

# Effect of Oxides Formed on Steel Surface after Cavitation Treatment on Corrosion Resistance

東京都立大学 システムデザイン学部 機械システム工学科  
助教 井尻 政孝

(2022 年度 国際会議等参加助成 (若手研究者枠) AF-2022052-Y2)

キーワード: キャビテーション, ピーニング, さび

## 1. 研究の目的と背景

近年, 地球環境保護に対する関心の高まりから, 自動車などの輸送機器の燃費向上が要求されている. そのため, 輸送機器部材への高強度材料の適用や, 各種機械部品の小型化・軽量化が図られている.

著者らは表面改質技術に注目した. 従来の表面改質技術であるショットピーニングや微粒子ピーニングは無数の小さな鋼鉄や金属粉末などのメディア材を衝突させることにより鋼材表面を強化する. しかし, 破碎した鋼材や金属粉末の廃棄物が排出される. 現在では, 環境に負荷をかけない表面改質技術が求められている. 環境に負荷をかけない技術として, 水中でキャビテーションを発生させ, 金属表面を強化させる技術がある. ウォータージェットピーニング(WJP)は, キャビテーションによる衝撃波とマイクロジェットの衝撃圧力により, 対象物表面を微小に塑性変形させる技術である. 一方で加工後は表面の高強度化が可能であるが, 表面から加わる衝撃力によって内部にクラック[8]が形成されやすくなる. そのため, 衝撃力を和らげるために対象物表面に温度を加える必要がある. しかし, WJPはキャビテーションが膨張後, 急激な収縮により崩壊されやすいため, 対象物表面の温度上昇が期待できない.

最近, キャビテーション気泡内に高圧・高温化させるための機能性キャビテーション技術 (MFC) <sup>1)</sup>がある. MFCは水中で高圧水を噴射したときに発生するキャビテーションに流速が遅くなったところに超音波を照射する. キャビテーションは, 等温膨張・断熱圧縮を繰り返すことで高圧・高温を有するキャビテーションに成長させることができる. これまでに MFC 処理した鋼材では, 表面温度の増加による脱炭現象が報告されている. しかし, 処理後の表面に錆が発生するため, さびが発生しない技術が要求されている. 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.

## 2. 実験方法と実験結果

供試材は Cr-Mo 鋼を用いて,  $\phi 35\text{mm}$  の丸棒を 3 mm の厚さに切り出した. 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.

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

超音波装置を設置し, 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を MC-MFC とし, 薬品無の加工を MFC とした.

図 1 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.

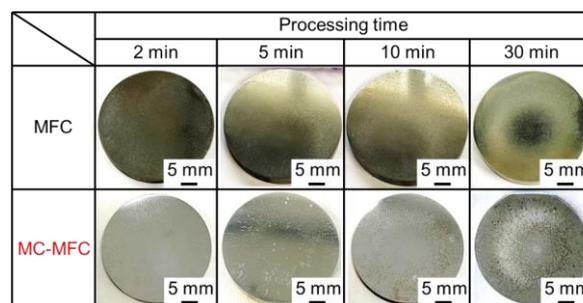


図 1 各処理した表面の写真

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 スペクトルを測定した.  $1628\text{ cm}^{-1}$  付近のピークは OH 基中の伸縮振動であった.  $883\sim 795\text{ cm}^{-1}$  付近のピークは  $\alpha\text{-FeOOH}$  であり,  $847\sim 696\text{ cm}^{-1}$  付近のピークは  $\beta\text{-FeOOH}$  であった.  $\alpha\text{-FeOOH}$  と  $\beta\text{-FeOOH}$  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.

## 謝 辞

本研究は 2022 年度国際会議等参加助成(若手研究者枠) 助成金により国際会議で発表した. 関係各位に深謝する.

## 参考文献

- 1) T. Yoshimura, K. Tanaka, N. Yoshinaga, Development of mechanical-electrochemical cavitation technology, J. Jet. Flow Eng 32 (2016) 10-17.