

공력소음 저감을 위한 사이드 미러 형상 최적 설계 Shape Optimization of Side Mirror for the Reduction of Aeroacoustic

김창완† · 반영우* · 김상훈**

Chang-Wan Kim, Young-Woo Ban and Sang-Hoon Kim

1. 서 론

최근 산업이 발전하고 소비자의 소득 수준이 향상되면서 삶의 질 개선에 대한 목소리가 높아지고 있다. 특히 소음은 일반인들에게 있어 가장 민감한 자극원 이기 때문에 이에 대한 연구가 활발히 진행되고 있는 추세이다.

자동차 산업 분야에서의 소음은 기계적인 장치에 의한 기계소음과 주행중 발생하는 공력소음 지면 마찰에 의한 마찰 소음으로 나뉠 수 있다. 그 중 공력소음은 운전자 뿐만아니라 주변 환경에 불쾌감을 초래하기 때문에 최근 중요한 연구 분야로 부각 되고 있다.

많은 공력 소음 중 자동차 내부의 운전자가 느낄 수 있는 주요 공력 소음은 에이필러(a-pillar)와 사이드 미러(side mirror)에 의해 발생하는 비정상 유동장의 압력 변동에 의한 소음이다. 에이 필러의 소음 원인은 자동차 후드를 지나가는 유동이 에이필러를 만나면서 유동박리가 일어나고 회전성분의 원추형 와류(conical vortex)와 유동 재부착 현상이 발생한다. 이러한 과정들에 의해 발생하는 압력 변동이 소음을 유발시킨다.

사이드 미러는 측·후면의 시야를 확보를 위한 필수불가결하게 설치하는 돌출방식의 비공기역학적 개념의 저항 발생장치이며 운전자에게 소음을 부가하는 장착물이다. 소음 발생원인 으로는 사이드 미러를 지나가는 유동이 박리 와 재순환, 불규칙 적인 와류 흘림, 와류 파단 등에 의해 발생하는 비정상 상태의 압력변동이 소음을 발생시킨다.

두 가지 변수 중 사이드 미러의 경우 a-pillar에

비해 소음원인 고유 와류의 특성을 변화 시킬 수 있는 설계변수가 다양하다. 그러므로 본 연구에서는 a-pillar와 side mirror의 유동 메커니즘의 상관관계를 분석 하고 side mirror에 메타모델 최적 설계 기법을 적용하여 공력 소음 저감을 위한 사이드 미러의 형상 최적 설계를 연구하고자 한다.

2. 해석 모델

2.1 해석 모델의 형상

해석 모델은 Fig. 1과 같이 차량의 후드와 에이필러의 형상을 단순화한 모델이다. 에이필러의 경우 해석 형상을 고정하여 해석이 진행된다. 사이드 미러의 경우 실제 차량과 유사하게 모델링 하였고 설계변수 산정 후 해석을 진행한다.

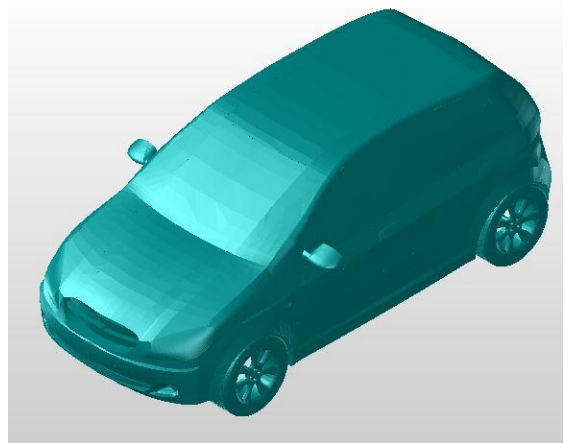


Fig. 1 Analysis Model of a Car

2.1 사이드 미러 설계 변수

사이드 미러의 설계 변수는 Fig. 2와 같이 총 4가지이며 이를 조합한 메타모델은 총 12개이다.

본 연구는 에이필러를 고려한 사이드 미러의 유동

† 교신저자; 정회원, 건국 대학교

E-mail : goodant@konkuk.ac.kr

Tel : +82-10-9515-0488 , Fax : +82-2-447-5886

* 공동저자 1의 건국 대학교

** 공동저자 2의 건국 대학교

해석을 진행하고 두 파트 유동의 상호 작용분석과 그에 따른 공력소음을 예측하는데 목적이 있다. 때문에 사이드 미러의 최적화 변수는 Fig.2와 같이 에이필러에 근접한 형상으로 선정한다.

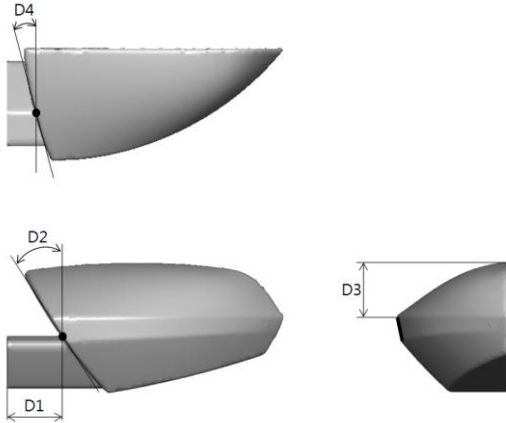


Fig. 2 Design Variable of Side Mirror

3. 수치해석 및 경계조건

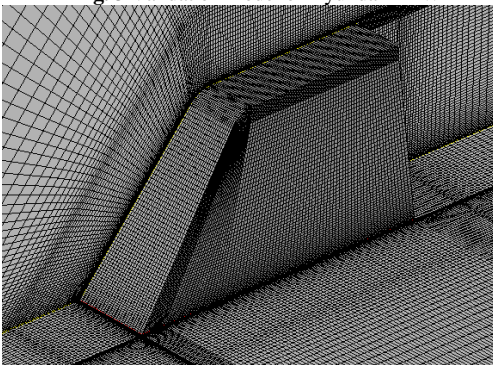
3.1 사이드 미러 설계 변수

유동해석에 사용되는 프로그램은 오픈소스인 오픈폼(OpenFOAM)을 사용한다. 오픈폼은 별도의 결과 검증 작업을 위해 Fig. 3의 현대 HAWT의 BMT 모델의 정상상태 실험 및 해석 결과와 검증작업을 진행 한다.

난류 모델의 경우 BMT 결과와 가장 근접하게 일치하는 모델을 사용한다.

경계조건은 공력소음이 지배적인 영역이며, 고속도로 제한 속도인 110KPH로 설정한다.

Fig. 3 Validation model of Hyundai HAWT



3.2 메타모델 최적설계 조건

메타모델기반 최적설계의 변수와 변수에 따른 인자는 Table 1과 같다.

Table 1 Range of Design Variable

	Lower	Current	Upper
D1	40	60	80
D2	-38	38	38
D3	20	55	110
D4	-20	20	20

목적함수로는 후류의 면적 및 소음 측정위치와 후류사이의 연직방향 거리로 설정 하였으며 구속조건으로는 기준 모델의 항력 계수로 설정하여 항력 계수를 초과하는 모델을 형상 최적화 모델에서 배제 한다.

본 연구에서는 라틴 하이퍼큐브이산화방법(Discrete Latin Hypercube Method)을 이용하여 Table 2와 같이 12개의 샘플포인트에서 메타모델을 선정한다.

Table 2 Design Parameter of Meta Model

	D1	D2	D3	D4
#1	68	-7.6	101	12
#2	40	15.2	74	0
#3	52	30.4	56	16
#4	72	0	20	-20
#5	80	-38	83	8
#6	64	38	29	-4
#7	44	-30.4	92	20
#8	76	22.8	47	-12
#9	56	-22.8	38	-8
#10	60	7.6	65	-16
#11	48	-15.2	110	4
#12	60	38	55	20