

Title	Effects of multiple firings on the mechanical properties and microstructure of veneering ceramics for zirconia frameworks
Author(s)	湯, 学華
Citation	大阪大学, 2012, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/59301
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

【13】

氏名	湯 学 華 (Tang Xuehua)
博士の専攻分野の名称	博 士 (歯学)
学位記番号	第 25021 号
学位授与年月日	平成24年3月22日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 歯学研究科統合機能口腔科学専攻
学位論文名	Effects of multiple firings on the mechanical properties and microstructure of veneering ceramics for zirconia frameworks (焼成回数がジルコニア用陶材の物性や微細構造に及ぼす影響)
論文審査委員	(主査) 教授 矢谷 博文 (副査) 教授 今里 聡 准教授 小野 高裕 准教授 林 美加子

論文内容の要旨

【緒言】

ジルコニアフレームを使用するクラウンブリッジは、従来のセラミックス材料から作られたものと比べて優れた強度と靱性をもつため、歯科補綴領域において多くの研究がなされ、臨床にも応用されている。歯科臨床において、ジルコニアフレームの破折はほとんど報告されていないが、ベニア陶材部の破折は多く認められる。破折の防止には陶材とジルコニアフレームとの十分な焼付強

度と、陶材の高い物性が重要であることから、焼付強度や陶材の物性に関する研究が多く行われている。審美歯冠修復においては、より天然歯に近い色調や形態を与えるために陶材の複数回の焼成が必要であるが、焼成回数がジルコニア用陶材の物性に与える影響についての報告はこれまで行われていない。

そこで本研究では、焼成回数の違いがジルコニア用陶材に及ぼす影響を知るため、焼成回数の違いによる機械的性質および微細構造の変化を比較、検討した。また、加速劣化試験がジルコニア用陶材の表面粗さ、強度、硬度に及ぼす影響についても検討を行った。

【実験方法】

実験Ⅰ. 焼成回数の違いがベニア陶材の機械的性質および微細構造に及ぼす影響

試験材料には市販のジルコニア用ボディア陶材 5 種、すなわち、Vintage ZR (以下 ZR)、Cerabien ZR (以下 CZR)、Circon ceram KISS (以下 KISS)、Vita VM9 (以下 VM9)、IPS e.max ceram (以下 e.max)とメタル用ボディア陶材 Vintage MP (以下 MP)を用いた。焼成回数を 2 回と 10 回とし、メーカーの指示に基づいて焼成した後、密度、開放気孔率を測定した。次に、歯科用セラミックスの規格である ISO6872 に従い、20.0 mm×4.0 mm×1.2 mm の試料を作製し、3 点曲げ強度とビッカース硬度を測定するとともに、IF 法によって破壊靱性値を求めた。さらに、走査型電子顕微鏡 (SEM) による微細構造の観察、エネルギー分散型 X 線マイクロアナリシス (EDS) による組成分析および X 線回折 (XRD) による結晶化度の算出を行った。

実験Ⅱ. 加速試験が表面粗さ、強度および硬度に及ぼす影響

試験材料には実験Ⅰと同じジルコニア用ボディア陶材を用い、実験Ⅰと同じ方法で試料を作製した。実験Ⅰのデータは、コントロールとした。分解容器を用いて 200℃ 2 気圧の精製水中に 5 時間浸漬して加速試験を行った。加速試験前後の試料の表面粗さ (Ra) の測定、加速劣化試験後の 3 点曲げ強度とビッカース硬度の測定および加速劣化試験前後の試料表面の SEM 観察を行った。

【結果】

実験Ⅰ. 焼成回数の違いがベニア陶材の機械的性質および微細構造に及ぼす影響

1. 密度および開放気孔率

VM9 を除くすべての試料において 2 回焼成よりも 10 回焼成の方が密度は有意に高くなり、開放気孔率は有意に低くなった ($p < 0.05$)。

2. 3 点曲げ強度

2 回焼成、10 回焼成ともに、KISS の 3 点曲げ強度は他の陶材よりも有意に大きく ($p < 0.001$)、CZR の曲げ強度は他の陶材よりも有意に小さかった ($p < 0.001$)。また、MP の曲げ強度のみ、2 回から 10 回に焼成回数が増えると有意に増加した ($p < 0.05$) が、その他の試料では曲げ強度に有意差は認められなかった。

3. 硬度

2 回焼成の試料では CZR と VM9 は他の陶材よりも有意に硬度が高く ($p < 0.001$)、10 回焼成後の試料では、ZR、CZR、VM9、MP は KISS および e.max よりも有意に硬度が高かった ($p < 0.001$)。ZR、VM9、KISS、MP は 10 回焼成を行った方が、2 回焼成よりも有意に高い硬度を示した ($p < 0.01 \sim 0.001$)。CZR と e.max の硬度に有意差は認められなかった。

4. 破壊靱性

同じ焼成回数では MP は他の陶材よりも有意に靱性値が高かった ($p < 0.001$)。10 回焼成の試料では KISS は他の陶材よりも有意に靱性値が低かった ($p < 0.05$)。ZR、CZR、VM9、MP では、2 回焼成と 10 回焼成の間に有意差は認められなかった。

リユースサイトを含む ZR、CZR、VM9、MP では、焼成回数が増えるに従って結晶が小さくなり、分散する傾向がみられた。ジルコニア用陶材では、焼成回数が増加するのに従ってリユースサイトの結晶化度は上昇することがわかった。

実験Ⅱ. 加速試験が表面粗さ、強度および硬度に及ぼす影響

加速試験後の表面粗さは、e.max の 10 回焼成を除くすべての陶材で、コントロールよりも有意に大きくなった ($p < 0.05$, $p < 0.001$)。2 回焼成と 10 回焼成を比較すると、すべての試料で 10 回焼成の方が表面粗さは有意に小さかった ($p < 0.001$)。加速劣化試験後の 3 点曲げ強度は、10 回焼成ではすべての陶材で、2 回焼成では CZR と KISS を除くすべての陶材で、コントロールよりも有意に高くなった ($p < 0.01$, $p < 0.001$)。加速試験前、すべての陶材で焼成回数と曲げ強度に明らかな関係は認められなかったが、加速試験後、ZR、CZR では焼成回数が多い方が曲げ強度が有意に高くなり、VM9 は有意に低くなった ($p < 0.01$, $p < 0.05$)。

硬度は、2 回焼成、10 回焼成のすべての陶材で加速試験後に有意に低くなった ($p < 0.001$)。さらに、ZR と VM9 では 2 回焼成と比べて 10 回焼成の方が硬度は有意に高くなり、KISS は有意に低くなった ($p < 0.05$, $p < 0.001$)。

【考察と結論】

ジルコニア用陶材の破壊靱性はメタル用陶材よりも顕著に低いため、ジルコニアフレームを使用するクラウンブリッジの方が陶材焼付クラウンブリッジと比べ、ベニア陶材部の破折の可能性が高いことが示唆された。リユースサイトを含む陶材は、強度が低い、靱性は高く、リユースサイトを含まない陶材は、強度が高い、靱性は低い傾向が認められた。また、焼成回数が増加しても曲げ強度に有意差は認められなかった。焼成回数の増加により、硬度が高くなったのは、密度の向上によるものと考えられた。

加速試験を行うと、試験後に曲げ強度が増加する陶材が多く認められた。原因として、試料の亀裂の先端が加速劣化試験により鈍化したことに加え、亀裂の界面で $\text{Si}(\text{OH})_4$ が生成され、亀裂を埋めたためと考えられた。

本研究より、繰り返し焼成によるジルコニア用陶材の機械的性質の低下は認められず、ジルコニアクラウンブリッジをより審美的に作製するために焼成回数を増やすことが陶材破折の危険性の増加につながる可能性は低いものと考えられた。

論文審査の結果の要旨

本研究では、焼成回数の違いがジルコニア用陶材に及ぼす影響を知ることを目的として、焼成回数を変化させたときの陶材の機械的性質、微細構造および加速劣化試験の影響について検討を行った。

その結果、焼成回数の増加によりジルコニア用陶材の密度は上昇し、気孔率は減少したが、曲げ強度および破壊靱性には大きな影響を及ぼさないことが明らかとなった。また、加速試験を行うと、焼成回数が多い方が表面粗さは小さくなり、曲げ強度や硬度が高くなる場合の多いことが明らかとなった。

以上の結果より、繰り返し焼成によるジルコニア用陶材の機械的性質の低下は認められず、焼成回数の増加が陶材破折の危険性の増加につながる可能性は低いものと考えられた。本研究業績は、ジルコニアを用いたオールセラミッククラウンの作製方法に有益な示唆を与えるものであり、博士(歯学)の学位取得に値するものと認める。