

CAA++를 이용한 HAWT 모델에 대한 유동 및 유동소음 해석

CFD and CAA Analysis for HAWT by using CAA++

김영남† · 채준희*

Young Nam Kim, Jun Hee Chae

1. 서론

유동소음해석의 필수조건은 수치적 해상도를 높히는 것, 시간과 공간상에서 음파와 다른 스케일을 갖고 있는 유동소음원을 정확하게 포착하는 것, 그리고 소음의 비반사경계조건을 처리하는 것이라고 볼 수 있다. 최근 MetaComputational Technologies 사는 Navier-Stokes 방정식으로부터 도출된 비선형 perturbation 방정식, small scale 난류 소음을 해석을 위한 synthetic turbulence model 을 사용하여 유동소음해석의 조건들을 만족시키면서 기존 해석 시 많은 시간이 소요되는 문제점들을 극복하고 있다. 본 연구에서는 현대자동차에서 제공한 승용차와 유사한 형상인 HAWT 모델에 CAA++ 를 적용하여 유동 및 유동소음 결과를 도출하였다.

2. 본론

2.1 HAWT 모델 및 실험

현대자동차는 차량 유동소음의 주원인 A pillar 형상을 단순화한 HAWT 모델에 대하여 50km/h, 140km/h 유속에서 실험을 수행, 결과를 제공할 계획이다. 그림 1 은 HAWT 모델의 형상을 보여주고 있다. 실험은 두 가지 유속에 대해 벽면에서의 시간평균압력과, 140km/h 에 대해 추가로 소음을 측정하며 각 측정 위치는 그림 2, 그리고 그림 1 의 위치에 한 개의 추가적인 소음센서로 원거리 소음을 측정한다.

2.2 유동 및 유동소음 해석모델

두 가지 유속에 대한 HAWT 모델의 유동해석을 위해 대략 17,500,000 개의 mesh 를 유동방향 40m, 폭 20m 높이 10m 의 해석공간에 사용하였으며, 벽면에는 20 층의 경계층 mesh 를 구성하였다. 그림 3 은 HAWT 주변의 mesh 형상을 보여주고 있다.

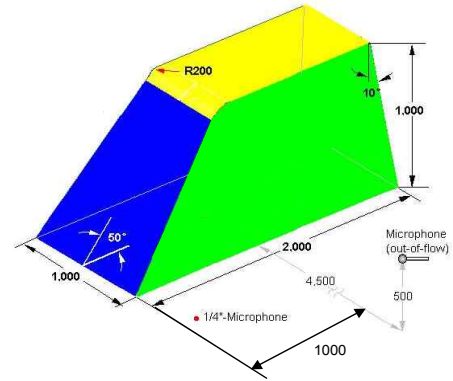


그림 1. HAWT 모델 형상

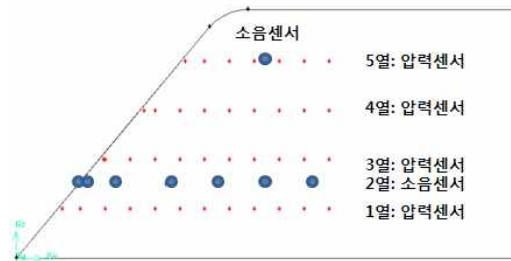


그림 2. HAWT 모델 벽면 측정점

유동소음 해석을 위한 mesh 는 유동해석에 사용했던 mesh 의 일부를 잘라내어 사용했으며, 잘라낸 면은 비반사경계조건으로 처리했다. 벽면상 소음 측정 위치의 압력변동은 직접 계산했으며 원거리 점의 소음해석을 위하여 사용될 integral surface 를 그림 4 와 같이 구성하고 바닥면에 의한 소음 반사를 함께 고려했다.

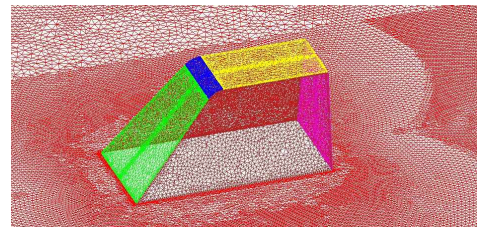


그림 3. HAWT 모델의 mesh 형상

유동소음 해석에 사용한 time step 은 1×10^{-5} sec 이며, 대략 4,000,000 mesh 를 사용했다.

† 김영남; 바람과소리㈜

E-mail : ynkim@flow-noise.co.kr

Tel : (02) 2093-2972, Fax : (02) 2093-2976

* 바람과소리㈜

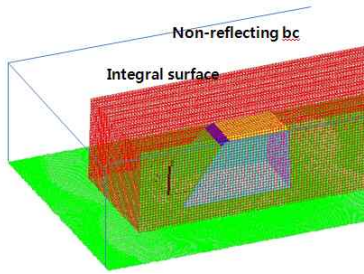


그림 4. 유동소음해석 mesh 형상

3. 해석결과

3.1 유동해석 결과

50km/h 및 140km/h 의 유동해석 결과를 항력과 양력, 벽면에 부착된 압력 센서위치의 평균 압력결과로 나타내었다. 그림 5 는 A pillar vortex 에 의한 강한 suction force 가 HAWT 측벽에서 낮은 압력으로 나타나는 것을 보여주고 있으며, 앞 바닥면에 경계층박리에 의한 vortex bubble 이 존재함을 알 수 있다. 또한 그림 6, 그림 7 에서 보여주는 것처럼 표면의 낮은 평균 압력 값이 A pillar vortex 를 따라 형성됨을 알 수 있다.

	Drag(N)	Lift(N)
50km/h	49.5	34.8
140km/h	394	260

표 1. HAWT 모델의 전체 양력 및 항력

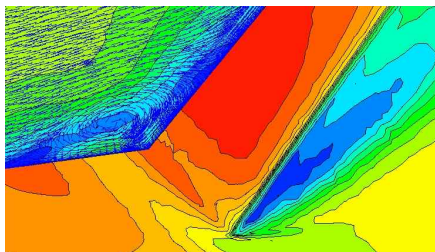


그림 5. 140km/h 의 압력 및 속도분포

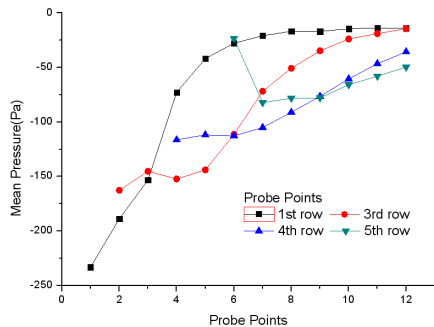


그림 6. 측정위치의 평균압력 값(50km/h)

3.2 유동소음해석 결과

140km/h 에 대한 유동소음해석을 통해 벽면 소음측정위치인 2 열과 5 열의 한 개 위치, 그리고 원거리 측정위치에 대한 결과를 그림 8, 그림 9 에 나타냈다.

원거리 측정위치에서의 OSPL 은 94dB 로 계산되었다. 그림 9 의 2 열에서의 소음 값은 A pillar 위치로부터 멀어질수록 작아지고, 6 위치에서 크게 떨어지는 것을 볼 수 있어 A pillar vortex 에서 큰 압력 변동이 있음을 알 수 있다.

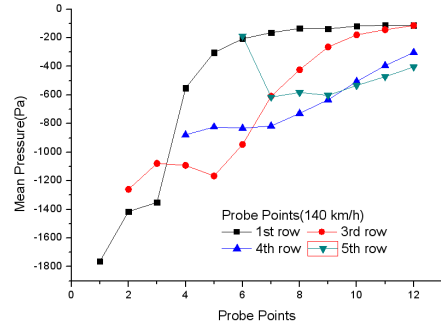


그림 7. 측정위치의 평균압력 값(140km/h)

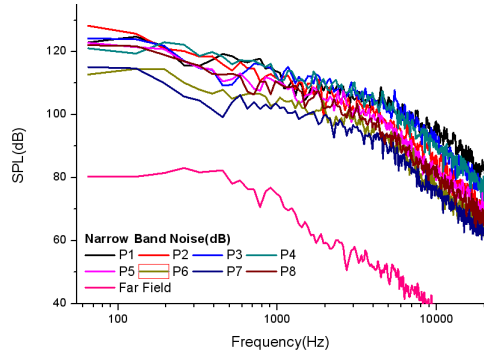


그림 8. 측정위치의 소음 스펙트럼(140km/h)

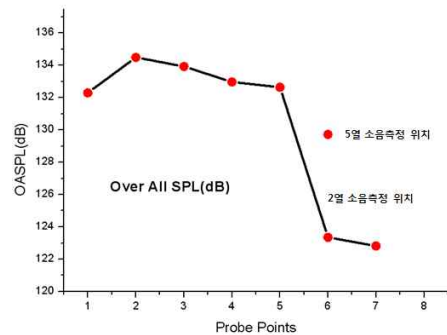


그림 9. 측정위치의 OASPL(140km/h)

4. 결론

CAA++를 이용하여 HAWT 모델에 대한 유동 및 유동소음해석을 수행했으며, A pillar vortex 가 소음의 주원인임을 알 수 있었다. 또한 승용차 유동소음과 같은 해석시간이 많이 소요되는 계산에 CAA++가 유용하게 사용될 수 있음을 알 수 있다.

후 기

본 연구의 HAWT 형상모델은 현대자동차에서 제공했으며 차후 실험 결과와 비교할 예정이다.