

자동차 파팅갭 휘슬소음 연구

Study on the Parting Gap Noises of Automobiles

이강덕† · 이명한* · 송우길**

Kang-duck Ih, Myeong-han Lee and Woo-gil Song

1. 서 론

자동차 파팅갭은 폭이 4~8mm에 길이가 상대적으로 긴 입구를 가지고 내부에는 울림통 역할을 하는 공동이 있는 헬름홀츠 공명기로 모델링을 할 수 있다. 그러나 통상 헬름홀츠 공명기는 특정주파수 소음을 줄이는 역할을 하는 기구이지만 자동차 파팅갭은 소음을 증폭시키거나 오히려 소음을 발생시키는 기구로 작동한다. 그리고, 파팅갭 소음은 폭 방향의 음향학적 모드가 존재하고 특정유속과 특정 유동방향에서 휘슬소음이 발생한다. 그리고 입구부 형상에 따라 그 강도가 달라지는 복잡한 현상을 보인다. 뿐만 아니라 입구부 유동의 난류특성에 따라 또 다른 양상을 보이기도 한다. 이런 설명의 난해함과 상대적으로 다른 소음원 대비 낮은 레벨, 그리고 일관성을 찾기 어려운 점은 파팅갭 소음에 대한 심도 깊은 연구를 가로막는 원인이 되었다.

지난 수년에 걸쳐 진행된 자동차 공력소음 저감 노력이 실질적인 효과를 보면서 지금까지 크게 주목하지 않았던 파팅갭 소음은 서서히 관심의 대상으로 부상하기 시작했다. 특히, 전기자동차의 경우 60km/h의 비교적 낮은 속도에서도 파팅갭 소음의 기여도가 크게 나타나 이에 대한 대책을 시급히 요구하고 있다.

본 연구는 파팅갭 소음의 발생원리와 특성을 살펴보고 저감방안을 모색하기 위해 수행되었다. 연구는 무향 풍동에서의 실험적 방법을 통해 현상에 대한 거시적 고찰을 수행하였고 미시적 현상분석은 PowerFLOW를 이용하여 해석하였다.

2. 풍동시험

2.1 모델 제작

파팅갭 소음 풍동시험을 위해 제작한 시험모델은 Fig.1과 같다. 단순화한 파팅갭은 폭 300mm로 하였다. 전단부 형상 단면은 타원케적이고 전단부에서 하류로 100mm 지점에 높이 10mm의 지그재그 돌기를 붙여 난류강도를 변화시킬 수 있도록 하였으며 공동은 회전할 수 있도록 설계하였다.

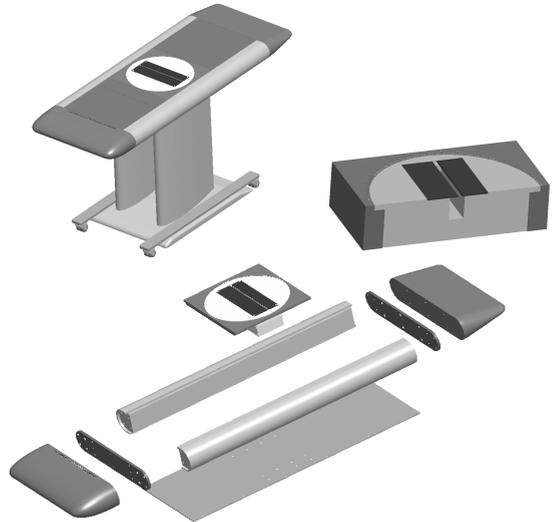


Fig.1 Test model

2.2 풍동시험

풍동시험에서 속도는 40~160km/h 범위에서 공동 안쪽 소음레벨을 측정하였다. 그리고 요오각의 변화에 따른 변화도 시험하였다. 입구부 형상은 Fig. 3과 같이 8가지 조합에 대해 수행하였다. 공동 바닥을 이등분하여 중간에 자동차용 웨더스트립을 달아 실내 공동에서 발생하는 소음이 실내에 전달되는 특성을 동시에 측정하였다. 폭방향의 모드 변화를 확인하기 위해 공동의 중앙과 폭방향으로 100mm 지점에 각각 마이크로폰을 장착하였다.

† 교신저자; 정회원, 현대자동차 NVH 연구위원

E-mail : baramsolee@hyundai.com

Tel : 031-368-6461, Fax : 031-368-6299

* 현대자동차주

** exa-KOREA(주)

Fig.3은 실제 풍동에서 가시화 시험을 하고 있는 장면이다.

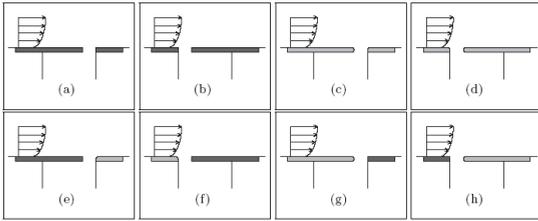


Fig.3 Configuration of the gap opening

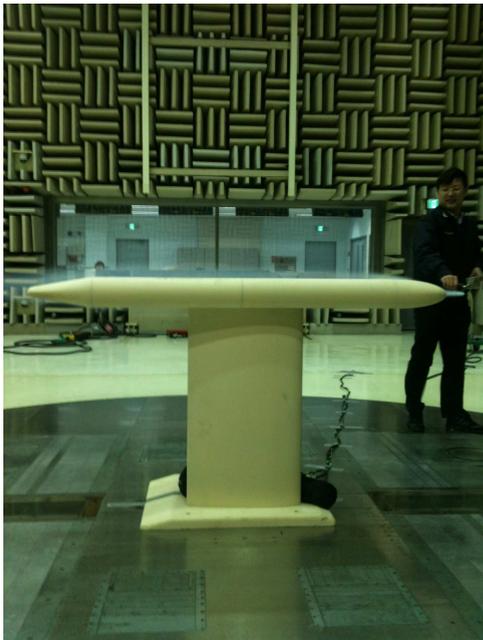


Fig.2 Flow visualization test

3. PowerFLOW 해석

시험과 같은 경우에 대해 시뮬레이션을 수행하였으며 대표적인 결과는 Fig.4(a)와 같다. 공동내부에 강한 압력파가 형성되고 그것은 입구를 통해 외부로 전파하게 된다.

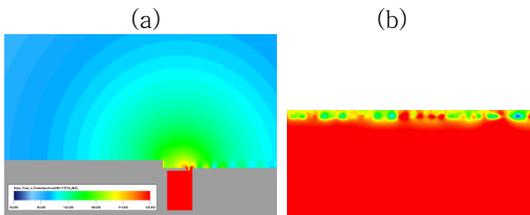


Fig.4 Sound fields around the cavity(a) and in the cavity(b)

Fig.4(b)는 공동을 유동방향으로 바라보았을 때 압력분포를 그린 것이다. 전단류의 영향이 폭 방향으로 불규칙하게 나타나는 것을 볼 수 있다. 불규칙한 전단류에 의한 가진 공동내부에 폭방향 모드를 발생시킨다.

시뮬레이션 결과, 입구부 형상에 따라 휘슬소음 레벨은 Fig. 5처럼 변화하는 것을 볼 수 있다. 가장 높은 레벨은 case(a)였고 가장 낮은 경우는 case (c)였다.

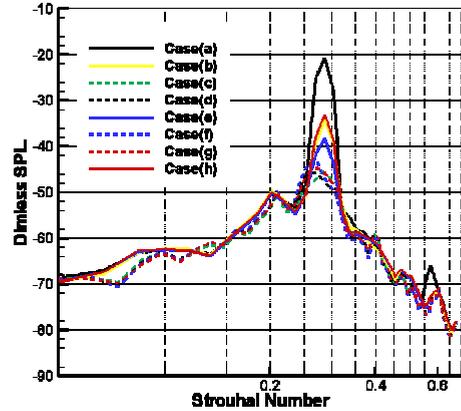


Fig.5 Spectrums as the variation of opening shape

3. 결 론

본 연구를 통해 자동차 겐노이즈의 특성과 발생구조를 실험적 방법과 해석적 방법을 병행하여 수행하였다. 휘슬소음의 강도는 입구부 형상에 따라 크게 변화하였다. 겐노이즈의 특성을 속도별, 요오각도별로 고찰하였으며 난류강도 또한 중요한 변수임을 알 수 있었다.