

海流 MHD 発電における水素発生効率の磁場強度依存性

Magnetic Field Dependence of the Hydrogen Evolution Reaction for Seawater MHD

Power Generation

神戸大 ○青木 誠, 武田 実

Kobe Univ. ○Makoto Aoki, Minoru Takeda

E-mail: aoki@maritime.kobe-u.ac.jp

【背景と目的】

四方を海に囲まれたわが国にとって、海洋再生可能エネルギーを用いて発電や水素製造を行うことは、地球環境問題やエネルギー問題解決のために非常に重要である。本研究では、海流の運動エネルギーを電気エネルギーに直接変換する海流 MHD (Magneto-Hydro-Dynamics) 発電¹⁾に着目した。MHD 発電は電磁誘導の法則に基づいた発電手法であり、発電装置の 2 電極間に導電性流体を流し、両者に垂直な方向に磁場を印加することによって起電力を得る。導電性流体として海水を用いた海流 MHD 発電中には、電極上で海水電気分解反応が進行し水素が生成するため、電気エネルギーと水素の両方を一挙に取得可能なシステムとして大いに期待できる。海流 MHD 発電は強磁場下で作動するため、海水中のイオンはローレンツ力を受ける。そのため、水素発生効率などの電気分解反応特性が変化すると考えられる。これまでの研究で、自作した電気化学セルを用いた磁場中での電気化学測定において、セルの電極間に磁場が作用し、磁場強度と海水のフロー速度が海水電気分解反応に影響を及ぼすことを明らかにした²⁾。本研究では、海水電気分解の水素発生反応について、反応電位や電流値の変化を解析するとともに、磁場強度および海水のフロー速度との相関性について実験的に調べた。

【実験方法】

海水電気分解反応を詳細に解析するために、リニア型海流 MHD 発電装置を模擬した 3 電極式のチャンネルフロー電気化学セルを自作した。作用極には Pt 電極、対極および参照極には Pt 電極と Ag/AgCl 電極をそれぞれ使用した。溶液には超純水と NaCl によって調製した人工海水を用いた。自作したチャンネルフロー電気化学セルを超伝導マグネット内蔵の 7 T 級クライオスタットの室温ボアにセットして人工海水をフローさせ、種々の強度 (1, 3, 5, 7 T) の磁場を印加した状態で測定を行った。人工海水のフロー速度は 0.8 および 3.2 m s⁻¹ とした。

【実験結果と考察】

Fig. 1 に作用極に Pt 電極を使用した時の還元電流値 (@-1.15 V vs. Ag/AgCl) を、印加した磁場強度に対してプロットしたグラフを示す。還元電流値は磁場強度の増加とともに増加していた。これは、海水中的のカチオンがローレンツ力を受けて電極近傍に拡散することによって、電気化学反応の活物質濃度が上昇したためであると考えられる。また、フロー速度が 3.2 m s⁻¹ の時の方が電流値が大きくなり、強磁場下での電気化学反応とフロー速度との相関性の観測に成功した。さらに、電流値の増加率は反応に関与するイオン種によって異なることが明らかになった。イオンが受けるローレンツ力の影響については、当日議論する。

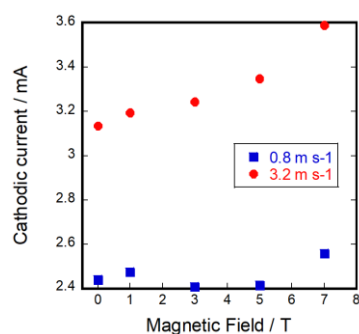


Fig. 1 Magnetic field dependence of cathodic current at -1.15 V vs. Ag/AgCl.

謝辞

本研究は、日本科学協会の笹川科学研究助成を受けて行った。

参考文献

- 1) M. Takeda, H. Hirotsaki, T. Kiyoshi, S. Nishio, *Journal of the JIME* **49**, 113 (2014).
- 2) M. Aoki, M. Takeda, *The 67th JSAP Spring Meeting 2020*, Tokyo, 08-140, (2020).