

1. 研究の目的・内容・構成

公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律（平成 22 年 10 月施行）においては、建築物における建築材料としての木材の利用を促進する観点から、建築基準の規制について、必要な研究の上で見直しを一層推進するよう規定されている。

本研究では、木造 3 階建て学校（木 3 学）や延べ面積 3,000 m²を超える建築物に関して、実証実験の実施等による木材の耐火性等に関する研究を実施して、火災時の安全性が確保される基準の整備に資する知見を収集することを目的とする。

なお、本報告書は、一連の研究成果のうちで、実大火災実験についての成果を取りまとめたものである。

この目的に対して、本研究では、まず木造学校に関する実態を把握するための調査を実施して、その結果に基づいて実験を計画・実施した。研究の内容および構成を以下に示す。

調査に関する検討項目は次の通りである。

【調査検討】

- ・木造学校の建築計画・可燃物量等の実態調査
- ・火災実験に係る木 3 学の代表的仕様および実験計画等の検討
- ・シミュレーションによる煙伝播実験と避難計算による安全性の検証（以下、「避難安全検証」という）

実態調査の結果、以下のことが判明した。

- (1) 大規模木造建築の火災が市街地火災等に発展した例は多く¹⁾、容易に崩壊炎上しないための工法的対策が必要である。
- (2) 学校の諸室の可燃物量調査から火災継続時間を算定すると、図書室、一部の収納スペースを除き、各室用途で一般的な火災荷重のもとでは火災継続時間が1時間に満たない。
また、基準上、次のことがいえる。
- (3) 3階建て学校は、建築基準法では1時間耐火構造で建設可能であり、火災安全性能の違いは耐火・準耐火の概念上の差を手掛かりに検討できる。
- (4) 1時間準耐火構造は、共同住宅等には既に導入されているため、部材の技術開発方針を検討し易い。

これらをもとに考えると、木 3 学に要求される防火性能に関して、次の検討課題があることが指摘できる。

- (a) 1時間準耐火構造の木造部材は既に建築基準法にあるとはいえ、多くは居住用途であり、学校のような大スパン建築に適した法適合仕様が十分、整備されているとはいえない。
- (b) 学校では耐力壁が防火区画以外に存在するため、火災時に両面加熱される可能性があり、その様な状態での非損傷性の把握が必要である。また、近隣からの延焼火災や火災が規定時間以上続いた場合は複数区画が同時火災となり、床等の部材も両面加熱される可能性がある。

1. 研究の目的・内容・構成

公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律（平成 22 年 10 月施行）においては、建築物における建築材料としての木材の利用を促進する観点から、建築基準の規制について、必要な研究の上で見直しを一層推進するよう規定されている。

本研究では、木造 3 階建て学校（木 3 学）や延べ面積 3,000 m²を超える建築物に関して、実証実験の実施等による木材の耐火性等に関する研究を実施して、火災時の安全性が確保される基準の整備に資する知見を収集することを目的とする。

なお、本報告書は、一連の研究成果のうちで、実大火災実験についての成果を取りまとめたものである。

この目的に対して、本研究では、まず木造学校に関する実態を把握するための調査を実施して、その結果に基づいて実験を計画・実施した。研究の内容および構成を以下に示す。

調査に関する検討項目は次の通りである。

【調査検討】

- ・木造学校の建築計画・可燃物量等の実態調査
- ・火災実験に係る木 3 学の代表的仕様および実験計画等の検討
- ・シミュレーションによる煙伝播実験と避難計算による安全性の検証（以下、「避難安全検証」という）

実態調査の結果、以下のことが判明した。

- (1) 大規模木造建築の火災が市街地火災等に発展した例は多く¹⁾、容易に崩壊炎上しないための工法的対策が必要である。
- (2) 学校の諸室の可燃物量調査から火災継続時間を算定すると、図書室、一部の収納スペースを除き、各室用途で一般的な火災荷重のもとでは火災継続時間が1時間に満たない。
また、基準上、次のことがいえる。
- (3) 3階建て学校は、建築基準法では1時間耐火構造で建設可能であり、火災安全性能の違いは耐火・準耐火の概念上の差を手掛かりに検討できる。
- (4) 1時間準耐火構造は、共同住宅等には既に導入されているため、部材の技術開発方針を検討し易い。

これらをもとに考えると、木 3 学に要求される防火性能に関して、次の検討課題があることが指摘できる。

- (a) 1時間準耐火構造の木造部材は既に建築基準法にあるとはいえ、多くは居住用途であり、学校のような大スパン建築に適した法適合仕様が十分、整備されているとはいえない。
- (b) 学校では耐力壁が防火区画以外に存在するため、火災時に両面加熱される可能性があり、その様な状態での非損傷性の把握が必要である。また、近隣からの延焼火災や火災が規定時間以上続いた場合は複数区画が同時火災となり、床等の部材も両面加熱される可能性がある。

- (c) 学校に適した木造の準耐火構造仕様が未整備であり、性能評価の直接の対象とならない接合部等の処理には未解明な課題が多いと考えられる。
- (d) 教室は一般的な扉幅に比して在室者が多いため、木質内装とした場合に避難安全検証法を適用すると、居室避難が成立しない可能性がある[注1]。

これらの検討課題を踏まえて、本研究では、次に示す項目の実験および調査を計画した。各実験の構成は図1.1に示すとおりである。

【実験的検討】

- ・実大火災実験
- ・主要構造部等の部材の耐火加熱実験（以下、「部材実験」という。）
- ・教室規模の室内装の燃焼実験（以下、「教室実験」という。）
- ・屋外における教室規模の上階延焼実験（以下、「屋外区画実験」という。）
- ・区画模型による噴出火炎実験
- ・実大建物による煙伝播実験と避難計算による安全性の検証（以下、調査検討と合わせて「避難安全検証」という）

3回の実大火災実験では、実大規模で検証が必要な項目について、課題の把握・対策の効果の確認を主として行った。また、部材レベル、室レベルで検証が必要な項目については、部材実験、教室実験、屋外区画実験、噴出火炎実験を行い、様々な火災条件・仕様ごとの防耐火性能の把握をし、実大火災実験の仕様の決定や、実大火災実験で明らかとなった火災条件による防耐火性能の確認、1時間準耐火構造や耐火構造の仕様の告示化に向けた検討を行った。

各調査および実験の目的および内容について、次項に示す。

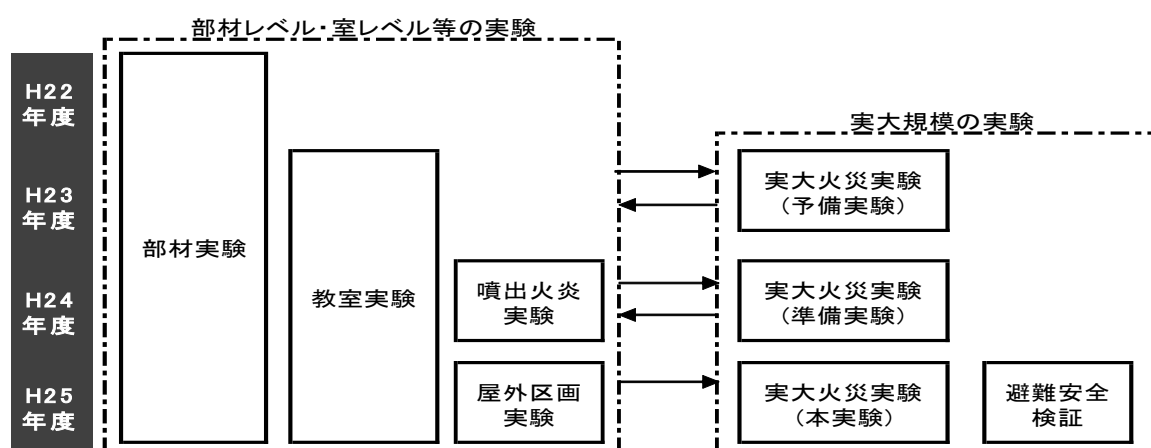


図 1.1 各実験の構成

[注 1] 建築基準法では、学校には内装制限が適用されておらず、避難安全検証法を適用して避難安全性能を有することを確認することは要求されていないが、避難安全性について検証を行っておくことが重要である。一方、避難安全検証法では、許容避難時間を規定する要因である火災拡大性状に関して、防火材料以外の材料は燃焼発熱性状に関する制約がないこ

とを前提に火災成長率が設定されており、木材に対しては過大である可能性がある。従って、木質内装を適切に表現できる火災成長率を設定できた場合に、避難安全上、どのような設計が可能になるか、ということを検討することが課題である。なお、教室・共用部分間を開放したオープンスクール型平面では、階避難に支障が生じる可能性がある。

1. 1 実大火災実験

実大火災実験の目的は、部材レベルの実験では把握困難な現象の把握や、縮小模型による検討や数値シミュレーションによる検討結果の確認のためのデータを収集すること等である。

たとえば、耐力壁が少ない学校では、火災加熱時の耐力部材の断面減少により、耐力壁が多い住宅用途より部材の変形が大きくなる可能性があるし、主要構造部の接合部の火災時の信頼性等の把握には部材レベルでは自ずと限界がある。それらが建物全体の防火性能に及ぼす影響の把握と制御は、現在のところ、部材レベルの実験では困難で、実大火災実験による検討が有効である。

また、外壁の開口部を經由した上階延焼防止性能や防火壁の屋外側の延焼防止性能、建物内の煙伝播性状等については、縮小模型による検討や数値シミュレーションによる検討が有効であるものの、精度よく性状を把握するためには、実大火災実験による実現象のデータとの比較が重要である。

そこで、以下の内容について実大火災実験による検討を行った。

- 学校に適した1時間準耐火構造主要構造部の基本的な仕様を部材実験で把握し、教室規模実験で木質内装の初期火災性状を把握した仕様の建物による実大火災実験を実施して、木3学の防火上の課題を把握するための実大火災実験（以下、「予備実験」という。）
- 予備実験で把握された課題の対策の有効性を確認するための実大火災実験（以下、「準備実験」という。）
- 基準化を想定して、その性能を確認するための実大火災実験（以下、「本実験」という。）



写真 1.1-1 実大火災実験(予備実験)



写真 1.1-2 実大火災実験(準備実験)



写真 1.1-3 実大火災実験(本実験)



写真 1.1-4 職員室 (準備実験)

1. 2 部材実験

部材実験の目的は、1. に示した検討課題のうち(a)～(c)について、部材レベルでの解決を図ろうとするものであり、また、実大火災実験において確認された加熱状況を部材レベルで再現して性能を確認することである。

そこで、以下の内容について、部材実験による検討を行った。

- ・実大火災実験に供した建物仕様の部材による耐火性能試験（準耐火構造・耐火構造・区画貫通部・接合部）
- ・実大火災実験に供した建物の仕様以外の仕様の性能把握のための耐火性能試験
- ・実大火災実験において確認された現象に基づく耐火性能の確認実験
- ・1時間耐火構造、1時間準耐火構造の仕様の告示化に向けた検討実験
- ・接合部等、主要構造部の取り合い部の技術指針作成のための検討実験



写真 1.2-1 部材実験(壁)



写真 1.2-2 部材実験(床)



写真 1.2-3 部材実験(特定防火設備)



写真 1.2-4 部材実験(柱・梁接合部)

1. 3 教室実験

教室実験の目的は、1. に示した検討課題のうち(d)について、木質内装の教室規模の室内における火災初期の火災成長率など、室単位で把握が必要な燃焼性状を実験的に検討することである。

そこで、以下の内容について教室実験による検討を行った。

- ・木質内装の燃焼拡大性状の把握のための実験（仕様の違い含む）
- ・内装不燃化の効果（部分的な不燃化の効果含む）



写真 1.3-1 教室実験装置(木質内装)



写真 1.3-2 教室実験の様子

1. 4 屋外区画実験

屋外区画実験の目的は、火災室開口から噴出する熱気流による早期の上階延焼危険及び火災シナリオを想定した火災初期の燃焼拡大性状を把握し、対策の効果を確認することである。

そこで、以下の内容について屋外区画実験による検討を行った。

- ・早期の上階延焼危険に対する内装不燃化の効果
- ・早期の上階延焼危険に対する庇の効果
- ・火災シナリオを想定した火災初期の燃焼拡大性状の把握



写真 1.4-1 収納可燃物の設置状況



写真 1.4-2 屋外区画実験の様子

1. 5 噴出火炎実験

噴出火炎実験の目的は、火災室の可燃物量及び可燃物表面積と火災室開口から噴出する熱気流の関係把握することである。

そこで、以下の内容について噴出火炎実験による検討を行った。

- ・教室及び職員室を想定した可燃物量及び可燃物表面積と噴出する熱気流の関係
- ・開口因子と噴出する熱気流の関係



写真 1.5-1 収納可燃物の設置状況



写真 1.5-2 噴出火炎実験の様子

1. 6 避難安全検証

避難安全検証の目的は、標準的な木3学の避難安全性能を確かめることである。

そこで、以下の内容について避難安全を検証した。

- ・木3学の標準的モデルプランの作成
- ・上記モデルプランについて避難安全検証法（建設省告示）による検証
- ・実験建物における煙流動実験による避難安全の検証

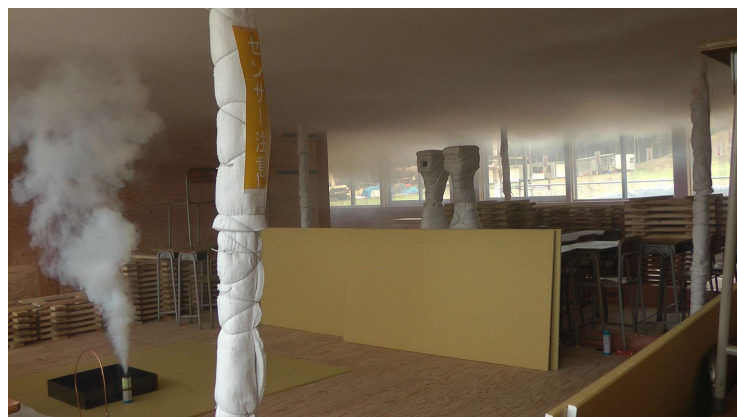


写真 1.6-1 煙流動実験



図 1.6-1 避難計算に用いたモデルプラン

1. 7 木造学校の建築計画・可燃物量等の実態調査

木造学校の建築計画・可燃物量等の実態調査の目的は、木3学の火災安全を検討する上で必要となる情報についての実態を調査し、実験条件等に反映することである。

そこで、以下の内容について木造学校の建築計画・可燃物量等の実態調査による検討を行った。

- ・火災性状の支配因子である可燃物量・室の用途等の調査
- ・学校の建築計画に関する最近の動向
- ・火災シナリオを想定するための学校建築の火災事例分析