

설계모델과 문서정보의 효율적 연계를 위한 BIM기반 데이터베이스 체계 구축방안

이동건¹ · 차희성* · 김경래¹ · 신동우¹

¹아주대학교 건축공학과

Development of BIM-based Construction Document Information Database Structure through the Link to the BIM Model and Construction Document Information

Lee, Donggun¹, Cha, Heesung*, Kim, Kyungrai¹, Shin, Dongwoo¹

¹Department of Architectural Engineering, Ajou University

Abstract : Construction industry has the form of industry progressed through mutual cooperation among participants in various fields. Accordingly, it may be referred to as an aggregate of information where various pieces of information are generated and managed according to each construction phase. Most of the information on the construction project is issued in the form of a document. And document management of the site is critical to successful execution of the project. Therefore, in the construction site to use IT technology for efficient information management. But, most of the information on the construction site is managed by the non-structured document, and Information management in the construction site is difficult to lack of information management systems. In this study, proposed construction information database structure and breakdown structure to the information management of the construction site through the BIM technology. Therefore, previous studies were reviewed about the document management and information link management, and Space breakdown structure and information breakdown structure was proposed to structure the information of the construction site and Database for information storage is designed. And, BIM-based construction information database was examined through the application scenario.

Keywords : Space breakdown structure, Information breakdown structure, BIM database, Construction information management, Document information management

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

건설산업은 다양한 분야의 참여자가 상호 협동을 통하여 진행되는 산업의 형태를 가지고 있으며, 건설의 각 단계별로 다양한 정보가 발생되고 관리되는 정보의 집합체라고 할 수 있다. 이러한 건설 프로젝트의 정보는 대부분 문서의 형태로 발생되고 있으며, 프로젝트의 성공적인 수행을 위해서는 문서정보를 효율적으로 관리하는 것이 매우 중요하다고 할 수 있다(Choi 2011).

특히, 시공단계는 건축물의 설계도서를 바탕으로 건축물을 형상화 시키는 단계로서, 건설 프로젝트의 각 프로세스 중에서도 가장 많은 인원과 자원이 단기간에 투입되고 가장 많은 정보가 생성되는 단계라고 할 수 있다(Park 2011).

이러한 시공단계에서의 공사정보 관리는 효율적인 공사관리와 생산성 향상에 도움을 줄 수 있으며, 향후 유지관리 단계와 발주자의 건축물 이력관리에 큰 도움을 줄 수 있기 때문에 시공단계에서의 정보관리 필요성은 매우 크다고 할 수 있다. 이에 건설현장의 정보를 효율적으로 관리하기 위하여 다양한 IT기술이 현장에 적용되고 있으며, 건설현장의 정보를 효율적으로 관리하고자 다양한 노력을 하고 있다.

그러나 건설현장의 업무처리를 위한 정보의 약 80%가 비구조화된 문서의 형태로 처리됨으로 인하여 업무의 효율성을 저하시키고 있는 상황이다(Edward 1996). 또한, 건설현장의 정보관리는 효율적인 공사관리에 큰 영향을 끼침에도 불구하고 현장의 발생정보에 대한 내용과 정보의 흐름이 명확히 정

* Corresponding author: Cha, Heesung, Department of Architectural Engineering, Ajou University, Suwon 443-749, Korea
E-mail: hscha@ajou.ac.kr
Received May 6, 2015; revised July 2, 2015
accepted August 19, 2015

의되어있지 않으며, 정보관리를 위한 정보관리 체계가 미흡함으로 인하여 정보의 연속적이고 체계적인 관리가 어려운 문제점이 발생함으로 인하여 정보의 단절과 정보의 손실로 인해 합리적이고 효율적인 공사관리에 어려움이 발생하고 있다(Kwon 2001). 이러한 문서정보 관리의 문제점을 개선하기 위해서는 현장에서 발생하는 문서정보를 효율적으로 축적하고 활용하기 위한 정보관리 체계가 필요한 상황이다.

이에 건설현장의 정보관리를 위한 방안으로 BIM 기술이 대두되고 있다. BIM기술은 다양한 속성을 가진 3D모델의 오브젝트(Object)와 파라미터(Parameter)를 통하여 건축물의 형상정보에 다양한 정보를 연계할 수 있는 도구로서 건설현장의 정보를 3차원 모델로 통합관리 할 수 있는 기술이지만, 건설현장의 정보를 효과적으로 관리하고 축적하기 위한 정보의 분류체계 및 정보의 연계를 위한 방안의 부재로 인하여 3D모델을 통한 간섭 검토, 일조분석, 조망권 분석 등과 같은 단순한 모델검토에 활용이 제한되고 있는 상황이다. 이에 본 연구에서는 BIM을 통하여 건설현장에서 발생하는 문서정보를 효율적으로 축적하고 관리하기 위하여 문서정보 관리를 위하여 정보의 분류체계 및 데이터베이스 체계를 제안함으로써 건설현장의 문서정보의 축적 및 관리 효율성을 제고하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 건설현장에서 발생하는 문서정보의 축적과 관리 효율성을 제고하고 현장의 문서정보관리 체계를 개선하기 위하여 형상정보(BIM모델)와 비형상정보(문서정보)의 연계를 통한 BIM기반 건설 문서정보 데이터베이스 체계를 제안하고자 한다. 이를 위하여 건설현장에서 발생하는 문서의 종류를 확인해 보았으며, 현장의 문서정보 관리를 위한 문서정보의 분류체계를 제안하였으며, BIM모델 정보와 문서정보의 연계를 위한 BIM모델의 공간분류체계를 제안하여 공간분류체계를 기반으로 문서정보를 연계함으로써 건설정보 데이터베이스 체계를 구축하고자 하였다.

2. 예비적 고찰

2.1 건설현장의 문서정보

시공단계는 건설 프로세스 중에서도 단기간에 가장 많은 정보가 발생되고 관리되는 단계이다. 이러한 시공단계의 정보는 대부분 문서의 형태로 발생하게 된다. 건설현장의 발생 문서는 계약/기성, 공정관리, 설계관리, 품질관리, 안전관리, 환경관리, 공사관리의 약 7가지 측면에서 발생하고 있으며, 이러한 현장발생 문서는 7가지 측면에서 약 50여 가지의 문서 유형으로 존재하고 있다(Noh 2011).

건설현장에서 발생하는 다양한 문서들은 서로 다른 문서의

포맷을 가지고 있지만, 문서 내부의 정보는 서로 중첩되는 정보가 다수 포함하고 있다(Cho 2002). 예를 들어 대표적인 현장문서인 작업일보와 안전일지의 내용을 확인해 보면, 작업일보의 정보는 크게 일반사항, 공사관련 사항, 특기사항으로 구분할 수 있으며, 작업일보의 일반사항은 공사명, 날짜, 날씨, 기온과 같은 공사에 관련된 일반적인 사항에 대한 정보를 포함하고 있고 공사관련 사항은 공사추진 내용, 기능공 출력 현황, 장비현황, 자재반입 현황 등의 정보를 포함하고 있으며 특기사항에는 작업수행시의 주의사항 및 특이사항에 대한 정보를 포함하고 있다. 그리고 안전일지의 정보는 크게 일반사항, 작업정보, 안전정보, 특기사항으로 구분할 수 있으며, 안전일지의 일반사항은 공사명, 날짜, 날씨와 같은 공사와 관련된 일반정보를 포함하고 있고 안전일지의 작업정보는 당일 수행되어야 하는 작업내용을 포함하고 있고 안전일지의 안전정보는 안전점검 내용, 안전교육 내용이 포함되어 있으며, 특기사항은 안전과 관련된 주의사항이나 특이사항에 대한 정보를 포함하고 있다. 다음의 Table 1,2는 작업일보와 안전일지의 정보를 정리한 표이다.

Table 1. Daily report information

Category		Inclusion information
General information	Project name	Project name of the Project
	Date	Creation date of daily report
	Weather	Weather information for the work date
	Temperature	High and low temperature for the work date
Construction related matters	Scheduled works, Today	Work information to be performed on working day
	Output of skilled worker	The number of skilled workers committed to the construction progress
	Equipment status	Status of equipment committed to the construction progress
	Material loading	Information of material committed to the construction progress (Names of goods, amount of materials supply, Aggregate of materials, Supplier information)
Special note		Work-related notices and special note

Table 2. Daily safety report information

Category		Inclusion information
General information	Project name	Project name of the Project
	Date	Creation date of daily safety report
	Weather	Weather information for the work date
Work information	Scheduled works, Today	Work information to be performed on working day
Safety information	Zero accident record	Information of zero accident time
	Safety inspection	Safety inspection time, Inspector, Check details, Safety precautions
	Safety education	Safety education time, Location, Instructor, Attendance, Attendance information
	Safety inspections of Field manager	Safety inspections content of field manager
Special note		Safety-related notices and special note

Table 1과 2에서 확인할 수 있듯이 작업일보의 일반사항 정보와 안전일지의 일반사항 정보 그리고 작업일보의 공사추진 내용과 안전일지의 금일작업사항의 정보는 서로 동일한 정보를 가지고 있는 것을 확인할 수 있다.

즉, 건설현장의 문서는 서로 중첩된 정보를 다수 포함하고 있음에도 불구하고 개별 문서로서만 관리되고 있기 때문에 문서에 포함된 정보를 종합적으로 활용하기 어려운 문제점이 발생하고 있으며, 현장의 발생 문서정보의 축적은 현장 내부의 문서보관소에 문서의 형태로 저장되거나 문서 작성 담당자 개인이 개별적으로 저장함으로써 문서정보의 검색 및 활용에 어려움이 발생하고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 건설현장에서 발생하는 문서정보의 데이터베이스화를 통하여 정보를 체계적으로 축적할 필요성이 있으며, 문서정보의 보다 효율적인 축적 및 관리를 위하여 도형정보와의 연계를 통한 문서정보의 관리방안이 필요하다고 할 수 있다.

2.2 건설 문서관리 선행연구 고찰

건설 프로세스 중 시공단계는 다양한 정보가 발생되고 건설현장에서 발생하는 중요 정보는 대부분 문서를 통하여 관리되고 있다(Chen and Kamara 2011). 이에 건설현장의 정보관리를 위해서는 건설현장에서 발생하는 문서에 대한 효율적인 관리가 필요하다고 할 수 있다. 이러한 문서관리는 문서의 작성에서 폐기까지의 단계를 통하여 문서를 관리하고 신속 정확하게 문서를 처리하기 위한 관리활동이라고 정의하고 있다.

이러한 문서관리 관련 선행연구를 살펴보면, 주로 1980년대에서 1990년대에는 건설 산업의 정보화를 위한 건설공사 업무 및 건설 산업의 효율화를 위하여 Electronic Data Interchange(EDI) 및 정보 통합 관리를 위한 Electronic Document Management System(EDMS) 시스템 등에 대한 기초연구가 주를 이루었으며, 1990년대 후반에서 2000년대 초반까지는 문서 및 정보의 공유와 Extensible Markup Language(XML) 및 EDI를 활용한 웹기반 정보공유에 관한 연구가 주를 이루었으며, 2000년대 후반부터 최근까지의 연구는 축적된 정보의 검색 및 효율적인 정보의 활용에 관한 내용이 주를 이루고 있다. 다음의 Table 3은 문서정보관리 관련 선행연구를 정리한 표이다.

Table 3. Literature review for the document management

Author	Contents of research
Ioannou and Liu (1993)	provides information database system for the use of the classification and preservation of documents
Simoff and Maher (1998)	proposed utilization scheme design information using ontology-based data collection technology
Hajjar and Rizk (2000)	proposed project and integration methodology of document information of the construction company that uses a common data model
Kosovac et. al. (2000)	Proposed subcontractors of information management method using the XML
An, S. J. et.al. (2003)	proposed Web-based XML / EDI utilization scheme for the development of information exchange model of the document between the construction participants
Caldas and Soibelman (2003)	proposed methodology for classifying the occurrence document information of the construction project in accordance with the CIS of the Master format system
Park, M. S. et.al. (2009)	presents an ontology framework that can express the construction process of the earthwork, and proposes a scheme for applying this knowledge search system
Park, H. J. (2009)	development of a shared prototype system the document through the tag manager for the development of the document management system of the building material information
Lee, S. G. (2009)	development of document management prototype system, the proposed document sharing system that uses the meta data library

Table 3에서 확인할 수 있듯이 기존의 선행연구들은 특정 업무나 문서전달의 효율성을 높이기 위한 업무분석과 문서관리 효율성 향상을 위한 방안을 제안하고 있지만, 현장에서 발생하는 문서간의 중첩된 정보의 관리 및 활용에 관한 연구는 미흡한 실정이다. 또한 실제 건설현장에서는 문서를 작성하는 담당자만이 문서에 포함된 정확한 정보를 파악하고 있다는 한계점과 문서정보관리의 체계가 미흡함으로 정보의 검색 및 활용과 정보의 일관성이 저하되는 문제점을 확인할 수 있었다.

이에 건설정보의 체계적인 축적과 정보의 활용성을 증대시키고 정보의 일관성 향상을 위해서는 건설현장의 대부분의 정보를 담고 있는 문서정보에 대한 체계적 정보 축적 체계가 필요하며, 이렇게 축적된 문서정보의 활용성 증대를 위하여 문서정보의 직관적 검색 및 활용에 용이한 도형정보와 연계된 정보의 시각화가 필요하다고 할 수 있다.

2.3 BIM관련 선행연구 고찰

BIM기술은 1970년대 Eastman의 Building Description System의 개념을 기반으로 하고 있으며, Virtual Building의 개념을 포함하여 설계에서 유지보수까지 3D모델을 통한 정보의 통합 및 분석이 가능한 기술로 발전하고 있다. 이러한 BIM기술을 활용한 정보관리 측면의 선행연구를 살펴보면, 대부분 건설프로젝트의 각 단계 간의 데이터 호환에 관한 연

구가 주를 이루고 있으며, 건축물의 생애주기 측면에 초점을 맞추어 건설 단계의 전반에 걸친 데이터 호환 및 교환에 관한 프레임워크를 제시하고 있으나 구체적인 시스템 구현을 위한 측면은 미흡한 측면이 있다. 다음의 Table 4는 BIM 정보관리 관련 선행연구의 내용을 정리한 표이다.

Table 4. Literature review for the BIM information management

Author	Contents of research
Dawood et.al. (2002)	provides a user interface and a database system for developing an integrated database for 4D / VR process simulation in which the resource information
Lee, H. M. (2008)	proposed integrated system for effectively implementing the process of the construction phase Information Processing through BIM application
Eastman (2010)	To provide a data conversion system for the compatibility of data between the IFC file system and the United States BIM standard system
Liu and Issa (2012)	proposed measures for the compatibility of information between the BIM model and maintenance system for the use of BIM in the maintenance stage
Ma et al. (2013)	proposed process map and algorithms for applying the BIM in China bidding system
Lin (2014)	proposed BIM-based construction knowledge management system for knowledge management application of the construction stage

Table 4에서 확인할 수 있듯이, 기존의 선행연구들은 각 건설 단계 중 가장 많은 정보가 발생되고 관리되는 시공단계 측면에서의 정보 축적 및 관리를 위한 데이터베이스 구축 및 정보의 통합에 관한 연구가 미흡함을 확인할 수 있었다.

그리고 Model-based 문서관리 관련 선행연구로는 Caldas et al. (2005)의 연구가 있으며, 이 연구에서는 문서정보를 Model을 통하여 관리하고자 하였으며, 이를 위해 Master format에 근거한 문서 분류체계와 IFC파일의 IfcDocument Reference와 IfcRelationship의 분석을 통해 문서정보와 모델을 연계를 위한 연구를 진행하였다. Caldas et al. (2005)의 연구에서는 2D 기반의 IFC모델에 Reference의 형태로 문서의 코드정보를 추가하는 형식으로 연구를 진행하였으며, 이를 위해 문서정보를 Master format으로 분류하여 문서정보를 연계하였다. 또한 건설정보를 BIM모델에 전자문서의 List를 관리하는 형식으로 문서정보를 관리하고 있기에 문서를 저장할 수는 있지만, 문서의 형태로만 정보를 저장함으로써 정보의 통합적인 활용 측면에서의 문서정보관리에는 어려운 문제점을 가지고 있다.

이러한 기존의 선행연구를 확인해 보았을 때, 건설현장에서 발생하는 문서정보를 체계적으로 축적하고 이를 효율적으로 활용하기 위해서는 발생하는 문서정보의 분석을 통한 정보의 데이터베이스와 BIM모델을 연계하기 위한 방안이 필요할 것으로 사료된다.

2.4 도형정보와 비도형정보의 연계

건설현장에서는 무수히 많은 정보가 발생하고 관리되어진다. 그러나 대다수의 건설현장에서는 표준화된 분류체계의 미비와 부재로 인하여 정보가 현장내의 정보관리의 어려움이 발생하고 있다(Kwon 2001).

이에 효과적인 건설정보관리를 위하여 주로 Work Breakdown Structure(WBS)와 Cost Breakdown Structure(CBS)의 연계를 통하여 건설현장의 정보를 관리에 중점을 두고 있다. 그렇지만, 건설단계는 설계도면을 바탕으로 건축물을 형성해 가는 단계임으로 대부분의 건설정보는 건축물의 부위와 위치정보를 기반으로 진행 관리되는 것이 현실이다. 또한 건설현장에서의 작업 수행과 작업 검토를 위해서는 기본적으로 도면정보인 건축물의 형상정보를 필요로 하고 있다. 즉, 현장에서 발생하는 문서정보를 보다 손쉽게 활용 및 검토하기 위해서는 3차원 모델의 위치정보를 통하여 시공정보가 연계되어 정보관리가 될 필요성이 있다.

이러한 건축물의 형상을 통하여 건설정보를 통합하고자 하는 연구로 Chan et al. (2005)의 연구에서는 시스템의 개발 측면에서 도형정보와 비도형 정보를 연계하기 위한 방안을 제시한바 있으며, Caldas et al. (2005)의 연구에서는 2장에서 언급한 바와 같이 도형정보와 문서정보를 연계를 위한 방안을 제시하였고, Ding et al. (2012)의 연구에서는 철도공사의 사례를 바탕으로 도형정보와 사업관리 정보 연계를 위한 방안을 제시한바 있다. 그러나 이러한 선행연구들은 비도형 정보를 중심으로 한 도형정보의 연계에 중점을 두었기 때문에 비도형 정보의 분류체계 변경 및 정보 연계에 어려움이 존재하는 문제점이 있었다. 그리고 Jung et al. (2013)의 연구에서는 도형정보를 중심으로 건설정보(공정, 원가 등)를 연계하고자 하였고, 이를 위해 도형정보 분류체계의 개념을 제안하고 이를 신한옥 프로젝트에 적용해 봄으로써 신한옥의 도형정보와 공사정보를 연계한바 있다. 이에 도형정보와 비도형 정보의 자동연계가 가능하였다. 그리고 도형정보의 분류체계를 구성함에 있어서 건축물의 오브젝트(Object) 관리에 초점을 맞추어 도형정보를 중심으로 비도형정보를 연계하였다. 그러나 오브젝트(Object)에 초점을 맞추어 도형정보를 구축함으로써 인하여 최하위 단계의 오브젝트(Object)가 세분화되어 도형정보 관리가 어려운 한계가 존재하였다. Table 5는 도형정보와 비도형 정보의 연계와 관련된 선행 연구를 정리한 표이다.

Table 5. Literature review for the association of geometric and non-geometric information

Author	Contents of research
Chan et al. (2005)	The proposed measures for the cooperation of graphic information and non-graphic information from the point of view of the development of information management system
Caldas et al. (2005)	As a strategy for document information management, the proposed document information cooperation proposal through the IFC file system and Masterformat analysis for linking the document information is a non-graphic information of graphic information
Ding et al. (2012)	The proposal from the point of view of business management, process based on the case of Railroad, cost, the scheme to work with 3D-CAD non-graphic information about the stability
Jung, Y. S. et.al (2013)	The proposed cooperation concept of graphic information and non-graphic information by applying the classification system with a focus on graphic information the graphic information from the point of view of information cooperation center in Shin Han Ok project

3. BIM기반 건설정보 데이터베이스 구축

건설현장의 정보를 효율적으로 관리하기 위하여 기존에는 작업분류체계와 비용분류체계의 연계를 통한 정보관리에 중점을 두고 있었다. 그러나 WBS와 CBS의 연계를 통한 정보관리는 작업과 공사비의 연계를 통하여 현장 작업에 대한 정보의 활용에는 효과적이지만, 공사 중에 발생하는 문제점이나 작업에 필요한 도면정보의 활용 그리고 작업수행을 위한 필요 정보의 분류 등에는 활용하기 어려운 문제점을 가지고 있다. 또한, 프로젝트 종료 후 발생할 수 있는 클레임과 같은 문제 발생 시 해당 작업의 문제점에 대한 내용은 대부분 작업 일보와 같은 공사관리 문서에 포함되어 있는데, 이러한 작업 시 특이사항에 관한 내용은 기존의 WBS와 CBS에서는 다소 관리가 어려운 문제점이 있다.

이에 건설현장의 발생하는 문서정보를 효율적으로 관리하기 위해서는 도면정보, 공사정보, 비용정보, 재작업 정보 등과 같은 다양한 정보가 체계적으로 연계되어 관리될 필요성이 있으며, 이러한 건설정보의 효율적 관리를 위해서는 설계정보를 바탕으로 한 3D모델의 위치정보와 시공단계의 정보가 연계되어 관리될 필요성이 있다. 즉, 시공단계에서 발생하는 정보와 건설 작업들은 건축물의 부위 및 위치를 기반으로 진행 및 관리되고 있기 때문에 건설현장에서 작업수행 및 작업 검토 등을 위해서는 도면정보(형상정보)인 3D모델을 바탕으로 정보를 관리하는 것이 즉각적(직관적)인 정보의 검토 및 활용에 유용하며, 향후에 정보의 활용 및 관리 그리고 정보의 흐름을 효율적으로 나타낼 수 있기 때문이다.

이에 본 논문에서는 BIM모델의 오브젝트(Object)와 연계하여 문서정보를 축적하고자 하였으며, 이를 위하여 현장의

문서에 존재하는 건설정보를 분류하기 위한 정보분류체계(Information Breakdown Structure; IBS)와 기존의 분류체계인 WBS와 CBS를 통하여 문서정보를 재정리하고자 하였으며, 이렇게 재정리된 문서정보와 BIM모델과의 연계를 위해서 공간분류체계(Space Breakdown Structure; SBS)와 현장정보를 연계하고자 하였다.

3.1 BIM기반 건설정보 데이터베이스 개념

BIM기반 건설정보 데이터베이스는 건설현장에서 발생하는 정보를 BIM모델과 데이터베이스를 통하여 축적 및 관리함으로써, 시공정보의 효율적인 활용 및 저장용 목적으로 하고 있다. 이를 위하여 본 논문에서는 현장에서 발생하는 문서정보를 공간분류체계(SBS)와 정보분류체계(IBS)를 중심으로 기존의 분류체계인 WBS와 CBS를 연계시킴으로서 건설정보를 축적/관리하고자 하였다.

그 중에서 공간분류체계(SBS)는 현장의 문서정보를 BIM 모델과 연계를 위하여 BIM모델의 공간정보를 분류하기 위한 용도로서 작성이 필요하였다. 이에 본 연구에서는 공간을 분류하기 위하여 프로젝트 요소와 공간요소 그리고 부위요소를 구분하여 공간분류체계를 구축하고자 하였다. 그리고 정보분류체계(IBS)는 현장에서 발생하는 문서의 특성(공사계획 문서, 공사관리 문서 등)에 따른 문서의 정보를 구분하기 위한 용도로 활용하고자 하였다. 이는 건설공사 중 발생하는 수많은 문서정보를 보다 체계적으로 관리하기 위하여 문서의 특성에 따른 분류가 필요하기 때문이다.

이에 본 논문에서 제안하고자 하는 공간분류체계와 정보분류체계를 연계하고 WBS나 CBS와 같은 기존의 분류체계를 결합하여 문서정보를 축적/관리하고자 하였다. 다음의 Fig. 1은 연구에서 제안하고자 하는 건설정보 데이터베이스 구축을 위한 분류체계에 대한 내용을 나타낸 그림이다.

건설현장에서 발생하는 문서정보를 재정리하여 데이터베이스화하기 위하여 Fig. 1의 B부분의 정보분류체계(IBS)와 C부분의 기존 분류체계를 통하여 현장의 문서를 재정리하고, 이에 Fig. 1의 A부분인 공간분류체계(SBS)를 연계함으로써 건설현장의 문서정보를 BIM모델과 연계할 수 있을 것이다. 즉, Fig. 1의 D부분에 해당하는 건설현장의 정보는 공간에 대한 정보와 정보의 분류체계에 대한 정보를 모두 포함하게 되고 현장문서를 통하여 도출된 시공정보가 공간분류체계를 통하여 설계정보와 연계가 됨으로써, 설계정보와 시공정보를 통합 관리할 수 있게 된다. 이렇게 공간분류체계(SBS)와 정보분류체계(IBS) 그리고 기존 분류체계와 연계된 정보(Fig. 1의 D부분)는 현장 문서에 포함되어 있는 정보를 분류체계를 통하여 재정리된 건설현장의 세부 정보가 되고 이러한 정보들은 각각의 분류체계의 코드를 통하여 데이터베이스에 축적되게 된다.

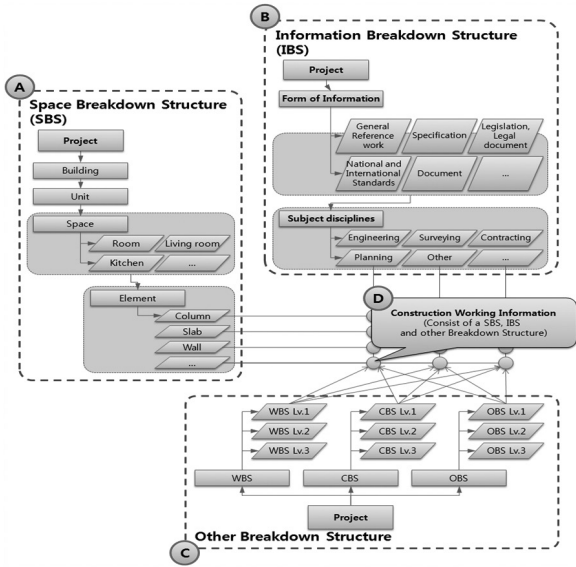


Fig. 1. Idea of the link between design and construction information

건설정보 데이터베이스는 공간분류와 현장정보 및 작업정보 그리고 현장문서 정보로 구분할 수 있으며, 이러한 데이터베이스는 공간분류 데이터베이스를 중심으로 현장정보 데이터베이스와 작업정보 데이터베이스 등이 공간분류코드를 기준으로 서로 연계되어 정보를 축적할 수 있다. 다음의 Fig. 2는 BIM기반 건설정보 데이터베이스의 연관관계를 개념적으로 작성한 그림이다.

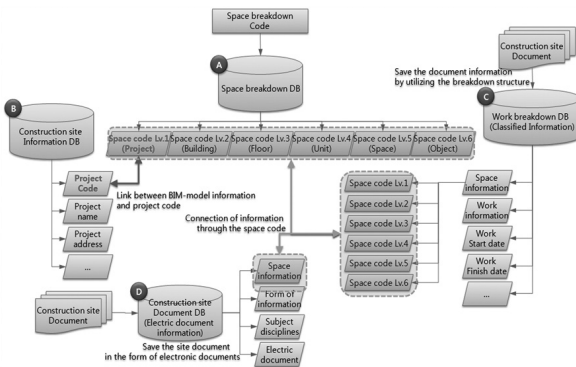


Fig. 2. Concept of the BIM-based Construction information DB

현장에서 발생하는 문서정보는 대부분 현장에 대한 정보와 작업에 대한 정보를 가지고 있게 된다. 이러한 정보들은 정보분류체계와 기존 분류체계를 통하여 Fig. 2의 B부분의 현장정보와 C부분의 작업정보로 분류될 수 있다. 이렇게 분류체계를 통하여 분류된 정보들은 Fig. 2의 A부분에 해당하는 공간분류를 포함하여 BIM모델의 Object와 연계될 수 있다. 그리고 현장의 문서의 정보 중에서 데이터베이스의 형태로 구조화하기 어려운 문서정보의 경우에는 현장 문서 자체를 전자문서의 형태로 변환함으로써 이를 관리할 수 있다. 즉, Fig. 2의 D부분과 같이 전자문서의 형태로 현장문서를 저장하게

되고, 이러한 현장의 전자문서에 공간분류체계(SBS, Fig. 2의 A부분)를 통한 공간정보를 포함시킴으로서 현장 문서 자체로도 도형정보와 연계하여 관리할 수 있게 된다. 이러한 개념을 통하여 건설현장에서 문서를 통하여 발생하게 되는 정형화된 정보와 비정형화된 정보를 모두 축적할 수 있으므로 인하여 건설현장의 정보를 축적할 수 있는 체계를 구축할 수 있을 것이다. 또한 비정형화된 정보의 경우에는 전자문서의 형태로 문서 자체를 저장함으로써, 공사에 해당하는 모든 문서 정보를 BIM 모델에 연관되어 건축물의 부재와 관련된 문서정보를 모두 확인 할 수 있게 된다.

이와 같이 건설현장에서 발생하는 문서를 통하여 건설현장의 공사관련 정보 및 문서정보를 데이터베이스화할 수 있으며, 데이터베이스에 축적된 건설정보는 BIM모델을 통하여 관리할 수 있게 된다. 이렇게 도형정보와 비도형정보를 연계 관리하기 위하여 건축물의 공간에 대한 분류와 발생정보의 관리를 위한 분류체계를 구성할 필요성이 있다. 이에 기존에 활용하고 있는 분류체계(WBS, CBS 등)와 정보분류체계(IFS) 그리고 공간분류체계(SBS)를 적용함으로써 건설현장에서 발생하는 정보를 보다 세분화하여 분류할 수 있으며, 이를 통해 건설현장의 발생정보를 보다 체계적으로 축적하고 손쉽게 활용할 수 있을 것으로 사료된다.

3.2 건설정보 분류체계

3.2.1 공간분류체계(SBS)

공간분류체계(SBS)는 현장의 문서정보를 BIM모델의 각 Object에 연계하기 위하여 구축하였으며, 건축물의 형상정보(도형정보)를 분류함에 있어서 건축물의 공간을 구성하는 건축물의 세대와 실의 개념에 초점을 맞추어 도형정보에 대한 분류체계를 작성하였다.

공간분류체계는 프로젝트 요소(Project Factor), 공간요소(Space Factor), 부재요소(Element Factor)로 구분하여 분류체계를 구축하였다. 문서의 정보는 이러한 공간분류체계와 연계되어 BIM모델과 문서정보를 연계할 수 있으며, 예를 들어, 철근콘크리트 공사와 같은 경우에 “층(Floor)”에 해당하는 공간분류체계와 연계하여 문서정보를 연계하게 되고, 세대내의 침실 벽체에 마감공사의 경우에는 부재요소에 정보를 연계함으로써 BIM모델에 정보를 연결시킬 수 있다. 다음의 Fig. 3은 공동주택을 대상으로 공간분류체계 작성을 위한 고려요인을 나타낸 그림이다.

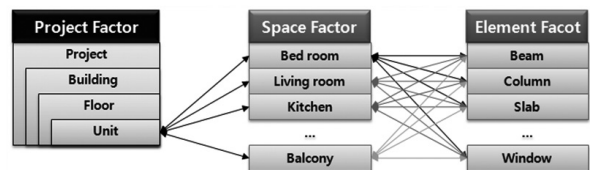


Fig. 3. Factor for creating a space breakdown structure

Fig. 3에서 알 수 있듯이, 공간분류체계는 프로젝트 요소인 건축물의 수, 층수, 단위세대 등의 프로젝트의 규모와 특성에 따라 구분하였으며, 공간요소는 공동주택 세대(Unit)단위의 공간을 구분하는 요소로 침실, 거실, 주방, 화장실, 현관, 현관전실, 발코니 등의 요소로 구분하였고, 부위요소의 경우에는 공동주택의 개별 세대(Unit)의 각각의 부재를 구분할 수 있도록 IFC파일의 Ifc Element의 Ifc Building Element의 내용을 바탕으로 작성을 하였다.

공간분류체계는 상기의 프로젝트 요소와 공간요소 그리고 부위요소를 통합하여 작성을 하였다. 예를 들어 방이라는 공간요소에 대한 정보에 Object 구성 요소인 벽체, 문, 창문 등의 부위요소가 포함되는 형태로 공간이 가지는 속성과 부위의 속성을 포함하여 공간분류체계를 작성하였다. Fig. 4는 공간분류체계의 구성을 나타낸 것이다.

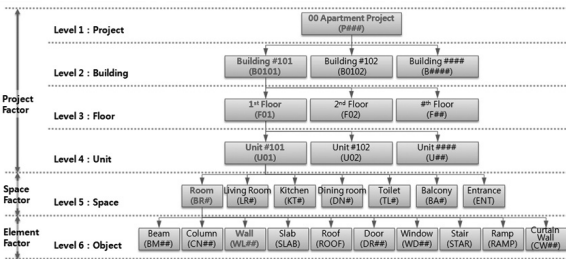


Fig. 4. Configuration diagram of the space breakdown structure

공간분류체계는 Fig. 4과 같이 6개의 단계로 구분하여 작성을 하였다. Level 1~4는 프로젝트 요소로 Level 1은 프로젝트, Level 2는 건축물, Level 3는 건축물의 층 수, 그리고 Level 4는 단위세대로 구성을 하였다. 그리고 Level 5는 공간요소로 공동주택의 공간을 구성하는 요소로 작성되었으며, Level 6는 부위요소로 IFC파일 체계의 Object를 구성하는 요소로 작성을 하였다.

3.2.2 정보분류체계(IFS)

정보분류체계는 현장에서 발생하는 정보를 보다 체계적으로 관리하기 위한 부분으로 공사 중에 발생하는 현장문서의 정보의 형태와 정보의 분야로 구분할 수 있도록 구성하고자 하였다. 이는 현장에서 발생하는 문서의 정보를 정보의 형태 및 분야로 구분함으로써 정보의 활용성을 높일 수 있기 때문이다. 예를 들어 현장문서 중 “공사기성지급신청서”의 경우에는 정보의 형태로는 문서의 형태를 가지고 정보의 분야로서는 공사관리 분야로 구분될 수 있다 (Fig. 5의 Level 2의 문서 - A800, Level 3의 공사관리 - B800). 이렇게 현장에서 발생하는 문서의 내용을 정보분류체계에 맞추어 분류함으로써 현장의 문서정보를 참고자료, 시방서, 계약서, 설계도면 등과 같은 카테고리로 분류하여 정보를 축적할 수 있으며, 이를 통

해 정보를 보다 효율적으로 관리할 수 있을 것이다.

이에 본 연구에서는 영국의 표준 정보분류체계인 Uniclass의 정보분류체계를 활용하여 정보분류체계(IFS)를 작성하였다. Uniclass의 각 분류 중에서 “A. 정보의 형태”와 “B. 주제 분야 분류”에 따른 분류가 현장에서 발생하는 정보의 체계를 구분하여 정리할 수 있다고 판단하였으며, 본 연구에서는 Uniclass의 구성체계를 바탕으로 정보분류체계를 작성하고자 하였다. Uniclass A(정보의 형태)와 B(주제분야)를 통합하여 정보분류체계를 구성하였고, 다음의 Fig. 5는 정보분류체계를 나타낸 그림이다.

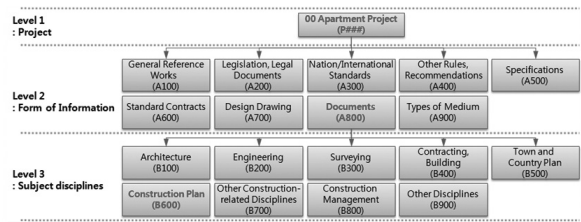


Fig. 5. Configuration diagram of the information breakdown structure

이렇게 작성된 정보분류체계를 통하여 현장에서 발생하는 문서의 정보를 정보의 형태와 주제별로 분류할 수 있음으로 인하여 건설현장의 정보를 체계적으로 관리할 수 있게 된다. 이러한 정보분류체계에서 정보의 분류를 예를 들어서 설명하면, 현장에서 발생한 문서인 “품질시험계획서”의 경우에 Uniclass A의 정보의 형태로서는“A820. 계획서”, 그리고 Uniclass B의 주제분야에서는“B630. 품질계획”으로 정의할 수 있으며 이를 통한 정보분류코드는“A820-B630”로 작성할 수 있다.

3.3 BIM기반 건설정보 데이터베이스 설계

BIM기반 건설정보 데이터베이스의 구축을 위하여 Fig. 2의 데이터베이스 연계 개념을 바탕으로 데이터베이스 체계를 작성하였다. 다음의 Fig. 6은 건설정보 데이터베이스의 각 Table간의 관계를 보여주는 다이어그램이다. 건설정보 데이터베이스는 크게 공간분류 데이터베이스, 현장정보 데이터베이스, 작업정보 데이터베이스 그리고 현장문서 데이터베이스 (Fig. 6의 C, D, E, F 부분)로 구성되어 있다. 건설현장에서 작업일보에 대한 정보가 발생하면 데이터화가 가능한 정보 (Fig. 6의 A부분)가 입력이 되고 입력된 정보는 현장정보 데이터베이스(Fig. 6의 E부분)와 작업정보 데이터베이스(Fig. 6의 F부분)으로 저장되며, 데이터화가 어려운 정보는 전자 문서화를 통하여 현장문서 데이터베이스(Fig. 6의 C부분)로 저장이 된다. 이렇게 입력된 현장문서 정보는 정보분류체계 (Fig. 6의 B부분)를 통하여 정보의 형태 및 주제에 맞게 정리 된다.

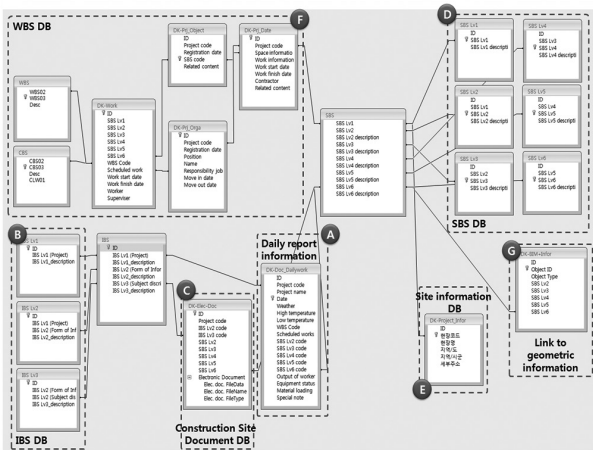


Fig. 6. Correlation of the construction information DB

각각의 데이터베이스의 데이터테이블은 공간분류 코드를 통하여 연계되어 해당 Object와 작업의 내용, 현장정보 등을 연계하게 된다. 예를 들어, Fig. 6의 D부분은 공간분류 데이터베이스에 포함되어 있는 데이터 테이블로 공간분류체계의 데이터가 포함되어 있으며, Fig. 6의 E부분의 현장정보 데이터베이스에 프로젝트의 코드의 정보를 포함하여 공간정보와 연계되어 관리될 수 있다. 그리고 Fig. 6의 C부분은 현장문서 데이터베이스로 현장에서 발생하는 문서의 전자문서화 파일을 현장의 코드와 정보분류체계(IFS)의 분류 정보 그리고 공간분류체계(SBS)에 연계하여 전자문서 자체를 저장하기 위한 데이터베이스이며, Fig. 6의 F부분은 작업정보 데이터베이스로 작업 일정에 대한 정보, 작업자에 대한 정보, 작업내용에 대한 정보 그리고 WBS와 CBS와 같은 분류체계에 대한 정보를 포함하고 있다.

본 연구에서는 시공정보를 축적하기 위하여 시공정보 데이터베이스 체계를 구축하였고, 이를 구성하고 있는 데이터테이블과 각 데이터테이블의 엔티티(entity)를 작성하였다. 각각의 데이터테이블의 엔티티들은 프로젝트 코드와 연결되며, 부위정보를 가지고 있는 엔티티들은 다시 공간분류코드와 연계된다. 다음의 표들은 각각의 데이터테이블의 엔티티와 애트리뷰트(attribute:속성정보)를 나타낸다. 이러한 데이터베이스와 데이터테이블을 작성하기 위하여 MS Access를 활용하여 작성하였다.

4. 건설정보 데이터베이스 시나리오 적용

작성된 BIM기반 건설정보 데이터베이스의 효율성 평가를 위하여 시나리오를 바탕으로 한 평가를 수행 하였다. 이는 BIM기반 건설정보 데이터베이스의 평가를 직접적으로 실제 현장에 적용하기에는 현실적인 어려움이 있었기 때문에 시나리오를 바탕으로 한 실현 가능성을 평가해 보고자 하였다. 건

설정보 데이터베이스의 적용을 위한 시나리오는 건설프로젝트 종료 후 발생하는 클레임을 대상으로 설정하였다. 클레임의 문서수집 단계는 건축 프로젝트 종료후 문서정보의 체계적인 관리와 저장된 정보의 활용성을 평가할 수 있는 클레임의 한 단계로서 문서정보 데이터베이스의 활용성을 평가하기 위하여 시나리오를 설정하여 진행을 하였다.

4.1 시나리오 개요(클레임 발생 시 관련 문서정보 도출)

건설 프로젝트가 종료되고 나면 건축물의 하자 등으로 인하여 해당 작업에 대한 클레임이 종종 발생하게 된다. 이러한 클레임의 진행을 위하여 클레임 사안에 대한 사전평가, 증거 자료의 추적, 자료 분석 작업, 클레임 제기 근거 마련, 비용 산출, 클레임 서류 완성 및 제출의 단계를 거쳐 진행하게 된다. 이러한 클레임에 대한 성공적인 제기 및 대응을 위한 주요 요인은 충분한 증거자료를 수집하는 것이라고 할 수 있으며(Kan 2008, Seo 2011), 이에 클레임의 각 단계 중에서도 “증거 자료의 추적”이 매우 중요하다고 할 수 있다.

또한, “증거 자료의 추적” 단계가 클레임을 준비하는 과정에서 많은 노력과 자원을 소모하는 단계로서, 이 단계에서는 공사를 수행하면서 발생하였던 클레임 관련 문서정보를 수집하는 작업을 수행하게 된다. 그러나 클레임의 증거자료가 되는 문서정보의 관리가 중요함에도 불구하고 기존의 현장에서는 클레임의 성공에 문서정보의 관리의 중요성을 인식하지 못하고 있는 경우가 종종 발생하고 있으며, 현장의 급박한 상황과 공사관리 등의 이유로 클레임 관련 문서정보의 관리에 어려움이 있는 상황이다(Seo 2011).

이러한 클레임의 증거자료인 문서정보를 수집하기 위해서는 현장의 보관문서를 통한 정보의 수집이나, 해당 관련자의 추적을 통한 문서정보의 수집이 필요하다. 그러나 현장 보관문서를 통하여 클레임 관련 문서를 수집하는 경우에 현장 내 수 많은 문서 관리철을 확인 및 검토를 통한 문서의 수집에 많은 노력과 자원을 소비해야하는 문제점이 발생하고 있으며, 해당 관련자를 추적하여 클레임 문서정보를 수집하는 경우에는 현장의 종료 후 프로젝트의 참여자들이 타 프로젝트에 투입됨으로 인하여 클레임과 관련된 문서정보가 분산됨으로 인하여 관련 문서정보의 수집에 어려움이 발생하고 있다.

그러나 연구에서 제안하고자하는 정보관리 데이터베이스를 활용하게 되면, 현장의 문서보관철을 통한 정보의 수집 작업에 선행하여 정보관리 데이터베이스의 분류된 정보와 전자 문서화된 정보의 검색을 통하여 클레임 관련 문서정보를 수집하게 됨으로 인하여 클레임 정보의 손쉬운 획득과 클레임 관련 증거자료 수집의 실패에 대한 확률을 줄일 수 있다. 또한, 정보의 수집과정에서 건설정보관리 데이터베이스 자체적

으로 쿼리 및 검색을 통하여 정보를 수집할 수 있으며, 연계된 BIM모델의 Object를 선택하여 관련 정보를 확인할 수도 있게 된다. 다음의 Fig. 7은 기존의 클레임 자료수집 프로세스와 건설정보 데이터베이스를 활용한 자료수집 프로세스를 도식화한 그림이다.

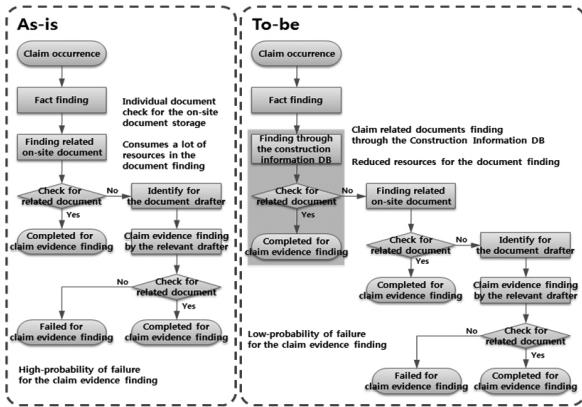


Fig. 7. Process for the claim evidence(factor) finding

4.2 시나리오 분석

D건설사의 클레임 담당자의 인터뷰를 통하면 현장별로 차이는 있지만 현장의 문서관리 시스템이 미비한 현장의 경우에 클레임 증거자료 수집에 약 3~4시간 정도가 소요되었으며, 증거자료의 분실로 인한 자료수집이 어려운 경우가 대략 50%정도로 발생하는 것을 확인할 수 있었다. 이에 현장의 공사수행 시 지속적인 정보관리 데이터베이스로의 정보 입력을 통한 문서정보의 관리가 수행된다면, 클레임 관련 문서의 수집에 소모되는 자원과 시간을 절약할 수 있게 될 뿐 아니라 클레임 증거자료 수집이 실패할 확률을 줄일 수 있음으로 인하여 보다 빨리 그리고 정확하게 클레임을 진행할 수 있게 될 것이다. 이를 건설정보데이터베이스로 구현을 하면, 다음의 Fig. 8과 같이 나타낼 수 있다.

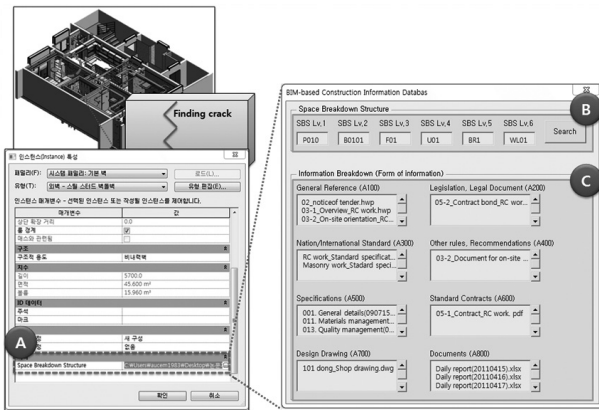


Fig. 8. DB search screen for the claim related document

Fig. 8의 건설정보데이터베이스를 활용하기 위하여 우선적으로 BIM모델을 작성하였다. BIM모델의 작성에는 Autodesk사의 Revit Architecture를 활용하였는데 이는 Revit Architecture 프로그램이 타사의 BIM프로그램에 비하여 신규 Parameter의 값을 추가하는데 용이하기 때문으로, 건설정보데이터베이스에서는 Fig. 8에서의 A부분에서와 같이 벽체 Object에 새로운 Parameter인 Space Breakdown Structure를 추가하였으며, 이에 대한 Parameter 값을 추가할 수 있었다. 이렇게 BIM 모델에 건설정보 데이터베이스와 연계할 수 있는 Parameter의 값을 Object의 요소특성(Revit Architecture에서는 Family특성)으로 삽입하였으며, 이렇게 삽입된 Parameter는 건설정보데이터베이스와 연계된 데이터베이스 접속 주소(Fig. 8의 A부분)로 작성을 하였다. 이에 BIM모델과 연계된 건설정보 데이터베이스는 VBA(Visual Basic for Applications)로 건설정보 데이터베이스의 User Interface를 작성하였으며, 이렇게 작성된 UI에는 공간분류체계(SBS)와 해당 공간분류체계와 연계된 전자문서를 정보분류체계(IBS)에 해당하는 부분으로 나타나게 하였다.

Fig. 8의 B부분에서 균열이 발생한 부재의 공간분류체계를 검색하면, 해당 공간분류체계와 연관되어 있는 문서의 정보를 Fig. 8의 C부분과 같이 정보분류체계로 구분하여 확인할 수 있게 된다. Fig. 8에서는 해당 부재와 연계된 전자문서의 종류가 시방서와 공사일지가 연계되어 있어 해당 정보에 해당하는 부분의 전자문서만 나타나게 되었다. 이와 같이 BIM 모델을 통하여 해당 부재의 공간분류체계 연계하여 관련된 공사문서 정보를 데이터베이스에 축적함으로써, 클레임과 같이 기 수행된 시공문서의 수집이 필요한 업무에서 해당 자료를 손쉽게 확인할 수 있으며, 정보분류체계를 통하여 관련 공사정보를 건설정보 데이터베이스에 축적함으로써 공사의 정보를 체계적으로 관리할 수 있을 것으로 사료된다.

5. 결론

건설 산업은 다수의 참여 조직과 인력 중심의 프로세스로 정보의 효율적인 관리가 어려운 문제점을 가지고 있다. 또한 건설단계 중에서 시공단계는 다른 단계에 비하여 많은 양의 정보가 발생하고 있지만, 건설현장 내의 정보관리에 대한 인식의 부족과 정보관리 체계 및 시스템의 미비로 현장 정보관리에 어려움을 겪고 있다. 이러한 건설현장의 특성으로 건설현장의 시공정보는 문서의 형태로 현장 문서보관소에 저장하거나 문서정보의 작성자가 개별적으로 보관하는 형태로 관리되고 있다. 이 때문에 현장의 문서정보는 현장이 완료됨과 동시에 사장되는 일회성 정보로서 활용되는 경우가 빈번히 발생함으로 인하여 건설회사의 시공 노하우 축적에 장애를 초래하고 있다.

이에 본 연구에서는 건설현장의 공사정보를 효율적인 축적 및 활용을 위하여 BIM기반의 건설정보 데이터베이스 체계를 구축하고자 하였다. 이를 위하여, 건설 현장 내에서 발생하는 정보와 문서정보관리 선행연구 검토를 통하여 건설현장에서의 정보관리의 중요성과 정보관리가 어려운 현실을 확인할 수 있었으며, BIM을 기반으로 한 도형정보 및 비도형정보의 연계관련 선행연구 검토를 통하여 건설정보의 효율적인 축적 및 활용을 위해서는 형상정보(모델정보)를 통하여 비형상정보(문서정보 등)를 연계하여 정보를 관리하는 것이 유리함을 확인할 수 있었다. 이에 건설현장의 문서정보를 체계적으로 관리하기 위하여 건설정보를 포괄적으로 관리하기 위한 Uniclass의 분류체계를 활용해 정보분류체계(IBS)를 구축하였으며, 도형정보와 비도형정보의 연계를 위한 공간분류체계(SBS)를 제안하였다. 공간분류체계와 정보분류체계를 바탕으로 건설정보를 저장하기 위한 건설정보 데이터베이스의 체계를 구축하였으며, 건설정보 축적을 위한 데이터베이스를 설계하였다. 그리고 BIM기반 건설정보 데이터베이스를 시나리오를 통하여 실현해 봄으로써 건설정보 데이터베이스의 구현 가능성을 검토할 수 있었다.

본 연구에서 제안한 건설정보 데이터베이스를 통하여 도형정보와 비도형 정보를 연계하여 건설정보를 축적할 수 있는 체계를 마련하였으며, 건축물의 부위에 관련정보를 체계적이고 지속적으로 축적할 수 있을 것으로 예상된다. 또한 축적된 정보를 후속 프로젝트에 활용 가능하여 건설기업의 노하우 축적에 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다. 또한, 건설정보 데이터베이스 체계를 통하여 건설정보를 체계적으로 축적함으로써 인하여 건설현장의 공사이력을 관리하는데 활용할 수 있으며, 공사 종료 후 클레임과 같은 공사정보가 필요한 작업에 활용하여 손쉽게 공사정보를 검토 및 활용 할 수 있을 것으로 사료된다.

그러나 본 연구에서 제안된 BIM기반 건설정보 데이터베이스는 현장의 발생정보와 현장정보 분류체계를 통하여 구축하였지만, 작성된 시스템을 검증의 측면에서 실제 현장에 직접 적용을 통하여 도출된 정량적인 분석이기는 보다는 시나리오 적용을 통한 구현가능성을 평가해 보았다. 이 때문에 논문에서 제시한 모델의 기대효과를 충족시키기 위하여 실제 시공현장에 직접적인 적용을 통한 분석의 필요성이 있다. 또한, 본 연구의 공간분류 코드의 경우에 공동주택을 대상으로 작성을 하였기 때문에 타 프로젝트에 활용하기에 어려운 문제점이 있으며, 이에 타 프로젝트에서의 활용을 위하여 각 프로젝트 특성에 따른 공간분류 체계에 대한 연구가 필요한 실정이다. 그리고 정보분류체계의 경우 영국의 Uniclass를 활용함으로써 인하여 국내 실정과 상이한 문제점이 있다. 이에 국내 건설산업의 특성을 반영한 정보분류체계 구축을 위한 연구가 필요할 것으로 사료된다. 또한, 문서의 정보를 보다 빠르게

데이터베이스화시키기 위하여 현장 발생 문서에 대한 표준화에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 아주대학교 일반연구비 지원 사업(S-2014-G0001-00168) 결과의 일부임.

References

- An, S. J., Son, B. S., Lee, H. S. (2003). "Data Model for Document Exchange of Construction Projects", *Proceedings of KICEM Annual Conference 2003*, KICEM, pp. 569-572.
- Caldas, C. H., Soibelman, L. (2003). "Automating hierarchical document classification for construction management information system", *Automation in Construction*, 12, pp. 395-406
- Caldas, C. H., Soibelman, L., Gasser, L. (2005). "Methodology for the Integration of Project Documents in Model-Based Information Systems", *Journal of Computing in Civil Engineering*, 19(1), pp. 25-33.
- Chan, K. W., Anson, M., Zhang, J. P. (2005). "4D Dynamic Construction Management and Visualization Software: 1. Development", *Automation in Construction*, 14(4), pp. 512-524.
- Chen, Y., Kamara, J. M. (2011). "A framework for using mobile computing for information management on construction sites", *Automation in Construction*, 20, pp. 776-778.
- Cho, H. C. (2002). "A Study on the Relationship of Construction Information in Documents Control for Automatic generation of Construction Documents", M.S. thesis, Dept. of Architectural Engineering, Ajou University.
- Choi, J. S. (2011). "A Study on the Development and Application of Quality Control Requirements for Improving the Quality of Architectural Design in Open BIM Environments", PhD thesis, Dept. of Architectural Engineering, Kyung Hee University.
- Dawood, N., Sriprasert, E., Mallasi, Z., and Hobbs, B. (2002). "Development of an integrated information resource base for 4D/VR construction processes simulation", *Automation in Construction*, 12(2), pp.

- 123-131.
- Ding, L. Y., Zhou, Y., Luo, H. B., Wu, X. G. (2012). "Using nD Technology to Develop an Integrated Construction Management System for City Rail Transit Construction", *Automation in Construction*, 21(1), pp. 64-73.
- Eastman, C., Jeong, Y., Sacks, R., and Kaner, I. (2010). "Exchange Model and Exchange Object Concepts for Implementation of National BIM Standards", *Journal of Computing in Civil Engineering*, 24(1), pp.25-34
- Hajjar, D., AbouRizk, S. M. (2000). "Integrating document management with project and company data", *Journal of Computing in Civil Engineering*, 14(1), pp. 70-77.
- Ioannou, P. G., Liu, L. Y. (1993). "Advanced construction technology system-ACTS", *Journal of Construction Engineering and Management*, 119(2), pp. 288-306.
- Jung, Y. S., Kim, Y. S., Kim, M., Ju, T. H. (2013). "Concept and Structure of Parametric Object Breakdown Structure(OBS) for Practical BIM", *Korea Journal of Construction Engineering and management*, KICEM, 14(3), pp. 88-96.
- Kang, M. Y. (2008). "A Study on the Minimum Prevention of Construction Claim by Risk Analysis Model", MS. thesis, Dept. of Architectural Engineering, Namseoul University, Korea.
- Kosovac, B., Froese, T., Vanier, D. (2000). "Integrating heterogeneous data representations in model-based AEC/FM systems", CIT 2000, pp. 556-566.
- Kwon, Y. S. (2001). "A Conceptual Model of Construction Information to be Used According to Construction Process", M.S. thesis, Dept. of Architectural Engineering, Hanyang University, Korea.
- Lee, H. M. (2008). "A study on the development of construction information integrated system to build BIM", PhD thesis, Dept. of Architectural Engineering, Chonnam national University.
- Lee, S. G. (2009). "Metadata-Library based Document Management Prototype System for Urban Renewal Promotion Plan", M.S. thesis, Dept. of Architectural Engineering, University of Seoul.
- Lin, Y. C. (2014). "Construction 3D BIM-based knowledge management system", *Journal of Civil Engineering and Management*, 20(2), pp. 186-200.
- Liu, R., and Issa, R. R. A. (2012). "Automatically Updating Maintenance Information from a BIM Database", *Computing in Civil Engineering 2012*
- Ma, Z., Wei, Z., and Zhang, X. (2013). "Semi-automatic and specification-compliant cost estimation for tendering of building projects based on IFC data of design model", *Automation in Construction*, 30, pp. 126-135.
- Noh, G. T. (2011). "Document Management Prototype based on Construction Knowledge Map", M.S. thesis, Dept. of Architectural Engineering, University of Seoul.
- Park, H. J. (2009). "Tag-Manager based Document Management Prototype System of Building Material Information", M.S. thesis, Dept. of Architectural Engineering, University of Seoul.
- Park, M. S., Lee, K. W., Lee, H. S. (2009). "Ontology Framework for Construction Knowledge Retrieval", *Journal of the Architectural Institute of Korea Structure & Construction*, 25(12), pp. 175-184.
- Park, K. H. (2011). "A Study on the Effect of Pre-Detecting Errors Using BIM in the Pre-Construction Phase", PhD thesis, Dept. of Architectural Engineering, Yonsei University.
- Seo, J. H. (2011). "A Study for Analysis on the Level of Claim management System of Construction Firm for Coping with Claim", Ms. thesis, Dept. of Architectural Engineering, Sungkyunkwan University, Korea.
- Simoff, S. J., Maher, M. L. (1998). "Ontology-based multimedia data mining for design information retrieval", *Congress Computing in Civil Engineering*, pp. 212-223.

요약 : 건설산업은 다양한 참여자가 상호협동을 통하여 진행되며, 각 건설 단계별로 다양한 정보가 발생되고 관리되는 정보의 집합체라고 할 수 있다. 건설 프로젝트의 대부분의 정보는 문서의 형태로 발생됨으로 인하여 현장의 문서관리는 프로젝트의 성공적인 수행에 매우 중요하다고 할 수 있다. 이에 건설현장에서는 다양한 IT기술의 적용을 통하여 정보를 효율적으로 관리하고자한 다양한 노력을 하고 있다. 그러나 건설현장의 대부분의 정보가 비구조화된 문서의 형태로 정보가 관리되고 정보관리 체계의 미비로 인하여 효율적인 정보의 축적과 관리가 어려운 실정이다. 이에 본 연구에서는 BIM기술을 통하여 건설현장의 정보를 관리하기 위한 정보의 분류체계 및 정보 연계를 위한 건설정보 데이터베이스 체계를 제안함으로써 건설현장의 정보 축적 및 효율성을 제고하고자 하였다. 이를 위해 문서관리와 정보연계 관련 선행연구 검토를 통하여 건설현장의 정보를 구조화하기 위한 공간분류체계와 정보분류체계를 제안하였고 정보 축적을 위한 데이터베이스를 설계하였다. 그리고 BIM기반 건설정보 데이터베이스를 시나리오를 통해 적용해 봄으로써 건설정보 데이터베이스의 구현 가능성을 검토할 수 있었다.

키워드 : 공간분류체계, 정보분류체계, BIM 데이터베이스, 건설정보관리, 문서정보관리
