

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成25年7月12日現在

機関番号：12602
 研究種目：若手研究（B）
 研究期間：2011～2012
 課題番号：23792211
 研究課題名（和文）上顎無口蓋インプラントオーバーデンチャーの応力解析

研究課題名（英文）Stress analysis of implant-retained maxillary overdenture without palatal plate.

研究代表者

平島 祐生 (HIRAJIMA YUUKI)
 東京医科歯科大学・大学院医歯学総合研究科・非常勤講師
 研究者番号：40543492

研究成果の概要（和文）：

上顎無歯顎インプラントオーバーデンチャー（以下IOD）の義歯の応力集中部位を検討した。有限要素法による応力解析と、4本のインプラントをラウンドバーで連結し、擬似粘膜をのせた上顎無歯顎モデルを構築し、1軸ひずみゲージを使って第一大臼歯に垂直荷重して、応力解析を行った。その結果、機能時において義歯床のクリップの端付近に圧縮応力が集中することが明らかになった。

研究成果の概要（英文）：

The stress concentration part of an implant-retained maxillary overdenture (IOD) was examined. Finite element method and four implants were connected by round bars, the upper jaw edentulous jaw model which carried silicone artificial mucosa was built, using strain gages, the perpendicular load was carried out and stress analysis was performed to first molars. As result, It turned out that compression stress is most applied to denture base resin near the end of a clip in the present study.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	2,000,000	600,000	2,600,000

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：インプラントオーバーデンチャー、応力解析、上顎

1. 研究開始当初の背景

平成17年の厚生労働省による歯科疾患実態調査によると、80歳以上の過半数が全部床義歯を装着している。上顎義歯の維持と安定は、全部床義歯装着者の審美に対する自信と、機能の向上のために重要である。このため、口蓋部を覆い義歯床後縁を適切に延長し、さらにポストダムにより後縁の封鎖性を向上させ維持力を求める必要があった。しかし、口蓋を覆うことは、義歯装着の本来の目的である失われた機能と形態の回復という観点から、逆に機能の侵害を引き起こしている可能

性がある。上顎口蓋中央部は抜歯後の形態の変化が極めて少ないことが報告されており、失われた形態と機能の回復という義歯本来の目的にとっては、口蓋部を覆わない無口蓋義歯のほうが口腔本来の形態に近く、義歯装着者の口腔機能にとって好ましい結果をもたらすことが予想される。さらに、無口蓋義歯を用いることによって義歯床で被覆される粘膜の面積も減少するため、粘膜の感覚受容器によって認知される生理的な刺激は種々の口腔機能に効果的に作用する可能性も考えられる。

これまでは顎堤が著しく吸収した症例のみならず、一般に無歯顎者において口蓋の被覆なしに十分な維持力を得ることが難しいため無口蓋義歯は臨床で広く用いられることは無かった。ところが、近年インプラントを固定源として義歯を維持するインプラントオーバーデンチャー（以下IOD）の優位性が認められ、上顎無歯顎者に無口蓋義歯を用いることが可能となった。しかし、無口蓋義歯は口蓋を有する義歯と比較して、構造的に弱くなるため義歯にかかる応力に関して検討が必要であると考えられる。IODはアバットメント上が義歯回転の支点となることや、レジン床の厚みが薄くなるために、その部分からの破折が多いと報告されている。しかしその調査対象は、下顎無歯顎患者のIODがほとんどで、上顎無歯顎IODを対象とした調査文献はほとんどみられない。今後増加するであろう上顎無歯顎IODの応力集中部位を検討し、上顎無歯顎患者の無口蓋IODの予知性が高まり、患者のQOL向上の貢献を期待する。

2. 研究の目的

上顎無口蓋IODの応力集中部位と方向を、擬似粘膜をもつ無歯顎模型上でひずみゲージを用いて明らかにする。

3. 研究の方法

研究方法は、有限要素法（以下FEM）による単純形態での応力解析と、ひずみゲージを用いた模型実験を行った。

(1) FEMによる応力解析

FEMは、ラウンドバー、クリップおよびレジン床の三次元有限要素モデルを作成した（図1）。材料の種類は表1のように設定し、荷重条件はクリップ直上の中心、クリップの端、アバットメント付近のレジン床に垂直加重で100N（IODの適切な咬合力）を加えた（図2）。拘束点は、ラウンドバーとした。ラウンドバー、クリップおよびレジン床の三者は、ボンド結合させた。

(2) 模型実験による応力解析

模型実験においては、上顎無歯顎の模型を加熱重合レジン(Acron clear;GC)で作製し、表面を厚さ2-4mmの擬似粘膜に見立てたシリコーン(Examixfine regular;GC)で覆い、インプラントレプリカ(Rpl implant replica 29500;Nobel Biocare)を4本埋入し、トリプルラウンドバーアタッチメントとした

(Procera implantoverdenture Ti4Imp; Nobel Biocare)。インプラントレプリカは、上顎無歯顎に理想的とされる、前歯部、両側第一小白歯に左右対称に埋入した。上顎義歯は無口蓋にし流し込みレジン(ProcastDSP;GC)

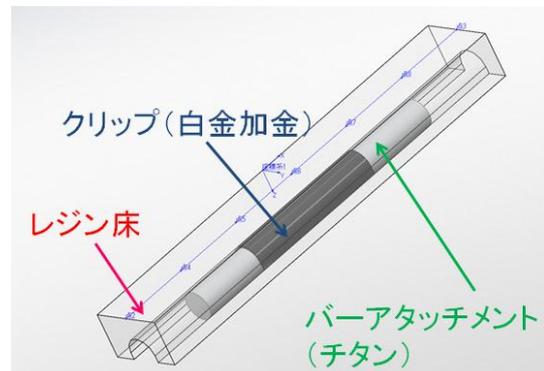
にて作製した。ただし人工歯排列は第二小白歯までとし、荷重部位となる第一大臼歯相当部には、荷重を均等にかけるため排列しなかった。ひずみ量はひずみゲージで、変形による電気抵抗の変化を測定することにより計算することとした。1軸ひずみゲージ

(KFG-02-120-C1-11L1M2R;Kyowa)を義歯研磨面に貼付し、万能試験機(Instron 5544; Instron)にて義歯の咬合面と垂直に100Nの力を荷重し義歯(レジン床)のひずみを測定した。ひずみゲージの貼付部位は、義歯研磨面唇側、口蓋側それぞれの正中(クリップ中心付近)とクリップ端付近の4か所とした(図3-4のa-d)。各試行は5回繰り返し行った。

表1. 構成要素

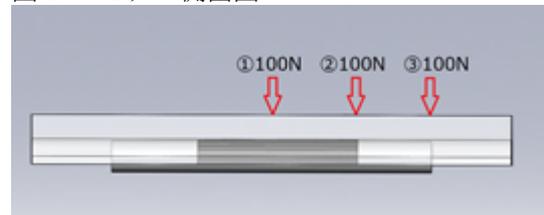
	チタン合金 (バー)	白金加金 (クリップ)	流し込み レジン
ポアソン比	0.30-0.33	0.34	0.35
弾性係数(GPa)	113	90-100	2.5
密度(g/cm ³)	4.5	15.2	1.2
引張強度(Mpa)	900	1040	44-47

図1. 単純形態モデル



拘束点は、ラウンドバーとした。

図2. モデル側面図



①クリップ直上の中心、②クリップの端、③アバットメント付近のそれぞれのレジン床上に100N（IODの適切な咬合力）垂直荷重した。

図3. ひずみゲージ貼付部位(唇側)

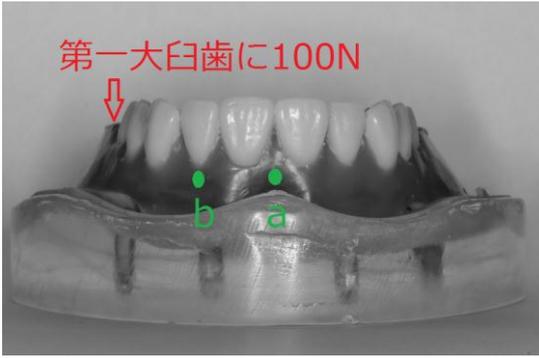
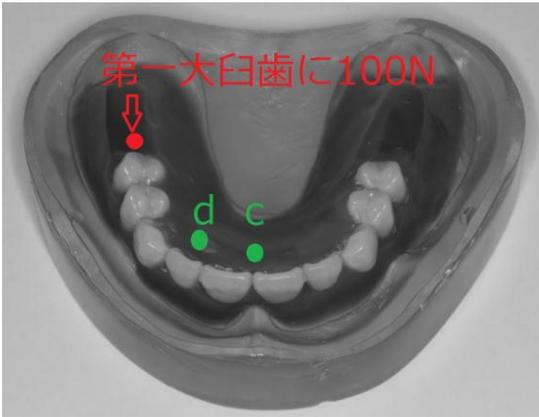


図4. ひずみゲージ貼付部位(口蓋側)

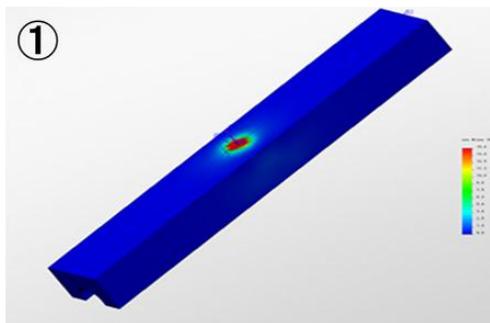


4. 研究成果

(1) FEMによる単純形態での応力解析

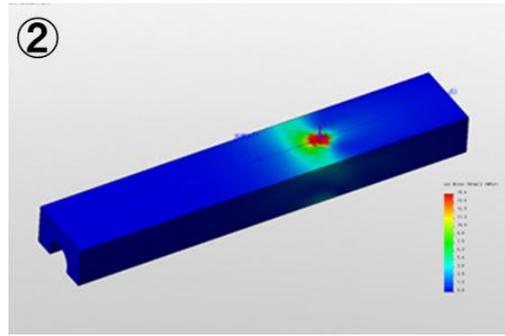
①クリップ直上の中心、②クリップの端、③アバットメント付近のそれぞれのレジン床上に100N垂直荷重した結果を以下に示した(図5-8)。

図5. クリップ直上の中心



荷重点以外に応力の大きな変化はみられなかった。

図6. クリップの端



応力のかかる部位の波及が見られた。

図7. アバットメント付近(レジン研磨面)

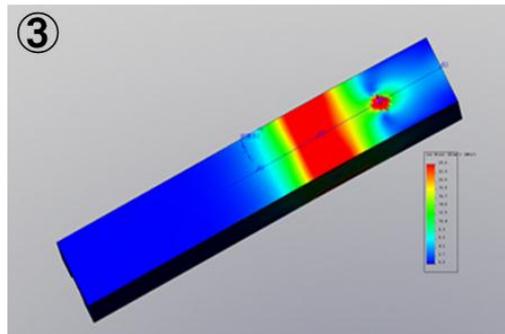


図8. アバットメント付近(レジン粘膜面)

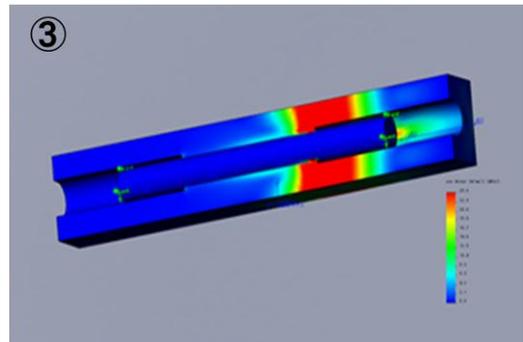


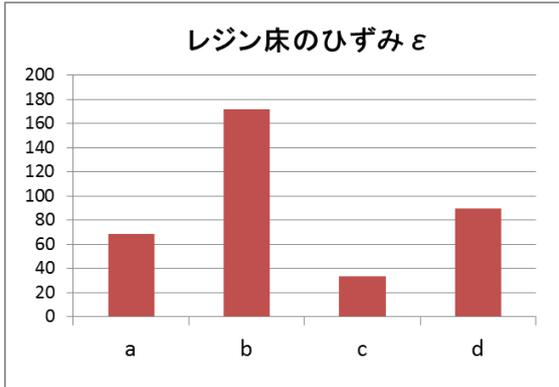
図7-8より、荷重側のクリップ末端に相当するレジンに最大応力がかかることが確認できた。

(2) ひずみゲージを用いた模型実験による応力解析

各計測点のレジン床のひずみは、第一大臼歯に100N垂直荷重する試行を5回行い、得られた数値の平均値とした(表2)。ひずみゲージは、変形による電気抵抗の変化を測定することにより計算する。また、ひずみゲージにより得られた値は+が伸展方向、-が圧縮方向に応力がか

かったことを示す。本実験では、得られた計測値はすべて-となった。よって、上顎無歯顎患者の無口蓋IODにおいて、唇側口蓋側ともに、クリップ端付近のレジンのほうが、クリップ中心付近のレジンに比べ圧縮応力が大きく、破折の原因となる可能性が高いことが明らかになった。また、同部位の唇側と口蓋側を比較すると、唇側の方がひずみ大きいことが明らかとなった。

表 2. 各計測点のひずみ量



得られた計測値はすべて-であった。この表は各計測点のひずみ量(絶対値)を示す。唇側、口蓋側ともに、クリップ端付近のレジンのほうが、クリップ中心付近のレジンに比べ圧縮応力が大きくなった。

(1)(2)より本研究において、上顎無口蓋IODは、機能時に作業側のクリップ端付近のレジンに最大圧縮応力がかかるため、義歯床破折の原因となることが示唆された。

5. 主な発表論文等

なし

[雑誌論文](計0件)

[学会発表](計0件)

[図書](計0件)

[産業財産権]なし

○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

平島 祐生(HIRAJIMA YUUKI)

東京医科歯科大学・大学院医歯学総合研究

科・非常勤講師

研究者番号:40543492