

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24年5月15日現在

機関番号：32665

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21592504

研究課題名（和文） プラットフォームスイッチングによるインプラント体への応力分散（生体工学的な解析）

研究課題名（英文） Stress distribution for implant body on platform switching
(Biomechanical analysis)

研究代表者

萩原 芳幸 (YOSHIYUKI HAGIWARA)

日本大学・歯学部・准教授

研究者番号：00228389

研究成果の概要（和文）：外部六角（EXT）と内部六角（INT）のアバットメント結合様式を持つ Butt Joint 型インプラントに対し，プラットフォームスイッチング（PLS）の有限要素解析を行った．EXT および INT 共にアバットメントとインプラント接合部に水平的なギャップを設定する PLS において，アバットメントのエッジ部分が平坦なプラットフォームの内側に位置することにより応力の分散傾向を変化させ，インプラントネック部での応力集中を大幅に軽減することは確認できた．

研究成果の概要（英文）：Finite element analysis (FEA) was carried out for the Butt Joint type implant with the external hexagon (EXT) and an internal hexagon (INT) configuration for abutment connection to confirm the platform switching (PLS) effect. PLS which sets a horizontal gap to abutment and an implant junction, when the edge portion of abutment is located inside a platform, the distributed tendency of stress is changed. The results of FEA (both EXT and INT configuration) demonstrated that PLS the stress concentration in an implant neck assembly is reduced.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2010年度	900,000	270,000	1,170,000
2011年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	2,600,000	780,000	3,380,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・歯科医用工学・再生歯学

キーワード：インプラント，応力分散，有限要素，プラットフォーム

1. 研究開始当初の背景

プラットフォームスイッチング (Platform Switching: PLS) とは，インプラント体トッ

プ (プラットフォーム) の直径に対して小さい径のアバットメントを使用することで，骨頂から水平的な距離を確保することでインプ

ラント体-アバットメント接合部周囲の骨吸収を予防するとして、近年注目を集めている。PLSの生体力学的な作用機序として、インプラントネック部周囲への応力集中が抑制・分散されるために皮質骨部分の骨吸収が抑制されるといわれている(図1)。

インプラント治療の予後において、機能付与後の中・長期的な骨吸収は非常に重要な問題である。一般的にBrånemarkインプラントに代表されるネジ型2回法では、機能開始後1年間でインプラントネック部に発生する骨吸収は、インプラントにおける生物学的幅径として1.5~2.0mm程度は容認されてきた。

一方、アストラやアンキロスに代表されるテーパージョイント型インプラントではインプラントネック部周囲の骨吸収が少ないことが知られている。この現象は『インプラント周囲の生物学的幅径』であると説明されてきたが、その理論背景や科学的証明は明確ではない。そんな中、数年前から提唱され始めたPLSはインプラント体トップの直径に対して小さい径のアバットメントを使用して、インプラント体ネック部周囲の骨吸収を予防するとして注目を集めている。PLSによる骨吸収抑制機序は、機械工学・生体力学および生物学的な視点から以下のように考えられている。

- (1) アバットメントがインプラント体トップ部の直径よりも1.0~2.0mm程度小さいために、インプラントネック部周囲への応力集中が抑制・分散され、皮質骨部分の骨吸収が抑制される。
- (2) PLSにより生じるインプラントプラットフォーム上の水平的なギャップにより、インプラント体-アバットメント接合部に生じる炎症性結合組織の浸潤がインプラント体の上端に限定され、炎症性結合組織の骨に対する垂直的な干渉が減少する。

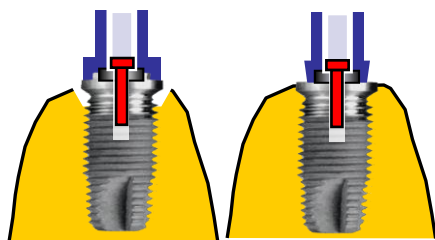


図1 PLSの概念と骨吸収状況の模式図

2. 研究の目的

アバットメントに加わる静的荷重に対し、インプラントネック部周囲に生じるひずみ応力の発生状況と周囲骨への伝播状況が、PLSによりどのような影響を受けるかを解析することである。加えて、アバットメント接合様

式の違いがPLS効果に与える影響を解析することで、最終的にPLSの生体力学的な作用機序を解明する。

3. 研究の方法

本研究はアバットメントに静的荷重を加えた際に、Platform Switching (PLS)の有無によるアバットメント・インプラントインターフェースとインプラント体における応力発生状況の違いについて解析を加える。対象としては、従来多用されてきた①エクスターナルジョイント型 (EXT), ②インターナルジョイント型インプラント (INT)に加え、以前からPLS効果が提唱されてきた③テーパージョイント型インプラント (Taper)の3種類について検討を行う。結合機構の異なるインプラントシステムに対し、PLSによりインプラント体と・アバットメントに発生する基本的な機械工学的特性を明らかにすることを目的とする。三次元有限要素解析法を用いてインプラントとアバットメントの材質、接合様式、内部補強機構、回転防止機構の影響とPLSの有無による応力発生・分散状態について解析する。

(1) 試験対象

アバットメントの内部補強機構や回転防止機構はインプラントの種類によって異なる。当然PLSを行った際には機械工学的にそれぞれのパーツの接触・嵌合状態により応力の発生状況が異なることは容易に予想できる。本研究では、①エクスターナルジョイント型(外部六角)インプラントとしてOsseotite (BIOMET 3i), ②インターナルジョイント型インプラントとしてCertan (BIOMET 3i), ③テーパージョイント型インプラントとしてAstra ST (ASTRA Tech)を測定試料とする。PLS効果の比較対象として、インプラント径とアバットメントサイズが同一のモデル(通常のアバットメントサイズ選択)についても検討を行う。

(2) 試験方法

各種インプラントに対する、①通常補綴(インプラント径=アバットメント径:コントロール)と②PLS(インプラント径>アバットメント径)想定、の2つの補綴形態を決定する。各種インプラント体、アバットメント、アバットメントスクリュー、皮質骨、海綿骨、上部構造体合金等のヤング率、ポアソン比を用いて三次元有限要素解析モデルを構築する。

静的荷重を上部構造に加えた場合に、アバットメントを介して発生する応力の分布状態を解析する。解析項目としては、1)アバツ

トメント, 2) アバットメントスクリュー, 3) インプラント体, 4) 周囲骨等とし, ① PLS と通常アバットメントサイズの影響, ② アバットメント結合様式の違いについて比較・検討する (有限要素解析ソフト ANSYS 使用).

4. 研究成果

本研究では PLS の作用機序を生体工学的な視点から検証することを目的として, 有限要素解析 (FEA) を用いて検証を試みた.

FEA のインプラントモデルを butt Joint 型インプラントとし, 外部六角 (External HEX:EXT) と内部六角 (Internal HEX:INT) の 2 種類として比較を行った. 解析には有限要素解析ソフト ANSYS を用いた. 荷重方向はインプラント長軸方向と斜め方向からの 3 通り (垂直方向は歯軸と垂直 (90 度), 斜め方向の角度は 30 度および 60 度, 荷重量は 100N) とした. アバットメント, アバットメントスクリュー, インプラント体のチタン材料はすべて 110Gpa, 皮質骨 17Gpa, 海綿骨 300Mpa, ポアソン比は 0.3 で解析を行った.

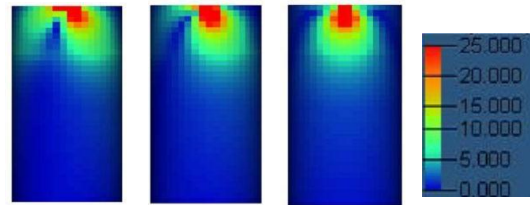
相当応力値による FEA の結果, EXT (図 2 と 3) および INT (図 4 と 5) 共に PLS によりインプラントショルダー部への応力分散 (特に垂直方向) が軽減される傾向を認めた. この傾向は全ての荷重角度においても出現した. P3 応力値による FEA の結果からも, アバットメントとインプラント接合部に水平的なギャップを意図的に設定する PLS において, アバットメントのエッジ部分が平坦なプラントフォームの内側に位置することが応力の分散傾向を変化させ, インプラント体ショルダー下部 (=インプラントネック部) での応力集中を大幅に軽減することは確認できた (図 6-9).

PLS なしの通常接合においては EXT および INT 共に, インプラント体への応力の伝達状態には大きな差がなく同様の応力分布が観察された (図 2 と 4). これはアバットメントのエッジ部分とインプラント体プラットフォームのエッジと一致しているために, アバットメントにかかる応力がこのエッジ部分を介して伝達するためである.

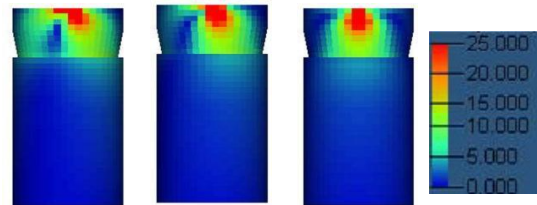
EXT と INT を比較すると応力の伝達は INT でやや多い傾向を認めた (図 3 と 5). EXT はアバットメントとインプラント体との結合が面と面の接触であり, PLS では応力の伝達に対する抵抗が働くためと思われる. しかし, INT では ①アバットメントがインプラント体深部で結合しているためインプラント体内部へ応力伝達されやすい, ②インプラント体の内壁が薄くなり応力がインプラント体表面へ

伝達されやすい, の理由によるものと思われる.

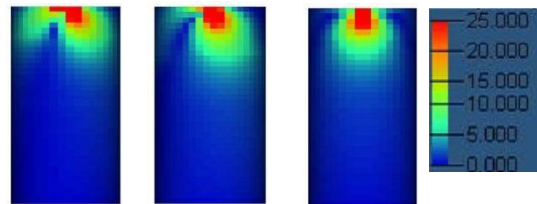
しかし, 今回の FEA の結果から機械 (あるいは生体) 工学的な事象だけでインプラント周囲の骨組織に対する影響, ひいてはインプラントネック部周囲の骨吸収を抑制するだけの効果があるのかという結論には至らなかった.



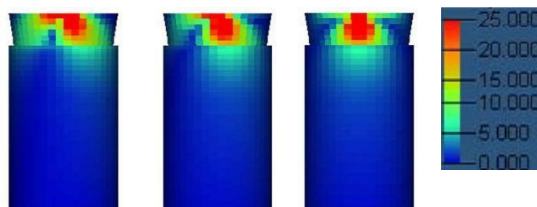
EXT 30° 60° 90°
図 2 EXT の PLS なし (通常接合)
【相当応力: 単位 MPa】



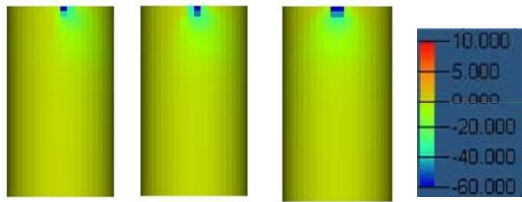
EXT-PLS 30° 60° 90°
図 3 EXT の PLS 【相当応力: 単位 MPa】



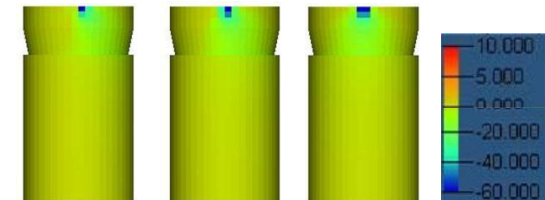
INT 30° 60° 90°
図 4 INT の PLS なし (通常接合)
【相当応力: 単位 MPa】



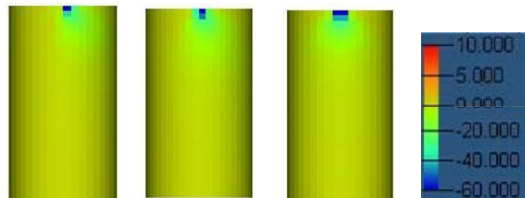
INT-PLS 30° 60° 90°
図 5 INT の PLS 【相当応力: 単位 MPa】



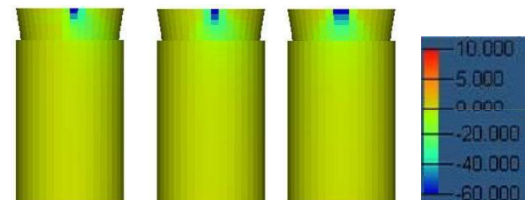
EXT 30° 60° 90°
 図6 EXTのPLSなし(通常接合)
 【P3応力:単位MPa】



EXT-PLS 30° 60° 90°
 図7 EXTのPLS【P3応力:単位MPa】



INT 30° 60° 90°
 図8 INTのPLSなし(通常接合)
 【P3応力:単位MPa】



INT-PLS 30° 60° 90°
 図9 INTのPLS【P3応力:単位MPa】

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1件)

- ① Yoshiyuki Hagiwara. Does platform switching really prevent crestal bone loss around implants? 査読有, Japanese Dental Science Review. 46, 2010, 122-131

〔学会発表〕(計2件)

- ① 萩原芳幸、インプラント治療のリスクファクターを再考する —それぞれの立場から— 『補綴学的視点から見たリスクファクター』、第15回日本顎顔面インプラント学会総会・学術大会、平成23年12月3日、幕張メッセ(千葉県)
- ② 萩原芳幸、インプラント治療の成否における補綴学的な視座—上部構造におけるトラブルとその対応—、第31回日本口腔インプラント学会東北・北海道支部総会・学術大会、平成23年11月6日、秋田県民会館(秋田県)

〔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〕

6. 研究組織

(1) 研究代表者

萩原 芳幸 (YOSHIYUKI HAGIWARA)
 日本大学・歯学部・准教授
 研究者番号: 00228389

(2) 研究分担者

姜 有峯 (YU-BONG KANG)
 日本大学・歯学部・研究員
 研究者番号: 40437273