

SONICS를 이용한 철도변 소음예측

Prediction of Outdoor Railway Noise by Using SONICS

김정태* , 이규철**

Jeung-Tae Kim , Kyu-Chul Lee

ABSTRACT

SONICS is the software developed by authors. The program provides the noise level in outdoors due to various noise source types : construction machines including blast sources, railroad vehicles and automobiles. It operates in the Windows system. Since the software is compiled by using Visual C++ 4.0, users can run the program interactively. Also SONICS uses Windows' dialog-box and choice-button so that a novice user can easily implement the program for the enviromental noise planning.

1. 서론

공업화와 도시화가 지속되면서 환경에 많은 관심이 집중되고 있다. 육상교통 및 공사장부근의 환경소음 문제도 중요시 되고 있다.

특히 육상교통소음과 건설공사장에서 발생하는 소음은 피해를 야기시키는 범위가 넓으며, 그에 대한 대책으로 방음벽을 도로변 및 공사장 주위에 설치하는 방안이 추진되고 있는 실정이다. 일반적으로 도로 및 철로, 건축물 등의 개발단계에서 다양한 종류의 환경영향평가가 이루어지게 되며, 환경소음문제도 이 과정에서 다루어지게 된다. 본 프로그램은 다양한 환경조건에 대한 주위소음도를 해석적으로 예측하기위하여 개발되었다. 사용자는 해석고자 하는 다양한 조건을 입력시킨다.

즉 교통소음의 경우 차량의 종류, 수량 및 속도, 기후조건과 지형조건, 방음벽의 유무 등을 변화시켜가면서 각각의 경우에 대한 주위소음도를 여러 가지 방법으로 해석할 수 있는 기능을 갖고 있다. 따라서 본 프로그램은 소음문제있어서 빠른 시간안에 효과적이고 정확한 대안수립을 제공하여 주도록 설계되어 있다.

* 정희원, 홍익대학교 기계공학과

** 홍익대학교 석사과정

2. SONICS 의 운영 환경

SONICS는 광음향해석 알고리즘을 근간으로하는 소음예측 프로그램이다. 본 프로그램은 윈도우즈 환경하에서 C++ code를 이용하여 개발되었으며, 개발과정에서의 컴파일러는 Visual C++ 5.0이 사용되었다. 윈도우즈는 기본적으로 멀티태스킹 방식과 GUI환경, 그리고 DDE와 OLE 등을 지원하여 사용자에게 매우 편리하고 다양한 동시작업을 가능하게 하는 장점을 갖고 있다. 본 프로그램도 이 점을 최대한 활용하도록 개발되었다. 프로그램의 모든 과정을 풀다운 메뉴와 팝업 메뉴를 이용하여 처리하였으며, 다양한 종류의 대화창과 선택기를 활용하였다. 이를 바탕으로 입력방식과 결과치표현의 다양화를 도모하였다. 입력 및 계산 출력과정을 일관성있게 구조화하고 각각 단계별 선택사양도 종류별로 그룹화하여 사용자의 편의을 고려하였다. 기본OS는 윈도우즈 95 및 윈도우즈 NT 이며, CPU는 Pentium급 90MHz 이상을 권장한다. 메모리는 16메가이상 32메가를 권장한다. 필요한 하드 공간은 40 Mb 이상이며, 본 프로그램의 크기는 약 25 Mb 이다.

3. SONICS 의 구성

SONICS는 도로교통소음, 철도교통소음, 건설공사장에서의 건설기계에 의한 소음 및 발파작업에 의한 발파소음 등을 해석할 수 있다. 또한 위의 소음원이 복합적으로 작용할 경우도 해석할 수 있다. 프로그램을 실행시키면 그림 1과 같은 소개창이 활성화된다. 프로그램은 크게 나누어 입력 부분, 계산부분, 결과 표시 부분, 파일관리 및 편집 부분 등으로 나누어 진다. 프로그램 전체의 메뉴 구성은 그림 2와 같다.

- 1) 파일 메뉴의 경우 데이터 파일의 생성 및 저장, 프린트 출력에 대한 작업이 이루어진다.
- 2) 편집 메뉴에서는 데이터 파일 내용의 편집을 할 수 있다.
- 3) 지형선택 메뉴에는 해석하고자 하는 지형의 크기를 선택한다. 선택사양으로는 가로, 세로, 각각 100m ,300m ,500m ,1km 등의 정사각형 지형 모델이 있다.
- 4) 소음원 메뉴에서는 해석 음원의 종류 및 정보 등을 입력하게 된다.

팝업 메뉴로서 도로소음의 경우 지형선택에서 선택한 크기의 지형내 도로의 임의의 두지점에 대한 위치 및 차선수, 차로의 종류 및 고도, 구배, 차량의 시간당 통과 대수, 속도, 차량의 평균 길이 등을 입력한다.

철도교통소음의 경우 입력창은 그림 3와 같으며, 철도차량의 종류, 속도, 시간당 통과 대수, 지형내 철로의 임의의 두지점의 위치 등을 입력한다.

건설기계소음의 경우 음원의 수, 종류 및 위치 등이 요구되며, 발파소음(Blast)의 경우 음원의 수, 발파의 종류, 작약량, 벤치 폭, 위치 등이 요구된다.

- 5) 지형 및 기후정보 메뉴에서는 그림 4와 같으며 지형 정보로서 지표면의 종류(예로서, 눈이쌓인 도로, 숲지형, 잔디가 깔린 지형, 흙 지형, 아스팔트 지형 등 12가지 이상)및 고도(최고 50m), 기후 정보로써 온도, 습도 및 풍속 등을 입력한다.
- 6) 방음벽 메뉴에서는 그림 5와 같이 방음벽에 대한 정보입력창으로서 방음벽의 수(최고 50개의 방음벽을 동시에 고려할 수 있음.)와 종류(콘크리트형, 흡음형, 반사형, 투명형 방음벽 등 4가지 형태) 및 방음벽의 높이, 방음벽양 끝단의 위치 등이 입력된다.
- 7) 실행 메뉴에서는 해석하고자 하는 음원종류를 선택하고 계산을 수행한다.
- 8) 출력 메뉴에서는 다양한 해석된 결과물 사용자가 원하는 형태로 표시하여준다.

창 구성은 그림 6과 같으며, 위쪽에서부터 음원종류에 따른 해석 방법을 선택하고 해석하고 싶은 음원(Allsource, 1번 source, 2번 source,...20번 source등)을 고를 수 있다. 그 뒤에 원하는

밴드를 선택한다. 소음도 버튼은 2차원 평면에 소음도를 색깔의 등급으로 표시하며, 지형도 버튼은 입력된 고도 정보를 이용, 지형을 3D 입체화면으로서 보여준다.

9) 보기 메뉴에서는 메인 window의 표시형태 및 아이콘 등을 선택하게 된다.

10) 도움말 메뉴에서는 SONICS에 대한 기본 정보를 사용자에게 제공한다.

4. 철도교통소음해석

철도교통소음의 경우 입력정보는 철도차량의 종류(새마을, 무궁화, 통일, TGV(10량), TGV(20량), THALLY, EUROSTAR 등), 속도, 시간당 통과 대수, 지형내의 임의의 철로의 두위치 등이 있다. 해석방법은 광음향기법을 이용하여 L_{peak} , L_{eq} 등의 소음도를 계산한다. 결과값은 전대역값과 A보상 값, 옥타브 밴드별 값 등을 사용자에게 제공하여준다. 사용자는 지형내의 소음도를 색깔의 변화로써 쉽게 파악 할 수 있다. 계산과정에서 도로교통소음과 마찬가지로 지형의 지표면 종류, 지표고도, 방음벽, 기후 등에의한 음의 회절 및 반사특성 등을 종합적으로 고려해 정확한 결과치를 얻을 수 있다.

5. 철도교통소음 해석 사례

TGV-A 고속철도가 300km/hr로 주행시 발생하는 옥타브밴드별 음향파워는 그림 7의 값이 프로그램에 입력되어 있다. 스펙트럼의 특성을 보면 500 Hz 와 1k Hz 에서 큰 음향파워가 발생하는 것을 알 수 있다. 소음예측프로그램에는 위와 같은 자료가 데이터베이스화 되어 있으며, 이를 이용하여 300km/hr의 속도로 주행시 주위의 소음도를 예측할 수 있다. 그림 5는 고속철도와 2.5m 떨어진 위치에 있는 방음벽 정보의 입력모습을 보여준다. 방음벽은 2m 높이를 사용하였다.

우선 프로그램을 실행시켜 철도음원 및 환경정보를 입력한다. 입력을 마치면 계산을 실행하고 결과를 확인한다. 그림 9는 열린공간일 경우 순간최대소음도(dB)를 나타낸다. 철로 옆 부분의 소음도는 105 dB 정도이며, 거리가 증가함에 따라 소음도가 줄어 드는 것을 알 수 있다. 철로로부터 25m 거리의 소음도는 대략 93 dB 정도로 나타난다. 이는 실제 실험값과 매우 유사하다.

그림 10는 열린공간일 경우, 이격시간 4분에 대한 1시간의 등가소음도(dB)를 나타낸다. 각 지점의 소음도가 순간최대소음도에 비해 10 dB 정도 낮아진 것을 알 수 있다.

그림 11은 철로로부터 2.5m 위치에 2m 높이의 방음벽이 설치되었을 경우의 전대역주파수의 소음도를 나타낸다. 철로로부터 수평거리 25지점의 소음도가 열린공간에비해 10dB 정도 저감된 것을 확인 할 수 있다. 그림 12과 그림 13는 250Hz 밴드와 500Hz 밴드에의한 소음도를 나타낸다. 250Hz 밴드보다는 500Hz 밴드의 영향의 더 큰 것을 알 수 있다. 일반적으로 저주파대역의 소음은 고주파대역의 소음에 비해 큰 회절특성을 가지게된다. 그러나 TGV가 300Km/h로 주행할 경우 그림 7과 같이 250Hz보다는 500Hz의 음향파워가 더 크게 되므로 전체소음에서 500Hz 대역의 소음이 250Hz 보다 큰 것을 알 수 있다. 그림 14은 2m 방음벽설치시의 등가소음도를 나타낸다. 2m 방음벽을 설치하였을 경우는 그림 11의 최대소음도에 비해 25m, 50m 지점의 등가소음도가 16dB 정도 낮게 나타나는 것을 알 수 있다. 열린공간에서와 2m 방음벽 설치시의 등가소음도를 그림 8에서 도표화 하였다. 각 경우의 등가소음도는 거리 2배증가에따라 3~4dB 정도의 감쇠가 나타나는 것을 알 수 있다. 이는 선음원에서 나타나는 거리감쇠효과로서 철로소음을 선음원으로 간주 할 수 있음을 알 수 있다. 철로변 허용소음규제치는 65dB 이하이다. 열린공간의 경우, 철로에서 100m 떨어진 거리의 등가소음도가 67dB로서 규제치를 넘어서고 있다. 그러나 2m 높이의 방음벽의 경우

는 37m 이후 지역부터 허용소음규제치 65dB를 만족함을 알 수 있다.

6. 결론

SONICS는 광음향해석이론을 근간으로 하여 개발된 프로그램이다. 본 프로그램은 윈도우즈 환경을 기본 OS로 하며, Visual C++ 컴파일러를 이용하였다. 기존의 소음 해석 프로그램보다 소음원의 특성, 지형 및 기후 특성, 방음벽의 유무 등을 고려하였다. 프로그램은 다양한 해석·결과 확인 등의 합리적 순서로 설계되어 있기 때문에 사용자가 편리하고 빠르게 결과를 예측할 수 있다. 특히 전과정을 대화창과 GIS(Geographical Information system)를 적용하였으며, 소음에 대한 전문 지식이 없는 사람이나 프로그램에 익숙하지 못한 사람일지라도 쉽게 해석결과를 얻을 수 있게 되어 있다. 프로그램의 실행과정에서 대상 소음원에 따른 다양한 해석방법과, 소음분포도를 평가하는 단위들 사용자가 필요에 따라 선택할 수 있도록 설계되어 있다. 특히 해석과정에서 지표면의 특성 및 지형의 형태, 기후 등을 종합적으로 고려, 실제상황에 매우 근접한 해석결과를 얻을 수 있다. 해석결과 확인시에는 2D 화면상에서 색깔의 등급으로 소음도를 표시하는 방법과 입력된 3D 지형상에서 입체적으로 확인하는 방법 등을 채택, 좀 더 현실감 있는 결과확인이 가능하다. 따라서 소음의 피해예측에 매우 유용하게 활용될 수 있을 것으로 판단된다. 다양한 환경소음 문제를 다루고자 개발된 본 SONICS는 국내에서 사용되는 각종 소음원과 지형특성을 고려한 국내 최초의 소음예측 종합프로그램이라고 할 수 있다. 향후, 우리나라에서 발생될 것으로 예상되는 각종 환경소음의 피해예측에 유용하게 쓰일 것을 기대한다.

참고문헌

1. Highway Research Board, Highway Noise : A field evaluation of traffic noise reduction measures, 1973.
2. 정일록 등, "도로교통 소음저감을 위한 종합대책에 관한 연구(Ⅲ)", 국립환경연구원, 1989.
3. Federal Highway Administration, Update of TSC highway traffic noise prediction code, 1977.
4. Federal Highway Administration, users Manual : TSC highway traffic noise prediction code, 1977.
5. 은희준, 김정태 등, "고속철도의 환경기준 및 진동기준에 관한 연구", 한국고속철도공단, 1995.
6. 김정태, "육상교통 소음 제어 기술 개발(I)", 홍익대 과학기술연구소, 1995.
7. 김두훈, 김정태 등, "건설공사장 소음·진동 방지시설 설계기법에 관한 연구(Ⅱ)", 한국도로공사, 1996.
8. 1998년도 춘계학술대회는문집, "건설공사장, 도로교통 및 철도소음 예측 프로그램 : SONICS", 한국소음진동공학회, pp 747~752.
9. 전병선, 1996, Visual C++ 4.0 MFC Windows95 Programing, 삼양출판사.

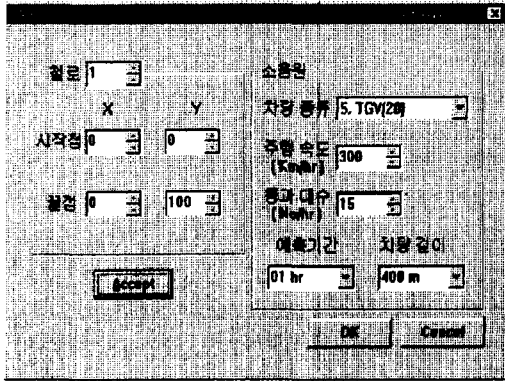


그림 3. 철도소음원 입력창

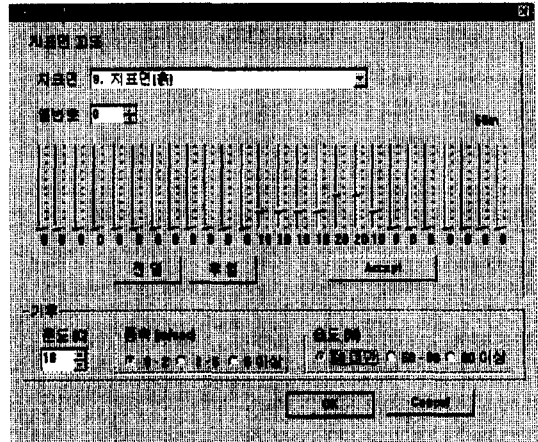


그림 4. 지형 및 기후정보 입력창

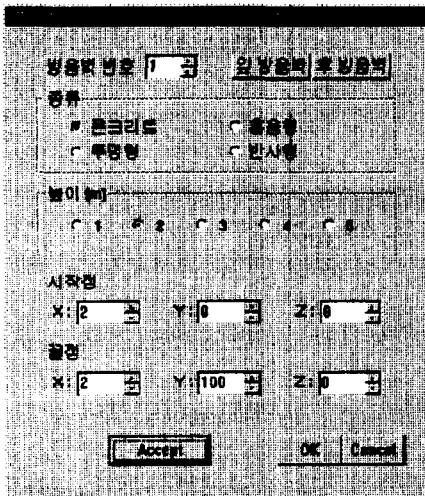


그림 5. 방음벽 정보 입력창

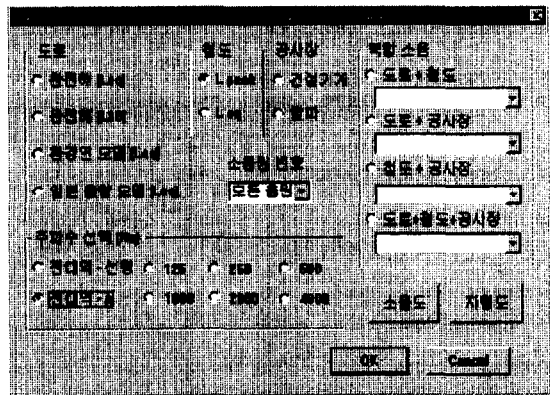


그림 6. 결과표시 선택 창

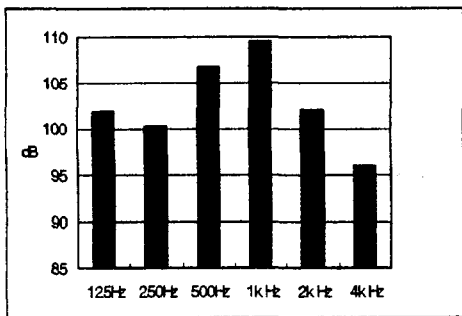


그림 7. TGV-A 300km/hr 주행시 옥타브밴드별 음향파워 dB

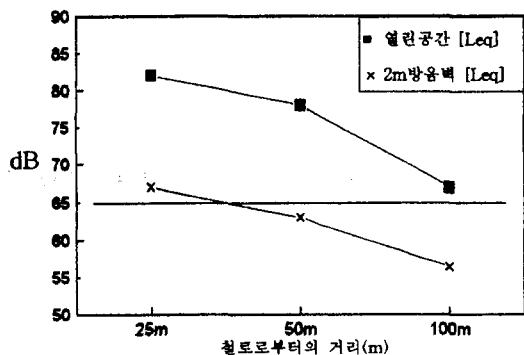


그림 8. 거리에 따른 등가소음도 비교

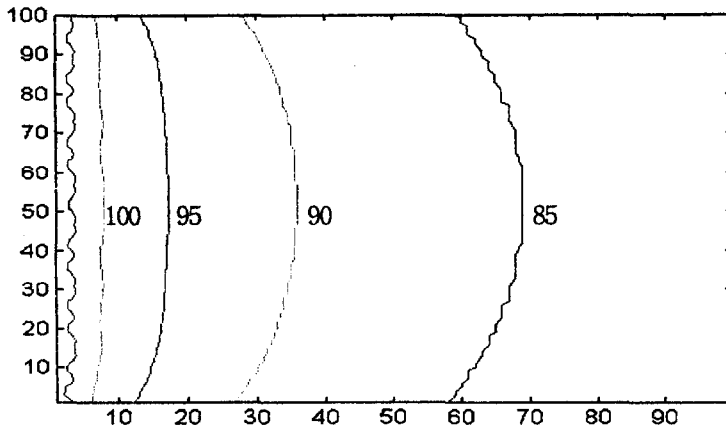


그림 9. 300km/hr 주행시 열린공간에서의 최대소음도 (Overall SPL : dB)

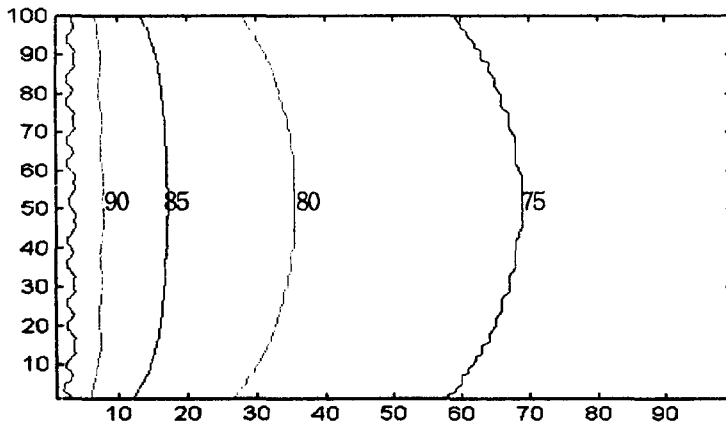


그림 10. 300km/hr 주행시 열린공간에서의 등가소음도 (Overall Leq : dB)

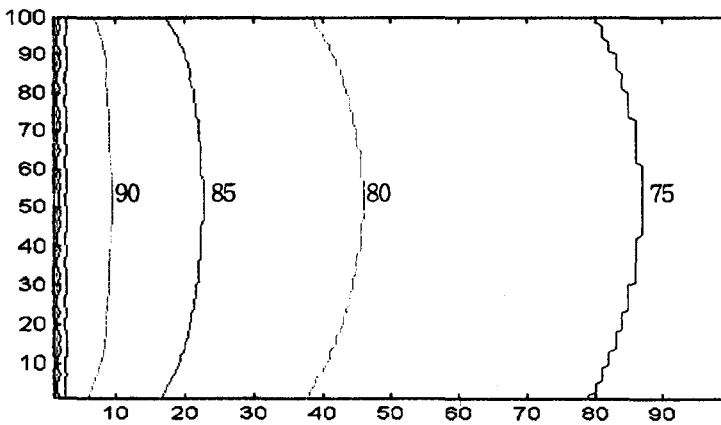


그림 11. 2m 방음벽설치, 300km/h 주행시 최대소음도 (Overall SPL : dB)

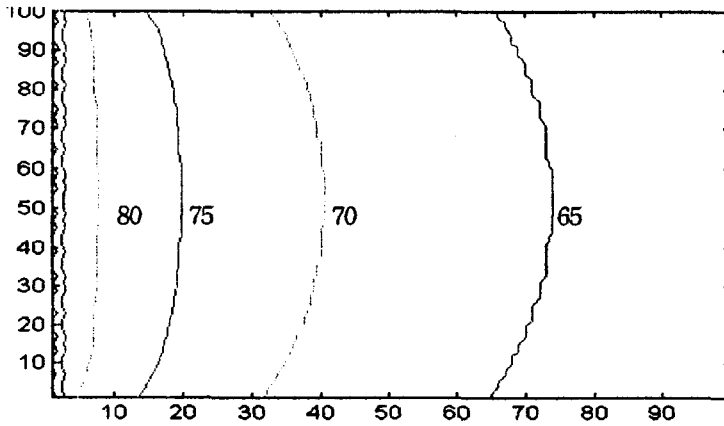


그림 12. 2m 방음벽설치, 300km/hr 주행시 최대소음도 (250Hz : dB)

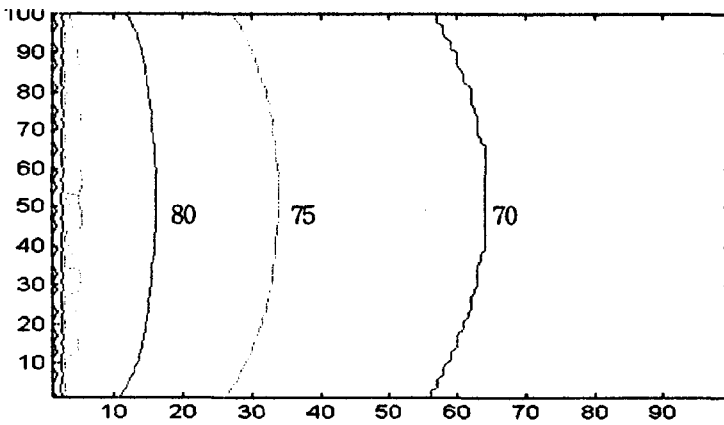


그림13. 2m 방음벽설치, 300km/hr 주행시 최대소음도 (500Hz : dB)

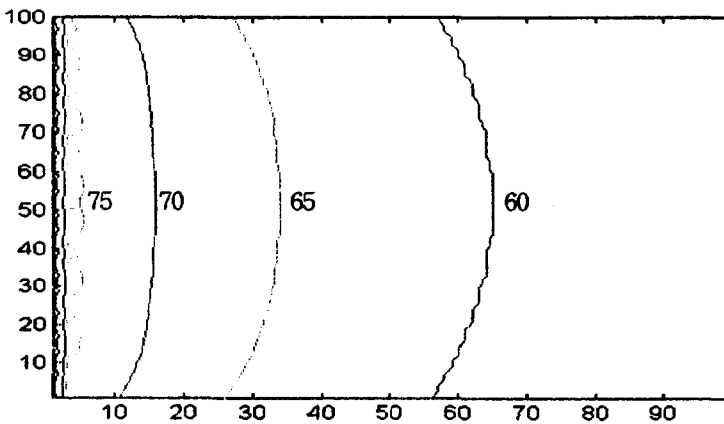


그림 14. 2m 방음벽설치, 300km/hr 주행시 등가소음도 (Overall Leq : dB)