

チタン用遠心鑄造機の回転特性について

大 川 成 剛 渡 辺 孝 一 宮 川 修 中 野 周 二
本 間 ヒ ロ 塩 川 延 洋 小 林 正 義*

新潟大学歯学部歯科理工学教室

(主任: 塩川 延洋 教授)

*新潟大学分析センターEMX室

(室長: 塩川 延洋 教授)

Measurements of the rotational speed and
rise time by the centrifugal casting unit for titanium

Seigo OKAWA, Kouichi WATANABE, Osamu MIYAKAWA, Syuji NAKANO,
Hiro HONMA, Nobuhiro SHIOKAWA and Masayoshi KOBAYASHI*

Dental Materials and Technology, School of Dentistry, Niigata University

(Chief: Prof. Nobuhiro SHIOKAWA)

**EMX Laboratory, Niigata University*

(Chief: Nobuhiro SHIOKAWA)

Key Words : Dental titanium casting, Centrifugal casting unit, Rotational speed, Rise time

Abstract

The purpose of this study was to determine the rotational speed and rise time by the centrifugal casting unit for titanium by means of the photo-interrupter circuit. The following results were obtained.

(1) The rotational speed and rise time were influenced by either the spring prewinds or mold weight. For example, mounted the small mold (225g) on the centrifugal casting unit, the rotational speed was 20.0 rps at 38 spring prewinds. On the other hand, the large mold (500g), it was 18.2 rps. The rotational speed by the centrifugal casting unit for titanium was twice as fast as that of the ordinary one.

(2) The rise time was 0.11 sec at 38 spring prewinds with the crucible (355g) only. When mounted the small or the large mold, the rise time was 0.12 sec or 0.14 sec at 38 spring prewinds, respectively. The rise time by the centrifugal casting unit for titanium was half as short as that of the ordinary one.

The centrifugal casting unit for titanium was characterized by the powerful rotation; therefore, its rotational speed was different from the ordinary one.

要 旨

チタン鑄造用遠心鑄造機にチタン融解用ルツボと鑄型をセットし、バネ巻回数を設定し、チタンを融解せずに大気中で鑄造機を回転させた。この

時の鑄造機の最大回転数および立ち上がり時間をフォト・インタラプタ回路を応用して測定した。その結果、最大回転数はバネ巻回数と鑄型の重さによって変わり、メーカー指定のバネ巻回数38の場合は、小鑄型(225 g)とルツボ(355 g)をセットした場合20.0rps、大鑄型(500 g)とルツボをセットした場合は18.2rpsであった。これらの値は従来のバネ式遠心鑄造機の約2倍である。

一方、立ち上がり時間はバネ巻回数38の場合は、ルツボのみでは0.11secであったが、小鑄型とルツボをセットした場合0.12sec、大鑄型とルツボをセットした場合0.14secであった。立ち上がり時間は従来のバネ式遠心鑄造機の約1/2である。以上のことから、チタン用に開発された遠心鑄造機は従来の遠心鑄造機とは回転特性がかなり異なっていることが分かった。

1. 緒言

歯科用鑄造機の性能を鑄造機の回転特性あるいは鑄造圧を指標として評価する方法がある^{1)~3)}。これらの鑄造機は融解温度が約900~1300℃の合

金を鑄造する際に一般に使われている。チタンの場合融点が1668℃と高いため⁴⁾、凝固時間は従来の歯科で使用されている合金のそれと比べて非常に短いと推察される。そのため従来の遠心鑄造機の機構そのままチタンを鑄造しても満足な鑄造体が得られないと思われる。鑄造時に溶湯がどこまで鑄込まれるかは鑄造機の性能あるいは合金の鑄造性を示すひとつの指標である。溶湯が凝固する前にパタンの細部まで溶湯が行き渡る能力、すなわち鑄込み能力が充分であれば細部まで完全に鑄込まれた鑄造体ができるはずである。そのため、鑄造機の性能や合金の鑄造性の評価にコイル状のパターンやメッシュグリッドパターンを用いた研究もある^{5), 6)}。今回、チタン鑄造用に開発された遠心鑄造機の性能を評価するための第一段階として、その最大回転数および立ち上がり時間(最大回転数に達するまでの時間)を、鑄型の重さおよび鑄造機のバネ巻回数を変えて測定したので報告する。

2. 測定方法

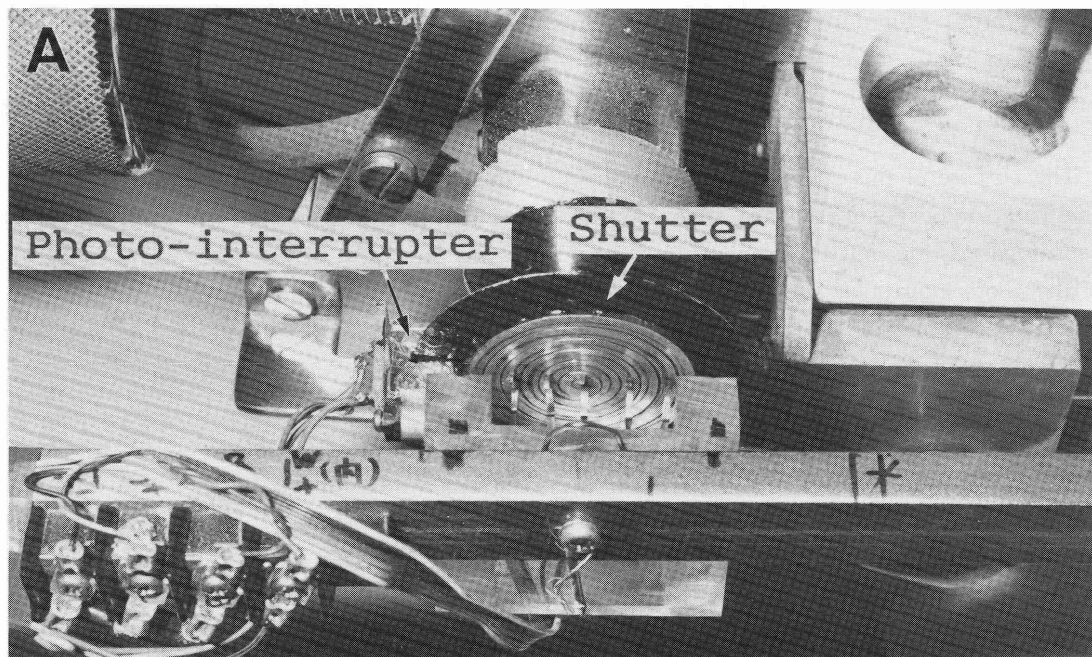


Fig.1(A) The shutter attached to the rotational axis and the photo-interrupter circuit

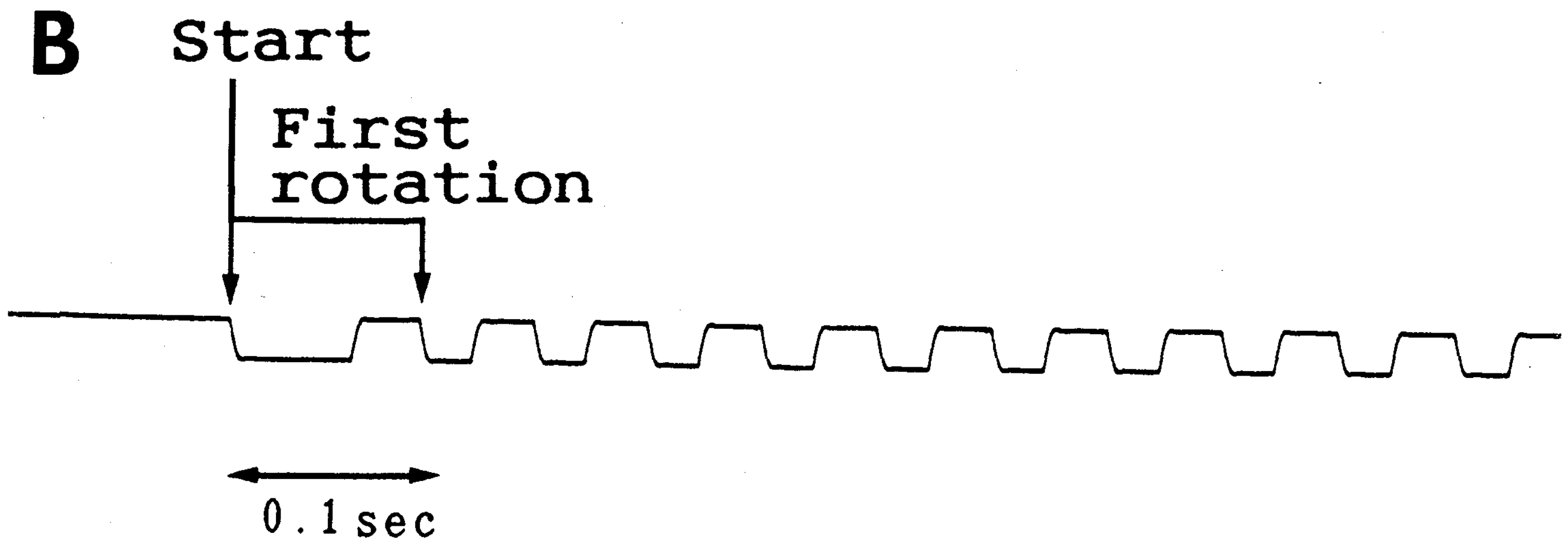


Fig.1(B) An example of the recorded curve

2.1 最大回転数および立ち上がり時間の測定

チタン鑄造用遠心鑄造機チタニウマー (OAC-500-T25, オハラ) にチタン融解用ルツボ (355 g) と鑄型をセットし、バネ巻回数を設定し、チタンを融解せずに大気中で鑄造機を回転させた。最大回転数および立ち上がり時間の測定にはフォト・インタラプタ回路を応用した。すなわち、Fig.1(A) に示すように回転軸に半円形のしゃへい板を取り付け、鑄造機のストッパーが解除され鑄造機のアームが反時計回りに回転し始めると、しゃへい板によりフォト・インタラプタの出力は半回転毎に on, off されるようになっている。この出力を高速レコーダー (レクチコーダ RJG-4128, 日本光電工業(株)) に記録速度 200mm/sec で記録し、記録紙上から鑄造機の 1 回転ごとの時間を読み取った。記録の一例を Fig.1(B) に示す。この時間の最も短いものから計算した回転数が最大回転数で、それに達するまでの時間を立ち上がり時間とした。

2.2 測定条件

バネ巻回数は 10 回から 35 回まで 5 回おきに設定し、メーカー指定の 38 回を最大とし、7 段階に変えた。また、アームへの負荷はルツボ (355 g) のみの場合、小鑄型 (50 ϕ ×65mm, 225 g) を加えた場合、および大鑄型 (70 ϕ ×65mm, 500 g) を加えた場合とした。測定は同一条件につき各 3 回行い、平均値を求めた。

3. 測定結果と考察

3.1 最大回転数について

実験結果を Fig.2 にまとめて示した。最大回転数は鑄造機のパネ巻回数およびアームへの負荷が変わると当然ながら変わっている。最大回転数と鑄造機のパネ巻回数とは比例関係が認められ、最大回転数を y 、パネ巻回数を x とするとルツボのみの場合： $y = 0.586x + 0.149$, $r = 0.99$, 小鑄型とルツボの場合： $y = 0.525x + 0.208$, $r = 0.99$, 大鑄型とルツボの場合： $y = 0.488x - 0.308$, $r = 0.99$ となった。また、パネ巻回数 38 の場合、ルツボのみでは最大回転数は 22.4 rps で、小鑄型とルツボの場合は 20.0 rps (1200 rpm)、大鑄型とルツボの場合は 18.2 rps (1100 rpm) であった。鑄型が大きくなることにより約 10% 減速することになる。

M. HUTTEN ら⁷⁾ は映画による方法でここで測定したのと同型の鑄造機について重力倍数を求め、パネ巻回数が 10、20、30 の場合それぞれ 20、84、145 g という結果を得ている。本実験ではパターン先端までの回転半径は 150 mm であるから、同じパネ巻回数の場合それぞれ 20、80、196 g になる。

3.2 立ち上がり時間について

立ち上がり時間も最大回転数の場合と同様に鑄造機のパネ巻回数およびアームへの負荷の大小により変わっている。同じ鑄型の重さであればパネ

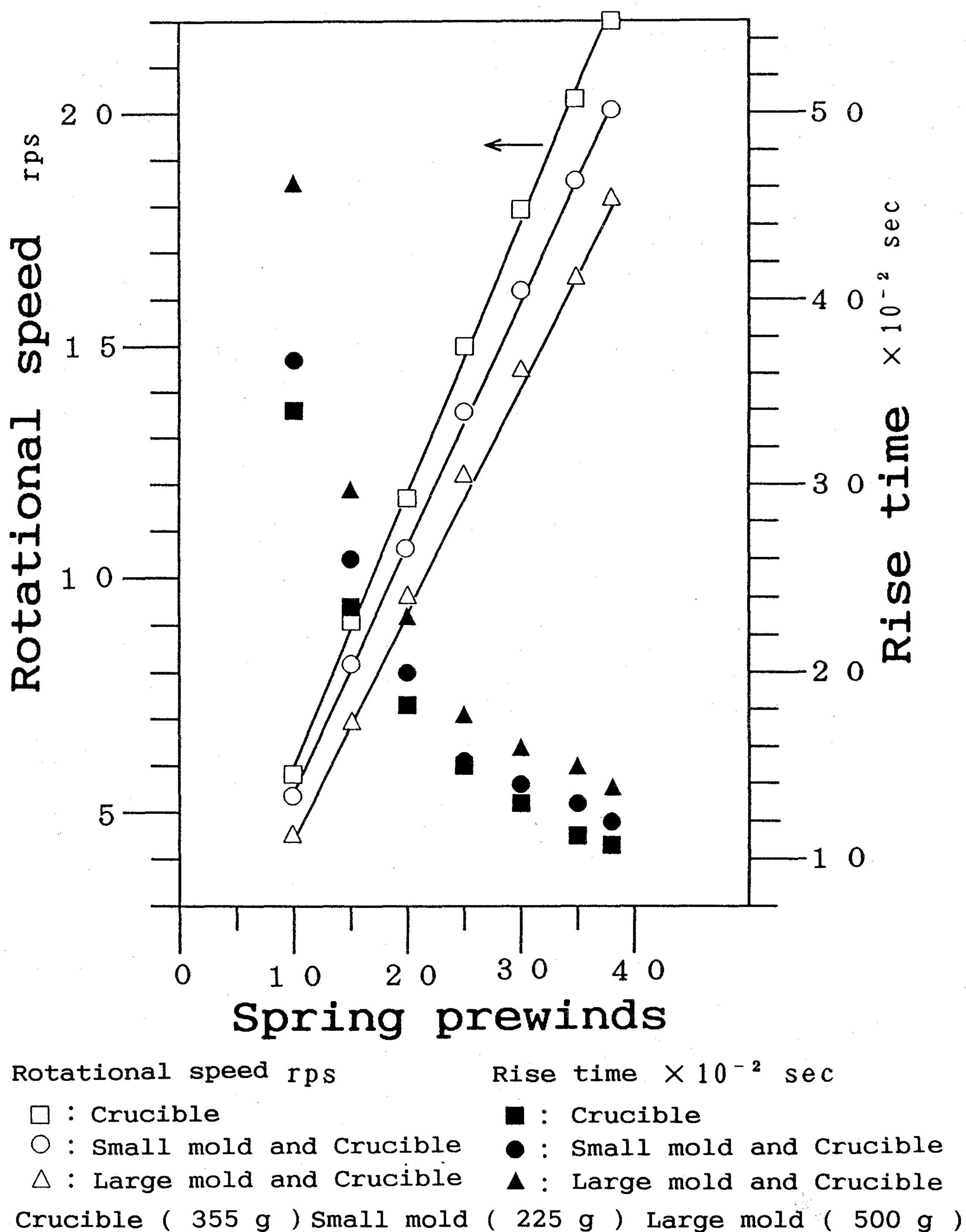


Fig.2 The effect of spring prewinds on the rotational speed and rise time

巻回数が多くなるほど立ち上がり時間は双曲線的に短くなっている。バネ巻回数38の場合、立ち上がり時間はルツボのみでは0.11secで、小鋳型とルツボの場合は0.12sec、大鋳型とルツボの場合

は0.14secであった。鋳型が重くなるに従い立ち上がり時間は長くなっていることが分かる。

実際に使われる鋳型の重さは、金属床の鋳造の場合約450～700g程度であるので、立ち上がり時

間は約0.14~0.16secになると推察される。立ち上がり時間が短いほど溶湯は高速、強力に铸込まれるので、铸込み不足や铸造欠陥が少なくなることが期待される。

奥野の解説⁸⁾によると、同型の铸造機の立ち上がり時間は、铸型の重さは不明であるが0.1secで、これは本実験で測定したルツボのみセットした場合の立ち上がり時間とほぼ一致している。

3.3 従来の遠心铸造機との比較

従来の遠心铸造機の回転特性については与田ら¹⁾、中村ら³⁾の報告があり、バネ式遠心铸造機の最大巻数における最大回転数は約7~16rps (420~960rpm) であるのに対し、新しく開発されたチタン用遠心铸造機における最大回転数は18.2~22.4rps (1100~1300rpm) であるので従来の平均的なバネ式遠心铸造機の約2倍の回転数になっている。

立ち上がり時間は従来のバネ式遠心铸造機では最大巻数で0.25~0.9secであり¹⁾、チタン铸造用遠心铸造機に大铸型とルツボをセットした場合0.14secであるから、立ち上がりのよい従来のバネ式遠心铸造機と比較しても約1/2である。以上のことからチタン用に開発された遠心铸造機の回転特性、すなわち铸込み能力は従来のバネ式遠心铸造機の約2倍になっているものと推察され、これは大きい遠心力を急速に発生させるために、特に強力なバネを設計し、使用していることを物語っている。しかし、チタンの比重、凝固時間等を考慮すると、最大回転数と立ち上がり時間がこれで充分であるかどうかはさらに铸造実験により検討する必要がある。

3.4 測定上の問題点

铸造機のアームが半回転するごとにパルスを検出しているので、完全な連続的測定ではない。それゆえに求めた値に多少の誤差が入ってくる点が問題である。しかし、フォト・インタラプタは非接触で測定でき、簡便性の点で優れており、測定時における外からの雑音が入りにくい。また、応答性が良く立ち上がりの遅れが非常に小さいので⁹⁾ 正確な時間が求められる。

4. 結 論

チタン铸造用遠心铸造機にチタン融解用ルツボと大小の铸型をセットし、バネ巻回数を変えて設定し、チタンを融解せずに大気中で铸造機を回転させたときの、铸造機の最大回転数および立ち上がり時間をフォト・インタラプタ回路を応用して測定した。その結果次ぎの結論が得られた。

- (1) 最大回転数は铸造機のパネ巻回数および铸型の大きさにより変わり、バネ巻回数38の場合、ルツボのみでは22.4rps であり、小铸型とルツボの場合は20.0rps、大铸型とルツボの場合は18.2rps であった。
- (2) 立ち上がり時間もバネ巻回数と铸型の大きさにより変わり、バネ巻回数38の場合、ルツボのみでは0.11sec であり、小铸型とルツボの場合は0.12sec、大铸型とルツボの場合は0.14sec であった。
- (3) チタン铸造用に開発された遠心铸造機と従来のバネ式遠心铸造機を比較すると最大回転数は約2倍に、立ち上がり時間は約1/2であることが分かった。

謝 辞

終わりに、記録計の使用に便宜を計っていただいた本学生理学教室高橋義弘技官に御礼申し上げます。また、本研究を遂行するにあたりご助言を賜りました京都大学名誉教授井田一夫先生に深く感謝申し上げます。

文 献

- 1) 与田基朔, 井田一夫: 遠心铸造機の回転数について. 齒理工誌, **11**(20), 43-49, 1970.
- 2) 与田基朔, 井田一夫: 加圧式铸造機の铸造圧力について. 齒理工誌, **11**(20), 37-42, 1970.
- 3) 中村健吾: 遠心铸造機をテストする. DE, **19**, 16-25, 1971.
- 4) 日本化学会編, 化学便覧基礎編 I : I-26, 丸善, 東京, 1984.
- 5) 与田基朔, 井田一夫: 齒科铸造における操作

条件と鑄込み率の関係. 歯材器誌, **27**, 43—52, 1972.

- 6) 平野 進, 遠藤一彦, 平澤 忠: Ni—Cr 合金に対する添加 Cu 元素の影響—鑄造性, かたさに及ぼす影響—歯材器, **5**(2), 295—300, 1986.
- 7) M. HUTTEN, J. OPP and E. P. LAUTENSCHLAGER: Forces Generated by the Ohara Titanium Casting Unit. J. Dent. Res, **66**(Abstract), 204, 1987.
- 8) 奥野 攻: チタン鑄造における解決すべき諸問題. 歯科技工, **19**(1), 79—85, 1991.
- 9) 伊藤 弘: オプト・デバイス応用ノウハウ, 第4章 フォト・インタラプタの使い方: 82—122, CQ出版, 東京, 1984.