原

著

高温鑄造修復に関する研究

第2報：臨床的な形態の鑄造体の変形について

五十嵐 正 晴

東京医科歯科大学歯学部第1 歯科保存学教室（主任指導：総山孝雄教授）

（1977年7月15日受付）

A Study on High Temperature Cast Restoration

II. Distortion of Castings of Clinical Forms

Masaharu Igarashi

Department of Operative Dentistry, School of Dentistry,

Tokyo Medical and Dental University

(Director: Prof. Takao Fusayama)

要旨：歯科用ニッケルクローム合金を用いて各種鑄造体を作製した時の変形を検討する目的をもって、リン酸塩系のセラミゴールド埋没材の専用練和液を水で希釈した時の埋没材の性質の変化を調べた後、それによって作られた臨床的な形態の鑄造修復物を原窩洞に合着し、生じたセメント被膜の厚さにより変形度を調べ、また参考として合金の棒状試片による鑄造収縮を測定し、次のような知見を得た。

(1) セラミゴールド埋没材の専用練和液を10%および20%の水を加えて希釈すると、凝結膨張・加熱膨張および圧縮強さが減少したが、凝結時の温度上昇は明らかな変化を示さなかった。

(2) 原窩洞に合着した全部鑄造冠や MOD インレーの側壁部のセメント厚さは、すべて上部よりも下部の方が大きく、開脚変形を示しており、その程度は10%希釈液で練和した時の方が大きかった。

(3) 1級インレーでも側壁上部よりも側壁下部のセメント厚さが大きかったが、その差は練和液を希釈しても変化しなかった。

(4) 使用したニッケルクローム合金の棒状試片の鑄造収縮は2.48 (±0.16) %であった。

I. 緒 論

最近の金合金値段の高騰と鑄造技術の進歩に伴い、金合金に劣らない性能をもちしかも安価な合金として、ニッケルクローム合金が鑄造歯冠修復に用いられるようになってきた。特に焼付用合金

は欧米を中心に広く臨床的にも使用されるようになって多くの研究がなされており^{1~4)}、わが国においては一部の臨床家が焼付用のみならず全部鑄造冠にも使用し始め、これについてもいくつかの報告がある^{5,6)}。

このニッケルクローム合金を鑄造歯冠修復用と

して広く用いるためには、大きな鑄造収縮を補償して適合のよい鑄造体が得られるような高膨張の埋没材が必要であるばかりでなく、それによる蠟型ないしは鑄造体の変形を最少限に止めるような埋没法の開発が必要である。

先に著者は、埋没材の影響による変形が最も鋭敏に現れる試片としてU字形の試片を用い、種々の方法によって凝結膨張量を調節した高温鑄造用埋没材で鑄造して、凝結膨張とU字形試片の変形との関係を調べた。そしてリン酸塩系のセラミゴールド埋没材と渡辺処方埋没材では、練和液のコロイドシリカ濃度を調節して凝結膨張量を0.13%付近にした時に変形が最も少なかったが、それでも0.35%前後の開脚変形を認めた。また石膏系のタイコンベスト埋没材では凝結膨張の抑制剤を添加すると鑄造体の面アレを生じ、かえって見かけ上の変形が大きくなることを認めた⁷⁾。

本実験では、前実験のU字形試片の適合状態から、ニッケルクロム合金の鑄造収縮を補うために、臨床上必要な膨張量を示す範囲内で変形傾向を最少限たらしめるような埋没条件をもって、各種の臨床的形態の鑄造体を作った場合に、それによるどの程度の変形を生ずるかを検討した。

II. 材料および方法

1. 埋没材の諸性質の測定

高温鑄造において鑄造体にあらわれる適合性、変形などの結果を検討するための資料として、本実験の使用埋没材の性質をまず測定確認した。

本実験には、前実験⁷⁾に使用したセラミゴールド埋没材（アメリカ、ウィップミックス社製、Serial No. 0775504）を用い、3種類の異なった膨張量によって結果を比較するために、練和液としては付属専用練和液の原液とこれに10%または20%の水を加えて希釈したものをを用いた。これらの液を液粉比(L/P)=0.16の割合でとり、真空埋没機（Vacum Mina, 吉田製作所製）で1分間練和して以下の実験に供した。

上記埋没材を総山の直立式凝結膨張計23×23×50mm⁸⁾に注入し、電気マイクロメーターで凝結

膨張を測定した。また直径10mm、長さ25mmの円柱形試片を作製し、硬化24時間後に水平直読式膨張計に装し、毎分10℃の温度上昇で800℃まで加熱してその間の膨張量を測定した。

また埋没リング中の発熱を知るために後刻鑄造試片を作るために用いた中型リング中にサーモメーターを挿入し、リング内中心部における凝結時の温度上昇も測定した。

さらに直径20mm、長さ40mmの円柱形試片を作製し、上記のように加熱して800℃に30分間保留後、島津社製オートグラフS-500に装して加熱後の埋没材ブロックの圧縮強さを測定した。

測定回数はそれぞれ5回とした。

2. 鑄造試片の作製と変形度の測定

模型実習用メラミン歯（ニッシン社製）に全部鑄造冠、MODインレー、1級インレーの各種窩洞を形成した。全部鑄造冠ではテーパー $\frac{1}{8}$ の定規を用いて側壁のテーパーを規制し、MODインレーおよび1級インレーでは尖形裂溝状バーの軸を一定に保ちつつ用いることによって一定のテーパーを与えた。

形成歯を普通石膏の台に植立した後、薄く分離剤を塗り、レッドインレーワックスを用いて加圧成形法にて各種蠟型を採得した。この蠟型を70%アルコールで軽く清掃後、上記のセラミゴールド埋没材を用いて改良加熱膨張法⁹⁾の術式に従って埋没した。練和液としては、予備実験では上記3種を試みたが、そのうち20%希釈液では原型に完全に入る鑄造体が安定して得られなかったので、原液とこれに10%の水を加えて希釈したもののみを用いた。

この鑄型を、埋没24時間後に毎分10℃の割合で加熱し800℃に30分保った後、高周波自動遠心鑄造機のタイコンマシーン（アメリカ、タイコニウム社製）を用いて鑄造用ニッケルクロム合金（サンコリウム U. S., 三金工業社製、Lot No. 9-49）を鑄造した。各グループ10個の試片を作製した。この鑄造体をブラシ等でできるだけ清掃した後、50% NaOH 溶液中で30分間沸騰させ¹⁰⁾、純水中で沸騰後、純水中で超音波洗浄した。

次いでカルボキシレートセメント（カルロン，三金工業社製）を粉末1.5gに対して液1gの割合で30秒間練和し，これを各鑄造体および窩洞に満たして直ちに圧接し，全部鑄造冠で15kg，MODインレーおよび1級インレーでは4.3kgの静荷重を15分間かけた。

各種鑄造体合着後のメラミン歯をエポキシレジンに包埋して，Bronwill社製の硬組織超薄切機により，全部鑄造冠は頬舌的に，その他は近遠心的に縦に切断し，次いでその試片断面のバリが消失するまで研磨した。この断面に現れたセメント層の厚さを図1に示すような各所で測定した。なお測定には明石製作所製微小硬度計付属のマイクロメーターを使用した。

3. 棒状試片の鑄造収縮の測定

鑄造体の変形状態を使用金属の鑄造収縮から検討するために棒状試片の鑄造収縮を測定した。

径6mm，長さ20mmの六角棒状のインレーワックスの両端に半球状に突出した標点をつけ，1/1000mmのコンパレータでその標点間の長さを計測したのち，上記のセラミゴールド埋没材を用い，付属専用練和液の原液で練和して改良加熱膨張法の術式に従って埋没した。硬化24時間後に鑄型温度を800℃まで加熱して，30分保った後，高周波自動遠心鑄造機のタイコンマシーンをを用い，上記の鑄造用ニッケルクロム合金のサンコリウムU.S.で鑄造し，放冷した。

この棒状の鑄造試片の標点間を清掃後に測長し

て最初の蠟型寸法からの膨縮変化量を求めた。これにセラミゴールド埋没材を原液で練和した時の鑄型膨張量2.44%を加えることによって金属の鑄造収縮値を算出した。

III. 成 績

1. 埋没材の諸性質

3つの異なった練和液を用いた時の埋没材の諸性質を表1に示した。

セラミゴールド埋没材の凝結膨張は付属専用練和液を水で希釈するに従って減少していた。原液で練和した時にくらべて10%希釈液で練和した時は平均でわずかに0.03%の減少を示しただけであったが，20%希釈液で練和した時はこれよりもさらに平均で0.09%の減少を示し，統計学的にも5%の危険率で有意の差が認められた（以下，差の検定に当たってはすべて $t_s > t$ （5%）の時有意とした）。また加熱膨張も練和液に20%の水を加えて希釈すると有意差をもって減少していたが，原液練和と10%希釈液練和および10%希釈液練和と20%希釈液練和の間には統計学的な有意差は認められなかった。

凝結膨張と加熱膨張を加えた全膨張は，原液で練和した時が平均2.44%であったが，これに10%の水を加えて希釈すると0.12%減少し，20%の水を加えて希釈するとさらに0.15%減少していた。

一方，凝結時の温度上昇は練和液を希釈しても明らかな変化を示さなかった。

図1 各種形態におけるセメント厚さの測定部位

表1 埋没材の練和液の濃度を変えた時の膨張量，凝結時温度上昇および圧縮強さの変化

付属練和液：希釈水比	膨 張 量 (%)			凝結時温度上昇 (℃)	圧縮強さ (kg/cm ²)
	凝結膨張	加熱膨張	全膨張		
100 : 0	0.95(0.04)	1.49(0.06)	2.44	22.5 (1.9)	54 (5.3)
90 : 10	0.92(0.05)	1.40(0.06)	2.32	23.7 (0.8)	48 (4.3)
80 : 20	0.83(0.00)	1.35(0.07)	2.17	22.0 (1.9)	41 (5.9)

() : 標準偏差

加熱後の埋没材ブロックの圧縮強さも練和液に20%の水を加えて希釈すると有意差をもって減少していたが，原液練和と10%希釈液練和および10%希釈液練和と20%希釈液練和の間には統計学的な有意差は認められなかった。

2. 各種鑄造試片の変形について

練和液の濃度を変えた埋没材を用いて作製した各種鑄造体を形成歯に合着した時の各所のセメント厚さ(図2)を検討し，次のような知見を得た。

a) 全部鑄造冠：側壁上部と側壁下部のセメント厚さを比較すると，いずれの場合も側壁下部の方が大きく，冠の裾が若干開いて変形していることを示していた。この側壁下部と側壁上部のセメント厚さの差で表される変形度を検討してみると，原液を用いた時の方が10 μ m以上大きく，その差は統計学的にも有意であった(表2)。

また原液を用いた時と10%希釈液を用いた時のセメント厚さを比較すると，咬合面部や側壁下部

ではほとんど差がなかった。しかし側壁上部のセメント厚さは10%希釈液を用いた時の方がかなり大きな平均値を示した(表2)。ただし標準偏差が大きいためこの差も統計学的には有意でなかった。

b) MOD インレー：セメントの厚さを側壁上部と側壁下部で比較す

ると，いずれの場合も側壁下部の方が大きかった。この側壁下部と側壁上部のセメント厚さの差で表される変形度は，原液を用いた時よりも10%希釈液を用いた時の方が約7 μ m大きかったが，統計学的には有意差でなかった(表3)。

また原液を用いた時と10%希釈液を用いた時のセメント厚さを比較すると，咬合面部と側壁下部ではほとんど変わっていなかったが，側壁上部や辺縁部では10%希釈液を用いた時のセメント厚さの方がわずかに小さかった(表3)。

c) 1級インレー：側壁上部のセメント厚さは側壁下部のセメント厚さよりも例外なくわずかに小さかった。この差の程度は埋没材の練和液を希釈しても変わらなかった(表4)。

また原液を用いた時と10%希釈液を用いた時のセメント厚さを比較すると，側壁部では原液を用いた時の方がわずかに小さく，窩底部では10%希釈液を用いた時の方がわずかに小さかったが，統計学的な有意差はなかった(表4)。

図2 2つの条件により作られた各種鑄造体合着後の代表例

表2 全部鑄造冠の断面各部におけるセメント
厚さ (μm) (合着荷重15kg)

付属練和 液：希釈 水比	試片 番号	咬合面部	側壁上部 (A)	側壁下部 (B)	変形度 (B)－(A)
100 : 0	1	34	96	106	10
	2	58	48	69	21
	3	15	27	38	11
	4	34	40	66	26
	5	35	67	75	8
	6	23	10	26	16
	7	23	35	46	11
	8	40	23	42	19
	9	12	19	31	12
	10	13	22	41	19
	平均	28.7 (13.6)	38.7 (24.6)	54.0 (23.4)	15.3 (5.5)
90 : 10	1	62	44	50	6
	2	18	16	42	26
	3	9	27	51	24
	4	9	16	41	25
	5	46	24	70	46
	6	37	20	47	27
	7	22	34	52	18
	8	19	17	46	29
	9	16	15	45	30
	10	42	28	59	31
	平均	28.0 (16.9)	24.1 (8.9)	50.3 (8.2)	26.2 (9.6)

() : 標準偏差

表3 MOD インレーの断面各部におけるセ
メント厚さ (μm) (合着荷重 4.3kg)

付属練和 液：希釈 水比	試片 番号	咬合 面部	側壁 上部 (A)	側壁 下部 (B)	変形度 (B)－(A)	辺縁部
100 : 0	1	17	34	59	25	62
	2	17	45	66	21	52
	3	77	55	70	15	125
	4	25	57	60	3	67
	5	59	40	65	25	79
	6	19	37	41	4	47
	7	25	30	31	1	32
	8	55	53	59	6	41
	9	56	49	55	6	38
	10	57	40	51	11	52
	平均	40.7 (21.1)	44.0 (8.8)	55.7 (11.3)	11.7 (8.8)	59.5 (25.6)
90 : 10	1	94	53	66	13	72
	2	46	25	47	22	69
	3	49	51	70	19	60
	4	33	78	107	29	81
	5	46	17	46	29	56
	6	29	31	58	27	64
	7	39	46	55	9	58
	8	30	9	34	25	19
	9	18	21	25	4	17
	10	22	26	35	9	28
	平均	40.6 (20.4)	35.7 (19.8)	54.3 (22.2)	18.6 (8.8)	52.4 (21.6)

() : 標準偏差

表4 1級インレーの断面各部におけるセメント厚さ (μm)

(合着荷重 4.3kg)

試片番号	埋没材原液練和			埋没材10%希釈液練和		
	側壁上部	側壁下部	窩底部	側壁上部	側壁下部	窩底部
1	25	35	42	41	52	22
2	26	38	62	20	33	34
3	22	41	61	31	42	35
4	37	43	25	31	35	26
5	18	23	18	22	27	23
6	34	36	38	29	40	34
7	38	37	48	23	25	34
8	17	26	20	41	45	33
9	26	29	27	19	29	24
10	26	27	24	29	31	34
平均	26.8 (7.0)	33.5 (6.5)	36.5 (15.5)	28.6 (7.5)	35.9 (8.2)	29.9 (5.1)

() : 標準偏差

3. 棒状試片の鑄造収縮

使用した合金の径 6 mm、長さ 20mm の試片による鑄造収縮は平均 2.48(±0.16)% であった (表 5)。

表 5 ニッケルクローム合金の棒状試片での鑄造収縮 (全膨張 2.44% の埋没材使用)

試片番号	蠟型長さ (mm)	鑄造体長 (mm)	膨縮変化 (%)	鑄造収縮 (%)
1	20.364	20.316	-0.24	2.68
2	21.085	21.057	-0.13	2.57
3	20.315	20.363	+0.24	2.20
4	20.097	20.093	-0.02	2.46
5	20.754	20.747	-0.03	2.47
平均				2.48(0.16)

() : 標準偏差

IV. 考 察

1. 練和液のコロイダルシリカ濃度と埋没材の性質

リン酸塩系埋没材は耐火材の粉末を固める結合材としてリン酸塩たとえばリン酸マグネシウム等を用い、石膏系埋没材よりも高温に耐えうるようにしたもので¹¹⁾、さらにこれをコロイダルシリカ溶液で練和すれば凝結膨張、加熱膨張および圧縮強さが大きくなるとされている^{12~14)}。

本実験に用いたセラミゴールド埋没材もこの種のものであって、専用に作られたコロイダルシリカの練和液を用いて液粉比 (L/P)=0.16 の割合で練和した時には凝結膨張が 0.95%、800℃ まで加熱した時の加熱膨張が 1.49%、800℃ で 30 分間加熱した後の圧縮強さが 54kg/cm² であった。そしてこの専用練和液を 10% および 20% の水を加えて希釈したもので練和すると、凝結膨張はそれぞれ 0.92% および 0.83% に減少し、加熱膨張はそれぞれ 1.40% および 1.35% に減少していた。また圧縮強さも同様にそれぞれ 48kg/cm² および 41kg/cm² に減少していた。

西村ら¹⁵⁾は、石膏を水の代わりにコロイダルシリカ溶液で練和すると、凝結膨張および圧縮強さが大きくなったと報告し、この理由を次のように

考察している。すなわち石膏の二水塩の結晶が晶出する時にはすでにコロイダルシリカのゲル化が起こっており、これが石膏の結晶の間に介在し、石膏系埋没材の凝結膨張の際の珪砂のごとき役割を演じるため、水で練和したものより大きな凝結膨張を示すと考えている。また結晶の発育によって生ずる空間がシリカのゲルで埋められているため、全体として構造が緻密になるために圧縮強さも大きくなるものと考えている。このようなことは石膏系埋没材をコロイダルシリカ溶液で練和しても起こると思われる。

本研究ではリン酸塩系埋没材を用いたのであるが、専用練和液を水で希釈してコロイダルシリカの濃度を下げたところ、凝結膨張および圧縮強さが減少した。このことは、リン酸塩系埋没材においてもコロイダルシリカが石膏系埋没材の場合と同様な影響を与えていることを示唆するものであり、練和液の濃度が下がると凝結膨張および圧縮強さが減少したのは、コロイダルシリカのこのような影響が減少したためと思われる。

なお本研究ではコロイダルシリカの濃度を下げると加熱膨張も減少していた。それは耐火材である珪砂と同様に加熱によって膨張すると思われるコロイダルシリカが減少したためと推測される¹²⁾。コロイダルシリカが結合材結晶の作る隙間を埋めることによって加熱時の結合材の収縮を妨げ、逆に膨張する力が大きくなるものと想像され、したがってコロイダルシリカの濃度が低下すればそのような力も減少するものと推測される。

本実験では、練和液を水で希釈してコロイダルシリカの濃度が変化しても、埋没材の凝結時の温度上昇には明らかな変化を示さなかった。これはコロイダルシリカが埋没材の結合材の化学反応には関与しなかったためであると推測され、これは沢田ら¹⁶⁾が X 線回折によって確かめた結果と一致している。

2. 各種鑄造体の変形について

上記埋没材を用いて作製した全部鑄造冠および MOD インレーの側壁上部と側壁下部のセメント厚さを比較すると、いずれも側壁下部の方が大き

く、鑄造体が裾を開いて変形したことを示していた。先に総山らはこのような形の変形は金合金を石膏系埋没材で鑄造した場合にも認め、これを埋没材の凝結膨張による蠟型の変形によるものであると報告した⁹⁾。したがって変形の程度は凝結膨張が大きいほど大きかった⁹⁾。著者がリン酸塩系埋没材を使ってニッケルクローム合金を鑄造した前回の実験においても、U字形試片の開脚変形は埋没材の凝結膨張が大きいほど大きかった⁷⁾。したがってこの変形の一因が凝結膨張過剰であることは明らかである。

凝結時の埋没材中にある蠟型はその反応熱によってある程度の膨張をするので、凝結膨張がそれと調和する程度に小さければ変形を起こさない。上記の石膏系埋没材による総山の実験では、凝結膨張が0.05%前後である時それが蠟型の温度膨張と調和して変形を生じなかった⁹⁾。本実験に用いた埋没材の凝結時の温度上昇は23℃前後であったから、それによる蠟型の膨張は0.5%前後であったと考えられる。これに対して今回の埋没材の凝結膨張は0.9%以上であるから、若干の開脚変形が起こるのは当然と考えられる。

本実験で用いたリン酸塩系埋没材は練和液を水で希釈すると凝結膨張が減少したので、鑄造体の変形の程度もそれに応じて少なくなるものと予想されたが、実際には逆に10%希釈液練和の時の方が変形が大きくなっていた。そして原液練和時の変形度と10%希釈液練和時の変形度の差は、全部鑄造冠で10 μ m以上で統計学的にも有意差が認められ、MODインレーでは有意差はなかったものの約7 μ mの平均値の差があった。

このような予想に反した結果を説明するためには、凝結膨張以外の変形の因子を考えなければならない。そもそも本埋没材の練和液の10%希釈による凝結膨張の減少はわずか0.03%にすぎなかったから、これが有効な変形減少の因子とはなりえなかったものと考えられ、その他に逆に変形を増加する因子として次のようなものがあったものと考えられる。

すなわち、鑄型に鑄入された金属は液状期・半

流動期・固状期と3段階の収縮をし、半流動期の凝固収縮は埋没材鑄型の抵抗によって収縮する金属が引き伸ばされることによって減少すると考えられるが、このような場合の収縮力は咬合面の連結部に接した側壁上部では大きい、左右つながない側壁下部では小さいものと考えられる。したがって上部のみが多く収縮し、下部が取り残されて開脚することもこのような変形の原因と考えられる。

本実験に用いた埋没材は練和液を10%希釈するとその加熱後の圧縮強さが54kg/cm²から48kg/cm²と著明に低下した。したがって原液で練った埋没材の鑄型側壁上部の金属の凝固収縮に対してはかなり強く抵抗して収縮を少なくしたが、希釈液練和のものではこのような抵抗が少なかったものと推測される。側壁の上部と下部の差で表された変形度が原液で練ったものの方が少なかったのはこのためであろう。

1級窩洞の内側性インレーではこのようないわゆる開脚変形はもろくなかったが、側壁部のセメント被膜の厚さは辺縁に近い上部では小さく、窩底に近い下部では大きかった。この場合の上部と下部の差は埋没材練和液の10%希釈により変化しなかった故、埋没材によって生じたものとは考えられない。これは窩洞にインレーワックスを押し込んで蠟型を加圧成形する時に、側壁上部ではインレーワックスが押し広げられて窩壁に適合しやすかったのに対し、側壁下部では壁から離れて比較的自由に凝固収縮したためと思われる。

3. 各種鑄造体の適合性について

金合金では、アルジネート間接法で原窩洞に正しく適合しうるような範囲の膨縮変化を示す鑄造修復物を作るためには、埋没材の膨張量は1.6～1.7%であることが望ましいとされている⁹⁾。これは金合金の鑄造収縮1.9～2.0%を、間接法模型の膨張を加算しつつ補うものである。

本実験では間接法模型の膨張の介在なく直接適合試験を行ったのであるが、使用したニッケルクローム合金の鑄造収縮が2.48%と非常に大きかったにもかかわらず正しい深さまで嵌入することが

できた。これは埋没材の全膨張が2.44%あるいは2.32%で鑄造収縮とほぼ一致していたためと思われる。これを実際の臨床に用いる場合には、間接法の模型の膨張の分だけ埋没材の膨張量が少なくすむものと思われる。本実験では直接嵌入適合試験によったので、20%加水希釈練和液による試片は正しく嵌入できなかったため鑄造試験に含めなかったが、若干膨張する模型を用いた間接法によれば、20%加水希釈液も使用しうる可能性がある。

本実験では、原液あるいは10%希釈の練和液によった鑄造体は、外側性の全部鑄造冠も内側性の1級インレーも、同じように埋没鑄造して支障なく嵌入することができたが、これは先に総山が金合金インレーについて説明したように、蠟型のワックスや鑄造された金属の凝固時の収縮が外側性の全部鑄造冠の内側では窩壁や鑄型壁に妨げられるが、内側性インレーの外側では妨げられないために、全部鑄造冠の適合部は比較的大きくなり、インレーの適合部は小さくなって余裕を生ずるためである。内側性と外側性の両部分を有するMOD インレーが支障なく嵌入しえたのもそのためと考えられる。

しかも、本実験に用いた合金は鑄造用金合金よりは複雑な組成の合金であって、液相点と固相点の間の半流動期が金合金の場合より長く、上記のような影響はいっそう大きかったのではないかとと思われる。

V. 総括ならびに結論

歯科用ニッケルクローム合金を用いて臨床的な各種鑄造体を作製した時に、鑄造体にいかなる変形が生ずるかを検討した。そのためにまず、リン酸塩系のセラミゴールド埋没材の専用練和液を水で希釈した時の凝結膨張、加熱膨張、凝結時の温度上昇および圧縮強さの変化を調べた後、各種鑄造体を埋没鑄造して、窩洞原型にセメント合着し、これを半切して断面に現れたセメント被膜の厚さを測定した。なお参考のために使用合金の棒状試片による鑄造収縮を測定した。これにより次

のような知見を得た。

(1) セラミゴールド埋没材の専用練和液に10%および20%の水を加えて希釈すると、凝結膨張は0.95%から0.92%および0.83%に減少し、加熱膨張は1.49%から1.40%および1.35%に減少した。また凝結膨張と加熱膨張を加えた全膨張は2.44%から2.32%および2.17%まで減少していた。

(2) 凝結時の温度上昇は練和液を希釈しても明らかな変化を示さず23℃前後であった。

(3) 加熱後の埋没材ブロックの圧縮強さも専用練和液に10%および20%の水を加えて希釈すると、54kg/cm²から48kg/cm²および41kg/cm²に減少した。

(4) 原窩洞に合着した全部鑄造冠やMOD インレーの側壁部のセメント厚さは、すべて上部よりも下部の方が大きく、開脚変形を示していた。

(5) 側壁部の上部と下部のセメント厚さの差で示された変形度は、練和用原液に10%の水を加えて希釈すると、全部鑄造冠では15.3μmから26.2μmに増加し、MOD インレーでは11.7μmから18.6μmに増加したが、後者の変化は統計学的に有意差ではなかった。

(6) 1級インレーでも側壁上部よりも側壁下部のセメント厚さが7μm前後大きく、その差は練和液を10%の水で希釈しても変化しなかった。

(7) 使用したニッケルクローム合金の棒状試片の鑄造収縮は平均2.48%であった。

謝 辞

稿の終わりに際して、ご指導、ご校閲いただいた東京医科歯科大学第1 歯科保存学教室の総山孝雄教授ならびに終始ご指導ご援助をいただいた岩久助教授、野手講師を始めとする同教室の皆様にご心よりの感謝の意を捧げます。

文 献

- 1) Sced, I. R. & Mclean, J. W.: The strength of metal/ceramic bonds with base metals containing chromium. Brit. Dent. J., 132: 232-234, 1972.

- 2) Leinfelder, K. F. & O'Brien, W. J.: Physical properties of a nickel-chromium alloy for enamel veneering. J. Dent. Res., 50: 508, 1971.
- 3) Civjan, S., Huget, E. F., Godfrey, G. D., Lichtenberger, H. & Frank, W. A.: Effects of heat treatment on mechanical properties of two nickel-chromium-based casting alloys. J. Dent. Res., 51: 1537-1545, 1972.
- 4) 西村文夫, 野本 直: 陶材焼付用ニッケルクロム合金の物理的性質について. 歯材器誌, 33: 311-319. 1976.
- 5) 川原春幸, 上新和彦, 生内良男, 他: ニッケルクロム合金の鑄造法, 歯界展望. 41: 419-426, 1973.
- 6) 樋口富一, 依田千博: ニッケルクロム合金の鑄造冠. 日本歯科評論. 382: 112-118. 1974.
- 7) 五十嵐正晴: 高温鑄造に関する研究 (第1報). 口病誌. 43: 74-80. 1976.
- 8) Fusayama, T.: Influences of clinical variables on a cristbalite investment. J. Prosth. Dent., 11: 152-168, 1961.
- 9) 総山孝雄: 精密鑄造に関する研究. 歯材器誌, 7: 36-55. 1962.
- 10) 野手久史: 歯科用ニッケルクロム合金の埋没法と鑄造体の表面アラサについて. 口病誌, 40: 32-52. 1973.
- 11) Prosen, E. M.: Refractory Investment. U. S. Patent No. 2, 209, 035, 1940.
- 12) 福持貞孝: 歯科高温鑄造用埋没材の新しい組成に関する研究. 歯材器誌, 14: 85-105. 1966.
- 13) 上新和彦, 藺 淳三: りん酸塩を結合材とした埋没材の諸性質とその適合性について. 歯理工誌, 11: 124-133. 1970.
- 14) Schnell, R. J., Munford, G. & Phillips, R. W.: An evaluation of phosphate bonded investment used with high fusing gold alloy. J. Prosth. Dent., 13: 324-336, 1963.
- 15) 西村文夫: コロイダルシリカで練和した石膏について. 歯材器誌, 8: 37-46. 1963.
- 16) 沢田武仁: コロイダルシリカ溶液で練和したりん酸塩埋没材の硬化機序ならびに水和膨張について. 歯材器誌, 32: 6-16. 1975.