

電場印加による人工軟骨用 PVA ハイドロゲルの始動摩擦特性の改善

川上太一・中嶋和弘・村上輝夫・澤江義則

九州大学大学院工学府・工学研究院

Improvement in starting frictional characteristics of PVA hydrogel as artificial cartilage by application of electric field

Taichi Kawakami, Kazuhiro Nakashima, Teruo Murakami, Yoshinori Sawae

Graduate School of Engineering and Faculty of Engineering, Kyushu University, Fukuoka, Japan

1 緒言

人工関節の潤滑状態を流体潤滑に近づけ、摩擦摩耗を減らすために、軟質材を人工軟骨として人工関節摩擦面に用いる検討がなされている。しかし、混合潤滑域や始動摩擦時での高摩擦、機械的強度の脆弱さが問題になっている。著者らは、さきに歩行条件下で最も過酷と考えられる立位からの始動摩擦挙動に注目し、軟質材として PVA ハイドロゲルを用い、潤滑液としてヒアルロン酸ナトリウム溶液に、アルブミン、 γ -グロブリンを単体で添加したものを、摩擦面に、電場を印加することで、摩擦を制御できることを確認した¹⁾。

本報では、潤滑液組成を変えて実験を行い、電場印加による摩擦特性の変化について、更なる検討を行った。

2 実験方法

実験に用いた一方すべり試験機の概略図を Fig.1 に示す。モータにより下部試験片に 4mm/s の一方すべり運動を与えることができる。この時に生じる摩擦係数を測定した。試験片として、上部試験片には、ステンレス鋼 SUS316 製円筒面を用い、下部試験片には、関節軟骨とほぼ同程度の含水率 (79%) を有する PVA ハイドロゲル (弾性率: 1.2MPa) を用いた。実験条件としては、荷重 37N 、摩擦面に $5\text{s} \sim 30\text{min}$ の予荷重時間を与えた。また、電場印加の効果を知るために、ファンクションジェネレーターを用い、交流電場 (3VAC) を印加した。交流電場は、 $1\text{Hz} \sim 1\text{kHz}$ の正弦波を印加した。潤滑液として、ヒアルロン酸溶液 (HA 濃度: $1.0\text{wt}\%$ 、電気化学工業製、溶媒: 緩衝液 (スベニール用)、分子量 1.0×10^6) に、アルブミンと γ -グロブリンを添加したものを、潤滑液として用いた。

3 実験結果及び考察

電場印加が、始動摩擦に及ぼす影響を Fig.2 に示す。全潤滑液において、始動摩擦は、印加周波数が 1Hz 、 10Hz においては、無印加に比べ増加し、 100Hz 、 1kHz においては、減少した。これは、電場印加により形成された吸着膜による影響と考えられる。低周波においては、時間経過に伴い、添加した蛋白による強固な吸着膜²⁾が形成されたため、始動

摩擦が増加したと考えられる。高周波においては、低せん断層を吸着膜部に持つ吸着膜が形成されたため、始動摩擦が低下したと考えた。

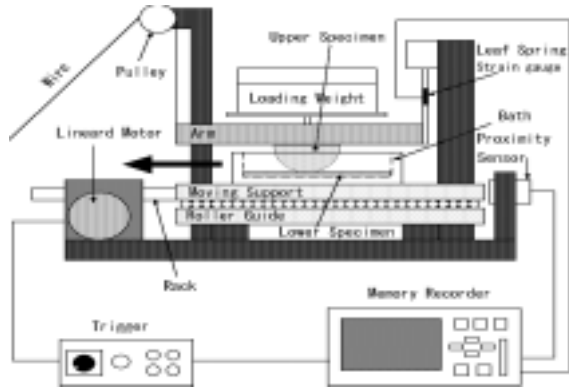


Fig.1 Starting friction tester

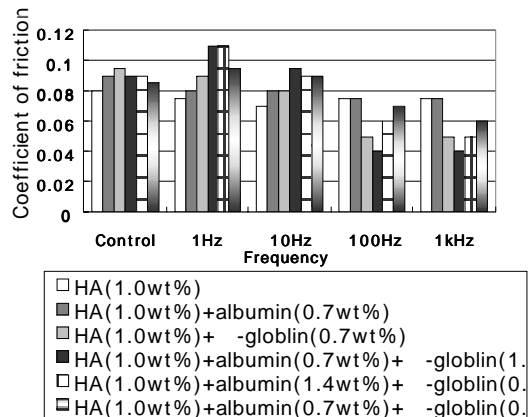


Fig.2 Effect of frequency on lubricating ability
HA: Molecular Weight: 1.0×10^6 Loading time: 30min

4 参考文献

- 川上, 村上, 澤江, 中嶋, 人工軟骨用 PVA ハイドロゲルの始動摩擦特性に及ぼす電場印加の効果, トライボロジー一会議予稿集 (2003-11), 297-298
- 中嶋, 村上, 澤江, 人工軟骨としての PVA ハイドロゲルの摩擦摩耗に及ぼす蛋白成分の影響, 日本臨床バイオメカニクス学会誌, Vol. 23, (2002) 311