

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 13 日現在

機関番号：12602

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2013

課題番号：24792062

研究課題名(和文)ブリッジ支台歯の歯根破折に関する実験的研究

研究課題名(英文)In-vitro study on tooth fracture of bridge abutment tooth

研究代表者

進 千春 (SHIN, Chiharu)

東京医科歯科大学・医歯(薬)学総合研究科・助教

研究者番号：30447495

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円、(間接経費) 990,000円

研究成果の概要(和文)：下顎第1大臼歯1歯欠損の3ユニットブリッジの支台築造法の選択に関して検索するため、二次元光弾性実験により歯根および歯槽骨の応力解析を行った。支台築造法としてメタルコア、ファイバーポスト併用コンポジットレジンコアを、ブリッジ材料としてジルコニアを選択し、歯槽骨、歯根、メタルコア、ファイバーポストレジンコア材のヤング率の比と同じになるように各材料を選択した。また、並行して歯槽骨モデルと同程度のヤング率をもつ材料を新たに検索する必要があったため、エポキシ樹脂の基材、硬化剤、軟化剤の比率を変え、ヤング率を調整した。歯頸部および根尖部の応力解析の結果、メタルコアとレジンコアで応力分布が異なっていた。

研究成果の概要(英文)：Two-dimensional simulation models of three-unit bridges were constructed, and stress distribution around the abutment teeth and alveolar bone was analysed and the fringe orders were recorded. Metal Core and composite resin core including a fiber post (core materials) and zirconium oxide (bridge material) were selected. Materials of this model were chosen so that it might become the same as the ratio of Young's modulus of alveolar bone, dental root, metal core, Fiber post, and composite resin. Moreover, it was necessary to search a material with the Young's modulus at the same level as an alveolar bone model, the ratio of the matrix of the epoxy resin, the hardener, and the softener was changed and measured the Young's modulus of mixtures. As a result, stress distribution of the abutment tooth with metal core and resin core including a fiber-post was different at cervical area of the root and apical area of the alveolar bone.

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：補綴系歯学

キーワード：光弾性実験

1. 研究開始当初の背景

少数歯欠損の補綴ではブリッジを適用することが多い。しかし、ブリッジでは複数歯の連結となるため、支台歯および支持組織における応力分布は単冠の場合とは異なる。そのため、ブリッジにおける支台歯および支持組織の応力分布に与える影響を知ることが必要である。応力解析の方法には光弾性実験(二次元、三次元)、有限要素法、ひずみゲージによる解析などがある。この応力解析の解析法の1方法である光弾性実験について、これまで咬合時のブリッジの支台装置、架工歯の応力分布、応力値について(支台が天然歯想定)、また歯槽骨量の変化による応力分布および応力値の変化に関してはいくつかの報告がある。さらに、当講座のDavidらは、ハイブリッドセラミックスを用いたブリッジのファイバーの走行形態によるブリッジ内応力分布の違いに関して、武井らはコンポジットレジンを用いた支台築造と最終補綴物が歯根象牙質に及ぼす影響に関して、遊佐らは擬似歯根膜を用いた2次元光弾性法によるブリッジ補綴修復の応力解析に関して、馬らは歯槽骨吸収時の各種支台築造と歯根内応力分布に関して報告している。

ブリッジの支台歯には生活歯の場合の他、メタルコア、ファイバーポスト+レジンコア、既製ポスト+レジンコアとさまざまな種類の築造法が行われる。

臨床においては、支台歯の水平または垂直性の歯根破折、片側支台装置の脱離といった転帰をたどる症例が見られることが多い。しかし、これまでブリッジ支台歯内部の応力分布についてはいくつかの研究がなされているものの、支台築造法の違いがブリッジの支台歯や歯周組織の応力分布に及ぼす影響に関して検討した報告は見られない。

2. 研究の目的

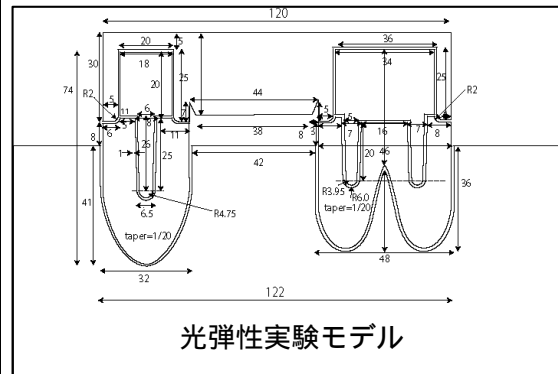
現在までの当講座の研究をもとにブリッジの材料と支台築造法の組み合わせがブリッジ支台歯歯根内応力分布に及ぼす影響に関して実験を行い、ブリッジを支台歯の歯根破折を起こすことなく長期にわたり機能させるための支台築造およびブリッジ材料の選択に関して検討すること。

3. 研究の方法

(1)実験モデル

光弾性実験モデルは下顎第一大臼歯欠損の3ユニットブリッジとした。支台装置としては第一大臼歯、第二小臼歯の支台築造を想定し、実物の4倍大、厚み6mmにて残根状の歯根に築造窩洞の形成を仮定したモデルを作製した(下図)。マージン形態はラウンドドショルダーとした。また、できるだけ支台歯およびブリッジの形態を単純化することで、解析を複雑化する因子を少なくできるよう配慮した。

また、モデルの各構成要素は、歯根、コンポジットレジン、ファイバーポスト、金銀パラジウム合金、ハイブリッドセラミックス、ジルコニアの弾性係数比である、15:13:30:90:40:200を再現することを目的として各材料を選択した。



(2)弾性係数の調整

実験モデルのうち、既成の材料で弾性係数が設定できるものに関しては、既成の材料を成形してモデルを作成した。歯槽骨モデルにおける弾性係数については、0.3GPaを達成する必要があったため、既成の板材で、かつ光弾性実験において重要な、透明性を有する材料を検索したが、見つけれなかった。さらに、これまで当講座においては光弾性実験装置の製造元である理光研に弾性係数を調整した板材を依頼していたが、購入段階で営業中止の状態であり、購入できない状態であった。そこで、新たに弾性係数を調整した樹脂板を設計する必要が生じた。

そこで今回、液状のエポキシ剤(エポキシレジン(JER828, ジャパンエポキシレジン株式会社)、硬化剤(ジエチレントリアミン, 和光純薬工業株式会社)軟化剤(チオコールLP-3, 通レ・ファインケミカル株式会社)の混和比率をさまざまに変化させ、弾性係数0.3GPaを達成すべく、JIS7171 プラスチック 曲げ特性の求め方に従って長さ80mm、幅10mm、厚さ4.0mmに成形し、三点曲げ試験を行って検討した。

(2)築造体、ブリッジモデル

想定する支台築造の方法は、金銀パラジウム合金によるメタルコア(M)、ファイバーポスト併用レジンコア(F)とした。また、最終補綴物は、ジルコニアによる下顎第一大臼歯1歯欠損の3ユニットブリッジとした。メタルコアのモデルは鉛板(鉛板, 野方電機工業)で加工した、ファイバーポストは工業用ファイバー補強プラスチック(PPS樹脂(サスティールP13-11)板, 東ソー)にてファイバーポスト部を製作したのち、メタルコアモデルと形態を同一とするため、副模型製作用シリコン印象(デュプリコン, 松風)にて印象採得したのち、ファイバーポスト部を挿入し、液状のエポキシ剤(エポキシレジン

(JER828 , ジャパンエポキシレジン株式会社) , 硬化剤 (ジエチレントリアミン , 和光純薬工業株式会社) 軟化剤 (チオコール LP-3 , 通レ・ファインケミカル株式会社) を 100 : 10 : 1 で混和したものをレジンコア部分に流し込んで製作した . 次にそれぞれのコアモデルをセメントスペース 1mm で歯根部に合着した . 続いてブリッジモデルを上記液状エポキシ剤にて合着した . 最後に , 歯槽骨を模したエポキシ樹脂板に歯槽部を形成したものに , 歯根膜を想定して付加型シリコン印象材 (エグザミックスファインレギュラー , GC) を用いてセメントスペース 1mm で合着した . 本実験では , 両支台をメタルコア , ファイバーポスト併用レジンコアのモデルとし , ブリッジをジルコニアモデルとする組み合わせとした .

なお , 製作する際に厚みを一定にするため , ガラス板に分離剤 ((オイルコンパウンド K S 6 1 , 利根化学株式会社) を塗布し , はさみながら製作した .

完成した試料を光弾性解析装置 (大型散光式光弾性実験装置 , 理光研株式会社) に精密ラボジャッキ (LJ-16223 , シグマ光機) を用いて定位置に固定し , 内部応力が無いことを確認した後 , ポンティックの咬合面側から荷重 (200N) を負荷し , 歯根部に生じる等色線フリンジをデジタルカメラを用いて写真撮影し , 観察した .

その後 , 各試料の歯根部に生じた応力分布をフリンジオーダー (以下 F.O.) にて解析し検討した . F.O. の解析はパーソナルコンピュータに撮影した画像を取り込んだのち , 以下に示すフリンジオーダーの表と比較して行った .

なお , 応力の解析部位は , 荷重時の応力集中がみられることが予想される歯槽頂部 (歯頸部) 及び根尖部とした .

4 . 研究成果

(1) 弾性係数について

エポキシ基材 : 硬化剤 : 軟化剤の比率と三点曲げ試験により求めた弾性係数について以下に示す .

比率 (基材 : 硬化剤 : 軟化剤)	弾性係数 (GPa)
50:5 :0.5 (n=2)	3.466 ± 0.749
50:5 :5 (n=3)	2.477 ± 0.426
50:5 :25 (n=3)	1.471 ± 0.557
50:5 :40 (n=2)	0.003 ± 0.0001
50:5 :35 (n=3)	0.087 ± 0.014
50:5 :30 (n=3)	0.130 ± 0.018
50:6 :30 (n=3)	0.375 ± 0.005
50:5.5:30 (n=3)	0.112 ± 0.016

上記結果より , 50:6:30 の比率において混合した場合に , 今回想定している 0.3GPa に最も近い弾性係数が得られることが判明した .

(2) 光弾性実験の結果

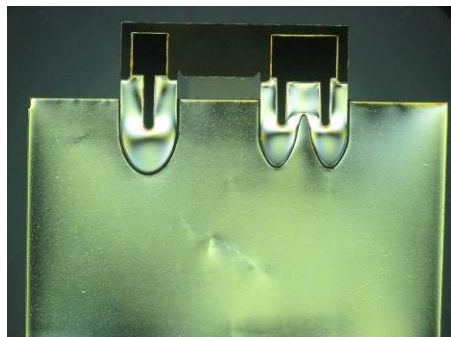
光弾性実験の結果は以下のような Fringe order 表を用いて最大フリンジオーダーで評価した .

Fringe order

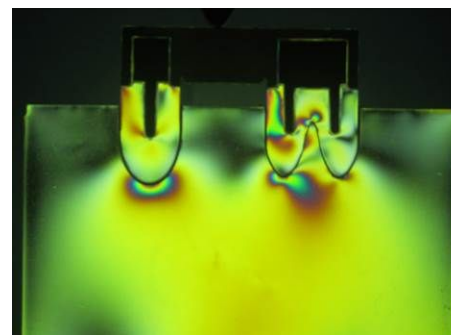
Color	Fringe Order
Black	0
Gray	0.28
White	0.45
Purple	1.0
Deep Blue	1.08
Orange	1.63
Purple	2.00
Green	2.35
Green-Yellow	2.65
Red/Green	3.00
Pink	3.65
Pink/Green	4.00
Green	4.15

M model

荷重 0 N



荷重 400N

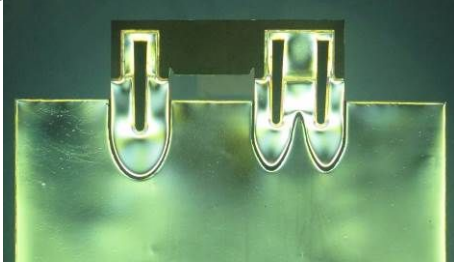


各部位の F.O は ,
第二小白歯根尖部 : 3.0
第二小白歯近心歯頸部 : 0
第二小白歯遠心歯頸部 : 1.00

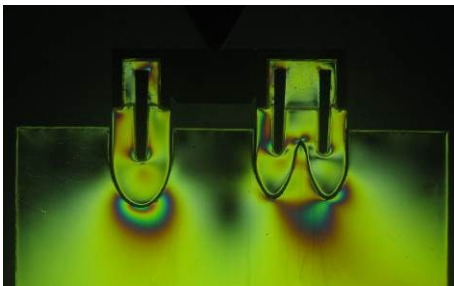
第二大白歯近心根根尖部 : 3.0
第二大白歯遠心根根尖部 : 1.08
第二大白歯近心歯頸部 : 2.35
第二大白歯遠心歯頸部 : 0
であった .

F model

荷重 0 N



荷重 400N



第二小白歯根尖部：3.1
 第二小白歯近心歯頸部：1.0
 第二小白歯遠心歯頸部：1.39

第二大臼歯近心根根尖部：1.08
 第二大臼歯遠心根根尖部：1.63
 第二大臼歯近心歯頸部：1.63
 第二大臼歯遠心歯頸部：0.8

以上より、ジルコニアのような弾性係数が大きなブリッジ材料を適用する場合、支台歯に弾性係数の近いファイバーポスト併用コンポジットレジン支台築造を適用すると、メタルコアと比較してポンティックより遠位端の歯頸部に応力が発生することが示唆された。また、メタルコアでは第二大臼歯近心根で根尖部の応力集中が認められたのに対し、ファイバーポスト併用レジンコアでは遠心根でより大きな応力集中が認められた。これは、メタルコアではコア+ブリッジの剛体として応力を受けるのに対し、レジンコアではブリッジのみが剛体であることから、歯根部が支台築造と一体化して全体で荷重によるひずみの影響を受けていることが示唆される結果であった。

本実験では、歯槽骨にあたる部位のエポキシレジン板の調達に苦慮したために現況で存在している枚数のみでの実験となったことから、メタルコア、ファイバーポスト併用コンポジットレジンの片方のみを用いた評価としたが、エポキシ樹脂の弾性係数の調整が可能となったことから、引き続き歯槽骨モデルの樹脂板を追加したのち、ブリッジ材料、支台築造法の組み合わせを変えて実験を進めてい

く予定である。

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

進 千春 (SHIN, Chiharu)
 東京医科歯科大学・医歯(薬)学総合
 研究科・助教
 研究者番号：30447495

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：