함정의 기동 각도별 소자 성능 예측

최낙선[1]*, 정기우[1], 양창섭[2], 정현주[2], 김동훈[1]
[1]경북대학교
[2]국방과학연구소

1. 서론

함정에서 발생하는 함정 유도자기장은 영구자기장과 달리 함정이 경험하는 지자계의 크기 및 입사 방향에 따라서 영향을 받는다. 탈자 이 후, 잔류 영구자기장의 경우 고정으로 전류를 흘려 소자를 수행하면 되지만, 유도자기장 성분은 함정의 침로각에 따라 변하기 때문에 소자 코일에 흐르는 전류도 이에 대응하여 인가해야 최적의 소자가 이루어 질 수 있다.

선행 연구를 통해서 함장의 유도자기장 성분을 수직 성분(IVM), 횡축 성분(IAM), 종축 성분(ILM)으로 분리하여 분리된 신호로부터 기준이 되는 교정인자를 산출하는 알고리즘을 기 구축하였다. 본 논문에서는 이를 바탕으로 함정의 침로각에 따른 교정인자를 재산출하는 과정에 대해 논의한다. 함정 침로각 변화에 따른 교정인자의 재산출을 통해 항해정밀교정에 따른 소자 성능 예측이 가능하다. 3차원 정자기장 수치해석 기법을 이용하여 제안된 항해정밀교정 성능 예측 기법에 대한 검증을 수행하였다.

2. 실험방법

함정의 침로각에 따라 함정의 유도 자기장이 변하듯이 교정인자도 침로각의 변화를 반영하여야 한다. 함정 유도자기장의 선형성에 의해 IVM, IAM, ILM 신호로부터 함정의 침로각에 따른 함정 유도자기장을 해석적으로 예측하여 침로각에 따라 계산된 예측 자기장을 목표 신호로 정밀 교정인자 산출 알고리즘을 적용하면 이에 상응하는 교정인자를 구할 수 있다. 그러나 이는 매우 비효율적인 방법일 뿐만 아니라 실시간으로 변화하는 함정에 적용하기에는 무리가 있다. 따라서 함정 유도자기장의 선형성을 통한 유도자기장 예측과 같이 단순한 수학적 방식을 통해 교정인자를 재산출하는 기법이 필요하다.

교정인자는 특성상 함정 유도자기장의 변화에 대응하기 때문에 함정 유도자기장의 선형적인 변화를 활용하여 비교적 간단하게 교정인자를 계산할 수가 있다. 침로각에 따른 교정인자를 예측하기 위해서는 우선, 기준 성분인 IVM, IAM, ILM을 통해 기준 교정인자를 산출하고 이를 토대로 함정 유도자기장의 선형성과 동일한 방식으로 A 코일 교정인자, L 코일 교정인자에 침로각에 따른 sin, cos 형태의 보상인자를 곱해줌으로써 교정인자 재산출을 수행하게 된다. 표 2.1에 이와 관련된 자세한 수식을 제시하였다.

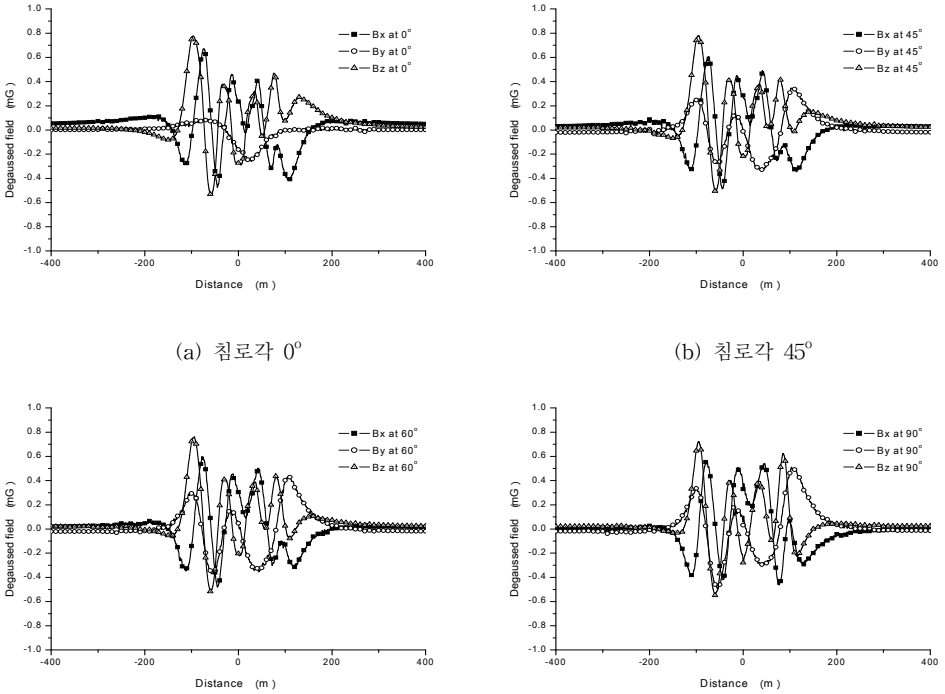
표 2.1 침로각에 따른 교정인자 계산

성분(침로각)	계산 수식
V 코일	기준 교정인자
A 코일	기준 교정인자 × sin(침로각)
L 코일	기준 교정인자 × cos(침로각)

3. 실험결과

침로각에 따른 교정인자를 계산한 후 이에 일대일 대응하는 각각의 3차원 유한요소 해석 모델을 구축하였다. 구축된 유한요소 함정 모델은 데이터 취득을 용이하게 하고자 함정의 침로각에 따라 외부 자기장을 생성하는 코일에 편각과 복각을 할당하여 침로각에 따른 영향을 반영하였다. 함정의 침로각을 0도에서 90도까지 15

도씩 변화시키면서 표 2.1에 주어진 수식에 따라 침로각에 따른 교정인자를 V, A, L 코일 별로 계산하여 유한요소 해석 모델에 적용하였다. 이 모델의 수치해석 결과로부터 항해정밀교정에 따른 소자 성능을 예측하였다. 아래 그림은 각각 0도, 45도, 60도, 90도의 소자 성능을 예측한 것이다. 그림에서 확인할 수 있듯이 모든 침로각에서 1 mG 이하의 크기로 소자 성능이 우수하다.



(a) 침로각 0° (b) 침로각 45°

(c) 침로각 60° (d) 침로각 90°

그림 3.1 침로각별 소자 성능

4. 결론

본 논문에서는 함정의 침로각에 따른 교정인자 재산출과 산출된 교정인자를 3차원 정자기장 수치해석에 적용하여 항해정밀교정의 성능을 검증하였다.

5. 참고문헌

[1] 양창섭, “함정에서 발생되는 수중 전자기장 신호 특성 예측 기법”. 경북대학교 대학원, 2008.

[2] John J, Holmes “Reduction of a Ship’s Magnetic Field Signatures (1st Edition)”, Morgan & Claypool., 2008.

[3] H. Liu and Z. Ma, “Optimization of vessel degaussing system based on poly-population particle swarm algorithm,” Proc .Int. Conf. Mechatronics and Automation, pp. 3133-3136, 2007.

[4] O. Chadebec, J. Coulomb, J. Bongiraud, G. Cauffet and P. Thiec, “Recent improvements for solving inverse magnetic problem applied to thin shells,” IEEE Trans. Magn., vol. 38, no. 2, pp. 1005-1008, 2002.

[5] O. Chadebec, J. Coulomb, G. Cauffet and J. Bongiraud, “How to well pose a magnetization identification problem,” IEEE Trans. Magn., vol. 39, no. 3, pp. 1634-11637, 2003.

[6] D. H. Kim, et al., “A novel scheme for material updating in source distribution optimization of magnetic devices using sensitivity analysis,” IEEE Trans. Magn., vol. 41, no. 5, pp. 1752–1755, 2005.