

양끝이 열린 실드케이스의 FEM해석

김영학

*부경대학교

EEM Analysis of Open-Typed Cylindrical Shieldcase

Young-Hak Kim*

*Pukyong National University

E-mail : kimyh@pknu.ac.kr

요 약

다중 셸 구조를 가지고 양끝이 열린 원통형 실드케이스를 3차원 유한요소법으로 해석하였다. 해석 공간의 크기는 $2\text{m}\times 2\text{m}\times 2\text{m}$ 였고 원통형 실드케이스의 크기는 길이가 0.6m이고 반경이 0.1m, 0.08m, 0.06m, 0.04m, 두께는 모두 1mm였다. 실드케이스의 재질은 금속자성체로 투자율을 50,000으로 하였다. 기준자계는 수평방향인 24A/m , 수직방향인 36A/m 인 지자계로 하였고 이것을 경계조건으로 하였다. 또한 해석 시에는 실드케이스의 길이방향을 지자계의 수평방향에 0° 그리고 90° 로 배치하였다. 실드케이스의 중심에서의 자계는 실드케이스의 층수의 증가에 따라 감소하였으며 0° 로 하였을 때, $4.45\times 10^{-2}\text{A/m}$ 였고 90° 로 회전하였을 때, $6.66\times 10^{-4}\text{A/m}$ 였다.

ABSTRACT

Four-shell open-typed shield case was analyzed using 3D FEM. Analysis Dimension was $2\text{m}\times 2\text{m}\times 2\text{m}$. Length of shield case was 0.6m and its diameter was 0.1m, 0.08m, 0.06m and 0.04m. Thickness and permeability of shield case was all 1mm and 50,000. The excited magnetic fields were earth magnetic fields, which were 24A/m in the horizontal direction and 36A/m in the vertical direction, respectively. During FEM analysis, shield case was located at the direction of horizontal magnetic field and was rotated 90° . Magnetic field was $4.45\times 10^{-2}\text{A/m}$ at the direction of horizontal magnetic field and $6.66\times 10^{-4}\text{A/m}$ at the 90° rotated direction.

키워드

자기실드케이스, FEM, 다중셸, 투자율

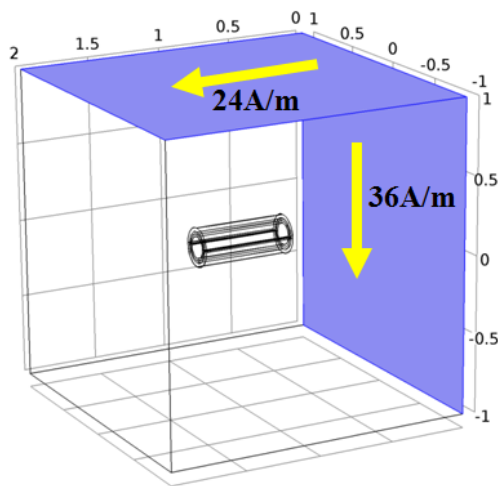
I. 서 론

수중 항만감시체계(HUSS : Harbor Underwater Surveillance System)는 항만의 외해와 내해에서 수상함, 잠수정 등을 포함한 수중 침투세력을 탐지 및 추적하는 체계이다. 이와 같은 함정의 탐지 및 추적에는 복합음향자기센서가 사용되며 센서의 감도와 분해능이 높을수록 탐지거리가 길어진다. 이 때문에 nT급 이상의 분해능을 가지는 자기센서가 개발되고 있다[1]. 1nT는 지자기 공간에서 $7.96\times 10^{-4}\text{A/m}$ 에 해당되며 한국에서 지자계의 수직성분의 크기인 36A/m 를 거의 백만 개로 나눈 값에 해당된다. 따라서 고분해능의 센서의 동작을

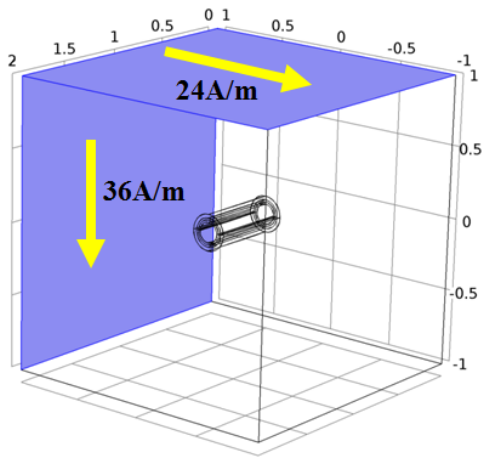
검증하기 위해서는 측정공간의 자계변화를 극소화시킬 수 있는 자기차폐 공간이 확보되어야 하며 이런 자계차폐공간은 높은 투자율을 가지는 자성체를 다층으로 구성함으로써 확보할 수 있다 [2]. 본 논문은 다중 셸 구조를 가지고 양끝이 열린 원통형 실드케이스를 3차원 유한요소법으로 해석하였다.

II. 해석 방법

그림 1은 해석공간과 실드케이스 그리고 해석 공간에 부여된 경계조건을 나타낸 것이다. 해석공



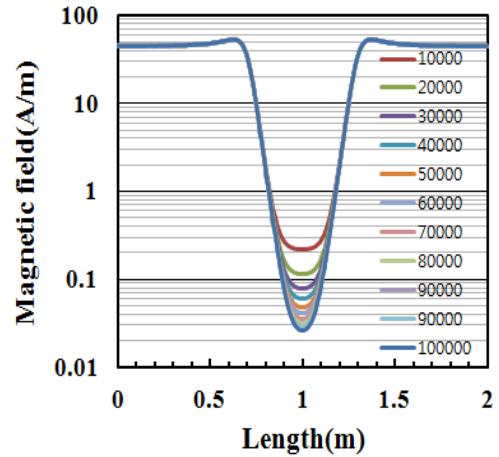
(a)



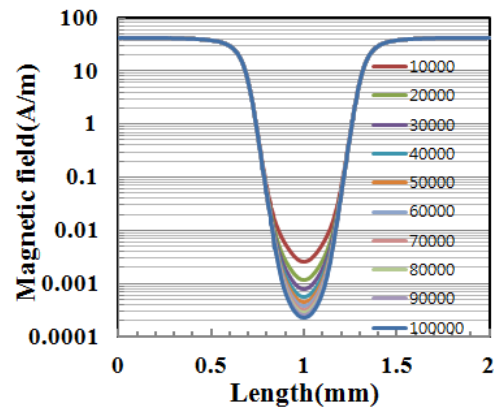
(b)

그림 1. 해석공간과 경계조건설정

간의 크기는 $2m \times 2m \times 2m$ 이고 실드케이스의 길이와 두께는 4층 모두 $1m$ 와 $1mm$ 이며 반경은 위층에서부터 $0.125m$, $0.1m$, $0.08m$, $0.075m$ 로 하였다. 자성층의 두께자계공간은 지자계와 같이 수평방향으로 $24A/m$, 수직방향으로 $36A/m$ 로 하였다. 이 때 실드케이스의 길이방향을 지자계의 수평방향과 0° 와 90° 로 하였다. 0° 가 되는 경우는 실드케이스의 자성층에 개자로가 형성되어 양 끝에 자극이 발행한다. 반면에 90° 가 되면 폐자로가 형성되어 어떤 자극도 발생되지 않는다. 유한요소법 해석은 범용프로그램인 COMSOL[3]을 이용하였고 정자장으로 하였다. 해석 시에 실드케이스의 자성층의 투자율을 $10,000 \sim 100,000$ 의 범위에서 $10,000$ 씩 증가시켰다. 유한요소의 요소는 사면체로 하였고 얇은 자성층에는 해석시간과 메모리 용량을 고려해 사면체요소를 한 층으로만 설정하였다.



(a)



(b)

그림 2. 자기실드케이스 내부의 자계

III. 해석 결과

그림 2는 실드케이스를 해석한 후 얻어지는 자계를 실드케이스 내부중심에서 길이방향으로 나타낸 것이다. 두 그림 모두 실드케이스 내부에서는 자성층의 투자율이 증가할수록 자계가 작아짐을 알 수 있다. 특히 실드케이스 정중앙에서 자계가 최소가 됨을 알 수 있다. 실드케이스로부터 떨어진 외부에서의 자계는 자계의 수평방향과 수직방향의 벡터합성치 $43A/m$ 이지만 그림 2(a)와 같이 실드케이스의 길이방향을 지자계의 수평방향과 0° 로 하였을 때, 실드케이스의 양 끝에 가까워짐에 따라 $54A/m$ 로 증가되었다. 그러나 그림 2(b)와 같이 실드케이스의 길이방향을 90° 회전하여 배치한 경우는 실드케이스 양끝에서 바로 감소되었다. 이것은 외부자계에 의해 자성층에 발

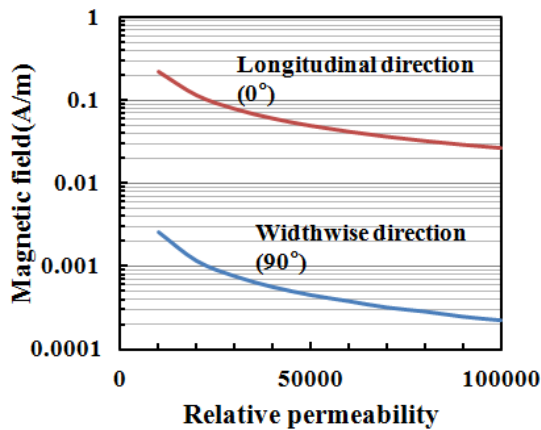


그림 3. 자기실드케이스를 0°와 90°로 배치하였을 때, 내부자계

생하는 자극 유, 무에 의한 것이다. 그림 3은 실드케이스의 배치를 0°와 90°로 하였을 때, 실드케이스 내부 정중앙에서의 자계를 투자율에 따라 나타낸 것이다. 투자율 50,000에서 실드케이스 정중앙에서의 자계는 실드케이스를 90°로 배치하였을 때, $6.66 \times 10^{-4} \text{A/m}$ 였고 0°로 배치하였을 때, $4.45 \times 10^{-2} \text{A/m}$ 로 자극이 발생하지 않는 쪽이 매우 크게 감소됨을 알 수 있다.

IV. 결론

항만 감시체계등에서 이용되는 고감도 및 고분해능 자기센서의 동작을 검증하기 위한 자기실드케이스를 정자장 유한요소법을 이용하여 검토하였다. 자기실드케이스 내부의 자계는 자성층의 상대투자율이 커질수록 감소하였고 더욱 자계를 차폐하기 위해서는 자기실드케이스의 길이방향을 측정공간의 자계가 큰 방향에 대해 90°로 배치하는 것이 중요하다.

참고문헌

[1] Hong Chang, Meiyun Yang, Jing Liu and ong Yu, "Highly Sensitive GMI Sensor with an Equivalent Noise 0.3nT", 2012 Spring Congress on Engineering and Technology, pp. 1-4, 2012.
 [2] Kenji Nagashima, Ichiro Sasada and Kunihisa Tashiro, "Highly-Performance Bench-Top Cylindrical Magnetic Shield with Magnetic Shaking Enhancement," IEEE Trans. Magn., vol. 38, no.5, pp. 3335 - 3337, September 2002.
 [3] <https://www.comsol.com/>.