

장애물 없는 생활환경 인증제도의 자동검토를 위한 BIM 모델링 정보 및 인증 항목 정보의 분류체계 분석 프로세스에 관한 기초 연구**

A Basic Study on Review the Classification System and the Process of BIM Information for an Automatic Review of Certification Method of Health and Barrier Free Environment

Author 홍사철 Hong, Sa-Chul / 정희원, 인제대학교 산학협력단, 연구원, 건축학박사
김석태 Kim, Suk-Tae / 정희원, 인제대학교 실내건축학과 교수, 공학박사*

Abstract For the foundational study on automatic review of the barrier free Environment certification for the socially disadvantaged using BIM modeling information, we first confirm the need of the automatic review by analyzing the barrier free Environment certification and by investigating the existing studies on barrier free Environment certification. After that, we select a primary approach for our research by investigating the related works such as automatic review of the building code. As a next step, we generate the BIM modeling information, extract the classification system, analyze and extract items in the barrier free Environment certification according the extracted system, compares the items with the BIM generation information, and allocate them. And, we showed the potential usability of automatic review by deriving a process to prepare the ruleset structure for the automatic review and to prepare a criteria for BIM modeling guide.

Keywords 장애물 없는 생활환경 인증제도, 객체지향설계, 위생시설, 생활건강
Barrier Free Environment Certificate System, BIM, Sanitary Facilities, Living Health

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

최근 건축 분야에서 BIM (Building Information Modeling)의 적용은 기술의 발전과 정부 지원, 적용 분야의 확대 등으로 자연스러운 추세가 되고 있다.

이러한 상황에서 BIM 모델링을 통해 생산되는 정보는 여러 가지 다양한 분야에서 적용과 변용이 가능하여 실무에서 많은 적용이 이루어지고 있으며 학문분야에서는 주로 설계의 시공 간섭, 품질관리 검토와 물량산출과 견적, 친환경 건축의 적용 등 분야의 연구가 활발히 진행되고 있다.

사회가 발전하면서 사회적 약자에 대한 배려를 위해서 도입한 장애물 없는 생활환경 인증제도는 사회적 약자들이 각종 시설물에 접근하고 사용하는데 불편함이 없도록

하는 취지의 제도로 해당되는 건축물은 의무적으로 인증을 받아야한다.

현재 장애물 없는 생활환경 인증에 소요되는 비용과 시간은 건축주의 부담이며 2D도면을 바탕으로 수동검토에 의해 이루어지고 있다. 또한 정부는 행정에 있어서 서비스와 제도 개선의 일환으로 건축행정정보화 사업을 추진, 건축법규 검토에 대한 정보화 지원체계를 구축하여 시민들의 편의를 보장하고 있다. 그러나 2D 도면기반으로서 검토 자동화가 사실상 불가능한 상황이다.

BIM이 활성화되고 있는 현 시점에서, 3D도면에서 2D도면으로 변환 후 인증은 오히려 현재 2D기반의 인증 작업보다 추가 작업의 요구로 인해 효율이 저하되게 된다. 또한 BIM의 효용성에도 불구하고 이를 이용한 행정, 설계 자동검토에 대한 연구와 개발이 미흡한 실정에서 장애물 없는 생활환경 인증이 BIM정보를 이용하여 자동검토되는 시스템이 갖추어지면, 자동검토의 효과와 더불어 BIM정보의 활용을 극대화하는데 긍정적 영향을 미칠 것이다.

* 교신저자(Corresponding Author); demolish@inje.ac.kr

** 이 논문은 2017년 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임. (NRF-2017S1A5B8066096)

이에 본 논문에서는 BIM정보를 이용한 장애물 없는 생활환경 인증 자동검토 시스템을 구축하기 위한 정보 분류 체계의 검토와 기초적인 프로세스를 제안하고자 하였다.

1.2. 연구의 범위 및 방법

본 연구는 장애물 없는 생활환경 인증 자동검토 시스템 개발을 위한 기초적인 연구이다. 따라서 연구 범위는 BIM 모델링 정보 체계에 맞추어 장애물 없는 생활환경 인증 항목 정보의 분석을 통한 분류체계를 구성하여 이를 토대로 자동검토 시스템에 바탕이 되는 프로세스를 제안하는 것에 초점을 맞추고 있다. 그리고 건축물과 공원이 인증 대상이기는 하나 BIM 모델링 정보를 다루는 연구이므로 건축물로 한정한다.

연구의 방법은 먼저 장애물 없는 생활환경 인증에 대한 검토와 기존 연구 사례 분석을 통해 자동검토에 대한 필요를 이해하고 유사 연구인 건축법규의 자동검토에서 사용하고 있는 방식을 수렴하여 기초연구에 대한 일차적 접근 방법을 선택한다. 다음 단계로 모델링 정보 활용 프로세스를 설정하고, BIM정보의 생성과 분류체계를 추출하고, 추출된 체계에 맞추어 장애물 없는 생활환경 인증의 항목들을 분석하고 추출하여 BIM 생성정보와 비교 배정한다. 그리고 자동검토를 위한 룰셋 구조화에 대한 준비와 추후 연구될 BIM 모델링 가이드라인에 대한 기준 설정 준비를 할 수 있도록 하고, 분류된 정보들 간의 연관성을 기준으로 장애물 없는 생활환경 인증 자동검토를 위한 기초적인 프로세스를 제안한다.



<그림 1> 연구의 흐름

2. 자동검토의 필요성

2.1. 장애물 없는 생활환경 인증제도

(1) 개요¹⁾

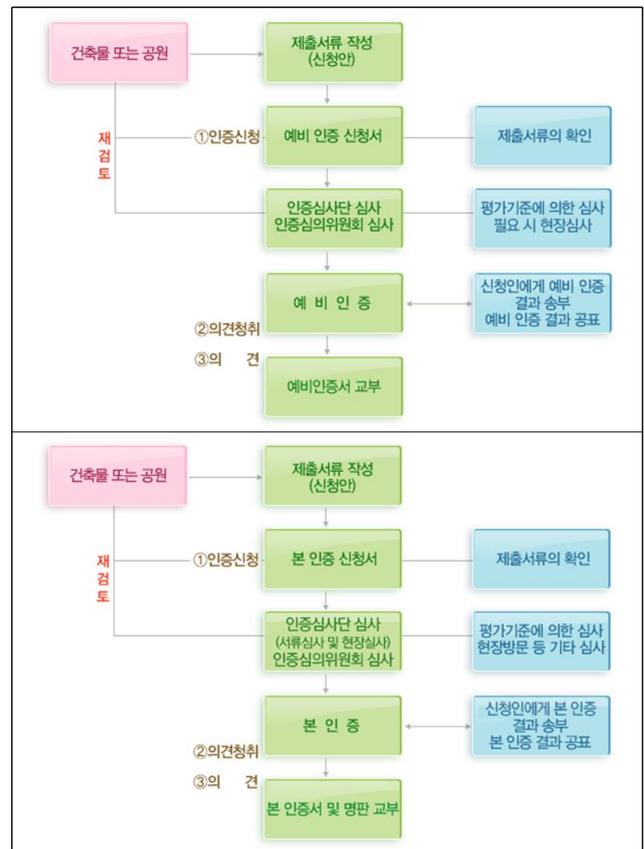
1) 홍사철, 백진경, 김석태, 노인 주거시설의 위생공간을 중심으로 고령자의 건강과 무장애 생활환경을 위한 인증 방법에 관한 연구,

장애물 없는 생활환경 인증제도는 장애인·노인·임산부 등이 각종 시설물에 접근·이용하는데 불편함이 없도록 하는 취지로서 교통약자의 이동편의 증진법, 장애인·노인·임산부 등의 편의증진보장에 관한 법률 및 국토해양부의 장애물 없는 생활환경 인증제도 시행지침에 의거, 2008년 하반기부터 시행된 제도이다.

법적근거는 「장애인·노인·임산부 등의 편의증진보장에 관한 법률」(2015. 1. 28 개정) 제10조의2, 「교통약자의 이동편의 증진법」(2015. 1. 28 개정) 제17조의2, 「장애물 없는 생활환경 인증에 관한 규칙」(2015. 8. 3 개정) [보건복지부, 국토교통부 공동부령]에 있으며, 인증기관은 한국장애인개발원, 한국토지주택공사, 한국장애인고용공단으로 지정되어 있고, 인증대상은 개별시설 인증 중 건축물과 공원이며, 장애인·노인·임산부 등의 편의증진 보장에 관한 법률」 제10조의 2제3항에 해당되는 건축물(청사, 문화시설 등의 공공건물 및 공공이용시설 중에서 대통령령으로 정하는 시설의 경우)은 의무적으로 인증을 받아야하는 것으로 명시되어 있다.

(2) 인증 절차²⁾

인증의 절차와 종류는 도면을 이용한 예비인증과 시공 후 현장을 심사하는 본 인증이 있다. 각 인증의 세부 사항은 아래 <그림 2>와 같다.



<그림 2> 장애물 없는 생활환경 예비인증과 본 인증 인증절차

실내디자인학회 논문집, 26권, 3호, 2017, p.14

2) 2018년 1월 장애물 없는 생활환경 <http://bf.koddi.or.kr> 에서 인용

(3) 인증 구성요소³⁾

장애물 없는 생활환경 인증제도 구성요소는 표 1과 같이 각 항목마다 세부적인 지침을 마련하고 인증에 필요한 평가서가 준비되어 있다.

<표 1> 장애물 없는 생활환경 인증 구성요소

분류	내용
매개시설	접근로, 장애인 전용 주차 구역, 주차입구
내부시설	일반출입문, 복도, 계단, 경사로, 승강기
위생시설	장애인이 이용 가능한 화장실, 화장실의 접근, 대변기, 소변기, 세면대, 욕실, 샤워실 및 탈의실
안내시설	안내설비, 경보 및 피난설비
기타시설	객실 및 침실, 관람석 및 열람석, 접수대 및 안내데스크, 매표소·판매기·음료대, 피난구 설치, 임산부 휴게시설
비치용품	비치용품의 6가지 항목으로 구성

(4) 장애물 없는 생활환경 인증의 자동검토

현재 장애물 없는 생활환경 인증 절차는 인증을 원하는 관계자가 예비인증 및 본인증을 받기 위해서 자체평가서와 2D도면, 현장사진 등을 담당기관에 제출해야 한다. 이후 인증심사단과 인증심사위원회의 심사를 거쳐 인증이 이루어지는 과정을 거치게 되는데, 인증심사단은 자체평가서와 2D도면과 현장 실사를 통해서 평가기준에 합당한 가를 점수화하여 인증을 하게 된다. 이때 인증에 필요한 수수료는 신청자가 부담한다. 제출된 자체평가서와 2D도면, 사진 등은 심사위원회의 위원들을 위해서 제공되는 것으로 사회적 약자들이 건축 및 환경을 사용함에 있어서 필요한 시설과 설비, 건축요소들의 유무와 상태를 주어진 기준에 의해 정량적인 판단으로 점수화하여 인증을 하는 것이다. 이러한 정량적인 평가는 일반적으로 보아도 자동검토를 통해서 인증이 무리 없이 진행될 수 있다는 가능성이 높다고 할 수 있다.

2.2. BIM을 이용한 인증에 대한 연구

(1) 연구 동향⁴⁾

국내의 BIM 데이터를 이용한 인증에 관한 연구는 BIM이 도입되던 2000년대 후반부터 진행되어 최근까지 연구되어 왔다. 초기에는 BIM 모델링 정보의 표준을 위한 인증의 연구도 있었으나 표 2와 같이 크게 건물의 에너지 성능 인증과 친환경 인증 두 가지 연구가 주류를 이루고 있다.

(2) 연구의 방법 및 경향

국내의 BIM 모델링 정보를 이용한 인증 연구의 특성 및 방법은 초기에는 인증의 요소 및 평가 방법을 개발하거나 인증에 필요한 BIM 모델 요소의 개발을 구성하는 경향에서 시작해서, 평가방법에 대한 문제점을 파악하고, 그 개선점을 제시하거나 실제 건축물을 BIM 모델로 구성하여 인증을 하여 인증결과를 비교하는 방법으로 발전

하여 연구되어 오고 있다.

따라서 장애물 없는 생활환경 인증도 요소 및 평가 방법을 개발하거나 인증에 필요한 BIM 모델링 요소의 개발을 구성하는 기초연구가 선행되어야 할 것으로 본다.

<표 2> 2008년 이후 BIM을 이용한 인증에 관한 연구 동향

연도	연구자	분류	연관 분야
2008	이왕수 외	학술논문	친환경 건축물 예비인증 작업 사례 분석
2008	전승호	학술논문	BIM 기반의 친환경 건축 시뮬레이션 시스템 개발
2008	강훈식 외	학술논문	BIM 지원을 위한 IFC모델 호환성 검사 방법에 관한 기초 연구
2009	김미경 외	학술논문	국내 친환경 건축물 인증제도의 BIM 적용 방법
2009	이상현 외	학술논문	BIM기반 지속가능한 설계를 위한 해외 친환경건축물 인증기준의 비교
2009	한석희	학술논문	건축 정보 모델 표준을 적용한 정보시스템 통합을 위한 검증 도구 개발
2010	박수진 외	학술논문	친환경건축물 인증 사전평가의 BIM 적용 방안
2010	최선영 외	학술논문	건축물의 친환경 성능관리의 BIM 활용방안
2010	이권형 외	학술논문	BIM기반 건축물의 에너지절약설계기준의 에너지성능지표(E.P.I) 검증
2011	민병기 외	학술논문	친환경 건축물 인증제도의 BIM 적용에 대한 기초 연구
2011	신성준 외	학술논문	공동주택의 녹색건축인증 인센티브에 따른 경제성 분석
2011	이권형 외	학술논문	BIM기반 친환경건축물 등급 인증기준의 에너지성능지표(E.P.I)의 개선방안
2012	안광호 외	학술논문	BIM 기반 친환경 건축물 인증제도의 사용자 중심적인 개선방안
2012	김가람 외	학술논문	BIM기반 지능형 건축물 에너지 분석 시스템 개발
2012	정승우 외	학술논문	BIM기반 오피스 건축물의 형태별 아트리움 에너지 성능분석
2012	이제진 외	학술논문	국내 친환경 건축물 인증제도의 BIM기반 평가를 위한 TEMPLATE 도입 방안
2013	홍성욱 외	학술논문	CO2평가와 친환경건축물인증
2013	노민성 외	학술논문	GBT(Green BIM Template)를 활용한 친환경 건축물 인증제도의 평가환경 구축
2013	김익성 외	학술논문	BIM 기반 템플릿을 이용한 국내 녹색건축 인증 평가 시스템 활용 방안
2013	고정림 외	학술논문	LEED Energy 분야 인증기준(항목)의 BIM기반 연계평가 방법
2013	박승길 외	학술논문	BIM을 활용한 에너지성능평가 기법
2013	김익성 외	학술논문	BIM기반 템플릿을 통한 국내 친환경 건축물인증제도 평가항목의 평가 환경 구축
2013	이권형 외	학술논문	가구변화에 따른 주거부문 건축물 에너지효율등급 인증기준의 개선방안
2016	김미경외	학술논문	녹색건축 G-SEED 인증평가
2016	이용주 외	학술논문	G-SEED(녹색건축인증제) 인증평가 BIM 시스템 개발
2016	이용주 외	학술논문	국내 녹색건축 인증제 (G-SEED) 평가를 위한 BIM 시스템 적용방안
2017	홍사철 외	학술논문	노인 주거시설의 위생공간을 중심으로 고령자의 건강과 무장애 생활환경을 위한 인증 방법에 관한 연구

2.3. 건축 관련 법규 자동검토 사례

현재 장애물 없는 생활환경 인증 자동검토에 대한 직접적인 개발이나 연구는 이루어지고 있지 않으나 유사하며 공통적인 내용을 가지고 있는 건축설계에 관련한 법규에 대한 자동검토는 국내외적으로 시도되거나 일부본 적용되어 사용되고 있다. 적용사례는 다음과 같다.

(1) 건축 관련 법규 자동검토 해외 사례

미국 GSA (General Services Administration)에서는 SMC(Solibri Model Checker)를 기반으로 자체 모듈을 개발하였다. 설계 시 품질관리를 자동으로 체크하기 위한 목적으로 공간프로그램, 공간동선 및 보안 수준, 에너지 소비량, 시공비용 등을 체크하였으며, 건설 산업에서

3) 홍사철, 상계서, p.14

4) 홍사철, 상계서, p.15

IFC 데이터를 활용할 목적으로 사용하고 있다.⁵⁾

SMC는 핀란드 Solibri사의 대표 프로그램으로 원래 3D 설계 시 건축 프로그램의 오류를 검토하기 위한 목적으로 개발되었으며, SMC는 IFC(Industry Foundation Classes : 정보 호환 표준 포맷)을 지원하기에 BIM 모델에서 IFC로 자료를 추출하여 SMC로 가져와 검토한다.

싱가포르는 1995년에 CORENET이라는 자동도면 체크 시스템을 갖추고, 법규에 대해 BIM 모델링 자동검토 및 승인 프로세스를 구축하여 공공 행정업무의 검토 및 승인 절차에서의 효율을 경험한 바 있다. 싱가포르의 프로젝트는 크게 기업과 정부 간에 업무와 관련된 문서를 공유하기 위한 웹 기반 시스템과 정부행정부서와 기타 조직으로부터 생성된 다양한 정보를 열람할 수 있는 기능, IFC포맷으로 건물에 대한 자동화 법규 검토를 수행 컴퓨터를 통해 해석가능하게 하는 기능을 가지고 있다.⁶⁾

외국의 사례에서 나타나는 공통점은 공공기관에서 자동검토를 개발 적용을 추진하는 것과 개방형 BIM 모델링 데이터의 사용이다. 공공기관의 주체 이유는 업무 효율을 높이는 것과 민원인에 대한 배려를 목적으로 하고 있으며, BIM 데이터는 여러 가지 프로그램에서 생산되므로 이를 공통적으로 처리하기 위해서 IFC의 사용은 필수적이라고 할 수 있다. 하지만 이런 연구들은 대부분 설계 후나 시공 후에 적용되고 있는 것으로 적용범위에 명확한 한계가 나타나고 있다.

(2) 건축 관련 법규 자동검토 국내 사례 및 동향

표 3의 연구 동향에서 보이는 것과 같이 2008년도 정지용의 방재 및 피난 관련 법규 자동검토 연구에서 시작된 국내 연구는 현재까지 소수지만 꾸준히 연구되고 시도되어 왔다. 국내 연구의 동향은 일관되게 BIM 정보를 IFC파일로 추출한 후 해외 사례에서와 같이 SMC 등의 검토 프로그램을 이용하기 위해서 룰셋을 적용하여 검토를 하는 방법으로 이루어지고 있다. 또한 법규의 광범위성으로 인해 일부 특정 분야에 대한 연구와 개발이 진행되고 있는 실정이다.

표 47와 같이 사용되는 프로그램이 외국에서 개발된 것이기 때문에 국내 법규 기준에 따른 새로운 검토 항목의 변수를 변경하고 조정하는 수준은 가능하지만, 사용자 인터페이스를 사용하여 완전히 새로운 법규체계로 재구성하는 것은 저작권으로 인한 어려움이 있다. 국내 관련 연구에서도 SMC를 이용해 국내 법규에 적용하고자 하였지만 소프트웨어의 저작권 때문에 힘든 것으로 나타

났다. 이는 정부차원에서 소프트웨어 회사의 협력을 유도하거나, 공식적인 계약을 통한 지원이 필요하며, 국내 실정에 맞는 소프트웨어의 개발이 필요하다. 따라서 이러한 이유로 인증의 자동검토 프로세스에 대한 기초 연구의 진행이 필요하다고 하겠다.

<표 3> 2008년 이후 국내 BIM을 이용한 법규 자동검토에 관한 연구 동향

연도	연구자	분류	연구 분야
2008	정지용 외	학술논문	BIM을 이용한 초대형 건축물 방재 및 피난 관련 법규 자동검토 가능성 연구
2012	김유리 외	학술논문	BIM 기반의 건축법규검토를 위한 룰셋 정의서 개발
2012	서종철 외	학술논문	건축설계 단계에서 설계품질 향상을 위한 개방형 BIM 기반 품질관리 방안
2012	이창윤 외	학술논문	건축법규 자동검토를 위한 BIM정보의 분류체계 검토 및 프로세스에 관한 기초연구
2013	강주석	학위논문	개방형 BIM 환경에서의 건축행정 법규검토지원체계 구축에 관한 연구
2013	송승관 외	학술논문	덕트설비의 BIM 기반 자동검토를 위한 규칙개발에 관한 연구
2013	이상화 외	학술논문	BIM 기반의 건축법규검토를 위한 K-BIM Model Checker 구현
2013	이윤정 외	학술논문	건축설계 지원을 위한 BIM기반 법규검토 요구정보 도출에 대한 연구
2015	배중윤 외	학술논문	BIM 기반 법규검토시스템 구축을 위한 법규정보 사전 정의서 제안
2015	최중식 외	학술논문	개방형BIM기반 법규검토를 위한 기준 적용 연구
2016	고중호 외	학술논문	BIM을 활용한 건설안전법규 자동검토 방안 연구
2016	김하얀 외	학술논문	설계품질검토 자동화를 위한 인허가 관련 건축법규문장의 논리규칙화에 관한 연구
2016	최중식 외	학술논문	개방형BIM기반의 품질검토 자동화 시스템 개발 연구

<표 4> BIM모델링 검토 프로그램

Organizations	Product	Website
AEC3UK	XABIO Octaga Player	www.aec3.com
Corenet	ePlan Foxmax Viewer	www.corenet.ess.gov.sg/
Doe	COMcheck	www.doe.gov
Solibri	Solibri Model Checker	www.solibri.com

3. 장애물 없는 생활환경 인증 자동검토를 위한 분류체계

3.1. BIM 모델링 활용 프로세스

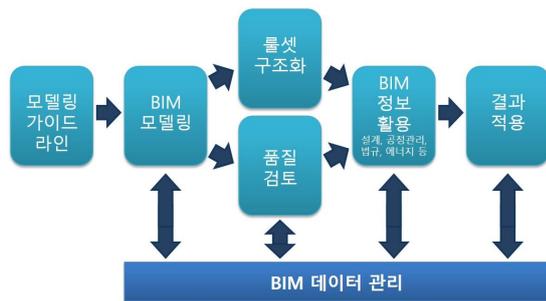
장애물 없는 생활환경 인증을 자동검토하려면 인증에서 필요로 하는 정보를 인증 시스템에 전달해야 하는데 현재 제출되거나, 심사위원들이 요구하는 자료는 2D 도면이다. 2D 도면은 평면도, 단면도, 입면도 등으로 필요한 정보가 도면별로 기능이 구분되어 나타나며, 2D 도면의 요소는 벽, 기둥, 문, 창문, 계단 등 속성이 포함된 객체가 아니라 선, 원, 호 등, 2차원의 기하학적 개체로 표현되므로, 2D기반의 도면정보로서는 자동검토가 불가능하다. 따라서 자동검토를 위해서는 객체정보와 속성정보로 구성된 3차원 BIM 모델 정보가 필요하다.

인증 자동검토를 비롯한 BIM 모델 정보를 활용하기 위해서는 가장 먼저 BIM 활용 목적에 해당하는 모델링 가이드라인이 필요하며 BIM 모델링 담당자는 BIM 소프트웨어를 이용하여 모델링 가이드라인에 부합하는 BIM

5) 서종철, 김한준, 김인한, 건축설계 단계에서 설계품질 향상을 위한 개방형 BIM기반 품질관리 방안, 한국건설관리학회 논문집, 13권, 4호, 2012, p.6
 6) 이창윤, 심운준, 안용선, 2012, 건축법규 자동검토를 위한 BIM정보의 분류체계 검토 및 프로세스에 관한 기초연구, 한국건설관리학회 논문집, 13권, 4호, p.46
 7) 전계서, p.46

모델링을 해야 한다. 발주자, 건설사 등이 이렇게 제작된 BIM 모델링을 목적에 맞게 활용하기 위해서는 모델링 가이드라인에서 명시된 내용대로 BIM 모델이 작성되었는지 여부를 판단하기 위한 룰셋 구조화와 품질검토가 이루어지게 된다.

품질검토를 마친 BIM 모델링 정보는 분야별 목적 즉 공정관리, 수량산출, 운영 및 유지관리를 비롯한 에너지 분석 등의 전문 소프트웨어에서 활용되며, 전문 소프트웨어는 전용 분석모듈에 의해 계산 및 분석결과를 출력하여 연구나 개발에 사용된다.⁸⁾ BIM 모델링 정보 활용 프로세스는 그림 3과 같다.

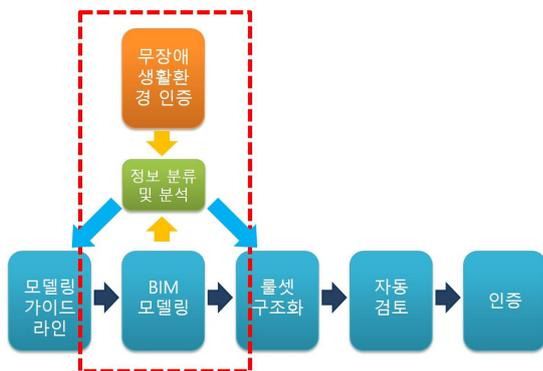


<그림 3> BIM 모델링 정보 활용 프로세스

3.2. BIM 모델링 정보의 활용 프로세스에서 장애물 없는 생활환경 인증 적용

앞에서 정의한 BIM 모델링 정보 활용 프로세스에 장애물 없는 생활환경 인증을 적용해 보면 그림 4와 같다.

전반적인 과정은 BIM 모델링 정보를 룰셋 구조화 과정을 거쳐 자동검토를 통한 인증을 하게 되는 것인데, 이때 모델 정보를 획득하는 과정에서 두 가지 사전과정이 필요하게 된다.



<그림 4> BIM 모델링 정보 활용 프로세스 중 자동 인증 적용

첫 번째는 BIM 모델 정보를 좀 더 용이하게 얻기 위해서는 모델링 가이드라인을 적용하는 것과 BIM 모델 정보에 맞추어 인증 항목의 정보들을 분석하여 룰셋 구

8) 강주석, 개방형 BIM 환경에서의 건축행정 법규검토지원체계 구축에 관한 연구, 경희대 박사논문, 2013, p.4

조화에 필요한 기준을 만드는 것이다. 이 때 인증 항목의 정보를 분석한 자료는 모델링 가이드라인을 설정하는데도 기준이 될 수 있다.

3.3. BIM 정보 분류체계⁹⁾

BIM 모델링 정보 분류체계는 구성하고 있는 객체 및 속성을 체계적으로 분류하는 체계를 나타내며, 이러한 분류를 하는 목적은 모델데이터를 체계적으로 공유 및 교환하기 위해서이며 필요에 따라 국제, 국가 및 회사의 정보 분류체계와 연계성을 확보하여 수량 및 공사비 산출, 공정관리 등에 활용할 수 있다. BIM 정보 분류체계는 객체 분류체계와 속성 분류체계로 나누어진다.

객체분류체계는 물리적 객체단위를 체계적으로 분류하는 것을 말하며, 크게 공간객체와 부위객체로 분류한다. 공간객체는 건물의 층, 구역, 실 등 각종 공간의 위치 및 범위를 정의하는데 사용되는 객체로서, 개념적으로 공간을 구성하기 위하여 사용한다. 부위객체는 기둥, 벽, 문, 창 등과 같이 물리적으로 시설을 구성하기 위하여 사용한다. 이 때 부위객체의 분류는 기관이 사용하는 기술적 분류체계에 의하되 확보가 여의치 않은 경우 소프트웨어가 제공하는 목록을 사용할 수 있다.

속성분류체계는 개개의 객체분류단위가 공통적으로 가진 내부적 특성의 집합을 말한다. 객체별 속성은 식별, 형상, 물성, 참고 등의 특성을 부여하기 위하여 사용한다. 객체별 속성의 분류 또한 기관이 사용하는 기술적 분류체계에 의하되 확보가 여의치 않은 경우 소프트웨어가 제공하는 목록의 사용이 가능하다.

모델데이터의 객체별 속성은 단계별로 구분하여 입력하도록 계획할 수 있으며, BIM 정보 분류체계는 표 5와 같다.

<표 5> BIM 정보 분류체계

객체 분류체계		속성 분류체계
공간객체	부위객체	
건물의 층, 구역, 실 등 각종 공간의 위치 및 범위를 정의	기둥, 벽, 문, 창 등과 같이 물리적으로 시설을 구성하기 위하여 사용	식별속성, 형상속성, 물성속성, 참고속성

3.4. 장애물 없는 생활환경 인증 항목 체계

(1) 장애물 없는 생활환경 인증 항목 분류체계

장애물 없는 생활환경 인증에 적용되는 대상과 범위에 대한 분류는 그림 5와 같다. 인증에 대한 분류는 먼저 건축물의 시설별로 분류되어 있는데, 시설은 1.매개시설, 2.내부시설, 3.위생시설, 4.안내시설, 5.기타시설, 6.비치용품으로 구분되어 있다.

하위 분류체계는 접근로, 주차장, 주출입구, 일반출입문, 복도, 계단, 경사로, 승강기, 장애인화장실, 화장실 접

9) 국토해양부, 건축분야 BIM 적용가이드, 2010, pp.20-21 정리 인용

근, 대변기, 소변기, 세면대, 욕실, 샤워실 및 탈의실, 안내 설비, 경보 및 피난설비, 객실 및 침실, 관람석 및 열람석, 접수대 및 안내데스크, 매표소·판매기·음료대, 피난구 설치, 임산부 휴게 시설, 비치용품 등으로 나누어져 있으며, 좀 더 세부적인 구성은 그림 6과 같다. 그림 6의 세부 항목은 각 공간 및 설비에 대한 장애인의 편의를 위한 설비의 유무, 높이, 폭 등의 수치와 재료, 마감, 연결 방법 등을 정의한 것으로 보건복지부 고시 제2015-141호, 국토교통부 고시 제2015-599호의 건축물자체평가서에서 정리한 것이다.

1. 개개 시설	1.1 접근로 1.2 장애인 전용 주차 구역 1.3 주출입구 (문)	2. 내부 시설	2.1 일반출입문 2.2 복도 2.3 계단 2.4 경사로 2.5 승강기
3. 위생 시설	3.1 장애인이 이용 가능한 화장실 3.2 화장실의 접근 3.3 대변기 3.4 소변기 3.5 세면대 3.6 욕실 3.7 샤워실 및 탈의실	4. 안내 시설	4.1 안내 설비 4.2 경보 및 피난설비
5. 기타 시설	5.1 객실 및 침실 5.2 관람석 및 열람석 5.3 접수대 및 안내 데스크 5.4 매표소·판매기·음료대 5.5 피난구 설치 5.6 임산부 휴게 시설	6. 비치용품	6.1 비치용품

<그림 5> 장애물 없는 생활환경 인증 기본 분류체계

1. 개개 시설	1.1 접근로 1.1.1 보도에서 주출입구까지 보행로 1.1.2 유로 폭 1.1.3 단차 1.1.4 기둥기 1.1.5 미끄럼 방지 1.1.6 보행 장애물 1.1.7 경계	1.2 장애인 전용 주차 구역 1.2.1 주차장에서 출입구까지 보행로 1.2.2 주차면 번호 1.2.3 주차구역 크기 1.2.4 보행 안전도로 1.2.5 안내 및 유도 표시	1.3 주출입구 (문) 1.3.1 주출입구의 높이 1.3.2 주출입구의 형태 1.3.3 유로 폭 1.3.4 단차 1.3.5 전면유리기 1.3.6 문턱이 1.3.7 문고 열쇠	2. 내부 시설	2.1 일반 출입문 2.1.1 단차 2.1.2 유로 폭 2.1.3 잔주면 유로 거리 2.1.4 손잡이 및 장차 크기	2.2 복도 2.2.1 유로 폭 2.2.2 기둥기 2.2.3 바닥 마감 2.2.4 보행 장애물 2.2.5 연속 손잡이	2.3 계단 2.3.1 경사 및 폭 2.3.2 발판 및 디딤판 2.3.3 벽의 마감 2.3.4 손잡이 2.3.5 발판 폭	2.4 경사로 2.4.1 유로 폭 2.4.2 기둥기 2.4.3 바닥 마감 2.4.4 발음표와 유로 지향 2.4.5 손잡이	2.5 승강기 2.5.1 전면활동 공간 2.5.2 폭과 유로 폭 2.5.3 유로 벽의 연직 2.5.4 미끄럼 방지 설비 2.5.5 시각 및 청각장애인의 안내 장치 2.5.6 승강기 내부 2.5.7 장치폭				
3. 위생 시설	3.1 장애인 이용 가능한 화장실 3.1.1 장애인영양대 3.1.2 의자 3.1.3 칸막이 3.1.4 칸막이 높낮이 3.1.5 칸막이 폭 3.1.6 칸막이 간격 3.1.7 칸막이 높이	3.2 화장실의 접근 3.2.1 유로 폭 및 단차 3.2.2 벽의 마감 3.2.3 화장기	3.3 대변기 3.3.1 대변기 높낮이 3.3.2 대변기 폭 3.3.3 대변기 간격 3.3.4 대변기 높이 3.3.5 대변기 폭	4. 안내 시설	4.1 안내 설비 4.1.1 안내판 4.1.2 경계물 4.1.3 시각장애인의 안내 설비 4.1.4 청각장애인의 안내 설비	4.2 경보 및 피난설비 4.2.1 시각, 청각장애인의 경보 및 피난설비	5. 기타 시설	5.1 객실 및 침실 5.1.1 경치 5.1.2 조명 5.1.3 소음 5.1.4 환기 5.1.5 온도 5.1.6 습도 5.1.7 공기질 5.1.8 소음 5.1.9 온도 5.1.10 습도 5.1.11 공기질	5.2 관람석 및 열람석 5.2.1 경사 5.2.2 폭 5.2.3 관람석 및 무대 5.2.4 관람석의 구조 5.2.5 관람석의 높이 및 방향	5.3 접수대 및 안내데스크 5.3.1 접수대 5.3.2 안내데스크 5.3.3 접수대 높이 및 방향	5.4 매표소·판매기·음료대 5.4.1 매표소의 구조 5.4.2 판매기의 구조 5.4.3 음료대의 구조 5.4.4 높이	5.5 피난구 설치 5.5.1 피난 방법 및 설치위치 5.5.2 피난의 구조	5.6 임산부 휴게 시설 5.6.1 휴게 유로 폭 및 단차 5.6.2 내부 구조

<그림 6> 세부 분류체계

건축물자체평가서와 매뉴얼(건축편)에서 제시하고 있는 자료의 예는 그림 7과 같다.

평가를 위한 정보의 확인은 모두 2D 도면과 현장사진으로 수행하고 있다. 그림 7에서 제시한 사례인 주출입구의 유효 폭에 대한 건축물자체평가서를 예로 보면, 예비인증에서는 1층 평면도, 주출입구 평면도, 주출입구 단면도, 주출입구상세도, 창호 상세도가 필요하고 본인증에서

는 예비인증 시와 동일한 도면과 주출입구 사진이 필요하다.



<그림 7> 건축물자체평가서와 매뉴얼 중 주출입문의 유효폭 항목

(2) 장애물 없는 생활환경 인증 분류 체계의 특징

장애물 없는 생활환경 인증 항목의 특징은 장애인이 건물을 방문하는 목적을 달성하기 위해 사용하는 공간과 건축요소, 설비 등에 장애가 없도록 하는 기준을 정하고 이를 준수하고 있는지를 평가하기 위한 항목과 수치, 속성들을 제시하고 있는 것이다.

<표 6> 장애물 없는 생활환경 항목별 데이터 적용 - 위생시설 일부

범주	평가항목	데이터 형태	기준		
화장실의 접근	유효폭 및 단차	폭	수치	최우수 1.5m이상, 우수 1.2m이상, 일반 0.9m이상	
		단차	수치	최우수 단차없음, 우수 1/18(5.56%/3.18%) 이하, 일반1/12(8.33%/4.76%) 이하	
	바닥 마감	타일	줄눈	수치	최우수 1cm이하, 우수 0.5cm이하
			재료	마감재료	물이 묻어도 미끄럽지 않은, 걸려 넘어질 염려가 없는
		판석 마감	줄눈	수치	최우수 1cm이하, 우수 0.5cm이하
			재료	마감재료	물이 묻어도 미끄럽지 않은, 걸려 넘어질 염려가 없는
	출입구 문	폭	수치	최우수 1.2m, 우수 1.0m, 일반 0.8m	
			형태	유무	
		여닫이	형태	유무	
			폭	수치	최우수 1.0m, 우수 0.9m, 일반 0.8m
칸막이 출입문	자동문	형태	유무, 최우수		
		밖여닫이	형태	유무, 우수	
	미닫이	형태	유무, 우수		
		버튼식	형태	유무, 최우수 버튼식	
잠금 장치	기능	속성	최우수 불이 켜지는 문자 시각설비 우수 색상과 문자로 사용여부 일반 색상으로 사용 여부		
	유효바닥면적	폭	수치	유무, 우수 1.4m이상, 최우수 2.0m이상	
대변기	공간	깊이	수치	유무, 우수 1.8m이상, 최우수 2.1m이상	
		측면	수치	유무, 일반 0.75m이상	
		전면	수치	유무, 우수 1.4m×1.4m이상	
	형태	좌대높이	수치	유무, 바닥면에서 0.4m~0.45m	
		벽걸이형	형태	유무 우수	
		양변기	형태	유무 일반	
기타 설비	세장장치버튼	비대	형태	유무 최우수	
		광감지식	유무	유무 우수	
		벽면	유무	유무 일반	
	비상호출벨	바닥	유무	유무 일반	
		등받이	유무	유무 최우수	
		등받이	유무	유무 최우수	
화장지 길이	수치	유무, 바닥면에서 0.8m ~ 1.2m			

하지만 이 제시의 목적이 장애 없는 환경을 만들기 위한 것으로, 이질적인 정보들을 구분 없이 한꺼번에 제시하고 검증은 하려하고 있는 상황이다.

예를 들면 건축공간인 화장실을 평가하기 위해서 화장실 접근복도, 화장실의 문, 대변기, 소변기, 손잡이, 휠체어의 활동 공간 크기, 화장지걸이, 비상호출벨 등에 대한 정보들을 요구하고 시공되었는지 판단하는 것이다. 또한 요구하는 정보도 유무, 수치, 형태, 기능, 마감상태, 재료 등으로 복합적이다. 그 예는 표 6에 나타나고 있다.

장애물 없는 생활환경 인증에서 요구되는 정보의 체계는 객체분류, 속성분류에 따라 분류되고 있는 BIM 정보 분류체계와는 다르다는 것을 알 수 있다. 따라서 자동검토를 위해서는 인증 항목 정보를 BIM 정보 분류체계에 맞추어 재정리하여 체계를 구축하는 것이 필요하다.

4. 장애물 없는 생활환경 자동검토 프로세스

4.1. 장애물 없는 생활환경 BIM 정보 적용

앞서 분류된 BIM 정보 분류체계에서 장애물 없는 생활환경 인증에 적용할 수 있는 정보의 종류를 우선 BIM 생성정보와 외부 입력정보로 구분하며, 표 7과 같다.

<표 7> 장애물 없는 생활환경 인증에 적용하기 위한 정보 분류

정보 분류	상세 분류	표시
BIM 생성정보	객체, 속성 정보	●
외부 입력정보	건물명, 소재지, 용도 건축 외적인 주변 및 내부 정보	○

<표 8> 장애물 없는 생활환경 인증의 BIM 정보 분석

분류항목	세부분류	세부내용	표시
인증 대상 건물 개요	건물명	건물명	○
	대지주소	건물 소재지	○
매개 시설	용도	건축물(공공건물, 공중이용시설, 공동주택), 공원	○
	층수	층수(지상 지하)	●
내부 시설	접근로, 장애인 전용 주차 구역, 주출입구 (문)	보행로(폭, 단차, 기울기, 바닥 마감) 보행 장애물, 덮개, 주차면 수 확보, 주차구역 크기, 보행 안전통로, 안내 및 유도 표시, 주출입구(단차, 형태, 폭) 전면유도거리, 손잡이, 경고 블록	●, ○ 혼재
	일반출입문, 복도 계단, 경사로, 승강기	출입문(단차, 유효 폭, 전후면 유효 거리), 손잡이 및 점자 표시판, 복도(폭, 단차, 바닥 마감), 보행 장애물, 연속 손잡이 계단(형태 및 폭, 헬름, 디딤판, 바닥 마감), 손잡이, 점형 블록, 경사로(폭, 기울기, 바닥 마감, 활동공간, 휴식참), 손잡이, 승강기(활동공간, 폭, 바닥면적, 이용자 조작설비, 시각, 청각장애인 안내 장치, 수평 손잡이, 점자블록)	●
위생 시설	장애인화장실, 화장실 접근, 대변기, 소변기, 세면대, 욕실, 샤워실 및 탈의실	장애유형별 대응 방법, 안내표지판, 화장실(폭, 단차, 바닥마감), 출입구(문), 칸막이 출입문, 활동공간, 형태, 손잡이, 기타설비, 소변기 형태 및 손잡이, 형태, 거울, 수도꼭지, 구조 및 마감, 기타설비, 구조 및 마감, 기타설비	●
안내 시설	안내 설비, 경보 및 피난설비	안내판, 점자블록, 시각장애인 안내 설비, 청각장애인 안내 설비, 시각·청각장애인용 경보 및 피난 설비	●
기타 시설	객실 및 침실	설치물, 설치위치, 통과 유효 폭, 활동공간, 침대 구조, 객실 바닥, 유효 폭 및 단차(화장실), 유독바닥면(화장실), 손잡이(화장실), 점자 표시판(기타 설비), 설치 높이(기타 설비), 초인등(기타 설비)	●, ○ 혼재
	대표소·판매기·음	설치물, 설치위치, 관람석 및 무대의 구조, 열람석의 구조, 설치위치, 설치 높이 및 하부 공간, 대표소의 구조 및 설비, 판매기의 구조 및 설비, 음료대의 구조 및 설비, 피난 방법 및 설치위치, 피난의 구조, 접근 유효 폭 및 단차, 내부 구조	
비치용품	비치용품	비치하여야 할 용품	○

BIM 생성정보는 BIM 모델링에서 획득 가능 정보로 식별, 속성, 치수 등이다. 외부입력정보는 BIM에서 가져올 수 없는 정보 예를 들면 인증 대상 건물명, 용도, 위치 등과 건축외적인 주변 및 내부 정보들을 의미한다. 이렇게 구분지어지는 정보 분류를 실제 장애물 없는 생활환경 인증 분류체계에 적용하여 보면 표 8과 같다.

그 후 초기 인증 항목 중 BIM 모델링 정보를 사용할 수 없는 정보는 건물명, 위치, 용도 등 건물의 개요와 피난매뉴얼, 비치용품 등의 건축 외적인 주변 사물과 내부 정보며, 그 내용은 표 9와 같다.

<표 9> 장애물 없는 생활환경 인증의 항목 중 외부 입력정보

분류 항목	세부분류	세부내용
인증대상 건물개요	건물명	건물명
	대지주소	건물 소재지
	용도	건축물(공공건물, 공중이용시설, 공동주택), 공원
매개시설	장애인 전용 주차 구역	지방자치단체의 조례 규정비율
기타시설	피난구 설치	피난훈련시행을 위한 매뉴얼 구비
비치용품	비치용품	통신중계서비스 등 수화통역사와 연계할 수 있는 시스템 구비, 음성계산기 저시력용 독서기, 시각장애인을 위한 점자 업무안내책자, 8배율이상의 확대경, 보청기기, 휠체어 등

4.2. BIM 모델링 정보의 적용 가능한 항목 분석

장애물 없는 생활환경 인증의 각 항목에 대한 BIM 생성정보는 앞에서 언급한 객체분류 체계정보와 속성분류 체계정보 2가지로 나뉘지게 된다.

객체분류 체계정보는 공간개체와 부위개체 정보로 분류되며, 공간개체 정보는 공간의 위치나 범위를, 그리고 부위개체는 각 객체의 부위별 분류를 위한 정보로 활용된다.

각 객체가 가지고 있는 객체분류 정보는 BIM 프로그램의 자체 분류항목으로 분류가 되므로 인증의 자동검토를 위한 기본적인 요소로 작용하게 되며, 정보 분류의 완결성을 인정해야 한다.

속성 분류체계 정보는 표 10에서처럼 분류하여 나타낼 수 있다. 식별 속성은 그 객체의 정의가 무엇인지를 나타내고, 형상 속성은 객체의 치수나 면적과 같은 형상에 관련된 정보를, 물성 속성은 객체 재료에 대한 특성정보를, 참고 속성은 객체의 기타 속성을 정의할 수 있다.

<표 10> BIM 생성정보 분류

정보 분류	내용	내용	표시
객체분류 체계정보	공간개체	위치	BIM 분류 인정
	부위개체	세부 위치, 객체 명	
속성분류 체계정보	식별 속성	유무	◇
	형상 속성	크기, 면적, 길이, 기울기 등	◆
	물성 속성	재료	▷
	참고 속성	기타 참고 속성	▶

속성 분류체계 정보들 중 식별속성은 단독으로 분류되기도 하지만 대부분의 정보들은 식별 속성과 결합되거나 다른 속성들과 결합되거나 연관되어서 분류할 수 있다.

유형 분류의 원칙은 먼저 객체의 유무에 대해서 판단하는 식별속성을 정의하고 객체의 유무 판단 후 그 객체에 추가적인 정보를 판단하는 과정으로 객체의 식별속성을 반드시 포함하게 되었다.¹⁰⁾ 이 외의 항목 유형들은 각 속성에 따라 검토할 수 있는 데이터의 특징에 대해 정의하였고, 이를 바탕으로 장애물 없는 생활환경 인증을 판단할 수 있는 내용을 적용하면 매개시설을 예로 해서 표 11의 결과를 도출할 수 있다. 또한 수치 및 조건 정보에 있어서 장애물 없는 생활환경 인증에서 일반, 우수, 최우수로 차등 점수화에 대한 조건은 룰셋의 조건을 통해서 일반, 우수, 최우수의 차등 점수화를 설정하여 처리하도록 하였기 때문에 연구의 내용에서는 생략한다.

<표 11> 장애물 없는 생활환경 항목별 데이터 적용 - 매개시설

범주	평가항목	데이터 형태	조건	비고	표시	
접근로	접근로와 차도 분리	수치, 위치	유무, 50%이상		◆◆	
	폭	수치	1.5m이상, 1.2m이상, 0.9m이상		◆◆	
	단차	수치	2cm이하		◆◆	
	기울기	수치	0, 1/18이하, 1/12이하		◆◆	
	마감재료	재료 성질		미끄럽지 않은 재료		◇◇
		수치		줄눈 0.5cm이하		◆◆
	덮개	수치	유무, 단차2cm이하		◆◆	
장애인 전용 주차구역	주차장에서 출입구까지의 경로/경사로	수치	경사로 유무, 1/12(8.33%/4.76%) 이하로 설치		◆◆	
	주차면 수 확보	수치	유무, 100% 초과(각 지방 조례)		◆◆	
	주차구역 크기	폭	수치	3.3m, 3.5m		◆◆
		길이	수치	5.0m		◆◆
	보행 안전통로	수치	유무, 1.8m, 1.5m, 1.2m		◆◆	
	안내 및 유도 표시	안내	재료 성질	유무, 색상 등을 통한 식별성		◇◇
유도표시		재료 성질	유무, 연속적인 유도표시 설치		◇◇	
주출입구 (문)	주출입구 높이 차이	수치	유무, 0.75m이하		◆◆	
	형태	자동문	유무	유무	택1 ◆◆◆	
		여닫이문	유무	자동 닫힘 기능이 있는(도어체크 등) 여닫이문 설치		
		문	유무	유무		
	유효 폭	수치	유무, 1.2m, 1.0m, 0.8m		◆◆	
	단차	수치	유무, 단차 2cm이하		◆◆	
	전면 유효거리	수치	유무, 1.8m, 1.5m, 1.2m		◆◆	
	손잡이	자동문	유무	유무	택1 ◆◆◆	
		수평 및 수직막대형	유무	유무		
		레버형	유무	유무		
		수직막대형	유무	유무		
경고블록	손끼임 방지설비	유무	유무	택1 ◆◆◆		
	표준형 점형블록	유무	유무			
	색상 및 재질	유무	유무			

4.3. 장애물 없는 생활환경 인증 항목의 재정리

(1) BIM 모델링 프로그램 기준에 맞춘 객체의 분류

자동검토를 위한 장애물 없는 생활환경 인증의 각 항목 정보를 BIM 모델링 생성정보에 맞추어 재정리하면 아래

10) 이창운, 심운준, 안용선, 2012, 건축법규 자동검토를 위한 BIM정보의 분류체계 검토 및 프로세스에 관한 기초연구, 한국건설관리학회 논문집, v.13 n.4, pp. 50 발췌 정리하여 인용

와 같은 결과를 알 수 있다. 이때 인증 항목 중에서 기타 시설, 비치용품은 제외하고 건축시설이 추가 되는 매개시설, 내부시설, 위생시설, 안내시설의 항목들을 분석하였다.

분류의 기준은 먼저 BIM 모델을 시스템 객체와 외부 객체로 나누어 구분하였다.

시스템 객체에는 벽, 기둥, 기초, 바닥, 문, 창, 계단, 경사로 등으로 구성되며, 나머지 객체는 외부 객체로 구분할 수 있다.

인증 항목의 구성에서 시스템 객체에 포함되는 항목은 표 12에 보이는 것처럼 36개로 나타난다. 하지만 객체 하나에 같이 표현될 수 있는 항목이 많아서 항목의 개수는 줄어들 수 있다.

<표 12> BIM정보 분류체계에 의한 인증 항목 분류 - BIM 시스템 객체

객체명	포함 항목	개수
경사로	경사로 전체, 추락방지턱, 휴식참, 손잡이, 2단 손잡이	5
계단	계단 전체, 추락방지턱, 휴식참(계단참), 철편, 디딤판, 계단코, 손잡이, 2단 손잡이, 어린이용 손잡이	9
문	출입구/자동문, 출입구/여닫이문, 출입구 손잡이, 출입구 손끼임 방지설비, 일반출입문/자동문, 일반출입문/미닫이문, 일반출입문/여닫이문, 일반출입문 손잡이, 화장실 입구문, 화장실 칸막이 자동문, 화장실 칸막이 밖여닫이문, 화장실 칸막이 미닫이문	12
바닥	보도, 차도, 접근로, 보행 안전통로, 일반복도, 화장실접근 복도, 욕실바닥, 샤워실바닥	8
벽	복도 벽, 측벽	2
계	36	

외부 객체로 분류되는 항목들은 표 13과 같이 85개로 나타난다. 많은 항목들이 제작회사가 있는 설비 제품들로 주문과 납품 단계에서의 과정으로 인증에서 요구하는 정보를 충족할 수 있을 것으로 판단된다.

<표 13> BIM정보 분류체계에 의한 인증 항목 분류 - BIM 외부 객체

분류	객체 명	개수
도로경계	울타리, 경계석, 배수로 덮개	3
실외 보행 장애물	가로등, 간판, 이동식 화분, 접근방지용 난간, 보호벽, 가로수	6
주차 관련시설	장애인용 주차면, 외부주차장지붕, 안내표시, 유도표시	4
주출입구(문) 관련	경고표시, 표준형 점형블록	2
일반출입문 관련	점자표지판	1
복도 관련	킥플레이트, 연속손잡이, 벽면 돌출물	3
계단 관련	점자표지판, 계단 조명, 경고표시, 표준형 점형블록	4
경사로관련	충격방지용 매트, 점자표지판	2
승강기 관련	승강기, 승강기 문, 되열림장치, 내부조작가로설비, 내부가로점자표시, 내부조작세로설비, 내부세로점자표시, 외부조작설비, 외부점자표시, 시각 및 청각장애인 안내 장치, 손잡이, 경고표시, 외부 점형블록	13
장애인 용 화장실	장애인대변기/남자, 장애인대변기/여자, 안내표시, 경고표시, 외부 점형블록	5
대변기 관련	대변기, 비데, 세정장치버튼, 수평손잡이, 수직손잡이, 회전식손잡이, 비상호출벨, 화장지걸이, 유아용 거치대, 조명스위치	10
소변기 관련	소변기, 수평손잡이, 수직손잡이	3
세면대 관련	세면대/단독형, 카운터형, 거울, 수도꼭지/광감지식, 누름버튼식, 레버식	6
욕실 관련	욕조, 수평·수직손잡이, 수도꼭지와 샤워기, 비상용 벨, 좌대	5
샤워실 관련	샤워수전(수도꼭지와 샤워기)/높낮이 조절형, 레버식, 수평·수직손잡이, 샤워용 접이식외자, 수납공간, 비상호출벨	6
안내시설 관련	안내판, 음성안내장치, 안내판용 조명, 점자블록, 시각장애인 안내설비/점형블록, 선형블록, 음성안내장치, 청각장애인 안내설비/안내표시, 시각장애인용/문자안내설비, 경광등, 청각장애인용/음성안내 시스템, 비상벨	12
계	85	

(2) 인증 요구 객체 정보의 분류

인증에서 객체에 대해 요구되는 정보는 다음과 같이 정리할 수 있다. 120개의 항목에 요구되는 정보는 우선 앞에서 제시된 BIM 모델링 분류에 따라 크게 객체분류 체계정보와 속성분류 체계정보로 나누고 다시 세분하여 정리한다.

객체분류 체계의 정보는 BIM 모델링 프로그램에서 제공하는 정보를 그대로 인정하여 사용한다. 그에 대한 예는 다음 표 14와 같다. 공간개체는 패밀리가 존재하는 층(레벨) 정보이며, 부위개체는 앞에서 분류한 패밀리 분류 체계로 이루어지는 것을 알 수 있다.

<표 14> BIM정보 객체 분류체계 정보에 의한 인증 항목 분류 예

인증 항목명	공간개체	부위개체	비고
보도	지반층(레벨)	바닥	
출입구 자동문	1층(레벨)	문	
복도 바닥	모든 층(레벨)	바닥	
복도 벽	모든 층(레벨)	벽	
경사로	모든 층(레벨)	경사로	
계단	모든 층(레벨)	계단	
승강기	모든 층(레벨)	외부 패밀리	
비데	모든 층(레벨)	외부 패밀리	
점자블록	모든 층(레벨)	외부 패밀리	
세면대/단독형	모든 층(레벨)	외부 패밀리	

속성분류 체계의 정보들을 식별 속성, 형상 속성, 물성 속성, 참고 속성으로 세분하여 정리한 결과에 대한 예는 표 15와 같다.

식별속성의 유무 판단은 모든 객체에 적용하며 개수를 파악하는 사례도 있다. 형상속성에 대한 정보들은 대부분 수치 정보들로 이루어지며, 물성속성은 재료나 마감, 색상에 대한 정보이며 참고속성들에 대한 정보 요구도 많은 사례가 있다.

각 속성별 정보는 항목에 복합적으로 요구되며 서로 연관되어 요구되기도 한다.

<표 15> BIM정보 속성 분류체계 정보에 의한 인증 항목 분류 예

인증 항목명	식별속성		형상속성							물성속성		참고속성			
	유무	개수	폭	깊이	높이	면적	단차	기울기	줄눈	문턱	지름	마감	색상	기능	기타
보도	○		○				○	○	○						○
출입구 자동문	○		○				○	○		○	○				○
복도 바닥	○		○					○				○			
복도 벽	○														○
경사로	○		○					○				○			○
계단	○		○												○
승강기	○		○	○								○			○
장애인용 주차	○	○	○	○								○			
점자블록	○											○	○	○	
세면대/단독형	○			○	○										○
샤워실 바닥	○							○	○						○

(3) 인증 항목 중 속성 분류체계 요구 정보 및 특성

인증에서 요구하고 있는 속성분류 체계정보들의 특성은 다음과 같이 정리할 수 있다.

속성분류 체계정보 중 식별속성은 유무만을 판단하는 항목과 개수를 파악하여 설치율을 도출하는 항목들로 나타나는데 분류한 결과는 아래 표 16과 같다. 식별속성의 유무 판단과 개수를 통한 비율의 판단은 물셋 구조화 과정에서 점수화로 변환하는데 무리가 없다고 하겠다.

<표 16> BIM정보 식별속성 정보 요구 항목과 목적

식별속성	인증 항목명	목적
유무	울타리, 경계석, 가로등, 간판, 이동식 화분, 접근방지용 난간, 보호벽, 가로수, 외부 주차장 지붕, 출입구 손끼임 방지설비, 계단 조명, 경사로 충격방지용 매트, 승강기 되릴림장치, 승강기 외부점자표시, 승강기 내부가로점자표시, 승강기 내부세로점자표시, 샤워실 수평·수직손잡이, 샤워실 비상호출벨, 시각장애인용/문자안내설비, 시각장애인용/경광등, 청각장애인용/음성안내 시스템, 청각장애인용/비상벨, 음성안내장치 안내판용 조명, 샤워수전(수도꼭지와 샤워기)/높낮이 조절형, 샤워수전(수도꼭지와 샤워기)/레버식 / 26항목	항목의 존재를 판단
개수	장애인용주차, 장애인용 대변기 남자, 장애인용 대변기 여자 / 3항목	개수 파악 후 설치율 도출

속성분류 체계정보 중 형상속성은 폭과 깊이, 높이 혹은 길이, 면적, 단차, 기울기, 줄눈, 격자구멍, 문턱, 지름, 크기 등으로 구분되어 분류할 수 있으며, 각 정보별 분류 사례는 다음 표 17과 같다.

<표 17> BIM정보 형상속성 정보 요구 항목과 목적

형상속성	인증 항목명	목적
폭 깊이	보도, 보행 안전통로, 장애인용 주차, 출입구/자동문, 출입구/여닫이문, 일반출입문/자동문, 일반출입문/미닫이문, 일반출입문/여닫이문, 복도 바닥, 계단 전체, 철판, 디딤판, 계단코, 경사로 전체, 승강기, 승강기 문, 화장실 입구문, 화장실 칸막이 자동문, 화장실 칸막이 부여닫이 문, 화장실 칸막이 미닫이 문, 복도, 대변기, 세면대/단독형, 세면대/카운터형, 세면대/거울 / 25항목	적당한 폭과 깊이 확보
높이 깊이	출입구 손잡이, 일반출입문 점자표지판, 일반출입문 손잡이, 킥플레이트, 계단 추락방지턱, 계단 손잡이, 계단 2단 손잡이, 계단 어린이용 손잡이, 경사로 추락방지턱, 경사로 손잡이, 경사로 손잡이, 경사로 촉벽, 승강기 내부조작가로설비, 승강기 내부조작세로설비, 승강기 외부조작설비, 승강기 손잡이, 화장실 안내표지, 대변기, 대변기 수평손잡이, 대변기 회전식손잡이, 화장실걸이, 조명스위치, 소변기 수평손잡이, 소변기 수직손잡이, 세면대/단독형, 세면대/카운터형, 세면대/거울, 목조, 목조 좌대, 샤워용 접이식의자, 수납공간, 안내판 / 32항목	적당한 높이 확보
면적	샤워실바닥 / 1항목	적당한 면적 확보
단차	보도, 출입구/자동문, 출입구/여닫이문, 복도, 샤워실바닥 / 5항목	적당한 단차 및 유무확인
기울기	보도, 접근로, 출입구/자동문, 출입구/여닫이문, 복도 바닥, 계단 철판, 경사로 전체, 복도 / 8항목, 세면대 거울	적당한 기울기 및 유무확인
줄눈	보도, 복도 / 2항목	적당한 치수 확보
격자구멍	배수로 덮개 / 1항목	적당한 치수 확보
문턱	출입구/자동문, 출입구/여닫이문, 일반출입문/자동문, 일반출입문/미닫이문, 일반출입문/여닫이문 / 5항목	적당한 문턱높이 및 유무확인
지름	계단 손잡이, 계단 2단 손잡이, 계단 어린이용 손잡이, 경사로 손잡이, 경사로 2단 손잡이, 승강기 손잡이, 대변기 수평손잡이, 대변기 수직손잡이, 대변기 회전식손잡이, 소변기 수평손잡이, 소변기 수직손잡이 / 11항목	적당한 손잡이 지름 확보
크기	점자블록 / 1항목	적당한 크기 확보

형상속성에서 요구되는 정보들은 대부분 수치로 나타내는데 수치 정보의 특징은 표 18과 같이 여러 가지 중에서 하나의 정보를 정하는 선택과 정해진 수치의 기준으로 평가하는 지정, 일정구간을 정하는 범위로 분류할 수 있다.

이러한 정보는 모두 룰셋 구조화 과정에서 쉽게 점수화 평가로 변환이 가능하다.

<표 18> BIM정보 형상속성 수치 정보 특징

정보특징	예	비고
선택	폭 1.8m이상, 1.5m이상, 1.2m이상 기울기 1/ 24 (4.17%/2.39%)이하, 1/18 (5.56%/3.18%)이하, 줄눈 0.5cm이하, 1cm이하, 전체층수의 30%이상, 50%이상, 유효바닥면적 0.9m×0.9m, 0.75m×1.3m이상	배점차등
지정	기울기 1/12 (8.33%/4.76%)이하, 단차 2cm이하, 줄눈 0.5cm이하, 격자구멍 양방향 모두 2cm이하, 규정비율의 100%확보, 폭 3.3m, 3.5m, 길이 5.0m, 폭 2cm이상, 디딤판 수평면부터 60°이상, 전후면 2개	기준제시
범위	높이 0.8m~0.9m, 지름 3.2cm~3.8cm, 1.8m이내마다 설치, 0.75m이내마다 설치	범위제시

속성분류 체계정보 중 물상속성은 마감과 색상으로 분류할 수 있으며, 각 정보별 분류 사례는 표 19와 같다.

<표 19> BIM정보 물성속성 정보 요구 항목과 목적

물성속성	인증 항목명	목적
마감	보도, 장애인용주차, 주출입구 경고표시, 복도 바닥, 복도 연속손잡이, 계단 전체, 계단 디딤판, 계단 손잡이, 계단 경고표시, 경사로 전체, 경사로 손잡이, 승강기, 승강기 손잡이, 승강기 경고표시, 화장실 경고표시, 복도, 대변기 수평손잡이, 대변기 수직손잡이, 대변기 회전식손잡이, 소변기 수평손잡이, 소변기 수직손잡이, 욕실바닥, 샤워실바닥, 안내판, 점자블록, 시각장애인 안내설비/점형블록 26항목	사용에 불편이 없는 마감 확보
색상	보도, 주차장 안내표시, 계단 첩면, 계단 디딤판, 계단 손잡이, 경사로 손잡이, 안내판, 점자블록, 시각장애인 안내설비/점형블록, 청각장애인 안내설비/안내표지 / 10항목	색상차이로 명확한 식별 확보

물성속성에서 요구되는 정보들은 재료의 마감에 대한 요구들과 색상을 구분함으로 식별이 가능하도록 요구하는 조건들로 이루어진 것을 알 수 있다.

그 예는 표 20으로 알 수 있다. 이러한 정보는 모두 룰셋 구조화 과정에서 조건들을 분류하여 체계화하고 조건을 점수화로 변환하면 점수화 평가가 가능하다.

<표 20> BIM정보 물성속성 정보 특징

정보특징	예	비고
마감	미끄럽지 않은 재료, 바닥 재질 변화, 충격 흡수 울림 적은, 걸려 넘어질 염려 없음, 차갑거나 미끄럽지 않은 재질, 촉각, 시각적으로 인지될 수 있는 것, 충격은 흡수, 울림이 적은 재료, 물이 묻어도 미끄럽지 않은, 걸려 넘어질 염려 없는, 평탄하게 마감 휠체어 활동공간 노면표시 타일 판석마감	마감상태 주문 마감지정
색상	색 달리 식별, 주변으로부터 쉽게 구분 가능, 색상 및 명도차이가 명확해서 주변으로부터 쉽게 구분 가능 황색, 바닥재와 구별하기 쉬운색	조건제시 색지정

속성분류 체계정보 중 참고속성은 다양한 조건들로 분류할 수 있으며, 각 정보별 분류 사례는 표 21과 같다.

<표 21> BIM정보 참고속성 정보 요구 항목과 목적

참고속성	인증 항목명	목적
병행설치	음성안내장치, 안내판용 조명, 안내판, 대변기 수직손잡이, 출입구/자동문 / 5항목	타 항목과 같이 설치
설치위치	경사로 전체, 계단 경고표시, 계단 첩면, 계단 표준형 점형블록, 대변기 수평손잡이, 경사로 휴식참, 화장실 경고표시, 화장실 외부 점형블록, 출입구 경고표시, 출입구 표준형 점형블록, 휴식참(계단참), 시각장애인 안내설비/점형블록, 승강기 경고표시, 승강기 외부 점형블록, 접근로, 일반출입문 점자표지판, 승강기 손잡이, 소변기 수평손잡이, 소변기 수직손잡이, 욕실 비상용 벨, 욕실 수평·수직손잡이, 세면대/단독형 / 22항목	설치 위치 지정
기능 설비	세면대/거울, 계단코, 청각장애인 안내설비/안내표지, 출입구/여닫이문, 승강기 시각 및 청각장애인 안내 장치, 욕실 수도꼭지와 샤워기, 출입구 손잡이, 일반출입문 손잡이, 대변기 세정장치버튼, 주차장 안내표시, 소변기, 화장실 칸막이 자동문, 승강기 내부조작가로, 승강기 내부조작세로, 계단 전체, 계단 점자표지판, 경사로 점자표지판, 샤워실 수납공간, 안내판 / 19항목	필요 기능 지정
연속으로 설치	계단 손잡이, 계단 2단 손잡이, 계단 어린이용 손잡이, 경사로 손잡이, 경사로 2단 손잡이, 보행 안전통로, 주차장 유도표시, 시각장애인용/문자안내설비, 시각장애인용/경광등, 청각장애인용/음성안내 시스템, 청각장애인용/비상벨, 안내판, 시각장애인 안내설비/선형블록 / 13항목	연속으로 설치되었는지 확인
활동 공간 확보	경사로 전체, 대변기, 일반출입문/여닫이문 / 3항목	활동공간이 확보되었는지 확인
유효거리	출입구/여닫이문, 출입구/자동문, 일반출입문/여닫이문, 일반출입문/자동문, 일반출입문/미닫이문 / 5항목	유효거리가 확보되었는지 확인
점자표시	화장실 안내표지, 세면대 수도꼭지/누름버튼식, 세면대 수도꼭지/레버식, 샤워수전(수도꼭지와 샤워기)/높낮이 조절형, 샤워수전(수도꼭지와 샤워기)/레버식, 계단 손잡이 경사로 손잡이 / 7항목	점자표시가 있는지 확인
버튼	화장실 칸막이 자동문, 승강기 내부조작가로, 승강기 내부조작세로 / 3항목	버튼의 형식 및 크기 확인
기타	경사로 전체, 계단코, 청각장애인 안내설비/안내표지, 승강기 시각 및 청각장애인 안내 장치, 소변기 수직손잡이, 시각장애인 안내설비/음성안내장치, 화장실 칸막이 자동문, 승강기, 대변기, 가로수, 복도 벽, 승강기 문, 화장실 칸막이 여닫이 문, 화장실 칸막이 미닫이 문 / 14항목	각 항목에 필요한 조건 제시 및 확인

참고속성에서 요구되는 정보들은 다양하게 나타나는데 그 예는 표 22와 같다. 이러한 참고속의 정보는 앞의 세 가지 속성 정보와 마찬가지로 유무, 수치, 조건으로 변환하여 룰셋 구조화 과정을 거치면 쉽게 점수화 평가로 변환이 가능하다.

<표 22> BIM정보 참고속성 정보 특징

정보특징	예	비고
요구 조건	연속적으로 설치, 손잡이와 연결, 닫힐 기능 있는(도어체크 등), 레버형, 수직막대형, 수평막대형, 설치위치, 활동 공간 확보, 출입구 옆 벽면, 손잡이 끝부분에 점자 표기, 계단참, 계단의 시작, 끝, 돌출물 유무, 경질고무류, 줄눈 등 미끄럼방지, 층수·위치 등을 나타내는, 점멸등, 음성 층수 안내, 손잡이에 연결 설치, 밀면 각, 벽 이격, 불이 켜지는 문자 시각설비, 색상, 문자 사용여부 알람, 남·여구분	다양한 주문
요구 수치	높이 2.1m 가지치기, 전면 유효거리 1.8m이상, 1.5m이상, 1.2m이상, 주출입구(문) 0.3m 전후면, 1.8m이내마다 설치, 돌출물 0.1m이내, 0.75m이내마다 설치, 1.5m×1.5m이상의 활동공간 확보, 버튼 크기 2cm이상, 밀면 25° 들어올림, 모서리부터 최소 0.4m 이격	다양한 수치요구

(4) 인증 항목 중 분석의 가능성

무장애 생활환경 인증의 자동검토를 위해서는 항목들을 분류하여 자동검토가 될 수 있도록 인증 항목들의 분류 및 분석은 필수적이라 할 수 있다. 이는 항목별로 룰셋 구조화를 위한 조건을 만들 수 있는 기준이 되기 때문이며, 자동검토를 용이하게 이루기 위한 BIM 모델링의 가이드라인 설정에 연관되기 때문이기도 하다.

장애물 없는 생활환경 인증 자동검토를 위해서는 BIM 모델링의 정보를 IFC로 변환해서 룰셋 구조화를 통해서 인증 점수를 평가할 수 있어야 한다. 룰셋 구조화에서 필요한 정보의 점수를 평가하기 위한 기준은 앞에서 분석한 항목 분석 내용을 통해서 제시된 것을 알 수 있다.

식별속성의 유무에 대한 점수화, 형상속성의 수치에 대한 선택, 지정, 범위를 평가하여 점수화, 물성 속성의 재료의 상태를 각각 점수로 치환하여 평가, 바닥이나 주변 색상의 비교로 식별에 대한 점수화, 참조 속성의 항목 특성 중 유무, 수치, 조건에 대한 정보, 모두 구조화를 통해서 점수 평가를 할 수 있다는 것을 인식하였다.

다음 그림 8은 인증 항목 중 분석정보가 룰셋 구조화 및 모델링 가이드라인의 기준이 될 수 있는 가능성을 나타내고 있다.

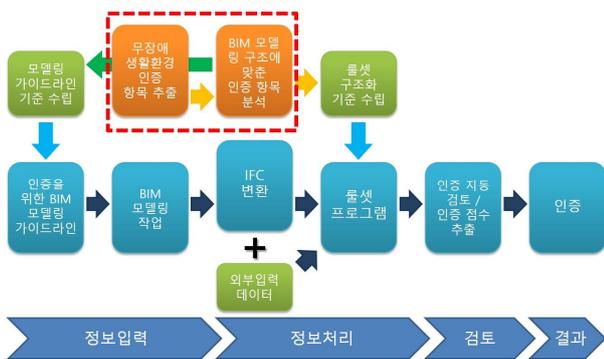


<그림 8> 인증 항목 중 분석의 룰셋 구조화 및 모델링 가이드 기준 가능성

4.4. 연구의 활용 및 제언

우선 BIM 모델링의 정보를 장애물 없는 생활환경 인증에 적용시키기 위해서 인증 분류체계에서 외부입력이 필요한 정보 항목들을 구분하였다. 이 범주의 정보들은 사용자에게 의해 입력된다. 이 정보는 BIM 모델에서 가져오는 정보와는 관계가 없는 일반적인 건축의 개요와 외부 자료에 관련된 정보이기 때문이다.

그리고 BIM 모델링에서 IFC 변환 과정을 통해서 가져올 수 있는 정보들은 먼저 BIM 정보 분류체계를 통해 적용 가능한 항목들을 도출하고, 그 정보를 장애물 없는 생활환경 인증의 항목에 적용시켜 분석과정을 통해 모델링 가이드라인의 기준을 만들어 그에 따라 BIM 모델링 작업을 통해서 생성하였다.



<그림 9> 장애물 없는 생활환경 인증 자동검토 프로세스 제안

그림 9와 같은 일련의 과정에서 정보 입력은 외부정보인 사용자 입력정보, BIM모델링 정보 2가지로 구분되며 BIM 모델링 정보는 모델링 가이드라인에서 제시한 기준을 통해서 인증을 좀 더 효율적으로 받을 수 있도록 모델링 작업 후 획득하게 된다. 이러한 정보들을 IFC 변환 과정을 통해 인증 검토 시스템에서 실행시키면 각 BIM 모델에 해당하는 인증이 검토되어 결과가 도출되게 된다. 이 때 룰셋 구조화를 통해 인증에 필요한 조건들이 모두 프로그램에 입력되어 자동으로 인증을 완료하게 되는 것이다.

5. 결론

이상으로 BIM 모델링의 정보를 장애물 없는 생활환경 인증 자동검토에 적용하기 위해서 선행되어야 할 기초적인 프로세스 제안과 BIM 분류체계 검토와 인증항목이 자동으로 검토가 가능한지를 파악하기 위하여 분류작업과 이에 대한 이론적 분석을 수행하였다.

BIM 분류체계 검토에 대해서는 BIM 분류체계에 의해 속성분류체계와 객체분류체계로 나뉘는데, 속성정보에 해당하는 공간, 부위 객체정보는 BIM 모델에서 제공하는 정보를 수용하였고, 객체분류체계에서 다시 식별, 형상, 물성, 참고의 속성으로 분류하였다. 이렇게 분류된 각 속성을 BIM 모델 정보가 적용 가능한 인증 항목들에 적용시켜 그 항목들이 자동검토가 가능한지 살펴보았다.

그 결과 프로세스에 관한 다음과 같은 결론을 도출하였다.

첫 번째, 장애물 없는 생활환경 인증 자동검토에서 요구되는 정보는 BIM 모델 정보와 함께 일반적인 건축의 개요, 용도 정보 등과 같은 외부 자료라는 것을 알 수 있었다. 즉 모델링의 BIM 객체정보를 이용할 수 있는 부분과 외부정보를 입력해야하는 부분이 있는 것으로 나타났다.

두 번째, BIM 모델링의 객체정보를 인증 자동검토가 가능한 체계에 적용하기 위해 BIM 객체정보를 기존의 외부 기준을 적용하여 분류하면 객체 분류체계와 속성 분류체계로 나누어지며 객체 분류는 다시 공간 객체와 부위개체로 구분할 수 있으며 속성 분류는 식별, 형상, 물성, 참조 속성으로 세분화된다. 개체분류의 정보는 BIM 프로그램이 제공하는 정보를 그대로 인정하여 사용되며, 속성 분류의 식별, 형상, 물성, 참조 4가지 속성은 식별속성과 같이 복합적으로 적용되어 나타낼 수 있다.

세 번째, 장애물 없는 생활환경 인증 자동검토를 위해서는 BIM 모델링의 정보를 IFC로 변환해서 룰셋 구조화를 통해서 인증 점수를 평가할 수 있어야 한다. 속성별 정보에 대해서 식별속성의 유무에 대한 점수화, 형상

속성의 수치에 대한 선택, 지정, 범위를 평가하여 점수화, 물성 속성의 재료의 상태를 각각 점수로 치환하여 평가, 바닥이나 주변 색상의 비교로 식별에 대한 점수화, 참조 속성의 항목 특성 중 유무, 수치, 조건에 대한 정보도 모두 구조화를 통해서 점수 평가를 할 수 있음을 인식하였다. 따라서 BIM 모델의 정보를 통해서 장애물 없는 생활환경 인증의 자동검토가 가능하다는 것을 확인하였다.

네 번째, 이러한 결과들을 종합하여 인증 자동검토를 위한 프로세스를 도출하였으며 이 프로세스는 정보입력, 정보처리, 검토, 결과의 과정의 기본 단계에서 인증을 위한 BIM 모델링 가이드라인, BIM 모델링 작업, IFC 변환, 외부자료 입력, 룰셋 프로그램, 인증 자동검토, 인증 점수추출 후 인증을 거치게 되는 것으로 제안하였다. 이 과정에서 본 연구를 통해 분석된 내용이 적용되어 룰셋 구조화를 위한 기준과 BIM 모델링 가이드라인 기준에 기초자료가 될 수 있는 것을 알 수 있었다.

본 연구는 BIM 속성 정보에 대한 정의 및 분류를 선행연구에서 차용하여 사용하였고, 실제 현장이나 인증 자동검토에 적용하여 실험을 하지 못한 기초연구이기에 어떤 결과를 가져오는지에 대한 실험연구(case study)를 진행하여 검증할 필요성이 있다.

여기에 프로세스를 발전시키기 위하여 장애물 없는 생활환경 인증 자동검토를 위한 BIM 모델링 가이드라인의 개발에 대한 기초연구와, 속성정보에 대한 표준화, 룰셋의 구조화, 자동검토 인증 프로그램의 개발 등의 후속연구에 병행되어야 할 것이다.

참고문헌

1. 국토해양부 2010, 건축분야 BIM 적용가이드
2. 이창윤, 심운준, 안용진, 건축법규 자동검토를 위한 BIM정보의 분류체계 검토 및 프로세스에 관한 기초연구, 한국건설관리학회 논문집, 13권, 4호, 2012
3. 홍사철, 백진경, 김석태, 노인 주거시설의 위생공간을 중심으로 고령자의 건강과 장애물 없는 생활환경을 위한 인증 방법에 관한 연구, 실내디자인학회 논문집, 26권, 3호, 2017
4. 서종철, 김한준, 김인한, 건축설계 단계에서 설계품질 향상을 위한 개방형 BIM기반 품질관리 방안, 한국건설관리학회 논문집, 13권, 4호, 2012
5. 강주석, 개방형 BIM 환경에서의 건축행정 법규검토지원체계 구축에 관한 연구, 경희대 박사논문, 2013
6. 이용주, 김미경, 전한중, GBT(Green BIM Template)를 활용한 G-SEED(녹색건축인증제) 인증평가 BIM 시스템 개발에 관한 연구, 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 36권, 2호, 2016
7. 이상화, 박상혁, BIM 기반의 건축법규검토를 위한 K-BIM Model Checker 구현, 한국건설관리학회 학술발표대회 논문집, 2013-11
8. 이경하, 엄미영, 이화연, 이강, 온라인 BIM(Building Information Modeling) 사례 분석을 통한 BIM 프로젝트 속성정보 도출, 기술논문발표회 논문집, 15권, 2호, 2015
9. 조현정, 김연수, 마영균, 설계 프로세스를 반영한 BIM 작성기준(LOD)에 대한 연구, 한국BIM학회논문집, 3권, 1호, 2013
10. 조현식, 안치원, 대학 BIM교육요소 도출을 위한 국내 설계사무소 BIM활용현황 분석, 대한건축학회 춘계학술발표대회논문집, 35권, 1호, 2015

[논문접수 : 2018. 03. 07]

[1차 심사 : 2018. 04. 04]

[게재확정 : 2018. 04. 20]