

木造耐火構造による 中・大規模木造建築物とJAS製品



Shelter. Hiroyuki.Adachi

林野庁のHPを開くと……このような情報

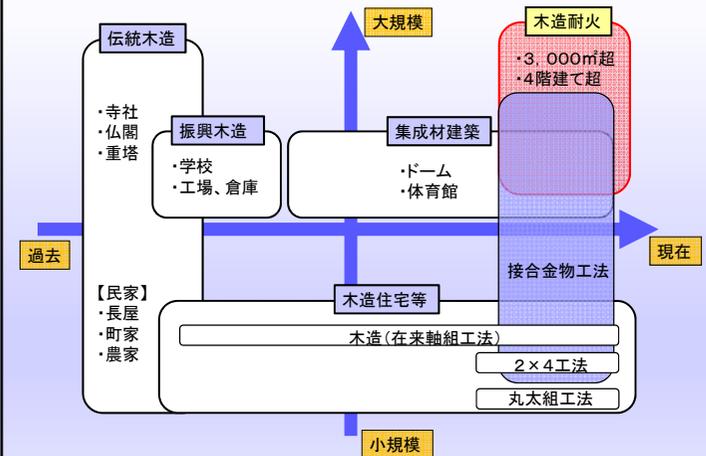
- ・日本はフィンランド、スウェーデンに続き 国土の森林の割合は 世界第3位(66%)
- ・日本の森林面積 2,500万ヘクタール
- ・木材の蓄積量 50億 m^3 50年前(昭和41年)の2.6倍に増加 人工林は5.5倍
- ・年間の木材の使用量 約7,000万 m^3 内1,700 m^3 が国産材1/3 他は外国産材
- ・自給率 約30% を 50% へ
- ・木材の年間生育量 約8,000万 m^3 増加(8,610万 m^3)
- などなど……

1分=60秒 1時間=3,600秒 1日=86,400秒 1年=31,536,000秒
 8,000万 m^3 / 31,536,000秒 \approx 2.53 m^3 /秒

今日の1時間の講演中、9,100 m^3 増加

木造建築の変遷

日本の木造建築変遷



法律の遷り変りと木造建築物

- ◆1919年(大正8年)
市街地建築物法の制定 欧米の木造技術の導入 関東大震災(耐震性)
- ◆1950年(昭和25年)
建築基準法の制定 第二次世界大戦(火災による消失)
最高高さ13m超、軒高9m超、延べ床面積3,000㎡超の木造は建築制限
- ◆1959年(昭和34年)
伊勢湾台風 建築学会近畿支部 木造禁止決議「火災や風水害の防止」
- ◆1987年(昭和61年)
木造による準耐火構造 高さ制限の緩和、準防火地域3階建てが可能
EW(再構成材) 集成材、LVLなど構造性能の明確化……RC,S造に並ぶ
- ◆2000年(平成12年)
建築基準法改正 「性能規定化」へ
条件を満たせば、高さの制限、階数の制限、規模の制限などの撤廃
木材料も……「製材」も構造用製材として強度を明示(EW化)
- ◆2010年(平成22年)
「公共建築物木材利用促進法」の施行
住宅 → 中・大規模木造建築物の増加 木造建築物の絶対数の増加

2000年の木造分野の建基法改正(性能規定化へ)

1、高さ

最高高さ13m超、軒高さ9m超は制限が緩和
「60分準耐火構造」にて可能に

2、規模(広さ)

延べ床面積3,000㎡超は準耐火建築物では不可能
…法的には可能だが「耐火建築物」にする技術が無かった…。

3、階数

防火地域100㎡超の2階建て超、準防火地域1,500㎡超などは不可能
…法的には可能だが「耐火建築物」にする技術が無かった…。

4、用途

不特定多数が使用する用途(特殊建築物) 子供、老人が使用する用途等
「面積や階数」により制限
劇場、映画館、病院、ホテル、学校、百貨店、老人福祉施設など不可能
…法的には可能だが「耐火建築物」にする技術が無かった…。

準耐火構造から耐火構造へ

準耐火構造から耐火構造へ①

◆準耐火構造 「燃え代設計」(平成12年建設省告示1358号)

◎木材の燃える速度で制限

- 1、JAS(日本農林規格)適合品……(再構成材、製材)
- 2、含水率15%、または、20%以下

◎燃え代の寸法

柱・梁の断面 — 燃え代寸法 = 長期荷重を支える断面(短期許容応力度)

	45分	60分
構造用集成材	35	45
構造用LVL	35	45
構造用製材	45	60



火災後、元の断面から燃え代を除いた「燃え残り断面」で崩壊を防げばよい。
ただし、木材は燃え進むので「崩壊」に至る構造でもある。(消防作業の遅延)

準耐火構造から耐火構造へ②

◆耐火構造

耐火性能の区分: 1時間、2時間、3時間耐火構造の「**3つ性能区分**」

高さ、規模(広さ)については区分選択は無いが、「**階数**」に応じて区分される

概念: 消防活動によらずとも建物が崩壊に至らず自立する



自然に「**鎮火**」する構造であること

◎準耐火構造は、「**燃え代設計**」

……火災終了後、燃え続けて崩壊に至っても構わないという考え方

◎耐火構造は、「**自然鎮火**」させるために「**燃え止まり**」性能が必要となる

……火災中には外周部は燃えても構わない

しかし、構造部位には炭化による一片の**断面欠損も「NG」**

単純に断面を「**大きく**」しても、耐火構造とはならない

木造建築の展開

木造建築の展開①

1、幕開け

◆1987年(昭和61年)～

「**第一次大型木造の時代**」の到来

◎キーワード「**大スパン・大架構**」

●手刻み ～ 機械プレカット加工へ 木造建築の合理化策

●再構成材の国内インフラが整備され生産量UP

●貿易摩擦の解消 北米から木材輸出の圧力

○木造による「**準耐火建築物**」が可能に 燃え代設計 木三共建築



木造建築の展開②

2、拡大

◆2010年(平成22年)～

「**第二次大型建築物の時代**」の到来

◎キーワード「**多層階**」

●公共建築物木材利用促進法の制定 低層建築物の「**原則木造化**」を推進

●大断面プレカット機械の導入 高度なCAD導入 接合形式の開発

○木造による「**耐火建築物**」開発 「低層から多層へ」「小規模から大規模へ」



木造建築の展開③

3、拡大・延伸

◆現在～

- 東京オリンピック 地球環境問題 木造の施設アピール CLTやLVBの登場
- 2016年6月 改正建築法 **3階建の字柱** 防火区画で**3,000㎡超**が可能
告示1399号改正 耐火壁仕様の法体化
- 木造による「**2時間耐火構造**」の開発 「**14階建て**」が可能に
- 3D架高構 **見える構造体**へ



木造耐火建築物の現在

耐火構造設計法の3つの適合ルート

●仕様基準 【耐火構造部材を組み合わせる方法】(令107条)

適合ルートA : 主要構造部(柱・梁・壁・床・屋根など)を「**耐火構造**」とする
(法2条9号2イ(1))
「平成12年建告第1399号」に定める性能を満たす
仕様が決められているので**建築主事**判断

●性能設計 【耐火性能を直接的に確かめる方法】 (法2条9号2イ(2)) (令108条の3)

適合ルートB : 告示に定める「**耐火性能検証法**と**防火区画検証法**」による
2つの検証(令108条の31項1号)
「平成12年建告第1433号」に従って性能を検証する
検証法が法令に明文化・・・**適否は建築主事**判断

適合ルートC : ルートBと同じ性能を「**高度な評価方法**」で、建築物の耐火
性能を確保し、**大臣認定**を得る(令108条の31項2号)
大臣が指定する性能評価機関で「**可否の判断**」をする

※適合ルートA～Cとも、外壁の開口部のうち延焼の恐れのある部分に防火設備(防火戸)とする

仕様基準 【適合ルートA】による建築物

手法1 (被覆型、メンブレン型:木住協仕様)



山形七日町御殿様・水の町屋(商業施設)

【被覆型】
木造軸組構法や枠組壁工法で・・・
構造部材をせっこうボードなどで防火被覆
「メンブレン型耐火構造」により国土交通大臣の認定を
取得し、木造による耐火建築物が実現



山口県:ハートホーム宮野(老人福祉施設)

Shelter.

仕様基準【適合ルートA】による建築物

手法2（個別大臣認定 非メンブレン型 耐火部材）

【サウスウッド】
(横浜市都筑区)
商業店舗、事務所
延床面積: 10,874㎡
地層: 1層: RC造
2~4層: RC、木造(湿構造)
最高高さ: 18.63m
木材使用量: 487㎡
燃エンウッド(竹中工務店他1)

【大阪木材仲買会館】
(大阪市西区)
事務所兼展示スペース
延床面積: 1,032㎡
1層: RC造
2、3層: 木造
最高高さ: 10.86m
木材使用量: 70.8立米
燃エンウッド(竹中工務店他1)

【野菜倶楽部 oto no ha Cafe】
(東京都文京区)
飲食店舗
延床面積: 212㎡
1~3層: 木造
最高高さ: 9.85m
木材使用量: 36立米
FRウッド(鹿島建設他3)

【南陽市新文化会館】
(山形県南陽市)
文化施設、ホール(1,300席)
延床面積: 5,852㎡
地層: RC造
1~3層: 木造
最高高さ: 24.51m
木材使用量: 3,570立米
クールウッド(シェルター)

※ 国交省 官製官庁建築物 資料HPより
主な耐火構造部材(柱・はり)の燃焼状態等のフローアップ
http://www.mlit.go.jp/gobuild/moku_tokumomi.html#itaka_shishin

Shelter.

仕様基準【適合ルートA】

大臣認定取得各社 1時間耐火構造の紹介

工法	メンブレン型	燃え止まり型	燃え止まり型	燃え止まり型
開発者	木造住宅産業協会	大林組・竹中工務店	大林組・竹中工務店	竹中工務店・廣瀬木村工業
形状と特徴	 ・無垢材、集成材、LVL他 ・燃え止りは石こうボード ・心材は樹種・素材指定なし ・柱・梁・壁・階段・階段	 ・集成材 ・燃え止りはジャコウ集成材 ・心材・燃え止りは杉集成材 ・大臣認定は柱のみ	 ・集成材 ・燃え止り層はモルタル+杉集成材 ・心材・燃え止りは杉集成材 ・大臣認定は柱・梁	 ・集成材 ・燃え止り層はモルタル+唐松集成材 ・心材・燃え止りは杉集成材 ・大臣認定は柱・梁
開発等	-	-	燃エンウッド	燃エンウッド

工法	燃え止まり型	燃え止まり型	鋼材内蔵型	鋼材内蔵型
開発者	シェルター	富永農工大等・南林総合研究所・鹿島建設・ケーシーコンサルテイング	日本集成材工業協同組合	前田建設エン지니어リング/アサヒ/平盛
形状と特徴	 ・無垢材、集成材、LVL他 ・燃え止りは石こうボード ・心材・燃え止りは樹種・素材指定なし ・大臣認定は柱・梁	 ・集成材 ・燃え止り層は難燃処理杉集成材 ・心材・燃え止りは杉集成材 ・大臣認定は柱・梁	 ・集成材、鋼材 ・燃え止り層は炭酸・炭酸集成材 ・心材は角鋼、平鋼、I型鋼 ・大臣認定は柱・梁	 ・LVL ・燃え止り層は炭酸入LVL ・心材はI型鋼 ・大臣認定は柱のみ
開発等	COOLWOOD/クールウッド	FRウッド	ハイブリッド集成材	-

※ 国交省 官製官庁建築物 資料HPより
主な耐火構造部材(柱・はり)の燃焼状態等のフローアップ
http://www.mlit.go.jp/gobuild/moku_tokumomi.html#itaka_shishin

COOLWOOD

シェルターの木造耐火技術 クールウッド

2時間耐火構造

国内初の大臣認定

COOLWOOD

◆木造の耐火技術

◆COOLWOOD (クールウッド)◆
シェルター特許(特許第4359275号)

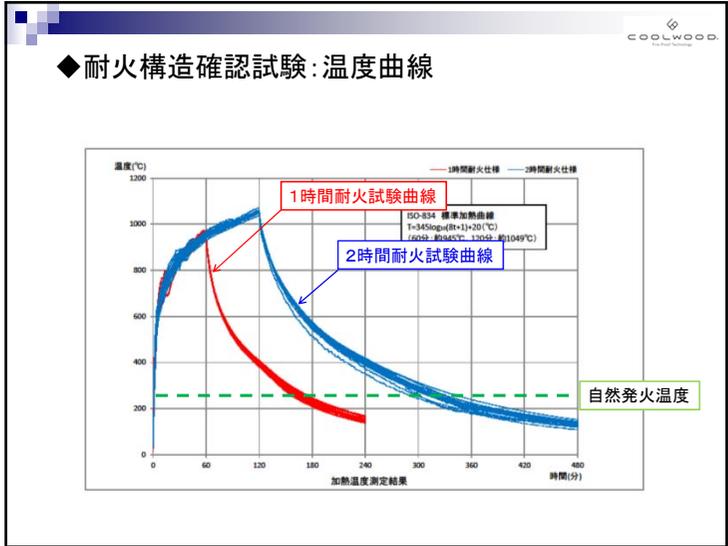
◎1時間耐火構造 (柱・梁) 国交大臣認定取得

◎2時間耐火構造 (柱・梁・壁) 国交大臣認定取得
.....平成26年11月(国内初の認定)

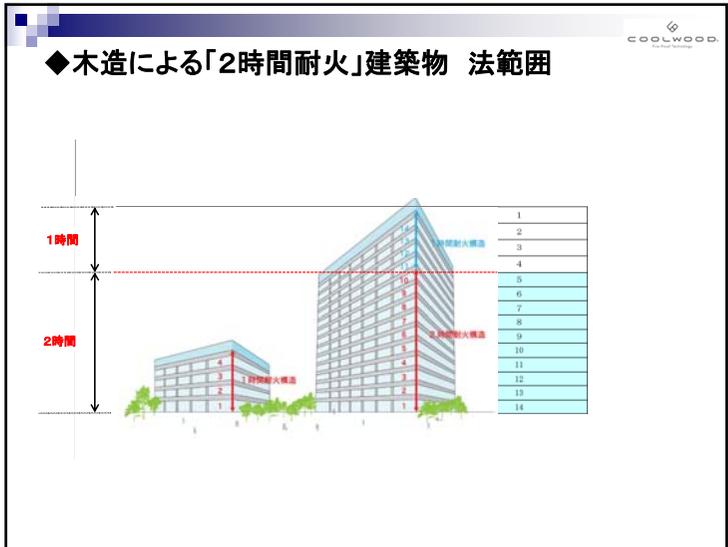
◆特徴◆

- 全国各地の「杉材」が使える。無垢材でも可能
- 対応樹種: 杉、ヒノキ、唐松等
- 構造部位: 無垢材、集成材、LVL等
- スパンなどの制限は無し

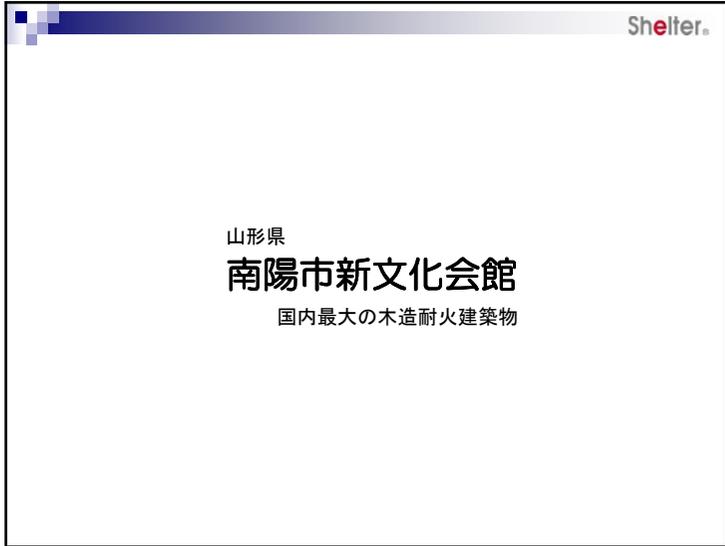
- 加工の簡便性(流通素材、特殊工具)
- 木質感(外装材の自由度、内装制限)

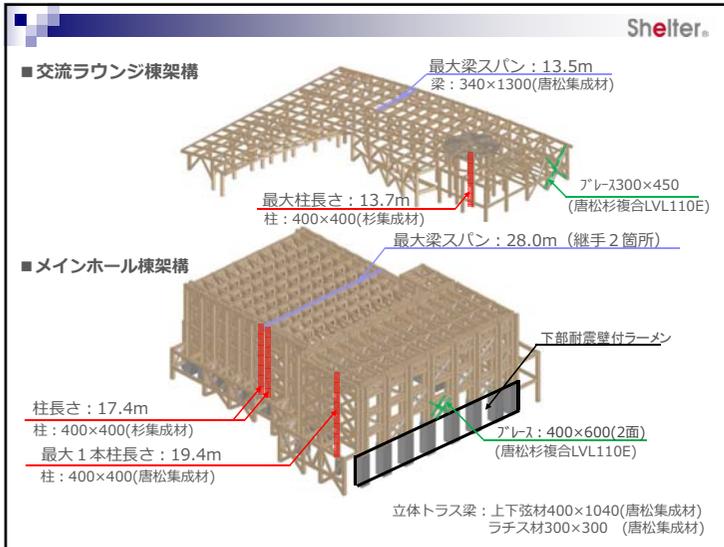
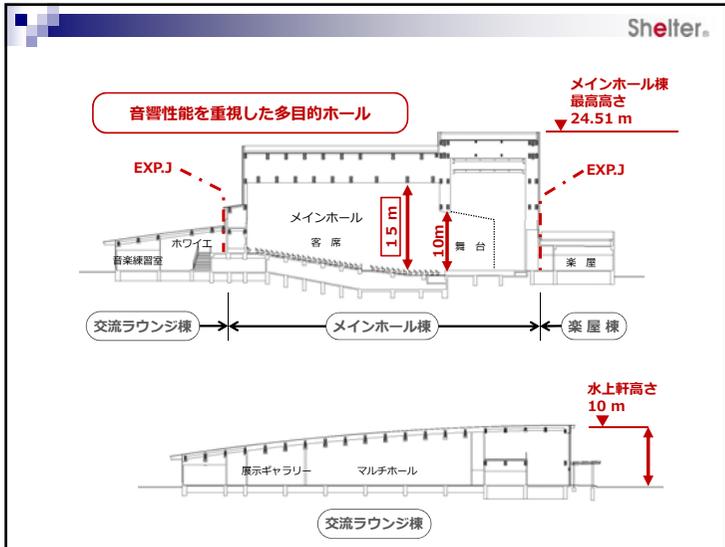
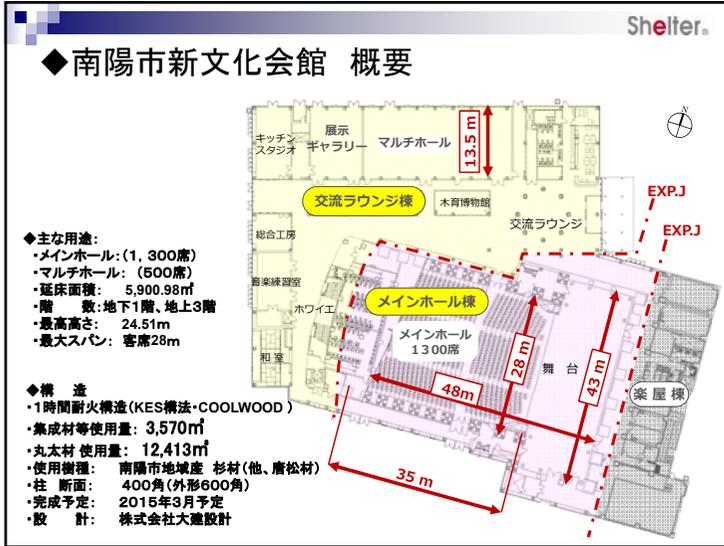


- ◆COOLWOOD(クールウッド)の認定状況 平成26年12月現在
- ◎1時間耐火構造(柱・梁) 大臣認定取得済み
- 【柱】
 ○荷重支持部材: 120mm×120mm~600mm×600mm
 ○外層材: 強化せっこうボード21mm×2枚貼 + 杉材20mm
- 【梁】
 ○荷重負担部材: 120mm×240mm~500mm×1150mm
 ○外層材: 強化せっこうボード21mm×2枚貼り+杉材20mm
- ◎2時間耐火構造(柱・梁) 大臣認定取得済み
- 【柱】
 ○荷重支持部材: 135mm×135mm~450mm×450mm
 ○外層材: 強化せっこうボード×5枚貼+杉材20mm
- 【梁】
 ○荷重負担部材: 120mm×240mm~500mm×1370mm
 ○外層材: 強化せっこうボード21mm×4枚貼+杉材20mm
- 【内壁】
 ○柱105mm×105mm以上、間柱45mm×105mm以上、@455mm以下
 ○被覆材: 強化せっこうボード15mm1枚貼り+強化せっこうボード21mm×2枚貼



- ◆木造による「2時間耐火建築物」の課題と可能性
- 木造による「2時間耐火構造」で
 ……どのような建物が作れるのか
- ◎まずは、4以上の階数 ~ 最大14階建て純木造建築が実現
 その際に…
 ・高度な「構造設計法」の確立
 ・変形の抑制 接手法、継手形状など
 (耐火部材と接合形式の融合の重要性)
- 環境保全、地域経済活性化、比類のない「木造都市」の可能性
- ◎高層化設計が必要 新素材、新工法の採用(線材から面材へ CLT、LVBなど)
 →木材の使用量の増加、使用範囲の拡大が見込める
-



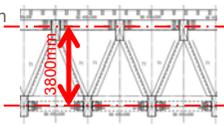


Shelter.

メインホール棟 立体トラス

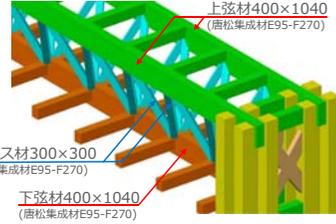
■概要

- ・28mの大スパンを構成
- ・杉集成材単材の場合、断面は梁幅400mm、梁成5000mm
- ・上下弦材断面を梁幅400mm、梁成1040mmとした立体トラスを採用
- ・材料は唐松集成材を使用



■梁の許容変形

- ・クリープ変形係数は2倍
- ・スパンの1/600かつ40mm以下
- ・木質構造設計規準・同解説に準拠 (日本建築学会)

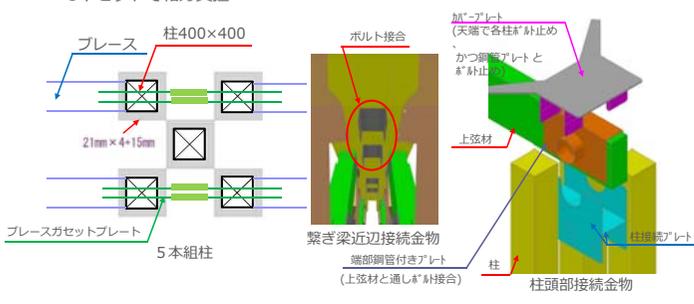


Shelter.

メインホール棟 5本組柱

■概要

- ・立体トラスからの過大な軸力を負担できる柱
- ・柱耐火認定の最大断面寸法は400mm×400mm
- ・柱頭部接続金物及び繋ぎ梁近辺の接続金物により5本の柱を接続
- ・5本セットで軸力負担



Shelter.

見せる木造 (削り出しの曲線・曲面)

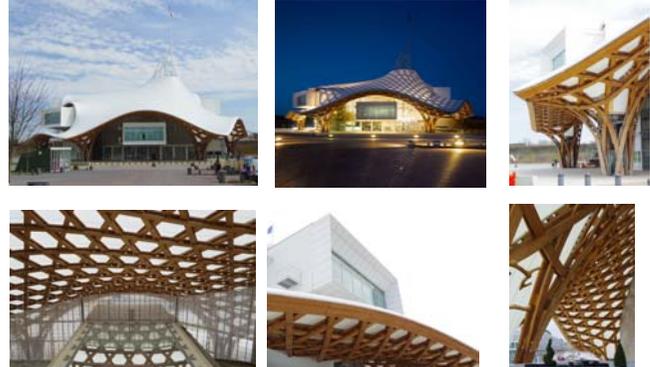
最新 世界の大規模木造建築物

Shelter.

ポンピドーセンター (Centre Pompidou-Metz)

【部材3D曲線加工 (削り出し)】

設計: 坂茂



Shelter.

Centre Pompidou Metz



curved wooden gluelam segments
 the straws in this 8,000 sqm roof are wooden beams with a cross-section of 14 by 44 cm. 18,000 running meters of them had to be individually CNC-fabricated to braid this structure.



courtesy: **D+P**

Shelter.

ナインブリッジズ ゴルフクラブ (Yeoju Golf Resort)

【部材3D曲線加工(削り出し)】

共同設計 坂茂建築設計+ 韓国建築KACI






Shelter.

Yeoju Golf Resort



curved wooden gluelam segments
 Generated 3D-models for all 467 different timber component types - including the details for almost 15,000 lap-joints.



courtesy: **D+P**

Shelter.

日本における
大規模木造建築物の課題

生産システムの整備の重要性・課題

現在、中・大規模木造建築は鉄筋コンクリート造、鉄骨造に比べて「割高」となっていることが多い。
一方で、同じ木材を用いた戸建木造住宅は、標準化された部材・材料、設計方法、施工方法など市場の「生産インフラ」が整い、経済的な建築である。

製材・再構成材の流通と課題

- 都道府県別の生産量・生産レベルの格差解消
- JAS認定工場数の不足
- JAS材・人工乾燥材の絶対供給量の不足
- 地域産原木供給の不安定 供給対応完了時間、価格の不安定

設計・施工者における課題

- 木質材料・木質構造に対する知識不足・経験不足
- 大断面材のプレカット加工インフラの不足 加工側の無資格者改善
- 構造設計基準の標準化 汎用的は接合設計
- 施工効率の向上 養生方法知識 組立て経験不足

最後に・・・

中・大規模木造建築を普及する必要がある。

木造建築が目指しているものは単に「経済性」だけではない。

木造住宅の着工戸数が減少する中、非住宅分野が広がろうとしています。

木造建築業界には「追い風」が吹いていますが、これを一過性で終わらせてはならない。

木造建築を通して、都市(まち)に森をつくろう。



資料に記載されたコピー等を無断で転記、複写すると罰せられます。使用する際は、シェルター社より許可を取ってください。(Feb. 2015)

「木造都市」は、シェルターの登録商標です。

「都市に森をつくる」は、シェルターの登録商標です。