

北海道医療大学博士論文の内容および審査の結果要旨（平成12年度）

氏名・(本籍)	鈴木雅博(岩手県)
学位の種類	博士(歯学)
学位記番号	甲第75号
学位授与の日付	平成11年9月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当(課程博士)
学位論文題目	磁性アタッチメント用ステンレス鋼の耐食性と磁気特性
論文審査委員	主査 教授 大野弘機 副査 教授 松田浩一 副査 教授 坂口邦彦

論文内容の要旨

【緒言】

磁性アタッチメントは、高性能磁石の磁気吸引力を利用した義歯の維持装置として有用である。磁石を内蔵したヨークは、フェライト系ステンレス鋼とオーステナイト系ステンレス鋼を組み合わせて作製されている。また、貴金属合金製の根面板に鋳接されるキーパーには、フェライト系ステンレス鋼が使用されている。これらのステンレス鋼には、義歯を維持するための優れた磁気特性と口腔内での使用に耐える高い耐食性が要求される。機能性と耐久性に優れた磁性アタッチメント用ステンレス鋼を開発するためには、まず、ステンレス鋼の成分・組成と耐食性ならびに磁気特性の関係を明らかにしておく必要がある。そこで本研究では、工業的に使用されている成分・組成の異なる6種類のフェライト系ステンレス鋼と2種類のオーステナイト系ステンレス鋼について、耐食性と磁気特性を定量的に評価した。

【材料および方法】

実験には、フェライト系ステンレス鋼は、市販の磁性アタッチメントに使用されている2種類(SUS447J, SUS430)と新たに入手した4種類(U-2, U-4, U-20, U-22)を用い、オーステナイト系ステンレス鋼は、市販の磁性アタッチメントに使用されている1種類(SUS316L)と新たに入手した1種類(Eu-90)を用いた。また、キーパーが鋳接される根面板は、貴金属合金

を用いて作製される。そこで、ステンレス鋼と貴金属合金の異種金属接触腐食を調べるため、金銀パラジウム合金とType IV金合金を用いた。さらに、インプラントの骨埋入部にステンレス製のキーパーをねじ込んで装着する場合もあるため、純Tiも用いた。各ステンレス鋼の耐食性は、(1)分極曲線の測定、(2)自然浸漬状態における腐食電位の測定、(3)Type IV金合金、金銀パラジウム合金および純Tiと各ステンレス鋼を電氣的に接触させた場合に観測されるガルバニック電流の測定、(4)原子吸光法を用いた溶出金属イオンの定量、(5)粒界腐食試験としてJIS G 0571に規定されている10%しゅう酸エッチ法による粒界腐食感受性の評価を行った。(1)~(4)の腐食液には0.9%NaCl溶液を用いた。試験温度は37°Cとした。ステンレス鋼試料と純Tiは15×15×2mmの大きさに切り出し、表面を鏡面に研磨して実験に用いた。貴金属合金は、市販のインゴットを圧延し15×15×1mmの大きさに加工した。表面はステンレス鋼試料と同様に鏡面に研磨した。磁気特性については、飽和磁束密度と磁石との吸引力を測定することにより評価した。

【結果および考察】

アノード分極曲線の測定結果から、孔食発生の臨界電位である孔食電位の値は、CrとMo含有量(Cr・Mo含有量)の増加とともに直線的に高くなることが明らかとなった。フェライト系ステンレス鋼では、Mo含有量が2%以下である場合には、Cr・Mo含有量の値から、孔食

電位の値を推測できることが明らかとなった。

各ステンレス鋼を貴金属合金(Type IV金合金, 金銀パラジウム合金)と電気的に接触させた場合には, 腐食電位が貴金属合金に比べて低いステンレス鋼がアノードとなり, 腐食が加速された。しかし, 計測されたガルバニック電流の値は, 浸漬48時間後には10nA/cm²以下となり, 貴金属合金との接触によってステンレス鋼の腐食が加速される程度は極めて小さかった。純Tiと各ステンレス鋼を電気的に接触させた場合には, 腐食電位がステンレス鋼に比べて低い純Tiがアノードとなり腐食し, ステンレス鋼は防食された。しかし, 計測されたガルバニック電流の値は, 浸漬48時間後には1nA/cm²以下となり, ステンレス鋼との接触によって純Tiの腐食が著しく加速されることはなかった。以上の結果から, 実際に口腔内で使用する状態で起こり得る異種金属接触腐食は, 使用上大きな問題とはならないものと考えられる。

各ステンレス鋼から溶出したFeイオン量は, Cr・Mo含有量が増加するにつれて, 直線的に減少することが明らかとなった。各ステンレス鋼から溶出したCrおよびMoイオン量は, Feイオン溶出量の約1/10~1/40であった。Niを12%含有するSUS316Lからは, アレルギーを起こしやすい元素として知られるNiイオンが100ng/cm²溶出していた。Niを含有しないEu-90は, Feイオンの溶出量もSUS316Lと同程度であり, 免疫学的な観点からSUS316Lよりも優れていると考えられる。

粒界腐食試験の結果から, Cr含有量が約30%のU-20とSUS447Jでは, 加熱によって粒界腐食感受性が高くなることが明らかとなった。特に800°C以上に加熱されると粒界腐食感受性は極めて高くなった。Cr含有量が高いフェライト系ステンレス鋼をキーパーに使用する場合には, 加熱温度・時間に留意しなければならないと考えられる。

フェライト系ステンレス鋼の飽和磁束密度は, Cr・Mo含有量が増加するにつれて, 強磁性体であるFeの含有量が減少するため, その値は小さくなった。磁性アタ

チメントの維持力の観点からは, 耐食性とは逆に, Cr・Mo含有量の少ないフェライト系ステンレス鋼の方が有利である。

[結 論]

成分・組成の異なる6種類のフェライト系ステンレス鋼(SUS430, U-2, U-4, U-20, U-22, SUS447J)と2種類のオーステナイト系ステンレス鋼(SUS316L, Eu-90)の耐食性ならびに磁気特性の関係を調べ, 以下の結論を得た。

1. Cr・Mo含有量が増加するにつれて, 孔食電位は直線的に増加し, 自然浸漬状態におけるFe溶出量は減少した。
2. Cr・Mo含有量が増加するにつれて, 飽和磁束密度の値は直線的に減少し, 磁石との吸引力は直線的に減少した。
3. 本実験で得られた基礎データは, 目的とする耐食性と磁気特性を有するフェライト系ステンレス鋼の組成を決定する際に用いることができる。
4. 耐食性(耐久性)を要求される用途には, Cr・Mo含有量が約32%のSUS447J, 磁気特性を優先させる用途にはCr・Mo含有量が約22%であるU-22が望ましい。
5. ヨークを構成する部材として使用されているオーステナイト系ステンレス鋼では, 試作試料であるEu-90が孔食電位も高く, Niを含有していないため金属アレルギーを生じる頻度が少ないことから, 市販の材料に用いられているSUS316Lよりも耐食性と生物学的性質に優れた材料である。
6. ステンレス鋼と貴金属合金および純Tiとの間で見られる異種金属接触腐食は, 実用上大きな問題とならない。
7. キーパーとして根面板に鋳接する際, 必要以上に加熱係留すると耐局部腐食性が低下する。特に, 800°C以上に加熱されると鋭敏化し, 粒界腐食感受性が顕著に高くなるので, 鋳接時の温度管理が重要である。

学 位 論 文 審 査 の 要 旨

磁性アタッチメントは, 磁石を内蔵したヨークと貴金属合金製の根面板に鋳接されたキーパーから構成されている。ヨークとキーパーに使用するステンレス鋼には, 磁力によって義歯を維持するための良好な磁気特性と口腔内での使用に耐える高い耐食性が要求される。機能性と耐久性に優れた磁性アタッチメントを開発するためには, 部材として用いるステンレス鋼の成分・組成と磁気特性ならびに耐食性の関係を明らかにする必要がある。

そこで本研究では, 成分・組成の異なる6種類のフェライト系ステンレス鋼と2種類のオーステナイト系ステンレス鋼について, 磁気特性と耐食性を定量的に評価した。

ステンレス鋼の組成と磁気特性ならびに耐食性は, CrとMoの総含有量(Cr・Mo含有量)によって整理できることを明らかにした。すなわち, Cr・Mo含有量が増加すると, 飽和磁束密度の値は直線的に減少し, それにともなって磁石構造体との吸引力の値は低下した。また, Cr・

Mo含有量の増加とともに、孔食発生の臨界電位である孔食電位の値は直線的に高くなり、自然浸漬状態における金属イオンの溶出量は減少した。これらの基礎データに基づいて、磁性アタッチメント用フェライト系ステンレス鋼のCr・Mo含有量は、磁気特性力を優先させる場合においても最低24%は必要であり、高い耐食性が要求される場合には、30%以上あることが望ましいという結論を得た。また、Cr・Mo含有量が30%以上のステンレス鋼では、800°C以上に加熱されると鋭敏化して粒界腐食を起しやすくなるため、鋳接時の温度管理を精密に行う必要があることを明らかにした。さらに、ステンレス鋼製のキーパーと貴金属合金製の根面板との間で生じる異種金属接触腐食は、ガルバニック電流の測定から、使用

上大きな問題とならないことが分かった。ヨークのシールドリングに使用するオーステナイト系ステンレス鋼に関しては、アレルギー性の高いNiを含まず、耐局部腐食性の高い高窒素ステンレス鋼が優れていることを見出した。

以上、ステンレス鋼の成分・組成と磁気特性ならびに耐食性の関係を定量的に解析し、機能性と耐久性の優れたステンレス鋼の組成を提案した。本研究によって新たな磁性アタッチメントを開発する際の成分・組成の基準が明確になり、歯科医学および補綴学に寄与するところが大きく、歯学博士の学位の授与に値するものと考えられる。

氏名・(本籍)	河 合 治 (愛知県)
学位の種類	博士(歯学)
学位記番号	乙 第43号
学位授与の日付	平成11年9月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当(論文博士)
学位論文題目	加齢に伴う歯肉線維芽細胞応答性の変化 —特にIL-6 およびPGE ₂ 産生への影響—
論文審査委員	主 査 教 授 小 鷲 悠 典 副 査 教 授 矢 嶋 俊 彦 副 査 教 授 賀 来 亨

論 文 内 容 の 要 旨

【緒 言】

歯周炎は、歯を支持する歯周組織。特に歯槽骨の破壊を特徴とする炎症性疾患である。最も一般的な歯周炎である成人性歯周炎は加齢と共にその罹患率が増加することから、加齢による生体機能の何らかの変化がその発症に関連していると考えられている。

歯周組織に存在する細胞の中でも、歯肉線維芽細胞は歯周細胞の主要な構成成分であるコラーゲン線維を産生し歯周組織の修復・再生に深く関与している。この細胞はリポ多糖(LPS)、サイトカインなどの刺激により、感染に対する生体防御反応において重要な役割を果たすインターロイキン6(IL-6)を産生すると報告されてい

る。また、このIL-6産生は細胞自身が産生するPGE₂を介して調節を受けていることが明らかになっている。Abikoらは、若年者から分離した歯肉線維芽細胞を継代培養して、継代培養による反応性の変化を調べた。彼らは、LPS刺激によるPGE₂産生は継代培養を重ねると増加することから、*in vitro*での加齢によって歯肉線維芽細胞は一定の刺激に対して過剰にPGE₂を産生するようになると考察している。しかし、内因性のPGE₂を介して調節を受けているIL-6産生が加齢によってどのように変化するかは不明である。そこで本研究では、*in vitro*と*in vivo*での加齢による歯肉線維芽細胞反応性の変化を同時に評価するため、若年者、高齢者から分離、継代培養した細胞の反応性の変化を、PGE₂産生およびIL-6産生を