
Global Report

M 6.4 및 M 7.1 Ridgecrest, CA 지진 예비 가상 보고서

1. 총 괄
2. 소 개
3. 세부사항과 기술적 요약
4. PGA 잔류변형
5. 지진 피해

1. 총괄 정리

샌버나디노 카운티 10.7km 깊이에서 규모 6.4 지진이 발생했다. 진원지는 시어스밸리 (Searles Valley)에서 서쪽으로 12km 남쪽 지역이다. 2019년 7월 5일에 규모 7.1의 지진은 같은 위치 근처 17km의 깊이에서 발생했다. 지진은 동쪽의 모하비 사막 지역의 상당히 먼 지역에서 발생했다. 지진은 차이나 레이크 - 리지 크레스트 지역에서 강하게 느껴졌으며, 로스앤젤레스에서 라스베이가스까지 폭넓게 느껴졌다. 규모 6.4 지진은 수백 번의 여진으로 이어졌다. 규모 6.4 및 7.1 지진의 최대 지반 가속도 (PGA)는 각각 0.38g 및 0.48g였다. 이 보고서에서 PGA 잔류변형은 ASK14 GMPE를 사용하여 계산되었으며, 중간 응답모델에 대한 표준편차는 구조 응답과 관련이 있다. 두 번의 지진이 미치는 영향을 통해서 Ridgecrest시의 복원력을 증명해 주었다. 많은 식당과 주유소가 빠르게 운영을 재개하였다. 규모 7.1의 두 번째로 큰 지진에서조차도 구조상의 피해는 거의 없었다. 그러나, 일반적으로 취약한 건물 (예 : 지진에 강하지 않은 석조 구조물 및 간이 주택)과 비구조재 및 구성물품의 손실이 있었다. 다행히 휴일 주말에 지진이 발생했기 때문에 학교나 회의에 참석하지 않고 대부분의 사무실이 지진 중에는 작동하지 않은 상태라 보다 큰 피해는 막을 수 있었다. 휴일이 아니었다면 사상자는 비구조적 손상으로 인해 더 커질 가능성이 있었다. 이를 통해서 우리는 지진에 피해에 대비해야 한다는 사실을 알 수 있었다. 또한 두 지진 발생으로 인해서 비구조적 구성 요소의 설계와 관련하여 우리의 기준을 개선할 필요가 있음을 알 수 있었다. 게다가, 전기 및 물 분배를 위한 일부 유틸리티는 곤란을 겪었다. 그러나 교통 시스템 및 교량은 아무런 피해도 입지 않았고 효과적이고 신속한 수리 작업이 진행되었다. 가장 큰 영향을 받은 또 다른 도시로는 Trona가 있다. Trona는 Ridgecrest는 이 보고서 작성 시점까지 도시 기능이 상실된 상태였다. 대부분 지상 파괴의 영향으로 인해 손상된 구조물이 더 많았고, 이 마을은 물 부족으로 고통을 겪었다. 주요 파수관은 단층 파열 및 측면 확산으로 인해 파손되었다. 이 보고서는 캘리포니아주 리지크레스트(Ridgecrest)에 있는 2019년 7월 4일과 5일에 발생했던 지진 특성을 개괄하고 있다. 규모 6.4 및 규모 7.1 지진, 규제 상황 및 비상 대응, 지진 및 현재 상황을 공개적으로 보고된 정보를 정리하고 있다. 이 예비 가상보고서 (P-VRR)는 StEER의 지진에 대한 다른 연구팀에 알리고자 작성되었다.

1. 개요

태평양 표준시 오전 10시 33분경 인 2019년 7월 4일, 캘리포니아주 샌 버나 디노 카운티의 외딴 10.7 킬로미터 지역에서 지진이 발생했다. 진원지는 Searles Valley의 남쪽 서쪽 12km에 35.71 ° N 및 117.51 ° W의 좌표로 위치해 있었다. 2019년 7월 5일 오후 8시 19분, 첫 번째 지진이 발생한 지 약 34 시간 후 같은 위치에서 7.1.7의 지진이 발생했으며 좌표는 35.77 ° N 117.61 ° W 이었다. 7.1 규모의 지진은 17km의 깊이를 가졌다. 지진은 도시 지역에 가깝지 않았기 때문에 건물 및 기타 인프라가 겪었던 피해는 광범위하지 않았다. 그러나 이 지진은 지난 20년 동안 남부 캘리포니아에서 발생한 두 번째로 큰 규모의 지진이기 때문에 그 의미에 있어서 매우 중요하다. 이 지진을 통해서 다음과 같은 것들을 배울 수 있었다 a) 두 번째로 큰 규모의 지진의 과정, 그리고 큰 규모의 전진 시나리오 b) 지진 조기 경고의 실행과 영향 및 Shake AlertLA 시스템, c) 1980년 이전 비 연성 철근 콘크리트 건물, 1980년대 연성 건물, 수도 시스템 인프라 및 통신 인프라의 미래 지진에서 예상되는 성능. LA 시장의 지진 태스크 포스에 의한 지진 취약성, d) 구조적 개선을 위한 채택된 리트로피 기술의 효용성, e) 학교 건물, 병원, 대형 산업 시설, 지역 공항 및 이동 주택을 포함한 다양한 구조물의 성능 f) 비구조적 손상의 중요성, g) 지반운동 특성, 그리고 h) 정전 지속 기간, 휴대 전화 네트워크 액세스, 인프라 수리 등과 같은 지역 사회 탄력성 등이다.

2. 지진 세부사항과 기술적 요약

지진은 차이나레이크 - 리지크레스트 지역에서 강하게 느껴졌으며, 로스앤젤레스에서 라스베이가스까지

폭넓게 느껴졌다. 6.4 규모의 지진은 몇 번의 예진 (foreshock)이 선행되었으며, 여진의 여파는 주된 지진 발생 후 수백 건이 감지되었다. USGS ShakeMap (그림 1)은 0.2 ~ 0.3g 및 0.7 ~ 0.8g 범위의 6.4 및 7.1 크기 지진의 최대 지반 가속도 (Peak Ground Accelerations, PGA)를 나타낸다. 기록된 움직임은 6.4 규모의 지진과 비슷한 범위에 있지만 7.1 규모의 지진의 경우 약 0.5g으로 ShakeMap에서 예측한 것보다 적다.

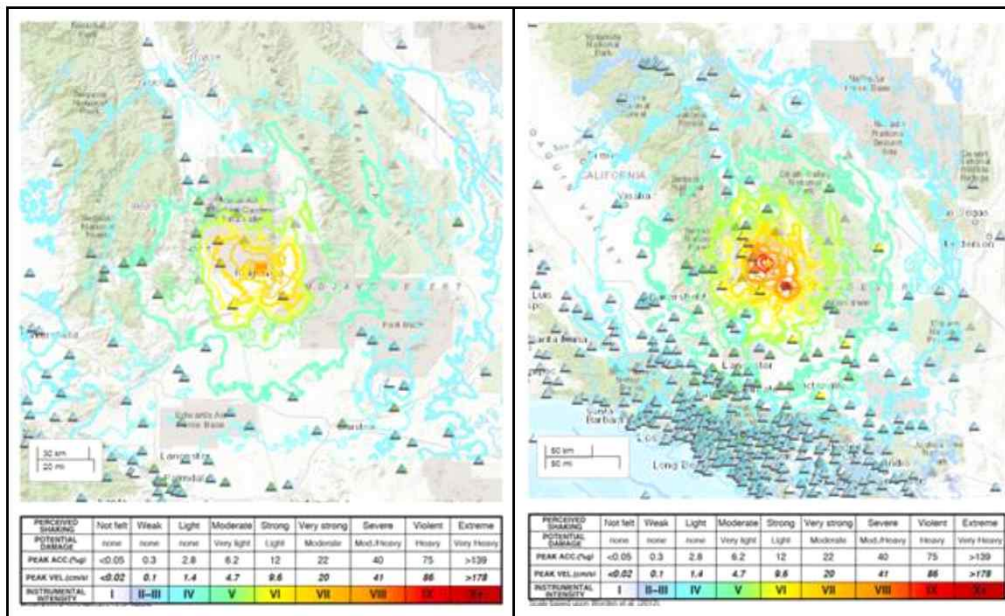


그림 1. 두 개의 리지 크레스트 지진과 지진맵의 진앙 [왼쪽 : 규모 6.4 과 오른쪽 : 규모 7.1]
(USGS, 2019a, USGS, 2019b)

두 개의 지진은 북미판의 지각에서 얇은 판경계 충돌-슬립의 결과로 발생했다. 메커니즘에 따르면 파열은 NW-SE를 치는 평면에서 오른쪽 측면 (RL) 슬립 또는 SW-NE를 치는 평면에서 왼쪽 측면 (LL) 슬립의 결과로 가파른 침적 결함에서 발생했다. 지진은 이 지역의 주요 판 경계인 샌 안드레아스 단층에서 북동쪽으로 약 150km 떨어진 곳에서 발생했다. 지진이 발생했을 때 태평양판은 북아메리카 판에 대해 북서쪽으로 약 48 mm/yr의 속도로 움직이고 있었다. 지진의 위치는 동북 캘리포니아 전단 지역, 태평양 북미 판 경계를 가로 지르는 운동과 관련된 전체적으로 fault 지역 및 높은 지진 위험이 있는 지역에 속한다. 지난 이틀 동안의 지진 활동은 Airport Lake Fault Zone (USGS, 2019a, USGS, 2019b)의 두 공역 단층 구조물에서 발생했지만, 더 자세한 연구가 이러한 사건과 관련된 원인 결함을 정확하게 식별하는 데 필요하다.

지진에는 수많은 여진이 있었고 그 중 가장 큰 것은 규모 6.4 사건 발생 후 16 시간 후에 규모 5.4의 지진이었다. 대부분의 여진은 규모 6.4 지진 주위의 SW-NE 추세에 일치하지만, 일부는 NW-SE 추세에도 부합한다. 규모 6.4 지진은 또한 이전 30분 이전에 규모 4.0 사건을 포함하여 전 시간에 일련의 전초 운동이 선행되었다.

기록된 지반 운동

규모 6.4 및 규모 7.1 지진 모두에 대해 지반 운동은 여러 지점에서 기록되었다. 두 경우 모두 최대 기록된 PGA (Peak Ground Acceleration)는 크리스마스 캐니언 차이나레이크 역(코드 CCC)에서 기록되었다. 규모 6.4 지진의 경우 PGA는 CESMD (Center for Engineering Strong Motion Data) 데이터기록에 따라 369cm/s² (0.38g)이고 최대 지반 가속도(PGV)는 27cm/s였다. 규모 7.1 지진의 경우 기록된 PGA는 470cm/s² (0.48g)이고 PGV는 55.1cm/s였다. 그림 3 (a)는 M 6.4 사건에 대한 CCC 방송국에서 기록된 지반운동의 시간에 따른 가속도 그래프를 보여주며 그림 3 (b)는 M 7.1 지진에 대한 결과를 보여주고 있다.

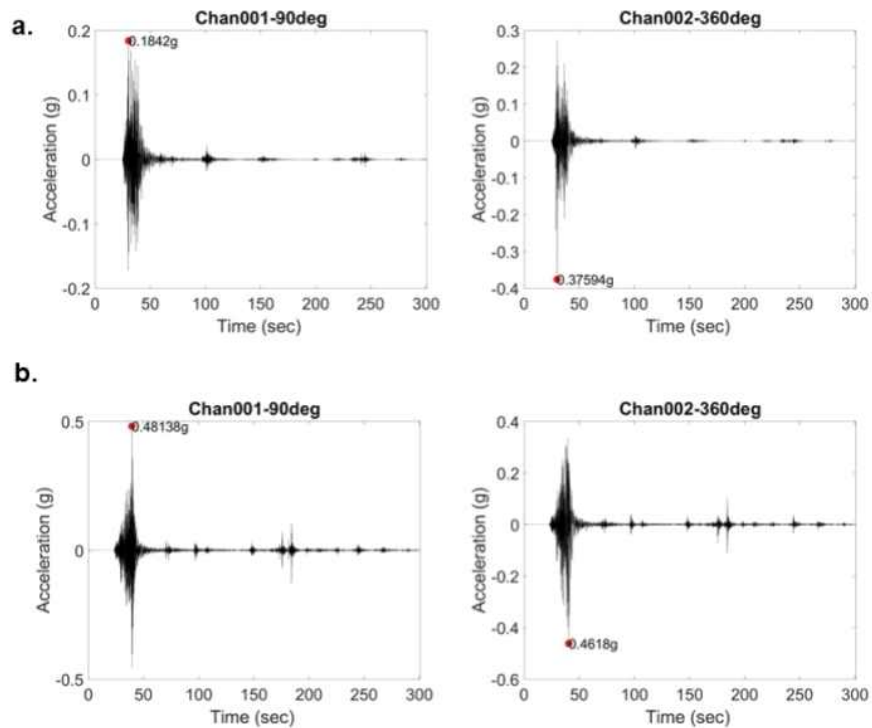


그림 3. (a) 규모 6.4 지진과 (b) 규모 7.1 지진에서 크리스마스 캐년 차이나 레이크 (CCC) 지역에서 기록된 가속도 시간 기록

그림 4는 두 지진의 기록된 모든 거리에 따른 PGA 지반운동에 대한 그래프를 보여준다. 그래프는 40km 거리를 넘어서서 전방 충돌에 대한 PGA 값은 0.1g 미만이었지만 100km를 초과하는 충격에도 0.1g 이상의 PGA가 기록되었음을 보여주고 있다. 일반적으로 규모 7.1 지진의 경우 더 긴 거리에 대해 더 높은 PGA가 기록되었다. 이는 주 전역에서 느껴지는 흔들림에 대한 보고서와 일치한다. 크리스마스 캐년 차이나레이크 역(코드 CCC)에서 두 개의 수평 구성 요소의 응답 스펙트럼 (최대 5 % 감쇠)와 최대 PGA를 갖는 지반운동의 수직 구성 요소가 그림 5에 나와 있다. 이 지역의 최고 스펙트럼 가속도는 규모 6.4 지진에 대해 약 0.48 초 기간에 1.17g로 계산되었다 (그림 5 (a)). 그림 7.1 (b)의 규모 7.1 지진의 경우 최대 스펙트럼 가속도는 약 0.11 초 주기로 1.69g로 계산된다. 메인쇼크에서 응답 스펙트럼에서 장주기의 영향이 관찰되었다.

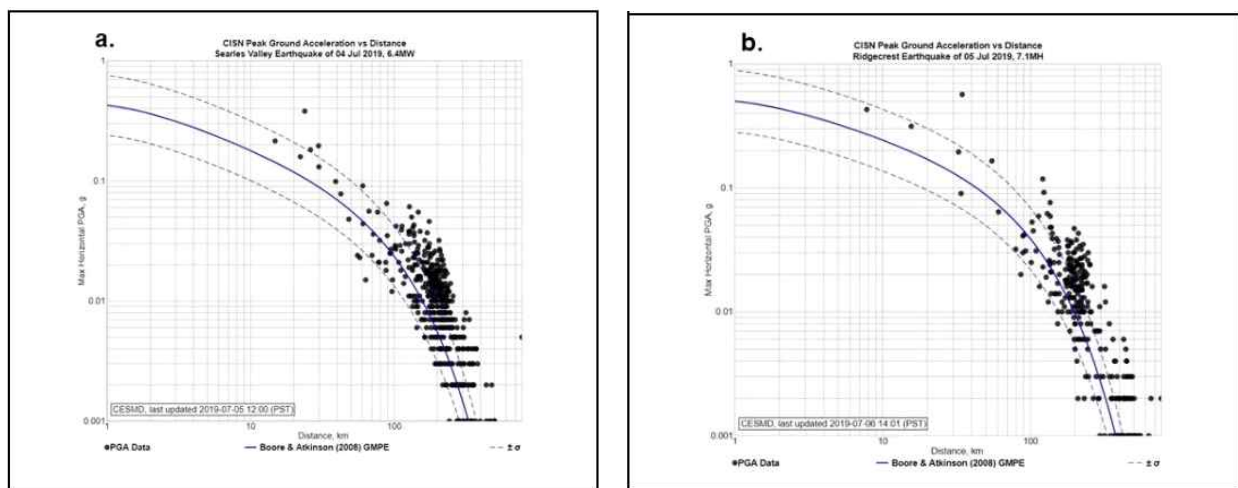


그림 4. (a) 규모 6.4 지진 및 (b) 규모 7.1 지진에 대한 Boore & Atkinson (2008) 지반운동 예측 공식 (GMPE)과 비교된 최대 수평 지반 운동 대 거리 그래프

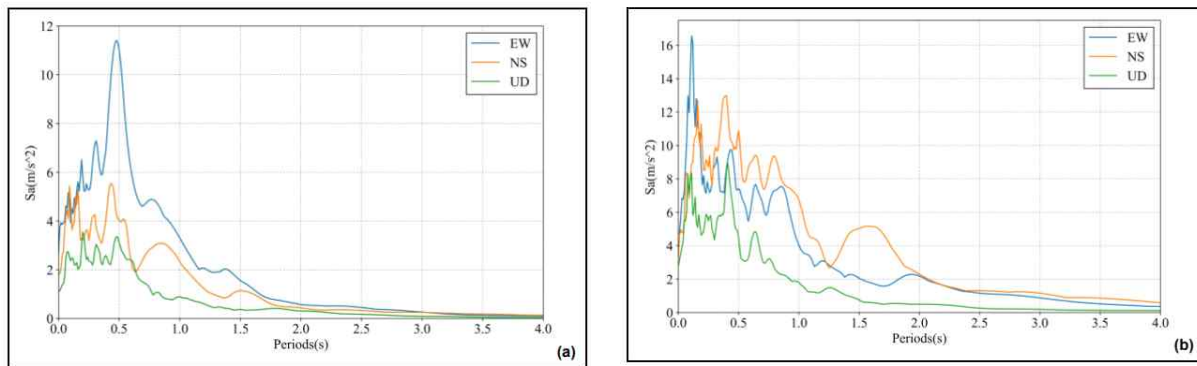


그림 5. (a) 규모 6.4 지진 및 (b) 규모 7.1 지진 (출처 : X. Lu, Tsinghua University 및 CESMD 데이터베이스 3에서 보고된 것과 유사한)에 대한 CCC 방송국의 5 % 감쇠 응답 스펙트럼

4. PGA 잔류 변형

PGA 잔류변형은 중간모델에 대한 표준 편차 (즉, ε)의 관점에서 ASK14 GMPE (Abrahamson et al., 2014)를 사용하여 추정된다. 변수 ε 은 지반운동을 받는 수학적 모델에 대한 구조적 응답과 상관 관계가 있는 것으로 나타났으므로 (Baker and Cornell, 2008)이 보고서의 목적에 적절하다고 판단된다. 수식 1은 변수 ε 을 다음과 같이 정의한다.

$$\varepsilon(T) = \frac{\ln(Sa(T)) - \ln(\mu(T))}{\sigma \ln(T)} \quad (1)$$

여기서 $Sa(T)$ 는 주기 T 에서 측정된 스펙트럼 가속도이고, $\mu(T)$ 는 중간 모델 예측이며, $\sigma \ln(T)$ 는 GMPE 총 표준 편차이다. PGA 데이터는 USGS 페이지 (USGS, 2019a, USGS, 2019b)에서 참고하였다. 식 1에 따르면 양의 ε 값은 모델이 관측치를 과소 추정한다. 그림 6은 진원지(검은 별)와 관련하여 지역 (적색 마커)의 상대적 위치를 보여준다. 중앙 지반 운동 예측 모델의 추정을 위해 이 예비 보고서에서는 $Vs30 = 360 \text{ m/s}$ 가 선택되었다. 그림 7은 캘리포니아의 $Vs30$ 지도에 겹쳐진 지역을 보여주고 있다.

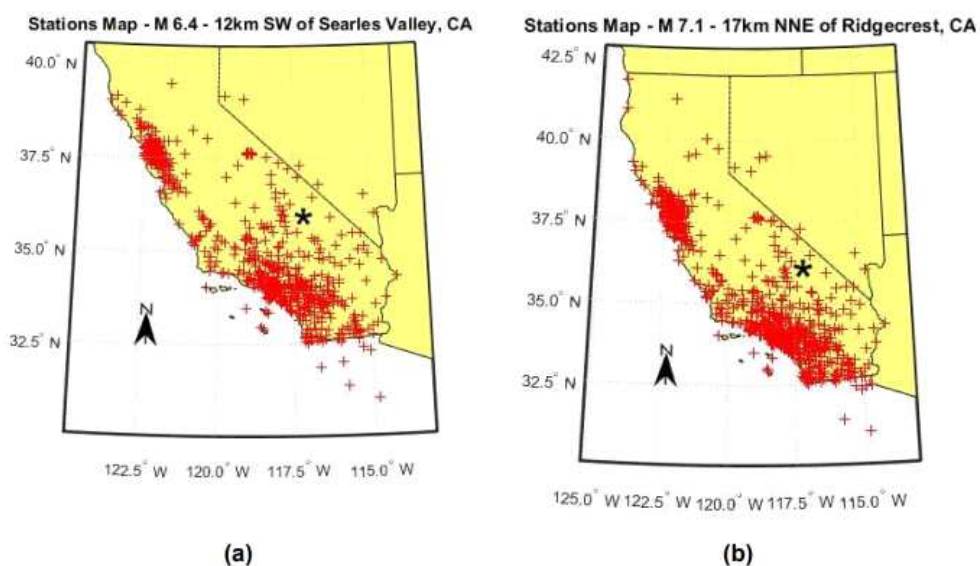


그림 6. (a) 규모 6.4 지진과 (b) 규모 7.1 지진에 대한 두 Ridgecrest 지진과 Shakemaps의 위치

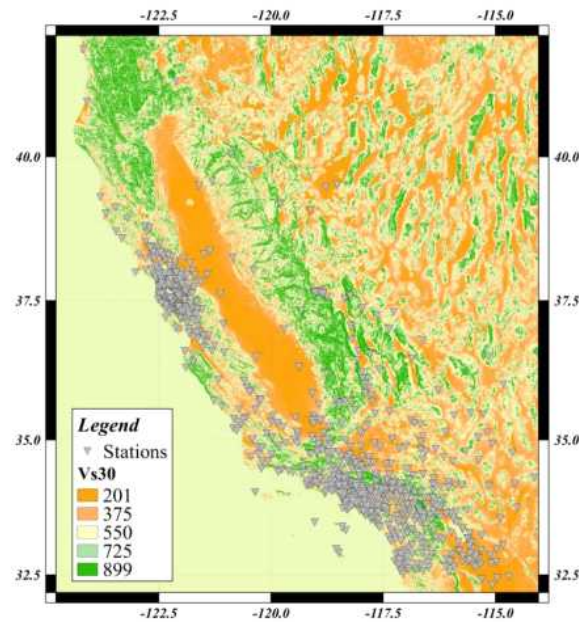


그림 7. 캘리포니아의 슬로프 기반 Vs30 지도에 겹쳐진 지역

그림 8은 두 지진의 PGA 거리에 대한 ϵ 값을 나타낸다. 근거리 (예 : $R \leq 50$ km)에서 PGA 평균값은 두 가지 지진 크기에 대해 큰 편차 ($|\epsilon(T)| \leq 0.1$)없이 GMPE에 의해 추정된다. 거리 범위 $100 \leq R \leq 250$ km에서 기록된 PGA의 평균값은 중간모델보다는 크지만 규모 6.4 지진에 대해 작은 편차 ($\epsilon(T) \leq 0.8$)를 보인다. 반면, 규모 7.1 지진의 경우, 중앙 모델은 기록된 평균값 데이터와 일치한다. 더 먼 거리 범위 (예 : $R \geq 400$ km)의 경우 관측치는 중간 모델보다 약 1 표준 편차만큼 크며 이는 그림 4의 관측치와 일치한다.

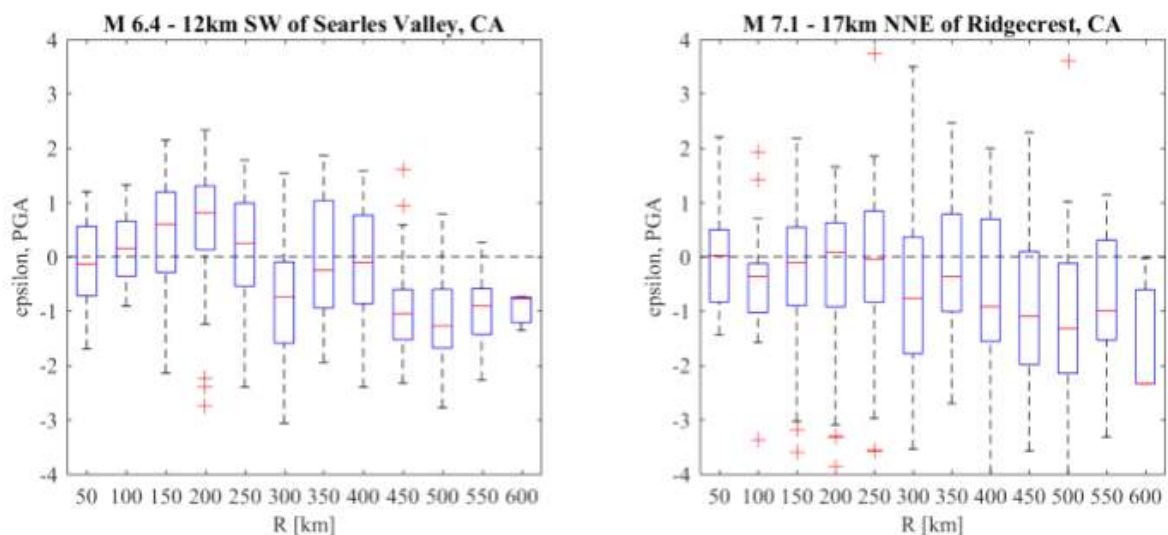


그림 8. ASK14 지반운동 모델을 기반으로 PGA 대 거리의 ϵ
[왼쪽 : 규모 6.4 지진 및 오른쪽 : 규모 7.1 지진]

5. 영향 (사망자 수 및 경제적인 피해)

USGS의 PAGER (응답을 위한 글로벌 지진에 대한 즉각적인 평가)는 전세계의 중요한 지진의 예상 영향에 관한 내용을 작성하고 비상 대응자, 정부 및 구호 기관 및 언론 매체에 정보를 제공하는 자동화된 시스템이다. PAGER는 잠재적인 재난과 지진 영향을 신속하게 평가한다. 지진 강도의 각 수준에 노출된 인구를 세계 또는 각 지역의 과거 지진을 기반으로 한 경제적 손실 및 사망률의 모델과 비교함으로써

(USGS, 2019a 및 2019b) PAGER는 사망자 수 및 경제적 손실의 확률 밀도 함수에 대한 대략적인 추정치를 미국 달러로 생성한다. 보다 구체적으로, 이들 근사 확률 밀도 함수는 각각의 순서를 변화시키는 특정 범위 내의 확률을 제공함으로써 사망자 수 및 경제적 손실의 크기의 확률 추정치를 제공한다.

이 지진에서의 관련 사망자 수는 비슷한 규모의 이전 지진과 비교하여 USGS (그림 9 (a) 및 10 (a))에 따르면 상대적으로 낮게 예측되었다. 두 개의 지진의 경우 USGS PAGER (그림 9 (b) 및 10 (b))는 사망자는 없으며 1-10 명이 사망 할 확률은 각각 65 %와 30 %로 보여진다. 이 보고서를 작성할 당시에는 사망자는 없었다. 6.4 규모의 지진의 경우, PAGER는 파손으로 인한 경제적 손실을 각각 27 %, 35 % 및 21 %의 확률로 1 백만 달러에서 1 천만 달러 사이, 1 천만 달러에서 1 억 달러 사이 및 1 억 달러에서 1 억 달러 사이가 될 것으로 예상했다. 규모 7.1 지진의 경우에는 이 확률은 각각 23 %, 35 % 및 25 %였다. 두 가지 지진에 대한 추정치의 유사성은 규모의 크기의 큰 차이에도 불구하고 탐구할만한 가치가 있다. 여기에 하나의 이유는 중심부 지역의 인구 밀도가 낮고 대도시 중심지와 상대적으로 먼 위치에 있기 때문이다. PAGER는 약간의 손상이 가능하고 그 영향이 상대적으로 한정적일 것이라고 보고했다. 예상 경제적 손실은 미국 GDP의 1 % 미만이다. 이 경고 수준을 지닌 과거의 지진에는 지역 또는 지역 차원의 대응이 필요했다. 이러한 경제적 손실 추정치는 사망자 수 추정치보다 훨씬 변동이 크다.

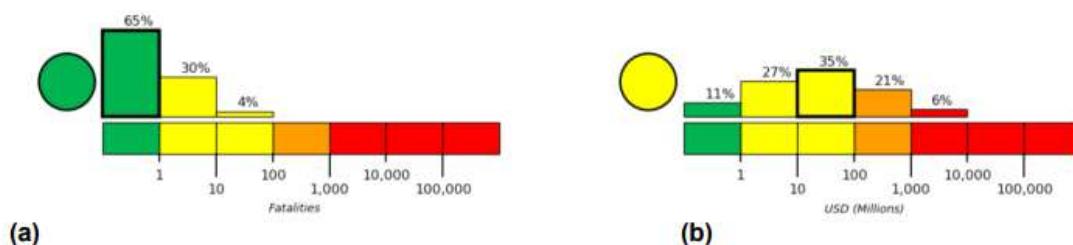


그림 9. PAGER 2019년 7 월 4 일 캘리포니아 지진 Ridgecrest (USGS, 2019a)에 대한 (a) 사망자 및 (b) 경제적 손실 확률

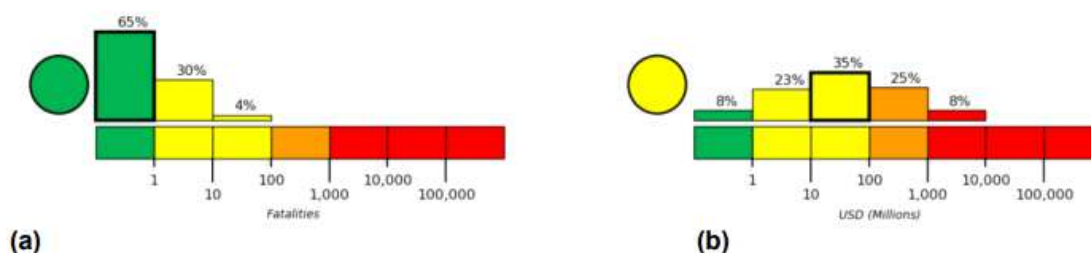


그림 10. PAGER 2019년 7 월 5 일 캘리포니아 대지진 Ridgecrest (USGS, 2019b)에 대한 (a) 사망자 및 (b) 경제적 손실의 예상 확률

건물 및 주요 시설

Ridgecrest 병원의 대부분의 피해보고서에 따르면, 예방 조치로 인해서 대피가 신속히 이루어졌다. Ridgecrest 경찰 대위인 Justin Dampier는 당시 상황에 대해 다음과 같이 말했다. OSHPD에 따르면, 그들은 병원을 검사했고 대피를 요구하지 않았다. 이 보고서를 작성할 당시 Kern카운티 소방서 (KCFD)는 병원에서 "구조적" 손상으로 적어도 15명의 환자가 Ridgecrest 고등학교 체육관으로 옮겨졌다고 보고했다. 당국은 또한 약 15명의 환자가 다른 응급실로 옮겨졌다고 말했다. 피난한 사람들은 그들 천막과 나무 아래에서 숨어 있었고, 응급실 환자 15명은 팜 데일-랭커스터 지역으로 옮겨졌다. 병원에서 얼마나 많은 사람들이 대피했는지에 대한 의견은 없었다. 소방대 대변인은 오후에 기자회견에서 "스프링 클러가 새는 것을 포함해 병원에 구조적인 손상이 있었다"고 밝혔다. 일부 보고서에 따르면 건물 검사관이 피해를 조사하고 있는 것으로 나타났다. 그만큼 병원은 7월 7일 다시 100% 건물의 기능을 회복했

다고 보고되었다.

상업 시설

두 번의 지진 동안 많은 고정되지 않은 물체가 선반에서 떨어졌다(그림 11 ~ 13). 편의점 내부의 통로에는 깨진 주류 병과 음식물이 가득 찼다. 선반에서, 천장 타일 / 격자, 콘크리트, 유리 및 벽돌 정면 등의 붕괴와 같은 비구조적 구성 요소에 대한 가벼운 손상이 있었다. (그림 14 및 15). 다음 장에서 다루는 주거용 건축물과 마찬가지로 여러 가지 상업용 조적구조가 다양한 손상을 입었다 (그림 16).



그림 11. 규모 6.4 지진 이후 캘리포니아 주 리지 크레스트에 있는 주 브라더스 시장의 선반에서 떨어진 물건 (출처 : CNN, 2019)



그림 12. 규모 6.4 지진 이후 Ridgecrest에 있는 Kern 카운티 도서관의 바닥 (제공 : Richard Wagner, 출처 : KTLA, 2019)

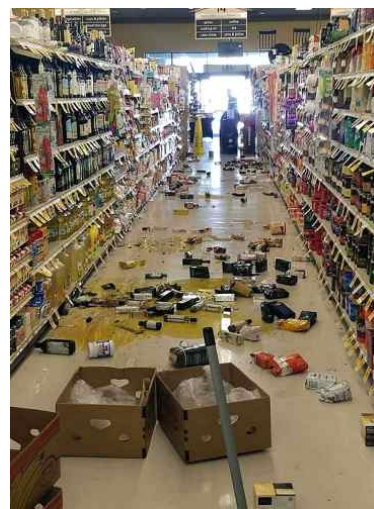


그림 13. 규모 6.4의 지진 이후 Isabella 호의 한 가게에서 파손된 병 및 기타 물품



그림 14. (a) 규모 6.4 지진 (Jessica Watson, AP) 중 손상된 독립 신문 사무실 천정; (b) 규모 6.4 지진 이후 Ridgecrest에있는 세탁실에서 탈락된 천정 부분적 파괴 (Photo by Terry Pierson, The Press-Enterprise / SCNG)



그림 15. (a) North Ridgecrest에있는 건물의 파손된 콘크리트 패널 (출처 : Karen Hua via Twitter); (b) 규모 6.4 지진으로 인한 리테일 건물의 유리 외관 파손 (출처 : AP)

주거용 건물

Ridgecrest의 주거용 주택 2개 이상이 규모 6.4 지진 발생 후 화재가 났다. Sunland Street과 East California Avenue의 모퉁이에 있는 한 집에는 차고가 있고 주요 지붕의 일부가 불에 탔다(그림 17a). 또 다른 집은 규모 6.4 지진 이후에 크게 파손되었다(그림 17b). 그림 18a는 부서진 굴뚝과 석조 벽에서 떨어지는 벽돌을 보여주고 있다. 집은 외벽에 대각선과 수직 균열로 손상되었다(그림 18b). 굴뚝이 파손되었거나 벽이 손상된 다른 건물이 그림 19 ~ 24에 나와 있다. 보강하지 않은 많은 석조 굴뚝의 파손이 관찰되었다. 규모 7.1 이후 Trona에서 상당한 피해를 보았다. 목재 골조 주택에 대한 일반적인 손상이 나타났다. 그림 22에서 214W Ridgecrest Blvd Ridgecrest, CA 93555의 "My Enchanted Cottage"라는 식당의 손상은 그림 25에 나와 있다.



그림 17. 규모 6.4 지진 이후 Ridgecrest에서 두 채의 집이 화재를 입었다.
(San Bernardino Sun, 2019, AP News, 2019)



(a) 굴뚝과 석조 벽의 상단 부분 붕괴



(b) 외부 벽의 균열



(c) 규모 7.1 지진 이후 화재로 인한 피해

그림 18. 석조 구조물의 손상 (출처 : (a) Reuters, 2019, (b) Yahoo, 2019, (c) meegaagency, Instagram, 2019)



그림 19. 규모 7.1 지진 (CNN, 2019)에 따라 리지 크레스트에서 부분적으로 파괴된 콘크리트 블록 벽



그림 20. M 7.1 지진 후 Trona의 석조 건물 손상 (출처 : Twitter를 통한 Eytan Wallace) (중략)

규모 6.4 지진 - 2019년 7월 4일

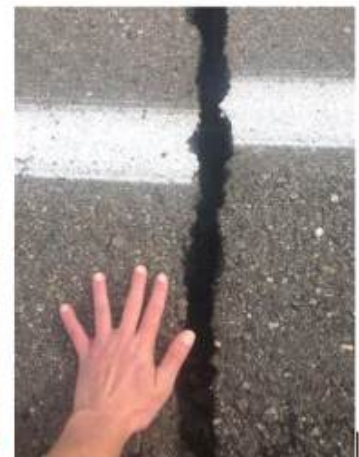
규모 6.4 지진으로 인해 지질학적 손상이 표면 결함 파열, 지반 분리 및 지반 균열의 형태로 발생했다. 국도 178 번 남쪽의 Trona Road 약 2.5 마일 (부록 B에 포함 된 VERT 보고서 참조)에 걸쳐 약 12 "(305mm) 폭의 균열이 형성되었다. Trona Road에서 약 2 마일 떨어진 State Route 178을 가로 질러 다른 큰 균열이 형성되었다. Caltrans District 8 트위터 페이지에서 State Route 178의 다른 균열이 보고되었다. 동일한 출처에 따르면 이러한 균열은 지진발생 후 1 시간 이내에 Caltrans 지구 9 유지 보수 대원에 의해 수리되었다. USnews에 따르면, 캘리포니아 고속도로 순찰 고가도 및 지하도가 손상되지 않았으며 이 균열은 주로 카운티 도로에서 발생했다고 발표했다. 지진 후에 Ridgecrest 근처에서 몇 차례의 결함 파열과 바닥 균열이 보고되었다. 위성 영상은 M 6.4 Ridgecrest 지진 후 좌 측방 단층 파열을 보여준다.



(a)



(b)



(c)

그림 42. 규모 6.4 Ridgecrest에 따른 지반 손상 Trona road39에서 폭 305 mm의 폭이 넓은 곳 (b) Caltrans 구역 9 유지 보수 대원이 Trona 근처의 SR 178을 따라 균열을 수리 (출처 : Caltrans District 8 Twitter page 40), (c)지면 분리와 오프셋 (Emily Guerin41에 의한 사진). 모든 이미지는 VERT 보고서 부록 B에 보고

규모 7.1 지진 - 2019년 7월 5일

규모 7.1 지진은 표면 결함 파열 (예 : 오프셋, 지반 균열 등), 암벽 현상 및 액화로 인한 파손 (예 : 측면 퍼짐)의 형태로 지반학적 손상을 일으켰다. 북서부 동향 고장 파열은 차이나레이크 NWAS 기지 47에서 오른쪽 측면 오프셋의 최대 6 피트 (1.83 m)까지 측정되었다. 약 6.5 피트 (1.98 m)의 오른쪽 횡

방향 오프셋과 약 3 피트 (0.91 m)의 수직 오프셋이 보고되었다 48. State Route 178을 가로질러 한 표면 파열로 인해 북서부 경향상의 복합 결함인 사진 49과 VERT 보고서 부록 B의 문제가 발생했다. 3 피트 (0.91 m)의 오른쪽 측면 오프셋이 보고되었다.



그림 46. (a) 차이나레이크 NWAS 기지에서 1.83m (1.83m)의 우측 가로 (RL)와 3 피트 (0.91m)의 수직 오프셋, (b) 노스 웨스트 트렌드 고장 파열 중국 호수 NWAS 기지의 오른쪽 - 외측 오프셋 6 피트 (1.83 m) 측정, 그리고 (c) RL 오프셋의 3 피트 (0.91 m)에 가까운 결함 파열로 인한 구부러진 철도 트랙.

<원문제목> M 6.4 and M 7.1 Ridgecrest CA Earthquakes PRELIMINARY VIRTUAL RECONNAISSANCE REPORT

<원문출처> Pacific Earthquake Engineering Research Center