

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 8 日現在

機関番号：33602

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2015

課題番号：25861872

研究課題名(和文)有限要素法を用いたポスト付きキーパーの応力分布に関する研究

研究課題名(英文) Study on the stress distribution of the post with keeper using the finite element method

研究代表者

松山 雄喜 (Matsuyama, Yuki)

松本歯科大学・歯学部・助教

研究者番号：30532783

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：我々はポスト付きキーパーを歯根に接着した時の応力について三次元有限要素法にて検討してきた。その結果、支台歯の傾斜に関わらず、セメントスペースがある場合、ポスト付きキーパー本体および歯根象牙質が破折に至る応力は発生しないことが判明した。また、部分的にポストが象牙質に接触した状態で、キーパー部側面の接着材や象牙質の破壊が存在すると、僅かな片側荷重で疲労破壊が起こることが判明した。

我々はポスト付きキーパーのネック部の形態に着目し、ネック部の形態を変更することによって発生する応力にどのような変化が生じるかを検討した。

研究成果の概要(英文)：We have studied in the three-dimensional finite element method for the stress at the time of bonding the post with keeper in the tooth root. As a result, regardless of the inclination of the abutment, if there is a cement space, post-conditioned keeper body and root dentin stress leading to fracture was found not to occur. Also, partial post in contact with the dentine, the destruction of the adhesive and dentin of the keeper portion side is present, the fatigue fracture with little side load that occurs found.

It focused on the form of the neck portion of the post with keeper was examined whether any change in stress generated by changing the form of the neck portion occurs.

研究分野：歯科補綴学

キーワード：部分床義歯 磁性アタッチメント 有限要素法

1. 研究開始当初の背景

わが国で磁性アタッチメントが臨床応用されて15年余りが経過し、磁性アタッチメントは歯科臨床において義歯の支台装置の1つとして認知されている。支台装置としての磁性アタッチメントは精密鑄造によってキーパーとポストが鑄接され製作される。磁性アタッチメントの長所としては 義歯の着脱が容易である。歯根膜の機能を保存できる。側方力が発生しにくい。特殊な技術、専用の器具が不要である。歯冠歯根比を改善できるなど義歯製作や歯の保存といった面で多くの利点をもっている。その反面、清掃性に劣りプラークの付着により齲蝕や歯周炎が起こりやすいなどの短所があげられる。現在では、接着材の諸性質の向上により、キーパーを既成のポストに溶接したポスト付きキーパーを直接歯根内に接着する手法が考えられるようになった。ポスト付きキーパーはアタッチメントの製作に時間を費やさず、アタッチメント製作のための印象採得を必要としない、即日的な治療が行えるなど多くの利点を有している。傾斜した支台歯に対しては、咬合平面に対して平行にキーパーを設定した方が、義歯の安定が得られ、ポスト付きキーパーの形態は理にかなったものであると思われる。

この様に、近年のポスト付きキーパーの即日性、患者の満足度の高さには目を見張るものがある。従来、我々が行ってきた補綴処置は前処置、義歯修理等を含めて数回から十数回の通院が必要であった。しかしながら、この要求に対して種々の要因から通院できない患者が見受けられるようになってきた。特に高齢者は一人での通院が困難である場合が多い。加えて地方都市などでは交通手段が限られ、核家族化が進む中、高齢者に付き添う家族も減少し、ますます通院が困難となっている。これらの観点からも、補綴物の維持安定を少ない通院回数で簡単に確保でき、在

宅診療でもポスト付きキーパーを利用する方法は有益であると思われる。

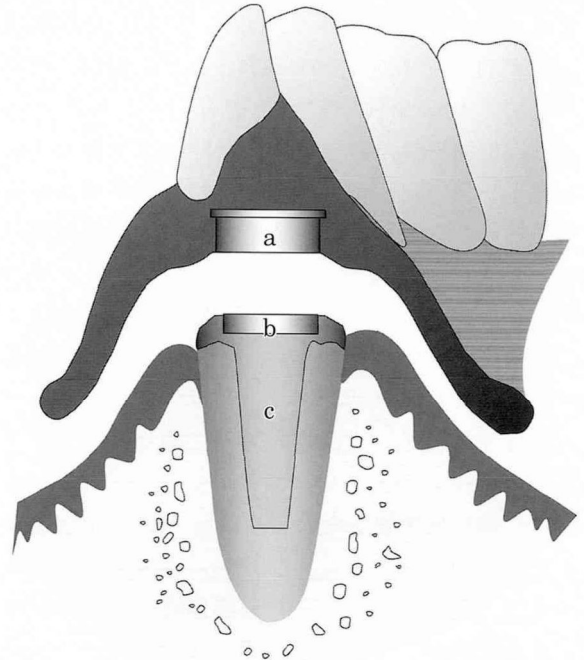


図1：磁性アタッチメント義歯の概念図
a：磁性構造体
b：ポストと鑄接されたキーパー
c：鑄造ポスト

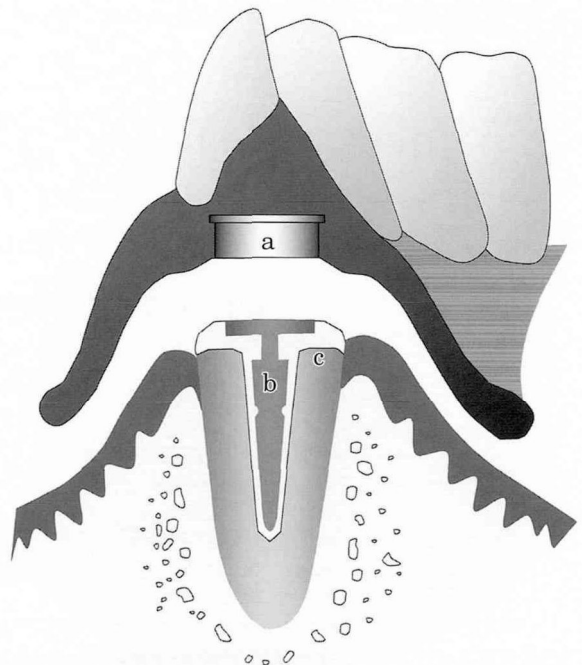


図2：ルートキーパー®を用いた義歯の概念図
a：磁性構造体
b：ポスト付きキーパー
c：接着性着材

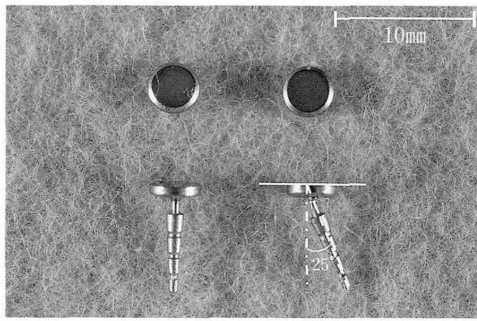


図3：ルートキーパー®の外観：ネック部で屈曲可能・ネック部太さ0.5mm

表1：ルートキーパー®の寸法・組成

構成要素	寸法	組成
磁石構造体	直径3.7mm 高さ1.1mm	AUM-20
キーパー部	直径3.6mm 高さ0.7mm	AUM-20
ポスト部	直径1.2mm 長さ7mm	SUS-316L

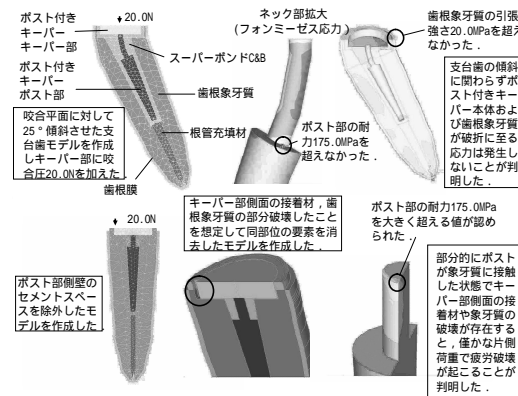
一部の臨床家のなかには維持力中心の本支台装置に関しては否定的な意見をしてきた方々も存在する。しかしながら、通院が思うようにできない患者に対して我々が考えるクラスプ、テレスコープ、インプラントといった理想的な補綴を行うことが難しくなってきたのも事実である。このようにポスト付きキーパーは支台装置の選択肢の一つとして重要な位置を占めるようになった。しかしながら、即時的な対応ができるポスト付きキーパーも臨床では破折が認められる。これはキーパーとポスト部の接合部での破折が多く、安全性から考えても破折のメカニズムを解明し、対策を講ずる必要があると考えた。

2. 研究の目的

ポスト付きキーパーとは、磁性アタッチメントの一種で、キーパーを既成のポストに溶接したアタッチメントであり、接着材によって直接歯根内に接着するものである。従来の磁性アタッチメントと異なり鑄造操作を必要としないため即時的な治療が可能であるという利点を有している。また、ポスト付きキーパーはネック部が細く必要に応じて屈曲することが可能であり、傾斜歯した支台歯にも応用することが可能である。しかし、臨床ではポスト付きキーパーが口腔内で破折

する事例が認められている。本研究の目的はポスト付きキーパーの破折の原因と予防方法について明らかにし、ポスト付きキーパーの長期にわたる使用を可能とすることである。

これまでに我々はこの問題を解決するためにポスト付きキーパーを歯根に接着した時の応力について三次元有限要素法にて検討してきた。その結果、支台歯の傾斜に関わらず、セメントスペースがある場合、ポスト付きキーパー本体および歯根象牙質が破折に至る応力は発生しないことが判明した。また、部分的にポストが象牙質に接触した状態で、キーパー部側面の接着材や象牙質の破壊が存在すると、僅かな片側荷重で疲労破壊が起こることが判明した。



我々はポスト付きキーパーのネック部の形態に着目し、ネック部の形態を変更することによって発生する応力にどのような変化が生じるかを検討することによって疲労破壊を防止することができるのではないかと考えた。

3. 研究の方法

実験モデルには残存率が高く(1997年スタンダード部分床義歯補綴学 p.1-2)、支台歯としての頻度も高い(2000年磁性アタッチメントの臨床応用 国際シンポジウム抄録版 p.66-73.) 下顎犬歯を想定した。歯根長は日本人の下顎犬歯歯根の長さの平均

値(1962年 日本人永久歯解剖学 1版 p.58-64)を参考に(男性:14.31mm,女性:13.69mm)14mmとした。磁性アタッチメントはマグネディスク[®],ポスト付きキーパーはルートキーパー(Mタイプ:愛知製鋼)を使用した。なお,ルートキーパーは歯根にスーパーボンドC&B[®](サンメディカル)にて接着することを想定した。構成要素の物性値はルートキーパー[®]キーパー部 ヤング率200GPa,ポアソン比0.30,ポスト部 ヤング率197GPa,ポアソン比0.30,スーパーボンドC&B[®] ヤング率3.20GPa,ポアソン比0.36,象牙質 ヤング率12.0GPa,ポアソン比0.30,根管充填材 0.0007GPa,ポアソン比0.45,歯根膜 0.0098GPa,ポアソン比0.45とした。有限要素法による解析は,パーソナルコンピュータを用い,ソフトウェアには三次元CADソフトSolid Works[®]2014(Solid Works Japan),有限要素解析ソフトANSYS[®]Academic Teaching Mechanical and CFD(Ver.17:サイバネットシステム)を使用し,3次元モデルを作成した。有限要素法による解析は,パーソナルコンピュータを用い,頬舌側に2分割した3次元モデルを作製し解析を行った。解析は,線形静解析で行った。要素分割には10節点4面体要素を用いた。拘束条件としては,モデルの歯根膜外周の全節点について全方向の変位を拘束した。荷重条件については,オーバーデンチャーの支台歯に作用する垂直力は20.0N以下に収束するという報告から咬合面に20.0Nを負荷することを前提に,今回の実験ではモデルを2分割したので10.0Nを負荷し解析した。

部分的にポストが象牙質に接触した状態で,キーパー部側面の接着材や象牙質の破壊が存在するモデルを用い,キーパーとネック部の接合部にフィレットを設け,フィレットの半径を変更することによって応力分布がどのように変化するかを検討した。

4. 研究成果

現在様々な実験モデルを製作し,適正なモデルの形態,解析条件の設定等を検討している。研究期間とWindows XPのサポート終了,本学のコンピューターシステムの移行,ソフトの互換性など様々な諸事情が重なり,研究の進捗が困難を極めたが,現在はそのような問題は解消し,今後の研究のスムーズな進捗のための準備は整ったと思われる。

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
松山 雄喜(Matsuyama,Yuki)
松本歯科大学・歯学部・助教

研究者番号:30532783

(2)研究分担者
()

研究者番号：

(3)連携研究者
()

研究者番号：

