

GIS를 이용한 지진대응시스템 구축과 발전방향

Earthquake Response System using GIS

정길호¹

Abstract

최근 증가하고 있는 자연재해 중 지진의 피해는 전체의 재해에서 차지하는 비중은 상대적으로 적지만, 빈도와 강도가 증가하고 있으며, 대응하기 위한 예측 체계가 거의 없다는 것이 어려운 점이다. 일본의 후쿠오카 지진 이후 내진설계 기준이 강화되고 있으나 실제 지진발생시 최대가속도의 크기와 진파속도에 대한 이론적인 연구는 있었지만 국가적 차원의 자료 구축은 거의 없었다. 2005년 이후 소방방재청에서 지진대책사업단이 구성된 이후, 각 기관에 산재된 GIS 자료를 수집하여, 지진반응에 맞는 자료로 가공하고 프로그램으로 구현하게 되었다. anyguide 라는 지리정보도시 시스템과 Java 어플리케이션으로 구성된 프로그램을 통하여 과거의 지진자료와 측정지점에 대한 정보를 구축하였으며, 실제 지진 발생 시에 지자체에서 대응할 수 있는 경보시스템을 동시에 구축하였다.

2007년 2월에 발생한 평창 주변의 지진발생시 시스템이 작동하여 3초내에 실제 shake map과 20초 이내에 hazard map이 작성되었으며, 실제 인명과 가옥 파괴 비율을 검증할 수 있었다. 2007년 말부터 2차 피해예측 추이 부분이 추가되어 보다 종합적인 대응시스템이 될 것으로 예상된다.

1. 서 론

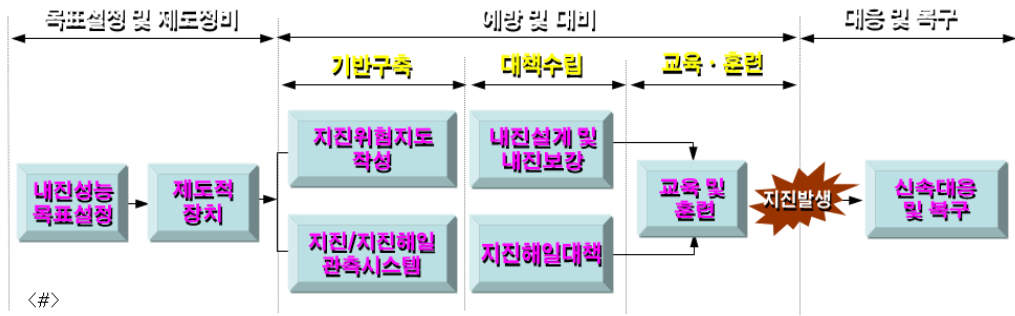
지진의 발생 지역에서 한국이 결코 자유롭지 못하다는 것은 과거 지진기록 외에도 중국과 일본의 지진 발생의 증가와 더불어 실제 발생 빈도의 증가를 확인할 수 있다.

다른 재해와는 달리 지진은 계절적으로 예측이 가능하고 준비가 될 수 있는 부분이 거의 없고 발생시 급격하고 짧은 시간에 발생하여, 초기대응을 하지 못하면 2차 피해가 증가할 수 있는 위험성을 지니고 있다.

건물의 고층화도 문제이지만 실제로 조적조 (벽돌로 이루어진 집)건물이 많은 도심 연립주택지역의 증가는 지진발생시 가옥피해와 인명피해가 상당할 것으로 보아 실제적인 대응 및 시나리오가 없이는 그 피해가 매우 클 것으로 추정되어왔다.

그동안 방재정책은 과학적인 분석과 체계적인 관리 없이 과거 기록적 차원에서 재해연보의 한 제목 수준에서 정책추진이 계속되어 왔으나 그 빈도가 낮다는 이유로 KTX와 원자력발전소 등의 제한된 시설에

¹ 소방방재청 연구관



[그림 1] 지진대응시스템의 단계별 진행계획

국한하여 모니터링 되는 체계만을 가지고 있었다. 2005년 말부터 준비되어온 지진대응시스템 구축사업을 통하여 소방방재청에서는 기존의 지리정보데이터를 확보하여 자체 재해에 맞도록 가공하는 작업을 준비하였으며, 이와 동시에 프로그램 개발을 통하여, 자동 지도생산의 체계를 필요로 하여 시스템 구축을 하게 되었다.

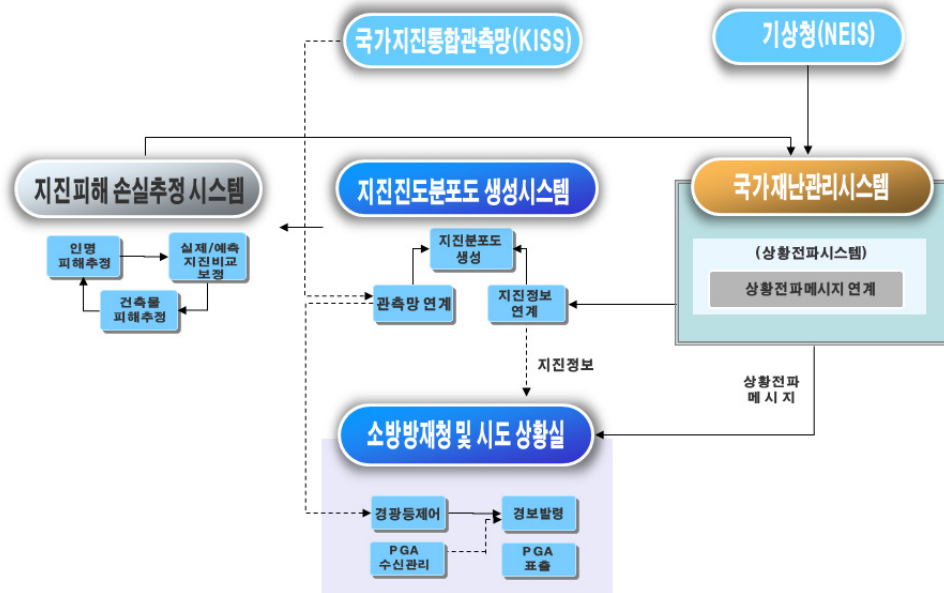
지진대응시스템은 4곳의 관리체계를 거

쳐 기상청에서 취합이 되고 있으며 기상청으로부터 받은 자료를 소방방재청에서 받아서 진도분포도 산출모형을 작성하고 건축물 피해를 추정하고 이에 따른 인명피해를 추정하는 과정을 거치는 것을 가장 중요한 핵심이라고 할 수 있다(그림 2 참조).

국가재난관리시스템 (NDMS)이 이미 지자체에 모두 웹 클라이언트로 시스템이 구성되어져 있으므로 기상청에서 바로 자료



[그림 2]



[그림 3] 지진대응시스템의 업무흐름도

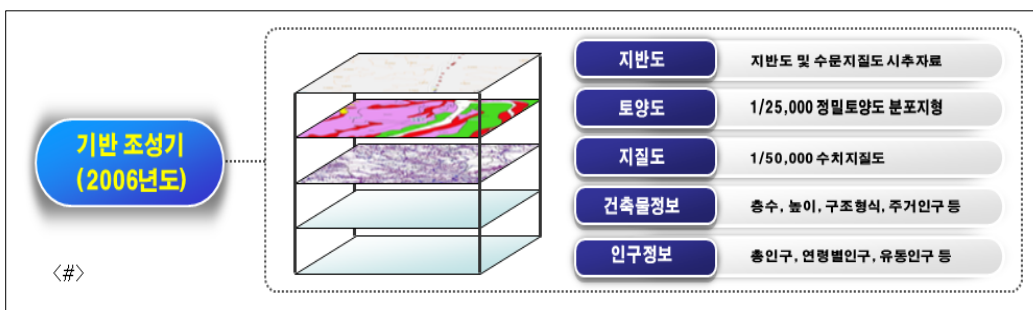
가 넘어올 경우에는 상황전파시스템을 통하여 메시지가 전달이 되게 되지만 지진진도 분포도 생성시스템으로 동시에 전달이 되어 기 구축된 데이터베이스를 통하여 지진의 증폭 또는 감속 여부에 따라 결정이 된다.

II. GIS DB 가공정보

2006년에 구축된 GIS DB 가공내용은 그

림 4와 같다. 지반도의 경우는 한국건설기술연구원에 지반정보시스템 자료를 활용하였다.

토양도의 경우에는 농업과학기술원의 토양도를 활용하여 작업을 진행하였으며 이는 실제로 토양통자료 가운데 지형 분류체계 에 따라 지진에 대한 가중치를 상이하게 두어 지수화하였으며 그 결과는 전국을 2미터 격자망으로 가공하여 하나의 대푯값을



[그림 4] 기반조성기 2006년의 GIS DB 구축 내용과 가공정보

값도록 조정하는 격자화방법을 사용하였다. 지질도 분석작업은 수치지질도를 분석할 결과 제 4기층과 같은 모래질 토양등에 대한 지진 가속도는 증폭부분으로 화강암 및 화강편마암 지역의 경우는 감소되는 것으로 두어 가속도 공식이 절고 거리에 의한 감쇠식 외에 상세한 지질적 반응 모델을 접목시킬 수 있도록 조정하였다. 건축물 정보의 경우에는 건설교통부의 건축물 대장정보를 TEXT 파일로 원하는 형태의 파싱이 가능한 자료로 가공하여 격자자료에 넣었으며, 이때 고려한 것은 내진설계 기준년도 전후, 지상지하 층의 수 주요골조의 특성이 반영되도록 하였으며 그 결과물은 모두 같은 크기의 격자망에 배분되어 각 격자의 지진강도에 따른 피해규모를 상대적 수치화를 통하여 피해예측을 할 수 있도록 조정하였다. 이 중에 조적도의 밀도가 높은 곳이 가장피해가 큰 것으로 가중치를 두었으며, 내진설계가 된 건물의 경우에는 가장 피해

가 적은 것으로 계산하도록 알고리즘을 구성하였다. 인구피해상황은 1차적 피해에 의한 것에 국한하여 건축물 붕괴로 인한 피해 자료만 넣도록 하였으며, 이 자료는 통계청의 읍면동 자료를 구하여 격자별로 배분하는 과정으로 구축하였다. 인구의 격자배분에 있어서도 면적 배분이 아닌 환경부 토지피복도에 의한 가중치를 둔 배분을 수행하여 정확도를 높이도록 하였다.

III. 시스템의 기본기능정의

그림 5에서 나타난 대로 본 과제의 결과물은 인터넷 기반의 GIS 시스템으로 구축되었으며 각 세부적인 기능구현은 java servlet을 사용하여 구현이 되어 클라이언트 PC의 OS에 상관없이 동작하도록 구성되었다. 최근지진정보를 쉽게 파악하기 위한 진도 분포도 조회 상황 및 건축물 피해 추정조회 인명피해 추정조회 등의 기본적인 정보 조



[그림 5] 시스템의 기본적인 기능분류 정리

회 기능을 가장 좌상단에서 접근되도록 하였으며, 국내지진 부분과 진도 분포도 조회 부분은 과거의 지진이력을 모든 피해지역을 포함하여 구축된 정보를 검색할 수 있도록 하는 기능이다. 특히 이번 체계에서 특이할 것은 특정 지점에서 특정강도의 지진이 발생할 경우를 모의 할 수 있는 가상지진모의 체계를 작동할 수 있도록 하는 것으로 각각을 저장하여 관리할 수 있기도 하며, 각 지진분포도를 반영한 건축물 피해추정조회 및 인명피해 추정조회 역시 가능하다.

본 시스템의 두 번째 항목은 기초데이터 관리로 관리시스템이 단순하게 좁은 테스트베드지역이 아닌 넓은 남한 지역전체를 대상으로 하고 있기 때문에 자료 관리 체계의 지속성을 확보해야만 한다. 특히 매년 갱신될 수 있는 건축물 및 인구 현황의 경우는 업로딩 프로그램으로 처리할 수 있도록 하였으며, 실제 재해발생시 입력되는 NDMS 자료의 결과 즉 인명피해 상황정보까지 등록하여 함께 비교될 수 있도록 하였다.

지진의 진도의 계산로직에 대한 내용은 본고에서 깊이 다루지는 않았지만, 국내외 지진감쇠식7개를 선택적으로 사용할 수 있도록 하여 지형분류체계를 고도화 하거나 감쇠식 계산의 파라미터를 바꿀 수 있는 체계를 만들었다. 증폭률 계산은 앞의 지리정보시스템의 격자자료와 연계하여 map algebra방식의 계산을 통하여 구현되었으며, 건축물의 전피율과 건축물에 책류하고 있을 인구 수는 지진발생시간과 요일 등을 감안하여 모델링을 구현하였다. 역시 지진강도와 건축물의 전피율에 의하여 인명피해 계산이 도출되게 된다.

피해추정현황의 경우도 실제 수신횟수부

터 격자별 속도, 가속도, 진도 조회가 가능하며, 과거의 지진 중심 즉 진앙의 분포도를 확인할 수 있도록 하였다. 건축물 피해 추정의 경우네는 행정구역별 건축물 피해, 격자별 건축물 피해, 구조별 건축물 피해를 각각 조회할 수 있으며, 실제 건축물 피해와의 비교가 가능하도록 했으며, 인구부분도 마찬가지로 피해추정이 가능하도록 구성하였다.

자동경보관리 부분에서는 경광등 환경을 설정하였으며, 과거의 발령현황이력을 관리하도록 하였다. 지진발생시 SMS 단문메시지를 보낼 있도록 전송대상자를 등록할 수 있도록 하였으며, 전송메시지가 시스템에 의해 자동으로 생성되도록 하였으며, 발송요청 현황도 검토할 수 있도록 하였다.

실제 지진발생시 대응절차 및 매뉴얼이 책자로 되어있던 것을 쉽게 인지할 수 있도록 단계별 실시항목을 팝업창에 의하여 인지될 수 있도록 하였으며, 최소한의 시간내에 상황을 전파할 수 있도록 초기상화매뉴얼과 위기대응 매뉴얼로 구분하여 제공하였다. 기타 참고자료를 넣어 평상시에도 지진에 대한 교육과 훈련이 가능하도록 모드를 실제상황모드와 훈련모드로 구분하여 시스템의 오류로 인한 혼동을 최소화 하도록 조치하였다.

IV. 강원도 오대산 지진 검증 사례

본 과제의 완료시점이 지난 후 실제 2007년 1월 20일에 지진이 발생하였을 때 작동되었던 상황을 정리한 것이 아래 그림 6. 7과 같다.

NDMS
지진재해 대응시스템

소방방재청 | 윤종현

지진상황판 | LogOut

- ▶ 21시 03분 50초 메시지 전송완료
- ▶ 21시 03분 29초 인명피해 계산완료
- ▶ 21시 03분 26초 건축물피해 계산완료
- ▶ 21시 03분 19초 메시지 전송완료
- ▶ 21시 03분 12초 진도분포도 계산완료
- ▶ 01/20 21:01:58 강원 강릉시 서쪽 23km 지역 규모 4.8 지진발생

지진대응훈련

공지사항

계선요청

소방방재청

기상청

국가지진정보시스템

방재연구소

한국지질자원연구원

진도분포도 및 피해추정
기초데이터 관리
피해추정현황
대응절차 및 매뉴얼
자동경보 관리
시스템 관리

National Disaster Management System

지진재해대응시스템은
지진발생시 신속한 피해 예측으로
국민의 안전한 삶을 보장합니다

최근 지진 정보

진원시	2007년 01월 20일 20시 56분 51초	규모	4.8
진앙	강원도 평강군 도암면 북쪽 7.32km (위도 : 37.75°N 경도 : 128.69°E)		

최근 피해 현황

시도	건축물				인명		
	전파(붕괴)	전파(비붕괴)	반파	부분손실	사망자	부상자	피난자
전국	0	11	58	499	0	11	22
강원도	0	11	58	499	0	11	22
경기도	0	0	0	0	0	0	0
경상남도	0	0	0	0	0	0	0
경상북도	0	0	0	0	0	0	0
광주광역시	0	0	0	0	0	0	0
대구광역시	0	0	0	0	0	0	0

단계별 대응절차

1 단계

2 단계

3 단계

1단계

지진 상황 접수

지진발생 초기 상황보고

유관기관 상황 전파

방송위원회 및 방송사 자막방송 요청

소방방재청 상황전파

[그림 6] 오대산 지진 발생시 상황판의 계산 완료현황과 피해현황정보 도시

NDMS
지진재해 대응시스템

진도분포도 및 피해추정
기초데이터 관리
피해추정현황
대응절차 및 매뉴얼
자동경보 관리
시스템 관리

최근지진정보 | 국내지진발생조회 | 지진 시뮬레이션 |

범례 - 부상자

- 10 ~ 10
- 9 ~ 10
- 8 ~ 9
- 7 ~ 8
- 6 ~ 7
- 5 ~ 6
- 4 ~ 5
- 3 ~ 4
- 2 ~ 3
- 1 ~ 1

최근지진정보 조회

진앙 강원도 평강군 도암면 북쪽 7.32km

진원시 2007년 01월 20일 20시 56분 51초

위도 37.75 경도 128.69 규모 4.8

KBS, MBC, SBS, YTN은 지진발생현황을 비고함을 자막방송 협조 바람. 이 지진정보는 계기분석 결과이며

진도분포도 건축물 피해 인명 피해

지역 선택 강원도 전체

인명 피해추정 부상자 시도별 시군구별 읍면동별 지도경신

인명피해(부상자) 정보

지역명	총인구	부상자
전국	48,590,802	11 (0.0%)
강원도	1,496,804	11 (0.0%)
경기도	10,700,075	0 (0.0%)

[그림 7] 행정구역별 인구 피해현황 예상도

182

V. 결 론

지진대응시스템의 1차년도 사업의 결과물은 국내 재해정보시스템 중에서 최초로 시뮬레이션이 적용된 재해정보시스템으로 일본의 DIS와 미국의 HAZUS 시스템 보다 더 상세한 정보를 가지고 전국규모의 관리 및 상황전파시스템을 구축하였다는데 의의가 있으며, 검증하기 힘든 지진 상황이 실제로 발생하여 시스템의 신뢰성을 어느 정도 확보할 수 있도록 해주었다. 지진대응시스템의 1차 과제는 1차적 피해 즉 인명피해와 건축물 피해만을 대상으로 했으나 2차년

도 이후에는 시설물 피해 및 2차 피해까지 예측할 수 있도록 고도화 시켜나갈 것이며, 검증 할 수 있는 체계도 역시 전문가의 의견을 수렴하여 만들어 갈 것이다. 본 시스템에서 활용된 지리정보자료는 각각의 목적에 맞도록 구축된 자료를 지진에 맞도록 가공하는 과정을 통하여 지리정보의 구축뿐 아니라 가공과정에서 이익을 볼 수 있음을 보여주는 사례라고 할 수 있다.

참고문헌

- [1] HAZUS-MH, Technical Manual, 2005, FEMA의 다수