

建物の健全性を維持する

49 非破壊検査による木造軸組みの断面欠損評価の可能性

地震大国の我が国において、歴史的建造物の震災被害を軽減するためには、日常から構造部材の腐朽や虫害などによる断面欠損等の異常を察知し、その対策を早期に講じることが重要である。その促進のためには、地域の建築士らが既存木造建物(土蔵造を含む)の構造部材の劣化状況を簡便に推定できる初期診断手法の確立が必要である。そこで、断面欠損を模擬した要素試験体を製作し、非破壊もしくは微小破壊による2つの診断手法の適用性を検証する。

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種類に分類される²⁾。本項では、地域の建築士らが高度な専門知識を必要とせず、木造軸組の劣化状況を簡便かつ安定的に推定できる初期診断手法の検証を目的に、シュミットハンマーP型(写真1)を用いた非破壊診断と、応力波速度測定器 FAKOPP(写真2)を用いた微小破壊診断の適用性を検証した。

従来より建築士や大工がハンマー等による打音で異常を察知することが行われている。しかし、診断結果には個人差があるほか、同一人物でも打撃力が常に一定とは限らず、診断者の経験に依るところが大きい。そこで、コンクリート強度を簡便に推定する機器として汎用されてきたシュミットハンマーの内、衝撃エネルギーが小さく木材への負担も無いP型に着目した。これを用いるその他のメリットとして、誰でも打撃力が一定であることや出力結果が単純明瞭で評価が容易であることなども挙げられる。しかし、本来はコンクリート強度推定のための機器であり、本研究目的のような用途への適用性を究明する必要がある。



写真1 シュミットハンマーP型



写真2 応力波速度測定器

一方の応力波速度測定器(FAKOPP)は、図1に示すように発信子から受信子までの応力波速度から、生木や製材の内部異常やヤング係数等を評価することに用いられている装置である。一般に健全な同じ樹種であれば、材の経年に拘わらず応力波速度に大きな差異は無いと見られている。しかし、断面欠損している場合は、伝播波が迂回するために伝播時間が遅くなることが考えられる。これによる診断手法は、評価指標が応力波速度だけで明瞭だが、端子を軸組に打込むため、直径3mm程度の穴をあけてしまう。また、健全な側面に対する“表面法”による診断の有効性について検証する必要がある。



図1 応力波の伝搬経路のイメージ³⁾

上記の2つの診断手法の適用性を検証するために、断面が120mm角のスギとヒノキ(いずれも栃木県産無等級KD材)を使用し、図2のようなCase1~3の試験体をそれぞれ18体ずつ製作した。Case1は無垢の製材であるが、Case2及び3

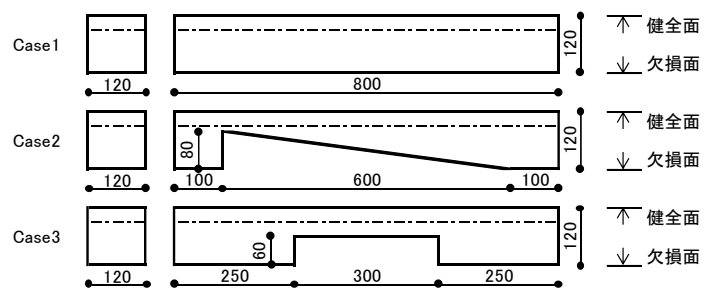


図2 試験体概要

単位:mm

は柱や土台が腐朽等で断面欠損した状況を模擬した試験体である。ここで、図中側面図の下面を“欠損面”、上面を“健全面”と呼ぶことにする。

■シュミットハンマーP型による診断手法の適用性

健全面の材心を3回打撃(写真3)し、その平均を評価する。打撃する位置は 100mm 間隔で計8点とする。

診断結果の一例として、Case1 と Case3 の各点における反撥係数を図4に示す。Case1 の反撥係数はスギもヒノキも概ね一定であるのに対して、Case3 では断面の厚さに応じて結果に明瞭な差異が生じ、また節の近傍では反撥係数が大きくなるのがわかった。この結果より、反撥係数は断面厚さと明らかに関係していることが確認でき、シュミットハンマーが初期診断手法として有効になり得ることを確認した。

■応力波速度測定器(FAKOPP)による診断手法の適用性

測定方法を図5、写真4に示す。ここでの検証は、同一面に発信子と受信子を設置して測定する“表面法”で行った。まず、欠損面と健全面のそれぞれにおける応力波速度(測定間距離 700mm)を測定し、両者の差異を把握する。

Case1 および Case3 について欠損面と健全面の応力波速度を比較して図6に示す。Case1 では測定面に関係なく概ね一定である。一方の Case3 では健全面の応力波速度は Case1 と同程度であるのに対して、欠損面の応力波速度は波が欠損部分を回折するために応力波速度が明らかに遅くなっている。平均で見ると欠損面の応力波速度は、Case2 では健全面の 65~68%、Case3 では 76~77%となった。

■まとめ

これらの結果をベンチマークとして現場で測定した値と比較したり、明らかに健全な部位と腐朽が疑われる部位の結果を比較することにより、診断対象部位の欠損の程度を判定できると考える。ただし、木材の腐朽は含水率や密度、強度等とも関係が深い。さらに、実際の診断対象部位の欠損面は土壁で覆われている。しかし、今回の検証は健全な木材で、なおかつ土壁が付着していない試験体で行った結果である。実用化にあたってはそれらの影響等についても検証する必要がある。



写真3 シュミットハンマーによる検証の様子



写真4 応力波速度測定器による検証の様子

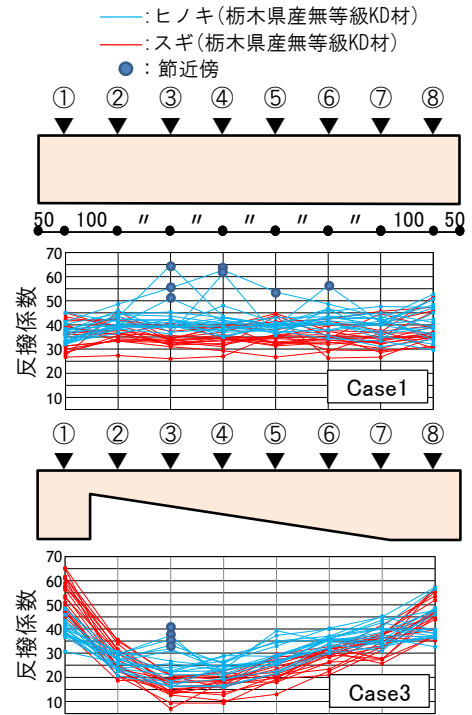


図4 シュミットハンマーによる診断結果

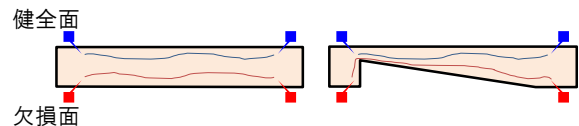


図5 応力波速度測定器による測定方法

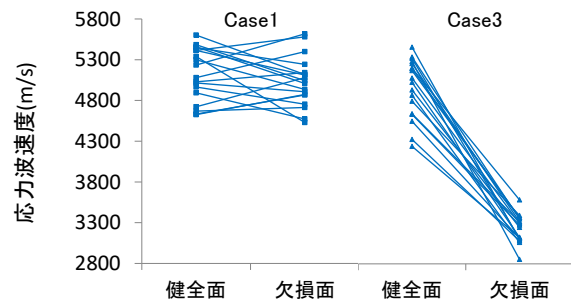


図6 ヒノキ(栃木県産無等級KD材)の結果

参考文献 (下線の文献は本項に關係する発表論文等を示す)

- 1) 井上綾大: 非破壊検査による木造軸組の断面欠損評価に関する研究、小山工業高等専門学校建築学科卒業研究、2015年2月
- 2) 山口修由: 既存木造住宅の調査・診断法、建築研究所、BRINEWS、vol.68、2015年1月
- 3) 木材応力波速度測定器 FAKOPP カタログ