

義歯のマーキングに関する研究 第1報 曲げ強さについて

大 森 俊 和¹⁾ 山 田 耕 弘¹⁾ 長 尾 一 郎¹⁾
藤 原 周¹⁾ 都 尾 元 宣¹⁾ 田 辺 俊 一 郎²⁾
村 松 泰 徳²⁾ 藤 井 輝 久¹⁾ 後 藤 隆 泰³⁾
倉 知 正 和¹⁾

Study of Labeling Method in Denture for Identification Part 1. Flexural Strength of Denture Base Acrylic Resin Embedded Labels

OMORI TOSHIKAZU¹⁾, YAMADA YASUHIRO¹⁾, NAGAO ICHIROU¹⁾,
FUJIWARA SHUU¹⁾, MIYAO MOTONOBU¹⁾, TANABE TOSHIICHIRO²⁾,
MURAMATSU YASUNORI²⁾, FUJII TERUHISA¹⁾, GOTO TAKAYASU³⁾
and KURACHI MASAKAZU¹⁾

義歯に使用者本人の名前や何らかのマーキング(ID：個人識別)を付与することは義歯の紛失防止や個人識別等に有用である。

本研究は義歯のマーキングにあたって、義歯床部へのラベルの最適な封入方法、封入するラベルの材質および幅の影響を明らかにすることを目的として、ラベルを封入した床用材の4点曲げ強度を測定することによって検討した。

その結果、マーキングの方法としては、ラベルを重合時に封入し、ラベルの幅が狭い方が、そしてその材料としてはpaperおよびプライマー処理を行ったNew sun-platinum rest plateが強度的に安定していることが示唆された。

キーワード：義歯の個人認識、ラベルの材質、ラベルの幅、ラベルの封入方法、最大破壊応力

Denture identification is important for forensic and social reasons in case patients need to be identified individually. There are various methods of identification placement. In this study, two methods of embedding three identification labels (paper, New sun-platinum rest plate and P-tape) into the denture base resin were evaluated. One method is the use of auto-polymerizing acrylic resin to place the label into a depression of an existing denture by piling up with a burush, and the other method is to embed it with heat-polymerizing acrylic resin while simultaneously producing the denture. The strength of base resin embedding the various label materials with different widths by above two procedures was measured using the four point flexural method. As a result, it was found that the method of embedding the label with heat-polymerizing acrylic resin while curing the denture base was the most appropriate, and that a narrower label width was more suitable because of the large flexural strength. Above all it was suggested that both paper and the New sun-platinum rest plate applied by primer produced the desired strength with little scattering.

Key words : Denture identification, Materials of label, Width of label,
Methods of identification placement, Flexural strength

¹⁾朝日大学歯学部口腔機能修復学講座歯科補綴学分野

²⁾朝日大学歯学部口腔病態医療学講座口腔外科学分野

³⁾朝日大学歯学部物理学教室
501-0296 岐阜県瑞穂市穂積1851

¹⁾Department of Prosthodontics, Division of Oral Functional Science and Rehabilitation, ²⁾Department of Oral and Maxillofacial Surgery,

Division of Pathogenesis and Disease Control and ³⁾Department of physics

Asahi University School of Dentistry
Hozumi 1851, Mizuho, Gifu 501-0296, Japan

(平成17年1月12日 受理)

I. 緒 言

義歯ヘネームあるいは何らかのマーキング(IDの付与)を行う事は、義歯管理を介護者が行うことが多い長期入院患者や老人ホームにおける義歯の紛失、取り違い等を防ぐ上で重要である^{1,2)}。

SwedenではThe Ministry of Healthによって義歯にBirth numberとPersonal code numberを付与することが推奨されている^{1,3)}。一方、義歯のマーキングの義務化は、義歯装着者個人の秘密を犯すだけではなく、人権侵害の危惧があるのも否定できないが⁴⁾、法医学的見地からも、一度に多くの人々が亡くなるような事故、天災等が起こった場合、個人識別に有効である^{1,3,5-8)}のも事実である。

義歯へのマーキング方法は、ラベルを重合時に封入する方法、義歯完成後に常温重合レジンで封入する方法、マーキングされたレジン製の既製バーや金属板を封入する方法等が報告されている⁹⁻¹⁷⁾。また、ラベルの封入部位としては、義歯の強度に大きな影響を与えず、封入が容易な部位として、上顎では臼歯部の口蓋側、下顎では臼歯部舌側のフレンジ部が推奨されている。しかし、義歯には様々な応力がかかり、それによる歪みが生じると考えられるが、ラベルを封入したことによって生じるとされる義歯強度の変化を検討している報告はない。さらには、ラベル部分の封鎖が一部でも喪失するとその部分が盲嚢状になり、その部の汚れは義歯を清掃しても除去困難で、不潔になりやすい。

そこで今回、ラベルを義歯の床部に封入する際の最適マーキング法を明らかにする目的で、封入手段、封入するラベルの材質および幅が義歯床材の4点曲げ強度に及ぼす影響を検討した。

II. 4点曲げ強度試験

1. 試料の作製過程と作製方法

4点曲げ用試料の作製には、加熱重合義歯床用レジンを用いた。ポリマー100gに対し液34.1gの粉液比で混和したのち、金型(75.0×50.0×5.0mm)に填入して、図1に示すように填入レジンの中央部にラベル封入のための凹部(幅10mmまたは15mm、深さ2mm)を作るために、ステンレス板(50.0×10.0×2.0mm, 50.0×15.0×2.0mm)を置いて試圧した。ラベルは、溝の部分に同じレジン混和物で封入し、その後全体を加熱重合して作製した。このようなラベルの封入方法を加熱重合法と呼ぶことにする。重合はメーカー指示の方法(冷水から約30分で沸騰するように加熱、沸騰後30~40分間係留、24時間自然放冷)で行った。この場合、溝部を付与せずに重合したものをコントロールとした。

一方、先に溝部を付与して加熱重合によって作製したレジン板に、後で常温重合レジンを用いて筆積みによってラベルを封入する方法を筆積み法と呼ぶことにし、ラベル無添付のものをコントロールとした。

試料に封入するラベルの幅は、溝の幅が10mmの場合は9.0mm、15mmの場合は14.0mmの2種類とし、その材質はpaper, P-tape, New sun-platinum rest plate(以下サンプラ)の3種類とし、厚みにおいてはできるだけ同じ物を選択し、サンプラについてはメタルプライマーを塗布した後封入した(表1)。

上記の方法でラベル封入後のレジン板(75.0×50.0×5.0mm)は、重合収縮した上面を耐水研磨紙(#600)で研磨し、封入したラベル部分が、レジン板上面より、0.5mmに位置するように調整し、厚みが 4.0 ± 0.05 mmの範囲になるように仕上げた。これをダイヤモンドカッター(MC-411, (株)マルトー)を用いて切断し、切断後の幅が 8.0 ± 0.05 mmの範囲のものを、4点曲げ強度試験用試料($(8.0 \pm 0.05) \times 75.0 \times (4.0 \pm 0.05)$ mm)とした(図2)。

加熱重合法の試料はラベル無封入のコントロールを含め(C, P-9, P-14, S-9, SP-9, S-14, SP-14)の7

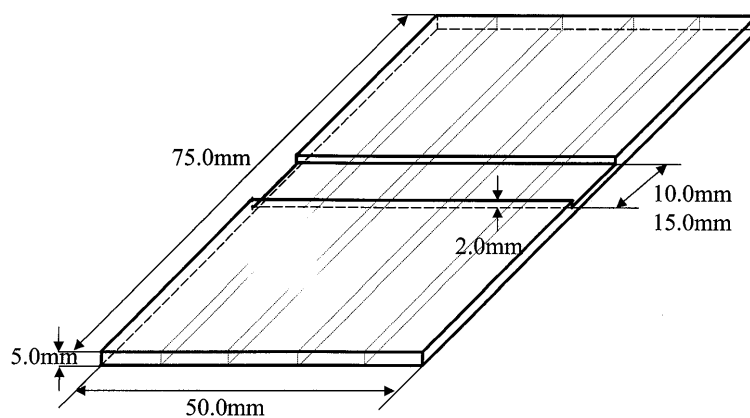


図1 A model of resin plate

表1 Materials

Materials	Manufacturer	Lot No.
Denture base resin		
Acron	GC	(P)0003101 (L)0002221
Unifast	GC	(P)0103051 (L)0102151
Label		
paper	Fuji Xerox	Z702U552
New sun-platinum rest plate	Sankin Kogyo	B580027
P-tape	King Jim	70880
Primer		
Metal Primer II	GC	140191

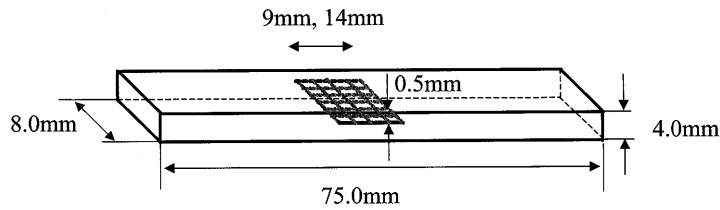


図2 Specimen for four-point flexural test

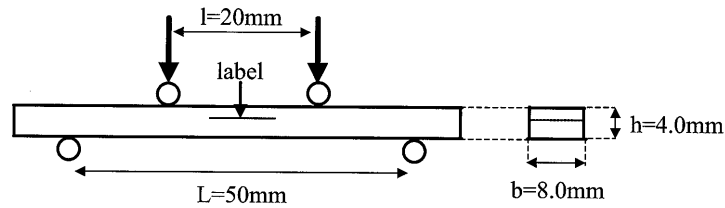
表2 Materials for embedding

Materials for embedding	Label materials	Width of label	Code
with heat-polymerizing acrylic resin	control		C
	paper	9mm	P-9
		14mm	P-14
	New sun-platinum rest plates + primer	9mm	S-9
		9mm	SP-9
		14mm	S-14
14mm		SP-14	
with auto-polymerizing acrylic resin	control	9mm	AC-9
	paper	14mm	AC-14
		9mm	AP-9
	New sun-platinum rest plates + primer	14mm	AP-14
		9mm	AS-9
	New sun-platinum rest plates + primer	9mm	ASP-9
		14mm	AS-14
	New sun-platinum rest plates + primer	14mm	ASP-14
		9mm	AP-t-9
	P-tape	14mm	AP-t-14

種類を各5枚作製した。

筆積み法の試料はラベル無添付のコントロールを合わせて10種類について各5枚作製した。(AC-9, AC-

14, AP-9, AP-14, AS-9, ASP-9, AS-14, ASP-14, AP-t-9, AP-t-14)(表2)



$$\sigma = \frac{3 P (L - l)}{2 b h^2}$$

σ : 曲げ応力 P: 荷重 L: 下部スパン
 l: 上部スパン b: 試験片の幅 h: 試験片の厚み

図3 Specimen set up for four-point flexural test

2. 4点曲げ試験および破断面の観察

緒言で述べた義歯へのラベル封入推奨部分として、上顎の臼歯部口蓋側を想定し、ラベル面を上部に設置(図3)した4点曲げ試験を行った。下部スパン50mm、上部スパン20mmとして、オートグラフ(AG5000C, (株)島津製作所)を用いてクロスヘッドスピード2mm/minで負荷した18-20)。

荷重による応力の時系列変化は図3に示す式より曲げ応力曲線としてグラフ表示されるが、試料ごとの破壊様相の観察から、明確に応力が減少した点をラベルを封入している部分の破断点とした。また、応力が連続的に増加したのち試料が破断した場合は、破断した時点の応力を破断点とし、最大破壊応力とした。

測定結果は、ラベルの材料による影響を検討する目

的で一元配置の分散分析を行い、その後多重比較した。

破断面の観察はデジタルマイクロスコープ(VH630, (株)キーエンス)にて任意の倍率で行った。

III. 結果

1. 最大破壊応力

曲げ応力曲線の代表例を図4, 5に示した。各試料の最大破壊応力は、グラフの変動から、加熱重合法では破断した時点の荷重を、そして筆積み法では右上がり曲線の連続性が失われた時点の荷重を基に求めた。なお、筆積み法のP-tape(14mm幅, 9mm幅), サンプラ(9mm幅), プライマー処理したサンプラ(14mm幅)については、安定した値を得ることができなかったために、データサンプルより除外した。

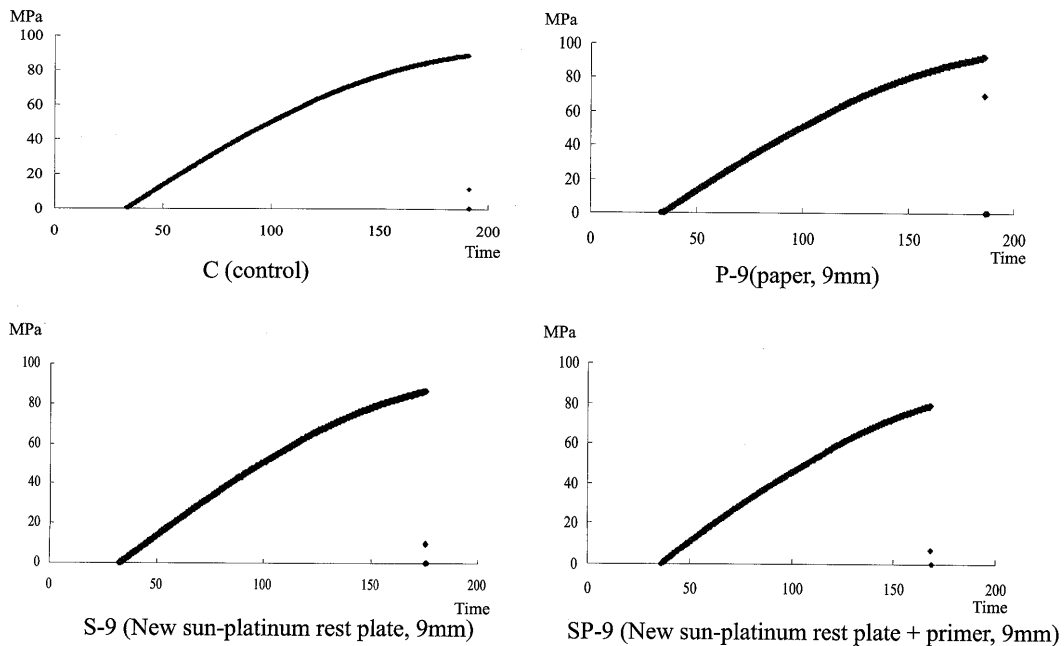


図4 曲げ応力曲線(加熱重合法)

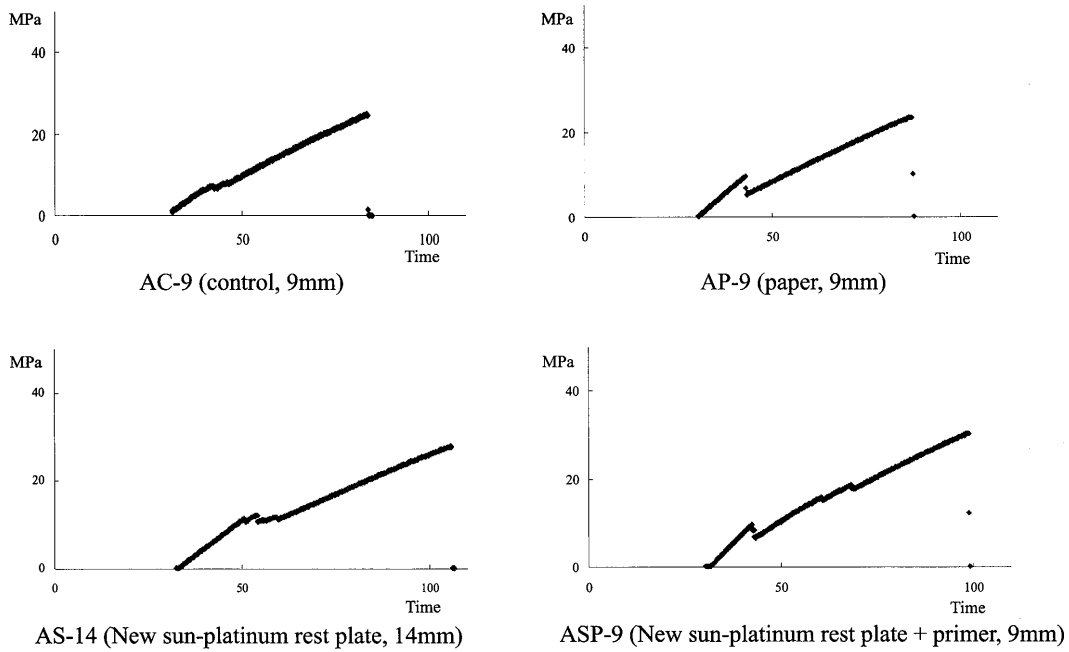


図5 曲げ応力曲線(筆積み法)

最大破壊応力の基礎データ(平均, 標準偏差), ANOVA表および水準間の検定結果を表3, 4, 5に示す。最大破壊応力の平均値からは, 加熱重合法ではC(コントロール)が最大値を示し, ラベルを封入することによって, 程度に差はあるが最大破壊応力が減少することがうかがわれた。筆積み法でもAC-9, AC-14(コントロール)に比較してラベルを封入した試料で最大破壊応力が減少することがうかがわれたが, ASP-9については逆に増加傾向をうかがわせた。また, ラ

ベルの材質が同一の試料を比較すると筆積み法(6.48~13.90MPa)は加熱重合法(67.20~89.79MPa)の1/10程度の値であった。

ANOVA表からは, 加熱重合法, 筆積み法いずれもラベルの材質間に有意差が認められた。

水準間の検定の結果, 加熱重合法では, C(コントロール)に比較してP-14, S-9, S-14, SP-14では平均の最大破壊応力に有意差が認められ($p < 0.05$), P-9, SP-9との間には差が認められなかった。また, ラベル幅

表3 Flexural strength(MPa)

Sample	Mean	Standard deviation
C	89.8	1.9
P-9	89.5	1.8
with		
heat-polymerizing		
acrylic resin		
P-14	78.0	9.3
S-9	75.0	6.3
SP-9	82.1	3.8
S-14	71.4	3.1
SP-14	67.2	6.8
with		
auto-polymerizing		
acrylic resin		
AC-9	8.1	0.9
AC-14	11.1	1.4
AP-9	6.5	1.0
AP-14	6.6	0.2
ASP-9	13.9	3.2
ASP-14	8.8	0.9

表4 ANOVA Table

with heat-polymerizing acrylic resin					
	DF	SS	MS	F value	P
Label	6	2106.20	351.03	7.07	0.0001
Error	26	1290.65	49.64		
Corrected Total	32	3396.89			

with auto-polymerizing acrylic resin					
	DF	SS	MS	F value	P
Label	5	165.85	33.17	4.84	0.008
Error	14	95.94	6.85		
Corrected Total	19	261.80			

表5 Flexural strength (MPa)

with heat-polymerizing acrylic resin							
Sample	C	P-9	P-14	S-9	SP-9	S-14	SP-14
C			*	*		*	*
P-9			*	*		*	*
P-14							*
S-9						*	*
SP-9							
S-14							
SP-14							

with auto-polymerizing acrylic resin						
Sample	AC-9	AC-14	AP-9	AP-14	ASP-9	ASP-14
AC-9					*	
AC-14			*	*		
AP-9					*	
AP-14					*	
ASP-9						*
ASP-14						

* : Significant $p < 0.05$

では、プライマー処理したサンプルの場合を除いて、14 mmよりも9 mmの場合で最大破壊応力が有意に大きいことを示した。一方、筆積み法ではASP-9が最も大きな最大破壊応力を示し、AP-9、AP-14との有意差がなかった。また、ラベル幅による比較では、プライマー処理したサンプルの場合にのみ、有意な違いが認められた。

2. 破断面のマイクロ스코ープ像

試料の破断様相は様々で、加熱重合法では、Cは試料

中央部で2分割、P-9、S-9はラベル封入部の両端で3分割、P-14、SP-14ではラベル封入部の左右どちらかで2分割、SP-9はラベル封入部外側のレジン、S-14はラベル封入部の両端、ラベル材のサンプル、その上下のレジン片の5分割であった。一方、筆積み法で大多数が、後から封入したラベル封入部端が剥がれて2分割した。

破断面のマイクロ스코ープ像を図6～9に示した。

加熱重合法では、P-9はpaperを通して上下のレジンが強固に連結している様相が観察され、強拡大では界

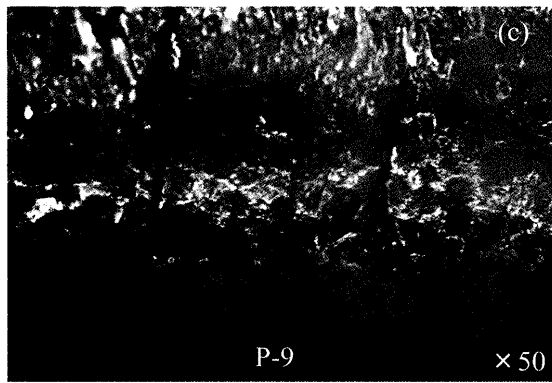
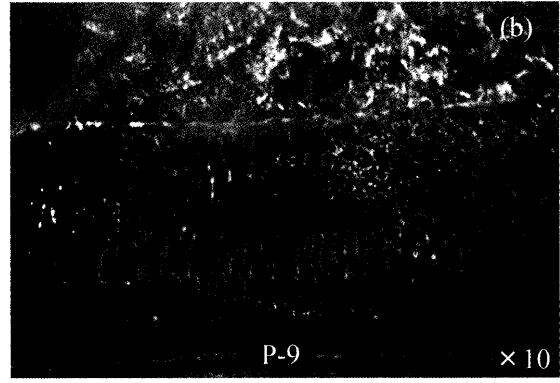
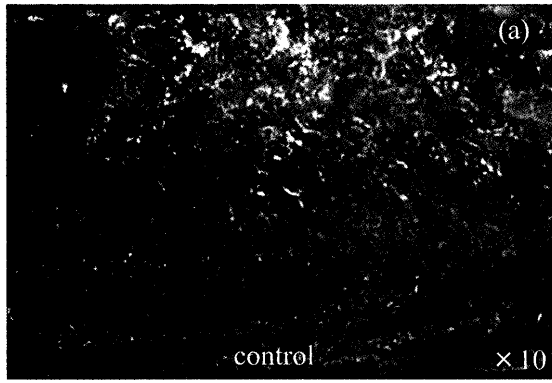


図6 Photographs of fracture surface after flexural test(加熱重合法)
(a) Control($\times 10$)
(b) P-9($\times 10$)
(c) P-9($\times 50$)

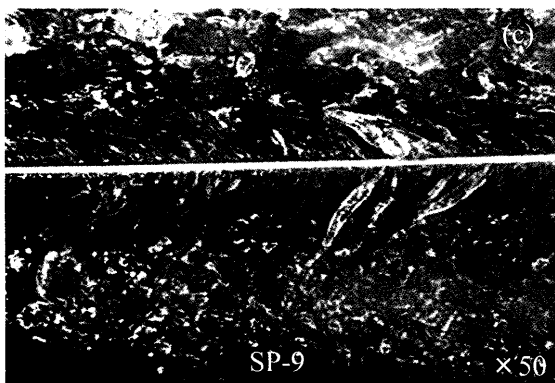
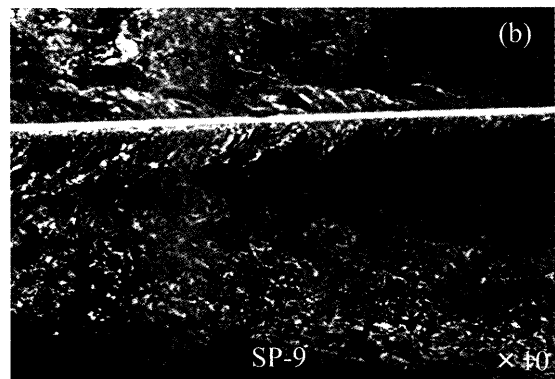
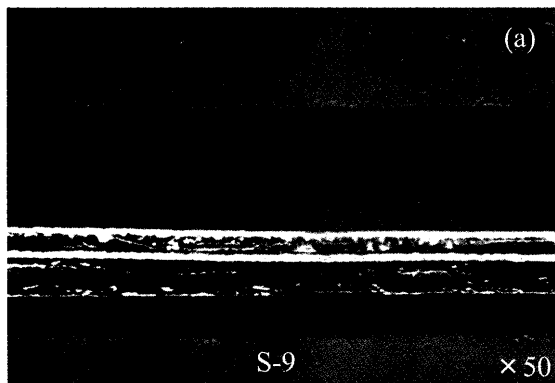


図7 Photographs of fracture surface after flexural test(加熱重合法)
(a) S-9($\times 50$)
(b) SP-9($\times 10$)
(c) SP-9($\times 50$)

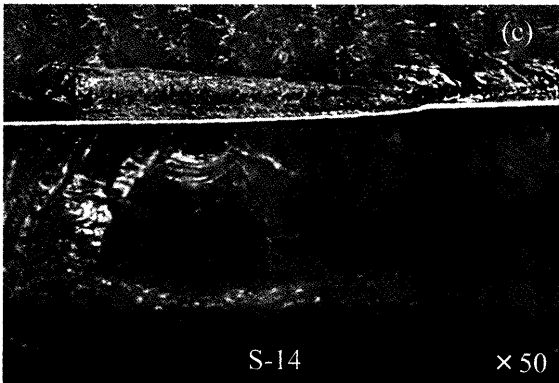
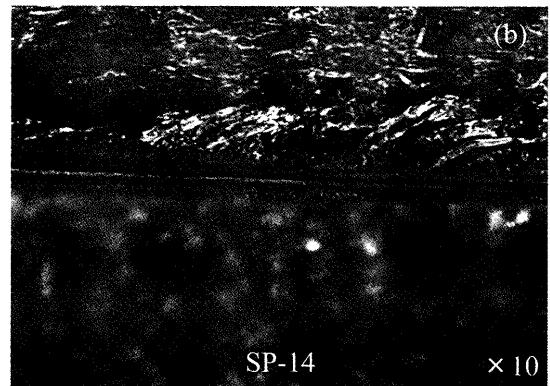
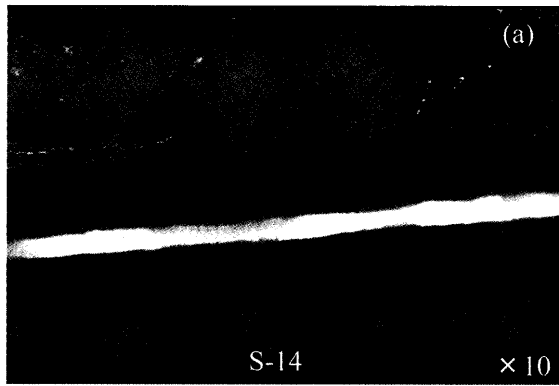


図8 Photographs of fracture surface
after flexural test (加熱重合法)
(a) S-14 ($\times 10$)
(b) SP-14 ($\times 10$)
(c) SP-14 ($\times 50$)

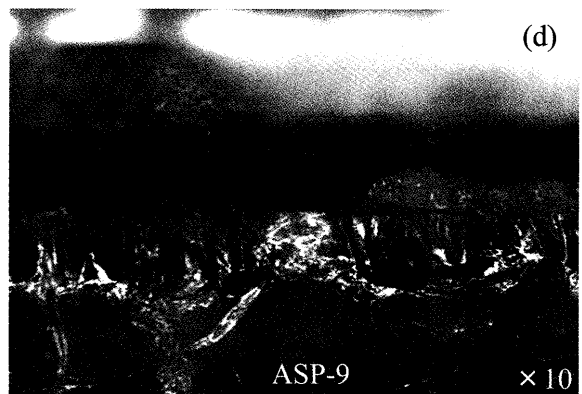
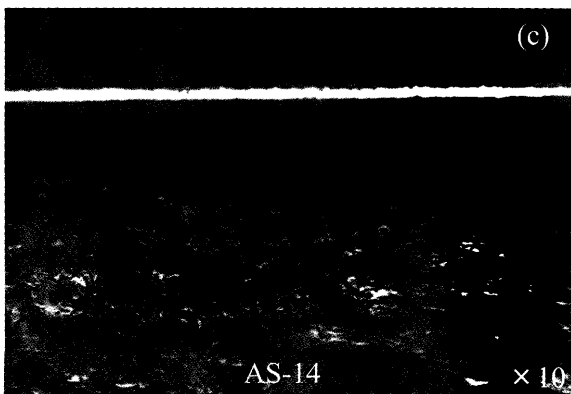
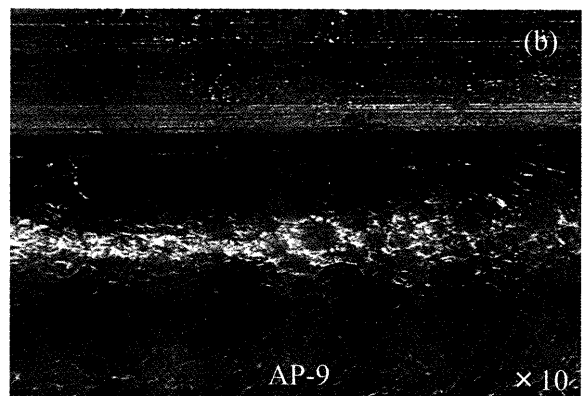
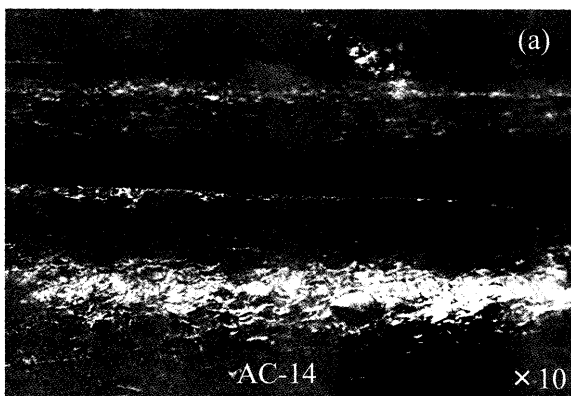


図9 Photographs of fracture surface after flexural test (筆積み法)
(a) AC-14 ($\times 10$) (c) AS-14 ($\times 10$)
(b) AP-9 ($\times 10$) (d) ASP-9 ($\times 10$)

面破壊をおこしているものの凝集破壊を認める(図6)。S-9, S-14はサンプルとレジンとが完全に剥離した様相が、そしてSP-9, SP-14はサンプルとレジンが強固に連結し、強拡大ではレジン内に多数のクラックが観察される(図7, 8)。

筆積み法ではラベルとレジンが連結しているような像は観察されない(図9)。

IV. 考 察

American Dental Association Guidelinesでは、義歯へのマーキング(IDの付与)を行う際の条件として①補綴物の強度を弱くしてはならない。②簡単かつ安価であること。③効果的であること。④見やすく耐久性のあること。⑤湿度と火に耐えること。⑥装着者に受け入れられるように審美的であること。の6項目を提唱している。現在のところ、これらの条件を完全に満足するシステムは報告されていないが、その簡便性から、完成義歯の床部のレジンを削除して、そこに常温重合レジンでラベルを封鎖する筆積み法は多く紹介されている¹⁰⁾。筆積み法でラベルを封入した報告によれば、1年後で25床中1床に辺縁の剥離、3床に白色着色がみられたとの変化が報告されている¹⁰⁾。

本実験では、ラベル部に荷重がかかった場合、筆積み法の最大破壊応力は、条件内で最大を示したASP-9で13.9(MPa)であり、最小のAP-9は6.5(MPa)と極めて小さな値を示した。臨床的には後から充填したレジンの一部でも剥離が生じればその部分からクラックが広がり、ラベルはレジン床に維持されてはいるが間隙が存在すると推測される。特に義歯のラベリングが必要な患者はコンプロマイズドホストである頻度が高く、口腔内常在菌の変化、誤嚥性肺炎の危険性等からも看過できないと考える。

本実験では、ラベルはレジン表層より0.5mmの位置で封入した。これは、臨床上ラベルを義歯表面に封入する時に、義歯床表層の彎曲部分でレジンの厚みが大きくとれない場合を想定したものである。

筆積み法では、試料を作製する過程で、ラベルを封入後、研磨、切断の作業において試料に応力を加えないように十分に注意したが、ラベルの材質、レジンとの連結、作製した溝との適合の悪いものは、作製段階でレジンの剥離が起こったとも考えられる。

最大破壊応力が測定不能であったためにサンプルデータより除外した試料は、全て筆積み法によるもので、P-tape(9mm, 14mm)、サンプル(9mm)サンプル+プライマー処理(14mm)であった。これらは応力の変化を測定するまでは外見ではレジンの剥離は確認でき

なかったもので、特にP-tapeは、審美的には優れているが、常温重合レジンとは結合しないと考えられる。また、サンプルは厚みが0.05mmと薄いために容易に変形できるが、レジン板の凹部に密接な適合が困難であり、よって安定した試料が作製し難い。このことから、臨床上、ラベルが埋没される位置が浅い場合は筆積み法は推奨できない。

加熱重合法の最大破壊応力は、P-9とSP-9はコントロールとの間に差が認められなかった。P-9は破断面の観察でpaperを通過してレジンが重合しているかのような像が観察され、レジンとpaperの間の界面破壊ではなく界面部に近いレジン側にクラックが観察された。また、SP-9は、プライマーの効果と考えられるレジンとサンプルとの強固な連結が観察され、P-9と同様にレジン側にクラックが観察された。これは床部に封入するラベルの材質としては床と後から充填するレジン同士が完全結合できる様なものが、例えばガーゼとか多孔性の金属などが適していることを示唆したものと考える。特に、金属自体の強度が高く、プライマーを併用するならばマーキングだけではなくレジン床自体の強化の可能性もある。しかし、本実験の様子上部スパンをラベル幅より大きい条件で4点曲げを行った場合、ラベルの幅は細いほど界面破壊が起きにくくなり、最大破壊応力が大きくなったと考えられる。

以上、義歯床に封入するラベルの材質、幅、および封入方法などについて最大破壊応力から検討したが、今後の課題としては、口腔内環境での安定性を検討するために、サーマルサイクリングや繰り返し応力をかけた後の最大破壊応力の測定をする必要があると考えられる。

V. 結 論

義歯のマーキングの最適な方法を検討する目的で、封入するラベルの材質、サイズおよび封入時の方法について最大破壊応力から検討したところ、以下の結果を得た。

1. 最大破壊応力から、加熱重合法でラベルを封入する方法は重合後に常温重合レジンで封入する方法よりレジンの強度に影響を与えない。
 2. 特に加熱重合法を用いた場合、P-9 (paper 9 mm), SP-9 (サンプル 9 mm プライマー)はコントロールとの間に最大破壊応力の差がない。
 3. 破壊面の観察、最大破壊応力よりサンプルをラベルに使用した場合、プライマーは強度を増加させる。
- 以上より、義歯への最適なマーキング法としては、ラベル幅を細くし、材料として紙およびプライマー処理したサンプル板を義歯床重合時に封入することが強

度的に良好であることが示唆された。

VI. 文 献

- 1) Dorion, R. B. J. : Marking of dentures. *J. Canad. Dent.*, 38 : 305, 1972.
- 2) Johanson, G. and Ekman, B. : Denture marking. *JADR*, 108 : 347~350, 1984.
- 3) Turner, C. H., Flencher, A. M. and Ritchie, G. M. : Denture marking and human identification. *Br. Dent. J.*, 141 : 114~117, 1976.
- 4) Pyke, T., F. : Personal identification from artificial denture. *Aust. Dent. J.*, 15 : 495~498, 1970.
- 5) Harvy, W. : Identity by teeth and the marking of denture. *Br. Dent. J.*, 121 : 334~340, 1966.
- 6) Davis, D. J. : "Invisible" denture identification : A forensic aid. *J. Prosthe. Dent.*, 48 : 221, 1976
- 7) 下山和弘, 小川伸子, 海野雅浩, 長尾正憲, 小田切一浩 : 老人施設におけるデンチャー・マーキングの必要性. *老年歯学*, 7 : 8~11, 1992.
- 8) Editorial : Dentists and disasters. *Aust. Dent. J.*, 14 : 62, 1969.
- 9) Lamb, J. D. : A simple method for permanent identification of dentures. *J. Prosthe. Dent.*, 67 : 894, 1992.
- 10) Ling, C., B. : A white character denture labeling technique. *J. Prosthe. Dent.*, 69 : 545, 1993.
- 11) Ryan, D., L., Keller, B., J. and Rogers, E., R. : Denture Labels Affixed with Lighr-Cuered Versus Self-Cured Resin. *IDA-Journal*, Nov./Dec. 26~27, 1993.
- 12) Ryan, D., L., Keller, B., J., Rogers, E., R. and Schaeffer, L. : Clear acrylic resin T-bar used in denture identification. *J. Prosthe. Dent.*, 70 : 189~190, 1993.
- 13) Coss, P. and Wolfaardt, F., J. : Denture identification system. *J. Prosthe. Dent.*, 74 : 551~552, 1995.
- 14) Ibrahim, M., A., W. : Denture microlabeling technique. *J. Prosthe. Dent.*, 76 : 104, 1996.
- 15) Ling, C., B. : Computer-printer denture microlabeling system. *J. Prosthe. Dent.*, 79 : 363~364, 1998.
- 16) 金井博文, 笠原廣浩, 太田慎吾, 小柴慶一, 穂坂一夫, 渡辺達夫, 山岸利夫, 伊藤充雄 : 要介護高齢者とデンチャー・マーキング - 有床義歯への「ネーム入れ」の効果 -. *老年歯学*, 11 : 18~23, 1996.
- 17) 橋本正次, 新谷益朗, 鈴木和男 : 義歯刻印法と個人識別. *Quintessence of Dental Technology*, 9 : 83~89, 1984.
- 18) 西田俊彦, 安田榮一 : セラミックスの力学的特性評価, 3版, 日刊工業新聞社 (東京), 25~25, 1991.
- 19) 倉治七重, 小城研二, 新谷明喜, 横塚繁雄 : 各種接着試験法による接着界面の波面解析および応用解析. *補綴誌*, 42 : 135~146, 1998.
- 20) 高橋 裕, 川口 稔, 宮崎光治, 羽生哲也 : 各種のライニング材による裏装が加熱重合型床用レジンの機械的性質に及ぼす影響. *補綴誌*, 42 : 214~219, 1998.