

영월지진 피해상황 및 지진피해 저감대책 The Effects of The Yung-Wol Earthquake on Structures and Seismic Hazard Mitigation

이 동 근*
Lee, Dong-Guen

ABSTRACT

An earthquake of Richter magnitude 4.5 occurred on December 13, 1996 at 1:10 p.m. in Yung-Wol, Kang-Won-Do. Brief investigation on the effects of the earthquake has been performed on December 15 by the reconnaissance team of the Earthquake Engineering Society of Korea. Minor damages were observed in several structures including two elementary schools and two municipal office buildings. Most of the damages on structures were cracks in masonry walls and R.C. beams. However, the cracks on R.C. beams is believed to be existing ones due to poor construction and maintenance of the structures those have been increased by the earthquake.

Mitigation of seismic hazard is an urgent issue in Korea where many structures are not properly designed to resist the earthquake which is expected to occur during their lifetime. Some items which are important for seismic hazard mitigation are discussed in this article based on the damages of the previous earthquakes and the seismicity of Korea.

1. 우리나라의 지진활동

우리나라에서는 지진이 발생하는 빈도가 낮아서 많은 사람들이 직접 지진을 경험해 볼 기회가 흔하지 않다. 따라서 많은 사람들이 우리나라에서는 지진이 발생하지 않을 것으로 생각하고 있으며 지진에 의해서 자신도 피해를 입을 수 있다는 사실에 대해서는 전혀 실감을 하지 못하는 실정이다.

1.1 우리나라의 지진위험도

대부분의 지진은 南北美大陸의 서해안, 일본, 필리핀, 뉴질랜드로 연결되는 環太平洋 地震帶와 같은 板의 경계에서 발생한다. 그러나 1812년에 미국의 New Madrid에서 사상최대의 지진이 발생하여 北美大陸 전체를 강하게 흔든 경우나 1976년에 중국의 瑯山에서 강한 지진이 발생하여 사상 최대의 인명피해(사망자 약 600,000명 추정)를 발생시킨 경우 등은 판의 경계가 아니라 판의 내부에서 발생한 지진이다. 우리나라는 판의 경계에서 얼마간 떨어져 있어서 지진이 자주 발생하는 지역은 아니지만 인명과 재산에 많은 피해를 줄 수 있는 정도의 지진이 언제 어디서 발생할지 알 수가 없으므로 지진에 대해서 어느 정도는 대비를 하는 것이 필요하다고 판단된다.

* 성균관대학교 건축공학과 교수, 정회원

기상청에 의해 관측된 지진은 표 1에서 보는 바와 같이 매년 증가하는 추세에 있어서 우리나라에서도 근래 200여년간의 지진정지기를 벗어나 다시 지진활동이 활발해지고 있는 징후라고 생각하는 전문가들이 많다.

표1. 우리나라의 최근지진발생횟수

년 도	92	93	94	95	96
지진발생횟수	15	22	25	29	34

1.2 우리나라의 지진피해

최근에 우리나라에서 구조물에 가벼운 정도라도 피해를 준 지진은 1978년에 충청남도 홍성에서 발생한 지진과 1996년 강원도 영월에서 발생한 두차례이다. 이들 지진의 규모는 각각 5.0과 4.5에 불과하여 약간의 구조적인 피해를 발생시키는데 그쳤으나 이들 지진이 의미하는 바는 상당히 크다고 볼 수 있다. 뿐만 아니라 여러가지의 역사문헌에 의하면 조선 중기에는 지진의 활동이 상당히 활발하여 많은 지진피해가 발생하였다는 기록이 있으므로 이러한 지진이 다시 우리나라에서 발생할 가능성은 상존한다고 보아야 한다. 지진은 발생확률이 매우 낮아서 그 위험도를 우리가 피부로 느끼기는 어려운 자연재해이다. 그러나 대비가 없는 상태에서 지진이 발생하면 엄청난 재앙을 가져오게 된다.

2. 영월지진 피해상황

2.1 영월지진의 발생

작년 12월 13일 오후 1시 10분에 강원도 영월군 동쪽 20km 지역에서 리히터규모가 4.5 정도인 지진이 발생하였으며 소규모의 여진이 다섯 차례나 잇따라 발생하였다. 전국적으로 지진에 의한 지반진동을 느낄 수가 있었으며 지진감지범위는 반경 450km 가량이었다(그림 1). 진앙지에서 가까운 영월군에서는 연쇄점의 대형유리가 깨지고 건물의 벽 등에 균열이 발생하였다. 지진발생 하루 후인 12월 14일자 조선일보의 보도에 따르면 진앙지에서 10km 떨어진 영월군 중동면 녹전1리 주민 高憲圭씨(59)는 “갑자기 ‘우르르’하는 소리와 함께 목욕탕 타일 10개가 떨어져 나갔다”고 한다. 또 영월에서 130 km 정도 떨어진 대전에서도 중구 석교동-대흥동을 연결하는 송전시설의 礮子가 진동에 의하여 파손되어 일대 1,600여 가구에 20분간 정전되기도 하였다.

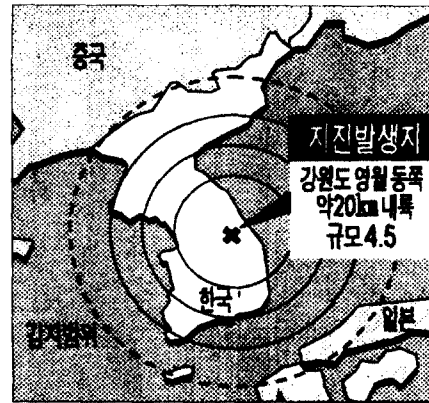


그림 1. 영월지진의 진앙지

2.2 영월지진의 피해조사

지진이 발생한 다음날인 14일 오후 4시에 지진공학연구회의 정기세미나에 참석한 한국지진공학회의 회원들이 영월지진피해 현장조사단을 구성하고 15일에 현장을 답사하기로 계획하였다. 현장조사단은 14일 오후 7시에 일차회의를 가지고 15일지진발생 현장 답사를 위한 계획을 작성하였다. 조사단은 김승덕 교수(세명대 건축과), 김용석 교수(목포대 건축과), 김희철 교수(경희대 건축과), 박형기 교수(인천대 토목과), 박흥기 전무(동성엔지니어링), 이동근 교수(성균관대 건축과), 이철호 교수(경남대 건축과), 이한선 교수(고려대 건축과), 조양희 교수(인천대 토목과)의 9인으로 구성되었으며 15일 아침에 진앙지에서 가까운 제천의 세명대학교에 모여서 현장으로 출발하였다. 출발에 앞서 조사단은 14일 오후에 내무부 방재국에 연락하여 행정기관을 통하여 접수된 지진피해 상황을 일단 파악하였다. 또 진앙지에서 가까운 제천의 세명대학교에 재직중인 김승덕 교수는 영월

군청을 방문하고 피해상황을 파악하여 조사대상이 되는 지역과 구조물을 미리 선정하여 지진피해 조사활동에 많은 도움을 주었다.

3. 지진피해 상황

이번 지진에 의한 피해는 진앙지에서 가까운 영월군과 정선군에서 집중적으로 발생하였다. 영월지진에 의한 지반진동을 전국에서 느낄 수 있을 정도로 넓은 지역에 영향을 미쳤으나 지진의 규모가 4.5에 불과하여 구조물의 피해는 매우 가벼운 편이었다. 지진의 피해를 입은 구조물들에 대하여 간단히 소개하면 다음과 같다.

3.1 강원도 영월군 중동면 석항리 지역

(가) 중동면 석항출장소

이 건물은 지난 89년에 완공된 R.C.조 2층 건물로써 대체적으로 시공상태가 우수하다. 현관의 기둥에 과도한 변형이 발생하여 마감석재가 파손되었다.(사진 1) 현관 옆의 화단에서는 지반침하로 인하여 화단벽이 건물벽에서 약간 분리되었다.(사진 2, 3) 또 사무실 내부의 벽 상부에 균열이 발생하였다.(사진 4) 건물의 뒷마당에서는 콘크리트 포장이 일부 파손된 것이 발견되었는데 이것은 지진파의 전파에 의한 지반운동에 의하여 발생한 것으로 추정된다.(사진 5)

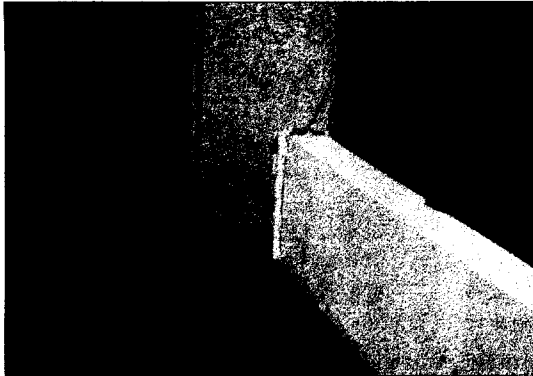


사진 1. 현관기둥의 균열

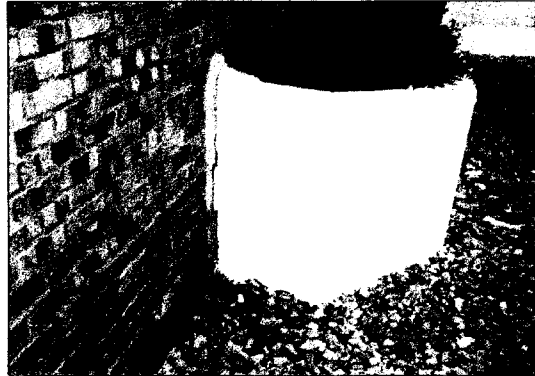


사진 2. 화단벽의 벌어짐

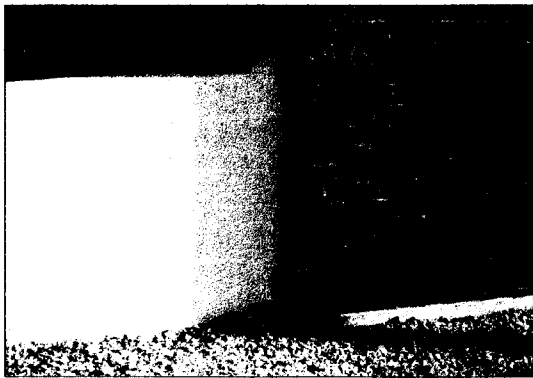


사진 3. 화단벽의 벌어짐

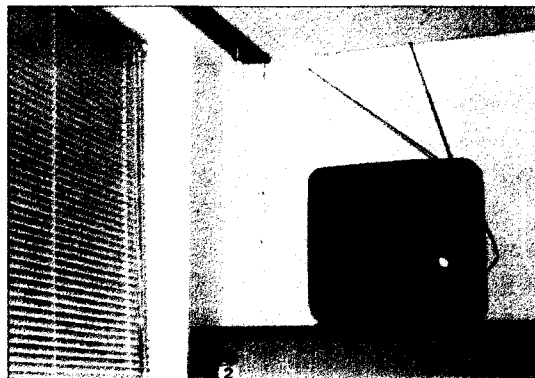


사진 4. 사무실벽의 균열

(나) 석항우체국

건물은 87년에 완공된 R.C.조 2층 건물인데 사무실 벽체에 여러군데의 균열이 발생하였다. 창고의 벽체에 사인장균열이 심하게 발생하였으며 화장실에서 타일이 일부 파손되었다. 건물의 전반적인 시공상태에 비추어 피해가 많은 편이지만 안전에 지장을 줄 정도는 아니다.



사진 5 콘크리트 포장의 파손

(다) 연상초등학교

신문이나 방송을 통하여 가장 심한 피해를 입은 것으로 보도된 1층 R.C.조 건물이다. 교실 후면의 벽 상부에 전단에 의한 균열이 발생하였으며(사진 6) 책장 위에 놓여 있던 지구본이 교실 바닥에 떨어져서 부서졌다.(사진 7) 또다른 교실의 벽에서 전단변형으로 인한 균열이 발견되었으며(사진 8, 9)복도의 벽에도 균열이 발생하였다.(사진 10) 천정의 석고보드가 탈락한 것이 발견되었는데 이것은 지진이 발생하기 이전에 이미 있었던 현상이다.(사진 11) 건물의 외벽에서도 균열이 발생하였으며(사진 12) 교실의 뒤편 보에서 사진 13 및 14와 같은 균열

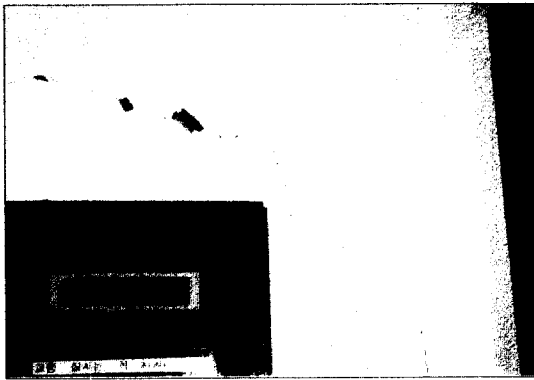


사진 6. 교실 벽면의 균열

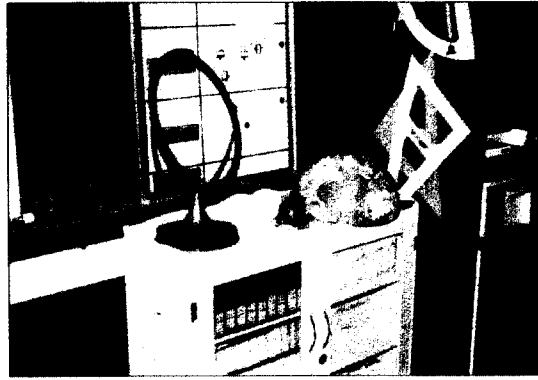


사진 7. 파손된 지구본

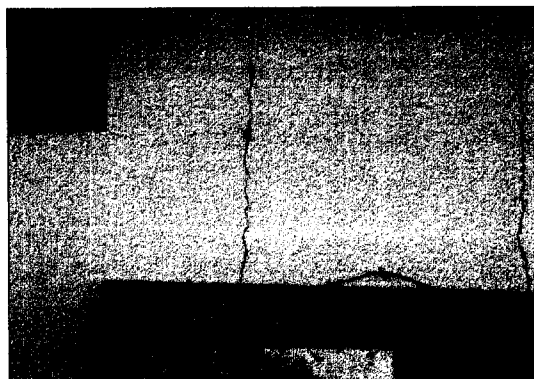


사진 8. 교실 벽면의 균열

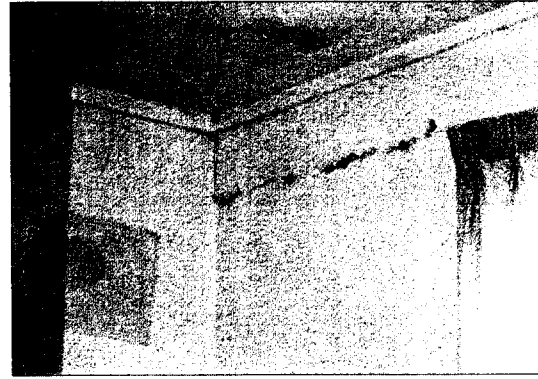


사진 9. 교실 벽면의 균열



사진 10. 복도 벽면의 균열

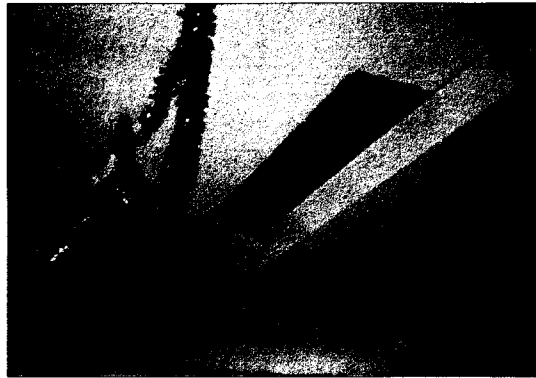


사진 11. 천정마감의 탈락



사진 12. 건물 외벽의 균열

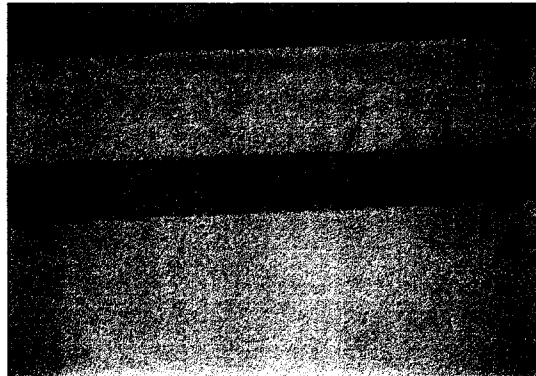


사진 13. R.C. 보의 균열

이 발견되었으며 이러한 균열은 학교건물 도처에서 발견되었다. 그러나 보의 균열은 지진에 의한 피해가 아니라 부실시공으로 인한 것으로 추정되며 현장조사 당시에 이미 안전진단을 수행하고 있는 것으로 판단되는 흔적들이 발견되었다.

(라) 석항 농협연쇄점

심한 진동에 의하여 창문의 대형 유리가 파손되었다.



사진 14. R.C. 보 파복의 탈락

3.2 강원도 영월군 하동면 옥동리 지역

(가) 옥동초등학교 주석분교장

지난 70년에 준공된 1층 R.C.조 건물로써 시공상태가 부실한 편이어서 지진발생 이전에 이미 상당한 균열이 발생하고 있었던 것으로 판단되었다. 학생수가 크게 감소하여 내년부터는 폐교가 될 계획인데 교실측벽에서 일부 마감재가 탈락하였으며(사진 15) 교실 외부의 벽돌벽 상부에 전단 변형으로 인한 균열이 발견되었다.(사진 16)

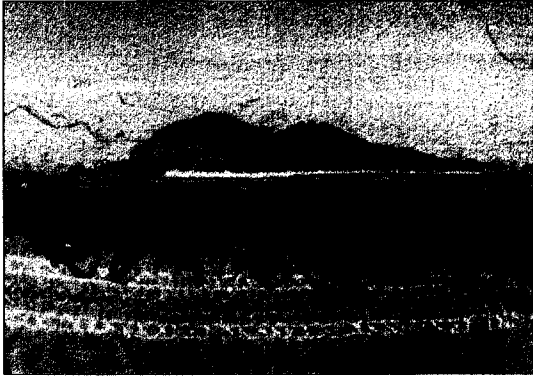


사진 15. 교실 측벽의 마감재 탈락

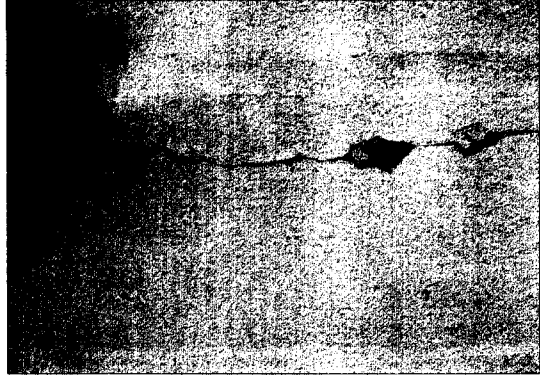


사진 16. 건물 외벽의 균열

(나) 하동면사무소

이 건물은 71년에 준공된 R.C.조 2층 건물인데 골조와 벽돌벽 사이에 균열이 다수 발생하였다. 또 2층 계단실에도 균열이 발생하였으며 기둥의 피복 일부가 떨어져 나갔다.(사진 17)

3.3 지진피해의 종합평가

영월지진에 의하여 중대한 구조적 피해는 발생되지 않은 것으로 조사되었다. 지진피해는 주로 벽돌벽의 균열이거나 벽돌벽과 철근콘크리트 골조의 경계에서 발생한 균열 또는 마감재의 균열 등이었다. 대부분의 피해는 시공, 관리상태가 부실한 구조물에 이미 발생하여 있던 균열이 지진의 영향을 받아서 피해가 증폭된 것으로 판단되었다.

관공서 건물은 비교적 시공, 관리상태가 양호하였으나 초등학교 건물의 경우에는 시공상태가 극히 불량하였다. 구조적 피해라고 판단되는 연상초등학교의 철근콘크리트 보에서 발견된 균열이나 옥동초등학교 주석분교의 피해도 지진에 의한 직접적인 피해가 아니라 구조물이 부실하여 이미 발생하였던 균열이 지진에 의하여 더 심하게 된 간접적인 피해라고 판단이 된다. 따라서 건물의 시공, 관리가 부실함으로 인하여 지진피해가 많았던 것으로 판단할 수 있다.

지진피해에 관한 조사는 주로 공공건물에 대하여 수행되었다. 민간 주택에 대해서는 행정기관에 정식으로 보고가 접수된 것이 없었고 건물 내부에 가구가 배치되고 벽지 등의 마감재가 구조체를 가리고 있기 때문에 조사가 어려웠으나 다소의 피해가 있었을 것으로 추측된다.

지진에 의한 진동으로 인하여 발생할 가능성이 있는 교좌장치 등의 이탈이나 파손에 대한 조사를 시도하였으나 장비가 부족하여 가까이 접근하기 어려웠다. 교량의 측면에서 관측한 바로는 특별한 지진피해를 발견하지 못하였다. 국도의 몇개소에서 가벼운 낙석이 발견되기도 하였다.

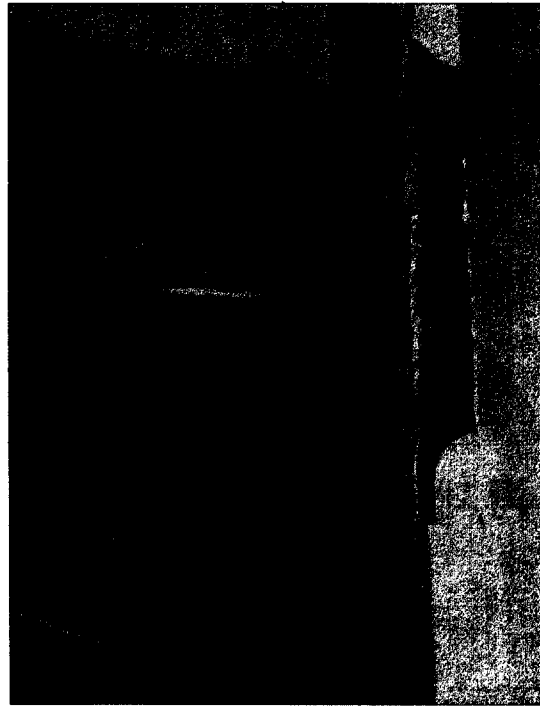


사진 17. 기둥 피복의 탈락

4. 지진피해 저감대책

4.1 지진피해의 實例

지진이 발생하게 되면 지면에 놓인 모든 구조물들이 지면과 함께 움직이게 된다. 구조물은 慣性을 가지고 있으므로 지반의 운동에 의하여 흔들리게 되며 구조물을 구성하고 있는 기둥, 보, 전단벽 또는 가새가 축력, 전단력, 휨모멘트 등의 형태로 지진영향을 받게 된다. 이러한 영향이 구조물의 설계 당시의 허용한계를 초과하게 되면 건물이나 교량 등의 구조물이 붕괴되고 이에 따라서 화재가 발생하는 경우가 많다.

지진피해의 실제 예를 들면 1906년에 미국의 San Francisco에서 지진이 발생하여 도시의 대부분이 폐허가 되었다. 또 1976년에 중국의 唐山에서 발생한 지진에 의하여 도시의 건물 98%가 붕괴되었고 주민 70만명 가운데서 60만명 정도가 사망하는 인류 역사상 최대의 참사가 기록되었다. 1985년에는 멕시코의 Lazaro Cardenas에서 지진이 발생하여 약 400km 떨어진 멕시코시가 상당히 많은 피해를 입게 되어서 국가경제가 크게 흔들리는 정도에 이르게 되었다. 1989년 10월에 미국의 Loma Prieta에서 발생한 지진으로 San Francisco와 Oakland를 연결하는 Bay Bridge가 일부 붕괴되고 I-880 高架高速道路가 2km 가량 붕괴되기도 하였으며 1994년 1월에 미국의 Northridge에서 발생한 지진이나 1995년 1월에 일본의 고베에서 발생한 지진에서도 고가고속도로의 일부가 붕괴되는 피해가 발생하였다. 고베지진에서는 일본의 컨테이너 물동량의 60% 이상을 담당하는 고베항이 액화현상에 의하여 완전히 파괴되기도 하였다.

이러한 지진피해는 지반진동 및 액화현상에 의한 구조물의 피해와 이에 따른 화재 등으로 인한 재산과 인명의 피해 이외에도 사회의 여러가지 기능이 마비됨으로 인하여 발생하는 부차적인 피해 등으로 나누어 생각할 수 있으며 이러한 피해를 저감시키기 위해서는 다음과 같은 대책이 요구된다.

- (가) 구조물에 대한 내진설계의 강화
- (나) 시설물에 대한 내진-방화 대책
- (다) 지진발생에 대비한 주민행동요령의 사전교육
- (라) 지진피해복구체계의 확립
- (마) 능동적 지진피해 저감대책

4.2 내진설계와 구조물의 피해저감

(가) 내진설계의 원리

지진의 영향에 대해서 잘 견딜 수 있도록 하기 위하여 구조물에 대해서 수행하는 내진설계는 일반적으로 다음과 같은 기본철학에 의하여 이루어진다.

- 1) 흔히 일어날 수 있는 작은 규모의 지진에 대해서는 아무런 피해가 없도록 한다.
- 2) 가끔 일어날 수 있는 중간 정도의 지진에 의해서 비구조적인 피해는 발생하더라도 구조적인 피해가 발생하는 것은 방지되어야 한다.
- 3) 아주 드물게 발생하는 매우 큰 규모의 지진에 의해서 구조적인 피해는 발생하더라도 붕괴되는 일은 없도록 한다.

이와 같은 내진설계의 기본철학은 지진에 의한 피해를 최소화하면서 경제성을 확보하는데 있다. 따라서 제대로 내진설계가 이루어진 구조물은 자주 발생하는 지진에 의해서 빈번한 피해가 없으며 가끔 발생하는 중간정도의 지진에 의해서는 부분적인 피해가 발생하더라도 쉽게 복구하여 구조물을 다시 사용하는데 지장이 없을 것이다. 또 매우 큰 지진이 발생하더라도 구조물이 붕괴되지 않아서 인명피해를 최소한으로 줄일 수 있게 된다.

지진에 견디기 위해서 구조물은 일정한 수준의 강도를 가져야 하는데 매우 큰 지진에 대해서

견디기 위한 강도를 확보하기 위해서는 경제적인 부담이 지나치게 커지게 된다. 그러므로 내진설계에서는 경제성을 고려하여 구조물의 유연성을 증가시켜 지진하중을 감소시키는 방법을 사용할 수 있다. 그러나 지나치게 유연한 구조물은 변형이 커지는 약점이 있어서 작은 지진에 의해서도 비구조적인 피해가 발생할 가능성이 있다.

매우 큰 지진에 대해서도 안전한 구조물을 설계하는 것은 지나친 경제적 부담을 요구하거나 현실적으로 불가능하다. 따라서 매우 큰 지진이 발생하는 경우에는 구조물의 사용이 불가능할 정도로 피해가 생기더라도 붕괴하지는 않도록 하여 인명을 보호하는 방법을 택하게 된다. 이러한 목적을 만족시키기 위해서 구조물의 강도를 증가시키거나 유연성을 증가시키는 것은 효과적인 방법이 되지 못한다. 현재까지 알려진 가장 효과적인 방법은 구조물이 큰 延性(ductility)을 가지도록 하여 비선형거동을 통한 에너지소산효과를 얻는 방법이다. 세계 각국의 내진설계기준에서는 반응수정계수의 형식으로 연성을 고려하고 있다.⁴

(나) 내진설계의 효과

적절한 내진설계가 구조물의 지진피해를 상당히 감소시킬 수 있다는 사실은 실제로 지진이 발생하였을 때 조사된 자료를 통하여 입증되고 있으며 예상된 효과가 제대로 나타나지 않는 경우에는 이를 분석하여 내진설계 방법을 수정, 보완하여 보다 나은 내진설계기준을 적용할 수 있도록 하게 된다.

금년 2월 28일에 이란의 북서부 아르데빌 부근에서 리히터규모가 5.5인 지진이 발생하여 사망자 수가 3,000명에 달하였고 110개의 마을이 파괴되었으며 이재민의 수는 35,000명 정도로 추산이 되는 정도의 대규모 지진피해가 발생하였다. 지진에 관하여 미리 대비하지 못한 관계로 많은 수의 구조물이 붕괴되고 이로 인하여 사상자의 수가 크게 증가하였다. 피해지역의 지형이 험할 뿐만 아니라 눈, 산사태, 추위 등 여러가지의 불리한 조건들이 겹쳐서 구호활동조차 제대로 이루어지지 못하여 더욱 많은 피해가 발생하였다. 그러나 3월 16일에 일본의 아이치縣에서 리히터규모가 5.6인 지진이 발생한 경우에는 고층건물이 심하게 흔들리고 상점의 물건들이 바닥으로 떨어지는 정도의 영향이 있었으나 별다른 구조적 피해는 발생하지 않았으며 인명피해도 없었고 몇명의 주민이 가벼운 상처를 입는 정도로 피해가 가벼웠다.

이와 같이 비슷한 시기에 비슷한 규모의 지진이 발생하였으나 지진에 의한 피해는 지진에 대한 대비가 갖추어진 정도에 따라서 전혀 다른 양상으로 나타나고 있다. 그러므로 지진의 피해를 완전히 방지하는 것은 매우 어려운 일이라 할지라도 내진설계를 제대로 수행하고 지진피해 복구체계가 잘 갖추어진 경우에는 지진의 피해를 상당히 경감시킬 수 있다는 것을 알 수 있다.

4.3 화재의 방지

지진에 의한 화재로 인하여 발생한 피해의 실제 예는 1906년에 San Francisco에서 발생한 지진의 경우를 생각할 수 있는데 지진에 의한 직접적인 피해는 10% 정도에 불과하였고 나머지 90%는 화재에 의한 간접적인 피해였다. 그러나 구조물의 내진설계가 적극적으로 수행되고 개스관이나 송전시설 등에 대한 내진대책을 추진함으로써 1989년에 Loma Prieta 지진이 발생하였을 때에 San Francisco에서는 몇건의 화재가 발생하였을 뿐이어서 1906년의 피해와 좋은 대조를 이룬다.

최근 20년간은 내진대책이 제대로 수립된 지역에서 지진이 발생하였을 경우에 화재에 의한 피해는 경미한 수준에 머무르고 있다. 지난번 고베지진의 경우에도 中央區에서 화재가 발생하였으나 이것은 1989년 San Francisco의 경우와 마찬가지로 오래된 목조가옥 밀집지역에서 발생한 화재이다.

4.4 주민행동요령의 사전교육

1989년에 Loma Prieta 지진이 발생하였을 때 San Francisco의 Candle Stick Park에서는 미국프로야구의 월드시리즈 첫날 경기가 막 시작이 되고 있었다. 지진이 발생하여 경기장 구조물의 일부가 파손되는 피해가 발생하였지만 지진에 대한 주민교육이 잘 되어 있었기 때문에 40,000여명의 관객이 질서있게 대피하여 아무런 인명피해가 발생하지 않았다. 이것은 1995년에 우리나라의 과천 경마장에서 소형 소화기 하나가 폭발하였을 때 관객들이 당황하여 무질서하게 행동함으로 인하여 상당수의 부상자가 발생한 것과 좋은 대비를 이루며 지진이 발생하는 경우에 주민들이 취할 행동에 대한 사전교육의 중요성을 설명하는 예이다.

4.5 피해복구체계의 확립

지진발생후 취해야 할 조치 가운데 중요한 것은 치안유지, 인명구조, 구호품보급, 재해방송, 복구활동, 주민대피, 피해조사, 사적통신통제 등이며 이러한 일들이 체계적으로 이루어 질 수 있도록 평상시에 준비가 되어 있어야 인명구조와 재해복구가 효과적으로 이루어 질 수 있다. 한가지 예로서 1985년에 미국의 Loma Prieta 지진의 경우를 생각해 볼 수 있다. San Francisco 지역과 Oakland 지역을 연결하는 Bay Bridge가 일부 붕괴되어 수많은 사람들이 직장에 가기가 어려운 상황이 발생하였을 때에 California 주정부는 San Francisco 지역의 모든 유람선을 동원하여 교통수단으로 이용하도록 하였다. 또 피해를 입은 교량의 재설계와 제작, 시공을 단 3주일에 완료하여 교량을 일반의 통행에 이용할 수 있도록 하는 기동성을 과시하여 지진 이후에 예상되는 부차적인 피해를 최소화하였다.

일본은 세계에서 가장 지진에 관심이 많은 나라이다. 지난 1923년에 발생한 關東大地震 기념일인 9월 1일에는 매년 전국적으로 지진대비 훈련을 실시하며 시민들은 젖은 손수건으로 얼굴을 가리고 연기가 가득한 터널 속으로 뛰어 들어가며 자위대는 헬리콥터를 이용한 구조훈련을 실시한다. 그러나 고베지역에서는 지진에 대해서 별로 심각하게 대비하고 있지 않았는데 규모가 7이 넘는 지진이 도심지역을 직접 강타하여 막대한 재산과 인명의 피해를 초래하게 되었다.

지진이 발생한 경우에 가장 중요한 일은 사대수습과 보급품 수송을 위한 도로가 막히지 않도록 하는 일인데 고베의 경우에는 이것이 제대로 이루어지지 않았다. 고가고속도로가 붕괴되기도 하였지만 도시 곳곳에서 도로가 막혀서 자위대와 소방차들의 통행이 불가능하게 되어 몇시간 동안 화재가 급속도로 확산되었다. 또하나의 중요한 일은 충분한 보급품을 확보하고 있는 일인데 고베시의 경우에는 피해발생 직후에 바로 보급되어야 할 물과 식품의 1/3 밖에 확보하지 못하였다.

또 지진현장에 급파된 피해복구요원들은 붕괴된 구조물들을 철거하기 위한 장비만을 가지고 있었으며 기술자나 의사는 포함되어 있지 않았다. 붕괴된 구조물 터미에 깔린 피해자를 찾아내기 위한 장치(fiber-optics camera)도 가지지 않았으며 처음 사흘동안에는 피해자 발견을 위한 탐색견도 파견되지 않아서 무너진 건물터미에서 피해자를 찾아내는 일이 지연되었을 뿐만 아니라 의료진이 제대로 현장에 출동하지 않아서 사망자의 수가 증가하는 원인이 되었다.

4.6 능동적 지진피해 저감대책

지진에 의한 피해를 최소화하기 위해서는 능동적으로 지진발생에 대하여 사전대비를 할 필요가 있다. 지진피해 저감기술에 관한 연구활성화를 통하여 내진공학분야의 기술향상을 도모하고 이를 위하여 정부차원의 적극적인 지원이 필요하다. 일본의 경우에는 구조물에 대한 내진설계기준이 세계에서 가장 엄격하며 지속적으로 연구를 수행하여 내진설계의 수준을 향상시키고 있다. 전국에 지진관측망이 구비되어 있어서 지진이 발생하면 여러가지의 연구자료가 획득이 되며 지진이 발생하는 즉시 지진경보시스템을 이용하여 新幹線 고속열차를 자동적으로 정지시킴으로써 탈선을 방지하고 있을 정도로 적극적으로 지진에 대비하고 있다.

우리나라의 경우에는 강진계(가속도계)가 제대로 설치되어 있지 않아서 홍성이나 영월에서 지진이 발생하여도 공학적으로 활용이 가능한 지진기록이 전혀 작성되지 못하고 있다. 그러나 최근에는 우리나라에서도 지진위험도를 인식하고 지진피해를 저감시키기 위한 대책이 수립되고 있는 것은 다행스러운 일이다. 과학기술처에서는 앞으로 243개의 강진계를 군단위까지 설치하여 지진이 발생하면 지반의 진동을 측정할 수 있도록 계획을 수립하고 있으며 건설교통부와 내무부에서도 내진설계기준을 개정, 보완하고 피해복구대책을 수립하기 위한 초기단계의 노력을 하고 있어서 앞으로 능동적으로 지진피해를 저감시키기 위한 노력이 꾸준히 계속된다면 우리나라에서도 지진의 피해를 최소화할 수 있을 것으로 기대된다.

5. 맺는말

최근에 발생한 일본의 고베지진과 우리나라의 영월지진을 계기로 우리나라에서도 지진피해의 방지에 큰 관심을 가지게 된 것은 매우 다행스러운 일이다. 지진이 자주 발생하는 지역이 아닌 우리나라에서는 외국의 지진피해를 거울삼아 우리나라에서 이러한 피해가 발생하지 않도록 하는 것이 가장 현명한 방법이다. 그 동안 국내외에서 발생한 지진의 피해를 종합적으로 분석하면 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다.

- 가) 제대로 내진설계된 건물은 지진피해를 심하게 입지 않은 것으로 나타나고 있으므로 내진설계의 중요성이 다시 한번 입증되었다.
- 나) 대도시지역에서 지진이 발생하면 지진의 피해는 막대할 수 있으므로 내진설계는 설계지진에 대해서 뿐만 아니라 그 이상의 지진에 대해서도 어느 정도의 안전성을 확보할 수 있는 방향으로 수행되어야 한다.
- 다) 지진이 발생하기 전에 충분한 대비를 하는 것이 피해를 최소화하는 지름길이며 지진발생시에는 미리 준비된 계획에 의해서 체계적으로 사태수습을 하여야 한다.
- 라) 내진설계의 적용범위를 확대하여 모든 구조물이 지진안전성을 확보하도록 할 필요가 있다.
- 마) 강진계를 설치하고 내진설계분야의 연구와 교육을 활성화하여 보다 합리적인 내진설계가 이루어지도록 할 필요가 있다.

참고문헌

1. “조선일보” 1996년 12월 14일자
2. “동아일보” 1996년 12월 14일자
3. “NCEER RESPONSE”, National Center for Earthquake Engineering Research, January, 1995
4. G. W. Housner and P. C. Jennings, “Earthquake Design Criteria” Earthquake Engineering Research Institute Monograph, 1982
5. “The Hyogo-Ken Nambu Earthquake, Great Hanshin Earthquake Disaster, January 17, 1995”, Earthquake Engineering Research Institute, Feb., 1995
6. “Newsweek”, January 30, 1995
7. “건축물의 내진구조 및 방재기준에 관한 연구”, 건설부, 1987. 1. 30
8. “關西大地震”, アサヒグラフ, Feb., 1, 1995
9. “平成七年 兵庫縣南部地震”, サンデー-毎日, Feb., 4, 1995
10. “阪神大震災震害調査” 日本土木學會, Feb., 8, 1995
11. “日本建築學會 兵庫縣南部地震災害調査 緊急報告會” 會議資料, 日本建築學會, Feb., 1995
12. “平成7年兵庫縣南部地震 被害調査報告書 (第一報)” 鹿島, Feb., 1, 1995