

# 개방형 BIPV 설계 환경구축을 위한 PIM 라이브러리 작성 방법에 대한 연구

최규혁<sup>1</sup> · 전현우<sup>2</sup> · 류의환<sup>3</sup> · 박경도<sup>4†</sup>

<sup>1</sup>주식회사 비아이엠에스, 선임연구원

<sup>2</sup>주식회사 비아이엠에스, 책임연구원

<sup>3</sup>한국건설생활환경시험연구원, 선임연구원

<sup>4</sup>건국대학교, 교수

## A Study on the PIM Library Creation Method for the Establishment of Open BIPV Design Environment

Choi Kyuhyeok<sup>1</sup> · Jeon Hyunwoo<sup>2</sup> · Ryu Euihwan<sup>3</sup> · Park Kyungdo<sup>4†</sup>

<sup>1</sup>Research Engineer, BIMS Co., Ltd

<sup>2</sup>Senior Research Engineer, BIMS Co., Ltd

<sup>3</sup>Research Engineer, Korea Conformity Laboratories

<sup>4</sup>Professor, Konkuk University

†Corresponding author: [hspk@konkuk.ac.kr](mailto:hspk@konkuk.ac.kr)

### Abstract

In this study, module information was first analyzed in a building-type solar power system among new and renewable energy facilities that are increasing in demand as the target of zero-energy buildings expands. In addition, the method of writing BIM data in Revit for applying BIPV to zero-energy buildings according to the mandatory BIM was analyzed. The openness of the library was confirmed by comparing input data between BIM solutions by creating a pilot PIM library. The KS test data of BIPV for inputting the specifications information of the PIM library were investigated by nine manufacturers with KS-certified BIPV module products. The specifications information was classified into 54 factors to confirm whether the manufacturer disclosed the data. Most manufacturers agreed to disclose basic electrical specifications, such as the module output and voltage; however, they were reluctant to disclose items related to the company's business, such as circuit composition, materials, and prices. In the case of input specifications for electrical safety inspection related to the pre-use inspection of BIPV, the input specifications of the PIM library could be prepared easily because only the items agreed by the manufacturer were in the KS report. For the BIM design of BIPV, where both architectural and electrical elements exist simultaneously, the method of creating a library in Revit among BIM solutions was investigated. The categories and types of PIM libraries presented in this study were analyzed and presented. A pilot PIM library was created using the proposed method. The openness of the library was confirmed through a comparison of BIPV shapes and attributes with other BIM solutions.

**Keywords:** 건물형 태양광(BIPV), 건축정보통합설계(BIM), 라이브러리(Library)



OPEN ACCESS

Journal of the Korean Solar Energy Society  
Vol.44, No.2, pp.1-13, April 2024  
<https://doi.org/10.7836/kses.2024.44.2.001>

pISSN : 1598-6411

eISSN : 2508-3562

Received: 3 January 2024

Revised: 17 January 2024

Accepted: 18 January 2024

Copyright © Korean Solar Energy Society

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution NonCommercial License which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

## 기호 및 약어 설명

BIM: Building Information Modeling, 3D 가상공간을 이용하여 전 건설분야 시설물의 생애주기 동안 설계, 시공 및 운영에 필요한 정보, 모델을 작성하는 기술

ISO : International Organization for Standardization, 국제표준화기구

IFC : Industry Foundation Classes, BIM소프트웨어 간의 데이터 호환을 위한 BIM의 국제표준

PIM: Photovoltaic Information Modeling, BIM 기술과 연계하여 건물형 태양광 제품의 출력, 크기, 중량, 컬러 등 관련 정보를 구축하여 활용하는 기술

## 1. 서론

전 세계적으로 인간의 활동으로 인해 온실가스의 양이 필요 이상으로 늘어남에 따라 지구의 온도가 상승하여 발생하는 이상기후 위기에 대한 대응방법으로 대기 중 온실가스의 순배출량이 '0'이 되는 2050 탄소 중립 목표를 선언하였다. 국내에서는 이에 대한 대응방안으로 온실가스 전체 배출량 중 무려 87%나 차지하는 에너지 부문에서 온실가스 배출량을 억제하기 위해 2020년부터 공공건물에 대한 제로에너지 건축물 인증제도(ZEB)를 시행하고 있으며, 2024년에는 민간 공동주택 30세대 이상인 경우 5등급 수준(에너지자립률 20% 이상 ~ 40% 미만)이 확대 시행된다<sup>1)</sup>.

이에 따라, 건물의 에너지소비량 대비 에너지생산량의 비율로 건물의 등급이 결정되는 제로에너지 건축물에서 에너지 생산량의 비율을 충족시키기 위해 신재생에너지 설비에 대한 수요가 증가하고 있다. 신재생에너지 설비의 에너지원은 풍력, 태양열, 태양광, 지열 등 다양한 에너지원이 있으나, 신재생에너지 설비의 설치 면적, 효율, 설치 방법, 가격 등의 측면에서 건물형 태양광(Building Integrated Photovoltaic, 이하 BIPV)의 수요가 계속해서 증가하고 있다.

하지만, 건물형 태양광은 기존의 에너지설비와는 달리 건축과 전기적인 설계 요소가 통합적으로 반영되어야 하기 때문에, 건축설계자나 건축주 입장에서 건물형 태양광은 디자인, 가격, 업무 부담 증가 등 제로에너지 건축물에 적용하는데 어려움이 많아 관련 시장의 활성화가 더딘 실정이다. 특히 BIPV 시스템 적용에 있어서 건축 설계적 측면에서 태양광에 대한 이해가 부족하고 과학적인 방법을 통한 분석 및 적용도 미흡하다. 또한, 건축 설계자와 전기 설계자 간의 BIPV의 건축적, 전기적 특성에 대한 이해도 차이에 의해 여러 가지 문제점들이 발생하고 있다<sup>2)</sup>.

또한, 제로에너지 건축물 인증 대상의 건물은 국토부에서 시행하는 BIM (Building Information Modeling) 의무화 제도에도 해당하기 때문에, 3차원 입체 설계기법인 BIM을 기반으로 건물 설계를 수행해야 한다. BIM은 라이브러리라는 3차원 객체를 통한 건물 설계에 사용되는 모든 건축 자재들의 3차원 형상 뿐만 아니라 제품의 크기, 재질, 무게, 가격 등의 정보가 포함되어 있으며, 이러한 정보는 물량, 견적, 공정 관리, 유지 관리 등 건설 분야의 통합적인 업무에 활용할 수 있다. 또한, BIM은 전세계적으로 다양한 솔루션들이 존재하기 때문에 각각

의 솔루션에서 설계 정보를 확인하고 관리할 수 있도록 ISO에서 지정한 IFC 표준 데이터 형태로 작성하고 있으며, 국내에서도 IFC 데이터를 필수적으로 요구하고 있다.

이에, 건물형 태양광의 시장 확대와 활용성 증대를 위해서는 건축설계자와 전기설계자가 제로에너지 건축물과 BIM의 2가지 의무화 측면을 충족할 수 있도록 건축·전기 설계를 위한 통합 제품 정보를 반영한 건물형 태양광 BIM 라이브러리의 개발과 보급이 필수적이다.

따라서, 본 연구는 제로에너지 건축물 의무화에 따른 건물형 태양광의 적용과 BIM 의무화에 따른 국내 건설 산업 환경에서 건축 및 전기 설계자가 다양한 BIM 솔루션으로 건물형 태양광을 설계할 수 있도록, BIM을 기반으로 태양광 제품의 출력·크기·중량·컬러 등 관련 정보를 구축하고, IFC 데이터로 BIM 솔루션 간의 호환성을 개방한 라이브러리(Photovoltaic Information Modeling, 이하 PIM 라이브러리) 작성 방법을 제시하는데 목적이 있다.

## 2. 연구의 범위 및 방법

본 연구는 BIPV의 활용성 증대를 위해 BIPV의 활용 주체인 건축설계자 및 전기설계자가 BIM 설계 환경에서 BIPV를 사용할 수 있도록, BIPV의 출력, 크기 등의 제품 정보를 BIM 라이브러리로 작성하는 방법을 제시하는데 목적이 있다.

이를 위해, 국내 건축 설계에서 활용하고 있는 BIM 솔루션 중 가장 높은 점유율을 보유한 Autodesk Revit의 라이브러리에 대한 분류체계에 대해 분석하고, 현재 건물형 태양광을 적용하기 위해 요구되는 KS 인증 사양 정보, 전기안전성 검사 정보 등을 기반으로 PIM 라이브러리를 작성하는 방법을 제시하였다.

첫째, 건물형 태양광 적용을 위해 건축 및 전기 설계자가 요구하는 정보와 건물형 태양광 제조사에서 제공할 수 있는 정보를 조사하고, 건물형 태양광의 KS 인증을 위한 시험 성적 정보의 공개 가능 유무를 분석하였다.

둘째, BIPV와 관련된 전기안전성 검사에서 요구되는 정보에 대해 조사하였다.

셋째, BIM 솔루션에서 라이브러리의 사양 정보 작성 방법에 대해 조사하고, PIM 라이브러리의 작성 방법에 대해 제시하였다.

최종적으로, 제시한 방법으로 PIM 라이브러리를 작성하고 IFC 데이터를 통해, 서로 다른 BIM 솔루션 입력된 PIM 라이브러리의 형상, 사양 정보를 비교하여, 연구의 한계와 추후 개선 연구 내용을 제시하였다.

## 3. 건물형 태양광 KS 인증 정보 활용 가능 유무 분석

건축물의 설계는 일반적으로 개념설계, 계획설계, 디자인설계, 설계 상세 도면 설계, 준공의 5단계로 구분할 수 있으며, 각 설계 단계별로 BIPV 시스템의 고려요소가 구분된다<sup>3,4)</sup>. 본 연구에서는 건축 및 전기 설계자 설문 조사를 통해 각 단계별 필요 요소를 조사하고, 조사된 BIPV 필요요소와 KS 인증 성적서 정보를 고려하여 BIPV 제품 사양을 자재 특성에 따라 Table 1과 같이 10가지로 분류하였다<sup>5,6)</sup>.

**Table 1** BIPV specification information classification

Category	Specification Information
Module	Maximum system voltage (V), maximum output (W), open voltage (V), short circuit current (A), maximum output operating voltage (V), maximum output operating current (A), module weight (kg), module efficiency (%), module size (width × length × thickness, mm), exterior photo, drawings, color RGB, detailed drawings, construction performance, price
Cell	Manufacturer and place of manufacture, materials and processes, types (single crystal, polycrystalline, etc.), thickness (μm), size (width × length, mm) and area (cm <sup>2</sup> ), model name (grade), maximum output (P <sub>max</sub> ), maximum voltage (V <sub>max</sub> ), open voltage (V <sub>oc</sub> ), short circuit current (I <sub>sc</sub> ), maximum current (I <sub>max</sub> )
Electrical circuits	Number of solar cells, number of diodes, manufacturer, model name, number of solar cells per diode, diode shape and characteristics, number of solar cell connections, type of solar cell connection and composition
Electrical connection subsidiary materials	Connection materials and alloy content (ribbon, bus bar, soldering, etc.), manufacturer and model name, connection method, connection material size (length × width) and thickness, number of connection locations, and number of soldering
Cell suture structure	Company and model name of sealing material (EVA), thickness, manufacturing process (time, temperature, pressure, etc.), additives, pretreatment method
Front material	Material and manufacturer, model name, thickness (mm), heat treatment level, method, process, surface additive, pretreatment process
Rear material	Materials and manufacturers, model name, thickness (mm), additives
Frame and mount	Material, cross-sectional shape, mounting method, sealing material, company and model name
Terminals, guards, connectors	Terminal box material, company and model name, protective cover material, company and model name, cable material, company and model name, connector material, company and model name, terminal box shape and attachment method, protective cover shape and attachment method, cable shape and attachment method, connector shape and attachment method
KS certification test results	Appearance inspection results, maximum output determination results, insulation test results, hot point durability test results, UV pre-treatment test results, temperature cycle test results (50), high temperature and high humidity test results, terminal strength test results, wet leakage current test results, mechanical load test results, bypass diode thermal test results, salt water spray test results, light irradiation test results, high temperature resistance test results, bead drop test results, cut vulnerability test results, ground continuity test results, impact voltage test results, heat resistance test results, refractory test results, reverse current overload test results, module failure test results

사양 정보의 공개 가능 유무를 확인하기 위하여, 각각 사양 정보에 대해 KS 인증 BIPV 제품을 보유한 제조사 9개 기업 의견을 취합하고 설계 요구사항 중요도에 따라 공개 유무를 판별하였다.

아래 Table 2는 건물형 태양광 모듈의 라이브러리 탑재할 사양 정보 총 54개의 요소에 대한 제조사 설문 결과와 그에 대한 공개유무를 판단한 결과이며, 설계사가 요구하는 정보와 제조사가 제공 가능한 정보의 입장차이가 존재 하였으며, 추후 추가적인 연구를 통해 조율하여야 할 것으로 판단된다.

**Table 2** Determination of disclosure by BIPV specification information

	Specification	Public Consent Rate	KS report information included	Design importance	Determination of disclosure status
Module	Maximum System Voltage (V)	100%	○	◎	○
	Maximum Output (W)	100%	○	◎	○
	Open voltage (V)	100%	○	◎	○
	Short circuit current (A)	100%	○	◎	○
	Maximum output operating voltage (V)	100%	○	◎	○
	Maximum Output Operating Current (A)	100%	○	◎	○
	Weight of the module (kg)	100%	○	◎	○
	Module Efficiency (%)	100%	○	◎	○
	Size of the module (width × length × thickness, mm)	100%	○	◎	○
	Photograph of the exterior	89%	×	◎	○
	Plan	89%	×	◎	○
	Color RGB Code	100%	×	◎	○
	Building performance (heat flow rate)	-	×	○	△
	Building performance (watertight/tight/wind pressure)	-	×	○	△
Cell	Manufacturer and place of manufacture	78%	○	△	○
	Materials and Processes	56%	○	○	△
	Type (single crystal, polycrystalline, etc.)	78%	○	◎	○
	Size (width × length, mm) and area	78%	○	◎	○
Electric circuit	Maximum Output (Pmax)	67%	○	○	○
	The number of solar cells	67%	○	◎	○
	Number of solar cell connections	67%	○	○	○
Front material	Solar cell connection form and configuration	67%	○	◎	○
	Material and manufacturer, model name	44%	○	◎	△
Rear material	Thickness (mm)	56%	○	○	△
	Material and manufacturer, model name	33%	○	◎	△
Frame and mount	Thickness (mm)	44%	○	○	△
	Material	67%	○	◎	○
	Cross-sectional shape	67%	○	◎	○
KS certification test results	How to mount	78%	○	○	○
	Visual inspection results	89%	○	◎	○
	Maximum Output Determination Results	89%	○	◎	○
	Insulation Test Results	89%	○	○	○
	Hot Point Durability Test Results	89%	○	△	○
	UV pretreatment test results	89%	○	△	○
	Temperature Cycle Test (50) Results	89%	○	△	○
	High temperature and high humidity test results	89%	○	△	○
	Terminal Strength Test Results	89%	○	△	○
	Wet Leakage Current Test Results	89%	○	△	○
Mechanical load test results	89%	○	△	○	

**Table 2** Determination of disclosure by BIPV specification information (Continued)

	Specification	Public Consent Rate	KS report information included	Design importance	Determination of disclosure status
KS certification test results	Bypass diode thermal test results	89%	○	△	○
	The results of the saline spray test	89%	○	△	○
	The results of the light irradiation test	89%	○	△	○
	High temperature resistance test results	89%	○	△	○
	the results of the bead drop test	89%	○	○	○
	Disconnect Vulnerability Test Results	89%	○	△	○
	Ground Continuity Test Results	89%	○	○	○
	Impact Voltage Test Results	89%	○	△	○
	Heat Resistance Test Results	89%	○	△	○
Etc	Fire resistance test results	89%	○	○	○
	Price per kW	33%	×	◎	△
	Production minimum, maximum size	78%	×	○	○

◎ : Very important in the design of BIPV

○ : KS report contains information / Important in the design of BIPV / Information disclosure is possible

×

△ : Hold off on disclosure of information

#### 4. 전기 안전성 관련 요구 정보

BIPV는 설치 후, 가동하기에 앞서 전기안전공사를 통해 사용전 검사를 통과해야한다. 해당 업무를 수행하는 검사원은 BIPV의 사용전 검사에서 직류 전로 기자재 전압 정격, 직류 전로 기자재 전류 정격, DC 과전류 보호장치 정격전류, 인버터 용량 4가지 항목을 검토한다<sup>7)</sup>. 각 항목의 검토에는 BIPV의 모듈, 인버터, 접속함, 케이블 등 시스템을 구성하는 기자재에 대한 시험성적 정보를 검사 계산식에 적용하여 적정 여부를 판단한다.

본 연구에서는 BIPV 모듈에 대한 정보를 범위로 PIM 라이브러리 작성 방법을 제시하는 것에 목적이 있기 때문에, 전기 안전성 검사에서 BIPV 모듈의 필요 정보만을 조사하였으며, 그 결과는 Table 3과 같다.

**Table 3** Electrical safety inspection requirements

Value	Unit	Reference document
Maximum power	W	Modular report
Open voltage (Voc)	V	Modular report
Short-circuit current (Isc)	A	Modular report
Maximum system voltage	V	Modular report
Minimum module temperature (°C)	°C	Technical drawing
Voc temperature change rate (β)	(-)%	Technical drawing
Module Type (Sided/Double-sided)	Select one-sided, two-sided and %	Technical drawing



## 5. PIM 라이브러리 작성 방법

### 5.1 라이브러리 범주

본 연구에서는 국내에서 활용하는 BIM 솔루션 중 가장 높은 점유율을 보유한 Revit에서 PIM 라이브러리를 작성하는 방법에 대해 제시하였다. BIM 모델은 객체들의 집합으로 구성되어 있으며, 건축, 구조, 토목, 조경, 기계설비 등 분야 별로 모델을 구분할 수 있다<sup>8)</sup>. BIM을 구성하는 모든 항목은 라이브러리의 일부로 모든 요소는 벽, 문, 바닥 등의 범주에 정의되어있다. 각 정의된 범주는 변경이 불가능하고 범주의 다음 레벨은 라이브러리로 Revit 솔루션에선 패밀리(Family)라 칭한다. 패밀리는 Table 4와 같은 특징으로 구분된다.

**Table 4** Family categorization

Classification	System Family	Load-able family	Internal Family
Feature	User cannot create or modify	Customizable	Customizable
Configuration Items	Walls, floors, roofs, etc	All non-system family items	All Items
Compatibility	Exportable	Exportable	Unable to export
BIPV Applicability	Only the curtain wall type BIPV can be created	Applicable in various forms such as exterior walls, roofs, and windows	All forms are applicable, but not shareable

본 연구에서 제시하는 PIM 라이브러리는 건물형 태양광의 다양한 형상 정보와 속성정보를 반영하고 사용자들에게 라이브러리를 배포해야 하는 개방성의 목적이 있기 때문에, 시스템 패밀리 혹은 로더블 패밀리로 라이브러리를 작성해야한다.

### 5.2 PIM 라이브러리의 범주 정의

본 연구에서 제시하는 개방형 라이브러리는 건축설계자가 디자인한 BIPV의 BIM 모델 데이터를 전기설계자가 BIPV의 전기시스템 설계까지 활용할 수 있도록, IFC 데이터를 통한 BIM 프로그램들 간의 호환뿐만 아니라 BIPV를 설계하기 위한 작업자들 간의 호환성도 갖추어야한다.

설계에서는 기본적으로 건축설계자가 디자인한 건물에 전기설계자가 전기설계를 하는 프로세스로 이루어지며, 이는 BIM 설계에서도 마찬가지이다. 건축설계자는 기본적으로 BIM 프로그램에서 건축 작업환경(템플릿, Template)에서 설계를 진행하고, 전기설계자는 전기 작업환경에서 설계를 진행한다.

일반적인 건축 요소의 설계에서는 문제가 되지 않지만, 건축적 요소와 전기적 요소가 융합된 BIPV는 기존과 같은 방식으로 작업할 시 데이터 호환 및 중복작업으로 인한 설계 시간 지연 등의 문제가 발생하게 된다.

그러므로, BIPV 설계를 위한 PIM 라이브러리는 건축설계와 전기설계 양쪽에서 사용했을 때 문제가 없도록 라이브러리의 범주를 정의하고 제작하는 것이 중요하다.

본 연구에서 활용하는 BIM 솔루션인 Revit에서는 벽, 창, 지형, 가설 구조물, 계단, 특수 시설물, 조명 장치, 기

계 장비, 파이프, 전기 설비, 덕트 등 총 102개의 범주를 제공하고 있다<sup>9)</sup>. PIM 라이브러리의 범주를 설정하기 위해 각 범주와 건물에서 일반적인 BIPV 설치 위치(지붕, 벽, 창 등)를 통해 Table 5와 같이 BIPV 관련성을 분석하였다.

**Table 5** Analysis of BIM library categories and BIPV relevance

Category	BIPV relevance	Category	BIPV relevance	Category	BIPV relevance
Prop	×	Mass-void form	×	Temporary structure	×
Audiovisual device	×	Medical equipment	×	The lay of the land	×
Handrail pupil	×	Part	×	Topographic solid	×
Bridging device	×	Pier	×	Vertical circulation	×
Bridge cable	×	Railing		Vibration management	×
Bridge top	×	Ramp	×	Wall sweep	×
Bridge frame	×	Road	×	Wall	○
Casework	×	The eaves of the roof	×	Window	○
Ceiling	×	Roof	○	Air terminal	×
Pillar	×	Sign	×	Cable tray accessory	×
Curtain wall panel	○	Site	×	Cable tray	×
Curtain wall system	○	Slab corner	×	Communication device	×
Curtain wall mullion	×	Special facilities	×	Wire tube accessory flow	×
Door	×	Stairs	×	Cable tube	×
Expansion joint	×	Structural area reinforcing bars	×	Data device	×
Eaves spinning	×	Structural column	×	Detailed item	×
Fire Protection	×	Structural connection	×	Duct accessories	×
Floor	○	Structural weld wire mesh area	×	Duct part	×
Food service equipment	×	Structural weld wire mesh reinforcement	×	Duct place indicator	×
Furniture	×	Structural foundation	×	Duct	×
Furniture system	×	Structural frame	×	Electrical facilities	○
General model	○	Structural path reinforcement	×	Electrical equipment	○
Artificial element	×	Structural reinforcement	×	Environment	×
Mass	×	Structural tension material	×	Fire alarm system	×
Telephone device	×	Wires	×		

102개의 범주 중 BIPV가 설치될 수 있는 건축물의 위치와 관련된 커튼월 패널, 커튼월 시스템, 바닥, 일반 모델, 지붕, 벽, 창, 전기 시설물, 전기 설비 9가지 범주를 BIPV와 관련된 항목으로 선별하였다.

선별한 9가지 범주 중 BIM에서 건축설계, 전기설계에서 모두 활용하기 위한 범주를 선별하였다. 선별 기준



은 BIM에서 전기설계에서 시스템을 구성하는데 필수요소인 전기 커넥터를 라이브러리에 구성할 수 있는가에 대한 여부로 판단하였으며, 그 결과는 Table 6과 같다.

**Table 6** BIPV-related library category connector availability

Category	Connector input availability	Category	Connector input availability
Curtain wall panel	×	Wall	×
Curtain wall system	×	Window	×
Floor	×	Electrical installation	○
General model	×	Electrical equipment	○
Roof	×	-	-

선별 결과 9가지의 범주 중 BIPV의 전기시스템 설계에 필요한 전기커넥터를 연결할 수 있는 범주는 전기 시설물, 전기 설비 2가지 범주로 분석되었다.

### 5.3 라이브러리 유형

범주의 하위 레벨인 라이브러리의 유형(Type)은 매개변수(Parameter)에 의해 저장되고 명명된 값의 집합으로 매개변수의 종류에는 프로젝트 매개변수와 패밀리 매개변수, 공유 매개변수, 그리고 전역 매개변수가 있으며, 각 매개변수별 특징은 Table 7과 같다. 본 연구에서는 제시하는 PIM 라이브러리는 개방형으로 타 BIM 솔루션에서도 원활하게 사용하여야 하기 때문에 공유 매개변수를 활용하여 작성한다.

**Table 7** BIPV library category: Connector availability

Type	Features
Project parameters	- Cannot be shared with other projects - Used for scheduling and filtering within projects
Family parameters	- Control variable values such as dimensions or materials
Shared parameters	- Can be used in multiple families or projects - Saved as a separate file
Global parameter	- Limited to a single project file and not assigned to a category

## 6. PIM 라이브러리 작성 및 활용

### 6.1 PIM 라이브러리의 BIPV 입력 사양 제시

BIM솔루션에서 BIPV 설계를 위해 PIM 라이브러리에 입력해야할 BIPV의 사양 정보는 앞서 조사 및 분석한 KS 인증 성적 정보, 전기안전성 검사 정보를 기반으로 각 사양 정보와 활용처를 다음 Table 8과 같이 제시하였다.

**Table 8** Present input specifications for PIM library BIPV module

Specification	Use
Maximum System Voltage (V)	BIPV Design, Electrical safety inspection
Maximum Output (W)	BIPV Design, Electrical safety inspection
Open voltage (V)	BIPV Design, Electrical safety inspection
Short circuit current (A)	BIPV Design, Electrical safety inspection
Maximum output operating voltage (V)	BIPV Design
Maximum Output Operating Current (A)	BIPV Design
Weight of the module (kg)	BIPV Design
Module Efficiency (%)	BIPV Design
Size of the module (width × length × thickness, mm)	BIPV Design
Photograph of the exterior	BIPV Design
Plan	BIPV Design
Color RGB Code	BIPV Design
Frame material	BIPV Design
Frame cross-sectional shape	BIPV Design
How to mount a frame	BIPV Design
Fire resistance test results	BIPV Design
Module Type (Sided/Double-sided)	Electrical safety inspection

## 6.2 파일럿 PIM 라이브러리 작성

파일럿 PIM 라이브러리는 BIPV 입력 사양을 기반으로 라이브러리에 입력할 정보체계를 구축하였으며, 입력한 모듈의 사양정보는 KS 인증 모듈을 보유한 제조사 중 사양 정보의 공개에 동의한 제조사의 KS 인증 모듈의 사양을 입력하여 작성하였다.

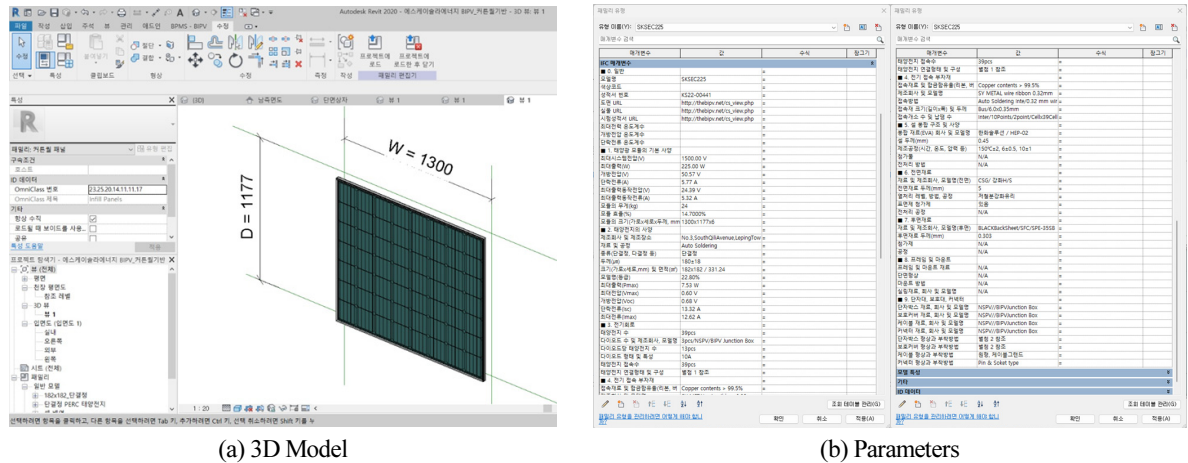
**Table 9** Input specification for PIM library BIPV module

No	Specification	Input data
1	Maximum System Voltage (V)	1000.00 V
2	Maximum Output (W)	150.00 W
3	Open voltage (V)	89.80 V
4	Short circuit current (A)	2.44 A
5	Maximum output operating voltage (V)	70.40 V
6	Maximum Output Operating Current (A)	2.13 A
7	Weight of the module (kg)	17
8	Module Efficiency (%)	14.2000%
9	Size of the module (width × length × thickness, mm)	1587 × 664 × 38
10	Photograph of the exterior	File link
11	Plan	File link
12	Color RGB Code	-

**Table 9** Input specification for PIM library BIPV module (Continued)

No	Specification	Input data
13	Frame material	Frameless (backrail) SteelS250GD KONIG GmbH & Co.KG,Germany model: backrail
14	Frame cross-sectional shape	Shpe: WShape Size (Length × Thickness): 1400 × 29.2 Model: Magnelis250GD 1400 × 120.5 × 29.2 (2 ea)
15	How to mount a frame	Mounted by Automatic Framing machine
16	Fire resistance test results	KS22-00824_M1
17	Module Type (Sided/Double-sided)	Sided

Table 9와 같이, A사의 모듈의 사양을 입력하여 라이브러리를 작성하였다. 외관사진이나 도면의 경우는 Revit 변수에 링크를 걸어 설계자가 확인할 수 있도록 하였다. 대부분은 변수 정보는 제조사에서 KS 인증 취득과정의 시험데이터를 통해 보유하고 있으나, 건축 설계를 위한 모듈의 색상 RGB 코드는 보유하지 않은 경우가 많아 본 연구에서는 제외하였다. Fig. 1과 같이 BIPV 모듈의 형상과 변수를 입력하여 PIM 라이브러리를 작성하였다.



**Fig. 1** Pilot PIM library feature and properties information

### 6.3 파일럿 PIM 라이브러리의 개방성 확보

본 연구의 PIM 라이브러리는 Revit 솔루션을 기반으로 작성되었으며, 라이브러리의 개방성을 확보하여 다양한 BIM 솔루션에 적용하여 건축 및 전기 BIM 설계자, 시공자, 그 외 기타 기관에서도 PIM 라이브러리에 대한 정보를 공유할 수 있어야 한다. 이를 위해서는 국내 BIM설계에서도 활용하고 있는 국제 BIM 표준인 IFC로 변환해야 한다. 현재 IFC 4 버전까지 나왔으나, 여러 상용 소프트웨어와 호환성을 고려하여 IFC 2X3로 작성하고 있다<sup>10)</sup>. BIM 설계자가 활용하는 소프트웨어인 Revit과 Archicad 뿐만 아니라 시공 및 기타 작업자들이 데이터 열람이 가능한 무료 Viewer에서도 동일하게 구현되어야 한다.

Fig. 2는 앞서 작성된 라이브러리의 IFC 파일을 활용하여 다른 BIM 솔루션에서 구현한 모습이며, IFC 파일

을 타 소프트웨어로 실행 시, Archicad의 경우, 매개변수의 분류체계가 적용되지 않고, Revit에서 작성한 매개변수의 순서와는 다소 상이하게 나타나지만, 입력한 모듈의 사양 값에 대한 오류는 발생하지 않았다. BIMvision의 경우, Revit에서 지정한 분류체계 및 입력 값은 동일하게 적용되나, 분류체계의 순서까지는 동일하지 않다.

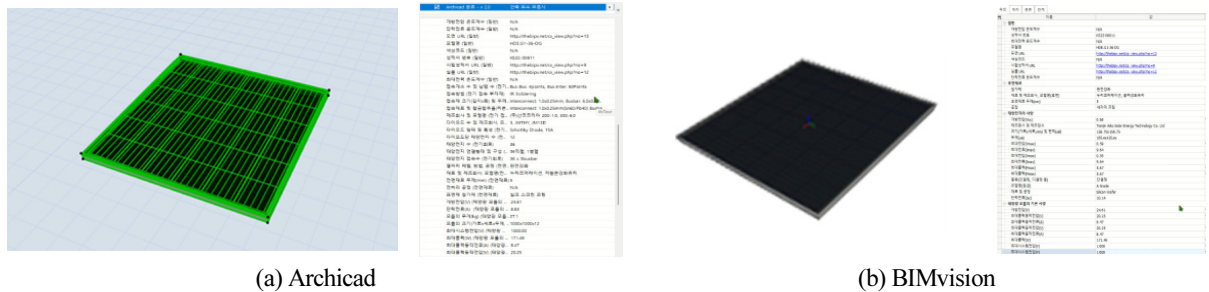


Fig. 2 View IFC files through each software

## 7. 결론

본 연구에서는 BIM 설계 과정에서 BIPV의 설계 데이터를 활용하기 위해 PIM 라이브러리의 작성 범주와 방법에 대해 분석했다. BIPV의 KS 인증 시험 데이터에 대한 공개 여부 조사와 BIPV 안전성 검사 데이터 조사를 통해 라이브러리에 입력할 BIPV의 사양 정보를 파악하고, BIM 솔루션의 라이브러리 작성 방법에 대해 분석하여 PIM 라이브러리 작성 방법에 대해 제시했다.

본 연구에서는 제로에너지 건축물 대상이 확대됨에 따라 수요가 증가하고 있는 신재생에너지 설비 중 건물형 태양광 시스템에서 모듈 정보를 우선적으로 분석하였다. 또한, BIM 의무화에 따른 제로에너지 건축물에 BIPV를 적용하기 위한 BIM 데이터를 Revit으로 작성할 수 있는 방법을 분석하고, 파일럿 PIM 라이브러리를 작성하여 BIM 솔루션 간의 입력 데이터를 비교하여 라이브러리의 개방성에 대해 확인하였다.

PIM 라이브러리의 사양 정보 입력을 위한 BIPV의 KS 시험데이터는 KS 인증 BIPV 모듈 제품을 보유한 제조사 9개사를 대상으로 조사하고, 사양 정보를 총 54개 요소로 분류하여 제조사의 데이터 공개 여부를 확인하였다. 대다수의 제조사가 모듈의 출력, 전압 등 기본적인 전기 사양에 대해서는 공개에 동의하였으나, 회로 구성, 재료, 가격 등 기업의 비즈니스와 관련된 항목은 공개를 꺼리는 것으로 확인되었다. 하지만, BIPV의 사용전 검사와 관련된 전기안전성 검사를 위한 입력 사양의 경우 KS 성적서 상 제조사가 동의한 항목만 있어, PIM 라이브러리의 입력 사양을 작성하는데는 어려움이 없었다.

건축적인 요소와 전기적인 요소가 동시에 존재하는 BIPV의 BIM 설계를 위해서, BIM 솔루션 중 Revit에서 라이브러리를 작성하는 방법에 대해 조사하고, 본 연구에서 제시하는 PIM 라이브러리의 범주와 유형에 대해 분석하고 제시하였다. 제시한 방법을 통해 파일럿 PIM 라이브러리를 작성하였으며, 타 BIM 솔루션과 BIPV 형상 및 속성 비교를 통해 라이브러리의 개방성에 대해 확인하였다.

본 연구는 BIM을 활용하는 건축 및 전기 설계자가 각자의 설계 업무에서 BIPV를 적용하고, BIPV와 관련된 인증, 검사 항목들을 검토할 수 있도록 BIM 라이브러리에 각각의 검토에 필요한 데이터를 포함할 뿐만 아니라, IFC 데이터를 통한 개방성을 확보하여 제로에너지 건축물 설계에 대응할 수 있는 방법을 제시하는 기초적인 연구이다.

지속적인 연구를 통해 PIM 라이브러리의 데이터로 제로에너지 건축물의 인증이나, 전기 안전성 검사 등 BIPV 설계와 시공에 필요한 업무를 종합적으로 검토할 수 있는 시스템 구축에 대한 연구를 진행할 예정이다. 이를 통해, BIPV 산업과 관련된 건축, 전기, 시공, 제조 등 의사결정 주체자들을 지원하고 BIPV 활용도를 높이고, 제로에너지 건축물의 설계 생산성을 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

## 후기

본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다(No. 20223030010390).

## REFERENCES

1. Korea Energy Agency, Zero Energy Building, 2023. [https://zeb.energy.or.kr/BC/BC02/BC02\\_02\\_001.do](https://zeb.energy.or.kr/BC/BC02/BC02_02_001.do). last accessed on the 23<sup>th</sup> December 2023.
2. Kim, S. K. and Lee, K. S., A Study on the Aesthetic Elements for Building Integrated Photovoltaics (BIPV) Design, *Journal of the Architectural Institute of Korea*, Vol. 37, No. 5, pp. 53-64, 2021.
3. Lee, A. K., Choi, O. M., Hwang, M. S., Kang, B. W., and Kim, J. C., A Study on the Thin-film BIPV Design Process in Complex Facility of Downtown, *Journal of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers*, Vol. 32, No. 2, pp. 110-116, 2018, <https://doi.org/10.5207/JIEIE.2018.32.2.110>.
4. Jeon, H. W., Yoon, H. K., and Park, S. J., A Study on the Optimization of Color Module BIPV Architectural Design Using BIM - Based on the Data of Seoul Surveyed Solar Radiation, *Journal of Korea Institute of Building Information Modeling*, Vol. 9, No. 3, pp. 19-29, 2019.
5. Korea Industrial Standards Commission, Photovoltaics in Buildings - Part 1: Requirements for Building-Integrated Photovoltaic Modules, Korea Industrial Standards Commission, Seoul, pp. 7-8, 2020.
6. Korea Industrial Standards Commission, Building Integrated Photovoltaic (BIPV) Modules - The Requirement of Performance Evaluation, Korea Industrial Standards Commission, Seoul, pp. 4-5, 2022.
7. Korea Electrical Safety Corporation, Pre-use Inspection Work Guide, Korea Electrical Safety Corporation, Wanju, p. 43, 2023.
8. Yu, E. S., Ahn, Y. H., and Choi, J. S., A Research on the Systematization of BIM Library Requirement Information for Green Building Certification, *Korean Journal of Computational Design and Engineering*, Vol. 28, No. 4, pp. 408-419, 2023, <https://doi.org/10.7315/CDE.2023.408>.
9. Autodesk Korea, About Family Categories, 2023. <https://help.autodesk.com/view/RVT/2024/KOR/?guid=GUID-4CDCDFB3-3EF6-4688-BB5A-F51185E15F63>. last accessed on the 23<sup>th</sup> December 2023.
10. Autodesk Korea, Revit IFC Manual, 2nd, Autodesk Korea, Seoul, p. 4, 2021.