エナメル接着性レジンによるブリッジに関する研究

第1報 ブリッジ応用への適性について

寺尾 俊明 丸山 剛郎 吉嶺 順一*

The Study of Fixed Bridges Constructed with Enamel Bonding Resin

Part 1. Adaptability for constructed fixed bridges

Toshiaki Terao, Takao Maruyama, Jyunichi Yoshimine*

緒 言

材料・方法および結果

近年、高分子化学の発達は著しく、歯科においてもその応用の可能性が示唆されて以来、数々の材料が開発され、とくに、数年来、エナメル接着性レジンに多くの関心が寄せられている¹⁻⁴⁾。

このエナメル接着性レジンの起源は、1956年、Bowen⁵⁾により接着性が優れているとされていた epoxy resin に注目し、歯科材料として epichlorhydrin と、bisphenol A から導いた、epoxy resin に逆のぼる。以来、数多くの研究者がこのレジンを研究、改良してきた。また Bowen 自身もこれに改良を加え、1962年にこの epoxy resin の両側末端のエポキシ基と不飽和有機酸との反応によって、BIS-GMA を作り出した⁶⁾。以来、composite resin の Base resin として数多くの実績を残し、また改良が加えられ、エナメル質接着性レジンとして、歯科界における地位を高めつつある。本研究は、この BIS-GMA を Base として改良し、その接着強度を高めることによって、固定性ブリッジへの可能性を調べたものである。

〔I〕材 料

本研究に使用した各種モノマーおよびその特徴は、下記の通りで、その化学式は、表1に示す(表1)。

A. Base resin

BIS-GMA

接着性、諸物性が優れ、現在市販の composite resin の Base resin として、広く臨床に、使われている。しかし、単味では、粘性が高く、またやや吸水性があり、操作性、フィラーの混入に問題がある。

B. 改質材

i) BIS-MEPP

BIS-GMA と類似構造をもち、その相違点としては、構造式中に -OH 基をもたないことである。また物性的には、接着性、安定性、耐吸水性が優れ、BIS-GMA の吸水性改善を期待して選んだ。

ii) 1G, 2G, 3G, 4G

これらと、下記の NPG, TMPT は、一般に、NK エステルとして知られ、諸種の高分子物性の改質剤でありその重合反応は、有機過酸化化物、熱、紫外線、および放射線によって起こり、密度を上昇して三次元硬化する。この反応を利用して、接着剤、塗料、プラスチック、合成ゴム、合板、感光性樹脂、電線被覆、プラスチック発泡体、ゴムとプラスチック配合物等、広い分野にきわめて有用な多官能性モノマーとして、大いに期待されている。

本研究においては、1G~4G は、BIS-GMA の粘性を

大阪大学歯学部歯科補綴学第1教室

* 三金工業株式会社

1st. Department of Prosthetic Dentistry, Osaka University, Dental School.

* Sankin Industry Co., Ltd.

昭和53年3月1日受付

表 1

略号	一般構造式
BIS-GMA	2,2-ビス(4-(3-メタクリロキシ-2-ヒドロキシプロポキシ)フェニル)プロパン
BIS-NEPP	2,2-ビス(4-(メタクリロキシジエトキシフェニル)プロパン
1G	エチレングリコ-ルジメタクリレ-ト
2G	ジエチレングリコ-ルジメタクリレ-ト
3G	トリエチレングリコ-ルジメタクリレ-ト
4G	テトラエチレングリコ-ルジメタクリレ-ト
NPG	ネオペンチルグリコ-ルジメタクリレ-ト
TMPT	トリメチロ-ルプロパントリメタクリレ-ト
2-HEMA	2-ヒドロキシエチルメタクリレ-ト
MMA	メチルメタクリレ-ト

補正し、フィラーとのぬれを改善する希釈剤として用いた。

iii) NPG

一分子中に4個のメチル基があり、カルボニル基のβ位に水素を含まない、いわゆる、ネオペンチル構造を有し、耐水性、耐アルカリ性、耐酸性などに、優れた効果を発揮するものと思われた。

iv) TMPT

NK エステルの中では、表面硬度の高いことが特長であり、また毒性の低いことも特長である。Hunting don Research Center の実験によると、ラットと使った急性経口毒性で、MMA に比べて 1/3、急性皮膚毒性で、非刺激性であると、報告されている³⁾。

v) 2-HEMA

構造式中に、ヒドロキシル基があるため、接着性の向上、および、二次反応性があり、架橋結合して、熱硬化ポリマーを生成する等の効果があり、工業界では、塗料、被覆材料、繊維処理等の用途に、その可能性が見出されている。

C. コントロール

コントロールとして、現在床用、人工歯用として使われている PMMA-MMA を用いた。これはまた、本エ

Composite resinの作成法

Composite A成分,B成分を重量比A/B=1/1で練和し、試験片を作成する。

ただし、
※1は、Binder 100部に、P- Tolyldiethanolamin 3部、2,6-di- tert. - butyl- p- cresol 0.08部を溶解したものを示す。
※2は、Binder 100部に、Benzoil peroxide 0.7部、2,6-di- tert. - butyl- p- cresol 0.08部を溶解したものを示す。
※3は、quartzを6N- HClにて洗浄後、シランカップリング剤で表面処理を施したものを示す。

図 1

表 2 Composition of filler (quartz)

SiO ₂	99.5	(wt%)
Fe ₂ O ₃	0.03	0.08
Al ₂ O ₃	0.03	
CaO	trace	
MgO	trace	

ナメル接着性レジンを使つたブリッジの際、欠損部人工歯として用いるこのレジンの物性を知る目的でもあつた。

試験片の硬化は、B.P.O. (Benzoyl Peroxide) と、amine (P-Tolyldiethanol amine) により室温重合し、さらに、より完全重合体を得るため、100°C にて、2時間、after cure を行つた。その後 37°C の水中に、24時間、保存した後、各種実験に供した。

D. フィラー

フィラーとして、α-quartz を用いた。成分、混入方法は、図1、表2に示す通りである。

[II] 方 法

物性試験は、下記の中から各々選んで行つた。

1. ヌーブ硬度 (HK) 測定法

使用機器：明石製作所製 MVK-D

試験片：3,000×1,000×0.300 (cm)

測定負荷荷重：25 g

測定負荷時間：5 秒

2. ロックウェルスーパーフィシャル硬度 (HR) 測定法

表 3 Physical properties

RESINS	Hardness Hk	Flexural strength (kg/cm ²)	Compressive strength (kg/cm ²)	Water sorption (mg/cm ²)	
				at 24hours	at 30days
BIS-GMA	19.7 (0.7)	1038 (98)	934 (67)	1.6	3.7
BIS-MEPP	10.2 (0.5)	920 (114)	639 (49)	0.8	1.4
1G	11.1 (1.6)	— *1	343 (66)	1.2	2.6
2G	20.4 (0.7)	482 (103)	652 (81)	1.5	6.0
3G	8.0 (0.4)	632 (112)	710 (76)	2.3	6.9
4G	5.7 (0.7)	550 (95)	254 (42)	4.5	8.1
NPG	19.0 (1.2)	180 (35)	362 (27)	0.5	1.3
TMPT	17.0 (0.9)	208 (54)	200 (33)	0.8	1.5
2-HEMA*2	—	—	—	—	—
PMMA-MMA	17.1 (0.2)	1034 (100)	924 (55)	0.7	0.8

*1 1GのFlexural strengthは、試験片がもろいため測定不能。

*2 2-HEMAは試験片を37℃の水中に24時間浸漬したところ、吸水膨張が著しく、物性試験の実施が困難なため、未測定。

使用機器：明石製作所製 ARK-S

試験片：3,000×1,000×0.300 (cm)

スケール：15 W

3. 曲げ強度 (F.S.) 測定法

使用機器：島津製作所製オートグラフ S-500

試験片：6,520(±0.010)×1,050(±0.010)×
0.350(±0.010) (cm)

支点間距離：5.000 (cm)

曲げ速度：4 mm/min

曲げ強度 (Flexural Strength) (Kg/cm²) は、次式により算出

$$S = 3/2 \cdot PL/bd^2$$

S：曲げ強度 (kg/cm²) P：破壊荷重 (kg)

L：支点間距離 (cm) b：試験片の幅 (cm)

d：試験片の厚さ (cm)

4. 曲げ弾性係数 (EB) 算出法

曲げ弾性係数 (EB) (kg/cm²) は次式により算出

$$EB = 1/4 \cdot L^3/d^3b \cdot (P/Y)$$

EB：曲げ弾性係数 (kg/cm²) P：荷重 (kg)

L：支点間距離 (cm) Y：変形 (cm)

b：試験片の幅 (cm) d：試験片の厚さ (cm)

P/Y は、荷重変形曲線の直線部の傾斜として得られる。

5. 圧縮強度 (C.S.) 測定法

使用機器：島津製作所製オートグラフ S-500

試験片：0.400φ×0.800 (cm)

圧縮速度：15 mm/min

6. 吸水量、溶解量試験法

吸水量試験：JIST-6501 5.2. (吸水量試験による)

溶解量試験：JIST-6501 5.3. (溶解量試験による)

7. 熱膨張係数 (線膨張係数) 測定法

使用機器：図2の通りである。

室温～80℃ まで3時間で上昇させ、試験片の膨張を読みとる。

試験片：10φ×50 (mm)

【Ⅲ】 実験および結果

1. 各種モノマー単味の物性 (表3)

これらモノマー単味の物性データを求めることは、その操作性をみること、また本研究目的にかなったレジン作製のためのブレンドに必要であると思われ、まず単味の物性を得ることから実験を始めた。

i) BIS-GMA

Hk, 曲げ強度 (以下 F.S. と記す), 圧縮強さ (以下 C.S. と記す) とも良好な値を示し、HK は、2G について、2 番目、F.S., C.S. は、テストピース 10 種中、最大の値を示した。しかし、吸水量は、やや大きく、PMMA-MMA に比べてもやや大きい値を示した。

ii) BIS-MEPP

Hk が、やや他に比べて、低い値を示したものの、F.S., C.S., 吸水量とも、良好な値を示し、特に吸水量は少なく、これは、構造式中に、-OH 基をもたないからであろうと思われ、F.S., C.S., が良好ということからも、BIS-GMA の吸水量改善に期待した。

iii) 1G, 2G, 3G, 4G

このなかでは、Hk を除いて、F.S., C.S. において、3G にピークがみられた。しかし、HK は、2G が、3G の約2倍半の値を示し、またその構造式からも、吸水量

表 4 Composition of resin binders

No.	BIS-GMA	BIS-MEPP	3G	NPG	TMPT	2-HEMA
1	20	80				
2	30	70				
3	40	60				
4	50	50				
5	60	40				
6	70	30				
7	30		70			
8	50		30			
9	70		30			
10	30			70		
11	50			50		
12	50				50	
13	50					50
14	28	42	30			
15	28	42		30	30	
16	28	42			30	
17	28	42				30
18	60	10				30
19	50	20				30
20	40	30				30

は、1G, 2G, 3G, 4G と大きくなった。この中で、2G の Hk, 吸水量が 3G よりも少ないことが魅力であつたが、3G の F.S., C.S. に期待して、次の実験 II では 3G を選んだ。

iv) NPG, TMPT

前述の特性を期待して選び、物性試験を行つたが、Hk, 吸水量に、優れた、物性を示したものの、F.S., C.S. については、10 の試験材料中、最低であつた。

v) 2-HEMA

物性試験のため、テストピースを 37°C 水中に、24 時間浸漬したところ、吸水膨張が著しく、物性試験、不可能であつた。

2. BIS-GMA と各種モノマー配合による物性 (表 4, 5, No. 1~13)

表 4 (No. 1~13) に示すごとく、BIS-MEPP と 6 つの配合化、3G と 3 つの配合化、NPG, TMPT, 2-HEMA は、その単味の物性試験から BIS-GMA との配合によつて、BIS-GMA の物性改良にはあまり役立たないと予想されたので、各々 2 種、2 種、1 種の配合を行つた。

i) BIS-GMA と BIS-MEPP (No. 1~6)

これらの中では、配合比 40/50 の No. 3 が、諸物性に、良好な値を示した。

ii) BIS-GMA と 3G (No. 7~9)

表 5 Physical properties

No.	Hardness Hk	Hardness H _R	Flexural Strength (kg/cm ²)	EB (kg/cm ²)
1	18.1 (0.4)	90 (0.6)	682 (190)	2.3×10 ⁴ (0.2×10 ⁴)
2	14.7 (1.4)	88 (0.6)	735 (215)	3.1×10 ⁴ (0.2×10 ⁴)
3	19.5 (0.8)	90 (0)	819 (140)	2.8×10 ⁴ (0.2×10 ⁴)
4	16.1 (0.8)	87 (0.9)	702 (189)	3.2×10 ⁴ (0.3×10 ⁴)
5	19.4 (0.7)	89 (0.4)	496 (154)	3.2×10 ⁴ (0.3×10 ⁴)
6	18.2 (0.8)	88 (0.8)	500 (101)	3.6×10 ⁴ (0.3×10 ⁴)
7	13.5 (0.7)	84 (0.6)	505 (101)	2.4×10 ⁴ (0.2×10 ⁴)
8	18.8 (0.8)	88 (0.6)	723 (152)	3.4×10 ⁴ (0.4×10 ⁴)
9	18.6 (0.9)	89 (1.1)	398 (114)	3.5×10 ⁴ (0.3×10 ⁴)
10	10.9 (0.3)	81 (0.9)	517 (57)	2.2×10 ⁴ (0.2×10 ⁴)
11	18.2 (0.5)	85 (0.4)	563 (236)	3.0×10 ⁴ (0.3×10 ⁴)
12	21.9 (1.5)	90 (0.4)	331 (95)	3.9×10 ⁴ (0.1×10 ⁴)
13	9.1 (0.4)	70 (1.8)	683 (83)	2.5×10 ⁴ (0.2×10 ⁴)
14	17.5 (0.6)	90 (0.4)	747 (145)	2.9×10 ⁴ (0.2×10 ⁴)
15	21.1 (0.7)	91 (0.4)	738 (136)	3.1×10 ⁴ (0.2×10 ⁴)
16	19.8 (0.7)	91 (0.6)	579 (82)	3.1×10 ⁴ (0.3×10 ⁴)
17	14.3 (2.0)	88 (0.8)	907 (115)	3.2×10 ⁴ (0.2×10 ⁴)
18	16.8 (0.2)	88 (0.6)	990 (115)	3.3×10 ⁴ (0.2×10 ⁴)
19	16.6 (0.5)	88 (0.9)	760 (168)	3.4×10 ⁴ (0.1×10 ⁴)
20	16.6 (0.4)	88 (0.6)	910 (130)	3.2×10 ⁴ (0.1×10 ⁴)

これらの中では、配合比 50/50 の No. 8 が、物性が一番優れていた。

iii) BIS-GMA と NPG (No. 10, 11)

BIS-GMA と TMPT (No. 12)

NPG との配合では、配合比 50/50 が、30/70 よりも表面硬度、F.S., 曲げ弾性係数 (以下 EB と記す) とともに良好であった。しかし、その F.S. は No. 8, No. 3 に比べて落ち、TMPT との配合では、表面硬度が、各種配合 13 種中最高値を示したのが注目されるが、F.S. は、13 種中、最低の値を示した。

iv) BIS-GMA と 2-HEMA (No. 13)

2-HEMA 単味の物性が、吸水量が大きすぎて、測定不可能であったという点から考えて、BIS-GMA との配合物性にも、あまり期待していなかったのであるが、表面硬度、EB に、低い値を示したものの、F.S. において $683 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$ と、まづまづの物性を示した。

3. [BIS-GMA, BIS-MEPP] と各種モノマー配合による物性 (表 4, 5 No. 14~17)

さらに、実験 II の結果を基にして、諸物性に良好な値を示した、No. 3 を Base にして、3G, NPG, TMPT, 2-HEMA との配合を行った。その配合比は、BIS-GMA と、各種モノマー 50/50 となるよう、配合を行った。これは、No. 8, No. 11 にみられるように、BIS-GMA との配合比、50/50 の時、一番良好な物性が、得られたためである。

この結果、No. 17 は、表面硬度は、この中で、一番低かったものの F.S., EB, とも、最大の値を示した。特に、F.S. は、No. 1~13 のそれと比べても最大であった。

4. BIS-GMA, BIS-MEPP, 2-HEMA の配合による物性 (表 4, 5 No. 18~20)

そこで、2-HEMA のブレンドが、F.S. の物性上昇に、有効であることが判つたため、今度は、2-HEMA の配合率を (30 wt%) を変えずに、BIS-GMA, BIS-MEPP の配合比を変えることによつて、物性がどのように変化するか、調べた。

この結果、表面硬度、F.S., EB とも、バランスのとれた物性を示し、特に、F.S. においては、No. 18 に $990 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$ と、最大の値が得られた。この結果から、No. 17, No. 18, No. 19, No. 20 の中から、No. 18, 19, 20 を最終の Binder として選んだ。No. 17 を除いたのは、No. 20 と物性的に、ほとんど変らなかつたのと、また、歯牙との接着を考えた場合、BIS-GMA の配合比が多いほど、その効果が大きであると思われたためで

表 6 Water sorption (mg/cm^2)

Days	No.18	No.19	No.20	RMMA
1	1.9	1.9	1.5	0.7
3	2.3	2.2	1.7	0.8
7	2.3	2.2	1.7	0.8
9	2.4	2.2	1.7	0.8
11	2.4	2.2	1.7	0.8
14	2.4	2.2	1.7	0.8
36	2.4	2.3	1.7	0.8

Solubility (mg/cm^2)

	No.18	No.19	No.20	PMMA
$\bar{X}$	0.01	0.01	0.01	0.01

表 7 Physical Properties

No.	Hardness Hk	Hardness HR	Flexural strength (kg/cm^2)	EB (kg/cm^2)
18-7	50.2 (7.9)	87 (0.6)	834 (57)	11×10^4 (1.0×10^4)
19-7	61.9 (11.6)	87 (0)	847 (87)	10×10^4 (1.0×10^4)
20-7	51.8 (2.2)	87 (0.9)	862 (76)	10×10^4 (1.0×10^4)

ある。

No. 18, 19, 20 の吸水量、溶解量 (表 6)

口腔内における吸水量、溶解量を知るために、JIS 規格による吸水量、溶解量測定を行った。

この結果、No. 18, 19, 20 とも、その吸水量は、PMMA に比べて、大きい値を示したが、3 日目以後から変化せず、またその後、行つた溶解量テストでは全て、0.01 で、臨牀的に十分応用できるものであることが判つた。

5. フィラー混入後の物性試験

一般に市販の composite resin には、耐圧縮性、表面かたさ、耐磨耗性、熱膨張係数、吸水性、表面の滑沢性などを与えるため、70%~95% の無機質フィラーが配合してある。そこで本研究においてもそれらの利点を得るため、フィラー混入を行った。本研究においては、大量のフィラー混入によつて Binder 自体の物性が失われるのを防ぐため、フィラー混入量は、70 wt% とし、各々試料 No. 18-7, 19-7, 20-7 とした。こうして作成した Composit resin の諸物性について検討を行った。

i) 表面硬度 (HK, HR), F.S. EB (表 7)

表面硬度は、HR は、フィラー混入前と、ほとんど変わらない値を示したのに対し、HK 硬度が、約 3 倍の硬度

表 8 Physical properties

No.	Compressive strength (kg/cm ²)	Diametral compressive strength (kg/cm ²)
18-7	2362 (102)	361 (65)
19-7	2470 (110)	465 (51)
20-7	2489 (80)	464 (19)

表 9 Coefficients of linear thermal expansion ($\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)

No.	Temperature range ($^{\circ}\text{C}$)		
	20-40	40-60	40-80
18-7	30	41	63
19-7	37	42	61
20-7	28	35	55
PMMA	85	110	120

表 10 Water sorption (mg/cm²)

Days	No.18-7	No.19-7	No.20-7
1	1.5	1.3	1.1
7	1.6	1.3	1.1

Solubility (mg/cm²)

	No.18-7	No.19-7	No.20-7
$\bar{X}$	0.01	0.01	0.01

を示した。これは、HK が、約 3 倍の硬度を示した。これは、HK は、フィラーの硬さが、反映したのに対し HR は、Binder 本来の表面硬度が出たものと思われる。また、F.S. は、やや低下の傾向をみせたが、EB は、約 3 倍強となり、物性的によくなったといえよう。

ii) 圧縮強度、引張強度 (Diametral compressive st.) (表 8)

BIS-GMA 単味に比べて、約 2 倍半の強度を示し、平行して行った引張り強さの約 1.5~2 倍の値を示す、Diametral compressive st. においても良好な値を示した。

iii) 熱膨張係数 (表 9)、吸水量 (表 10)、溶解量 (表 10)

熱膨張係数は、PMMA-MMA と比べて約半分のオーダーを示し、これは、ほぼアマルガムのそれにひつてきするものであつた。また吸水量 1 日後~7 日後、ほとんど変化せず、溶解量、0.01 であつた。

歯牙エナメル質との接合試験

図 2

6. 歯牙エナメル質との接合試験 (図 2)

以上の物性試験で、十分に臨床に応用できることが判つたためさらに、Lee Pharmaceut Co. 製市販エナメル質接着性レジン、コントロールとして、歯牙との引張り、剪断強度試験を行った。

試料: No. 18-7, No. 19-7, No. 20-7 & Lee Pharmaceut Co. 製 composite resin (R)

接着圧力: 接着圧

接着時温度: $23(\pm 1)^{\circ}\text{C}$

接着時間 (硬化): 3.0 分

試験片数: 20

接着面積: 0.3×0.3 (cm)

試験片の状態保存: 37°C の蒸留水中に 24 時間浸漬

使用機器: 島津製作所製オートグラフ S-500

引張、圧縮強度: 4 mm/min

被着体として、新鮮なヒトの抜去歯牙を用い、MMA 角棒に、固定し、脱脂、清掃後、35% のリン酸水溶液にて 1 分間、脱灰し、水洗乾燥後、接着面に、試料を塗布し、試験を行った。

結果は、表 11, 12 に示す通りで、最大値、120~134 (kg/cm²)、最大値 40~56 (kg/cm²)、平均値 79~96 (kg/cm²) の値を示した。これらの中で、一番物性的に

表 11 (kg/cm²)

	No18-7	No19-7	No20-7	R
Max.	120	122	134	94
Min.	40	48	56	33
$\bar{X}$	79	84	96	71
S.D	27.6	26.8	25.3	23.4
Adhesive	16	16	16	14
Co-hesive	4	4	4	6

表 12 (kg/cm²)

	No18-7	No19-7	No20-7	R
Max.	143	160	172	140
Min.	79	76	83	68
$\bar{X}$	105	112	130	101
S.D	26.7	25.9	26.1	29.0
Adhesive	6	6	7	4
Co-hesive	14	14	13	16

優れていると思われた。(R)とT検定を行ったところ、引つ張り、剪断強度とも(R)と有意差がみられた。またその破壊も、接着面強度が、凝集強度を上回る傾向がみられた。これは、本研究の初期目的として、物性上昇すなわち、凝集強度の上昇によつて接着強度を上げようという点から、満足すべき結果であつた(表 11, 12)。

考 察

この研究の目的、すなわちエナメル接着性レジンのブリッジ応用という点から、本研究の第一目標は接着力の増大という点であつた。一般に接着力Fは、凝集強度Cと、接着面強度Aとの和であるといわれる⁸⁾。すなわち、 $F=C+A$ である。

よつて凝集強度、接着面強度を上げれば、上げるほど、Fはもちろんのこと大きくなるわけであるが、Sheykholeslam, Z., Buonocore, M.G., and Gwinnett (1972)⁹⁾, Stephan, R., Nelson, Michael, J. Till, John H. Hindling (1974)¹⁰⁾, John C. Mithem, Larry R. Turner (1974)¹¹⁾, W.P. Rock (1974)¹²⁾, らの報告にあるように、現在、エナメル質とレジンの接着強度において、凝集破壊が接着面破壊より上まわつているということである。この点から、本研究の第一目標として凝集強度を上げることにおいたわけである。さて、その凝集強度を何をもつて測定するかであるが、物性のバランスもあるが、変形能という点から考えて、いちばんそれに答えて

くれると思われるのが、曲げ強度であろうと思われる。この点から、曲げ強度上昇を第一目標とし、吸水量、表面硬度、曲げ弾性係数のバランスをとりながら、改良を行つたのであるが、最後に行つたエナメル質との接着強度試験において、市販エナメル質接着性レジンの中で、接着強度が、比較的優れているといわれる市販エナメル質接着性レジジン(R)と比べても、凝集強度が、上まわり、接着強度の強いレジジンが作れたと思われる。しかし、さらに、凝集強度を上げることによつて、接着強度を上げる可能性は、あるように思われるが、熱硬化性樹脂の場合、凝集強度は、架橋によつて大となり、接着面強度は、極性により大となると云われ、したがつて架橋が大で極性が大きい樹脂を選び、被着体の極性を高めることにより、接着強度を高めることができる。しかし、架橋の増大により、硬く脆くなるために、はく離、衝撃強度は、低くなる。すなわち、その物性を上げ、凝集強度を強くすればするほど、その接着強度は、大きくなるとは云えない。したがつて、接着面強度、凝集強度のバランスをどのようにとるかが、一番の問題であり、また今後の課題といえよう。

ま と め

従来のエナメル接着性レジンは、その接着力を主に、辺縁封鎖を目的とするものであつた。本研究は、その接着力を高めることによつて固定性ブリッジへの可能性を調べたものである。そして得られたレジンは、歯牙との剪断強度試験の結果、No. 20-7 (BIS-GMA : BIS-ME-PP : 2-HEMA=40 : 30 : 30) で最低 83 (kg/cm²)、最大 172 (kg/cm²)、平均 130 (kg/cm²) の値を示した。これは、前歯部で既製レジジン歯を使つて、固定性ブリッジを作る場合、そのコンタクト部分で、約 3×4 (mm) のコンタクトエリアを得られると思われ、その場合、その耐剪断強度は、No. 20-7 の場合各々、最低 20 kg、最大 40 kg、平均 31 kg となり、十分咬合力に耐えうるものと思われる。今後改良を加えながら、模型を使つた実験も行い、臨床に応用していきたいと思う。

文 献

- 1) 増原英一、他：歯質と接着する充填材バラカーフの基本的特性、歯界展望、35 : 202~210、昭45 (1970)。
- 2) 藤沢盛一郎、他：新充填材バラカーフとエナメル質との接着性ならびに窩洞封鎖性について、歯界展望、35 :

- 211~218, 昭45 (1970).
- 3) 和久本貞雄, 他: 接着性エナメル被覆材「エナメライト」について, 歯界展望, 41: 71~82, 昭48 (1973).
- 4) 増原英一, 他: 齲蝕予防材料としてMMA-T B B系レジジンについて, 歯界展望, 41: 83~90, 昭48 (1973).
- 5) Bowen, R.L.: Use of epoxy resins in restorative materials, J.Dent. Res., 35: 360~369, 1956.
- 6) Bowen, R.L.: Dental filling material comprising vinyl-silane treated fused silica and a binder consisting of the reaction product of bisphenol and glycidyl acrylate, U.S. Patent: 3,066,112, 1962.
- 7) 三菱レクヨン株式会社メタクリル酸エステル技術資料, 昭50 (1975).
- 8) 接着便覧, 83~90, 高分子刊行会, 昭44 (1969).
- 9) Sheykholeslam, Z.; Buonocore, M.G.; and Gwinnett, A.J.: Effect of fluorides on the bonding of resins to phosphoric acid-etched bovine enamel, Arch Oral Biol, 17: 1037, 1972.
- 10) Stephan, R.; Nelson, J.; Michael, J. Till; and John, H., Hinding: Comparison of materials and methods used in acid etch restorative procedures, J.A.D.A., 89: 1123~1127, 1974.
- 11) John, C. Mitchem; Larry, R. Turner: The retentive strengths of acid-etched retained resins, J.A.D.A., 89: 1107~1110, 1974.
- 12) W.P. Rock: The effect of etching of Human enamel upon bond strengths with fissure sealant resins, Arch Oral Biol, 19: 873, 1974.