

(주)어스이엔지는 1km급 심부 시추공 지진계의 공급과 관측정 시추 및 설치가 가능한 국내 유일의 전문 기업입니다.
(주)어스이엔지가 공급하는 미국 ASIR 사의 심부 시추공 지진계는 심부의 미소지진까지 효과적으로 감지할 수 있고 방수 능력이 탁월하여 단층 활동 감시 등에 그 성능을 인정받아 세계 각국에 설치 운영되고 있으며, 국내 활성단층 분포 및 지진 우려 지역에서 500m와 1,000m 심도에 설치되어 단층 감시와 지진 방재에 기여하고 있습니다.



기술 배경

지진계의 종류



출처 : 온라인지진과학관(https://www.kma.go.kr/eqk_pub/main.do)

시추공 지진계의 장점

- 시추공 지진계는 지표형 지진계에 비해 지표에서 발생하는 각종 잡음의 영향을 최소화할 수 있어, 설치 심도가 깊을수록 미소 지진을 효과적으로 감지할 수 있음
- 기상청에서는 91개소의 시추공 광대역 속도계(설치심도 100m), 168개소의 시추공 가속도계(설치심도 20m)를 설치, 운용 중임
- 한국지질자원연구원은 33개소의 시추공 지진계 (광대역 속도계+가속도계)를 운용 중이며, 동남권 단층 감시를 위해 심부 시추공 지진계를 심도 500m 및 1,000m에 설치한 총 6개소의 대심도 종합 모니터링 관측소를 운용 중임
- 연세대학교에서도 수도권 지진 연구를 위해 2021년 300m, 600m 시추공에 시추공 광대역 속도계를 설치, 운용 중임

ASIR 시추공 지진계 특징점

특징



- 모델명 : AFB4.5 (제조사 : 미국 ASIR社)
- Optical Fullband Accelerometer + 4.5 Hz Seismometer
- 광대역 속도계와 가속도계 일체화 장비
- Dynamic Range : 172 dB
- 최대 설치가능심도 : 1,500m
- Tilt tolerance : 15°
- 길이 1,127mm, 외경 61mm, 무게 10kg

장점

- 타 광대역 속도계/가속도계 일체 장비 (Guralp, Kinematics 등)의 외경은 각각 98mm, 89mm 이나, ASIR 지진계는 외경이 61mm 이므로 지진계 설치를 위한 관측공의 직경을 최소화 할 수 있어 시추공 굴진, 내부 케이싱 등에 소요되는 비용을 크게 줄이는 등 경제적 설치가 가능함
- 타사 지진계의 hole lock 시스템은 모터식인데 비해 기계식으로 구성되어 방수 문제가 발생하지 않아 내구성이 탁월함
- 타사 지진계는 일반적으로 케이싱 내부에 물이 없는 dry 조건에 설치되나 ASIR 장비는 물의 존재 여부와 무관하게 설치 가능하여 지하 심부 적용성이 좋음

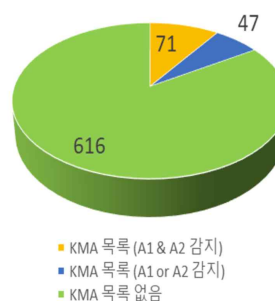
ASIR 시추공 지진계 설치 과정 및 이벤트 감지 현황

설치 과정

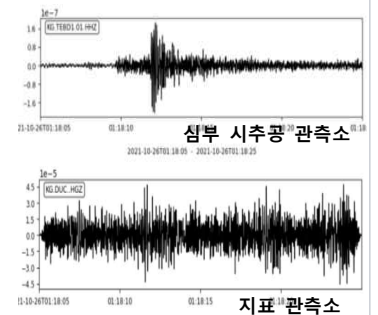


pulling-machine 이용 센서 인입 기록계연결, 자료확인 후 합체 설치

기존 지진관측망 자료와 감지현황 비교



21년6월11일부터 9월30일까지 기상청(KMA) 지진관측망에서 감지되지 못한 총 616개의 미소지진 이벤트를 동남권 1km급 심부 시추공 지진계에서 감지 (출처 : 김명선, 2022)



21년10월26일 01시에 발생한 미소지진 이벤트 (규모 1.0 이하)는 동남권 1km급 심부 시추공 지진계에서 뚜렷이 관측되었으나, 주 변 지표 관측소(BOG)에서는 감지 되지 않음(출처 : 김명선, 2022)

주요 사업 실적 (국내)

연월 사업명

2023.04. 동남권 복합 지구물리 모니터링 시스템 1개소 구축(B2) 및 예비 상시모니터링
 2022.02. 동남권 복합 지구물리 모니터링 시스템 2개소 구축(B1, C1) 및 예비 상시모니터링
 2021.03. 동남권 복합 지구물리 모니터링 시스템 구축(C2) 및 예비 상시모니터링
 2019.06. 동남권 복합 지구물리 모니터링 시스템 구축(2개소)을 위한 상세지반조사 및 설치

발주기관

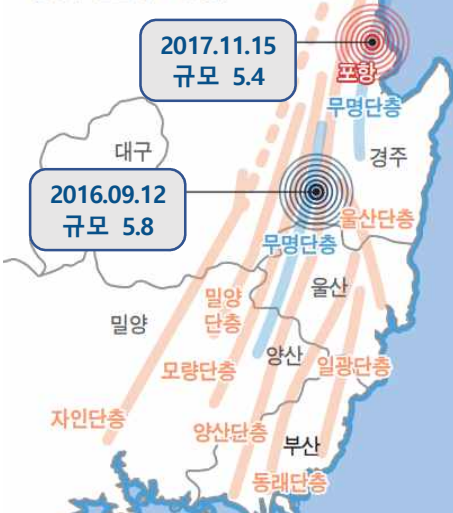
한국지질자원연구원
 한국지질자원연구원
 한국지질자원연구원
 한국지질자원연구원

시추공심도

1,008m
 1,008m
 1,017m
 1,000m

동남권 단층 활동 감시 필요성

포항-경주 인근 주요 단층

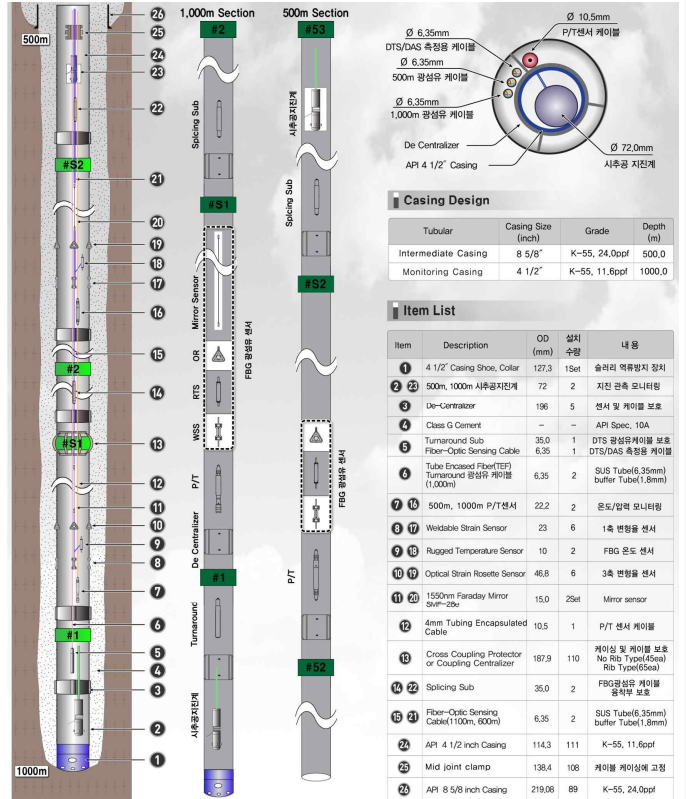


- 2016년 경주지진, 2017년 포항지진 발생 이후 한반도 동남권에 분포하는 활성 단층 감시 필요성 대두
- 양산단층, 울산단층의 동측과 서측에 각 1개 지역, 총 6개소 1km급 단층 활동 감시를 위한 관측소 구축
- API 4.5inch 튜빙 내부:시추공 지진계,
- API 4.5inch 튜빙 외부: 다점변위, P/T, DTS 센서 등
- 모든 센서는 500m, 1,000m 설치

심부 단층 활동 관측소



관측소 당 시추공 내부 설치 센서 현황



ASIR 지진계 설치 현황



출처 : ASIR 홈페이지(www.asirseismic.com)

- 전 세계에 총 40개 지역에 설치, 운영되었거나 운영중임
 - 미국 : 12개 지역
 - 유럽 : 13개 지역(독일, 벨기에, 스페인, 핀란드, 튀르키예 등)
 - 중남미 : 7개 지역(멕시코, 브라질, 칠레, 파나마 등)
 - 아프리카 : 2개 지역(르완다, 케냐)
 - 중동 및 서남아시아 : 3개 지역(사우디아라비아, 인도 등)
 - 동아시아 : 3개 지역(대한민국 경주, 중국, 대만)
- Malmö (Sweden) : EGS 지열발전 프로젝트, 2km 시추공에 25 level vertical seismic profiling array 설치, 운영
- Mol(Belgium) : EGS 지열발전 프로젝트, 2km 시추공과 5개의 300m 시추공에 지진계 설치, 운영
- Sea of Marmara 인근(Türkiye) : Northern Anatolian Fault 활동 모니터링을 위해 총 8개의 시추공 관측소(심도 300m)에 지진계 설치, 운영

참고문헌

조영욱, 2021, 심부 단층 대상 국제과학시추 프로젝트 소개: DFDP-Alpine Fault, New Zealand, 한국자원공학회지, 58, 491-502
 이창현 외, 2022, 심부(~1km) 복합지구물리 모니터링(TELLUS) 관측소 구축사례, 2022년 추계자원연합학술대회
 김명선, 2022, 한반도 동남권 심부복합지구물리 모니터링 시스템(TELLUS) 구축 사례, 2022년 추계자원연합학술대회
 ASIR, 2023, Technical Qualifications for Seismic Monitoring, 24p