原 著 論 文

新しいシリコンラバー系軟質裏装材デンチャー リライニングの物性と接着性について

西山 實 廣瀬 英晴 大木 一三* 佐藤 吉則* 小林 喜平**

A Study on Physical Properties and Tensile Bond Strength to Heat-Cured Resin of Novel Silicone-Rubber Soft Relining Material: Denture Relining®

Minoru Nishiyama, Hideharu Hirose, Katsuzoh Ohki*, Yoshinori Satoh* and Kihei Kobayashi**

Abstract: Chronological change in physical properties of novel silicone-rubber denture relining material: Denture Relining and tensile bond strength (Tbs) to denture base resin immersed in water at 37°C for 1 day to 5 months were investigated. Further Tbs after immersion in denture cleanser solution for 1 month was studied.

Shore hardness of Denture Relining Soft type (DRS) and Denture Relining Medium type (DRM) showed 35 and 46 after 1-day immersion. Tensile strength of DRS and DRM showed 2.95 and 2.94 MPa after 1-day immersion, then increased chronologically, and showed 3.81 and 4.37 MPa after 5-month immersion. Tear strength of DRS and DRM showed 10.21 and 9.18 kN/m after 1-day immersion, then unchanged or slightly increased chronologically, and showed 11.14 and 9.22 kN/m after 5-month immersion. Tbs of DRS and DRM showed 2.52 and 2.30 MPa after 1-day immersion, then chronologically increased, and showed 3.83 and 2.82 MPa after 5-month immersion. These values were significantly superior to those of two ordinary silicone-rubber relining materials.

Tbs of DRM after immersion in denture cleanser solution were changed according to the kind of the denture cleanser. The ferment denture cleanser containing neutral peroxide did not decrease Tbs of DRM and was thought to be an effective cleanser for denture plaque control.

Key words: soft relining material, denture relining, physical properties, tensile bond strength, denture cleanser

I. 緒 言

義歯床裏装材には、硬質裏装材と軟質裏装材（弾性裏装

材）とがある。このうち、軟質裏装材は主として、骨縁が細く鋭い歯槽堤や菲薄で柔軟性のない粘膜に覆われた歯槽堤を有する症例に発現しがちな咀嚼時の疼痛を緩和するための緩衝材として、また、咬合圧の均等分散を目的として用いられている¹⁻¹³⁾。

近年、高齢化社会の進展に伴い、義歯装着患者の急速な増加とともに軟質裏装材の適用例は、増加の傾向を示している。西村¹⁴⁾の日本歯科医師会会員のうちから抽出した141名への軟質裏装材、義歯安定剤、義歯洗浄剤に関するアンケート調査の結果では、回答のあった128名のうち、軟質裏装材を使用することがある歯科医師は103名で、80.4%の高率に達しており、日常臨床で使用頻度の高い材料となっていることが明らかとされている。また、同報

日本大学歯学部歯科理工学教室（主任：西山 實教授）

*日本大学歯学部補綴学教室局部床義歯学講座（主任：大木一三教授）

**日本大学松戸歯学部補綴学教室第1講座（主任：小林喜平教授）
Department of Dental Materials, Nihon University School of Dentistry (Chief: Prof. Minoru Nishiyama)

*Department of Removable Partial Denture Prosthodontics, Nihon University School of Dentistry (Chief: Prof. Katsuzoh Ohki)

**Department of Complete Denture Prosthodontics, Nihon University School of Dentistry at Matsudo (Chief: Prof. Kihei Kobayashi)

平成9年3月31日受付

告では、軟質裏装材使用後の予後についても調査し、予後不良の要因として「弾性の劣化」および「色調の劣化」などの材質の経時的な劣化が指摘¹⁴⁾されており、この種の材料は口腔内における耐久性の向上が必須と考えられた。

今回、口腔内での耐久性の改善を図ったとされる新しいシリコンラバー系軟質裏装材デンチャーライニング（ソフトおよびミディアム、ジーシー）を入手し、その特性を試験する機会に恵まれた。そこで、比較的使用頻度が高いシリコンラバー系軟質裏装材¹⁴⁾を対照として、まず、新規軟質裏装材の初期物性および義歯床用メタクリレートレジンとの初期接着強さを検討したのち、次に、その耐久性について物性および接着強さの経時変化から検討した。さらに、デンチャーブラックコントロール^{15,16)}の観点から、3種の義歯洗浄材溶液に浸漬後の接着強さを検討した。

以上の検討から得た事柄を総合して、新規軟質裏装材の有用性についての検討を行った。

II. 材料および方法

1. 材 料

表1に、使用した軟質裏装材およびプライマー（以下文中ではcodeを用いた）を示した。

2. 方 法

1) 物性の測定

(1) 試験体の作製方法

a. ショア硬さ測定用試験体

軟質裏装材 DRS・DRM をディスペンサー（EXAMIX, ジーシー）に装着し、ミキシングチップからの練和ペーストを金型（内径 24 mm, 高さ 8 mm）に注入したのち、上下面をアクリル板（30×30×2 mm）で挟み、37°C 水中に 5 分間浸漬して硬化させた。水中浸漬後、金型を水中から取り出し、硬化した軟質裏装材を金型から離型した。離型した硬化物を、再度 37°C 水中に所定期間浸漬したものを硬さ測定用試験体とした。

一方、軟質裏装材 ETH および TSR の試験体は、それぞれの製造者指示に従って練和したのち、上記と同様にして作製した。

試験体数は、各材料ともそれぞれ 5 個ずつとした。

b. 引張強さおよび引裂強さ測定用試験体

軟質裏装材 DRS・DRM をディスペンサーに装着し、ミキシングチップからの練和ペーストを引張試験体作製用金型（JIS K 6301, ダンベル状 2 号）および引裂試験体作製用金型（JIS K 6301, B 型）に注入したのち、上下面をアクリル板（140×100×5 mm）で挟み、37°C 水中に 5 分間浸漬して硬化させた。水中浸漬後、金型を水中から取り出し、硬化した軟質裏装材を金型から離型した。離型した硬化物を、再度 37°C 水中に所定期間浸漬したものを引張強さおよび引裂強さ測定用試験体とした。

一方、軟質裏装材 ETH および TSR の試験体は、それぞれの製造者指示に従って練和したのち、上記と同様にして作製した。

試験体数は、各材料ともそれぞれの浸漬期間につき 5 個ずつとした。

上記の各試験体の作製および測定は、室温 23±1°C, 相対湿度 50±5% の環境下で行った。

(2) 浸漬期間

ショア硬さ測定用試験体では、37°C 水中浸漬期間は 1 日（24 時間）とし、引張強さ測定用および引裂強さ測定用試験体では、1 日（24 時間）、7 日、1 カ月（30 日）、3 カ月（90 日）および 5 カ月（150 日）とした。

(3) 物性の測定

ショア硬さの測定には、スプリング硬さ試験器（JIS K 6301, 島津製作所）を用い、円盤状試験体の両面それぞれ 5 カ所を測定した。

引張強さおよび引裂強さの測定には、万能試験機（DCS 5000, 島津製作所）を用い、クロスヘッドスピードをいずれも 500 mm/min で行った。

2) 接着強さの測定

(1) 試験体の作製

図1に、試験体の模式図を示した。

接着強さ測定用レジン試料（直径 12×30 mm, 2 本 1 組）は、義歯床用メタクリレートレジン（アクロン No. 3, ジーシー）を用いて通法に従って重合成形したのち、両面を耐水研磨紙（カーボランダム, #600）で研磨して調製した。また、接着時にレジン試料を固定する透明シリコンラバー製ガイドリング（内径 12 mm, 外径 22 mm, 高さ 6 mm）の内面に分離材（信越バリアコート No. 6, 信越化学工業）を塗布した。次に、レジン試料の端面（直

表 1 Soft relining materials used in this study
軟質裏装材

Code	Soft relining material	Primer (Code)	Manufacturer	Lot No.
DRS	Denture Relining (Soft)	Primer for Denture Relining (DRP)	GC	120561
DRM	Denture Relining (Medium)	Primer for Denture Relining (DRP)	GC	0970551
ETH	EVATOUCH H TYPE	ADHESIVE	NEO DENTAL PRODUCT	KA 01
TSR	TOKUYAMA SOFT RELINING	Primer	TOKUYAMA	91010 C

図 1 Specimen for tensile bond strength test
引張接着試験体の模式図

径 12 mm) にプライマー-DRP を塗布し、5 分間放置して自然乾燥させたのち、レジン試料の 1 本をガイドリング中に 2 mm 挿入しセットした。次に、レジン試料 1 本を挿入セットしたガイドリング中に、軟質裏装材 DRS・DRM をディスペンサーに装着し、ミキシングチップから練和ペーストを注入したのち、もう 1 本のレジン試料を挿入した。軟質裏装材練和ペースト注入後、これらを固定用治具（両サイドにボルトを有し軟質裏装材の厚みを 2 mm に設定可能なストッパーを有する装置）に装着し、ボルトでレジン試料両端からプレスして軟質裏装材層の厚みを 2 mm として固定したのち、固定治具ごと 37°C 水中に 5 分間浸漬して軟質裏装材を硬化させた、水中浸漬後、固定治具ごと水中から取り出して、治具およびガイドリングから軟質裏装材とレジン試料の接着体を取りはずした。取り出した接着体を、再度 37°C 水中に所定期間浸漬したものを接着強さ測定用試験体とした。

一方、軟質裏装材 ETH および TSR の試験体は、それぞれの製造者指示に従ってプライマーの塗布処理および練和したのち、上記と同様にして作製した。

試験体数は、各材料ともそれぞれの浸漬期間につき 5 個ずつとした。

上記の試験体の作製および測定は、室温 $23 \pm 1^\circ\text{C}$ 、相対湿度 $50 \pm 5\%$ の環境下で行った。

(2) 浸漬期間

試験体の 37°C 水中浸漬期間は、1 日 (24 時間)、7 日、1 カ月 (30 日)、3 カ月 (90 日) および 5 カ月 (150 日) とした。

(3) 接着強さの測定方法

測定には、DCS 5000 を用いクロスヘッドスピード 10 mm/min で引張試験を行った。

3) 義歯洗浄剤溶液浸漬後の接着強さ

上記 2)(1)と同様にして作製した接着強さ測定用試験体

表 2 Physical properties of soft relining materials after immersion in water for 1 day
水中浸漬 1 日後の軟質裏装材の物性

Item	DRS	DRM	ETH	TSR
Shore hardness (A)	35(0)	48(0)	46(0)	33(0)
Tensile Strength (MPa)	2.95 (0.39)	2.94 (0.24)	2.19 (0.24)	1.23 (0.13)
Tear strength (kN/m)	10.21 (1.15)	9.18 (0.23)	4.52 (0.30)	3.46 (0.07)
Bond strength (MPa)	2.52 (0.32)	2.30 (0.27)	1.62 (0.24)	1.06 (0.17)

n = 5

(DRM, ETH および TSR) を、37°C 水中に 1 日間浸漬後、続いて、義歯洗浄剤溶液中に 1 カ月間浸漬したのち、接着強さを測定した。義歯洗浄剤 (ピカ：ロート製薬、ポリドント：小林製薬) は、1 錠 (1 包) を 150 ml の水道水に溶解した溶液を浸漬液とした。浸漬液は、室温 (23°C) に保管し、2 日ごとに新しい液と交換した。接着強さの測定は、2) (3) と同様とし、試験体数は、各洗浄剤につきそれぞれ 5 個ずつとした。なお、義歯洗浄剤ピカでは、赤色包装の活性酸素タイプ成分を以下赤ピカと、青色包装の酵素タイプ成分を青ピカと表記した。

III. 結 果

1. 37°C 水中浸漬 1 日後の物性

1) ショア硬さ

37°C 水中浸漬 1 日後のショア硬さを表 2 に示した。

ショア硬さは、DRS と DRM とでは、後者のほうが約 1.4 倍大きかった。また、DRM と ETH とが、DRS と TSR とが同程度の硬さであった。

2) 引張強さ

37°C 水中浸漬 1 日後の引張強さを表 2 に示した。

DRS と DRM の引張強さは同等で、これらの値は、ETH の約 1.5 倍、TSR の 2.4 倍であった。

3) 引裂強さ

37°C 水中浸漬 1 日後の引裂強さを表 2 に示した。

DRS と DRM の引裂強さは、両者にわずかな差があるが、ほぼ同等とみなされ、これらの値は、ETH の 2.0～2.3 倍、TSR の 2.6～3.0 倍であった。

2. 37°C 水中浸漬 1 日後の接着強さ

37°C 水中浸漬 1 日後の接着強さを表 2 に示し、引張試験後の破断面を図 2 に示した。

DRS と DRM の接着強さはほぼ同等で、これらの値は、ETH の 1.4～1.6 倍、TSR の 2.2～2.4 倍であった。また、いずれの場合も破断面は軟質裏装材層での凝集破壊であった。

図2 Fracture surface of tensile bond strength test specimen
引張接着試験後の破断面

図3 Chronological change in tensile strength of soft relining materials immersed in water at 37°C
37°C 水中浸漬した軟質裏装材の引張強さの経時的変化

表3 Chronological change in physical properties and tensile bond strength of soft relining materials
軟質裏装材の物性および接着強さの経時的変化

Item	Code	Immersion time in water at 37°C				
		1 day	7 days	1 month	3 month	5 month
Tensile strength (MPa)	DRS	2.94(0.39)	3.11(0.31)	3.30(0.36)	3.59(0.23)	3.81(0.20)
	DRM	2.94(0.27)	3.22(0.34)	3.51(0.18)	3.88(0.34)	4.37(0.40)
	ETH	2.19(0.24)	1.81(0.34)	1.83(0.24)	1.53(0.15)	1.26(0.16)
	TSR	1.23(0.13)	1.25(0.14)	1.28(0.16)	1.30(0.18)	1.45(0.05)
Tear strength (kN/m)	DRS	10.21(1.15)	10.33(0.69)	10.45(0.57)	10.58(0.22)	11.14(0.28)
	DRM	9.18(0.23)	8.97(0.14)	8.73(0.22)	8.59(0.16)	9.22(0.29)
	ETH	4.52(0.30)	4.54(0.09)	4.09(0.27)	2.99(0.02)	1.98(0.11)
	TSR	3.46(0.07)	3.47(0.13)	3.48(0.12)	3.52(0.15)	3.49(0.11)
Tensile bond strength (MPa)	DRS	2.52(0.32)	2.66(0.23)	3.23(0.14)	3.28(0.28)	3.83(0.49)
	DRM	2.30(0.27)	2.35(0.23)	2.28(0.34)	2.76(0.26)	2.82(0.29)
	ETH	1.62(0.24)	1.57(0.21)	1.38(0.31)	1.18(0.18)	1.18(0.25)
	TSR	1.06(0.17)	1.13(0.15)	1.18(0.13)	1.23(0.09)	1.21(0.07)

n=5

図4 Chronological change in tear strength of soft relining materials immersed in water at 37°C
37°C 水中浸漬した軟質裏装材の引裂強さの経時的変化

3. 37°C 水中に浸漬した物性の経時的変化

1) 引張強さ

表3および図3に、37°C 水中に浸漬した引張強さの経時的変化を示した。

DRSおよびDRMの引張強さは、経時的に増加する傾向を示した。両者の引張強さにわずかな差があるが、ほぼ同等とみなされ、これらの値はETHおよびTSRの強さに比較して大きく、5カ月後の強さでは2.6~3.5倍であった。

2) 引裂強さ

表3および図4に、37°C 水中に浸漬した引裂強さの経時的変化を示した。

DRSおよびDRMの引裂強さは、経時的にはほとんど変化がなかった。両者の引裂強さにわずかな差があるが、ほぼ同等とみなされ、これらの値はETHおよびTSRの強さに比較すると大きく、5カ月後では2.6~5.6倍であった。

4. 37°C 水中に浸漬した接着強さの経時的変化

表3および図5に、37°C 水中に浸漬した接着強さの経時的変化を示した。

DRSおよびDRMの接着強さは、経時的に増加する傾向を示した。

図 5 Chronological change on tensile bond strength of soft relining materials to denture base resin immersed in water at 37°C
37°C 水中浸漬した軟質裏装材の接着強さの経時的変化

図 6 Tensile bond strength after immersion in denture cleanser solutions for 1 month
義歯洗浄剤溶液 1 カ月浸漬後の接着強さ

表 4 Tensile bond strength after immersion in denture cleanser solution
義歯洗浄剤溶液浸漬後の接着強さ

Code	in Water		in Denture cleanser solution*		
	1 day	1 month	Blue-PIKA	Red-PIKA	POLIDENT
DRM	2.30(0.27)	2.28(0.34)	2.83(0.31)	1.88(0.24)	2.80(0.17)
ETH	1.62(0.24)	1.38(0.31)	1.57(0.16)	1.70(0.19)	1.66(0.14)
TSR	1.06(0.17)	1.18(0.13)	1.09(0.05)	0.95(0.04)	1.22(0.06)

* : immersion for 1 month

n=5, Unit : MPa

向を示したが、接着強さの上昇は前者で大きかった。また、両者の接着強さは、ETH および TSR の強さに比較すると大きく、5 カ月後では 2.3~3.2 倍であった。

5. 義歯洗浄剤溶液浸漬後の接着強さ

表 4 および図 6 に、義歯洗浄剤溶液浸漬 1 カ月後の接着強さを示した。

DRM の接着強さは、同一期間水中浸漬した接着強さ 2.28 MPa と比較すると、洗浄剤の違いによって増減に大きな差異が認められた。ETH の接着強さは、同一期間水中浸漬した接着強さ 1.38 MPa と比較するとすべての洗浄剤で増加が認められた。TSR の接着強さは、同一期間水中浸漬した接着強さ 1.18 MPa と比較すると、洗浄剤の違いによってわずかな増減が認められた。

IV. 考 察

1. 軟質裏装材の初期物性について

DRS と DRM は、ショア硬さでは後者のほうが約 1.4 倍大きかったが、引張強さでは両者はほぼ同じであり、引裂強さでは前者のほうがわずかに大きかった。これらのことから、DRS と DRM の硬さの相違の原因は、単純に両者に配合されているフィラーの配合量の相違によるものだけではないと考えられた。すなわち、硬さの上昇に効果的な比較的粒径の大きい非補強性^{17,18)}のフィラー（シリカ

等）の配合量を増加させた場合には、硬化物が脆くなり、引張強さおよび引裂強さは低下する。一方、補強性^{17,18)}のフィラー（微粉シリカ等）を配合すると、引張強さおよび引裂強さは増大するものの、硬さはほとんど上昇せず、練和ペーストの極端な粘度上昇および被研磨性の低下を伴う。そこで、非補強性フィラーと補強性フィラーとを併用し、それらの配合割合を調節することによって、軟質裏装材としての物性を付与することが可能と考えられるが、DRS および DRM がこのような方法のみで、上記の機械的性質を達成しているかについては不明であった。

また、DRS および DRM と同様に、付加型シリコンラバーである TSR のショア硬さは、DRS のそれとほぼ同じであったが、引張強さおよび引裂強さは 1/2 以下の小さなものであった。これは、TSR に配合されているフィラーの種類が非補強性であることを示している。また、ペースト自体の透明性が高いことから、フィラーの屈折率は、基材のポリビニルシロキサンと近似しているものと考えられた。

一方、ETH のショア硬さは、DRM のそれとほぼ同じであったが、TSR と同様に、引張強さおよび引裂強さは 1/2 以下の小さなものであった。これは、TSR の場合とは異なり、基材である縮合型ビニルシリコンラバーの特性に起因するものと考えられた。また、ETH の透明性は、他の裏装材に比較して低いが、これは粒径の大きいシリカ等のフィラーが多量に配合されているためと考えられ

図7 Relationships between tensile strength, tear strength and tensile bond strength of soft relining materials

接着強さと引張および引裂強さとの関係

た。

ここで、軟質裏装材の引裂強さからバリの削除、形態および床縁の調整に関与する被研磨性との関係を想定すると、ETHおよびTSRでは引裂強さはDRSおよびDRMに比較して小さいので被研磨性が高く、カーボランダムポイントおよびシリコンポイントによる切削・研磨を想定した場合、極端に引裂強さが低ければ研磨時の応力で必要以外の部分までちぎりとられる危険性がある。一方、ラバー系材料の研磨では、いかなる研削・研磨剤を用いても研磨面に光沢を求めるのは困難であることから、コーティング材などの新しいシステムの開発が必要と考えられた。

2. 軟質裏装材と床用レジンとの初期接着強さについて

引張接着試験後の試験体の破断面は、いずれの軟質裏装材の場合も凝集破壊を示し、軟質裏装材自体の引張強さの大小に相関があるものと考えられた。

そこで、軟質裏装材と床用レジンとの接着強さと、軟質裏装材の引張強さおよび引裂強さとの関係を求め、図7に示した。

図から明らかなように、接着強さは引張および引裂強さのいずれとも正の相関を示し、軟質裏装材の強さが大きいほど接着強さが大きかった。

それぞれの接着機構の詳細は不明であるが、いずれの裏装材も異なるタイプのプライマーを用いていることから、その接着機構も異なるものと考えられた。このなかで、縮合型シリコンラバーであるETHでは、縮合型シリコンラバー印象材と同様に、そのプライマー中にはシランカップリング剤が含有されているものと考えられ、その機序は、プライマー塗布により、メタクリレートレジン表面が改質され、シランカップリング剤の加水分解によって生じたヒドロシル基と縮合型シリコンラバーとが反応することによって接着すると考えられた。一方、付加型シリコンラバーであるDRS、DRMおよびTSRでは、縮合

型シリコンラバーとは異なるが、それらの接着強さおよび接着試験後の破断状態から推察すると、付加型シリコンラバー印象材用プライマーとは異なり、それらのプライマー中にはシラン化合物が含有されており、その化合物がビニルシロキサンと反応することによって強固に接着すると考えられた。

3. 軟質裏装材の物性の経時的変化について

DRSおよびDRMの引張強さは、経時的に増加する傾向(図3)を示したが、引裂強さは経時的にほとんど変化しなかった(図4)ことから、5カ月間では裏装材の脆化は起こらず、逆に、強化が進んでいるものと考えられた。これは、硬化物中に残存しているビニル基の重合^{19,20)}が経時的に進行すること、さらにはフィラーへのシリコンマトリックスの物理吸着量が増大することなどが考えられた。すなわち、仮に未反応のビニルシロキサン分子が残存していて、その架橋が進行した場合では、架橋密度が増大するために逆に硬化物は脆くなりやすい。したがって、このような引張強さの増加は、未反応のビニルシロキサン分子の反応によるものではなく、架橋したシリコンポリマー中に微量に残存するビニル基が反応したことによるものと考えられた。

一方、DRSおよびDRMと同様の付加型シリコンラバーであるTSRの引張強さおよび引裂強さは、経時的にはほとんど変化しなかった。これは、1.で考察したように、TSRに配合されているフィラーが非補強性のものであるため、このフィラーへのシリコンマトリックスの物理吸着が進行しないことによるものと考えられた。また、TSRの引張強さおよび引裂強さは、いずれの時期においてもDRSおよびDRMのその1/2以下の小さな値であった。これも、主としてTSRに配合されているフィラーの種類が非補強性のものであることによるものと考えられた。

他方、縮合型シリコンラバーであるETHの引張強さおよび引裂強さは、いずれも経時的に減少する傾向を示し、材質が脆化して劣化することが判明した。これは、ETHの基材である縮合型シリコンラバーが吸水し、ポリマー鎖が加水分解されて一部で切断されることや、未反応物が溶出することなどが原因と考えられた。このような特性は、縮合型シリコンラバー固有のものであるから、ETHは、軟質裏装材として口腔内での長期間の使用を考慮した場合には好ましくない材質と考えられた。また、ETHの引張強さおよび引裂強さは、いずれの時期においてもDRSおよびDRMのその1/2以下の小さな値であった。これも、主として基材の縮合型シリコンラバーの特性に起因するものと考えられた。

4. 軟質裏装材と床用レジンとの接着強さの経時的変化について

DRS および DRM と床用レジンとの接着強さ (図 5) は、経時的に増大する傾向を示した。これは、接着強さが軟質裏装材自体の引張強さおよび引裂強さと正の相関を示すことに基づくもので、引張強さと引裂強さのうちで、主として引張強さが経時的に増大したことによるものと考えられた。

一方、DRS および DRM と同様の付加型シリコンラバーである TSR と床用レジンとの接着強さは、経時的にはほとんど変化しなかった。これは、DRS および DRM と同様に、接着強さが軟質裏装材自体の引張強さおよび引裂強さと正の相関を示すことに基づくもので、TSR の引張強さと引裂強さとの両者が経時的にほとんど変化しないことによるものと考えられた。また、TSR の接着強さは、いずれの時期においても DRS および DRM のその 1/2 以下の小さな値であった。

他方、縮合型シリコンラバーである ETH と床用レジンとの接着強さは、経時的に減少する傾向を示した。これは、ETH の材質が経時的に脆化して劣化し、引張強さと引裂強さの両者が経時的に減少すること (図 3, 4) によるものと考えられた。

以上のように、軟質裏装材の物性および軟質裏装材と床用レジンとの接着強さの経時的変化は、材質によって大きく異なることが判明した。すなわち、基材が縮合型シリコンラバーである ETH では、材質が経時的に劣化し、口腔内において長期の装着が必要な場合には好ましくないと考えられた。一方、基材が付加型シリコンラバーである DRS, DRM および TSR では、材質が経時的に安定で耐久性に富むものと判断された。特に、新規軟質裏装材の DRS および DRM では、その硬化物の物性および床用レジンとの接着強さが、TSR の 2 倍以上大きく、かつ経時的に強化が進む特性を有することが明らかとなった。

5. 義歯洗浄剤溶液浸漬後の接着強さについて

義歯洗浄剤溶液浸漬後の軟質裏装材と床用レジンとの接着強さ (図 6) は、DRM が最も大きく、次いで ETH および TSR の順であった。また、義歯洗浄剤溶液浸漬後の軟質裏装材と床用レジンとの接着強さは、同一期間水中浸漬後の接着強さと比較して、義歯洗浄剤と軟質裏装材との組合せによって接着強さの増減の挙動が異なることが判明した。

すなわち、基材が付加型シリコンラバーである DRM および TSR と義歯洗浄剤の成分が酵素系である青ピカおよびポリデントとの組合せでは、接着強さの低下が生じてもきわめてわずかなもの (青ピカ-TSR)、ほとんど変化しないもの (ポリデント-TSR) と、逆に増大するもの (青ピカ-DRM, ポリデント-DRM) とに分かれた。ま

た、DRM および TSR と義歯洗浄剤の成分が活性酸素系である赤ピカとの組合せでは、接着強さは明らかに低下した。一方、基材が縮合型シリコンラバーである ETH では、いずれの洗浄剤溶液浸漬後の接着強さでも同一期間水中浸漬後のそれより増大し、劣化は認められなかった。

デンチャーブランクコントロールの観点からは、義歯および軟質裏装材の化学的洗浄は不可欠である一方、化学的洗浄に伴う義歯用材料の劣化も問題^{15,16)}となる。

二川ら¹⁵⁾によると、市販義歯洗浄剤は、その有効成分および洗浄作用から (1) 次亜塩素酸、(2) 過酸化剤、(3) 酸、(4) 消毒薬、(5) 酵素、(6) 生薬および (7) その他 (義歯洗口剤など) に大別される。このうち、次亜塩素酸系や過酸化剤系のは、微生物に対する作用は強いが、材料に対する為害作用も大きく、日常的な軟質裏装材のブランクコントロールに応用することが困難とされている。一方、酸、消毒薬、酵素、生薬あるいは義歯洗口剤などは、材料に対する影響は小さいが、また微生物に対する効果も小さいとしている。

本研究で用いた義歯洗浄剤のうちポリデントは、酵素系であるが中性過酸化剤を含み、*C. albicans* バイオフィルム活性低下能は他の過酸化剤系と同等¹⁵⁾であり、デンチャーブランクコントロールに有効と考えられ、さらに、いずれの軟質裏装材でも接着強さの低下がないことから、本研究で用いた軟質裏装材に関しては、その洗浄に有効と考えられた。

一方、DRM および TSR と義歯洗浄剤の成分が活性酸素系である赤ピカとの組合せでは、接着強さは明らかに低下したが、これは、赤ピカが活性酸素系であるため、硬化物が酸化劣化を受けて脆化した可能性が高いが、その理由の詳細は不明であった。しかし、DRM の場合、材質の劣化によって接着強さが低下したといっても、その接着強さは他の材料に比較して有意に高く、ピカ付属の「使い方」に従い、1 回/週程度の洗浄ではその劣化は問題とならないと考えられた。

V. 結 論

シリコンラバー系軟質裏装材の新規試作品デンチャーライニング (ソフト: DRS およびミディアム: DRM) の初期物性、義歯床用メタクリレートレジンとの初期接着強さを検討したのち、その耐久性について物性および接着強さの経時的変化から検討した。対照には、市販シリコンラバー系軟質裏装材 2 種 (EVATOUCH H TYPE: ETH, TOKUYAMA SOFT RELINING: TSR) を用いた。あわせて、デンチャーブランクコントロールの観点から 3 種の義歯洗浄剤溶液 (ピカ: 青色包装: 青ピカ, 赤色包装: 赤ピカ, ポリデント) に浸漬後の接着強さを検討し、新規軟質裏装材の有用性について検討した結果、以下

の結論を得た。

1. 初期物性および床用レジンとの初期接着強さ

1) DRS および DRM のショア硬さは、それぞれ 35 および 48 を示し、後者が 1.4 倍大きく設定されていた。また、DRS は TSR (33) と、DRM は ETH (46) と同程度の硬さであった。

2) DRS および DRM の引張強さは、それぞれ 2.95 および 2.94 MPa で同等で、それらの値は ETH (2.19 MPa) の約 1.5 倍、TSR (1.23 MPa) の 2.4 倍であった。

3) DRS および DRM の引裂強さは、それぞれ 10.21 および 9.18 kN/m でほぼ同等で、それらの値は ETH の 2.0~2.3 倍、TSR の 2.6~3.0 倍であった。

4) DRS および DRM と床用レジンとの初期接着強さは、それぞれ 2.52 および 2.30 MPa でほぼ同等で、それらの値は ETH の 1.4~1.6 倍、TSR の 2.2~2.4 倍であった。

2. 物性および床用レジンとの接着強さの経時的変化

1) DRS および DRM の引張強さは、経時的に増加する傾向を示した。また、両者はほぼ同等で、それらの値は ETH および TSR の強さに比較して大きく、5 カ月後の強さでは 2.6~3.5 倍であった。

2) DRS および DRM の引裂強さは、経時的にはほとんど変化がなかった。両者の引裂強さはほぼ同等で、それらの値は、ETH および TSR の強さに比較すると大きく、5 カ月後では 2.6~5.6 倍であった。

3) DRS および DRM の接着強さは、経時的に増加する傾向を示したが、接着強さの上昇は前者で大きかった。また、両者の接着強さは、ETH および TSR の強さに比較すると大きく、5 カ月後では 2.3~3.2 倍であった。

3. 義歯洗浄剤溶液浸漬後の接着強さ

義歯洗浄剤溶液浸漬後の床用レジンとの接着強さは、DRM が最も大きく、次いで ETH および TSR の順であった。また、DRM の接着強さは、青ピカ、赤ピカおよびポリデント溶液浸漬後で、それぞれ順に 2.83、1.88 および 2.80 MPa を示し、同一期間水中浸漬した接着強さ 2.28 MPa と比較すると、洗浄剤の違いによって増減に大きな差異が認められた。

デンチャーブラックコントロールおよび材質の劣化を防止するとの観点からは、DRM の洗浄にはポリデントの使用が最も有効と示唆された。

文 献

- 1) Lammie GA, Storer R. A preliminary report on resilient denture plastics. J Prost Dent 8 : 411-424, 1958.
- 2) Storer R. Resilient denture base materials Part 2, Clinical trial. Br Dent J 113 : 231-239, 1962.
- 3) Bate JF, Smith DC. Evaluation of indirect resilient liners for dentures : laboratory and clinical tests. J Am Dent Assoc 70 : 344-353, 1965.
- 4) 平安亮造, 今村真悟, 岡田修造ほか. 弾性裏装材—Silastic 390 Soft Liner—による臨床的效果. 補綴誌 10 : 79-87, 1965.
- 5) Parker HM. Impact reduction in complete and partial dentures—A pilot study. J Prost Dent 16 : 227-245, 1966.
- 6) Plotnick IJ. Stress regulator for complete and partial dentures. J Prost Dent 17 : 166-171, 1967.
- 7) 都留宏道, 大川周治, 関根秀明ほか. フレンジテクニクを応用した後に軟質裏装材クレペートをを使用して咀嚼機能を回復した総義歯の一症例. 補綴誌 26 : 55-62, 1982.
- 8) Schmidt WF, Smith DE. A six-year retrospective study of Molloplast-B-lined dentures Part I : Patient response. J Prosthet Dent 50 : 308-313, 1983.
- 9) Schmidt WF, Smith DE. A six-year retrospective study of Molloplast-B-lined dentures Part II : Liner serviceability. J Prosthet Dent 50 : 459-464, 1983.
- 10) Nishiyama M, Kato T. Properties of LTV vinyl silicone rubber-based resilient denture base liners and directions for use. J Nihon Univ Sch Dent 29 : 100-111, 1987.
- 11) 都留宏道, 長澤 亨, 大川周治ほか. 新しい義歯床用軟質裏装材「モルテノ」の臨床評価. 歯科技工 15 : 519-525, 1987.
- 12) 落合公昭, 鷹股哲也. 市販軟質裏装材の物理・機械的性質に関する基礎的検討—初期物性について—. 補綴誌 38 : 383-390, 1994.
- 13) 河野文昭, 長尾 寛, 野田正純ほか. 軟質裏装材の衝撃緩衝に関する研究 第2報 裏装法の違いが衝撃緩衝能に与える影響. 補綴誌 40 : 501-507, 1996.
- 14) 西村文夫. 軟質裏装材 義歯安定剤の理工学性質. 日本歯科医師会器材調査委員会報告, 東京 : 日本歯科医師会, 1997.
- 15) 二川浩樹, 浜田泰三, 山本隆晴ほか. 義歯洗浄剤. DE 114 : 19-30, 1995.
- 16) 夕田貞之. 義歯洗浄剤の作用機序. DE 114 : 31-36, 1995.
- 17) 日本ゴム協会編. 新ゴム技術入門 133-187, 東京 : 日本ゴム協会, 1967.
- 18) 東レ・ダウ・コーニング・シリコン株式会社編. シリコン材料ハンドブック 159-241, 東京 : 東レ・ダウ・コーニング・シリコン, 1993.
- 19) 西山 實, 広瀬英晴, 小野元弘ほか. ビニルシリコンゴムに関する研究—組成および基礎的性質について—. 歯材器誌 35 : 370-377, 1979.
- 20) 林 純子, 工藤ゆかり, 蒔田勝繁ほか. LTV ビニルシリコンゴムのマイクロ波による加硫の検討. 日大歯学 65 : 608-615, 1991.