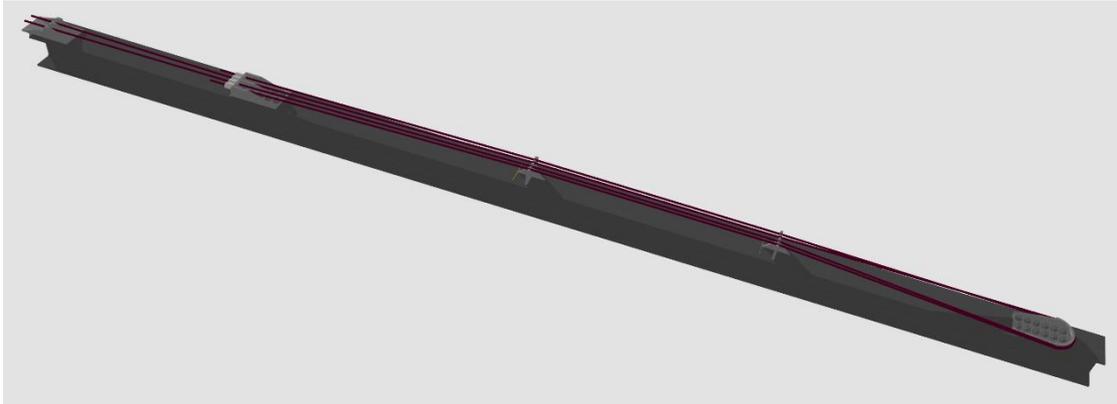


TK 흠막이 공법 기술설명



목 차

01

기술개요

TK 엄지말뚝 공법 개요
자립식 흠막이 지지구조
TK 엄지말뚝 구조
TK 엄지말뚝 효과
균등 프리스트레싱의 문제점

02

기술검증

TK 엄지말뚝 적용효과
TK 엄지말뚝 실험
TK 엄지말뚝 구성품 해석

03

현장 적용

TK 엄지말뚝 적용 현황
(1) 안성물류센터
(2) 고덕 연료전지 발전소
(3) 인천 서구 마전동 판매시설
(4) 화성 오토랜드
(5) 음성 오류리 물류센터
(6) 천안 백석동 판매시설

04

경제성 분석

TK 엄지말뚝 공사비 비교
TK 엄지말뚝 공사기간 비교



용도

흙막이 벽체용 엄지말뚝



적용처

10m 미만의 굴착깊이를 가지며 버팀보나 지중앵커의 설치가 곤란한 현장



원리

엄지말뚝 배면측에 프리스트레싱을 통해 토압에 의한 캔틸레버 변위를 억제



차별성

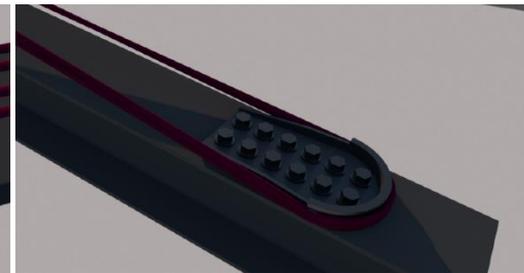
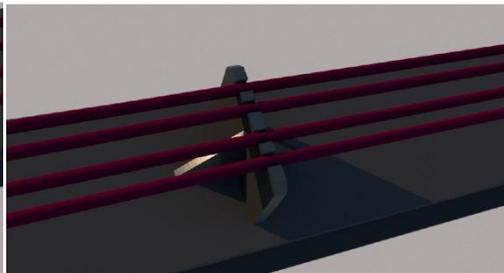
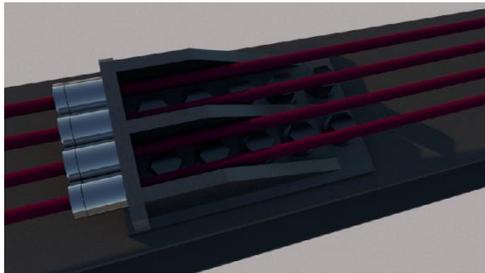
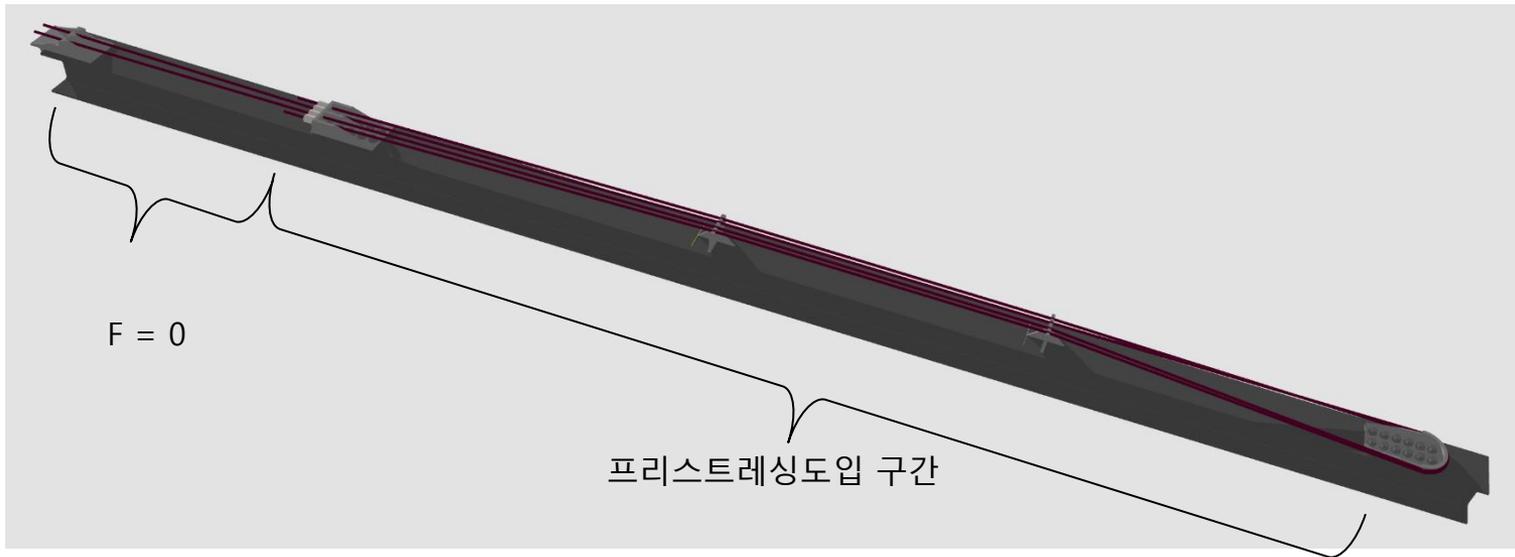
프리스트레싱 크기를 깊이별로 토압 모멘트 수준에 맞춰 다단계로 조절하여 종래 기술의 배부름 현상 및 좌굴영향 제거

■ 자립식 흙막이 지지구조별 특징

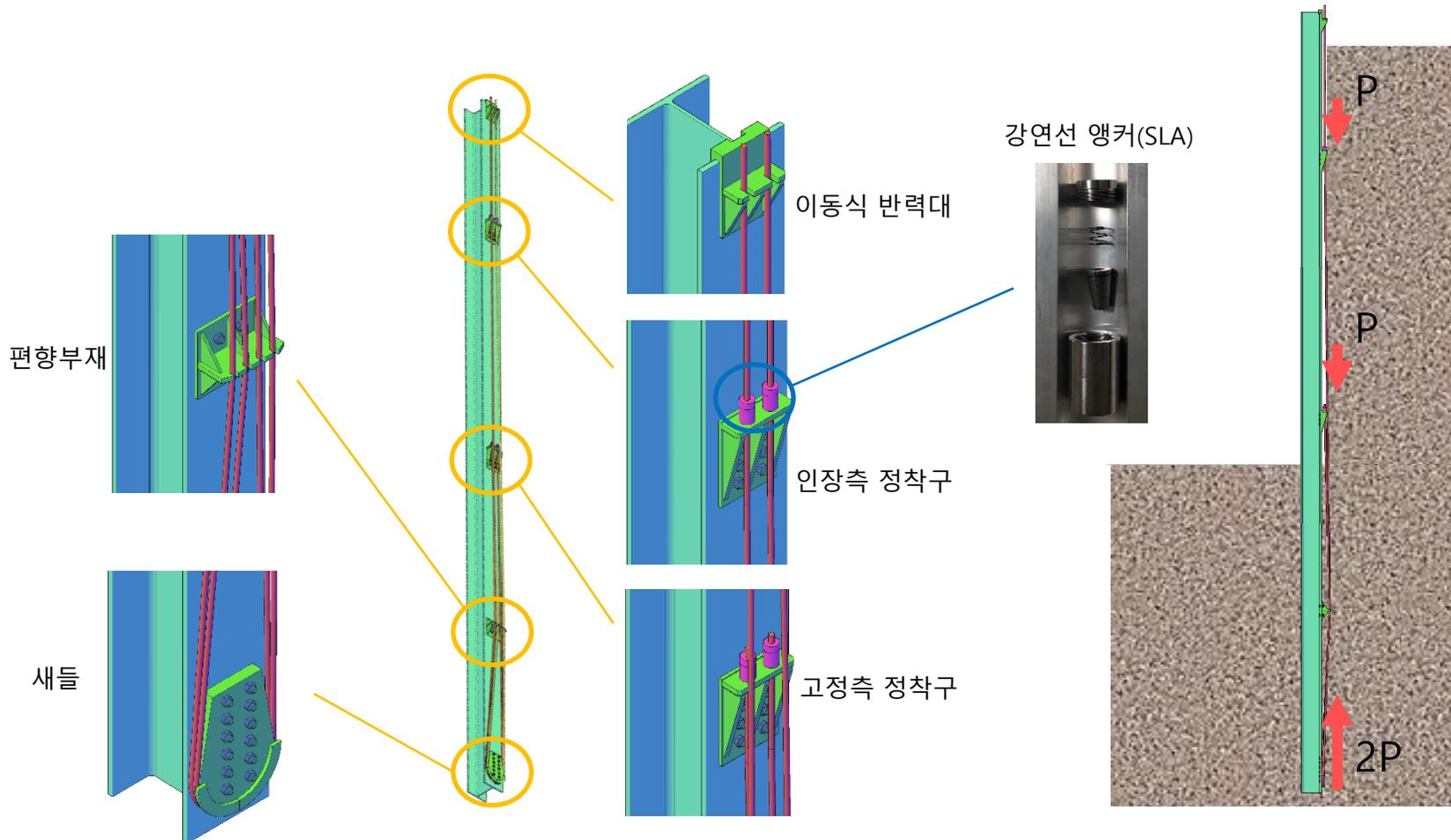
공법	개념도	장점	단점	적용예
자립식		<ul style="list-style-type: none"> • 빠른 굴착속도 • 개방된 작업공간 	<ul style="list-style-type: none"> • 굴착 깊이 제한 	
버팀보		<ul style="list-style-type: none"> • 내부공간 작은 경우 경제적 • 주변 제약 없고 깊은 굴착 가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 굴착 속도 낮음 • 작업 공간 간섭 • 내부공간 큰 경우 비경제적 	
지반앵커		<ul style="list-style-type: none"> • 내부 공간 큰 경우 경제적 • 깊은 굴착 가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 굴착 속도 낮음 • 주변 지반 침범 	
레이커		<ul style="list-style-type: none"> • 자립식 굴착깊이 증가 효과 	<ul style="list-style-type: none"> • 굴착 속도 보통 • 작업 공간 간섭 	

- 변위 제어를 위해 필요한 부분에만 프리스트레싱을 도입함으로써 좌굴장을 줄이고 배부름 및 배면 꺼짐 현상 방지

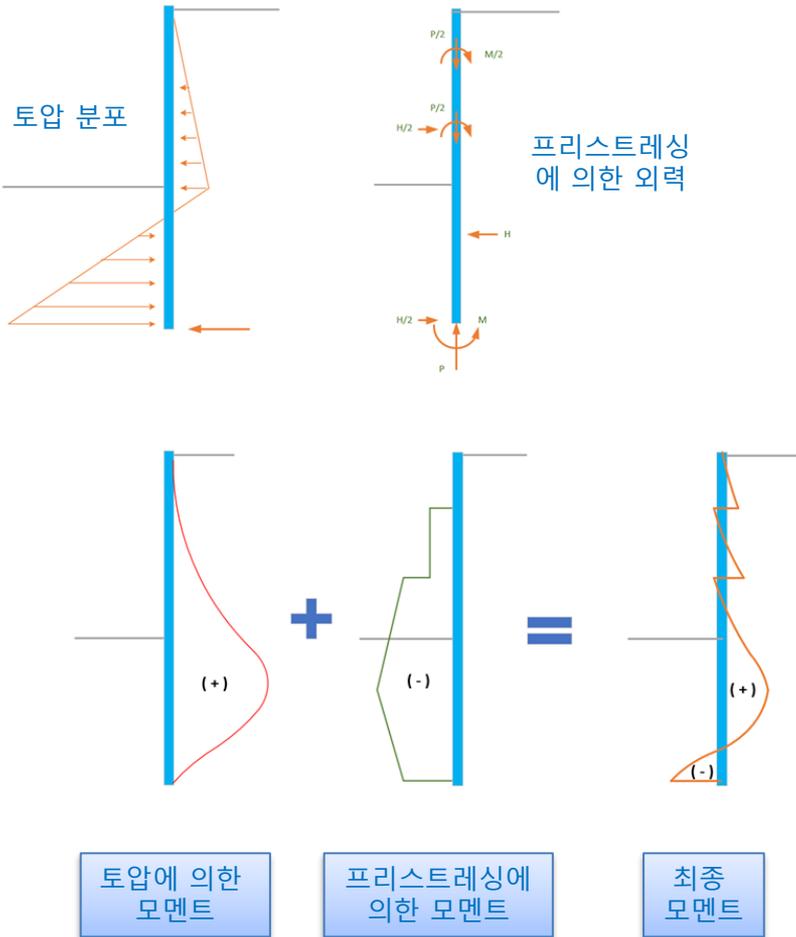
* 2가닥의 강연선 사용



- 새들, 편향부재, 반력대, 정착구 등을 활용하여 구간별 프리스트레싱력 차등 도입 구현



- 토압에 의해 발생하는 모멘트 상쇄 위해 구간별 차등 프리스트레싱 도입하여 변위를 제어



기존자립식 엄지말뚝

: 상단 배면측으로 과도한 변위가 발생

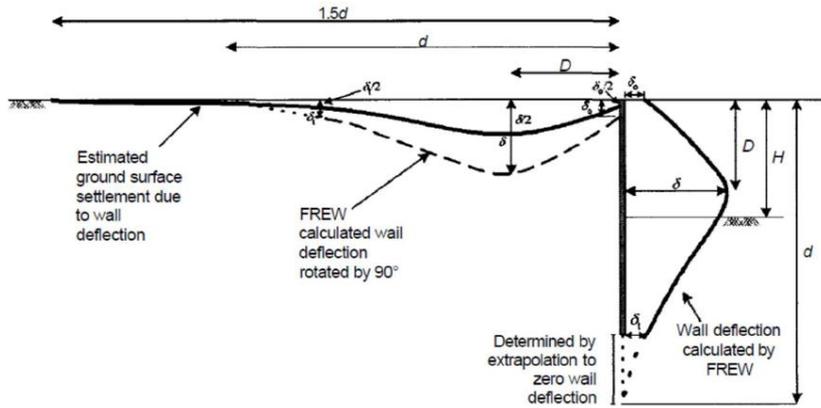
TK엄지말뚝

: 상단 및 중간부 발생 변위 효과적 제어



자립식 엄지말뚝

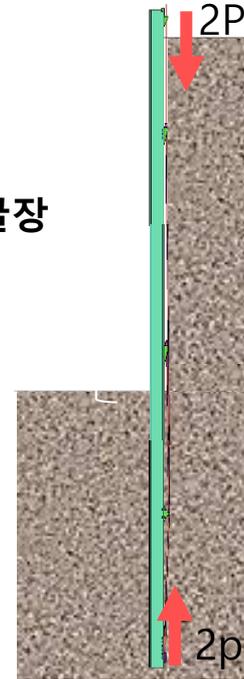
TK 엄지말뚝



흙막이 벽체 하부 변위는 배면측
인접 도로 등의 침하를 유발

배부름 현상

좌굴장



좌굴장



엄지말뚝 상부의 불필요한 프리스트레싱은
좌굴을 고려한 허용응력 감소를 가져옴

좌굴 문제

※ 실제 설계사례에서는 좌굴을 고려한 허용응력 감소를 고려하지만 프리스트레싱에 의한 축응력 자체를 계산하지 않는 오류가 있음

■ 최대 가능 굴착깊이 비교

- 기존 자립식 흙막이벽: ~3.5m
- TK 엄지말뚝 흙막이벽: ~7.0m



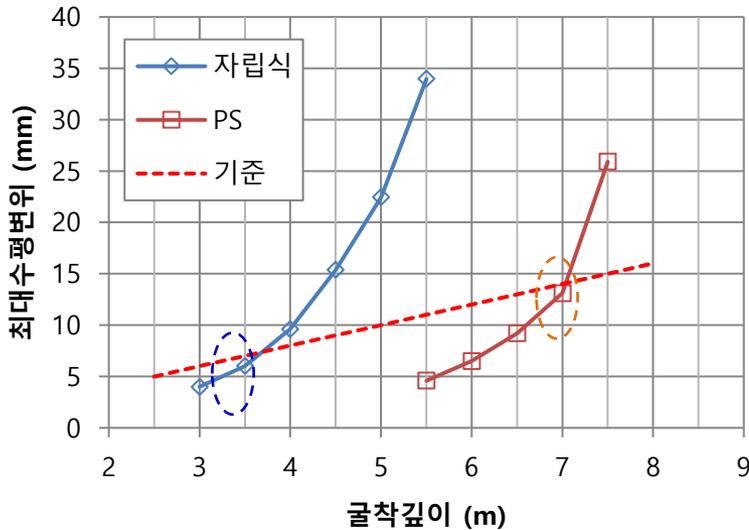
최대 굴착깊이 차이: 3.5m

→ PS 적용 시, **어스앵커 1~2단 절감 가능**

(굴착깊이 증가)

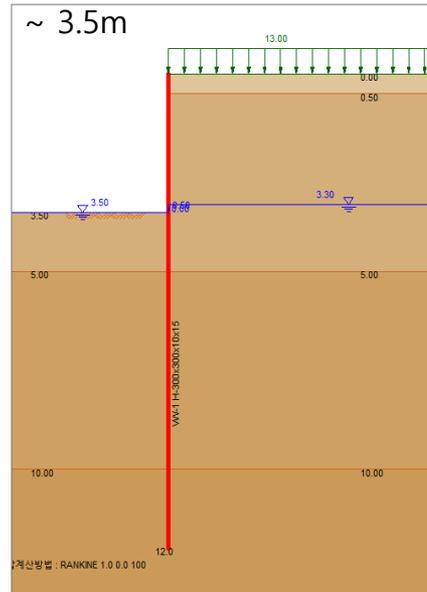
* 최대 수평변위 기준: 굴착깊이/500

* 파일 간격: 1.8m

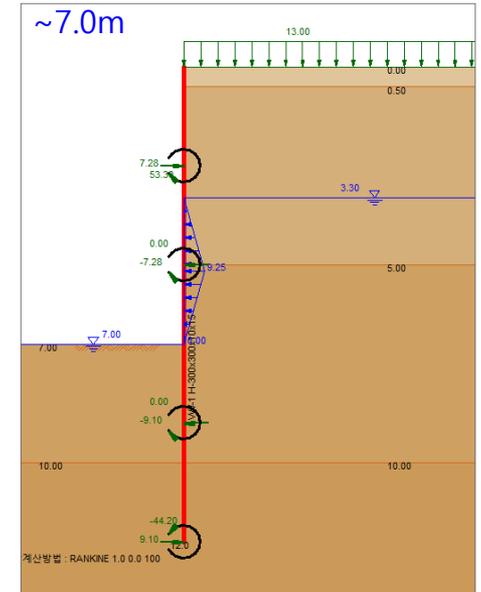


< 굴착깊이 별 최대수평변위 >

기존 자립식 :
~ 3.5m



TK 엄지말뚝 :
~7.0m



< 최대 가능 굴착깊이 >

■ 실험을 통하여 긴장력의 손실량등을 계측하여 현장 적용성 향상

- H-PILE : 길이 8m, 높이 300mm
- 강연선(15.2mm) 2개소 긴장

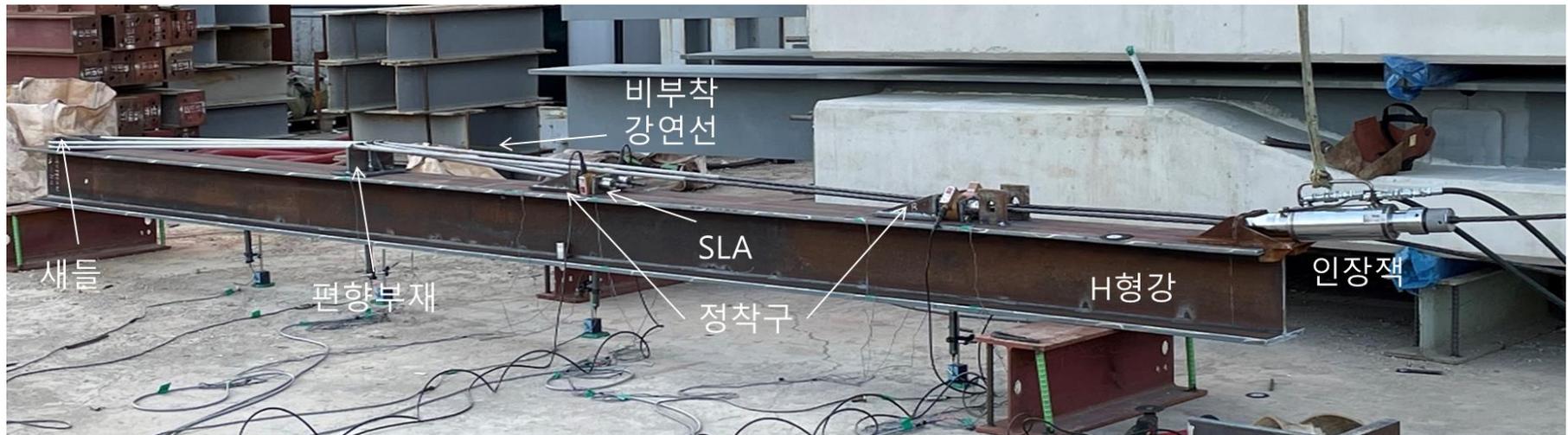


새들

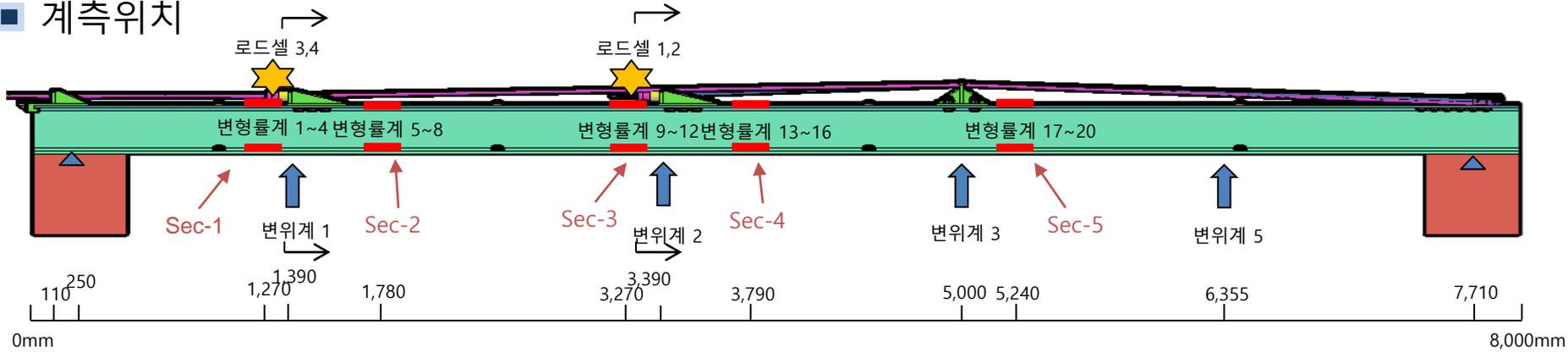
편향부재

정착구

SLA

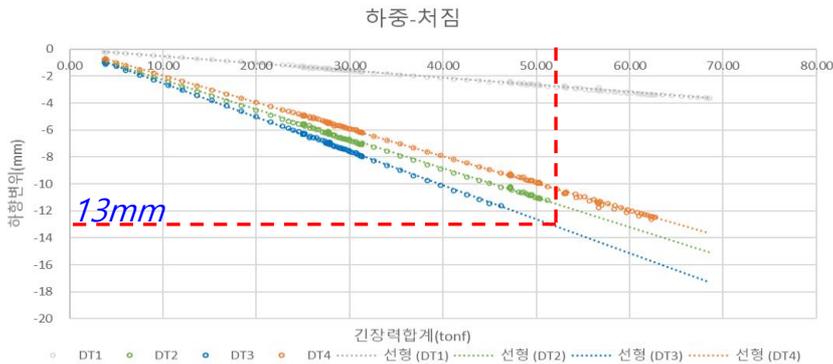


■ 계측위치



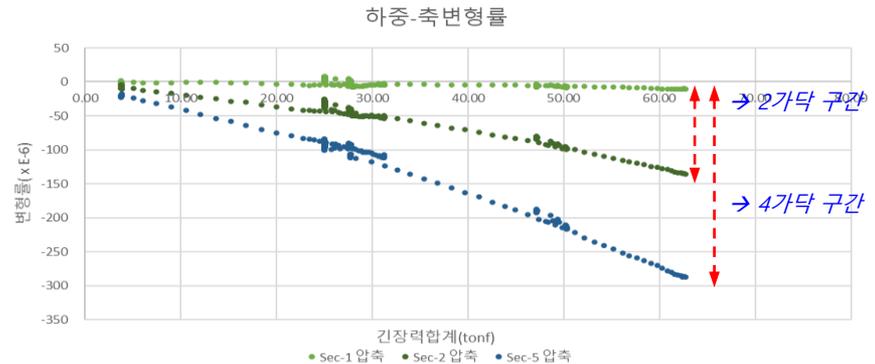
■ 변위

- 하중 52톤에서 13mm 변위 발생
: 계산(15mm) 대비 유사



■ 변형률

- 강선 2가닥 구간 대비 강선 4가닥 구간에서
2배의 변형률 발생 (각각 2P 및 4P 도입 확인)



■ 하중이력

- Dead 앵커(DA2): 15톤 긴장 중 3톤 마찰 손실 → 정착 후 추가 손실 없음 : 최종 도입력 12톤
- Live 앵커(LA2): 15톤 긴장 중 손실 없음 → 정착 후 3톤 정착 손실 : 최종 도입력 12톤

* 강연선 파단강도 : 25톤

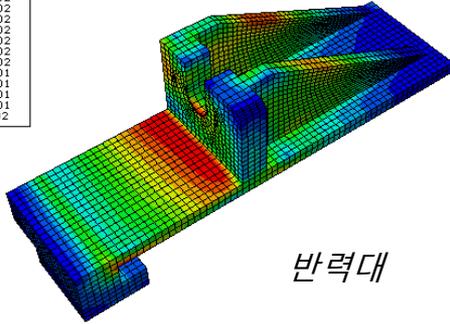
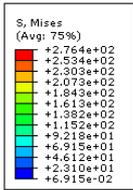


구분	긴장		정착	
	계측반력	손실량	계측반력	손실량
Dead 앵커	12톤	3톤	12톤	0톤
Live 앵커	15톤	0톤	12톤	3톤

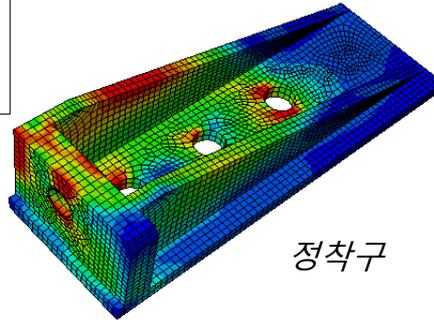
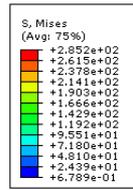
→ 시간이 길어질 수록 강연선의 늘음량이 커지므로 정착손실율은 저감될 것으로 예상되나,
15톤 긴장 시 도입 긴장력 12톤으로 설계

TK 엄지말뚝 구성품(반력대, 정착구, 새들) 상세 해석

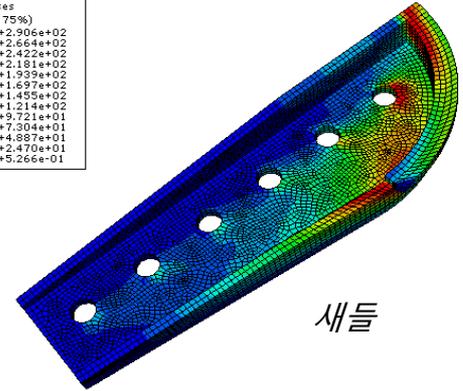
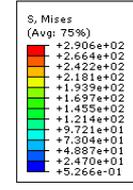
- 1/2 모델 작성 : 솔리드 요소 사용
- 설계하중(120kN) 이상의 하중 작용
- 설계하중 이상의 강도 보유 확인
- 설계하중 2배 초과 시에도 인장강도 이하의 응력 발생



반력대

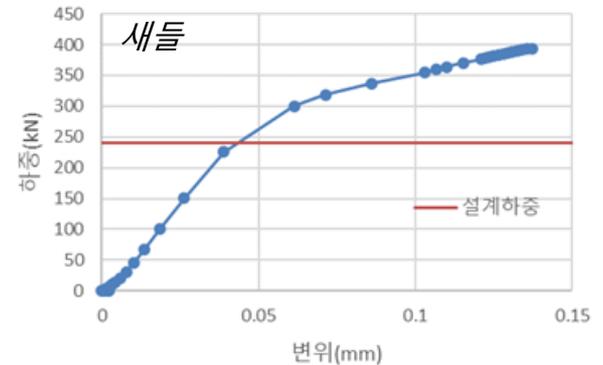
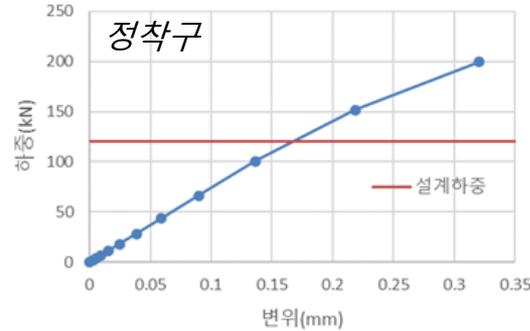
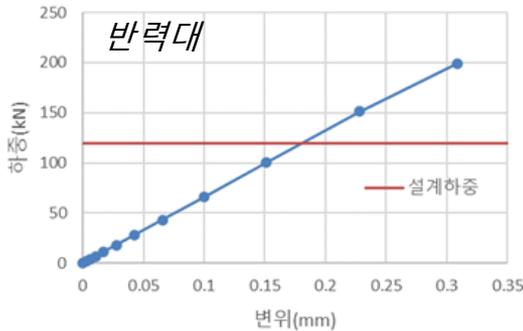


정착구



새들

< 설계 하중 작용 시 응력분포도 >



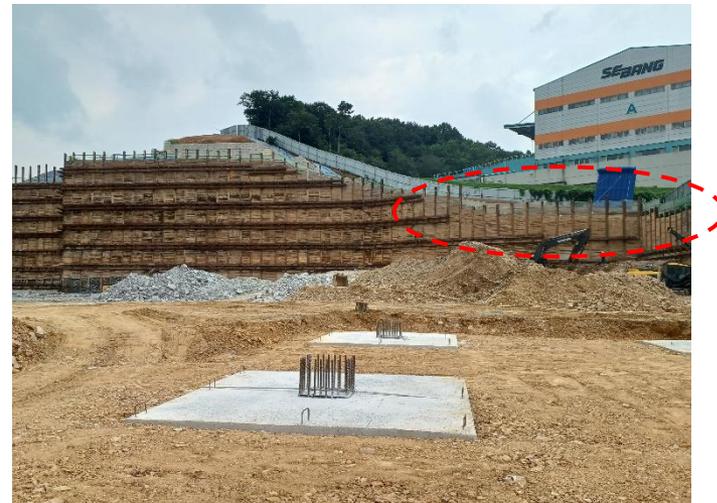
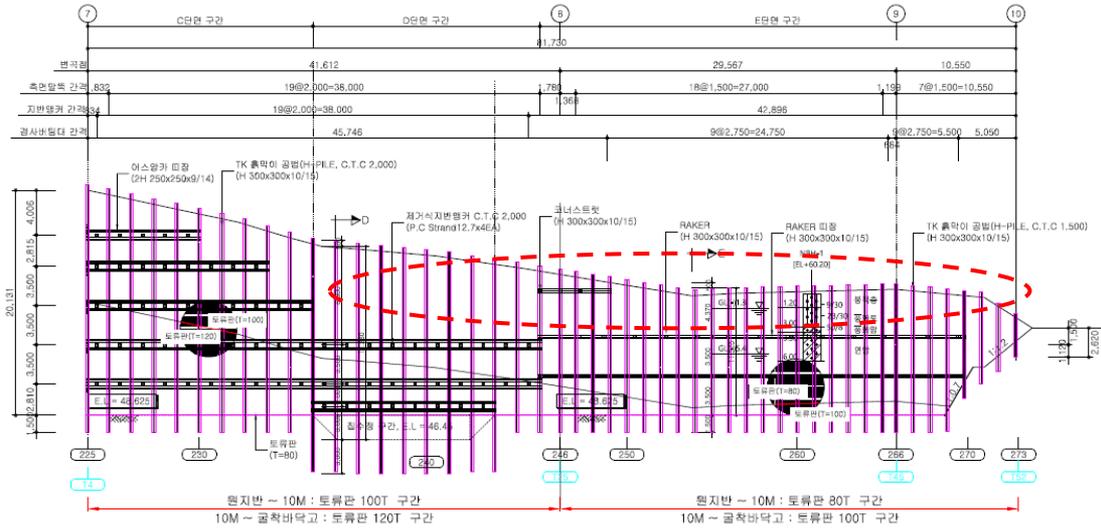
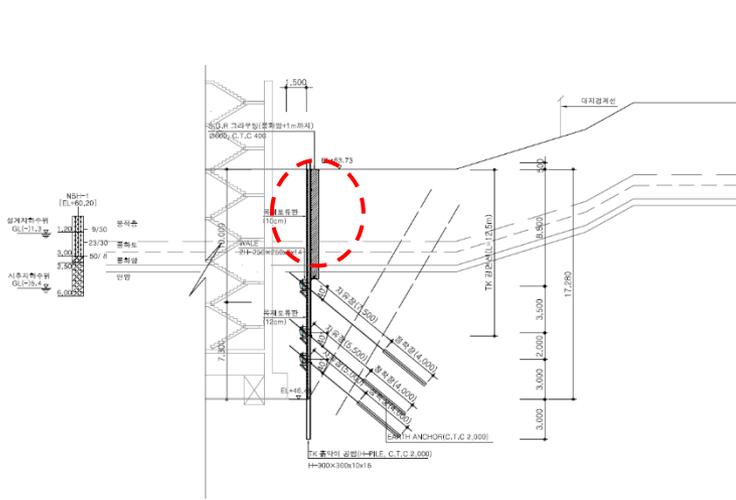
< 하중-변위 곡선 >

	공사명	시공사	시공기간	비고
1	안성 아레나스 물류센터	웰크론한텍	2021. ~ 2023. 07	터파기 완료 (인접 건물로 인해 최상단 어스앵커 적용 불가 → 상부 자립식 적용)
2	고덕 연료전지 발전소	SK ecoplant	2022. 12 ~ 2023. 03	터파기 완료 (부지경계가 인접하여 어스앵커 적용 불가 → 전체 자립식 적용)
3	인천서구 마전동 판매시설	지인건설	2023. 01 ~ 2023. 03	엄지말뚝 근입 완료 (한쪽은 임야, 반대쪽은 도로로 편토압을 받는 부지에 레이커 2개단 제거 → 자립식 병용)
4	화성 오토랜드		2023. 03 ~	터파기 완료 (4개면 전체 자립식 적용)
5	음성 오류리 물류센터		2023.05 ~	
6	천안 백석동 1050 판매시설		2023.06 ~	

(1) 안성물류센터 (초도적용)

3. 현장 적용

- 인접 건물로 인해 최상단 어스앵커 설치 불가 → 상부 자립식 적용



- 시공 과정

① 엄지말뚝 조립



② 천공 및 파일 삽입



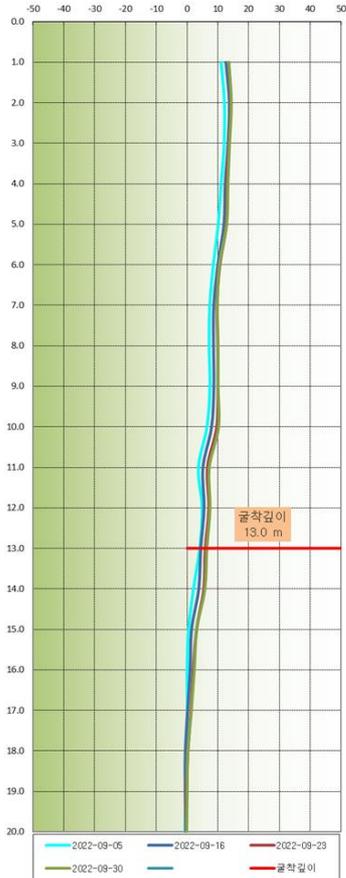
③ 긴장력 도입



④ 굴착 및 토류판 설치



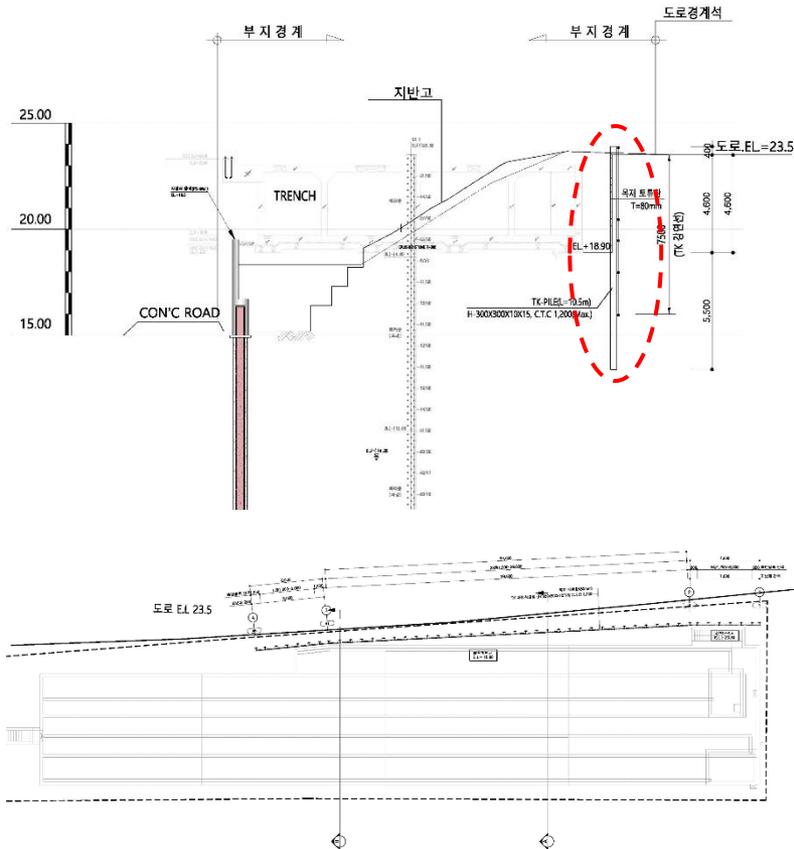
- 시공 중 계측
 - 지중경사계(2개소), 지하수위계(1개소), 지표침하계(2개소), 하중계(2개소), 변형률계(2개소)



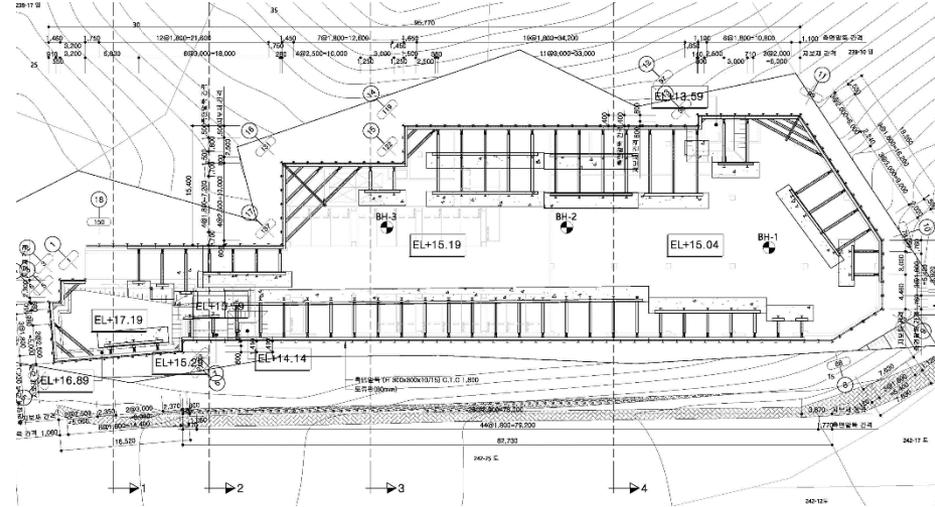
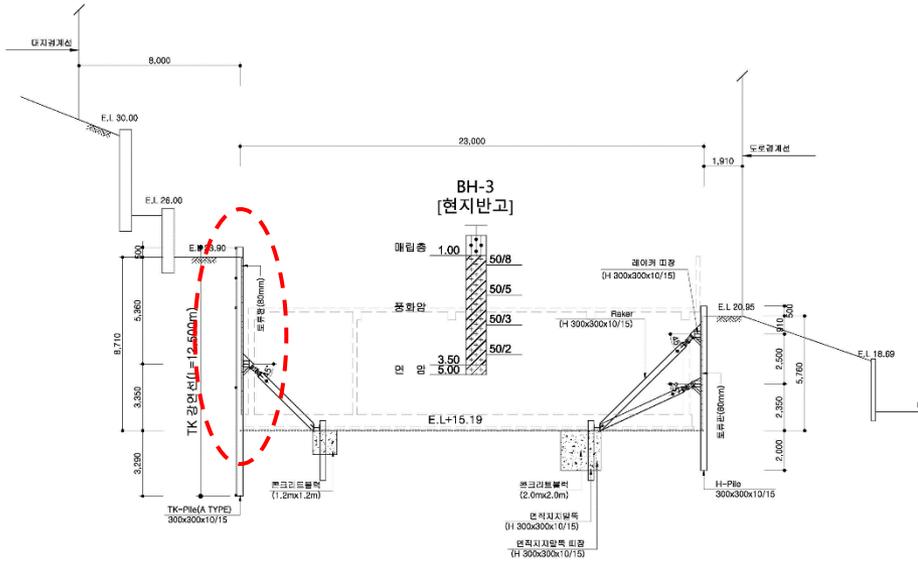
구분	변위		응력		침하량	
	1	2	1	2	1	2
계측	14.3mm	10.7mm	106MPa	117MPa	11mm	11mm
허용치	26mm	24mm	197MPa	197MPa	15mm	15mm
판정	OK	OK	OK	OK	OK	OK

< 최종 굴착 시 변위 >

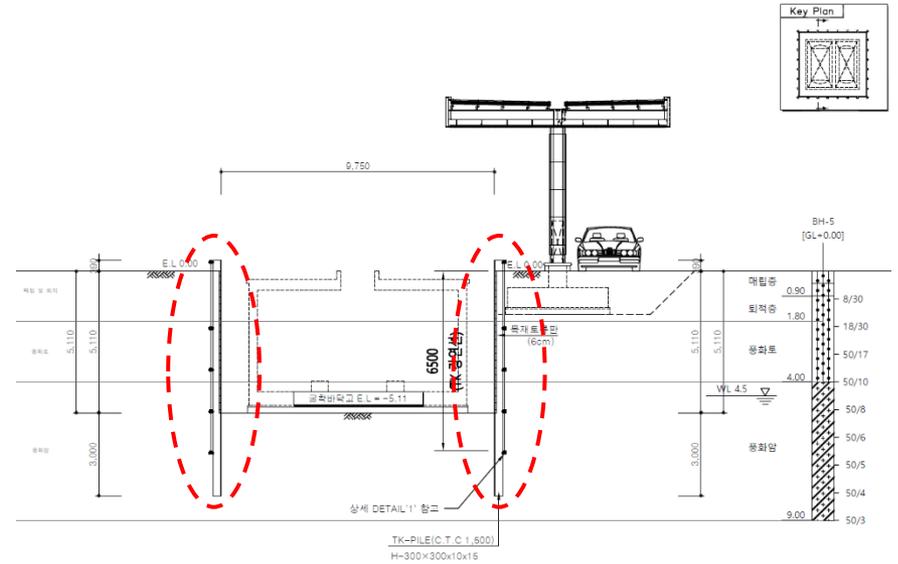
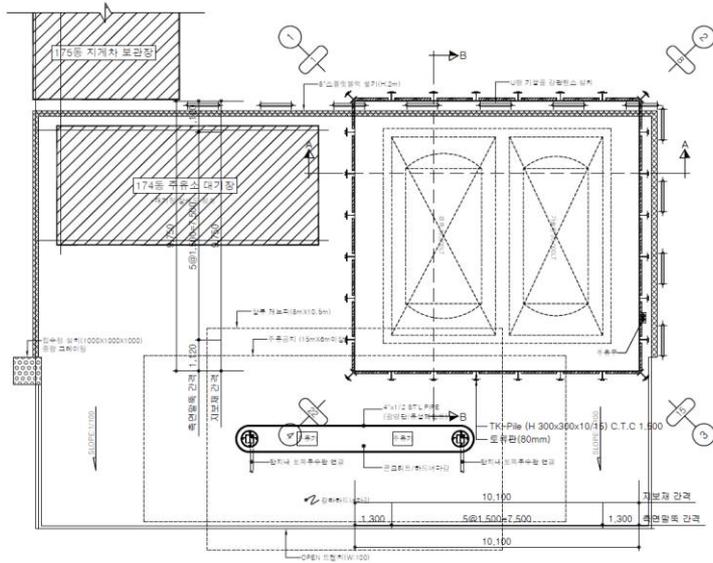
- 부지경계 인접하여 어스앵커 설치 불가
→ 전체 자립식 적용



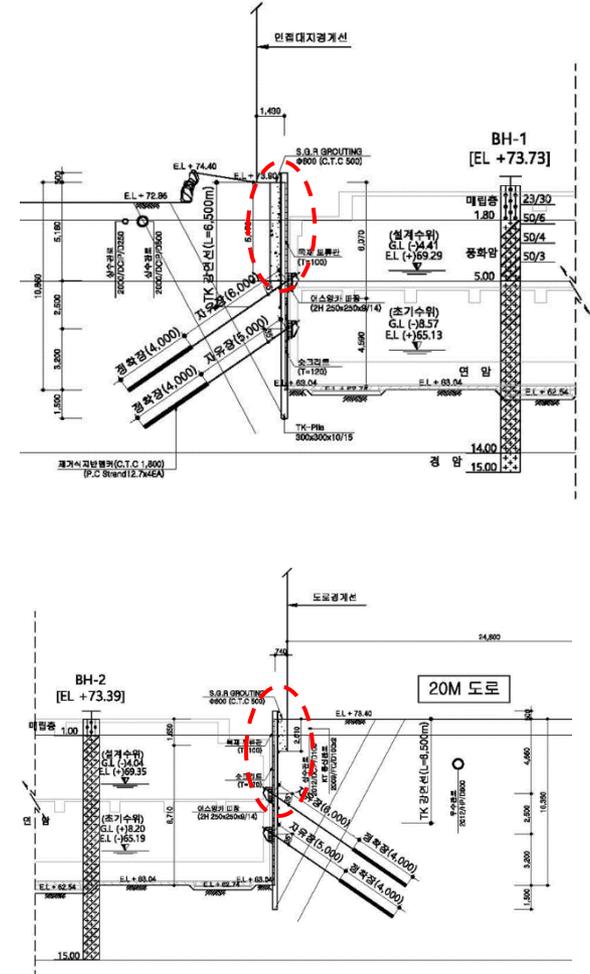
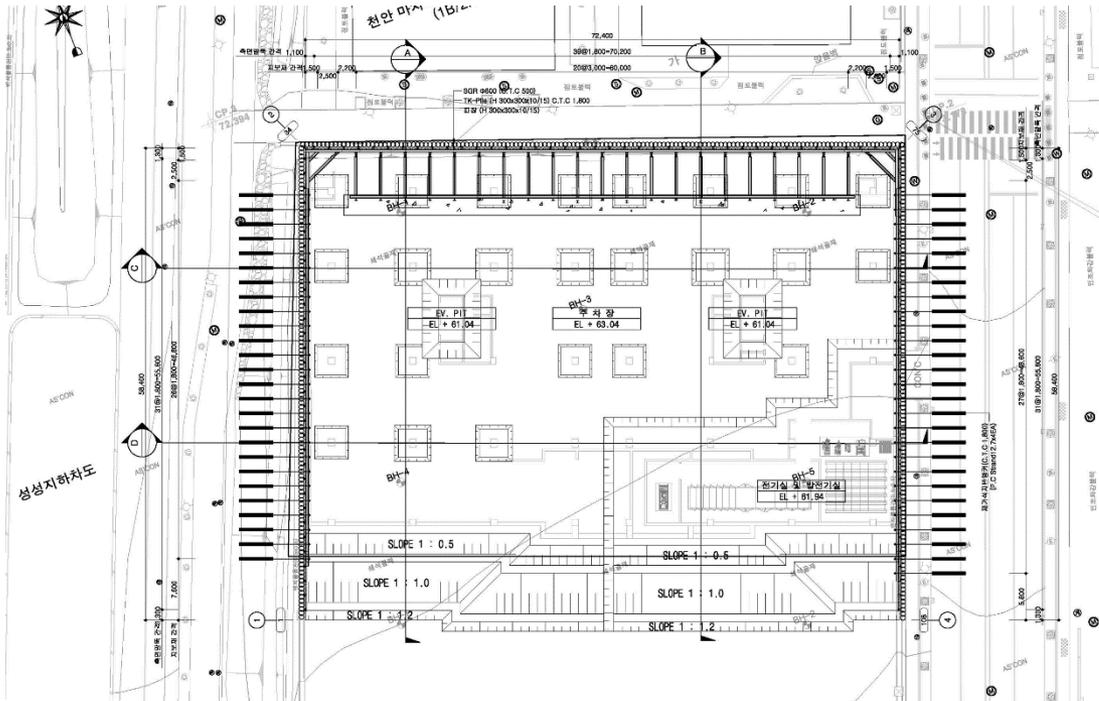
- 레이커 1단 + 자립식 병용



- 직사각형 부지 4개면 전체에 TK 엄지말뚝 적용

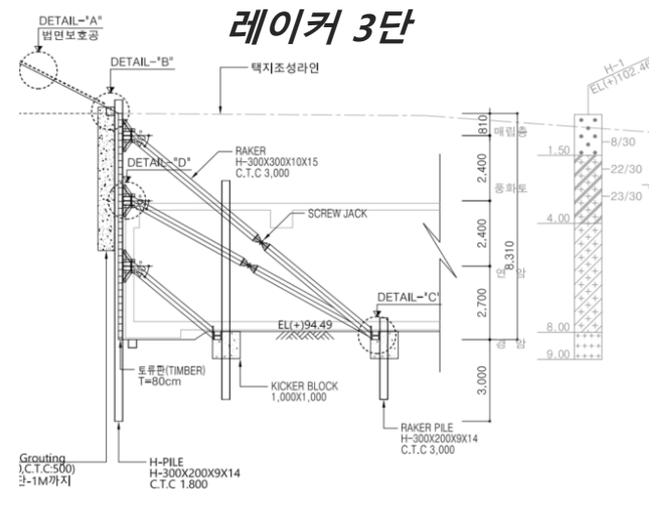
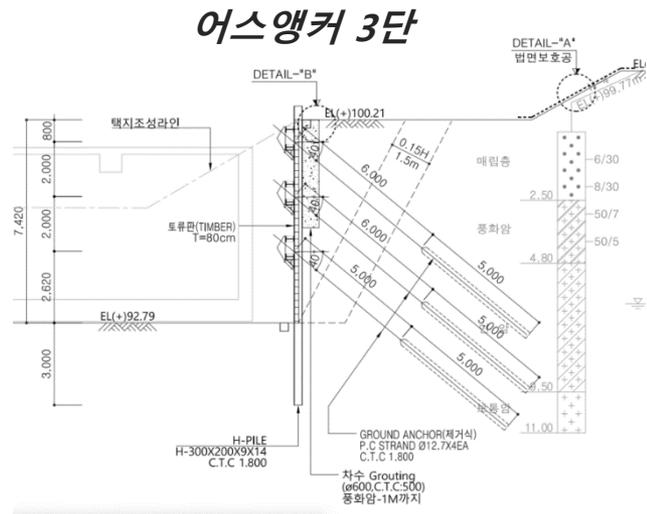


- 어스앵커 2단 + 자립식 병용

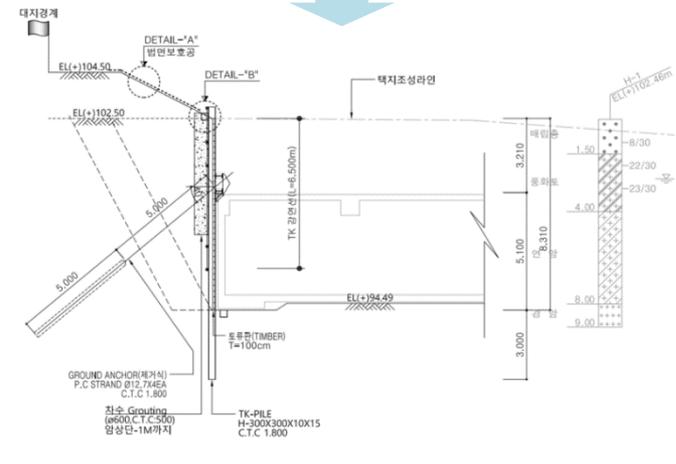
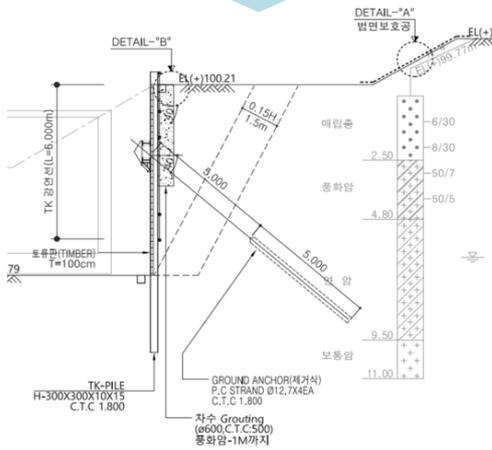


- 화성 동탄 공동주택 신축(현대건설) 설계 변경 검토

기존



개선



어스앵커 1단 + TK임시말뚝

레이커 1단 + TK임시말뚝

- 공사비 비교

[기존] 어스앵커 3단

: **1.38억원**

[개선] 어스앵커 1단 + TK엄지말뚝

: **1.20억원**

→ 공사비 13% 절감

* 어스앵커 2단 제거 효과

(세부내역 참고)

* 공기 단축에 의한 간접비용

추가 감소 효과 기대



공사비 비교 : 세부 내역

기준	엄지말뚝공 어스앵커	244공 12m 579공 11m(6+5)	1,383,585,455			
공종	내용	세부사항	단위	수량	단가	금액
가시설공	[소계]					406,721,230
	장비 운반 및 조립해체		식	1.00	5,000,000	5,000,000
	엄지말뚝 천공	D550, 토사층	m	1,043.31	45,000	46,948,950
		D550, 암반층	m	1,493.50	65,000	97,077,500
	케이싱 설치 및 해체	토사층	m	1,043.31	3,000	3,129,930
	엄지말뚝 근입		m	2,535.55	5,000	12,677,750
	토류벽설치해체	m ²	3,721.34	65,000	241,887,100	
띠장공	[소계]					204,064,200
	띠장 설치 및 해체	H-300x200x9x14	m	2,518.08	40,000	100,723,200
	띠장 연결재		개소	252.00	120,000	30,240,000
	보결이 설치 및 철거	L-100x100x10	개소	1,260.00	15,000	18,900,000
	스티프너 설치 해체		개	1,344.00	8,000	10,752,000
	홈메우기	철판포함	개소	1,398.00	12,000	16,776,000
	사보강재 설치 해체	H-300x200x9x14(L=2000이하)	개소	24.00	150,000	3,600,000
		H-300x200x9x14(L=2000~5000)	개소	12.00	180,000	2,160,000
		H-300x200x9x14(L=5000~8000)	개소	18.00	210,000	3,780,000
		H-300x200x9x14(L=9000이상)	개소	9.00	240,000	2,160,000
	수평 연결재	L-200x200x15	m	20.82	150,000	3,123,000
	화타제작 설치		개	54.00	200,000	10,800,000
	JACK 설치 해체	50ton	개	30.00	35,000	1,050,000
어스앵카공	[소계]					347,979,000
	어스앵커 천공		m	6,369.00	20,000	127,380,000
	케이싱 설치 및 해체	토사, 손료포함	m	6,369.00	2,000	12,738,000
	강연선 제작 및 설치	φ12.7mm, 4선 (제거식), 여유장 포함	m	7,237.50	15,000	108,562,500
	그라우팅 주입		m	6,369.00	4,000	25,476,000
	콘조립 및 인장		개	579.00	40,000	23,160,000
	지압판 설치 및 해체		개	579.00	10,000	5,790,000
	삼각쐐기 설치 및 해체		개	579.00	40,000	23,160,000
	강연선 해체	φ12.7mm 4가닥	m	7,237.50	3,000	21,712,500
	차수그라우팅	[소계]				
S.G.R 수직천공			m	4,712.52	20,000	94,250,400
S.G.R 그라우팅 주입비			m ³	439.00	170,000	74,630,000
S.G.R 기계기구 설치 해체			회	1.00	300,000	300,000
S.G.R 플랜트 설치 해체			회	1.00	500,000	500,000
보통 시멘트			포	1,646.25	6,500	10,700,625
자재	[소계]					244,440,000
	강재 손료(엄지말뚝)	H-300x300x10x15, 6개월이상	ton	259.84	350,000	90,944,000
	강재 손료(띠장)	H-300x300x10x15, 6개월이상	ton	236.16	350,000	82,656,000
	엄지말뚝 인발		식	1.00	51,000,000	51,000,000
	강재운반비		ton	496.00	40,000	19,840,000
	계측공		식	1.00		

개선	자립식 다단 긴장 엄지말뚝공 244공 12m 어스앵커	193공 11m(6+5)	1,200,254,655			
공종	내용	세부사항	단위	수량	단가	금액
가시설공	[소계]					406,721,230
	장비 운반 및 조립해체		식	1.00	5,000,000	5,000,000
	엄지말뚝 천공	D550, 토사층	m	1,043.31	45,000	46,948,950
		D550, 암반층	m	1,493.50	65,000	97,077,500
	케이싱 설치 및 해체	토사층	m	1,043.31	3,000	3,129,930
	엄지말뚝 근입		m	2,535.55	5,000	12,677,750
	토류벽설치해체	m ²	3,721.34	65,000	241,887,100	
띠장공	[소계]					68,021,400
	띠장 설치 및 해체	H-300x200x9x14	m	839.36	40,000	33,574,400
	띠장 연결재		개소	84.00	120,000	10,080,000
	보결이 설치 및 철거	L-100x100x10	개소	420.00	15,000	6,300,000
	스티프너 설치 해체		개	448.00	8,000	3,584,000
	홈메우기	철판포함	개소	466.00	12,000	5,592,000
	사보강재 설치 해체	H-300x200x9x14(L=2000이하)	개소	8.00	150,000	1,200,000
		H-300x200x9x14(L=2000~5000)	개소	4.00	180,000	720,000
		H-300x200x9x14(L=5000~8000)	개소	6.00	210,000	1,260,000
		H-300x200x9x14(L=9000이상)	개소	3.00	240,000	720,000
	수평 연결재	L-200x200x15	m	6.94	150,000	1,041,000
	화타제작 설치		개	18.00	200,000	3,600,000
	JACK 설치 해체	50ton	개	10.00	35,000	350,000
어스앵카공	[소계]					115,993,000
	어스앵커 천공		m	2,123.00	20,000	42,460,000
	케이싱 설치 및 해체	토사, 손료포함	m	2,123.00	2,000	4,246,000
	강연선 제작 및 설치	φ12.7mm, 4선 (제거식), 여유장 포함	m	2,412.50	15,000	36,187,500
	그라우팅 주입		m	2,123.00	4,000	8,492,000
	콘조립 및 인장		개	193.00	40,000	7,720,000
	지압판 설치 및 해체		개	193.00	10,000	1,930,000
	삼각쐐기 설치 및 해체		개	193.00	40,000	7,720,000
	강연선 해체	φ12.7mm 4가닥	m	2,412.50	3,000	7,237,500
	차수그라우팅	[소계]				
S.G.R 수직천공			m	4,712.52	20,000	94,250,400
S.G.R 그라우팅 주입비			m ³	439.00	170,000	74,630,000
S.G.R 기계기구 설치 해체			회	1.00	300,000	300,000
S.G.R 플랜트 설치 해체			회	1.00	500,000	500,000
보통 시멘트			포	1,646.25	6,500	10,700,625
다단 긴장 엄지말뚝	[소계]					246,099,600
	강연선 설치	40mm	본	244.00	89,500	21,838,000
	강연선 인장 및 해체		본	244.00	4,000	976,000
	다단 긴장 엄지말뚝 조립	H-300X300X10X15	m	244.00	70,000	17,080,000
	강연선	15mm 1860MPa	개소	11,712.00	5,500	64,416,000
	정착구		개소	244.00	59,000	14,396,000
	강연선 앵커	SLA(Spring Loaded Anchor)	개소	976.00	37,000	36,112,000
	볼트 너트 설치	M22	개소	5,368.00	3,500	18,788,000
	이동식 반력대	SM275	개소	4.00	75,000	300,000
	굴절지대	SM275	개	488.00	51,000	24,888,000
	새들	GCD450	개	244.00	150,000	36,600,000
다단 긴장 엄지말뚝 운반비		ton	267.64	40,000	10,705,600	
자재	[소계]					183,038,400
	강재 손료(엄지말뚝)	H-300x300x10x15, 6개월이상	ton	259.84	350,000	90,944,000
	강재 손료(띠장)	H-300x300x10x15, 6개월이상	ton	78.72	350,000	27,552,000
	엄지말뚝 인발		식	1.00	51,000,000	51,000,000
	강재운반비		ton	338.56	40,000	13,542,400
	계측공		식	1.00		

- 공사기간 비교

[기존] 어스앵커 3단

: 35일

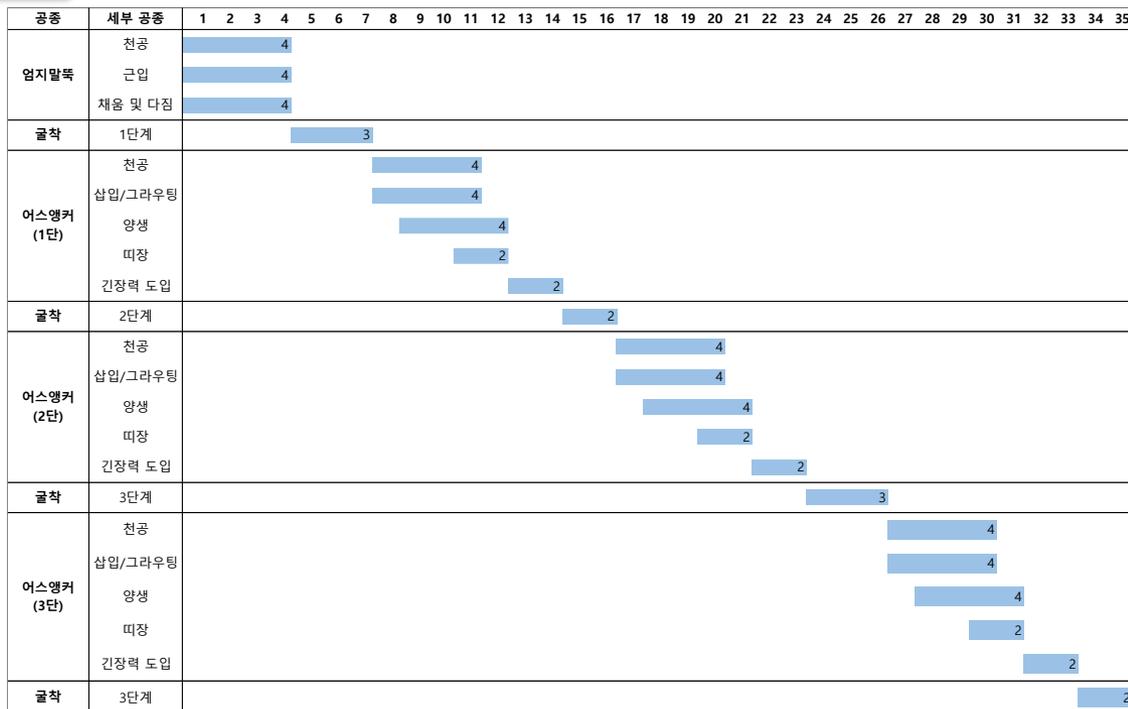
[개선] 어스앵커 1단 + TK엄지말뚝

: 23일

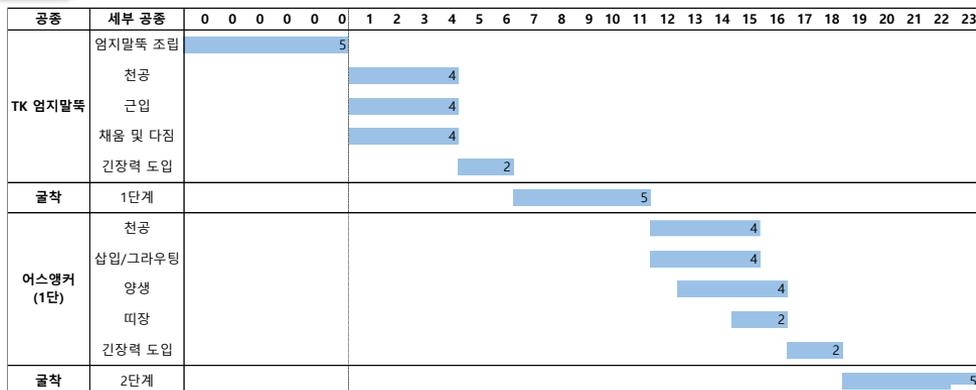
→ 공사기간 34% 절감

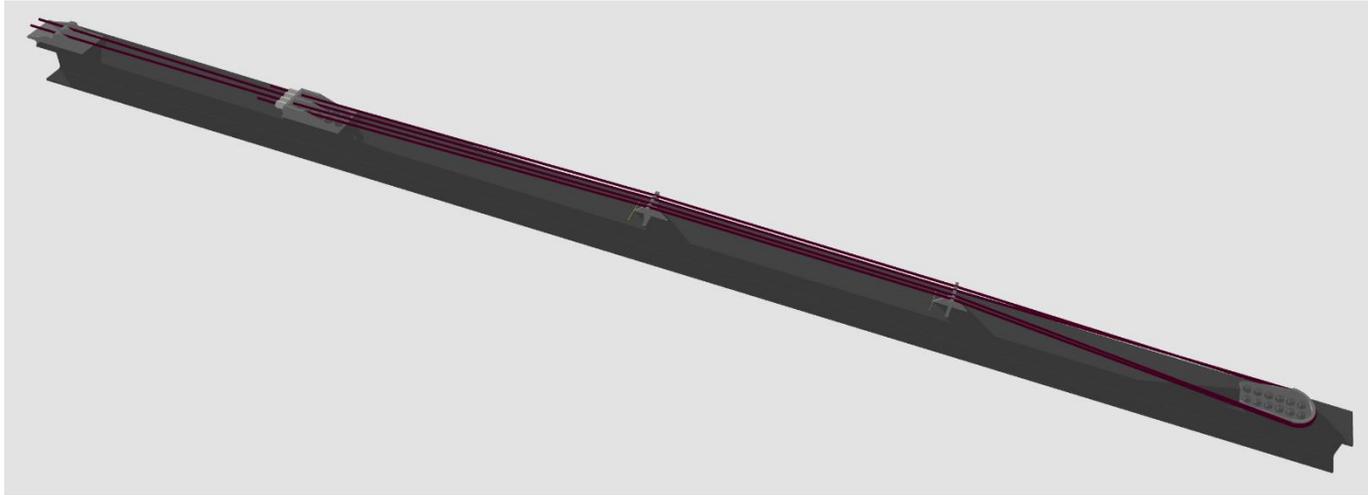
* TK 엄지말뚝 조립은 별도로 이루어지므로 공기에 영향을 미치지 않음

기존



개선





감사합니다.

TK 흠막이 공법



TEKMAN

휴막이 기술 소개

TEKHAN (주)택한

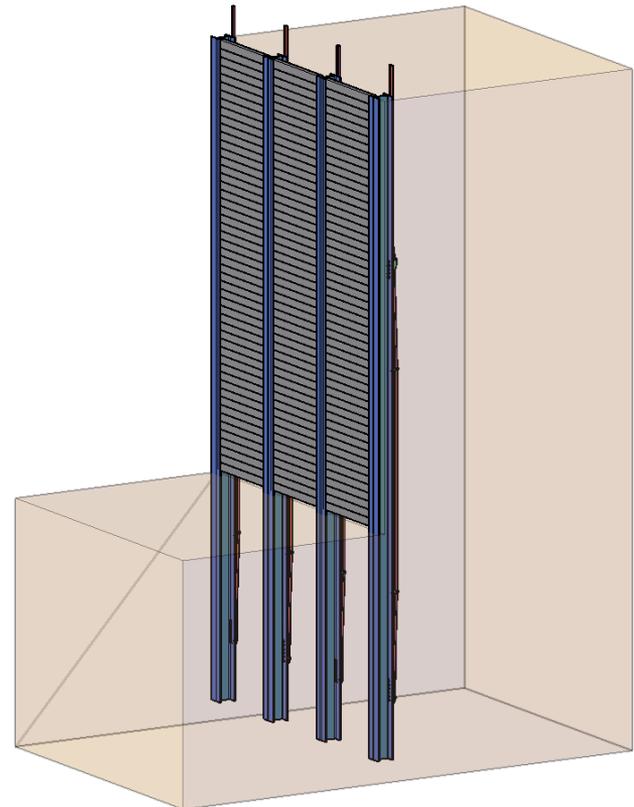
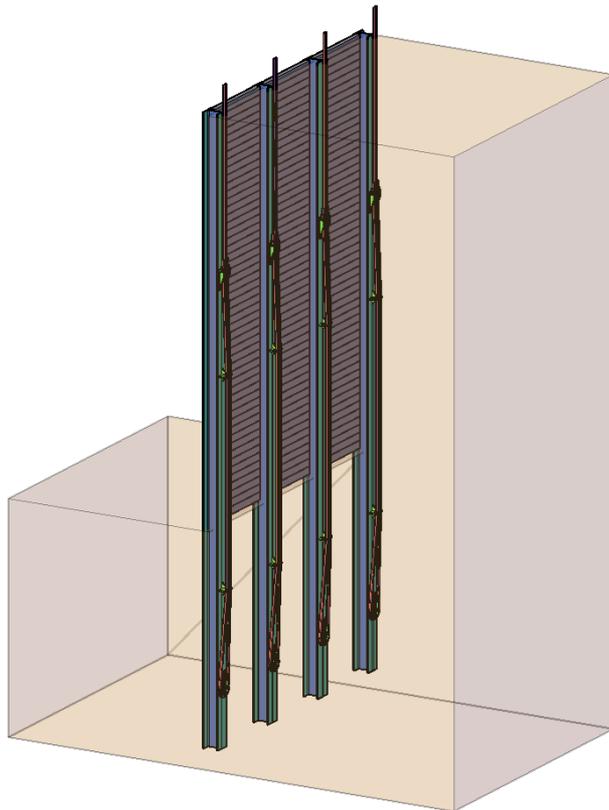


HNH ENGINEERING
www.hnheng.co.kr

#1 자립식엄지말뚝

Prestressing을 이용한 자립식 흙막이

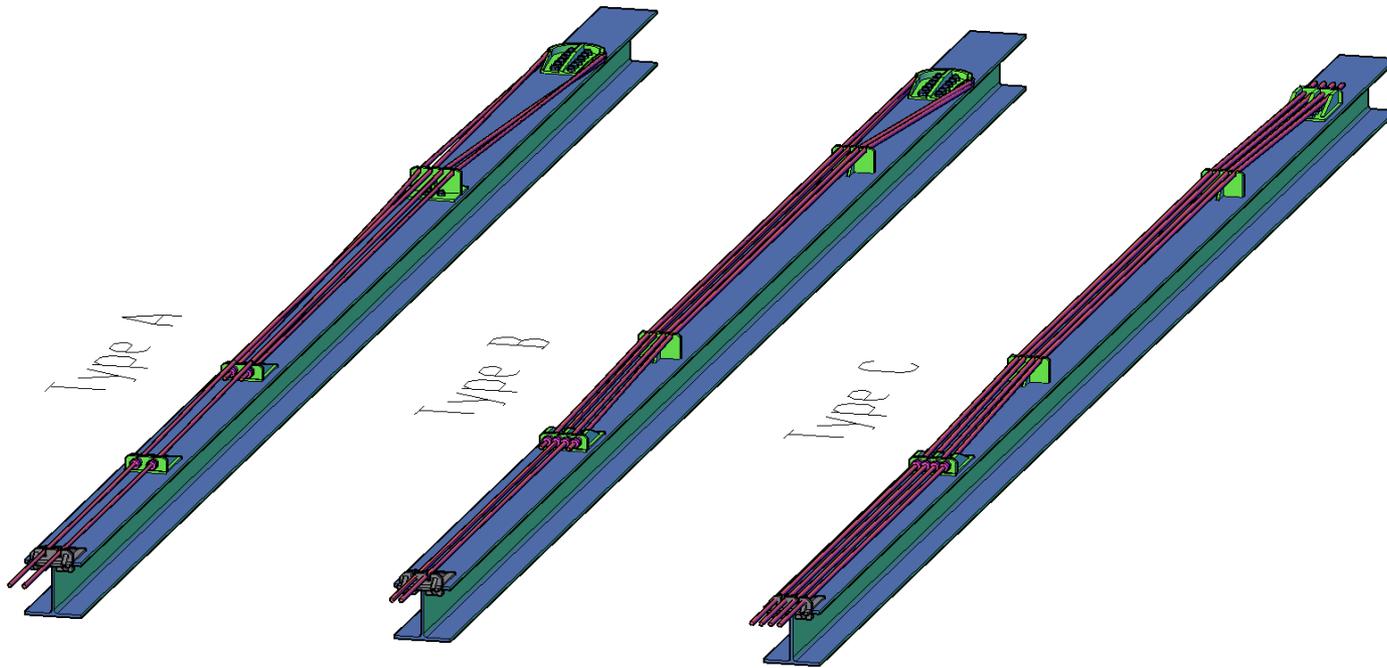
구성 : H형강(PS강연선) + 흙막이판



#1 자립식엄지말뚝

엄지말뚝 상세

SLA(Spring Loaded Anchor)



#1 자립식엄지말뚝

SLA를 이용하여 토압이 약한 표층을 제외하고 지중에만 모멘트를 도입

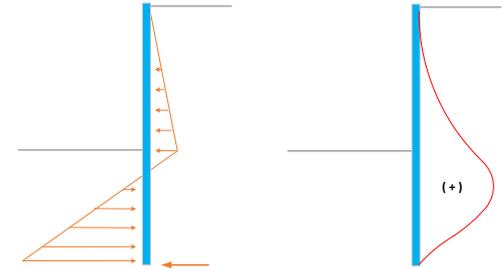
→ 종래 자립식 공법의

다음과 같은 문제점 해결

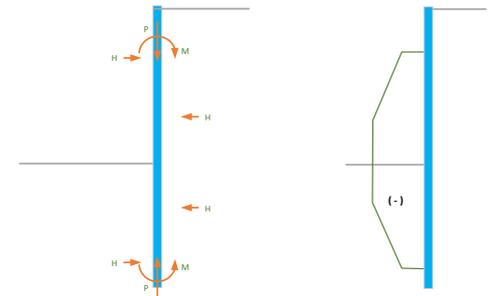
- 1) 엄지말뚝의 회전
- 2) 좌굴에 의한 허용용력감소
- 3) 굴착중 배부름 현상

- 지중 조건에 따라 3~8M 자립 가능
- 지중앵커 / 레이커와 병행 사용 가능

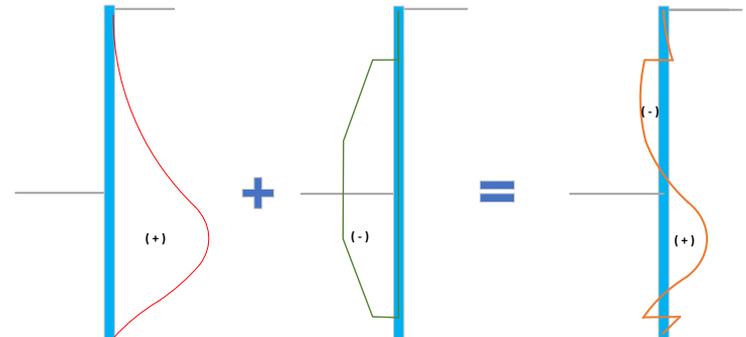
토압에 의한 모멘트



강선 긴장에 의한 모멘트



합성 모멘트

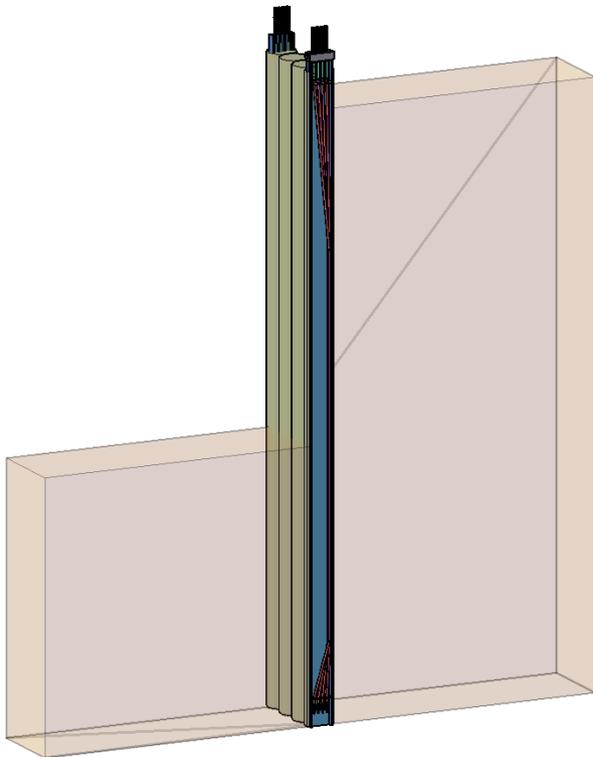


#2 PS합성말뚝 주열식벽체

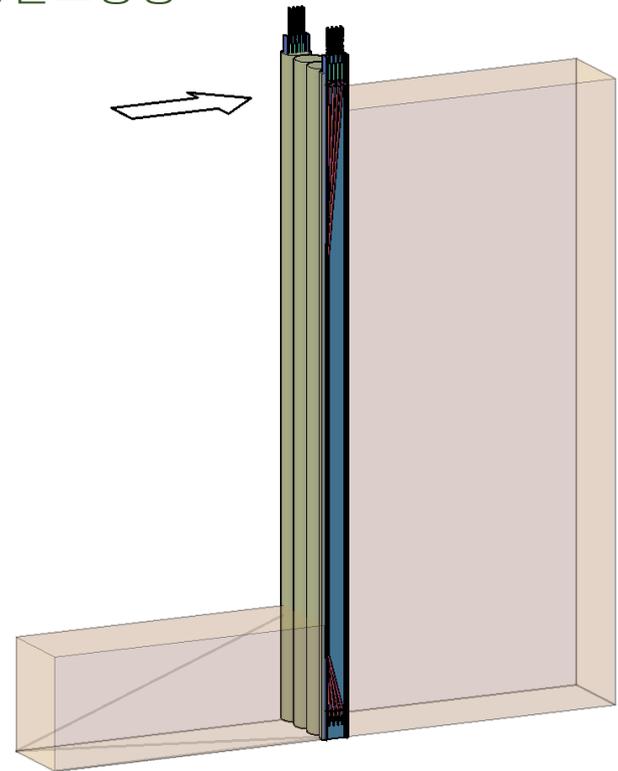
Prestressing을 이용한 무지보 흙막이

구성 : BH형강(+PS강연선) + CIP

자립형

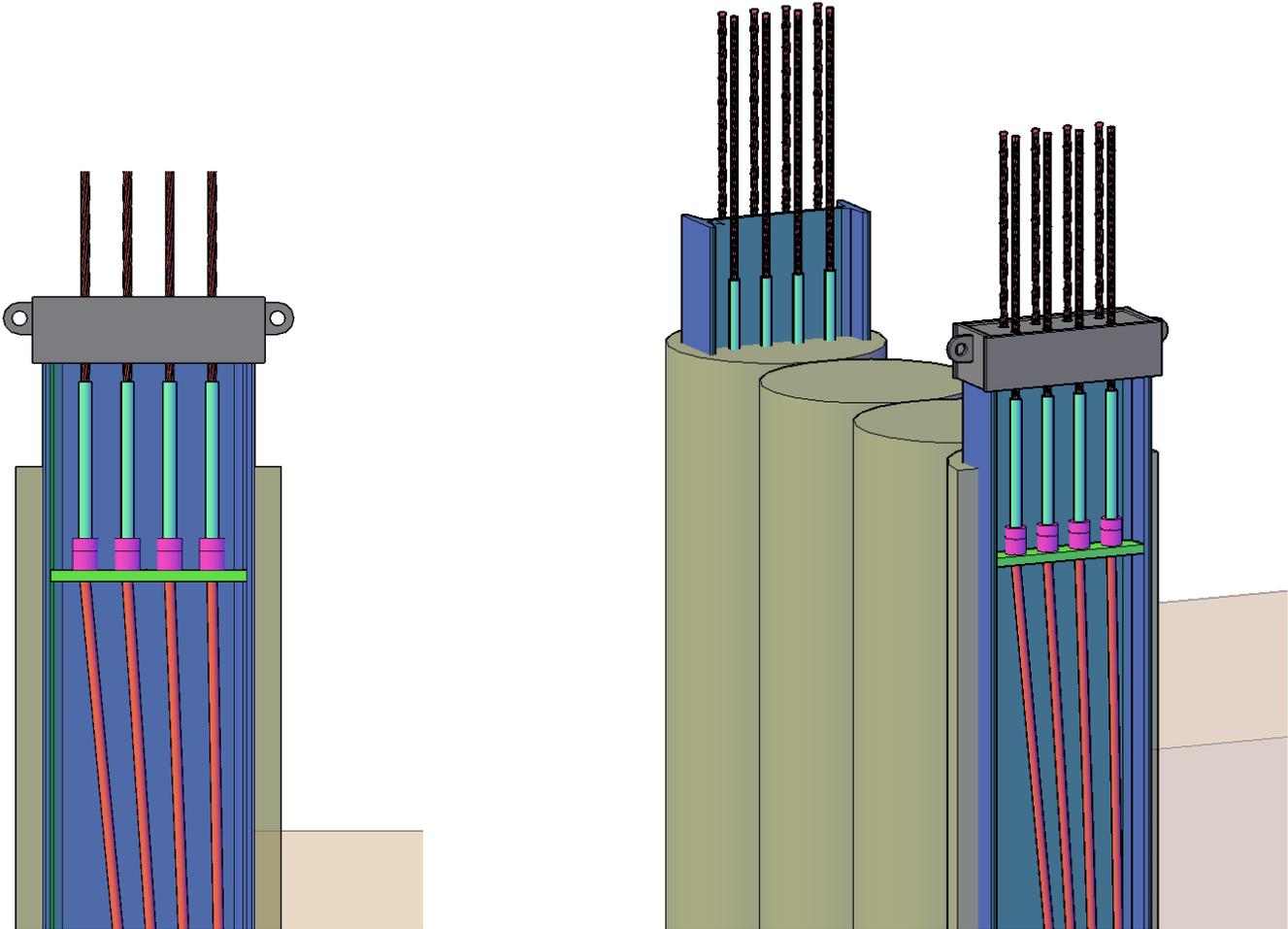


상단고정형



#2 PS합성말뚝 주열식벽체

BH형강(+PS강연선) 상세

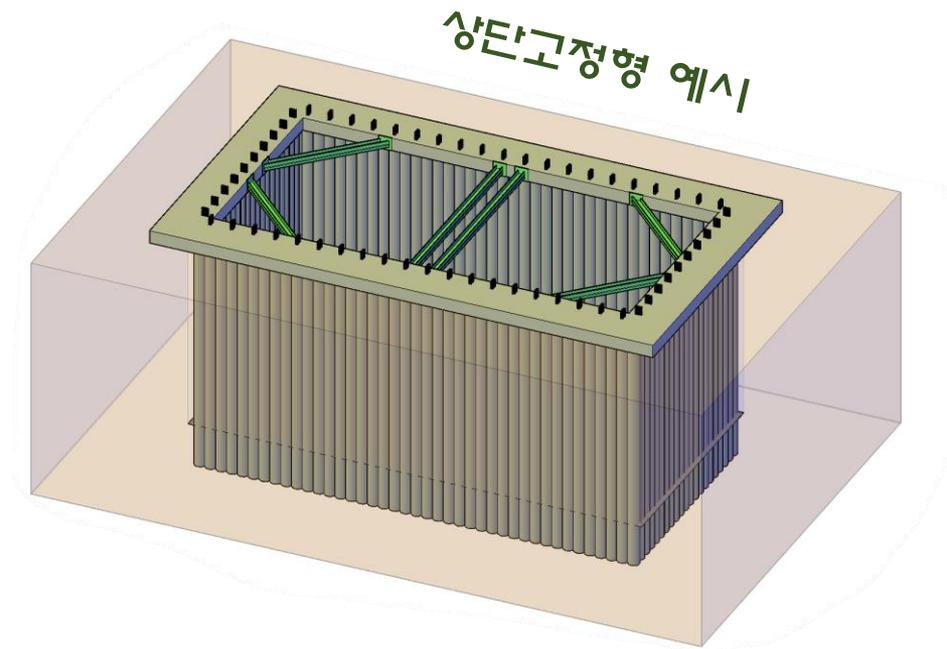


#2 PS합성말뚝 주열식벽체

BH형강 내부에 강연선을 편심배치하여 CIP말뚝에 보강용 형강 대신에 사용

→ 다음과 같은 제약사항 해결

- 1) 지중앵커 사용이 불가능한 현장
- 2) 버팀보 사용이 곤란한 현장

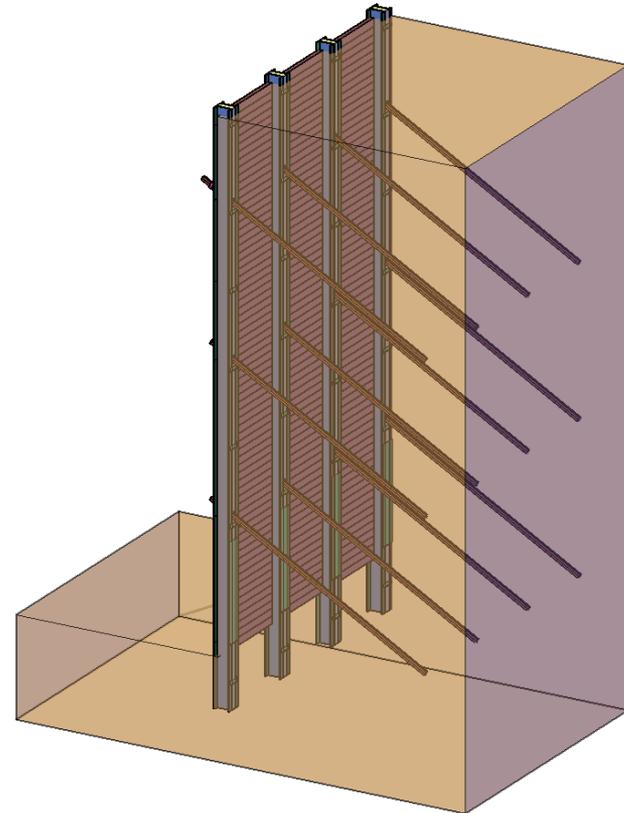
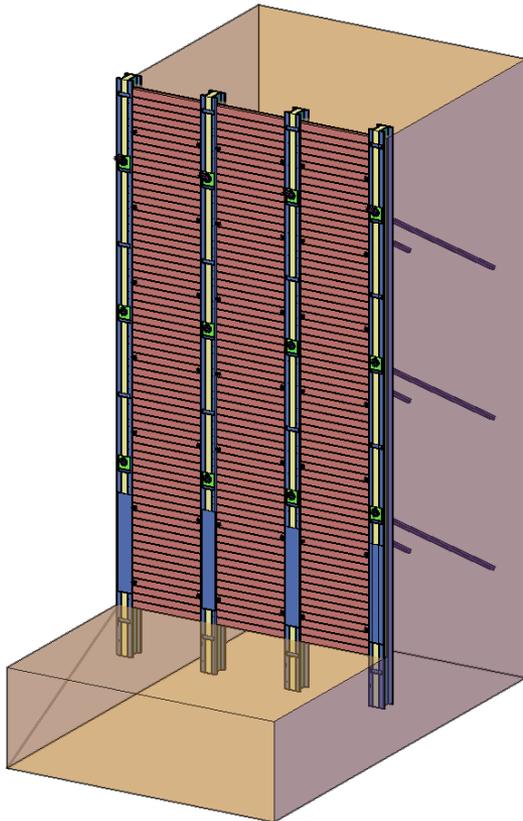


- 자립형: 지중 조건에 따라 3~8M 자립 가능
- 상단고정형: 지중 조건에 따라 10M 이상까지도 무지보 가능

#3 무띠장엄지말뚝

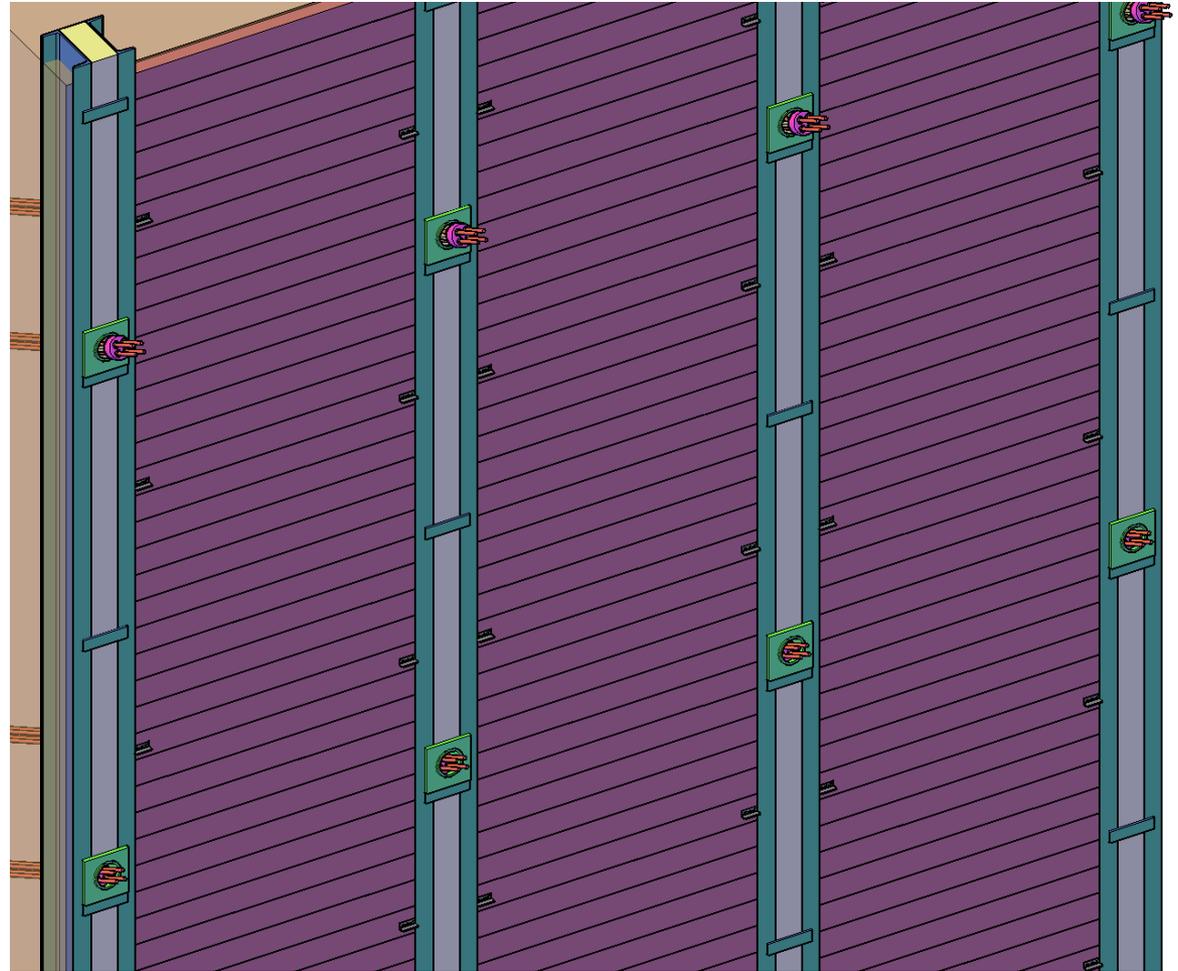
띠장이 필요없고 돌출부가 없는 흠막이

구성 : 조립형강 + 비돌출정착구 + 지중앵커



#3 무띠장엄지말뚝

벽체전면부
상세

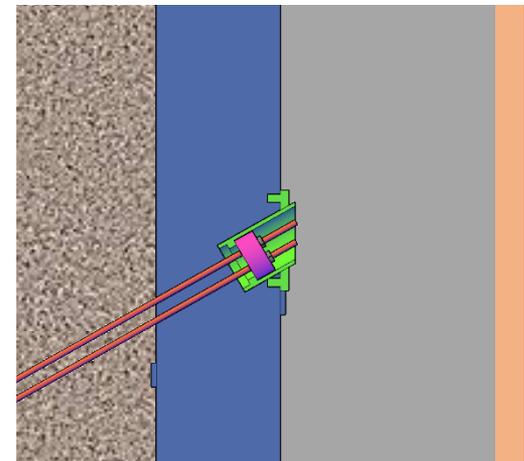
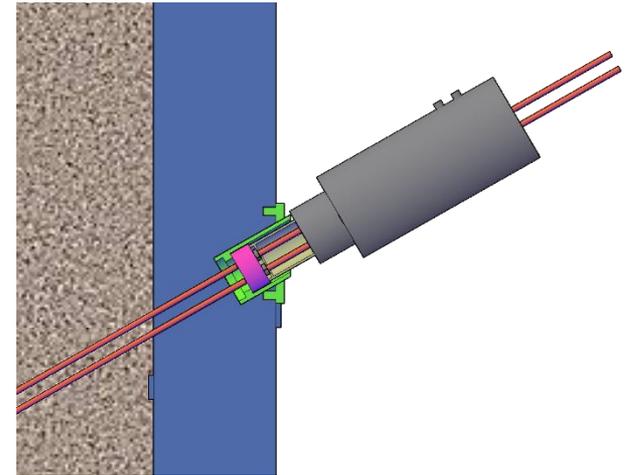


#3 무띠장엄지말뚝

필러를 가진 조립형강 내부에 지중앵커 정착구가 삽입되는 형태의 비돌출 무띠장 흠막이벽체

→ 다음과 같은 경우에 매우 경제적

- 1) 지중앵커 해체가 불필요한 합벽시공 현장
- 2) 흠막이를 영구용벽으로 활용하는 현장

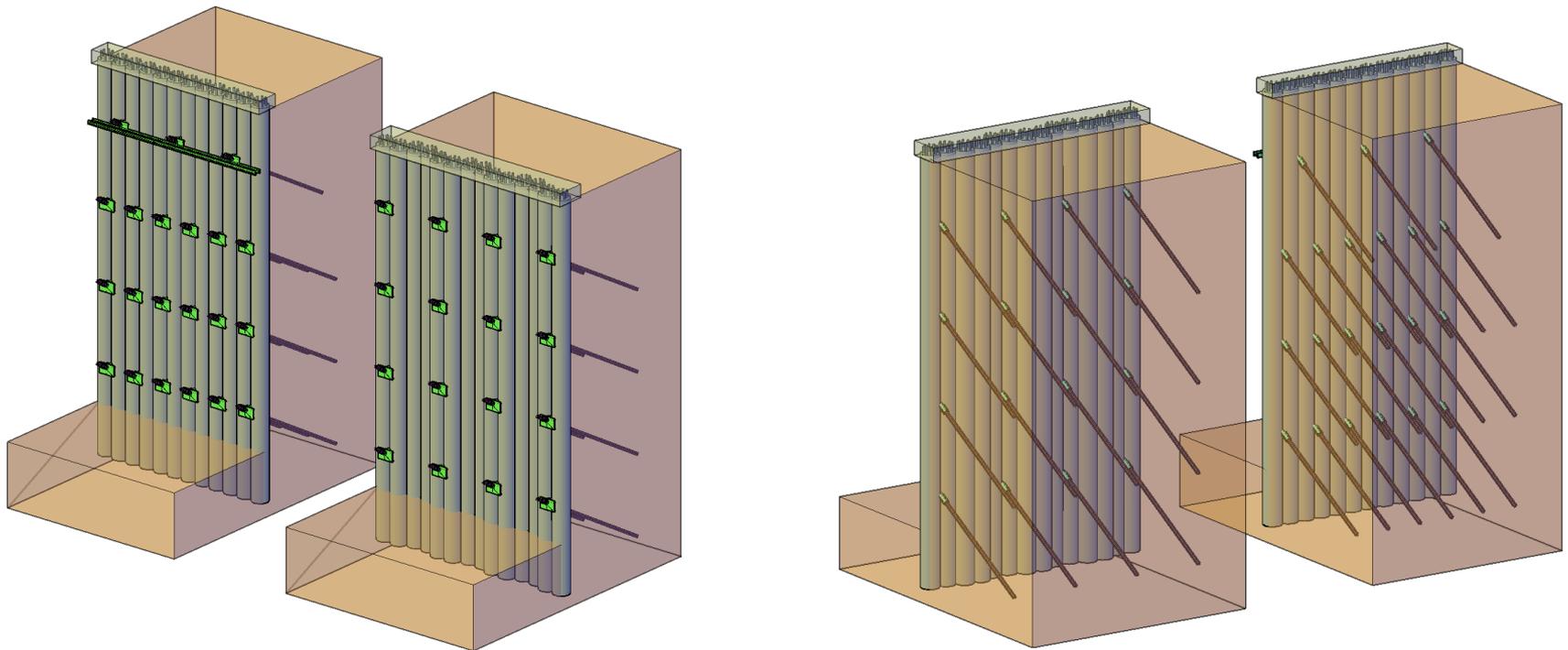


- 종래의 지중앵커를 사용하는 엄지말뚝 공법이 사용되는 모든 경우에 적용 가능
- 거푸집 작업공간 확보가 쉽고, 합벽시공의 경우 콘크리트 버림량을 최소화
- 지중앵커를 제거하는 경우에 엄지말뚝 인발 재 사용 가능
- 상부 일부 앵커만 제거하는 경우에도 적용 가능

#4 무형강CIP말뚝 주열식벽체

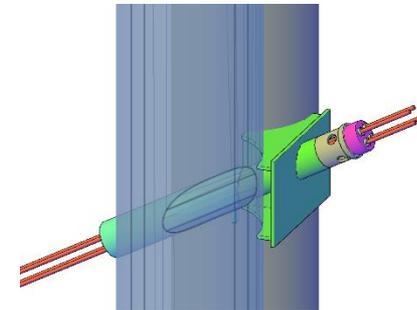
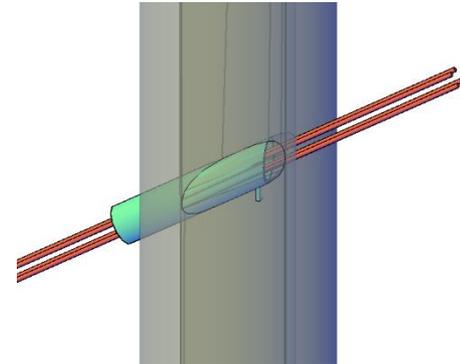
매립 형강이 필요없고 띠장 생략이 가능한 주열식 흙막이

구성 : CIP + 고정용 강관 + 지중앵커(전용 정착구)

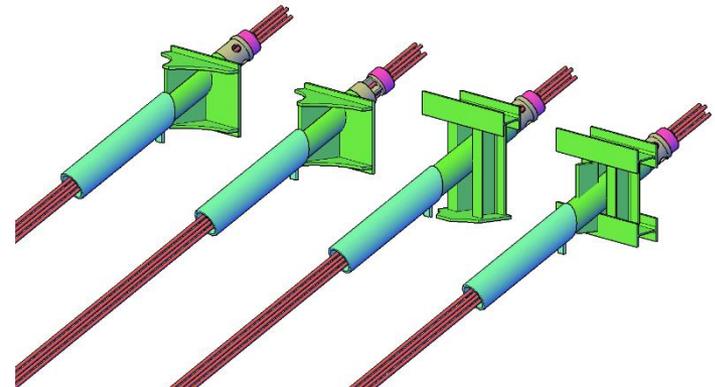


#4 무형강CIP말뚝 주열식벽체

CIP경계부 천공홀 그라우팅 시에 지중앵커 정착구를 거치할 수 있는 강관을 매립하여 종래에 CIP에 매립된 형강에 용접하던 브라켓을 배제



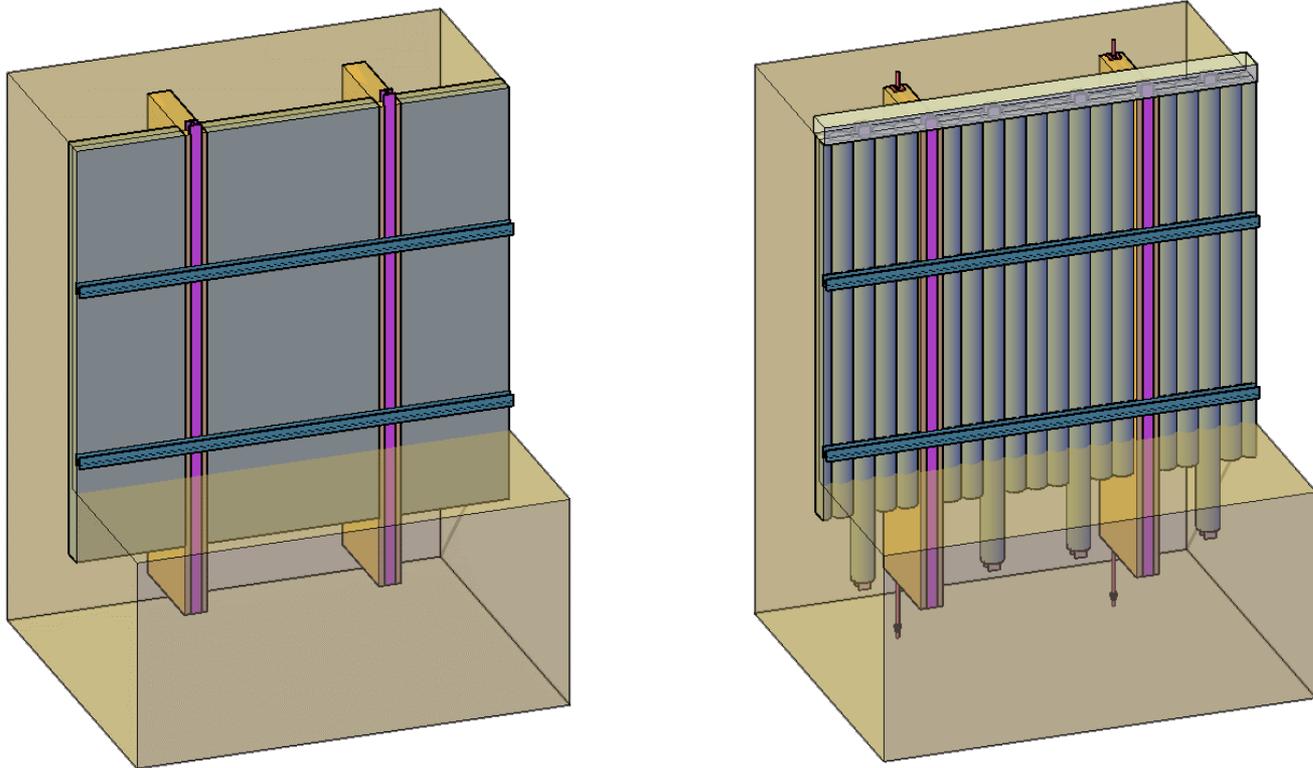
- 종래의 지중앵커를 사용하는 주열식벽체공법이 사용되는 모든 경우에 적용 가능
- 앵커의 배치 또는 말뚝의 배치를 조정하여 띠장 제거 가능



#5 BP흙막이벽체

Barrette pile을 이용한 지보공이 필요없는 강성벽체

구성 : Barrette Pile(강성체) + 다양한 흙막이형식(하중전달체)



#5 BP흙막이벽체

지중연속벽 시공에 사용되는 장비를 이용하여 Barrette Pile을 흙막이 벽체의 휨저항 부재로 활용

- 1) 지중앵커 사용이 불가한데 변위제어가 필요한 경우
- 2) 버팀보 사용이 곤란한 대심도 현장

- 기본적으로 slurry wall 시공장비 반입이 가능한 현장에 적용
- 자립형의 경우 프리스트레싱 병용
- 상단고정형의 경우 15M 이상의 무지보 벽체 목표

