

< 논 문 >

# 설문에 의한 철도 진동의 거리별 영향 조사

Effect of Vibration from Railroad by Distance using Questionare

유승도\* · 신동석\*\* · 설증민\*

S.D. Yu, D.S. Shin and J.M. Sul

(1997년 2월 1일 접수 ; 1997년 4월 19일 심사완료)

## ABSTRACT

The psychological, physiological, and material effects of ground vibrations induced from railroad were surveyed with the magnitudes of vibration sensing using questionnaire on residents living near railroad. These magnitude of vibration sensing and effects were compared as rate or percent total based on double distances from railraod. Also overall effects of railraod vibrations were compared with vibration levels measured or predicted. The about 70% of residents living within 40m from railroad sense railroad vibration, 15% of residents are influenced pychologically. But physilogical and material effects disappeared beyond 40m.

## 1. 서 론

1960년대 이후의 급속한 산업 발전으로 인하여 인력과 물류의 이동이 많아지게 되었고, 이와 함께 열차의 교통량도 증가하여 왔다. 철도교통량의 증가는 국가의 발전과 국민의 편의를 위하여 많은 기여를 해왔지만 철도변 지역의 주민들에게는 소음·진동에 의한 폭로기회를 증가시킴으로써 많은 민원을 야기시켜왔다. 철도는 계속 신설, 연장, 확장될 것으로 예상되고 있기 때문에 철도에 의한 소음·진동 문제들도 계속 발생될 전망이다.

그 동안 철도소음에 대하여는 아주 일부이기는 하지만 조사연구가 수행된 바 있으나 철도진동에 대해서는 관심을 기울이지 못한 실정이었다<sup>(1)</sup>. 그것은 소음이 사람의 감각으로 직접 느낄 수 있어 문제의 심각성에 비하여 민원의 가능성은 훨씬 높고<sup>(1)</sup>, 진동은 건축물 등에 피해를 줄 정도가 아니면 주민 건강 및 일상생활에 지장을 주지는 않을 것이라고 생각되어 왔기 때문이다.

그러나 소득수준의 향상과 함께 많은 국민들은 쾌적한 환경을 갈구하게 되었고, 최근에 와서는 각종 건설공사 등에서 발생하는 진동으로 인하여 건물피해, 가축피해 등이 잇따르고 있으며, 각종 교통수단에 의하여 진동에 노출되는 정도와 시간이 증가하는 추세<sup>(2)</sup>에 있기 때문에 진동의 영향에 대하여 점차 관심이 고조되어 있다. 또한 이제는 소음뿐만 아니라 진동에 대하여도 환경기준을 마련하여야 한다는 의견들이 계속 제기되고 있다.

「없는 편이 좋은 진동」 또는 「있어서는 안되는 진동」등으로 정의될 수 있는 환경진동<sup>(3)</sup>의 기준과 관리방안을 마련하기 위해서는 환경진동의 현황과 특성을 파악하여야 하고, 이 진동이 주민들에게 어떤 영향을 미치는가를 파악하는 것이 기초적인 과정이라 할 수 있다.

따라서 주변 환경에 영향을 주고, 건축구조물 등을 파괴시킬 수 있는 주요 환경진동원중의 하나인 철도진동<sup>(2)</sup>의 영향을 파악하기 위하여 경부선, 경춘선, 중앙선, 경원·경춘선을 대상으로 철도변 지역 주민들이 철도로부터의 거리가 멀어짐에 따라 진동을 어느 정도로 느끼고, 철도진동에 의해 어느 정도의 심리적, 생리적, 물적인 영향을 받고 있는가를 조사하였다.

\*정회원, 국립환경연구원 소음진동과

\*\*국립환경연구원 소음진동과

## 2. 조사방법

### 2.1 설문대상

경부선, 경춘선, 중앙선, 경원·경춘선 철도로부터 80m이내 지역에 거주하는 15세 이상인 남·여를 대상으로 하였다.

### 2.2 설문내용

설문내용은 교통, 매질, 건물, 응답자, 진동감지, 진동영향과 관련된 총 31개 문항이었다(Table 1). 설문서는 철도로부터의 거리별로 진동영향 요인에 따른 감진 및 영향정도가 파악될 수 있도록 자체 개발한 것이다.

### 2.3 표본선정 및 설문방법

철도청의 방음·방진시설관리카드, 국립환경연구원에서 1996년도의 조사연구사업으로 실시한 철도변 진동측정장소, 1/50,000 및 1/100,000 정밀지도를 참고하여 철도로부터 80m 이내의 거리 내에 가구가 밀집되어 있는 집락을 표본단위로 하였다. 조사할 집락의 결정은 조사요원이 철도 또는 철도변의 도로

를 따라가며 철도와 집락 사이에 진동의 전달을 현저히 차단할 만한 구조가 외관상 없고, 배거리별로 가구가 비교적 분산되어 있는 곳으로 하였다(Table 2).

Table 1 Contents of questionnaire

Classification	Contents of questionnaire	Items
1. Traffics	Characters of railroad and trains running	1
2. Media	Distance	1
	Type, Surface, Vegetation, Building, Vibration proof facility	1
3. Building	Type, Floors, Aging, Material	4
4. Respondent	Gender, Age, Address, Residence, Period	4
	Physical health, Nervousness, Physique, Pregnancy experience	4
5. Sensing	Degree, Hour, Location, Posture, Frequency, Continuation, Passing trains	4
		3
6. Effects	Uneasiness, Discomport, Nuisance, Others	4
	Sleeping disturbance, Concentration disturbance	2
	Quake, Damage	2
	Livestock	1

Table 2 Surveyed Region

Railroad line	Region (Number of house)	Passage/day*	Rail (Weight)	Track
Kyoung-Bu	Seoul Noryangjin-dong (5), Daebang-dong (4), Shingil-dong (10). Anyang Anyang-7dong (15), Suwon Whaseo-2dong (5), Seryu-2dong (9). Chonan Sungwhan-eup (23), Chungwon Bugang-myon (1), Taejon Sukbok-dong (6), Dukam-dong (13), Yungi Jeoneuy-myon (7). Kimcheon pyonghwa-dong (37).	S : 70, M : 96, T : 50, B : 4, F : 42, E : 550, O : 46. S : 70, M : 96, T : 50, B : 4, F : 42, E : 202, O : 46. S : 67, M : 94, T : 57, B : 4, F : 80. S : 55, M : 66, T : 37, B : 11, F : 70.	Long (60kg/m)	Four
			Long (50kg/m)	Double
Kyoung-Chun	Namyangju Toegyewon-myon (6), Kapyong Oeseo-myon (14), Chunchon Namsan-myon (9)	M : 12, T : 16, B : 4, F : 4.	Short (50kg/m)	Single
Chung-Ang	Yangpyong yanggun-Ri (11), Changdae 2 ri (12).	S : 6, M : 10, T : 8, B : 6, F : 48.	Short (50kg/m)	Single
Kyoung-Won·Chun	Seoul imun-dong (17), whikyung-dong (16)	M : 12, T : 16, B : 36, F : 10, E : 600.	Short (50kg/m)	Double
Total	20 Region (220)			

\* S, M, T, B, F, E, O : Saemaetul, Mugunghwa, Tongil, Bidulgi, Freight, Electric, Other.

집락 내의 표본수는 출장일정상 조사요원이 단위 시간을 정해 놓고 해당 집락에서 조사할 수 있는 만큼으로 하였고, 철도로부터 거리별로 표본이 고루 포함되도록 조사요원을 배거리별로 배치하였다. 조사요원이 호별 방문시 집이 비었거나 답변을 거부한 경우에는 조사를 하지 않았으며, 가구당 1매의 설문서를 작성하였다. 표본수는 총 220가옥이었으며, 조사요원의 질문에 응답자가 답변하는 방식을 원칙으로 하고, 응답자가 직접 설문서를 작성하겠다고 하는 경우에만 직접 기록하도록 하였다. 교통상태와 매질상태는 응답자의 도움을 받아 조사요원이 직접 확인하여 작성하였다.

### 3. 진동영향

#### 3.1 영향요인

철도진동을 사람이 느끼기 까지는 차량, 레일, 통행량등 진동의 발생과 관련된 교통요인, 철도로부터 주택까지의 거리, 지반, 시설등 진동의 전파와 관련된 매질요인, 집의 종류, 자재, 층수 등 진동의 증감과 관련된 건물요인에 의하여 영향을 받게 된다. 그러나 진동레벨이 같은 곳이라도 사람이 느끼는 진동의 정도는 개인의 특성에 따라 차이가 있는 것으로 알려져 있다.

로 알려져 있다.

일반적으로 진동이 인체에 도달할 때까지의 영향을 주는 요인<sup>(4)</sup>은 Table 3과 같다. 인체특성중 수신부위는 진동을 전신으로 느끼는지 또는 국소적으로 느끼는지를 말하는 것으로 선 자세, 앉은 자세, 옆으로 누운 자세, 경사지게 누운 자세 또는 손, 발등에서 진동을 느낄 때 진동을 느끼는 정도가 달라질 수 있음을 뜻한다. 폭로시간은 진동에 연속적으로 폭로되는지 또는 간헐적으로 폭로되는지를 말하는 것으로 그 영향은 성별, 건강상태, 적응, 습관 등에 따라 진동을 느끼는 정도가 차이가 있음을 뜻한다.

이 연구는 철도진동의 영향을 배거리별로 비교하기 위한 것이고, 4개의 철도가 대상이 되었기 때문에 거리별 비교가 정확하기 위해서는 설문수와 영향변수의 특성이 철도별 거리에 따라 고르게 분포해야 할 필요가 있다.

철도별 거리에 따른 설문수는 Table 4와 같다. 철도로부터의 거리가 10m 이하 범위에서는 54명, 11~20m에서 70명, 21~40m에서 72명, 41~80m에서 23명이 설문에 응답하였고, 41~80m 범위에서 응답자 수가 적은 것은 이 범위에 거주자 수가 적기 때문이 아니고 설문조사의 표본단위인 집락 내에서 표본을 선정, 조사하는 과정에서 응답을 회피한 사람이 많고, 개별 방문에 소요되는 시간이 상대적으로 많았기 때문에 제한된 시간 내에 조사한 자료 수가 적었기 때문이다.

철도별 거리에 따른 설문수가 편중되게 분포하는 것을 파악하기 위하여  $\chi^2$ -test를 한 결과 거리별로 철도별 설문수가 편중된다고 할 수 없었다( $p>0.05$ )

물리적인 진동특성이 같은 상태라면 주민이 주택 내에서 느끼는 진동의 크기와 영향은 인적특성에 따라 달라질 것이므로 각 거리별로 표본의 인적 특성의 구성상에 차이가 있는가를 확인하기 위하여  $\chi^2$ -test를 실시하였다(Table 5). 설문 응답자중 연령, 거주기간, 건강상태, 신경상태, 체격, 인신경험

**Table 3** The factors which influence the effects of vibration on human

Characteristic	Influencing factors
Physical	Magnitude, direction, spectrum, frequency of vibration
Propagation	Wave motion, nature of soil, distance
House	Concrete, wood, prefabricated
Body	Sensing region, exposure frequency
Life	Style, hour, region

**Table 4** Summary of questionnaire survey

(unit : Number of sample)

Railroad	Kyungbu	Kyungchun	Chungang	Kyungwon. chun	Total (%)
Distance (m)					
~10m	25(19)	11(38)	6(26)	12(36)	54(25)
11~20m	45(34)	6(21)	10(43)	9(27)	70(32)
21~40m	47(35)	9(31)	5(22)	11(33)	72(33)
40~80m	17(13)	3(10)	2(9)	1(3)	23(11)
Total (%)	135(100)	29(100)	23(100)	33(100)	220(100)

Table 5 Results of goodness-of-fit test

(unit :  $\chi^2$ -value)

Factors	Gender	Age	Residence period	Physical health	Nervousness	Physique	Pregnancy experience	$\chi^2(5\%)$
Distance	7.525	6.508	5.799	6.889	5.867	13.885*	5.956	7.815

\* :  $p < 0.05$  (d. f. : 3)

등의 인적 특성이 파악된 수는 남성이 75명, 여성이 144명으로 219명 이었다. 거리별로 인적 특성의 구성은 체격을 제외하면 유의한 차이를 나타내지 않았고( $p > 0.05$ ), 체격별 거리별 감진정도에 차이가 있는가를 보기 위하여  $\chi^2$ -test를 실시한 결과도 체격에 따른 감진정도의 차이가 나타나지 않았다( $p > 0.05$ ). 따라서 거리별 진동의 감진정도, 영향정도 등이 인적 특성의 분포에 의하여 영향을 받았다고는 할 수 없다고 판단된다.

### 3.2 감진

#### (1) 거리별 감진정도

철도로부터의 거리에 따라 주민들이 자신의 주택에서 어느 정도로 진동을 느끼고 있는가를 Fig. 1에 나타내었다. 철도로부터 10m이내 거리의 주택에서는 진동을 느끼는 정도는 아주 세계 41%, 조금 세계 24%, 약간이 28%였고 거의 못 느끼거나 전혀 못 느끼는 경우는 8%였다.

아주 세계 느끼는 경우와 전혀 못 느끼는 경우는 각각 거리가 멀어짐에 따라 비교적 일관성 있게 줄어들고, 늘어나는 변화를 보이고 있으나 거의 못 느낌, 약간 느낌, 조금 세계 느낌의 경우는 거리에 따른 일관성이 적은 것으로 조사되었다. 이것은 거의 못 느끼는 경우와 약간 느끼는 경우, 조금 세계 느끼는 경우와 아주 세계 느끼는 경우가 분명하게 구분되지 않기 때문으로 판단된다. 따라서 전혀 못 느끼는 경우, 약간 느끼는 경우, 세계 느끼는 경우로 구분하여 살펴보면 비교적 거리에 따른 감진정도의

변화가 일관성을 나타낸다.

철도로부터 거리에 따른 주민들의 감진정도를 진동을 느낌(약간느낌, 조금 세계 느낌, 아주 세계 느낌)과 진동을 못 느낌(거의 못 느낌, 전혀 못 느낌)으로 이분하여 보면, 철도로부터 10m이내 거리에서는 90% 이상이 집에서 진동을 느끼고 있고, 11~20m는 89%, 21~40m는 76%, 41~80m에서도 56%가 집에서 진동을 느끼고 있는 것으로 나타나 배거리가 되어도 진동을 느끼는 율이 매우 완만하게 감소하고 있는 것으로 나타났다. 이 결과를 도로교통 진동의 감진을 조사결과<sup>(5)</sup>와 비교하면, 도로로부터 25m이내 지역에서 84%의 주민이 약간 이상 진동을 느끼고 있는 것으로 나타나 일반적으로 철도진동이 도로진동보다 크다는<sup>(6)</sup> 점을 감안하면 이번에 조사된 철도진동의 감진율이 도로진동의 감진율보다 결코 높다고는 할 수 없다.

우리나라에서는 진동에 대한 환경기준이 아직 정해지지 않았으나, 일반적으로 환경보전 목표의 설정시나 환경영향평가시의 바람직한 환경기준은 유감진동이 없는 정도의 진동(인체의 진동감각역치인 진동레벨 55 dB이 환경기준) 그리고 주변에 주택 건설이 예상되는 경우 건물 증폭을 고려하여 45 dB 이하가 바람직하다.<sup>(3,7)</sup> 이렇게 진동기준을 엄격하게 하는 것이 바람직하다고 하는 이유는 환경기준이 사람의 건강을 보호하고 생활 환경을 보전·유지하여야 하고, 진동의 경우는 소음과 달리 일반적으로 진동을 느끼지 못하는 환경에서 생활하고 있으며, 실제로 진동을 느끼고 있는 집에서의 진동레벨은 지표면의 진동레벨보다  $L_{10}$  값으로 대략 10 dB정도 크게 되는 경우가 있는 것으로 알려져 있기 때문이다. 따라서 진동에 대한 환경기준이라는 관점에서 본다면 철도로부터 80 m까지는 생활 환경이 열악한 것으로 생각될 수 있다.

성별로 진동을 느끼는 정도에 차이가 있는가를 보기 위하여 거리별로 진동을 느끼는 사람들의 성별 감진백분율을 Fig. 2에 나타내었다.

일반적으로 여성이 예민하다고 생각되어 진동을 더 잘 느낄 것으로 생각하고 있으나 이번 조사에서

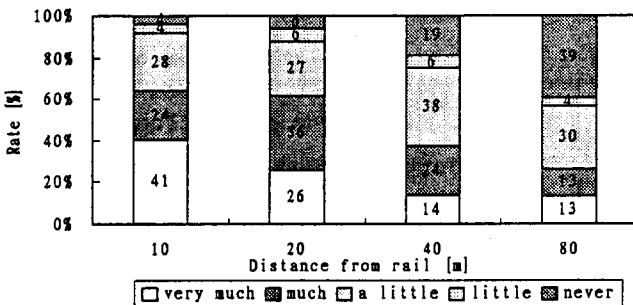


Fig. 1 The rate of vibration sensing by distance.

는  $\chi^2$ -test결과 진동을 느끼는 비율의 성별 차이가 없는 것으로 나타났다( $p > 0.05$ ).

(2) 거리별 감진실태

진동을 느낀 응답자중에서 거리별로 진동을 느끼는 빈도를 Fig. 3에 나타내었다. 철도로부터 20m이내 거리의 주택에서는 82%, 21~40m에서 68%, 41~80m에서도 57% 정도의 주민이 하루에도 여러 번 이상 진동을 느끼고 있는 것으로 나타났다.

거리별로 진동을 느끼는 빈도에 일관성이 없는 것으로 보이나 철도진동은 열차가 통과할 때마다 느끼게 되는 것이므로 하루 여러 번 느끼는 경우와 거의 계속 느끼는 경우는 결국 열차가 통과할 때마다 느끼게 된다는 의미가 되고, 몇 일에 한 번 느끼는 경우와 하루에 몇 번 느끼는 경우는 여러 열차가 통과하여도 열차에 따라서 느낀다는 의미가 되므로 결국 여러 번 이상 느끼는 경우와 하루 몇 번 이하로 느끼는 경우로 이분하여 본다면 거리에 따른 감진빈도비가 일관성이 있다고 할 수 있다.

Fig. 4는 진동을 느낀 응답자중에서 거리별로 진동을 느끼는 시간을 나타낸 것이다.

철도로부터 가까운 거리에서는 시간에 관계없이 진동을 느끼는 경우가 많고, 거리가 멀어질수록 밤과 저녁에 진동을 느끼는 경우가 많은 것으로 나타

났다. 새벽, 오전, 오후에 진동을 느끼는 경우는 일관된 양상이 나타나지 않았고, 집에 기거하는 시간대에 따른 반응이 설문에 나타난 것으로 생각된다.

Fig. 5는 진동을 느낀 응답자중에서 거리별로 진동을 느끼는 장소를 나타낸 것이다. 10m이내 주택을 제외하면 철도로부터 거리가 멀어짐에 따라 침실과 거실에서 진동을 느끼는 경우가 많아지고 있음을 나타내고 있다.

10m이내 주택의 경우에는 침실에서 느끼는 경우가 대부분을 차지하고 있는데 그 원인은 철도에 접하여 있는 집들이 주로 영세주택이기 때문에 침실과 거실이 별도로 구분되어 있지 않은 경우가 많았기

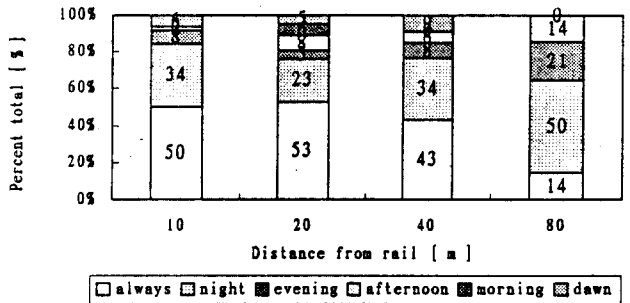


Fig. 4 The percent total of vibration sensing time by distance.

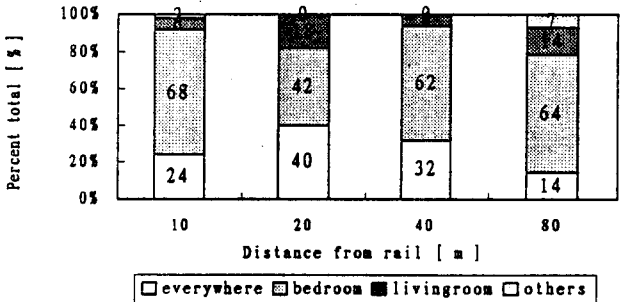


Fig. 5 The percent total of vibration sensing location by distance.

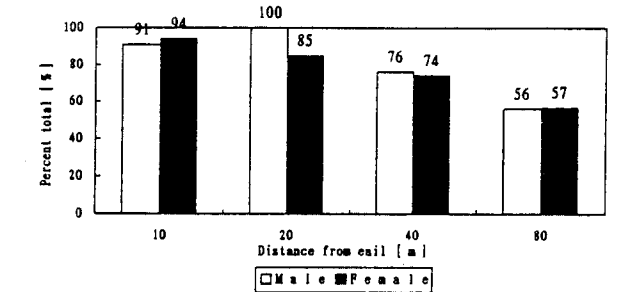


Fig. 2 The percent total of vibration sensing by gender.

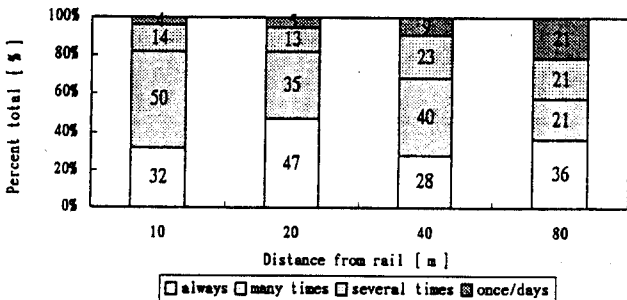


Fig. 3 The percent total of vibration sensing frequency by distance.

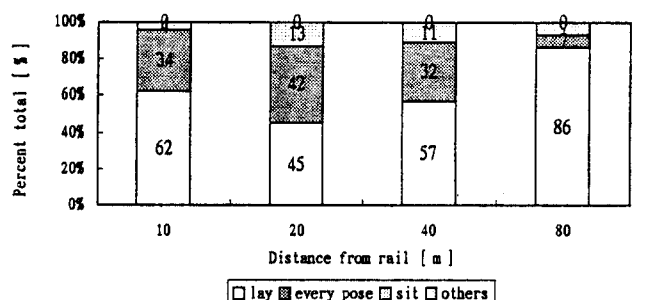


Fig. 6 The percent total of vibration sensing posture by distance.

때문으로 생각된다.

Fig. 6은 진동을 느낀 응답자중에서 거리별로 진동을 느낄 때의 자세를 나타낸 것이다. 10m이내 주택을 제외하면 철도로부터 거리가 멀어짐에 따라 누워 있는 자세에서 진동을 느끼는 경우가 많아지고 있음을 나타내는데 이것은 Fig. 5에서 철도로부터의 거리가 멀어짐에 따라 침실과 거실에서 진동을 느끼는 경우가 많아지고 있는 현상에 기인한다고 볼 수 있다.

Fig. 7은 진동을 느낀 응답자가 어느 종류의 차량이 통과할 때 진동을 느꼈는가를 나타낸 것이다. 화물차가 지나갈 때 진동을 느낀다는 경우가 전체의 27%였고, 2종 이상의 차량에 대하여 진동을 느끼는 경우가 28%였는데, 여기에는 주로 화물차와 새마을호가 많이 포함되어 있었다. 무궁화, 통일, 비둘기호가 지나갈 때 진동을 느끼는 경우는 3%로 매우 낮았다.

진동실측 자료에 의하면 화물열차가 통과할 때 진동레벨이 매우 낮은 것으로 나타나 있는데<sup>(8)</sup>, 화물열차 통과 시에 진동을 많이 느끼는 이유는 진동을 주로 많이 느끼는 때는 밤이었으므로 화물열차의 통행빈도, 속도, 운반 화물 등이 진동을 실측한 낮과 차이가 있을 수도 있고, 느낌 자체도 낮과 차이가 있을 수도 있는 것으로 생각된다. 그러나 거리별로 진동이 감지된 통과 열차에 있어 일관된 양상은 나타나지 못하고 있다.

### 3.3 영 향

철도진동에 의하여 어느 정도의 심리적, 생리적, 물적 영향을 받고 있는가를 조사하였다. 심리적 영향과 생리적 영향의 경우 설문 조사시에 응답자에게 진동 때문에 받는 영향만을 답해 줄 것을 수 차례 강조하여 소음의 영향을 배제하려고 노력하였으나 소음과 진동이 동시에 발생하고, 응답자들도 소음에

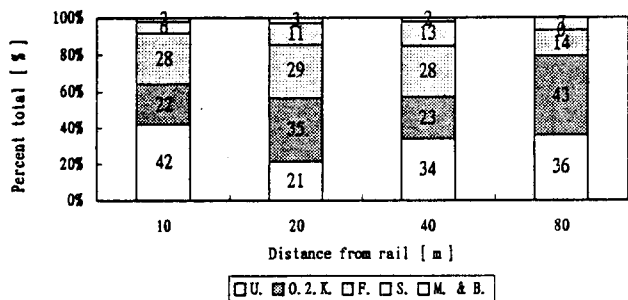


Fig. 7 The percent total of trains which induced vibration by distance.

의한 영향인지, 진동에 의한 영향인지를 명확히 구분하기가 힘들 것이므로 어느 정도는 소음에 의한 영향도 포함되었을 것으로 생각된다. 대개의 경우 소음이 수반하면 진동이 보다 크게 느껴지므로 진동을 소음과 같이 고려하는 것은 불가피하다<sup>(7)</sup>.

철도로부터 80m이내에 거주하며 진동을 느낀 주민들 중 심리적 영향으로 구분되는 불안감, 불쾌감, 귀찮음이 있다고 응답한 사람은 각각 56%, 59%, 55%로 나타났고, 생리적 영향으로 구분되는 수면과 정신집중의 방해를 겪고 있다고 응답한 사람은 각각 50%, 29%로 나타났으며, 건물에 대한 영향으로 구분되는 흔들림 현상과 물적피해를 경험했다고 응답한 사람은 각각 78%, 22%로 나타났다. 진동이 가속에 영향을 주었다고 응답한 경우는 4%로 나타났다.

#### (1) 심리 영향

철도로부터 거리가 멀어짐에 따라 철도진동을 느낀 주민들 중 심리적 영향을 받는 정도와 백분율을 Fig. 8에 나타내었다. 거리가 멀어짐에 따라 불쾌감,

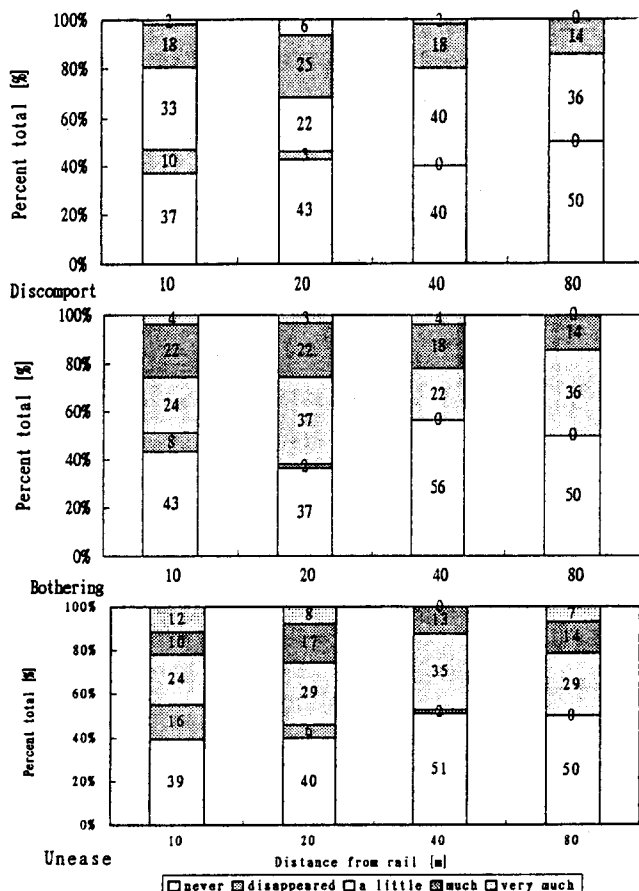


Fig. 8 The percent total of psychological effects of railroad vibration by distance.

귀찮음, 불안감을 느끼는 백분율이 일정치는 않으나 조금씩 줄어드는 것으로 나타났고,  $\chi^2$ -test결과 불쾌감, 귀찮음, 불안감을 느끼는 정도(있다 없음, 약간 있음, 있음, 매우 있음) 구성에는 거리에 따른 차이가 나타나지 않았다( $p>0.05$ ).

2000년부터 2009년까지의 주거지역 철도진동 한도인 진동레벨 65~70 dB(V)수준으로는 전혀 건물에 영향을 미칠 수 없고, 인체에 대해서도 어떤 병리적 현상이 나타날 수 없는 정도이며, 통계적으로 약 5%의 주민만이 불쾌감을 호소할 정도이나<sup>(7)</sup> 이 조사 결과에서는 철도변 지반진동의 실측결과<sup>(8)</sup>에 따르면 진동레벨이 거의 대부분 66 dB(V)이상이 되는 것으로 추정되는 철도로부터 40~80 m에서 불쾌감을 느끼는 비율이 약 31%정도(감진률×백분률)이므로 불쾌감을 느낀 비율이 너무 높다고 생각될 수 있으나 주택내에서 느끼는 진동은 공진현상으로 인하여 약 10 dB(V)까지 증가될 수 있으므로<sup>(7)</sup> 일부는 설명될 수 있다고 생각된다.

(2) 생리 영향

철도로부터 거리가 멀어짐에 따라 진동을 느낀 주민들중 생리적 영향을 받는 정도와 백분율을 Fig. 9에 나타내었다.

거리가 멀어짐에 따라 수면방해를 경험하지 못한 응답자의 수가 뚜렷이 증가하는 경향을 보이고 있고, 수면방해를 받는 정도도 약해지고 있음을 나타내고 있으며,  $\chi^2$ -test결과 수면방해를 느끼는 정도간

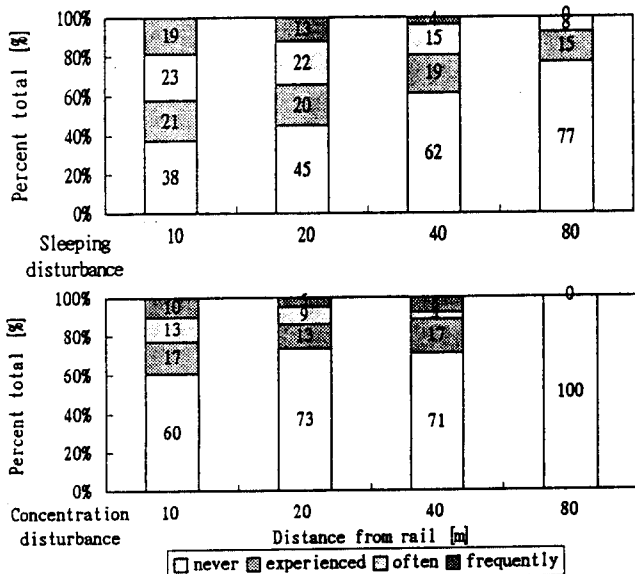


Fig. 9 The percent total of physiological effects of railraod vibration by distance.

에는 거리에 따른 차이를 나타내지 않았다( $p>0.05$ ).

거리가 멀어짐에 따라 집중방해를 경험하지 못한 경우가 증가하는 경향을 보이고 있고, 가끔 집중방해를 경험하는 경우를 제외하고는 일관성 있는 변화를 나타내지 않는 것으로 보이며,  $\chi^2$ -test결과 집중방해를 느끼는 정도간에는 거리에 따른 차이를 나타내지 않았다( $p>0.05$ ).

(3) 구조물의 영향

철도로부터 거리가 멀어짐에 따라 진동을 느낀 주민들의 건물이 철도진동으로 인하여 어느 정도의 영향을 받고 있는가를 Fig. 10에 나타내었다.

철도로부터의 거리가 멀어짐에 따라 흔들림 현상은 점차 감소하고는 있고, 2가지 종류 이상의 물체등이 흔들리는 현상도 뚜렷이 감소하고 있으며, 창문이 떨리는 현상은 변화가 없어 보이나  $\chi^2$ -test 결과 흔들린 물체의 종류간에는 거리에 따른 차이를 나타내지 않았다( $p>0.05$ ).

구조물의 피해로는 벽의 균열을 호소한 응답자가 대부분이었고, 10m이내를 제외하고는 철도로부터의 거리가 멀어짐에 따라 벽의 균열을 호소한 응답자가 점차 줄어들고 있는 것으로 보인다.  $\chi^2$ -test 결과 물적피해의 종류간에는 거리에 따른 차이를 나타내지 않았다( $p>0.05$ ).

(4) 진동 영향 종합

거리별로 철도진동에 의한 심리적, 생리적, 물적

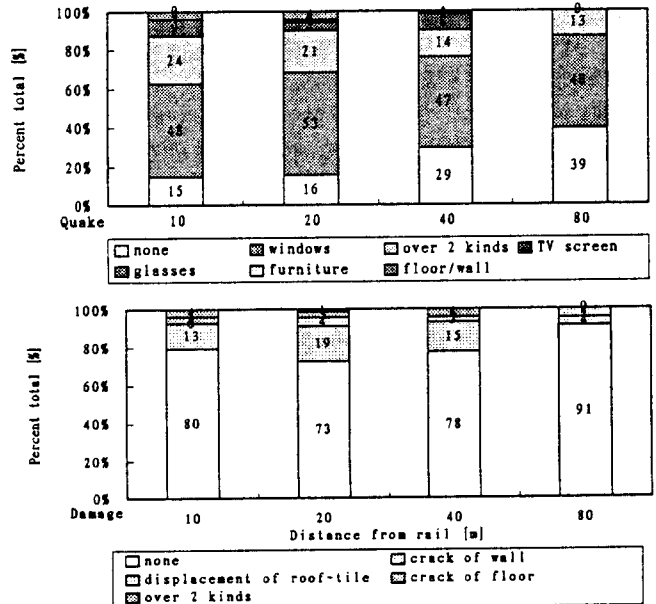


Fig. 10 The percent total of material effects of railraod vibration by distance.

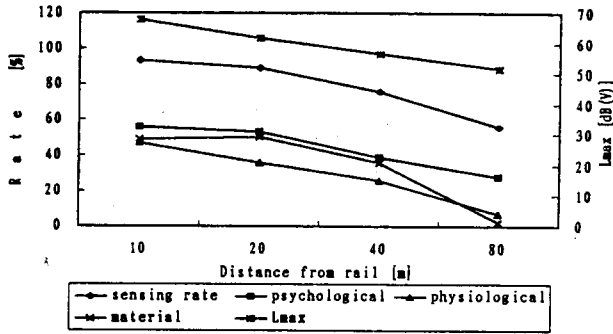


Fig. 11 The vibration level and effects of railroad vibration by distance.

영향과 철도진동레벨을 종합하여 Fig. 11에 나타내었다.

심리적, 생리적, 물적 영향을 하나의 지표로서 설명하기는 곤란할 것이므로 종합적으로 표현하기 위하여 심리적 영향은 거리별로 불안감, 불쾌감, 귀찮음을 느낀 수를 평균한 값으로, 생리적 영향은 수면과 집중방해를 느낀 수를 평균한 값으로, 물적 영향은 흔들림과 균열 등을 경험한 수를 평균한 값으로 표현하였다.

감진율은 거리별로 진동을 약간 느끼는 경우에서부터 아주 세게 느끼는 경우까지를 합한 것이고, 진동레벨 평균의 경우 10m와 20m의 값은 경부선과 경춘선에서 354회의 실측치이고, 40m와 80m의 값은 실측치에서의 거리감쇠율을 고려하여 추정된 값이다.

진동레벨은 철도로부터의 거리가 멀어짐에 따라 거의 직선적으로 작아지고 있는 반면, 감진율은 약간 곡선적으로 떨어지고 있었다. 대체적으로 모든 거리에서 심리 영향이 가장 많고, 물적 영향이 그 다음이었으며, 생리적 영향이 가장 적게 나타났다. 거리별로 영향이 줄어드는 경향은 대체로 감진율과 비슷하게 나타나고 있다.

진동저감 대책의 입장에서 본다면 철도로부터 40m까지는 심리적인 영향 뿐만 아니라 생리적, 물적 영향이 나타나고 있어 진동저감 대책이 필요하다고 생각되고, 40~80m범위에서는 주로 심리적인 영향이 나타나기 때문에 심리효과를 얻기 위한 방음벽 설치 등이 고려될 수 있다고 생각된다.

#### 4. 결론

철도진동의 영향을 파악하기 위하여 경부선, 경춘

선, 중앙선, 경원·경춘선을 대상으로 철도변 지역 주민들이 철도진동을 어느 정도로 느끼고, 철도진동에 의하여 어느 정도의 심리적, 생리적, 구조물적인 영향을 받고 있는가를 설문조사한 결과는 다음과 같다.

(1) 철도로부터 0~10 m 거리에서는 90%, 11~20 m 89%, 21~40 m 76%, 41~80 m 56% 이상의 주택에서 진동을 느끼며, 진동을 느끼는 정도에 있어 성별 차이는 없는 것으로 나타났다.

(2) 거리별로 진동을 느끼는 응답자들 중 철도로부터 0~20 m 거리에서는 82%, 21~40 m 68%, 41~80 m 57% 정도가 하루에도 여러번 진동을 느끼며, 밤에 침실과 거실에 누워 있을 때 많이 느끼는 것으로 나타났다.

(3) 철도진동은 철도로부터 80 m이내의 주택에서 심리적인 영향을 가장 많이 주고, 그 다음으로 물적 영향과 생리적 영향을 주는 것으로 나타났다.

(4) 철도진동은 철도로부터 40 m이상 떨어지면 심리적인 영향이 약15%정도 나타나 구조물적 영향과 생리적 영향은 거의 나타나지 않는 것으로 판단된다.

#### 참고문헌

- (1) 오수태, 신동석, 유승도, 설증민의 4인, 1995, 환경진동의 저감대책에 관한 조사연구(I)-공장 및 공사장 진동-, 국립환경연구원보 제17권, p. 115.
- (2) 한국소음진동공학회, 1995, 소음진동편람
- (3) 中野有朋, 1992, 環境振動, 技術書院
- (4) 田正純, 1986, 公害振動の豫測手法, 井上書院
- (5) 青木一郎, 1991, 道路交通振動の實狀と課題, 日本音響學會講演論文集, p. 661.
- (6) 壓司 光, 山本剛夫, 鼻山直隆, 衛生工學ハンドブック 騒音・振動編, 1982, 朝倉書店.
- (7) 환경부 중앙환경분쟁조정위원회, 1996, 진동으로 인한 피해의 인과관계 검토기준 및 피해액 산정방법에 관한 연구
- (8) 유승도, 신동석, 설증민의 3인, 1996, 환경진동의 저감대책에 관한 조사연구(II)-교통(도로 및 철도)진동-, 국립환경연구원