

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 24 日現在

機関番号：32665

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26462940

研究課題名(和文) 粘膜歯根膜支持オーバーデンチャーの咬合様式

研究課題名(英文) Occlusal contact pattern of tooth-tissue-support overdenture

研究代表者

石上 友彦 (ISHIGAMI, Tomohiko)

日本大学・歯学部・教授

研究者番号：70191872

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：義歯の台となる歯が義歯によるかみ合わせにどのような影響があるかについて、模型実験とコンピュータシミュレーションによって検討した。その結果、両側に支えがある場合と、支えが片方の場合において、特に義歯が破折を起こすかどうかについて差があることが分かった。具体的には、両側に支えがある場合は、破折する場合は殆どであったが、片側のみに支えがある場合は、破折しない場合もあることが分かった。すなわち、義歯のかみ合わせを調整する場合には、義歯の支えとなる歯がどこにあるかを考慮して、調整を行う必要があることが分かった。

研究成果の概要(英文)：We investigated the influence of the teeth as the base of the denture on the engagement by the denture by model experiment and computer simulation. As a result, it turns out that there is a difference in the case where the support is on both sides and the case where the support is one, especially whether or not the denture will rupture. Specifically, in the case where there was a support on both sides, most cases were broken, but it was found that there was a case where a fracture did not occur when there was a support only on one side. That is, when adjusting the engagement of the denture, it was found that it is necessary to make an adjustment in consideration of where the teeth supporting the dentures are.

研究分野：歯科補綴学

キーワード：根面板 咬合 義歯床用レジン 部分床義歯 磁性アタッチメント

1. 研究開始当初の背景

平成 21 年度の基盤研究 (C) として「磁性アタッチメントのキーパー付根面板の最適化」という研究課題で補助金をいただき、前方咬合位に根面板の軸面傾斜度が支台歯に及ぼす影響や支台歯の配置と維持力についての検討、磁性アタッチメントの術後調査等について学会発表を行い、Retentive force and magnetic flux leakage of magnetic attachment in various keeper and magnetic assembly combination と Effect of Placement of Magnetic Attachment on Retentive Force of Overdenture 等数編を国内外で論文発表した。これらにより根面板形態の影響がいくつか解明されたが、臨床では種々の咬合負担様式の違いにより義歯安定要素も変化する。その最も大きな要素が負担支持域と咬合様式のバランスと考えられる。部分床義歯の動態と支台歯との関係、全部床義歯の動態と咬合様式の関係など多くのデータが蓄積されているが、根面板を有するオーバーデンチャーの動態に関するデータは、少ない。我々は、オーバーデンチャーの支台歯の挙動や模型実験による基礎データを有しており、これらのデータと今回のデータを分析し、種々の条件下における根面板の形態ととれに適した咬合様式を確立させる。

引用文献

M.Hasegawa, Y. Umekawa, T. Ishigami, et al: Retentive force and magnetic flux leakage of magnetic attachment in various keeper and magnetic assembly combinations, J. Prosth. Dentistry, 105, 266-271, 2011.
Y. Umekawa, Y. Ogawa, T. Ishigami, et al: Effect of Placement of Magnetic Attachment on Retentive Force of Overdenture JJ Mag Dent, 20(2), 63-65, 2011.

2. 研究の目的

磁性アタッチメントの普及によりオーバーデンチャーによる補綴処置も増加してきた。しかし、オーバーデンチャーの支台装置として、キーパー付根面板の形態、高径等を決める要素が不明瞭である。根面板の形態は、残存する支台歯の状態で異なり、オーバーデンチャーの支持能力は義歯に付与する咬合様式の影響も大きい。つまり、根面板の形態と咬合様式の関係が義歯の安定要素の一因になると推察される。本研究は、歯根膜・粘膜支持義歯のバランスを根面板形態と咬合様式との関連で分析し、オーバーデンチャー設計基準の一助とすることを目的とする。

また、根研究は、戦略的なオーバーデンチャーの新たな位置づけを明確にできる事が推察される。このことは、国内外を問わず、

欠損修復学の一分野を確立するものと考えられる。更に、近年、インプラントの普及により、一口腔内に歯根膜支持、粘膜支持、骨支持の混在するアンバランスな支持形態にも、今回の研究結果は、種々の条件下における咬合様式を示唆するものと期待できる。

3. 研究の方法

(1) 模型実験

三点曲げ試験 (JIS 規格 T6501) を参考に、孤立歯を想定した変則三点曲げ試験および、下顎左右犬歯に根面板のある片側遊離端義歯を想定した変則四点曲げ試験の 2 種類の曲げ試験を行った (図 1)。

変則三点曲げ試験において半球型根面板を想定したモデル A および台形型の根面板がエンボスされた試験体をモデル B、変則四点曲げ試験において半球型根面板を想定したモデル C および台形型の根面板をモデル化したモデル D、それぞれに対し、根面板上のレジン板の厚みを 0.5mm (以降, 0.5mm), 1.0mm (以降, 1.0mm), 1.5mm (以降, 1.5mm) とした。曲げ試験 4 種類、厚みがそれぞれ 3 種類の計 12 モデルを作製した。

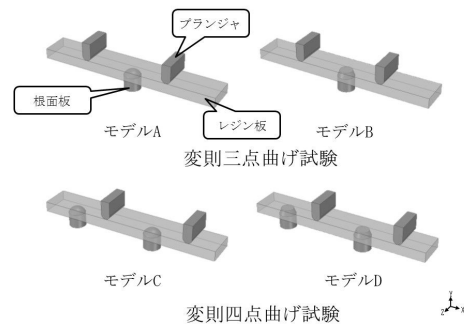


図 1 3点曲げ・4点曲げ試験 模式図

測定器は、小型卓上試験機 (EZ-Test, 島津製作所, 東京, 日本) を用いた (図 3)。変則三点曲げ試験では、小型卓上試験機下部に根面板を装着し、レジン板に対しプランジャを支点間距離 30.0mm で装着、クロスヘッドスピード 5mm/min で試験を行った。変則四点曲げ試験では、万能試験機下部に、同種の根面板 2 個を装着し、クロスヘッド部にプランジャを支点間距離 30.0mm で装着し、クロスヘッドスピード 5mm/min とし、試験を行った。レジン板は各条件に 5 枚ずつ作製し、曲げ強さの測定を行った。

(2) シミュレーション解析

解析モデルは Space Claim Direct Modeler (Space Claim Corp., 以降 SCDM) および ANSYS Workbench Rel 15.0 (ANSYS inc., 以降 ANSYS) を用いて模型実験と同条件とした有限要素モデルを構築し、変則三点曲げ試験および変則四点曲げ試験の曲げ試験を行った。プランジャ、レジン板、根面板を SCDM で構築し、ANSYS で解析した (図 1)。

解析モデルはプランジャ、レジン板、根面板の 4 種から構成されている。

荷重条件は、レジン板の曲げ強さおよびレ

ジン板の厚さ 0.5mm とし、荷重量は JIS 規格 T6501 による曲げ強さの計算式を参考に算出し、設定した。計算式は次の通りである。

$$= 3FL / 2bh^2$$

ただし、 σ : 曲げ強さ (MPa), F : 最大荷重量 (N), L : 支点間の距離 (mm), b : 試験片の幅 (mm), h : 試験片の厚さ (mm) とする。以上の式より荷重量は、合計 110N とした。プランジャ上面にそれぞれ 55N, 合計 110N の荷重をかけた。

拘束条件は、根面板モデル底面を全自由度に対して完全拘束とした。

解析項目は、最大主応力分布および最大主応力の最大値を用いた。変位に関する分析として、レジン板上に左側から 2mm の間隔で設定した計 33 点の測定点の変位量を用いた。

4. 研究成果

(1) 模型実験

変則三点曲げ試験および変則四点曲げ試験結果を図 2 に示す。変則三点曲げ試験では、モデル A における平均値は、根面板上の厚み 0.5mm では 136.0N, 1.0mm では 242.7N, 1.50mm では 327.0N であった。また、モデル B においても、その平均値は根面板上の厚み 0.5mm で 144.0N, 1.0mm では 222.7N, 1.5mm では 303.4N であった。変則四点曲げ試験では、モデル C, D 両モデルとも根面板上の厚み 1.5mm においては万能試験機の荷重領域内で破折しなかったため、曲げ強さの値を求めることができなかった。モデル C において根面上の厚み 0.5mm で 285.3N, 1.0mm では 417.6N, またモデル D においては 0.5mm で 265.8N, 1.0mm では 411.2N であり、両モデルとも危険率 5% で統計学的に優位な差は認められた。

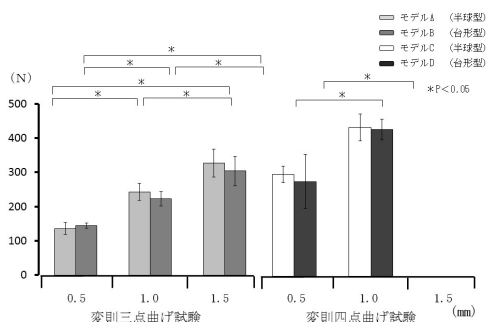
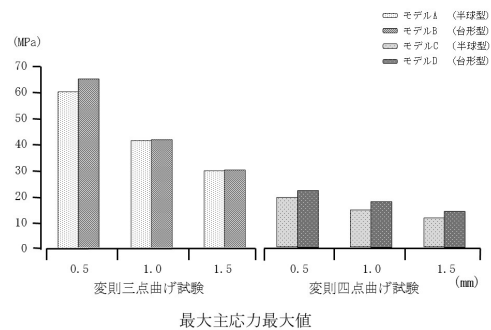


図 2 レジン板の曲げ強さ

(2) シミュレーション解析

根面板上部の厚みの異なるレジン板にそれぞれ荷重をかけ、最大主応力の最大値を測定した結果、レジン板の厚みが増すほど最大主応力最大値が減少する傾向が認められた。半球型、台形型間では、大きな差は認められなかった。モデル A, B 間には特に差は見られなかったが、モデル C, D ではモデル D がわずかに最大主応力の最大値が大きい傾向が認められた。



最大主応力最大値

図 3 最大主応力最大値

レジン板上に左側から 2mm の間隔で設定した計 33 点の測定点の変位量をレジン板上面に設定し、垂直方向への変位量を分析した (図 4)。モデル A, B とも根面板を起点に左右均等に変位し、厚みが厚いほど変位量は減少する傾向が認められた。変則四点曲げ試験の変位においても計測点は三点曲げ試験と同じく、レジン板上面に設定し、垂直方向への変位を分析した。各モデルにおいてレジン板の厚みの増すにつれ変位量は減少する傾向を認めた。

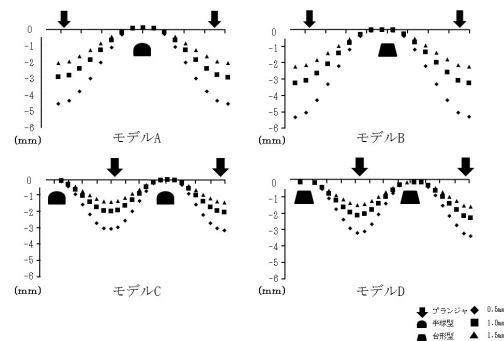


図 4 変位

本研究では、模型実験では根面板形態による差異を認めなかったが、シミュレーション解析では応力分布の違い見られた。すなわち、根面板形態は、マクロ的には差が認められなかったが、ミクロ的な差は認めた。

根面板上のレジン厚みに関しては、模型実験では根面板上の厚みが増すにつれ曲げ強さは大きくなり、シミュレーション実験では、最大主応力の減少を認めた。本研究では、中間欠損部と遊離端欠損部において、中間欠損部分では破折しやすいことが、また、遊離端欠損部では長谷しない場合があることも分かった。

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 3 件)

- (1) 櫻井景介, 永井栄一, 大谷賢二, 中林晋也, 館野 敦, 石上友彦. 根面板上のレジン床の厚みと強度の関係 耐衝撃性

義歯床用レジンを用いた検討 . 日本磁気歯科学会雑誌 . 査読有り . 第 25 巻 p56-61 . 2016 .

- (2) 大林美穂, 金沢孝憲, 大山哲生, 梅川義忠, 中林晋也, 石井 拓, 齋藤五月, 館野 敦, 月村直樹, 石上友彦. オーバーデンチャーにおける義歯床の力学的検討 . 日本磁気歯科学会雑誌 . 査読有り . 第 24 巻 p54-61 . 2015 .
- (3) M Hasegawa, K Miyata, Y Abe, T Ishii, T Ishigami, K Ohtani, E Nagai, T Ohyama, Y Umekawa, S Nakabayashi. 3-T MRI safety assessments of magnetic dental attachments and castable magnetic alloys. Dentomaxillofacial Radiology, 44 10.1259/dmfr.20150011, 査読有り, 2015.

〔学会発表〕(計 3 件)

- (1) 櫻井景介, 大谷賢二, 永井栄一, 梅川義忠, 館野 敦, 石上友彦, 根面板上のレジンの厚みと強度の関係 耐衝撃性義歯床用レジンを用いた検討 . 第 25 回日本磁気歯科学会, 2015 年 11 月 14 日, 東京医科歯科大学 (東京都・文京区).
- (2) 金沢孝憲, 梅川義忠, 石井 拓, 館野 敦, 永井栄一, 大谷賢二, 須田賢司, 石上友彦. 根面板上に必要なレジン床の厚み - 模型実験による検討 . 第 24 回日本磁気歯科学会, 2014 年 11 月 9 日, ホテルニューアカオ (静岡県・熱海市).
- (3) 大林美穂, 大山哲生, 中林晋也, 田所里美, 渋谷哲勇, 安田裕康, 大久保貴久, 石上友彦. 根面板上に必要なレジン床の厚み - 三次元有限要素法による検討 - . 第 24 回日本磁気歯科学会, 2014 年 11 月 9 日, ホテルニューアカオ (静岡県・熱海市).

〔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

石上 友彦 (ISHIGAMI, Tomohiko)
日本大学・歯学部・教授
研究者番号 : 70191872

(2) 研究分担者

大山 哲生 (OYAMA, Tetsuo)
日本大学・歯学部・専任講師
研究者番号 : 10318446
梅川 義忠 (UMEKAWA, Yoshitada)
日本大学・歯学部・助教
研究者番号 : 20451312

(3) 連携研究者

なし

(4) 研究協力者

なし