

# 4. 水素吸蔵合金アクチュエータを利用した函館港の海水交換装置に関する検討

函館工業高等専門学校 ○宮武 誠  
 機械電子技術科 ○松村一弘  
 函館工業高等専門学校 湊 賢一  
 函館工業高等専門学校 本村真治  
 国土交通省釧路開発局 増田 亨  
 (有)コムテック 坂東忠典

## 1. はじめに

函館市では現在「国際水産・海洋都市構想」の推進に際し、函館港の港奥海域を大型畜養施設として利用する構想が計画されている。しかし、港内の水質は著しく劣化しており、利用に当たっては水質浄化を図る必要がある。これに対し、函館港内には2箇所の温泉源があり、温水と冷水を取得しやすい環境にあることから、図-1 に示す温度差を利用した自律駆動型水素吸蔵合金アクチュエータ(以後、A-MHA)を海水交換装置の動力として適用させる研究を行っている。本研究は、この A-MHA に用いる合金の水素吸放出性能を、室内実験及び数値解析により解明する。また、水素吸放出量から推定した実海域での A-MHA による送水可能な海水量を用いて、海水交換率に優れた外海水の最適導入位置を、トレーサ粒子を用いた準3次元流動モデルによって明らかにする。

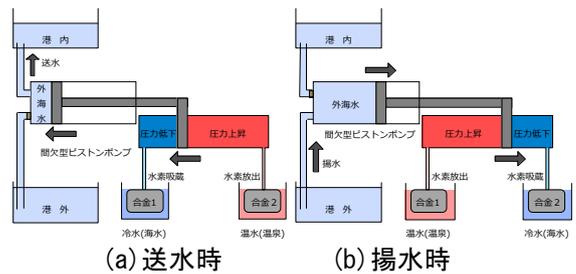


図-1 A-MHA による海水交換装置

## 2. 低温度差条件下における合金の吸放出性能評価

合金の水素吸放出量は、初期に封入する平衡水素圧及び温度差によって支配される。そのため、実海域で想定される 100℃未満の温度差域で一般的に用いられる LaNi<sub>5</sub> 合金の水素吸放出量に関する室内実験(写真-1)を行い、初期平衡水素圧と水素吸放出量の関係を求めた。また、室内実験では検討できない平衡水素圧の高い領域での吸放出性能を、合金の熱伝導に関する数値解析及び水素濃度と平衡水素圧の関係を定式化した PCT 曲線(図-2)により予測した。PCT 曲線は数値解析に用いることができるように、Powell の共役勾配法により同定した曲線式を用いる。実海域での A-MHA による海水送水量は、上記の解析を現地スケールで実施して求めた吸放出量及び写真-1 の実験装置に連結された間欠型ピストンポンプによる送水量との関係から推定した。

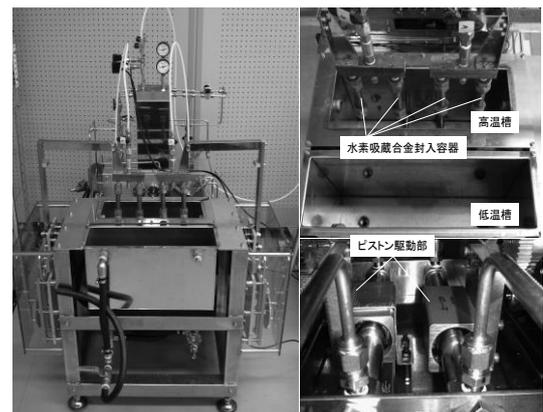


写真-1 A-MHA の模型実験装置

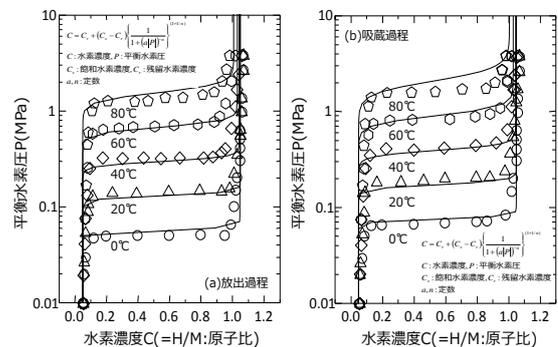


図-2 LaNi<sub>5</sub> 合金の PCT 曲線

## 3. A-MHA による外海水導入位置に関する検討

図-3 は A-MHA による外海水導入位置の検討ケースを示す。2 で推定した A-MHA による海水送水量を考慮したマルチレベルモデルによって、函館港内の流動を支配する潮流に関する多層流速を計算し、港内全域(図中のハッチング領域)に配置したトレーサ粒子をラクランジュ法により移動させる計算を7日間行い、各ケースの海水交換率を検討した。

#### 4. 結果及び考察

図-4 は平衡水素圧と水素吸放出量の関係を示す。図中 (a) は実験値と計算値の比較を示す。両者ともに吸放出量は初期平衡水素圧の増加に従い線形的に増大し、計算値は実験値を妥当な精度で予測する。この解析を初期平衡水素圧の高い領域に適用した結果、吸放出量は 2MPa 付近でピークを向かえ、この値以上の初期平衡水素圧では吸放出性能が逆に低下する。また、実海域で送水可能な海水量は、図-5 に示す現地スケールでの解析結果から 33.2m<sup>3</sup>/hr/cylinder 程度となる。図-6 は潮流流速による現況のトレーサ粒子分布を示す。潮流のみでは港奥海域の粒子密度が密になるとともに、海水交換の及ぶ海域は港中央までとなる。また、図-8 に示すトレーサ粒子の港内残留率も 83% に達する。これに対し、A-MHA 適用後の case4 の場合(図-7)、港奥からの外海水導入により粒子密度は港中央海域で密になるものの、港奥海域では低下し、図-8 に示す港内粒子残留率も 73% まで低減することができる。この港内粒子残留率を勘案すると、A-MHA による外海水導入位置は case6 が最適となる。

#### 5. まとめ

A-MHA を函館港の海水交換装置に適用するに当たり、初期に加圧する水素平衡圧を室内実験及び数値解析の両面から明らかにした。また、A-MHA によって送水可能な海水量を現地スケールで推定し、港奥海域を効率よく海水交換させる A-MHA による最適な海水導入位置を見出した。今後は、これらの知見を基に現地実証実験を実施し、海水送水能力及び海水交換効率を明らかにする考えである。

【謝辞】 本研究の遂行に当たっては、総務省「戦略的情報通信研究開発推進制度(SCOPE)」の研究助成金による補助を利用させていただき、今回の成果を得た。ここに、謝意を表す。

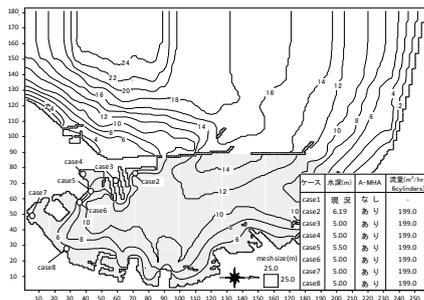


図-3 A-MHA の海水導入想定位置

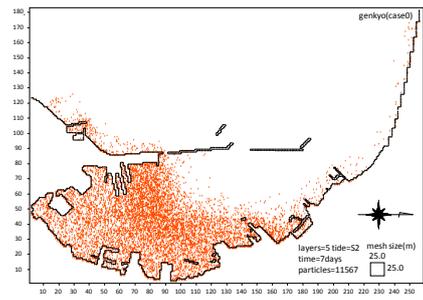


図-6 トレーサ粒子分布(現況 7日後)

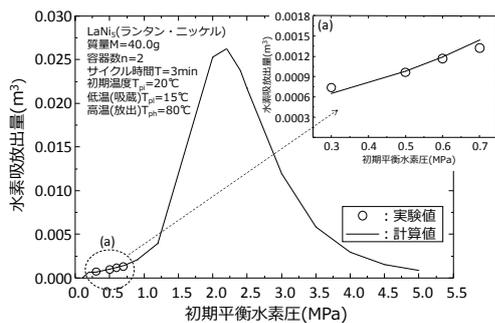


図-4 平衡水素圧と水素吸放出量の関係

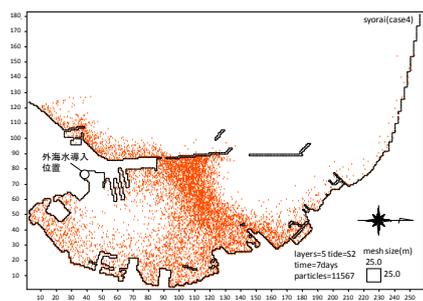


図-7 トレーサ粒子分布(A-MHA 適用後)

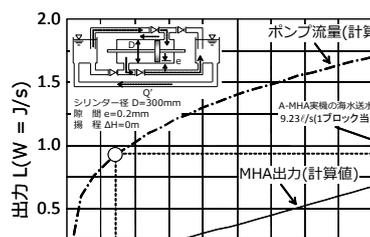


図-5 A-MHA 出力とポンプ流量の関係

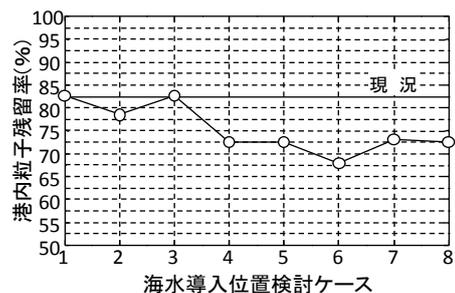


図-8 港内粒子残留率の比較