

# 방열성능 개선을 통한 우퍼형 스피커의 성능 향상에 관한 수치적 연구

## Numerical Analysis on Performance Characteristics for Woofers Speaker Using Effective Cooling Technique

김형진<sup>1\*</sup>, 서재형<sup>1</sup>, 이우영<sup>2</sup>, 염정국<sup>3</sup>, 서이수<sup>3</sup>, 이무연<sup>3</sup>

<sup>1</sup>동아대학교 기계공학과 대학원, 부산시 사하구 낙동대로 550-37

<sup>2</sup>(주)영창시스템, 부산시 동래구 수안동 35-1

<sup>3</sup>동아대학교 기계공학과, 부산시 사하구 낙동대로 550-37

### 1. 서론

소리를 크게 하여 멀리까지 들리게 하는 기구인 스피커에 대한 연구는 용도 및 관련 음향기기에 따라 다양하게 연구되어 오고 있으며, 스피커의 성능은 적용 제품의 품질 및 시장 경쟁력을 좌우하는 중요한 요소이다. 특히 인간의 삶의 질 및 경제력 향상과 더불어 스피커의 음질, 음역 및 출력에 대한 관심이 증가되고 있으며, 인간이 들을 수 있는 가청주파수를 세분화하여 고음, 중음 및 저음영역으로 세분하여 연구하고 있으며, 사용 목적에 따라 저음을 출력하는 우퍼(Woofers), 고음을 출력하는 트위터(Tweeters) 그리고 중간음을 내는 미드레인지(Mid Range)로 구성된다. 이러한 스피커에 대한 연구는 음질과 사운드 출력 향상 등 스피커의 음향성능 개선부터 시작하여 수명 및 소비 전력 향상등과 같은 내구성과 에너지효율 향상 분야까지 발전되고 있다. 특히, 스피커는 전기적 신호를 전달 받아 소리 에너지를 생산할 때 핵심적인 요소가 보이스코일(영어 명)이다. 즉 스피커의 성능과 내구성을 결정하는 중요한 요소로 전기적 신호가 인가되면 코일의 자체 전기저항에 의한 열이 발생되며, 이 열이 효과적으로 외부로 방출되어야 스피커의 성능을 일정하게 유지할 수 있으며, 발열 온도가 한계치를 넘어가면 코일이 타거나 녹는 문제 발생하여 스피커의 성능 감소 및 수명 단축을 야기하게 된다. 따라서 스피커 내부에 위치한 보이스코일에서 발생하는 고온의 열을 효과적으로 방출하고 온도상승에 따른 댐핑 효과를 방지하기 위하여 자성유체를 적용한 스피커에 대하여 개발 및 연구가 진행되고 있다. Rosensweig et al.은 자성유체를 이용한 보이스코일의 센터링 효과에 대하여 연구를 수행하였고, Lee and Yoo는 자성유체 적용에 따른 스피커에서 댐핑 효과에 대하여 연구를 수행하여 자성유체 비율에 따른 스피커에서 댐핑 특성의 변화를 고찰하였다[1, 2]. 즉 스피커에서 자성유체 적용에 따른 은 센터링효과 및 댐핑 효과에 대하여 연구가 주로 수행되었으나, 저음을 출력하는 우퍼(Woofers) 스피커에서 자성유체 적용에 따른 방열특성 향상을 포함한 열유동 특성과 일반적인 성능특성에 대한 연구는 아직까지 미비한 상황이다. 따라서 본 연구에서는 자장세기에 따른 스피커용 자성유체의 열유동 특성과 관련된 성능에 대하여 수치적으로 연구하고자 한다.

### 2. 해석

본 연구를 수행하기 위하여 원통형 스피커는 2차원 축대칭이라 가정하였고, 스피커 내부의 복잡한 형상을 Fig. 1과 같이 단순화하여 나타내었다. 계산에 사용된 전체 메쉬의 개수는 약 10,000 개이며, 자성유체의 열유동 현상에 대한 더욱 정밀한 분석을 위하여 자성유체 및 보이스코일의 메쉬는 더욱 조밀하게 생성하였다. CFD 해석 조건으로는 자장은 자성유체 외부에서 균일하게 인가되고 자력은 일정한 방향으로 흐른다고 가정하였고, 보이스코일은 열이 균일하게 발생한다고 가정하여 일정한 열유속의 발열조건을 부여하였다. 본 연구에서 사용된 스피커용 자성유체는 일반적으로 많이 사용되고 있는 자성유체 모델 중 마그네타이트 농도가 3.6%인 자성

유체의 물성치를 사용하였다.

### 3. 결과 및 고찰

본 연구에서는 보이스코일에서 발생하는 열을 효과적으로 방열시키기 위하여 스피커용 자성유체를 사용하였으며, 본 시스템의 열유동 특성을 예측하기 위해 CFD를 이용하여 유한요소 해석 모델을 구축하였다. 해석 모델은 스피커에 사용되는 영구자석의 실제 자장세기로 인가하였고, 스피커 구동 시 보이스코일의 최대 온도는 200℃로 가정하여 계산하였다. 보이스코일에서 발생한 열은 열원에서 영구자석 방향으로 확산되어 외부로 방열되는 것을 확인할 수 있었다.

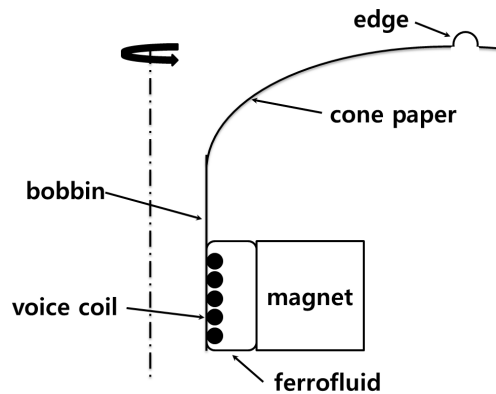


Fig. 1. Simplification of speaker.

### 4. 결론

본 연구를 통하여 스피커에 사용되는 자성유체의 열유동 특성을 CFD를 이용하여 수치 해석적으로 예측하였고, 스피커에서 댐퍼 대신 자성유체를 사용할 경우 기존의 댐퍼에 비해 보이스코일에서 발생하는 열을 보다 효과적으로 방열할 수 있음을 확인 할 수 있었다[3].

### 참고문헌

- [1] R. E. Rosensweig, Y. Hirota, S. Tsuda and K. Raj, J. Phy. Con. Mat. **20**, 204147-1 (2008).
- [2] H. S. Lee and J. G. Yoo, J. Kor. Mag. Soc. **8**, 93 (1998).
- [3] S. G. Koh, K. J. Lee, J. H. Kang, G. H. Oh, K. H. Sung and C. J. Kim, Proc. of the KSME Spring Annual Meeting (2008) pp. 41~44.