

クレジット:

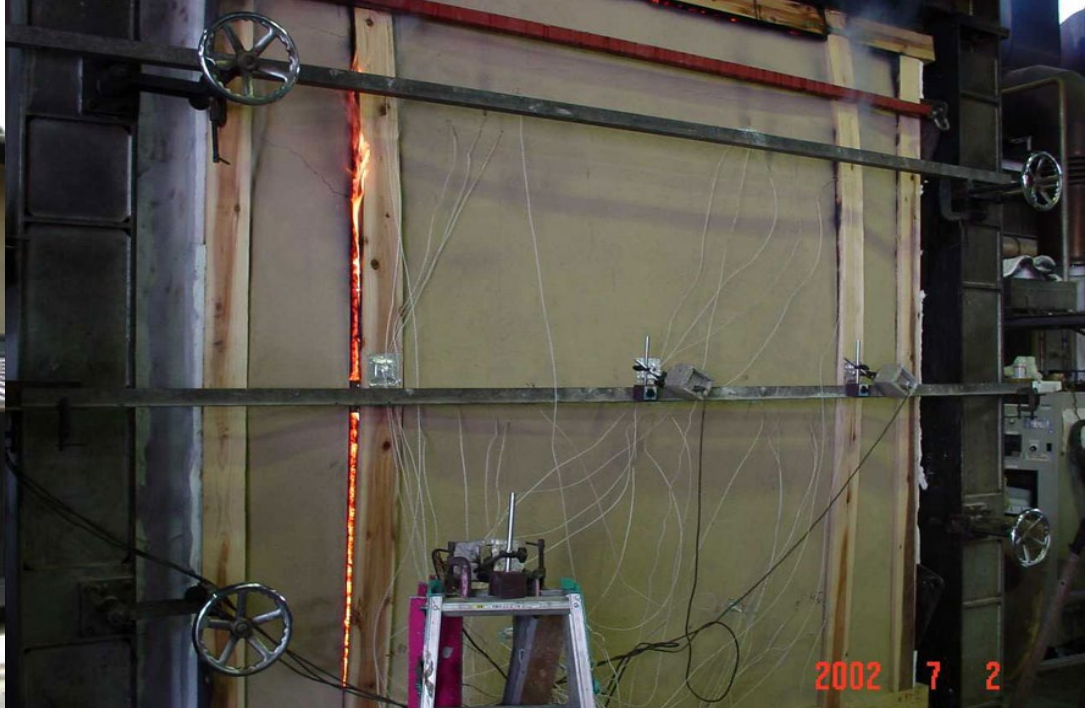
UTokyo Online Education 歴史的建築工学 2020 安井 昇

ライセンス:

利用者は、本講義資料を、教育的な目的に限ってページ単位で利用することができます。特に記載のない限り、本講義資料はページ単位でクリエイティブ・コモンズ 表示-非営利-改変禁止 ライセンスの下に提供されています。

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

本講義資料内には、東京大学が第三者より許諾を得て利用している画像等や、各種ライセンスによって提供されている画像等が含まれています。個々の画像等を本講義資料から切り離して利用することはできません。個々の画像等の利用については、それぞれの権利者の定めるところに従ってください。



# 歴史的木造建築の防火

安井 昇

(桜設計集団代表・早稲田大学招聘研究員・NPO法人team Timberize副理事長)

## 安井 昇（やすいのぼる）

### ■経歴

1968 京町家生まれ 木・土

1993 東京理科大学理工学研究科修了

積水ハウス入社 鉄

1998 積水ハウス退職

1999 桜設計集団一級建築士事務所設立

2001 早稲田大学理工学研究科博士課程入学

2004 同修了、博士（工学）取得

現在 桜設計集団一級建築士事務所代表

早稲田大学理工学研究所招聘研究員、東京大学生産技術研究所特任研究員

NPO法人team Timberize副理事長、NPO法人木の建築フォーラム理事

### ■専門

木造設計 建築防火







2020年1月





## 1968 京都市生まれ

実家は昭和8年（1933年）建設の京町家

家業は代々続く建具屋

高校卒業まで京都で過ごす

“木材・木造”

“伝統” “土壁”



## 1987 東京理科大学理工学部入学

### アメリカンフットボール部入部

若松孝旺研究室(防災)で、当時  
建築研究所の長谷見雄二先生の  
指導のもと  
卒業論文・修士論文をかく



木造3階建て実大実験 (91年)

“体育会系”  
“防火研究”

## 1993 積水ハウス株式会社入社

3 階建住宅の商品企画・開発に携わる

主に展示場の設計をする

防火の研究から離れる

1998年に自主退職

“企画”

“規格化”

“設計”





## 1999 桜設計集団設立

資格があったのでとりあえず独立(一人で桜設計集団)

1999年(30歳)に約3.5ヶ月アジア放浪

2000年から早稲田大学長谷見研究室の研究員となる



ジャイサルメール(インド)

“設計と研究”

“自由と孤独”

## 2001 早稲田大学博士課程入学

2000年にはじめて京町家の各部仕様が  
法令適合していないことを知る

防火研究と木造設計を両立させる日々

京都の大工職・左官職・設計者等との  
協同作業が始まる

“京都(故郷)”

“協同”



## 2004 早稲田大学博士課程修了

### ①早稲田大学での研究員

木造土壁構法による準耐火建築物（3階建町家・  
保育園・老人福祉施設等）の開発

木造耐火建築物の開発

木材3階建て学校の耐火要件の見直し



“研究→実建物”



## ②桜設計集団での木造防火技術コンサルティング

木造防耐火構造の技術開発（大臣認定取得）

木造建築物の防耐火に関する技術支援



“設計者と協同”

“研究を実用化”

### ③桜設計集団での木造建築物の設計

大規模な伝統木造建築物の増改築

木造住宅の設計



“技術をデザイン”

“性能をデザイン”

修士論文：木造壁面上の上方火炎伝播性状に関する研究  
(東京理科大学) 1993年3月

博士論文：歴史的町並みと伝統木造の再興のための京町家外周部材  
の延焼防止性能の評価・改良に関する研究  
(早稲田大学) 2004年3月

日本建築学会奨励賞 [研究]  
「柱圧縮試験による木造土壁の火災加熱時の非損傷性予測と  
木造土壁外壁の防火設計」 2007年9月

ウッドデザイン賞2016 林野庁長官賞 [設計]  
「堀切の家」



論文名	著者（○は筆頭著者）	掲載書籍	巻	号	掲載月日
火災加熱される木質部材内部の温度・含水率によるヤング係数残存率計算式の導出	○鈴木 達朗 長谷見 雄二 / 上川 大輔 / 安井 昇 / 加來 千紘 / 渡辺 秀太	日本建築学会 構造系論文集	85巻	770号	2020年4月
火災加熱される木質部材内部の含水率計測手法の開発研究	○鈴木 達朗 長谷見 雄二 / 上川 大輔 / 安井 昇 / 加來 千紘 / 鈴木 淳一	日本建築学会 構造系論文集	84巻	762号	2019年8月
燃え止まり型木質耐火構造部材における要求耐火時間に依らない適正な燃えしろ層厚さ -燃え止まり層に難燃薬剤処理スギ集成材を用いた小型試験による検討-	○伯耆原 智世 長谷見 雄二 / 斉吉 大河 / 高瀬 棕 / 上川 大輔 / 安井 昇 / 宮林 正幸	日本建築学会 環境系論文集	84巻	761号	2019年7月
多様な樹種の木材の力学的性能に対する温度・含水率の影響の把握と予測可能性 -構造用主要樹種に関するデータ構築と全乾密度に基づく予測可能性の検討-	○渡辺 秀太 鈴木 達朗 / 長谷見 雄二 / 加來 千紘 / 上川 大輔 / 安井 昇 / 宮本 康太	日本建築学会 構造系論文集	84巻	761号	2019年7月
水平加力後に延焼抑制効果を保持できる木造土壁仕様の開発研究	○菊池 大悟郎 長谷見 雄二 / 安井 昇 / 加來 千紘 / 木村 忠紀 / 横内 基 / 高田 峰幸	日本建築学会 環境系論文集	83巻	750号	2018年8月
含水率が火災加熱を受ける木材の力学的性能へ及ぼす影響 -多様な含水状態におけるスギ及びケヤキの高温時ヤング係数・曲げ強度の測定-	○加來 千紘 長谷見 雄二 / 上川 大輔 / 鈴木 達朗 / 安井 昇 / 腰原 幹雄 / 長尾 博文	日本建築学会 構造系論文集	82巻	732号	2017年2月
燃え止まり型木質耐火構造部材の工学的設計法に関する研究 小型試験に基づく燃えしろ・燃え止まり層の設計法の検討	○山口 智世 上川 大輔 / 長谷見 雄二 / 安井 昇 / 高瀬 棕 / 宮林 正幸 / 鈴木 淳一	日本建築学会 構造系論文集	81巻	730号	2016年12月
火災加熱が木材の力学的性能に及ぼす影響 -加熱した針葉樹材及び広葉樹材の高温時及び加熱冷却後のヤング係数・曲げ強度の測定-	○加來 千紘 長谷見 雄二 / 安井 昇 / 保川 みずほ / 上川 大輔 / 亀山 直央 / 小野 徹郎 / 腰原 幹雄	日本建築学会 構造系論文集	79巻	701号	2014年7月
大断面広葉樹(ケヤキ)製材による軸組柱の防耐火性能予測に関する研究	○保川 みずほ 安井 昇 / 鈴木 あさ美 / 長谷見 雄二 / 亀山 直央 / 豊田 康二 / 門岡 直也 / 上川 大輔 / 腰原 幹雄 / 小野 徹郎	日本建築学会 構造系論文集	78巻	685号	2013年3月
横架材の加熱後曲げ応力度予測に基づく伝統木造床の防耐火設計と梁長さ・間隔の拡張可能性	○安井 昇 長谷見 雄二 / 平井 宏幸 / 渡邊 圭太 / 腰原 幹雄 / 澤野 恵直 / 小川 敦史 / 木村 忠紀	日本建築学会 構造系論文集	74巻	642号	2009年8月
伝統土壁構法間仕切壁の両面加熱時の防耐火性能	○澤野 恵直 長谷見 雄二 / 安井 昇 / 小川 敦史 / 平井 宏幸 / 木村 忠紀 / 山本 幸一	日本建築学会 環境系論文集	74巻	635号	2009年1月
伝統軸組構法に基づく木造床の防耐火性能	○平井 宏幸 長谷見 雄二 / 安井 昇 / 木村 忠紀 / 山本 幸一	日本建築学会 構造系論文集	73巻	625号	2008年3月
木造真壁の耐火性能予測	○清水 真理子 長谷見 雄二 / 村上 雅英 / 安井 昇	日本建築学会 構造系論文集	72巻	611号	2007年1月
京町家様式の化粧軒裏の各部仕様が火災時の遮熱・遮炎性能に及ぼす影響	○安井 昇 長谷見 雄二 / 清水 真理子 / 木村 忠紀 / 田村 佳英	日本建築学会 構造系論文集	71巻	601号	2006年3月
柱圧縮試験による木造土壁の火災加熱時の非損傷性予測と木造土壁外壁の防火設計	○安井 昇 清水 真理子 / 長谷見 雄二 / 村上 雅英 / 上島 基英 / 木村 忠紀 / 北後 明彦 / 田村 佳英 / 吉田 正友 / 山本 幸一	日本建築学会 環境系論文集	68巻	574号	2003年12月
木造土壁の各部仕様が防耐火性能に及ぼす影響	○安井 昇 長谷見 雄二 / 秋月 通孝 / 馬屋原 敦 / 大西 卓 / 上島 基英 / 畑 俊充 / 木村 忠紀 / 田村 佳英 / 村上 博	日本建築学会 環境系論文集	68巻	567号	2003年5月

# 日本建築学会技術報告集

論文名	著者(○は筆頭著者)	掲載書籍	巻	号	掲載月日
GLT耐震パネルを組み込んだ鉄骨ハイブリッド構造の設計事例と抽出された課題	○福本 晃治 国府田 まりな / 齋藤 真美 / 岡崎 智仁 / 五十田 博 / 安井 昇	日本建築学会 技術報告集	26巻	64号	2020年10月
内部構造を木質化した建築物の延焼防止性能検証 -事務所建築物に関するケーススタディ-	○茶谷 友希子 竹谷 修一 / 糸井川 栄一 / 松山 賢 / 樋本 圭佑 / 村岡 宏 / 中村 正寿 / 木本 勢也 / 蛇石 貴宏 / 泉 潤一 / 安井 昇 / 高橋 済	日本建築学会 技術報告集	26巻	63号	2020年6月
木仕上げ大壁による準耐火構造の開発のための載荷加熱実験	○角田 彩乃 安井 昇 / 鈴木 淳一 / 長谷見 雄二 / 荒木 康弘 / 板垣 直行	日本建築学会 技術報告集	20巻	46号	2014年10月
大規模木造建物実大火災実験で発生、飛散した火の粉の降積量と個別計測	○林 吉彦 蛇石 貴宏 / 泉 潤一 / 成瀬 友宏 / 板垣 直行 / 橋本 隆司 / 安井 昇 / 長谷見 雄二	日本建築学会 技術報告集	20巻	45号	2014年6月
大断面広葉樹(ケヤキ)製材による寺院建築仕様軸組の防耐火性能 -はり及び柱-はり接合部の載荷加熱実験-	○保川 みずほ 遊佐 秀逸 / 安井 昇 / 鈴木 あさ美 / 長谷見 雄二 / 亀山 直央 / 豊田 康二 / 門岡 直也 / 腰原 幹雄 / 小野 徹郎	日本建築学会 技術報告集	19巻	43号	2013年10月
伝統町家の保存再生に適した軒裏防火仕様の開発	○鈴木 あさ美 安井 昇 / 長谷見 雄二 / 木村 忠紀 / 田村 佳英 / 門岡 直也	日本建築学会 技術報告集	18巻	39号	2012年6月
壁土の防火材料としての性能に関する研究 -京都産壁土の燃焼発熱性・ガス有害性評価を通じて-	○小澤 大樹 長谷見 雄二 / 安井 昇 / 田村 佳英 / 吉田 正志 / 奥石 直幸 / 土橋 常登	日本建築学会 技術報告集	18巻	38号	2012年2月
既存家屋の耐震・防火補強による密集市街地の地震後延焼火災の抑制効果の検討	○川越 裕子 長谷見 雄二 / 神谷 秀美 / 小畑 晴治 / 安井 昇 / 坂田 高洋 / 永盛 洋樹 / 村上 雅英	日本建築学会 技術報告集	14巻	28号	2008年10月
防火・耐震補強した従来軸組木造壁のせん断体力特性と水平加力後の防耐火性能 : 地震後の防火性能確保のための既存家屋の耐震・防火同時補強技術の開発	○長谷見 雄二 村上 雅英 / 河合 直人 / 山田 誠 / 安井 昇 / 鷺海 四郎 / 清水 庸介 / 小畑 晴治 / 神谷 秀美 / 坂田 高洋 / 永盛 洋樹	日本建築学会 技術報告集	14巻	27号	2008年6月
移動式ガラス制振壁の実験的研究	○竹内 徹 今富 陽子 / 播 繁 / 三浦 史朗 / 安井 昇 / 三原 良樹 / 久田 隆司 / 安藤 浩一	日本建築学会 技術報告集	13巻	25号	2007年6月
準防火地域に建設可能な京町家様式の外周部材の開発	○安井 昇 長谷見 雄二 / 田村 佳英 / 木村 忠紀	日本建築学会 技術報告集	10巻	20号	2004年12月
伝統町家における軸組木造土壁の載荷加熱実験	○安井 昇 長谷見 雄二 / 馬屋原 敦 / 大西 卓 / 上島 基英 / 清水 真理子 / 樋山 恭助 / 木村 忠紀 / 田村 佳英 / 北後 明彦 / 畑 俊充 / 吉田 正友 / 山本 幸一	日本建築学会 技術報告集	9巻	18号	2003年12月
伝統軸組構法による木造土壁の火災安全性実験	○安井 昇 長谷見 雄二 / 木下 孝一 / 秋月 通孝 / 吉田 正友 / 山本 幸一 / 田村 佳英	日本建築学会 技術報告集	8巻	16号	2002年12月

# RC造の木質化 賃貸オフィス



京都事務所



代々木事務所（マインズタワーの裏）



# 防災拠点

非常時の設計を普段使いの機器でする（オフグリッド）



薪ストーブ

受水槽

プロパンガス

鉛蓄電池

太陽熱温水器

太陽光発電パネル



## 長野・八ヶ岳の秘密基地





設計は日常が最高になるように  
非日常が最悪にならないように

# これからの都市を木造化・木質化する



2010 NPO法人team Timberize



# 戦後、都市は主に鉄骨造・RC造でつくられてきた

アベノハルカスから見た  
大阪の街並み



海外では  
近年、木造でつくりやすいものを木造化する  
流れができつつある  
そこには必ず木造が選ばれる理由がある

木造（CLT・7階建て）  
[軽量・乾式]

RC造（3階建て）

オーストリア・ウィーン





1968 霞ヶ関ビル→





← Timberize200  
(東京大学腰原研究室  
+ NPO法人team Timberize)

2018 建築の日本展 (森美術館)

UTokyo Online Education 歴史的建築工学 2020 安井 昇 CC BY-NC-ND



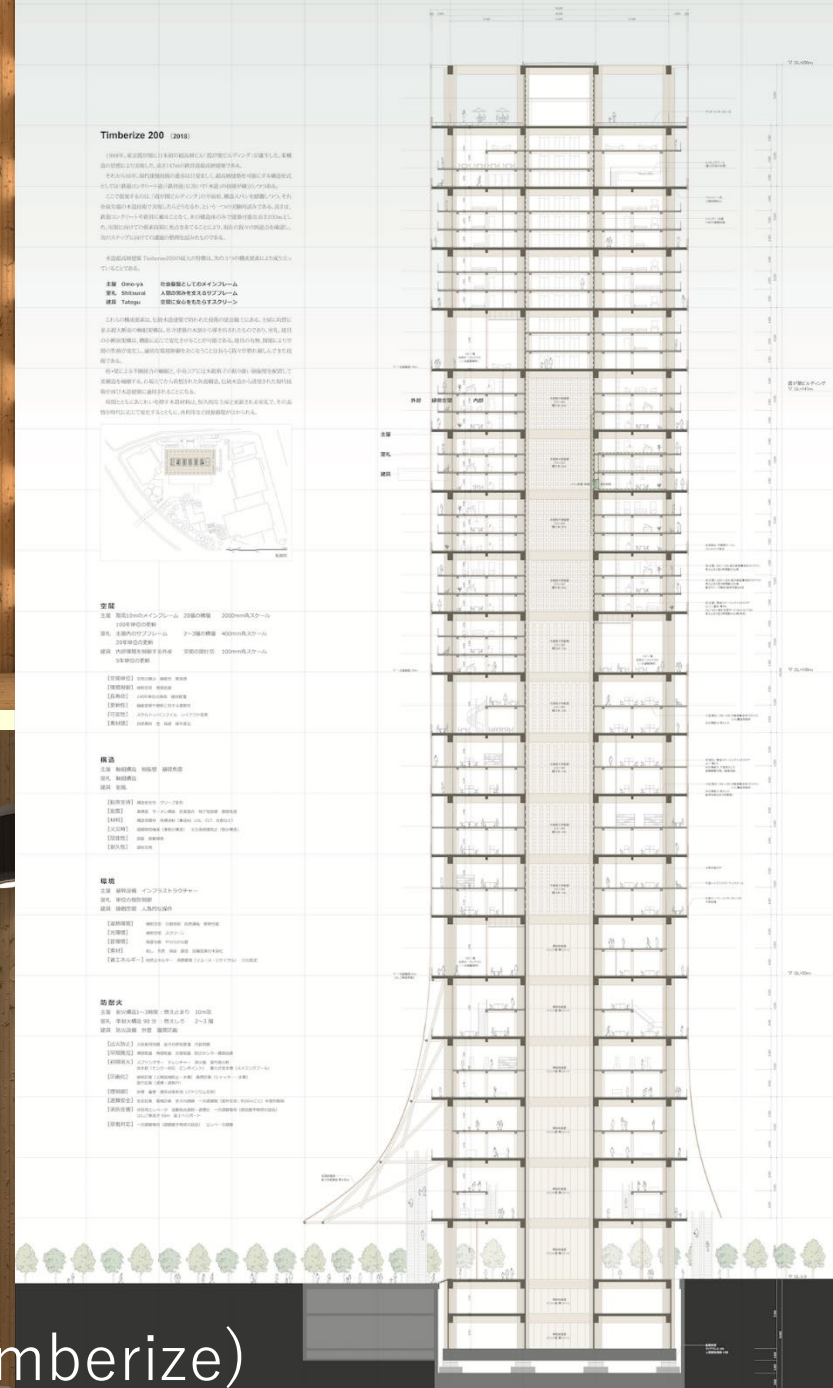
←メガストラクチャー  
(メインフレーム)→

インフィル  
(サブフレーム)→



Timberize200  
(東京大学腰原研究室+NPO法人team Timberize)

UTokyo Online Education 歴史的建築工学 2020 安井 昇 CC BY-NC-ND



# 木材を適材適所に使う

RC造（メガストラクチャー）

木造（インフィル）

2015 NPO法人team Timberize





2015 NPO法人team Timberize

UTokyo Online Education 歴史的建築工学 2020 安井 昇 [CC BY-NC-ND](#)





# 高知県自治会館：築4年の木造6階建て



外壁：延焼防止壁（厚い土）

窓：防火戸（土戸、鉄戸、厚い木戸）



姫路城：築 約670年の木造6階建て





姫路城：築 約670年の木造6階建て



# 広島・千畳閣：築 約430年の木造平屋建て



# 木造は火事に弱いのか

UTokyo Online Education 歴史的建築工学 2020 安井 昇 [CC BY-NC-ND](#)

社寺



近代木造



伝統的木造群



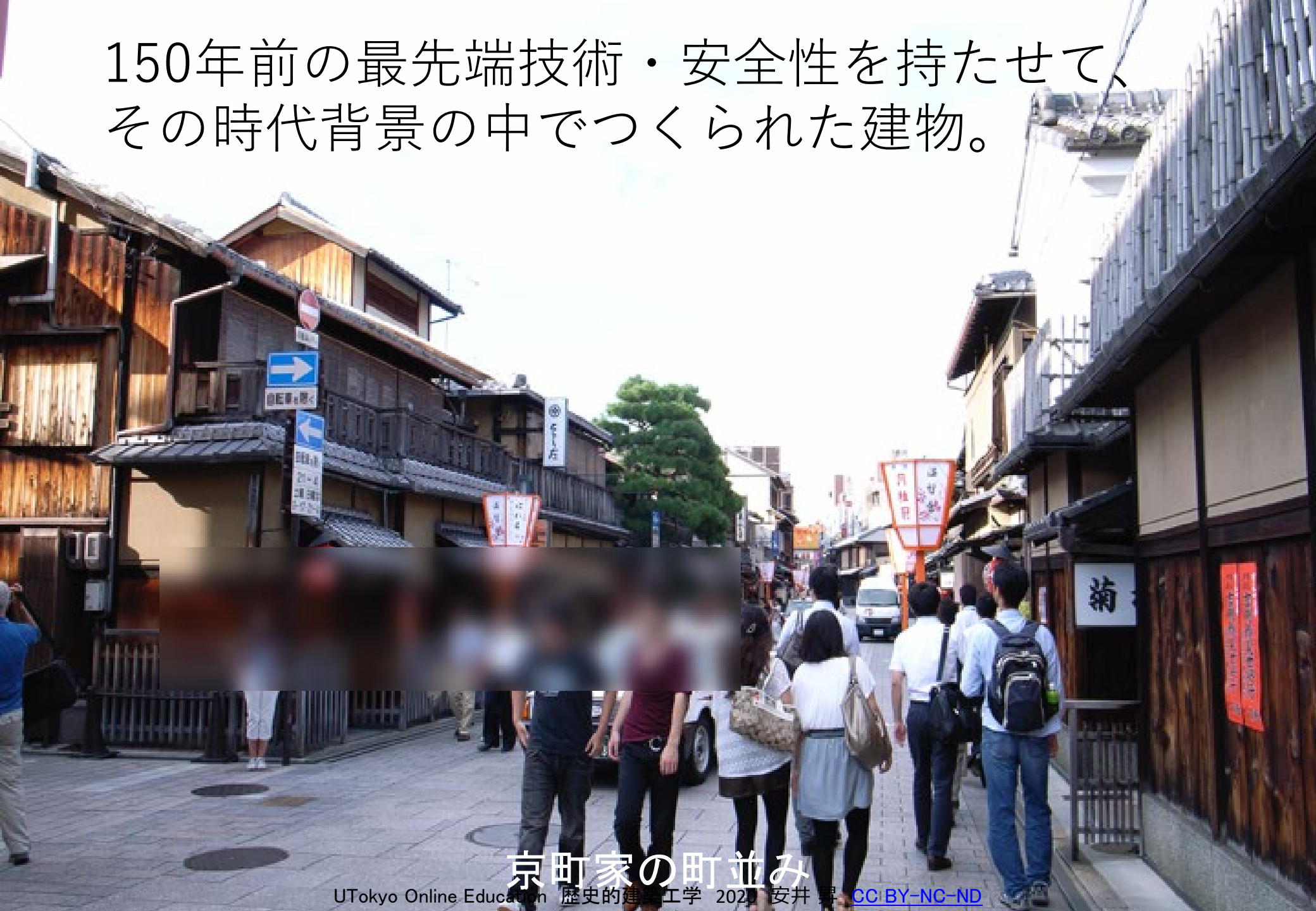
都市木造





- 1933～ 全国的に木造家屋の火災実験実施（防空対策の一環）
- 1950 建築基準法 制定 都市の不燃化（木造からRC造へ）
- 1987 建築基準法 改正 燃えしろ設計・準防木三戸の導入
- 1992 建築基準法 改正 準耐火建築物の概念の導入
- 2000 建築基準法 改正 防火法令の性能規定化
- 2010 公共建築物等木材利用促進法 制定
- 2015 建築基準法 改正 法第21条・27条の性能規定化
- 2019～ 建築基準法 改正 耐火要件の性能規定化

150年前の最先端技術・安全性を持たせて、  
その時代背景の中でつくられた建物。



京町家の町並み



# 長く残す設計上の工夫「火」





# 長く残す設計上の工夫「水」

仕上げを張って  
躯体を濡らさない

軒を出して躯体を濡らさない

京町家



焼スギ板

東寺五重の塔



深い軒



# 木造はRC造や鉄骨造と

何が違うのか？ 何が良くて悪いのか？

木材の短所？

①くさる・喰われる [腐朽菌・シロアリ]

②変色する [カビ・日光]

③割れる [水分]

④反る [水分]

→水

⑤燃える (燃え広がる) [内・外]

→火

木造建築を知る



木材の物理的性質を知る



工 ↔ 農

木材の腐り方を知る



木材の燃え方を知る

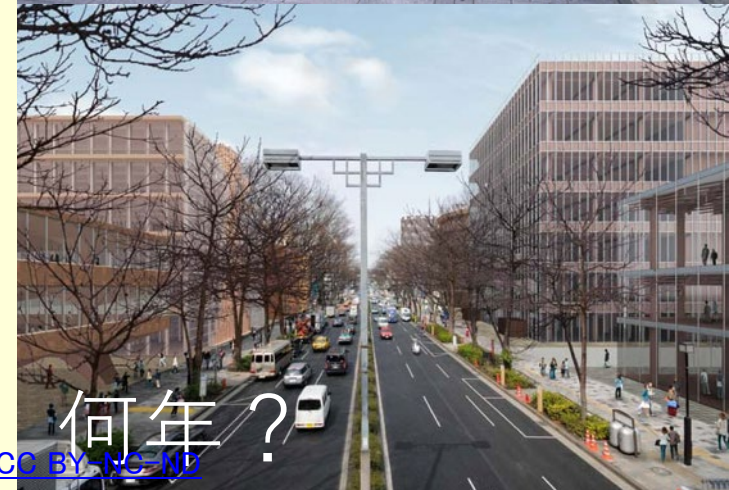




# 木造はRC造や鉄骨造と 何が違うのか？ 何が良くて悪いのか？

## 建物に必要な性能

- ①耐震性
- ②防耐火性
- ③断熱性・気密性
- ④遮音性（上下階・隣室）
- ⑤耐久性
- ⑥居住性
- ⑦メンテナンス性



出火しない木造

急激に燃え広がらない木造

消せる木造

---

出火源 → 内装・収納可燃物 → 部屋 → 建物 → 街区

～火災は成長する災害・どこで誰が止めるか～



逃げられる木造

逃げなくてよい木造

人が死なない木造

---

出火源→内装・収納可燃物→部屋→建物→街区

～火災は成長する災害・どう逃げるか～

# 木造は燃えるのではないか？

著作権等の都合により省略しました

炎上する沖縄・首里城の写真

BBC News Japan

2019年10月31日

<https://www.bbc.com/japanese/50244809>



# 火元建物の構造別損害状況

構造種別		平成29年				
		出火件数 (件)		延焼率 (%)	延焼 件数 (件)	1件当たり 焼損床 面積(m <sup>2</sup> )
木造	木造	8,289	10,532 (55%)	33.0	2,738	73.1
	防火造	1,953		15.9	310	28.0
	準耐火木造	290		14.8	43	32.1
非木造	準耐火非木造	2,372	8,489 (45%)	10.6	251	60.4
	耐火造	6,117		3.5	217	14.7
その他・不明		2,344		32.6	765	69.7
建物全体		21,365		20.2	4,324	50.1

※平成30年度版消防白書の火元建物の構造別損害状況を元に作成

※延焼率は、火元建物以外の別棟に延焼した火災件数の割合

※延焼件数は、火元建物以外の別棟に延焼した火災件数

# 近年の建物火災の一例



糸魚川市街地  
(日本・新潟)  
2016年12月22日

主に木造

糸魚川市公式ウェブサイト  
<https://www.city.itoigawa.lg.jp/dd.aspx?menuid=6796>

大型物流倉庫  
(日本・埼玉)  
2017年2月16日

RC造+鉄骨造屋根

著作権等の都合により省略しました

アスクル倉庫火災の写真

毎日新聞デジタル版 2017年2月19日  
アスクル倉庫、鎮火せず

<https://mainichi.jp/graphs/20170219/hpj/00m/040/002000g/3>

ノートルダム大聖堂  
(フランス・パリ)  
2019年4月15日

組積造+木造屋根

著作権等の都合により省略しました

ノートルダム大聖堂の火災の写真

ニッポン放送NEWS ONLINE 2019年4月18日  
文化財の防火対策～ノートルダム大聖堂火災の教訓から学ぶこと  
<https://news.1242.com/article/173116>

高層公営住宅  
(イギリス・ロンドン)  
2017年6月14日

RC造

著作権等の都合により省略しました

ロンドン高層住宅火災の写真

AFP BB News 2017年6月24日  
ロンドン高層住宅火災、火元は冷蔵庫  
警察は過失致死容疑を示唆  
<https://www.afpbb.com/articles/-/3133267>



# 常識とは？

---

一般に学問的知識とは異なり，  
普通人が社会生活を営むためにもち，  
またもつべき意見，行動様式の総体をいう。

ブリタニカ国際大百科事典 より

“木材＝燃える”は短所とされている





“木材＝ゆっくり燃える”を長所ととらえてみると  
木材利活用の可能性が広がる

RC造と同じように  
延焼防止できるとしたら？

スギCLT150厚  
加熱実験  
(加熱120分後)

# 火災が起こると日常が非日常になる



出火点



# 木造だから燃えたのか？

著作権等の都合により省略しました

糸魚川大火の写真

朝日新聞デジタル、2016年12月24日

蔵元・料亭…歴史ある街並み、  
一面がれきに 糸魚川大火

<https://www.asahi.com/articles/ASJDR55WDJDRUOHB00R.html>

2016年12月22日（木）

10:30頃 中華料理店から出火

（鍋の空だきとされている）

21:00頃 147棟（約4万m<sup>2</sup>）に延焼した後、鎮圧

翌16:30頃 鎮火

※最大瞬間風速24m [強風]

※消防車当初6台→約130台 [消防力]

※木造密集市街地 (準防火地域) [木造密集地]

糸魚川では84年振りの大火（昭和7年）

[ほとんどの人が経験していない]



## [要点]


- 全国どこにもでもある「裸木造密集市街地」での火災
- 準防火地域に指定された後もあまり更新が進んでいない町並み
- 「消防力」は特別低いわけではない地方都市
- 「強風下」での延焼（火炎伸展・飛び火）
- 開口部・小屋裏・屋根からの延焼
- 延焼遮断に貢献した準耐火建築物、耐火建築物、土蔵造
- 準防火地域に必要なのは燃え抜けにく建物であり木造でも可能



燃え抜けない建築が必要？

京都と糸魚川、いずれも土壁造が多い





燃えない建築じゃないの？





“燃え抜けない” ほうが良さそう



どっちが熱い ～3分加熱～



2018.9.11 鳥取・米子



どっちが熱い ～3分加熱～



2018.9.11 鳥取・米子



ガルバリウム鋼板0.35厚

VS

スギ15厚

3分後

140

ガルバリウム鋼板  
0.35mm厚

スギ板  
15mm厚

16.5



スギ15厚

VS

せっこうボード12.5厚

3分後

140

スギ板

15mm厚

せっこうボード

12.5mm厚

16.5



スギ<sup>〃</sup>15厚

VS

スギ<sup>〃</sup>30厚

3分後

140

スギ板  
15mm厚

スギ板  
30mm厚

16.5



# 燃え抜けない建築 (せっこうボード)



# 燃え抜けない建築（土）

2002 7 2



# 燃え抜けない建築（木）

# 燃え抜けない建築 (開口部)

















カラマツの杵材

耐熱結晶化ガラス厚5のペアガラス

2019.10.10実施





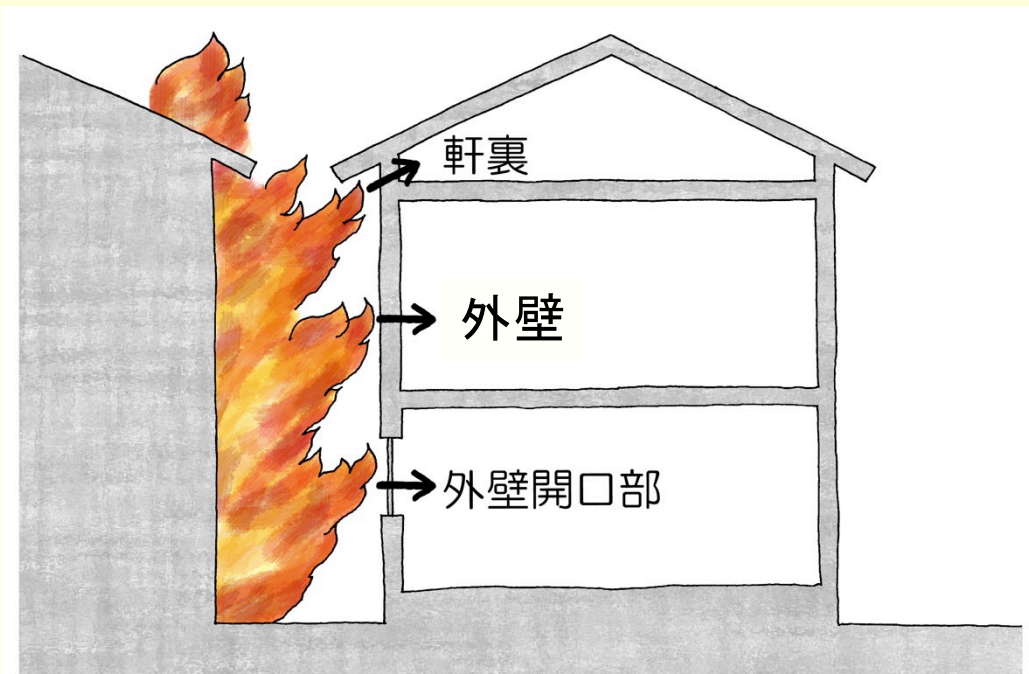
120×240を2本合わせ  
240角柱



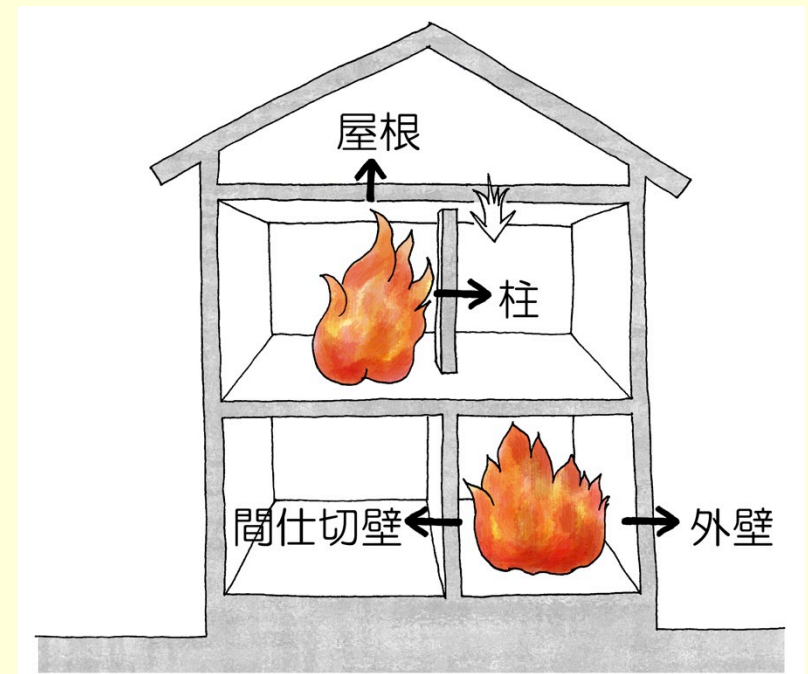




# 建物火災の外力は2種類

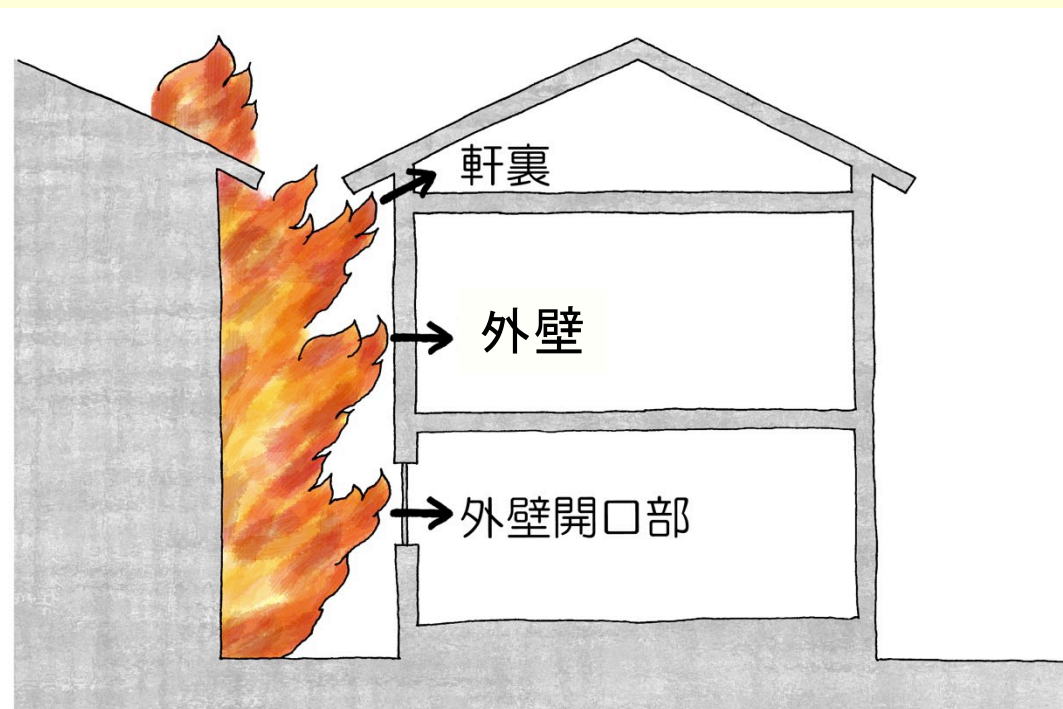


## 隣棟火災



## 内部火災

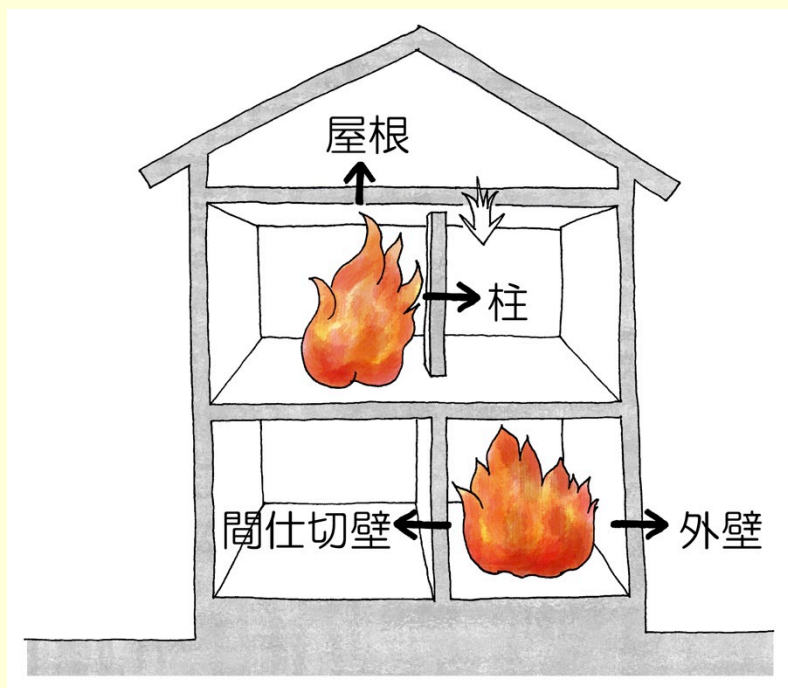
# 隣棟火災は“燃え抜けしない”が重要



燃え抜けにくい材料を使う（土・厚い木・・・）



# 内部火災は“燃え広がらない”が重要



## 連続して燃え続けないようにする



土・木・瓦(土) で  
できた建物は火事に  
弱いのか



# 建物に必要な防耐火性能

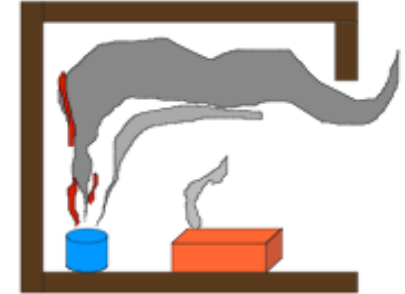
- ①火を出さない
- ②火災を早く見つける
- ③火を消す

[出火防止]

[早期発見]

[初期消火]

火災初期



- ④火災を閉じこめる
- ⑤煙から守る
- ⑥逃げる
- ⑦消防隊に助けをもらう
- ⑧災害弱者を守る
- ⑨火災で倒れない

[区画化]

[煙制御]

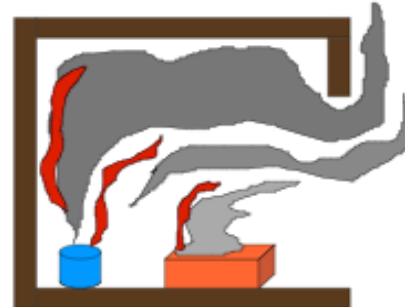
[避難安全]

[消防支援]

[弱者対応]

[倒壊防止]

火災成長期



火災最盛期



[都市火災抑制]

青文字：主に消防法

赤文字：主に建築基準法

# それぞれの建物の防火対策は？

社寺



近代木造



伝統的木造群



都市木造







たとえば京町家の外周部材

①裏返しのある土壁

②裏返しのない土壁

③木材あらわし軒裏

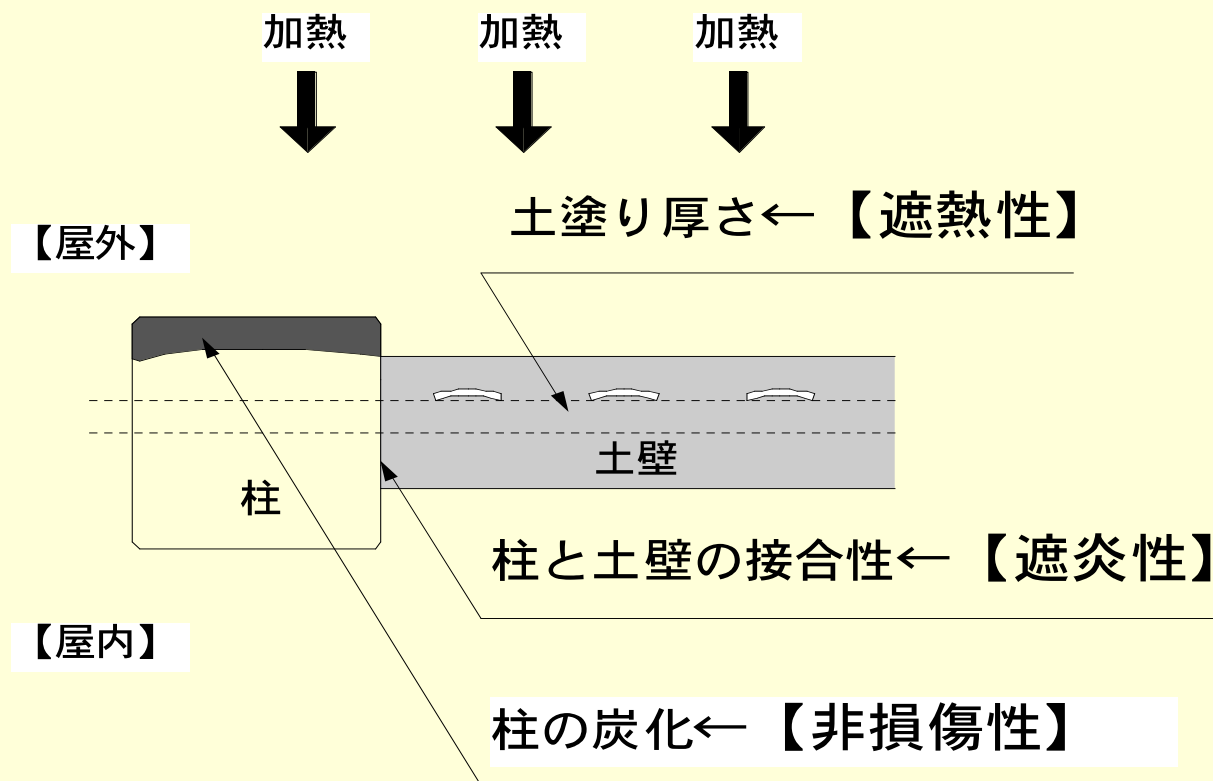
④窓（開口部）

外壁：30分間の非損傷性・遮熱性（燃え抜け防止・倒壊防止）

軒裏：30分間の遮熱性（燃え抜け防止）

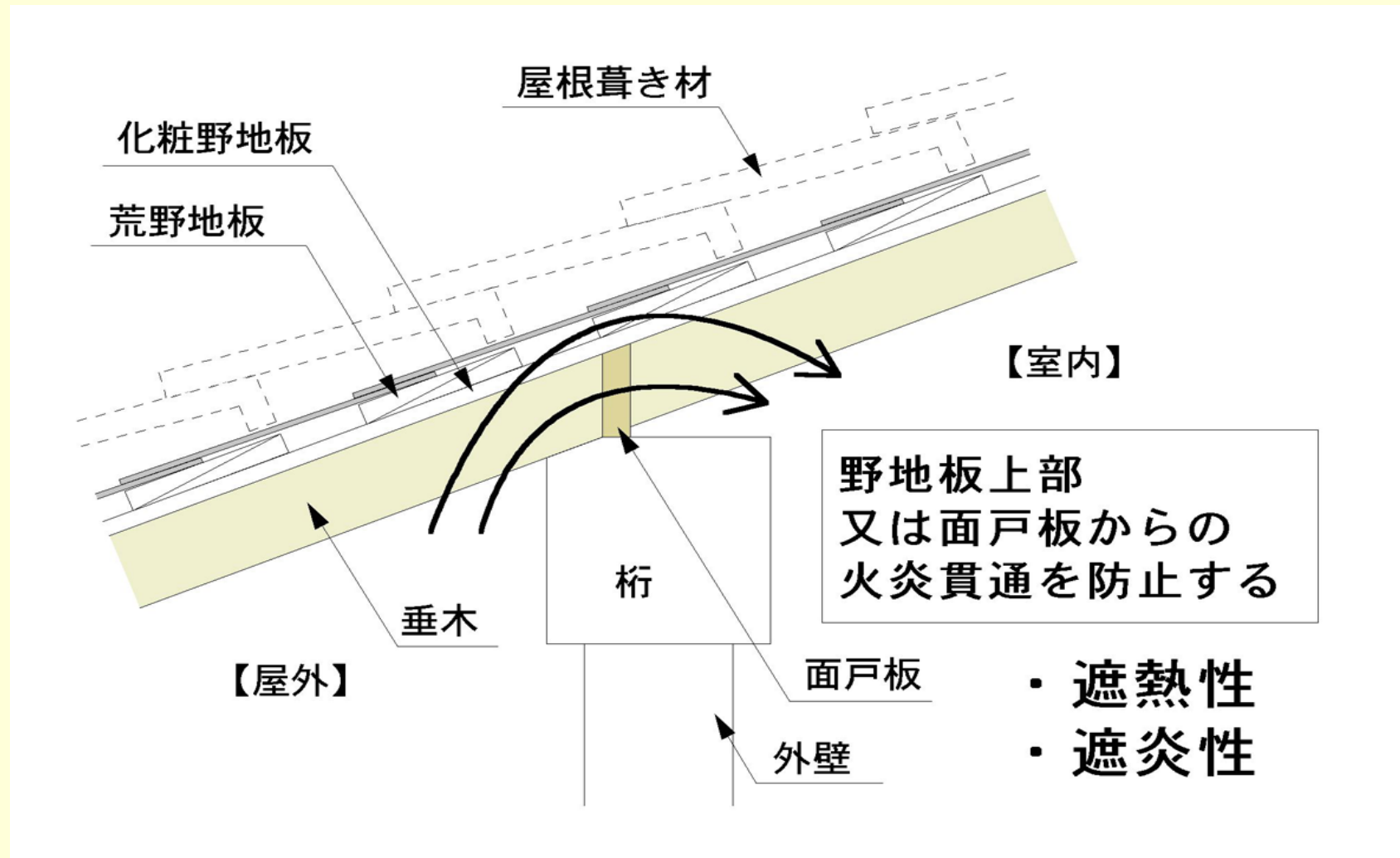
開口部：20分間の遮炎性（燃え抜け防止）

# 土塗り壁の防火性能に影響を与える要素





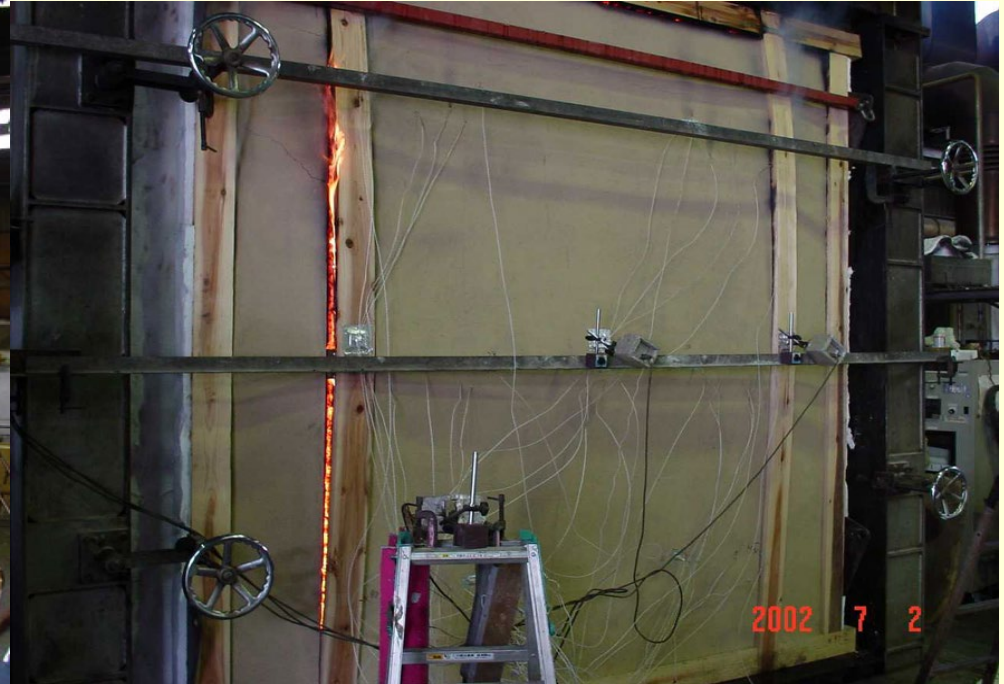
# 軒裏に防火性能に影響を与える要素



# 土壁の加熱実験



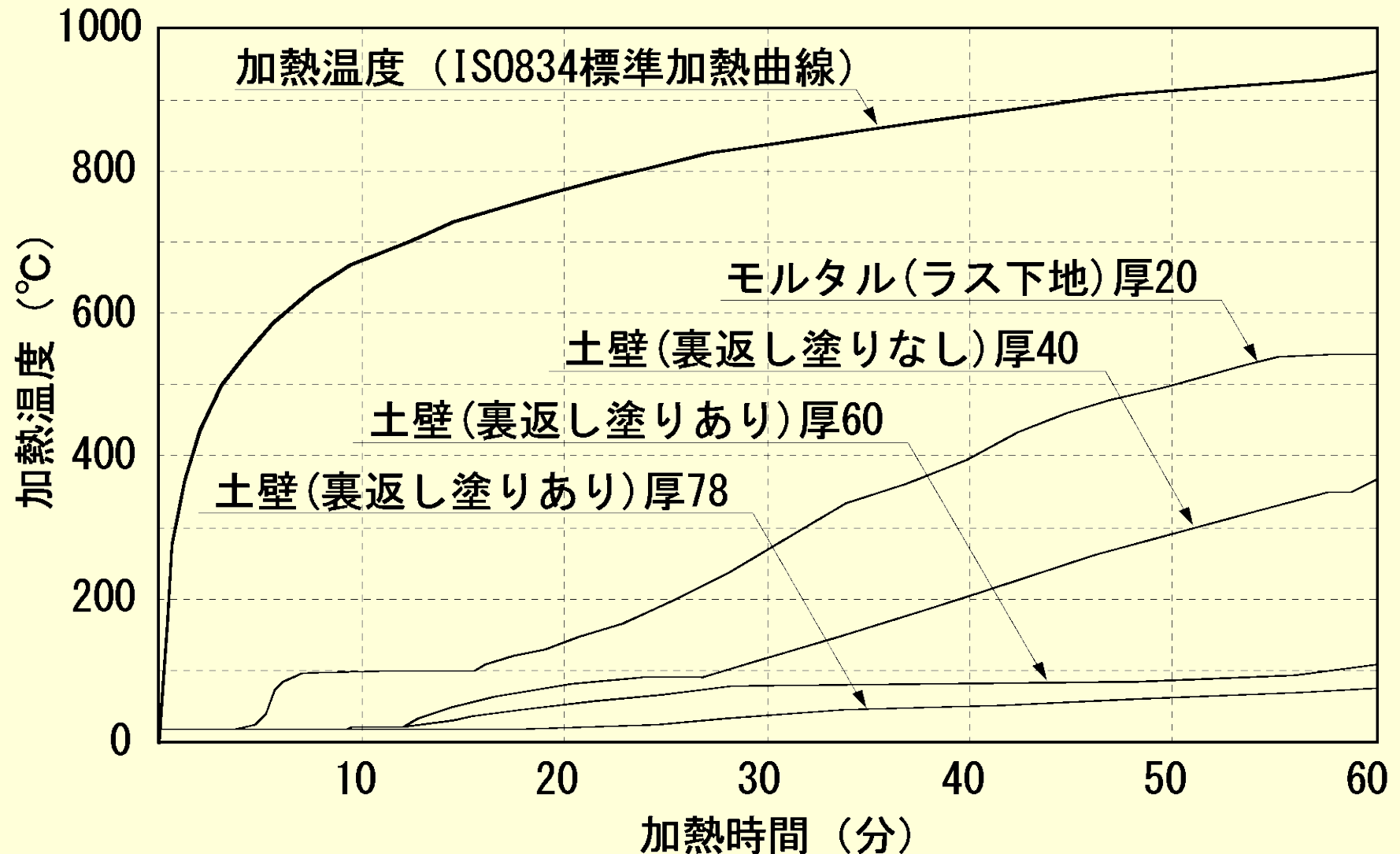
耐火炉と土壁試験体



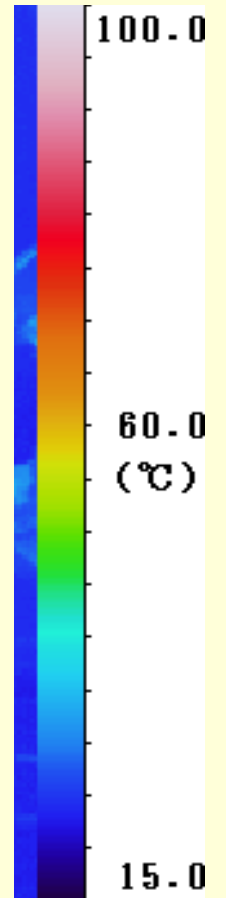
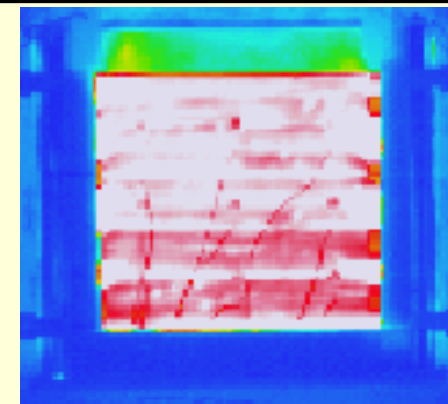
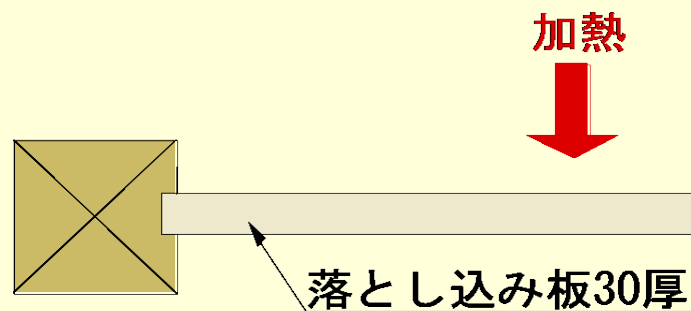
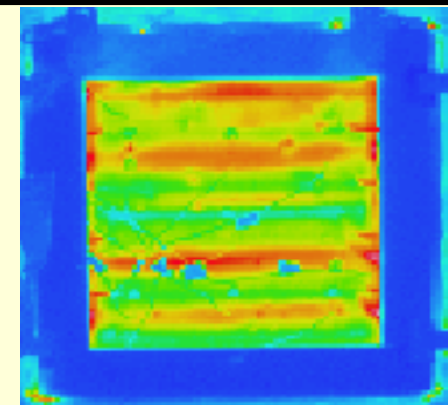
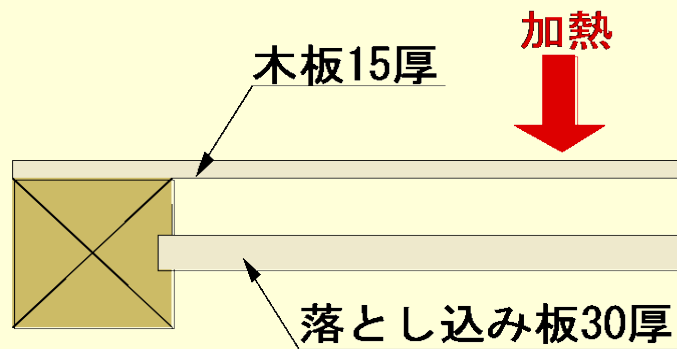
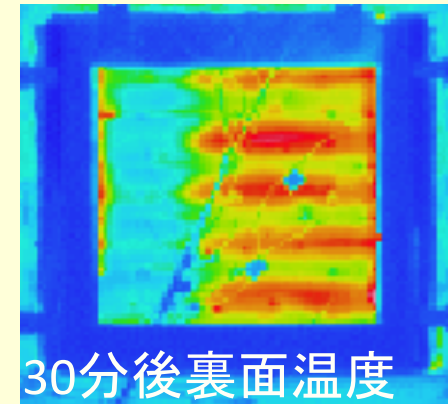
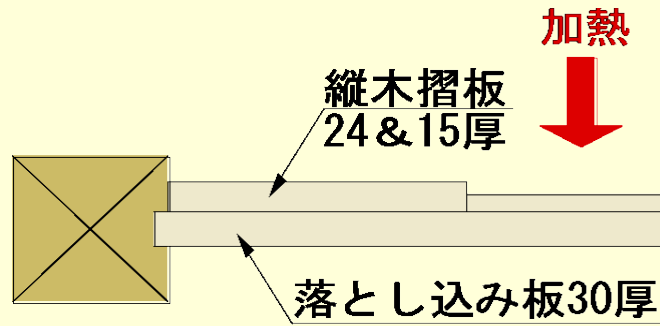
柱が座屈寸前の試験体



## 土壁の遮熱性（裏面温度推移）

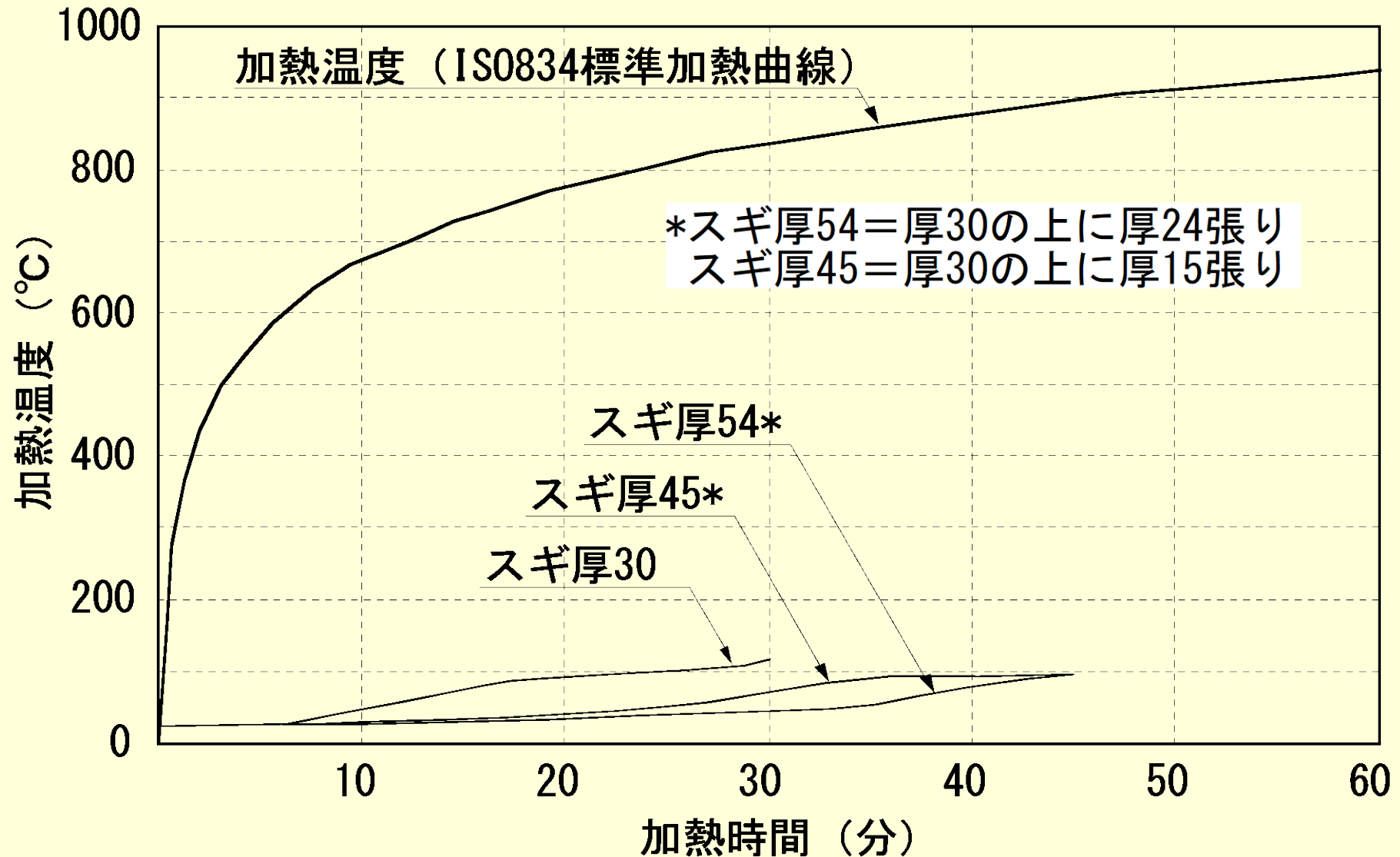


## ②伝統木造の実力



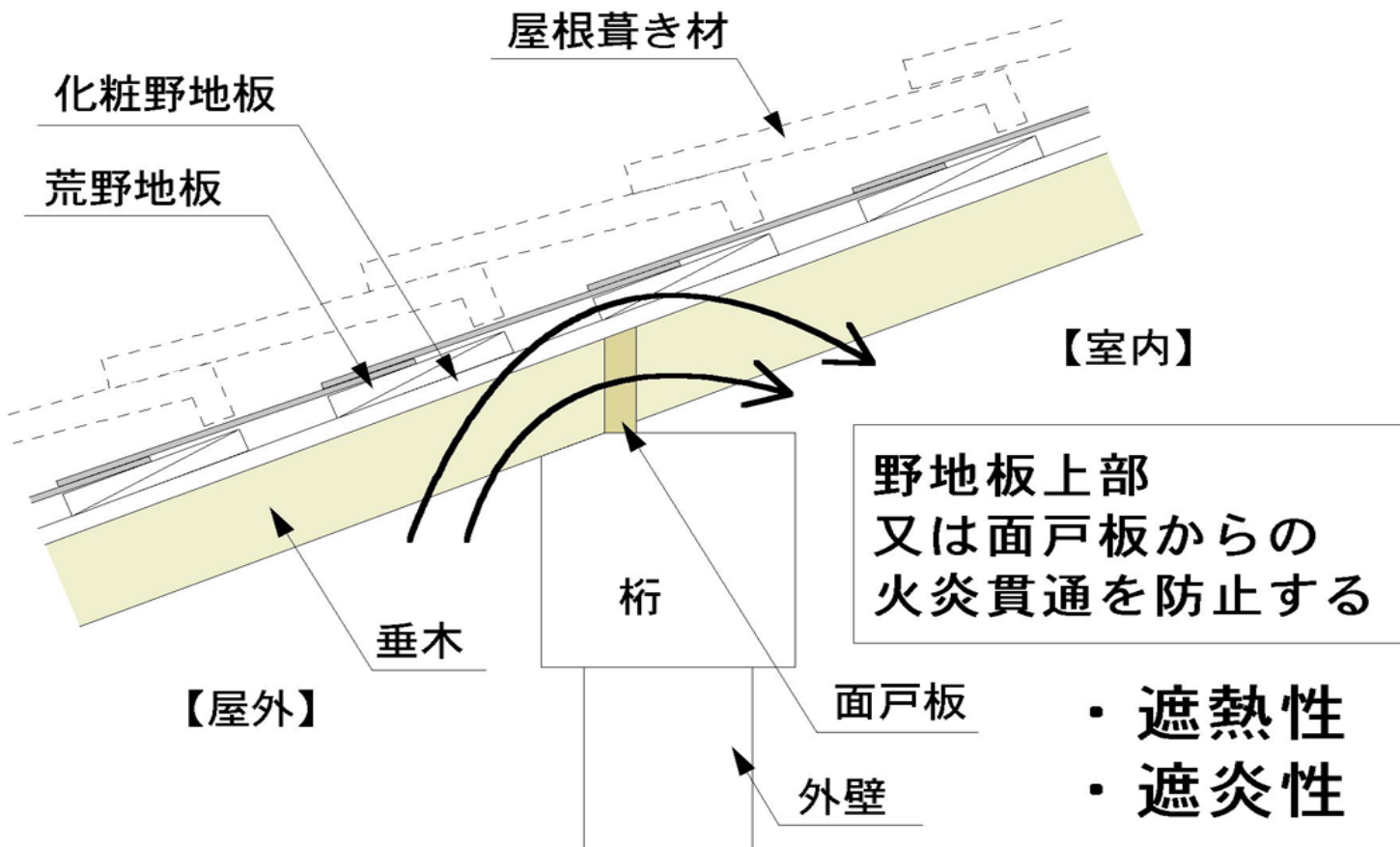


# 木材の遮熱性（裏面温度推移）



## ②伝統木造の実力

軒裏に必要な防火性能は屋外火災において  
小屋裏へ延焼しないこと



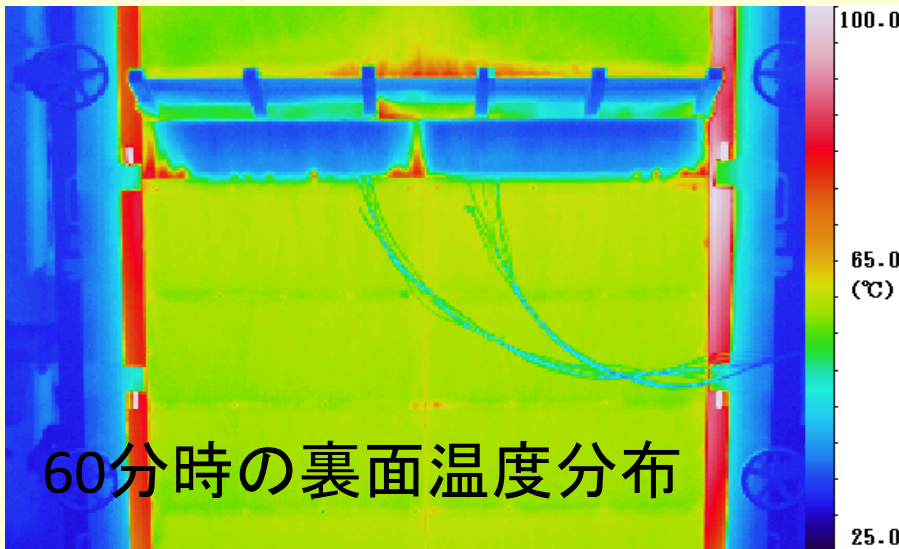


## 軒裏の加熱実験



## ② 伝統木造の実力

### 軒裏の加熱実験

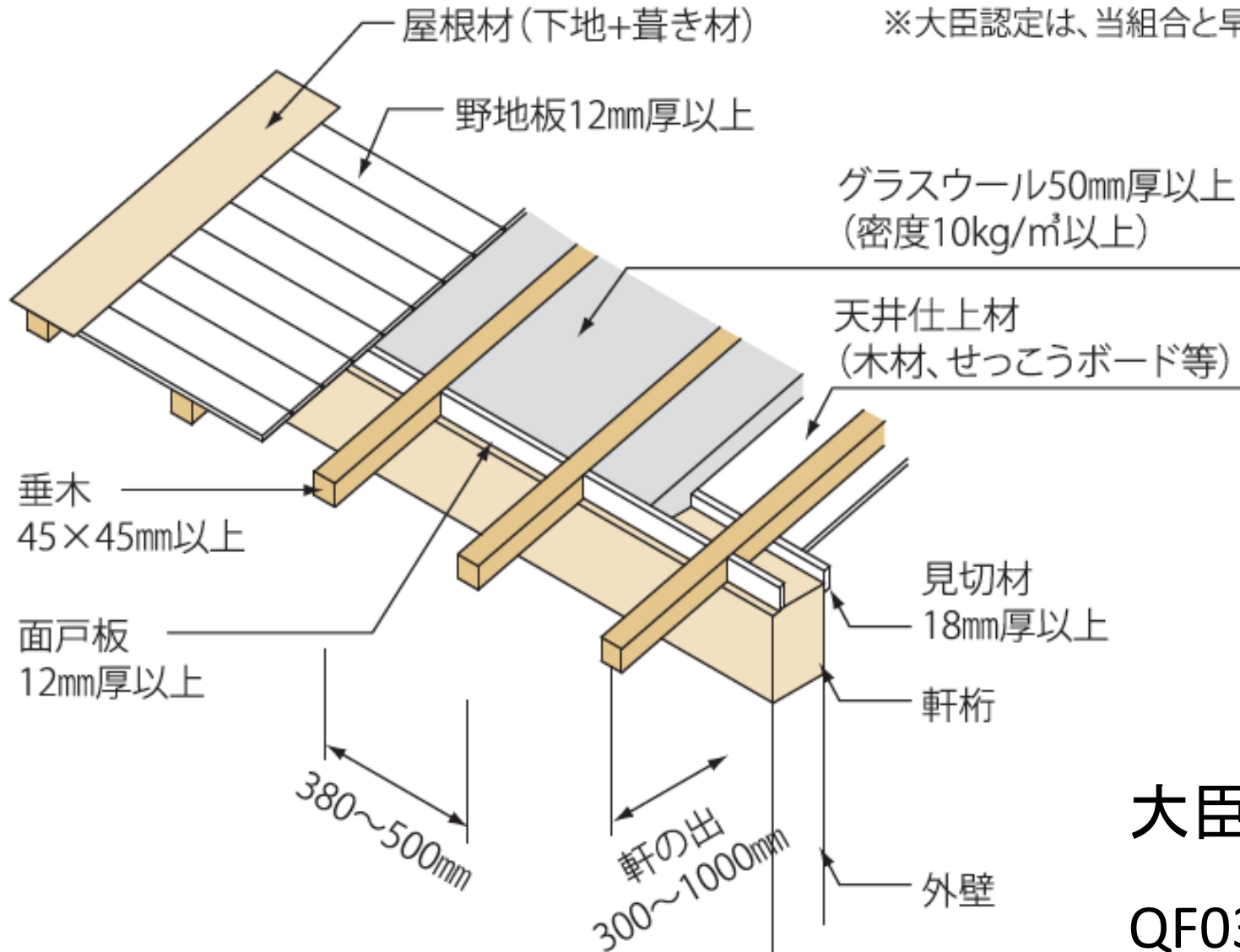


45分以上の加熱に耐える  
(準耐火構造)木材あらかし  
軒裏が実現可能



# 準耐火構造(30分)・防火構造軒裏

③火事に強い伝統木造



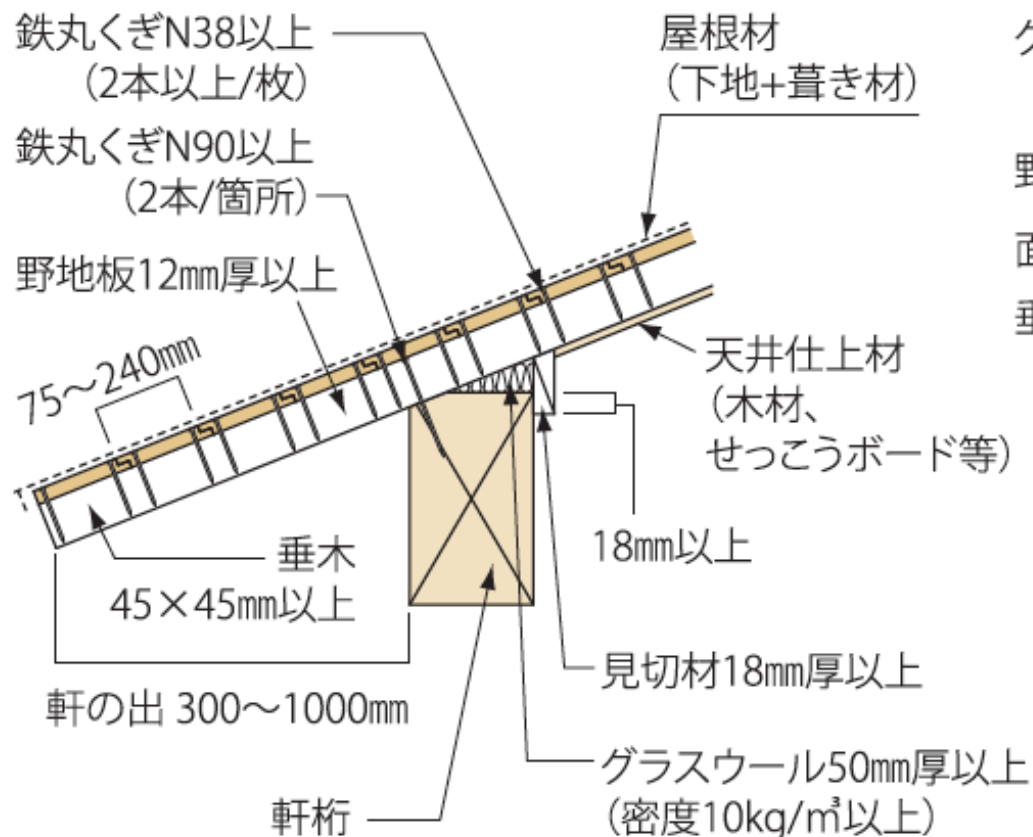
大臣認定番号

QF030RS-0174

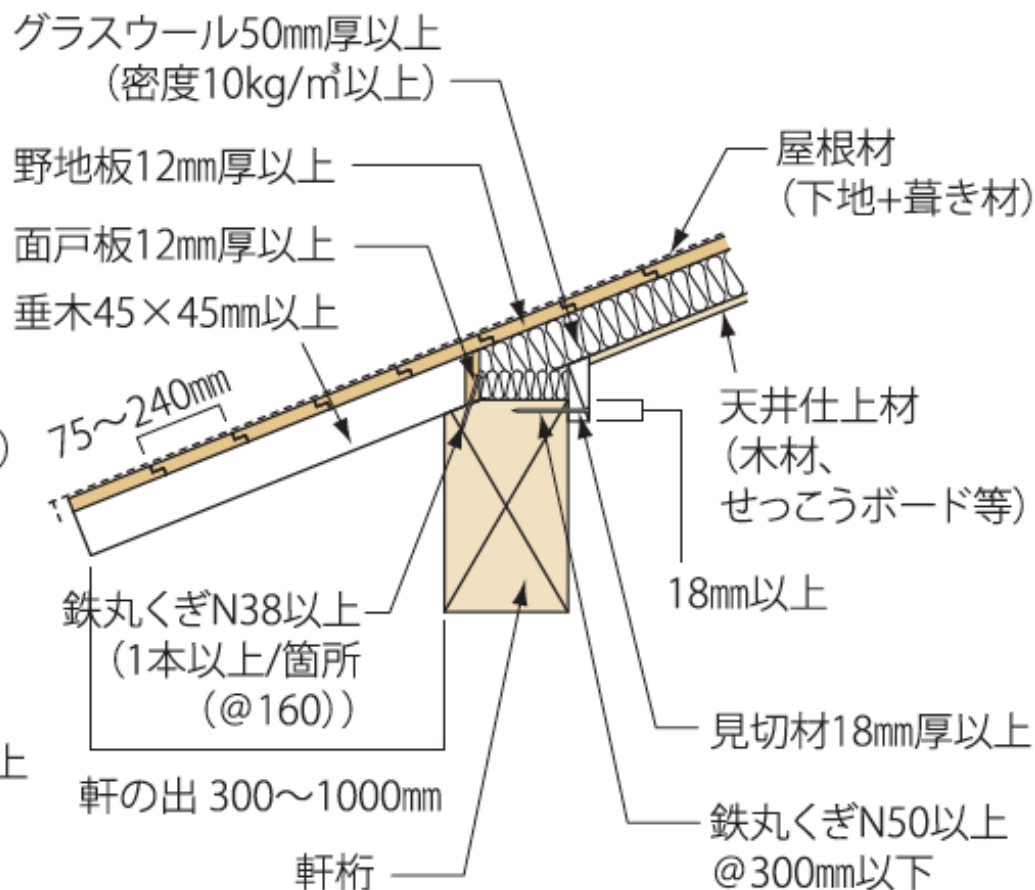
# 準耐火構造(30分)・防火構造軒裏

③火事に強い伝統木造

垂木部断面図



垂木間断面図

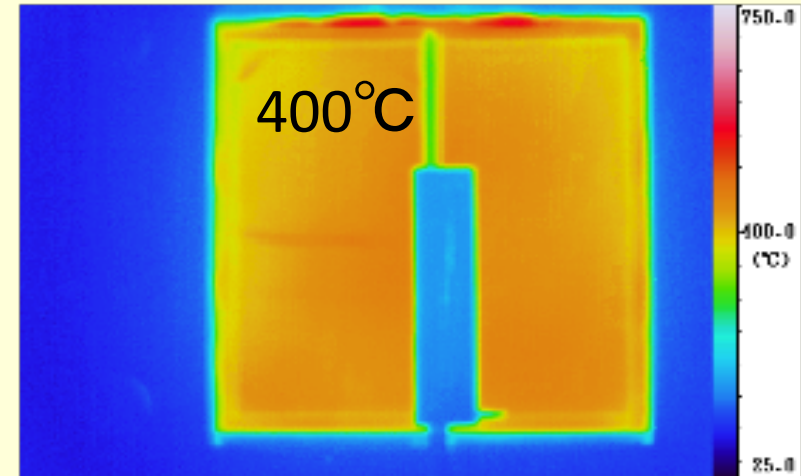




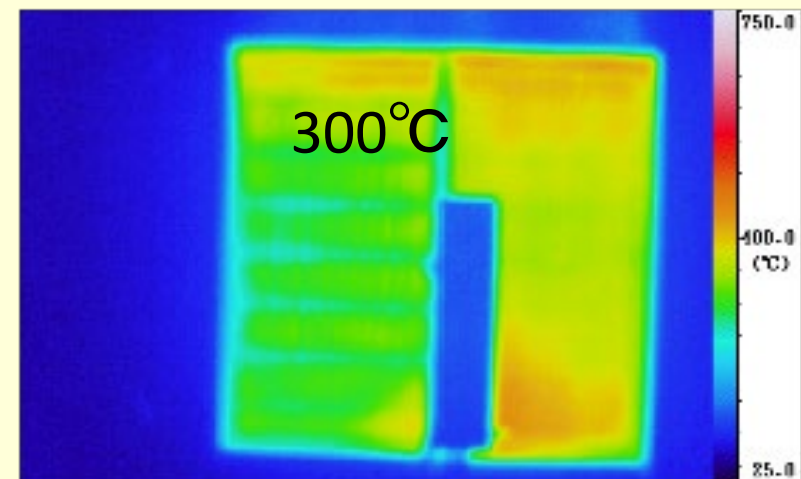
# 木製格子をつけた方が室内への熱を遮る



加熱開始10分後裏面温度分布→



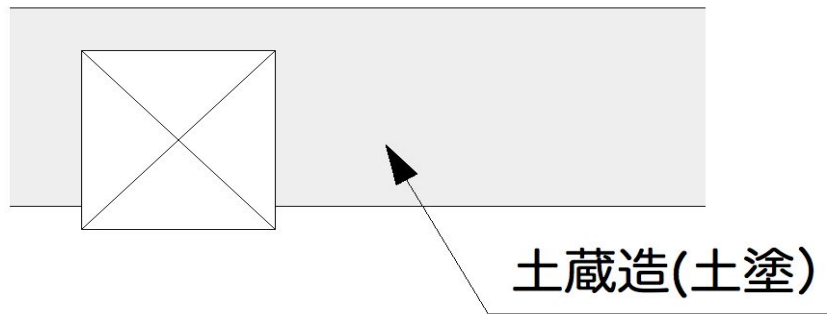
木製格子なし



木製格子付き

## [土塗壁告示仕様（防火構造）]

仕様A



仕様B



H12建設省告示第1359号  
(最終告示H16国土交通省  
告示第788号)

法22条区域  
準防火地域の外壁



## [土塗壁告示仕様（防火構造）]

\*図の上側が屋外側

ちりじゃくり・のれん打ちなど  
火炎貫通を予防する措置

木材12mm厚以上

仕様C

土塗30mm厚以上

木材15mm厚以上

仕様D

土塗(裏返し塗りなし)40mm厚以上

仕様E

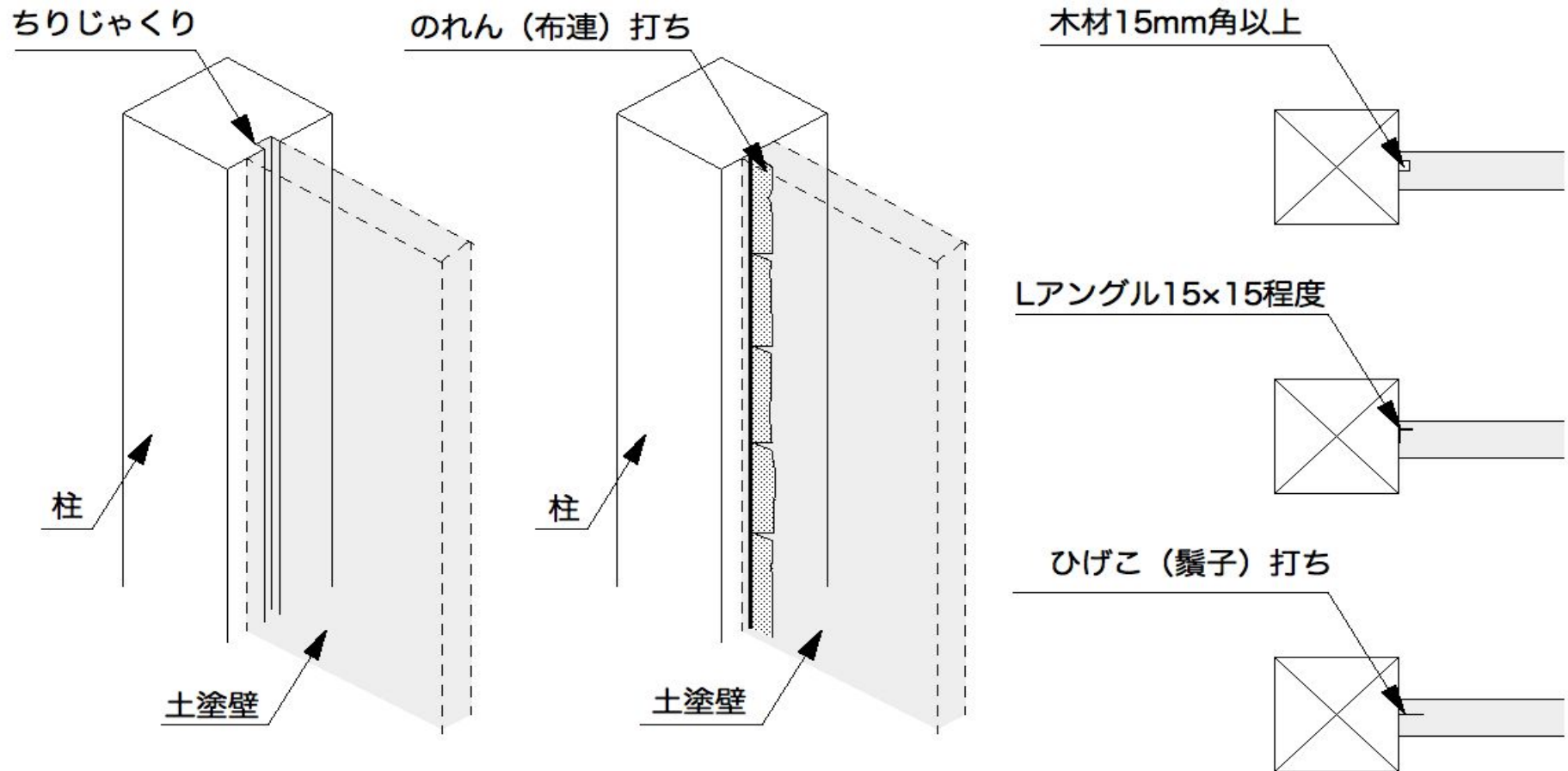
15mm以下

土塗(裏返し塗りなし)40mm厚以上

H12建設省告示第1359号  
(最終告示H16国土交通省  
告示第788号)

法22条区域  
準防火地域の外壁

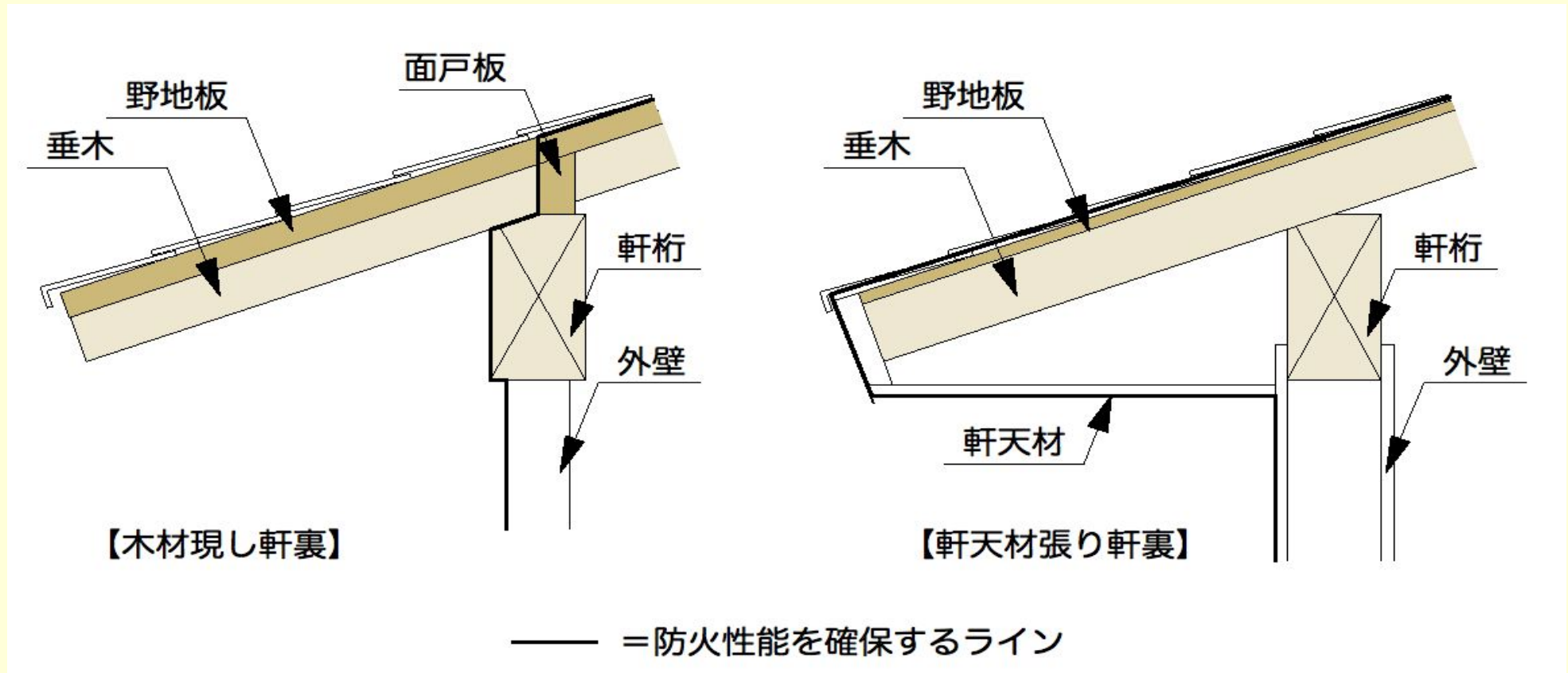
## [土塗壁告示仕様（火炎貫通防止手法）]





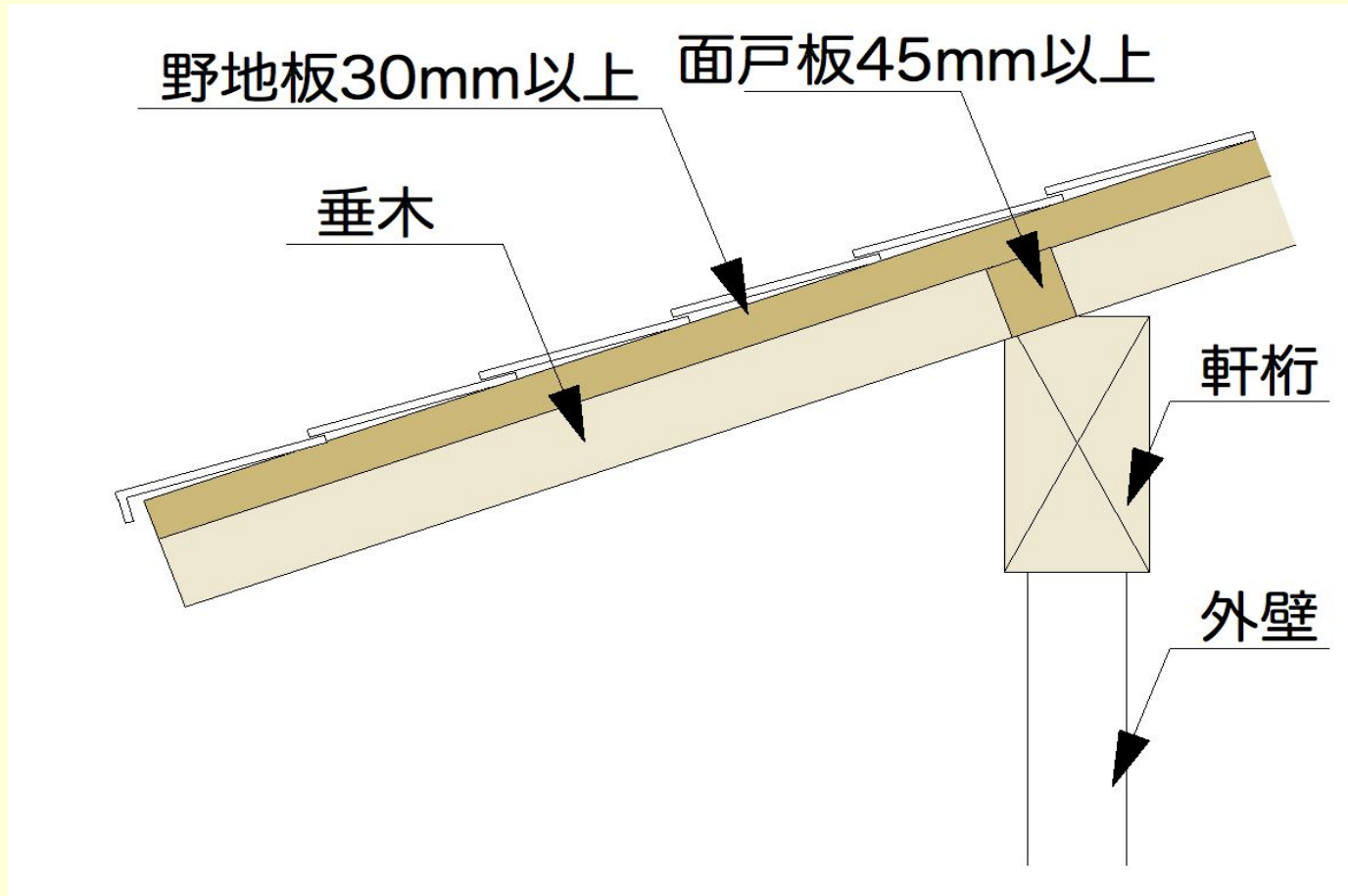
### ③火事に強い伝統木造

## [木材現し軒裏告示仕様]



H12建設省告示第1358号(45分準耐火)、1380号(1時間準耐火)  
(最終告示H16国土交通省告示第789、790号)

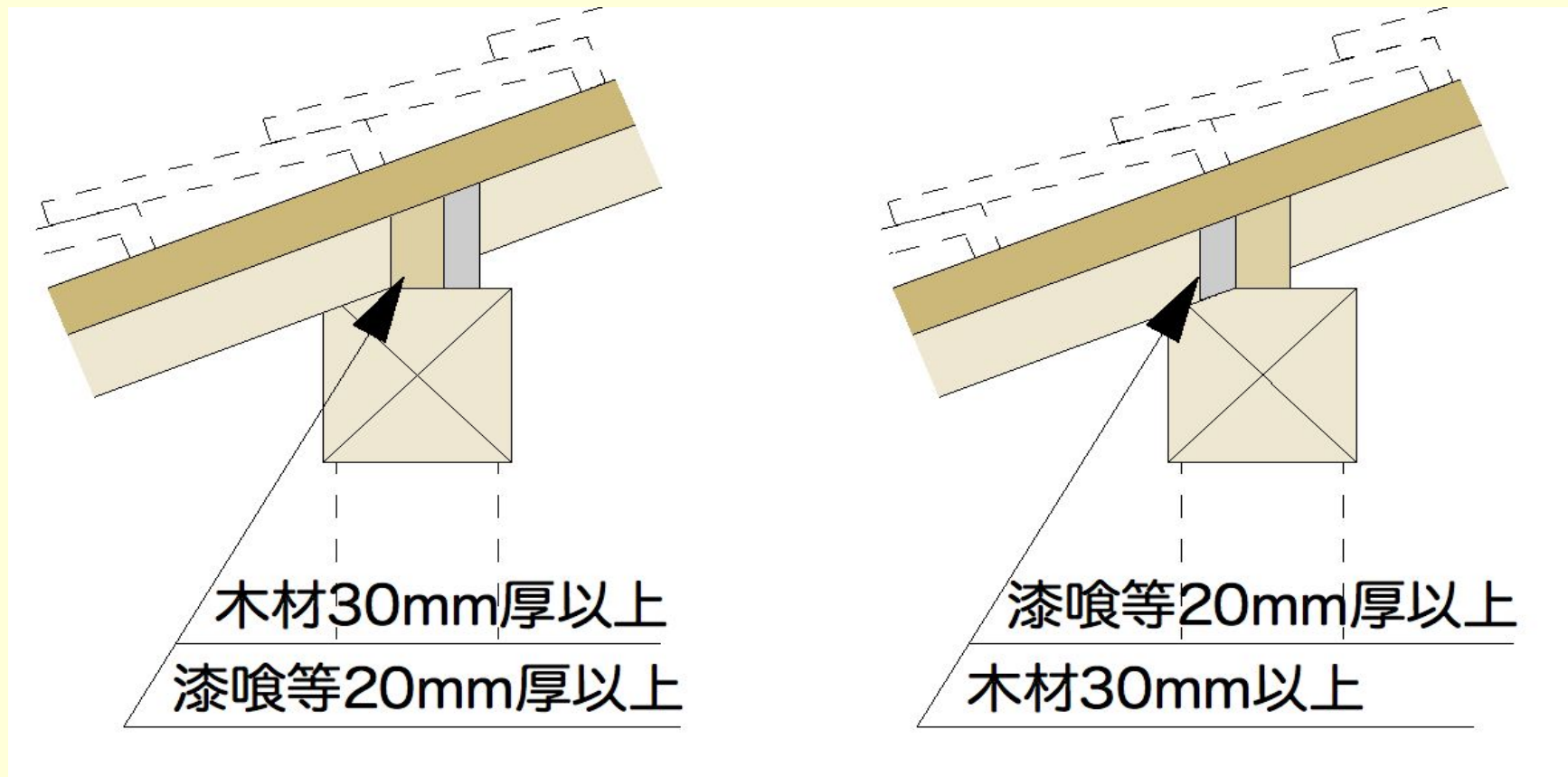
## [ 軒裏告示仕様（45分準耐火構造） ]



H12建設省告示第1358号(45分準耐火)  
(最終告示H16国土交通省告示第789)

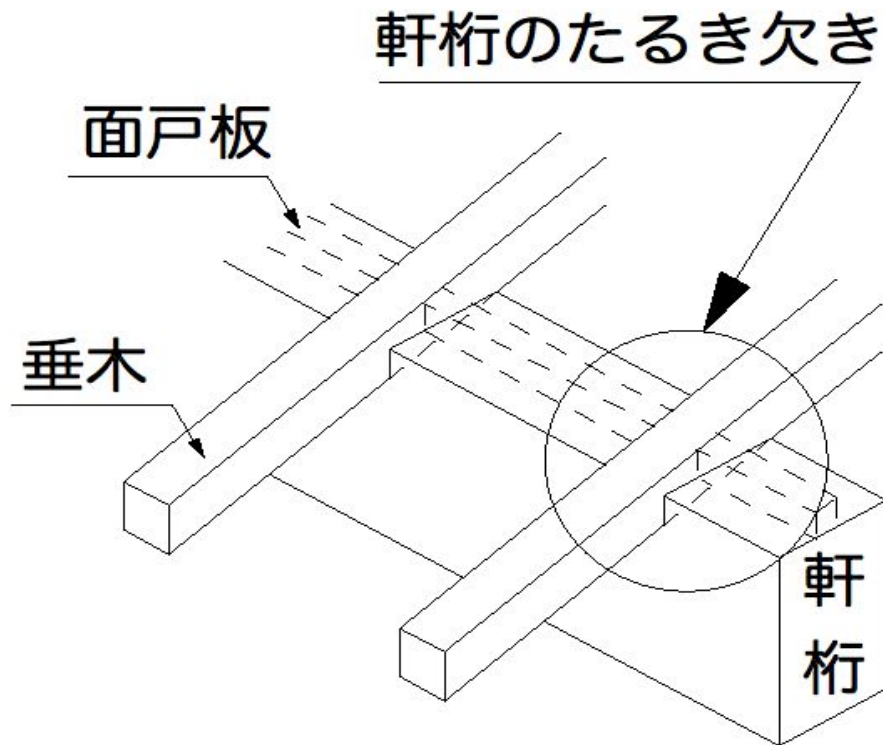


## [軒裏告示仕様（1時間準耐火構造）]

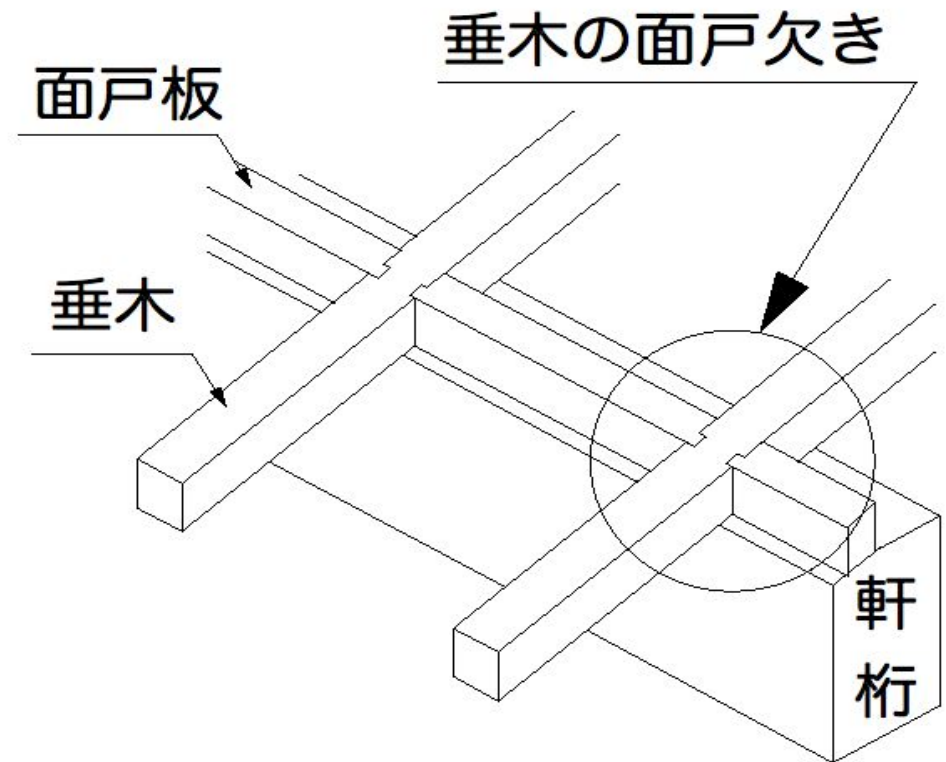


H12建設省告示第 1380号(1時間準耐火)  
(最終告示H16国土交通省告示第790号)

## [軒裏告示仕様（部材同士の取り合い部）]



◇軒桁と垂木の納まり例



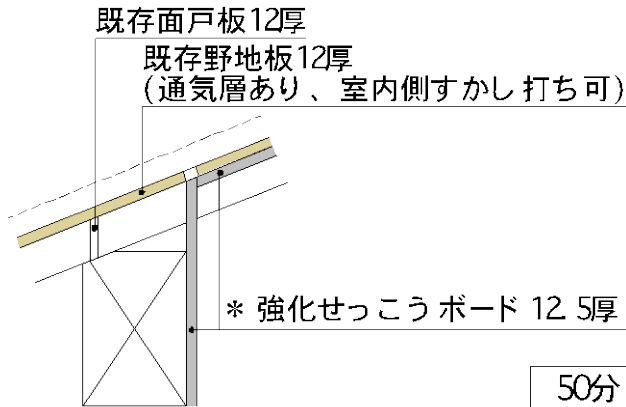
◇垂木と面戸板の納まり例



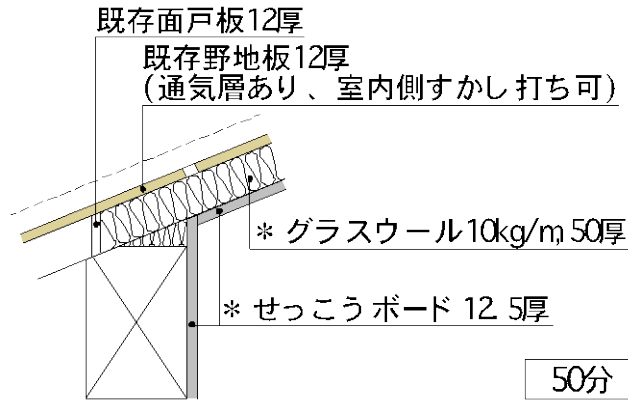
### ③火事に強い伝統木造

#### ①屋内側からの改修

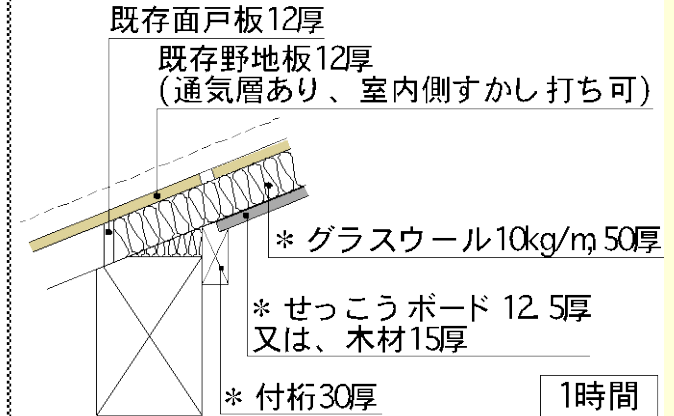
試験体A(仕様A1)



試験体A(仕様A2)

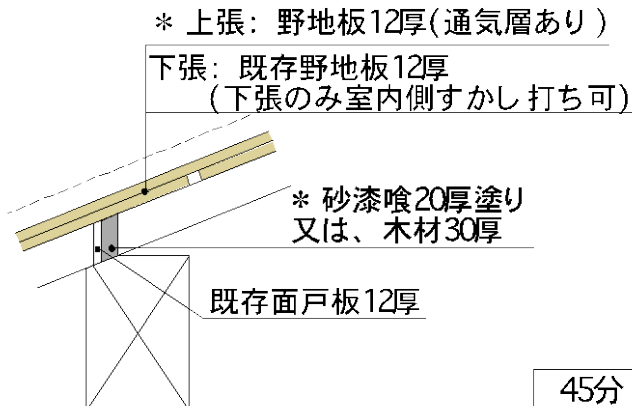


試験体B(仕様B1・B2)



#### ②屋外からの改修

試験体A(仕様A3・A4)



※図中の寸法は防耐火性能を確保するための最小寸法(mm)とする。

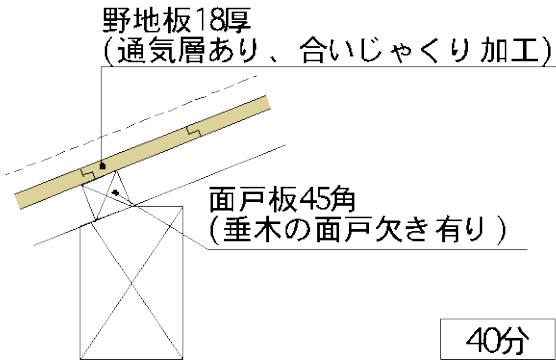
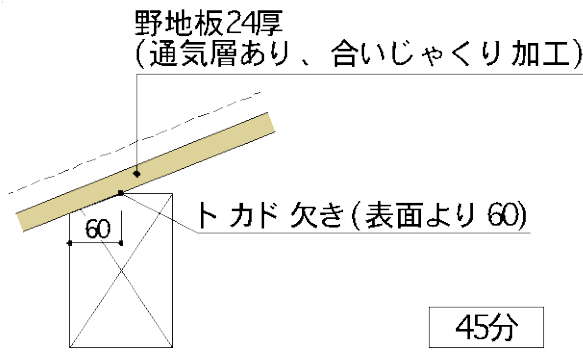
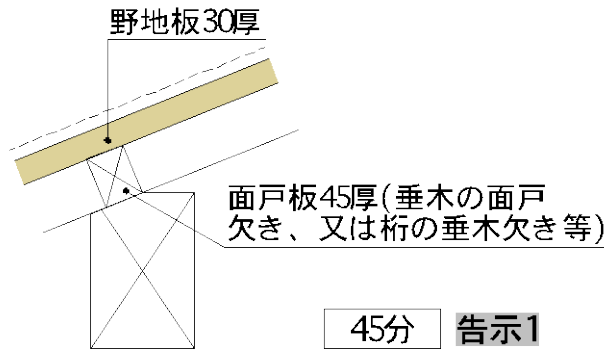
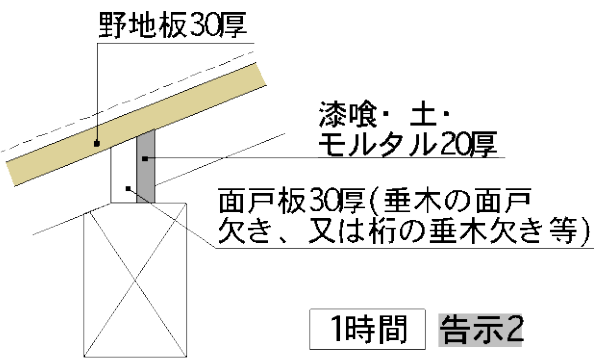
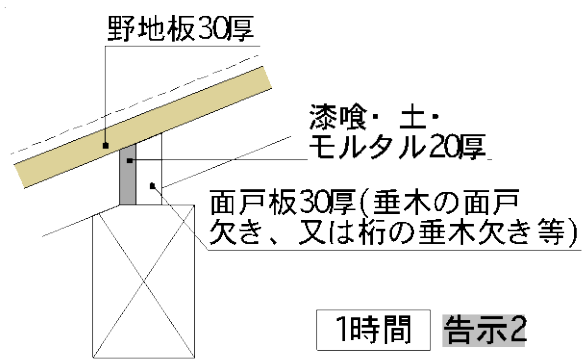
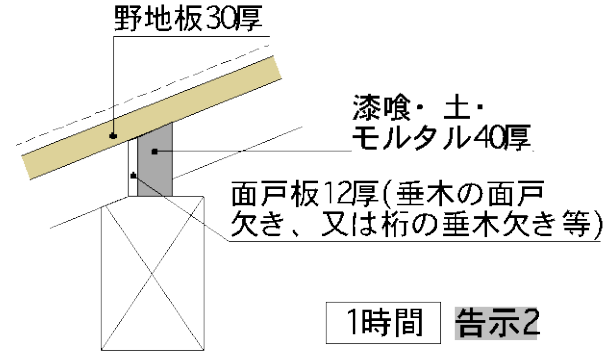
※①及び②の\*は改修に伴い、補強する部材を指す。

防耐火性能(遮熱性・遮炎性)を有する時間

告示1: H12建設省告示第1358号に位置づけられる仕様

告示2: H12建設省告示第1380号に位置づけられる仕様

### ③火事に強い伝統木造

③大規模改修・新築		
試験体C(仕様C1)	試験体C(仕様C2)	告示仕様
 <p>野地板18厚 (通気層あり、合いじゃくり加工)</p> <p>面戸板45角 (垂木の面戸欠き有り)</p> <p>40分</p>	 <p>野地板24厚 (通気層あり、合いじゃくり加工)</p> <p>トカド 欠き(表面より 60)</p> <p>45分</p>	 <p>野地板30厚</p> <p>面戸板45厚(垂木の面戸欠き、又は桁の垂木欠き等)</p> <p>45分 告示1</p>
告示仕様	告示仕様	告示仕様
 <p>野地板30厚</p> <p>漆喰・土・モルタル20厚</p> <p>面戸板30厚(垂木の面戸欠き、又は桁の垂木欠き等)</p> <p>1時間 告示2</p>	 <p>野地板30厚</p> <p>漆喰・土・モルタル20厚</p> <p>面戸板30厚(垂木の面戸欠き、又は桁の垂木欠き等)</p> <p>1時間 告示2</p>	 <p>野地板30厚</p> <p>漆喰・土・モルタル40厚</p> <p>面戸板12厚(垂木の面戸欠き、又は桁の垂木欠き等)</p> <p>1時間 告示2</p>

※図中の寸法は防耐火性能を確保するための最小寸法(mm)とする。

※①及び②の\*は改修に伴い、補強する部材を指す。

□: 防耐火性能(遮熱性・遮炎性)を有する時間

告示1: H12建設省告示第1358号に位置づけられる仕様

告示2: H12建設省告示第1380号に位置づけられる仕様



## 地震後火災に備える（地震にも火事にも強い）

- 1.地震時に建物が倒壊すると人的被害が出る。  
避難路、緊急車両通路等がふさがれる。
- 2.地震時に建物外壁、屋根が剥がれたり、ずれると可燃物が市街地に放出される
- 3.消防隊が来れない可能性がある



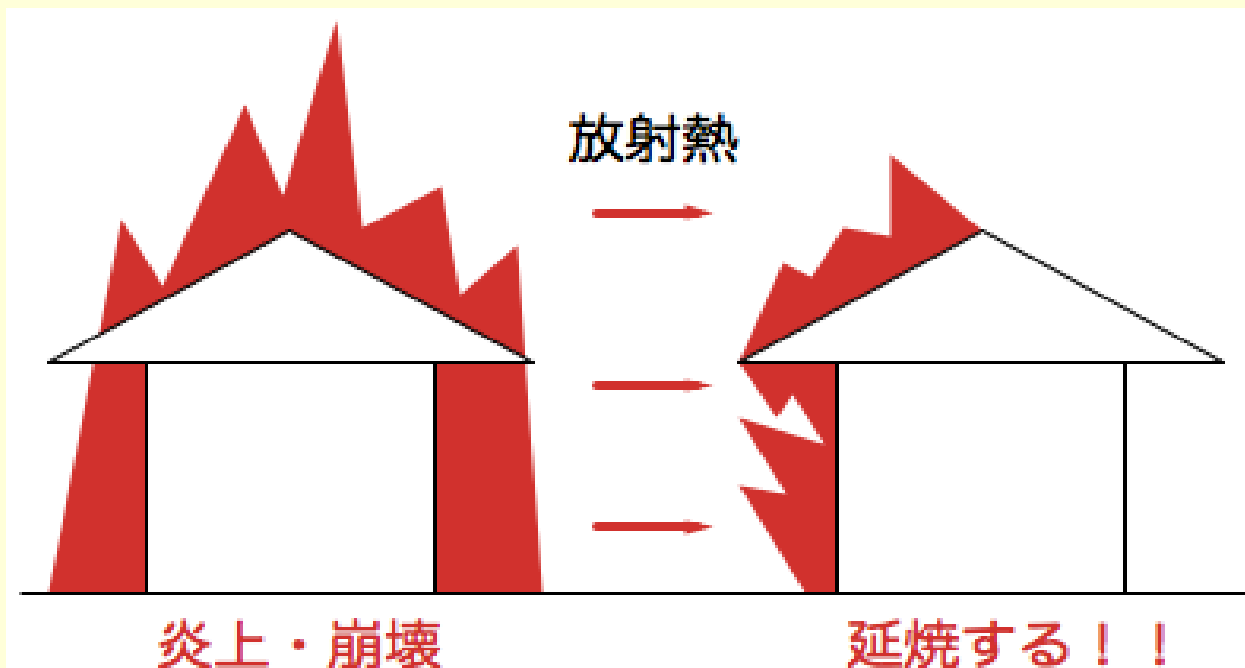
土蔵造



モルタル塗造

## 地震後の建物に要求される防火性能

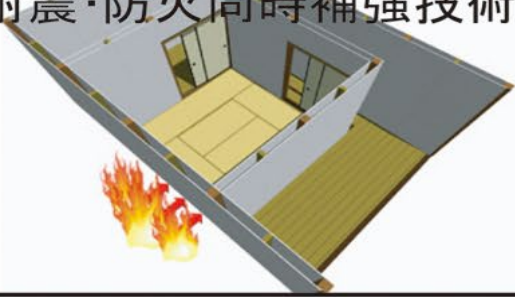


耐震補強と防火補強を同時に行って、地震後でも崩壊や近隣火災による類焼が起こらないようにして、地震による家屋倒壊、出火、延焼の危険を総合的に軽減させることが重要。



建築基準法は地震と火事は同時に起こらないとの前提。しかし、地震後に火事が起こり火事中に地震（余震）が起こる可能性は否定できない。



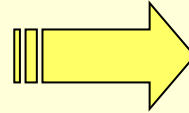
## どの壁を補強するか

<p>隣棟からの類焼を防ぐ</p> <p>1. 大地震で倒壊しない。 2. 屋外で火災が発生しても30分間類焼を防ぐ。</p>	<p>隣棟への延焼を防ぐ</p> <p>1. 大地震で倒壊しない。 2. 屋内で出火しても30分間周囲への延焼を防ぐ。</p>	
<p>外壁屋外側の 耐震・防火同時補強技術</p> 	<p>外壁屋内側の 耐震・防火同時補強技術</p> 	<p>間仕切壁の 耐震・防火同時補強技術</p> 
<p>外壁は燃え抜けない</p>		<p>間仕切り壁は崩壊しない</p>
<p>30 分の遮熱性・遮炎性・非損傷性</p>		<p>30 分の非損傷性</p>

1. まずは、外壁を補強して、隣棟からの類焼を防ぐ
2. さらに、間仕切壁を補強すれば、隣棟への延焼を防げる

### ③ 火事に強い伝統木造

## 地震後の防火性能をどのように検証するか



中・大地震相当のせん断耐力試験

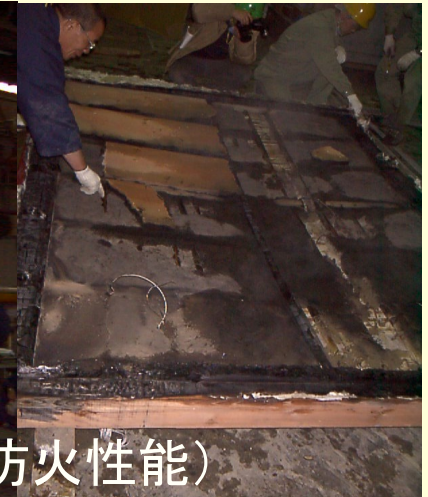
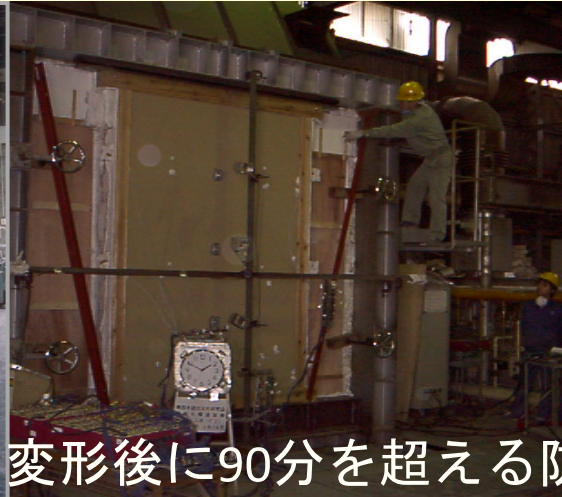
その後、載荷加熱試験(荷重は2階建住宅想定)



せっこうボード



土壁(1/100rad変形後に90分を超える防火性能)



## これまでの研究成果

### 1.伝統的な土塗り壁

- ・ 防火的に補強した土塗り壁（120mm厚）を1/100rad変形後に  
載荷加熱実験し90分以上の防火性能を確認（50mm厚は45分）
- ・ 土塗り壁(90mm厚）を1/50rad変形後に載荷加熱実験し50分以上の  
防火性能を確認

### 2.60分準耐火構造の大壁面材

元々、60分準耐火構造性能を有する面材（サイディング・強化  
せっこボード等）に1/100rad変形後に載荷加熱実験し60分以上  
の防火性能を確認

### 3.防火構造・45分準耐火構造の大壁面材

元々、防火構造(30分)、45分準耐火構造性能を有する面材（サイ  
ディング・せっこボード等）に1/30rad変形後に載荷加熱実験し  
30分、45分以上の防火性能を確認



荒木田土1/50rad変形後



加熱開始時



約50分後

# 大断面製材の防耐火性能

## 試験体

長さ寸法1m、全12体

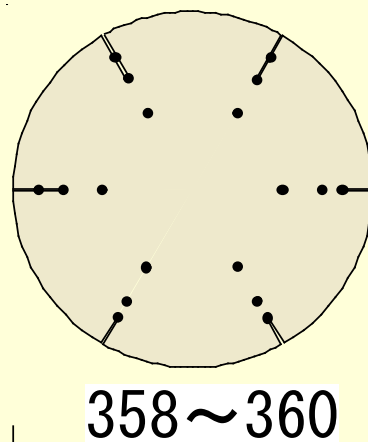
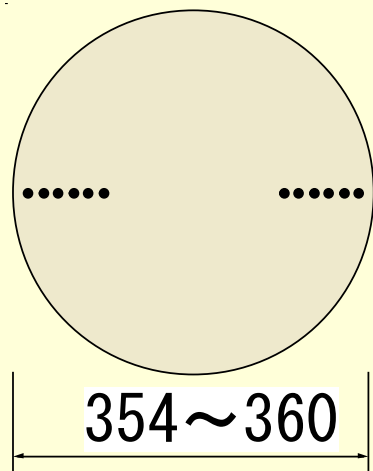
## 実験方法

水平炉を用いて1時間加熱を行う。

## パラメータ

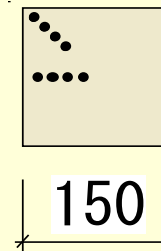
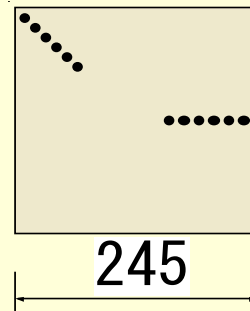
- ①樹種
- ・広葉樹(ケヤキ、クリ)
  - ・針葉樹(スギ、ヒノキ)

## ②断面形状



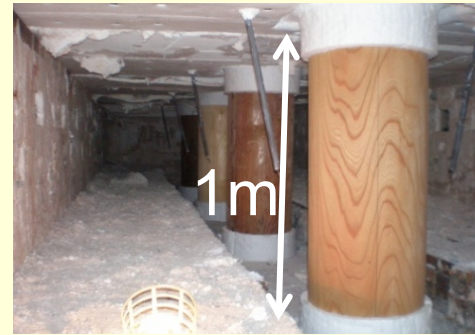
- ③含水率
- ・20%以下
  - ・30~35%

- ④割れ
- ・割れの深さ、幅  
(人工的に割れを入れる)



凡例

・ : 内部温度  
測定位置



炉内の様子



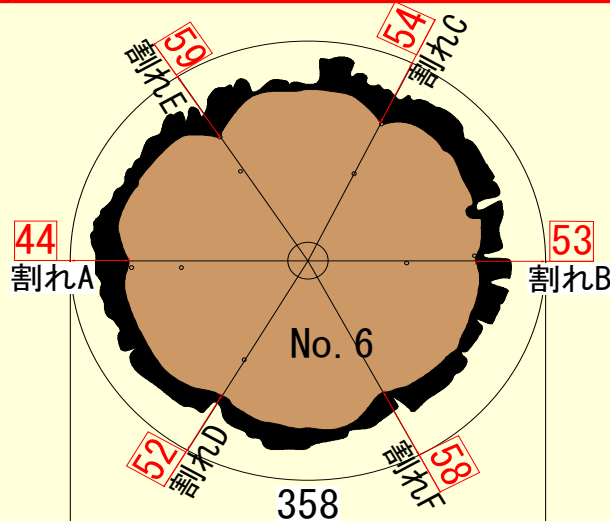
脱炉の様子

# 大断面製材の防耐火性能

## 割れの影響①

割れ幅が大きい程  
炭化速度が大きい

割れ深さの影響は  
ほとんど無い



割れ有りケヤキ丸柱  
(試験体No.6)

試験体 No	樹種	断面寸法	試験当日含水率(%)	割れ幅及び深さ、角または辺	炭化深さ(mm)		炭化速度(mm/分)	
					最小炭化部	最大炭化部	最小炭化部	最大炭化部
1	ケヤキ	φ 354mm	13.7		40.1	45.8	0.7	0.8
2	ヒノキ	φ 360mm	14.4		31.6	46.5	0.5	0.8
3	スギ	φ 360mm	18.3		29.1	44.5	0.5	0.7
4	ケヤキ	φ 356mm	27.5		33.1	39.0	0.6	0.7
5	ヒノキ	φ 357mm	19.8		31.8	42.4	0.5	0.7
6	ケヤキ	φ 358mm	13.1	割れA 幅2.5、深さ50		44.1		0.7
				割れB 幅2.5、深さ30		52.7		0.9
				割れC 幅4.0、深さ50		53.6		0.9
				割れD 幅4.0、深さ30		51.7		0.9
				割れE 幅4.5、深さ50		58.5		1.0
				割れF 幅4.0、深さ30		57.9		1.0
7	ヒノキ	φ 360mm	14.9	割れG 幅1.5、深さ50		47.3		0.8
				割れH 幅2.0、深さ30		47.3		0.8
				割れI 幅4.0、深さ50		52.7		0.9
				割れJ 幅3.0、深さ30		47.3		0.8
				割れK 幅4.5、深さ50		53.0		0.9
				割れL 幅4.0、深さ30		51.9		0.9
8	ケヤキ	245mm角	12.6	角	67.2	68.9	1.1	1.1
				辺	35.3	46.1	0.6	0.8
9	ケヤキ	150mm角	13.3	角	61.2	65.3	1.0	1.1
				辺	32.4	37.7	0.5	0.6
10	クリ	150mm角	37.9	角	53.5	57.6	0.9	1.0
				辺	26.8	35.2	0.4	0.6
11	ヒノキ	150mm角	14.1	角	67.3	73.1	1.1	1.2
				辺	36.3	38.8	0.6	0.6
12	スギ	150mm角	15.5	角	65.3	69.2	1.1	1.2
				辺	33.6	38.6	0.6	0.6