

Epistula

えびすとら



独立行政法人 建築研究所
Building Research Institute
Vol.35 発行：2006.10

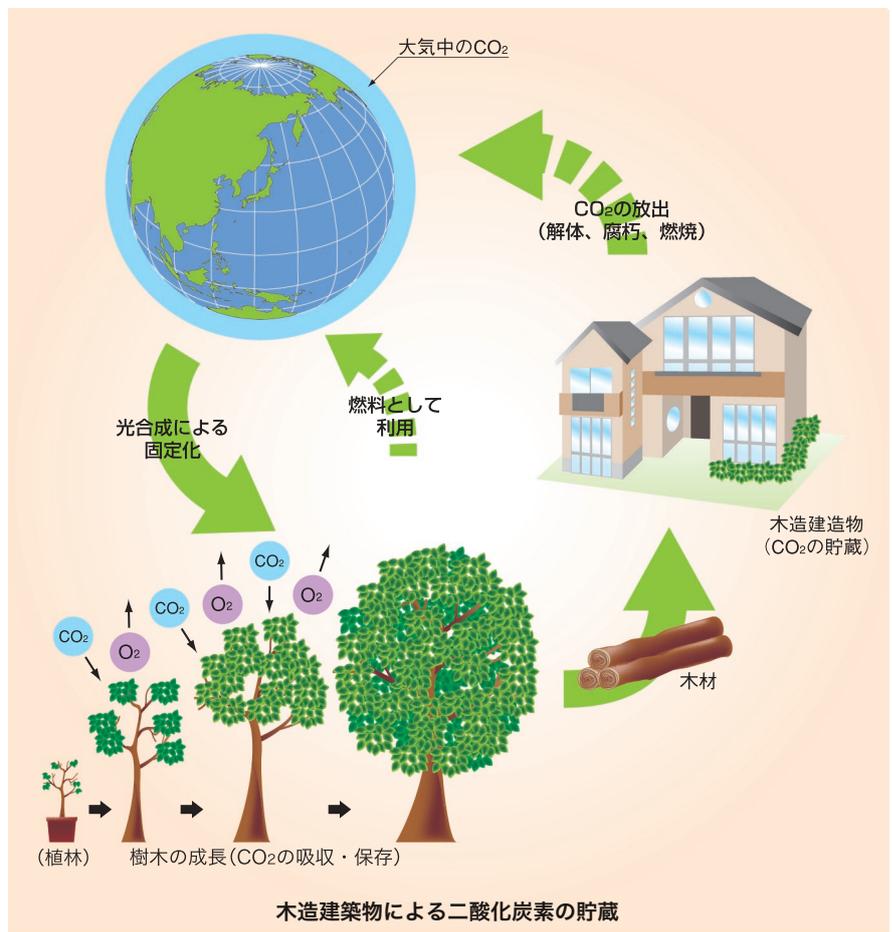
地球環境に優しい木の家

我が国では、古くから住宅には温かみのある、木造建築物が好んで用いられ、今でも、家を木で造りたい、木の住宅に住みたい、と考える人は少なくありません。さらに、最近では地球環境の保護という観点からも、木材への関心が高まっています。

では、なぜ木材を使うことが、地球環境の保護に貢献するのでしょうか？

木材を建築物に利用するメリットの一つに地球温暖化の防止があるといわれています。樹木は光合成により、太陽エネルギーを使って酸素を放出し、地球温暖化の要因の一つである二酸化炭素を吸収しながら成長します(CO₂の吸収・保存)。樹木が一定の高さになり成長が止まると二酸化炭素の吸収効果は小さくなりますが、この樹木を木材として利用し、伐採した跡地に植林することによって新たな樹木が再成長し活発に二酸化炭素を吸収します。この木材を燃料として燃やしてしまうと元の二酸化炭素に戻ってしまいますが、建築物に利用すると建築物が取り壊されるまでの期間、二酸化炭素を貯蔵することが出来ます。もともと大気と樹木の間を循環していた二酸化炭素は、建築物に木材を利用することによって、大気から樹木へ、樹木から木造建築物へ、木造建築物から大気の順に大きく循環するようになります。この循環の中で、木造建築物は二酸化炭素の貯蔵庫として機能し、二酸化炭素の固定量を増やしています。

これが木造建築物が地球温暖化の防止に役立つ理由なのです。この循環の中にある樹木は、森林を適切に伐採して植林することにより、継続して入手できる「持続可能な資源」であることが分かります。その他にも、木造建築物は部材の交換による修理が可能ですので、寺社建築のように長寿命な建物を造れるメリットもあります。このように木造建築物は、多くの面から地球環境に優しい建物なのです。



特集

「木質複合構造による 新たな耐火技術への 試み」

従来の
木材これからの
木材

木材の新たな利用に向けて

木を使って4階以上の建物を建てるには新たな技術が必要です。これまで、木材は「燃えやすい」という特徴のため使用範囲には制約がありました。しかし、近年、構造部分にも木材を活用した4、5階建ての建物が建設され始めています。ここでは木材の新たな利用に向けて建築研究所の行った研究開発を紹介します。

木質複合建築構造とは

環境面から優れた効果を持つ木材ですが、建築物に利用した場合の大きな欠点は、燃えやすいことです。煉瓦のイメージが強い西欧でも、例えばロンドンでは市内のほとんどが木造でしたが、1666年の大火で大半が焼失してしまい、その後市内に木造の家を建てるのが禁止されました。我が国では昔から住宅には木を用いていましたが、明暦の大火を始め江戸時代には多くの大火が発生していました。このため、幕府奨励の下、火災対策として火除け地や広小路の設置、土蔵造や瓦葺き屋根などの様々な工夫を行っていました。しかし、明治以降も大火が繰り返し発生していたのが実状であり、木造住宅において火災は常に問題となっていました。

現在でも建築物の防火に関しては建築基準法で規定されています。最近まで木造建築物には階数・規模などに制限が設けられていました。しかし、平成12年度の建築基準法における性能規定の導入(図1)により、木材を利用した耐火建築物が法令上可能となり、木材を用いた4、5階建ての中層建築物¹⁾を建設する道が開かれました。

木材を利用した新たな材料の開発と木材の有効利用を促進することを目的として、建築研究所では建設省(後に国土交通省)総合技術開発プロジェクト「木質複合建築構造技術の開発」(平成11～15年度)を行い、さらに実用化に向けて「木質複合建築構造技術の開発フォローアップ」(平成16～17年度)に取り組みました。

木材は、強度や耐火性などの性能に関して、一定の限界があります。これらの限界を超えるために、木材と他の材料(鉄、コンクリート、石こうなど)を組み合わせた木質複合材料や、木造と他の構造(鉄骨造や鉄筋コンクリート造など)を組み合わせた木質複合構造の開発が行われています(図2)。木質複合建築構造とは、木質複合材料や木質複合構造を建築物に応用したものの総称です。これらは、木質ハイブリッド構造と呼ばれることもあります。従来は建設が不可能であった木造建築物を実現させるために、材料、構造、防火などの分野で、様々な検討が行われました。

その結果、木材を利用した耐火建築物の実現に向けて、木材と他の材料と組み合わせることによって建築基準法が求める性能を満足させる方法が開発され、「木材を利用した4～5階建ての中層建築物」の建

設が可能となりました。今回の「えびすとら」は、これらの成果の中から、木材を用いた耐火建築物を実現するための防火技術を中心に紹介します。

燃え止まり部材に関する研究開発

4階建ての木質複合建築構造を建設する場合、主要構造部において1時間の耐火時間が要求されることになります。これを満たすことを目的に、木材(集成材)と鉄骨を組み合わせた「燃え止まり部材」²⁾(図3)の開発を行いました。先述の通り木材は燃えやすいという欠点があります。一方、鉄骨は火に強いイメージがありますが、550℃を越えると急激に強度が低下することが分かっています。しかし、鉄骨の周囲に集成材を被覆材料として貼り付けると、木材の火災時に形成される炭化層の断熱効果により鉄骨を保護すると共に、鉄骨の大きな熱容量により集成材が燃え尽きるのを防ぎます。つまり、火災時の木材と鋼材の欠点を補完し合うことができ、鉄骨を利用することから構造的にも有利となります。

耐火構造として認定を取るためには耐

火試験に基づいてその性能確認を行う必要があります。木質複合構造は新しい技術であり、その試験法が確立されていなかったことから、新しく耐火試験法を開発しました。この試験法を用いて集成材の厚みや鉄骨の形状などの様々な条件で試験を行うことにより、最も適切であると考えられる仕様を提案しました。さらに、この部材を用いて実際に建築物を建てるのに必要な床耐火構造、壁耐火構造及び階段耐火構造等についての開発も行いました。

この研究により、部材レベルでの目標は達成しましたが、実際に建物を建てる際には、部材同士の接合部を加工したり、壁にコンセントボックスやスイッチボックスを取り付けたり、配管等で壁や床を貫通したりする場合がありますので、防火性能を維持するためには施工に配慮する必要があります。このため、建築研究所では実験による検証を重ね、接合部・ボックス・壁の貫通部における防火処理方法を取りまとめた、設計・施工マニュアルを整備しました。これにより、燃え止まり部材で構成された耐火建築物(燃え止まり工法)を確立することができました。

さらに、部材の耐火試験データでは得られなかった建物全体の性能について実証するために、実大火災実験を行いました。実験建物は、4階建て事務所の1階部分を想定した4m×4mの平屋建て(図4)で、実火災における火災終了後の被害状況の検証を行いました。この結果、部材毎による耐火試験と同様に燃え止まりが確認され、その防火安全性を確かめることができました。これにより提案した木質複合建築構造は耐火建築物として十分な性能を満たしていることが実証されました。

被覆系部材に関する研究開発

不燃材を用いて木材の周囲を被覆(被覆系部材)することにより、耐火性能を向上させた構造も考えることができます(図5)。建築研究所では、石膏ボードやALC板などの不燃材料を被覆材として用いた、枠組壁工法(2×4工法)による中層建築物の実現にも取り組みました。

枠組壁工法を用いた中層建築物を実現するためには、耐火性能だけでなく、耐震・耐風性能も確保する必要があります。枠組壁工法では壁(耐力壁)が建物を支えますので、構造的な強度を上げるには、水平方向の大きな力に耐える耐力壁が必要になります。このような壁には、地震や強風時に大きな浮き上がり力が生じるため、壁の浮き上がりを防ぐ措置が必要となります。このため、枠組壁工法の対策として壁の浮き上がり防止のために、最上階から基礎まで連結した鋼製部材(タイロッド)を壁体内に内蔵した、高性能な耐力壁(図6)を開発しました。このタイロッドは、木材の収縮による建物の沈下に追従する、緩み防止装置を内蔵しており、長期間の使用に耐えるものとなっています。

これらの技術により、被覆系部材を用いた枠組壁工法による中層建築物の実現が可能となります。現在、建築研究所の敷地内に枠組壁工法による4階建ての試験棟を建設して、耐震性能の検証等を継続して実施しています(写真1)。

研究成果の活用

以上に示した木質複合建築構造に関する

耐火性能や部材・構造性能に関する新しい技術開発の結果、従来は実現が困難であった、木材を用いた中層建築物の実現が可能になりました。これらの研究開発成果により、5階建ての木質複合構造の建築物が実際に建設されています(写真2)。これは1階が鉄筋コンクリート造、2階から5階に燃え止まり工法を用いています。ここで使用した燃え止まり部材は、建築基準法に定められた耐火性能を満たすものとして大臣認定を取得しており、本研究の成果が活用されています。

このように建築研究所は、建築基準法の性能規定化に対応した新たな技術開発に関する取り組みを進めています。今後ともこれらの取り組みを一層推進し、新たな建築物の実現に寄与していきます。

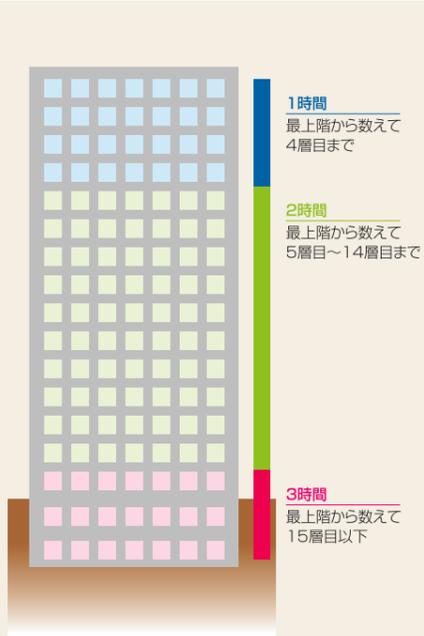
コラム

建築基準法の性能規定化について

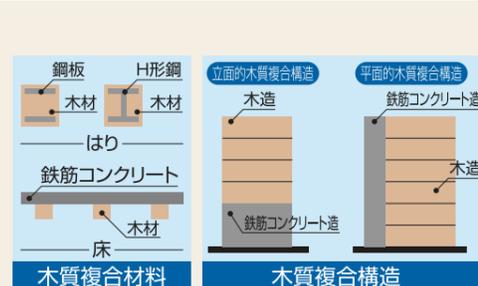
建築基準法により4階建て以上の建物は耐火建築物としなければならない、構成する部材は耐火性能が要求され、木材を用いることは不可能でした。しかし、平成12年に建築基準法が改正され、いかなる部材でも性能を満たせば、耐火構造の認定を取得することが可能となりました。これにより木材を利用した4階建て以上の耐火建築物を建設することが法的に可能となりました。

注

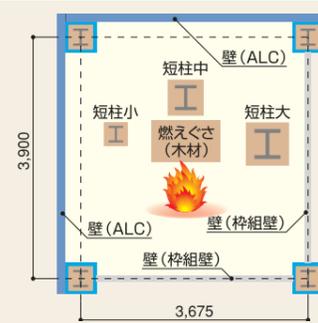
- 1) ここでは4、5階の建物を指す。
- 2) 一定時間加熱された際に炭化するものの、完全に燃え尽きることなく途中で「燃え止まる」部材。



■図1 建築基準法における耐火時間の規定



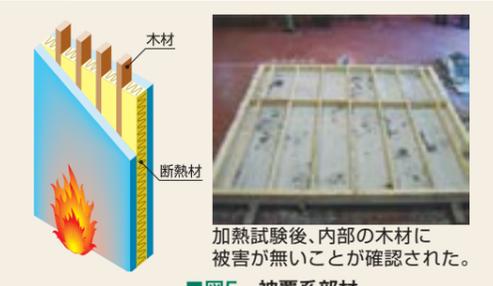
■図2 木質複合建築構造



■図4 実大火災実験建物概要



■図3 燃え止まり部材



■図5 被覆系部材



■図6 高性能な耐力壁により地震に強い構造を実現



■写真1 被覆工法を用いた中層建築物の例(枠組壁工法4階建)



■写真2 燃え止まり工法を用いた中層建築物の例(1階:RC造、2～5階:燃え止まり工法)

構造研究グループ

構造研究グループは、旧建設省建築研究所時代に分散していた構造関係の研究者を一つにまとめ、各種荷重に対する建築物の構造安全性能の確保方策に関する研究を行っています。また、建築基準法および関係法令あるいは各種の技術指針の策定にも深く関わり、それらに対して長年培ってきた構造性能評価に関する豊富な技術情報を提供し、わが国の建築物の構造安全性などの向上に寄与してきました。

近年では1995年兵庫県南部地震などの大災害時の建築物被害を詳細に分析し、規基準の妥当性について評価し、多くの改善方策などを提案してきました。また、免震や制振に代表される近年の新技術の導入を推進し、耐震補強、耐震改修などの技術的な多くの問題についても積極的に関与してきました。

建築物の構造設計では、その多様化や技術情報の普及に伴い、従来の仕様規定の中に埋没していた構造性能が一般ユーザにより具体的に明示され、その安全性能の定量的評価に基づいた構造設計法の確立が求められています。また、環境保全や資源の有効利用を推進する構造方法の確立も大きな課題の一つです。

このような社会の要請に応えるため、構造研究グループでは、地震や風など設計荷重・外力の信頼性評価などの合理的な評価方法に関する研究、地震時の構造安全性や使用性の評価技術に関する研究、IT技術などを利用した先端的な応答制御技術やモニタリング技術の開発、既存構造物の補強技術や有効利用技術の開発などを行っています。

国際地震工学センター

国際地震工学センターでは、40年以上の長きにわたって、開発途上国の地震災害軽減のため、毎年各国の地震学、地震工学分野の研究者や技術者を受け入れ、国際地震工学研修を実施してきました。現在実施している研修は、①地震学・地震工学の基礎応用技術を修める地震工学通年研修(地震学及び地震工学コース)、②2004年スマトラ沖地震による甚大な津波被害を受けて、新設した地震工学通年研修(津波防災コース)、③核実験探知のための地震観測技術を修めるグローバル地震観測研修、④特定の課題解決を図る個別研修の四つの研修があります。①～③の研修はJICAと連携して実施しております。研修修了生は、95ヶ国、1,282名におよび、これらの研修は内外から高い評価を得ています。

昨年10月開講の地震工学通年研修から、政策研究大学院大学との連携により、研修修了生に修士号(防災政策)の学位を授与できることになりました。また、地震・津波に関する高度な知識と技術を

修得し、それを各出身国において津波防災に活用できる高度な能力を持った人材の養成を目的とした「津波防災研修」を2006年10月に新たに開講しました。

さらに、開発途上国における地震防災に貢献するために建築物の地震防災に関連する様々な技術情報を発信することを目的とした「建築物の地震防災技術情報ネットワーク」(IISEE-net)を構築しております。研修とIISEE-netについては、<http://iisee.kenken.go.jp> をご覧下さい。



研修生に修士号学位記を授与する山内理事長

国際地震工学研修生に初めての修士号授与

建築研究所は、昨年10月に開講した国際地震工学研修から、政策研究大学院大学及び国際協力機構(JICA)と連携して修士号学位を取得可能な研修として実施してまいりましたが、去る9月に17ヶ国19名の研修生に対し初めての「修士号学位(防災政策)」を授与し、研修が閉講いたしました。

修士号学位授与は、国際地震工学研修の46年の歴史の中で初めての事であるばかりではなく、JICA集団研修全体でも初めてのものです。建築研究所の長年の悲願が漸く実現したものです。

閉講式は、9月14日(木)に建築研究所で行われ、山内理事長から研修を修了したことを証する修了証書が全研修生に手渡されました。また、閉講式後、修士号学位の授与を記念して、記念植樹を建築研究所構内で行いました。

翌15日(金)には政策研究大学院大学で「学位記授与式」開催され、吉村融・政研大学長とともに、山内理事長が「修士号学位記」を授与しました。母国を遠く離れた日本での約1年間の研修生活を終えた研修生は、研修修了証書及び修士号学位記等を手に帰国の途につきました。

出版のご案内

建築研究資料 No.104

「地震リスク・マネジメント技術を活用した地震対策の効果検証」(地震リスク・マネジメント研究会)



ホトトギス
Photo K. Bogaki

編集後記

イチョウや先般話題になったコウヤマキは防火樹として有名である。イチョウの場合は、幹を覆ったコルク質が大火に曝されると断熱材として働く。このような機能を利用したのがヘビーティンバー工法であり、本稿の「燃え止まり部材」である。これらは建物内の火災拡大を抑え、周辺への延焼防止性能に優れる。それに対し、日本の従来の不燃化対策はモルタル外壁に代表されるように受害防止に重きが取られてきた。

建築研究所OBの某氏は那須に純和風木造住宅を建てた。そのディテールの一つ一つにこだわりがある。これは極端な例かもしれないが、日本人は木造に対して性能では割り切れない思いがある。前半で述べたとおり、火災に強い木造建築を目指しているような手段を駆使することが重要であるが、日本の風土に調和したものに収束していけば望ましい。(林吉彦)

Epistula

えびすとら



第35号 平成18年10月発行

編集：えびすとら編集委員会

発行：独立行政法人 建築研究所

〒305-0802 茨城県つくば市立原1

Tel. 029-864-2151 Fax. 029-864-2989

●えびすとらに関するご意見、ご質問をお寄せください。

また、バックナンバーは、ホームページでご覧になれます。

(<http://www.kenken.go.jp/japanese/contents/publications/epistula.html>)