

木質内装の火災安全設計法の研究

防火研究グループ 上席研究員 鍵屋 浩司

目次

- I 研究の背景
- II 木質内装のニーズと内装に求められる性能
 - 1) 木質内装のニーズ
 - 2) 内装に求められる避難安全上の性能
- III 木質内装の火災安全設計法の要素実験
 - 1) 天井・壁の木質内装の張り方
 - 2) 室の面積・開口条件
 - 3) 木質内装のディテール
- IV 木質内装の評価と火災安全設計
 - 1) 内装の火災性状への影響
 - 2) 内装の火災性状予測モデルの開発
- V 木質内装の火災安全設計の考え方
 - 謝辞
 - 参考文献

I はじめに

木材利用促進の流れの中で、現行の内装制限では木材の使用が厳しく制限されている。このため使用部位等を工夫することにより火災安全を損なわず木材利用の範囲を拡大する火災安全設計法が期待されている。

そこで建築研究所は、木材等の内装材の利用拡大を視野に、既存の内装制限の目的・要求性能を見直すとともに、室の規模や用途に基づいて、内装材料のより柔軟な使用を可能にしたい社会の要請に応えるため、木質等の内装を有する空間の火災安全性を確保する性能評価の枠組みを構築した。さらに、居室から階避難に至る避難安全を担保するために、排煙設備やスプリンクラーの効果もふまえた避難安全設計法を開発している。

これまでの取り組みとして、木質内装のニーズや内装制限の目的・要求性能の見直しのための調査を行った。また火災安全性能として、火災の発生した室がフラッシュオーバー (F0) に至る時間を指標とした多数の実大火災実験を実施して、天井や壁の木質内装の張り方による F0 時間や火災成長率に関する知

見の整理、内装の火災性状への影響の把握や内装材を評価するための設計火源の検討などを行った。さらにこれまでの一連の実験の成果に基づいて、壁や天井の内装の張り方による燃え広がりや煙流動を再現した火災性状予測モデルを開発した。

以上のような木質内装の火災安全設計法をめぐる最近の研究開発成果について紹介する。

II 木質内装のニーズとその防火上の課題

1) 木質内装のニーズ

建築基準法では、火災安全上、壁や天井の内装仕上げに使うことができる防火材料として、不燃・準不燃・難燃材料を定めている。これは、出火の防止や、出火しても建物の中にいる人が居室や階、建物から避難する前に炎や煙に巻かれないようにするためである。

その一方、視覚的にも暖かみを感じる木材を目に見えるかたちで室内の壁や天井など、目に見える仕上げ材料に使いたい、という需要がある。そこで、木質内装のニーズに対応した火災

安全設計法を検討するために、現行の規制にとらわれずに木質内装を使用したい建物の用途、室、規模、部位等についてアンケート調査を行った。このニーズ調査の対象者は、ゼネコンや住宅メーカー、建材メーカー等の設計・開発部門の実務者等で、約20名分の回答があった。その概要を以下に紹介する。

火災安全設計全般

- ・大規模建築物の内装は関連法規が多く、内装制限の内容がわかりにくいいため、不燃材料ばかりが採用される傾向がある。
- ・内装制限は壁・天井全面を一様に制限するが、一面や二面、一部を木質化するニーズが多い(図1)。室の規模等に応じて木質化可能な面積や部位がわかると良い。
- ・火災実験による内装の火災成長率の算定は費用がかかり一般的には大変なので、ルートB(告示の避難安全検証法)の中で計算により評価ができるようになると良い。

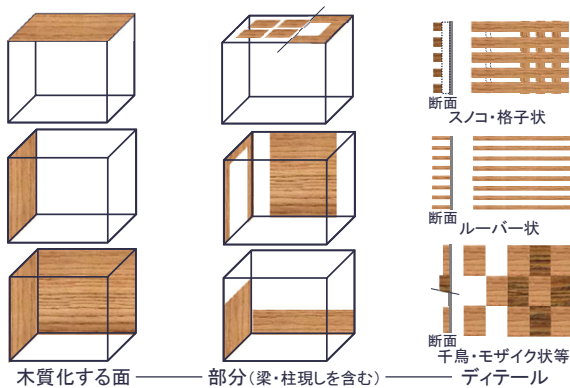


図1 内装木質化のニーズの例

内装を木質化したい部分

- ・配線等の関係で全面木質化の需要は少ない。
- ・住宅では天井木質化のニーズが多い。
- ・高層ビルは低層階(ロビー等)と最上階の木質化の需要がある。
- ・避難路や共用部に当たる部分の木質化はやりがいがある。
- ・ディテール(木材による凹凸や隙間等)の意匠的な工夫に対する防火上の配慮が必要。

調査結果で注目される点として、内装木質化のニーズは、壁や天井全面に木材を張るのではなく、その1面や2面、もしくはその一部に張る、といったニーズが多いことである。

2) 内装に求められる避難安全上の性能

現在の防火基準では内装の張り方に関わらず、木材のような防火性能の低い材料の使用を制限している。この理由の一つは、

室内に置かれた家具などの可燃物が火災時に燃焼して天井付近に高温の煙が溜まり、その熱によって生成した可燃性のガスが室内で爆発的に延焼するフラッシュオーバー(以下、FO)が発生するが、これらの可燃物と一緒に壁や天井の内装が燃焼した場合には、この室の煙層の温度がさらに上昇して、FOを早めてしまい、避難に支障を来す可能性があるからである。

そして建築基準法では、内装制限の目的として、初期火災の成長を遅延させ、火災の初期における安全避難を実現させるとともに、火災が成長した場合であっても、煙の発生をできるだけ抑制し、避難を妨げないようにするために、建築物の内装材料の種類を制限(法第35条の2、令128条の4)することとしている。しかし、このように内装制限の目的は示されているが、それを満たす性能は明確でない。

そこで、海外の防火基準における内装制限の目的及び内装に避難安全上要求される性能を明らかにするために、国内外の文献調査、海外の有識者へのヒアリング・アンケート調査を行った、内装制限に関する国際比較を行った(表1)。

その結果、①内装制限の目的及び内装に要求される性能、内装制限の適用範囲には、統一された考え方は見られない、②内装制限によって確保しようとしている火災安全性能が明示されていないものの、内装に使うことができる材料(例えば、木材よりも防火性能の低い材料)が制限されている、という実態が把握できた。

表1 内装制限に関する国際比較

国名	内装制限の主目的	主目的達成のための指標(クライテリア)	内装制限の対象	避難経路
日本	初期火災成長の遅延、避難に影響する煙の発生抑制	防火材料(不燃・準不燃・難燃)	居室 用途や面積、階数による	通路等 避難経路
フランス	FOの抑制	ユーロクラス(D:木材未満は使用不可)	高層建築物、公共建築物	避難経路(床を含む)
フィンランド	出火、有害な火災成長の防止(ガス有害性も)	ユーロクラス(D:木材未満は使用不可)	用途や面積、階数による	避難経路(床を含む)
英国	FOの遅延(小規模な室)、避難経路の確保、財産保護(火災伝播、発熱速度)	ユーロクラス(D:木材未満は使用不可)	住宅の20㎡、非住宅の60㎡までの室は床面積の1/2まで	避難経路(床を含む)
スウェーデン	急速な火災成長(FOの遅延)	ユーロクラス(D:木材未満は使用不可)	用途や面積、階数の有無	避難経路 SPの有無
ニュージーランド	火災初期における急速な火災成長	FO時間(ISO9705)、発熱速度(ISO5660)	居室は在館者密度・就業用途の有無、SPの有無	避難経路
カナダ	FOの遅延	火災伝播評価指標(FSR Flame Spread Rating)	不燃構造が要求される建築物	避難経路(床を含む)
米国	火災伝播と煙発生を許容値以下に抑制	トンネル試験:火災伝播指数及び煙発生指数 FO発生の有無 ISO9705	建物用途、SPの有無	避難経路 避難経路(床を含む)

現行の内装制限が達成しようとする火災安全性を損なわずに、合理的な評価・設計法を開発するためには、その目的に応じて要求される性能を明確にする必要がある。

そこで、火災シナリオに基づき居室及び廊下等の避難経路の内装に求められる性能を整理した。例として居室避難中に、居室や避難経路の望ましい状態、内装に必要な性能、これを試験等で判定する基準を整理した検討案を表2に示す。

表2 居室避難中の内装に求められる性能 (検討案)

避難フェーズ	居室 (出火室)	廊下 (避難経路)	付室・階段室および外部への出口
居室避難	煙が二層を形成しその高さが維持されている。	煙が充満しない。可燃物があっても着火しない。	戸は開いていても、煙が入らない。煙が入っても十分に薄く、温度・毒性も低い。
内装に必要な性能	内装材表面を介した燃焼拡大が起こらない。(少しなら可) 避難完了時間で燃焼面積が 0m^2 以下(あるいは床面積の $1/10$ のいずれか小さい方)。火炎から強い放射を受ける範囲のみ燃焼し広い範囲に火災伝播しない。	火災室の開口部もしくはは間仕切りの隙間から漏れた火煙で着火しない。漏れた火煙で溶融・落下など有害な変形が生じない。	無し
具体的な判定基準	壁: 上方火炎伝播が発生しない。 (材料の張り方により燃え広がりを制限することも可能) 天井: 接炎した部分は燃えるが、その周囲には燃え広がらない。	着火温度 > 常温 +180°C もしくは着火限界熱流束 $q_p > 6.56\text{kW}/\text{m}^2$ (火災伝播の指標) 材料の張り方により燃え広がりを制限することも可能)	廊下と同じ

III 木質内装の火災安全設計法の要素実験

前章の木質内装のニーズと内装に求められる性能に関連して、木質内装の火災安全設計法の構築のために近年、建築研究所で行われた実大火災実験による研究を以下に紹介する。

1) 天井・壁の木質内装の張り方

木質内装に求められる火災安全性として、火災時に急速に燃え広がるとともに、室内に置かれた家具等の可燃物の着火・燃焼を促進する延焼経路となって F0 の発生を早めないようにすることが求められる。しかし、居室の規模や内装の張り方によっては F0 が発生する時間が異なることから、建築研究所で同じ仕様の内装の仕上げで、規模が異なる居室の木質内装の燃え広がり方の比較実験¹⁾を行った (図2)。

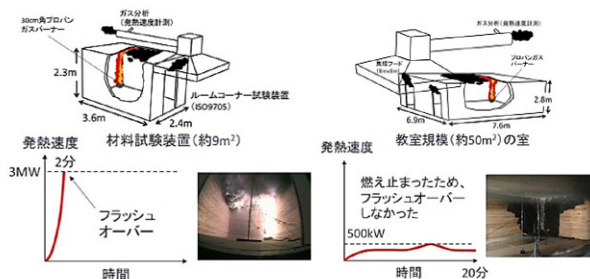


図2 規模の異なる居室における木質内装の燃え広がり

この実験では大小ふたつの規模の居室に置いたバーナーによって同じ強さの炎で火災を起こした場合、6畳間程度の面積の小さな居室 (約9m²) では、木材で仕上げた壁が天井付近の煙層を通じて室全体に急速に燃え広がり、極めて短時間で F0 した。

しかし、教室程度の大きな居室 (約50m²) で天井を不燃化した場合には、壁全面に木材を使用しているにもかかわらず、火源のバーナーの付近は一旦燃えるものの、天井付近に溜まる煙の温度が、規模の小さな居室のように急激に上昇しなかった。そして壁の炎が火源の周辺で燃え止まり、F0 しない、または F0 の発生が遅延され、結果的には居室の内装全体に防火材料を使用した場合と同等な性能を有している可能性があることがわかってきた。

一方、現行の避難安全検証法では、内装の燃焼に伴う煙発生量を、内装材の使われ方にかかわらず一律の火災成長率に基づいて極めて安全側に設定している (表3)。火災成長率とは、避難安全検証法に示されている火災の拡大のしやすさを表した値で、その値が大きいかほど燃え広がりやすく、避難安全検証法において、避難の許容時間 (煙の発生に伴う天井からの煙層が降下する時間) が短くなるため、値が大きいかほど使用範囲が制限されるようになっている。そして避難安全検証法では一般的な木質内装材料は防火材料以外の材料として取り扱われている。

表3 避難安全検証法における内装の仕上げによる火災成長率

当該居室の壁及び天井の室内に面する部分の仕上げの種類	α m
不燃材料でした仕上げ	0.0035
準不燃材料でした仕上げ	0.014
難燃材料でした仕上げ	0.056
木材その他これに類する材料でした仕上げ	0.35

そこで天井を不燃化した教室程度の大きな居室 (約50m²) で、内装仕上げの仕様 (表4) によって、火災成長率がどのように変化するか体系的に把握する実験²⁾を行った。

表4 各仕様における木材の張り方

実験名	仕様1	仕様2	仕様3	仕様4	仕様5	仕様6
内装材料 (仕上げ)	天井	スギ材	不燃材料	不燃材料	不燃材料	不燃材料
	壁	スギ材 (全面)	スギ材 (全面)	不燃材料	合板 (全面)	合板 (床面から1800mmまで)
柱・梁の有無	無し	無し	有り	有り	有り	有り
火源設定 (バーナーの寸法)	300kW (300mm × 300mm)	300kW (300mm × 300mm)	300kW (450mm × 450mm)	100→300kW (450mm × 450mm)	100→300kW (450mm × 450mm)	100→300kW (450mm × 450mm)
内観写真						

その結果、天井を不燃化すれば火災成長率も不燃・準不燃相当になることが確認された（図3、表5）。

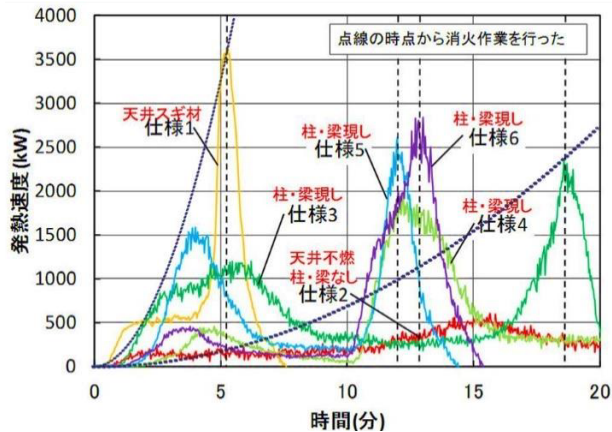


図3 各仕様の発熱速度の時系列変化

表5 木質内装の張り方による火災成長率

実験名	仕様1	仕様2	仕様3	仕様4	仕様5	仕様6
内装材料 (仕様の別)	天井	スギ材	不燃材料	不燃材料	不燃材料	不燃材料
	壁	スギ材(全面)	スギ材(全面)	不燃材料	合板(全面)	合板(床面から1800mmまで)
柱・梁の有無	無し	無し	有り	有り	有り	有り
火源設定 (バーナーの大きさ)	300kW (300mm×300mm)	300kW (300mm×300mm)	300kW (450mm×450mm)	100→300kW (450mm×450mm)	100→300kW (450mm×450mm)	100→300kW (450mm×450mm)
F.O時間	5分15秒	無し	18分30秒	無し	11分50秒	13分7秒
火災成長率*	0.0364	0.0007	0.0019	0.0037	0.0050	0.0049
火災成長率に基づく区分	難燃材料相当	不燃材料相当	不燃材料相当	準不燃材料相当	準不燃材料相当	準不燃材料相当

*火災成長率は発熱速度の最小値と最大値を結ぶ近似曲線から算出

2) 室の面積・開口条件

内装木質化が可能な室の床面積を明らかにするために、内装の火災安全性をこのF0の遅延効果に限定して検討した。天井を不燃化することによるF0遅延効果が損なわれない室の面積を把握するために、建築研究所の実大火災実験棟において開口条件等をパラメータに、既往の教室規模の実験よりも規模の小さな床面積40~30m²の居室の試験体（図4）による実大区画火災実験⁴⁾を、同じ火源条件で十数回にわたって実施した。以下に主な結果を紹介する。

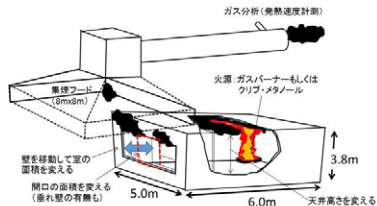


図4 区画の開口や床面積等を変化させた実大火災実験

実験の結果、天井を不燃化した室のF0遅延効果は図5のように、火源付近の壁の仕上げ材が一旦燃焼して発熱するが、加熱を継続していてもそのまま燃え広がらず、天井付近に溜まる煙層の温度上昇に伴って木質壁が予熱されて引火するまでの過程によることが確認された。この煙層による予熱から着火に至るメカニズムについては、引き続き系統的に実験に基づく研究³⁾を行っている。

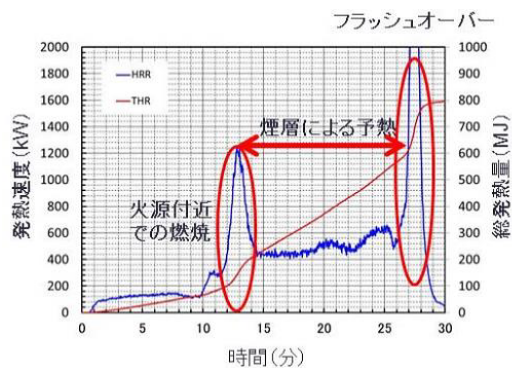


図5 実大区画火災実験における発熱の履歴の例

さらに開口条件をパラメータとした一連の実験結果から、煙層の温度上昇は、垂れ壁が大きいと上昇しやすいが、開口が大きくなると垂れ壁の有無による煙層温度上昇に対する影響は小さくなることがわかった。

開口条件とF0時間との関係については、垂れ壁が大きく、開口が小さいと室内の内装材を予熱する煙層が形成されやすくなりF0が早くなった（図6）。これは言い換えれば室の換気量に対して可燃ガス発生速度が大きくなったことになる。

同じ開口条件で床面積が異なる場合のF0時間を実測した結果、床面積が40m²で約26分、35m²および30m²の場合はそれぞれ3~4分F0時間が短くなった（図7）。

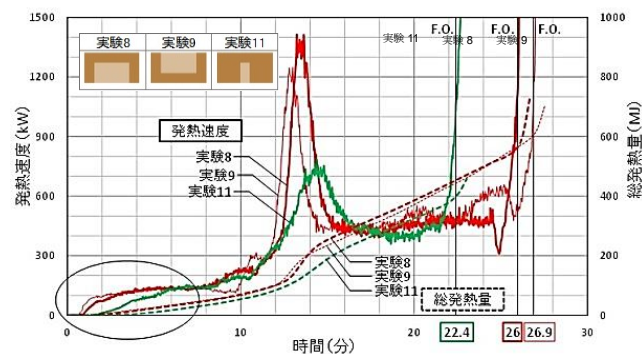


図6 居室の開口条件によるF0時間の相違（床面積30m²）

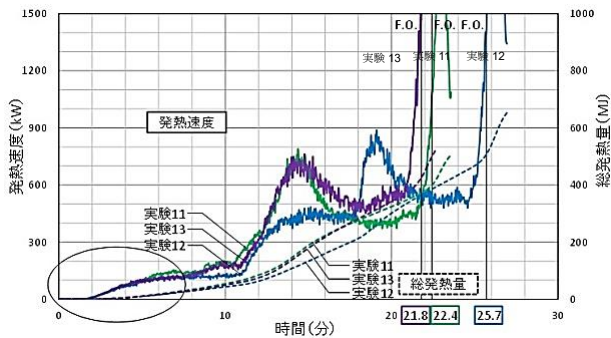


図7 居室の床面積によるF0時間の相違
(実験11: 30㎡、実験12: 40㎡、実験13: 35㎡)

さらに、不燃化した天井に木質梁を現しにした条件で実験した結果、F0時間が不燃化した天井のF0時間と比較して約8分短くなった。これは煙層に覆われる木質梁の表面積が、天井の表面積と同程度になったことから天井不燃化によるF0遅延効果が損なわれたためと考えられる。

一連の実験結果から、本実験条件について天井の不燃化によるF0の遅延効果が期待できる室の最小面積は30㎡前後と見込まれ、さらに開口条件として垂れ壁が無い場合や開口が大きい場合は、室内を予熱する煙層が形成されにくくなり、さらにF0を遅延する傾向があることがわかった。

3) 内装のディテール

木質内装には表面に凹凸をつけて視覚的な変化を出す意匠が多く使われている。これにより見付け面積が同じでも木材の表面積は平板と比べて2倍前後まで大きく異なるものである。

そこで木質仕上げ部分の表面積と発熱量との関係を把握するために、木質仕上げの壁に角材で凹凸を付けて、表面積を平板の2倍にして燃焼実験を行ったところ(図8)、燃焼に伴う発熱は平板の約3倍に増加した(図9)。これは凹凸の溝に沿って火炎が横方向に広がって、平板で燃焼した表面積の概ね3倍の面積が燃焼したためである。

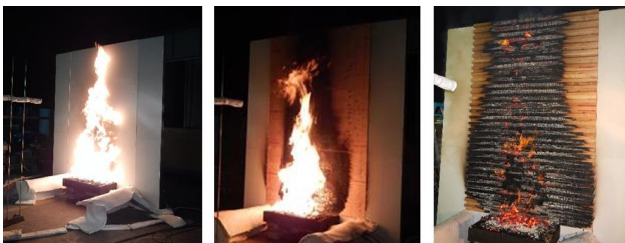


図8 木質壁の仕上げによる燃焼性状の実験
(左: 不燃仕上げ、中: 平板、右: 凹凸(木材の表面積2倍))

このように木質内装の意匠として室内に露出する木材の面積が大きくなる使い方(壁面に木材で棚状の凹凸を付ける、室の天井の梁を現しにする等)について、火災安全設計において、内装の燃焼性状にこの程度のばらつきが発生することを想定して、火災成長を著しく助長しないことに配慮する必要がある。

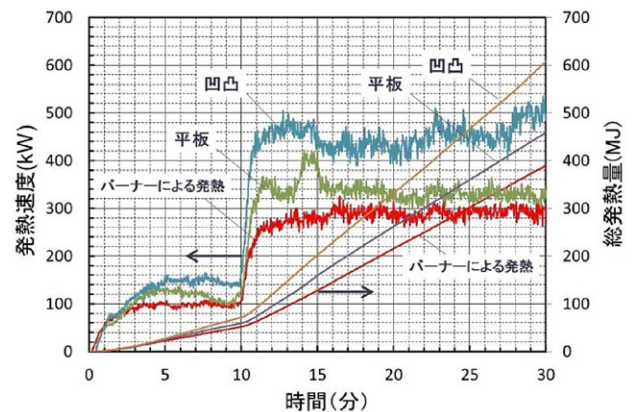


図9 木質壁の仕上げによる燃焼発熱の相違

IV 木質内装の評価と火災安全設計

1) 内装の火災性状への影響

内装の設計にあたって、木材よりも著しく有害な影響(木材よりも低温で着火、木材よりも大量の煙や熱、有害なガス、有害な溶融物の発生)を及ぼしうる内装材料をスクリーニングするために、内装を評価するための設計火源を検討した。

ここでは火災初期の燃え広がり抑制、特に天井への急速な着火防止の観点から、このような燃え広がりを起こす材料を排除するために、そのクライテリアとなる、火災への影響が限定的と考えられる内装の張り方や、内装制限で想定されている火源を実験⁵⁾によって検証した。

実験は、木質仕上げの壁の高さや火源の発熱速度による天井への着火時間を、居室の隅角部を再現した実大試験体において、収納可燃物の燃焼を模擬した発熱速度を制御可能なバーナー火源によって測定した(図10)。隅角部としたのは、周辺からの空気供給が制約され火炎高さが最も伸長するためである。

火災初期の設計火源を考える手がかりとして、内装制限が床からの高さ1.2mまでの仕上げは適用除外となることから、これを火災への影響が限定的と見込まれる可燃内装材の許容範囲と考えた。そしてこれを上回る高さまで可燃内装材を張り、同じ火源条件で実験した場合と比較して、天井の木製着火マーカーへの着火時間に明確な差が見られる火源を設計火源と考えた。

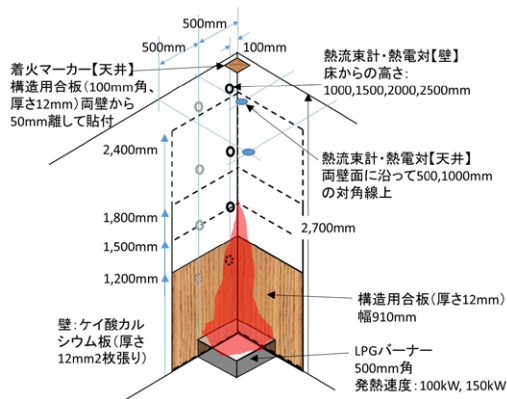


図10 木質仕上げの高さによる天井着火条件の実験装置

実験の結果、内装制限の適用除外となる居室の床から高さ1.2mの壁の木質仕上げにおいて、発熱速度150kWの火源で天井への急激な着火が見られなかった(図11、表6)ことから、これを内装材料のスクリーニングで想定する設計火源とした。



図11 実験条件による火炎高さ

左：木質仕上げ高さ1200mm、発熱速度100kW(実験1)
右：木質仕上げ高さ1800mm、発熱速度150kW(実験4)

表6 各実験条件における天井の木製着火マーカーの着火時間

実験	木質仕上げの高さ	火源の発熱速度	マーカーの着火時間	加熱時間
0	不燃	100kW	着火せず	10分
1	1200mm	150kW	13分	10分
2	1200mm			14分30秒
3	1500mm			2分30秒
4	1800mm			2分15秒
5	2400mm			2分
6	不燃		着火せず	20分

居室から階避難にあたっては、避難経路となる廊下の排煙のほか、出火室の戸の遮煙性能が重要となる。そこで、収納可燃物を配置して寝室を模擬した区画(図12)の内装の仕上げ材による、フラッシュオーバー(F0)までの火災成長及び戸の開口部における加熱性状の相違を把握する実大火災実験⁹⁾を行った。

実験では、6畳程度の寝室を模擬した区画(IS09705 ルームコーナー試験装置)において天井不燃で壁が合板、非防火品の壁紙、不燃材料仕上げの3種類の区画(図13)に同じ家具等の収

納可燃物を設置した状態(図14、表7)で、電気火災を想定した微小火源で収納可燃物に着火させ、その後の火災成長に伴う発熱速度や区画内温度、戸の開口部等の入射熱を測定した。

その結果、戸の開口部分への入射熱は、それぞれの内装のF0までの間は木材を着火させる程度には至らなかった(図15)。

これは、火災初期であれば一般の木製戸であっても火災室と廊下との間で一定の遮煙性が期待できることを示唆している。



図12 家具等の収納可燃物を配置した区画



図13 壁の仕上げ材料(天井はすべて不燃仕上げ)

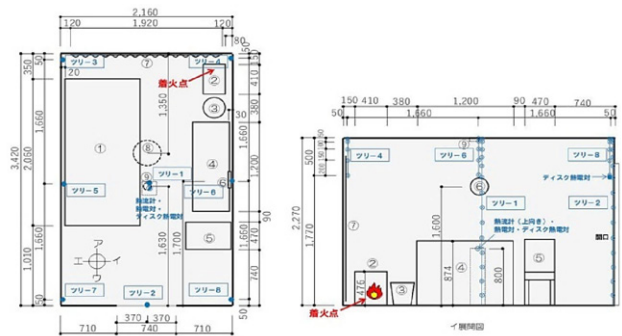


図14 家具・センサ類の配置図

表7 収納可燃物一覧

番号	品名	主な素材	重量	寸法
1	布団(カバー付き)	ポリエステル・不織布・ポリプロピレン	2.57kg	掛布団 1,500mm×2,100mm 敷布団 1,000mm×2,100mm
	毛布	ポリエステル・レーヨン	1.33kg	1,400mm×1,900mm
	枕(カバー付き)	ポリエステル・不織布・ポリプロピレン	0.50kg	430mm×630mm
2	コイルマットレス	ポリエステル・ウレタン・フェルト・不織布	14.97kg	970mm×1,970mm×160mm
	※マットレスカバーのみ		3.74kg	
3	キャビネット	パーティクルボード・ラバーウッド	4.54kg	420mm×270mm×476mm
4	ゴミ箱	ポリプロピレン	0.34kg	287mm×287mm×300mm
	(A4再生紙10枚入り)		(0.38kg)	
5	ローチェスト	天然木化粧繊維板(一部強化紙)	61.21kg	1,200mm×400mm×874mm
6	ダイニングチェア	布・ラバーウッド	4.41kg	470mm×590mm×900mm
7	壁掛け時計	ポリスチレン	0.40kg	230mm×40mm×230mm
8	カーテン(ドレープ)	ポリエステル(防災製品)スチール製レール	1.66kg	1,000mm×1,950mm×2枚(ドレープ)
	(レース)	ポリエステル(防災製品)スチール製レール	2.5kg	1,000mm×2,000mm×2枚(レース)
9	ランブレード	ポリプロピレン	0.21kg	Φ300mm
9	住宅用火災警報器(確式)	ABS樹脂	0.16kg	幅100mm×奥行100mm×高さ47mm

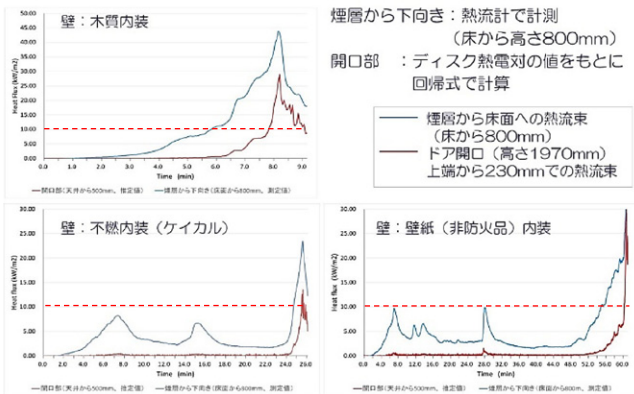


図 15 各実験の机上および開口部上端での入射熱流束 (赤点線は木材の着火相当の入射熱流束 10kW/m²)

2) 内装の火災性予測モデルの開発

居室の内装材の使用部位や使用面積によってその燃え広がりに伴う煙の発生や放射熱、排煙やスプリンクラーの効果も評価できるように、既往研究の実験式等に基づいて、火災性予測モデルを開発⁷⁾⁸⁾した (図 16)。

ここでは壁や天井における燃え広がり速度を物理的に予測して、燃焼範囲の形状とそこからの発熱、煙発生量を時系列に連成して予測するモデルを構築している (図 17, 18)。

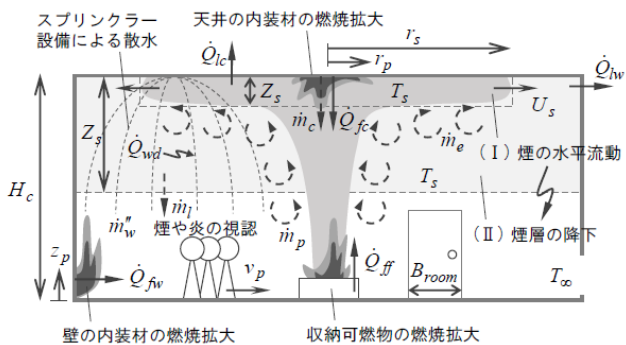


図 16 内装の燃焼拡大と煙流動、排煙・スプリンクラーの効果を考慮した火災性予測モデルの枠組み

このモデルによって内装材の組み合わせによる煙層温度、煙層高さの相違について試算を行った。その結果、木質内装の壁や天井での使われ方が煙層温度・煙層高さに及ぼす影響の相違が、既往の実験で検証したところ精度良く再現された。また、木質天井に着火した後、急激に煙層温度が上昇する、煙層が降下する状態がそれぞれ再現された。

モデルの精度検証については、計算値と既往の実験データの煙層温度分布を比較したところ精度良く一致した (図 19)。

さらに開発した火災性予測モデルを用いて、避難安全設計のルート C (高度な計算による検証) による事務所ビルの内装設計のケーススタディを行った (図 20~22)。

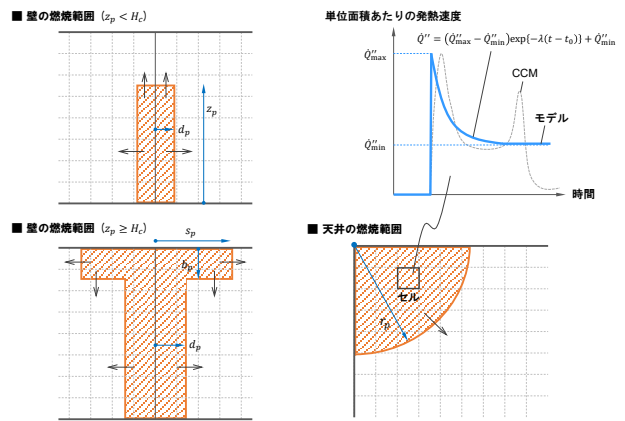


図 17 内装の燃焼拡大と煙の発生量を考慮したゾーンモデル

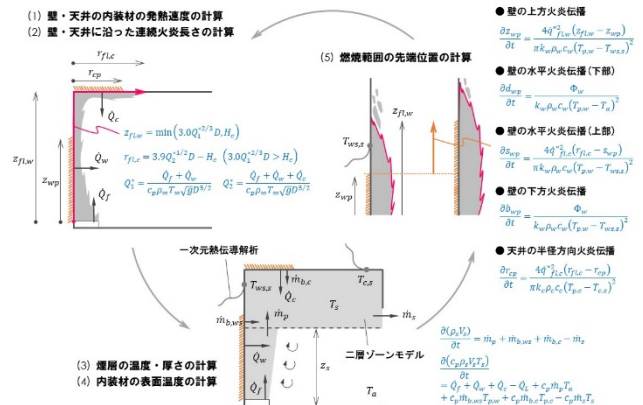


図 18 内装の使用部位や材料の組み合わせを評価するための燃焼拡大モデル

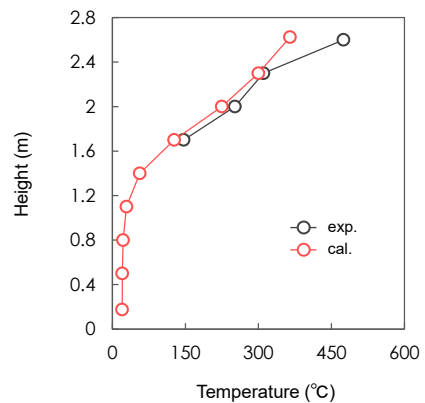


図 19 大規模区画 (床面積 50m²、壁仕上げ：スギ、天井仕上げ：スギ) における初期火災性予測の計算結果と実大火災実験結果の比較 (点火 240 秒後)

その結果、火災室と廊下との間の戸に一定の遮煙性や避難経路の廊下の排煙を確保することにより、より柔軟な内装木質化の可能性を示した。例えば、200㎡弱の事務室で天井を不燃化して戸の遮煙性を確保できれば、壁全面を木質仕上げにしても、廊下の避難時間を2〜3分間多く確保できる結果が得られた。

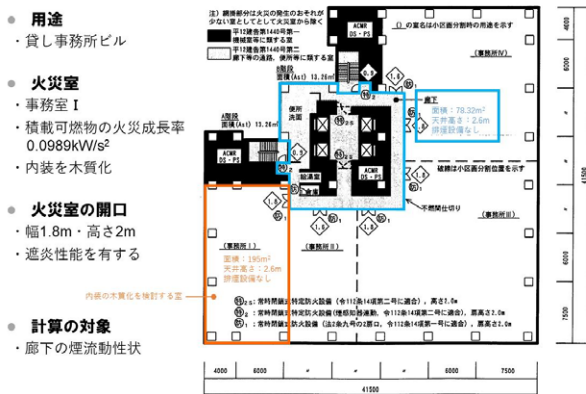


図20 ケーススタディの事務所ビル平面 (赤枠: 木質内装の火災室、青枠: 廊下)

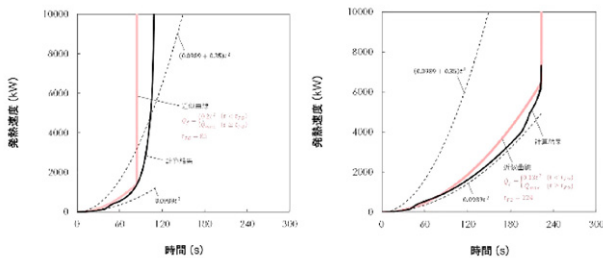


図21 火災室の発熱速度 (黒線: 計算結果、赤線: 近似曲線、点線: 避難安全検証法の火災成長率) 左: 壁・天井スギ材、右: 壁スギ材、天井不燃仕上げ

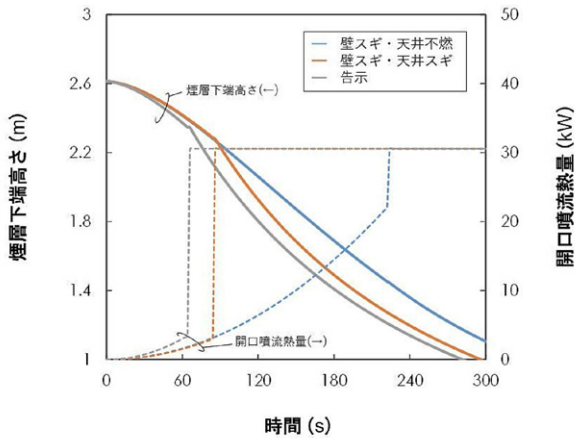


図22 廊下の煙層高さの比較 (界壁の戸の開口率は遮炎性を有する防火戸相当)

V 木質内装の火災安全設計の考え方

木質内装の火災安全設計の考え方として以下があげられる。

- ①空間を大きくすると、内装木質化の可能性が広がる。
- ②天井を不燃化する、天井に炎が届きにくくする。
- ③戸(扉)で避難時間を確保する。
- ④内装のディテールは火災安全も考慮する。

注記

一部の実験は、国土交通省「木造建築基準の高度化推進事業 (H23 ~ H25)」及び平成 27 年度基準整備促進事業 (F7)「木質内装空間の部分的な不燃化による避難安全・延焼防止の効果に関する検討」により、事業主体者及び国土交通省国土技術政策総合研究所と建築研究所の共同研究の一環として行われた。

謝辞

木質内装のニーズ調査は、建築研究開発コンソーシアム「木質内装の建築計画上のニーズとその防火上の課題に関する研究会 (平成 27 年 3 月 ~ 平成 28 年 3 月、主査: 鍵屋浩司)」において実施したものです。研究会メンバー各位に謝意を表します。

また内装に求められる性能については、建築研究所「内装の火災安全設計に関する検討会 (平成 28 年 12 月 ~ 平成 31 年 3 月)」で議論された成果です。委員各位 (委員長: 原田和典京都大学教授、長谷見雄二早稲田大学教授、萩原一郎東京理科大学教授、大宮喜文東京理科大学教授、安井昇早稲田大学招聘研究員、西野智研京都大学防災研究所准教授、成瀬友宏国土技術政策総合研究所室長) に謝意を表します。

参考文献

- 1) 市原卓鷹、長谷見雄二、小澤大樹、安井昇、吉田正志、鈴木淳一、鍵屋浩司: 木質内装材料の燃焼発熱性状に関する研究 大規模空間における火災成長率の実験的把握、日本建築学会関東支部研究報告集、2012年3月
- 2) 市原卓鷹、長谷見雄二、安井昇、鍵屋浩司、鈴木淳一、吉田正志: 木質内装材料の燃焼発熱性状に関する研究 (その2) 教室規模居室における柱・梁木現しの影響、日本建築学会大会学術講演概要集、2013年8月
- 3) 長谷見雄二、鍵屋浩司、関美佳、大橋遼: 天井の燃焼性を制御した大規模居室におけるフラッシュオーバー直前段階での壁面の加熱性状予測に関する研究 (その1) 研究目的と実験計画、(その2) 実験結果と煙層温度予測に関するゾーンモデルの検証、(その3) 煙層に曝露される壁表面の入射熱予測モデル、日本建築学会大会学術講演概要集、2018年8月
- 4) Koji Kagiya, Tomohiro Naruse, Yuji Hasemi, Noboru Yasui and Jun'chi Suzuki: Full Scale Fire Tests of a Compartment with Wooden Wall and Noncombustible Ceiling in the Aspect of Effect of Floor Area and Opening Condition on Time to Onset of Flashover, Book of Abstracts Posters, 12th International Symposium on Fire Safety Science, 2017年7月
- 5) 鍵屋浩司、西野智研: 木質内装居室の隅角部の火源による天井着火条件、日本火災学会研究発表会概要集、2018年5月
- 6) 鍵屋浩司、河合邦治、森山修治、長谷見雄二: 天井を不燃化した寝室の実大燃焼実験—壁仕上げ材による火災成長・扉開口部の加熱性状、日本火災学会研究発表会概要集、2019年5月
- 7) 西野智研、鍵屋浩司: 内装材の燃え広がりを考慮した初期火災性状予測モデルの開発と散水設備による効果を含めたモデルへの拡張、日本建築学会大会学術講演概要集、2019年9月
- 8) Tomoaki Nishino and Koji Kagiya: A multi-layer zone model including flame spread over linings for simulation of room-corner fire behavior in timber-lined rooms, Fire Safety Journal, 110 (2019), 2019年10月