한국소음진동공학회 2011년 춘계학술대회논문집, pp.163~164

교량기초 강관말뚝 항타시 소음특성

Noise analysis of steel pile driving in the bridge foundation

김낙영†·박영호*· 김홍종**

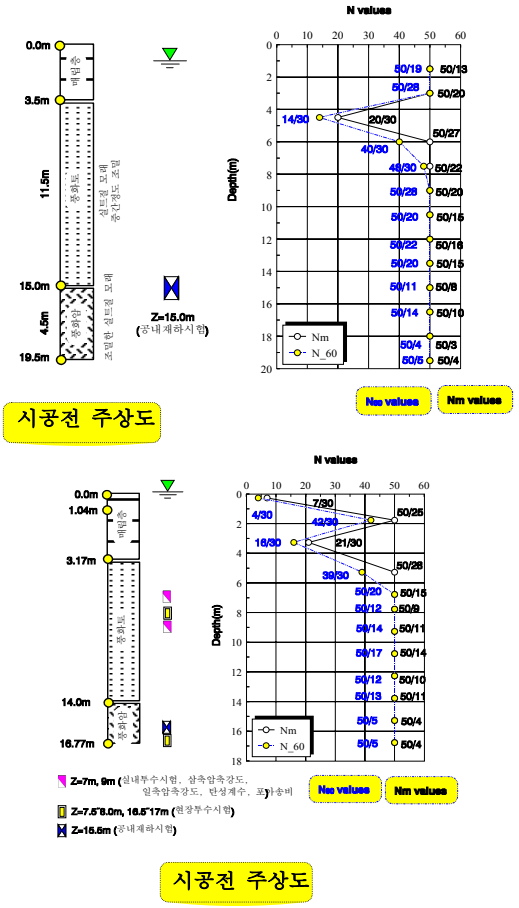
Kim Nag-young, Park Young-ho, Kim Hong-jong

1. 서 론

기초공사에 사용하고 있는 말뚝항타기은 음압레벨이 아주 높을 뿐만 아니라 충격적, 파열적 특성을 갖기 때문에 인근 주민들과 가축에게 많은 영향을 주고 있다. 이 영향을 최소화하기 위하여 개발된 대표적인 말뚝 공법은 SIP공법(soil-cement injected precast pile method)이다. 이 공법은 오거굴착 공내에 말뚝을 자중만으로 소정의 심도까지 침설할 수 없을 때에는 항타장비의 자중을 사용한 압입법이나 램낙하높이 0.5m의 낙하해머를 사용한 경타법을 이용한다. 경타시에 발생하는 헬멧과 강말뚝 사이의 충격음과 파열음 크기를 아직 파악되어 있지 않아 체계적인 차음대책수립이 미진한 상태이다. 따라서 본 연구에서는 개단식 강관말뚝을 사용한 SIP공법의 오거굴착 공내에 말뚝을 침설한 후, 8종류의 말뚝쿠션재료(강, 폴리우레탄, 미카타, 목재합판, 고무, 폴리우레탄과 말뚝캡, 실리콘고무와 합판)와 램낙하높이(1, 2, 3m)를 변화시키면서 낙하해머로 경타하였을 때 발생하는 소음을 소음원으로 35m 떨어진 지점과 거리별 소음크기를 그리고 동재하시험을 측정하였다.

2. 지반조사

말뚝쿠션재료에 따른 소음진동특성을 분석하기 위하여 시험시공위치는 서울외곽순환고속도로 장하 1교 박스구조물의 하부기초로서 개단식 강관말뚝기초이었다. 본 시험시공위치에 대하여 말뚝의 관입에 영향을 주는 중요한 요소한 하부지반조건을 세부적으로 조사하기 위해 다음과 같이 정밀 지반조사를 실시하였다. BH-1, BH-2 위치에 NX 크기로 18~21m를 굴진하여 원지반의 토층을 확인한 결과는 그림 1과 같다. 시추조사 결과에 의하면, 지층구성은 지표면으로부터 매립층, 풍화토, 풍화암층 순으로 분포하고 있으며, 지하수위는 지표면에 존재하였다.



Figrue 1 시추와 표준관입시험 결과

시추공 BH-2 위치에서 표준관입시험으로 측정한 N값이 50/9~50/11인 암편없는 풍화암 지층에 대한

† 김낙영; 정회원, 한국도로공사 도로교통연구원
E-mail : ab6317@hanmail.net
Tel : (031)371-3342, Fax : (031)371-3409
* 한국도로공사 도로교통연구원
** 한국도로공사 도로교통연구원

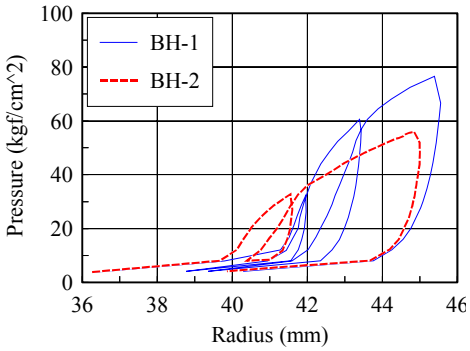
물성값을 알아보기 위하여, 깊이 7m, 9m 지점에서 최대한 비교란 시료를 채취하여 삼축압축시험, 일축압축강도, 탄성계수에 대한 실내시험을 실시하였다. 이들의 결과는 표 1에 나타내었다.

Table 1암편이 없는 풍화암의 실내시험 결과

지층상태	C (kgf/cm^2)	ϕ (deg.)	q_u (kgf/cm^2)	E_{50} (kgf/cm^2)
암편없는 풍화암	0.14	35.5°	0.33	166
암편없는 풍화암	0.17	31.3°	0.30	246

실내시험결과에 의하면, 표준관입시험 측정 결과인 N=50/9~50/11 값에 비해 상대적으로 작은 내부마찰각과 일축압축강도 값이 측정되었으며, 이는 시료채취시 또는 시험시의 시료교란의 영향으로 판단된다.

일반적으로 항타말뚝의 선단부가 양질의 지지층에 안치되는 표준관입시험의 N값은 50/10 이하의 지층이다. 이 깊이까지 오거굴착이 가능하다고 판단하여 시추공번 BH-1에서는 심도 15m에서 그리고 BH-2에서는 심도 15.5m에서 Elastmeter-2 시험기로 공내(수평)재하시험을 실시하였다. 두 깊이에서 표준관입시험으로 측정한 N값은 각각 50/8과 50/4이었다. 이 시험은 시추시 NX 크기의 시추공에 실시하였고 그 결과는 그림 2와 같다.



Figrue2 공내수평재하시험 결과

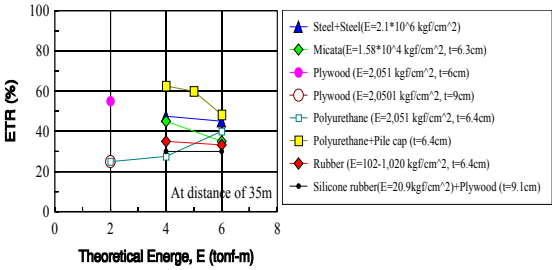
본 현장은 기존도로를 확장하기 위하여, 기존의 톨게이트 하부에 설치된 통로박스 구조물을 연장하는 공사현장이다. 이 현장은 고속도로 바로 옆에 위치해 있으며, 고속도로를 주행하는 차량을 안전하게 톨게이트로 유도하기 위하여 톨게이트 전방에 여러 가지 유도장치들이 설치되어 있으며, 이로 인하여 준정상충격소음이 발생하고 있었다.

그리고 공사현장으로부터 150m 떨어진 위치에 사슴농장과 시험말뚝으로부터 35m 떨어진 지점에 말 방목장이 있었다. 본 현장 통로박스 구조물의 하부기초는 소음·진동에 의한 민원해소를 위하여 프리보링타격공법으로 설계·시공되어 있었다.

이때 발생하는 소음은 소음원으로부터 35m 이격된 위치에서 그리고 암소음을 측정하기 위하여 소음원으로부터의 거리별 소음을 측정하였다. 목장들과 공사현장 사이에 2.5m 높이의 성토체가 존재하며, 성토체 우측으로 가시설된 방음벽이 있고, 목장으로 진입하는 도로에는 방음벽 뒤로 형성되어 있는 숲이 있었다. 소음 측정시 본 현장에서 운용중이던 건설기계는 굴착기, 말뚝시공을 위한 오거장비, 시멘트밀크주입을 위한 믹스플랜트, 발전기, 머케덤롤러, 공기압축기(compressure), 덤프츄럭 등이 공종별로 사용되고 있었다.

3. 결 론

8가지 말뚝쿠션재료를 사용하여 램중량 2tonf의 낙하해머를 낙하높이별로 변화시키면서 말뚝을 최종경타하였을 때 발생하는 소음크기를 소음원으로부터 35m이격된 지점에서 측정하였다. 최종경타시 말뚝에 전달하는 에너지를 최대화하면서 발생하는 소음을 최대한 억제하는 말뚝쿠션재를 알아보기 위하여, 8가지 쿠션재료에 대하여 동재하시험을 실시하여 얻은 에너지전달율, *ETR*를 낙하에너지에 따라 작도하면 그림 3과 같다. 다음그림에 의하면, 합판의 두께가 6cm, 9cm에 대하여 동일한 낙하에너지인 2tonf-m로 타격하였을 때 말뚝에 전달되는 에너지 전달율은 각각 55%, 25%로 합판의 두께가 얇을수록 에너지전달율이 좋게 나타났다.



Figrue 3 말뚝쿠션재료에 따른 에너지전달율