

모래지반에서 액상화 방지공법 사례연구

Case study method to prevent liquefaction in the Sand

김 준 식*·윤 병 조**

Kim, Joon-Seok, Yoon, Byoung-Jo

요 약

지진 발생시에 비교적 큰 규모의 피해를 일으킬 수 있는 것이 지반의 액상화(liquefaction) 발생이다. 지반의 액상화 현상에 대한 연구는 1960년대 이후 세계적으로 괄목할 만한 성과를 얻어왔으며, 최근, 우리나라에서도 본격적으로 현장에서 적용하고 있다. 본 연구를 통하여 현장에서 액상화 평가 및 대책공법 적용까지의 과정을 분석할 수 있었다. 본 연구결과는 향후 유사한 현장에서 적용 가능할 것으로 판단된다.

keywords : 지진, 지반의 액상화, liquefaction

1. 서 론

최근 비교적 큰 규모의 지진 발생으로 인한 구조물의 안전에 대한 관심이 증폭되고 있다. 지진 발생시에 큰 규모의 피해를 일으킬 수 있는 것이 지반의 액상화(liquefaction) 발생이다. 지반의 액상화 현상에 대한 연구는 1960년대 이후 세계적으로 괄목할 만한 성과를 얻어왔으며, 최근, 우리나라에서도 본격적으로 현장에서 적용하고 있다. 본 논문에서는 우리나라의 ○○현장에서 적용된 액상화 방지를 위한 대책공법의 적용 사례에 대하여 분석하였다.

2. 본 론

각 부지별로 수행된 확인시추조사 및 실내시험결과(반복삼축압축시험)를 토대로 현 지반의 액상화에 대한 안정성 여부 파악 및 추가 S.C.P시공 여부를 판단하고자 한다. 액상화 검토는 현장시험결과(N치 이용)를 이용하는 간편 예측법과 실내시험값(반복삼축압축시험값)을 이용하는 상세예측법이 일반적으로 사용되고 있다. 간편 예측법 및 상세 예측법의 기준 안전율은 구조물 기초 설계기준 해설(한국지반공학회, 2009)을 근거로 $F_s=1.0$ 을 적용 하였다. 본 검토에서는 위 두가지 방법과 간편 예측법에 의한 액상화 안전율에 깊이에 따른 가중치를 도입하여 액상화 피해 가능정도를 파악할 수 있는 액상화 가능지수(Liquefaction Potential Index)법을 병행 검토 하여 액상화 안정성 및 피해가능정도를 파악하고자 하였다. 액상화 가능지수에 따른 액상화 피해정도 범위기준은 표1과 같다. 액상화 검토 적용범위는 구조물 기초 설계기준 해설(한국지반공학회, 2009)에서 제시하고 있는 액상화 평가 생략조건에 의거하여 지반심도 20.0m이내, N치 20이하 지반, 세립분 함유량 35%이하 지반을 대상으로 수행 하였으며, 현장 시험값인 N치는 에너지 효율시험에 의한 보정전 N치를 적용 하였다. 모래층 상·하부로 분포하는 점토층과 교호하는 1.0m구간은 육안관찰에 따른 불확실성과 세립분 함유량을 감안하여 액상화 미 대상지층으로 선정 하였다. 본 현장에서 적용한 지진계수와 보강공법기준은 표2와 표3에 정리하였다. 액상화 대책공법은 표4에 정리하였다.

* 정희원·청운대학교 공과대학 토목환경공학과 교수 jskim@chungwoon.ac.kr

** 정희원·인천대학교 도시환경대학 도시환경공학부 교수 bjyoon63@incheon.ac.kr

표 1 액상화 가능지수

LPI 범위	피해정도
0	피해 없음
$0 < LPI \leq 5$	피해정도가 적음
$5 < LPI \leq 15$	중간정도의 피해
$LPI > 15$	피해정도가 큼

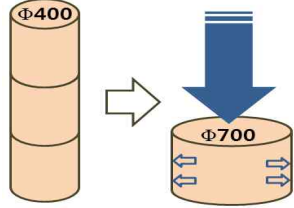
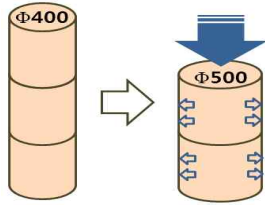
표 2 현장 지진계수

지진계수	구역계수	위험도계수		설계가속도	
		특등급	I 등급	특등급	I 등급
I 구역	0.11	2.0	1.4	0.22g	0.154g

표 3 액상화 예측 및 보강공법 적용기준

구분	액상화 평가 기준	비고
액상화 간편예측	<ul style="list-style-type: none"> 안전율(Fs) ≥ 1.0 안정 안전율(Fs) < 1.0 액상화 상세예측 실시 	현장시험 결과 이용 (표준관입시험값 이용)
액상화 상세예측	<ul style="list-style-type: none"> 안전율(Fs) ≥ 1.0 안정 안전율(Fs) < 1.0 액상화 방지대책 수립 	실내시험 결과 이용 (반복삼축압축시험값 이용)
보강공법 적용후	<ul style="list-style-type: none"> 상세예측과 동일하게 적용 	시공후 현장시험SPT 및 반복삼축압축시험값으로 검증

표 4 액상화 대책공법

구분	보강설계 (3m 인발, 2m 재관입)	현시공 (3m 인발, 1m 재관입)
S.C.P 확공 개념도		
환산직경	$V = \pi \times 0.2^2 \times 3 \approx \pi \times 0.35^2 \times 1$	$V = \pi \times 0.2^2 \times 3 \approx \pi \times 0.25^2 \times 2$
S.C.P 보강 치환율	내진 특등급 : 4.8% 내진 1등급 : 3.8%	내진 특등급 : 2.5% 내진 특등급 : 1.9%

3. 결론

본 연구를 통하여 현장에서 액상화 평가 및 대책공법 적용까지의 과정을 분석할 수 있었다. 분석된 현장은 타당한 결과를 얻을 수 있었다. 본 연구결과는 향후 유사한 타 현장에서 적용 가능할 것으로 판단된다.

참고문헌

사)한국지반공학회(2009) 건설교통부제정 구조물 기초설계기준 해설