

論文の内容の要旨

氏名：高田宏起

博士の専攻分野の名称：博士（歯学）

論文題名：CAD/CAMで製作した前装部をフレームワークに接着したインプラント支持ジルコニア補綴装置の破壊強度

歯科用 CAD/CAM システムは、現在の歯冠修復治療において欠かすことのできないものである。CAD/CAM システムで製作された酸化ジルコニウムセラミックス（以下、ジルコニア）は、優れた機械的性質、高い生体親和性および審美性を有し、固定性補綴装置のフレームワーク材料として用いられている。ジルコニアを応用した固定性補綴装置の臨床研究において、ジルコニアはフレームワーク材料として優れた安定性を示している。ジルコニアフレームワークに陶材を前装した固定性補綴装置において、最も頻繁に起こるトラブルは、前装陶材の微小破折である。

前装陶材の微小破折を防止する方法として、ジルコニアフレームワークに加圧成型用セラミックスを前装する方法、コンポジットレジンを用いた前装する方法、CAD/CAM で製作されたセラミックス前装部を焼結したジルコニアフレームワークに結合させる CAD-on テクニックがある。CAD-on テクニックは、前装材料の微小破折の減少、焼成過程における残留応力の解放、費用と製作時間の削減などの利点を有している。CAD-on テクニックとは別の手法として、CAD/CAM で製作された二ケイ酸リチウム含有セラミックスやコンポジットレジン材料による前装部を、レジン系装着材料を用いてジルコニアフレームワークに接着させる方法がある。しかし、二ケイ酸リチウム含有セラミックスやコンポジットレジン材料のような異なる CAD/CAM ブロックから製作された前装部を、フレームワークに接着したインプラント支持ジルコニア補綴装置の破壊強度を検討した報告は少ないのが現状である。そこで本研究では、異なる CAD/CAM ブロック（二ケイ酸リチウム含有セラミックスおよびコンポジットレジン材料）から製作された前装部を、ジルコニアフレームワークに接着して製作したインプラント支持ジルコニア補綴装置の破壊強度を検討することを目的とした。

下顎第一大臼歯欠損症例を想定し、直径 5.0 mm のインプラント体を使用した。ジルコニアフレームワークは、0.5 mm の均一な厚みになるよう歯科用 CAD/CAM システムを用いて製作した。ジルコニアフレームワークの表面に対して、平均粒径 50 μm のアルミナ粒子を噴射圧 0.2 MPa、噴射口から表面までの距離 10 mm で 20 秒間ブラスト処理を行った。ジルコニアフレームワークは以下に示す 4 つの群に分けた。

陶材築盛ジルコニア補綴装置（Zirconia-based prostheses veneered with feldspathic porcelain, ZVF 群）では、前装陶材の厚みが一定になるよう、製造者指示に従いジルコニアフレームワークに陶材の築盛、焼成を行った。陶材築盛ジルコニア補綴装置は、前装部の厚みが咬合面中心部 1.5 mm、頬側および舌側咬頭頂部 2.0 mm、軸面部 2.0 mm の統一した形態になるようシリコーンガイドおよびキャリパーを用いて確認した。

二ケイ酸リチウム含有セラミック接着ジルコニア補綴装置（Zirconia-based prostheses bonded with the lithium disilicate glass-ceramic veneer, ZBD 群）では、セラミック前装部が ZVF 群と同様の厚みおよび形態となるよう設計した。設計した前装部は、ダブルスキヤニングを行い、歯科用 CAD/CAM システムを用いて製作した。前装部は二ケイ酸リチウム含有セラミックブロック（IPS e-max CAD ; Ivoclar Vivadent）から削り出した。前装部内面に対して、9.5%フッ化水素酸を用いて 1 分間処理し、その後蒸留水で 20 秒間水洗した。前装部内面とジルコニアフレームワーク表面に対して、プライマー（Ceramic Primer Plus ; Kuraray Noritake Dental）を用いて 20 秒間処理した。前装部はレジン系装着材料（Panavia V5 ; Kuraray Noritake Dental）を用いて、ジルコニアフレームワークに接着した。全ての試料に対して、4 方向（近心、遠心、頬側および舌側）から計 40 秒間、光照射器を用いて光照射、重合を行った。

コンポジットレジン築盛ジルコニア補綴装置 (Zirconia-based prostheses veneered with indirect composite resin, ZVC 群) では、ジルコニアフレームワーク表面に Estenia Opaque Primer (Kuraray Noritake Dental) を用いて製造者指示に従い処理した。さらに、コンポジットレジン築盛を、光重合を行い、さらに、加熱重合器を用いて 110°C で 15 分間の加熱重合を行った。

CAD/CAM コンポジットレジン接着ジルコニア補綴装置 (Zirconia-based prostheses bonded with composite materials fabricated from a CAD-CAM resin block, ZBC 群) では、コンポジットレジン前装部が ZBD 群と同様の厚みおよび形態となるよう設計した。コンポジットレジン前装部は ZBD 群と同様の手順で製作した。前装部はコンポジットレジンブロック (Katana Avencia Block ; Kuraray Noritake Dental) から削り出した。前装部内面に対して、ジルコニアフレームの表面処理と同様の方法で 10 秒間ブラスト処理を行った。前装部内面とジルコニアフレームワーク表面に対して、プライマー (Ceramic Primer Plus) を用いて 20 秒間処理した。その後、前装部は ZBD 群と同様の手順でジルコニアフレームワークに接着した。

ジルコニア補綴装置内面とアバットメント表面に対して、平均粒径 50 μm のアルミナ粒子をそれぞれ噴射圧 0.2 MPa と 0.5 MPa, 噴射口からの距離 10 mm で 20 秒間ブラスト処理を行った。その後、ジルコニア補綴装置内面およびアバットメント表面に対して、プライマー (Ceramic Primer Plus) 処理を行った。補綴装置は、レジン系装着材料 (Panavia V5) を用いてアバットメントに接着し、4 方向から計 40 秒間、光照射を行った。その後、試料を破壊強度試験前に 37°C 精製水中に 24 時間保管した。

全ての試料は、万能試験機を用いて、クロスヘッドスピード毎分 0.5 mm の条件下で破壊強度試験を行った。

Levene 検定から等分散性が得られ、Kolmogorov-Smirnov 検定から正規性が得られたため、一元配置分散分析と多重比較である Tukey's HSD 法を用いた。全ての分析は有意水準 0.05 の条件下で行った。

破壊試験後、試料の破壊面を 32 倍の光学顕微鏡を用いて観察した。破壊形式は、前装材料のみの破壊と前装材料およびフレームの破壊に分類した。また、試料表面に対してオスミウム蒸着処理を行い、加速電圧 15 kV の条件下で走査電子顕微鏡 (以下 SEM) を用いて試料破壊面の観察を行った。破壊面の成分分析は、エネルギー分散方式蛍光 X 線分析装置 (以下 EDX) を用いて計測した。

一元配置分散分析の結果、試験群間に有意差を認めた。Tukey's HSD 分析の結果、ZBC 群の破壊強度 (3.95 kN) は ZVC 群の破壊強度 (3.28 kN) と比較して有意に高い破壊強度を示した。また、ZVF 群 (3.52 kN), ZBD 群 (3.48 kN) は、ZVC 群あるいは ZBC 群と統計学的有意差は認められなかった。

ZVF 群, ZVC 群および ZBC 群では、主に前装材料およびフレームワークの破壊が観察された。これに対して、ZBD 群では、前装材料のみの破壊であり、破壊面の一部に前装部が観察された。SEM による破壊面観察において、ZVF 群では、ジルコニアフレームワークと前装材料の界面で間隙なく接合していることが観察された。一方、ZBD 群では、ジルコニアフレームワークと装着材料間に明瞭な境界が認められた。ZBD 群の EDX による破壊面分析では、ジルコニウム、イットリウムおよびケイ素が検出された。これらの元素は、ジルコニアセラミックスと二ケイ酸リチウム含有セラミックスあるいはレジン系装着材料を構成する特徴的な元素であった。

異なる CAD/CAM ブロック (二ケイ酸リチウム含有セラミックスおよびコンポジットレジン材料) から製作された前装部を、ジルコニアフレームに接着して製作したインプラント支持ジルコニア補綴装置の破壊強度について検討した結果、以下の結論を得た。

1. CAD/CAM で製作されたコンポジットレジン前装部をジルコニアフレームワークに接着したインプラント支持補綴装置は、コンポジットレジン築盛、重合した補綴装置と比較して有意に高い破壊強度を示した。
2. ジルコニアフレームワークに陶材を築盛、焼成あるいは二ケイ酸リチウム含有セラミックス前装部を接着したインプラント支持補綴装置の破壊強度は、コンポジットレジン築盛、重合した補綴装置の破壊強度と同程度であった。
3. ジルコニアフレームワークに陶材を前装したインプラント支持補綴装置と、CAD/CAM で製作された二ケイ酸リチウム含有セラミックス前装部あるいはコンポジットレジン前装部を接着した補綴装置は、同程度の破壊強度を示した。