

水中における軟性裏装材硬化物の粘弾性的性質に及ぼす温度の影響

Effects of temperature on viscoelastic properties in water after setting of soft linig materials

渡辺 崇文*, 井上勝一郎**, 槇原 絵理*, 島 義人*, 鱒見 進一*

*九州歯科大学口腔機能科学専攻口腔機能再建学講座顎口腔欠損再構築学分野

**バイオマテリアルリサーチラボラトリー

Takafumi Watanabe*, Katsuichiro Inoue**, Eri Makihara*, Yoshito Shima, Shin-ichi Masumi*

* Division of Occlusion & Maxillofacial Reconstruction

Department of Oral Function, Kyushu Dental University

**Biomaterials Research Laboratory

Abstract The purpose of this investigation was to examine the effects of temperature on viscoelastic properties of denture base soft linig materials. The materials used were 3 acrylic materials and 4 silicone materials. The apparatus used is a modification of instrument for impression materials in JIS. Creep measurement was performed under 200g load for 300 seconds for each specimen in water (23 ± 0.5 , 28 ± 0.5 , 37 ± 0.5 and $42\pm0.5^{\circ}\text{C}$). The viscoelastic properties of silicone materials were more stable compared with those of acrylic materials.

1. はじめに

義歯床用軟性裏装材は歯槽骨の高度な吸収，鋭利な骨縁，顎堤粘膜が菲薄し弾性が失われている症例に対して，主に疼痛緩和を目的として応用されている．現在までに数多くの軟性裏装材が開発されているが，それぞれ物性が異なり，効果的に使用するためにはその性質を十分理解する必要がある．

軟性裏装材の粘弾性的性質に関する報告は数多く見受けられるが，水中での挙動については極めて少ない^{1, 2)}．したがって，本研究では水中での力学的挙動について3要素力学模型（シリコーン系），4要素力学模型（アクリル系）を使用し，温度変化が軟性裏装材の持つ瞬間弾性（ E_1 ），遅延弾性（ E_2 , η_2 ），流動変形（ η_3 ）等へ与える影響を調べることを目的とした．

2. 方 法

2.1 実験材料

現在市販されているアクリル系軟性裏装材3種類，シリコーン系軟性裏装材4種類を実験に使用した．それらについてTable 1に示す．

Table 1 Materials used

Code	Material	Manufacturer	Lot No.	Type of setting
CF	Comfortner	KAMEMIZU CHEM	1409232	Phot polymerization acrylate
CS	Coe-soft	GC america	1506051	Plasticizing acrylate
PS	Physio soft rebase	NISSIN	127065P	Heat curing acrylate
GR	GC reline II (Extra Soft)	GC	170601	Self curing(R.T.V) silicone
MP	Mollosil plus	DETAX	5D2364780	Self curing(R.T.V) silicone
Si	GC Silfy	GC	1412121	Self curing(R.T.V) silicone
SR	Sofreliner tough	Tokuyama Dental	2813	Self curing(R.T.V) silicone

※Data indicated by manufacturer

2.2 試験片の作製

試験片の作製はメーカーの指示に従って行った．各材料の練和物を内径20mm，高さ2mmのポリ塩化ビニル製モールドに流し込み，二枚のガラス板で圧接し， $\phi 20\text{mm}\times 2\text{mm}$ の円板状に硬化させ測定に供した．1つの試験片に対して測定は1回とし，各温度条件に対して5個ずつ作製した．

2.3 クリープ試験と装置

測定に際し，JIS (T6505-1995)に示される印象用弾性ひずみ試験機を改良し使用した．本装置は荷重によって生じた変位を差動トランス(Shinko Denshi, AC-5L)で捉え，アンプ(Shinko Denshi, M-5)を介してレコーダー(SEKONIC, SS-250F)で記録する仕組みになっている．原理図をFig. 1に示す．また，水中での測定を可能にするため，

恒温水槽(AS ONE Oil bath,HOB-50D)を用いた。測定温度は 23, 28, 37, $42\pm0.5^{\circ}\text{C}$ の 4 条件で行った。試験片の硬化後、それぞれの温度に保たれた恒温水槽中に 10 分間浸漬した後、測定を開始した。荷重は 200g, 測定時間は 300sec, 測定回数は 5 回とした。

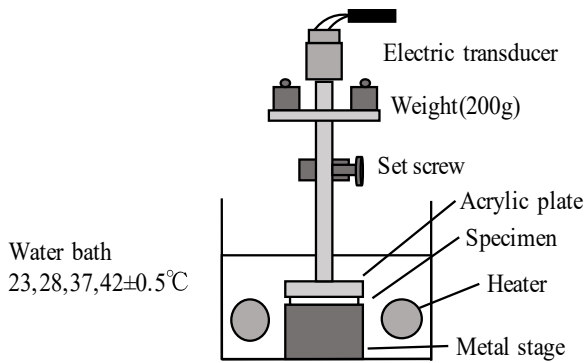


Fig. 1 Schematic representation of apparatus used

2.4 データ解析

得られたデータを、シリコン系材料は 3 要素力学模型、アクリル系材料は 4 要素力学模型 (Fig.2) を用いて近似させ比較検討した。

f_c は応力 (一定), γ は荷重時のひずみ, E_1, E_2 は弾性率, η_2, η_3 は粘性率, τ は遅延時間 (η_2/E_2) としたとき下記の式が成り立つ³⁾。

$$\gamma_1 = f_c / E_1 \quad (1)$$

$$\gamma_2 = (f_c / E_2) (1 - e^{-t/\tau}) \quad (2)$$

$$\gamma_3 = f_c t / \eta_3 \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \gamma &= \gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 \\ &= f_c / E_1 + (f_c / E_2) (1 - e^{-t/\tau}) + f_c t / \eta_3 \end{aligned} \quad (4)$$

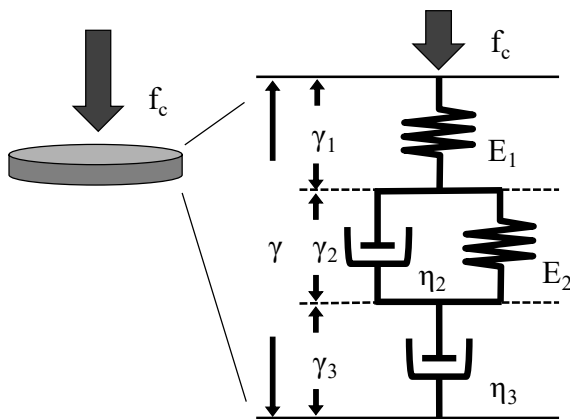


Fig. 2 Four elements model used for analysis

3. 実験結果

アクリル系, シリコン系材料それぞれの E_1, E_2, η_2, η_3 のデータの平均値を各温度ごとに比較した。

PS の E_1 は温度上昇に伴い大きく低下したが, 他の材料では変化は小さくなった。CS の η_2 および η_3 は温度上昇に伴い低下する傾向が見られたが, PS では増加傾向が見られた。一方, CF は弾性要素, 粘性要素ともに他のアクリル材料と比べて温度による変化は小さくなった。このことから PS, CS は環境温度の影響を受けやすいものと推測できる。シリコン系材料の E_2, η_2 の温度による変化はいずれも小さかった。

4. おわりに

PS は温度上昇による E_1 の低下が大きいため, 臨床では, 使用する口腔内環境温度によって疼痛緩和の程度が変化すると言えるかもしれない。また CS では, 今回使用したアクリル系材料 3 種のうち η_3 は最も小さく, 温度上昇に伴う低下率も大きいことから, 口腔内組織細部への流動は比較的大きく変化すると推測される。

シリコン系材料はアクリル系材料よりも温度に対してより安定した粘弾性的挙動を示すことがわかった。

今回の実験では水中の温度変化が軟性裏装材の持つ瞬間弾性 (E_1), 遅延弾性 (E_2, η_2), 流動変形 (η_3) 等の性質へ与える影響を調べた。今後の研究では, 荷重の変化が軟性裏装材の粘弾性的性質にどのような影響を与えるかについてさらに検討していきたいと考えている。

参考文献

1. 矢野健三郎: 義歯軟性裏装材のクリープ特性の変化, 九州歯会誌, 44(6), 874-889(1990).
2. 篠原直幸, 嶺崎良人, 自見 忠, 藤井孝一, 井上勝一郎: 軟性裏装材の力学的性質に関する研究-応力緩和挙動の経時的変化-, 27, 6, 1242~1247(1983).
3. 後藤廉平, 平井西夫, 花井哲也: レオロジーとその応用, 共立出版, 東京, 73-91, 1962.