

論文の要約

氏名：田 口 耕 平

博士の専攻分野の名称：博士（歯学）

論文題名：Fracture resistance of implant-supported zirconia-based molar restorations layered with indirect composite material

（インプラント支持の臼歯部間接修復用コンポジットレジン前装ジルコニアクラウンの破壊強度）

緒言

口腔インプラント治療において、従来から陶材焼付冠がインプラント上部構造として使用されている。一方、近年の歯科用 CAD/CAM 技術の向上により、生体親和性および機械的強度に優れた酸化ジルコニウム(ZrO_2 , ジルコニア)がインプラント上部構造のフレームワーク材料として使用されるようになった。ジルコニアフレーム上に歯冠形態を付与する材料として、主に前装陶材が用いられているが、ジルコニアオールセラミック修復物は陶材焼付冠と比較して、臼歯部領域において高い確率で前装陶材の微小破折（チッピング）が認められることが、多くの論文で報告されている。前装陶材の破折を防止する方法として、ジルコニアフレームにプレス成型セラミックスを焼成するオーバープレス法やジルコニアフレームに前装陶材のサポーティングエリアを付与する方法などが報告されているが、前装材料として間接修復用コンポジットレジンを応用することも有効であると考えられている。これまでに、インプラント上部構造として、ジルコニアフレーム上に前装陶材を築盛、焼成したセメント固定式補綴装置の破壊強度については検討されている。しかし、ジルコニアフレーム上に間接修復用コンポジットレジンを前装したセメント固定式補綴装置の破壊強度に関する報告は少ない。そこで本研究では、インプラント上部構造として、ジルコニアフレーム上に間接修復用コンポジットレジンを築盛したセメント固定式補綴装置の破壊強度を明らかにすることを目的とした。

材料および方法

下顎右側第一大臼歯 1 歯欠損症例に対して、インプラント補綴治療を想定し、セメント固定式修復物の破壊強度について比較検討を行った。インプラント上部構造として、陶材焼付冠（以下 PFM）、ジルコニアオールセラミッククラウン（以下 ZAC）、ジルコニアフレームにエステニアオペークプライマー（以下 EOP）を塗布後に間接修復用コンポジットレジンを前装したもの（以下 ZIC-E）、ジルコニアフレームに EOP を塗布せず間接修復用コンポジットレジンを前装したもの（以下 ZIC）を選択した。また、ZAC と ZIC については、加速劣化条件（水中熱サイクル負荷 10,000 回と繰り返し荷重負荷 1,200,000 回）を負荷した試料群を加え、計 6 条件とした。試料数は各群 11 個とした。

口腔内環境を模倣するため、ポリエステル樹脂に直径 5.0 mm、長径 11.5 mm のインプラント体を垂直方向に植立した。高さを 5.5 mm に調整したチタン製アバットメントを、トルクコントローラーを用いて締結圧 32 N でインプラント体に装着した。PFM のメタルフレームはアバットメント上でろう型形成後、埋没、鋳造により製作した。フレームの厚さは均一に 0.5 mm とし、マージン以外の部分にセメントスペースを設定した。その後、メタルフレーム前装面に対し平均粒径 50 μm のアルミナ粒子を噴出圧力 0.2 MPa、噴出口から前装面までの距離 10 mm で 20 秒間、アルミナブラスト処理を行った。アルミナブラスト処理後、メジャリングデバイスを用いてフレームの厚さを確認し、さらに、アバットメントとフレームの適合を探針と適合診査材を用いて確認した。高径 7.5 mm、頬舌径 10.5 mm、近遠心径 11.0 mm に標準化された歯冠形態になるように、歯冠形態製作用金型を用いて前装陶材を築盛した。前装陶材は製造者指示に従いスーパーポーセレン AAA オペークポーセレン POA2 を二層築盛、焼成後、デンティンポーセレン A2B と、エナメルポーセレン E2 を築盛、焼成した。一方、ZAC、ZIC-E、ZIC のジルコニアフレームは、CAD/CAM により製作した。各種フレームの厚さは 0.5 mm とし、マージン以外の部分に 40 μm のセメントスペースを設定した。その後、PFM と同様な方法で前装

面に対しアルミナブラスト処理を行い、フレーム厚さおよびアバットメントとフレームとの適合を確認した。確認後、ZACにはPFMと同様な方法で、歯冠形態製作用金型を用いて前装部を築盛した。製造者指示に従い、セラビアンZRオペークポーセレンSBA2、デンティンポーセレンA2B、エナメルポーセレンE2を築盛、焼成した。ZIC-Eには、製造者指示に従いEOPを用いて前装面に対しプライマー処理を行った。その後、PFMと同様な方法で歯冠形態製作用金型を用いて前装部を築盛した。まず、エステニアC&BボディオペークOA2を二層塗布し、一層ごとに90秒間光照射を行った。その後、エステニアC&BデンティンDA2、エステニアC&BエナメルE1を築盛し、それぞれ5分間光照射し、さらに加熱重合器を用いて110°C、15分間加熱重合を行った。ZICは、プライマー処理を行わないこと以外は、ZIC-Eと同様の方法で間接修復用コンポジットの築盛、重合を行った。前装終了後、すべての試料はメジャリングデバイスとシリコーンインデックスを用いて歯冠部の厚さを確認し、さらに、アバットメントと上部構造の適合を探針と適合診査材を用いて確認した。

全ての上部構造内面に対して、平均粒径50 μm のアルミナ粒子を噴出圧力0.2 MPa、噴出口から上部構造内面までの距離10 mmで10秒間、アルミナブラスト処理を行った。その後、ガラスイオノマーセメントを用いて、咬合面から30 Nの垂直荷重を7分間付与し、上部構造をアバットメントに装着した。試料は37°C精製水中にて24時間保管した。また、ZACとZICについては、加速劣化条件を負荷した試料についても検討した。加速劣化条件は、水中熱サイクル(5°Cと55°Cに各60秒間浸漬)を10,000回行い、さらに直径6.0 mmのステンレスボールを用いて、1.7 Hzのサイクルで毎回49 Nの繰り返し荷重を咬合面に対して垂直方向に1,200,000回負荷した。その後、全ての試料に対して破壊強度試験を行った。なお、加速劣化条件を負荷した試料は、繰り返し荷重負荷後、32倍の光学顕微鏡にて破壊の有無を確認し、破壊が生じていない試料に対して破壊強度試験を行った。破壊強度試験は、万能試験機を用いて、クロスヘッドスピード0.5 mm/minの条件下で行い、直径6.0 mmのステンレスボールと上部構造咬合面の間に鉛箔を一層介在させ、咬合面に対し垂直方向に静的圧縮荷重を負荷した。破壊強度は最大荷重値から10%減少した点における荷重値とした。また、破壊強度試験後の試料破壊形式は、32倍の光学顕微鏡にて観察し、前装材料内の破壊およびフレームに及ぶ破壊の二つに分類した。さらに、破断面を接着界面における界面破壊、前装材料内での凝集破壊、界面破壊と凝集破壊の両者が認められる混合破壊に分類した。また、アルミナブラスト後のメタルフレーム、ジルコニアフレームを加えた8試料群に対して、試料表面に30秒間オスミウムを蒸着後、加速電圧15 kVの条件で走査電子顕微鏡(以下SEM)を用い試料表面の観察を行った。

結果

加速劣化条件負荷前における各群の破壊強度の平均値は、PFM群が 3.09 ± 0.22 kN、ZAC群が 3.11 ± 0.34 kN、ZIC-E群が 2.84 ± 0.21 kN、ZIC群が 2.50 ± 0.36 kNであり、ZIC群が他の群と比較し有意に低い破壊強度を示した。光学顕微鏡を用いた破壊形式の分類において、前装材料内の破壊は、PFM群では11個、ZAC群では5個、ZIC-E群では3個、ZIC群では6個であった。また、破壊試験後の試料の観察において、PFM群、ZAC群、ZIC-E群は混合破壊を示したが、ZIC群では界面破壊が多かった。

加速劣化条件を行った試料において、負荷後に試料の破壊が確認されたものはなかった。加速劣化条件負荷後における各群の破壊強度の平均値は、ZAC群が 3.05 ± 0.39 kN、ZICが 2.37 ± 0.29 kNであり、ZIC群がZAC群と比較し有意に低い破壊強度を示した。また、加速劣化条件負荷前後の各試料群の比較において、ZAC群、ZIC群ともに負荷前後の破壊強度に有意差は認められなかった。光学顕微鏡を用いた破壊形式の分類において、前装材料内の破壊は、ZAC群、ZIC群でともに3個であった。破壊試験後の試料の観察において、ZAC群は主に混合破壊を示したが、ZIC群では界面破壊が認められた。SEM観察像においては、アルミナブラスト後のメタルフレーム表面、ジルコニアフレーム表面は粗造面を呈した。

結論

インプラント上部構造としてジルコニアフレーム上に間接修復用コンポジットレジンの前装したセメント固定補綴装置の破壊強度を評価した結果、本研究の範囲内において以下の知見を得た。

1. ジルコニアフレーム表面にエステニアオペークプライマーを塗布後, 臼歯部間接修復用コンポジットレジンを前装したジルコニアクラウンは, 陶材焼付冠, ジルコニアオールセラミッククラウンと同程度の破壊強度を示した。
2. エステニアオペークプライマーでジルコニアフレーム表面を処理することは, 臼歯部間接修復用コンポジットレジンを前装したジルコニアクラウンの破壊強度を向上させた。
3. 口腔内環境を想定した加速劣化条件は, 臼歯部間接修復用コンポジットレジンを前装したジルコニアクラウンの破壊強度に影響を与えなかった。