02

지역위험도 평가를 위한 지역피해확산계수

Damage Propagation Factors for Regional Risk Evaluation

이 원 호 Yi, Waon Ho
광운대학교 건축공학과 교수, 공학박사
whyi@kw.ac.kr

박 홍 신 Park, Hong Shin
시설안전미더 대표이사, 공학박사
hshpk@hanmail.net

양 원 직 Yang, Won Jik
광운대학교 환경대학원 교수, 공학박사
yangwj@nate.com

1. 머리말

재난에 따른 피해확산은 특정관리대상시설에 재난이 발생되었을 경우에 당해시설의 피해와 이 시설이 위치한 건축물에 이웃한 인접(인동간격 3m 이하)한 건축물에 직·간접적으로 피해가 확산되는 것을 말한다. 따라서 피해확산요소는 특정관리대상시설(건축물 분야만 해당)에 재난이 발생되는 경우에 건축물의 밀도와 예상되는 인명피해규모 그리고 예상되는 재산피해규모 등으로 구성된다. 여기서 건축물의 밀도는 행정 동단위에 속한 건축물 동수에 대한 특정관리대상건축물과 인접건축물(이하 "대상건축물"이라 한다)을 합한 동수의 비율, 예상 인명피해계수는 행정 동단위의 전체 인구수와 대상건축물에 거주하는 인구수의 비율 그리고 예상 재산피해계수는 행정 동단위에 속한 모든 건축물의 현존가치와 대상 건축물의 현존가치의 비율로부터 정한다.

이상과 같이 본고에서는 지역위험유발계수에 이어 지역별 재해발생 현황을 확률론적 방법으로 접근하여 도출한 지역위험도 평가기법의 계수로 사용되는 지역피해확산계수에 대해서 소개한다.

2. 지역피해확산요소

2.1 지역피해확산요소 분석

행정 동단위의 재난피해확산요소에 관한 분석은 아래와 같은 조건으로 전국에서 4개 동을 표본으로 선정하여 대상으로 한다.

1) 서울특별시에 소재한 도심의 행정동 : 서울특별시 종로구 종로 1, 2, 3, 4가동(이하 "서울시 종로1~4가동"이

라 한다)

2) 지방 중소도시에 소재한 주거중심의 행정동 : 전북 전주시 덕진구 덕진동(이하 "전주시 덕진동"이라 한다)

3) 지방 중소도시에 소재한 공업지역의 행정동 : 전북 전주시 덕진구 팔복동(이하 "전주시 팔복동"이라 한다)

4) 지방에 소재한 농업중심의 행정동 : 충북 청원군 미원면(이하 "청원군 미원면"이라 한다)

이들 표본의 행정 동 단위의 인구 및 건축물의 동수, 특정관리대상건축물의 동수 그리고 인접 건축물의 동수는 Table 1과 같다. 여기서 특정관리대산건축물과 인접한 건축물에 대한 통계는 건축물관리대장의 정보와 건물이 표시된 수치지도 그리고 NDMS상의 특정관리대상시설 중의 건축물정보 등을 활용하여 검색한 결과를 정리한 것이다.

2.2 지역피해확산계수

전술한 바와 같이 행정 동단위의 재난 피해확산 요소별 계수는 대상건축물밀도(D_d)와 예상 인명피해계수(D_c) 그리고 예상 재산피해계수(D_v)로서 다음과 같이 정의한다.

$$\text{대상건축물밀도}(D_b) = \frac{\text{특정건물등의 건축물 동수}}{\text{행정동단위의 건축물수}}$$

$$\text{예상인명피해계수}(D_c) = \frac{\text{피해확산대상건축물의 거주자수}}{\text{행정동단위의 인구수}}$$

$$\text{예상재산피해계수}(D_v) = \frac{\text{특정건물의 현존가치}}{\text{행정동단위 모든건축물의 현존가치}}$$

행정 동단위의 재난피해확산계수(D_e)는 대상건축물밀도(D_b)와 예상인명피해계수(D_c) 그리고 예상재산피해계수(D_v)을 3축으로 하는 공간좌표 상의 두 점간의 거리(유클리드 거리 Euclidean distance, $\overline{OP_e}$)로서 구하고(Fig. 1 참조), 이를 다시 최대거리($\overline{OP}=\sqrt{3}$)로 나눈 지수로서 구할 수 있다. 이때 각 요소는 각각 독립적이고 동일한 가중치를 가지는 것으로 가정한다.

Fig. 1에서 유클리드 거리 $\overline{OP}=\sqrt{1^2+1^2+1^2}=\sqrt{3}$ 이며 이때의 사망계수, 부상계수, 재난빈도계수가 각각 1.0으로 그 위험성이 최대로 높은 것임을 의미한다. 이와 마찬가지의 방법으로 현재의 상태는 유클리드 거리 $\overline{OP_e}=\sqrt{D_c^2+D_b^2+D_v^2}(\leq\sqrt{3})$로 나타낼 수 있다. 여기서 지역피해확산계수는 $D_e=\frac{\overline{OP_e}}{\overline{OP}}$로 정의할 수 있다. 따라서 지역피해확산계수(D_e) 다음의 식으로 구할 수 있다.

$$D_e=\frac{\overline{OP_e}}{\overline{OP}}=\sqrt{\frac{D_c^2+D_b^2+D_v^2}{3}} \qquad (1)$$

여기서 특정건물 등의 거주인구수를 구하기 위해서는 우선 Table 2에 나타낸 건축물의 용도별 수용인원(명/㎡)을 적용하여야 하는데, 이 건축물의 용도별 수용인원

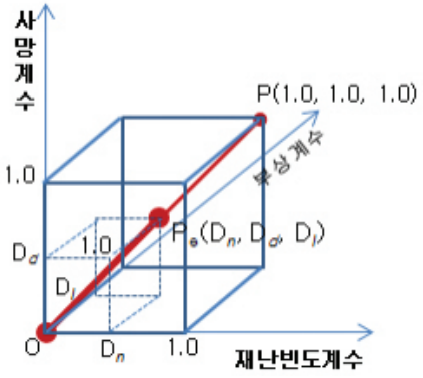

Fig. 1 지역피해확산계수 산정 기본개념도

표본행정 동	행정 동단위				특정관리대상 건축물(동)	인접 건축물(동)
	주간인구(명)	야간인구(명)	평균인구*(명)	건축물(동)		
서울시 종로1~4가동	19,100	8,002	13,551	4,007	175	252
청원군미원면	6,927	5,725	6,326	4,841	11	0
전주시덕진동	15,240	16,042	15,641	2,807	7	9
전주시팔복동	10,538	11,093	10,816	3,006	2	7

Table. 1 표본 행정 동단위에 대한 기본정보에 해당하는 통계자료

* 평균 인구는 주간 인구와 야간 인구를 평균한 것임.

을 이용한 행정 동단위에 속한 모든 건축물에 거주하는 인원과 인구통계에 수록된 인구수와는 큰 차이가 난다. 그래서 이번 연구에서는 특정건물의 거주인구수는 건축물의 용도별 수용인원을 적용하여 구한 행정 동단위의 모든 건축물의 거주인원수를 기준으로 특정건물 등의 거주인원수에 대한 비율을 거주인구의 분포율로 정하고, 이 분포율을 행정 동단위의 평균 인구수에 곱하여 구하기로 한다. 그리고 Table 2에서 건축물의 용도별 수용인원수는 「초고층 및 지하연계 복합건축물 재난관리에 관한 특별법 시행령」 제5조, 제12 및 제14조 관련 [별표 1]과 「소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령」 제15조 관련 [별표 4]에서 규정한 내용을 참고하여 주관적으로 설정한 것이다.

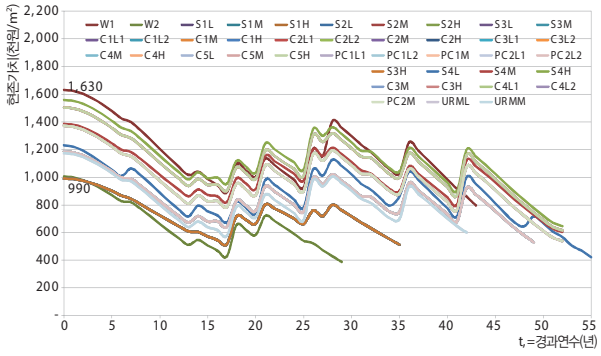

Fig. 2 건축물의 현존가치 곡선

또한 건축물의 현존가치는 국민안전처의 지진대응시스템에서 정하고 있는 국내 건축물의 구조형식별 분류에서 정하고 있는 41종의 건축물 군에 대하여 Fig. 2의 건축물의 경과연수에 따른 현존가치 곡선의 데이터를 참조하여 구한다.

이상에서 기술한 바에 따라 표본 행정 동의 각각에 대한 피해확산 절대계수는 Table 3에서 보는 바와 같다.

3. 맺음말

이상과 같이 지역특성을 고려한 지역위험도 평가를 위하여 전고에서는 지역의 재난유형별 발생 현황을 확률적 통계방법을 통하여 지역위험유발계수를 도출하였으며, 본고에서는 피해를 가중시키는 건축물의 밀도, 대상건축물의 거주인구수, 대상건축물의 현존가치를 변수로 설정하여 지역피해확산계수를 도출하였다. 이상 도출된 지역위험유발계수 및 지역피해확산계수를 토대로 후고에서는 지역위험도평가 알고리즘에 대해서 소개하고자한다.

연번	건축물 용도	수용인원(명/m²)	초고층 등 특별법*		소방시설 등 법률**		비고
1	공동주택	0.030					3인/99m²
2	공장	0.060			바닥면적(m²)/3.0m²	0.333 명/m²	
3	교육연구시설	0.260	서고·통로	0.10 명/m²	바닥면적(m²)/1.9m²	0.526 명/m²	
			열람실	0.21 명/m²			
			교실	0.52 명/m²			
			그 밖의 시설	0.21 명/m²			
4	교정및군사시설	0.120			바닥면적(m²)/3.0m²	0.333 명/m²	
5	관광휴게시설	0.526			바닥면적(m²)/1.9m²	0.526 명/m²	
6	노유자시설	0.300		0.30 명/m²	바닥면적(m²)/3.0m²	0.333 명/m²	
7	단독주택	0.030					3인/99m²
8	동식물관련시설	0.000			바닥면적(m²)/3.0m²	0.333 명/m²	
9	문화 및 집회시설	1.413	이동식 좌석	1.30 명/m²	바닥면적(m²)/4.6m²	0.217 명/m²	
			입석식	2.60 명/m²			
			좌석없는 회의장 등	1.80 명/m²			

연번	건축물 용도	수용인원(명/m²)	초고층 등 특별법*		소방시설 등 법률**		비고
9	문화 및 집회시설	1.413	회의실	1.50 명/m²	바닥면적(m²)/4.6m²	0.217 명/m²	
			무대	0.70 명/m²			
			게임제공업	1.00 명/m²			
			나이트클럽	1.70 명/m²			
			전시장(산업)	0.70 명/m²			
10	묘지관련시설	0.333			바닥면적(m²)/3.0m²	0.333 명/m²	
11	발전시설	0.333			바닥면적(m²)/3.0m²	0.333 명/m²	
12	방송통신시설	0.250			바닥면적(m²)/3.0m²	0.333 명/m²	
13	분뇨쓰레기처리시설	0.000			바닥면적(m²)/3.0m²	0.333 명/m²	
14	수련시설	0.050			바닥면적(m²)/3.0m²	0.333 명/m²	
15	숙박시설	0.050		0.05 명/m²	침대수	0.333 명/m²	
16	업무시설	0.250		0.25 명/m²	바닥면적(m²)/3.0m²	0.333 명/m²	
17	운동시설	0.210		0.21 명/m²	바닥면적(m²)/4.6m²	0.217 명/m²	
18	운수시설	0.333			바닥면적(m²)/3.0m²	0.333 명/m²	
19	위락시설	0.526			바닥면적(m²)/3.0m²	0.333 명/m²	
20	위험물저장및처리시설	0.060			바닥면적(m²)/3.0m²	0.333 명/m²	
21	의료시설	0.065	입원치료구역	0.04 명/m²	바닥면적(m²)/3.0m²	0.333 명/m²	
			수면구역(숙소등)	0.09 명/m²			
22	자동차관련시설	0.000			바닥면적(m²)/3.0m²	0.333 명/m²	
23	장례식장	0.333			바닥면적(m²)/3.0m²	0.333 명/m²	
24	제1종 근린생활시설	0.333			바닥면적(m²)/3.0m²	0.333 명/m²	
25	제2종 근린생활시설	0.333			바닥면적(m²)/3.0m²	0.333 명/m²	
26	종교시설	0.217			바닥면적(m²)/4.6m²	0.217 명/m²	
27	창고시설	0.000			바닥면적(m²)/3.0m²	0.333 명/m²	
28	판매시설	0.373	매장	0.50 명/m²	바닥면적(m²)/3.0m²	0.333 명/m²	
			통로	0.25 명/m²			
			창고·배송공간	0.37 명/m²			
			음식점·바·카페	1.00 명/m²			

Table. 2 건축물의 용도별 수용인원

* 초고층 및 지하연계 복합건축물 재난관리에 관한 특별법 시행령 제5조, 제12조 및 제14조 관련 [별표 1]
** 소방시설 =설치 · 유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령 제15조 관련 [별표 4]

구분		재산(현존가치)	동수	인구(명)	거주자분포율	지역피해확산계수
서울시 종로1~4가동	특정관리대상	1,402,574,760,176	175	4,237	0.31267	
	인접건축물	197,446,974,250	252	716	0.05287	
	피해확산대상	1,600,021,734,426	427	4,953	0.36553	
	행정 동 전체	3,722,335,990,234	3,478	13,551	1.00000	
	계수	0.4298	0.1066	0.3655		0.3334
청원군 미원면	특정관리대상	16,190,062,764	11	227	0.0359	
	인접건축물	0	0	0	0.0000	
	피해확산대상	16,190,062,764	11	227	0.0359	
	행정 동 전체	623,211,419,755	4,341	6,326	1.0000	
	계수(밀도)	0.0260	0.0025	0.0359		0.0256

구분		재산(현존가치)	동수	인구(명)	거주자분포율	지역피해확산계수
전주시 덕진동	특정관리대상	33,076,455,772	7	127	0.00814	
	인접건축물	4,202,665,449	9	46	0.00292	
전주시 덕진동	피해확산대상	37,279,121,221	16	173	0.01105	
	행정 동 전체	1,273,949,038,117	2,807	15,641	1.00000	
	계수(밀도)	0.0293	0.0057	0.0111		0.0184
전주시 팔복동	특정관리대상	932,607,780	2	12	0.00110	
	인접건축물	4,574,252,285	7	67	0.00622	
	피해확산대상	5,506,860,065	9	79	0.00732	
	행정 동 전체	2,572,087,902,614	3,006	10,816	1.00000	
	계수(밀도)	0.0021	0.0030	0.0073		0.0047

Table. 3 표본 행정 동별 지역피해확산계수