

## 대전 도심지역의 철도진동의 영향과 대책

류명의\* · 서만철\*\* · 이원국\*\*\*

\*대전 탄방중학교 · \*\*공주대학교 지질환경학과 · \*\*\*공주대학교 지구과학교육과

### 요 약

도심지역 철도 주변에서 열차의 주행으로 인해 발생하는 철도 진동이 심각한 공해진동으로 부각되고 있다. 이러한 철도진동으로 부터의 피해를 저감시킬 수 있는 방안을 탐색해 보고자, 대전 도심 지역을 통과하는 철도 주변에서의 철도 진동 실태를 조사하였다. 열차가 통과하는 주행 방향과 수직한 지표면을 따라 5 m 간격으로 55 m까지 일정한 거리 상에서 1 초 간격으로 Z축 진동값을 측정하였다. 측정 조사된 총 353 개의 자료 셀마다  $L_{10}$  값을 산출하여 진동측정치와의 거리, 열차의 속도, 차량수와 의 상관 관계를 분석하였다. 분석결과 지반을 전파하는 철도진동은 철도중심에서 대략 25 m 이내의 지역에서는 소음·진동규제법에서 제시한 허용기준 60 dB 이상으로 나타났으며, 속도 변화에 대한 진동 값의 변화가 작아 모든 속도의 열차에 대해 공해진동이 존재하였다. 한편 철도 주변 공구 밖에서는 공구가 없는 경우보다 진동값이 대체로 10 %정도 감소하여 철도진동 저감에 공구 설치가 효과적인 것으로 판단된다. 실제의 지반을 대상으로 방진구를 설치하고 일정 높이에서 철구를 떨어뜨려 진동전달실험을 실시한 결과에서도 진동원으로부터 일정한 거리를 확보하면 공해진동으로부터 벗어날 수 있었으며, 공구를 설치할 경우 공구의 깊이, 위치 등의 변화에 따라 진동 저감 효과가 크게 나타났다. 대전 도심지역 철도진동 실태분석 및 실험 연구결과를 종합해 볼 때 거리감쇠효과를 적용하거나 공구를 설치함으로써 철도진동으로 인한 피해를 상당히 저감시킬 수 있는 것으로 밝혀졌다. 따라서 철도에 근접한 많은 주택 및 주민의 진동 피해를 저감시키기 위하여 도심지역에서 철도와 나란하게 공구를 설치하고 이를 효율적으로 이용하는 방안이 적극 검토되어야 할 것으로 판단된다.

**주요어:** 철도진동, 공해진동, Z축, 공구, 진동전달실험, 거리감쇠효과

**Myoung Ik Ryu, Man Cheol Suh and Won Kook Lee, 2000, A Study on Rail Vibration and Its Reduction Plan in Central Daejeon Area. Journal of the Korean Geophysical Society, v. 3, n. 4, p. 269-280**

**ABSTRACT:** Rail vibration in city zone is becoming a serious environmental problem. In order to make a reduction plan for rail vibration, the research was conducted in which many experiments to measure actual rail vibration along the railroad through the central Deajeon area. A digital vibration level meter was used to measure rail vibration. Vibration levels of Z-axis were measured at every second for the duration of the train passing. The measuring station was placed at every 5 m for the distance of 55 m. A total of 353 different sets of vibration level were obtained. The signals were processed to get  $L_{10}$  value and analyzed in terms of distance, train velocity, and number of trains. As a result, it has been found that rail vibration exceed the allowable vibraton limit of 60 dB, at the point of 25 m far from the railroad center, which is regulated by the las of vibration and noise. Train velocity was found to affect a little for vibration level within the zone. It was also found that a trench installed along a railroad could reduce vibration level up to approximately 10 percent. A model test was conducted to investigate the influence of the location and size of trench, on the transfer of vibration. A heavy steel ball was used to generate vibrations. On the basis obtained from this study, it could be concluded that the application of distance-attenuation and the installment of a trench along railroad could be applied as a reduction plan for rail vibration. Because limitations might exist to depend on the effect of distance attenuation, trenches excavated along a railroad might be suggested as the most efficient solution to reduce railroad vibration.

**Key words:** Rail vibration, vibration reduction plane, trench, experiment on transfer of vibration, distance-attenuation

(Myoung Ik Ryu, Teajon Tanbang middle school, dunsan1-dong, Taejon, 302-832, E-mail: iboryu@hanmail.net; Man Cheol Suh, Department of geoenvironmental science Kongju National University, Kongju, 314-701, Korea, E-mail: mcsuh@kongju.ac.kr; Won Kook Lee, Department of Earth Science Education, Kongju National University, ChungNam 314-701, E-mail: wonkook@kongju.ac.kr)

## 1. 서 론

철도진동은 고속전철, 일반 국철, 지하철 등 철도 상에 열차가 통과할 때 나타나는 현상으로서, 열차의 운행 회수에 반복하여 간헐적으로 발생하는 것이다. 최근 인구증가와 더불어 고도의 도시화, 산업화에 따른 철도 교통량의 급증으로 도심지역에서의 열차 주행으로 인해 발생하는 철도진동이 심각한 공해진동으로 부각되고 있다.

이처럼 교통진동 문제가 날로 심각해짐에 따라 이를 효율적으로 규제하기 위한 여러 방안이 강구되고 있는 가운데, 1993년 12월 진동규제법의 개정으로 교통진동배출 허용기준이 마련되어 도로의 경우 현재 적용되고 있다. 그러나 철도의 경우에는 이 기준을 2000년 이후부터 적용하도록 되어 있어, 진동에 관한 연구가 대기, 수질, 토양과 관련한 다른 환경 문제의 연구 사례에 비해 매우 미흡한 실정이다. 특히 철도진동에 대한 우리나라에서의 선행 연구사례는 그다지 많지 않다.

따라서 본 논문에서는 도심지역에서의 철도진동 실태를 직접 조사하여 그 특성을 분석해 보고, 철도진동에 대한 피해를 줄일 수 있는 저감 방안을 강구하고자 한다. 이러한 연구를 통해 앞으로 보다 대중화, 고속화될 철도시설에 있어서 공해진동을 고려한 설비의 필요성을 검토하고자 한다.

## 2. 연구방법

대전 도심의 4개 건물목 지점을 대상으로 열차가 통과할 때마다 열차의 주행 방향과 수직인 X축 방향 지표면을 따라 5m 간격으로 55m까지 일정한 거리 상에서 Z축(수직) 진동값, 열차의 속력과 차량수를 조사하였다. 이때 진동은 진동값(dB)이 디지털 자료로 나타나는 진동 측정기를 이용하여 1초 간격으로 측정하였으며, 속력(km/h)은 열차가 진동 측정 지점의 X축 방향 연장선 상 철도

위를 통과하는 순간에 속력 측정기를 이용하여 측정하였다. 또한 차량수는 기관실을 포함한 전체 차량수를 조사하여 기록하였다.

실험결과로부터 철도진동과 거리, 속력, 차량수와 의 관계를 파악하고자 측정된 Z축 진동값과 누가 빈도 10%에 해당하는 L<sub>10</sub> 값을 산출하여 철도진동자료를 작성하였다. 이 자료의 분석을 토대로 철도진동을 저감시킬 수 있는 방안을 찾고 이 가운데 현실적인 저감방안을 도출하고자 하였다.

위에서 도출된 철도진동 저감방안에 대한 효과를 보다 명확히 하기 위해 실제 지반을 대상으로 한 실험계획을 수립 시행하였다. 실험은 진동원과 수신부 사이에 방진구를 설치한 후, 일정한 무게의 철구 또는 바벨(barbell)을 떨어뜨렸을 때 나타나는 진동값을 측정하였다. 이때 공구의 길이는 15m로 하고 그 깊이, 폭, 위치 등을 변화시키면서 실험하였으며, 충분히 반복한 실험값의 평균값을 분석 자료로 활용하였다.

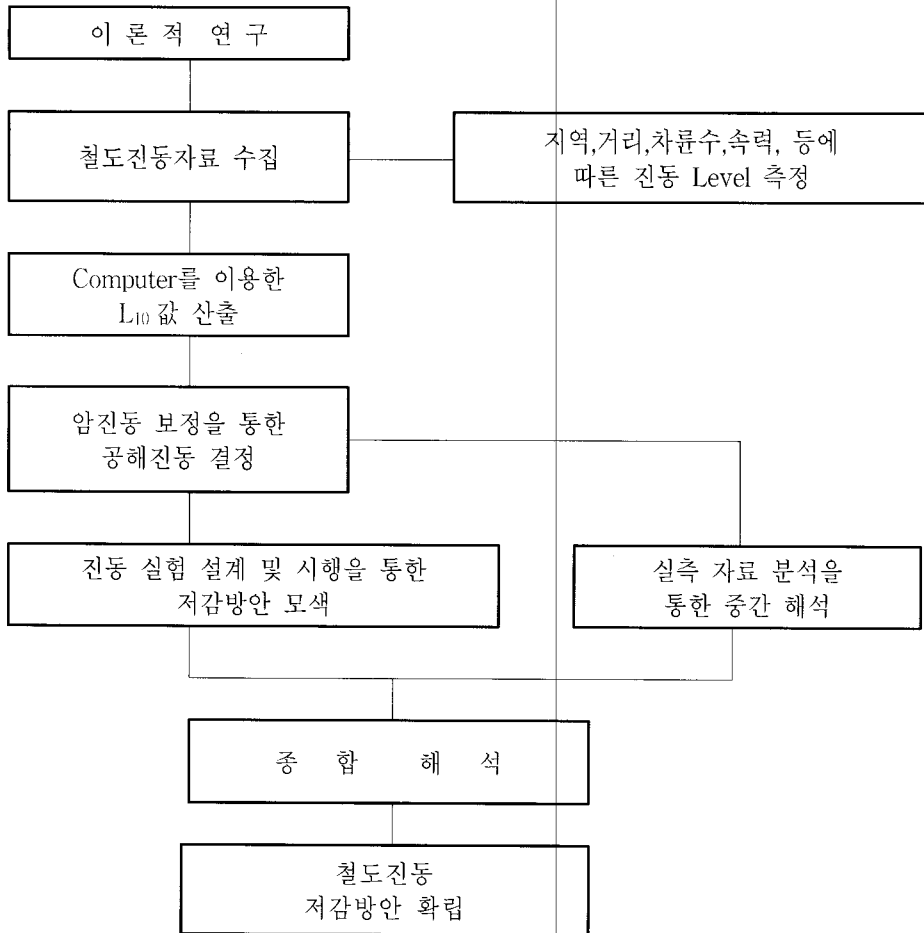
본 연구과정을 요약하면 Table 1과 같다.

## 3. 철도진동의 실태조사

### 3.1. 철도 진동의 측정

열차가 통과하는 철도의 주행 방향과 수직인 지표면을 따라 일정한 거리에 설치된 진동계로부터 1초 간격으로 수직(Z축) 진동값을 기록하였다. 진동레벨의 측정조건은 1) 철도 주변에 주택이 인접해 있으며 많은 사람이 왕래하는 건물목을 중심으로 측정, 2) 옥외 지표면을 원칙으로 하고 복잡한 반사, 회절 현상이 예상되는 지점은 피함, 3) 완충물이 없고 충분히 다져서 단단히 굳은 장소를 선택, 4) 경사 또는 요철이 없고 수평면을 충분히 확보할 수 있는 장소를 선택, 5) 수직 방향(Z축 방향) 진동 레벨을 측정, 6) 온도, 자기, 전기 등의 외부 영향을 받지 않는 장소를 선택 등이다.

Table 1. Diagram of the study system.



진동레벨의 측정은 철도 중심으로부터 일정한 거리에 진동계를 설치하고 열차 통과시 나타나는 진동값과 열차가 측정 지점의 X축 방향 연장선상 철도 지점을 통과하는 순간 열차의 속력(km/h)을 측정하고, 열차의 차량수를 조사하여 기록하였다.

철도 중심으로부터 거리, 열차의 속력 및 차량수에 따른 철도 진동의 관계를 밝혀 내기 위해서는, 한가지 변수를 제외한 다른 요인의 통일된 자료확보가 필요하므로 Table 2와 같이 여러 차례에 걸쳐 반복 측정하였다.

### 3.2. 측정 자료의 처리

진동레벨에 영향을 미치는 각종 변수들의 영향을 밝히기 위하여, Table 2에 보인 반복 측정된 353개의 자료셀에 대해 누적도수 곡선을 그려 전체 발생빈도의 90%에 해당하는 L<sub>10</sub> 값을 산출하였다(Fig. 1).

산출된 철도 진동의 L<sub>10</sub> 값을 철도 진동이 없는 경우에 나타나는 암진동과의 차이에 따라 아래 Table 3에 의하여 보정한 결과, Table 4에서와 같이 여러 차례 측정된 암진동의 평균값과 최소 L<sub>10</sub> 값의 차이가 10 dB 이상으로 나타났으므로 소음진동 규제법 시행 규칙에 따라 측정 지시치를 그

**Table 2.** Number of vibration data collections and their locations.

Place	Distance											
	5 m	10 m	15 m	20 m	25 m	30 m	35 m	40 m	45 m	50 m	55 m	
Sintanjin	10	20	20	30	30	10	10	10	5	5	5	
Hongdodong	5	10	10	15	15	5	5	5	3	3	2	
Sinhungdong	5	10	10	10	5	5	5	3	2	2	2	
Pandamdong	5	10	10	10	5	5	5	5	2	2	2	
Total	25	50	50	65	55	25	25	23	12	12	11	

**Table 3.** Data reduction for the influence of back ground vibration.

The difference between the back ground vibration and measured vibration(dB)	<3	4	5	6	7	8	9	10<
Reduction value(dB)	-3	-2	-2	-1	-1	-1	-1	0

**Table 4.** Mean of back ground vibration levels and vibration level.

Place	Min. L <sub>10</sub> (dB)	Mean of back ground vibration (dB)	Difference	Reduction value	Vibration Level (dB)
Sintanjin	43	22	21	0	43
Hongdodong	41	23	18	0	41
Sinhungdong	39	23	16	0	39
Panamdong	42	21	21	0	42

대로 대상 진동 Level로 이용할 수 있었다.

이와같은 암진동 보정을 실시한 후 거리, 열차의 속도, 차량수 등의 각종 변수들과 진동레벨의 상관관계를 분석하였다.

#### 4. 철도 진동의 실태 분석

##### 4.1. 발생 원인

열차의 주행에 의하여 발생하는 진동이 어떠한지를 알아보기 위해 열차가 통과하는 동안 진동값의 변화를 분석한 결과, 대략 비슷한 양상이 반복되어 나타나는 것을 알 수 있었다. 이는 진동원이 되는 열차가 비슷한 여러 개의 차량으로 연결되어 지나가기 때문에 발생한다.

따라서 철도 진동의 발생 원인은 차량 무게의 반복에 의한 것으로 분석되어진다. 특히 새마을호에서 객차 사이에 있는 기관차가 통과하는 순간,

진동값이 더 크게 나타나고 있어 열차 전체의 무게와는 별도로 차량 하나 하나의 무게가 진동에 많은 영향력이 있음을 알게 되었다. 이와 같이 철도 진동의 발생 원인은 차량 무게의 반복 즉 열차의 차량이 지상의 특정 점을 통과함에 따라 주기적으로 지반을 누르는 현상에 따른 것이며, 그 주기는 열차 속력에 관계되는 것으로 분석되어진다.

##### 4.2. 거리 감쇠 특성

지반에 전파한 철도 진동은 진동원으로 부터 멀리 전파하여 감에 있어서 기하 감쇠와 지반의 내부감쇠에 의해 거리적으로 감쇠하는 것으로 알려져 있다(장광택 등, 1984; 천병식 등, 1993).

측정된 철도진동자료를 이용하여 거리에 따른 철도진동 최대값(dB) 및 L<sub>10</sub> 값(dB)의 변화 양상을 분석한 결과 거리 감쇠가 뚜렷하게 나타나고 있는 가운데(Fig. 2), 지반을 전파하는 철도 진동은

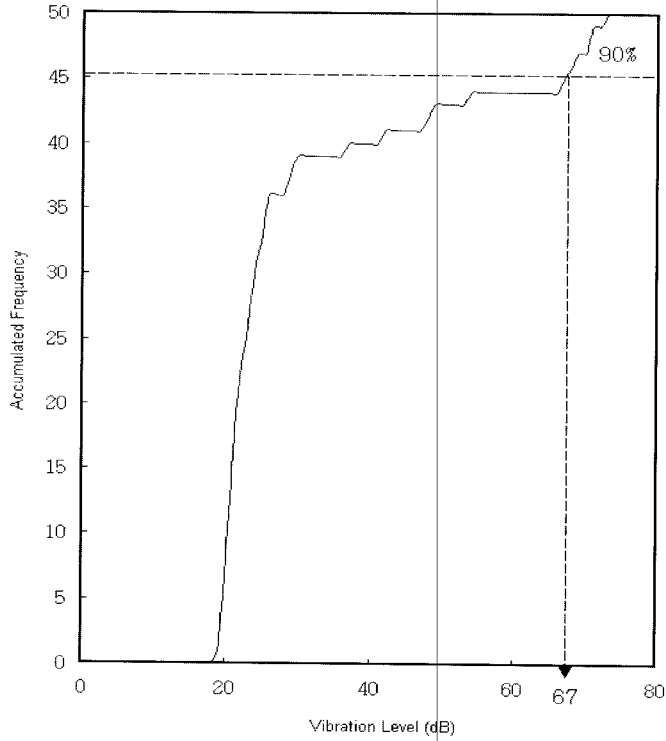


Fig. 1. Determination of  $L_{10}$  value from the accumulated frequency of vibration level data.

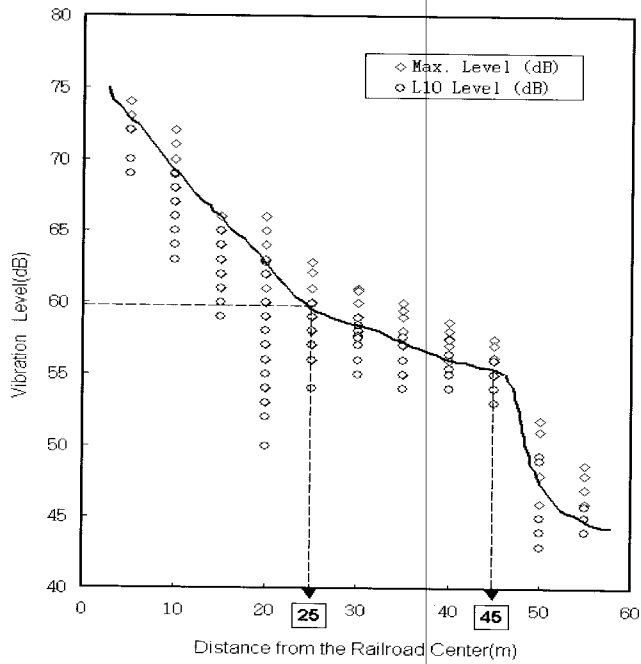


Fig. 2. Attenuation of Max. and  $L_{10}$  level of rail vibration with distance.

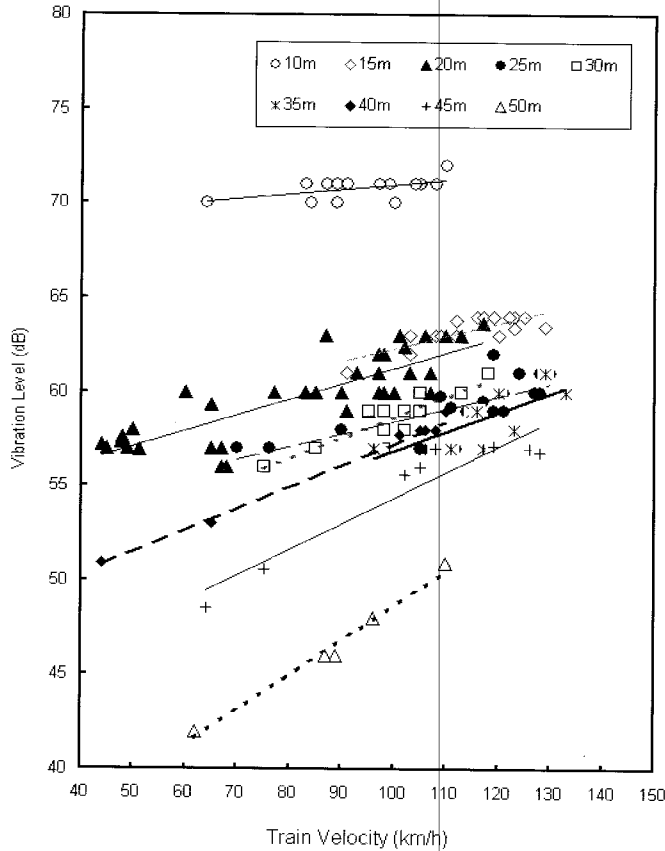


Fig. 3. Relationship between velocity of train and vibration level.

철도 중심에서 대략 25 m 정도 떨어지면 소음 진동 규제법 시행 규칙에서 제시한 허용 기준 60 dB 이하로 거리 감쇠 효과가 나타나고 있으며, 대체로 45 m 떨어진 곳에서는 대상 진동에 무관하게 일정한 수준의 압진동이 존재하고 있음을 알 수 있었다.

#### 4.3. 열차 속력의 영향

철도진동의 전파는 차량, 궤도, 구조물, 기초, 지반으로 전달되는데 이러한 철도진동의 특성은 입력된 최초 진동의 크기 및 충격량에 크게 관계되며, 그 최초 진동의 크기 및 충격량은 열차 속력에 따라 차이가 있는 것으로 연구된 바 있다 (도철용, 1995; 천병식 등, 1993). 실측된 진동 자료를 토대로 분석된 열차 속력과 진동값의 관계

는 대체로 열차 속력에 비례하여 진동값이 증가하는 것으로 나타났다(Fig. 3).

또한 일정한 거리에서 열차의 속력이 증가할 때 나타나는 진동값의 변화량은 Fig. 3에서의 직선 기울기에 해당되는 것으로서, 철도 중심으로부터 가까운 지점일수록 속력의 변화에 대한 진동값의 변화가 작게 나타났다. 따라서 철도 근접 지역에서는 모든 속력의 열차에 대해 공해진동으로부터 해소될 수 있는 진동 전파경로 상에서의 저감 대책마련이 불가피하다.

#### 4.4. 차량수의 영향

철도 진동의 발생 원인이 차량 무게의 반복, 즉 열차의 차량이 지상의 특정점을 통과함에 따라 주기적으로 지반을 누르는 현상임을 이미 언

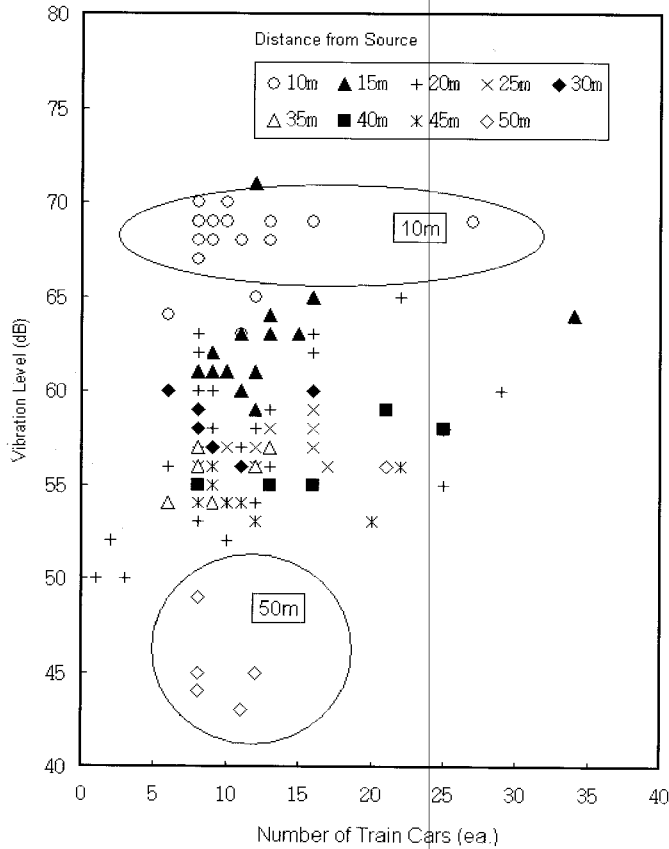


Fig. 4. Vibration level with respect to the number of train cars.

급한 바 있다. 특정점을 통과하는 열차의 차량수에 따른 진동값의 변화 양상은 Fig. 4에서와 같이 특별한 상관 관계가 나타나지 않았다.

철도진동은 차량수가 증가할수록 같은 무게의 차량 반복에 의한 진동 최대값의 지속 시간이 길어져  $L_{10}$  값의 상승 효과가 나타날 뿐, 차량수 증가에 따른 진동 최대값의 변화 양상은 뚜렷하게 나타나지 않는 것으로 분석되었다.

따라서 철도 주변에서 진동 최대값의 크기가 실제 피해의 원인임을 고려할 때 차량수가 적은 일반 객차가 교통량의 상당수를 차지하고 있어, 환경청에서 제시하고 있는  $L_{10}$  값 산출 방식을 적용하여 진동 배출 허용 기준을 정한 데에 문제가 있다.

#### 4.5. 방진구의 영향

철도 주변에 방진구가 있을 경우 방진구 밖에

서 나타나는 철도 진동에 대한 방진구의 영향을 알아보기 위하여 철도 중심으로부터 2m 떨어진 곳에 폭 3m, 깊이 2.5m 되는 방진구가 존재하는 건물목에서 진동값을 측정하였다.

이때 Fig. 5에서와 같이 공구가 없는 경우보다 공구가 있을 경우 철도 진동이 대체로 10% 정도 줄어드는 것으로 나타나 철도와 수진부 사이에 공구를 설치할 경우 철도 진동의 저감 효과가 있을 것으로 판단되었다.

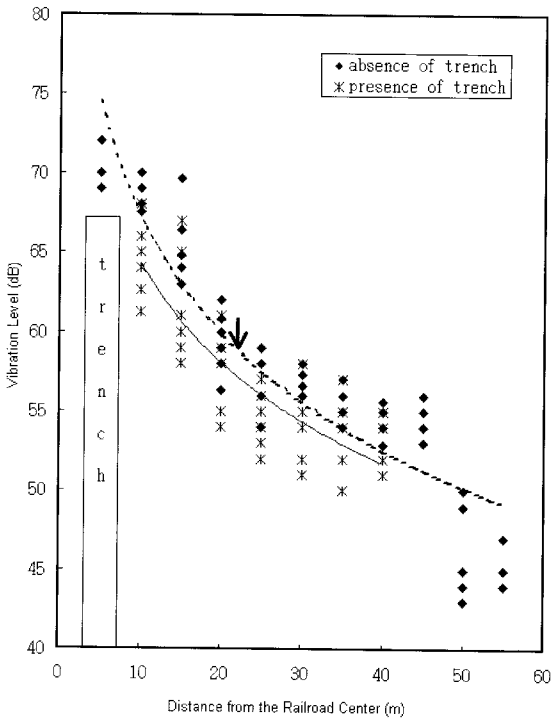
### 5. 철도 진동 저감 방안을 위한 실험

#### 5.1. 실태 조사 및 분석에 따른 실험 구성

철도에 있어서 진동은 차량, 궤도, 구조물, 기초, 지반, 건물로 전파하여 가고, 이들의 요소가 복잡하게 관계하고 있으므로, 진동 원인 및 크기

**Table 5.** The average of the measured vibration level(dB), from 1 m to 10 m using two kind of barbell.

Distance(m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Weight of Barbell(kg)										
2.7	49.5	45.6	43.4	40.7	39.0	36.5	35.3	34.6	34.6	34.5
5.0	61.8	54.0	50.3	46.4	44.0	41.0	38.9	37.6	36.3	35.4



**Fig. 5.** Influence of trench on rail vibration.

가 비교적 일정한 일반적인 기계나 발파 진동 등의 경우와는 달리 철도 진동은 넓은 영역의 진동 특성을 갖고 있다. 따라서 저감 방안을 마련할 경우 어느 한 부분만의 방안으로는 결정적 효과를 얻을 수 없을 것이다(김성득, 1995; 차일환, 1994).

따라서 본 연구는 철도 진동의 저감 방안을 마련하고자 철도 진동의 실태 조사 및 분석 결과를 바탕으로 전파 경로 방안에 해당하는 거리 감쇠 실험 및 공구 설치 실험을 해보기로 하였다. 이때 지반을 전파하는 진동을 거리 감쇠 및 그 전파 경로에서 공구로 차단하는 효과를 명확히 하여 실제 철도 주변 지반에 응용할 수 있는 자료를

얻는 것을 목적으로, 진동을 발생시킬 수 있는 무게가 각기 다른 철구 또는 바벨(barbell)을 일정한 높이에서 떨어뜨려 진동원으로 이용하였다.

### 5.2. 거리 감쇠 실험 및 효과 분석

진동원으로부터 멀어질수록 철도 진동이 감쇠되는 효과를 명확히 하기 위해 같은 크기의 진동을 발생시킬 수 있는 일정 무게의 철구 또는 바벨을 1.3 m의 높이에서 떨어뜨렸을 때 나타나는 진동값을 일정한 거리에 설치된 진동계를 이용하여 측정하였다. 이때 진동원 및 진동계의 오차를 최소화하기 위해 Table 5와 같이 일정한 압진동 상태에서 10 회이상 같은 실험을 반복하여 얻은 측정값의 평균값을 거리 감쇠 특성 분석에 이용하였다.

실험 결과 실제 철도 진동 측정에서와 같이 지반에 전파한 진동은 진동원으로부터 멀리 전파하여 감에 따라 거리적으로 감쇠하였다. 또한 Fig. 6에서와 같이 진동원으로부터 가까운 최초의 진동값이 클수록 지반을 전파하는 진동의 거리 감쇠가 크게 나타나, 진동원으로부터 일정한 거리가 떨어지면 같은 크기의 진동값을 갖게 됨을 알 수 있었다. 따라서 최초 진동에 관계없이 진동원으로부터 일정한 거리를 확보하여 수신부가 존재할 경우 공해 진동으로부터 벗어날 수 있을 것으로 분석되었다.

이는 철도 진동으로부터의 주민 피해를 막기 위해 철도 주변에 건물 또는 그 부대 시설 등을 설치함에 있어 일정한 거리 제한을 두거나, 철도 주변의 일정 거리 내에 설치되어 있는 기존의 시설을 이전해야만 하는 당위성을 뒷받침하고 있다.

### 5.3. 공구의 설치 실험 및 효과 분석

진동원과 수신부 사이에 진동이 전파하는 지반



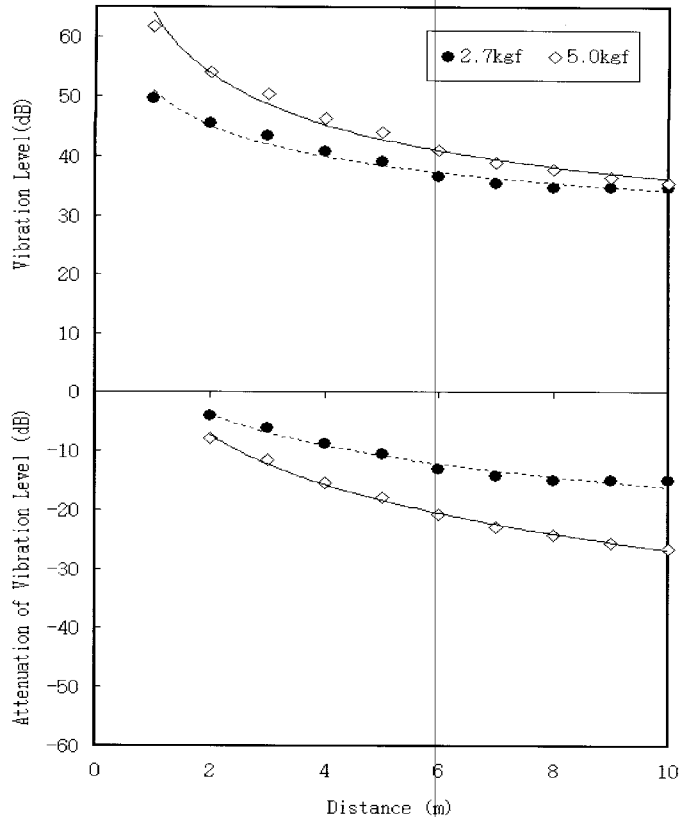


Fig. 6. Attenuated vibration level with distance.

의 일부에 공구를 둠으로써 나타나는 진동 저감 효과를 알아보기 위하여, 길이 15m의 공구를 설치하고 그 깊이, 폭, 위치 등을 변화시켜 실험하였다.

#### 가. 공구의 깊이 변화 실험 및 효과 분석

진동원으로부터 중심까지의 거리 1m, 폭 50cm, 길이 15m인 공구를 설치하고 공구의 깊이를 변화시키면서 거리에 따른 진동값을 측정된 결과, 공구의 깊이가 25cm 일 경우에는 공구의 효과가 전혀 나타나지 않고 있으나, 공구의 깊이가 50cm 이상이 되면서 진동이 다소 감소하기 시작하는 것으로 나타나고 있어(Fig. 7), 공구의 깊이가 진동 파장의 1/4 이상이 되어야만 진동 저감 효과가 나타나는 것으로 판단되었다. 또한 진동원로부터의 거리가 가까울수록 공구의 깊이에 따른

진동 저감 효과가 더 크게 나타나는 것으로 분석되었다.

따라서 철도 주변에 일정한 깊이 이상의 공구를 설치함으로써 철도 주변 공구 밖에서의 진동을 상당히 저감시킬 수 있을 것으로 분석되었으며, 특히 실태 조사 및 분석 결과 철도 중심으로부터 가까운 25m 이내의 지역에서만 공해 진동이 발생하고 있음을 감안할 때, 철도 진동의 저감 방안으로 25m 이내의 공구 설치가 효과적으로 이용될 수 있음을 뒷받침하고 있다.

#### 나. 공구의 폭 변화 실험 및 효과 분석

앞서 철도 주변에 일정한 깊이 이상의 공구를 설치함으로써 철도 진동을 어느 정도 저감시킬 수 있는 것으로 분석되었다. 이때 일정 깊이의 공구를 설치한 후 공구의 폭만을 변화시키면서, 공구

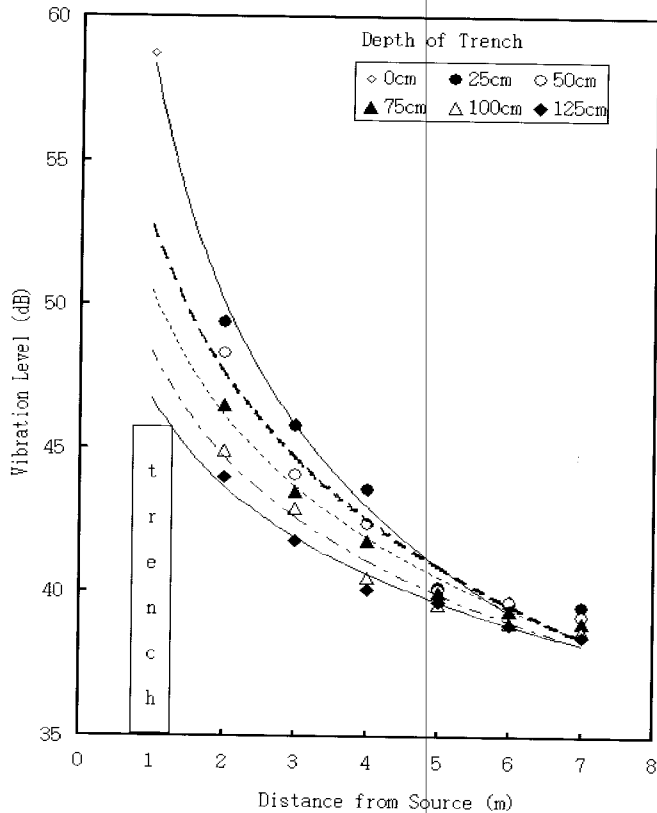


Fig. 7. Attenuation of vibration level with respect to the depth of trench.

의 폭 변화가 진도 저감에 어떤 영향을 미치는가를 알아보기 위한 실험을 수행하였다.

먼저 진동원으로 부터 5 m의 거리에 진동계를 설치하고, 진동원에서 0.5 m 떨어진 곳에 깊이 1.25 m, 길이 15 m인 공구를 설치한 다음, 공구의 폭을 0.5 m, 0.75 m, 1.0 m로 넓혀가면서, 각각의 경우마다 무게가 서로 다른 5 종류의 바벨을 1.3 m 높이에서 떨어뜨렸을 때 진동계에 나타나는 진동값을 측정하였다.

실험결과 공구의 폭이 0.5 m, 0.75 m, 1.0 m인 경우에 나타나는 진동값이 큰 차이는 보이지 않고 있어, 일정 깊이 이상의 공구를 설치했을 경우에 나타나는 진동 저감 효과에서, 공구의 폭 변화를 통한 더 이상의 증대 효과는 기대할 수 없을 것으로 판단된다.

따라서, 철도 주변 25 m 이내의 공해진동 지역

에 필요 이상의 넓은 공구를 설치하지 않고, 좁고 깊은 공구만으로도 충분히 진동을 저감시킬 수 있을 것으로 분석되었다.

#### 다. 공구의 위치 변화 실험 및 효과 분석

철도 주변에 공구를 설치함에 있어 공구의 깊이 및 폭의 변화외에 또 다른 철도진동 저감 효과를 파악하고자, 진동원과 진동계 사이에 설치되는 공구 위치 변화에 따른 실험을 수행하고 그 결과를 분석하였다. 먼저 최초 진동원으로 부터 진동계까지의 거리를 8 m로 하고 폭 50 cm, 깊이 1.25 m, 길이 15 m인 공구를 그 사이에 설치하였다. 진동원과 공구 중심까지의 거리를 1~7 m로 변화시키면서 무게 15 kg의 바벨을 1.3 m의 높이에서 떨어뜨린 후 진동값을 측정하였다.

실험결과 Fig. 8에서와 같이 진동원과 진동계

에 근접하게 공구가 설치될수록 측정되는 진동값이 작아지고 있어, 공구가 진동원 또는 진동계에 가까이 위치할수록 진동 저감 효과가 크게 나타나는 것으로 분석되었다.

#### 5.4. 지중벽 효과

공구의 내벽에 지중벽을 설치했을 경우 나타나는 저감 효과를 알아보기 위하여 박스형 콘크리트 공구 또는 지하실 등이 설치되어 있는 기존 시설을 이용하여 진동 실험을 실시한 결과, 지반을 파낸 공구 그대로의 경우보다 상당한 저감 효과가 나타났으나 공구의 깊이, 길이, 폭 등이 서로 다른 상황에서의 측정값으로 정확히 어느 정도의 저감 효과가 나타나는지에 대해서는 알 수 없었다.

### 6. 결 론

대전 도심 지역 철도 주변에서의 철도 진동 실태를 조사 분석하고, 그 결과를 통해 구상된 철도 진동 저감 방안을 위한 실험 및 효과 분석에서 얻은 결과를 요약 정리하면 다음과 같다.

- 1) 철도 주변에서의 진동은 주로 열차의 주행에 의해 발생되고 있으며, 10 m 거리의 근접 주택 지역에서 최대 72 dB까지의 진동이 측정되었다.
- 2) 열차의 주행만을 고려할 경우 대체로 철도 중심으로부터 25 m 이내의 거리에서만 존재하였다.
- 3) 철도 근접 지역일수록 열차의 속도 변화에 대한 진동 값의 변화가 작아 모든 속력의 열차에 대한 진동이 발생하였다.
- 4) 진동원과 수신부 사이에 공구를 설치할 경우 공구의 깊이, 수신부의 위치 등에 따라 다소 차이가 있으나, 대체적으로 약 10%의 진동 저감 효과가 나타났으며, 최초 진동값이 클 경우 그 효과가 더욱 크게 나타났다.
- 5) 공구의 깊이가 깊을수록 진동 저감 효과가 크게 나타났으며, 이때 그 깊이는 진동 파장의 1/4 이상이 되어야 한다.
- 6) 같은 조건의 공구를 설치할 경우 공구가 진동원 또는 수신부에 가까이 위치할수록 진동 저감 효과가 크게 나타났다.
- 7) 공구의 폭 변화에 따른 진동 저감 효과는 뚜렷하지 않았다.

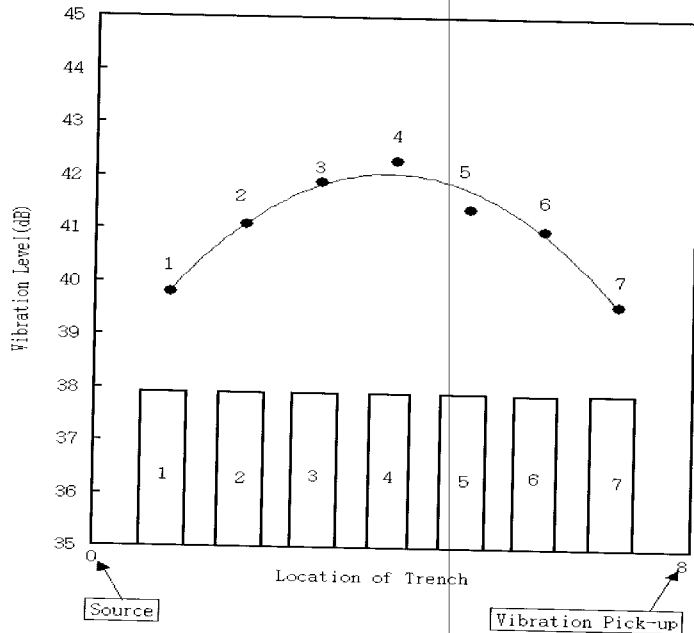


Fig. 8. Attenuation of vibration level with respect to the location of trench.

이상의 연구 결과를 종합해 볼 때 대전 도심 지역 철도 주변 25 m 이내의 지역에는 열차 통과로 인한 공해 진동이 존재하고 있어, 이로 인한 철도 주변에 생활하고 있는 주민들의 피해가 심각하다. 따라서 그 피해를 줄이기 위한 방안으로 공해진동이 존재하는 지역에서의 주민 이주를 통한 거리 감쇠 적용을 생각할 수 있다. 그러나 주민과의 마찰 등 많은 문제점을 안고 있어, 현실적인 방안으로 철도 주변에 공구를 설치하여 열차 주행으로 인한 공해진동을 저감시키는 방안이 합리적인 것으로 판단된다.

## 사 사

"본 연구는 과학기술부 국가지정연구실사업으로 지원된 공주대학교 자연과학대학 문화재비과 피진단연구실의 재정적지원에 감사드립니다."

## 참고문헌

- 김성득, 도시 교통공학 pp30~387, 울산대학교 출판부, 1995  
도철웅, 교통공학원론 pp667~673, 청문각, 1995  
장광택, 조진동, 김영달, 지구물리탐사 pp56~116, 동명사, 1984  
차일환, 유정권, 소음·진동공학 pp187~219, 문운당, 1994  
천병식, 오재웅, 건설기술자를 위한 지반진동 영향과 대책 pp171~281, 건설연구사, 1993  
Newland, D. E., An Introduction to Random Vibration & Spectral Analysis. Longman, Lodon & Newyoga, 1984  
Dowrick, D. J., Earthquake Resistant Design, John Wiley & Sons, 1977

---

2000년 10월 18일 원고접수

2000년 12월 20일 원고채택