3-A-4-양-1
비SCIE

BIM 기반 인허가법규 자동검토를 위한 RC 구조의 주요구조부 판별방안 제시

- 한국CDE학회 -

2024.11.

과 제 명	인공지능 기반의 건축설계 자동화 기술개발		
주 관 기 관	경북대학교 산학협력단		
총 연 구 기 간	2021. 04 . 01 - 2025. 12 . 31(4년 9개월)		
해당연도(4차년)	2024. 01 . 01 - 2024. 12 . 31(1년)		
구 성 기 술 명	구성기술 3	설계 품질검토 자동화를 위한 지능형 설계서비스 보급·활용 기술개발	
세 부 과 제 명	3-A	지능형 설계적법성 평가 및 건축행정 서비스 지원 기술개발	
공 동 연 구 기 관	경희대학교 산학협력단, ㈜코스펙이노랩		
연 구 기 관	경희대학교 산학협력단	**연구책임자**	김인한

한국CDE학회 논문집
Korean Journal of Computational Design and Engineering

Vol. 29, No. 3, pp. 187-200. September 2024
DOI https://doi.org/10.7315/CDE.2024.187

〈학술논문〉

pISSN 2508-4003
eISSN 2508-402X

BIM 기반 인허가법규 자동검토를 위한 RC 구조의 주요구조부 판별방안 제시

김동영 · 황경은 · 이세진 · 김인한†
경희대학교 건축학과

Proposal of a Method to Identify Main Structural Members in RC Structures for Automated Code Checking Based on BIM

Dongyoung Kim, Kyung-Eun Hwang, Sejin Lee, and Inhan Kim†
Department of Architecture, Kyung Hee Univ.

Received 19 June 2024; received in revised form 10 August 2024; accepted 12 August 2024

ABSTRACT

Open BIM-based code checking automatically determines whether building permit regulations are met, requiring the input of various property information during the BIM model production process. Among these inputs, the main structural members rely on user-added property information due to vague legal definitions. However, because these members are closely related to evacuation laws, a dichotomous check based on manual input information has limitations in securing reliable results. Therefore, this study proposes an algorithm to determine major structural members without manual input of property information. The algorithm clarifies the definitions of columns, walls, slabs, and beams based on the Building Structure Standard Rules and the National Construction Standards Glossary, identifying the basic conditions to be met. It also analyzes IFC format data to derive the property information that affects the identification of major structural members. Test BIM models are created and reviewed to evaluate the accuracy of the algorithm. This advancement reduces the amount of work associated with manual input and improves the reliability of code-checking results.

Key Words: Automated Code Checking, BIM, Building Act, Building Permit, IFC, Main Structural Member

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

최근 건설 산업은 다른 산업 분야와 비교하여 프로젝트의 복잡성과 기존 작업 방식에 대한 높은 의존도로 인해 자동화 및 인공지능 기술의 도입에 따른 디지털화 지수가 낮게 평가된다[1]. 건설 산업의 낮은 디지털화 지수와 생산성 저하 사이에 상관관계가 있음에도 불구하고[2]. 드론, 3D 프린팅과 같은 디지털 혁신을 이루기 위한 연구 방법이 제안되었으며[3], 그 중에서도 BIM(Building Information Modeling)은 기존 건설 프로세스를 개선함으로써 생산성을 향상시키기 위한 방안으로 대두되고 있다[4]. BIM은 건축물의 전 생애주기 단계에서 건축, 구조, MEP(Mechanical Electronic

†Corresponding Author, ihkim@khu.ac.kr
©2024 Society for Computational Design and Engineering

Plumbing) 분야의 속성정보와 3차원 형상을 기반으로 이해관계자 간의 협업을 촉진하는 디지털 협업 체계로써 주목받는 기술이다[5]. 국토교통부는 '건축 BIM 활성화 로드맵' 정책자료를 발표하고, 관련 R&D로 법규 검토, 설계 품질관리 등 BIM 설계 자동화 기술을 추진하고 있다[6]. 그 일환으로 BIM을 활용한 발주-설계 프로세스 디지털화, 디지털트윈 기반 재난안전관리 등의 연구가 진행되고 있다[7]. 그 중 품질 검토 분야는 자연어인 법규를 프로그래밍 언어로 로직화 하여 자동으로 검토할 수 있는 기술을 마련하고 있으며, 인증제도, 건축 인허가 법규 등 다양한 범위에서 BIM 설계 자동화 기술 연구가 이루어지고 있다[8,9]. 특히 건축 인허가 법규를 대상으로 하는 BIM 기반 품질 검토는 기존의 2D 기반 인허가 검토 프로세스와 비교하여 높은 효율성과 정확성 제공할 수 있다는 측면에서 이를 통한 인허가 처리기간의 단축이 기대된다[10,11].

개방형BIM 기반 인허가 법규 검토 자동화 기술은 설계단계에서 제작된 모델의 형상정보와 속성정보를 IFC(Industry Foundation Classes)[12]로 변환하여 적법성을 검토하는 과정을 통해 법규 기준의 충족 여부에 대한 자동 판별을 가능하게 한다. 이를 위해 선제적으로 요구되는 작업은 자연어로 구성된 법규를 프로그래밍 언어로 전환할 수 있도록 법규 문장에서 추출한 요구사항을 BIM 데이터와 대응시키는 것이다. 그러나 국내법 중 건축법의 경우에는 일부 항목이 모호하게 기술되어 있어 다양한 해석을 야기한다[13]. 예를 들어, 건축법 제2조 제7항에서는 주요구조부의 구성요소를 기둥, 내력벽, 바닥, 보, 지붕틀, 주계단으로 명시한다[14]. 보에는 2가지 유형이 있는데 주요구조부에 속하는 큰보(Girder)와 이에 해당하지 않는 작은보(Beam)로 되어 있다. 여기에서의 보는 큰보(Girder)를 의미하며 BIM으로 모델링을 할 때 보의 속성을 명확하게 정의하지 않을 경우, 적법성 검토하는 과정에서 작은보를 큰보로 판별하는 실수가 야기될 수 있다. 이러한 각 구성요소에 대한 정의는 건축법 하위 시행규칙인 건축물구조기준규칙에서 확인할 수 있지만, 모든 정의를 서술하고 있지는 않으므로 자연어로 구성된 법규를 프로그래밍 언어로 전환할 때, 법규 문장에서 추출한 요구사항을 BIM 데이터의 모든 구성요소와 대응시키기에 어려움이 있다. 이로 인해 법규 요구정보를 정확하게 추출하지 못하여 BIM 데이터와 매핑하는 데 한계가 발생한다. 이러한 문제에 대응하여 일부 법규 검토 분야에서는 사용자가 BIM 저작도구의 매개변수를 활용하는 방법을 활용하고 있으며[15], 이에 따라 논리값을 가지는 '주요구조부여부' 속성정보를 추가하도록 하고 있다. 이는 BIM 저작도구에서 객체 작성 시 자동으로 객체 관련 속성정보가 저장되는 것과 달리, 해당 객체에 추가적인 정보를 넣기 위한 별도의 작업이 요구된다. 그러나 사용자가 법규 검토 목적으로 입력해야 하는 속성 정보의 양이 프로젝트의 규모에 비례해 증가하게 되어, 법규 검토를 위한 속성정보 입력에 대한 업무 부담 가중 및 BIM 모델 제작에 있어 업무 효율성 저하를 야기한다[10]. 또한, 사용자가 직접 입력한 속성정보의 존재 여부만으로 주요구조부를 판별하는 방식은 객체가 실제로 정의를 충족하는지에 대한 분석이 이루어지는 것이 아니기 때문에 검토의 신뢰성을 확보하는 데 한계가 있다. 따라서, 개방형 BIM 기반의 건축 인허가 법규 검토 과정에서 정확성과 신뢰성을 확보하기 위해서는 사용자가 임의적으로 입력한 속성 정보에 의해 이분법적으로 판별되는 것이 아닌, 사용자가 작성한 BIM 정보를 기반으로 주요구조부 여부를 판단해주는 기능이 요구된다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 BIM 기반 인허가 법규 검토 결과의 신뢰성과 정확성을 확보하기 위해 속성정보의 수동입력 없이 주요구조부 여부를 자동으로 판별하는 방안에 대한 알고리즘을 제안하고자 한다. 이를 위해 용어의 정의를 명확화하는 과정에서 건축물구조기준규칙 외에도 건축분야의 표준자료인 '국가건설기준 용어집'을 활용한다. 또한, BIM 데이터 분석을 통한 주요구조부 판별에 활용할 수 있는 속성정보를 도출한다. 본 연구에서는 BIM 모델 제작 시 객체의 활용빈도가 높아 수동 속성입력 과정에서 휴먼에러가 발생하기 쉬운 주요구조부 중 기둥, 내력벽, 바닥, 보를 연구대상으로 하며, 2개의 RC(Reinforced Concrete) 구조 BIM 모델을 활용하여 알고리즘의 성능을 검증고자 한다. 본 연구를 통해 법규검토만을 목적으로 하는 속성 정보를 사전에 입력하는 작업 없이 주요구조부를 자동으로 판별하는 방식을 도입한다면, BIM 모델 제작 과정에서의 작업량 감소외에도 평가 결

과의 신뢰성 및 정확성 확보에 기여할 수 있을 것이며, 건축 인허가 단계에서의 작업 효율성과 품질을 향상시키는 긍정적인 영향을 미칠 것으로 사료된다.

2. 선행연구 분석

2.1 법규의 모호성 문제 해결방안

이현수 외(2016)[16]는 한국의 건축법을 분석 대상으로 법규의 자연어 문장을 검토하고, 이를 프로그래밍 가능한 알고리즘으로 전환하는 방법론에 대해 연구하였다. 건축법 중 승강기에 관한 규정인 제64조와 계단의 설치에 대한 규정인 시행령 제34조를 사례로 제시하며, 법규의 핵심 요구 사항을 추출하고, KBimLogic 소프트웨어를 이용해 프로그래밍 언어로 변환하였다. 한국 건축법의 모호성 문제를 인식하고, 법규 문장을 구성하는 주요 구문 요소인 명사구와 동사구를 분리하여 처리함으로써 사용자 친화적인 접근 방안을 제안하였다. Soliman-Junior, J. 외(2020)[17]는 의료 설계 분야에서 법규 검토를 가능하게 하는 의미 중심 프레임워크의 개발을 연구하였다. 디자인 과학 연구 방법론을 적용하여 대학병원 재개발 프로젝트 대상으로 의료시설 안전을 위한 표준 규정인 RDC No.50을 분석하였다. 추출한 요구사항의 60% 이상이 정성적이거나 모호한 특성을 지녔으며, 명시적 요구사항으로의 전환을 필요로 하였다. 이를 통해 의료 시설의 복잡한 설계 과정에서 규정 및 요구 사항의 특성이 논리적 규칙으로의 전환 가능성에 영향을 미친다는 것을 파악하였다. Zhang, Z. 외(2023)[18]는 건축분야의 자동 법규 검토와 관련한 건물 요구사항의 모호성 문제를 해결하기 위해 HBN(Health Building Note)으로부터 요구사항을 분석하였다. 귀납적 접근 방식을 통해 실제 산업에서 활용하기 적합한 데이터를 기반으로 모호성 분류 체계를 수립하였다. 특히, 분석 과정에서 일부 조항은 암묵적인 지식을 내포하고 어휘 자체가 다양한 해석의 가능성을 지닌다는 점을 도출하였다.

2.2 BIM 기반 법규 검토를 위한 속성 정의 방안

조근하 외(2014, 2015)[19,20]는 건설산업에서 BIM을 도입하기 위한 건설정보 분류체계의 낮은 활용 가능성을 인식하여 관련 개선방안을 연구하였다. BIM에서의 객체표현과 속성표현에 대한 표준을 확보하여 범용성을 향상시키기 위해 IFC를 기반으로 분석함으로써 기존 분류체계의 확장 가능성을 제시하였다. 이어 후속연구(2016)[21]에서는 BIM 적용을 위해 건설 정보 시스템의 공간 분류 체계

Table 1. Summary of previous research

Category	Year	Author	Contents
Regulatory ambiguity	2016	Lee, H. et al.	Separation of noun phrases and verb phrases from regulatory sentences and conversion into programmable algorithm
	2020	Soliman-Junior, J. et al.	Analysis of safety standard regulations for healthcare facilities, considering the feasibility of converting regulations into logical rules
	2023	Zhang, Z. et al.	Establishment of an ambiguity classification system by analyzing requirements from HBN based on an inductive approach
Property definition for BIM-based code checking	2014	Cho, G. et al.	Analysis of standards for objects and attributes, proposing scalability for the construction information classification system
	2015	Cho, G. et al.	
	2016	Cho, G. et al.	Improvement of the space classification system through the development of spatial items and codes
	2017	Kim, I. et al.	Establishment of a framework for mapping regulatory requirements to IFC 2x3 data
	2021	Kim, I. et al.	Proposal of an algorithm for classifying emergency staircases through manual input of attribute information
	2023	Yu, E. et al.	Expanding the versatility of BIM data by mapping green building certification assessment requirements to BIM data

를 개선하는 것을 목표로 공간 항목 및 코드 개발에 중점을 두었다. 기존 건설 정보 분류 시스템이 BIM 데이터의 표준화와 효율적인 표현에 있어 미비함을 인식하고, 이를 보완하기 위해 새로운 공간분류체계를 개발하였다. 이를 통해 자연어인 공간의 명칭을 코드로 분류하고, BIM 속성정보에 활용하여 IFC 기반으로 품질검토 수행을 가능하게 하였다. 김인한 외(2017)[22]는 BIM 데이터 간의 상호운용성을 향상시키기 위한 목적으로 인허가 단계에서 검토가 요구되는 법규와 BIM 데이터를 매핑하는 방안에 대하여 연구하였다. 건축법을 분석하여 적법성 검토 시 고려해야 할 객체정보와 속성정보를 추출하고, IFC 2×3 데이터와 매핑하였다. IFC 데이터의 구조적 특성으로 인해 검토를 위한 기존의 BIM에서 제공하는 수준 외의 추가적인 정보가 요구되는 경우 매개변수를 활용하여 속성정보를 입력함으로써 BIM 기반 법규 검토의 신뢰성 확보를 위한 속성정보 매핑 체계를 구축하였다. 또한, 후속연구(2021)[23]에서는 개방형BIM 기반으로 피난계단을 분류하는 방법론을 제시하였다. 사용자가 수동으로 입력해야 하는 속성정보를 기반으로 피난계단과 특별피난계단, 외부피난계단을 분류할 수 있는 알고리즘을 제안하였다. 이를 통해 BIM 모델만으로 건축물의 피난계단 관련 법규를 검토할 수 있다는 가능성을 보여주었다. 유은상 외(2023)[24]는 BIM 기반 녹색건축 인증평가를 위한 데이터 체계화 방안을 연구하였다. 녹색건축 인증해설서 평가항목으로부터 요구정보를 추출하여 BIM 라이브러리 속성정보와 매핑함으로써 속성정보의 유형을 식별정보, 위치 정보, 자원정보, 형상정보로 분류하였다. 이러한 분류를 통해 평가 과정에서 요구되는 정보와 일치하지 않는 데이터를 사전에 식별하였다. 체계화된 요구 정보에 기반한 속성 정보는 IFC 데이터를 활용하여 평가할 수 있는 가능성을 제시함으로써 BIM 데이터의 범용성을 향상시키는 기반을 마련하였다.

2.3 소결

선행연구를 분석한 결과, 해외 연구에서는 BIM 기반 법규 자동 검토 시스템 개발과정 중 정량적 법규의 로직화와 별개로 정성적 법규의 로직화를 위해 의미론적 모호성을 해결하는 것에도 중점을 둔다. 이를 위해 법규 문장으로부터 요구사항 추출 시 발생할 수 있는 문제점을 분석함으로써 법규 해석의 명확성을 높이는 연구의 필요성을 제시하였다. 국내에서도 유사한 연구가 진행되어, 건축법을 중심으로 프로그래밍 가능한 알고리즘을 개발하기 위한 노력이 이루어졌다. 법규 문장의 명사구와 동사구를 구분하여 건축법 문장을 로직화하는 작업을 수행하였으며, 법규 및 규정을 BIM 데이터와 연계하여 검토할 수 있는 방법론을 개발하였다.

그러나 해당 방법론은 문장구성 특성상 하나의 문장 안에 여러 개의 명사구와 동사구가 존재함을 모호함으로 정의하였으며, 정량적 분석이 가능한 법규를 프로그래밍 언어로 변환하는 데 적합하다. 반면, 본 연구에서는 법규문장에 사용된 용어의 정의가 불명확함을 모호성으로 정의하며, 하나의 법규문장이 아닌 상하위법규 및 국가표준자료를 기반으로 용어의 명확화를 수행하고, 이를 BIM 데이터 기반으로 판별하기 위한 목적을 가진다. 또한, 피난 관련 법규 검토 과정에서 사용자가 수동으로 입력해야 하는 정보를 자동으로 입력될 수 있도록 하여, 법규검토 과정에서의 업무적 편의성과 정확성 향상을 도모하는 데 차별성이 있다.

주요구조부의 경우, 각 구성요소에 대한 정의는 속성정보의 수동 입력으로 구분할 수 있도록 하였지만, 이는 사용자의 판단에 따라 결과가 달라질 있는 변동성을 가진다. 그러므로 건축법 시행령 제34조의 직통계단의 설치 관련 법규, 건축법 시행령 제35조의 피난계단의 설치 관련 법규, 건축법 시행령 제46조의 방화구획의 설치 관련 법규 등 피난 관련 법규에 바로 적용한다면, 관련 법규 검토 결과는 사용자마다 달라질 수 있기 때문에 신뢰성을 확보하기 어렵다. 따라서 본 논문에서는 피난 관련 법규의 검토에 기초가 되는 기둥, 내력벽, 바닥, 보를 대상으로 각 구성요소를 명확하게 정의하고, BIM 데이터를 기반으로 주요구조부 여부를 판별하는 알고리즘을 제안하고자 한다.

3. 주요구조부 판별을 위한 단계

본 연구는 건축 인허가 단계에서 법적 요구사항을 충족하는 주요구조부의 식별에 중점을 두고 있으며, 이를 위해 BIM 저작 도구인 Revit에서 추출한 기본 속성정보를 활용한다. 이 과정은 Fig. 1에 설명되어 있으며, 분석 단계와 검증단계로 구분된다.

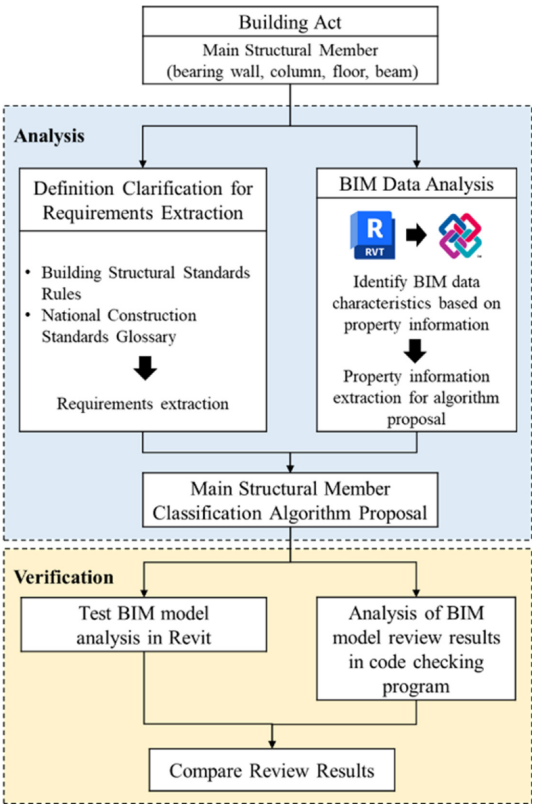

Fig. 1 Methodology for proposal of main structural member classification algorithm

3.1 분석 단계

주요구조부 판별 알고리즘을 제안하기 위해 본 연구에서는 첫번째로 건축물구조기준규칙 및 국가건설기준 용어집을 참고하여 주요구조부의 구성요소에 대한 범위와 정의를 명확화하고, BIM 데이터와 매핑 가능한 요구사항을 파악한다. 건축법 제2조 제7항에서는 '주요구조부'의 구성요소에 대한 정의를 연관 법규를 통해 제시하지 않지만, 건축물구조기준규칙에서 정의하는 '구조부재'를 통해 일부 해석이 가능하다. 하지만, '주요구조부'와 '구조부재'는 서로 다른 의미를 가지고 있기 때문에 해당 시행규칙에서 제공하는 정의를 활용하기 이전에 각 용어의 범위를 우선적으로 분석한다. 또한, 건축물구조기준규칙에서 명시된 정의는 연구 대상 중 일부만 해당하기 때문에 국토교통부에 의해 마련된 국가건설기준 용어집을 활용하여 용어를 정의한다. 이처럼 용어의 범위와 정의를 분석한 이후에는 BIM 데이터와 매핑이 가능한 요구사항을 도출한다.

두번째로 IFC 파일을 분석하여 주요구조부를 판별하기 위해 활용가능한 속성정보를 추출한다. BIM 저작도구인 Revit 2024에서 객체 작성 시 제공하는 기본기능을 활용하며, 이를 IFC 포맷으로 추출하여 표현되는 속성정보를 분석한다. BIM 저작도구에서 기둥, 벽, 바닥, 보는 속성의 설정에 따라 건축부재 또는 구조부재로 표현되며, 그 중에서도 주요구조부를 판별할 수 있는 속성정보를 추출한다. 이후에는 4가지 부재를 대상으로 도출한 정의에서 요구하는 기본 충족 조건을 준수하고, 주요구조부를 판별할 수 있는 속성정보를 기반으로 알고리즘을 제시한다.

3.2 검증 단계

검증 단계에서는 활용될 테스트 BIM 모델을 제작하고, 이를 구현된 소프트웨어를 통해 검토함으로써 각 구성요소별로 주요구조부의 판별 결과를 평가하여 알고리즘의 정확성을 확인한다. 검증에 활용되는 테스트 BIM 모델은 2개이며, 모두 RC 구조 기반의 건축물이다.

4. 분석 결과 및 알고리즘 제안

4.1 요구사항 추출을 위한 용어 정의 분석

건축법 시행령 및 모든 시행규칙에서 주요구조부의 구성요소에 해당하는 정의가 존재하는지 파악한 결과, '건축물구조기준규칙' 제2조 외에는 명시된 법규가 없는 것으로 파악하였다. 건축물구조기준규칙의 제2조 제1호에 따르면, 구조부재는 기초, 벽, 기둥, 바닥판, 지붕틀, 토대, 사재 및 가로재(보, 도리 및 유사 부재 포함) 등 구조 내력을 가

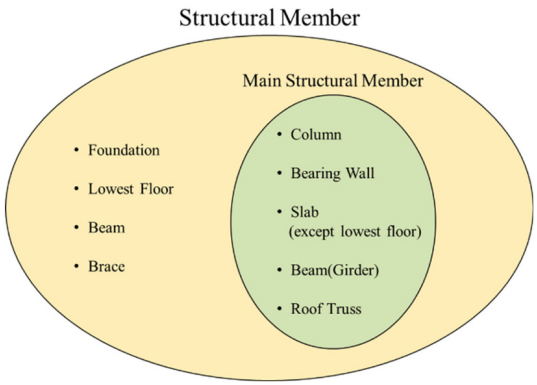

Fig. 2 Scope of structural member and main structural member

진 구성요소들을 포괄한다고 명시하며, 같은 법 5호와 6호에서는 벽과 기둥에 대한 정의를 확인할 수 있다. 이러한 구조부재의 정의는 주요구조부와 비교했을 때 서로 유사한 구성요소를 공유하고 있음을 알 수 있으며, Fig. 2는 구조부재와 주요구조부의 범위를 분석한 결과를 나타낸다.

분석 결과, 주요구조부가 구조부재의 부분집합에 속함을 나타내며, 이를 통해 구조부재의 벽과 기둥에 대한 정의를 주요구조부와 공유할 수 있음을 확인하였다. 또한, 구조부재의 정의에 따라 구조 내력을 가지지 않는 사잇기둥, 건축벽, 건축바닥 등 구조부재에 속하지 않는 건축부재도 구분될 수 있음을 알 수 있었다. 다시 말해서, 부재는 건축부재와 구조부재로 구분이 될 뿐만 아니라 구조부재에서는 일부만이 주요구조부로 범위가 한정된다는 것이다. 이에 따라 기둥의 경우에는 모든 구조기둥이 주요구조부 범위 안에 속하기 때문에 별도의 구조부재로 구분하지 않고, 오직 주요구조부와 건축부재로의 구분만이 요구된다는 점을 도출하였다. 이와 같은 방식으로 각 구성요소는 포함 범위에 따라 2개 또는 3개로 구분할 수 있으며, 이는 Table 2과 같이 정리되었다.

앞서 범위 분석을 통해 주요구조부가 구조부재의 부분집합에 속하는 관계를 기반으로 기둥과 벽에 대한 정의를 파악할 수 있음을 도출하였지만, 바닥과 보에 대해서는 여전히 정의되지 않았다. 이는 국토교통부 주관으로 정의한 국가건설기준 용어집을 참고함으로써 파악하였다. Table 3는 건축물구조기준규칙과 국가건설기준 용어집을 기반으로 한 용어의 정의를 추출한 것이다.

BIM 저작도구에서 객체를 생성하면, 해당 객체에 대한 위치정보 외에도 재료정보, 치수 및 단면정보를 파악할 수 있으며, 이를 기반으로 Table 3에 정의된 문장과 매핑 가능한 요구사항을 분석하였다. 분석 결과는 BIM 데이터를 활용하여 파악할 수 있는 정성적 요구사항과 별도의 알고리즘을 추가해야 하는 정성적 요구사항으로 구분되었다. 기둥에 대해서는 높이가 최소단면치수의 3배 이상, 벽에 대해서는 두께에 직각으로 측정한 수평치수가 그 두께의 3배 이상이라는 정량적 요구사항을 도출하였다. 또한, 보에 대해서는 부재의 양 끝단에 접하는 객체가 기둥인 경우에는 큰보(Girder), 보에 접하는 경우에는 작은보(Beam)로 구분되는

Table 2. Classification type according to object

	Bearing Member		Non-Bearing Member
Object	Main Structural Member	Structural Member	Architectural Member
Column	O	X	O
Wall	O	X	O
Slab	O	O	O
Beam	O	O	X

Table 3. Definition of objects based on law and standard

Object	Reference	Term	Definition
Column	Building Structural Standards Rules	Column	a member whose height is three times or more than the minimum cross-sectional dimension and is mainly used to support axial compressive loads
Bearing Wall	Building Structural Standards Rules	Wall	a vertical member whose horizontal dimension measured at right angles to its thickness exceeds three times its thickness
Slab	National Construction Standards Glossary	Floor	A plate member that supports the train load through ballast, sleepers, rails, etc. and is supported by other members.
		Slab	A plate divided on all sides by the center line of a column, beam, or wall, and a member whose influence on axial force can be ignored during design.
Beam	National Construction Standards Glossary	Beam	A structural member that primarily has the function of resisting bending moment and supports the slab and is connected to the large beam
		Girder	Beam connecting columns or cantilever beam connected from columns

정성적 요구사항을 파악할 수 있었다. 이러한 요구사항은 주요구조부를 판별하기 이전에 객체의 정의를 준수하는지를 평가하는 목적을 가지고 있으며, 정량적 요구사항의 경우에는 객체의 치수에 해당하는 Length, Width, Height 치수정보로 평가할 수 있다.

4.2 속성정보 추출을 위한 BIM 데이터 분석

해당 단계에서는 주요구조부 판별에 기여하는 속성정보를 추출하였다. 이를 위해 Revit 2024에서 기본기능으로 제작가능한 모든 기둥, 벽, 바닥, 보 객체를 IFC 포맷으로 추출하여 표현되는 속성정보 데이터를 분석하였다. 이에 따라 주요구조부, 구조부재, 건축부재를 구분하기 위한 속성정보는 Table 4과 같이 정리되었다.

기둥의 경우에는 BIM 저작 도구 내에서 'Structural' 속성정보의 유무를 통해 구조부재와 건축부재를 구분하는 메커니즘을 검토하였다. IFC 포맷에서는 구조 기둥에 대해 'Category'와 'LoadBearing' 값이 모두 'True'로 설정되는 반면, 건축부재에 대해서는 두 속성정보가 'False'로 설정됨을 확인하였다. 이러한 차이점은 IFC 포맷에서 주요구조부와 건축부재를 명확히 구분할 수 있는 기준을 제공한다.

벽의 경우에는 'Structural'과 'Structural Usage' 속성정보에 따라 'LoadBearing' 값을 조정하는 방법을 검토하였다. 특히, 'Structural' 속성이 'False'로 설정된 경우는 'Usage' 값의 입력이 제한됨을 확인하였으며, 이러한 설정은 구조적 요소의 분류 기준으로 활용할 수 있다. Table 4에 제시된 속성을 기반으로 입력할 수 있는 값의 모든 경우를 분석한 결과, 'Structural' 속성정보가 'True'이고, 'Structural Usage' 속성정보가 'Bearing'으로 설정된 경우에만 'Loadbearing' 값이 'True'로 나타나는 것을 관찰하였다. 이는 해당 조건을 만족하는 벽만 내력벽으로 간주할 수 있는 기준임을 의미한다. 그러나 'Structural Usage' 속성정보가 'Shear' 또는 'Structural Combined'로 설정된 항목에 대해서는 'LoadBearing'이 'False'로 나오지만, 그럼에도 해당 부재는 실질적으로 구조적 내력을 가지고 있기 때문에 구조부재로 판단하여야 한다.

바닥은 3가지의 'Category'를 가지고 있으며, 모든 객체가 구조적인 속성을 가지고 있더라도 그 용도가 다양하기 때문에 공간의 바닥으로만 사용되는 특정한 값을 파악할 필요가 있다. 기초 슬라브는 'Structural foundations'로 분류되어 최하층 구조바닥보다 아래에 접하는 구조부재에 속하며, 계단참은 'Landings'으로 명시되어 계단을 연결하는 구조부재이다. 이와 별도로, 바닥은 'Floors'에 속하며, 이는 건축 및 구조 바닥을 아우르는 광범위한 분류에 해당한다. 따라서 카테고리를 기반으로 바닥을 추출하여 용도를 구분하고, 이후에 'Structural' 속성에 따라 건축부재과 구조부재를 구분할 필요가 있다. 특히 최하층 구조바닥이 구조부재이며, 이 외의 구조바닥은 주요구조부임을 유의하여 객체의 위치정보를 기반으로 주요구조부를 판별해야 한다.

보는 구조객체를 기본값으로 설정하여 'Structural Usage' 속성을 기준으로 주요구조부를 판별할 수 있으며, 'Girder'인 경우에는 주요구조부, 'Other'인 경우 구조부재로 구분한다. 그러나 보는 실제 모델링 과정에서 설계회사마다 구분하는 방법이 상이하며, 객체의 이름 앞에 'G.'를 붙임으로써 큰 보를 구분하기도 한다. 이는 설계회사로부터 제공

Table 4. Analysis of BIM data related to structure

IFC Entity	Property name	Data Type	Value
IfcColumn	Category	String	Structural Column / Column
	LoadBearing	Bool	True / False
IfcWall StandardCase	Structural	Bool	True / False
	Structural Usage	String	Non-Bearing / Bearing / Shear / Structural Combined
	LoadBearing	Bool	True / False
IfcSlab	Category	String	Floors / Landings / Structural foundations
	Structural	Bool	True / False
	LoadBearing	Bool	True / False
IfcBeam	Structural Usage	String	Girder / Other / Horizontal Bracing / Joist / Purlin

받은 5가지 유형의 샘플모델을 분석한 선행연구에서 파악한 자료를 근거로 한다[25]. 그러므로 보의 경우에는 속성정보 기반 구분이 아닌 4.1장에서 도출한 보의 정성적 요구사항을 기반으로 큰 보와 작은 보를 구분할 수 있도록 할 필요가 있다.

이러한 BIM데이터 분석을 통해 'Category', 'LoadBearing', 'Structural', 'Structural Usage' 속성정보를 바탕으로 각 구성요소가 어떤 정보를 필요로 하는지 파악할 수 있다. 이는 알고리즘을 제안하는 단계에서 각 구성요소의 특성을 반영한 알고리즘을 만드는 데 활용될 수 있다.

4.3 주요구조부 판별 알고리즘 제안

주요구조부의 각 구성요소에 대한 정의와 BIM 데이터 분석을 바탕으로 주요구조부를 판별하는 알고리즘을 제안하고자 한다.

정의 분석 단계에서 요구사항을 반영하여 각 구성요소에 대한 기본 조건을 만족하는지 여부를 판별할 수 있도록 한다. 또한, 속성정보 중에서 주요구조부 판별의 결과를 좌우할 수 있는 영향변수를 설정한다. BIM 데이터 분석을 기반으로 4가지 속성정보의 관계를 파악해보았을 때, Table 4에서 언급된 'LoadBearing' 속성정보의 값은 'Category', 'Structural', 'Structural Usage' 속성정보의 값에 따라 결정되는 변수인 것으로 확인되었다. 다시 말해서, 'LoadBearing' 속성정보는 사용자가 직접적으로 제어할 수 없는 요소이며, 주요구조부를 판별하는 영향변수의 역할을 수행하지 못한다. 반면에 이를 제외한 3가지 속성정보는 사용자가 프로젝트의 특성에 맞게 유동적으로 조정할 수 있는 속성정보이다. 따라서 본 논문에서 제안하는 알고리즘은 'LoadBearing' 속성정보를 제외한 3가지 속성정보를 기반으로 구성한다.

기둥은 Table 2와 Table 3에 따라 주요구조부와 건축부재로 구분하며, 높이가 최소단면치수의 3배 이상인 조건으로 정의를 만족하는지를 우선적으로 파악한다. 이후 'Category' 속성정보를 기반으로 'Structural Column' 값으로 설정된 객체만 주요구조부로 판별할 수 있도록 한다. Fig. 3은 이를 순서도로 나타낸 것이다.

벽은 주요구조부와 건축부재로 구분하며, 두께에 직각으로 측정한 수평 치수가 그 두께의 3배 이상인 조건으로 정의를 만족하는지 파악한다. 이후 'Structural' 속성정보의 값이 'True'이고 'Structural

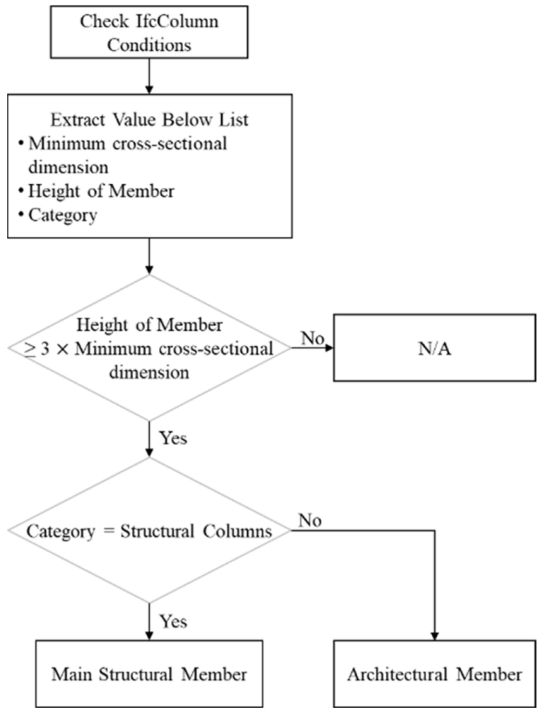

Fig. 3. Flowchart for column classification

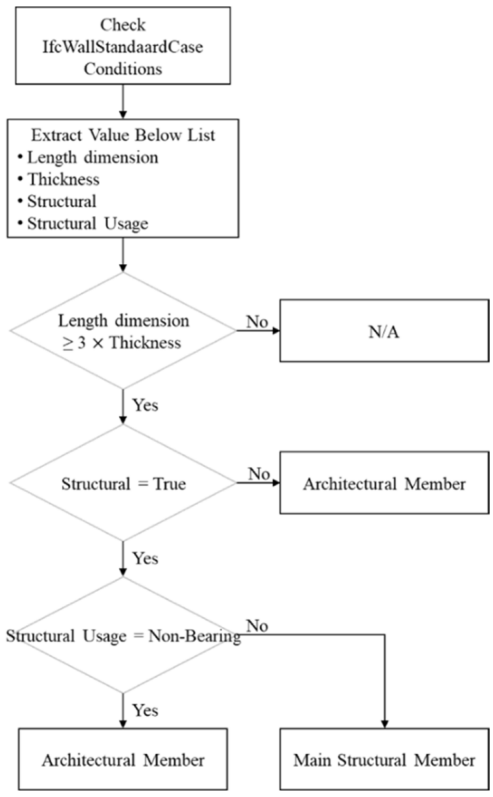

Fig. 4. Flowchart for wall classification

Usage' 속성정보의 값이 'Non-Bearing'이 아닌 경우만 주요구조부로 판별하며, 이외의 경우에는 건축부재로 구분할 수 있도록 한다. Fig. 4는 이를 순서도로 나타낸 것이다.

바닥은 최하층에 존재하는 구조바닥이 주요구조부에 포함되지 않는다는 점에 주목하여 주요구조부와 구조부재, 건축부재로 구분한다. 바닥객체의 용도는 계단참, 기초 등 다양하므로 공간의 바닥으로 사용되는 객체를 우선적으로 파악한다. 따라서 'Category' 속성정보가 'Floors'인 객체를 찾는다. 이후 최하층 바닥 객체를 추출하여 'Structural' 속성정보의 값으로 구조부재와 건축부재를 구분한다. 반면 최하층 바닥에 해당하지 않는 경우에는 'Structural' 속성정보의 값이 'True'인 객체만 주요구조부로 판별하고, 이외에는 건축부재로 판별한다. Fig. 5는 이를 순서도로 나타낸 것이다.

보는 큰 보와 작은 보로 나뉠 수 있으며, 이는 각각 주요구조부와 구조부재로 구분한다. 앞서 제안한 기둥, 벽, 바닥에 대한 순서도는 속성정보를 기반으로 구성되었지만, 보의 경우에는 설계회사마다 구분 방식이 상이한 점을 고려할 필요가 있다. 따라서 속성정보 기반 판별이 아닌 정의 기반 판별 방법으로 알고리즘을 구현한다. 다시 말해서, 보의 양 끝단에 접하는 객체가 기둥인 경우에는 주요구조부로 판별하고, 이외의 경우에는 구조부재로 판별할 수 있도록 한다. Fig. 6는 이를 순서도로 나타낸 것이다.

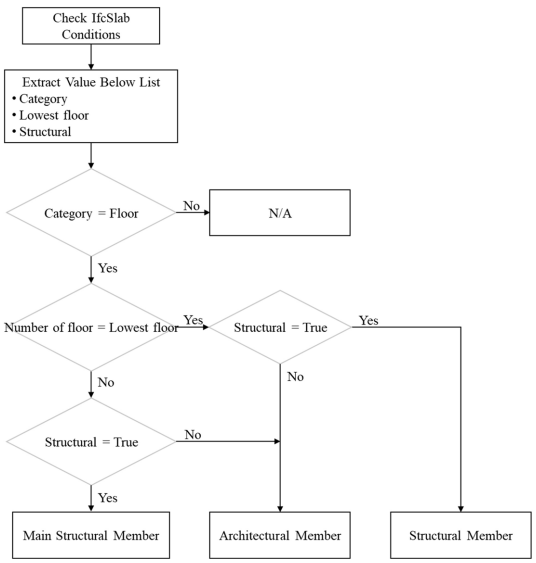

Fig. 5. Flowchart for slab classification

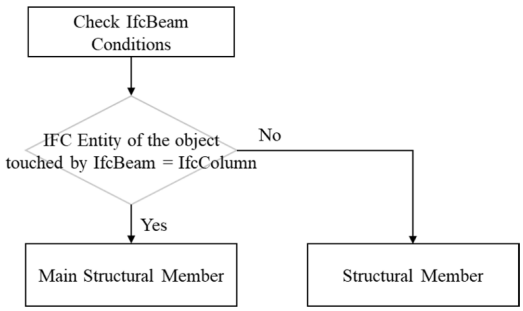

Fig. 6. Flowchart for beam classification

5. 주요구조부 판별 알고리즘 검증

5.1 테스트 BIM모델 작성 및 분석

본 연구에서 제안한 주요구조부 판별 알고리즘은 개방형 BIM 기반의 인허가 법규 검토에 활용될 목적으로 개발되었다. 따라서 알고리즘을 검증하기 위한 테스트 BIM 모델 대상으로 검토하였다. 본 연구에서 사용하는 BIM 모델은 2개의 RC 구조 기반의 건축물이다. 각각의 건축물은 지하1층 지상5층 규모의 업무시설과 지상3층 규모의 교육시설이며, Fig. 7과 같다. 평가대상에 속하는 기둥, 벽, 바닥, 보는 Table 3에서 작성한 Property Information 중 'LoadBearing'을 제외한 속성정보를 입력하였으며, 건축 및 구조적 역할에 맞게 구분하여 입력하였다. 예를 들어, 벽이 구조적인 역할을 수행한다면 Fig. 8과 같이 'Structural' 속성을 체크한 후, 'Structural Usage'의 값을 'Bearing'으로 설정하여 객체를 작성하였다. 이는 '주요구조부여부' 속성 입력과 달리, 물량산출 등 BIM 모델의 정보를 구분 또는 분석하기 위한 목적의 범용적인 정보이며, 이를 기반으로 주요구조부를 판별하고자 한다.

이러한 방법으로 작성한 BIM 모델을 하나씩개

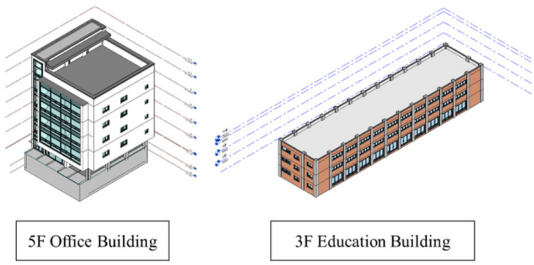

Fig. 7. Test BIM models for determination of main structural member

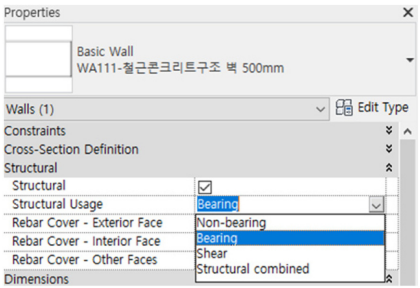

Fig. 8. Method for preparing property information for identifying main structural member(wall)

수를 산정하여 분석한 결과, 건축 기둥, 구조벽, 구조바닥은 존재하지 않으며, 주요구조부 여부 및 부위별에 따른 10가지 분류 중 7가지에 대해서만 평가할 수 있는 것으로 파악하였다. 따라서 이를 기반으로 주요구조부 여부를 판별한다면, 5층 업무시설에 대해서는 기둥의 경우 95개 중 95개, 벽의 경우 770개 중 219개, 바닥의 경우 27개 중 11개, 보의 경우 260개 중 171개로 평가될 것으로 예상할 수 있다. 또한, 3층 교육시설에 대해서는 기둥의 경우 145개 중 145개, 벽의 경우 1771개 중 175개, 바닥의 경우 32개 중 3개, 보의 경우 222개 중 186개로 평가될 것으로 예상할 수 있다. Table 5는 BIM 모델에서 사용된 부위별 객체의 수량을 나타내며, 알고리즘 검증 단계에서 평가지표로 활용한다

Table 5. Quantity of each member of the BIM models

Building Type	Object	Member Classification	Count (EA)
5F Office Building	Column	Main Structure	95
		Architecture	0
	Wall	Main Structure	219
		Architecture	551
	Slab	Main Structure	11
		Structure	0
		Architecture	16
	Beam	Main Structure	171
		Structure	89
3F School Building	Column	Main Structure	145
		Architecture	0
	Wall	Main Structure	175
		Architecture	996
	Slab	Main Structure	3
		Structure	1
		Architecture	28
	Beam	Main Structure	186
		Structure	36

5.2 주요구조부 판별 결과 분석

주요구조부 구성요소 중 기둥, 내력벽, 바닥, 보를 포함하는 테스트 BIM 모델을 IFC 포맷으로 변환한 후, 제안된 알고리즘을 적용하여 각 구성요소의 평가 결과에 대한 적합성을 확인하였다. Fig. 9는 주요구조부 판별 알고리즘을 적용한 개방형 BIM 기반 법규검토 프로그램에서 검토를 수행한 화면이다.

기둥의 경우에는 각각 95개, 145개의 기둥이 주요구조부로 판별되었으며, Fig. 10은 기둥에 대한 주요구조부 판별 결과를 나타낸다. 모든 구조기둥

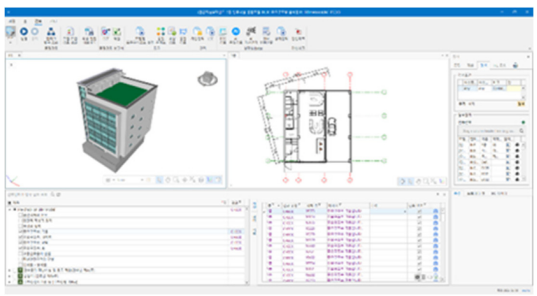

Fig. 9. Review screen applying the main structural member classification algorithm in the open BIM-based code checking system

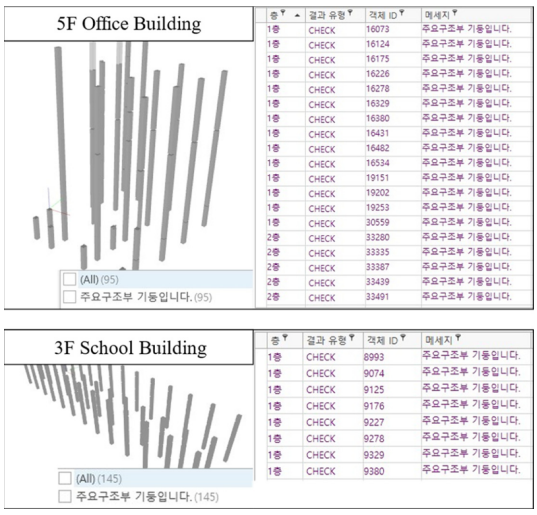

Fig. 10. Column classification analysis results

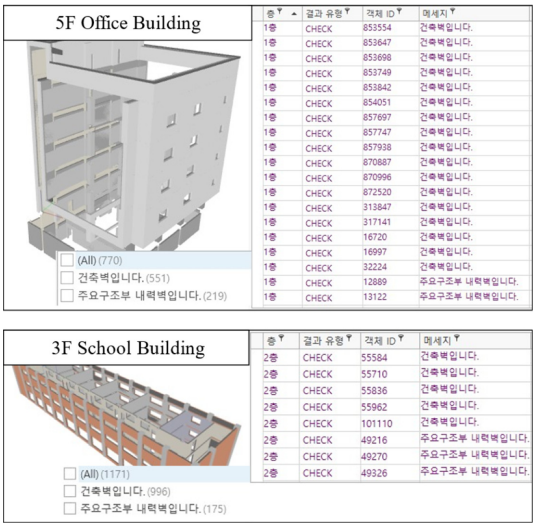

Fig. 11. Wall classification analysis results

은 주요구조부이기 때문에 평가 결과는 적합하게 평가되었다.

벽의 경우에는 각각 219개, 175개의 주요구조부와 551개, 996개의 건축부재로 판별되었으며, Fig. 11은 벽에 대한 주요구조부 판별 결과를 나타낸다. 이는 5.1장에서 산정한 수량과 일치하므로 적절하게 평가되었다고 볼 수 있다.

바닥의 경우에는 각각 11개, 3개의 주요구조부와 16개, 28개의 건축부재로 판별되었으며, Fig. 12는 바닥에 대한 주요구조부 판별 결과를 나타낸다. 최하층인 지하1층 바닥은 주요구조부에서 제

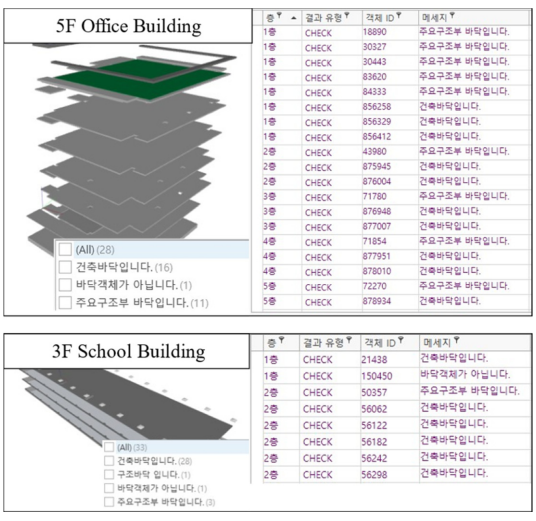

Fig. 12. Slab classification analysis results

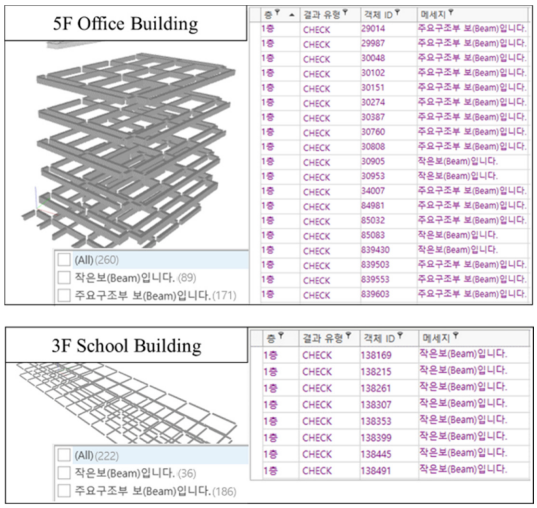

Fig. 13. Beam classification analysis results

외된다는 점을 고려할 때, 1층 바닥이 주요구조부로 판별되는 것은 적절하다고 판단된다. 또한, 지하1층에 있는 기초 슬라브가 바닥의 역할을 동시에 수행함에도 불구하고 해당 객체의 'Category' 속성정보 'Structural foundations'로 분류되어 바닥이 아닌 기초로 분류되기 때문에 바닥객체가 아닌 것으로 평가되었다.

보의 경우에는 각각 171개, 186개의 주요구조부와 89개, 36개의 구조부재로 판별되었으며, Fig. 13은 보에 대한 주요구조부 판별 결과를 나타낸다. 이 과정에서는 속성 정보와는 별개로 형상기반 분석을 통해 해당 보의 양 끝단에 접하는 구조기둥의 존재 유무를 평가하였다. 양 끝단에 접하는 객체에 기둥이 하나라도 존재하면 주요구조부로 판별하고, 그렇지 않은 경우는 구조부재로 판별하였으며, 모든 결과는 알고리즘에 따라 평가되었다.

5.3 고찰

BIM 데이터 기반의 규칙 알고리즘으로 구현되었기 때문에 사용자가 BIM 모델 작성 과정에서 구조와 관련된 속성정보를 정확하게 입력한다면, 법규검토 과정에 반영하여 신뢰도 높은 검토 결과를 제공할 수 있다. Revit에서 분석한 예상결과와 주요구조부 판별 알고리즘의 적용 결과를 비교하였으며, 그 결과는 서로 일치하는 것으로 도출되었다. 이는 주요구조부 판별 알고리즘의 정확성을 검증한 것으로써 본 연구의 신뢰성을 강화하며, 인

허가 법규 검토 단계에서 BIM 모델링 과정 중 알고리즘의 실질적인 활용 가능성을 제시한다.

6. 결 론

개방형BIM 기반으로 건축인허가 법규를 검토하기에 앞서 용어의 명확한 정의가 이루어져야 평가 신뢰성을 확보할 수 있다. 사용자가 매개변수를 활용하여 주요구조부임을 파악하는 기존의 판별 방식은 수많은 객체를 대상으로 수행되어야 하므로 휴먼에러가 발생하기 쉽다. 또한, 속성정보 작업 과정 중 발생한 오류를 발견하지 못한다면, 주요구조부가 아님에도 주요구조부로 평가되어 결과의 신뢰성을 확보하기에 한계가 있다. 따라서 본 연구에서는 기둥, 벽, 바닥, 보를 대상으로 주요구조부의 구성요소에 대한 정의와 BIM 데이터를 분석하여 사용자가 추가하는 속성정보 없이 기본 기능을 활용한 BIM 데이터 기반으로 주요구조부를 판별할 수 있는 알고리즘을 제시하였다. 건축법 하위 시행규칙인 건축물구조기준규칙 외에도 국가건설기준 용어집을 기반으로 주요구조부의 구성요소에 대한 정의를 명확화하고, 개방형BIM기반으로 분석할 수 있는 요구사항을 도출하였다. 또한, BIM 저작도구의 기본 기능을 설정에 따라 변화하는 BIM 데이터를 분석하여 주요구조부, 구조부재, 건축부재를 구분하는 속성정보를 파악하였다. 이후 요구사항과 속성정보를 기반으로 알고리즘을 제안하였으며, 테스트 BIM 모델을 제작하여 알고리즘 검증을 수행함으로써 적용 가능성과 정확성을 확인하였다.

개발된 주요구조부 판별 알고리즘은 법규검토 프로그램에 적용되었으며, 사용자가 속성정보를 추가하지 않고 표준 BIM 데이터 작성 가이드에 따라 제작된 BIM 모델의 IFC 포맷 파일을 대상으로 적용이 가능하다. 주요구조부는 건축법 시행령 제34조의 직통계단의 설치, 제35조의 피난계단의 설치 등 피난 관련 법규에서 '주요구조부가 내화구조 또는 불연재료' 여부를 충족해야 한다는 조건이 명시되어 있기 때문에 향후 해당 알고리즘이 이러한 피난 관련 법규 검토에 활용된다면, 검토결과의 정확성을 향상시킬 것으로 사료된다. 본 연구는 BIM데이터를 분석하여 주요구조부, 구조부재, 건축부재를 구분하는 속성정보 파악 후 요구사항과 속성정보를 기반으로 알고리즘을 제안함으로써 사용자가 수동적으로 속성 정보를 입력하는 불편함을 줄이고 자동화를 향상시키는데 기여한다.

하지만, 검증단계에서 2개의 RC구조를 중심으로 진행하였기 때문에 SRC, 철골 구조 등 구조유형 외에도 복잡한 비정형 건축물의 검토결과를 분석하여 알고리즘의 검증 및 보완이 필요할 것으로 사료된다. 또한, 6가지의 주요구조부 중 기둥, 벽, 바닥, 보를 대상으로 진행하였기에 범위에 속하지 않는 지붕틀, 주계단의 주요구조부 판별방법을 연구할 필요가 있을 뿐만 아니라 피난 관련 법규를 검토하기 위하여 사용자가 매개변수를 생성하고 입력해야 하는 내화구조, 불연재료의 자동 판별에 대한 연구도 필요할 것으로 판단된다. 이를 통하여, 사용자의 수동 입력 최소화를 통한 업무의 효율성 증진 뿐만 아니라, 법규 검토 자동화 향상 및 결과의 신뢰성을 확보하는 데 기여할 것으로 예상된다.

감사의 글

This work is supported in 2024 by the Korea Agency for Infrastructure Technology Advancement (KAIA) grant funded by the Ministry of Land, Infrastructure and Transport (Grant RS-2021-KA163269).

References

1. Sung, Y. and Yoo, W., 2022, Korean Construction Industry Productivity Analysis, Construction Economy Research Institute of Korea (CERIK), Korea, pp.1-34, http://cerik.re.kr/report/issue/detail/2679
2. Manyika, J., Ramaswamy, S., Khanna, S., Sarrazin, H., Pinkus, G., Sethupathy, G. and Yaffe, A. (2015). Digital America: A Tale of the haves and have-mores. McKinsey Global Institute, USA, pp.1-120, https://www.mckinsey.com/industries/technology-media-and-telecommunications/our-insights/digital-america-a-tale-of-the-haves-and-have-mores
3. Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2022, Smart Construction Promotion Plan S-Construction 2030, Korea, pp.1-7, https://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?lcmspage=7&id=95086971
4. Hwang, J., 2019, Productivity Improvement Mea-

sures to Advance the Construction Industry, KDB Future Strategy Research Institute, Korea, 7, pp.53-72, https://rd.kdb.co.kr/index.jsp
5. Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2020, Construction Industry BIM Basic Guidelines, Korea, pp.1-84, https://www.molit.go.kr/USR/policyData/m_34681/lst.jsp
6. Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2020, Architectural BIM Activation Roadmap, Korea, pp.1-6, https://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?lcmspage=1&id=95084979
7. BIM R&D and Institutional Policy, https://www.kict.re.kr/menu.es?mid=a10307030100
8. Yu, E., Ma, J. and Choi, J., 2021, A Study on the Automation Application of BIM-based BF Certification Evaluation Process, *Korean Journal of Computational Design and Engineering*, 26(4), pp.418-427, https://doi.org/10.7315/CDE.2021.418
9. Lee, S., Ryu, S., Kim, I. and Choi, J., 2020, Proposal of Development Process of openBIM-based Building Code Checking System, *Proceedings of 2020 Winter Conference of Society for Computational Design and Engineering*, pp.171-173.
10. Kim, I., Lee, S., Kim, J., Lee, A. and Choi, J., 2021, A Proposal of Data Generation Guide for openBIM-based Building Code Compliance Checking, *Korean Journal of Computational Design and Engineering*, 26(2), pp.112-121, https://doi.org/10.7315/CDE.2021.112
11. Choi, J. and Kim, I., 2008, An Approach to Share Architectural Drawing Information and Document Information for Automated Code Checking System, *Tsinghua Science and Technology*, 13(S1), pp.171-178, https://doi.org/10.1016/S1007-0214(08)70145-7
12. IFC, http://www.buildingsmart.org/standards/ifc/
13. Public Procurement Service, 2022, Framework Guidelines for BIM Application for Facilities Projects v2.1, Sejong-si, Korea, pp.1-418, https://www.pps.go.kr/kor/bbs/view.do?key=00324&bbsSn=2212280034
14. Korean Law Information Center, https://www.law.go.kr
15. Kim, J., Lee, S., Lee, A., Kim, I. and Choi, J., 2021, A Study on Property Definition Method for Automatic Code Checking of BIM-based Refuge Floor Installation Criteria, *Proceedings of 2021 Summer Conference of Society for Computational Design and Engineering*, pp.354-356.
16. Lee, H., Lee, J. K., Park, S. and Kim, I., 2016, Translating Building Legislation into a Computer-executable Format for Evaluating Building Permit Requirements, *Automation in Construction*, 71, pp.49-61, https://doi.org/10.1016/j.autcon.2016.04.008
17. Soliman-Junior, J., Formoso, C. T. and Tzortzopoulos, P., 2020, A Semantic-based Framework for Automated Rule Checking in Healthcare Construction Projects, *Canadian Journal of Civil Engineering*, 47(2), pp.202-214, https://doi.org/10.1139/cjce-2018-0460
18. Zhang, Z., Ma, L. and Nisbet, N., 2023, Unpacking Ambiguity in Building Requirements to Support Automated Compliance Checking, *Journal of Management in Engineering*, 39(5), pp.1-11, https://doi.org/10.1061/JMENEA.MEENG-5359
19. Cho, G.-H., Ju, K.-B. and Song, J.-G., 2014, Improvement of Construction Information Classification for Applying BIM, *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 15(10), pp.6379-6387, https://doi.org/10.5762/KAIS.2014.15.10.6379
20. Cho, G.-H. and Ju, K.-B., 2015, Development on Extension Contents of Construction Information Classification for Containing BIM Elements, *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 16(7), pp.4942-4949, https://doi.org/10.5762/kais.2015.16.7.4942
21. Cho, G.-H., Won, J.-S. and Ju, K.-B., 2016, Extension of Space Classification for Applying BIM, *Proceeding of the Korean Institute of Information Scientists and Engineers*, pp.29-31, https://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE07018097
22. Kim, I., Bae, J. and Choi, J., 2017, Development of Property Mapping Contents between Open BIM Data and Automated Code Checking System, *Korean Journal of Computational Design and Engineering*, 22(2), pp.118-128, https://doi.org/10.7315/CDE.2017.118
23. Kim, I., Kim, J., Lee, S., Lee, A. and Choi, J., 2021, A Study on Escape Stairs Classification Method for openBIM-based Automated Building Code Checking, *Korean Journal of Computational Design and Engineering*, 26(3), pp.172-182, https://doi.org/10.7315/CDE.2021.172
24. Yu, E., Ahn, Y. and Choi, J., 2023, A Research on the Systematization of BIM Library Requirement Information for Green Building Certification, *Korean Journal of Computational Design and Engineering*, 28(4), pp.408-419, https://doi.org/10.7315/CDE.2023.408
25. Lee, S. and Kim, I., 2023, A Basic Study on the Main Structural Member Automated Classification for BIM-Based Rule Checking, *International Technical Conference 2023*, pp.242-244.



김 동 영

2018년~2024년 경희대학교 건축공학과 학사
2024년~현재 경희대학교 건축학과 석사과정
관심분야: BIM(Building Information Modeling), 자동화 법규검토(Automated Code Checking), 건축설계, 시공
이메일: ehdduddl345@khu.ac.kr



황 경 은

1998년~2002년 경희대학교 건축공학과 학사
2003년~2006년 미국 Illinois Institute of Technology 건축계획 석사
2019년~2023년 경희대학교 건축학과 박사
2024년~현재 경희대학교 건축학과 교수
관심분야: Circular Economy, BIM (Build Information Modeling), Digital Platform, Computational Design, Smart Building, Smart City, Smart Urbanism, Spatial-Urban Experience Design
이메일: khwang@khu.ac.kr



이 세 진

2003년~2008년 상지대학교 화학과 학사
2019년~현재 경희대학교 건축학과 석박사통합과정
관심분야: BIM(Building Information Modeling), 자동화 법규검토(Automated Code Checking), 건축설계, 시공
이메일: bloomingsejin@khu.ac.kr



김 인 한

1984년~1988년 서울대학교 건축학과 학사
1989년~1991년 미국 Carnegie-Mellon 대학 건축 계획 및 건축 CAD 석사
1991년~1994년 영국 Strathclyde 대학 건축이론/CAD 박사
1996년~현재 경희대학교 건축학과 교수
관심분야: BIM(Building Information Modeling), CAAD, 데이터모델링 및 통합 전산설계환경(STEP, IFC), 건축정보기술, Digital Design Media
이메일: ihkim@khu.ac.kr