

令和 6 年 4 月 1 日現在

機関番号：22604

研究種目：若手研究

研究期間：2021～2023

課題番号：21K14059

研究課題名（和文）耐食性と疲労特性を両立させる低合金鋼の新たな加工方法の探求

研究課題名（英文）Study on a new processing method for low-alloy steel aiming to achieve both corrosion resistance and fatigue properties.

研究代表者

井尻 政孝（IJIRI, MASATAKA）

東京都立大学・システムデザイン研究科・助教

研究者番号：10840374

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,500,000円

研究成果の概要（和文）：さびやすい鋼材は水中に存在する腐食因子でさびが促進する。さびの発生の防止には、メッキ処理や防錆処理前の種々の腐食因子を排除する必要がある。本研究は洗浄で使用されるキャビテーションを利用して、次亜塩素ナトリウム液を加えた機能性キャビテーション(MC-MFC)とMFCで鋼表面の耐食性の改善について検討した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では水中で錆が発生しない鋼材表面を作製するため、機能性キャビテーション(MFC)技術に次亜塩素酸ナトリウム液を加え、耐食性の改善について検討した。MFC処理した表面は大気中に発生するさびの抑制に有効的であるが、長期間を考慮すると赤錆の発生を完全には予防することが困難である。しかし、メッキ処理前の防錆処理前の処理として、MFC処理は不純物の除去または表面の化合物の形成によりメッキ処理による保護被膜の密着強度の向上に寄与する可能性を示唆した。

研究成果の概要（英文）：Rust in rust-prone steel is promoted in water by corrosive factors. Therefore, to prevent the formation of rust, it is necessary to eliminate various corrosive factors before plating or other rust prevention measures. In this study, we investigated improvement of the corrosion resistance of steel surfaces by mechanochemical-multifunction cavitation (MC-MFC) with a sodium hypochlorite solution and MFC in water.

研究分野：表面改質

キーワード：キャビテーション 赤錆 疲労特性 耐食性

1. 研究開始当初の背景

河川水や水道水など、比較的きれいな水の中で鋼材はさびが発生しやすい。この原因は水中に溶解する酸素および炭素ガスなどが要因である。さびの発生の防止には、水または酸素を鋼材面に触れないようにする必要があるため、鋼材表面に亜鉛メッキ、無電解ニッケルメッキ、硬質クロムメッキが必要である。しかし、メッキ処理後は廃液が生じるため、環境に負荷がかかる。一方で直接的な被覆処理と比較して、直接さびを防止するわけではないが被覆処理による防錆期間の延長につながる処理方法がある。これは防錆処理にかかる前処理になる。切削・研削直後の金属部品には、表面に塩化物や硫酸塩など、種々の腐食因子が残存している。この状態で次行程の防錆処理を実施した場合、表面に存在する腐食因子により期待した期間、さびの発生を防ぐことは困難であり、多くの問題によってさびの発生が誘発する。したがって、表面に残存している腐食因子を適切な前処理法(洗浄法)で除去する必要があり、これにより初めて期待すべき期間以上のさび発生防止が可能となる。

防錆処理前は種々の腐食因子が残留するため、本研究では水を利用したキャビテーションに注目した。キャビテーションは主に超音波装置でキャビテーションを発生させ、金属表面の付着物を取り除く目的で一般的に使用されている。しかし、鋼材の洗浄は水道水に含まれる不純物で錆を発生させる要因が多い。

水中環境下で鋼材表面に形成するさびを抑制し、鋼の耐食性を向上させることができるメカノケミカルキャビテーションがある。この技術は水中でキャビテーションジェットにより、次亜塩素酸ナトリウムを含んだキャビテーションで鋼材表面を処理する。この水中で発生したキャビテーションは対象物に衝突後、約 1000 MPa の崩壊圧力が生じる。しかし、対象物には崩壊圧力が主に加わるため、高温の作用がない。高温の作用がないとキャビテーションジェットの場合、内部に微細なクラックが発生することが報告されている。

高温・高圧を有するキャビテーションを発生させる機能性キャビテーション技術(MFC)がある。この技術は水中で高圧水を噴射したとき生成したキャビテーションに超音波を照射したとき、キャビテーションは等温膨張・断熱圧縮を繰り返し、高温高圧を有するキャビテーションに成長し、対象物を加工する。これまでに MFC 処理後の表面から深さ方向では、韌性に強い球状化セメントタイトの形成が報告されている。また、Al 合金のような柔らかい材料の加工後表面では、強度や表面粗さの抑制、時効硬化が報告されている。さらにリン酸を加えた MFC で Mg 合金表面を加工すると、耐食性皮膜の形成が報告されている。

2. 研究の目的

本研究では水中で錆が発生しない鋼材表面を作製するため、MFC 技術に次亜塩素酸ナトリウム液を加え、耐食性の改善について検討した。

3. 研究の方法

3. 1 試験片と加工方法

供試材は Cr-Mo 鋼を用いて、化学組成を表 1 に示す。試験片としては、φ35mm の丸棒を 3 mm の厚さで切り出した。表面粗さが粗いと表面加工に影響すると考えられるため、各加工前にすべて鏡面研磨を行った。

表 1 Cr-Mo 鋼の化学組成

C	Si	Mn	P	Ni	Cr	Mo	Fe
0.21	0.25	0.85	0.019	0.02	1.10	0.16	Bal.

図 1 はキャビテーション加工の概略図を示す。この装置は高圧水を噴射させるノズル(WJ-nozzle)と垂直な方向に超音波装置を設置する。水中で形成された気泡は超音波装置からの照射により、等温膨張と断熱圧縮を繰り返し、数千度、数万気圧の大型サイズの気泡に成長させ、対象物表面を加工する。しかしながら、この気泡は超音波照射の影響による気泡内の状態変化や衝突時における表面温度の上昇については明らかになってない。さらにこれらの加工技術に加え、WJ-ノズルの先端に気泡の数とサイズを増加させるために旋回ノズル(SFN)を設置した。この SFN を取り付けることで、純 Al 表面を加工したとき、中心部分に形成される壊食痕が抑制された。また、気泡で加工された表面の損傷も軽減されたことが明らかにされている。それらの技術に加え、図 1 に示した WJ ノズルの導管に水と次亜塩素酸ナトリウムを混合した液体を流しながら、加工した。本研究では、次亜塩素酸ナトリウムを用いるが、環境の負荷を極力少なくさせるために pH が 10 以下になるように次亜塩素酸ナトリウムは 3.2 mass% の濃度で行った。加工時間は 30 min まで行い、加工後の水槽内の水と次亜塩素酸ナトリウムの割合は 1: 125 であった。また、

図 2 に示す加工後の容器内の水の pH は加工時間に伴い、増加するが、30 min まで加工した場合、pH は 10 以下であった。加工中の導管の吸引力は-7.17 kPa (絶対圧)であった。WJ ノズルから噴射する吐出圧力は 35 MPa, WJ ノズルから試験片表面までの最適な距離は 65 mm に設置した。加工時に使用した SUS310S の水槽のサイズは約 41 cm×44 cm×60 cm である。超音波装置は本田電子株式会社の WD-1200-28T を用いた。超音波の出力は 800 W で、周波数は 25 kHz と 27 kHz を 10Hz 毎で切り替わる条件を使用した。この超音波条件は先行研究で Cr-Mo 鋼を MFC 処理したとき、疲労特性を向上させるために必要な圧縮残留応力が表面に最も付与されたため、選定した。

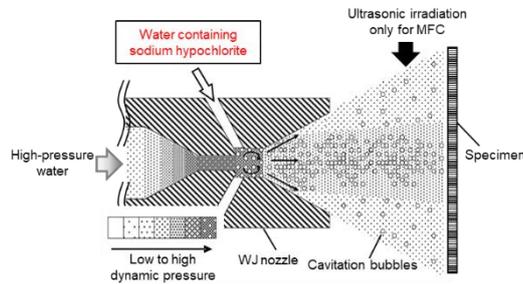


図 1 キャビテーション処理の概略図

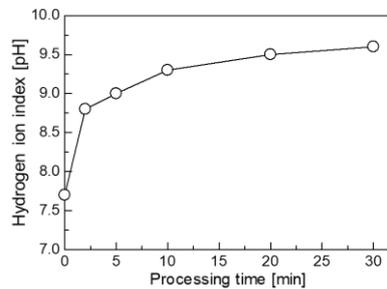


図 2 加工時における水中内の pH の変化量

4. 研究成果

鋼材の耐食性は初期の微視組織に影響を及ぼすため、加工前の鋼材の微視組織を図 3 に示す。鋼材はフェライト(黒色)とパーライト(白色)が観察され、フェライトが比較的多い試料であった。

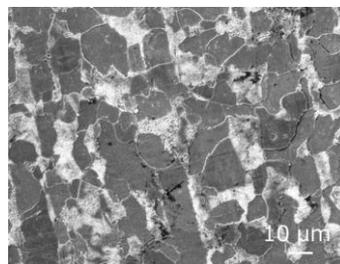


図 3 未処理材表面の微視組織

図 4 は MFC と MC-MFC 加工後の表面を示す。MFC では 2 min 加工後、薄い黄金色に変化し、30 min 加工後、色が濃くなった。MC-MFC では金属光沢の色から、ほとんど変化がなかった。

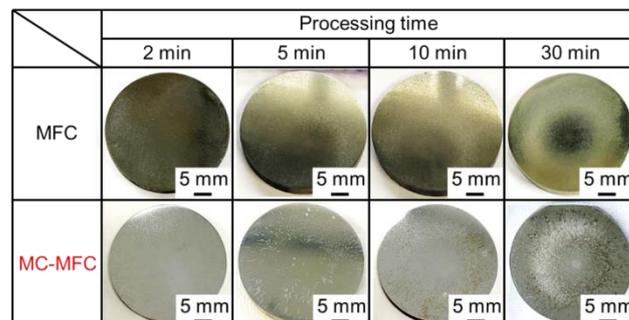


図 4 各処理した試験片表面の変化

図 5 は MFC 加工と MC-MFC 加工後の表面を拡大した像を示す。MFC では加工時間が長くなると赤錆が徐々に増加した。MC-MFC では局所的に孔食が観察され、徐々に増加しわずかに赤錆のような生成物も観察された。また、各加工後の表面では 5 min 以上になると、赤錆や孔食を除いた表面以外に薄い縞模様が観察された。

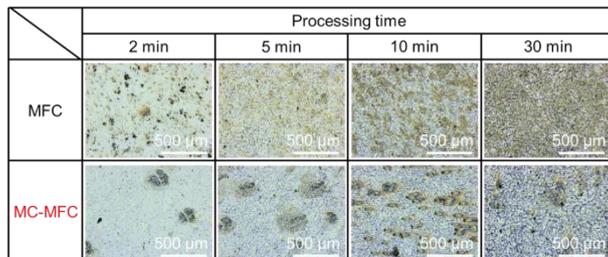


図5 各処理した試験片表面のレーザー顕微鏡画像

図5で観察されたMC-MFCの孔食について、拡大した像を図6に示す。観察した試料はMC-MFC加工を5 min 処理した試料である。孔食の内部では、結晶粒のような生成物が観察された。これは鉄鋼材料の微視組織を観察するときを使用されるナイトール液でエッチングしたときのような微視組織が観察された。孔食の周囲では皮膜のような生成物も観察された。

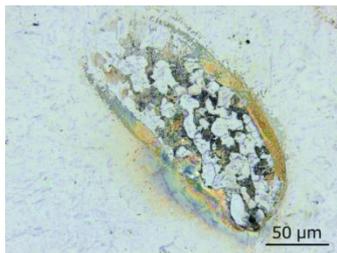


図6 5分間MC-MFC処理した試料表面のレーザー顕微鏡画像

図7は各加工した試料の表面電位を示す。未処理材は 273 ± 15 mVであった。MFC加工後の表面では加工時間の増加に伴い、表面電位は低下した。MC-MFC加工後では、加工時間の変化に関係なく、表面電位は高い状態を示した。電位が低い状態ではイオン化傾向が低い元素が表面に密着しやすいため、加工時に発生した不対電子が炭素鋼表面でFeの化合物となり、赤錆の発生を増加させたと考えられる。実際にMFCの場合、図6に示すように赤錆の発生が観察されている。MC-MFCの場合、表面電位が高い状態を示したのは、加工後の表面に化合物が形成された可能性がある。

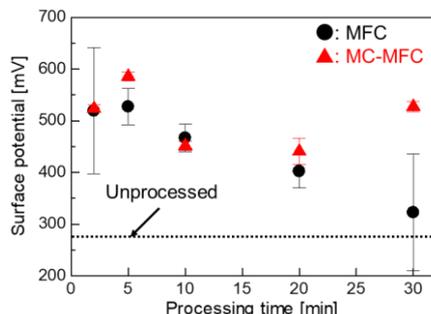


図7 各処理した表面の表面電位結果

表面の化合物を確認するため、MFC加工後の表面を図8に示す。30 s付近で皮膜の生成物が確認され、加工時間が長くなるに伴い、減少した。この皮膜の生成物が図8に示した表面電位において、加工時間が30 s~5 minまで表面電位を増加させ、10 minを超えると皮膜の生成物が剥離するため、表面電位が低下したと思われる。加工時間が2 minのときに形成された皮膜は先行研究で大気中に試料を保管しても、大気による赤さびを抑制すると報告されている。

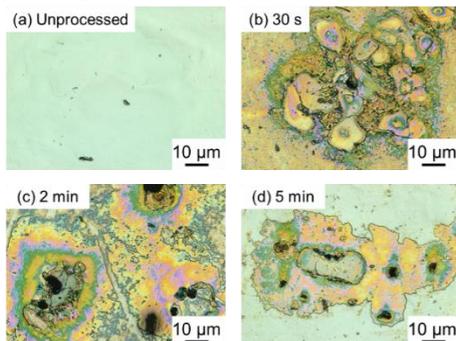


図8 MFC処理した試験片表面の微視組織

MC-MFC加工後の表面を図9に示す。しかし、生成物が確認されず、加工時間が長くなるに伴

い、表面粗さが粗くなる表面が観察された。

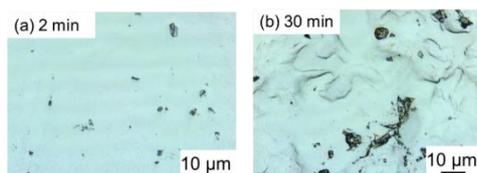


図9 加工時間におけるMFC処理した試験片表面の微視組織

MC-MFC加工後の表面において、加工時間が長くなるに伴い、凸凹が生じたため、表面粗さ測定を図10に示す。より、MC-MFC処理した試料はMFC処理した試料と比較して表面粗さが増加している。

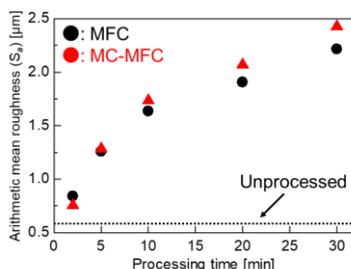


図10 加工時間におけるMFC処理した試験片表面の粗さ

表面に形成される生成物の成分を検討するため、FeとOをグロー放電で検討した結果を図11に示す。各表面処理の加工時間は30 minである。各表面処理前は最表面にFeの元素が多く、Oの元素は少ない。加工後の表面では、MC-MFCがMFCよりFeの元素が多く、Oの元素が少ない。MFC後の表面ではFeが酸化することで発生する赤錆の増加により、酸素が表面近傍に増加したと考えられるが、MC-MFC後の表面では赤錆がほとんど形成されていないため、別の要因が考えられる。

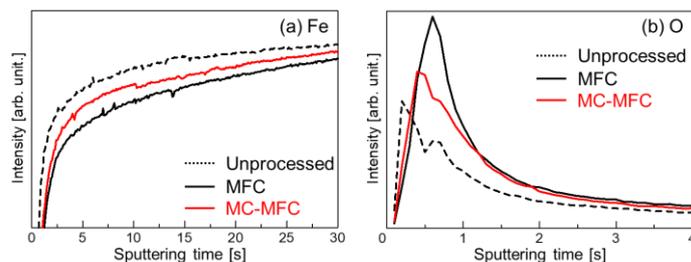


図12 各処理した表面から深さ方向におけるFeとOの分布

各処理後に形成されている化合物を特定するため、未処理材と各処理後の試料のFT-IRスペクトルを図13に示す。1628 cm^{-1} 付近のピークはOH基中の伸縮振動であった。883~795 cm^{-1} 付近のピークは α -FeOOHであり、847~696 cm^{-1} 付近のピークは β -FeOOHであった。 α -FeOOHと β -FeOOHに帰属するピークは近いところにあり、二つの相が混在する可能性がある。二つの相の結晶構造をXRDで特定するため、処理後の表面を測定したが、鉄に帰属した回折ピークしか認められなかった。図4の加工後の表面から、MFC処理後の表面は赤錆が発生していることから、 α -FeOOHが比較的多いと推定される。また、MC-MFC後の表面では、 β -FeOOHが比較的多いと推定される。さらにMC-MFC後の表面では他の処理後の表面と比較して、二つの帰属するピークの反射率の振幅が高いため、化合物の結合力が高いと思われる。

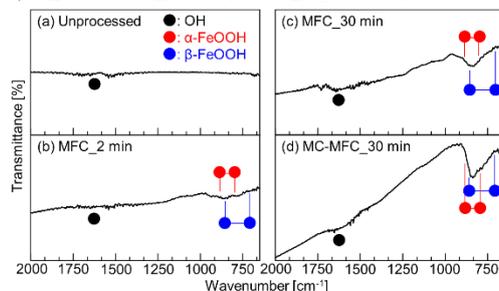


図13 各処理した表面をFT-IR分析した結果

以上より、MC-MFC処理した表面は大気中に発生するさびの抑制に有効的であるが、長期間を考慮すると赤錆の発生を完全には予防することが困難である。しかし、メッキ処理前の防処理前の処理として、MC-MFC処理は不純物の除去または表面の化合物の形成によりメッキ処理による保護被膜の密着強度の向上に寄与する可能性がある。今後はMC-MFC処理した表面でメッキ処理を行い、長期間に発生する錆における防錆効果を検討する。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 10件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 10件）

1. 著者名 Yoshimura Toshihiko, Noda Tomoya, Ijiri Masataka	4. 巻 18
2. 論文標題 Processing of magnesium alloy by energy-intensive multifunction cavitation in a strong magnetic field with laser light excitation and associated sonoluminescence	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Results in Materials	6. 最初と最後の頁 100391 ~ 100391
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.rinma.2023.100391	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Matsuoka Shunta, Kato Fumihiro, Yoshimura Toshihiko, Ijiri Masataka, Kikuchi Shoichi	4. 巻 11
2. 論文標題 Effect of multifunction cavitation using phosphoric acid on fatigue and surface properties of AZ31 magnesium alloy	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Magnesium and Alloys	6. 最初と最後の頁 1996 ~ 2005
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jma.2023.04.005	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Kikuchi Shoichi, Minamizawa Kenta, Ogi Takayuki, Ono Keisuke, Yoshimura Toshihiko, Ijiri Masataka	4. 巻 176
2. 論文標題 Effect of multifunction cavitation on rotating bending fatigue properties of steel rods and its fatigue limit estimation	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 International Journal of Fatigue	6. 最初と最後の頁 107852 ~ 107852
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ijfatigue.2023.107852	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Masataka Ijiri, Takayuki Ogi, Toshihiko Yoshimura	4. 巻 16
2. 論文標題 Effect of multifunction cavitation treatment on the surface of thin plates of Al alloys	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Results in Materials	6. 最初と最後の頁 100329
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.rinma.2022.100329	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Masataka Ijiri, Takayuki Ogi, Kyosuke Murakami, Shoma Horiguchi, Toshihiko Yoshimura	4. 巻 19
2. 論文標題 Effect of multifunction cavitation-treated carbon steel surface on fracture toughness	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Materials Research and Technology	6. 最初と最後の頁 3546-3553
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jmrt.2022.06.117	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Masataka Ijiri, Naoki Okamoto, Shun Okamoto, Takayuki Ogi, Shoichi Kikuchi, Toshihiko Yoshimura	4. 巻 19
2. 論文標題 Characteristics of oxide film formed on cavitation-treated steel surface in water	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Materials Research and Technology	6. 最初と最後の頁 1897-1905
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jmrt.2022.05.182	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Toshihiko Yoshimura, Shunta Watanabe, Masataka Ijiri, Satoshi Ota	4. 巻 14
2. 論文標題 Development of Processing Technology Using Extremely High Concentration Cavitation Energy by Strong Magnetic Field	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Results in Materials	6. 最初と最後の頁 100289
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.rinma.2022.100289	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Masataka Ijiri, Koji Yamaguchi, Shoichi Kikuchi, Masakazu Fujiwara, Yuki Nakanishi, and Toshihiko Yoshimura	4. 巻 25
2. 論文標題 Improvement in the quality of the processed material surfaces lies in the moving of nozzle in the cavitation processing	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Surfaces and interfaces	6. 最初と最後の頁 101206
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.surfin.2021.101206	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Masataka Ijiri, Koji Yamaguchi, Shoichi Kikuchi, Fumihiro Kato, Yui Kunieda, Hiroki Sakurai, Takayuki Ogi, Toshihiko Yoshimura	4. 巻 25
2. 論文標題 Formation of a phosphoric acid compound film on an AZ31 magnesium alloy surface using cavitation bubbles	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Surfaces and interfaces	6. 最初と最後の頁 101194
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.surfin.2021.101194	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Masataka Ijiri, Fumihiro Kato, Daisaku Maeda, Daichi Shimonishi, Toshihiko Yoshimura	4. 巻 1016
2. 論文標題 Effect of Compressive Residual Stress on Film Formed by Mechanochemical Multifunction Cavitation Processing	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Materials Science Forum	6. 最初と最後の頁 574-579
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4028/www.scientific.net/MSF.1016.574	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計19件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 6件)

1. 発表者名 Masataka Ijiri
2. 発表標題 Effect of oxides formed on steel surface after cavitation treatment on corrosion resistance
3. 学会等名 Materials-2023 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Keisuke Ono, Toshihiko Yoshimura, Masataka Ijiri and Shoichi Kikuchi
2. 発表標題 Effect of Multifunction Cavitation on Rotating Bending Fatigue Properties of Low Alloy Steel Rods
3. 学会等名 3th International Fatigue Congress (FATIGUE2022+1) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Masataka Ijiri, Shoichi Kikuchi, Toshihiko Yoshimura
2. 発表標題 Environment-Friendly Surface Modification Technology to Strengthen the Steel Surface
3. 学会等名 The 11th Pacific Rim International Conference on Advanced Materials and Processing (PRICM11) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Masataka Ijiri, Shoichi Kikuchi, Toshihiko Yoshimura
2. 発表標題 Characteristics of Phosphate Film Formed on Cavitation-Treated AZ31 Magnesium Alloy Surface in Water
3. 学会等名 The 11th Pacific Rim International Conference on Advanced Materials and Processing (PRICM11) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Masataka Ijiri, Shunta Matsuoka, Shoichi Kikuchi Toshihiko Yoshimura
2. 発表標題 Effect of Aluminum Content on Microstructure of Magnesium Alloys treated with Cavitation Treatment Containing Phosphoric Acid
3. 学会等名 48th International Conference and Expo on Advanced Ceramics and Composites (ICACC2024) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 栗原潤, 井尻政孝, 大多哲史, 菊池将一, 吉村敏彦
2. 発表標題 薬品を使用した機能性キャビテーション技術による金属の耐食性に関する研究
3. 学会等名 超異分野学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 引野亜友夢, 加藤晴也, 石阪継士, 吉村敏彦, 井尻政孝
2. 発表標題 純チタン表面の摩耗及び疲労性を向上させるためのエネルギー集中型機能性キャビテーション処理の改良
3. 学会等名 日本鉄鋼協会第185回春季講演大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山本真太郎, 伊藤海輝, 梅田剛渡, 吉村敏彦, 井尻政孝
2. 発表標題 機能性キャビテーション処理したヘリカルギアの表面特性に及ぼす疲労性および耐食性の影響
3. 学会等名 日本鉄鋼協会第185回春季講演大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中村のどか, 小野佳祐, 吉村敏彦, 井尻政孝, 菊池将一
2. 発表標題 機能性キャビテーションを施した浸炭焼入れ鋼の疲労限度に及ぼす応力比の影響
3. 学会等名 第1回表面改質学生シンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 井尻政孝
2. 発表標題 超音波照射下の水中高速噴流処理を用いた技術による材料表面の高機能化
3. 学会等名 第26回高分子基複合材料の成形加工に関する研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 松岡 俊汰, 吉村敏彦, 井尻政孝, 菊池将一
2. 発表標題 熱処理型アルミニウム合金AC4CHの疲労特性に及ぼす機能性キャビテーションの影響
3. 学会等名 日本熱処理技術協会第94回講演大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小野佳祐, 南澤健太, 尾木孝之, 吉村敏彦, 井尻政孝, 菊池将一
2. 発表標題 機能性キャビテーションを施したSCM440鋼の回転曲げ疲労特性に及ぼす基材硬さの影響
3. 学会等名 日本材料学会第71期学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松岡俊汰, 吉村敏彦, 井尻政孝, 菊池将一
2. 発表標題 機能性キャビテーションによるマグネシウム合金AZ31の耐食性皮膜形成メカニズム
3. 学会等名 日本材料学会第3回生体・医療材料部門委員会学生研究交流会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Masataka Ijiri
2. 発表標題 Film formation on Mg alloy surface by multifunction cavitation using phosphoric acid
3. 学会等名 Materials-2022 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 南澤健太, 尾木孝之, 吉村敏彦, 井尻政孝, 菊池将一
2. 発表標題 機能性キャピテーションを施したSCM420H鋼の回転曲げ疲労特性
3. 学会等名 材料シンポジウム若手学生研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 加藤 文浩, 吉村敏彦, 井尻政孝, 菊池将一, 松岡俊汰, 佐藤一教
2. 発表標題 高温高圧キャピテーションによるマグネシウム合金表面の高機能化
3. 学会等名 日本金属学会・日本鉄鋼協会 中国四国支部 鉄鋼第61回・金属第58回
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 井尻政孝
2. 発表標題 耐食性と疲労強度を向上させる環境型表面加工法
3. 学会等名 第18回 高分子基複合材料の成形加工に関する研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 加藤文浩, 吉村敏彦, 井尻政孝, 菊池将一
2. 発表標題 化成処理を利用したキャピテーション加工におけるマグネシウム合金表面の影響
3. 学会等名 2021年度春季「ばね及び復元力応用講演会」
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松岡俊汰, 南澤健太, 加藤文浩, 吉村敏彦, 井尻政孝, 菊池将一
2. 発表標題 マグネシウム合金AZ31の平面曲げ疲労特性に及ぼす機能性キャビテーションの影響評価
3. 学会等名 日本材料学会第70回学術講演会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------