

재난대응 의사결정 지원을 위한 시설물 중요도 · 위험도 · 피해액 산정 인벤토리 구축 방안 연구*

최수영¹ · 강수명¹ · 조윤원^{1*} · 오은호² · 박재우³ · 김길호⁴

Development Plan of Facility Importance, Risk, and Damage Estimation Inventory Construction for Assisting Disaster Response Decision-Making*

Soo-Young CHOI¹ · Su-Myung GANG¹ · Yun-Won JO^{1*}
Eun-Ho OH² · Jae-Woo PARK³ · Gil-Ho KIM⁴

요 약

최근 범지구적으로 증가하는 이상기후에 의해 SOC 시설물 안전이 지속적으로 위협받고 있다. 재난대응을 위해서는 피난 대피 경로 제시 등과 같은 신속한 의사결정이 필요하며 이는 재난·재해 정보 및 SOC 시설물 정보가 융·복합된 시공간적 정보가 활용되어야 한다. 이러한 정보는 정부 및 유관기관에서 분산적으로 수집되고 있어, 통합적 관리가 이루어지지 않고 있는 실정이다. 신속한 재난대응을 위해서는 분산 수집·관리되고 있는 재난·재해 정보의 통합관리와 SOC 시설물에 대한 안전도와 피해도 등의 정보 생성이 필요하다. 또한 재난·재해 정보 특성상 시공간적 융합이 필요하기 때문에, 관련 정보를 통합한 재해대응 의사결정 지원을 위한 인벤토리 구축이 필요하다. 본 연구에서는 신속한 재난대응의사결정 지원을 위한 시설물 중요도·위험도·피해액 인벤토리 구축 방안을 제시한다. 본 연구를 통해 분산·관리되고 있는 재난·재해 및 SOC 시설물 관련 데이터를 수집하여 표준화 하고, 시설물의 중요도·위험도·피해액 산정에 필요한 통합 정보를 제공 할 수 있다. 향후 제안된 시스템을 통해 선제적 재난 대응을 위한 의사결정 도구로 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

주요어 : 인벤토리, 피해액 평가, 재해대응, 중요도 평가, 위험도 평가

2016년 2월 23일 접수 Received on February 23, 2016 / 2016년 3월 23일 수정 Revised on March 23, 2016 / 2016년 3월 25일 심사완료 Accepted on March 25, 2016

* 본 연구는 국토교통부/국토과학기술진흥원 건설기술연구사업의 연구비지원(13건설연구S01)에 의해 수행되었음.

1 ㈜유엔지아이티 공간정보기술연구소 Institute of Spatial Information Technology Research, U&GIT Co., Ltd.

2 (주)우노솔루션 Disaster&Risk Management, Uno Solution Co.

3 한국건설기술연구원 건설정책연구소 Construction Policy Research Institute, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

4 한국건설기술연구원 수자원·하천연구소 Hydro Science and Engineering Research Institute, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

* Corresponding Author E-mail : sorabol00@hanmail.net

ABSTRACT

The safety of SOC facilities is constantly under threat by the globally increasing abnormal climate. Responding to disasters requires prompt decision-making such as suggesting evacuation paths. For doing so, spatio-temporal information with convergence of disaster information and SOC facility information must be utilized. Such information is being collected separately by the government or related organizations, but not collectively. The collective control of the separately collected disaster information and the generation of SOC facility safety and damage information are required for prompt disaster response. Also, as disaster information requires spatio-temporal convergence in its nature, the construction of an inventory that integrates related information and assists disaster response decision-making is required. A plan to construct a facility importance, risk, and damage estimation inventory for assisting prompt disaster response decision-making is suggested in this study. Through this study, the disaster and SOC facility-related data, which are being managed separately, can be collected and standardized. The integrated information required for the estimation of facility importance, risk, and damage can be provided. The suggested system is expected to be used as a decision-making tool for proactive disaster response.

KEYWORDS : *Inventory, Damage Estimation, Disaster Response, Importance Estimation, Risk Estimation*

서론

최근 지구온난화에 의한 이상 기후가 범지구적으로 증가하고 있다. 이는 대기 온도 상승에 따른 급격한 기후 변화 및 집중 호우 등의 이상 자연현상을 유발하여, 대형 강우 및 홍수를 발생시킨다. 이러한 자연재해에 의해 연쇄적으로 발생하는 피해는 인명 피해 뿐 아니라 사회 간접 자본인 교량 및 철도 등을 파괴하여 국가의 직·간접적인 피해를 유발한다. 최근 10년간 52건의 심각한 자연재해가 발생하여 92만 명이 사망하거나 실종되는 등 금전적으로 수치화 할 수 없는 인명피해가 지속적으로 발생하고 있다(Lee, 2013). 특히 하천 주변 수변 구조물에 대한 피해는 피난 대피 경로 상실 뿐 아니라 제·내외지의 피해로 확산되어 지속적인 모니터링이 필수적이다. 선제적 재난 대응을 위해서는 재난정보, 현장상황 정보, SOC 시설

물 정보, 피해 및 안전도 정보 등의 복합적인 정보들을 통한 의사결정이 이루어져야 한다. 국가 차원의 선제적 대응 방안의 제시는 SOC 시설물의 안전도와 필수적인 연관이 있으며, 이를 기반으로 의사결정이 이루어질 경우 대국민 차원의 정확도 높은 대응 방안 제시가 가능하다. 따라서 이를 통해 재난에 의한 피해 범위를 줄여 인명피해 및 사회·경제적 피해를 감소시킬 수 있다(Gang *et al.*, 2014; Jo *et al.*, 2014; Jo *et al.*, 2014).

SOC 시설물 안전도 및 피해 상황 등을 계속해서 모니터링하기 위해서는, 중앙정부 산하의 각 부처 및 지자체의 관련 기관에 분산된 재난 관련 데이터 및 SOC 시설물 정보를 모두 통합하는 인벤토리가 구축되어야 한다. 또한, 수집된 재해데이터의 통합 관리체계를 구축하여 SOC 시설물 중요도, 위험도, 피해액 등의 필요한 정보를 생성하기 위한 기반자료로서의 연속적인 자료 수집 및 정보 보급이 가능한 인벤토

리의 구축이 필요하다. 뿐만 아니라, 적재적소에 필요한 공간데이터로의 변환 및 용도·목적별 데이터 재분류는 신속한 재난대응 의사결정을 효율적으로 가능하게 함으로써 방재업무 지원 및 대민서비스를 가능하게 한다.

기존 시·군 유관기관 및 중앙부처에 산재되어있는 데이터베이스 관리 시스템들의 DB 관리체계 및 관리 형태는 구축 방법에 따라 각기 달라 활용 시 불편함을 초래한다. 따라서 이러한 정보는 통합 시스템에 사용하기 위한 데이터베이스로서의 가치가 적다. 성능 면에서 효율적이고 유연한 인벤토리를 구축하기 위해서, 연계성이 떨어지는 데이터들을 수집하여 일정한 항목 및 관계를 정립 가능하도록 모델링 할 필요가 있다. 또한 지자체의 관리 권한이나 구축 목적 등을 고려한 지속적 관리 체계가 필요하며, 사용자 요청에 따른 데이터 정보 보급이 연속적으로 가능하여야 한다(Lee, 2006; Shon, 2009; Gang *et al.*, 2014).

따라서 본 연구에서는 각각의 유관기관에서 분산되어 수집·관리되어지는 재난·재해 및

SOC 시설물 관련 정보를 지속적으로 수집·표준화하여, 시설물의 중요도·위험도·피해액 산정 등 필요 목적에 맞게 최적화 하여 사용자 요청에 따라 제공할 수 있고, 필요에 따라 정보 갱신 및 자료 재분류가 가능한 인벤토리 관리·연계 모듈 설계를 바탕으로 인벤토리 통합 관리 시스템을 구축하고자 한다.

선행연구 분석

시설물의 중요도와 위험도 평가는 미국의 HAZUS-MH와 DIMSuS에서 주로 다루어지고 있다. HAZUS-MH는 GIS기술을 토대로 구축된 시스템으로 그 성능이 꾸준히 향상되고 있으며 미국의 재해위험예측과 피해저감계획을 세우기 위한 의사결정 지원수단으로서 사용이 점차적으로 증가하고 있다(Kang *et al.*, 2007). 미국 Purdue대학에서 개발한 재난의사결정 지원시스템인 DIMSuS(Disaster Mitigation Support System)는 수재해로 인한 비상상태의 관리 및 재난위험 감소를 위한 의사결정지

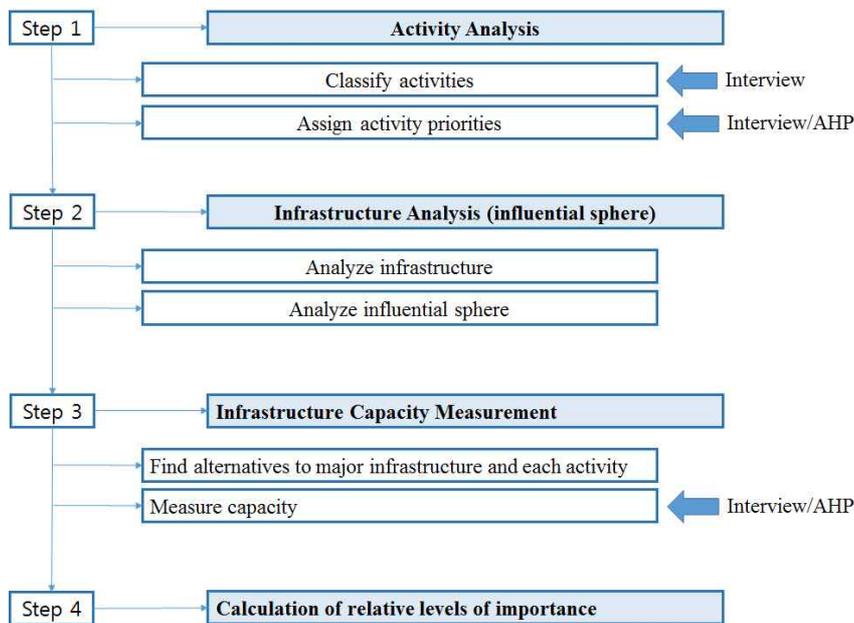


FIGURE 1. Importance evaluation model(Oh, 2010)

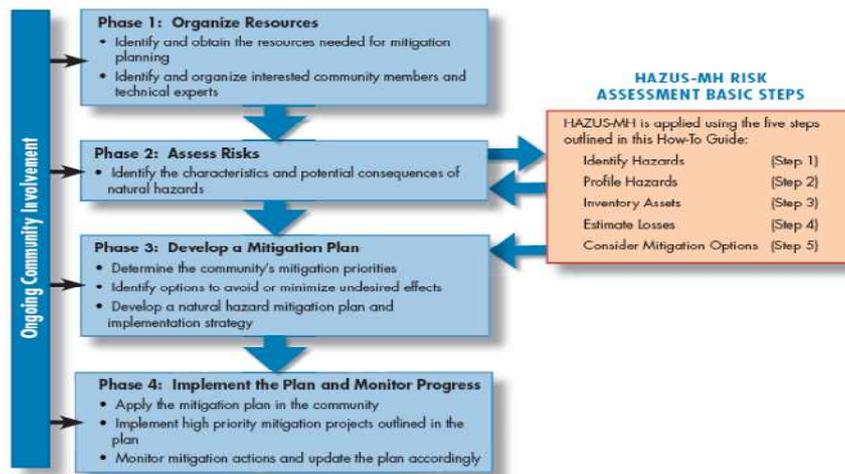


FIGURE 2. Risk assessment procedure of FEMA based on HAZUS-MH(FEMA, 2004)

원 시스템으로, 중요도(Criticality) 및 위험도(Vulnerability)와 같은 정량적 지표를 사용하여 수재해로 인한 SOC 구조물, 지역산업, 지역사회의 실질적인 위협 또는 위험을 해석하고 시설물 보호를 위한 우선순위 등의 정보를 제공하고 있다.

사회기반시설의 중요도란 어떤 사회기반시설이 지역사회·산업에 미치는 영향이라고 할 수 있다. DIMSuS의 중요도 평가 과정은 그림 1과 같다. 우선 활동 구별(활동의 용도 파악), 우선 순위 부여 등을 통해 활동을 분석한다. 그 다음 활동들을 지원하는 사회기반시설들과 해당 사회기반시설이 영향을 미치는 범위를 파악하여, 사회기반시설의 영향권을 분석한다. 그리고 각 활동들에 대해 주요 사회기반시설과 사회기반 시설 대안들을 파악하고 이들이 지원하는 수준을 측정하여 사회기반시설의 용량을 파악하고 마지막으로 중요도의 상대적 수준을 계산한다.

DIMSuS에서 다루어지는 위험도는 재해로 인해 사회 및 산업에 가해지는 위험(Risk, Threats)의 정도를 말하며, 주요 시설물의 상태에 따라 크기가 변화되고 확률에 의해 위험도를 산출하게 된다. 크게 기능적 파괴 및 구조적 파괴에 대한 피해발생 확률과 피해 크기에

의해 시설물의 위험도가 결정된다. 홍수 발생 시 일어나는 연관 피해, 즉 조건부확률을 이용한 Bayesian Network를 기반으로 기능적·구조적 피해발생 확률을 도출하고 있으며, System Dynamics 시뮬레이션 기법을 이용하여 기능적·구조적 피해발생 메카니즘을 구현하고 사회 및 산업에 미치는 최종 위험도를 산출하고 있다. 또한, DIMSuS는 위험관리자가 시설물 관리와 피해지역 대응과 관련된 판단을 할 수 있도록 의사결정지원의 역할을 수행하고 있다. 특히, DIMSuS 3D(3-Dimension)를 통해 DIMSuS가 재난 발생 시 위기관리를 할 수 있도록 평가 절차를 제시하고 있으며, 시설물 별 EAP의 기본사항들을 제시하고 있다.

FEMA는 HAZUS-MH에 근거한 위험도 평가절차(How-To Guide)를 구체적으로 제시하고 있다(FEMA, 2004). 이 평가절차는 2000년에 시행된 재난피해감소법(Disaster Mitigation Act of 2000)에 의해 각 지방정부가 해야 할 위험분석 및 재해경감 계획수립을 가이드하기 위한 것으로, HAZUS-MH의 현장 시범 적용 지침으로 개발되었다. 재난피해감소법에서 요구하는 재해경감 계획에는 재난관리정책 및 시행 지침 개발, 위험분석 및 경감 기법 개발, 손실

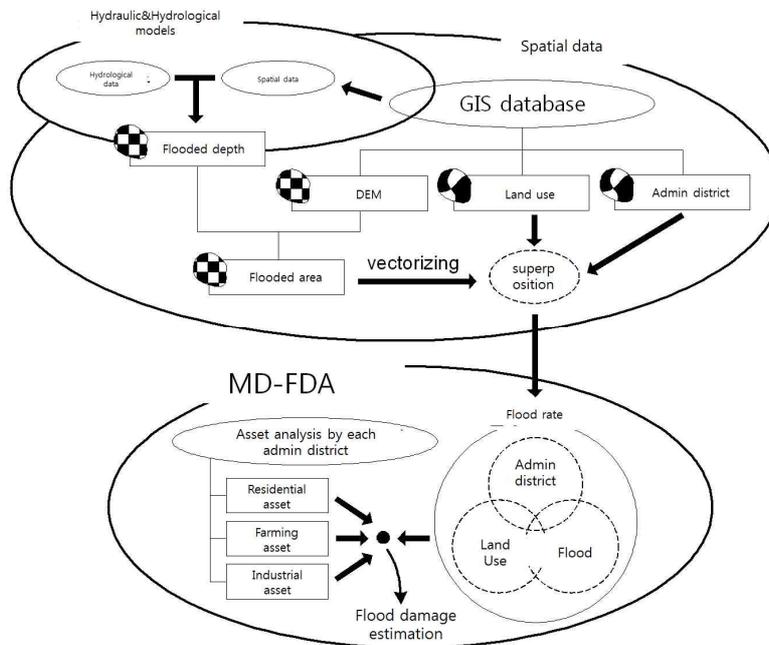


FIGURE 3. Elements of flood damage analysis (Chung *et al.*, 2006)

예측기법 개발 등이 포함되어 있다. FEMA는 이에 대응하기 위한 Tool로서 HAZUS-MH 기반의 4단계 위험평가 절차 그림 2를 제시하였으며, 자원준비(organize resources), 위험평가(assess risks), 경감계획 개발(develop a mitigation plan), 그리고 계획 실행 및 모니터링(implement the plan and monitor)으로 구성된다.

시설물의 피해액 산정은 국내 피해액 산정 방법인 MD-FDA에서 주로 다루어지고 있다.

일반적인 홍수피해산정법이 갖추어야 할 조건은 다음과 같이 세 가지를 들 수 있다(Lee *et al.*, 2006).

첫째, 피해지역 토지이용 및 자산조사 정밀성과 정확성 : 이는 대상지역의 잠재적 피해의 정도를 나타내는 요소로서 산정된 피해가 지역 특성을 잘 설명할 수 있는가를 결정짓는다.

둘째, 정확하고 효율적인 침수구역 예측 : 이는 경제적 계량화와는 별개의 공학적 요소이지만 피해의 공간적 범위를 결정짓는 결정적 요

소로서 산정결과의 신뢰성을 높이기 위하여 필수적인 요소이다.

셋째, 적용대상에 대한 일반성과 산정과정의 편의성 : 홍수피해산정은 다양한 치수사업의 분석에 활용되므로 일반적이고 손쉽게 적용할 수 있어야 한다.

첫째와 둘째 조건은 홍수피해산정의 경제적, 공학적 측면의 정확·정밀성을 강조한 것이다. 반면 셋째 조건은 피해산정이 경제성분석을 전제로 하는 것이므로 일반성과 편의성 등 작업 효율을 강조하고 있다. 또한 세 가지 조건은 모두 피해지역의 공간적 분포를 반영하기 위한 지리정보시스템(GIS) 활용의 중요성을 내포하고 있다. 즉, GIS의 활용은 분포형 홍수피해산정법의 방법론적 완결성을 충족시키는 필요충분조건이 될 것이다. 최근의 GIS를 활용한 홍수피해산정 개념은 이러한 조건들을 기반으로 하고 있으며 분석과정 및 체계를 도시하면 다음 그림 3과 같다.

연구방법

재난발생시 시설물의 중요도 평가를 위해서는 시설물의 중요도 기준을 검토하고 분석하여야 한다. 그러기 위해 먼저 시특법과 재난법에 나온 시설물을 기본으로 하여, 관리가 가능한 시설물과 공익성이 상대적으로 높은 시설물을 대상시설물로 선정하였다. 우선, 시설물을 크게 사회간접자본시설, 에너지/공업시설, 건축시설로 분류하고, 해당 시설물별로 시설물을 세분화하여 정의하였다. 사회간접자본시설물은 교량, 터널, 댐, 하천시설, 상하수도, 통신/방송시설로 구분하였으며, 에너지공업시설은 발전/전력시설, 송변전시설, 주요공업시설로 구분하였다. 끝으로 건축시설물은 공동주택, 다중이용시설, 옹벽 및 절토사면으로 분류하였다. 각각의 시설물의 중요도 분석을 위하여 세부 항목들을 도출하고 각 세부 항목별로 수집할 DB를 분류·수집 및 구축하였다. 중요도 정보를 선정하기 위해서 우선, 시설물관리자와의 인터뷰를 통해 시설물별로 이루어지는 활동들을 도출하고 AHP를 통해 사회기반시설의 서비스 수준을 도출하고, 중요도의 상대수준을 파악하였다. 사회·산업 주요 활동정보는 지역사회와 업체 전문가 등을 인터뷰하여 수집하고 AHP 분석을 통해 선정하였다.

이렇게 구축되는 중요도 평가 DB들은 재난 상황 뿐만 아니라 평상시 유지관리 우선순위 도출에서 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

시설물의 위험도 평가는 3단계 절차에 따라 진행된다. 먼저 첫 번째 단계는 베이스안 네트워크 기반의 확률 분석을 진행하게 된다. 두 번째 단계는 시설물의 위험도 평가를 위해 구조적·기능적 위험도를 분석하게 되며, 세 번째 단계에서는 시설물별 위험도에 따른 EAP 의사결정을 진행하게 된다. 본 논문에서 제안하는 인벤토리는 첫 번째 단계에서 확률 분석에 필요한 홍수 시나리오 정보와 외력정보(수위, 압력 등)를 구축하게 되며, 두 번째 단계인 위험도 분석에 필요한 홍수 시나리오별 파괴확률, 파괴 크기(부위, 섹션별) 정보, 실시간 모니터링 정보 및 시설물의 상태정보 등을 제공하며,

각각의 단계에서 계산되어지는 정보들을 수집·구축하여 재난대응 의사결정을 지원하게 된다.

시설물의 피해액 평가에서는 다차원법의 피해액 산정절차에 따라 국내 공간 DB, 일반 통계 DB 등을 종합적으로 고려하였다. 기존 다차원법에서의 공간정보의 경우 읍, 면, 동 단위로 구분되어 있어서 신뢰성이 저하되는 경향이 있다. 따라서 본 연구에서는 공간정보 DB를 집합된 정보가 아닌 Site specific data로 구축하였다. 또한 건물자산의 특성을 가장 잘 설명하는 건축물대장과 센서스 자료를 바탕으로 DB를 설계하였다.

중요도·위험도·피해액 산정을 위한 인벤토리 구축

본 논문에서 제시하는 인벤토리 구축을 위해서는 중요도·위험도·피해액 산정에 필요한 기초자료들의 항목을 선정하고 분산 관리되어지는 정보들의 수집·표준화를 거쳐 인벤토리 구축하고자 한다.

이를 위하여 먼저 TB지역인 대구시 성서산업단지내의 시설물을 조사하여 시설물 상호연관정보 및 주요활동 정보 분석에 용이하고 재해발생 시 복구 및 대응 우선순위 산정에 필요한 사회시설, 공공시설, 산업체 등의 위험관리 대상 시설물을 확정하였다(표 1).

시설물의 중요도 정보 산정을 위해서는 시특법과 재난법에 나온 시설물 분류를 기준으로 분류하였다. 시설물의 중요도를 산정하기 위해서 시설물 기본 중요도, 시설물별 중요도 항목을 고려한 중요도와 공간정보 등이 필요하다. 이를 활용하여 시설물의 사회·경제적 중요도 및 지역적 특징을 결합해서 시설물의 중요도가 결정되어진다. 이를 위하여 해당 시설물별 관리자, 전문가 등의 인터뷰를 통한 AHP 분석을 수행하여 중요도 항목을 표 2와 같이 선정하였다.

시설물의 피해액 정보 산정을 위해서 다차원법에 의한 피해액 산정절차에 따라 DB를 구축하였다. 그러나 과거 다차원법에서는 공간정보

TABLE 1. Risk management facilities in TB area

Classification	No.	Facility
Risk management social facilities in Seongseo Industrial Complex	1	Daecheon 119 safety center
	2	Seongseo hospital
	3	Dalseoh hospital
	4	Hosan high school
	5	HRD Korea
	6	Facility safety management office
	7	Seongseo Woobang Ushell apartment
	8	Seongseo Samsung Myeongga Town apartment
	9	Seongseo Hangukhyeong apartment
Risk management SOC facilities in Seongseo Industrial Complex	10	Keimyung university station
	11	Gangchang station
	12	Seobu sewage treatment plant
	13	Gura2gyo
	14	Daecheongyo
	15	Wolamgyo
	16	Seondolgyo
	17	Samunjingyo
	18	Street locations (1~42)
	19	Seongseoje
	20	Daemyeongje
Risk management companies in Seongseo Industrial Complex	21	Jincheonje
	22	Dongyang Composition Co., Ltd.
	23	Ilshim Pharmaceutical Co.
	24	Saebo Energy Company
	25	SK Gas
	26	Hyung Jae Industry
	27	Pacsun
	28	Sehan
	29	RA
	30	Young Jin Chemical Industries Co., Ltd.
	31	Sseonpolipom
	32	Nicca Korea Co. Ltd. Daegu factory
	33	Kyeongnong

가 읍, 면, 동 단위로 구분되어 있어 공간정보 데이터의 신뢰성이 저하되는 경향이 있다. 따라서 본 연구에서는 공간정보 데이터를 집합된 정보(Aggregated data)가 아닌 Site specific data로 구축하였다. 건물자산 유형분류 및 인벤토리 DB 구조 설계를 위해서 국내 전산화된 건축물 관련 가용자료를 검토하여 건물 자산의 특성을 가장 정밀하게 설명할수 있는 건축물대장과 건물 외 정보인 센서스 정보(집계구 경계, 인구주택총조사, 경제총조사)를 기반으로 인벤토리를 설계하였다.

본 연구에서는 각각의 건물의 정밀한 위치 정보 구현을 위해 미국 HAZUS-MH의 Census Block 단위가 아닌 건축물대장 내 도로명주소를 바탕으로 PNU코드를 생성하여 백터기반의 Point 형태로 구현하였으며, 피해액 정보 산정을 위해 건축물대장 정보를 기반으로 건물용도, 건물구조, 연면적, 지상층수, 사용승인일, 세대수 등의 DB 항목을 표 3과 같이 선정하였다.

시설물의 위험도 정보 산정을 위해서는 침수

TABLE 2. DB items required for facility importance estimation

Classification	Importance			
	1st		2nd	3rd
SOC facility	Bridge		Traffic	Detour facility
	Tunnel		Traffic	Detour facility
	Stream		Pump station	Street use
Energy/Industry facility	Power		Power type	Location
	Industry facility	Facility type	No. of employees	Yearly sales
Construction facility	Public housing		No. of residents (households)	Construction life span
	Multiuse facility		Facility use	No. of users

TABLE 3. DB items required for facility damage estimation

Classification	Attribute	Contents
1	Address	Location information
2	Street-name address	Location information
3	PNU code	Location information
4	Building use (RAW)	Building use raw data
5	Building use	Building use reclassification
6	Building structure (RAW)	Building use raw data
7	Building structure	Building use reclassification
8	Gross area	Building gross area (floor area)
9	Ground floors	Building ground floors
10	Approval date	Used period of a building
11	No. of households	No. of households in a building
12	Industry classification	7th industry classification reclassification
13	No. of employees	No. of employees in a building

TABLE 4. Facility importance DB construction for TB area

Facility	Street-name address	PNU Code	Coordinate (X)	Coordinate (Y)	Importance		
					1st	2nd	3rd
Daecheon 119 Safety Center	129, Dalseo-daero 58-gil, Dalseo-gu, Daegu	2729011900105970008	128.5067495	35.8249681	Industrial area	Type 1 neighborhood facility	
Seongseo Hospital	1152, Dalgubeol-daero, Dalseo-gu, Daegu	2729010700112720009	128.49321	35.8510383	Commercial area	Medical facility	
Hosan High School	86, Dalseo-daero 109-gil, Dalseo-gu, Daegu	2729012500103570059	128.4821625	35.8490036	Residential area	Education & research facility	
HRD Korea	213, Seongseogongdan-ro, Dalseo-gu, Daegu	2729010600109710005	128.5060735	35.8360193	Industrial area	Education & research facility	
Dongyang Composition Co., Ltd.	28, Seongseodong-ro, Dalseo-gu, Daegu	2729011900107420000	128.5052287	35.820153	Petrochemistry	21	

TABLE 4. Continued

Facility	Street-name address	PNU Code	Coordinate (X)	Coordinate (Y)	Importance		
					1st	2nd	3rd
Seongseo Samsung Myeongga Town	125, Hosan-ro, Dalseo-gu, Daegu	2729010400100890000	128.4756642	35.850978	1,999	2000	
Gangchang Station	1014, Dalgubeol-daero, Dalseo-gu, Daegu	2729012500101020002	128.4792688	35.8530902			
Gura2gyo			128.4926859	35.8180259	38321.000	1 place (Daecheonggyo)	B grade
Daecheonggyo			128.5034644	35.8178752		2 places (Wolseonggyo & Wolamgyo)	
.
.
Daemyeongje					Wolseong pump station	Bicycle road	Park (Gateball field)

TABLE 5. Facility risk DB construction for TB area

Facility	Address	Altitude	PNU Code	Risk	
				Coordinate(X)	Coordinate(Y)
Daecheon 119 Safety Center	597-8, Daecheon-dong, Dalseo-gu, Daegu	20.91	2729011900105970008	128.5067495	35.8249681
Seongseo Hospital	1272-9, Sindang-dong, Dalseo-gu, Daegu	21.18	2729010700112720009	128.49321	35.8510383
Hosan High School	357-59, Hosan-dong, Dalseo-gu, Daegu	23.67	2729012500103570059	128.4821625	35.8490036
HRD Korea	971-5, Galsan-dong, Dalseo-gu, Daegu	30.35	2729010600109710005	128.5060735	35.8360193
Korea District Heating Corp.	895, Daecheon-dong, Dalseo-gu, Daegu	21.09	2729011900108950000	128.4895504	35.8313901
Dongyang Composition Co., Ltd.	742, Daecheon-dong, Dalseo-gu, Daegu	21.750	2729011900107420000	128.5052287	35.820153
Seongseo Samsung Hangukhyeong Apartment	350, Hosan-dong, Dalseo-gu, Daegu	25.61	2729012500103500000	128.4801709	35.8509747
Gangchang Station	102-2, Hosan-dong, Dalseo-gu, Daegu	25.4	2729012500101020002	128.4792688	35.8530902
Keimyung University Station	1034-4 Sindang-dong, Dalseo-gu, Daegu	20.84	2729010700110340004	128.4925259	35.8568365
Daegu Environmental Corporation west office	770 Daecheon-dong, Dalseo-gu, Daegu	21.19	2729011900107700000	128.4963794	35.8237655
Substation	963, Wolam-dong, Dalseo-gu, Daegu	22.92	2729012100109630000	128.4924443	35.8311114
Gura2gyo	Gura-ri, Hwawon-eup, Dalseong-gun, Daegu	33.47		128.4926859	35.8180259

TABLE 5. Continued

Facility	Address	Risk			
		Altitude	PNU Code	Coordinate(X)	Coordinate(Y)
Daecheongyo	Daecheon-dong, Dalseo-gu, Daegu	22.92		128.5034644	35.8178752
Street 1 location		25.4		128.4780461	35.8531027
.
.
Street 41 location		22.18		128.5087532	35.8185821
Daemyeongcheon embankment 9		25.61		128.4960725	35.8185855
Daemyeongcheon embankment 15		22.72		128.5184927	35.8334984
.
.
Daemyeongcheon embankment 17		22.28		128.5220818	35.8397735
Seongseo embankment 1		26.83		128.4728689	35.8473544
.
.
Seongseo embankment 10		27.4		128.5021547	35.8156039
Samunjingyo (Goryeong direction)	Dasan-myeon, Goryeong-gun, Gyeongsangbuk-do	29.14		128.4752005	35.8117051

TABLE 6. Facility damage DB construction for TB areas

Facility	Street-name Address	PNU Code	Coordinate (X)	Coordinate (Y)	Building Use (RAW)	Building Use Code	Building Structure (RAW)	Building Structure Reclassifi- cation	Building Structure Code	Damage				Approval Date	Industry	No. of Employee s	Completi on	No. of househol ds
										Gross Area	Ground Floors	Undergro und Floors	Total Floors					
Daecheon 119 Safety Center	129, Dalseo-daero 58-gil, Dalseo-gu, Daegu	272901190 010597000 8	128.506749 5	35.8249681	Type 1 neighborh ood facility	COM1	Reinforced concrete			433.8	2		1995	Neighbor hood facility				
Seongseo Hospital	1152, Dalgubeol-da ero, Dalseo-gu, Daegu	272901070 011272000 9	128.493210 0	35.8510383	Medical facility	MED1	Reinforced concrete			3907.11	7		1998	Medical facility				
Hosan High School	86, Dalseo-daero 109-gil, Dalseo-gu, Daegu	272901250 010357005 9	128.482162 5	35.8490036	Educatio n & research facility	EDU1	Reinforced concrete			13041.02	5		2009	Educatio n & research facility				

TABLE 6. Continued

Facility	Street-name Address	PNU Code	Coordinate (X)	Coordinate (Y)	Building Use (RAW)	Building Use Code	Building Structure (RAW)	Building Structure Reclassification	Building Structure Code	Damage				Approval Date	Industry	No. of Employees	Completion	No. of households
										Gross Area	Ground Floors	Underground Floors	Total Floors					
Daegu Facility Safety Management Office	58, Seongseogon-gdan-ro, Dalseo-gu, Daegu	272901190, 010891000	128.4889423	35.8338552	Work facility	GOV1	Reinforced concrete			7861.37	3			1996	Public work facility			
Ilschim Pharmaceutical Co.	72, Seongseogon-gdan-ro, Dalseo-gu, Daegu	272901210, 010967000	128.5003969	35.8293995	Factory	IND1	Reinforced concrete			2576.9	2			1995	Factory	18		
Pacsun	53, Dalseo-daero 58-gil, Dalseo-gu, Daegu	272901190, 010587000	128.4982199	35.8254168	Factory	IND1	Steel structure			479	1			1994	Factory	22		
Young Jin Chemical Industries Co., Ltd.	131, Seongseoseo-ro, Dalseo-gu, Daegu	272901060, 010358009	128.4992739	35.8368827	Factory	IND1	Reinforced concrete			2244.15	4			1992	Factory	36		
Seongseo Woobang Ushell Apartment	995, Dalgubeol-daero, Dalseo-gu, Daegu	272901040, 010024000	128.4754592	35.8538413	Public housing	RES2	Reinforced concrete	Reinforced concrete	CON	13033.7731	15	2	17	20071030		2007	118	

시나리오 정보에 따라 구조적·기능적 위험도를 산출하기 위하여 시설물의 위치정보와 높이 정보 등이 우선 구축하여야 한다. 이를 위하여 성서산업단지 내의 도로를 구획하여 지점을 선정하였다. 또한 제방의 붕괴 시나리오를 고려하기 위하여 TB지역 내의 제방 구간을 검토하고 각 제방의 위치정보 및 높이정보 등을 구축하였다. 본 연구에서는 TB 지역 내 시설물들의 중요도·위험도·피해액 산정에 필요한 DB를 표 4~6과 같이 구축하였다.

요약 및 결론

본 연구에서는 재난대응의사결정 지원을 위한 시설물 중요도·위험도·피해액 산정 인벤토리 구축 방안을 제시하였다. 이를 위해 DIMSuS와 HAZUS-MH의 중요도와 위험도

평가 모델들을 기반으로 국내 가용 DB 들을 분석하고 구축하였다. 재난·재해의 신속한 대응을 위해서는 시설물들을 평가할 수 있는 정보가 필수적이다. 이러한 정보들은 관리 주체 및 목적에 맞게 분산되어 시스템별로 관리되고 있다. 따라서 분산·관리되는 정보는 각기 다른 스키마와 다른 관리 체계를 가지고 있으며, 이는 통합된 정보사용 목적에 있어 불편함을 초래한다. 따라서 각기 다른 정보를 통합하기 위해서는 정보 표준화를 위한 표준화 목적의 정의 뿐 아니라, 이질적인 데이터베이스 간의 연계가 필요하다.

본 연구에서 구축하는 시설물 정보와 이에 따른 평가 모형은 다음과 같다.

첫째, 시설물 중요도 산정을 위한 정보는 시특법과 재난법에 나온 시설물 분류를 기본으로 하여 시설물의 사회·경제적 중요도 및 지역적

특징을 결합해서 시설물이 가지고 있는 규모의 중요도와 합쳐서 시설물의 중요도를 결정할 수 있도록 항목을 선정하였다.

둘째, 시설물 피해액 산정을 위한 정보는 전국 확산이 가능한 국내 공간 DB와 통계 DB 등을 고려하여 일반건물군의 유형, 용도 등의 특성에 따라서 분류체계를 확립하고, 자료의 정밀성 확보를 위하여 공간적으로 집합된 정보 (Aggregated data)가 아닌 Site specific data로 구축하였다.

셋째, 시설물 위험도 산정을 위한 정보는 침수시나리오를 기반으로 시설물의 위치 정보와 높이 정보를 기반으로 침수 가능성을 판단할 수 있는 공간 DB를 구축하였다.

향후 연구에서는 TB지역인 성서산업단지 전체 지역으로 인벤토리를 확대 구축하고, 더 나아가 전국 확산이 가능하도록 인벤토리의 연계성 및 확장성을 고려한 통합 인벤토리 구축 기술을 개발할 것이며, 이를 위하여 정부 부처별로 수집 관리하는 통계 및 수치자료의 지속적인 자료 업데이트를 통해 표준화가 완료된 통합 형태의 인벤토리를 개발 할 것이다. **KAGIS**

REFERENCES

- Choe, S.A., C.S. Yi, M.P. Shim and H.S. Kim. 2006. Multi-dimensional flood damage analysis (I): principle and procedure. *Journal of Korea Water Resources Association* 39(1):1-9 (최승안, 이충성, 심명필, 김형수. 2006. 다차원 홍수피해산정방법 (1) : 원리와 절차. *한국수자원학회논문집* 30(1):1-9).
- FEMA. 2004. Using HAZUS-MH for risk assessment : how-to guide. FEMA 433.
- Gang, S.M., S.Y. Choi and Y.W. Jo. 2014. Construction inventory management module for disaster mitigation support. *KAGIS 2014 Fall Conference Proceedings* p.288-289 (강수명, 최수영, 조운원. 2014. 재난대응 의사결정 지원을 위한 인벤토리 관리 연계 모듈 설계 방안. *한국지리정보학회 2014 추계학술대회 논문집*. 288-289쪽).
- Jo, M.H., S.Y. Choi, H.W. Choi, S.H. Jang and Y.W. Jo. 2014. Inventory construction method of infrastructures close to river. *Korean Society of Hazard Mitigation 2014 General Conference* p.356-356 (조명희, 최수영, 최형욱, 장성현, 조운원. 2014 재해대응 의사결정을 위한 수변구조물 목적별 평가 인벤토리 구축 방안. *한국방재학회 2014 정기학술발표대회 논문집*. 356-356쪽).
- Jo, Y.W., H.W. Choi, S.Y. Choi and M.H. Jo. 2014. Conceptual design of damage assessment inventory in response to disaster risk for infrastructure close to river. *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies* 17(1):144-158 (조운원, 최형욱, 최수영, 조명희. 2014. 수변구조물 재해 위험에 대응하기 위한 피해 평가 인벤토리 개념 설계. *한국지리정보학회지* 17(1):144-158).
- Kang, S.Y., K.H. Kim., D.C. Kim., H.S. Yoo., D.J. Min and B.C. Suk. 2007. A preliminary study of the global application of HAZUS and ShakeMap for loss estimation from a scenario earthquake in the Korean peninsula. *Journal of Korean Association of Geographic Information Studies* 10(1):47-59 (강수영, 김광희, 김동춘, 유해수, 민동주, 석봉출. 2007. 지진재해예측을 위한 HAZUS와 ShakeMap의 한반도에서의 적용 가능성 연구. *한국지리정보학회지* 10(1):119-136).
- Kim, B.S., J.H. Sung, B.H. Lee and D.J. Kim. 2013. Evaluation on the impact of extreme droughts in South Korea using

- the SPEI and RCP8.5 climate change scenario. *Journal of the Korean Society of Hazard Mitigation* 13(2):97-109 (김병식, 성장현, 이병현, 김도정. 2013. 표준강수 증발산량지수(SPEI)와 대표농도경로를 이용한 남한지역 미래 가뭄의 변화전망. *한국방재학회논문집* 13(2):97-109).
- Kim, E.G. and N.I. Kim. 2008. 3D GIS and virtual construction technology application for managing and evaluating flood disasters. *The Journal of Korean Society of Civil Engineering* 56(7):24-29 (김유진, 김남일. 2008. 홍수재해 평가와 관리를 위한 3D GIS 및 가상건설 기술 활용. *대한토목학회지* 56(7):24-29).
- Kim, N.Y., K.H. Kim and Y.G. Park. 2011. Development of GIS-based integrated DB management system for the analysis of climate environment change. *The Journal of Korea Spatial Information Society* 19(6):101-109 (김나영, 김계현, 박용길. 2011. 기후·환경 변화 분석을 위한 GIS기반의 통합 DB 관리시스템 개발. *한국공간정보학회지* 19(6):101-109).
- Oh, E.H. 2008. Identification of the impact of critical infrastructure on associated industries: analysis of a flood disaster event. Master's Thesis, Purdue University, Indiana, USA.
- Oh, E.H. 2010. Impact analysis of natural disaster on critical infrastructure, associated industries, and communities. Ph.D. Thesis, Purdue University, Indiana, USA.
- Park, S.H. and J.Y. Lee. Comparative analysis of 3D spatial data models. *The Journal of Geographic Information System Association of Korea* 17(3):277-285 (박세호, 이지영. 2009. 3차원 공간 정보 데이터 모델 비교 분석. *한국GIS학회지* 17(3):277-285).
- Raju, D.K., C. Jayaraj, J.W. Schmitz, E. Berman and K. Mickey. 2014. Risk assessment methodology : a pilot study for Singapore using Hazus-MH. *International HAZUS User Symposium 2014*, Singapore.
- Yi, C.S., K. Park, S.A. Choi and M.P. Shim. 2006. Water allocation by estimation of damage function in a water-deficit situation. *Journal of Korea Water Resources Association* 39(5):431-440 (이충성, 박교, 최승안, 심명필. 2006. 피해함수 산정을 통한 물 부족 상황에서 용수배분 방안. *한국수자원학회논문집* 39(5):431-440). **KAGIS**