

골프 연습장 환경 소음 예측

A Prediction of Environmental Noise near Indoor Golf Driving Range

이성호* · 류국현* · 박상규**

Sung Ho Lee, Kuk Hyun Ryu and Sang Kyu Park

Key Words : Indoor golf driving range, Ray tracing method, Noise barrier

ABSTRACT

Recently, many indoor driving ranges are being built near residential areas because golf is one of the popular sports. Consequently, environmental noise occurs in the residential areas. This study is to predict the noise near the indoor golf driving range by the computer simulation(commercial software Raynoise 3.0) for various cases of noise control methods.

1. 서론

최근 문화 수준의 발달로 일반대중들에게 골프는 일반화되고 있는 추세이다. 여기에 발맞추어 골프 연습장 또한 증가 추세에 놓여 있는 상황이다. 우후죽순으로 생겨나는 골프 연습장은 인근 생활 거주지역에 소음이라는 환경적인 문제를 야기시키고 있고, 골프연습장에서 발생하는 충격성 소음으로 주위 인근 주민들의 생활환경에 영향을 미치고 있는 실정이다. 이러한 관점에서 본 연구에서는 건설중인 골프연습장에 대해서 완공 후 예상되는 소음도를 simulation을 통하여 예측하고자 한다. 이러한 연구를 통해 골프 연습장 설계시 소음 저감 대책을 수립할 수 있는 자료를 제공하고자 한다.

* 정회원, 연세대학교 대학원 환경공학과

E-mail : sswwqq@hanmail.net

** 정회원, 연세대학교 환경공학과

2. 이론적 배경

음향학에서 음장을 해석하는 방법은 파동 음향학, 기하 음향학, 통계 음향학으로 나눌 수 있다. 건축물, 선박, 작업장 실내, 철도차량 그리고 항공기와 같이 규모가 크고 넓은 공간상의 구조물을 해석할 경우 내부 음향학적 특성을 에너지의 흡수와 투과량 등으로 고려한 기하음향학의 개념이 도입되고 있다. 이에 대한 방법으로 수음자에서 소음원까지의 음원 반사경로를 추적하기 위해서 거울상 음원을 사용하는 거울상 음원법 (mirror image source method)과 음원에서 발생하는 음향파위를 다수의 ray로 나누어 방사시키는 레이추적법(ray tracing method)으로 나눌 수 있다. 그리고 두 방법의 장점을 채택한 concial beam method(콘형빔법) 및 triangular beam method(삼각형빔법) 같은 hybrid method(혼성법)이 있다. 소리를 음선으로 고려하는 경우, 음선은 일정 위상면에 대해서 수직인 선으로 정의되며, 음속은 공간의 함수이며 소리를 파장으로 고려하는 것보다는 해석이 쉽다. 그러나 이는 파에 대한 엄밀한 표현

이 아니고 근사적으로 유용하다.

음원에서 수음점까지 음의 전파를 예측하는 조건은 음파의 진폭이 파장에 비해 거리 당 변화가 적고 음속도 파장에 비해 거리 당 변화가 작아야 한다. 또 진폭이 급격히 감소하는 빔의 가장자리에서 음의 회절(diffraction) 현상으로 인한 오류를 보완하기 위해서 음파의 공간적 확산이 지나치게 국부적으로 변화를 가져오지 않도록 위상 레이추적기법(phase ray tracing)을 사용한다. 레이가 벽면에 부딪혔을 경우 일부는 반사되고 일부는 벽면을 투과하는데 내부와 외부사이의 투과손실을 투과음원의 개념을 사용하여 모델링 할 수 있다. 투과음원은 다각형면의 면적중심에 위치하여 표면에 수직한 축에서 반구형으로 방사한다. 투과음원의 파워는 가진 레벨의 크기와 벽면의 투과손실에 의하여 결정된다. 본 연구에서는 소음특성을 예측하기 위하여 LMS社 raynoise software를 사용하였다.

3. 측정 및 결과

3.1 타격시 음향출력 레벨 측정

골프 연습장 소음으로 인해 아파트에 얼마만큼의 영향을 미칠 수 있는지에 관해서 raynoise 프로그램을 이용하여 분석한다. raynoise의 입력 데이터로서 소음원의 음향출력레벨, 지역의 기하학적 형상, 거리등과 방음벽의 성능 등이 필요하다. 이 중에서 골프공 타격시의 음향 출력레벨이 가장 중요한 요소이다. 따라서 입력 데이터로 사용하기 위한 음향 출력레벨을 측정하기 위하여 현재 사용중인 골프연습장 한 곳을 선정하였으며, 전문 골퍼의 스윙시 발생하는 충격음을 01dB사의 symphonie 신호분석기를 사용하여 녹음하였다.

소음원 측정은 fig. 1과 같이 타구 지점과 측정 지점의 이격 거리를 50cm로 정하였고, duration은 5초 정도로 설정하였다. fig. 2 에서 보는 바와 같이 duration 5초 중에서 충격음이 발생하는 0.128초에 대해서 분석을 하였다. 충격음의 파워레벨을 분석한 결과는 table. 1과 같고, 전체 overall값은 91.4dB이다.

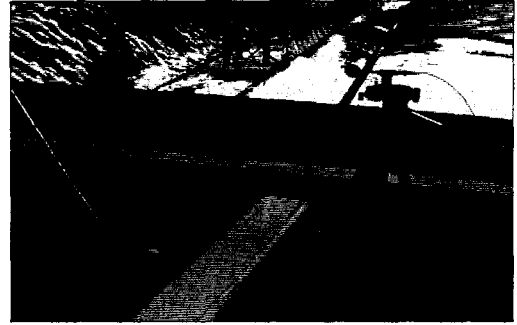


Fig. 1 Measurement of the impact noise of golf

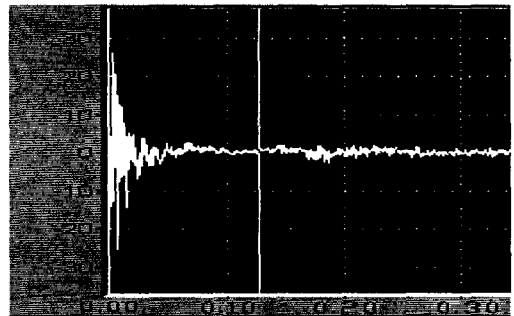


Fig. 2 Analysis of time signal of the impact noise



Fig. 3 Analysis of sound power level

Table. 1 Input data of raynoise(sound power level)

Frequency	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
Power level(dB)	59.5	81.4	78.9	71.4	83	83.3	84.8	85.2

3.2 골프 연습장 환경 소음 측정

Raynoise simulation 결과와 비교하기 위한 목적으로 해석대상과 유사한 지형을 가진 골프연습장(fig. 4)을 대상으로 환경 소음도를 측정하였다.

측정기기는 RION사에서 제작한 NL-18 적분소음계를 사용하였으며 “소음·진동공정시험방법”에 의거하여 측정하였고, 측정 시간대는 골프연습장의 종료시간이 10시임으로 주간만 측정하였다.

골프연습장에서 40m 떨어진 지점(N1)에서의 측정 결과는 table. 2와 같다.

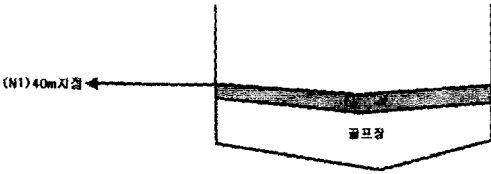


Fig. 4 A drawing of indoor golf driving range

Table. 2 Noise level at 40m distance from an indoor golf driving range

지점	구분	주 간 (dB(A))				
		1회	2회	3회	4회	5회
N-1 (40m)	시간	10:00-10:05	12:30-12:35	2:15-2:20	4:00-4:5	18:30-18:35
		타석수(명)	15	49	51	69
	dB(A)	49.3	50.3	50.9	52.6	51.1
		6회	암소음	평균	비고: 골프연습장 종료 시간 10:00	
	시간	20:30-20:35	21:30-21:35			
		타석수(명)	13			
	dB(A)	48.4	47.2	50.4		

주간의 경우 오후가 될수록 소음도가 증가하여 69명이 타석에 있을 때 최대 52.6dB(A)을 나타내고 있으며, 타석수를 보면 타석수가 49명, 51명, 50명일 때 거의 같은 수치를 나타내고 있다. 타석수가 비슷할 때 일정한 소음이 발생한다는 것을 생각할 수 있다.

4. Simulation 방법 및 결과

건설중인 골프 연습장에 수림대와 방음벽을 설치하였을 때 소음이 어느 정도 감소하는 지를 simulation을 통하여 분석하였다. Simulation에서 충격음원은 3개로 하여 각층별로 1개씩 설치하고 위치는 가장 영향을 미칠 수 있는 아파트에 최대한 가까이 하였다. 여기서 유의해야 할 사항은 동시 타석수이며 일반적으로 골프 연습장에서 타격 연습을 할 때는 주위에 있는 타인에게 방해를 주지 않도록 배려하게 된다. 그리고 타인이 타격을 할 때는 기다리거나 관찰을 하는 것이 일반적이다. 또한 타격을 가했을 때 타격 소음이 지속되는 시간이 fig. 2와 같이 0.128초 정도이므로 동시에 여러명이 타격을 가하게 되는 경우는 드물다고 판단되어, 본 simulation에서는 3인이 동시에 타격을 하는 경우를 가정하였다. 또한 타격 위치는 측정하고자 하는 아파트에서 제일 가까운 위치(40m 떨어진 지점)를 택하여 1, 2, 3층에서 동시에 치는 경우를 가정하였다.

Simulation의 경우는 table. 3과 같이 case 1, case 2, case 3, case 4로 분류하여 수림대 유무와 방음벽 유무 그리고 소음점으로 부터 측정점까지의 거리 및 표고차등을 고려하여 평가하였다.

Table. 3 Simulation case

case	동시 타석수	수림대 유무	방음벽 유무	거리 및 표고차 고려 여부
1	3 타석	X	X	O
2		O	X	O
3		X	O	O
4		O	O	O

<주> O : enable X : disable

Fig. 5는 해석대상인 OO골프장을 캐드로 작성한 것으로 수림대, 건물벽, 주차장, 도로, 골프연습장 필드는 raynoise에 입력되어 있는 흡음데이터를 사용하였으며 수림대의 경우는 6m의 높이로 설정하였다. 방음벽의 경우는 고속도로변에서 많이 사용하는 알루미늄 흡음형을 사용하는 것으로 가정하였고 방음벽의 성능은 table. 4와 같다.

Table. 4 Input data of the noise barrier

시험재료	일반흡음형방음판				
시료규격	95T*500*1960				
온도	19°C				
습도	67%				
중심주파수	250	500	1000	2000	평균
흡음률	1.043	0.819	0.689	0.509	0.765
중심주파수	250	500	1000	2000	4000
투과손실 dB	26.4	25.8	39.5	45.2	46.1

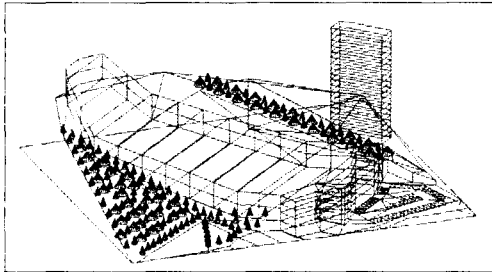


Fig. 5 CAD of an indoor driving range

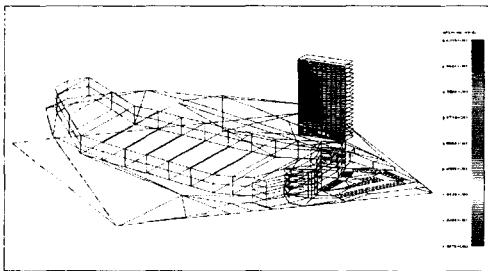


Fig. 6 Simulation of the case 1

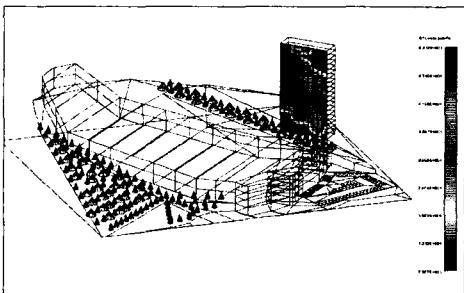


Fig. 7 Simulation of the case 2

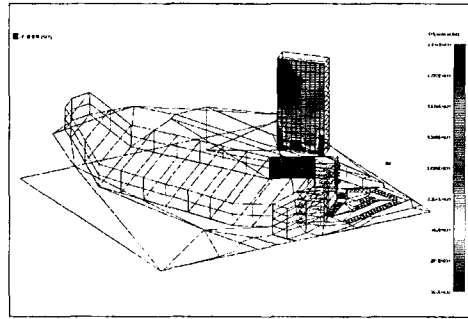


Fig. 8 Simulation of the case 3

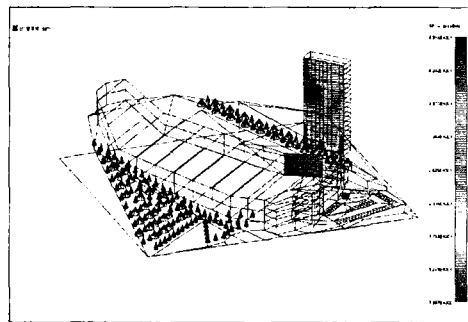


Fig. 9 Simulation of the case 4

Fig. 6는 수림대와 방음벽 미설치시의 결과이다. 이때 가장 진한색으로 표현되어진 부분이 가장 영향을 많이 받는 부분으로 최대값은 54dB(A)로 나왔다. Fig. 7은 수림대만 설치하였을 때의 결과로서 가장 영향을 많이 받는 부분은 53dB(A)이다

이것으로 수림대를 설치하였을 때 약 1dB(A)의 차음 효과가 발생 할 것으로 예측된다. Fig. 8은 수림대를 미설치하고 방음벽을 설치하였을 경우로 방음벽만 있을때 가장 영향을 많이 받는 부분은 49.14dB(A)이다. 그러므로 방음벽을 설치한 경우 미설치시와 비교하여 약 5dB(A)의 차음 효과가 발생하였다. 마지막으로 Fig. 9는 수림대와 방음벽 설치시의 결과로 가장 영향을 많이 받는 부분은 49dB(A)이다. 수치상으로 보면 수림대를 설치하지 않았을 때와 같지만 아파트 전면부의 색을 보면 전체적으로 소음 레벨이 감소하였음을 알 수 있다.

5. 결 론

본 연구는 건축중인 골프연습장을 대상으로 simulation을 통하여 여러 가지 case를 통해 얼마만큼 소음 저감이 가능한지에 대해서 예측을 하였다. 아파트에서 40m 떨어진 지점에서 3명이 동시에 타격시 수림대와 방음벽이 없는 경우 아파트 외벽에서의 최대 소음도는 15층 지점에서 약 54.3dB(A)이다.

수림대의 효과는 약 1 dB 정도로 수림대의 소음감소를 나타내고 있으며 방음벽과 수림대를 모두 설치한 경우 아파트 외벽에서의 최대소음도를 49 dB(A)정도 까지 낮출 수 있다. 여기서 아파트 외벽의 방음효과를 최고 3dB(창문을 열어 놓은 경우)로 가정하면 방 안에서의 소음도는 약 46 dB(A)정도로 까지 낮출 수 있다는 결과가 나온다.

골프공 타격시의 음향 출력레벨은 91.4 dB를 사용하였다. 따라서 3명이 동시에 타격을 한다고 가정하면 출력레벨이 91.9 dB인 기계 3대가 하루 중 일 가동되는 것이다. 그러나 골프 타격은 순간적이므로 본 simulation의 결과는 즉 실제 소음도보다 더 크게 예측되는 것을 전제로 한다. 또한 환경소음 기준 단위인 L_{eq} (등가소음레벨, dB(A))는 장시간에 걸친 소음도의 에너지 평균값으로 정의되므로 simulation한 결과와 비교하는데 상당한 어려움이 따른다. 따라서 향후 건설되는 골프연습장에서 정확한 측정을 바탕으로 데이터를 정립함이 필요하다고 사료된다.

참 고 문 헌

- (1) 오양기 : "공간음향의 Impulse Response에 관한 연구", 대한건축학회논문집 서울, 대한건축학회, 1993.11 v.9 n.11, 61, pp81-88, 1225-1974
- (2) J. D. IRWIN and E. R. GRAF, Industrial Noise and Vibration Control, Auburn University, Alabama
- (3) J. R. Hassail, M. Sc. and K. Zaveri, 1988, M. Phil. Acoustic Noise Measurements
- (4) 박상규 외 3인, 1998, 소음진동학, 동화기술출판사
- (5) LMS International, 1998, Raynoise Rev 3.0 User's Manual