

지진 피해 조사의 사례와 지진 피해 취약도 분석 방안

A study on the case investigation and vulnerability analysis of earthquake damage

송 완 영* · 김 중 배** · 조 명 흠*** · 최 준 호**** · 이 영 욱*****

Wan-Young Song · Jong-Bae Kim · Myeong-Heum Cho · Jun-Ho Choi · Young-Wook Lee

요 약

지진 피해조사 사례와 지질도 지층의 특성 및 건물구조의 특성으로 지진 피해 취약도 분석방법을 제시하였다. 지진피해 예방을 위하여 최근 경주지역 지진발생으로 조사된 피해사례를 검토하여 정책마련에 도움 되기를 바라는 경우가 있다. 그러나 대부분의 조사사례는 피해규모를 정량적으로 분류하기 어렵다는 점에서 지진에 최적화된 기초자료 조사가 필요하다. 따라서 지진피해 예방을 위하여 기존 조사 자료와 함께 공간정보를 이용한 취약도 분석이 유망한 지진방재 방법론 중 하나가 될 수 있다. 다양한 공간자료를 기반으로 지진피해 취약도를 분석하는 방법론은 보다 수치적이고 객관적이어서 지진피해 예방을 위한 도시설계와 안전정책으로 반영할 수 있다. 앞으로 수치적인 분석을 실시한다면 지진에 대한 전국적 취약정도를 구분하고 우선적 안전관리 대상지를 선정하여 국가 및 지자체 예산적용에 효율적 관리방안이 도출될 수 있을 것이다.

keywords : Earthquake damage, Vulnerability analysis, 지진 피해 취약도, 공간정보, 지진 방재

1. 서 론

지진의 취약도 분석은 건물의 구조적인 측면에서 많은 연구가 되어 왔다. Shinozuka는 건물의 구조적 측면에서 지진취약도 분석 기법을 이용하였다(Shinozuka, 2000). 이진학은 지진취약도로부터 일정한 사용기간 동안 지진위험도를 평가하기 위한 지진 발생 확률을 구하여 분석을 제안하고 지진의 반복주기에 대하여 분석할 수 있는 방법을 확률밀도함수의 보간이라는 기법을 이용하였다(이진학, 2004).

본 연구에서는 지진발생에 따른 피해를 최소화하기 위한 방안으로 공간정보를 이용한 지진피해 취약도 분석 방안을 제시하였다. 어느 곳이 어떻게 취약한지를 공간적으로 분석하기 위하여 이미 경험한 경주지진 발생(2016) 피해조사 내용을 기반으로 분석하고 그 결과에 다양한 공간정보를 적용하였다.

* 정회원 · 이플래넷 연구소장 it4korea@naver.com

** 이플래넷 책임연구원 giodano3@naver.com

*** 인하대학교 공간정보공학과 박사과정 geoisrs@korea.kr

**** 울산발전연구원 미래도시연구실 부연구위원 choi@udi.re.kr

***** 대구과학대학교 측지정보과 교수 ywlee@tsu.ac.kr

2. 본론

2.1. 지진 피해 조사사례

최근 3개월인 2016년 7월부터 2016년 10월12일 동안 발생한 지진은 미국 지질조사국 USGS의 Earthquake hazards program 발표에 의하면 총 2,072건에 달하고 그 중에서 3건은 우리나라 경주에서 발생하였다. 경주 지역 9월15일 4.9강도, 9월24일 4.6강도, 9월19일 5.4강도의 흔들림 강도에 대한 기록은 아래 그림1 붉은색 지역에서 VI강도 수준, 노란색 지역에서 V강도 수준, 초록색 지역에서 VI강도 수준으로 분석되었다 (<http://earthquake.usgs.gov/>).

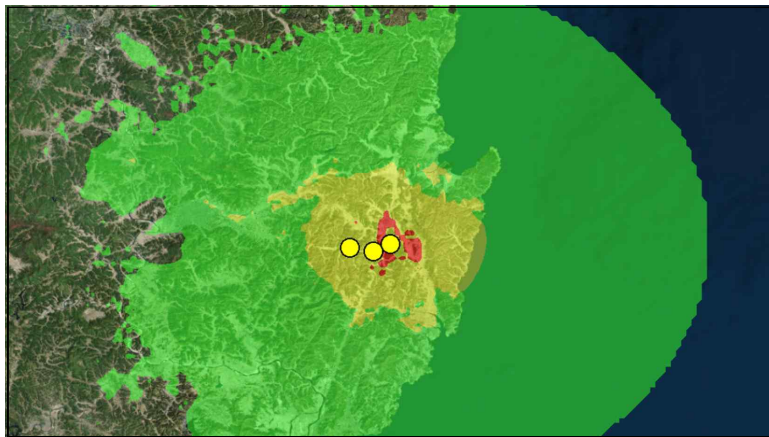
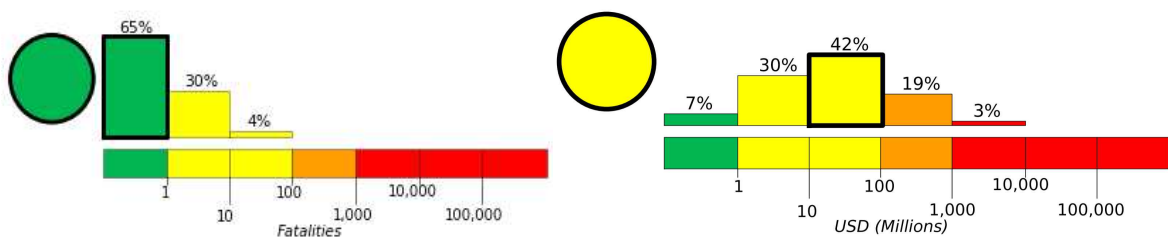


그림 1 경주지역 지진발생 흔들림 정도의 규모(USGS)

USGS에서는 지진 관련 사망자에 대한 낮은 경고 수준으로 보고하였고 사상자 또한 낮은 가능성으로 보고하였다. 경제적 손실에 대하여는 일부 손상이 가능하며 그 영향은 상대적으로 지역화 하여 예상 경제적 손실은 대한민국 GDP의 1% 미만으로 발표하였다.

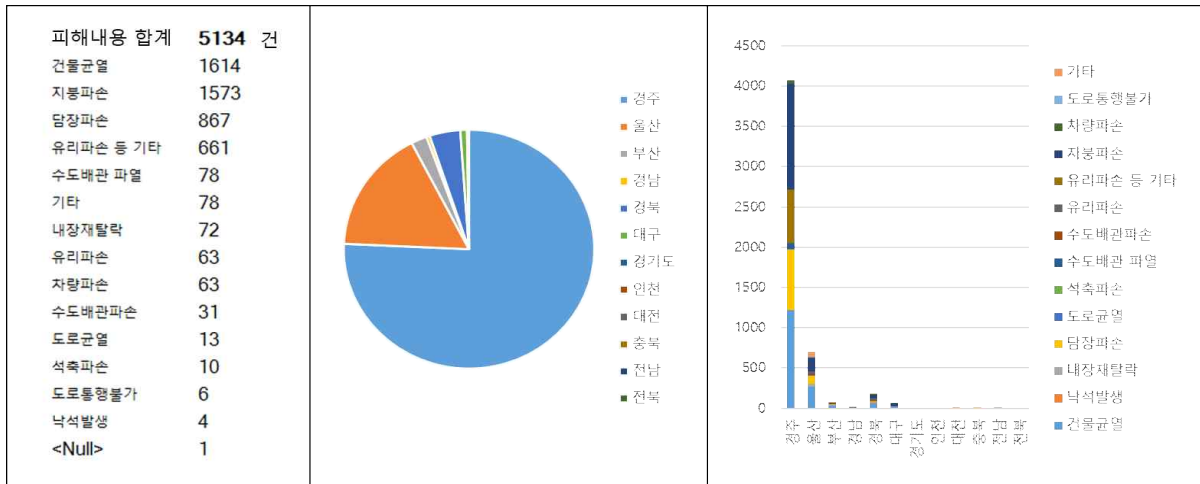


(a) 경주지진 관련 사망자 경고 수준

(b) 경주지진 관련 경제적 손실 수준

그림 2 사상자 경고수준과 경제적 손실 수준 발표자료(USGS)

우리나라에서 집계한 전국 피해지점과 피해내용은 접수된 총 피해 5,000여건 중, 건물균열과 지붕파손이 각각 약1,600건으로 가장 많으며, 담장파손 약900건과 유리파손 등이 약700건순으로 발생하였다(NDMI). 전국적인 지진피해 분포를 보면 경주, 울산, 대구, 부산, 포항 등에 집중되며 상당수는 매우 미미한 피해 규모를 보였다.



(a) 지진피해 유형과 발생 건수 (b) 지진피해의 전국분포도 (c) 지진피해 유형의 지역별 분포도

그림 3 경주지역 9월 지진발생 피해유형

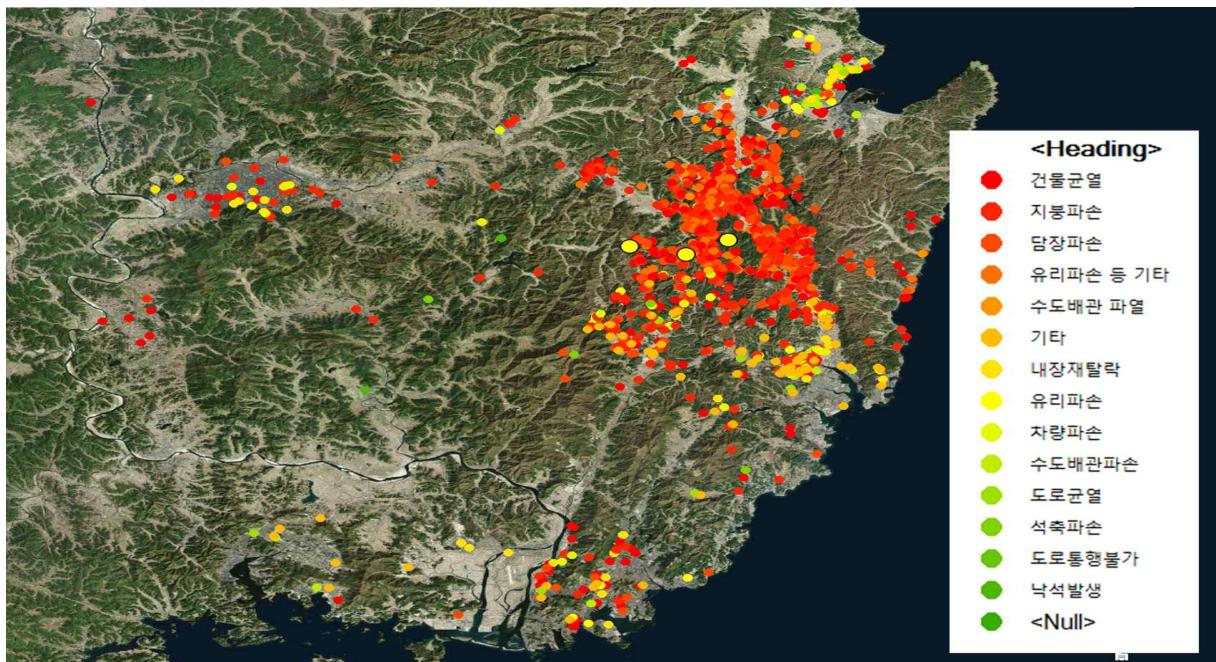


그림 4 경주지역 9월 지진발생 주요피해지 분포

2.2. 지진피해 취약도 분석 방안

2.2.1 집계된 피해내용을 이용한 지진피해 취약도 분석

집계된 피해내용은 피해민원의 기록물로, 텍스트화된 전산자료만으로는 피해규모의 데이터 정량화 처리가 어려웠다. 이러한 점은 조사결과의 데이터 변환과정에서 수치적 오류와 함께 피해내용의 불명확성으로 인하여 피해규모 해석에 정확도 문제를 발생시켰다. 따라서 주소 내용을 이용하여 피해지점 위치 자료로 변환하여 지진피해 취약도 분석에 활용하였다.

2.2.2 지질도를 이용한 지진피해 취약도 분석

한국지질자원연구원의 지질도(5만분의 1축척) 자료의 지층에 대한 내용을 이용하면 이번 피해지점은 대부분 제4계 충적층에 해당하는 지층으로 파악되고 대표적인 암상은 그림과 같이 연노란색에 해당하는 흙, 모래, 자갈에 해당되었다.

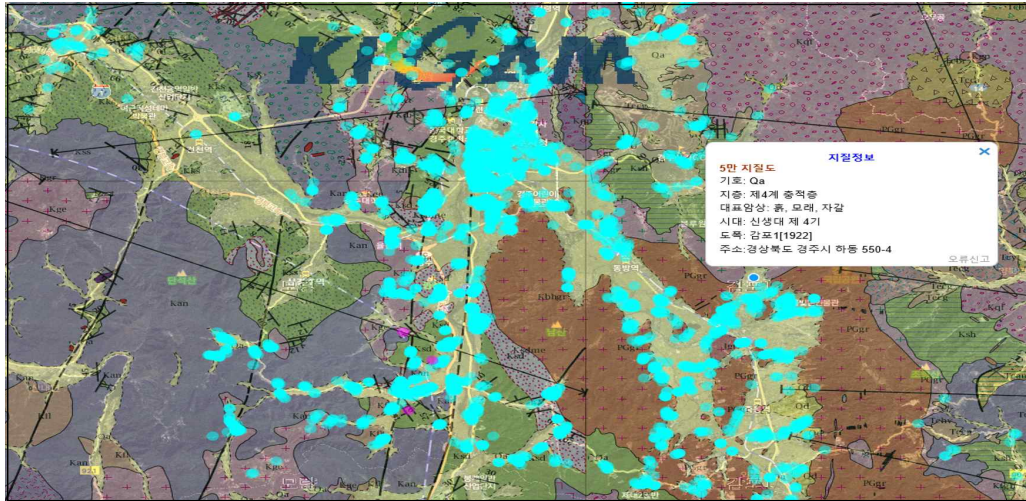


그림 5 피해 발생 지점(하늘색 포인트)과 지질도의 중첩 비교

2.2.3 건축물대장을 이용한 지진피해 취약도 분석

건축물의 위치·면적·구조·용도·층수 등 건축물의 표시에 관한 사항과 건축물 소유자의 성명·주소·소유권 지분 등 소유자 현황에 관한 사항을 등록하여 관리하는 건축물대장 자료를 이용하면 건축물의 다양한 특성을 파악할 수 있다. 이러한 특성은 건물의 연식, 재질, 양식 및 상태에 대한 지진피해의 취약 정도를 구분하는 인자로 활용이 가능하다.

2.2.4 지층의 특성과 건물의 특성을 합산한 지진피해 취약도 분석

위 분석방안을 서로 중첩하여 취약도를 도출하는 방안으로 국립재난안전연구원은 방재주제도 제작기법으로 이러한 취약성 인자를 선정하고, 공간분석 가중치 선정, 표준점수화, 등급분류, 중첩분석을 통한 등급합산, 분석결과와 메쉬화, 검증 및 오류분석, 도식화 과정으로 진행되는 방재주제도(침수취약등급도)를 제시하였다(국립재난안전연구원, 2012). 이러한 제작 기법으로 지질도의 지층특성 자료와 건축물대장의 건물특성 자료를 이용한 취약성 인자를 선정하고 공간적인 분석을 통하여 지진피해 취약도 분석이 가능해진다.

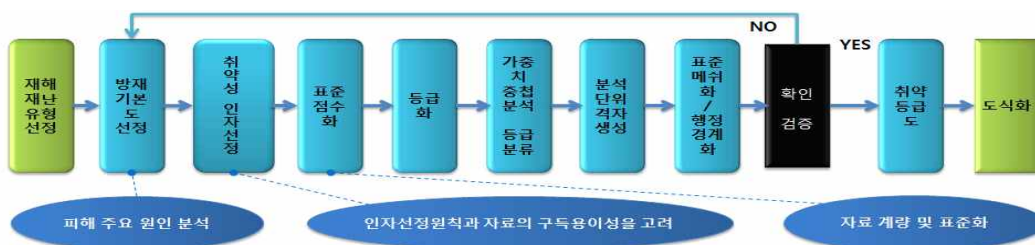


그림 6 방재주제도 제작 절차(국립재난안전연구원, 2012)

3. 결론

지진 피해 취약도 분석에 대하여 지질도의 지층특성 자료와 건축물대장의 건물특성 자료의 2가지 취약성 인자를 선정하여 공간적으로 분석하는 방안을 도출하고 이를 합산하기 위한 방안으로 방재주제도 제작기법을 이용한 처리 방안을 제시하였다. 이러한 분석 방안이 지진피해 예방을 위하여 기존 조사 자료와 함께 다양한 공간정보를 이용한 지진피해 취약도 분석이 유망한 지진피해 예방 방법론 중 하나가 될 수 있다. 하지만 피해조사 사례는 조사기록물의 정량적 데이터화를 위하여 조사 양식 또는 포맷의 새로운 고안과 적용 등으로 보다 정량적인 피해조사를 위한 기반 연구가 필요하다.

본 연구를 통하여 주거지의 대부분은 지질도상 지진에 취약한 지층에 존재한다는 가정을 할 수 있었다. 또한 신 주거단지나 신 계획단지 등 개발단지는 암석층에 존재하는 곳도 찾을 수 있었고, 대학교 시설 등 주거지역과 떨어져 건설되는 시설들도 암석층이 많다는 점도 파악할 수 있었다. 따라서 주거하는 곳의 지층 별로 느껴지는 지진의 흔들림 정도는 서로 다를 것으로 생각되어 향후에는 주민 설문조사를 통하여 지진 경험도를 측정하는 것이 연구 자료로 유효할 것으로 판단된다.

본 연구에서 도출된 지진피해 취약도 분석방안은 수치적인 분석을 통하여 지진에 취약한 지층별로 건축물 특성(연식, 재질, 양식, 관리상태, 주거인구수 등)에 따른 취약정도를 구분하는 연구가 필요하다. 따라서 분석 방안의 적용을 위한 설계 연구와 설계에 따른 공간분석 가중치 선정, 표준점수화, 등급분류, 중첩분석을 통한 등급합산, 분석결과에의 메쉬화, 검증 및 오류분석 과정에 대한 구체적인 지진피해 취약도 분석 연구가 추진되어야 한다.

그러면 지진피해 예방관리에 우선적으로 신경써야하는 대상지와 우선적으로 보완해야하는 시설물의 대상지가 우선순위로 도출되어 방재예산 마련과 효율적 예산적용에 수치적인 근거자료가 마련된다. 국가 및 지자체 방재예산의 효율적 적용은 지역안전지수를 개선하는 효과를 얻을 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

- 국립방재연구원 (2011) 소방방재 지리정보시스템(DGIS) 운영체계 구축.
- 국립방재연구원 (2012) 소방방재 지리정보시스템(DGIS) 운영체계 고도화.
- 이진학 (2004) 지진취약도 분석을 위한 확률밀도함수 보간 기법, 대한토목학회논문집 A 24(2A), 2004.3, 391-399 (9 pages)
- 이진학 (2004) 지진취약도분석을 통한 면진교량의 지진위험도 평가, 대한토목학회 학술대회, 2004.10, 230-235 (6 pages)
- Shinozuka, M., Hwang, H., and Reich, M. (1984) Reliability Assessment of Reinforced Concrete Containment Structures, Journal of Nuclear Engineering and Design, Vol. 80, 1984, pp. 247-267.
- Shinozuka, M., Feng, M. Q., Lee, J., and Naganuma, T. (2000) Statistical Analysis of Fragility Curves, Journal of Engineering Mechanics, Vol. 126, No., 12, 2000, pp. 1224-1231.