

BIM 기반 실시간 토공 계측 관리 모델 RTMM_3D

Real Time Measure Management_3D

YonseiBIM

강다연
손원태
노겸주



Contents

1

제작 목표 및 필요성

- 1.1 RTMM_3D의 필요성
- 1.2 제작 목표
- 1.3 협업 및 제작 일정

2

제작 과정

- 2.1 실험 모델(1면) 구현
- 2.2 실험 모델(9x9x9) 구현
- 2.3 현장 모델 구현

3

최종 성과

- 3.1 프로그램 시연
- 3.2 RTMM_3D 작동결과

4

기대 효과

- 4.1 기존 방식 vs RTMM_3D
- 4.2 RTMM_3D의 장점
- 4.3 예상 비용



1.1 RTMM_3D 의 필요성

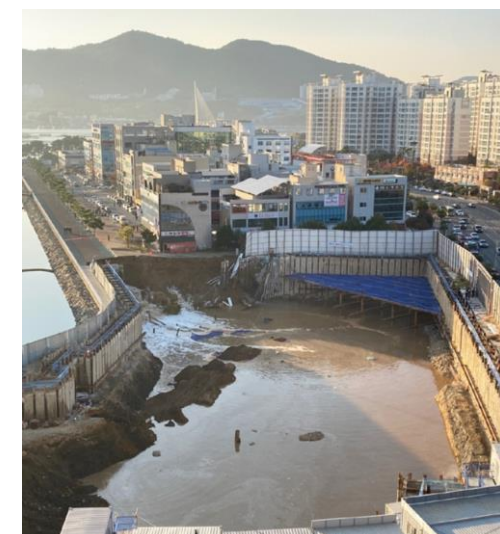
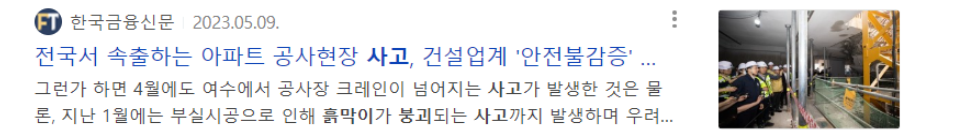
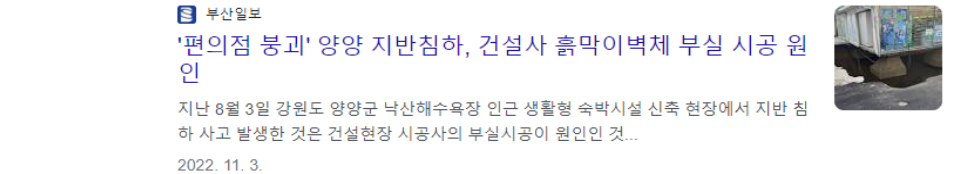
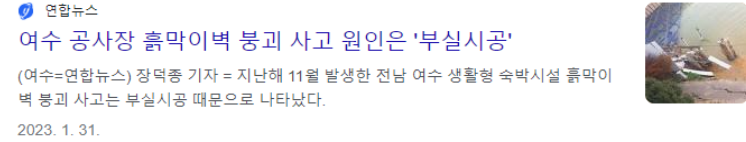
I. 도심지 굴착공사 중의 흙막이 붕괴 사고와 그에 따른 피해

2022년 건설사고 중 가시설 관련 약 25%(1)

II. 현행 흙막이 계측 관리의 한계

III. 스마트 계측 관리 기술에 대한 요구

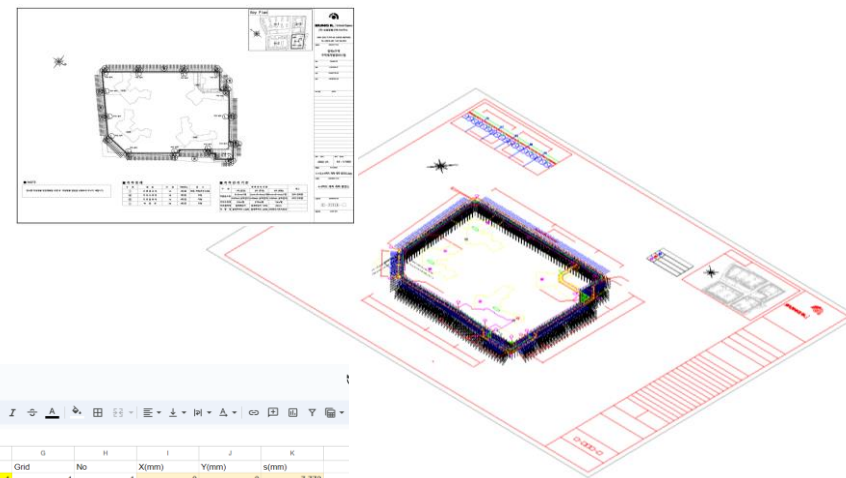
=> 자동화된 실시간 모니터링 시스템 필요



(1) 국토교통부 건설공사안전관리 종합 정보망
(2) 김형규 기자, 뉴스와이드, 2022.11.01

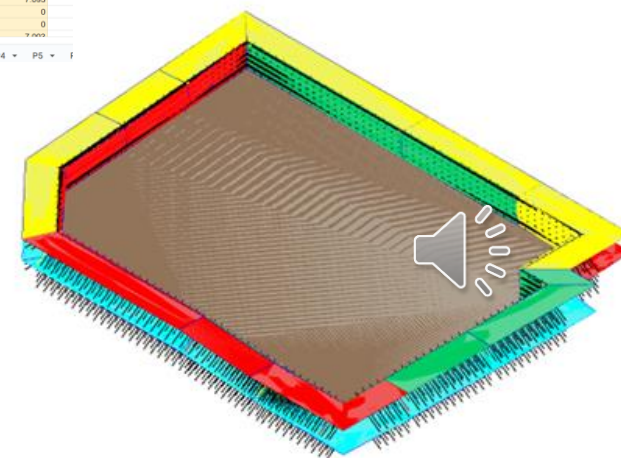
1.2 프로젝트 목표

- I. 현장과 동일한 BIM 모델 제작
- II. 실시간 데이터를 3D 모델 반영
- III. 관리 기준에 따른 위험단계 표현



Jangwi_23.01.30_16:00:00(Do Not Modify)

1	PT	X(mm)	Y(mm)	S(mm)	Amplification	Grid	No	X(mm)	Y(mm)	S(mm)	
2	P1	0	0	7.773			1	0	0	7.773	
3	P2	62135	0	26.622			1	62135	0	26.622	
4	P3	93815	-2175	26.498			1	93815	-10000	13.35	
5	P4	122930	-2175	25.642			1	4289	-10000	13.35	
6	P5	122930	15178	1.274			2	1	62135	0	26.622
7	P6	122930	49568	5.258			2	2	93815	-2175	26.498
8	P7	122930	83957	7.093			2	3	93472	-12175	13.35
9	P7.5	111830	83957	7.5305			2	4	61792	-10000	13.35
10	P8	111830	109667	7.968			3	1	93815	-2175	26.498
11	P9	84630	109667	6.043			3	2	122930	-2175	25.642
12	P10	38030	109667	1.514			3	3	132930	-12175	6.675
13	P11	-28434	109667	0.381			3	4	93472	-12175	13.35
14	P12	-27153	81027	10.879			4	1	122930	-2175	25.642
15	P13	-24872	52386	3.888			4	2	122930	15178	1.274
16	P14	-22590	23745	11.289			4	3	132930	15178	0
17	P1	-4289	-10000	13.35			4	4	132930	-12175	6.675
18	P2	61792	-10000	13.35			5	1	122930	15178	1.274
19	P3	93472	-12175	13.35			5	2	122930	49568	5.258
20	P4	132930	-12175	6.675			5	3	132930	49568	0
21	P5	132930	15178	0			5	4	132930	15178	0
22	P6	132930	49568	0			6	1	122930	49568	5.258
23	P7	132930	83957	0			6	2	122930	83957	7.093
24	P7.5	121830	83957	6.675			6	3	132930	93957	0
25	P8	121830	119667	13.35			6	4	132930	49568	0
26	P9	84630	119667	13.35			7	1	132930	83957	7.093



1.3 협업 및 제작 일정



작업

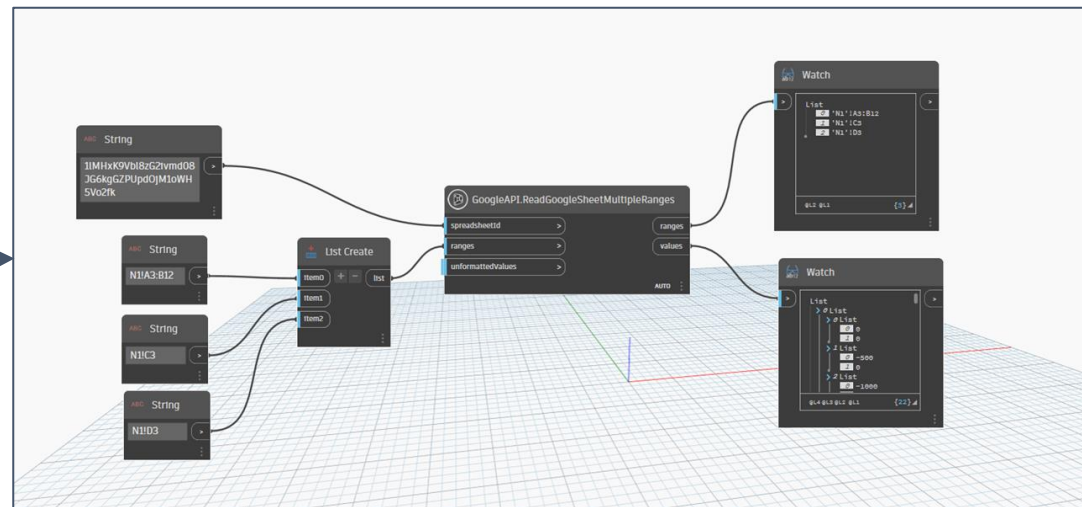
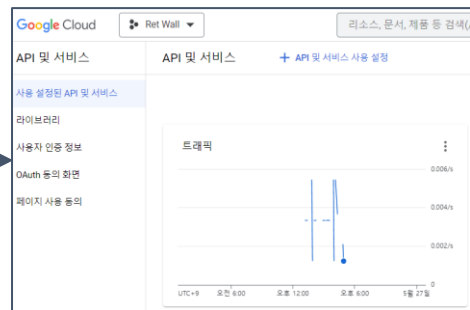
Status	작업 유형	Aa 작업 이름	담당자	마감일	텍스트	revit,dynamo 파일	자료
완료	구현	Dynamo 사용법 이해 및 시도	원태 손, 다연 강	March 21, 2023		면명에 해당 rev..., 면명에 해당.dyn, test.xlsx	
완료	지반	터파기 공사시 수집되는 계측값의 종류에 대해 조사	경주 노	March 21, 2023			
완료	프로젝트	전체 스케줄 짜기	경주 노, 다연 강, 원태 손	March 21, 2023			
완료	지반	자동계측 현장 답사	경주 노, 이송규, 해룡 박, munsu ch	March 24, 2023	3/24 09:30 6호선 들꽃이역 부근 GS 재개발 현장 답사예정		
완료	지반	지중경사계 데이터 형식 파악	경주 노	March 24, 2023			
완료	지반	다른 계측기 데이터 형식 파악	경주 노	March 24, 2023			
완료	지반	현재 지중경사계 데이터 활용 방식 파악(현장)	경주 노	March 24, 2023			
완료	지반	다른 계측기 데이터 활용 방식 파악(현장)	경주 노	March 24, 2023			
완료	지반	현재 현장 흙막이 안전관리 기준 수집 (현장)	경주 노	March 24, 2023			
완료	지반	현장 흙막이 BIM 모델 수집 / 없으면 2D CAD (현장)	경주 노	March 24, 2023			
완료	지반	현장의 여러 데이터(지중경사계/수위계) 수집 (현장)	경주 노	March 24, 2023			
완료	구현	서버에서 Dynamo로 데이터 Import	경주 노	March 30, 2023			
완료	구현	단순 흙막이(1면) BIM 모델 변형 표현	원태 손	March 30, 2023		고물단지.dyn.rvt, 새싹형.dyn	



2.1 실험 모델(1면) 구현

- I. 서버를 이용하여 실시간 데이터 Revit으로 가져오기
 - Google Cloud(서버) 사용 및 Add-On 사용 Dynamo로 Input

Point	2022.09.30	12:00:00	지중경사 최대값(P14)		
dmax(mm)[ABS]	GWL(mm)	Delta_GWL(m)[ABS]	s(mm)[ABS]	F(ton)[ABS]	
14.126	-5545	0.146	13.35	7.017	
Inclinometer		Groundwater		Settlement	
h(mm)	d(mm)	GWL(m)	Delta_GWL(m)	s(mm)	
0	1.302	-5.545	0.146	13.35	
-500	5.274				
-1000	6.811			0	0.673
-1500	9.185			0	
-2000	13.241			0.673	
-2500	14.126			0.167	
-3000	13.687			0.175	
-3500	11.334			0.219	
-4000	9.908			0.347	
-4500	9.459			0.439	
-5000	9.091			0.106	
-5500	6.544			0.05	
-6000	3.515			0.957	
-6500	0.957			3.515	
-7000	0.05			6.544	
-7500	0.106			9.091	
-8000	0.439			9.459	



데이터 파일(실시간)

구글 클라우드 서버

BIM(Dynamo)

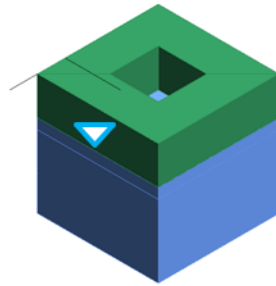


2.1 실험 모델(1면) 구현

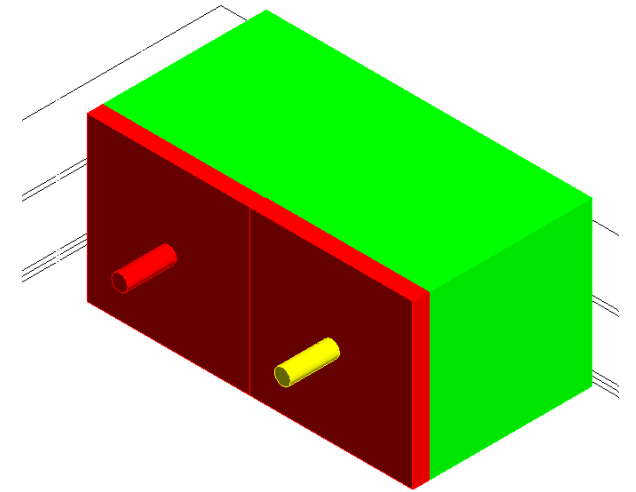
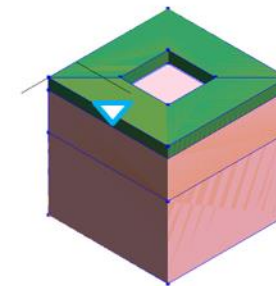
II. 계측기 별 데이터 표현



▲ 지중 경사계



▲ 지하수위계



▲ 하중계

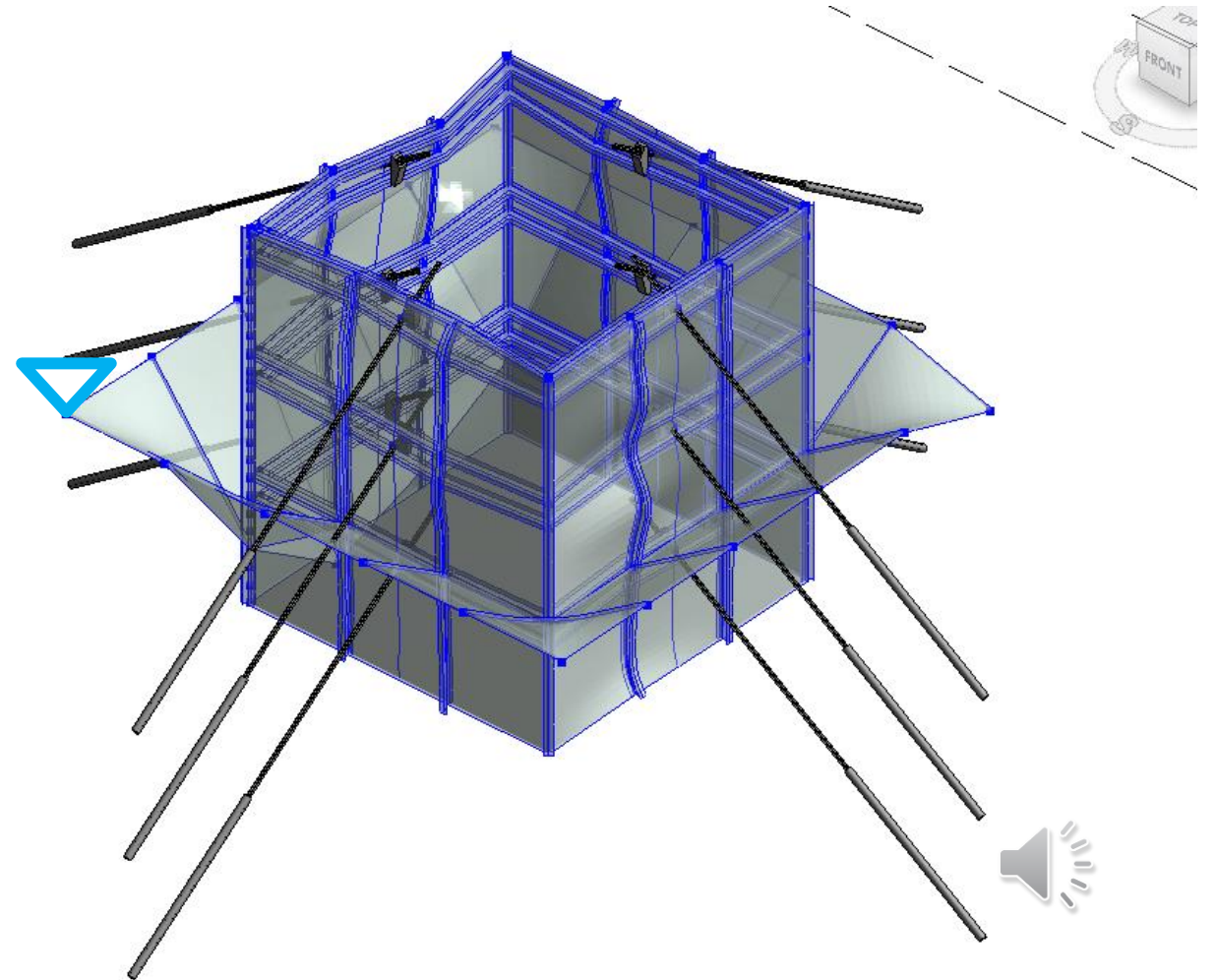


2.2 실험 모델(9x9x9) 구현

I. 실험 모델(9x9x9) 설계

II. 측정 지점별 임의 데이터 적용

- 지중경사 : H-Pile, 토류벽
- 지하수위 : 임의 평면
- 지표침하 : 임의 평면
- 하중(어스앵커) : 일반 구조물(패밀리)



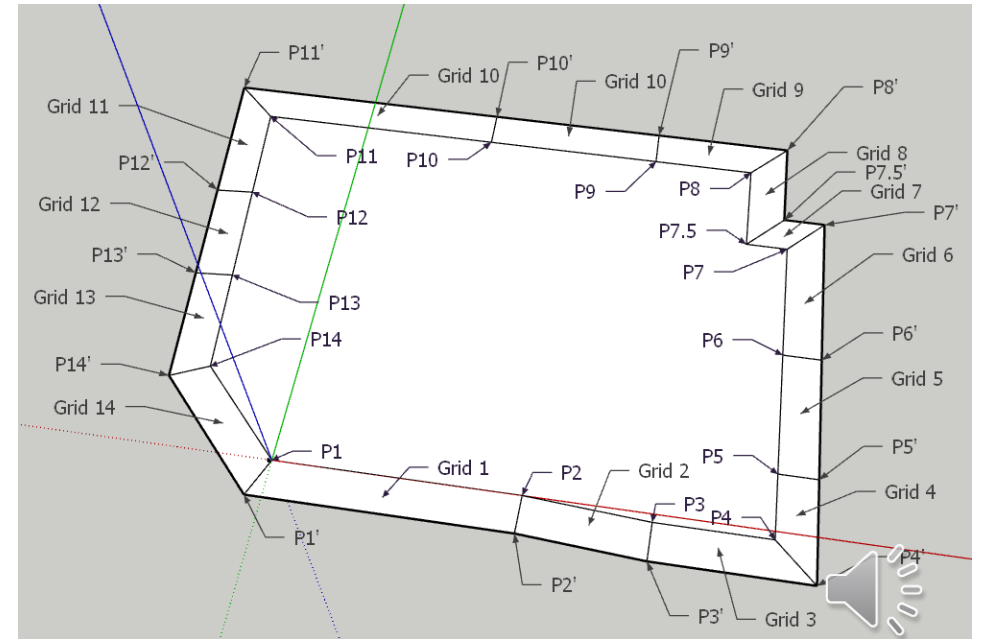
실험 모델 구현

2.3 현장 모델 구현

- I. 현장 답사 후 실제 현장과 동일하게 구현
- II. 계측 지점 / 항목별 표현 부재 및 위치 지정
- III. 그리드 사용 구역별 표현

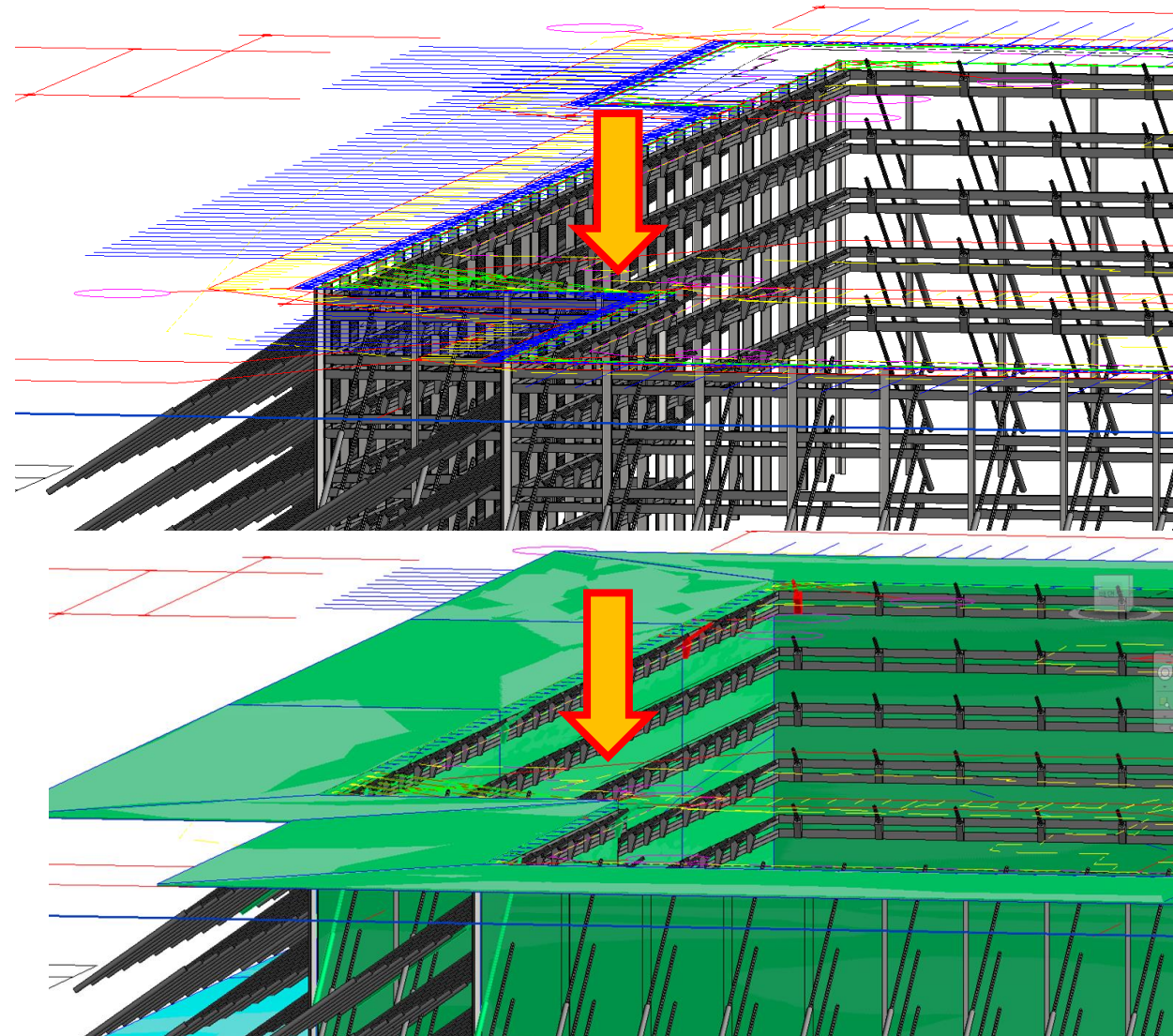


현장 답사



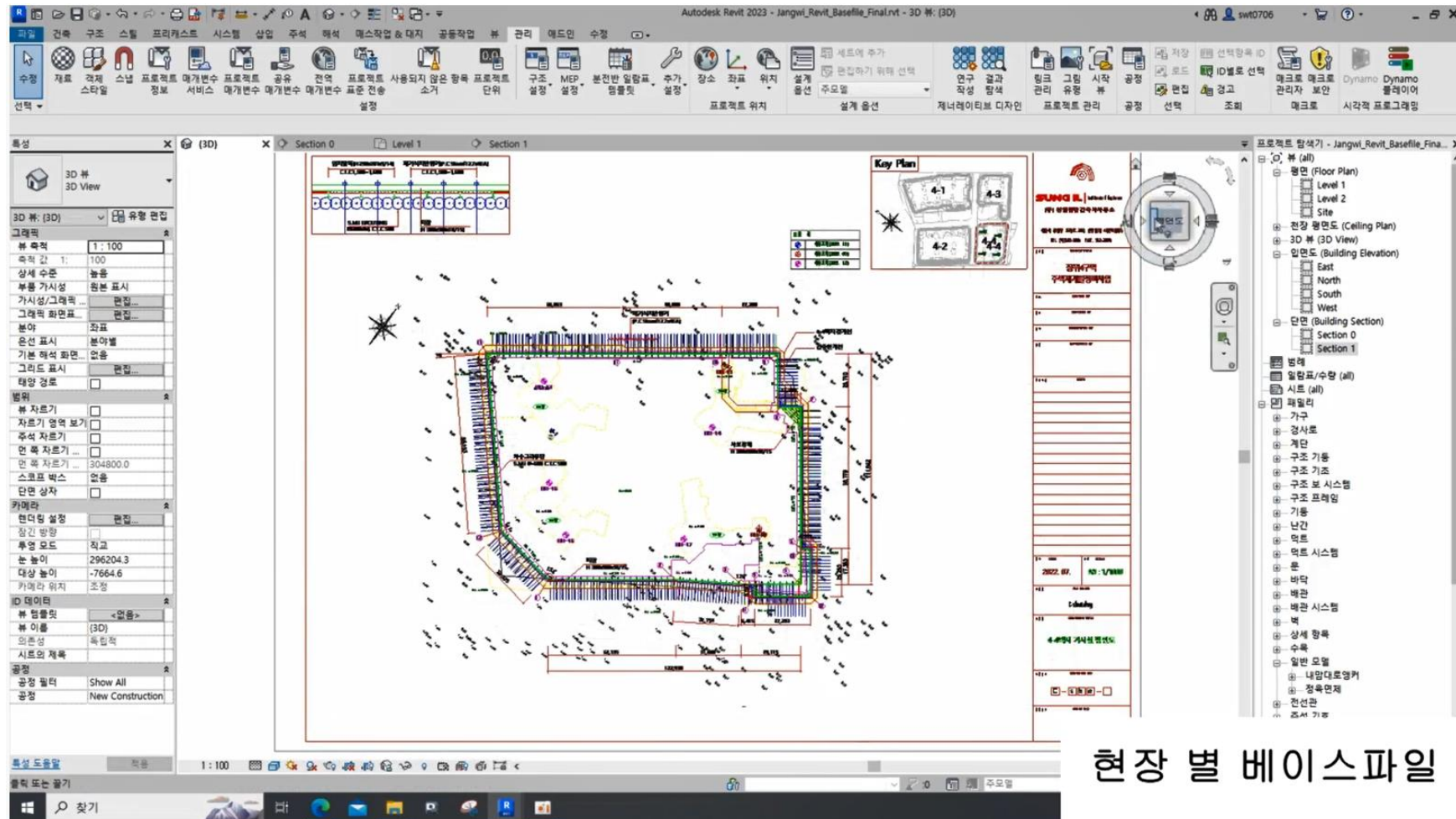
현장 그리드 표현

2.3 현장 모델 구현



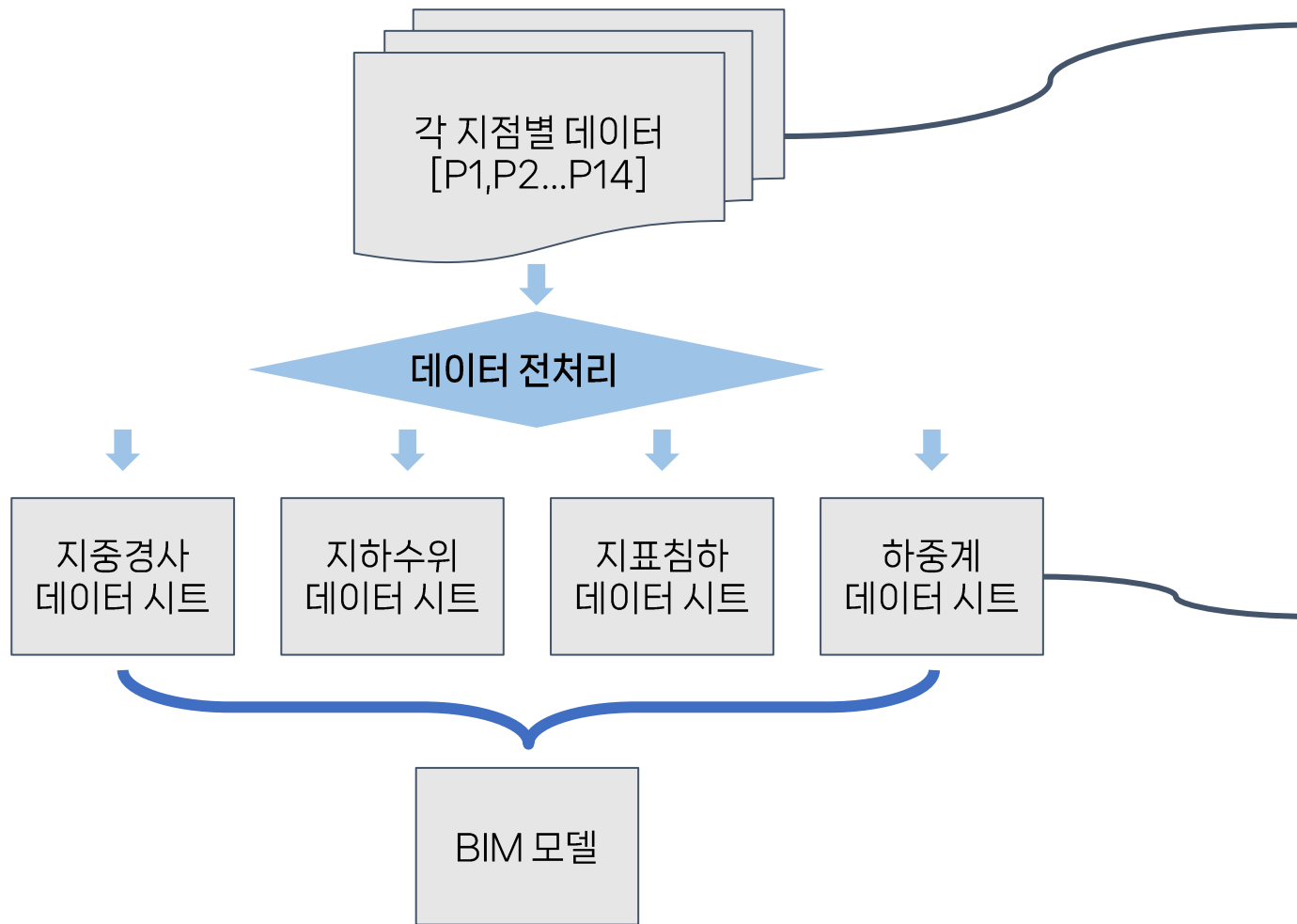
3.1 프로그램 시연

I. https://youtu.be/_pfkYA1-9_U



3.2 RTMM_3D 작동결과

- 데이터 구조



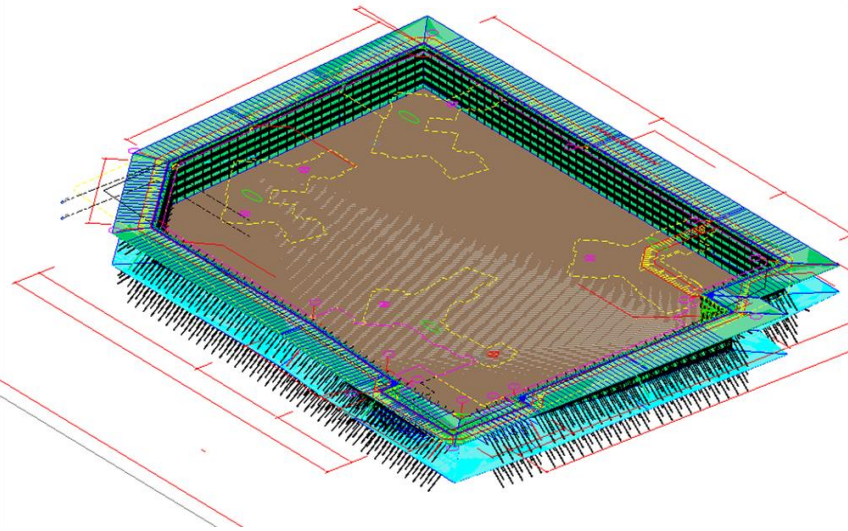
Jangwi_23.01.01_12:00:00(Do Not Modify)

	A	B	C	D	E	F
1	Point 1	23/01/01	12:00:00 기본			
2	dmax(mm)[ABS]	GWL(mm)	Delta_GWL(m)[ABS]	s(mm)[ABS]	F(ton)[ABS]	ID
3	18.322	-8750	0.019	0.026	7.991	260487
4	Inclinometer		Groundwater		Settlement	For
5	h(mm)	d(mm)	GWL(m)	Delta_GWL(m)	s(mm)	F(ton)
6	0	9.478	-8.75	-0.019	-0.026	7.991
7	-500	7.312				
8	-1000	10.277				
9	-1500	12.876				
10	-2000	17.284				
11	-2500	18.322				

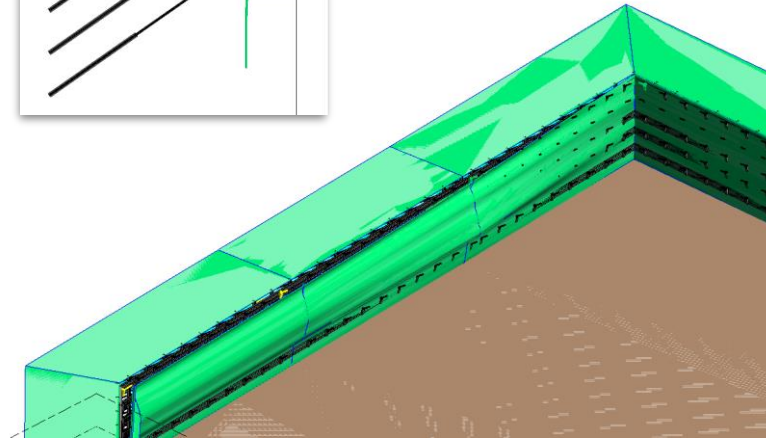
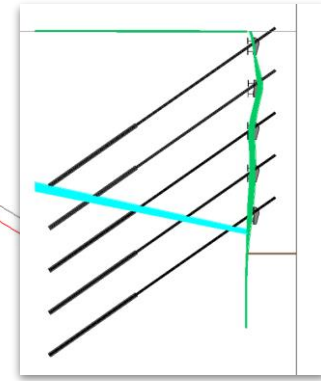
Copy of Jangwi_23.01.01_12:00:00(Do Not Modify)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	Point	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P7.5	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14
2	X(mm)	0	62135	93815	122930	122930	122930	111830	111830	94630	38630	-29424	-21153	-24972	-22550	
3	Y(mm)	0	-2175	-2175	15178	49568	83957	83957	109667	109667	109667	109667	81027	52386	23746	
4	Theta	0.4049163865	0.0340339204	0.0340339204	5.497787144	4.71238898	1.570796327	3.926990817	3.926990817	3.926990817	3.141592654	3.141592654	2.316051917	1.490511181	1.490511181	
5	dmax(mm)	18.322	6.4	5.286	1.888	3.635	5.889	6.493	10.983	15.473	10.318	13.503	9.411	25.202	24.149	
6	d(mm)	0	9.478	2.713	4.932	0.214	-1.387	5.312	6.493	10.983	15.473	0.262	1.404	2.871	15.55	
7	-500	7.312	3.345	-1.424	-1.4	0.018	4.356	2.945	8.8345	14.724	0.922	2.264	5.598	9.209	14.011	
8	-1000	10.277	2.845	-0.147	-0.227	0.6	3.857	1.908	7.7715	13.635	2.961	2.776	5.121	9.25	15.457	
9	-1500	12.876	3.01	-0.472	0.628	2.024	3.469	1.426	6.805	13.096	5.8	7.458	6.893	12.837	17.393	
10	-2000	17.284	3.127	-0.026	0.989	3.363	2.485	1.083	6.805	12.527	8.429	12.034	6.393	15.653	19.501	
11	-2500	18.322	2.401	-1.471	1.7	3.635	2.131	0.28	6.042	11.804	9.475	13.503	9.411	17.279	20.682	
12	-3000	18.193	3.195	-0.178	1.888	3.245	1.879	-0.036	5.1685	11.373	9.342	12.561	7.456	15.715	22.43	
13	-3500	16.434	4.585	-0.969	1.667	3.302	1.723	0.071	5.563	11.055	8.372	11.1	5.541	17.6	23.46	
14	-4000	14.805	5.587	-0.41	1.039	2.877	1.516	2.878	6.805	10.732	9.554	10.996	3.724	19.827	24.149	
15	-4500	15.142	5.624	0.616	0.467	1.906	1.848	3.432	6.988	10.54	10.199	10.76	2.169	21.243	23.145	
16	-5000	17.046	6.03	2.218	0.153	0.695	3.696	2.932	5.8965	8.865	10.318	10.763	1.74	22.146	21.216	
17	-5500	15.997	5.694	2.569	0.225	1.385	5.889	1.017	4.646	8.275	10.135	10.683	2.666	23.259	19.599	
18	-6000	13.008	4.82	3.659	0	0	2.946	0.433	4.529	8.625	7.988	10.382	2.97	25.202	19.871	
19	-6500	10.542	4.968	5.286	0	0	1.527	0.73	4.5735	8.417	7.165	10.539	2.91	22.087	17.315	
20	-7000	9.969	5.84	4.233	0	0	1.848	1.322	4.7615	8.201	5.251	10.977	2.409	15.149	14.848	
21	-7500	8.134	6.4	2.243	0	0	1.78	2.097	5.3395	8.582	3.837	10.232	2.425	8.691	6.819	
22	-8000	7.541	5.691	2.569	0	0	1.876	2.772	6.108	9.444	2.862	9.497	1.484	6.963	4.503	
23	-8500	7.316	4.614	0.358	0	0	1.64	3.211	6.3375	9.464	2.756	8.953	1.232	4.695	2.306	
24	-9000	3.431	3.806	1.059	0	0	1.288	1.141	4.593	8.045	1.329	6.831	1.208	4.923	1.623	
25	-9500	1.503	2.547	0.638	0	0	1.1	0.457	3.641	6.825	4.271	6.683	3.296	0.634	0.834	
26	-10000	0.672	1.853	1.079	0	0	0.27	0.481	4.34	6.387	-0.072	2.524	0.611	3.384	0.915	

3.2 RTMM_3D 작동결과

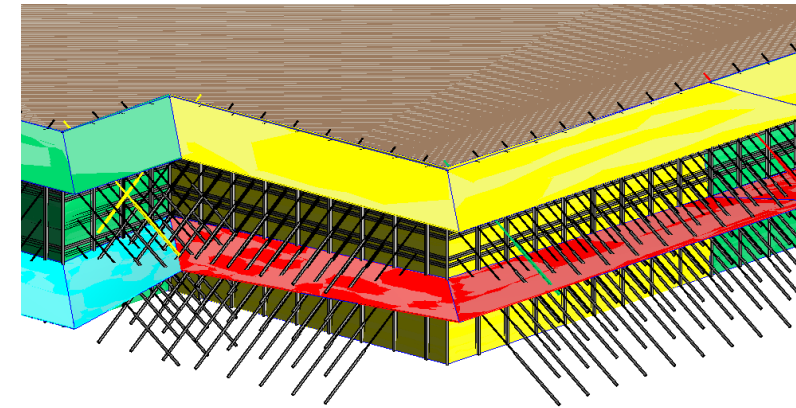


- 위치 대조 용이




- Cross-section 종합 분석

	주 의	위 험
dmax(mm)	42	52.5
Delta_GWL(m)	0.75	1
F(ton)	10	15
s(mm)	20	25



- 이상 징후 신속 인지 가능

4.1 기존 방식과의 비교

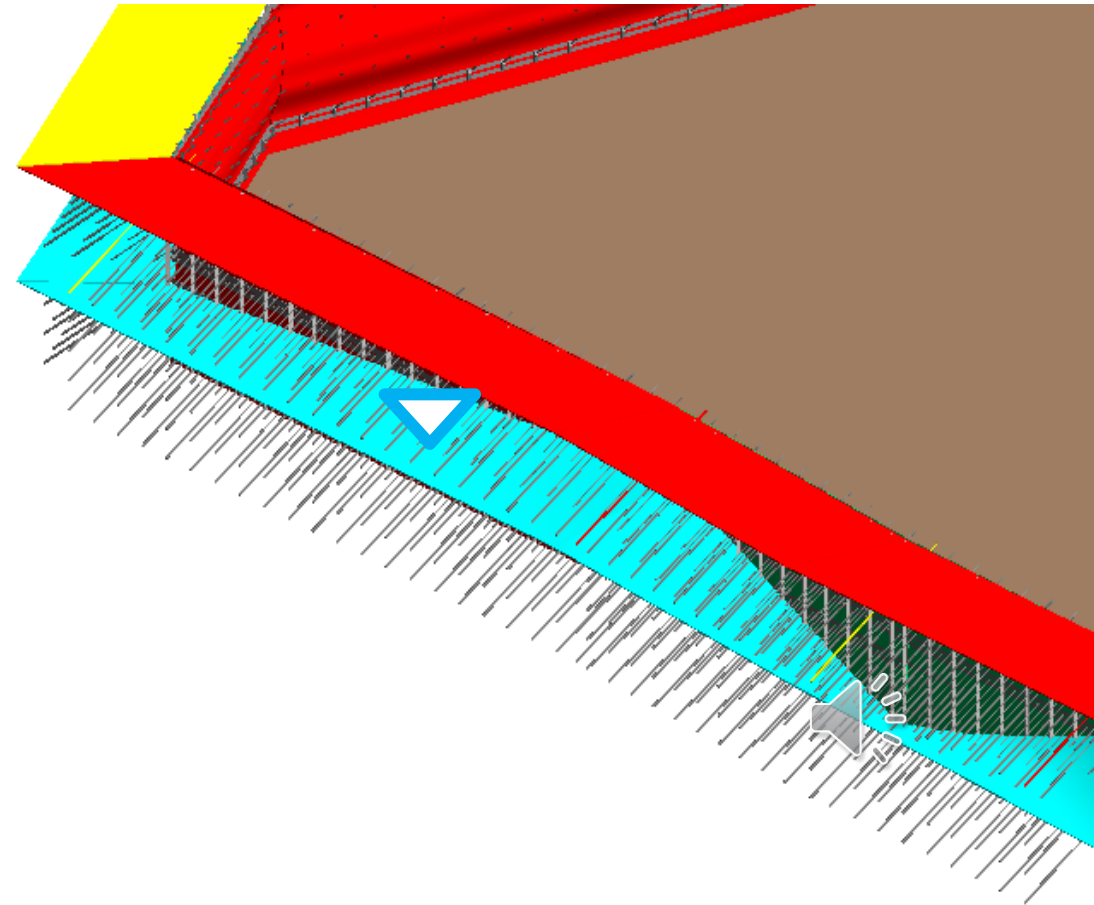
	RTMM_3D	자동계측	수동계측
표현 방식	3D 실시간	2D 실시간	단순 데이터
측정 방법	자동	자동	수동
분석 방법	3D BIM을 통한 한눈에 비교	각 계측기별 그래프 이용 비교	계측기별 데이터 비교 

4.2 RTMM_3D의 장점

- I. **3D 시각화**를 통한 복합적인 분석 가능
 - 지중경사, 지하수위, 지표침하, 하중 데이터 한번에 확인 가능

- II. **색 변화**를 이용한 쉬운 이해 가능
 - 빠른 원인 분석 및 조치 가능

- III. **공정 관리**에 활용 가능
 - 기존 공정관리 활용되는 BIM 모델과 결합
 - 계측기를 먼저 설치하므로, 단계별 굴착 작업 중에도 활용 가능



4.3 파급 효과

I. 경제적 효과

공정 관리 및 안전 모니터링 분야에서 국가 경쟁력 강화
국내외 기업과 B2B 사업 도모

II. 과학 기술적 효과

4차 산업혁명 기반 스마트 건설 기술의 안전 분야 적용에 대한 프레임 제공

III. 사회 문화적 효과

건설 현장 사고율 감소에 기여



참고 문헌

1. 00건설 00구역 주택 재개발 정비사업 계측관리계획서, 2022
2. 00건설 00구역 흙막이 가시설 공사시방서, 2022
3. 00건설 00구역 흙막이 가시설 도면, 2022
4. 조광일, 공사중 안전성 확보를 위한 50%이상 수평변위저감 가능 다단 긴장 엄지말뚝 활용 무지보 자립식 흙막이 공법 개발, 국토교통과학기술진흥원, 2020
5. 김형규 기자, 여수 웅천동 공사현장 "흙막이 벽 붕괴", 뉴스와이드, 2022.11.02
6. 우동완 기자, 월곶 오피스텔 건축현장 지하 붕괴 우려, 시흥타임즈, 2020.05.11

