

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 31 日現在

機関番号：34408

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22592175

研究課題名（和文） 新製法によるオールセラミッククラウンの開発

研究課題名（英文） All-ceramic crown prepared by a new method

研究代表者

小正 裕 (KOMASA YUTAKA)

大阪歯科大学・歯学部・教授

研究者番号：10131385

研究成果の概要（和文）：焼成陶材法で非常に短時間かつ低コストにオールセラミッククラウンのコーピングを製作する方法を考案したが、一般に普及させるには、まだ改善が必要であった。0.5 mm の厚さを確保するには築盛回数は 4 回であった。粒子径の大きいアルミナ粉末の割合が多くなると曲げ強さは大きくなる傾向を示し、最も大きい値を示したのは配合比条件 40:50:10 (wt%) で 211.3 MPa であった。適合性について支台歯形態による影響は無かった。乾燥工程で熱風を利用することで適合性が改善されることが示唆された。ガラス含浸焼成時間を 30 分に短縮してもガラスは十分に含浸していた。

研究成果の概要（英文）：We devised a production method for copings of all-ceramic crowns, which is possible at low cost and in a very short time. However, improvement was still necessary to make it widely available. A 4-step build up was most suitable for producing a coping of 0.5 mm in thickness. We found that the 3-point bending strength of the coping markedly increased to 183-211.3 MPa, and the highest strength was achieved when the mixing ratio of rough to fine grains was 40:50 (wt%). The fitness of coping did not have the influence by the preparation design of abutment tooth. It was suggested that fitness was improved by using a hot blast in a dry process. Even if glass infiltration firing time was shortened for 30 minutes, the glass infiltrated it enough.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	600,000	180,000	780,000
2011 年度	800,000	240,000	1,040,000
2012 年度	1,200,000	360,000	1,560,000
総計	2,600,000	780,000	3,380,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学、補綴系歯学

キーワード：歯科、歯科理工学、オールセラミックスクラウン、審美補綴

1. 研究開始当初の背景

近年、審美歯冠修復はオールセラミックが主流となってきている。オールセラミッククラウンの最も優れている点は、光の透過性を有することで天然歯に類似した色調の再現を可能にすることと、材質の化学的安定性に

より高い生体親和性を有することである。

現在、オールセラミッククラウンの製作方法には、焼成陶材法、ロストワックス法（ガラス鑄造法、ガラス軟化圧入法）および CAD-CAM 法などの方法がある。

これまで多くの改良がなされ、適合性や強

度においてメタル修復やメタルセラミック修復と比較しても遜色のない歯冠修復装置が製作可能となった。しかし、焼成陶材法による製作は技工操作が非常に煩雑であり、コーピングの完成に約 18 時間が必要である。また、ロストワックス法では約 12.5 時間が必要である。さらに、CAD-CAM を用いた方法では高価で特別な装置が必要であり、コーピングの完成に約 0.5 時間～2 週間が必要である。

このように、既存の方法を用いたオールセラミッククラウンの製作では、完成までに長時間を必要とすることや、特別な機器が必要であることなどの欠点があり、一般に広く普及させるには、まだ改善の余地を有する。

2. 研究の目的

本研究の目的は、特殊な器機を設備されていない一般的な歯科技工所においてもオールセラミッククラウンを短時間かつ低コストで製作可能とし、審美的要求の高い患者、金属アレルギーのある患者および高齢患者にとっても非常に有益であるだけでなく、低コストおよび金属資源の消費削減にも大いに役立ち、さらにその臨床応用を広く普及させることである。

3. 研究の方法

まず、本研究代表者が考案した焼成陶材法によるコーピングの製作材料と製作方法を示す。

【材 料】

練和用粉末：アルミナ粉末（粗粒子、微粒子）、リチウム珪酸ガラス

練和用液：珪酸アンモニウム溶液

振り掛け用粉末：アルミナ粉末（粗粒子）

含浸用ガラス：In-Ceram® Alumina Glass Powder

【製作方法】

1. 練和用粉末と練和用液の混和
2. スリップを作業用模型に塗布
3. 塗布した層へアルミナ粉末を振り掛け
4. 乾燥（3分間）
工程 2、3、4 を繰り返す
5. コーピングを作業用模型から撤去
6. シンタリング（一次焼成）
7. シンタリングしたスリップに含浸用ガラスを築盛
8. ガラス含浸焼成（二次焼成）
9. 余剰ガラスの削除、形態修正

完成したコーピング上に、通法により陶材築盛法にて歯冠形態を製作可能となる。

(1)アルミナ粉末の配合比がスリップの築盛回数とコーピングの厚さに与える影響

練和用粉末中の2種類のアルミナ粉末とり

チウム珪酸ガラスの配合比（平均粒径 $58\mu\text{m}$ のアルミナ粉末：平均粒径 $8.5\mu\text{m}$ のアルミナ粉末：リチウム珪酸ガラス）を 10:80:10、20:70:10、30:60:10、40:50:10、50:40:10、60:30:10、70:20:10、および 80:10:10 (wt%) の 8 種類とした。各条件の練和用粉末と珪酸アンモニウム溶液との粉液比は 100 mg / 50 ml とした。実験に用いた作業用模型はテーパー角 10° の支台歯形態金型を複模型用シリコンラバー印象材にて印象後、超硬質石膏にて製作した。前報のコーピング製法に従いスリップの築盛を行った。スリップの築盛回数を 3、4 および 5 回の 3 条件とした。コーピングを模型から撤去後、一次焼成を行った試料を歯頸部辺縁から歯冠側約 2 mm の位置でリニアゲージ（デジタルキャリパー DA-1、古里精機製作所、東京）を用いてコーピングの厚さを計測した。

(2) コーピングの曲げ強さ

本法におけるコーピングのガラス含浸焼成後の 3 点曲げ強さから練和用粉末の混和比がコーピングの強度に与える影響を検討した。スリップの築盛は幅 3 mm の石膏模型上で行って製作した。測定は「ISO 6872 1995 歯科用セラミック」に準拠した曲げ試験に従って万能試験機（デジタルフォースゲージ 9500 シリーズ、アイコーエンジニアリング、大阪）を用いて行った。測定条件は支点間距離 7 mm、クロスヘッドスピード 1 mm/min と、3 点曲げ強さ σ (MPa) は下記の式にて算出した。

$$\sigma = 3\omega l / 2 b d^2$$

ω : 破折時の荷重 (N) l : 支点間距離 (mm)

b : 試験片の幅 (mm) d : 試験片の厚さ (mm)

計算に必要な試験片の幅および厚さは、試料の破断面をリニアゲージにて計測して求めた。

(3) コーピング断面の組織観察

本項(2)の結果から最も大きい強度を示した試料について、一次焼成後およびガラス含浸焼成後の破断面を走査型電子顕微鏡

(S-4000、日立製作所、東京)を用いて加速電圧 3 kV の条件下で観察した。また比較対象として、前報と同様に型枠を用いて製作した一次焼成後の試料の破断面についても観察した。

(4) 支台歯形態が適合性に及ぼす影響

支台歯のテーパー角を 4、6、8 および 10° 、辺縁形態をディープシャンファー、ショルダーおよびラウンドショルダーとし、各々を組み合わせた計 12 条件の臼歯部支台歯形態を模型化した金型を用い、コーピングの適合性について作業模型に復位させたときのコーピング辺縁の浮き上がり量を一次焼成後と

二次焼成後に万能工具顕微鏡（トプコン TUM-200 型、東京工学、東京）を用いて計測した。

(5) コーピング製作時の乾燥条件が適合性に及ぼす影響

コーピング製作工程中の乾燥工程について自然乾燥と、ヘアドライヤーを利用した熱風乾燥の2条件で適合性を比較した。作業模型に復位させたときのコーピング辺縁の浮き上がり量を一次焼成後と二次焼成後に万能工具顕微鏡を用いて計測した。

(6) コーピング製作時の二次焼成時間が適合性に及ぼす影響

コーピング製作工程中の二次焼成について、焼成時間を30、40、50および60分の4条件とし、適合性を比較した。作業模型に復位させたときのコーピング辺縁の浮き上がり量を一次焼成後と二次焼成後に万能工具顕微鏡を用いて計測した。また、ガラスの含浸状態を肉眼的および走査型電子顕微鏡にて観察した。

4. 研究成果

(1) 配合比条件 80:10:10 (wt%) は作業用模型上に築盛できなかつた。以下の実験ではこの配合比条件を除外した。築盛したいずれの配合比においても築盛回数 3 回では 0.5 mm の厚さを確保することが不可能であった。築盛回数 4 回ではすべての配合比において 0.5 mm の厚さを確保することが可能であった。築盛回数 5 回ではすべての配合比において 0.6 mm 以上の厚さとなった。

(2) 築盛回数は本項(1)の結果より 4 回とした。ガラス含浸焼成後、余剰ガラスを削除し形態修正を行った試料の大きさは $(10 \pm 0.2) \times (3 \pm 0.2) \times (0.5 \pm 0.05)$ mm であった。配合比条件 10:80:10 (wt%) が最も小さく 160.4 MPa であった。粒子径の大きいアルミナ粉末の割合が多くなると曲げ強さは大きくなる傾向を示し、配合比条件 40:50:10 (wt%) で 211.3 MPa であった。しかし、粒子径の大きいアルミナ粉末の割合が粒子径の小さいアルミナ粉末の割合より多くなると、曲げ強さは小さくなった。本法におけるアルミナ粉末の配合比を因子とした一元配置分散分析を行った結果、危険率 1% で有意であった。さらに Fisher の最小有意差法にて多重比較を行った。その結果、最も大きい値を示した条件 40:50:10 (wt%) は、その前後の条件 30:60:10 (wt%)、50:40:10 (wt%) を除く条件に対して有意に曲げ強さが大きい結果となった。(図 1)

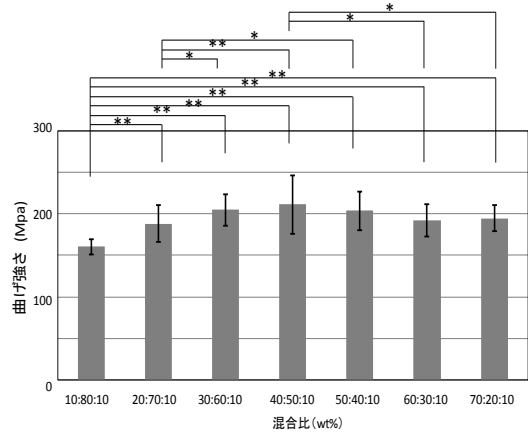


図1 各混合比条件における曲げ強さ **p<0.01, *p<0.05, Mean±SD, (n=15).

(3) 前報と同様に型枠で製作した試料では構造の荒い層と細かい層で層状の構造が観察された。本法で製作した試料では層状の構造は呈せず、気孔が全体に分散した密な構造となっていた。ガラス含浸後の破断面の像では、十分なガラスの含浸が観察された。

(4) 一次焼成後の浮き上がり量はテーパ角の違いによって差が認められ、テーパ角の大きい方が小さかった。一方、二次焼成後はほとんど差がなかった。また、辺縁形態による差はほとんどなかった。しかし、前報の製作条件よりも浮き上がり量が大きくなった。

(5) 乾燥方法と二次焼成を因子とした二元配置分散分析の結果、乾燥は危険率 1%、二次焼成は危険率 5% で有意となった。さらに、一次焼成後および二次焼成後それぞれについて乾燥方法による平均値の差を t 検定を用いて分析した結果、一次焼成では危険率 1% で熱風乾燥のほうが浮き上がり量が小さかった。二次焼成後では乾燥法による有意差は無かった。熱風乾燥は、一次焼成後の適合性の改善になったが、二次焼成後の適合性は改善傾向がみられたものの改善効果は明確では無かった。(図 2)

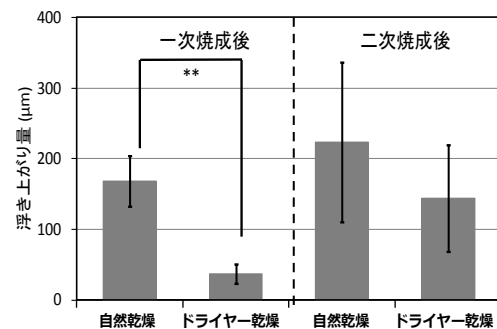


図2 乾燥条件の違いによる浮き上がり量 (n=10) **p<0.01, Mean±S.D.

(6) 30、40、50 および 60 分のガラス含浸焼成時間におけるコーピングの内面浸透度合いは、どの時間条件においても均一に含浸ガラスは浸透していた。また、適合性においては有意な差はみられなかった。したがって、二次焼成でのガラス含浸に要する最短時間は 2 時間から 30 分まで短縮可能であることが示唆された。

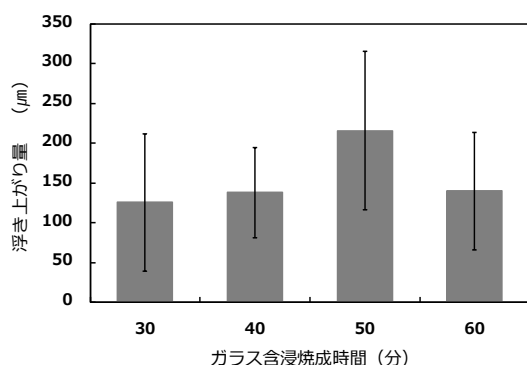


図3 二次焼成時間の違いによる浮き上がり量
**: $p < 0.05$, Mean \pm S.D. n = 10

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1 件)

- ① 井上太郎, 柿本和俊, 小正 裕, 新製法によるオールセラミッククラウンのコーピング強度の改善、*歯科医学*、査読有、73巻、2010、77-85

[学会発表] (計 5 件)

- ① 増田貴行、小正 裕、柿本和俊、他、新製法によるオールセラミッククラウン製作条件が適合に及ぼす影響、日本補綴歯科学会設立 80 周年記念第 122 回学術大会、2013 年 5 月 19 日、福岡国際会議場 (福岡県)
- ② 廣田秀逸、柿本和俊、小正 裕、他、低コストかつ短時間で製作できる新しいオールセラミッククラウン、第 22 回日本歯科医学会学術大会、2012 年 11 月 10 日、インテックス大阪 (大阪府)
- ③ 増田貴行、柿本和俊、小正 裕、他、新製法によるオールセラミッククラウン—適合性の改善—、平成 24 年度秋期第 60 回日本歯科理工学会学術講演会、2012 年 10 月 14 日、九州大学医学部百年講堂 (福岡県)
- ④ 廣田秀逸、柿本和俊、小正 裕、他、New all-ceramic crowns producible in a short time at low cost、日中歯科医学大会 2012、2012 年 4 月 27 日、四川大学

華西口腔医学院 (中国 四川)

- ⑤ 廣田秀逸、柿本和俊、小正 裕、他、新製法によるオールセラミッククラウン—支台歯形態の違いによる適合性の影響—、平成 23 年度社団法人日本補綴歯科学会関西支部学術大会、2012 年 2 月 4 日、兵庫県歯科医師会館 (兵庫県)
- ⑥ 小正 裕、柿本和俊、井上太郎、他、All-Ceramic Crown Prepared by A New Method、14th Meeting of the International College of Prosthodontists、2011 年 9 月 8 日、ヒルトン・ワイコロア・ビレッジ (アメリカ ハワイ)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小正 裕 (KOMASA YUTAKA)
大阪歯科大学・歯学部・教授
研究者番号：10131385