

그림차례 iii

표차례 vi

제1장 서 론 1

1.1 연구 배경 및 필요성	3
1.2 연구 목적 및 범위	4
1.3 연구 방법 및 절차	6

제2장 GIS 기반 건축물 내진 데이터베이스 고도화 기술 개발 .. 11

2.1 지진취약도 함수 변경 방법 개발	13
2.2 지진취약도 함수 적용 방법 표준화	18
2.3 건축물 내진 데이터베이스 현행화 절차 표준화	33

제3장 인명피해 예측 알고리즘 개선 및 구현 알고리즘 개발 43

3.1 기존 지진피해추정 시스템의 인명피해 예측 방법 분석 및 개선 알고리즘 개발	45
3.2 인명피해 예측을 위한 인구통계 데이터베이스 구축	61

제4장 지진피해추정 결과의 민감도 분석 시스템 개발 71

4.1 지진피해추정 시스템의 주요 입력변수 조사 및 분류	73
4.2 지진피해추정 시스템의 입력변수에 따른 민감도 분석 프로그램 개발	78

제5장 파일럿 시스템 반영 및 검증 89

5.1 데이터베이스 최신화 91
5.2 신규 알고리즘 반영, 검증 95

제6장 결론 99

6.1 연구결과와 RFP의 부합성 101
6.2 결론 103

참고문헌 107

그림 1.1 연구 목적	5
그림 1.2 연구 추진전략 및 방향	5
그림 1.3 연구 내용 및 일정	6
그림 2.1 지진취약도 함수 인자 파일 형식	13
그림 2.2 지진취약도 함수 인자 파일(Excel)	13
그림 2.3 지진취약도 함수 정보 수집 소스코드	14
그림 2.4 CSV 파일 작성 함수 소스코드	15
그림 2.5 지진취약도 함수 수정/추가 함수 소스코드	16
그림 2.6 지진취약도 함수 수정/추가 예제	17
그림 2.7 취약도 함수 모듈 수정 및 반영 과정 도식	19
그림 2.8 취약도 함수 인자 편집 방식 도식	19
그림 2.9 지진취약도 함수 데이터베이스 구조	20
그림 2.10 지진취약도 함수 데이터베이스 자료(일부)	21
그림 2.11 지진취약도 함수 데이터베이스 구축 코드(SQL Query)	22
그림 2.12 지진취약도 함수 데이터베이스 초기정보 입력 코드(일부)	23
그림 2.13 기존 콘크리트 건축물 구조형식 분류 기준	25
그림 2.14 신규 콘크리트 건축물 구조형식 분류 기준	26
그림 2.15 건축물 구조형식 분류 SQL Query(일부)	32
그림 2.16 건축물 내진 데이터베이스 현행화 개선 코드(일부)	34
그림 2.17 신축 건축물 파악 SQL Query	36
그림 2.18 멀실 건축물 파악 SQL Query	36
그림 2.19 변경 건축물 파악 SQL Query	36

그림 2.20 신축 건축물 파악 SQL Query 실행 결과	37
그림 2.21 멸실 건축물 파악 SQL Query 실행 결과	37
그림 2.22 변경 건축물 파악 SQL Query 실행 결과	38
그림 2.23 sql_info.py 파일 수정 전, 후 비교	40
그림 2.24 building_select.py 파일 수정 전, 후 비교(일부)	40
그림 3.1 기존 지진피해추정 시스템 인명피해 추정 과정 흐름도	45
그림 3.2 2016년 경주 9.12지진, 2017년 포항지진 이재민 집계	54
그림 3.3 기존 시스템의 인명피해 알고리즘 요약	55
그림 3.4 개선 시스템의 인명피해 알고리즘 요약	56
그림 3.5 건축물 용도별 연면적 반영 방법 예시	57
그림 3.6 강남구와 강동구의 시간별 인구변화 통계	59
그림 3.7 경찰청 유동인구 데이터 제공화면	62
그림 3.8 가평경찰서, 서울은평경찰서 유동인구	64
그림 3.9 태백경찰서, 동해경찰서 유동인구	64
그림 3.10 2020 인구주택총조사 보고서	65
그림 3.11 인구통계 데이터베이스 Column 입력 과정	66
그림 3.12 인구통계 데이터베이스 초기값(일부)	68
그림 3.13 인구통계 데이터베이스 구축 SQL Query	69
그림 4.1 반복 수행 알고리즘(순서도)	78
그림 4.2 반복 수행 대상 진앙 위치	79
그림 4.3 반복 수행 소스코드	80
그림 4.4 반복 수행 절차 중 P44 위치	81
그림 4.5 반복 수행 결과 #2	82
그림 4.6 반복 수행 절차 중 P41-47 위치	83

그림 4.7 반복 수행 결과 #4	84
그림 4.8 고정 가속도 시설물 분석 예시	85
그림 4.9 고정 가속도 시설물 분석 결과 #1	85
그림 4.10 고정 가속도 시설물 분석 결과 #2	86
그림 4.11 고정 가속도 시설물 분석 결과 #3	86
그림 4.12 지반가속도 변화에 따른 부상자 발생 분포 변화	87
그림 5.1 건축물 내진 데이터베이스(일부)	92
그림 5.2 지진취약도 함수 데이터베이스(일부)	93
그림 5.3 인구통계 데이터베이스(일부)	94
그림 5.4 신규 추가 알고리즘(일부, 예시)	97

표 2.1 개선 분류 기준 적용 구조형식별 건축물 수량	31
표 2.2 각 모듈별 파일이름 및 용도	39
표 3.1 시간대별 실내 체류율	46
표 3.2 사상자 수준 정의	46
표 3.3 구조형식별 봉괴 비율	47
표 3.4 구조형식, 손상수준에 따른 단계별 사상자 발생 확률	49
표 3.5 이재민 유형 분류	53
표 3.6 거주인구 체류율 산정을 위한 건축물의 용도	56
표 3.7 건축물의 용도별 체류율 산정	57
표 3.8 체류율 산정을 위한 변수 목록	60
표 3.9 경찰청 유동인구 데이터(일부)	62
표 3.10 경찰청 유동인구 자료정리	63
표 3.11 인구통계 데이터베이스 Column 내용	67
표 3.12 인구통계 데이터베이스 Column 정의	67
표 4.1 반복 수행 결과 #1	82
표 4.2 반복 수행 결과 #1	84
표 5.1 모듈별 파일이름 및 용도	95
표 5.2 기능별 추가 모듈 위치	96
표 6.1 RFP 요구사항과 수행 결과 대조표	101

용
수

알
행
식
Q

구조형식	동 수	구조형식	동 수	구조형식	동 수
W1	1,337,718	W2	4,560	S1L	1,902,672
S1M	-	S1H	-	S2L	11,205
S2M	2,641	S2H	1	S3L	-
S3M	-	S3H	131	S4L	26,132
S4M	3,604	S4H	1,050	PC1L1	126
PC1L2	517	PC1M	-	PC2L1	1,391
PC2L2	1,626	PC2M	492	URML	2,506,816
URMM	120,027	C1L1	-	C1L2	-
C1M	-	C1H	-	C2L1	678,948
C2L2	391,861	C2M	9,189	C2H	-
C3L1	141	C3L2	180,716	C3M	73,768
C3H	68,350	C4L1	34,365	C4L2	78,358
C4M	37,502	C4H	1,058	C5L1	-
C5L2	341,951	C5M	34,289	C5H	2,378

루
한
추
선
서
여

파일(모듈)명	용도
building_select.py	혼합형 공간정의 기반 건축물 선택 알고리즘
class_def_Buidling.py	건축물 정보 DB와의 연계를 위한 알고리즘
class_def_Earthquake.py	지진 정보 및 지반운동예측을 위한 알고리즘
main.py	전체 알고리즘 통합·운영을 위한 주 실행 파일
sql_info.py	Database 연동을 위한 접속 정보
str_calc_damage.py	건축물 피해추정을 위한 손상확률 계산 알고리즘
str_damage_parameters.py	피해추정을 위한 취약도 함수 Dataset
vs30_data.py	지반증폭률 계산을 위한 지반정보 Dataset

파
인
축
정

봉

번호	분류명	대분류	소분류명	총수	Complete 수준에서 완전 봉괴 비율 [%]
1	W1	전통 목구조	W1	All	0.05
2	W2	서양식 목구조	W2	All	0.05
3	S1	철골모멘트골조	S1L	1-5	0.2
4			S1M	6-15	0.15
5			S1H	16+	0.1
6	S2	철골가새가 있는 철골모멘트골조	S2L	1-5	0.2
7			S2M	6-15	0.15
8			S2H	16+	0.1
9	S3	콘크리트전단벽이 있는 철골모멘트골조	S3L	1-5	0.2
10			S3M	6-15	0.15
11			S3H	16+	0.1
12	S4	철골철근콘크리트구조	S4L	1-5	0.2
13			S4M	6-15	0.15
14			S4H	16+	0.1
15	C1	콘크리트 모멘트골조	C1L1	1-2	0.2
16			C1L2	3-5	0.2
17			C1M	6-15	0.15
18			C1H	16+	0.1

번호	분류명	대분류	소분류명	총수	Complete 수준에서 완전 붕괴 비율 [%]
19	C2	무보강 조적채움벽이 있는 콘크리트모멘트골조	C2L1	1-2	0.25
20			C2L2	3-5	0.25
21			C2M	6-15	0.2
22			C2H	16+	0.15
23	C3	콘크리트전단벽	C3L1	1-2	0.2
24			C3L2	3-5	0.2
25			C3M	6-15	0.15
26			C3H	16+	0.1
27	C4	콘크리트 전단벽이 있는 콘크리트모멘트골조	C4L1	1-2	0.2
28			C4L2	3-5	0.2
29			C4M	6-15	0.15
30			C4H	16+	0.1
31	C5	필로티형 콘크리트전단벽	C5L	2-5	0.3
32			C5M	6-15	0.25
33			C5H	16+	0.2
34	PC1	프리캐스트 콘크리트전단벽	PC1L1	1-2	0.25
35			PC1L2	3-5	0.2
36			PC1M	6+	0.15
37	PC2	콘크리트전단벽이 있는 프리캐스트 모멘트골조	PC2L1	1-2	0.25
38			PC2L2	3-5	0.2
39			PC2M	6+	0.15
40	URM	무보강 조적전단벽	URML	1-2	0.25
41			URMM	3+	0.25

같

위
래

공을
을 아
.).

피난 요인	이재민 유형													
	유형 1							유형 2				유형 3		4
건물피해	O	O	O	O	O	O	O	O	X	X	X	X	X	X
단수	O	O	O	O	X	X	X	X	O	O	O	O	X	X
불안	O	O	X	X	O	O	X	X	O	O	X	X	O	O
기타	O	X	O	X	O	X	O	X	O	X	O	X	O	O

정

근 산

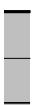
1c

	용도 구분				
	U1	U2	U3	U4	U5
건축물 대장 주용도	01 단독주택 02 공동주택 23 교정및군사시설	03 제1종근린생활시설 04 제2종근린생활시설 05 문화및집회시설 06 종교시설 07 판매시설 08 운수시설 09 의료시설 11 노유자시설 12 수련시설 13 운동시설 14 업무시설 16 위락시설 27 관광휴게시설 29 장례식장	10 교육연구시설	17 공장 18 창고시설 19 위험물저장및처리 20 자동차관련시설 21 동.식물관련시설 22 분뇨,쓰레기처리시설 24 방송통신시설 25 발전시설 26 묘지관련시설 28 가설건축물	15 숙박시설

있

은

참



—

).
—
—
—
—

	시간대		
	16:01-19:00	19:01-22:00	22:01-24:00
U1	$\{0.15+(0.5-0.15) \times (t-16)/(19-16)\} \times NRES$	$0.5 \times NRES$	$\{0.5+(0.99-0.5) \times (t-22)/(24-22)\} \times NRES$
U2	$\{0.98+(0.5-0.98) \times (t-16)/(19-16)\} \times COMW + \{0.2+(0.5-0.2) \times (t-16)/(19-16)\} \times DRES + \{0.8+(0.7-0.8) \times (t-16)/(19-16)\} \times HOTEL + \{0.8+(0-0.8) \times (t-16)/(19-16)\} \times VISIT$	$0.5 \times COMW + 0.1 \times NRES + 0.7 \times HOTEL$	$\{0.5+(0.99-0.5) \times (t-22)/(24-22)\} \times NRES$
U3	$\{0.8+(0.1-0.8) \times (t-16)/(19-16)\} \times GRADE$	$0.1 \times GRADE$	$\{0.1+(0-0.1) \times (t-22)/(24-22)\} \times GRADE$
U4	0	0	0
U5	$\{0.19+(0.299-0.19) \times (t-16)/(19-16)\} \times HOTEL$	$0.299 \times HOTEL$	$\{0.299+(1-0.299) \times (t-22)/(24-22)\} \times HOTEL$

기]

변수	설명	산정 방법	예시(반올림)
RRES	주민등록인구	행정안전부 주민등록 인구통계	10,000
NRES	야간거주인구	$0.95 \times RRES$	9,500
DRES	주간거주인구	$0.20 \times NRES$	1,900
COMW	업무 및 상업시설 근로인구	$NRES \times (3.75 \times B - 0.0875)$	
HOTEL	숙박시설 체류인구	$1.1 \times \{2 \times 0.1 \times (\text{숙박시설 연면적} [m}^2\text{]/20)\}$	
GRADE	중등교육기관 학생수	$1.1 \times (\text{교육연구시설 연면적} [m}^2\text{]/20)$	
COLLEGE	고등교육기관 학생수	-	0
INDW	산업시설 근로인구	-	0
VISIT	비거주 방문 인구	-	0

경찰서명	년월일	유동인구수01_06시간대	유동인구수07_12시간대	유동인구수13_18시간대	유동인구수19_00시간대
가평경찰서	20190101	60340.61	196779.53	249064.18	91617.08
가평경찰서	20190102	21464.3	150290.97	160914.54	45304.35
가평경찰서	20190103	19158.73	145718.36	159325.49	44236.01
가평경찰서	20190104	18516.16	156967.8	199607.21	69915.71
가평경찰서	20190105	25643.6	206704.61	255110.69	75470.78
가평경찰서	20190106	21140.19	190952.18	236531.01	58858.55
가평경찰서	20190107	20213.11	152928.2	158655.28	43818.59
가평경찰서	20190108	18763.6	149231.96	156441.62	39778.57
가평경찰서	20190109	18176.92	144937.79	146020.45	44964
가평경찰서	20190110	19867.28	160090.14	171893.22	49159.11
가평경찰서	20190111	19344.1	159791.26	211996.42	74856.69
가평경찰서	20190112	28931.81	278576.51	329777.52	96294.42
가평경찰서	20190113	23846.63	225120.67	263559.24	69296.08
가평경찰서	20190114	21836.44	166405.84	171435.32	38072.03
가평경찰서	20190115	22746.43	177719.01	186224.43	54668
가평경찰서	20190116	21778.87	160241.09	174796.05	52759.95
가평경찰서	20190117	20665.62	171672.12	183097.72	52699.88

주

말

pol_name	mont	hol	01to06	07to12	13to18	19to00
가평경찰서	1 주말	27673.17769	219238.7315	263601.9108	80022.91615	
가평경찰서	1 평일	20807.715	161643.2411	173795.8978	49448.05278	
강릉경찰서	1 주말	75458.22077	479098.4592	574032.9038	170520.5938	
강릉경찰서	1 평일	50955.25556	390166.7139	449736.0056	135274.2472	
강진경찰서	1 주말	11305.05769	80409.35692	88367.81538	20999.16846	
강진경찰서	1 평일	11112.51278	81400.26056	79552.88611	18435.96556	
거제경찰서	1 주말	82434.03231	342247.0485	425863.37	164659.2946	
거제경찰서	1 평일	83492.21722	348847.1906	405947.5156	154928.4011	
거창경찰서	1 주말	18110.22154	122555.9046	143322.9977	46171.89846	
거창경찰서	1 평일	17497.48111	116207.6394	124978.4522	41667.41611	
경기평택경찰서	1 주말	2320.024615	9811.53	15004.26846	7577.748462	
경기평택경찰서	1 평일	2786.304444	11267.05278	15632.94556	7066.686111	
경산경찰서	1 주말	87385.64462	439198.9238	562601.2615	239427.7677	
경산경찰서	1 평일	90645.065	492815.9367	538519.3756	218058.9167	
경주경찰서	1 주말	117999.6608	705938.9577	876076.4308	296244.2915	
경주경찰서	1 평일	109462.1894	649185.94	692339.7028	237567.3522	
고령경찰서	1 주말	11423.24385	71531.26769	81569.91462	22348.66846	
고령경찰서	1 평일	13078.46444	75464.52778	71278.74389	19404.40556	
고성경찰서	1 주말	41642.59077	233333.2477	249060.9477	66848.54615	
고성경찰서	1 평일	35638.14111	199929.8456	200263.4361	51574.54389	
고양경찰서	1 주말	130854.7885	611520.1846	817176.92	360652.5831	

1팀

3.
른
광
또
구

다

관

과

평

것

Column Name	자료형	길이	NULL 허용
07to12_wd	DECIMAL	11,3	X
07to12_hd	DECIMAL	11,3	X
13to18_wd	DECIMAL	11,3	X
13to18_hd	DECIMAL	11,3	X
19to24_wd	DECIMAL	11,3	X
19to24_hd	DECIMAL	11,3	X

설
과
터
도
주
계

P_name	규모	진원깊이	피해_C	피해_E	피해_M	피해_S
P44	M_L=3.0	5	0	0	2.1222	67.0176
P44	M_L=3.0	10	0	0	0.0167	12.7883
P44	M_L=3.0	15	0	0	0	2.8293
P44	M_L=3.0	20	0	0	0	0.3462
P44	M_L=3.0	25	0	0	0	0.0122
P44	M_L=3.5	5	0.0054	0.0174	11.1772	189.5057
P44	M_L=3.5	10	0	0	0.4775	49.284
P44	M_L=3.5	15	0	0	0.0032	13.7156
P44	M_L=3.5	20	0	0	0	3.9377
P44	M_L=3.5	25	0	0	0	0.9743
P44	M_L=4.0	5	0.1105	0.5328	60.4726	567.0249
P44	M_L=4.0	10	0	0	5.4398	196.03
P44	M_L=4.0	15	0	0	0.5087	69.3695
P44	M_L=4.0	20	0	0	0.0122	24.9014
P44	M_L=4.0	25	0	0	0	9.1452
P44	M_L=5.0	5	15.0938	44.2093	1272.927	4359.003
P44	M_L=5.0	10	0.828	3.896	359.6127	2393.658
P44	M_L=5.0	15	0.0475	0.2975	103.1986	1257.15
P44	M_L=5.0	20	0	0.0005	30.0698	659.5124
P44	M_L=5.0	25	0	0	8.9906	346.8334
P44	M_L=6.0	5	545.2205	1170.84	10852.55	14980.84
P44	M_L=6.0	10	131.3593	360.5492	6743.094	13139.45
P44	M_L=6.0	15	33.5586	105.7957	3579.272	9819.479
P44	M_L=6.0	20	8.988	31.6233	1812.771	6836.492
P44	M_L=6.0	25	2.1041	10.3735	910.6734	4674.42



P_name	규모	진원깊이	피해_C	피해_E	피해_M	피해_S
P41	M_L=5.0	10	0.0289	0.1757	20.8785	230.5709
P42	M_L=5.0	10	0.3695	1.4214	89.0566	627.4814
P43	M_L=5.0	10	0.3626	1.7728	164.7446	1314.831
P44	M_L=5.0	10	0.828	3.896	359.6127	2393.658
P45	M_L=5.0	10	1.2553	5.0774	446.3515	2770.8
P46	M_L=5.0	10	0.1262	0.8098	154.948	1588.881
P47	M_L=5.0	10	0.0548	0.2629	47.3559	705.0927

5.

시

기

RFP
요구사항

1. Report No. NDMI-PR-2024-08-03-02	2. Research development phase Application research phase	3. Report Date 2024. 9
4. Title and Subtitle Development of GIS-based Damage Estimation Techniques for Individual Facilities(2/4)	5. Period Covered 2024. 1 ~ 2024. 9	
6. Performing Organization Name and Address Earthquake Engineering Society of Korea 22, Teheran-ro 7-gil, Gangnam-gu, Seoul, Republic of Korea Tel. (032) 860 - 7114 / FAX. (032) 872 - 5837	7. Author(s) Jeong, Seong-Hoon & Jang, Won-Seok (Inha University)	
8. Co-performing Organization Name and Address	9. Sponsoring Agency Name and Address National Disaster Management Research Institute	
10. Abstract This study aims to establish foundational technologies for upgrading the current earthquake damage estimation system and to enhance the seismic resistance database of buildings by integrating GIS information, building registry data, and seismic vulnerability functions. By analyzing the existing earthquake damage estimation system, we seek to improve it and develop new algorithms. Additionally, we will develop a sensitivity analysis system for earthquake damage estimation results to devise methods for reducing uncertainty in the estimations.		
11. Keywords building earthquake-resistant database, earthquake damage estimation system		
12. Security Classification Unclassified	13. No. of Pages Page 108	14. Distribution Statement Released Unlimited
15. Price		