

チタン製品のバリ取り技術の研究

西村 通喜・寺澤 章裕・古屋 雅章

Study of the deburring process of the titanium product

Michiyoshi NISHIMURA, Akihiro TERASAWA and Masaaki FURUYA

要 約

チタン材料に機械加工を施した際に発生するバリの除去を目的に研究を行った。遊離砥粒加工（ブラスト加工・パレル加工）でチタン試料のバリ取りを行った結果、条件によりバリ取りが可能であった。また、加工後の試料の評価方法を確立し、それぞれの加工方法の特徴や、試料表面の砥粒の残留状況が明らかとなった。

1. 緒 言

チタン材料の特徴¹⁾として、軽くて強いなど比強度が高いこと、錆や薬品に強いなどの耐食性が高いこと、アレルギーを起しにくいなど生体親和性が高いこと、などがあり、近年、成長が見込まれる分野での使用が高まっている。

チタン製品の加工は、切削加工やプレス加工など機械加工を中心に行われているが、材料の持つ性質上、加工表面にバリ（不要な突起）が発生しやすい。このため、製品を加工する上でバリを除去する工程が必須である。バリの除去方法には、やすりなどをを用い手作業で行う物理的除去方法、電解研磨などの化学的除去方法などがあるが、主に遊離砥粒（ブラスト加工、パレル加工）を用いた方法が多く利用されている。しかし、遊離砥粒を用いた手法は、砥粒がチタン材料表面に残留するなどの問題がある。例えば、医療用製品などの使用用途によっては、手作業でのバリの除去を強いられている。

本研究では、チタン製品のバリ除去を、遊離砥粒加工法（ブラスト加工、パレル加工）により行い、その効果を示すとともに、加工表面における砥粒残留の影響と、その改善方法を検討した。

2. 実験及び評価方法

2-1 実験試料

試料素材は、純チタン（2種）を用いた。試料は、NC旋盤を用い、図1のような形状に加工した。除去実験するバリは、外径加工後に端面を0.1mmの切込みで外周から中心方向に加工し、試料端面外周部に生成させた。

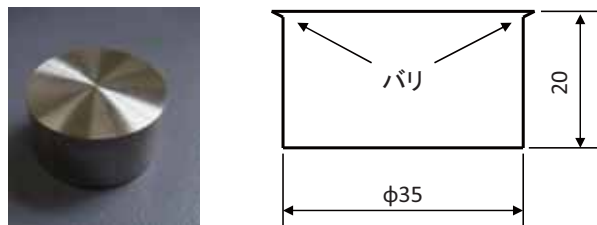


図1 実験試料概要

2-2 ブラスト加工実験

ブラスト加工は、図2のようなエアブラスト装置（新東ブレーター(株)MB-1）を用いた。この装置は、上部ノズルから研磨材と圧縮空気を混合したものを噴射させ、試料表面を加工するものである。試料は、XYテーブルに固定し、一定速度で移動することで、試料全面を加工する。加工条件は、表1のとおりである。

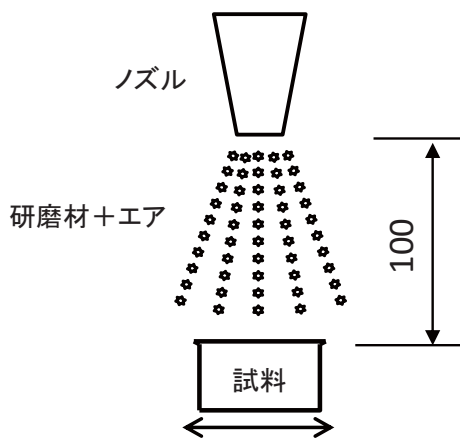


図2 ブラスト装置概要

表1 ブラスト加工条件

エア圧力	0.3MPa
走査速度	10mm/s
加工回数	1~6回
使用砥粒	・GC#320 (フジミンコーポレーティッド製)

2-3 バレル加工実験

バレル加工は、図3のような回転バレル装置と図4のような振動バレル装置(チップトン(株)CL-50)を用いた。加工条件は表2のとおりである。



図3 回転バレル装置



図4 振動バレル装置

表2 バレル加工条件

回転バレル	回転数	60 r.p.m
	直径	265mm
振動バレル	振動回数	1500回/min
加工時間		30, 60, 90, 120min
使用砥粒		ARP, GRP, AHT (チップトン製) 混合

2-4 バリ取り評価方法

バリ取りの評価は、表面粗さ輪郭形状測定機(ミットヨ(株)CS-H5000CNC)を用い、断面方向で測定した。測

定値は、突出しているバリの高さを測定し、外周部の4箇所の平均値を求めた。なお、加工により角が削りこまれている試料もあるが、測定値を0とした。

2-5 表面粗さ評価方法

ブラスト加工やバレル加工は、バリ部分だけでなく試料全体に加工を行う。そのため、加工による試料の表面粗さ変化を測定するため、試料上面の外周付近を表面粗さ輪郭形状測定機で測定し、算術平均粗さRaを求めた。

2-6 表面残留砥粒の評価方法

試料表面に残留する元素を、波長分散型蛍光X線分析装置(リガク(株)製ZSX Primus II)を用い、簡易定量測定を行った。砥粒成分に含まれる代表的な元素の量を、表面に残留している砥粒量とした。また、表面からの深さ方向の元素分析を、グロー放電発光分光分析装置(JYBINYVON JY5000RF)を用い、砥粒成分に含まれる代表的な元素を元に残留砥粒の分布を測定した。

3. 結果及び考察

3-1 バリ取り結果

ブラスト加工回数を変化させバリ取りを行った結果を図5、バレル加工を行った結果を図6に示す。この結果から、加工回数を重ねるごとに段階的にバリを除去できることがわかった。

ブラスト加工は、加工回数で条件付けを行っているが、実際にはバリ部分に研磨材が投射されている時間の長さである。バレル加工と比較して、時間が早くバリ取りが行えた。

バレル加工でも加工時間を増すことによりバリ取りが行えることがわかった。バレル加工方式の違いによる大きな差は出なかった。これは、回転バレルの回転数が速いためと推測される。

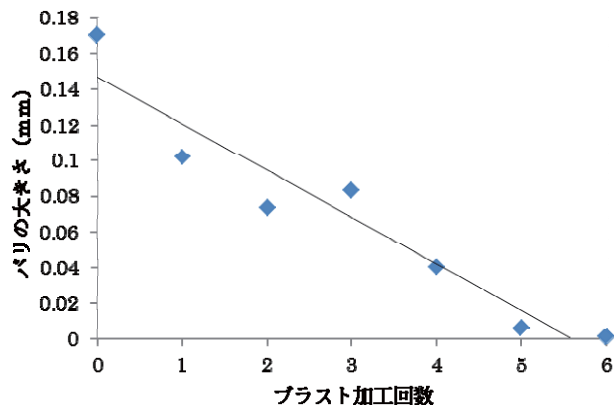


図5 ブラスト加工回数とバリ除去

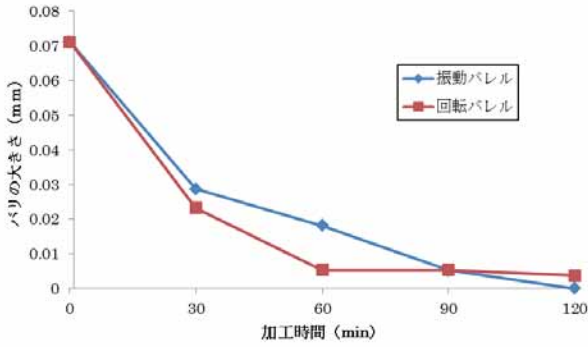


図6 バレル加工時間とバリ除去

3-2 表面粗さ結果

ブラスト加工の表面粗さの変化を図7, バレル加工時の表面粗さの変化を図8に示す。ブラスト回数を重ねるごとに試料表面粗さが小さくなり、試料表面の切削痕が消え梨地になった。バレル加工も時間をかけることにより、表面粗さは小さくなるが、ブラスト加工と比較して、表面の変化は小さい。また、バレル方法の違いに大きな差が出なかった。

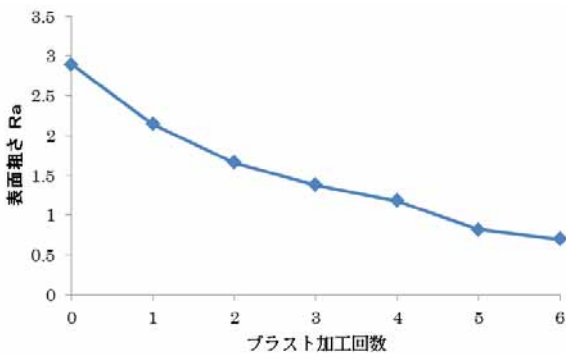


図7 ブラスト加工回数と表面粗さ

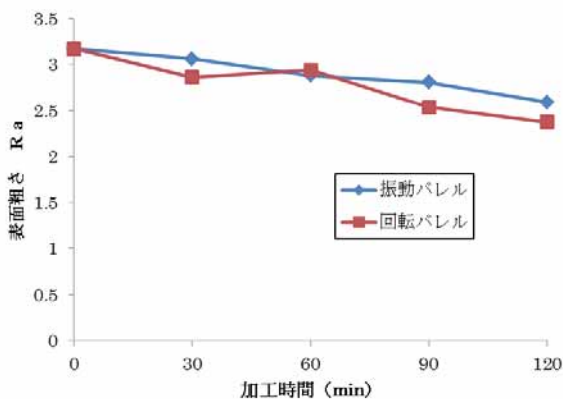


図8 バレル加工時間と表面粗さ

3-3 表面残留砥粒の分析結果

ブラスト加工及びバレル加工を行った試料表面に残留した砥粒の主成分であるSi元素の含有量を図9, 図10に示す。両加工の残留砥粒量を比較すると、ブラスト加工の方が20倍以上多かった。これは、ブラスト加工に用いられる砥粒サイズが小さく、試料面に対し鉛直方向より砥粒を衝突させるため、試料表面に刺さりやすいためであると考えられる。ブラスト加工の残留砥粒量は、加工回数には影響しないことがわかった。

バレル加工は、加工時間が長くなるにつれ、表面の残留砥粒量が多くなる傾向があり、回転バレルよりも振動バレルの方が表面に砥粒が残留しやすいことがわかった。

ブラスト加工時の深さ方向の残留砥粒分析結果を図11, バレル加工時の結果を図12に示す。ブラスト加工した場合、表面から6μm程度の深さまで砥粒が残留することがわかった。また、ブラスト回数による砥粒の残留深さの変化はなかった。バレル加工した場合、表面から2μm程度の深さまで砥粒が残留することがわかった。

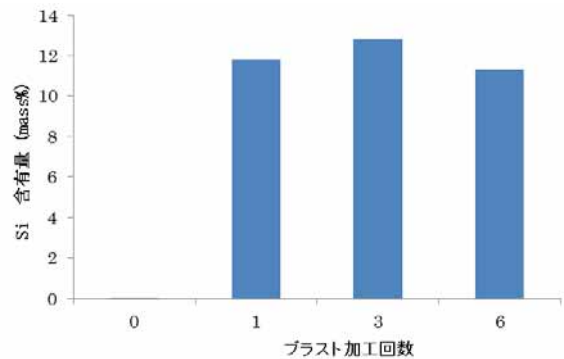


図9 ブラスト加工回数と表面の表面残留元素量

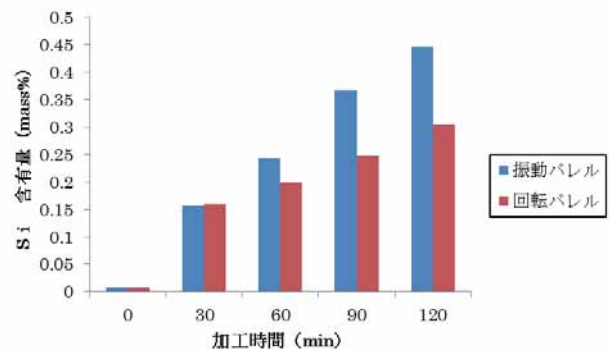


図10 バレル加工時間と表面残留元素量

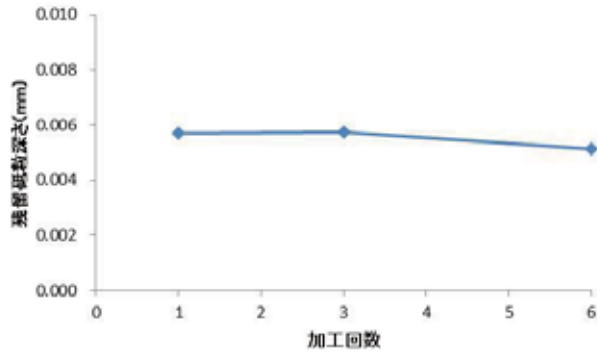


図 11 ブラスト加工回数と残留砥粒深さ

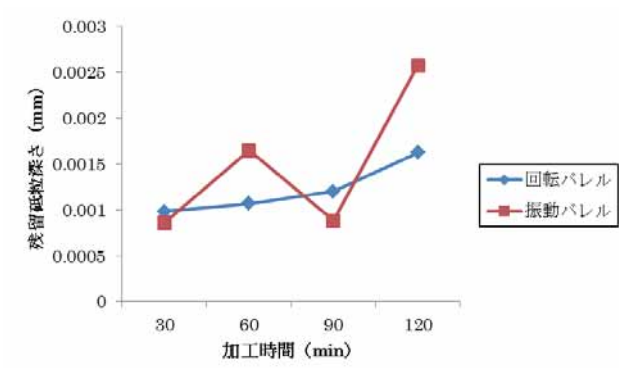


図 12 バレル加工時間と残留砥粒深さ

4. 結 言

チタン材料に機械加工を施した際に発生するバリの除去を目的に研究を行った。遊離砥粒加工（ブラスト加工・バレル加工）を用いてチタン試料のバリ取りを行った結果、条件によりバリ取りが行えることが確認できた。また、加工後の試料の評価方法を確立し、それぞれの加工方法の特徴や、砥粒の残留状況が明らかとなった。主なものは以下のとおりである。

- ・単位面積当たりのバリ取り速度は、バレル加工よりブラスト加工の方が速い。
- ・ブラスト加工よりバレル加工の方が、表面粗さ変化が少ない。
- ・ブラスト加工の方が、試料に残留する砥粒量が多く、深くまで残留する。

今後は、この結果を踏まえ、残留砥粒の無い遊離砥粒加工の開発を行く予定である。

参考文献

- 1) 上瀧洋明：目で見えるチタンの加工，日刊工業新聞社，P.2 (2012)