

연구논문

3차원 소음예측모델 및 입력변수 변화에 따른 도로소음 예측결과 검토에 대한 연구

선효성

한국환경정책·평가연구원

A Study for Examination of Road Noise Prediction Results According to 3-d Noise Prediction Models and Input Parameters

Sun Hyosung

Korea Environment Institute

Abstract

The application of a 3-d noise prediction model is increasing as a tool for performing actual noise assessment in order to investigate the noise impact of the residential facility around a development region. However, because the appropriate plans of applying a 3-d noise prediction model is insufficient, it is important to secure the reliability of the noise prediction results generated by a 3-d noise prediction model. Therefore, this study is focused on examining a 3-d noise prediction model, and a prediction equation and input data in it. For this, the 3-d noise prediction models such as SoundPLAN, Cadna-A, IMMI is applied in road noise. After the contents of road noise equations, input data of road noise source, and input data of road noise barrier are understood, the road noise prediction results are compared and examined according to the variation of 3-d noise prediction model, road noise equation, and input data of road noise source and road noise barrier.

Keywords : 3-d noise prediction model, Noise map, Road noise, Noise impact assessment

I. 서론

개발사업의 환경영향평가에서 사업종류 및 지역특성 등에 따른 소음원 파악을 통해 사업지구 주변의 정온시설에 대한 소음영향을 평가하고 있으며, 이를

위해 소음원 종류를 고려한 예측모델과 보정계수를 적용하고 있다. 그러나 이러한 접근방법은 교통시설 및 주거환경 등의 변화에 따른 소음영향을 적정하게 평가하지 못하는 한계를 보여주고 있다. 따라서 개발 지역 내·외부의 소음원, 지형 및 건물, 소음저감시

설 등의 정확한 구현을 통해 실제적인 소음영향평가를 수행할 수 있는 접근방법이 필요하며, 이와 관련한 하나의 방안으로 3차원 소음예측모델의 활용을 고려할 수 있다.

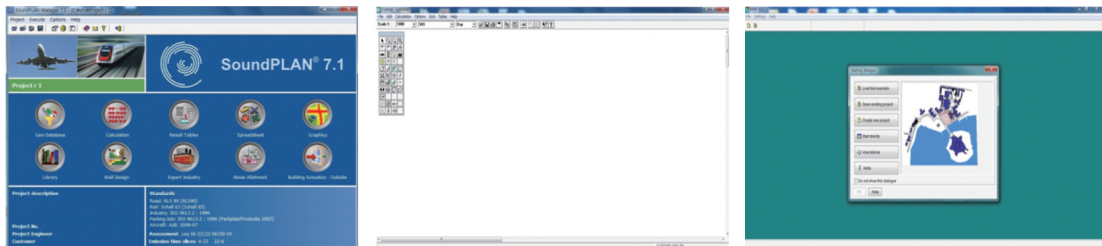
개발사업의 소음영향평가를 위해 3차원 소음예측모델의 활용도(국토해양부, 2012)가 높아지고 있지만, 3차원 소음예측모델의 적용방법에 대한 구체적인 방안이 부족하여 그에 따른 소음평가결과의 신뢰성 확보에 의문이 제기되고 있다. 3차원 소음예측모델, 그 내부에 포함된 소음예측식 및 입력변수 등의 다양성으로 인해 동일한 개발사업을 대상으로 3차원 소음예측모델 사용자에 따라 상이한 소음평가결과를 산출할 가능성이 있다. 따라서 본 논문에서는 국내 개발사업의 환경영향평가에서 적용되는 3차원 소음예측모델을 대상으로 그 내부에 포함된 소음예측식 및 입력변수 등을 비교·검토하였다.

3차원 소음예측모델의 적용을 위해 도로소음을 대상으로 SoundPLAN, Cadna-A, IMMI 상용프로그램(Figure 1)(박인선 외, 2008)을 사용하였다. 그리고 도로소음을 평가하기 위해 도로소음 예측식, 도로소음원 입력자료, 방음벽 입력자료의 종류 및 내용을 살펴보았다. 또한 이러한 입력자료의 분포 및 입력값을 근거로 3차원 소음예측모델 구현을 통한 소음예측결과를 비교·검토하였다.

II. 도로소음 예측식 변화에 따른 도로소음 예측결과 검토

3차원 소음예측모델은 다양한 도로소음 예측식을 가지고 있으나, 본 논문에서는 환경부에서 고시한

소음지도 작성방법(제2010-72호)에 포함된 도로소음 예측식 중 비교적 적용이 용이한 RLS90과 NMPB 예측식을 검토하였다. NMPB 예측식의 경우 소음예측을 위해 기상학적 영향을 고려하기 때문에 기상학적 변화빈도(%)를 방위각별로 입력하도록 되어 있다. 예를 들어, Cadna-A의 경우(Figure 2(Left)) Meteorology 항목에서 20도 방위각별로 낮, 저녁, 밤의 기상학적 변화빈도(Percentage of favorable conditions)를 입력하도록 되어 있다. 기상학적 변화빈도는 0~100% 범위를 가지고 있으며 입력값이 높을수록 주변의 기상변화가 불규칙하다는 것을 의미한다. 방음벽이 없는 도로단에서 20m 이격된 지점을 대상으로 RLS90에 의한 도로소음 예측결과, 기상학적 변화빈도의 변화(0%, 50%, 100%)를 고려한 NMPB에 의한 도로소음 예측결과를 비교한 것이 Figure 2(Right)이다. 기상학적 변화빈도에 따라 NMPB에 의한 도로소음 예측결과와 차이를 보여주고 있으며, 수음점 높이가 낮을수록 그 변화가 증가하는 것을 파악할 수 있다. NMPB와 관련한 국외의 자료(AR-INTERIM-CM, 2003)를 살펴보면, 기상학적 변화빈도가 40%와 100%일 경우 도로단부터 400m까지의 소음예측결과가 최대 2dB 정도 차이가 난다고 설명하고 있다. 또한 도로와 수음점 사이에 장애물이 있거나 주거밀집지역 등 복잡한 지역에서는 기상학적 변화빈도에 따른 도로소음 예측결과와 차이가 증가할 수 있다는 것을 시사하고 있다. 따라서 NMPB를 적용한 도로소음평가에서는 이러한 점을 고려하는 것이 필요하다.



(a) SoundPLAN

(b) Cadna-A

(c) IMMI

Figure 1. 3-d noise prediction models

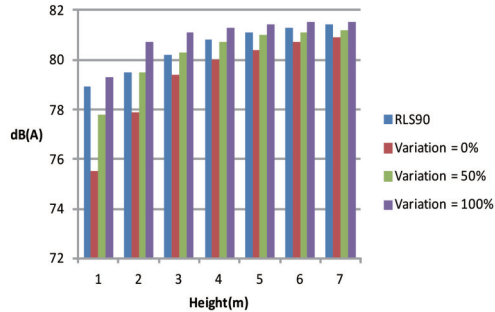
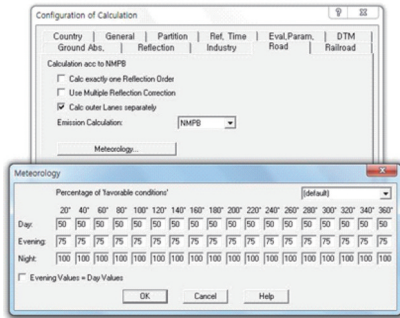


Figure 2. Meteorological distribution in NMPB(Cadna-A)(Left) and comparison of road noise prediction results(RLS90 and NMPB in Cadna-A)

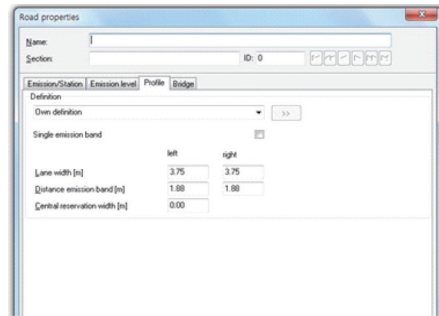
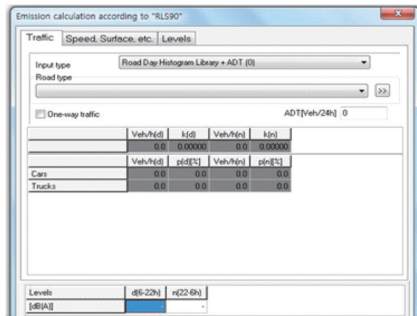


Figure 3. Input data of road noise source in RLS90(SoundPLAN)

III. 도로소음원 입력변수 변화에 따른 도로소음 예측결과 검토

3차원 소음예측모델에 의한 도로소음 평가를 위해 도로 소음원의 정보를 입력하는 것이 요구된다. 세 종류의 3차원 소음예측모델 중 SoundPLAN의 RLS90에 포함된 도로 소음원의 입력창 사례를 보여주는 것이 Figure 3이며, 다른 3차원 소음예측모델에서도 유사한 분포를 보여주고 있다. 입력변수의 분포는 도로제원(도로폭 등), 교통량, 차속, 대형차량 비율, 도로구배, 도로포장, 다중반사(Multiple reflection) 등의 내용으로 구성되어 있다.

도로 소음원 구성과 관련한 입력변수 중 주요 인자(교통량, 차속, 대형차량비율, 도로제원, 차종분류)의 변화에 따른 도로소음 예측결과를 비교·검토하였다.

1. 교통량, 차속, 대형차량비율

대형차량비율을 0%로 고정하고 시간당 교통량 및 차속 변화에 따른 도로소음분포를 보여주는 것이 Figure 4(Left)이며, 시간당 교통량을 10,000대로

고정하고 대형차량비율과 차속 변화에 따른 도로소음분포를 나타내는 것이 Figure 4(Right)이다. 시간당 교통량의 경우 교통량이 적은 구간은 변화정도가 뚜렷하지만 교통량이 증가할수록 수렴되는 양상을 보여주고 있다. 그리고 차속의 경우 차속이 높을수록 소음도가 증가하는 모습을 나타내고 있다. 또한 대형차량비율의 경우 비율이 증가할수록 수렴되는 양상을 보여주고 있으나, 비율 변화에 따른 소음도 변화폭을 고려할 때 대형차량비율 정보의 중요성은 높다고 할 수 있다.

2. 도로제원

도로제원의 변화에 따른 도로소음 예측결과를 검토하기 위하여 세 가지 경우를 가정하였다. 첫 번째 경우(Case I)는 상행 및 하행을 포함한 도로 전체를 하나의 소음원으로, 두 번째 경우(Case II)는 상행구간과 하행구간을 구분하여 두 개의 소음원으로, 세 번째 경우(Case III)는 도로의 차선수를 모두 고려하는 것이다. 세 종류의 3차원 소음예측모델을 대상으로

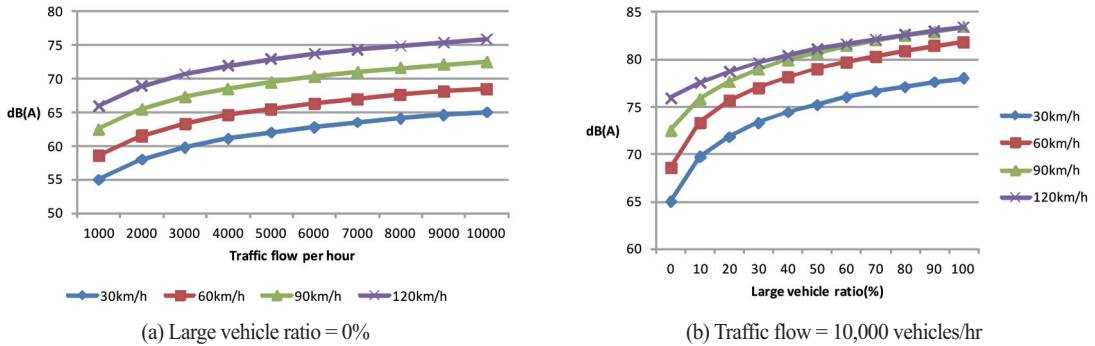


Figure 4. Comparison of road noise prediction results(RLS90 in SoundPLAN) according to traffic flow, vehicle speed, and large vehicle ratio

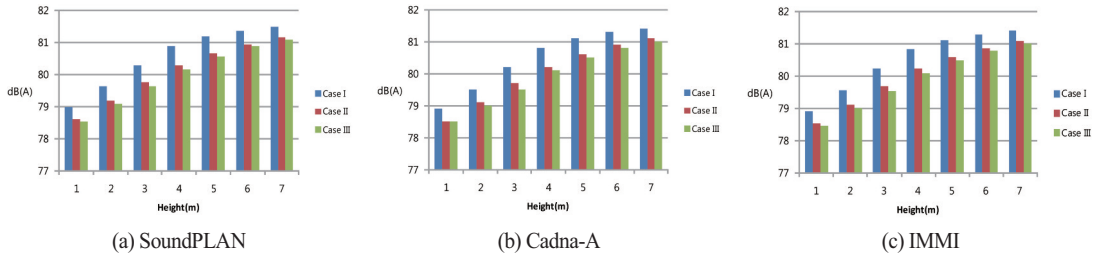


Figure 5. Comparison of road noise prediction results(RLS90) according to composition of road noise source in 3-d noise prediction models

로 이러한 세 가지 경우에 대한 도로소음 예측결과를 비교한 것이 Figure 5이다. 여기에서, 시간당 총 교통량 7,000대, 차속 90km/h, 대형차량비율 17%를 적용하였으며 방음벽이 없는 도로단에서 20m 이격된 지점을 대상으로 하였다. Case II와 Case III는 비슷한 분포를 보이지만 Case I은 어느 정도 차이를 나타내고 있다. 상행 및 하행 구간에 대한 교통량이 상이하고 도로 중앙에 중분대 및 방음벽 등이 설치될 가능성이 있으므로, 상행 및 하행 구간을 구분하여 도로 소음원을 구성하는 것이 바람직하다.

3. 차종분류

3차원 소음예측모델에 포함된 도로소음 예측식의 경우 차량중량 등을 기준으로 소형 및 대형 차량으로 분류하고 있다. 예를 들어, RLS90의 경우 공차중량(승객이나 화물이 없는 경우의 차량중량)이 2.8톤, NMPB의 경우 공차중량 3.5톤을 소형 및 대형 차량의 분류기준으로 적용하고 있다. 교통량 정보제공 시스템 등을 포함한 국내 자료와 RLS90의 차량분류기

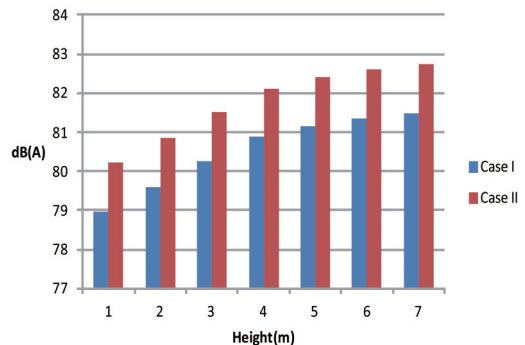


Figure 6. Comparison of road noise prediction results (RLS90 in SoundPLAN) according to composition of vehicle types

준 등을 참조해서 차종분류에 대한 두 가지 경우를 가정하여 그에 따른 도로소음 예측결과를 비교·검토하였다. 첫 번째 경우(Case I)는 국내 12차종 분류(교통량 정보제공 시스템 참조)를 근거로 RLS90의 차량분류기준(공차중량:2.8톤)에 따른 소형 및 대형 차량을 구분하였다. 두 번째 경우(Case II)는 환경영향평가시 도로소음 예측식에 일반적으로 적용되는 소형 및 대형 차량분류기준을 적용하였다. 이러한 두

가지 경우에 대한 도로소음 예측결과를 비교한 것이 Figure 6이다. Case I보다 Case II에서 대형차량비율이 높아지기 때문에 도로소음 예측결과가 상대적으로 더 높은 수치를 보여주고 있다.

IV. 방음벽 입력변수 변화에 따른 도로 소음 예측결과 검토

3차원 소음예측모델 중 SoundPLAN에 포함된 방음벽 입력정보의 종류 및 내용을 보여주는 것이 Figure 7이며, 다른 3차원 소음예측모델에서도 유사한 분포를 보여주고 있다. 방음벽과 관련한 입력정보로는 방음벽 제원(위치, 높이, 길이 등), 방음벽 특성(흡음률 등), 꺾음형 및 교량형 방음벽 등이다.

방음벽 구성과 관련한 입력변수 중 주요 인자(도로 제원, 방음벽 특성)의 변화에 따른 도로소음 예측결과를 비교·검토하였다.

1. 도로제원

방음벽 설치에 따른 도로소음 저감효과는 도로 소음원의 위치 등에 따라 달라질 수 있다. 이러한 효과를 살펴보기 위해 도로제원에 대한 세 가지 경우를

가정하여 도로소음 예측결과를 비교·검토하였다. 첫 번째 경우(Case I)는 상행 및 하행 구간을 포함한 도로 전체를 소음원으로, 두 번째 경우(Case II)는 상행 및 하행 구간을 구분하여 도로를 두 개의 소음원으로, 세 번째 경우(Case III)는 도로의 각 주행차선을 소음원으로 적용하였다. 세 종류의 3차원 소음예측모델을 대상으로 상기의 세 가지 경우에 대한 도로 소음 예측결과를 비교하여 보여주는 것이 Figure 8이며, Case I보다 Case II 및 Case III에서 소음레벨이 증가하는 것을 알 수 있다. 이는 도로 소음원의 구분에 따라 소음원, 방음벽, 수음점의 상대적 위치가 변화된 것에 기인하는 것으로서, 도로 중앙의 방음벽 설치, 실제 도로 운영과 유사한 모델링 등의 관점을 고려하여 Case II나 Case III와 같이 도로 소음원을 구현하는 것이 요구된다.

2. 방음벽 특성

방음벽 입력변수 중 방음벽 흡음특성에 따른 도로 소음 예측결과를 비교·검토하기 위하여 흡음형 방음벽과 반사형 방음벽을 대상으로 세 종류의 3차원 소음예측모델을 적용하였다. 흡음형 방음벽과 반사

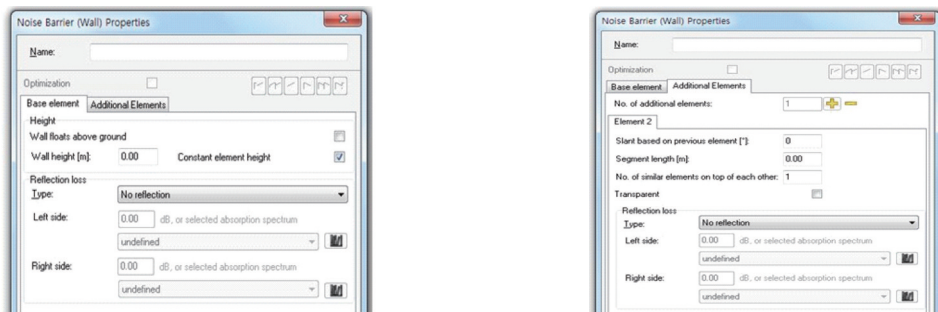


Figure 7. Input data of road noise barrier in SoundPLAN

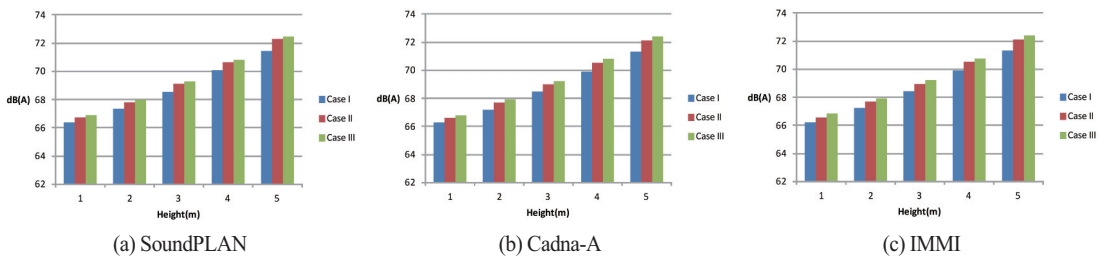


Figure 8. Comparison of road noise prediction results(RLS90) according to composition of road noise source in 3-d noise prediction models

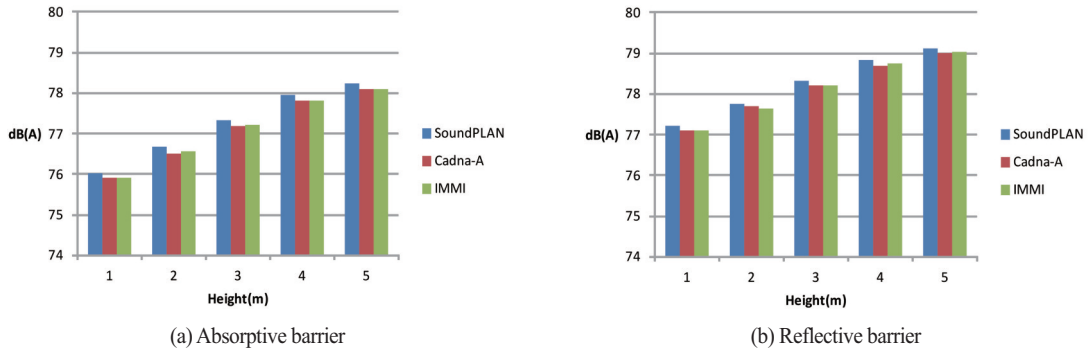


Figure 9. Comparison of road noise prediction results(RLS90) of absorptive and reflective barriers in 3-d noise prediction models

형 방음벽의 설치에 따른 동일한 수음점 위치에서의 높이별 도로소음 예측결과를 비교한 것이 Figure 9이다. 도로 소음원에 의한 소음전파와 반사형 방음벽에 의한 소음반사의 이중적인 효과로 인해 반사형 방음벽이 흡음형 방음벽보다 소음저감효과가 감소되는 것을 알 수 있다.

V. 결론

개발사업의 환경영향평가에서 사업지구 주변의 정온시설에 대한 소음환경의 정확한 구현을 위해 실제적인 소음평가를 수행할 수 있는 접근방법으로 3차원 소음예측모델의 활용이 증가되고 있다. 그러나 3차원 소음예측모델의 적용방법에 대한 구체적인 방안이 부족하여 그에 따른 소음평가결과의 신뢰성 확보가 중요하게 다루어지고 있다. 따라서 본 연구에서는 국내 개발사업의 환경영향평가에서 적용되는 3차원 소음예측모델을 대상으로 그 내부에 포함된 소음예측식 및 입력변수 등을 검토하였다. 이를 위해 도로소음을 대상으로 3차원 소음예측모델인 SoundPLAN, Cadna-A, IMMI를 적용하고, 도로소음 예측식, 도로소음원 입력자료, 방음벽 입력자료의 종류 및 내용을 파악하였다. 또한 이러한 입력자료의 분포 및 입력값을 근거로 3차원 소음예측모델 구현을 통한 도로소음 예측결과를 비교·검토하였다.

3차원 소음예측모델에 포함된 도로소음 예측식 중 비교적 적용이 용이한 RLS90과 NMPB에 의한 도로소음 예측결과를 비교·검토하였다. NMPB의 경우

도로소음 예측을 위해 기상학적 영향을 포함하기 때문에 기상학적 변화빈도에 따른 도로소음 예측결과의 영향을 고려하는 것이 요구된다.

3차원 소음예측모델에 적용되는 도로 소음원의 입력변수 중 도로소음 예측결과에 영향을 미칠 수 있는 주요 인자(교통량, 차속, 대형차량비율, 도로제원, 차종분류)의 변화에 따른 도로소음 예측결과를 비교·검토하였다. 교통량 및 대형차량비율이 증가할수록 수렴되는 양상을 보여주고 있으며 차속이 높을수록 소음도가 증가하는 모습을 나타내고 있다. 도로제원의 경우 상행 및 하행 구간에 대한 교통량 차이와 도로 중앙에 방음벽 등이 설치될 가능성이 있으므로, 상행 및 하행 구간을 구분하거나 주행차선수를 고려하여 적용하는 것이 바람직하다. 차종분류의 경우 적용되는 도로소음 예측식 내부에 포함된 차종구분의 기준과 국내 12차종 분류기준을 비교·검토하여 그에 따른 입력정보를 활용하는 것이 필요하다.

3차원 소음예측모델에 적용되는 방음벽과 관련한 입력정보 중 방음벽의 소음저감효과에 영향을 미칠 수 있는 주요 인자(도로제원, 방음벽 특성)에 대한 도로소음 예측결과를 비교·검토하였다. 도로제원의 경우 도로, 방음벽, 수음점의 상대적 위치에 따라 소음저감효과가 달라질 수 있으므로, 상행 및 하행 구간을 구분하거나 주행차선수를 고려하여 적용하는 것이 바람직하다. 또한 방음벽 재질에 따라 방음벽의 소음저감효과가 달라질 수 있기 때문에 이러한 측면을 고려하여 방음벽 선택 및 소음저감효과 등을 파악

하는 것이 요구된다.

사 사

본 논문은 한국환경정책·평가연구원(KEI)의 2012년도 연구사업비로 지원된 「환경영향평가에 적용되는 3차원 소음예측모델의 가이드라인 마련」을 기초로 하여 작성되었습니다.

참고문헌

- 교통량 정보제공 시스템, <http://www.road.re.kr>.
국토해양부, 2008, 12중 교통량조사 차종분류 가이드.
국토해양부, 2012, OO 국도건설공사 환경영향평가서.
박인선, 박상규, 2008, 소음지도 현황 및 제작 소프트웨어 소개, 소음·진동, 18(2).
환경부, 2010, 소음지도 작성방법.
AR-INTERIM-CM, 2003, Adaption and revision of the interim noise computation methods for the purpose of strategic noise mapping.