

[CES500216]

[Dynamo 를 활용한 항만 시설물의 3D 모델링 자동화 방안]

김현승

서영엔지니어링

학습 목표

- Dynamo 를 활용하여 실무에 활용도가 높은 BIM 라이브러리 작성 방법 배우기
- Dynamo 를 활용한 BIM 라이브러리 배치 방법 배우기

설명

설계단계에서 빈번하게 발생하는 설계변경과 최적의 설계안을 도출하기 위해서 여전히 반복적이고 수동적인 방법으로 3D 모델을 생성하고 수정하고 있기 때문에 많은 설계사들은 3D 모델링에 대한 낮은 업무 생산성 때문에 어려움을 겪고 있습니다. 일반적으로 3D 모델링 생산성을 향상시킬 수 있는 방법으로는 양질의 BIM 라이브러리를 확보하고, 파라메트릭 모델링을 활용한 설계 자동화 기술을 개발하는 것입니다. 이를 위해 본 발표에서는 Revit 과 Dynamo 를 활용하여 실무적으로 활용도가 높은 파라메트릭기반의 BIM 라이브러리 개발 사례와 이러한 BIM 라이브러리들을 활용하여 BIM 설계를 일부 자동화할 수 있는 방안을 소개하고자 합니다.

[본인 소개]

경상대학교 토목공학과를 졸업하였고, 동 대학원에서 석/박사학위를 받았습니다. 가상건설연구단을 시작으로 철도 BIM, 항만 BIM 등 BIM 관련 연구 프로젝트를 다수 수행하고 있으며, 대학, 공공기관 및 스마트건설교육원 등에서 BIM 및 스마트건설 관련 교육을 진행하였습니다. 현재는 (주)서영엔지니어링 BIM 개발팀에서 재직 중이며, 실무중심의 다양한 BIM 기술콘텐츠를 개발에 관심이 많은 엔지니어입니다.

Dynamo 를 활용하여 실무에 활용도가 높은 BIM 라이브러리 작성 방법

실무적으로 활용도가 높은 BIM 라이브러리를 만들기 위해서는 다양한 조건에 충족할 수 있도록 다수의 매개변수가 적용되고, 사용하기 편리하도록 구성하여야 합니다. 이를 위해 본 사례에서는 Dynamo 에 엑셀과 VBA 기반 UI 를 적용하여 BIM 라이브러리를 작성하는 방법을 소개하겠습니다.

슬릿 케이슨 모델링 자동화 라이브러리

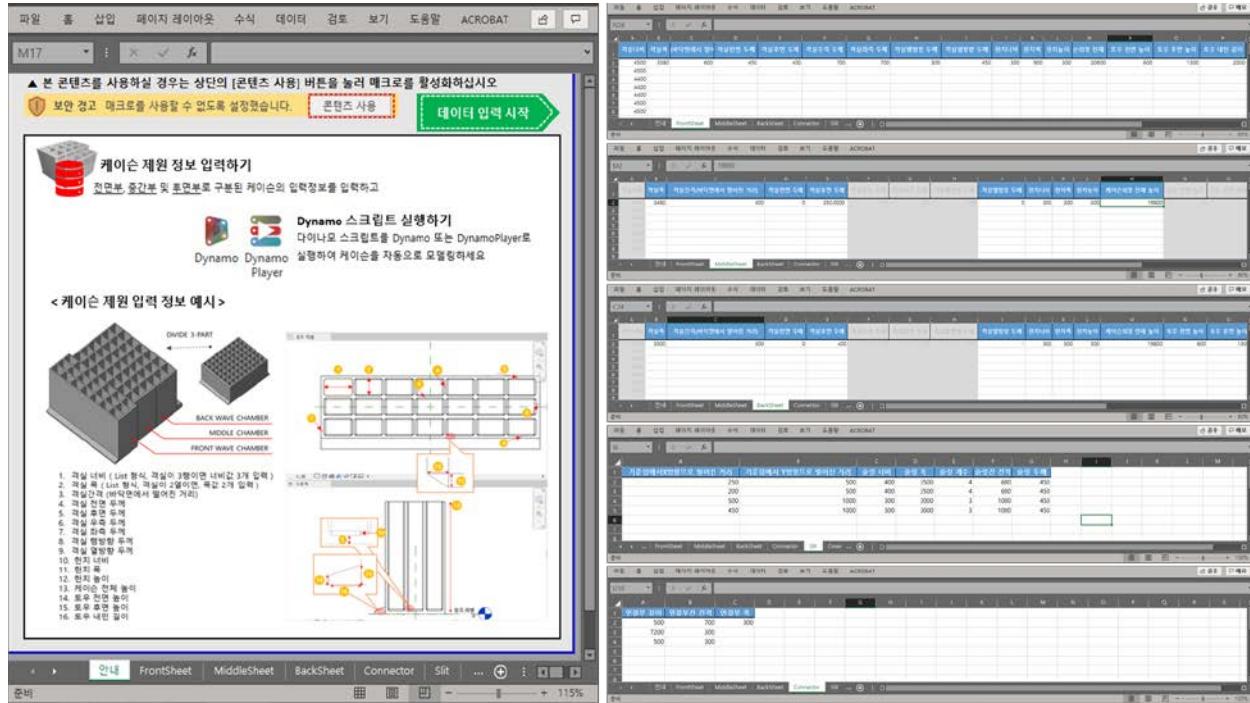
케이슨은 항만분야에서 방파제 또는 안벽의 본체로 활용도가 높은 구조물이며, 격실, 헌치, 슬릿 등 다양한 형상 요소로 구성되어 있다. 이러한 다양한 형상 요소들을 자유롭게 변경하기 위해서는 다수의 매개변수가 적용되어야 한다.

엑셀 및 VBA 를 통한 케이슨 형상 정보 입력

다수의 매개변수기반으로 라이브러리를 생성할 경우에는 효율적이고 쉽게 으로 이러한 매개변수를 관리하고, 보관할 수 있는 방안이 필요하다. Dynamo 에서는 별도의 데이터 저장소가 없기 때문에 현재로서는 엑셀을 활용하는 것이 가장 효과적인 방법으로 판단된다. 매개변수 관련 데이터를 단순히 엑셀 시트에 입력하는 것 보다는 데이터의 활용도에 따라 엑셀 자체 기능을 활용하여 데이터를 정리하는 것이 필요하다. 이는 Dynamo 에서 데이터 정리 및 처리를 간소화하기 위한 것도 있지만, 사용자가 오류없이 데이터 입력 및 관리하기 위함도 있다.

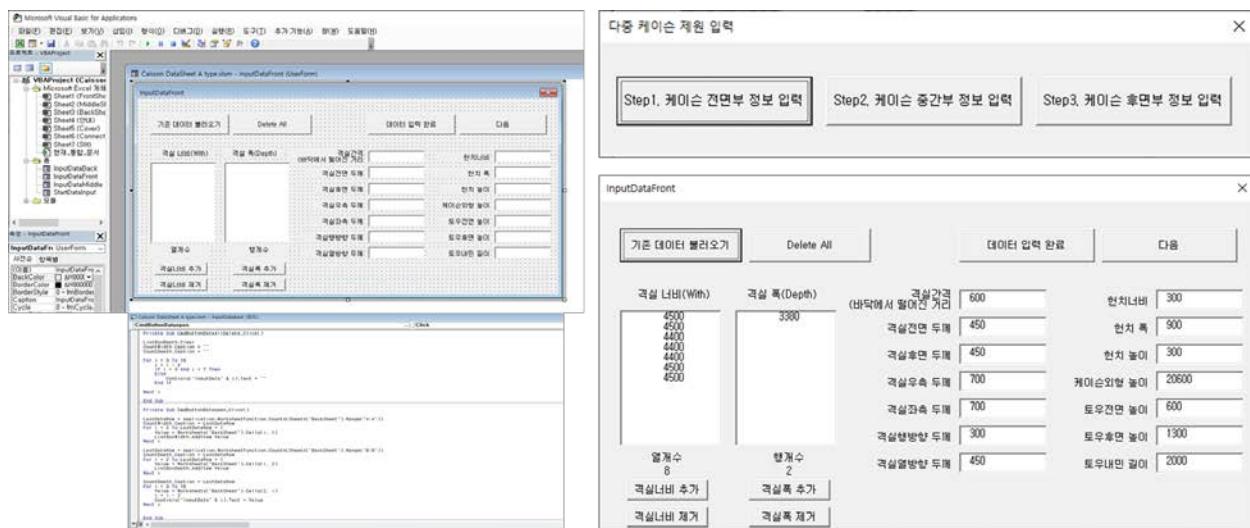
본 사례에서는 케이슨 특성을 고려하여, 매개변수 항목을 전면부, 중간부, 후면부, 연결부, 슬릿 등으로 구분하여 엑셀 시트를 구성하였다.

AUTODESK UNIVERSITY



케이슨 매개변수의 엑셀시트

또한 반복되거나 불필요한 정보들의 효율적인 관리 및 처리를 위하여 엑셀의 VBA 프로그래밍을 활용하여 추가적인 UI(User Interface, 이하 'UI')를 구성하였다. 이러한 UI를 통한 매개변수 관리는 기존의 데이터 입력 오류 등 다양한 인적 오류를 해결하는데 효과적인 방법이 될 수 있다.



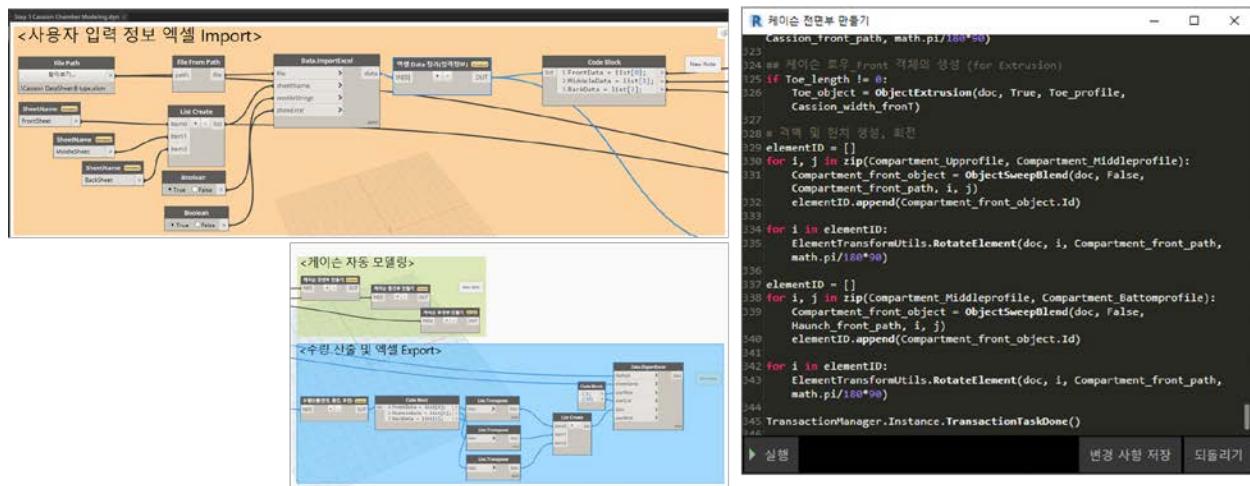
케이슨 매개변수 입력 UI

Dynamo 를 통한 케이슨 형상 모델링

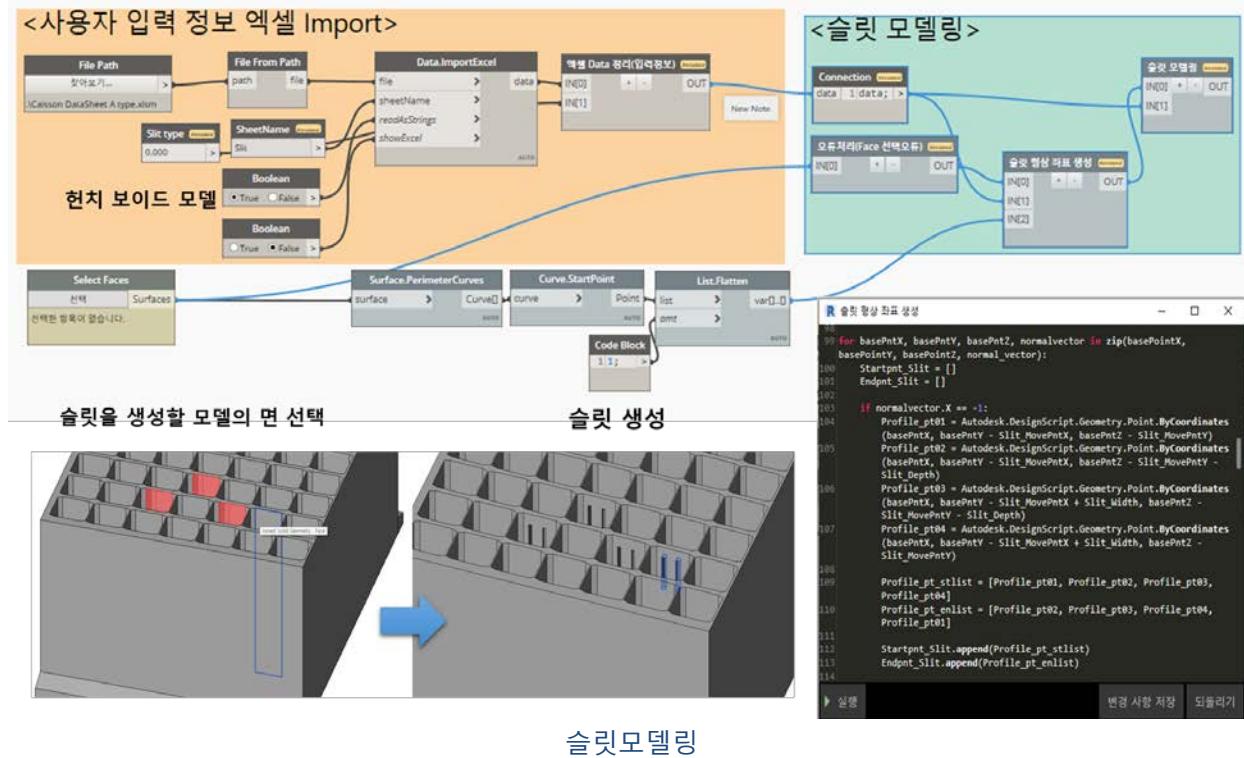
엑셀로부터 케이슨 형상에 대한 매개변수 데이터를 전달받아 케이슨 형상을 Dynamo 를 활용하여 모델링 하였다. Dynamo 의 경우 사용 노드가 많을수록 스크립트 코드의 해석이 어렵고, 구현 속도에도 영향을 미치므로 아래와 같이 5 개 단계로 구분하고, 각각에 대하여 스크립트를 작성하였다.

- 1) 케이슨 외형, 격실, 헌치 모델링
 - 2) 슬릿 모델링
 - 3) 연결부 모델링
 - 4) Solid 및 Void 객체 결합
 - 5) 속채움재 모델링

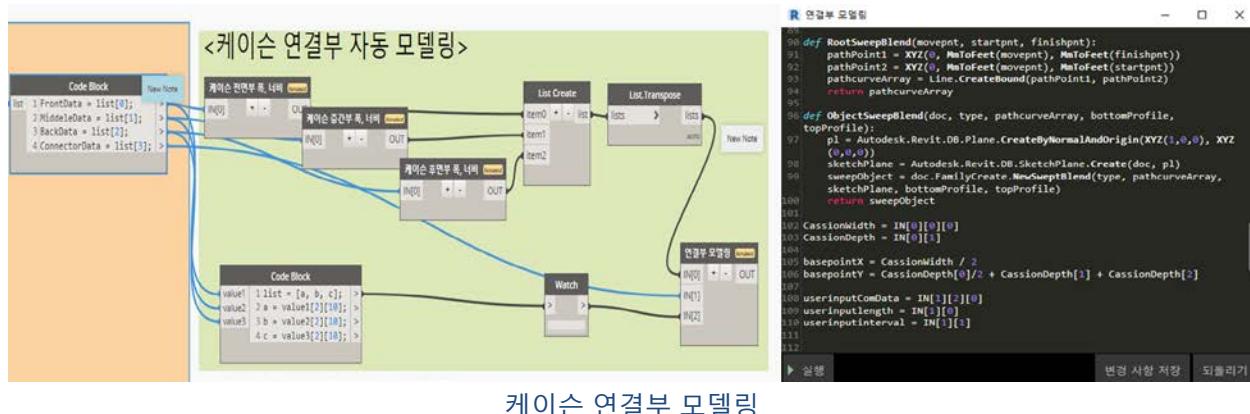
기본적인 작성 방법은 Dynamo 를 활용하여 매개변수 데이터를 기반으로 2D 프로파일을 구성하고, 돌출(Extrusion) 또는 스윕으로 솔리드(Solid) 및 보이드(Void) 객체를 생성하는 것이다. 본 사례에서는 활용 노드가 방대해 지는 것을 막기위해 Python Script 노드를 활용하여 Revit API 를 활용하여 작성하였다. (참조논문 <https://doi.org/10.5762/KAIS.2020.21.11.510>)



슬릿 모델링도 동일한 방법으로 Dynamo 스크립트를 작성하였다. 슬릿 모델링은 엑셀로부터 한 단면에 대한 슬릿의 너비, 폭, 간격 및 개수 정보를 사용자가 직접 선택한 Revit 객체 단면에 적용하여 보이드 모델을 생성한다.

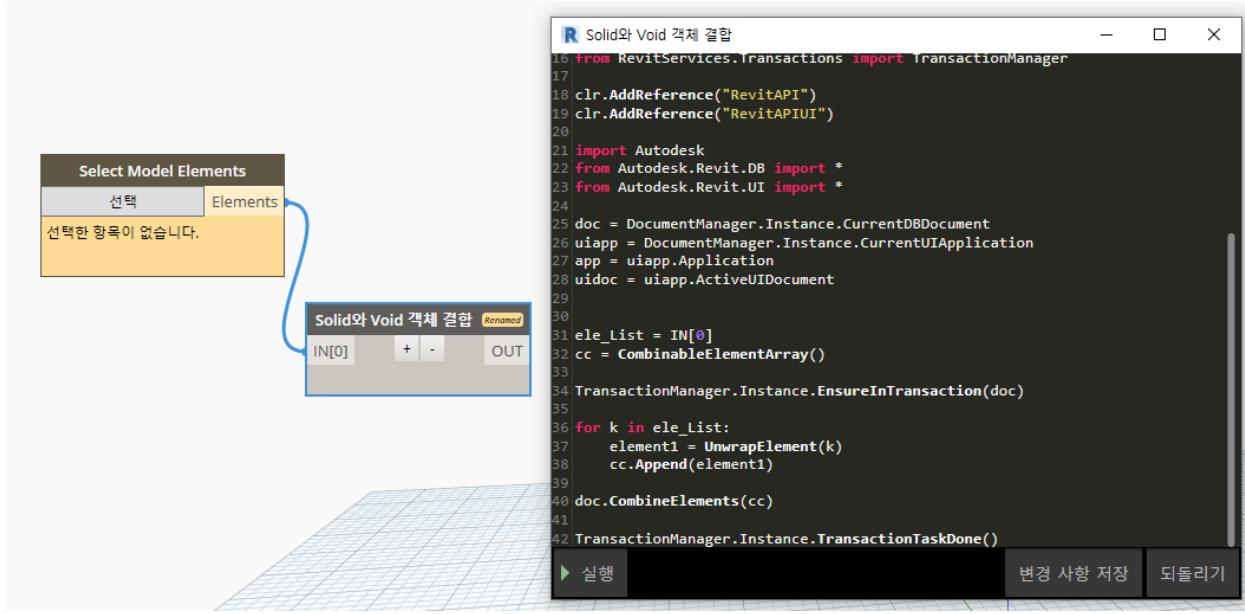


케이슨 연결부는 엑셀로부터 케이슨 외형 정보를 입력받아 케이슨 양 옆에 연결부 모델을 보이드 객체로 생성한다.



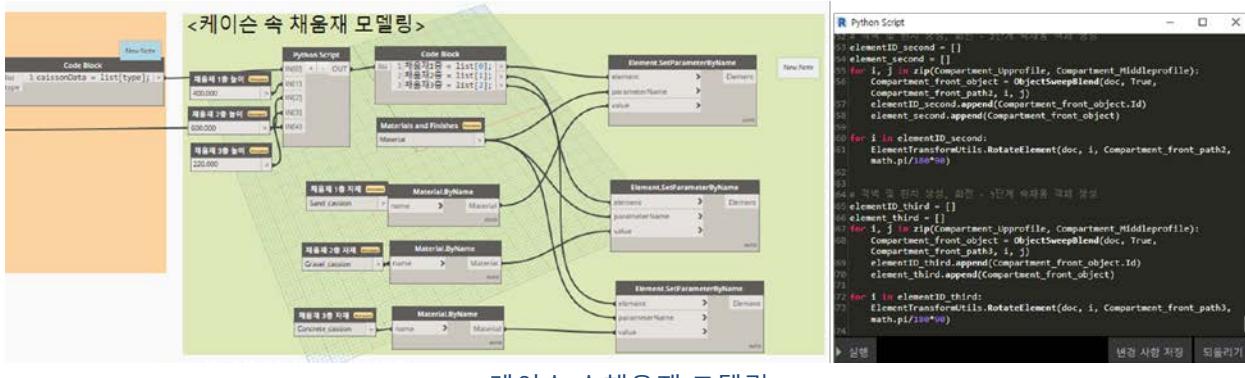
케이슨 연결부 모델이 생성되면, 지금까지 생성된 솔리드 및 보이드 객체를 결합하여 하나의 모델로 구성한다. 솔리드 및 보이드 객체 결합은 다음과 같이 간단하게 python Script 노드를 통해 구현할 수 있다.

AUTODESK UNIVERSITY



솔리드 및 보이드 모델 결합

속 채움재 모델링은 케이슨 격실안에 솔리드 객체를 생성하고, 해당 객체에 재료 정보를 입력할 수 있게 구성하였다. 단 해당 사례의 경우, 사전에 재료 라이브러리가 해당 프로젝트에 포함되어 있어야 오류 없이 실행 된다.



케이슨 속채움재 모델링

이와 같이 엑셀 데이터 시트와 Dynamo 스크립트로 구성된 '슬릿 케이슨 자동 모델링 라이브러리'는 엑셀 데이터의 수정만으로 쉽고 빠르게 슬릿 케이슨 모델을 구현할 수 있기 때문에 BIM 설계의 생산성을 획기적으로 높일 수 있다.

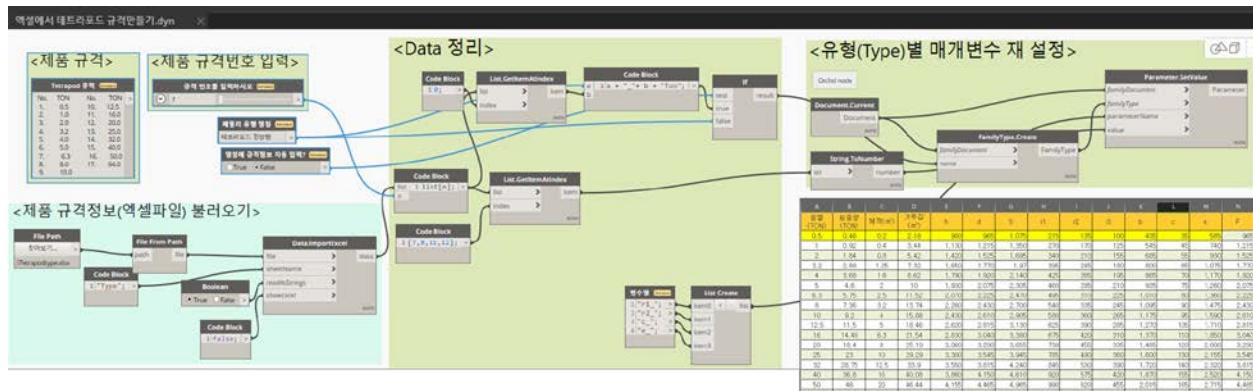
BIM 라이브러리의 유형 및 속성정보 입력

많은 유형을 가지는 BIM 라이브러리의 경우, 반복적으로 해당 유형을 생성하는 것과 다량의 속성정보를 수작업으로 입력하는 것은 BIM 설계 생산성을 저해시키는 요인이나 Dynamo 를 활용하면 쉽게 자동화 할 수 있다.

테트라포드 규격별 유형 만들기

테트라포드와 같은 상용 제품은 다수의 규격을 가지고 있으므로, 이러한 정보를 엑셀로 정리하고 이를 Dynamo 를 불러와 규격별로 테트라포드의 유형을 생성하는 것이 효과적이다.

Data.ImportExcel 노드와 list 노드를 통해 데이터 정리가 완료되면, FamilyType.Create 노드를 통해 유형명을 생성하고, Parameter.SetValue 노드를 통해 생성된 유형에 새로운 매개변수 값을 저장할 수 있다.



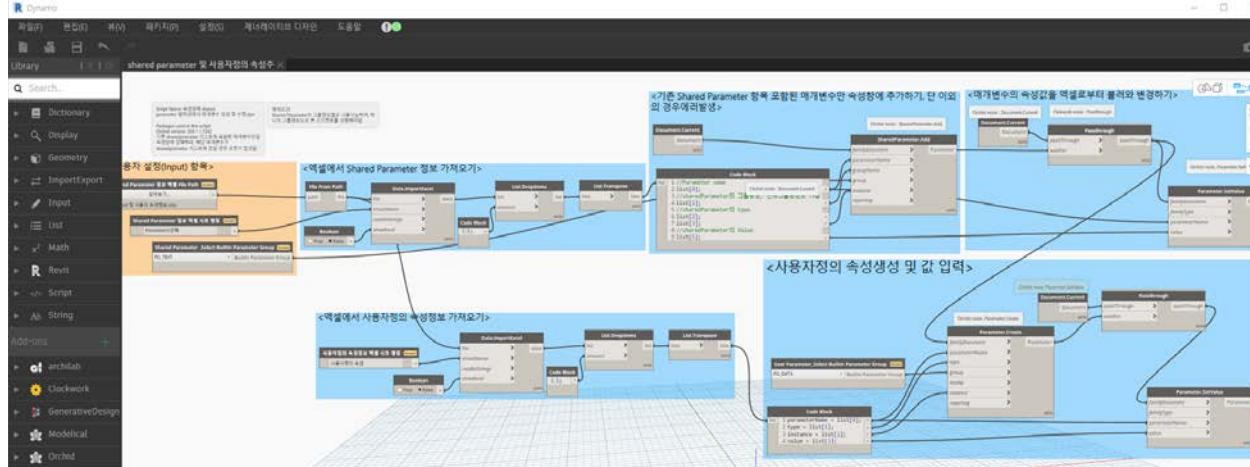
테트라포드 규격별 유형 생성

공유매개변수 및 사용자 정의 매개변수 입력

BIM은 많은 건설 정보들을 포함해야 하므로, 정보를 입력하는 작업도 BIM 설계 생산성을 결정짓는 중요한 요소이다. 따라서 공통적이고, 중복적인 정보를 자동으로 입력하는 방식은 업무 생산성 향상에 큰 도움이 될 것이다. 일반적으로 매개변수의 종류는 전체 프로젝트 차원에서 공통적으로 활용되는 공유매개변수와 사용자의 필요 유무에 따라 입력하는 사용자 정의 매개변수가 존재하다. 본 사례에서는 공유매개변수와 사용자 정의 매개변수 모두 엑셀로부터 제공받아 해당 객체의 속성정보로 입력하는 사례를 소개한다.

Dynamo로 엑셀의 데이터를 정리가 완료되면, SharedParameter.Add를 활용하여 공유매개변수를 입력할 수 있다. 해당 노드는 이미 정의된 공유매개변수에서 사용자가 원하는

공유매개변수 항목만 선택하여 속성정보를 입력할 수 있다. 그리고 Parameter.Create 노드를 활용하면 사용자가 엑셀에서 작성한 속성항목과 속성정보들을 자동으로 입력할 수 있다.



공유매개변수 및 사용자정의 매개변수 입력

Dynamo 를 활용하여 BIM 라이브러리 배치

Revit에서 BIM 라이브러리를 배치하는 것은 그리 어렵지 않다고 생각할 수 있습니다. 그러나 수백, 수천개의 라이브러리를 배치해야 하거나 평면이 아닌 경사면이나 곡면에 이들을 배치할 경우에는 상당히 어려운 작업이 될 수 있습니다. 이를 위해 본 사례에서는 Dynamo를 활용하여 보다 쉽고, 정확하고, 빠르게 다수의 라이브러리를 배치하는 방법을 소개하겠습니다.

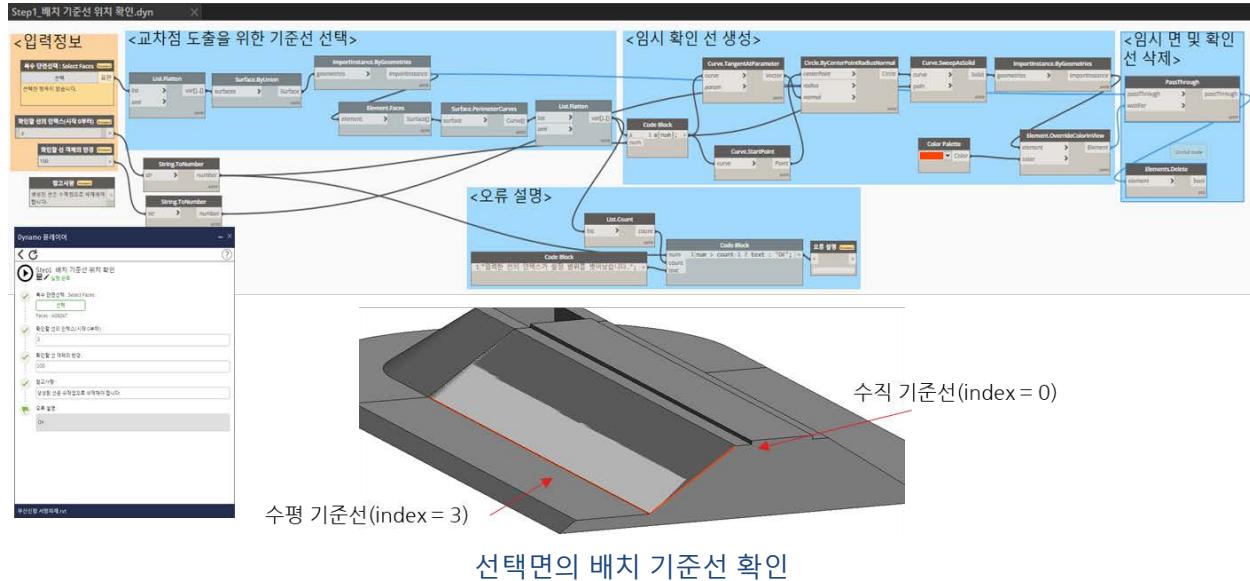
테트라포드의 2 단 자동 배치

테트라포드는 지형 조건에 따라 규칙적인 배열 형태를 가지며, 일반적으로 테트라포드의 제원표에 배열 유형과 규칙이 제시되어 있다. 따라서 사례에서는 배열 유형 및 규칙 정보를 엑셀로부터 사용자가 선택한 단면에 테트라포트를 자동으로 배열할 수 있는 방법을 소개합니다.

배치 기준선 위치 확인

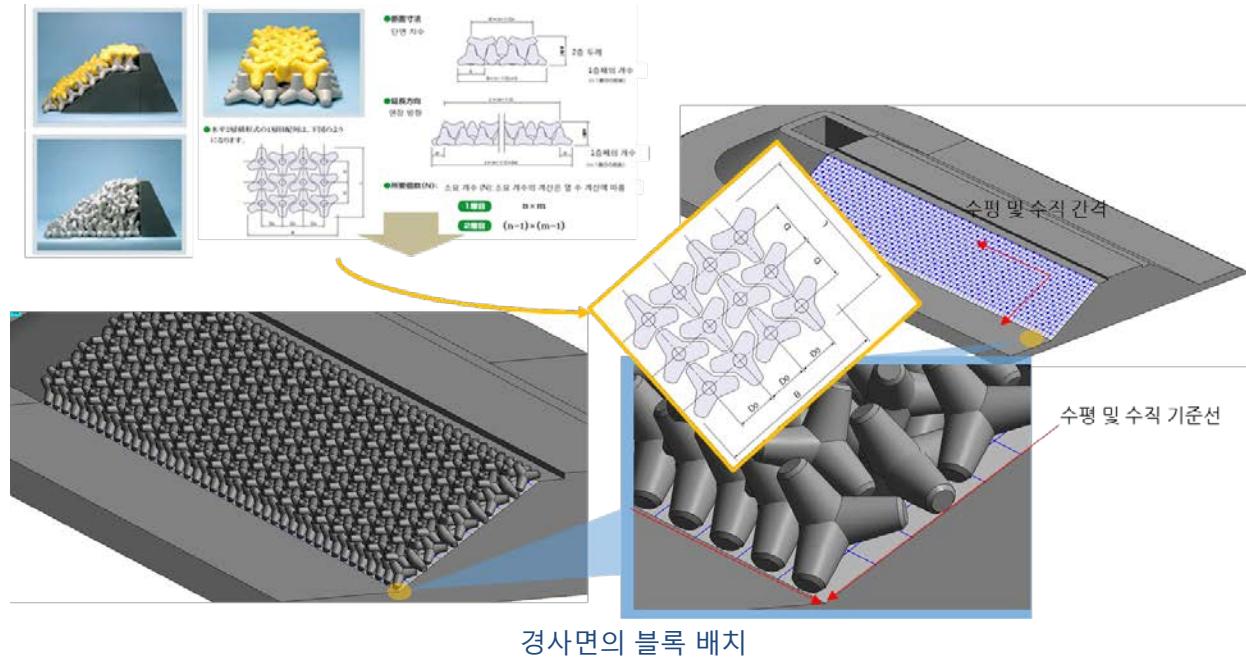
Dynamo의 Select face 노드로 Revit에서 특정 단면을 선택할 경우, 해당 단면 외곽선의 방향을 알기가 쉽지 않다. 따라서 특정 단면에 블록을 배치하기 이전에 해당 단면의 정확한 기준선을 파악하는 것이 필요하다. 이를 위해 본 사례에서는 해당 단면을 선택하고 임의의 인텍스를 입력하면 해당 인텍스에 해당하는 단면 외곽선을 시각적으로 파악할 수 있도록 하였다. 특히 본 사례에서는 DynamoPlayer의 특성상 스크립트 실행이 종료되면, 백그라운드에서도 관련

정보들이 종료되기 때문에 아래의 스크립트와 같이 해당 기준선을 하나의 원기둥 모델로 생성하였다. 따라서 블록 배치 이후에는 기준선 모델을 수작업으로 삭제해야 한다.



경사단면에 테트라포드 2 단 배치

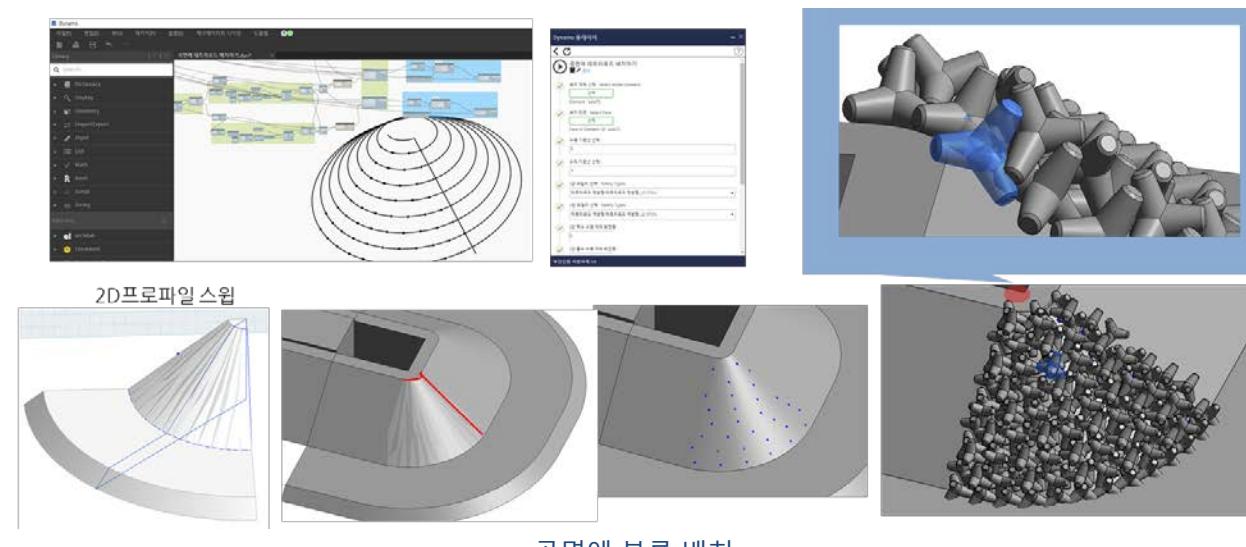
테트라포드의 배열 방식은 1 단, 2 단 배치가 있으며, A, B 등의 배치 유형에 따라 객체의 회전값이 달리 적용된다. 테트라포드의 경사단면 배치를 위해서는 배치 위치좌표를 도출해야 한다. 이를 위해 수평 및 수직 기준선의 교차점을 기준점하고, 수평 및 수직 기준선을 테트라포드의 규격에 맞게 수평 및 수직 배치 간격으로 새로운 좌표를 생성하고, 생성된 좌표에서 plane를 생성한다. 그리고 생성된 Plane을 각각 배치 단면과 교차시켜 배치 단면에 접하는 곡선을 생성하고, 이들을 교차시키면 블록의 배치 좌표를 도출할 수 있다. 그리고 배치 좌표를 FamilyInstance.Byface 노드에 적용하면 배치 단면에 테트라포드가 배치된다. 특히 테트라포드를 2 단으로 배치하기 위해서는 일부 블록을 단면의 연직 방향으로 이동해야 하는데, 이를 위해서는 Set BuiltIn Parameter(by Archilab)를 활용하여, 매개변수 명칭에 "INSTANCE_FREE_HOST_OFFSET_PARAM"를 입력하면 '호스트에서 간격띄우기'로 사용자가 원하는 만큼 경사 단면의 연직 방향으로 블록을 이동시킬 수 있다. 그리고 배치된 블록들은 FamilyInstance.SetRotation 노드를 통해 좌우 방향으로 회전할 수 있다.



경사면의 블록 배치

곡면에 테트라포드 2 단 배치

곡면에 테츠라포드를 배치할 경우에는 상단, 중단, 하단 부위의 폭, 너비 등에서 차이가 많이 발생하기 때문에 배치 기준선들의 교차로 배치 좌표를 도출하는 것은 합리적이지 못한다. 따라서 본 사례에서는 `Curve.ByIsoCurveOnSurface` 를 활용하여 배치 단면의 등치선으로 곡선을 생성하고, 각 곡선을 배치간격으로 구분함으로써 테트라포드의 배치 좌표를 도출 하였다.



곡면에 블록 배치

실제 곡면에서 일반적인 방법으로 테트라포드를 배치하면 블록들이 간섭되거나 배치간격이 크게 나타난다. 본 사례에서도 동일한 문제가 발생하고 있으나 발생 건수를 최소화하였다.

지형 단면의 높낮이에 따라 말뚝 길이 자동 설정 및 배치

말뚝공사의 경우에는 대다수 지형의 단면 높낮이에 따라 말뚝 깊이 결정된다. 따라서 본 사례에서는 지형 단면의 높낮이에 따라 말뚝 길이를 자동 설정하고 배치할 있는 방법을 소개한다. 우선 말뚝의 깊이를 결정하는 상단 및 하단면을 지형모델로부터 선택하고, 말뚝의 배치 좌표 도출을 위해 평면도에서 배치 간격 및 위치에 맞게 수직 및 수평 그리드를 작성한다. 말뚝의 경우 대다수 연직 방향으로 시공되기 때문에 Revit에서 작업하기 용이한 그리드로 교차점을 도출하는 것이 효율적이다. 수평, 수직 그리드의 교차점이 도출되면, 이를 기준으로 연직 방향을 관통하는 라인을 생성한다. 해당 라인들의 최대 및 최소 높이는 상단 및 하단면으로부터 생성된 Boundingbox의 최대 및 최소 높이값으로 설정하여 해당 라인들이 상단 및 하단면을 빠짐없이 교차 검토를 할 수 있게 한다. 따라서 새롭게 생성된 라인과 상단 및 하단면과의 교차점의 거리가 말뚝길이이며, 배치 위치가 된다.

