

歯冠修復用純チタンの精密研磨

向後淳史*¹, 佐藤秀明*², 佐藤秀樹*³, 小柳津善二郎*⁴, 石幡浩志*³, 眞保良吉*², 小松正志*³

Precision Polishing of Purity Titanium for Crown Restoration

Atsushi KOGO, Hideaki SATO, Hideki SATO, Yoshijiro OYAZU, Hiroshi ISHIHATA, Ryokichi SHIMPO, Masashi KOMATSU

Key words : crown restoration, purity titanium, polishing, mounted grinding wheel, polyurea resin

1. 緒言

現在、臨床において、純チタン鋳造体を用いた歯冠修復の機会が増加している。純チタンは密度が小さく、高強度で生体親和性に優れ、金属アレルギーの発生が極めて少ないという長所を有し、歯科用金属材料として優れている。しかし、低熱伝導率および化学的高活性から、加工が難しく、広く普及するまでには至っていない。現在、純チタン鋳造体の研磨において、作業工程が多く、長時間を必要とし、鋳造体表面の鏡面仕上げ加工は大変難しい。そのため、仕上げ加工を短時間で行うことができ、容易に鏡面を得ることができる工具の開発が望まれている。本研究においては、結合剤としてポリ尿素樹脂を用いた軸付き砥石を用いて純チタン鋳造体の研磨を行い、研磨性能に優れ、短時間で鏡面が得られる歯科技工用軸付き砥石の開発を目的としている。

2. 実験装置および方法

2.1 砥石

開発した軸付きポリ尿素樹脂砥石(リード創研製)には、粒度番号#1000(平均面積径=11.5 μ m)のGC砥粒を用いた(図1)。砥粒率は44%である。結合剤にはポリ尿素樹脂を用い、硬度はショア硬度で58である。この結合剤は純チタンの精密研磨をする上で適度な剛性を持ち、耐熱性があり、気孔を有する。一般的にゴムボンド砥石とレジンボンド砥石のその中間的な機械的性質を有し、砥粒保持力が強いのが特徴である。

2.2 試験片

試験片はJIS2種純チタン(神戸製鋼所製)であり、Autocast HC(GC社製)を用い鋳造を行った。埋没材にはSelevest CB(Selec社製)をメーカー指定条件により使用した。試験片の形状は、長さ30mm×幅5mm×厚さ8mmの直方体である。表1に機械的性質を示す。

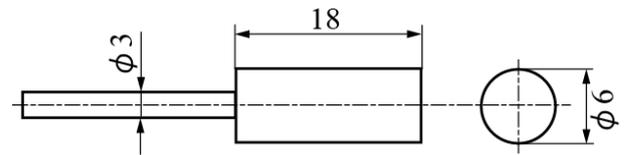


図1 開発した軸付き砥石

表1 試験片の機械的性質

ヤング率(GPa)	105
引張強さ(MPa)	415
熱伝導率(W/m·K)	17
硬さ	196HV0.1

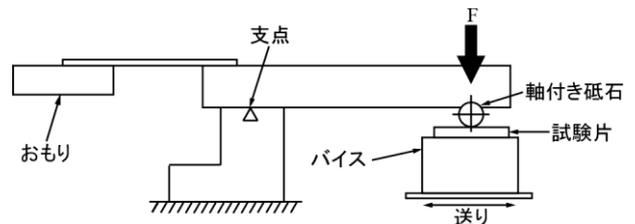


図2 実験装置概略

表2 実験条件

砥石周速度(m/s)	5.2
研磨荷重(N)	1.96
研磨液流量(mL/min)	100
試験片往復回数(回/min)	30
試験片往復最大速度(mm/s)	31.4

2.3 実験装置

本研究においては、歯科技工用軸付き砥石の性能を評価できる実験装置(図2)を製作した。砥石はルーター(ミニター株式会社製 M21HD)の軸軸に取付けられて回転する。支点の左側に取り付けられたおもりの調整により、研磨荷重 $F=1.96\text{N}$ を一定にして押付け研磨した。試験片を取付けたバイスは、ピストン・クランク機構を用いて左右に往復運動し、試験片に送り運動を与えた。最大送り速度は 31.4mm/s で、ストロークは 20mm である。砥石の周速度は市販の技工用軸付き砥石の周速度に習い 5.2m/s とした。研磨方式は湿式とした。実験条件を表2に示す。評価するパラメータは、仕上げ面粗さとして算術平均粗さ R_a および最大高さ R_z 、研磨前と研磨後の試験片および砥石の質量を測定した。 R_a および R_z の測

*1 東京都市大学大学院工学研究科:
〒158-8557 世田谷区玉堤1-28-1
Tokyo City University Graduate School of Engineering
*2 東京都市大学工学部:同上
Tokyo City University Faculty of Engineering
*3 東北大学大学院歯学研究科:
〒980-8575 仙台市青葉区星陵町4-1
Tohoku University Graduate School of Dentistry
*4 有限会社リード創研:
〒425-0077 焼津市五ヶ堀之内955-1
Lead-soken Ltd.

定は送り速度が最大を示す位置と、その半分の速度を示す位置の2点で計測した。また、試験片は鋳造後の鋳肌面をカーボランダム砥石で研磨した技工作業を想定し、研磨紙(粒度番号#60)で約1.0 μ mRaを付与し、これを初期粗さとした。

3. 実験結果および考察

初期粗さを付与した試験片を、開発した砥石で研磨し、RaおよびRzを計測した。その結果を図3および図4に示す。図中の一点鎖線は、目標粗さとし、Raは0.30 μ m、Rzは3.00 μ mである。開発した砥石で3分間研磨したところ、Raは0.21 μ m、Rzは1.70 μ mが得られ、目標粗さを十分に満たす結果が得られた。比較として、株式会社松風製の軸付き砥石で試験片を研磨したところ、4本の砥石を用いて6分間研磨し、Raは0.24 μ m、Rzは1.51 μ mになった。

表3に、開発した砥石と松風製の砥石の比較を示す。両者の仕上げ面を目視により観察すると、どちらも大きなスクラッチの発生は見られず、滑沢な面であった。これより、工程の削減と加工時間の大幅な短縮に成功した。

工程が削減できた理由として、結合剤の剛性が純チタンを研磨する上で適度であり、砥粒が試験片に接触した際に、結合剤が変形し、これより、砥粒突き出し高さが揃い、スクラッチが発生しにくく、精密研磨ができたと考えられる。また、研磨初期段階では結合剤が砥粒を保持する力が大きいため、砥粒が脱落して目こぼれ状態にならず、効率良く研磨できたと考えられる。

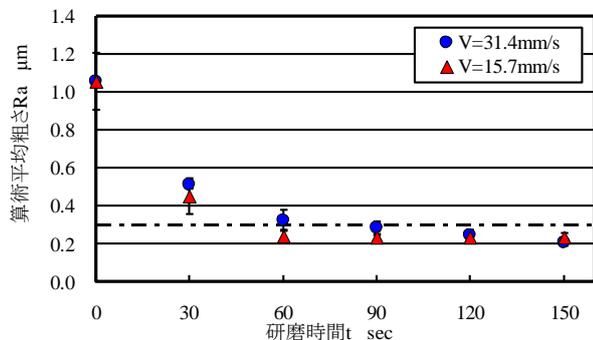


図3 研磨時間 t と算術平均粗さ Ra の関係

表4 試験片の研磨量と開発した砥石の摩耗量の関係

	試験片	開発した砥石
研磨前(mg)	9459	2377
研磨後(mg)	9452	2356

表3 市販の砥石と開発した砥石の性能比較

	研磨工程	Ra μ m		Rz μ m		t sec	t sec 合計
		研磨前→研磨後	研磨前→研磨後	研磨前→研磨後	研磨前→研磨後		
本研究	ポリ尿素樹脂砥石(1本のみ使用)	1.06→0.21	9.49→1.70	150	150		
既存の砥石 (4本)	①荒仕上げ(松風シリコンポイントHARD.H1)	1.10→0.61	6.79→3.50	150	360		
	②中仕上げ(松風シリコンポイントHARD.H2)	0.61→0.30	3.50→1.82	60			
	③仕上げ(松風シリコンポイントMtype.M2)	0.30→0.29	1.82→1.88	60			
	④最終仕上げ(松風シリコンポイントMtype.M3)	0.29→0.24	1.88→1.51	90			

表4に研磨前および研磨後の、試験片の研磨量と開発した砥石の摩耗量の関係を示す。試験片は7mg研磨され、開発した砥石は21mg摩耗した。これより、試験片および砥石の体積を求めると、研削比は約0.05となった。また、試験片は初期粗さRzの値と同等の高さ分研磨されており、仕上げ面粗さにおいて初期粗さの影響はないものと考えられる。

目視による仕上げ面の観察では、大きなスクラッチ等はなく、滑沢な面が得られた。しかし、バフ掛けをしたような光沢は得られなかったが、チタン製の歯冠修復物の研磨に十分使用できることを確認した。

4. 結論

歯冠修復用純チタンを、ポリ尿素樹脂を結合剤として用いた歯科技工用軸付き砥石で研磨を行った。得られた結果を以下に示す。

- (1)開発した砥石の結合剤は、純チタンを研磨する上で適度な剛性を有しており、砥粒保持力も大きいと考えられる
- (2)開発した砥石により、純チタン製の歯冠修復物を短時間で研磨することができた。これより、市販の歯科技工用軸付き砥石で行われている仕上げ研磨の4工程を1工程に置き換えることができ、工程の削減と大幅な加工時間短縮に成功した

今後は、更なる仕上げ面精度の向上と光沢を得られる砥石の開発をしていきたい。

5. 参考文献

- (1) (社)日本チタン協会編:チタンの加工技術, (2003)
- (2) 小柳津 善二郎ほか:ポリ尿素樹脂をバインダとした弾性砥石の研削性能, 砥粒加工学会学術講演会講演論文集, (2004-09)149-152

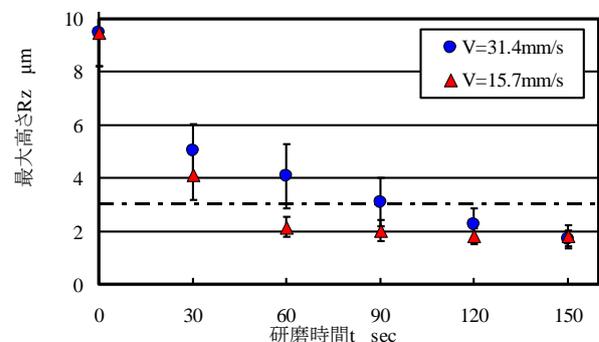


図4 研磨時間 t と最大高さ Rz の関係