

超音波伝播法による木材の非破壊評価（第2報）

今西祐志*

Nondestructive Evaluation of Wood by Ultrasonic Propagation Method (II)

IMANISHI Hiroshi*

木材の組織構造を非破壊的に評価するため、超音波試験を実施して伝播速度と組織構造との関連を調査した。超音波試験は木材の同一面に発信・受信センサーを設置する表面法により行い、センサーは木材表面に凹凸がある場合にも比較的容易に密着させることができる尖塔形のものを使用した。伝播方向が繊維に平行の場合、伝播速度は年輪や樹心からの距離との関連があることが推察された。また、伝播方向が繊維に直交の場合、測定位置の伝播速度への影響は比較的小さいことが分かった。

1. 緒言

視覚的な魅力が重要視される木製家具等の製造においては、木材内部の年輪の様子や節の有無などの情報を非破壊的に入手できれば非常に有益である。木材の材料特性などを把握する非破壊試験法は様々な種類がある¹⁾が、本報では木材加工の現場での取り扱いが比較的容易な、超音波を用いた非破壊試験に着目する。超音波を用いた木材の非破壊試験に関する報告は多数ある²⁻⁶⁾が、既往の研究で用いられているセンサーの多くは円柱形で、表面に凹凸がある木材とセンサーを密着させるのは困難である。本報では、木材表面に密着させることが比較的容易な尖塔形のセンサーを使用して、木材の同一面に発信・受信センサーを設置する表面法による超音波試験を実施し、伝播速度と組織構造との関連を調査した。

2. 実験方法

2.1 供試材料

超音波試験にはナラ (*Quercus serrata*) の気乾材を用いた。試験体寸法は100×100×30mmで、試験体数は板目材と柾目材でそれぞれ10である。全試験体の平均含水率は11.5%である。

2.2 超音波試験

本報で使用した測定機器は、振動数が54kHzの超音波パルスを発信センサーから繰り返し周波数

5Hzで発信し、受信センサーで感知した波形を記録するものである。使用したセンサーは、試験体と接触する部分が直径4mmの尖塔形のものである。測定は図1のように、各試験体の正方形の面上で発信と受信の各センサーの先端を試験体表面に接触させて行った。

図2に受信波形の一例を示す。縦軸は最大値を基準とした百分率 (%) で示してある。超音波パルス発信から振幅の大きさが1%超となるまでの時間を伝播時間とし、発信と受信の各センサーの先端の間隔（センサー間距離）を伝播時間で除して伝播速度を算出した。

2.2.1 センサー間距離の検討

各試験体の正方形の面の中心線上で、45～80mm

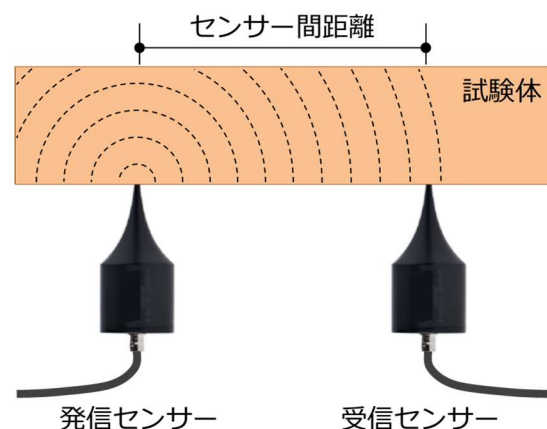


図1 超音波試験の方法（表面法）

* 試験研究部

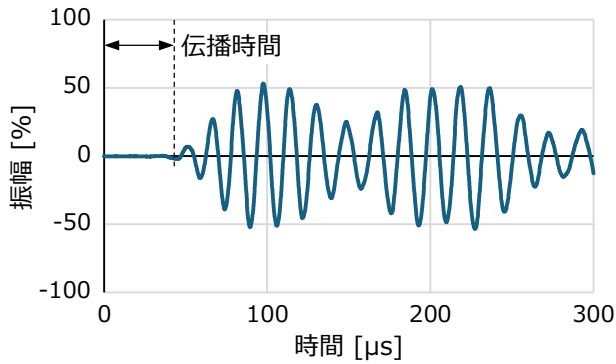


図2 受信波形の一例

のセンサー間距離で伝播時間を測定して伝播速度を算出した。また、それぞれのセンサー間距離で試験体なしでの伝播速度も併せて求めた。

2.2.2 伝播速度の分布

図3のように、各試験体の正方形の面の中央60×60mmの範囲を10mm間隔でメッシュ分割し、センサー間距離60mmで伝播速度を求めて、組織構造との関連を調べた。

3. 結果と考察

3.1 センサー間距離と伝播速度の関係

図4に、センサー間距離と伝播速度の関係を示す。45～80mmのいずれのセンサー間距離でも、超音波は試験体なしの場合で空气中を伝播した。試験体ありの場合の伝播速度は、センサー間距離が小さいと試験体なしの場合のそれと一致する事象が見られた。この事象は、L方向ではセンサー間距離55mm以上、R方向及びT方向ではセンサー間距離60mm以上では見られず、これらは図1のような超音波試験で試験体の伝播時間を測定する際に注意すべきと考えられる。なお、伝播速度の大小関係はT方向<R方向<L方向であった。

3.2 伝播速度と組織構造の関係

図5に、伝播速度の分布を示す。伝播方向が繊維に平行の場合では、中央で最大となる山形の分布となった。これらのうち、板目板の測定結果は年輪との関連、柾目板の結果は樹心からの距離との関連があることが推察される。今回の検討で用いた試験体はいずれも無節であるが、節の存在により

		試験体	
		板目板	柾目板
伝播方向	繊維に平行		
	繊維に直交		

単位 : mm

図3 伝播時間測定の方角と位置

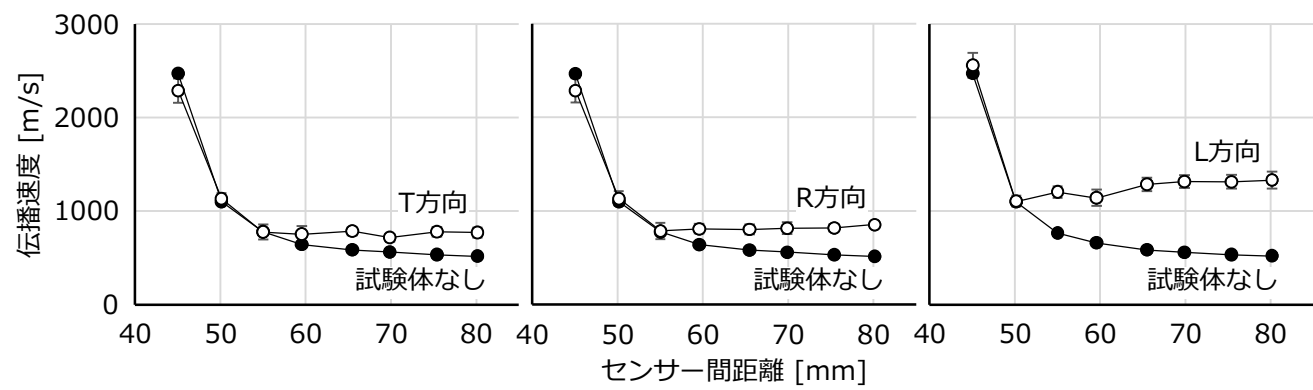


図4 センサー間距離と伝播速度の関係

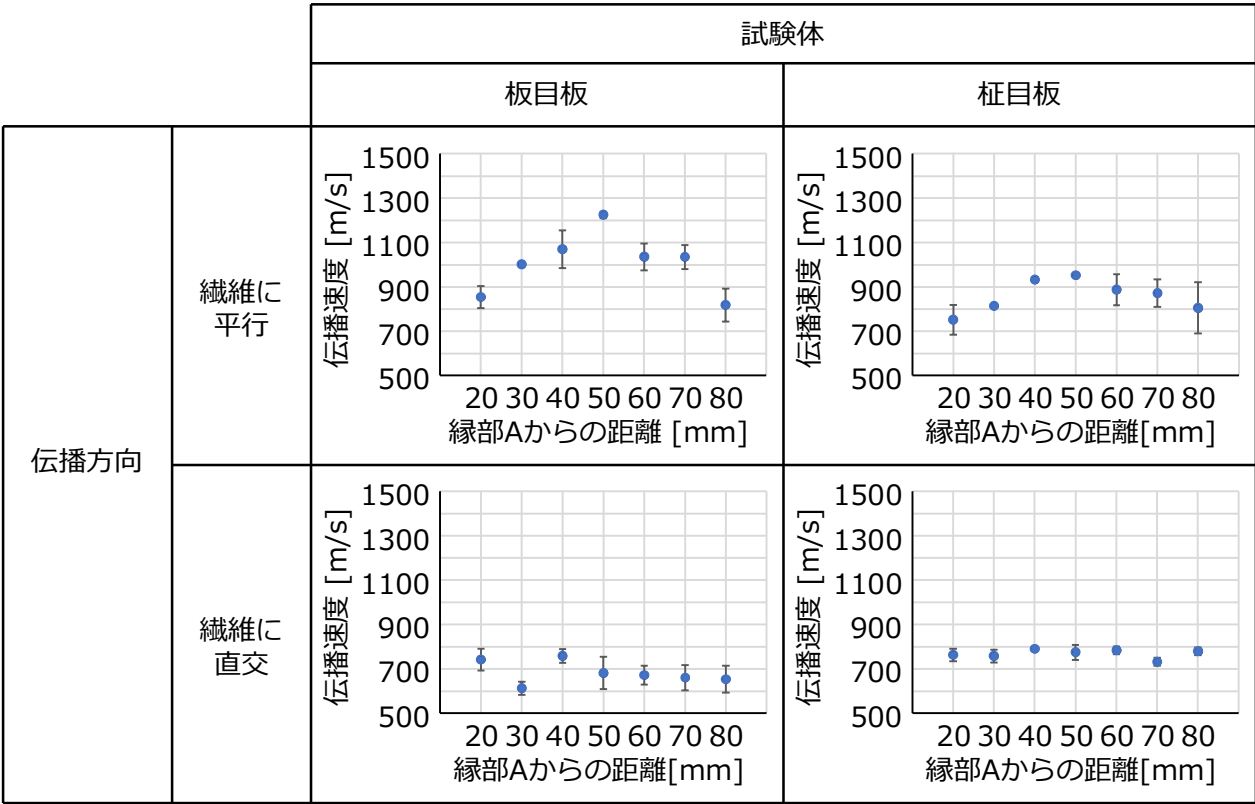


図5 伝播速度の分布

測定結果が影響を受けることが報告されており⁷⁾、組織構造との関連をより詳細に検討することにより、内部の節を検出する技術開発の可能性が期待できる。繊維に直交方向の場合では、板目板と柾目板のいずれも分布は概ね平坦で、T方向の伝播速度である板目板の結果のばらつきの方が大きい結果となった。伝播方向による伝播速度の違いについては、板目板では繊維方向は繊維直交方向の1.2～1.7倍、柾目板では1.0～1.2倍であった。

4. まとめ

本報では、超音波を用いた木材の材料特性の推定を目標として、従来の円柱形ではなく、測定対象物への接触面積の小さい尖塔形の超音波センサーを用いて、木材の超音波伝播速度に及ぼす要因を検討した。計測は木材の同一面に発信・受信センサーを設置する表面法により行った。板目板及び柾目板の試験体を作製し、様々なセンサー間距離で伝播速度を求めた。また、表面中央付近を10mm間隔にメッシュ分割して伝播速度の分布を計測した。

得られた結果を以下に示す。

- ・表面法での測定では60mm以上のセンサー間距離が必要であった。
- ・伝播方向が繊維に平行の場合、伝播速度は年輪や樹心からの距離との関連があることが推察された。
- ・伝播方向が繊維に直交の場合、測定位置の伝播速度への影響は比較的小さいことが分かった。

参考文献

- 1) 例えば、浪江和隆他：応力波伝播法に基づく木材の完全非破壊型ヤング係数推定法の提案、日本建築学会構造系論文集、第78巻、第686号、pp. 833-838、2013.
- 2) 三城昭義：木材中の超音波伝播速度と水分（第1報）木材中の超音波伝播速度に及ぼす水分傾斜の影響、木材学会誌、第41巻、第12号、pp. 1086-1092、1995.
- 3) 三城昭義：木材中の超音波伝播速度に及ぼす木理角、年輪傾角の影響、木材学会誌、第42巻、第2号、pp. 211-215、1996.
- 4) 三城昭義：木材中の超音波伝播速度に及ぼす密度の影響、木材学会誌、第42巻、第9号、pp. 887-894、1996.
- 5) 鈴木弘志他：木材の超音波伝播速度におよぼす繊維傾斜角の影響、木材学会誌、第36巻、第2号、pp. 103-107、1990.
- 6) 後藤崇志他：腐朽処理した木材の超音波伝播速度及び部分圧縮強度の変化 超音波伝播速度の低下と残存強度との関係、木材学会誌、第57巻、第6号、pp. 359-369、2011.
- 7) 速水紀文他：超音波を用いて得られる木材の伝播速度、日本建築学会技術報告集、第23巻第54号、pp. 469-474、2017.