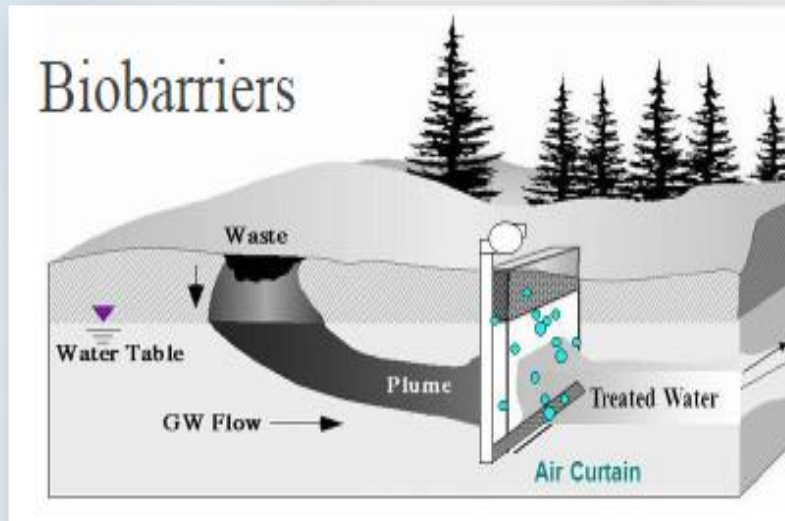
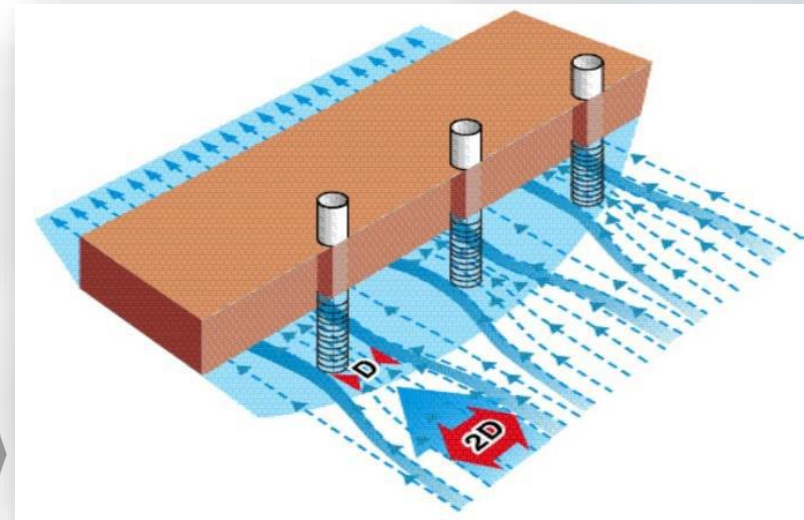


# 2.1 개발 핵심 기술

## PRB 를 활용한 지중정화 기술



전통적  
Trench PRB  
개선



### PRB 문제점

- 지하수 흐름 방향 설치 후 지하수내 오염원 제거
- 설치비용 과다(**P&T 대비 10배**), 운용비 최소
- 설치후 **소재 교환/재생 불가**
- **심부오염물질 처리 불가**
- 미생물 **파울링**으로 효율 감소
- 지하수 **흐름 유도** 필요

### 개선 및 문제점

-개선사항(**Well type PRB**)

- ① 반응소재 **교체형**
- ② **심부 오염물질** 처리 가능

-문제점

- ① 지하수 **흐름 유도 필요**(Trench 보다 흐름 안 좋음)
- ② 미생물 **파울링** 처리 필요

# 2.1 개발 핵심 기술

지중환경 오염물질 선택적 확산제어 기술의 현장실증

## 실증 PRB 개념

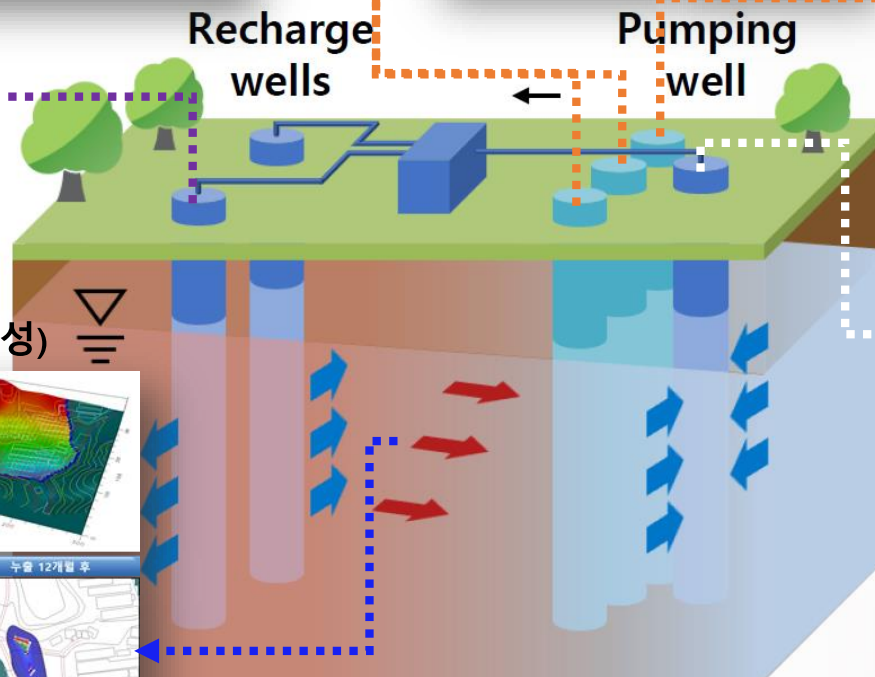
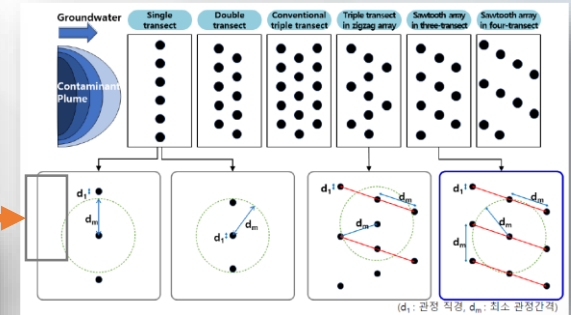
### 무선전송기술(운영)



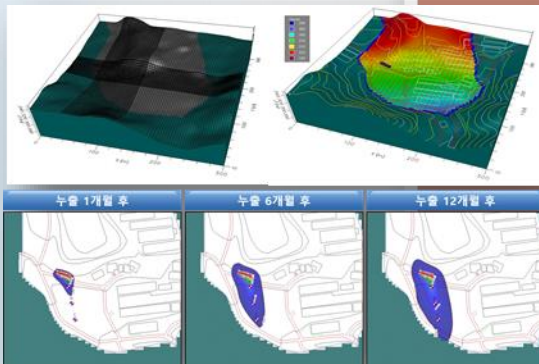
### 교체형 PRB(설계/시공)



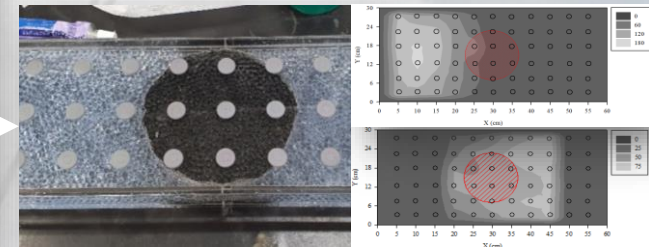
### 최적 위치/배치/관측(설계/시방)



### 지하수특성(부지특이성)



### 능동적 지하수 흐름개선(개선)



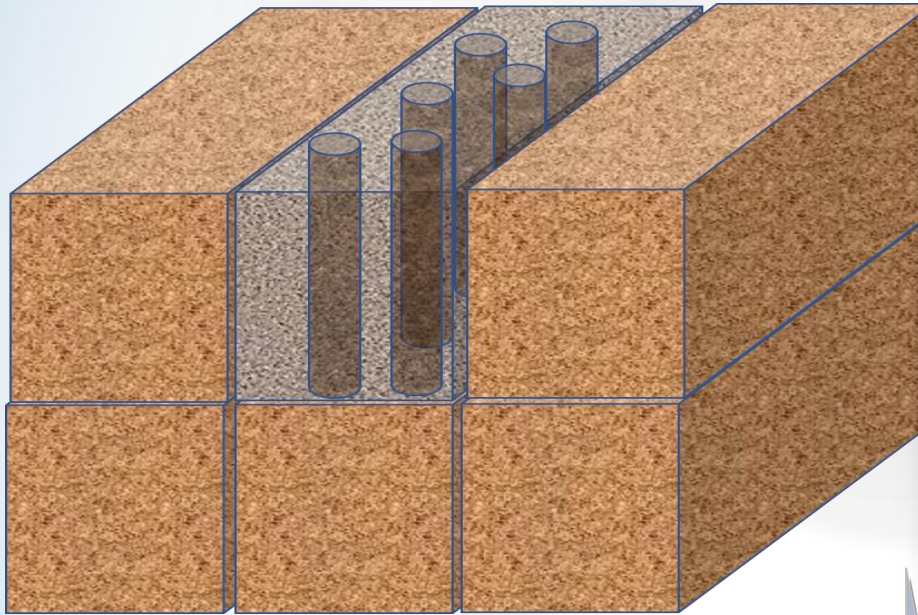
### 소재 선정/적용/회복(소재/운영)



## 2.1 개발 핵심 기술

### 주요 개선 방법

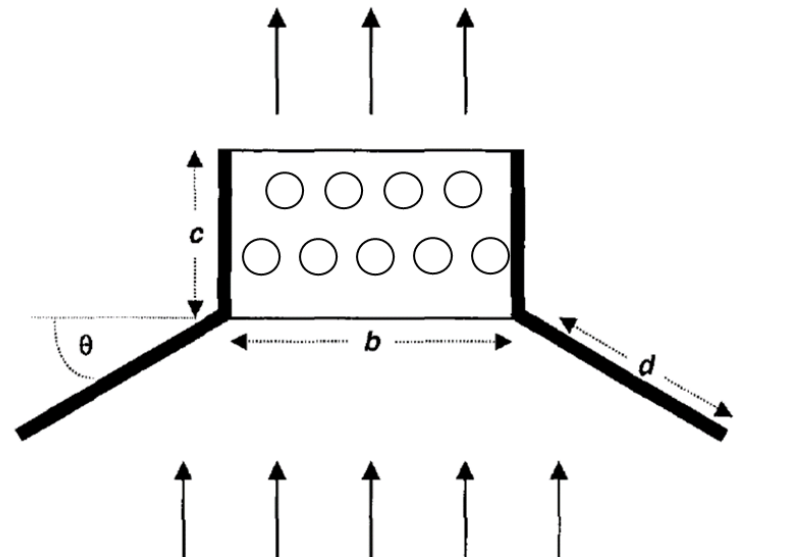
### Trench 및 Well type 복합 운영 공정 실증



#### 주요내용

- Trench + Well PRB 장점 활용
- Passive 운영가능
- 넓은지역의 지하수 capture
- 반응소재 교체가능
- 심부 오염원 제어가능

추가개선  
필요공정



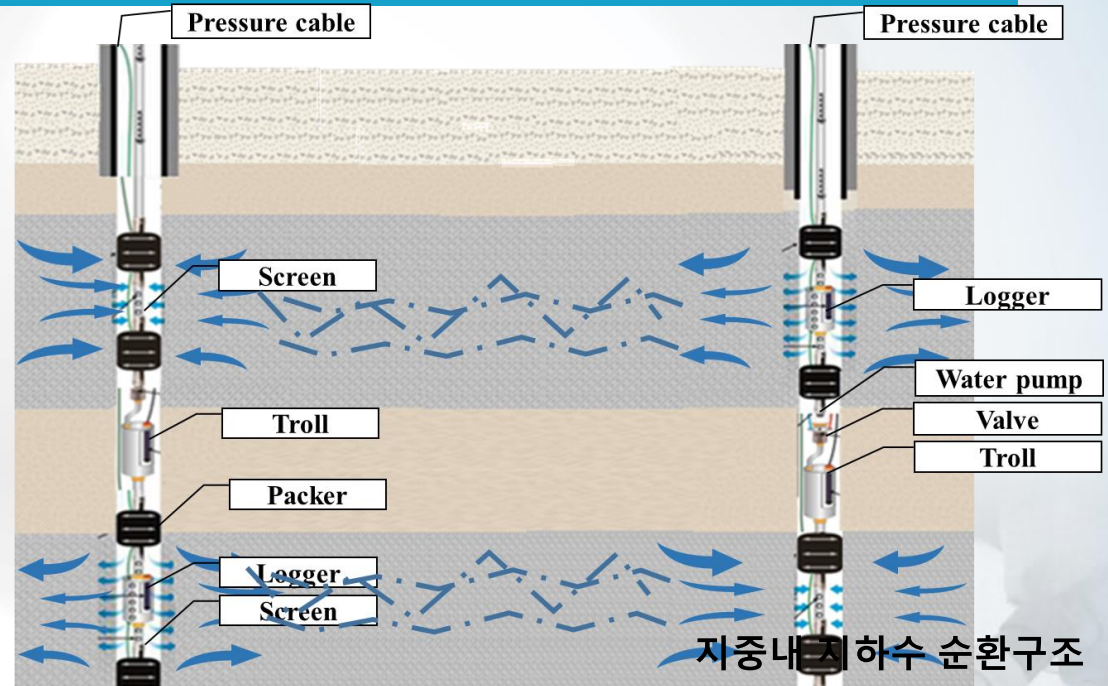
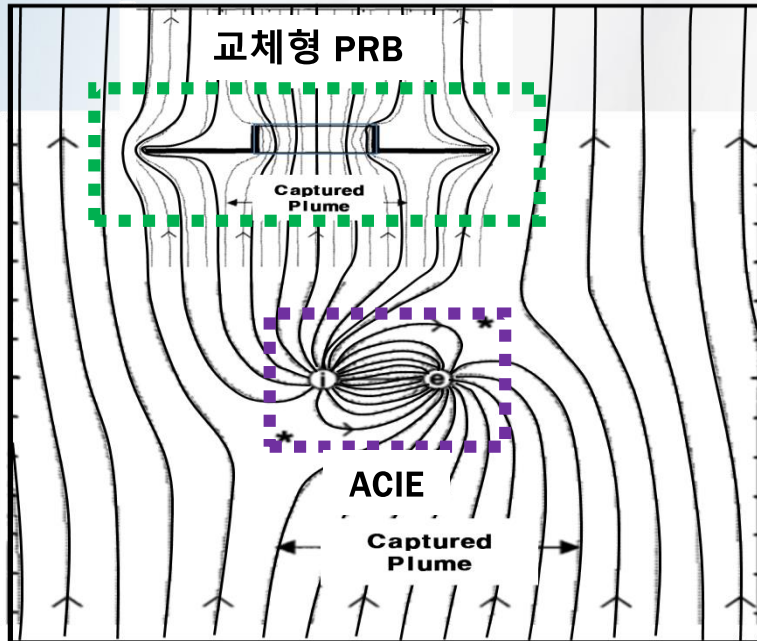
#### 주요내용

- **시공비용 감소**(Trench + Well 고가 설치 비용)\_소규모설치기술 필요
- 지하수 **흐름 개선** 공정필요 / **오염원별** 시공 기술
- 미생물 **파울링 감소** 기술 필요
- 상시 **모니터링 기술** 필요
- 지하수특성 반영 소재/PRB 장기 **영향 평가 기술** 필요



## 2.1 개발 핵심 기술

### 흐름 개선 공정

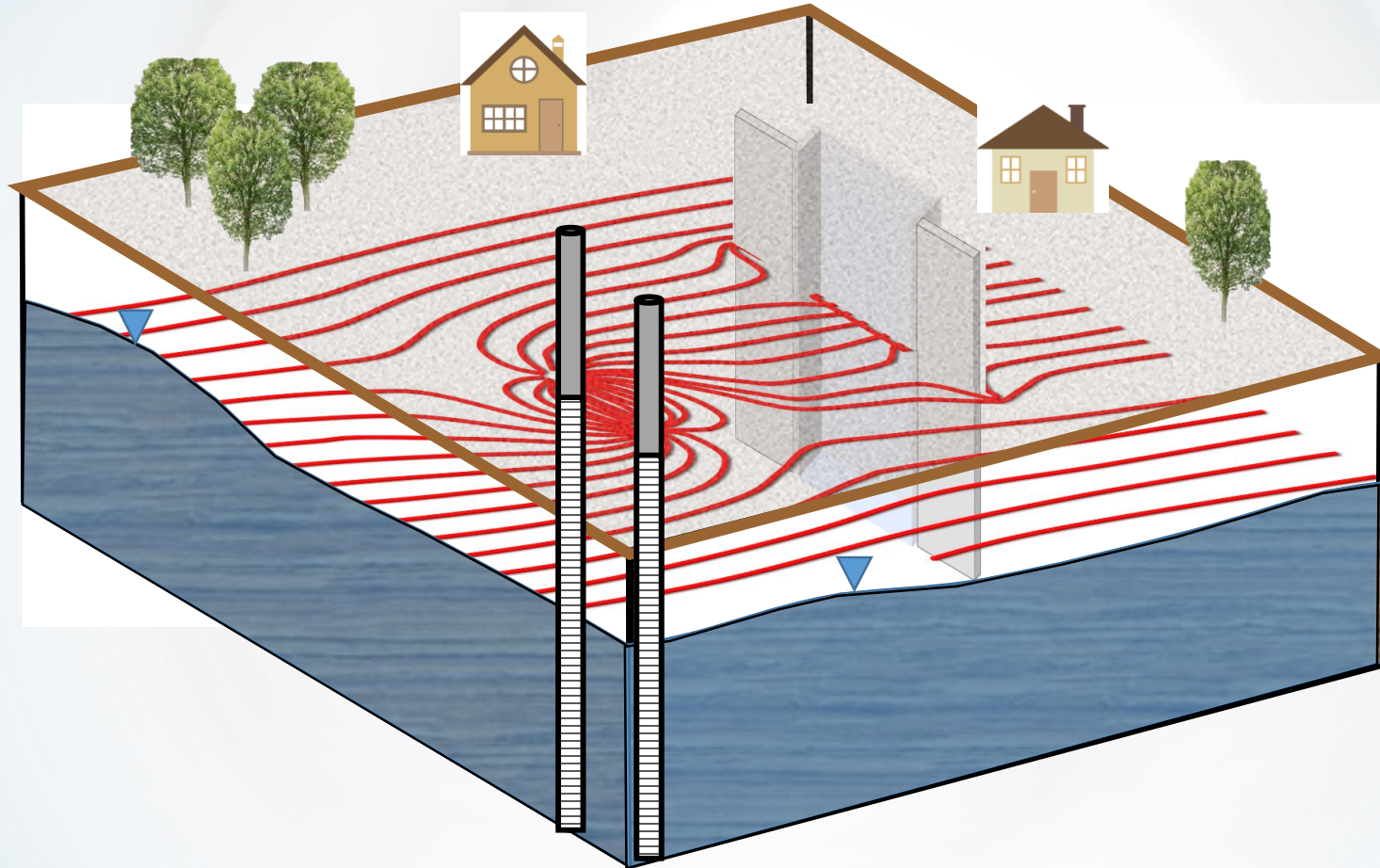


### 주요내용

- PRB 10 m+ 날개 12m = 20m capture plume (지중 불균질성으로 보증못함, 설치 약 4억)
- PRB 상류 ACIE 시공(약 0.4억) 20m capture 보증
- ACIE 하류 PRB에 보증된 plume 공급(수두 높음)
- PRB 내 20m plume 및 PRB 하류대비 수두 보증으로 흐름을 개선 가능
- PRB 하류 관측정활용(모니터링 및 지하수 흐름, 수두차 검증) 심부 오염원 제어 가능

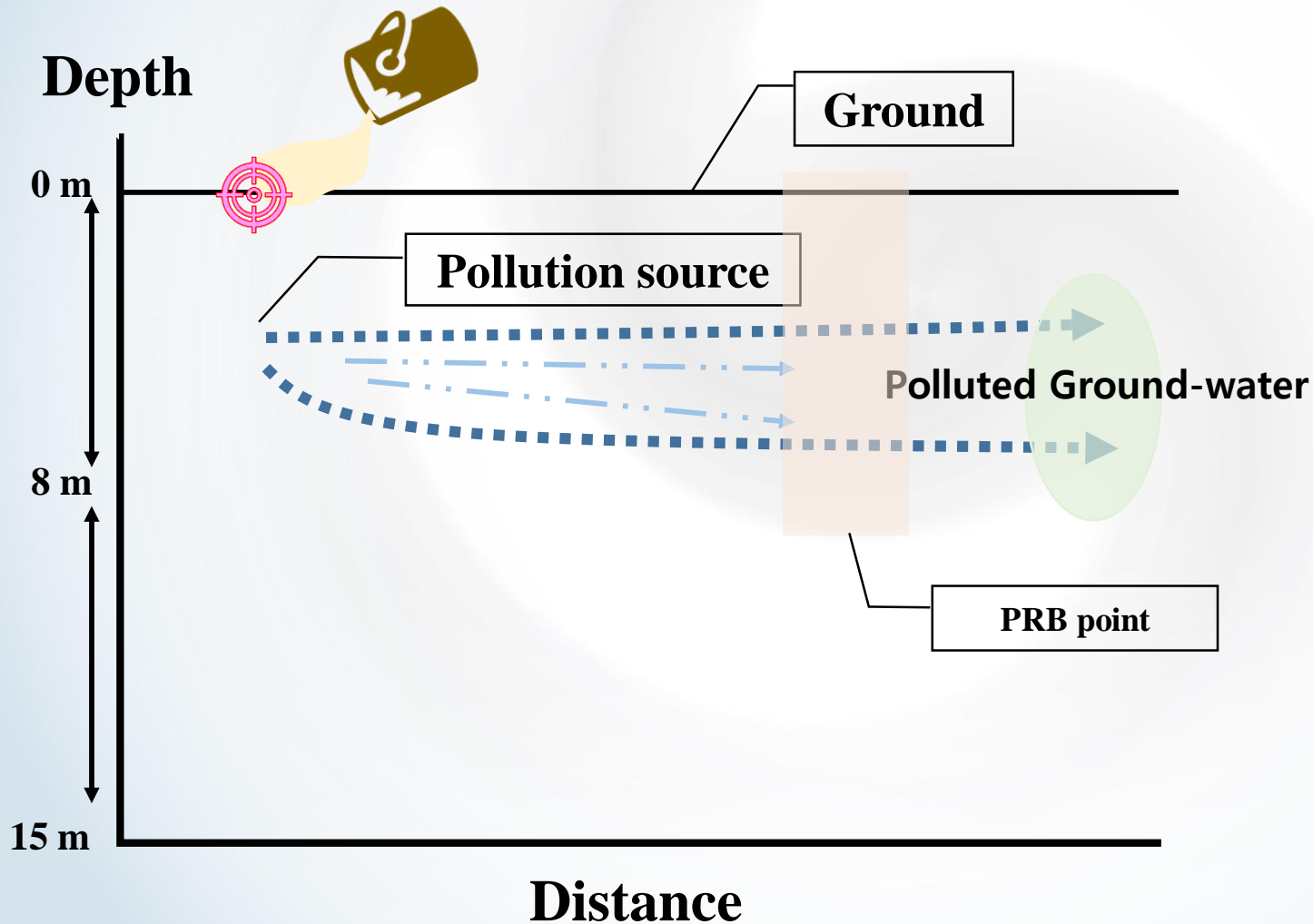
### 지중내 지하수 순환구조

- 1well (8톤/일) 영향반경 20m
- 양수 주입정 설치 지하수 방향 90도
- 필요시 양수시 Well 내부 반응소재 시공 가능
- 필요시 주입시 Well 내부 미생물 억제제 주입가능



## 2.1 개발 핵심 기술

### 오염원 지중확산 모델

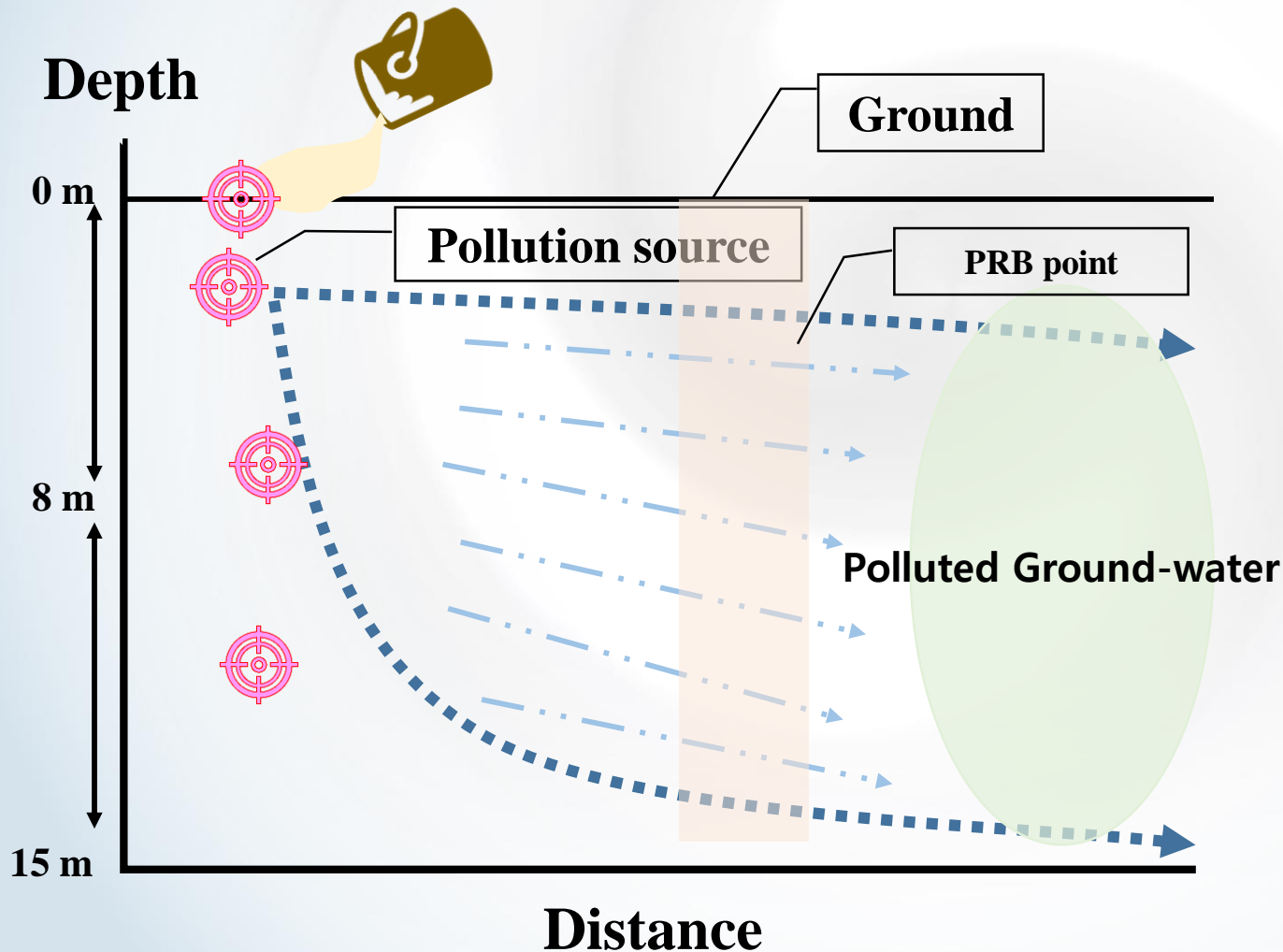


**오염원: 천부 존재시**

- 지속적 오염원 유입
- 천부 오염원 이동
- 심부 오염원 없을 경우
- Trench+Well PRB 구축/운영기술
- ex)  $\text{NO}_3^{2-}$ , 유류

## 2.1 개발 핵심 기술

### 오염원 지중확산 모델

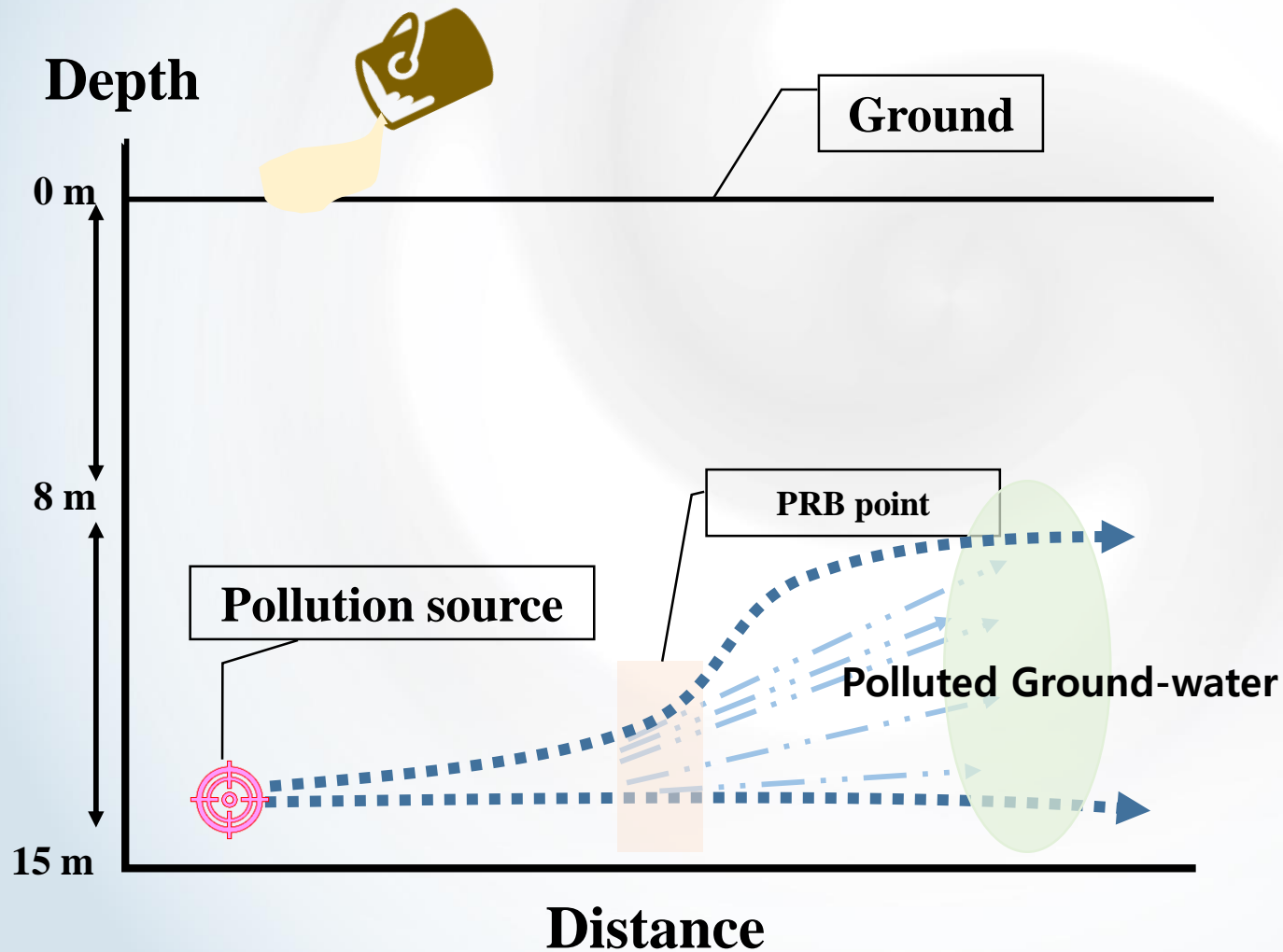


#### 오염원: 천부 / 심부

- 오염원 심부 이동 후 확산
- 심부 이동시 불투성 토양에 의한 정치
- 천부/심부 모두 오염원 존재
- 천부/심부 PRB 구축/운영기술
- ex)  $\text{NO}_3^{2-}$ , 유류, TCE, PCE

## 2.1 개발 핵심 기술

### 오염원 지중확산 모델



#### 오염원: 심부

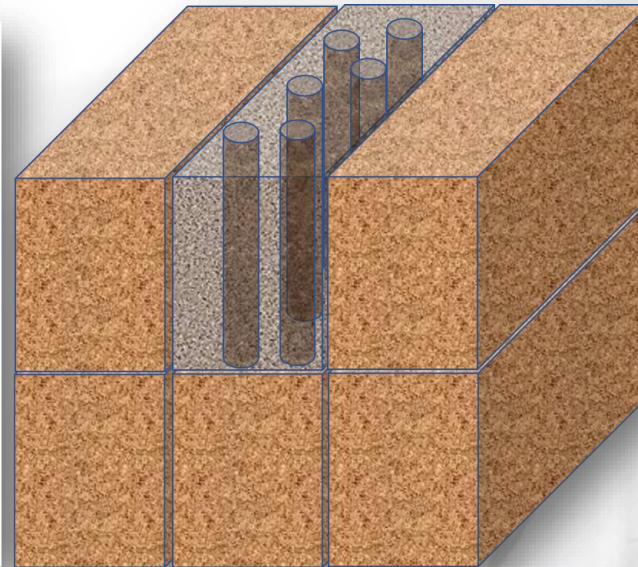
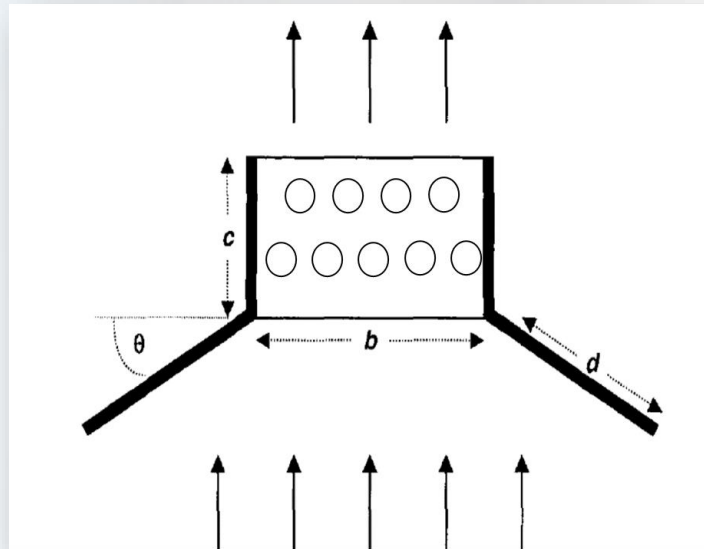
- 오염원 심부 이동 후 확산
- 지하수 흐름에 의한 천부 확산
- 소스 조사를 통한 소스근처 PRB 운영
- 심부 PRB 구축/운영기술
- ex) TCE, PCE



## 2.1 개발 핵심 기술

### 오염원별

### PRB 구축 시나리오 (유류 및 $\text{NO}_3^-$ 천부 5-6 m 이내 오염원 이동시)



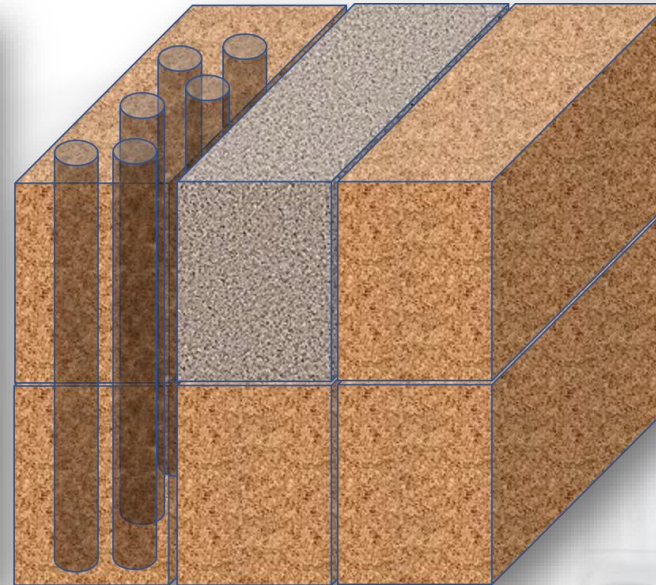
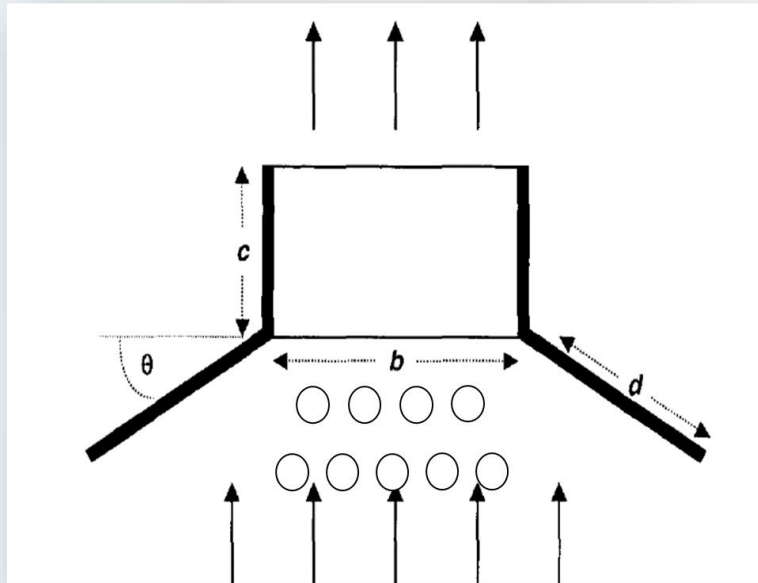
### 주요내용

- 천부 오염원 유입시 Well type PRB 최대활용
- 지하수 흐름 유도 공법으로 PRB 내부 흐름 유도
- 지하수 물리적 특성을 활용한 최적의 배치로 Well typ PRB 내 90%이상 유도 (반응소재: 반응성 우수, 지속성 1년)
- Well 유도 불가 10% plume 는 Trench PRB 처리 (반응성 보통, 지속성 10년이상)
- 흐름 관측 PRB 하류 관측정 측정(전후 농도 비교)

## 2.1 개발 핵심 기술

### 오염원별

### PRB 구축 시나리오 (유류 및 $\text{NO}_3^-$ 천부/심부 5-15 m 이내 오염원 이동시)



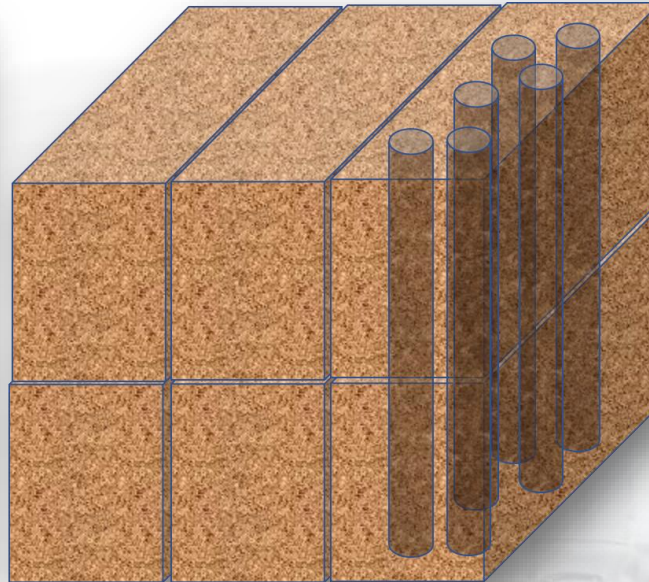
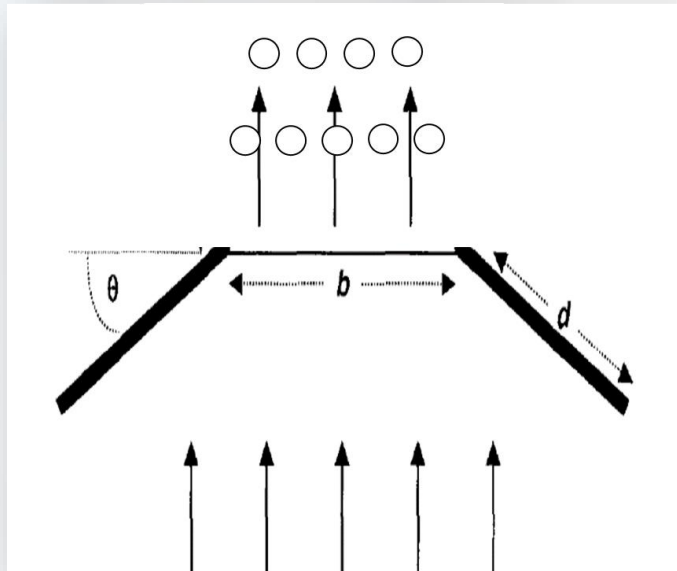
### 주요내용

- 천부 / 심부 동시 오염원 확인시 Well type PRB 심부까지 설치
- Well PRB 는 Trench PRB 내부 또는 전단부 오염원 발견 지점 하부까지 설치
- 흐름개선 공정 동일

## 2.1 개발 핵심 기술

### 오염원별

### PRB 구축 시나리오 (염소계화합물(DNAPL) 천부 15 m 이상 오염원 이동시)



### 주요내용

- DNAPL과 같은 염소계 화합물은 심부로 부터 오염원발생
- 지하수 조사(부지특성)시 오염원의 위치를 예측할수있는 조사 공법 도입(다수의 관측정, 깊이별 농도)
- 오염원 소스 분포 예상지역 암반 인근 확인(정확한 위치 파악 불가능)
- 최대농도 발견지역 인근 Well type PRB 시공
- 단, Trench PRB 시공 안함, 지하수 흐름 공법 적용, 흐름 유도 날개 시공



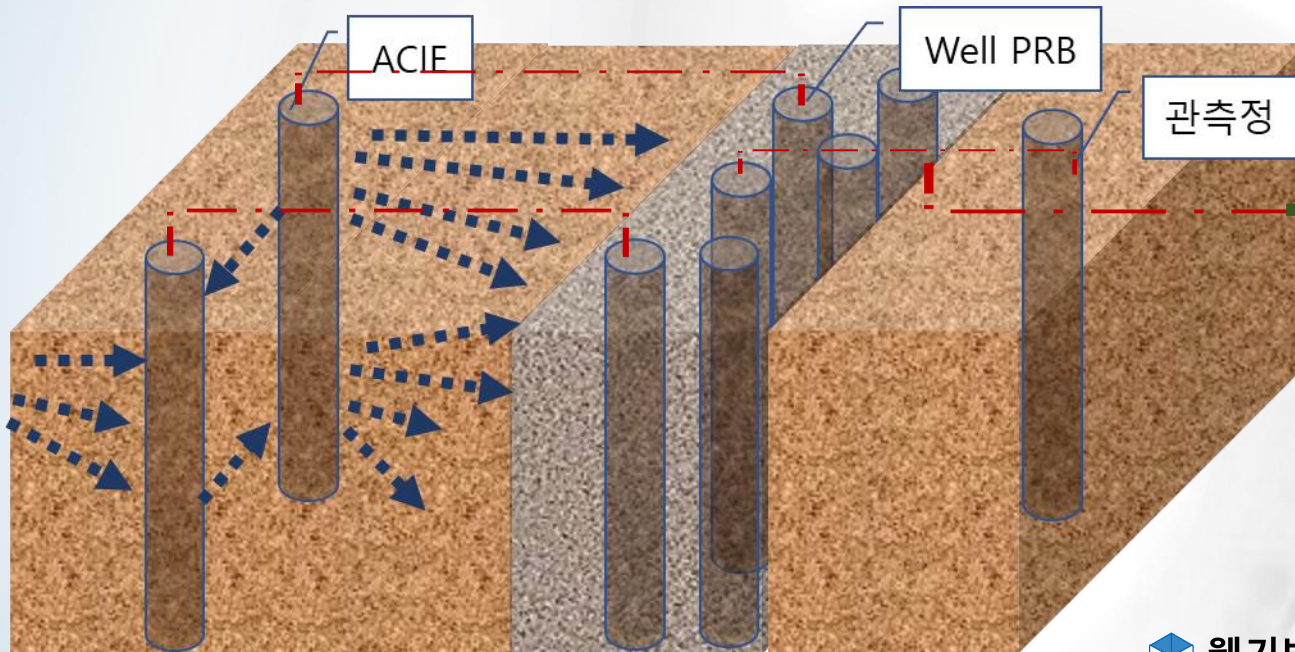
## 2.1 개발 핵심 기술

지중환경 오염물질 선택적 확산제어 기술의 현장실증

### 모니터링

### 무선 모니터링 (상용센서 활용 무선네트워킹구축)

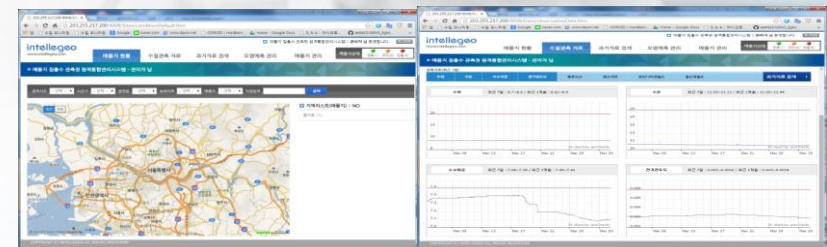
❖ 센서간 통신: RF 모듈(근거리 통신) \_802.15.4g



❖ 센서노드(게이트웨이보드)



❖ 웹기반 데이터 수신



### 주요내용

- ACIE 관정, PRB 관정, 관측정 관정 내 수환경 측정센서 도입
- 관정내 상호 통신(RF 근거리통신)\_배터리1년, 자동보정, 자동세척
- 송신 센서 노드 구축(데이터 취합/압축/송신)
- 태양광 시스템활용 반영구적 사용가능



## 2.1 개발 핵심 기술

### 반응소재

### 오염물질별 선택적 PRB 운영 소재



$\text{NO}_3^{2-}$ , TCE, PCE : Reduction



유류: Adsorption

### 주요내용

- 개선된 ZVI 또는 ZVM 활용 : 부식장지 Passivation 기작 적용  
미생물 활성 억제 / Passivation 활용 미생물 생성
- 반응소재 예: ZVI(control), ZVI-sulfur, ZVI-nickel  
ZVM(control), ZVM-sulfur, ZVM-nickel

### 주요내용

- 개선된 다공성 흡착제: 입자화, 표면적 증가, 재생능력
- 반응소재 예:  
개선된 Activate Carbon: GAC (Coal-based, Coconut-based)  
개선된 Zeolite: -5A -zeolite