

# BIM/GIS을 활용한 건설폐기물관리시스템 개선방안에 대한 연구

## A Study of How to Improve of Building Waste Management Systems Using by 'BIM / GIS'

김혜미\*      손병훈\*\*      김영찬\*\*\*      홍원화\*\*\*\*  
Hye Mi Kim      Byeung Hun Son      Young Chan Kim      Won Hwa Hong

**요약** 최근 전 세계적으로 환경오염이나 자원고갈이 급속히 진전되고 있다. 그 중 건설 산업은 다른 산업의 생산 활동에 비해 막대한 자원 소비 및 대량의 폐기물을 배출하여, 지구의 환경부하를 증대시키는 주요 원인이다. 우리나라에서는 건설폐기물을 재활용하기 위한 기술적, 제도적 기반이 필요함을 인식함에 따라 폐기물 종합관리시스템인 올바로(Allbaro) 시스템을 구축하여 실시간 건설폐기물의 발생과 이동에 따른 처리에 대한 표준화된 정보처리 및 건설폐기물 처리의 투명성 확보 및 업무의 능률향상을 도모하였다. 하지만 시스템의 구성에서 해체 건물에 대한 객관적인 정보가 구축되지 않아 배출자가 폐기물에 대한 정보를 임의로 생산하고 배출함에 따라 정확한 폐기량을 파악하기 힘들고 폐기 후 재활용이라는 한계점을 벗어나지 못하고 있다. 따라서 본 연구에서는 기존 건설폐기물관리시스템의 장단점을 분석하고 BIM/GIS를 활용하였을 시의 건설폐기물관리시스템 개선방안에 대해 제안하고자 한다.

**키워드** : GIS, BIM, 건설폐기물관리시스템, 올바로(Allbaro) 시스템

**Abstract** Recently environmental pollution and resource depletion have been rapidly progressing in the world. Construction Industries discharge tones of wastes and consumes heavy resource as compared with the production activities of other industries, so it is the main reason of increasing of the Earth's environment. In Korea, as people become aware of the need of technical and institutional infrastructure for the recycling of construction wastes, they manage Allbaro system which is Total Management System in the wastes. Therefore, they promote the handling of standardized information, processing construction waste of transparency procure and promotion of the efficiency of task about the disposal of occurrence and movement of real-time construction waste. However, objective information for dismantling building did not construct in the organization of the system, so the emission of system randomly produces and discharges information of the waste. Because of that reasons, the exact value of waste abandonment is difficult to measure and recycling after waste disposal has the limit point. Therefore, in this study, advantages and disadvantages of the existing waste management system are analyzed, and we improved solution of construction building and environment of the city when BIM / GIS are utilized.

**Keywords** : GIS, BIM, Building Waste Management System, Allbaro System

† 이 논문 또는 저서는 공간정보 전문인력 양성사업의 지원을 받아 수행된 연구임.  
(This work was researched by the supporting project to educate GIS experts.)

\* 경북대학교 공간정보공학과 박사과정 hyemi220@knu.ac.kr

\*\* 대구공업대학교 건축설비소방안전계열 교수 sonb.hun@gmail.com(교신저자)

\*\*\* 경북대학교 건축공학과 석사과정 yyoungchani@naver.com

\*\*\*\* 경북대학교 건축공학과 교수 hongwh@knu.ac.kr

## 1. 서론

최근 전 세계적으로 환경오염이나 자원고갈이 급속히 진전되고 있는 가운데 건설 산업은 타 산업의 생산 활동에 비해 막대한 자원의 소비는 물론이고 대량의 폐기물 배출이 불가피하여 지구의 환경부하를 증대시키는 주요한 원인으로 등장하고 있다. 건설 산업에 수반되어 배출되는 건설폐기물은 1998년에는 하루에 약 48,000t이 발생하였으나 2008년에는 약 172,000t으로서 지난 10년간 약 4배에 가깝게 큰 폭으로 증가하였다. 최근에는 국가에서 발생하는 전체 폐기물의 50%를 점유할 정도로 많은 양이 발생하고 있으며 이러한 추세는 앞으로도 지속될 것으로 예상된다. 2005년 이후 건설폐기물 발생량 대비 재활용률은 이미 95%를 상회하는 것으로 조사되었으나 재활용되던 용도는 매립용이나 성토 및 복토용 등과 같은 단순용도로 주로 재활용되었다[19].

미국이나 일본의 경우도 전체 폐기물 중 건설폐기물이 약 70% 이상을 차지하고 있어 우리나라의 폐기물 발생 추이와 상당히 유사한 양상을 보인다. 하지만 일본의 경우는 1991년부터 재활용 기반을 마련하기 위하여 '재생자원 이용의 촉진에 관한 법률'을 시행(우리나라의 이와 비슷한 성격을 지닌 '건설폐기물 재활용 촉진에 관한 법률'은 2003년 12월 제정되었다)하였으며, 2001년에는 건설리사이클법을 제정하여 폐콘크리트 등 4개 품목에 대한 분별해체 의무화를 시행하였다. 아울러 2005년에는 순환골재를 콘크리트용 골재로 활용하기 위한 JIS 규격도 제정을 완료하는 등 기술적, 제도적 기반을 마련하였다.<sup>18)</sup> 이에 우리나라에서는 건설폐기물을 유효하게 재활용하기 위한 기술적, 제도적 기반의 마련이 필요성을 인식하게 되었으며 실시간 건설폐기물의 발생과 이동에 따른 처리에 대한 표준화된 정보처리 시스템 구축을 통해 건설폐기물 처리의 투명성 확보와 업무의 능률향상을 도모하였으나 실질적인 해체 건물에 대한 정보 없이 중간 처리업체에 위탁하는 양으로만 폐기물량을 측정하도록 되어 있어 건설현장에서 실질적으로 재활용되는 양의 집계방안 마련을 통한 정확한 폐기량 산정을 필요로 하는 실정이다. 이는 건설폐기물 전반적인 측면에서의 폐기 후 재활용이라는 한계점을 벗어나지 못하고 있다. 따라서 BIM을 이용해 설계단계에서부터 건축물의 정보를 파악하여 관리시스템을 통해 지속적으로 생애주

기를 관리해준다면 건축물의 폐기 후 재활용이 아닌 재활용 후 폐기가 가능함은 물론이고 GIS를 이용한 인근 지역으로부터의 재활용자원조달을 통해 CO<sub>2</sub> 감량에도 많은 효과가 있을 것으로 기대된다.

## 2. 이론적 고찰

### 2.1 BIM (Building Information Modeling)

BIM (Building Information Modeling)은 2002년 Autodesk 사에 의해서 소개된 이후로 건축 계획에서부터 시작하여 설계, 엔지니어링, 시공, 유지관리, 에너지 등 건물의 생애주기를 관리 하는 데에 있어 전 분야에 걸쳐 광범위하게 적용되어가고 있으며, 기존의 2차원 기반의 도면을 3차원 파라메트릭 솔리드 모델링 기반의 정보체계로 확장함에 따라 건설 산업의 새로운 패러다임을 떠오르고 있다. 대부분의 BIM 프로그램들은 국제표준 데이터모델인 IFC (Industry Foundation Classes)데이터 및 gbxml 데이터로 변환가능하며 BIM용 프로그램은 건축계획 단계를 위한 ArchiCAD, Revit Building으로 대변된다. BIM은 건물의 내부공간을 주로 다루며, 위상구조가 없이 건물의 주요 구성요소인 벽체, 슬라브, 보, 기둥 등의 부재단위로 도면표현, 재질, 형태 등의 세부정보를 가지도록 모델링된다.

### 2.2 GIS(Geographic Information System)

GIS는 지리정보를 다루기 때문에 건물인 경우에는 그 외형이나 건물주변의 외부공간을 주로 다루며, 점, 선, 면으로 구성되는 위상구조로 각 위상 요소에 관련한 속성자료를 테이블형태로 가진다. 이러한GIS는 지리공간분야(지형, 지적), 도시계획, 교통계획, 시설물계획, 환경관리, 자원관리, 재난관리 등에 널리 활용되고 있다.

따라서 건물단위의 세부정보를 표현하는 BIM과 국토 및 지구단위의 지리정보를 가지는 GIS를 통합하면 지리공간을 기반으로 하는 지역 및 도시단위의 정보를 효율적으로 관리하고 분석할 수 있다. 즉, BIM에서 모델링된 건물정보를 GIS와 통합하여 가상도시를 구축하면, 건축계획 및 설계, 단지계획 및 설계, 도시경관분석 및 도시계획, 공간정보 위주의 시설물, 보안, 재난관리 등의 업무가 효율적이며 많은 비용을 절감할 수 있다. 뿐만 아니라, 시티투어 등의 관광, 차량과 보행인 길안내, 중계국 위치 선정

등 공공 및 민간분야의 여러 산업분야에 서비스를 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

### 2.3 Green BIM/GIS 연구동향

BIM과 GIS를 통합하려는 노력은 크게 NIBS (National Institute of Building Sciences)의 NBIMS (National BIM Standard)와 Building Smart Alliance, IAI(International Alliance for Interoperability), OGC(Open Geospatial Consortium Inc.) 등을 들 수 있다. 또한 USACE(US Army Corps of Engineers)에서도 BIM과 GIS의 통합에 의해 업무효율을 추구하기 위한 여러 프로젝트들을 진행하고 있다[3, 5, 8]. 이러한 연구들에서 BIM과 GIS를 통합하기 위한 방식은 다음과 같이 3가지로 대별된다.

#### 2.3.1 BIM을 GIS로 연계

건축도면(CAD/BIM)에 포함된 건물, 지형, 지적, 도로, 단지계획 등의 정보를 GIS로 전달하여 3차원 공간정보를 구축하는 방식으로 가상도시 구현에 이용된다. 예를 들면, 스케치업으로 구성된 모델을 Google Earth상에서 시각화하는 경우이다. 일반적으로 BIM에는 건물에 관한 충분한 정보를 가지고 있으므로 가상도시 구축을 위한 CityGML의 높은 세밀도(LoD 3 또는 LoD 4)의 건물을 표현할 수 있다. 따라서 CityGML의 건물모델에서도 IFC의 공간 건축물 세밀도의 비교[11], CityGML의 LoD 3 & 4의 정보모델[10] 객체를 실내 공간(room)객체로, 속성 집합(Property Set)을 범용속성(Generic Attribute, ADE)으로 활용하고 있다. 그러나 정보가 BIM에서 GIS로 한 방향으로만 진행되므로, 도시의 지리정보에 대한정보를 BIM에서 활용할 수 없다는 단점이 있다.

#### 2.3.2 GIS를 BIM으로 연계

BIM에서 GIS로부터 제공되는 정보를 통합하는 방식으로, BIM을 사용하는 건축계획, 엔지니어링, 시공 등의 업무에서 주변 여건에 관한 정보를 획득하기 위하여 GIS를 활용할 수 있다. 예를 들면, GIS로부터 상하수도, 전력, 통신, 가스 등의 기본 지리정보를 받아 건물계획 및 설계하는 과정에서 참조하거나 지구단위 계획에 사용하는 경우이다. 이처럼 주변여건에 관한 지리정보는 BIM에서 건물정보를 구축하기 위한 기본 자료가 되기도 한다.

#### 2.3.3 BIM과 GIS의 데이터베이스 공유

통합데이터베이스를 구축하는 방식으로, BIM의 사용자는 자신의 데이터외에 GIS의 정보를 활용할 수 있고, GIS측면에서도 필요한 BIM의 정보를 즉시 활용하거나 관련한 BIM정보를 갱신할 수 있다. 이러한 방식으로 BIM과 GIS를 통합하려는 사례로는 NBIMS, IFC의 IFC/ifcXML의 공통모델 등을 들 수 있다. USACE에서는 BIM데이터를 관계형 데이터베이스에 저장하여 BIM과 GIS에서 동시에 사용될 수 있는 모델을 제시하고 있다. Building Smart Alliance에서도 OGC와 협력하여 기존의 IFC모델을 확장하여 GIS와 연계한 통합 데이터모델을 구축하려는 노력을 하고 있다[7].

한편, 이처럼 최근 빠르게 진행되고 있는 BIM/IFC 기술과 기존의 GIS 시스템과의 연계 및 통합을 위한 연구는 다양한 프로젝트 형식으로 추진되고 있으나, 학술적인 연구는 아직 초기단계에 있다. IFC 데이터 모델을 GML 데이터 모델로 변환하는 Wu와 Hsieh의 연구에서는 IFC의 정방형 Swept Solid 모델을 GML의 B-rep 모델로 변환하는 방법을 제시한 후에 텍스트기반으로 선택된 IFC 객체들에 대해 객체단위로 전체좌표계로 변환된 GML 정보를 생성한다[9].

가상도시 구축을 위하여 건축물을 비롯한 도시 구성요소들의 정보모델을 구축하려는 CityGML 개발팀은 베를린공과대학의 Thomas H. Kolbe 교수를 주축으로 활발히 연구를 진행하고 있으며, 가상도시구축을 위해서 구체성에 따른 건물의 3차원 모델들의 특성을 정의하고 평가하기 위하여 Java 언어로 된 proto-type을 개발하여 Aristoteles Viewer를 제공하고 있다[1]. 이 뷰어는 GML 3.x형식으로 주어진 데이터를 가시화하고, 편집하고, 업데이트 할 수 있다. 이러한 CityGML의 정보모델은 현재 국제표준으로 채택되기 위한 최종단계에 있다[6].

## 3. 기존 폐기물관리시스템의 문제점 분석

### 3.1 폐기물 분류

폐기물이란 폐기물 관리법에 따라 쓰레기, 연소재, 오니, 폐유, 폐산, 폐알칼리 등 동물의 사체 등으로서 사람의 생활이나 사업 활동에 필요하지 아니하게 된 물질을 말한다. 폐기물의 분류는 그림1과 같으며 논문에서 중점적으로 다루고자 하는 분야는 건설폐기물이다.

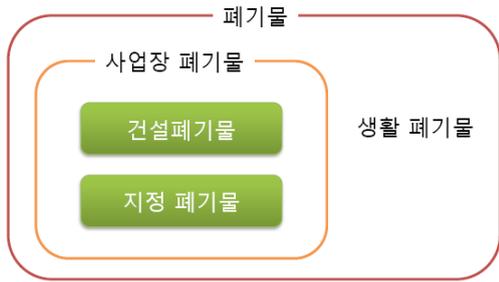


그림 1. 폐기물의 분류

건설폐기물은 건설산업 기본법 제2조 제4호에 해당하는 건설공사로 인하여 건설현장에서 발생하는 5톤 이상의 폐기물로서 대통령령으로 정하는 것으로 말한다. 건설폐기물의 종류는 건설폐기물 재활용촉진에 관한 법률 시행령에 따라 폐콘크리트, 폐아스팔트콘크리트, 폐벽돌, 폐블럭, 폐기와 등 재료에 따라 15가지 정도로 분류되고 이 밖에 건설 폐토석(건설공사 시 건설폐기물과 혼합되어 발생하는 것 중 분리 선별된 흙, 모래, 자갈 또는 건설폐기물을 중간 처리하는 과정에서 발생한 흙, 모래, 자갈 등으로서 자연 상태의 것을 제외한 것)과 혼합건설 폐기물(재료별 폐기물 중 둘 이상의 건설폐기물이 혼합된 것을 말하되 기타 사항은 법규 참고), 건설공사로 인하여 발생하는 그 밖의 폐기물로 분류 된다. 따라서 기

본적으로 건설폐기물에 대한 기준을 5톤 이상으로 규정함에 따라 그 이하 공사규모에서 발생하는 폐기물은 관리되고 있지 않으며 재활용률에 대한 집계 또한 불가능한 것이 현실이다.

### 3.2 폐기물 관리시스템 현황

건축물을 해체하게 되면 이에 따른 폐기물 정보에 대한 내용은 배출자가 올바로(Albaro) 시스템(그림 2, 올바로(Allbaro) 시스템 구성도에 가입하여 사전 신고서를 작성, 제출하도록 되어 있으며(그림 3, 배출자에 의한 전자 인계서 작성 화면) 이후 시스템은 해당 관할 구역 내에서 폐기물 수집, 또는 운반업체로 등록된 사업자와의 연계를 통해 폐기물 처리에 대한 과정이 진행된다. 현재 폐기물처리 시스템은 온라인을 통한 문서관리 및 RFID를 이용해 실시간 감시 및 실시간 처리 되는 장점이 있지만 폐기물 배출에서부터 시스템적인 관리가 되고 있어 궁극적인 해체단계에서부터의 폐기물 관리는 미흡한 것이 실정이다.

### 3.3 폐기물 배출 및 재활용 현황

그림4에서는 건축물의 생애주기를 살펴 볼 수 있으며 폐기물은 생애주기의 마지막 단계인 건축물의 해체단계에서부터 가장 많이 발생하게 된다. 또한 이 단계에서 해체를 어떻게 했느냐에 따라 재이용,

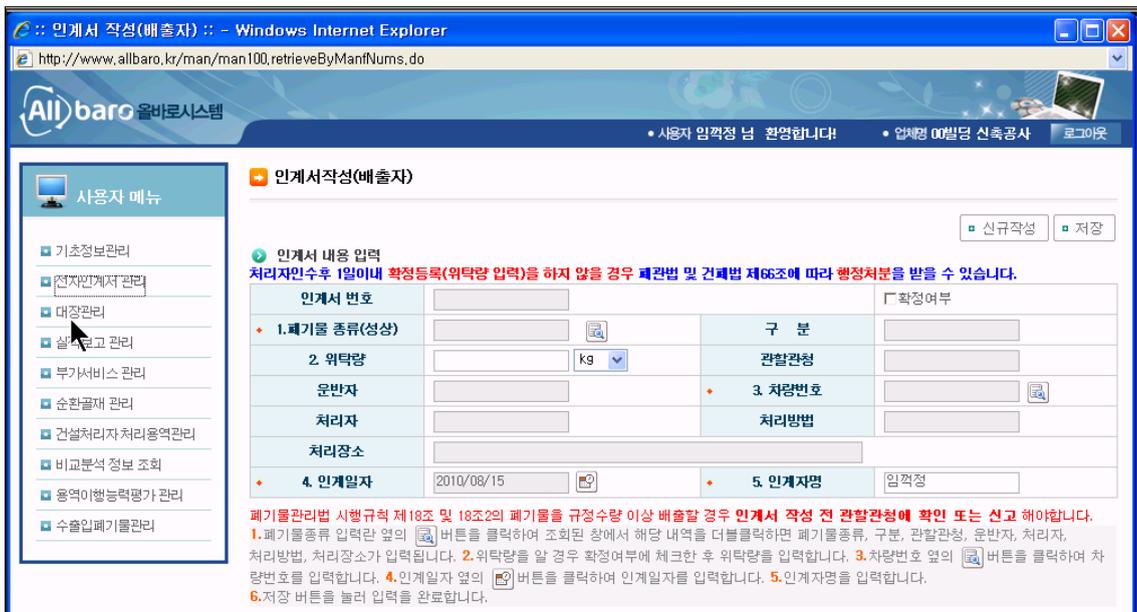


그림 2. 올바로(Allbaro) system 에서의 배출자에 의한 전자인계서 작성

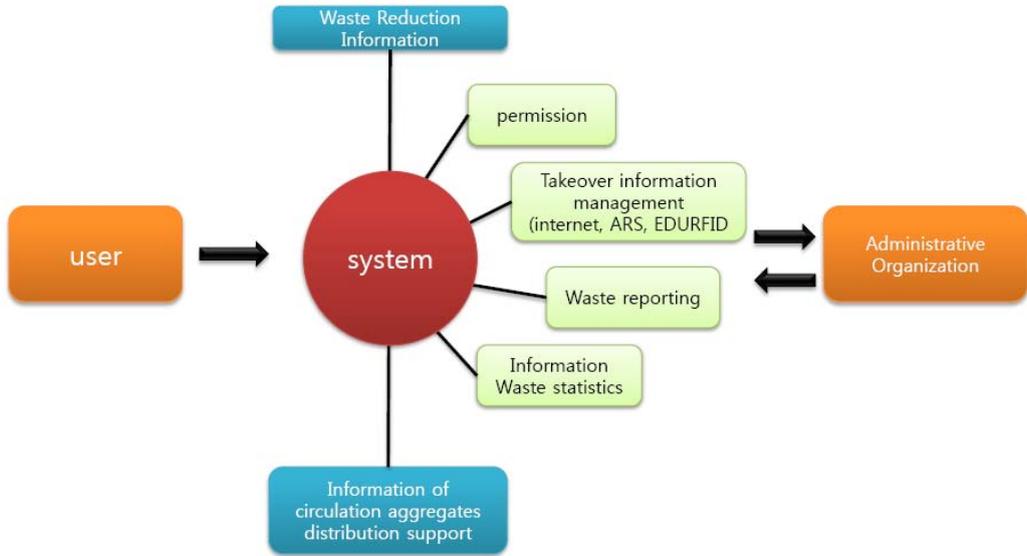


그림 3. 올바로(Allbaro) system 구성도



그림 4. 건축물의 Life cycle

재활용으로의 판단이 가능할 것이라 여겨진다. 표 1에서의 폐기물 발생량과 처리방법을 살펴보면 처리현황에서 폐기물 발생량에 따른 재활용률은 매우 우수한 수치를 나타내고 있지만 실상은 복토재와 같은 단순한 용도로 재활용되고, 건설현장에서 실제로 재활용되는 순환골재에 대한 비율은 환경부 추산 14%에 불과한 것으로 알려졌다. 현재 운영되고 있는 건설폐기물관리시스템은 재활용적인 측면을 중점적으로 포함하도록 구성되어 있다. 이용 등의 편의 문제로 정교한 해체작업 없이 성상이 혼합되어 폐기되는 혼합폐기물의 비율이 상승하고 있는 추세이다.

### 3.4 재이용에 대한 법적규제 부재

현재는 건축물의 해체 작업시 건축물에 대한 정보 없이 진행된다 보니 경제성이 떨어져 재이용이 가능하지만 재활용으로 처리하여 매립하거나 소각하는 자원들에 대해서 법적인 제제가 불가능하고 건축물

에서 해체된 자원들 중 재이용 가능한 자원에 대한 파악도 불가능한 것이 현실이다. 따라서 자원의 재활용, 재이용을 높이기 방법으로서 폐기 후 재활용이 아니라 해체 단계에서의 재이용 가능한 자원들을 우선 선별해서 순환시키는 법적인 규제가 필요한 실정이다.

## 4. BIM/GIS 기반의 건설폐기물관리시스템의 개선방안

### 4.1 BIM 기반의 건설폐기물관리시스템

건축 산업에서 모듈화의 등장은 재료의 모듈화 및 구조의 모듈화 등으로 건축공사 기간의 단축은 물론 건설 산업자체의 활성화에 있어 큰 기여를 했다고 할 수 있다. 새로운 건물을 계획함에 있어서도 모듈화의 적용에 따른 낙후된 건축물과 동일 모듈이 적용된 경우는 해체과정에서의 자원을 재이용함에 따라 근본

표 1. 2008년 건설폐기물 발생량 및 처리현황

(단위 : ton)

구 분		폐기물발생량	처리방법			
			매립	소각	재활용	
불연성	건설 폐재 류	페콘크리트	115,841.60	7.60	0.00	115,834.00
		페아스팔트 콘크리트	25,291.20	2.60	0.00	25,288.60
		페벽돌	1,336.10	2.10	0.00	1,334.00
		페블럭	558.80	86.60	0.00	472.20
		폐기와	24.90	0.00	0.00	24.90
		건설페토석	7,632.00	550.50	0.00	7,081.50
	건설오니	1,145.20	260.40	0.00	884.90	
	페금속류	0.50	0.00	0.00	0.50	
	페유리	10.00	1.00	0.00	8.90	
	페타일 및 페도자기	181.40	1.20	0.00	180.20	
가연성	페목재	923.10	0.20	275.90	647.00	
	페합성수지	1,266.00	3.00	1,000.20	262.80	
	페섬유	13.60	9.70	3.70	0.20	
	페벽지	0.50	0.00	0.50	0.00	
가연성 불연성 혼합	페보드류	97.30				
	페판넬	11.10				
	혼합건설폐기물	22,114.20	1,932.70	142.50	20,038.90	
합 계		176,447.30	2,857.60	1,422.80	172,058.60	

※ 환경부 통계자료

적인 재활용률 향상에 기여할 것으로 기대된다.

BIM이 모델링에 대한 정보를 포함하고 있기에, 건설 폐기물 관리 시스템과의 연계로 데이터를 구축하고자 한다면 먼저 BIM으로부터 어떤 데이터를 추출하고자 하는지에 대해 결정하는 것이 선행되어야 할 것이다. BIM에서는 모델링 단계에 따라 IFC에서 추출되는 정보를 표2와 같이 분류하고 있다. 이에 따르면 폐기물시스템에 적용하기 위한 모델링 단계는 LoD 4로 정의할 수 있으며 건축외형모델 이외에 물리적 구성요소(빌딩, 지붕, 슬라브, 벽체, 보, 기둥 등)에 대한 구성 성분(시트량, 철제량 등 시공에 소모된 재료)을 파악할 수 있어 폐기물 중에서도 재활용, 재이용에 대한 데이터를 정량적으로 산출해 낼 수 있을 것으로 기대된다.

그림 5에서는 BIM에서 확인 가능한 형상 및 속성 정보를 표현하고 있다. 전체 건물에서 입면, 단면, 평면 등에서 모듈화 된 부분 형상의 치수 및 물성에 대한 정보, 제조업체 등을 비롯한 속성정보를 확인할 수 있다.

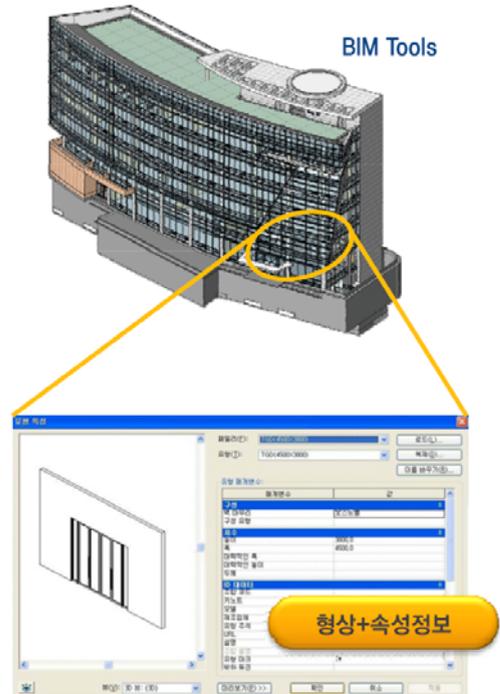


그림 5. BIM을 이용한 형상 속성 정보 확인

표 2. IFC에서 CityGML로 변환되는 건물모델 정보

CityGML 건물모델 수준		IFC로부터 추출되는 정보	용도
LoD 0	2.5 차원 수치지형 모델	TINs(Trainagulated Irregular Network), Grids, 3D Break-lines, 3D Mass Points 등	Regional model
LoD 1	지붕모델이 없는 블록모델	건물의 입면을 구성하는 외부벽체로부터 입면정보를 추출하고, 이로부터 2.5차원의 입체를 구성(필요시 면에 질감을 표현하여 상세표현 구현)	City/Site model로 도시계획 및 설계, 외부공간 표현, 네비게이션 등에 활용
LoD 2	지붕모델을 갖는 건물모델	지붕의 입면을 구성하는 외부벽체에 대한 개별 입면, 지붕에 관한 면, 바닥면 등의 정보로 3차원 입체를 구성(필요시 면에 질감을 표현하여 상세표현 구현)	
LoD 3	상세한 건축외형모델	LoD 2의 정보에 창문과 문과 같은 개구부를 감안한 건물의 입체정보 구현(창의 형상까지 질감표현 가능)	LoD 2의 용도이외에 도시경관 검토 등에 활용이 가능
LoD 4	실내정보를 갖는 건물모델	LoD 3의 정보 이외에 내부벽체, 슬라브, 천정, 실내공간(실, 가구)의 건축적 구성요소를 표현	건축 실내공간의 표현 및 관리 등에 응용

(www.opengeospatial.org/standard)

#### 4.2 GIS 기반의 건설폐기물관리시스템

건축물 시공단계에서부터 물량에 대한 정보를 가지고 블록 단위, 지구 단위 등의 CO<sub>2</sub> 질감에 대한 방안으로서 인근지역과의 연계를 손꼽을 수 있으며 이는 현재 구축되어 있는 올바로(Allbaro) 시스템에서의 지리정보 활용 및 실시간 감시시스템의 보완을 통해 해결점을 제시할 것으로 기대된다.

그림 6에서는 공사현장별 건축설계단계에서부터 시공단계까지 상황을 지도에서 표현하여 재활용 골재를 필요로 하는 현장을 안내해주고 있다.

기존 시스템에서의 공사현장 정보 및 외에 건물 해체

시 재활용자원의 이동경로를 모두 공사현장 반경으로부터 제약한다면 건물의 생애주기뿐만 아니라 자원의 생애주기관리까지 가능한 시스템으로 귀결된다.

#### 4.3 BIM/GIS 기반의 건설폐기물관리시스템 구현 프로세스

그림 7에서와 같이 BIM을 이용한 건축물에 대한 데이터 구축 및 GIS에서의 주변정보와의 데이터 공유를 통해 개선방안으로서 제시되는 건설폐기물관리시스템의 구성도는 다음과 같다. 초기 건축계획 단계에서는 사업 대상지의 인근 환경 분석을 통해 환경에 적합함과 동시에 에너지 시뮬레이션을 통해 탄소제로 건축물과 같은 저에너지 고효율의 건축물을 계획하고 건축물의 건축시공 및 운영, 유지관리 단계에서는 계획단계에서의 에너지 시뮬레이션을 기반으로 건축물의 에너지 소비를 관리하며, 폐기단계에 이르기까지 자원 관리를 통해 건축물의 폐기물관리시스템에 이르러서는 GIS를 활용해 폐기되는 자원들 중 재이용 가능한 자원들은 구매를 위한 수입료 절약이 가능하도록 인근 공사 지역에서 자재를 운반하도록 하고 재활용이 가능한 자원은 근거리에서 폐기물 관련 업체로 자원 전달 및 자원 누락이 불가능하도록 업체 정보 및 처리 과정에 대해 실시간 정보를 제공하게 된다.

개선된 시스템은 BIM 시뮬레이션 틀을 이용해 건

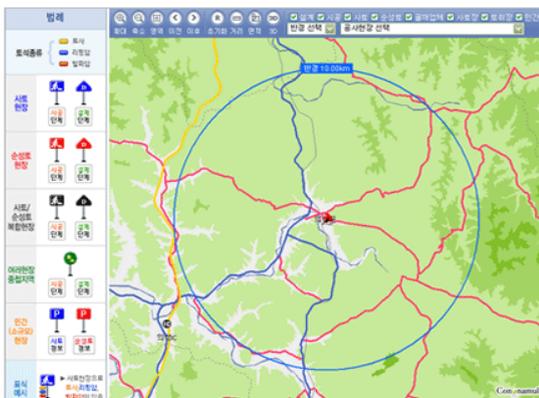


그림 6. GIS를 활용해 재활용 골재를 필요로 하는 공사현장 정보 안내

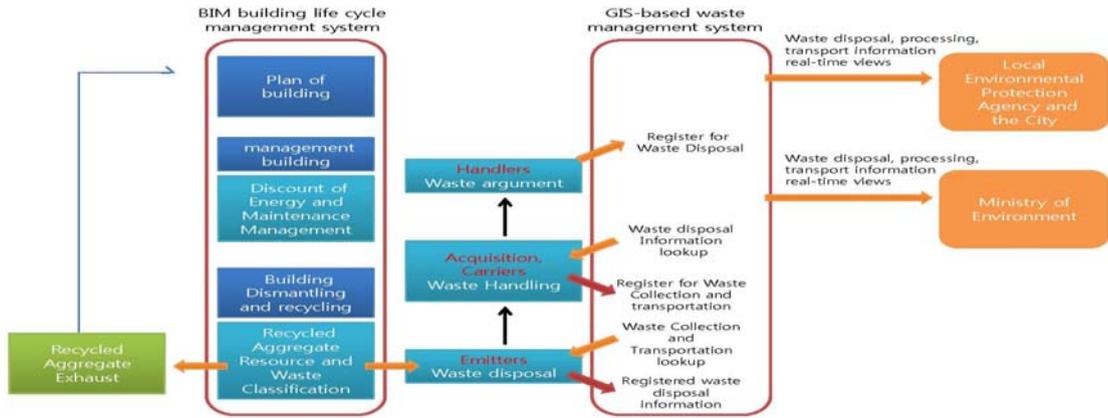


그림 7. BIM과의 연계를 통한 건설폐기물관리시스템

축물의 하드웨어 정보를 건물의 계획단계에서 폐기 단계에 이르기까지 유지하여 건물의 유지관리 및 운용에서의 문제점에 대해서도 손쉽게 관리 가능할 것으로 여겨진다. 해체과정에 있어서도 건축물에 대한 모델정보를 사전 확인하여 재이용 가능한 요소와 재활용 가능한 재료의 분리를 통해 처리해야할 성상들 및 요소에 대한 정량적인 데이터 확보가 가능하며 그에 따라 혼합폐기물의 발생량을 줄임에 따라 재활용률 및 재이용률의 향상이 기대된다.

BIM과 GIS데이터 구조에 따른 데이터 변환으로 인한 시스템의 구현 프로세스는 그림 8과 같다. BIM으로 구축된 데이터를 LoD단계에 적용시켜 필요한 데이터 내용은 온톨로지를 이용해 CityGML로

변환시키고 최종으로 구축되는 데이터는 현재 시스템과 같이 Webgis 형태로 구축되어질 것이다.

#### 4.4 기관간 연계 관련

2010년 12월 조달청은 2012년부터 공공공간에서 발주하는 500억 이상의 공공 공사는 BIM 발주를 의무화 했으며 2015년부터는 전체 공공발주 공사에서의 BIM으로 발주 한다는 지침을 발표하였다[16]. 따라서 건축설계부터 허가 및 실시설계에 이르기까지의 모든 건축물에 대한 정보를 지자체에서 보관 및 관리하게 되고 건물의 에너지 소비 및 해체과정에 이르기까지 기관간 연계가 필요한 부분에 대해서 해당부서간의 협약을 통해 자료 공유의 의무화가 추진

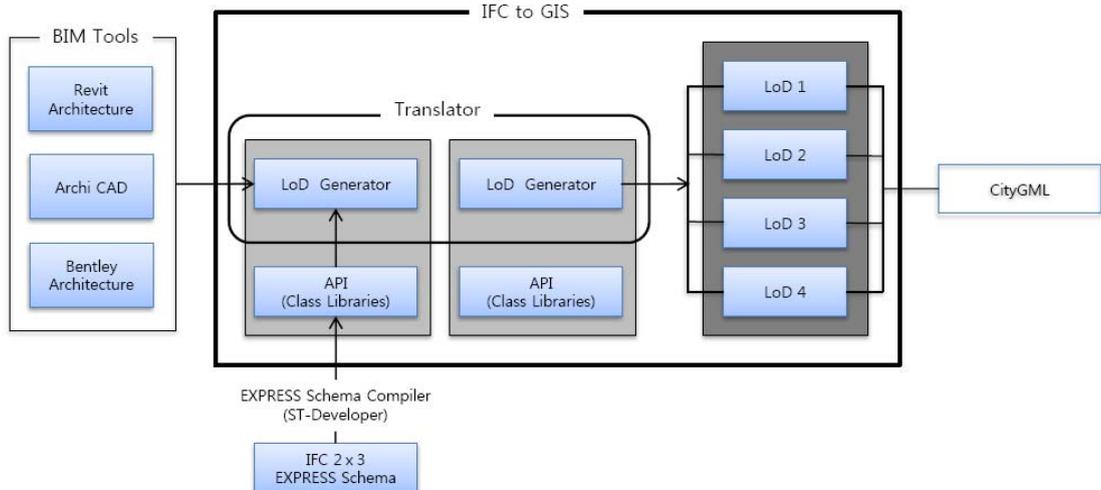


그림 8. 건물모델정보 변환 프로그램 개발을 위한 시스템 아키텍처[10]

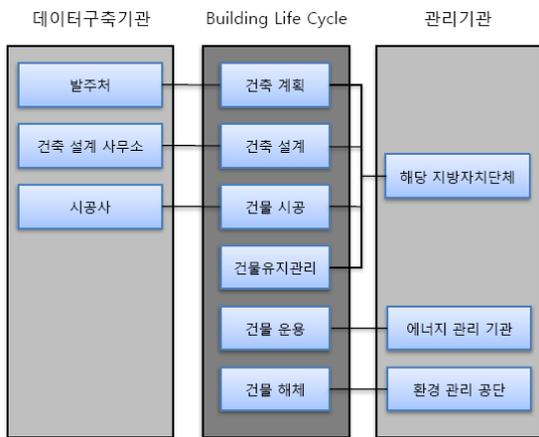


그림 9. 기관간 연계도

되어야 할 것이다. 그림 9에서는 건축물의 생애주기에 있어서 데이터를 구축하는 주요기관 및 관리기관에 대한 네트워크 연계가능성에 대해 제시하였다.

다음으로는 건축물의 해체시 반드시 해체 전문가를 통한 재이용 가능한 자원들에 대한 선분리 해체가 필요함에 따라 해체업체의 전문적인 기술축적과 이에 따른 분별해체 등의 기술을 확보할 수 있는 전문업종 육성 정책 및 해체대상물의 사전조사 능력과 환경오염 문제 등을 예견하고 대책을 수립할 수 있는 전문 업체의 증가가 필요하다. 따라서 혼합폐기물의 발생량을 줄이기 위한 제도적 지원 또한 선행되어야 할 것이다.

### 5. 맺음말

본 연구에서는 건축물의 생애주기에 있어서 마지막 단계인 해체과정에 있어서의 자원 재활용률, 재이용률을 향상시키기 위한 방법으로 BIM을 활용해 건축물의 정보를 건축폐기물관리시스템과의 연계하고 자원 순환을 위한 GIS와의 결합을 통해 현재 폐기물관리시스템에서의 문제점 개선방안에 대해 연구해보았다. 현재 BIM으로 발주되어 결과물로서 건축물이 완공된 사례가 있으나 에너지 시뮬레이션과 같은 건축물의 유지관리단계까지에 대한 고려만 있어 이들을 향후 폐기단계에 이르는 과정까지 고려했을 때는 새로운 데이터를 구축해야 하는 단점이 있다. 따라서 생애주기에 골고루 데이터를 구축하고 복원 및 이용하기 위해 계획단계에서부터 BIM과 GIS와의 연계를 위해 IFC 변환, CityGML로의 변환

및 LoD의 단계별 적용에 대한 고려를 한다면 건설 폐기물관리시스템을 별개로 구축할 필요없이 관계 기관 간 협약만을 통해서도 객관적 데이터 확보가 가능하고 실물 데이터 물량 산출자료를 이용해 재이용 가능한 자원과 재활용 가능한 자원을 구분하여 궁극적인 재활용률 향상 및 투명한 폐기물 처리가 가능해질 것으로 기대된다. 또한 이러한 접근방법은 새로운 추세로 자리잡는 BIM 정보를 적극 활용할 수 있는 방안으로서 향후 도시 관리 차원에서의 정보구축을 위한 기준 정립 및 건축물의 생애주기별 BIM/GIS의 융합을 통해 건물을 벗어나 도시단위에서의 자원관리시스템 구축에도 활용가능하다.

### 참 고 문 헌

- [1] CityGML, <http://www.citygmlwiki.org>.
- [2] Gerhard Grooger · Thomas H. Kolbe · Angela Czerwinski, 2007, "Candidate OpenGIS® CityGML Implementation Specification", OGC 07-062, OpenGeospatial Consortium Inc.
- [3] IAI(International Alliance for Interoperability), <http://www.iai-international.org>.
- [4] Jurgen Doollner · Thomas H. Kolbe · Falko Liecke · Takis Sgouros · Karin Teichmann, 2006, "The Virtual 3D City Model Of Berlin - Managing, Integrating and Communicating Complex Urban Information, 25th International Symposium on Urban Data Management UDMS 2006 in Aalborg, Denmark.
- [5] NIBS(National Institute for Building Sciences) FIC(Facility Information Council), <http://www.buildingsmartalliance.org>.
- [6] OGC(Open Geospatial Consortium), 2008, <http://www.citygml.org> Solibri, Inc., Solibri Model Checker, <http://www.solibri.com>.
- [7] Thomas H. Kolbe, 2007, "CityGML Tutorial", 1st Joint Workshop on the Sino-Germany Bundle Project "Interoperation of 3D Urban Geoinformation" in Urumqi, China, 27th of August, 2007.
- [8] US Army Corps of Engineers US Army Corps of Engineers (USACE), CADBIM Technology Center, <http://www.ercd.usace.army.mil>.

- [9] Wu, I.-C. and Hsieh, S.-H., 2007, Transformation from IFC data model to GML data model: methodology and tool development, Journal of the Chinese Institute of Engineers, vol. 30, no. 6, pp. 1085-1090.
- [10] 고일두 외, 2008, BIM으로부터 가상도시 구축용 건축물정보의 추출, 한국GIS학회지, vol. 16, no. 2, pp. 249-261.
- [11] 국토지리정보원, 2006, “기본지리정보 사용자 가이드”.
- [11] 남기범 외, 2010, BIM 활성화 방안에 관한 연구, 대한전기학회 추계학술대회 pp. 501-502.
- [12] 박정대 외, 2007, CAAD와 GIS 데이터 상호운용을 위한 정보표준에 관한 기초적 연구.
- [14] 박정대 외, 2009, BIM/IFC의 빌딩 프로덕트 모델에 대한 온톨로지 표현에 관한 연구, 대한건축학회, vol. 25, no. 5.
- [15] 오충원, 2010, GIS와 BIM의 융합에 대한 연구, 지리학연구, vol. 44, no. 3, pp. 443-453.
- [16] 조달청, 2010, 시설사업 BIM적용 기본지침서.
- [17] 환경부, 2011, 건설폐기물 재활용 기본계획 (2007년~2011년), p. 19-21.
- [18] 환경부, 2010, 전국폐기물 발생 및 처리현황
- [19] 홍상기 외, 2009, 지능형 도시공간정보 통합플랫폼 참조모델 개발 연구, 한국공간정보시스템학회 논문지, vol.11, no. 4, pp. 19-27
- [20] 3차원 국토공간 정보시스템 구축 보고서, 2009, 국토지리정보원.

논문접수 : 2011.05.31

수정일 : 1차 2011.09.18 / 2차 2011.10.18

심사완료 : 2011.10.28



김혜미

2004년 영남대학교 건축공학 공학사  
2006년 영남대학교 건축디자인 대학원  
건축학 석사  
2010년 ~ 현재 경북대학교 공간정보  
학과 박사과정

관심분야는 지속가능한 건축, 친환경 건축계획, BIM/  
GIS 융합, u-city, smart grid



김영찬

2010년 경북대학교 건축공학 공학사  
2010년 ~ 현재 경북대학교 건축공학과  
석사과정  
관심분야는 FM 및 자원 재활용, GIS



손병훈

2003년 경북대학교 건축공학과 공학사  
2007년 경북대학교 건축공학과 공학석사  
2011년 경북대학교 건축공학과 박사  
2011년~현재 대구공업대학교 교수  
관심분야는 FM 및 자원재활용, GIS



홍원화

1986년 경북대학교 건축공학 공학사  
1992년 일본 와세다대학 대학원 공학  
석사  
1994년 일본 와세다대학 대학원 공학  
박사

1999년~현재 경북대학교 교수

관심분야는 에너지, FM 및 자원재활용, 도시방재, 도시  
환경 계획 및 설비, GIS