

난지도 매립지 굴착에 있어서의 환경오염과 그의 대응전략

지난 6월 20일 연세대학교에서 열렸던 이승무 교수(연대화학공학과교수)의 정년퇴임 기념 학술 강연회에서 발표한 “난지도 매립지 굴착에 있어서의 환경오염과 그의 대응전략”에 대해 소개하고자 한다.

이 발표는 이승무 교수가 그동안 환경부문에 많은 업적을 쌓아올리면서 연구하던 것중의 하나로 독자들에게 많은 도움이 되리라 본다.

이승무 / 연세대학교 화학공학과 교수

1. 서 론

최근 우리 국민들의 소득증가에 따른 생활수준의 향상과 과소비 풍조, 또 일회용문화의 만연으로 인한 쓰레기의 과다배출, 이에 따른 쓰레기처리시스템 개발의 무관심과 안일한 행정, 특히 NIMBY현상에 따른 매립지 확보난으로 매일 배출되는 엄청난 쓰레기('93년도 생활계 : 62,940톤/일+사업계 : 55,969톤/일=합계 : 118,909톤/일)의 60.38%(생활 쓰레기는 86.16%)가 전국도처에 과거에서 부터 현재에 이르기까지 비위생적으로 매립 투기되므로써 우리의 국토, 우리의 생활환경은 겉으로는 고층빌딩과 네온사인으로 화려하고 풍요로운 것 같지만 속으로는 쓰레기로 인하여 극심하게 오염되고 있는 것이다. 그의 대표적인 예가 바로 서울시 북판에 있는 난지도매립지이다.

2 난지도 매립지의 현황

난지도 매립지는 1977년 3월 4일부터 마포구 상암동 일대 878천여평에 쓰레기매립이 시작되어 1992년 9월 까지 15년 6개월동안 서울특별시 청소관할구역을 주로 한 수도권에서 발생한 생활쓰레기를 매립하여 왔다.

난지도에는 쓰레기 외에 다량배출업소의 자가처리량

과 산업폐기물, 토사 및 건설폐재, 그리고 슬러지류가 같이 매립되었는 바 이것에 대한 서울시청소사업본부의 매립추정자료를 인용하면 표1과 같다.

〈표 1〉 각종 폐기물의 난지도 매립량 추정 (서울시 청소사업본부)

(단위 : 용적 천톤)

년 도	계	생활 쓰레기	사토 및 건설폐재	산업 폐기물	오 니
'78~90년말	67,849	36,490	29,296	1,281	782
1991	15,884	8,236	7,141	164	343
1992.1~9	11,974	6,086	5,553	93	237
총 계	95,707	50,812	41,995	1,538	1,362

표 1의 경우 생활쓰레기의 총 매립량은 50,812천 용적톤으로 표시되어 있는데 반하여 '92년도 서울시 통계연보에서는 1978년 부터의 난지도 매립량은 127,407천 용적톤으로 나타나 있어 2배 이상의 차이가 있다. 그러나 가장 신빙성 있는 자료는 전술한 서울시 통계연보자료인 것으로 사료되어 이것을 근거로 연탄재의 매립처분현황과 차량적재개수를 적용한 추정결과가 보다 과학적이고 근사한 값으로 생각하여 표.1중의 생활쓰레기의 추정량을 보정하고 용적톤을 다음의 기준에 준하여 중량톤으로 환산하여보면 표 2과 같다.

〈표 2〉 각종 폐기물의 난지도 매립량 추정 환산량

(단위 : 중량톤(w/w))

년 도	계	생활쓰레기	사토 및 건설폐재	산업폐기물	오 니
'78~90년말	86,022,042	49,109,942	35,155,200	896,700	860,200
1991	13,712,544	4,651,244	8,569,000	114,800	373,300
1992.1~9	11,959,992	4,964,592	6,669,600	65,100	260,700
총계	111,694,578	58,725,778	50,394,000	1,076,600	1,498,200

〈환산기준〉

- ① 산업폐기물의 비중 : 0.7 ② 오니의 비중(수분=85%) : 1.1 ③ 사토 및 건설폐재의 비중 : 1.2

표 2로부터 난지도에 매립된 각종폐기물 중 52.58%는 생활쓰레기 매립분이고 토사 및 건설폐재는 총량의 45.12%, 오니류는 1.34%, 그리고 산업폐기물 매립비율은 0.96%에 이르고 있는 것으로 나타나고 있다.

이러한 각종 폐기물의 매립위치와 연도를 종합정리하면 다음의 표 3과 같은바 제1매립장(313,100평)과 제2매립장(205,420평)으로 나누어져 있으며 제1매립장은 도시쓰레기 외에도 산업폐기물을 매립하였다.(표 3 참조)

난지도에서의 쓰레기 매립은 초기에 있어서 기술적으로 계획·설계된 것이 아닌 무조건적 단순 투기방식으로 시작하였으나 1985년부터 폐기물 관리법의 제정과 더불어 쓰레기의 단순한 비위생매립으로 인한 환경오염의 심각성이 대두되면서 위생매립방식으로서의 전환을 시도하였으나 막대한 쓰레기량에 따른 기술 적용상의 문제, 투자에 따른 경제적 부담, 경험적 및 행정상의 미숙, 그리고 난지도 주변 생태보장 등의 사회적 문제 등으로 인하여 실제적인 위생매립은 실시되지 못하였던 것이다.

3. 난지도 매립쓰레기의 성분과 매립지가스(LFG)의 발생

3. 1. 매립쓰레기의 물리적 조성

매립쓰레기를 굴착·이송함에 있어서 현지점에서의 매립깊이별 매립경과연수에 따른 기존 매립쓰레기의 조성성분을 파악함으로써 이송가능량, 자원화량, 건조과정에서 제거할 수 있는 수분량과 휘발성 악취성분 등을 계량할 수 있다. 또 이 자료로부터 굴착·이송작업 시기의 예측과 그 기간동안의 매립쓰레기의 안정화상태도 예측할 수 있을 것으로 사료된다.

3. 1. 1. 매립쓰레기의 물리적 조성

매립깊이 별로의 쓰레기의 물리적조성에 대하여 삼성건설(주)에서 실시한 매립깊이에 따른 쓰레기의 물리적 조성(습량기준) 분석결과를 종합하여 깊이별로의 평균분포를 도시하면 그림 1과 같다.

매립쓰레기 중 음식물류의 주개류성분은 상당량 분해되어 검출되지 않는것으로 나타났으며 종이류는 습량기준으로 최고 10%, 깊이 30m 까지의 평균분포 4.

〈표 3〉 난지도 매립지 면적과 매립쓰레기 종류

매립지 명칭	매립지면적(평)	사 용 년 도	매립쓰레기 종류	비 고
제1매립장	313,100	'78.03~'92.10	도시쓰레기	
제2매립장	205,420	'78.03~'92.10	도시쓰레기	
2호	(2,600)	'88.07~'90.02	산업폐기물	제1매립장내
3호	(2,200)	'88.08~'89.12	산업폐기물	제1매립장내
4호	(3,500)	'89.10~'90.02	산업폐기물	제1매립장내
8호	13,800	'88.07~'90.10	하수 오니	별도지역
9호	(28,000)	'90.03~'90.10	산업폐기물	제1매립장내
계	532,320	-	-	

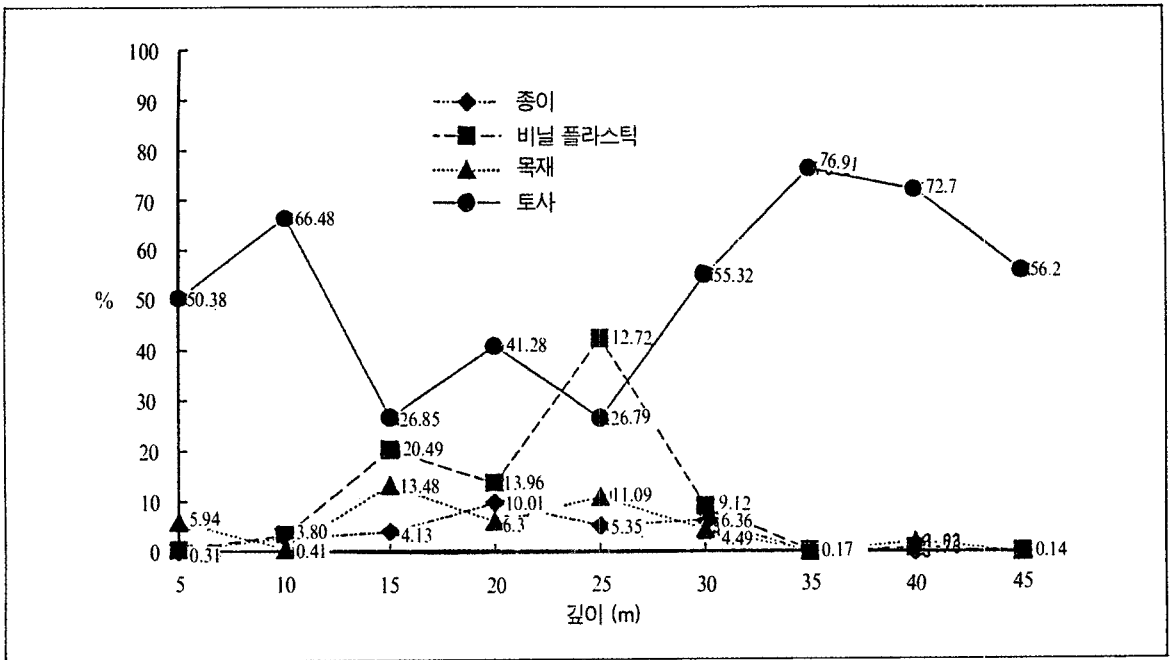


그림 1. 매립깊이별 매립쓰레기의 물리적 조성

75%로 나타났으며 35m부터는 종이류의 분포율이 0%로 조사되고 있다. 섬유류의 경우 깊이 20~25m에서 최고평균 12.15%, 30m까지의 평균분포율 6.01%를 차지하고 있고 35m부터는 극히 미량 존재하고 있는 것으로 예상된다. 플라스틱류는 깊이 15~25m에 많이 분포되어 있고 특히 깊이 25m 전후해서는 분포율이 최고 약 40%에 이르고 35m 이상에서는 비닐·플라스틱류의 성분 분포율이 아주 낮다. 이상과 같이 매립깊이 35m 이상의 매립층에서의 종이류, 플라스틱류와 섬유류 등의 성분분포가 감소되고 있는 현상은 매립당시의 우리 사회의 생활수준과 유통구조에 따른 쓰레기의 성분조성에 의한 영향과 매립 경과년수에 따라 유기질쓰레기의 혐기성분해와 연탄재 및 토사류와의 압밀 안정화로 성분 분포율이 상대적으로 낮게 나타나고 있다 하겠다.

3.2 매립쓰레기의 3성분 분포

매립쓰레기의 3성분, 즉 수분, 회분 그리고 가연분의 깊이별 성분분포 조사자료 중 삼성건설(주)에서 실시한 가스공 설치시의 조사자료가 신빙성이 있어 그 결과를 발해·정리하여 보면 그림2와 같은바 매립지 정상으로부터 10m까지의 수분함량이 13~20%로서 비교적 건조한 상태이고 깊이 20~25m에서의 수분조성은 과포화상태의 수층을 이루고 있는 것으로 추정되며 그 이

상의 깊이에서의 수분함량분포는 급격히 저하하고 있는 것으로 추정되며 그 이상의 깊이에서의 수분함량분포는 급격히 저하하고 있는 양상을 보이고 있다. 이것은 깊은 매립층에서 쓰레기의 분해에 의하여 발생한 분해가스(LFG)의 상승압력에 의하여 지중수의 유하가 억제되어 매립깊이 20~25m에서 이것이 평형을 이루어 수분이 과포화상태로 체류하는 상태를 유지하고 있는 것으로 추정된다.

이러한 현상은 매립지 중앙부에서 압력의 평형에 의하여 일어나고 있지만 매립지 주변과 사면근역에 접근되면서 이러한 압력 평형현상이 서서히 붕괴되어 사면으로의 가스의 발산과 수분의 증발로 인하여 수분의 성분농도 분포가 20~50%로 낮아지고 있다 하겠다.

3.3 매립지가스(LFG)의 발생

이러한 난지도 입체매립지는 1992년 11월부터 최종 복토와 더불어 안정화 단계에 들어갔는데 실상은 매립지 바닥에 침출수 차수막 설비가 설치되어 있지 않은 상태에서 침출수는 2,310m³/일이 생성되는 것으로 보고되고 있으며 지하수원으로서 한강으로 수맥을 따라 유출되고 있는 실정이며 쓰레기의 분해로 인하여 발생하는 매립지분해가스(landfill gas, LFG)량은 1992년도에 약 8억7천만 m³, 메탄의 양으로는 약 4억9천만 m³(메탄농

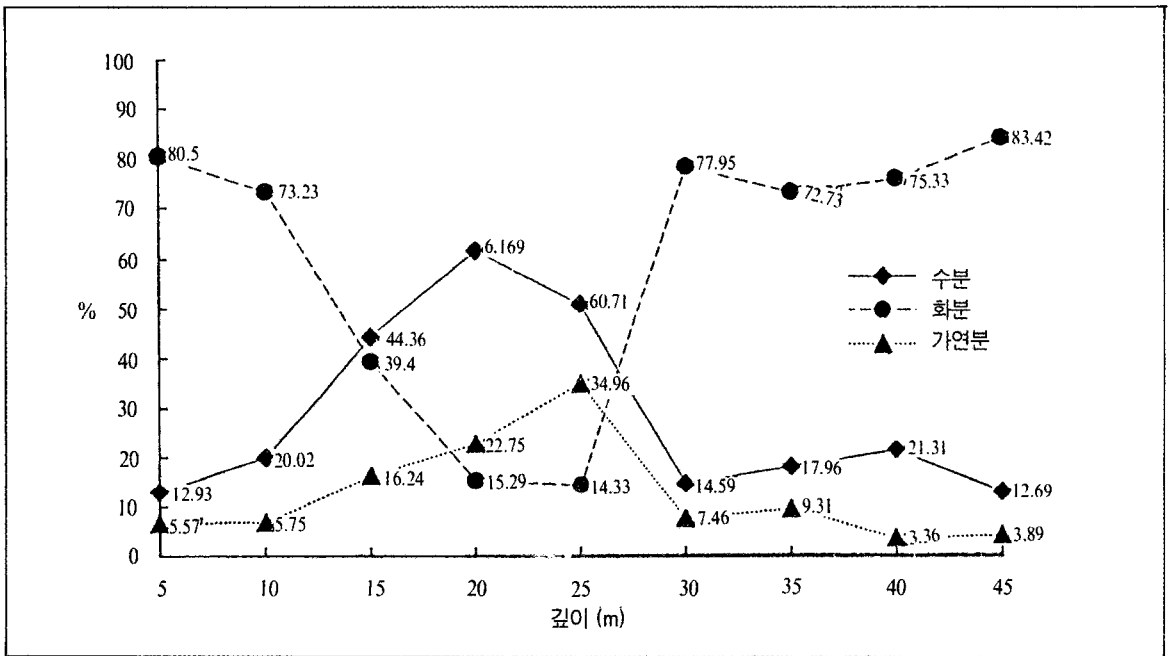


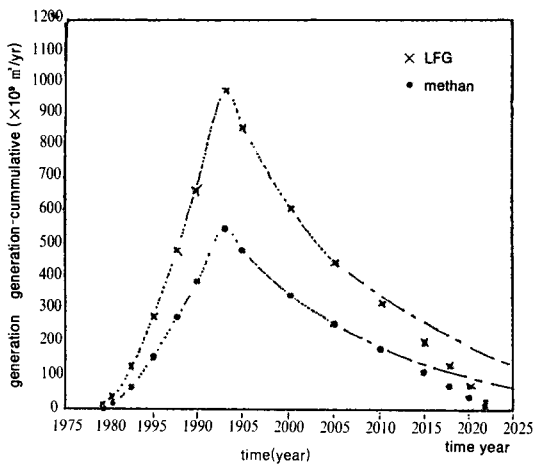
그림 2. 매립깊이별 매립쓰레기의 3성분

도: 56% v/v) LFG 최대발생년도로서 1995년을 기점으로 144~319N^m/min의 속도로 생성 2022년까지 메탄가스의 발생총량은 약 72억 m³에 달할 것으로 추산된다. (그림 3 및 4 참조)

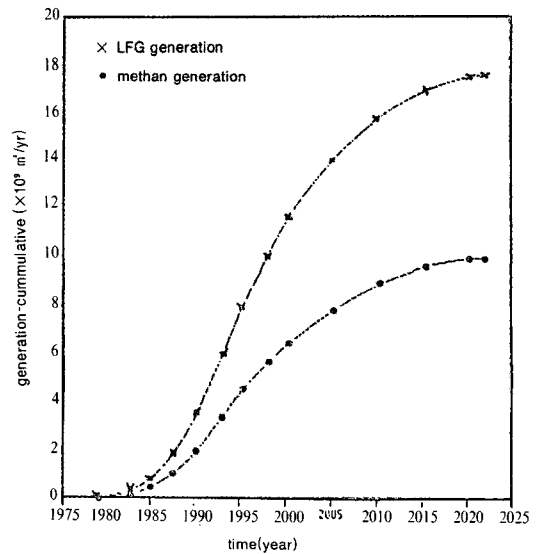
이렇게 발생한 LFG는 매립층내에 축적되어 지중압력을 상승시키어 매립층내의 지중수의 유하를 억제, 매립층 상부로부터 20~25m 깊이에 water blanket를 형성하고 있는 실정이다.(그림 3 참조) 이것으로 인하여 매립상태에 따른 부등침하현상이 극심하게 나타나고 있

으며 안정화가 지연되고 있어 LFG의 추출배제에 의한 조기안정화 대책이 시급한 상태에 있다 하겠다.

한편 발생한 LFG는 매립지 표면이나 사면을 통하여 대기중으로 발산하게 되는데 이론적으로는 발생한 LFG량의 약 20% 정도가 발산하게 되는것으로 보고되어 있는바 난지도의 경우 메탄가스의 평균표면발산속



3. Annual Generation Rate of LFG in Nanzi Island Landfill Site



4. Predictive Estimation of LFG Accumulation in Nanzi Island Site

도는 $8.1\sim 18.34 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$ 인 것으로 측정되었는데 1일 일조시간을 8시간으로 가정하면 난지도매립지 표면으로부터 일일 약 34만 m^3 의 메탄가스가 발산하고 있을 것으로 추산되며 2022년까지는 약 12억3천9백 m^3 의 메탄가스가 대기중으로 발산, 주변공기를 오염시키게 될 것으로 예측된다. 표면으로부터 발산되는 가스는 표 4에 나타나있는바와 같이 메탄이 0.1~13%, CO_2 는 1~12%의 범위로 함유되어 있으며 특히 대표적인 유해 미량 성분으로서 H_2S (1.6~1.9ppb)와 NH_3 (0.29~0.5ppm)는 매립지 주변의 악취의 주요인이 되고 있으며 그 외 벤젠, 톨루엔, 크실렌 등, 인체에 유해한 휘발성 탄화수소류가 ppm 단위로 동시 발산하고 있어 매립지 주변의 공기오염으로 공중보건상의 위험지역으로 대두되고 있다. 그리고 아직도 조사대상에서 제외되어 있지만 지속적인 연구조사의 경험에 의하면 난지도의 고층매립지로 오는 미기상학적인 환경변화와 난지도 북쪽의 상암동 근접지역의 낙진으로 인한 건강문제 등을 예상할 수 있다 하겠다.

결과적으로 매립 복토가 완료되어 점차 침하안정화 단계를 유지하고 있는 1994년도 말의 난지도 매립지의 직접 측량에 의한 구조적인 현황을 표5에 나타내었다.

4. 난지도 매립지 굴착에 있어서의 문제점과 대응전략

난지도 매립지의 개발 전략에는 크게 두 가지 방향으로 생각할 수가 있다. 즉, 현재의 난지도 매립지의 상태를 그대로 유지하면서 현재 서울시가 추진하고 있는 매립지 조기안정화와 주변 환경오염방지 사업을 수행하여 상당한 시기가 경과한 후 그 때의 도시개발계획에 따른 개발 방안과 정도 600년 국제화 미래사업의 일환으로 계획중인 “서울 국제화를 위한 도시 구조 개편과 전략지역 개발 계획”에 따른 소위 매립지 굴착·이송(Landfill Mining)에 의한 조기개발 방안이다. 전자의 경우는 선진외국에서 보편적으로 시행하고 있는 방식으로서 침출수 차수벽의 설치와 침출수의 고도처리, 쓰레

〈표 4〉 표면발산가스 중의 CH_4 와 CO_2 그리고 미량성분 조성(1994)

(단위 : % 및 ppm)

성분 측정지점	CH_4 (%)	CO_2 (%)	H_2S (ppb)	NH_3	Benzene	Toluene	Xylene
S-1	0.732	1.020	1.9	0.29	0.20	5.88	10.27
S-2	0.206	0.463	1.9	0.06	0.29	0.52	1.33
S-3	13.51	12.57	1.6	0.29	1.49	4.13	6.64
S-4	1.511	2.157	-	-	0.27	0.053	0.042
S-5	1.423	2.087	0.21(1.13)	0.46	0.20	0.059	0.19
S-6	0.115	0.160	1.22	0.29(1.9)	0.47	0.3	0.80

* ()는 1차 매립지 발산시험의 결과

〈표 5〉 직접 측량에 의한 난지도 매립지의 현황 (1994)

구 분	제1매립지	제2매립지	슬러지매립지	상암동	기타지역	계
면 적 (m^2)	상부	345,000	180,500	44,000	369,000	442,0000
	사면부	749,000	526,500	59,000		
	계 (m^2)	1,094,000 (332,000)	707,000 (214,000)	103,000 (31,000)	369,000 (112,000)	442,000 (134,000)
용 적 (m^3)	56,376,0000	34,779,000	817,000	-	-	91,972,000

주) 1. 제1 및 제2매립지 사이의 공간은 제1매립지 면적에 포함.

2. 측량도(1/5,000)기준으로 산정 3. 용적은 평면매립(EL 14m)이상을 기준으로 산정

기 분해로 인하여 발생하는 매립가스(LFG)의 강제추출과 에너지화로 인한 조기안정화, 재복토와 강제다짐에 의한 침하가속화 등으로 10여년 혹은 상용기간 동안 쓰레기 분해에 의한 안정화를 기다려 주변 생태계와의 조화와 도시구조에 알맞게 개발하는 방식이며 후자는 도시개발계획에 따라 인위적으로 조속히 굴착·이송하고 개발하는 방식으로서 조속한 개발이라는 이점이 있으나 반면 개발과정에서 발생하는 환경오염의 확산과 경제적 및 기술적인 부담이라는 모험을 해결해야 하는 과제가 대두되는 것이다.

4. 1. 굴착·이송을 대비한 사전 검토 및 전제 조건

2000년 대의 서울특별시의 개발계획의 일환으로 남지도의 매립쓰레기의 굴착·이송 공사 착수 전에 매립지의 상태조사와 안정화, 굴착방식 및 경제적인 이송방법, 환경문제 등 제반요건을 충분히 조사하여 가장 경제적이고도 안전한 시나리오를 작성하여야 하는 바 이때의 주요사항은 대개 다음과 같다.

- ① 굴착시기의 결정과 이송방법의 선정
- ② 발생가스(LFG)의 강제 배기에 의한 매립지 조기 안정화와 굴착작업시의 가스의 발산최소화 방안 구상
- ③ 매립지의 준호기성화 가능성과 이에 따른 기술적 검토
- ④ 굴착·이송에 따른 주변환경오염 확산방지 대책의 검토
- ⑤ 굴착·이송시 발생하는 침출수 및 우천시의 오수 처리 대책검토
- ⑥ 굴착공사 착수 전 기간동안의 매립지에 대한 격년

별 역학조사 및 환경오염 방지시설 설치의 필요성 검토
이러한 사항들은 매립지의 굴착·이송을 위한 타당성 조사 및 이를 위한 환경영향 평가 조사시에 대개 정성적으로 언급되고 이에 대한 시나리오가 제시될 것으로 추정되지만 굴착·이송 공사를 실시한다는 전제하에서 이런 사항에 대하여 사전에 가정과 조건을 제시할 필요가 있다.

4. 2. 매립지의 안정화-LFG의 추출 배제

매립지를 굴착하던 안하던 간에 매립지를 위생적으로 관리하기 위해서는 속히 안정화시키는 것이 필요하다. 이러한 매립지의 조기안정화에는 ① 쓰레기 분해로 인하여 발생하는 LFG의 배제로 인한 분해속도의 증진과 지중압력의 강하로 인한 침하 가속화, ② 지속적인 복토 조절로서 매립지 균열로 인한 LFG 발산방지와 우수배제로 균등 침하 조성, ③ 특히 남지도매립지의 경우 매립지 저부로부터 침출수의 강제 추출처리로 한 강수질이나 지하수 오염의 방지 그리고 더 나아가 이것으로 인한 매립지의 균등침하를 가속화시킬 수 있다.

- Perimeter Trench 설치에 의한 자연 배기(Passive system)
- Double-completion well+Horizontal Trench 설치에 의한 강제 배기(active system)
- 매립지의 준호기성화와 가스의 강제 배출

4. 3. 매립지의 굴착(Landfill Mining)

매립지의 굴착·이송 공사에 있어서 사전에 굴착계획:공정, 굴착기술 및 이에 수반되는 문제점을 면밀히

〈표 6〉 굴착작업에서 발산되는 가스 중의 주요성분 및 미량성분의 평균 조성 분석결과

성분 지점	CH ₄ (ppmv)	CO ₂ (ppmv)	H ₂ S (ppmv)	NH ₃ (ppmv)	Benzene (ppmv)	Toluene (ppmv)	Xylene (ppmv)	Dichloro methane (ppmv)
굴착지면 (5m 깊이)	565	884	31.50	134 (21.38)	1.500	0.900	0.088	3.60
굴착지면 (7m 깊이)	434	668	38.20	130 (25.61)	0.054	0.154	0.274	0.58
평 균	500	776	39.85	132 (23.50)	0.777	0.527	0.181	2.09

* 검지관법에 의한 측정치 () 흡수법에 의한 측정치

검토하고 이것에 대비하여야 하는 바 주요사항은 대개 다음과 같다.

- ① 일일(1日)굴착가능 용량의 선정
- ② 굴착 기술
- ③ 굴착폐기물의 선별·파쇄 기술
- ④ 선별물질의 재이용방법
- ⑤ 굴착폐기물 및 선별물의 일시 저류방법
- ⑥ 분별폐기물의 이송 및 최종분석 방법
- ⑦ 굴착작업과정에서 발생하는 냄새 및 미세분진의 확산방지대책
- ⑧ 굴착작업과정에서의 냄새 및 안전을 위한 작업환경 대책
- ⑨ 매립지 굴착에서 발생하는 용출수 및 침출수 처리 대책 등

굴착·일시저류 및 운반의 작업환경에서 문제가 되는 것은 매립지 가스의 발생으로 인한 악취와 메탄 성분에 의한 화재발생가능성 그리고 부유분진의 발생으로 작업환경의 악화이다.(표 6 참조)

1) 발생원으로부터의 악취발산 억제·최소화를 위한 전처리 방법

① 매립지 안정화 단계에서 준호기성화에 의한 악취(냄새)발산의 최소화

② 굴착예정지에 대한 간이식방법에 의한 준호기성화(그림 5 참조)

2) 굴착·이송과정에서 발산되는 악취의 확산방지 및 후처리 방법

- ① 탈취제 살포 및 굴착면의 복토
- ② 천막설치나 plastic cover에 의한 악취 확산방지
- ③ 굴착면의 plastic foam(예 sani-foam)의 살포에 의

한 악취의 확산 방지

④ 미생물에 의한 생물 탈취 방식

5. 굴착쓰레기의 선별·자원화

5.1. 굴착쓰레기의 저류건조

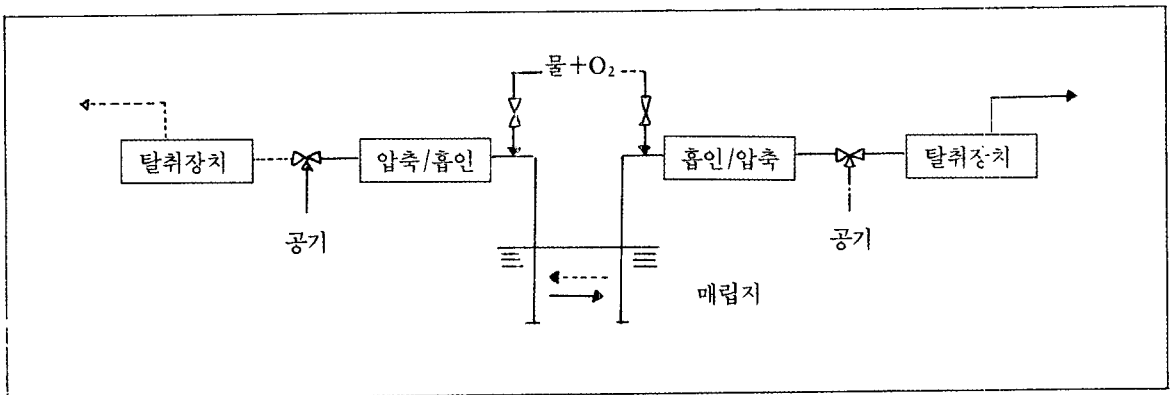
굴착된 쓰레기를 일단 한 장소에 저류하면서 쓰레기 중에 함유되어 있는 수분을 적절한 방법으로 증발·건조, 발산하는 수분과 악취를 제거한 후 vibrating screen 을 거쳐 산토나 부식토류를 선별적으로 회수 자원화 하도록 처리하는 것이 바람직하다.

(1) 환풍식 자연건조방식(circulation drying)

piling 되어있는 굴착쓰레기를 scrapper나 혹은 bulldozer등의 기기류로 넓게 헤쳐 온풍과의 접촉표면을 크게하여 강제대류(forced convection)에 의한 건조플럭스(drying flux, $\text{kgH}_2\text{O}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}$)를 높이는 방법이다. 이 경우 25,000ton/일의 굴착쓰레기를 표면건조시키는 데 필요한 넓이(쓰레기의 건조층고: 30~50cm=평균높이 40cm)로 할때 최소 약 2600 m^2 이 필요할 것으로 추산된다.

(2) 기계적건조방식

가장 효과적이고 운전이 용이한 방법은 rotary dryer 에 의한 건조이다. Piling된 쓰레기로부터 hand sorting 에 의하여 대형폐기물이나 건설폐재(demolition wastes) 등을 분리제거 한 후 conveyor belt를 통해 일정속도로 rotary dryer내로 공급한다. 이때 쓰레기의 흐름과 향류(countercurrent)로 hot air(150 $^{\circ}\text{C}$ 로 설정)를 송입하여 intimate contact에 의한 전열로 건조속도를 높일 수가 있다.



[그림 5] 굴착예정지에서의 간이방식에 의한 준호기성화 방법의 예

5.2 건조쓰레기의 스크린에 의한 선별 자원화

건조로서 배출되는 건조쓰레기는 conveyor belt에 의하여 진동스크린(vibrating screen)이나 tommel을 이용 선별, 경우에 따라서는 자선기에 의하여 캔류, 철재류도 선별 가능하다. 이때 건조로 1기당 2.435톤/min의 이송속도로 건조에 의한 중량 감소비율은 81.16%이다.

결과적으로 선별·자원화 공정의 Material Balance를 25,000톤/일 처리용량에 대하여 계산하여 보면 그림 7과 같다.

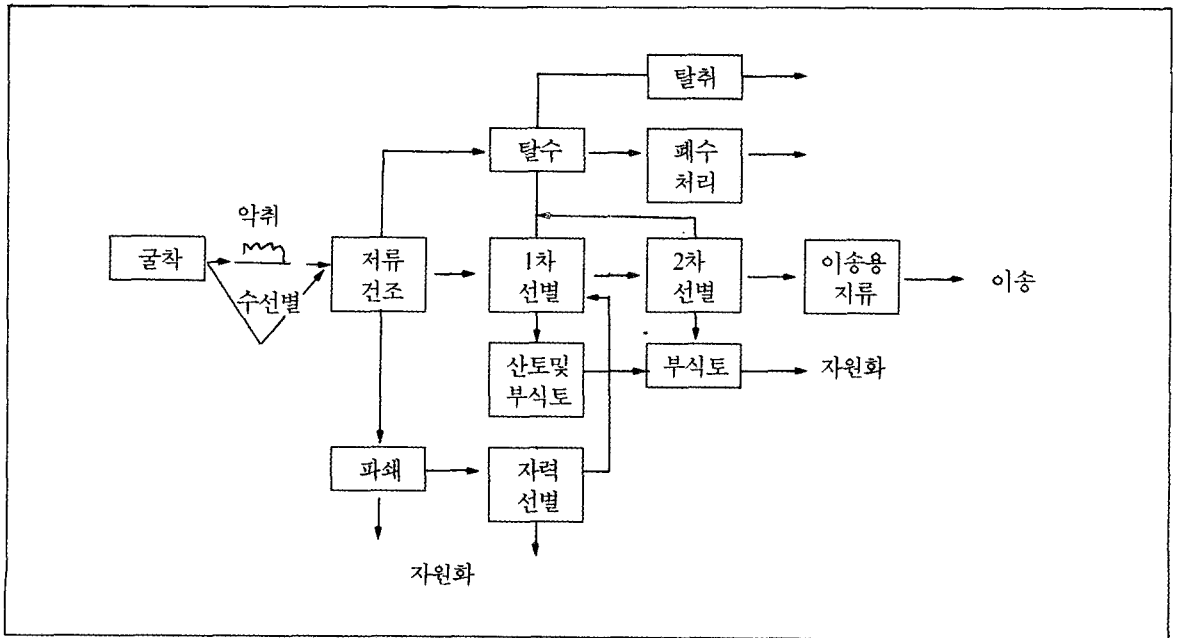
6. 결 언

난지도 매립지는 한강변에 매립면적 50여만평, 매립높이 해발 90여m, 지하 평균 11m에 약 1억1천1백여만톤(w/w)으로 추산되는 폐기물(쓰레기:약 53%, 건설폐재 및 사토:45%, 기타:2%)이 매립된 세계에서도 전무후무한 대형 쓰레기산이다. 또 이러한 매립지를 조합에 있어서 한강변에 차수설비 없이 비위생적으로 매립처분하여 이곳에서 배출되는 침출수(약 2천여톤/일)는 지하수원과 한강수질을 악화시키고 있는 실정이며 또 이곳에서 발생하고 있는 매립가스(LFG)는 약 8억7천만 m³/년, 2022년까지는 약 72억 m³에 이를것으로 보아 인간이 만들어낸 가스정(井)으로서 존재하고 있다. 그

러나 이러한 LFG의 강제추출에 의한 매립지 안정화나 에너지화 계획없이 방치되어 있을 뿐 아니라 매립지 표면으로부터 약 34만 m³/일의 가스가 대기 중으로 발산, 주변 공기를 오염시키고 있다고 보아야할 것이며 이것이 앞으로 공중보건 문제로 대두되지 않을까 우려되는 바이다.

따라서 난지도 매립지의 조기안정화와 환경오염방지 대책은 시급한 과제이며 서울시가 현재 추진하고 있는 사업은 대단히 바람직하며 이에 대한 충분한 기술검토와 아울러 에너지활용 및 적지 이용 등의 광범위한 안정화개발계획의 수립이 요망된다. 2000년대 서울의 국제화를 위한 상암동 일대의 개발사업의 일환으로 난지도 매립지의 굴착·이송사업(Landfill Mining project)은 졸속한 계획 수립을 지양하고 상당기간동안의 안정화와 환경영향평가, 굴착 기술의 개발, 환경오염 방지기술 등의 제반 기술을 축적하면서 굴착쓰레기의 이송을 바지선을 이용한 해상수송이 경제적임을 고려 한강-인천 간의 운하 개통의 시점 이후로 굴착·이송공사 시기를 설정하는 것이 타당하리라고 생각된다.

매립지의 굴착·이송에 있어서 문제점으로 대두되는 것은 ① 쓰레기 굴착·이송에 따른 악취 및 메탄가스의 확산으로 인한 주변 환경오염의 심각성과 화재 발생의 위험성, ② 굴착·이송에 있어서의 분진발산과



[그림 6] 굴착쓰레기의 선별자원화 공정

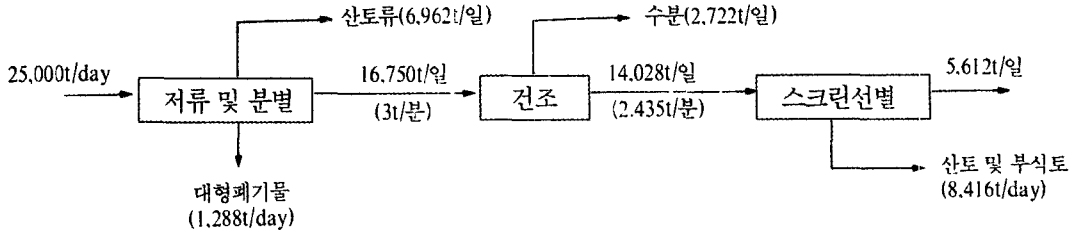


그림 7. 저류, 건조 및 스크린 공정에 있어서의 선별 물질수지

침출·오수의 처리문제, ③ 굴착쓰레기의 건조 필요성과 자원회공정의 구상, ④ 대형매립지의 규모에 따른 굴착·이송 공기의 설정과 사회적인 문제 등으로서 이런 것들의 해결을 위한 환경기술의 개발과 정책적인 지원이 절실히 요망된다 하겠다.

参 考 文 献

1. 서울特別市. 서울市 蘭芝島 廢棄物立體衛生埋立施行 基本計劃報告書, 1985.
2. 李承務 外 10人, 2000年代를 指向한 우리 나라 都市 쓰레기處理시스템 開發과 管理對策樹立을 위한 基本 調査研究, 延世大學校 化工科, 1987.
3. 李承務 外 6人, 都市廢棄物埋立地安定度調査研究, 延世大 産業技術研究所, 1981.
4. 서울特別市清掃事業本部, 蘭芝島埋立地 環境汚染防止 및 安定化對策樹立을 위한 基本計劃報告書, 1992.
5. Bowerman, F. F., K. Rohatgi, K. Y. Chen and R. A. Lockwood, A Study of the Los Angeles County Palos Verdes Landfill Gas Development Project, National Technical Information Service, U. S. Department of commerce, PB-272241, July, 1977.
6. 이승무, 매립지 가스(LFG) 추출이용기술 개발에 관한 기초연구(Ⅱ), 1991.
7. Ibid, (Ⅲ), 1993
8. 이승무 외 6인, 노원지구 쓰레기 소각시설 설계를 위한 특정 대상지역의 쓰레기 성분 분석 조사연구, 한국폐기물학회, 1992.
9. Gardner, N. and Robert, S. D., Combustible Gas Production from Domestic, Municipal and Industrial Refuse Deposited in Landfill Sites, Applied Energy, 34, pp 21~34, 1989.
10. Stuns, Conrad and Schmidt Consulting Engineering Co., Trace contaminant in Landfill Gas, Attachment 3, 1989.
11. 이승무, 매립지로부터의 메탄가스(LFG)의 회수정제기술, 화학공업과 기술, Vol. 7. No. 1, 27, 1989.
12. Abraham, Banel, Analysis of Methane Recovery Data for Peunte Hills Landfill, The Ohio State University, 1983.
13. 西田耕之助, 臭氣(惡臭)事象と測定·評價, 環境技術, Vol. 4, No. 1, 61, 1993.
14. South coast Air quality Management District, control of emissions during Excavation of Hazardous Wastes, Nov. 5, 1981.
15. 長野修治, 花嶋正孝, 山崎惟義, 松藤康司, 都市廢棄物處理處分(移し替え工法)檢討, 日本文部省研究資料報告書, 1980.
16. 安藤忠夫, 消勝臭劑にする臭いの除去, 環境技術, Vol. 20, No. 5, pp58~63, 1991/
17. 이승무, 매립지가스(LFG)추출 이용 기술개발에 관한 기초연구(Ⅲ), 1992.
18. 이승무, 난지도 매립지 안정화 기본설계, 매립가스 표면발산시험, 1994.
- 10 環境保全(1995. 7. 15)