

# 방재관점에서의 도로 공간데이터베이스 설계 : 대피위험도를 중심으로

## Design of Road Spatial Information Database for Urban Disaster Management : Focused on Evacuation Vulnerability

김지영<sup>1)</sup> · 김정옥<sup>2)</sup> · 김용일<sup>3)</sup> · 유기윤<sup>4)</sup>

Kim, Ji Young · Kim, Jung Ok · Kim, Yong Il · Yu, Kiyun

- 1) 서울대학교 대학원 건설환경공학부 석사과정(E-mail:soodaq@snu.ac.kr)
- 2) 서울대학교 대학원 건설환경공학부 박사과정(E-mail:geostar1@snu.ac.kr)
- 3) 서울대학교 건설환경공학부 부교수(E-mail:yik@snu.ac.kr)
- 4) 서울대학교 건설환경공학부 조교수(E-mail:kiyun@snu.ac.kr)

### Abstract

To construct road spatial information database, it is the main object of this study that an analysis of road factors and furthermore this is used to the rescue activities in case of urban disasters. When urban disasters such as earthquake or explosion cause fire and collapses people of the affected region happen to evacuate. But only to manage roads and monitor traffic volume, the road data is designed and managed using digital topographic map so it is short that the design of road spatial data to prevent disasters. In this study, we tried to suggest the evaluative factors of evacuation to design database : road width, traffic volume, the fixed or movable obstacles installed, the surrounding environments that dominate the land-use planning, the uses, materials, structures, sizes, and densities of the buildings. Thus, these could provide fundamental data to determine the disasters management planning for evacuation and rescue activities, to evaluate the riskiness, and to draw up hazard information map.

## 1. 서 론

현재 우리나라에서 발생하는 자연재해의 빈도는 연간 20회로 높지 않으나 한번 발생하면 광범위한 지역까지 영향을 미치며, 재해가 양적·공간적·시간적으로 확대해 가면서 2차, 3차 간접적인 피해를 유발하는 경향을 보인다. 특히, 지진의 경우 아직까지 큰 피해가 없어 지진의 안전지대라 생각하지만, 규모 3.0 이상의 지진이 연평균 9건 정도 발생하고 있다. 일례로 지난 1월 27일 오대산 인근에서 규모 4.8의 지진이 발생하였으며, 진앙과 가까운 강릉지역부터 제주도, 울릉도 등을 제외한 전국에서 그 흔들림을 느낄 수 있었다. 또한 서울시정개발연구소에 의하면 수도권도 수십 년 내에 규모 6.5이상의 지진발생 확률이 53% 이상이라고 구체적으로 제시하고 있다. 그러나 현재 우리나라의 대도시는 도시기반시설의 정비 이전에 형성된 오래된 시가지와 고지대 등에 주거지가 존재하여 대부분 도로 상태가 열악하고, 인구 및 건물밀도도 높아 지진 발생 시 많은 피해가 예상되며, 도로의 폭이 4~6m로 좁아 그 피해가 확대될 우려도 안고 있다(김현주 등, 2005). 도로관리에 있어서 건설교통부는 도로대장의 전산화, 포장관리시스템, 교량관리시스템, 교통량조사시스템 등 도로의 유지, 보수, 관리 등에 초점이 맞춰진 도로관리통합시스템만 구축하여 운영하고 있다. 다시 말하면, 우리나라는 재난 발생 시 대피할 수 있는 통로 역할을 하는 도로나 공원 등의 오픈스페이

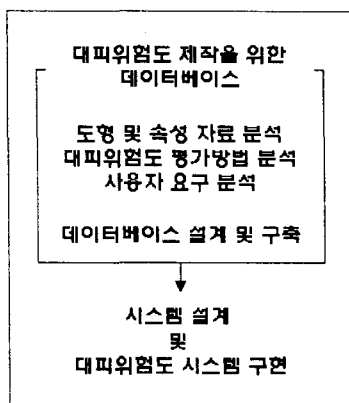


그림 1. 연구 흐름도

스(openspace)에 대한 방재관점의 데이터관리가 통합적으로 이루어지지 않고 있는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 재난 시 대피와 구급·구조를 위한 통로역할을 하는 도로를 중심으로 대피위험도 평가에 필요한 데이터베이스를 설계하기 위한 선행연구로서 대피위험도의 평가 요소(factors)를 선정하고자 한다. (그림 1).

## 2. 선행연구 검토

### 2.1 국외사례

외국의 경우 위성영상, 항공사진, 라이다(LiDAR), 감시카메라(HDTV) 등의 자료를 활용한 연구가 진행되고 있으며, 이는 재난 발생 시 조속한 복구를 위하여 광범위한 지역에 대해 신속한 피해정도 파악이 중요하다는 관점에서다. Steinle 등(2001)은 레이저스캐닝 데이터를 이용하여 지진 발생 전후의 건물의 위치와 높이 데이터를 취득한 후 3차원화하여 피해정도를 파악하는 연구를 수행하였다. 동시에 기존에 구축된 도로망 데이터에 지진 발생 후 방해물(지하도, 도로 중간의 구조물, 자동차, 건물붕괴잔재 등)과 공원이나 공터 등을 탐지하여 대체대피로 및 최단거리를 선정하였다. Tung(2004)은 도로와 교량의 기 구축된 자료, 현장조사, 위성영상 등을 활용하여 위험성을 평가하였다. 이때, 도로 자체의 구성물질과 액상화뿐만 아니라 도로변 건물의 붕괴밀도, 건물재료와 높이, 도로와 건물의 거리, 건물용도, 인구밀도, 교통밀도, 병원 등을 요인으로 분석하였다. 또한, 지진피해를 평가하는 시스템으로는 미국의 FEMA에서 개발한 HAZUS와 HAZ-Taiwan, 일본의 지진대응시스템(DIS) 등이 있다. 전자는 인명과 재산 및 사회·경제적 피해와 간접피해까지 추산할 수 있는 시스템이고, 후자는 수송대책, 의료대책 및 피난대책 등이 추가된 종합적인 지진대응시스템이다. 이들 시스템의 성공 여부는 데이터베이스 구축에 크게 의존하며, 이를 활용하여 재해 지역의 취약도를 파악할 수 있다. 다음 표 1은 일본의 DIS 구축 시 필요한 데이터베이스를 나타낸다.

### 2.2 국내사례

우리나라에서 지금까지 지진과 관련된 연구는 주로 지구물리적 방법에 의해 수행된 경우가 많으나, 최근에는 일본의 동경도재해위험도를 바탕으로 우리나라 실정에 맞는 위험도 평가 방법이 제시되고 있으며(방재연구소, 2002; 김현주, 2002; 김현주 등, 2005; 고준환 등, 2005; 박기연 등, 2005), 지진피해정보 시스템을 구축하는 연구도 진행되고 있다(방재연구소, 2003).

선행연구에서는 다음 표 2와 같은 평가요소들을 제시하고 있다. 공통적으로 건물과 관련된 항목으로 건물의 구조, 재료, 용도, 건축연도, 면적 등, 인구로는 상주인구, 건물별 이용인구, 도로와 관련된 사항으로는 도로현황, 통행량, 도로장애물 등의 조사항목이 중요하게 사용되고 있다. 다시 말하면, 대피위험도를 평가할 때 도로 자체가 갖는 자연·환경적 요소뿐만 아니라 도로 주변의 토지이용이나 건물의 파괴여부, 인구, 장애물 등이 동시에 영향을 미치는 것을 알 수 있다.

## 3. 방재관점의 도로 공간데이터베이스 설계

선행연구에서는 전체적인 재해위험도 평가의 한 부분으로 대피위험도를 평가하고 있어 기초적인 지반 및 표고 등의 자연환경 요소는 축물이나 화재의 위험도 등의 평가에 포함되어 있어 이를 제외한 요소들로 대피위험도를 평가하였다. 그러나 본 연구는 대피위험도를 독립적으로 평가하기 위하여 재난 발생 시 도로 주변의 환경 등이 장애물로 작용할 수 있으므로 다른 위험도 평가에 포함된 분석 요소도 동시에 고려하였다. 본 연구에서 대피위험도의 평가를 위하여 제안한 데이터는 표 3과 같으며, 이들을 기본도, 사회조건, 자연조건, 도로, 건축물, 시설물, 라이프라인 등 7개의 데이터베이스로 구분하고, 35개의 레이어로 다시 분류하였다(그림 2).

표 1. DIS 구축을 위한 데이터베이스

DB 종류	세부내용
기본도	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 도도부현 경계도</li> <li>• 행정구역경계와 해안선도</li> <li>• 1/25,000 래스터 지도</li> <li>• 1/2,500 벡터지도</li> <li>• 도시명 및 번호 등</li> </ul>
자연조건	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 표층지질</li> <li>• 활단층</li> <li>• 토사재해 위험지역</li> <li>• 액상화 위험지역 등</li> </ul>
사회조건	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 인구/세대</li> <li>• 사업소 등</li> </ul>
지진	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 과거의 진원, 규모</li> </ul>
건축물	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 고층건축물</li> <li>• 지하상가</li> <li>• 특별 방재지역</li> <li>• 위험물시설 등</li> </ul>
공공 토목시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 도로, 철도 및 역</li> <li>• 하안, 안벽, 해안보전시설</li> <li>• 비행장, 헬리포트 등</li> </ul>
라이프라인	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전력, 도시가스</li> <li>• 수도, 하수도</li> <li>• 전화국, 방송국 등</li> </ul>
방재시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 경찰서, 소방서, 자위대시설</li> <li>• 해상보안본부 등</li> <li>• 병원</li> <li>• 행정기관 청사, 지정기관</li> <li>• 학교, 공공장소, 체육시설 등</li> <li>• 광역피난장소, 피난시설</li> <li>• 사회복지시설</li> <li>• 긴급수송도로, 광역수송거점</li> <li>• 유통시설</li> <li>• 비축장소</li> <li>• 임시 헬리포트</li> <li>• 비상용수 등</li> </ul>

(방재연구소, 2003)

표 2. 대피위험도 평가를 위한 조사항목

구분		1)	2)	3)	4)
지형 및 토지	지반			○	○
	표고	○			
	경사도			○	○
	토지이용	○			○
건축물	구조	○	○	○	○
	재료	○	○	○	○
	용도	○	○	○	○
	층수	○			
	연면적		○	○	
	건축연도			○	○
	노후, 불량			○	○
	용적율				○
	건폐율				○
	중개축 여부				○
건물 출입구		○			
도로	담장의 재료·높이·연장	○	○		
	도로폭	○	○	○	○
	도로연장	○	○	○	○
	차선별 방향				○
	옹벽·계단 위치				○
	건물도피면적	○	○		
	이동장애물	○	○	○	○
	고정장애물	○	○	○	○
	통행량	○	○		
	주간인구	○	○	○	○
인구	야간인구	○		○	○
	건물사용인구		○	○	
	대중시설				○
주요 시설물	특정시설(양로원, 장애아시설 등)				○
	지하도·지하상가				○
	기상				○
재해 여건	대피 속도		○		

1) 방재연구소, 2003 2) 김현주 등, 2005  
3) 고준환 등, 2005 4) 박기연 등, 2005

표 3. 대피위험도 평가를 위한 도로 데이터

구분	데이터
기본도	기준점, 도곽, 행정도경계
재해자료	과거 진원 및 규모, 대피속도
지형	등고선, 표고점, 경사, 지반, 지질도, 단층도
인구	상주인구, 야간인구, 건물 용도별 인구, 연령별 인구
토지이용	용도지역, 용도지구, 용도구역, 도시계획시설, 개발지구
건축물	도로별 총대지면적, 총건축면적, 총건축연면적, 도로별 평균건폐율, 평균용적율, 층수, 구조, 용도, 건설연도, 재료, 지붕의 형태와 재료, 외벽 재료, 건물 출입구, 건물의 노후
주요시설물	대피소, 경찰서, 소방서, 병원, 위험물 취급 시설(주유소, 가스관련시설, 가스저장시설), 공원, 공지,
도로	도로폭(인도포함), 방향별 차선수, 도로연장, 도로재료
장애물	지하도, 육교, 터널, 교량, 고가도로, 지하보도, 보도육교, 고가차도, 전선주, 공공전화박스, 가로등, 가로수, 쓰레기통, 벤치, 입간판, 화단, 기타 낙하물, 도피된 건물, 블록벽, 계단, 옹벽 등의 담장, 시간대별 노상주차, 노상불법주차, 가드레일, 자동판매기, 차량통행량, 보행통행량, 자전거 대수, 고정·이동식 노점상, 거주자우선주차, 가변주차장
라이프라인	가스관로, 전기맨홀, 전기지중선로, 통신맨홀, 통신지중선로, 석유류관로, 상수도관로

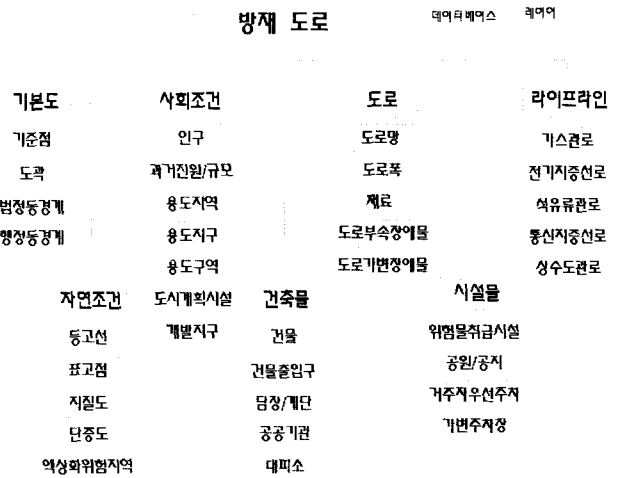


그림 2. 레이어 디자인

본 연구에서 제안한 대피위험도 평가를 위한 도로 데이터 세부 항목은 기존 연구에서 제시한 요소를 재구성하였으며, 특히 현재 서울시 및 몇몇 지방자치단체에서 실행 중인 거주자우선주차와 가변주차장 데이터를 추가하였다. 이는 김현주 등(2005)의 연구결과에서 건물붕괴잔재와 불법주차를 가장 크게 영향을 끼치는 도로 장애물로 판단하고 있는 것에 기인한다. 또한 대피장소로의 대피 및 피해자들을 임시 수용하기 위하여 Tung(2004)과 유완 등(2005)에서 제시한 대피소 및 공공장소, 구조·구급을 위한 병원, 소방서, 연령별 인구, 대피속도 등의 데이터를 제안하였다. Steinle 등(2001)과 고준환 등(2005)에서 대체 대피소로 언급한 공터 및 잔디가 있는 공간 등 오픈스페이스를 평가요소에 추가하여 추후 대피위험도 제작 시 대체 도로 및 최단 이동경로를 제공할 수 있을 것이다. 일본의 DIS에서 주요한 물리적 피해로 보고 있는 지반 침하나 붕괴, 액상화 등을 참고하여 이에 대한 데이터로 도로의 재료 및 지형관련 데이터를 추가하였으며, 과거에 발생한 지진의 진원 및 규모에 대해서도 고려하였다.

이들 데이터는 수치지도, 건축물대장, 지적도, 도시계획조사자료, 지질도, 인구통계자료, 도시정보시스템 및 전산화사업을 통해 구축된 자료, 그리고 현장조사 자료 등에서 수집할 수 있다.

#### 4. 결 론

본 연구에서는 국내외 선행연구를 검토하여 지진 발생 시 대피위험도 평가에 필요한 도로 공간데이터를 제시하였으며, 데이터베이스 구축을 위한 레이어 설계를 수행하였다. 그러나 본 연구에서 수행한 부분은 전체 연구과정 중 데이터베이스 설계를 위한 초기단계로, 추후 각 속성의 특성, 저장 방식 및 좌표계 등을 설정하고 데이터간의 관계를 모델링 한 후 데이터베이스를 구축할 예정이다. 이때, 이 분야 전문가의 설문을 통하여 본 연구에서 제시한 데이터의 타당성을 검증하고 이를 토대로 데이터를 수정하는 과정이 요구된다.

나아가 이렇게 구축된 도로 데이터베이스는 요소별 가중치부여, 시뮬레이션 등의 다양한 평가 방법을 적용·분석하여 최종적으로 우리나라에 실정에 맞는 대피위험도를 작성함으로써 재난대응계획 수립, 도시계획 및 개발계획 수립, 재난 발생 시 대피 및 구급·구조 활동 등의 다양한 분야에서 활용될 것으로 판단된다. 더불어 재난 발생 시 사용자의 질의에 응답이 가능하고, 자료의 취득과정을 전산화·자동화하여 재난에 신속하게 대응할 수 있도록 하는 연구도 진행되어야 할 것이다.

#### 참고문헌

- 고준환, 권재형, 최윤수 (2005), GIS를 활용한 지진위험도 분석, 한국측량학회지, 한국측량학회, 제23권, 제3호, pp. 239-249.
- 김현주 (2002), 재난 시 대피위험도 산정 기준에 관한 연구, 방재연구논문집, 방재연구소, 제4권, 제1호, pp. 113-120.
- 김현주, 강양석 (2005), 방재관점에서 도시정비를 위한 구조·구급 및 대피위험도 평가, 대한국토·도시계획학회지, 대한국토·도시계획학회, 제40권, 제3호, pp. 219-234.
- 박기연, 최우석, 김원석, 유환희 (2005), 도시지역 위험도 평가 및 재해정보지도 제작, RS/GIS공동춘계학술대회논문집, 한국GIS학회, pp. 363-368.
- 방재연구소 (2002), 지진에 대한 지역위험도, 방재연구소연구보고서, 방재연구소, pp. 1-120.
- 방재연구소 (2003), 지진재해정보시스템 도입방안 연구, 방재연구소연구보고서, 방재연구소, pp. 1-123.
- 유완, 김용철, 김태현 (2005), 도시의 재해 대피소의 적정 위치선정 : 강남구 공용시설을 중심으로, 대한국토·도시계획 2005 정기학술대회 논문집, 대한국토·도시계획학회, pp. 17-25.
- Steinle, E., Keima, J. B. K., Leebmann, J. and Baehr, H. -P. (2001), Laserscanning for analysis of damages caused by earthquake hazards, OEEPE Workshop on Airborne Laserscanning and Interferometric SAT for Detailed Digital Elevation Models, Stockholm.
- Tung, P. T (2004), Road vulnerability assessment for earthquakes : A case study of Lalitpur, Kathmandu Nepal, Master's thesis, ITC, pp. 1-79