

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 23 日現在

機関番号：33902

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23592907

研究課題名(和文) 歯科用磁性アタッチメントの国際標準化の創成

研究課題名(英文) Working toward the international standardization of dental magnetic attachments

研究代表者

中村 好徳(Nakamura, Yoshinori)

愛知学院大学・歯学部・准教授

研究者番号：70308782

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円、(間接経費) 1,200,000円

研究成果の概要(和文)： 歯科用磁性アタッチメントの吸引力測定法については、2軸性ジグと高性能引張り試験機とを組み合わせた測定システムが最も有効とされている。しかしながら、現行の吸引力測定システムは、高性能な引張り試験機にジグを設置して行う測定システムであるため、ジグ同様、引張り試験機に関しても汎用性があり、かつ高性能なものが必要と考えられる。

そこで、安価で容易に製作でき得るジグ・引張試験機一体型の簡易型吸引力測定装置を開発し、その測定精度について検証を行い、吸引力測定装置としての有用性が示された。

研究成果の概要(英文)： The most effective attractive force measuring method of a dental magnetic attachment is considered to be a combination of biaxial jig and high sensitivity tension testing machine. As the existing device measuring system utilizes the jig together with a high performance tension testing machine, high versatility and performance are required for both jig and the tension testing machine. The use of multiple devices required simplification and design improvements for efficiency of measurements and reduction of cost. A simplified attractive force measuring device was thus developed that includes both jig and tension testing machine into a single unit. This paper reviews the measurement accuracy and testing of the new device. The results demonstrate the utility and efficiency of this new attractive force measurement device.

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：磁性アタッチメント 吸引力 ISO 国際標準化

1. 研究開始当初の背景

歯科用磁性アタッチメントの製品としての性能を定量的に評価するためには、吸引力測定とその方法の確立は必要不可欠な事項である。そのため、当講座においては開発当初から磁性アタッチメントの正確な吸引力値を得るため、吸引力測定法に関して様々な研究が行われてきた。現在では、当講座考案の2軸性ジグと高性能引張り試験機EZテストとを組み合わせた測定システムが最も有効とされ、ISO規格における模範例となっている。しかしながらこの2軸性ジグに関しては、高精度な測定が可能な反面、複雑な構造である事、高価である事から汎用性に欠けるといった課題が残った。

そこで、日本磁気歯科学会では、2軸性ジグの課題を改善するため、構造を1軸性へと簡便化し、より安価にすることで汎用性を得た改良ジグ(以後、1軸性ジグ)が開発された。

現行の吸引力測定システムは、高性能な引張り試験機にジグを設置して行う測定システムであるため、ジグ同様、引張り試験機に関しても汎用性があり、かつ高性能なものが必要と考えられる。更に、引張り試験機に関しては、高価であるため、設置している機関が少ないことや、また、世界各国の測定機関において固有の測定機を用いるため、吸引力を測定するにあたり厳密には同一条件下で測定できないなどの課題が挙げられる。

2. 研究の目的

磁性アタッチメントの吸引力測定システムに汎用性を与えるため、安価で容易に製作でき、かつ同一条件下での吸引力測定を可能にするジグ・引張試験機一体型の簡易型吸引力測定装置を開発し、その測定精度についての検証を行う。

3. 研究の方法

1. 簡易型吸引力測定装置

今回開発したジグ、引張り試験機一体型の簡易型吸引力測定装置について示す。

1) 装置の規格

総重量は、5kgで、サイズは、幅120mm、奥行き105mm、高さ370mmである。既存の引張り試験機EZ-testと比較すると半分以下のサイズと重量である。(fig1)

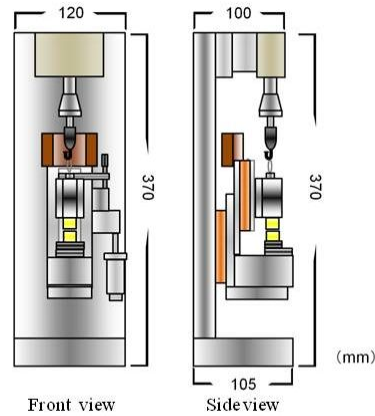


Fig1 Device dimensions

2) 装置の構成

装置の構成としては、既存の製品を組み合わせることで製作した測定機に1軸性ジグを組み込んだものである。(fig2)

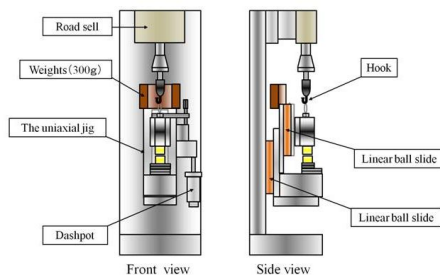


Fig2 Components

クロスヘッド速度を設定でき、さらに一定速度に保つための装置として、ダッシュポット(キネチェック、メイユウ社製)を設置した。(fig3)ダッシュポットの内部構造を(fig4)に示す。押し込み時は、油圧により一定速度にコントロールされ、戻り時は、伸びたバネが戻る事で定位置に戻される仕組みである。下部目盛りにより、内部オイルの流出口の大きさが変わり、速度を変化させる仕組みとなっている。

測定値は、イマダ社製デジタルフォースゲージにて最大荷重 50 N 測定精度は、 $\pm 0.2\%FS$ で表示される。(fig5)

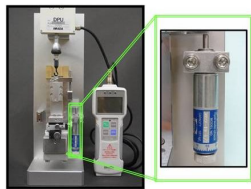


Fig3 Dashpot (KINECHECK,Meiyu)



Fig4 Inner structure of dashpot

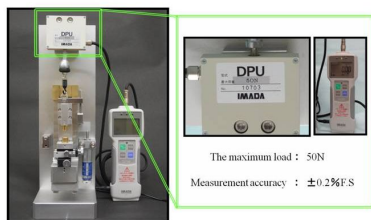


Fig5 The Digital Force Gauge (Imada)

The maximum load : 50N
Measurement accuracy : $\pm 0.2\%FS$

3) 測定機構

簡易型吸引力測定装置の測定機構を (fig6) 示す。右上のネジがスイッチとなり、ストッパーが外れると、ジグの下部が自重により降下を始める。加速度が生じない様、ダッシュポットによりコントロールされ、一定スピードで測定が行われる。また、適切に降下させるためには、一定量以上の自重が必要でありそのための重りを付与している。

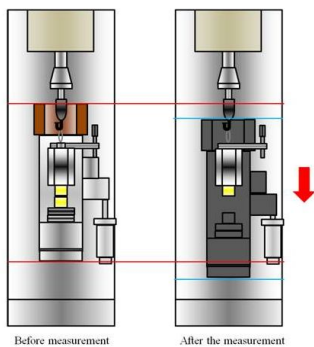


Fig6 Measuring mechanism

4) クロスヘッドスピードの設定

本装置におけるクロスヘッドスピードを設定した。ISO 13017 規格において、過去の研究により、クロスヘッドスピードは、

5 mm/min 以下と規定されており、これを参考に装置が 5mm 降下する時間を計測し、クロスヘッドスピードを割り出した。目盛り 18 で 4.4 mm/min であり、今回の測定は目盛り 18 に設定した。

2. 吸引力測定

1) 測定試料

測定試料には、磁性アタッチメント (ギガウス C600、ジーシー) を用いた。

2) 測定条件

測定回数を 10 回とし、その平均値を測定値とし測定値に製品間の誤差が含まれない様、試料数は、1 個とした。

クロスヘッドスピードは 4.4 mm/min とした。

3) 簡易型吸引力測定装置の測定結果の検証方法

簡易型吸引力測定システムの測定結果については、既存の測定システムである 2 軸性ジグと引張り試験機、1 軸性ジグと引張り試験機の 2 システムの測定結果と比較、検討し、その測定精度を検証した。(fig7)

得られた測定結果の評価は、一元配置分散分析と Scheffe の方法による多重比較検定を用いて行った。

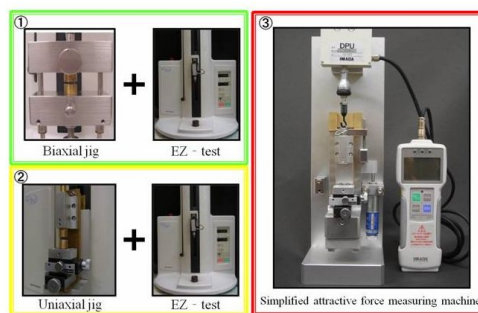


Fig7 Measuring methods

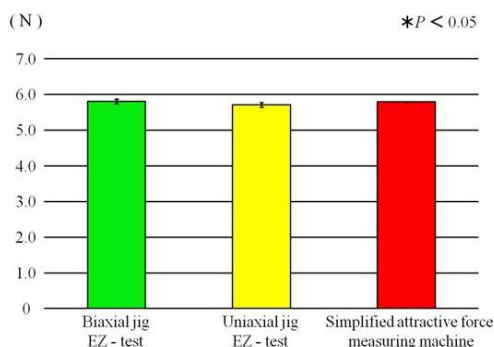
4. 研究成果

測定結果を (table1) に示す。2 軸性ジグを用いた測定法では、5.81N、1 軸性ジグを用いた測定法では、5.71N、開発した簡易型吸引力測定装置を用いた測定法では、

5.79Nであった。

2軸性ジグ、1軸性ジグを用いた測定法の結果と今回開発した簡易型吸引力測定装置を用いた測定法の結果において有意な差は認められなかった。

Table1 Attractive force



今磁性アタッチメントの吸引力測定法は、測定ジグに加え高性能引張り試験機が必要である。測定ジグに関しては、日本磁気歯科学会により国際標準となり得るものが製作された。しかし、引張り試験機に関しては、各施設所有の多様な荷重測定機を使用しているのが現状である。そのため、吸引力を測定するにあたり、完全に同一な測定条件で行われているとは言い難い。

世界各国の如何なる環境下でも、同一の測定条件で吸引力の確認が可能な測定方法の確立が必要であると考え、我々は、これまでの高性能引張り試験機に測定ジグを組みこんだ測定システムの代替として、高い精度を保持しつつ、容易で安価に製作ができ、かつ汎用性を備えた、測定ジグと引張り試験機一体型の吸引力測定装置の開発を行った。

本測定装置は、すべて既製品を組み合わせた構造である。特徴としては、従来の測定法では、高性能な引張り試験機にて装置を垂直方向に牽引していたが、本測定装置では、総重量が約 1.5kg の装置下部をガイドに沿って落下させることにより、磁石に対する離脱力を発揮させ、その吸引力を測

定する手法である。これは、従来の引張り試験機では、垂直に一定スピードで引き上げるために、複雑かつ精密な機構を要することに対して、本測定装置では、装置上部を固定し、装置下部を重力の作用で、垂直に落下させることで代替している。そのため、本測定装置の上下運動は、原理的に高性能な引張り試験機と同等な性能を有しているものである。なお、将来極めて強力な磁性アタッチメントの測定が必要となった場合には、単にベアリング上部に重りを追加することで、より強力な離脱力を発揮させることで対応が可能である。本測定装置の方向規制には、1軸性ジグを組み込んでいる。すなわち、本実験で開発した簡易型吸引力測定装置は、磁性アタッチメントの吸引力の測定に関する要件を、すべて満たした装置であると考えられる。また、従来の高性能引張り試験機と比べ、装置自体の小型化にも成功した。本測定装置は、世界各国の如何なる環境下でも同一精度の吸引力が得られる測定システムとして、この分野では不可欠とされている、世界各国におけるインターラボラトリーテストにも対応可能な装置であることから、世界各国において同一条件での吸引力測定を実現させることが可能となることが示唆された。

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 10 件)

1. 高田雄京, 高橋正敏, 木内陽介, 中村好徳, 田中貴信, 佐藤秀樹, 泉田明男, 天雲太一: 海外製歯科用磁性アタッチメントを構成する材料と内部構造. 日磁誌. 査読有 22(1):96-102, 2013.

2. Y. Nakamura, H. Nagai, T. Iwai, H. Kumano, M. Sakane, K. Hayashi, Y. Takada, S. Tanaka, Yu. Ohno, Y. Tanaka: Development of Implant Magnetic Keepers

- Study on the screw loosening by repeated load-. J J Mag Dent. 査読有 22(2):23-28, 2013.

3. Y. Nakamura, K. Shoji, R. Kanbara, T. Iwai, M. Sakane, Y. Takada, S. Tanaka, Yu. Ohno, Y. Tanaka: Development of a Simple Measuring Device of the Attractive Force with Magnetic Attachment. J J Mag Dent. 査読有 22(2):29-35, 2013.

4. Y. Nakamura, A. Ootoda, Yo. Ohno, K. Shiraishi, T. Masuda, M. Sakane, T. Itakura, Y. Takada, S. Tanaka, Yu. Ohno, Y. Tanaka: Mechanical Strength Analysis of Extracoronary Magnetic Attachment by Three-Dimensional Finite Element Method -Report II Introduction of elasto-plastic analysis-. J J Mag Dent 査読有 22(2):36-42, 2013.

5. 中村好徳, 永井秀典, 岩井孝充, 神原 亮, 増田達彦, 坂根 瑞, 田中茂生, 大野友三, 高田雄京, 田中貴信: インプラント用キーパーの考案 繰り返し荷重によるキーパーのゆるみに関する検討. 日磁誌. 査読有 22(1):77-82, 2013.

6. 中村好徳, 吉原健太郎, 岩井孝充, 坂根 瑞, 高田雄京, 田中茂生, 田中貴信: 鋳造用磁性合金と押湯の混合比率が鋳造キーパーと磁石構造体の吸引力に及ぼす影響. 日磁誌. 査読有 22(1):83-89, 2013.

7. Ryo Kanbara, Yoshinori Nakamura, Kent T. Ochiai, Tatsushi Kawai and Yoshinobu Tanaka: Three-dimensional finite element stress analysis: The technique and methodology of non-linear property simulation and soft tissue loading behavior for different partial denture designs. Dent Mater J 査読有 31(2) 297-308, 2012.

8. K. Hayashi, R. Kanbara, Y. Nakamura, Yo. Ohno, K. Shiraishi, K. Shoji, K. Yoshihara, H. Kumano, Y. Takada, Yu. Ohno, Y. Tanaka: Stress Analysis of Implant Keepers with Different Retaining Methods. J.J.Mag-Dent 査読有 21(2)9-14 2012.

9. 岩井孝充, 熊野弘一, 中村好徳, 吉原健太郎, 川口卓行, 山田康平, 岡本樹一郎, 大野友三, 高田雄京, 田中貴信: インプラント用キーパーのスクリーホールが吸引力に及ぼす影. 日磁歯誌 査読有 21 42-49, 2012.

10. 林 建佑, 神原 亮, 中村好徳, 大野芳弘, 岩井孝充, 庄司和伸, 増田達彦, 坂根瑞, 大野友三, 高田雄京, 田中貴信: インプラント用キーパーの固定法の違いにおける力学的検討. 日磁歯誌 査読有 21(1)50-56, 2012.

〔学会発表〕(計 19 件)

1. 庄司和伸, 中村好徳, 神原 亮, 高橋正敏, 高田雄京, 田中貴信: 簡易型磁性アタッチメント吸引力測定装置の開発 - 第 2 報 -, 第 23 回日本磁気歯科学会学術大会(登別), 2013. 11. 3.

2. 庄司和伸, 中村好徳, 神原 亮, 高橋正敏, 高田雄京, 田中貴信: ISO13017 における吸引力測定方法の記載内容に関する評価. 第 23 回日本磁気歯科学会学術大会(登別), 2013. 11. 3.

3. 熊野弘一, 中村好徳, 増田達彦, 林 建佑, 永井秀典, 高田雄京, 田中貴信: 三次元有限要素法を用いた磁性アタッチメントの吸引力特性について -磁気回路の違いによる影響-. 第 23 回日本磁気歯科学会学術大会(登別), 2013. 11. 3.

4. Tanaka Yoshinobu, Kanbara Ryo, Nakamura Yoshinori, Hata Masaki, Hayashi Kensuke, Kogiso taro, Masuda Tatsuhiko, Ohno Yuzo: Full Mouth Prosthetic Case Applying Magnetic Attachments in Various Shapes. 15th Meeting of International College of Prosthodontists. (Torino), 2013. 9. 19.

5. Nakamura Yoshinori, Shoji Kazunobu, Kanbara Ryo, Yoshihara Kentaro, Ohno Yoshihiro, Iwai Takamitsu, Ohno Yuzo, Tanaka Yoshinobu: Influence of the Measuring Methods on the Attractive Force of Magnetic Attachments. 15th Meeting of International College of Prosthodontists. (Torino), 2013. 9. 19.

6. Masuda Tatsuhiko, Ohno Yoshihiro, Kumano Hirokazu, Shiraishi Koichi, Hayashi Kensuke, Okamoto Kiichiro, Nakamura Yoshinori, Tanaka Yoshinobu: Mechanical Analysis of Extracoronary Magnetic Attachment Using the Three Dimensional Finite Element Method. 15th Meeting of International College of Prosthodontists. (Torino), 2013. 9. 19.

7. Kumano Hirokazu, Shiraishi Koichi, Hayashi Kensuke, Sato Mitsunari, Itakura Takashi, Nakamura Yoshinori, Ohno Yuzo, Tanaka Yoshinobu: Attractive Force Analysis Using Three Dimensional Finite Element Method-Influence of the Keeper Thickness on Attractive Force. 15th Meeting of International College of Prosthodontists. (Torino), 2013. 9. 19.

8. Ohno Yoshihiro, Ootoda Ayako, Kumano Hirokazu, Shiraishi Koichi, Iwai Takamitsu,

Hata Masaki, Nakamura Yoshinori, Ohno Yuzo, Natsume Nagato, Tanaka Yoshinobu: Mechanical Strength Analysis of Extracoronary Magnetic Attachment by Three-Dimensional Finite Element Method. 15th Meeting of International College of Prosthodontists. (Torino), 2013. 9. 19.

9. Hayashi Kensuke, Masuda Tatsuhiko, Kanbara Ryo, Hata Masaki, Konno Hiroyasu, Kawaguchi Takayuki, Nakamura Yoshinori, Ohno Yuzo, Tanaka Yoshinobu: Stress Analysis of implant Keepers with Different Retaining Methods. 15th Meeting of International College of Prosthodontists. (Torino), 2013. 9. 19.

10. 庄司和伸, 中村好徳, 神原 亮, 永井秀典, 音田亜矢子, 田中貴信: 磁性アタッチメントの簡易型吸引力測定装置の開発. 第 82 回歯学会(名古屋), 2013. 6. 2.

11. 庄司和伸, 中村好徳, 神原 亮, 岩井孝充, 林 建佑, 金野弘靖, 岡本樹一郎, 高田雄京, 田中貴信: 簡易型磁性アタッチメント吸引力測定装置の開発. 第 22 回日本磁気歯科学会(徳島) 2012. 11. 2

12. 水谷 紘, 田中貴信, 高田雄京, 石上友彦, 鱒見進一, 中村好徳, 細井紀雄: 歯科用磁性アタッチメントの国際規格(ISO13017)に向けての道程, 第 121 回補綴学会総会(横浜) 2012. 5. 26.

13. 岩井孝充, 熊野弘一, 小木曾太郎, 庄司和伸, 神原 亮, 松川良平, 中村好徳, 村上 弘, 田中貴信: 各種インプラント用キーパーの比較・検討, 第 121 回補綴学会総会(横浜) 2012. 5. 26.

14. 林 建佑, 神原 亮, 中村好徳, 大野芳弘, 白石浩一, 庄司和伸, 熊野弘一, 小木曾太郎, 村上 弘, 田中貴信: インプラント用キーパーの固定法の違いに関する力学的検討. 第 21 回磁気歯科学会(東京) 2011. 11. 12.

15. 大野芳弘, 神原 亮, 中村好徳, 増田達彦, 熊野弘一, 林 建佑, 中村浩子, 宮田信男, 佐藤志貴, 田中貴信: 三次元有限要素法を用いた歯冠外磁性アタッチメントの力学的解析. 第 21 回磁気歯科学会(東京) 2011. 11. 12.

16. 庄司和伸, 中村好徳, 岩井孝充, 神原 亮, 小木曾太郎, 吉原健太郎, 金野弘靖, 中村浩子, 高田雄京*, 田中貴信: 磁性アタッチメントの各種吸引力測定法について - ISO 新治具を用いた測定 -. 第 21 回磁気歯科学会(東京) 2011. 11. 13.

17. 岩井孝充, 熊野弘一, 小木曾太郎, 庄司和伸, 吉原健太郎, 津田賢治, 中村好徳, 村上弘, 田中貴信: インプラント用キーパーの窒化处理が吸引力に及ぼす影響. 平成 23 年度補綴学会東海支部(名古屋) 2011. 10. 1.

18. 熊野弘一, 岩井孝充, 中村好徳, 村上 弘, 田中貴信: 三次元有限要素法を用いたインプラント用キーパーの吸引力特性の理論的解析. 第 4 1 回日本口腔インプラント学会(名古屋) 2011. 9. 17.

19. 岩井孝充, 熊野弘一, 中村好徳, 増田達彦, 大野芳弘, 吉原健太郎, 村上弘, 田中貴信: 各種試作インプラント用キーパーの吸引力に関する検討. 第 4 1 回日本口腔インプラント学会(名古屋) 2011. 9. 17.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中村 好徳 (NAKAMURA YOSHINORI)
愛知学院大学・歯学部・准教授
研究者番号: 70308782

(2) 研究分担者

田中 貴信 (TANAKA YOSHINOBU)
愛知学院大学・歯学部・教授
研究者番号: 60014271

増田 達彦 (MASUDA TATSUHIKO)
愛知学院大学・歯学部・講師
研究者番号: 30410583

熊野 弘一 (KUMANO HIROKAZU)
愛知学院大学・歯学部・講師
研究者番号: 20469000