【報告】

木製品に適した非破壊検査法の開発

― 打音検査法の応用 ―

工芸科　　赤堀　篤　佐野禎彦　櫻川智史*

Development of the nondestructive inspection system for wooden goods

－Acoustic grading method－

Atsushi Akahori,Yoshihiko Sano,Satoshi Sakuragawa

It is known that the Young's modulus can be measured by the Acoustic Grading Method. We tried using the transverse vibration method for T model made by the beech with dowel bonding. The tap tones were analyzed by a FFT (Fast Fourier Transformation) Spectrum Analyzer to identify the resonance frequency. As a result, the bonding was tightness, three clear peaks appeared, but the bonding was loosely, the number of the peak decreased and peak width became wide.

1．はじめに

家具製造分野では、製品の強度・耐久性は、試作品や抽出品を用いた強度試験により確認しているが、出荷前の検査は、目視による外観検査に頼っている。一方、大量生産の分野では、非破壊・全品検査が導入され、X線透過装置などの高額な機器を導入しても十分に利益を上げている。今回は、非破壊検査法の一つ、打音検査に着目し、安価で、短時間で可能な、木製品向けの非破壊全品検査技術の開発を目的に、椅子脚部をモデル化したT型試料を用いて実験した。

2．実験方法

2．1　試料の作成

ブナ材を用い、300×50×20mmを横、250×50×20mmを縦に、ϕ10×50mmのナラダボにより接合してT型試験片を作成した。ダボ穴径を9.8、9.9、10.0、10.1、10.2mmとして5種類の勘合度、また、酢酸ビニル樹脂エマルジョン接着剤（CH-18、コニシ㈱）の有無で2種類、各5点、合計50点用意した。

2．2　インパルスハンマによる打音解析

図1に示したように、T型試験片の3つの先端20mmを両面テープ（VHB Y-4931，3MTM）で50×50×40mmの鋼製ブロックに担示し、T字付け根の直下にマイクを置き、インパルスハンマ（GK-300，小野測器㈱）による打撃音を収録した。収録は無響室で行い、打撃は場所を変えながら10回のデータを、FFTアナライザ（DS-2100，小野測器㈱）により解析した。また、一部は、USBオーディオプロセッサ（SE-U55X（S），オンキョー㈱）を介してノートPCに録音し、フリーソフトWave Spectra Ver1.40を用いて周波数解析を行い、FFTアナライザの解析結果と比較した。

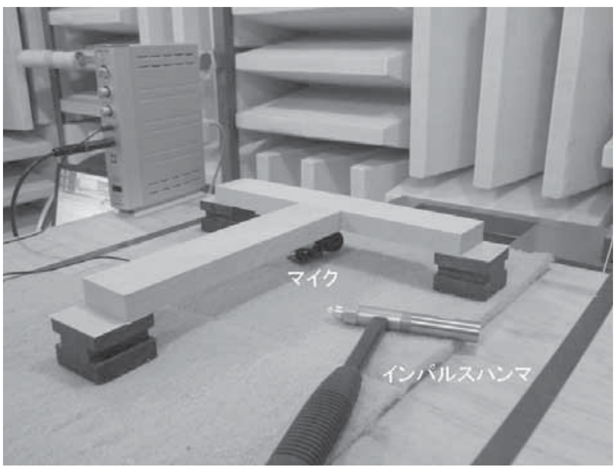

図1　インパルスハンマによる打音検査

3．結果と考察

図2～11にWave Spectraによる周波数解析結果

*）現　バイオマス循環プロジェクトスタッフ

【報告】

の例を示した。上部が生波形（横軸は時間)、下部がFFT矩形解析（横軸は周波数０～５kHz）結果である。

また、図12、13にFFTアナライザの解析結果の例を示した。

最も剛性が高い、ダボ穴径9.8mm接着剤ありの試料では、850Hz付近を頂点とし、３本のピークが観察される事例が多かった。また、同じ9.8mm径でも接着剤が無い場合、３本のピークが幅広になった。9.9mmでは、頂点が800Hｚ付近となり、接着剤があってもピークが２本になる例が見受けられ、接着剤なしでは全てピークが２本となった。ダボ径が10.0mmになると、接着剤があってもピークが２本となり、接着剤なしではピークが１本となるものも観察された。

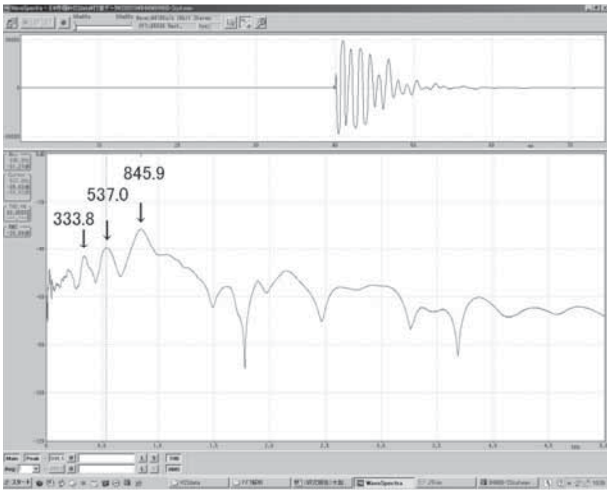

図２　インパルスハンマ打音例
ダボ穴径9.8mmボンドあり

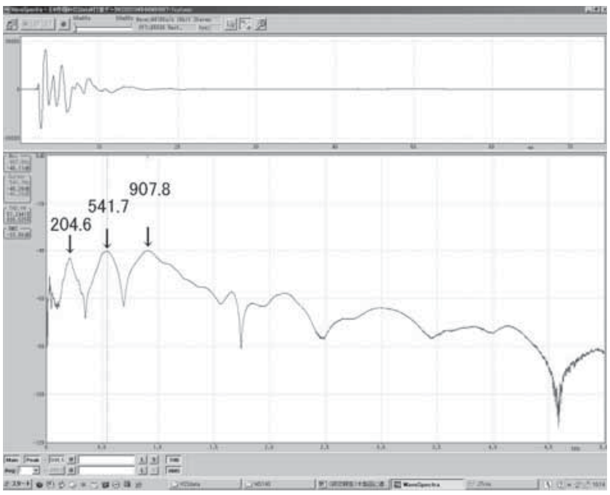

図３　インパルスハンマ打音例
ダボ穴径9.8mmボンドなし

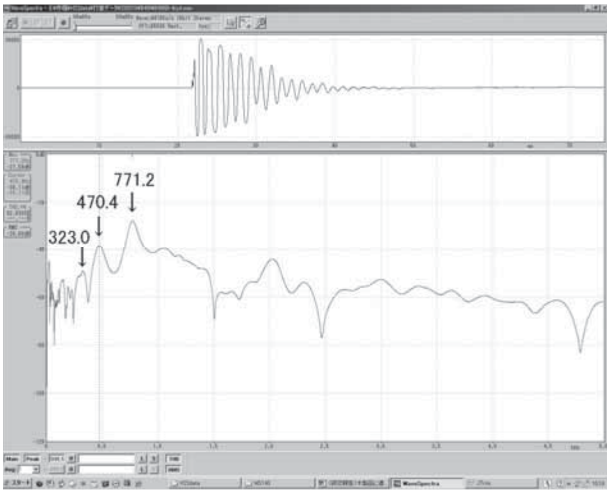

図４　インパルスハンマ打音例
ダボ穴径9.9mmボンドあり

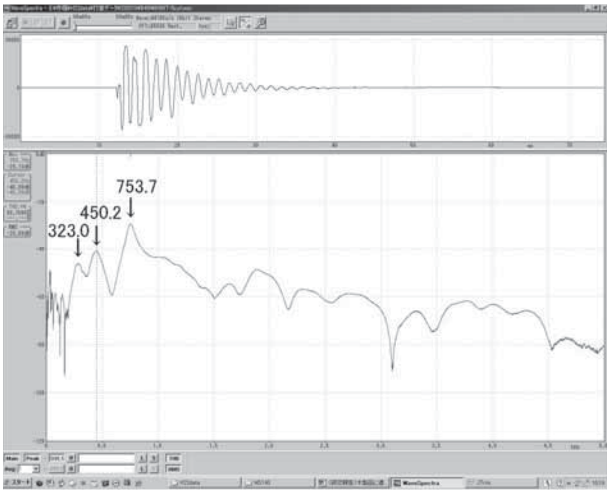

図５　インパルスハンマ打音例
ダボ穴径9.9mmボンドなし

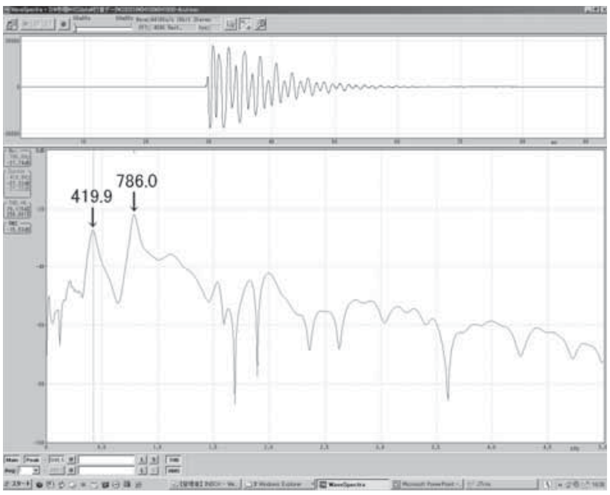

図６　インパルスハンマ打音例
ダボ穴径10.0mmボンドあり

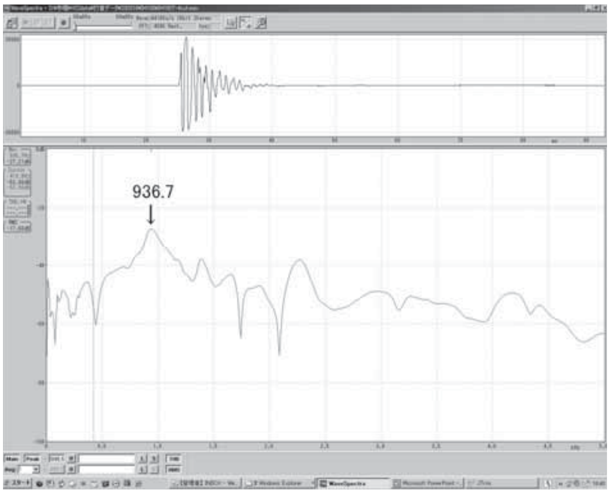

図７　インパルスハンマ打音例
ダボ穴径10.0mmボンドなし

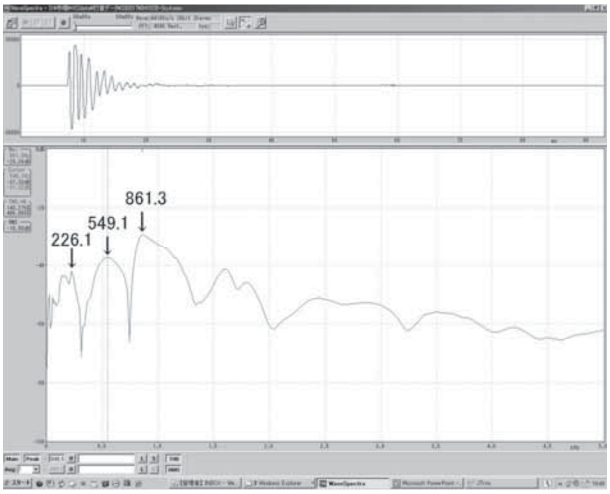

図10　インパルスハンマ打音例
ダボ穴径10.2mmボンドあり

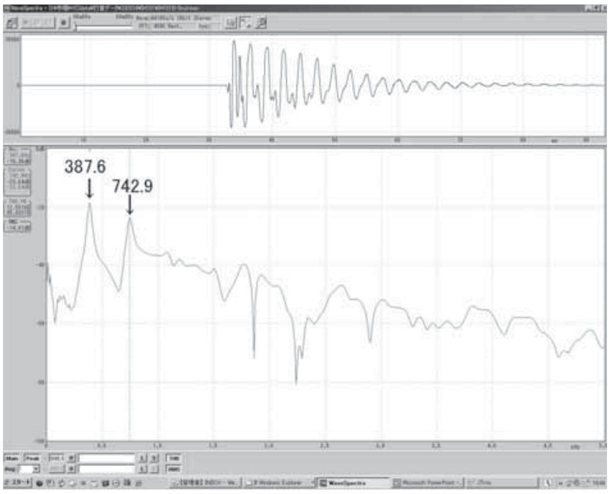

図８　インパルスハンマ打音例
ダボ穴径10.1mmボンドあり

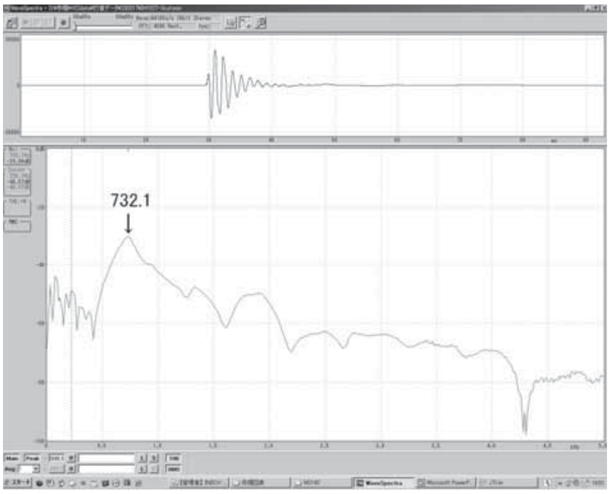

図11　インパルスハンマ打音例
ダボ穴径10.2mmボンドなし

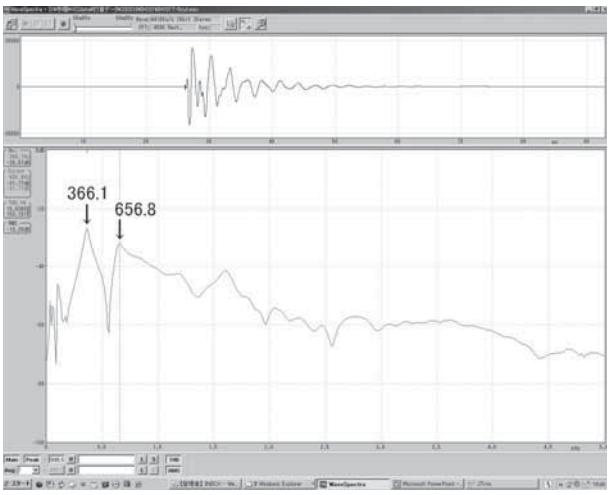

図９　インパルスハンマ打音例
ダボ穴径10.1mmボンドなし

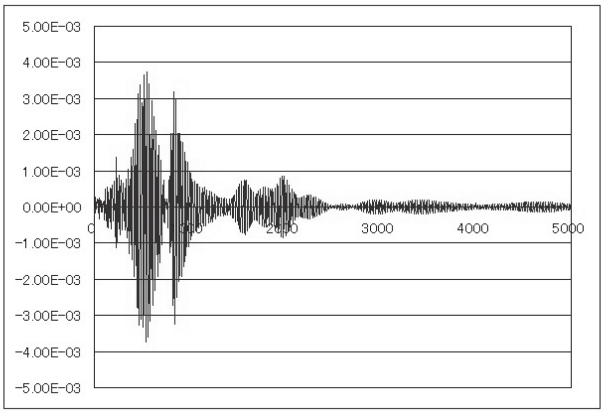

図12　FFTアナライザ解析例
ダボ穴径10.2mmボンドあり

【報告】

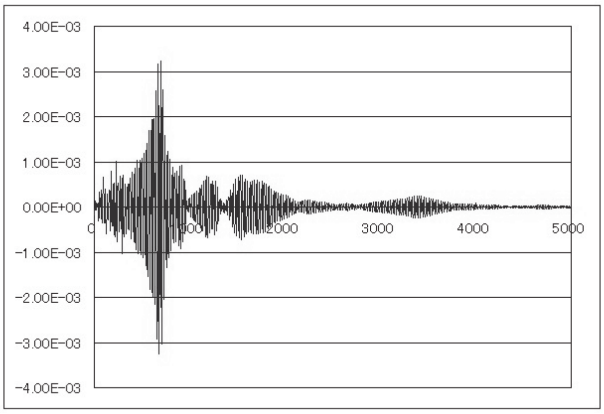

図13　FFTアナライザ解析例
ダボ穴径10.2mmボンドなし

ダボ穴径が10.1mm以上では、さらにピークが不明瞭になる傾向があった。FFTアナライザ解析も同様の結果となった。以上の結果から、試料の剛性が十分にある場合、試料全体の固有振動数、その倍音、３倍音としてピークが明瞭に観察される。一方、ゆるみが生じると、試料に様々な方向の振動が生じるため、ピークが不明瞭となることが予想された。

４．まとめ

インパルスハンマを用いた打撃音法は様々な分野で欠陥探索に用いられており、木材の分野では、非破壊でFFT スペクトルアナライザーによる固有（共振）振動数と質量から、材のヤング係数を求めるために応用されている[1)〜5)]。今回の結果でも、接合部のゆるみ状態が、周波数ピークの本数を数えるだけでも推測できることがわかった。今後、耐久性試験前後で打撃音の変化を見ることで、接合部の疲労との相関が見いだせれば、使用中の製品寿命を予測できる。引き続き、精度を高めつつ、できる限り安価な手法を検討していく予定である。

謝辞

本研究を進めるに当たり、御指導、御助言をいただいた国立大学法人　静岡大学農学部環境森林科学科　祖父江信夫 教授に厚く御礼申し上げます。

参考文献

１）祖父江信夫：木材の非破壊検査，木材学会誌．39(9)，p．973-979．1993-09

２）Sobue, Nobuo:Instantaneous Measurement of Elastic Constants by Analysis of the Tap Tone of Wood : Application to flexural vibration of beams, 木材学会誌．32(4), p. 274-279, 1986-04

３）Sobue, Nobuo：Measurement of Young's Modulus by the Transient Longitudinal Vibration of Wooden Beams Using a Fast Fourier Transformation Spectrum Analyzer, 木材学会誌．32(9), p. 744-747, 1986-09

４）Sobue, Nobuo; Kitazumi, Masayoshi：Identification of Power Spectrum Peaks of Vibrating Completely-Free Wood Plates and Moduli of Elasticity Measurements, 木材学会誌．37(1), p. 9-15, 1991-01

５）岩井哲；大林眞：木材弾性係数の非破壊計測のための工学実験教育における打撃音法の利用，広島工業大学紀要教育編，第６巻（2007）pp. 15-18