

高気圧パルスグロー放電ヘッドに超音速ガス流を流した際の衝撃波発生特性の

数値シミュレーション

201112006 梅沢 弘徳

高気圧パルスグロー放電として T E A ガスレーザを採り上げ、超音速ガス流を放電ヘッドに流した場合に発生する衝撃波について数値シミュレーションにより解析し、シャドウグラフィ観測により得られた実験結果 ("Effects of Supersonic Flow Channel Configuration on Pulse Discharge for Excimer Laser Excitation", T. Son, G. Imada, M. Suzuki and W. Masuda, Jpn. J. Appl. Phys., 46(2), 787-794 (2007)) との比較検討を行った。なお、超音速ガス流はマッハ数 2 (860 m/s)、圧力 58 kPa である。

本研究では流体シミュレーションソフト Flowsquare を使用する。これはフリーの 2 次元非定常・非反応/反応性・完全圧縮性/非圧縮性流体シミュレーションソフトウェアである。解析対象の構造を画像ファイル(ビットマップ)として与え、また、初期条件と境界条件はデキストファイルで与える。

実験に用いられた放電ヘッド形状 (電極埋込型、電極埋込+下流流路拡張型の 3 種類) のビットマップを作成し、また、実験条件から初期条件としてガス速度 (横方向、縦方向ともに) 0 (m/s)、ガス密度 0.52 (kg/m³)、ガス温度 293 (K) を、境界条件は横方向速度 860 (m/s)、縦方向速度 0 (m/s) を与えた。

数値解析結果にて実験結果と同様の Mach wave の発生が確認された。ここで、実験での Mach wave の角度は 30° であるが、数値解析では 3 種類の放電ヘッド形状全てにおいて 43° であった。これは、放電ヘッド形状のビットマップでの再現や計算条件 (ガス定数) の設定が不十分であることに起因する。これらの改善が今後の課題である。

パルス大電力を水中に注入した際の衝撃波の観測

201012028 佐藤 祐人

船舶の安全な航行に際してバラスト水が必要となるが、取り込み時とは異なる海域で排出されるとバラスト水中に含まれる魚介類、微生物やその卵、さらには、菌類などの異常繁殖による生態系破壊とそれに伴う漁業被害が起こる。これを防止するため、2004 年に IMO (国際海事機関) にてバラスト水管理条約が採択され、バラスト水処理装置の船舶への搭載が義務化された。

本研究ではバラスト水中の微生物や菌類をパルス大電力を利用し不活化する装置の研究開発を進めている。本研究では、不活化プロセスの解明の一助とするため、パルス大電力を水中に注入した際に発生する衝撃波をシャドウグラフィ法により可視化するシステムを構築した。また、衝撃波の観測を行い、その発生と伝播を評価検討した。

水中に設置した電極へのパルス大電力の注入後、直ちに衝撃波が発生し、その後、球面波状に水中を伝播する様子が観測された。上方に向かった衝撃波は水面 (電極から 28mm) で反射し、37.7 μs 後に電極近傍に戻ってくる。これから、衝撃波の伝播速度は 1490 m/s と算出され、水中の音速 1500 m/s とほぼ一致していることから、衝撃波のマッハ数は 1 と見積もられる。

パルス大電力を利用した水中微生物の不活化処理
～不活化処理要因の究明～

201112021 中尾 弦基

船舶バラスト水中の微生物の処理手段の一つとしてパルス大電力を用いる手法が検討されている。水中にパルス大電力を注入すると、①微細泡が発生し、その破裂時のマイクロな衝撃波が微生物の細胞膜に損傷を与える、②水中への通電により微生物が電気衝撃を受ける、③局所的な水の加熱によりマイクロな衝撃波で微生物が損傷を受ける、などの要因により微生物が処理されると考えられる。しかるに、これらの要因の寄与の詳細は不明である。

本研究では、電気衝撃の不活化への寄与を検討するため、アルテミアを電極近傍から遠ざけ、その際の不活化特性を吟味した。

アルテミアが光に集まる習性を利用し、アルテミアを電極近傍から遠ざけることに成功した。この状態で不活化処理特性を検討したところ、不活化率はパルス大電力注入 200 回、400 回、600 回、800 回で、それぞれ、31.2%、45.5%、48.2%、62.9% となった。光誘導を行わない場合のそれは 46.7%、88.9%、92.5%、96.7% であった。これらの結果から、処理された微生物の最大、約半数が電気衝撃により不活化されると推定できることがわかった。