

材料開発ベンチャー

あせらず、あきらめずのところで 技術開発

株式会社 AMC ; 代表取締役 水野 雅

1. はじめに

私は2003年12月に金属表面改質技術の開発を目的に、53歳で株式会社 AMC を起業した。まわりからは年だから頑張りも利かなくなるし、止めとけと言われた。起業以前は金属せん断刃物のメーカーで30年間、技術と営業に携わってきた。せん断刃物とは切る物を鋏のようにせん断によって切り離す刃物で、鋼材の刃物で鉄板などを切るのだが、刃がよく割れないものだと感心したものである。しかしながら、中には早々に割れてしまう刃物もあって、原因の特定を行う調査を続けながら、ユーザーとの対話を通して鋼の特性を最大に活かすにはどうすれば良いのかを考え続けた。

2. 鋼の表面改質技術の開発経緯

そもそも鋼の世界では、新しい鋼種が開発されにくくなってきた。ユーザーとしてはもっと新材料が開発されても良いのではと考えるが、現実はそのもいかない。刃物をもっと長寿命にできる材料を望むと、表面改質技術に頼ることとなる。特に刃物が仕事をやる部位はエッジ部であり、エッジ以外はそれを支える性能があれば良いという考え方ができる。鋼の表面硬化処理として浸炭、窒化、高周波焼入れ、レーザー焼入れ、電子ビーム焼入れ、皮膜処理として電気めっき、溶融めっき、蒸着めっき(PVD, CVD)、溶射・肉盛り技術としてガス溶接、アーク溶接、電子ビーム溶接、レーザービーム溶接などがある。刃物業界では、刃物のエッジ部分をこれらの処理を使って硬化させることで、長寿命を実現させてきた。しかし、鋭利な刃先を有する刃物においてはこれらの技術を用いても効果があまり期待できないものがある。基本的にPVD, CVDは処理層の厚さが数 μm と薄く、また豆腐の表面に氷が張ったと表現されるように表面から力を受けると陥没する危険性がある。硬化肉盛り溶接も使われるケースが増えており、特にレーザークラディングは高硬度材料の肉盛りとして注目されている。私も起業前の2000年ごろから大阪府立産業技術総合研究所にてレーザー溶接の研究を行い、材料表面の組織改質、特に工具鋼の炭化物微細化に取り組んできた。しかし金属組織が铸造組織であるため、結晶粒界に炭化物が集まりやすく、靱性が低下することがわかった。このため、炭化物を微細化できて、さらに結晶粒の微細化もでき

る技術の開発が必要と考えていた。その後、AMCを起業したのだが、その頃、摩擦攪拌接合(FSW)が軽金属の接合に用いられ始めており、組織が微細になることが知られていた。当時、軽金属の摩擦攪拌プロセス(FSP)に取り組んでいた大阪市立工業研究所に相談したところ、大阪大学接合科学研究所の藤井教授のグループが鉄の接合実験に成功していると教えていただいた。このような経緯から、大阪大学—大阪市立工業研究所—AMCでの産官学の連携ができ上がり、組織微細化に向けた研究を開始した。

3. FSPによる工具鋼表面の改質

FSWとは、円柱の先端に突起のある工具(以下、ツール)を回転させて、接合したい2枚の突き合わせた板の中央に押し込み、回転の摩擦熱で温度を上昇させて、両側の金属を軟化させながら塑性流動させることで接合する技術である。お互いの金属は溶融せず固相のまま接合されるため、組織は铸造組織とならずに微細な結晶粒となる。接合部の強度は素材強度を上回り、溶接に比べ歪の発生が少ない。攪拌部で起こる塑性流動を金属の表面改質などに応用したものをFSPと呼ぶ。我々はFSPを工具鋼の改質に応用した。まずはSK材の改質から始めて、徐々に炭化物量の多い材質へと研究を進めていった。改質材をSKD61, SKD11, SKH51, SKH2と進めていくと、結晶粒は微細化できるが、炭化物はほとんど微細化できないことがわかった。そこで以前から研究していたレーザー溶融加工による炭化物の微細化とFSPを組み合わせることににより、炭化物と結晶粒の大きさを0.5 μm 以下に微細化することに成功した⁽¹⁾⁽²⁾(図1)。レーザー溶融加工とFSPを組み合わせる方法によって高炭素工具鋼を改質しておけば、鋭利で、かつ刃欠けのない刃先を研削加工により得ることができ、刃物に應用できることがわかった(図2, 図3)。しかも、刃物として使用している時の刃欠けも抑制できる。また、調理包丁を和食の調理師の方に試用してもらったので、マルテンサイト系ステンレス鋼の刃先の組織を微細化した柳刃を提供した(図4)。この包丁は、従来の炭素鋼の包丁に比べ寿命が2倍以上で刃物の

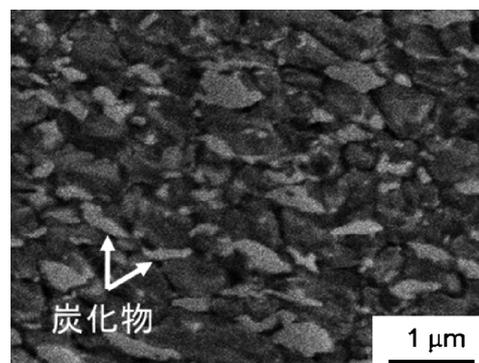


図1 FSPによって結晶粒と炭化物を微細化させたSKD11.

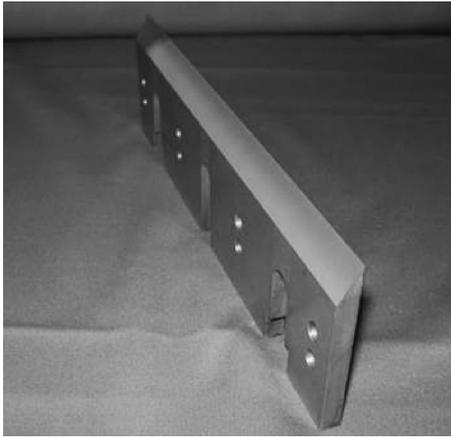


図2 木工用かんな刃.



図4 FSPによって刃先の組織を微細化した調理包丁.

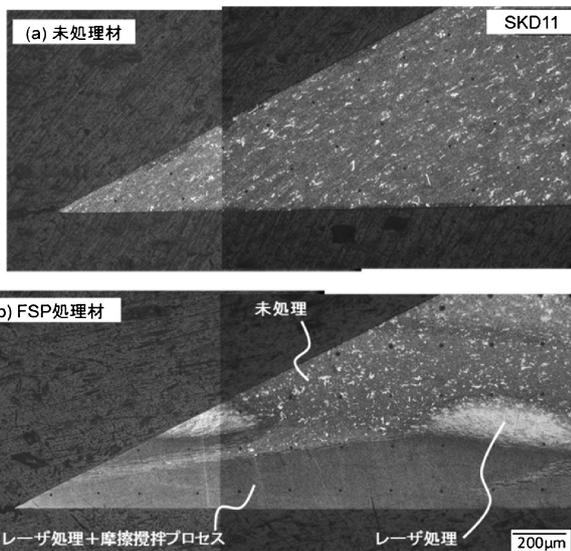


図3 木工用かんな刃の刃先の違い.
(a)未処理材, (b)FSP 処理材

メンテナンスも従来の砥石が使用できることがわかった。またハイス鋼 SKH51を改質し木工用かんな刃に加工して、改質なしの SKH51と刃先寿命などを比較した。木材を200 m かんがけした後の刃先の欠けを測定した結果、未処理材は欠けが多発したが、微細化処理後の刃物はほとんど欠けが見られなかった。これらの事例から高硬度ながら高靱性である特性を鋼表面に与えられることがわかった。

4. 事業化での問題点と応用製品

アルミニウムなどの摩擦撹拌接合では接合時の温度が

500°C程度に達するため、使用するツール素材として熱間工具鋼(SKD61)が最適である。一方、鋼の改質の場合、FSP時の材料の流動性を確保させようとする温度が800°Cから1100°Cに達するが、立方晶窒化ホウ素の焼結体であるPCBN製のツールを使えばツールを長寿命化できる。しかしこのツールは非常に高価なため、事業化においてはランニングコストが問題になる。このため現状のツール寿命では、付加価値の高い高級包丁やナイフなどの刃物類が製品化の対象となっている。

5. 今後の展開

FSW や FSP では、まだまだ新たな技術の展開が予想される。例えば、高融点材料の改質を商業的に進めるようなツールは開発途上である。また、FSW や FSP の高硬度材料への応用も今後さらに進展すると予想される。また、鉄鋼材料用の FSW/FSP 装置をロボットアームと組み合わせることによって、より複雑な加工が可能になると思われる。わが社もその一翼を担うべく、産官学連携体制で新たな技術開発を進めていくよう尽力したい。

文 献

- (1) 特許第5419046号, 「鉄鋼材の組織微細化方法, 微細組織を有する鉄鋼材および刃物」.
- (2) Y. Morisada, H. Fujii, T. Mizuno, G. Abe, T. Nagaoka and M. Fukusumi: Mater. Sci. Eng. A, **505**(2009), 157-162.

(2017年2月27日受理)[doi:10.2320/materia.56.402]

(連絡先: 〒551-0031 大阪市大正区泉尾 6-2-29)