무지보 자립식 흙막이 공법

TK 엄지말뚝

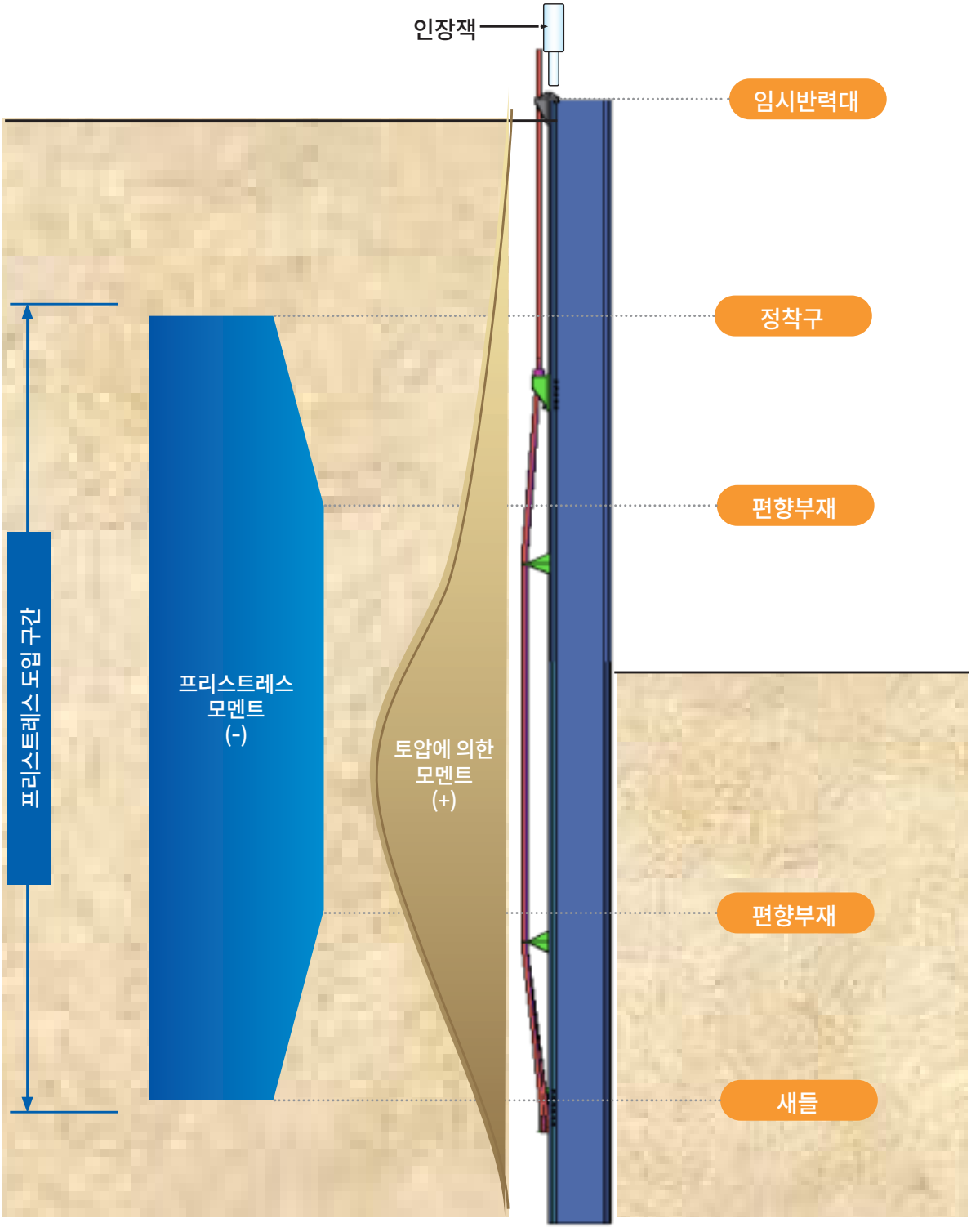
HNH ENGINEERING

TEKHAN

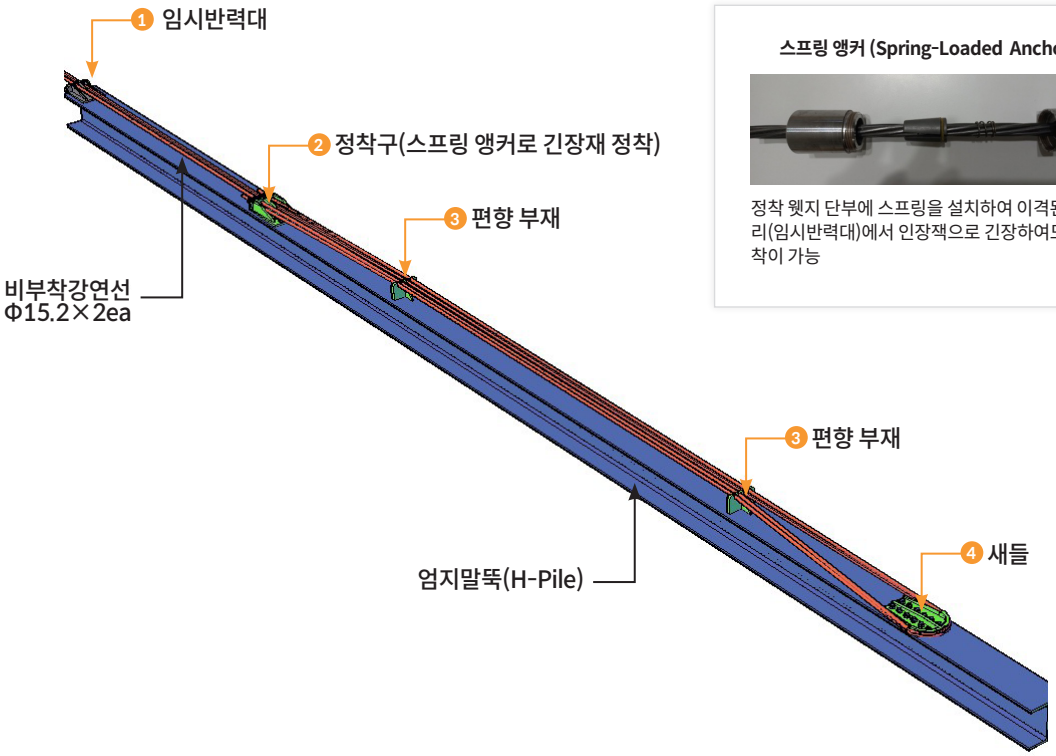
TK 엄지말뚝 개요

- 엄지말뚝에 프리스트레스를 차등 도입함으로써 지반 상부의 수동 변위를 최소화하고 토압에 의한 모멘트가 크게 작용하는 구간에서 프리스트레스를 최대화하여 지보재 없이 안정적인 굴착을 할 수 있는 무지보 자립식 흙막이 공법

※ 국내 일반적인 지반 조건에서 약 7m까지 무지보 가능

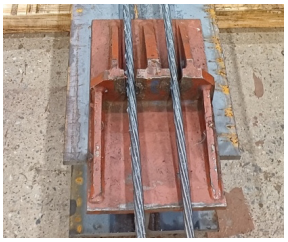
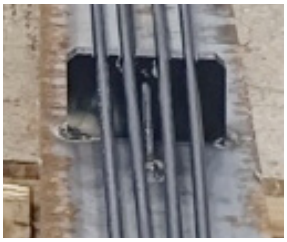


▶ TK 엄지말뚝 구성



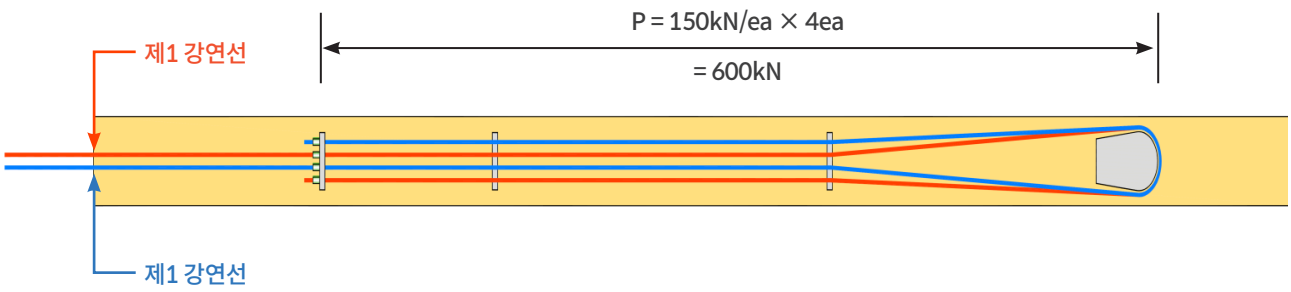
스프링 앵커 (Spring-Loaded Anchor)

정착 웻지 단부에 스프링을 설치하여 이격된 거리(임시반력대)에서 인장잭으로 긴장하여도 정착이 가능

① 임시반력대	② 정착구	③ 편향부재	④ 새들
			

▶ 긴장재 배치

- 정착구에서 시작하는 강연선 2가닥이 새들에서 교차 후 본래 정착구로 돌아오도록 배치
- 작은 수량의 긴장재로 토압에 의한 모멘트가 큰 구간에 큰 프리스트레스를 도입



시공 순서

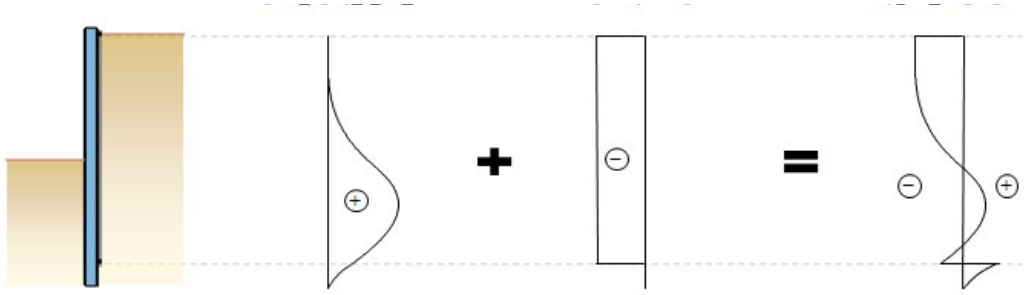
(a)구성품 설치	(b)강연선 배치	(c)조립 완료

(d)천공	(e)엄지말뚝삽입 및 속채움	f)반력대 설치 및 긴장

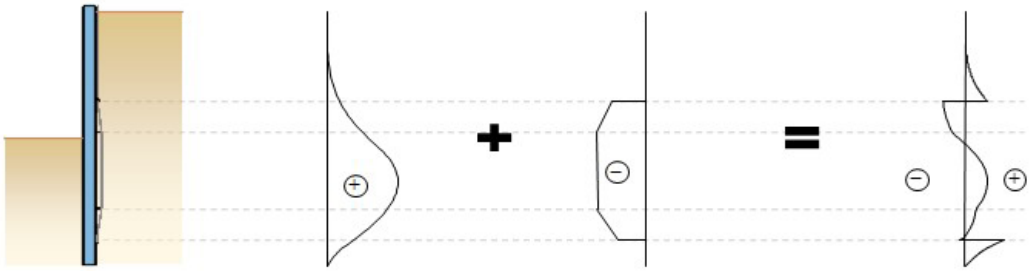
(g)굴착	(h)토류판 설치	(i)시공 완료

TK 엄지말뚝과 기존 유사공법 비교

▶ 모멘트

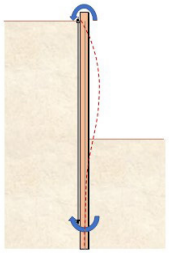


기존 유사공법 ➡ 엄지말뚝 상부의 불필요한 프리스트레싱에 의한 모멘트 발생



TK 엄지말뚝 공법 ➡ 엄지말뚝 상부에 모멘트를 도입하지 않고 토압에 의한 모멘트와 유사한 차등 모멘트 도입

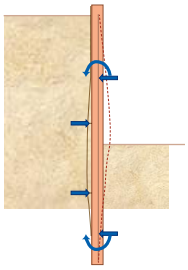
▶ 변위



기존 유사공법

흙막이 벽체의 하부 변위는 배면측 인접 지반의 침하를 유발

➡ 최대변위 제어 효과 있으나 흙막이 상단 보다 굴착 깊이 중간에서 더 큰 변위 발생

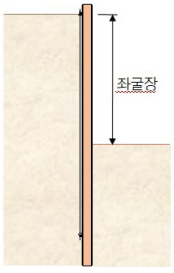


TK 엄지말뚝 공법

벽체의 중간 부근(최대모멘트 발생 구간)에서 프리스트레스가 도입

➡ 상부의 수동 변위가 억제되어 배면측 지반침하 미발생

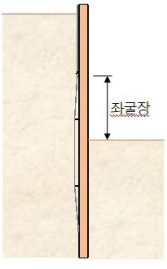
▶ 좌굴 ※ 설계 사례에 따르면 좌굴을 고려한 허용응력을 감소하고 있지만 프리스트레싱에 의한 축응력 자체를 계산에서 생략



기존 유사공법

정착단이 엄지말뚝 상단에 위치

➡ 좌굴에 의한 구조안정성 불리



TK 엄지말뚝 공법

정착단이 엄지말뚝 중간에 위치

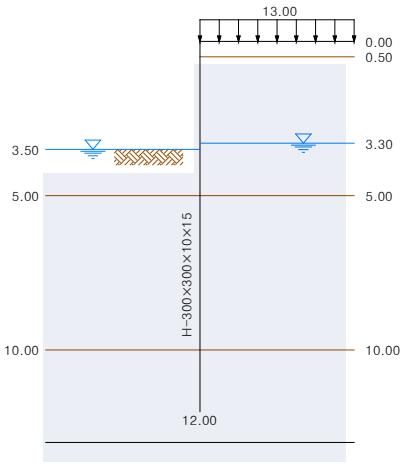
➡ 편향부재 고려하지 않아도 좌굴에 의한 구조안정성 우수

TK 엄지말뚝 적용 효과

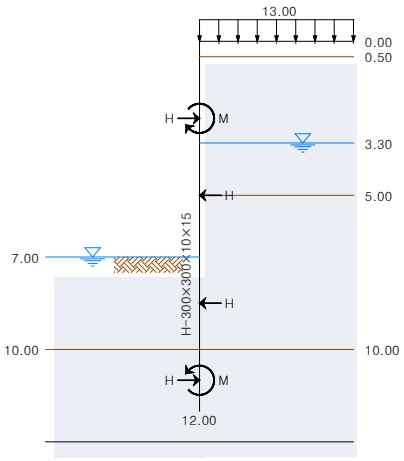
▶ 굴착깊이 증가

- 국내 일반적인 지반조건
- 수평변위 기준 : 0.003H
- 파일간격 : 1.8m

• 재래식 엄지말뚝 공법은 최대 굴착깊이 약 3.5m이고 더 깊어지는 경우 지보재 설치 불가피
• TK 엄지말뚝 공법은 지보재 없이 7m까지 자립 ➡ 지보재 2단 생략 가능



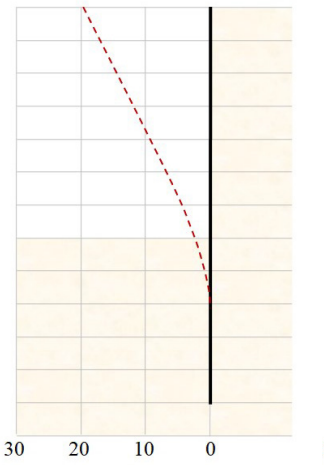
< 재래식 엄지말뚝 공법(H=3.5m) >



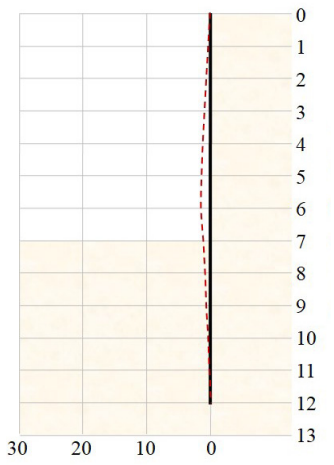
< TK 엄지말뚝 공법(H=7.0m) >

▶ 수동 변위 최소화

• TK 엄지말뚝 공법은 벽체의 중간 부근(최대 모멘트 발생 구간)에서 프리스트레스가 도입
➡ 상부의 수동 변위가 억제되어 배면측 지반 침하 미발생



< 재래식 엄지말뚝 공법 >



< TK 엄지말뚝 공법 >

▶ 공사기간 단축

- 재래식 엄지말뚝 공법은 깊은 굴착 시 지보재 시공이 불가피하므로 공기 증가
- TK 엄지말뚝 공법 적용을 통해 지보재 2단 생략 ➡ 공사기간 단축

재래식 흙막이 + 어스앵커 3단	엄지말뚝	
	굴착 1단계	
	어스앵커 1단	
	굴착 2단계	
	어스앵커 2단	
	굴착 3단계	
	어스앵커 3단	
	굴착 4단계	
TK엄지말뚝 + 어스앵커 1단	TK엄지말뚝	
	굴착 1단계	
	어스앵커 1단	
	굴착 2단계	

> 재래식 엄지말뚝 + 어스앵커 3단 - TK 엄지말뚝 + 어스앵커 1단 : 공사기간 30% 이상 단축

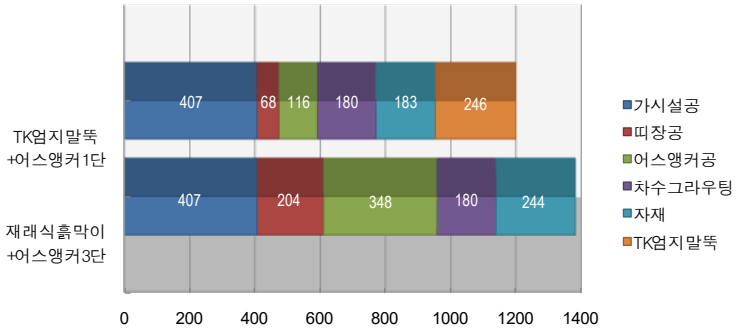
▶ 경제성 향상

- 재래식 엄지말뚝 공법은 자립 가능한 굴착깊이를 초과 시 지보재공에 따른 공사비 발생
- TK 엄지말뚝 공법 적용시 지보재 단수 생략 ➡ 공사비 절감

구분	재래식	TK
계측값	1.38억원	1.20억원

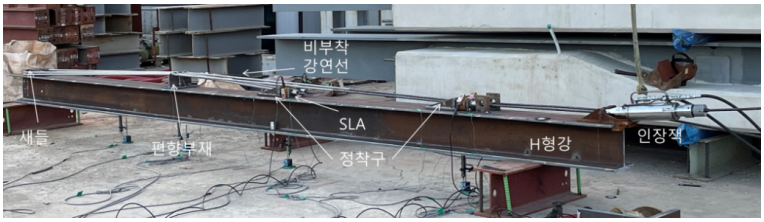
> 공사비 13% 절감

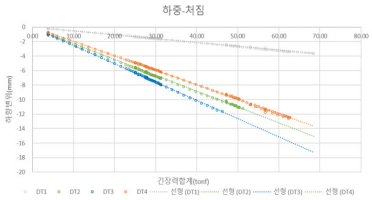
: 어스앵커 2단 제거
: 공기단축에 의한 간접비용 추가 감소



성능 검증

- 부재 실험을 통해 도입하중, 변위, 변형률 관계가 계산과 유사하게 나타남을 확인
- 긴장 완료 후 30kN 손실 발생 - 설계 및 시공에 반영(150kN 긴장작업시 도입 긴장력 120kN)





▶ 현장 시험

- 벽체의 수평변위 허용기준 대비 30% 수준으로 만족
- 주변 침하량은 허용기준(도로포장 유지보수 실무편람) 대비 55% 수준 → 충분한 안전성 확인

구분	변위(mm)		응력(MPa)		침하량(mm)	
	측정위치1	측정위치2	측정위치1	측정위치2	측정위치1	측정위치2
계측값	14.3	10.7	106	117	11	11
허용값	26.0	24.0	197	197	15	15
판 정	OK	OK	OK	OK	OK	OK

최종굴착시 변위▲

▶ 인발 시험

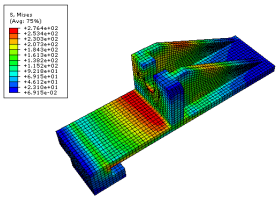
- 일반적인 인발장비로 본 당 5분 이내 소요
  → 공사 완료 후 재사용 가능

<인발장비 설치>

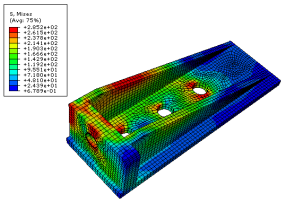
<인발작업 완료>

▶구조상세 해석

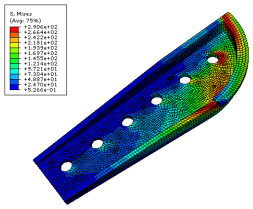
- 주요 구성품 ½ 모델 상세 해석 수행
- 설계 하중 이상 하중 작용 시 모든 주요 부재가 설계 강도 이상 강도 보유 → 설계 하중 2배 초과해도 인장 강도 이하로 응력 발생



<반력대>



<정착구>



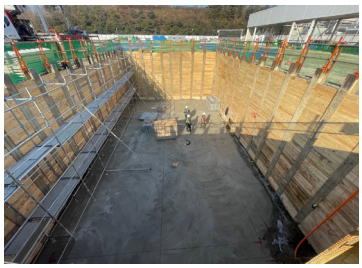
<새들>

시공 실적 및 기타

시공 실적 : 2024. 1월 기준

NO	현장명	발주처	시공기간
1	안성 아레나스 물류센터	웰크론한텍	2022.04 ~ 2022.05
2	고덕 연료전지 발전소	SK ecoplant	2022.12 ~ 2023.03
3	인천서구 마전동 판매시설	지인건설	2023.01 ~ 2023.03
4	화성 오토랜드 주유소	현대엔지니어링	2023.03 ~ 2023.04
5	화성 오토랜드 신차체공장	현대엔지니어링	2023.10 ~ 2024.01
6	화성 오토랜드 프레스공장	현대엔지니어링	2023.11 ~ 2024.01
7			
8			
9			
10			

<고덕 연료전지 발전소>

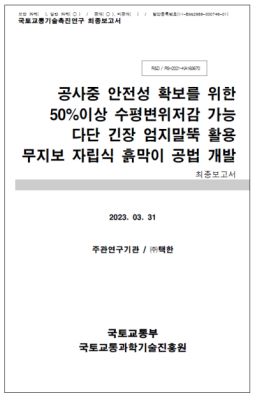


<화성 오토랜드 신차체공장>

<인천 마전동 판매시설>

기타 사항

- 국가 R&D 과제를 통한 공법 개발 및 적용(2021.04~2023.12)
- 주요 자재는 공인인증기관 시험을 통해 성능 기준 만족 확인



국토교통기술촉진연구 최종보고서

공사중 안전성 확보를 위한
50%이상 수평변위저감 가능
다단 긴장 업지말뚝 활용
무지보 자립식 흙막이 공법 개발

최종보고서

2023. 03. 31

주관연구기관 / ㈜택한

국토교통부
국토교통과학기술진흥원

<국토교통기술촉진연구 과제
최종보고서(2023.03)>

특허증
CERTIFICATE OF PATENT

특허 제 10-2361565 호

위의 발명은 「특허법」에 따라 특허원부에 등록되었음을 증명합니다.
This is to certify that, in accordance with the Patent Act, a patent for the invention has been registered at the Korean Intellectual Property Office.

특허청
Korean Intellectual Property Office

특허청장
COMMISSIONER
KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

<특허증(제10-2361565호)>

TEST REPORT

KTR 한국화학융합시험연구원장

<새들(GCD450) 시험성적서>

시공 사례

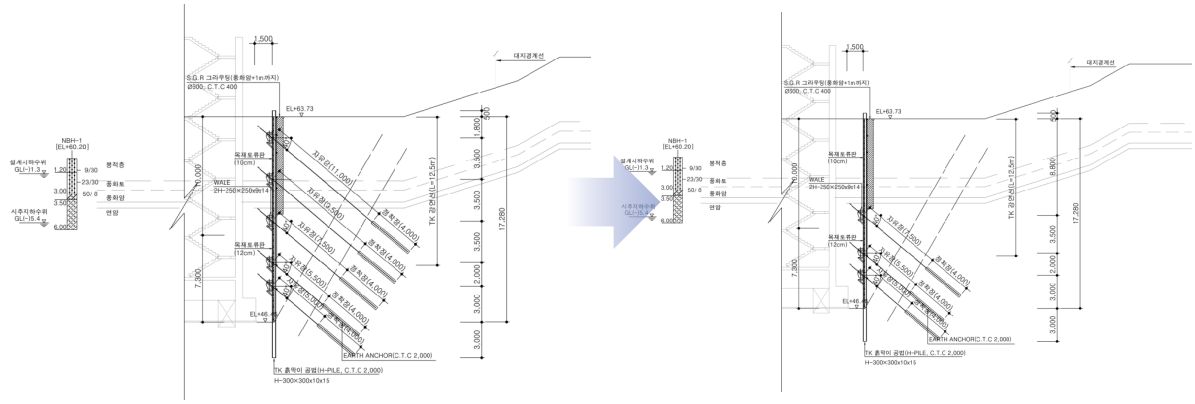
안성 아레나스 물류센터

- 원도급사 : 웰크론한텍
- 굴착깊이 : 약 17m

원설계 : Anchor 5단

변경설계 : TK(8m) + Anchor 3단

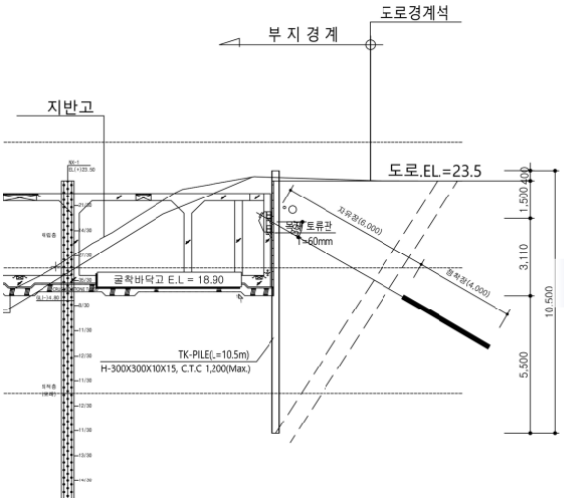
기존 유사공법 ➡ 상단부 어스앵커 2단 절감으로인해 인접 건물 간섭영향없음



고덕 연료전지 발전소

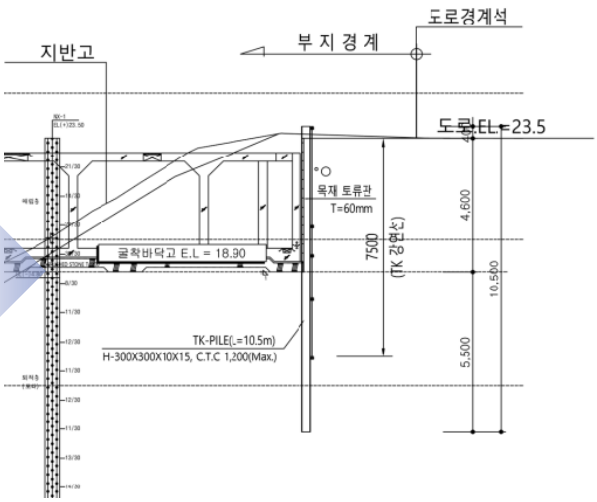
- 원도급사 : SK ecoplant
- 굴착깊이 : 약 5.0m

원설계 : Anchor 1단



변경설계 : TK 자립식공법

적용사유 ➡ 원안설계 어스앵커 제거효과로 인접 사유지 간섭영향없음



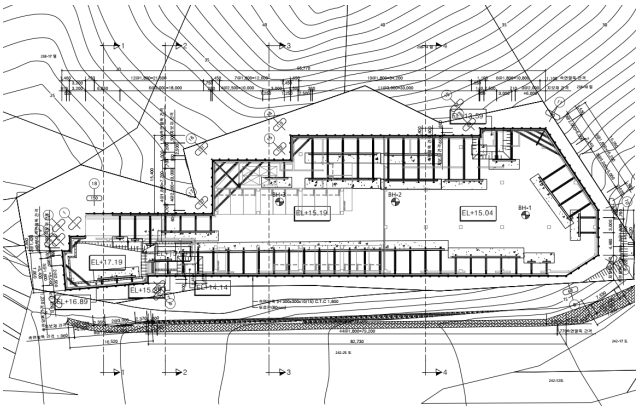
시공 사례

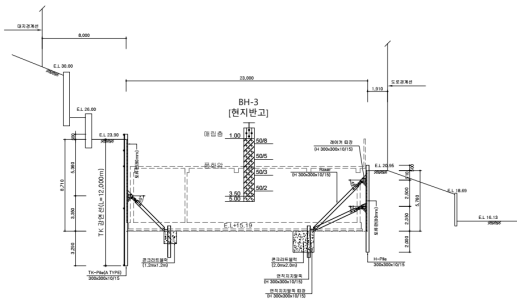
인천서구 마전동 판매시설

- 원도급사 : 지인건설
- 굴착깊이 : 약 9.0m

원설계 : TK(5m) + RAKER 1단

적용사유 ➡ 한쪽은 임야, 반대쪽은 도로로 편토압을 받는 부지에 적용 스트럿공법 적용제한



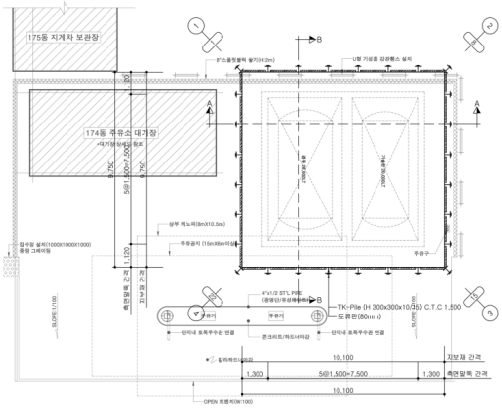


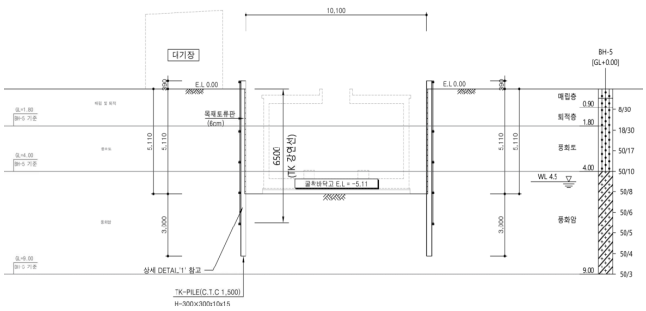
화성 오토랜드 주유소

- 원도급사 : 현대엔지니어링
- 굴착깊이 : 약 5.0m

원설계 : TK 자립식공법

적용사유 ➡ 무지보 자립식공법 적용효과로 시공성향상 및 공기절감





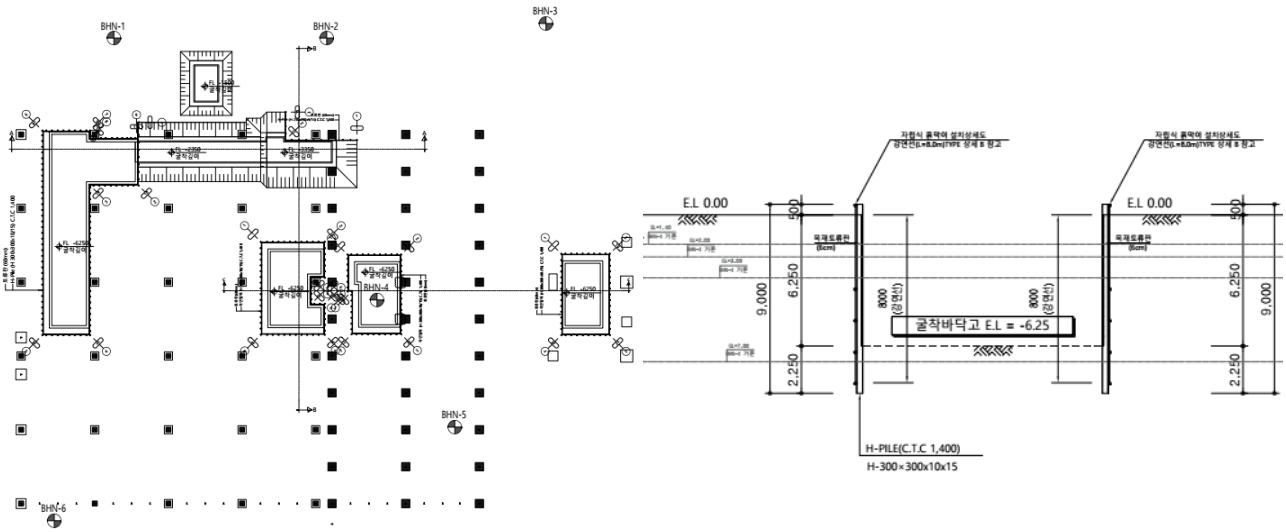
시공 사례

화성 오토랜드 신차체공장

- 원도급사 : 현대엔지니어링
- 굴착깊이 : 6.25m

원설계 : TK 자립식공법

적용사유 ➡ 무지보 자립식공법 적용효과로 시공성향상 및 공기절감

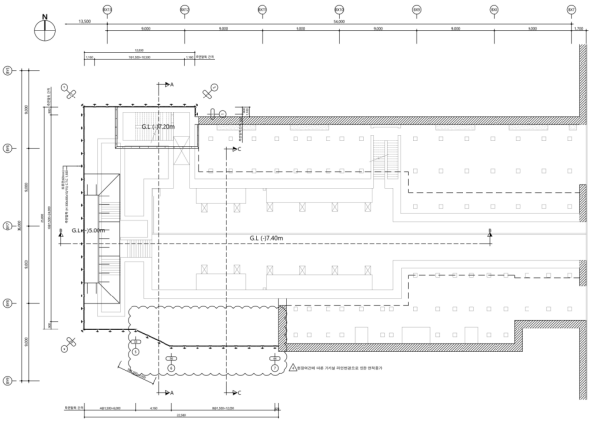


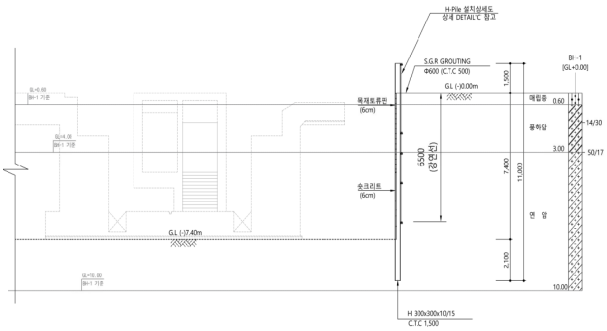
화성 오토랜드 프레스공장

- 원도급사 : 현대엔지니어링
- 굴착깊이 : 7.40m

원설계 : TK 자립식공법

적용사유 ➡ 무지보 자립식공법 적용효과로 시공성향상 및 공기절감





HNH ENGINEERING

주소. 서울시 송파구 법원로8길7, 703호(문정동,화엄타워)
Tel. 02-3448-1717
Fax. 02-448-1719
E-mail. hnh_eng@naver.com

TEKHAN

주소. 경기도 의왕시 이미로 40, 인덕원IT밸리 B동 811
Tel. 070-8844-0640
Fax. 02-6280-0641
E-mail. kwangcho222@gmail.com