

개방형BIM기반의 건축법규검토를 위한 법규유형화 및 적용방안

김인한¹ · 김용하¹ · 최중식^{2*}

¹경희대학교 건축학과, ²경희대학교 공과대학

Building Code Typology and Application for Open BIM based Code Checking

Inhan Kim¹, Yongha Kim¹, and Jungsik Choi^{2*}

¹Department of Architecture, Kyung Hee University

²College of Engineering, Kyung Hee University

Received 24 June 2014; received in revised form 30 July 2014; accepted 11 August 2014

ABSTRACT

Recently, Productivity of the construction industry has been decreasing than other industries. Because of this, BIM is being spread in the construction industry. However, quality criteria for BIM data is insufficient. Regulation information is an important factor for initial architectural design evaluations. However, building code and related regulation are numerous. National building code structure in Korea is much more complex than other countries. The purpose of this study is to suggest the typology method of building code and apply to real regulations. To achieve this purpose, the authors have extracted required information to from original regulation for code checking and suggested mapping methods between extracted information and information of IFC scheme. In addition, the authors have represented EXPRESS-G diagram for extracting information from IFC scheme and suggested code checking method through stair case. Output of this study can be used as a base line data for automated code checking system based on open BIM. Automated code checking system will be utilized in architectural design evaluations and supported to increase design quality. It can be used to mount in SEUMTER that is the construction administration system of Ministry of Land, Infrastructure and Transport (MOLIT).

Key Words: Building code, Building information modeling (BIM), Code checking, Design quality, Industry foundation classes (IFC), Typology

1. 서 론

건설산업의 생산성이 타 산업분야의 생산성에 비해 지속적으로 감소하는 추세이며, 이러한 문제

점에 대한 해결책으로 BIM의 도입이 확산되고 있다^[1]. BIM의 도입이 확산됨에 따라 BIM 모델에 대한 생산, 관리, 품질에 관한 기준의 필요성이 대두되고 있다^[2]. 이에 따라 국내외에서는 BIM 모델의 품질기준 마련과 품질검토 시스템 개발에 대한 연구가 진행되고 있다. 특히, 2D 도면을 통해 수작업으로 이루어지던 설계안의 품질검토를 BIM

*Corresponding Author, jungsikchoi@gmail.com
©2014 Society of CAD/CAM Engineers

모델의 자동검토를 통해 검토시간이 단축되며, 정확도와 신뢰도 높은 검토 결과를 얻기 위한 연구가 활발하게 진행되고 있다.

BIM 모델의 품질기준은 물리정보 품질, 논리정보 품질, 데이터 품질 세가지로 분류되며, 이중 논리적 요건의 충족여부를 검토하는 논리정보 품질 기준에는 법규, 제기준 등이 있다^[3]. 이중 건축물의 건축법 및 관련 법규 적법성검토는 국내 법규 체계의 특성상 참조하는 관련법이 많고 단서 및 예외, 완화 조항으로 인해 활용도 및 경제성의 문제로 연구가 더디게 진행되고 있다^[4].

이에 따라, 본 연구에서는 국내법규 체계를 반영하여 법규검토 시스템 개발을 위한 기반연구로서 법규의 유형화 방안 제시 및 적용을 통한 법규검토 요구정보의 활용 방안 제시를 목적으로 한다.

본 연구에서는 설계 및 인허가 단계에서 BIM 모델의 적법성 검토를 위해 개방형BIM기반의 법규검토 시스템 개발을 위한 기초연구를 진행하였다. 또한, 최근 사회적 이슈와 맞물려 건설산업 전반에서 중요하게 다뤄지고 있는 안전 관련 법규^[5]인 건축법 제49조(건축물의 피난시설 및 용도제한 등)를 대상으로 유형화 방안 및 이를 통한 법규검토 요구정보 활용 방안을 제시하였다. 이를 위해 다음과 같은 연구의 방법 및 절차를 수행하였다.

- 첫째, 사전연구로서 BIM 기반 법규검토의 적용 및 법규검토를 위한 법규 분류 연구사례 분석을 통해 시사점을 도출하고, 국내법규체계와 건축법의 유형을 분석하였다.
- 둘째, 연구사례와 법규 분석결과를 반영하여 법규검토 시스템 개발을 위한 검토대상 법규의 유형화 방안을 제시하고 이를 실제 법규에 적용하였다.
- 셋째, 법규검토 항목의 논리화를 위해 유형화된 법규에서 법규검토를 위한 요구정보를 도출하고, 이를 개방형 BIM 표준인 IFC 포맷에서 추출하기 위해 정보를 추출하기 위한 기능과 IFC의 객체 및 속성에 매핑하는 방안을 제시하였다.

2. 법규검토 연구사례 및 건축법규 분석

2.1 법규검토 관련 연구

Sijie Zhang 외(2013)의 연구^[6]에서는 미국 OSHA(Occupational Safety and Health Adminis-

"Hole means a gap or void 2 inches (5.1 cm) or more in its least dimension, in a floor, roof, or other walking/working surface." (OSHA 1926.500(b))
 "Holes." Each employee on walking/working surfaces shall be protected from falling through holes (including skylights) more than 6 feet (1.8 m) above lower levels, by personal fall arrest systems, covers, or guardrail systems erected around such holes (OSHA 1926.5015(b)(4)(i)).

Fig. 1 Example of rule simplification for fall protection^[6]

tration)의 안전규정을 BIM 모델을 통해 자동 검토하는 연구를 진행하였다. 해당 연구에서는 예측할 수 없는 시공과정 중의 잠재적인 위험을 사전에 발견하고 예방하기 위해 안전규정을 논리화하여 Rule을 작성하였으며, BIM 모델 시뮬레이션을 통해 위험요소를 발견하고, 규정에 의한 안전장치 설치를 시각화 하였다. Fig. 1은 연구에서 OSHA의 자연어(Natural language)로 된 안전규정을 논리화된 Rule로 작성하기 위해 검토할 객체와 속성, 기준, 설치해야 할 안전 장치를 도출하는 과정을 보여준다.

안전규정의 원문에서 floor, roof, walking / working surface 등은 건축물 내의 검토 대상인 객체에 해당하며, 2 inches(5.1 cm), least dimension 등은 적법성 판단을 위한 기준, personal fall arrest systems, covers, guardrail system 등은 검토를 통해 발견된 잠재적 위험요소로 설치해야 할 안전장치이다. 도출을 통해 Table 1과 같이 Rule로 변환할 수 있도록 논리화하였다.

이창윤 외(2012)의 연구^[7]에서는 건축법규 자동검토를 위한 분류체계로 BIM Database 분류체계를 제안하였으며, 이는 국토해양부의 건축분야 BIM 적용가이드를 토대로 객체 분류체계와 속성 분류체계로 나누어 작성되었다. 이를 바탕으로 BIM 생성정보 분류체계를 구축하여 법규의 항목에 대한 분류를 하였다. Table 2는 연구에서 제시한 BIM 생성정보 분류체계의 기준을 보여준다.

김유리 외(2012)의 연구^[4]에서는 법규의 분류를 위해 함수화 가능성도 지표와 모델 검토 가능성도 지

Table 1 Example of table-based rule translation for holes in concrete slabs^[6]

Least dimension (x) of a slab opening	Prevention method
< 2 in. (5.1 cm)	"Not considered"
2 < x < 59 in. (5 < x < 150 cm)	"Cover"
> 59 in. (1.5 m)	"Guardrail system"

Table 2 BIM Information classification system^[7]

정보분류		내용
BIM 생성정보	객체 분류 체계 정보	공간 객체
		부위 객체
	속성 분류 체계 정보	식별 속성
		형상 속성
		물성 속성
	참고 속성	

표를 제시하였다. 함수화 가능도 지표는 자연어 상태의 법규를 정량적으로 측정 가능하거나 논리식으로 표현이 가능한지를 분류하는 기준으로 수치 검토, 속성 검토, 설치 및 표현여부, 적용 기준 및 지침 설명, 비정량 항목 등으로 나누어 진다.

또한, 정량적으로 함수화가 가능한 항목이라 해도 BIM 모델에서 검토해야 하는 대상 객체가 존재하지 않거나, BIM 모델의 작성시 과도한 수준의 LOD(Level of Detail)가 요구되는 객체일 경우에는 BIM 모델의 문제로 법규검토를 실행할 수 없게 된다. 이 때문에, 모델 작성 및 검토의 경제성을 고려하여 검토항목을 선정해야 하며, 해당 연구에서 경제성이 낮은 항목을 제외하는 절차를 수행하기 위한 기준은 Table 4와 같다.

위의 연구사례들은 BIM 모델에서 검토할 수 있는 정보에 따라 법규검토 항목을 분류하기 위한 기준을 제시하고 이를 실제 법규검토 항목에 적용하여 우선순위를 선정하였다. 하지만, 상기의 사례에서 제시한 분류 기준은 법규체계의 조, 항, 호, 목 단위의 구분이 아닌 법규 원문에서 ‘계단의 유효너비는 0.9미터 이상으로 할 것’과 같은 형태로 상세기준을 추출한 후 이를 분류하는 것이다. 이는 법규의 틀인 조, 항, 호, 목 단위를 벗어나는 세부적인 항목이기 때문에 본 연구에서는 이를 보완하여 법규원문의 항, 호, 목 단위의 분류를 할 수 있는 유형화 방안을 제시한다.

2.2 건축법규 체계 분석

국내 법규 체계는 법률, 대통령령, 부령, 조례 등으로 구분되어 있으며, 건축법과 관련된 법규는 건축법, 건축법 시행령, 건축법 시행규칙, 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙, 건축물의 구조기준 등에 관한 규칙, 건축 조례 등이 있다. 이를 국내 법규 체계에 맞게 정리하면 Fig. 2와 같다.

건축법은 건축 분야에 관련된 대강을 명시하며, 세부사항은 범위를 정하여 대통령령인 건축법 시행령에 위임하고 있다. 건축법이나 건축법 시행

Table 3 Possibility of functionalization^[4]

지표		특성
정량 항목	수치 검토	수치적 검토가 가능하여 정량적으로 표현이 가능하다.
	속성 검토	색상, 재료, 규준과 같이 속성 검토가 요구되는 항목으로, 비교적 객관적인 정성치를 검토하는 특성을 가진다.
	설치 및 표현 여부	주요 대상이 되는 객체가 설치되어 있는지, 혹은 모델에 표현되어 있는지 검토하는 항목이다.
	적용 기준 및 지침 설명	법률 및 시행령 단위의 항목에서 관련 법을 제시하거나, 해당 항목의 일반적 사항을 서술한 조문의 경우를 말한다.
비정량 항목	비정량 항목	정성적 항목 중에서 객관적인 정성치를 추출할 수 없는 항목이 모두 여기에 속한다.
	간접적 정량화 가능한 비정량 항목	조문 자체의 설명만으로는 정량적 함수화가 불가능하나, 추가적으로 정량적 기준을 마련할 경우 정량화가 가능한 항목이다.

Table 4 Possibility of model checking^[4]

지표	특성
객체존재 여부	룰 정의 대상이 되는 객체가 BIM 모델 내부에 존재하지 않는 경우이다.
사전정의 요구	대상이 되는 객체가 존재하나, 검토를 위한 사전 정의가 과도하게 요구되는 경우로 자동 법규 검토의 경제성이 없다고 판단되는 경우에 해당된다.
시공적 요구사항	시공적 사항으로 BIM 모델에서 검토될 수 없다고 판단되는 항목에 해당된다.

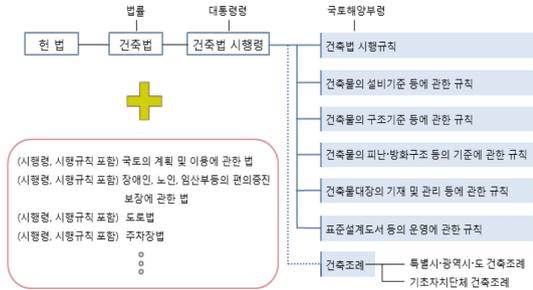


Fig. 2 Structure of the national building code^[8]

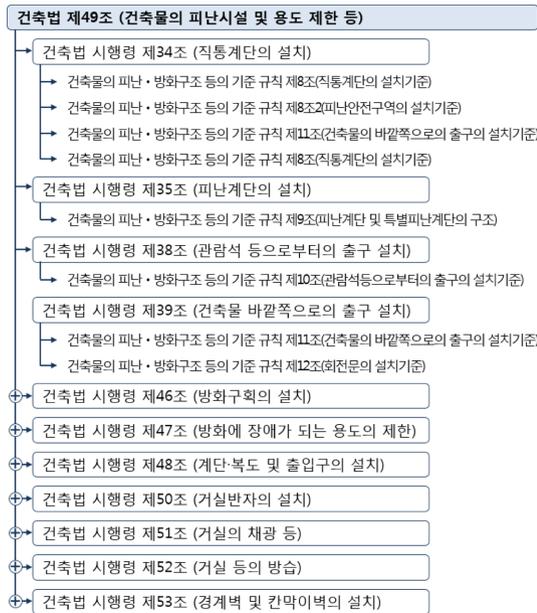


Fig. 3 Relation of building code (focused on article 49)

령의 집행에 필요한 시행세칙은 국토교통부령인 건축법 시행규칙과 같은 각종 규칙 및 조례에 위임하고 있다. 또한, 국토의 계획 및 이용에 관한 법률, 주차장법 등 다양한 법을 참조 및 인용하고 있다. Fig. 3은 이상에서 설명한 법규체계를 반영하여 건축법 제49조(건축물의 피난시설 및 용도 제한 등)를 대상으로 선행하여 검토해야 할 법규의 예를 든 것이다.

건축법 제49조 1항의 ‘대통령령으로 정하는 용도 및 규모의 건축물과 그 대지에는 국토교통부령으로 정하는 바에 따라, 복도, 계단, 출입구, 그 밖의 피난시설과 소화전, 저수조, 그 밖의 소화설비 및 대지 안의 피난과 소화에 필요한 통로를 설치하여야 한다.’에서, 대상 건물에 필요한 복도, 계단, 출입구 등을 건축법 Fig. 3에서 보여주는 것처럼

건축법 시행령 제34조, 35조, 38조 등에 범위를 정하여 위임하였으며, 건축법 시행령의 각 조는 세부규정을 건축물의 피난·방화구조 등의 기준 규칙에 위임하였다.

이처럼 상위법의 조항의 적법성 여부를 판단하기 위해서는 위임하고 있는 하위법 또는 참조 법규에 대한 검토를 선행하여야 한다. 법규검토 시스템에서 법규조항에 대한 검토 기능을 구현하기 위해서는 이러한 법규체계를 이해해야 하며 국외의 단순하고 명료한 법규에 비해 구현에 상당한 어려움을 가지고 있다.

3. 법규 유형화 방안 및 적용

3.1 법규 유형화 방안

유형화란 공통되는 ‘성질이나 특징을 기준으로 묶는다’ 또는 ‘공통되는 성질이나 특징에 따라 몇 개의 전형적인 틀로 분류됨’이 사전적 의미이다^[9]. 건축 인허가 단계에서 건축물에 적용되어 검토해야 할 법규는 기초자치 단체의 조례를 제외하고 168개의 법률이 있으며 이들의 조문은 약 25,000개에 달하는데^[10], 본 연구에서는 이를 해결하기 위해 검토방법을 기준으로 유형화 방안을 제시한다. 이를 통하여 수많은 검토 대상 법규를 유형화함으로써 문제해결의 효율성을 높이고자 한다. 또한, 유형화된 법규는 해당 유형에 따른 검토 및 구현의 난이도를 바탕으로 구현 우선순위를 선정할 수 있으며, 이를 기반으로 검토 기능 개발의 순서를 정할 수 있을 것이다.

먼저, 국토해양부에서 발간한 건축분야 BIM 적용가이드에서는 객체 및 속성을 체계적 공유 및 교환하기 위해서 BIM 정보분류체계를 제시하였다. BIM 정보분류체계는 개방형 BIM 표준인 IFC의 데이터구조를 기반으로 작성된 것이기 때문에 본 연구에서는 이를 활용하여 유형화 방안을 제시한다.

BIM 정보분류체계는 객체분류체계와 속성분류체계로 나누어지며, 객체분류체계는 건물의 공간의 범위를 정의하는데 사용되는 공간객체와 물리적으로 시설을 구성하기 위해 사용되는 부위객체로 분류된다. 속성분류체계는 식별, 형상, 물성, 참고 등의 특성을 부여하기 위하여 사용된다. Table 5는 BIM 정보분류체계를 나타낸다.

본 연구에서는 BIM 정보분류체계를 기반으로

Table 5 BIM information classification system^[3]

구분		내용
BIM 정보분류체계	BIM 객체분류체계	공간객체
		부위객체
	BIM 속성분류체계	식별속성
		형상속성
		물성속성
	참고속성	

하여 2장에서 제시된 사례들의 법규 분류 기준을 보완하고자 한다.

먼저, 건축물 내에서 건축법규의 적용 대상에 따라 객체분류검토를 나누었으며, BIM 모델 내에서 확인할 정보에 따라 속성분류검토를 분류하였다. 법규상에서 “국토교통부령으로 정한다.”와 같이 하위 법규에 상세한 기준을 제시하는 것은 위임으로 분류하였다. 본 연구에서 제시하는 법규 유형화 기준은 Table 6과 같다.

객체분류검토는 두 가지로 나누어지게 된다. 공간과 관련된 객체검토는 건물, 층, 구역, 실 등 해당 공간 안에 포함되거나 공간을 둘러싸고 있는 객체에 대한 검토를 하는 경우이며, 부위 객체 검토는 공간과 관계없이 독립적인 객체를 검토하는 경우에 해당한다. 객체분류검토는 해당 법규에 대해 두 분류 중 하나에만 해당한다.

속성분류검토의 객체의 유무, 개수 검토는 BIM 모델에 해당객체의 존재 여부와 개수를 검토하는 것이며, 객체의 형상 검토는 BIM 모델 내 객체의 형상검토를 필요로 하는 경우로 복도 통로의 폭, 문의 유효너비 등을 검토하는 경우가 이에 해당한다. 객체의 속성 검토는 BIM 모델 객체에 정의되어 있는 속성정보를 검토하는 것이다. 객체의 참고, 외부정보 확인은 법규검토에 필요하지만, BIM

모델 제작 시 입력하지 않는 정보에 대해 사용자로부터 별도의 입력을 받아 사용하는 경우에 해당된다. 이 경우에는 외부로부터 어떤 종류의 데이터를 어떻게 BIM 모델 검토에 사용할지에 대한 사전 정의가 필요하다. 속성분류검토는 해당 법규에서 유형별로 중복되어 사용될 수 있다.

또한, 위의 유형화 방안을 통하여 BIM 모델에서 검토의 난이도를 확인할 수 있으며, 이에 따라 구현의 우선순위를 설정할 수 있다.

객체분류검토의 공간과 관련된 객체 검토는 실제 검토를 위해 공간, 공간 안에 포함된 객체, 공간을 둘러싸고 있는 객체, 공간과 관련된 객체 등을 종합적으로 검토해야 하는 것으로 상대적으로 검토 난이도가 높다. 예를 들어, 피난안전구역의 설치기준 준수여부를 검토하기 위해서는 피난안전구역을 둘러싼 건축부재와 구역의 안에 포함된 각종 설비와 계단 등을 종합적으로 검토해야 적법성 여부를 판단할 수 있기 때문에 난이도가 높다고 할 수 있다.

속성분류검토의 형상검토는 BIM 모델에서 검토를 위한 값이 존재하지 않는 경우 형상정보의 연산을 통한 검토를 해야 하므로 상대적으로 난이도가 높다. 대표적으로 피난층의 계단으로부터 건축물의 바깥쪽으로의 출구에 이르는 보행거리를 산출하는 경우 BIM 모델에 이와 관련된 속성정보는 존재하지 않는다. 이 경우 검토 프로그램에서 벽, 문 등의 건축부재의 형상정보만을 가지고 별도의 알고리즘을 통해 보행거리를 산출하게 되므로 상대적으로 난이도가 높다고 할 수 있다.

객체의 참고, 외부정보 확인은 현재 해당 정보의 형태, 처리방법 등의 사전정의가 되어 있어야 하므로 검토 난이도가 높다 할 수 있다.

유형화 과정을 거친 법규는 해당 법규의 구현

Table 6 Rule of code typology

분류	설명	예	코드	검토 난이도	우선 순위
객체분류 검토	공간과 관련된 객체 검토	바닥면적, 방화구획	S Space	상	2
	부위 객체 검토	계단의 단 높이/너비	O Object	하	1
속성분류 검토	객체의 유무, 개수 검토	경사로의 유무, 스프링클러 개수	I Identity	하	1
	객체의 형상 검토	문의 유효너비, 건축물의 높이	G Geometry	상	3
	객체의 속성 검토	벽의 재질, 내/외벽 판단	P Property	중	2
	객체의 참고, 외부정보 확인	건축물의 용도, 지역, 지구	R Reference	상	4
위임	하위법규에 위임	○○○은 국토교통부령으로 정한다.	E Entrustment	-	-

난이도가 있을 것이다. 이에 따라, 법규검토 시스템 개발 시 낮은 난이도의 법규부터 구현하게 될 것이며, 이를 통해 시행착오를 줄이는 등의 개발 효율성을 높일 수 있을 것이다.

3.2 유형화 제외 법규

BIM 기반의 법규검토는 모델링 도구에서 사용자가 입력한 정보를 기반으로 한다. 이 때문에 BIM 모델에 포함되지 않은 정보를 법규검토에 요구하는 경우에는 검토를 할 수 없다. 이러한 경우는 세 가지로 나눌 수 있다.

첫번째는 객체에 과도한 수준의 속성정보를 요구하는 경우로 법규에서는 주로 객체의 성능에 대한 정보를 요구하는 경우가 이에 해당한다. 예를 들어, 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙의 제12조(회전문의 설치기준)에서는 회전문의 회전속도(분당회전수)를 요구하고 있다.

두번째는 설계, 인허가 단계 이후의 정보를 요구하는 경우로 주로 시공단계 또는 유지관리단계에서 다루는 정보를 요구하는 경우이다. ‘갑종방화문은 언제나 닫힌 상태를 유지’와 같이 설계 단계 또는 인허가 단계에서 다루지 않는 정보를 요구하는 경우는 검토를 할 수 없다.

세번째는 BIM 정보에 포함되지 않는 정보를 고려하여 적법성 여부를 검토하는 경우이다. 건축물

의 사선제한, 인동간격, 인접 대지의 지표면 높이 등과 같이 법규검토 대상인 건축물과 대지에 포함되지 않는 외부의 대지, 도로 등의 정보는 BIM 모델에 포함되지 않기 때문에 이에 대한 검토는 실행할 수 없다.

위와 같이 BIM 모델에 포함되지 않은 정보는 법규검토를 실행할 수 없는데, 이는 BIM 모델 제작에 소요되는 시간, 인력 등 경제성 측면에서 효과가 낮다고 판단되어 정보를 입력하지 않기 때문이다.

3.3 법규 유형화 기준의 적용

3.1장에서 제시한 유형화 방안을 통해 건축법과 위임하여 검토하는 관련 법규에 대해 유형화를 진행하였다. 기준의 적용은 법규의 체계에 맞추어 항, 호, 목 단위로 하였으며, Table 7은 건축법과 관련 법규 일부를 유형화한 예시이다. 2.2장에서 서술한 법규의 체계에 따라 BIM 모델의 건축법 제49조의 법규검토를 위해서 건축법 시행령 제34조, 제35조 등 11개의 건축법 시행령 조문을 검토해야 하며, 건축법 시행령에서 위임하고 있는 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙의 세부사항을 검토해야 한다. 적용사례를 통해 해당 법규의 적용대상과 검토대상의 정보유형 확인, 동일 유형의 법규를 확인할 수 있다.

Table 7 Example of code typology

법령	조문	객체 분류		속성 분류				위임
		S	O	I	G	P	R	
건축법 제49조 (건축물의 피난시설 및 용도제한 등)	① 대통령령으로 정하는 용도 및 규모의 건축물과 그 대지에는 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 복도, 계단, 출입구, 그 밖의 피난시설과 소화전(消火栓), 저수조(貯水槽), 그 밖의 소화설비 및 대지 안의 피난과 소화에 필요한 통로를 설치하여야 한다.							○
	② 대통령령으로 정하는 용도 및 규모의 건축물의 안전·위생 및 방화(防火) 등을 위하여 필요한 용도 및 구조의 제한, 방화구획(防火區劃), 화장실의 구조, 계단·출입구, 거실의 반자 높이, 거실의 채광·환기와 바닥의 방습 등에 관하여 필요한 사항은 국토교통부령으로 정한다.							○
건축법 시행령 제48조 (계단·복도 및 출입구의 설치)	① 법 제49조제2항에 따라 연면적 200제곱미터를 초과하는 건축물에 설치하는 계단 및 복도는 국토교통부령으로 정하는 기준에 적합하여야 한다.	○			○	○		○
	② 법 제49조제2항에 따라 제39조제1항 각 호의 어느 하나에 해당하는 건축물의 출입구는 국토교통부령으로 정하는 기준에 적합하여야 한다.				○	○		○

Table 7 Continued

법령	조문	객체 분류		속성 분류					위 입	
		S	O	I	G	P	R			
								E		
건축물의 피난·방화 구조 등의 기준에 관한 규칙 제15조 (계단의 설치기준)	① 영 제 48조의 규정에 의하여 건축물에 설치하는 계단은 다음 각 호의 기준에 적합하여야 한다.			○					○	
	1. 높이가 3미터를 넘는 계단에는 높이 3미터 이내마다 너비 1.2미터 이상의 계단참을 설치할 것	○		○	○					
	2. 높이가 1미터를 넘는 계단 및 계단참의 양옆에는 난간(벽 또는 이에 대체되는 것을 포함한다)을 설치할 것	○		○	○					
	3. 너비가 3미터를 넘는 계단에는 계단의 중간에 너비 3미터 이내마다 난간을 설치할 것. 다만, 계단의 단높이가 15센티미터 이하이고, 계단의 단너비가 30센티미터 이상인 경우에는 그러하지 아니하다.	○		○	○					
	4. 계단의 유효 높이(계단의 바닥 마감면부터 상부 구조체의 하부 마감면까지의 연직방향의 높이를 말한다)는 2.1미터 이상으로 할 것		○				○			
	② 제1항의 규정에 의하여 계단을 설치하는 경우 계단 및 계단참의 너비(옥내계단에 한한다), 계단의 단높이 및 단너비의 횟수는 다음 각호의 기준에 적합하여야 한다. 이 경우 돌출계단의 단너비는 그 좁은 너비의 끝부분으로부터 30센티미터의 위치에서 측정한다.			○	○	○			○	
	1. 초등학교의 계단인 경우에는 계단 및 계단참의 너비는 150센티미터 이상, 단높이는 16센티미터 이하, 단너비는 26센티미터 이상으로 할 것		○	○		○	○			
	2. 중·고등학교의 계단인 경우에는 계단 및 계단참의 너비는 150센티미터 이상, 단높이는 18센티미터 이하, 단너비는 26센티미터 이상으로 할 것		○	○		○	○			
	3. 문화 및 집회시설(공연장·집회장 및 관람장에 한한다)·판매시설 기타 이와 유사한 용도에 쓰이는 건축물의 계단인 경우에는 계단 및 계단참의 너비를 120센티미터 이상으로 할 것		○	○		○	○			
	4. 윗층의 거실의 바닥면적의 합계가 200제곱미터 이상이거나 거실의 바닥면적의 합계가 100제곱미터 이상인 지하층의 계단인 경우에는 계단 및 계단참의 너비를 120센티미터 이상으로 할 것	○		○	○	○				
	5. 기타의 계단인 경우에는 계단 및 계단참의 너비를 60센티미터 이상으로 할 것		○	○	○					
	6. 「산업안전보건법」에 의한 작업장에 설치하는 계단인 경우에는 「산업안전 기준에 관한 규칙」에서 정한 구조로 할 것		○	○					○	
	(중략)									
	④ 제3항의 규정에 의한 난간·벽 등의 손잡이와 바닥마감은 다음 각 호의 기준에 적합하게 설치하여야 한다.									○
	1. 손잡이는 최대지름이 3.2센티미터 이상 3.8센티미터 이하인 원형 또는 타원형의 단면으로 할 것		○	○	○					
2. 손잡이는 벽등으로부터 5센티미터 이상 떨어지도록 하고, 계단으로부터의 높이는 85센티미터가 되도록 할 것		○	○	○						
3. 계단이 끝나는 수평부분에서의 손잡이는 바깥쪽으로 30센티미터 이상 나오도록 설치할 것		○	○	○						

4. 유형화된 법규의 활용방안

3장에서 제안한 유형화 방안에 따라 유형화된 법규는 난이도에 따라서 우선순위를 설정하게 된다. 이를 따라 검토기능을 구현하게 되며, 법규검토 시스템 개발의 한 부분이 된다. 4장에서는 실제적인 검토기능의 구현을 위해 유형화된 법규인

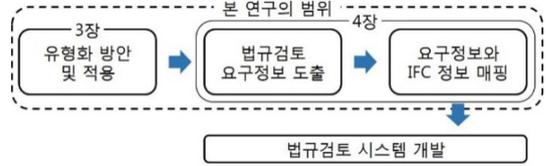


Fig. 4 Scope of research

Table 8 Required information of building code for code checking

법령	조문	요구정보
건축법 제49조	① 대통령령으로 정하는 용도 및 규모의 건축물과 그 대지에는 국토교통부령으로 ...	(위임)
	② 대통령령으로 정하는 용도 및 규모의 건축물의 안전·위생 및 방화(防火) 등을 ...	(위임)
건축법 시행령 제48조	① 법 제49조제2항에 따라 연면적 200제곱미터를 초과하는 건축물에 설치하는 계단 및 복도는 국토교통부령으로 정하는 기준에 적합하여야 한다.	연면적 (위임)
	② 법 제49조제2항에 따라 제39조제1항 각 호의 어느 하나에 해당하는 건축물의 출입구는 국토교통부령으로 정하는 기준에 적합하여야 한다.	출입구 (위임)
건축물의 피난·방화 구조 등의 기준에 관한 규칙 제15조	① 영 제 48조의 규정에 의하여 건축물에 설치하는 계단은 다음 각호의 기준에 적합하여야 한다.	계단 (위임)
	1. 높이가 3미터를 넘는 계단에는 높이 3미터 이내마다 너비 1.2미터 이상의 계단참을 설치할 것	계단 높이, 단너비 계단참 유무
	2. 높이가 1미터를 넘는 계단 및 계단참의 양옆에는 난간(벽 또는 이에 대치되는 것을 포함한다)을 설치할 것	계단 높이 난간 유무
	3. 너비가 3미터를 넘는 계단에는 계단의 중간에 너비 3미터 이내마다 난간을 설치할 것. 다만, 계단의 단높이가 15센티미터 이하이고, 계단의 단너비가 30센티미터 이상인 경우에는 그러하지 아니하다.	계단너비 단너비, 단높이 난간 유무
	4. 계단의 유효 높이(계단의 바닥 마감면부터 상부 구조체의 하부 마감면까지의 연직방향의 높이를 말한다)는 2.1미터 이상으로 할 것	계단 유효 높이
	② 제1항의 규정에 의하여 계단을 설치하는 경우 계단 및 계단참의 너비(옥내 계단에 한한다), 계단의 단높이 및 단너비의 치수는 다음 각호의 기준에 적합하여야 한다. 이 경우 돌출계단의 단너비는 그 좁은 너비의 끝부분으로부터 30센티미터의 위치에서 측정한다.	옥내 계단 여부 계단/계단참 너비 단너비, 단높이
	1. 초등학교의 계단인 경우에는 계단 및 계단참의 너비는 150센티미터 이상, 단높이는 16센티미터 이하, 단너비는 26센티미터 이상으로 할 것	용도 계단/계단참 너비 단너비, 단높이
	2. 중·고등학교의 계단인 경우에는 계단 및 계단참의 너비는 150센티미터 이상, 단높이는 18센티미터 이하, 단너비는 26센티미터 이상으로 할 것	용도 계단/계단참 너비
	3. 문화 및 집회시설(공연장·집회장 및 관람장에 한한다)·판매시설 기타 이와 유사한 용도에 쓰이는 건축물의 계단인 경우에는 계단 및 계단참의 너비를 120센티미터 이상으로 할 것	용도 계단/계단참 너비
	4. 윗층의 거실의 바닥면적의 합계가 200제곱미터 이상이거나 거실의 바닥면적의 합계가 100제곱미터 이상인 지하층의 계단인 경우에는 계단 및 계단참의 너비를 120센티미터 이상으로 할 것	지하층 여부 거실의 바닥면적 계단/계단참 너비
5. 기타의 계단인 경우에는 계단 및 계단참의 너비를 60센티미터 이상으로 할 것	계단/계단참 너비	

(후략)

문에서 법규검토에 필요한 요구정보를 도출하며, 개방형 BIM 표준인 IFC에서 요구정보를 추출하기 위해 필요한 기능과 정보를 가져올 객체와 속성정보를 정의하였다. Fig. 4는 본 연구의 유형화된 법규의 활용 범위이며, 법규검토 시스템 개발의 사전 연구로 진행된 것을 알 수 있다.

4.1 법규검토 요구정보 도출

법규의 원문은 자연어 형태이기 때문에, 컴퓨터에서 연산 가능한 언어로 변환하는 과정이 필요하다. 이를 위해서는 법규원문에서 법규검토에 필요한 요구정보를 추출해야 한다. 3장에서 유형화한 예를 든 것과 같이 건축법 제49조와 이와 관련된 법규를 대상으로 요구정보를 추출하면 Table 8과

같다.

이는 법규검토 시 설계안의 적법성 여부를 판단할 수 있는 필수정보이므로, BIM 모델에 해당정보가 입력되어 있거나, BIM 모델의 형상정보를 통해 산출할 수 있어야 한다.

4.2 법규검토 요구사항의 IFC 매핑 방안

서로 다른 BIM 소프트웨어 간의 정보교환을 위해 buildingSMART International에서 개방형 BIM 표준인 IFC 포맷을 개발하였으며, 현재 IFC 2x3 버전이 통용되고 있다. IFC에는 건축물의 객체정보(Beam, Column, Wall 등)가 존재하며, 이에 해당하는 기본 속성정보를 담을 수 있다. 또한, 추가적인 요구에 대응할 수 있도록 PSET을 통해 부가

Table 9 Mapping table between required information and IFC

필요기능	요구정보	IFC		
		Entity	Property	Value
속성정보 확인	연면적	IfcBuilding	Pset_BuildingCommon - GrossPlannedArea	Real
	출입구	IfcDoor	Pset_DoorCommon - IsExternal	Boolean(True)
	옥내 계단 여부	IfcStair	Pset_StairCommon - IsExternal	Boolean(False)
	계단참 유무	IfcStair	ShapeType	Enumeration (Two_Straight_Run_Stair, Quarter_Turn_Stair, Half_Turn_Stair, Two_Quarter_Turn_Stair, Three_Quarter_Turn_Stair, Double_Return_Stair, ...)
	단너비	IfcStair	Pset_StairCommon - RiserHeight	Real
		IfcStairFlight	RiserHeight	
	단높이	IfcStair	Pset_StairCommon - TreadLength	Real
		IfcStairFlight	TreadLength	
용도	IfcBuilding	OccupancyType	String	
거실의 바닥면적	IfcSpace	GrossFloorArea	Real	
속성정보 연산	계단높이	IfcStair	Pset_StairCommon - NumberOfRiser Pset_StairCommon - RiserHeight	Real
		IfcStairFlight	NumberOfRiser RiserHeight	Real
	난간 유무	IfcRelAggregates	RelatingObject RelatedObjects	Boolean (난간-계단 관계 유무)
	지하층 여부	IfcBuildingStorey	Elevation	Real or Boolean
형상정보 연산	계단유효높이	IfcStair, IfcSpace	-	Real
	계단/계단참너비	IfcStair	-	Real

(후략)

적인 속성정보를 정의할 수 있다^[11].

본 연구에서는 4.1장에서 도출한 요구정보를 IFC 2x3에서 정의된 객체와 속성정보에 매핑하는 과정을 진행한다. 이를 실제로 매핑하기 위해서는 IFC에서 지원하는 객체와 객체의 기본속성정보, 추가속성정보(PSET)를 확인해야 하며, 지원하지 않는 속성정보에 대해서는 형상정보의 연산, 외부·참고정보를 확인해야 한다. Table 9는 법규검토 요구정보를 IFC에 매핑한 것이다.

요구정보를 얻기 위한 필요기능을 도출하였으며, Table 9는 필요기능에 따른 구분을 기준으로 작성한 것이다. 필요기능의 속성정보확인은 법규검토에 필요한 정보가 BIM 모델에 입력되어 있는 경우 이를 추출하면 된다. 속성정보연산은 IFC에서 지원하는 속성정보로는 적법성 판단을 할 수 없어 2차적인 가공을 통해 얻을 수 있는 것이다. 형상정보연산은 법규검토를 위해 필요한 정보가 BIM 모델의 속성정보로는 존재하지 않으며, 객체의 형상을 별도의 알고리즘을 통해 분석해서 얻는 것이다.

예를 들면, Fig. 5와 같이 계단의 각종 정보를 추출하기 위해서 해당 Entity인 계단을 의미하는 IfcStair와 IfcStairFlight를 확인해야 하며, 계단참의 유무를 확인하기 위해서는 IfcStair의 기본 속성인 ShapeType의 값을 확인해야 한다. ShapeType의 결과값은 Enumeration Type으로 사전정의가 되어 있으므로 이중 계단참을 포함하는 유형인 Two_Straight_Run_Stair, Quarter_Turn_Stair 등을 ShapeType 속성정보의 값으로 가질 경우 계단참을 포함하는 계단으로 판단할 수 있다.

또한, 계단의 단너비, 단높이를 검토하는 방법은 두 가지이며, Fig. 5와 같이 IfcStairFlight의 기본속성정보인 RiserHeight, TreadLength를 확인하는 방법이 있으며, Fig. 6과 같이 별도로 정의되어 있는 속성정보인 Pset_StairCommon의 RiserHeight,

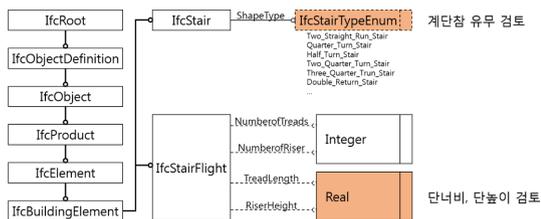


Fig. 5 EXPRESS-G diagram for stair code checking (1/3)

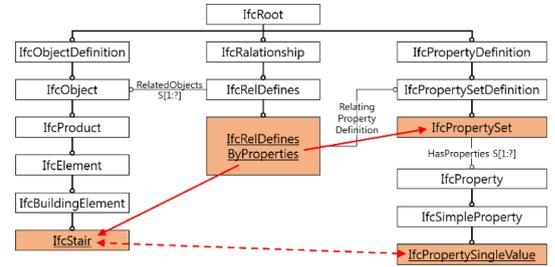


Fig. 6 EXPRESS-G diagram for stair code checking (2/3)

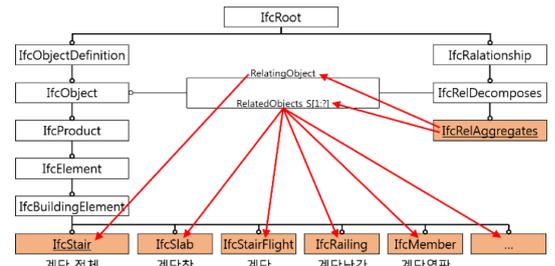


Fig. 7 EXPRESS-G diagram for stair code checking (3/3)

TreadLength를 확인하는 방법이 있다. 이와 같은 방법으로 Pset_StairCommon에서 IsExternal의 값이 False인지 검토함으로써 옥내 계단 여부의 결과를 얻을 수 있다.

계단의 난간 유무의 검토를 위해서는 Fig. 7과 같이 계단 전체와 계단의 각 부분의 관계를 가지고 있는 IfcRelAggregates가 가지는 속성을 확인하면 된다. 검토 대상이 되는 계단인 IfcStair를 RelatingObject의 값으로 지정하고 있어야 하며, RelatedObjects에 IfcRailing을 값으로 지정하고 있으면 계단에 난간이 설치된 것으로 판단할 수 있다.

하지만, 이는 IFC 2x3에서 제공하고 있는 사양을 기준으로 도출한 자료이다. PSET은 IFC 2x3의 정의에는 일부 포함되어 있지만, 추가적인 속성정보이기 때문에 실제 BIM 저작도구에서 작성된 IFC 모델은 PSET의 속성정보를 지원하지 않을 수 있다. 이 때문에 향후 BIM 저작도구에서 작성된 IFC 모델의 법규검토 이전에 사전검토를 통해 위에서 도출된 사항이 올바르게 Export 되었는지 검증하는 단계가 필요하다.

또한, 계단유효높이, 계단 및 계단참너비와 같이 BIM 모델내에 이에 대한 정보가 존재하지 않는 경우에는 각 객체의 형상정보연산을 통해 적법성

검토를 실행할 수 있는 항목에 대한 알고리즘 구현이 필요하다.

5. 결 론

최근 BIM의 도입이 확산되면서 BIM 프로세스의 결과물인 BIM 모델의 설계품질 검토가 이슈화되고 있다. 본 연구에서는 개방형BIM기반의 법규 검토 구현을 위하여 수많은 건축법 및 관련 법규를 분류하기 위한 방법으로 유형화 방안을 제시하였다. 또한, 유형화 방안을 실제 법규에 적용하여, BIM 모델에서 검토난이도에 따른 구현 우선순위를 설정하였다. 이처럼 분류된 법규는 실제 구현에 활용하기 위해 필요한 법규검토 요구정보를 법규원문에서 추출하였으며, 이를 개방형 BIM의 표준인 IFC에서 수용할 수 있는 정보와 매핑을 진행하였다. 이 과정을 통해 실제 정보를 추출하기 위해 필요한 기능을 도출하였으며, 법규검토 요구정보를 추출하기 위한 IFC의 객체와 속성정보를 제시하였다.

이는 법규검토 시스템 구현의 기초연구로서 향후 시스템 개발 효율성을 높일 수 있을 것이다. 추후 개발될 법규검토 시스템은 설계 및 인허가단계의 BIM 모델의 품질검토에 활용할 수 있다. 또한, 현재 국토교통부의 건축행정시스템 세움터에는 2D 도면기반의 인허가 시스템이 구축되어 있으며, 향후 구축될 BIM 기반 건축 인허가 프로세스에 법규검토 시스템을 활용될 수 있을 것이다.

본 연구에서는 정보 입력 및 활용의 경제성 측면을 고려하여 검토의 효과가 낮다고 판단되는 법규에 대해서는 유형화를 제외하였다. 향후 연구를 통해 상세도 높은 건물요소의 정보입력 방법과 BIM 모델에서 다루지 않는 외부정보의 활용 방법에 대한 연구가 필요할 것이다.

또한, 본 연구에서는 객체정보와 속성정보를 직접 활용하거나 응용하여서 요구정보를 얻는 항목을 사례로 들었다. 더 많은 법규검토항목의 확보를 위해서는 형상정보연산 및 BIM 모델에서는 획득할 방법이 없는 외부정보를 확보하는 방안에 대한 연구가 필요할 것이다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부 도시건축 연구개발사업

의연구비 지원(13AUDP-C067809-01)에 의해 수행되었습니다.

References

- Allison, M., 2007, Current Construction Industry Environment, *SmartMarket Report*, pp.6-7.
- Kwon, O. and Jo, C., 2011, Proposal of BIM Quality Management Standard by Analyzing Domestic and International BIM Guides, *Journal of the Korea Institute of Building Construction*, 11(3), pp.265-275.
- National Architectural BIM Guide, 2010, Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs.
- Kim, Y., Lee, S. and Park, S., 2012, Development of Rule-Set Definition for Architecture Design Code Checking based on BIM, *Korea Journal of Construction Engineering and Management*, 13(6), pp.143-152.
- Lee, J., 2013, A Study on Ways to Improve the Evacuation Facility Provisions for Buildings through Comparison Building Act among South Korea, the United States, and Japan, *Journal of the Architectural Institute of Korea Planning & Design*, 29(1), pp.81-89.
- Zhang, S., Teizer, J., Lee, J., Eastman, C. and Venugopal, M., Building Information Modeling (BIM) and Safety: Automatic Safety Checking of Construction Models and Schedules, *Automation in Construction*, 29, pp.183-195.
- Lee, C., Shim, U. and Ahn, Y., 2012, A Basic Study on Review the Classification System and the Process of BIM Information for an Automatic Review of Building Code, *Korea Journal of Construction Engineering and Management*, 13(5), pp.45-52.
- Choi, J., 2014, A Study on the Development of Code Checking System for Building Administration Process Applying Open BIM-based Process, Master dissertation, Kyung Hee University.
- DAUM Korean dictionary, <http://dic.daum.net/>
- Kang, J., 2013, A Study on the Development of Architecture Administration for Code Checking Support System in Open BIM Environments, Ph. D. dissertation, Kyung Hee University.
- buildingSMART International, Industry Foundation Classes(IFC) data model, <http://buildingSMART.org/>
- Jeong, Y., 2009, BIM Projects at Georgia Tech, *The BIM*, 2, pp.53-55.
- Seo, J., Kim, H. and Kim, I., 2012, Open BIM-Based Quality Control for Enhancing the Design Quality in the Architectural Design Phase, *Korea*

- Journal of Construction Engineering and Management*, 13(4), pp.3-15.
14. Eastman, C., Lee, J., Jeong, Y. and Lee, J., Automatic Rule-based Checking of Building Designs, *Automation in Construction*, 18(8), pp.1011-1033.
 15. Choi, J. and Kim, I., 2013, Development of Checklist for BIM based Architectural Design Quality Check, *Transactions of the Society of CAD/CAM Engineers*, 18(3), pp.177-188.
 16. Choi, J. and Kim, I., 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.
 17. Kim, I., Kim, H. and Choi, J., 2012, A Methodology for Design Quality Control of Super-tall Buildings based on BIM, *Journal of the Architectural Institute of Korea Planning & Design*, 28(10), pp.57-64.
 18. Korea Ministry of Government Legislation, <http://www.law.go.kr/>



김 인 한

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



최 중 식

1999년 경희대학교 건축공학과 졸업
 2001년 경희대학교 건축공학(건축정보기술) 석사
 2011년 경희대학교 건축공학(건축정보기술) 박사
 2009년~2013년 사단법인 빌딩스마트협회 기술연구소 수석연구원
 2013년 미국 버클리국립연구소(LBNL) Postdoctoral Fellow
 2013년~현재 경희대학교 공과대학 연구교수
 관심분야: BIM(Building Information Modeling), BIM Quality Control, 자동화 법규검토(Automated Code Checking), 데이터모델링 및 통합 전산설계환경(STEP, IFC), 건축정보기술, BIM 기반 에너지 성능평가



김 용 하

2012년 경희대학교 건축학과 졸업
 2012년~현재 경희대학교 일반대학원 건축학과 석사과정
 관심분야: BIM(Building Information Modeling), IFC(Industry Foundation Classes), BIM/GIS