

を構築している。CurreyらはNarwhal Tuskの弾性率の異方性に関する実験結果とHalpin-Tsaiモデル等の幾つかの一方方向繊維強化材モデルによる理論値との比較検討を行っている⁽⁶⁾。しかしながら、これらの研究で提案あるいは引用されているモデルではFig.3の結果を説明することはできなかった。すなわち、同図で方位67.5°から90°における動的弾性率の急激な減少が説明できない。種々試算した結果によれば、Wagnerらのモデルを修正した三層の積層材モデルが現在のところFig.3の結果に最も適合するようである。その結果の一例をFig.5に示す。図中の斜線内の領域が予測される弾性率の範囲で、実験点はほぼこの領域内にある。

4. 結言

本報で得られたウシ脛骨緻密骨に対するDMAの結果をまとめると以下ようになる。

- (1)DMAは骨の構成則の確立に必要な粘弾性および異方性に関するデータを得るのに適している。
- (2)5~45°Cの温度範囲および1~10Hzの荷重の繰り返し速度範囲では動的弾性率の変動は顕著でなく、概ね7%以下である。
- (3)tan δの方位依存性からミネラル相の力学的異方性が骨の弾性率の異方性を強く支配していることが示唆された。また、従来の一方方向繊維強化材の理論では本報の動的弾性率の方位依存性を説明できなかった。

謝辞

本研究の一部はIRC in Biomedical Materials, University of London, UKで行われたものである。有益なご助言をいただいたW. Bonfield教授に謝意を表す。また、吉田育英会ならびに新潟大学 原利昭教授には本研究の遂行に際し激励、ご援助いただいた。ここに謝意を表す。

文献

- (1)Bonfield, W., Digest of the World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering, Part 1, Kyoto, Japan, (1991), 47
- (2)立石・白崎・木村・小川, 機論, 46-401(1980), 97
- (3)Bonfield, W. and Grynepas, M.D., Nature, 270(1977), 453
- (4)Sasaki, N., Ikawa, T. and Fukuda, A., J. Biomech, 24(1991), 57
- (5)Wagner, H.D. and Weiner, S., J. Biomech, 25(1992), 1311
- (6)Currey, J.D., Brear, K. and Zioupos, P., J. Biomech, 27(1994), 885

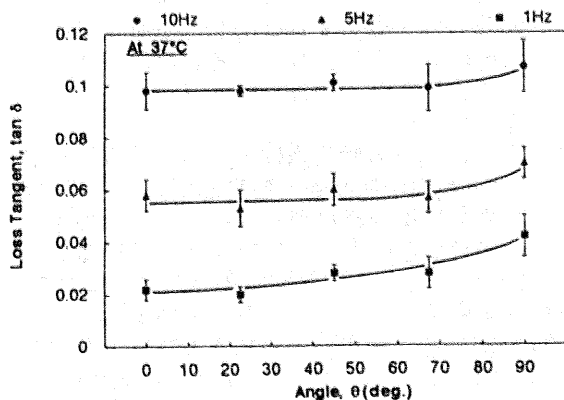


Fig. 4 Variation in loss tangent ($\tan \delta$) with the orientation of specimen axis to the long axis of the bone

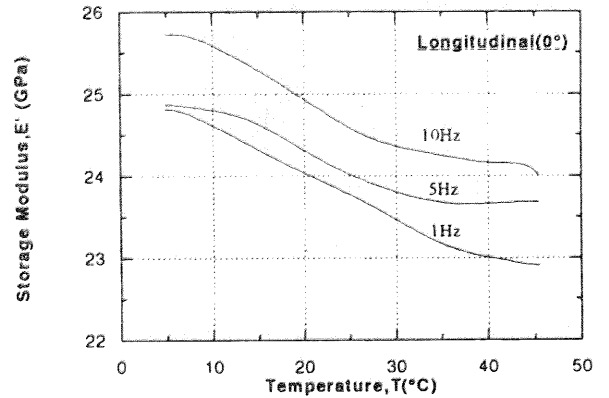


Fig. 1 Variation in storage modulus (E') with temperature for longitudinally oriented specimen

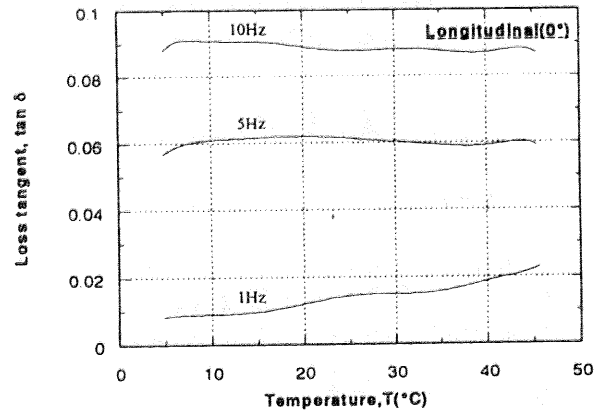


Fig. 2 Variation in loss tangent ($\tan \delta$) with temperature for longitudinally oriented specimen

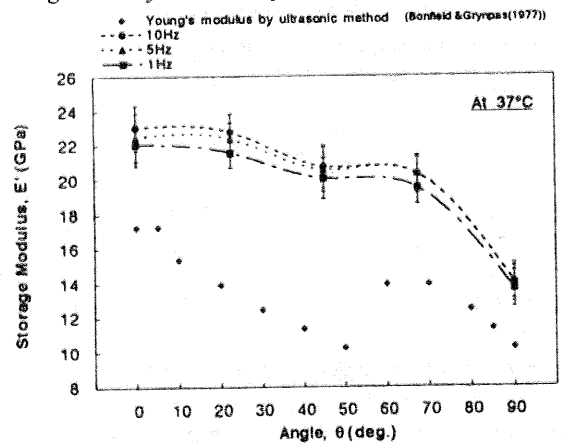


Fig. 3 Variation in storage modulus (E') with the orientation of specimen axis to the long axis of the bone, compared with the orientational dependent behaviour of Young's modulus obtained by ultrasonic technique.

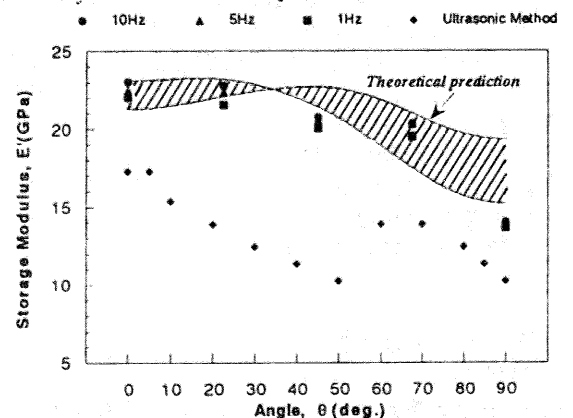


Fig. 5 Prediction of storage modulus for plexiform bone by modified Wagner-Weiner model