

IFC를 통한 BIM 데이터의 상호연동 시 문제점분석 및 개선방향 설정에 관한 연구

A Study on the Development of the Problem Improvement Directions in Enhancing BIM Data Interoperability through IFC

김 지 원*
Kim, Ji-Won

옥 종 호**
Ock, Jong-Ho

요 약

BIM 기술은 건물 전생애주기 동안의 다양한 빌딩정보를 저장하고 활용할 수 있게 해 준다. BIM 환경구축을 위해서는 건축, 토목, 설비, 전기 등 각 전문분야가 다양한 BIM 어플리케이션을 사용하여 생성한 정보들 간의 상호연동성 확보가 필수적이다. 그러나 현재 사용되고 있는 IFC 기반 정보교환환경을 살펴보면 3D 객체정보의 손실 및 부정확한 정보전달 등의 문제점이 발생하고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 IFC를 통한 각 어플리케이션 간의 정보 호환이 어느 정도 이루어지고 있는가를 정확히 파악하는 것이 필수적이나 현재까지 그런 자료를 제공할 수 있는 연구실적은 미미한 실정이다. 본 연구는 최근 들어 국내 빌딩분야에서 활용빈도가 증가하고 있는 Bentley Architecture로 모델링한 설계단계 BIM 데이터를 IFC를 통해 타 어플리케이션으로 호환함에 있어 문제점을 도출하고 선행연구와의 비교분석을 통하여 호환성 증진을 위한 개선방향을 제시하고자 한다.

키워드 : BIM, IFC, 데이터 정보교환, 표준통합모델, 상호연동성, Bentley Architecture

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

건설프로젝트는 사업기획에서부터, 설계, 시공, 유지관리의 연속적인 단계를 포함하며 각 단계마다 건축, 토목, 설비, 전기, 통신 등 다양한 전문분야가 참여하게 된다. 이들 전문분야들은 프로젝트 각 과정에서 다양한 건설정보를 생성, 수정, 전달하게 되며 이러한 정보들은 전문분야 간 업무의 상관성에 따라 공유되고 통합 활용된다.

이러한 건설정보들의 전산화 측면에서 현재 국내외 건설시장은 2D CAD에서 3D CAD로, 그리고 건물의 전 생애주기의 정보를 통합하고자 하는 Building Information Modeling (이하 BIM) 환경으로 빠른 전환이 이루어지고 있다. BIM 기술은 건

물 전 생애주기 동안의 다양한 빌딩정보를 저장하고 활용할 수 있게 해주며 기하학적 형상정보와 속성정보를 연계하여 관리할 수 있는 환경을 제공함으로써 건설프로젝트의 효율증가, 팀워크 증진, 프로젝트 비용절감 및 공기단축에 따른 수익성 증가 등의 효과가 있는 것으로 분석되고 있다.

BIM 환경구축을 위해서는 다양한 BIM 어플리케이션¹⁾을 사용하여 생성된 각 전문분야 정보들 간의 상호연동성 확보가 필수적이다. 향후 점진적으로 BIM을 기반으로 하는 프로젝트 발주가 증가할 것으로 예상되며 특히 공공기관에서 BIM을 전제로 한 프로젝트를 발주할 경우 다양한 BIM S/W 간의 호환성을 전제로 한 사업제안서 제시는 중요한 평가요소가 될 것이다.

1994년 9월 건설산업 내에서의 건설정보표준화를 목적으로 설립된 국제건설정보표준연맹 (IAI : International Alliance

* 일반회원, 서울산업대학교 주택생산공학과, 석사과정, kji81@snut.ac.kr

** 종신회원, 서울산업대학교 건축공학과 교수, 공학박사, ockjh@snut.ac.kr, 교신저자

1) Graphisoft 사의 ArchiCAD, Autodesk 사의 Revit, Bentley 사의 Bentley Architecture, Digital Project, Tekla Structure, CADDuct, IntelliCAD 등의 BIM 도구를 말함

for Interoperability, 현재는 buildingSMART)은 다양한 어플리케이션들 간의 정보를 원활하게 유통하고 업무간의 상호관계를 유기적으로 관리하기 위해 건설산업 표준통합모델인 IFC (Industry Foundation Classes)를 개발하여 왔다 (김인환 외 2005).

그러나 현재 사용되고 있는 IFC 기반 정보교환환경을 살펴보면 3D 객체정보의 손실, 부정확한 정보전달 등의 문제점이 발생하고 있으며 이에 대한 효과적인 해결방법을 마련하지 못하고 있는 실정이다 (임재인 외 2008). 이러한 문제가 발생하는 근본적인 이유는 각 어플리케이션 마다 각기 다른 객체정의방식, 정보포맷방식, 웨미리구성방식을 가지고 있으며 IFC 역시 각 어플리케이션을 수용할 수 있는 정보체계를 충분히 갖추고 있지 못하기 때문인 것으로 분석되고 있다 (Eastman et al. 2008).

이러한 문제점을 해결하기 위해서는 IFC를 통한 각 어플리케이션 간의 정보 호환이 어느 정도 이루어지고 있고 문제점이 발생하는 영역이 어느 부분인지를 정확히 파악하는 것이 필수적이거나 현재까지 다양한 어플리케이션 간의 호환정도를 제공하는 연구실적은 미미한 실정이다.

본 연구는 국내외에서 3D CAD 어플리케이션으로 상용되고 있는 ArchiCAD (이하 ARC), Revit (이하 RVT), Bentley 시스템 중 최근 들어 국내 빌딩분야에서 사용도가 증가하고 있는 Bentley Architecture (이하 BTA)로 모델링한 BIM 데이터를 IFC를 통해 ARC, RVT로 호환하고 문제점을 도출하며 호환성 증진을 위한 개선방향을 제시하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에 사용된 건물정보는 수도권 소재 S대학교의 지하 1층, 지상 5층, 총 연면적 6,200㎡인 여학원 건물의 건축구조와 건축마감 정보이다.

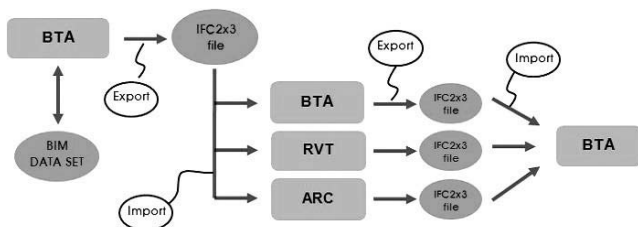


그림 1. BIM 데이터 호환 테스트 절차

모델링에 사용된 BIM 어플리케이션은 ARC 12와 BTA XM, RVT 2009 버전이며, IFC는 최근 개발된 IFC 2×3 버전을 활용

하였다. 건물 데이터 모델링과 데이터 호환의 절차는 (그림1)과 같이 요약할 수 있으며 세부적인 사항은 다음과 같다. (1) BTA를 활용하여 건물 데이터를 모델링하고 모델링된 파일을 IFC 2x3 버전으로 Export 시킨다. (2) Export된 파일을 BTA, ARC, RVT로 Import 시켜 IFC를 통한 정보교환결과를 확인하고 원래 BTA에서 모델링하였던 내용과 비교한다. (3) 정보교환된 파일을 각 어플리케이션에 저장 후 다시 IFC를 통하여 BTA로 Import 시켜 IFC를 통한 정보교환결과를 검토한다. (4) 본 연구결과와 관련 선행연구결과를 비교하여 IFC를 활용한 BIM 데이터 호환의 일반적 문제점을 도출하고 개선방향을 제시한다.

2. 이론적 고찰

본 연구를 위한 이론적 고찰로써, 건설정보의 상호연동성 제고를 위한 국내외 표준정보교환체계 현황과 IFC에 관련된 선행 연구를 살펴본다.

2.1 표준정보교환체계 현황

건설정보의 표준화는 건설생산물 표준화인 Product Model과 그 과정에 대한 표준화인 Process Model 을 포함한다 (KICT 2007). BIM 설계 어플리케이션이 첨단기술을 활용하여 지속적으로 발전하여 옴과 더불어 각 어플리케이션으로 생산된 Product Model의 정보교환을 위한 표준정보교환체계도 꾸준히 발전되어 왔다. 표준정보교환체계의 종류와 기준, 특징 등을 살펴보면 [표1]과 같다.

표 1. 표준정보교환체계의 종류

종류	특징
STEP	- 건축분야만이 아닌 컴퓨터를 활용한 대부분의 산업계에서 정보교환이 가능한 표준정보체계 (Standard for the Exchange of Product Model Data : 제품데이터 교환표준) - ISO 10303에서 정하고 있는 국제표준으로서 전 산업분야에서 서로 다른 정보시스템 간에 제품정보를 사용하는데 사용하는 공통의 언어
IFC	- 건설분야의 특성정보를 국제적인 표준정보교환체계로 변환하기 위해 국제건설정보표준연맹이 개발 - 계획, 설비, 시공관리, 시설물관리 4개 사업분야를 포함하며 현재 공개된 IFC 버전으로는 IFC 2x 3 (2007)가 있음
CIS/2	- 구조용 Steel의 설계, 구조해석, 조립 등을 위해 미국 AISI, 영국 CSI 가 지원하여 개발된 정보교환체계 (CimSteel Integration Standard Version 2)
SCADEC	- 일본 건설 CALS/EC 체계 및 공공건설분야의 도면납품 포맷으로 활용하기 위하여 STEP을 근간으로 개발된 2D 표준포맷
KOSDIC	- 우리나라 건교부에서 건설분야 도면정보의 전자적인 교환 및 납품·보관 시 발생할 수 있는 문제점을 해결하기 위해 개발된 국제표준(STEP)기반의 2D 데이터 표준정보호환포맷
STEP-CDS	- 독일 건설분야 CAD 데이터포맷으로 활용하기 위하여 개발된 2D 표준포맷 (STEP-Construction Drawing Subset)

2.2 IFC 호환성 분석 관련 선행연구

IFC를 포함하는 건설산업 표준통합모델을 활용한 국내 선행 연구를 살펴보면 다음과 같다.

표 2. 국·내외 표준정보체계를 활용한 연구

구분	저자	주요 내용
2D를 활용한 표준 정보교환 체계에 관한 연구	김인한 외 (2003)	- IFC기반 BIM 모델에서 2차원 도면정보의 추출 및 실무활용방안 연구 • 복합시설물의 2차원 정보 표현체계 개발 • 표준 Application Programming Interface (API) 및 IFC 다차원 변환 도구 개발
	김인한 외 (2005)	- IFC를 활용하여 3D 형상 및 속성정보 뿐만 아니라 2D 형상과 의 도면 정보 공유를 위한 추가적인 2D 확장 모델 개발 • IFC 2x2의 2D 표현을 위한 표현요소 분석 • IFC 2x2의 개선 및 확장 모듈 개발 • IFC 2차원 도면 모델의 검토 및 개선
	임경일 외 (2005)	- 건설 각 주제별 실무정착을 위한 KOSDIC 적용 방안 및 활용 방안 연구 • KOSDIC을 적용하여 2D도면 변환 • KOSDIC 인증도구 개발 및 법·제도적 정비 • 분야별·규모별·주제별 건설 실무적용방안 제시
IFC를 활용한 건설정보교환에 관한 연구	김지원 외 (2008)	- 각 프로그램 별 (ArchiCAD, Bentley Structure, Revit) BIM 모델링 프로세스 구축방안 제시 • 도면파악/탐구성/데이터세트구축/모델링진행 • IFC 2x3버전을 활용한 각 프로그램별 물량정보교환
	임재인 외 (2008)	- IFC를 활용하여 3D CAD(ArchiCAD, Revit) 및 IFC 뷰어의 호환여부 테스트
	김지원 (2007)	- 3D CAD 시스템을 활용한 건설프로세스의 효율화 방안에 관한 연구 • IFC, CIS/2, 직접 데이터정보교환 실시 후 호환결과정리 • BIM을 활용한 모델정보 관리방안 제시
	권순욱 (2007)	- 건설정보 교환 및 재사용을 BIM 기술동향 • CAD 시스템과 BIM과의 관계 • BIM 시스템 및 데이터 교환 표준체계의 종류설명
	황영삼 (2004)	- IFC를 통한 물량산출 방법의 정립 및 그 방법을 적용한 프로토타입 시스템 개발을 위한 연구 • 객체의 기하정보 및 타입, 규칙별 산출 방법 정립 • 물량산출방법별 서브셋 추출 및 시스템 구현하여 결과 도출
	강인석 외 (2001)	- 건설관리 정보화를 위한 IFC 구성 • IFC의 개요 및 구성요소, 개발현황 분석 • IFC와 STEP의 연관성 정리 • IFC와 건설정보분류체계의 연계 및 공유형태 분류

국외에서 수행된 IFC 호환성과 연계된 연구로서 Pazlar와 Turk (2007)는 세계적으로 많이 사용되는 건축디자인용 3개 프로그램 - ArchiCAD 9, Allplan Architecture 2005, Autodesk 사의 Architectural Desktop 2005 - 의 IFC 포맷에 의한 데이터 호환여부를 테스트하여 IFC를 이용한 데이터 호환의 문제점을 도출하였고 향후 IFC가 개선되어야 할 방향으로 IFC 인터페이스의 품질개선, IFC 모델의 확장 등을 제시하였다.

Fisher와 Kam (2002)은 헬싱키대학교 오디오리움 홀 600 (HUT-600) 프로젝트의 디자인과 시공과정에서 ArchiCAD를 주축으로 한 건축, 구조 (사용프로그램 Allplan), 조명 (Lightscape), 생애주기비용분석 (BSLCC), 열환경시뮬레이션 (RIUSKA), 기계 (MagicCAD) 등 다양한 상용프로그램의 IFC

포맷에 의한 호환 여부를 실험하였고 데이터 호환의 저해요인을 도출하였다.

살펴 본 바와 같이 현재까지 수행된 IFC포맷에 의한 상용 CAD 어플리케이션 간 데이터 호환성 검토에는 ARC와 RVT 간, ARC와 다른 어플리케이션 간의 호환 정도에 대한 검토는 있었으나 BTA을 활용한 연구는 수행된 바 없다.

3. 건물정보 Modeling Process

데이터 호환성 검토를 위한 모델링은 작업환경설정, 3D CAD 구성요소 데이터세트 구축, 건축모델링의 순으로 진행하였다.

3.1 작업환경설정

BIM 구축을 위한 3D 모델링작업에는 두 가지 방법이 있다. 첫째 방법은 3D CAD 툴을 활용하여 2D 도면없이 설계자가 바로 3D 모델을 생성하는 방법이며 다른 방법은 2D 도면을 기반으로 3D 모델을 생성하는 방법이다. 본 연구에서는 2D 도면을 활용하여 3D 모델링하는 방법을 사용하였다.

3.2 3D CAD 구성요소 데이터세트 구축

데이터세트란 어플리케이션 내에서의 웨미리, 파트, 레이어 등 각 객체의 속성값 및 정보설정기능을 구축하는 것을 의미한다. BTA의 경우 데이터세트는 파트, 컴파운드 파트, 컴포넌트의 3가지로 나뉘어져 있다.

3.2.1 파트

파트는 시설물을 이루는 부재 (기둥, 벽체, 보, 슬라브 등)를 의미하며 속성에 대한 정의, 단면의 패턴, 자동수치기능, 컴포넌트 등의 속성정보를 가지고 있고, 이러한 속성들을 이용하여 그래픽부재에 자재와 시방정보를 연결할 수 있다.

3.2.2 컴포넌트

컴포넌트는 부재를 생성하는데 필요한 자재와 관련되어 있으며, 단위, 단가, 물량, 객체속성 등 시방서에 관한 정보를 생성하기 위한 일종의 템플레이트이다. 하나의 파트에는 여러 가지의 컴포넌트가 적용될 수 있다.

3.2.3 컴파운드 파트

컴파운드 파트는 타일, 벽 등과 같이 하나의 부위가 두 개 이상의 부재로 구성되어 있을 때 필요한 만큼 파트를 묶어서 사용하는 것을 의미한다. 하지만 묶인 두 파트는 하나로 결합되는

것은 아니며, 부재를 그릴 때에는 컴파운드 파트로 생성되지만 원래 파트의 속성을 그대로 가지고 있게 된다. 예를 들면, (그림 2)의 'P115'는 '방화석고보드 12.5T', '미네랄울 60K' 등 5개의 컴포넌트 파트로 구성된 벽으로 생성되었지만 그 속성은 각각 다른 5개의 파트속성을 지닌 하나의 객체가 된다.

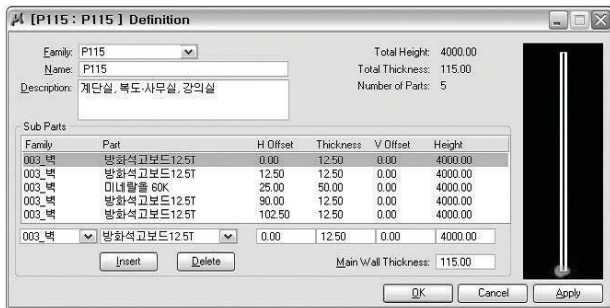


그림 2. 복합벽 사례 화면

3.3 S대 건축물 모델링

앞에서 구축한 데이터셋을 활용하여 대상 건축물의 지하층 파일 작업을 시작으로, 각 공종 (구조, 건축, 설비, 전기 등)을 구분하여 모델링 작업을 진행하였으며, 각 층의 내·외벽, 슬라브, 계단, 기둥, 창호 (커튼월포함), 천장, 철물(난간, 핸드레일 등) 등을 구분하여 모델링하였다.

또한 창문 및 커튼월 등의 경우처럼 기존 라이브러리에 저장되어 있지 않은 부재의 경우 3D 솔리드도구를 통하여 라이브러리를 생성하였다. 이러한 모델링 과정을 통해 기존의 시스템 상에 주어진 라이브러리와 직접 모델링한 라이브러리가 IFC를 통해 호환될 경우 방법별로 어떤 차이가 나타나는가를 알 수 있게 된다.

4. 건물정보 호환성분석

본 논문의 호환성분석을 위한 정보교환범위는 건축구조모델과 건축마감을 대상으로 하되, 분석의 효율성을 위해 전체 5층 중 한 개층 (3층)에 대하여 정보교환을 실시하였다. 해당 층에는 (그림3)과 같이 벽, 슬라브, 계단, 기둥, 창호, 난간, 천정이 모델링 되었으며 IFC를 통한 비교대상은 ifcWall, ifcSlab, ifcStair, ifcColumn, ifcWindow, ifcDoor 이다.

2) 본 연구에서 말하는 "Solid"는 어플리케이션에서 해당 부재의 모델링을 위해 제공하는 특화된 Tool(wall, slab, stair 등)이 아닌 2D 도면 등을 이용하여 3D 모델을 생성한 것을 말함

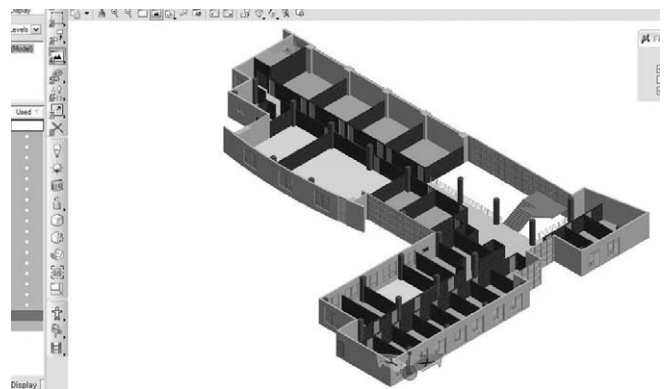


그림 3. 호환성분석 대상범위 (BTA 모델링)

IFC를 통한 정보교환 후 분석내용은 (1) IFC 포맷의 Import/Export 가능여부, (2) 전체적인 3D모델의 호환정도, (3) 객체의 속성정보 호환정도, (4) 객체의 물량정보, (5) 교환된 파일의 용량 및 처리속도, (6) 정보교환된 파일의 정보 재전송 결과이다.

4.1 IFC 포맷을 통한 Import/Export 가능여부

(표3)은 3개 어플리케이션과 IFC와의 호환결과를 정리한 것으로 ARC, BTA, RVT 모두 IFC와 Import/Export가 가능하였다 (표3의 *.ifc 행 참조).

표 3. 각 어플리케이션 별 Import / Export 가능여부

file name	ARC		BTA		RVT	
	Import	Export	Import	Export	Import	Export
*.ifc	○	○	○	○	○	○
*.dgn	○	○	-	-	○	○
*.rvt	×	×	×	×	-	-
*.pln	-	-	×	×	×	×

○ : 가능, × : 불가능
 • 확장자별 : BTA - *.dgn, ARC - *.pln, RVT - *.rvt
 • 해당 어플리케이션 확장자는 비교대상에서 제외하였음

Export의 의미는 각 어플리케이션에서 작성한 파일을 IFC 파일로 변환시키는 것을 의미하며 Import는 변환된 IFC 파일을 다시 각 어플리케이션 파일로 변환시키는 것을 의미한다. ARC와 RVT의 경우 IFC 파일 변환없이 BTA의 확장자인 dgn파일을 지원하고 있으나 (표3의 *.dgn 행 참조) pln과 rvt파일은 타 어플리케이션에서 해당 확장자를 지원하고 있지 않았다 (*.rvt, *.pln 행).

4.2 전체적인 3D 모델의 호환정도

아래 그림은 BTA에서 추출된 IFC 파일을 각 어플리케이션에

Import 시킨 후의 화면이다. BTA의 경우 모든 부재가 적절히 Import 되었으나 RVT의 경우에는 3D 형상은 대부분 정상적인 위치로 불러들여 졌지만 (그림4 참조) 몇몇 창호는 부재가 제외된 상태로 Import 되었다. ARC의 경우에는 개구부의 크기가 상이한 상태로 Import 되었다 (그림5 참조).

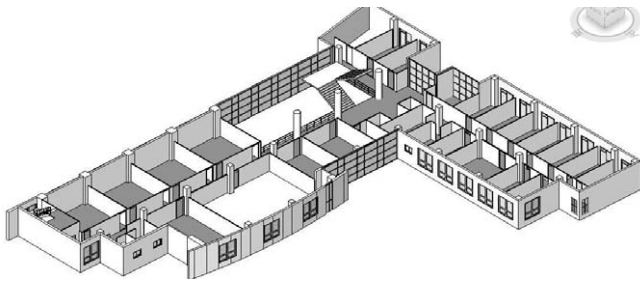


그림 4. RVT의 IFC 3D 모델 호환정도

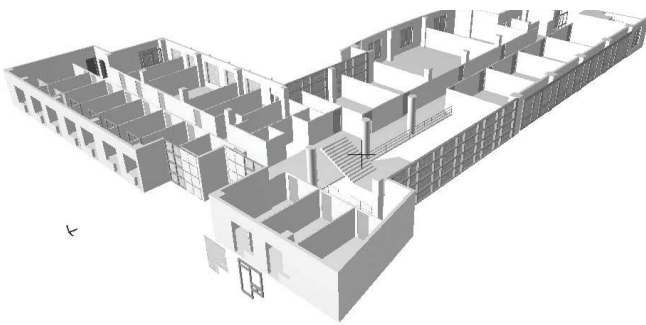


그림 5. ARC의 IFC 3D 모델 호환정도

4.3 교환된 객체의 속성정보

IFC 파일을 각 어플리케이션으로 Import 하였을 때, 모든 어플리케이션에서 벽, 슬라브, 계단 등 부재의 정보가 완벽하게 호환되지 않았다. 객체 속성정보의 호환결과를 정리하면 (표4)와 같으며 다음은 세부적인 각 부재별 호환성 테스트결과이다.

4.3.1 ifcWall

IFC를 통한 벽체의 호환성분석은 개구부가 없는 벽, 개구부가 있는 벽, 복합벽 3 가지로 분류할 수 있으며, BTA의 경우 Wall의 속성을 가진 부재는 모두 ifcWall로 정보교환이 이루어졌다. 또한 2개 이상의 벽이 함께 모델링된 복합벽의 경우는 정보교환 이후 각 재료별로 부재가 따로 분리되었으나, 레이어와 속성에 대한 정보는 정확한 교환이 이루어졌다.

RVT 경우 모든 벽체의 레이어 명칭에 대한 정보교환은 이루

어졌으나 속성정보는 교환되지 않았으며 웨미리를 구성하는 방식이 BTA와 다르기 때문에 BTA에서의 웨미리가 아닌 임의의 웨미리로 교환되었다. 하지만 IFC 매개변수 중 하나인 GUID³⁾는 정확히 Import되었다.

표 4. 각 어플리케이션의 IFC 호환 결과

구분	BTA	ARC	RVT
ifcWall	Import 됨	일부 Import 됨 (일부 벽을 Object로 인식)	일부 Import 됨 (일부 속성 호환 안됨)
ifcSlab	Import 됨	Import 됨	일부 Import 됨 (일부 속성 호환 안됨)
ifcColumn	Import 됨	Import 됨	Import 됨
ifcStair	Import 됨	Import 됨	Import 됨
ifcWindow	Import 됨	일부 Import 됨 (일부 창을 벽으로 인식 / 레이어만 인식)	일부 Import 됨 (일부 창을 벽으로 인식 / 레이어만 인식)
ifcDoor	Import 됨	일부 Import 됨 (레이어만 인식)	위치호환 못함 (일부 문의 형상만을 인식하였으며 벽으로 인식)

ARC의 경우 BTA에서 벽체 모델링 도구로 생성한 벽체의 레이어와 속성은 모두 교환되었으나 웨미리를 구성하는 방식이 BTA와 달리 ID 형태로 구성되기 때문에 BTA에서의 웨미리에 대한 정보는 교환되지 않았다. 또한 2D 레이어를 3D 솔리드 부재로 모델링한 경우와 복합벽을 활용한 경우 모든 벽체를 ifcWall이 아닌 Object로 인식하고 속성정보는 교환되지 않았지만 레이어 명칭만은 교환이 되었다.

4.3.2 ifcSlab

BTA와 ARC의 경우 모든 슬라브가 ifcSlab로 매핑이 이루어졌으며, 모든 슬라브의 레이어와 속성이 교환되었다. 하지만 RVT의 경우 (그림6)에서 보는 바와 같이 30개의 슬라브 중 2개의 슬라브에서 오류가 발생되었으며, 이는 IFC를 활용한 정보교환과정 중 발생된 문제라고 판단되었다. 또한 BTA에서 정의한 속성과는 다른 바닥의 속성을 Import 하였으며 오류가 발생한 슬라브는 치수 (두께, 면적, 체적) 정보를 호환하지 못하여 추후 물량산출에도 영향을 미치게 되었다.

4.3.3 ifcStair

계단은 총 2개소를 모델링하였는데 모든 어플리케이션에서 레이어 명칭은 정확히 Import 시켰다. 하지만 RVT의 경우 웨미리와 속성은 호환되지 못하고 GUID는 Import 되었으며, ARC는 BTA의 레이어를 객체 ID로 불러들였다.

3) Global Unique Identifier의 약자로 마이크로소프트가 워드 문서와 같은 실체에 고유한 정체성을 부여하기 위해, 프로그램에서 생성하는 고유번호를 지칭하는 용어로 그 값은 변하지 않음

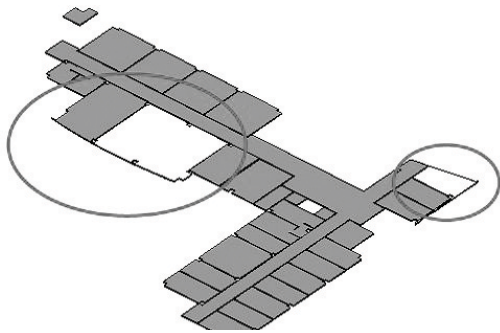


그림 6 RVT의 ifcSlab 오류사항

4.3.4 ifcWindow / ifcDoor

정보교환에 포함된 Window와 Door 부재의 수는 각각 32개와 29개로 구성되어 있다. 다른 부재와 달리 이 부재들이 가장 큰 문제점을 보였다. BTA의 경우 원본파일의 창문 및 문의 배치, 수량, 속성정보 (그림7의 (a) 참조)가 Import 후에도 동일하였다 (그림7의 (b) 참조).

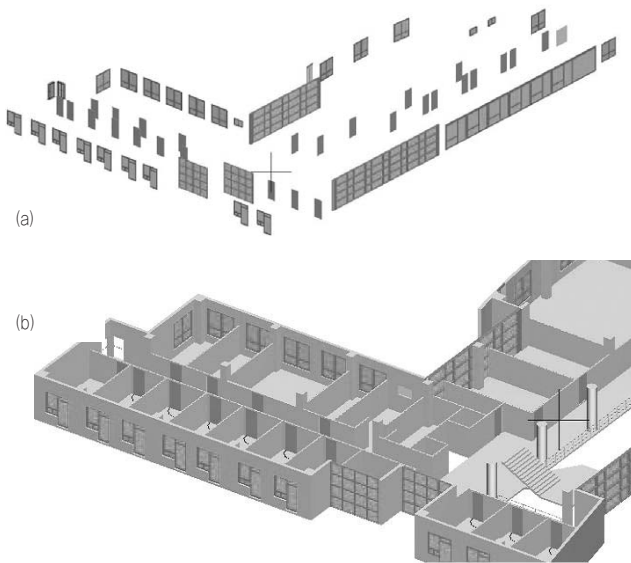


그림 7. BTA에서의 창문 및 문 배치 비교

그러나 ARC의 경우 (그림8 (a))를 보면 창문의 일부가 없는 것을 볼 수 있다. 이는 창문의 일부가 벽으로 인식되었거나 다른 Object로 인식되어 보이지 않는 것으로 판단된다. 특히 BTA의 창호모델링 도구가 아닌 3D 솔리드 모델링 도구로 모델링한 창호와 벽체를 창문이 설치되는 개구부로 모델링한 부분의 경우 창호의 위치 및 속성이 비정상적으로 Import 되는 문제가 발생하였다.

RVT의 경우는 (그림9 (a))를 보면 문이 Import되지 않았고

창문의 경우 ARC에서 발생한 현상과 같이 창호의 일부가 벽으로 인식되어 화면에 나타나지 않았다. 또한 (b)를 보면 마치 정상적으로 창호의 정보가 교환된 것으로 보이나 창호의 모습만 가지고 있을 뿐 실제로는 벽으로 인식되고 있었다.

RVT도 ARC와 같이 솔리드부재로 3D 객체를 생성한 경우와 창호를 설치하면서 벽을 개구부로 모델링한 경우 창호의 위치 및 속성이 비정상적으로 Import 되는 문제가 발생하였다.

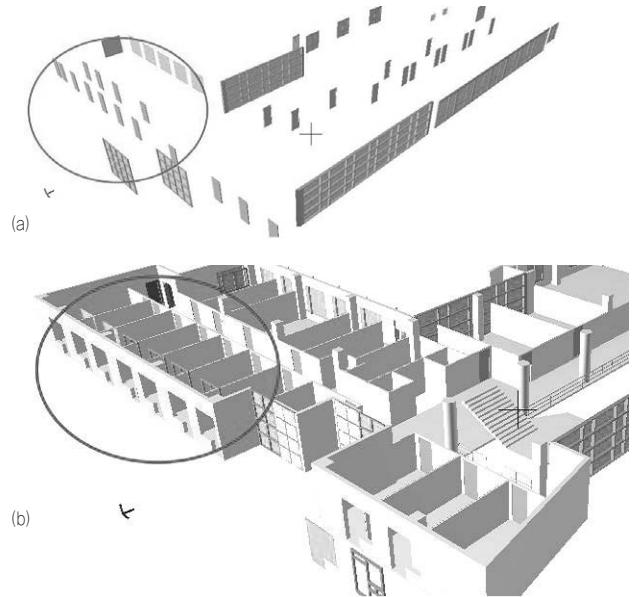


그림 8. ARC에서의 창문 및 문 배치 비교

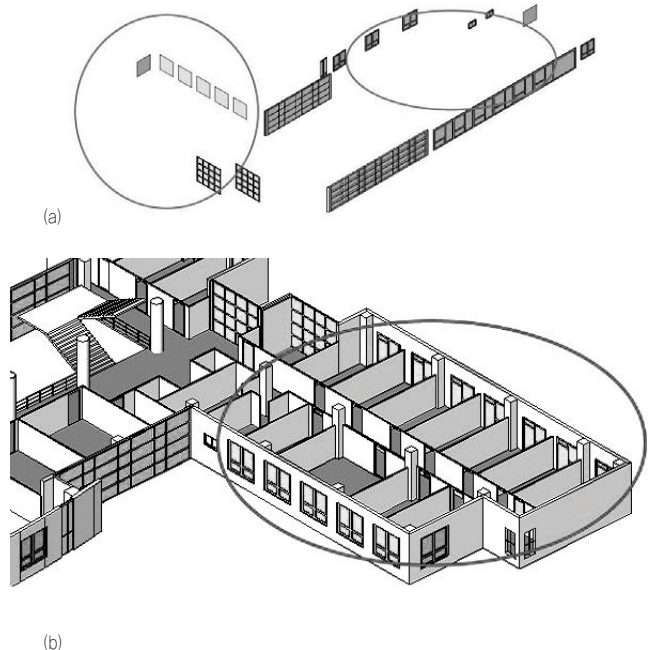


그림 9. RVT에서의 창문 및 문 배치 비교

4.4 교환된 객체의 물량정보

[표5]는 각 어플리케이션에서 인식하고 있는 객체의 수를 정리하고 물량을 산출한 내용을 정리한 것이다. ifcWall, ifcColumn, ifcStair의 경우 모든 어플리케이션에서 동일한 수량으로 인식하고 있으나 ifcSlab, ifcWindow와 ifcDoor의 경우 수량에 차이를 보였다.

ifcWindow 객체 수의 경우 BTA는 수량의 변화가 없었으나, ARC와 RVT의 경우 [그림8]과 [그림9]에서 볼 수 있듯이 BTA에서 솔리드 도구를 활용하여 생성한 객체의 경우 일부 창호가 ifcWall로 인식되어 그 수량이 감소하였다. 하지만 ifcWindow가 감소한 반면 ifcWall이 증가하지 않은 이유는 해당 벽에 위치한 창을 벽으로 일괄적으로 인식하여 그 수량에는 영향을 미치지 않은 것으로 분석되었다.

ifcDoor 객체 수의 경우 BTA는 수량의 변화가 없었으나, ARC는 전체 29개의 문 중에서 1개의 문(방화문 1개소)이 누락되었으며, RVT는 18개소가 누락되었고 10개소는 ifcWall로 인식하여 ifcDoor 객체 수량을 산출할 수 없었다.

물량산출은 레이어를 기준으로 작업을 진행하되 잘못 교환된 레이어의 경우는 IFC를 통해 정보교환된 후의 레이어로 분류하여 물량을 산출하였다. ifcWall의 경우 개구부 및 창호의 영향으로 인하여 약간의 물량차이가 있으며 ARC ifcWall의 경우 일부 벽에서 벽의 두께를 "0"으로 인식하는 문제가 발생하였으나, 체적에 대한 물량산출에는 영향을 미치지 않았다.

RVT의 ifcSlab의 경우 '4.3.2 ifcSlab'에서 언급한 바와 같이 슬라브 2개소 (총 28개)에 대한 Import 시 발생된 오류로 인하여 물량계산에 차질이 발생하였다.

표 5. 각 레이어별 물량산출

구분	BTA(N)	BTA	ARC	RVT	
ifcWall	외벽	193,56㎡	193,56㎡	194,43㎡	187,8㎡
	내벽	85,35㎡	85,0㎡	84,85㎡	88,04㎡
	합계	278,91㎡(297 Ea)	278,56㎡(297 Ea)	279,28㎡(297 Ea)	275,84㎡(297 Ea)
ifcSlab		195,41㎡	195,41㎡	195,39㎡	191,38㎡
		30 Ea	30 Ea	30 Ea	28 Ea
ifcStair		10,29㎡	10,36㎡	10,36㎡	10,36㎡
		2 Ea	2 Ea	2 Ea	2 Ea
ifcColumn		42,03㎡	42,03㎡	42,03㎡	42,03㎡
		28 Ea	28 Ea	28 Ea	28 Ea
ifcWindow		32 Ea	32 Ea	19 Ea	19 Ea
ifcDoor		29 Ea	29 Ea	28 Ea	0

• BTA(N)은 BTA에서 모델링 된 원본 파일을 의미함

4.5 교환된 파일의 용량 및 처리속도

[표6]에서 '3rd F'는 IFC를 통한 정보교환성 분석을 시행했던

3층 모델링 파일의 크기를 의미하며 'ALL'은 5개층 전체를 모델링하였을 때의 파일 크기를 나타낸다. 원본 BTA파일을 IFC로 Export하였을 경우 (즉, BTA.ifc) 약 3배 정도로 용량이 증가되는 것을 알 수 있다 (표6의 ② 참조). 이는 IFC로 전송 시 관련 정보를 포함하기 때문인 것으로 판단된다.

IFC 변환파일을 각 어플리케이션에 Import 하여 저장하였을 시, ARC의 경우는 파일 크기가 축소되었으나 (표6의③ 참조) RVT의 경우는 3층 모델링부분은 약 5배, 전층 모델링 파일의 경우는 약 1.3배 정도 용량이 커지는 것을 알 수 있었으며 용량 차이는 해당파일 Import 시간에 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

하지만 ARC와 BTA를 보게 되면 ARC의 파일용량이 작음에도 불구하고 Open 되는 시간은 더 오래 걸리는 것을 알 수 있다. 이는 해당 어플리케이션의 근본적인 데이터관리 시스템 차이에서 비롯된 것으로써, BTA의 경우 Disk 기반인데 비해 ARC와 RVT은 Memory 기반이기 때문인 것으로 추정되었다.

표 6. 교환된 파일의 용량 변화

Application	BTA(N)	BTA(*.dgn)	ARC(*.pln)	RVT(*.rvt)
①	3rd F	1,19	-	-
	ALL	7,80	-	-
②	3rd F	3,16	-	-
	ALL	20,5	-	-
③	3rd F	-	3,10(00:14)	1,71(00:40)
	ALL	-	16,3(01:28)	5,23(04:18)
④	3rd F	-	3,53	1,48

- * ① 원본 파일 크기 (MB)
- * ② IFC 파일 크기, 즉 BTA.ifc (MB)
- * ③ 3rd F BTA.ifc → BTA/ARC/RVT (MB) : 각 Application 확장자로 저장
- * ④ BTA/ARC/RVT → *.ifc (MB) : 각 Application에서 Export
- * BTA(N)은 원본 파일에서 계산된 물량임
- * () 안은 해당 파일의 Open에 소요된 시간이며, 동일한 환경에서 5회 실시한 평균값임

4.6 정보교환 된 파일의 정보 재전송

본 절에서는 정보교환된 파일을 각 어플리케이션에서 다시 IFC 파일로 Export하여 BTA로 Import 시켰을 때 발생하는 문제점을 파악해 보았으며, 그 결과는 [그림10]과 같다 (표6의 ④에서 생성된 *.ifc 파일을 BTA에 Import).

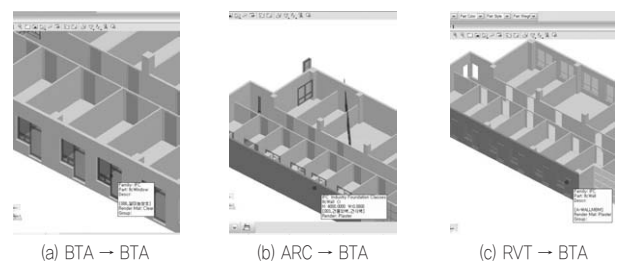


그림 10. 각 어플리케이션에서 Export한 IFC파일의 BTA Import 화면

(a)의 경우 두 번의 정보교환을 실시하였음에도 해당 부재의 정보를 확인함에 문제가 없었다. (b)의 경우 ARC에서 추출된 IFC 파일이 BTA로 Import 되었을 때의 화면이며, 개구부가 없어지면서 정보가 벽으로 바뀌었다. (c)의 경우 RVT에서 추출된 IFC 파일이 BTA로 Import 되었을 때의 화면이며, ARC의 경우와 같이 개구부가 없어지고 창문부재와 외벽이 창문의 형태대로 합쳐지는 결과를 보였다.

5. 선행연구결과와 비교분석

본 연구는 한 동의 건물정보를 BTA로 모델링하고 IFC를 통하여 RVT와 ARC로 호환하였을 때 호환정도를 분석하고 문제점을 도출하는 연구로 유사 선행연구결과와 본 연구결과를 함께 고찰하여 봄으로써, BIM 데이터 호환의 문제점을 보다 일반화할 수 있다. 국외에서 수행된 IFC 호환성 연구로는 Pazlar와 Turk (2007)의 연구와 Fisher와 Kam (2002)의 연구가 있다. Fisher와 Kam (2002)은 헬싱키대학교 오디오리움 홀 600 (HUT-600) 프로젝트의 디자인과 시공과정에서 Archicad를 주축으로 한 건축과 각기 다른 어플리케이션을 사용한 구조, 조명, 생애주기비용분석, 열환경시뮬레이션, 기계분야 파일의 IFC 포맷에 의한 호환 여부 실험을 실시하였다. 실험결과 도출된 문제점을 정리하면 다음과 같다.

(1) Geometry Misrepresentation

동일한 IFC 버전 포맷을 사용하여도 다른 프로그램 간에 기둥, 곡선, 바닥, 창문 등의 기하학적 모델링 요소들이 없어지거나 잘못 표현된다.

(2) Loss of Object Information

BIM은 객체지향 모델링을 사용하므로 창문, 벽, 기둥, 가구 등의 많은 파라메트릭 요소들이 존재하는데 IFC 파일은 비기하학적 Object는 무시하며 속성정보 등을 손상시킨다.

(3) Confusion in Interdisciplinary Revisions

건축가가 초기 디자인을 수정하고 IFC 파일을 업데이트했을 경우 다른 엔지니어가 업데이트된 IFC 파일을 Import하면 초기 디자인과 달라진 부분에 대한 식별에 혼선이 발생한다.

(4) Large File Size

파라메트릭 Object 정보의 상실은 IFC 파일 용량크기를 커지게 하며 초기화일의 5배까지 파일용량이 커져 효율성이 떨어지는 문제가 있다.

Pazlar와 Turk (2007)의 연구에서는 3개 어플리케이션 (ArchiCAD 9, Allplan Architecture 2005, Autodesk 사의 Architectural Desktop 2005)과 IFC (IFC 2×1)을 활용하여 IFC 포맷에 의한 데이터 호환여부를 실시하였다. 호환성 테스트

결과 창문과 문의 객체를 인식하지 못하거나 벽, 슬라브 부분의 객체수가 상이하게 호환되는 문제가 발생하는 등 본 연구결과와 유사한 문제점이 발견되었다. [표7]은 본 연구에서 호환성을 검토하였던 레이어 중심으로 선행연구 내용을 발췌한 사항이다.

표7. 3개 프로그램의 호환성 검토결과 객체 수량변화
(출처 : Pazlar와 Turk (2008))

구분	AHUS House Project			NHS Office Project		
	ADT*	ADT	ALL	ARC*	ARC	ALL
ifcSlab	109	109	120	808	807	780
ifcDoor	69	69	42	120	120	0
ifcDoor Lining	48	48	5	120	120	0
ifcDoor Panel	59	59	6	156	156	0
ifcWindow	49	49	0	39	39	67
ifcWindow Lining	23	23	0	39	39	67
ifcWindow Panel	23	23	0	47	47	75
ifcStair	8	8	8	11	9	11
ifcColumn	113	113	113	268	268	265

ADT : Architectural Desktop, ARC : ArchiCAD

ALL : Allplan, ADT*, ARC* : 원본 파일 모델링 프로그램

국내에서 기 수행된 IFC포맷에 의한 상용 CAD 어플리케이션 간 데이터 호환성 연구로는 임재인 외(2008)의 연구를 들 수 있다. 이 연구는 IFC 파일포맷을 사용한 ArchiCAD 10과 Revit 9 간의 호환성 테스트를 수행하였으며 그 결과 모델링된 형상 정보가 손실되고 3D 객체의 속성 값인 재질, 체적, 면적 등의 정보가 프로그램 간에 호환되지 않는 문제점을 확인하였다 ([표8] 참조). 그러나 이 연구에서는 BTA로 모델링된 데이터는 다루지 않았으며 도출된 문제점에 대한 세부적인 개선방향은 제시하지 않았다.

표8. IFC를 이용한 ArchiCAD와 Revit 호환성 검토결과
(출처 : 임재인 외 2008)

구분	ArchiCAD	Revit
3D Model	Import 됨	Import 되나 Window, Door 등이 없어짐
속성	Export 설정에 따라 달라짐	Import 되지 않음
GUID	Import 됨	Import 됨
ID (Name)	Import 됨	Import 됨
Layer 명칭	Import 됨	Import 되지 않음
ifcDoor	Export 설정에 따라 달라짐	Import 되지 않음
ifcWindow	Export 설정에 따라 달라짐	Import 되지 않음

6. IFC 호환 문제점 분석 및 개선방향

본 연구결과와 선행연구결과를 분석한 결과 IFC 포맷을 활용하여 동일한 BIM S/W 간 데이터를 호환할 경우는 표4, 표5, 표

6, 표7, 표8로 정리한 바와 같이 대부분 정보호환이 잘 이루어지고 있는 것으로 분석되었다. 각기 다른 어플리케이션 간의 IFC를 통한 데이터 호환 상 문제점과 원인분석, 개선방향 도출은 각 S/W 간의 IFC 클래스 인식정도, 형상정보 변환정도, 속성정보 변환정도로 구분하여 분석할 수 있다⁴⁾.

(1) IFC 클래스 인식정도를 살펴보면 각 S/W에서 제공하는 레이아웃 모델링 도구를 사용하여 모델링한 파일을 IFC를 통해 타 S/W로 Export/Import 했을 때는 ifcSlab, ifcWall 등의 IFC 클래스 별로 문제없이 매핑되는 것을 식별하였다. 그러나 창문, 문 등 개구부의 경우는 각 S/W에서 레이아웃 모델링 도구를 모두 지원하지 않아 3D 솔리드 도구를 이용하여 모델링하게 되는데 이렇게 모델링된 엔티티들은 정보교환 후 레이아웃 및 해당 객체의 속성정보가 다르게 인식되는 문제점이 발생함을 확인하였다.

(2) 형상정보변환과 속성정보변환의 문제점은 복합벽, 문, 창호 등의 개구부, 계단, 난간 등의 복잡한 형상의 객체에서 주로 발생되었다. 문제점을 정리하면 (표9)와 같다.

표 9. 형상정보 및 속성정보 변환 시의 문제점

	문제점
형상정보 변환	- 창호, 문 등 개구부에 대한 교환이 제대로 이루어지 지 않고 변형되거나 삭제되었음 일부 창호의 위치 및 크기가 변경되었음 - 슬라브 두께가 얇아지거나 일부 슬라브를 인식하지 못하는 사례가 발생하였음 - 복합벽을 변환하였을 때 각 복합벽 층이 별도의 벽 으로 인식됨 - 여러 부재로 이루어진 커튼월 부분이 하나의 모델링 형태로 정보교환됨 - 지붕, 난간, 계단 등의 복잡한 형상들에서 부 분적으로 삭제되거나 변형되는 문제가 발생함
속성정보 변환	- 2개 이상의 벽으로 이루어진 복합벽의 속성정보 (벽 미리, 파트, 물량정보 등)가 변경됨 - 슬라브 속성정보 (두께, 면적, 체적)가 변경됨 - 일부 창호를 벽으로 인식하여 속성정보가 변경 되었으며, 전체 물량정보에서도 차이를 보임 - 계단 레이아웃의 명칭이 변경되었음

위 (1), (2)와 같은 문제점이 발생하는 원인은 선행연구 분석결과, IFC 모델의 구조적인 특성과 BIM 어플리케이션 마다 각기 다른 정보구성 특성 - 객체정의방식, 정보포맷방식, 휘미리 구성방식 등 - 때문인 것으로 조사되었으며⁵⁾⁶⁾, 구체적인 원인 및 개선방향은 다음과 같다.

(1) IFC 데이터 호환 시 문제점 발생원인 중 일부는 BIM S/W의 IFC 인증 테스트과정에서 찾을 수 있다. IFC 인증 테스트는 인증을 받고자하는 S/W와 IFC 간의 Import/Export에 대한 테

스트만을 포함할 뿐, 해당 S/W와 이미 인증을 받은 다른 S/W와의 데이터 호환에 대한 테스트는 포함하지 않는다. 따라서 IFC를 통한 각 S/W 간 정보교환의 정확도를 높이기 위해서는 IFC 인증 대상 S/W와 IFC 간의 테스트뿐 만 아니라 다른 S/W와의 정보교환 테스트도 실시함이 필요하다.

(2) IFC 인증을 받기 위해서는 인증대상 S/W로 모델링한 250여개 이상의 다양한 기하학 형상정보와 테스트 데이터 파일을 대상으로 무작위 변환 테스트를 실시하게 된다⁷⁾. 하지만 복잡한 기하학적 형상이나 비정형 형상을 필요한 만큼 모두 일반화하기 어렵고 IFC 변환테스트 대상에 필요한 모든 형상정보와 속성정보를 포함시킬 수 없기 때문에 각 S/W가 공통으로 인식하지 못하는 복잡한 형상의 정보는 변환되지 않는 경우가 많이 발생하게 된다. 이러한 오류를 줄이기 위해서는 다양한 기하학적 모델, 비정형 모델을 추가하여 정보 변환 테스트를 수행할 필요가 있다.

(3) 현재 상용되고 있는 각 S/W는 각기 다른 정보구축체계, 객체정의방식, 라이브러리 구성 등을 기반으로 개발되었다. IFC 모델은 이러한 다양한 S/W의 데이터베이스 모델을 수용할 수 있는 유연성과 확장성을 제공하도록 구성되어 있으나 유연성과 확장성은 상용 S/W의 데이터 모델이 얼마나 상호호환성에 기초하여 작성되었는가에 의존하게 된다. 본 연구에서 동일한 IFC 클래스 파일이라도 상용 S/W의 해석방법에 따라 형상이 다르게 나타나거나 속성정보가 호환되지 않는 문제점을 확인하였다. 이러한 정보변형문제는 일반 S/W 사용자가 S/W 설정값을 변경하여 해결할 수 없는 문제이므로 각 BIM S/W 개발사들은 buildingSMART 협회의 개발자간 규약 (Implementer Agreements)에 따라 IFC 데이터호환을 위한 기하정보와 속성정보 해석 상 차이가 없도록 시스템을 지속적으로 보완함이 필요하다.

(4) BIM S/W사용자는 IFC를 사용하여 데이터를 호환하고자 할 경우 정보교환의 목적이 무엇인가 명확히 하고 적합한 기능 및 설정을 규정함이 필요하다. 연구결과 도출된 바와 같이 현재 대부분의 BIM S/W로 모델링된 데이터의 IFC 호환결과를 보면 복합벽, 계단, 창호 등의 복잡한 객체의 경우는 각 S/W 별 해석의 차이로 인하여 형상정보가 변형되고 속성정보를 상실하는 문제가 발생하는 등 불완전한 부분이 존재한다. 이러한 문제는 S/W사용자가 S/W 기능설정을 조정하여 해결할 수 있는 문제가 아니므로 최대한 기본적인 데이터를 변환한 후 원하는 결과물로 수정함이 필요하다.

4) 이주영, 서미란, 손보식, IFC 포맷을 활용한 BIM S/W의 건물정보모델 교환 방법론 연구, 대한건축학회 논문집 제25권 제3호, pp. 29-38, 2009. 3월
 5) Lachmi Khemlani, The IFC Building Model : A Look under the Hood, 2004.
 6) Erabuild, Review of the Development and Implementation of the IFC Compatible BIM, 2008

7) ISG (Implementer Support Group) 제공

(5) BIM S/W들은 각기 다른 데이터 모델 구축방법을 가지고 있다. 예를 들면 RVT는 카테고리로 구분된 웨미리라는 건축요소 라이브러리를 가지고 있고 ARC는 부재의 요소 Attribute 기능을 활용한 속성정보 정의와 레이어 세팅 두 가지로 나누어지며 BTA는 파트, 컴파운드 파트, 컴포넌트의 3가지로 구성된다. 이러한 차이 때문에 각 S/W로 모델링된 정보를 IFC로 호환하면 동일 객체가 다른 ifc클래스로 매핑되는 문제가 발생하지만 각 S/W의 모델 구축방법을 동일하게 변경하는 것은 불가능한 것이기 때문에 협업체계에 있는 프로젝트팀은 동일한 BIM 어플리케이션을 사용하도록 계획하는 것이 필요하다. 부득이 각기 다른 어플리케이션을 사용할 경우는 모델링하기 전에 웨미리-파트의 구성방식 등에 대한 사전협의와 호환결과 수정절차 등을 협의하는 것이 필요하다.

(6) 각기 다른 S/W로 모델링된 파일을 IFC를 통해 호환할 경우 파일 용량 차이와 그에 따른 처리속도에 큰 차이가 발생하게 된다. 따라서 사용하는 S/W 별로 모델링하는 단위파일의 크기 등을 사전에 규격화하여 두는 것이 필요하다.

(7) 최근 설계시공일괄입찰방식을 이용한 공공공사 발주 시 BIM 기반 설계를 요구하는 사례가 증가하고 있다. 공공발주자가 BIM 기법을 활용한 모델링을 요구할 경우에는 프로젝트 입찰안내서 발행 시 특정 S/W 사용을 지시하지 않는 범위에서 발주자측이 활용할 수 있는 S/W들을 명시하는 것이 필요하다. 또한 사업에 참가하는 프로젝트 팀들이 팀 구성조직 간에 동일한 S/W를 사용하도록 입찰안내서에 명시하거나 각기 다른 S/W를 사용하더라도 호환성을 증진할 수 있는 제약조건 (웨미리 또는 레이어 구성방식, 3D 솔리드도구를 사용한 라이브러리 구축지침, 라이브러리 구성방식 등) 을 제시함이 필요하다.

7. 결론

건설정보들의 전산화 측면에서 현재 국내외 건설시장은 건물의 전 생애주기의 정보를 통합하는 BIM환경으로 빠른 전환을 시도하고 있다. 본 연구는 최근 국내외에서 3D CAD 어플리케이션으로 상용되고 있는 시스템 중 국내 빌딩분야에서 사용도가 증가하고 있는 Bentley Architecture로 모델링한 BIM 데이터의 IFC 호환성을 실험하고 본 연구와 유사한 선행연구를 비교하여 IFC를 통한 BIM 데이터 호환의 문제점과 개선방안을 제시하였다.

각 어플리케이션마다 서로 다른 객체정의방식, 정보포맷방식, 웨미리 구성방식 등을 가지고 있기 때문에 IFC를 통한 정보교환 이후 정보손실, 정보의 변경, 물량변화 등의 문제점이 발생하는 것을 알 수 있었으며 IFC는 각기 다른 어플리케이션에서 적용하

고 있는 3D 객체정보 정의 및 포맷방식을 모두 지원하지 못하기 때문에 호환성 확보에 문제가 있는 것으로 분석되었다.

IFC를 활용하여 정보를 교환할 경우 곡선 등 비정형형태의 객체는 누락, 손실 등이 발생할 가능성이 높으며, 특정 객체의 모델링이 가능한 도구를 이용하지 않고 3D 솔리드 도구를 이용하면 그 호환정도는 낮아짐을 알 수 있었다. 또한 정보교환 후 웨미리-파트는 단순히 객체를 분류할 수 있는 수준으로 바뀌는 것을 알 수 있었으며, 이는 각 S/W들의 서로 다른 객체정의방식, 정보포맷방식, 웨미리구성방식 등에 기인하는 것으로 조사되었다.

동일 어플리케이션 간의 IFC를 통한 파일 호환은 완벽하지는 않지만 전반적으로 호환성이 양호한 것으로 분석되었다. 따라서 건축가와 엔지니어, 시공사가 BIM을 활용한 협업구상 시 동일한 어플리케이션을 사용하는 것으로 계획을 세우되 호환된 결과가 완벽하지 않음을 감안하여 체계적으로 모니터링할 수 있는 틀을 마련함이 필요할 것이다.

현재 상용되고 있는 각 S/W는 각기 다른 정보구축체계, 객체정의방식, 라이브러리 구성 등을 기반으로 개발되었다. IFC 모델은 이러한 다양한 S/W의 데이터베이스 모델을 수용할 수 있는 유연성과 확장성을 제공하도록 구성되어 있으나 유연성과 확장성은 상용 S/W의 데이터 모델이 얼마나 상호호환성에 기초하여 작성되었는가에 의존하게 된다. 각기 다른 어플리케이션으로 구축한 BIM 데이터의 호환성 증진을 위해서는 모델링 작업 시 동일한 객체정의방식, 각 어플리케이션에서의 웨미리구성방식, IFC 정보포맷방식, 각 객체의 동일한 위치정보규정 등에 대한 지속적인 개선이 요구된다.

참고문헌

- 임경일, 김성식 (2005), 건설분야 도면정보 교환표준 (KOSDIC) 의 건설실무적용에 관한 연구, 대한건축학회논문집 제21권 제7호, pp. 3~10.
- 김지원 (2008), "Bentley System 기반 BIM 데이터의 IFC를 통한 상호연동성 검토 및 개선방향에 관한 연구," 서울산업대학교 주택대학원 석사학위논문.
- 강인석 외 2 (2001), "건설관리(CM)의 정보화를 위한 기술정보 (5) : IFC에 의한 건설정보호환", 대한토목학회지.
- 권순욱 (2007), "건설정보 교환 및 재사용을 위한 BIM 기술동향", 한국설비기술협회.
- 황영삼 (2004), "IFC 모델을 통한 도면으로부터의 물량산출 자동화 연구," 대한 건축학회논문집, 제20권, 제12호, pp.

89~97.

김인한 외 3명 (2005), “AEC 시설물의 2차원 도면 정보공유를 위한 IFC 모델 확장에 관한 연구,” 대한건축학회학술발표논문집, 제25권 제1호, pp. 447~480.

김인한 외 3명 (2003), “건설정보국제산업표준 (IAI, IFC) 2차원 확장모델 개발에 관한 연구,” 대한건축학회학술발표논문집, 제23권 제1호, pp. 775~778.

한국건설기술연구원 (2006), “건설분야 도면정보 교환표준 (KOSDIC)”.

임재인 외 5명 (2008), “ifc를 중심으로 한 상용 3D CAD의 호환성테스트,” 한국건설관리학회 논문집, 제9권 제3호, PP. 85~94.

이주영 외 2명 (2009), “IFC 포맷을 활용한 BIM S/W의 건물정보모델 교환 방법론 연구”, 대한건축학회논문집 계획계 제25권 제3호(통권245호) pp. 29~38

http://www.buildingsmart.or.kr : 빌딩스마트협회 홈페이지

Ian Howell and Bob Batcheler, “Building Information Modeling Two Years Later—Huge Potential, Some Success and Several Limitations”

Eastman, Chuck, Teicholz, Paul, Sacks, Rafael, and Liston, Kathleen, “BIM Handbook”, John Wiley & Sons, Inc, New Jersey, 2008

Pazlar, Tomat and Turk, Ziga, “Interoperability in Practice : Geometric Data Exchange Using the IFC Standard”, ITcon Vol. 13, pp.362~380, 2008, 6.

Fischer, Martin and Kam, Calvin, PM4D Final Report, CIFE Technical Report Number 143, CIFE Stanford University, 2002, 10.

Lachmi Khemlani, “The IFC Building Model : A Look under the Hood”, 2004.

Erabuild, “Review of the Development and Implementation of the IFC Compatible BIM”, 2008

논문제출일: 2009.03.24
 논문심사일: 2009.03.27
 심사완료일: 2009.08.12

Abstract

Construction industries have increasingly utilized Building information Modeling (BIM) technologies. Interoperability – the capability for BIM data to run from one computer application to another in the life cycle of a project has become one of the principal research areas. Enhancing interoperability inevitably requires information structures that are standardized throughout the construction industries. As a candidate of the data exchange standard, Industry Foundation Classes (IFC) has been developed and several researches recently performed to measure its richness of digital data exchange. But doubts have been brought up whether IFC meets a sufficient level of interoperability since the research result revealed a number of cases of information misrepresentation and loss. This research presents the lessons learned from the interoperability tests of three widely used 3D design applications including Graphisoft’s Archicad, Autodesk’s Revit, and Bentley’s Bentley Architecture. One building’s architectural and structural design data were modeled with the three tools and exchanged through IFC respectively for interoperability test.

Keywords : BIM, IFC, 4D, 3D Based, Data Exchange, Interoperability, Bentley Architecture