

로트 체결에 따른 에너지 전달 평가

배명호¹⁾, Myeong-Ho Bae, 윤형구²⁾, Hyung-Koo Yoon, 김주한³⁾, Ju-Han Kim, 이종섭⁴⁾, Jong-Sub Lee

¹⁾ 고려대학교 건축사회환경공학부 석사과정, Graduate Student, School of Civil, Environmental and Architectural Engineering, Korea University

²⁾ 고려대학교 건축사회환경공학부 박사과정, Ph.D. Student, School of Civil, Environmental and Architectural Engineering, Korea University

³⁾ 고려대학교 건축사회환경공학부 석사과정, Graduate Student, School of Civil, Environmental and Architectural Engineering, Korea University

⁴⁾ 고려대학교 건축사회환경공학부 부교수, Associate Professor, School of Civil, Environmental and Architectural Engineering, Korea University

SYNOPSIS : Various soil characteristics for safe construction is necessary to understand the tests using the samples collected, and head in place an energy evaluation is conducted to evaluate the ground. In-Situ testing ground, Rod length and around the intrusive when the energy loss due to friction has been measured only in the head. Abstract The purpose of this agreement when increasing contract area of Rod agreement to transform the energy attenuation and the attenuation at the energy being delivered to evaluate. To this end, the same material used in the field test, laboratory test to apply Rod diameter and length have been considered, designed to perform the experiment was to use the Rod. Energy that raised at head of Rod, was increased and decreased by contracting type. The energy difference occurs in the head with the tip that shows the energy rating may be required at the tip is showing.

Abstract The energy evaluation for the Rod field test to be at the basic sources and will be able to calculate the trusted information are measured from the tip

Keywords : Energy loss, Rod, Field test, Laboratory test.

1. 서론

안전한 시공을 위해 다양한 지반 특성 파악이 필요하므로 원위치 시험법을 이용한 시료채취 및 두부에서 에너지 평가를 실시하여 지반을 평가하고 있다. 이들 원위치 시험법으로는 국내·외에서는 일반적으로 표준관입시험(Standard Penetration Test: SPT)과 콘관입시험(Cone Penetration Test: CPT)등이 널리 보급되어져 있다. 또한, 미국 텍사스 지역에서 강도가 강한 지반을 대상으로 주로 텍사스 콘 (Texas Cone)을 이용하여 지반의 특성을 분석하고 있다(Cavusoglu et al. 2004; 남문석 2006). 위와 같은 지반조사는 일정한 중량을 가지고 있는 해머를 자유 낙하시켜 선단부의 관입 및 타격 회수를 산정하여 지반을 평가하는 기법이다. 따라서 시험시 사용되는 해머, 장비, 시험 수행자의 숙련도 등에 관하여 표준적이고 상세하게 설명된 제원이나 규칙들을 준수해야 한다(Skempton 1986; 박용원 1994). 또한, 측정값의 신뢰

성을 좌우 할 수 있는 타격 에너지 효율에 대한 연구가 중점적으로 수행되어, 선단부까지 전달되는 해머의 에너지 효율을 고려하고 보정하여 정확한 값을 도출하고자 노력하고 있다(Kovacs and Salomon 1982; 이우진 등 2001). 이러한 연구 결과들은 룯드 체결 방식에 따라 두부와 선단부에서 발생하는 에너지 감쇠에 대한 측정값을 대략적인 추정만 할 뿐 구체적인 계측 데이터가 없어 정확한 보정을 수행하지 못하고 있는 실정이다. 따라서 본 논문에서는 사운드링 기법을 이용한 지반조사시 관입심도에 따른 룯드 체결 증가로 인해 발생하는 에너지 감쇠 효과를 평가하였다. 본 논문에서는 두부 타격시 발생하는 에너지 감쇠에 대한 이론적 배경으로 시작하며, 룯드에 설치된 계측센서, 룯드 구성 그리고 실내실험 결과에 대한 내용으로 구성되었다.

2. 에너지 감쇠의 이론적 원리

서로 다른 매질의 경계면의 에너지가 수직으로 입사하면 일부는 반사되고 나머지는 매질을 투과하면서 진행한다. 반사계수는 이러한 특징을 수식으로 모사한 것으로 식(2.1)과 같이 입사되는 에너지의 진폭과 반사되는 에너지의 진폭비로 표현된다.

$$R = \frac{Z_2 - Z_1}{Z_2 + Z_1} = \frac{\rho_2 V_2 - \rho_1 V_1}{\rho_2 V_2 + \rho_1 V_1} \quad (2.1)$$

여기서, Z_1 과 Z_2 는 서로 다른 매질의 임피던스를 나타내며, ρ 는 매질의 밀도, V 는 매질의 속도를 의미한다. 또한, 투과계수는 입사한 에너지가 다른 매질을 투과했을 때를 나타내며 수식으로 식(2.2)와 같이 표현된다.

$$T = 1 - R = \frac{2Z_1}{Z_1 + Z_2} \quad (2.2)$$

여기서, ρ 는 매질의 밀도 V 는 매질의 속도를 의미한다. 매질이 서로 다른 경계면에서는 반사계수와 항상 존재하며 이는 에너지의 전달에 다양한 영향을 미친다. 이와 같은 원리는 기존의 Rock bolt 견전도 평가에 적용되었으며(이중섭 2008), 본 논문의 목적인 룯드 연결에 따른 에너지 전달효과에도 적용가능하다고 판단되어 이론적인 기법을 적용하여 연구를 수행하였다.

3. 룯드 체결

본 연구에서는 두부 타격시 발생하는 에너지는 룯드의 체결방식에 따른 에너지 전달 평가가 필요하다. 이를 위해 현장에서 사용되는 룯드 재질을 이용하였으며, 룯드 길이와 룯드 체결 부위를 변화시켜 두부 타격시 발생하는 에너지 감쇠는 가속계를 이용하여 측정하였다.

3.1 장비구성

본 연구에서 일정한 하중에 의하여 발생된 에너지는 반사계수와 투과계수를 통해 다양한 감쇠가 발생하며 이를 측정하기 위해 그림 1과 같이 룯드 두부로부터 150mm 위치에 가속도계를 설치하였다. 룯드 두부에 설치된 가속도계를 이용하여 측정된 신호는 50~40Hz 측정 범위를 가지고 있는 PCB사의 증폭기(MODEL-483A16)를 이용하여 10배 확장시켰으며, 증폭된 신호는 National Instruments사의 NI PXI-1042Q를 사용하여 수집된 신호를 컴퓨터에 저장하였다.

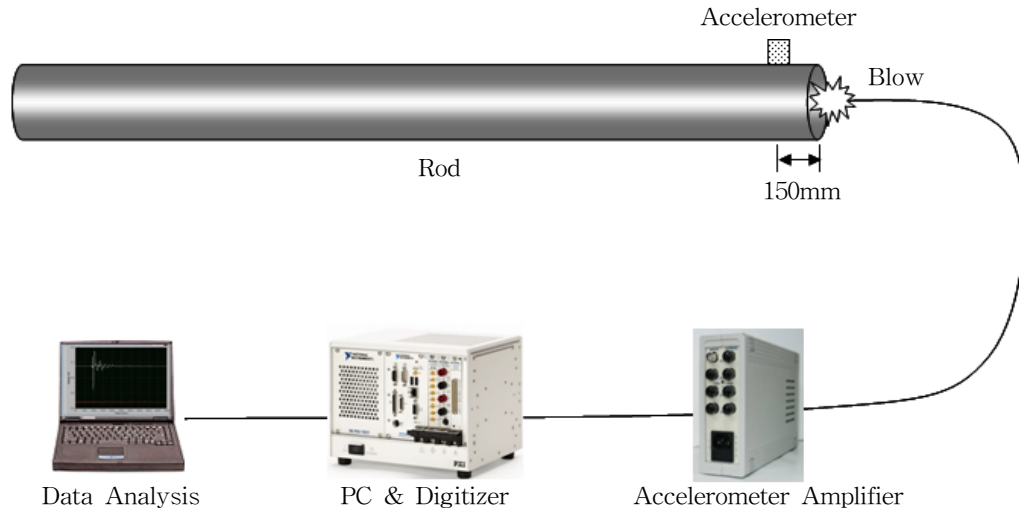


그림 1. 측정 시스템

3.2 룯드구성

실내 실험실의 공간적인 제약을 고려하여 실험은 실제 현장에서 사용되고 있는 룯드 직경과 길이를 고려하여 제작하였다. 본 연구에 사용된 룯드의 재질은 지반조사에 사용되는 강철재질이며, 룯드 형상은 직경 25mm의 파이프를 3m가 되도록 준비하였다. 룯드의 상·하부에는 그림 2와 같이 현장 룯드와 동일하게 나사선을 만들어 결합이 용이하게 하였다. 그림 2(a)는 룯드 길이가 3m인 파이프를 1개 사용하였으며, 그림 2(b)는 길이가 1m인 파이프를 3개 연결하여 3m가 되도록 하였으며, 그림 2(c)는 룯드 길이가 0.3m인 파이프를 10개 연결하여 3m가 되도록하였다.

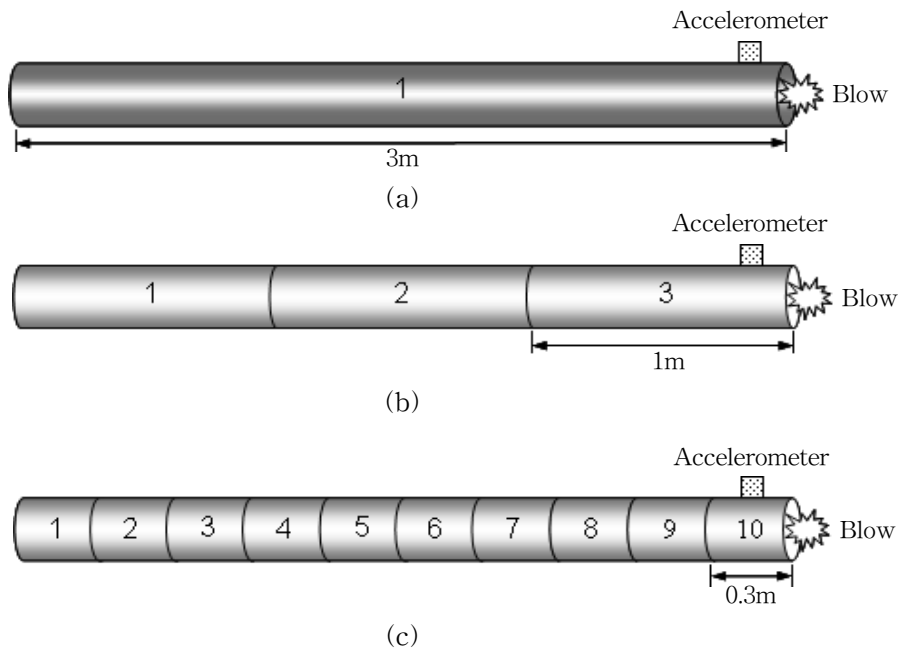


그림 2. 룯드 체결 구성: (a) 3m (b) 1m (c) 0.3m

3.3 룯드 체결에 따른 에너지 감쇠 실험결과

룯드 체결 방식에 따른 에너지 전달 평가에 대한 실험결과는 다음과 같다. 그림 3은 연결 방식에 따른 에너지 변화에 대한 평가를 위해 룯드 길이 1.0m 파이프를 3개 체결하였으며, 체결 부위를 1mm씩 간격을 유지하여 실험을 실시하였다. 그 결과 완벽 체결한 룯드 보다 체결 부위에 1mm씩 간격을 유지한 룯드에서 에너지가 크게 감쇠되는 것을 관찰하였다. 그림 4는 룯드 길이가 0.3m인 파이프를 10개 체결하고, 0.3m, 0.6m 그리고 1.2m 체결부위에 1mm씩 간격을 유지하여 실험을 실시하였다. 그 결과 체결 부위가 완벽하지 못할 경우 에너지가 크게 감소되는 것을 관찰하였다. 그림 5는 동일한 룯드 길이의 조건에서 에너지 평가를 위해 룯드 환봉 3.0m, 룯드 길이 1m인 파이프 3개, 룯드 길이 0.3m인 파이프를 10개를 체결하여 실험을 실시하였다. 그 결과 체결이 완벽하더라도 룯드 체결 증가시 에너지가 더 크게 감쇠되는 것을 관찰하였다.

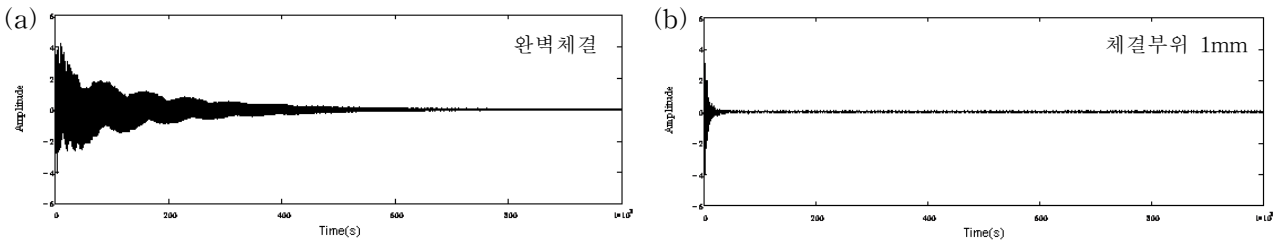


그림 3. 룯드 체결 방식의 전체 길이(3m=1m x 3): (a) 완벽체결; (b) 체결부위 1mm 간격유지

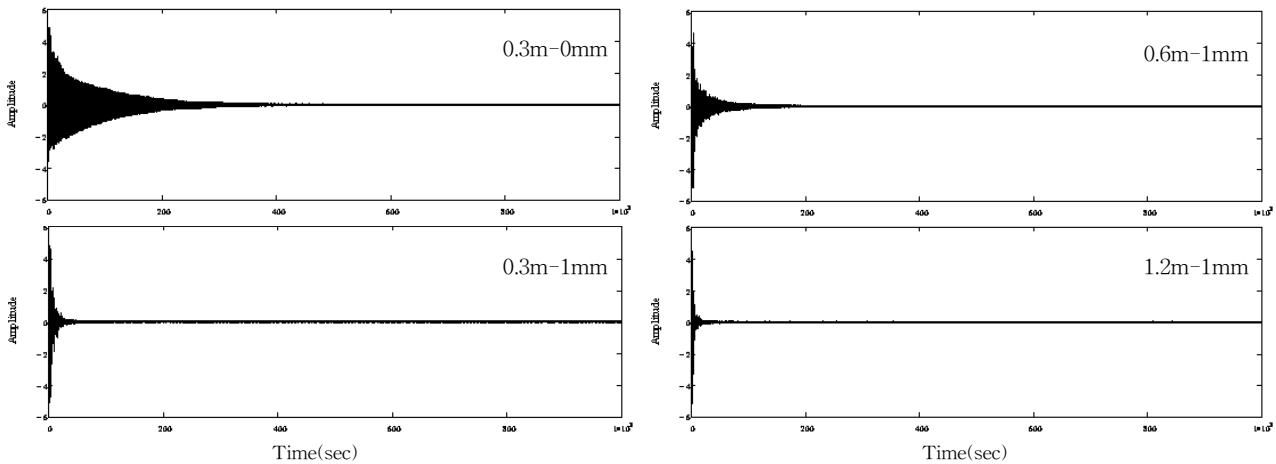


그림 4. 룯드 체결 방식의 전체 길이(3m=1m x 10)

3.4 결론

본 연구에서는 룯드 체결에 따른 에너지 감쇠를 평가하였다. 룯드 에너지 감쇠를 평가하기 위해 룯드 두부에 가속도계를 설치하였으며, 룯드 체결 부위를 증가시키고 그리고 룯드 길이가 동일한 경우의 에너지 평가를 실시하였다. 이는 현장에서 관입시 룯드 증가와 체결 부위를 모사하기 위해 실내 실험에 맞는 룯드를 제작하여 계측하는 것을 보여주고 있다. 측정 결과, 룯드 증가와 룯드 체결 부위 증가시 에너지가 감쇠됨을 나타내었다. 이는 두부와 선단부에서 에너지의 차이가 발생할 가능성을 보여 주고 있다. 본 연구는 실내실험을 위해 룯드를 제작하여 평가를 실시하였다. 따라서 본 연구의 결과는 원위치 시험시 룯드로 인한 에너지 감쇠를 평가하는 데 지표가 될 수 있음 보여주고 있다.

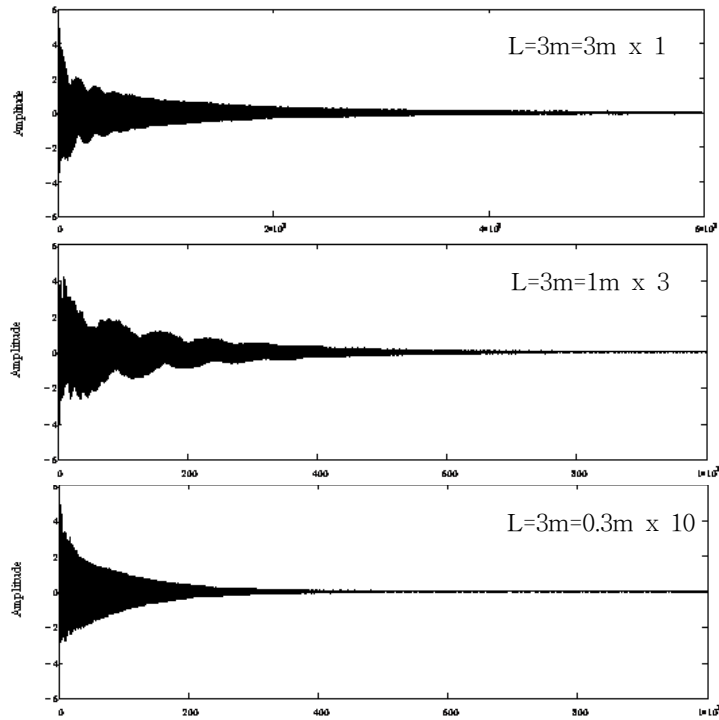


그림 5. 로드 길이가 동일한 경우의 에너지 평가

감사의 글

“본 연구는 국토해양부가 주관하고 한국건설교통기술평가원이 시행하는 2009년도 첨단도시개발사업 (07 도시재생B03)의 지원사업으로 이루어진 것으로 이에 감사를 드립니다.”

참고문헌

1. 남문석(2006), “텍사스 콘 관입시험을 이용한 IGM에 근입된 현장타설말뚝의 설계,” 한국지반공학회 논문집, 제22권, 10호, pp.55-67.
2. 박용원(1994), “표준관입시험의 표준화 연구,” 공학기술연구소논문집, 제9집, pp.1-12.
3. 이우진, 유재명, 류동현(2001), “표준관입시험 로드 길이에 따른 에너지 전달 효율,” 한국지반환경공학회 2001년도 학술발표회논문집, pp. 193-198.
4. Cavusoglu, E., Nam, M. S., O’neill, M. W., and McClelland, M.(2004), “Multi-Method Strength Characterization for Soft Cretaceous Rocks in Texas”, Geotechnical Special Publication 124, Geo Support 2004, Orlando, Florida. pp.199-210.
5. Kovacs, W.D. and Salomone, L. A.(1982), “SPT hammer energy measurement”, Journal of the Geotechnical Engineering Division, ASCE, Vol. 108, pp.599-620.
6. Skempton, A.W.(1986), “Standard penetration test procedures and effects in sands of overburden pressure, relative density, particle size, ageing and overconsolidation”, Geotechnical, Vol.36, No.3, pp.425-447.