原著論文

無歯顎の印象採得に使用される最終印象材の 流動性に関する研究

下山 和弘 安藤 秀二 長尾 正憲

Studies on the Flow Properties of Final Impression Materials Used for Edentulous Jaws

Kazuhiro Shimoyama, Shuji Ando and Masanori Nagao

Abstract : The flow characteristic of an impression material is one of important factors in the selection of suitable materials for edentulous impression procedures. The purpose of this study was to compare the degree of flow obtained from several types of impression materials (zinc oxide-eugenol impression materials, polysulfide rubber impression materials, silicone rubber impression materials) by the parallel plate viscometer. The viscometer is used to measure the spread radius of samples (a volume of 0.5 cm³) between two parallel flat plates loaded by a 575-gram weight at 1, 10, 60, 100 seconds after loading had begun. The load was applied initially at 90 seconds after mixing had begun. All samples were mixed according to the manufacture's recommendations.

The finding was that zinc oxide-eugenol impression materials (ADAS No. 16 type 1) and addition-type silicone rubber impression materials (ADAS No. 19 low viscosity type) had high flow compared to condensation-type silicone rubber impression materials (ADAS No. 19 medium viscosity type).

Key words : impression material, viscometer, flow, spread radius

I. 緒 言

全部床義歯のための印象採得では、義歯床下の口腔粘膜をどのような状態で印象するかが重要な問題である。このため、印象採得法には口腔粘膜を加圧する印象圧の程度により、無圧印象採得法、加圧印象採得法などがある¹⁾。この印象圧を調整する要因には、印象材の流動性(粘度)、印象用トレーの形態(リリーフ、通路など)、印象用トレーの圧接方法(圧接量、圧接速度など)などが考えられる²⁻⁶⁾。これらの要因が絡み合うことにより、口腔粘膜の加圧量が変化することになる。

しかし全部床義歯のために使用される最終印象材の流動性を同一の基準で比較した研究は少ない⁷⁾。そこで本研究では、自動平行板粘度計により ADA 規格 No. 19 に準じて全部床義歯のための最終印象採得に用いられ得る市販の印象材数種(熱可塑性印象材を除く)のひろがり半径を測定し、これらの印象材の流動性について比較検討したので、ここに報告する。

全部床義歯のための印象採得では、義歯床下の口腔粘膜をどのような状態で印象するかが重要な問題である。このため、印象採得法には口腔粘膜を加圧する印象圧の程度により、無圧印象採得法、加圧印象採得法などがある¹⁾。この印象圧を調整する要因には、印象材の流動性(粘度)、印象用トレーの形態(リリーフ、通路など)、印象用トレーの圧接方法(圧接量、圧接速度など)などが考えられる²⁻⁶⁾。これらの要因が絡み合うことにより、口腔粘膜の加圧量が変化することになる。

東京医科歯科大学歯学部第3 歯科補綴学教室(主任:長尾正憲教授)

The 3rd Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Tokyo Medical and Dental University (Chief: Prof. Masanori Nagao)

昭和63年5月11日受付

表 1 実験材料

略号	印象材	粘度	製造会社	製造番号	
				基 材	触 媒
酸化亜鉛ユージノール印象材					
A	Luralite	I	Kerr	51282	51287
B	G-C Impression Paste Hard	I	而至歯科工業	220901	220901
C	G-C Impression Paste Medium	II	而至歯科工業	080161	080161
ポリサルファイド系ゴム質印象材					
D	Surflex F Injection	低	而至歯科工業	200371	260371
E	Surflex F Regular	中	而至歯科工業	0230271	0230271
F	Excel Regular S	中	松 風	118649	078670
G	Excel Regular Q	中	松 風	118649	128603
縮合型シリコン系ゴム質印象材					
H	Coltex Fine	低	Coltene	021186 15	071186 49
I	Coltex Medium	中	Coltene	250486 41	070486 25
J	Xantopren Light Body	低	Bayer	5136 P	4032 P
K	Xantopren Green Plus	中	Bayer	8248 A	4032 P
L	Tosicon Injection	低	東芝シリコン	7 C 31	7 F 77
M	Tosicon Regular	中	東芝シリコン	6 N 32	7 C 75
付加重合型シリコン系ゴム質印象材					
N	Provil L	低	Bayer	3007 B	3018 B
O	Provil M	中	Bayer	5324 P	5331 P
P	Provil H	高	Bayer	6189 C	6174 C
Q	Dent Silicone-V Injection	低	松 風	048718	048718
R	Dent Silicone-V Regular	中	松 風	068701	068701

II. 方 法

1. 実験材料

実験に使用した材料は、表 1 に示すとおりである。実験材料は以後表 1 の略号で示す。各材料の粘度の分類では酸化亜鉛ユージノール印象材は ADA 規格 No. 16 による分類 (Type I, II) を、ポリサルファイド系ゴム質印象材およびシリコン系ゴム質印象材は ADA 規格 No. 19 による分類 (低粘度, 中粘度, 高粘度) を示した。

2. 測定装置

測定装置として、工業技術院機械技術研究所で開発された自動平行板粘度計^{8,9)}を使用した (図 1)。この自動平行板粘度計は、上下水平板間に一定体積 (0.5 cm³) の試料を置き、これを一定荷重の上板で押し、試料のひろがりと時間の関係を求めるものである。上下水平板間の距離は渦電流型非接触式変位計で検出され、マイクロコンピュータによりデータ処理された後、押圧開始より 1, 10, 60, 100 秒後の試料のひろがり半径がデジタル表示される。なお、試料のひろがりには円形とみなしている。

図 1 自動平行板粘度計

試料のひろがり半径 r 、試料体積 V 、上下水平板間の距離 l の関係は

$$r = \sqrt{V/\pi l}$$

である。

3. 実験方法

試料の流動性は ADA 規格 No. 19 の非水性エラストマー印象材に関する規格に準じて調べた。試料の体積は 0.5 cm³ であり、練和開始より 90 秒後に荷重 (575 g) を負荷した。試料の作製条件は、基材対触媒比 (重量比)

表 2 練和条件

略号	基材対触媒比	練和時間 (秒)	略号	基材対触媒比	練和時間 (秒)
A	3.50	30	J	22.89	30
B	3.00	45	K	35.19	30
C	3.00	45	L	7.00	30
D	0.67	45	M	7.00	30
E	0.67	45	N	1.00	30
F	1.00	60	O	1.00	30
G	1.00	60	P	1.00	30
H	5.21	60	Q	1.00	30
I	5.56	60	R	1.00	30

および練和時間をメーカ指示どおりとした (表 2)。測定はいずれも室温 $23.0 \pm 1.0^\circ\text{C}$ 、相対湿度 $50 \pm 5\%$ の条件下で行った。各測定は 5 回ずつ行われた。なお、粘度計校正用標準液 JS 200H (昭和シェル石油社, Lot. No. 11, 粘度は 23°C のとき $116.5 \text{ Pas} \cdot \text{s}$) についても、あわせて測定を行った。

III. 結果および考察

1. 測定装置および測定条件

印象材の流動性は、臨床的には大切な性質である。従来印象材の粘度測定は回転粘度計や平行板粘度計などが使用されてきた。酸化亜鉛ユージノール印象材と非水性エラストマー印象材の consistency の測定は、ADA 規格 No. 16, No. 19 にそれぞれ規定されている。今回使用した自動平行板粘度計は、一定体積 (0.5 cm^3) の試料を上下水平板間に置き、一定荷重の上板で押押し、押圧開始より 1, 10, 60, 100 秒後の試料のひろがり半径を測定するものである。今回の実験では、実験に使用された印象材を同一条件で比較検討するために ADA 規格 No. 19 に準じて測定を行うこととし、試料に加える荷重は 575 g とした。ADA 規格 No. 19 では練和開始より 12 分後に荷重を除き計測することになっているが、自動平行板粘度計では試料のひろがり半径の測定は押圧開始より 1 ~ 100 秒という比較的短時間の 4 時点であるので流動性をより詳細に測定できると思われる。印象材の口腔内への圧接は比較的短時間のうちに行われ、また印象材は硬化反応により比較的短時間に流動性が低下するために、本実験では自動平行板粘度計を使用することにより、このような臨床的な状況に即したデータが得られると思われる。なお、印象材は非ニュートン流体であり、硬化反応により流動性が時間とともに変化するために、ひろがり半径により印象材の流動性を比較検討した。押圧開始

図 2 酸化亜鉛ユージノール印象材のひろがり半径

1 秒後のひろがり半径は、試料の量、負荷条件による誤差を含むが、1 秒間という短時間のため流動性を表す指標となり、ひろがり速度は流動性および粘度の変化を表す指標となると考えられる。

2. 各種印象材の流動性

全部床義歯補綴に際して義歯床下の口腔粘膜を印象する方法には、無圧印象採得法や加圧印象採得法などがある。印象材の流動性は口腔粘膜への圧力を調節するための要因の 1 つである。そこで印象採得に使用される最終印象材の流動性を比較検討することにした。

メーカ指示の基材対触媒比で練和したときの試料のひろがり半径 r は図 2~5 に示すとおりである。各図中には粘度計校正用標準液 JS 200H (図中 JS) の測定値をも示した。押圧開始 1 ~ 100 秒後のひろがり半径の変化を比較すると、酸化亜鉛ユージノール印象材の A, B (粘度の分類で Type I) とポリサルファイド系ゴム質印象材は全期間を通して変化がみられたが、シリコン系ゴ

図 3 ポリサルファイド系ゴム質印象材のひろがり半径

図 4 縮合型シリコン系ゴム質印象材のひろがり半径

図 5 付加重合型シリコン系ゴム質印象材のひろがり半径

図 6 印象材のひろがり半径 r_1 とひろがり速度 $\dot{\gamma}$

- : 酸化亜鉛ユージオール印象材
- : ポリサルファイド系ゴム質印象材
- △: 縮合型シリコン系ゴム質印象材
- ▲: 付加重合型シリコン系ゴム質印象材
- : JS 200 H

図 7 押圧開始 1 秒後と 100 秒後のひろがり半径 (r_1 , r_{100})

- : 酸化亜鉛ユージオール印象材
- : ポリサルファイド系ゴム質印象材
- △: 縮合型シリコン系ゴム質印象材
- ▲: 付加重合型シリコン系ゴム質印象材
- : JS 200 H

ム質印象材は押圧開始 60 秒後より変化がほとんどみられなかった。図 6 は上板による押圧開始 1 秒後の試料のひろがり半径 (r_1) と押圧開始 1~10 秒後の試料のひろがり速度 ($\dot{\gamma}$) の関係を示したものである。図 7 は上板による押圧開始 1 秒後と 100 秒後のひろがり半径 (r_1 ,

r_{100}) の関係を示したものである。押圧開始 1 秒後の試料のひろがり半径は N, B, Q, C, A, O, J, F, R, D, P, L, G, H, E, M, I, K の順に小さくなった。なお、それぞれの試料間の平均値の差の検定を行ったところ、有意水準 5% で差が認められたものが多かったが、A と C、A と O、B と Q、D と P、D と R、G と H、G と L、G と P、H と L、I と K、P と R との間では差は認められなかった。押圧開始 1~10 秒後の試料のひろがり速度は N, B, A, Q, D, E, R, L, H, M, G, I, J, F, O, K, P, C の順に小さくなった。総合的には付加重合型シリコン系ゴム質印象材の N および Q (粘度の分類で低粘度)、酸化亜鉛ユージオール印象材の A, B (粘度の分類で Type I) が高い流動性を示した。押圧開始 1 秒後のひろがり半径が小さかった K, I, M は押圧開始 1~10 秒後のひろがり速度が F, G, J, O と同程度であるが、押圧開始 100 秒後のひろがり半径も小さく流動性は低いと思われる。K, I, M はいずれも縮合型シリコン系ゴム質印象材 (粘度の分類で中粘度) である。また酸化亜鉛ユージオール印象材の C (粘度の分類で Type II) は、押圧開始 1 秒後のひろがり半径が比較的大きかったが、その後の変化は小さく A, B と比べると降伏値が高いと思われる。

経時的な流動性の変化を知るために酸化亜鉛ユージオール印象材については、練和開始 180 秒後にも同一条件で荷重を负荷した。その結果、練和開始 90 秒後と比較すると、A, B は押圧開始 1 秒後のひろがり半径がそれぞれ約 0.8 mm, 約 0.4 mm 小さくなり、押圧開始 1~10 秒後のひろがり速度はやや大きくなった。C はひろがり半径、ひろがり速度ともにほぼ同一であった。すなわち、練和開始 90 秒後で高い流動性を示した A, B は経時的にはやや流動性が落ちるものの他の印象材と比べると練和開始 180 秒後でも高い流動性を示した。また、縮合型シリコン系ゴム質印象材の J, K, L, M については、練和開始 60 秒後にも同一条件で荷重を负荷した。その結果、練和開始 90 秒後と比較すると、J, K は押圧開始 1 秒後のひろがり半径がそれぞれ約 1.5 mm, 約 1.0 mm 大きくなり、押圧開始 1~10 秒後のひろがり速度がそれぞれ 0.06 mm/sec, 0.04 mm/sec 大きくなった。L, M も同様に押圧開始 1 秒後のひろがり半径、ひろがり速度が大きくなった。すなわち、縮合型シリコン系ゴム質印象材は練和開始 60 秒後、90 秒後では流動性が異なり、より高い流動性を得るためには早期に口腔内への圧接を行うことが必要と考えられる。

IV. 結 論

全部床義歯の印象採得に最終印象材として使用され得る印象材の流動性を知るために、自動平行板粘度計を用いて市販の印象材数種のひろがり半径を測定し、流動性について比較検討した。その結果、以下の結論を得た。

1. 高い流動性を示した印象材は、付加重合型シリコン系ゴム質印象材の低粘度タイプ (ADA 規格 No. 19)、酸化亜鉛ユージオール印象材の Type I (ADA 規格 No. 16) であった。
2. 低い流動性を示した印象材は、縮合型シリコン系ゴム質印象材の中粘度タイプ (ADA 規格 No. 19) であった。
3. 酸化亜鉛ユージオール印象材は流動性の経時的変化が小さかった。

稿を終わるに臨み、専門的立場から適切なるご指導いただきました工業技術院機械技術研究所立石哲也博士に深く謝意を表します。

文 献

- 1) 林都志夫, 平沼謙二, 根本一男, 松本直之, 山縣健佑, 長尾正憲: 全部床義歯補綴学, 59~80, 医歯薬出版, 東京, 1982.
- 2) Frank, R.P.: Analysis of pressures produced during maxillary edentulous impression procedures, J Prosthet Dent, 22: 400~413, 1969.
- 3) 平井泰征: 有床義歯における印象時の粘膜の被圧状態が印象面形態に及ぼす影響に関する実験的研究, 歯科学報, 71: 1835~1869, 1971.
- 4) 関根 弘, 田島篤治, 溝上隆男, 海洲馨一, 平井泰征, 前田佳英, 大沢一博: 有床義歯のための印象方法に関する基礎的ならびに臨床的研究 (第 2 報) 印象材の内圧とトレー圧接速度および流動路との関係について, 歯科学報, 71: 2161~2166, 1971.
- 5) 荒木吉馬, 川上道夫, 菊地雅彦: 印象採得におけるトレー内圧力の解析 I. 平行円板間における圧力分布, 歯材器, 4: 280~289, 1985.
- 6) 菊地雅彦: 印象採得時のトレー内印象圧に関する研究—平行円板モデルによる検討—, 歯材器, 5: 761~772, 1986.
- 7) Clark, R.J. and Phillips, R.W.: Flow studies of certain dental impression materials, J Prosthet Dent, 7: 259~266, 1957.
- 8) 立石哲也, 白崎芳夫, 佐賀正彦: 新しい頸管粘液粘度測定法, 日本バイオオロジー学会論文集, 57~59, 1984.
- 9) 下山和弘, 安藤秀二, 長尾正憲: Tissue conditioner の流動性に関する研究, 補綴誌, 32: 1164~1170, 1988.