

平成 21 年 5 月 8 現在

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：2007～2008

課題番号：19592224

研究課題名 (和文) カスタムアバットメントの形態が上部構造体の強度に与える影響に関する研究

研究課題名 (英文) Influence of the custom abutment form on the strength of superstructure

研究代表者

稲垣 亮一 (RYOICHI INAGAKI)

東北大学・大学院歯学研究科・講師

研究者番号：60260444

研究成果の概要：口腔内で安全に機能を営め、審美的にも優れたインプラント補綴を行うために、その礎となるアバットメントの離脱などが惹起される原因を三次元有限要素法によるシミュレーションから解析を行った。その結果、ジョイントタイプの異なる2種類(エクスターナルジョイント型、インターナルジョイント型)について、エクスターナルジョイント型が、インターナルジョイント型よりも狭い範囲に約 1.2 倍の応力集中があることが分かった。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2008 年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,300,000	690,000	2,990,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・補綴理工系歯学

キーワード：歯科インプラント補綴, アバットメント, エクスターナルジョイント型, インターナルジョイント型, 三次元有限要素法

1. 研究開始当初の背景

今日、歯科インプラント補綴は、欠損修復の方法としての優先順位が義歯と入替わるとされる程の有力な選択肢となっている。しかし、この補綴方法は、インプラント体 (フィクスチャー) にアバットメントをスクリューにより固定し、セラミックス修復物などの上部構造体を被覆させるこれまでにない特殊な方法を用いており、長期間の臨床観察が行われるにしたがって、スクリューの緩みやそれに起因した修復物の破折などの事例が報告されるようになってきている。このような現状から、口腔内で安心して咬合や発音などの

機能を営め、審美的にも優れたインプラント補綴を行うために、その礎となるアバットメントの最適な形態の提示が望まれている。

2. 研究の目的

現在、発売されている約 20 種類のインプラントシステムは、使用されているアバットメントとインプラント体 (フィクスチャー) との結合様式から、(1)インターナルジョイント型 (インプラント体内部に回転防止機構を有するタイプ) (2)エクスターナルジョイント型 (インプラントトップの外側に六角形のナット状回転防止機構を有するタイプ) と

に大きく分類される。

スクリューの緩みなどの原因を探り、アバットメント部分のより良い形態を検討するため、両方のジョイント形態に咬合力想定 の荷重を加えた際の応力解析を三次元有限要素法により行い、離脱などの原因が引き起こされる力の伝達など観察する。

3. 研究の方法

(1) 3D-CAD 製作

応力解析を実施するための準備として、インテ ーナルジョイント型とエクスターナルジョイント型 (図 1) のそれぞれのインプラント構成要素の寸法を正確に計測し、3D-CAD の作成を行った。CAD の製作には、NX5.0 モデリング (iSiD) を使用した。(図 2)

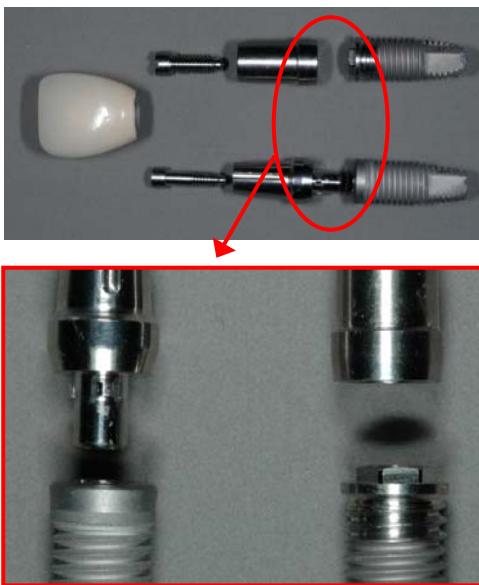


図 1 インテ ーナルジョイント型 (左) と
エクスターナルジョイント型 (右)



図 2 3D-CAD の形状

(2) 解析モデルの作成

作成した 3D-CAD データおよびそれぞれの

材料特性値によりインプラント応力解析用メッシュデータを作成した。(図 3 および表 1, 2)

作成には NX5.0 アドバンスシュミレーション (iSiD) を使用した。



図 3 解析モデル形状

	ヤング率 (KPa)	質量密度 (kg/mm ³)	ポアソン比
TITANIUM	1.20E+8	4.50e-6	0.34
TITANIUM TI-6AL-4V	1.21E+8	4.43e-6	0.34

表 1 解析モデル規模

インテ ーナル	材料	要素数	節点数
① アバットメント	TITANIUM	36214	9381
②インプラント体	TITANIUM	69952	15272
③ Joint用ネジ	TITANIUM TI-6AL-4V	12778	3283

エクスターナル	材料	要素数	節点数
① アバットメント	TITANIUM	32371	8390
②インプラント体	TITANIUM	82268	17779
③ Joint用ネジ	TITANIUM TI-6AL-4V	17002	4313

表 2 材料特性

(3) 応力解析

①荷重条件 (図 4)

応力解析を行うための荷重は、前歯部の最大咬合力を想定して、アバットメント上部全体に合計で 200N とし、水平面に対し 45° および 30° に負荷した場合を想定した。

②拘束条件 (図 5)

(a) インプラント体側面、底面は、歯槽骨に被覆された状態を想定して弾性支持 (ヤング率 9.5E+6KPa) とした。

(b) 各パーツの接触定義は、摩擦係数 (μ) は 0.20 とした。



図 4 荷重条件

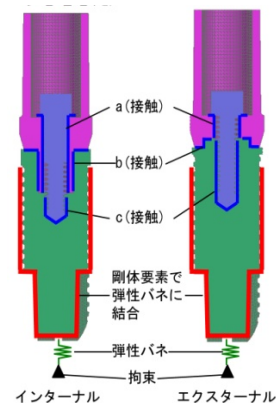


図 5 拘束条件

4. 研究成果

応力解析の結果、2つのタイプのいずれにおいてもジョイントネジの弾性部分に応力が発生し、特にタップ部分に応力の集中が観察された。(図6)

またエクスターナルジョイント型は、インターナルジョイント型よりも応力が狭い範囲に集中しており、その値は、インターナルジョイント型の約1.2倍であった。エクスターナルジョイント型は、インターナルジョイント型よりも弾性部分が少なく、ネジ全体にタップが付与されており、狭い範囲に高い応力が集中するものと考えられる。(図7)

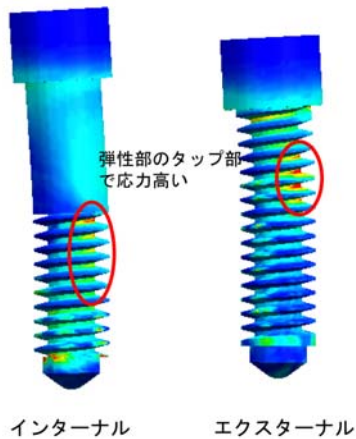


図6 ジョイントネジ部分の応力分布 (荷重角度45°の場合)

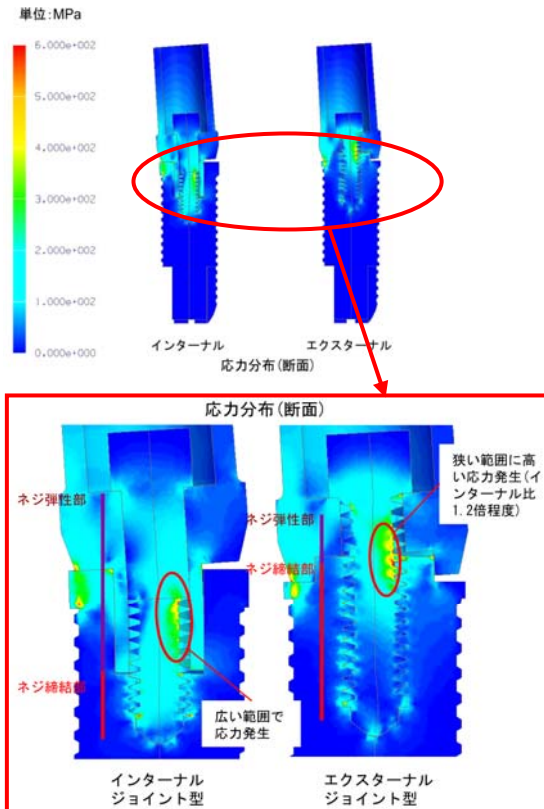


図7 応力分布 (荷重角度45°の場合)

荷重角度を変化させた2つの結果とも同様の傾向であったが、より水平に近い30°の場合のほうが、より顕著な傾向を示した。(図8, 9)

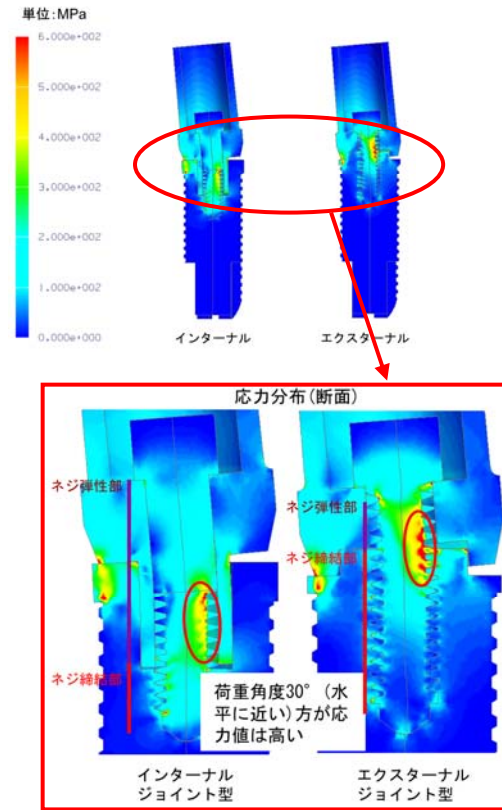


図8 応力分布 (荷重角度30°の場合)

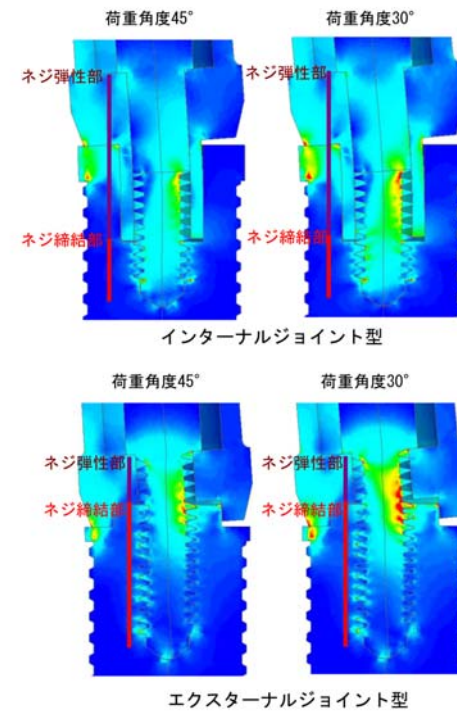


図9 荷重角度45°と30°における応力分布の相違

ジョイント部の応力分布の傾向を含め一般的に応力分布は一様になることが理想と考えられることから、インターナルジョイント型が、インプラント体（フィクスチャー）とアバットメント間の緩み・離脱・破損などに対して優位であることが推察された。

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須藤紀博, 三浦賞子, 稲垣亮一, 兼田陽介, 依田正信, 木村幸平, CAD/CAMシステムで製作したオールセラミッククラウン及びブリッジの強度に関する基礎的検討, 東北大学歯学雑誌, 27, 16-24, 2009, 査読有
- ②須藤紀博, 三浦賞子, 稲垣亮一, 兼田陽介, 依田正信, 木村幸平, CAD/CAMシステムで製作したオールセラミッククラウンの適合に関する基礎的検討, 日本補綴歯科学会誌, 1, 21-28, 2009, 査読有
- ③R.Inagaki, M.Yoda, M.Kikuchi, K.Kimura, O.Okuno, Strength of porcelain fused to pure titanium made by CAD/CAM, Interface Oral Health Science 2007, 347-348, 査読有

〔学会発表〕（計4件）

- ① R.Inagaki, M.Yoda, M.Kikuchi, K.Kimura, O.Okuno, Machinability Evaluation of Ti-Ag Alloy and Titanium using Dental CAD/CAM, 第86回 International Association for Dental Research General Session, Metro Toronto Convention Centre, 2008.7.2-5
- ②稲垣亮一, 依田正信, 菊地聖史, 木村幸平, 奥野攻, CAD/CAMによる陶材焼付チタンクラウンの破壊強さ, 第21回歯科チタン学会, ルネッサンスリゾートナルト, 2008.2.15-16
- ③R.Inagaki, M.Yoda, M.Kikuchi, K.Kimura, O.Okuno, The Bond Strength of Porcelain to CAD/CAM Machined Pure Titanium, 第6回国際歯科チタンシンポジウム, 京都国際会議場, 2007.6.5-6
- ④O.kuno, M.Kikuchi, M.TakahashiY.Takada, H.Sato, R.Inagaki, Development of titanium alloys for dental CAD/CAM., 第6回国際歯科チタンシンポジウム, 京都国際会議場, 2007.6.5-6

6. 研究組織

(1) 研究代表者

稲垣 亮一 (RYOICHI INAGAKI)
東北大学・大学院歯学研究科・講師
研究者番号：60260444

(2) 研究分担者

依田 正信 (YODA MASANOBU)
東北大学・大学院歯学研究科・准教授
研究者番号：70005073

菊地 聖史 (MASASFUMI KIKUCHI)
東北大学・大学院歯学研究科・助教
研究者番号：50250791