

## 金属表面への微細加工による濡れ性の制御に関する研究 —濡れ性の経時的変化—

摂南大学 ○辻本倫汰朗, 市村駿弥, ◎寒川哲夫

### 要旨

金属表面に微細構造を創成し、濡れ性を制御することによって、汚れ防止や接着剤の密着性向上などの効果が期待できる。しかしながら、微細構造だけでなく、時間経過で金属表面に創成される酸化膜などの特殊な膜によっても濡れ性は変化する。そこで、本研究では、金属の切削加工および放電加工時における濡れ性の経時的変化を明らかにした。加工方法や試料保管時の湿度が濡れ性の経時的な変化量に影響することがわかった。

### 1. はじめに

金属表面の濡れ性が制御可能になれば、汚れの付着防止や接着剤の接着性向上など、さまざまな機能の向上が期待できる。濡れ性は、表面の粗さや形状、表面自由エネルギーの大きさで変化することが知られているが、表面自由エネルギーは素材固有の値になるため、金属表面の形状を変化させることで濡れ性を制御する方法が一般的である。

本研究では高効率な加工が可能な切削加工とワイヤ放電加工に着目し、濡れ性の制御を目指す。先行研究<sup>(1)</sup>では、金属表面に溝を生成することにより、撥水性が向上することがわかっている。ただし、その結果は、広く知られている Wenzel<sup>(2)</sup>や Cassie<sup>(3)</sup>らの理論式による計算とは異なる結果であった。金属表面には、酸化膜などの特殊な膜が生成・成長することから、これらが表面自由エネルギーに影響を及ぼした可能性がある。そこで本研究では、加工法と保存環境が異なる金属試料を用意し、濡れ性の経時的変化を観察することにより、金属表面上に生成される特殊な膜が濡れ性に及ぼす影響を明らかにした。

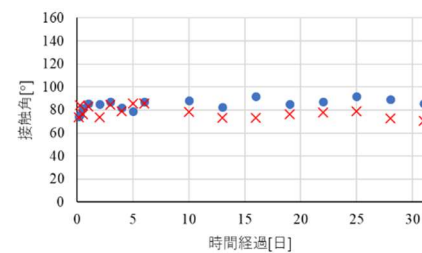
### 2. 実験方法および濡れ性の評価方法

ワイヤ放電加工および正面フライス加工を用いて、真鍮を平面加工した。加工法の特徴により、放電加工では微細かつ不規則な凹凸が、切削加工では規則的な微細な凹凸が加工面に創成される。また、放電加工では加工時に高温になるため、加工変質層ができる。加工条件は、工具メーカーや機械が推奨する条件を用いた。

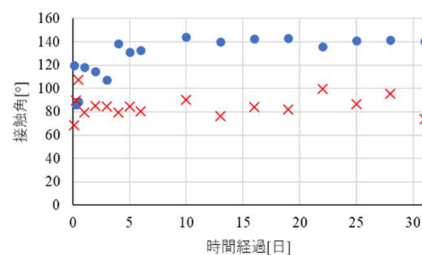
濡れ性の評価には、水の静的接触角を用いた。1 $\mu$ Lの液滴を加工面に滴下し、1秒後の接触角を $\theta/2$ 法で測定した。接触角にはばらつきがあるため、各試料につき10回ずつ計測を行い、その平均値を用いて評価した。

### 3. 実験結果と考察

平面加工後の金属表面における、接触角の経時的変化を図1に示す。図1(a)の切削加工を行った試料についてみると、低湿環境に保存したときは約70~80°で、高湿環境に保存したときは約80~90°で推移しており、高湿環境下のほうが接触角はわずかに高い結果となった。ただし、保存環境に関わらず、時間が経過しても接触角がほとんど変わらなかった。次に、図1(b)のワイヤ放電加工後の試料についてみると、低湿環境で保存した試料は加工後から接触角がほとんど変化せず、およそ80~90°を維持した。一方で、高湿環境に保存した試料では、加工後から数時間で120°まで向上し、その後も10日後までに140°まで向上した。



(a) 正面フライス加工



(b) ワイヤ放電加工

図1 接触角の経時的変化

以上の結果から、接触角は表面の形状だけでなく、特殊な膜による表面自由エネルギーの変化が影響していることがわかった。また、膜の成長は加工法や保存環境による影響を受けることがわかった。

### 4. まとめ

本研究では、ワイヤ放電加工および切削加工後の金属表面における、濡れ性の経時的変化を分析した。その結果、加工方法や試料保管時の湿度が特殊な膜の成長に影響を及ぼし、表面自由エネルギーが変化することによって、濡れ性が変化することを明らかにした。今後は、特殊な膜による濡れ性の変化と、微細形状による濡れ性の変化を両立されることが可能な方法を考える。

### 参考文献

- (1) 秋庭大輝ほか: 金属表面への微細加工による濡れ性の制御, 2021年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集, B1717, 414 (2021).
- (2) R. N. Wenzel: Resistance of solid surfaces to wetting by water, Ind. Eng. Chem., 28, 988-94(1936)
- (3) A. B. D. Cassie and S. Baxter, Wettability of porous surfaces, Trans. Faraday Soc., 40, 546-51 (1944).