

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 5月 10日現在

機関番号：12602

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2010～2012

課題番号：22791866

研究課題名（和文） 残存歯質を考慮した欠損補綴の検討

研究課題名（英文） Prosthodontic treatments for replacement of missing teeth considering conditions of abutment teeth

研究代表者

福井 雄二（FUKUI YUJI）

東京医科歯科大学・国際交流センター・特任講師

研究者番号：80549931

研究成果の概要（和文）：神経の治療を行った歯に立てる土台の材料を試作し、その強度や歯根への影響等について評価した。また歯が無くなった箇所を補うブリッジ治療について、ブリッジおよび歯根の表面歪みを計測することで、ブリッジのフレーム設計や土台の形態、使用する材料の違いがブリッジに力が加わった際の変形や応力集中に及ぼす影響を明らかにした。これらの結果より、むし歯等で大きく欠けた歯に対する望ましい治療法の考察を行った。

研究成果の概要（英文）：Fracture resistances and failure modes of abutment teeth, which were built up using an experimental post or commercially available glass-fiber post were evaluated. Furthermore, by means of investigations on surface strain of fixed partial dentures and abutment roots, it was revealed that deformations and stress distributions were influenced by differences of abutment teeth designs, framework forms, framework materials, and build-up materials. Ideal treatment methods for structurally compromised teeth due to dental caries or some other reasons were discussed based on these results.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	2,000,000	600,000	2,600,000
2011年度	900,000	270,000	1,170,000
2012年度	200,000	60,000	260,000
年度			
年度			
総計	3,100,000	930,000	4,030,000

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：冠橋義歯補綴、支台築造、歯根破折、漏斗状根管、グラスファイバーポスト、メタルコア

1. 研究開始当初の背景

(1) 根管処置歯を歯冠修復する際に支台築造を行うことが多いが、築造法によっては歯根象牙質に機能時の応力が集中して歯根破折のリスクとなり、あるいは歯頸部への応力集中が生じると接着の破綻や築造体の破折等が懸念されるため、材料の有する弾性係数等の機械的性質を考慮した選択が重要である。

支台築造法の代表的なものとしては、鑄造金属支台築造や既製ポストを併用したコンポジットレジン支台築造が挙げられる。歯質が多く残存する等、条件のよい歯に対しては、強度の高い金属等の築造材料を用いた方が高い破壊強度を示すことが報告されている。また帯冠効果（フェルール効果）が得られる条件ではコンポジットレジン支台築造が選

扱われることも多く、既製ポストを併用することで良好な強度が得られることが報告されている。支台築造材料の弾性係数は、歯根象牙質が 15 GPa 程であるのに対し、金銀パラジウム合金が約 85 GPa、支台築造用コンポジットレジン約 12 GPa、グラスファイバーポスト約 10-20 GPa、ステンレススチールポスト約 200 GPa となっており、応力集中による歯根破折を回避する目的でグラスファイバーポスト併用コンポジットレジン支台築造が選択される機会が増えている。

(2) 根管処置歯の補綴治療に際してう蝕等による残存歯質の崩壊の度合いが予後に与える影響は大きい、特に歯冠部の歯質が全く失われた症例ではフェール効果を得られないため、補綴装置の脱離や歯根破折等のリスクが高まる。高度に歯質が崩壊した、いわゆる「漏斗状根管」と呼ばれる状態の歯は、従来強度不足を理由に抜歯の適応となっていたが、近年の歯科材料等の進歩により抜歯を回避できる機会が増えてきた。しかし依然としてこのような歯は歯根破折に至る可能性が高いことを考慮し、そのリスクを軽減する目的で弾性係数が歯根象牙質に近いコンポジットレジンを用いて根管壁象牙質を補強した上で通法の支台築造を行う方法を報告してきた。この方法では、コンポジットレジンと歯質とを接着させて歯根象牙質のみに応力が集中することを避け、歯質が十分に残っている条件に近づけることができると考えられている。しかしこれらの報告は単冠修復に限ったものであるため、今後は歯列単位での研究、特に単冠修復よりも不利な力学的条件となる欠損補綴症例において、どういった治療法が良好な予後につながるかを考察していく必要がある。

2. 研究の目的

歯質が崩壊し、構造的に脆弱になった歯ではグラスファイバーポストを適用した場合でも歯根破折を生じることがある。そのため症例によっては、従来のグラスファイバーポストよりも歯根破折を起こしにくい、すなわち機能時に歯根象牙質に大きな応力集中を生じないような材料の使用を考慮する必要がある。また、特に前歯部ブリッジ症例や臼歯部延長ブリッジ症例、ロングスパンブリッジ症例では支台歯に加わる側方力や回転力が大きいことが指摘されている。これらを踏まえ、本研究ではまず弾性係数が市販のグラスファイバーポストよりも低い支台築造用ポストを試作し、築造後の破壊強度の計測および破折様相を観察することで、試作ポストが歯根破折の防止に有効であるかを検討することとした。また曲線的な歯列である前歯部の欠損に対し接着ブリッジ補綴を行うモデ

ル上で、ブリッジフレームの材質や厚さ、支台歯の形態が補綴装置の表面歪みに及ぼす影響を評価し、補綴治療の予後について考察することとした。同様に歯質が十分に残存していない歯を支台とした臼歯部欠損補綴モデルにおける、支台歯歯根や補綴装置の表面歪みを計測し、歯根破折を始めとしたトラブルを回避し得る方法を考察することとした。

3. 研究の方法

(1) 生活歯の強度は根管処置歯よりも高く、重篤な歯根破折を生じることが稀である。そのため生活歯に近い構造の支台築造モデルを設計し、負荷荷重試験による検討を行うこととした。

弾性係数が市販のグラスファイバーポストよりも低くなるような樹脂の混合比 (UDMA:TEGDMA:BPO=89.1:9.9:1.0) に調整された直径 1.0 mm の築造用ポストを試作した。ヒト歯髄の弾性係数は非常に低く、約 2 MPa であるとされている。試作ポストの弾性係数を三点曲げ試験によって計測するとともに、試作支台築造モデルと従来のグラスファイバーポスト支台築造モデルについて負荷荷重試験を行い、それぞれの破壊強度ならびに破折様相を比較した (図 1、2)。

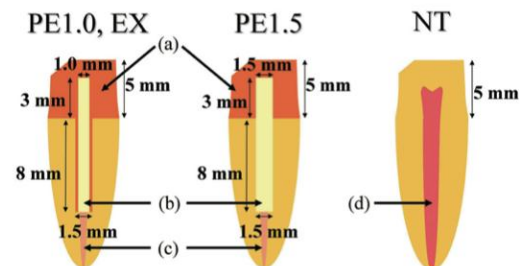


図 1 実験モデルの断面図

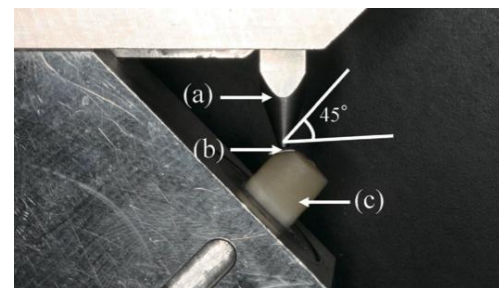


図 2 負荷荷重試験

(2)

① 補綴装置および歯根に加わる力の方向や相対的な大きさを測るため、荷重時の表面歪みの計測を行った。歯頸部における過度の応力集中や歯根と補綴装置の歪み方向の相違は、歯根および築造体の破折、辺縁漏洩、接着の破綻による補綴装置の脱離等のリスクとなり得る。

これら複数の要素を段階的に検証するため、

第一に接着ブリッジによる補綴を想定した前歯部欠損モデルを作製し、3軸の歪みゲージからなるロゼットゲージを用いて負荷荷重時の補綴装置の表面歪みの大きさおよび方向を計測した(図3)。

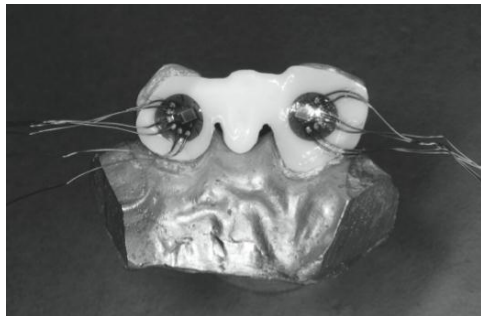


図3 ジルコニアフレームと歪みゲージ

②次に支台築造材料の弾性係数に着目し、異なる支台築造法を用いた臼歯部ブリッジのモデルを作製した。歯根部分をコンポジットレジンで再現することで形状の違いを排除し、歯根及び補綴物の表面歪みの計測を行い、得られた結果より歯根破折や接着の破綻につながる変形や応力集中の考察を行った(図4)。

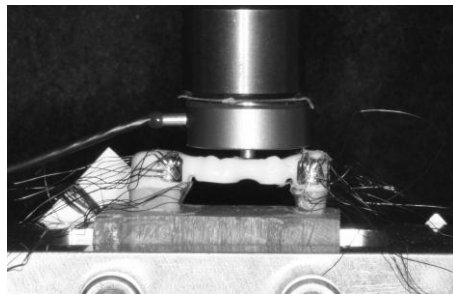


図4 荷重下における表面歪み計測風景

4. 研究成果

(1)

①市販のグラスファイバーポスト(PE1.0)よりも小さな弾性係数を持つ築造用ポスト(EX)を試作し、3点曲げ試験によって実際の曲げ弾性係数を比較した(表1)。

Groups	Mean(S.D.) (GPa)
PE1.0	27.57(0.59)*
EX	4.25(0.17)

* $p < 0.05$

表1 曲げ弾性係数の比較

②ヒト抜去歯根を用いた負荷荷重試験では、破壊強度、破折様相ともに上記試作ポストを用いて支台築造を行った群と、従来のグラスファイバーポストを用いた実験群との間に有意差が認められなかった(表2、図5)。

しかし、有意差は認められなかったものの試作ポスト群では再修復可能な破折様相を示す割合が他の群に比べて高い傾向にあったため、引き続き繰り返し荷重試験等の疲労試験による検討を行うことでその有用性が示される可能性もあると考えている。

Groups	Fracture strength (N) (Mean±S.D.)
PE1.0	866.44(189.29) ^a
PE1.5	825.19(158.02) ^a
EX	1,075.63(383.79) ^a
NT	1,670.81(354.93) ^b

表2 負荷荷重試験結果(破壊強度)

Groups	Failure mode n(%)	
	Type A	Type B
PE1.0	5 (62.5%)	3 (37.5%)
PE1.5	6 (75%)	2 (25%)
EX	7 (87.5%)	1 (12.5%)
NT	2 (25%)	6 (75%)

表3 負荷荷重試験結果(破折様相)

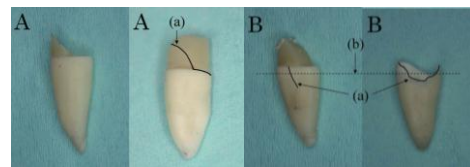


図5 破折様相の典型的所見
(Aは再修復可能、Bは抜歯適応)

(2)上顎側切歯欠損に対する接着ブリッジ補綴のコバルトクロム合金モデルを作製し、ブリッジのフレームワークの材質および形状が表面歪みに及ぼす影響を検討した。ポンティック部分に200Nの荷重を加えた際のリテーナー部分の表面歪みをロゼットゲージで計測したところ、支台歯形態が同じ条件での比較(図6)では、中切歯のリテーナー部分の表面歪みについて金属フレーム群とジルコニアフレーム群との間に差が認められ、0.5mmの厚さのジルコニアフレームでも変形しにくいことが示された。次に0.5mmの厚さのジルコニアフレームについて隣接面グループの有無で比較したところ、グループの存在する群では有為に低い表面歪みの値を示した(図7)。

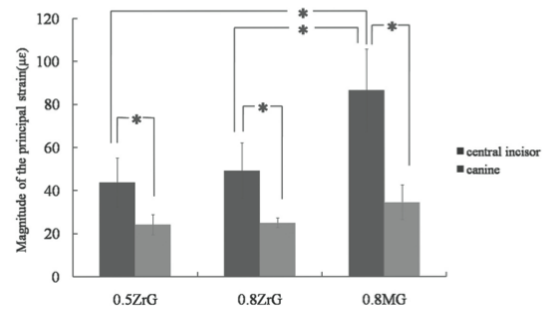


図6 フレームの材料・厚さによる比較

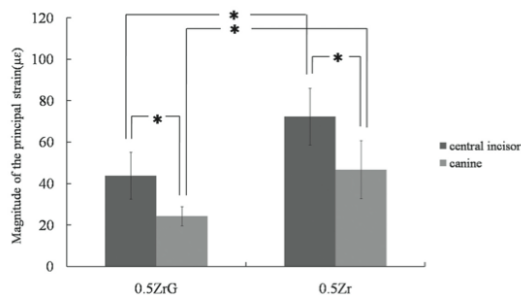


図7 支台歯形成のデザインによる比較

従来の支台歯形成では補綴装置の機械的維持力とクリアランス量の確保が同程度の重要性を持っていたが、近年では接着技術の進歩や CAD/CAM 技術の普及を背景に補綴装置の強度が得られる最低限のクリアランス量確保を目的とした、シンプルな形成が主流となっている。従来の部分被覆冠形成に見られたグループやホール、ピンレッジ等の抵抗形態や補助的維持形態は形成の難易度や歯質削除量の観点から避けられる傾向にある。歯質の保護とはトレードオフの関係になってしまうが、隣接面にグループを付与することでフレームの歪みが軽減するという本研究の結果は、変形を抑えることで接着界面への応力集中を避け、長期に補綴装置を機能させ得ることを示唆している。また、抵抗形態の付与は補綴装置を剥離させるような方向の回転力に対し物理的な抵抗を可能にする。これらのことから、支台歯形成のあり方を再考してさらなる検討を行う必要があると思われる。

(3) グラスファイバーポスト併用コンポジットレジン築造および鋳造金属築造を行った支台歯にジルコニアブリッジフレームワークを装着したモデルでは、計測部位および築造材料の違いが表面歪みの値に影響を及ぼしていた。なお、この結果について今後論文投稿を予定している。

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2件)

①Nemoto R, Nozaki K, Fukui Y, Yamashita K, Miura H, Effect of framework design on the surface strain of zirconia fixed partial dentures: Dental Materials Journal, 査読有り, Vol. 32, No. 2, 2013, pp. 289-95

DOI: 10.4012/dmj.2012-237

②Kumagae N, Komada W, Fukui Y, Okada D, Takahashi H, Yoshida K, Miura H, Influence of the flexural modulus of prefabricated and experimental posts on the fracture

strength and failure mode of composite resin cores, Dental Materials Journal, 査読有り, Vol. 31, No. 1, 2012, pp. 113-9
DOI: 10.4012/dmj.2011-137

[学会発表] (計5件)

①Inagaki T, Komada W, Nemoto R, Fukui Y, Miura H, Surface strain of abutment roots restored with 4-unit zirconia bridge, The 60th Annual Meeting of Japanese Association for Dental Research, Niigata, Japan, December 14-15, 2012.

②Fukui Y, New core buildup method using composite resin, The 1st Tri-University Consortium on Oral Science and Education, Bangkok, Thailand, August 4-5, 2011.

③岡田大蔵、三浦宏之、小椋麗子、進千春、遊佐耕一郎、駒田亘、福井雄二、牧野祥、大森哲、根本怜奈、植田洋二、稲垣祐久、藤田理雅、咀嚼時における歯根内応力分布状態に関する研究、社団法人日本補綴歯科学会東京支部総会・第14回学術大会、東京、2010年10月16日。

④駒田亘、熊谷直輔、稲垣祐久、福井雄二、植田洋二、大竹志保、岡田大蔵、吉田恵一、三浦宏之、水中浸漬がグラスファイバーポスト併用レジン支台築造の強度に及ぼす影響、社団法人日本補綴歯科学会東京支部第14回学術大会、2010年10月16日、東京

⑤W. KOMADA, Kumagae N, Fukui Y, Otake S, Okada D, Yoshida K, Miura H, Influence of water immersion on mechanical properties of fiber posts, 88th General Session and Exhibition of the IADR, Barcelona, Spain, July 17, 2010.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

福井 雄二 (FUKUI YUJI)

東京医科歯科大学・国際交流センター・特任講師

研究者番号: 80549931

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし