高エネルギー速度成形法によって作製した 不銹鋼金属床義歯の1例

熊本大学医学部附属病院歯科(主任: 田縁 昭講師)

田 縁 昭・内 田 裕 治

熊本大学工学部応用力学教室(指導: 清田堅吉教授)

藤 田 昌 大

(昭和43年11月6日 受理)

A CASE OF HIGH ENERGY RATE FORMING FOR STAINLESS STEEL DENTURE

By

Akira TAEN, Yuuji UCHIDA, Masahiro FUJITA

Dental Clinic of Medical School (Director: Lec. Akira TAEN)

Applied Mechanics, Faculty of Engineering (Director: Prof. Kenkichi KIYOTA)

Kumamoto University, Kumamoto, Japan

- 1) The authors made a metal base denture for a patient suffering from an offensive heat shock caused by an acrylic resin denture, a poor heat-conducting material during daily meals for the last three years.
The new metal denture resulted in eliminating such an offensive heat shock and has almost relieved him of fear for taking hot food and drink.
- 2) For the metal base of the denture a sheet of stainless steel of 0.4 mm in thickness was employed, which was hard, strong, dimensionally stable, and very inexpensive. The procedure for making the denture plate required only one-stage forming operation; a new method for dental use, by high energy rate forming, using explosive energy and epoxy resin die.
- 3) The method was not so expensive as the conventional swaging technique, and moreover it was not so troublesome.

結 言

有床義歯の義歯床の作製にあたっては、その材料の種類によって各種の方法がある。現在では、往年の蒸和ゴムによる義歯床に代って、加工性、透明性、色調などに秀れたアクリル樹脂による方法が最も多く使用されている。しかしながら、アクリル樹脂は熱の伝導性が比較的不良で、その機械的強度においても充分ではない。したがって、義歯床の厚径が大となり、義歯装着時における固有口腔の狭小化がおこり、発音の障害を生ずることがある。更にまた、食事時における温熱的異和感を訴える例も少なくない。

われわれは、食事時の温熱的異和感を訴えて、熊本大

学医学部附属病院歯科外来を訪れた67才の患者に対して、本学工学部衝撃エネルギー研究室の協力のもとに、高エネルギー速度成形法によって、耐圧力が大きく、価格の安い不銹鋼を使用した金属義歯床を作製し、温熱的異和感のすみやかなる解消をみた一症例を経験したのでこれを報告する。

症 例

- 患者: 坂○出○, 67才, 男
- 初診: 昭和43年8月17日
- 主訴: 食事時の温熱的異和感および義歯不適合。
- 既応病歴・家族歴: 特記事項はない。
- 現病歴: 昭和39年、辺縁性歯周疾患のため、3を

残して上顎歯牙の抜去を受けた。抜歯後1ヶ月で有床義歯の装着を受けたが、装着直後、食事時の温度感覚の錯誤による口腔粘膜の火傷を受けた。それ以後、加熱飲食物に対する恐怖をおぼえ、温熱的異和感が解消せず、さらに義歯の不適合をも来たしたので当科を訪れたものである。

。現症：体格、栄養は中等度で全身的には特記すべき事項はない。開口は3横指、歯牙は[3を残し他はすでに喪失している。[3は歯根の一部が露出しているが動揺はなく、骨植は強固である。上顎の歯槽には著明な吸収は認められず、歯肉、その他の口腔粘膜は健康色を示し、カタル等は認められない。また、口腔粘膜の知覚についても特に異常はない。

写真1 初診時口腔内所見

。処置および経過：初診時に通法のごとくアルギン酸印象材によって印象採得を行なった後、研究模型を作製した。また、これより個人トレーを作製した。本症例の義歯床材料については、温熱的異和感を主訴とするため、種々検討した結果、特に金属床に対する禁忌と認められる事項もないので、不銹鋼による金属義歯床とすることにした。すなわち、再び印象採得後、金属床圧印のための修正模型を作製し、これをエポキシ樹脂と置換してダイとした。金属の厚さ0.4mmの不銹鋼板を使用し、1回の高エネルギー速度成形によって金属床を作製

写真2 不銹鋼金属床義歯装着時の口腔内所見

した。ついで金属床の口腔内試適、咬合採得を行なって義歯を完成、装着した。

義歯装着後、患者は食事時の温熱的異和感がいちじるしく改善されたことを認めると共に、加熱飲食物に対する恐怖もほとんど解消した。

我々の金属床作製の手技

高エネルギー速度成形法による金属床の作製は、まず通法によって印象採得後、模型を作製し、この模型上で義歯ならびに金属床の外形線を決定する。また「アー」線の部に後堤法のための溝を形成し、硬口蓋の部に緩衝空隙を附加するなどは通常の義歯作製の場合と同様に行なう。つぎに模型の歯槽頂部に歯肉部となるアクリル樹脂の保持のための維持装置を附加させるため約2mmの高さに石膏を盛り、模型の修正を行なう。修正された模型は石膏によって再び印象を行ない、得られた石膏の陰型の中に、分離剤を塗布した後、成形用エポキシ樹脂（シエル化学製、エピコート、No. 828）をその硬化剤と共によく練和したものを、気泡が生じないように注意しながら注入して重合、硬化を待つ。硬化したエポキシ樹脂は石膏の陰型を除去した後、これを成形器に固定する。

第1図 高エネルギー速度成形器

われわれが使用している高エネルギー速度成形器は、第1図に示すような構造をしており、爆発の衝撃による圧力に充分耐えられる強度を持たせるために鋼鉄で作られている。この成型器は上下の2部よりなり、両者は外側にある固定用リングのネジによって強固に接続、固定される。エポキシ樹脂のダイは、その下の部の中央に固

定される。ダイの上方約10mmの所に義歯床となる金属素板をおく。この際充分に気密となるように、金属板にはグリースを塗布して圧接する。つぎに爆発を行なわせる上の部分を、O型のゴムリングを介してこの上に重ね合わせ、外側の固定用リングで充分に気密となるように接続・固定する。金属素板の上部に生じる空間には水を満し、その水中に火薬または金属導線（0.5mm 銅線）をおき、火薬の爆発力、或は衝撃大電流によって発生する高圧が得られるようにする。一方、金属素板とダイの間の空間は、あらかじめ減圧ポンプで可及的減圧を行なう。金属素板の高エネルギー速度に反発する空気圧を除去する。充分に減圧が行なわれた所で、爆発、或は放電を行なわせると、高エネルギー速度の圧力は周囲の水を介して金属素板に平等に伝達され、ダイに適合した金属板を得ることができる。更に必要があれば以上の成形操作をくり返すこともできる。

本法の場合、素材として使用される金属には、金合金を始めとして各種の金属の応用が可能である。われわれは、通常厚さ 0.4mm の不銹鋼板を使用している。不銹鋼板を使用しているのは充分な機械的強度、素材の価格が極めて安価なためである。

使用した不銹鋼の物理的性質

引張強度	60kg/mm ²
伸び率	50~55%
硬さ（ブリネル）	135
比重	8.0
耐力	30kg/mm ²

得られた成形物は過剰な部分を除去した後、歯肉アクリル樹脂の維持装置となる小円孔を形成する。本法によって得られた成形物は、数回～数十回の圧印をくり返された通常の圧印法と異なり、表面の汚染や損傷がほとんどないため、表面が充分滑沢である金属板を使用すれば、成形後ほとんど研磨を必要としない。

総括及び考按

歯科補綴において使用される材料のうち、義歯床に関しては、歴史的には本邦においても木製のものが使用された。1855年、Goodyear によって生ゴムと硫黄の化学的結合による蒸和ゴム法が開発され、義歯床材料として使用された。蒸和ゴムによる義歯床は、適合性、寸法安定性、組織に対するなじみ易さなどの点について秀れた性質を示し、かなり長期間にわたって広く臨床に使用されてきた。しかしながら蒸和ゴムは全く光線を通過させないため、歯肉と異なった色調を示し、審美性に著しく欠け、更に操作が複雑であるなどの欠点を有していた。

義歯床材料としては、その外にセルロース、フェノール樹脂、ビニール共重合樹脂なども試用されたが強度、変色、操作の複雑性などのため実際には、ほとんど使用されるには至らなかった。近年に至り、アクリル樹脂の歯科的応用が研究され、その秀れた加工性、透明性、着色性、化学的安定性などの特性を有するため現在では義歯床材料を始めとして、歯科領域に広く使用されている。

これら高分子化合物に対して、義歯床材料に金属を使用する方法もかなり古くから行なわれているが、歯科領域における鑄造技術の進歩と相俟って、その強度や温度感覚の秀れた点などから、鑄造法による義歯床材料としては、かなり秀れていると考えられている。反面、その加工が比較的困難、かつ複雑な点や価格が極めて高いことなどから、秀れた方法ではあるが経費を無視しない限り、ほとんど使用されることはない。従来、金合金を主体として考えられている金属床の利点欠点としては諸家¹⁻³⁾によってつぎのようにいわれている。

（利点）

- 1：レジン床のごとく吸水性がなく、清潔である。
- 2：床を薄く作ることができるので、異物感が少なく、発音に対する障害が少ない。
- 3：熱伝導が良いので温熱的異和感が少ない、温熱的刺戟の伝導が得られるので粘膜の血行をよくし生物学的効果を有する。
- 4：歯垢、歯石が沈着し難く、口内炎、齲蝕、口臭などの発生が少ない。

（欠点）

- 1：製作法が複雑で、更に熟練を要する。
- 2：比重が大で、重いため上顎には用い難い。
- 3：修理がレジン床ほど簡単ではない。
- 4：装着後、痛点が生じた場合削除が容易でない。
- 5：低位咬合の場合人工歯を排列し難い。
- 6：極めて高価である。

などとしている。また、Regli⁴⁾は金属床（28ゲージ、Ney No.3 による鑄造床）とレジン床を同一患者に使用した場合、咬合圧による変形は、レジン床の場合の1/8.5と報告している。われわれの方法によれば、前記欠点のうち、1、2、6の項については比較的容易に解決できるものと考えられる。

金属床の材料となる金属に関しては、従来、加工の容易さ、口腔内における不変色性、化学的安定性などから主として金合金を主にした貴金属類が一般に使用されている。これに対して価格の比較的安い各種の賤金属の中にも、機械的強度が大で、不変色性、化学的安定性にも

秀れた合金が多数存在するが、それらは一般に加工の困難さ、高い融点、焼なまし状態での機械的強度の不足などから鋳造法で義歯床を作製することは一般的ではなく、特殊な設備を有する所でのみ作製されるにすぎない。またその経費も比較的高い。このような賤金属のうち、義歯床に不銹鋼を使用する試みは、すでに1920年代に Hauptmyer⁵⁾によって報告があり、その後英国⁶⁾においても使用されている。本邦においては岡田⁷⁾の記載が見られる。河合¹⁾は、不銹鋼義歯床に関して、重量が軽く、床を薄くしても亀裂が生じにくいとしている。亀田⁸⁾は義歯床用金属材料について、18-8 鋼の圧印は比較的単純な形態のものには充分利用価値を認めるが、粘膜面の形態が複雑な場合は困難とし、鐵着等の加熱による強度の低下を指摘し、鋳造法による場合は焼なまし状態であるため機械的強度が劣るとしている。

金属床の作製の方法は鋳造法と圧印法に大別される。臨床的には鋳造法によるものが最も多く、その適合性、手技に関しては現在では、ほとんど問題になる点はないとされている。しかしながら、その粘膜面は必ずしも滑沢ではなく、またある程度の厚さを必要とする。後者は、金属の陰陽型を例用して、その間に金属素板を介在させて圧印成形する方法と、陽型または陰型のみによって圧印するものとに分類される。従来、圧印による方法では金属の使用量が少なく、床面が滑沢かつ強靱とされているが、操作が複雑であるのみでなく、かなりの熟練を必要とする。また皺が生じ易く、かつ精密な部が得難いなどの欠点がある。

圧印による方法のうち、陽型のみによる方法には、すでに1872年 Delkescamp によって特許がとられており、Bahrani⁹⁾は不銹鋼を使用したものを報告している。かれは義歯床が薄いため、舌房の増加、発音や咬合機能のために好適で、熱伝導が良いため、患者は飲食時の快感が増加するとしている。陽型となるダイについては、従来金属が使用されていたが、熔融した金属の砂型への注入は、かなりの熟練と温度管理を必要とする。これに対して最近広く使用され始めたエポキシ樹脂によるダイは、すでに二、三の報告^{9~13)}の中にも見られ、強度も比較的大きく、形態の再現性もよく、高温処理も不要で特に熟練を必要としない利点がある。

高エネルギー速度によって物体の成形加工を行なわせる方法は、すでに20世紀初頭、欧州において試みられ、第2次大戦後は米国、ソ連邦において軍事目的、ことに宇宙開発¹¹⁾の分野で研究され、精密工業の分野で使用されている。この高エネルギー速度成形法は多量生産

向きではないが、反面これに要する経費が安く、歯科領域において患者個々に使用するような場合には極めて適合した工作法である。本法による歯科領域における応用は、1963年 Blair と Crossland¹³⁾ により、不銹鋼を使用した上顎義歯の報告があり、口蓋面の秀れた再現性と調節された一定の厚さが得られ、従来の圧印法と比較して安く、高度な自動化が可能で、異常形態の口蓋にも金属板の適合が可能であるとしている。更にその他二、三の報告^{10~12)}が見られる。

高エネルギー速度を得るためのエネルギーには、大別して通常の火薬の爆発力によるものと、あらかじめ大きな電気容量に蓄積された電気エネルギーの放電による衝撃大電流によって生じる導線爆発による方法がある。高エネルギー速度成形法による加工では、瞬間的に素材の弾性を越える圧印が可能となるため、スプリング・バックが極めて少なく、従って寸法精度が向上する利点がある。またアンダーカットに近い状態でも十分な成形が得られる。

第2図 我々が行なっている金属床の維持装置

われわれが行なっている高エネルギー速度成形法による金属床の作製は、従来主として行なわれている鋳造法と比較して、臨床上充分なる適合性が得られると同時に、極めて多額の経費を必要とする金合金による義歯床に対して、その作製に要する経費の大幅な低減化を目的の一つにしたものである。そのためには、作製に要する材料費の低減、工程の簡略化が必要である。前者については、金合金、NiCr 合金、CoCr 合金に代り、価格の

極めて安価な不銹鋼板をその素材に使用している。後者に対しては、その工程中より高温作業を省略している。すなわち、陽型には金属に代り常温でほとんど特殊な手技を必要とせず重合、硬化が行なえるエポキシ樹脂を使用して充分満足のできる陽型（ダイ）を得ている。また不銹鋼の特長を充分活用するため、その工程中に加熱、酸化されることがないように考慮しており、歯肉部アクリル樹脂の維持装置は図2のごとく処理されている。従って、素材の不銹鋼板は、その滑沢な表面が酸化、損傷、汚染されることが極めて少なく、通常の操作では特に研磨を必要としない。成形に要するエネルギーについては、現在われわれが使用している衝撃大電流発生装置に対して、通常の火薬（大約0.5g）を使用すれば成形に要するコストを極めて低廉にすることができ

結 論

1：過去3年間、温熱的異和感を訴えた患者に対し金属床義歯を作製し、すみやかなる改善が得られた。

2：金属床には、耐蝕性、延性、剛性に秀れ、かつ低廉厚さ0.4mmの不銹鋼板を使用した。金属床の作製には、エポキシ樹脂の陽型（ダイ）のみによって、爆発力による高エネルギー速度成形法によった。

3：本法は、従来の圧印法に比較してコストの低減化と手技の簡略化が可能と考えられる。

（稿を終るに当たり、金属床を作製していただいた、本学工学部生産機械工学科、清田研究室に感謝の意を表します。）

（本論文の要旨は、第7回日本補綴歯科学会九州地方学会および、昭和43年度精機学会秋季学術講演会において報告した）

文 献

1. 河合庄治郎；総義歯学，医歯薬出版（東京），（1960）。
2. 中沢 勇；全部床義歯学，永末書店（京都），

（1960）。

3. **Gehl, D. H. and O. M. Dresen**； Complete Denture Prosthesis, 4th Ed., (Philadelphia), (1958).
4. **Regilli, C. H., et al**； A preliminary study of the lateral deformation of metal base denture in relation to plastic base denture：J. Pros. Dent., 3, 326-330, (1953).
5. **Hauptmeyer, F.**； Über Gebissplatten aus nichtrostendem Stahl：D. M. f. Z., (5), 129-141, (1921).
6. **Hutchinson, A. C. W., et al**； Preliminary report on the use of stainless steel for the manufacture of dentures；Brit. Dent. J., 49, 524-530, (1928).
7. 岡田 満；歯科補綴学，永末書店（京都），（1958）。
8. 亀田 務；義歯床用金属材料：歯科時報，18, 2-5, (1964)。
9. **Bahrani, A., et al**； Slow rate hydraulic forming of stainless steel denture：Brit. Dent. J., 118, 425-431, (1965).
10. **Bahrani, A., et al**； Further development in the explosive forming of stainless steel upper denture：Dent. Pract., 14, 499-505, (1964).
11. **Noland, M. C., et al**； High velocity metalworking, A SURVEY, N. A. S. A. (Washington, D. C.) (1967).
12. **CIBA LTD.**； Explosion forming with Araldite dies：Technical notes, (260), 3-8, (Cambridge), (1964).
13. **Blair, G. S. A., and B. Crossland**； The explosive forming of stainless steel upper dentures：Dent. Pract., 13, 413-419, (1963).