위 치	인천광역시 연수구 송도동 12-1
용 도	공공도서관
시설규모	지하1층/지상3층
대지면적	7,390 m²
건 폐 율	[illegible]
용 적 률	[illegible]
연 면 적	16,422 m²
주차대수	주기대수
구 조	RC구조/기둥 [illegible]
재 료	벽돌, 노출콘크리트

연결과 틈의 도서관

BIM활용을 통한 지역내 지속가능한 생활SOC 설계

국가 중요 정책으로서 추진되고 있는 생활밀착형 기반시설인 생활SOC 사업은 관광, 도시재생, 등 여러 분야에 있어서 여러 예산을 투입하여 진행하는 지속적 성격의 사업이다. 그런데 각 지역자치단체에 대한 예산과 그 외의 자원 등의 지속적인 관심과 관리가 필요하다.

그렇기 때문에 생활SOC사업은 지속가능성, 그중에서도 특히 경제성 부분이 상당히 고려되어야 하며, 그외에도 지역주민과 그 지역을 위해 환경적·사회적인 측면이 잘 갖춰져야 한다. 한마디로 해당 사업의 가장 중요한 부분 중 한가지는 '지속가능한 생활SOC'이다.

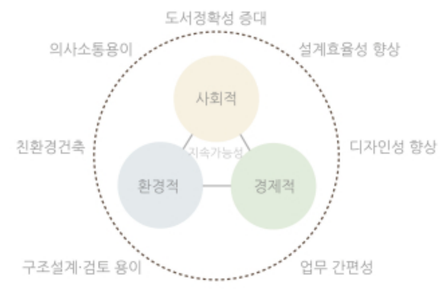
그런 맥락에서 문체부와 국토부가 제시한 '공공도서관'과 '주거지 주차장' 등의 시설에 대해 BIM활용을 통한 지속가능한 설계와 프로세스를 제시하며, 나아가 주민과 지역을 위한 생활SOC의 디자인을 제시한다.

디자인 컨셉

틈새는 연결에 의하여 만들어지고,
그 틈새안에서 비로소 연결이 이루어진다.
PATH & SLIT

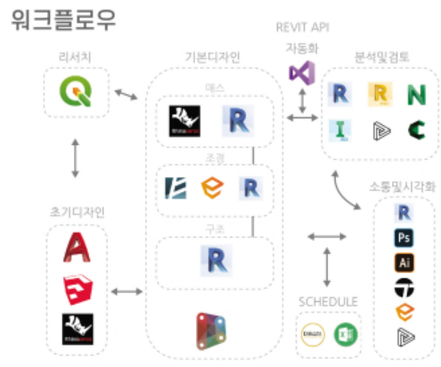
집 값, 나이, 인간관계, 일상생활 등 인생 전반의 모든 것들이 아주 빠른 속도로 증가 혹은 감소하고, 정신없이 흘러가 버린다. 이런 바쁜 인생의 틈새에서 사람들에게 소소한 일상과 휴식을 제공하고 싶었다. 그래서 책과 문화(서;書)를 읽고 느끼며, 그것들을 통해 일상의 평화로운 행복(행;幸)을 누리는, 그럼으로써 바쁘고 빠르게 지나가는 삶속에서 서행(徐行)하며 자신을 돌아볼 수 있는 도서관을 제시한다.

BIM의 지속가능한 역할성



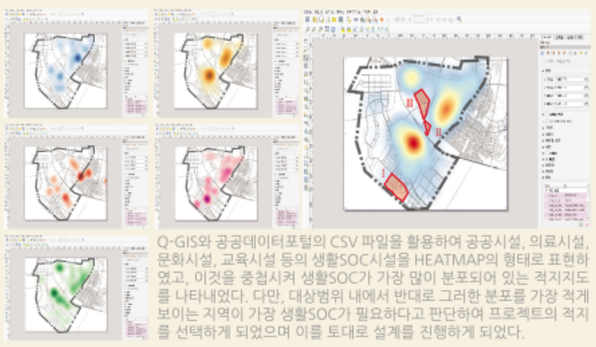
생활SOC설계에 대한 BIM의 활용에 있어서 실제 지속가능성의 세 가지 요인, 사회적·환경적·경제적 부분과 어떻게 관계를 맺고 긍정적 효과를 내는지에 초점을 맞춰 설계를 진행했다. 그 결과, 많은 이점들이 있었지만 특히나 조달청에서 특히 요구하는 도서의 정확성과 전체적인 설계및업무의 간편성·효율성 향상, 그리고 비건축인과의 의사소통의 원활화와 용이화 등이 있었다.

워크플로우



기본적인 리서치 단계 에서는 GIS 및 국가공간정보포털의 오픈API를 활용한 조사·분석을 진행하고 초기 디자인 단계에서는 캐드와 스케치업, 그리고 라이노를 활용했다. 기본 디자인에서는 전체적으로 레빗과 다이나모를 기반으로 하여 매스,조경,구조에서 라이노, ENVIRONMENT , 등을 활용했다. 또한 분석 및 검토와 클라이언트와의 소통 및 시각화단계에 대해서도 레빗을 기반으로 다양한 툴을 활용하였다.

GIS를 활용한 대상지 조사 및 적지분석



Q-GIS와 공공데이터포털의 CSV 파일을 활용하여 공공시설, 의료시설, 문화시설, 교육시설 등의 생활SOC시설을 HEATMAP의 형태로 표현하였고, 이것을 중첩시켜 생활SOC가 가장 많이 분포되어 있는 적지지도를 나타내었다. 다만, 대상범위 내에서 반대로 그러한 분포를 가장 적게 보이는 지역이 가장 생활SOC가 필요하다고 판단하여 프로젝트의 적지를 선택하게 되었으며 이를 토대로 설계를 진행하게 되었다.

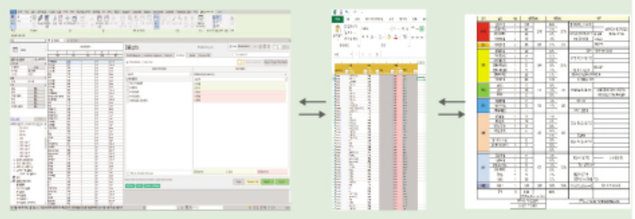
DESIGN OPTION을 활용한 MASS STUDY

초기 디자인과정에서 도서관 매스를 디자인하는데 있어서 레빗의 내부 매스와 디자인 옵션, 그리고 라이노를 활용하였다. 단순히 여러 매스를 복사 및 나열해서 비교하는게 아니라 동일한 화면에서 바뀐부분만 보여주어 시각화해줌으로써 디자인 의사교환을 더욱 수월하게 진행할 수 있었고, 더욱 간편하고 효율적으로 스터디할 수 있었다. 이러한 디자인 옵션을 이용한다면 주민들과 SOC관련 피드백이 더욱 원활할 것이다.

BIM을 활용한 LANDSCAPE설계

레빗과 레빗 내의 플러그인인 'Environment', 그리고 Enscape를 활용하여 조경 설계를 진행하였다. 초목과 길, 녹지 등을 통해서 생활SOC로서 주민들이 더욱 쾌적한 휴식과 여가 및 이용을 위해 계획하였다. 또한 2D와 모델링 정보를 따로따로 설계하는 것이 아닌 BIM을 통한 건물과 조경의 통합적인 설계를 고려했다.

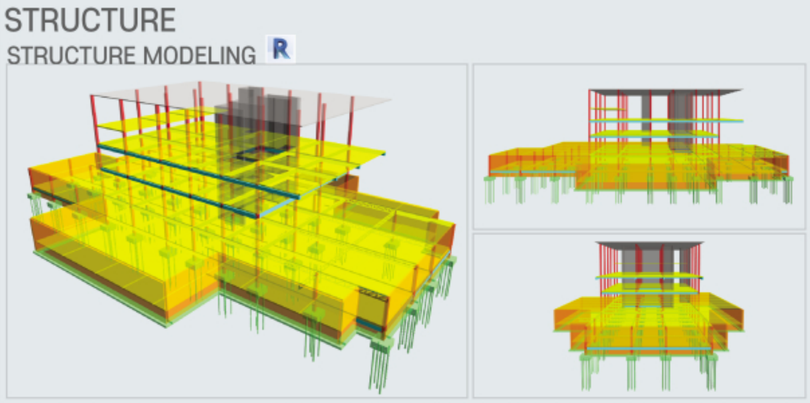
BIM활용에 있어서 일람표를 통한 데이터 관리 및 연계



원래의 수요조건을 담은 설계안에서 이를 바탕으로한 각 프로그램들과 그 면적을 레빗 내의 SCHEDULE을 통해서 정리하였고 이것을 파라미터 정보를 이용하는 레빗 플러그인인 DiRoots(Sheetlink)를 통해 1차 엑셀파일로 변환 하였다. 그 이후에 레빗 보다는 엑셀이 편집, 수정, 그리고 데이터 관리 등이 더욱 용이한 인터페이스와 범용성, 그리고 커뮤니케이션을 가졌다는 점을 활용하여 해당 정보를 기반으로한 정보들을 분류하고 다듬어 공간 수요를 재측정하고 법규검토를 거쳐 피드백을 반영하였고 플러그인내의 import기능을 통해 간편 하고 효율적으로 레빗내 정보를 다시 갱신하였다.

STRUCTURE

STRUCTURE MODELING



해안과 멀지 않은 지역에 위치한 사이트의 연약한 지반때문에 파일기초를 토대로 레빗에서 구조 모델링을 진행하였다. 기초와 기둥, 보, 슬라브, 그리고 코어 등을 포함하여 RC구조/기둥·보 구조로 설계를 진행하였다. 또한 이러한 구조모델링을 바탕으로 후에 건축모델링을 진행함으로써 설계과정에서 일어날 수 있는 간섭과 설계오류들을 줄일 수 있었고, 여러 건축적 분석을 진행하는데 있어서 더욱 정확하고 효율적인 결과를 얻을 수 있었다.

STRUCTURE ANALYSIS

구조모델링을 기반으로 사이트분석을 통해 얻은 정보들을 활용해 대상지의 시간대별, 계절별 풍속들을 비교하며 건물에 가해지는 풍하중을 검토할 수 있었다. 그 결과를 통해 나온 정보 값을 토대로 기둥의 크기나 보의 춤·너비 등을 보강하는 등의 피드백을 반영할 수 있었다. 또한 이러한 데이터 결과값들을 보고서의 형태로 정리하여 해당 부문에 대한 검토 및 관리 보고가 더욱더 효율적이고 용이하게끔 했다.

곡면과 트러스구조

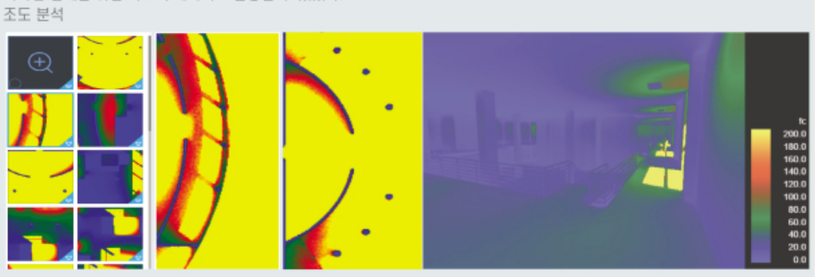
레빗 패밀리를 이용하여 트러스 모듈을 계획·생성한 다음에 곡면의 서피스에 트러스 구조를 적용하였다. 이를 통해 육중한 솔리드 지붕이나 가볍기만한 캐노피가 아니라 디자인적인 구축미와 가벼운 느낌의 트러스 지붕구조를 통해 주민들을 위한 야외 휴식·커뮤니티 공간을 마련하였다. 곡면 패턴 모듈에 따른 건축적인 구축은 트러스 구조와 커튼월을 통해 레빗내에서 쉽게 구현할 수 있었다.

에너지 환경분석

일조 분석

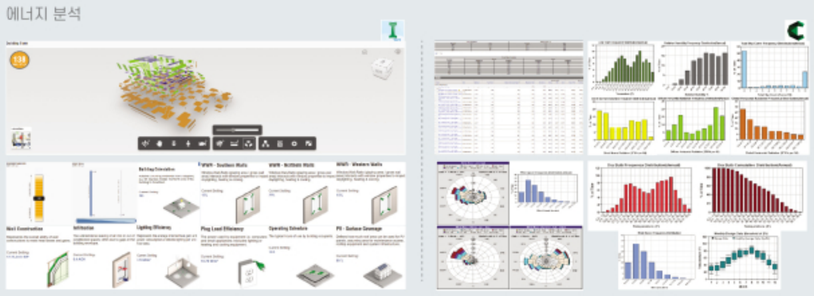
설정한 값을 통해서 레빗 내 플러그인인 SOLAR ANALYSIS FOR REVIT을 통해 건물 외피에 투영되는 일조를 분석할 수 있었다. 이를 통해서 상대적으로 하루동안 일조가 덜 빛춰지는 공간에 대한 채광계획을 포함하여 여러 설계 요소들을 다시 검토하고 피드백 할 수 있었다. 특히 이 분석정보를 활용하여 조경이나 오픈 스페이스, 그리고 파사드의 디자인에 대한 고려와 함께 건물의 지속가능한 디자인 설계를 위한 피드백 데이터로 활용할 수 있었다.

조도 분석



도서관 시설로써 주민들이 책을 읽는 등의 시각적인 효과가 중요하기 때문에 건물 내·외부로 클라우드 렌더링을 통한 조도 분석을 진행하였다. 사이트의 위치, 방위, 태양의 고도나 시간에 따른 각도 등의 사이트분석을 통해 나온 정보들을 바탕으로 위치 및 태양경로를 설정하여 진행하였으며 그 결과들을 통해서 창의 위치나 크기, 천장의 조명 위치와 수 등을 다시 한 번 검토할 수 있었고 이를 바탕으로 설계 대안들을 짤 수 있었다.

에너지 분석



AUTODESK INSIGHT와 AUTODESK GREEN BUILDING STUDIO를 통해 건물의 여러 요소에 대한 에너지 분석을 진행하였다. 전자를 통해서 창, 벽, 단열, 그리고 PV 에너지 등의 요소들에 대해 현재 모델정보의 값을 결과로 얻을 수 있었고, 후자를 통해서 건물 각 요소에 들어가는 에너지 비용과 더불어 기상의 각 요소들, 바람, 자외선 습기등의 데이터 결과값을 얻을 수 있었다. 이러한 데이터들을 기반으로 설계과정에서 벽이나 커튼월, 바닥과 천장, 지붕 등의 에너지 비용에 영향을 줄 수 있는 다양한 요소를 비교분석하고 검토 할 수 있었고, 또한 조경과 연계하여 방사와 조도, 바람에 대한 에너지 비용을 조절해보는 등의 피드백을 반영할 수 있었다.

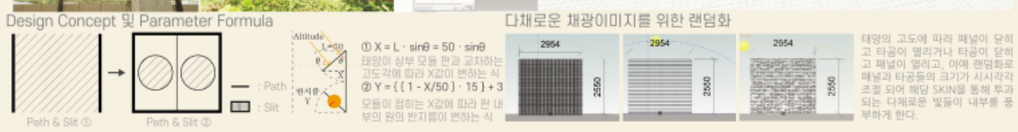
AUDITORIUM - GENERATIVE DESIGN과 PARAMETRIC WALL & CEILING

도서관의 지하1층에 계획된, 주민들을 위한 커뮤니티·교육·문화시설로서 오디토리움을 디자인하였다. 특히나 중점적인 디자인 요소는 벽면과 천장이었다. 우선 벽면의 경우 다이나모를 통한 파라메트릭디자인을 검토하면서 그 모듈에 가장 적합한 디자인들을 다이나모와 Generative Design을 통해 500여개의 샘플 디자인을 얻을 수 있었다. 그리고 모듈을 선택하여 그것을 기반으로 수정과 변형을 거친뒤 파라메트릭 디자인에 적용하였다. 적용시 랜덤화 노드를 구성하여 더욱 다채로운 벽면 디자인을 연출하려했다.

REVIT FAMILY와 DYNAMO를 활용한 KINETIC DESIGN

Perforated Kinetic Panel

Design Concept 및 Parameter Formula



다양한 연령대와 사람들이 방문하는 도서관은 기능적·시각적 풍요로움과 다채로운 이미지를 제공하여 공간과 장소가 지루하지 않게 하는 것이 중요하다. 그래서 해당 설계안에서 사람들의 주요 커뮤니티 공간인 북파크의 회랑 공간을 둘러 쌓고 있는 커튼월에 태양의 고도에 따라 다채롭게 변하는 키네틱 디자인을 적용하여 그 디자인을 투과하는 빛이 내부에 다채로운 채광 이미지를 제공하고자 했다. IF 노드를 이용하여 매개변수 Rotation_Angle 값이 0도일때, 90도일때, 그리고 그 외의 각도일때에 대하여 키네틱 디자인이 반응하게끔 노드들을 구성하였다.

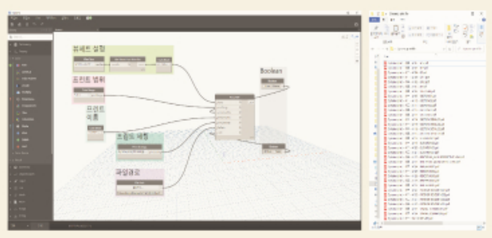
커뮤니케이션을 위한 VISUALIZATION

VRcollab을 이용하여 기존 레빗 모델링을 vr/desktop 동시 지원/호환 3D파일로 변환하고 이를 통해 클라이언트와의 3D 모델링 및 렌더 링 데이터 내에서 실시간 회의를 갖고 의견을 교환할 수 있었다. 동시에 내부에서 건 축 부재와 정보, 재료 및 디자인에 대한 피드백을 주고 받을 수 있었고 해당 파일 안 에 주석및사진을 통한 의견제시에 체크 및 답변 여부를 포함하여 여러가지 간편하고 효율적인 의사소통이 가능했으며 이 자료들을 Excel이나 PDF로 변환하여 문서 및 보고서화가 가능했다.

설계·시공과 관련된 실무적 업무 외에도 디자인과 컨셉, 느낌이나 인상같은, BIM설계 프로그램만으로는 표현하기 힘든 감성적인 접근 에서의 원활한 의사소통을 위해서 레빗의 데이터와 결과물들을 중심으로 캐드나 포토샵, 일러스트레이터 등의 기타 프로그램들을 보조적으로 활용할 수 있었다. 그 외 이러한 협동 워크플로우를 통해 BIM설 계물이 생활SOC와 관련하여 지역주민 들에게 더욱 설득력있게 다가갈 수 있다.

건축도서의 정확성 및 효율적 관리

하나의 건축물에 대하여 개별적인 2D 도면들을 작성하는것이 아니라 파라메트릭 시스템을 통해 모델링정보와 도면 들이 모두 통합되어 연 계되어 있기 때문에 도서의 정확성이 상당히 증가한다. 또한 설계과정에서 나오는 여러 건축도서들을 일람표를 통한 시트리스트를 통해 전체적인 도 면의 정보들을 분류화하여 더욱 간편하고 효율적으로, 그리고 정확하게 관 리할 수 있다.

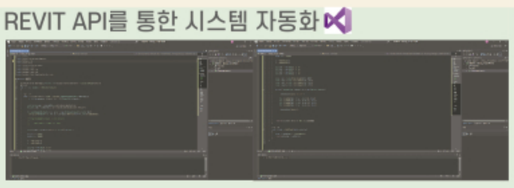


설계의 전반적인 과정에 있어서 수 많은 설계도서들을 끊임없이 검토하고 출력하고 보고하는 등의 절차를 가진 다. 그런 상황에서 다이나모를 이용하여 좀 더 효율적으로, 더욱 용이하게 수많은 설계도면을 빠른 작업속도로 저장 및 출력할 수 있으며 이는 건축도 서의 효율적인 관리를 도와 전체적인 과정에서 많은 시간과 비용을 절약할 수 있게 한다.

QR코드를 통한 효율적 데이터 저장·교환

즉각적이고 빠른 데이터 저장과 교환·응답이라는 효율적인 QR코드의 형태를 통해 REVIT 내의 각 건축부재에 대한 정보들을 저장·관리한다. 이를 통해 각 영역간에 더욱 간편하고 효율적인 정보교류와 의사소통이 가능하다.

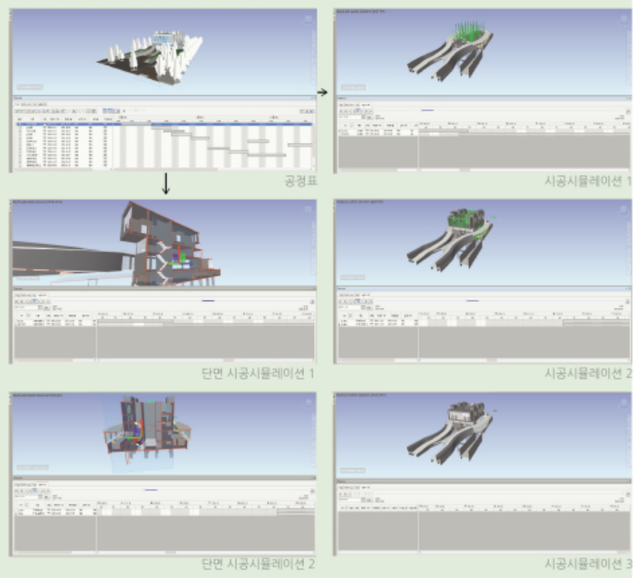
REVIT API를 통한 시스템 자동화



프로젝트 작업을 진행하기 전에 REVIT API 기능을 이용해서 벽과 관련된 자 동화 기능을 VISUAL STUDIO의 C#을 이용해서 설정했다. 이를 통해 매번 프로젝트에서 일일이 벽을 포함한 모든 부재들을 작성 하는게 아니라, 개발되어 있는 API나 직접 개발한 API를 활용 하여 자동화 설정을 해놓을 수 있다. 이는 특히나 규모가 상당히 크고 복잡한 설계에서 상당히 효율적으로 작 용하며 생활SOC 설계에서도 상당히 효율적인 워크플로우를 가질 수 있다.

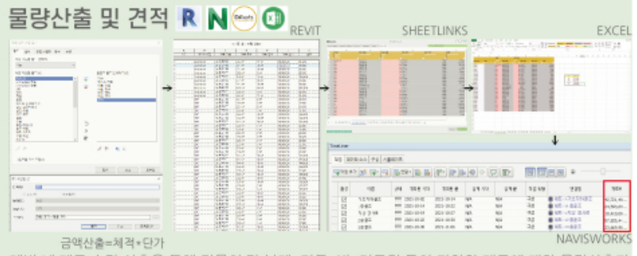
공정표를 통한 시공 시뮬레이션

전체모델 시뮬레이션과 단면시뮬레이션



레빗과 Navisworks를 통해서 전체 시공과 관련된 공정표를 작성하고 시뮬레이션을 해봤다. 그를 통해서 REVIT 내의 모델링 정보들과 연계된 건물 각 부재들이나 구조들에 대해서 통합된 공정 데이터를 추출했으며 추후에 각 공정단계별 시공되는 건축 자재들에 대한 견적을 산출할 수도 있었다. 또한 시공과정에서 코어나 주요 구조부분과 관련하여 특정 부분에 대한 시공 시뮬레이션을 진행할 수 있는 단면처리 사용기능을 통하여 위 사진과 같이 단면이 잘린상태에서 해당부분의 구조가 공정표에 따라 어떻게 시공되는지를 좀 더 면밀히 검토하고 각 부분들에 대한 피드백을 업그레이드 할 수 있었다.

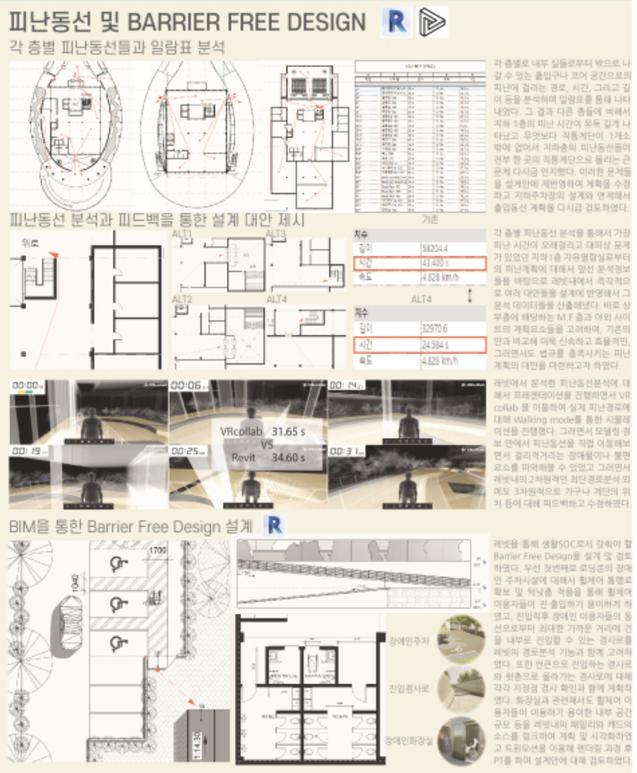
물량산출 및 견적



레빗 내 재료 수량 산출을 통해 건물의 각 부재, 기둥, 벽, 커튼월 등의 다양한 재료에 대한 물량산출과 견적을 냈고 이를 바탕으로 금액(체적 x 단가)을 수식필드로 삽입하여 계산해 주었다. 그것들을 SHEETLINKS와 EXCEL을 통하여 분류 및 합산을 하고, 이 정보를 공정표에 업데이트 시켜주었다.

피난동선 및 BARRIER FREE DESIGN

각 층별 피난동선들과 일람표 분석



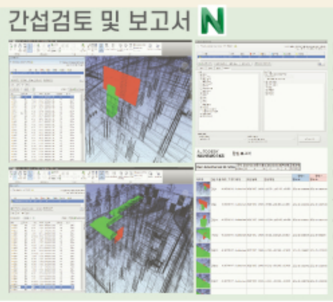
각 층별로 내부 실들로부터 밖으로 나갈 수 있는 출입구나 코어 공간으로의 피난에 걸리는 경로, 시간, 그리고 길이 등을 분석하여 일람표를 통해 나타내었다. 그 결과 다른 층들에 비해서 지하 1층의 피난 시간이 유독 길게 나타났고, 무엇보다 적용계단이 1개소 밖에 없어서 지하층의 피난동선들이 전부 한 곳의 적용계단으로 몰리는 큰 문제 다시금 인지했다. 이러한 문제점을 설계안에 제반영하여 계획을 수정하고 지하주차장의 설계와 연계해서 출입동선 계획을 다시금 검토하였다.

각 층별 피난동선 분석을 통해서 가장 피난 시간이 오래걸리고 대피상 문제가 있었던 지하1층 자유열람실로부터의 피난계획에 대해서 앞선 분석정보들을 바탕으로 레빗내에서 추가적으로 여러 대안들을 설계해 반영해서 그 분석 데이터들을 산출해냈다. 비록 상부층에 해당하는 M.F 층과 아외 사이트의 계획요소들을 고려하여, 기존의 연과 비교해 다소 신속하고 효율적인, 그리면서도 법규를 충족시키는 피난계획의 대안을 마련하고자 하였다.

레빗에서 분석한 피난동선분석에 대해서 프레젠테이션을 진행하면서 VRcollab 을 이용하여 실제 피난경로에 대해 Walking mode를 통한 시뮬레이션을 진행했다. 그리면서 모델링 정보 안에서 피난동선을 직접 이동해보면서 걸리적거리는 장애물이나 불편요소를 파악해볼 수 있었고 그러면서 레빗내의 2차원적인 피난경로분석 외에도 3차원적으로 가구나 계단의 위치 등에 대해 피드백해고 수정해갔다.

레빗에서 설계한 생활SOC로서 강화아 할 Barrier Free Design을 설계 및 검토하였다. 우선 첫번째로 휠체어 통행로 확보 및 턱낮춤 적용을 통해 휠체어 이용자들이 진·출입하기 용이하게 하였고, 진입부 경사로 이용자들의 동선으로부터 최대한 가까운 거리에 건물 내부로 진입할 수 있는 경사로를 레빗의 경로분석 기능과 함께 고려하였다. 또한 현관으로 진입하는 경사로와 원층으로 올라가는 경사로에 대해 각각 지정경 경사 확인과 함께 계획하였다. 화장실과 관련해서도 휠체어 이용자들이 이용하기 용이한 거리에 공간 구모 등을 레빗내의 패밀리와 캐드의 소스를 참조하여 계획 및 시각화하였고 트윈모션을 이용해 렌더링 과정 후 PT를 하여 설계안에 대해 검토하였다.

간섭검토 및 보고서



BIM품질관리기준의 물리품질을 확보하기 위하여 각 건축부재나 요소들의 충돌이 일어나는 부분들에 대하여 간섭체크를 진행해서 수정하는 피드백을 통해 바로 레빗 모델링에 업데이트를 진행하였다. 특히 벽이나 슬라브와 같은 특정 부재와 관련한 간섭검토를 선택적으로 실행하여 특정 공정에서 일어날 수 있는 간섭을 검토할 수도 있었다. 그리고 이러한 간섭검토 결과들을 분류하여 '간섭보고서'를 테이블 형식의 html 확장자로 내보내어 리스트화 시키고 보고과정에서 효과적이고 효율적인 의사소통을 진행할 수 있었다. 이에 대해 리스트별 주석을 달아 피드백을 진행하였다.