

## 2.(토목부분) 건설 산업 기술 개발

모래가 필요치 않은 연약지반 처리(수평 배수 관망) PBD 공법



제조 공장 : 강원도 동해시 공단3로77 (구호동 )  
[용지면적; 5,942.7㎡, 제조; 1,186.56㎡, 부대; 651.08㎡]  
업종 : 28113(금속조립구조재 제조업),  
25299(기타건축용 플라스틱조립 제품  
제조업), 28942(철선 조립제품 제조업) ,토목관련 엔지니어링

외

# WOO AM E&C

[<http://www.wooramenc.com>]

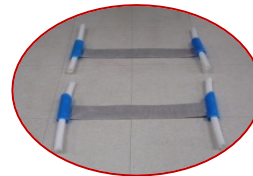
[한국 토지주택(LH) 공사 와 WOO AM E&C 가 공동 기술개발된 공법]

모래가 필요치 않은 연약지반 처리 공법

[ 선재하 수평 배수관망(PSD) 공법 공사비]



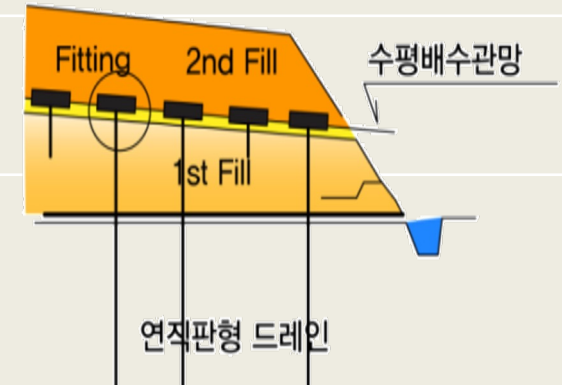
Type-A : PBD 타입구간 용도    Type-B : PBD 무처리 구간 용도



**WOO AM E&C**

## ▣.직접 공사비 (단위 면적 (m<sup>2</sup>)당)

| 구 분               | 수평 배수관망 설치비                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 특 징               | [ 수평 배수층용 모래가 필요치 않음 ]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 단면 조건             | 연직드레인<br>1.5m×1.5m 정방형 타입 시공 조건                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 단 위<br>면적당<br>설치비 | <div data-bbox="382 532 1163 672">           1. PET Mat 부설 : 별도(공통 사항)<br/>           2. 1<sup>st</sup> Fill 복토(T=80cm) 성토 : 별도(공통 사항)<br/>           3. 연직 드레인 (PBD) 동일: 별도(공통 사항)         </div> <div data-bbox="382 732 1460 872">           4. 수평배수관망 시스템 = 5,212원/m<sup>2</sup><br/>               ① 수평배수관 설치 = <math>(1/1.5)m/m^2 \times 1,777\text{원}/m = 1,184\text{원}/m^2</math><br/>               ② 피팅 작업 = <math>(1/2.25)EA/m^2 \times 9,163\text{원}/EA = 4,028\text{원}/m^2</math> </div> |



## ▣.직접 공사비 (단위 면적 (m<sup>2</sup>)당)

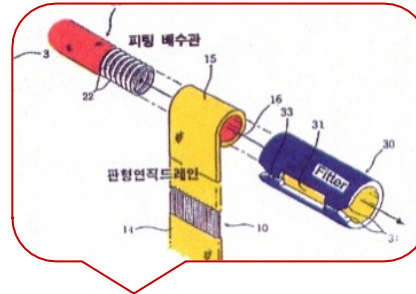
| 구 분                             | 수평 배수관망 설치비                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 세부 내용<br>산출근거<br>(품셈 및<br>물가자료) | <p>1.수평원형배수관 설치 ; 1,777원/m당</p> <p>1) 노무비 ; 배관공 = <math>0.18\text{인} \times (1/90\text{m}) \times 120,692\text{원/인} = 241\text{원/m}</math><br/> 보통인부 = <math>0.22\text{인} \times (1/90\text{m}) \times 72,415\text{원/인} = 177\text{원/m}</math></p> <p>2) 재료비 ; 수평원형(피팅)배수관 = 1,320원/m<br/> 잡재료비 = <math>1,320\text{원} \times 0.03 = 39\text{원/m}</math></p> <p>2.피터 끼움작업 및 피터 결합 ;9,163원/개소당</p> <p>1) 노무비 ; 특별인부 = <math>0.04\text{인/EA} \times 92,956\text{원/인} = 3,718\text{원/EA}</math><br/> 2) 재료비 ; 피터 = 5,445원/EA<br/> (건설표준품셈 P629 (PE수도관접합및부설),물가자료p244(사면보강용자재))</p> <p>3.집수 및 배수 처리 ; -.집수 처리비 별도(특별한 경우에만 집수정설치)<br/> -.배수 처리비 별도(부지외곽 트렌치 설치는 필수적임)</p> |



## ▣. 상세 시공 및 주요 자재



수평배수관망



수평배수관망 설치 작업



[노출PBD 절단(20cm)]



[PBD를 배수관에 감쌓기]



[피터 밀어 넣기]



[결합 완성]

### 주요 자재

(물가자료P244, 사면보강용 자재 :참조)

피팅 배수관



(집수)슬리브 배수관



Fitter



판형연직 배수재(PBD)  
[시중 제품 이용]



# 연약지반처리 선재하 수평배수관망(PSD) 공법

## [Platform-fill Subhorizontal Drain Method]

사용 용도

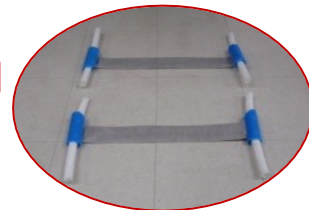
대표 시공 단면도

◎Type- "A" 형 사용 시공 단면

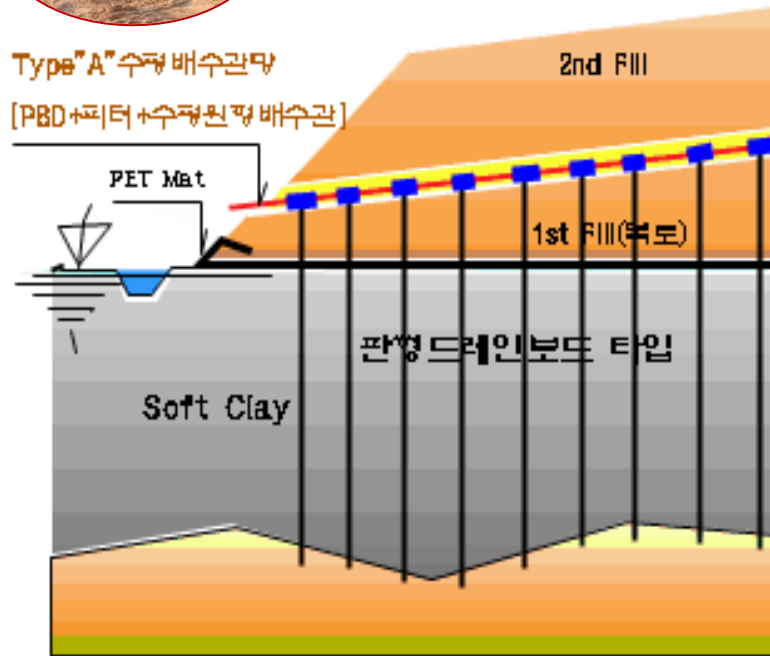
[연직드레인 PBD 타입 구간]

◎Type- "B" 형 사용 시공 단면

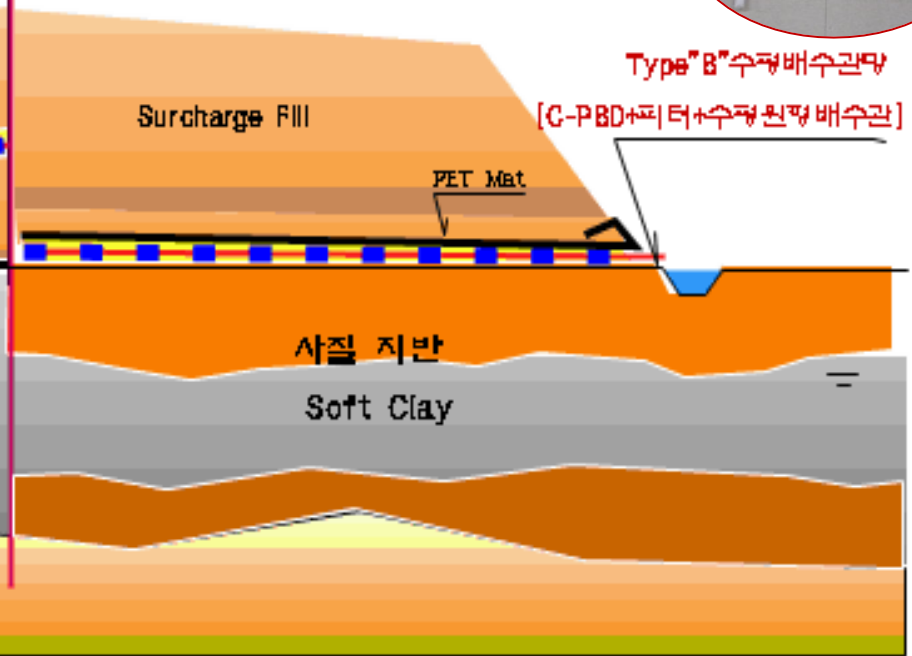
[연직드레인 PBD 무처리(Preloading)구간]



Type "A" 수평배수관망  
[PBD+필터+수평원형배수관]



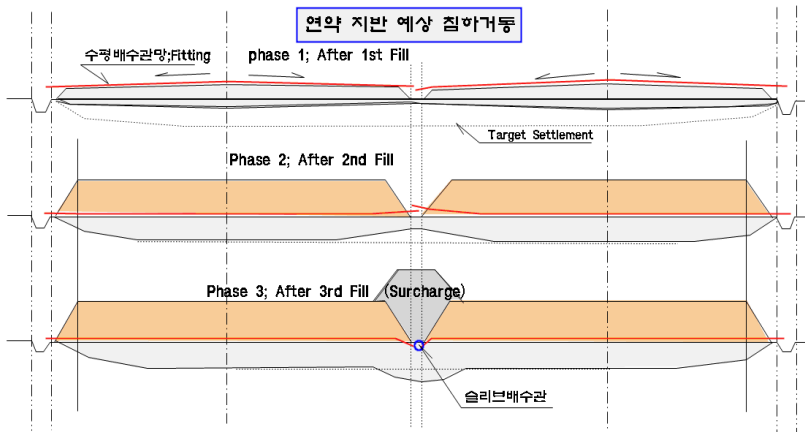
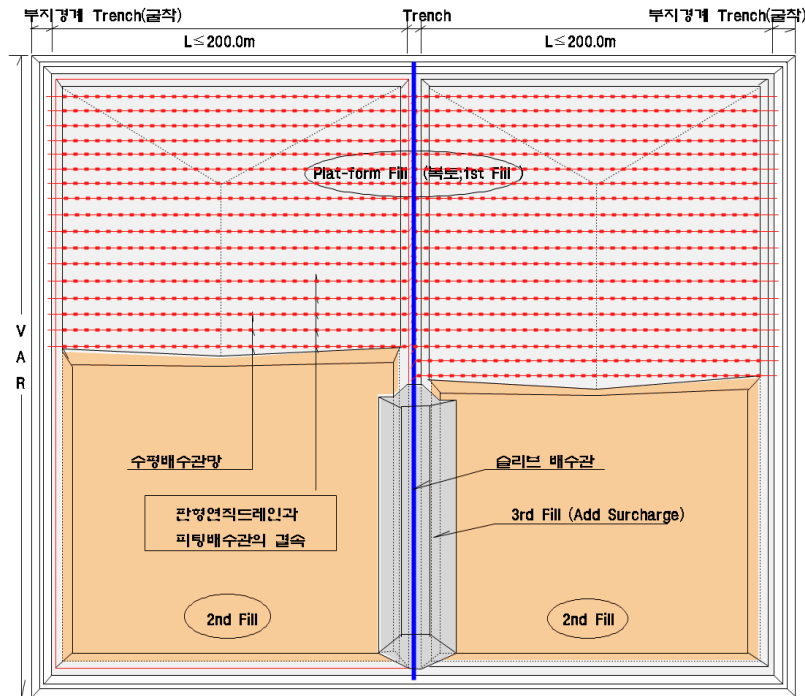
Type "B" 수평배수관망  
[C-PBD+필터+수평원형배수관]



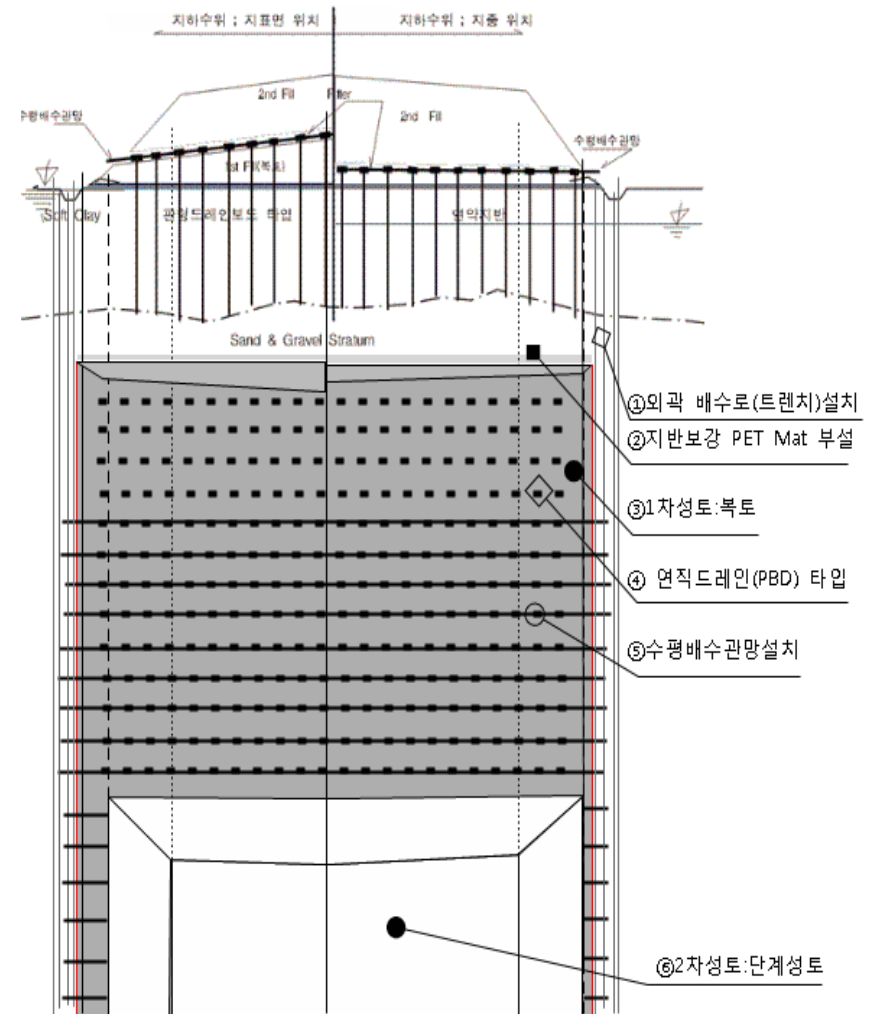


## ■.Type-A : 선재하 수평 배수 관망 (PSD)공법 대표 시공계획도

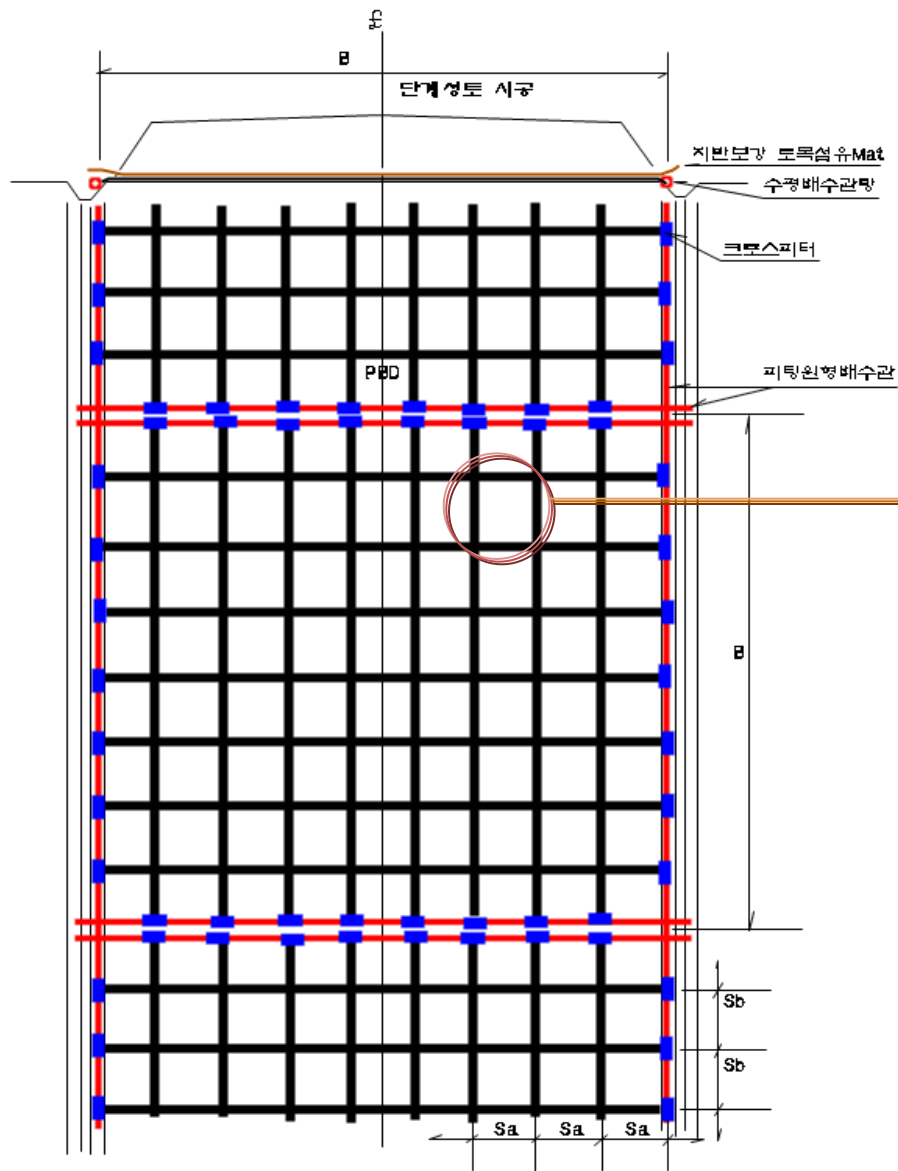
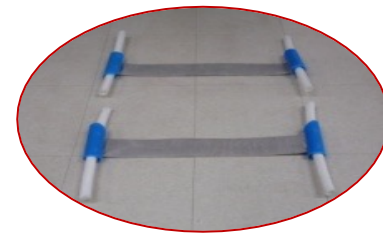
수평배수관망 System : 부지조성 대표 시공 계획도



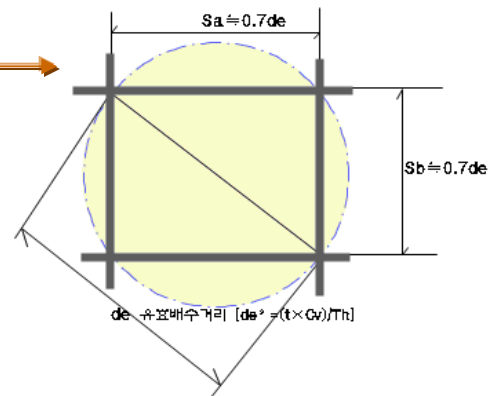
수평배수관망 System : 연약지반상 도로 지역 대표 시공 계획도



## ■.Type-B : PBD 무처리구간 수평 배수 관망 대표 시공계획도



배수관망 수거리  $de$  와 수평배수관망 관형배수제 배치 Grid( $Sa \times Sb$ )

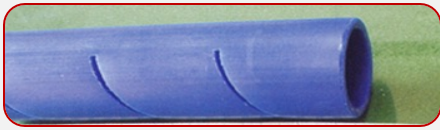
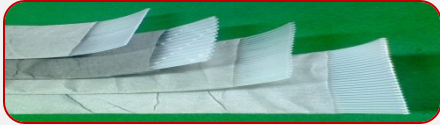


$$(Sa)^2 = (Sb)^2 = (de/2)^2 + (de/2)^2$$

$$\therefore Sa = Sb \approx 0.7de$$

## ■.공급 자재

### 수평배수관망 System 공사용 주요 공급자재

| 자 재 명 칭          | 적 용 용 도                                                                         | 형 태                                                                                  | 제 품 규 격                                                                                                                                                                                                                                                                            | 제품가격<br>(원) |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 피팅 배수관           | - 유입된 지중 과잉간극수를<br>지표면으로 직접 배수되도록<br>유도하기위한 원형 배수관                              |    | [메이커 : 우암이앤씨]<br>●.배수재 코아형태 ; 제조회사별 특성<br>-.HDPE재질원형관 ;[외경 $\geq$ 32mm( $\pm$ 2.0),<br>중량 $\geq$ 90g/m]<br>-. (원형코아)요철 $\approx$ 280EA/m<br>-. 배수공 면적 $\geq$ 14.0cm <sup>2</sup> /m<br>●.배수필터 ; 재질=PP,PE,<br>인장강도 $\geq$ 1.5kg/f, 인장신도 $\geq$ 50-150%,<br>투수계수 K $\geq$ 0.01cm/sec | (원/m)       |
| 크로스 피터           | - 판형 연직드레인(일반PBD)<br>과 피팅수(원형) 배수관의<br>연결 결속구                                   |    | [메이커 : 우암이앤씨]<br>-.재질 : HDPE -.외경 약 58mm<br>-.장변 길이 ; 21.3cm( $\pm$ 0.2)<br>-,인입부 ; 길이=105mm, 폭 $\geq$ 6.0mm<br>-.두께: 5.9mm( $\pm$ 0.3)                                                                                                                                            | (원/EA)      |
| 슬리브<br>배수관       | - 필요시 피팅배수관 보강<br>(침하시 변형을 방지)<br>-.블럭 경계부위 피팅배수관에<br>유입된 과잉간극수를<br>집수하여 외부로 배출 |    | [메이커 : 우암이앤씨]<br>-.재질: HDPE -.외경: 60mm<br>-.두께: 6.0mm( $\pm$ 0.1)<br>-.유입공통: 1.5mm<br>-.유입공간격: 7.0cm                                                                                                                                                                               | (원/m)       |
| 판형연직<br>드레인(PBD) | - 성토시 지중에 발생된<br>과잉간극 수를 신속하게<br>수평배수층으로 배출시키는<br>연직 드레인.                       |  | [메이커 : 시중제품, 제조회사별 다양]<br>-.Filter Sleeve 형태 :<br>●분리식 ; 유럽형<br>●융착식 ; 일본형<br>-.배수재 코아형태 ;제조회사별 특성                                                                                                                                                                                 |             |
| 수평배수관망<br>System | - 판형 연직드레인을<br>피팅 수평 원형배수관에<br>감싸은후 크로스 피터로<br>끼움시켜 결속시킨<br>수평 배수관망             |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                    |             |



## ■.연약지반처리 (PBD)공법 수평배수층 비교

| 구분                | Sand Mat                                                                                                                                                            | 자갈(순환골재)매트                                                                                                                                                          | 수평배수관망(한국)                                                                                                                                                            | 판형수평배수재(미국)                                                                                                                                                             | 판형수평배수재(일본)                                                                                                                                                             |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 시<br>공<br>전<br>경  |   |   |   |   |   |
| 주요재<br>료          | 모래                                                                                                                                                                  | (자갈, 쇠석)순환골재 + 상부 필터매트                                                                                                                                              | 수평원형 배수관, (구경>32m, 중량>90g/m) + 크로스 피터                                                                                                                                 | 대형 판형 수평배수재 (폭>20-60cm, 두께>8.0mm)                                                                                                                                       | 대형 판형 수평배수재 (폭>30cm, 두께>4.0mm)                                                                                                                                          |
| 기술<br>(산업<br>재산권) |                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                     | 한국토지주택공사+우암이앤씨 (한국, 미국 특허 등록)                                                                                                                                         | 2006,American Drainage Systems,Inc.                                                                                                                                     | 일본 해양 건설 협회. (일본 특허)                                                                                                                                                    |
| 경제성               | 1.0                                                                                                                                                                 | 0.8 – 1.7                                                                                                                                                           | 0.3 – 0.7                                                                                                                                                             | 0.7 – 1.2<br>(모래 부설 두께를 감소)                                                                                                                                             | 0.8 – 1.2<br>(모래 부설 두께를 감소)                                                                                                                                             |
| 시공성               | -모래 사용.<br>(모래 부존자원의 부족)                                                                                                                                            | 자갈 생산량의 한계성                                                                                                                                                         | -모래가필요치않다.<br>-공장제품으로 대량생산.<br>-시공이 매우 간단(인력).<br>(배수재1롤길이=400m)                                                                                                      | -소량의 모래가 필요.<br>-공장제품으로 대량생산<br>-시공시 운반및 부설 장비가 필요<br>(배수재1롤길이=50m)                                                                                                     | -소량의 모래가 필요.<br>-공장제품으로 대량생산<br>-시공시 운반및 부설장비가 필요<br>(배수재1롤길이=50-100m)                                                                                                  |



# 연약지반처리 PBD공법 수평배수관망(모래, 수평배수관망, Fiber Mat)

## 자재비 및 설치 공사비 비교

조건 **기당면적 (60m×100m=6,000m<sup>2</sup>)**

PBD타입 간격 **1.0m×1.0m(1.0m<sup>2</sup> 당1본), 1.5m×1.5m(2.25m<sup>2</sup> 당1본), 2.0m×2.0m(4.0m<sup>2</sup> 당1본)**

### 1) 자재비 비교

| 구분  | 모래(Sand)<br>(□-○-△)    | 수평배수관망<br>(●)                              | Fiber Mat<br>(■)  |
|-----|------------------------|--------------------------------------------|-------------------|
| 가격  | 15,000원/m <sup>2</sup> | 피팅배수관망<br>=1,320원/m<br>크로스피터<br>=5,445원/EA | 10,500원/m         |
| 메이커 |                        | 우림이앤씨<br>(물가지료)                            | 우진테크놀로지<br>(물가지료) |

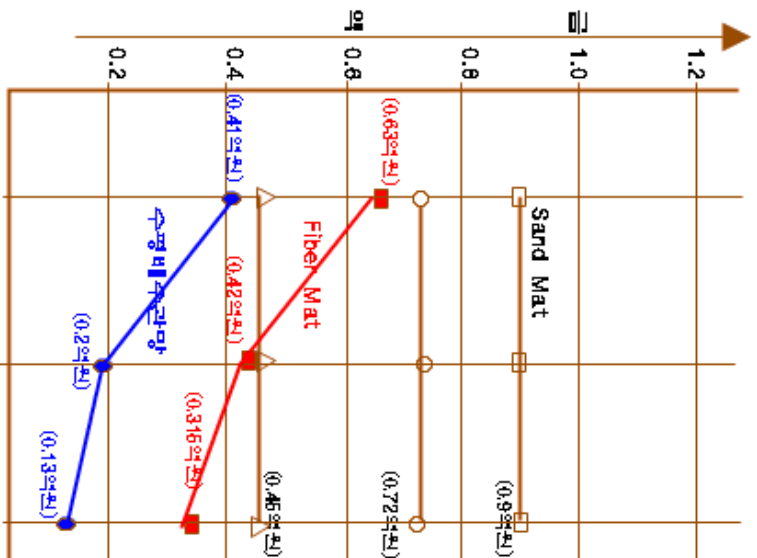
### 2) 설치 공사비 비교(자재비 포함)

| 구분                 | 모래(Sand)<br>(□-○-△)    | 수평배수관망<br>(●)                              | Fiber Mat<br>(■) |
|--------------------|------------------------|--------------------------------------------|------------------|
| 설치<br>공사비<br>(설계기) | 20,000원/m <sup>2</sup> | 피팅배수관망<br>=1,777원/m<br>크로스피터<br>=3,163원/EA | 12,000원/m        |
| (견적기)              |                        | 우림이앤씨                                      | 우진테크놀로지          |

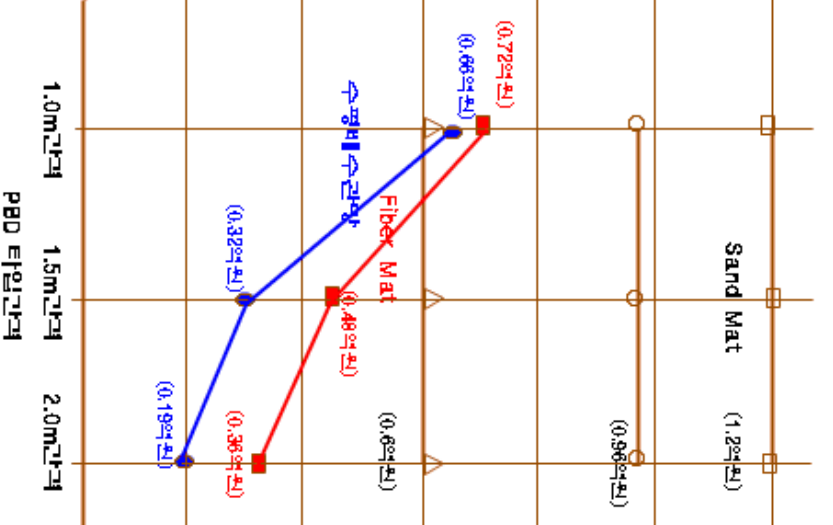
□- Sand Mat(T=1.0m) = 90,000,000원  
○- Sand Mat(T=0.8m) = 72,000,000원  
△- Sand Mat(T=0.5m) = 45,000,000원

□- Sand Mat(T=1.0m) = 120,000,000원  
○- Sand Mat(T=0.8m) = 96,000,000원  
△- Sand Mat(T=0.5m) = 60,000,000원

(단위:원) : 자재비 비교



(단위:원) : 설치 공사비 비교(자재비 포함)



## 중소기업 기술개발 지원사업

수평배수용인 모래를 대체할수있도록,

편평연직드레인을 수평 원형 유공 배수관에 결속시키는

수평 배수관망 System의 개발 과

이를 이용한 연약지반 처리 신재하(先載荷)배수 공법(PSD Method) 개발

# 최 종 보 고 서

WOO AM E&C

 한국 토지 주택공사

## 기술 개발 평가 : [공급 자체 생산 및 시공 계속자료 결과]

### ☐ “모래를 사용하지않는 연약지반 처리공법 기술개발

(한국토지공사 와 중소기업 기술개발 지원사업 공동기술개발)” 의 성과품인

[수평배수 관망System 및 이를 사용한 선제하 배수(PSD)공법]의 평가 및 활용

| 구 분                                                                                                                             | 기술개발 자체 및 시험 시공 실시 결과에 대한 평가                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 비 고             |                    |                                                                                                                                 |                                                                                                          |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 1. 자체 공급                                                                                                                        | 1. 공장제품으로 단기간에 대량생산이 가능하여 자체 공급에 따른 문제점이 없다.<br>2. 자체의 운반 및 취급이 매우 간단(단순 인력으로 취급가능).<br>3. 시험 생산 결과 주요 자체 생산량 :<br>- . 피터 생산량[250t/시출기(2캐비티)], 1Set기[톤] = 50,000개/월~60,000개/월<br>[400t/시출기(4캐비티)], 1Set기[톤] = 90,000개/월~110,000개/월<br>- . 수평 원형 배수관(압출기, 1Set기[톤] = 200,000m/월~300,000m/월<br>1. 모래 수평배수중인 Sand Mat 공사비보다 매우 경제적이다.                                                                                                                                                 |                 |                    |                                                                                                                                 |                                                                                                          |  |
| 2. 경제성                                                                                                                          | <table><tr><th>수평 배수 관망 System</th><th>모래 수평배수층(Sand Mat)</th></tr><tr><td>공 사 비<br/>① 수평배수관망 시스템 = 4,498원/㎡<br/>② 피팅 작업 = (1/1.5)m/㎡ × 1.574원/m = 1,049원/㎡<br/>③ 피팅 작업 = (1/2.25)EA/㎡ × 7,760원/EA = 3,449원/㎡</td><td>1. PET Mat 부설 : 1.0㎡ × 1,248원 = 1,248원/㎡<br/>2. 수평배수층 Sand Mat (T=80cm) 부설 : 0.8㎡ × 19,000원/㎡ = 15,200원/㎡</td></tr></table> <p>4. 합계 = 8,946원/㎡ ( Sand Mat)가격의 약54% )      3. 합계 = 16,448원/㎡</p> <p>2. 드레인 타입간격에 변화에 따라 Sand Mat공사비의 34%~65% 정도로 매우 경제적.</p> | 수평 배수 관망 System | 모래 수평배수층(Sand Mat) | 공 사 비<br>① 수평배수관망 시스템 = 4,498원/㎡<br>② 피팅 작업 = (1/1.5)m/㎡ × 1.574원/m = 1,049원/㎡<br>③ 피팅 작업 = (1/2.25)EA/㎡ × 7,760원/EA = 3,449원/㎡ | 1. PET Mat 부설 : 1.0㎡ × 1,248원 = 1,248원/㎡<br>2. 수평배수층 Sand Mat (T=80cm) 부설 : 0.8㎡ × 19,000원/㎡ = 15,200원/㎡ |  |
| 수평 배수 관망 System                                                                                                                 | 모래 수평배수층(Sand Mat)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                 |                    |                                                                                                                                 |                                                                                                          |  |
| 공 사 비<br>① 수평배수관망 시스템 = 4,498원/㎡<br>② 피팅 작업 = (1/1.5)m/㎡ × 1.574원/m = 1,049원/㎡<br>③ 피팅 작업 = (1/2.25)EA/㎡ × 7,760원/EA = 3,449원/㎡ | 1. PET Mat 부설 : 1.0㎡ × 1,248원 = 1,248원/㎡<br>2. 수평배수층 Sand Mat (T=80cm) 부설 : 0.8㎡ × 19,000원/㎡ = 15,200원/㎡                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                 |                    |                                                                                                                                 |                                                                                                          |  |
| 3. 시공성                                                                                                                          | 1. 수평배수 관망 설치 시공 속도는 연직드레인 타입 시공 속도보다 빠르다.<br>(연속적인 토공사 병행이 가능하여 공기 단축가능)<br>* 풍일 시공면적 대비 = 수평배수관망System 시공 기간(최적인원)=1.0 일때<br>연직드레인 타입 시공 기간(밴드릴)=2.0 이상<br>2. 우선 직후에 기계화 시공은 지반 변형으로 시공성 확보가 곤란하나<br>우선 직후에도 수평배수관망 설치 작업이 가능(인력).                                                                                                                                                                                                                                               |                 |                    |                                                                                                                                 |                                                                                                          |  |
| 4. 질량 거동 인접성                                                                                                                    | 1. 질량 계속결과 수평배수 관망System이 모래 수평배수중인 Sand Mat보다<br>집하량이 크게 나타나면서 정상적인 집하가 진행되고 있는 상태를 나타내고있음.<br>2. 계속 자료를 근거로 수평배수 관망System은 모래수평배수중인 Sand Mat보다<br>집하에대한 인접성이 좋은 것으로 판단됨.                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                 |                    |                                                                                                                                 |                                                                                                          |  |
| 5. 환경보존                                                                                                                         | 1. 모래 수평배수중인 Sand Mat는 매우 많은양의 모래가 필요하게된다.<br>2. 모래 공급을 위해서는 야상또는 매설토적지를 준설하게되는데<br>이때 주변 생태환경이 훼손되는 문제점이 있다.<br>3. 따라서 모래 수평배수중인 Sand Mat를 수평배수관망System으로 대체할 경우<br>야상 및 매설토적지 주변 생태계의 환경을 보존할 수 있고,<br>모래 부원자원을 보존할수있는 매우 효과적인 대책임.                                                                                                                                                                                                                                              |                 |                    |                                                                                                                                 |                                                                                                          |  |
| 6. 기술개발 평가                                                                                                                      | 1. 수평배수 관망System은 모래수평배수중인 Sand Mat보다 매우 경제적이면서 시공성,<br>집하에대한 인접성이 매우 우수한 것으로 판단되었음.<br>2. 모래 수평배수중인 Sand Mat를 본 기술개발 성과품인 수평배수관망System으로 대체할 경우<br>공사비 절감효과 뿐만아니라 환경보존 및 모래 부원자원을 보존할수있다.                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                 |                    |                                                                                                                                 |                                                                                                          |  |

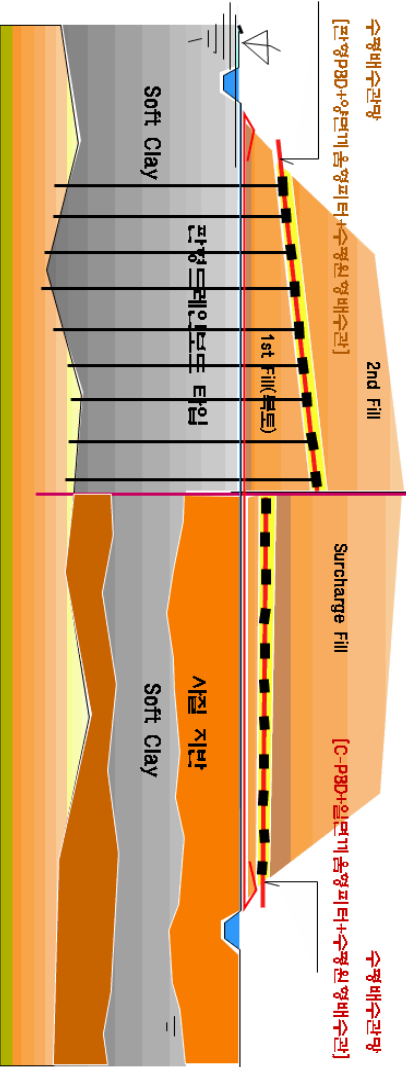
# ■수평배수관망System의 활용

| 구 분    | Type 양면 기움형 피터                                                                                                                       | Type 일면 기움형 피터                                                                                                                                         |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 생 산품   |                                                   |                                                                    |
| 사 용 용도 | <ul style="list-style-type: none"> <li>-관형연직드레인보드를 수평원형배수관에 결합시키는 피터(지표면과 연직방향)</li> <li>-연직드레인공법의 모래 수평배수층을 대체하는 수평배수관망.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>-관형드레인보드(C-PBD)를 수평원형배수관에 결합시키는 피터(지표면과 수평방향)</li> <li>-연직드레인을 설치하지않는 프리토당공법의 모래 수평배수층을 대체하는 수평배수관망.</li> </ul> |

## 사 용 용도

### 대표 시공 단면도

- “양면기움형 피터” 사용 시공 단면  
[연직드레인 공법 구간]
- “일면 기움형 피터” 사용 시공 단면  
[Preloading 공법 구간]



## ■. 시공 및 계측

■. 영종도 하늘도시 3공구 (한국토지공사)

수평배수관망 System 시공 전경 및 침하계측 [ 부지(단지) 조성 지역 면적 = 50m×100m ]



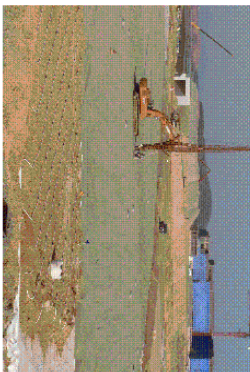
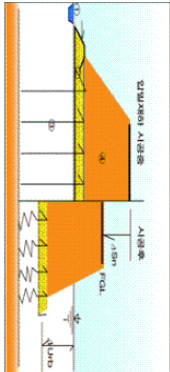
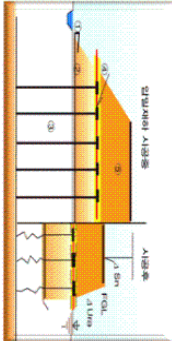
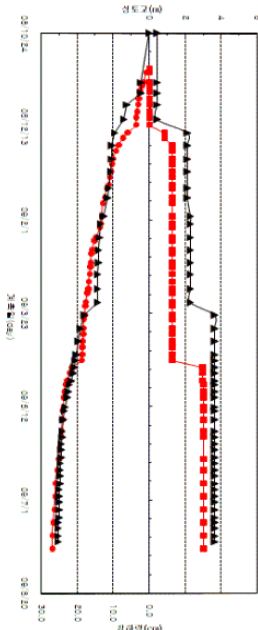
Sand Mat 와 수평배수관망 System  
비교





# 1) 단지(부지 조성)지역

■.수평배수중인 샌드 매트와 수평배수관망의 점차 계속 비교

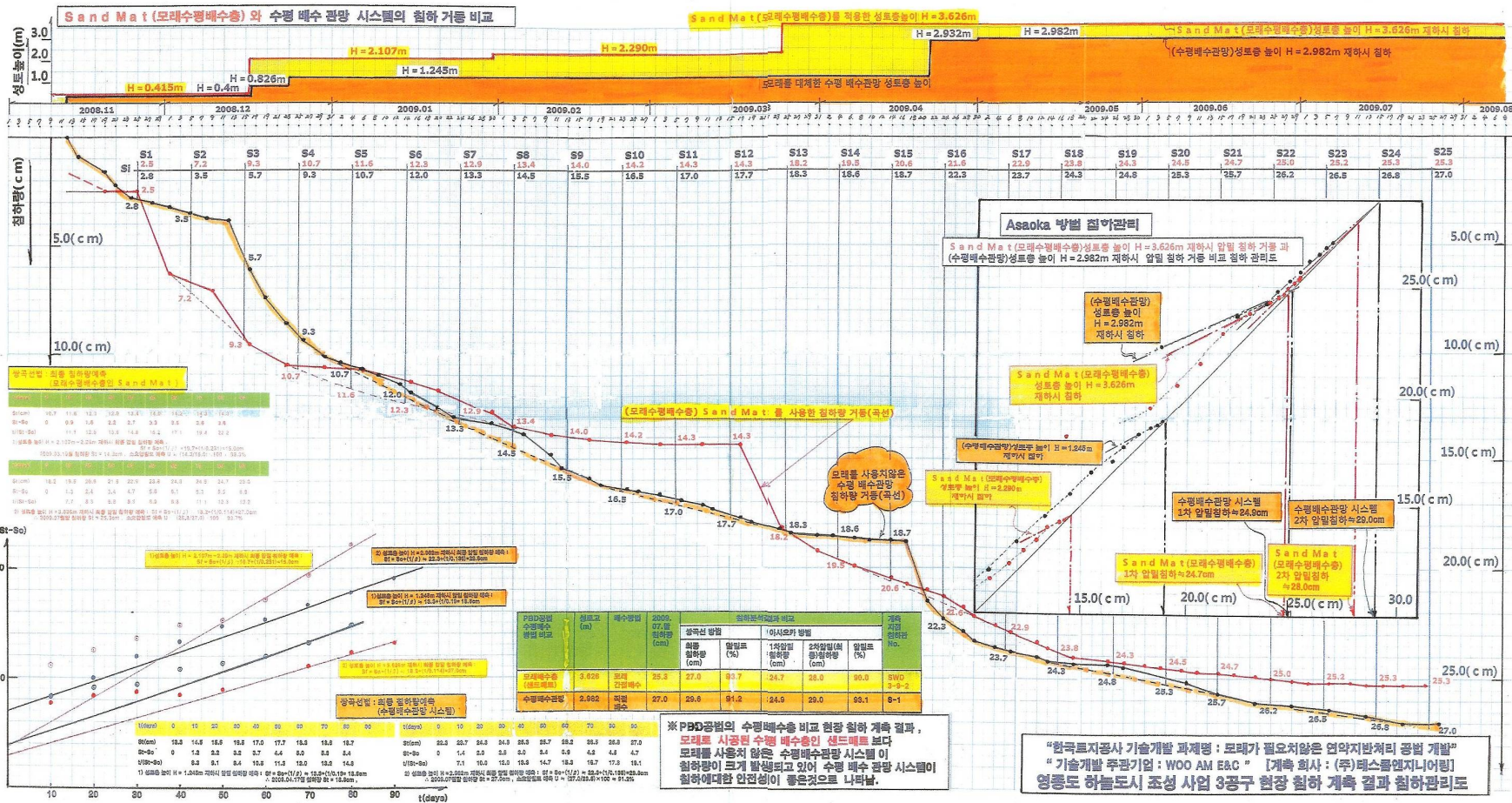
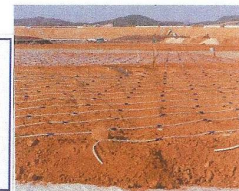
| 구분                      | 모래 수평배수중인 샌드매트                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 모래를 사용하지 않은 수평 배수관망 시스템                                                              |                    |           |                |             |      |             |             |                      |             |           |                |              |       |      |      |      |      |      |      |             |         |       |      |      |      |      |      |      |      |       |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------|----------------|-------------|------|-------------|-------------|----------------------|-------------|-----------|----------------|--------------|-------|------|------|------|------|------|------|-------------|---------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 시공 전경<br>(영종도 마늘도시 3공구) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |                    |           |                |             |      |             |             |                      |             |           |                |              |       |      |      |      |      |      |      |             |         |       |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 대표<br>시공 단면             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |                    |           |                |             |      |             |             |                      |             |           |                |              |       |      |      |      |      |      |      |             |         |       |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 시공 순서                   | ①연약지반 표상 P E T 매트 부설<br>②모래 수평배수중인 샌드매트 부설<br>③연크드레인 타입<br>④단계 성토                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | ①연약지반 표상 P E T 매트 부설<br>②복토 성토<br>③연크드레인 타입<br>④수평배수관망 설치<br>⑤단계 성토                  |                    |           |                |             |      |             |             |                      |             |           |                |              |       |      |      |      |      |      |      |             |         |       |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 경 제 성                   | 1.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0.35 - 0.65                                                                          |                    |           |                |             |      |             |             |                      |             |           |                |              |       |      |      |      |      |      |      |             |         |       |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 계측 자료                   | <p>성토고-침하곡선(S-1, D9-2)</p>  <p>※ 모래를 사용하지 않은 수평배수관망 성토고 2.982(m) 침하거동 : <span style="color:red">—●—</span><br/>※ 모래배수중인 샌드매트 성토고 3.626(m) 침하거동 : <span style="color:red">—■—</span></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                      |                    |           |                |             |      |             |             |                      |             |           |                |              |       |      |      |      |      |      |      |             |         |       |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 계측 결과 분석                | <table><tr><th rowspan="2">P B D 공법 수평배수 방법비교</th><th rowspan="2">성 토 배수방법</th><th colspan="4">침하 분석 결과 표</th><th rowspan="2">계측 침하량 N o.</th></tr><tr><th>2009. 07월말 침하량 (o m)</th><th>최종침하량 (o m)</th><th>압 밀 도 (%)</th><th>1차압밀 침하량 (o m)</th></tr><tr><td>모래배수용 (샌드매트)</td><td>3.626</td><td>25.3</td><td>27.0</td><td>93.7</td><td>24.7</td><td>28.0</td><td>90.0</td><td>S W D 3-9-2</td></tr><tr><td>수평배수 관망</td><td>2.982</td><td>직결배수</td><td>27.0</td><td>29.6</td><td>91.2</td><td>24.9</td><td>29.0</td><td>93.1</td><td>S - 1</td></tr></table> <p>참고: 1. P B D 공법의 수평배수용 비교 침하계측 결과 모래수평배수중인 샌드매트보다 오히려 모래를 사용하지않은 수평배수관망 시스템이 침하량이 크게 발생되고있어 수평배수관망시스템이 침하에 대한 안전성이 충분것으로 나타남.<br/>2. 모래수평배수중인 샌드매트를 수평배수관망시스템으로 대체사용하더라도 침하에대한 안전성은 충분히 확보되며, 환경도문 효과 및 매우 경제적인것으로 평가됨.</p> |                                                                                      | P B D 공법 수평배수 방법비교 | 성 토 배수방법  | 침하 분석 결과 표     |             |      |             | 계측 침하량 N o. | 2009. 07월말 침하량 (o m) | 최종침하량 (o m) | 압 밀 도 (%) | 1차압밀 침하량 (o m) | 모래배수용 (샌드매트) | 3.626 | 25.3 | 27.0 | 93.7 | 24.7 | 28.0 | 90.0 | S W D 3-9-2 | 수평배수 관망 | 2.982 | 직결배수 | 27.0 | 29.6 | 91.2 | 24.9 | 29.0 | 93.1 | S - 1 |
| P B D 공법 수평배수 방법비교      | 성 토 배수방법                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 침하 분석 결과 표                                                                           |                    |           |                | 계측 침하량 N o. |      |             |             |                      |             |           |                |              |       |      |      |      |      |      |      |             |         |       |      |      |      |      |      |      |      |       |
|                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2009. 07월말 침하량 (o m)                                                                 | 최종침하량 (o m)        | 압 밀 도 (%) | 1차압밀 침하량 (o m) |             |      |             |             |                      |             |           |                |              |       |      |      |      |      |      |      |             |         |       |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 모래배수용 (샌드매트)            | 3.626                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 25.3                                                                                 | 27.0               | 93.7      | 24.7           | 28.0        | 90.0 | S W D 3-9-2 |             |                      |             |           |                |              |       |      |      |      |      |      |      |             |         |       |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 수평배수 관망                 | 2.982                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 직결배수                                                                                 | 27.0               | 29.6      | 91.2           | 24.9        | 29.0 | 93.1        | S - 1       |                      |             |           |                |              |       |      |      |      |      |      |      |             |         |       |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 평가                      | <p>호고: 1. 2008. 11월 12일 2. 2008. 12월 09일 까지 동일성토 높이에서는 침하에대한 호고수원산인이 정상적으로 발생하지않으나, 2008. 12월 09일 이후부터는 성토 직후순 계측지점의 재침하보다 높게 불규칙적으로 수평침하되며 적용 이중방장으로인해 계측 분석 불가.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                      |                    |           |                |             |      |             |             |                      |             |           |                |              |       |      |      |      |      |      |      |             |         |       |      |      |      |      |      |      |      |       |



- ① 연약지반 보강 PET Mat 부설
- ② Sand Mat 부설 (포설두께 50~100cm)
- ③ 연직드레인 시공
- ④ 단계성토 시공 (Fill)



- ① 연약지반 보강 PET Mat 부설
- ② 1st Fill (복토)
- ③ 연직드레인 시공
- ④ 수평배수관망 설치
- ⑤ 2nd Fill (단계성토)





## ■. 시공 및 계측

■. 청라지구 4공구 (한국토지공사) 수평배수관망 System 시공 전경 및 침하계측  
[ 도로(중로) 지역 면적 = 50m×100m ]



자갈(순환골재) Mat 와 수평배수관망 System 비교

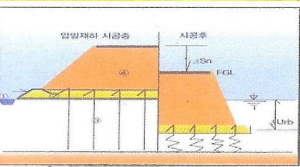






# 일반적인 연직드레인 공법인 PBD공법의 수평 배수층 비교

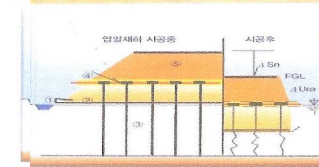
## [자갈(순환골재)수평배수층 대표 단면]



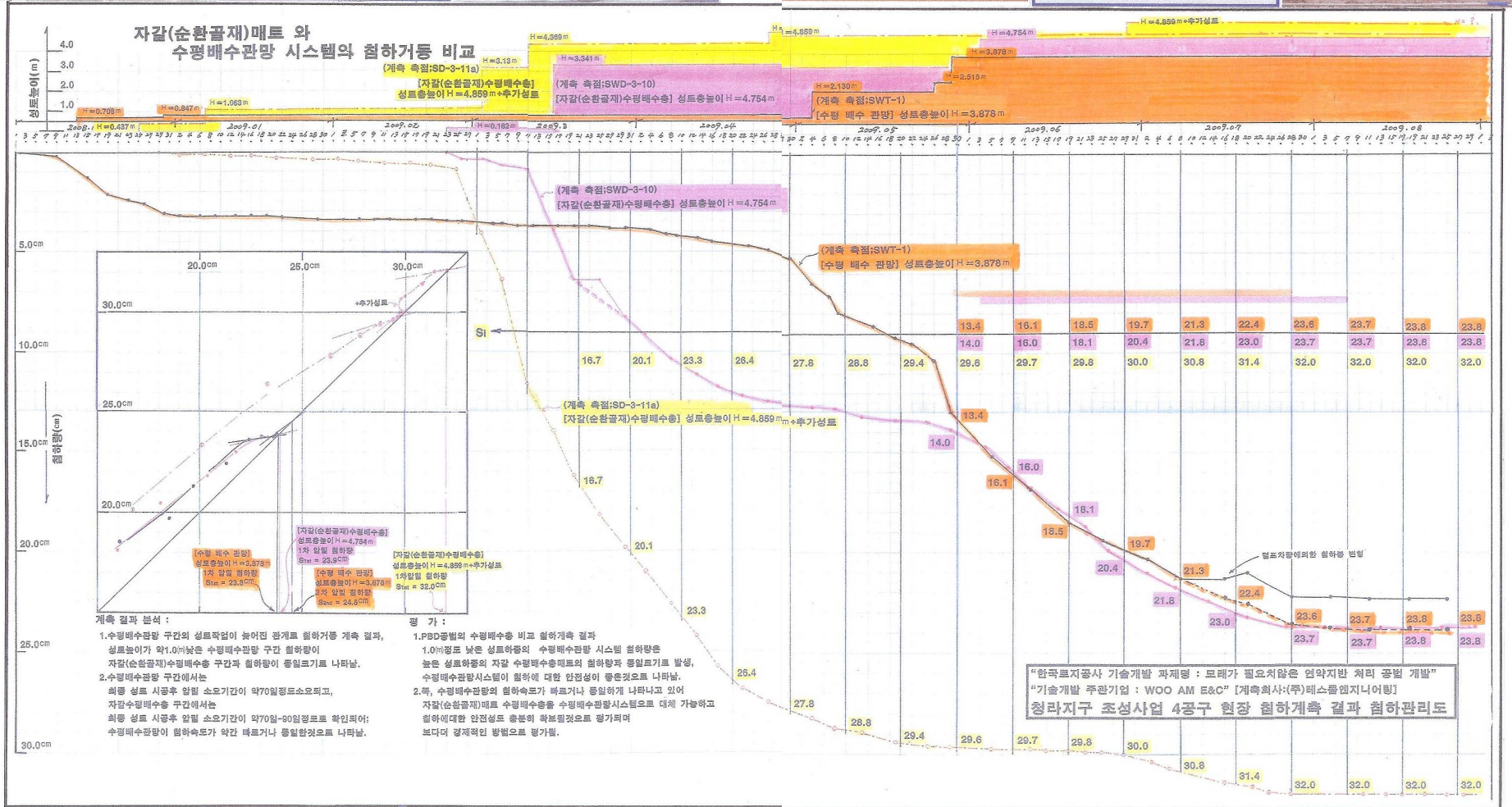
- 시공순서 ;
- ①연약지반 보강 PET매트 부설
  - ②자갈 또는 순환골재 부설
  - ③연직드레인 타입
  - ④상부 필터매트 부설
  - ⑤단계 성토



## [수평 배수 관망 시스템 대표단면]



- 시공순서 ;
- ①연약지반 보강 PET매트 부설
  - ②책토 성토
  - ③연직드레인 타입
  - ④수평배수관망 설치
  - ⑤단계 성토





# ■ The Fitting Type Vertical Drain Method, Need not Sand ■

(Beforehand Platform-Fill and Subhorizontal Drain by Fitting Method)



Phase,1: Platform  
fill



Phase,2: Installation  
Plastic Board Drain



Phase,3: Installation  
Fitting work



Phase,4: Earth Fill  
work



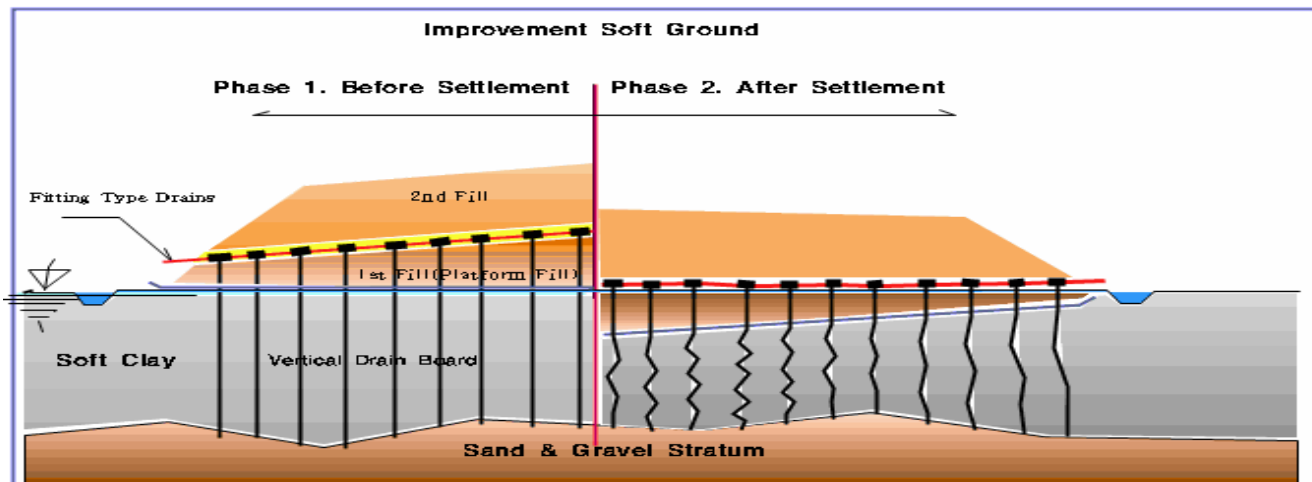
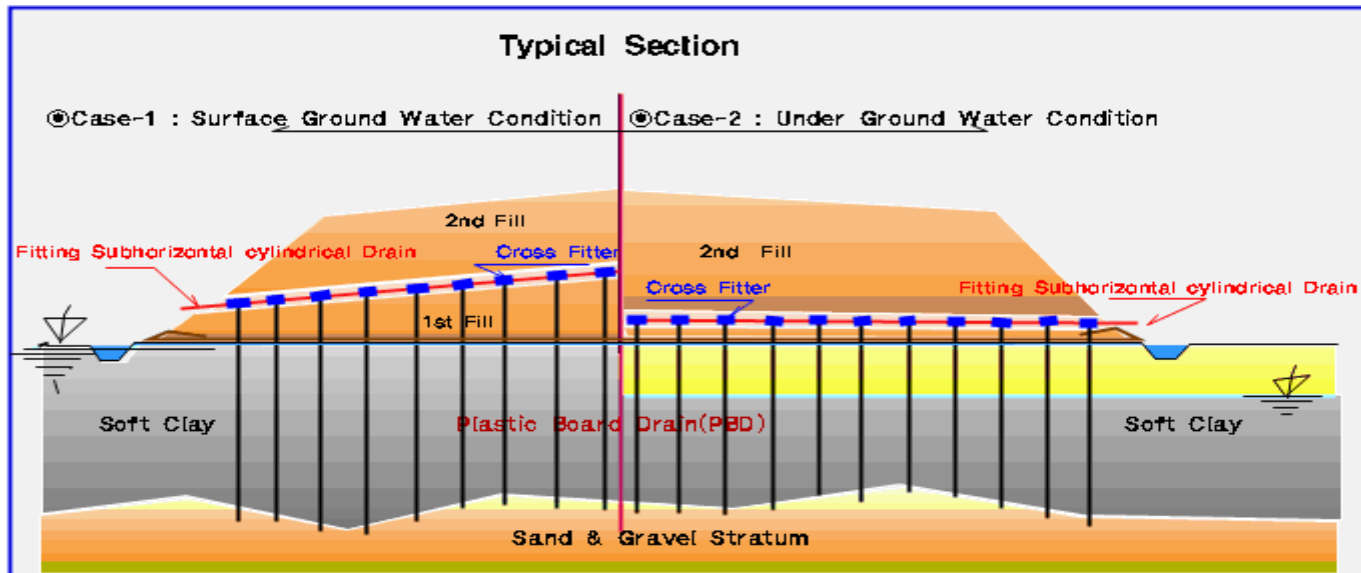
## WOO AM E&C

2010.07

[<http://www.woamenc.com>]

# Fitting Type Vertical Drain Method Typical Cross Section

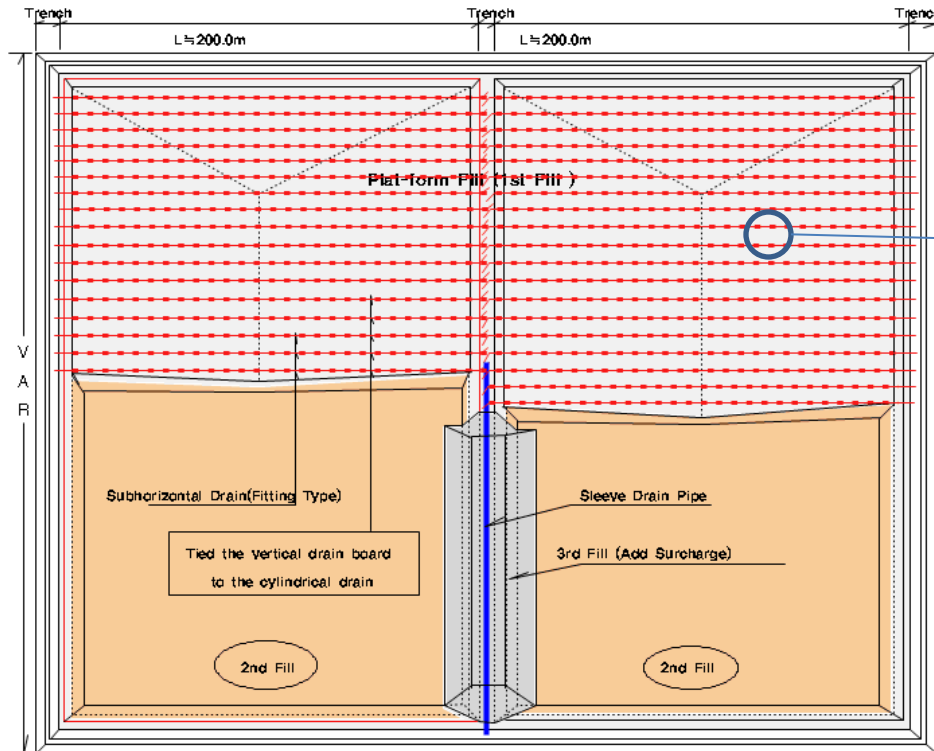
(Use to the cross fitter, Method tied the vertical drain board to the subhorizontal drain of cylindrical shape)



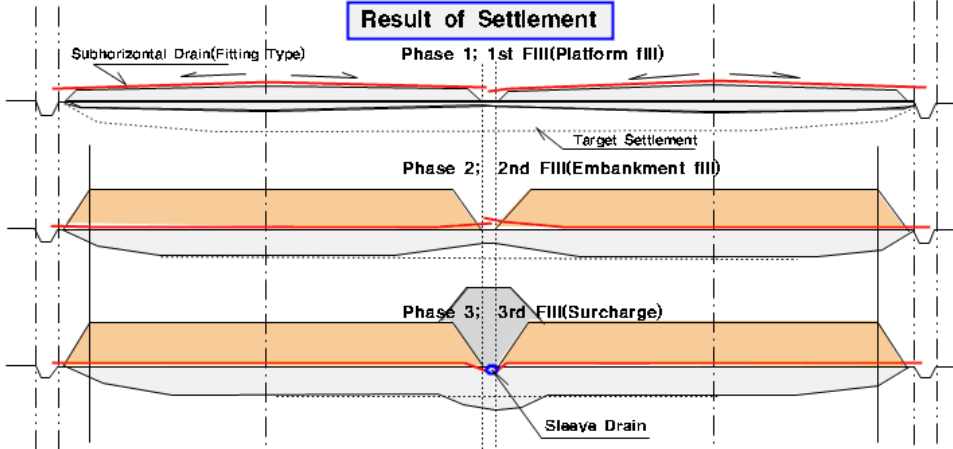
## Compair with Sand Mat and Fitting Type Drain Method

| Classify        | A Traditional Vertical Drain Method                                | New Model by Fitting Type Vertical Drain Method                                                                                                                         |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Drain System    | <div> <div></div> Sand Mat (Sand Fill Thickness = 50-100cm) </div> | <div> <div></div> Use to the cross fitter,Method tied the vertical drain board to the subhorizontal drain of cylindrical shape. </div>                                  |
| Typical Section |                                                                    |                                                                                                                                                                         |
| Cost            | 1.0                                                                | 0.3-0.6                                                                                                                                                                 |
| Period          | $t = 1.0$                                                          | $t \leq 0.5$                                                                                                                                                            |
| Effect          |                                                                    | <div> <div></div> Preservation of Sand Resources </div> <div> <div></div> Reduce construction cost </div> <div> <div></div> Need not Sand or Well Pumping system </div> |

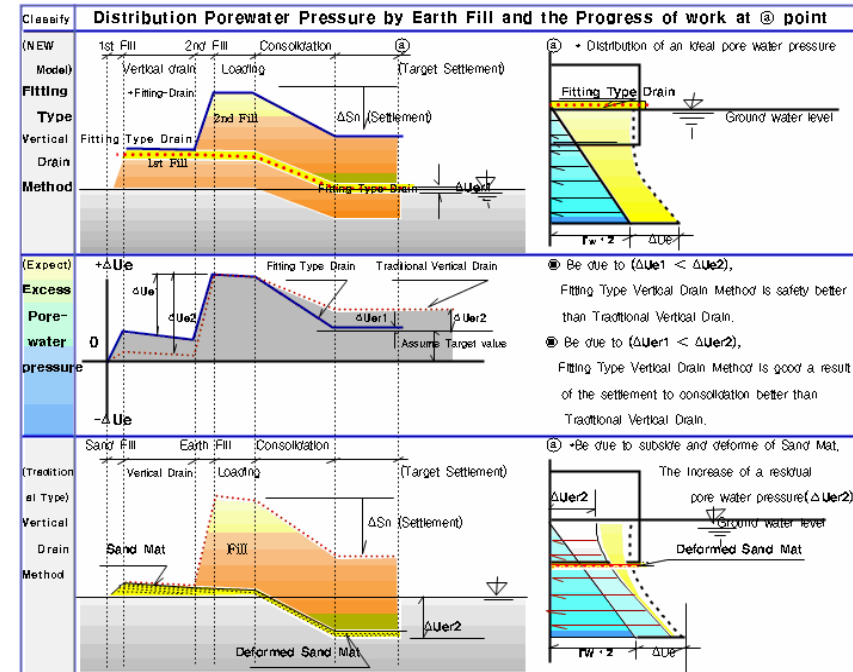
## Fitting Type Vertical Drain Method Typical Plan



### Result of Settlement



## Compair with Excess Porewater Pressure





# ■. WORK PROCEDURE & Main

Phase-1. Platform Fill



Material



Phase-2. Installation Plastic Board Drain(PBD)



Phase-3. Fitting Work



Phase-4. Earth Fill



Subhorizontal Drain System View



Subhorizontal Drain System Fitting Work Views



[PBD Cutting(20cm)]



[PBD Wrapping]



[Cross fitter Inserting]



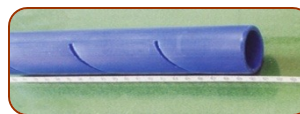
[Finish]

Main Material

Fitting Drain Pipe



Sleeve Drain Pipe



Cross Fitter



Plastic Board Drain(PBD)



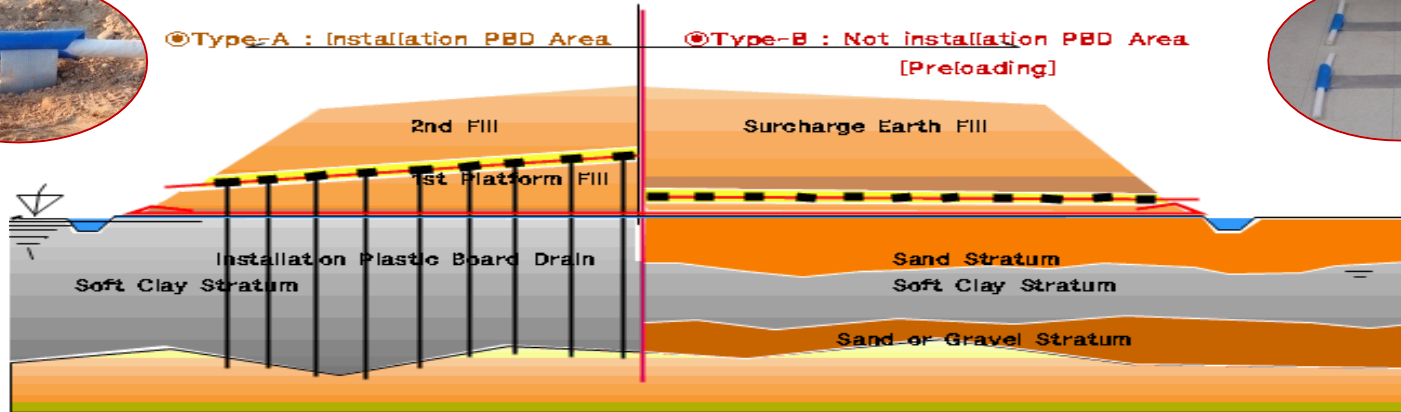
# USE

## Typical Section

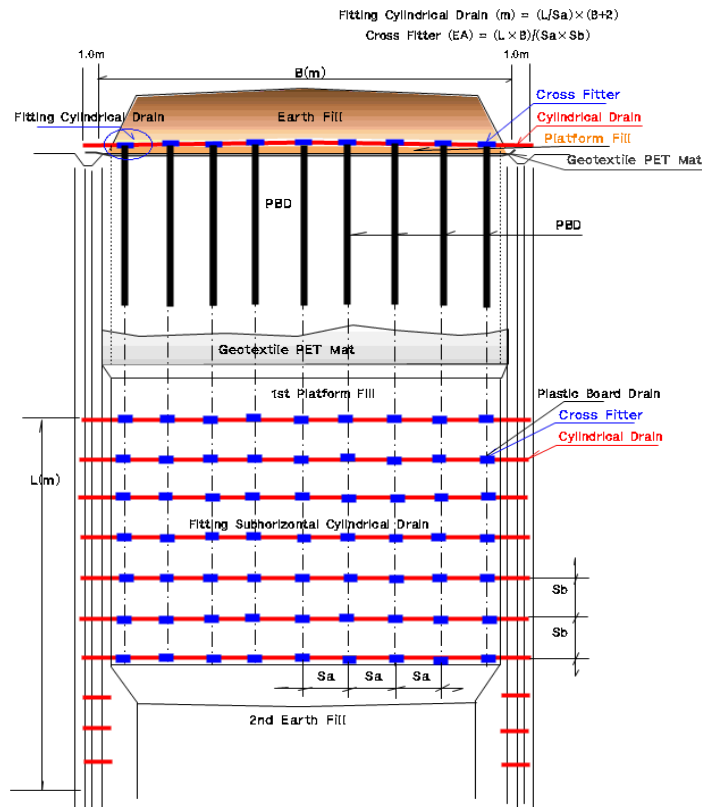


◎Type-A : Installation PBD Area

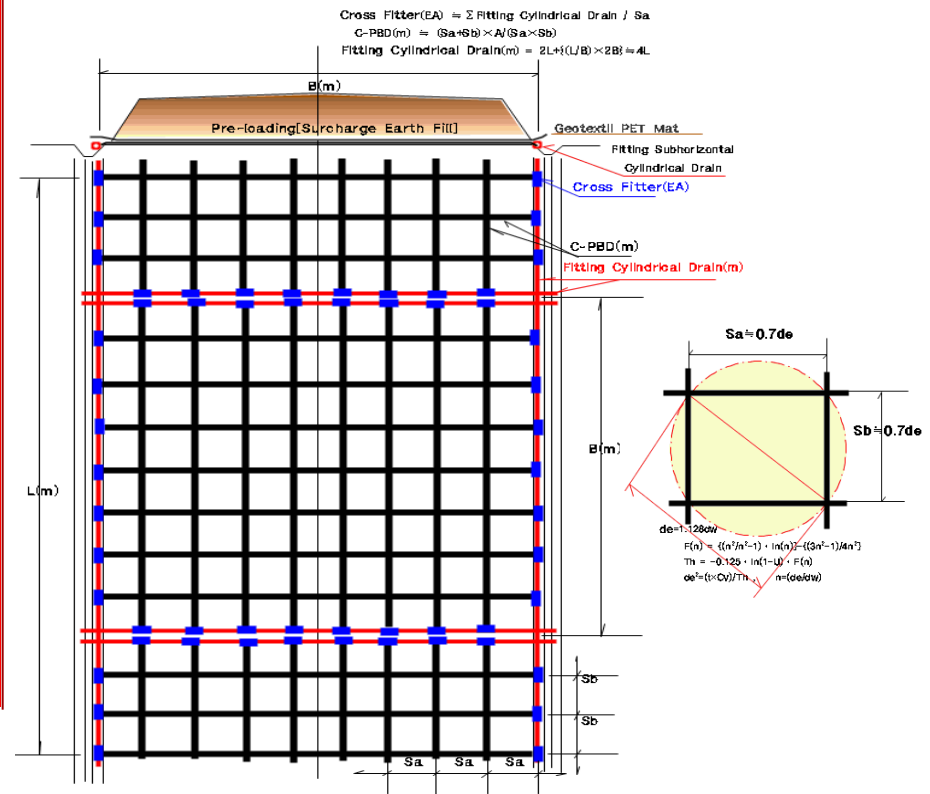
◎Type-B : Not installation PBD Area [Preloading]



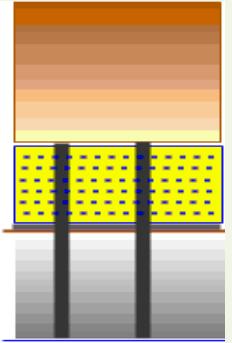
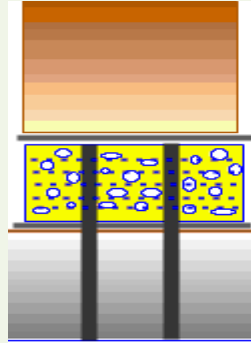
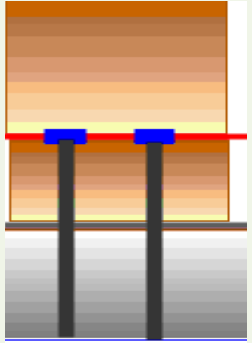
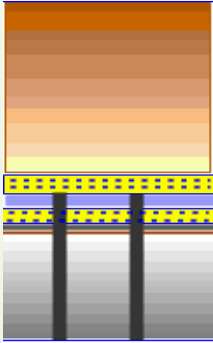
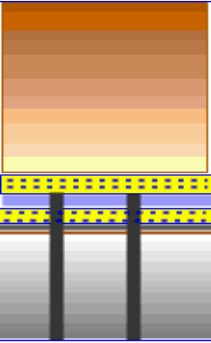
Type-A Plan (Installation PBD Area)



Type-B Plan (Not Installation PBD Area; Surcharge)



# Compare with Sand Mat vs Subhorizontal Drain Fitting Method

| Div-                            | Sand Mat                                                                                                                                                            | Gravel Mat                                                                                                                                                          | Fitting Method (Korea)                                                                                                                                                | Overlay Method (U.S.)                                                                                                                                                   | Overlay Method (Japan)                                                                                                                                                  |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| V<br>I<br>E<br>W                |   |   |   |   |   |
| S<br>E<br>C<br>T<br>I<br>O<br>N |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |
| P<br>A<br>T<br>e<br>n<br>t      |                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                     | Korea ;<br>Pat No.10-0873184<br>U.S. ; Pat No.<br>US7,607,861B2                                                                                                       | 2006,American<br>Drainage Systems,Inc.                                                                                                                                  | Japan                                                                                                                                                                   |
| Materi<br>al                    | Sand                                                                                                                                                                | Gravel +<br>Geotextile Mat                                                                                                                                          | Cross Fitter +<br>Clyndrical Drain                                                                                                                                    | Large Board Drain +<br>Sand                                                                                                                                             | Large Board Drain +<br>Sand                                                                                                                                             |
| Cost                            | 1.0                                                                                                                                                                 | 0.8 – 1.7                                                                                                                                                           | 0.3 – 0.7                                                                                                                                                             | 0.7 – 1.4                                                                                                                                                               | 0.7 – 1.7                                                                                                                                                               |



## ▣. 산업 재산권(Patent : Korea , U.S)

  
**특 허 증**  
CERTIFICATE OF PATENT

**특 허 제 10-0873184 호**      **출원번호 제 2007-0053363 호**  
(PATENT NUMBER)      (APPLICATION NUMBER)

**출원일 2007년 05월 31일**  
(FILING DATE: YY/MM/DD)

**등록일 2008년 12월 03일**  
(REGISTRATION DATE: YY/MM/DD)

**발명의명칭 (TITLE OF THE INVENTION)**  
판형연직드레인과 원형수평배수관의 연결구조 및 이를이용한  
연약지반처리 수평배수층 시공방법

**특허권자 (PATENTEE)**  
등록사항란에 기재

**발명자 (INVENTOR)**  
강수용 ( [REDACTED] )  
[REDACTED]

위의 발명은 「특허법」에 의하여 특허등록원부에 등록  
되었음을 증명합니다.  
(THIS IS TO CERTIFY THAT THE PATENT IS REGISTERED ON THE REGISTER OF THE KOREAN  
INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE.)

2008년 12월 03일

 **특 허 청**        
COMMISSIONER, THE KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

**등 록 사 항**

**특 허 등록 제 10-0873184 호**  
(PATENT NUMBER)

**특 허 권 자 (PATENT)**  
강수용 ( [REDACTED] )

한국토지공사(114271-0\*\*\*\*\*)  
경기 성남시 분당구 경자동 217





# The United States of America



## The Director of the United States Patent and Trademark Office

*Has received an application for a patent for a new and useful invention. The title and description of the invention are enclosed. The requirements of law have been complied with, and it has been determined that a patent on the invention shall be granted under the law.*

*Therefore, this*

## United States Patent

*Grants to the person(s) having title to this patent the right to exclude others from making, using, offering for sale, or selling the invention throughout the United States of America or importing the invention into the United States of America, and if the invention is a process, of the right to exclude others from using, offering for sale or selling throughout the United States of America, or importing into the United States of America, products made by that process, for the term set forth in 35 U.S.C. 154(a)(2) or (c)(1), subject to the payment of maintenance fees as provided by 35 U.S.C. 41(b). See the Maintenance Fee Notice on the inside of the cover.*

*David J. Kappas*

*Director of the United States Patent and Trademark Office*



US007607861B2

(12) **United States Patent**  
**Kang**

(10) **Patent No.:** **US 7,607,861 B2**  
(45) **Date of Patent:** **Oct. 27, 2009**

(54) **CONNECTION STRUCTURE OF  
PLATE-TYPE VERTICAL DRAIN AND  
CIRCULAR HORIZONTAL DRAINPIPE AND  
METHOD OF CONSTRUCTING  
HORIZONTAL DRAIN LAYER IN SOFT  
GROUND USING THE SAME**

(56) **References Cited**  
**U.S. PATENT DOCUMENTS**  
2006/0133897 A1 \* 6/2006 Allard et al. .... 405/43  
2006/0188344 A1 \* 8/2006 Boys ..... 405/284  
2007/0243019 A1 \* 10/2007 Baker ..... 405/36

(76) Inventor: **Soo Yong Kang**, 13-1201, New Town

## FOREIGN PATENT DOCUMENTS

(\*) Notice: Subject to any disclaimer, the term of this patent is extended or adjusted under 35 U.S.C. 154(b) by 0 days.

JP 1992-254610 9/1992  
KR 102000074033 12/2000  
KR 10-0390285 10/2003

\* cited by examiner

(21) Appl. No.: **12/151,772**

(22) Filed: **May 8, 2008**

*Primary Examiner*—Tara Mayo-Pinnoch  
(74) *Attorney, Agent, or Firm*—Abelman, Frayne & Schwab

(65) **Prior Publication Data**  
US 2008/0298895 A1 Dec. 4, 2008

## (57) ABSTRACT

(30) **Foreign Application Priority Data**  
May 31, 2007 (KR) ..... 10-2007-0053363

A connection structure of plate type vertical drains and a circular horizontal drainpipe and a method of constructing a horizontal drain layer in soft ground using the same. The plate type vertical drains are coupled to the circular horizontal drainpipe using cylindrical filters, so that excess pore water can be easily drained from underground even if the horizontal drain layer is constructed by pouring soil instead of sand, thereby reducing construction costs and a construction period.

(51) **Int. Cl.**  
**E02B 11/00** (2006.01)  
(52) **U.S. Cl.** ..... **405/43; 210/170.01; 405/50**  
(58) **Field of Classification Search** ..... **405/36, 405/43, 45, 50, 51; 210/170.01**  
See application file for complete search history.

**7 Claims, 6 Drawing Sheets**

