

| | |
|---------|---|
| 氏名 | 三溝 恒幸 |
| 学位の種類 | 博士(歯学) |
| 学位授与番号 | 第196号 |
| 学位授与の日付 | 2015年2月5日 |
| 学位授与の要件 | 学位規則第4条第2項該当(論文提出によるもの) |
| 学位論文題目 | レーザー溶接したチタン材に対する加熱処理の有効性に関する研究 |
| 指導教員 | (主) 教授 永澤栄 |
| 論文審査委員 | 主査 教授 吉成伸夫 副査 教授 倉澤郁文 副査 准教授 正村正仁 |

学位論文の内容の要旨

【目的】

現在の補綴装置製作には、生体親和性からチタンが多用されており、その修復および加工にはレーザー溶接が用いられる。この溶接領域付近から再破折するのを回避するために、チタン圧延材に一定の条件で熱処理を行うと疲労強度が有意に大きくなるという報告がある。そこで、本研究では、鋳造、機械加工、MIM (Metal injection molding) の各製法によるチタン材、およびレーザー溶接後のチタン材に対する熱処理の有効性を疲労破壊の面から解明することを目的とした。

【材料と方法】

試験片は、鋳造法、機械加工、MIM法により、大きさが一定の試料を製作して用いた。レーザー溶接は、試験片を低速切断し、切断面を密着させた状態で溶接した。熱処理は各試験片を450℃、40分間大気中で加熱した後、炉外にて放冷した。疲労試験は、ひずみ量0.30mmの反復応力を加え、疲労破折までの回数を測定した。測定は、熱処理、未処理を各5個とした。また、溶接した試験片を包埋し、研磨、エッチング後、金属顕微鏡にて観察した。また、MIM法による試験片は、熱処理の有無による気孔率の比較を行った。硬さ試験は、微小硬度計を用いて、荷重100gf、負荷時間10秒として溶接部周辺のビッカース硬さを測定し、熱処理の有無による違いを分析した。

【結果】

これらの解析により以下に示す結果が得られた。

1. 鋳造によるチタンは、レーザー溶接の有無にかかわらず、熱処理による疲労破壊繰返し数に有意な差は認められなかった。3種の加工法によるチタンの中で、チタン鋳造体は、疲労破壊に対して最も弱かった。
2. 機械加工によるチタンは、レーザー溶接の有無にかかわらず、疲労破壊繰返し数は熱処理により増大した。金属結晶が微細であり、3種の加工法によるチタンの中で、疲労破壊に対して最も強かった。
3. MIM法によるチタンは、レーザー溶接の有無にかかわらず、疲労破壊繰返し数は熱処理により増大した。また、金属組織中に気孔が観察され、気孔に沿った破折が認められた。

【結論】

鋳造は、3種の加工法の中で、最も疲労破壊が弱く、熱処理の有効性は認められな

かった。機械加工は、最も疲労破壊に強く、熱処理の有効性も認められた。MIM法は、疲労強度が機械加工によるチタンには劣るものの、熱処理の有効性が認められた。

今後、高強度で熱処理効果のある機械加工チタンによる補綴装置製作の実用化が求められ、鋳造は加工法に移行することが望ましいと考えられた。MIM法は、さらなる素材の改良及び二次加工による改善が必要であると考えられた。さらに、床補綴装置にも熱処理を適応させるため、レーザー光などを用いた微少領域に対する熱処理方法を検討する必要があると考えられた。

学位論文審査の結果の要旨

学位申請論文は、鋳造、機械加工、MIM (Metal injection molding) の各製作法によるチタン材、およびレーザー溶接後のチタン材に対して熱処理が有効であるかについて疲労破壊に着目して検討したものである。

本論文は、種々の解析より鋳造は、3種の加工法の中で、最も疲労破壊が弱く、熱処理の有効性は認められず、機械加工は、最も疲労破壊に強く、熱処理の有効性も認められ、MIM法は、疲労強度が機械加工によるチタンには劣るものの、熱処理の有効性が認められることを明確に示し、今後、高強度で熱処理効果のある機械加工チタンによる補綴装置製作の実用化が求められ、鋳造は加工法に移行することが望ましく、MIM法は、さらなる素材の改良及び二次加工による改善が必要であると考察、結論づけている。さらに、将来的には床補綴装置にも熱処理を適応させるため、レーザー光などを用いた微少領域に対する熱処理方法を検討する必要があるということを展開している。以上、適切な引用文献を用いた考察、結論から、今後の歯科理工学、補綴臨床の進歩に大きく寄与するすぐれた論文であると判定した。

学力の確認の結果の要旨

2014年12月15日、実習館1F 歯科理工学教授室にて、本学位申請者、主指導（紹介）教員、主査および副査2名にて、学位論文審査、最終審査（口頭試問）を行った。

質問事項は以下のとおりである。

- 1) チタンと他の金属との比較について
- 2) 溶接とロウ付けとの違いについて
- 3) レーザー溶接とプラズマ、ティグ溶接との比較について
- 4) 熱処理の欠点について
- 5) 本研究の今後の発展性について

以上の質問に対して概ね適切な回答が得られたことから、本学位審査会は、申請者は博士（歯学）としての十分な専門知識と学力を有するものと判断し、最終試験を合格と判定した。