

森林・林業・木材セミナー

鳥取県中部地震の復興に向けて



▲スギ製材品・CLTを使った住宅(境港市)



▲実物大の CLT の加熱実験



▲ドローンの操作(林業試験場)

〈開催日時〉 平成 29 年 11 月 30 日(木)午後 1 時 30 分～3 時 30 分

〈開催場所〉 新日本海新聞社 中部本社ホール

[主催] 鳥取県林業試験場

プログラム

1 開 会 (13 : 30)

2 挨拶

3 特別講演 (13 : 35~14 : 35)

「まちなかに火事に負けない木造建築をつくる」

講師：桜設計集団一級建築士事務所 代表 安井 昇 氏

————— (休憩 5分) —————

4 林業試験場研究成果発表 (14 : 40~15 : 20)

◇ 「大臣認定を取得したスギ厚板耐力壁・
CLTの今後の普及に向けて」

・ 木材利用研究室 主任研究員 森田 浩也
主任研究員 川上 敬介

◇ 「地震による被害のドローン及び
地下流水音探査法による被災調査」

・ 森林管理研究室 主任研究員 山増 成久
主任研究員 矢部 浩

5 全体質疑 (15 : 20~15 : 30)

6 閉 会 (15 : 30)

特別講演

まちなかに 火事に負けない木造建築をつくる

講師：桜設計集団一級建築士事務所

代表 やすい 安井 のぼる 昇 氏

〈プロフィール〉

1968年京都市生まれ、東京理科大学大学院（修士）、積水ハウスを経て、1999年桜設計集団一級建築士事務所設立。木造建築の設計を実践しながら、木造防耐火に関する研究、技術開発、コンサルティングを行う。

2004年早稲田大学にて博士（工学）取得、2007年日本建築学会奨励賞（論文）受賞

2016年「堀切の家」でウッドデザイン賞 2016 林野庁長官賞受賞

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、

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

専門は、木造設計・木造防耐火

1. 燃えながら安全にする

2015年6月、建築基準法21条（木造建築の面積制限）及び27条（特殊建築物の防耐火構造制限）が改正されて、延べ面積3000m²を超える建築や、木造3階建ての学校等（学校、博物館、美術館、図書館など）が木造でつくりやすくなりました。

この改正は、H23～H25年度にかけて実施された国土交通省「木造建築基準の高度化推進事業」（早稲田大学、秋田県立大学、住友林業、三井ホーム、現代計画研究所、(国研)建築研究所、国土交通省国土技術政策総合研究所）における、木造3階建て学校の実大火災実験をはじめとする実験的検討の成果によっています（写真1）。



写真1

木造3階建て学校の実火災実験の様子（2012年：第1回目）

これまで、「木造は火事に弱い？」と言われることが少なくなかったですが、中・大規模の木造であっても、火災に対して安全に設計できる条件、また、火事に負けない木造をつくる手法が示されたと言えます。ここで目標にしているのは、「どう、燃えながら安全にするか」、「どう、ゆっくり燃えるようにするか」などです。この目標であれば、昔から建築に使ってきた木や土を積極的に使った建物でも対応ができます。

本セミナーでは、伝統的な素材である木と土で火事に負けない木造建築をつくるためにはどうすればよいかについて、通常の火災（消防活動が期待できる火災）と地震後の火災（消防活動が期待できない）に分けて紹介してみたいと思います。

2. 火事に負けないために（その1：通常の火災時）

火事は建物の可燃物が連続的に燃焼して起こります。木造建築の可燃物を整理すると、①構造躯体、②内装仕上げ、③収納可燃物（引越後に使用者が持ち込む荷物）の3つに分類されます。この①～③の可燃物の燃え方を制御して、出火防止性能、避難安全性能、構造体の耐火性能、周辺への延焼防止性能等を向上させることにより、“火事に負けない木造”をつくることができると考えられます。

地震が比較的短時間で終わる災害であるのに対して、火災は数分のボヤから数日に渡る市街地火災まで様々です。この火災は図1のように、“火災初期”→“火災成長期”→“火災最盛期”と3つの過程を経て順次成長していきますが、それぞれの過程における火災安全対策は少しずつ異なります。

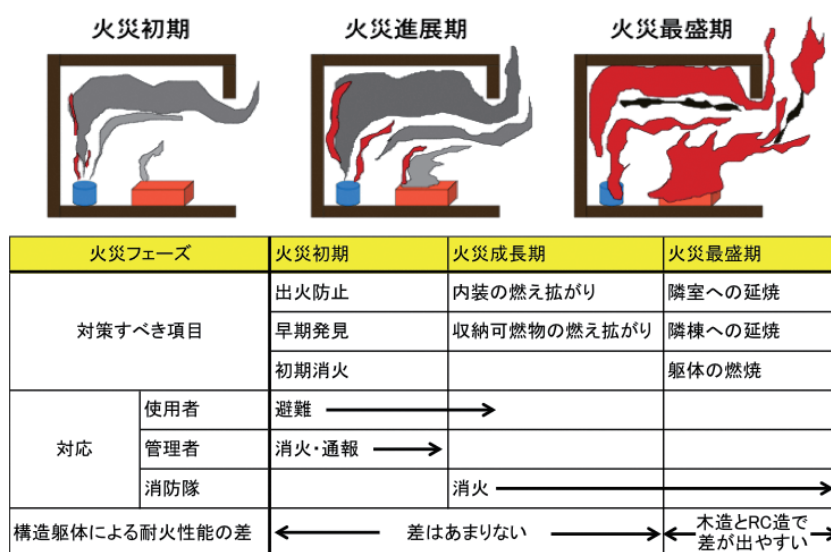


図1 火災の成長過程とその対策例

“火災初期”では、出火防止、早期発見、初期消火など、そもそも火災を出さない、大きくしない対策が重要となります。続く“火災成長期”では内装仕上げや収納可燃物を通じた室内の延焼拡大防止など、急激に火災が成長しない対策が、また、“火災最盛期”では壁や床の燃え抜け等による隣室・隣棟への延焼拡大防止など、燃焼範囲が急激に拡大しない対策が重要といえます。

まず、住人が火災対応することになる“火災初期”の対策について考えてみます。

具体的な対策として、①裸火の管理と限定化、②裸火周辺の壁と天井の不燃化、③早く見つける工夫、④早く消す工夫などが挙げられます。①はそもそも建物内に火源がなければ火災は起こらないため、ガスコンロ、線香・ロウソク、ストーブなど裸火を使うものを電気式などに代替すること、②はそうはいつでも代替するのが難しい場合に、裸火の周辺（半径1m程度の範囲）の壁と天井を土壁や漆喰、せっこうボードなどを使って不燃化することが考えられます。また、③は住人が目視や臭いで、早期に火災を見つけられればよいですが、就寝時や他の部屋にいる場合等はそうもいかないため、住宅用火災警報器を台所（熱感知器）、居室（煙感知器）などに設けることが挙げられます。現在では複数の機器が無線で連動して発報するタイプもあり、大規模な住宅や複数の住宅に連動させて設置して隣棟の火災も早期に発見することが可能です。④は火源の近くに消火器や水バケツを用意しておき、早期に消火するものです。初期消火では出火後、最初の2分が重要と言われるように、火事は小さいときに消せば少ない水や消火器（家庭用消火器は噴射時間は十数秒）で住人でも十分に消せます。

続く“火災成長期”では住人が避難することになりますが、安全に避難するには、①避難経路の内装仕上げの不燃化や、②二方向への避難経路の確保などが対策として挙げられます。①は、階段や廊下（通り庭含む）などの壁や天井が延焼経路になって燃え広がると避難路として使えなくなってしまうため、吹き抜けているなど天井が特に高い部分を除いて、天井や壁を土や漆喰、せっこうボードなどを使って不燃化することが有効と言えます。また、②は1階で火災が発生し、2階から階段を使って避難できない場合に、2階の窓から庇や塀をつたって避難できるよう、各部屋からの二方向避難の経路を確保し、住人と実際に避難のイメージトレーニングをしておくことが有効と言えます。

これら“火災初期”や“火災進展期”の火事に負けない対策は、それほど費用もかからないため、耐震改修を考える際に、「まずは家具の転倒防止から始める」のと同じように、比較的小手軽に考えられる火災安全対策と言えます。

さて、さいごの“火災最盛期”になると、燃焼が部屋全体に広がるため火災室の温度は800℃を越えて、室内の酸素が足りなくなります。そのため、一酸化炭素を含んだ高温の煙が大量に発生します。この煙を吸うと人命が失われる可能性があるため、“火災初期”“火災進展期”の間に、住人は避難を終わらせておきたいところです。避難が完了し、消防隊が消火活動を始めると、壁や床がなかなか燃え抜けないと、火災が一定の規模に抑えられるため、消火活動がしやすくなります。

この段階になると、伝統的木造建築を構成する土塗り壁（写真2）や厚い木材、畳は“なかなか燃え抜けない”という効果を発揮します。燃え抜けないことにより、室ごと、建物ごと、街区ごとに、ゆっくり燃えるので、避難や消火活動の猶予時間が長くなり、その結果、大火になる可能性が少なくなってきます。

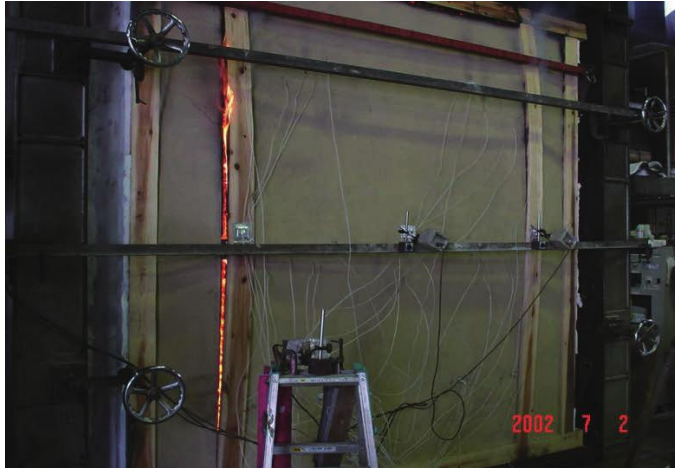


写真2
土塗り壁の加熱実験の様子
(厚さ 40mm で 30 分間は燃え抜けない)

3. 火事に負けないために（その2：地震後の火災時）

今後、鳥取県において、中・大規模地震が発生する可能性はゼロではありません。その際、建物が倒壊するかどうかだけでなく、その後、火災が発生した際に消火できるかが重要な問題となります。通常時であれば、通報から 10 分もすれば、消防隊が消火活動を始めてくれますが、中・大規模地震後の火災では、建物倒壊による道路閉塞や消火栓の破損、同時多発火災などにより必ずしも消防活動が行われるかどうかはわかりません。その際、建物が連続して燃え広がって市街地火災になる可能性もあります。これまでの市街地火災では、鉄筋コンクリート造等の耐火建築物や大きな空地（公園や川、道路など）などが延焼遮断帯となり、延焼が停止している事例が数多くあります。鉄筋コンクリート造は、3 時間を超える加熱にも耐えるわけですが、住宅規模の木造建築が激しく燃えている時間は、30 分程度とされています。そうであれば、土塗り壁でも中・大規模地震の揺れで損傷した後に、30 分以上の延焼抑制性能を有する仕様が明らかになれば、延焼遮断効果を有する壁をつくることも無理な話しではありません。

このように、火災に負けないためには、通常の火災だけでなく、地震後の火災も想定した建物づくり、街づくりが重要となってきます。これまで、地震と火災の複合災害への対策はあまり多くは検討されてないように思いますが、木造密集地では、特に気にかけておかなければいけないことといえます。



写真3
2007年に発生した能登地震後の土蔵（土が落ちると延焼の可能性が高まる）

4. 鳥取に火事に負けない木造を

冒頭に述べたように、2015年6月の改正建築基準法施行により、延べ面積3000㎡を超える建築や、木造3階建ての学校等（学校、博物館、美術館、図書館など）が木造でつくりやすくなりました。準防火地域内であっても、木材を見せながら使った住宅はもちろん、その技術の延長上で、3階建て以下の中大規模木造もつくれるようになっていきます。ここ5年ほどで木造防火に関する法令は、安全性を確保しながら劇的に緩和されています。これまで、「木材＝燃える＝危ない＝まちなかで使ってはダメ」という図式でしたが、今は、「木材＝ゆっくり燃える＝一定時間安全＝まちなかの3階建て以下にそのまま使ってよい」と変わっています。このように、木材がゆっくり燃えることを長所ととらえた技術開発の成果を知り、これからの設計に活かしていただければと思います。



写真4 木材がゆっくり燃えるは長所（CLTの加熱実験の様子）

大臣認定を取得したスギ厚板耐力壁

木材利用研究室 森田 浩也

《概要》

熊本地震や鳥取県中部地震など、近年の都市直下型地震の発生を受けて、木造住宅の耐震化に対する関心が高まっています。

鳥取県林業試験場では、2005（H17）年から県産スギ材と木片ダボを組み合わせた耐力壁を、県内工務店等と協力して開発・研究を行い、この度、壁倍率の国土交通大臣の認定（以下、大臣認定）壁倍率2.2倍を取得しました。この壁は、新築に際し耐震構造の計算に入れることができます。

この耐力壁は、県内で入手しやすいスギやヒノキを材料にしており、安定した耐震性能を発揮できるよう、強度及び密度などの選別を行ったスギ厚板・ヒノキダボを用いて施工します。



スギ厚板耐力壁

（とっとり林業技術訓練センター「Gut Holz」）

《大臣認定を取得したスギ厚板耐力壁の特長》

- ◆ヒノキダボが潰れながら地震の力を吸収するため、粘り強く耐える構造特性を持つ
- ◆接着剤を使わず、施工できる
- ◆耐力壁のスギの壁面がそのまま意匠になり、木の風合いが活かせる

【耐力壁とは】

・地震や強風などの水平方向の力に抵抗する壁のことで、木造住宅の中でバランスよく配置することが法律で定められている。

【壁倍率とは】

・壁の耐震性能を示す数値。水平力 200kg/m の力に耐えられる壁を基準（壁倍率 1.0 倍）としている。耐震構造は、壁倍率に壁の長さを乗じて計算する。

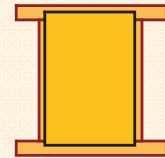
【大臣認定とは】

・法律で、木造住宅に設置必要な耐力壁の構造と性能が定められており、記載の無い構造は国土交通大臣の認定を受けた壁に限り耐震構造の計算に使用できるとされている。

法律で性能が定められている主な耐力壁



筋交い
(厚さ 45mm 以上、幅 90mm 以上で、壁倍率 2.0 倍)



構造用合板
(JAS 特類に規定するもので厚さ 5mm (屋外壁は 7.5mm) 以上で、壁倍率 2.5 倍)

CLTの今後の普及に向けて

木材利用研究室 川上 敬介

《CLT（直交集成板）》

CLT(Cross Laminated Timber)は、ひき板(ラミナ)を並べた後、繊維方向が直交するように積層し接着した建築材料です(図1)。厚さは36~500ミリで、幅は1~2メートル程度、長さは2メートル程度のものから、中には6メートルを超えるような長い製品もあります。戸建住宅をはじめ、中・高層建築物への活用が期待されています。



図1 CLT(上は9層、下は7層の製品)

《鳥取県内でのCLT生産の動き》

3層クロスパネルを製造している協同組合レングス(南部町法勝寺)では、2016(H28)年3月にCLTの日本農林規格(JAS)を国内メーカーで3番目に取得しました。厚さは36ミリでCLTの中では最も薄い製品(図2)です。2017(H29)年4月には、壁倍率の大臣認定も取得(壁倍率3.3倍 実験の様子は図3)し、戸建住宅の新築やリフォームでの普及が期待されます。



図2 JASマークが刻印されたCLT
(協同組合レングス製)



図3 性能評価機関での試験の様子
(写真提供 協同組合レングス)

《鳥取県林業試験場が取り組んでいるCLT研究》

鳥取県林業試験場では現在、大学や公設試験研究機関、民間企業と共同で、CLTの製造技術に関する研究を行っています。さらに当試験場はCLTの寸法安定性能の向上や、CLTに防腐防蟻薬剤を注入した場合の接着への影響についても研究を進めています。これらの成果を現場に還元し、長期耐久性に優れたCLT建築の普及に貢献してまいります。

地震による被害のドローンによる被災調査

森林管理研究室 山増 成久

《ドローンとは》

一般的には無人航空機のことを「ドローン」と呼びます。2010（H22）年頃から、プロペラを複数持つマルチコプターが急速に普及してきました。特徴としては機体の姿勢制御を自動で行い、GPS等により機体の位置、向きを検知しながら飛行することができます。規制もなく操縦が容易であることから、空撮を目的とするユーザーが急増しました。2015（H27）年12月の航空法の一部改正によりドローンに関する内容が追記され、飛行にあたって許可の必要な場所・内容等が定められました。

《ドローンの利用》

ドローンは、機体が小型で取り扱いが容易なことから、人が行くことが困難な場所にも飛んでいきリアルタイムのデータを得ることが可能です。今後は、カメラだけではなく、レーザースキャナなどの測定器を搭載し様々な用途で使用されることが期待されます。

《被災調査》

ドローンを使って鳥取県中部地震で被災した屋根や墓地の画像を提供させていただきました。屋根などの上空から見た被災状況の把握には適した方法です。墓地の撮影目的は、復旧に向けて墓地全体を俯瞰できるように、真上から撮影し平面図として使えるようにしました。

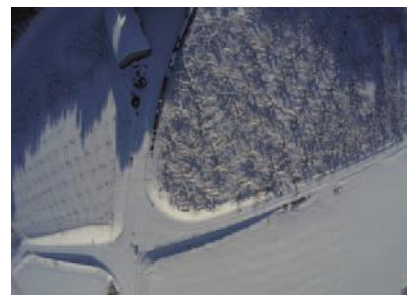
また、1月の豪雪の時は果樹園、6月には智頭の土砂流出現場などの状況調査でも機動力を発揮しました。ドローンによる調査は、天候さえ良ければ即座に対応できることが大きな利点です。



屋根



墓地



果樹園

《使用した機体》

飛行時重量 2.4kg

飛行可能時間 10分



地下流水音探査法による被災調査

森林管理研究室 矢部 浩

《地下流水音探査法とは》

地下流水音探査法とは、山地斜面で地下水の集中する場所に発生する微細な音を検知し、水みちを予測する手法です。

この手法で使用される地下流水音探査装置は、ピックアップセンサー、測定記録部、ヘッドホンで構成され（写真1）、重量は1kg程度と軽量で山地調査を対象に開発されました。

林業試験場では、2011（H23）年度から本手法を使用して山崩れの起きる危険性が高い地下水の集中する場所を予測することを検討してきました。

《地下流水音探査法の応用》

地下流水音探査装置は、地中を流れる水の音を検知するので、山地斜面以外の場所にも応用することができます。例えば、農業用ため池堤体や河川堤防の水漏れ箇所の特定などです。

《被災調査》

今回、鳥取県中部地震に伴う埋設管からの漏水調査に応用しました。調査施設の配管図はありませんでしたが、既設の止水弁を起点に調査したところ水音の大きな場所が特定できました（図1）。特定箇所を掘削調査したところ、埋設管からの漏水箇所を正確に発見することができました。林業試験場は、地下流水音探査法をはじめ山地の危険箇所の子測技術の開発に取り組んでいます。



写真1 地下流水音探査装置

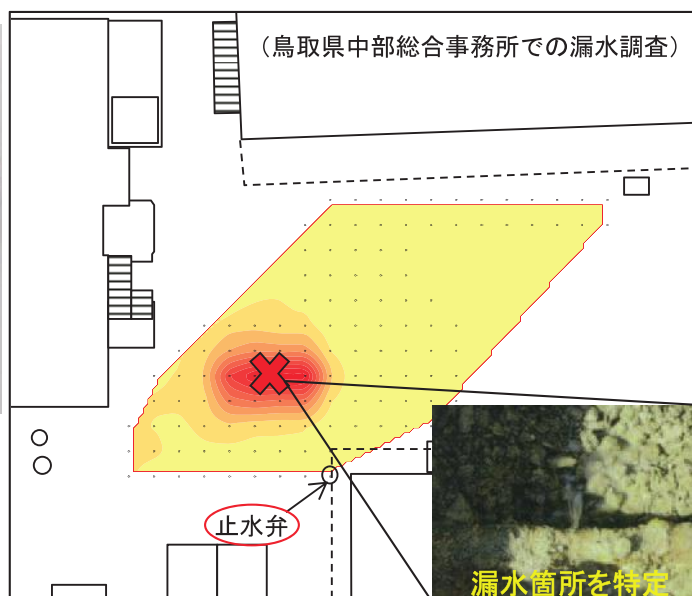
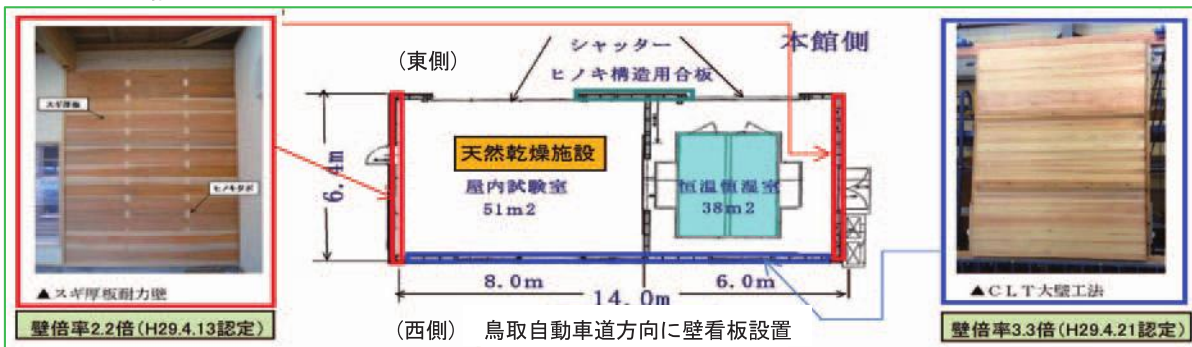


図1 地下流水音探査法による調査結果
（着色された部分で水音の大きい）



《Topics》 ●地方創生拠点整備交付金事業を活用して今年度中に完成予定！

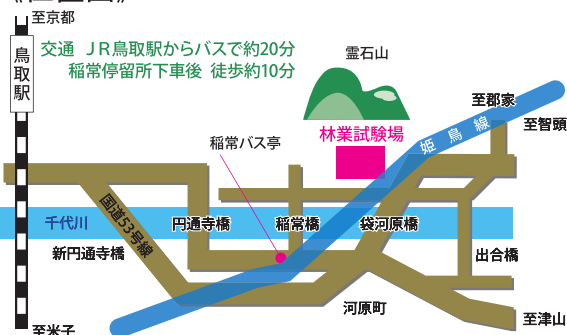
◇試験棟の構造



◇整備機械



《位置図》



《連絡先》

〒680-1203
 鳥取県鳥取市河原町稲常 113 番地

鳥取県林業試験場

Tel 0858-85-6221 / Fax 0858-85-6223
 E-mail: ringyoshiken@pref.tottori.lg.jp
 URL : <http://www.pref.tottori.lg.jp/ringyoshiken/>