

## 도심에서 발생하는 철도진동이 인근주민에게 미치는 영향에 관한 연구

장영휴\* · 곽광수 · 김재수

원광대학교 건축공학과  
\*순천제일대학 건축학과

(1999년 12월 3일 접수, 2000년 3월 24일 채택)

## A Study on the Effect of the Railway Vibration on the Residents in Urban Area

Young-Hue Jang\* · Kwang-Soo Kwak · Jae-Soo Kim

*Department of Architectural Engineering, Wonkwang University*  
*\*Department of Architecture, Suncheon First College*

### ABSTRACT

With the rapid industrial development, a railway has become a main traffic means. But, rail traffic noise and vibration have become a major problem in urban area as well as a very serious issue in the living environment. Especially, noise and vibration induced by the rail operation have influenced on the residents' living nearby railway tracks. Nevertheless, adequate guidelines for the railway vibration are not yet established because of the lack of basic data and insufficient research works. In this point, the present study attempt to survey the effect and subjective response of railway vibration in urban area using questionnaire. This study also presents a basic data in establishing effective vibration plans for railway vibration in the future.

## 요약문

철도는 급격한 산업발전과정에서 주요 교통수단으로 등장하여 국가발전과 국민편익에 지대한 공헌을 해왔다. 그러나 이러한 발전과 편리함에도 불구하고 심각한 소음·진동공해를 유발시켜 철도변 인근주민들의 불만족 지적률이 날로 증가하는 실정이다. 또한 철도진동은 철도소음에 비해 상대적으로 인식정도가 낮아 직접적인 피해를 유발시키지 않을 것으로 생각하고 있으나, 외국의 조사결과에 의하면 철도진동은 철도주변 거주자들의 육체적, 정신적 건강에 심각한 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다. 따라서 철도진동은 철도소음과 더불어 정온한 주거환경을 해치는 중요한 변수로 등장하고 있으며, 효율적인 철도진동 대책수립을 위해서는 우리 실정에 적합한 자료의 확보가 선행되어야 하지만, 아직까지 국내에서는 이에 대한 인식의 부족과 자료의 결핍 등으로 인해 많은 어려움을 겪고 있다. 이러한 관점에서 본 연구는 전북지역의 주요도시인 전주, 익산, 군산을 대상으로 설문조사를 실시하여 철도진동의 영향에 따른 피해정도와 주관적 반응을 평가해 봄으로써 향후 효율적인 철도방진 대책을 수립하는데 기초적인 자료를 제시하고자 한다.

주제어 : 철도진동, 철도소음, 주관적 반응

## 1. 서론

철도는 급속한 산업발전의 과정에서 대량운송과 정시운행의 장점으로 인력과 물류의 이동이 원활해짐으로써 국가산업발전과 국민편익에 지대한 공헌을 해왔으며, 중요한 교통수단으로 점차 그 기능이 확대되고 있다.

그러나 이러한 철도의 순기능에도 불구하고 심각한 소음·진동공해를 유발시켜 철도변 지역주민들의 불만족 지적률이 날로 증가하는 실정이다. 일반적으로 진동은 소음에 비해 그 인식정도가 낮아 건축물 등에 피해를 줄 정도가 아니면 주민건강 및 일상생활에 지장을 주지 않을 것이라고 생각하고 있으나 소득수준의 향상과 더불어 많은 국민들이 쾌적하고 정온한 주변환경을 갈구하게 되었고, 최근에 와서는 각종 건설공사 등에서 발생하는 진동으로 인하여 건물피해, 가축피해 등이 잇따르고 있으며, 각종 교통수단에 의하여 진동에 노출되는 정도와 시간이 증가추세에 있기 때문에 진동의 영향에 대한 관심이 점차 고조되고 있다. 따라서 주변환경에 영향을 주고, 건축구조물 등을 파괴시킬 수 있는 주요 환경진동원 중의 하나인 이러한 철도진동이 철도소음과 더불어 정온한 주거환경을 해치는 중요한 변수로 등장

하고 있으나, 아직까지 국내에서는 이에 대한 인식의 부족과 자료의 결핍 등으로 인해 많은 어려움이 있다.

이러한 관점에서 본 연구는 전북지역의 3대도시인 전주, 익산, 군산을 대상으로 설문조사를 실시하여 철도진동의 영향에 따른 피해정도와 주관적 반응을 평가해 봄으로써 향후 효율적인 철도방진 대책을 수립하는데 기초적인 자료를 제시하고자 한다.

## 2. 연구내용 및 방법

철도주변 거주지역의 영향 및 주관적 반응을 파악하기 위해 본 연구에서는 설문지를 이용한 면접조사를 실시하여 그 실태를 파악해 보았다. 설문조사는 물리적인 각종 피해상황에 대해 인식자는 기준이 각각 다른 응답자의 혼돈을 최소화시키기 위하여 조사자가 사전에 직접 관찰한 후에 면접조사를 통하여 충분히 설명한 뒤 체크하도록 하였다. 설문지의 구성은 철도진동에 대한 관련문헌 및 논문을 기초로 하여 구성하였으며, 조사대상의 일반적인 특성을 파악하기 위한 4가지 항목과 철도진동에 대한 반응을 평가하기 위한 16개 항목으로 구성되어 있다. 특히

철도진동에 대한 반응을 평가하기 위한 항목은 5단계 SD(Semantic Differential Scale)척도를 사용하여 질문하였으며 1단계에서 5단계 척도중 점수가 높을수록 인지도가 높은 것으로 해석하였다. 설문은 예비조사를 먼저한 뒤 문제점을 보완하여 1998년 3월 1일부터 1998년 4월 20일까지 철도진동에 의한 영향이 있을 것으로 판단되는 100m 이내 지역을 대상으로 본 조사를 실시하였다. 설문대상 지역은 전북지역의 주요도시인 전주, 익산, 군산을 대상으로 실시하였으며, 500부를 배포하여 420부를 회수하였으며, 면접조사를 통하여 충분히 설명하였으나 이중 자료처리에 부적합한 40부를 제외한 380부(회수의 90.5%)만을 대상으로 분석하였다. 본 연구에서는 SPSS/PC+ 통계처리 프로그램을 사용하였으며, 여기에서 분석된 결과들을 가지고 Excel 프로그램을 이용하여 도표화시켰다.

### 3. 조사대상 지역의 특성

#### 3.1. 대상지역의 주변현황

조사대상 지역은 전북지역의 주요도시인 전주, 익산, 군산역 주변의 주거지역을 대상으로 하였으며, 각 대상지역은 거의 유사한 주거특성을 나타내고 있으며, 주변현황은 Fig. 1과 같다.

그림에서 보면 모든 대상지역에서 철도는 도심지를 경유하고 있으며, 주위에는 많은 주거지역이 밀집해 있음을 알 수 있다.

#### 3.2. 대상지역의 철도진동특성

각 대상지역에서 운행횟수가 가장 빈번한 무궁화호를 대상으로 철도와의 이격거리에 따른 진동가속도레벨을 가속도 수준  $10^{-5}m/sec^2$ 으로 파악해 보면 Fig. 2, Fig. 3, Fig. 4와 같다.

그림에서 보면 측정대상 지역의 기반조건에 따라 각각의 주파수 특성이 약간 다르게 나타나고 있으

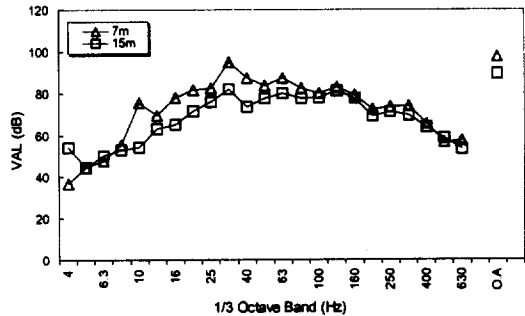


Fig. 2. Comparison of vibration acceleration level (VAL) according to each distances (Chonju).

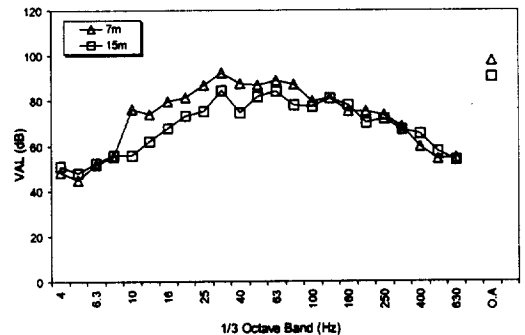


Fig. 3. Comparison of VAL (dB) according to distances (Iksan).

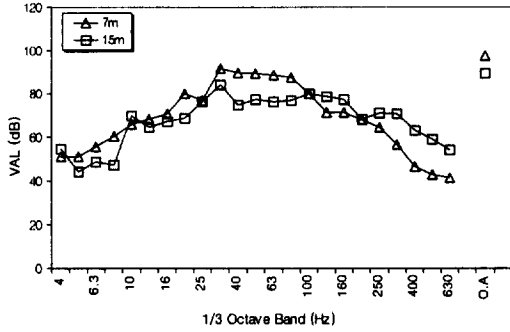


Fig. 4. Comparison of VAL(dB) according to distances(Kunsan).

나, O.A값을 통해 본 거리에 따른 감쇠는 모든 대상 지역에서 거의 유사한 패턴을 보이고 있으며, 전체적으로 매우 높은 진동가속도레벨을 나타내고 있다. 또한 열차통과시 전달되는 지반진동의 경우를 파악해 보면 저주파와 고주파 대역에서는 진동가속도레벨이 낮고 약 31.5Hz 대역에서 peak치를 나타내는 주파수 특성을 보이고 있다.

## 4. 분석 및 고찰

### 4.1. 조사대상의 일반적 특성

응답자들의 일반적 특성으로 성별, 연령, 거주년수, 가계 월 평균소득 등을 조사하였으며 그 결과는 Fig. 5와 같다.

그림에서 보면 응답자의 성별은 남자가 44%, 여자가 56%로 비교적 고른 분포를 보이고 있다. 연령은 20대와 30대, 40대가 81%로 대부분을 차지하고 있으며, 거주자들에게 미치는 철도진동의 영향을 충분히 파악할 수 있을 것이라고 판단되는 거주

Fig. 5. General characteristics of respondents.

년수를 3년 이상이라고 볼 때 응답자의 60%가 이에 속한다. 또한 월평균 수입이 150만원 이하를 저소득층이라고 생각할 때 응답자들의 65%가 여기에 속해서 철도주변에 거주하는 주민들의 소득수준과 생활수준이 일반 도심에 거주하는 주민들보다 상대적으로 낮음을 알 수 있다.

### 4.2. 현 주거지역에 대한 만족도

철도주변 지역에 거주하는 주민들의 만족도를 알아보기 위해 다음과 같은 조사를 실시하였다.

먼저 '현재 거주하는 곳에서 이사하기를 원하느냐'는 질문에 대한 응답결과를 파악해보면 Fig. 6과 같다. 그림에서 보면 응답자의 74.5%가 '이사항 의향이 있다'고 응답해 현 주거지역에 대해 상당히 불만족을 느끼고 있는 것으로 나타났다.

또한 '이사를 하고 싶은 가장 큰 이유'에 대한 응답을 Fig. 7에 나타내었다. 그림에서 보면 '철도소음과 진동으로 주변이 너무 시끄럽고 복잡해서'가 43.4%를 나타내고 있으며, '주변환경이 좋지 않아서'라는 응답이 27.5%를 차지하고 있어 철도주변 지역은 하루종일 발생하는 철도소음·진동으로 인해 매우 열

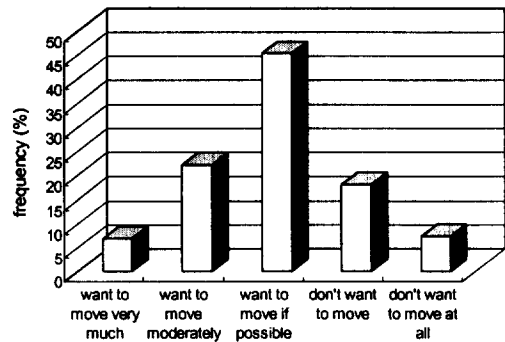


Fig. 6. Intention of house-moving.

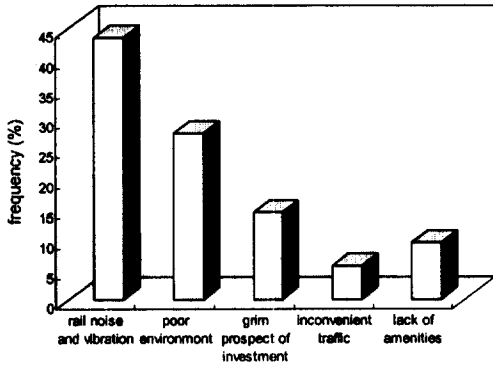


Fig. 7. Reasons for house-moving.

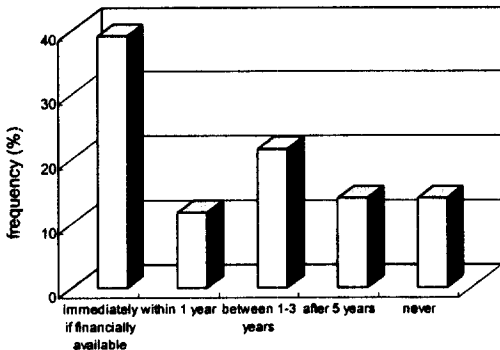


Fig. 8. Times for house-moving to other areas.

악한 환경에 노출되어 있음을 알 수 있다.

더구나 '이사를 가게 된다면 시기를 언제쯤으로 원하느냐'는 질문에 대한 결과는 Fig. 8과 같으며, Fig. 8에서 보면 응답자의 39%가 '경제적인 문제만 해결된다면 지금이라도 즉시'라고 응답하여, 거주자들이 철도주변 주거지역에 대해 매우 불만족스럽게 생각하고 있는 것으로 나타났다.

### 4.3. 철도진동의 피해시간대와 전달

#### 4.3.1. 철도진동으로 인한 피해시간대

철도주변 지역의 거주자들은 하루종일 발생하는 철도진동으로 인해 많은 영향을 받고 있다. 따라서 본 연구에서는 하루중 철도변 주거지역에서 거주하는 주민들이 철도진동으로부터 피해를 느끼는 시간대를 파악해 보았으며 그 결과는 Fig. 9와 같다.

그림에서 보면 하루중 철도진동에 의한 영향이 가장 크다고 생각되는 시간대는 밤 8시와 12시 사이

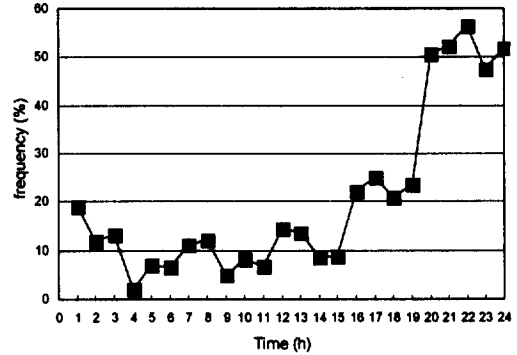


Fig. 9. Hours of damage by railway vibration.

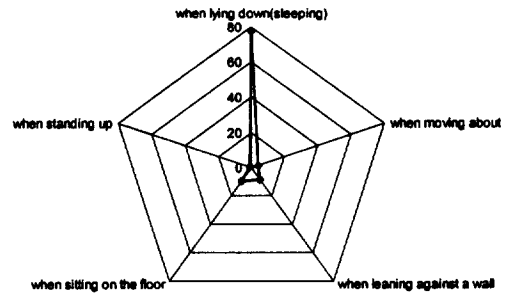


Fig. 10. Effect of railway vibration according to each behavior of residents.

로 매우 높게 나타나고 있는데, 이 시간대는 주로 구성원들간에 가족생활을 영위하거나 수면을 취하는 시간임을 감안해 보면 철도진동에 대해 매우 민감한 반응을 보이고 있음을 알 수 있다.

#### 4.3.2. 철도진동의 인체로의 전달

철도진동으로부터 어떠한 경우, 인체에 가장 많은 영향을 받는지에 대해 파악해 보면 Fig. 10과 같다.

그림에서 보면 '취침시(누워 있을 경우, 75%)'에 철도진동의 영향을 가장 많이 받는다고 응답하였으며, 다음으로 '방에 앉아 있을 경우(10%)'라고 응답하였는데, 이는 철도진동에 의해 발생된 진동은 지반을 통해서 건물에 전달되므로 신체와 바닥의 접촉면이 많을수록 진동에 의한 영향이 커짐을 알 수 있다. 따라서 이러한 결과는 철도진동으로 가장 영향을 많이 받는 시간대가 수면을 취하는 밤 8시~12시로 볼 때 매우 깊은 연관성이 있음을 알 수 있다.

#### 4.4. 철도진동의 영향

철도진동은 주변지역에 거주하는 주민들에게 영향을 미칠 뿐만 아니라 구조물 및 다른 물체에 미치는 영향도 매우 클 것으로 생각되어 본 연구에서는 철도진동의 물리적 영향과 인체에 미치는 생리적, 심리적 영향으로 구분하여 그 영향을 파악해 보았다.

##### 4.4.1. 철도진동으로 인한 물리적 영향

철도진동이 구조물 및 다른 물체에 미치는 물리적 영향을 파악하기 위하여 9가지의 물리적 영향도를 조사한 결과는 Fig. 11과 같다.

그림에서 보면 비교적 영향력이 크다고 판단되는 척도인 "매우 크다"와 "크다"라고 답한 응답자의 지적률을 가지고 파악해 보면, 철도진동 발생시 '창문이나 창호지가 떨린다'라고 응답한 사람이 23%를 차지하고 있으며, 다음으로 '문, 창문개폐에 지장이 있다(17.4%)', '벽에 금이 간다(14.5%)' 순으로 나타났다. 따라서 이러한 물리적 영향은 철도주변의 건물에 직·간접적인 영향을 주어 하자를 발생시킬 수 있으므로 이에 대한 실효성있는 대책수립이 요구된다고 할 수 있다.

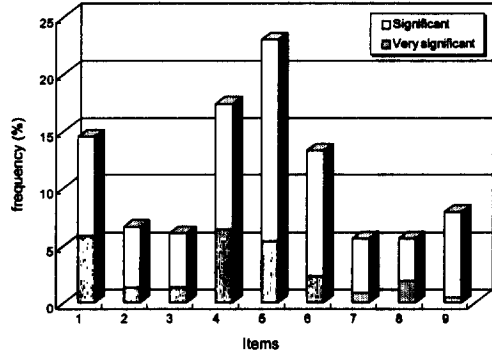
##### 4.4.2. 철도진동으로 인한 생리적 영향

철도진동으로 인한 생리적 영향을 파악하기 위하여 철도진동에 대한 생리적 느낌을 조사한 결과는 Fig. 12와 같다.

Fig. 12에서 보면 비교적 영향력이 크다고 판단되는 척도인 "매우 그렇다"와 "그렇다"라고 응답한 응답자의 지적률을 가지고 파악해 보면, 철도진동 발생시 '잠을 자주 깬다'라고 응답한 사람이 31.5%로 가장 많으며, 또한 '잠들기 어렵다'라는 응답자도 29.8%의 순으로 나타났다. 이러한 생리적 영향은 특히 밤 8시와 12시 사이의 취침 시간대에 가장 민감하게 나타날 것으로 생각되며, 이로 인해 철도주변 거주자들의 정신적, 육체적 건강에 많은 영향을 줄 것으로 생각된다.

##### 4.4.3. 철도진동으로 인한 심리적 영향

철도주변 지역에서 발생하는 철도진동에 의한 심



1. Walls crack
2. Buildings slant
3. Roof tiles fall down
4. Doors and windows are hard to open
5. Windows or window paper shake
6. Thinks shake
7. Attached things like frame fall down
8. Grounds sink or fall down
9. Computers, TVs, radios are often

Fig. 11. Physical effect of railway vibration.

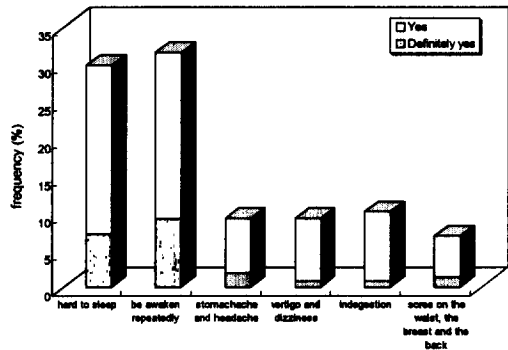


Fig. 12. Physiological effect of railway vibration.

리적 영향을 파악해보면 Fig. 13과 같다.

그림에서 비교적 영향력이 크다고 판단되는 척도인 "매우 그렇다"와 "그렇다"로 응답한 지적률로 파악해 보면, 30.7%가 '불쾌하다'라고 응답하였으며, '생활이 매우 불안정하다(18.1%)', '매우 당황한다(17.3%)' 순으로 나타났다. 이러한 지적률을 살펴보면 철도진동은 주민들에게 매우 불안하고 짜증나게 하는 상태를 만들고 있으며 이러한 요소들은 주거생활의 불안정 요인으로써 작용할 것으로 생각된다.

위의 결과를 종합해 보면, 철도진동에 의한 영향은 물리적인 영향보다는 인간의 심리적, 생리적인 부분에 더 많은 영향을 미치고 있음을 알 수 있다.

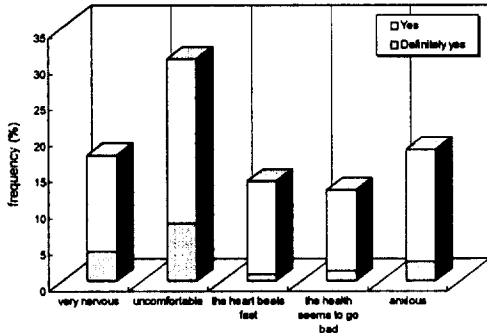


Fig. 13. Psychological effect of railway vibration.

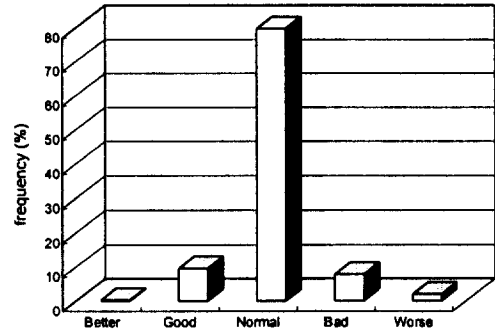


Fig. 15. Level of change in prevention plans compared with several years ago.

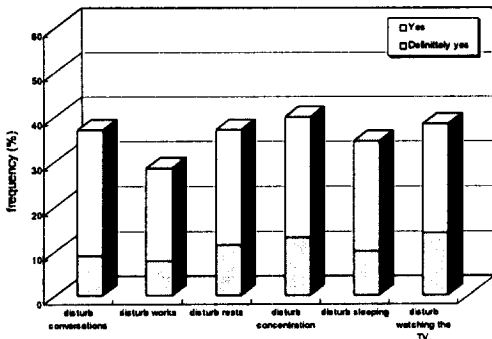


Fig. 14. The degree of behavior disturbance by railway vibration.

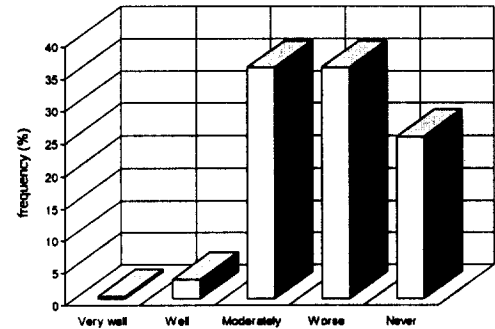


Fig. 16. Prevention plans for railway vibration.

#### 4.5. 철도진동의 각종 행위 방해정도

철도진동에 의한 각종행위 방해는 크게 대화방해, 업무방해, 휴식방해, 집중력방해, 수면방해, TV, 라디오 시청방해 등과 같이 6가지로 대별할 수 있다. 본 연구에서는 5단계 SD척도를 이용하여 철도진동에 의한 행위방해 정도를 파악해 보았으며 결과는 Fig. 14와 같다.

그림에서 보면 비교적 영향력이 크다고 판단되는 척도인 '매우 그렇다'와 '그렇다'라고 응답한 지적률만을 가지고 파악해 보면, '집중력방해'가 39.78%로 가장 높게 나타났으며, 다음으로 '대화방해(38.8%)'와 'TV, 라디오 시청방해(38.3%)'순으로 나타났다. 이러한 순위는 철도소음에 의한 행위방해 순위와 거의 비슷하게 나타나고 있는데, 이러한 결과로 볼 때 철도소음·진동으로 인한 피해는 크게 집중력방해와 음성정보 전달방해로 분류할 수 있다. 따라서 철도진동으로 인한 각종행위의 방해는 정온하고 쾌적한 주거환경의 질을 좌우하는 중요한 요소라고 할

수 있으며, 이에 대한 대책마련이 시급하다고 하겠다.

#### 4.6. 철도진동의 방진대책

본 연구는 현재의 철도방진 대책 수립 여부에 대해 조사해 보고 주민들이 가장 시급히 요구하는 개선대책을 파악해 보았다. 4~5년 전에 비해 철도진동의 영향 정도를 파악해 보면 Fig. 15와 같다.

Fig. 15에서 보면 79.7%의 응답자는 '전과 똑같다'라고 답하였으며, '나빠졌다', '더욱 나빠졌다'라고 응답한 사람도 10.1%로 나타나 수년 전에 비해 철도진동으로 인한 영향을 방지하기 위한 뚜렷한 개선책이 없음을 알 수 있다.

또한 철도진동에 대한 방진대책 수립여부를 묻는 질문에는 Fig. 16과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

그림에서 보면 '현재 철도방진 대책이 적절히 수립되어 있는가'라는 질문에 응답자의 96.5%가 '안되어 있다', '전혀 안되어 있다', '그저 그렇다'라고 응답하여 철도진동에 대한 방진대책이 매우 미흡한 실

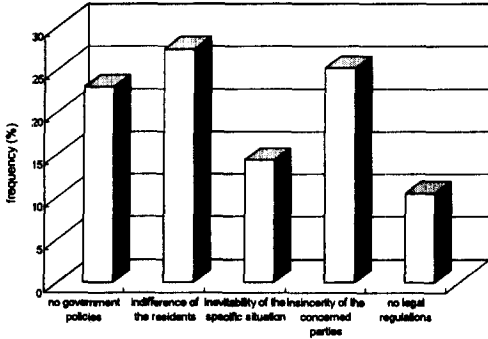


Fig. 17. Reasons that prevention plans are not set up compared with situation 4~5 years ago.

정에 있는 것으로 나타나고 있다. 이러한 이유는 기존의 철도진동에 대한 방진대책이 전혀 없지는 않으나 철도변 주민들의 정온한 주거환경 보호에는 미흡한 대책이기 때문에 이러한 결과가 나온 것으로 사료된다.

따라서 현 주거지에서 철도진동 방지대책 수립이 되지 않고 있는 이유를 살펴보면 Fig. 17과 같다.

그림에서 보면 '철도 방진대책이 수립되고 있지 않은 이유'에는 응답자의 22.3%가 '주민들의 무관심'이라고 답하였으며, 그 다음으로 '철도 관련자들의 무성의한 태도(25.1%)', '국가 정책의 부재(22.9%)' 순으로 나타났다. 이러한 결과들은 주민들의 적극적인 관심과 이를 뒷받침하는 정부기관의 적극적인 자세가 무엇보다도 중요함을 보여주고 있으며, 이러한 요인들의 부재가 결국 철도진동에 대한 대책마련과 정책결정에 많은 영향을 미치는 것으로 파악된다.

또한 본 연구에서 심각한 영향을 미치는 것으로 지적되는 철도진동에 대해 주민들이 가장 선호하는 방지대책을 파악해 보았으며 결과는 Fig. 18과 같다.

그림에서 보면 영향력이 있다고 생각되는 척도인 "매우 그렇다"와 "그렇다"라고 응답한 지적률을 가지고 파악해 보면, 응답자의 71.9%가 '방진벽 설치'를 가장 필요한 대책으로 응답하였으며, 다음으로 '철도진동의 법적규제치와 행정력 강화(61.9%)', '방진구 설치(55.5%)' 순으로 나타났다. 또한 흥미있는 사실은 철도 주변의 거주자들이 저소득층임에도 불구하고 '적절한 보상(25.4%)'이라고 응답한 사람이 가장 낮은 비율을 차지하였는데, 이러한 결과로 볼 때 철도변 거주자들은 경제적인 보상보다는 오히려

Fig. 18. Resident's preferential resolutions for railway vibration.

정온한 주거환경에 대한 욕구를 충족시키기 위해 쾌적한 주변환경과 주거생활의 만족도를 더욱 중요시 여기고 있음을 알 수 있다.

### 5. 요약 및 제언

- 1) 철도주변 지역에 거주하는 주민들의 만족도에서 74.5%가 이사할 의향이 있으며, 이사를 하고 싶은 이유로는 43.4%가 '철도소음과 진동으로 주변이 너무 시끄럽고 복잡해서'라고 응답하여 주민들이 철도주변 지역에 대해 매우 불만족스럽게 생각하고 있음을 알 수 있다.
- 2) 신체와 바닥의 접촉면이 많을수록 철도진동의 영향이 커짐을 고려해 볼 때, 하루중 철도진동의 영향이 가장 크다고 생각하는 시간대는 주로 수면을 취하는 밤 8시와 12시 사이로, 이 시간대가 철도주변 거주자들에게 가장 심각한 영향을 미치고 있는 것으로 생각된다.
- 3) 철도진동의 물리적 영향은 철도주변 건물에 직·간접적인 하자를 발생시킬 수 있으며, 인체에 미치는 생리적, 심리적 영향은 수면방해와 함께 주민들을 매우 불안하고 짜증나게 하는 상태로 만들고 있어 이러한 요소들이 주거생활의 불안정 요인으로 작용하고 있음을 알 수 있다.
- 4) 철도주변 지역에 거주하는 주민들은 철도진동으로 인해 집중력방해와 음성정보 전달에 많은 방해를 받고 있으므로, 정온하고 쾌적한 주거환경을 위해서는 이에 대한 대책마련이 시급하다고 하겠다.
- 5) 철도변 주민들이 생각하는 철도진동에 대한



방진대책은 수년 전에 비해 거의 개선이 되고 있지 않으며, 효율적인 대책으로 경제적인 보상보다는 방진벽 설치, 법적규제와 행정력 강화 등과 같은 실질적인 개선대책을 선호하고 있음을 알 수 있다.

본 연구는 철도주변 지역에서 거주하는 주민들을 대상으로 설문조사를 실시하여 철도진동에 대한 영향과 주관적 반응을 평가하여 향후 철도진동에 대한 기준설정 및 효율적인 철도방진 대책수립시 기초적인 자료를 제시하고자 하였으며, 이를 토대로 보다 실질적인 대책마련이 이루어져야 할 것으로 사료된다.

## 사 사

본 연구는 1999년도 순천제일대학 연구비 지원에 의하여 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

## 참 고 문 헌

1. 윤해동, "도심에서 발생하는 철도소음이 주민에

게 미치는 영향에 관한 연구," 한국음향학회 하계학술발표대회(1998).

2. 鄭日錄, 騒音·振動 理論과 實務, 新光文化社(1995).
3. 신효근, 地下鐵 振動에 의한 構造物의 舉動에 관한 研究, 경희대학교 석사학위논문(1996).
4. 이석진, 지하철 진동으로 인한 지반진동의 전파 특성에 관한 연구, 경희대학교 석사학위논문(1996).
5. 姜鎬丁, 地下鐵 振動이 周邊地盤 및 隣接構造物에 미치는 影響, 건국대학교 석사학위논문(1986).
6. 한국소음진동공학회, 소음진동 편람(1995).
7. 이진선, 振動原에 따른 地盤振動의 減衰特性, 한국과학기술원 석사학위논문(1997).
8. 韓國鐵道技術協力會, 地下鐵 騒音·振動 關聯資料(1994).
9. D. E. Newland, An Introduction to Random Vibrations and Spectral Analysis, Longman, New York(1975).
10. Wilson, Ihrig, Handbook of Urban Rail Noise and Vibration Control, National Technical Information Service(1982).