

木材の不燃化等 高機能化技術について

林業研究部 研究員 花ヶ崎 裕洋

はじめに

人間の木材利用の歴史は長く、古来より人間の生活を支える基本的な材料として木材の利用を行ってきました。世界各地の遺跡で発見される木製品がこのことを示していると言えます。遺跡で発見される木造建築物の跡や木製の道具から、古来の木材利用は機械的な加工以外にはほとんど手を加えることなく、その欠点も熟知したうえで木材を利用してきたことが推測されています。

近代になり、石油などの化石資源を素材とする工業が発達することによって、腐る、燃えるといった木材の問題点が指摘されるようになりました。そして鉄、コンクリート、プラスチックなどの素材が木の代わりに用いられるようになっていきます。

しかし、技術の革新により木材の問題点を克服する技術が生み出され、生活環境や自然環境の悪化に対する問題から、木材の素材利用を後押しする動きがあります。2009年の6月に施行された長期優良住宅の普及の促進に関する法律では、「国産材その他の木材を使用した住宅の普及を図られるよう配慮」といった文言が入られています。

今回のこの記事では、木材の改質と化学加工技術についての簡単な紹介と、防火材料、耐火構造の評価方法についての紹介をさせていただきます。

木材の改質と化学加工

暮らしにゆとりを求める風潮、住宅用に木材を使用する際の法的制限などから、木材固有の欠点を排除し、高い機能性を有する木材の創出が求められています。

建築材料として木材を見たときの長所は、重量当たりの強度（比強度）が高い、ねばり強い、加工しやすい、保温性がある、調湿作用がある、木目・色の安らぎ・暖かみなどが挙げられます。欠点としては、燃えやすい、強度の不均質、欠点部（節・虫穴）の強度低下、膨張・収縮の異方性、反り・割れの発生、腐る・シロアリ等による食害などが挙げられます。

木材の高機能化を行うための簡易な改質方法としては、薬剤による塗布処理や注入処理があります。塗布処理は漆などを塗って、木材の耐候性や耐傷性を向上させる技術で、広く木製品に使用されています。注入処理は、防腐剤や難燃剤を木材内部に注入することにより、防腐性、難燃性を向上させる技術で、木製柵なども含めた外装材の防腐処理、内装材や構造材の難燃化に応用されています。技術的には細胞内腔への試薬の注入に当たり、PEG含浸などもこの改質方法に

含まれます。

その他の化学加工と呼ばれる方法は、①細胞壁構成成分の化学反応を行う（エステル化、エーテル化などを含む化学修飾）、②細胞壁の構成成分自身が物理的、化学的变化を起こす（加熱、可塑化、水蒸気処理など）、③細胞内腔で化学反応を行う（WPC化、樹脂処理など）といった内容に大別できます。先ほど挙げた木材の欠点の内、「燃える、腐る、寸法変化」の軽減を主目的とした技術と言えます。耐朽性や寸法安定性を付与する代表的な化学加工技術であるアセチル化は、細胞壁構成成分の化学反応を行う処理技術に入ります。この技術は19世紀に発見されましたが、現在でも量産化・低コスト化を求め、世界中で研究・開発が進められています。

木材の不燃化

不燃化という言葉を使うとまったく燃えないことになるので、難燃化の方が適切な言葉ではないかという意見がありますが、防火材料の区分において不燃材料という言葉があるのでここでは不燃化という表現を使わせて頂きます。

2000年に建築基準法の改正が行われ、性能が証明されれば、木質材料であっても防火材料・耐火構造として認定される道が開かれました。この建築基準法の改正では、要求性能やその検証方法の明確化が行われ、性能基準を満たせば、木質系材料が防火材料として使用可能となっています。建築基準法施行令に示された技術的基準は、①燃焼しないものであること、②防火上有害な変形、溶融、亀裂その他の損傷を生じないものであること、③避難上有害な煙またはガスを発生しないものであることの3つの基準となっています。この3つの基準を要求性能20分に対して満たせば不燃材料、要求性能10分に対して満たせば難燃材料となります。現在では、性能評価機関が建築基準法などに示された性能が担保できる試験方法や評価基準を業務方法書の中で定めています。

余談ですが、この建築基準法の改正が行われる以前は、どんなに燃えない木材を開発しても、仕様の規定をクリアしなければ防火材料として認定されることはなく、研究者にとっては法に縛られた苦しい時代でした。

発熱性試験

（コーンカロリメータ試験）

建築基準法第68条の26において、「国土交通省より許可を受けた指定性能評価機関が、大臣認定に必要な性能評価を実施することが可能である」と定められています。また国際調和の観点等からISOに準拠した試験方法を採用するケースが増えています。そういった時代背景の中登場したのが、コーンカロリメータ

試験です。

コーンカロリメータは、燃焼において発生する熱量と、そこで消費する酸素の量の関係が有機材料の種類によらず、酸素1kg当たり13・1MJという原理に基づいた試験装置です。酸素消費量を高精度に測定している各種材料の火災での危険度を予測する重要な要因である発熱速度を計算します。そして発熱速度と時間の関係から発熱量を算出します。コーンカロリメータは火災初期、火災中期、火災終期と進んでいく燃焼経過とともに変化する発熱量を経時的に追跡することができます。

ISO5660-1に定められている発熱性試験の技術的基準は、①加熱時間の総発熱量が8MJ/m以下であること、②加熱時間中防火上有害な裏面まで貫通する亀裂及び穴が発生しないこと、③加熱時間中、最高発熱速度が10秒以上継続して200kW/mを超えないことの3つとなっています。建築基準法と同じく、要求性能20分に対して満たせば不燃材料、要求性能10分に対して満たせば難燃材料、要求性能5分に対して満たせば難燃材料基準をクリアする性能を有することとなります。輻射強度は50kW/mで、試験体は100mm×100mm×厚さとなっています。

ガス有害性試験

防火材料の判定基準、退避上有害な

煙・ガスを発生しないことを担保するための、性能評価機関が定める試験方法として、ガス有害性試験があります。この試験は220mm×220mm×厚さの試験体を6分間加熱し、煙をマウスの入った室に引込みます。そしてマウスの行動停止時間を観察し、平均の行動停止時間が6・8分以上ならば合格と定められています。

木質耐火構造

建築基準法の改正により、木質系でも耐火構造として認定されるようになりました。性能基準を満たせば、防火地域での木質材料を用いた建築物建設を可能とする改正となっています。防火地域内での木質構造の中高層ビル建設も夢ではなくなっています。

防火材料と耐火構造等については、防火材料であること、防火構造や耐火構造であることとはまったく別のこととなります。防火材料は、燃えるか燃えないかという判定により認定がされます。耐火構造等では、梁、柱、床、壁、天井等構造体としての火災に対する安全性が求められます。不燃材料の認定を取得した材料を外壁に張っても防火構造や耐火構造になるわけではなく、別に性能評価が必要となります。

耐火構造等の技術的基準については、建築基準法施行例の第107条、第108条に示してあります。

耐火構造等の技術的基準を満たすためには、実大試験体による載荷耐火加熱試験を行い、要求耐火時間に対して構造耐力上支障のある変形、溶融、破壊その他の損傷を生じないことが求められます。耐火構造では、さらに、要求耐火時間加熱後も、その3倍時間以上の載荷状態で放置し、「燃え止まる」ことが要求されます。耐火構造等の認定に必要な耐火加熱試験はISO834に定められています。

耐火構造等を含んだ耐火性能設計の認定ルートには3つのルートがあります。ルートA・大臣が定めた、または認定した仕様規定に基づく方法、ルートB・「耐火性能検証法」に基づき、告示に示される計算方法を用いて検証を行う方法、ルートC・「耐火性能検証方法」以外の方法で耐火性を検証し、その妥当性について指定性能評価機関で評価を受け大臣の認定を受ける方法（実験や解析など、より高度な専門知識により検証する方法）となっています。

おわりに

広島県立総合技術研究所林業技術センターでは、平成21年度から木材の不燃化等高機

能化技術についての研究を行っています。

また、今年度、当センターで不燃化等高機能木材加工技術の勉強会を開催し、多数の企業の方に参加して頂きました。参加して頂いた方々にお礼を申し上げます。



不燃化等高機能木材加工技術勉強会