

# 축소함 시험을 통한 실험실 환경에서의 함정 소자 전류 산출 기법 연구

양창섭<sup>1</sup>, 정현주<sup>1\*</sup>, 조동진<sup>1</sup>, 정우진<sup>1</sup>

<sup>1</sup>국방과학연구소 제6기술연구본부 3부

## 1. 서론

함정 자기장을 최소화하기 위해서는 대상 함정으로부터 발생하는 자기장을 정확히 측정하고, 이를 최대한 상쇄시킬 수 있는 최적의 소자 전류를 산출하는 것이 매우 중요하다. 지금까지 함정의 최적 소자 전류를 산출하기 위한 목적으로 기자력 민감도와 역문제 해석에 기반한 최적 소자전류 산출 기법 등 다양한 연구가 국내에서도 이미 진행되었다. 그러나 이러한 연구들은 주로 수치모사 및 시뮬레이션에 기반하고 있으므로, 실 환경 적용 가능 여부는 실험을 대상으로 확인이 되어야 한다. 따라서 본 논문에서는 실험 적용에 앞서서 소자코일이 배치된 축소함 시험을 통해서 현재까지 연구된 최적 소자전류 산출 기법 등이 실 환경에서도 정상적으로 그 성능을 발휘하는지 확인하였다.

## 2. 축소함 및 시험장치

최적 소자전류 산출 기법의 성능을 검증하기 위한 목적으로 축소함정, 축소함 소자코일 및 축소함 소자전원장치(전원제어장치 포함)를 설계/제작하였다. 축소함의 제원은 크기가 (1.5 × 0.3 × 0.3) m이고, 선체는 0.6 mm 두께의 냉연 강판을 햄머 단조(hammer forging) 방식을 사용하여 제작되었다. 이는 선체의 용접부위를 최소화하여 재질의 자기적 특성 변화를 가능한 억제하기 위함이다.

축소함 소자코일은 3축 방향(V, A, L)으로 배치된 다수의 소자코일로 구성된다. 따라서 일정 수준 이상의 소자 성능을 보장받기 위해서는 사전에 최적 설계 기법을 활용하여 각 방향별 소자코일의 개수 및 위치를 선정하는 것이 필요하다. 본 연구에서의 소자코일은 L 코일 7개, A 코일 3개, V 코일 4개로 구성되며, 이를 바탕으로 각 코일의 설치 위치가 결정되었다. 그림 1과 그림 2는 본 연구에서 설계/제작된 축소함 소자코일의 개략도와 축소함을 이용한 자기장 측정 장면을 보여준다.

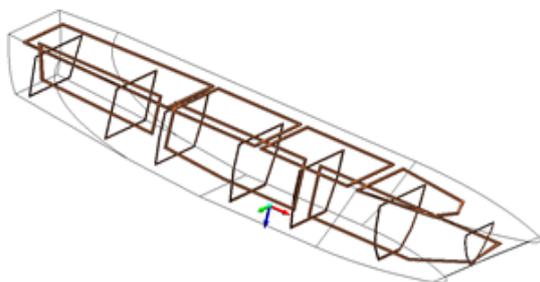


그림 1. 축소함 내부에 설치된 소자코일 배치      그림 2. 비자성실험실에서의 축소함 자기장 측정 장면

## 3. 축소함을 이용한 소자시험

축소 함정에 대한 소자시험은 국과연 비자성 실험실에서 진행되었고, 축소함의 자기장은 축소함 바닥면으로부터 0.35 m에 해당하는 깊이에서 측정되었다. 축소함 소자코일의 최적 전류를 도출하기 위해서 우선 각

소자코일의 코일효과(Coil effect)를 측정해야 한다. 코일 효과는 소자코일에 인가되는 단위 전류당 발생하는 자기장을 의미한다.

그리고 측정된 각 소자코일의 코일효과로부터 기자력 민감도에 기반한 역문제 해석을 통해서 아래 식 1과 같이 축소함 자기장을 최소화시킬 수 있는 최적의 소자 전류를 산출하였고, 산출된 전류를 각각의 소자코일에 인가하였다.

$$F = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^n |B_{ij}^{measured} + B_{ij}^{coils}|^2 \quad (1)$$

여기서 아래첨자  $i$ 와  $j$ 는 각 자기장의 벡터성분과 측정선상의 센서 위치를 나타낸다. 따라서 최적 소자 전류는 소자코일별 인가되는 전류를 통해서 축소함의 자기장과 크기는 같고, 방향이 반대인 자기장 신호를 가장 근접하게 구현하는 것을 의미한다.

그림 3과 그림 4는 소자코일 전류 인가 전/후의 축소함으로부터의 자기장을 보여준다. 시험결과 소자 후 자기장은 소자 전에 비해서 95 %정도 감소함을 확인하였다.

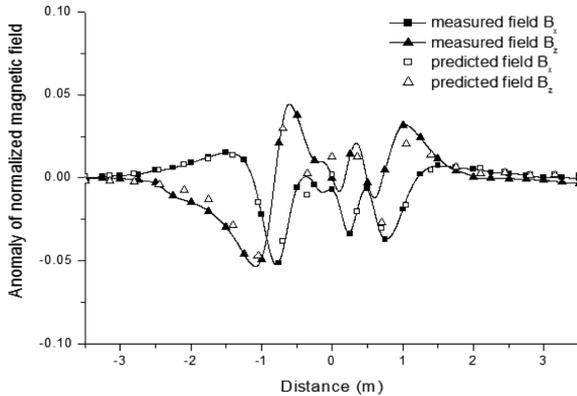


그림 3. 소자코일 전류 인가 후 축소함 자기장

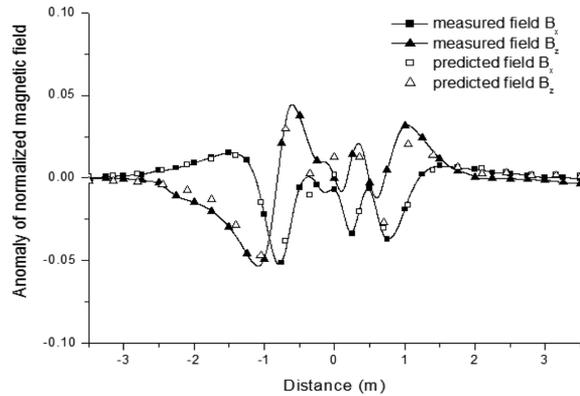


그림 4. 소자코일 전류 인가 후 축소함 자기장

#### 4. 결론

본 논문에서는 소자코일이 배치된 축소함 시험을 통해서 현재까지 연구된 최적 소자전류 산출 기법 등이 실 환경에서도 정상적으로 그 성능을 발휘하는지 확인하였다. 시험결과 소자 후 자기장은 소자 전에 비해서 95 %정도 감소함을 확인하였다. 향후에는 자기센서를 추가로 장착하여 지자기환경 변화에 따른 축소함의 소자 성능을 확인할 계획이다.

#### 5. 참고문헌

- [1] John J. Holmes, Reduction of a Ship's Magnetic Field Signatures, 1st ed., Morgan & Claypool Publishers, 2008.
- [2] Nak-Sum choi, et al., "Efficient Methodology for Optimizing Degaussing Coil Currents in Ship Utilizing Magnetomotive Sensitivity Information," IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS, Vol.48, No.2, pp.419-422 (2012)