

## 도시지역 위험도 평가 및 재해정보지도 제작

### Risk Assessment and Hazard Information Map Generation of Urban Areas

박기연<sup>1)</sup>, 최우석<sup>2)</sup>, 김원석<sup>3)</sup>, 유환희<sup>4)</sup>

Park, Ki Youn, Choi, Woo Suk, Kim, Weon Seok, Yoo, Hwan Hee

- 1) 경상대학교 대학원 도시공학과 석사과정, E-mail : enaro21@nate.com
- 2) 경상대학교 대학원 도시공학과 석사과정, E-mail : woosuk47@hanmail.net
- 3) 경상대학교 대학원 도시공학과 석사과정, E-mail : one2ne@nate.com
- 4) 경상대학교 건설공학부 도시공학전공 교수, E-mail : hhyoo@gsnu.ac.kr

#### 요 지

도시지역의 토지이용의 고도화로 도시재해가 증가하고 있으며 향후에도 증가될 가능성이 매우 높은 실정이다. 따라서 본 연구에서는 건물들의 재해특성을 분석하고 위험도를 평가하여 재해가 일어나기 전에 발생 위험성을 사전에 분석하여 위험도를 평가하고 평가 결과를 이용해 재해정보지도를 제작하는 것을 목표로 하여 연구를 수행하였다. 그 결과 위험도항목을 자연조건, 토지이용 및 건축물, 인구, 교통, 위험물취급시설로 구분하여 자료를 구축하고, 항목별 위험도를 설정하여 등급화 하였으며, 침수위험도, 화재위험도, 대피위험도, 건물붕괴 위험도로 구분하여 재해지도를 제작함으로써 해당지역의 지구단위계획을 수립 시 재해요소를 적용할 수 있고, 재해발생시 사전대응 및 대피를 위한 정보를 효과적으로 제공할 수 있었다.

#### 1. 서 론

급속한 도시화로 인하여 우리나라는 도시 공간에 많은 재해 위험요소들을 갖고 있으며, 도시인구의 지속적인 증가와 토지이용의 고도화로 도시재해가 증가되고 있고, 향후 증가될 가능성이 매우 높은 실정이다. 따라서 도시계획 수립 시 도시계획시설배치 및 공간배치 등을 통하여 재해에 강한 저항력을 갖는 도시공간을 구성하는 것이 매우 중요하다. 그러나 도시지역은 상당한 기간 동안 각종 시설물들이 이미 건축되었고, 이들 시설물들을 효과적으로 관리하여 재해를 최소화시킬 수 있는 방법도 함께 강구해야

하는 문제점을 갖고 있다.

본 연구는 도시지역에 배치된 각종시설물들의 재해특성을 분석하고 위험도를 평가하여 재해가 일어나기 전에 발생 위험성을 사전에 분석하여 위험도를 평가하고 평가 결과를 이용해 재해정보지도를 제작하는 것을 목표로 하며, 위험도평가 결과가 방재계획 내용의 기본적인 전제가 될 수 있는 기준을 마련하는데 그 의의가 있다. 이러한 분석 결과는 지구단위의 개발 및 정비계획 수립 시 침수, 화재, 건물붕괴 및 대피 위험도를 평가하고, 평가결과를 기초로 재해정보지도를 제작하여 재해로 인한 막대한 물적, 인적 피해를 최소화하는데 기여할 것으로 판

단된다.

재해 위험도평가와 재해정보지도제작을 위해 일본의 사례를 분석하고 그것을 토대로 우리나라 도시지역의 특색에 맞는 재해 위험요소를 추출하고 각각의 항목별로 GIS를 이용한 데이터베이스를 구축함으로써 지구단위별 재해위험도를 평가하고 재해지도를 출력하였다.

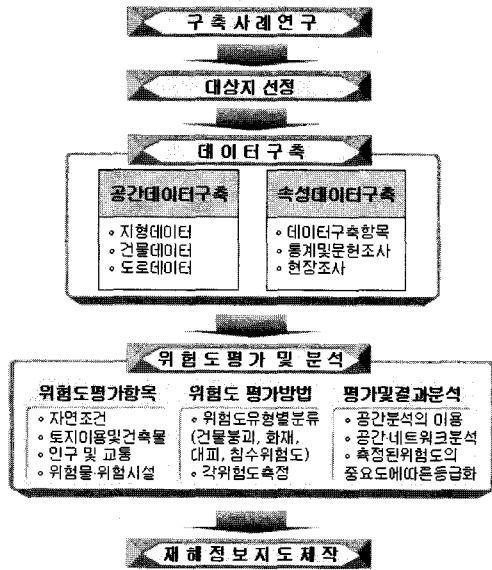


그림 1 연구흐름도

## 2. 일본 동경도시재해위험도 평가 분석

일본 동경도에서는 지진재해에 강한 도시 건설의 지표 및 진재대책사업을 우선적으로 실시할 지역의 선정에 대한 기준으로, 동경도 지진재해예방조례에 기초하여 「지진에 관한 지역위험도 측정 조사」를 실시하고 있다. 지진에 관한 지역위험도 측정 조사는 특정 지역이 지진에 대해 가지는 위험성의 정도를 건물붕괴위험도(건물붕괴 피해의 가능성), 화재위험도(화재 및 연소에 의한 물적 피해 가능성), 인적위험도(지진진동에 의한 인적 피해 가능성), 피난위험도(지진 시 피난의 곤란성)의 4가지 측면에서 측정하여

지역별로 상대적인 크기를 평가하며, 건물붕괴위험도와 화재위험도를 종합한 「건물붕괴·화재위험도」 및 4가지 위험도를 전부 종합한 「종합위험도」를 지역별로 분석하였다.

## 3. 위험도 평가 및 분석

### 3.1 위험도 평가항목

#### 3.1.1 자연조건

지형 및 지반의 성상은 건축물의 안전과 밀접하게 관련되는 내용으로 고지대, 저지대, 급경사지, 매립지, 대규모 절토·성토지 등 인위적 개발 장소와 지반이 연약한 장소, 하천 변 등을 조사한다. 고지대 주거지의 경우에는 옹벽과 계단의 위치도 조사하며, 경사도는 등고선이 포함된 지형도 또는 표고가 기재된 지도를 사용하여 등고선을 고려한다.

#### 3.1.2 토지이용 및 건축물

##### 1) 지역·지구 지정

자연재해대책법에 의한 재해위험지구, 건축법에 의한 재해위험구역, 도시계획법에서 정하는 방화지구, 방재지구, 소방법에 의한 화재경계지구, 방화경계구역의 지정여부를 조사한다.

##### 2) 건축물 현황

우리나라의 대부분의 주택형태인 조적조 건물은 지진과 같이 진동을 수반하는 재해나 강한 비바람을 수반한 풍수해에 대해 매우 취약한 구조이다. 지붕의 붕괴위험이 매우 크고 화재에 매우 약하다. 따라서 건축물에 대해서는 구조와 외벽재료 뿐만 아니라 지붕재료도 조사하며, 건축연대, 증·개축의 여부, 노후도도 함께 조사한다. 연상면적과 건폐율은 재해 시 대피용이도를 파악하는 중요한 자료이고 건물용도는 화재 시 연소가능성을 가늠할 수 있다.

### 3.1.3 인구

영화관·공연장 등 일반 대중이 집합하는 시설과, 양로원, 어린이시설, 병원, 정신박약자·신체장애자시설 등 특정의 다수가 집합하는 시설로 구분된다. 특정다수집합시설에 대한 조사는 재해발생 시 독립적으로 대피가 불가능한 사람들을 신속히 구조하기 위하여 필요하며, 지하도·지하상가 등은 구조·구급활동 시 특별한 장비가 요구되므로 세심히 조사하도록 한다.

### 3.1.4 교통

대부분의 이면도로나 단독주택을 개축한 다세대·다가구주택이 밀집된 장소는 단위면적당 세대밀도가 높은 지역의 도로는 폭원이 좁고, 각종 시설물, 노상주차로 점유되어 재해 발생 시 소방 활동 장애로 인한 피해의 확대가 우려된다. 교통여건에 대해서는 도로와 도로의 이용 상태, 재해 시의 통행 가능 여부를 조사한다. 도로조사에서는 도로 폭과 발향별 차선 수, 차도와 인도의 시설 내용을 포함하며 특히 고지대의 계단이 도로를 단절하여 차량 통행이 불가능한 도로에 대해서는 계단의 위치와 수평거리, 수직거리 등에 대해서도 조사한다.

### 3.1.5 위험물취급시설

평소 다량의 화기·전열 기구를 사용하는 음식점, 유흥업소, 사우나 시설 등에 대해서는 화기가 사용되고 있는 환경에 대하여 조사하고 위험시설로는 전기관련시설, 유로·가스 관련시설, 유독·유해 물질보유시설, 준 위험물 보유시설, 가연성물질(가연물)대량취급시설, 폭발 가능성이 있는 물품을 취급하는 공장 등을 조사한다.

## 3.2 위험도 평가방법

건물붕괴위험도에서는 액상화에 의한 피해 발생이 우려되는 토사지반과 부지 고유의 특성평가가 요구되는 연약한 지반, 매립지·조성지·급경사지에 위치한 건축물, 무보

강 조적조 건축물과 재해에 취약한 건축물 등을 지표로 하여 이들 건물의 밀집된 정도를 평가 측정한다.

화재위험도는 화재발생의 위험성과 연소 확대의 위험성을 평가하며, 평상시 대량의 화기·전열 기구를 사용하는 건물과 세대밀도가 높은 주택, LPG를 취사·난방 연료로 사용하는 주택, 위험물·약품·인화성 및 가연성물품을 취급하는 건물의 밀집된 정도를 평가하고 연소 확대는 노후한 목조주택과 가연성·인화성 물품을 취급하는 상점 등이 다수 존재하는 지역과 협소한 도로, 노상주차 포함 각종 도로 점유물이 존재하는 도로 중심으로 위험한 정도를 평가 측정한다.

대피위험도는 지역의 인구밀도, 도로의 폭원 및 이용 상태, 도로주변의 토지이용 현황 등은 대피 시의 혼잡도에 큰 영향을 미치게 되며 대피위험도 평가에서는 대피예상인구와 재해 발생시 사용 가능한 도로면적을 지표로 하는 군집밀도를 계산하여 위험한 정도를 평가 측정한다.

침수위험도는 태풍이나 홍수와 같은 풍수해의 발생 시 저지대나 지하시설과 같은 상습적으로 침수되는 지역이나 해일에 의해 침수가 발생할 수 있는 연안지역과 같은 침수위험지역을 대상으로 평상시에 수해에 대비할 대책, 수해시의 피난유도 활동, 구호활동, 그리고 복구활동 등의 방재대책에 널리 도움이 될 수 있는 정보로 사용할 수 있도록 평가한다.

## 4. 연구 대상지 선정

도시지역의 재해위험도를 평가하고 재해정보지도를 제작하기 위해 본 연구에서는 2003년도 매미태풍으로 피해를 본 경남 마산시 월남동지역을 선정하였다. 따라서 이 지역에 대한 Quickbird위성영상(2004년 3월 관측)과 Lidar관측자료(2004년 3월 관측), 수치지도(1/1,000, 1/5,000), 디지털항공영상

자료(2004년 3월 관측), 건축물대장등과 현장조사를 실시하여 재해 위험도를 분석하였다. 사례연구 대상지를 선정하는 기준사항은 첫째 너무 크지 않은 면적에서 주거와 상업 등의 행위가 복합적으로 발생하는 지역, 둘째 건축물이 비교적 여러 가지 구조로 구성되어 있고, 건설 연대도 최근과 오래된 것이 혼재하는 지역, 셋째 지형적인 면에서 평탄지와 경사지가 혼재하는 지역, 넷째 연령층과 직업이 다양한 지역들이 적합하다.

이상의 조건을 만족시키는 장소로 본 연구에서는 마산시의 월남동일대(마산시 월남동, 월영동 일대)를 사례연구 대상지로 선정하였다.

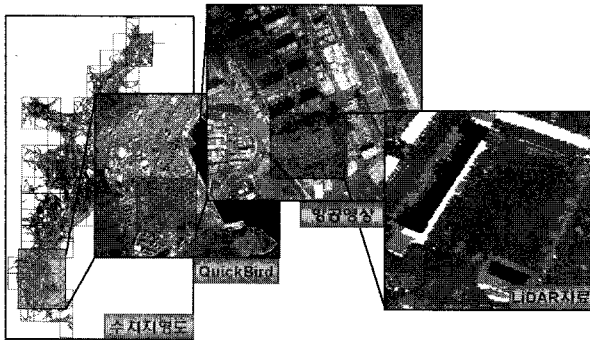


그림 2 연구대상지의 각종 관측자료

### 5. 위험도 평가 및 결과분석

수치지형도에서 등고선 레이어를 추출하여 shape 파일로 변환 후 3D분석을 통해 TIN을 형성하여 지형데이터를 구축하고 건물 레이어를 이용해 용도별 건물 데이터 구축, 도로 레이어를 이용해 도로폭을 분석하여 도로데이터를 구축하였다.

속성데이터는 건축물대장, 통계조사나 문헌조사, 현장조사를 통해 얻을 수 있다. 통계조사 같은 경우에는 인구현황이나 과거부터 현재까지의 기상현황 등을 파악할 수 있고, 문헌조사를 통해서도 과거 마산시의 지리적 특성 현황이나 매립지 상태 도로현황

이나 과거로부터 현재까지의 건물분포특성 등을 알 수 있으며, 나머지 세부적인 사항은 현장조사를 실행하여 취득하였다.

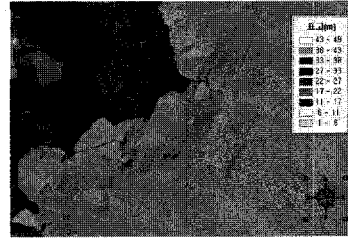


그림 3 대상지 표고분석

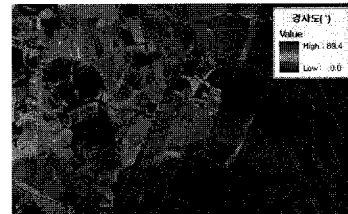


그림 4 대상지 경사분석

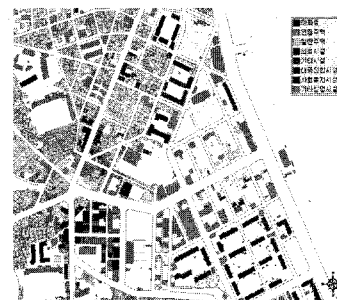


그림 5 대상지 건물 용도별 분류

그림 3에서 보면 고도 2m ~ 6m로 완만한 지역(95,937.05m<sup>2</sup>)이 78.6% 차지하고 11m ~ 12m 부분은 (23,024.29m<sup>2</sup>) 2.6%로 나타났으며, 해안에 인접해 있기 때문에 태풍 매미 때 해일의 피해를 쉽게 입을 수 있는 입지 조건이라 할 수 있다.

그림 4의 경사도를 살펴보면 짙은 녹색 부분이 평탄한 지역(매립지지역)을 연한녹색은 경사가 있는 지역을 나타내며 해안지역에 매립지가 넓게 분포되고 있었다.

그림5에서와 같이 주거가 60%가량 차지

하고 그 외 40%는 상업시설이 분포하고 있으며, 오거리 아래쪽으로 위락시설이 밀집되어 있는 것을 알 수 있다. 태풍매미 당시 상가 지하에 있던 사람들이 대피하지 못해 많은 인명피해를 보았다. 재해가 발생하면 주민의 피난은 물론이고 구조 · 구급 · 복구 활동은 도로를 중심으로 일어나기 때문에 가장 중요한 시설이라고 할 수 있다. 일반국도는 폭이 20m인 넓은 도로로 진주방면과 창원방면을 향하고 있고, 도로 주변으로 진주방면에는 경남대학교가 있기 때문에 상업시설이 많이 분포하고 창원방면 쪽으로 갈수록 주거시설이 많이 분포하였다. 시도로의 폭은 제일 넓은 30m에서 좁은 6m등으로 다양하게 분포되어 있다.

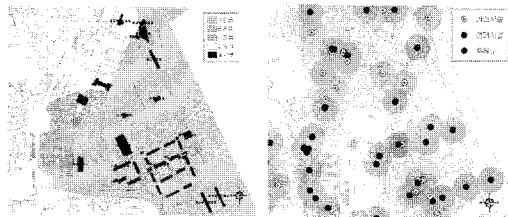


그림 6 침수위험도

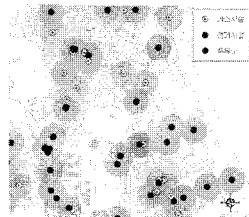


그림 7 화재위험도



그림 8 대피위험도



그림 9 건물붕괴위험도

### 5.1 침수위험도 분석

그림 6은 태풍에 의해 해일이 발생할 때 해일 높이에 따른 침수피해지역이다. 이 지역은 표고 분석을 통해서 해안의 표고와 얼마 차이 나지 않는다는 것을 알 수 있다. 대상지역에 침수가 되는 곳은 상가가 밀집되어 있고 대부분 지하상가가 많은 지역이다. 이런 지역은 인명 피해뿐만 아니라 재산상의 피해도 크게 일어난다.

### 5.2 화재위험도 분석

대상지역에 주유소가 3군데 있고, 도시가스맨홀이나 전기맨홀의 경우에는 대상지역 뿐만 아니라 그 주변까지 넓게 분포하고 있어서 재해발생시 감전이나 누전으로 인한 화재 가스폭발과 같은 사고가 일어날 우려가 크다. 해안지역이므로 재해 시 바람이 강하게 불 경우에 화재가 확산될 우려가 있다. 그림 8에서는 위험시설물에 화재가 발생할 경우에 화재가 확산되는 버퍼거리를 50m와 100m를 주어 위험지역을 세단계로 구분하였다.

### 5.3 대피위험도 분석

대피위험도는 현장조사에서 얻은 노상주차와 불법점유물들이 중요한 요인으로 작용하므로 월영동 전 지역을 표현하기보다는 여러 종류의 속성들이 혼재해 있는 월남동 일대를 중심으로 분석하여 재해정보지도 제작하였다. 재해발생시 대상지역에서 300m 이내에 대피소가 월포초등학교, 신광교회, 경남대학교, 마산서중 4군데 존재하였으며, 대상지역에서 가까운 곳에 대피소가 위치함으로써 대피에 용이한 특성을 보여주고 있다

### 5.4 건물붕괴위험도 분석

현재 우리나라는 지진에 의한 큰 피해를 본적이 없지만 지진에 대한 위험성이 감지되고 있다. 따라서 내진설계의 강화 등의 규제를 통해 지진재해에 대한 대비를 해야 한다. 대상지역의 건물도피위험도는 내진설계에 기초한 3층 이상의 건물과 목조건물, 그리고 30년 이상의 노후화 건물들을 위험도 A등급, 조적조와 시멘트벽돌조와 같은 건물들을 B등급, 나머지 철근콘크리트구조와 15년 이하의 건물들을 C등급으로 분류하여 위험도를 측정하였다.

## 6. 결 론

도시지역에 배치된 각종시설물들의 재해특성을 분석하고 위험도를 평가하여 재해가 일어나기 전에 발생 위험성을 사전에 분석하여 위험도를 평가하고 평가 결과를 이용해 재해정보지도를 제작하는 것을 목표로 하여 연구를 수행하였다. 그 결과 위험도항목을 자연조건, 토지이용 및 건축물, 인구, 교통, 위험물취급시설로 구분하여 자료를 구축하고, 항목별 위험도를 설정하여 등급화 하였으며, 침수위험도, 화재위험도, 대피위험도, 건물붕괴위험도로 구분하여 재해지도를 제작함으로써 해당지역의 지구단위계획을 수립 시 재해요소를 적용할 수 있고, 재해발생시 사전대응 및 대피를 위한 정보를 효과적으로 제공할 수 있었다.

## 참고문헌

1. Claire Rubin, "Management the Recovery From a Natural Disaster", Management Information Service Report, Vol. 14, Int'l City Management Association, 1982
2. Steven Fink, Management Crisis-Planning for the Inevitable, Amacom, 1986
3. 東京消防廳, "東京都の地震時における地域別出火危険度測定(第5回)", 1997