

(東工大・物質理工) ○西川晃司、赤坂修一、浅井茂雄

1. 緒言 織物は、軽量かつ適度な強度、耐久性などから被服地や複合材料の強化材などに用いられる。布の力学物性の評価は、布の一軸、二軸伸長といった変形様式によるものがあるが、これらは布を大きく伸長させるため、織物の変形の特徴である縦糸と横糸の交差角の変化の影響を免れない。そこで我々は、織物の構造を大きく変化させない微小な歪領域における非破壊の力学物性評価法として、Lamb 波を用いた評価法 (Dispersion method) に着目した。Lamb 波は平板中を伝搬するガイド波で、上下面の振動変位が対称な S モードと反対称な A モードの 2 種の伝搬モードがあり、それぞれに基本モードと高次モードが存在する。Dispersion method では、この Lamb 波の各モードの伝搬速度の周波数依存性を測定し、弾性パラメータを決定する。本研究では、直交異方性材料である織物の力学物性について、この評価法を用いて、織物の弾性率の面内異方性を評価した。

2. 実験 試料には綿ブロード (平織、厚: 0.21 mm、糸密度: 縦 130 本/インチ、横 70 本/インチ、色染社) を用いた。試料は金属枠に挟んで固定し、Fig. 1 に示すように、スピーカーから発した音波 (ホワイトノイズ) を試料の中心に照射して Lamb 波を励起し、レーザードップラー振動速度計により、試料の各位置での振動速度の測定を行った。測定は、試料の中心を通る直線上を 0.5 mm 間隔で 241 点とり、横糸方向を 0° と縦糸方向を 90° とし $0 \sim 90^\circ$ まで角度を 15° 刻みで変えて、計 7 方向について行った。

3. 結果と考察 得られた振動速度の空間・時間分布を二次元フーリエ変換し、振動速度振幅の波数・周波数分布を得た。この分布から基本反対称モード (A_0 モード) のピーク位置 (f, k) (f : 周波数, k : 波数) を検出した。綿ブロード 75° 方向の波数・周波数分布を Fig. 2 に例示する。図の破線領域中に A_0 モードのピークが見られる。各ピークの波数を伝搬速度に変換し、 A_0 モードの伝搬速度の周波数分散を得た。その後、弾性率をパラメータとして、Lamb 波の伝搬速度の理論式をフィッティングすることで、弾性率を求めた。Dispersion method による各方向の弾性率を Fig. 3 に示す。角度によって弾性率が異なり、横糸方向が最も小さく、縦糸方向に近づくにつれ大きくなった。

結果の妥当性の検討として、Dispersion method から得られた糸軸方向の弾性率を、DMA から評価した貯蔵弾性率と比較したところ、それぞれ同等な値を示した。したがって本測定および解析は、直交異方性材料の織物について有効であり、微小な歪領域の弾性率評価法として有用であると考えられる。

1) Sang-Ho Rhee, et al.: *Ultrasonics*, **47**, 55-63 (2007)

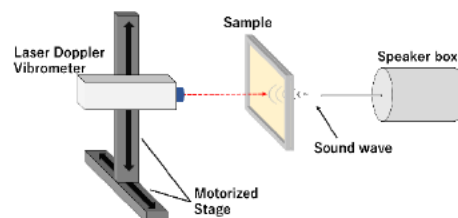


Fig. 1 Schematic diagram of experimental setup for the measurement of Lamb wave in sample plate.

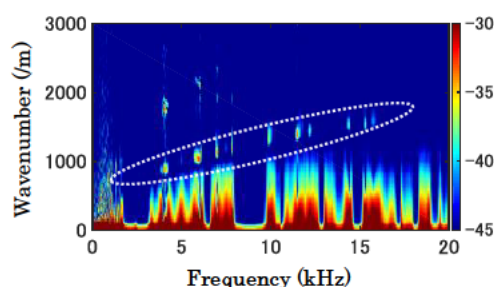


Fig. 2 Frequency and wavenumber distribution of vibration velocity amplitude [dB] of cotton broadcloth fabric in 75 degree direction.

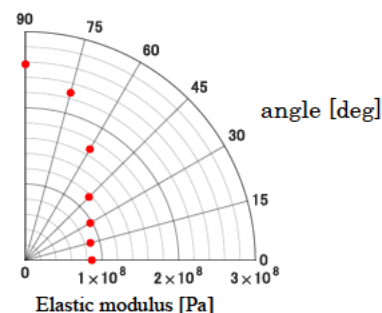


Fig. 3 Elastic modulus of cotton broadcloth fabric at various angles to the weft direction plotted in polar coordinate.

Evaluation of mechanical properties of fabric by using Lamb wave of the audible range, Kouji NISHIKAWA, Shuichi AKASAKA, Shigeo ASAI: Graduate School of Tokyo Institute of Technology, 2-12-1-S8-43 Ookayama, Meguro-ku, Tokyo, 152-8550, Tel: 03-5734-2431, Fax: 03-5734-2431, E-mail: nishikawa.k.ag@m.titech.ac.jp