

Title	研削加工による骨切除時の熱侵襲抑制に関する研究
Author(s)	水谷, 建
Citation	大阪大学, 2022, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/88031
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

論文内容の要旨

氏名 (水谷 建)

論文題名

研削加工による骨切除時の熱侵襲抑制に関する研究

論文内容の要旨

医療機器市場は大きな規模、高い成長率を有しているが、日系企業の国際競争力は低く、日本市場において医療機器は大幅な輸入超過となっている。この輸入超過の問題を解決し、また診断・治療のさらなる高度化を実現するために、医療機器・ヘルスケアプロジェクトによる医療機器の研究開発が経済産業省を主体に行われている。このように日本発として期待される医療機器の1つに、外科手術時の骨切除に用いられるダイヤモンドバーと呼ばれるダイヤモンド砥石がある。ダイヤモンド砥石は、軟組織を傷つけない特徴から神経などの重要な軟組織近辺の骨の切除に利用されている。一方、多量の発熱が生じ、周囲の骨や神経に熱侵襲が発生することに起因した術後合併症がたびたび発生し、その問題の解決が強く求められている。そこで本論文では、ダイヤモンド砥石を使用した研削加工による骨切除時の熱侵襲を抑制することを目的に、その発熱の原因を解明することで熱侵襲の問題を解決し、骨切除用の新たなダイヤモンド砥石の開発指針を示した。各章で得られた結果は以下のとおりである。

第1章「緒論」では、骨切除時のダイヤモンド砥石の使用環境や一般的な研削加工、骨切除に関する既往の研究について整理し、骨研削加工時の熱侵襲に関する問題点を明確にした。

第2章「粒径の異なる砥石による骨研削加工時の温度変化」では、実際の手術で使用されている様々な粒径の砥石を使用して加工実験を行い、実際にいずれの種類砥石においても熱侵襲の危険性がある温度以上に温度が上昇することを確認した。また、加工中に砥石表面には骨切りくずによる目づまりが生じるが、その原因は冷却水として供給している生理食塩水であることを新たに見出した。さらに、手術で使用されている砥石の中で比較的小さい砥粒を有する砥石を用いた場合は、砥石に付着した切りくずと骨加工面との摩擦によって生じる発熱、すなわち目づまりによる発熱によって、また、比較的大きい砥粒を有する砥石を用いた場合は、砥粒によって骨切りくずを生成する際の摩擦や塑性変形によって生じる発熱、すなわち砥粒加工による発熱によって、それぞれ温度が上昇することを明らかにした。

第3章「砥粒加工による発熱の抑制」では、第2章で明らかにした発熱の一つの要因である砥粒加工による発熱を抑制する方法について検討した。その結果、粒径が大きくなるほど砥粒加工による発熱が増加し、そこで砥粒切込み量を大きくすることで砥粒加工による発熱を抑制できることを明らかにした。また、大きい砥粒を有する砥石を使用した場合は、砥石の回転数を低下させることで熱侵襲の危険性がある温度以下までに温度上昇を抑制できることを明らかにした。

第4章「砥石目づまりによる発熱と温度変化の原因」では、第2章で明らかにした発熱のもう一つの要因である砥石目づまりの発生要因について検討した。その結果、冷却水である生理食塩水の水分による液架橋が生じることで付着が発生し緩やかな温度上昇が生じること、生理食塩水中のナトリウムイオンによるメイラード反応によって付着した切りくずが硬化することで急激な温度上昇が発生すること、そして付着した切りくずが剥離することで温度が低下することを明らかにした。また、このことから、目づまりを抑制し温度上昇を抑制する方法として、砥石に表面処理を行い、液架橋による付着力を減少させ切りくずの剥離を促進する方法と、加工点を気单相または液单相にすることで、液架橋を抑制し付着そのものを抑制する方法を提案した。

第5章「砥石目づまりによる発熱の抑制」では、第4章で提案した方法について実際に検討を行った。その結果、砥石表面をフッ素処理することで、未処理砥石に対して温度上昇を抑制できるものの、熱侵襲の危険性がある温度以上に温度が上昇してしまう危険性があることがわかった。一方、親水化表面処理をした砥石を用いて加工時の砥石回転数を低下させることで加工点近傍を液单相化したり、あるいは冷却水の代わりに冷風を供給することで加工点近傍を気单相化することで、目づまりによる発熱を抑制し、熱侵襲の危険性がある温度以下までに温度上昇を抑制できることを明らかにした。

第6章「結論と今後の展望」では、本研究で得られた成果をまとめるとともに、今後の展望について述べた。

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (水 谷 建)			
	(職)		氏 名
論文審査担当者	主 査	教 授	榎本 俊之
	副 査	教 授	井野 秀一
	副 査	教 授	東森 充
	副 査	教 授	山村 和也

論文審査の結果の要旨

本論文は、おもに整形外科時に多用されるダイヤモンド砥石を用いた研削加工による骨切除時に問題となっている周辺組織への熱侵襲を抑制することを目的に、骨研削加工時の温度上昇の原因の解明、およびその抑制方法について述べられたものである。

第 1 章「緒論」では、国内の医療機器政策や研究対象であるダイヤモンド砥石の使用環境、一般的な研削加工、骨切除に関する研究についてまとめられ、骨研削加工時の熱侵襲の問題点が明らかにされている。

第 2 章「粒径の異なる砥石による骨研削加工時の温度変化」では、複数のダイヤモンド砥石を使用した骨の研削加工において、比較的小さい砥粒を有する砥石を用いた場合は、砥石に付着した切りくずと骨加工面の摩擦によって生じる発熱、すなわち目づまりによる発熱によって、また、比較的大きい砥粒を有する砥石を用いた場合は、砥粒によって骨切りくずを生成する際の摩擦や塑性変形によって生じる発熱、すなわち砥粒加工による発熱によって、それぞれ温度が上昇することが明らかにされている。また、砥石の目づまりが生じる原因は、冷却水として供給している生理食塩水であることが明らかされている。

第 3 章「砥粒加工による発熱の抑制」では、第 2 章で明らかにされた温度上昇に影響を及ぼす砥粒加工による発熱は使用する砥石の粒径や砥粒切込み量によって変化することが明らかにされ、大きい砥粒を有する砥石を使用した場合は、砥石の回転数を低下させることでその発熱を抑制できることが示されている。

第 4 章「砥石目づまりによる発熱と温度変化の原因」では、第 2 章で明らかにされた温度上昇に重要な影響を及ぼす切りくずの目づまりについて、冷却水である生理食塩水の水分による液架橋により付着が発生し緩やかな温度上昇が生じること、生理食塩水中のナトリウムイオンによるメイラード反応によって付着した切りくずが硬化することで急激な温度上昇が生じること、そして付着した切りくずが剥離することで温度が低下することが明らかにされている。また、そうした温度変化の原因解明を通じて、目づまりとそれによる温度上昇を抑制する指針が示されている。

第 5 章「砥石目づまりによる発熱の抑制」では、第 4 章で示された抑制指針にもとづき、表面処理をした砥石や加工方法を提案し、加工点の液単相化や気単相化によって液架橋による切りくずの付着を抑制することで、目づまりとそれによる温度上昇を抑制できることが明らかにされている。

第 6 章「結論」では、本研究で得られた成果がまとめられているとともに、今後の展望が述べられている。

以上のように、本論文では、骨研削加工時の温度上昇の原因とその主たる原因の 1 つである砥石への切りくずの目づまり過程が明らかにされるとともに、新たな研削砥石や加工方法により、熱侵襲の原因である温度上昇の大幅な抑制を可能とする方法の提案がなされている。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。