模型—埋没法による鑄造鉤の適合性に関する研究

—専用液の濃度変化が模型および鑄造体の寸法変化に及ぼす影響—

米澤 明成

Studies on the Adaptation of Cast Clasps by Die-Investing Technique

—The Effect of Density Changes of Special Liquid
on the Dimensional Changes of Models and Castings—

Akinari Yonezawa

第 I 章 緒 言

鑄造鉤は、局部床義歯の構成要素の中でも、その役割はきわめて重要である。その重要な役割をする鑄造鉤の適合性を検討することは、義歯装着後の義歯の維持安定性は勿論のこと、鉤歯の負担度、ウ蝕発生度、歯周組織に対する為害性に大きく影響する上からも、臨床上きわめて大切と思われる。

従来、鑄造鉤は、作業模型を複製した耐火複模型を使用して作製されることが多いが、近年、主にその操作面から、模型—埋没法による製法もかなり応用されるようになってきた。この埋没材は、練和液として専用液があり、その濃度を変えることにより硬化時の膨張量を調節¹⁻⁸⁾し、良好な適合性を得ることができる利点がある。

この模型—埋没法を用いて製作した、インレー、クラウン、ブリッジなどの鑄造体の製作とその適合性についての検討⁴⁻¹³⁾は多くみられるが、鑄造鉤に関しては少なく¹⁴⁻¹⁶⁾、特に埋没材の専用液の濃度変化に合わせて実際に模型あるいは鑄造体を一連の操作過程によって製作し、その適合性を検討したものはない。

そこで著者は、臨床で鑄造鉤に頻用されている金銀パラジウム合金および鑄造用白金加金（ADA 規格金合金

タイプⅢ）を使用して、これら金属の鑄造収縮を補償する埋没材の膨張を得るために、専用液濃度を変化させて、鉤歯を想定した原型（金型）から模型および鑄造鉤を製作し、その原型に対する寸法変化を模型および鑄造体の段階で測定し、その適合性におよぼす影響を検討した。

第 II 章 材料および方法

1. 材 料

1) 原 型

原型は、図 1 および 2 に示したように、大臼歯を想定したステンレス製の原型（以後、Type I と略記す）と、小臼歯を想定した原型（以後、Type II と略記す）とを、鉤歯とした。これらの原型の一侧に半円形（幅 5 mm、奥行約 2.5 mm、深さ約 2.5 mm）の切れ刻み（以後、この切れ刻みをレスト座と略記し、この部位側を近心側とする）を付与した。次いで、これらの原型の上面の近遠心的および頬舌的中心を通る縦線と横線との末端部の 4 カ所に、三角錐（幅約 1 mm、奥行約 1 mm、深さ約 0.5 mm）の測定点（以後、Type I は A, B, C および D を、Type II は E, F, G および H と略記す）を付与した。これら原型の寸法は、Type I では上顎第 1 大臼歯を、Type II では上顎第 1 小臼歯の副径および高径¹⁷⁾のそれぞれの約 1.5 倍とした。

2) 各個トレー

各個トレーは、印象材の厚さが各面で均等に約 3 mm になるように、常温重合レジンにて作製した。この際、

日本大学大学院歯学研究科歯科臨床系専攻（指導：大木—三教授）

Department of Prosthodontics, Nihon University
Graduate School of Dentistry (Director: Prof. Katsu-
zo Ohki)

昭和 58 年 2 月 1 日受付

図 1 測定点および測定部位 (Type I)

図 2 測定点および測定部位 (Type II)

表 1 模型用埋設材

商品名	製作所	製造番号	粉液比	略号
ダイベストメント	Whip-Mix KK	(粉)0391901	専用液, 0.28 (模型作製時)	M-Dv
		(液)5110801	水, 0.32 (埋 没 時)	
モデルインベストメント	G-C K-K	300821	水, 0.28 (模型作製時)	M-Iv
			水, 0.34 (埋 没 時)	

⑤I

表 2 鋳造鉤用合金

合金の種類	商品名	製作所	製造番号	組 成	溶 融 点
金-銀- パラジウム合金	パラトップ-20	三金工業K.K.	D-60036	金 20%	980±15°C
				パラジウム 20%	
				銀 47%	
				銅 10%	
鋳造用白金加金	PGA-60	石福金属工業K.K.	410263	金 60%	900~960°C
				白金 5%	
				パラジウム 9%	
				銀 12%	
				銅 13%	

トレーには、直径約 2mm の保持孔が 1cm² 当たり、3 個ずつ付与するように設置し、ストッパーは、原型の台座部に設けた。

3) 印象材

印象材は、大輪らの報告^{18,19)}をもとにシリコーン印象材 (東芝シリコーン社製トシコーン・レギュラータイ

プ, Bach. 1 A 49) を採用し、これをメーカー指示に従って使用した。

4) 埋設材

模型用埋設材は、ダイベストメントを、また対照として、通法である耐火複模型に使用されるモデルインベストメントを使用した。なお、それぞれの製作所、製造番

号、粉液比および略号を表 1 に示した。

5) 鑄造用合金

鑄造用合金は、鑄造鉤用として使用頻度の高い金銀パラジウム合金および鑄造用白金加金を使用した。なお、それぞれの商品名、製作所、製造番号、組成および溶融点を表 2 に示した。

2. 方 法

1) 試験体の作製

(1) 模型試験体の作製

模型の作製は、各個トレーと印象材を用いて原型を印象採得し、10 分経過後、模型用埋没材泥を注入した。すなわち、M-Dv は、埋没材を専用液濃度 100%，専用液を水で 75%，50%，および 25% との割合に希釈したものと、水のみ (0%) の 5 種類を練和水とし、粉末との混液比 0.28 で練和し、M-Iv は、混水比 0.28 で練和した。これら埋没材泥はパイブレーターを用いて脱泡したのち、印象面の台座相当部まで注入した。硬化した模型の撤去は、M-Dv では 90 分後に²⁰⁾、M-Iv では 120 分後に²¹⁾それぞれ行い、模型試験体とした。模型試験体は各条件下でそれぞれ 5 個ずつ、計 60 個作製した。以後、Type I の原型から作製した模型を Type I 模型、Type II の原型から作製した模型を Type II 模型と略記す。

(2) ワックスパターンの作製

ワックスパターンは、鉤腕部を模型上面寄りの軸面上を一周させ、かつ、レスト部より下方へ脚部を付与した。この際、ワックスパターンの形態を均一にするため、鑄造バー製作用ワックス (SHOFU 社製、Kewax, Gauge 8) を使用することとし、模型上の所定の位置に圧接し、その辺縁を軟化固定した。

なお、M-Iv の場合は、ワックスパターン製作時に先だち通法により、ワックスコーティングを行った。

(3) 埋 没

ワックスパターン作製 24 時間後²²⁾、直径 1.8 mm のラインワックス (HAYA SHI 社製、VINYLINE WAX) をスプルー線とし、これを鉤体部の中央に相当する部に、咬合面に対し約 45° の角度²³⁾で植立した。また、直径 3.6 mm の湯だまりをスプルー線付着部より、約 2 mm の位置²⁴⁾に付与した。埋没は、スプルー植立後、模型ごと約 10 分間、水中に浸漬後メーカー指示に従い、M-Dv は W/P 0.34、M-Iv は W/P 0.32 でそれぞれ水で練和した練和泥を鑄造リング (38φ×55 mm) 内に注入して行った。埋没に当っては、リング内面にアスベストリボン (SHOFU 社製、Bach, SO 38202, 厚さ 1.2 mm)

を貼付し、真空埋没 (Whip-Mix 社製、真空埋没器 Com-bivation) 法で行った。

(4) 鑄造および鑄造試験体の作製

埋没 3 時間後²⁵⁾、このリングを 200°C 30 分、400°C 30 分、700°C 30 分間ずつそれぞれ加熱係留し、鑄造はアルゴン・キャスター (SHOFU 社製、ARGON-CAS-TER-DX、鑄込み圧 5 kg/cm²) を用いて行った。鑄込み温度は金銀パラジウム合金では 980°C、鑄造用白金加金では 920°C とし、係留時間はいずれも 5 秒間とした。鑄造後 (鑄込時より 2~3 分後)、水中で急冷し²⁶⁾、流水中で埋没材を除去した後、超音波洗浄器 (洗浄液: SHOFU 社製、メタ・クリーン) を用い、5~10 分間洗浄した。洗浄後、ダイヤモンドディスクでスプルー線を切断し、鑄造試験体とした。鑄造試験体は、各々の条件下でそれぞれ 5 個ずつ、計 120 個作製した。以後、Type I 模型で作製した鑄造試験体を Type I Clasp、Type II 模型で作製した鑄造試験体を Type II Clasp とする。

2) 測定方法

(1) 模型の保管法と測定時期

模型の保管および測定時期は、大輪²⁷⁾の方法に準じて行った。すなわち、模型の保管は恒温恒湿室にて行い、測定は模型撤去後 24 時間後に行った。

(2) 模型の測定部位

原型の測定点および測定部位は、図 1 および 2 に示した。

すなわち、Type I 模型の測定部位は、原型の A, B, C および D 部に相当する部位をそれぞれ A', B', C', および D' とし、近遠心方向として A'~B' 間、頬舌方向として C'~D' 間を、また、Type II 模型では、原型の E, F, G, および H 部に相当する部位をそれぞれ E', F', G', および H' とし、近遠心方向として E'~F' 間、頬舌方向として G'~H' 間を各模型試験体について 5 回ずつ測定し、その測定値の平均値をもって、それぞれの測定値

図 3 鑄造体の測定部位

とした。なお、成績は原型に対する寸法変化および標準偏差と寸法変化率で表した。

(3) 鋳造試験体の測定部位

Type I Clasp および Type II Clasp の測定部位は、図3に示した。すなわち、原型の A, B, C, D, E, F, G および H 部に相当する部位を、それぞれ A'', B'', C'', D'', E'', F'', G'' および H'' とし、それぞれ Type I Clasp では、A''~B'', C''~D'' 間を、Type II Clasp では、F''~F'', G''~H'' 間を測定し、原型との差すなわち、(A''~B'')-(A~B), (C''~D'')-(C~D), (E''~F'')-(E~F) および (G''~H'')-(G~H) の値を模型の場合とそれぞれ同様に求め、各鋳造試験体における平均値および標準偏差をもって、それぞれの専用液濃度別の鋳造試験体の原型に対する寸法変化とした。

(4) 測定器具

模型および鋳造試験体の寸法変化の測定には、読取顕微鏡 (PIKA 精工社製 PRM-TUS, 精度 1/1,000 mm) を用いた。

(5) 実験環境

実験は、室温 $23 \pm 1^\circ\text{C}$, 相対湿度 $50 \pm 5\%$ の環境下で

行った。

第 III 章 実験結果

1. 模型の寸法変化

原型に対する模型の寸法変化を、表3, 4 および図4, 5 に示した。

M-Dv は、専用液濃度が高くなるに従って近遠心および頬舌方向の両者とも大きくなる傾向を示した。また、近遠心方向と頬舌方向への変化を比較してみると、専用液濃度の相違にかかわらず、いずれも近似値を示した。

M-Iv は、M-Dv 専用液濃度 100% 時に比べ、近遠心方向、頬舌方向とも約 1/3, 0% 時の約 1/2 の値を示した。

Type I 模型と Type II 模型の形態の相違による両者の寸法変化率の差は、認められなかった。

また、M-Iv は、近遠心方向および頬舌方向の両者の寸法変化は、Type I 模型および II 模型ともに近似値を示し、M-Dv と同様の傾向であった。

表 3 模型の金属原型に対する寸法変化

(Type I 模型)

専用液濃度 (%)	測定部位	近遠心方向への寸法変化および寸法変化率 (A''~B'')-(A~B)	頬舌方向への寸法変化および寸法変化率 (C''~D'')-(C~D)
100		0.157 (0.001)	0.189 (0.001)
		1.39 (0.007)	1.38 (0.009)
75		0.148 (0.002)	0.182 (0.003)
		1.31 (0.015)	1.33 (0.025)
M-Dv 50		0.123 (0.003)	0.148 (0.002)
		1.09 (0.030)	1.08 (0.017)
25		0.106 (0.006)	0.125 (0.003)
		0.94 (0.051)	0.91 (0.021)
0		0.079 (0.003)	0.097 (0.002)
		0.70 (0.029)	0.71 (0.011)
M-Iv		0.046 (0.002)	0.055 (0.003)
		0.41 (0.017)	0.40 (0.019)

上段 寸法変化 Unit : (mm)

下段 寸法変化率 Unit : (%)

() 内の数値は標準偏差

表 4 模型の金属原型に対する寸法変化

(Type II 模型)

専用液濃度 (%)	測定部位	近遠心方向への寸法変化および寸法変化率 (E''~F'')-(E~F)	頬舌方向への寸法変化および寸法変化率 (G''~H'')-(G~H)
100		0.080 (0.001)	0.153 (0.001)
		1.34 (0.013)	1.39 (0.011)
75		0.072 (0.001)	0.138 (0.001)
		1.28 (0.017)	1.26 (0.009)
M-Dy 50		0.061 (0.002)	0.114 (0.003)
		1.07 (0.029)	1.04 (0.023)
25		0.055 (0.001)	0.099 (0.001)
		0.95 (0.016)	0.90 (0.010)
0		0.041 (0.002)	0.077 (0.003)
		0.71 (0.029)	0.70 (0.029)
M-Iv		0.024 (0.001)	0.041 (0.002)
		0.42 (0.019)	0.37 (0.011)

上段 寸法変化 Unit : (mm)

下段 寸法変化率 Unit : (%)

() 内の数値は標準偏差

図 4 模型の金属原型に対する寸法変化 (Type I 模型)

図 5 模型の金属原型に対する寸法変化 (Type II 模型)

表 5 原型に対する鋳造体の寸法変化 (Type I Clasp)

測定部位 専用液濃度(%)	金-銀-パラジウム合金		鋳造用白金合金	
	近遠心方向 (A'~B')-(A~B)	頬舌方向 (C'~D')-(C~D)	近遠心方向 (A'~B')-(A~B)	頬舌方向 (C'~D')-(C~D)
M-Dv	100	0.062(0.007)	0.059(0.009)	0.061(0.009)
	75	0.037(0.008)	0.039(0.007)	0.037(0.008)
	50	0.019(0.006)	0.021(0.012)	0.020(0.005)
	25	-0.011(0.005)	-0.013(0.006)	-0.009(0.004)
	0	-0.020(0.005)	-0.018(0.008)	-0.019(0.009)
M-Iv		0.031(0.011)	0.033(0.015)	0.029(0.012)

Unit : (mm)

() 内の数値は標準偏差

表 6 原型に対する鋳造体の寸法変化 (Type II Clasp)

測定部位 専用液濃度(%)	金-銀-パラジウム合金		鋳造用白金加金	
	近遠心方向 (E'~F')-(E~F)	類舌方向 (G'~H')-(G~H)	近遠心方向 (E'~F')-(E~F)	類舌方向 (G'~H')-(G~H)
M-Dv	100	0.053(0.006)	0.049(0.012)	0.043(0.007)
	75	0.037(0.009)	0.038(0.012)	0.029(0.008)
	50	0.015(0.005)	0.010(0.006)	0.015(0.005)
	25	-0.004(0.002)	-0.008(0.005)	-0.011(0.005)
	0	-0.021(0.010)	-0.028(0.008)	-0.020(0.010)
M-Iv		0.021(0.015)	0.019(0.016)	0.021(0.008)

Unit : (mm)

() 内の数値は標準偏差

図 6 原型に対する鋳造体の寸法変化 (Type I Clasp)

金-銀-パラジウム合金

図 7 原型に対する鋳造体の寸法変化 (Type I Clasp)

鋳造用白金加金

図 8 原型に対する鋳造体の寸法変化 (Type II Clasp)

金-銀-パラジウム合金

図 9 原型に対する鋳造体の寸法変化 (Type II Clasp)

鋳造用白金合金

2. 鋳造試験体の寸法変化

M-Dv および M-Iv 模型上から作製された, Type I Clasp および Type II Clasp の寸法変化の成績を, 表 5, 6 および図 6, 7, 8, 9 に示した.

1) Type I Clasp の寸法変化

M-Dv 模型上から作製された Type I Clasp の近遠心および頬舌方向への, 寸法変化は, 専用液濃度を, 100%, 75% および 50% とした場合に原型より大きくなり, 25% および 0% とした場合には反対に小さくなる傾向を示した. すなわち, 専用液濃度が高くなるに従って大きく, 濃度 100% の場合に最大となり, 低くなるに従って小さく, 濃度 0% の場合に最小となる傾向を示した.

一方, 部位の相違による寸法変化には差はなく, また

合金の相違による寸法変化にも差は認められなかった.

M-Iv 模型上から作製された Type I Clasp の寸法変化は, 原型より大きくなる傾向を示した.

2) Type II Clasp の寸法変化

M-Dv 模型上から作製された Type II Clasp の近遠心および頬舌方向への寸法変化は, Type I Clasp と同傾向を示したが, 濃度を 100% とした場合には, Type I Clasp の方がわずかに大きくなる傾向を示した. また, 近遠心と頬舌方向への寸法変化の差および合金の相違による差は, Type I Clasp とほぼ同様の傾向を示した.

M-Iv 模型上から作製された Type II Clasp の寸法変化は, Type I Clasp の場合と同様の傾向を示した.

第 IV 章 総括および検討

1. 模型の寸法変化について

M-Dv は、合金の鑄造収縮の補償を、主に硬化膨張に依存するものである。この M-Dv には、練和液として専用液があり、この専用液中にはコロイダルシリカが含有され、その濃度を変えることにより、硬化時の膨張量を調節することができる¹⁻³⁾。そこで、鑄造鉤を製作するという前提の元に、その前段階として、その専用液濃度を変えて模型を作り、その寸法変化を検討した。

模型の原型に対する寸法変化は、M-Dv で作製した模型では、専用液濃度が高くなるに従って大きくなった。

また、Type I 模型と Type II 模型の形態の相違による近遠心および頬舌方向への寸法変化の様相は、いずれの専用液濃度の模型においても近似していた。

専用液濃度が高いほど大きな寸法変化を示す機序は確立されていないが、結合剤の石コウ・2 水塩の針状結晶の間に、専用液中のコロイダルシリカが入り込み、結晶が外方へ押し広げられるためと考えられる¹⁴⁾。このコロイダルシリカの含有量が関係する専用液濃度と模型の寸法変化との間に、相関関係が存在するのではないかと思ひ、表 3 および 4 をもとにその相関係数を求めた。その結果を表 7 に示した。この表から明かなように、いずれの測定部でも約 0.98 以上と非常に高い値を示し、両者の間にほぼ正比例的な関係があることが認められた。

この模型の寸法変化に関する報告は、リアルベストについての報告²⁰⁾はみられるが、M-Dv についての報告はなく、比較検討することはできなかった。

一方、M-Iv で作製した模型の原型に対する寸法変化は、Type I 模型と Type II 模型の形態の相違での差は、認められなかった。

2. 鑄造試験体の寸法変化について

鑄造鉤は、インレー、クラウンおよびブリッジと異なり、歯へのセメンティング操作が無く、より歯面と密着することが要求される。したがって、使用合金の鑄造収縮量と鑄型の膨張量とがほぼ一致していることが、適合の良い鑄造鉤を作製することに結びつくと考えられる。鑄造鉤の鉤歯への適合状態は、局部床義歯の安定度にただちに影響するばかりか、適合不良の際には、残存歯と歯周組織に対し、漸次影響を及ぼす。

鑄造鉤の適合に関する研究は、野首¹⁴⁾が金合金タイプ IV を用いてエーカースタイプクラスプを作製し、適合を検討した結果、約 0.56% 加熱膨張率を有する石こう系埋没材を用いた場合は、約 0.4% の硬化膨張率を有する模型を作製し、リングレスの埋没体で鑄造を行うことにより、適合の良好な鑄造鉤が得られることを示唆している。また、奥野・野首¹⁵⁾らは、コバルトクロム合金を用いてエーカースクラスプとローチクラスプを作製し、適合を検討した結果、約 1.2% の加熱膨張率を有するリン酸塩系埋没材を用いた場合は、約 0.6% の硬化膨張率を有する模型を作製し、リングレスの埋没体で鑄造を行うことにより、適合の良好な鑄造鉤が得られると示唆している。

本実験も、今日一般臨床に頻繁に用いられている金銀パラジウム合金と鑄造用白金加金にて鑄造鉤を作製するに際し、模型一埋没法で作製する場合、その専用液の濃度を何%位にしたら適合の良い鑄造鉤を得ることができるかを検討する目的で行った。

M-Dv で作製した大臼歯想定 of Type I Clasp と小臼歯想定 of Type II Clasp は、専用液濃度 50% 以上で原型より大きくなり、M-Iv で作製した場合でも原型より大きくなる傾向を示した。

M-Dv で作製した鑄造鉤の場合、専用液濃度が 75% 以上では、原型に対し Type I Clasp, Type II Clasp ともにいずれの測定部位でも約 0.035 mm 以上大きな寸法

表 7 専用液濃度と模型の寸法変化との相関係数

専用液濃度(%)		100	75	50	25	0	相関係数
測定部位	Type I 模型	0.157	0.148	0.123	0.106	0.079	0.99
	近遠心方向	0.189	0.182	0.148	0.125	0.097	0.99
Type II 模型	近遠心方向	0.080	0.072	0.061	0.055	0.041	0.98
	頬舌方向	0.153	0.138	0.114	0.099	0.077	0.99

(Type I Clasp) 専用液濃度 25%

(Type II Clasp) 専用液濃度 25%

図 10 鋳造試験体の原型への適合

を示し、明らかに原型に対し大きめの鋳造鉤ができることが認められた。専用液濃度 50% では、原型に対し Type I Clasp, Type II Clasp とともに、やや大きく、いずれの測定部位でも約 0.01~0.02 mm 大きな寸法を示した。逆に、専用液濃度 25% 以下では、原型に対し小さな鋳造鉤となり、専用液濃度 0% では、Type I Clasp, Type II Clasp とともに原型よりいずれの測定部位でも約 0.02 mm 小さな寸法を示した。このことは、模型作製時の硬化膨張量の不足および焼却炉内での加熱膨張量の不足が考えられるが、特に前者の膨張量不足が影響しているものと考えられる。

専用液濃度 25% 以下で作製した鋳造鉤は、原型より小さく、Type I および Type II Clasp を実際に 50 g の垂直荷重下で試適してみると、図 10 に示すように原型にはもどらず、さらに手指にて荷重を加えても鋳造鉤は、原型には適合しなかった。また、専用液濃度 25% 以下の場合、模型強度が著しく低下し、印象面からの模型の撤去やワックス操作に充分に耐えられないという欠点も認められた。

M-Dv で作製した鋳造鉤の原型に対する寸法変化と模型の寸法変化との間の相関係数を、表 3, 4, 5 および 6 とから求めて表 8 に示した。この表から明らかなように、いずれの測定部位でもその値が 0.96 以上と高く、模型の寸法と鋳造鉤の寸法との間には、ほぼ正比例的な関係が認められた。そこで、鋳造鉤の寸法変化と模型の

表 8 模型の寸法変化と鋳造体の寸法との相関係数

測定部位		専用液濃度	100%	75%	50%	25%	0%	相関係数
Type I	近遠心方向	模型の寸法変化	0.157	0.148	0.123	0.106	0.079	
		パラジウム合金	0.062	0.037	0.019	-0.011	-0.020	0.97
		鋳造用白金加金	0.061	0.037	0.020	-0.009	-0.019	0.97
	頬舌方向	模型の寸法変化	0.189	0.182	0.148	0.125	0.097	
		パラジウム合金	0.059	0.039	0.021	-0.013	-0.018	0.97
		鋳造用白金加金	0.059	0.035	0.018	-0.010	-0.015	0.96
Type II	近遠心方向	模型の寸法変化	0.080	0.072	0.061	0.055	0.041	
		パラジウム合金	0.053	0.037	0.015	-0.004	-0.021	0.99
		鋳造用白金加金	0.043	0.029	0.015	-0.011	-0.020	0.97
	頬舌方向	模型の寸法変化	0.153	0.138	0.114	0.099	0.077	
		パラジウム合金	0.049	0.038	0.010	-0.008	-0.028	0.99
		鋳造用白金加金	0.053	0.034	0.019	-0.007	-0.016	0.98

[] 内の数値は模型の寸法変化率の推定値 (%)

図 11 模型の寸法変化率の推定値 (Type I Clasp)

寸法変化率との関係より回帰直線の式を算出し、この式より、各測定部位で原型と鑄造鉤の寸法が等しくなる時の模型の寸法変化率の推定値を図 11 および 12 に示した。Type I および Type II Clasp の各測定部位における寸法が、原型と等しくなる時の模型の寸法変化率の推定値は、約 0.93% であった。

M-Iv で作製した鑄造鉤の場合は、原型に対し、Type I Clasp は約 0.03 mm, Type II Clasp は約 0.02 mm 大きい寸法変化を示した。また、M-Iv で作製した鑄造鉤は、原型に対する寸法変化の値が、鑄造ごとに差が大きく現れる傾向が認められた。これは M-Iv が合金の鑄造収縮の補償を主に加熱膨張に依存するため、鑄造リングの加熱時に、リング内での鑄型の膨張が、異方的に強く出現しやすいことと、埋没材の硬化後の破砕抗力 [M-Dv は 210 kg/cm² (3 h 後), M-Iv は 110 kg/cm² (2 h 後)] が、M-Dv の約半分しかなく、鑄造時に鑄造圧 (5 kg/cm²) の影響を強く受けたことが原因と考えられる。

本実験において 2 種類の比較的高溶の貴金属合金にて、Type I Clasp と Type II Clasp の鑄造体を作製したが、鑄込時の鑄型の寸法と鑄造体の寸法を比較すれば、それぞれの合金の鑄造収縮の様相がわかる。Type I および Type II 模型の原型に対する硬化膨張の様相を測定することは可能だが、一方鑄造リング内での Type I および Type II 模型の加熱膨張の様相を調べることは容易でないため、先に著者²⁹⁾らが報告した円柱形の試験体で求めた加熱膨張率の値を鑄造リング内での模型の加熱膨張率とし、700°C で各方向に均一に加熱膨張したと仮定した際の鑄型の総膨張率 (硬化膨張 + 加熱膨張) を表 9 および 10 に示した。

M-Dv で作製した Type I および Type II 模型ともに、いずれの測定部位でも総膨張率は、専用液濃度 100% では約 2.0%, 0% 濃度では約 1.0% を示し、100% 濃度の場合、0% 濃度の場合の約 2 倍の膨張率を示した。

2 種類の合金の鑄造収縮率を鑄型の総膨張率と鑄造

[] 内の数値は模型の寸法変化率の推定値(%)

図 11 模型の寸法変化率の推定値 (Type II Clasp)

表 9 総和膨張 (硬化膨張 + 加熱膨張 (700°C))

(TYPE I)

専用液 濃度(%)	測定部位	近遠心方向 (A'-B')	頬舌方向 (C'-D')
100		1.97	1.96
75		1.83	1.85
50	M-Dv	1.55	1.54
25		1.36	1.33
0		1.03	1.04

Unit : (%)

表 10 総和膨張 (硬化膨張 + 加熱膨張 (700°C))

(TYPE II)

専用液 濃度(%)	測定部位	近遠心方向 (E'-F')	頬舌方向 (G'-H')
100		1.92	1.97
75		1.80	1.78
50	M-Dv	1.53	1.50
25		1.37	1.32
0		1.04	1.03

Unit : (%)

鉤の寸法変化より求めたのが、表 11 である。金銀パラジウム合金 (パラトップ 20) の鋳造収縮率の平均値は 1.34%、鋳造用白金加金 (PGA-60) の鋳造収縮率の平均値は 1.33% と推察され、合金の相違による差は認められなかった。

今回、実験に使用した合金の鋳造収縮率は、比較的小さい値を示したが、合金の鋳造収縮率は、鋳型温度²⁵⁾、鋳込温度³⁰⁾、鋳造圧³¹⁾、スプルー線の太さ^{24,32)}、スプルー線の植立角度^{23,33)}、使用合金³⁴⁻⁴⁴⁾およびアスベストリボンの使用の有無など^{23,32,45,47)}の影響を受ける。野口

表 11 合金の線収縮率

Type I	専用液濃度	測定部位	金-銀-パラジウム合金	金合金タイプⅢ	
	100%	A—B	1.42	1.43	
		C—D	1.53	1.53	
	75%	A—B	1.50	1.50	
		C—D	1.53	1.50	
	50%	A—B	1.38	1.39	
		C—D	1.39	1.41	
	25%	A—B	1.45	1.44	
		C—D	1.42	1.33	
	0%	A—B	1.20	1.20	
		C—D	1.19	1.15	
	M-Ⅳ	A—B	1.17	1.13	
		C—D	1.14	1.20	
	Type II	100%	E—F	0.99	1.17
G—H			1.52	1.48	
75%		E—F	1.15	1.29	
		G—H	1.43	1.47	
50%		E—F	1.27	1.27	
		G—H	1.41	1.33	
25%		E—F	1.45	1.57	
		G—H	1.39	1.38	
0%		E—F	1.41	1.39	
		G—H	1.28	1.17	
M-Ⅳ		E—F	1.03	1.03	
		G—H	1.17	1.19	
Mean			1.34	1.33	

(Unit: %)

は³⁴⁾、鑄型温度と鑄造圧は高いほど、スプルー線は太いほど、使用金属量は多いほど合金の収縮率は小さいとしている。

また、秀ら²³⁾は、鑄造リング内にアスベストリボンを内張りすることの有無による鑄造収縮率への影響は大きいとし、鑄造体の形態によっては、アスベストリボンの内張りにより、0.3~0.45% 鑄造収縮率を小さくしている。

本実験で使用した合金の鑄造収縮率が小さい傾向にあるのは、前述の理由の他に、今回作製した鑄造体のように細長い場合、鑄型が溶融金属の鑄造収縮を大きく抑制したためと考えられ、これは、細長い鑄造体ほど体積に

対する表面積が大きく、鑄型壁との摩擦が大きいことに起因すると考えられる。

以上を総括すると、一般臨床で頻繁に使用されている金銀パラジウム合金と鑄造用白金加金を使用して通法による M-Iv で鑄造鉤を製作すると、歯面との間に約 0.025 mm の間隙のあるものが得られるが、この間隙量も通常の臨床では、特に不快事項として報告されていない。しかし、理論的には、その値が 0 mm に近いほど適合性が良いと考えられることから、本実験では、専用液を水で 50% 前後に希釈して模型を製作することにより、適合のより良好な鑄造鉤が得られることがわかった。

第 V 章 結 論

適合の良好な鑄造鉤を得ることを目的とし、金銀パラジウム合金および鑄造用白金加金の 2 種の合金を使用して、これらの金属の鑄造収縮を補償する埋没材の膨張を得るために、その練和水である専用液濃度を变化させて、鉤歯を想定した原型から模型および鑄造鉤を製作し、その原型に対する寸法変化を検討し、以下の結論を得た。

① 大臼歯および小臼歯模型の寸法変化は、ともに専用液濃度が高いほど大きな寸法変化を示し、形態の相違による影響はみられなかった。

② 近遠心方向と頬舌方向への模型の寸法変化は、大臼歯および小臼歯模型とも、専用液濃度の相違にかかわらず近似した寸法変化を示した。

③ 鑄造体は、専用液濃度 50% 以上で原型より大きく、25% 以下では小さくなった。

④ 金銀パラジウム合金と鑄造用白金加金とで作製した鑄造体のそれぞれの寸法変化は、ほぼ近似値を示した。

⑤ ダイベストメントは、その専用液濃度と模型の寸法変化および模型の寸法変化と鑄造体の寸法との間の双方に、高い相関性が認められた。

⑥ 金銀パラジウム合金および鑄造用白金加金の合金使用時に、模型一埋没法で適合性のよい鑄造鉤を作製する場合の専用液の最適濃度は、本実験の実験条件では 50% であった。

⑦ モデルインベストメントで作製した鑄造鉤の寸法変化は、ダイベストメントの専用液濃度の 50~75% の間を示した。

稿を終るにあたり、ご指導およびご校閲を賜った日本大学歯学部補綴学教室大木一三教授に深甚なる謝意を表するとともに、本研究にご協力いただいた日本大学歯学部西山 實助教授、大輪正昭講師、ならびに 本学補綴学教室各位に対し、謝意を表します。

Summary

The role of cast clasps in the construction of partial denture is very important.

Cast clasps have, in many cases, been prepared by using refractory working models duplicated from working models, but lately the die-investing technique is being applied to a considerable extent largely on account of better operability. In this technique, a special mixing liquid has been made available, and it is attended with the advantage of obtaining good adaptability through control of the expansion rate of the material at the time of settling by changing the liquid density.

The author, in the circumstances, used the gold-silver palladium alloy and the gold alloy for casting use (ADAS Type III), which are frequently used clinically for making cast clasps, and prepared models and cast clasps from the basic model (metal model) assuming the anchor tooth by changing the special liquid density in order to obtain expansion of the investment that will compensate for the casting contraction of such metals. The author further measured the dimensional changes against the basic model on the stage of models and castings and examined the effect thereof on the adaptability. As a result, the following conclusions were arrived at:

1. Dimensional changes of molar and premolar models proved the greater the higher the density of the special liquid. No effect of morphological differences was observed.

2. Dimensional changes of the models in the mesio-distal and bucco-lingual directions proved similar with respect to both the molar and premolar models regardless of the density of the special liquid.

3. The casting became larger than the original dimensions at the special liquid density of 50% or higher and smaller than the original size at 25% or less.

4. The respective dimensional changes of the castings prepared with the gold-silver-palladium alloy and the gold alloy showed proximate values.

5. High correlation of the divestment to the special liquid density and the dimensional change of the model and to the dimensional change of the model and the di-

mensions of the casting was observed.

6. Under the conditions of the present experiment, the optimal density of the special liquid in preparing highly adaptable cast clasps under the die-investing technique using the gold-silver-palladium alloy and the gold alloy was 50%.

7. The dimensional changes of the cast clasps prepared with the model investment showed the special divestment liquid density between 50% and 75%.

文 献

- 1) Lloyed Baum, Kazuhiro Mizukawa, Waiter Schöbtti: *Advanced Restorative Dentistry, modern materials and techniques*, W-B, Saunders Company, West Washington Square Philadelphia, Pa, 19105, 237~288, 1973.
- 2) ロイド・バウム, 水川一広: *ダイベストメントテクニック*, 補綴臨床, 6(1): 63~71, 1973.
- 3) 水川一広: *ダイベストメント・テクニクー直接埋没法一*, 日大歯同窓誌, 17: 4~5, 昭和46年 (1971).
- 4) 桜井貞雄: *模型毎埋没する鋳造方式について*, 日歯材料器械会誌, 3(1): 1~19, 1959.
- 5) 細田裕康, 宮津 一: *耐火性模型・埋没兼用材料について*, 日歯材料器械会誌, 21: 11~18, 1970.
- 6) 松野 洩, 片桐保昭, 羽成 基, 細田裕康: *型ごと埋没材による全部鋳造冠の適合度について*, 日歯材料器械会誌, 23: 124~129, 1970.
- 7) 細田裕康: *型ごと埋没法に関する一連の研究*, 臨歯, 26: 34~45, 1971.
- 8) 松本義敏, 住井俊夫: *埋没材模型法による鋳造*, DE, 27: 1~13, 1973.
- 9) 細田裕康, 松野 洩, 片桐保昭: *弾性材印象間接法によるインレーの適合精度一特に型ごと埋没法により得られたインレーとの比較*, 日保存歯誌, 16(1): 140~145, 1973.
- 10) 松本義敏: *埋没材模型法による鋳造体の精度に関する研究*, 歯理工誌, 15: 47~72, 1974.
- 11) 浜 光洋: *型ごと埋没鋳造法に関する研究一とくにワンピース・キャストブリッジの適合性について一*, 日歯材料器械会誌, 31: 187~199, 1974.
- 12) 安藤正明, 木村幸平, 高田宣之, 青柳宏宏, 安藤中直, 木村恵史, 鹿沼晶夫, 吉田恵夫: *模型用埋没材を用いた全部鋳造冠の製作法について*, 日補綴歯会誌, 269~275, 1975.
- 13) 土生博義, 田中 哲, 菅原珠江, 河野善男, 小野卓夫, 宮津 一: *型毎埋没材による MOD インレーの適合度について*, 日大歯学, 49: 225~231, 1975.

- 14) 野首孝祠：鑄造鉤の製作過程における寸法変化とその適合性について，補綴誌，18：363～381，1974.
- 15) 山田隆司，奥野善彦，野首孝祠，西山 隆，山賀 保：コバルト・クロム鑄造鉤の適合性に関する研究，日補綴歯会誌，21：246～253，1977.
- 16) 奥野善彦，野首孝祠，山賀 保：特集—金属床義歯の実際（その1），鑄造鉤の設計，歯科ジャーナル，12：161～175，1980.
- 17) 藤田恒太郎，桐野忠大：Ⅱ 永久歯 10，上顎 第一 小白歯 16，上顎各大臼歯における形態の推移，歯の解剖学，49：70，1967.
- 18) 大輪正昭，塙 順生，太田 肇，小堀 真三九，前野正春，西山 實，竹下朝也，西原 滋，守谷喜代治，丸山三郎：模型用埋没材の硬化膨張について—印象材の種類および支台歯のテーパードが硬化膨張に及ぼす影響—，日大歯学，49(2)：233～243，1975.
- 19) 大輪正昭，西山 實，成松賢二，豊間 均，小谷 誠，氏家賢明，砂川 孝，小山田勝彦，大木一三：印象材の厚さおよび支台歯形態の相違が模型用埋没材の硬化膨張に及ぼす影響について，日補綴歯会誌，20(1)：13～32，1976.
- 20) 大木一三，大輪正明，西山 實：模型用埋没材について—どうしたらよい模型がつくれるか—，新歯科時報，1：1978.
- 21) 長谷川二郎，成田洋之，太田克子：埋没材をテストする，DE，8：1969.
- 22) 住井俊夫：ワックスの性質およびワックスパターンの変形：（シンポジウム）歯科鑄造に関する諸問題，63～73，1971.
- 23) 秀 守生，柏瀬昌也，河野暢夫，松本信彦，高橋重雄：鑄造精度に関する研究—その2—，スプルー線の植立方向と蝸型の厚さの影響について，歯科学報，74(6)：972～978，1974.
- 24) 長谷川二郎：歯冠鑄造修復（5）諸問題とその対策，歯界広報，25(5)：37～42，1970.
- 25) 長谷川二郎：歯冠鑄造修復（7）諸問題とその対策，歯界広報，26(1)：25～30，1970.
- 26) 小川清一：鑄造体の再現性に関する研究—歯面から鑄造体に至る過程の表面粗さについて，日補綴歯会誌，26(3)：472～489，1982.
- 27) 大輪正昭，西山 實，太田 肇，成松賢二，豊間 均，前野正春，安齊 碩，友常一雄，斎藤武義，大井 清，水川一広：印象内における模型用埋没材の硬化膨張について，日大歯学，48：195～203，1974.
- 28) 三井安治：型ごと埋没法を副歯型法に応用した模型の精度に関する研究，日補綴歯会誌，25(2)：348～364，1981.
- 29) 米澤明成，山守克哉，岡田信夫，松津雅道，矢代謙二，龍昭一郎，中村昭久，伊保内利一，大木一三，西山 實：模型埋没法による鑄造鉤の適合性に関する研究—鑄型の膨張とくに加熱膨張の基礎的検討，日大歯学，56(1)：125～129，1982.
- 30) 酒井敏克：鑄造修復物の適性鋳込温度について，歯界展望，41(3)：427～432，1973.
- 31) 沢田康仁：歯科精密鑄造法に関する基礎的研究—鑄造圧力が，鑄造体の諸性質に及ぼす影響について，日歯材器械会誌，31(3)：200～220，1974.
- 32) 植平滋太：歯科精密鑄造に関する研究—スプルーの直径変化が鑄造体の外面的欠陥に及ぼす影響について—，日歯材器械会誌，30(2)：81～110，1973.
- 33) 井田一夫，都賀谷紀宏，竹内正敏，堤 定美，谷 嘉明，中野和幸，池田幸二，村山憲太郎：鑄造床における鑄造欠陥の成因と防止に関する研究，第2報，湯回り不良の欠陥について（その2），日歯材器械会誌，36(2)：133～141，1979.
- 34) 野口八九重：鑄造精度に関する基礎的操作：DE 別冊，最新の歯科技術，84～105，1978.
- 35) 東 節男，山賀禮一共編：歯科精密鑄造とその要点，最新歯科材料学，203～233，1978.
- 36) 野口八九重：鑄造用合金を繰返し使用するときの問題点，歯科技工，3(2)：57～64，1975.
- 37) 住井俊夫，平山道子，有坂はる子，小田 豊，吉成正雄：鑄造用金パラ合金（金12%）をテストする，DE，3：14～25，1974.
- 38) 西村文夫，奥 征男，野本 直：合金組成と鑄造収縮，日歯材器械会誌，30(1)：52～59，1973.
- 39) 橋本弘一：金パラジウム合金の鑄造，大阪歯科臨床，15(1)：23～25，1970.
- 40) 上村晋也：高カラット金合金の鑄造体の性質について，愛院大歯誌，7(4)：209～249，1970.
- 41) 本間久夫，佐々木英夫，川上道夫：市販鑄造用合金をテストする，DE，21：16～27，1972.
- 42) 住井俊夫，平山道子，有坂はる子，中西哲生，小田 豊，吉成正雄：歯科鑄造用銀合金をテストする，DE，31：18～27，1974.
- 43) 太田 守：歯科用合金について，DE，31：1～6，1974.
- 44) 北村虎雄，村山憲太郎：鑄造用合金の変遷と今後の方向，歯科ジャーナル，8(2)：133～135，1978.
- 45) 長谷川二郎，中井良昌，竹内茂雄，上村晋也，原 学郎，太田克子：鑄造体の寸法変化に対する埋没条件の影響，愛院大歯誌，6(2)：241～245，1969.
- 46) 長谷川二郎，太田 克子，成田洋之，篠田 稔，上村晋也：埋没材の寸法変化，アスベストの効果の再検討，愛院大歯誌，6(3)(4)：312～315，1969.
- 47) 長谷川二郎：歯冠鑄造修復（6）諸問題とその対策，歯界広報，25(6)：25～32，1969.