

개방형BIM환경에서의 틀기반 초고층건축물 피난법규 검토모듈 개발

김인한¹ · 최중식^{2*} · 조근하¹

¹경희대학교 건축학과, ²빌딩스마트협회 기술연구소

Development of Rule-based Checking Modules for the Evacuation Regulations of Super-tall Buildings in Open BIM Environments

Inhan Kim¹, Jungsik Choi^{2*}, and Geunha Cho¹

¹Department of Architecture, Kyung Hee University

²BuildingSMART Korea

Received 25 August 2012; received in revised form 24 January 2013; accepted 15 February 2013

ABSTRACT

IFC based open BIM has internationally developed as a solution for interoperability problem among different software applications. Despite much interest and effort, the open BIM technologies are rarely introduced to the construction industry and need more technical development for a practical application as well. This research aims to develop automated code checking modules for quality assurance process of BIM data. The research have analyzed domestic regulations focusing on super-tall buildings and developed open BIM-based code checking modules for the evacuation regulations. The modules are able to validate evacuation regulations such as installation of emergency elevator and fire safety zone. The authors expect to improve the process of BIM quality assurance and enhance the quality of BIM data by this research on automated checking system.

Key Words: Automated checking module, BIM quality control, Evacuation regulations, IFC (Industry Foundation Classes), Open BIM, Super-tall buildings

1. 서 론

최근 건설 산업의 경향은 건축물의 대형화와 복잡화로 인해 사업 추진의 불확실성 증대와 신뢰도 저하가 유발되고 있다. 또한 건설사업 추진의 분업화와 세분화는 갈수록 심화되고 있으며, 협업을 포함한 요구는 증대되고 있다^[1]. 개방형BIM은 국제표준인 IFC와 같은 중립포맷으로 각기 다른 분

야별 BIM소프트웨어 사이에서 상호운용성을 통해 협업을 지원하기 때문에 이러한 상황에 대처할 수 있는 방안을 갖고 있다. 최근 BIM 도입 및 적용은 해외 주요 국가들에 의해 적극적으로 주도되고 있으며 이러한 국가들은 BIM 표준들에 기초한 BIM 데이터의 납품을 의무화, 권고화 하고 있고 BIM 품질에 대한 자동화된 검증을 실시하고 있으며 그 내용은 법규에 대한 적합성 여부를 포함하고 있다. 이러한 자동화 검토시스템에서 법규에 대한 모델의 적합성 검토는 객관적인 검증을 통해 일반 발주형태에서 적법성 검토 시 발생가능한 오

*Corresponding Author, jungsikchoi@gmail.com
©2013 Society of CAD/CAM Engineers

류를 최소화함은 물론 시간과 인력의 비효율적인 사용을 줄일 수 있다^[2,3].

자동화된 법규 검토는 BIM 기술을 기반으로 인력 손실절감 및 비용절감 등 보다 정확하고 객관적인 품질관리를 위해 필요한 사항이며, BIM 발주차원에서도 반드시 고려되어야 할 항목이라고 할 수 있다. 본 연구는 BIM 발주 시 품질검증을 하는 과정에서 BIM 데이터의 적법성을 자동으로 검토할 수 있는 모듈을 개발하는 목적으로 수행되었다. 적용대상 건축물로는 국내에서 층수 50층 이상 또는 높이 200미터 이상의 건축물로 정의(건축법 시행령 제2조 15항)하고 있는 초고층건축물을 대상으로 하였으며, 적용대상 법규는 초고층건축물의 특성상 방재시스템에 대한 고려와 함께 피난에 대한 고려가 크게 요구되기 때문에 피난관련 법규를 대상으로 범위를 한정하였다.

연구의 방법으로는 BIM 기반의 품질검토 자동화 시스템 사례 분석을 통해 시사점을 도출하고 국내 피난법규 분석 및 적용 가능성을 모색하였다. 다음으로 초고층 피난법규 검토모듈을 개발하기 위해 요구되는 주요 기술(법규 구조화 및 속성 정의, 개발 환경 선정 등)을 파악하여 모듈을 개발하였다. 본 연구에서는 모듈의 구현을 위해 IFC 모델을 분석하는 룰(Rule) 기반의 검토 프로그램인 SMC(Solibri Model Checker)를 대상 소프트웨어로 선정하였다. SMC의 경우 사용자가 검토할 수 있는 룰셋을 기본적으로 제공하고 있으며 API를 통해 요구되는 사항을 사용자가 직접 개발할 수 있는 환경을 갖추고 있어, 본 연구에서 적용하고자 하는 피난법규 검토항목들을 추가적으로 개발하여 법규검토를 진행할 수 있게 된다. 마지막으로 개발된 모듈에 피난법규 검토 항목들에 대해 초고층 건축물 BIM 모델을 적용하여 연구결과를 검증하였다.

2. BIM기반 품질검토 자동화 시스템 사례 분석

2.1 국내외 법규검토 중심의 품질검토 자동화 시스템 적용사례

본 연구의 개발 대상인 자동화 검토모듈과의 연계성을 도출하기 위해 국내외의 법규나 논리적인 기준을 대상으로 자동화 검토를 수행하기 위한 목적을 갖고 있는 사례를 조사하였다.

국내에서는 인터넷 건축행정시스템인 세움터를 2008년 6월부터 전 자치단체에서 운영하고 있으며, 2차원 기반의 적법성검토 시스템을 도입하여 체계적 법규검토체계를 구축하였고 다양한 정보 기반의 적법성검토 확인 및 법규검토 결과의 관리를 통해 법규검토 및 사후관리의 효율성을 향상하고자 하였다. 현재는 세움터 검토대상을 BIM으로의 확대 적용하기 위해 기초 연구 및 파일럿테스트를 수행 중에 있다^[4,5].

싱가포르의 CORENET(Construction and Real Estate Network)은 정부주도 하에 1995년부터 시작되었으며, 웹 기반의 건설행정 처리시스템으로 IT기술을 건축 및 부동산의 전반적인 프로세스에 도입하여 건축행정의 투명성을 제고하고 행정부서 간의 정보공유를 통해서 생산성과 품질의 향상을 목표로 하고 있다. 그 중 서비스 시스템의 일부인 e-PlanCheck 시스템은 IFC포맷으로 건물에 대한 자동화 법규 검토를 수행하며 싱가포르 법규를 컴퓨터를 통해 해석가능 하도록 하였다^[6,7].

미국의 SMARTcodes는 모든 건물에 관련된 계획, 도면, 시방서 등과 건물에 관련된 법규사항의 상호운용성을 유지하기 위해 자동적인 법규검토와 승인 프로세스를 구축하기 위해 ICC(International Code Council)에서 개발하고 있는 사례이다. SMARTcodes의 목적은 BIM 모델에 대하여 International Code와 미국의 지역단위 별 법규에서 채택하고 있는 코드간의 적합성을 자동으로 검토하는 것이며 향후에는 National BIM Standard의 기준에 따라 인증된 BIM 도구를 이용하여 계획하는 디자인에 대한 표현을 한 후 모델검토 소프트웨어(Model Checking Software)를 통해 BIM을 로드시킨 후 SMARTcodes와 BIM을 비교, 검토하여 자동 법규검토가 이루어진 후 최종 제출하도록 하고 있다^[9,10].

미국 GSA에서는 법원 건물의 기획, 설계, 시공 및 유지관리를 위해 사용 중인 가이드라인에서 명시하는 사항들을 BIM 기술을 접목하여 자동화하기 위한 목적으로 설계안들에 대해 공간 프로그램 분석, 공간설계에 따른 보안 수준을 검토하였다. 이를 위해 보안 수준에 따른 동선 해석 및 평가 시스템을 개발하였다^[11,12].

2.2 BIM기반의 피난분야 품질검토 소프트웨어

본 연구의 목적인 피난법규 검토모듈 개발을 위

해 적용대상인 피난분야에 대한 자동화 검토가 가능한 소프트웨어 사례조사를 선행하였다. 현재 상용화 된 일부 소프트웨어를 통해 건축물의 피난에 대한 검토가 가능하며 이를 위한 방법은 운용 시물레이션을 통해 검토하는 방법과 BIM 품질관리 소프트웨어를 통해 검토하는 방법으로 구분할 수 있다.

운용시물레이션을의 사례 중 하나로 피난분석이 가능한 buildingEXODUS는 영국 Greenwich 대학의 FSEG Group에 의해 개발되었으며, 뒤셀도르프 공항, 샌프란시스코 지하철, 런던 밀레니엄 돔 등의 화재 피난 분석에 활용되었다. buildingEXODUS는 다수의 인원을 모델 내의 불특정한 위치에 배치하여 출구를 통해 대피하는 시간을 측정하여 허용피난시간 대비 필요피난시간을 분석하게 된다^[13].

대표적인 물 기반의 품질검토 소프트웨어인 SMC는 기본적으로 제공되는 룰셋(Rule set)을 통해 BIM 데이터를 기반으로 한 피난안전에 대한 일부 검토가 가능하다. SMC는 기본적으로 IFC 모델을 대상으로 검토를 수행하며 크게 건축분야, MEP분야, 구조분야로 나누어 각각의 세부 룰들을 제공하고 있다. 특히 건축분야의 룰셋들은 객체 및 공간의 간섭체크, 공간프로그램 검토, 접근성 검토, 장애인 건축규범(미국), 피난경로 분석 등의 항목을 포함하여 검토 대상의 다양성을 보여주고 있다^[14,15].

SMC는 미국 조지아텍에서 수행한 GSA의 US Court Design Guide 연구에 활용되었으며 목적에 맞는 룰셋(Rule set)을 개발하여 법원건물의 공간 프로그램 검토와 보안 체계에 따른 동선검토 등을 수행하였다. 또한 ICC의 SMARTcodes의 적용을 위해 SMC 룰셋을 개발하여 법규검토를 위해 활용되었다. 덴마크의 Rambøll Headquarter 프로젝트에서는 BIM 현상설계에 납품된 모델에 대하여 객

체간의 간섭체크 품질검토를 수행하였다. 핀란드의 Senate Properties는 설계 및 시공 프로세스에서 업무의 의사결정을 향상시키기 위해 BIM 모델링 지침에 각 분야별 체크리스트를 작성하였으며 체크리스트에 대한 자동화 검토가 가능하도록 SMC 룰셋을 개발하였다^[16].

2.3 분석 결과

법규검토 대상 측면에서는 국외 사례의 경우 국내 법규 내용과는 상이하여 직접적인 반영은 어려우나 개발 프로세스 및 적용 방법을 적극적으로 반영하여 국내 법규에 맞도록 재작업이 필요하다. 또한, 시스템 측면에서는 국내에서 현재 개발 중인 세움터의 경우 싱가포르의 CORENET과 같이 웹기반 서비스 형태로 IFC 포맷을 통해 법규검토 및 인허가를 담당하는 시스템을 개발 중에 있으므로 BIM기반 사전검토 및 적법성 검토를 위한 프로세스 체계 구축 등의 환경이 잘 갖춰줘야 할 것이다. 현재 품질검토 소프트웨어로 다양하게 활용되고 있는 SMC는 현재 업데이트를 통해 피난 경로 분석, 객체분류 기능(Classification) 등의 일부 기능이 개선되고 있으며 새로운 규준에 대해 보다 유연하게 적용이 되도록 기능이 개선되고 있다. 하지만 제공되는 기본적인 룰셋 만으로는 국내 법규의 적용에 한계가 있으며 이를 해결할 수 있는 방안으로 SMC의 API 개발환경을 통하여 국내 법규를 적용할 수 있는 룰셋의 개발이 가능하다

Table 1 Results of case study analysis

사례	서비스 형태	IFC 활용 여부	피난 분야 상관성	자동화 품질검토 활용 가능 여부
세움터 법규검토 시스템	웹 기반	× (활용 예정)	○ (법규)	○
싱가포르 CORENET	웹 기반	○	○ (법규)	○
ICC SMARTcodes	소프트웨어 기반	○	○ (법규)	○
피난운용 시물레이션	소프트웨어 기반	×	○	×
SMC	소프트웨어 기반	○	○ (법규 일부)	○

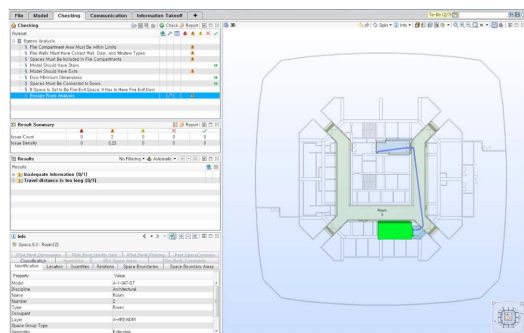


Fig. 1 Egress routes analysis through SMC^[15]

고 이를 통해 품질관리 프로세스에서의 활용이 가능할 것으로 판단된다.

3. 피난관련 법규 분석 및 적용 가능성 검토

본 연구에서는 피난법규 검토모듈에 적용 가능한 검토 항목을 도출하기 위해 국내 피난관련 법규를 분석하였으며, 추가적으로 초고층건축물에 필수적으로 요구되는 국내 피난관련 법규의 적용 가능성을 검토하였다.

3.1 국내 피난법규 현황 및 적용대상 도출

국내 피난관련 법규는 “건축물의 피난, 방화구조 등의 기준에 관한 규칙”이 제정되어 있으며, “건축법” 및 “건축법 시행령”에 피난과 관련된 일부 내용이 포함되어 있다.

국내 피난관련 법규를 피난법규 검토모듈에 적용하기 위해서는 컴퓨터를 통한 자동화된 분석이

가능한 법규항목의 선별이 선행되어야 한다. 시스템은 정보의 입력·분석의 과정을 변수 및 함수를 통해 수행하기 때문에 본 연구에서는 이를 고려하여 속성검토가 가능하고, 논리적인 구현이 가능한 법규를 우선적으로 선별하였다. 또한, 피난관련 법규는 방대하기 때문에 본 연구에서는 초고층건축물의 적용을 중심으로 적용 가능한 법규를 제한적으로 선별하였다.

3.2 초고층 피난관련 법규 적용 방안

피난법규를 대상으로 품질검토 자동화모듈 개발을 위해 본 연구에서 적용하는 대상법규를 요약하면 Table 3과 같다. 본 연구에서는 국내 피난관련 법규와 초고층건축물을 적용 대상으로 선정하였다. 선정된 항목은 일반적인 건축물보다는 초고층건축물의 특성에 의해 필수적으로 적용이 필요한 법규에 대해 우선순위를 두었으며 건물이 초고층건축물임을 판단할 수 있는 근거가 되는 “건축법 시행령” 제 2조의 항목도 추가로 선정하였다.

Table 2 Status of Korea evacuation regulation

관련법규		내용
건축법	제49조	건축물의 피난시설 및 용도제한등
	제50조	건축물의 내화구조와 방화벽 고층건축물의 피난 및 안전관리(제50조의 2)
	제51조	방화지구 안의 건축물
	제52조	건축물의 마감재료
건축법 시행령	제34조	직통계단의 설치
	제35조	피난계단의 설치
	제36조	옥외 피난계단의 설치
	제37조	지하층과 피난층 사이의 개방공간 설치
	제38조	관람석 등으로부터의 출구 설치
	제39조	건축물 바깥쪽으로의 출구 설치
	제41조	대지 안의 피난 및 소화에 필요한 통로 설치
	제46조	방화구획의 설치
	제47조	방화에 장애가 되는 용도의 제한
	제48조	계단, 복도 및 출입구의 설치
	제57조	대규모 건축물의 방화벽 등
	제64조	방화문의 구조
	제90조	비상용 승강기의 설치 - 개발대상
건축물의 피난, 방화구조 등의 기준에 관한 규칙	-	“건축법” 제49조부터 제53조까지의 규정에 따른 건축물의 피난·방화 등에 관한 기술적 기준
초고층 및 지하연계 복합건축물 재난관리에 관한 특별법	-	초고층 및 지하연계 복합건축물과 그 주변지역의 재난관리를 위한 사항 (피난안전구역 설치기준 포함) - 개발대상

Table 3 Summarize of Korea evacuation regulation for checking modules

검토대상	조건	기준	
초고층 건축물 여부	-	층수 50층 이상 또는 높이 200미터 이상	
피난안전 구역 설치기준	초고층건축물의 경우	지상층으로부터 최대 30개층 이내마다 설치	
비상용 승강기 설치기준	높이 31미터를 넘는 건축물의 경우	최대바닥 면적 1,500 m ² 이하	1대 이상 설치
		최대바닥 면적 1,500 m ² 이상	1,500 m ² 를 넘는 3,000 m ² 이내마다 1대씩 더한 대수 이상 설치

4. 초고층 피난법규 검토모듈 개발

4.1 법규 요구정보에 대한 속성정의

도출된 피난관련 법규를 품질검토 자동화모듈에 적용을 하기 위해서 해당 법규의 구조화를 통해 건물모델의 검토 대상 객체의 정의 및 요구되는 정보를 건물모델에 반영할 수 있도록 속성(Property)을 정의하여야 한다. 개방형BIM기반의 IFC는 속성집합인 PSET(Property Set)과 그 하위의 속성을 통해 요구되는 건물모델의 정보를 표현하는 구조를 갖고 있다¹⁸⁾. 따라서, 본 연구에서는 통합된 건물모델의 객관적이고 일관성 있는 검토를 위해 국제표준인 IFC의 PSET 정보를 활용하고자 한다. 다음의 Fig. 2는 건축법 시행령 제34조에서 명시된 요구정보에 따른 대상 객체와 그에 따른 IFC 속성을 정의한 예시를 보여준다.

본 연구에서는 피난법규 적용 및 모듈을 통한 검토를 위해 속성을 정의하였다. BIM 모델의 활용목적에 따라 요구되는 속성이 다양하기 때문에 이와 같은 특정 검토를 위해서는 입력해야 하는 속성 정보를 모델 작성기준을 통해 제시하여 설계자가 이를 통해 모델링을 할 수 있도록 유도하여야 한다.

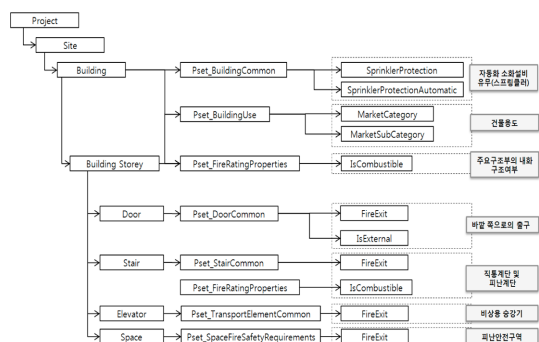


Fig. 2 Structurization of evacuation regulation

4.2 물기반 품질검토 시스템 개발 환경 분석

본 연구에서는 품질검토 자동화모듈을 개발하기 위한 대상 소프트웨어로 물기반 품질검토 소프트웨어인 SMC를 선정하였다. 본 연구에서 SMC를 기반으로 품질검토 자동화 모듈을 개발하고자 하는 이유를 정리하면 다음과 같다.

첫째, SMC는 2장의 적용사례에서도 살펴보았듯이 현재 상용화 된 BIM 품질검토 소프트웨어 중 가장 넓은 범위의 검토가 가능하며 특히 논리적 검토에 해당하는 법규검토가 가능하다.

둘째, SMC는 API 개발환경을 갖고 있으며 기존에 Solibri사에서 개발된 함수와 Java 함수의 조합으로 새로운 기준을 적용할 수 있는 프로그래밍이 가능하다.

셋째, SMC는 기본적으로 국제표준인 IFC를 대상으로 분석을 수행하기 때문에 통합된 건물모델의 일관성 있는 검토가 가능하다.

넷째, SMC는 웹기반이 아닌 단일 소프트웨어로 인터페이스 및 사용 환경이 간단하며 편리하다.

다섯째, SMC의 룰셋은 최종적으로 *.cset 형태의 포맷으로 작성되며 이를 조합하거나 분리하여 수정이 가능하고 배포 및 보관 등의 관리가 유용하다.

SMC는 API 개발환경을 통해 Solibri사에서 개발된 클래스와 Java 언어를 기반으로 품질검토 항목인 룰셋의 프로그래밍이 가능하다. 기본적으로 SMC는 Java 패키지를 JAR 파일로 저장하여 Ruleset Manager를 통해 불러들이고 이를 조합하여 Ruleset을 생성한다.

본 연구에서는 SMC에서 제공되는 룰과는 별도로 국내 피난관련 법규를 검토할 수 있는 룰셋을 개발하여 피난법규 자동화검토를 하는 목적을 갖고 있다. Java 언어의 코딩을 위해 Eclipse 컨소시엄에서 개발하여 무료로 제공하는 Eclipse를 활용하였다. 이를 통해 SMC의 외부 라이브러리를 참

조하여 라이브러리 내부의 클래스를 활용 가능하게 된다. 로드되는 라이브러리 중 가장 핵심적인 라이브러라인 SMC.jar 파일 안에는 약 5000여개의 클래스들이 존재하며 새로운 룰셋을 작성하는데 참조할 수 있다^[19].

4.3 룰 기반 품질검토 시스템 개발

본 연구에서 적용될 룰 기반의 품질검토 소프트웨어인 SMC는 기본적으로 BIM 모델과 검토대상(본 연구의 경우 피난법규 내용)을 논리적으로 정리한 룰셋을 로드하여 검토를 수행한다. 모델의 분석 대상 객체는 속성정보와 함께 작성되고 룰셋은 로드된 모델에서 정의된 속성정보를 통해 대상 객체의 위치정보 및 수량 등을 파악하여 요구되는 법규기준과의 적합성 여부를 파악하게 된다.

본 연구에서 적용 법규 대상 중 비상용 승강기 설치기준에 대한 항목별 검토 개념을 정리하면 다음의 Fig. 3과 같다.

IFC Entity 중 승강기를 표현하는 IfcTransportElement에서 PSET 중 비상용 승강기를 정의하

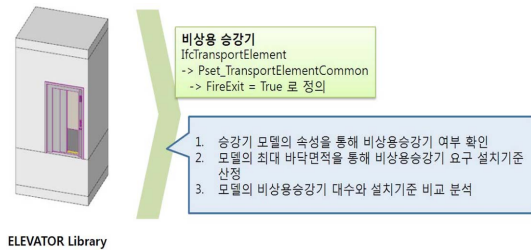


Fig. 3 Check module concept for installation of emergency elevator

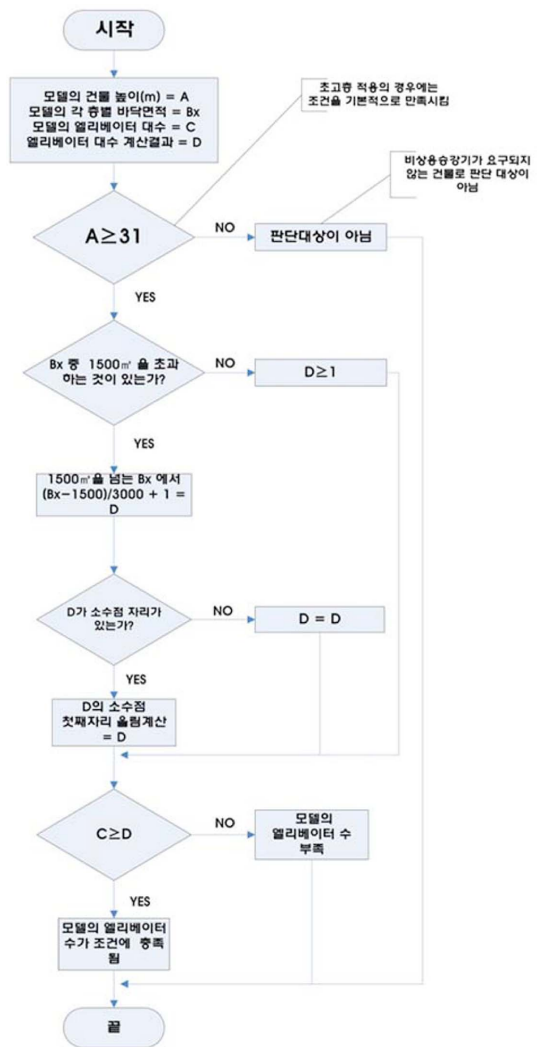


Fig. 4 Flow chart for installation of emergency elevator

Table 4 Process for emergency elevator installation check

검토 항목	검토 프로세스
건물 모델의 높이	(초고층 건축물 여부 분석) 1. SBuildingStorey 클래스를 통해 건물 모델의 모든 BuildingStorey 엔티티를 추출한다. 2. 각 BuildingStorey의 높이값을 추출하여 합계를 구해 건물높이로 정의한다.
건물 모델의 비상용 승강기 대수	3. SElement 클래스를 통해 모델의 전체 Element 엔티티를 추출한다. 4. Element 중 비상용 승강기의 구분을 위해 Pset_TransportElementCommon 속성 셋 하위의 FireExit(Boolean)가 True로 설정된 Element를 추출한다. 4. 추출된 Element의 개수를 모델의 비상용 승강기 대수로 정의한다.
건물 모델의 최대 바닥 면적	5. SSlab 클래스를 통해 모델의 전체 Slab 엔티티를 추출한다. 6. 층별로 추출된 슬라브 면적을 합산하여 가장 큰 슬라브의 면적을 최대 바닥면적으로 정의한다.
비상용 승강기 대수	7. 추출된 최대 바닥면적을 법규 기준에 따라 계산한다. 8. 계산된 결과에 반올림 함수를 적용하여 요구되는 비상용 승강기 대수를 정수 형태로 표현한다.

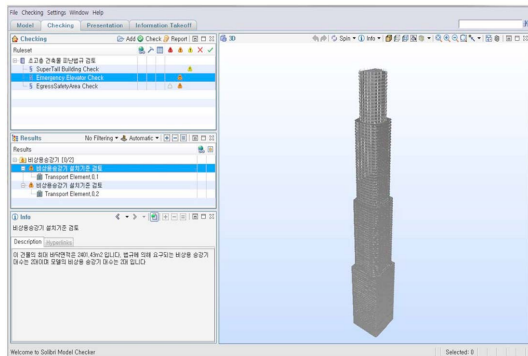


Fig. 5 Check module concept for installation of emergency elevator

기 위해 Pset_TranspotelementCommon 하위의 FireExit 속성을 True로 입력하였다. 이후 구현된 룰셋의 함수를 통해 모델의 최대바닥 면적을 계산하여 모델이 포함하고 있는 비상용 승강기 대수와 법규상의 설치기준을 비교하여 결과를 출력한다.

속성정보가 입력된 모델은 룰셋을 통해 이상의 Fig. 4와 같은 순서로 검토를 수행한다.

이상에서 살펴본 비상용 승강기 설치기준에 대한 항목별 검토 개념을 Java Code를 통해 알고리즘 및 관련 함수를 분석하여 Table 4와 같이 정의할 수 있다.

구현된 룰셋이 적용된 검토 화면의 사례는 Fig. 5와 같다.

5. 초고층 피난법규 검토 모듈 적용 및 결과분석

이번 장에서는 품질검토 자동화모듈로 개발된 피난법규 검토 항목들에 대해 초고층건축물 모델을 적용하여 연구결과를 검증하고자 한다. 검증은 아래의 Fig. 6과 같은 절차로 수행되었다.

적용대상 BIM 모델은 현재 실무에서 사용하는

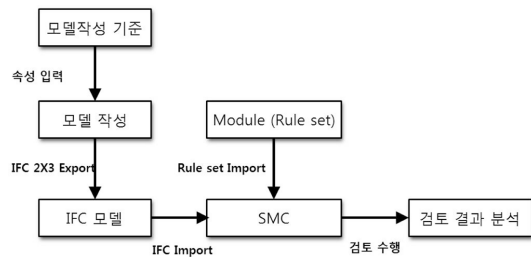


Fig. 6 Verification procedures of research results

대표적인 BIM 소프트웨어인 Revit Architecture 와 ArchiCAD를 통해 3가지 타입으로 작성되었다. BIM 모델은 모두 IFC 2X3 버전으로 Export 되었으며, 모듈을 통해 검토한 항목은 3가지로 초고층 건축물 여부검토, 비상용승강기 설치기준검토 그리고 피난안전구역 설치기준검토를 수행하였다. 각 타입별 모델은 비상용 승강기 라이브러리를 포함하여 피난안전구역에 대해 작성하였으며 요구되는 속성을 입력하였다. 각 타입 별 BIM 모델의 정보는 아래의 Table 5와 같다.

개발된 룰셋을 적용하여 피난안전구역 설치기준과 비상용승강기 설치기준에 대한 검증결과를 오류로 나타낸 사례의 그림은 Fig.7과 같다.

3가지 타입의 적용대상 BIM 모델에 피난법규 자동화 검토 모듈을 적용하여 검증한 결과를 정리하면 다음의 Table 6과 같다.

Type A의 경우 피난안전구역이 30층과 65층에 존재하며 30층 이내마다 설치하여야 하는 법규 기준에 위반됨을 알 수 있다. Type B의 경우 법규기

Table 5 Overview BIM Model for verification

	Type A	Type B	Type C
IFC 건물 모델 (SMC 출력 화면)			
층수	105층	63층	58층
건물 높이	509.4 m	262.5 m	173.2 m
비상용 승강기	2대	1대	2대
피난 안전 구역	1층, 30층, 65층, 90층, 105층	1층, 30층, 59층	1층, 30층, 57층
IFC version	IFC2X3	IFC2X3	IFC2X3
BIM 소프트웨어	Revit Architecture 2011	ArchiCAD14	ArchiCAD14

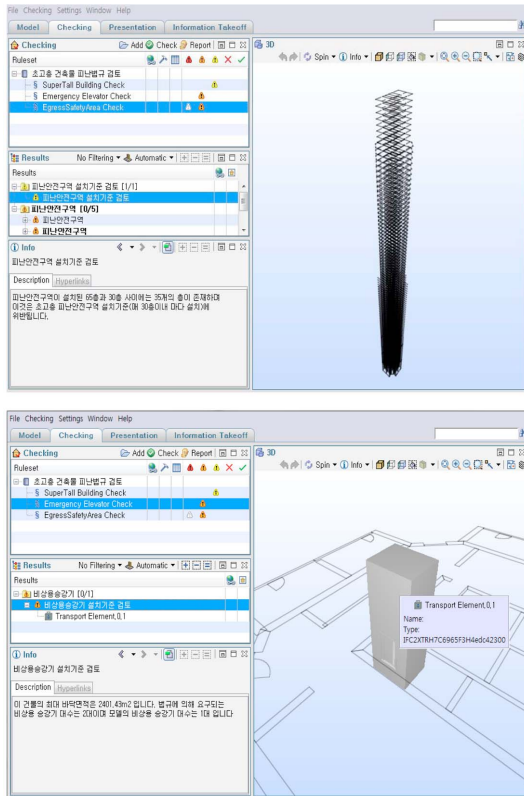


Fig. 7 Validation examples of installation for refuge area (above) and emergency elevator (below)

준으로 요구되는 비상용 승강기 설치대수가 2대인 반면 모델에는 1대의 비상용 승강기가 존재하여 오류로 판단되었다.

6. 결 론

품질관리 프로세스를 통해 품질검토를 진행하기 위해서는 BIM 데이터의 활용 목적에 부합하는 품질관리 기준이 사전에 제시되어야 한다. 하지만 BIM 데이터의 활용 범위는 소프트웨어의 기능에

한정되어 있는 경향이 있기 때문에 새로운 기준을 개발하기 위해서는 목적에 맞는 검토 시스템의 기능도 함께 개발되어야 한다. 특히 품질관리 대상 중 논리정보 품질¹²⁰⁾에 해당하는 법규검토의 경우는 그 특성상 국내 법규적용을 위해 시스템이 자체 개발되어야 할 필요가 있다.

본 연구에서는 이를 위한 개선 방안으로 소프트웨어를 기반으로 한 개방형BIM 품질관리 프로세스에서 활용할 수 있는 자동화모듈 개발방안을 제시하였으며, 이를 위한 자동화모듈의 조건으로 소프트웨어 기반의 검토환경, 개방형BIM의 지원, 국내 법규의 적용 가능성에 대한 부분을 기존 연구와 차별화 된 조건으로 인식하여 연구를 수행하였다. 본 연구의 결과를 정리하면 다음과 같다.

첫째, 연구의 대상 및 범위를 초고층건축물의 피난관련 법규적용으로 정하였고 이에 따라 국내 피난관련 법규 분석 및 초고층건축물에 적용이 가능한 법규를 선별하여 자동화모듈 개발 대상으로 선정하였다.

둘째, 도출된 개발 대상 법규항목을 모듈로 구현하기 위해 법규의 구조화와 이에 따른 정보를 수용할 수 있는 IFC 속성정보를 도출하였다.

셋째, 도출된 개발 대상 법규항목에 따라 초고층건축물 여부 검토, 비상용승강기 설치기준 검토, 피난안전구역 설치기준 검토에 대하여 품질관리 소프트웨어인 SMC의 룰셋 형태로 개발하였다.

넷째, 적용대상 BIM 모델로 초고층건축물의 3가지 타입으로 모델을 제작하였으며, 이를 개발된 SMC의 룰셋을 통해 검토하였고 결과를 분석하여 검증하는 과정을 거쳤다.

본 연구에서 개발된 품질검토 자동화모듈을 통해 품질관리 프로세스에서 자동화 검토를 수행할 경우 다음과 같은 기대효과를 얻을 수 있다.

첫째, 본 연구에서 제시한 자동화 검토시스템은 국제표준인 IFC를 활용하였으며 BIM 발주 시 납

Table 6 Verification results of evacuation regulation check-list

	Type A	Type B	Type C
초고층 건축물 여부 검토 결과	초고층 건축물	초고층 건축물	초고층 건축물
비상용 승강기 설치기준 검토 결과	법규 기준: 최소 2대 모델 기준: 2대	법규 기준: 최소 2대 모델 기준: 1대	법규 기준: 최소 2대 모델 기준: 2대
피난안전구역 설치기준 검토 결과	피난안전구역 설치기준 위배	오류 없음	오류 없음
오류여부 및 내용	피난안전구역이 설치된 30층과 65층 사이가 3개 층임	비상용승강기가 법규 기준보다 1대 부족함	오류 없음

품된 다양한 BIM 모델을 일관성 있고 정확한 검토를 가능하게 해준다. 특히 정보의 양이 상대적으로 큰 초고층건축물을 대상으로 BIM 모델의 피난 관련 법규의 적합여부에 대한 사전검토를 수행한다면 기존의 법규 검토과정에서 소요되는 시간을 단축시켜 인력 및 비용 손실을 줄일 수 있을 것이다.

둘째, 품질관리 프로세스에서 필수적인 자동화 검토시스템의 기능 확장 가능성을 제시하였으며, 이를 기반으로 품질관리를 위한 세부적인 기준의 제시 및 다양한 분야의 구체적인 항목에 대한 검토를 수행한다면 BIM 모델의 품질향상을 기대할 수 있다.

셋째, BIM 모델의 활용 목적에 따른 새로운 법규의 적용 및 물리정보 품질 또는 데이터 품질과 같은 품질관리 대상에 대한 자동화검토 시스템을 개발할 수 있는 방법론을 제시함으로써 다른 연계 연구에서 기초자료로 활용될 수 있다.

본 연구에서는 초고층건축물과 관련된 피난 법규 항목들 중 일부로 대상과 범위를 한정하였기 때문에 현재 검토 모듈에서 분석 가능한 항목만으로는 실무적용에 한계가 있으며 이를 보완하기 위해서는 대상과 범위를 확장하여 룰셋의 항목으로 추가를 해야 한다. 또한 개방형BIM의 요소기술인 IDM, MVD를 활용하여 피난관련 법규에 따른 속성 및 재료에 대한 표준적인 정의를 소프트웨어 개발자에게 유도하고 이와 연계된 분석시스템을 개발하여 좀 더 통용되고 신뢰할 만한 시스템으로 보완해 나가야 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부 첨단도시개발사업의 연구비 지원(과제번호: #09 첨단도시A01)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. Kim, I. H., Cho, G. H. and Choi, J. S., 2010, A Case Study of BIM Quality Assurance for the Target of Super-tall Buildings, *Proceeding of Architectural Institute of Korea*, 30(1), pp. 23-24.
2. Choi, J. S. and Kim, I. H., 2007, An Approach to Share Architectural Drawing Information and Document Information for Automated Code

- Checking System, *Tsinghua Science and Technology*, 12(1), pp. 1-8.
3. McGraw Hill CONSTRUCTION, 2007, Interoperability in the Construction Industry, pp. 23-24.
4. Kang, J. S., 2008, Future of SEUMTER, *buildingSMART Forum 2008*, Korea.
5. Lee, S. H., 2011, Development of SEUMTER Legality System using BIM Model, *buildSMART CONSTRUCTION IT&BIM USER CONFERENCE 2011*, Korea.
6. Teo, A. L., 2008, buildingSMART Activities in Singapore. *buildingSMART Korea User Conference 2008*, Korea.
7. Liebich, T., Wix, J. and Qi, Z., 2004, Speeding-up the Submission Process, The Singapore e-Plan Checking Project Offers Automatic Plan Checking Based on IFC, *INCITE2004*, Malaysia, pp. 245-252.
8. Wawan Solihin, 2004, Introducing FORNAX™ Platform for Building Automated Code-Checking System, Singapore.
9. Conover, D. and Lee, E., 2008, SMARTcodes, *Journal of Building Information Modeling (JBIM)*, pp. 22-23.
10. Wix, J., 2008, BIM Automated Code Checking Based on SMARTcodes, *buildingSMART Korea Forum 2008*, Korea.
11. Jeong, Y. S., 2009, BIM Projects at Georgia Tech, *The BIM*, pp. 53-55.
12. Lee, J. M., 2010, *Automated Checking of Building Requirements on Circulation Over a Range of Design Phases*, Doctoral Dissertation, Georgia Institute of Technology, Atlanta, USA.
13. buildingExodus, <http://fseg.gre.ac.uk/exodus>
14. Kulusjarvi, H., 2009, Role of BIM Guidelines in Quality Assurance, *buildingSMART User Conference 2009*, Korea.
15. Solibri, 2011, *SMC v6.2 Tutorials*, Retrieved from <http://ssl.solibri.com/>
16. Cho, G. H., 2012, *Development of Automated Checking Modules for Open BIM-based Quality Assurance in Architecture Design Phase*, master dissertation, Kyung Hee University.
17. Ministry of Government Legislation, 2012, Retrieved from <http://www.moleg.go.kr/main.html>
18. IAI, 2002, *IFC 2x Extension Modeling Guide*, IAI: Model Support Group.
19. Solibri Development Network, 2011, Retrieved from <https://ssl.solibri.com/sdn/wiki/index.php>
20. Choi, J. S. and Kim, I. H., 2011, Interoperability Tests of IFC Property Information for Open BIM based Quality Assurance, *Transactions of the Society of CAD/CAM Engineers*, 16(2), pp. 92-103.



김 인 한

1988년 서울대학교 건축학과 졸업
 1991년 미국 Carnegie-Mellon 대학
 건축학 석사
 1994년 영국 Strathclyde 대학 건축
 학 박사
 1996년~현재 경희대학교 공과대학
 건축학과 교수
 2002년~현재 한국CAD/CAM 학회
 이사
 2004년~2008년 사단법인 STEP센
 터 회장, 지식경제부
 2008년~현재 사단법인 빌딩스마트
 협회 수석 부회장
 2010년~현재 대한건축학회 이사
 2011년~현재 BCA 싱가포르 건설청
 BIM 자문위원
 관심분야: BIM(Building Informa-
 tion Modeling), CAAD, 데이터
 모델링 및 통합 전산설계환경
 (STEP, IFC), 건축정보기술,
 Digital Design Media



최 중 식

1999년 경희대학교 건축공학과 졸업
 2001년 경희대학교 건축공학(건축
 정보기술) 석사
 2011년 경희대학교 건축공학(건축
 정보기술) 박사
 2009년~현재 사단법인 빌딩스마트
 협회 기술연구소 수석연구원
 2011년~현재 경희대학교 공과대학
 건축학과 겸임교수
 2013년~현재 Lawrence Berkeley
 National Laboratory (LBNL)
 Postdoctoral Fellow
 관심분야: BIM(Building Informa-
 tion Modeling), 자동화 법규검토
 (Automated Code Checking),
 CAAD, 데이터모델링 및 통합
 전산설계환경(STEP, IFC), 건
 축정보기술, BIM기반 에너지
 성능평가



조 근 하

2009년 경희대학교 건축공학과 졸업
 2012년 경희대학교 일반대학원
 건축학과 석사
 2012년~현재 한국건설기술연구원
 연구원
 관심분야: BIM(Building Information
 Modeling), IFC Interoperability,
 Rule based Checking System,
 BIM Quality Assurance, Facility
 Management BIM