

最終試験の結果の要旨

報告番号	総研第 252 号	学位申請者	鶴木 次郎
審査委員	主査	鳥居 光男	学位 博士 (医学・ <u>歯学</u> ・学術)
	副査	宮脇 正一	副査 西村 正宏
	副査	西 恭宏	副査 嶺崎 良人

主査および副査の5名は、平成25年7月19日、学位申請者 鶴木 次郎 君に面接し、学位申請論文の内容について説明を求めると共に、関連事項について試問を行った。具体的には、以下のような質疑応答がなされ、いずれについても満足すべき回答を得ることができた。

質問1) 間接引張試験とはいかなるものか。

(回答) 横に置いた円柱型試料に対して上部より圧力を加える試験であり、直接に引張試験を行うことが困難である形状、材質の試料に対し行うものである。

質問2) 間接引張試験試料の作製方法はいかなるものか。

(回答) 接着試験の試料作製に用いた型枠に泥状のデンチン陶材を充填し、焼成した。さらに、片面にオパーク陶材を塗布し、焼成して、円柱型試料を作製した。

質問3) 円柱型陶材試料に対して間接引張試験を行うと、何の強さが求められるのか。

(回答) ジルコニア基材上に焼き付けられた陶材自体の強さに相当すると考える。

質問4) 接着試験を行う際に治具の先端が試料のどこに当たるように設定をしているのか。

(回答) 試験片を固定する位置を調整することで治具の先端がジルコニア基材と前装陶材の界面近くに当たるように設定した。

質問5) 陶材焼成温度の上昇と接着強さの間に相関関係がある、あるいは大きな影響を及ぼすということは、他にどのような解釈が可能であるのか。

(回答) 一般に温度の上昇によって化学反応は活性化するため、焼成温度の上昇と接着強さの関係のみに着目すると、ジルコニアと前装陶材間の接着メカニズムが主に化学的な反応による接着、すなわち化学的結合であると解釈することも可能と考えられる。

質問6) 接着試験の破断面の様相にはどのような特徴、傾向が認められたか。

(回答) 目視においては界面破壊が優勢な混合破壊様の破断面が最も多く認められた。しかし、破断面のWDXやEDX分析を行った場合、一見、界面破壊の様相を呈したものであっても、基材上に陶材がわずかに残留していたという報告もあるので、厳密な判断は困難である。

質問7) メーカー指示焼成温度よりも低い温度にて焼成した条件の界面SEM像が示されたが、接着試験は行ったのか。

(回答) 低温の焼成条件における接着試験も行っており、平均接着強さは標準に比べ有意に低いという結果を得ている。

質問8) ジルコニア基材の表面処理の相異が陶材との接着強さに影響を与えるのではないか。

(回答) 以前行った研究によると、前装陶材との接着強さは、ジルコニアを鏡面研磨した場合とサンドブラストを施した場合でわずかではあるものの有意に異なっていた。それ故、表面処理は接着強さに影響を与えられと考えられる。しかしながら、本研究の結果から、焼成温度の上昇の方が、表面処理に比べ、接着強さに対してより大きな影響を与えられと考えられる。

質問 9) 接着試験と間接引張試験において、築盛、焼成したオペーク陶材とデンチン陶材が分離、剥離するような破断、破壊様式を示したものは認められなかったのか。

(回答) オペーク陶材とデンチン陶材は焼成によって化学的に結合し、一体化するものと考えられる。それ故、厳密な意味での界面破壊は極めて少ないものと考えられる。また、目視においても前装陶材部の分離、剥離といった破断、破壊様式はほとんど認められなかった。

質問 10) 本研究で得られた新しい知見は何か。

(回答) 現行の前装陶材の接着強さに関する ISO 規格は、メタルコアを想定して実験方法や試料の大きさなどが規定されている。それに対し、本研究はジルコニアコアを想定しており、実験方法も異なっている。また、試料の作製法が簡便である。さらに、得られた接着強さの結果も、様々な先行研究結果に近く、少なくとも相反するものではなかった。本研究で得られた新知見は、独自の試験方法を提示し、その方法でジルコニアと前装陶材の接着強さに与える要素と接着メカニズムの解明に寄与する結果を得たことと考える。

質問 11) 陶材焼成温度の上昇が接着強さを向上させるというが、問題はないのか。

(回答) 陶材焼成温度の上昇による問題として、陶材の変形や変色、機械的性質の劣化などが考えられる。加えて、高温により正方晶ジルコニアの単斜晶への変態を惹起させる可能性により、ジルコニア自体の機械的性質の劣化が危惧される。

質問 12) 陶材焼成温度の上昇により、陶材内部の気泡が消失し、それによって陶材の機械的強度が上がり、また、ジルコニアとの接着強さが向上したというが、陶材の焼成過程は具体的にどのようなものか。

(回答) フリット状の陶材に対し、専用液を加え混和の後、泥状陶材の成形、焼成を行う。焼成時には先ず水分が蒸散する。次いでガラス転移温度付近にてフリット辺縁が溶解し、互いに溶着して、焼成が進行する。この過程において陶材内部の気泡が消失し、より緻密な焼成体となる。

質問 13) 実際の技工操作を行う上において、焼成温度をメーカー推奨温度以上に上げることは、恒常的にジルコニアと前装陶材間の接着を改良するものであるか。

(回答) 上昇させる温度や前装陶材の成分などにより異なるため、一概には言えないが、実際に焼成した経験や各条件における接着強さの統計的分析の結果などから判断すると、メーカー推奨焼成温度から 40℃程度上げて焼成することにより、肉眼的な陶材の変色や変形を伴うことなく接着強さを有意に向上させることができると考える。

質問 14) 実験で使用したジルコニア基材の厚さは 0.5mm とのことであるが、これは臨床で用いられているジルコニアコアの厚みを参考にしたのか。

(回答) ジルコニア基材の厚みは、臨床的な使用条件を考慮して設定した。また、以前行った研究にてジルコニア基材の厚みは前装陶材との接着強さに影響を与えないとの結果も得ている。

質問 15) 陶材の種類により間接引張強さと接着強さの相関係数が異なっていたが、原因として何が考えられるか。

(回答) ジルコニアと前装陶材間の接着においては、双方の熱膨張係数のわずかな相異が寄与していると考えられる。相関係数が異なっていたのは、ジルコニアや陶材の種類による熱膨張係数の違いが接着強さに影響を与えたためと考えられる。加えて、手技的な要素による陶材の熱膨張係数のばらつきも考えられる。

質問 16) 低温の陶材焼成条件時において多く認められる界面部における気泡は、接着強さを有意に劣化させたとのことだが、何故、界面部において気泡が生じ易いのか。また、それは陶材焼付製造冠などとは異なる現象であるのか。

(回答) 陶材焼付製造冠のコア材である各種合金に比べ、ジルコニアの熱伝導率は非常に小さい。それ故、ジルコニアは陶材焼成時におけるコア側から熱の供給が金属より少なくなり、界面部の陶材の焼成状態が異なってくるため、気泡を生じ易いと考えられる。界面部に気泡が生じる要因は、陶材焼付製造冠の場合と共通性があると考えられる。

以上の結果から、5名の審査委員は申請者が大学院博士課程修了者としての学力・識見を有しているものと認め、博士(歯学)の学位を与えるに足る資格を有するものと認定した。