

연구논문

환경영향평가지 도로소음 평가범위 설정에 대한 연구

최준규 · 선호성 · 정태량

한국환경정책·평가연구원

(2012년 4월 3일 접수, 2012년 6월 5일 승인)

A Study for Assessment Scope Set-up of Road Noise in EIA

Choi Joongyu · Sun Hyosung · Chung Taeryang

Korea Environment Institute

(Manuscript received 3 April 2012; accepted 5 May 2012)

Abstract

This paper suggests the set-up plan of the assessment scope in road noise considering road characteristics with the prediction model of road noise. The RLS90 prediction model with some assumptions is used to establish the assessment scope of road noise. The main contents of the applied assumptions are smooth drive of cars, flat region, location of all noise sources in one lane, drive in design speed, and set-up of assessment scope according to traffic volume and car speed. The information of traffic volume to predict road noise is obtained by the distribution of small cars and full-sized cars in road. In this study, the total traffic volume in road is computed by adding the number of small cars to the conversion number of small cars, which means the number of small cars making the same noise as one full-sized car. The prediction result of road noise with the influence factor of traffic volume, car speed, distance between road and receiver is presented. The resultant assessment scope of road noise is obtained by combining road noise prediction data with the set-up standard of road noise assessment scope.

Keywords : Road noise, Assessment scope, Noise prediction model, Traffic volume

1. 서론

개발사업의 시행에 따른 환경영향을 예측하고 그에 따른 환경적 피해를 최소화하기 위한 대책을 마련하기 위해 환경영향평가를 실시하고 있다. 환경영

향평가를 수행하기 위한 선행적인 과정으로 사업시행으로 인해 발생할 가능성이 있는 환경영향이 무엇이며, 어디까지 영향을 미칠 것인지를 우선적으로 검토하게 된다. 이러한 검토를 통해 개발지역 및 그 주변의 환경현황 조사, 사업시행에 따른 환경영향 평가

및 사후관리 등을 수행하기 위한 지역적 범위를 결정하게 된다. 이러한 관점에서 사업시행에 따른 효율적인 소음평가를 위해 소음발생원 종류 및 특성 등을 고려한 평가범위 설정방안이 요구되고 있다.

소음평가범위와 관련한 기존의 연구에서는 국내 적용사례 분석, 소음평가범위 설정방법 및 설정기준과 관련한 내용을 다루고 있다. 김영하 외(2008)에서는 개발사업의 환경영향평가서 분석을 통해 소음평가범위를 명시하고 있다. 그리고 박준철(2009)에서는 서울시 간선도로를 대상으로 국립환경과학원 예측식과 도로소음기준을 접목한 소음평가범위를 제시하고 있다. 또한 Graham(2008)에서는 소음평가범위 설정기준의 대안으로 배경소음을 고려한 상대적 소음기준, 복합소음을 고려한 절대적 소음기준, 상대적 및 절대적 소음기준의 결합을 제안하고 있다.

환경영향평가서 작성 등에 관한 규정(환경부고시 제2011-161호)에서는 소음평가를 위한 공간적 범위를 명시하고 있다. 공간적 범위는 대상사업의 종류, 규모 및 지역의 환경특성을 고려하여 발생하는 소음이 환경피해를 유발할 수 있는 정온시설이 위치하고 있는 지역까지를 범위로 설정하고 있다. 그러나 환경영향평가서 소음평가범위는 시점(공사시 및 운영시) 및 소음발생원 등에 따라 달라질 수 있으므로, 개발사업 종류를 고려하는 것보다 소음발생원 종류를 반영한 평가범위를 설정하는 것이 합리적이라고 볼 수 있다. 이러한 취지에서 환경소음이 중요하게 고려되는 개발사업을 대상으로 환경영향평가서 소음발생원의 종류를 분석한 것이 Table 1이다. 공사시에는 건설장비 및 발파에 의한 소음이 주를 이루고 있으며, 운영시에는 개발사업의 특성에 따라 다양한 소음원(도로, 철도, 공항, 공장, 사격장 등)의 분포를 보여주고 있다.

본 논문에서는 상기에서 언급된 소음원 중 도로소음을 대상으로 환경영향평가서 소음평가범위 설정방안을 마련하였다. 이를 위해 국내외 도로소음평가범위 설정현황 분석을 통한 문제점을 파악하고 이를 해결하기 위한 방향을 모색하였다. 또한 예측식 적용을 통해 도로소음평가에 중요한 영향을 미

Table 1. Distribution of noise source in EIA

개발사업	공사시	운영시
도시개발	건설장비, 발파	도로, 철도, 공항, 공장
산업단지		도로, 공장
도로		도로
철도		철도
공항		공항
군사시설		사격장 등

출처: 환경부, 2011, 환경성평가 평가대상지역 영향범위 설정 운영 방안 연구

Table 2. Distribution of noise assessment scope in road project

평가항목	평가사업	평가범위 분포		
		최소값 - 최대값	구분	비율
소음	도로	0.15km - 0.5km	0.15km	5.7%
			0.2km	62.2%
			0.25km	2.8%
			0.3km	25.5%
			0.5km	3.8%

치는 인자들을 반영한 정량적인 도로소음 평가범위 설정방안을 제안하였다.

II. 도로소음 평가범위 설정 현황

국내 도로소음 평가범위 설정현황을 파악하기 위해 도로개발사업의 환경영향평가서를 분석하였다. 도로개발사업과 관련하여 도로소음의 정량적 평가범위를 포함하고 있는 환경영향평가서(약 100여건)를 대상으로 하였으며, 그에 따른 분석결과가 Table 2에 제시되어 있다. 도로의 종류 및 규모에 따라 다양한 소음평가범위 분포를 보여주고 있으며, 200m 또는 300m 정도를 주로 적용하고 있는 것을 알 수 있다. 도로소음 평가범위와 관련한 국외 사례를 살펴보면 영국에서는 300m, 일본에서는 200m 정도를 적용하고 있다.(이영수 외, 2006)

국내외 도로소음 평가범위 설정결과를 살펴보면, 개발지역을 중심으로 일정한 정량적 범위를 명시하고 있으나 도로 특성을 고려하지 않은 채 일률적인 값을 적용하고 있는 것을 알 수 있다. 도로의 교통량, 차속 등에 따라 도로소음이 미치는 영향정도가 달라지므로, 개발사업에 포함된 도로 특성을 반영

한 소음평가범위를 설정하는 것이 필요하다.

III. 도로소음 평가범위 설정 방법

도로 특성을 고려한 도로소음 평가범위 설정방법으로 도로소음평가에 적용되는 예측식을 활용하였다. 국내 환경영향평가기 도로소음영향을 예측하기 위해 국립환경과학원식, HW-NOISE 예측식 등을 적용하고 있다. 국립환경과학원식은 국도 및 간선 도로 등, HW-NOISE 예측식은 고속도로 소음평가에 한정되어 있어 도로 특성에 따른 전반적인 소음 평가범위 설정도구로서는 한계가 있다. 따라서 도로 특성(교통량, 차속 등)을 고려하여 일관적인 도로소음 평가범위를 설정할 수 있는 접근방법이 요구된다. 이를 위한 하나의 방안으로 본 논문에서는 도로소음과 관련한 소음지도 작성에 활용되는 예측식을 적용하였다. 소음지도 작성방법(환경부고시 제2010-72호)에서는 소음지도 작성을 위한 도로소음 예측식의 종류를 열거하고 있으며 이 중에서 독일의 RLS90 예측식을 적용하였다.

RLS90 예측식은 독일의 도로 계획 및 결정 과정에서 필요한 방음지침으로 활용되고 있으며, 음원모델(Eq. (1)) 및 전달모델(Eq. (2))로 구성되어 있다.

$$L_{ME} = L_M(25, basic) + C_{Speed} + C_{Roadsur\ face} + C_{Gradient} + C_{Ref} \quad (1)$$

$$L_M = L_{ME} + C_{Sectionlength} + C_{Spreading} + C_{Groundabsorption} + C_{Screening} \quad (2)$$

L_{ME} (음원방사레벨, Level Mean Emission)은 기준 소음도($L_M(25, basic)$), 차속보정(C_{Speed}), 도로표면보정($C_{Roadsur\ face}$), 도로구배보정($C_{Gradient}$), 다중반사보정(C_{Ref})의 효과를 포함하고 있다. $L_M(25, basic)$ 은 도로에서 25m 이격과 4m 높이 지점의 기준 소음도를 나타내며 Eq. (3)과 같다. 여기에서, M 은 시간당 통과차량 수, P 는 대형차량비율을 의미한다.

$$L_M(25, basic) = 37.3 + 10\log(M \times (1 + 0.082 \times P)) \quad (3)$$

L_{ME} 값을 바탕으로 도로구간길이보정($C_{Sectionlength}$), 소음 확산 보정 ($C_{Spreading}$), 지면 흡음 보정

($C_{Groundabsorption}$), 방음시설보정($C_{Screening}$)의 효과를 고려하여 수음점의 소음레벨(L_M)을 산정한다. 차종은 2차종(소형차, 대형차)으로 분류하며 2.8톤 이상을 대형차, 그 이외의 차량을 소형차로 구분하고 있다.

도로소음 평가범위는 환경영향평가를 준비하는 스코핑 단계에서 거론되어지므로, 도로계획에 대한 구체적인 정보 획득에 제약이 있을 수 있다. 이러한 한계를 고려하여 본 논문에서는 다수의 가정(Assumption)을 적용하였다. 첫째, 차량 주행은 원활한 흐름을 유지한다. 둘째, 도로표면은 아스팔트 포장으로 되어 있다. 셋째, 도로와 수음점 사이의 영역은 평탄한 지역이다. 넷째, 1개 차로에 음원이 모두 존재한다. 다섯째, 차량은 도로의 설계속도로 운행된다. 여섯째, 도로와 수음점 사이의 지면은 완전흡음지역이다. 일곱째, 도로의 교통량 및 차속 변화에 따른 소음평가범위를 설정한다.

도로 특성을 반영한 도로소음 평가범위 설정을 위한 전제조건으로 시간당 교통량 정보가 필요하다. 이를 위해 본 논문에서는 소형차 1대당 소음도와 대형차 1대당 소음도를 산출한 후 대형차 1대당 소음도와 동일한 소음도를 나타내는 소형차 환산대수를 산출하는 방법을 제안하였다(Table 3). 예를

Table 3. Comparison of small car conversion number

차속 km/h	소형차 1대당 소음도	대형차 1대당 소음도	소음도 차이(대형차 -소형차)	소형차 환산대수
	dB(A)	dB(A)	dB(A)	
30	28.5	41.5	13	20.0
40	29.5	43.1	13.6	22.9
50	30.7	44.3	13.6	22.9
60	32.1	45.3	13.2	20.9
70	33.4	46.1	12.7	18.6
80	34.8	46.9	12.1	16.2
90	36	46.9	10.9	12.3
100	37.2	46.9	9.7	9.3
110	38.4	46.9	8.5	7.1
120	39.4	46.9	7.5	5.6
130	40.4	46.9	6.5	4.5

출처: 환경부, 2011, 환경성평가 평가대상지역 영향범위 설정 운영 방안 연구

들어, 차속이 60km/h일 경우 소형차 및 대형차 각 1대당 소음레벨 차이는 13.2dB(A)가 되고, 이는 대형차 1대의 소음도가 소형차 20.9대의 소음도와 같음을 의미한다. 도로계획의 시간당 교통량 정보(소형차 및 대형차 운행대수 등)를 근거로 소형차 환산대수 산출방법을 적용한 결과로서, 도로의 시간당 총 교통량은 소형차 운행대수와 소형차 환산대수를 합산한 값이 된다.

IV. 도로소음 평가범위 설정 결과

도로의 시간당 교통량 및 차속, 도로와 수음점 사이의 이격거리를 주요 변수로 하여 RLS90 예측식을 적용한 결과가 Table 4와 Table 5이다. Table 4는 시간당 교통량이 5,000대, Table 5는 시간당 교통량이 10,000대일 경우에 차속 및 이격거리 변화에 따른 도로소음 예측결과를 보여주고 있다. 시

간당 교통량, 차속, 이격거리의 범위를 임의로 지정하여 Table 4 및 Table 5와 같은 데이터를 구축한다면 다양한 도로계획(국도, 간선도로, 고속도로 등)에 따라 도로소음영향이 미치는 범위를 예측할 수 있다. 이러한 자료를 바탕으로 도로소음 평가범위 설정기준을 접목하면 도로 특성을 반영한 도로소음 평가범위 산출이 가능하다. 예를 들어, 시간당 교통량이 5,000대이고 차량속도가 110km/h인 도로계획에서 Table 4와 대상지역에 따른 주·야간 도로소음기준(주거지역: 주간 65dB(A) 및 야간 55dB(A), 상업지역: 주간 70dB(A) 및 야간 60dB(A) 등)을 적용한다면, 그에 따른 도로소음 평가범위는 주거지역: 주간 150m 및 야간 600m, 상업지역: 주간 100m 및 야간 300m 등으로 산정될 수 있다.

Table 4. Distribution of road noise(dB(A)) in 5,000 vehicles per hour

차속(km/h) 이격거리(m)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
50	61.4	62.6	64.0	65.4	66.7	68.0	69.2	70.3	71.3	72.3
100	57.6	58.8	60.1	61.5	62.9	64.1	65.3	66.4	67.5	68.5
150	55.3	56.5	57.8	59.2	60.5	61.8	63.0	64.1	65.2	66.1
200	53.5	54.8	56.1	57.5	58.8	60.1	61.3	62.4	63.5	64.4
250	52.1	53.3	54.7	56.1	57.4	58.7	59.9	61.0	62.0	63.0
300	50.9	52.1	53.5	54.9	56.2	57.5	58.7	59.8	60.8	61.8
350	49.8	51.1	52.4	53.8	55.1	56.4	57.6	58.7	59.8	60.7
400	48.9	50.1	51.5	52.8	54.2	55.4	56.6	57.8	58.8	59.8
450	48.0	49.2	50.6	52.0	53.3	54.6	55.8	56.9	57.9	58.9
500	47.2	48.4	49.8	51.1	52.5	53.7	54.9	56.1	57.1	58.1
550	46.4	47.6	49.0	50.3	51.7	53.0	54.2	55.3	56.3	57.3
600	45.7	46.9	48.2	49.6	51.0	52.2	53.4	54.5	55.6	56.6
650	45.0	46.2	47.5	48.9	50.3	51.5	52.7	53.8	54.9	55.9
700	44.3	45.5	46.9	48.2	49.6	50.9	52.1	53.2	54.2	55.2
750	43.7	44.9	46.2	47.6	48.9	50.2	51.4	52.5	53.6	54.6
800	43.1	44.3	45.6	47.0	48.3	49.6	50.8	51.9	53.0	54.0
850	42.5	43.7	45.0	46.4	47.7	49.0	50.2	51.3	52.4	53.4
900	41.9	43.1	44.4	45.8	47.2	48.4	49.6	50.7	51.8	52.8
950	41.3	42.5	43.9	45.3	46.6	47.9	49.1	50.2	51.2	52.2
1000	40.8	42.0	43.3	44.7	46.1	47.3	48.5	49.6	50.7	51.7

출처: 환경부, 2011, 환경성평가 평가대상지역 영향범위 설정 운영 방안 연구

Table 5. Distribution of road noise(dB(A)) in 10,000 vehicles per hour

차속(km/h) 이격거리(m)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
50	64.4	65.6	67.0	68.4	69.7	71.0	72.2	73.3	74.3	75.3
100	60.6	61.8	63.1	64.5	65.9	67.1	68.3	69.4	70.5	71.5
150	58.3	59.5	60.8	62.2	63.5	64.8	66.0	67.1	68.2	69.1
200	56.5	57.8	59.1	60.5	61.8	63.1	64.3	65.4	66.5	67.4
250	55.1	56.3	57.7	59.1	60.4	61.7	62.9	64.0	65.0	66.0
300	53.9	55.1	56.5	57.9	59.2	60.5	61.7	62.8	63.8	64.8
350	52.8	54.1	55.4	56.8	58.1	59.4	60.6	61.7	62.8	63.7
400	51.9	53.1	54.5	55.8	57.2	58.4	59.6	60.8	61.8	62.8
450	51.0	52.2	53.6	55.0	56.3	57.6	58.8	59.9	60.9	61.9
500	50.2	51.4	52.8	54.1	55.5	56.7	57.9	59.1	60.1	61.1
550	49.4	50.6	52.0	53.3	54.7	56.0	57.2	58.3	59.3	60.3
600	48.7	49.9	51.2	52.6	54.0	55.2	56.4	57.5	58.6	59.6
650	48.0	49.2	50.5	51.9	53.3	54.5	55.7	56.8	57.9	58.9
700	47.3	48.5	49.9	51.2	52.6	53.9	55.1	56.2	57.2	58.2
750	46.7	47.9	49.2	50.6	51.9	53.2	54.4	55.5	56.6	57.6
800	46.1	47.3	48.6	50.0	51.3	52.6	53.8	54.9	56.0	57.0
850	45.5	46.7	48.0	49.4	50.7	52.0	53.2	54.3	55.4	56.4
900	44.9	46.1	47.4	48.8	50.2	51.4	52.6	53.7	54.8	55.8
950	44.3	45.5	46.9	48.3	49.6	50.9	52.1	53.2	54.2	55.2
1000	43.8	45.0	46.3	47.7	49.1	50.3	51.5	52.6	53.7	54.7

출처 : 환경부, 2011, 환경성평가 평가대상지역 영향범위 설정 운영 방안 연구

Table 6. Example of computing small car conversion number

차속 km/h	승용차 1대당 소음도 dB(A)	대형차 1대당 소음도 dB(A)	소음도 차이(대형차 -소형차) dB(A)	소형차 환산대수
50	30.7	44.3	13.6	22.9
60	32.1	45.3	13.2	20.9
70	33.4	46.1	12.7	18.6
80	34.8	46.9	12.1	16.2
90	36	46.9	10.9	12.3

V. 도로소음 평가범위 설정 사례

도로가 포함된 개발사업의 환경영향평가시 도로 소음 평가범위 설정 사례를 제시한 것은 다음과 같다. 차속이 80km/h, 시간당 교통량은 소형차 3400대 및 대형차 100대인 도로계획을 가정한다면, Table 6을 참조하여 대형차 운행대수에 따른 소형차 환산대수를 산정한다. 소형차 환산대수는 차속 80km/h

에서 대형차 1대당 16.2대이므로 100대/시 * 16.2 = 1,620대/시로 계산할 수 있다. 따라서 도로의 시간당 총 교통량은 소형차 운행대수와 소형차 환산대수를 합산한 값으로서 3,400대/시(소형차 운행대수) + 1,620대/시(소형차 환산대수) = 5,020대/시로 산출하게 된다.

도로의 시간당 총 교통량이 5,020대/시이므로 5,000대/시에 해당하는 도로소음 예측결과(Table 7)를 활용한다. 그리고 주거지역 등에 해당하는 도로소음기준인 65dB(A)(주간)과 55dB(A)(야간)을 적용할 경우, 주간 도로소음 평가범위는 약 100m 정도, 야간 도로소음 평가범위는 약 400m 정도가 된다.

Table 7. Example of computing road noise assessment scope using distribution of road noise(dB(A)) in 5,000 vehicles per hour

차속(km/h) 이격거리(m)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
50	61.4	62.6	64.0	65.4	66.7	68.0	69.2	70.3	71.3	72.3
100	57.6	58.8	60.1	61.5	62.9	64.1	65.3	66.4	67.5	68.5
150	55.3	56.5	57.8	59.2	60.5	61.8	63.0	64.1	65.2	66.1
200	53.5	54.8	56.1	57.5	58.8	60.1	61.3	62.4	63.5	64.4
250	52.1	53.3	54.7	56.1	57.4	58.7	59.9	61.0	62.0	63.0
300	50.9	52.1	53.5	54.9	56.2	57.5	58.7	59.8	60.8	61.8
350	49.8	51.1	52.4	53.8	55.1	56.4	57.6	58.7	59.8	60.7
400	48.9	50.1	51.5	52.8	54.2	55.4	56.6	57.8	58.8	59.8
450	48.0	49.2	50.6	52.0	53.3	54.6	55.8	56.9	57.9	58.9
500	47.2	48.4	49.8	51.1	52.5	53.7	54.9	56.1	57.1	58.1

VI. 결론

본 논문에서는 도로소음을 대상으로 한 평가범위 설정방안을 모색하였다. 이를 위해 도로소음 평가범위 설정현황을 분석하였으며, 도로 특성(교통량, 차속 등)을 반영하지 못하는 문제점을 제시하였다. 현황 분석결과를 바탕으로 예측식을 적용하여 도로 특성을 고려한 도로소음 평가범위 설정방안을 제안하였다.

도로소음 평가범위 설정방법으로서 독일의 RLS90 예측식을 적용하였으며, 스코핑 과정의 도로정보 한계를 고려한 가정(Assumption)을 포함하였다. 가정내용은 차량의 원활한 주행, 평탄한 지역, 1개 차로에 음원이 모두 존재, 설계속도 운행, 교통량 및 차속 변화에 따른 소음평가범위 설정 등이다. 또한 도로의 시간당 교통량 정보는 소형차 및 대형차 분포를 바탕으로 대형차 1대당 소음도와 동일한 소음도를 나타내는 소형차 환산대수 산출방법을 적용하였다.

상기의 접근방법을 바탕으로 시간당 교통량, 차속, 이격거리를 변수로 하는 도로소음 예측결과를 제시하였다. 시간당 교통량, 차속, 이격거리의 임의적 변화를 통한 도로소음 예측데이터와 도로소음 평가범위 설정기준을 접목하면 다양한 도로계획의 특성을 반영한 도로소음 평가범위를 산출할 수 있다. 이러한 도로소음 평가범위 설정방안을 통해 도로 특성을 고려한 평가범위 설정결과의 타당성과 소음평가의 효율성을 향상시킬 수 있다.

사 사

본 논문은 환경부의 2011년도 연구사업비로 지원된 「환경성평가 평가대상지역 영향범위 설정 운영방안 연구」를 기초로 하여 작성되었습니다.

참고문헌

- 김영하, 이온길, 이영수, 2008, 누적영향평가를 위한 평가범위 산정에 대한 연구: 생활환경분야를 중심으로, 환경영향평가, 17(5), 299-309.
- 박준철, 2009, 서울시 간선도로의 소음도 현황 및 영향범위에 관한 연구, 한양대학교.
- 이영수, 김영하, 2006, 누적영향평가를 위한 평가범위 산정에 관한 연구: 생활환경분야, 한국환경정책·평가연구원.
- 환경부, 2010, 소음지도 작성방법.
- 환경부, 2011, 환경영향평가서 작성 등에 관한 규정.
- 환경부, 2011, 환경성평가 평가대상지역 영향범위 설정 운영 방안 연구.
- Graham, W., 2008, Thresholds and criteria for evaluating and communicating impact significance in environmental statements: 'See no evil, hear no evil, speak no evil?', Environmental Impact Assessment Review, 28, 22-38.