

〔原著〕 松本歯学 21 : 162~165, 1995

key words : チタン—鑄造圧—鑄造性

純チタンの鑄造性に関する研究 (第1報)  
—鑄造圧が鑄込率に及ぼす影響について—

米田隆紀, 黒岩昭弘, 井上義久, 堀口英子  
遠藤泰生, 林 春二, 五十嵐順正

松本歯科大学 歯科補綴学第1講座 (主任 五十嵐順正 教授)

伊藤充雄

松本歯科大学 総合歯科医学研究所 生体材料開発部門 (主任 伊藤充雄 教授)

橋本弘一

明海大学歯学部 歯科材料科学講座 (主任 橋本弘一 教授)

Studies on the Castability of Pure Titanium (Part 1)  
—Effect of casting pressure on the castability of titanium—

TAKANORI YONEDA, AKIHIRO KUROIWA, YOSHIHISA INOUE  
EIKO HORIGUCHI, YASUO ENDO, SHUNJI HAYASHI  
and YOSHIMASA IGARASHI

*Department of Removable Prosthodontics, Matsumoto Dental College*  
(Chief : Prof. Y. Igarashi)

MICHIO ITO

*Department of Biomaterials, Institute for Dental Science, Matsumoto Dental College*  
(Chief : Prof. M. Ito)

HIROKAZU HASHIMOTO

*Department of Dental Materials Science, MEIKAI University School of Dentistry*  
(Chief : Prof. H. Hashimoto)

**Summary**

The purpose of this study was to evaluate titanium castability with all-direction pressure type casting machine, under different casting pressures. A phosphate bonded investing material "T-INVEST C&B" for crown & bridge work was used in this study.

Casting pressure was set as 2,4,6 and 8 kgf/cm<sup>2</sup>. When the casting pressure was increased, high percentage of castability was gained. The casting pressure had significant ( $p < 0.05$ ) correlation on the castability. These results indicate that high performance of castability on the titanium was achieved when the casting pressure was increased in an all-direction pressure type casting machine.

## 結 言

鑄造された純チタンにおいては外部欠陥が生じやすいことが従来から知られている<sup>1)</sup>。そこで、著者らは二室型吸引加圧鑄造機を用いてスプルー径の違い<sup>2)</sup>や鑄型温度の違い<sup>3,4)</sup>がチタン鑄造に及ぼす影響について検討を行ってきたところ、従来の歯科鑄造用合金と同様にチタン鑄造においてもスプルー径が大きいほど、また、鑄型温度が高いほど鑄込率が良好になることを報告した。更に、一室型加圧鑄造機を用いて鑄型の通気性がチタン鑄造に及ぼす影響についての検討を行ったところ、通気性が低いほど鑄込率が良好になることを報告した<sup>5)</sup>。

現在市販されているチタン専用鑄造機は、遠心鑄造機、加圧型鑄造機、吸引加圧型鑄造機、全方向加圧型鑄造機、遠心吸引加圧鑄造機などがあり、それらの鑄造機の多くは、アルゴンガスによるガス圧を利用している。

そこで本研究では、全方向加圧型鑄造機を用いて、鑄造圧がチタン鑄造の鑄込率に及ぼす影響について解明する目的で、チタン専用リン酸塩系埋没材を使用し、鑄造圧と鑄込率との関係について検討したので報告する。

## 材料と方法

### 1. 実験材料

本実験に使用した材料を Table 1 に示す。純チタンには JIS 第 2 種のインゴット (φ25×Height 9 mm, Weight: 19.95±0.07 g: KS 50 神戸製鋼) を使用した。スプルーは金属スプルー (村上製作所) で、直径 1.26 mm の物を使用し、長さは 5 mm に設定した。埋没材は T-INVEST C & B (リン酸塩系埋没材: ジーシー)、鑄造機には全方向加圧型チタン鑄造機 AUTOCAST HC-III (ジーシー) を用い鑄造を行なった。

### 2. 試料の作製

#### 1) ワックスパターンの作製とスプルーイング

ワックスパターンは黒岩<sup>2)</sup>が用いた Type-A に準じ、メッシュパターン (Dentaurum 社: RN II) を 7×7 区画に切断し、レディキャストリングワックス (ジーシー社: R20) を用い、ランナーバーとし、スプルーイングを行なった後、パターンを円錐台に植立した。

#### 2) 鑄造リングの作製および埋没、鑄造

実験に用いた埋没材はリングレス鑄造用として開発されているため、鑄造リングは井上<sup>5)</sup>が用いた紙リングを使用した。この紙リングは埋没材の液体成分が厚紙へ吸収され、混液比を変化させないように、溶解したビーズワックス中に 10 秒間浸漬し、余剰ワックスを除去してリングとした。また、リングの高さは 60 mm とした。

埋没材の混液比および、焼却条件 (Fig. 1) については指定条件に準じて鑄型を作製した。

Table 1. Materials

Casting machine	All-Direction pressure type AUTOCAST HC-III	GC
Wax pattern	RN II	DENTAURUM
Sprue	φ 1.26 mm Length 5 mm	Murakami
Mold material	T-INVEST C & B (Phosphate-bonded) L/P ratio=0.13	GC
Casting Pressure	2, 4, 6, 8 kgf/cm <sup>2</sup>	
Titanium	JIS Grade 2 (KS-50)	Kobe Steel Ltd.

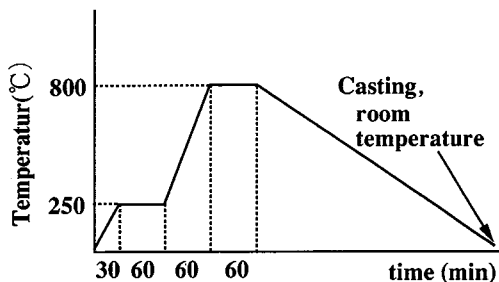


Fig. 1. Heating mode of the casting mold

### 3. 鋳造性評価方法

鋳造は各条件5回鋳造を行ない、鋳込率は黒岩の方法にて求めた<sup>2)</sup>。そして、得られた鋳込率から平均値、標準偏差、変動係数を求め、鋳造圧と鋳込率の相関を評価するために単回帰分析を行ない、回帰直線および相関係数を求め比較検討した。

### 4. 鋳造条件

鋳造圧は、AUTOCAST HC-IIIの設定可能な最低圧力である2 kgf/cm<sup>2</sup>を最低圧力とし、最高圧力を8 kgf/cm<sup>2</sup>として、2 kgf/cm<sup>2</sup>、4 kgf/cm<sup>2</sup>、6 kgf/cm<sup>2</sup>、8 kgf/cm<sup>2</sup>の4条件にて鋳込率の比較検討を行なった。

## 結 果

Fig. 2 に鋳込率の結果とこれらを統計処理して得られた単回帰直線を、Table 2 に鋳込率の平均値、標準偏差、変動係数、相関係数を示す。鋳造圧2 kgf/cm<sup>2</sup>では63.57%と低い鋳込率を示し、8 kgf/cm<sup>2</sup>では100%の鋳込率を示し、鋳造圧が増加すると鋳込率が增大する傾向が認められた。またこの関係は単回帰分析から危険率5%にて有意な正の相関が得られた。鋳込率の変動は鋳造圧の増加にともなって減少する傾向が示された。

## 考 察

チタン鋳造が困難であるとされる問題点の一つに外部欠陥の出現がある。外部欠陥はチタンの融点が高い<sup>9)</sup>ため、従来用いられてきた鋳造用合金と比べて凝固時間が短く、そのため湯回り不足<sup>1,2)</sup>が生じることが考えられる。そこでチタン鋳造の鋳込率を向上させるためには溶湯を鋳窩へいかに早く流し込むかが問題となる。溶湯を早く流し込む因子としては、スプルー径、鋳造圧、鋳型の通気性などがあげられる。スプルー径が小さいと、溶湯がスプルー部分で先に凝固してしまい湯回り不足が生じ、また、鋳造圧が低い場合や初期鋳造圧が小さい場合には溶湯の流入速度が遅くなり、完全に鋳込まれる前に凝固が完了すると考えられる。また、溶湯が鋳型の中に流入する速度は鋳型の中に存在する空気による背圧の為に徐々に低下すると思われ、埋没材の通気性が異なれば鋳込み時間も異なってくると考えられる。鋳込率とスプルー径の関係について黒岩<sup>2)</sup>は、スプルー径が増

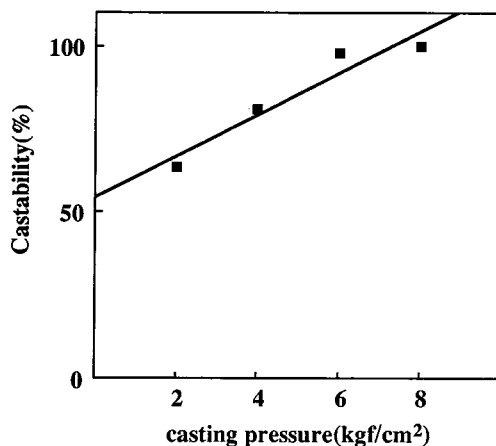


Fig. 2. Effect of the pressure on the castability

Table 2. Effect of casting pressure on titanium castability (Mean, SD, CV, correlation coefficient)

pressure (kgf/cm <sup>2</sup> )	2	4	6	8
Mean	63.57	81.07	97.86	100
SD	7.70	9.94	1.30	0
CV	12.11	12.26	1.26	0
Correlation coefficient	0.96*			

Mean, CV (%) n=5 \*P<0.05

加すると鑄込み完了時間が短くなり、更に単位時間の金属流入量に大きな影響を及ぼす因子はスプルー径であると報告した。また、鑄込率と鑄造圧との関係、および通気性に関して関田<sup>7)</sup>は、純錫を使用し、鑄造圧が増加すると流入速度が早くなり、鑄込み完了時間が減少し鑄込率は増大すると報告した。また、埋没材の混液比を変え、通気性を变化させた場合に、通気性が良好なほど鑄込み時間が短くなると報告している。

今回の実験結果では、関田と同様に全方向加圧型鑄造機においても鑄造圧が増加すると鑄込率が増大する傾向が認められた。これは鑄造圧が増加すると溶湯の流入速度が早くなると考えられ、鑄型内部の空隙に単位時間あたりの流入溶湯量が増加し、鑄込率が増大したと思われる。

しかし、黒岩等<sup>8)</sup>は、2室式吸引加圧鑄造機にて、鑄造圧を変化させ内部欠陥の検討を行ったところ、鑄造圧が高いほど鑄巣が多く観察されると報告した。これは、鑄造圧が高いほど溶湯の先走りが生じ、その結果アルゴンガスを巻き込んだ状態で凝固が完了してしまうため、チタン鑄造特有の空洞状欠陥が生じると考えられ、必要以上大きな鑄造圧は逆に内包巣を誘発してしまうと思われる。今回の実験はメッシュパターンによる外観からの鑄込率測定であったため、内部欠陥については更に検討を加える必要があると思われるが、チタンを歯科に応用するにあたって鑄込み不足という欠陥は致命的であり、鑄造圧は鑄込率を効果的に向上させる因子であることが再確認された。

## 結 論

従来の歯科鑄造用合金と同様に、全方向加圧鑄造機を用いたチタン鑄造においても、鑄造圧は鑄込率に影響を及ぼすことが確認され、鑄造圧が増加すると鑄込率が増大することが認められた。

なお、この研究は1993年度松本歯科大学特別研究補助金で行われた。

## 文 献

- 1) 都賀谷紀宏, 佐藤秀明, 鈴木政司, 井田一夫, 藪上雅彦 (1987) チタン鑄造体の鑄造欠陥に関する研究. 歯材器, 6 (特9): 123.
- 2) 黒岩昭弘 (1992) スプルーの条件がチタン鑄造の鑄込率に及ぼす影響. 歯材器, 11: 279-288.
- 3) 黒岩昭弘, 和田賢一, 日比野靖, 吉田修, 寛本嘉美ほか (1990) チタン鑄造に関する研究 (第1報) 鑄造温度がチタン鑄造体に及ぼす影響について. 歯材器, 9: 279-288.
- 4) 安田英子, 黒岩昭弘, 米田隆紀, 緒方彰, 五十嵐順正ほか (1994) チタン鑄造に関する研究 (その8) 埋没材と鑄型温度の違いが鑄込率に及ぼす影響. 第7回歯科チタン研究会講演抄録集: 13-14.
- 5) 井上義久 (1995) 鑄型の通気性がチタン鑄造に及ぼす影響. 歯材器, 14: 302-312.
- 6) 白井太一郎 (1976) 金属材料, 200. パワー社, 東京.
- 7) 関田健三 (1969) 歯科精密鑄造における鑄込み時間に関する研究 (第2報) 鑄造圧力, エアベントの距離, 混水比の影響について (電気接点法による測定). 歯理工誌, 19: 177-185.
- 8) 黒岩昭弘, 長山克也, 橋本弘一 (1988) チタン鑄造に関する研究 (その1) 一鑄造圧と鑄造性について. 歯材器, 7 (特12), 238.