단순화 사이드 미러 형상에서 발생하는 휘슬 소음

On the generation of the whistle noise from a simplified side mirror

이용우†·조치훈*·이덕주**

Yong Woo Lee, Chi Hoon Cho, Duck Joo Lee

1. 서 론

자동차에서 사이드미러에서 발생하는 유동소음은 일반적으로 난류 광역소음이 지배적이다. 하지만 특정 사이드미러 형상에서는 광역소음 뿐만 아니라 순음성분 휘슬소음이 발생하는 경우가 관찰되었다. 이와 같은 휘슬소음은 상대적으로 고주파로 발생하며, 탑승자에게 불편함을 야기하게 된다. 하지만 이러한 자동차 사이드미러에서 발생하는 톤 소음은 발생조건이 명확하지 않고 그 특성 또한 명확하게 밝혀진 바가 없다. 때문에 자동차 사이드미러에서 발생하는 휘슬소음의 특성 및 발생조건에 대한 연구가 필요하지만, 자동차 사이드미러의 경우 상대적으로 복잡한 형상으로 인하여 명확한 분석이 어렵다는 문제가 있다. 또한 본 휘슬소음이 매우 민감하여 테이프두께 정도의 수준에도 휘슬소음이 발생하지 않는 경우가 있다. 따라서 좀 더 명확한 휘슬소음의 발생 조건 및 특성을 알아보기 위하여 새로운 형상을 고안하게 되었다. 새로이 고안된 형상을 이용한 휘슬소음의 발생 조건 및 특성에 대한 연구를 진행하였다.

2. 본 론

2.1 단순화 사이드 미러 소음 실험

(1)단순화 모형 형상 고안

실제 자동차에서 휘슬소음이 발생하는 사이드미러의 경우 형상이 복잡하여 해석이 어렵다는 문제점이 있다. 때문에 휘슬소음이 발생하는 사이드미러의 형상을 조사하여 간단한 형상을 가지면서 휘슬소음을 발생시키는 모형을 고안하였다. 초기 고안된 형상은 3차원 형상으로 사이드미러와 마찬가지로 끝을 라운딩처리하여 휘슬소음이 발생함을 확인하였다. 3D형상을 이용한 실험을 통하여 본 형상에서 발생하는 소음과 실제 사이드미러에서 발생하는 소음이 같은 메커니즘에 의하여 발생하는 것임을 확인하였다. 다음으로 2D형상을 제작하여 같은 주파수의 휘슬 소음을 발생시키는 것을 확인하여 본 휘슬소음이 2D현상임을 확인하였다. 본 휘슬소음이 2D현상임을 확인함으로써 형상을 좀 휘슬소음발생 인자를 줄일 수 있었다. 고안된 형상과 실험장치의 설치 그림은 그림 1에서 확인할 수 있다.

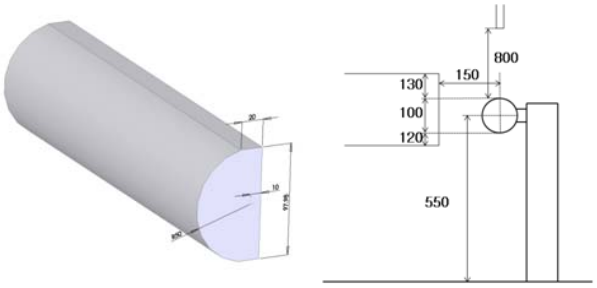

그림 1. 단순화 사이드 미러 형상 및 설치 그림

본 형상에서 주목할점은 반실린더 뒤쪽의 평평한 부분이다. 단순히 반실린더가 존재할 경우 휘슬소음이 발생하지 않지만 위와 같이 반실린더 뒤쪽에 평평한 부분이 있을 경우 명확한 휘슬소음을 발생시킴을 확인할 수 있었다. 이와 같은 휘슬소음은 에어포일에서도 발생하는 것이 확인되었지만, 실험을 통하여 에어포일과는 몇 가지 다른 특성을 확인하였다. 이에 대해서는 다음절에서 설명하도록 한다.

(2)단순화 모형 휘슬 소음 발생조건 및 특성

고안된 형상을 이용하여 휘슬소음 발생 조건 및 특성에 대한 실험을 수행하였다. 본 실험은 KAIST 무향풍동 안에서 유속 10m/s에서부터 35m/s까지 수행하였으며 피치각도를 바꿔가며 휘슬소음이 발생할 때부터 발생하지 않을 때까지 약 1도 간격으로 수행하였다. 그림 2는 본 실험을 통하여 측정된 휘슬소음의 스펙트럼이다.

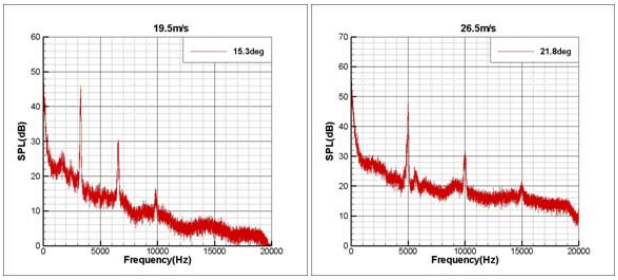

그림 2. 단순화 미러 휘슬 소음 스펙트럼 1

† 이용우; KAIST 항공우주공학과
E-mail : monkeykey@kaist.ac.kr
Tel : (042) 350-3756, Fax : (042) 350-3710

* KAIST 항공우주공학과

** KAIST 항공우주공학과

위 그림에서 확인할 수 있듯이 특정 유속과 특정 피치각도에서 광역소음 성분과는 확연히 구분되는 휘슬소음이 발생함을 확인할 수 있었다. 이 휘슬소음은 광역소음보다 20~30dB이상 높게 발생함을 확인할 수 있다. 또한 특정각도에서는 그림 3과 같이 다양한 주파수의 휘슬소음이 발생하는 것이 관찰되었다.

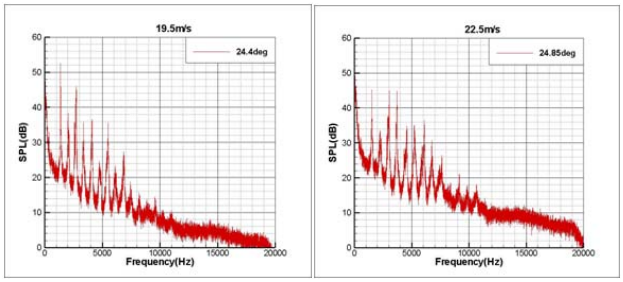

그림 3. 단순화 미러 휘슬 소음 스펙트럼 2

본 휘슬소음의 특성과 발생조건을 알아보기 위하여 다양한 조건에서의 스펙트럼을 분석하였다. 첫 번째로 피치각도에 따른 휘슬소음의 변화를 알아보았다. 그림2와 그림3에서 확인할 수 있듯이, 같은 유속에서도 피치각에 따라서 여러개의 피크가 존재하는 경우가 있고 기본피크와 조화주파수성분으로 나타나는 경우가 있다. 이와 같은 여러개의 피크는 거의 일정한 간격으로 분포되어 있다. Arbey & Bataille은 에어포일에서 발생하는 휘슬소음에서 이와 같은 여러개의 피크를 확인하였는데, 이를 불규칙한 와류 흘림으로 인한 것이라고 하였다. 즉, 에어포일에서 발생하는 휘슬소음과 본 단순화 사이드미러에서 발생하는 휘슬소음은 어느 정도 비슷한 메커니즘을 가지고 발생한다는 것을 유추할 수 있다. 하지만 실험 결과를 정리하여 본 결과, 에어포일과는 다른 경향성을 확인할 수 있었다. 이를 정리하여 그려본 결과 그림 4와 같은 특성을 확인할 수 있었다.

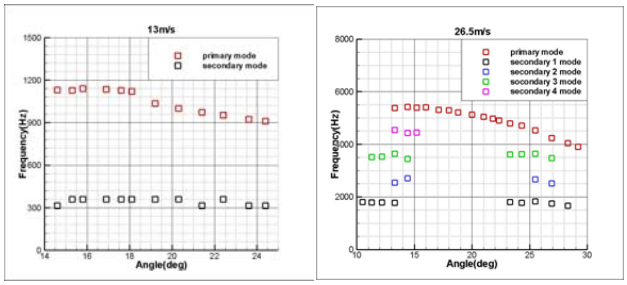

그림 4. 피크 주파수 경향성

위 그림 4에서 primary mode는 가장 음압이 큰 피크의 주파수이고 secondary mode는 그 다음 음압이 큰 피크의 주파수이다. 그림 4에서 확인할 수 있듯이 primary mode의 경우 피치앵글이 증가함에 따라서 주파수가 감소하는 경향을 보이고 있다. 이와 같은 경향성이 다른 유속에서도 보여지는지 확인하기 위하여 그림 5와 같이 나타내어 보았다.

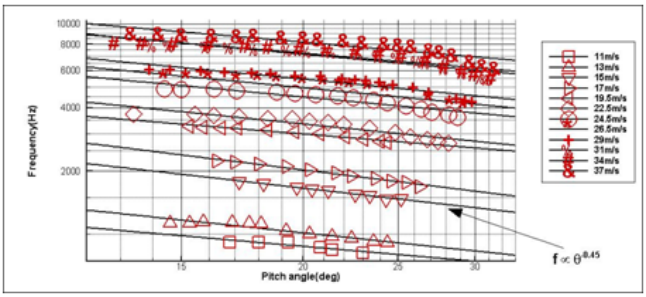

그림 5. primary mode 주파수의 피치각도 변화에 따른 경향성

그림 5에서 확인할 수 있다시피 모든 유속에서 피치각이 증가함에 따라서 primary mode 주파수가 감소함을 확인할 수 있었고, 대략적으로 피치각도의 -0.45제곱에 비례함을 알 수 있었다. 이러한 피치각도 변화에 따른 경향성은 에어포일 휘슬소음에서는 확인할 수 없었던 현상으로 에어포일과는 다른점이 있다는 것을 알 수 있었다. 다음으로, 동일 피치각에서 유속에 따른 휘슬소음의 변화를 알아보았다.

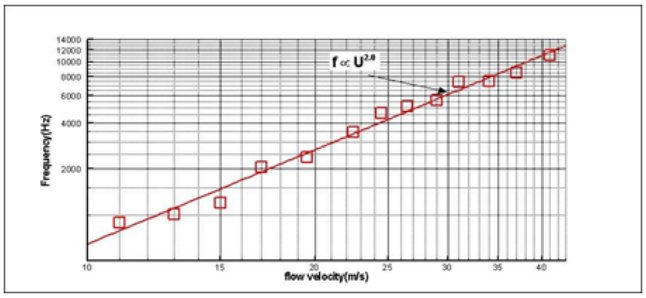

그림 6. primary mode 주파수의 유속 변화에 따른 경향성

그림 6에서 보이다시피, primary mode 주파수는 유속의 2.0제곱에 비례하는 것을 확인할 수 있다. 에어포일의 경우 속도의 0.8제곱에 비례하는 것으로 알려져 있으며 이 역시 본 결과와는 약간 다른 것을 알 수 있다.

4. 결 론

자동차 사이드미러에서 발생하는 휘슬소음의 발생 조건 및 특성을 알아보기 위해서 휘슬소음을 발생시키는 단순화 사이드미러 형상을 고안하였다. 이 형상을 이용한 실험을 통하여 휘슬소음이 피치각도의 -0.45제곱에 비례하며 유속의 2.0제곱에 비례함을 알 수 있었다. 이와 같은 경향성은 에어포일에서 발생하는 휘슬소음과는 다른 것을 알 수 있었다. 본 결과를 이용하여 자동차의 사이드미러의 디자인 단계에서 휘슬소음이 발생하지 않도록 설계하는 것이 가능할 것으로 생각된다.

후 기

본 연구는 현대자동차의 도움으로 진행되었다.