

상용차량용 어댑터 하우징내 공기 유입구의 곡률반경이 하우징의 열적거동에 미치는 영향

고동국*, 송제호**, 김민수***†

*전북대학교 기계공학과, **전북대학교 IT 응용시스템공학과, ***†전북대학교 기계설계공학부
e-mail:kimms@jbnu.ac.kr

Effect of the curvature radius of air inlet port in housing on thermal behavior of the adaptor housing for commercial vehicles

Dong-Guk Ko*, Je-Ho Song**, Min-Soo Kim***†

*Dept. of Mechanical Engineering, Jeonbuk National University

**Dept. of IT Applied System Engineering, Jeonbuk National University

***†Devi. of Mechanical Design Engineering, Jeonbuk National University

요약

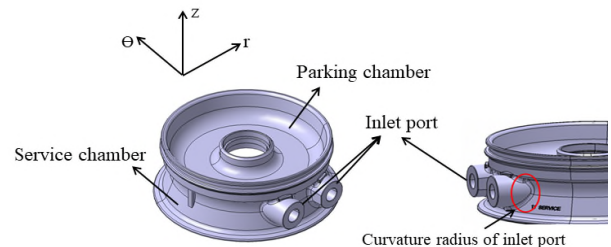
본 논문은 상용차량용 어댑터 하우징내 공기 유입구의 곡률반경이 하우징의 열적변화에 미치는 영향을 분석한 것이다. 어댑터 하우징의 해석조건은 열유속과 열유속 시간이며 형상 설계변수는 유입구의 곡률반경(R)이다. 열유속 크기는 500,000 W/m², 1,000,000 W/m², 1,500,000 W/m², 2,000,000 W/m²이며 열유속 시간은 1초, 2초, 5초, 10초이다. 독립변수인 곡률반경 R=0.0 mm, 0.5 mm, 1.0 mm, 2.0 mm이며 격자 의존성 평가를 수행하여 해석결과의 타당성을 검증하였다. 결과적으로 R=0.0 mm인 경우 열유속 시간에 따른 접합부위의 온도상승이 24.3°C인 반면 R=2.0 mm인 경우 23.2°C로 나타나 상대적으로 1.1°C 감소효과가 있었다.

1. 서론

어댑터 하우징은 상용차량용 브레이크 시스템의 주요 부품으로서 브레이크의 내구성과 안전성에 직접적인 영향을 미친다. 그러나 하우징의 공기 유입구 접합부위는 유입공기의 제동압력에 의한 충격하중과 상·하부 하우징에 의한 제동 마찰력이 자주 발생하여 열변형(thermal deformation)의 원인이 된다. 따라서 본 연구에서는 열변형 현상이 발생하는 공기 유입구 접합부위의 열적거동을 분석하고 열변형을 저감시킬 수 있는 최적의 유입구 곡률반경 크기를 제안함으로써 어댑터 하우징을 반영구적으로 사용하기 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.[1]

2. 수치 해석

어댑터 하우징 내부로 유입되는 열에너지는 DO(Discrete Ordinate) 기법을 사용하여 분석하였으며 방정식에 적용된 방사율(α)과 대류 열전달 계수(h)는 각각 0.047과 10 W/m²·K이다.[2] 해석해의 잉여량은 수치해의 정확성을 고려해 10⁻⁷로 설정하였으며 지배방정식을 풀기위해 ANSYS-FLUENT 16.0의 상용 CFD프로그램을 사용하였다.[3] 유입구(inlet port)에 가해지는 열유속 Q는 500,000 W/m², 1,000,000 W/m²,

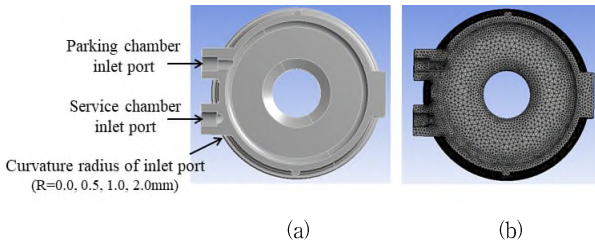


[그림 1] 상용차량용 어댑터 하우징의 유입구 형상과 곡률반경

1,500,000 W/m², 2,000,000 W/m²이며 열유속 시간은 1 초, 2 초, 5 초, 10 초이다.

그림 1은 본 연구의 해석대상인 어댑터 하우징의 형상과 유입구의 곡률반경(Curvature radius; R)을 나타낸 것이다. 유입구의 곡률반경(R)은 0.0 mm, 0.5 mm, 1.0 mm, 2.0 mm이며 고압의 공기는 2개의 유입구로 유입된다. 유입된 공기는 서비스 챔버(service chamber)와 파킹 챔버(parking chamber)로 전달되어 각각 주행 시 차량을 감속 또는 정지시키거나 정차 시 차량의 주차상태를 지속적으로 유지시킨다.

그림 2의 (a)와 (b)는 각각 어댑터 하우징 전체 형상 중 중심부분의 절단면과 이 절단면에 격자를 생성한 것이다. 챔버의 모서리 부분과 유입구 및 유입구의 곡률반경 부위에 조밀한 격자를 구성하여 형상변화에 의한 온도변화를 효과



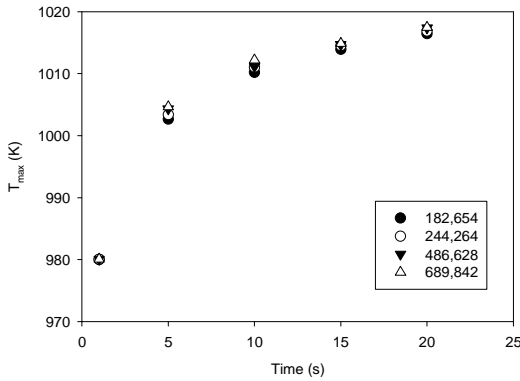
[그림 2] 어댑터 하우징 중심단면에서의 해석모델(a)과 격자계(b)

적으로 모사하고자 하였다.

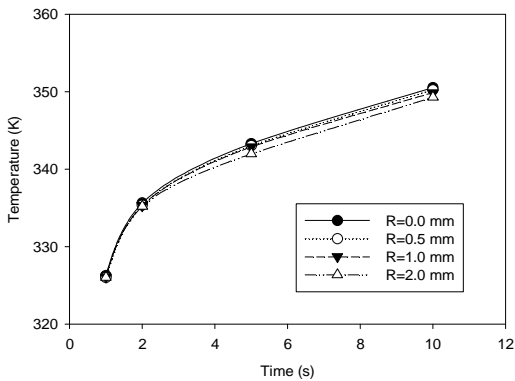
3. 결과 및 고찰

그림 3은 어댑터 하우징의 유입구에 열유속이 가해졌을 경우 격자 수에 따른 격자 의존성 평가를 수행한 결과이다. 격자 의존성 평가에 사용된 열유속은 $2,000,000 \text{ W/m}^2$ 였다. 격자 수에 따른 수렴시간은 열유속 시간이 20초일 경우 대략 17분 정도였으며 수렴 해의 최대 오차율은 2.9%이내에서 잘 일치하였다. 따라서 해석 해의 정확성과 타당성 그리고 수렴시간 등을 고려하여 689,842개의 격자를 사용하였다.

그림 4는 유입구의 곡률반경 변화에 따른 온도 변화량을 나타낸 것이다. 유입구 곡률반경에 따른 하우징 접합부위의 온도는 열유속 시간이 1초에서 2초 사이에서 급격하게 상승한 후 서서히 증가하는 경향을 나타내었다.



[그림 3] 어댑터 하우징 유입구에서의 격자 의존성 평가



[그림 4] 유입구의 곡률반경 변화에 따른 접합부위의 온도 변화량

곡률반경 $R=0.0 \text{ mm}$ 인 경우 열유속 시간에 따른 접합부위의 온도상승이 24.3°C 인 반면 $R=2.0 \text{ mm}$ 인 경우 온도상승이 23.2°C 로 나타나 상대적으로 1.1°C 감소효과가 있었다. 이는 곡률반경이 증가할수록 유입구와 하우징의 접촉부위와 대기의 접촉면적이 증가하여 방열 단면적이 상승하기 때문이다.

후 기

본 논문은 2018년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(N0. 2018R1D1A-1B07041822)

참고문헌

- [1] 고동국, 윤석주, “탄소복합재 브레이크 디스크의 통풍구 형상에 따른 유동특성에 관한 해석적 연구”, 한국자동차 공학회지, 제 23권, 제 2호, pp. 191-198, 2015년.
- [2] Incropera, F. P and Dewitt, D. P, “Fundamentals of Heat and Mass Transfer”, Fourth Edition, John Wiley & Sons, 2008.
- [3] ANSYS Co., ANSYS Flunt User’s Guide 16.0.