原 著 論 文

アクリルレジンとの接着試験による 粘膜調整材の機械的性質

嶺崎 良人 篠原 直幸 梶原 浩忠
飯田 誠治 門川 明彦 自見 忠

Mechanical Property of Tissue Conditioning Materials Analyzed by Bonding Test to Acrylic Resin

Yoshito Minesaki, Naoyuki Shinohara, Hirotada Kajihara,
Seiji Iida, Akihiko Kadokawa and Tadashi Jimi

Abstract : Tensile bonding strength to acrylic resin of the tissue conditioning materials were evaluated, at immersed period in distilled water (37°C) of 1 hour, 6 hours, 1 day, 3 days, 2 weeks and 1 month from the start of mix of tissue conditioning materials. In addition, these materials were evaluated at 360, 800, 1,600 and 2,600 times in thermal cycle test (4°C to 37°C). The samples of three acrylic tissue conditioning materials were prepared, and a silicone relining material was used as a control.

Ultimate tensile bonding strength of acrylic tissue conditioning materials increased in accordance with a increase of immersed period for 1 hour to 3 days, and its strengths also increased in thermal for 360 to 1,600. Ultimate tensile bonding strength of silicone material did not change after immersed period of 6 hours and thermal cycles of 800. The tensile stress of acrylic tissue conditioning materials immersed in distilled water was larger than the values obtained for 3 days to 1 month, compared with those for 1 hour to 1 day. The tensile stress of silicone relining material did not change after immersed period of 6 hours and with a increase of thermal cycle.

Key words : tissue conditioning material, tensile bonding strength, stress-strain diagram

I. 緒 言

粘膜調整材は、一般的には不適切な義歯の粘膜面を

改善し変形した義歯床下粘膜を正常な形態に回復させることを目的とする粘膜調整^{1,2)}、あるいはダイナミック印象³⁾にと日常の診療によく用いられる。加えて、顎補綴物の実質欠損部の形状決定^{4,5)}や暫間的なりベースにも用いられる。

粘膜調整材は徐々に硬化が進むこと⁶⁾から、材料の練和時あるいは練和直後の物理的性質について、粘弾性の点から研究⁷⁻¹⁰⁾がなされている。しかし、練和から

鹿児島大学歯学部歯科補綴学第一講座
First Department of Prosthetic Dentistry Dental School,
Kagoshima University
平成3年10月4日受付

[illegible]

表 2 各材料の作製過程

Material	P/L Ratio	Mixing Time	Setting Time (min.)
Soft Liner	1.22	30 sec.-1 min.	20
Tissue Conditioner	1.18	30 sec.	20
Coe Comfort	1.00	30 sec.	20
Evatouch (Soft)	6.50	Application of bonding agent ↓ Dry (2 min.) ↓ Mixing (1 min.)	20

図 1 試料作製に用いた金型

- A: アクリルレジン棒
B: 粘膜調整材
C: ステンレス板

図 2 試料の模式図

図 3 水中浸漬後の最大引張り接着強さの変化 (横軸: 対数表示)

り接着強さを示す。図 3 は、37°C 蒸留水浸漬後の経時的な変化を示した片対数のグラフである。横軸は材料練和からの浸漬時間、縦軸は最大引張り接着強さを示している。SL の接着強さは、練和開始後 1 時間での $1.62 \pm 0.26 \text{ kg/cm}^2$ から 3 日後の $5.18 \pm 0.82 \text{ kg/cm}^2$ まで徐々に増加し、その後はわずかに増加する。TC と CC の接着強さはそれぞれ 1 時間後での $0.57 \pm 0.04 \text{ kg/cm}^2$, $0.60 \pm 0.09 \text{ kg/cm}^2$ から 3 日後の $2.55 \pm 0.24 \text{ kg/cm}^2$, $2.38 \pm 0.49 \text{ kg/cm}^2$ までゆるやかに増加するが、その後大きな変化はみられない。ET は 1 時間後で $2.23 \pm 0.41 \text{ kg/cm}^2$ であり、その後大きく増加し、6 時間後には $10.95 \pm 2.00 \text{ kg/cm}^2$ に達するが、そ

の後はゆるやかに増加する。

図 4 は、熱サイクル負荷後の最大引張り接着強さを示したものである。横軸は熱サイクルの回数で、() 内はおのおのの熱サイクルに要した時間を示す。SL,

図 4 熱サイクル後の最大引張り接着強さの変化

図 6 各水中浸漬時間における TC の応力-歪線図

図 5 各水中浸漬時間における SL の応力-歪線図

図 7 各水中浸漬時間における CC の応力-歪線図

TC, CC 共熱サイクル回数の増加に伴い, 接着強さは増加する傾向にある。ET は, 800 回から急激に増加している。

2. 引張り試験時の応力と歪の関係

用いた材料が引張り試験中にどのような挙動を示すかを調べるために, 引張り試験時の応力-歪線図を検討した。この場合の応力と歪は, 引張り試験時のオートグラフから 5 つずつ引張り強さと試料の伸びを読み取り, その値から求めた。

図 5~8 は 37°C 蒸留水中浸漬後の結果である。図 5 は SL, 図 6 は TC, 図 7 は CC, 図 8 は ET を示す。SL は練和開始からの時間が経過するに従い, 同じ歪での応力が大きくなり材料の硬化が進んでいると考えられる。また, 歪 1 の範囲内の応力-歪関係は, 練和開始後 3 日まで同じような曲線を示す。しかし, その後は練和後の時間の経過に伴って, 徐々に硬くなると思われる。TC も同様に練和からの時間が経過するに従って同じ歪での応力が大きくなり, 材料の硬化が進むことが示されるが, 30 日後でも歪が増しても応力は 2

図 8 各水中浸漬時間における ET の応力-歪線図

図 10 水中浸漬 6 時間後の各材料の応力-歪線図

図 9 水中浸漬 1 時間後の各材料の応力-歪線図

図 11 水中浸漬 1 日後の各材料の応力-歪線図

kg/cm² 程度以下であり、SL に比べ応力が緩和する傾向がみられる。特に、練和後 1 日までの間が応力が緩和する傾向が大きくなっている。

図 7 の CC はほぼ TC と同様な挙動を示し、歪が 1 までの場合練和後 3 日までは、応力が緩和する傾向に大きな差はみられない。

ET では、練和後 1 時間までは歪が 0.75 位で応力が 1.8 kg/cm² 程度の最大値をとり、材料が硬化途中にあることが示唆されるが、6 時間後からは歪が大きくなるに伴い応力が急激に大きくなり、材料の硬化が急速に進んでいると思われる。

次に、応力の緩和する傾向が大きいと思われる 37°C 水中浸漬時間 1 時間・6 時間・1 日・3 日の 4 つの経過時間ごとの応力-歪線図を図 9～12 に示す。

図 9 は練和 1 時間後、図 10 は練和 6 時間後、図 11 は 1 日後、図 12 は 3 日後である。1 時間後では TC と CC がほぼ同様な挙動を示し、歪が 1 になると応力は 0.5～0.6 kg/cm² までゆるやかに増加し、その後は歪が増加しても応力は増加しない。SL は歪が 1 になると応力は 1.6 kg/cm² 程度に達し、歪がそれ以上に大きくなると応力もゆるやかに増加する。ET は歪が 0.75 のとき応力は 1.7 kg/cm² に達し、その後はアク

図 12 水中浸漬 3 日後の各材料の応力-歪線図

リルレジンよりはがれる。

図 10 の 6 時間後でも TC と CC はほぼ同様な挙動を示し、歪が 1、応力は $0.85 \sim 0.95 \text{ kg/cm}^2$ までゆるやかに増加し、歪がそれ以上に大きくなっても応力は増加しない。SL は歪が 2、応力が 2.3 kg/cm^2 までゆるやかに増加する。ET は歪が小さいときより応力は大きく増加している。

図 11 の 1 日後では、TC は歪が 0.7、応力が 1.2 kg/cm^2 までゆるやかに増加し、それ以上に歪が増加しても応力は増加しない。CC は歪が 1.6、応力が 1.6 kg/cm^2 までゆるやかに増加していく。ET は歪が小さいときより応力は大きく増加する。

図 12 の練和 3 日後では TC は歪が 1、応力が 1.75 kg/cm^2 まで増加し、歪がそれ以上になると応力は微増していく。CC は歪が 2、応力が 2.15 kg/cm^2 までゆるやかに増加する。SL は 1 日後までと異なり、歪が小さいときより応力は大きく増加する。ET は歪が小さいときより応力は大きく増加する。

IV. 考 察

1. 最大引張り接着強さ

今回用いた粘膜調整材 (SL, TC, CC) の水中浸漬後の最大引張り接着強さは 1 カ月後まで徐々に増加しており、数日間の粘膜調整には問題のない接着強さであると考えられる。コントロールとして用いたシリコン系の ET は、他材料に比べ接着強さが大きく、

1 カ月後で 14.7 kg/cm^2 まで増加し長時間の裏装材として応用できると思われる。また、水中浸漬群と熱サイクル群の引張り接着強さを比較してみると、熱サイクル 360 回 (6.3 hrs.) の ET と 1,600 回 (26.7 hrs.) の SL で差が認められたが、その他ではほぼ同程度の値を示しており、2,600 回までの熱サイクルによる影響はほとんどないと考えられる。

なお、本実験では、熱サイクルの条件を最大 2,600 回に設定した。これは、水中浸漬後の各粘膜調整材の最大引張り接着強さの変化が 3 日後まで認められ、それ以降はほとんど変化が認められなかったこと、および臨床でも粘膜調整材を使用した場合、交換期間は 3 日程度であることから、練和後 3 日間における熱サイクルの影響をみれば十分であると考えたためである。今回は、設定した各熱サイクルに要した時間における最大引張り接着強さと同程度の水中浸漬時間における接着強さを単純に比較したが、今後、口腔内で実用された場合の条件を考慮して検討を加えていくつもりである。

2. 引張り試験時の応力と歪の関係

図 5～8 の経時的な材料ごとの応力-歪線図をみると、各材料とも練和からの時間の経過に伴って同じ歪での応力が増加しており材料の硬化が進んでいると考えられる。シリコン系の ET は、アクリル系の他の 3 種と違い、練和 6 時間後から弾性体としての挙動を示し応力の緩和する傾向はみられない。SL は、CC や TC に比べ練和 1 時間後で硬さに差があり、時間の経過とともにますますその差は大きくなり、練和 3 日後では ET と同様な応力-歪線図を示した。TC と CC は、ET や SL に比べ応力の緩和する傾向がみられ、図 9～12 の各材料の浸漬時間ごとの応力-歪線図をみてもほぼ同様な挙動を示している。

粘膜調整材は床下粘膜の過圧部や変形部を正常な形態に回復させることを目的とするが、その際には義歯を使用した状態で回復するように作られている。そこで、粘膜調整材は応用後のある期間や軟らかさと流れのある性質を持ち、義歯床内面をこの材料で一層裏装すると、床下粘膜の過圧部や変形部の正常な形態への復元力に対し、その動きを妨げないように粘性と弾性を合せ持つものであることが必要である^{11,12)}。

他方、応力-歪線図から粘膜調整にとって有益な事項を考える。応力-歪線図で歪が大きくなっても応力の増加が大きくない材料は、歪が大きくなるに伴い応

力が増加する材料に比べ、応力の緩和する傾向が大きい¹³⁾。義歯に粘膜調整材を応用した場合、粘膜の過圧部や変形部に当然大きな荷重がかかるが、荷重がかかり変形を生じさせようとしてもその粘膜部に対向する義歯床下の粘膜調整材部の応力が緩和する傾向が大きければ大きい程、粘膜の復元を妨げないということになる。そういう意味から、粘膜調整には歪の増大に伴い応力が増加する材料より、歪が大きくなっても応力があまり増加しない材料の方が望ましいと考えられる。

以上のことから、粘膜調整に適した材料は、TCやCCのような歪が大きくなっても応力があまり増加しない材料が望ましいと考えられる。そして、粘膜調整に適する応用からの期間は、図5、6、9～12よりこのような傾向の大きい練和から3日位までが望ましいと考えられる。また、この結果は、粘弾性についてのこれまでの研究結果^{9,10)}と同様の結果を示している。SLで裏装した場合もTCやCCの場合と同様に義歯への負荷に対してクッション効果を示す。しかし、SLはTCやCCほど軟らかくなく応力も緩和しないので、粘膜調整材として用いるよりも、床下歯肉を咬合圧に順応させるために、最終義歯に移行するまでの間、床用レジンより軟らかい材料で歯肉をトレーニングするという目的で用いた方が良いと思われる。このことは、粘弾性からの研究^{9,10)}にも示されている。ETは粘膜調整材としては、不適である。

以上のように、本実験に使用した粘膜調整材はわずか3種であるが、その性質を把握して応用する必要があると思われる。

V. 結 論

粘膜調整材の機械的性質を調べるために、粘膜調整材のアクリルレジンへの引張り接着試験を行い、接着強さと引張りへの試験時の応力-歪線図について検討を行った。その結果、以下のような結論を得た。

1. アクリルレジンへの接着強さは、ET, SL, TC, CCの順に大きく、2,600回までの熱サイクルによる接着強さへの影響はみられなかった。

2. 練和からの時間が短いほど、引張り接着試験時の粘膜調整材の引張り応力が緩和する傾向が大きかった。

た。

3. 実験を行った材料の中では、TCとCCが応力の緩和する傾向が大きく、粘膜調整に有益であろうと思われた。

本論文の要旨は、平成3年度日本補綴歯科学会九州支部学術講演会(1991年9月1日：九州歯科大学記念講堂)において発表した。

文 献

- 1) Chase, W.W.: Tissue conditioning utilizing dynamic adaptive stress, *J Prosthet Dent*, 11: 804~815, 1961.
- 2) 佐藤隆志, 津留宏道: 補綴領域における tissue conditioner の応用, *歯界展望*, 51: 293~302, 1978.
- 3) 鱒見進一, 豊田静夫: ダイナミック印象材の所要性質と臨床応用, *歯科ジャーナル*, 32: 95~100, 1990.
- 4) 大畑 昇: 上顎補綴製作ならびに調整について, *顎顔面補綴*, 13: 57~70, 1990.
- 5) 大畑 昇: 顎補綴への応用について, *歯科ジャーナル*, 32: 101~106, 1990.
- 6) Phillips, R.W.: *Skinner's Science of Dental Materials, Denture base resins: Technical Considerations*, 197~216, W.B. Saunders Company, Philadelphia, 1973.
- 7) 竹内敏洋: 機能印象材のレオロジカルな性質に関する研究, *九州歯会誌*, 37: 282~303, 1983.
- 8) 鱒見進一: 軟性裏装材のレオロジカルな性質と咀嚼能力に及ぼす影響, *九州歯会誌*, 38: 864~879, 1984.
- 9) 平沼謙二, 佐野恭之, 太田 功ほか: 粘膜調整材ならびに軟性裏装材の物理的性質よりみた臨床的評価, *DE*, 88: 27~34, 1989.
- 10) 平沼謙二, 太田 功, 佐野恭之: ティッシュコンディショナーの粘弾性と経時的变化について, *歯科ジャーナル*, 32: 5~11, 1990.
- 11) McCabe, J.F. (山根正次, 平澤 忠): *Anderson's Applied Dental Materials* (アンダーソン歯科材料学, 118~120, 医歯薬出版, 東京, 1986), 1985.
- 12) Craig, R.G.: *Restorative Dental Materials*, edited by Robert G. Craig, *Prosthetic application of polymers*, 458~511, The C.V. Mosby Company, St. Louis, 1985.
- 13) Craig, R.G.: *Restorative Dental Materials*, edited by Robert G. Craig, *Mechanical properties*, 60~106, The C.V. Mosby Company, St. Louis, 1985.