

## 다지점 우수/침출수 전환배제를 이용한 안정화촉진 매립공법

유호원\* 박봉현\*\* 장근\*\*\* 박상철\*\*\*

\*(주)엔바이로피아 \*\*수도권 매립지 관리공사 \*\*\*(주)엔비텍

### I. 서론

우리나라는 1999년의 경우 재활용을 제외한 전체 생활쓰레기의 83.4%를 매립에 의존하여 매립처분방 법이 차지하는 비율이 매우 높다.<sup>1)</sup> 매립지의 설계 및 시공은 준호기성 위생매립의 개념으로 설계, 시 공되고 있으며 이는 과거의 비위생매립지에 최종처분하는 것에 비하여 기술적으로 많은 진보가 이루 어졌다. 그러나 현재의 위생매립지에도 여러 가지의 환경적인 문제점이 여전히 존재하며 그 중에서도 특히 우수의 안전한 배제와 침출수의 신속한 배제, 그리고 우리나라와 같이 유기성 폐기물의 매립비 율이 높은 경우에는 매립지안정화가 효과적으로 수행될수 있는 매립구조의 구성에 주안을 두어야 한 다.

즉, 매립지의 우수 및 침출수제어를 위한 바람직한 매립공법은 원할한 우수배제 및 침출수배제를 통 하여 매립지내부의 침출수 수위를 낮추고 호기성영역 증대효과로 매립지의 조기안정화, 침출수의 성 상개선, 매립구조물의 안전성확보, 침출수의 누출 방지를 달성하는 것이다. 그러므로 본 연구에서는 수치해석 모델링과 실험을 통하여 기존의 바닥집배수관에 의한 침출수 배제와 바닥, 사면소단을 이용 한 집배수에 의한 효율을 비교검토하여 생활폐기물매립지의 우수 및 침출수 문제를 제어하고 개선하 여 준호기성 위생매립을 진일보시키고자 하는 데 목적이 있다.

### II. 실험 방법 및 결과

#### 1. 침출수 배제개선효과

본 개선공법의 적용성을 수치해석과 모형실험을 통하여 검증해보기로 한다.

##### 1.1 수치해석

수치해석에 이용된 매립장 제원 및 해석결과는 다음과 같다.

<매립장 제원>

①사면경사 : 1:1.5 ②소단 1단의 높이 : 5m ③소단폭 : 2m ④총 사면고 : 15m (3단 : 소단부는 2 개소) ⑤총매립고 : 20m (4단) ⑥Main(바닥)집배수관 : 터파기 W 1m × H 0.5m, 집배수관경 : ϕ500 mm ⑦소단 집배수관 : 터파기 W0.5m × H 0.5m, 집배수관경 : ϕ300 mm

##### 1) 바닥침출수배제시

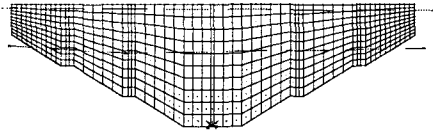
매립지 표면의 강우( $Q_{in}$ )를 바닥 침출수 집배수(1개소)에서 침출수를 집배수( $Q_{out}$ )하는 경우 강우강도를 변수로 하여 내부 침출수 누적 현상이 발생하지 않는 임계강우강도 (Critical Rainfall Intensity)를 구하 기 위한 수치해석을 실시하였다.

$Q_{in} = Q_{out}$  : 원할한 배제

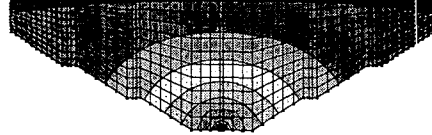
$Q_{in} > Q_{out}$  : 매립지내부 침출수 누적

대표연구자 : 유 호 원 Email : ceo@enviropia.co.kr

(우)138-050 서울시 송파구 방이동 45-2 금복빌딩 1202호, Tel) 02-423-9061/8, Fax) 02-423-9281



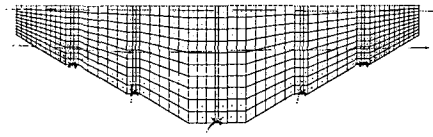
(그림 1) Flow Displacement Vector



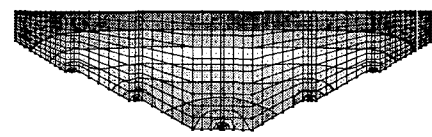
(그림 2) Distribution of Total Head

바닥 침출수배제시 내부의 침출수수위가 상승되지 않고 원활하게 배제되는 강우강도는 약 15.0mm/hr 였다.

## 2) 바닥+사면부 침출수배제시



(그림 3) Flow Displacement Vector



(그림 4) Distribution of Total Head

바닥+사면부 침출수배제시 내부의 침출수수위가 상승되지 않고 원활하게 배제되는 강우강도는 약 30.0mm/hr 였다.

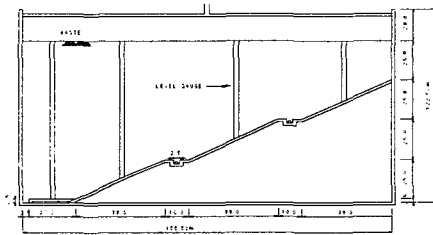
## 1.2 모형실험

본 연구의 모형실험의 제원은 다음과 같다.

<Pilot 모형 제원>

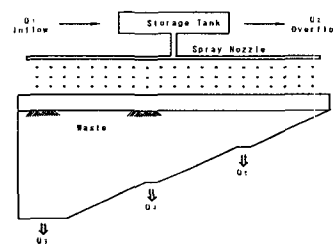
- ①사면경사 : 1:1.5
- ②소단 1단의 높이 : 25 cm
- ③소단폭 : 10 cm
- ④총 사면고:75 cm (3단: 소단부는 2개소)
- ⑤총매립고 : 100 cm (4단)
- ⑥Main(바닥)집배수관 :  $\phi$  15mm
- ⑦소단 집배수관 :  $\phi$  15 mm
- ⑧모형매립지의 바닥의 집배수층 포설 0.0005cm/sec, 두께 1.5mm
- ⑨ 강우재현을 위한 정류장치
- ⑩ 내부 충전제 : 소요량 : 약 0.4 m<sup>3</sup>  
입도 및 공극 : 매립쓰레기와 유사한 입도, 공극 ( $10^{-3} \sim 10^{-4}$ cm/sec)

<Pilot의 구조>



(그림 5) Pilot 모형 구조도

<운전모식도>



(그림 6) 모형 운전 모식도

### 1) 바닥침출수배제시

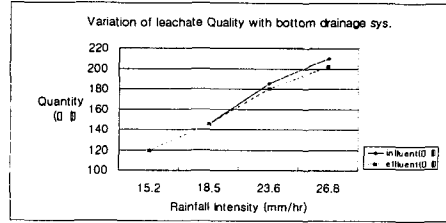
At  $Q_{in} = Q_{out}$ ,  $Q_{vol} = \text{constant}$ ,  $\Delta Q = 0$

If  $Q_{in} > Q_{out}$  일 경우  $\Delta Q_{vol} = \text{increase}$  즉, 매립지내부의 통수능력초과의 강우강도이므로 매립지내부의 침출수 수위의 증가 시작된다. 본 모형실험시 바닥침출수 집배수 만으로 운영시  $Q_{vol} = 0$  인 상태에서 침출수수의 상승이 이루어지지 않는 최대의 임계강우강도를 구하고자  $Q_{in}$ 를 변화시키면서  $Q_{out}$ 과 모형

매립지내부의 침출수수위를 관찰하였다.

Rainfall Intensity	Q <sub>in</sub> (Q <sub>1</sub> -Q <sub>2</sub> )	Q <sub>out</sub> (Q <sub>3</sub> )	비 고
26.8mm/hr	210	202	R a i n f a l l Intensity 18.5mm/hr Q <sub>in</sub> =Q <sub>out</sub>
23.6mm/hr	185	180	
18.5mm/hr	145	145	
15.2mm/hr	119	119	

(표 1) 바닥집배수시 유량데이터



(그림 7) 강우강도에 따른 배출곡선

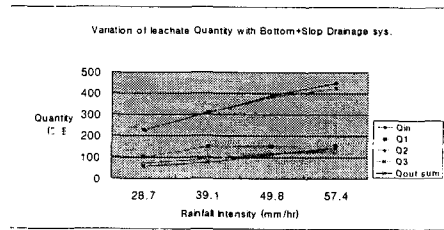
본 모형실험의 조건에서 기존 바닥침출수 배제형태에서는 강우강도 약 18.5mm/hr,까지 매립지내부의 침출수수위누적현상없이 배제할수 있는 것으로 나타났으며 <표 1>과 같이 침출수 누적 임계강우강도인 18.5mm/hr 이상이 될 경우에는 매립지내부의 사면부 침출수수위가 증가하였다.

바닥 침출수배제만을 실시한 모형실험에서는 강우강도 18.5mm/hr 까지 침출수 수위증가 없이 원활한 배제가 이루어졌다.

2) 바닥+사면부 침출수배제시

Rainfall Intensity	Q <sub>in</sub> (Q <sub>1</sub> -Q <sub>2</sub> )	Q <sub>out</sub>				비 고
		Q <sub>3</sub>	Q <sub>4</sub>	Q <sub>5</sub>	계	
57.4mm/hr	449	153	130	141	424	R / l 39.1m m/hr Q <sub>in</sub> =Q <sub>out</sub>
49.8mm/hr	390	151	118	114	383	
39.1mm/hr	306	146	91	72	309	
28.7mm/hr	225	100	68	57	225	out

(표 2) 바닥+소단 배제시 유량측정



(그림 8) 강우강도에 따른 배출곡선

바닥+소단부의 침출수배제시에 강우강도가 감소할수록 바닥 침출수집배수관에서 배제되는 침출수의 비율이 점점 높아졌으며 침출수 누적 임계강우강도인 39.1mm/hr 이상이 될 경우에는 매립지내부의 바닥 및 사면부가 고루 침출수수위가 증가하였다.

바닥+사면부의 침출수배제를 실시한 모형실험에서는 강우강도 39.1mm/hr 까지 침출수 수위증가가 발생하지 않았다. 따라서 모형조 실험결과로부터 우수/침출수 다지점 배제방식이 기존의 배제방식에 비하여 우수/침출수 배제기능이 원활한 것을 알 수 있다.

2. 본 방법의 적용조건 및 효과

1) 산지/계곡매립에 적합하다.

매립지내부의 사면부가 발달한 매립지에 적합하다.

사면부가 바닥에 비하여 넓은 면적을 차지하고 있을 경우에는 사면부의 침출수배제 및 통기기능을 당초의 우수배제시설을 활용하여 실시하면 매우 효과적이다.

2) 매립대상물의 유기물함유율이 높을때에 유리하다.

다 지점에서 침출수배제 및 통기기능이 수행되므로 매립지내부의 유기물질분해환경이 개선되어 조기 안정화에 효과가 있다.

3) 어떠한 경우에도 침출수의 누출확율이 적어진다.

각 우수배제측구별로 1개소에 우수배출구가 존재하며 상대적으로 장폭의 저류시설을 통하여 배출되므로 우수배제측구별로 다수의 바닥차수막을 관통하는 공법에 비하여 매우 안전하다. 또한 제방의부에서 우수배제구가 관찰되므로 매립이 진행된 후에도 침출수의 누출확율이 거의 없다.

4) 매립지 내부의 침출수의 신속배제가 이루어 진다.

국내의 산간(계곡)매립의 경우 침출수의 신속한 배제가 이루어지지 않음에 따른 문제점은 본 기술을 이용하면 매립지내부의 침출수를 신속히 배제하여 매립지의 조기안정화 및 체체의 안정성 확보, 차수 기능손상시 대량유출방지 등의 효과가 기대된다.

**5) 매립지 내부의 호기성영역이 증대된다.**

기존의 매립지는 바닥 침출수 집·배수관에만 의존하기 때문에 통기기능이 단일화되어 있지만 본 방법은 다수 개소의 우수배제측구를 이용한 침출수 집·배수를 수행하고 또한 통기기능의 역할이 증대되어 호기성영역이 기존 방법보다는 확대되어 지므로 매립쓰레기의 분해촉진, 조기 안정화, 침출수성상의 개선이 가능할 것으로 보인다.

**6) 기존의 절토면인 소단에 형성된 우수배제시설을 침출수배제시설로 전환활용함에 따라 부등침하로 인한 문제점이 없으며 추가적인 토공도 필요치 않으므로 경제적이다.**

**III. 고찰**

1. 현재의 위생매립지의 침출수누출가능성과 안정화지연,체체의 불안전, 침출수성상의 악화 등은 우수/침출수배제에 관한 제반문제점, 특히 우수배제방법상의 문제점과 침출수의 신속한 배제가 이루어지지 않아 발생하는 것이다.
2. 이의 해결을 위하여는 우수의 경우에는 바닥차수막을 손상시키지 않고 매립장의부로 배제하여야 하며 이는 제방을 이용하여 우수를 배제하는 것이 가장 합리적이라고 판단되며
3. 우리나라와 같이 매립물의 유기물농도가 높고 사면부가 발달한 지역에서 침출수의 신속한 배제를 위하여는 바닥의 단일 침출수배제관에만 의존하지 않는 다지점 침출수배제 및 통기기능이 필수적으로 구비되어야 한다고 사료된다.
4. 한편, 본 기술의 적용에 따른 매립층 내부의 호기성영역 증가에 대한 실증적 실험이 필요하다.

**참고문헌**

1. 환경부 : 2000년 환경백서 (2001)
2. 환경부 :폐기물관리법 시행규칙 제 20조 (1999)
3. 유호원 외 2 :환경공학계획 및 설계, 형설출판사. pp. 389 (2000)
4. 특허청 : 특허공보, 쓰레기매립지의 침출수 누출방지를 위한 제방 우수배제부제 및 그 시공방법 (2000)
5. 환경부 : 수도권폐기물공공처리장 매립시설 환경영향평가서, pp. 305 (1996)
6. Bong hyun, Park (1998) Environmental Report I : Study of Semi-Aerobic Landfill Technology, EMC in Korea
7. Audit by Congress (1997) Audit of EMC, EMC, pp. 1-10
8. Ho-won, You (2001) Problem and Improvement in Drainage of Landfill Site( I ), High Tech. Environmental Engineering in Korea, pp. 122-130
9. Kyungdong Tech. Group (2001) Report of Detail Design of Seosan Landfill Site, Seosan City in Korea
10. Nobutoshi Tanaka (1997) Air Flow Rate in Leachate Collection Pipe of Semi-Aerobic Landfills: Theoretical Study on Pipe Network, Dept. of Environmental and Sanitary Eng. Waste Engineering Society Vol.8, No.1, pp. 1-8
11. Sangchul, Park (1994) Effect of Air Permeability in Solid Waste Landfill Layer on the Stabilization of Leachate Quality, Faculty of Engineering, Kyushu University,Waste Engineering Society Vol.5, No.1, pp. 19-28