

홍수손실 평가를 위한 HAZUS-MH 소프트웨어 소개

1. 서론

지구온난화에 따른 기후변화로 태풍, 집중호우, 가뭄 등 이상기후의 발생빈도 및 강도가 전 지구적으로 증가하는 추세이며, 이러한 이상기후는 사회·경제·환경 전반에 걸쳐 많은 영향을 미친다. 이러한 자연재해 가운데, 홍수는 <그림 1>과 같이 전 세계적으로 가장 높은 빈도로 발생되고 있으며, 발생 수 또한 급격하게 증가하고 있다. 우리나라 또한 과거 태풍 루사(2002)와 매미(2003)와 같은 재난으로 인하여 기록적 피해가 발생한 바 있고, 그 발생빈도와 규모 또한 날로 커지고 있다. 게다가, 산업화, 도시화로 인한 하천변 토지이용의 고도화와 재난 취약지역 내 거주인구 증가는 과거 홍수발생에 의한 피해와는 비교가 안 될 정도로 사회·경제적으로 막대한 피해를 입힐 수 있다.

Heinrich의 “사고는 예측하지 못하는 순간에 갑자기 닥치는 것이 아니라 이전에 여러 번 경고성 징후를 보낸다.”, 정약용의 “재난을 미리 짐작하고 이를 예방하는 것이 재난을 만난 뒤 은혜를 베푸는 것보다 훨씬 낫다.”는 말과 같이 우리는

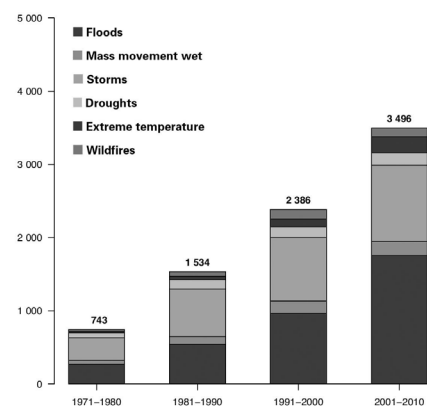
재난위기관리의 중요성을 인지하여 대응강화에 노력을 기울여야 할 것이다. 특히, 본고에서 주로 다룰 홍수손실 평가와 관련하여, 최근 기획재정부(2014)에서는 “대한민국 중장기정책 과제”에서 기후변화 대응강화 목적으로 한국형 재난피해예측의 필요성을 언급한 바 있으며, 국내 학계 또



김길호
한국건설기술연구원
수자원하천연구소
박사후연구원
kgh0518@kict.re.kr



김경탁
한국건설기술연구원
수자원하천연구소
연구위원
ktkim1@kict.re.kr



<그림 1> 세계 자연재해 발생현황(WMO, 2014)

한 산발적이긴 하나 재난손실 평가와 관련한 연구가 활발히 진행 중이다.

이에 본고에서는 미국 연방재난관리청(FEMA, Federal Emergency Management Agency)에서 재난손실 평가를 위해 개발된 HAZUS-MH Flood Model의 체계를 개략적으로 설명하고, HAZUS-MH S/W 2.1버전을 이용하여 미국 노스캐롤라이나 주에 위치한 Alamance 카운티의 홍수손실 평가과정을 소개하고자 한다.

2. HAZUS-MH Flood Model 개요

2.1 HAZUS-MH 개발과정

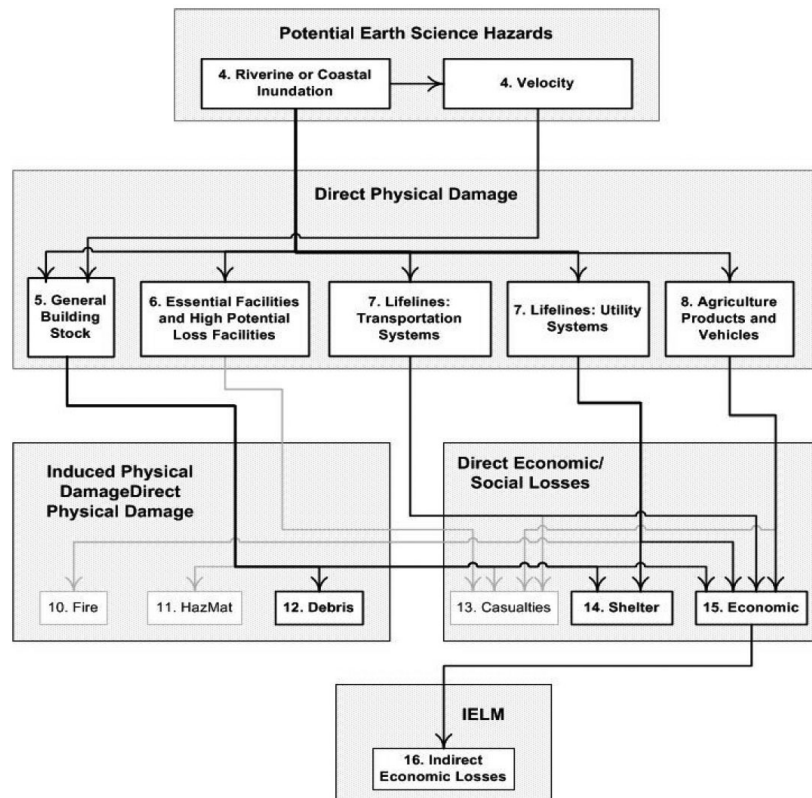
미국 연방재난관리청(FEMA)은 지진재해에 따른 경제적

손실을 평가하고 예측하기 위해 1992년 프로젝트를 착수하여 1997년 ArcView와 MapInfo 기반의 HAZUS 97을 개발하였다. 그리고 허리케인과 홍수 모듈을 추가하여 HAZUS-MH로 개명하고, ArcGIS Extension 형태로 재설계되었다.

이후에도 새로운 방법론과 자산목록 및 손상함수들을 HAZUS-MH에 반영하고 있으며, 최신 ArcGIS 버전과 호환 가능하도록 지속적으로 보완하고 있다. 홍수, 지진, 허리케인 각각의 모듈은 ABS Consulting, ATKNS, Applied Research Associates에서 참여하여 개발 중이며(유순영과 안현욱, 2013), 현재 기준으로 HAZUS-MH 21(SP3)가 배포되어 사용 중이다.

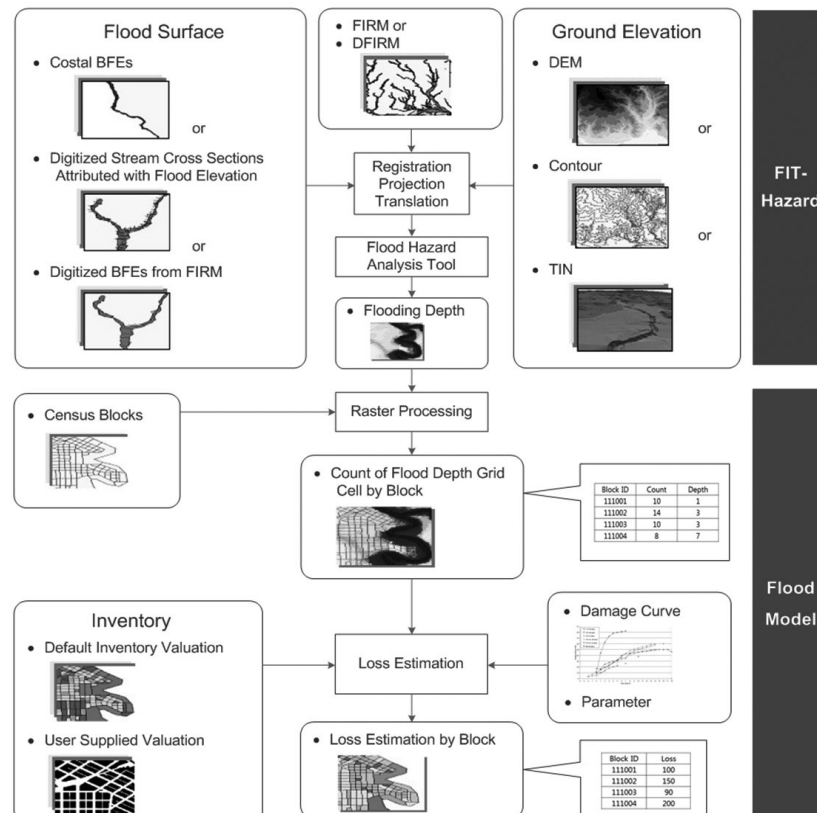
2.2 HAZUS-MH Flood Model 체계

HAZUS-MH Flood Model의 전체적인 손실향가 과정은



〈그림 2〉 HAZUS-MH Flood Model 체계

(Source: Multi-hazard Loss Estimation Methodology Flood Model Technical Manual, FEMA, 2012)



〈그림 3〉 FIT와 HAZUS-MH Flood Model의 연계 과정

(Source: Modified from Multi-hazard Loss Estimation Methodology Flood Model Technical Manual, FEMA, 2012)

이전에 개발된 Earthquake Model에 기초하고 있기 때문에 〈그림 2〉와 같이 전반적인 체계가 유사하다. 그림에서 화재, 위해 물질 방출 및 사상자에 관한 회색연결선과 회색박스 는 현재까지 방법론이 확립되지 않은 모듈이라 현재 S/W 상에서 지원되지 않으며, 이는 향후 추가 연구개발을 통해 보완될 것이다.

Flood Model에서의 분석은 크게 홍수재해분석과 홍수손실평가 과정으로 구분된다. 우선, 홍수재해분석은 홍수빈도, 표고정보 등의 기초자료로부터 범람해석을 실시하여 침수경계, 침수심 등을 평가하는 과정이다. 여기서는 지형자료로서 DEM 만을 이용하여 침수해석이 가능하며, 사용자가 정밀한 분석이 필요한 경우 ArcGIS 내 Extension 형태의 FIT(Flood Information Tool)을 활용할 수 있다. 아래

〈그림 3〉은 FIT에 필요한 데이터와 FIT으로부터의 결과가 HAZUS-MH Flood Model에 연계되는 과정을 보여준다.

홍수손실평가 단계는 인벤토리데이터(피해자산)와 손상함수, 각종 파라미터 등을 반영하여 직·간접적인 경제적 손실을 금전적 형태로 평가하는 과정이다. 여기서는 일반건물, 필수시설, 고위험시설, 수송 및 라이프라인, 농작물, 차량 등을 피해대상으로 정의하고 있으며, 이 가운데 센서스블록(Census Block) 단위의 일반건물 자산은 다양한 파라미터와 상세한 분류체계를 기반으로 한다. 특히, 건물용도의 경우 용도에 따라 33개의 범주(RES 1, RES2, ..., EDU2)로 구분하며, 건물구조 형태에 따라서는 목구조, 강구조, 석구조, 콘크리트구조, 조립구조를 기준의 5개 범주로 구분하고 있다.

한편, HAZUS-MH에서 필요로 하는 Inventory 데이터의 효율적인 관리(생성, 검토)를 위해 FEMA는 2007년부터 CDMS(Comprehensive Data Management System)를 사용자에게 배포하기 시작하였다. CDMS는 기존의 광범한 포맷 데이터를 HAZUS-MH에서 정의된 아키텍처 형태로 들어 오기(import) 위해 설계된 것으로, 도로, 학교와 같은 Site-Specific 데이터와 센서스블록 단위의 공간적으로 집합된 데이터(Aggregate Information)들을 지원한다. 현재는 2009년에 배포된 3번째 버전인 CDMS v.2.5이 사용 중이다.

3. HAZUS-MH S/W 구동과정

본 장에서는 미국 노스캐롤라이나 주의 Alamance 카운티를 대상으로 HAZUS-MH 2.1버전의 구동과정을 모듈 별로 구분하여 소개하고자 한다. 여기서는 지형자료의 경우 DEM 만을 활용하여 범람해석을 실시하였고, 기본적으로 CDMS에서 제공되는 인벤토리 데이터와 디폴트 파라미터 값을 이용한 1레벨 수준으로 수행하였다.

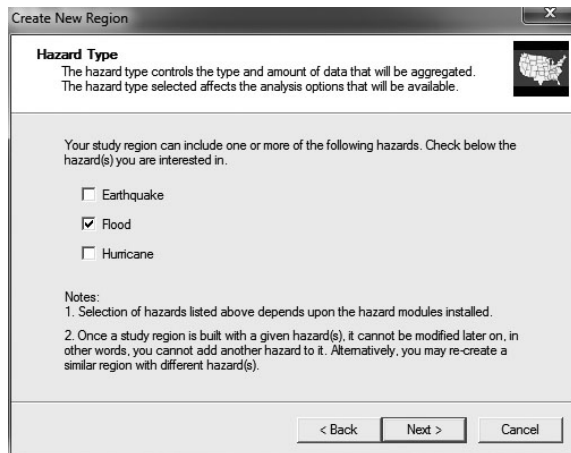
3.1 S/W 설치

HAZUS-MH S/W를 설치하기 위해서는 2.1버전의 경우 영문(US English) Window 운영체제에 설치된 ESRI ArcGIS 10(SP2)과 Spatial Analyst Extension이 기본적으로 갖춰야 한다. 그러나 HAZUS-MH S/W 설치파일은 미국 IP에서만 다운로드가 허용되며, CDMS의 준비, 익숙지 않은 운영체제의 설치 등의 일련의 과정은 국내 사용자 입장에서는 그리 만만하지는 않다.

3.2 분석지역의 정의

HAZUS-MH S/W 설치 후 실행하면 우선 분석지역을 정의하는 창이 활성화된다. 새로운 대상지역의 이름을 작

성 후, <그림 4>의 earthquake, flood, hurricane 가운데 대상 재난을 선택한다. 다음은 state, county, census track, census block, watershed을 기준으로 Aggregation 레벨을 선택한다. HAZUS-MH에서는 기본적으로 센서스블록을 기준으로 계산되기 때문에 이 과정에서 선택한 Aggregation 레벨은 실제 계산결과에는 영향을 미치지 않는다. 마지막으로 <그림 5>와 같이 선택된 대상지역을 선택하기 되면, 분석지역에 대한 CDMS 데이터와 연계되어 Inventory 정보가 마련된다.



<그림 4> 재난유형 선택



<그림 5> 분석 대상지역 정의(Aggregation level: County)

3.3 인벤토리 모듈

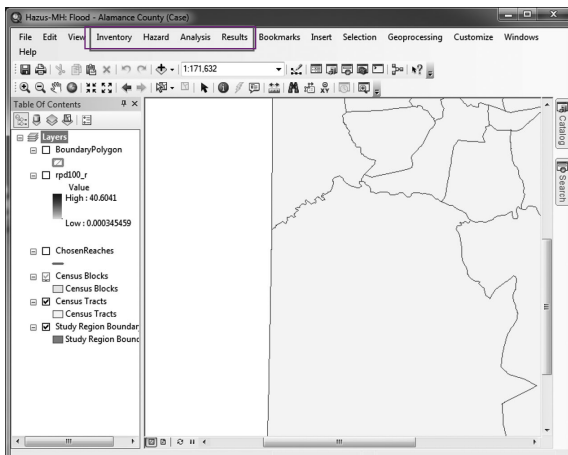
대상지역을 정의하면 ArcGIS기반의 HAZUS-MH 메인

화면이 활성화되며, 분석경계와 Aggregation 레벨에 따른 행정구역(Census blocks, Census Tracks 등) 또는 유역 레이어가 기본적으로 생성된다. 프로그램 메뉴를 살펴보면, ArcGIS 기본메뉴와 함께 HAZUS-MH 기능과 관련된 4가지 메뉴(Inventory, Hazard, Analysis, Results)가 <그림 6>과 같이 추가된다.

첫 번째 위치한 Inventory 메뉴는 선택지역 내 CDMS와 연계된 Site-Specific data와 Aggregation Information에 대한 정보를 담고 있으며, 이것들을 검토 또는 수정하거나 지도 상에 매핑(mapping)할 수도 있다. 인벤토리 하위메뉴는 <그림 7>과 같이 구성되며, 여기서는 HAZUS-MH에서 분

정보와 파라미터들을 확인할 수 있으며, 특히 일반자산의 경우 다른 자산에 비해 더욱 상세한 정보를 포함하고 있다.

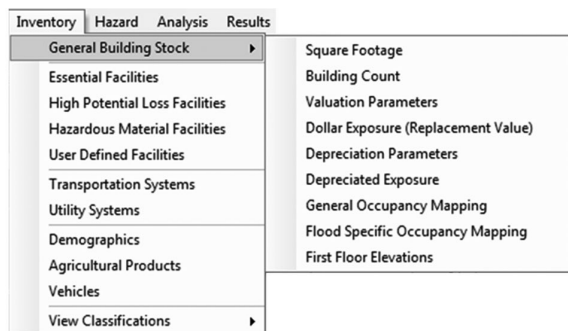
일반건물 메뉴를 자세히 살펴보면, Square Footage(그림 8)에서는 33개 건물용도 별로 각 센서스블록 내 건물 바닥면적(연면적)을 확인할 수 있으며, Building Count(그림 9)는 건물용도와 건물구조 별로 센서스블록 내 위치한 건물의 수를 보여준다. Valuation Parameter(그림 10)에서는 건물의 완전 대체비용(full replacement cost) 평가 시 사용되는 건물비용, location Factors, 차고분포, 차고비용, 지하실분포 등과 관련된 원단위 혹은 파라미터 들을 확인할 수 있다.



<그림 6> HAZUS-MH Flood 인터페이스

CensusBlock	RES1	RES2	RES3A	RES3B	RES3C	RES3D
1 370010201011000	3.96	0.00	1.12	0.52	0.67	2.0
2 370010201011001	5.14	0.00	1.49	0.70	0.89	2.7
3 370010201011002	4.82	0.00	1.40	0.65	0.84	2.6
4 370010201011003	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
5 370010201011004	3.21	0.00	0.93	0.44	0.56	1.7
6 370010201011005	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
7 370010201011006	1.93	0.00	0.56	0.26	0.33	1.0
8 370010201011007	5.79	0.00	1.67	0.78	1.00	3.1
9 370010201011008	0.00	0.00	0.09	0.04	0.06	0.1
10 370010201011009	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
11 370010201011010	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
12 370010201011011	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
13 370010201011012	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
14 370010201011013	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
15 370010201011014	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
16 370010201011015	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
17 370010201011016	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
18 370010201011017	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
19 370010201011018	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
20 370010201011019	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0

<그림 8> Square Footage



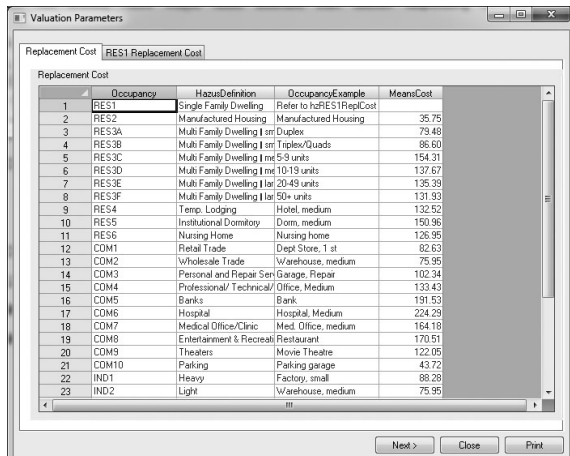
<그림 7> Inventory 메뉴

CensusBlock	Total	Residential	Commercial	Industrial	Agriculture	Relig
1 370010201011000	14	10	3	1	0	0
2 370010201011001	11	9	2	0	0	0
3 370010201011002	10	9	1	0	0	0
4 370010201011003	1	0	1	0	0	0
5 370010201011004	9	8	1	0	0	0
6 370010201011005	7	0	3	2	0	0
7 370010201011006	8	7	1	0	0	0
8 370010201011007	11	10	1	0	0	0
9 370010201011008	10	6	2	2	0	0
10 370010201011009	0	0	0	0	0	0
11 370010201011010	1	0	1	0	0	0
12 370010201011011	0	0	0	0	0	0
13 370010201011012	0	0	0	0	0	0
14 370010201011013	1	0	0	0	0	0
15 370010201011014	4	1	3	0	0	0
16 370010201011015	3	0	2	0	0	0
17 370010201011016	5	0	4	1	0	0

<그림 9> Building Count

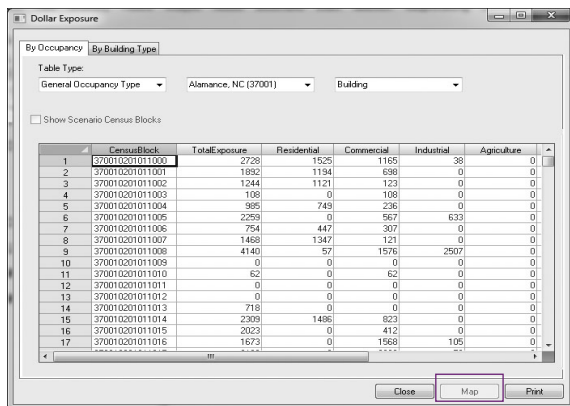
류하는 일반건물, 응급시설, 고위험시설, 유해물질시설, 교통시설, 유틸리티시설, 농작물, 차량, 인구항목에 대한 각종

홍수손실 평가를 위한 HAZUS-MH 소프트웨어 소개

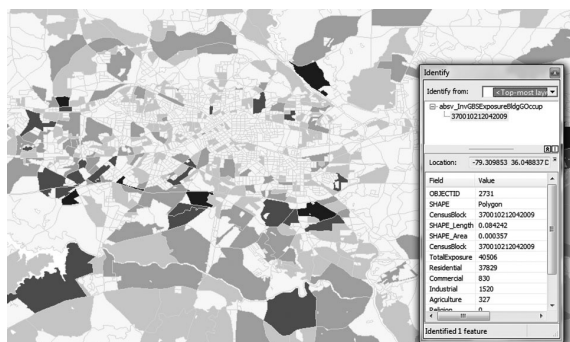


〈그림 10〉 Valuation Parameter

〈그림 11〉의 Dollar Exposure에서는 계산된 건물의 완전대
체비용과 이것과의 비율로 평가되는 건물내용물의 완전대체
비용을 센서스블록 별로 확인할 수 있다. 이렇게 공간적으로



〈그림 11〉 Dollar Exposure



〈그림 12〉 완전대체비용 결과 매핑 (Aggregation Information)

집합된 정보는 <그림 12>와 같이 지도상에 매핑이 가능하다.

앞의 완전대체비용은 시간에 따른 건물 노후화를 고려하지 않는데, 이는 <그림 13>과 같이 감가상각률을 활용하여 조정할 수 있다. 그로부터 감가상각된 건물대체비용은 <그림 14>의 Depreciated Exposure에서 확인할 수 있다. 그 아래 General Occupancy Mapping과 Flood Specific Occupancy Mapping은 건물용도 별로 건물 구조형태의 분포와 건물기초(foundation)에 대한 정보를 확인할 수 있으며, 홍수에만 활성화되는 First Floor Elevations는 건물기초에 따른 First Floor Height 데이터를 포함하고 있다.

Depreciated Parameters						
Depreciation Factors as a Function of Median Age						
Building Age (Yrs)	RES1Good	RES1Average	RES1Poor	RES2	RES3A	RES3B
0	0.00	0.45	9.64	0.00	0.45	0.45
1	0.50	1.43	10.80	1.88	1.43	1.43
2	1.00	2.42	11.95	3.75	2.42	2.42
3	1.81	3.41	13.10	5.63	3.41	3.41
4	2.61	4.40	14.25	7.50	4.40	4.40
5	3.42	5.38	15.41	9.38	5.38	5.38
6	4.23	6.37	16.56	11.25	6.37	6.37
7	5.03	7.36	17.71	13.13	7.36	7.36
8	5.84	8.35	18.86	15.00	8.35	8.35
9	6.65	9.34	20.02	16.88	9.34	9.34
10	7.45	10.33	21.17	18.75	10.33	10.33
11	8.26	11.31	22.32	20.63	11.31	11.31
12	9.06	12.30	23.48	22.50	12.30	12.30
13	9.87	13.29	24.63	24.38	13.29	13.29
14	10.68	14.28	25.78	26.25	14.28	14.28
15	11.48	15.26	26.93	28.13	15.26	15.26
16	12.29	16.25	28.09	30.00	16.25	16.25
17	13.10	17.24	29.24	31.88	17.24	17.24
18	13.90	18.23	30.39	33.75	18.23	18.23
19	14.71	19.22	31.54	35.63	19.22	19.22
20	15.51	20.20	32.70	37.50	20.20	20.20
21	16.32	21.19	33.85	39.38	21.19	21.19
22	17.13	22.18	35.00	41.25	22.18	22.18
23	17.93	23.17	36.15	43.13	23.17	23.17
24	18.74	24.16	37.31	45.00	24.16	24.16
25	19.55	25.14	38.46	46.88	25.14	25.14

〈그림 13〉 Depreciated Parameters

Depreciated Exposure

By Occupancy By Building Type

Table Type:
General Occupancy Type Alamance, NC (37001) Building

☐ Show Scenario Census Blocks

	CensusBlock	TotalExposure	Residential	Commercial	Industrial	Agriculture	%
1	370010201011000	481	282	193	6	0	0
2	370010201011001	352	236	116	0	0	0
3	370010201011002	242	222	20	0	0	0
4	370010201011003	18	0	18	0	0	0
5	370010201011004	188	149	39	0	0	0
6	370010201011005	376	0	95	105	0	0
7	370010201011006	138	67	51	0	0	0
8	370010201011007	287	257	20	0	0	0
9	370010201011008	689	10	262	417	0	0
10	370010201011009	0	0	0	0	0	0
11	370010201011010	10	0	10	0	0	0
12	370010201011011	0	0	0	0	0	0
13	370010201011012	0	0	0	0	0	0
14	370010201011013	119	0	0	0	0	0
15	370010201011014	384	247	137	0	0	0
16	370010201011015	336	0	68	0	0	0
17	370010201011016	277	0	260	17	0	0

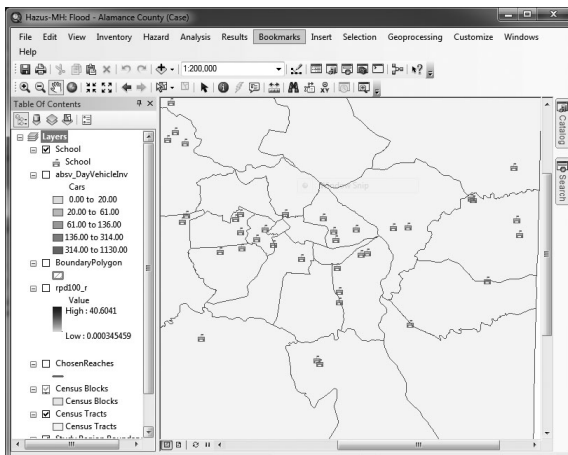
Close Map Print

〈그림 14〉 Depreciated Exposure

나머지 필수시설, 교통시설 등 일반건물 외 자산에 대한 인벤토리 데이터는 대부분 Site Specific Data로 제공되며, 이들은 <그림 15>와 같이 해당지역 내 위치하는 자산리스트를 포함하고, 위치정보로부터 <그림 16>과 같이 화면상에 Mapping 할 수도 있다.

ID	Name	Address	City	State	Zip
1	NC000024	WALTER M WILLIAM 1307 S CHURCH ST	BURLINGTON	NC	27215
2	NC000025	BROADVIEW MIDDLE 2225 BROADVIEW E	BURLINGTON	NC	27215
3	NC000026	EASTLAWN ELEMENT 502 N GRAHAM HOF	BURLINGTON	NC	27215
4	NC000027	WESTERN MIDDLE 2100 ELDON DRIVE	ELON	NC	27244
5	NC000028	LAKEVIEW MIDDLE 201 S O'KELLEY ST	ELON	NC	27244
6	NC000029	EDWIN M HOLT ELEMENT 4751 S NC 62	BURLINGTON	NC	27215
7	NC000030	SYLVAN ELEMENT 7715 SYLVAN ROAD	SNOW CAMP	NC	27346
8	NC000031	B EVERETT JORDAN 5827 CHURCH ROAD	GRAHAM	NC	27253
9	NC000032	SOUTHERN HIGH 631 SOUTHERN HIG	GRAHAM	NC	27253
10	NC000033	SOUTHERN MIDDLE 771 SOUTHERN HIG	GRAHAM	NC	27253
11	NC000034	NEW CENTURY CH 1735 SAVANNAH	SAVANNAH	NC	27340
12	NC001444	BLESSED SACRAMENT 915 HILLCREST AVE	BURLINGTON	NC	27215
13	NC001445	BURLINGTON DAY 11615 GREENWOOD	BURLINGTON	NC	27215
14	NC001643	BURLINGTON CHRI 621 SIXTH ST	BURLINGTON	NC	27215
15	NC001817	BIBLE WESLEYAN C 106 MOORES CHAPEL	GRAHAM	NC	27253
16	NC001911	FRIENDSHIP CHRIS 2541 ELON-OS SIPLE	ELON COLLEGE	NC	27244
17	NC001961	HAW RIVER CHRIS 1151 N VALKINS RD	HAW RIVER	NC	27256
18	NC002959	HUGH M CLUMMING 2200 N MEBANE ST	BURLINGTON	NC	27215
19	NC002960	R HOMER ANDREW 2630 BUCKINGHAM	BURLINGTON	NC	27215
20	NC002961	SELLARS GUNN AL 612 APPLE STREET	BURLINGTON	NC	27215
21	NC002962	HILLCREST ELEMENT 1714 W DAVIS ST	BURLINGTON	NC	27215
22	NC002963	TURBENTINE MIDDLE 1710 EDGEWOOD A	BURLINGTON	NC	27215
23	NC002964	GROVE PARK ELEMENT 141 TRAIL 1	BURLINGTON	NC	27215

<그림 15> Essential Facilities Inventory(학교)

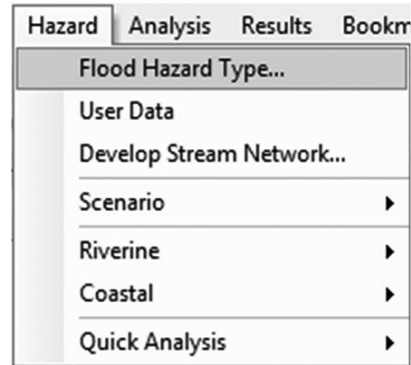


<그림 16> “학교” 자산의 Mapping

3.4 Hazard 모듈

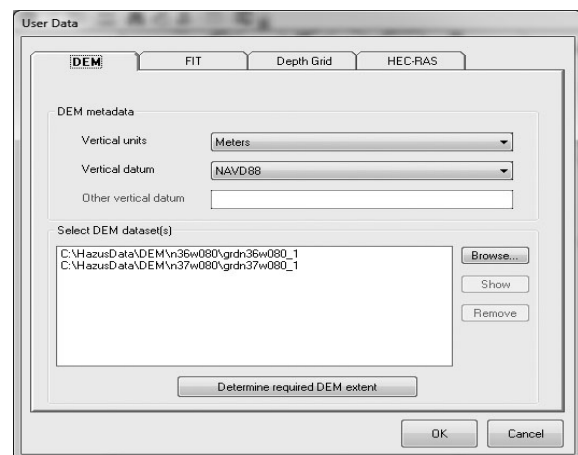
다음 모듈인 <그림 17>의 Hazard는 침수심(inundation depth)과 같은 홍수피해 기준이 되는 인자를 추정하기 위

한 침수해석을 지원한다. Flood Hazard Type은 Flood유형 (Riverine or Coastal or Riverine and Coastal)을 결정하는 것으로, 여기서는 하천만을 대상으로 하기 때문에 Riverine only를 선택하였다.



<그림 17> Hazard 메뉴

<그림 18>의 User Data는 침수해석에 필요한 기초데이터를 입력하는 과정으로, 여기서는 Level 1 수준의 침수해석을 위해 DEM만을 입력하거나, 지표면(ground surface), 수 표면(flood surface), 범람정보 등의 다양한 자료로부터 구축된 FIT데이터, 그리고 직접 Depth Grid 또는 Hec-RAS Grid를 입력할 수도 있다.

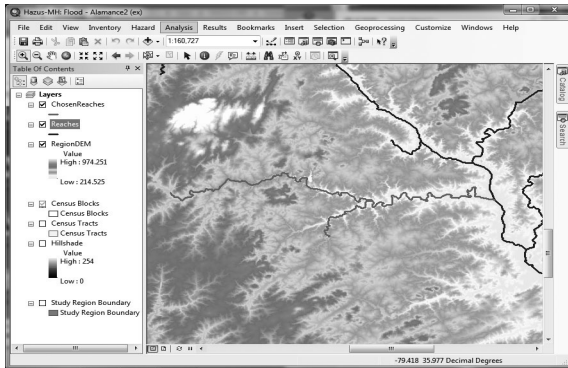


<그림 18> User Data

본고에서는 FIT 구축에 필요한 DFIRM 등의 기초자료 확

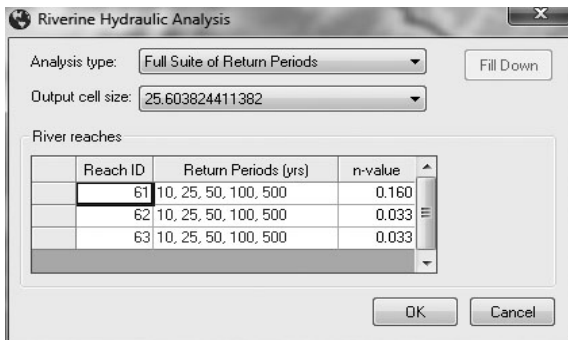
득의 어려움을 고려하여 Level 1 침수해석을 실시하였고, 이때 필요한 기초자료로서 DEM은 미국 지질조사국(USGS)의 National Map Viewer에서 수집하였다.

DEM 입력 후, Develop Stream Network에서는 기여면적 설정과 함께 하천망을 생성하는데, 각각의 피처에는 고유의 ID와 기본정보, 그리고 Manning 조도계수 등이 부여된다. 생성된 하천 가운데, 실제 분석하고자 하는 대상구간은 Scenario에서 선택할 수 있으며, 여기서는 <그림 19>와 같이 3개의 하도구간을 선택하였다.



<그림 19> 하천망 생성 및 대상구간 설정

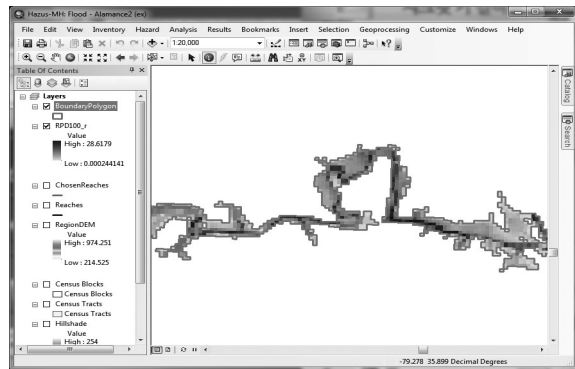
다음 Riverine 단계에서의 Hydrology 분석을 마친 후, Delineate Floodplain을 실행하면 <그림 20>과 같은 창이 활성화된다. 여기서는 하천구간 별로 모의하고자 하는 재현기간을 설정하거나 임의의 유량정보를 입력할 수 있다. 이때, 재현기간에 따른 침두유량은 미국 지질조사국의 빈도-



<그림 20> 모의 재현기간(침두유량)의 설정

유량관계 곡선으로부터 산출하며, 이는 주변의 관측유량을 참고하여 다시 조정된다.

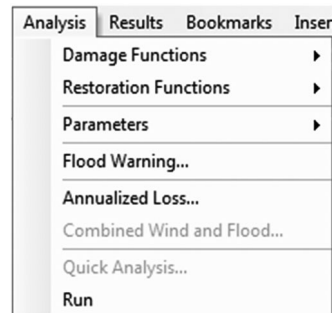
여기서는 재현기간 100년 빈도로 분석하였고, 생성된 침수심 정보를 포함하는 격자형태의 침수구역도와 폴리곤 형태의 침수경계 레이어는 <그림 21>과 같다.



<그림 21> 침수구역도 생성

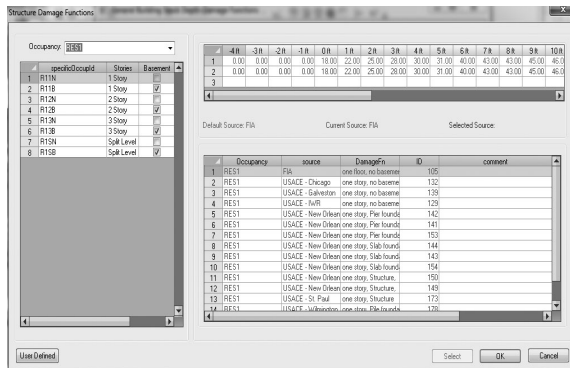
3.5 Analysis 모듈

세 번째 모듈인 Analysis에서는 <그림 22>와 같은 하위 메뉴로 구성되며, 여기서는 손실평가에 사용되는 손상함수(그림 23)와 물리적 손실 외 영업정지손실과 같은 부차적 손실을 평가하기 위한 각종 파라미터(그림 24) 등을 설정한다. 특히, 자산 별로 물리적 손상정도를 평가 시 핵심요소인 손상함수(Damage Functions)의 경우 HAZUS-MH 내 손상함수 라이브러리로부터 사용할 손상함수를 선택하거나 사

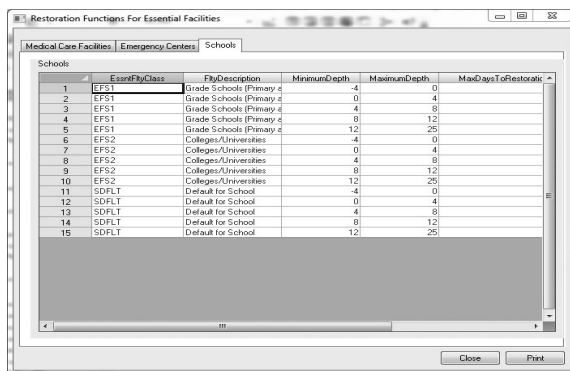


<그림 22> Analysis 메뉴

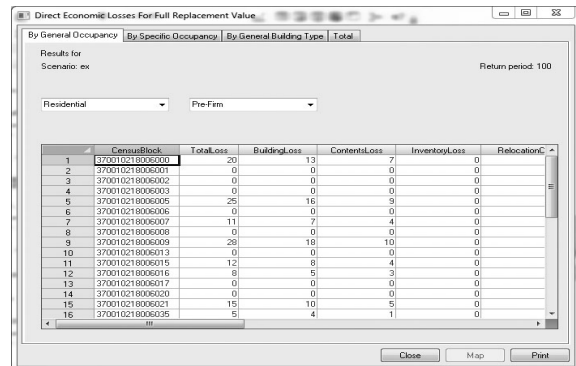
용자가 직접 마련한 침수심(ft)-손상률(%) 정보를 입력하여 사용할 수도 있다.



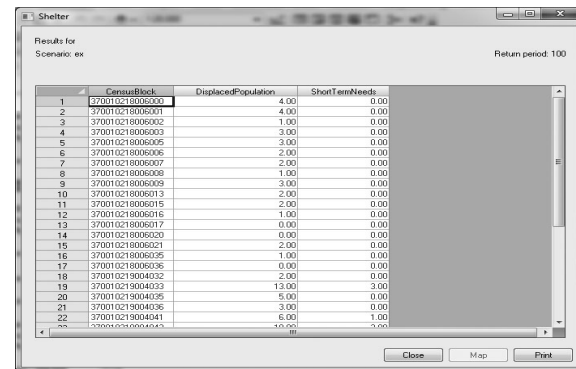
〈그림 23〉 Damage Function 라이브러리



〈그림 24〉 복구시간 관련 파라미터



〈그림 25〉 손실평가 결과(일반건물)



〈그림 26〉 피난인구 정보

4. 결론

3.6 Results 모듈

Analysis 모듈에서 손상합수와 각종 파라미터를 설정 후 실행한 결과는 Results 메뉴에서 확인이 가능하다. 여기서는 <그림 25>와 같이 경제적 손실 뿐만 아니라 피난처가 필요한 인구(그림 26) 등의 재난대처에 필요로 한 부가적인 정보도 포함하고 있으며, 이러한 결과들을 요약된 형태의 보고서(summary reports)로 내보내는 기능도 포함하고 있다.

그동안 국내에서도 HAZUS-MH의 방법론에 대해서는 몇몇 문헌에서 언급된 적은 있으나, HAZUS-MH S/W에 대해서는 아직 소개된 바 없는 것 같다. 본고에서 부족하나마 HAZUS-MH S/W의 구동과정에 대해 소개하였으며, 향후 이것과 관련된 연구에서 많은 참고가 되었으면 하는 바람이다. 더불어 HAZUS-MH Flood Model을 벤치마킹하여 한국형 홍수손실 평가시스템을 개발하기 위해서는 많은 노력이 필요하겠지만, 성공적인 개발을 위해서 강조하고 싶은 사항을 거시적인 관점에서 정리하며 본고를 마무리하고자 한다.

(1) 우선, 다양한 분야의 전문가로 구성된 워킹그룹이 마련되어야 한다. 수자원전문가를 기본으로 IT, GIS, 통계, 부동산, 건축, 교통, 자동차, 건축, 토목, 방재 등의 전문가와 실제 방재활동에 관여하는 공무원의 참여 또한 필요할 것이다. 그리고 세부적인 방법론은 기초데이터부터 다른 분야까지 연계되기 때문에 개별적으로 진행되어서는 안 되며, 긴밀한 협력이 필요하다.

(2) 침수해석과 연계, 통합된 형태로 홍수손실 평가시스템이 개발되어야 한다. 침수해석 과정에서의 지형자료는 분석수준을 고려하여 다양한 가용자료를 사용할 수 있어야 하며, 유량자료는 기본계획 성과와 관측유량이 뒷받침되어야 한다. 그리고 침수해석은 다중 작업을 고려할 때 일정 이상의 정확도를 담보하면서 해석시간(runtime)이 짧은 고속 범람모형이 적합할 수 있다.

(3) 홍수손실 평가와 관련된 방법론은 항상 국내실정이 고려되어야 한다. 피해자산의 세부적인 분류를 포함하여 인벤토리 데이터, 각종 파라미터 및 원단위는 되도록 국내 자료를 기반으로 하는 것이 바람직하며, 국외 연구성과는 선별적으로 사용되어야 한다.

(4) 사용자에게 일관적인 Inventory DB를 편리하게 제공하여야 한다. 이를 위해서는 각기 다른 유관기관에서 생산된 자료를 사전 정의된 아키텍처로 중앙에서 변환하고, 이를 사용자에게 웹상에서 배포하는 시스템이 필요할 것이다. 또한, Inventory DB 뿐만 아니라 시스템 또한 지속적으로 갱신되어 유지관리 되어야 한다.

감사의글

본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원 건설기술연구사업의 연구비지원(13건설연구S01)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. 기획재정부(2014) 대한민국 중장기정책 과제
2. 유순영, 안현욱(2013) Hazus-MH 2.1을 이용한 홍수 손실 평가 연구, 리스트관리연구, 제24권 제1호, pp. 29-57.
3. FEMA(2012a), Multi-hazard Loss Estimation Methodology Flood Model Technical Manual.
4. FEMA(2012b), Multi-hazard Loss Estimation Methodology Flood Model User Manual.
5. WMO(2014), Atlas of Mortality and Economic Losses from Weather, Climate and Water Extremes.

