

氏名(本籍) : 稲垣 亮一

学位の種類 : 博士(歯学) 学位記番号 : 歯博第545号

学位授与年月日 : 平成23年3月25日 学位授与の要件 : 学位規則第4条第1項該当

研究科・専攻 : 東北大学大学院歯学研究科(博士課程) 歯科学専攻

学位論文題目 : CAD/CAMによる試作チタン合金のインプラント補綴への応用に関する基礎的研究

論文審査委員 : (主査) 教授 佐々木 啓一  
教授 小松 正志 教授 菊池 雅彦

## 論文内容要旨

補綴歯科治療に際し、口腔内での金属イオンの溶出やガルバニ腐食を防止する目的などから、単一合金による修復が理想と考えられている。本論文は、単一合金でのインプラント補綴を行うための基礎的研究として、鋳造法に依拠しないチタンおよびチタン合金の応用の可能性を探るため、歯科用CAD/CAMの応用の可能性を検討した。そのために切削効率に優れた快削性チタン合金を試作して、その機械加工性の評価を行った。さらに快削性材料から削り出すインプラント補綴用の上部構造体フレームやアバットメントの形状を探る目的から、3次元モデルでのFEA法による咬合力下での応力解析を行った。

最初にチタンの表面状態を変化させ、CAD/CAMにより製作した板状試料の焼付強度(ISO9693)と陶材焼付冠の破壊強度を測定し、鋳造法と比較検討を行った。その結果、測定したすべての焼付強度がISO規格の基準値を超えた値であり、切削加工を施した試料は、表面研磨した試料より有意に焼付強度が高く、加工方向の相違には焼付強度に有意差は認められなかった。また、CAD/CAMフレームの陶材焼付冠の破壊強度は鋳造法と有意差はなく、これまで報告した金合金を使用した方法と同程度の強度を有し、咬合力より極めて高い値を示した。この結果より、チタンの陶材焼付には金属の表面状態がその強度に極めて重要であること、焼付強度および破壊強度は、臨床応用が十分に可能性な大きさであるなどの結論を得た。次に快削性Ti-20mass%Ag合金からCAD/CAM加工用ブロックを試作し、フレーム形態に繰り返し加工を行い、加工バーのSEM像から摩滅面積を算出し、チタンと比較して、その機械加工性を評価した。また加工したフレームによる陶材焼付冠を製作して破壊強度を測定した。その結果、チタンを基準とする試作チタン合金のバーの磨滅面積の比率には、有意な減少が認められた。また試作合金を使用した陶材焼付冠の破壊強度は、チタンの焼付冠と有意差は認められず、臨床的に十分な値であった。その結果から、試作チタン合金の応用の可能性が示唆されたとの結論を得た。最後に、CAD/CAMを用いて加工するインプラントの構成要素である上部構造体フレームやアバットメ

ントの機能的な形状を探る目的から、上顎中切歯を想定してエクスターナル型とインターナル型の3次元モデルを構築してFEAによる解析を行った、その結果、インターナル型、エクスターナル型のいずれもスクリー部分に応力の集中が認められ、最大応力値は、インターナル型が30%程度少なかったこと、しかしアバットメント外面部分や上部構造体のフレーム部分に応力の集中部位は観察されず、今後、荷重部位や方向を変化させ、より正確な解析が必要であるとの結論を得た。以上の結果から、鑄造法に依拠しない歯科用CAD/CAMを応用した機械加工による試作チタン合金のインプラント補綴への応用の可能性が高まったと考えられる。

## 審 査 結 果 要 旨

歯科用インプラントは、この約20年において臨床術式の開発や改良などにより補綴方法としての重要性を飛躍的に向上させ、特別なオプションとしての治療法から主要な補綴方法へと変貌を遂げている。通常、補綴治療に際して口腔内での金属イオンの溶出やガルバニ腐食を防止する目的などから、修復に使用される金属は単一の合金が理想と考えられている。したがって、複雑な構成要素からなるインプラントによる補綴の際にも、単一合金による修復が理想と考えられる。本論文は、単一合金でのインプラント補綴を行うための基礎的研究として、歯科用CAD/CAMを用いて鑄造法に依拠しないチタンおよびチタン合金の応用の可能性を検討している。そのための方法として、まずCAD/CAMにより製作した板状試料の陶材との焼付強度(ISO9693)を測定している。さらに切削効率に優れた試作チタン合金(Ti-20%massAg)によりCAD/CAM加工用ブロックを製作して、陶材焼付用フレーム形状に繰り返し加工を行い、SEM像から加工バーの磨滅面積を算出する独自の方法を用いて、チタンとの比較による機械加工性の評価をしている。さらにCAM後のフレームにより陶材焼付前装冠を製作してその破壊強度を調べ、インプラント補綴における上部構造体への応用の検討も行っている。また快削性材料を用いて加工する上部構造体フレームやアバットメントの理想的な形状を探る目的から、インプラント補綴の構成要素を連結する方式によりエクスターナルジョイント型とインターナルジョイント型の3次元モデルを構築して、FEA法(有限要素法)による咬合力下での応力解析を行っている。

これらの実験の結果から、チタンの表面状態が陶材の焼付強度に極めて重要であること、試作チタン合金がチタンと比較してバーの磨滅面積の比率が有意に低く機械加工性に優れていること、CAM後のチタンおよび試作チタン合金をフレームとして製作した陶材焼付前装冠の破壊強度は、従来の金合金を使用した場合と有意な差のないことから、臨床応用が充分可能な大きさであることなどの結論を得ている。また3次元FEA法による解析からは、エクスターナル型とインターナル型の両タイプともにスクリー部分に応力の集中が認められること、最大応力値がインターナル型では、約30%程度少なかったことなどの結果を得ている。

これらの知見は、CAD/CAMを応用した機械加工によるインプラント補綴における上部構造体およびアバットメントの製作にとって極めて有用であり、単一合金によるインプラントシステム開発の可能性を見出した点で高く評価され、その成果は、歯科医療の向上に寄与するものと考えられるとともに今後の研究成果に大きな期待が持たれる。よって本論文は、博士(歯学)の学位に相応しいと判断するものである。