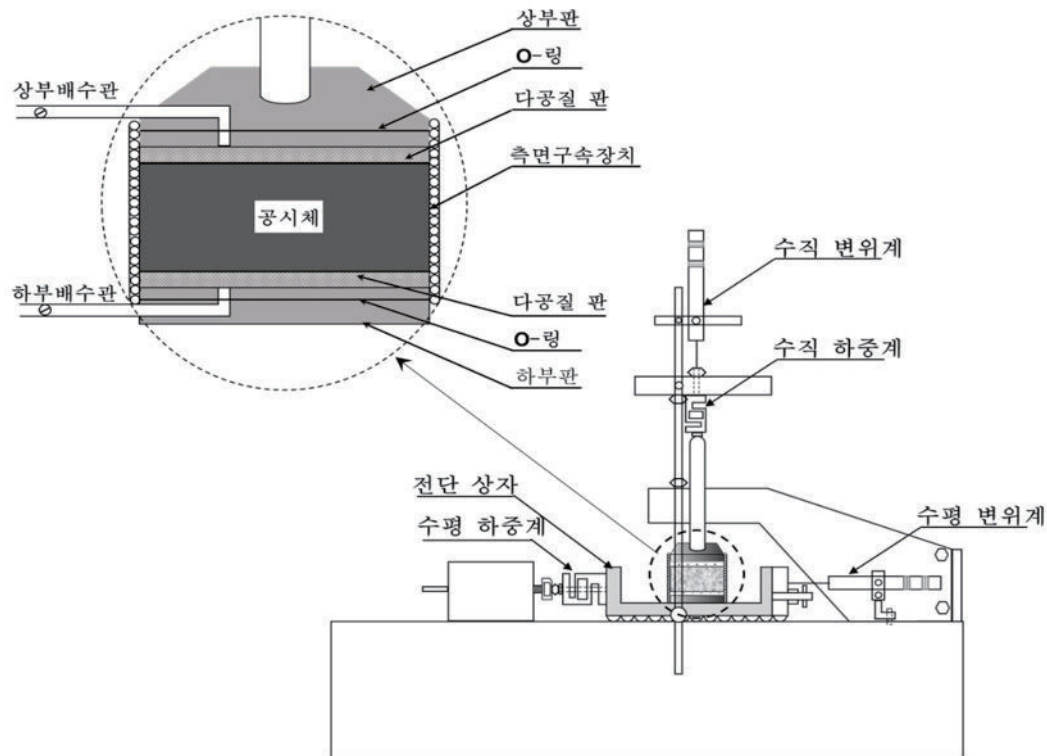


한국건설생활환경시험연구원

일정 부피 조건에서 반복 직접 단순 전단 시험방법

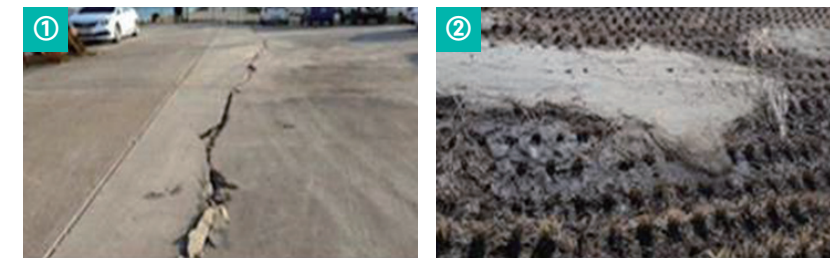


기관명	한국건설생활환경시험연구원		
표준번호	KS F 2370		
표준명	일정 부피 조건에서 반복 직접 단순 전단 시험방법		
TC/SC(명)	TC/SC번호(국문명) 182(지반공학)		
성격	방법표준	종류	고유표준 개정
개발시작일	2022-06-05	최종고시일	2024-10-18

개발내용

표준개발 배경

- '17년 11월 7일 발생한 규모 5.4 포항지진으로 인해 국내에서 최초로 17건의 액상화 현상이 공식적으로 보고되었고 지진에 대한 국민들의 경각심이 고조되었음
 - 국내의 액상화 평가기법은 최근까지도 1970년대 발표된 연구결과를 바탕으로 한 고전적인 액상화 기법이 통용되고 있으나 이는 현재 선진국에서 사용하는 액상화 평가 기법과는 상당한 괴리가 있음
 - '17년 11월 7일 국내 최초로 포항지역에서 지진에 의해 지반 액상화 현상이 확인됨
- 산업계 현장수요를 직접적으로 반영하지는 않았지만 최근까지 정부에서는 제도 개선 노력 및 국가 R&D를 통해 「안전한 대한민국 지반」을 추구 등 최근의 제도와 정책을 반영하고 있음
 - (제도 개선 노력) 지하안전관리에 관한 특별법(이하 지특법)을 시행 중이나 현재 이를 전담하는 인력 및 담당 공무원의 기술역량 부족이 문제점으로 대두됨
 - 향후, 포항지진 사례와 유사한 지반 액상화 발생 시 각종 SOC 시설물들에 대한 큰 피해가 예상되고 있으며 현재 국내에는 최신기술이 반영된 액상화 평가기준과 함께 적절한 시설물별 액상 대책 매뉴얼이 부재한 상태임



[그림 1] 지진피해와 지반 액상화가 발생(①포항지역 지진피해 ②포항지역 액상화 현상 발생)

정책적 부합성

국토교통부고시 내진설계 일반(KDS 17 00 00), 액상화, 반복 전단 저항 응력비

- 1999년 해양수산부에서 발간한 '항만 및 어항시설의 내진설계 표준서'에 간이평가시 안전율1.5, 상세평가시 1.0의 안전율을 적용한 이래 20년간 동일한 안전율 기준을 적용해 왔음

- 2018년 12월 국토교통부 설계기준 “KDS 17 10 00 내진설계 일반”을 제정하면서, 기준 內 액상화 설계기준은 예비평가와 본평가로 단순화하고, 본 평가시 안전율 1.0을 적용하기로 하였으며, 특히 상세평가 시 진동삼축실험으로 한정했던 평가 방법을 삭제하였음
- 내진설계 일반(KDS 17 00 00) [국토교통부고시 제2024-147호, 2024. 3. 21, 일부 개정]
 - 4.7 액상화 「(5)대상 시설물이 내진 특등급일 경우, 실트나 점토에서 액상화로 인한 피해 발생보다는 반복전단 응력에 의한 반복연화로 지반의 동적변형이 크게 발생할 수 있으므로, 이를 비배수 반복삼축강도시험 또는 비배수 반복직접단순전단시험 등의 실내시험을 통해 검토해야 한다.」 로 개정 됨

● 표준범위 및 내용

국토교통부고시 내진설계 일반(KDS 17 00 00), KS-표준과 연계

- 적용 범위
 - 액상화 평가를 위한 반복 직접 단순 전단 시험은 주로 점착력이 없는 세립 사질토 및 실트질의 교란 및 불교란 시료인 포화된 사질토를 대상으로 시험을 수행함
 - 이 시험방법은 일정 부피를 유지하는 것이 더 핵심 부분이고 일정한 부피 조건에서 비배수 상태로 반복적인 수평 하중을 가하여 액상화 평가에 필요한 반복 전단 저항 응력비의 산정과 전단 탄성 계수, 감쇠비 등의 지반 동적 특성을 구할 수 있음
- 시험 내용
 - 준비된 시료에 대하여 기본 물성값을 파악하기 위해 입도시험, 흙 입자의 밀도시험과 최대건조단위질량시험 및 최소단위질량시험을 수행한다. 시험실에서 수행하는 시험 밀도 조건은 현장에서 구한 건조단위질량을 이용하는 방법과 최대건조단위질량시험 및 최소단위질량시험의 결과를 이용하여 상대밀도를 선정하여 공시체를 성형하는 방법이 있다.
 - 시료의 상태에 따라 불교란 시료의 경우 트리밍하여 제작하며 교란 시료의 경우 공시체의 밀도에 따라 자유 낙하법 또는 다짐법 등으로 규정된 크기로 공시체를 성형 후, 전단 상자에 다공질판과 여과지를 올려 놓고 멤브레인 O-링으로 봉하고 공시체를 성형하고 상부에 여과지와 다공질판을 조립하여 O-링으로 봉한다.
 - 유효 상재하중을 산정하여 이에 해당하는 압력으로 압밀한다.
 - 공시체의 압밀이 종료된 것을 확인한 후 전단상자를 전단시험기에 설치하고 상부판에 수직램을 연결하고, 하중계와 변위계의 영점을 조정한다. 시험에 필요한 유효응력을 가하고 압밀이 완료된 후 시험에서 설정한 주파수로 반복전단응력을 가한다.
 - 반복 전단 저항 응력비를 구하기 위하여 전단 응력을 달리하여 3회 이상 시험을 실시해야 한다.
- 시험 결과
 - 전단 탄성 계수(G), 감쇠비(D), 반복 전단 저항 응력비

기대효과

● 성과의 우수성

- 향후, 포항지진 사례와 유사한 지반 액상화 발생 시 각종 SOC 시설물들에 대한 큰 피해가 예상되나 현재 국내에는

- 최신기술이 반영된 액상화 평가기준이 없고 적절한 시설물별 액상 대책 매뉴얼이 부재한 상태에서 본 표준의 활용은 액상화 평가법 고도화에 따른 국내 최적 액상화 설계기준 정립 및 국내 주요시설물(철도, 교량, 제방, 건축물)별 최적화된 액상화 피해 평가 및 대책 매뉴얼 제시 가능
- 액상화 평가 기준 고도화 및 시설물별 액상화 피해 평가 및 대책 매뉴얼 제시로 지진시 액상화에 대해 경제적이고 신뢰성 높은 내진 설계 가능
- 국내 액상화가 예상되는 지역에 시설물별 피해 평가가 이루어짐으로써 효과적이고 경제적으로 효율적인 대책공법의 제시 가능

● 표준 활용 분야

- 향후, 포항지진 사례와 유사한 지반 액상화 발생 시 각종 SOC 시설물들에 대한 큰 피해가 예상되며, 현재 국내에는 최신기술이 반영된 액상화 평가기준이 없고 적절한 시설물별 액상 대책 매뉴얼이 부재한 상태에서 본 표준의 활용은 액상화 평가법 고도화에 따른 국내 최적 액상화 설계기준 정립 및 국내 주요시설물(철도, 교량, 제방, 건축물)별 최적화된 액상화 피해 평가 및 대책 매뉴얼 제시 가능
- 액상화 평가 기준 고도화 및 시설물별 액상화 피해 평가 및 대책 매뉴얼 제시로 지진시 액상화에 대해 경제적이고 신뢰성 높은 내진 설계 가능
- 국내 액상화가 예상되는 지역에 시설물별 피해 평가가 이루어짐으로써 효과적이고 경제적으로 효율적인 대책공법의 제시 가능

● 신시장 창출 가능성 및 규모

- 액상화 대책공법으로는 주로 그라우팅 또는 다짐공법이 사용되고 있으며 기존 구조물 하부에 적용 가능한 액상화 보강 공법으로 일본에서는 기초보강을 위한 경사 및 수평그라우팅 공법을 개발하여 기존 구조물 하부 액상화 보강방법을 제시하고 있음
 - 전문건설협회에 등록된 보링그라우팅 공사업체는 전국에 약 960여개('16년 기준)에 이르며 매년 7,000억 정도의 시장규모를 형성하고 있음
- # 국내 보링그라우팅 연도별 공사건수 및 도급계약금액(전문건설업 통계연보, '15, 단위:억원)

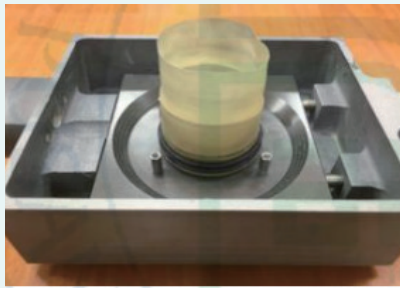
년도	'08	'09	'10	'11	'10	'11
공사건수(건)	3,454	3,966	3,972	2,753	2,714	2,719
금액(억원)	6,123	7,344	6,674	6,763	7,859	6,402

● 글로벌 표준 선점 가능성

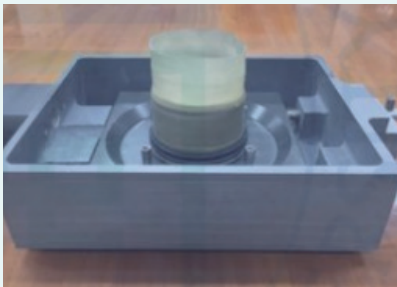
- 일본의 경우 액상화 평가를 위한 실내실험 시 진동삼축압축시험 및 반복직접전단 시험 등을 일본지반공학회에서 제안한 시험방법을 사용하고 있음
- 미국, 일본, 뉴질랜드의 경우 지진 발생 이후 CPT 및 탄성파탐사, 실내실험 등을 통한 면밀한 상세조사와 함께 액상화를 포함한 지진 사례에 대한 조사 보고서를 작성하고 이를 액상화 평가기준 개정 시 기초 데이터로 사용하고 있음



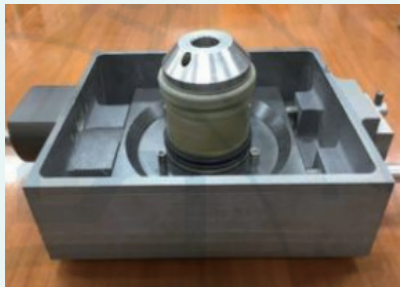
a) 전단상자 준비



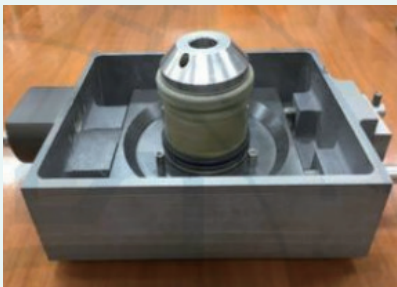
b) 여과지, 다공질판, 멤브레인 설치



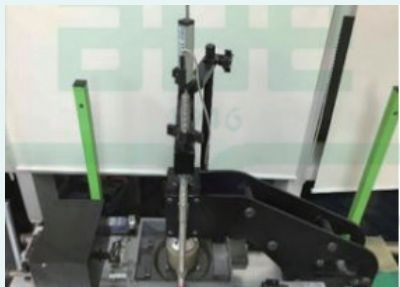
c) 공시체 성형



d) 여과지 다공질판, 상부판 O-링 봉합



e) 전단상자를 전단시험기에 설치



f) 하중계와 변위계 영점 조정