

補助事業番号 2023M-268

補助事業名 2023年度水中高速噴流で発生するキャビテーションを用いた表面改質技術の
確立の補助事業

補助事業者名 東京都立大学 井尻政孝

1 研究の概要 (https://researchmap.jp/7000028461/research_projects/42017855)

脱炭素社会の実現に向けて普及が進む電気自動車や水素自動車の車体重量は、ガソリン車に比べ20-30%増加するため車体部品の軽量化が進められている。車体部品の軽量化には疲労特性を向上させた金属部品の薄肉化が必要である。そのため、表面加工技術の向上が求められている。代表的な表面加工技術にショットピーニング(SP)法がある。SPは高速で鉄球を鋼材表面に打ち付けることで、表面に高い圧縮残留応力を付与し、疲労特性を向上させる技術であるが、鋼材の摩耗と表面粗さの増加が課題となっている。また、SPでは投射材に用いる鉄球などの大量の廃棄物が排出されるため、環境負荷が高いことや、投射材にコストを要するといった課題があった。そのため、環境負荷が低い金属表面加工技術が求められている。廃棄物が発生しない表面加工技術ではレーザーピーニング(LP)やウォータージェットキャビテーション(WJC)、超音波キャビテーション(UC)などが知られている。近年、WJCとUCの特徴を併せた機能性キャビテーション(MFC)が新たに開発された。このMFCの技術は水中で高圧水を噴射した際に発生する気泡に28kHzの超音波を照射し、等温膨張・断熱圧縮の繰り返しにより高温高圧を有する気泡を作り出す技術である。これまでにMFCは低合金鋼において、疲労特性の他に硬さ、耐食性が改善され、韌性に強い微視組織が観察されている。また、実用金属の中でも柔らかいアルミニウム合金の表面加工後には、表面粗さをほとんど変化させずに、疲労特性、硬さ、耐食性の向上などが報告されている。さらにこのMFCの処理時に環境に影響がない濃度のリン酸等の試薬を加え、マグネシウム合金表面を処理すると、金属の色が灰色から黄金色に変化したことを確認した。この変化は不動態皮膜が形成されたことによるものであり、耐食性を改善させることが可能である。しかし、MFC加工では装置の構造上、超音波装置とウォータージェットノズル(WJ-ノズル)を別々に設置する必要があるため、超音波照射が一方向のみとなる。その結果、気泡内のエネルギー集中度が不十分になり、金属表面処理後のピーニング痕が不均一になるといった課題があった。本申請では、気泡内のエネルギーを十分に高めることができるMFC機構の開発を行う。

2 研究の目的と背景

MFC加工では装置の構造上、超音波装置とウォータージェットノズル(WJ-ノズル)を別々に設置する必要があるため、超音波照射が一方向のみとなる。本申請では、超音波装置とWJノズルを一体化させ、気泡内のエネルギーを十分に高めることができる超音波一体型MFC機構の開発を行う。

3 研究内容

(1) 超音波装置とノズルを組み合わせた装置の開発

- (2) 旋回流を発生させるためのノズルの開発
- (3) 疲労特性, 硬さ, 表面粗さ, 残留応力の調査

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

近年, 企業を取り巻く社会情勢は持続可能な開発目標(SDGs)への対応, およびカーボンニュートラル実現への貢献が求められており, 各企業自らの取り組みだけでなく, 製品・サービスをSDGsおよび脱炭素化の流れ・ニーズに整合させていくことが強く求められている. そのような背景の元, 本提案で目指す超高温・高圧キャビテーションによるピーニング技術はショット材を使用せず, 主に水を用いた技術であるため, 廃棄物を排出せず環境に優しい技術として, SDGs目標9, 11, 12への貢献が期待される. また, 自動車部品等の軽量化に資する技術となれば, 自動車の燃費向上, さらにカーボンニュートラルの目標達成にも貢献する技術になることが期待される. 以上から, 本製品が実用化された際の社会への波及効果は大きいと予想される.

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

教育に関して, 現在, 環境保護に関する研究が盛んにおこなわれている. 実際に本助成に関する研究について, 学生に手伝っていただき, 限られた資源の中で開発できる研究について学習ができた.

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

現在執筆中

7 補助事業に係る成果物

- (1) 補助事業により作成したもの

https://researchmap.jp/7000028461/research_projects/42017855

- (2) (1)以外で当事業において作成したもの

該当無し

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名: 東京都立大学システムデザイン学部(システムデザイン)

住 所: 〒191-0065

東京都日野市旭が丘六丁目6番地

担 当 者: 助教(ジョキョウ) 井尻政孝

担 当 部 署: 該当無し

E - m a i l: ijiri@tmu.ac.jp

U R L: <https://researchmap.jp/7000028461>