

学位研究紹介

マシーナブルセラミックの圧縮破折強度について—表面研磨およびグレース焼成の影響—

Effect of overglazed and polished surface finishes on the compressive fracture strength of machinable ceramic materials

新潟大学大学院医歯学総合研究科 口腔健康科学講座 歯蝕学分野
浅井哲也
Division of Cariology, Operative Dentistry and Endodontics,
Department of Oral Health Science, Niigata University Graduate
School of Medical and Dental Sciences
Tetsuya Asai

【緒言】

歯科用 CAD/CAM システムで製作されたセラミック修復物は、切削加工後に研磨のみ行い修復する場合と、高度な審美的獲得などを目的としてグレース焼成を施す場合がある。しかし、グレース焼成がマシーナブルセラミックスの物性向上に貢献するかどうかについては見解の相違が見られる。そこで本研究では研磨あるいはグレース焼成を行った4種のマシーナブルセラミックスを被験材料とし、これらをヒト象牙質にレジンセメントで接着後、圧縮荷重下での破折強度を比較検討した。

【材料および方法】

長石系セラミック (Vita Mark II, Vita), リューサイト強化型ガラスセラミック (ProCAD および IPS Empress CAD, Ivoclar Vivadent) および二ケイ酸リチウムガラスセラミック (IPS e.max CAD, Ivoclar Vivadent) を被験材料とし、低速試料切断機およびダイヤモンドポイントで 3.0mm × 6.0mm × 2.0mm の板状試料 (各 n = 20) を作製後、IPS e.max CAD のみクリスタライゼーションを行った。さらに各材料ともそれぞれ半数を研磨群、グレース群 (各 n = 10) とし、研磨群ではダイヤモンド粒子含有シリコンポイントで鏡面研磨を行い、またグレース群では製造者指定のグレース材を指定条件下で焼成した。また、健全ヒト抜去大白歯 (n = 80) の歯冠を歯頸線より 1.0mm 歯冠側で水平に

切り捨てたのち切断面をシリコンカーバイドペーパー (#320, #600) で研磨して象牙質被着面とした。次に、セラミック試料にはリン酸エッチングおよびシランカップリング処理を、また象牙質面にはプライマー処理を製造者指定の条件で行った後、レジンセメント (Clearfil Esthetic Cement, Kuraray Medical) で接着した。この際、象牙質面に厚さ 100 μm のテープを貼付してセメント厚さと被着面積を規定した。24 時間水中保管後、万能試験機 (EZ test, Shimadzu) にて、直径 3.0mm のタングステンカーバイドボールを介しセラミック表面中央部に垂直方向に加重し (クロスヘッドスピード 0.5mm/min), セラミック試片破折時の荷重値 (N) を計測した。統計処理は二元配置分散分析および Bonferroni の多重比較検定 (α = 0.05) により行なった。また、各群の試料表面を走査型電子顕微鏡 (SEM) にて観察した。

【結果および考察】

研磨群とグレース群の荷重値に統計学的有意差は認められなかった (p>0.05)。一方、材料間の比較では、IPS e.max CAD が他の三種より有意に高値 (p<0.05), Vita Mark II が他の三種と比較して有意に低値 (p<0.05) であり、ProCAD, IPS Empress CAD 間のみ有意差が認められなかった (p>0.05) (図 1)。グレース焼成は、破折の起点となる表面欠陥を平滑化することでセラミック材料の破折強度を向上させるとされる。しかし本実験で

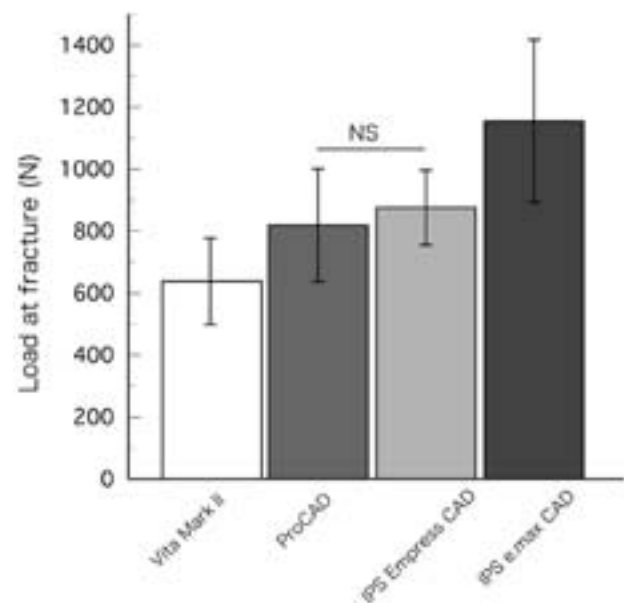


図 1 破折試験の結果 NS: not significant (p>0.05) .

は、研磨群・グレーズ群間で有意差が認められなかった。この結果は、グレーズ焼成に強度向上効果を認めなかった先行研究と一致している。一方、剛性の低い材料（合着材、象牙質など）で支持されたセラミックプレート表面の一点に圧縮荷重をかけた場合、プレートの厚さにより破折様式が異なるとの報告がある。すなわち、厚さが1.0mm以下の場合、プレート底面から亀裂が生じる一方、それより厚い場合は表層から亀裂が生じるとされる。本実験はプレート厚さを2.0mmとしたことから後者の破折様式に合致しており、表面の最終仕上げの効果を試験する方法として適していたと考えられる。SEM観察の結果（図2）、グレーズ群は研磨群と比較して平滑な表面性状を示したものの、Vita Mark II および IPS e.max CADでは小孔の存在が観察された。これは、グレーズ焼成前のセラミック表面が粗くグレーズ材が均一とならなかったためと推定され、グレーズ群で破折強度向上が不明瞭であったことの一因と考えられる。また研磨群では切削加工に伴う条痕の残存がみられたものの小孔は顕著ではなかった。この所見は、欠陥が少なく安定

した材質のセラミック材料を各メーカーが生産・供給していることを反映したものと考えられる。リユーサイト強化型セラミック（ProCAD, IPS Empress CAD）は、長石系セラミック（Vita Mark II）より大きな曲げ強さおよび破壊強度を示すと報告されており、本研究からも同様の結果が得られた。一方、IPS e.max CADはVita Mark II, ProCADと比較して、曲げ強さ、ビッカース硬さおよび破折強度とも大きいと報告されており、本研究からも、IPS e.max CADが高い圧縮破折強度を有することが示された。

【結 論】

本実験で使用したいずれのマシーナブルセラミック材とも、グレーズ焼成を行った場合は研磨のみの場合と比較して滑沢な表面が得られたものの、圧縮破折強度に有意な差は認められなかった。また、破折強度は材料に依存しており、二ケイ酸リチウムガラスセラミックが最も高く、長石系セラミックは最も低いことが示唆された。

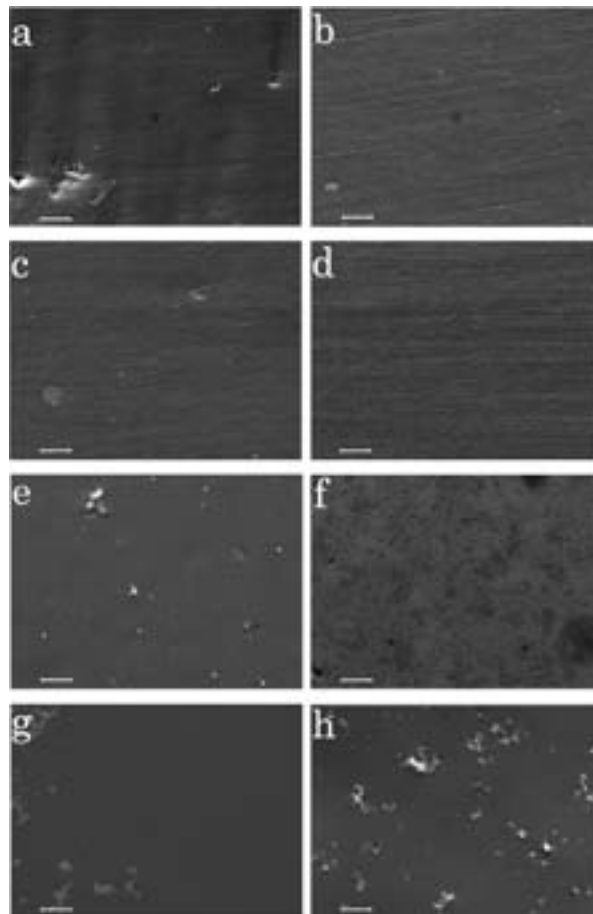


図2 SEM観察像（ $\times 3000$ bar = $10 \mu\text{m}$ ）
 (a, e) : Vita Mark II, (b, f) : ProCAD, (c, g) : IPS Empress CAD, (d, h) : IPS e.max CAD
 (a, b, c, d) : 研磨群, (e, f, g, h) : グレーズ群