

2001. 1. 26 인도지진 피해특성

전명순¹⁾ · 김정수¹⁾

1. 서 론

2001년 1월 26일 인도 서부 Gujarat 주에서(23.40N, 70.32E)에서 지진이 발생 인도의 Delhi, Mumbai 를 비롯하여 파키스탄의 Karachi, Peshawar 뿐만 아니라 네팔의 일부에서도 진동이 감지 되었고, 인도에서만 수만 명의 인명피해가 국내외 언론매체에 보도되었다. 본 발표에서는 인도지진의 피해조사 결과의 보고이다. 현장 조사기간은 2001. 2. 7 - 2. 13 (7일간) 이다.

2. 판구조론적 관점에서의 인도대륙

USGS가 발표한 급변 인도지진의 진원요소(Hypocentral Parameter)는 다음과 같다.

발생시각 : Jan. 26, 2001, 03h16m41sec (UTC)

발생위치 : 23.40N 70.32E

진원깊이 : 23.6 km

지진규모: 7.7 Ms (Preliminary Magnitude 7.9)

- 인도정부(Indian Meteorological Department)는 M6.9로 발표

이제까지 알려진 판 내부에서 발생한 지진중 가장 큰 것은 1811. 12. 16, 1812. 1. 23 및 1812. 2. 7에 미국 New Madrid에서 발생한 규모 8.2, 8.3 및 8.1의 지진이었다. 그 다음으로 큰 지진은 급변 인도지진과 비슷한 위치에서 1819. 6. 16 발생한 규모 7.8의 지진이었다. 이 지진발생 후 높이 6 - 9 M의 지표단층(scarp)이 90Km에 걸쳐 생겨났고 이 지역에서는 이를 "Allah Bund" 혹은 "Wall of God"라고 부른다. 1819년 발생한 지진에 의한 사망자는 약 1500명 정도로 보고되었다.

급변 지진은 1819. 6. 16 발생한 지진의 추정 진앙지로부터 남동쪽으로 약 50Km 떨어진 지역에서 183년 후에 발생하였다. 급변 메카니즘은 대략 동서방향의 단층이 역단층운동을 일으키며 발생한 지진으로 나타나는 바, 이는 1819년 이 지역에서 발생했던 지진의 메카니즘과 매우 유사한 것으로 판단되며 이번 지진의 경우 진앙지에서의 최대 진도는 MMI X에 해당된다.

주 조사지역은 동쪽으로는 Bachau, 서쪽으로는 Bhuj, 북쪽으로는 Rodai 그리고 남쪽으로는 Anjar와 Gandhidam에 이르는 좁은 지역에 제한되었다. 조사지역의 주요 지질은 주로 중생대 (Jurassic to Cretaceous)의 퇴적암(Sandstone and Limestone)이 주를 이루고 일부 화산암(Volcanic rocks)이 존재한다. 이들 지층은 심하게 풍화되어 매우 깊은 풍화대(3-6M)를 이루고 있다.

조사지역의 지표상에서 뚜렷한 지진단층은 발견되지 않았고, 조사지역 북부(Rodai)에서는 단층운동의 2차적인 증거로 보이는 대략 동-서 방향으로 발달한 crack의 연장을 약 2Km 까지 확인할 수 있었다. 또한 작은 규모의 액상화(Liquefaction)는 조사지역 전체에서 발생하였다. 조사지역중 피해가 가장 큰 지역은 Bhuj, Anjar 및 Bhachau 이었는데, Bhuj의 경우는 도시 건축물의 약 70%가, Anjar와 Bhachau의 경우는 도시의 약 90%가 파괴되었다. 일반적으로 진앙지 근처의 전형적인 서민들의 가옥구조는 연약한 사암을 잘라 벽과 지붕을 만든 것이었다. 돌 사이는 Chuna라고 부르는 석회암으로부터 추출한 석회질 물질로 된 충전물을 시멘트 대신 사용하였는데 이는 손으로 비비면 부서질 정도의 강도를 가지고 있었다.

물성실험을 위해 현장에서 몇 종류 건축자재의 sample을 채취하였으나, 3축 압축실험을 위한 정형이 불가능 할 정도로 연약한 것이었다. 시료들은 당 연구원 실험실에서 점재하강도시험 (Point Load Test)를 수행한 후 경험식에 의해 일축압축강도(Uni-Axial Compressive Strenth)로 환산한 결과는 sandstone Brick의 경우 79 - 101 Kg/cm²의 범위를, 붉은 벽돌의 경우 50 - 114 Kg/cm²의 범위를 보인다. 이는 일반적으로 콘크리트의 설계기준 강도인 210 Kg/cm²에 비하면 매우 낮은 강도를 나타내는 것이다.

또한 진앙지 일대의 기온은 조사기간인 겨울에도 한낮의 기온이 30℃에 이르고 여름에는 44 - 45℃에 이른다고 하니 더위를 피하기 위해서 벽과 지붕을 두껍게 건축하는 것이 일반적인 경향이다. 이는 지진에 매우 취약한 구조를 지니게 되고 지진 발생시 피해를 크게 만드는 요인이 된다. 비교적 최근에 지어진 것으로 보이는 현대식 건물들도 비교적 심한 피해를 입은 것을 볼 수 있었는데 이는 내진규정을 제대로 준수하지 않은 불량한 건축물로 추측된다.

3. 감사의 글

실험실 물성측정 결과를 분석해 주신 한국지질자원연구원 환경지질연구부 김경수 연구원께 감사드립니다.

4. 참고 문헌

1. Geological Survey of India, 1944, "Latur Earthquake", P. 149.
2. Gordon, R. and S. Stein, 1992, "Global tectonics and space geodesy," Science, Vol. 256, pp. 333-342.

주요어 : 2001. 1. 26 인도지진, 피해특성

- 1) 한국지질자원연구원 탐사개발연구부 지진연구센터