

テンポラリーレストレーション用

常温重合レジンの曲げ強さ

山本 宏 鈴木 亨 竹内 操 嶋倉 道郎

Bending Strength of Self Cured Type Resin for Temporary Restoration

Hiroshi YAMAMOTO, Toru SUZUKI, Misao TAKEUCHI and Michio SHIMAKURA

Temporary restorations are important to recover oral functions and esthetics. However, the large sized temporary bridge is often destroyed or comes off. The destruction of temporary bridge is mainly due to the lack of mechanical property, particularly bending strength. The purpose of this study is to evaluate the bending strength of various self-cured temporary resins. For experimental materials four kinds of MMA-PMMA type resins and two kinds of Bis-acrylic type composite resins were selected. Three-point bending test and thermo cycling test were carried out and the bending strength of each self-cured resins was evaluated.

The results were as follows :

1. In the early stages of hardening, the bending strength of Bis-acrylic type composite resin was lower than that of the MMA-PMMA type resin.
2. After 2000 times of thermo cycling, the bending strength of two kinds of MMA-PMMA type resins and two kinds of Bis-acrylic type composite resins was improved.

Key words : self cured temporary resin, bending strength, thermo cycling

緒 言

テンポラリーレストレーションは支台歯形成後の歯質や歯髄の保護, 咀嚼や発音といった機能の回復, 審美性の回復, 最終補綴物の指針など多くの役割を担っている。通常, テンポラリーレストレーションには常温重合レジンが使用されるが, 大型のテンポラリーブリッジの場合, 破折や脱落に遭遇することが少なくない。この原因としては, 不良な支台歯形態や内面の適合不良など技術的な問題の他に, 使用材料の機械的強度が不十分であることも考えられる。しかしながら, テンポラリー

レストレーション用材料の機械的強度について検討した研究は少ない¹⁾。

そこで今回テンポラリーブリッジの破折や脱落の原因を追究することを目的として, まず材料として使用される常温重合レジンの機械的強度のうち, 破折に影響すると考えられる曲げ強さを測定し, 比較検討した。

材料と方法

1. 使用材料

実験には, テンポラリーレストレーション用に使用されている常温重合型MMA-PMMA系レジ

ンとして、ユニファストⅡ（GC，以下UFⅡと略記）、スプリントレジジン（デンツプライ三金，以下SRと略記）、プロビナイス（松風，以下PNと略記）およびユニファストトラッド（GC，以下UTと略記）の4種類。常温重合型ビスーアクリル系コンポジットレジジンとして、プロビテック（GCヨーロッパ，以下PTと略記）およびテンポフィットデュオミックス（デタックス，以下TFと略記）の2種類計6種類を使用した。

常温重合型ビスーアクリル系コンポジットレジンは，2種類ともカートリッジに入ったペースト状のベースとキャタリストを専用のディスペンサーを使用して練和するタイプのものである。

2. 試料の作製

図1に示すような金型を使用して， $2 \times 2 \times 25$ mmの棒状の試料を作製した。常温重合型MMA-PMMA系レジンはメーカー指示の粉液比で混和した後，泥状となったレジンを金型に流し込み，硬化するまで上からガラス板で軽く加圧して成形した。常温重合型ビスーアクリル系コンポジットレジンは，専用ディスペンサーから直接金型に流し込んで，同様の方法で成形した。硬化後金型から取り出しバリを取り除いて実験用試料とした。各材料とも30個ずつの試料を作製した。

3. 曲げ強さの測定

完成した試料のうちそれぞれ半数の15個は，37℃の水中に24時間浸漬した後，三点曲げ試験を行って曲げ強さを測定した。試験には万能試験機（Model-1310DW，アイコーエンジニアリング）を用い，支点間距離20mm，クロスヘッドスピード1.0mm/minの条件で荷重を加えて，破折時の値から曲げ強さを算出した。残りの半数の試料は4℃と60℃の水中に60秒ずつ浸漬するサーマルサイクルを2000回行った後，同様の条件で三点曲げ試験を行って曲げ強さを測定した。

各レジンの曲げ強さは15個の平均値を求め，材料間の曲げ強さの比較は一元配置分散分析を行って有意性を確かめた後，Tukeyの多重比較により行った。また同じ材料のサーマルサイクル前後における曲げ強さの比較はStudent's-t検定を用いて行った。

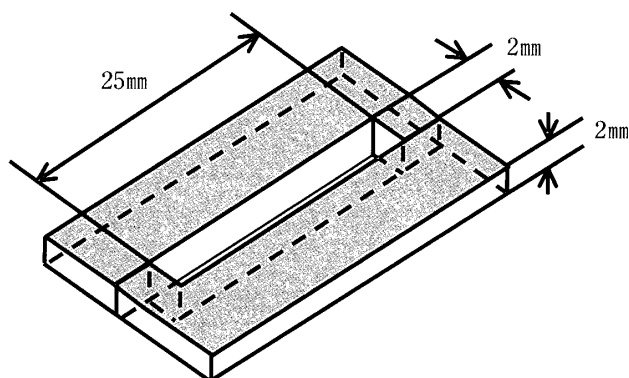


図1 試料作製用金型

結 果

図1に37℃水中に24時間浸漬した後のテンポラリーレストレーション用常温重合型レジンの曲げ強さを示す。UTが 70.8 ± 4.3 Mpaと最大の値で，以下PN，SR，UFⅡの順に低くなり，ビスーアクリル系コンポジットレジンのPTおよびTFはそれぞれ 40.1 ± 6.4 Mpa， 45.2 ± 4.5 Mpaと極端に低い値を示した。

一元配置分散分析を行った結果，危険率1%以下で有意性が認められたので，Tukeyの多重比較を行ったところ，表1に示すような結果が得られた。多くのレジン間で有意差が認められたが，ビスーアクリル系コンポジットレジンのPTとTFの間では有意差は認められなかった。またこの2種類のレジンはMMA-PMMA系の4種類のレジンよりも，危険率1%以下で有意に低い値を示した。

図2にサーマルサイクル2000回後のテンポラリーレストレーション用常温重合型レジンの曲げ強さを示す。サーマルサイクル前と異なり，PTが 81.3 ± 7.3 Mpaと最大の値で，以下SR，UT，UFⅡ，PNの順に低くなり，TFが最小の 51.5 ± 4.8 Mpaを示した。

一元配置分散分析の結果，危険率1%以下で有意性が認められたので，Tukeyの多重比較を行ったところ表2に示すような結果が得られた。PTおよびSRは他の4種類のレジンよりも危険率1%以下で有意に高い値を示し，TFは他の5種類のレジンよりも危険率1%以下で有意に低い値を示した。

表1 曲げ強さの有意差検定結果 (サーマルサイクル前)

	UF II	SR	PN	UT	PT	TF
UF II						
SR	*					
PN	**	N.S.				
UT	**	*	N.S.			
PT	**	**	**	**		
TF	**	**	**	**	N.S.	

N.S. : not significant * : P<0.05 ** : P<0.01

表2 曲げ強さの有意差検定結果 (サーマルサイクル2000回後)

	UF II	SR	PN	UT	PT	TF
UF II						
SR	**					
PN	N.S.	**				
UT	N.S.	**	N.S.			
PT	**	N.S.	**	**		
TF	**	**	**	**	**	

N.S. : not significant * : P<0.05 ** : P<0.01

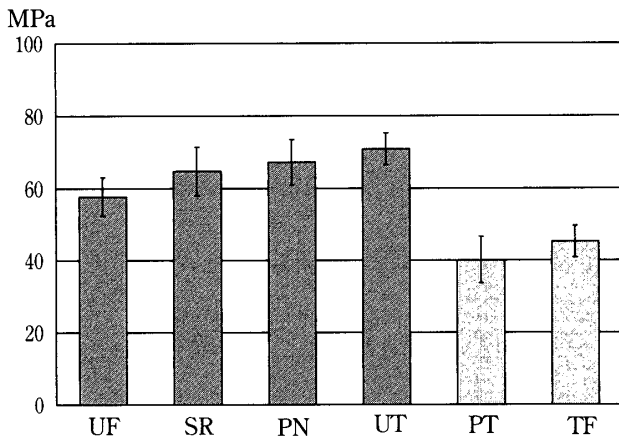


図2 常温重合レジンの曲げ強さ (サーマルサイクル前)

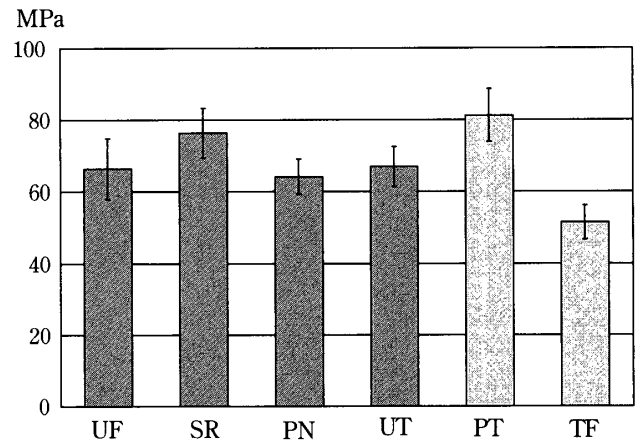


図3 常温重合レジンの曲げ強さ (サーマルサイクル2000回後)

各レジンのサーマルサイクル前と後の曲げ強さを比較すると、UF II、SR、PTおよびTFの4種類のレジンでは危険率1%以下で有意に高い値を示した。これに対しPNは有意差が認められず、UTは逆に危険率5%以下で有意に低い値を示した。

考 察

1. 実験方法について

テンポラリーブリッジ破折の原因には、まず使用材料の機械的強度が挙げられる。実際の臨床では、ポンティック部あるいはポンティックと支台装置の連結部で破折することが多い。これはポンティック部に加わる咬合力が主な原因と考えられる。したがってブリッジの破折に対する抵抗性を調べるには、三点曲げ試験により曲げ強さを測定することが適切と判断した。

またテンポラリーブリッジは一定期間口腔内で機能しなければならないため、耐久性も必要とされる。そのためサーマルサイクル試験後の曲げ強

さについても測定し、比較した。ただ最終補綴装置のように長期間口腔内で使用されることは考えにくいので、サーマルサイクルの回数は2000回に設定した。

実験材料には、まず従来テンポラリーレストレーションに使用されてきた常温重合型MMA-PMMA系レジンのうちから、我が国で使用されている代表的な4種類を選択した。次にこれらと比較する目的で、常温重合型ビス-アクリル系コンポジットレジンのうちから2種類の、計6種類を選択した。

ビス-アクリル系コンポジットレジンは、成分中にマイクロフィラーを含有しており、欧米ではテンポラリーレストレーション用として既に使用されている。MMA-PMMA系レジンに比較すると、重合収縮量が少ない、硬化時の発熱量が少ない、摩耗しにくいといった利点を有するとされている²⁾。

2. 実験結果について

サーマルサイクル前における、ビス-アクリル

系コンポジットレジンのPTおよびTFの曲げ強さは、MMA-PMMA系レジンのUFⅡ、SR、PNおよびUTより有意に低い値を示した。一般にマイクロフィラーを含有したコンポジットレジンは、MMA-PMMA系レジんに比べて、硬さや圧縮強さなどの機械的強度には優れるとされている³⁾。しかし今回テンポラリーレストレーション用常温重合型レジンの曲げ強さを測定したところ、初期においては予想に反して全く逆の結果となった。

中澤⁴⁾は、低粘性レジンは通常のコンポジットレジんに比べると、曲げ強さが低くまた製品による違いも大きいと報告している。ビス-アクリル系コンポジットレジンは、専用のディスペンサーでベースとキャタリストを練和する方式であるため、流動性を高くする必要がある。したがって粘度を低くしたことが、曲げ強さに影響を及ぼしたことが考えられる。

サーマルサイクル2000回後の測定では、UFⅡ、SR、PT、TFの4種類のレジんで曲げ強さが大きくなり、特にPTは倍以上の値に上昇した。レジンの機械的性質について、サーマルサイクル試験による影響を調べた実験^{5,6)}では、早期のある段階でピークに達し、その後徐々に低下するという挙動を示すものが多い。これはサーマルサイクル試験で、60℃水中に浸漬した時の熱により、重合反応が促進されるためと考えられている。今回の実験ではサーマルサイクルの回数が2000回と少ないため、これらの4種類のレジンは重合反応が促進されて、曲げ強さの値も上昇したものと考えられる。ただ機械的性質のピークがサーマルサイクル回数のどの段階で現れるかは不明であり、PTは2000回でその効果が顕著に現れたのではないかと推測される。したがって同じビス-アクリル系コンポジットレジんであるTFも、サーマルサイクルの回数を増やせばさらに曲げ強さが向上する可能性も考えられる。

一方PNの曲げ強さに変化は認められず、UTは逆に値が低下した。これら2種類のレジンは、前述したサーマルサイクル試験中の熱による重合反応の進行が早く、測定した時点では既にピークを過ぎて逆に低下し始めていたのではないかと推測される。

したがってテンポラリーレストレーション用常温重合レジンの曲げ強さについては、サーマルサイクル試験の回数をさらに細分化して詳細に検討する必要がある。

結 論

テンポラリーブリッジ破折の原因を追求する目的で、6種類の常温重合型レジンの曲げ強さについて検討した結果、以下の結論を得た。

1. 硬化後初期におけるビス-アクリル系コンポジットレジンの曲げ強さはMMA-PMMA系レジンのよりも低い値を示した。

2. サーマルサイクル2000回後の曲げ強さは、4種類のレジんで値が上昇し、特にPTは倍以上の値を示した。

以上より、重合収縮が少ないとされるビス-アクリル系コンポジットレジンを、テンポラリーブリッジに使用する場合は、注意が必要と思われた。

文 献

- 1) 星合和基, 金澤 毅, 平沼謙二, 太田 功ほか: 常温重合レジユニファストⅡの物性, 適合度について. 補綴誌 **39**; 494-500 1995.
- 2) 大前百子, 塩野英昭: 長期耐久性テンポラリーレストレーションを可能とするビス-アクリル系コンポジットレジンの補綴臨床別冊 最新歯科材料活用マニュアル 第1版; 20-23 医歯薬出版株式会社 東京 2000.
- 3) 郭 永昌, 藤沢盛一郎, 門磨義則, 増原英一: 歯科用コンポジットレジンの機械的性質について. 歯材器 **2**; 175-181 1983.
- 4) 中澤 洋: 光重合型レジに関する研究—とくに低粘性レジンの介在が象牙質接着強さにおよぼす影響について—. 日歯保存誌 **44**; 740-745 2001.
- 5) 宮崎 隆, 鈴木 暁, 宮治俊幸: サーマルサイクルが白歯用コンポジットレジンの機械的性質におよぼす影響. 歯材器 **5**; 187-195 1986.
- 6) 平林 茂, 野本理恵, 原嶋郁郎, 平澤 忠: 熱サイクルによる各種光重合コンポジットレジンの耐久性評価. 歯材器 **9**; 53-64 1990.

著者への連絡先: 山本 宏, (〒963-8611) 郡山市富田町字三角堂31-1 奥羽大学歯学部歯科補綴学講座
Reprint request: Hiroshi YAMAMOTO, Department of Prosthetic Dentistry, Ohu University School of Dentistry 31-1 Misumido, Tomita, Koriyama, 963-8611, Japan