

유동해석을 활용한 공랭식전기추진시스템 냉각성능 개선 연구

이 희 찬¹⁾ · 방 효 원¹⁾ · 박 기 영¹⁾ · 이 지 성³⁾ · 김 성 재³⁾ · 서 보 영³⁾ · 이 성 욱^{*2)}

국민대학교 자동차모빌리티대학원¹⁾, 국민대학교 자동차공학과²⁾, 우수에이엠에스(주)³⁾

Research on improving cooling performance of air-cooled electric propulsion system through CFD

Huichan Lee¹⁾ · Hyowon Bang¹⁾ · Giyoung Park¹⁾ · Jisung Lee³⁾ · Sungjae Kim³⁾ · Boyoung Seo³⁾ · Seangwock Lee^{*2)}

Graduate School of Automobile and Mobility, Kookmin University¹⁾, Department of Automotive Engineering, Kookmin University²⁾, Woosu AMS Co. Ltd³⁾

Key words : Multiple Tail Rotor(다중 테일로터), Motor Housing(모터 하우징), CFD(전산유체역학), Thrust Force(추력), Air Hole(냉각통로)

* 교신저자, E-mail: energy@kookmin.ac.kr

모빌리티 추진 시스템의 전동화 및 친환경 트렌드에 따라 다양한 모빌리티에 전기추진시스템을 적용하기 위해 전동화 기술 개발이 진행 중이다. 헬리콥터의 테일로터 또한 전동화를 위해 개발 중이고 해당 전기추진시스템은 구동 안전성을 위해 Quad 타입이 일반적이다. 이러한 전기추진 시스템은 기존의 기계식과 비교하여 소음, 연료소비효율 측면에서 이점을 가진다. 하지만 이러한 시스템에 사용되는 모터는 소형화와 경량화가 요구되어 열관리에 매우 취약하다는 단점이 있다. 냉각성능 향상을 도모하며 기존의 요구 추력을 보장하기 위해서는 기존 모터 및 하우징의 재설계를 통해 모터 핵심부품에 대한 냉각성능 향상이 필수적이다. 이를 만족하기 위해서는 테일로터 흡기 유동을 모터 내부로 적절히 유도하여 냉각성능을 향상해 핵심 부품의 내구성과 성능 유지를 보장하고, 추력성능은 유지할 수 있는 최적 설계가 요구된다. 이에 본 연구는 설계안 도출 소요 시간과 비용을 최소화하기 위해 CFD(Computational Fluid Dynamics)를 활용하여 공랭식전기추진시스템 설계 변경에 따른 모터 열유동해석을 수행하였다. 본 연구에서는 프로펠러를 통해 유입되는 냉각 공기를 모터 중앙부로 유도할 수 있는 형상을 중앙 Shaft에 설계하여 Magnet, Stator, Winding 등의 온도 변화를 분석하였고, Housing 외측을 냉각공기를 모터 내부로 유입시킬 수 있는 형상으로 설계 변경하고 유동량을 늘릴 수 있는 공간을 확장시켜 설계 변경 면적과 각도에 따라 각각 Magnet, Stator, Winding 등의 온도 변화를 분석하였다. 설계 변경에 따른 해석 결과 하우징 측벽을 냉각공기를 유입시킬 수 있는 각도를 주고, 에어홀 크기를 확장시키는 것보다, 모터 중앙의 Shaft에서 냉각공기를 유입하는 것이 핵심 열원을 보다 효율적으로 냉각시킬 수 있음을 도출하였다. 하우징 측벽 설계 변경과 Shaft 설계 변경을 통합하여 냉각효율이 평균 8%이상 개선되는 결과를 도출하였다.

이 연구는 2024년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국산업기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(P0017120, 2024년 산업혁신인재성장지원사업) 본 연구는 /*부분적으로*/ 대한민국 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 4단계 BK21사업(5199990814084)의 지원을 받았음



Photo. 1 Bell's electric tail rotor system

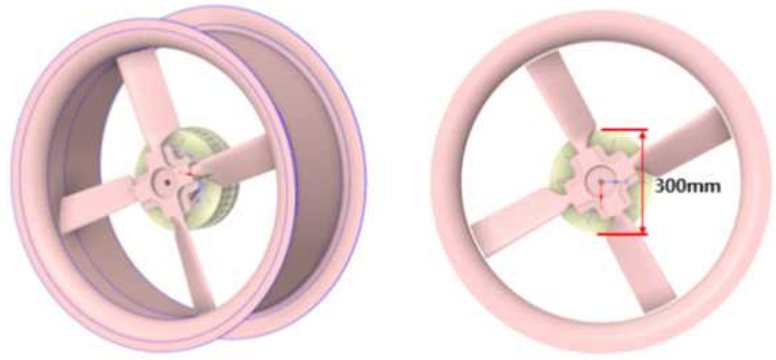


Photo. 2 Electric Propulsion System 3D Model

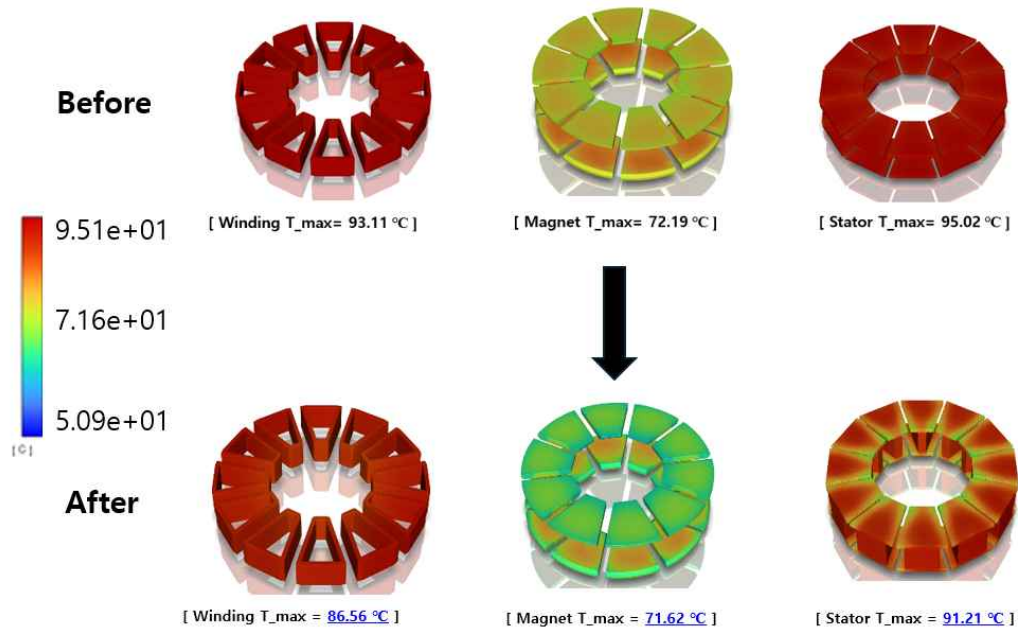


Photo. 3 Temperature Contours Before & After