

マルチワイヤソーにおけるセレンディピティ

My Serendipity in multi-wire saw

諏訪部仁
Hitoshi SUWABE

Key words: serendipity, multi-wire saw, slurry actions, grain actions, mirror sliced surface

1. はじめに

セレンディピティとは日常の中でふと感じたことに対して、その価値を見出すことによって、新たな展開、発見、新技術の開発につながることを言うとして理解しています。セレンディピティの例としては伝記で数多くが紹介されており、入浴中に湯船からあふれるお湯を見て、密度についてひらめいたアルキメデスの原理等はその典型的事例であるが、その偉人たちの様な大きなセレンディピティは私にはありません。しかしながら、今回この様な専門委員会を千葉大の森田先生が発起人となって立ち上げて、この様な記事を書くような機会を頂いて振り返ってみると小さいながらも私にも有ったのでは？と思ひ、以下に私の経験談をまとめたいと思ひます。

2. マルチワイヤソーにおけるセレンディピティ

2.1 セレンディピティとして紹介する成果

筆者は大学院博士課程の時にマルチワイヤソー切断に関する研究を始めて、その後現在までにずっとその研究を進めている。マルチワイヤソーは半導体チップや LED の基板となるシリコン、サファイア、シリコンカーバイドなどをスライシング加工する技術である。本加工方式にはスラリーと呼ばれる砥粒を懸濁した加工液を用いる方式と図 1 に示すダイヤモンドワイヤと呼ばれるピアノ線表面にダイヤモンド砥粒を固着した工具を用いて加工する 2 種類の方法に大別できる。この方式で半導体材料を切断する場合には図 2 に示すように、その加工面は梨地状になり、文字が映ることはない。

現在では、5%程度のダイヤモンド砥粒を懸濁させたスラリーと樹脂をコーティングしたピアノ線を工具として用いて揺動振動を援用した切断加工を行っている。図 3 はシリコン、図 4 は SiC の切断面の観察写真をそれぞれ示している。同図に示すように Si 並びに SiC の切断面ではアズスライスのみでも文字が映る程度まで改善できていることがわかる。このような特殊な加工技術に到達するまでには紆余曲折あり、その都度改善してきた成果で、その過程を次節より紹介する。

2.2 セレンディピティにつながる最初のきっかけ

私が 30 代半ばで、学術講演会に切断というオーガナイズドセッションがまだなかったころ、遊離砥粒ワイヤソーによる研究発表はラッピング加工などが発表するセッションで講演を行っていた。そこで発表した際に、ワイヤソーの加工メカニズムとして図 5 に示すようなモデルを用いて、「ワイヤソーは遊離砥粒を用いているため、加工部に進入した砥粒の引っ掻き、転動作用によって加工している。」と自分のつたない成果を説明

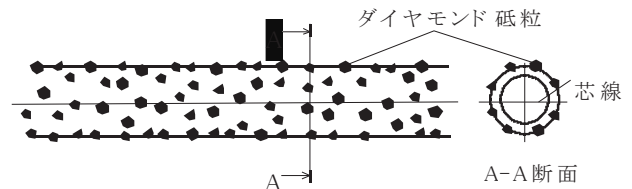


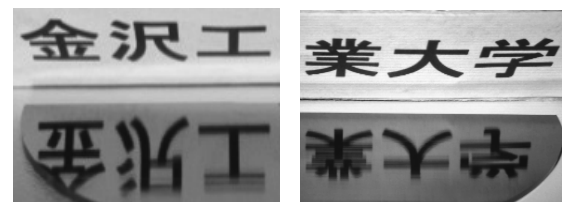
図 1 ダイヤモンドワイヤ工具のモデル図



図 2 従来の遊離砥粒方式で切断したシリコンの切断面



図 3 樹脂コーティングワイヤによるシリコンの切断面



(a) Si 面

(b) C 面

図 4 樹脂コーティングワイヤによる SiC の切断面

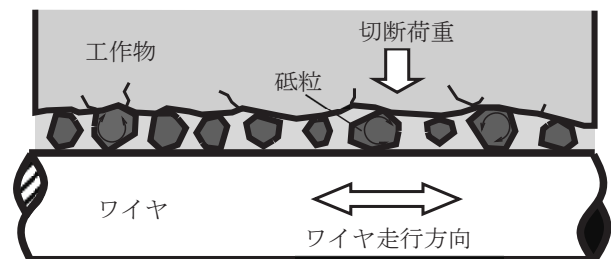


図 5 遊離砥粒方式ワイヤソーの切断モデル

していた。その時に座長から「ラッピングなので確かにそうですが、実際には加工部を観察しないとよくわからないですよ。是非これから加工部が見ることができるような研究を行うと

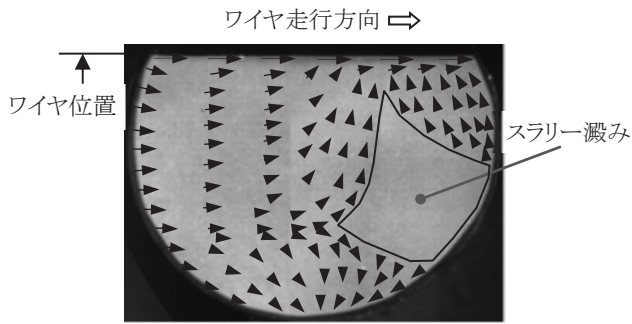


図6 円形工作物の加工溝内部におけるスラリー挙動

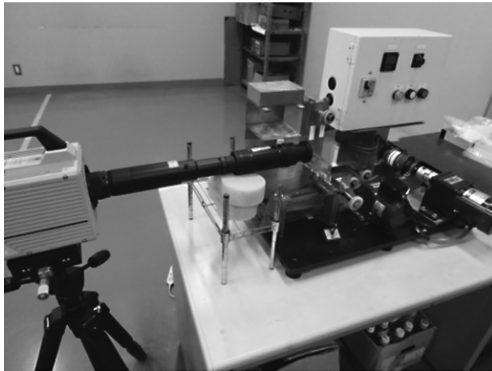


図7 加工部の砥粒挙動の観察装置

おもしろい結果がきっとわかりますよ。頑張ってください。」とご示唆を頂きました。そこで、当時の私は高速度カメラを手に入ればなんとかなるのではと気軽に考えて、予算の確保を行い、なんとか無事購入することができた。

2.3 加工部での砥粒挙動の観察までの道のり

高速度カメラを購入して、いざ！と思って使い始めたところ、1眼レフ用のカメラレンズのみしか使えなかったため、望遠レンズを取り付けても加工部で転動する砥粒など見えるはずがないとその時始めて気がついた。高価な高速度カメラを購入して「使えませんでした。」とは口が避けても言えないため、高速度カメラのマクロレベルで見えるものを探した。その探した成果の一部を図6に示す。同図は円形の工作物を切断しているときの加工溝内部のスラリー流れを観察した結果である。このような観察を通じて研究を進めているうちに、砥粒の転動レベルの動きが観察できる高速度カメラセットが発売されていることがわかり、その高速度カメラを購入すると共に、加工部での砥粒挙動が観察できるモデル実験機を作製した。

図7は砥粒挙動観察用の高速度カメラセットをモデル実験機にセットしたときの様子を示す。高速度カメラには大変長いレンズを取り付けているが、レンズ下部にある長円形のものはお風呂を洗うときのスポンジであることから、レンズの長さはイメージできると思われる。この高速度カメラシステムによって5~10 μm 程度の砥粒の転がりを観察できるようになった。

図8はその時の観察結果の1例を示している。ラッピング加工では加工部に進入した砥粒の引っ掻き・転動作用によって加工されていると言われてきたが、加工部に進入した砥粒は転動する砥粒と転動しない砥粒があり、砥粒は工具の運動方向にのみ動くのではなく砥粒の歪な形状によっていろいろな方向に転がることを発見でき、大変うれしく思った。

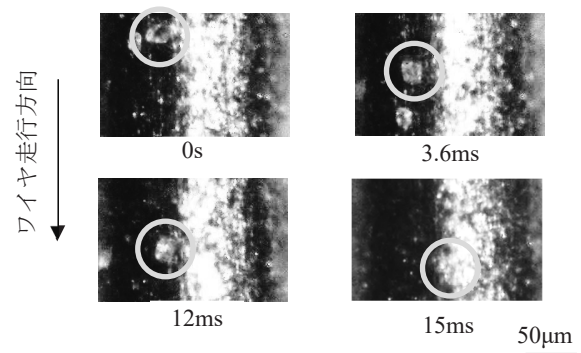


図8 加工溝底部で横方向に動く砥粒

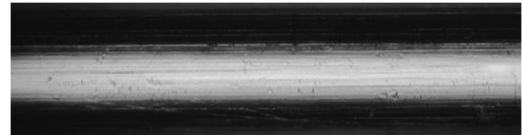


図9 樹脂をコーティングしたワイヤの表面

2.4 ワイヤソーによる鏡面スライシング加工技術の発見

前節において加工部で転動する砥粒観察が可能になったことを紹介した。しかしながら、しばらくすると、砥粒挙動を見ただけではこの成果の活用方法が見当たらないことに気がついた。活用方法が見当たらないということは工学の発展に寄与できていないことを意味するため、この観察結果を活用する方法を検討していた。

そのようなときに図9に示すようなピアノ線表面を樹脂コーティングしたワイヤ工具が研究室に持ち込まれた。実施に実験すると予想通り、ワイヤ表面の樹脂は直ぐに摩耗してしまった。なんとか使うことができなかつたかと思えたときに加工部での砥粒の転動を押さえることができるのであればなんとか加工できると考えた。そこで、図8で示した砥粒挙動の観察法を用いて、加工部で転動する砥粒を減らす加工条件を見出せた。その結果、図3,4で示したような鏡面加工の実現ができた。

3. おわりに

セレンディピティは顕微鏡を覗いているときなどの偶然のひらめきなどの話が一般的であるが、私の場合は、学会の学術講演会での聴講者からのコメントやなんとかできないかなという思いからだけではなく、「なんとかしないとやばい！」などの脅迫概念もそのひらめきの元となっているように感じられる。小さな発見を少しずつ積み重ねることで大きな成果にたどり着くこともあるので、あきらめずにこつこつと継続することは大事なことでであると判断している。

この原稿を読んで頂きました皆様の経験はいかがでしょうか？



【諏訪部 仁】(すわべ・ひとし)
 ・金沢工業大学
 ・e-mail: suwabe@neptune.kanazawa-it.ac.jp