



Title	Application of Fourier transform for analysis of surface topographic properties of dental zirconia [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	垂水, 良悦
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(歯学)
Dissertation Number	甲第11257号
Issue Date	2014-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/56189
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Naoyoshi_Tarumi_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学位論文内容の要旨

博士の専攻分野の名称 博士(歯学)

氏 名 垂水 良悦

学位論文題名

Application of Fourier transform for analysis of surface topographic properties of dental zirconia

(歯科用ジルコニアの表面性状解析へのフーリエ変換の応用)

【目的】

当初、歯科用ジルコニアは陶材で被服する内部フレームとしての使われ方だった。近年、ジルコニア単体での補綴物、やチタン製シリンダーに接着させたハイブリット型アバットメントなど使用例が多様化している。しかし、接着性における嵌合効力への寄与などの表面性状に関与する特性は多岐にわたる。従来、表面粗さとその各種特性への影響評価には、Ra(平均粗さ)等の深さ方向の値が使用されてきたが、平面方向の粗さの周期性(波長)も影響すると考えられる。本研究では、凹凸頻度の周波数解析を可能とするフーリエ変換を応用し、ジルコニア表面粗さの波長を解析し、接着性等に影響する粗さレベルを調べた。また、研磨や陶材被服した表面の SEM 観察および、臨床で破折したケースと実験的に破折させた破断面との比較をして、歯科用ジルコニアを臨床で使用する際の留意点を考察した。

【材料と方法】

第一部

試料:直径20mm のシリンダー形状の半焼結のジルコニアを厚さ約10mm でカットし、耐水研磨紙(#800)で観察面を整えた。1350℃で焼結後、シリコーンホイールでの中研磨、アルミナでのサンドブラスト処理、トライボケミカル処理、鏡面研磨、酸処理、陶材被服をした試料を制作した。破断面観察:臨床でのフレームの連結部を想定して、高さ3mm 幅が1.8から2mm の断面積で長さを約50mm の試料を制作し破折させた。試料と臨床で破折した破断面を SEM 観察した。計測:表面粗さ計測器を用いて、各表面処理をした試料の粗さを計測。濡れ性試験は、シリコーンホイールでの中研磨、サンドブラスト処理、トライボケミカル処理の3種を水との接触角を計測し評価した。

第二部

試料:半焼結のジルコニアから板状($18 \times 20 \times 10\text{mm}^3$)と($12 \times 12 \times 5\text{mm}^3$)の2種の試験片を作成し、耐水研磨紙(#1500)を使用し表面を平滑後 1500℃で4時間係留後、10時間の徐冷をした。焼結後、最終的な試料の寸法は約20%収縮した($10 \times 10 \times 4\text{mm}^3$),($14 \times 18 \times 8\text{mm}^3$)。表面処理:ダイヤモンドバー(ファイン)で約 1mm 間隔の溝を付与[低周波粗さ]、アルミナサンドブラスト処理(2atm,50um)[高周波粗さ]、ダイヤモンドバー処理後サンドブラスト処理[低周波+高周波]、未処理の試験片を準備した。接着:シアノン(シアノアクリレート系モノマー)、歯科用レジンセメント(ビューティーセム:松風)、プライマー(モノボンドプラス:イボクラ)処理後にレジンセメントでジルコニア試験片同士を接着した。大きい試料は保持側、小さい試料は荷重側とした。3)解析:SURFCOM1400A を用いて、評価長さ 8500um、測定速度 60um/sec で粗さ曲線計測をした。Low と Low+High は付与した溝に対して垂直に計測した。濡れ性試験は Drop Muster DMS-200 を用いて水との接触角を計測した(n=10)。Low と Low+High は付与した溝に対して垂直に計測した。インストロンを使用してせん断接着強さ試験を行い、フーリエ解析、SEM 像で評価した。

【結果と考察】

第一部

表面処理後の SEM 観察では、中研磨で残っていた傷は鏡面研磨や陶材被服より平滑な面になり、サンドブラスト、トライボケミカル処理ではわずかな凹凸が付与されていた。凹凸の付与は、濡れ性試験の結果濡れ性の向上がみられ、接着への向上が期待できる。しかし、酸処理では表面の凹凸は付与されるものの、わずかな腐食もあるため、長時間の処理はジルコニアの劣化が予想される。表面粗さは、陶材被服したものが著しく高い結果となったが、陶材の緩く大きな凹凸が反映されたためと思われる。破断面観察では実験での破綻面と異なり、臨床での破断面は鱗状の破断面が観察され、口腔内での応力のかかり方が複雑なものであると考察した。また、実験での破断面にみられたクラックは、ジルコニアのクラックを抑制させる特性であろう、クラックが直進できずに進展してとどまっているものが観察された。

第二部

表面粗さ曲線(実空間)をフーリエ変換し、周波数空間でピークを示した周期を逆フーリエ変換することで、粗さ曲線をマクロな凹凸からなる低周波成分と、その上に乗ったミクロな粗さからなる高周波成分とに分離できた。濡れ性は高周波成分を付与することで向上でき、せん断接着強さは未処理(7MPa)、低周波(5MPa)、高周波(14MPa)、低周波+高周波(9MPa)となり、Ra が大きい[低周波(波長約 1600um)+高周波(波長約 12um)]より、サンドブラスト処理のみで Ra がより小さい[高周波]の方が高かった。SEM 像では、試料のほとんどが界面破壊をしているのがみられた。大きな嵌合力として期待した低周波要素としての溝には、一部のレジンセメントしか残っておらず、高周波要素として付与したサンドブラスト処理の試料では、ジルコニアとレジンセメントの境界線付近にわずかな凝集破壊が観察された。このことから、ジルコニアには化学的結合は期待できず、また大きな粗さよりは小さな粗さの方が接着には有効と考えられた。

【結論】

表面粗さが影響する物性の検討には、従来使用されてきたRaよりも波長の影響が大きい場合もあると考えられる。接着強さの向上には嵌合力のある大きな凹より、十数ミクロンの短波長の方が影響を与えた。以上より本研究は接着性等の表面性状が関与する各種特性の検討にフーリエ変換を用いた解析が有効である事が示された。また、臨床での破断面観察では、口腔内での応力のかかり方は多様であるため、材料強度に過信をしないで補綴物の設計をしなければならない。