305 トライボロジー特性に及ぼす電解水の効果

Effect of Electrolyzed Water on Tribological Properties

○ 高橋 岐明 (茨城大) 正 伊藤 伸英 (茨城大) 学 井手上 敬 (茨城大)
正 長谷川 勇治 (茨城高専) 正 加藤 照子 (理研) 正 大森 整 (理研)

Michiaki TAKAHASHI, University of Ibaraki, Nakanarusawa-4, Hitachi, Ibaraki

Nobuhide ITOH, University of Ibaraki, Nakanarusawa-4, Hitachi, Ibaraki

Takashi IDEUE, University of Ibaraki, Nakanarusawa-4, Hitachi, Ibaraki

Yuji HASEGAWA, Ibaraki National College of Technology, Nakane-866, Hitachinaka, Ibaraki

Teruko KATOH, Riken, Hirosawa-2, Wakou, Saitama

Hitoshi OHMORI, Riken, Hirosawa-2, Wakou, Saitama

Key Words: ELID, Electrolyzed Water, Tribology

1. 緒言

ELID 研削¹⁾は、加工中に電気エネルギーを用いて砥石のドレッシングを行う技術であり、この技術開発により微細砥粒砥石の安定した利用が可能になった。近年、加工の分野においても環境に負荷をかけないことが社会の要求の一つとなっている。我々もこのような社会的要求に応えることを目的として、電解還元水(ERW)²⁾を研削液に用いる ELID 研削技術の実用化に向けて検討を進めている。電解還元水は、電解質を含む水の電気分解により生成されるアルカリ性の機能水であり、還元力と電気導電性を有している。電解還元水は基本的に水であり、通常の研削液と比較して廃液処理が容易である。また本液はアルカリ性でかつ酸化還元電位がマイナスであるため、加工機の錆の問題は小さい。

本報告では、生成した電解還元水の基礎特性および ELID 研削への適用性について調査した結果を報告する。

2. 電解水について

Fig.1 に電解還元水生成装置の模式図を示す。電解槽はイオン交換膜で 3 槽に仕切られており、電解槽の中心を電解質(NaCl 水溶液)が循環し、電極とイオン交換膜を挟んで電解することで陰極側に Na^+ を含む電解還元水が、陽極側に Cl^- を含む電解酸化水が生成される。電解還元水は強いアルカリ性、高い還元能力を持ち、さらに電気伝導性も有している。また電解質を変えることで電解還元水中のイオン成分を調整できる。生成水後の排水は電解還元水と電解酸化水を混ぜることで中和するので容易に液の処理が可能である。

3. 実験方法

本実験では Fig.1 の電解還元水生成装置を用いて電解還元水を生成し、電解還元水の特性を調査した。その後、本液の ELID 研削への適用の可能性について初期電解ドレッシング特性で評価した。本実験で使用する電解水の生成には、電解質として NaCl 水溶液(10%)を用いた。

4. 電解還元水の特徴

4.1 電解還元水特性の時間変動

生成した電解還元水の基礎特性(EC, pH, ORP)を Fig.2 に示す。EC, pH は 400 分以上経過後においても大きな変化を示さなかった。一方、ORP は 60 分過ぎから上昇を始め、180 分後には -381 [mV] となり、ほとんど還元力が失われることがわかった。この結果より、ORP の効果を利用する場合には、生成からの時間を考慮する必要がある。また、EC は時間による変化は少なく、 300 [mS/m] 以上であり、通常の ELID 研削に用いる弱導電性研削液(132.4 [mS/m])に比べても大きな値を示しており、ELID 研削液として利用可能であることを示している。

4.2 電解還元水に含まれる Na^+ 濃度検出

電解還元水への電解質成分の移動を確認するため、電解条件 5 [A], 30 [A] の 2 条件で電解還元水を生成し、生成した電解還元水と電解前後の電解液中の Na^+ 濃度の測定した。測定には Fig.3 に示すイオンクロマトグラフィーを用いた。Fig.4 に電解条件が及ぼす電解還元水中の Na^+ 濃度の差異を示す。電解条件を強くすることにより電解還元水に含まれる Na^+ 濃度が高くなることが分かった。この結果は電解条件を制御することで Na^+ 量をコントロールできることを示す。また電解電後の電解質の Na^+ 量を測定したところ 19400 [ppm] から 13900 [ppm] へ減少しており、電解質成分が電解還元水へ移動したことを確認した。

Fig.1 Generation of electrolyzed water

Fig.2 Effect of time on WRE properties

5. 電解還元水が及ぼす摩擦摩耗特性への影響

ELID 研削において、電解還元水が摩擦摩耗特性に及ぼす影響について調査を行った。SUS420J2 をバフ仕上げした後、電解還元水に 1 時間浸漬し、Fig.5 に示す装置で摩擦係数の測定を行った。比較のため水道水に 1 時間浸漬したものを用意した。測定条件を Table 1 に示す。測定の結果を Fig.6 に示す。電解還元水は水道水に比べ、60 回程度の低サイクルにおいて摩擦係数が小さくなる傾向を示した。本結果は、還元水を用いることで砥石と加工物間の摩擦係数を低下させることができ、加工時の熱の発生を抑える効果が期待できる可能性があることを示している。

6. 電解還元水の電解ドレッシング特性

ELID 研削へ適用することを目的として、Fig.7 に示す装置で電解還元水を用いて鑄鉄ボンド砥石の電解ドレッシング特性の調査を行った。Fig.8 に電解ドレッシング中の実電流値の挙動を示す。電解を開始すると実電流値が低下する傾向を示した。また電解ドレッシング前後の砥石表面の電気抵抗を測定した結果、Table 1 に示すように、 $0.4[\Omega]$ から $20[M\Omega]$ 以上に上昇した。この結果は砥石表面が不導体化したことを示している。

Fig.9 に電解ドレッシング前後の砥石面状態の差異を示すが、目視からも砥石表面の酸化被膜の形成が確認できた。以上の結果より電化還元水を用いて電解ドレッシングが可能であることを確認した。

Fig.3 Over view of ion chromatography

Fig.4 Na⁺ contained in ERW and electrolyte

Fig.5 External view of friction and wear testing machine

Fig.6 Effect of ERW on tribological properties

Fig.7 Electrolytic dressing system

Fig.8 Electrolytic dressing properties

Table 1 Electrical resistance before and after dressing

	Electrical resistance
Before dressing	$0.4[\Omega]$
After dressing	Over $20[M\Omega]$

Fig.9 External view of grinding wheels before and after electrolytic dressing

7. 結言

電解還元水を研削液として使用するための基礎特性実験、摩擦摩耗試験および初期電解ドレッシング実験を行い、以下の結果を得た。

- 1) 電解条件により電解還元水のイオン濃度の制御が可能である。
- 2) SUS420J2 を電解還元水に浸漬させた結果、電解還元水は表面の摩擦係数が低下させる効果を持つ。
- 3) 電解還元水を用いて鑄鉄ボンド砥石の電解ドレッシング実験の結果、不導体被膜を形成することが可能であり、ELID 研削に利用できる可能性を示した。

参考文献

- 1) 大森：ELID 研削加工技術—基礎開発から実用ノウハウまで—(2000)工業調査会
- 2) 佐藤・他 2 名、希薄 NaCl 電解水の基本特性の解明、精密加工学会誌、2009、pp902