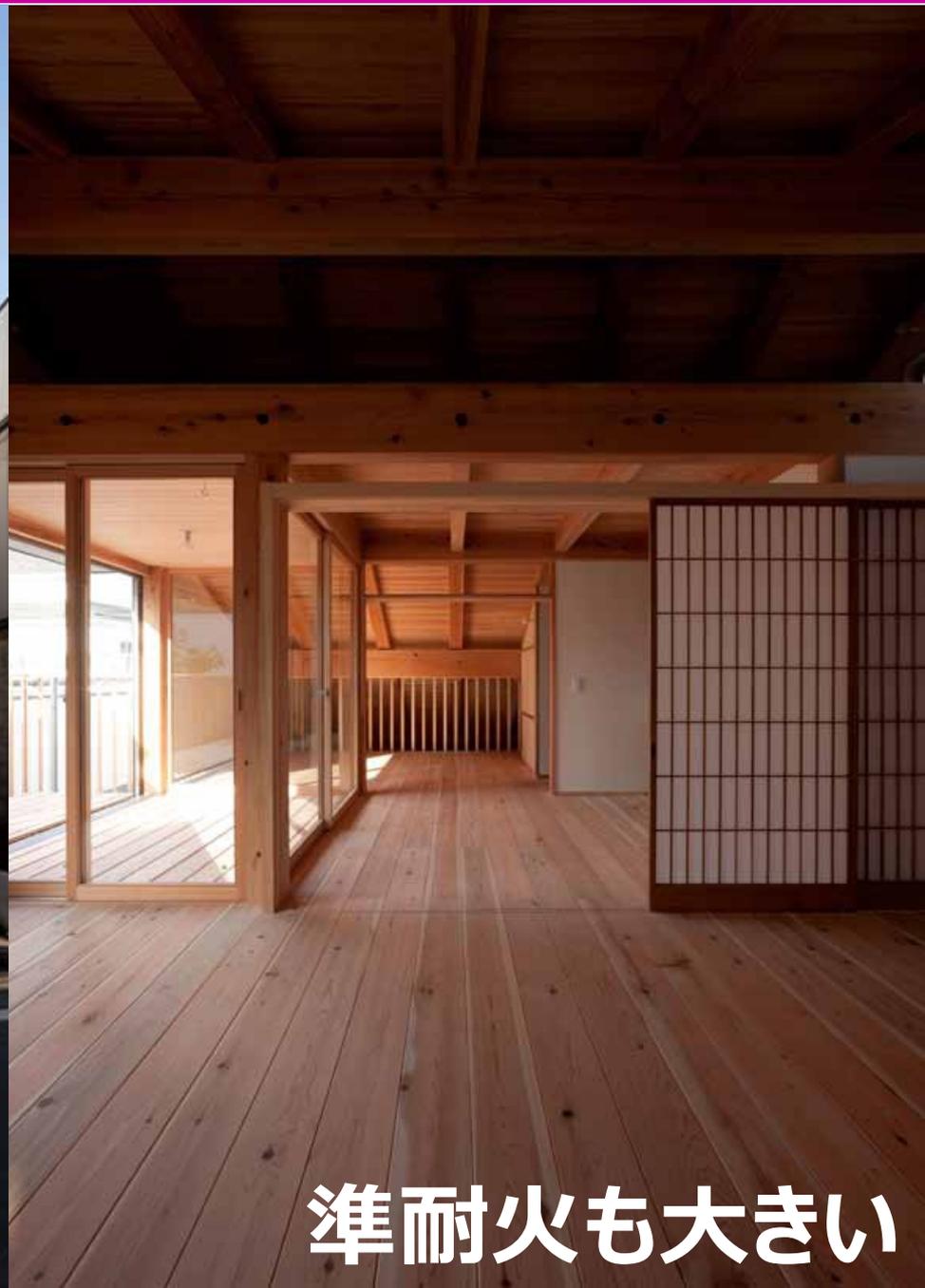
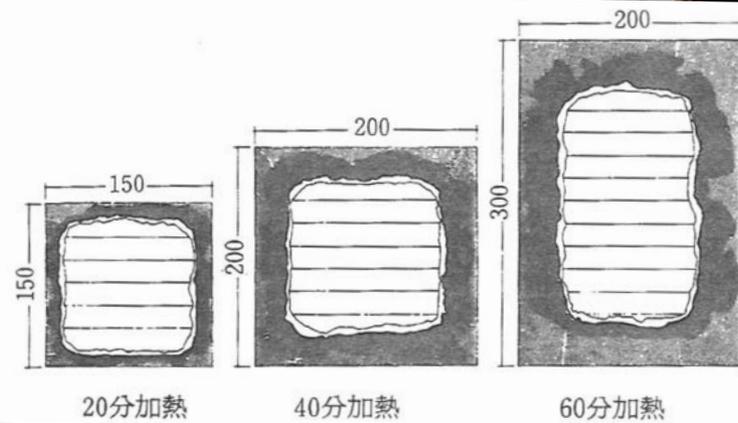
一品生産・特注品







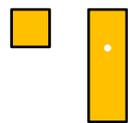
住宅より単純だけど大きい



準耐火も大きい

木造住宅用部材寸法

線材



105
120
シリーズ

面材
建物モジュール

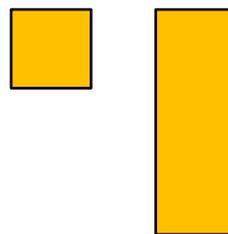


3×6 (910×1820)

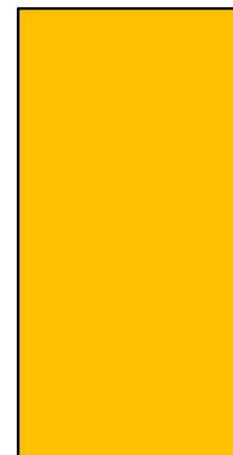
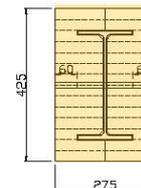
中大規模木造用部材寸法

大断面集成材

ハイブリッド部材



180,210,240
シリーズ
(樹種別)



4×8 (1200×2400)



中大規模木造用部材寸法



断面規格 燃えしろ設計対応

製材 150 × 360、450

集成材 150、180、210、240 (120×2)
× 450、600、750、900

LVL 150

× 450、600、750、900、1050、1200

樹種・規格

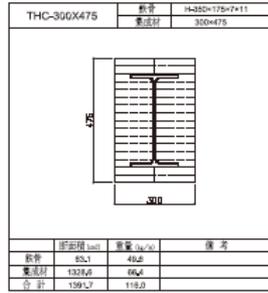
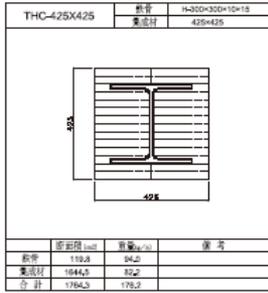
集成材 E65F225 (スギ)

E105F300、E95F270 (カラマツ)

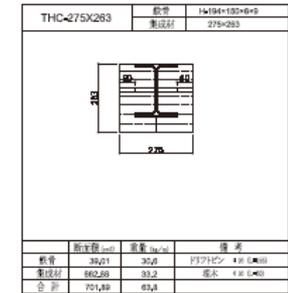
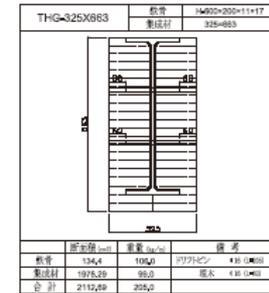
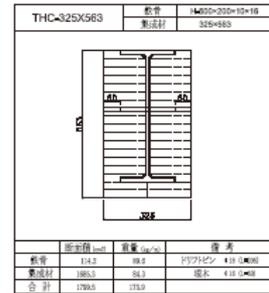
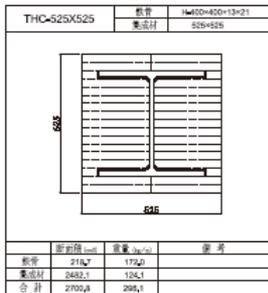
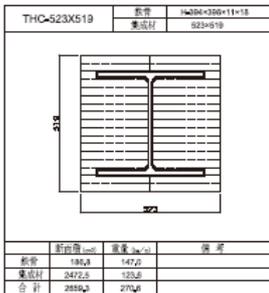
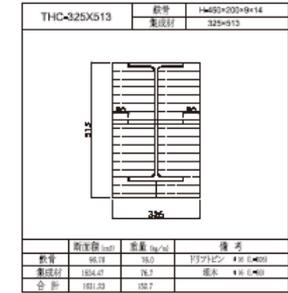
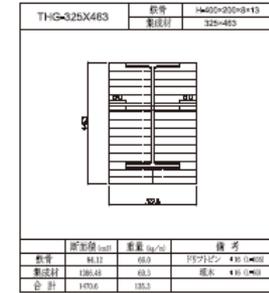
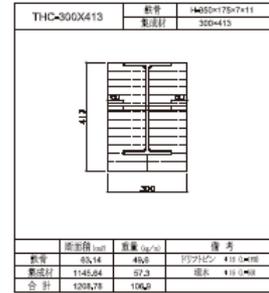
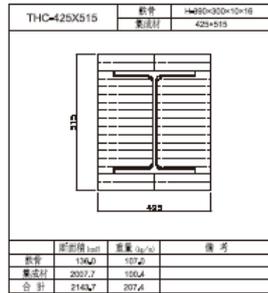
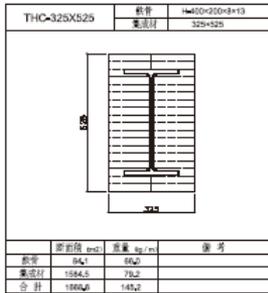
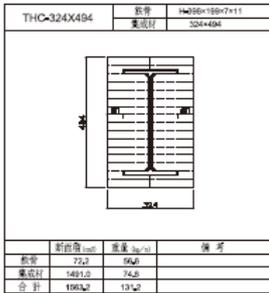
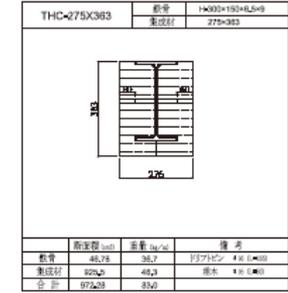
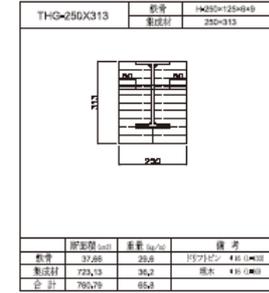
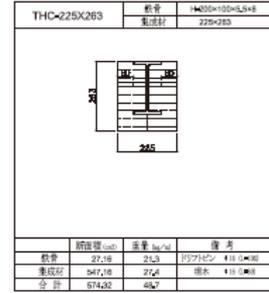
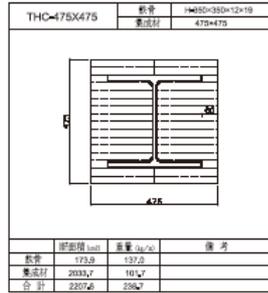
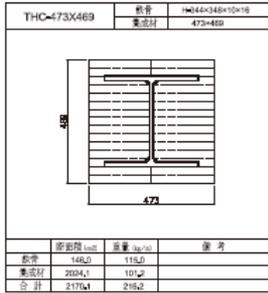
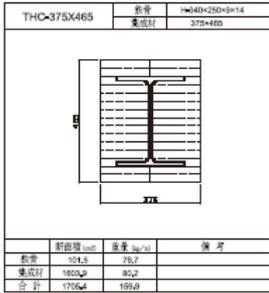
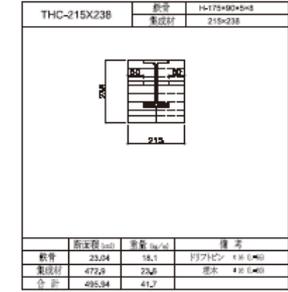
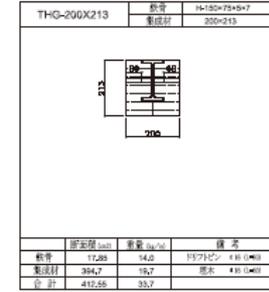
LVL 60E (スギ)、120E (カラマツ)

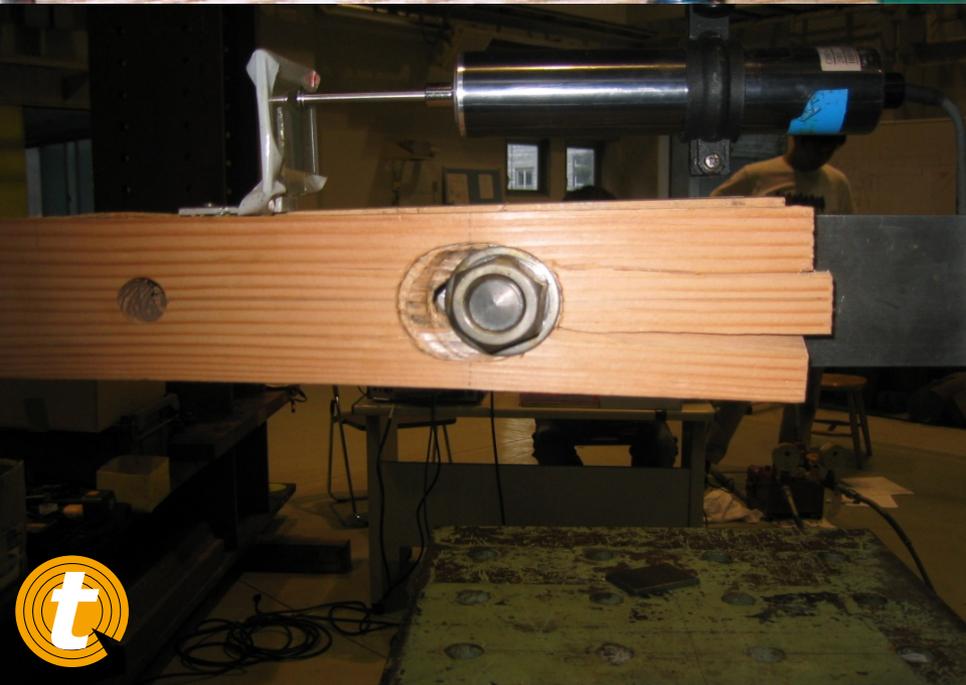
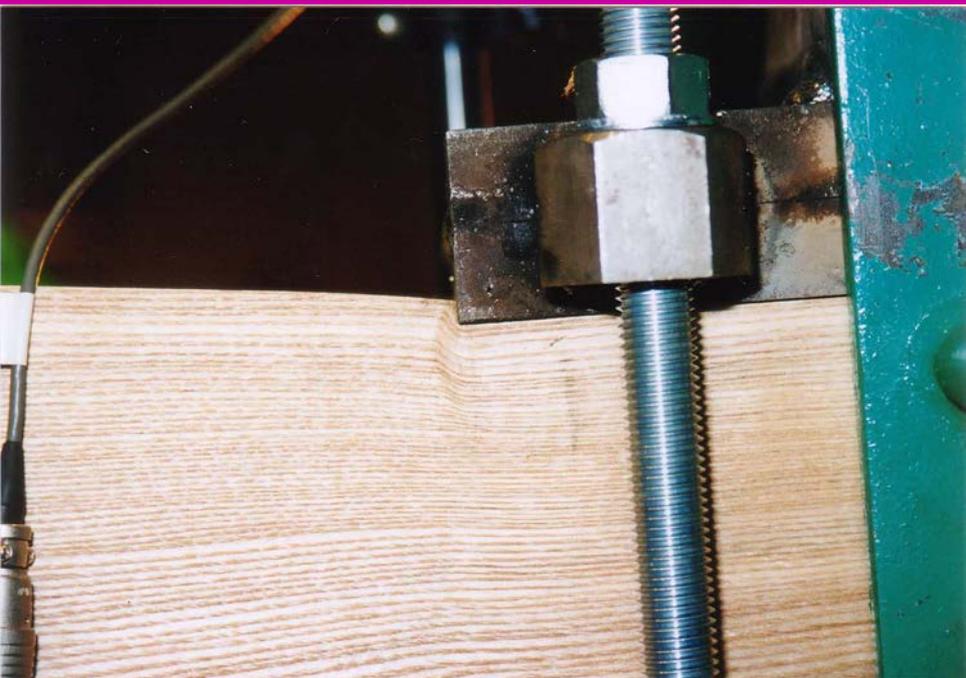
平面モジュール 1200 4×8板、4×10 (壁)

木質ハイブリッド
集成材
部材リスト
柱 その2



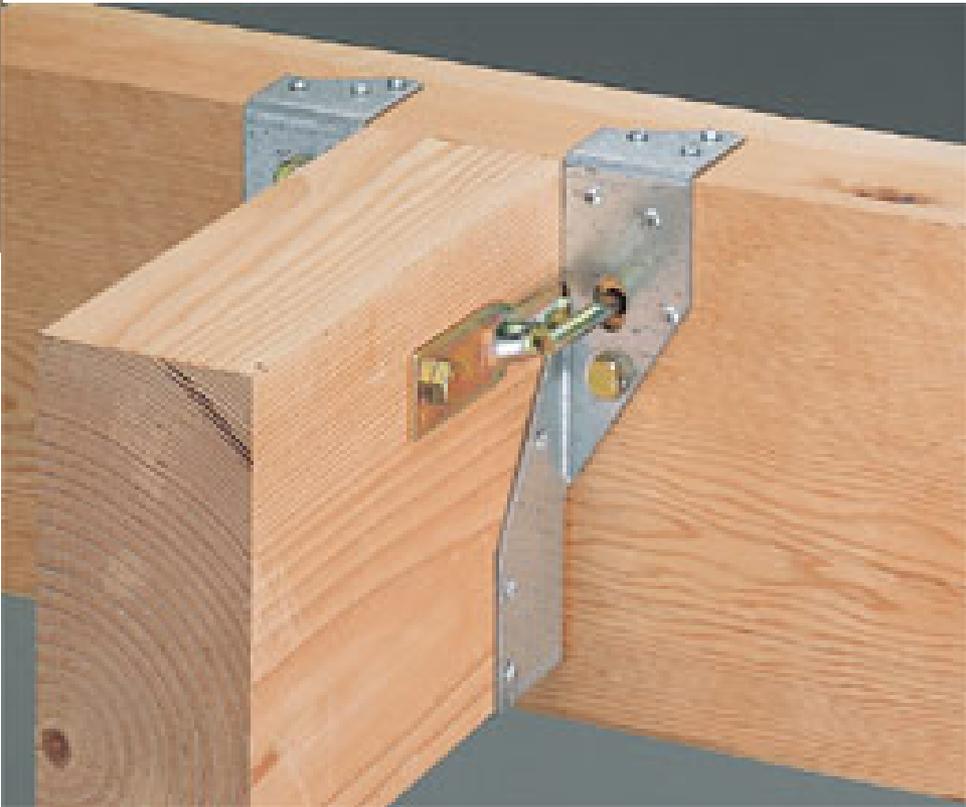
木質ハイブリッド
集成材
部材リスト
梁 その1



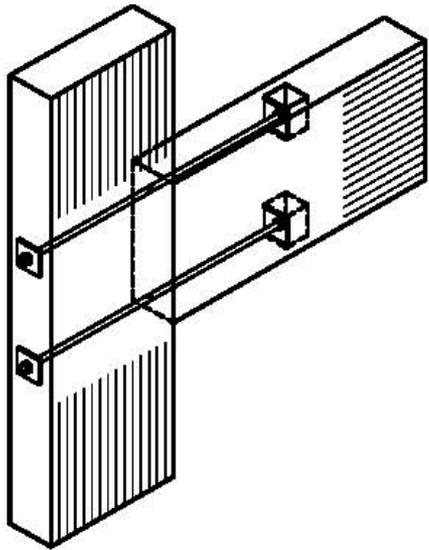


特注品、規格品

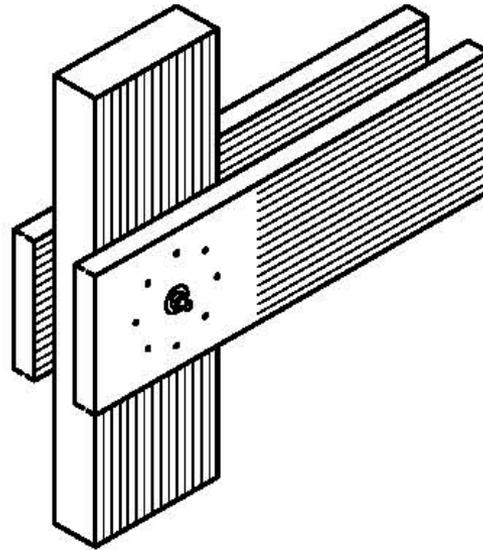




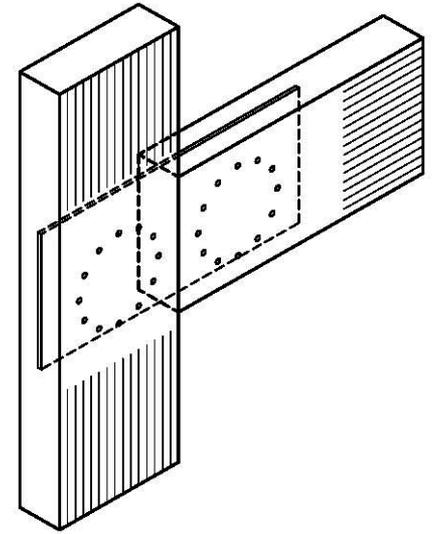




引きボルト型



合わせ梁型



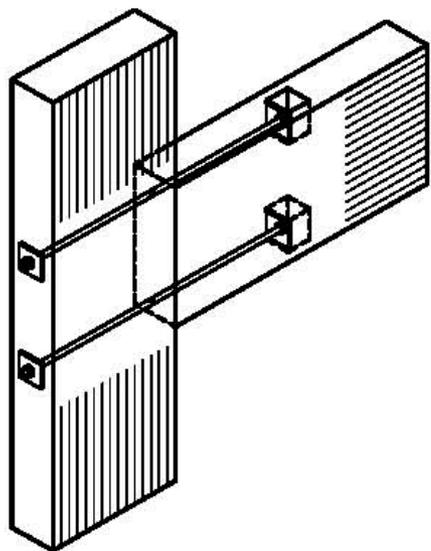
鋼板挿入型



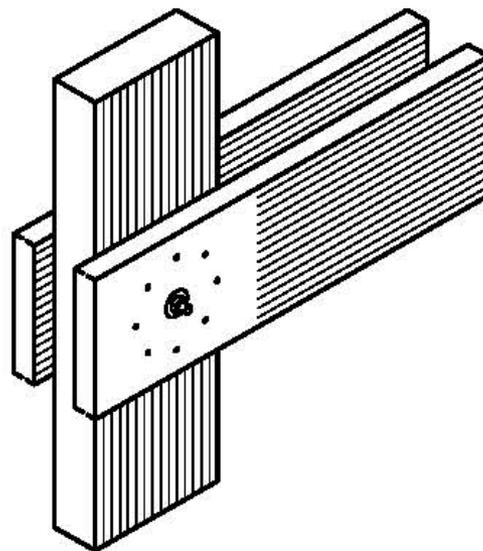
確認申請に使用できる技術情報

【課題】 寸法、樹種の多様性

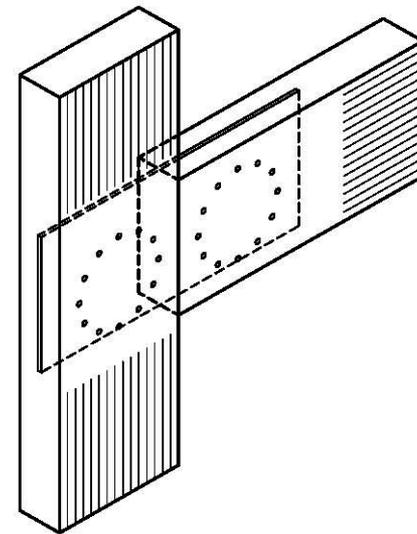
→ 部材断面の標準化、構造性能



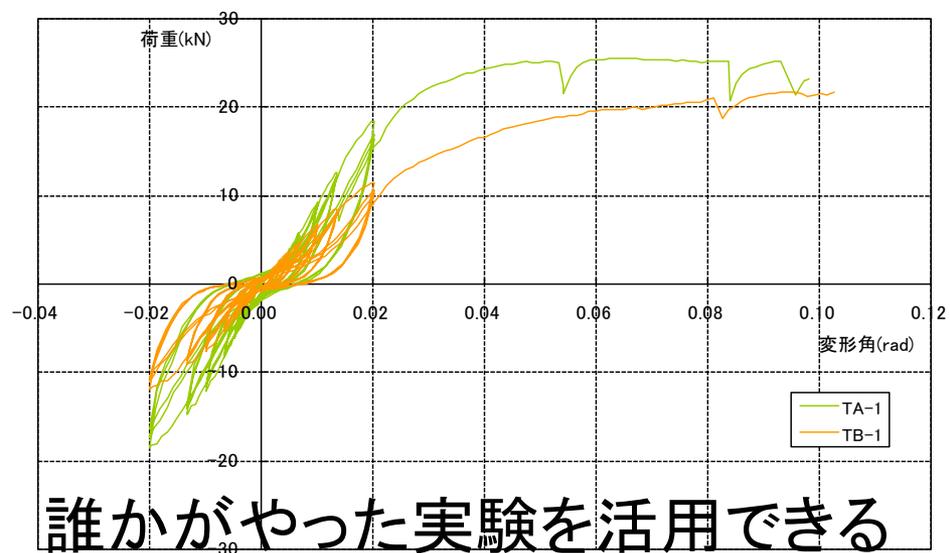
引きボルト型



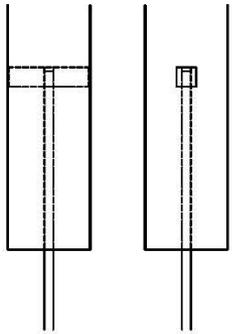
合わせ梁型



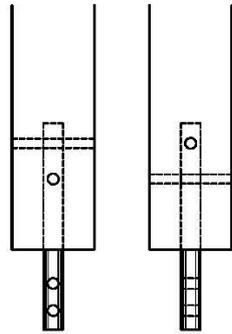
鋼板挿入型



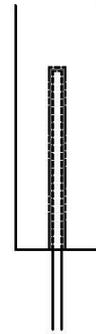
誰かがやった実験を活用できる



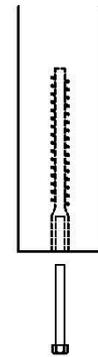
引きボルト



鋼管挿入



グールドインロッド
GIR



ラグスクリューボルト
LSB



確認申請に使用できる技術情報

【課題】 寸法、樹種の多様性

→ 部材断面の標準化、構造性能

壁 LVL-GFR/LVL/120E

壁 LVL-GFR/LVL/120E

LVL厚板壁 (GFR)

中大規模木造建築においては、空間の単体が大きくなるとともに固定荷重、稼働荷重も木造住宅に比べて大きくなり得る。自重の増大は地震力の増加にもつながり、高耐力の耐力壁が必要とされる。

LVL厚板を用いた耐力壁は、100mm厚のLVLを耐力壁として、水平耐力試験時に積層材に集結されたGFRが引張り、引張力を担持することで曲げモーメントに抵抗しながら、せん断力によりせん断力に対して抵抗するものである。

GFRはグレードイン・ロックは、本材に鋼線を挿入し、それを樹脂が接着層で包囲して鋼線の引張力を抵抗によって除く結合方法である。GFRによる結合では、本質材料と鋼材を接着結合しており、この接着結合部は高耐力・高剛性を確保することができるが機械的脆性が顕著なため、靱性を確保するために加工が必要である。LVL厚板自体のせん断耐力は低くであり、結合部の変形性能が鋼材の変形性能に大きな影響を及ぼすことになる。靱性の高いLVL厚板壁とするためには、脆状積層型GFR(資料****)を用いる必要がある。脆状積層型GFRは、積合鋼材の中間部を油をくびりさせることにより鋼材が弾塑性を呈じながら、鋼材の破壊である木質までいきなな破壊を受けることができる。積合部の性能をコントロールすることにより耐力性能をコントロールすることが出来る。

こうした耐力壁は、脆式プレキャストコンクリート工法と同様に施工であり、先行事例の脆式プレキャストコンクリート工法の設計手法を参考にすることが出来る。

LVL厚板壁は、40分耐火性能の大幅認定を取得しているものもあるが、結合方法も規定されているため注意が必要である。

壁 LVL-GFR/LVL/120E

●断面寸法

【外寸】

最大高さ4000mm、最大幅1000mm、厚さ100mm、
木目仕様

【使用材料】

壁 LVL 120E

積合具 GFR(スクリムテックジャパン)

●適用条件

原則として積合荷重は柱などで別途設計し、LVL厚板壁は土圧平方のみを負担する構造形式とする。
総荷重を支持する場合には、GFR金物に総荷重による圧縮力を評価する必要がある。

●概要

LVLの厚板の両面に設置された脆状積層型GFRの引張抵抗、圧縮抵抗は引張モーメントに抵抗する。弾性域においては、引張・圧縮ともGFRの鋼材の特性に支配されるため、正負対称の挙動を示す。
また、せん断力の伝達も、せん断力も伝達を確保する。

●積合具メーカー・入手方法等

GFR(スクリムテックジャパン)

●問い合わせ先URL

<http://www...>

●理論式

圧縮抵抗のGFR引張力 K_t と引張抵抗のGFR引張力 K_t とGFR断面積 A_{GFR} に、
図のようなモデルで弾性・塑性を算定できる。

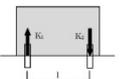
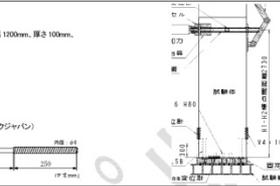
弾性域

$K_t = \sigma_{GFR} \cdot A_{GFR}$

$M_t = (T \cdot G_{GFR}) \cdot A_{GFR} \cdot h$

●計算式

中立軸の算定方法



壁 LVL-GFR/LVL/120E

●モデル化

壁モデル



●特性値

壁積率 33.12(決定積率・脆状耐力 P_t)

短期許容せん断耐力 P_v 64.90(N/m²)、最大実効角 θ_{max} 0.05(rad)

最大耐力 P_{max} 11.20(kN)、最大耐力時変形角 θ_{max} 0.05(rad)

終局耐力 P_u

構造特性係数 D_s

●荷重算定

壁 LVL-GFR/LVL/120E

【解説】

構造システムと施工の注意点

構造システムと施工の注意点

トラスマ部は、引張・圧縮を併用することで積合部で積合することで大スパンを架け渡す大断面の梁と同等の性能を有することが出来る構造システムである。単一材、支保組に比べて変形しにくい剛性が高くなり得るが、設置荷重が可変であり、天井内を有効に活用できる。

上層材には、戸建住宅用に適応用いる120mm×150mmを平張りに用いている。圧縮力のかかる上層材としては、耐圧でも平張りでも大きな部材がない。中大規模木造では、空間が大きくなり水平断面(GFR)に求められる構造性能が高くなり、構造用合板を用いる場合に鋼ひの釘を2列で打つ場合もあり、さらに構造用合板の継ぎ目は4列の釘となるため受け材に十分な強度を確保するために、150mmが幅となる平張りとしている。

単純梁の等分布荷重では引張力、鋼材に引張力のみがかかることになる。実材には、引張力のみがかかるため丸鋼 (S800) を用いている。実材結合部は、特殊金物を用いて、下層材と結合している。

単純梁の支持部を考慮するためには、トラスマ部では、上層材を縦置、木部方向に支持し、下層材は鉛直方向のみの支持とする必要がある。本家は、上層材のみを支持することでは、大スパンを架け渡すためには、臨臨に大きなせん断力が生じるため上層材の断面だけでは不十分ため、下層材でもせん断力を負担できる仕組みとなっている。

なお、実材の鋼材は組立て時に、締めることになるが、トラスマの対称性を維持するためには、鋼材へ施す圧縮力を均質にする必要がある。一方、鋼材を大きくしすぎると鋼材が鉛直方向に変形し、トラスマの形状を変化させる場合があるため注意が必要である。

上層材材は、長さ1m材が使用可能とするために半割で結合している。積合部には、引張力・圧縮力、せん断力が生じるため継ぎ手加工、専用金物が必要となる。

鋼材部は、上・下層材の幅が揃っておりスパン調整が可能である。この部分は、トラスマシステムが成立していないため、上・下層材には2次応力が発生する。

内装大断面の取合いには、隠えし金物を用いるには鋼材断面が小さいため、せこう部以下による後装となる。このため、鋼材も上下層材と同じ部材幅150mmとなっている。

積合モデルと断面算定

積合モデルとしては、積合部は、前後高くないベンド結合でよいが木質構造でも実現しやすく、しかし、本材を用いた積合部では積合部材の方向に対して積合部で実材が建りこり、トラスマ全体のたわみ量に影響を及ぼす。このため構造解析においては、部材をピン結合するだけでなく、部材間に本材のめり込み形状などの輪状形を考慮する輪状面ハネを追加する必要がある。または、鋼材のヤング率の許容部材実材接合部輪状面にみあった等価ヤング率に置き換えることで評価することもできる。

本家においては、解析結果と実験結果を比較すると、積合部のヤング率 $\approx 1/3$ 程度となり、この実材より全実材が $\approx 1/3$ 程度増大したことになる。

壁 LVL-GFR/LVL/120E

積合モデルと断面算定



大規模木造建築ハンドブック

LVL厚板壁 (GIR)

中大規模木造建築においては、空間の単位が大きくなるとともに固定荷重、積載荷重も木造住宅に比べて大きくなりがちである。自重の増大は地震力の増加にもつながり、高耐力の耐力壁が必要とされる。

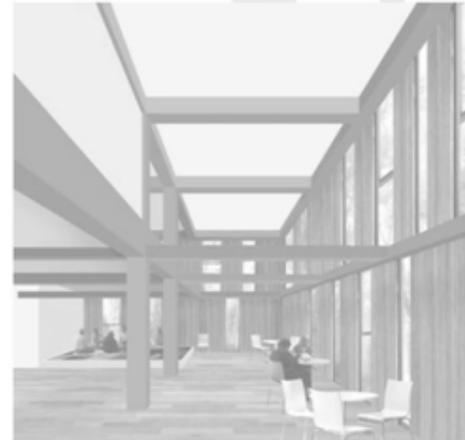
LVL厚板を用いた耐力壁は、100mm厚のLVLを耐力壁として、水平力抵抗時に横架材に繋結されたGIRが圧縮力・引張力に抵抗することで曲げモーメントに抵抗しながら、せん断キーによりせん断力に対して抵抗するものである。

GIR(グルード・イン・ロッド)は、鋼材に接着剤で包埋して鋼材の引き抜き抵抗によって接合する接合方法である。GIRによる接合では、木質材料と鋼材を接着接合しており、この接着接合部は高耐力と高耐力を確保することができる。耐力を確保するためには工夫が必要である。D型は自重のせん断変形が大きい。耐力を確保するためには、変形性能に大きな影響を及ぼすことになる。靱性が高いLVL厚板壁とするためには、降伏制御型GIR(資料キキキキ)を用いる必要がある。降伏制御型GIRは、接合鋼材の中間部の断面をくびれさせることにより鋼材が脆性変形を生じるため、最終的な破壊である木破までに大きな変形をすることができる。接合部の性能をコントロールすることで耐力壁の性能をコントロールすることができる。

こうした耐力壁は、壁式プレキャストコンクリート工法と同じ原理であり、先行事例の多い壁式プレキャストコンクリート工法の設計手法を参考にすることができる。

LVL厚板壁は、60分準耐火性能の大臣認定を取得しているものもあるが、接合方法も規定されているため注意が必要である。

部材の特徴 施主への説明資料

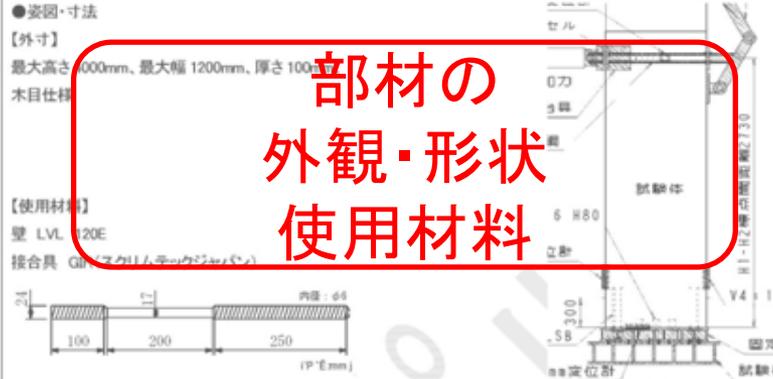


壁/LVL-GIR/LVL/L20E

●姿図・寸法
【外寸】
最大高さ1000mm、最大幅1200mm、厚さ100mm
木目仕掛

●【使用材料】
壁 LVL L20E
接合具 GIR (スクラムテックジャパン)

**部材の外観・形状
使用材料**



●適用条件
原則として、鉛直荷重は柱などで別途支持し、LVL厚板壁には水平力のみを負担させる構造形式とする。
鉛直荷重を支持する場合には、GIR金物に鉛直荷重による圧縮力を評価する必要がある。

●概要
LVLの厚板の両端に設置されたGIRの鋼材の特性に支配されるため、正負材料の挙動を示す。
また、せん断力の伝達にGIRの鋼材などを設置する。

●接合具 (メーカー、入り方など)
GIR (スクラムテックジャパン)

●問い合わせ先 URL: http://www.***

●理論式
圧縮側のGIRバネ K_c と引張側のGIRバネ K_t とGIR間隔 l により、図のようなモデルで剛性、耐力を算定できる。

弾性域 剛性 $K=(K_c+K_t)/2 \times l$
 $M=(T_c+C_c)/2 \times l, Q=M/h$

●計算式
中立軸の仮定方法

**適用条件、概要
接合具、問合せ先**

**理論式
計算式**

最新データ
詳細データは
HPから入手

壁/LVL-GIR/LVL/L20E

●モデル化

要素モデル

LVLの鋼材要素を、
横架材に鉛直方向のLVL-GIRバネで接合
横架材へせん断力伝達機構のバネで接合

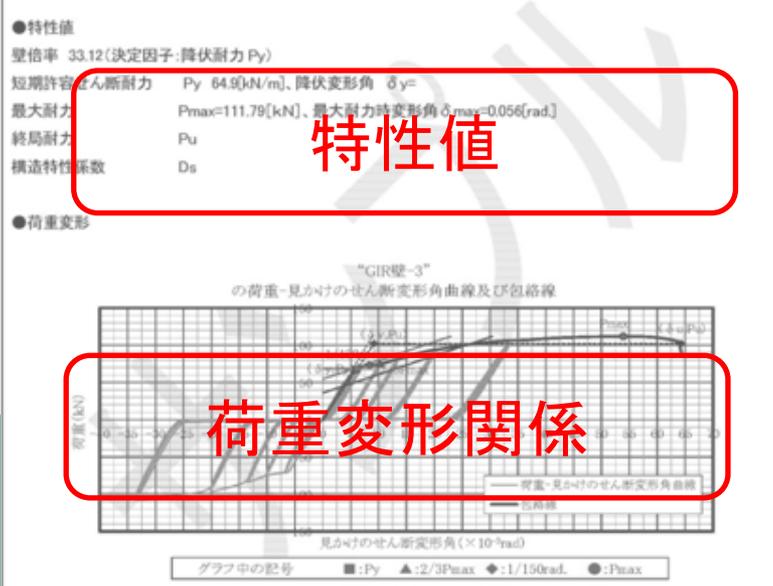
解析モデル



●特性値
壁倍率 33.12 (決定因子: 降伏耐力 P_y)
短期許容せん断耐力 P_y 64.9[kN/m]、降伏変形角 δ_y
最大耐力 $P_{max}=111.79$ [kN]、最大耐力時変形角 $\delta_{max}=0.056$ [rad]
終局耐力 P_u
構造特性係数 D_s

特性値

●荷重変形
“GIR壁-3”
の荷重-見かけのせん断変形角曲線及び包絡線



荷重変形関係

●破壊性状
・GIR (伸びる部分) の破断
・面材 (LVL) の破断は確認されなかった。

破壊性状

壁/LVL-GIR/LVL/120E

【解説】

構造システムと施工の注意点

構造システムと施工の注意点

トラス梁は、短い材をピン接合で接合することで大スパンを架け渡す大断面の梁と同等の性能を有することができる構造システムである。単一材、充て紙に比べて梁せいが比較的大きくなりがちであるが、設備貫通が可能であり、天井内を有効に活用できる。

上下弦材には、戸建住宅用に通常用いられる120mm×150mmを平使いで用いている。圧縮力のかかる上弦材としては、縦使いでも平使いでも大きな差はないが、中大規模木造では、空間が大きくなり床の構造性能に求められる構造性能が高くなり、構造用合板を用いる場合に周辺の釘を2列で打つ場合もあり、さらに構造用合板の継ぎ目では4列の釘となるため受け材に十分な強度を確保するために、150mmが幅となる平使いとしている。

単純梁の等分布荷重では東材には引張力、斜材には圧縮力のみがかかることになる。東材には、引張力のみが生じるため丸鋼（SS400）を用いている。東材接合部には、特殊金物を用いて上、下弦材と接合している。

単純梁の支持条件を満足するためには、トラス端部では、上弦材を鉛直、水平方向に支持し、下弦材は鉛直方向のみの支持とする必要がある。本来は、上弦材のみを支持することが望ましいが、大スパンを架け渡すためには、端部に大きなせん断力が生じるため上弦材の断面だけでは不十分なため、下弦材でもせん断力を負担できる仕組みとなっている。

なお、東材の鋼材は組立て時に、締め付けることになるが、トラスの対称性を維持するためには、鋼材へ導入する初期張力を均質にすることが必要である。一方、張力を大きくしすぎると斜材が鉛直方向に変形し、トラスの形状を変化させる場合があるため注意が必要である。

上下弦材は、長さ4m材が使用可能とするために中間で接合している。接合部には、引張力・圧縮力、せん断力が生じるため継ぎ手加工、専用金物が必要となる。

部材端部は、上・下弦材のみが延びておりスパンの微調整が可能である。この部分は、トラスシステムが成立していないため、上・下弦材には2次応力が発生する。

準耐火構造の場合には、燃えしろ設計を用いるには部材断面が小さいため、せっこうボードによる被覆型となる。このため、斜材も上下弦材と同じ部材幅150mmとなっている。

解析モデルと断面算定

解析モデルとしては、接合部は、回転抵抗不要なピン接合でよいいため木質構造でも実現しやすい。しかし、木材を用いた接合部では部材軸方向の力に対して接合部で変形が起り、トラス全体のたわみ量に影響を及ぼす。このため構造解析においては、部材をピン接合するだけでなく、部材端部に木材のめり込み変形などの軸変形を考慮する軸方向バネを追加する必要がある。または、部材のヤング率の評価を部材変形+接合部軸変形にみあった等価ヤング率に置き換えることで評価することもできる。

本実験においては、解析結果と実験結果を比較すると、接合部のバネは**kN/mm程度となり、この変形により全体変形が**%増大したことになる。

壁/LVL-GIR/LVL/120E

解析モデルと断面算定



設計用データの蓄積・活用

設計者

大規模建築、公共建築

組織事務所

ゼネコン設計部

壁倍率 許容応力

大規模木造建築？

木造建築

小規模設計事務所

工務店

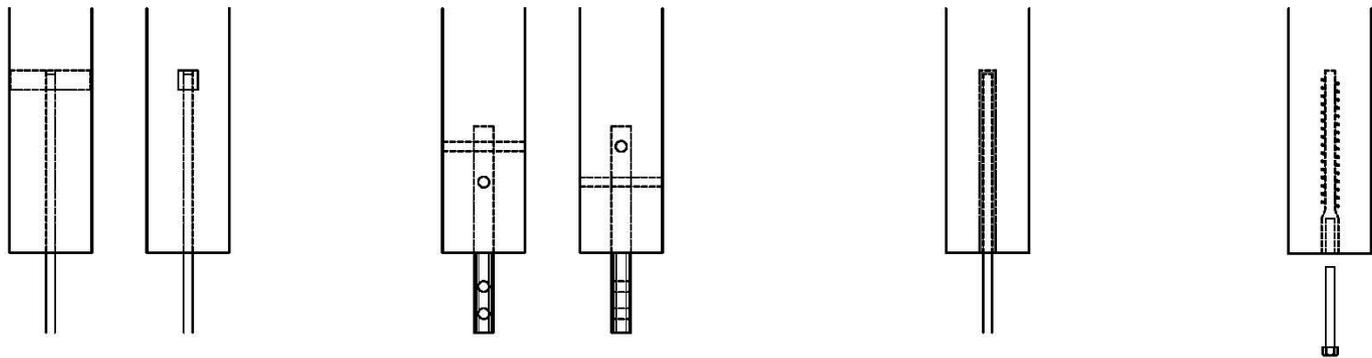
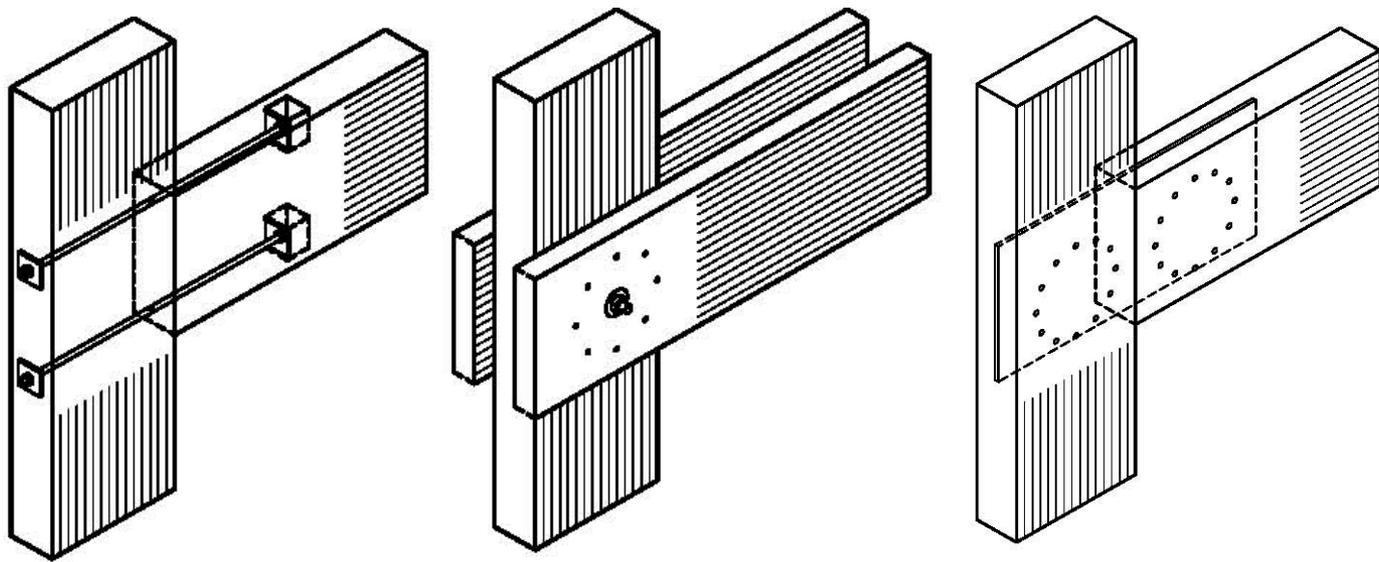
設計支援情報

日本集成材工業協同組合

日本合板工業組合連合会

全国LVL協会

team Timberize



多様化(樹種、素材、寸法)

設計者

大規模建築、公共建築

組織事務所

ゼネコン設計部

木造建築

小規模設計事務所

工務店

大規模木造建築？

設計支援情報

日本集成材工業協同組合

日本合板工業組合連合会

全国LVL協会

team Timberize

JBN (工務店サポートセンター)

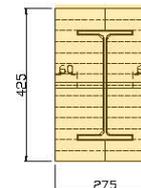
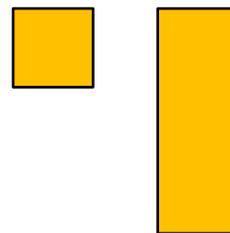
製材

?

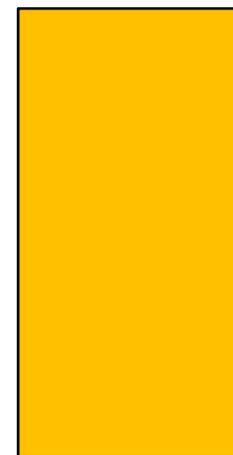
中大規模木造用部材寸法

大断面集成材

ハイブリッド部材



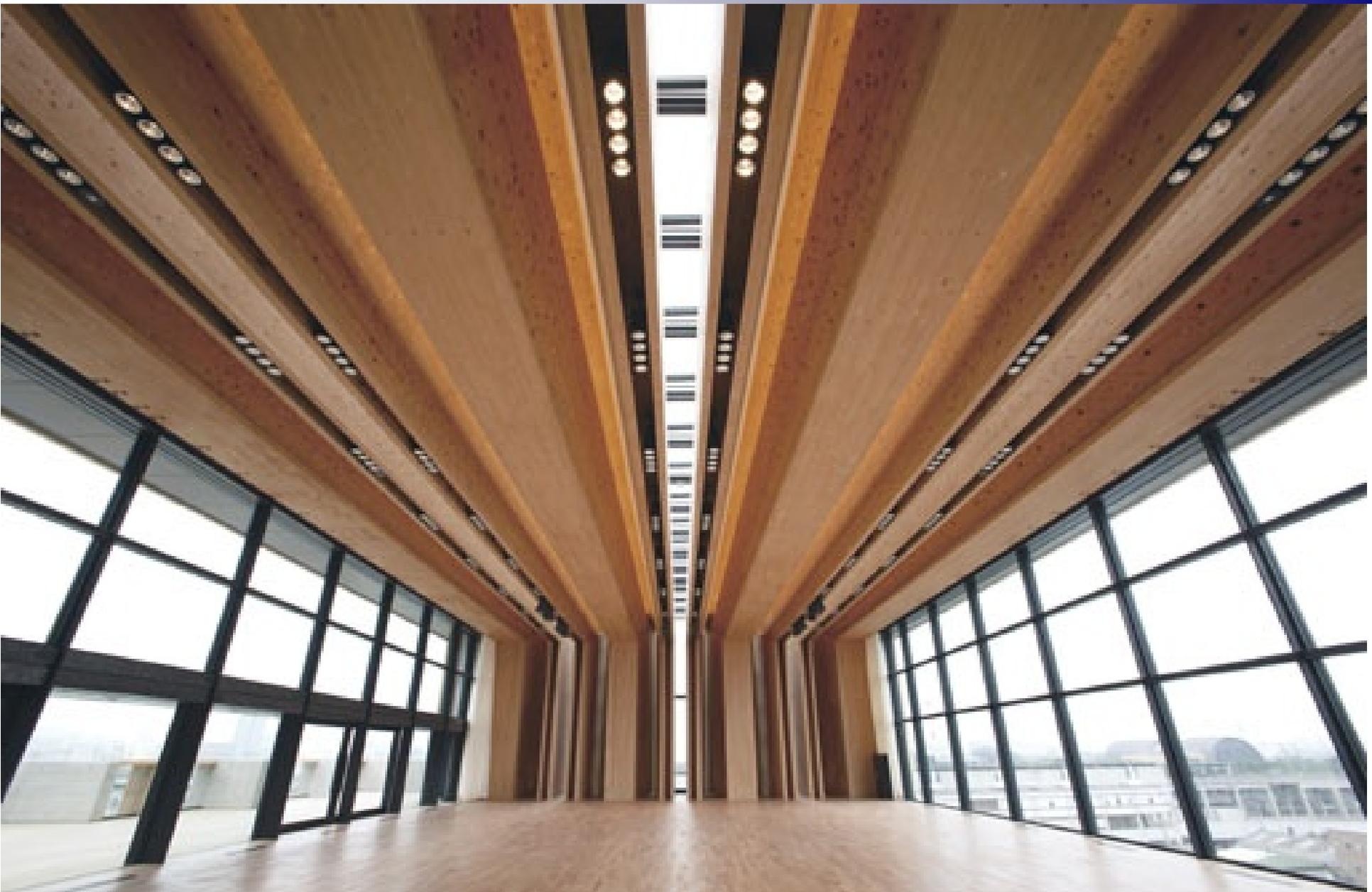
180,210,240
シリーズ
(樹種別)



4×8 (1200×2400)

部材断面の規格寸法







デイサービスセンター かがやき
群馬県邑楽町 2005年
地上1階建 675㎡ 木造
設計：栽花建築設計事務所
構造設計：稲山正弘

小断面集成材による平行弦トラス架構を用いてスパン 15 mの広い空間を実現。



床梁、屋根梁／ハイブリッド型トラス／製材／スギ・E70／HBT8000

床梁、屋根梁／ハイブリッド型トラス／製材／スギ・E70／HBT8000

トラス梁

中大規模木造建築においては、空間の単位が大きくなるとともに固定荷重、積載荷重も木造住宅に比べて大きくなりがちである。スパンが大きくなり荷重が大きくなれば、当然、そこに架け渡す横架材には高い構造性能が要求される。高い構造性能に対応するためには、材料性能（ヤング率、強度）を向上させるか部材断面を大きくして対応することになる。集成材、単板積層材といった再構成材でも原料は木材であり、材料特性自体の向上には限界がある。そこで、再構成材では挽板や単板を接着剤で再構成することにより、大断面を製造することができ比較的容易に構造性能を向上させることができる。

一方、製材で大断面の部材を用いるには森林資源の状況を考慮すると、物理的にも経済的にも困難である。また、製材は住宅用の規格寸法が主流になっており、その規格から外れた製材も割高になる。製材を用いて効率的に大スパンを架け渡すためには、住宅用規格材を用いて組立材（重ね梁、充腹梁、トラス、ストレストスキンパネルなど）としての使用が考えられる。

住宅用規格材であれば、加工もプレカットの仕組みが活用できる。プレカットシステムでは幅 150mm までの部材の加工が可能であるが、工場によって加工可能な部材長さが異なる。(?)

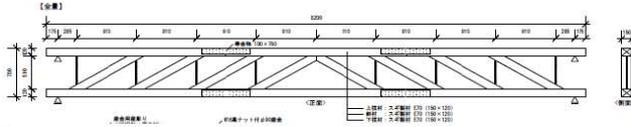
トラス梁の設計方法は、「木質構造設計規準・同解説」に、「トラス梁は、ラチス材の仕口の変形、弦材の継手の変形、各部材の伸縮ならびに弦材に生じる 2 次曲げ応力などを考慮して、各部材の応力度が、許容応力度を超えないようにする。また、トラス梁に不都合なたわみや振動障害を生じないように、所定の剛性を保有させる。」とあるが、ラチス材の仕口の変形、弦材の継手の変形については、理論的な値の算出が困難であり、実験結果を用いて検証する場合が多い。単純なトラスでも接合部パネの設定には工夫が必要となっている。

本資料に掲載されているデータは、理論解析を実大実験により検証し、実設計に適用可能な資料したものである。トラス梁では、樹種、強度区分、仕口仕様、接合金物によって性能が変化することが想定されるため適用範囲に注意が必要である。

JBN(工務店サポートセンター)

床梁、屋根梁／ハイブリッド型トラス／製材／スギ・E70／HBT8000

● 姿図・寸法



【使用材料】

上弦材、下弦材、斜材 150mm×120mm(スギ E70)
 束材 丸鋼 16φ(SS400)
 接合具 弦材継手金物(JBN)、梁受け金物(JBN)

● 適用条件

束材に引張のみ抵抗可能な鋼材を使用しているため、両端ピンの単純支持梁として使用する。
 トラス梁を支持する柱に大きな曲げモーメントを生じ折損させないように、端部では上弦材がピン支持、下弦材は鉛直方向のみ支持とし、スパン方向はローラー支持とする。
 梁ピッチは、床合板の割り付けにあわせて910mm、1200mm程度とするとよい。

● 概要

一般住宅で用いられる構造用製材を用いたトラス梁。引張材となる束材に鋼材を用いている。部材端部加工は、標準的プレカットマシンで加工可能な形状としている。大規模木造建築では、高い水平構面性能が要求されるため、床面材には多くの接合具(釘、ビス)が使用されるため、十分な接合幅を確保するために150幅となっている。トラス端部は、スパンの調整しるが〇〇mm用意されており、実際のスパンにあわせて現場調整も可能である。

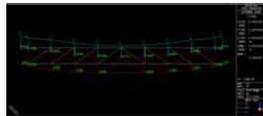
● 接合具(メーカー、入手方法等)

束端部金物(JBN)、弦材継手金物(JBN)、梁受け金物(JBN)

● 問い合わせ先 URL <http://www.>

● 理論式

接合部のめり込みによる変形を考慮する必要があり、接合部にめり込みを考慮した軸方向パネを設置するか、部材の軸剛性に接合部のパネと軸材の軸変形を考慮した等価剛性を評価する必要がある。



● 計算式

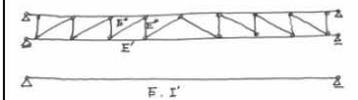
床梁、屋根梁／ハイブリッド型トラス／製材／スギ・E70／HBT8000

● モデル化

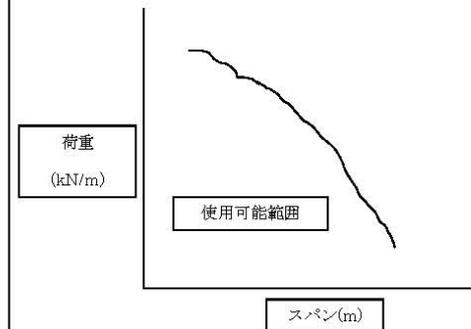
要素モデル



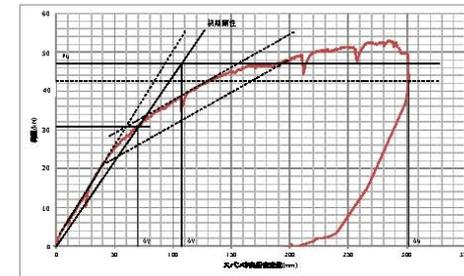
等価モデル



● 特性値



● 荷重変形



● 破壊性状

・弦材継ぎ手部の損傷。斜材接合部の離れ。

床梁、屋根梁／ハイブリッド型トラス／製材／スギ・E70／HBT8000

【解説】

構造システムと施工の注意点

トラス梁は、短い材をピン接合で接合することで大スパンを架け渡す大断面の梁と同等の性能を有することができる構造システムである。単一材、充腹梁に比べて梁せいが比較的大きくなりがちであるが、設備貫通が可能であり、天井内を有効に活用できる。

上下弦材には、戸建住宅用に通常用いられる120mm×150mmを平使いで用いている。圧縮力のかかる上弦材としては、縦使いでも平使いでも大きな差はないが、中大規模木造では、空間が大きくなり水平構面(床)に求められる構造性能が高くなり、構造用合板を用いる場合に周辺の釘を2列で打つ場合もあり、さらに構造用合板の継ぎ目では4列の釘となるため受け材に十分な強度を確保するために、150mmが幅となる平使いとしている。

単純梁の等分布荷重では東材には引張力、斜材には圧縮力のみがかかることになる。東材には、引張力のみが生じるため丸鋼(SS400)を用いている。東材接合部には、特殊金物を用いて上、下弦材と接合している。

単純梁の支持条件を満足するためには、トラス端部では、上弦材を鉛直、水平方向に支持し、下弦材は鉛直方向のみの支持とすることが必要である。本来は、上弦材のみを支持することが望ましいが、大スパンを架け渡すためには、端部に大きなせん断力が生じるため上弦材の断面だけでは不十分なため、下弦材でもせん断力を負担できる仕組みとなっている。

なお、東材の鋼材は組立て時に、締め付けることになるが、トラスの対称性を維持するためには、鋼材へ導入する初期張力を均質にすることが必要である。一方、張力を大きくしすぎると斜材が鉛直方向に変形し、トラスの形状を変化させる場合があるため注意が必要である。

上下弦材は、長さ4m材が使用可能とするために中間で接合している。接合部には、引張力・圧縮力、せん断力が生じるため継ぎ手加工、専用金物が必要となる。

部材端部は、上・下弦材のみが延びておりスパンの微調整が可能である。この部分は、トラスシステムが成立していないため、上・下弦材には2次応力が発生する。

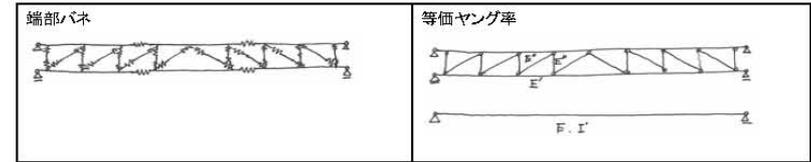
準耐火構造の場合には、燃えしろ設計を用いるには部材断面が小さいため、せつこうボードによる被覆型となる。このため、斜材も上下弦材と同じ部材幅150mmとなっている。

解析モデルと断面算定

解析モデルとしては、接合部は、回転抵抗不要なピン接合でよいとため木質構造でも表現をしやすい。しかし、木材を用いた接合部では部材軸方向の力に対して接合部で変形が起こり、トラス全体のたわみ量に影響を及ぼす。このため構造解析においては、部材をピン接合するだけでなく、部材端部に木材のめり込み変形などの軸変形を考慮する軸方向バネを追加する必要がある。または、部材のヤング率の評価を部材変形+接合部軸変形にみあった等価ヤング率に置き換えることで評価することもできる。

本実験においては、解析結果と実験結果を比較すると、接合部のバネは**kN/mm程度となり、この変形により全体変形が**%増大したことになる。

床梁、屋根梁／ハイブリッド型トラス／製材／スギ・E70／HBT8000



トラスのモデル化

トラスにおける上弦材の圧縮力に対する座屈長さは、各構成部材において変形を拘束されている支点間距離をとればよい。上弦材は、トラス面内方向については、東材・斜材間隔をとることになる。トラス面外方向については、床の面材に拘束されている場合には、座屈補剛が十分にされていることになるが、小梁などを介して水平構面が構成されている場合には、小梁間が座屈長さになる。

バリエーション

スパンに応じて、6.5m用、8.0m用がある。端部に寸法調整しろをもつため寸法の微調整は可能。

本製品は、床用であるが屋根であれば荷重は小さくなり、小さい断面の部材構成も考えられる。



全景



使用イメージ

建築設計者へ

魅力的な大規模木造とは
仕上材

構造設計者へ

基準断面の使用
必要な技術の提案

木質材料関係者へ

木質材料特性データの提供、整備
さまざまな材料を並列に
標準断面部材のコスト削減

接合具メーカー関係者へ

構造設計のための情報提供、整備

一般の方へ

都市木造を体験して要望を。依頼を。



木造建築の可能性を拡げるために。