

# 강재 가이드 블록을 이용한 겹침 주열식 현장타설 콘크리트 흠막이 벽체 시공 공법 (RF CIP, Re Form Cast In Place Pile)



## Content

1. CIP 공법 개요 및 문제점
2. 기존 흠막이 공사 사고사례
3. Secant Pile 공법 개요 및 문제점
4. RF CIP CIP 공법 개발 배경
5. RF CIP 공법 소개 및 특징
6. RF CIP 시공실적
7. Q & A
8. 별첨

# I . CIP공법 개요 및 문제점



# I. CIP공법 개요 및 문제점

## CIP 공법의 개요

### 흙막이 공사란?

Q1

효율적 토지활용을 높이고자 지상 및 지하공간을 활용하는 공사

Q2

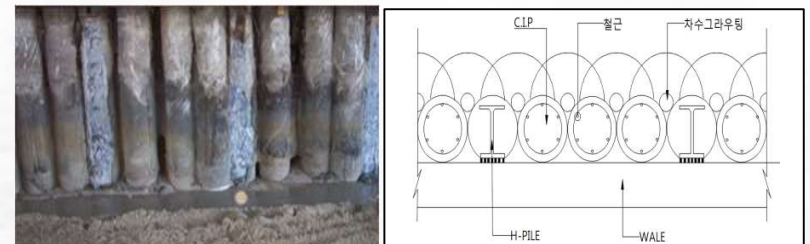
인접 시설물 및 지하매설물 등의 안전성 확보 **CIP 공법 적용**



## “ CIP 공법의 장점 및 단점 ”

- ✓ 벽체강성이 우수함
- ✓ 인접구조물에 영향이 적음
- ✓ 말뚝간 수직도 확보 불량으로 별도의 차수공법을 병행하는 실정임
- ✓ 굴착깊이가 깊을수록 말뚝간의 이격이 증가로 보강공법이 필요

“ 말뚝간 이격, 배면 차수보강 ”



# I. CIP공법 개요 및 문제점

## CIP 공법의 현황



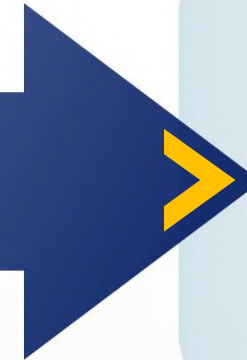
말뚝간  
벌어짐



차수공정  
필요



철근망  
필요



기존  
CIP공법  
기술 문제  
및 한계점

- ✓ 말뚝간의 연결성이 불량, 깊은 심도 굴착 시 말뚝간의 이격이 심하며, 수직도 확보가 어려움
- ✓ 말뚝의 수직도 확보 불량에 의한 배면 차수그라우팅 병행 시행하고 있는 실정임
- ✓ 철근망을 사용하여 시공하는 공법으로 최근 급등한 원자재 가격에 공사비 증액 요인이 발생
- ✓ 차수그라우팅의 품질확보 어려움으로 안전사고 요인의 증가



I. CIP공법 개요 및 문제점  
**CIP 공법의 문제점**



**CIP 말뚝  
벌어짐으로 인한  
누수 발생**

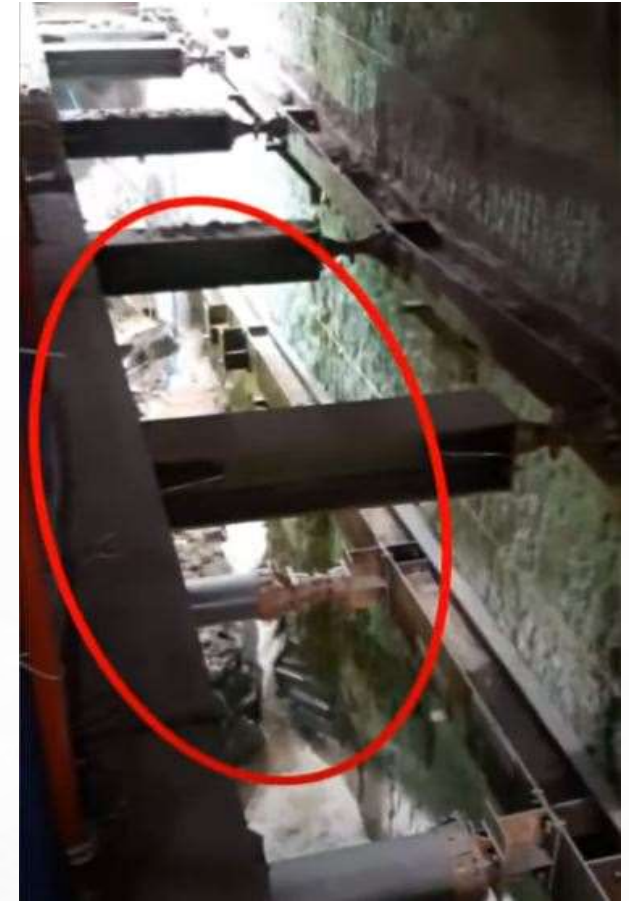


## II. 기존 흙막이 공사 사고사례



II. 기존 흙막이 공사 사고사례

최근 발생한 흙막이 공사 사고사례



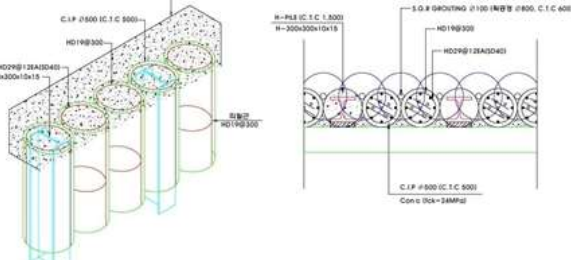
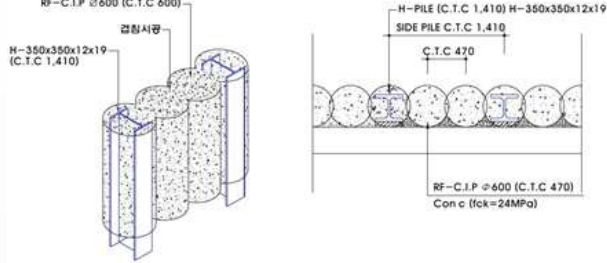
양양군 지반침하 사고 사례(22.08)

여수시 응천동 흙막이 붕괴 사례(22.11)

부산 북항 지하차도 누수 사례 보도(22.11)

◎ 흙막이 사고는 지반의 불확실성과 설계, 시공중 다양한 원인에 의해 발생되어 최근 이슈화가 되고 있음

## II. 기존 흙막이 공사 사고사례 CIP 공법과 RF CIP 공법의 비교






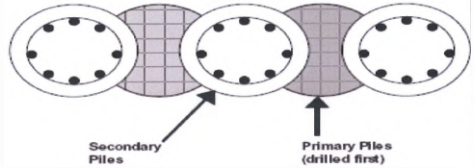
구분	일반 CIP공법	RF CIP 공법
공사개요	주열식 현장타설 말뚝으로 천공 후 레미콘 및 H-PILE 또는 철근을 보강재로 삽입하여 토류벽을 형성하고 차수그라우팅을 병행 시공하는 공법	겹침 주열식 현장타설 말뚝으로 천공 후 레미콘 및 H-PILE 을 삽입하여 토류벽을 형성하는 공법임(철근 시공 불필요) 강재 가이드 블록을 이용해 말뚝을 정확한 위치에 시공하고, 겹침 시공을 통한 수직도 확보로 차수를 향상시킨 공법
개요도 (예)		
시공성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 배면 차수그라우팅 및 철근망 필수</li> <li>• 말뚝 시공 후 캡빔 시공 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• H-beam의 간격 축소로 벽체 강성이 우수</li> <li>• 캡빔, 철근망, 차수그라우팅 불필요로 경제성 및 수직도 확보</li> <li>• 가이드 블록을 사용하여 말뚝 품질 향상</li> </ul>
안전성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C.I.P간 연결성이 불량하여 누수 우려</li> <li>• 배면에 별도의 차수그라우팅 필요, 공과 공사이 이음부 취약</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 겹침시공으로 별도의 차수그라우팅 불필요, 환산 투수계수가 <math>1 \times 10^{-6 \sim 7}</math> cm/s로 불투수 벽체를 형성으로 안전성 확보</li> </ul>
경제성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 철근 조립 등 투입 인력이 많고, 캡빔 양생시간 등 소요</li> <li>• 캡빔, 철근망 조립, 차수그라우팅 등 다양한 공정으로 공기가 길어짐</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 철근, 캡빔 및 차수그라우팅의 불필요로 폐기물 발생 없음</li> <li>• 단순공정으로 투입인력 절감 및 공기단축</li> </ul>



### III. Secant Pile 공법 개요 및 문제점

### III. Secant Pile 공법 개요 및 문제점

## 주열식 벽체의 분류

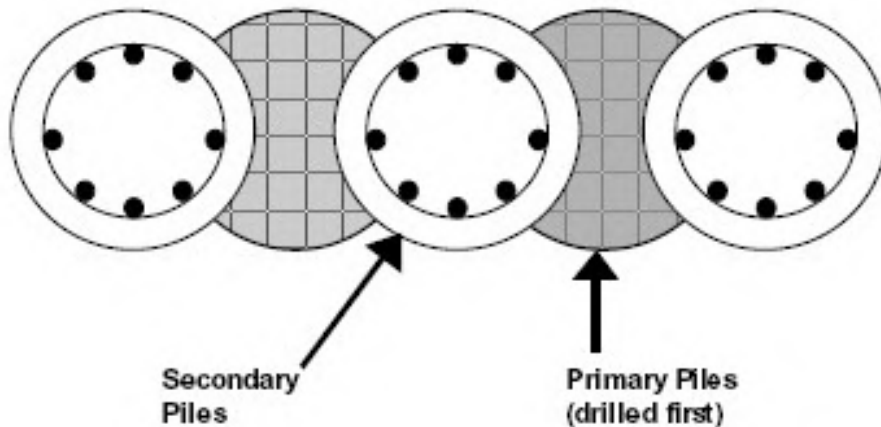
구분	Contiguous Piles	Tangent Piles	Secant Pile
시공 사례			
말뚝 형상			
특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 굴착지반이 단단하고 점착력이 있는 지반에 적용</li> <li>• 말뚝간이 벌어져 있으므로, 지하수위가 굴착깊이 보다 낮은 경우 적용</li> <li>• 말뚝간 거리는 15~100mm 정도</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tangent Piles의 경우 Contiguous Piles과 Secant Piles의 중간형태로 말뚝간에 접해있는 형태</li> <li>• 말뚝 배치의 유연성이 좋고 시공이 간단, 시공속도가 빠름</li> <li>• 지하수위가 높은 굴착공사 사용 불가, 말뚝간의 독립적 거동</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 말뚝간의 중첩되도록 간격을 설정하여 시공되며, 시공 시 Guide Wall을 사용</li> <li>• 1차 말뚝을 일정간격으로 시공하고, 1차 말뚝 사이에 2차 말뚝을 시공하여 일부 절삭하여 시공</li> <li>• 1차 콘크리트 말뚝 콘크리트 강도가 커지기 전 2차 말뚝을 시공하여야 함</li> </ul>

### III. Secant Pile 공법 개요 및 문제점

## Secant Pile의 개요

### | Secant Pile의 개요 |

- ✓ Secant Pile은 유럽에서 지난 20~30년 동안 발전해 왔으며, 중국, 뉴질랜드 등 해외에서 광범위하게 적용되어 왔으며,
- ✓ Secant Pile은 말뚝이 증첩되도록 말뚝 간격을 설정하여 시공되며, 시공 시 Guide wall을 사용하여 말뚝의 위치 및 배치를 정확히 할 수 있어, 공사비, 공사기간을 절약할 수 있음.



Secant Pile의 개념도



Secant Pile의 Guide wall





### III. Secant Pile 공법 개요 및 문제점

## 국내 도입된 Secant Pile의 현황

- 1) 현재 국내 도입된 특허공법은 강재 거푸집을 이용하여 콘크리트 안내벽을 시공하고 있음
- 2) 주열식 단면형상의 안내벽(Guide wall)을 사용하여 케이싱 관입 시 수직도 오차가 최소가 되도록 함



### 기존 Secant Pile의 문제점


- ✓ 강재 거푸집 해체 시 콘크리트 블록 파손으로 품질저하 우려가 있음
- ✓ 천공 및 말뚝 시공 시 중장비, 충격하중에 의한 이격장치의 부재로 엄격한 시공관리가 요구
- ✓ 공사 완료 후 주열식 말뚝과 분리, 제거하여 콘크리트 폐기물 처리가 필요

기존 Secant Pile 문제점을 개선한 강재 가이드 블록을 이용한 Secant Pile 기술을 개발(RF-CIP공법)



III. Secant Pile 공법 개요 및 문제점

# Con'c 가이드 블록과 강재 가이드 블록 공법의 비교

구분	콘크리트 가이드 블록	강재 가이드 블록
공사개요	주열벽 단면형상의 콘크리트 안내벽을 설치하여 말뚝의 수직도를 개선시키고자 한 겹침 주열식 현장타설 말뚝 벽체공법	겹침 주열식 현장타설 말뚝으로 소정 직경으로 천공 후 레미콘 및 H-PILE 을 삽입하여 토류벽을 형성하는 공법임 강재 가이드 블록을 이용해 말뚝을 정확한 위치에 시공하고, 겹침 시공을 통한 수직도를 향상시킨 공법
가이드 블록 형상		
시공성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 블록 연결장치(이격방지 구조) 없음</li> <li>• 굴착 시 충격과 진동으로 콘크리트 가이드 블록의 벌어짐 및 균열 발생</li> <li>• 말뚝간 벌어짐으로 수직도 확보 곤란</li> <li>• 강재 거푸집 해체시 콘크리트 파손으로 품질 저하 우려</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 블록 연결장치가 있어서 벌어짐을 방지</li> <li>• 강재 가이드 블록 사용으로 굴착 중 가이드의 균열 발생 없음</li> <li>• 강재 가이드 블록으로 말뚝의 벌어짐이 없어 수직도가 우수</li> <li>• 강재 가이드의 블록 사용으로 품질 우수</li> </ul>
환경성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 콘크리트 폐기물 발생</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 콘크리트 폐기물 처리 없음</li> <li>• 강재 가이드 블록 재사용 가능</li> </ul>
경제성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 콘크리트 양생기간 필요-공기지연</li> <li>• 콘크리트 폐기물 처리비 발생</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 별도의 폐기물 처리비용 없음</li> <li>• 콘크리트 양생 불필요 등으로 공기 단축</li> </ul>

## IV. RF CIP 공법 우수성

# IV. RF CIP 공법 우수성

## RF CIP 공법 개발 배경

### | 기술개발 과정 |

◎ 콘크리트 가이드 블록을 이용하는 기존 Secant Pile 문제점을 개선한 강재 가이드 블록을 개발

01



#### 콘크리트 말뚝의 겹침 시공 방법 검토

- 별도의 특수케이싱, 블록형 가이드 검토
- 응력재에 케이싱 가이드 기능 부여

02



#### 수직도 확보를 위한 가이드 장치 검토

- H형강 & 콘크리트의 가이드빔 방식
- 연직도 등을 고려한 안정성, 시공성 검토

03

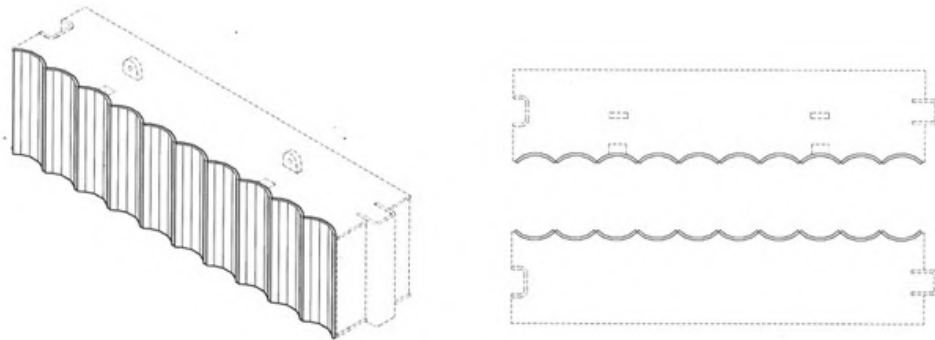
#### 강재 가이드 블록의 개발

- 수직도와 겹침길이를 확보하는 가이드 블록 개발
- 재난안전신기술 지정(제2021-1-2호, 흠막이 공법 최초)

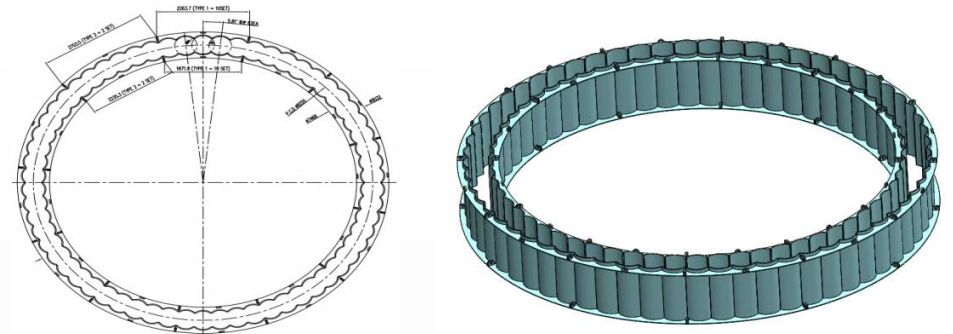


# IV. RF CIP 공법 우수성 RF CIP 공법 개발

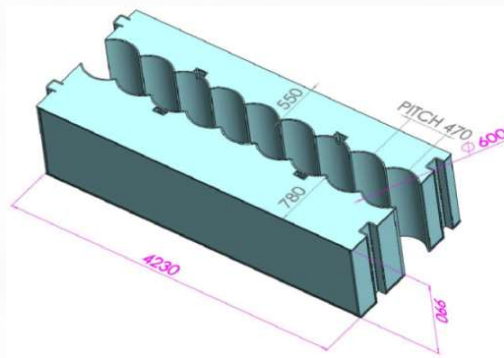
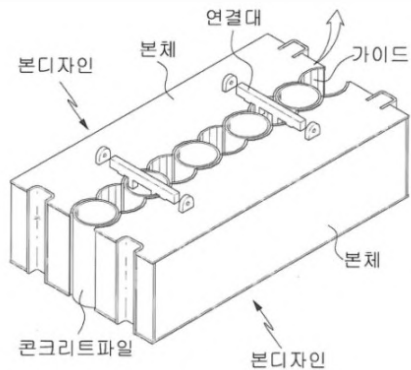
## 강재 가이드 블록의 3D 이미지 및 제작과정



직선형 강재 가이드블록의 단면도



원형 강재 가이드블록의 평면, 3D 이미지



직선형 강재 가이드블록 3D 이미지



원형 강재 가이드블록의 평면, 3D 이미지




# V. RF CIP 공법 소개 및 특징

# V. RF CIP 공법 소개 및 특징

## RF CIP공법의 적용 대상

- ✔ RF-CIP공법은 재난안전신기술(제2021-1-2호) 지정(前 방재신기술)
- ✔ 흙막이 공법 **최초 재난안전신기술 임**
- ✔ 자연재해대책법 시행령 제51조에 따라 **행정안전부 사업의 경우 방재 신기술 우선 권고**
- ✔ 지하수위가 높고, 흙막이 벽체의 **차수관리가 필요한 경우**
- ✔ 현장타설말뚝의 **수직도 관리가 필요한 공사**
- ✔ 도심지 굴착, 인접건물 및 지중매설물 등의 **피해 가 우려될 경우**

자연재해대책법 시행령



**자연재해대책법 시행령**

[시행 2022. 6. 16.] [대통령령 제32697호, 2022. 6. 14., 타법개정]  
 행정안전부 (재난영향분석과·재해영향평가등의 협의) 044-205-5168-9  
 행정안전부 (재난영향분석과·우수유출저감대책) 044-205-5166  
 행정안전부 (재난관리정책과·총괄) 044-205-5120

**제1장 총칙**

**제1조(목적)** 이 영은 「자연재해대책법」에서 위임된 사항과 그 시행에 필요한 사항을 규정함을 목적으로 한다.  
 [전문개정 2012. 8. 22.]

**제2조(재해예방 점검 대상 시설·지역 및 점검 방법 등)** ① 「자연재해대책법」(이하 “법”이라 한다) 제3조제4항에 따른 “자연재해 예방을 위한 점검 대상 시설 및 지역”은 다음 각 호와 같다. <개정 2013. 4. 22., 2014. 11. 19., 2017. 7. 26.>

1. 법 제12조제1항에 따라 지정·고시된 자연재해위험개선지구
2. 법 제26조제2항제4호에 따라 지정·관리되는 고립·논사태·교통두절 예상지구 등 취약지구
3. 법 제33조제1항에 따라 지정·고시된 상습가문재해지역
4. 제55조에 따른 방재시설
5. 그 밖에 지진·해일 위험지역 등 지역 여건으로 인한 재해 발생이 우려되어 행정안전부장관이 정하여 고시하는 시설 및 지역

② 「재난 및 안전관리 기본법」(이하 “기본법”이라 한다) 제3조제5호에 따른 재난관리책임기관(이하 “재난관리책임기관”이라 한다)의 장은 제1항에 따른 점검 대상 시설 및 지역에 대하여 연중 2회 이상의 수시점검과 다음 각 호의 방법에 따른 정기점검을 하여야 한다.

1. 풍수해에 의한 재해 발생 우려 시설 및 지역: 매년 3월에서 5월 중 1회 이상 점검
2. 설해(雪害)에 의한 재해 발생 우려 시설 및 지역: 매년 11월에서 다음 해 2월 중 1회 이상 점검
- ③ 재난관리책임기관의 장은 제2항에 따라 점검을 한 결과 재해 예방을 위하여 정밀한 점검이 필요하다고 인정되는 경우에는 안전진단을 하여야 한다.
- ④ 재난관리책임기관의 장은 제1항부터 제3항까지의 규정에 따라 자연재해 예방을 위하여 점검 대상 시설 및 지역에 대한 점검 또는 안전진단을 하여야 하는 때에는 그 결과에 따른 안전대책을 마련하고, 점검 또는 안전진단의 결과에 따라 필요한 조치를 하여야 한다.

**제51조(방재신기술의 우선 활용)** ① 행정안전부장관은 법 제61조제2항에 따라 다음 각 호의 공공기관이 시행하는 방재를 위한 각종 사업 및 공사에 방재신기술을 우선 활용하도록 요청할 수 있다. <개정 2014. 11. 19., 2017. 7. 26.>

[전문개정 2012. 8. 22.]

**제51조(방재신기술의 우선 활용)** ① 행정안전부장관은 법 제61조제2항에 따라 다음 각 호의 공공기관이 시행하는 방재를 위한 각종 사업 및 공사에 방재신기술을 우선 활용하도록 요청할 수 있다. <개정 2014. 11. 19., 2017. 7. 26.>

1. 국가 또는 지방자치단체
2. 정부가 납입자본금의 50퍼센트 이상을 출자한 기업체
3. 국가 및 지방자치단체의 출연기관(제2호의 기업체는 제외한다)

② 행정안전부장관은 법 제61조제2항에 따라 「자연재난 구호 및 복구 비용 부담기준 등에 관한 규정」 제10조제2항에 따른 재난복구 비용의 산정기준에 방재신기술의 단가를 반영할 수 있다.<개정 2014. 8. 6., 2016. 11. 1., 2017. 1. 26., 2017. 7. 26.>

③ 방재신기술을 지정받은 자는 방재신기술을 사용한 자에게 기술사용료의 지급을 청구할 수 있다.

V. RF CIP 공법 소개 및 특징  
**RF CIP 시공절차**



STEP1

**가이드블록 터파기 및 설치**



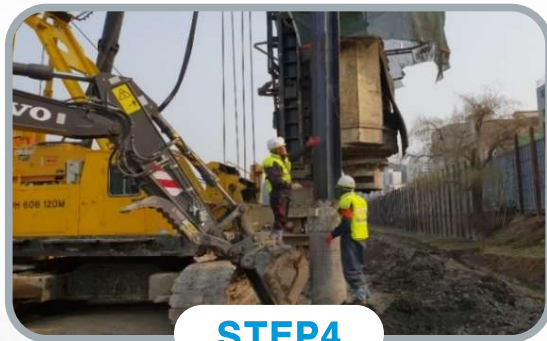
STEP2

**가이드블록 되메우기**



STEP3

**1차 천공 및 타설**



STEP4

**2차 천공, 강재설치, 타설**



STEP5

**가이드블록 해체**



STEP6

**터파기**

V. RF CIP 공법 소개 및 특징

# RF CIP 공법 주요 특징

## | RF CIP 공법 장점 |

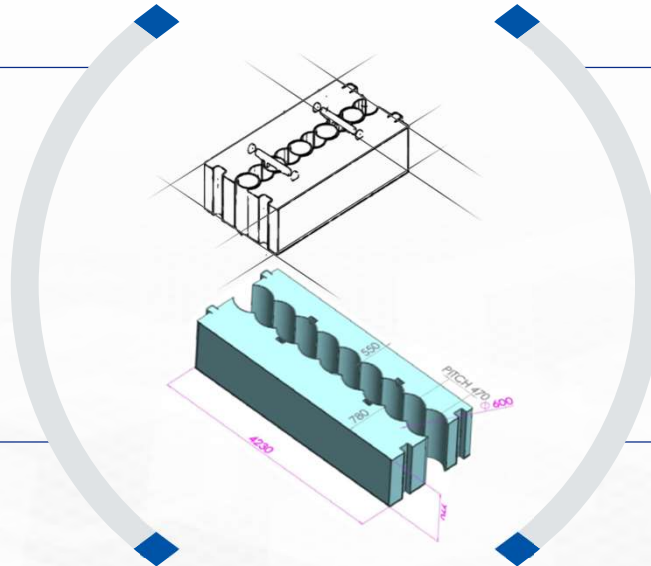
- ✔ 기존 주열식 현장타설말뚝 벽체의 장점을 취하고, 단점을 개선
- ✔ 강재 가이드 블록을 통한 겹침 주열식 현장타설 콘크리트 흠막이 벽체(RF CIP)를 시공

### 구조적 성능 향상

차수기능 보장되는 공법 개발  
말뚝 간 연결성 확보  
안정적인 품질 확보

### 경제성 향상

철근망 및 차수공 불필요  
강재 가이드 블록의 재사용



### 시공성 향상

수직도 확보 용이  
철근망 및 차수공정 불필요로  
공기단축

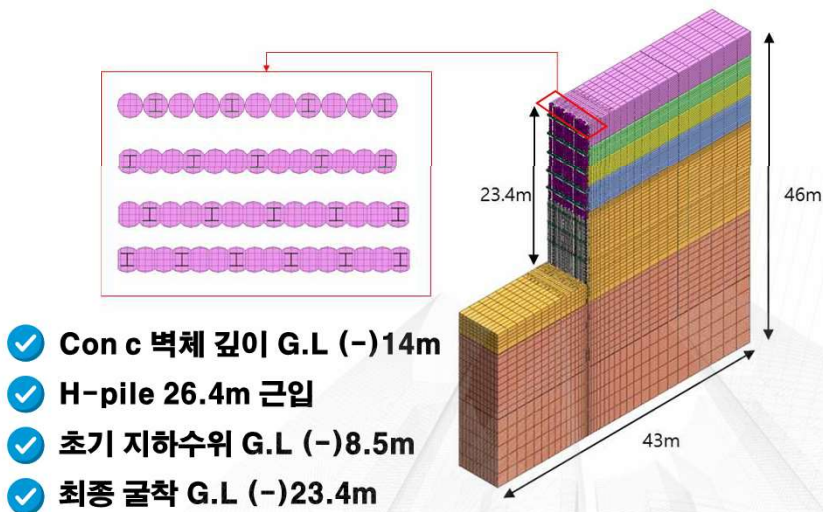
### 친환경성

차수그라우팅 및 안내벽 Con'c  
불필요에 따른 친환경성 확보  
공정 간소화로 민원 발생 감소



# V. RF CIP 공법 소개 및 특징

## 구조적 성능 향상



- ✓ Con c 벽체 깊이 G.L (-)14m
- ✓ H-pile 26.4m 근입
- ✓ 초기 지하수위 G.L (-)8.5m
- ✓ 최종 굴착 G.L (-)23.4m

### ▶ 지반 물성치

구분	깊이(m)	N Value	$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi$	C(kN/m <sup>3</sup> )
매립층	3.4	10	17	26	2
퇴적층(SM)	6.2	12	18	27	0
퇴적층(GM)	9.2	28	18	28	0
풍화토	13.1	40	19	30	20
풍화암	26.4	-	20	32	100
연암	46.4	-	21	38	300



# V. RF CIP 공법 소개 및 특징

## 구조적 성능 향상

### 응력재(H 형강)의 구조적 안전성 평가

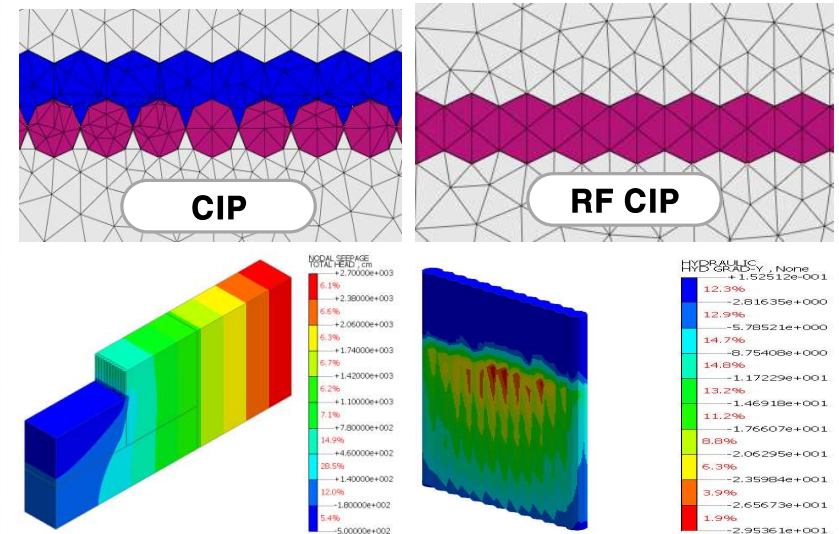
“ 흙막이 벽체 단면에 작용하는 응력 ”

응력검토		기준 단면(H-beam)		
		압축응력	휨응력	전단응력
허용응력		182.126	168.047	108.0
발생응력 최대값	기존CIP	145.344 (79.8%)	155.313 (92.4%)	95.811 (88.7%)
	RF CIP (겹침 130mm)	121.988 <b>(67.0%)</b>	125.751 <b>(74.8%)</b>	77.068 <b>(71.4%)</b>

- 겹침 130mm인 경우 H-beam 작용하는 응력 감소
- H-beam이 조밀하게 시공됨에 따른 개별 부재에 작용하는 부재력은 감소

### 침투해석

“ 침투해석 시 단면형상 ”



구분		일반 CIP 벽체	RF CIP 벽체
모래지반	동수경사	0.363	0.153
	유속 (cm/sec)	$5.89 \times 10^{-7}$	$2.95 \times 10^{-7}$
	유출량 (cm <sup>3</sup> /sec)	0.563	0.325

## V. RF CIP 공법 소개 및 특징

# 구조적 성능 향상

### 최적 겹침길이 산정을 위한 3차원 해석

Case별 겹침길이 (굴착깊이 23.4m)

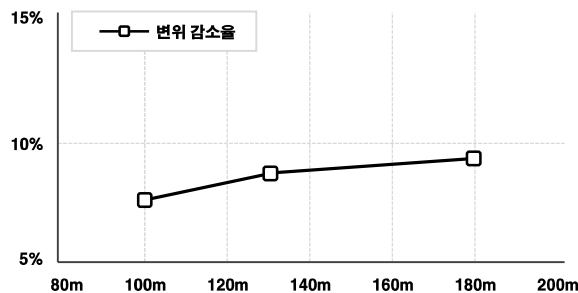
겹침없음

겹침 100mm

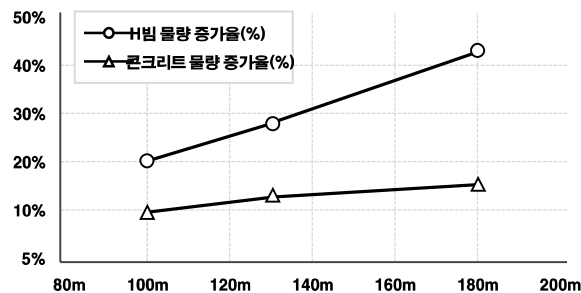
겹침 130mm

겹침 180mm

	겹침없음	겹침 100mm	겹침 130mm	겹침 180mm
최대 수평변위(mm)	25.31	23.38	23.29	22.97
변위감소비율(%)	-	7.7	8.5	9.3
H형강 간격	1.8	1.5	1.41	1.26
H형강 물량 증가율(%)	-	20.0	27.7	42.9
RF CIP 단면적 증가율		10.4	12.7	16.0



겹침폭 증가 &amp; 수평변위 감소율



겹침폭 증가 &amp; 물량 증가율

“  
겹침유무에 따른  
구조적 성능 향상 및  
최적 겹침폭 도출

- ✓ 수평변위에 영향을 미치는 인자
- ✓ 콘크리트 겹침으로 단면형상 변화
- ✓ H파일 간격에 따른 축소로 강성 증가
- ✓ 말뚝 겹침으로 인한 변위 감소
- ✓ 겹침 폭과 물량의 증가를 고려, 변위 감소의 효율성 분석 결과, 130mm 겹침폭이 효율성 최대 확보



# V. RF CIP 공법 소개 및 특징

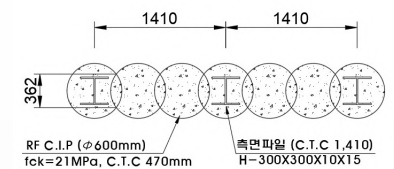
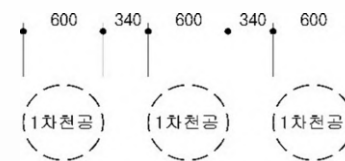
## 시공성 향상

| 시공성 개선 및 품질향상 |

### RF CIP 공법의 시공성 향상

- ✔ 강재 가이드 블록을 이용한 말뚝을 정위치에 안착시켜 수직도 개선
- ✔ 별도의 차수공법, 철근망, 캡빔의 생략가능
- ✔ 공정이 간소화됨에 따라 공기단축
- ✔ 철근망의 조립, 가공 공정이 생략
- ✔ 굴착공사 중 벽체 누수 등 하자발생 감소
- ✔ 가이드 블록의 이동이 용이하고 재사용 가능
- ✔ 기존 콘크리트 가이드 블록의 시공성 개선 (균열, 파손, 거푸집 정렬의 비틀림 발생)

### 강재가이드 블록을 이용한 말뚝 시공



### 가이드 블록 시공



강재 가이드 블록 시공

### 말뚝 시공



HBEAM 및무근 CON' C 시공



## V. RF CIP 공법 소개 및 특징

# 경제성 향상

### 철근망의 생략

- 원자재 값 상승으로 인한 철근가격 인상
- 겹침 시공을 통한 벽체 강성 확보로 인해 철근망의 생략



### 차수공법 생략

- 겹침 시공으로 인한 차수공법 생략가능
- 차수그라우팅 생략 시 재료비, 노무비 절감

### 공기 단축

- 철근망, 차수그라우팅, 캡빔의 생략으로 공정의 간소화로 공사기간 단축

- 1) 강제 가이드 블록 사용에 따른 가이드 블록 설치/해체. 제작(손료)등의 비용이 발생
- 2) 하지만 철근망, 차수그라우팅, 캡빔 시공을 생략할 수 있어 전체공사 금액은 절감됨
- 3) 또한 공정의 간소화로 흠막이 벽체 공사 기간이 단축

## V. RF CIP 공법 소개 및 특징

# 친환경성

### | 환경성 비교 |

#### 콘크리트 가이드 블록 및 기존 CIP 공법 사용 시

- Q1 콘크리트 가이드 블록 해체 시 폐기물 발생
- Q2 Cap Beam, 가이드 블록 시공에 따른 시멘트 및 골재 사용량 증가
- Q3 콘크리트 타설 시 발생하는 시멘트 비산, 골재분진 발생
- Q4 가이드 블록 생산을 위한 믹서트럭량이 증가되고. 이에 따른 이동 시 대기 오염 및 민원 발생

## RF CIP 공법 (친환경 공법)

- ✓ 강재 가이드 블록의 재사용
- ✓ 콘크리트 폐기물 처리 없음
- ✓ 차수그라우팅 및 Cap beam 시공생략

“ 환경오염 발생 (예) ”





## VI. 시공실적

## VI. 시공실적 관급공사

구분	공사명	발주처	시공사	공사기간
1	산성터널접속도로(화명축)건설공사 (3공구)	부산광역시	대국건설/㈜KR산업	12.11 ~ 14.08
2	천마산지하차도 전력구 이설공사 2차(북부산~남부산)	한국전력공사	대화건설(주)	14.05 ~ 14.07
3	도시침수예방 하수도정비 시범사업공사	부천시	계룡건설(주)	14.07 ~ 14.08
4	해수 취수시설 이설공사	울산항만공사	(주)태동개발	15.04 ~ 15.06
5	옥동~농소1도로 개설공사	울산광역시	고려개발(주)	14.12 ~ 20.02
6	경기도 광주 태전현장 전력구 공사	한국전력공사	강릉건설(주)	15.11 ~ 15.12
7	을숙도대교~장림고개간 지하차도	부산광역시	(주)한양	17.08 ~ 19.05
8	부산도시철도 사상~하단 1공구	부산교통공사	SK건설(주)	16.10 ~ 21.10
9	울산 왕생이길 공영주차장 신축공사	울산남구청	대덕종합건설(주)	16.08 ~ 16.12
10	해운대 우3동 주민센터 건립공사	해운대구청	건한종합건설(주)	16.11 ~ 16.12
11	광주지하철 2호선 1단계 4공구	광주광역시	(주)한라	21.01 ~ 22.10
12	울산광역시 중구 문화원 건립공사 중 RF-CIP 공사	울산광역시 중구청	(주)단양종합건설	19.11 ~ 20.01
13	울산광역시 태화/우정 자연재해위험개선지구 정비사업	울산광역시 중구청	건웅종합건설(주)	21.07 ~ 22.10
14	서울도시철도 7호선 청라국제도시 연장 4공구 건설공사	인천광역시 도시철도 건설본부	두산건설	22.10 ~ (공사중)
15	안동보, 수하보 소수력 기자재 설치조건부 구매	한국남부발전(주)	도화엔지니어링	23.02 ~ (공사중)
16	울동지구 A2블록 공공임대(10년)주택 건설사업	울산도시공사	발주예정	신기술사용협약 체결
17	나주공공하수처리장 유입 차집관로 정비사업	나주시	발주예정	신기술사용협약 체결

## VI. 시공실적 사급공사

구분	공사명	발주처	시공사	공사기간
1	진주 혁신도시 경남은행 신축공사	경남은행	라온산업개발(주)	15.08 ~ 15.12
2	부산영도 밸류호텔 신축공사	-	믿음종합건설(주)	15.12 ~ 16.01
3	경기광주 역동 멀티플래스 신축공사	(주)태현에스디	대보건설(주)	16.07 ~ 16.09
4	부산 수영구 봉래동1가 숙박시설	(주)대성문	대성문종합건설(주)	16.08 ~ 16.10
5	전포동 유림 노르웨이숲 아파트공사	(주)유림E&C	유림종합건설(주)	17.01 ~ 17.04
6	수영구 광안동 오피스텔 신축공사	신영건설(주)	신영건설(주)	17.05 ~ 17.08
7	미사강변 유림 노르웨이숲 신축공사	(주)유림E&C	유림종합건설(주)	17.08 ~ 17.12
8	영도 해안오피스텔 신축공사	해안오피스텔	치선종합건설(주)	17.11 ~ 18.04
9	삼성전자 디지털프라자 울산 삼산점 신축공사	삼성전자(주)	믿음종합건설(주)	18.03 ~ 18.08
10	부산 수영구 광안동 에이파크오션 오피스텔신축공사	-	신세계건설(주)	18.05 ~ 18.10
11	부산 수영구 광안동 생활형숙박시설 신축공사	코리아신탁(주)	신영건설(주)	18.05 ~ 18.12
12	대전엑스포 사이언스 콤플렉스	(주)대전신세계	신세계건설(주)	18.05 ~ 18.10
13	동탄2신도시 업무복합3블럭 신축공사	(주)하나자산신탁	(주)유림E&C	18.06 ~ 18.10
14	강원도 속초시 교동 986-3 생활숙박시설 신축공사 중 RF-CIP 공사	-	일성건설(주)	19.05 ~ 19.08
15	부산진구 부전동 주상복합 개발사업 중 RF-CIP 공사	-	롯데건설(주)	19.11 ~ 20.02
16	부산 용호동 958번지 복합시설 신축공사 중 RF-CIP 공사	대치산업개발(주)	신세계건설(주)	20.02 ~ 20.08
17	경남 창원 진해구 용원동 수산물관광센터 RF CIP공사	용원수산물관광타운(주)	(주)디알종합건설	20.07 ~ 21.05
18	진주시 평거동 904 근린생활시설	개인	화남산업(주)	21.04 ~ 21.07
19	판교 제2테크노밸리 지원4 D2-1업무시설 신축공사	마이스터 건설(주)	대도건설산업	21.06 ~ 21.09
20	HS라군인테라스 신축공사	(주)MTV반달섬C1개발 PFV	현대건설(주)	21.07 ~ 21.11



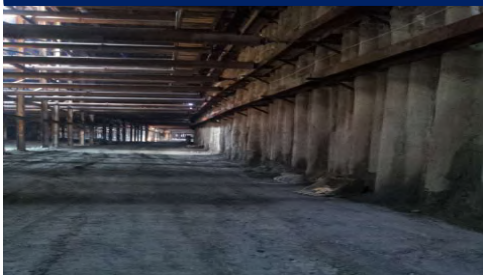
## VI. 시공실적 사급공사

구분	공사명	발주처	시공사	공사기간
21	판교 제2테크노밸리지원4 D2-1업무시설 신축공사	(주)제이에스씨앤디	마이스터건설(주)	21.06 ~ 21.09
22	고덕강일 공공주택지구 자족기능 시설용지 5-8BL 신축공사	(주)보령바이오파마	(주)이화공영	22.01 ~ 22.04
23	잠실 진주아파트 주택재건축 정비사업	잠실진주아파트주택 재건축정비사업조합	삼성물산(주), 현대산업개발(주)	22.02 ~ 22.12
24	평택 고덕 중상 11블럭 생활형 숙박시설 신축공사	아시아신타(주)	(주)대우건설	22.02 ~ 22.05
25	울산북항 액화가스 및 석유제품 터미널 1단계 건설공사	코리아에너지 터미널	(주)대우건설	22.03 ~ 22.07
26	강남 도루코 신사옥 신축공사	도루코(주)	(주)쌍용건설	22.04 ~ 22.09
27	울산 달동 1327-1 주상복합 신축공사	(주)하나자산신타	(주)대상건설	22.04 ~ 22.08
28	시화 MTV 2BL 물류센터 신축공사	키움에셋 외 2개사	(주)KCC건설	22.08 ~ 22.11
29	강원도 강현면 전전리 7-3번지 일원 생활형숙박시설 신축공사	피데스개발(주)	(주)대우건설	22.10 ~ 22.04
30	서울 마포구 신수동 91-90번지 주택건설사업	마포신수동 무쇠막지역주택조합	(주)현대건설	22.11 ~ (공사중)
31	경기도 평택시 신장동 274-273번지 오피스텔 신축공사	태영산업개발(주)	양우종합건설(주)	22.03 ~ (공사중)

# VI. 시공실적 시공실적 사례

☑ 현장 터파기 후, 벽체 수직도, 누수 등 확인 결과 수직도 확보 및 차수성이 우수함.

부산 산성터널 접속도로



굴착깊이 14.00~ 16.00 m

천마산 지하차도



굴착깊이 28.0 m

해운대 우3동 주민센터



굴착깊이 9.00 m

옥동~농소1 도로 개설공사



굴착깊이 6.00 ~ 9.00 m

부산 광안동 오피스텔



굴착깊이 21.00 m

부산 수영구 생활숙박시설



굴착깊이 18.00 m

동탄신도시 주상복합



굴착깊이 22.00 m

대전엑스포 사이언스



굴착깊이 16.00 m



## VI. 시공실적 시공실적 사례

☑ 현장 터파기 후, 벽체 수직도, 누수 등 확인 결과 수직도 확보 및 차수성이 우수함.

부산 영도 벨류호텔



굴착깊이 18.00 m

부산 전포동 유림 아파트



굴착깊이 22.00 m

광안동 에이파크오션 오피스텔



굴착깊이 21.00 m

미사강변 유림 노르웨이



굴착깊이 34.00 m

기장 경보이리스 오피스텔



굴착깊이 16.00 m

광희동 청년주택



굴착깊이 12.00 m

부산지하철 사상~하단 1공구



굴착깊이 12.00~14.00m

HS라군인테라스



굴착깊이 9.90 m



## VI. 시공실적 시공실적 사례

- 현장 터파기 후, 벽체 수직도, 누수 등 확인 결과 수직도 확보 및 차수성이 우수함.

울산 남항 물양장



굴착깊이 16.00 m

을숙도대교~장림고개 지하차도



굴착깊이 14.00~18.00 m

울산 신한디아채 아파트



굴착깊이 12.00 m

부산 용호동 복합시설



굴착깊이 14.00 m

제2판교 근린생활시설



굴착깊이 18.00 m

진주 평거동 오피스텔



굴착깊이 16.00 m

태화 자연재해지구



굴착깊이 22.00 m

우정 자연재해지구



굴착깊이 18.00 m

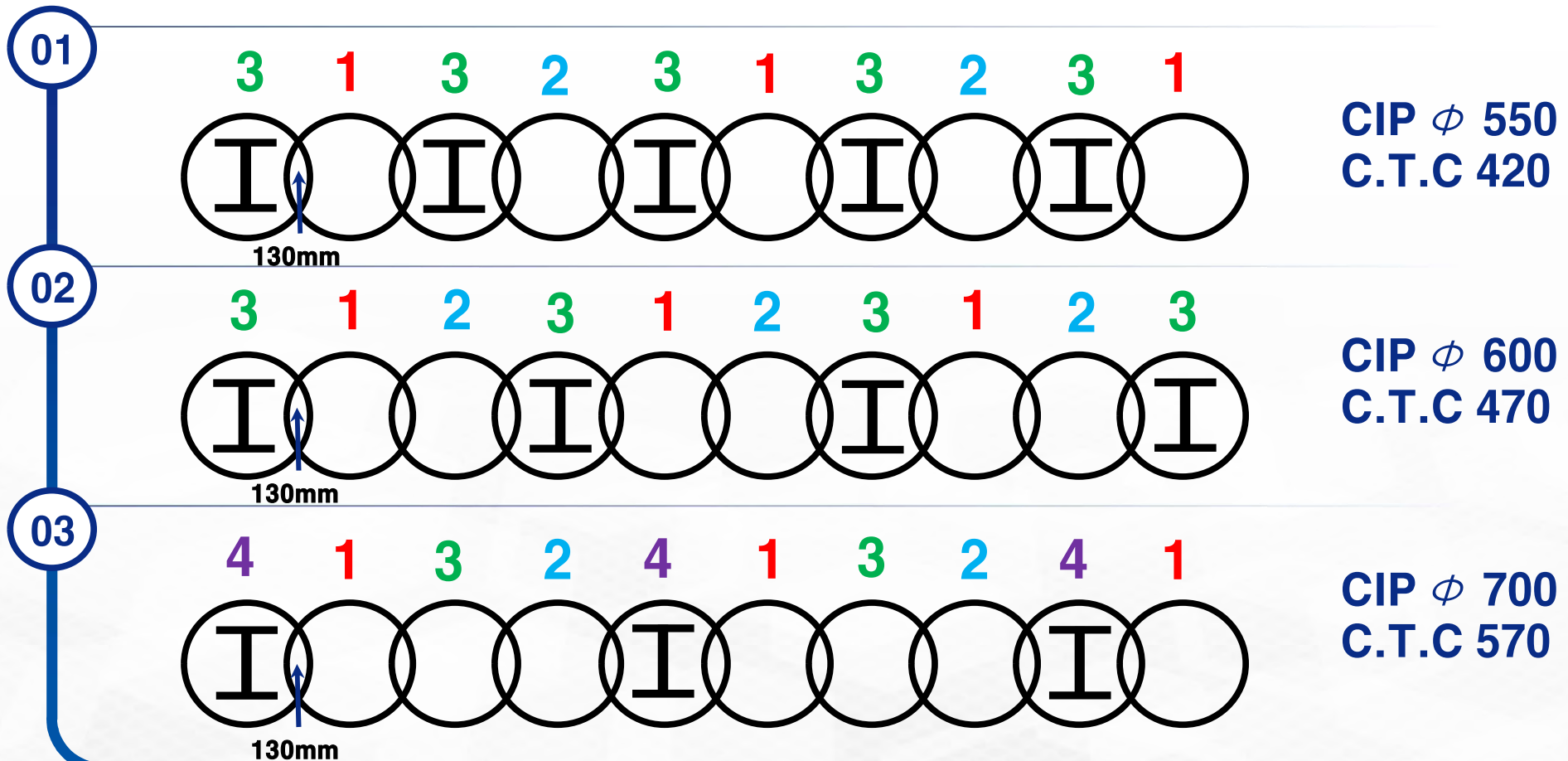
## VII. Q & A



## VII. Q&amp;A

## RF CIP 천공 순서도

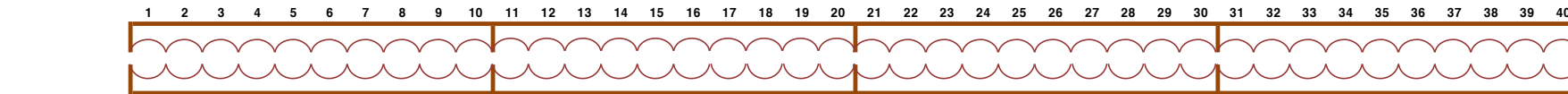
- 1) RF CIP 공법은 무근 콘크리트와 보강재(H형강)가 삽입된 말뚝 구조로 형성되어 있음
- 2) 천공 순서는 무근 천공을 우선으로 시공하고, 보강재(H형강)가 삽입된 말뚝을 마지막에 시공



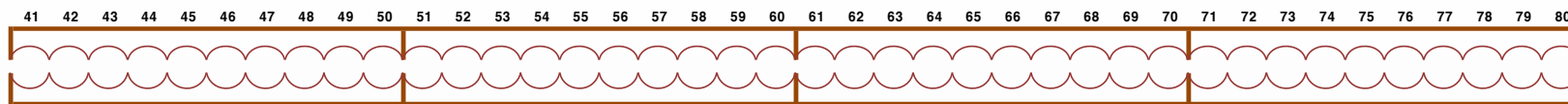
VII. Q&A

# RF CIP 천공 순서도

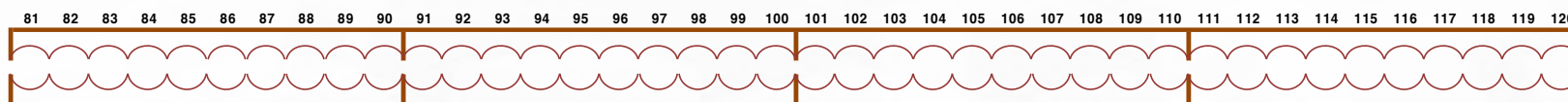
## ⊙ EXAMPLE [1 STEP(70.5m, 150공)]



PILE NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40		
무근천공 1	A		A		A		A		A		A		A		A		A		A		A		A		A		A		A		A		A		A		A		A		A	
무근천공 2		B		B		B		B		B		B		B		B		B		B		B		B		B		B		B		B		B		B		B		B		B
H-BEAM 3	C		C		C		C		C		C		C		C		C		C		C		C		C		C		C		C		C		C		C		C		C	



PILE NO.	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80		
무근천공 1		A		A		A		A		A		A		A		A		A		A		A		A		A		A		A		A		A		A		A		A		A
무근천공 2		B		B		B		B		B		B		B		B		B		B		B		B		B		B		B		B		B		B		B		B		B
H-BEAM 3	C		C		C		C		C		C		C		C		C		C		C		C		C		C		C		C		C		C		C		C		C	



PILE NO.	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120		
무근천공 1		A		A		A		A		A		A		A		A		A		A		A		A		A		A		A		A		A		A		A		A		A
무근천공 2		B		B		B		B		B		B		B		B		B		B		B		B		B		B		B		B		B		B		B		B		B
H-BEAM 3		C		C		C		C		C		C		C		C		C		C		C		C		C		C		C		C		C		C		C		C		C



PILE NO.	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150
무근천공 1	A		A		A		A		A		A		A		A		A		A		A		A		A		A		A	
무근천공 2		B		B		B		B		B		B		B		B		B		B		B		B		B		B		
H-BEAM 3	C		C		C		C		C		C		C		C		C		C		C		C		C		C			

① 천공 "A" 을 시공한 후 장비를 처음 시작 위치로 이동

② 천공 "B" 을 시공한 후 다시 처음 위치로 이동

③ 천공 "C" 를 최종적으로 실시한 후 다음 STEP으로 이동



VII. Q&A

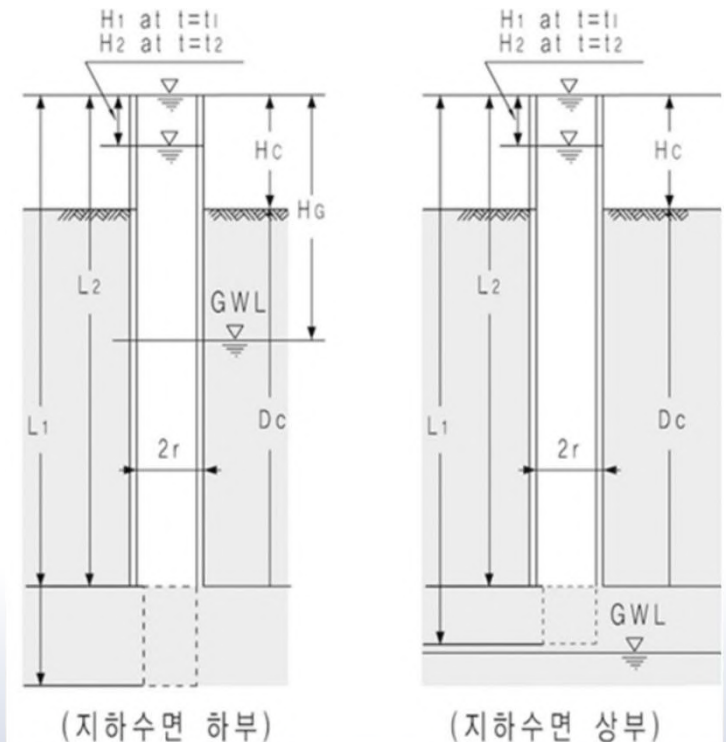
# 현장 투수시험을 통한 차수성능 검증

## | 현장투수시험의 개요(주수시험) |

- 일반적으로 지반의 투수성을 판단하기 위해서 현장투수시험을 실시하며, 토사층이나 풍화대층의 미고결층 투수성 판단을 위해 현장투수 시험을 하며, 양수시험과 주수시험이 있음.
- 주수시험의 경우 시험공에 물을 주입하여 시험구간을 통하여 주입되는 수량을 측정하여 투수성을 확인하는 방법으로 시험장비가 간단하고 손쉽게 시험함
- 지반의 투수성에 따라 정수위/변수위법이 사용되며, RF-CIP벽체와 같이 투수성이 낮을 경우 변수위법을 통해 적용

## Falling head Method 모식도

K : 투수계수 (m/sec), r : 케이싱반경 (m), r<sub>1</sub> : Hole 반경(m)  
 L<sub>1</sub> : 케이싱 상단에서 굴착깊이까지 거리(m)  
 L<sub>2</sub> : 케이싱 상단에서 케이싱 하단까지 거리(m)  
 H<sub>1</sub>, H<sub>2</sub> : 경과시간에 따른 수위저하 거리 (m)  
 H<sub>c</sub> : 지상에 노출된 케이싱 길이 (m), t<sub>1</sub>, t<sub>2</sub> : 경과시간 (sec)  
 D<sub>c</sub> : 지중에 삽입된 케이싱 길이 (m)  
 H<sub>G</sub> : 케이싱 상단에서 지하수위까지 거리 (m)



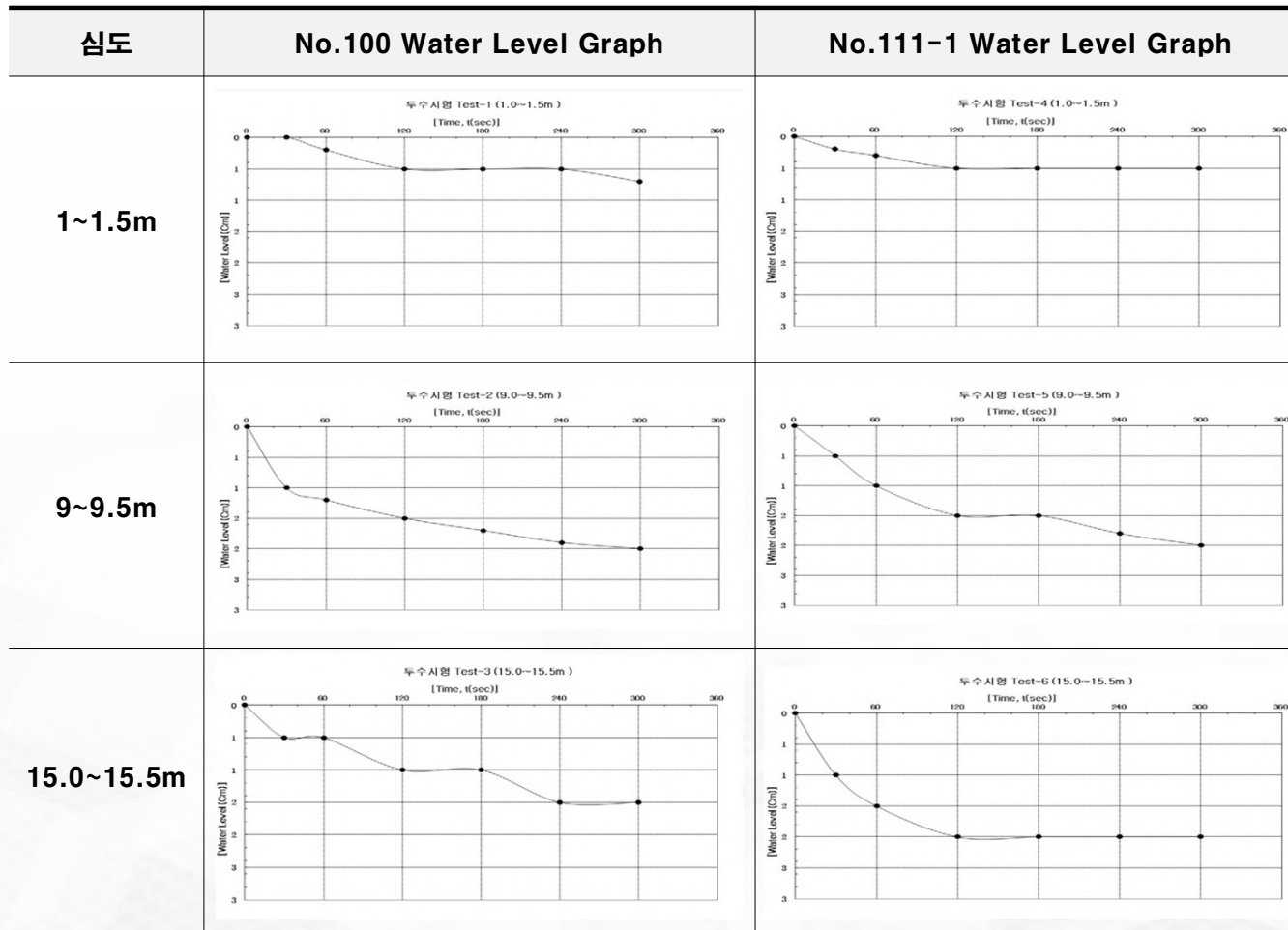
### 투수계수 산정방법

시험구간이 지하수면 하부에 위치	$K = \frac{r^2}{2(L_1 - L_2)(t_2 - t_1)} \ln\left(\frac{L_1 - L_2}{r_1}\right) \ln\left(\frac{(H_c + D_c) - H_1}{(H_c + D_c) - H_2}\right)$
시험구간이 지하수면 상부에 위치	$K = \frac{r^2}{2(L_1 - L_2)(t_2 - t_1)} \ln\left(\frac{L_1 - L_2}{r_1}\right) \ln\left(\frac{H_1 + H_G}{H_2 + H_G}\right)$

VII. Q&A

현장 투수시험을 통한 차수성능 검증

| 투수시험 결과 및 분석 자료 |



투수시험 분석 자료

FIELD PERMEABILITY TEST ( FALLING HEAD TEST IN EXTENDED HOLE )					
Project	강남 도루코 신시옥 신축공사			Date.	2022년 7월 6일
Hole No.	#100(Test-1)	Geology.	RF C.I.P시공(배임층)		
Hole Dia.	8.2 cm	Test Section	(G.L. →) 1.0 ~ 1.5 m	G.W.L	(G.L. →) 10.2 m
Casing Dia.	7.6 cm	Casing Height	0.5 cm		
Tested by	Seok J.h	N-value	6/30		
L <sub>1</sub> (cm)	L <sub>2</sub> (cm)	L (cm)	D <sub>c</sub> (cm)	H <sub>G</sub> (cm)	
150.5	100.5	50	100	1020.5	
T <sub>1</sub> (s)	T <sub>2</sub> (s)	H <sub>1</sub> (cm)	H <sub>2</sub> (cm)	k (cm/sec)	
0	30	0.0	0.0	0.00E+00	
30	60	0.0	0.2	2.40E-05	
60	120	0.2	0.5	1.80E-05	
120	180	0.5	0.5	0.00E+00	
180	240	0.5	0.5	0.00E+00	
240	300	0.5	0.7	1.21E-05	
				k (cm/sec) =	9.01E-06

FIELD PERMEABILITY TEST ( FALLING HEAD TEST IN EXTENDED HOLE )					
Project	강남 도루코 신시옥 신축공사			Date.	2022년 7월 6일
Hole No.	#100(Test-2)	Geology.	RF C.I.P시공(봉화토층)		
Hole Dia.	8.2 cm	Test Section	(G.L. →) 9.0 ~ 9.5 m	G.W.L	(G.L. →) 10.2 m
Casing Dia.	7.6 cm	Casing Height	0.5 cm		
Tested by	Seok J.h	N-value	50/25		
L <sub>1</sub> (cm)	L <sub>2</sub> (cm)	L (cm)	D <sub>c</sub> (cm)	H <sub>G</sub> (cm)	
950.5	900.5	50	900	1020.5	
T <sub>1</sub> (s)	T <sub>2</sub> (s)	H <sub>1</sub> (cm)	H <sub>2</sub> (cm)	k (cm/sec)	
0	30	0.0	1.0	1.34E-05	
30	60	1.0	1.2	2.68E-06	
60	120	1.2	1.5	2.01E-06	
120	180	1.5	1.7	1.34E-06	
180	240	1.7	1.9	1.34E-06	
240	300	1.9	2.0	6.70E-07	
				k (cm/sec) =	3.57E-06

## VII. Q&amp;A

## 현장 투수시험을 통한 차수성능 검증

## 투수시험 결과 요약

No.	위치	시험 심도 (GL.(-)m)	지하수위 (GL.(-)m)	지층 상태
1	Pile No.100	1.0~1.5	10.2	매립층
2		9.0~9.5	10.2	풍화토층
3		15.0~15.5	10.2	풍화암층
4	Pile No.111-1	1.0~1.5	10.2	매립층
5		9.0~9.5	10.2	풍화토층
6		15.0~15.5	10.2	풍화암층

No.	위치	시험 심도 (GL.(-)m)	지층 상태	투수계수 (K,cm/sec)
1	Pile No.100	1.0~1.5	매립층	$9.01 \times 10^{-6}$
2		9.0~9.5	풍화토층	$3.57 \times 10^{-6}$
3		15.0~15.5	풍화암층	$1.89 \times 10^{-6}$
4	Pile No.111-1	1.0~1.5	매립층	$6.18 \times 10^{-6}$
5		9.0~9.5	풍화토층	$3.17 \times 10^{-6}$
6		15.0~15.5	풍화암층	$3.35 \times 10^{-6}$

⊙ 현장 투수계수 시험 결과

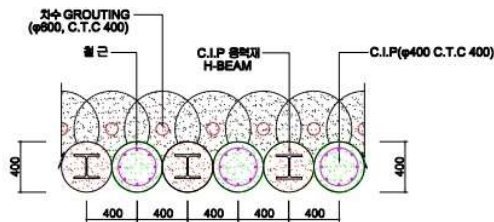
- 1) 시험 결과  $9.01 \sim 1.89 \times 10^{-6} \text{cm/sec}$ 로 나타났으며, 시방기준  $1 \times 10^{-5} \text{cm/sec}$ 을 만족함
- 2) RF-CIP 벽체는 거의 불투수층을 형성하므로 가설 흠막이 벽체 시공 시 차수효과가 충분

VII. Q&A

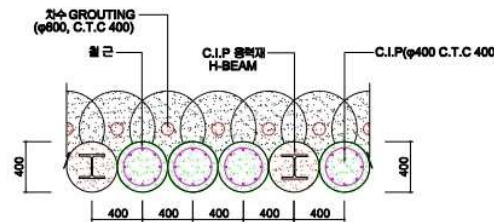
# 일반 CIP+차수그라우팅 개요도

01

<연약지반 : C.I.P+차수그라우팅  $\phi$ 400>



<일반토사 : C.I.P+차수그라우팅  $\phi$ 400>

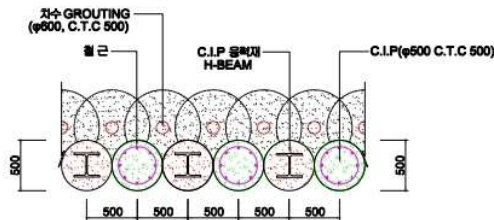


## CIP $\phi$ 400

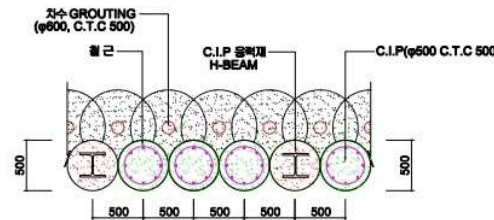
- 연약지반 및 일반토사  
CIP+차수그라우팅  $\phi$  400

02

<연약지반 : C.I.P+차수그라우팅  $\phi$ 500>



<일반토사 : C.I.P+차수그라우팅  $\phi$ 500>

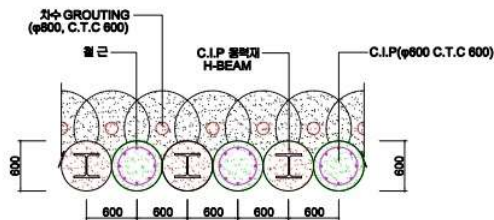


## CIP $\phi$ 500

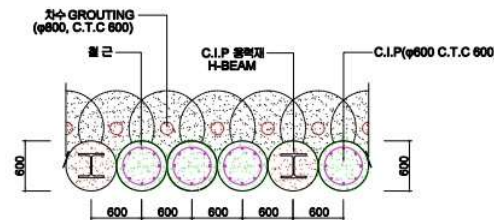
- 연약지반 및 일반토사  
CIP+차수그라우팅  $\phi$  500

03

<연약지반 : C.I.P+차수그라우팅  $\phi$ 600>



<일반토사 : C.I.P+차수그라우팅  $\phi$ 600>



## CIP $\phi$ 600

- 연약지반 및 일반토사  
CIP+차수그라우팅  $\phi$  600

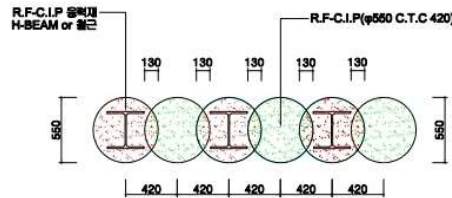


VII. Q&A

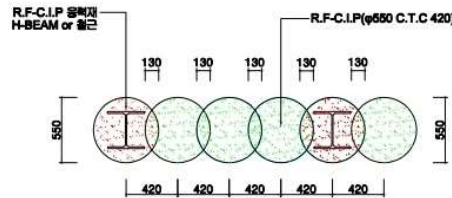
RF CIP 개요도

01

<연약지반 : R.F-C.I.P  $\phi$  550>



<연약지반 : R.F-C.I.P  $\phi$  550>

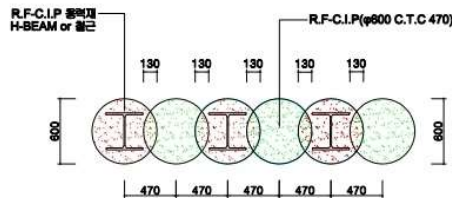


RF CIP  $\phi$  550 (C.T.C 420)

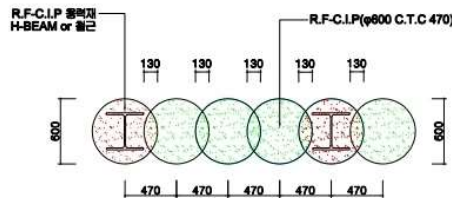
- 무근 1개 배치(H-beam C.T.C 840)
- 무근 2개 배치(H-beam C.T.C 1,260)
- 무근 3개 배치(H-beam C.T.C 1,680)

02

<연약지반 : R.F-C.I.P  $\phi$  600>



<연약지반 : R.F-C.I.P  $\phi$  600>

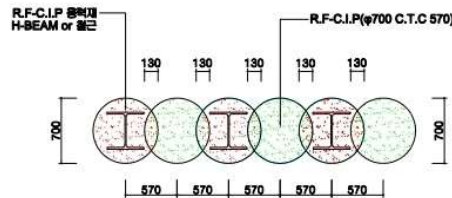


RF CIP  $\phi$  600 (C.T.C 470)

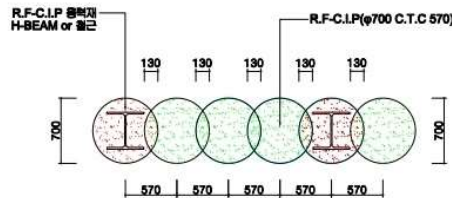
- 무근 1개 배치(H-beam C.T.C 940)
- 무근 2개 배치(H-beam C.T.C 1,410)
- 무근 3개 배치(H-beam C.T.C 1,880)

03

<연약지반 : R.F-C.I.P  $\phi$  700>



<연약지반 : R.F-C.I.P  $\phi$  700>



RF CIP  $\phi$  700 (C.T.C 570)

- 무근 1개 배치(H-beam C.T.C 1,140)
- 무근 2개 배치(H-beam C.T.C 1,710)
- 무근 3개 배치(H-beam C.T.C 2,280)

VII. Q&A

# 일반 CIP & RF CIP의 직경 차이

## Casing 및 링 비트

**Casing  $\phi$  558**



**링비트  $\phi$  600**







천공규격	케이싱				링비트	T4		검침길이	
	직경	두께	내경	여유폭		규격	여유폭		
$\phi$ 550	$\phi$ 508	12*2	24 mm	$\phi$ 484	42 mm	$\phi$ 550	$\phi$ 475	9 mm	130 mm
$\phi$ 600	$\phi$ 558	12*2	24 mm	$\phi$ 534	42 mm	$\phi$ 600	$\phi$ 525	9 mm	130 mm
$\phi$ 700	$\phi$ 658	12*2	24 mm	$\phi$ 634	42 mm	$\phi$ 700	$\phi$ 625	9 mm	130 mm
$\phi$ 755	$\phi$ 711	12*2	24 mm	$\phi$ 687	44 mm	$\phi$ 755	$\phi$ 675	12 mm	130-200mm
$\phi$ 806	$\phi$ 762	12*2	24 mm	$\phi$ 738	44 mm	$\phi$ 806	$\phi$ 725	13 mm	130-200mm
$\phi$ 856	$\phi$ 812	12*2	24 mm	$\phi$ 788	44 mm	$\phi$ 856	$\phi$ 775	13 mm	130-200mm
$\phi$ 906	$\phi$ 862	12*2	24 mm	$\phi$ 838	44 mm	$\phi$ 906	$\phi$ 823	15 mm	130-200mm
$\phi$ 958	$\phi$ 914	12*2	24 mm	$\phi$ 890	44 mm	$\phi$ 958	$\phi$ 875	15 mm	130-200mm

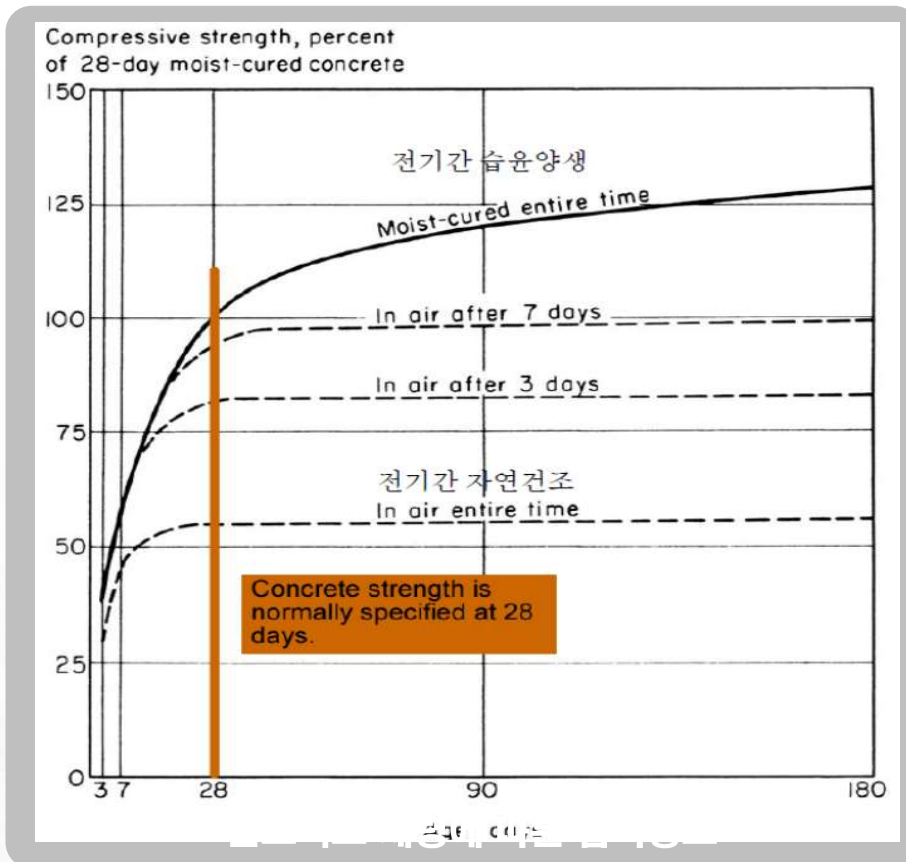
⊙ 일반 C.I.P 구경  $\phi$  500 일 때 R.F C.I.P  $\phi$  600 가이드폼 으로 사용하는 이유

- 1) 일반 C.I.P  $\phi$  500는 링 비트 규격이 적합하지 않고, 시공이 어려우며, 케이싱 및 링 비트를 주문 제작
- 2) R.F C.I.P  $\phi$  600 가이드 사용시 C.T.C가 470mm, 130mm 중첩과 동시에 수직도 형성
- 3) 철근 사용 및 차수 그라우팅이 불필요 하므로 공기단축 및 경제성이 우수함.

## VII. Q&amp;A

# 겹침 시공 시 콘크리트 압축강도

## 콘크리트 재령에 따른 압축강도



“

## 겹침 말뚝 시공 시 시공성 및 건전도 확보를 위한 콘크리트 압축강도

- ✓ 1차파일의 건전도 확보 와 2차 파일 시공성 확보를 위해 1차파일 시공 후 풍화암 정도의 강도발현 후 2차 파일을 시공
- ✓ 콘크리트 양생 3일강도가 기준 강도의 약 40%이고, 풍화암의 압축강도가 약 10MPa 이내 이므로 1차파일 시공 후 약 2일 후에 2차파일 시공으로써 벽체 강성 및 수직도 확보

VII. Q&A

겹침 콘크리트 폐기물 처리 방안

겹침 콘크리트 폐기물 처리 대책

검사성적서

발급번호 : WVA190212-002      접수번호 : WVA190111-023

시공명 : 연세대학교      폐기물처리 : 기타토사

발주명 : (주)동진      검사일자 : 2019-09-10

주소 : 부산광역시 남구 오동역 1로 100번길, 동진빌딩 1011호      시공사명 : 동진건설

주최번호 : 48479      등록번호 : 055-011-1943      계약일자 :     

대리인 : 김세우      유선번호 : 051-88-2277      검사일자 : 2019-09-27

시험항목 및 결과

시험항목	기준	결과	단위	비고사항 (기준치)
시안	1.0%	불합격	mg/L	폐기물처리기준 10.0000% (1.0%)
6가크롬	<0.01%	합격	mg/L	폐기물처리기준 10.0000% (0.01%)
구리	0.01%	합격	mg/L	폐기물처리기준 10.0000% (0.01%)
카드뮴	0.001%	합격	mg/L	폐기물처리기준 10.0000% (0.001%)
납	0.001%	합격	mg/L	폐기물처리기준 10.0000% (0.001%)
중수	1.0%	합격	mg/L	폐기물처리기준 10.0000% (1.0%)
수은	0.001%	합격	mg/L	폐기물처리기준 10.0000% (0.001%)
유기탄	<1.0%	합격	mg/L	폐기물처리기준 10.0000% (1.0%)
비산물(중금속)합계	<0.1%	합격	mg/L	폐기물처리기준 10.0000% (0.1%)
인기소금(중금속)합계	<0.001%	합격	mg/L	폐기물처리기준 10.0000% (0.001%)
가용성	0.001%	합격	%	폐기물처리기준 10.0000%

제1장소 : 지하철 사상-하단 1공구

장소 : 시험결과 이의제기 없음      검사자 : 박성호      오동현      김승태      이진영

비고 : 1. 본기 시험결과를 토대로 현장에 출토된 폐기물이 폐기물처리기준에 적합하여 사용이 가능합니다. 2. 본기 시험결과를 토대로 현장에 출토된 폐기물이 폐기물처리기준에 적합하여 사용이 가능합니다.

주최자 : (주) 동진생명연구원      2019-09-27

**지하철 사상-하단 1공구**

검사성적서

발급번호 : WVA190209-019      접수번호 : WVA190210-021

시공명 : 연세대학교      폐기물처리 : 기타토사

발주명 : (주)동진      검사일자 : 2019-09-10

주소 : 부산광역시 남구 오동역 1로 100번길, 동진빌딩 1011호      시공사명 : 동진건설

주최번호 : 48479      등록번호 : 055-011-1943      계약일자 :     

대리인 : 김세우      유선번호 : 051-88-2277      검사일자 : 2019-09-27

시험항목 및 결과

시험항목	기준	결과	단위	비고사항 (기준치)
시안	1.0%	합격	mg/L	폐기물처리기준 10.0000% (1.0%)
6가크롬	<0.01%	합격	mg/L	폐기물처리기준 10.0000% (0.01%)
구리	0.01%	합격	mg/L	폐기물처리기준 10.0000% (0.01%)
카드뮴	0.001%	합격	mg/L	폐기물처리기준 10.0000% (0.001%)
납	0.001%	합격	mg/L	폐기물처리기준 10.0000% (0.001%)
중수	1.0%	합격	mg/L	폐기물처리기준 10.0000% (1.0%)
수은	0.001%	합격	mg/L	폐기물처리기준 10.0000% (0.001%)
유기탄	<1.0%	합격	mg/L	폐기물처리기준 10.0000% (1.0%)
비산물(중금속)합계	<0.1%	합격	mg/L	폐기물처리기준 10.0000% (0.1%)
인기소금(중금속)합계	<0.001%	합격	mg/L	폐기물처리기준 10.0000% (0.001%)
가용성	0.001%	합격	%	폐기물처리기준 10.0000%

제1장소 : 부산광역시 광안동 생활형 숙박시설

장소 : 시험결과 이의제기 없음      검사자 : 박성호      오동현      김승태      이진영

비고 : 1. 본기 시험결과를 토대로 현장에 출토된 폐기물이 폐기물처리기준에 적합하여 사용이 가능합니다. 2. 본기 시험결과를 토대로 현장에 출토된 폐기물이 폐기물처리기준에 적합하여 사용이 가능합니다.

주최자 : (주) 동진생명연구원      2019-09-27

**부산 광안동 생활형 숙박시설**

검사성적서

발급번호 : WVA190210-022      접수번호 : WVA190210-022

시공명 : 연세대학교      폐기물처리 : 기타토사

발주명 : (주)동진      검사일자 : 2019-09-10

주소 : 부산광역시 남구 오동역 1로 100번길, 동진빌딩 1011호      시공사명 : 동진건설

주최번호 : 48479      등록번호 : 055-011-1943      계약일자 :     

대리인 : 김세우      유선번호 : 051-88-2277      검사일자 : 2019-09-27

시험항목 및 결과

시험항목	기준	결과	단위	비고사항 (기준치)
시안	1.0%	합격	mg/L	폐기물처리기준 10.0000% (1.0%)
6가크롬	<0.01%	합격	mg/L	폐기물처리기준 10.0000% (0.01%)
구리	0.01%	합격	mg/L	폐기물처리기준 10.0000% (0.01%)
카드뮴	0.001%	합격	mg/L	폐기물처리기준 10.0000% (0.001%)
납	0.001%	합격	mg/L	폐기물처리기준 10.0000% (0.001%)
중수	1.0%	합격	mg/L	폐기물처리기준 10.0000% (1.0%)
수은	0.001%	합격	mg/L	폐기물처리기준 10.0000% (0.001%)
유기탄	<1.0%	합격	mg/L	폐기물처리기준 10.0000% (1.0%)
비산물(중금속)합계	<0.1%	합격	mg/L	폐기물처리기준 10.0000% (0.1%)
인기소금(중금속)합계	<0.001%	합격	mg/L	폐기물처리기준 10.0000% (0.001%)
가용성	0.001%	합격	%	폐기물처리기준 10.0000%

제1장소 : 광안동 에이파크오션 오피스텔

장소 : 시험결과 이의제기 없음      검사자 : 박성호      오동현      김승태      이진영

비고 : 1. 본기 시험결과를 토대로 현장에 출토된 폐기물이 폐기물처리기준에 적합하여 사용이 가능합니다. 2. 본기 시험결과를 토대로 현장에 출토된 폐기물이 폐기물처리기준에 적합하여 사용이 가능합니다.

주최자 : (주) 동진생명연구원      2019-09-27

**광안동 에이파크오션 오피스텔**

2차 말뚝 천공 시 절삭되는 콘크리트 폐기물의 처리대책

- 1) 겹침부 배출토는 일반토사와 섞여서 분쇄, 혼합 배출되고, 품질시험 결과 매립토로 사용이 가능
- 2) 현장 배출토에 대한 품질시험 결과, 위험요소인 시안, 6가크롬, 구리, 카드뮴, 납, 등이 기준치 이하



## VII. Q&amp;A

## 용지경계 부족 등 시공대책

## 용지경계가 협소한 부지 및 가이드 블록 설치 불가 구간의 RF-CIP 시공방안



- 1) 부지활용의 극대화 및 용지 경계가 협소하여 가이드 블록 설치가 어려운 경우 대지경계 안쪽으로 가이드 블록과 **동일한 두께의 철판을 설치하여 겹침 시공이 가능하다**, 작업 도면 상의 가이드월 상세도와 일치하여야 하며, 일치하지 않는 경우 하자발생의 우려가 있으니 반드시 사전 확인 필요.
- 2) 직선형 가이드 블록의 경우(ex.Ø600, 길이 4.23m) 현장 여건에 따라 일부 구간의 경우 설치가 불가능하므로 가이드 블록과 동일한 곡률과 두께의 자체 제작된 **반달형 철판을 사용하여 시공**

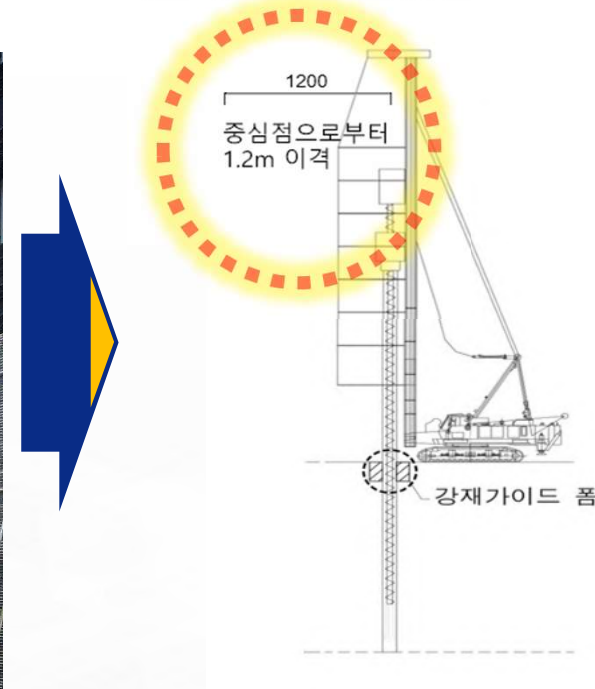
## VII. Q&amp;A

## 천공 작업 시 최소 이격거리

- 1) 도심지 굴착공사 시 용지경계와 이격거리가 부족하여 시공 시 애로사항이 발생
- 2) 케이싱, 오거, 분진망 설치로 인해 충분한 이격거리가 없을 경우 인접건물에 피해 발생할 수 있음



인접 구조물 부근 시공 사례(예)



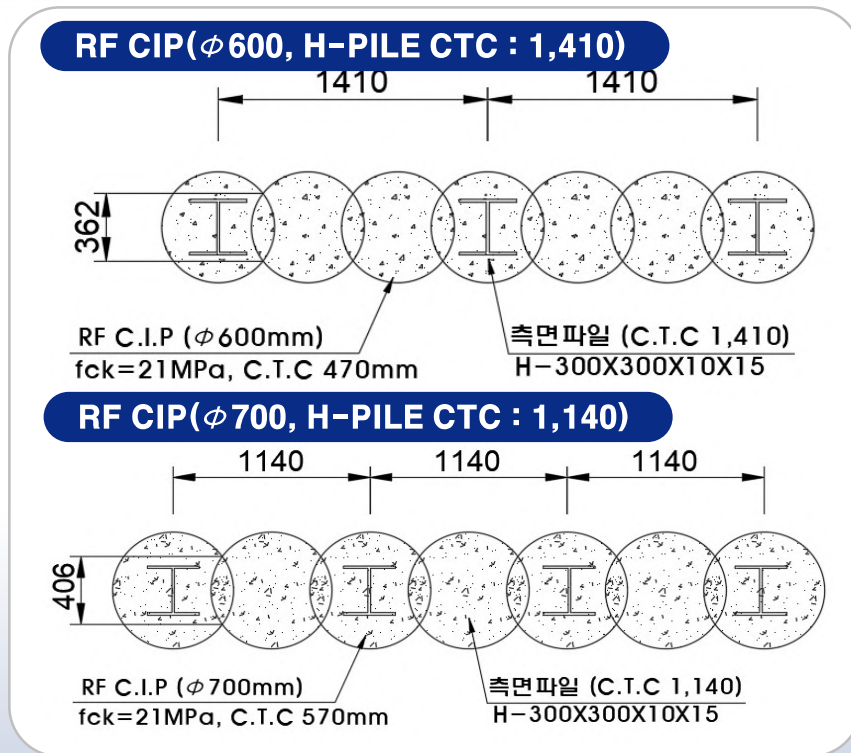
- 3) 인접 구조물과 C.I.P 말뚝 Center와 구조물간의 이격거리 1.2m가 필요
- 4) 이는 RF CIP공법의 문제가 아니라 장비(오거, 케이싱) 및 비산먼지로 인한 분진망과의 이격거리로 굴착공사 설계 및 시공 시 고려한 계획을 검토하여야 함



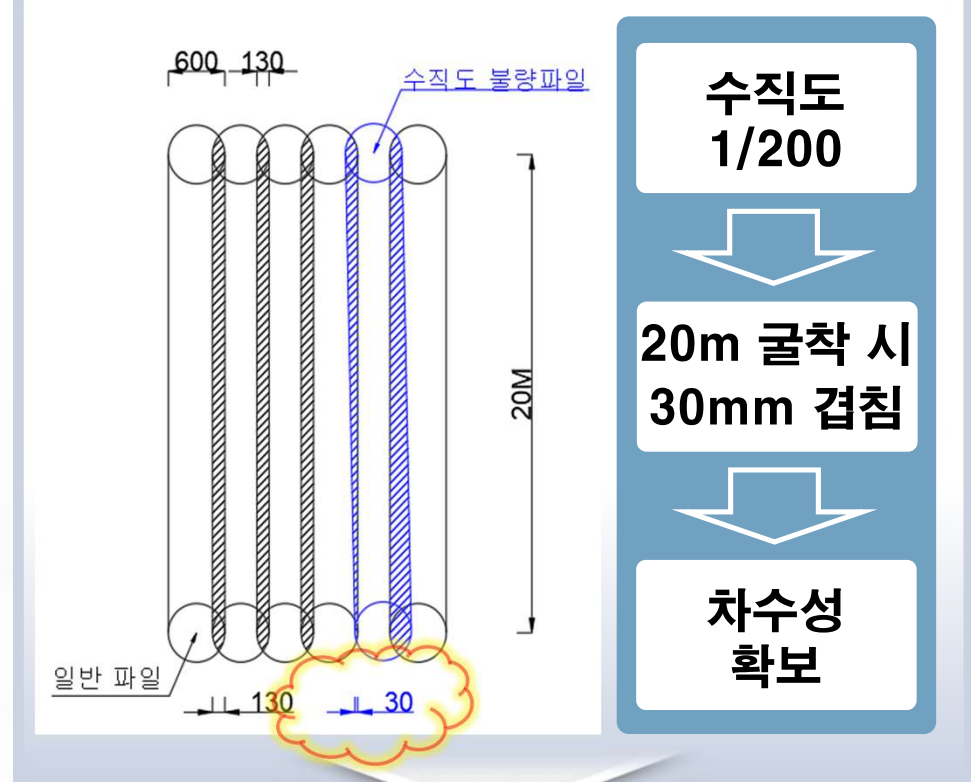
VII. Q&A

깊은 굴착 시 차수공법 배제 방안

RF CIP 단면도



시방기준(1/200) 적용시 단면도



깊은 굴착시에는 천공  $\phi 700$ , 가이드 블록 높이 1.5m 로 적용하여 차수성 확보

일반적인 국내 토사층의 출현심도가 약 20m 내외인 것을 고려, 20m심도에서 30mm 두께의 겹침이 가능하므로 차수성 확보가능

## VII. Q&amp;A

## 시공중 수직도 확인 방안

## 현장 수직도 확인 방법



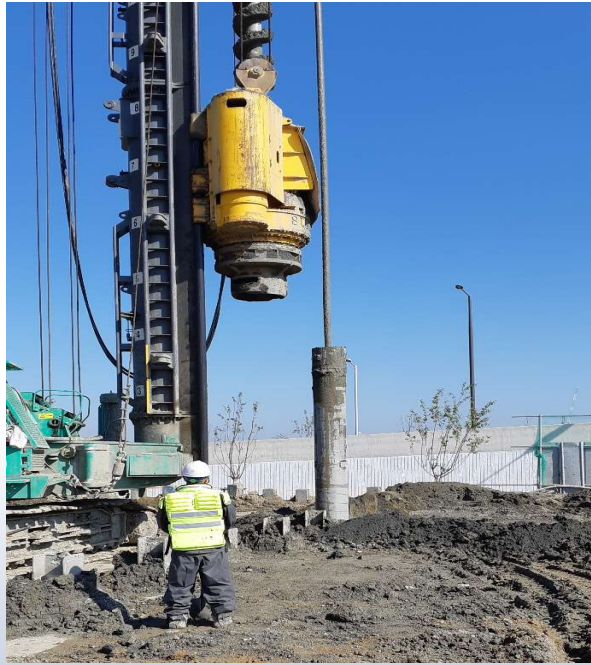
- 1) 천공장비에 탑재된 수직도 관리장치를 이용하여 천공 중 수시로 수직도 확인
- 2) 굴착공사 시 수평대를 이용하여 케이싱의 기울기를 측정
- 3) 천공 후 콘크리트 타설 전 Hole 내 수직추를 이용



## VII. Q&amp;A

## 지하수위가 높은 현장의 콘크리트 타설 방법

## 원형 강관파이프를 이용한 타설



지하수위가 높은 현장의 경우 콘크리트 타설 시 재료분리 발생의 우려가 있으며, 벽체의 품질 확보를 위해 펌프카 타설 시 100mm 원형 강관 파이프를 연결 후 트레미 역할을 할 수 있도록 하부부터 콘크리트 타설을 진행

또한 케이싱 2~3m 인발 후 재타설을 시행하고, 케이싱 인발 후에도 오버플로가 되도록 재타설 수행



## VII. Q&amp;A

## RF-CIP 벽체 누수 시 보수방법

- ☑ 흠막이 벽체 시공 중 콘크리트의 재료분리, 건조수축, 전석층 출현 등 다양한 요인에 의해 나타남



누수부 몰탈 채움(예)



누수부 유도배수 (예)



보수재 사용 재료(예)

## 누수부 보강(안)

- ☑ 소규모 누수발생 시 **시멘트+몰탈+급결제**를 이용하여 지수작업
- ☑ 누수량이 많을 시 부직포, 유도호스를 선시공하여 **유도배수 조치 및 누수부 채움**을 실시
- ☑ 누수 발생이 많이 발생되어 공사 진행 시 문제가 될 경우 **배면 추가 차수공법 및 누수 예상부 수평 차수그라우팅**을 실시하여 흠막이 벽체의 차수보강을 계획함



VII. Q&A

RF-CIP 구조계산

1) 시방기준 검토 : 가설흙막이 설계기준

(KDS 21 30 00, 2022 국토교통부)

(5) 주열식 콘크리트 벽체(CIP벽체)

② 흙막이 벽에 작용하는 모멘트와 전단력을 H 형강이 모두 부담하는 것으로 하는 경우 주열식벽 검토를 생략

2) 가설흙막이 설계기준에 따라 측면말뚝의 응력검토 및

RF-CIP 벽체에 작용하는 축력과 전단력에 대한 안정성 검토

3) RF-CIP 벽체에 작용하는 축력은 H형강 간격을 시간으로 하는 등분포 하중에 의한 아치로 보고 해석

4) 전단력은 H형강은 순간격으로 하는 시간으로 보고 계산

가설흙막이 설계기준

KDS 21 30 00 : 2022

- ② 강널말뚝 응력계산에 사용되는 단면계수는 이음부가 완전 결합된 단면계수를 저감하여 사용하며 80% 이하로 한다.
- ③ 강널말뚝은 축방향력과 휨모멘트에 대하여 모두 안전하게 설계하여야 한다.
- (4) 소일시멘트 벽체(SCW)
  - ① 소일시멘트 벽체에 작용하는 축력은 H형강 간격을 시간으로 하는 아치에 작용하는 등분포하중에 의한 아치로 보고 해석한다.
  - ② 전단력은 H형강 순간격을 시간으로 하는 보로 계산한다.
  - ③ 허용 압축응력은 소일시멘트 일축압축강도의 1/2을 사용하고, 허용 전단응력은 일축 압축강도의 1/3을 적용한다.

② 흙막이 벽에 작용하는 모멘트와 전단력을 H형강이 모두 부담하는 것으로 하는 경우에는 주열식벽 검토를 생략할 수 있다.

- ① 주열식 벽체는 천공경의 면적과 등가의 등기사각형의 단철근으로 설계할 수 있다.
- ② 흙막이 벽에 작용하는 모멘트와 전단력을 H형강이 모두 부담하는 것으로 하는 경우에는 주열식벽 검토를 생략할 수 있다.
- ③ 철근 피복은 80mm 이상으로 하고 수철근의 형상이 정확히 유지되도록 하여야 한다.
- ④ 띠철근은 지름 13mm 이상의 철근으로 하고 그 간격은 천공경, 축방향철근의 12배 이하, 그리고 300mm 중 작은 값 이하이어야 한다.
- (6) 지하연속벽(diaphragm wall)
  - ① 지하연속벽 공법은 현장타설 철근콘크리트 지하연속벽과 PC지하연속벽 등이 있으며 대심도 굴착에서 주변지반의 이동이나 침하를 억제하고 인접구조물에 대한 영향을 최소화하도록 설계한다.
  - ② 지하연속벽 벽체는 하중지지벽체와 현장타설말뚝 역할을 할 수 있으며 내부의 지하 슬래브와 연결 시에는 영구적인 구조체로 설계할 수 있다.
  - ③ 지하 슬래브와 지하연속벽체의 연결은 철골철근을 사용할 경우 되폐기 시 철근의 강도를 보충할 수 없으므로 철골철근의 사용은 지양하여야 한다.
  - ④ 지하연속벽 벽체에 작용하는 하중은 주로 토압과 수압이며 본체 구조물로 사용하는 경우에는 각종 구조물하중에 대한 검토가 필요하다.
  - ⑤ 지하연속벽 시공 시 주변지반의 침하 및 거동을 최소화하고 영구벽체로서 안정된 지하구조물을 형성하기 위한 트랜치 내에 사용하는 안정역의 조건은 굴착면의 안정성을 확보할 수 있도록 한다.
  - ⑥ 콘크리트의 설계기준강도는 콘크리트 타설 시의 지하수의 유무와 특성에 따라 다음과 같이 감소시켜서 정하여야 한다.
    - 가. 지하수위가 없는 경우 :  $0.875f_{ck}$
    - 나. 정수 중에 타설하는 경우 :  $0.800f_{ck}$
    - 다. 혼탁한 물에 타설하는 경우 :  $0.700f_{ck}$
  - ⑦ 철근의 피복은 부식을 고려하여 80mm 이상으로 한다.

VII. Q&A

# RF-CIP 구조계산

## 1) 축력에 대한 검토

- 아치형 단면에 등분포 하중이 작용하여 이 하중에 저항하기 위한 콘크리트 압축강도를 산정하여 벽체의 안정성 확보
- 가상아치의 솟음량과 작용토압에 대해 수평반력과 수직 반력을 구하여 가상아치의 단면적을 통해 요구되는 콘크리트 강도를 산정할 수 있음.

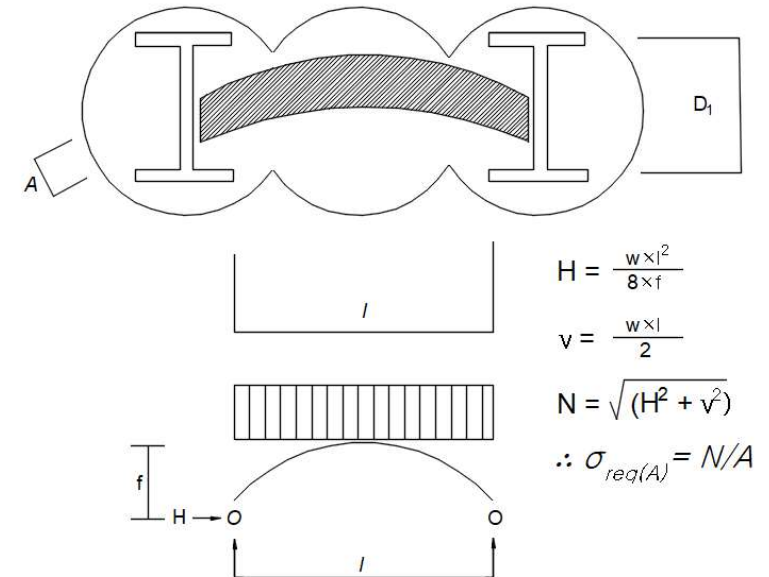
## 2) 전단력에 대한 검토

- 플랜지 양단부를 연결한 면에 대한 검토하여 전단파괴에 저항하기 위한 콘크리트 압축강도를 산정

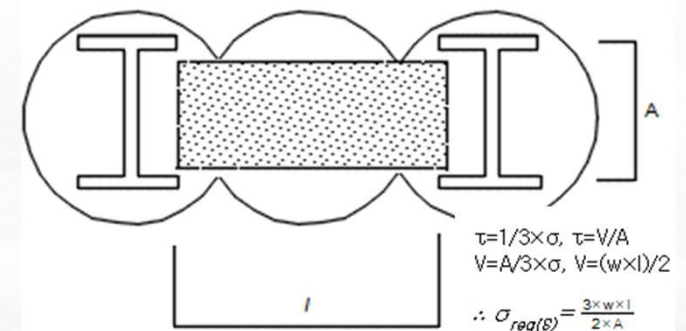
## 3) 축력과 전단력에 대해 검토후 큰 값을 적용하고 안전율 ( $F_s=3$ )을 적용하여 소요강도를 결정함

$$\sigma_{allow} = F_s \times \text{MAX}(\sigma_{req(f)}, \sigma_{req(s)})$$

### 벽체에 작용하는 축력에 대한 검토



### 벽체에 작용하는 전단력에 대한 검토







## 별첨. 신기술 증서, 디자인등록증

# 별첨

## 신기술, 특허, 디자인 등록증

- 재난안전신기술 제 2021-1-2호, 디자인 등록(제30-0770256호, 제 30-0901432호 등)
- 대구광역시 신기술 플랫폼 등록(대구-2021-14호), 신기술·특허등록 열린 창구(경기도), 건설알림이(서울특별시) 등록 완료


계 2021-1-2 호

### 재난안전신기술 지정서

기술명	강재 가이드 블록을 이용한 겹침 주열식 현장타설 콘크리트 말뚝 흠막이 벽체 공법(RF CIP공법)	
기술 보유자	상호(법인명) 극동건설㈜ (대표 문경동) 남광토건㈜ (대표 임민규) 금광기업㈜ (대표 이동학) 리더건설㈜ (대표 신유석)	사업자(법인)등록번호 110111-***** 110111-***** 200111-***** 280211-*****
	주소(법인인 경우 소재지) 부산시 남구 수영로 295 (대연동) 새우빌딩 401호 경기도 용인시 기흥구 흥덕중로 120 (영덕동) 비122호(흥덕유타워) 전남 화순군 화순읍 송외로 85-1 경기도 광명시 덕안로 104번길 17(일직동) 1208호(광명역엠플러스타워)	
기술 개요	강재 가이드 블록을 이용하여 겹침 현장타설 무근 콘크리트 말뚝을 시공하고, 간격을 두어 말뚝 내부에 H형강 말뚝을 설치한 겹침 주열식 현장타설 콘크리트 말뚝 흠막이 벽체 시공 기술	
신기술 범위	기술 개요와 동일	
유효기간	2021.01.06 ~ 2026.01.05 (5년)	
기타		

「재난안전산업 진흥법」 제14조제4항 및 같은 법 시행규칙 제6조제1항에 따라 위의 기술을 재난안전신기술로 지정합니다.

2023년 01월 05일



행정안전부장관

대구-2021-14호

### 대구광역시 신기술플랫폼 등록서

신기술 명칭	강재 가이드 블록을 이용한 겹침 주열식 현장타설 콘크리트 말뚝 흠막이 벽체 공법(RF CIP공법)	
기술보유자	상호(법인명) : 삼보토건 주식회사      성명(대표자) : 신유석 주 소 : 부산 남구 자성로 152, 1512호(문현동, 한일오피스텔)	
신기술 내용	강재 가이드 블록을 이용하여 겹침 현장타설 무근 콘크리트 말뚝을 시공하고, 간격을 두어 말뚝 내부에 H형강 말뚝을 설치한 겹침 주열식 현장타설 콘크리트 말뚝 흠막이 벽체 시공 기술	
신기술 범위	강재 가이드 블록을 이용하여 겹침 현장타설 무근 콘크리트 말뚝을 시공하고, 간격을 두어 말뚝 내부에 H형강 말뚝을 설치한 겹침 주열식 현장타설 콘크리트 말뚝 흠막이 벽체 시공 기술	
등록기간	2021. 06. 10. ~ 2026. 01. 05.	
등록분야	등록지원분류	(대분류)가설 (중분류)가설 흠막이공 (소분류)가설 흠막이공

「대구광역시 신기술플랫폼 운영 규정」에 따라 대구광역시 신기술플랫폼에 등록됨을 알려드립니다.

2021년 06월 10일

대 구 광 역 시 장

## 별첨 신기술, 특허, 디자인 등록증

- 재난안전신기술 제 2021-1-2호, 디자인 등록(제30-0770256호, 제 30-0901432호 등)
- 대구광역시 신기술 플랫폼 등록(대구-2021-14호), 신기술·특허등록 열린 창구(경기도), 건설알림이(서울특별시) 등록 완료





## 별첨 신기술, 특허, 디자인 등록증

- 재난안전신기술 제 2021-1-2호, 디자인 등록(제30-0770256호, 제 30-0901432호 등)
- 대구광역시 신기술 플랫폼 등록(대구-2021-14호), 신기술·특허등록 열린 창구(경기도), 건설알림이(서울특별시) 등록 완료

