

2.6 防火技術

建築物は法律によって防火性能を求められることがあります。
可燃物である木材を燃えにくくして利用するための技術を紹介します。

建築物の防火については、火災から生命や財産を守るため、建築基準法の中で細かく定められています。そこでは、木材や無機材料といった材質による区別は基本的にはなく、一定の性能を満たしていれば利用できる、いわゆる性能規定となっています。

建築物の立地・用途・規模による制限

建築基準法では、建築物の条件により防火上の制限をつけています。例えば、都市防災の観点から市街化区域は防火地域、準防火地域、および特定行政庁による法 22条区域の指定を受ける所があります。

防火地域や準防火地域では規模の大きな建築物は耐火建築物や準耐火建築物にしなければならないといった「立地・規模」による制限、また安全に避難できることなどの目的で、多くの入院患者を抱える病院や不特定多数の人が利用する規模の大きい百貨店などは耐火建築物や準耐火建築物にしなければならないといった「用途・規模」による制限があります。さらに、建物内で出火を防止することや初期火災の拡大を抑えること、また安全に避難できる（時間を確保すること）などを目的に、上記のような病院や百貨店などには、燃えやすい材料や有害ガスを発生する材料の使用を制限する「内装制限」が定められています。

難燃化の必要性

耐火建築物や準耐火建築物は、壁や梁・柱などの主要構造部を、それぞれ耐火構造や準耐火構造などにしなければなりません。このため、例えば木造住宅の外壁の場合、木材の枠組みに軽量気泡コンクリートパネルや石こうボードなどを重ねて張ることによって定められた性能を満たすことはできますが、外側に無処理の木材を使用することは困難です（ログハウスの場合は準耐火構造が可能）。

また、内装制限を受けるところに使われる材料は、定められた試験方法・評価により、不燃材料、準不燃材料、難燃材料に区分されます。不燃材料としてはモルタルやサイディングなどが、準不燃材料としては厚さ 15mm以上の木毛セメント板（30cm程度に細長く切削した木削片とセメントを混ぜて板状に成形したもの）や厚さ 9mm以上の石こうボードなどが、難燃材料としては厚さ 5.5mm以上の難燃合板などが該当しま

す。例えば規模の大きい病院などの廊下や階段には準不燃材料以上の性能を持つ材料を使う必要があります。

可燃物である木材を、防耐火構造や防火材料の制限を受けるところに、無処理の状態で使用することは難しいのですが、後述する方法で難燃化することで使用が可能になります。

木材の燃え方

木材を難燃化するためには、木材がどのように燃焼しているかを知る必要があります。木材に限らず、物質が燃焼するためには3つの要素が必要です。それは、燃えるもの（可燃物）であること、空気（酸素）が供給されること、熱源があることです。これらのどれかを取り去ることで燃焼を阻止できます。また、これらがそろっていても物質の形態によって燃焼の仕方は異なります。例えば、石油などの液体は、液体そのものが燃焼するのではなく、その表面で発生する可燃性蒸気が空気と混合して燃焼しています（蒸発燃焼）。木材の場合は、熱によって分解され、発生した可燃性ガスが燃焼しています（分解燃焼）。木材を燃やしたとき、状況により色の異なる煙が出ます。白い煙は主に水蒸気なので引火しませんが、黄色や茶色い煙は可燃性ガスのため一気に引火します。ちなみに、木炭の場合は、製造過程で可燃性ガスを発生する成分がほとんどなくなるため、表面自体が空気と反応して燃焼しています（表面燃焼）。

木材の難燃化

木材の難燃化は、上記の燃える状況を阻止することです。木材の難燃化には、図 1に示すように薬剤（難燃剤）を使って木材自体を燃えにくくする方法と、無機材料と組み合わせる方法とがあり、その主な用途も異なります。

薬剤を使う方法については、次の4つの作用によります。

<被覆作用> 木材が熱により分解して可燃性ガスを発生する前に薬剤が溶けて木材を被覆することにより、ガスの発生を抑えるとともに熱分解している部分への空気と熱の供給を阻害して燃焼を抑えます。ホウ素化合物などが、このような働きをします。

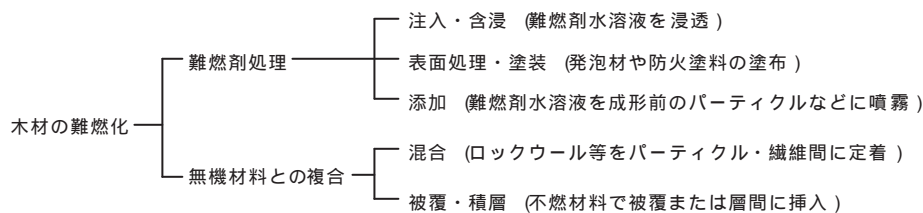


図 1 木材の難燃化方法



写真 1 防火ドアの構造

<熱作用>熱により薬剤で木材表面に炭化層や発泡層を形成させ、遮熱するとともに空気の供給を阻害して燃焼を抑えます。ポリリン酸アンモニウムなどが、このような働きをします。

<ガス作用>熱により薬剤から不燃性ガスが発生し、木材から発生する可燃性ガスを希釈・拡散させるとともに、不燃性ガスが触媒的に燃焼を抑えたり燃焼の連鎖を阻止します。塩化アンモニウムなどが、このような働きをします。

<化学作用>木材の熱分解の過程を化学的に変化させる方法で、脱水炭化作用などがあります。脱水炭化作用とは、薬剤が加熱により木材のセルロースを脱水して炭素と水にすることです。簡単に言うと、木材中の炭素を残して他の成分を燃焼させることにより、残った炭素同士が手をつなぎ、炭化層を形成するのと同じ効果になります。リン酸アンモニウムなどが、このような働きをします。

薬剤による難燃化の場合、難燃剤の注入される量が多いほど効果が大きくなるので、減圧加圧による注入方法が最も効果的です。ただし、難燃剤の注入量は、同じ処理方法をとっても心材と辺材によって異なり、また樹種によっても異なります。一般に、辺材への注入は容易ですが心材への注入性は樹種によって大きく異なります。道産材では、ヤチダモは注入性が良いのですが、エゾマツやトドマツはあまり良くありません。カラマツはさらに難しく、均一に注入することが困難な樹種です。薬剤で難燃化された木材は、主に内・外装材や天井などに使用されています。これに対し、無機材料と複合化する場合は(図 1 参照)、外壁構造として使用されたり、難燃化した木材と複合して防火ドアなどとしても使われています(写真 1)。

無処理での利用

燃え代設計

木材の難燃化ではありませんが、防火対策を考慮した木材の利用方法として、燃え代設計^{しろ}があります。これは、火災時と同様の条件下で大断面の製材や集成材の炭化速度の平均値がおよそ 0.6mm/分であることから、建物の自重を安全に支持できる断面寸法に表面の炭化する寸法(燃え代)を見込んであらかじめ付加しておくというものです。これは、大断面の製材や集成材などの設計に使用されています。

木製防火窓

防火窓は、開口部の延焼防止を目的とした防火設備として扱われるため、用途により要求される性能が異なります。例えば、防火地域で使用される窓には、定められた評価方法で 20分間燃え抜けない性能が要求されます。木製の窓でも、防火を考慮した構造とすることで、この性能を満足することができます。この評価方法における 20分後の温度は約 800 に達するため、融点が約 660 であるアルミニウム製の部材は溶けることもあります。しかし、木材は燃え代設計で記した速度で炭化が進むので、部材の厚さを 30mm程度確保することにより、部材自体は無処理でも耐えることができます。ただし、開き窓の障子四周の透き間や燃えやすいガラス押さえ付近など燃え抜けの危険性がある部分は、写真 10の防火ドアにも使用されている発泡材を使用するなど、燃え抜けを防止する構造としています。

(防火性能科)