

# 공동주택에서의 바닥충격음 인지도 분석

## The Analysis of Perceptual Levels For Floor Impact Noises in Apartments

°김경호\* · 전진용\*\*

Kyong-Ho Kim and Jin-Yong Jeon

**Key Words** : Floor impact noise(바닥충격음), The cost of developing structure(구조개선비용), Main source of floor impact noise(소음 주발생원)

### ABSTRACT

The floor impact noise in apartment buildings has been known as the most sensitively recognized environmental noise. Therefore, inhabitants perceptual evaluation of floor impact noises was investigated by a questionnaire survey. It was found that the respondents perceive the floor impact noises from the upper floor as a constant noise level. However, if there is any child on the upper floor, the respondents felt its noise as a harshly grating level. It was also found that the larger the respondents house is, the higher their wanted level of noise isolation is. Moreover, it was revealed that the main source of the floor impact noise from the upper floor is a child at the age from six to seven. The results could be used as fundamental data for the research on impact sources and new regulations that fit to Korean perceptual aspects and characteristics.

### 1. 서론

지금까지 바닥충격음에 대한 차음성능 기준과 충격음 저감을 위한 완충재 개발 등 많은 연구가 시행되어 왔다. 또한 최근 국내 주거수준이 향상됨에 따라 거주자들의 소음에 대한 관심이 높아지고 있어 주거환경을 고려한 바닥충격의 평가방법이 필요한 실정이다<sup>(1)</sup>. 따라서 공동주택거주자들에게 미치는 바닥충격음의 영향을 파악하고 주거환경을 고려한 평가를 할 수 있는 분석 및 검증 방안의 연구가 요구된다.

본 연구에서는 총 611세대의 아파트를 대상으로 각 세대를 방문, 1:1 면접을 통한 설문조사를 실시하여 공동주택 거주자가 해당 거주상황에서 경험하는 바닥충격음에 대한 크기(Loudness)와 곤혹도(Annoyance)를 파악하고자 한다. 본 연구에 사용된 설문양식은 대한주택공사에서 실시한

공동주택 바닥충격음 차단성능 기준설정 연구에서 사용된 내용<sup>(2)</sup>을 바탕으로 작성되었으며 생활실감은 차음지수별로 일본건축학회에서 제시한 자료를 토대로 9단계 척도로 구분하여 제시하였다.

### 2. 국내의 바닥충격음 관련 설문조사

1989년 대한주택공사에서 실시한 설문조사<sup>(3)</sup>에 의하면 표 1에서와 같이 공동주택에서 거주자들에 의해 발생하는 생활소음 중 바닥충격음 관련 소음에 대하여 가장 민감한 것으로 나타나 공동주택의 쾌적한 주거 환경을 위해 가장 개선이 시급한 대상소음으로 나타났다.

표 1 공동주택 거주자의 소음반응조사결과

	상층으로부터의 발생소음	옆세대로부터의 발생소음
1	아이들 뛰노는 소리	아이들 뛰노는소리
2	실내에서 걷는 소리	창호개폐음
3	창, 현관문 개폐음	T.V, 라디오, 스테레오,
4	계단, 복도의 발자국소리	현관문 개폐음
5	변기배수음	전화음, 이야기소리

\* 한양대학교 대학원 건축공학과  
E-mail : pangboy@dreamwiz.com  
Tel : (02) 2290-1795, Fax : (02) 2291-1793

\*\* 한양대학교 건축공학부

이후 10년이 지난 시점에서 1999년 서울 경기지역 공동주택 거주자 중 특히 주거 내 거주시간이 상대적으로 긴 주부 계층을 대상으로 실시한 생활소음 설문조사<sup>(4)</sup> 결과 그림 1에서와 같이 주간, 야간의 경우, 바닥충격음(44%)과 인접세대로부터의 공기전파음(37%)이 가장 큰 소음원으로 나타났으며, 가족구성원들의 귀가로 인한 공간의 사용 빈도나 구조/공기 전파음의 특성이 좀더 명료하게 되는 야간의 경우, 공기전파음(44%), 바닥충격음(22%), 그리고 설비소음(22%)의 순으로 생활환경에 소음원이 영향을 끼치는 것으로 나타났다. 따라서 주로 상층부에서 전달되는 바닥충격음이 거주자의 삶의 질에 가장 크게 영향을 미치는 요소라고 할 수 있다.

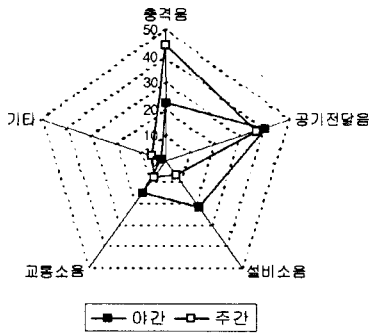


그림 1. 생활소음 Survey 결과

또한 전진용, 정정호<sup>(1)</sup>는 거주자 개개인이 느끼는 바닥충격음의 Annoyance를 정량화하고 청감영향요소를 평가하는 작업을 통하여 국내실정에 적합한 주관적 평가의 기초자료를 제공하기 위해 청감실험을 실시하였으며 Annoyance에 대한 거주자들의 상, 하한치 설정 결과 중량충격음은 L60~L50, 경량충격음은 L55~L45로 설정되었다.<sup>(1)</sup>

### 3. 설문항목 및 분석방법

#### 3.1 설문항목

설문지에서 채택한 설문 항목으로는 중량충격음과 경량충격음에 대한 각각의 크기(Loudness)와 곤혹도(Annoyance)를 평가하였다. 또한 충격소음 차단이 필요할 경우 개인이 지불 가능한 금액의 층역 및 벽체 및 바닥의 두께를 증가할 경우 거주자의 주거공간 감소에 대한 수용한계 영역에 대한 질문도 포함하였다. 마지막으로 표 2와 같이 상층부 바닥충격소음의 주원인 및 주 발생 연령층에 대한 조사를 실시하였으며<sup>(7)</sup> 또한 각 설문항목의 척도에 대한 내용은 표 3과 같이 제시하였다.

표 2. 설문조사항목

설문 분류	내 용	평가 척도
일반사항	1) 신상 : 성별, 연령, 가족구성	
	2) 위층 어린이 유무	
	3) 실내 마감재 형태	
상층부 소음	4) 중량충격음	9점척도
	5) 경량충격음	
차음시공 비용	6) 차음시공비용부담금액	7점척도
	7) 내부환경 변화	
소음발생 원분석	8) 발생원 연령분석	7점척도 6가지종류
	9) 충격소음 주 발생원분석	

표 3. 평가척도 세부내용

중량충격음	경량충격음	상층부아동 연령분석	차음시공비용
9점척도		7점척도	7점척도
1 ~ 3 : 신경 쓰이지 않는다		3~5세	필요없다
4 ~ 6 : 신경 쓰인다		6~7세	50만원이하
7 ~ 9 : 매우 신경쓰인다		8~9세	50만~100만원
		10~11세	100만~300만
		12~13	300만~500만
		14~16	500만~1000만
		고등학생이상	1000만원이상

#### 3.2 분석방법

첫 번째 분류로 총 611세대의 설문조사결과를 표4와 같은 방법으로 분류하여 분석을 실시하였다. 중량충격음의 경우 주 소음원이 상층부에 거주하는 아동이므로 전체 세대중 상층부에 아동이 거주하는 세대에 대한 분석을 별도로 실시하여 전체세대의 중량충격음에 대한 인지도평균과 비교하였으며 경량충격음은 바닥마감재의 종류를 4가지로 분류하여 각각의 재료별 경량충격음에 대한 인지도평균값을 비교하였다. 또한 구조개선지불 비용 분석에서는 주택의 소유 형태에 따라 자택 및 전, 월세로 구분하여 자택을 소유한 세대의 비용평균값과 전체세대의 비용평균값을 비교분석 하였다.

표 4. 설문항목별 분류기준

설문 항목		평가척도
뛰는 소음, 쿵쿵거리는소음	중량충격음	상층부아동의 존재유무
가구등의 덜그러 거리는 소음	경량충격음	표층재료에 의한 분류
구조개선에 필요한 비용부담에 대한 용의	구조개선 지불비용	주택의 소유 형태
바닥충격소음을 크게 발생시키는 연령대	응답자연령대	연령대별 구분

두 번째 분류로 거주자들의 충격소음에 대한 반응을 파악하기 위해 거주하고 있는 아파트를 평형별로 대형, 중형, 소형으로 분류하여 분석하였으며 대형은 40평초과, 중형은 25평이상 40평이하, 소형은 25평 이하로 세분하였다.

주택소유형태는 자택, 전세, 월세 세 가지로 분류하였으며 각 형태별 분포는 그림 2와 같다. 자택을 소유한 세대의 비율은 조사대상 세대의 80% 이상이었으며 중, 대형 이상의 아파트의 경우 대부분의 조사대상 세대가 자택을 소유하고 있었다. 주택소유형태별 분류는 바닥충격을 저감을 위한 구조개선이 필요한 경우 거주자가 부담 가능한 구조개선키비용의 분석을 통해 자택을 소유한 세대의 평균 값과 모든 소유형태를 포함한 전체 세대와의 평균 값 비교에 사용되었다.

응답자들이 거주하고 있는 아파트의 규모에 따른 평형별 분류의 결과는 다음 그림 2와 같이 25평 이상 40평 이하의 중형 아파트가 약 50%를 차지하였다.

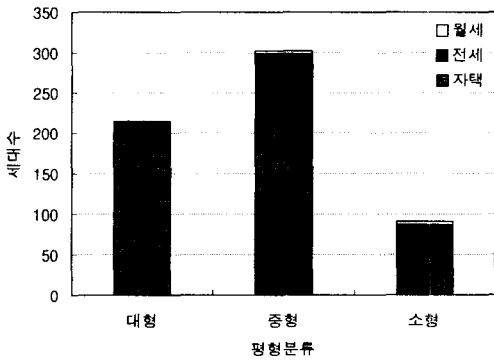


그림 2. 평형별 분류 및 주택소유현황

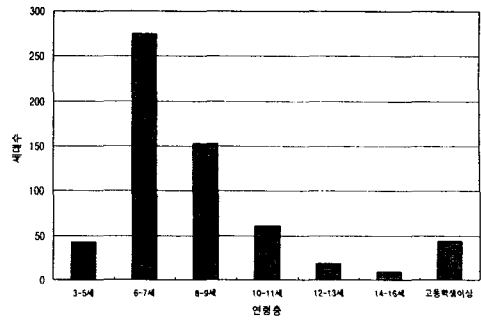


그림 3. 중량충격음 주 발생연령대 분석

주소음원 분석결과 그림 4와 같이 전체 응답자중 308명이 어린이 달리는 소리를 가장 큰 소음원으로 지적하였으며 각 항목별 세부내용은 표 6에 나타났다.

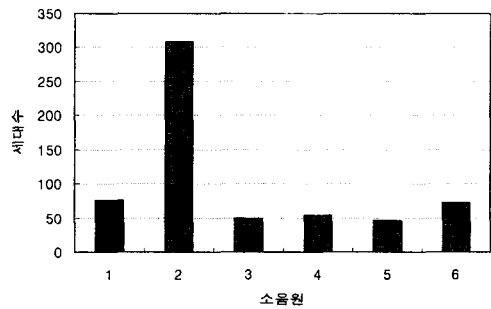


그림 4. 충격소음 주발생원 분석

## 4. 분석결과

### 4.1 중량충격음의 인지도

중량충격음에 대한 거주자의 인지도 분석 결과는 그림 5,6과 같이 전체세대를 평형별로 분류 한 결과 소형아파트에서 상층부 충격소음에 대해 가장 민감하게 인지하였으며 대형, 중형, 소형아파트에서 각각 다른 값의 인지도를 갖는 것으로 나타났다. 전체적인 인지도는 9점 척도 기준에서 약4점도의 '신경 쓰인다' 라는 반응을 보였다.

또한 중량충격음의 주 발생연령층 분석 및 주소음원 분석에 따르면 그림 4과 같이 초등학교 취학이전의 연령층인 6-7세 아동들이 주소음원인 것으로 나타났다. 이는 대상 연령층아동들의 가정내 활동 시간과 비례하여 나타난 결과로 사료되며 성인이 발생시키는 바닥충격음에 비해 충격소음의 물리적 양이 크지 않더라도 반복적으로 자주 발생하는 6-7세 아동의 충격소음이 거주자들에게 거부감을 불러일으키는 것으로 사료된다.

표 6. 상층부 충격 소음원의 종류

분류기호	내 용
1	어린이 제자리 뛰는소리
2	어린이 달리는 소리
3	어린이가 의자에서 뛰는 소리
4	성인이 걸어 다니는 소리
5	물건이 떨어지는소리
6	기타(악기소리,설비소음,동물짖는소리등)

표6에서와 같이 상층부 6-7세 아동의 달리는 소리가 주소음원으로 분석된 위 결과를 바탕으로 상층부 아동유무에 대한 분석결과 전체 611세대중 220세대가 상층부에 아동이 존재하는 것으로 나타났으며 이들 세대에 대한 중량충격음 인지도 분석을 실시한 결과 각 평형별 중량충격소음 인지도가 거의 비슷하게 나왔으며 평균 인지도는 '매우 신경 쓰인다' 의 정도인 약 5.5 의 높은 값을 나타냈다. 즉 상층부에 아

등이 존재하는 경우 항시소음의 상한레벨인 6에 근접하는 수준에 충격소음을 인지하는 것으로 사료된다.

중량충격의 인지도 조사결과와 세 집단간의 평균차에 대해 통계분석 실시 결과(Anova test) 전체세대의 세 집단 충격소음에 대한 인지도차이가 5%의 유의수준내( $P=0.004$ )에서 통계적인 의미를 갖는 것으로 분석되었으나 아이가 있는 세대에서는 바닥충격음에 대한 세 집단간 인지도 차이( $P=0.560$ )는 거의 없는 것으로 분석되었다.

따라서 상층부에 아동이 존재 할 경우에는 평형에 관계없이 모든 세대에서 동일한 수준으로 바닥충격음을 인지하고 있는 것으로 나타났다.

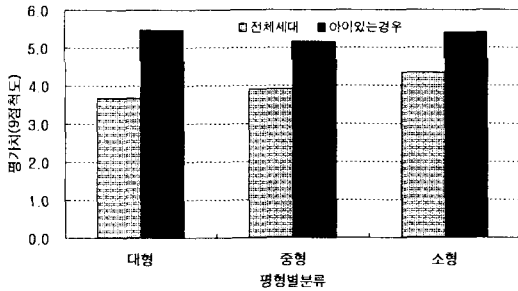


그림 5. Loudness 평가결과

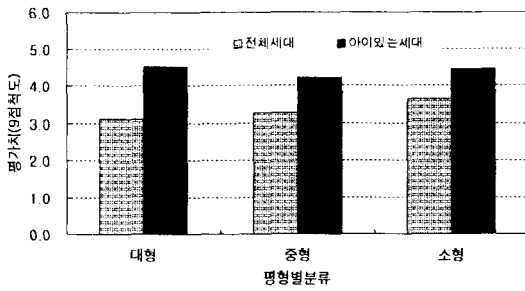


그림 6. Annoyance 평가결과

중량충격음에 대한 거주자의 Annoyance 평균 인지도는 약 3.2로 역시 항시 소음레벨수준으로 인식하였으며 상층부 아이가 있는 세대의 경우에는 인지도 평균값이 4.3정도로 나타나 Loudness 반응결과 값과 마찬가지로 상층부에 아동이 있는 세대에서 보다 높게 평가되었다.

#### 4.2 경량충격음의 인지도

경량충격음의 인지도는 그림7, 8 과 같이 바닥마감재에 의해 카페트, 모노튬류, 온돌마루, 장판등으로 분류하여 각 바닥마감재별 경량충격음 인지도의 평균값을 비교 분석하였다. 바닥마감재에 따른 각 재료간 평균차이가 크진 않았지만 표층재료가 두껍고 경량충격음을 차단할 수 있는 재질인 모

노튬류, 카페트 종류의 평균값이 상대적으로 낮게 나온 것을 알 수 있었으며 경량충격음의 전체적인 인지도 역시 '신경 쓰인다'의 레벨인 3을 상회하고 있어 경량충격음역시 거주자에 의해 문제시되는 수준으로 인지되고 있는 것으로 나타났다.

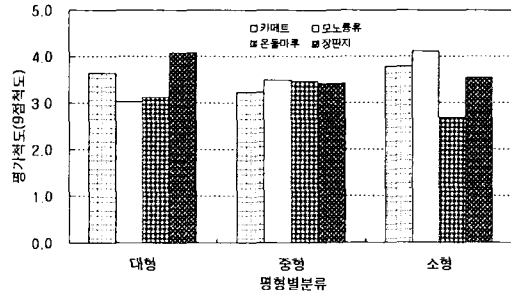


그림 7. Loudness 평가 결과

경량충격음에 대한 거주자의 Annoyance 평가 결과 중, 대형평수 거주자들보다 소형평수거주자들이 전체적으로 보다 높은 Annoyance 평균값이 나타나 소형평수 거주자들이 바닥충격음에 민감한 것으로 나타났다.

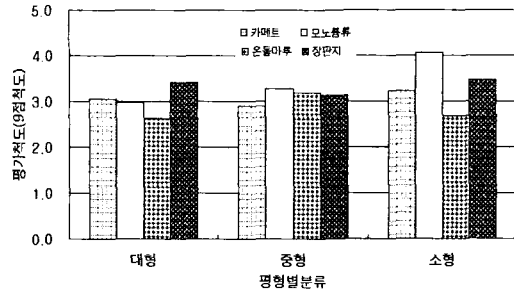


그림 8. Annoyance의 평가결과

#### 4.3 구조개선비용분석

구조개선에 필요한 차음시공비용에 관하여 조사하기 위해 7점 척도를 사용하여 평가하였다. 전체세대의 구조개선 비용 분석결과 그림9와 같으며 세 집단간 개선비용차이가 대형과 중형에서는 2.41(약70만원)로 거의 유사하였으며 소형에서는 2.11(약50만원)로 나타나 중, 대형 아파트거주자들의 경우 소형 아파트 거주자들보다 차음을 위한 구조개선에 보다 높은 관심을 보였다.

전체 세대 중 소유형태에 따라서 자택을 소유한 경우에 한해서 분석을 한 경우 대형과 중형에서는 구조개선에 대하여 비슷한 수준의 관심을 보였으나 소형의 경우 2.27의 평가치가 나왔다. 대형 및 중형의 값이 유사하게 나온 것은 이들 집단 내에는 대다수가 자택을 소유하고 있어 구조개선

비용부담의 수준이 높은 것을 알 수 있었다. 전, 월세의 비중이 상대적으로 높은 소형평수의 경우 그림 9와 같이 전체 세대와 자택을 소유한 경우의 개선비용지불차이가 현저하게 나타났다.

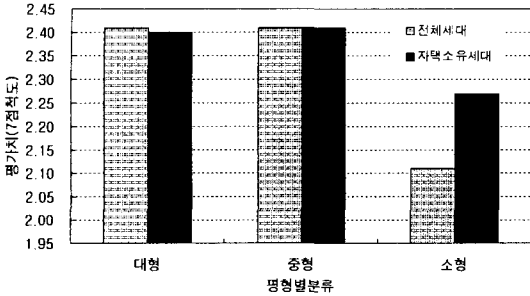


그림 9. 구조개선지불비용분석

#### 4.4 연령층별 충격소음 인지도

응답자의 연령에 따른 소음 인지도분석결과는 그림10에서와 같이 40대 응답자와 30대 응답자가 충격소음에 가장 민감한 것으로 나타났으며 10대, 20대, 50대, 60대는 충격소음의 인지도가 낮았다. 따라서 연령구성비율과 소음의 인지도와 연관되어 분석 할 필요성이 있다고 사료되며 바닥충격음 관련 평가척도 마련 시에도 고려해야 할 것으로 판단된다

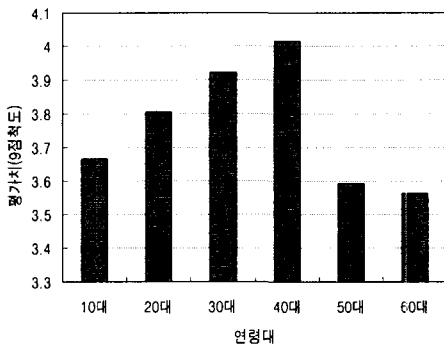


그림 10. 응답자 연령별 소음인지도 평가결과

#### 5. 분석 및 고찰

설문조사 결과 항목별 분석결과에 대한 원인 및 의미는 다음과 같다.

중량충격음의 경우 소형 아파트 거주자의 인지도가 상대적으로 높았으며 이는 소형 아파트 거주자들의 평균연령층의 대다수가 어린 자녀가 있는 30대중반의 연령층이기 때문인 것으로 사료된다. 또한 상층부에 아동이 존재할 경우 중, 대형 아파트와 소형아파트 거주자의 소음인지도 차이가 거

없는 것으로 보아 중량충격음에 의한 거주자의 인지도에 가장 큰 영향을 미치는 요소는 상층부에 거주하는 아동의 달리는 소리로 인한 바닥충격음인 것으로 나타났다.

주소음원 및 총량충격음의 주 발생 연령대 조사를 통해 6-7세의 아동의 달리는 소리가 주요인으로 나타나 주거내 생활시간대가 많은 아동들의 반복적이며 많은 횟수를 가진 충격소음에 민감한 것을 알 수 있다.

경량충격음의 경우 바닥감재에 따른 소음인지도 분석 결과 각 재료별 인지도 평균값의 차이가 뚜렷한 경향을 나타내지는 않았으며 경량충격음의 소음인지도 역시 중량충격음과 마찬가지로 항시소음 레벨(3.0)을 넘어서는 수준인 것으로 나타났다.

구조개선비용 지불금액 분석결과 중, 대형 평수 거주자들의 지불 금액이 소형 아파트 거주자들의 지불 금액에 비해 약 1.4 배 정도 많았으며 중량충격음 분석결과와 비교할 경우 소형 평수 거주자들의 음환경이 더 열악한 것으로 나타났으나 오히려 차음시공에 본인의 자산을 투자하려는 의지는 중, 대형 아파트 거주자들에 비해 현저히 떨어지는 것을 알 수 있다. 이는 중, 대형아파트 거주자들은 충격소음의 발생량이 적음에도 불구하고 보다 충격소음의 차음에 보다 능동적이라 할 수 있다. 따라서 국내주거수준이 향후 지속적으로 높아질 것을 감안하면 충격소음의 차음에 많은 연구가 병행되어야 할 것으로 사료된다.

#### 6. 결론

전체 응답자들중 54%가 중량충격음과 경량충격음을 인지되는 정도를 항시소음의 하한레벨 이상으로 평가하였다. 특히 상층부에 아동이 있을 경우 응답자의 29%가 상층부에서 발생하는 바닥충격음이 '매우 신경 쓰인다'라고 평가하고 있는 실정이므로 이에 대한 개선대책이 반드시 필요한 것으로 사료된다

그러나 현재 바닥충격음 관련 기준 설정시 적용되고 있는 표준중량충격원<sup>(5)</sup>의 충격특성과 다른 특성을 지닌 아동의 달리는 소리에 거주자들이 더욱 민감하게 반응하고 있으므로<sup>(8)</sup> 바닥충격음의 기준에 적용되고 있는 중량충격원 보다 실제어린이들의 충격소음을 보다 잘 재현할 수 있는 표준충격원 개발이 필요하다.

본 연구에서 수행한 층간소음 방지를 위한 구조개선에 대한 거주자의 지불비용산정은 신축 APT차음시공 및 보수보강의 공사비 산정에 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

## 참 고 문 헌

- (1) 전진용, 정정호(2001) "표준음원에 대한 Annoyanc 평가 및 차음등급 설정에 관한 연구", 대한건축학회 논문집, 17권7호 pp179-pp185
- (2) 김홍식, 김하근, 김명준, 조창근(2001), 대한주택공사 주택연구소, "공동주택 바닥충격음 차단 성능기준 설정연구"
- (3) 대한주택공사 주택연구소(1990), "공동주택 내부소음 기준설정연구 I : 바닥충격음의 차음성능기준".
- (4) J.Y.Jeon(2001), Subjective evaluation of floor impactnoise based on the model of ACF/IACF, Journal of Sound and Vibration 2001 241(1), 147-155
- (5) KS F 2810-1 : 2001, " 바닥충격음 차단성능 현장측정 방법-제1부 표준경량충격음에 의한 방법"
- (6) KS F 2810-2 : 2001, " 바닥충격음 차단성능 현장측정 방법-제2부 표준중량충격음에 의한 방법"
- (7) 김명준(2001), 공동주택의 바닥충격음 차단성능 기준설정 방향, 한국소음진동공학회지 공동주택과 바닥충격음에 대한 세미나 자료, pp53-66
- (8) 전진용, 정정호(2002), 공동주택에서 표준충격원과 실제 발생충격원과의 대응에 관한 연구, 대한건축학회 논문집, 18 권 1호 pp187-pp194