

함정 탐지 회피를 위한 자기처리소 자기장 분리 알고리즘 개발

박현수*, 김희석¹, 윤관섭²

^{1,2}LIG 넥스원 Maritime 연구소

1. 서론

최근 반도체 및 IT기술의 발달과 함께 해양 수중 자기 감응식 기뢰의 고성능화가 이루어지고 있다. 특히 지구 자기장의 수천-수만 분의 일의 정밀도를 갖는 고감도 자기센서는 함정의 운항에 큰 위협 요소가 된다. 이러한 자기 감응식 기뢰에 탐지 되지 않고 함정의 안전성을 보장하기 위하여 선진국에서는 1900년대 초부터 함정에서 수중으로 전파되는 자기장 신호의 저감 및 통제 방안을 위한 다양한 프로젝트들이 전략적으로 수행되고 있으며 함정의 자기 정숙화(Magnetic Silence)와 관련한 독자적인 자기처리시설(Magnetic Treatment Facility: MTF)을 구축하여 운영하고 있다[1]. 함정에서 발생하는 수중 자기장 신호를 최소화시키기 위한 자기 정숙화 방법으로는 탈자(Deperm)와 소자(Degaussing)를 사용한다. 탈자는 함정의 존재하는 영구자기장을 최소화시키기 위한 방법으로 해안가에 별도의 시설을 갖추고 Deperm ME, Flash D, Anhysteretic deperm 등의 규격화된 탈자절차에 따라 탈자를 진행한다. 소자는 탈자처리 후 함정에 남아 있는 영구자기장과 지구자기장에 의해 선체에 유도되는 유도자기장을 최소화시키기 위한 방법으로 함정 내부에 3축 방향으로 코일을 설치하고 코일에 최적의 전류를 인가하여 수중 자기장 신호를 최소화 시킨다[2].

위와 같이 함정의 자기정숙화를 위해 실시하는 탈자와 소자는 자기장의 발생 성분에 의해 자기장을 처리하는 방법이 달라진다. 따라서 함정의 자기정숙화를 위해서는 먼저 함정에서 발생하는 자기장의 영구자화에 의한 자기장과 유도자화에 의한 자기장의 분리가 선행되어야 한다. 이에 본 논문에서는 해군 함정의 자기정숙화를 위한 기초연구로 함정의 영구자화에 의한 자기장 신호와 유도자화에 의한 자기장 신호를 분리하는 방법을 소개하고자 한다.

2. 실험 방법

함정 자기장을 발생원인과 방향성분의 6가지로 분리하기 위해서는 함정의 자기장 측정 데이터가 필요하다. 하지만 일반적으로 함정 자기장 측정소에서 측정하는 함정자기장은 영구자기장과 유도자기장이 합쳐진 형태이다. 따라서 이를 분리하기 위해서는 함정을 자북방향으로 계류 시킨 후 측정한 함정 자기장 데이터와 자남방향으로 계류 시킨 후 측정한 함정 자기장 데이터를 이용한다. 또한 함정의 수직방향 자기장을 분리하기 위해서 자기 처리소의 Z-루프를 이용하여 수직방향 지구자기장을 인위적으로 상쇄시킨 후 측정한 함정 자기장 데이터를 이용한다. 함정 자기장 분리의 기본 원리는 함정의 영구자기장은 함정 북방계류 시와 함정 남방계류 시 함정 계류 방향에 따라 달라지지만 유도자기장은 지구자기장 방향에 의해 자기장 방향이 결정되기 때문에 함정 북방계류 시와 함정 남방계류 시 자기장의 방향이 달라지지 않는다. 따라서 함정 북방계류 시 자기장 측정 데이터와 함정 남방계류 시 자기장 측정 데이터를 서로 빼고 2로 나누게 되면 함정의 유도자기장을 분리할 수 있다.

그림 1은 함정 자기장을 분리하기 위하여 실시한 모델 모습이다. 모델링은 3차원 전자기 유한 요소 해석 도구를 이용하였으며 모델은 프리즘 형태로 하여 단순한 수상함의 모습을 형상화 하였다. 모델 함정의 크기는 가로 50m, 너비 10m, 높이 8m로 진행하였으며 함정의 영구자기장을 위한 선체의 보자력은 -100A/m로 설정하였고, 유도자기장을 위한 선체의 비투자율은 90으로 설정하였다.

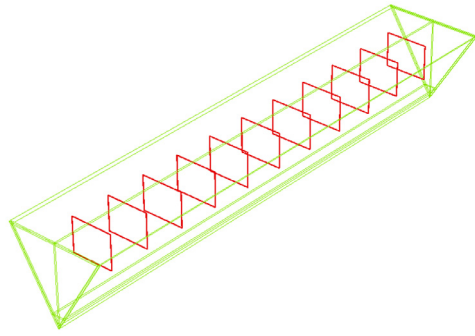


그림 1. 유한요소해석 도구를 이용한 합정 모델

3. 실험결과

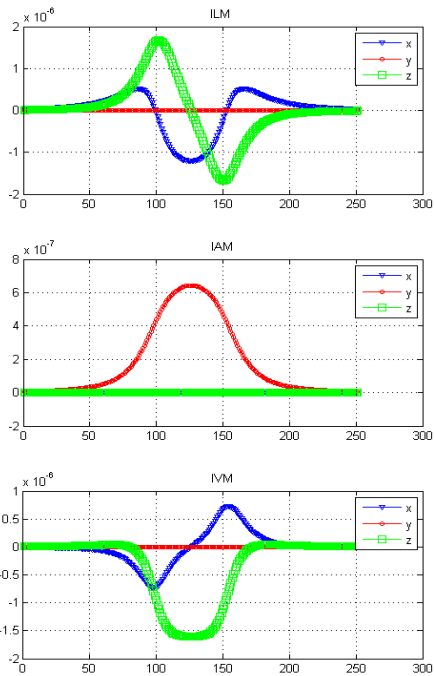


그림 2. 합정 방향 성분별 유도자기장

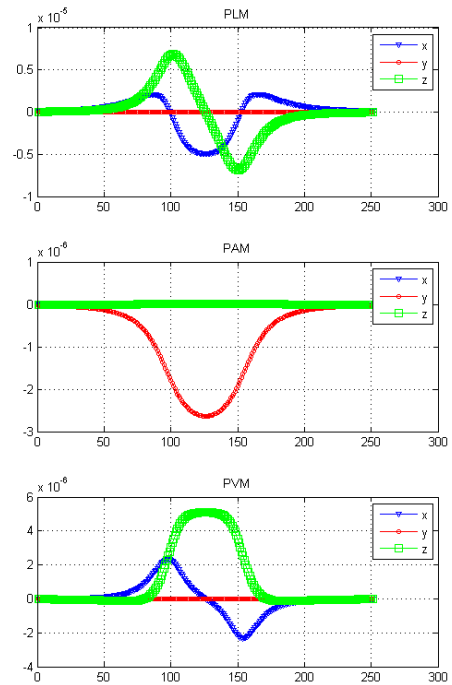


그림 3. 합정 방향 성분별 영구자기장

그림 2와 그림 3은 본 논문에서 제시하는 알고리즘에 의해 합정 자기장의 발생원인에 따른 성분과 방향별 성분으로 분리된 결과이다. 이러한 분리 결과를 얻기 위해서는 자기처리소에서 합정 북방 계류 시 측정된 합정 자기장 데이터와 합정 남방 계류 시 측정된 합정 자기장 데이터가 필요하다. 본 논문에서 사용한 합정 모델은 수상함 형태의 삼각 기둥 형태로서 수직 영구 자기장 성분이 가장 주요한 자기장 요소로 해석되었다.

4. 결론

본 논문에서는 해군 합정의 자기정숙화를 위한 연구로 합정 자기장의 자기처리소 자기장 분리 알고리즘에 대하여 소개하였다. 합정 자기장을 발생원인과 방향 성분에 따른 6가지 성분으로 분리하기 위하여 3D 상용 전자기장 해석 도구를 이용하여 합정 모델링을 한 후 실제 자기처리소에서 필요한 합정 북방 계류 자기장 데이터와 합정 남방 계류 자기장 데이터를 생성하였다. 자기처리소에서 측정되는 합정 자기장 데이터는 Bx, By, Bz의 3축 신호로 이 신호에는 합정 영구자기장 성분과 유도자기장 성분이 모두 포함되어 측정되기 때문에 일

반적인 방법으로는 영구자기장 성분과 유도자기장 성분을 분리할 수 없다. 본 논문에서는 유한 요소법으로 생성한 일반적인 함정 자기장 신호를 자기장 분리 알고리즘을 적용하여 함정 방향 성분별 유도자기장과 방향 성분별 영구자기장을 분리하였다. 자기장 분리 결과 모델링 된 간단한 수상함은 수직 영구 자기장 성분이 가장 주요한 자기장 요소로 해석되었다.

5. 참고문헌

- [1] Minimizing the magnetic anomaly created by ships in the earth field, Grenoble, France, 2002 (private report).
- [2] Timothy Malcolm Baynes BSc. (2002), Analysis of the Demagnetisation Process and Possible Alternative Magnetic Treatments for Naval Vessels : Doctor of Philosophy's thesis, The University of New South Wales, School of Physics, Faculty of Science.