

강자성체 탈자시스템에서 자기포화를 고려한 최적인가자계 선정에 관한 연구

임상현^{1*}, 김건태¹, 박관수¹

¹부산대학교

1. 서론

합정은 강자성체로 이루어지고, 강자성체의 특징에 따라 제조 공정 및 외부 자기장에 의하여 착자되게 된다. 이렇게 착자되어진 합정은 수중 자기장을 이용하여 공격하는 기뢰, 어뢰, 대잠 초계기 등의 무기들에 의하여 피해를 받을 위험이 있다. 수중 무기에 의한 피해를 줄이기 위해서는 합정의 자기장을 줄이는 방법이 필요하고, 이를 탈자라고 한다. 탈자는 외부에서 교번하고 감소하는 자기장을 인가하여 자성체의 히스테리시스 특성에 따라 잔류 자화값을 0으로 만드는 과정을 뜻한다.

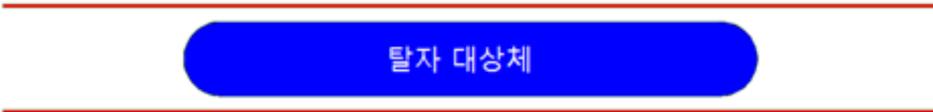
현재 세계적으로 사용되고 있는 탈자 기법들은 Anhyseretic Deperm, Deperm-ME, Flash-D이 있지만 이는 이론적인 증명보다는 선진국에서의 실험과 경험에 의존한 기법들로, 대상체의 자기적 특성을 반영하지 못한다는 한계가 있다. 또한 탈자 기법들의 여러 변수들에 대한 일정한 기준 또한 모호하기 때문에 탈자 프로토콜 적용에도 어려움이 존재하기 때문에 각 변수 설정 기준에 대한 연구가 필요하다.

본 연구에서는 Preisach 모델링을 이용하여 초기자기장 값에 따른 탈자 결과 해석을 수행하였다. 재질 특성이 다른 2가지 재질에 대하여 각각 적용하고, 탈자 결과를 비교하여 효율적인 탈자 프로토콜을 위한 초기자기장 값에 대하여 연구하였다.

2. 실험방법과 결과

본 연구에서는 Preisach Modelling과 유한요소법을 결합한 2D Simulation tool을 이용하여 각 재질의 보자력 크기를 기준으로 하여 초기자기장 값을 변화시키며 해석을 진행하였고, 자세한 탈자 해석 과정은 다음과 같다.

- 1) 그림 1과 같이 교번 자기장을 인가하는 X축 솔레노이드 코일과 탈자 대상체를 설계한다.
- 2) 탈자를 하기에 앞서, 먼저 솔레노이드에 착자 잔류를 인가하여 탈자 대상체가 균일한 배열을 가지도록 한다.
- 3) <표 1>의 특성을 가지는 두 탈자 대상체에 초기자기장의 값을 변화시키며 탈자 해석을 수행한다.
- 4) 탈자 과정이 완료된 후, 탈자대상체의 수직방향으로 16cm 떨어진 위치에서 수평 자기장 성분 Bx 및 수직 자기장 성분 Bz의 값을 비교한다.
- 5) 그림 2와 같이 최종 탈자 결과를 비교 검토하여 효율적인 탈자를 위한 초기 자기장에 대하여 분석한다.

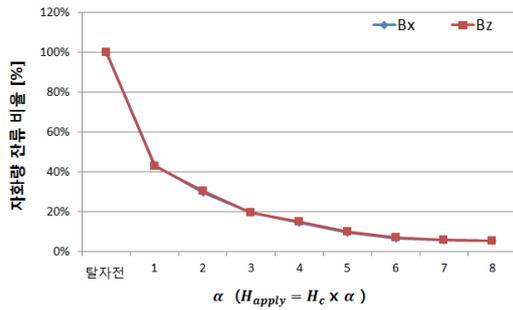


탈자 대상체

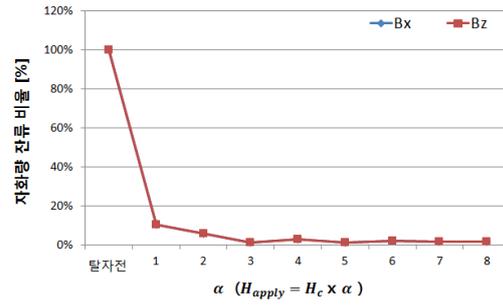
그림 1. 탈자 대상체 및 X축 Solenoid 배치도

<표 1> 탈자 대상체의 재질 특성 및 탈자 기법 사양

구분	특성	MMP1	MMP2
재질 특성	포화자속밀도 B_s [T]	2.14	1.67
	잔류 자속밀도 B_r [T]	0.32	1.67
	보자력 H_c [A/m]	0.0025×10^5	0.02×10^5
탈자 기법	탈자 기법	Anhysteretic deperm	
	초기 착자 전류값 [A]	2	16
	초기탈자자기장 크기 [A/m]	250 ~ 2000	2000~16000



(a) MMP1 재질



(b) MMP2 재질

그림 2. 잔류 자화량 비율 비교

3. 고찰

MMP1 재질의 경우 보자력의 4배 이상일 때, 탈자 후의 최종 값이 착자 값의 15% 이하의 잔류 자기장 값을 가졌다. 또한 MMP2 재질의 경우 보자력의 3배 이상일 때, 3% 이하의 잔류 자기장 값을 가졌다. 따라서 보자력의 4배 이상일 경우, 효과적인 탈자 결과를 도출할 수 있을 것으로 예상된다. 이는 보자력보다 월등히 큰 자기장을 외부에서 인가하여, 탈자 대상체 내부의 자구의 배열을 충분히 흔들기 때문으로 예상된다.

4. 결론

본 논문에서는 초기탈자자기장의 크기에 따른 탈자의 효율성에 대하여 연구하였다. 시뮬레이션 해석을 통하여 최종적으로 보자력의 4배의 크기로 탈자를 시작하게 될 경우 탈자 결과가 우수함을 확인하였다. 이러한 결과를 바탕으로 탈자 프로토콜에 적용되는 여러 변수들에 대한 연구를 시행하고, 이론적인 배경 및 실험 검증을 통하여 최적의 탈자 프로토콜을 확립할 수 있을 것이다.

5. 참고문헌

- [1] H. Won, H. S. Ju, S. Park and G. S. Park, IEEE Trans. Magn. 49(5), 2045 (2013).
- [2] 한국자기학회, 한국자기학회 학술연구발표회 논문개요집, 2014.5, 132-133 (2 pages).
- [3] 원혁, “강자성체의 자화 역학 구조에 따른 히스테리시스 현상의 수치 모델링에 관한 연구”, 공학 박사 학위 논문, 부산대학교, 2010.