

공사현장에서 발생하는 진동 측정 및 영향 분석

Measurements and Analysis of Vibration on Construction Site

문 가 은* 임 흥 철** 정 병 호***

Moon, Ka-Eun Rhim, Hong-Chul Jeong, Byung-Ho

Abstract

Vibration occur at construction sites due to various causes. Starting from the movement of heavy equipments and construction vehicles, the machine crushing of embedded obstacles and rocks creates not only noise but also vibration. Furthermore, the blasting of rocks tops the other causes. In this paper, the measurements of various vibration occurring at the construction site are made and analyzed to determine the magnitude of vibration upon different sources of vibration. The results showed the relative magnitude of vibration for the site studied.

키 워 드 : 공사현장, 진동, 발파, 파쇄, 암반

Keywords : Construction site, vibration, blast, crush, rock

1. 연구 배경과 목적

공사현장에서 발생하는 많은 진동과 소음은 주변 건물 뿐만 아니라 기공된 현장 구조물에도 영향을 미친다. 암반굴착을 위해 발파작업과 암반 파쇄 및 콘크리트 등 지장물 파쇄작업을 진행할 때 지반진동, 소음, 폭발압, 비산 등의 공해가 발생한다. 본 논문에서는 실제 공사현장에서 일어나는 진동을 지정된 계측위치와 주변 건물에서 측정하고, 이를 통해 실제 계측값을 확보하였다. 수집된 계측값을 근거로, 각기 다른 진동 원인에 따른 발생 진동의 크기를 정량화하고, 발파 및 파쇄의 안전여부를 분석하였다.

2. 기존 현황

공사현장에서 발파 시, 진동, 소음 및 파쇄 암편의 비산 등으로 공해와 민원의 대상이 될 수 있다. 국토교통부에서는 설계·시공지침에 발파 진동 허용기준을 제시하고 있다. 현재 대부분의 도심지 공사현장에서는 주거용 건물과 관련하여 인체의 감응 정도에 따른 불안 심리를 반영하여 허용 진동 기준치를 가장 보수적인 0.3 cm/sec 이하로 운용하고 있다. 일반 구조물은 골조 및 재료 형식에 따라 1~5 cm/sec로 허용 진동 기준을 삼고 있다. 내진설계가 된 구조물의 경우에는 통상의 허용 진동기준보다 높은 진동기준을 택할 수 있다.

3. 진동 측정값 관련 이론

진동의 측정은 3차원적으로 이루어지며, 크게 PPV와 PVS로 구분된다. PPV (Peak Particle Velocity)는 지반진동 (ground vibration)을 입자속도 (particle velocity)로 측정하였을 때, 직교하는 세 방향의 측정성분 ($x(t)$, $y(t)$, $z(t)$, t =시간) 별 최대 진폭을 말한다. 세 방향은 L(진행 방향 수평성분), T(진행방향에 직교하는 수평성분), V(연직성분)으로 각각 표시된다. PVS는 최대의 벡터합(Peak pseudo Vector Sum)으로 지반진동의 세 측정성분 $x(t)$, $y(t)$, $z(t)$ 의 PPV 값 (L, T, V)의 벡터합(vector sum)을 뜻한다. $PVS_{pseudo} = \sqrt{L^2 + T^2 + V^2}$

진동은 PPV와 PVS 어느 값으로도 해석이 가능하며, 본 실험에서는 PPV 값을 구하여 허용기준과 비교하였다.

4. 공사현장 내 진동 측정

현재 지하굴토 공사가 진행 중인 서울 시내 한 공사현장에서 1) 콘크리트 지장물 파쇄, 2) 암반 파쇄, 3) 암반 발파에 따른 3가지 진동을 측정하였다. 진원과 측정기 사이의 거리는 13.9 미터이다. 진동계측기를 이용하여 변위, 진동속도, 진동가속도를 모두 측정하였다 (사진 1). 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 (사진 2).

* 연세대학교 건축공학과 석사과정 (kemoon@yonsei.ac.kr)

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

*** 영원ENG 대표 (jhb0106@korea.com)



사진 1. 지표면 계측



사진 2. 폭약거리 재는 모습

5. 결과 분석 및 결론

측정결과, 3가지 종류의 진동 원인에 대해, 지장물 파쇄 < 암반 파쇄 < 암반 발파 순으로 그 크기가 증가하였다. 암반 파쇄는 콘크리트 지장물 파쇄의 약 3배 값을, 그리고, 암반 발파는 암반 파쇄에 비해 무려 15배의 진동을 나타냈다 (표 1). 이로써, 현장에서의 진동 관리 중 암반 발파가 가장 중요하며, 이 결과를 토대로, 앞으로 현장에서 진동 관리에 주요 근거자료로 사용할 수 있다. 인접 건물에 대한 진동값도 함께 측정하여, 안전성을 평가하였다.

표 1. 각 원인별 최대 진동값

진동원인의 종류	지장물 파쇄	암반 파쇄	암반 발파
최대 PPV (cm/sec)	0.0222	0.0635	0.953

참 고 문 헌

1. 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
2. 임한욱, 박근순, 정동호, 이상은, 발파진동의 크기가 양생콘크리트의 강도와 물성에 미치는 영향 (Effects of Blasting Vibrations on Strength and Physical Properties of Curing Concrete), 한국암반학회, 제5권, pp.134~143, 1995, 6
3. 김남수, 이종우, 조경빈, 보안물건의 종류에 따른 발파진동 허용기준 적용 사례 및 문제점 개선 연구 (A Review of Standards for Allowable Limit of Blast Vibration According to the Safety Facilities and Improvement of Problems), 대한화약발파공학회지, 제31권 제2호, pp.50~58, 2013, 12