

令和 6 年 6 月 8 日現在

機関番号：32665

研究種目：若手研究

研究期間：2022～2023

課題番号：22K17119

研究課題名（和文）活性金属ろう材を応用したジルコニアのろう付け法の構築

研究課題名（英文）Construction of solderling method for zirconia by Ag-Cu-Sn-Ti solderling material

研究代表者

本田 順一（HONDA, Junichi）

日本大学・歯学部・助教

研究者番号：50800942

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,400,000円

研究成果の概要（和文）：活性金属ろう材を用いた歯科用ジルコニアに対するろう付け法を検証するため、ISO9333に準じた試験片を製作した。ろう付け用コアを製作し、ポーセレン焼却炉にて、ろう付けを行ったが、活性金属ろう材は酸素と反応しやすく、歯科用ポーセレン焼却炉では真空度が不足していること、さらに、歯科用ジルコニアは酸素を含有していることから、活性金属ろう材が酸化しろう付けが困難であることが確認された。そのため、ジルコニアと良好なせん断接着力を有しているジルコニア用前装用陶材を用いてのろう付け法を検討したが、基準である250MPaにおよばない結果となった。本研究から、ジルコニアのろう付けは困難である可能性が示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は歯科用ジルコニアのろう付け法の構築を目的としたが、歯科用ジルコニアには、酸素が含まれており、ろう付け中に活性金属ろう材が酸化し、ろう付けが困難であることが確認された。また、ジルコニアと良好なせん断接着力を有しているジルコニア用前装用陶材を用いてのろう付け法を検討したが、基準である250MPaにおよばない結果となった。本研究から、ジルコニアのろう付けは困難であることが示された。しかし、モノリシック構造で用いることで、機械的強度に優れたブリッジの製作が可能であり、その臨床応用に際しての有用性がさらに向上したことが示唆された。

研究成果の概要（英文）：A solderling method for dental zirconia using Ag-Cu-Sn-Ti solderling material was verified on a specimen according to ISO 9333. Solderling cores were fabricated and soldered in a porcelain furnace. However, the Ag-Cu-Sn-Ti solderling material reacts easily with oxygen and could not be soldered in the porcelain furnace due to the lack of vacuum. In addition, it was observed that the Ag-Cu-Sn-Ti solderling material was oxidized by the zirconia because of its oxygen content. Therefore, a solderling method using a feldspathic porcelain, which has good shear bonding strength with zirconia, was investigated, but the result was less than the 250 MPa standard. This study indicates that solderling of zirconia may be difficult.

研究分野：歯科補綴学

キーワード：活性金属ろう材 ジルコニア インプラント上部構造

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

ジルコニアは、患者の審美性への高い需要や金属の価格高騰などの観点から金属に代わり次世代の歯科材料として普及することが期待されている。しかし、ジルコニアの製作方法はCAD/CAM法が主流であり、従来のロストワックス法で製作される陶材焼付冠と比較し、支台歯形成や補綴装置の設計に配慮が必要である。特に、多数歯におよぶ固定性補綴装置の場合、陶材焼付冠ではフレームワークのろう付けを行うことで高い適合精度を得ることが可能であった。しかし、ジルコニアはろう付けができないために、適合精度が劣る可能性がある。そこで、本研究では工業分野で応用されている活性金属ろう材とろう付け法に注目した。活性金属ろう材とろう付け法を歯科用ジルコニアに応用可能かを検討することとした。

2. 研究の目的

工業分野においては、セラミックス同士の接合が可能な活性金属ろう材によるろう付け法が様々な場面で利用されている。しかし、歯科分野において歯科用ジルコニアに対するろう付け法の可能性を検討した研究報告はいまだに存在しない。そのため、本研究では活性金属ろう材によるろう付け法に着目し、歯科用ジルコニア(イットリア安定化正方晶ジルコニア多結晶体)に対しても、ろう付けが可能なのかを検証することを目的としている。

3. 研究の方法

令和4年度の実験方法のフローチャート(図1)に示す。ISO9333に準じて製作した歯科用ジルコニア試験片(図2)を製作する。その後、試験片中央で切断し、ろう付け間隙が0.05 mm、0.10 mm および 0.20 mm (ISO9333)となるよう歯科用ワックスで設定する。製作した試験片と型ごと埋没材を用いてろう付け用ブロック(耐火模型)を製作する。その後、電気炉でワックスを焼却し、間隙部に活性金属ろう材を設置し、ポーセレン焼却炉にて、

真空中(830℃、5分)の条件下でろう付けを行う(図2)。ろう付け後の試験片は万能試験機を用いて、はく離試験を行い評価する。

令和5年度はジルコニアと良好なせん断接着強さを有するジルコニア用前装用陶材が、ろう付け材料として応用可能かを検証するため、ジルコニア用前装用陶材を用いて、同様の実験を行った。さらに、インプラント上部構造への応用を検討しているため、機械的維持装置を付与したインプラント支持ジルコニア補綴装置の破壊強度試験も行った。実験方法はジルコニアフレームワークに

機械的維持装置をグレース陶材およびオパーク陶材を用いて付与し、その後陶材と間接修復用コンポジットレジンの前装した。製作した補綴装置をインプラント体に装着し、その後万能試験機を用いて破壊強度試験を行った。

4. 研究成果

活性金属ろう材を用いた歯科用ジルコニアに対するろう付け法を検証するため、ISO9333に準じた試験片を製作した。製作した試験片を低速精密切断機を用いて、試験片中央で切断し、ろう付け間隙が0.05 mm、0.10 mm および 0.20 mm となるよう歯科用ワックスで設定した。ろう付け用ブロックを製作し、ろう付け用ブロックの間隙部に活性金属ろう材を設置し、ポーセレン焼却炉にて、ろう付けを行ったが、活性金属ろう材は酸素と反応しやすく、歯科用ポーセレン焼却炉では真空度が不足していること、さらに、歯科用ジルコニアは酸素を含有していることから、活性金属ろう材が酸化しろう付けが困難であることが確認された(図3)。

そのため、ジルコニアと良好なせん断接着力を有しているジルコニア用前装用陶材を用いてのろう付け法を検討した。活性金属ろう材を使用した方法と同様の方法で試料を製作し、引張試

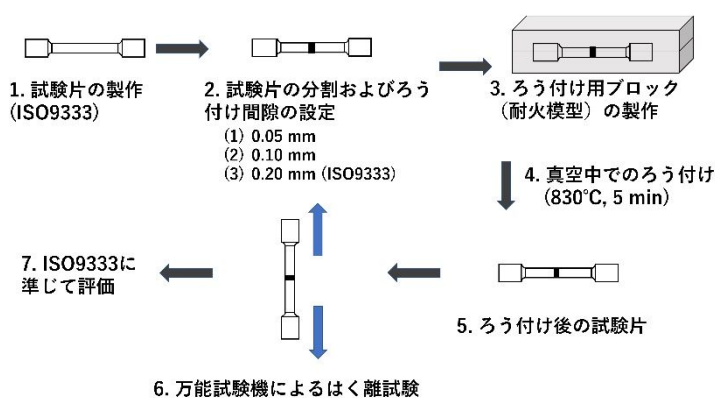


図1 実験手順



図2 ろう付け後の試験片

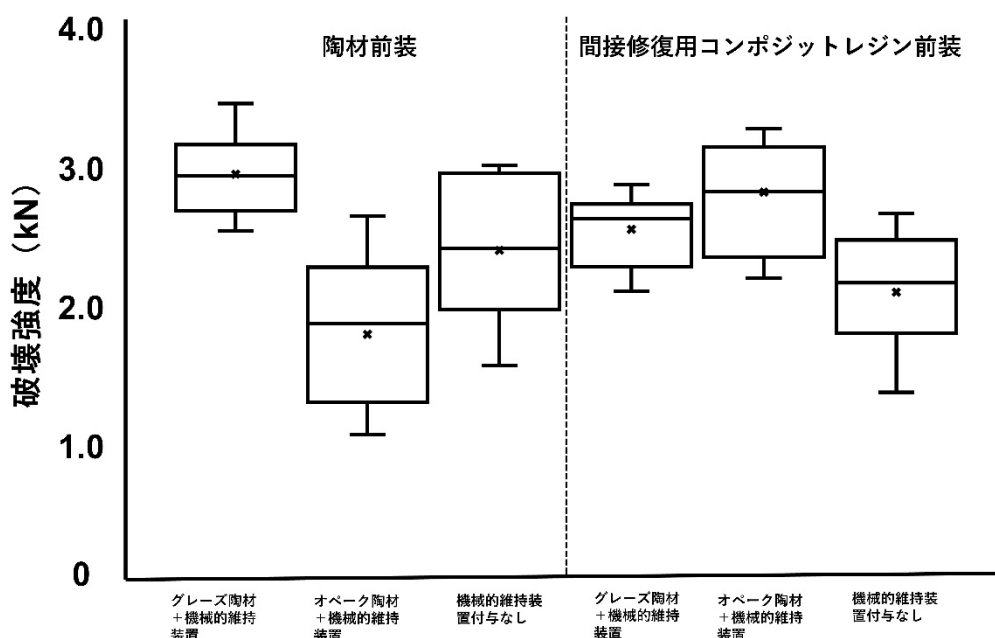
験をおこなった。その結果、すべてのろう付け
 間隙において基準である 250MPa におよばない
 結果となり、前装用陶材のろう材への応用は
 困難なことが確認された。

また、本研究では、インプラント上部構造へ
 の応用を想定したため、小臼歯部欠損に対す
 る補綴治療を想定し、フレームワークに機械
 的維持装置を付与したインプラント支持ジル
 コニア補綴装置の破壊強度試験も行った。陶
 材を前装した群において、グレース陶材を用
 いて機械的維持装置を付与した群 (3.00 kN) が
 他のフレームワーク形態と比較して、最も高い破壊強度を示した。一方、間接修復用コンポジット
 レジン前装した群ではグレース陶材を用いて機械的維持装置を付与した群 (2.62 kN) およ
 びオペーク陶材を用いて機械的維持装置を付与した群 (2.88 kN) が機械的維持装置を付与して
 いない群 (2.19 kN) と比較して有意に高い破壊強度を示した (表 1)。



図 3 酸化した活性金属ろう材

表 1 破壊強度試験結果



本研究の結果から、陶材を前装した群において、グレース陶材を塗布し、機械的維持装置を付与して製作したフレームワークは、グレース陶材によるフレームワーク表面のぬれ性の向上および機械的維持装置による機械的嵌合が得られることで、高い破壊強度を示したと考えられる。間接修復用コンポジットレジン前装した群は、陶材を前装した群と比較して前装時の熱サイクルがないため、グレース陶材を用いて機械的維持装置を付与した群およびオペーク陶材を用いて機械的維持装置を付与した群ともに機械的維持装置による機械的嵌合が得られることで、フレームワークと前装材料の界面が強化され、破壊強度が向上することが示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Kobayashi T, Honda J, Kubochi K, Iwasaki T, Watanabe Y, Komine F.	4. 巻 -
2. 論文標題 Influence of attaching mechanical retentive devices onto frameworks on fracture resistance of implant-supported zirconia crowns.	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Dental Materials Journal	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.4012/dmj.2023-188.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takano R, Honda J, Kobayashi T, Kubochi K, Takata H, Komine F.	4. 巻 42
2. 論文標題 Fracture strength of implant-supported hybrid abutment crowns in premolar region fabricated using different restorative CAD/CAM materials	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Dental Materials Journal	6. 最初と最後の頁 187～192
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.4012/dmj.2022-165	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件／うち国際学会 0件）

1. 発表者名 小林達朗, 本田順一, 高野了己, 田中秀享, 大谷一紀, 川本善和, 小峰 太
2. 発表標題 維持装置を付与したフレームワークがインプラント支持補綴装置の破壊強度に及ぼす影響.
3. 学会等名 令和5年度 公益社団法人日本補綴歯科学会東京支部学術大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 高野了己, 本田順一, 小林達朗, 塩野英昭, 藤井 宏, 庄司喜則, 八木庸行, 松村英雄, 小峰 太
2. 発表標題 アバットメントにモノリシック修復物を接着したスクリュー固定式上部構造の破壊強度
3. 学会等名 公益社団法人日本補綴歯科学会第131回学術大会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------