

슬릿 케이슨의 BIM 모델링 자동화 시스템 개발

김현승*, 이현민, 이일수
(주)서영엔지니어링 BIM개발팀

Development of Automatic BIM Modeling System for Slit Caisson

Hyeon-Seung Kim*, Heon-Min Lee, Il-Soo Lee
BIM Development Team, Seoyoung Engineering Co., Ltd.

요약 최근 건설산업의 디지털화가 추진되면서 BIM(Building Information Modeling, 이하 BIM)은 필수기술로 자리 매김하고 있으나, BIM 모델링에 대한 어려움으로 실무에 적극적으로 활용하지 못하고 있는 실정이다. 이는 고도의 전문성이 필요한 BIM 소프트웨어를 습득하기도 어려울 뿐만 아니라 대부분의 모델링 작업도 수작업으로 진행되므로 업무 생산성 확보가 어렵기 때문이다. 따라서 연구에서는 BIM기반 모델링의 생산성을 향상 시킬 수 있는 방안 및 시스템을 제시한다. 이를 위해 연구에서는 항만의 대표적인 구조물인 슬릿케이슨을 개발 대상으로 선정하고, 실무에서 사용할 수 있게 전문가 인터뷰를 통해 다양한 매개변수들을 도출하였다. 또한 다양하고, 복잡한 매개변수들의 효율적인 관리 및 운영을 위해 사용자 편의성을 고려한 UI구축 방안을 제시한다. 그리고 이를 기반으로 비주얼프로그래밍(Dynamo)과 Excel VBA(Visual Basic for Applications, 이하 VBA)를 활용하여 슬릿케이슨을 위한 BIM기반 설계 자동화 시스템을 개발하였다. 연구에서 개발한 시스템은 다수의 매개변수가 적용되어 다양한 설계조건에 적합한 슬릿 케이슨 모델을 신속히 생성할 수 있으므로 BIM기반 업무 생산성 향상에 기여할 수 있다.

Abstract With the promotion of digitalization in the construction industry, BIM has become an indispensable technology. On the other hand, it has not been actively utilized in practice because of the difficulty of BIM modeling. The reason is that 3D modeling is less productive not only because of the difficulty of learning BIM software but also the modeling work is done manually. Therefore, this study proposes a method and system that can improve the productivity of BIM-based modeling. For this reason, in the study, a slit caisson, which is a typical structure of a port, was selected as a development target, and various parameters were derived through interviews with experts so that it could be used in practice. This study presents a UI construction plan that considers user convenience for efficient management and operation of diverse and complex parameters. Based on this, this study used visual programming and Excel VBA to develop a BIM-based design automation system for slit caissons. The developed system can use many parameters to quickly develop slit caisson models suitable for various design conditions that can contribute to BIM-based modeling and productivity improvement.

Keywords : BIM, Automatic 3D Modeling, Parametric Modeling, Caisson, Dynamo

본 논문은 해양수산부 해양수산과학기술진흥원의 “생애주기별 항만시설 통합운영관리를 위한 BIM 기반기술 개발” 지원으로 수행되었음.

*Corresponding Author : Hyeon-Seung Kim(Seoyoung Engineering Co., Ltd.)

email: wjdchs2003@gmail.com

Received September 24, 2020

Revised October 27, 2020

Accepted November 6, 2020

Published November 30, 2020

1. 서론

최근 스마트건설 및 건설자동화 뿐만 아니라 한국판 뉴딜의 SOC 디지털화 등의 정책적 이슈까지 건설 프로세스 및 생산성 혁신을 위해 국가적 차원에서의 건설산업 디지털화가 추진되고 있다. 특히 건설산업 디지털화의 핵심인 BIM 기술은 이미 선택이 아닌 필수기술로 자리매김하고 있다. BIM은 3차원 정보모델을 기반으로 건설 정보를 생성하고 공유하는 등 정보의 선순환 체계를 갖고 있기 때문에 빅데이터, AI, VR/AR 등 다양한 4차 산업혁명 기술을 융합하기 위한 데이터 통합 플랫폼으로 활용될 수 있다[1]. 이에 대부분의 발주기관들이(한국토주주택공사, 한국도로공사, 한축철도시설공단 등) 앞다투어 전면 BIM 도입을 목표로 경쟁적으로 BIM 발주를 시도하고 있다.

그러나 많은 설계사들은 여전히 BIM 도입을 망설이고 있거나, 실무에 적극적으로 활용하지 못하고 있는 실정이다. 이러한 BIM의 대표적인 문제는 BIM 모델링의 어려움에 있다. 최근 BIM 설계도구들의 기능 향상에도 불구하고, 여전히 대부분의 BIM 설계도구들은 고도의 전문성을 요구하고 있기 때문에 대다수의 설계사들은 인력양성 및 확보에 어려움을 겪고 있다. 또한 일반적인 BIM 모델링 작업에서도 모든 것을 수작업으로 진행하고 있기 때문에 모델링에 대한 생산성 확보가 곤란하여, BIM 외주 업체를 활용하는 등 3D 모델링에 많은 비용을 소비하고 있는 실정이다. 그리고 일부 연구에서 BIM기반 설계 자동화 연구를 수행하고 있으나, 대다수 건축분야 중심이며, C#, C++ 등 고도의 전문성이 요구되는 프로그래밍 언어와 각종 API를 통해 개발되기 때문에 일반 건설 실무자들이 활용하기에는 어려운 실정이다[2].

따라서 연구에서는 설계 실무자들이 BIM을 적극적으로 도입하여 BIM 모델링의 생산성을 향상 시킬 수 있는 방안을 제시한다. 이를 위해 연구에서는 시각적 프로그래밍인 Dynamo와 Excel VBA를 활용하여 실무적으로 BIM 모델링 생산성을 확보할 수 있는 ‘슬릿 케이스의 BIM기반 설계 자동화 시스템’을 개발한다.

2. BIM 모델링 방식

2.1 다이렉트 모델링 및 파라메트릭 모델링

BIM 모델링 방식은 BIM 설계도구에서 이미 만들어진 형상을 사용자가 선택하고, 규정된 매개변수 값을 입력하

는 다이렉트 모델링 방식과 사용자가 다양한 매개변수를 정의할 수 있는 파라메트릭 모델링 방식으로 구분할 수 있다[3].

파라메트릭 모델링에서는 매개변수를 통해 3차원 모델의 형상뿐만 아니라 BIM 정보를 수정하거나 재활용할 수 있기 때문에 BIM 업무 생산성을 높일 수 있는 모델링 기술이다[4].

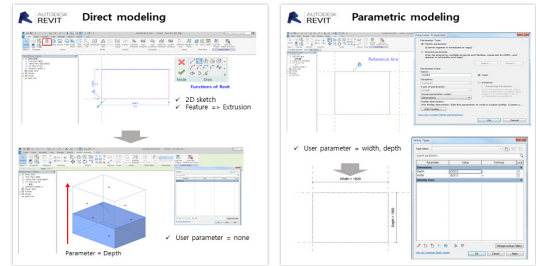


Fig. 1. Direct and parametric modeling by Revit

대표적인 BIM설계 도구인 Revit에서 파라메트릭 모델링을 수행하는 방법은 Fig. 1과 같이 직사각형 객체의 일부(선, line)에 직접 구속하거나 참조선(Reference Line)을 활용하여 변수를 지정하고, 이들의 제약조건을 설정한다. 매개변수를 생성할 경우에는 어떠한 제약조건을 설정해야 하는지에 대한 고민이 선행되어야 한다. 그렇지 않을 경우, 매개변수간의 연관관계가 깨지거나 의도하지 않은 형태로 형상이 변경될 수 있기 때문이다.

이러한 파라메트릭기법을 활용하여 모델링을 수행할 경우, 모델의 재사용이 가능하여 생산성이 향상 될 수 있지만, 몇 가지 한계가 있다. 대표적인 한계는 Revit 프로그램 내에서만 매개변수 변경이 가능할 뿐만 아니라 매번 수작업으로 매개변수를 수정해야하는 단점이 있다. 이러한 한계를 보완하기 위해 최근에는 비주얼프로그래밍인 Dynamo의 활용도가 높아지고 있다.

2.2 스크립트기반 BIM 모델링

Dynamo는 오토데스크에서 출시한 비주얼프로그래밍 도구로써 단순히 형상을 디자인하는 것이 아니라 Revit의 모델과 즉각적인 연동이 가능하기 때문에 프로그래밍을 통해 직접 Revit의 모델에 형상 또는 정보를 입력하고 제어할 수 있다. 특히, C#과 Python도 지원되기 때문에 기존 Revit에서 불가능했던 모델 요소와 매개변수 생성, 반복 작업의 자동화, 다양한 알고리즘 기반의 워크플로우 등 사용자가 쉽게 스크립트로 작성할 수 있

으므로 BIM 설계 생산성 향상에 기여하고 있다[5]. 이러한 Dynamo는 현재 부재의 자동 모델링, 물량 검증, 자동 물량 산출, 부재 배치, 도면화, 시각화, 각종 오류체크 등 다양한 부분에 활용되고 있다.

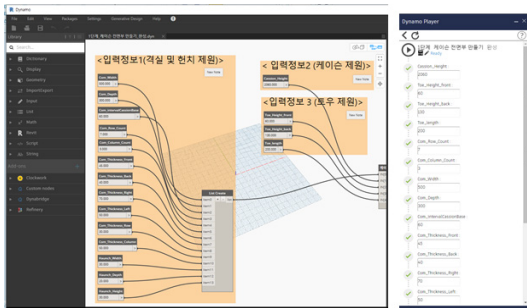


Fig. 2. User interfaces (Dynamo & DynamoPlayer)

Fig. 2와 같이 Dynamo의 ‘Input 노드’는 숫자, 문자, Boolean, 스크롤바 등으로 구성되어 일반적인 데이터를 직관적으로 입력할 수 있게 지원하고 있다. 그리고 Dynamo 스크립트를 간편하게 실행할 수 있는 DynamoPlayer를 통해 Dynamo를 사용하지 못하는 사용자도 입력력 정보를 쉽게 설정할 수 있기 때문에 다양한 Dynamo 스크립트를 찾아 BIM 설계 업무에 활용 가능하다.

그러나 이러한 UI은 Fig. 2와 같이 일차원적인 입력력 정보를 제공하고 있을 뿐, 업무 프로세스 및 이미지 적용 등 사용자의 편의성을 고려하여 UI를 작성하기에는 어려움이 있는 단점이 있다. 이에 최근에는 다양한 모델링 기능 및 비주얼프로그래밍 지원 등 모델링 생산성을 높일 수 있는 기능과 기술들은 발전하고 있으나, 여전히 초보자가 사용하기에는 어려움이 많고, 실무적으로 활용하기에는 편의성 측면에서 불편함이 많다. 따라서 연구에서는 실무적 활용성을 향상하여 초보자들도 쉽게 BIM기반 설계 업무를 수행할 수 있도록 Revit의 Dynamo와 Excel VBA를 활용한 ‘슬릿 케이슨의 BIM기반 설계 자동화 시스템’을 개발하였다.

3. 슬릿 및 무공 케이슨의 매개변수

슬릿 및 무공 케이슨은 철근 콘크리트로 제작된 상자 모양의 것으로서 부양식 독(dock)이나 육상에서 제작되고 해상에서는 예항선을 또는 기준기선에 의해 현장으로

운반되어 방파제 또는 중력식 구조의 안벽 본체로 설치되며, 일반적으로 모래나 사석, 슬래그로 케이슨 내부를 채운다[5]. 특히 안벽은 직립제로 구성됨으로써 블록 또는 케이슨을 활용하고 있으나, 대형 선박이 접하는 부두에서는 통상적으로 케이슨식 안벽을 사용하기 때문에 슬릿 및 무공 케이슨의 활용도가 높다.

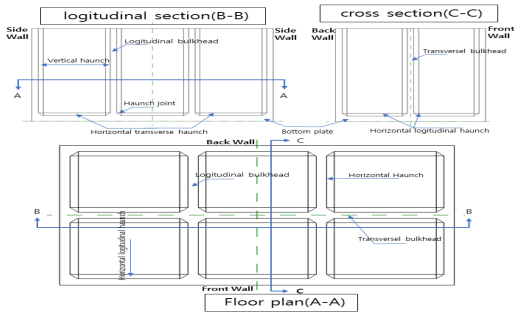


Fig. 3. Caisson components[6]

케이슨을 구성하는 부재는 Fig. 3과 같으며, 이러한 부재의 형상 및 치수를 설계할 시에는 수심, 상치콘크리트 타설능력, 구조적 안정성 및 시공성(해상 장비 규모 및 수급여건) 등이 고려되어야 한다.

따라서 실무에 활용 가능한 파라메트릭 모델을 구축하기 위해서는 케이슨의 각 부재에 대해서도 형상 및 치수를 자유롭게 변경할 수 있게 다양한 매개변수가 필요하다. 이에 연구에서는 케이슨 설계 전문가 인터뷰를 통해 Table 1과 같이 케이슨의 매개변수를 선정하였다. 이는 실무 설계 요소를 반영한 것으로서 총 57개의 매개변수를 통해 케이슨의 모델 정보를 수정할 수 있게 하였다.

Table 1. parameters for Slit caisson

Parameter name			
Chamber	Count(row, column)	Bulkhead	Thickness (front, back, right, left)
	Width	Toe	Front height
	Depth		Back height
	Interval (from baseline)		Length
haunch	Width	Caisson	Height (Caisson exterior)
	Depth	Material	Name
	Height		Height (1st, 2nd, 3rd floor)

4. 슬릿 케이슨의 BIM기반 설계 자동화 시스템 개발

연구에서는 앞서 도출한 슬릿 케이슨의 매개변수를 기반으로 BIM 설계 생산성을 향상시킬 수 있는 BIM기반 설계 자동화 시스템을 Fig. 4와 같이 '데이터 작성부문'과 '케이슨 모델링 자동화 부문'으로 구성하였다.

먼저 '데이터 작성부문'에서는 케이슨 모델링에 필요한 매개변수 데이터를 작성하기 위한 방법으로 사용자가 직접 Excel Sheet에 매개변수 값을 기입하거나 VBA를 활용해 작성한 UI를 통해 매개변수를 입력할 수 있게 구성하였다. '케이슨 모델링 자동화 부문'에서는 Revit의 Dynamo와 Python을 사용하여 Excel에 입력된 매개변수 정보를 참조하여 격실, 현치, 슬릿, 케이슨 외형 및 연결부 등 케이슨을 구성하는 각 부재들의 BIM 모델링을 자동화 할 수 있는 기능들로 구성하였다.

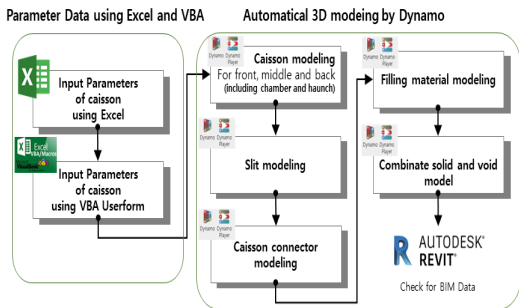


Fig. 4. System structure

또한 케이슨의 속채움재의 BIM 모델링 및 'Solid와 Void 객체 결합'과 같이 케이슨의 안정성 검토와 모델링 생산성을 향상시키는 기능들도 포함하였다.

4.1 Data 입력 Sheet 및 UI 개발

연구에서는 케이슨의 BIM모델에 대한 형상 및 속성정보들을 작성하고 관리할 수 있도록 Excel기반 데이터관리 모듈을 Fig. 5과 같이 3가지 'Excel Sheet'로 개발하였다. 'Main Sheet'에서는 간략한 시스템 개요와 케이슨을 구성하는 매개변수 정보를 제공하며, 이러한 매개변수들은 'Input Sheet'에서 사용자가 직접 입력하고, 'Report Sheet'에서는 케이슨의 수량산출 내역 등과 같이 BIM모델의 속성정보를 확인할 수 있게 하였다.

사용자가 많은 매개변수를 Excel에 입력하는 방식은 데이터 누락, 오타 등 입력오류를 발생시키는 확률이 높

기 때문에 연구에서는 Fig. 5와 같이 VBA를 활용하여 UI를 개발하였다. 'Main Sheet'에서 데이터입력 UI를 구현하면, 케이슨의 전면, 중간 및 후면 등 부위별로 매개변수를 입력할 수 있는 UI가 나타난다.

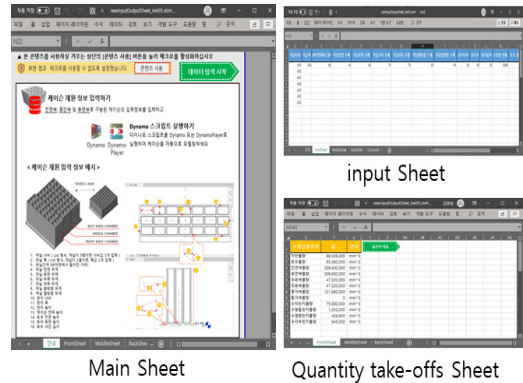


Fig. 5. Input sheet of parameter data

케이슨의 형상을 전면, 중간 및 후면으로 구분한 이유는 각 부위별로 격실의 폭, 너비, 높이 및 개수 등을 독립적으로 설계할 수 있게 함으로써 수심, 파고 등의 다양한 설계조건을 충족시키기 위함이다. 특히 Fig. 6과 같이 매개변수 입력창에서는 다양한 매개변수 값을 쉽게 입력할 수 있게 기존 데이터를 불러오거나 초기화할 수 있는 다양한 기능 버튼들로 구성되어 있을 뿐만 아니라 입력오류를 방지할 수 있게 데이터 타입, 형식 등에 대한 경고창 기능도 포함하고 있다. 케이슨의 설계기준 및 규칙드스크립트를 이용하여 경고창 기능을 구현하였기 때문에 일차적으로 설계기준 오류를 미연에 방지할 수 있다.

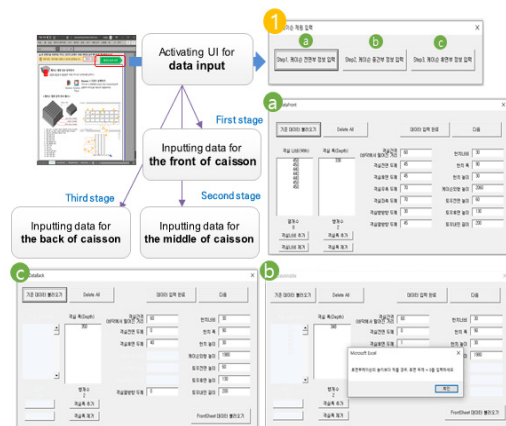


Fig. 6. User interface for parameter data

4.2 Dynamo기반 BIM 모델링 모듈 개발

연구에서는 Excel파일로 저장된 데이터를 활용하여 슬릿 케이슨의 BIM 모델을 자동으로 생성할 수 있도록 주요 모듈을 Dynamo를 통해 개발하였다.

4.2.1 케이슨 외형 및 격실의 3차원 모델링 자동화 모듈

먼저 케이슨 외형, 격실 및 현치를 자동으로 BIM 모델링할 수 있는 모듈을 개발하였다. 이를 위해 Fig. 7과 같이 Excel Sheet로부터 케이슨의 매개변수 정보를 참조할 수 있도록 Dynamo의 기본노드인 'Data.ImportExcel' 노드를 활용하여 Excel 파일을 불러와 케이슨의 부위별로 BIM 모델링을 수행할 수 데이터를 재구성하였다.

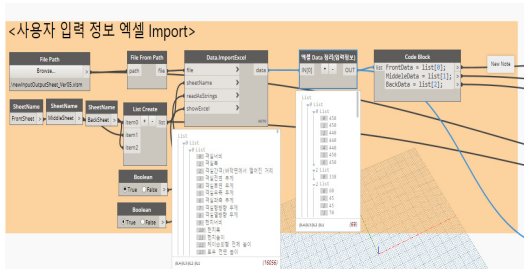


Fig. 7. Excel file importing module

이와 같이 입력된 케이슨 매개변수 값들은 Revit의 Sweep 및 Extrusion 방식으로 케이슨 BIM 모델링을 생성하였다. 케이슨의 경우, 콘크리트로 채워진 부분과 격실 및 슬릿과 같이 비어있는 부분으로 구성되어 있기 때문에 각 부재별 목적에 맞게 Solid와 Void형태로 구분하고, 이를 병합하는 과정으로 케이슨의 전체 BIM 모델을 생성하였다.

Revit의 Sweep 및 Extrusion 방식은 Fig. 8과 같이 임의의 선(Sketch path)을 따라 2차원의 면(2D

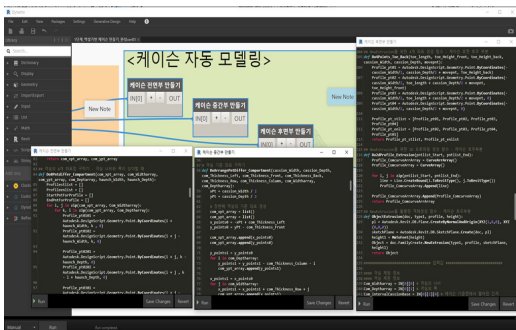


Fig. 8. Caisson modeling module

profile)모양으로 3차원 형상을 만드는 기능이다. 이를 위해 Fig. 8과 같이 케이슨의 각 부재별 2차원 프로파일과 경로를 자동으로 생성하여 Solid와 Void형태로 3차원 모델링하는 알고리즘을 구축하였다.

즉, Fig. 9와 같이 케이슨의 전면부, 중간부 및 후면부에 대하여 각각 Solid 형태의 케이슨 외형 1개와 Void 형태의 격실 모델을 사용자가 입력한 격실개수에 맞게 생성하고, 결합하는 방식으로 3차원 모델링을 자동화하였다. 먼저, 케이슨의 외형은 매개변수인 격실개수, 격실 너비, 격실 폭, 및 격실두께 값에 따라 2D profile를 구성하고, 케이슨 높이 값의 경로로 모델링할 수 있도록 구성하였다. 격실 모델은 격실너비, 폭 및 격실두께 값에 따라 2D profile을 구성하여 상단 부분을 모델링하고, 현치 값을 반영할 수 있게 별도의 2D profile를 구성하여 격실의 하단 부분을 모델링 할 수 있게 구성하였다. 그리고 케이슨의 전면부 토우에 대한 매개변수 값으로 토우의 3차원 모델을 생성하면, 케이슨의 전면부 3차원 모델 생성이 완료된다. 케이슨의 중간부 및 후면부 3차원 모델은 케이슨 전면부 3차원 모델의 폭 만큼 떨어진 위치에서 동일한 과정을 걸쳐 3차원 모델이 생성된다.

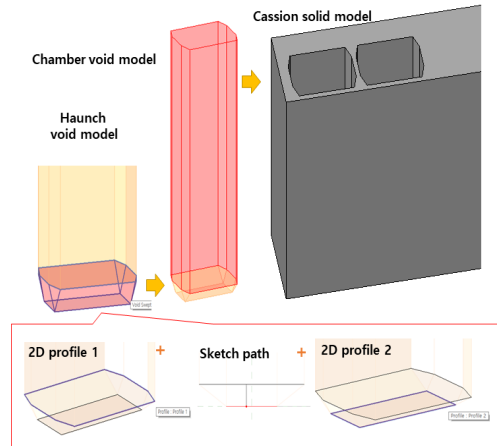


Fig. 9 Chamber and haunch modeling

특히, 케이슨의 전면부, 중간부 및 후면부별로 매개변수 값을 달리 적용할 수 있게 구성함으로써 실무에 활용도를 높였다. 예를 들어, 격실의 너비와 폭을 다양하게 설정할 수 있게 개별 격실에 대해서 너비와 폭을 상이하게 사용자가 정의할 수 있도록 구성하였다. 또한 Dynamo의 'Python Script' node를 통해 Revit API를 직접 활용함으로써 모델링 속도를 향상시켰다.

4.2.2 슬릿의 3차원 모델링 자동화 모듈

일반적으로 케이스는 파랑의 유입 및 유출에 대한 에너지를 소산하여 구조물을 보호하기 위하여 다수의 슬릿을 적용하고 있다. 슬릿의 크기와 위치는 설계조건에 따라 다양하기 때문에 연구에서는 일괄적으로 슬릿을 생성시키지 않고, 사용자가 원하는 격실의 단면을 선택하여 원하는 크기의 슬릿 모델을 생성할 수 있도록 Fig. 10과 같이 Dynamo 스크립트를 구성하였다.

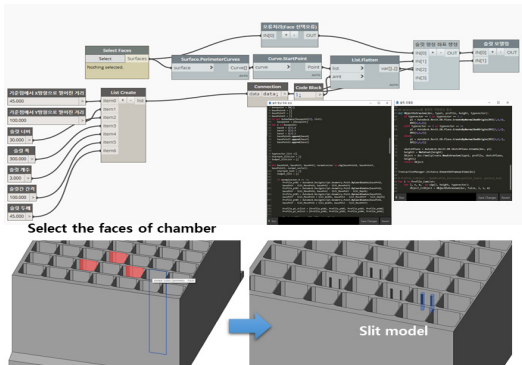


Fig. 10. Input sheet of parameter data

먼저 Fig. 10과 같이 'Select faces' 노드를 사용하여, 단일 단면이 아니라 다수의 단면을 선택할 수 있게 구성함으로써 동일한 형상의 슬릿 모델을 일괄적으로 생성할 수 있다. 슬릿 모델의 형상은 선택한 단면의 좌측상단의 좌표값을 기준으로 X 및 Y 방향으로 떨어진 거리, 슬릿 너비, 슬릿 폭, 슬릿 개수, 슬릿간 간격 및 슬릿 두께 등 매개변수 값을 활용하여 단면별 슬릿 2D profile을 생성하고, 이를 Extrusion 방식으로 모델을 생성한다. 특히 연구에서는 전면, 후면, 좌측, 우측 등 다양한 방향의 단면을 선택하여 슬릿 모델을 생성할 수 있도록 각각의 선택된 단면의 법선벡터를 추출하여 단면의 방향에 따라 Extrusion 경로를 생성할 수 있다.

4.2.3 케이스 연결부 3차원 모델링 자동화 모듈

일반적으로 다수의 케이스를 일정간격으로 이격하여 설치할 경우에는 인접한 케이스와의 결속력을 향상시키기 위하여 케이스의 좌우측에 연결부를 설치하고 있다. 연구에서는 케이스의 연결부를 자동으로 모델링 할 수 있게 Fig. 11과 같이 Dynamo 스크립트를 구성하였다.

케이스 연결부는 연결부의 폭은 일정하나 서로 다른 길이와 간격으로 Void 형태의 3차원 모델로 생성할 수 있게 구성하였다. 이를 위해 Excel Sheet를 활용하여 다수의 매개변수 값을 입력받을 수 있게 구성하였다. 연결

부의 3차원 모델 생성 방법은 앞서 케이스 외형 3차원 모델로부터 기준점을 계산하고, 연결부의 간격, 연결부 길이 및 폭 등의 매개변수 값을 활용하여 연결부의 2D profile을 생성하고, 이를 Extrusion 방식으로 모델을 생성할 수 있다.

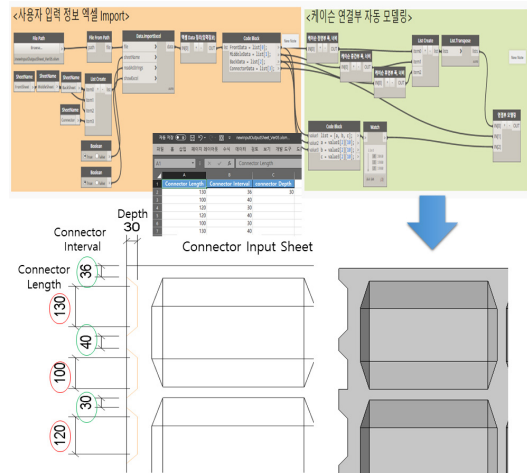


Fig. 11. Caisson connector modeling

4.2.4 케이스 속채움 3차원 모델링 자동화 모듈

케이스 내부에는 일반적으로 사석, 모래, 콘크리트 등으로 속채움을 한다. 이러한 속채움에 대한 3차원 모델링 자동화를 위하여 연구에서는 Fig. 12와 같이 Dynamo 스크립트를 구성하였다.

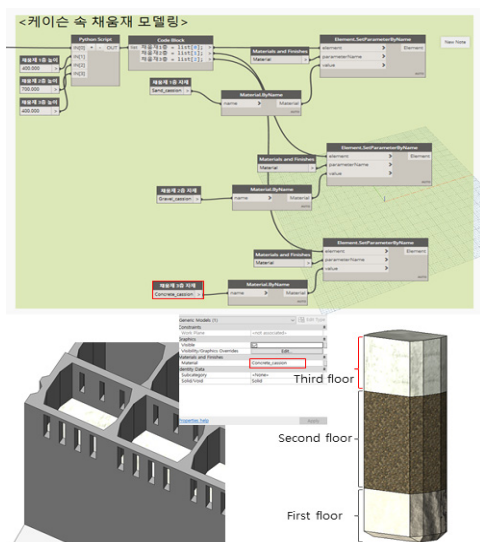


Fig. 12. Filling material modeling

속채움은 격실에 내부에 생성되므로, 앞서 격실의 3차원 모델에 생성시 활용되었던 2D profile를 참조하여 속채움 모델링을 수행하였다. 복수의 속채움 재료를 사용할 수 있도록 속채움의 3차원 모델을 3단계로 분리 할 수 있게 하였다. 속채움 모델에 재료 정보를 입력할 수 있게 Dynamo의 기본노드인 'Material.ByName'과 'Element.SetParameterByName'를 활용하여, 사용자가 입력한 재료의 명칭으로 재료 정보를 각각의 모델에 입력할 수 있게 하였다.

4.2.5 다수의 solid 및 void 객체 결합 모듈

연구에서는 케이스를 구성하는 부재를 케이스 외형부터 격실, 슬릿, 연결부 등 다수의 solid 및 void 형태도 모델링하고 있으나, 초기 생성된 일부 void 모델에서는 자동으로 해당 형상이 절단되지 않는 경우가 종종 발생된다.

void 모델의 개수가 적을 경우, 수작업이 가능하지만 케이스와 같이 다수의 void 모델이 존재할 경우에는 수작업이 곤란하기 때문에 연구에서는 다수의 solid 및 void 객체를 자동으로 결합할 수 있게 Fig. 13과 같이 Dynamo 스크립트를 구성하였다.

결합 방법은 Dynamo의 기본노드인 'Select Model Elements'를 활용하여 사용자가 원하는 solid 및 void 모델을 선택하면, 'Python Script'을 통해 Revit API 중 'CombinableElementArray'를 활용하여 해당 모델들을 결합하도록 구성하였다.

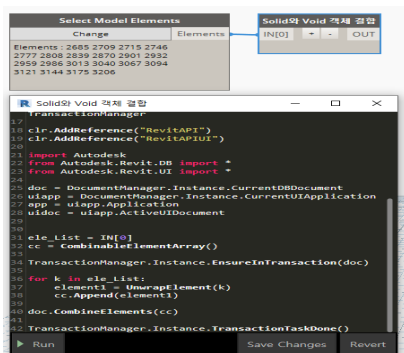


Fig. 13. Combination module

5. 사례적용

Fig. 14는 개발된 '슬릿 케이스의 BIM기반 설계 자동화 시스템'을 활용하여 슬릿 케이스 모델링을 자동화하는 모습을 보여준다. 먼저 VBA UI를 활용하여 사례모델의 매개변수 정보를 Excel Sheet에 입력하고, Revit의 DynamoPlayer를 실행하면, Fig. 14와 같이 Dynamo 스크립트를 간편하게 실행할 수 있는 창이 나타난다. Dynamo 스크립트는 총 5개로 구성되어 있으며, 각 스크립트를 순서에 맞게 실행하면 Excel Sheet에 입력된 매개변수 값으로 슬릿케이스의 3차원 모델이 자동으로 생성된다.

첫 번째 Dynamo 스크립트는 Excel Sheet를 선택하는 과정만으로 격실의 너비, 폭, 간격 및 케이스의 높이 등의 다양한 매개변수값을 적용하여 생성된 케이스 외형, 토우, 격실 및 현치 모델을 확인할 수 있다.

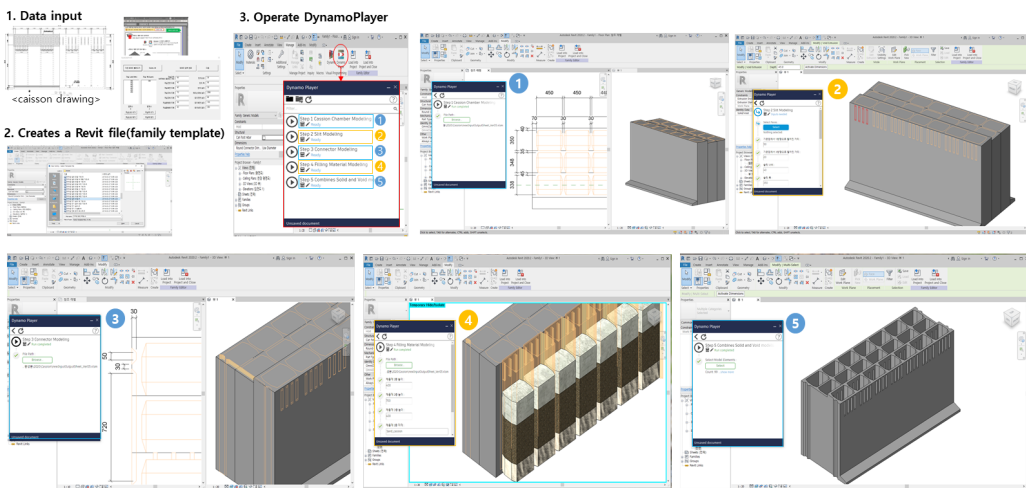


Fig. 14. System test for slit caisson modeling

두 번째 Dynamo 스크립트에서는 생성된 격실 모델의 단면을 선택하고, 슬릿 너비, 폭 및 간격 등의 슬릿 매개변수를 값을 입력하면, 슬릿 모델이 자동으로 생성되는 것을 보여주고 있다.

세 번째는 케이스 연결부의 모델링을 보여주며, Excel Sheet 선택을 통해 연결부 매개변수를 입력받는 과정으로 모델링이 수행된다. 네 번째 Dynamo 스크립트는 케이스의 속채움 모델링 과정을 나타내며, Excel Sheet 선택과 각 속채움 층에 대한 높이와 재료 이름을 입력하면, 자동으로 격실에 속채움 모델이 생성된다. 마지막 다섯 번째 Dynamo 스크립트에서는 앞서 과정에서 생성된 void 모델을 solid 모델과 결합하기 위함이며, 선택 노드를 통해 해당 모델들을 선택하면, 자동으로 void 모델들이 절단된 것을 시각적으로 확인할 수 있다.

이와 같이 단계적으로 Dynamo 스크립트를 실행하고, 일부 데이터 값만 입력하면 자동으로 슬릿 케이스 모델링이 완료되기 때문에 설계자가 쉽게 슬릿 케이스를 3차원으로 구현할 수 있을 뿐만 아니라 즉각적인 설계 변경이 가능하다.

6. 결론

BIM의 효율적인 도입 및 활용을 위해서는 우선적으로 모델링 기술이 요구된다. 그러나 여전히 BIM 설계도구들은 고도의 전문성이 필요하므로, 설계 및 시공사에서는 BIM관련 전문 인력을 확보하는 것이 어려운 실정이다. 또한 대부분의 BIM 모델링 작업이 수작업으로 진행되고 있기 때문에 BIM을 통한 업무 생산성 향상에 기여하지 못하고 있는 실정이다.

이에 연구에서는 BIM 모델링 생산성을 획기적으로 향상시킬 수 있도록 BIM 모델링 자동화 시스템을 Revit의 Dynamo, Excel VBA를 활용하여 개발하였다.

이를 위해 연구에서는 항만의 대표적인 구조물인 슬릿 케이스를 개발 대상으로 선정하고, 실무에서 사용할 수 있게 주요 매개변수들을 도출하였다. 특히, 실무적인 설계요소를 반영할 수 있게 57개의 매개변수를 구성하고, 다양하고 복잡한 매개변수를 효율적으로 관리할 수 있게 Excel VBA기반의 UI를 구축하여 사용자의 편의성을 높였다. 또한 실무에서 슬릿케이스를 설계하는 실제 워크플로우를 반영할 수 있는 5개의 모델링 자동화 모듈을 개발함으로써 사용자가 다양한 설계조건을 실시간 검토하면서 케이스의 BIM 모델을 구축할 수 있게 하였다. 개

발된 시스템은 사례적용을 통해 매개변수 입력만으로 케이스 부재가 신속하게 모델링 되어 업무 생산성이 획기적으로 향상되는 것과 다양한 설계변경에 따른 모델 변경의 수작업을 매개변수의 변경만으로 자동화함으로써 설계변경에 신속히 대응 할 수 있는 것을 확인하였다.

향후 연구에서는 다양한 항만 구조물을 대상으로 BIM 모델링 자동화 모듈을 개발할 뿐만 아니라 이들의 연계성을 파악하여 단일 구조물들을 조합하여 상위 시설물을 자동으로 모델링 할 수 있는 연구를 진행할 예정이다.

References

- [1] H. S. Moon. "The role of BIM in the fourth industrial revolution" *Construction Engineering and Management*, Vol.18, No.6, pp.42-46, 2017.
- [2] H. J. Kim, M. H. Choi, J. J. Kim, "A study on the automation process of BIM library creation of air handling unit", *Journal of The Architectural Institute of Korea Structure & Construction*, Vol.34, No.4, pp.75-82, Apr. 2018.
DOI: https://doi.org/10.5659/JAIK_SC.2018.34.4.75
- [3] S. M. Jeon, D. W. Kim, BIM parametric modeling, Technical Report, Ssangyong Engineering & construction, Korea, pp.20-24.
- [4] M. Ringsven, D. Bond, "A Study on the Application of BIM-enabled Interior Panel Design by the control of Parametric" *Journal of the Korean Institute of Interior Design*, Vol.25, No.6, pp.70-78, Dec. 2016.
DOI: <https://doi.org/10.14774/JKIID.2016.25.6.070>
- [5] S. Mengana, T. Mousiadis, *Parametric BIM: Energy Performance Analysis Using Dynamo for Revit*, Master's thesis, KTH Royal institute of Technology, Stockholm, Sweden, pp.1-55, 2016.
- [6] Korea ports & harbours Association, Guideline of practical Design for Ports and harbour construction 2014, Ministry of Oceans and Fisheries, Korea, pp.271-292

김 현 승(Hyeon-Seung Kim)

[정회원]



- 2011년 2월 : 경상대학교 건설공학부 토목공학 (공학사)
- 2011년 2월 : 경상대학교 대학원 토목공학과 (공학석사)
- 2016년 2월 : 경상대학교 대학원 토목공학과 (공학박사)
- 2018년 6월 ~ 현재 : ㈜서영엔지니어링 BIM개발팀 과장

<관심분야>

건설관리, BIM, 설계자동화

이 현 민(Heon-Min Lee)

[정회원]



- 2004년 2월 : 성균관대학교 건축조경 및 토목공학부 (공학사)
- 2006년 2월 : 성균관대학교 대학원 건설환경시스템공학과 (공학석사)
- 2014년 8월 : 성균관대학교 대학원 건설환경시스템공학과 (공학박사)
- 2015년 3월 ~ 현재 : 서영엔지니어링 BIM개발팀 차장

<관심분야>

BIM, 설계자동화

이 일 수(II-Soo Lee)

[정회원]



- 1991년 2월 : 연성대학교 공과대학 토목과 (공학사)
- 1991년 5월 ~ 현재 : 서영엔지니어링 BIM개발팀 팀장

<관심분야>

BIM, 토목설계