

機関番号： 11301
 研究種目： 若手研究（B）
 研究期間： 2009～2010
 課題番号： 21791877
 研究課題名（和文） アタッチメントを応用したジルコニアオールセラミックブリッジの設計と強度の関係

研究課題名（英文） Relation between design and strength of zirconia all-ceramic fixed partial denture that applies attachment.

研究代表者

阿部 俊宣 (ABE TOSHINOBU)
 東北大学・大学院歯学研究科・大学院非常勤講師
 研究者番号：40534061

研究成果の概要（和文）：本研究は、ジルコニアセラミックを使用して製作した、リジッドタイプ及びアタッチメントを応用したノンリジッドタイプのブリッジにおいて、有限要素法を用いた応力状態を求め、破折を考慮した設計の検討を行い、適応症例の拡大に繋げることを目的としている。

実験の結果、ブリッジのポンティック連結部の咬合面側と連結部下部に応力が集中する傾向があり、特に連結部下部の支台歯側で応力が上昇する傾向がみられた。

研究成果の概要（英文）：Finite element method was used to analyze for 3D fixed partial denture model. 3D models were constructed by 3D CAD system and modeling software developed for dental technology. It was found from the results that Von Mises stress at the part of connecting region.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2010年度	1,700,000	510,000	2,210,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,800,000	840,000	3,640,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・補綴系歯学

キーワード：ジルコニア、CAD/CAM、オールセラミック、ブリッジ、アタッチメント

1. 研究開始当初の背景

これまで研究者らは、ジルコニアオールセラミックの強度に関する研究を行ってきている。その内容は基礎的な板状試料、前歯部クラウン、臼歯部の1歯欠損3ユニットブリッジなどである。これらの研究結果から、ジ

ルコニアセラミックは高い強度があり、臼歯部におけるブリッジに使用しても問題のない十分な強度があることを報告している。その高い物性から、2歯欠損の4ユニットブリッジでも使用可能であると考えられた。しか

し

ながら、中間欠損における強度だけではなく、延長ブリッジの場合の強度については実験がなされておらず、検討の必要があると考えられたため、今回は延長ブリッジに重点を置いて検討することとした。

また、実際の臨床において、ブリッジの支台歯の平行性が得られず、共通の着脱方向に設定できない症例を経験することがある。このような症例に対し、アタッチメントを設置したブリッジであれば装着可能と考えられるため、アタッチメントを設置したジルコニアフレームを製作することで、支台歯の平行性が得られない症例においても、審美性・生体親和性に優れたジルコニアオールセラミックブリッジの装着が可能であると考えられた。さらに、ブリッジを製作する際に、支台装置、連結部およびポンティックを固定性連結で強固に固定することは、咬合力を各支台歯に分散させる上ではよいことであるが、臨床的には、各支台歯は歯根の長さや生理的動揺範囲が異なることや、歯列中の支台歯の位置および各支台装置の保持能力を考慮すると、必ずしも支台歯すべてを強固に連結することがよいとは限らない。そこでブリッジにアタッチメントを設置することにより、連結部を境として、ブリッジに加わる咬合圧を緩圧することができる。さらに他の利点として、支台歯の予後が不確実な場合、支台歯に問題が生じてもブリッジの一部分を再製作するだけでよいことなどが挙げられ、アタッチメントを応用して固定性ブリッジを分割することは、リスクを最小限にとどめることができ、有効な補綴方法であると考え、本研究の着想に至った。

本研究で使用する CAD/CAM 装置は、コンピュータ設計では困難な、細部まで手作業で製作したワックスアップパターンをスキャ

ニングし、ジルコニアフレームを製作できる他にはない装置であり、設計に関して自由度が高いことから、アタッチメントの応用に有用な CAD/CAM 装置であり、この画期的な方法を生かすことにより、ジルコニアオールセラミック修復の発展は計り知れないものがあると判断される。

2. 研究の目的

本研究は、ジルコニアセラミックを使用し、リジッドタイプ及びアタッチメントを応用したノンリジッドタイプの延長ブリッジにおいて、有限要素法を用いたブリッジ連結部の応力状態を求め、破折を考慮した設計上の留意点の検討を行い、長期的に安定したオールセラミックブリッジを製作することを目的としている。

3. 研究の方法

モデルは①：第一小臼歯および第二小臼歯の2歯欠損（図1）と、②：第2小臼歯および第1大臼歯の2歯欠損（図2）を想定した延長ブリッジ2種類とした。藤田らによる日本人の平均的な形態と寸法を参考にして、小臼歯のサイズは支台歯長径 6.0 mm、幅径 5.0 mm とした。また、大臼歯は支台歯長径 6.0 mm、幅径 8.0 mm とし、オールセラミッククラウン修復に準じ、それぞれショルダー幅 1.0 mm とした真鍮性の金型を製作し、形状計測を行い、3次元形状モデルを構築した。次いでその詳細モデルを元に、有限要素解析のための標準モデルをモデリングソフトにより外形線等を用いて作成し、荷重および拘束条件を負荷後、有限要素メッシュを作成し、有限要素解析を行った。この時の荷重値はポンティック咬合面に対し、静的に垂直方向に 1N とした。また支台歯との接着状態は、完全拘束のみとした。材料として、審美性を考慮した場合の選択肢となり得るジルコニア

セラミックと陶材焼付け合金の KIK を採用した。モデルを構成する要素の材料定数は各種報告を参考にし、表 1 に示す通りにした。

表 1 Material property

材料	E (GPa)	ν
zirconia	210	0.31
KIK	107	0.33
真鍮	100	0.35

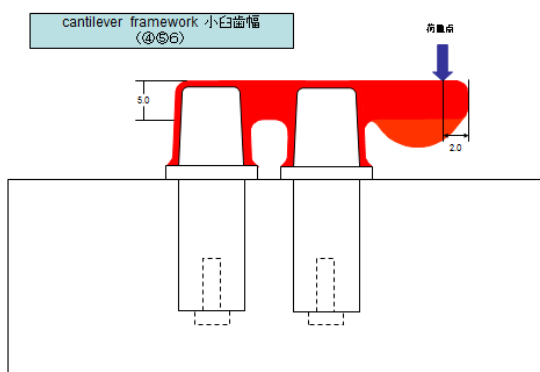


図 1 モデル①

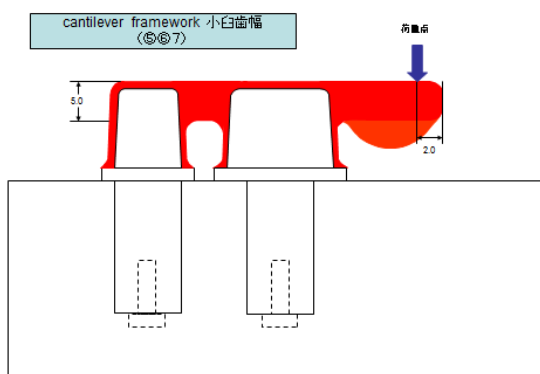


図 2 モデル②

一般的にセラミックスは典型的な脆弱材料であり圧縮応力に強く、その破壊は最大引張応力に支配される脆弱破壊といわれている。そこで本研究ではセラミックスの弱点とされる引張応力に着目し、引張応力値を評価した。

4. 研究成果

実験の結果、ジルコニアセラミックブリッジの引張応力は、0.369 MPa、陶材焼付けブ

リッジは 0.301 MPa となった (表 2)。全てのモデルにおいて、ポンティック連結部の咬合面側と連結部下部に応力が集中する傾向があり、特に連結部下部の支台歯側で応力が上昇する傾向がみられた。また、ポンティック連結部の頬舌径を 2 mm 拡幅した場合、連結部咬合面側の応力の発生は減少し、連結部下部の支台歯側に応力の集中がみられた。さらに、連結部の高さを 0.5 mm 厚くした場合は、応力集中範囲に大きな変化はみられなかった。

表 2 引張応力値

zirconia	KIK
0.369 MPa	0.301 MPa

本実験で使用したジルコニアセラミックと KIK において、材質の違いによる応力傾向に大きな相違は認められなかった。特に連結部下部で発生する局所的に大きな応力値にも差異はみられず、材料の影響を受けにくいと考えられ、材料による設計上の変更は必要ないであろうと考えられた。

今回は完全拘束のみで行ったが、支台歯となる天然歯とクラウンなどの補綴物間のルーズニングや不適合、または支台歯自体の不安定性を考慮した場合の条件についても検討が必要であると思われる。さらに、延長ブリッジはテコの作用に支台歯の負担荷重を招くことから、ポンティックに加わる負担を軽減する目的で、咬合面や近遠心径および頬舌径の縮小、対合歯との接触関係を最小限にすることが必要である。さらに、対合歯が天然歯であるのか、可撤性義歯であるのかという対合歯の問題もブリッジの設計を検討する場合の重要な要素となる。また、今回は支台歯の材料を真鍮で行ったが、生活歯や築造材料によっては弾性率が異なるために、物理的

強度が左右されると考えられる。今後は支台
歯構成材料として、天然歯やコンポジットレ
ジン、金合金などを使用しての検討が必要で
あると思われた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者に
は下線)

[雑誌論文] (計 0 件)

[学会発表] (計 0 件)

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

出願年月日：

国内外の別：

○取得状況 (計 0 件)

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

取得年月日：

国内外の別：

[その他]

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

阿部 俊宣 (ABE TOSHINOBU)

東北大学・大学院歯学研究科・大学院非
常勤講師

研究者番号：40534061

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者
()

研究者番号：