

BIM을 적용한 상하수도 관망설계(자유주제)

빔(BIM)에 물려가도 정신만 차리면 산다, 공석호*, 김도영, 차아현, 최정원

2021년 엔지니어링 경진대회, 종합보고서 패널리미지

프로젝트: 기존의 2차원 도면 환경에서는 알지 못하는 기법, 설계, 시공, 유지관리 단계의 사업정보 통합관리를 통해, 설계 품질 및 생산성 향상, 시공도 최소화, 체계적 유지관리 등 효율적인 프로젝트 진행을 기대할 수 있습니다. 사용프로그램으로는 Autodesk Revit과 인프라웍스(Infraworks)가 있었으며 시행착오의 과정에서 Midas CIM 및 벤틀리 프로그램이 있었습니다. 이에 의해 조는 상수관망 설계에 BIM을 적용시켜 관망시스템을 자동화하는데 목표를 삼았으며 최종적으로 우수치리방법지 저술하는 데 BIM을 적용시켜 프로젝트도 진행했습니다.

프로젝트 선정이유

- 특약, 기계, 화학, 환경등 다양한 분야를 전공한 사람들로 구성된 팀이기 때문에 도량, 구조물에 관한 설계보다 상하수도 관망설계를 주제로 BIM을 적용시켜 설계하는 것이 더 전문성을 나타낼 수 있고 기를 수 있을 것이라고 생각했습니다. 또한, 조원들 모두 상하수도현황에서 주관하는 최신형 인제대학교 학생 수료과정에 있었고 교육과정에서 물산업과 관련된 수치리 공부 및 시설에 관하여 학습했기 때문에 수행하게 진행할 수 있을 것이라고 생각합니다.

프로젝트 진행방법

- Covid-19로 인하여 직접 대면하는 것을 최소한으로 하였습니다. 그래서 조장의 의견에 따라 2명으로 나누어 프로젝트를 분할하여 병행수행을 지키는 것을 우선으로 진행했습니다. 큰 틀을 나누어 담당 파트에서 도면 설계, 그에 따른 내용 반영으로 채워서, 계획서 작성업무로 역할 분담했습니다.
- 공석호, 차아현 조원은 Autodesk Revit 및 인프라웍스(Infraworks) 프로그램을 사용하여 상하수도 관망설계를 진행했습니다. 가상의 지형을 설정하여 지형에 상하수도 관망을 대입했습니다. 주역과 연결시켜주는 상하수도부터 시작하여 정수장까지 연결되는 관 상하수도관까지의 범위에 하였습니다.
- 김도영, 최정원 조원은 Revit 프로그램에 설치하는데 있어서 차이가 있었습니다. 용량이 부족하거나 프로그램이 요구되는 컴퓨터 사양에 충족시키지 못하는 컴퓨터를 보유하고 있었기 때문입니다. 그래서 인프라웍스(Infraworks)를 설치하여 작업한 프로그램을 삼피아 피드백하여 관련 사항에 대해 자문교사를 실시했습니다. 또한, 설계가 진행됨에 따라 주차 보고서를 간단히 작성하여 조원들과 회의했습니다.
- Zoom을 통하여 매주 일요일마다 회의사항을 진행했습니다. 그리고 Google Drive 및 Trello를 통하여 협업의 기틀을 마련했습니다. 개별 프로젝트를 수행하기 전과 진행하고 있는 것, 그리고 진행했던 것들을 항목별로 나누어 보기 쉽게 정리하여서는 큰 프로젝트가 원활히 진행됨에 있어 도움이 되었습니다.



그림 1. 프로그램을 사용한 협업(왼쪽부터 페이스톡, Zoom, Trello, Google Drive)

시행착오 및 목적

- 다양한 프로그램을 사용하며 다양한으로 설계를 시도한 후, 조원들 간의 피드백을 통하여 지리 정보 가장 최적화된 프로그램을 사용하려고 했습니다. 그러나 Midas 및 벤틀리 프로그램을 사용하게 되는 전문 지식이 부족했습니다. 사전교육을 통하여 기본적인 관리의 구조물을 구현해낼 수 있었으며 관망을 그려내고 있었습니다. 그러나 지형지도를 이용하여 설계 시도할 경우, 성과물을 제출할 수준에는 도달하지 못했습니다. 그래서 Autodesk Revit을 사용하기로 결정했습니다. 처음 사용했던 Revit 프로그램도 학습이 필요했습니다. 그래서 토목 BIM 실무용서의 도움으로 차근차근 이어나갈 수 있었습니다.

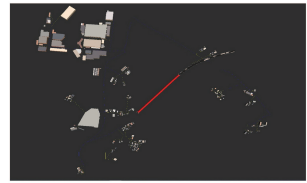


그림 2. 프로그램을 익히는 과정(상수관망 대략 배치도)

- 인전시의 수돗물에서 칼슘이 발견되고 붉은 수돗물이 발생하는 등 정수장도 상수관망 등 수치리 시설의 노후화의 대처방안 및 교체에 대한 문제가 대두되고 있습니다. 그리고 1970~1980년대대 본격적으로 설치되었던 지방 상수도의 노후화가 급속히 진행되어 개선사업이 있어야 하는 실정 속에 여기에 더해 기존 상수관망의 노후화 문제를 해결하는 것을 목적으로 체계적인 상수관망 관리 및 사전 예방적인 계획 수립을 구상하고자 합니다.
- 그동안에 열악하고 제대로 구축되지 못했던 상수도 시설, 지방 재정상태에 따른 노후(부식, 불량 상수도의 원형식 차량)의 결과로 국민들이 피해를 보는 일이 종종 발생하고 있습니다. 이를 BMS가 급속히 교체하여 가장 수치리 계통도를 구성하여 설계 차질과 연결하여 자동적으로 제어하여 효율적으로 빠른 상수관망의 자동화도 이루어지게 합니다.
- 성과물은 BIM을 기반으로 하는 판별 이미지까지 더 나아가 정수장 시설을 교장을 예치고 관리할 모듈을 개발하여 소규모 정수장 및 상수관망에 도입하고 3D 모델링 할 하여 안전한 수치리 공작기술을 구축할 것입니다. 이것은 가장 물리 시스템(CPS)로 구현할 수 있도록 계획을 하고 있는 것으로, 최종적으로 BIM 설계를 통하여 가장 수치리 계통도를 만들고자 하는 것에 목표하고 있습니다.

프로젝트 내용

- 가상의 지역에서 발생하는 생활오수 및 기타오수를 하수처리시설에 안정적으로 유입할 수 있도록 오수이송계통을 수립하고 경제적이고 안전한 하수도시설 개선을 통한 환경개선 및 보건위생 향상을 목표로 했습니다.

구분	내용	비고	
1. 목표년도	2040년	2025 가동예정	
2. 처리구역	*		
3. 처리대상			
4. 처리면적	-1,742.53ha	2040년 기준	
5. 처리인구	-5,027인		
6. 계획수량	-Q=26,780 ^{m³/일}		
7. 오수중계펌프장	1) 명칭 2) 시설용량 3) 위치 4) 부지면적		
	- Q = 13,598 ^{m³/일} (시간최대)		
	- 3,089 ^{m²}		
	- 수중모터탑교 15.8 ^{m³/min} ×50mH×3(1) 7.8 ^{m³/min} ×50mH×2		
	6) 연계처리시설	점합점 이용	
8. 관로서설	1) 자연유관로 2) 압송관로 3) 공기회상	- O300~1,500mm, L=4,062km - O900, L=4,897km - 5개소	탈취설비 반영

표 1. 프로젝트 개요

오수중계펌프장 신설계획

- 오수중계펌프장 및 관공사를 위한 예정공정계획은 오수중계펌프장 신설 및 오수관로 신설등을 포함하여 총 24개월이 소요되는 것으로 수립하였으며, 사업명령에 공정계획은 다른 표 2와 같습니다.

구분	일정 계획													비고
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24		
1. 오수중계펌프장														
- 토목공사														지반개량 공사 포함
- 건축공사														
- 기계공사														
- 전기/계측공사														
- 부대공사														
2. 오수관로														

표 2. 프로젝트 집행 예정공정표

분배조 형식 결정

- 발생된 오수는 기존관을 통하여 A 오수중계펌프장 유입 역관을 전제 오수가 유입되어 각 펌프조로 유량 분배가 필요하며, 유입된 유량을 결정하여 분배하기 위하여는 분배조 설치가 필요합니다. 분배조의 형식은 크게 다음과 같이 분류할 수 있으며, 그에 따른 처리방법 및 장단점은 다음 표 3과 같습니다.

구분	장점	수단점
처리방법	-유량배분을 위한 추가 기계설비 필요 -유량제어를 통한 연속유입 방식으로 설치시간 조정이 필요 -연속유입되는 오수중계펌프장 특성용 고관용 배관의 고장시 운전중이 발생할 수 있음	-웨어를 배설 배분하여 연속유입
정단점	-유량제어를 위한 추가 기계설비 필요 -유량제어를 통한 연속유입 방식으로 설치시간 조정이 필요 -연속유입되는 오수중계펌프장 특성용 고관용 배관의 고장시 운전중이 발생할 수 있음	-웨어를 배설 배분하여 연속유입
적용	웨어의 적용에 의한 유량분배 방식으로, 연속유입이 가능하며 유지관리가 용이한 수단방식을 적용하였으며, 유지관리성을 고려하여 웨어 강도에 유량분배에 따른 세부 조정이 가능한 STS PLATE를 설치하여 유량분배 대응성 향상	
추가반영사항	분배조의 유지관리성을 고려하여 추가적으로 유량분배 수준을 분배조 앞에 2개소 설치하였으며, 초음파 수위계를 유입배관과 분배조 수조에 각각 설치	

부지검토

- 오수중계펌프장의 위치를 결정하기 위해서는 지형, 부지확보의 가능성 및 출수의 용량 등을 포함한 자연적 조건과 주변지역의 환경 및 2차 공해에 의한 오염가능성, 장애 관련시설과의 연계운영방안 등을 종합적으로 검토하여야 합니다. 본 프로젝트에서는, 하수 수급이 용이한 2개 부지에 대해서 검토하여 가장 합리적인 부지가 선정되도록 계획하였습니다.
- 부지선정 시 검토사항
 1. 출수에 의한 침수위험이 없는 곳
 2. 현재 및 장래의 토지이용 계획상 문제가 없는 곳
 3. 2차 공해로 인한 주변환경에 나쁜 영향을 미칠 우려가 없는 곳
 4. 장애 부지 확보가 용이하고 민원발생의 우려가 적은 곳
 5. 기초지반이 양호한 곳
 6. 전몰로 건설과 동력인입이 용이한 곳
- ※ 표 4참고

표 3. 분배조 형식 비교

구분	주 소 위치	제 1 안		제 2 안	
		주 소	유치	주 소	유치
역행부지확	토지이용현황	-생선누지지역, 농업진흥구역, 성장관리구역	-사유지	-생선누지지역, 농업진흥구역, 성장관리구역	-사유지
면적	부지면적	-GL(+5.61m, 부지면적 : 3,089 ^{m²})	-사유지	-GL(+7.2m, 부지면적 : 3,434 ^{m²})	-사유지
	장점	-기존 펌프장과 인접하여 유지관리 용이 -오수유입에 따른 기존 펌프장과의 오수분배 용이 -주거지역과 이격되어 민원발생가능성 낮음	-기존 펌프장과 인접하여 유지관리 용이 -주거지역과 이격되어 민원발생가능성 낮음	-기존 펌프장과 인접하여 유지관리 용이 -주거지역과 이격되어 민원발생가능성 낮음	-기존 펌프장과 인접하여 유지관리 용이 -주거지역과 이격되어 민원발생가능성 낮음
단점	단점	-사유지가 포함되어 협의 필요 -대국불로간 연결도로와 인접하여 공사시 협의 필요	-사유지가 포함되어 협의 필요 -대국불로간 연결도로와 인접하여 공사시 협의 필요	-사유지가 포함되어 협의 필요 -대국불로간 연결도로와 인접하여 공사시 협의 필요	-사유지가 포함되어 협의 필요 -대국불로간 연결도로와 인접하여 공사시 협의 필요
	선정	-검토결과 주거지역과 이격되어 있어 민원 발생가능이 낮을 것이고, 기존펌프장과 분배조 연결시 가장 용이한 1번 선정		-검토결과 주거지역과 이격되어 있어 민원 발생가능이 낮을 것이고, 기존펌프장과 분배조 연결시 가장 용이한 1번 선정	
선정사유	선정사유	-검토결과 주거지역과 이격되어 있어 민원 발생가능이 낮을 것이고, 기존펌프장과 분배조 연결시 가장 용이한 1번 선정 -기존 펌프장과 인접하여 유지관리에 용이하며 부지 면적 또한 2.3배 적어 유지보수비 절감.		-검토결과 주거지역과 이격되어 있어 민원 발생가능이 낮을 것이고, 기존펌프장과 분배조 연결시 가장 용이한 1번 선정 -기존 펌프장과 인접하여 유지관리에 용이하며 부지 면적 또한 2.3배 적어 유지보수비 절감.	

표 4. 1안과 2안의 비교사항



그림 3. 특징에 따른 구분된 지형

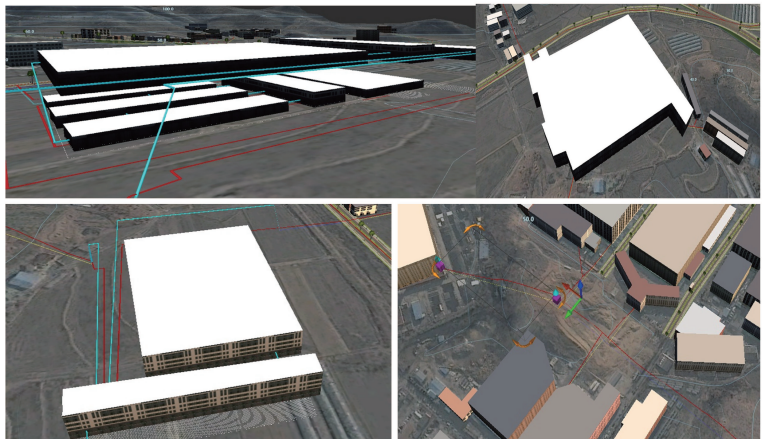


그림 4,5,6. 제 1안에 따라 상수관망 도입과정

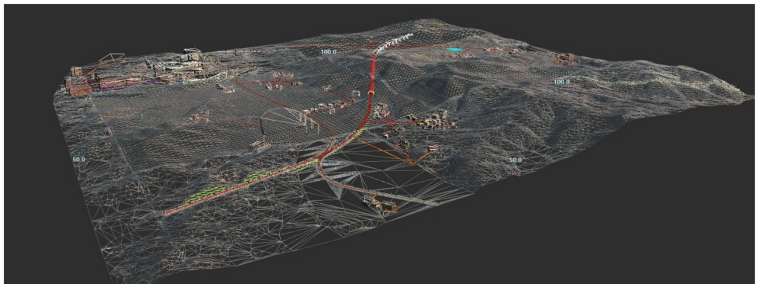


그림 7. 최종