704 電解還元水が及ぼす ELID 特性への影響

Effect of Electrolyzed Reduced Water on ELID Grinding Properties

○学 小島 浩樹 (茨城大) 正 伊藤 伸英 (茨城大) 学 井手上 敬 (茨城大)
正 大森 整 (理化学研) 正 加藤 照子 (理化学研) 正 水谷 正義 (理化学研)
学 根本 昭彦 (山形大)

Hiroki KOJIMA, Nobuhide ITOH, Takashi IDEUE, Ibaraki University
Hitoshi OHMORI, Teruko KATOH, Masayoshi MIZUTANI, RIKEN
Akihiko NEMOTO, Yamagata University

ELID is technique that it electrolyzes the wheel surface during processing for dressing. This method came to enable the minute abrasive wheel to use. However, in late years the more environmentally friendly processing techniques are required. We develop a wheel and grinding fluid to meet such a demand. In our laboratory we are studying non-chemical solution type grinding fluid to use as ELID grinding fluid. When the non-chemical solution type grinding fluid is used, semiconductor materials and biomaterials are not covered by the fluid components during processing of them. In addition, becomes easy after the processing the waste liquid treatment because there is little influence on environment. In this report, we focus attention on electrolyzed reduced water as a non-chemical solution type grinding fluid. We investigated the effects of ELID grinding properties when using electrolyzed reduced water. After that was ELID grinding by using the electrolyzed reduced water and the conductive rubber bonded wheel.

Key words: ELID Grinding, Conductive Porous Rubber Bonded Wheel, Electrolyzed Reduced Water, ORP, EC, CG-7

1. 緒言

ELID 研削¹⁾は、加工中に砥石表面を電解して砥石のドレッシングを行う技術である。本法の開発により微細砥粒砥石の安定した利用が可能となった。しかし近年、より環境に配慮した加工技術が求められている。このような社会的要求に応えることを目的として、砥石・研削液などの ELID 研削の要素技術の研究を進めている。我々は、本研究の一環として ELID 研削液にノンケミカルタイプ研削液を利用した技術を検討している。ノンケミカルタイプ研削液は、生体材料や半導体材料などの加工時に研削液の成分がワークに不純物として付着・拡散する可能性を小さくし、より清浄度を高くする。また使用後の廃液処理を容易にすることも目的としている。

本報告では、ノンケミカルタイプ研削液として電解還元水²⁾に着目し、電解水の生成条件が、電解還元水特性や成分に及ぼす影響を調査した。さらに、本法を用いた ELID 研削システムによる加工実験を行った。本システムの砥石は、非メタル系砥石として開発した導電性ラバーボンド砥石³⁾を用い、ワークは Ti 合金 (Ti-6Al-4V) を使用した。

2. 電解還元水を用いた ELID 研削について

Fig.1 に電解還元水を用いた ELID 研削システムの模式図を示す。本システムは電解水生成装置と ELID ラップ研削システムから構成されている。電解還元水生成システムでは、電解液 (NaCl 水溶液) を循環させた電解層内でイオン交換膜を隔てて水の電気分解反応を起こすと陰極側に H_2 と OH^- を含む電解還元水が、陽極側に O_2 と H^+ 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。また陽イオンは陰極側に、陰イオンは陽極側に移動するため、電解液成分によって電解水中のイオン成分 (Na^+ , Cl^- など) を調整できる。生成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し水に戻るため容易に処理が可能である。

3. 電解還元水を用いた ELID 研削の特性調査

電解還元水の基礎特性を把握する目的として、電解条件及び電解液濃度が電解還元水の ORP (酸化還元電位), EC (電気伝導率), pH, イオン成分に及ぼす影響を調査した。イオン成分検出は Fig.2 に示すイオンクロマトグラフィー (ダイオネクス社製 DX-120, DAS-80) を用いた。電解還元水の特性調査

後、研削液として電解還元水と ELID 用研削液 (CG-7) を用いて ELID ラップ研削を行い、GD-OES によるワークの表面成分分析を行った。その他、 $0.3\mu m$ アルミナ砥粒バフ仕上げを施した試料を準備した。実験の各種条件を Table 1 に示す。

* EO → Electrolyzed Oxidized Water
ER → Electrolyzed Reduced Water
Fig.1 ELID grinding system using ERW

Fig.2 Overview of ion chromatography

Table 1 Experiment condition

Experiment	Item	Condition
ERW generation condition	Electrolyte	NaCl
	Flowing quantity	1L/min
	Electrolysis current	5A, 7A, 10A, 15A, 20A, 30A
	Electrolyte Density	5%, 10%
ELID lap grinder condition	Processing machine	Single side lap grinder (Lap de Top)
	Wheel	#1000 Conductive porous rubber bonded wheel
	ELID condition	EO:30V, Ip:2A τ on/off 2/2 μs
	Rotational speed	Wheel: 100min ⁻¹ , Work: 100min ⁻¹
	Processing pressure	0.8~1.2MPa
	Grinding fluid	CG7 (50 time dilution), ERW

3. 1 実験結果及び考察

3. 1. 1 電解還元水の諸特性とイオン成分検出

電解還元水の諸特性の調査結果を Fig.3(a)~(c)に示す。ORP, EC, pH の全ての値で電解条件が強いほど高い値を示す傾向が見られた。電解液濃度 5%と 10%の違いによる影響は電解条件の違いと比べ小さく、電解還元水の諸特性は電解電流値に強く影響されることがわかった。Fig.4, 5 にイオンクロマトグラフィーによる電解還元水と電解液の検出結果を示す。電解還元水中の Na^+ の含有量は、電解条件が強いほど多い。この原因は電解液である NaCl 水溶液がプラスの電荷を持つ Na^+ とマイナスの電荷 Cl^- に分解され、高電流値で電解能力と Na^+ を陰極側に引き寄せる力が増加したためである。これは電解液のイオン成分が電解後で減少していることから推測できる。以上の結果は、本システムで電解液のイオン成分を電解還元水内に含ませることができ、しかも電解条件によりその量を制御することが可能であることを示している。

3. 1. 2 Ti 合金加工後の GD-OES 表面成分分析

イオンクロマトグラフィーの結果をうけて、電解還元水と CG-7 を用いて Ti 合金(Ti-6Al-4V)の ELID ラップ研削加工(加工条件: Table 1)を行い、加工後のワーク表面の GD-OES 表面成分分析を行った。比較材は 0.3 μm アルミナ砥粒パフ仕上げとした。Fig.6(a)~(c)に加工後のワーク表面の分析結果を示す。(a)Na は CG-7 と電解還元水による試料表面で多く検出された。これは、それぞれの研削液に含まれる成分であり、ELID 研削で研削液成分をワーク表面に拡散できることを示している。(b)Mo は CG-7 による試料表面から検出された。CG-7 に含まれる研削液成分である。以上の結果は、ELID 研削システムにおいて研削液成分を制御することにより、ワーク表面に金属成分を拡散させ改質をコントロールできることを示す。また、(c)O は CG-7 と電解還元水による試料ではみられ、比較材のパフ試料にはみられないことから ELID 研削システムにおける水の電気分解反応により発生した O と推察できる。ワーク表面に O が拡散することで、表面の改質効果が期待出来る。

Fig.3 ERW properties by difference in electrolysis condition

Fig.4 Sodium ion contained in ERW by difference in condition

Fig.5 Sodium ion contained in the electrolyte before and after electrolysis

(a) Comparison of sodium components

(b) Comparison of molybdenum components

(c) Comparison of oxygen components

Fig.6 Analysis of surface components after the work processing by GD-OES

4. 結言

環境に配慮した ELID 加工技術の構築を目指し、研削液として電解還元水の適用を試みた。本法において、実験により以下の結果が得られた。

- 1) 電解還元水の特性 (ORP, EC, pH) は、電解条件が高いほどより強い性質を示し、電解電流値に強く影響されることが確認された。
- 2) イオンクロマトグラフィー成分検出の結果、電解還元水に電解液成分を含ませることができることを確認した。
- 3) GD-OES 表面分析の結果、ELID 研削システムと電解還元水を統合したシステムにより、研削液成分をワーク表面に拡散させることができることを確認した。

最後に、イオン成分検出にご協力頂いた茨城大学技術の佐藤義典先生に感謝致します。

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) 長谷川, 大部, 伊藤, 大森, 瀧口; 導電性ラバーボンド砥石による ELID 研削加工特性 電解作用による表面改質, 精密工学会春季大会学術講演会講演論文集(2006), F09
- 3) 佐藤, 竹ノ内, 山崎; 希釈 NaCl 電解水の基本特性の解明, 精密工学会誌 vol.75, No.7 pp902-907 (2009)