

# E

## 歯科用チタン鑄造機

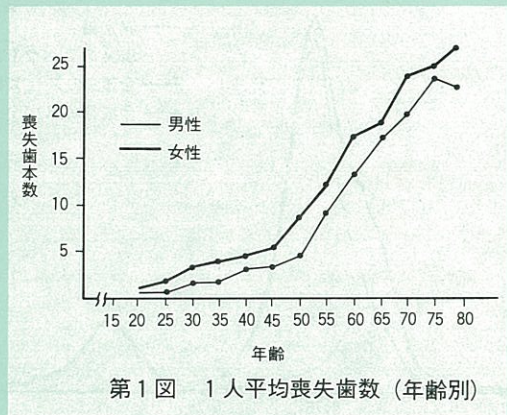
日本人の平均寿命は第2次大戦後急速に高齢化し、1947年には50歳代であった平均寿命が、わずか45年後の現在は80歳（女性）に達し、近い将来には4人に1人が65歳以上の高齢化社会になるといわれている。

歯科の分野に目を転じると、第1図に示すように、日本人の平均的な歯の抜け方は45～50歳ごろから顕著に増え始め、年齢の増加とともに抜ける数はどんどん多くなり、入歯に頼らなければならなくなる。入歯は顎に接する床という台に人工歯を植付けたものであるが、この床には、健康保険の適用が認められているプラスチックと、それ以外に各種の金属（金合金、Co-Cr合金、チタンなど）が用いられている。プラスチックの床は、強度を保つため肉厚を厚くしなければならず、異物感が大きい。また、味覚には温感も大きく役立っているといわれており、熱伝導のよくないプラスチックはこの点でも好ましくない。一方金属の床は丈夫で熱の伝達もよく、利点が多いが、金合金やCo-Cr合金などの金属は大変重いので口腔内での違和感が強く、難点が多い。その点、薄く作ったチタン床は軽くてしかも丈夫であり、耐蝕性が高くイオンの溶出もないため、金属味がせず食事がおいしいといわれ、毒性のないこととあまって歯科用にとってつけの材料とされている。

このようなことから、歯科用にチタンを利用することが考えられたが、ロストワックス鑄造法を用いるにはチタンの融点が約1700℃と非常に高温であるうえに、高温での活性がきわめて高いことから多くの困難があり、その解決のため、数多くの大学で研究開発が進められた。

当社では(株)神戸製鋼所で開発に着手した遠心鑄造方式の歯科用鑄造機を引継ぎ、これに改良を加えて、タイキャストスーパーR（商標登録出願中）と名づけ、1990年、セレック(株)より販売を開始した。この間、溶解時の雰囲気やルツボの材質・形状・熱源や、鑄型の材質・温度・鑄込力の与え方や、湯道の形状など数多くの点に検討を加えた。従来の歯科用の鑄造機で用いる鑄型は、冷却後の製品の収縮を補償するため、鑄型を高温（600～800℃）にして熱膨張させてから鑄込むことが行われている。鑄型が高温であると、溶湯の凝固が遅く、湯流れもよいことが期待されるが、鑄型と溶湯との反応あるいは鑄型材の溶湯への拡散が大きくなり、チタンの特性が変化する恐れが多い。

そこで、われわれは、チタン溶湯と鑄型との反応を極力少なくすることに重点を置き、これを当社の装置の特徴とすることにして、鑄型の温度を室温に設定した。このことは溶湯の凝固を速くし、チタンの汚染を防ぐことに効果はあるが、湯流れ性を低下させることは避けられず、鑄込力を十分大きくする必要を生じ、鑄型を高速で回転し、遠心力を大きくすることで解決することにした。鑄型の温度が低温であることは、従来の熱膨張による膨張鑄型方式を採用できず、室温でも鑄物の収縮を補償できる鑄型材が必要となるが、これには京都大学で開発され、その後(株)ニッシンで改良されたマグネシア系の鑄型材を利用させていただくこととした。



## E-1

### タイキャストスーパーRの概要

写真1は当社が開発した歯科用チタン鑄造機タイキャストスーパーRの外観写真である。筐体上部に真空チャンバーがあり、その内部に溶解部および遠心鑄造部が納められている。筐体内にはチ

ャンバー内を排気するためのポンプ、排気系の電磁バルブ、鑄型を回転するためのモーター、アーケ溶解用の電源およびこれらを制御するためのシーケンサーなどが納められている。

この装置の動作の概要について述べる。

まず、ロストワックス法で鋳型を製作し、写真2に示すように回転枠に固定する。ルツボは金属枠の中に納められ、後方からアームで引っかけて水平位置に保つ。ルツボにチタンインゴット(φ30×13mm)を乗せ、チャンバーの蓋を閉めてオートスタートボタンを押すと、チャンバー内は自動的に排気され、アルゴンガスとの置換が2回行われる。

アルゴン置換終了後、一定圧力になるとブザーが鳴るのでアークスタート/ストップボタンを押す。そうするとタングステン電極とチタンとの間

にアークが発生し、インゴットの溶解が始まる。アーク電流は100~250A間に任意に設定できる。溶解が終了すればもう一度アークスタート/ストップボタンを押す。アークが停止するとアームが引込み、ルツボが傾き、チタン溶湯が落下する。溶湯は第2図に示すように、回転中心にあるグラファイト製の湯口のL字型の孔に入り、遠心力により外向きに飛ばされて金属床の鋳型の中に流込む。鋳型はアーク溶解を開始後、自動的に回転を開始する。溶湯の流入が終われば、回転がとまり、リーク弁が動作してチャンバー内は大気圧にもどり、一連の動作は終了する。



写真1 鋳造機タイキャストスーパーRの外観写真

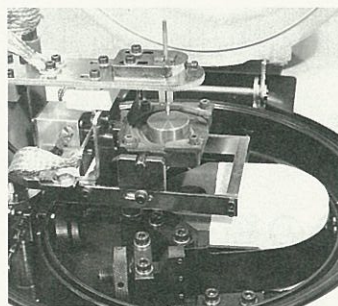
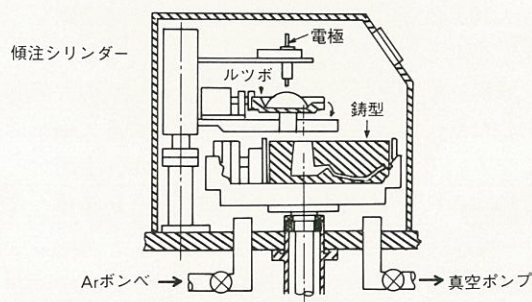


写真2 チャンバー内部写真



第2図 チャンバー内構造

## 鋳造体の特性

歯科用鋳造体の機械的特性はJIS T6106に評価方法が定められている。これは従来の金合金等を対象としたものであり、チタンを対象としたものではないが、ここでは一応これに準拠して、引張強さ、硬さの測定を行った。また、当鋳造機はアルゴン雰囲気中、グラファイトルツボを用いて溶解を行っているので、鋳造体のCやOなどの変化も測定した。

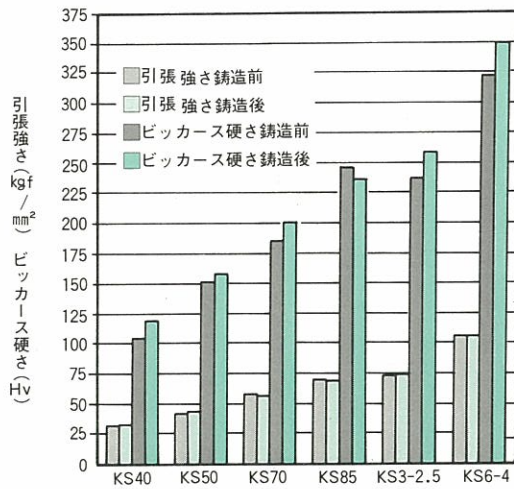
引張強さ測定用にはφ2×50mm、硬さ測定用ならびに成分分析用には5×10×10mmの鋳造体を用いた。鋳込んだチタンはKS40、KS50、KS70、KS85、3Al-2.5V合金、6Al-4V合金の6種である。

用いた鋳型材はいずれもマグネシア系である。第3図はそれぞれの金属について引張強さ、硬さの鋳造前後の値を示している。試験数はそれぞれ5であり、それらの平均値を示した。また、第4図はそれぞれの金属についてC、Oの鋳造前後の変化を示している。

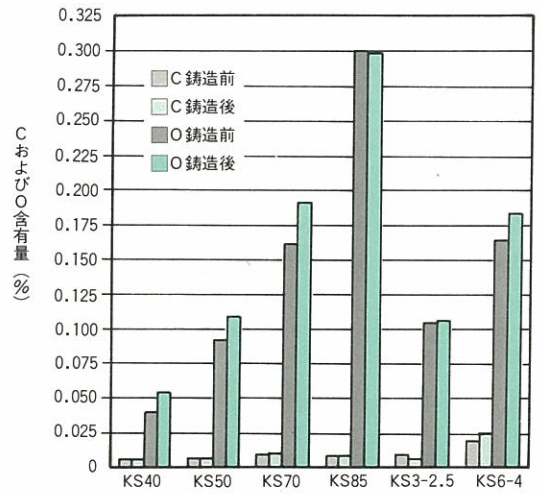
これらの結果から、Cの増加は約10ppm、Oの増加は約200ppm程度であることが分かる。これらの数値は、変化後もそれぞれの金属の規格値の中に納まっており、変化量もごくわずかということが出来る。それは、グラファイトルツボを用いているが溶湯とルツボが直接接触することがほとんど

ないこと、アルゴン置換を繰り返しているため残留空気がわずかなこと、低温鋳型を用いているため鋳型からの汚染物質の拡散が少ないことによると

考えられる。これらのことは第3図に示した鋳造体の引張強さ、硬さが鋳造前の母材の値と大差がないことから理解できる。



第3図 鋳造前後の機械的性質



第4図 鋳造前後の化学成分

## E-3

### 金属床の鋳造例

写真3は上顎の全部床（総入歯用の台）、写真4は上顎の部分床（クラスプで残存歯に引っかける入歯）、写真5は下顎の全部床の鋳造例を示す。またそれぞれX線透過写真を添付した。

一般に、細いクラスプの部分にパイプ状の欠陥が生じたり、薄い部分に湯流れ不足による欠陥を生じやすいのがチタン床の特徴であるが、上記金属床にはこれらの欠陥がなくほぼ完全な鋳造体ということが出来る。

当鋳造機は従来困難とされていた歯科用チタン補綴物の鋳造を可能とした。特に約0.4mm程度の薄い床や、細いクラスプ部に欠陥を生じることなく鋳造ができること、チタンの汚染が少なく鋳造体が母材の特性を維持していることは大きな特徴である。

最後にご指導をいただいた京都大学谷研究室の方々、ご支援いただいた神戸製鋼所プロジェクトKおよびその他関係部署の方々へ深甚の謝意を表す。  
〔開発部 岩崎全良〕

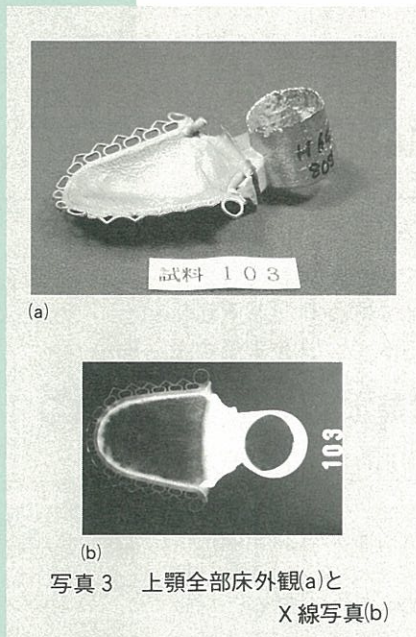


写真3 上顎全部床外観(a)とX線写真(b)

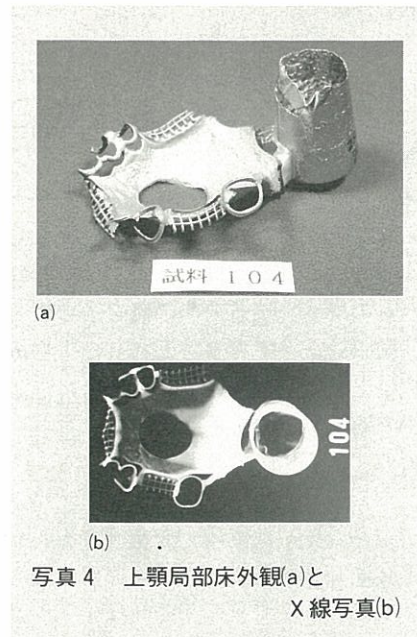


写真4 上顎局部床外観(a)とX線写真(b)

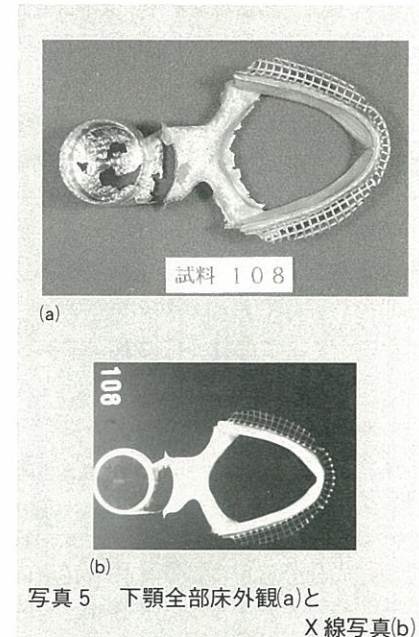


写真5 下顎全部床外観(a)とX線写真(b)