

# 전기자동차용 구동 모터의 냉각 방식에 따른 냉각 성능 비교

강은혁, 쿠날 산딕 가루드, 한정우, 황성국, 이무연\*  
 동아대학교 기계공학과  
 e-mail:kks1712@naver.com

## Comparison of cooling performances by cooling method of driving motor for electric vehicle

Eun-Hyeok Kang, Kunal Sandip Garud, Jeong-Woo Han, Seong-Guk Hwang, Moo-Yeon Lee\*  
 Dept. of Mechanical Engineering, Dong-A University

### 요약

최근 전기자동차 개발 가속화로 인해 구동 모터에 대한 냉각성능 요구치 또한 높아지고 있다. 전기차 모터 냉각에는 주로 수랭식과 유랭식이 사용되고 있으며, 이에 따른 각 냉각 방식에 대한 성능 분석이 필요한 상황이다. 본 연구에서는 전자기-열 커플링 해석을 통해 유랭식과 수랭식에서 유체의 입구 온도와 유량의 차이에 따른 각각의 냉각 방식의 특성을 비교하였다. 해석 결과 동일한 유체 입구 온도에서 유량이 증가할 때 유랭식의 냉각성능 증가량이 수랭식보다 높은 결과를 보였으며, 동일한 유량에서 유체 입구 온도가 감소할 때 수랭식의 냉각성능 증가량이 유랭식보다 높은 결과를 보였다.

## 1. 서론

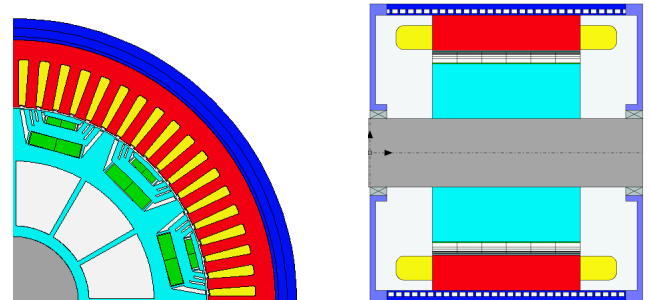
최근 전기자동차에 대한 관심이 높아지면서 전기자동차의 핵심부품 중 하나인 모터의 소형화, 고속화, 경량화 등이 요구되어 모터 구동 시 발생하는 열 손실을 해결하기 위한 모터 열관리의 중요성 또한 높아지고 있다. 모터 열관리를 위한 냉각 방식에는 크게 공기를 이용하는 공랭식, 오일을 이용하는 유랭식, 냉각수를 이용하는 수랭식이 있다[1]. 이 중 공랭식은 상대적으로 냉각 성능이 부족하여 전기자동차 모터 냉각 방식으로 적합하지 않아 유랭식과 수랭식의 냉각 방식이 많이 사용되고 있다.

본 연구에서는 유랭식과 수랭식의 냉각 특성 비교하였으며, 이를 위하여 구동 모터 냉각에 대한 수치해석을 진행하였다.

## 2. 해석 방법

본 연구의 해석에는 ANSYS MOTOR-CAD를 사용하였으며, [그림 1]은 본 연구에서 사용된 모터의 모델링을 나타낸다. 해석은 125kW 출력의 모터를 사용하였으며, 하우징, 고정자, 코일, 네오디뮴 자석, 회전자, 축으로 구성되어 있다[2].

냉각 방식에 따른 냉각 특성 비교를 위하여 전자기-열 커플링 해석을 수행하였으며, 변수는 각 작동유체의 유량과 입구 온도로 설정하였다.



[그림 1] 모터 모델링 (a) 축 방향 (b) 반경 방향

## 3. 해석 결과

해석 결과 모터 내부 최고 온도는 유랭식과 수랭식 모두 권선에서 나타났으며, 권선 온도 균일도는 수랭식이 유랭식보다 높게 나타났다. 동일한 유체 입구 온도에서 유량 증가에 따른 냉각성능 증가량은 유랭식이 수랭식보다 높은 결과를 보였으며, 동일한 유량에서 유체 입구 온도 감소에 따른 냉각성능 증가량은 수랭식이 유랭식보다 높게 나타났다.

#### 4. 결론

본 연구는 전기자동차용 모터의 냉각 방식에 대한 수치적 연구를 진행하였으며, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 모터 내부의 최고 온도는 냉각 방식에 관계없이 모터 권선에서 나타났다.
2. 냉각성능 증가량의 비교 결과, 유량 증가에 따른 냉각성능 증가량은 유랭식이 우수하였으며, 입구 온도 감소에 따른 냉각성능 증가량은 수랭식이 우수한 결과를 보였다.

#### ACKNOWLEDGMENT

이 성과는 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국산업기술진흥원의 지원(No. P160500014) 및 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2020R1A2C1011555).

#### 참고문헌

- [1] Fujita H., Itoh A. and Urano T., “Newly developed motor cooling method using refrigerant”, World Electric Vehicle Journal, Vol. 10, No. 2, 38, 2019.
- [2] Tikadar. A., Johnston. D., Kumar. N., Joshi., Y. and Kumar. S., “Comparison of Electro-Thermal Performance of Advanced Cooling Techniques for Electric Vehicle Motors”, Applied Thermal Engineering. Vol. 183, part 2, 116182, 2021