골프연습장에서 발생하는 타격소음의 평가 및 영향범위

Evaluation and Effect Area of Hitting Noise Occurring at a Golf Driving Range

이 종 배* · 김 재 수†

Jong-Bae Lee and Jae-Soo Kim

(2011년 6월 10일 접수 ; 2011년 9월 27일 심사완료)

Key Words : Hitting Noise(타격소음), Golf Driving Range(골프연습장), Simulation(시뮬레이션)

ABSTRACT

Diverse sports are appearing due to the enhanced quality of life and improved cultural standards of the present society. In particular, as golf gains greater popularity from the public, many golf ranges are being constructed near residential areas. However, the hitting noise generated by golf disrupt the pleasant living environment of neighboring residents to generate strong disputes related with noise. In this perspective, this study analyzed the characteristics and dispersion of sound pressure level according to the frequency of hitting noises generated in golf driving ranges and used this data to predict the range of effect through computer simulation. Thus, it is stipulated that these research results can be used as useful data for establishing effective plans in the future during civil complaints reported in relation to hitting noises in golf driving ranges.

1. 서 론

최근 국민들의 문화수준 향상으로 골프문화가 대중으로 확산됨에 따라 주변 곳곳에 많은 골프 연습장이 건설되고 있다. 그러나 골프연습 시 골프채의 헤드와 골프공과의 타격소음이 끊이지 않아 주변 주민들의 쾌적한 생활환경을 침해하는 경우가 많아지고 있다. 이러한 소음은 주민들로 하여금 소음분쟁으로 연결되어 강력한 민원의 대상⁽¹⁾이 되어가고 있음에도 불구하고 골프타격소음의 특성이나 영향범위에 대한 연구자료가^(2,3) 부족하여 소음분쟁 시 그 해결을 위해 많은 어려움이 따르고 있다. 따라서 이 연구에서는 실내·외 골프장에서 발생하는 타격

소음에 대한 주파수별 특성과 음압레벨의 분포를 파악해보았다. 또한 이를 토대로 소음감쇠 예측식과 시뮬레이션을 이용해 타격소음의 영향범위를 파악해보았다. 이러한 자료는 향후 타격소음에 관련된 민원 발생 시 효과적인 대책 수립을 위한 유용한 자료 및 타격소음의 평가를 위한 실효성 있는 적정평가 지표로서의 기초로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

2. 골프채의 제원 및 타격소음의 측정방법

2.1 골프채의 제원

골프장에서 발생하는 타격소음은 골프채의 종류와 재질에 따라 틀리며, 실내 골프장과 실외 골프장의 소음발생 요인이 다르다.

실험에 사용된 골프채는 연습장에서 주로 사용하는 대표적인 채로 분류하여 우드, 아이언, 웨지로 나누었으며, 각각의 명칭과 모양은 Table 1, Fig. 1과

† 교신저자; 정회원, 원광대학교 건축공학과, 공업기술개발연구소

E-mail : soundpro@wku.ac.kr

Tel : (063)857-6712, Fax : (063)843-0782

* 정회원, 원광대학교 대학원 건축공학과

Table 1 Dimension of golf clubs

Division	No.	Name	Dimension	
			Inch	Gram
Wood	1.	Driver	45.25	297
	3.	Spoon	43	306
Iron	7.	Mesh bleak	37	354
Wedgy	P/W	Pitching wedgy	35.75	354

(a) P/W

(b) Iron no. 7

(c) Wood no. 1

(d) Wood no. 3

Fig. 1 Dimension of golf clubs

같다.

또한 골프공과의 직접적 타격면에 해당하는 헤드 부분은 페이스면이 스테인레스로 이루어진 골프채를 실험에 사용하였다.

2.2 골프장 타격소음 측정방법

측정대상 연습장의 모습은 Fig. 2와 같으며 실내 연습장의 경우 실외 연습장과는 다르게 타석 정면에 보호 커튼막이 있어서 타격소음 이외에 골프공과 커튼막의 충돌로 인한 소음이 발생하게 된다.

골프장에서 발생하는 타격소음을 측정하기 위하여 각 골프채의 종류별로 Fig. 3과 같이 타격지점에서 1.5 m떨어진 지점에서 DAT(digital audio tape recorder)로 각 골프채 당 5회씩 녹음하였으며, 녹음된 신호를 실험실에서 01dB사의 Symphonie를 이용하여 주파수 분석하였다⁽⁴⁾.

또한 타격소음의 일관성을 확보하기위해 남자 프로골퍼 선수 1명이 풀스윙 했을 경우에 타격소음을 측정하였다.

(a) Indoor driving range

(b) Outdoor driving range

Fig. 2 View of an indoor and an outdoor driving range **Fig. 3** Composition of measuring instrument

(a) Waveform of golf hitting noise

(b) Time history of golf hitting noise

Fig. 4 Waveform and time history of golf hitting noise

3. 골프 타격소음의 특성 및 영향

3.1 골프 타격소음의 시간응답곡선

Fig. 4는 각 타격소음의 시간응답파형⁽⁵⁾과 시간대별 음압레벨을 나타낸 것이다.

실외 연습장의 파형은 반사음이 없으므로 순간적으로 급격히 증가했다가 감소하는 특성을 보이고 있지만 실내 연습장의 파형은 타석정면의 보호 커튼막에 의한 충돌과 실내 반사음의 영향으로 타격 직후 실외 연습장에 비해 훨씬 높고 지속시간이 긴 파형을 나타내고 있다. 분석 시간은 타격시 음압레벨의 피크를 중심으로 실외 골프연습장은 0.5초, 실

내 골프연습장은 1.0초 정도의 시간을 분석에 사용하였다.

3.2 골프장 타격소음의 주파수 분석

Fig. 5는 녹음된 신호를 frequency analyzer를 이용하여⁽⁶⁾ 주파수 분석 한 결과이다.

Fig. 5를 보면 타격소음의 음압레벨(dB(A))는 실내·외 모두 골프채의 길이가 짧고 비거리가 적게 나오는 피칭웨지부터 골프채의 길이가 길고 비거리가 멀리 나오는 1번 우드 순으로 점점 커짐을 알 수 있으며 실외보다 실내의 음압레벨(dB(A))가 더 높게 나타났음을 알 수 있다. 또한 주파수별 특징을

Table 3 Regulation standard on daily noise(dB(A))

Subjects	Cause of noise		Time	Morning, evening (05:00~07:00, 18:00~22:00)	Daytime (07:00~18:00)	Nighttime (22:00~05:00)
Residential area, green zone, clustered settlement in managing area, residential development district, tourism and resort development district, wilderness area, school, general hospital, library,	Place of business	The same building		Below 45	Below 50	Below 40
		Others		Below 50	Below 55	Below 45
Other areas	Place of business	The same building		Below 50	Below 55	Below 45
		Others		Below 60	Below 65	Below 55

Table 4 Sound power level and effect area of hitting noise

Division	Outdoor		
	Measured SPL(dB(A)) to 1.5 m	PWL (dB(A))	Area of hitting noise to 45 dB(A)
P/W	79.2	90.7	About 75 m
Iron no. 7	80.8	92.3	About 90 m
Wood no. 3	83.9	95.4	About 130 m
Wood no. 1	87.7	99.2	About 200 m

Fig. 6 Site analysis of golf driving range

반자유공간에서 아무영향 없이 단순히 음의 거리감 쇄에 의한 영향이므로 실제 건물과 다양한 음의 감쇠조건이 있는 경우에는 차이가 있을 것으로 사료된다. 따라서 이 연구에서는 Cadna-A라는 시뮬레이션을 이용하여 골프 타격소음의 영향범위를 파악해 보았다.

4.3 컴퓨터 시뮬레이션을 통한 골프 타격소음 예측

이 연구에서는 도심 내 아파트와 상당히 근접해 있어 골프 타격소음으로 인해 피해가 발생할 것으로 판단되는 전북 I시 골프연습장을 토대로 그 영향범위를 파악해 보았다.

연구대상 골프연습장의 주변위치도는 Fig. 6과 같다.

Fig. 6을 보면 실제 주거지역에서는 골프장 주변 상황에 따라 복잡한 소음 전파 형상을 보일것으로 예상된다. 따라서 예측식만으로는 그 값을 신뢰하기 어렵기 때문에 컴퓨터 시뮬레이션을 통한 예측해

Fig. 7 Simulation modeling

보았으며, 시뮬레이션을 위한 3D modelling은 Fig. 7과 같다.

Fig. 7의 시뮬레이션에 사용된 Cadna-A(computer aided noise abatement)는⁽⁹⁾ 환경 소음의 계산, 평가와 예측을 가능케 하는 소프트웨어로 도시 전체 또는 도심지역에 관련된 각종 소음에 대한 시뮬레이션을 가능하게 해주는 프로그램이다.

4.4 시뮬레이션에 의한 소음 평가

각 골프채의 타격소음 중 가장 소음레벨이 큰 1번 우드의 파워레벨을 토대로 Cadna-A 프로그램을 이용하여 주변 소음도를 파악해 보았다. 또한 타격시 주변 아파트에 영향이 가장 클 것으로 예상되는 4층 가장자리에서 타격한다는 가정 후 시뮬레이션을 해 본 결과는 다음과 같다.

Fig. 8을 보면 1번 우드 타격시 실외소음 전파는 각 지형과 건물의 배치 등에 따라 분포됨을 알 수 있다. 이러한 소음 전파분포를 규제기준인 45 dB(A)의 범위를 축소해보면 Fig. 9와 같다.

Fig. 9를 보면 골프연습장에서 1번 우드 타격시 규제기준인 45 dB(A)의 영향범위에는 주변 건물에 영향이 없는 곳에서 약 195 m, 110 m 정도 떨어져 있는 B-104동, 65 m 떨어져 있는 A-102동, 35 m 정도 떨어져 있는 A-104동의 범위에 영향을 주는 것으로 나타났다. 따라서 각 건물의 형태와 위치 지형조건에 따라 그 영향범위가 다르게 나타남을 알 수 있다. 또한 예측식을 통해 계산한 영향범위와 시뮬레이션에서 건물이나 기타 감쇠조건이 최소화된 지역의 영향범위가 200 m와 195 m로 나타나 상당히 신뢰성

있는 결과를 보이고 있다. 그러나 건물이나 지형 및 감쇠조건이 복잡한 지역에서는 주변상황에 따라 다양한 음의 감쇠현상이 일어나므로 소음평가지 이러한 시뮬레이션을 이용한 방법이 필요할 것으로 사료된다.

이러한 결과를 토대로 1번 우드 타격시 그 영향 범위에 들어오는 아파트 실외 소음도를 층별로 파악해 보면 Fig. 10과 같다.

Fig. 10을 보면 1번 우드 타격소음과 110 m 거리에 있는 B-104동의 경우 40~49 dB(A), 65 m 거리에 있는 A-102동의 경우 44~57 dB(A), 35 m 거리에 있는 A-104동의 경우 43~55 dB(A)로 나타났다. 따라서 동일한 건물이어도 층별, 이격거리 정도에 따라 영향범위가 다르게 나타나 시뮬레이션을 이용하면 아주 세부적인 피해범위를 정확하게 예측할 수 있을 것으로 사료된다. 또한 골프 연습장과 근접해있는 A-104동의 경우 43~55 dB(A)로, A-102동 44~57 dB(A)보다 음압레벨이 낮게 나타났다. 이러한 이유는 소음원과의

(a) Section(①-①)

(b) Plane

Fig. 8 Shape of noise propagation

(a) Section(①-①)

(b) Plane

Fig. 9 Effect area of hitting noise by Wood no. 1 which raises up to 45 dB(A)

Fig. 10 Noise level of each building, subjected to hitting noise by wood no. 1

이격거리도 중요하지만 소음원과 피해 대상건물의 배치 즉 평행배치와 직각배치에 따라 피해정도에 차이가 나기 때문인 것으로 사료된다. 따라서 향후 타격소음에 대한 영향범위를 파악할 시 소음원의 전파형상 및 건물의 배치, 감쇠조건, 지형 등에 따라 값의 차이가 크게 나타나므로 수식에 의한 음의 감쇠로 파악하기 보다는 시뮬레이션을 통해 음의 전파형상 등을 파악하여 예측이 필요할 것으로 판단된다.

4. 결 론

이 연구는 최근 분쟁이 잦은 실내·외 골프 연습장의 타격소음의 특성 및 영향을 분석한 결과이며 결론은 다음과 같다.

(1) 실내·외 골프연습장에서 발생하는 타격소음은 피칭웨이, 7번 아이언, 3번 우드, 1번 우드 순으로 음압레벨이 높게 나타났다. 또한 각 주파수 분석결과 타격음이 자유공간으로 퍼져나가는 실외 연습장의 경우 주로 고주파수 부분의 음압이 높게 나타났으며 실내 연습장의 경우 골프 타격음이 실내표면에 반사되고 보호커튼막과의 충돌음 인해 31.5 Hz 근처의 중음역부분이 높아지다가 고음으로 갈수록 감쇠하는 특성을 보이고 있다.

(2) 실외 골프연습장에서 발생하는 타격소음의 음향파워는 피칭웨이 90.7 dB(A), 7번 아이언 92.3 dB(A), 3번 우드 95.4 dB(A), 1번 우드 99.3 dB(A)로 나타났으며, 예측식을 통해 건물이나 기타 감쇠조건이 없는 자유공간으로 전달 시 가장 엄격한 규

제기준인 45 dB(A)까지의 영향범위는 피칭웨이 약 75 m부터 1번 우드 약 200 m까지이다. 따라서 골프 타격소음의 음향파워를 예측을 통해 영향 범위 등을 파악할 수 있어 소음분쟁시 유용한 자료로 사용될 것으로 사료된다.

(3) 실외 골프연습장에서 발생하는 타격소음의 음향파워(PWL)를 토대로 시뮬레이션을 통해 그 영향 범위를 파악해 본 결과 예측식을 이용한 영향범위와는 자유음장으로 전파될 때는 거의 동일하지만 건물이나 주변 지형조건, 기타 감쇠조건들이 있을 경우에는 큰 차이를 보였다. 뿐만아니라 타격소음에 의한 피해범위는 소음원과의 이격 거리도 중요하지만 소음원과 피해 대상건물의 배치 즉 평행배치와 직각배치에 따라 피해정도에 차이가 나기 때문에 예측식을 이용한 피해범위의 파악은 많은 한계가 있을 수 있다. 따라서 시뮬레이션을 이용하여 주변의 모든 조건을 모델링 한 후 예측해보면 타격소음의 영향범위를 쉽게 파악할 수 있으므로 민원 발생 시 이러한 결과를 유용하게 활용 할 수 있을 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- (1) Kim, J. S., 2009, A Case Study of Dispute Resolution on Construction Noise and Vibration Damages for National Environmental Dispute Resolution, Journal of the Korean Society of Living Environmental System, Vol. 16, No. 5, pp. 486~493.
- (2) Lee, S. H., Ryu, K. H. and Park, S. K., 2001, A Prediction of Environmental Noise Near Indoor

Golf Driving Range, Proceedings of the KSNVE Annual Autumn Conference, pp. 892~896.

(3) Kim, J. K., 2005, The Effect of Noise on the Accuracy of a Golf Putting, Master's Thesis, Yongin University.

(4) J.R. Hassall, M.Sc., Zaveri, K. and Phill, M., 1988, Acoustic Noise Measurements, Brüel&kjær, pp. 211~221.

(5) Kim, J. S., 2008, Noise & Vibration(Second

Edition), Sejin Co., p. 360.

(6) R.B. Randall, B. and Tech., B. A., 1987, Frequency Analysis, Brüel&kjær, pp. 120~125.

(7) Enforcement Decree of the Noise and Vibration Control Act.

(8) Harris, C. M., 1979, Handbook of Noise Control, McGraw Hill Book Co., pp. 2-5~2-10.

(9) DataKustik, Cadna-A Manual.