

機関番号：32667

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2008～2010

課題番号：20592312

研究課題名（和文） 捻り試験機の開発とインプラントの荷重疲労試験および捻り試験

研究課題名（英文） The development of torsion test device and torsion test and loading fatigue test of dental implant

研究代表者

渡辺 文彦（WATANABE FUMIHIKO）

日本歯科大学・新潟生命歯学部・教授

研究者番号：70112969

研究成果の概要（和文）：

捻り試験機を考案、製作し、インプラントとアバットメントとの連結部の形態の違いによる比例限界、最大ねじり強度と破壊形態の違いを試験し、その結果を国際学会に報告すると共に ISO TC/106に日本より提案し、2009年に CD(SC8N240)として採択されたことは国際的にもインプラント治療に際し、またインプラントシステムの開発に取って非常の大きな意義があった。またインプラントとアバットメント連結部での荷重疲労試験は荷重方向とインプラント傾斜角度の違いによる疲労強度の関係を明らかにしたことも大きな意味をもった。

研究成果の概要（英文）：

Torsion test device are designed and developed. The maximum torque and propositional limit value are measured on effectiveness of different type of implant and abutment connection by torsion test device. The experimental data are reported at the international academy and also we have advanced that the test method are adopt in ISO. In 2009, ISO are accepted the testing method for mechanical testing of implants. Since these such reason, this research was very significant. Also, loading fatigue test was significant at the interface implant and abutment in order to define the relationship between inclined angle and fatigue times.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	3,000,000	900,000	3,900,000
2009年度	200,000	60,000	260,000
2010年度	400,000	120,000	520,000
年度			
年度			
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯科医用工学・再生歯学

キーワード：曲げモーメント、咬合荷重疲労試験、疲労試験、インプラント、捻り試験

様式 C-19

科学研究費補助金研究成果報告書

1. 研究開始当初の背景

今日、インプラント治療は日常臨床で頻繁に行われるようになってきているが、インプラント体、固定スクリューおよび上部構造（その上の補綴）の破折が起こっている。その原因は垂直的、水平的また曲げや捩じり力によるものと考えられる。このようなことから、荷重疲労試験また捩じり試験の基礎的実験を行うことによりこれらのトラブルの原因究明を行うことにより、良好なインプラント治療の予後に直結する重要なテーマである。

2. 研究の目的

インプラント材料に関しては各国で独自の試験が行われているが、これらを統一したものはまだない。さらにまた新たなこれらの材料は生体材料として生物学的試験はおこなわれ、これにクリアーしたものがインプラント材料として市販されているが、インプラント体の疲労強度、インプラント体とアバットメントの連結強度、連結固定スクリューのゆるみ等についての基準値、またどのように臨床で使用すべきかの明確な基準さらに対合歯に対してのインプラント埋入方向の影響と指標は国内外で明らかにされていない。この点から本研究はインプラント材料に対しての力学的試験法、また基準値、さらにはどのようなインプラント体とアバットメントとの連結法が好ましいのか、検討することである。

3. 研究の方法

(1) 繰り返し荷重試験機（サーボパルサー）によるインプラント体疲労試験
合計24本の直径3.3mm、長さ10mmのIMZインプラント体(Densply ドイツ)をレジブロック30×30×30mmに埋入し、一面に5、10、15

度の傾斜を形成し、この面の中央に対し、インプラント体長軸が垂直になるよう包埋する。それぞれのインプラント体に適合するストレートアバットメントを装着し（総数24本）、アバットメント長を6mmの長さに削合、すべての試料にヘッド部直径7mm、長さ10mmの同一サイズの咬合面を球面とした円筒型クラウン（以下、球面クラウン）をアバットメント上で直接ワックアップし、通法により、12%金銀パラジウム合金（GC, キャストウエル）を用いて鋳造製作する（新潟、サンデンタルラボラトリー）。アバットメントを固定スクリューでトルクメーターを用いて20Ncmで締め付け固定する後、球面クラウンをリン酸亜鉛セメントにてアバットメントに合着。試料をすでに日本歯科大学新潟歯学部設置されている繰り返し荷重試験機：サーボパルサーの基盤に固定し、サーボパルサーの荷重部を球面クラウンの中央に一致させブロックに固定。球面クラウン頭頂に1分間60回、60kgfの繰り返し荷重を100,000回まで付与。但し、試料が破折、屈曲した時点で中止する。このとき破折、屈曲までの回数について計測し、また破折断面は10倍にて光学顕微鏡で観察する。また、各試料における最大曲げモーメント $M = \sin \theta \times \text{荷重} \times \text{荷重中心からインプラント埋入までの距離}$ として算出する。

(2) ねじり試験によるインプラント体とアバットメント連結部での強度試験

実験試料には内部連結機構を有する CAMLOG インプラント体 (Camlog biotechnology, Germany) 直径 3.3mm, 3.8mm, 4.3mm, 5.0mm, 6.0mm の各 6 本、合計 30 本とこれに適合するストレートアバットメント、また外部連結機構を有する直径 3.8mm スクリューインプラント(GC 社製、日本)6 本とこれに適合するストレートアバ

トメント6本をそれぞれのデジタルトルクメーターHDM-5 (HIOS Inc, Japan)により固定スクリューを用いて 20 Ncm で締め付け固定し、日本歯科大学新潟歯学部歯科補綴第2講座で考案、島津製作所により製作したねじり試験に固定連結し、3.6度/minで時計回りにねじり、比例限界のトルク値と破壊に至までの最大トルク(N-mm)を求める。また破折断面は日本歯科大学新潟歯学部設置されている走査型電子顕微鏡 S800(日立製作所、日本)にて観察する。比例限界のトルク値と破壊に至までの最大トルクについて各サイズ6本の平均値をもとめ、CAMLOG インプラントについては Tukey HDS testにて比較検討を行った。

4. 研究成果

(1) くり返し荷重試験機(サーボパルサー)によるインプラント体疲労試験
インプラントアバットメント連結部の破折、固定スクリューの緩みの原因の一つに荷重疲労がある。このことより、ISOTC6 14608のメカニカルテスト用いられている。本研究ではIMZインプラントをレジブロックの一面に5、10、15度の傾斜を形成し、この面の中央に対し、インプラント体長軸が垂直になるよう包埋、それぞれのインプラント体に適合するストレートアバットメントを装着し(総数24本)、咬合面を球面とした円筒型クラウン(以下、球面クラウン)を製作、装着し、荷重疲労試験を行った。この結果①直径3.3mmのIMZインプラントの場合にはインプラント体の破折は9.0kgfcmの曲げモーメントを超えると破折が生じる。②インプラントの破折はインプラント体の埋入深さにより異なる。③荷重の大きさが大きい程、繰り返し疲労荷重回数が少なくて破折した。これらの結果はISOの示している曲げモーメント = 荷重方向に対するインプラント体の

傾斜 $\sin \theta \times \text{荷重量} \times \text{荷重点からインプラント埋入位置までの距離}$ により求められるがこの実験で得られた結果はこれを裏付ける結果となっており、その意味でも大きな意義を持った結果となっている。

(2) ねじり試験によるインプラント体とアバットメント連結部での強度試験

日常臨床でのインプラント体の破折、スクリューの緩み、アバットメント連結部での破折に遭遇するがこれは構造学的なものが起因しているのかあるいはどのような外力により生じてくるのか明確ではない。このような点から、従来インプラントとアバットメントの強度に関しては荷重疲労試験が喩えISOTC6 14806にメカニカルテスト用いられ、これを1つの評価基準としている。しかし口腔内は垂直方向からの繰り返し荷重のみではなく、ねじれ力も働いていると考えられる。このようなことから捩じり強度試験機を考案、試作し、インプラントとアバットメントとの連結機構の設計の違いによる捩じり強度試験をおこなった。内部連結機構を有するCAMLOGインプラントは比例限界点まで直線的に上昇し、それ以降は放物線を描き最大捩じり強度点で低下する。これはインプラント体とアバットメントとの連結部が密接に適合している状態では一定の強度まで比例的に捩じり強度が上昇するが、これを超えると連結部での塑性変形を生じ最大捩じり強度まで上昇するがこれを超えるとインプラント連結部やアバットメント側の連結部に破壊を生じる。この比例限界、最大捩じり強度はインプラント直径により差が認められたいものほど大きな比例限界、最大捩じり強度を示した。比例限界点では直径3.8mmと4.0mmの間でまた最大捩じり強度では直径4.0mmと5.0mmの間で統計学的に違いが認められた。試験後の連結部の変化を走査型電子

顕微鏡で観察すると、アバットメント側の連結部が破損していたがインプラント体内部の連結部には変化が見られなかった。外部連結機構のスクリーインプラントでは比例限界と最大振じり強度までは内部連結機構の CAMLOG インプラントと同一の波形を示したが、連結部の変形はインプラント側に見られた。以上の結果は振じり強度試験はインプラントとアバットメントとの連結部の形態の違いによるインプラント修復におけるインプラント連結部の破折やスクリーの緩み等の原因を明らかにする手がかりをつかむことができ、またインプラントの選択にあたってどのような連結部形態がよいのかを明らかにできたことは大きな成果であるとともにインプラントとアバットメントとの機械強度試験には振じり試験が必要であることが明らかとなったことは大きな成果である。

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4件)

①Watanabe F, Ishiguro T, Takase I, Ueda K: Torsion test at the interface between implant and implant abutment of CAMLOG Implant ICP, Sept.10 2009, Cape town

②石黒弘明, 高瀬一郎, 小澤 誠, 本多利人, 上田一彦, 渡邊文彦: インプラントとアバットメント連結部の振じり試験 - 第2報 SPI Implant -, 日本補綴歯科学会第118回学術大会, 2009.6.7, 京都

③渡邊文彦, 高瀬一郎, 石黒敏明, 小澤 誠, 本多利人, 上田一彦 : インプラント連結部の捻り試験 第1報 捻り試験に関する予備的研究 , 日本補綴歯科学会東京支部総

会・関越支部総会・合同学術大会, 2008.10.18, 東京

④Watanabe F, Tawada Y, Takase I, Ueda K: Torsion test at the interface between implant and implant abutment, IADR, July.3, 2008, Toronto

[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

<http://www.ngt.ndu.ac.jp/guide/kouza/dental05.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

渡辺 文彦 (WATANABE FUMIHIKO)

日本歯科大学・新潟生命歯学部・教授

研究者番号: 70112969

(2) 研究分担者

()

研究者番号:

(3) 連携研究者

()

研究者番号: