

# Epistula

えびすとら



独立行政法人 建築研究所  
Building Research Institute  
Vol.68 発行：2015.1

## 特集 既存木造住宅の調査・診断法 — 木造住宅を「長く有効に使うために」 —

### はじめに

森林資源に恵まれた日本では、木造住宅が多数建設されてきました。これまでは、安全で快適な木造住宅を「新築する」ための技術や制度の整備が進んできました。一方、人口が減少し始めた日本では、これまでに大量に建設された「既存木造住宅」を、「空き家」にせず、「長く有効に使うための技術・制度」の整備が必要になっています。建築物には、課税のための耐用年数が設定されていますが、この耐用年数を経過した建築物は、価値がなくなったり、使用できなくなるわけではありません。木材は腐朽する材料ですが、法隆寺などの神社やお寺は、軽微な「手入れ」や本格的な「修理」を適度に繰り返すことによって、長寿命を実現してきました。木造住宅は軽量で、部材を比較的容易に交換できるなど、「改修（リフォーム）しやすい」特徴を持っています。木造住宅でも、「手入れ」や「改修（リフォーム）」を適切な間隔で実施することにより、長く有効に使うことができます。大規模な「改修（リフォーム）」時には、劣化した部材を交換することが重要で、部材の劣化を調査・診断するための技術が必要になります。欧米各国では、住宅を長く使う習慣があり、中古住宅の流通が盛んです。古い木造住宅でも、売買時のホームインスペクションにより健全性が診断され、時代の要求に合った改修（リフォーム）が実施されています。このような仕組みを背景に、古い木造住宅でも中古住宅市場で流通し、さらに希少価値を持つ場合もあります（写真1）。日本でも木造住宅の流通を促進させるためには、「中古の木造住宅は劣化しているかも？」という住宅購入者の漠然とした不安（図1）を、解消する技術が必要になっています。



■ 写真1 築100年に近い木造住宅（カナダ）



■ 図1 中古木造住宅購入者の不安

# 木造住宅を「長く有効に使うため」の新しい調査・診断法

既存木造住宅を「長く有効に使うための技術・制度」の基本になるのが、改修（リフォーム）や流通などの際に必要な「既存木造住宅の調査・診断法」です。

## 長く有効に使うための、法令・制度の整備が進んでいます

「長期優良住宅の普及の促進に関する法律」（平成20年12月）の制定に見られるように、住宅を長く使うことが推奨されるようになりました。住宅を長期に使用するためには、親族間での継承だけでなく、中古住宅としての流通が重要になっています。国土交通省では既存住宅の流通活性化を目指して「既存住宅流通活性化等事業」を平成22年度から始めています。

## どんな時に「既存木造住宅の調査・診断」が使われているのでしょうか？

### 既存住宅の性能表示制度

「住宅の品質確保の促進等に関する法律（品確法）」の「既存住宅を対象とした性能表示制度」が平成14年12月から運用され、既存住宅の健全性が客観的に診断されるようになりました。

### 中古住宅の売買における瑕疵保険制度

中古住宅を流通させるためには、「中古の木造住宅は劣化しているかも？」という住宅購入者の「不安」を解消する必要があります。日本では「住宅瑕疵担保履行法」（平成19年法律第66号）が制定され、既存住宅を検査して買主に対して保証を行う「既存住宅売買瑕疵保険制度」が平成22年4月に始まりました。

これらの制度では、目視を中心とした非破壊の調査・診断が実施されています。

## 非破壊診断と微小破壊診断を組み合わせた診断手順

既存木造住宅の木部を診断するための方法は、「非破壊診断」と「微小破壊診断」の2種類に分類されます。「非破壊診断」は、目視や内視鏡・工業用 X 線撮影などを用い、劣化した部材を発見することに有効です。しかし、一般的に強度等の詳細な情報を得ることは出来ません。一方で、「微小破壊診断」は部材に釘穴程度のキズ跡が残るために、適用できる部材・部位が限られますが、部材強度の推定が可能で、部材交換などの具体的な検討を行うことができます。このような2種類の診断手法を組み合わせ、最初に「非破壊診断」を実施し、劣化の疑いがある部位を特定した上で、次に「微小破壊診断」を適用することが、有効な診断手順となります。

## プローブの引抜強度を用いた診断法

建築研究所では、RILEM（国際建設材料・構造試験研究機関・専門家連合）の研究委員会（TC215-AST）を利用して各国と情報を交換しながら、定量的な診断技術（微小破壊診断）を開発してきました。木材は、一般に腐朽すると軽くなり（重量低下・密度低下）、同時に各種の強度が低下します。本法では、木材劣化の特徴を利用して、木材の「密度」や「せん断強度」に対する診断を行います。この診断法で用いる測定用プローブは、先端部にねじ状の「検出部」を持っており、診断対象に合わせていくつかのサイズがあります。この

うちの標準プローブは、直径 4mm、長さ 12.8mm のねじ状の「検出部」を持っています（写真2 (a),(b)）。診断の手順は、目視等で発見された劣化の疑いのある箇所に先穴を設け（標準プローブの場合は直径 3mm）、次にドライバー等を用いて測定用の標準プローブを先穴にねじ込みます。次に、写真3に示すポータブル引抜試験器をプローブの頭部に連結し、試験器のハンドルを回すことにより、プローブを徐々に引抜き、引抜強度（最大値）を測定します（写真4）。このプローブの「引抜強度」から、実験をベースに得られた2つの回帰式を用いて、診断対象木材の「密度」や「せん断強度」を推定し、診断に利用します。



(a) プローブ (b) 木材中のプローブ  
 ■ 写真2 標準プローブ  
 （プローブ検出部のねじ山の間にめり込んだ木材が、引抜力に対して抵抗する）



■ 写真3 ポータブル引抜試験器と強度表示計  
 （○部で、試験器のフックとプローブ頭部を結合）



■ 写真4 ポータブル引抜試験器上部のハンドルを回してプローブを引抜き、引抜強度を測定する様子

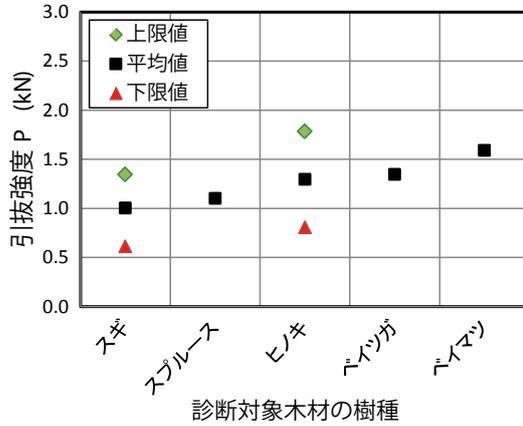
## 劣化の判定法

推定した木材の密度やせん断強度を元にして、以下のいずれかの方法で診断対象木材の劣化を判定します。

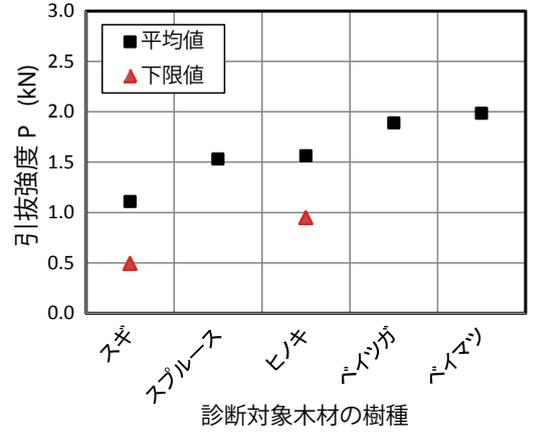
1, **ベンチマーク法** 診断対象木材と同一樹種の新材（ベンチマーク材）を用意して、プローブの引抜強度測定を同様に実施して、「診断対象木材の引抜強度」と「ベンチマーク材の引抜強度」を比較することにより、診断対象木材の劣化の程度を判定します。後述の写真5、図5はその適用事例を示します。

**2. 公称値法** プローブの引抜強度測定から推定された「診断対象木材の性能値」を、一般に公表されている「同一樹種の新材の公称値（密度やせん断強度の、平均値や上・下限値）」と比較することにより、診断対象木材の劣化の程度を判定します。

公称値法を用いた判定法では、木材工業ハンドブック（森林総合研究所）に掲載された公称値（密度、せん断強度）に対応した引抜強度を、実験から求めた2つの回帰式（密度用とせん断用）を用いて計算し、利用します。図2は「密度の公称値に対応した標準プローブの引抜強度」を、図3は「せん断強度の公称値に対応した引抜強度」を示します。両図は、「診断対象材」の性能（密度、せん断強度）が、「新材」の性能の範囲（母集団）に収まっているかどうかを現場で確認することができる、簡易診断図になっています。判定では、診断対象木材の樹種を図2および図3に示すグラフの横軸から選び、測定した診断対象木材の引抜強度 P をグラフの縦軸に当てはめます。その交点が「公称値の上限値マーク（図中の緑◆）」もしくは「平均値マーク（図中の黒■）」と、「下限値マーク（図中の赤▲）」の間に位置している場合は、「診断対象木材の性能」が、「新材の性能分布



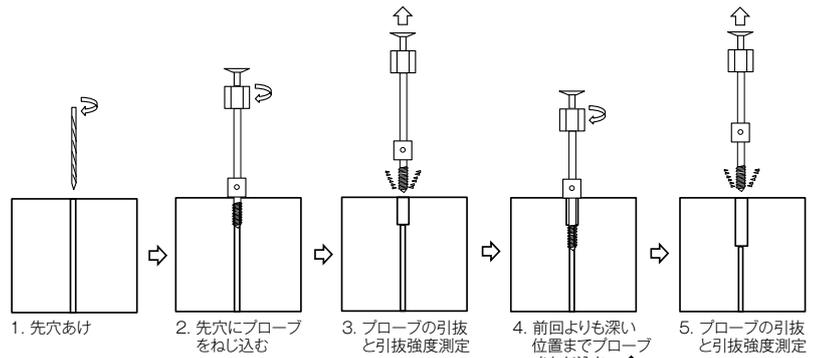
■ 図2 密度の公称値に対応した引抜強度（密度に基づく簡易診断図）



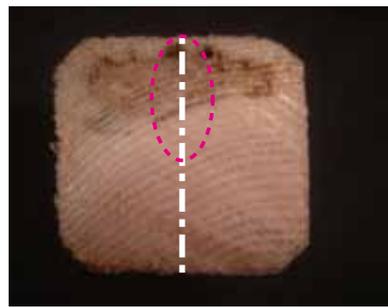
■ 図3 せん断強度の公称値に対応した引抜強度（せん断強度に基づく簡易診断図）

## 深さ方向の引抜強度分布の測定

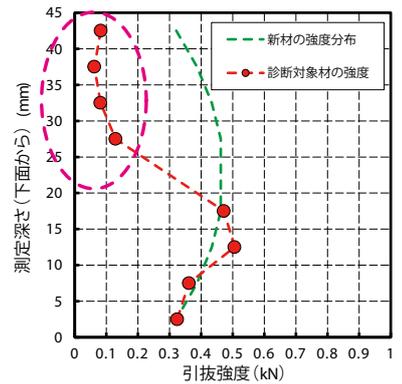
この診断で使用するプローブには、先端部に「ねじ状の検出部（刃）」が付いており、木材中にねじ込んだ「ねじ山の間隙」にめり込んだ木材の抵抗（引抜強度）を測定することができます（写真2(b)参照）。1つの先穴で、それぞれ異なる深さで複数回引抜強度を測定することにより、木材断面内のプローブの引抜強度の分布を測定することができます。図4はその手順を示します。図5は写真5の木材の引抜強度分布を測定したものです。ベンチマーク法で判定するための、比較対象となる新材の強度性能を、図5中の緑色破線で示します。なお、小断面部材用に小型のプローブを使用しているため、図2と図3の引抜強度とは、対応していません。測定した「診断対象材の強度」の分布（赤色破線）と「新材の強度分布」（緑色破線）を比較すると、木材内部で生じた「劣化部位」を特定することができます。劣化していると判断される部位は、図5および写真5中で桃色破線に囲まれた部位になります。この測定法は、1つの先穴で複数回の測定を行うためにやや時間がかかりますが、木材内部の劣化状態を外部から定量的に調べることができます。



■ 図4 深さ方向の引抜強度分布の測定法



■ 写真5 内部に劣化が生じた木材の例（白鎖線は、測定用穴の位置を示す）



■ 図5 木材（写真5）断面の引抜強度分布（小型プローブを使用して測定）

## 被覆材への対応と補修

このプローブの引抜強度を用いた診断法は、「石こうボードや化粧板などで被覆された木材」の診断も、行うことができます。この場合、石こうボードなどの被覆材にプローブを通す穴（直径 4mm 程度）を開け、その下の診断対象木材の引抜強度を測定します。石こうボードなどの被覆材および診断対象木材には、「プローブを挿入した穴（直径 4mm）」が残りますので、これらの穴は「パテ」や「木栓」などで補修します。

範囲」内にあることを示しています。交点が下限値ラインを下回る場合には、「診断対象木材の性能」が「新材の性能分布範囲」から外れ、性能に「劣化が生じている」と判断できます。また、「劣化の程度」も「診断対象木材の残留性能は、下限値の〇〇%程度」や「平均値の〇〇%程度」などと、定量的に判断することができます。なお、「引抜強度」と「密度」もしくは「せん断強度」との関係は、それぞれ異なるため、図2と図3の利用にあたって専門的な知識と総合的な判断が必要になります。なお、図2と図3の横軸に示す樹種の中で、輸入材については平均値（図中の黒■）のみを示しています。

## おわりに

「木造住宅を長く有効に使用する」ためには、使用されている木材が劣化していないか調査・診断し、必要な改修等を適時実施することが重要です。この「プローブの引抜強度を用いた診断法」が、「木造住宅の長期有効利用」の普及促進に貢献できればと考えています。建築研究所では、今後も「木造住宅を長く有効に使用するための技術開発」を進めていきたいと思っております。

[材料研究グループ 研究員 山口修由]

## 国際地震工学センターにおける「中南米 建物耐震技術の向上・普及」研修の紹介

国際地震工学センターでは、平成26年度から、新たに、「中南米 建物耐震技術の向上・普及」研修（以下、「中南米地震工学研修」という。）を実施し、研修生を対象に、我が国等の耐震設計・施工・診断・補強の技術と制度等を学ぶことにより、自国での耐震建築の普及や、将来の地震被害の軽減に貢献する研修を行っていますので、ご紹介します。

例年、国際地震工学センターでは、それらの国々以外からも大勢の研修生を受け入れてきました。一方で、中南米諸国は地震が頻発する地域ですが、耐震建築の技術普及が遅れており、地震による建物倒壊でこれまで多くの人的・物的被害が発生しています。独立行政法人建築研究所は、これまでペルー、チリ、メキシコ、エルサルバドル、ニカラグア等で、独立行政法人国際協力機構（JICA）の技術協力プロジェクトに関与すること等により、耐震工学関係の技術協力を実施してきました。このような状況と、中南米地域が元々英語圏ではないことを考慮し、建築研究所とJICAでは、平成26年度から中南米地震工学研修（使用言語：スペイン語）を、6月～7月頃の約2ヶ月間、実施しています。

平成26年度は、4ヶ国（ドミニカ共和国、エルサルバドル、ニカラグア、ペルー）から14名の研修生が参加しました。研修は、つくば市に位置する同センターで開始され、研修終盤の7月下旬には、エルサルバドルに移動して、国立エルサルバドル大学（UES）、私立ホセ・シメオン・カニヤス中米大学（UCA）等において、在外研修が実施されました（写真1, 2）。なお、本研修は、平成27, 28年度にも、予定されています。



写真1 UESでの壁の水平加力要素実験



写真2 UCAでの壁の水平加力実大実験

## Q&Aコーナー

Q：国立研究開発法人について教えてください。

A：独立行政法人である建築研究所は、独立行政法人制度改革により、平成27年4月から、「国立研究開発法人建築研究所」という名称になります。

独立行政法人は、国の政策を実現するための実施機関として、これまで各方面で成果を挙げています。一方、様々な問題点が指摘されたことから、制度改革の検討が行われた結果、独立行政法人通則法の改正が行われました（平成27年4月施行予定）。主要な改正内容の一つとして、業務の特性に対応した法人のマネジメントを行うため、「中期目標管理法人」「国立研究開発法人」「行政執行法人」の3つの分類を設けることとなりました。

「国立研究開発法人」は、研究開発に係る業務を主要な業務として、中長期的（5～7年）な目標・計画に基づき行うことにより、我が国の科学技術の水準の向上を通じた国民経済の発展その他の公益に資するための研究開発の最大限の成果を確保することを目的とする法人です。建築研究所は、国立研究開発法人として位置づけられ、「研究開発成果の最大化」を第一目的に、新たなスタートを切ることになります。

● Q&Aコーナーは、読者の方から頂いたご質問にお答えするコーナーです。

ご質問は、epistula@kenken.go.jp までお知らせ下さい。

## 編集後記

日本では昭和の高度成長期に、多数の建築物がスクラップ・アンド・ビルドされ、建築物の使用期間（いわゆる経済的寿命）が短くなっていました。建築物の寿命に関するこのようなイメージが広く浸透して、建築物の物理的寿命も短いようなイメージが広がっていました。近年は、「長期優良住宅の普及の促進に関する法律」が制定されるなど、建築物を長く使うことに関心が集まるようになりました。建築物が長く使われるためには、新築の段階で「魅力的な建物」であることが重要です。この場合の魅力とは、施主の視点だけでなく、普遍的な魅力があることで、このような建物はたとえ当初の機能が低下しても、人は壊すことをためらい、工夫を加えて残そうとするものです。このような「魅力のある」名建築が、身近なところでも増えることを期待しています。今回の特集「既存木造住宅の調査・診断法」が、その一助となることを願っています。（N. Y.）

## 建築研究所講演会のご案内

「建築研究所講演会」は、毎年3月に研究成果や調査活動の発表を通して、住宅・建築・都市分野の最新の技術情報を広く一般の方々に提供するために開催しています。

今年度の講演会では、「日本を支える建築技術 建研の取組み 一国立研究開発法人スタート」をテーマとして、建築研究所が取り組んでいる研究活動を中心に、これから果たしていくべき役割や、住宅・建築・都市分野における研究開発の最新情報をいち早くご紹介します。会場のホールロビーでは、研究成果等をポスターにして展示するとともに、研究者が直接説明するコアタイムを予定しています。

また、特別講演として、筑波大学大学院教授の山海嘉之氏をお招きして、「建築におけるサイバニクスの可能性～革新的な支援技術がつくる近未来社会～」というタイトルでご講演をいただく予定となっております。

なお、本講演会は、(社)日本建築士会連合会の建築士会継続能力開発（CPD）プログラムに認定されており（午前3単位：午後3単位）、入場は無料（事前登録は不要、入場は先着順）です。

皆様のご来場を心よりお待ちしております。

### 開催概要

日 時：平成27年3月6日（金）  
10:30～16:30（開場10:00）  
会 場：有楽町朝日ホール  
（東京・有楽町マリオン11階）  
※詳細はホームページをご覧ください。  
（<http://www.kenken.go.jp/>）

## 出版のご案内

### 建築研究資料163号

アスベスト含有建材の劣化時および除去工事時におけるアスベストの飛散性に関する調査報告書



寒牡丹  
Photo by M.Kato

# Epistula



第68号 平成27年1月発行  
編集：えびすつらら編集委員会  
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.029-879-0627

●えびすつららに関するご意見、ご感想は  
epistula@kenken.go.jpまでお願いいたします。  
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>）