

令和3年度 研究プロジェクト

タイトル

パイプ内面窒化処理のためのシミュレーションおよび装置開発

教員名

総合理工学科 機械システム系 半田 祥樹

研究内容

オーステナイト系ステンレス鋼製のパイプラインは、様々な産業の耐食性・清浄性の求められる箇所に使用されている。特に、水素社会の実現に向けてコストダウンをはかるには、高コストなチタン合金からステンレス鋼への代替は重要な検討事項である。水素環境下は、同時に腐食環境であることが多く、耐食性は重要な特性である。オーステナイト系ステンレス鋼の耐食性を向上させる処理として、プラズマ窒化処理が注目されている。プラズマ窒化処理は、プラズマ中の窒素原子・イオンをオーステナイト系ステンレス鋼の結晶構造中に拡散固溶させる処理であるが、オーステナイト系ステンレス鋼に対して400℃以下でプラズマ窒化処理を行うと、拡張オーステナイト相と呼ばれる窒素の過飽和相が形成する。この拡張オーステナイト相は、固溶した窒素の働きにより耐食性が向上することが明らかとなっている。現在の窒化処理は、プラズマ源で生成したプラズマ中に処理物を設置する手法が主流である。そのため、プラズマ中の窒素イオンを電氣的に引き付けることで処理を行うが、入り組んだ内面の電界は、等電位となってしまう、穴や狭小部、パイプの内面などの奥まった内面へとプラズマ中の窒素イオンを引き付けることができない。そのため、熱運動により入射する窒素原子により窒化処理が進行するが、底部などの奥まった箇所は窒化できない。そのため、熱運動により入射する窒素原子により窒化処理が進行するが、底部などの奥まった箇所は窒化できない。そこで、本研究では、従来のプラズマ中に処理物を設置するプラズマ窒化処理ではなく、ステンレスパイプを真空容器として、パイプ内部に直接プラズマを生成することでステンレスパイプの内面の窒化処理を行うことを目指す。

このパイプ内面窒化処理のために、PIC-MCC法による数値計算を行い、パイプ内での電極形状や生成方法について条件決定を仮に決定する。本プロジェクトプラズマシミュレーションの開発では、図1のようにポアソン方程式の静電シミュレーションを行い電位および電界の出力ができることを確認した。現在、粒子シミュレーション部分の開発を行っている。

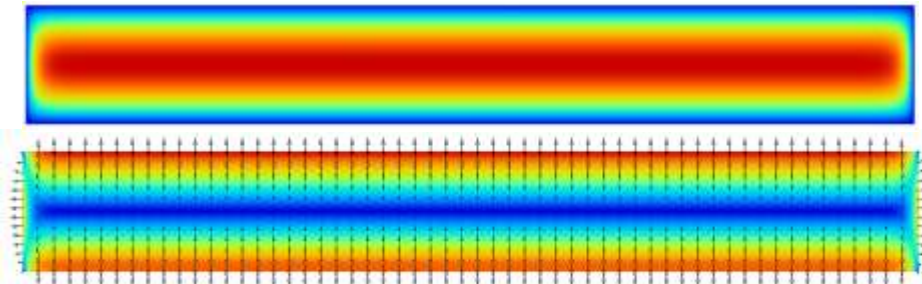


図1 電位および電界の計算結果