

암반발파 및 파쇄로 인한 진동값 측정과 분석

Analysis of Measured Vibration Data due to Rock Blasting and Crushing

문 가 은* 임 흥 철**
Moon, Ka-Eun Rhim, Hong-Chul

Abstract

Various vibration caused by construction vehicles and equipment movement, rock blasting, and crushing obstacle occurs inevitably in construction sites. In this study, we measured the impact of vibration by blasting rock at construction sites, rock crushing, concrete crushing. The measuring instrument was installed in adjacent buildings and observed that blasting vibration differs depending on the charge weight, blasting distance, and the measuring position. The observation was maintained by allowable peak particle velocity standard according to each standards and references.

키 워 드 : 공사현장, 진동영향, 발파, 파쇄, 암반
Keywords : construction site, effect of vibration, blast, crush, rock

1. 연구 배경과 목적

공사현장에서 암반발파, 암반 및 지장물 파쇄, 향타, 장비차량의 이동 등으로 인해 소음과 진동은 빈번히 발생하고 있다. 이러한 진동으로 인해 인접건물에 영향을 미칠 수 있으므로 안전성에 대한 문제 뿐만 아니라 사생활 침해, 분진 등 생활 불편으로 시민들의 민원은 증가하고 있다. 따라서 본 논문에서는 실제 공사현장에서 발생하는 여러 요인들의 진동을 계측하고, 진동의 종류에 따른 계측값 차이를 알아보고, 분석하였다. 또한, 각 기관별에 제시된 허용진동기준치 내에 계측값이 안전하게 만족하는지 판단하였다.

2. 진동 허용 기준 및 진동 측정값 이론

주변 인접건물에 공사현장에서 발생하는 진동 영향을 받게 되면, 안전과 민원 발생의 소지가 되므로 진동에 대한 관리가 필요하다. (문가은 외 2인 2015) 국내에서는 한국철도시설공단, 서울시 지하철건설본부, 국토교통부 등 각 기관별 허용진동기준을 제시하고 있으며(한국철도시설공단 2013, 서울시 지하철건설본부 1996, 국토교통부 2006), 이 기준값을 근거로 공사현장에서 안전성을 판단하고 있다. 진동의 측정은 최대입자속도 PPV (Peak Particle Velocity)로 실 측정값으로 측정되며, PPV의 측정성분은 $x(t)$, $y(t)$, $z(t)$ t=시간인 직교하는 세 방향으로 측정된다. 세 방향은 L(진행방향 수평성분), T(진행방향에 직교하는 수평성분), V(연직성분)으로 각각 표시된다. (최병희 외 4인 2008) 허용진동속도의 진동값은 cm/sec로 표시하고, 주택이나 아파트 0.3 ~ 0.5 cm/sec, 그리고 철근콘크리트 건물은 1.0 ~ 5.0 cm/sec으로 허용진동기준값으로 정하고 있다. 일반적으로 암반 발파 시 주택 기준은 보다 보수적인 값인 0.3 kine(cm/sec)로 유지하고, 철근콘크리트 건축물은 최대값인 5.0cm/sec 이하로 적용하며 시공한다.

3. 공사현장 측정 개요

현재 지하굴도 공사가 진행 중인 서울 시내 한 공사현장에서 1) 콘크리트 지장물 파쇄, 2) 암반 파쇄, 3) 암반 발파에 따른 3가지 진동을 측정하였다. 공사현장의 암반의 종류는 편마암, 연암, 경암으로 연암부터 발파를 시행하고, 발파패턴은 3가지로 구분하여, 1) 정밀 진동제어 발파 - 장약량 0.5 kg, 2) 소규모 진동제어 발파 - 장약량 0.75 kg, 3) 소규모 진동제어 발파 - 장약량 1.0 kg로 발파를 시행하였다. 진동계측기 위치는 사진 1, 사진 2와 같이 지표면 3개, 슬래브 3개, CFT 기둥 2개, 인근 보안물건 2개 총 10대를 운용하여 진동을 계측하였다.

* 연세대학교 건축공학과 석사과정

** 연세대학교 건축공학과 교수, 공학박사, 교신저자(hcrhim@yonsei.ac.kr)



사진 1. 지표면 진동계측기



사진 2. CFT 기둥 진동계측기

4. 결과 분석 및 결론

측정결과, 3가지 종류의 진동 원인에 대해, 지장물 파쇄 < 암반 파쇄 < 암반 발파 순으로 그 크기가 증가하였다. 이 3가지 진동 원인 중에서 계측기 위치가 CFT 기둥에서 제일 크게 발생하였는데, 그 이유는 철골기둥에 계측기를 브라켓에 설치하여 진동값이 크게 발생하였다고 사료한다. 그 다음으로는 지표면, 그리고 슬래브가 제일 작은 값이 나왔다. 표 1에서는 각 계측기 위치에 따른 진동원인 최대값을 표시하였다.

표 1. 각 원인별 최대 진동값

진동원인의 종류	지장물 파쇄	암반 파쇄	암반 발파
최대 PPV (cm/sec)	0.0953	0.0746	1.94

진동이 기둥으로 1차적으로 전달돼 슬래브로 도착하기 때문에 진동값이 작게 나온 것으로 판단된다. 그러나 암반파쇄의 경우는 변수가 적용하여 슬래브에서 조금 더 미미하게 값이 크게 발생하였다. 철근콘크리트 허용기준치 5.0 cm/sec 내에 안전하게 만족하게 나온 것으로 분석된다.

참 고 문 헌

1. 문기은, 임홍철, 정병호, 공사현장에서 발생하는 진동 측정 및 영향 분석 (Measurements and Analysis of Vibration on Construction Site), 한국건축사공학회 2015년도 춘계학술논문 발표대회 논문집, 제15권 제1호, pp.3~4, 2015. 5
2. 국토교통부, 도로공사 노천발파 설계·시공지침, 2006
3. 한국철도시설공단, 철도설계기준, 2013.12
4. 서울시 지하철건설본부, 1996
5. 최병희, 류창하, 황현주, 최용근, 안명석, 제어발파의 설계 및 관리 과정에서의 PPV와 PVS의 역할 (The Role of PPV and PVS in Controlled Blasting), 대한화약발파공학회지, 제26권 제2호, pp.1~10, 2008.12