The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	金属材料の生物的除去加工に関する基礎的研究
Author(s)	宮野, 泰征
Citation	大阪大学, 2004, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/44901
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏　　名　宮野泰征（みやの やすゆき）

博士の専攻分野の名称　博　士（工　学）

学位記番号　第　18703　号

学位授与年月日　平成16年3月25日

学位授与の要件　学位規則第4条第1項該当

工学研究科生産科学専攻

学位論文名　**金属材料の生物的除去加工に関する基礎的研究**

論文審査委員　（主査）

教　授　大森　明

（副査）

教　授　座古　勝　　教　授　藤本　公三　　助教授　黒田　敏雄

論文内容の要旨

本論文は、各種金属材料におこる微生物腐食発生の機構を、金属材料の除去加工の原理として応用することで、中性・常圧・常温環境下における材料加工プロセスの開発を目指した研究である。微生物腐食事例を実際に解析し、腐食の原因となる微生物を特定し、その微生物が持つ腐食の発生機構を明らかにし、腐食原因微生物と腐食発生の機構を利用した金属材料の除去加工プロセスという新しい加工形態の可能性を提案している。本論文の各章の主な内容は、以下に示すとおりである。

第1章は、序論であり、本研究の背景と関連研究の現状を示し、本研究への着想、研究目的および本論文の構成について述べている。

第2章では、ステンレス鋼の微生物腐食事例解析を基に、腐食の原因となる微生物を特定する過程を示し、本研究における加工用微生物の探索・選定の方法として確立している。

第3章では、加工プロセスの原理となる微生物腐食発生の機構に着目し、微生物の付着挙動について検討している。特に、本研究で加工対象としたステンレス鋼、銅への微生物の付着挙動を金属組織レベルで検証し、生物的除去加工プロセス開発の指針を明らかにしている。

第4章では、ステンレス鋼の生物的除去加工を目的とした培養条件を確立している。すなわち、ステンレス鋼の微生物腐食の促進に有利な培養条件を検討するために、いくつかの培養条件における加工用微生物の有機酸生成の量、および加工材表面への付着量の評価を行っている。

第5章では、前章で確立したステンレス鋼を対象とした加工最適条件での加工プロセスの効率的展開を可能とする培養装置を開発し、その有効性を評価している。さらに、この装置を使用した加工実験を展開し、特にステンレス鋼溶接部二相組織を対象とした場合では、複雑微細除去を実現できる可能性を示している。

第6章では、銅を対象とした生物的除去加工法の開発を行っている。微生物に対して毒性を有する銅を対象とした場合でも、微生物付着領域、すなわち生化学的反応層を早期に創出するための強制密着法を考案し、その有効性を評価している。さらに、強制密着法とレジスト手法を併用した加工実験では、加工目標領域に微細な除去加工領域を形成できる可能性を示している。

第7章では、本研究で得られた知見を総括し、本論文の結論としている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、微生物腐食と認知される各種材料で確認される腐食現象の発生の機構を、金属材料の除去加工の原理に応用した微生物による金属材料の加工プロセス（生物的除去加工）の可能性について検討している。中性・常温・常圧環境での微生物腐食の発生事例から原因微生物を特定し、腐食発現の因子を解明し、さらに、ラボスケールにおける腐食発生の加速条件を明らかにし、微生物による腐食発生の機構を金属の除去加工に応用できる可能性があることを示している。本研究で得られた主な知見は以下のように要約される。

(1) 中性環境における微生物腐食事例の解析を実際に行い、原因微生物を特定し、特定した微生物ごとに、それらの腐食発生の機構を明らかにしている。ここでの知見をもとに、腐食原因微生物とその腐食機構を利用した生物的除去加工の可能性を提案している。さらに、ここでの原因微生物の特定の方法を、本研究の目指す生物的除去加工における加工用微生物の探索、選定の方法として確立している。

(2) 微生物腐食の発生の起点となる微生物の付着挙動を金属組織レベルで検証し、ステンレス鋼、銅を対象としたそれぞれの生物的除去加工プロセスに関する指針を明らかにしている。すなわち、ステンレス鋼の場合では、粒界の整合性と微生物の付着挙動とに相関関係があることを確認し、これより組織制御による加工位置制御の可能性があることを示している。一方、銅の場合では、微生物の付着が結晶粒界へ優先的とならないことを確認し、これより組織制御による加工位置制御の可能性が少ないことを確認している。

(3) ステンレス鋼を対象とした場合の、加工用微生物 *Bacillus* sp., *Pseudomonas* sp.の加工プロセスに最適な培養条件を確立している。これらの微生物の腐食機構とは、固体表面に付着し、生物被膜（バイオフィルム）を形成し、そこに局所的な強酸性環境を創出することに起因するものである。この知見より、付着量と有機酸の生成量を加工の律速因子として捉え、これらが効率的に実現される条件を加工の最適条件として導出している。

(4) 生物的除去加工を実現するための一つのアプローチとして、装置を使用したプロセス開発の可能性を提案している。すなわち、加工プロセスに最適な培養条件を長期的に定常で維持するための循環型生物的除去加工装置を試作し、その有効性を確認している。また、この装置を使用することで、ステンレス鋼溶接金属二相組織に、複雑微細除去加工を実現できる可能性を確認している。

(5) 生物的除去加工を展開する上で、微生物に対する毒性（抗菌性）が大きな障害となっていた銅を対象として、生物的除去加工プロセスの効率化を目的に、強制密着法の考案を行い、その有効性を確認している。この方法により、加工材である銅表面の広範に生化学的反応層を早期に実現できることを確認している。さらにこの方法と、レジストによる位置制御手法を併用することで、任意のオンオフパターンを創出できる可能性を確認している。

以上のように本論文は、中性・常温・常圧環境でも大きな腐食速度が確認される微生物腐食に着眼し、材料に対する腐食性を有する微生物と、その腐食発生機構を加工プロセスに応用することで、マイルドな環境下でも金属の除去加工を実規できる可能性があることを示している。これらの知見は、微生物という生命体を加工のツールとした新しい加工形態の可能性を示唆するとともに、生産加工工学と応用微生物学との境界領域に新しいバイオプロセスの確立を視野にいれた境界学問領域を創出できる可能性を示唆するものでもある。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。