

# 유한요소법을 이용한 강자성체의 자기적 처리 검증

김용민\*, 한창민, 김기찬<sup>1</sup>, 김영학<sup>1</sup>, 신광호

경성대학교, <sup>1</sup>부경대학교

## 1. 서론

일반적으로 합정은 철이 주 성분인 강판으로 제작되기 때문에 지자계에 의한 유도 자기장과 영구자화에 의한 자기장을 발생 시킨다. 이 자기장 신호는 선체 주변 지구자기장을 왜곡시킨다. 특히 영구자화에 의한 합정의 정 자기장 신호는 해양의 변화에 무관하고 근거리 영역에서 정확한 표적 식별 및 탐지가 가능하여 대부분의 수중 기뢰에서 최종 발화 신호원으로 사용되고 있다. 최근에는 지자계의 수천에서 수 만분의 일의 정밀도를 갖는 고감도 센서의 개발로 인해 합정 선체에 의한 자기장 신호는 기뢰에 가장 취약한 부분으로 나타나고 있다.

수중 기뢰의 위협으로부터 보호 하기위한 합정의 자기 정숙화 기술은 합정의 영구자화 제거를 위한 탈자와 유도자화 제거를 위한 소자를 통해 합정을 보호하는 기술이다. 영구 자화 제거를 위한 탈자 기술의 신뢰성 확보는 합정이 기뢰로부터 안전하게 할 뿐 아니라, 군 전력 증강에 중요한 역할을 한다. 합정 탈자는 주로 수직방향과 수평방향의 자계를 인가 후 자계의 크기를 줄여가면서 영구자화를 상쇄시키는 방법으로 이루어진다. 충분히 큰 자계를 인가할 수 있는 장치를 구축하는 것이 바람직 하지만 비용적 측면에서는 무한정 높일 수는 없다. 따라서 자기 공학적 접근으로 자기처리 시설의 성능을 예측 하고 장치 및 실비용량을 최적화 하는 것은 중요하다.

선체에 기인한 자기장 신호는 영구자기장, 유도자기장, 와전류 자기장, 누설 자기장으로 구성되고, 주로 영구자기장과 유도자기장 성분이 대부분을 차지한다[1]. 선박의 자기처리 성능은 선박에 의한 영구자기장의 성분을 제거하는 것으로 결정되며, 이를 위해 선체에 의한 자기장 신호로부터 영구자기장과 유도자기장을 분리하는 것이 필수적이다. 영구자기장과 유도자기장의 분리 방법은 유한요소법을 이용하여 선체의 유도자기장 성분을 계산 후 전체 자기장에서 유도자기장 성분을 감안하여 영구자기장 신호로 분리하는 방법이 있다. 하지만, 이전에 유한요소법의 검증을 위해 실제 실험의 측정치와 유한요소법을 이용한 같은 환경의 모델에서의 결과를 비교하고, 사용된 Tool의 사용이 타당함을 입증하는 작업이 이루어 져야한다.

본 연구에서는 선박구조물의 자화상태변화에 대한 물리적 모델수립과 자기처리시설의 설치/운용에 대한 전자기적 근거 확보를 위한 연구를 진행 하고 있다. 본 발표에서는 유한요소법을 이용하여 단순 시편에 대한 자기처리 실험결과와 유한요소법을 이용한 이론적 검증의 방법과 결과를 보고한다.

## 2. 방법

본 해석에 사용한 프로그램은 상용 Vector Field (Opera) 3차원 유한요소법으로 해석을 하였다. Fig. 1 실험에 사용한 축소 자기 처리 시설과 사용된 시편의 모델링 그림이다. 실험환경의 지자계는 시편의 종축 방향으로 23 A/m와 수직 방향으로 31 A/m의 크기를 가진다. Hx 측정센서는 시편 바닥에서부터 33 mm, Hz 측정센서는 23 mm 떨어져 측정을 하였다. 실험에 사용한 평판형 시편은 장축 110 mm, 단축 60 mm, 두께는 0.25 mm이다. 본 발표에서는 Flash D deperm(Stage 1)의 첫 shot에 의한 자기적 처리 결과를 비교하였다[2]. Hx의 첫 샷의 크기는 3kA/m이고, Hz Bias를 각각 0 A/m, 28 A/m의 두 샷에 대한 영향을 비교하였다. 인가 시간은 상승하강 시간 1초, 지속시간 2초의 시간간격을 가졌다.

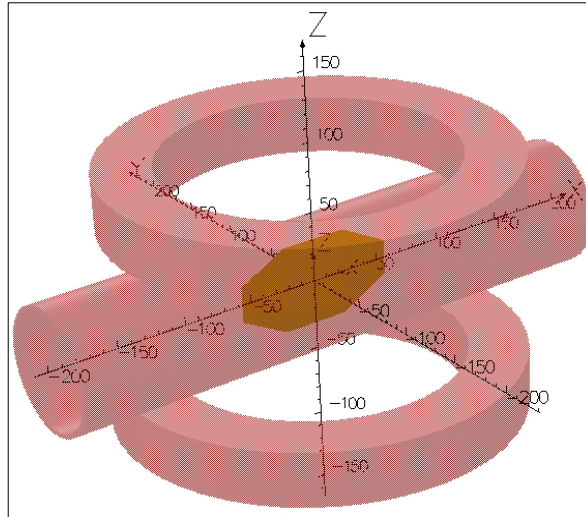


Fig. 1. 단순 시편 탈자장치 모델링

### 3. 결과 및 고찰

Fig. 2는 첫 샷의 Hx가 3k A/m, Hz Bias가 0 A/m 그리고 상승하강시간 1초 지속시간 2초의 시간간격을 가지는 Flash D deperm Stage1의 첫 샷 후 시편 바닥 아래 33 mm와 23 mm에서 Hx와 Hz의 실험 측정값과 FEM 해석을 이용한 계산 값의 결과를 나타낸 것이다. FEM 해석의 결과가 실험 측정치와 근접하도록 시편의 상대 투자율을 400으로 설정하였다.

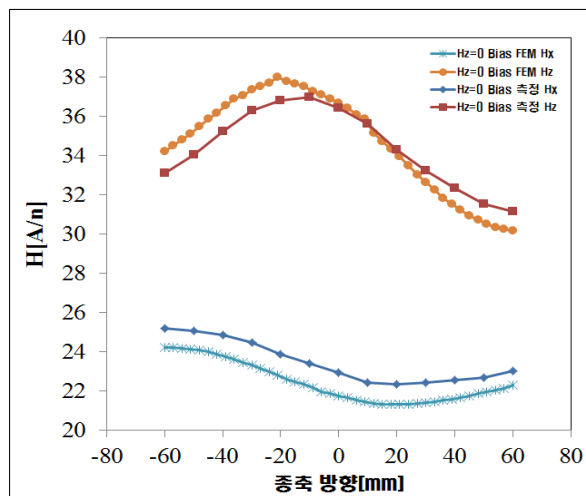


Fig. 2. 평판형 시편 Deperm R Stage1 첫 샷 후 잔류 자화 측정

계산과 측정의 결과 값 차이는 실제 시편과 FEM에 사용한 자기적 특성의 차이와 실험의 시편에 잔류하는 약간의 영구자화성분과 실험의 Hz 센서의 약간의 위치차이로 생각된다. 단순 시편의 선박 자기처리 실험적 연구결과를 FEM 해석 결과와 비교 검토하여, FEM 해석이 실험 적용성에 대한 근거의 타당성을 가지게 되고 실제 선박의 자기적 처리를 예측함에 있어서 FEM 해석이 유효함을 증명하게 되었다.

본 발표에서는 다른 종류의 시편과 다른 크기와 바이어스를 가지는 첫 샷의 실험과 시뮬레이션 결과를 비교 검토하고, FEM 해석시에 실험 환경에서 존재하는 지자계의 처리와 보정에 대한 처리 방안에 대해서 논의하고자 한다.

#### 4. 참고문헌

- [1] 이강진, 양창섭, 정현주, 김동훈, “함정에 의해 발생하는 수중 지자계 분리방법에 대한 연구“, Trans. KIEE. Vol. 56, no. 8, pp. 1412-1417, August. 2007.
- [2] “Degaussing by Magnetic Treatment, Section 4: Deperming and Magnetic Theory,” British Standard BR 825, U.K Ministry of Defence, Jan. 1975