

〔原著〕 松本歯学 4 : 9~18, 1978

鑄造精度に関する研究
その7. Co-Cr-Ni系合金を低温鑄型で作製する
鑄造体の精度に関する改善方法について

伊藤充雄, 永沢 栄, 高橋重雄

松本歯科大学 歯科理工学教室 (主任 高橋重雄 教授)

Studies on the Accuracy of Castings
Part 7, On improved method for the accuracy of
castings produced by means of low temperature mold
with chromium-cobalt-nickel system alloys

MICHIO ITO, SAKAE NAGASAWA, SHIGEO TAKAHASHI

*Department of Dental Technology, Matsumoto Dental College
(Chief: Prof. S. Takahashi)*

Summary

In this paper an improved method for the accuracy and the castability of the castings made with chromium-cobalt-nickel base alloys was described. Their restorations of crowns or bridges are difficult to set on the patient, which have casting shrinkage from 1.8 percent to 2.4 percent and high melting temperature above 1100°C. In this study, they were produced by the mold kept at low temperature. The molds were prepared by cooling at 200—400°C in the furnace, after the amount of graphite containing the investments were burnt out at 800°C for half-hour period. Dimensional changes of the investment keeping at 200—400°C, after it was heated at 800°C, were relatively maginitude than that of during heating. The castings made by means of low temperature mold used with phosphate bonded investments and lining Kaowool sheets in place of asbestos ribbon, produced the best fits. The accuracy of castings were influenced by the kinds of Kaowool sheets. The castability decreased by low temperature mold, were able to recover by means of forming the casting crucible to acute angle and rising the temperature of molten metals.

緒 言

鑄造技術および器材の発展にともない Co-Cr-Ni 系合金は鑄造修復物の材料として評価されるようになった。鑄造用 Co-Cr-Ni 系合金の問題点は4つある。第1は熔融温度が 1100~1400°C と高いこと。第2は従来のガス-空気ブローパイプ炎では融解できないので高周波電気炉融解、ガス-酸素ブローパイプによる融解など特別な装置を必要とする。第3は鑄造材料として従来使用されてきた石こうを結合材とする埋没材の高温における性質劣化があり、使用が困難であること、第4は鑄造収縮率が 2.0~2.3% と大きいため、これを補正する膨張量が大きい埋没材が必要とする¹⁾。これらの問題点は鑄造機の開発、改良によって第1、2については解決された。鑄型材料については、結合材にリン酸塩を使用することによって改善され鑄造面もある程度滑沢になったが、鑄造体の適合性は鑄型の膨張量とも関連する問題点である²⁾。鑄型材の膨張量不足に対しての解決策に吸水膨張を主体とした硬化時の膨張を利用する方法がとられている。しかし、単純な鑄造床のような型ごと埋没する場合には、この方法もよいが、複雑な架工義歯では膨張が不均一になり、適合の不良な鑄造体ができる。また、鑄造条件は、合金の融解温度が高く鑄造性をよくするために鑄型温度を高くする。したがって、鑄型材は溶湯と反応し、鑄造面が粗造になることはすでに報告されている。

鑄型材の膨張量の不足は、従来緩衝材として使用されてきたアスベストリボンでの緩衝作用が十分でないことによるものである。この点、第3報に報告したカオウルは、耐火性および緩衝作用が大きく、第5報で報告したように鑄造体の適合を改善している^{2) 3)}。また、鑄造面のあらさは、鑄型温度を低くすることによって改善されることが明らかである。さらに、鑄造面のあらさは、鑄造体の適合性に影響することも報告されている⁷⁾。本実験は、このような結果をもとに、鑄造温度を一般に行なわれている 800°C とそれより低い温度について比較検討した。しかし、鑄型を低温にすることによって、鑄造性は不良となり、湯回り不良、湯境いなどの欠陥を生じることが考え

られる。

著者らは、以上のような観点から、Co-Cr-Ni 系合金の鑄造について、適合性のよい鑄造体の作製および鑄造性の難点を解決する適切な鑄造条件を決定したので報告する。

実 験 方 法

1. 埋没材の硬化時、加熱および冷却時の膨張測定。

図1に示す方法によりリングに埋没材を注入し硬化時および加熱時の膨張を連続して測定した。埋没材はセラベスト(GC社製) w/p=0.22 とセラミゴールド(Whip-Mix 社製) w/p=0.16 を用い、緩衝材は厚さ 1 mm のアスベストとカオウルを各々に 30 mmφ のリングに内張りして行なった。測定は2回繰返し行ないその平均値によって示した。

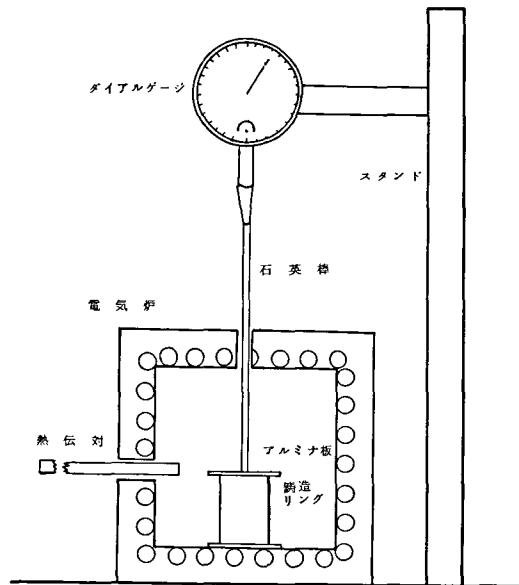


図1：埋没材の硬化時および加熱時膨張の測定装置

2. 鑄造体の作製および鑄造精度の測定

鑄造体は full crown 型の金型を使用した。蠟原型はブルーインレーワックス(GC社製)を 55°C 一定の恒温槽中で軟化し、油圧プレスを用い 8 kg の荷重で金型に圧接した。成型した後、直径 2.0 mm のスプルーを植立した。蠟原型は作製後、24 時間金型上に固定した後に埋没操作を行なった。

表1. 鋳型の加熱条件

鋳型温度(℃)	蠟型の焼却および昇・降温条件
室温	150℃30分-450℃30分-800℃90分-放冷
100	150℃30分-450℃30分-800℃90分-炉冷
200	150℃30分-450℃30分-800℃90分-炉冷
300	150℃30分-450℃30分-800℃90分-炉冷
400	150℃30分-450℃30分-800℃90分-炉冷
500	150℃30分-450℃30分-800℃90分-炉冷
600	150℃30分-450℃30分-600℃60分
700	150℃30分-450℃30分-700℃60分
800	150℃30分-450℃30分-800℃60分

埋没材はセラベスト w/p = 0.22, セラミゴールド w/p = 0.16 を用い埋没した。埋没したリングは 24 時間後に、電気炉中でワックスの焼却およびリングの加熱を行なった。焼却および鋳型の加熱温度は表 1 の 9 条件とした。この 9 条件の各鋳型に高周波遠心鋳造機（ユニーク光電社製）を用い、自動光温度計（千野製作所製）で溶湯温度を測定し、ノビアム合金（Co65, Cr27, Ni3, Mo5）を鋳造した。鋳造体の収縮率は金型に適合して測定した。

3. 溶湯温度と鋳造収縮率について

800℃ に一度加熱した鋳型を室温まで冷却し、それに 1450℃, 1500℃ および 1550℃ に融解した合金の鋳造を行ない、鋳造収縮率に対する影響について検討した。

4. 埋没材の通気性

内径 30 mmφ, 高さ 35 mm のリングに、カオウルを内張りし、セラベスト埋没材を注入した。硬化後、種々の条件にて加熱を行ない、室温まで冷却した。埋没材はリングより取り出し、その鋳型を赤インク中に低部を 5 mm 浸漬した。これらの埋没材をインク中に 5 分間浸し、150℃ で 15 分間乾燥し、インクを固定した。インクが底部から上部に向って上昇する状態によって埋没材中のカーボンの焼却状態すなわち鋳型の通気性との関連性について検討した。加熱条件は 600℃, 700℃, 800℃, 900℃ の各々の温度に 30, 60, 90, 120 分加熱保持した。

5. 鋳造性の検討

鋳型温度は室温, 300℃, 500℃, 700℃ とし、溶湯温度は 1450℃ と 1500℃ にてノビアム合金

12 gr を鋳造した。鋳造体の形状はシートワックス No 28, 厚さ 0.35 mm を 20×20 mm 正方形に切断し、スプルーを植立し埋没した。スプルーの植立条件は以下に示す。鋳造圧は遠心鋳造機の回転速度を一定にして行なった。

条件 1 は図 2 A に示す。スプルー径 1.8 mm 長さ 3 mm で円錐状の形状をした円錐台に植立し鋳造した。

条件 2 は図 2 B に示す。スプルーをパラフィン

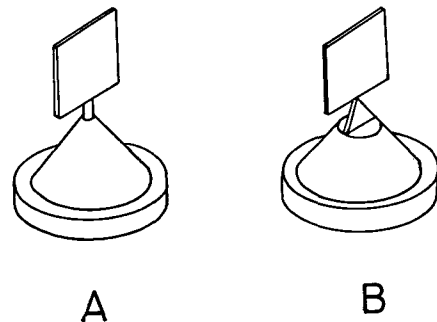


図 2: 鋳造性の違いを検討した円錐台の形態

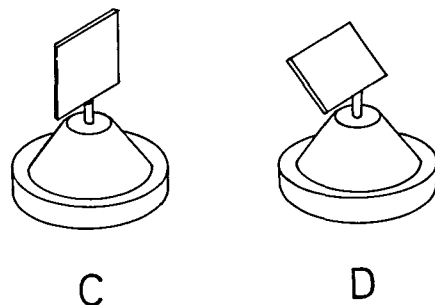


図 3: 鋳造性の違いを検討したスプルーの植立方向

ワックスに高さ 5 mm 肉厚 1.4 mm, 上辺 1.8 mm, 下辺 5 mm の台形を作製し, 植立し鑄造を行なった。

条件 3 は図 3 C に示す。従来からの上辺 10 mmφ, 底辺 25 mmφ, 高さ 15 mm の円錐台にスプルー径 1.8 mm を長さ 3 mm の条件にて植立し鑄造を行なった。

条件 4 は図 3 D に示す。条件 3 と同様の円錐台

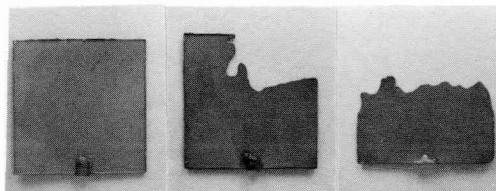


図 4：鑄造率を測定した鑄造体の例。右から100%、75%、50%鑄造率の鑄造体

に鑄造機の回転する方向に対して 45° 傾斜させてスプルー径 1.8 mmφ を長さ 3 mm で植立し鑄造を行なった。図 4 は鑄造率を測定した鑄造体である。A は完全に鑄造された場合でこれを 100% 鑄造率とした。B、C のように不完全な鑄造体は重量を測定し、A の重量を基準として下記の式によって鑄造率を算出した。検討は 3 ケの試験片の平均値で行なった。

$$\frac{M II}{M I} \times 100 = \text{鑄造率 (\%)}$$

M I：完全に鑄造された試験片の重量

M II：各条件で鑄造した試験片の重量

実験結果

1. 埋没材の硬化時、加熱及び冷却時の寸法変化について

硬化時から加熱、冷却まで連続した埋没材の寸法変化を測定した。結果は図 5～8 に示す。図 5 と 6 は埋没材セラベストの測定結果である。図 5 は緩衝材としてアスベストを用いた。この図によると 400°C 以上において加熱膨張は冷却時の膨張よりも大きくなっている。しかし、400°C 以下においては加熱よりも冷却時の膨張が約 0.8% ほど大きくなる傾向である。図 6 はカオウルを用いたときの結果を示す。この結果によると 350°C 以下での冷却時の膨張は加熱時の膨張より大きくなる傾向であり、250°C においてその差は約 0.4%

であった。しかしアスベストを用いたときのように冷却時の膨張が加熱時の膨張よりも極端に大きくなることはなかった。図 7 はセラミゴールド埋没材でアスベストを緩衝材とした結果を示す。こ

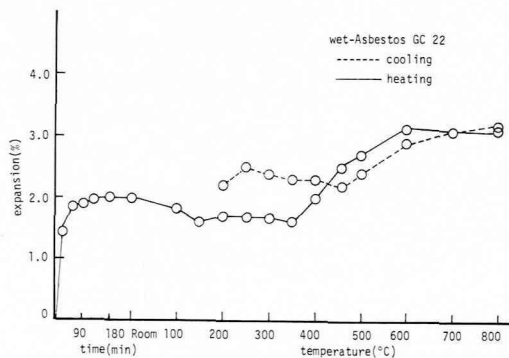


図 5：セラベスト埋没材，湿アスベストリボンを内張りした場合の硬化時および加熱時の膨張と冷却時の変化

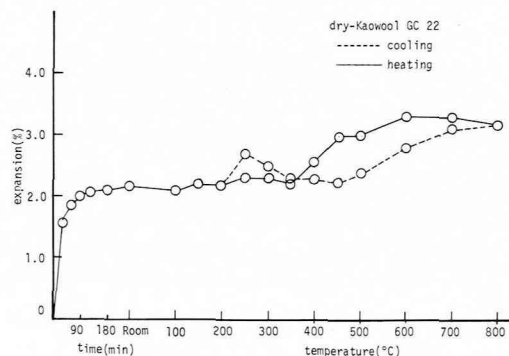


図 6：セラベスト埋没材，乾カオウルを内張りした場合の硬化時および加熱時膨張と冷却時の寸法変化

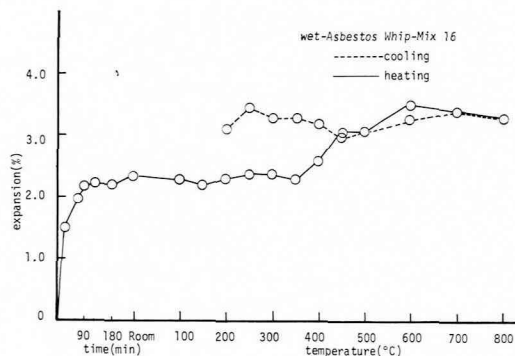


図 7：セラミゴールド埋没材，湿アスベストリボンを内張りした場合の硬化時および加熱時膨張と冷却時の寸法変化係化

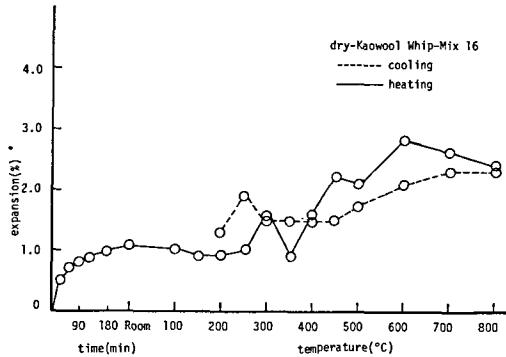


図8：セラミゴールド埋没材，乾カオウルを内張りした場合の硬化時および加熱時膨張と冷却時の寸法変化

の図によるとセラベストと同様に 400°C 以下の冷却時の膨張が加熱膨張よりも約 0.8% 大きくなる。図 8 は緩衝材にカオウルを用いた結果を示す。この図によると冷却時の膨張が加熱時よりも極端に大きくなることはなかった。しかしながら 250°C においてはその膨張量の差は約 0.5% であった。セラベストとセラミゴールドの両者の埋没材において緩衝材としてアスベストを用いたとき、400°C 以下での冷却時の膨張が加熱時よりも約 0.6% 大きくなる傾向であった。一方カオウルを用いたその膨張量の差は両者の埋没材において、250°C で最大となり約 0.4% であった。

2. 低温鋳型における鋳造体の適合性について
溶湯温度、1450°C にて鋳型温度を室温、100°C、200°C、300°C、400°C、500°C、600°C、700°C、800°C で鋳造体を作製した結果は図 9、10 に示す。図 9 は埋没材にセラベストを使用した結果を示す。鋳

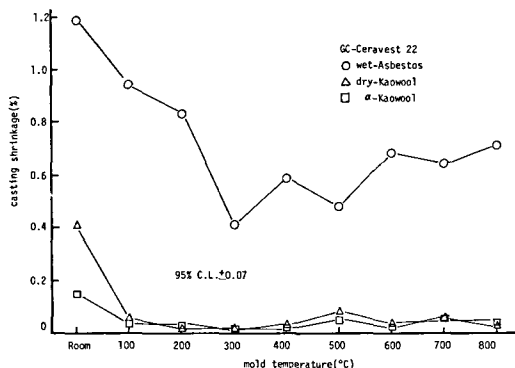


図9：セラベスト埋没材を使用した場合のfull crown型鋳造体の鋳造収縮率に対する緩衝材と鋳型温度の影響

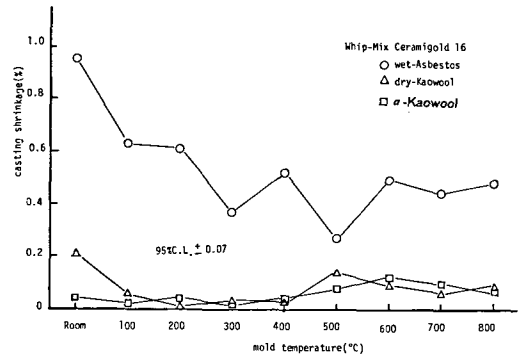


図10：セラミゴールド埋没材を使用した場合のfull crown型鋳造体の鋳造収縮率に対する緩衝材と鋳型温度の影響

型温度を 600°C、700°C、800°C の場合、緩衝材にアスベストを用いたときの鋳造収縮率は約 0.6～0.7%，撓水性カオウルの場合には約 0.03～0.06% であり、吸水性カオウルも同様な傾向であった。しかし、アスベストを用いた場合には鋳型温度 300°C の条件が最も鋳造収縮率は少なく、0.41% であった。つぎに 500°C の 0.48%，400°C の 0.59%，300°C 以下の鋳型温度においては 0.83% と収縮率は大きくなる傾向であった。カオウルにおいては撓水性の場合と (α) 吸水性の差は 100°C 以上ではほとんど認められなかった。その両者のカオウルの鋳造収縮率は約 0.05% 以下であり、200～400°C での収縮率が最も小さくなる結果を得た。図 10 は埋没材にセラミゴールドを使用した場合の結果を示す。アスベスト緩衝材とし、鋳型温度を 600°C、700°C、800°C とした場合、約 0.45～0.5%，撓水性カオウルでは約 0.05～0.10% であり、吸水性カオウルも同様な傾向であった。鋳型温度の鋳造精度に対する差はセラベストと同様認められなかった。以上の結果から緩衝材としてカオウルを用いた場合の鋳造収縮率は、アスベストを用いたときよりも約 0.4～0.6% ほど小さくなる傾向であった。低温鋳型において緩衝材にアスベストを用いたとき 500°C の 0.27%，400°C の 0.52%，300°C の 0.37% の鋳造収縮率であった。また、300°C 以下においては 0.6% 以上の収縮率であった。一方、セラミゴールドにおいてはセラベストと同様に撓水性カオウルと吸水性カオウルとの差はなく、200～400°C の収縮率は 0.05% 以下であった。しかしながら室温鋳型においては撓水性カオウルを用いた鋳造収縮

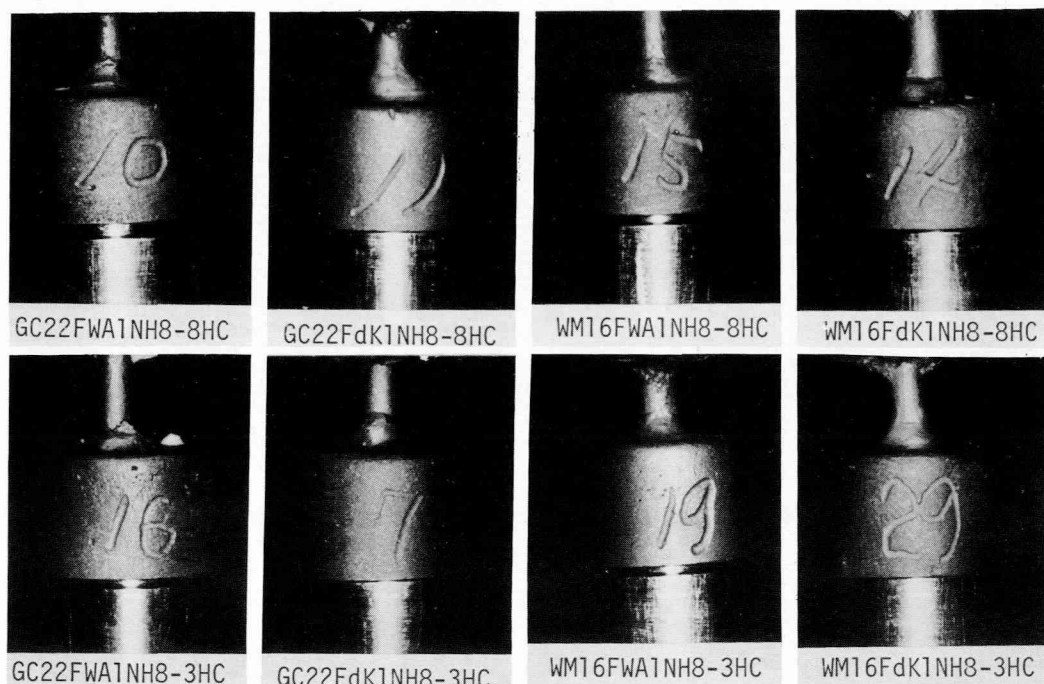


図11：鑄型温度800℃（上段）と300℃（下段）によって作製した鑄造体の適合状態，記号は埋没材の種類，混液比，鑄造体の形態，緩衝材，厚さ，合金の種類，加熱温度，鑄型温度融解，鑄造方法を示している。

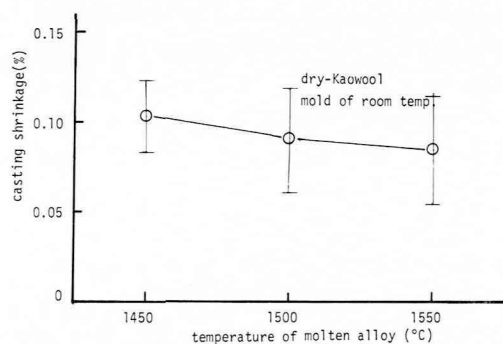


図12：室温鑄型に溶湯温度を1450℃，1500℃，1550℃として鑄造した場合のfull Crown型鑄造体の鑄造収縮率

率は吸水性カウールよりも大きくなる傾向であった。図11は鑄型温度800℃と300℃における鑄造体の適合状態を示した。

3. 溶湯温度が鑄造収縮率におよぼす影響

室温鑄型に1450℃，1500℃，1550℃の各々の溶湯温度にて鑄造を行なった。図12で明らかのように，溶湯温度は鑄造収縮率には影響がみられなかった。

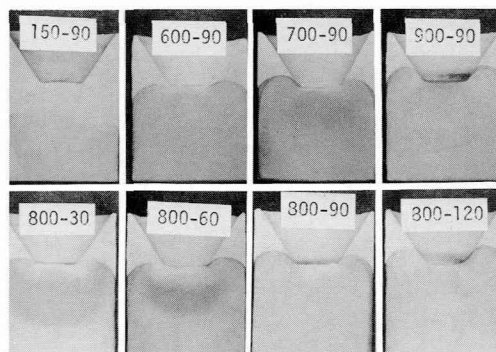


図13：埋没材中のカーボン焼却状態に対する加熱条件の影響，数字は加熱温度と係留時間（分）を示す。

4. 埋没材の通気性

埋没材の通気性は，埋没材中のカーボンの焼却状態と毛細管現象によるインクの上昇する状態で観察した。図13は埋没材を500℃，600℃，700℃，800℃，900℃で90分間加熱した場合である。800℃，90分でカーボンの焼却が完了する。埋没材中の黒い部分はカーボンが残存し，灰色部はインクの上昇を示している。また，図に示すように加

表2. 円錐台の形態, 鋳型温度および溶湯温度が影響をおよぼす鋳造率の測定値に対する分散分析結果

	ss	df	ms	F	$\rho\%$
SA crusable F	8060.09	1	8060.09	114.72 ^{**}	38.9
SB mold T	5278.19	3	1759.40	25.04 ^{**}	24.7
SC melt	2637.37	1	2637.37	37.54 ^{**}	12.6
A×B	1742.92	3	580.97	8.27 ^{**}	7.5
A×C	4.56	1	4.56	0.06	
B×C	386.47	3	128.82	1.83	
A×B×C	170.72	3	56.91	0.81	
Se	2248.24	32	70.26		
ST	167442.18	47			

**99% confidence

表3. スプルーの植立方向, 鋳型温度および溶湯温度が影響をおよぼす鋳造率の測定値に対する分散分析結果

	ss	df	ms	F	$\rho\%$
SA spruing	3108.90	1	3108.90	42.92 ^{**}	25.6
SB mold T	2132.03	3	710.68	9.81 ^{**}	16.1
SC melt	1787.29	1	1787.29	24.67 ^{**}	14.5
A×B	1646.10	3	548.70	7.57 ^{**}	12.0
A×C	359.18	1	359.18	4.96 ^{**}	2.4
B×C	277.22	3	92.41	1.28 [*]	0.5
A×B×C	241.97	3	80.66	1.11	0.2
Se	2317.97	32	72.44		28.8
ST	11870.66	47			

**99% *95% confidence

表4. スプルー径と溶湯温度が影響をおよぼす鋳造率の測定値に対する分散分析結果

	ss	df	ms	F	$\rho\%$
SA melt	229.69	1	229.69	1.63	3.1
SB sprue	706.10	2	353.05	2.51	15.0
A×B	197.87	2	98.93	0.70	
Se	1690.89	12	140.91		81.8
ST	2824.55	17			

熱時間が長くなるほどカーボンの焼却は完全になり, 60 分間の加熱ではカーボンは残存する。焼却する前の試料 150°C と比較するとインクの上昇する高さは約 2 倍の差が認められた。

5. 鋳造性について

Co-Cr-Ni 系合金の鋳造性と, スプルーの植立方

法を円錐台の形態, 溶湯温度の影響について検討した。表2には図2に示すように円錐台の形態における, 湯回りについて測定を行ない, その結果を分散分析したものである。この結果による円錐台の形態と鋳型温度の交互作用において危険率 1% で有意性が認められた。それらの寄与率は円

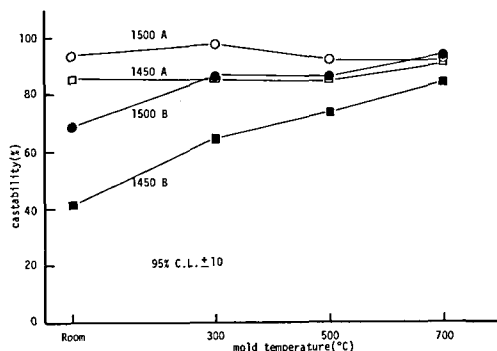


図14：円錐台の形態，鑄型温度および溶湯温度が鑄造率におよぼす影響

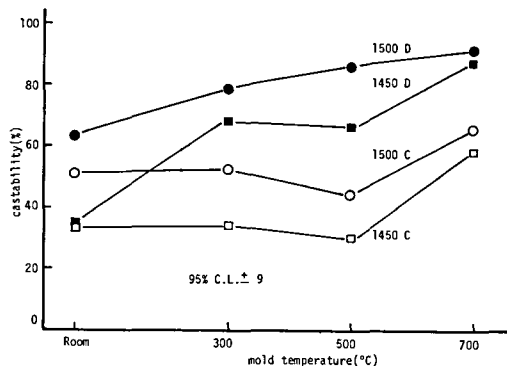


図15：スプルーの植立方向，鑄型温度および溶湯温度が鑄造率におよぼす影響

錐台の形態が38.9%，で大きく鑄型温度が24.7%，溶湯温度が12.6%円錐台の形態と鑄型温度の交互作用が7.5%であった。図14は円錐台の形態の影響について検討した結果である。図中1450と1500は溶湯温度を示す。A，Bについては図2に示すところの形態である。Aの形態における鑄造性については溶湯温度は高い方が優れた結果であり，各鑄型温度において1450°Cの鑄造温度では約85%，1500°Cでは約93%であった。Bの形態においてはAの形態と同様に溶湯温度は高い方が優れており，また鑄型温度においてはその温度が低くなるほど鑄造性も低くなる傾向であった。すなわち室温鑄型においては1450°Cで約40%，1500°Cでは約70%であり，両者の溶湯温度と鑄造率の差は30%，300°C鑄型においては1450°Cの約65%，1500°Cでは約85%とその差は約20%，500°C鑄型においては1450°Cの鑄造率は約75%，1500°Cでは約85%でその差は約10%，そして700°Cでは約95%でその差は約10%である。これらの結果によると鑄型温度が高くなるにしたがって鑄造性は高くなると共に溶湯温度が高い場合にはその差は少なくなる傾向があった。また，円錐台の形態を比較した場合，鑄型温度の影響をあまり受けず鑄造性のよい形態はAにおいて得られた。表3にはスプルーの方向を変化させた場合の測定値を分散分析した結果を示す。この結果によるとスプルーの方向は危険率1%で有意であり，寄与率は25.6%である。鑄型温度が危険率1%で有意であり，寄与率が16.1%であった。また溶湯温度が危険率1%で，寄与率が14.5%であった。つぎに各々の交互作用において有意性が

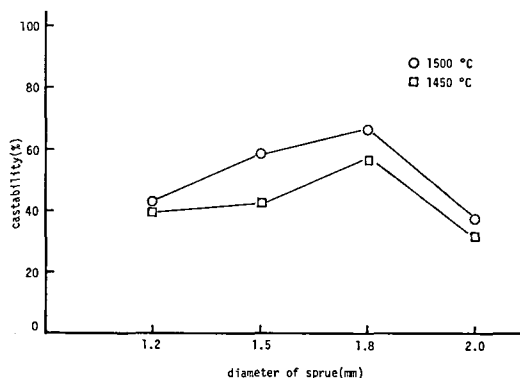


図16：スプルー径と溶湯温度が鑄造率におよぼす影響

認められている。図15はスプルーの方向の影響を示す。図中CとDは図3に示す方法によってスプルーを植立した。この図による溶湯温度1450°Cよりも1500°Cが優れた鑄造性であり，室温鑄型では1450°Cの約35%，1500°Cでは約50%，300°Cの鑄型温度では1450°Cの約33%，1500°Cでは約52%，500°C鑄型では1450°Cの約30%，1500°Cの約45%，700°C鑄型では1450°Cの約58%，1500°Cの約65%と高温鑄型になるほど溶湯温度の影響は少なくなる傾向であった。またDの条件においてはCの条件よりも鑄造性には優れた結果を得た。以上の結果から90%の鑄造率を得られた条件としてはAにおける1450°Cの鑄造温度で700°Cの鑄型に鑄造したとき，Aの条件ですべての鑄型温度に1500°Cにて鑄造したとき，Bの条件で700°Cの鑄型に1500°Cで鑄造したとき，そしてDの条件で700°Cの鑄型に1500°Cで鑄造した7条件であった。この7条件中最も優れた湯回りはA

条件の溶湯温度 1500°C であった。図 16 は表 4 に示すように分散分析の結果、有意性が認められなかったがスプルー径と鑄造率の関係について示す。この結果によれば 1.2, 1.5, 1.8 とスプルー径が大きくなると鑄造率は高くなる傾向であるが、2.0 mm ϕ においてはその鑄造率は低くなる傾向を示している。

考 察

1. 低温鑄型における鑄造体の適合性について
埋没材の硬化時、加熱及び冷却時の膨張を連続して測定した結果、セラミゴールドとセラベストの両者の埋没材において同様な傾向を得た。石こうを結合材とする埋没材と異なりリン酸塩系埋没材は冷却時の膨張量が大きくなっている。しかしながら緩衝材であるアスベストリボンとカオウルにおいては加熱時の膨張と冷却時における膨張量に大小の差が認められている。アスベストリボンを緩衝材として使用した場合は約 0.6% ほど 400°C 以下での冷却時の膨張が大きく得られた。一方、カオウルにおいては 250°C で加熱と冷却時の膨張の差が最大となり、約 0.4% ほど冷却時の膨張が大きくなる傾向であった。このアスベストとカオウルとの冷却時における膨張の差は緩衝材の材質に起因するものと考えられる。耐火性に優れたカオウルは高温にて加熱されたとき埋没材の膨張に対してリングの内側において十分に緩衝作用を保つことが出来ると考えられる。しかし耐火性に乏しいアスベストにおいては高温で加熱されリングと埋没材とははさまれ十分な緩衝作用が得られない。したがって、リング壁方向への埋没材の膨張はアスベストを用いたときには十分に緩衝することが出来ない。リング壁方向への埋没材の膨張が自由に出来ない場合、埋没材はリング軸方向へ膨張が増大する傾向となる。これはアスベストリボンとカオウルにおける弧状変形の差からもみとめられている。500°C 以下の低温鑄型に鑄造を行なった鑄造体の精度は高温鑄造と比較して良好な結果を得た。アスベストを緩衝材として用い、セラベストとセラミゴールドの両者において、300°C, 400°C, 500°C の鑄造精度は高温鑄型におけるその精度よりも良好もしくは同様な傾向であるが、カオウルにおいては 200°C~400°C での低温鑄型に鑄造したその精度は高温鑄型のそ

れよりも良好となる。一般に鑄型温度が低下することによって鑄造精度は低下することは考えられているが、これは石こう系の埋没材の加熱膨張が高温で最高の膨張量が得られるという測定結果からである。しかし、リン酸塩系埋没材は 300°C の低温まで冷却しても膨張量の減小がない。また、加熱膨張と埋没材の硬化時との合計した全膨張量は Co-Cr-Ni 系合金の鑄造収縮 2.1~2.3% を十分に補うことが出来るものである。しかし、高温における鑄造精度が不良になるのは、高温鑄型に高温で融解された溶湯が鑄造されれば埋没材との焼着が生じ鑄肌が荒れる。このあらさが鑄造精度を大きく左右するものと考えられる。この鑄肌荒れの生成機構としては高温時における埋没材の砂粒間の結合強度が低温時と比較し小さいと考えられる。この砂粒間の結合強度の大小によって溶湯の penetration の多少が生じ、鑄造された鑄造体表面には凹凸が生じることとなる。また、高温鑄型による鑄造体は溶湯金属と埋没材との反応によって出来た酸化物が付着しており、鑄型温度が低いほどその酸化物も少なくなる傾向である。この酸化物の付着が多い部分の荒さが大きくなることから鑄造体の表面あらさは penetration に原因しているものと考えられる。したがって、低温鑄型に鑄造した鑄造精度が高温鑄型と比較して良好となったのは鑄造体の鑄肌の向上とリン酸塩系の埋没材の膨張の特徴から本結果が得られたものと考えられる。しかし、溶湯温度 1450°C, 1500°C, 1550°C の各温度にて室温鑄型に鑄造した場合の鑄造精度におよぼす影響は明白な差は認められなかったが、これは鑄型材と鑄造金属の反応が鑄型温度に主として起因していることを示唆している。

2. 埋没材の通気性について

歯科用埋没材である石英埋没材とクリストバライト埋没材の通気度を混水比、鑄型温度、練和時間、練和速度の関係についての報告がある⁴⁾。この報告によると混水比が大きいほど通気度が大きくなる傾向であるとしている。リン酸塩系埋没材はカーボン含有しているのも多い。このカーボンを完全に焼却することによって埋没材の通気度は良好になる。埋没材の加熱温度と時間はカーボンの焼却に影響し、30 mm ϕ のリングにおいては 800°C では 90 分加熱保持することによって埋没

材中のカーボンが完全に焼却される。これらの方法によって得られた埋没材をインク中に浸漬し、そのインクが埋没材中を上昇する状態から通気性について検討した。したがってカーボンが埋没材中に残っているものはそのインクの上昇の高さは低くなり、通気性は不良とした。また、逆に完全にカーボンが焼却された埋没材のインクの上昇の高さも大きくなり、通気性は良好となった。このようにカーボンを焼却し、埋没材の通気性が向上すれば低温鑄型において厚径の薄い鑄造体であっても鑄造における成功率は高くなり、ベントなど必要性はなくなると考えられる。カーボンが不完全に焼却される 600°C の鑄型にて鑄造した crown の咬合面内面は背圧多孔の欠陥が認められた。しかし、700°C 以上ではこの欠陥は認められなかった。この原因としては埋没材中のカーボンが 700°C 以上ではかなり焼却しているために、通気度が良好となり、欠陥が発生しなかったものと考えられる。

臨床における鑄造修復物の厚さは 0.3 ~ 0.5mm である。したがって、低い鑄型温度で完全な鑄造体をうることは困難である。この湯回りについて今井⁵⁾、藤田⁶⁾らの報告があり、今井は円錐状の形態、スプルー径、スプルー植立角度、溶湯の加熱などについて貴金属の湯回りについて報告し、藤田は埋没材の通気度と湯回りについて報告している。高溶融点の Co-Cr-Ni 系合金で低温鑄型に鑄造することは鑄造性が不良になることは明らかである。本実験は今井の結果を検討し、頂角を鋭角とした円錐台を使用して良好な結果を得た。さらにスプルー植立の角度を遠心鑄造の回転方向に合せることによって良好な鑄造性が得られた。スプルー径においては鑄造体の肉厚に対してあまり大きくないほうが好ましいと考えられる。これは鑄型内における溶湯の流れが Brandt 型になり、低温鑄型では凝固が促進されるものに原因すると考えられる。したがって低温鑄型に鑄造し、完全な補綴物を得る条件は鑄造圧が一点に集中する。るつぼ部の形態と Fromer 型の湯流れ、埋没材中のカーボンを完全に焼却し十分に埋没材の通気性を得ることによってなされるものと考えられる。

結 論

Co-Cr-Ni 系合金を 200 ~ 400°C の低温鑄型に鑄造した場合の鑄造体の適合精度および鑄造性について検討した。結果は次の通りである。

1. リン酸塩系埋没材の加熱膨張と冷却時の寸法変化は、冷却時の膨張が 200°C ~ 400°C では加熱時膨張より大きくなる。
2. アスベストリボンの代りにカオウルを鑄造リングに内張りすると、鑄造体は良好な適合を示した。
3. カオウルの吸水性あるいは撥水性の性質は鑄造体の適合精度に影響はなかった。
4. リン酸塩系埋没材セラベストおよびセラミゴールドのいずれの埋没材でもカオウルを内張りした低温鑄型を使用することによって鑄造体は良好な適合を示した。
5. 埋没材中のカーボンは 800°C 90 分あるいは 900°C 60 分の加熱で完全に焼却する。
6. 埋没材中のカーボンの焼却によって、通気性は増大し、鑄造性が向上した。
7. ルツボ部を鋭い頂角の円錐形にし、溶湯温度を 50°C 上げると、鑄造性は鑄型温度の影響が小さくなり、増大する。

文 献

- 1) Earjshow, R. (1960) : Further measurement of the casting shrinkage of dental Co-Cr alloys. Brit. dent. J. 20 : 238—242.
- 2) 伊藤充雄, 永沢栄, 高橋重雄, 山根照人, 桜井和子 (1976) 鑄造精度に関する研究, その 4. 歯科学報, 76 : 23—31.
- 3) 永沢栄, 伊藤充雄, 高橋重雄, 鷹股哲也, 鈴木義博 (1976) 鑄造精度に関する研究, その 5. 松本歯学, 2 : 37—44.
- 4) 藤田欣也 (1968) 歯科鑄造用埋没材の通気度に関する研究第 3 報. 歯科理工学雑誌, 16 : 69—73.
- 5) 今井芳長 (1972) 歯科遠心鑄造における鑄造性に関する研究, 歯科学報, 72 : 1229—1253.
- 6) 藤田欣也 (1968) 歯科鑄造用埋没材の通気度に関する研究第 4 報. 歯科理工学雑誌, 16 : 74—77.
- 7) 白井久雄 (1974) 鑄造体の表面あらさと適合性に関する研究. 歯科理工学雑誌, 15 : 6—24.