

저층건축물 인근 발파작업시 진동 및 폭음이 층별로 미치는 영향 연구

이신, 김상욱, 울지나란 풀레브토크, 강대우¹⁾

A Study on the Influence of Blasting Vibration and Sound on Each Floor in Building during Blasting Operation

Shin Lee, Sang-Wook Kim, Ulziinaran Purevtogtokh and Dae-Woo Kang

ABSTRACT. Many buildings have been built in Korea. Because blasting operations are more efficient to make excavate rock than other methods, it's more extensively used for new construction, enlargement of buildings, subway work, etc. However, blasting vibrations and sound often create pollution. A study, "The place of gathering earth and sand to construct a building site in Yangsan", has been done in Gyo-dong, in Yangsan. There are two high-rise apartment and buildings, beside a construction site. The blasting vibrations and sound were monitored on the 1st, 4th floors in building(4th floor), and the results of the analysis are as follows: The blasting vibrations decreased being transmitted from 1st floor to 4th floor.

Key words : blasting vibrations and sound

초 록. 국내에는 좁은 국토면적에 많은 주택 또는 건축물을 보급하기 위해 새로운 부지조성을 위한 공사가 도심에서 근접하여 이루어지고 있다.

이 새로운 부지조성을 위해 인근 건축물과 아주 근접하여 시공하는 경우가 많아지고 있으나, 이에 타공법보다 경제적으로 압반을 파쇄하기 위하여 발파작업을 선호하고 있는 실정이나, 도심지에서 발파작업으로 인해 진동 및 폭음 등으로 주변 보안물건에 피해가 발생하였다고 민원을 제기하는 경우가 많이 발생한다.

따라서 본 연구는 ○○지역의 "양산 물금지구 택지조성을 위한 토취장의 발파지점에서 450 ~ 800M 부근에 위치한 저층건축물(○○빌라 4층)에 1층과 4층에 진동과 폭음을 동시에 계측하여 발파작업으로 인한 진동 및 폭음이 저층건축물(○○빌라)의 층별로 미치는 영향을 검토하였다.

과거 발파 영향권을 분석한 결과 고층아파트는 고층으로 진동이 이동하여 감소현상을 보였으나 본 연구에서 저층건축물(○○빌라)은 저층보다 윗층(4층)의 경우가 많은 진동크기를 나타내었으며 향후 발파작업시 고층아파트보다 저층건축물이 존재 할 경우 보다 발파작업에 주의하여야 할 것으로 나타났다.

핵심어 : 저층건축물, 진동, 폭음

1. 서 론

국내 대발파가 행하여지고 있는 대부분의 지역에서 공통적으로 볼 수 있는 것이 소음과 진동에 관한 민원이다.

도심지의 근접발파의 경우 발파진동의 주파수

는 수십Hz에서 수백Hz까지 다양하게 나타나지만, 대발파의 경우 보안물건과의 거리가 가깝게는 수십 미터에서 멀게는 몇 킬로미터까지 다양하며 발파로 인한 주파수도 몇 Hz에서 수십Hz이상으로 다양하다.

건축물은 주파수에 따라 층별 응답특성이 달라지며, 따라서 대발파로 인한 저주파(수Hz~ 수십 Hz)진동에 따른 저층건축물의 층별 피해정도를 판단하기위한 연구가 필요하다.

1) 동아대학교
접수일 : 2004년 9월 13일

따라서 본 연구는 ○○지역의 “양산 물금지구 택지조성을 위한 토취장”의 발파지점에서 450 ~ 800M 부근에 위치한 저층건축물(○○빌라 4층)의 1층과 4층에 진동과 폭음을 계측하기 위해 계측기를 설치하고 발파작업으로 인한 진동 및 폭음이 저층건축물(○○빌라)에 미치는 영향을 검토하였다.

2. 주변현황 및 대상암반의 역학적 특성

2.1 주변현황 및 지질

본 연구 대상지역은 경상남도 양산시 교동에 위치하고 있으며, 앞쪽에 도로를 기준으로 양쪽으로 발파원에서 550 ~ 800M 지점에 C아파트와 H아파트 등 고층 아파트가 위치하고, 몇몇의 저층빌라가 위치하고 있으며, 택지조성을 위한 토취장 현장으로 발파를 통하여 공사가 진행되고 있다.

이 지역은 경남지역에 발달한 중생대 백악기 경상계 신라통에 해당하며, 암종은 안산암류가 주를 이루며 쳐트류가 관입되어있다. 암갈색, 암녹색을 띠는 안산암은 대부분 괴상이고 반상조직을 가진다.

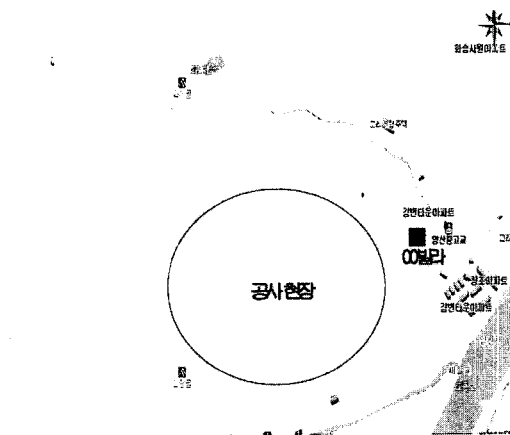


그림 1. 발파 현장 위치도

암갈색을 띠는 안산암은 풍화정도가 약하고 신선한 상태를 보이고 있으며, 암녹색을 띠는 반상안산암은 풍화정도가 심하며 균열과 절리가 발달되어 있는 것을 알 수 있다. 발파대상 지역의 암반은

대부분 균열과 절리가 발달되어 있다.

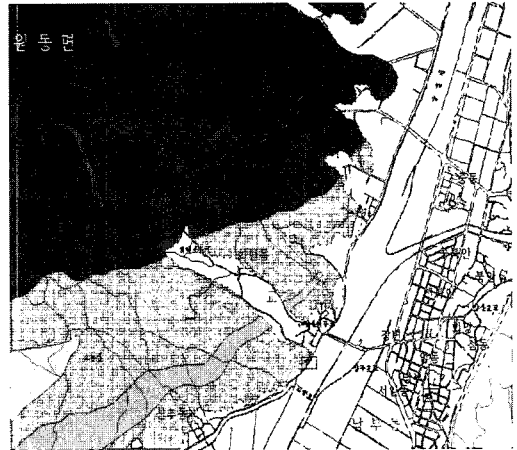


그림 2. 발파 현장 지질도

2.2 암석의 성질

실험실내 시험에서 사용한 암석시료는 조사 지역내의 대표적인 암종을 얻기 위하여 표토를 제거한 후 풍화작용을 받지 않은 신선한 암반에서 부분적으로 채취하였으며, 현지 암반에서 채취한 3개의 시료의 강도시험 결과 및 점착력과 마찰각은 표 1과 같다.

3개의 시료의 압축강도시험 결과 1510.70kg/cm² ~ 1678.56kg/cm²으로 나타났으며 무결암 강도에

표 1. 시료의 강도 실험 결과

구분	일축압축강도 (kg/cm ²)	1봉압 (10kg/cm ²)	2봉압 (15kg/cm ²)	점착력 (kg/cm ²)	마찰각 (°)
BH-1	1678.56	1951.32	2245.07	133.43	71.55
BH-2	1510.70	1821.23	2089.80	120.11	71.65
BH-3	1552.66	1825.43	2094.00	127.01	71.08

따른 암석강도의 분류방법에 의하여 높은 강도를 가지는 경암에 해당된다.

3. 발파진동 및 폭음의 측정

3.1 발파진동 및 폭음 측정

본 연구에 사용된 측정기기는 캐나다 Instantel사에서 제작된 Blastmate 시리즈이며, 대상지반에서의 지반진동에 영향을 받고 있는 인근 지역의 저충전축물(○○빌라)에 1층과 4층에 각각 1대를 동일한 위치에 설치하고 진동 및 폭음을 계측하였다.

그림 3은 측정에 사용된 Geophone 및 Microphone을 설치한 것이다.

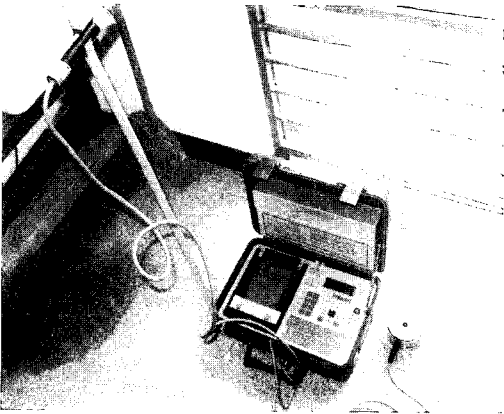


그림 3. 계측기 설치

3.2 사용폭약 및 발파패턴

본 현장에서 사용된 폭약은 에밀전계 폭약 50mm과 ANFO를 사용하였고, 대표적인 패턴으로는 천공경 76~ 105mm, 지발당 장약량 40 ~ 60kg이며 천공장은 9.0 ~ 12.0M, 저항선 및 공간격 2.5~3.0M이다.

4. 측정자료 분석 및 결과

4.1 층별 주파수 분석

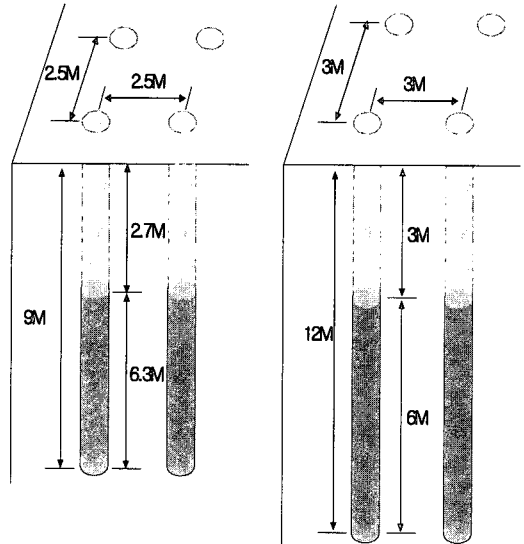


그림 4. 발파 패턴도

층별 집선성분의 분석결과 1층의 주파수가 증가할수록 4층의 주파수도 낮게 증가하는 경향을 보이며 주파수차는 커지는 것으로 나타났다.

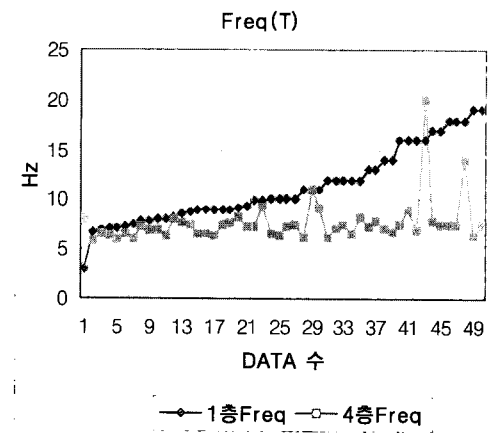


그림 5. 층별 Freq(T)

층별 진행성분의 분석결과 1층의 주파수가 증가할수록 4층의 주파수도 낮게 증가하는 경향을 보이며 주파수차는 커지는 것으로 나타났다.

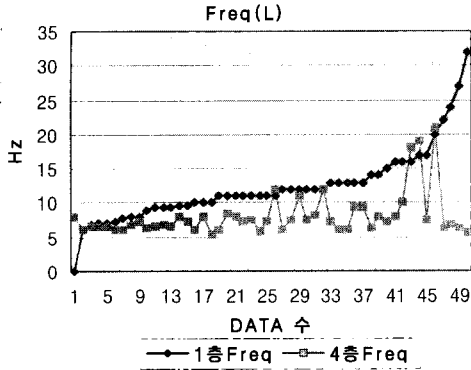


그림 6. 층별 Freq(L)

층별 수직성분의 분석결과 1층의 주파수가 증가할수록 4층의 주파수도 증가하는 경향을 보이며, 주파수차는 거의 없었다.

층별 주파수를 1층을 기준으로 분석한 결과 접선성분과 진행성분은 4층이 1층보다 낮은 주파수대역을 나타내는 경향을 보이지만 수직성분은 다소 차이가 없는 것으로 나타났다.

4.2 층별 입자 속도 및 벡터합, 폭음 분석

층별 입자 속도(PPV)를 분석한 결과 입자 속도에서 접선, 진행, 수직성분 모두 4층이 1층보다 높게 나타나는 경향을 보이나, 진행, 수직성분보다 접선성분의 입자 속도 차이가 더 크게 나타났다

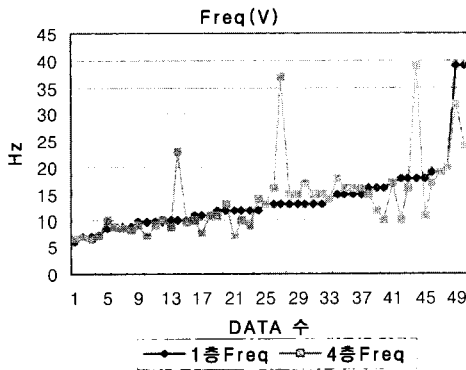


그림 7. 층별 Freq(V)

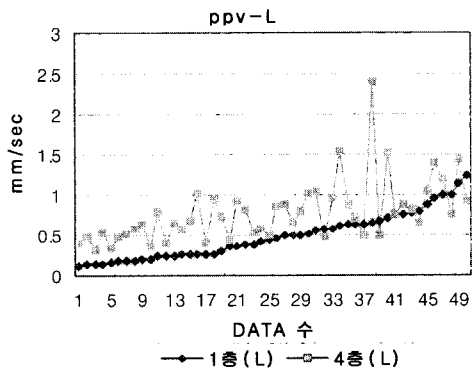


그림 9. 층별 PPV(L)

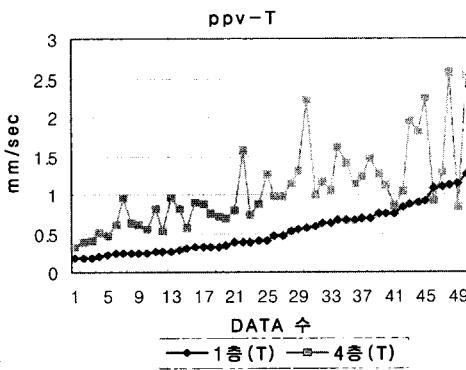


그림 8. 층별 PPV(T)

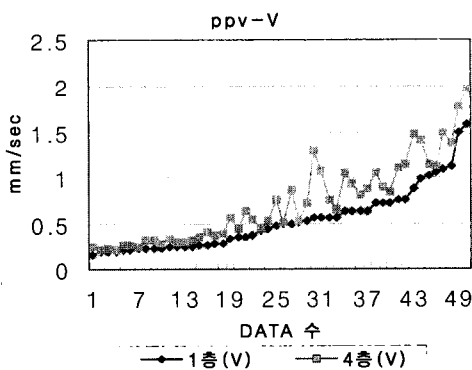


그림 10. 층별 PPV(V)

1층의 PVS는 0.2mm/s에서 1.8mm/s 사이로 나타났고, 4층의 PVS는 0.4mm/s에서 2.3mm/s 사이로 나타났고, 벡터합 또한 4층이 1층보다 높게 나타났다.

폭음의 분포 경향은 50dB(A) 이하가 약 50% 정도로 나타났다. 이를 제외한 DATA를 분석하면 그림 12와 같고, 이는 1층의 경우 50 ~ 60dB(A)는 약 35%이고 60 ~ 70dB(A)는 12%로 나타났고, 4층의 경우는 50 ~ 60dB(A)는 약 62%, 60 ~ 70dB(A)는 약 38%로 나타났으며, 1층에 비해 4층의 폭음이 감소했다.

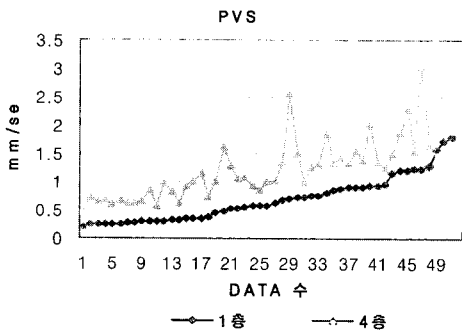


그림 11. 층별 PVS

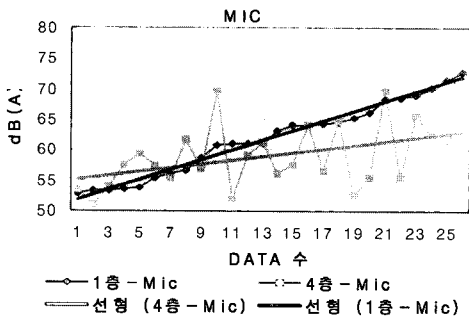


그림 12. 층별 MIC

4.3 1층 주파수에 따른 층별 벡터합 분포와 벡터합 증가량과 증가율의 관계 분석

층별 벡터합을 분석한 결과 1층과 비교하여 4층의 PVS는 평균 약 0.6mm/s 증가하였다. 1층 주파

수에 따른 층별 PVS분포를 분석하면 1층의 주파수가 고주파일수록 PVS값이 크게 나타나며, 4층의 PVS 증가폭도 크게 나타났다.

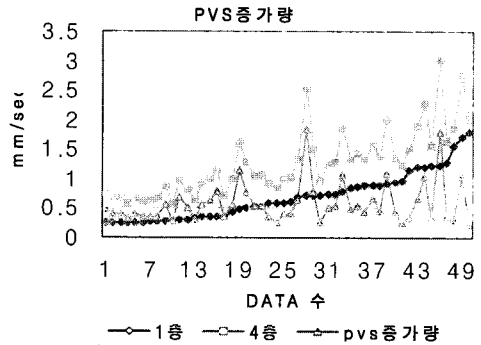


그림 13. 층별 PVS분포와 증가량

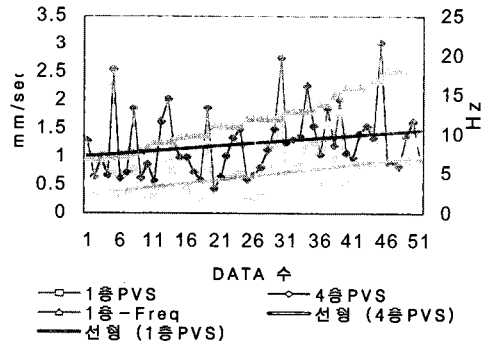


그림 14. 1층 주파수에 따른 층별 PVS분포

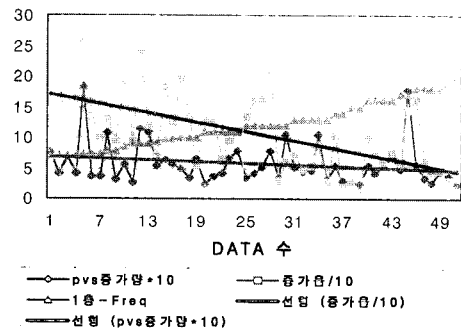


그림 15. 1층 주파수에 따른 PVS 증가량과 증가율의 관계

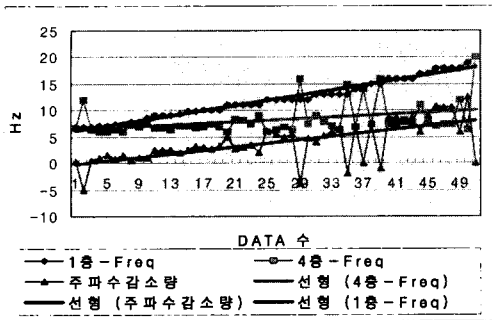


그림 16. 층별 주파수 분포

1층의 주파수에 따른 벡터합의 증가량과 증가율의 관계를 보면 1층의 주파수가 고주파일수록 PVS 증가율은 감소하는 것으로 나타났으나, PVS 증가율은 평균 107%로 약 한배가 증가한 것으로 나타났다.

층별 주파수 분포를 보면 1층의 주파수의 범위는 7Hz에서 20Hz 사이이고 4층의 주파수 범위는 5Hz에서 20Hz사이이다.

1층의 주파수에 비해 4층의 주파수는 낮은 경향을 보이며 1층의 분포는 7Hz에서 20Hz 사이의 범위내에서 고른 분포를 보이나 4층의 주파수 분포는 5Hz에서 10Hz사이의 집중적인 분포를 나타냈다.

5. 결 론

본 연구의 대상인 “양산 물금지구 택지조성을 위한 토취장” 현장주변 인근 저층건축물(○○빌라 4층)의 1층과 4층의 진동 및 폭음 영향에 관한 자료를 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 1층의 PVS는 0.2mm/s에서 1.8mm/s 사이로 나타났고, 4층의 PVS는 0.4mm/s에서 2.3mm/s 사이로 나타났으며, 1층과 비교하여 4층의 PVS는 평균 약 0.6mm/s 증가하였다. 증가율은 평균 107%로 약 한배가 증가한 것으로 나타났다.
- (2) 1층의 주파수가 고주파일수록 PVS값이 크게 나타나며, 4층의 PVS 증가폭도 크게 나타났지

만 PVS 증가율은 감소하는 것으로 나타났다.

- (3) 1층에 비하여 4층의 최대입자속도는 모든 성분(V, T, L)에서 높아지는 경향을 나타냈고, 가장 크게 증가한 최대입자속도성분은 T성분으로 나타났다으며, 주파수는 이와는 반대로 낮아졌다.
- (4) 1층의 주파수의 범위는 7Hz에서 20Hz 사이에 있고 4층의 주파수범위는 5Hz에서 20Hz사이이다. 1층의 주파수에 비해 4층의 주파수는 낮은 경향을 보이며 1층의 분포는 7Hz에서 20Hz 사이의 범위내에서 고른 분포를 보이나 4층의 주파수 분포는 5Hz에서 10Hz사이의 집중적인 분포를 보였다.
- (5) 1층의 주파수가 증가할수록 4층의 주파수도 작게 증가하는 경향을 보이며 주파수 차는 커지는 경향을 보였다.
- (6) 폭음의 분포 경향은 50dB(A) 이하가 약 50% 정도로 나타났다. 이를 제외한 DATA를 분석하면 그림 12와 같고, 이는 1층의 경우 50 ~ 60dB(A)는 약 35%이고 60 ~ 70dB(A)는 12%로 나타났고, 4층의 경우는 50 ~ 60dB(A)는 약 62%, 60 ~ 70dB(A)는 약 38%로 나타났으며, 1층에 비해 4층의 폭음이 감소했다.

본 연구는 발파로 인한 발파원과 측정위치가 450 ~ 800M에 있어 저주파의 진동특성이 대부분 나타났기에 저주파로만 저층 건축물에 미치는 영향을 분석하였다.

참 고 문 헌

1. 이부경, 1999, 암석역학의 원리, 도서출판 대운, pp. 260 ~ 261.
2. 송정락, 지반진동학, 도서출판 엔지니어즈.
3. Dowding, C. H. 2000, Construction Vibrations, Prentice Hall.

4. WHITE, R.G. and J.G. WALKER, NOISE AND VIBRATION I, II.
5. Lewis L. Oriard, The effects of vibrations and environmental forces, ISEE.