

鉛レス金属材料の加工技術に関する研究

小川大介*、加賀忠士*

Study on Pb-free material machining technology

OGAWA Daisuke* and KAGA Tadashi*

環境意識の高まりにより、水道水に含まれる鉛含有量の規制が強化されることから、水栓部品に用いられる材料についても、鉛レス化が加速すると予想されている。従来の水栓部品に使用されている黄銅材料には、快削性を向上させるために鉛が添加されている。この鉛成分を置換した鉛レス黄銅材料に切り替わることにより、切削性や工具摩耗の悪化が考えられる。そこで、鉛レス材料の切削加工データを蓄積し、従来材料との比較検討を行った。その結果、鉛レス黄銅材料の方が快削黄銅と比べ、切削抵抗は大きくなる一方、良好な切削加工面品質を得るための切削速度や送り条件の適用範囲が広いことがわかった。

1. はじめに

岐阜県山県市は、「水栓バルブ発祥の地」であり、国内屈指の水栓バルブ製造の集積地である。この水栓バルブに用いられる材料として、耐食性や快削性が求められることから、青銅や黄銅が多く使用されている。特に、快削黄銅（C3604）は安価であり、切削加工性が良好であるため幅広く使用されている材料である。しかし、環境問題への意識の高まりから、世界保健機関（WHO）の水質ガイドラインにより、飲料水中の鉛含有量に対する水質基準が厳しくなり、米国では2014年から飲料水器具に含まれる鉛の量が、加重平均で0.25%以下に規制されているほか、欧州でも、RoHS指令により鉛に対する環境規制が強化されている。このような背景から、鉛レス金属材料の材料開発¹⁾が進められ、今後、水栓部品の鉛レス化が加速することが予想されている。従来の黄銅材料については、快削性を向上させるため鉛が添加されている。それに対して、鉛成分を置換した鉛レス黄銅材料は、切削性が劣り、切削工具の早期摩耗や切削抵抗の増大などの問題が指摘されている。また、現状加工データが少ない²⁾。

そこで、本研究では鉛レス黄銅を対象として、旋削加工時の切削抵抗および加工面の表面粗さについて測定し、切削加工データの蓄積を行い、従来材料との比較検討を行った。

2. 実験

2.1 実験装置および被削材

実験には、汎用旋盤（株）池貝製、AM-20）を用いて切削性評価を行った。切削抵抗の測定には、切削動力計（日本キスラー（株）、9257B）を用い、既存の刃物台を取外し、治具を介して取付けた。取付けた動力計の上面に切削工具を固定し、丸棒材の長手方向の旋削加工

表1 被削材の機械的特性

被削材	引張強さ (MPa)	伸び (%)	硬度 (HV0.2)
快削黄銅	455	28	143
鉛レス黄銅A	431	36	125
鉛レス黄銅B	359	31	106

時の切削抵抗を測定した。被削材は、鉛を含有した快削黄銅合金 C3604（以下、快削黄銅）と鉛の代替成分として、ビスマスを添加した鉛レス黄銅合金 C6801 および C6803（以下、鉛レス黄銅 A および鉛レス黄銅 B）の丸棒材（φ30mm）を用いた。表1に被削材の機械的性質を示す。

2.2 実験条件

切削工具は、市販のスローアウェイ工具を用い、ノーズ半径 $R_n 0.8\text{mm}$ 、工具材種は超硬合金 K10 とした。切削条件は、主軸回転数① 560 min^{-1} （切削速度 $46\sim 53\text{m/min}$ ）、② 800 min^{-1} （切削速度 $65\sim 75\text{m/min}$ ）、③ 1120 min^{-1} （切削速度 $91\sim 106\text{m/min}$ ）、送り速度 $0.1\sim 0.3\text{mm/rev}$ 、切込み量 1.0mm とし、切削液は用いないドライ加工にて行った。切削加工後の表面粗さ計測については、表面粗さ測定機（アメテック（株）製、フォームタリサーフ PGI NOVUS）を用いた。

3. 結果及び考察

図1～3に、それぞれの主軸回転数条件における送りと主分力切削抵抗の関係について示す。快削黄銅と比べ、鉛レス黄銅の切削抵抗は1割程度大きくなっていることが確認できた。また、切削速度による、切削抵抗への影響はほとんどないことがわかった。

次に、送りと表面粗さ R_z の結果について、図4～6に示す。鉛レス黄銅の表面粗さ結果は、理論表面粗さと同等の加工面品質が得られることが確認できた。つまり、刃先ノーズ R_n が正しく転写されていることが言える。

* 機械部

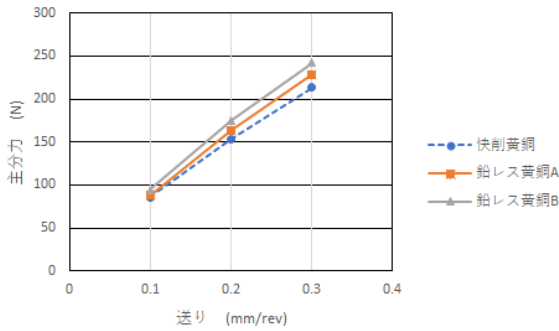


図1 切削抵抗 (560min⁻¹ : 46~53m/min)

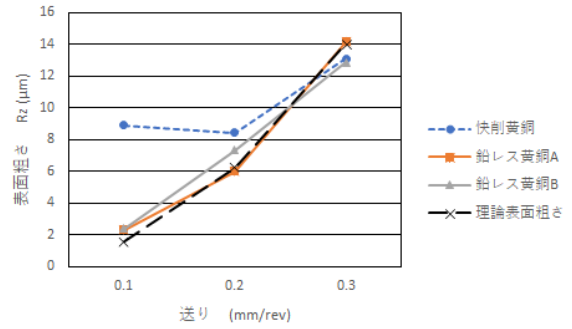


図4 表面粗さ (560min⁻¹ : 46~53m/min)

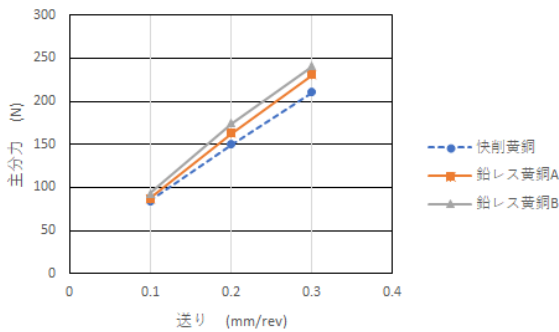


図2 切削抵抗 (800min⁻¹ : 65~75m/min)

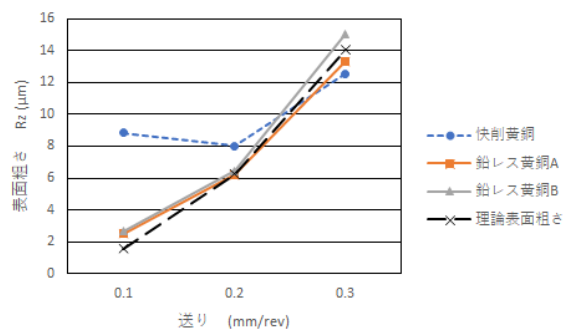


図5 表面粗さ (800min⁻¹ : 65~75m/min)

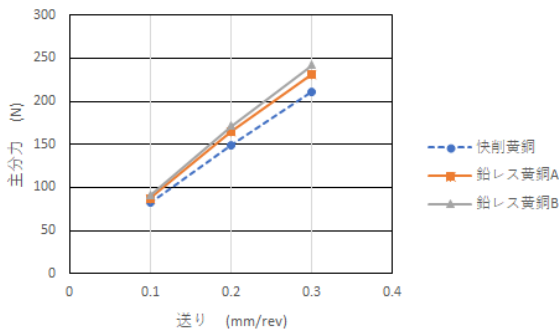


図3 切削抵抗 (1120min⁻¹ : 91~106m/min)

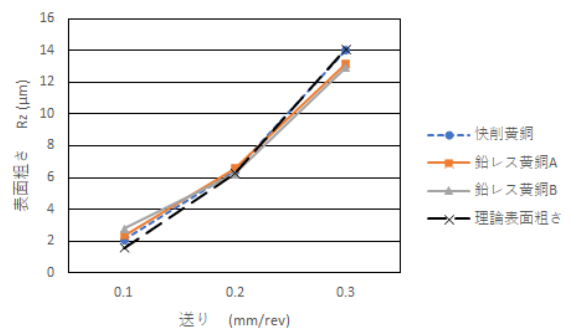


図6 表面粗さ (1120min⁻¹ : 91~106m/min)

一方、快削黄銅については、切削速度が遅く、送りを小さくすると、表面粗さが悪化した。要因として、図7に示すように工具刃先に溶着が生じていたことが原因と考えられる。なお、鉛レス黄銅では、この溶着が少なかった。以上のことから、鉛レス黄銅は快削黄銅と比べ、切削速度や送り条件の適用範囲が広いことがわかった。

4. まとめ

鉛レス黄銅を対象として、加工時の切削抵抗および加工面の表面粗さについて測定し、快削黄銅との比較検討を行った。以下に得られた結果について示す。

- (1) 鉛含有快削黄銅と比べ、鉛レス黄銅の切削抵抗は1割程度大きくなる。
- (2) 鉛レス黄銅は、良好な切削加工面性状を得る切削速度や送り条件の適用範囲が快削黄銅と比べ広い。

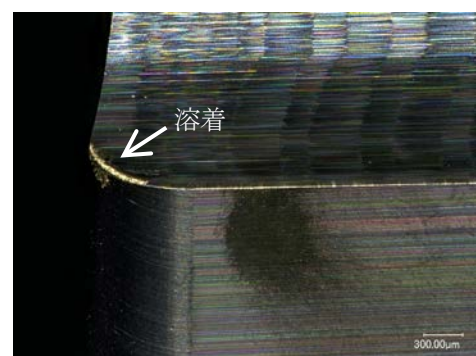


図7 快削黄銅加工後の切削工具

【参考文献】

- 1) 大石恵一郎ら, あたりあ, Vol.60, No.2, pp110-112, 2021
- 2) 米山ら, 山梨県工業技術センター, No.22, pp111-114, 2008