# 해안폐기물매립지 건설운영상의 문제점 및 해결방안 연구

(옹진군의회 영흥 환경연구회 연구용역)

2021. 12

### 제 출 문

### 옹진군의회 의장 귀하

본 보고서 『해안 폐기물매립지 건설·운영상의 문제점 및 해결방안 연구』를 옹진군의회 영흥 환경연구용역의 최종 보고서로 제출합니다.

### 2021년 12월

연구수행기관명 : 인하대학교 산학협력단

책 임 연 구 원 : 배재호 (인하대학교 산학협력단)

연 구 원: 이남훈(안양대학교)

고희창 (인하대학교 산학협력단)

## 〈목 차〉

I. 서	론	2
1.1 연구	구배경	2
1.2 연-	구목적	3
II. 국	내외 해안 폐기물매립지 건설ㆍ운영 사례 분석	5
2.1 폐フ	기물매립지 개요	5
2.1.1	자원순환시대의 폐기물매립지 역할	5
2.1.2	폐기물매립지 계획의 중요성	6
2.1.3	폐기물매립지의 종류	8
2.1.4	폐기물매립지 구조	.1
2.1.5	시계열적 매립지 환경영향 요인	.3
2.1.6	해안매립지의 필요성 및 특징 1	4
2.2 해역	안 폐기물 매립지 건설·운영 사례조사···································	.6
2.2.1	국내사례1	.6
2.2.2	국외사례	2
2.3 해역	안 폐기물 매립지 건설시 고려사항 3	<i>i</i> 7
Ⅲ. 국	내・외 밀폐형 및 불연성 폐기물매립지 건설・운영 사례 분석 4	:0
3.1 밀피	폐형 폐기물매립지 건설운영 사례 및 기술조사 4	.0
3.1.1	밀폐형 매립지 개요4	.0
3.1.2	밀폐형 매립지의 종류	2
3.1.3	밀폐형 매립지 설치 사례4	4
3.2 밀회	폐형 폐기물매립지 관련 법규 검토	2
3.2.1	건축법····································	52

3.2.2 화재예방, 소방시설 설치・유지 및 안전관리에 관한 법률	53
3.2.3 산업안전보건법	······ 54
3.2.4 폐기물관리법	56
3.3 밀폐형 폐기물매립지 건설·운영의 기술적 문제점 및 해결방안	58
3.3.1 밀폐형 폐기물매립지 사고사례 조사	58
3.3.2 강풍, 폭설에 대한 구조적 안정성 확보방안	61
3.4 불연성 폐기물매립지 환경특성 및 매립기술	66
3.4.1 불연성 폐기물매립지의 환경특성	66
3.4.2 불연성 폐기물매립지의 매립기술	68
Ⅳ. 폐기물매립지 입지선정 방법 및 입지선정 사례 분석	73
4.1 입지선정의 의의 및 전제조건	······ 73
4.1.1 입지선정의 의의	····· 73
4.1.2 입지선정의 전제조건	······ 73
4.2 입지선정 절차	76
4.2.1 일반적인 입지선정 절차	······ 76
4.2.2 폐촉법상의 입지선정 절차	84
4.3 입지선정 갈등 및 조정사례	89
4.3.1 폐기물처리시설 입지에 따른 갈등 발생 특성	89
4.3.2 폐기물처리시설 입지에 따른 갈등의 쟁점 및 대응방안	91
4.3.3 폐기물처리시설 입지 갈등의 조정 사례	94
V. 인천 에코랜드 건설 후보지 검토사항	97
5.1 에코랜드 건설 후보지 개요	97
5.2 입지 수용성 제고 방안	101
5.2.1 주민지원방안	101

5.2.2 주변 친화적 시설 조성 및 랜드마크화
5.3 건설상의 문제점 및 개선방안 125
5.3.1 후보지 입지특성
5.3.2 매립지 건설시 중점 검토 사항126
5.4 운영상의 문제점 및 개선방안
5.4.1 불연성폐기물 매립으로 인한 폐기물 매립시설의 관리 130
5.4.2 고농도 무기염류 침출수 처리의 문제점 및 해결방안
5.4.3 밀폐형 매립지 유지관리상의 문제점 및 해결방안
VI. 종합결론····································
참고무허 ······· 130

## 〈표 목 차〉

〈班 2-1〉	· 우리나라 폐기물 매립시설 종류 및 특징······	10
〈班 2-2〉	오픈형 및 밀폐형 폐기물매립지 특징	12
〈班 2-3〉	· 수도권 매립지 개요······	17
〈班 2-4〉	· 오사카만 해안 폐기물매립지 규모 및 매립용량·····	27
〈班 2-5〉	· 히비키나다 서부 해안 폐기물매립지 개요······	29
〈丑 2-6〉	요코하마 미나미혼모쿠 해안 폐기물매립지 개요	32
〈丑 2-7〉	에마카우 해안 폐기물매립지 개요	34
(- 0 1)		
	의폐형 매립지와 개방형 매립지의 특징	
〈班 3-2〉	밀폐형 매립지 구조별 특징	43
〈班 3-3〉	우리나라 지붕형 매립지 설치・운영 현황	44
〈班 3-4〉	우리나라 에어돔형 매립지 설치・운영 현황	47
〈班 3-5〉	· 우리나라 에어돔형 매립지 설치·운영 현황······	50
〈班 3-6〉	에어돔형 폐기물매립지에 대한 「건축법」에서의 특수구조건축물 적용 여부	52
〈丑 3-7〉	ㆍ 「소방시설법 시행령」[별표5]의 폐기물처분시설 해당 규정	54
〈班 3-8〉	ㆍ 「산업안전보건법」에서의 작업환경측정 규정	54
〈班 3-9〉	ㆍ 「산업안전보건법」[별표 11의5]에서 규정한 유해인자 종류	55
〈班 3-10	> 「폐기물관리법 시행규칙」[별표 10] 설치검사 항목 개정	56
〈표 3-1]	> 「폐기물관리법 시행규칙」[별표 10] 정기검사 항목 개정	57
〈丑 3-12	≫ 에어돔형 매립지 사고원인 및 대책	58
〈표 3-13	> 밀폐형 매립지 내부 환경 관리기준	65
〈표 4-1〉	· 폐기물매립지 조성의 기본구상······	75
〈班 4-2〉	· 폐기물매립지 입지제한 관련 법규 및 해당내용·····	77

〈표 4-3〉 관광휴양지 해당시설 예시·······78
〈표 4-4〉입지여건 및 기술적 측면의 배제기준 79
⟨표 4-5⟩ 현장조사시 중점 항목····································
〈표 4-6〉폐기물매립시설의 후보지 선정시 고려사항
⟨표 4-7⟩ 폐기물매립지 입지평가 항목 및 배점 사례····································
〈표 4-8〉 폐기물매립지 입지평가 세부항목별 중요도 84
〈표 4-9〉 폐촉법에 따른 폐기물매립지 입지선정 절차 주요내용86
〈표 4-10〉폐기물처리시설 입지선정에 따른 원인별 민원발생 현황⋯⋯⋯⋯⋯ 89
〈표 4-11〉 폐기물처리시설 등에서 나타나는 갈등의 단계별 쟁점 91
〈표 4-12〉폐기물처리시설 인근 지역주민의 지원/보상방법····································
〈표 4-13〉폐기물처리시설 설치 시 갈등조정 사례
〈표 5-1〉「폐촉법」중 주민지원사항 관련 조항····································
〈표 5-2〉 지자체 폐기물관리 조례에서의 주민지원 관련 내용
〈표 5-3〉 주변영향지역 주민에 대한 지원사업의 종류(「폐촉법」시행령 별표3) 105
〈표 5-4〉폐기물처리시설의 주민편익시설 설치유형 현황
〈표 5-5〉남양주 광역 소각잔재매립지 주민편익시설 현황
〈표 5-6〉구미시 환경자원화시설 주민편익시설 현황
〈표 5-7〉양산시 자원회수시설 주민편익시설 현황
〈표 5-8〉 전주권 소각자원센터 주민편익시설 현황····································
〈표 5-9〉서울특별시 자원회수시설 가동률에 따른 지역난방비 지원율······ 111
〈표 5-10〉서울특별시 강남자원회수시설 출연 및 집행내용⋯⋯⋯⋯⋯⋯⋯⋯ 112
〈표 5-11〉서울특별시 노원자원회수시설 출연 및 집행내용
〈표 5-12〉 제주환경자원순환센터 주변지역 주민지원사업
〈표 5-13〉 강릉시 매립지 주변영향지역 주민지원사업 집행현황
〈표 5-14〉 김해시 소각시설 주변영향지역 주민지원사업 집행현황

〈丑	5-15>	논산시 소각시설 주변영향지역 주민지원사업 집행현황	115
〈丑	5-16>	폐기물처리시설 주민지원에 따른 가구별 지원액 검토	116
〈丑	5-17>	에코랜드 설치 주민지원방안 검토	117
〈丑	5-18>	에코랜드의 이미지 제고 및 랜드마크화를 위한 요소	119
〈丑	5-19>	침출수의 탈염처리 방식	132
<b>〈</b> 莊	5-20>	친축수의 주극소처리 반신	133

## 〈그 림 목 차〉

〈그림	1-1> 인천 에코랜드 사업부지	• 2
〈그림	2-1> 물질순환과 폐기물매립지의 위상	5
〈그림	2-2> 폐기물 매립지의 기능과 조건	• 6
〈그림	2-3〉 폐기물매립지의 관리항목과 경과 시간에 따른 관계	· 7
〈그림	2-4> 폐기물 매립지의 시설구성	. 7
〈그림	2-5> 폐기물매립지에서의 시설과 관리의 개념도	8
〈그림	2-6〉입지조건에 따른 매립지 분류	. 9
〈그림	2-7> 시계열적 폐기물매립시설 주변 환경오염 원인	13
〈그림	2-8> 육상 및 해안 폐기물매립지 기반시설 비교	15
〈그림	2-9> 수도권 매립지 현황	16
〈그림	2-10> 수도권 매립지 폐기물 처리 계통도	17
〈그림	2-11> 수도권 제1매립지 블록별 구역도	18
〈그림	2-12> 수도권 제2매립지 현황·····	20
〈그림	2-13> 진해 덕산 매립지 현황·····	21
〈그림	2-14> 일본 해안 폐기물매립지 현황	23
〈그림	2-15> 일본 해안 폐기물매립지의 폐기물 매립 분담율	23
〈그림	2-16> 일본 동경만 해안 폐기물매립지 현황·····	24
〈그림	2-17> 일본 동경만 해안 폐기물매립지 외측매립지 보호공	25
〈그림	2-18> 오소카 피닉스센터 설립 배경	26
〈그림	2-19> 일본 오사카만 해안 폐기물매립·····	26
〈그림	2-20> 일본 오사카만 반입기지 현황	27
〈그림	2-21〉 피닉스센터의 폐기물 처리 흐름 일반도	28
〈그림	2-22> 일본 오사카만 해안 폐기물매립지 매립부지에 조성된 태양광발전단지	28

<그림 2-23> 일본 히비키나다 해안 폐기물매립지 현황····································
〈그림 2-24〉부유식 플랫폼
〈그림 2-25〉오키나와 나하 에코아일랜드 현황····································
〈그림 2-26〉나하 에코아일랜드 주요 시설물
〈그림 2-27〉나하 에코아일랜드 보유수 처리 공정
〈그림 2-28〉 요코하마 미나미혼모쿠 해안 폐기물매립지 현황 33
〈그림 2-29〉미나미혼모쿠 해안 폐기물매립지 차수호안 구조
〈그림 2-30〉 세마카우 해안 폐기물매립지 현황
〈그림 2-31〉세마카우 해안 폐기물매립지 생태공간 개발 및 이용 현황 35
〈그림 2-32〉세마카우 해안 폐기물매립지 폐기물 처리 흐름도 35
<그림 2-33> Craney Island 해안 폐기물매립지 현황 36
<그림 2-34> Getermirho Iserok 해안 폐기물매립지 현황····································
〈그림 3-1〉가고시마 산업폐기물 최종처분장(에코파크) 40
<
<그림 3-3> 우리나라 지역별 에어돔형 매립지 설치·운영 현황····································
<그림 3-4〉일본 CS 매립지 침출수 처리 및 처리수 내부 살수 개념도····································
<
<그림 3-6> 에코디온루프 시스템····································
<그림 3-7> 분할지붕 이동구조 사례······· 51
<그림 3-8> 특수구조건축물의 예(도쿄돔)····································
<그림 3-9> 특정소방대상물 중 자원순환 관련 시설 분류······ 54
〈그림 3-10〉 유지관리도로 설치 사례
<그림 3-11> 태풍에 의한 에어돔 파손 사례······· 59
〈그림 3-12〉 제천 왕암동 에어돔형 매립지 사고 사례 59
〈그림 3-13〉 경주 에어돔형 매립지 화재 사고 사례 60

〈그림 3-14〉일본 CS 매럽지 유지관리 시 발생하는 문제점······	61
〈그림 3-15〉국내 지역별 기본지상적설하중 (kN/m²) ····································	63
〈그림 3-16〉밀폐형 매립지 매립작업 관리 프로세스	64
〈그림 3-17〉밀폐형 매립지 내부 작업자 복장 사례	65
〈그림 3-18〉 소각시설 배기가스 처리와 비산재 안정화 방식	66
〈그림 3-19〉 교반기에 부착된 칼슘 스케일	67
〈그림 3-20〉 염화물이온에 의한 금속부식 사례	68
〈그림 4-1〉폐기물매립지 입지선정시 전제조건	··· 74
〈그림 4-2〉폐기물매립지의 일반적인 입지선정 절차	
〈그림 4-3〉 폐기물매립지 입지평가 과정	
〈그림 4-4〉폐촉법에 따른 입지선정 절차도	
〈그림 4-5〉기피시설에 대한 반대사유 및 보상에 대한 시민 인식	90
〈그림 5-1〉에코랜드 건설 후보지 현황	· 118
〈그림 5-2〉 제주도 빛의 벙커	120
〈그림 5-3〉수도권매립지 드림파크	120
〈그림 5-4〉영국 에덴 프로젝트	121
〈그림 5-5〉 프랑스 빛의 채석장	· 121
〈그림 5-6〉소각시설 타워 사례	122
〈그림 5-7〉복합 환경시설 사례(전면 지하화)	122
〈그림 5-8〉 구조물 디자인 차별화를 통한 랜드마크 사례	• 123
〈그림 5-9〉일본 클로즈시스템(Close system) 매립시설······	
<그림 5-10> 독일 윤데마을····································	
〈그림 5-11〉 덴마크 삼소섬	
〈그림 5-12〉해안과 연접된 지역의 지하수 형성 모식도	
〈그림 5-13〉이처 에코래드 조성 조간도	126

## 제1깡

## 서 론

1.1 연구배경

1.2 연구목적

### I. 서 론

#### 1.1 연구배경

- 우리나라의 폐기물 매립 관련 정책은 머지 않은 미래에 큰 변화가 예상되고 있음. 환경부는 2026년부터 수도권 지역에서 생활폐기물 직매립을 금지하는 제도를 시행할 예정임. 또한, 환경부는 한국건설자원공제조합 및 한국건설자원협회와 2025년부터 건설폐기물의 수도권매립지 반입을 금지하고 99% 이상 재활용하는 등 6개 합의사항을 담은 '건설폐기물의 친환경적 처리와 재활용 촉진을 위한 업무협약'을 체결하였음.
- 이와 같은 상황에 대처하기 위하여 인천광역시는 발생지 처리원칙에 따라 자체 폐기물 매립지와 소각장에 대한 계획으로 '친환경 에코랜드(자체매립지) 및 자원순환센터 기본 구상'을 발표하였음. 구체적으로 자원순환센터(소각시설)는 중구(중구, 미추홀구)와 남동구(동구, 남동구), 강화군에 1개소씩 예정되어 있으며 부평구와 계양구는 결정되지 않은 상태임.
- 인천광역시에서 배출하는 소각재를 매립하기 위한 '인천에코랜드'는 2024년까지 옹진군 영흥면 일원 89만 4,925 ㎡ 부지에 14만 8,500 ㎡로 조성될 예정임. '인천에 코랜드'후보지는 30~40 m 깊이의 지하에 소각과 재활용을 거치고 남은 최후의 소각재 와 불연성 폐기물만을 매립하고 밀폐형 시설로 지상부를 설치하는 친환경 시설로 조성될 것이라는 계획이 발표되었음(〈그림 1-1〉참고〉.



〈그림 1-1〉 인천 에코랜드 사업부지출처 : 인천광역시, 인천에코랜드 조성계획(안), 2021

O '인천에코랜드' 후보지가 위치할 옹진군 영흥면 외리 248-1 일원 주변에는 2004년

석탄화력발전소가 들어서 미세먼지, 온배수, 석탄재 비산먼지 등의 배출로 인한 환경 악화와 주민들의 고통이 있어 왔음. 따라서 혐오시설로 인식되는 매립지가 조성된다는 것에 대해 소음과 분진, 악취, 해양오염에 대한 문제가 제기되고 있는 실정임.

O 이에 따라 옹진군 의회에서는 주민들이 염려하는 환경영향의 피해 발생을 억제하고 회피 방안 등을 강구하기 위하여 연구용역을 발주하여 본 연구를 수행하게 되었음.

#### 1.2 연구목적

- 본 연구의 목적은 인천 에코랜드 계획이 영흥도 주민과 환경에 미치는 영향을 최소화하기 위한 방안을 모색하는 것임. 이를 위하여 국내외 해안 폐기물 매립지 및 밀폐형매립지의 건설·운영 사례를 분석하고 매립지 입지 선정 방법 및 선정 사례 분석을통하여 인천 에코랜드의 건설 후보지로서의 구비요건을 제시하였음.
- 구체적으로 입지 수용성 제고를 위하여 주민지원 및 친환경 시설 조성 사례를 제시하고, 연약지반 처리 및 차수방안 등 건설상의 문제점 및 개선방안을 도출하였음. 또한, 침출수 처리와 밀폐형 시설의 유지관리상 문제점 및 해결방안 등을 제시하여 운영상 환경적 문제점을 파악하고 개선방안을 도출하였음.

## 제2깡

## 국내외 해안 폐기물매립지 건설·운영사례 분석

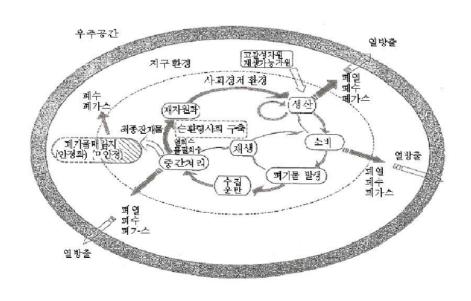
- 2.1 폐기물매립지 개요
- 2.2 해안 폐기물매립지 건설·운영 사례 조사
- 2.3 해안 폐기물매립지 건설시 고려사항

### II. 국내외 해안 폐기물매립지 건설·운영 사례 분석

#### 2.1 폐기물매립지 개요

#### 2.1.1 자원순환시대의 폐기물매립지 역할

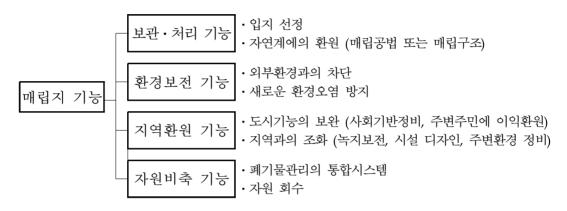
- 우리나라는 1990년대부터 폐기물의 발생억제, 재활용, 중간처리시설의 확충을 강력히 추진하고 있으나 여전히 폐기물처리과정에서 폐기물매립지는 매우 중요한 역할을 담당하고 있다. 한편 폐기물매립지에 대한 혐오적인 이미지와 지역이기주의의 팽배, 지가상승 및 매립지 건설비의 급등으로 신규 매립지의 확보는 날로 어려워지고 있는 실정임.
- 한편 폐기물매립지로 반입되는 폐기물의 질은 중간처리시설의 보급과 음식물쓰레기와 하수슬러지 등과 같은 유기성폐기물의 반입금지로 인해 유기물 주체에서 소각재와 건설폐기물 등의 무기물 주체로 변화해 가고 있음.
- 또한 지구환경적으로는 폐기물이 단기간에 대량 배출되는 사회구조로부터 귀중한 유한자원을 유용하게 사용하는 자원순환형 사회로의 전환을 절실히 요구하고 있는데, 〈그림 2-1〉에 나타낸 바와 같이 자원순환사회에서 물질순환을 원활하게 유지하기 위해서는 환경보전이 대전제가 되어야 하며, 환경보전기술의 하나인 폐기물의 매립기술도 자원의 원활한 순환에 중요한 역할을 담당하여야 하는 시대를 맞이하고 있음.



〈그림 2-1〉물질순환과 폐기물매립지의 위상 출처 : 이남훈, 자원순환시대의 폐기물매립지 관리운영 전략 (2004)

○ 오늘날 요구되고 있는 폐기물 매립지의 기능은 <그림 2-2>에서 보는 바와 같이 과거

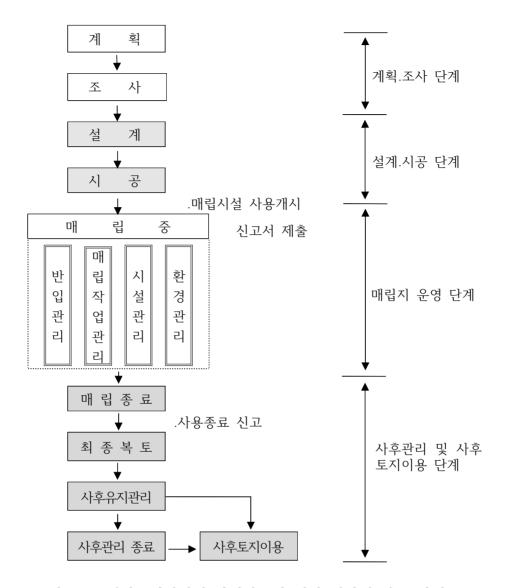
「폐기된 물건」의 단순한 「버리는 장소의 기능」으로부터 탈피하여 첫째 적절한 장소에 충분한 처분용량을 확보하여 자연환원처리가 이루어질 수 있는 「보관·처리」시설 기능, 둘째로 유해물질 등이 반입될 경우를 대비하여 환경오염에 대한 차단 벽으로서의 역할을 담당할 수 있는 「환경보전」시설 기능, 셋째로 폐기물 매립지의 확보가 곤란한 상황에서는 지역주민들에게 해택을 줄 수 있는 「지역환원」시설 기능, 마지막으로 매립폐기물은 차세대를 위한 잠재자원이므로 「자원비축」시설 기능까지도 충족할 것을 요구하고 있음.



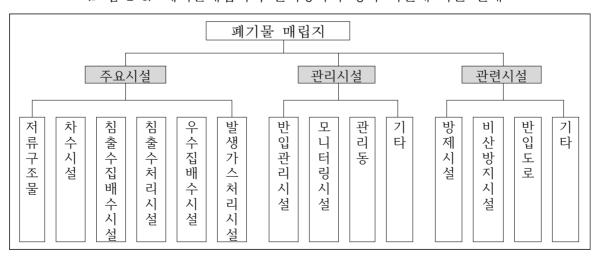
〈그림 2-2〉 폐기물 매립지의 기능과 조건

#### 2.1.2 폐기물매립지 계획의 중요성

- 폐기물 매립지는 소각시설 등과 같은 중간처리시설에 비교해, 면적이 광범위할 뿐만 아니라 고지대나 수원의 상류에의 입지 등, 환경범위가 넓은 특징을 지니고 있다. 또 한 〈그림 2-3〉에서 보는 바와 같이 매립지 설계·시공단계에서 매립완료까지 장기간을 요하고 매립종료후 사후토지이용 가능기간은 대략 30년에서 50년 정도 소요되어 신규 매립지의 확보에 지장을 주고 있음.
- 폐기물 매립지를 관리할 때에는 폐기물을 안전하게 저류하고 매립된 폐기물이 신속히 분해·안정화됨과 동시에 침출수와 발생가스에 의한 환경오염의 방지 등 폐기물 매립지로서 필요한 기능을 충분히 갖는 것이 중요하다. 더욱이 매립이 끝난 후의 매립지는 곧 폐쇄되어 사후 토지로 이용되지만 이 경우도 안전하게 이용될 수 있도록 필요한 대책을 강구할 필요가 있음.
- 이와 같이 폐기물 매립지는 환경성과 경제성, 시공성 등을 종합적으로 고려하여 〈그 림 2-4〉에 제시한 제반 시설들을 적절하게 설계·시공하여야 하며, 또한 이들 시설들을 적절히 운영하고, 또 안전히 이용하기 위해서는 폐기물의 반입관리, 매립작업관리, 시 설의 유지관리, 환경관리 및 매립종료시 내지는 사후 토지이용시의 매립지 상태관리 를 충분히 할 필요가 있음.

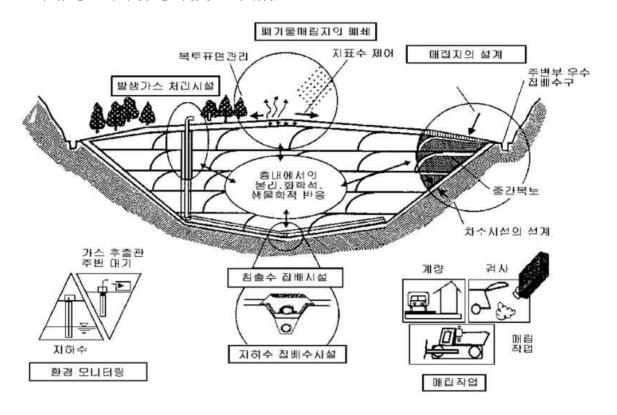


〈그림 2-3〉 폐기물매립지의 관리항목과 경과 시간에 따른 관계



<그림 2-4〉폐기물매립지의 시설구성

- 또한 사후토지이용에 대해서도 매립지의 계획·설계 및 관리와 조화를 이룰 필요가 있으며, 계획·설계 및 관리의 기술수준에 적합한 사후 매립부지의 유효이용을 도모하는 것이 중요함.
- 페기물매립지의 계획, 설계 및 운영에서 필수적으로 고려하여야 하는 기본 요소로서는 (그림 2-5)에 나타낸 바와 같이 ①매립지의 설계 및 시공, ②매립작업과 매립시설의 유지관리, ③매립지 내부에서 일어나는 물리·화학·생물학적 반응, ④침출수 및 가스처리, ⑤모니터링, ⑥매립종료가 있음.



〈그림 2-5〉 폐기물매립지에서의 시설과 관리의 개념도

출처 ; 농어촌진흥공사 농어촌연구원, 농어촌지역 소규모 쓰레기매립지 계획설계 기법개발 연구 (1998)

#### 2.1.3 폐기물매립지의 종류

- O 매립지의 종류는 입지 위치의 지형적 특성을 중심으로 분류하는 방법과 매립되는 폐 기물의 종류에 의한 분류하는 방법이 있음.
- 지형특성을 중심으로 한 분류로서는 〈그림 2-6〉에서 보는 바와 같이 육상매립과 수 면매립으로 분류한다. 육상매립은 다시 구릉 및 낮은 산간의 골짜기에 폐기물을 매립하는 산간매립과 평지매립 등으로 나뉘며, 수면매립은 내수면매립과 해면매립으로 구분된다. 우리나라는 대부분이 육상매립인 산간매립이나 평지에 매립하고 있고 해안의

간척지에 매립하는 것은 극히 일부분임.



육상매립

해면매립

〈그림 2-6〉 입지조건에 따른 매립지 분류

- 한편 매립되는 폐기물의 종류에 의한 분류로는 우리나라 「폐기물관리법」에서는 매립되는 〈표 2-1〉과 같이 폐기물의 종류에 따라 차단형매립지와 관리형매립지로 분류하고 있음
- 「폐기물관리법 시행규칙」[별표 5]에서는 생활폐기물, 음식물류폐기물, 사업장일반폐기물, 지정폐기물로 구분하여 매립처분 시에는 관리형 매립시설 또는 지정폐기물을 매립할 수 있는 관리형 매립시설에 처리하도록 규정하고 있음. 이에 매립처분되는 폐기물의 유해성에 따라 주변환경오염 방지시설 설치 및 운영기준을 설정하였으며, 이러한 설치 및 운영기준에 따라 관리형 매립시설 내에서도 일반과 지정폐기물 매립시설 그리고 예외적 매립시설로 구분될 수 있음. 각 시설에 대한 설치 및 관리기준을 「폐기물관리법 시행규칙」[별표 9]와 [별표 11]에서 규정하고 있음.
- 관리형 매립은 중금속 등 인간이나 자연생태계에 악영향을 미치는 유해한 물질이 거의 함유되어 있지 않고 주로 생물분해 가능한 폐기물을 대상으로 하는 매립지이다. 관리형매립은 폐기물 매립시 일일복토, 중간복토 및 최종복토가 필요하고, 매립시설에서 침출수가 유출되는 것을 방지하기 위하여 점토, 고밀도 폴리에틸렌 등의 차수재료를 이용하며, 침출수 집수 및 처리 시설, 강우시의 침출수 저장을 위한 유량조정조, 그리고 매립가스 처리시설을 갖추어야 함.
- 차단형 매립시설은 고체상태의 폐농약류만 반입이 허용되어 있으며, 공통시설과 함께 콘크리트 바닥 및 외벽, 지붕, 덮개를 설치하도록 되어 있음.

### 〈표 2-1〉 우리나라 폐기물 매립시설 종류 및 특징 (출처 : 환경부, 예외적 매립시설 설치·운영 및 관리실태 조사 연구, 2016b)

매립시설	예외적 매립시설 관리형매립시설				차단형매립시설
* 종류	시설 전부 미설치	매럽시설 시설 일부 미설치	일반폐기물	지정폐기물	사인생매립시설
개념도	전개검사 의국시설 (외국중입립지) 표지라 자하수 국시정	용벽, 의학시설 제반 (외부물입방지) 가스 병제사설 시설 보류 등 원들수 원들수 자수 집배주시설 시설 표시판	공부 의관시설 가스 배제시설 보유 - 의용수 원용소 차수 교체관 기관	용병, 의관시설 의무 의명지) 가스 배제시설 비용 수 있는 지수 교육 지원	빗종유입당지사설 외국사설 인부를 입당기 표시작 표시작 변제시설
비고	-	가스소각시설 또는 발전· 연료화 처리시설을 갖추지 아니한 매립시설	유기성폐기물을 매립하여 발생가스 소각시설 또는 특 치하여야 함	가스가 발생하는 경우에는 발전·연료화 처리시설을 설	-
법적 근거	『폐기물 처리 제 13조(예외적 매립시	법 시행 규칙』 설에서의 폐기물 처분)		물 관리법 시행 규칙』[별표 분시설 또는 재활용시설의 설	. 9] 치 기준
주요시설	- 외곽시설 - 표지판 - 축대벽, 둑(저류구조물) - 빗물배제시설 - 계량시설 - 지하수 검사정	- 외곽시설 - 표지판 - 축대벽, 둑(저류구조물) - 빗물배제시설 - 계량시설 - 지하수 검사정 - 차수시설(t=2.0 mm) - 침출수 집수시설 - 침출수 유량조정조 - 침출수 처리시설	<ul> <li>외곽시설</li> <li>표지판</li> <li>축대벽, 둑(저류구조물)</li> <li>빗물배제시설</li> <li>계량시설</li> <li>지하수 검사정</li> <li>차수시설(t=2.0 mm)</li> <li>침출수 집수시설</li> <li>침출수 지하고</li> <li>침출수 유량조정조</li> <li>침출수 처리시설</li> <li>가스소각시설</li> <li>발전・연료화 처리시설</li> </ul>	- 외곽시설 - 표지판 - 축대벽, 둑(저류구조물) - 빗물배제시설 - 계량시설 - 지하수 검사정 - 차수시설(t=2.5 mm) - 침출수 집수시설 - 침출수 유량조정조 - 침출수 처리시설 - 가스소각시설 - 발전・ 연료화 처리시설	- 외곽시설 - 표지판 - 축대벽, 둑(저류구조물) - 빗물배제시설 - 계량시설 - 지하수 검사정 - 콘크리트 바닥 및 외벽 - 지붕(빗물 유입방지시설) - 덮개(빗물 차단시설)
반입허용 폐기물	연탄재, 유리, 연소재(소각 재 제외), 도자기조각, 광재 류, 패각류, 무기성오니, 건 설패재류	폐석고, 폐석회, 연소재, 분 진, 폐주물사, 폐사 등	생활, 사업장 일반폐기물	지정폐기물	고체상태의 폐농약류

#### 2.1.4 폐기물매립지 구조

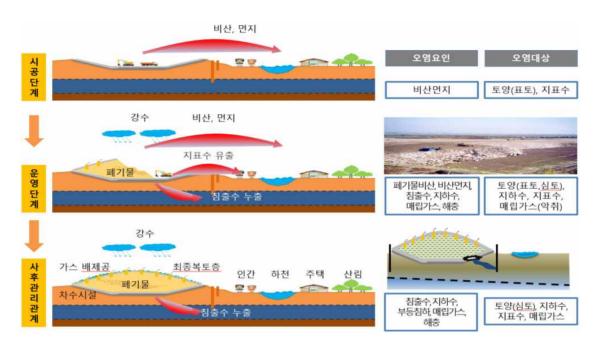
- 폐기물매립지의 매립형식은 〈표 2-2〉와 같이 오픈형과 밀폐형(지붕형) 시스템으로 구분되며 주변환경의 보전, 매립용량, 경관, 지질재해 등에 대한 안전성, 철거지 이용성, 경제성 등을 감안하여 결정할 필요가 있음.
- 오픈형 매립지는 지붕이 없는 이전부터 있던 형식으로 실시 사례가 밀폐형에 비해 훨씬 많음. 주변환경에 대한 영향(경관, 폐기물 비산, 악취, 침출수량 등), 침출수 처리시설 건설비(처리능력 및 조정조 용량이 큼)는 밀폐형 매립지에 비해 떨어지지만, 지붕설비 건설비가 들지 않는 장점이 있음.
- 밀폐형 매립지는 안전성과 환경보전 기능 향상 등을 고려하여 제안된 것으로 매립지에 지붕설비를 설치하고, 각종 조건에 맞추어 폐기물을 제어 가능한 폐쇄공간에서 관리하고, 환경을 보전하는 기능을 가진 매립지를 말함.
- 밀폐형 매립지는 지붕설비와 차수설비로 외부 환경으로부터 차단되어 있으며 다음과 같은 특징이 있음.
  - ① 주변 경관과 조화를 이루며 폐기물처리에 대해 깨끗한 이미지 조성 용이
  - ② 폐쇄공간이기 때문에 폐기물 비산, 유출이나 악취의 확산 방지 가능
  - ③ 강우, 강설 등의 자연조건에 좌우되지 않아 침출수 발생량 제어 가능
  - ④ 매립작업이 일기에 좌우되지 않음

〈표 2-2〉 오픈형 및 밀폐형 폐기물매립지 특징 (출처 : https://www.info.city.tsu.mie.jp/www/contents/1001000007901/simple/6252.pdf)

평가 항목		밀폐형매립지	오픈형매립지	
개념도		完全クローズドシステム競分場の概略 を本 を本 を表 を表 を表 を表 を表 を表 を表 を表 を表 を表	diseases disease dis	
①주변 환경 영향	경관	매립물이 외부에서 보이지 않고, 경관을 해치지 않는다.	외곽시설, 복토로 매립물을 덮으나 경관을 손상시키기 쉽다.	
U구변 완경 경상	폐기물 비산, 악취 등	매립지외로 폐기물 비산, 해충의 침입 및 냄새, 분진의 누설방지를 도모할 수 있다.	폐기물 비산 등은 자연환경(강풍)의 영향을 받기 쉽다.	
	매립지에 대한 빗물 대책	지붕설비로 매립부를 덮기 때문에 빗물이 침입하는 일은 없다.	자연강우의 영향을 받기 쉽기 때문에 호우 시에 발생하는 침출수를 저장할 수 있는 조정조 용량이 필요하다.	
②오수 대책	침출수 처리 시설	인공 강우에 의한 침출수 처리.강우량에 변동이 없기 때문에 시설 규모를 줄일 수 있다.	발생하는 침출수의 처리능력 및 조정조 용량은 자연조건에 좌우된다. 수처리 시설 규모는 폐쇄형보다 큰 것이 필요하다.	
	매립지내 저류	매립지 내의 저류가 없도록 소규모 침출수 조정조를 설치한다. (피복 설비 정비 시용)	호우 시의 침출수 조정조 용량 이상의 오수는 매립지 내에 저류시킨다.	
	공공 수역 오염	방류수량이 적기 때문에 개방형보다는 주변 환경에 미치는 영향은 적다. 무방류로 할 수도 있다.	방류 기준을 충족해 방류하기 때문에 영향은 적다. 수질조사, 처리시설 점검 등 유지관리가 중요하다.	
③건설	구조	비교적 규모가 작은 매립지에는 많은 사례가 있었으나 에어돔으로 실시할 경우에 상당히 큰 규모로 건설이 가능	골짜기 지형을 매립하는 것이 기본이며 비교적 대용량 매립지에 적합하다.	
<b>⊘∕</b> L′ <u>2</u>	건설비	지붕설비 건설비가 들지만, 수처리 시설의 규모가 작아져 건설비가 적게 소요된다.	수처리의 고도화에 수반해 건설비가 증가 경향에 있다. 조성비는 지형에 크게 영향을 받는다	
	폐기물 안정화	인공강우에 의해 폐기물의 안정화를 촉진시키지만, 촉진을 위한 살수량 등의 표준 화 방안은 현재 불명확하다.	안정화 속도는 자연조건, 폐기물성상에 따른다. 폐기물 사후관리기간이 장기간 소요된다.	
④유지관리	시설의 열악화	지붕설비의 정비, 보수 등이 필요하지만 차수시트의 자외선 열화를 방지할 수 있다	자외선에 의해 차수시설이 열화하지 않도록 보호 매트 등에 의한 방지책을 실시할 필요가 있다.	
	유지관리비용	수처리 규모가 작아 관리비가 적다. 사후관리종료까지의 기간이 길어 관리비가 많아진다.	수처리 시설의 규모가 크고, 사후관리종료까지의 기간이 길어지면 유지관리 비가 많이 소요된다.	
⑤ 철거지 이용	이용 정도	오픈형으로 이용하는 방법은 물론 지붕설비를 이용한 계획도 가능	공원, 운동장, 포장 등의 이용 실적이 다수 있으며, 이용 범위가 넓다.	
⑥지역사회와 합의 형성		생활환경 영향이 해소되고 외관상 매립지의 이미지가 없기 때문에 지역사회에 수 용되기 쉽다.	'안전성이 높고 환경보전을 배려한 모델적인 이미지를 지역사회에 홍보하여 합의 형성을 도모할 필요가 있다.	

#### 2.1.5 시계열적 매립지 환경영향 요인

○ 폐기물매립시설의 관리는 〈그림 2-7〉과 같이 시·공간적으로 구분될 수 있으며, 각 단계에 따라 오염요인과 대상이 변하게 됨.



〈그림 2-7〉시계열적 폐기물매립시설 주변 환경오염 원인 (출처 : 환경부, 폐기물처리시설 설치·관리 및 내진설계기준 연구, 2017)

- 매립시설의 설계·시공단계에서는 폐기물의 반입이 아직 이루어지지 않기 때문에 폐기물 로 인한 환경오염 가능성은 없으나 매립시설에서의 중장비와 작업차량으로 인한 비산먼 지로 주변 토양 등이 환경오염 우려가 있으나 토양 오염 가능성은 높지 않음.
- 따라서 매립시설 운영 전 주변환경의 오염 가능성은 크지 않기 때문에 매립시설 운영이후 발생할 수 있는 침출수의 누출로 인한 지하수 및 토양의 오염여부를 확인하기 위해 사전조사(배경농도)의 개념으로 모니터링이 필요함.
- 매립시설의 운영 시에는 반입폐기물로 인한 침출수 및 매립가스가 발생하게 되며, 매립시설의 주변 환경은 침출수 누출로 인한 지하수 및 주변토양의 오염이 발생할 수 있으며, 국지성 호우로 인하여 우수가 매립시설 표면부에서 넘쳐 주변 토양 및 지표수를 오염시킬 수 있음. 따라서 운영 단계에서는 매립시설 주변의 지표수, 지하수(토양), 대기 등을 주기적으로 측정하여 매립시설에서 발생하는 오염물질의 누출여부를 확인해야 함. 토양 오염 여부는 매립시설 주변의 지하수 감시정을 통해 확인할 수 있음.
- O 매립시설의 운영이 종료되면 주변 환경오염 방지를 위해 최종복토(capping)를 실시하기 때문에 운영단계보다는 지표수, 표토 등의 오염 가능성은 낮은 반면에 매립지 하단 차수 시트의 손상으로 인한 침출수 유출로 지하수 및 심토의 오염이 발생할 수 있음.

#### 2.1.6 해안매립지의 필요성 및 특징

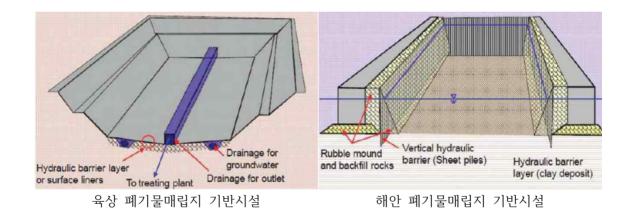
#### 가. 해안매립지의 필요성

- 국내의 경우 현재 사용 중인 육상 폐기물매립지의 매립용량은 한정되어 있으며, 향후 매립지의 포화로 인해 추가적인 매립지의 건설이 필요함. 폐기물 발생 저감과 재이용, 재활용을 확대하더라도 지자체별로 차이는 있지만 잔여매립용량이 많지 않은 상황이며, 일부 지자체는 시급한 신규매립지 확보가 필요한 상태로 지속적인 신규매립지 확보가 필요한 실정임.
- 특히 서울, 인천, 경기도의 경우 현재 사용 중인 수도권매립지의 운영과 관련하여 지자체 간 갈등이 오랜 시간 이어지고 있음. 이러한 사례처럼 육상에서의 신규 매립지건설은 여유부지의 부족과 님비(NIMBY)로 인한 민원 등으로 적절한 부지를 확보 선정하는데 있어 어려움이 많음.
- 이러한 시점에서 육상매립지를 대체할 해안매립지의 필요성이 대두되고 있으며, 해안폐 기물매립지는 해양쓰레기와 소각재 등 전처리 과정을 거친 폐기물의 매립을 분담함으 로써 육상에서의 폐기물매립지 부족과 신규부지 확보의 문제를 해결할 수 있음. 우리나 라에서는 해안매립지를 조성한 사례가 현재까지는 없으나 일본과 싱가폴에서는 폐기물 처리와 해양에서의 국토창출을 목적으로 해안매립지를 조성하여 운영 중에 있음.
- 해안 폐기물매립지는 해양 환경에 충분한 대책을 수립하고 관련 기술을 확보하면 친환 경적으로 건설 및 운영될 수 있음. 이를 위해서 국내 환경에 적합한 해안매립지 차수시 스템의 설계 및 시공 기술, 내부수위 제어 및 수처리 기술, 해양환경영향 평가 등에 대한 종합적이고 체계적인 기술 개발이 수행되어야 함. 또한, 조성계획 수립 단계부터 사후부지활용방안을 고려함으로써 향후 부지개발 시 발생할 수 있는 매립지반 활용에 대한 기술적 문제를 최소화하고, 해양공간개발의 효과가 극대화하기 위한 연구도 필요함. 정책적 측면에서 해안매립지 조성을 위한 법/제도의 정비 역시 필요할 것임.

#### 나. 해안매립지의 특징 (출처 : 김인철, 2015)

O 해안 폐기물매립지는 해일, 쓰나미, 조수, 파랑, 해류 등 시시각각 변화하는 외력에 대해 매립지를 지탱하는 호안구조물의 안정성 및 매립지 내부의 침출수를 외해에 누출하지 않게 하기 위한 호안구조물의 차수성 기능이 요구됨. 기존의 호안 구조물은 케이슨 거치 시 투석마운드 설치에 의해 호안의 통수성(通水性)을 높게 하여, 내・외의 수위차 및 파력 완화에 의한 호안의 안정성을 확보하였음. 그러나 해안 및 해안매립지의 호안은 내부의 침출수가 외해에 유출되지 않도록 하기 위한 높은 차수성능이 요구되므로 호안의 설계 조건에 필요한 세심한 주의가 필요함.

- 육상 매립지에서는 점토 라이너(Clay Liner)의 시공이나 점토층 다짐공법의 적용이 가능하지만, 특히 해안 폐기물매립지는 수중 시공이 곤란하기 때문에 고도의 시공기술을 요구함. 일본의 사례를 보면, 도쿄만, 이세만, 오사카만 등의 일본 대도시 연안의해저에 점토층이 두껍게 퇴적하고 있어 점토지반의 낮은 투수성을 매립지의 저면 차수층으로 이용할 수 있으며, 사질토 지반에서는 저면의 차수성을 충분히 확보할 수없으므로 저면 차수보강공법을 적용한 사례도 있음.
- 수중에서는 작업공간이 항상 젖어있어 점토층의 다짐공법 및 차수시트의 접합작업 등이 쉽지 않고 품질 관리에 세심한 주의가 필요함. 또한, 우각부의 시공은 호안 및 해저 지반의 지형에 맞게 시트에 국소적인 변형을 방지하기 위해 무리한 힘이 작용하지 않도록 시공해야 함. 또한, 외부의 수위가 높을수록 호안과 저면에 양압력이 작용하여 시트가 가라앉지 않는 경우가 발생하거나, 조위변동에 의한 양압력으로 인하여 시트가 저면에 고정하지 않기 때문에 충분한 상재 압력을 확보해야 함.
- 〈그림 2-8〉과 같이 일반적인 육상 매립지의 처리시설에서는 침출수를 효율적으로 매립 지 저면에 집수하고 표고차를 이용하여 최하류에서 정화 처리하는 집배수 시스템이 도 입되어, 폐기물 속을 우수가 침투하여 폐기물 층에서 융해, 부유물질은 정기적으로 모 니터링이 실시하여 2년 동안 배출기준을 만족하는 것을 확인한 후 일반용지로 이용함.



〈그림 2-8〉 육상 및 해안 폐기물매립지 기반시설 비교

○ 한편, 해안 폐기물매립지는 지하수위가 높으며, 표고차가 거의 없는 평면적인 출구 없는 그릇과 같은 구조임. 매립지의 입지조건, 외력 조건, 차수구조 외에도 해안 및 해상 폐기물 매립지의 중요한 요소는 매립지내 침출수 관리임. 해안 폐기물매립지에서는 침출수를 처리, 배수하는 것에 의해 내부의 수위를 제어할 수 있으므로 건설 및 매립 시의 호안과 차수공의 안정성을 고려하여 매립지 내부의 수위를 높게 관리를하고, 폐기물 매립 종료 후에는 침출수 방지를 위하여 내부수위를 낮게 관리하는 등의 능동적 수위관리 방법이 필요함.

#### 2.2 해안 폐기물 매립지 건설 · 운영 사례조사

#### 2.2.1 국내사례

#### 가. 수도권 매립지

- 수도권 매립지는 총면적 630 만평의 국내 최초의 대규모 위생 매립지로서, 제1공구 (123 만평) 지역에 대해 1988년 12월 사업계획, 기본 및 실시설계, 1989년 기반시설 공사 착공, 1992년 2월 폐기물 반입 개시 후, 서울특별시를 비롯한 수도권 일원 시군에서 발생하는 폐기물을 위생적, 안정적으로 매립처분하고 있음.
- 수도권 제1매립지는 연약지반 대책공법으로 Sand Drain 공법을 적용하였으며, 해성퇴적층 원지반을 차수층으로 사용함. 제2매립지는 도로지역 연약지반에 Paper Drain 공법을 선정하였으며, 연약지반 지지층 및 차수층으로 고화토 공법으로 시공하였음. 제3 매립지는 도로지역 연약지반 대책공법으로 PBD 공법을 적용하였으며, 연약지반 지지층 및 차수층으로는 제2매립지와 같은 고화토 공법응 적용하여 매립지를 조성하였음.
- O 바닥부 차수시설은 제1매립지의 경우 원지반 해성퇴적층 $(k = 3 \times 10^{-7} \sim 1 \times 10^{-6} \text{ cm/sec})$  두께 $(4\sim18.5 \text{ m})$ 를 차수층으로 대용하여 별도의 차수시설은 설치하지 않았으며, 제방 부에는 HDPE Sheet (t = 1.5 mm)를 포설하였음.



〈그림 2-9〉 수도권 매립지 현황

출처: 수도권매립지관리공사 홈페이지, https://www.slc.or.kr/main.do

⟨표 2-3⟩ 수도권 매립지 개요

구분	부지면적(만㎡)	매립면적(만㎡)	매립용량(만톤)	기타
제1매립지	409	251	6,425	야생화단지
제2매립지	378	262	8,018	
제3매립지(1단계)	103	83	1,819	
제4매립지 등	593		6,538	제3매립지 잔여부지 포함
기타(시설단지)	117	-	-	제2공구 등
총계	1,600		22,800	



〈그림 2-10〉 수도권 매립지 폐기물 처리 계통도

출처 : 수도권매립지관리공사 홈페이지, https://www.slc.or.kr/main.do

○ 제1매립지는 수도권지역(서울특별시, 인천광역시 및 경기도) 발생하는 폐기물의 매립을 위하여 사업면적 중 약 2,502 천㎡에 대해 매립기반시설을 조성하였음. 1992년 2월 경기지역에서 발생되는 폐기물 반입을 시작으로 1992년 11월부터는 서울, 인천지역을 포함 본격적으로 폐기물 반입을 개시하였다. 현재는 매립이 완료되었으며, 반입기간 약 8년 9개월(1992. 2~2000. 10) 동안 약 6,400 만톤의 폐기물이 매립되었음.

○ 제1매립지 상부는 기 설계된 "Dream Park 조성(1단계 1차) 사업(2005. 8)"에서 대중 골프장을 조성하는 것으로 계획·검토되어, 현재 공사가 완료되었음.

• 기반시설 공사착공 : 1989년 9월

• 매립개시 : 1992년 2월

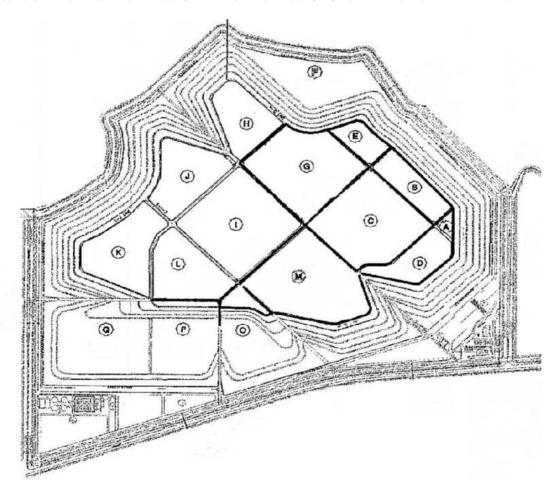
• 매립완료 : 2000년 10월

• 사업면적 : 4.089 천㎡

• 매 립 량 : 6,400 만톤

• 매립방식 : 위생매립

• 반입대상 : 서울특별시(25개구), 인천직할시(8개구), 경기도 20개 시·군(1992년 기준)



〈그림 2-11〉 수도권 제1매립지 블록별 구역도

○ 제1매립지에 대한 사후관리는 폐기물관리법을 기초로 효과적이고 친환경적으로 안전 하게 아래와 같이 관리되고 있음.

#### - 최종 복토면

최종 복토면 기능 손상 방지를 위하여 폐기물 침하 및 우수에 의한 복토 손실면에 대해 구배 정지 및 다짐(+Seed Spray) 작업을 시행(년 2회)하고 있음.

#### - 우수배제시설

신속한 우수배제로 침출수량을 저감하기 위하여 우기철(5월~9월) 및 건기철(10월~4월)을 구분하여 각각 주 2회(집중 강우시 재해대책차원 별도 시행) 및 월 1회 차량으로 이동하면서 순찰 및 점검을 시행하고 있음. 또한 최상부 제방변, 4단 상부면 및 이격구간 우수측구는 년 2회 토사제거(전 연장의 50%)를 시행하고 있음.

#### - 도로곳

안정화가 진행중인 매립지 도로포장은 포장층을 제외한 보조기층까지만 시공되어 유지 관리용 도로로 활용하고 있음. 침하로 인해 도로가 파손될 수 있으므로 년 2회 도로 정리 및 보수를 시행하고 있음.

#### - 조경

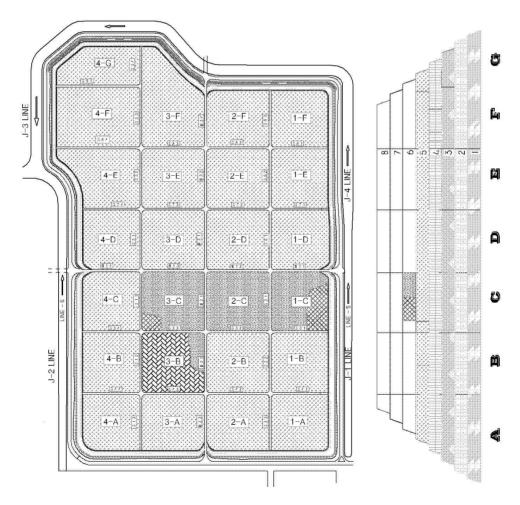
- 전정 : 수종별, 형상별 특성에 따라 통풍, 일조상태 등을 고려한 도장지, 밀생부분, 가지솎기, 장애지 베어내기 등을 적절하게 시행하고 있으며, 정상적인 생육 장애요인의 제거와 외관적인 수형을 다듬기 위해 6~8월 사이에 하계전정, 12~3월 사이에 동계전정을 시행하고 있음.
- 제초 : 가급적 잡초가 발아하기 전이나 발생초기(년 4~6회)에 제초작업을 시행하고 있음.
- 잔디깍기 : 잎의 길이가 3~6 cm 이내가 되면 잔디깍기를 시행하고 있으며, 생육이 왕성한 6~9월에 집중적으로 시행하고 있음.
- 잔디시비 : 생육이 활발한 하절기에 시행하고 있으며, 질소, 인산 및 칼률 성분은 각 각 년간 30, 15 및 30 g/m² 이하로 살포하고 있음.
- 수목시비 : 수목시비는 10월 하순~11월 하순, 2월 하순, 3월 하순, 4월 하순~6월 하순에 시행하고 있으며, 시비량은 토양의 상태, 수종, 수세 등에 따라 차등을 두고 있음.
- 병충해 방제 : 사용약제, 살포량, 살포시기, 약제의 희석비율 등은 식물의 병충해 종 류와 목적에 따라 차등방제하고 있음.
- 월동작업 : 동해가 예상되는 수목은 짚싸주기, 뿌리덮기, 방한덮기, 방풍조치 등을 시행하고 있음.

- 관수 및 배수 : 뿌리분 크기보다 약간 넓게, 높이 10 cm 정도의 물받이를 조성한 후 관수하고, 관수 횟수는 년간 5회, 가뭄시는 주기적으로 시행하고 있음.
- 제2매립지는 총 3,812 천㎡의 사업면적 중 매립면적 약 2,464 천㎡, 매립용량 약 6,700 만톤 규모로 조성되었으며, 현재 서울특별시, 인천광역시 및 경기도 내에서 발생하는 폐기물을 위생적으로 매립 처리하고 있음.
- 2000년 10월부터 매립이 개시되었으며 반입 폐기물량, 성상변화 등 제반여건을 고려한 매립작업 설계를 시행하여 안정적이고 계획적으로 운영하고 있음.

• 기반시설 공사착공 : 1996년 8월

• 매립개시 : 2000년 10월 • 사업면적 : 3,812 천㎡ • 매립방식 : 위생매립

• 반입대상 : 서울특별시(25개구), 인천광역시(9개구·군), 경기도 24개 시(2008년 기준)



〈그림 2-12〉 수도권 제2매립지 현황

#### 나. 진해 덕산 매립지

- 덕산매립지는 진해루와 약 1.5 km 정도 떨어져 있고, 주변에는 하수처리장, 재활용선 별장, 소각장 등 환경기초시설이 위치하고 있음. 덕산매립지는 1, 2, 3공구로 조성되었으며, 1공구는 매립이 종료되어 현재 한산대 체력단련장(해군 골프장)으로 이용되고 있으며, 현재 운영 중인 2공구는 매립연한이 2023년으로 잔여기간이 약 2년도 남아 3 공구의 조성을 계획 중에 있음.
- 덕산매립지는 1994년 11월 3공구를 포함한 전 구간 (12만 7310㎡)에 대해 공유수면 실시계획인가와 폐기물처리시설 설치승인 등 행정절차를 완료했으며, 지난해 3월 국고보조사업 지원 확정(44억원)과 2020년 12월에 공사 관련 예산(20억원)이 시의회에서 승인되어 2021년 7월부터 착공하는 것으로 계획되었음.
- 덕산매립지는 1996년 5월 사용개시 후부터 해양환경, 대기질, 수질, 소음, 악취에 대한 사후환경조사용역을 매년 실시하고 있음. 매 분기 해수를 포함한 6개 지점에 대해수질오염도 조사결과 침출수로 인한 해양오염은 전혀 없는 것으로 분석되고 있음. 또한, 현재 사용 중인 2공구도 바다와 인접한 매립지로 '잠수역류조'란 신기술 공법을 도입해 침출수가 바다로 유출되지 않는 시스템을 구축해 운영 중에 있음.
- 3공구 공사에는 차수시트를 보강하고 감지전극을 사용해 실시간 모니터링이 가능한 침출수 누출탐지시스템을 설계에 반영해 시공할 예정임. 현재 운영 중인 덕산매립지 2공구는 매립종료 시 부지 내 파크골프장 등 주민편의시설을 설치하여 매립지 주변 주민들의 다양한 휴식처를 제공할 계획임.



〈그림 2-13〉 진해 덕산 매립지 현황

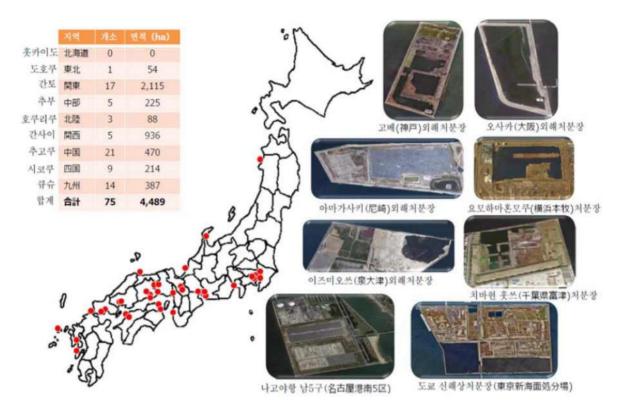
출처 : 경남데일리, http://m.kndaily.co.kr/news/articleView.html?idxno=195776

#### 2.2.2 국외사례

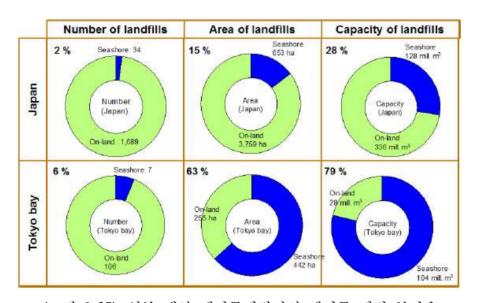
외사례는 폐기물 해상 최종처리 기술 개발 최종보고서(해양수산부, 2018)를 참고하여 작성되었다.

#### 가. 일본

- 일본은 해안 폐기물매립지를 조성하여 폐기물을 매립처분 함으로써 부족한 폐기물 처리공간의 확보와 해양공간에서의 새로운 국토 창출이라는 두 가지 목표 달성을 추구하고 있음. 일본에서는 1973년 항만법을 개정하여 항만시설에 폐기물 매립호안을 포함하여 법적 근거를 마련하고 본격적으로 건설을 시작하였음.
- 해안 매립지 조성 초기에는 생활폐기물을 직매립하였으나, 1990년대 중반 이후부터는 향후 토지 활용을 위해 소각재 등 전처리과정을 거친 폐기물과 비가연성 고형폐기물, 토사 등에 한하여 매립을 허용하고 있음. 현재까지 일본에는 다수의 해안 폐기물매립지가 운영 중에 있으며, 지속적인 모니터링과 철저한 관리를 통해 성공적으로 운영되고 있음.
- 일본은 해안 폐기물매립지에서 매립이 완료되어 조성된 해양공간을 스포츠 레저시설, 주택단지, 산업단지, 항만시설 등의 다양한 목적으로 개발하여 활용하는 Eco-Town 정책을 추진하여 환경친화적 부지개발을 추진하였음. 2000년대에 들어서는 항만 중심의 자원순환 광역 네트워크 구축을 목적으로 Recycling Port 정책 추진 중에 있음. 2014년부터는 일본 국토교통성 항만국에서 관리형 해안 매립지의 조기안정화/이용고도화 기술검토위원회를 설치하여 해안 매립부지의 활용성을 높이기 위한 방안을 마련하고 있음. 관리형 해안 폐기물매립지의 조기안정화 및 이용고도화를 촉진할 수 있는 기술 개발과 매뉴얼 작성을 추진하는 등 해안 매립부지를 다양한 용도로 활용하기 위한 노력을 기울이고 있음.
- 현재 일본 전역에는 약 75개소, 매립면적 약 4,500 ha의 해상최종처리장이 조성되어 있으며, 해안 매립지의 개소수는 전체 폐기물매립지 수의 2%에 불과하지만, 매립분담 율은 28%에 달함. 특히, 동경, 요코하마, 오사카 등과 같은 대도시 지역에서는 해안 폐기물매립지에 대한 의존도가 특히 높으며, 동경의 경우에는 매립량의 약 80%를 해안 매립지에서 수용하고 있음.



<그림 2-14〉일본 해안 폐기물매립지 현황



〈그림 2-15〉 일본 해안 폐기물매립지의 폐기물 매립 분담율

#### 1) 동경만 해안 폐기물매립지

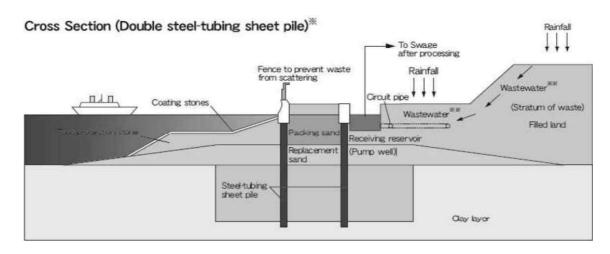
○ 도쿄 해안 폐기물매립지는 중앙방파제 내측매립지를 1961년에 최초 착공하여 외측매립지를 조성하였으며, 마지막으로 착공된 신해면처분장은 매립과 동시에 호안공사가 진행 중에 있음. 처음에는 도쿄 중앙방파제의 내측매립지는 지진이나 태풍에 의한 쓰

나미 피해로부터 항만을 보호하기 위한 목적으로 설치된 방파제였지만, 도쿄 23구의 생활폐기물이 증가함에 따라 이를 처리하기 위하여 해상처분장을 조성하여 매립을 시작하였음. 현재는 중앙방파제 외측매립지와 신해면처분장에 소각 생활폐기물을 매립하고 있음.

- 중앙방파제의 해안 매립지 건설 위치의 수심은 약 5~10 m이며 해저면에서 -35 m 부근까지는 N치가 0인 슬러지 및 점토실트층이 퇴적되어 있으며, 충적층 심도는 -40~-50 m임. 지반 개량공법은 기초지반의 연약한 점성토를 제거하고 풍화토로 치환하는 굴착치환공법과 SCP(Sand Compaction Pile)을 병행하여 시공하였으며, 동측 매립지의 일부 지역에서는 중간 칸막이 호안의 기초지반 개량공법으로 심층혼합처리공법이 적용되었음. 외곽구조물의 경우에는 강관널말뚝 타설 후에 과도한 변형을 방지하기 위하여 일정 간격으로 널말뚝 격벽을 항타하고 타이로드를 설치하였으며, 강관 내부에 모래 채움을 하였음.
- O 동경만 신해면처분장은 동경도의 지자체가 조성하고 운영하고 있으며, 규모는 내측 109 ha, 외측 314 ha이고, 현재 확장을 위하여 480 ha 규모의 신해면처분장을 조성중에 있음. 매립이 완료된 용지는 해양공원 녹지, 스포츠 시설, 항만 시설 등으로 활용될 계획이며, 2020년 도쿄올림픽의 카누 경기장 등으로 사용되었음.



〈그림 2-16〉 일본 동경만 해안 폐기물매립지 현황



〈그림 2-17〉일본 동경만 해안 폐기물매립지 외측매립지 보호공

#### 2) 오사카만 해안 폐기물매립지

- 오사카 만에서는 오사카만에는 효과적인 폐기물 처분과 항만 및 도시기능의 확충을 통한 지역발전의 필요성으로 인하여 1982년 오사카와 인근의 5개 현이 협약을 통해 오사카만 광역임해환경정비센터(일명 피닉스 센터)를 설립하였음.
- O 오사카만 주변의 168개 지자체에서 발생하는 폐기물의 매립을 위하여 제1기 사업으로 아마가사키(尼崎沖, Amagasaki oki), 이즈미오오츠(泉大津沖, Izumiōtsu oki)를 건설하고, 제2기 사업으로 고베(神戸沖, Kōbe oki), 오사카(大阪沖, Ōsaka oki)를 건설하여 현재 4곳의 해안 폐기물매립지가 건설되어 있음.
- 각 지자체에서 육상으로 운반된 폐기물을 해상처분장으로 운송하기 위해 운반거리 등을 고려하여 육상의 항만권에 폐기물의 집하 및 선적을 위한 반입기지 9곳을 운영하고 있으며, 총 4개 매립지의 매립면적은 약 500 ha이며, 폐기물 매립가능 용량은 총 7,600 만㎡ 임.
- 건설비용은 4개 처분장 건설에 2천억엔, 반입기지 9곳 건설에 1천억엔 등 약 3천 억엔의 건설비용이 소요되었으며, 연간 운영비는 60 억엔 수준인 것으로 알려져 있음. 현재 4개의 해안 폐기물매립지 가운데 2개의 매립지는 매립이 완료된 상태이며 나머지 2개의 해안 매립지에서 매립이 진행중임.
- O 매립이 완료된 부지는 중고차매매단지 및 20만 kW 규모의 태양광발전시설 부지 등으로 활용되고 있음. 현재 조성되어 있는 해안 폐기물매립지는 2027년까지 운영예정이며, 현재 2027년 이후를 대비하여 신규 해안 매립지 대한 계획을 수립하고 있는 것으로 알려져 있음.
- 해안 폐기물매립지는 지진 등 자연재해시 발생된 폐콘크리트 등 폐자재의 처리에 특

히 많은 기여를 함. 일본에서 1995년 1월에 발생한 阪神(한신) 淡路(아와지) 대지진으로 발생한 2,000 만 톤의 폐기물 중 폐콘크리트가 943 만톤에 달하였음. 지진재해 직후 오사카만 해안 폐기물매립지에서 약 847만톤의 폐콘크리트를 해상최종처리장에 매립처리하여 지진재해 폐기물 문제 해결에 기여한 바 있음.



#### 폐기물의 처리 뿐만 아니라 토지로서 유효아게 이용아는 개념

〈그림 2-18〉 오소카 피닉스센터 설립 배경



〈그림 2-19〉 일본 오사카만 해안 폐기물매립

く丑	2-4>	오사카만	해아	페フ	]물매립지	규모	및	매립용량
\		<del></del>	- 11 -	- 11 /	1 🗠 11 🗗 1	11 —	~	11 1 1 1 1 1 1

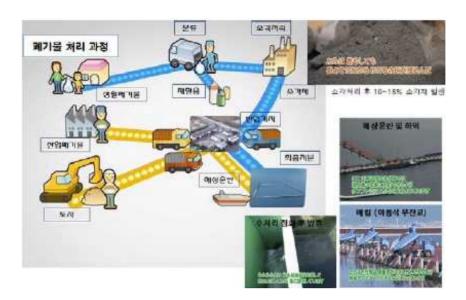
레리기	rrl Z-l(ba)	매립용량(만㎡)							
매립지	면적(ha)	일반폐기물	산업폐기물	육상잔토	준설토사	계			
아마가사키 오키 (尼崎沖)	113	20	290	630	460	1,600			
이즈미오오츠 오키 (泉大津沖)	203	390	720	1,270	720	3,100			
고베 오키 (神戸沖)	88	800	400	300	0	1,500			
오사카 오키 (大阪沖)	95	770	350	280	0	1,400			
합계	499	2,180	1,760	2,480	1,180	7,600			



오사카만 반입기지 위치도



〈그림 2-20〉 일본 오사카만 반입기지 현황



〈그림 2-21〉 피닉스센터의 폐기물 처리 흐름 일반도





〈그림 2-22〉일본 오사카만 해안 폐기물매립지 매립부지에 조성된 태양광발전단지

#### 3) 기타큐슈시 해안 폐기물매립지

- 기타큐슈시 히비키나다 해안 폐기물매립지는 히비키나다 서부 폐기물처분장과 기타큐 슈시 히비키나다 서부지구 폐기물처분장으로 구분되며, 히비키나다 개발 주식회사가 운영 중.
- 히비키나다 서부 폐기물처분장은 히비키나다 개발 주식회사에서 소유·운영하고 있는 관리형처분장(산업폐기물 매립)으로 총 3개 구획이 조성되어 1983년부터 매립을 실시하고 있음. 총 매립면적은 1,200,000㎡(매립용량 17,582,000㎡)으로 현재 1호지는 매립완료 후사후관리가 종료되어 분양중이며, 2호지는 매립이 완료(사용종료)되었음. 3호지의 경우 2016년부터 매립지 증고 사업을 진행 중으로 2041년까지 높이 30㎡(평균 법면구배 1:3)의사다리꼴 구조로 증고를 실시하고 800만톤(31만톤/연)의 폐기물을 매립할 계획에 있음.
- O 1호지와 2호지의 호안구조는 경사식으로 내부(처분장 내측)에 차수시트가 시공되었으

며, 3호지 외곽호안은 SMW 공법, TRD 공법, CCC 공법 등이 적용된 연직차수공이 시공 되었음. 1호지와 2호지 건설에 140억엔, 3호지 조성에는 100억엔 등 총 240억엔의 사업비가 소요되었으며, 보유수 처리시설은 8억엔의 사업비가 소요되었으며 9,600㎡ /day의 처리능력을 갖추고 있음.



〈그림 2-23〉 일본 히비키나다 해안 폐기물매립지 현황

〈표 2-5〉 히비키나다 서부 해안 폐기물매립지 개요

71	-1.11-1-1	사업비(억엔)			메리머 기(2)	베리 여러( 3)	wl –	
구분	건설기간	호안	차수공	총액	매립면적(m²)	매립용량(㎡)	비고	
1호지	1982~1985	40	30	70	537,000	5,239,000	분양중 (사후관리 종료)	
2호지	1993~1994	40	30	70	369,000	3,925,000	매립완료 (사용종료)	
3호지	1997~2001	60	40	10	294,000	8,418,000	매립 중	
합계		140	100	240	1,200,000	17,582,000		

○ 기타큐슈시 히비키나다 서부지구 해안 폐기물매립지는 기타큐슈시에서 발생하는 일반 폐기물과 도시내 산업시설에서 배출되는 산업폐기물 및 공공 공사 등에서 발생하는 건설 폐기물을 매립하고 있음. 총 3개 구획으로 조성되어 있으며, 히비키나다 개발

주식회사(히비키나다 서부 폐기물처분장 운영 회사)가 기타큐슈시로부터 관리 및 운영을 위탁받아 운영 중. 히비키나다 서부 매립지와 인접한 2~3구획 경계는 강철 L형블록과 해저지반차수벽으로 차수성을 확보하였고, 부유식 플랫폼을 2014년 4월부터 도입하여 폐기물을 수중에 직접 투기함으로써 비산과 악취 영향을 최소화하였음.



〈그림 2-24〉 부유식 플랫폼

#### 4) 오키나와 나하 에코아일랜드

- 오키나와의 나하 에코아일랜드는 나하시 환경시설조합에서 건설 및 관리 운영 중에 있는 최종처분시설로 계획 당시에는 안정형 매립시설이었으나 계획변경을 통해 중금 속이 포함되지 않은 소각재를 매립하는 관리형 최종처분장으로 이용되고 있음.
- 총 매립면적은 13,000 ㎡(매립용량 107,000 ㎡)이며, 호안형식은 사석경사식으로 호안 전면(매립지 내측)에 2중 차수시트를 시공하였음. 총 사업비는 약 36 억 1,600 만엔이 소요되었으며 2004년 10월에 착공하여 2007년 3월에 준공되었음.

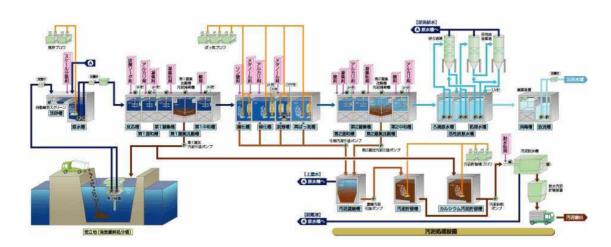


〈그림 2-25〉 오키나와 나하 에코아일랜드 현황

○ 보유수 처리시설의 처리용량은 90 ㎡/day(사업비 약 7억 4,300 백만엔)로 처분장 내의 보유수를 처리하여 외해로 직접 방류하는 방식으로 운영되고 있음. 주요 수처리 공정 은 유입 조절, 제1차 응집 침전처리(칼슘 응집), 생물처리(질화 탈질 재폭기), 제2차 응집 침전처리, 고도처리(모래 여과 및 활성탄 흡착), 소독 방류 설비 등이 적용되었음.



〈그림 2-26〉 나하 에코아일랜드 주요 시설물



〈그림 2-27〉 나하 에코아일랜드 보유수 처리 공정

## 5) 요코하마 미나미혼모쿠 해안 폐기물매립지

- 요코하마시는 미나미혼모쿠 제2블록 해안 폐기물매립지가 2018년 3월에 매립 종료됨에 따라 제5블록 폐기물 매립지를 2017년 9월 완공(2007년 착공)하고 2017년 10월부터 매립을 실시하고 있음.
- 미나미혼모쿠 제5블록 폐기물매립지는 현재 요코하마시의 폐기물 매립이 실시되고 있는 유일한 해안 폐기물매립지로 외부 구역은 안정형매립지(준설토 매립), 내부는 관리 형매립지(일반폐기물 및 산업폐기물 매립)로 조성된 2중 차폐식 매립지임.
- 총 매립면적은 16,400 ㎡(매립용량 4,000,000 ㎡)이며 사용연한은 50 년으로 설계되었고, 총 공사비 500 억엔이 소요되었으며, 호안 주변으로 폐기물 비산을 방지하기 위한 차단막 설치 및 정기적 부유 폐기물 제거 등 환경보전을 위한 체계적인 관리가이루어지고 있음.

〈표 2-6〉 요코하마 미나미혼모쿠 해안 폐기물매립지 개요

구분	매립면적(㎡)	매립용량(㎡)	비고
제2블록	210,000	4,270,000	매립 종료 (2018년 3월)
제5블록	164,000	4,000,000	매립 중
합계	374,000	8,270,000	



〈그림 2-28〉 요코하마 미나미혼모쿠 해안 폐기물매립지 현황

- 제5블록 해안 폐기물매립지 차수호안은 총 연장 1.7 km로 호안형식은 강판셀식과 케이슨식 적용되었음. 매립이 완료된 항만시설부지와 접속구간은 큰 토압에 대한 지지력 확보와 차수가 가능한 강판셀식 호안을 적용하였고, 그 외 구간은 케이슨식 차수호안으로 조성되었음. 특히, 케이슨 적용 구간은 안정형매립지의 준설토와 관리형매립지의 폐기물 매립고 차이를 5 m 미만으로 유지하는 균등매립을 시행함으로써 구조안정성 확보 및 호안단면 축소로 경제성 또한 확보하였음. 케이슨식 구간의 차수공법은 불투수층까지 심층혼합처리공법(CDM)을 적용하고 호안 이음부는 방수판 시공으로 차수성능을 확보하였음.
- 보유수 처리시설의 처리용량은 1,500 ㎡/day로 처분장 내의 보유수를 친환경적으로 처리하여 외해로 직접 방류하는 방식으로 운영되고 있으며, 주요 수처리 공정은 응집 침전처리(칼슘 응집), 생물 처리(COD, BOD 등 유기물 제거), 제2차 응집 침전처리, 고 도 처리(모래 여과 및 활성탄 흡착), 살균 슬러지 처리, 방류 설비 등이 적용되었음.



〈그림 2-29〉 미나미혼모쿠 해안 폐기물매립지 차수호안 구조

## 나. 싱가포르

- 싱가포르는 육상 공간이 매우 부족하기 때문에 육상에서 발생한 폐기물을 처분하기 위하여 싱가포르 남쪽 8 km 해상에 세마카우(Semakau)섬과 사켕(Sakeng)섬 사이를 제방으로 막아 일종의 풀(pool)형태로 350 ha 면적의 세마카우(Semakau) 해안 폐기물매립지를 1995년부터 건설하기 시작하였음. 건설비는 약 5천억원이 소요되었으며, 1999년에 완공하여 운영하기 시작하였으며, 40년간 운영예정 임.
- 하루 약 2천톤의 소각재와 불연성폐기물이 매립되며, 세마카우 해안 폐기물매립지는 현재 매립이 진행중임에도 전체 면적의 1/2 이상을 낚시, 조류관찰, 자전거도로, 캠핑 장 등 관광목적 생태공간으로 조성하여 민간에 개방하고 있음. 뉴욕타임즈를 비롯한 세계 언론에서는 세마카우 매립지 사례를 단순한 매립이 아닌 소각재를 이용한 생태 친화적인 해양공간 창조 사례로 보도한 바 있음.

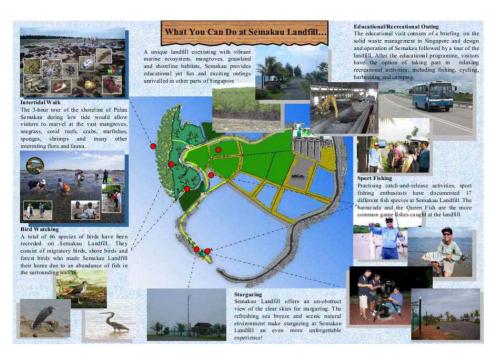




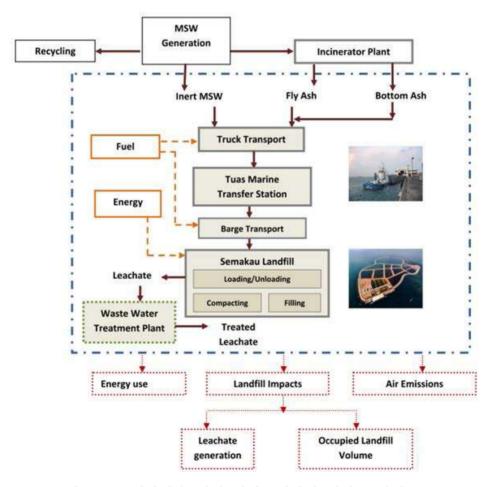
〈그림 2-30〉 세마카우 해안 폐기물매립지 현황

〈표 2-7〉 세마카우 해안 폐기물매립지 개요

구분	현황
건설 및 운영	• 1995년부터 건설시작, 199년 4월 매립운영 개시 • 싱가포르 8km남쪽에 위치, 순수 해양매립
매립지 규모	• 면적 : 350ha, 매립가능용량 : 63,000만㎡ • 건설비용 : 610백만 싱가포르달러 • 7km 호안은 맴브레인 설치에 의한 차수층 계획
매립 폐기물	• 매일 소각재 1,400톤, 불연성 폐기물 600톤 처리
매립 후 활용	• 스포츠 낚시터, 조류관찰, 자전거 도로 및 캠핌장 운영



〈그림 2-31〉 세마카우 해안 폐기물매립지 생태공간 개발 및 이용 현황



〈그림 2-32〉 세마카우 해안 폐기물매립지 폐기물 처리 흐름도

## 다. 미국

○ 미국에서는 1946년 미 의회의 승인을 얻고 미국 버지니아 주 Norfolk 주변에 건설되어 1956년부터 인근 수로와 항구로부터 준설된 토사를 매립 저장하였음. 매립용량의 한계로 2007년 투기장 확장이 계획되었으며, 2017년 해안터미널 건설부지로 활용될 계획임.



〈그림 2-33〉 Craney Island 해안 폐기물매립지 현황

## 라. 네덜란드

○ 네델란드에서는 라인강 지류 하류에 있는 게테르미아호에 퇴적된 오염저니를 준설하고 이를 아이세록 매립지에 투기하였음. 매립지 규모는 직경 1 km의 원형으로 깊이 -45.0 m까지 굴착하여 주변에 +10.0 m 높이의 호안을 구축하여 처분용량 2,300 ㎡으로 증가시켰음. 매립지 법면의 대부분은 시트 등의 차수구조를 설치하지 않았으나, 정상부에 투기된 오염저니는 제방을 투과하여 이동확산의 가능성이 높으므로 제방 천단에서 -6.0 m까지의 약 16 m는 차수재와 점성토 등을 이용하여 수밀성을 향상시켜 시공하였음.



〈그림 2-34〉Getermirho Iserok 해안 폐기물매립지 현황

## 2.3 해안 폐기물 매립지 건설시 고려사항

- 해안 폐기물매립지에는 기본적으로 외곽 호안구조물과 그 내측에 보유수의 유출방지를 위한 연직차수공이 설치되어야 하며, 내부 해저바닥면에는 해저지반을 통한 보유수의 외부 유출을 방지하기 위한 저투수성 점토층이 조성되어 있거나 이에 준하는 차수성능을 갖는 바닥 차수층이 설치되어야 함. 이 세 가지 호안구조물 및 차수시스템이 해안매립지의 기본적인 구조를 형성하게 됨.
- 해안 폐기물매립지를 건설하기 위해서는 해양외력으로부터 해안 매립지를 보호하는 호안구조물이 필요하며, 호안 구조물의 시공에는 막대한 비용이 소요되므로 형식과 공법 개선을 통한 호안 구조물의 시공 비용 절감이 요구되고 있음. 모듈형 호안 구조물 기술은 해안 폐기물매립지의 순차적 확장을 가능하게 하고, 호안 구조물의 부분적 파손 시 교체범위 최소화로 유지관리비용 최소화가 가능하며, 호안 구조물의 모듈화로 선형과 사용목적에 따른 가변적 시공이 가능한 기술임.
- 연직차수공은 해안 폐기물매립지에서 내부의 폐기물 오염수가 해역으로 유출되지 않도록 하기 위해 반드시 필요한 시설임. 연직차수공은 차수성능과 장기내구성을 확보해야 하며, 이를 위해서는 연직차수공 이음부의 차수성능 향상 기술 개발이 필수적임. 대수심 조건 또는 대규모 해안 폐기물매립지에서는 강관시트파일(SPSP, Steel Pipe Sheet Pile) 등의 연직차수공이 되는데, 파일간의 이음부(Joint)는 모르타르를 주입하는 방식이 적용되고 있음. 또한, 해안 폐기물매립지의 운영 중에 발생할 수 있는 연직차수공의 손상 및 누수에 대한 모니터링 기술은 누출사고에 대한 피해를 최소화할 수 있는 유지관리의 핵심기술임.
- 국내 육상매립지 건설 시 누출감지시스템 설치 민원이 많으나, 해외 차수시트 누출감 지기술을 수입하여 일부 적용되고 있으며 국내에는 관련 기술이 확보되어 있지 않은 실정임. 토목섬유 차수시트에만 적용가능한 전기적 방식의 누출감지시스템이 일부 적용 중이지만, 연직차수공의 건전도 평가 및 누출 감지시스템은 없으므로 연직차수공에 대한 건전도 평가 및 누출감지 시설의 설치가 필요함.
- 일본에서는 바닥 지반 차수성이 확보되지 않는 경우 토목섬유 차수시트가 적용 중이 나 대규모 면적에서는 비경제적이며, 국부적인 적용이 불가능함. 특히, 차수시트의 수 중설치는 복잡한 시공과정이 요구되며, 수중설치의 어려움으로 일본에서도 지속적으 로 개발이 필요한 것으로 제시되고 있음.
- O 해안 폐기물매립지의 운영 및 관리에 있어서는 내부 보유수질이나 수위에 대한 주기 적인 모니터링이 필요하며, 내부 보유수에 대한 관리도 필요함. 내부 보유수에 대한 모니터링에 기초하여 보유수에 대한 수질개선 기술이 효과적으로 적용될 수 있음.

- 일본은 수위, 수질 등 개별적인 모니터링은 수행하고 있으나, 통합적인 감시제어데이 터 수집 시스템은 구축되어 있지 않음. 대규모 중요시설에 대한 환경적 안전성 확보 와 효율적인 운영관리를 위해서는 해안 폐기물매립지에서 주요 모니터링 항목에 대한 통합적인 관리시스템 구축이 필요함.
- 해안 폐기물매립지의 친환경 운영관리를 위해서는 지반 및 수질개선 기술 개발이 필요함. 일본에서는 수처리시설로 집수하여 처리 후 방류하고 있으나, 호안 내부의 차폐수역 내에 장기간 존재하는 물인 보유수에 대해서는 별도의 처리가 적용되지 않음. 그러나, 준설토 투기장에서 발생하는 깔따구 피해 등과 같이 해안 매립지 내부 차폐수역에서의 환경피해를 예방하기 위해서는 수처리플랜트에 의한 배출수 정화 뿐만아니라 내부에 고여있는 보유수의 수질 개선을 통한 환경성 개선이 필요함.
- 미생물 응집 및 중금속 흡착능이 있는 친환경 기능성 산업광물을 적용함에 따라 수환 경 및 토양오염, 중금속 오염을 저감시킬 수 있으며, 풍화저항력 및 기계적 강도 중 대가 가능한 결합 촉매제를 적용함으로써 유지-보수 비용절감이 가능하고 풍화 결과 물로 인한 2차오염을 저감시킬 수 있음.

# 제3짱

# 국내외 밀폐형 및 불연성 폐기물매립지 건설·운영 사례 분석

- 3.1 밀폐형 폐기물매립지 건설·운영 사례 및 기술 조사
- 3.2 밀폐영 폐기물매립지 관련 법규 검토
- 3.3 밀폐형 폐기물매립지 건설·운영의 기울적 문제점 및 해결방안
- 3.4 불연성 폐기물매립지 환경특성 및 매립기술

## Ⅲ. 국내·외 밀폐형 및 불연성 폐기물매립지 건설·운영 사례 분석

## 3.1 밀폐형 폐기물매립지 건설운영 사례 및 기술조사

## 3.1.1 밀폐형 매립지 개요

- 밀폐형 매립지는 최종매립지를 지붕이나 인공지반으로 가려 폐쇄적인 공간에서 폐기물을 매립하는 매립지임. 이러한 밀폐형 매립지는 주로 일본에서 활용하는데 가장 큰 특징은 매립 폐기물의 비산이나 빗물의 유입을 막고 매립 가스 확산 등을 방지하며 자연 경관과 지역 환경과의 조화를 꾀할 수 있다는 점임.
- 개방형 매립지에 비해 침출수 발생을 억제하고 폐기물의 비산을 방지하며 경관이 향상되는 등 더욱 친환경적인 장점이 있음. 처리 후 발생하는 침출수를 살수 등에 이용하여 무방류형 매립지를 실현할 수 있으며, 폐기물 매립이 종료된 후에는 지붕으로 사용했던 건물을 철거하고 부지를 공원이나 실내 체육시설 등으로 다양하게 이용할 수 있음. <그림 3-1〉은 가고시마에 위치한 에코파크의 내부 경관도이며, 에코파크는 산업폐기물을 매립하는 매립지로 지붕이 설치 되어 있음. 산업폐기물로 단일성분, 인화성, 발화성, 폭발성 없는 폐기물만 반입하고 있음.





〈그림 3-1〉 가고시마 산업폐기물 최종처분장(에코파크)

- 밀폐형 매립지의 장점으로 다음과 같은 것을 들 수 있음
  - 경관

매립 작업이 거의 보이지 않는, 특히 지붕 유형은 시설 전체를 건물로 덮기 때문에 매립 작업을 비롯해 폐기물 그 자체를 외부로부터 차단되게 됨. 따라서 경관이 좋아지고, 매립지에 대한 이미지도 좋아짐.

#### • 매립지 관리

폐기물 매립작업 시 바람에 의한 비산이나 매립폐기물로 인한 황화수소 등의 악취 가스의 영향이 우려됨. 그러나 밀폐형 매립지의 경우 피복시설에 따라 폐기물 비산 및 악취 발생을 방지할 수 있음. 또한, 낮에는 매립작업을 하지 않고 야간에 인공 살수를 할 수 있는 등 날 씨에 관계 없이 폐기물의 매립작업을 할 수 있음.

#### • 매립층의 안정화

밀폐형 매립지는 폐쇄 공간에서의 매립을 실시하며, 이 경우 매립작업 환경 보전을 위해 환기가 이루어 집. 환기는 강제 환기 또는 자연 환기가 실시되며, 이때 실내는 가벼운 부압이 발생하게 됨. 이로 인해 매립층의 준호기성 기능이 강화되고, pH 저하 및 유기물 분해 효과가 높아지게 됨. 즉 개방형 준호기성 기능은 매립층의 온도 차에서 발생하는 열의 대류에 의해 집수관 말단부로 공기가 유입하지만, 밀폐형 매립지는 건물 내의 부압과 공기의 열 대류(자연 환기의 경우 상단 공기가 따뜻하고 저부 공기가 낮은 경우에 열 대류 환기가 이루어 집.)가 생겨 준호기성 기능을 조장할 수 있음. 또한, 개방형 매립지는 자연 강수에 의한 침출수 처리의 무해화가 기본인데 비해 인위적으로 가장 효율적인 수량 및 관수 방법으로 제어함으로써 안전한 침출수 처리 및 매립층의 안정화가 가능해지고 이로 인해 조기 안정화 가능성을 가지고 있음.

#### • 침출수 관리

밀폐형 매립지의 가장 큰 특징의 하나로서 합리적인 침출수 관리가 가능하다는 것을 들 수 있음. 개방형 매립지는 장마철이나 태풍 등 호우에 의한 계획 처리능력을 초과하는 침출수가 발생함에 따라 침출수 조정설비 용량이 부족하여 침출수의 매립층 내에 임시로 내부 저장해야하는 확률이 높기 때문에 일반적으로 침출수 처리시설 및 침출수 조정설비 규모는 여유용량을 설치하는 경우가 대부분임. 또한, 최근 게릴라성 호우로 침출수의 매립층 내부에 저류하는 빈도가 높아지고 있음. 침출수의 내부 저류 상황이 길어지면, 무기염류의 용출이 빨라 Cl 및 Ca²+ 농도가 상승하는 것 외에 질소와 BOD, COD 등 유기물 농도도 상승하게 됨. 이는 침출수 처리시설의 유입 부하도 증가하여 침출수 처리에 지장을 초래하게 됨.

반면, 밀폐형 매립지는 자연 강수 대신 인공 살수를 시행하기 때문에 항상 일정한 살수량에 따라 계획 처리능력을 초과하는 침출수가 발생하지 않기 때문에 매립층 내에 침출수를 저류하지 않고 침출수 조정시설도 최소 규모로 할 수 있음. 살수량은 그 양을 조정할 수 있으므로 침출수 수질 및 계획 원수수질의 상황을 보면서 살수량을 늘리거나 매립층의 조기 안정화를 도모하는 것이 가능함. 침출수 수질에 이상을 초래하거나 침출수 처리시설의 가동에지장을 초래한 경우에는 원인 규명 및 대책을 세울 동안 급수를 중지할 수 있기 때문에 합리적인 침출수 관리를 할 수 있음.

## 3.1.2 밀폐형 매립지의 종류

- 폐기물의 최종처분을 위한 매립시설 형식은 일반적으로 국내 매립지에 적용된 개방형(관리형) 매립시설과 외부의 빗물을 차단할 수 있는 구조물을 설치하여 운영되는 밀폐형 매립시설로 구분하여 운영되고 있음.
- 밀폐형 매립지의 가장 큰 강점으로는 수처리 시설을 소형화할 수 있다는 점이며, 인공 강우, 강제 송풍 등을 통해 폐기물을 조기 안정화하여 유지관리비를 절감할 수 있음. 밀폐형 매립지와 개방형 매립지의 특징은 〈표 3-1〉과 같음.

〈표 3-1〉 밀폐형 매립지와 개방형 매립지의 특징

그 님	매립지 형태				
구분	밀폐형	개방형			
환경	• 경관에 영향이 작음 • 환경관리(침출수, 가스, 악취, 비산)가 용이함	• 경관에 영향이 큼 • 환경관리(침출수, 가스, 악취 비산)가 어려움			
구조	• 빗물에 따른 침출수 발생 없음 • 복토가 필요 없음(날림 없음) • 매립작업의 자동화 • 복개 구조의 상부 이용이 가능함	<ul> <li>물 공급에 큰 영향을 미침</li> <li>모니터링에 주의를 요함</li> <li>침출수 집수 처리시스템에 주의를 요함</li> <li>복토가 필요함</li> </ul>			
매립지 이용	• 복개 구조 유형에 따른 부지 이용 선 정이 가능함	<ul><li>폐쇄의 기술 기준이 불명확</li><li>인정 기간이 얼마나 필요한지 불명확</li></ul>			
입지	<ul> <li>도시부의 입지도 가능함(발생자 자가 처리 원칙)</li> <li>이용 가능 용지가 증대됨</li> <li>토지의 유효 이용이 가능함</li> <li>운반 거리가 단축됨</li> </ul>	• 인구가 적고 산간에 많이 위치함 • 운반 거리가 긴 경우가 많음			
주민대책	• 깨끗한 이미지를 얻음 • 주민의 동의를 구하기 쉬움	•폐기물처리장의 나쁜 이미지가 강함 •주민 동의 어려움			
매립작업	• 날씨에 영향을 받지 않음 • 무인화, 자동화 기술이 가능	• 날씨에 영향을 받음 • 매립 작업이 용이함			
유지관리	• 관리가 쉬움	•침출수 발생 등에 대한 관리가 필요함			
자원	• 자원으로 사용하기 쉬움	• 자원화하기 어려움			
건설비용	• 개방형보다 많이 듦				

출처 : 최종처분장기술시스템연구협회, "폐쇄형매립지와 개방형매립지 차이", http://www.mlit.go.jp/kokudokeikaku/iten/service/kankyo/pdf/closed.pdf

○ 밀폐형 매립지는 구조에 따라 공기막 구조와 철골막 구조로 구분되며 초기 투자비의 경제 성, 시설의 설치 및 해체, 재이용 및 재활용 가능여부, 시공성 및 유지관리측면, 시공사례 등을 검토하여 설계 및 시공함.

〈표 3-2〉밀폐형 매립지 구조별 특징

구분		공기막 구조	철골막 구조				
		6기탁 구조	케이블 트러스 복합	철골트러스			
개념도							
구조 형태	주요 구조		내부에 지지요소인 기등 •케이블-트러스 목압구조 • 철끌 및 보가 없이 특수 코팅 된 막재로 외부공기를 밀 폐된 구조물 실내공간에 가압 송풍, 구조물을 부상 시켜 무한대의 무지공간				
	지풍 덮개	• 연성내화재/케이블 • Membrane	• Fabric Membrane	· Fabric Membrane			
설치 최대 가능폭	설치 최대 가능폭	• 200~300m	• 140m	• 140m			
가능독 및 필요 여유폭	필요 여유폭	• 2m	• 5m	• 2m			
경제성 측면		• 150,000원/m²	• 340,000원/㎡	• 430,000원/㎡			
이동, 재설치, 재활용 측면		•이동, 재설치 및 재활용 1회 가능	•이동, 재설치 및 재활용 어려움	• 이동, 재설치 및 재활용 어려움			
부 재	재 질	• Cable	<ul> <li>Main post : Pipe Φ800</li> <li>Cable : Spiral cable 2-Φ50</li> </ul>	・상현재 : Pipe Φ355 ・하현재 : Pipe Φ355 ・사 재 : Pipe Φ267			

く丑	3-2	계속〉	밐폐형	매린지	구조별	특징
\	0 2	/ 11 77 /	근 기 이	' II H ' 'I	1 4 7	7 0

구분	고기마 그고	철골막 구조				
— 丁 <del>亚</del>	공기막 구조	케이블 트러스 복합	철골트러스			
특징	게 설계, 제작 및 시공 가능 • 초기투자비 측면에서 상대적 으로 유리하고, 설치사례 있음 (당진군 원광 폐기물매립지) • 규모 확대, 축소, 이동 재 설치 및 재활용 가능 • 채광성 우수 • 설치높이(≒30 m)가 상대 적으로 높아 경관측면에	• 경관측면에서 공기막 구조에 비해 유리 • 초기투자비 측면에서 불리 • 유사규모/동일용도 설치 및 검증사례 없음 • 철골부분은 지속적인 유 지관리가 필요	단위 철골부재를 용접하여 제작/설치한 3차원 철골 트러스 구조 • 구조가 안정적이고 제작 작업이 용이 • 경관측면에서 공기막 구조에 비해 유리 • 초기투자비 측면에서 가장 불리			

## 3.1.3 밀폐형 매립지 설치 사례

## 가. 국내 설치 사례

- 국내 밀폐형 매립지는 2016년 "폐쇄형 폐기물매립시설 가이드라인"에 따라 에어돔형과 지붕형으로 구분됨. 에어돔형은 공기압으로 일정한 폐쇄공간을 형성하는 구조이며, 지붕형 은 지붕과 기둥병으로 일정한 폐쇄공간을 형상하는 구조임.
- 〈표 3-3〉과 〈그림 3-2〉는 우리나라 지붕형 매립지의 설치·운영 현황을 나타낸 것으로 2018 년 기준 총 43 개소가 설치·운영되고 있음. 이 중 전라남도에 33 개소가 설치·운영되고 있 으며, 다음으로 인천 옹진군에서 4개소가 설치·운영되고 있음.

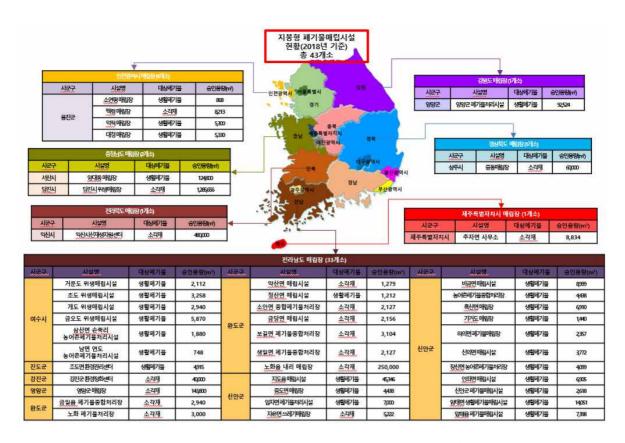
〈표 3-3〉 우리나라 지붕형 매립지 설치·운영 현황

NO.	시도	시군구	시설명	반입폐기물	용량(m³)	
1			옹진군 소연평 매립지	생활폐기물	868	
2	0) <del>3</del> ]	0 71 7	옹진군 백령 매립지	소각재	8,213	
3	인천	옹진군	古包证	옹진군 덕적 매립지	생활폐기물	5,300
4			옹진군 대청 매립지	생활폐기물	5,330	
5	강원	양양군	양양군 폐기물처리시설	생활폐기물	92,524	

○ 지붕형 매립지가 설치된 지역의 특징을 살펴보면 대부분 도서지역에서 소규모 형태로 운영되고 있는 것으로 나타남. 지붕형 매립지의 평균 매립용량은 약 62,000 ㎡이며, 가장 작은 매립지는 인천 옹진군 소연평 매립지로 868 ㎡으로 나타남.

〈표 3-3 계속〉우리나라 지붕형 매립지 설치·운영 현황

7		당진시	당진시 위생매립지	소각재	1,285,656
- 1	충남	서산시	양대동 매립지	생활폐기물	124,800
8	전북	익산시	익산시신재생자원센터	소각재	480,000
9			거문도위생매립지	생활폐기물	2,112
10			초도위생매립지	생활폐기물	3,258
11		선수기	개도위생매립지	생활폐기물	2,940
12		여수시	금오도위생매립지	생활폐기물	5,870
13			삼산면 손죽리 농어촌폐기물처리시설	생활폐기물	1,880
14			남면 연도 농어촌폐기물처리시설	생활폐기물	748
15		강진군	강진군 환경정화센터	소각재	40,000
16		영암군	영암군 매립지	소각재	143,800
17			금일읍 폐기물종합처리장	소각재	2,940
18			노화폐기물처리장	소각재	3,000
19			완도군 약산면 매립지	소각재	1,279
20			완도군 청산면 매립지	생활폐기물	1,212
21		완도군	완도군 소안면 종합폐기물 처리장	소각재	2,127
22			완도군 금당면 매립시설	소각재	2,156
23			완도군 보길면 폐기물종합처리장	소각재	3,104
24			완도군 생일면 폐기물종합처리장	소각재	2,127
25	전남		노화읍 내리 매립지	소각재	250,000
26		진도군	진도군 조도면 환경관리 센터	생활폐기물	4,915
27			신안군 지도읍 매립지	생활폐기물	45,346
28			신안군 증도면 매립지	생활폐기물	4,438
29			임자면 폐기물 처리시설	생활폐기물	7,000
30			자은면쓰레기매립지	소각재	5,222
31			신안군 비금면 매립지	생활폐기물	8,999
32			농어촌폐기물종합처리장	생활폐기물	4,438
33			신안군 흑산면 매립지	생활폐기물	6,910
34		신안군	신안군 가거도 매립지	생활폐기물	1,440
35			하의면 폐기물 매립지	생활폐기물	2,357
36			신의면 매립지	생활폐기물	3,772
37			장산면 농어촌폐기물처리장	생활폐기물	4,099
38			신안군안좌면매립지	생활폐기물	6,905
39			신안군 폐기물매립지	생활폐기물	2,618
40			암태면 생활폐기물 매립지	생활폐기물	14,051
41			압해읍 폐기물매립지	생활폐기물	7,398
42	경북	상주시	중동매립지	소각재	60,000
43	제주	제주시	추자면 사무소	소각재	8,834
			평균		62,093

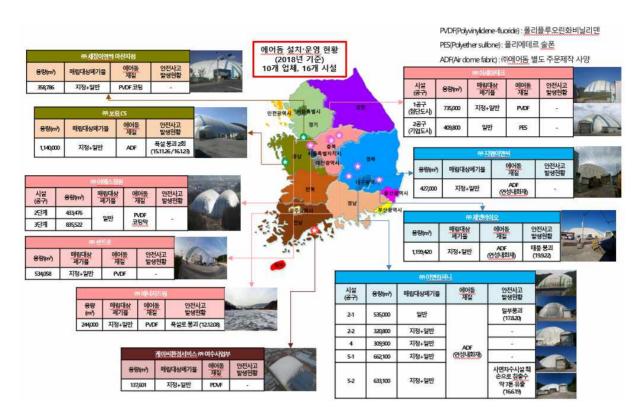


〈그림 3-2〉 우리나라 지역별 지붕형 매립지 설치・운영 현황

- 〈표 3-4〉와 〈그림 3-3〉은 국내 에어돔형 폐기물매립지 설치·운영 현황을 나타낸 것임. 2018년 기준 16개 시설(10개 업체)이 설치·운영되고 있으나, 제천의 (주)에너지드림은 현재 최종복토가 진행 중에 있어 실제 운영은 15개 시설(9개 업체)임. 평균 에어돔 매립용량은 557,223 ㎡으로 나타나 지붕형 매립지의 평균 매립용량보다 큰 것으로 나타났음. 최대 매립용량은 1,199,420 ㎡이며, 최소 용량은 137,601 ㎡으로 조사되었음.
- O 에어돔 설치면적을 살펴보면 일반적으로 매립 면적과 동일하거나 약간 큰 면적을 차지하는 것으로 나타났음.
- O 에어돔 재질은 폴리플루오린화비닐리덴(Polyvinylidene-fluoride, PVDF), 폴리에테르 술폰 (Polyether sulfone, PES), ADF(Air dome fabric)의 3 종류가 적용된 것으로 나타났으며, ADF는 (주)에어돔에서 별도로 주문제작한 사양임.
- 비상상황 대비 조치 및 관리사항으로 폐기물처리업체 재난대응 표준매뉴얼(환경부, 2014)에 따라 사고대응 매뉴얼을 모든 시설에서 비치하고 있는 것으로 나타났음.
- 사고사례를 살펴보면 (주)에너지 드림, (주)보림CS는 폭설로 에어돔이 파손된 사례가 있었으며, (주)제넨바이오는 최근에 태풍으로 에어돔이 파손된 사례가 있어 에어돔 파손은 폭설과 태풍으로 인한 재난에 의한 것으로 나타났음.

## 〈표 3-4〉 우리나라 에어돔형 매립지 설치·운영 현황

		시설	매립	규모(m²)	매립	에어돔 설	보치현황
업체명	소재지	(공구)	면적 (m²)	용량 (㎡)	폐기물	설치면적 (m²)	설치일
계	10개 업체	16개 시설	_		_	_	-
케이씨환경서비스 ㈜ 여수사업부	전남 여수시 산단중앙로 30-36	-	10,163	137,601	지정 일반	10,163	'16.08
㈜보림CS	충남 보령시 웅천읍 대창증산로 166	-	39,113	1,140,000	지정 일반	39,113	'14.11
㈜세창이엔텍 아산지점	충남 아산시 둔포면 아산밸리북로155	-	22,279	358,786	지정 일반	23,172	'12.11
㈜케이디네이쳐앤 바이오 경주지점 [구. 태양씨앤엘]	경북 경주시 건천읍 용명공단길 173-160	-	29,609	1,199,420	지정 일반	29,609	'11.10
㈜지엠이앤씨	경북 성주군 성주읍 예산리 947	-	20,615	427,000	지정 일반	20,615	'13.06
		2-1	23,704	535,000	일반	23,704	'08.11
	경북 구미시 송백로 398-90	2-2	16,652	320,800	지정 일반	16,652	'10.08
㈜이앤컴퍼니 [구. 케이엠그린]		4	15,529	309,900	지정 일반	15,529	'13.05
		5-1	26,576	662,100	지정 일반	26,576	'16.03
		5-2	26,330	633,100	지정 일반	26,330	'15.04
㈜에너지드림	충북 제천시 바이오밸리로 48	-	17,762	244,000	지정 일반	20,048	'06.01
(조) 이 에 이 미 그	충북 충주시 대소원면	1	30,600	735,000	지정 일반	18,270	'11.05
㈜아세아테크	첨단산업 1로 279	2	18,458	409,800	일반	18,458	'12.04
㈜센트로	충북 충주시 대소원면 메가폴리스3로 95	-	32,294	534,058	지정 일반	39,026	'17.06.
㈜이에스청원	충북 청주시 오창읍	2	27,500	433,476	일반	29,250	'09.05
\(\(\frac{1}{1}\) \(\frac{1}{1}\) \(\frac{1}\)	과학산업1로 155	3	42,935	835,522	일반	43,195	'12.08
	평균		25,007	557,223	_	-	_

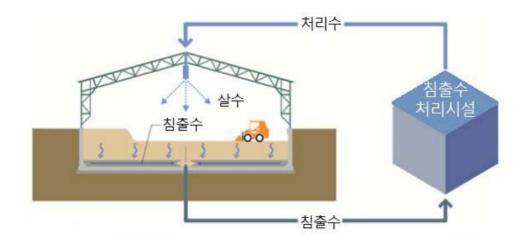


⟨그림 3-3⟩ 우리나라 지역별 에어돔형 매립지 설치・운영 현황

#### 나. 일본 설치 사례

- 일본에서는 국내 밀폐형 매립지에 해당하는 클로즈 시스템(Close system) 매립지(이하 "CS 매립지"라 한다)를 설치·운영 중에 있음.
- 2016년 현재 일본에서 운영 중인 CS 매립지는 총 71개소이며, 평균 매립면적은 5,061 ㎡ (평균 매립용량 52,857 ㎡)이며, 평균 설치비는 약 13 억엔(약 137 억원)으로 나타났음
- O 매립용량에서 나타낸 바와 같이 CS 매립지는 대부분 중소규모의 매립지이며, 이는 CS 매립지의 구조가 트러스 또는 아치형태의 철골구조물로 설치 폭에 한계가 있기 때문임. 트러스 형태의 설치 폭은 일반적으로 50~80 m이며, 아치 형태는 50~120 m임 (출처: クローズドシステム処分場開発研究会, 2002).
- O CS 매립지를 설치하는 목적은 환경부하 저감, 지역과의 조화, 폐기물의 비산 및 유출 방지, 악취 확산 방지 등이 있으나, 높은 설치비에도 불구하고 CS 매립지를 설치·운영하는 주요 목적은 침출수 발생량 감소를 통한 침출수처리시설 설치·운영비 절감에 있음.
- 일본은 모든 매립지에 침출수 처리시설의 설치를 의무화하고 있어 지붕 설치에 따른 건설 비가 증가함에도 불구하고 침출수처리시설 설치·운영비 절감과 더불어 폐기물 안정화를 위해 처리된 침출수를 매립지 내부에 살수하는 침출수 무방류형 시스템 구축을 통해 폐기물 매립지의 이미지 개선을 도모하고 있음(〈그림 3-4〉참고).

○ 국내와 달리 에어돔형 매립지를 설치하지 않는 것은 일본 건축기준법(建築基準法) 및 소방법(消防法)에 관련 규정이 없기 때문임.



〈그림 3-4〉 일본 CS 매립지 침출수 처리 및 처리수 내부 살수 개념도

출처: http://www.pref.kagoshima.jp/ad03/kurashi-kankyo/recycle/syobun/ecopark.html (환경정책평가연구원, 2017에서 재인용)

○ CS 매립지의 종류는 전체 지붕구조와 분할 지붕 이동구조로 구분할 수 있음. 전체 지붕구조는 매립지 전체에 트러스 형태로 지붕을 설치하는 것으로 지붕을 지지하기 위해 매립지 내부에 중간 기둥을 설치해야 함(<그림 3-5> 참고).





〈그림 3-5〉에코아 쿠마모토 산업폐기물 최종처분장 출처: https://www.taisei.co.jp/MungoBlobs/893/169/1-1-1.pdf

O 그러나 중간 기둥을 설치할 경우 매립지 차수시트와 매립용량에 영향을 미칠 수 있어 카지마(鹿島)건설 주식회사에서는 현수교와 같이 케이블을 활용한 에코디온루프 시스템을 개발하여 매립지 내부에 기둥을 설치하지 않아도 지붕을 지지할 수 있도록 하였음(〈그림 3-6〉참고).



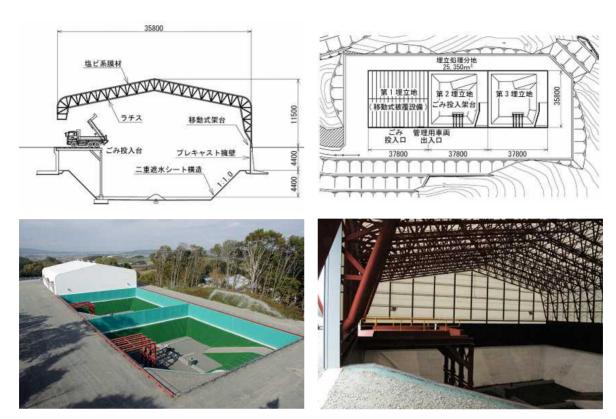
〈그림 3-6〉에코디온루프 시스템

출처 : https://www.kajima.co.jp/tech/indust\_waste/disposal/index.html

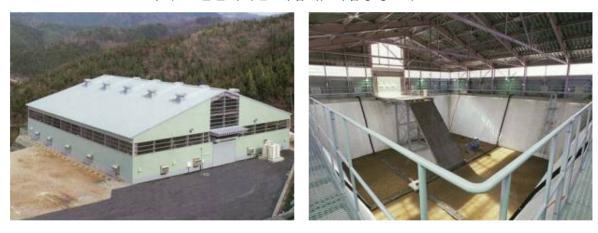
○ 분할 지붕 이동구조는 매립에 필요한 부지를 구역으로 구분하여 매립이 진행되는 곳에 지붕을 설치하는 것임. 분리·결합이 가능하여 지붕의 이동이 자유로우며, 설치·운영 방식 및 사례는 〈표 3-5〉와 〈그림 3-7〉에 나타내었음.

〈표 3-5〉 우리나라 에어돔형 매립지 설치·운영 현황

지붕 설치 흐름도	설치 순서도
The state of the s	① 설치~매립 완료 분할가반식 지붕을 최초의 매립지에 가설해하여 매립을 시 작하며, 이때 다른 구역에 매립부지를 조성함.
And Market State of the State o	② 지붕 분리·반송 양생 첫 번째 매립이 완료되면 최종 복토를 하고 지붕을 분리하 여 다음 매립 구역으로 이동할 준비를 함.
	③ 지붕의 이동·접합 분할된 지붕을 이동시켜, 차기 매립구역 상부에 조립함.
	④ 지붕의 접합 완료~매립시작 지붕 설치 완료 후 해당구역의 매립을 시작함. 또한, 사용 종료된 기존 구역에 대해서는 사후토지 이용을 시작함.



북해도 일반폐기물 매립지, 매립용량 25,000 ㎡



나카도마리(中泊町) 일반폐기물 매립지, 매립용량 : 6,597 ㎡

출처: https://www.toda.co.jp/news/2006/20060127.html https://www.taisei.co.jp/MungoBlobs/893/169/1-1-1.pdf

〈그림 3-7〉 분할지붕 이동구조 사례

## 3.2 밀폐형 폐기물매립지 관련 법규 검토

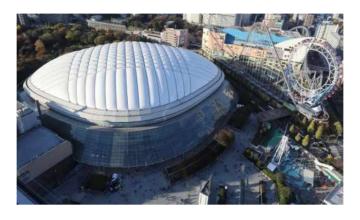
#### 3.2.1 건축법

- O 밀폐형 폐기물매립지 중 에어돔형 매립지에 대한 관련 법규를 주로 검토하였음.
- 에어돔형 폐기물매립지에 대한 정의를 내리기 위해 「건축법」을 살펴보고자 하였으며, 우 선 특수구조건축물 대상 여부를 확인하였음(〈표 3-6〉참고).
- 「건축법 시행령」제2조제1항제18호는 특수구조건축물에 대한 정의를 규정하고 있으며, 특수구조건축물 중 특수한 설계시공공법 등이 필요한 건축물에 대해서는 별도로 고시하였음. 이에 '특수구조 건축물 대상 기준(국토교통부고시 제2018호-777호)'제2조제1항에 막구조와 케이블 구조는 특수구조건축물로 규정하여 에어돔형 매립지는 특수구조건축물에 포함될 수 있음.
- 그러나 「건축법」제2조제1항제2호에서 건축물 정의로 '공작물 중 지붕과 기둥 또는 벽이 있는 것'으로 나타내고 있어 밀폐형 폐기물매립지 등 에어돔형의 경우 지붕은 있으나 기둥 또는 벽이 없기 때문에 건축물로 정의되지 못하여, 이에 특수구조건축물과 동일한 설계시공공법임에도 불구하고 「건축법」에서 정의하는 특수구조건축물에 해당되지 않음.

〈표 3-6〉에어돔형 폐기물매립지에 대한 「건축법」에서의 특수구조건축물 적용 여부

관련 규정	내 용
「건축법 시행령」 제2조제1항제18호	"특수구조 건축물"이란 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 건축물을 말한다. 가. 한쪽 끝은 고정되고 다른 끝은 지지되지 아니한 구조로 된 보·차양 등이 외벽(외벽이 없는 경우에는 외각 기둥을 말한다)의 중심선으로부터 3미터 이상 돌출된 건축물나. 기둥과 기둥 사이의 거리(기둥의 중심선 사이의 거리를 말하며, 기둥이 없는 경우에는 내력벽과 내력벽의 중심선 사이의 거리를 말한다. 이하 같다)가 20미터 이상인 건축물다. 특수한 설계시공공법 등이 필요한 건축물로서 국토교통부장관이 정하여 고시하는 구조로 된 건축물
특수구조 건축물 대상기준(국토교통부고시 제2018-777호)제2조제1항	건축물의 주요구조부가 공업화박판간구조(PEB : Pre-Engineered Metal Building System), 강관 입체트러스(스페이스프레임), <b>막 구조,</b> 케이블 구조, 부유식구조 등 설계시공공법이 특수한 구조형식인 건축물
「건축법」제2조제1항제2호	"건축물"이란 토지에 정착하는 공작물 중 지붕과 기둥 또는 벽이 있는 것과 이에 딸린 시설물, 지하나 고가의 공작물에 설치하는 사무소·공연장·점포·차고·창고, 그 밖에 대통령령(하위법령 없음)으로 정하는 것을 말한다.

○ 「건축법」에서 정의하는 특수구조건축물은 도쿄돔과 같이 주변에 벽이 설치되어 있고 지 붕은 막 구조로 되어있는 건축물을 의미함.



〈그림 3-8〉 특수구조건축물의 예(도쿄돔)

#### 3.2.2 화재예방, 소방시설 설치ㆍ유지 및 안전관리에 관한 법률

- 「화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령」[별표 2]에서 폐기물처 분시설을 특정소방대상물로 규정하고 있음(〈그림 3-9〉 참고). 다만, 「폐기물관리법」에서 는 폐기물처분시설이라는 용어는 없으며 폐기물처리시설에 대한 정의가 동법제2조제8항에 나타나 있으며, 폐기물처리시설은 재활용 시설, 중간처분시설, 최종처분시설로 규정하고 있음.
- 그러나 「화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령」[별표 2]에서 폐기물재활용시설을 따로 분류하고 있기 때문에 폐기물처리시설의 정의와 일치하지는 않음.
- 이에 "처분"이라는 용어와 관련하여「폐기물관리법」제2조제6항에서 처분의 정의로 폐기물의 소각·중화·파쇄·고형화 등의 중간처분과 매립하거나 해역으로 배출하는 등의 최종처분을 나타내고 있음. 따라서 「화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령」에서 나타내는 폐기물 처분시설은 중간처분시설과 최종처분시설을 의미하는 것으로 판단됨.
- 따라서 폐기물처분시설 중 하나인 매립지는 특정소방대상물에 해당되는 것으로 사료되며, 이에 동법 [별표 5]에 따라 밀폐형 매립지는 특정소방 대상물의 소방시설 설치 규정을 준 수해야 될 것으로 판단됨(〈표 3-7〉참고).

■ 화재예방. 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령 [별표 2] <개정 2020. 12. 10.>

## 특정소방대상물(제5조 관련)

20. 자원순환 관련 시설

가. 하수 등 처리시설

나. 고물상

다. 폐기물재활용시설

라. 페기물처분시설

마. 폐기물감량화시설

〈그림 3-9〉 특정소방대상물 중 자원순환 관련 시설 분류

#### 〈표 3-7〉 「소방시설법 시행령」 [별표5]의 폐기물처분시설 해당 규정

항목	내용
소화설비	•소화기구 (연면적 33 ㎡ 이상)
경보설비	• 비상경보설비 (연면적 400 ㎡ 이상) • 비상방송설비 (연면적 3,500 ㎡ 이상) • 자동화재탐지설비 (분뇨 및 폐기물 처리시설)
피난구조설비	• 피난구유도등, 통로유도등, 유도표지
소화용수설비	• 상수도소화용수설비 (연면적 5,000 ㎡ 이상)

#### 3.2.3 산업안전보건법

○ 「산업안전보건법」제42조제1항, 동법 시행규칙 제93조에서는 고용노동부령으로 정하는 작업장에 대하여 작업환경측정을 실시하도록 하고 있음(〈표 3-8〉참고). 여기서 고용노동부 령으로 정하는 작업장은 동법 시행규칙 [별표 11의 5]의 작업환경측정 대상 유해인자에 노출되는 근로자가 있는 작업장을 말하는 것임(〈표 3-9〉참고).

## 〈표 3-8〉「산업안전보건법」에서의 작업환경측정 규정

법규	내용
	사업주는 유해인자로부터 근로자의 건강을 보호하고 쾌적한 작업환경을 조성하기 위하여 인체에 해로운 작업을 하는 작업장으로서 고용노동부령으로 정하는 작업장에 대하여 고용노동부령으로 정하는 자격을 가진 자로 하여금 작업환경측정을 하도록 한 후 그 결과를 기록·보존하고 고용노동부령으로 정하는 바에 따라 고용노동부장관에게 보고하여야 한다. 이 경우 근로자대표가 요구하면 작업환경측정 시 근로자대표를 입회시켜야 한다.
「산업안전보건법 시행규칙」제93조	법 제42조제1항에서 <b>"고용노동부령으로 정하는 작업장</b> "이란 <b>별표 11의5</b> 의 작업환경측정 대상 유해인자에 노출되는 근로자가 있는 작업장을 말한다.

## 〈표 3-9〉 「산업안전보건법」[별표 11의5]에서 규정한 유해인자 종류

구분	항목	
	가. 유기화합물(113종)	
	나. 금속류(23종)	
1. 화학적 인자(180종)	다. 산 및 알칼리류(17종)	
	라. 가스 상태 물질류(15종)	
	마. 영 제30조에 따른 허가 대상 유해물질(12종)	
2. 물리적 인자(2종)	8시간 시간가중평균 80dB 이상의 소음	
2. 물디식 인사(2공)	안전보건규칙 제3편제6장에 따른 고열	
	가. 광물성 분진	
	나. 곡물 분진	
	다. 면 분진	
3. 분진(7종)	라. 나무 분진	
	마. 용접 흄	
	바. 유리섬유	
	사. 석면분진	
4. 그 밖에 고용노동부장관이 정하여 고시하는 인체에 해로운 유해인자		

- 유해인자의 노출기준에 대해서는 '화학물질 및 물리적 인자의 노출기준(고용노동부고시 제 2018-62호)'에서 규정하고 있음.
- 따라서 에어돔형과 지붕형 매립지 내의 작업환경에 대해서는 이들 유해인자에 대해 측정을 실시 후 밀폐형 매립지에 해당되는 유해인자를 도출하여야 하나 측정된 사례가 없어 「산업안전보건법」기준을 적용하기에는 한계가 있음.
- 기존 문헌 (유제철, 2018)에서 에어돔형 매립지를 대상으로 실내공기를 측정한 사례가 있으며 측정항목을 「실내공기질 관리법」에 규정되어 있는 항목을 대상으로 측정을 실시하였음. 그러나 「실내공기질 관리법」제3조에 나타나 있는 적용대상 시설에는 폐기물처리시설이 포함되어 있지 않아 「실내공기질 관리법」을 적용하기에는 한계가 있음.

## 3.2.4 폐기물관리법

○ 2020년 11월 27일 개정된 「폐기물관리법 시행규칙」[별표 10]의 설치검사 및 정기검사에 있어 밀폐형 폐기물매립지와 관련된 내용이 다음과 같이 추가되었음.

〈표 3-10〉 「폐기물관리법 시행규칙」[별표 10] 설치검사 항목 개정

구	분	검사항목
	현행	○차수시설의 재질・두께・투수계수 ○토목합성수지 라이너의 항목인장강도의 안전율 ○매끄러운 고밀도폴리에틸렌라이너의 기준 적합 여부 ○침출수 집배수층의 재질・두께・투수계수・투과능계수 및 구배(勾配) ○지하수배제시설 설치내용 ○침출수유량조정조의 규모・방수처리내역, 유량계의 형식 및 작동상태 ○침출수 처리시설의 처리방법, 처리용량 ○침출수매립시설환원정화설비 설치내용 ○침출수 이송・처리 시 종말처리시설 등의 처리능력 ○매립가스 소각시설이나 활용시설 설치계획 ○내부진입도로 설치내용
설치검사	개정	○차수시설의 재질・두께・투수계수 ○토목합성수지 라이너의 항목인장강도의 안전율 ○매끄러운 고밀도폴리에틸렌라이너의 기준 적합 여부 ○침출수 집배수층의 재질・두께・투수계수・투과능계수 및 구배(勾配) ○지하수배제시설 설치내용 ○침출수유량조정조의 규모・방수처리내역, 유량계의 형식 및 작동상태 ○침출수 처리시설의 처리방법, 처리용량 ○침출수매립시설환원정화설비 설치내용 ○침출수 이송・처리 시 종말처리시설 등의 처리능력 ○매립가스 소각시설이나 활용시설 설치계획 ○내부진입도로 설치내용 ○매립시설의 상부를 덮는 형태의 시설물

# 〈표 3-11〉「폐기물관리법 시행규칙」[별표 10] 정기검사 항목 개정

구	분	검사항목
		○소화장비 설치·관리실태
		○축대벽의 안정성
		○빗물・지하수 유입방지 조치
		○빗물배제시설의 유지・관리실태
		○세륜·세차시설의 작동상태
		○계량시설의 작동상태
		○미매립구역의 차수시설 유지・관리실태
		○침출수 처리시설 운영·관리실태 및 침출수배출허용기준 준수 여부
	-3.3	○지하수 검사정, 지하수배제시설 및 해수의 수질검사 등을 통한 침출수 누출 여부
	현행	○침출수 집배수시설의 기능
		○침출수매립시설환원정화설비의 설치・유지・관리 실태
		○가스포집 및 처리시설의 적절설치·운영 여부
		○매립작업설계도서에 따른 매립·복토·빗물배제실태
		○폐기물의 다짐 및 압축정도
		○차수시설 상부보호층 적절설치 여부
		○복토두께
		○침출수위
		○매립층 함수율
설치검사		○소화장비 설치·관리실태
		○축대벽의 안정성
		○빗물・지하수 유입방지 조치
		○빗물배제시설의 유지・관리실태
	개정	○세륜·세차시설의 작동상태
		○계량시설의 작동상태
		○미매립구역의 차수시설 유지·관리실태
		○침출수 처리시설 운영·관리실태 및 침출수배출허용기준 준수 여부
		○지하수 검사정, 지하수배제시설 및 해수의 수질검사 등을 통한 침출수 누출 여부
		○침출수 집배수시설의 기능
		○침출수매립시설환원정화설비의 설치·유지·관리 실태
		○가스포집 및 처리시설의 적절설치·운영 여부
		○매립작업설계도서에 따른 매립·복토·빗물배제실태
		○폐기물의 다짐 및 압축정도
		○차수시설 상부보호층 적절설치 여부
		○복토두께
		○침출수위
		○매립층 함수율
		○매립시설 상부를 덮는 형태의 시설물인 경우 그 시설물의 유지·관리실태

## 3.3 밀폐형 폐기물매립지 건설 · 운영의 기술적 문제점 및 해결방안

#### 3.3.1 밀폐형 폐기물매립지 사고사례 조사

## 가. 국내 사례

○ 밀폐형 폐기물매립지의 사고원인과 그에 따른 대책 방안을 〈표 3-12〉에 나타내었음. 에어돔 형 매립지 사고사례를 살펴보면 폭설, 태풍에 의한 재난과 금속성 물질의 발화에 의한 화재 사고로 구분될 수 있음.

〈표 3-12〉에어돔형 매립지 사고원인 및 대책

구분	사고원인	대책
제천	• 인접사면 붕괴 • 낙설에 의해 에어돔 측면 파단 • 제설장치 미설치	•제설장치 설치 필요 •낙설을 대비하기 위한 유지관리도로 필요
충주	• 낙설에 의한 송풍기실 파손	• 에어돔과 송풍기실 이격 필요
보령	• 폭설에 의한 에어돔 하단부 파단	• 유지관리도로 필요
경주	• (붕괴) 태풍에 대한 조치 미흡(내부 공기압 증가 또는 에어돔 하강 미실시) • (화재) 마그네슘 분진과 물의 화학 작용에 의한 발화	• 적정 유지관리 방안 필요

○ 폭설에 의한 주요 사고는 에어돔 측면이 파단된 사례로 인접 사면과 에어돔 사이에 여유공 간이 없어 지붕에서 떨어지는 눈이 사면과 에어돔 사이에 적체되다가 낙설에 의해 적체된 눈이 에어돔 측면에 충격을 전달하여 에어돔이 파손되는 것임. 따라서 낙설에 의해 눈이 적 체되지 않도록 유지관리도로가 에어돔 구조물 주변에 설치되어야 함(<그림 3-10> 참고). 또 한 낙설에 의해 송풍기실이 파손된 사례가 있어 에어돔과 송풍기실을 이격하여 낙설에 의한 피해를 받지 않도록 할 필요가 있음.





〈그림 3-10〉 유지관리도로 설치 사례

○ 태풍의 경우 내부 공기압 증가 또는 에어돔 하강을 미실시하여 에어돔이 파손된 사례가 있어 대풍 예상 시 송풍기 시스템의 적정 작동 여부를 사전에 점검하여야 하며, 특히 태풍의 풍속이 설계치를 초과할 경우 일시적으로 에어돔을 하강시킬 필요가 있음.



〈그림 3-11〉 태풍에 의한 에어돔 파손 사례

○ 이러한 에어돔형 사고와 더불어 <그림 3-12>에서 나타낸 제천사례와 같이 사고 전에 매립지 내부가 적정 운영되지 않고 유지관리가 미흡할 경우 에어돔 사고 발생 시 유기성 오니에 의 한 침출수 수위 급상승, 침출수 누출에 의한 주변환경오염 등 피해를 확대시키기 때문에 사 고 대응방안과 별개로 사고 발생 시 피해를 줄이기 위해 에어돔형 매립지에 대한 적정 운영 방안이 마련되어야 할 것임.



〈그림 3-12〉 제천 왕암동 에어돔형 매립지 사고 사례

- 2002년 8월에는 국내에서 최초로 설치된 당진군 복운리 폐기물매립지의 상부 에어돔이 강풍에 의해 파손되면서 매립지에 적치된 폐기물이 외부로 노출되는 사고가 있었음. 설치 당시 초속 40 m/s의 강풍에 견딜수 있는 것으로 알려진 에어돔이 쉽게 파손됨에 따라 공법자체에 대한 근본적인 문제가 제기된 바 있음. 이후 에어돔 막재질 및 공법 등이 일부 개선되었으나 2012년 제천시 왕암동 매립지 에어돔 붕괴 등의 사고가 일어나고 있는 상황임.
- 이외에 경주에서는 마그네슘 분진과 물이 반응하면서 발화되어 사고가 발생한 사례가 있음(〈그림 3-13〉참고). 이에 환경부에서는 '화재, 폭발 또는 유도가스 발생우려 폐기물의 종류 등에 관한 고시 제2016-46호 (환경부, 2016a)를 통해 이러한 폐기물을 매립할 경우 반드시 전처리 등을 거쳐 안정화시킨 후 매립하도록 규정하였음.
- O 다만, 에어돔형 매립지는 건축법, 소방법의 적용을 받지 않기 때문에 화재 발생 시 작업자의 대피를 위한 비상구, 소방기구 등에 대한 법적 규정이 없어 이에 대한 규정도 마련할 필요가 있음.

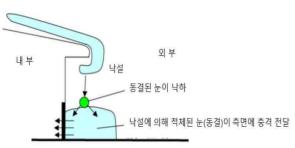




〈그림 3-13〉 경주 에어돔형 매립지 화재 사고 사례

#### 나. 일본 사례

- 일본 밀폐형 매립지(CS 매립지)의 유지관리 중에 발생하는 경미한 유지관리상의 문제에 대한 사례를 <그림 3-14>에 나타내었음
- O CS 매립지 지붕은 비교적 크기 때문에 체육관 등 대형 건축물과 마찬가지로 눈 덮개와 얼음 기둥이 커지기 쉽다는 특징이 있음. 이 때문에 산등성이와 고드름이 낙하함으로써 벽면을 파손시킬 수 있으므로 주의하여야 함. 또한 에어돔형과 같은 막을 이용하고 복개 내부의 조도를 유지하고자 하면 막이 오염되지 않도록 주의가 필요함.
- 또한 균일하지 못한 살수에 의해 매립지의 네 귀퉁이나 기둥의 뒤쪽 등에 살수되지 않는 사례가 있으며, 침출수 처리시설에서 탈염 처리 시 발생하는 건조고화염의 재활용처가 부족하기 때문에 매립지 내에 임시 적치한 경우가 있음. CS매립지에서는 침출수 처리수를 순환 이용하는 경우에 탈염처리하는 경우가 많으므로, 건조 고화염 처리방법에 유의할 필요가 있음.





복개-막면 오염으로 인한 조도 부족



복개-적설, 낙설에 의한 파손

살수 설비-살수의 불균질



침출수 처리-건초조화염 임시적치

<그림 3-14〉일본 CS 매립지 유지관리 시 발생하는 문제점

## 3.3.2 강풍, 폭설에 대한 구조적 안정성 확보방안

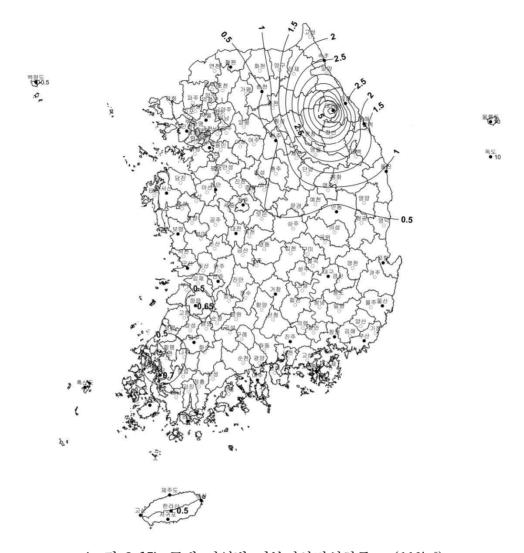
#### 가. 강풍에 의한 구조적 안정성 확보방안

- O 국토교통부의 「건축구조기준 설계하중」(국토교통부 2019)의 풍하중 건축기준을 적용하여 밀폐형 폐기물매립지의 강풍에 의한 구조적 안정성을 확보할 수 있을 것으로 판단됨
- O 풍하중 건축기준의 적용범위는 풍에 의한 건축구조물의 탄성적 거동을 전제로 한 최소풍 하중을 산정하는 경우에 적용하며, 주골조설계용 풍하중은 건축물의 주골조를 설계하는 경우에 적용하고, 외장재설계용 풍하중은 외장재와 이를 지지하는 부골조(이하 외장재 등 이라 한다)의 설계에 적용 가능함.
- 풍하중은 주골조설계용 수평풍하중·지붕풍하중과 외장재설계용 풍하중으로 구분하며. 풍 하중은 각각의 설계풍압에 유효수압면적을 곱하여 산정함. 주골조설계용 수평풍하중은 풍 방향풍하중, 풍직각방향풍하중, 비틀림풍하중으로 구분하여 산정함.
- 통상적인 건축물에서는 지붕의 평균높이를 기준높이로 하며, 그 기준높이에서의 속도압을 기준으로 풍하중을 산정하며, 풍하중을 산정할 때에는 각 건물표면의 양면에 작용하는 풍 압의 대수합을 고려해야 함.

- 밀폐형 매립지와 같은 공기막 지붕의 경우 경량이며 강성이 낮아 공기력 불안정 진동 거 동을 하는 지붕골조의 경우에는 풍동실험에 따라 풍하중을 산정하여 강풍에 의한 구조적 안정성을 확보하여 함.
- O 풍동실험을 위해서는 아래의 조건을 만족야 함.
  - 풍동 내의 평균풍속의 고도분포, 난류강도분포 및 변동풍속의 특성은 건축 현지의 자연대 기경계층 조건에 적합하도록 재현하여야 함
  - 대상건축물을 포함하여 주변의 건축물 및 지형조건을 건축 현지조건에 적합하도록 재현하여 함.
  - 풍동 내 대상건축물 및 주변 모형에 의한 단면 폐쇄율은 풍동의 실험단면에 대하여 8% 미만이 되도록 하여야 함
  - 풍동 내의 압력 분포는 일정하도록 하여야 함
  - 레이놀즈수에 의한 영향은 최소화하여 실험하여야 함.
  - 풍동 측정기기의 응답특성은 요구하는 조건을 충족하여야 함.
- O 또한, 건축구조물의 동적응답을 결정하기 위한 실험을 실시할 경우에는 상기의 실험조건을 만족해야 하고, 구조모델과 관련 해석을 수행할 경우에는 질량분포, 강성, 감쇠를 고려해야 함.

#### 나. 폭설에 의한 구조적 안정성 확보방안

- 국토교통부의 「건축구조기준 설계하중」의 적설하중 건축기준을 적용하여 밀폐형 폐기물 매립지의 폭설에 의한 구조적 안정성을 확보할 수 있을 것으로 판단됨.
- O 지붕에 작용하는 적설하중의 영향이 등분포활하중 및 유사활하중에 규정된 지붕의 최소 활하중보다 클 때에는 이 조항에서 규정한 적설하중을 적용토록 하며, 적설하중의 작용이 예상되는 벽면이나 기타 구조물의 표면에 대해서는 적설하중의 영향을 고려함.
- 설계용 지붕적설하중은 기본지상적설하중을 기준으로 하여 기본지붕적설하중계수, 노출계수, 온도계수, 중요도계수 및 지붕의 형상계수와 기타 재하분포상태 등을 고려하여 산정함. 이때 기본지상적설하중은 재현기간 100년에 대한 수직 최심적설깊이를 기준으로 하며, 〈그림 3-19〉의 값을 사용함. 다만, 구조물의 용도 등에 따라 재현기간 100년을 적용하지 않을 때는 소요 재현기간에 맞추어 환산한 지상적설하중 값을 사용할 수 있음.
- 지붕적설하중을 산정하기 위한 지상적설하중은 〈그림 3-15〉의 기본지상적설하중에 따르며, 이때 〈그림 3-15〉를 사용할 경우, 지역적 기후와 지형에 따라 국부적인 변화를 초래할 수 있다는 점을 고려해야 함. 〈그림 3-15〉의 지상적설하중이 3.0 kN/㎡ 이하인 지역의 고지대나 산간지방 같은 특정한 지형조건에서는 〈그림 3-15〉의 값을 1.5 배하여 기본지상적설하중으로 함.



〈그림 3-15〉국내 지역별 기본지상적설하중  $S_g(\,\mathrm{kN/m^2})$ 

- 특정지역에 대한 지상적설하중은 실제의 조사·연구에 의한 수직최심적설깊이 및 눈의 평 균 중량 등을 고려하여 산정할 수 있으며, 최소 지상적설하중은 0.5 kN/㎡로 함.
- 밀폐형 폐기물매립지의 지붕 구조물 설계 시 상기에 검토된 국토교통부의 「건축구조기준설계하중」의 풍하중 및 적설하중 설계기준을 설치지역을 고려하여 적용한다면 강풍 및 폭설에 대한 구조적 안정석을 확보할 수 있을 것으로 판단됨.

#### 3.3.3 작업환경 안정성 확보방안

O 에어돔형 매립지의 구조적·설계적·대기환경적인 영향을 고려한 자연환기구조의 설계, 사고 발생 시 초기 진압이 가능한 매립 내 살수장치의 운영, CCTV 등 안전시설 등을 설치하여 매립지 내 작업자의 작업환경 안정성을 확보하여야 함.

- 자연환기구조 설계 미흡은 에어돔의 내부 양압 유지를 위해 지속적으로 공기를 공급해야 하기 때문에 운영상 어려움이 많고, 악취와 비산먼지의 적정 제거가 곤란하며, 돔 내 고온 등으로 작업자의 건강과 안전에 악영향을 끼침.
- 매립지 내 작업환경 안정성을 확보하기 위하여 주입공기압에 관한 사항, 구조물 내 시설물이나 장비 등 설치물들 간의 간격, 날카로운 돌출물의 회피, 차량 출입구의 운영방법, 에어돔 막재 손상 시 조치, 앵커와 기계 및 비상 발전기 등에 대한 관리, 정기 및 수시 점검사항, 구조물 손상이나 설압, 화재 등 사고 위험의 예방과 관리, 송풍기의 운전 및 유지관리 등에 대하여 매뉴얼을 비치하여 상시 점검토록 하여야 함.
- 또한 작업자의 안정성 확보를 위하여 내부 환경기준을 적용하여야 함. 밀폐형 매립지에 대한 일반적인 매립작업 관리 프로세스는 〈그림 3-16〉과 같음. 특히 작업자의 안전을 위해 시설물의 안전점검, 폐기물 반입 및 매립관리 등이 이루어져야 하며, 매립지 내부 작업자는 분진 및 폐기물 비산 등으로부터 신체를 보호하기 위해 보호안경, 방진마스크 등을 착용하여야 합(〈그림 3-17〉 참고).

1

1

#### 작업 저 확인

- 작업규칙·작업 순서 확인
- 작업체제·인원 배치 확인

※당일 작업에 대한 정보 공유

#### 작업 전 점검

- 작업환경관리
- 시설 등의 안전 점검

※작업을 시작할 수 있는지 확인

#### 폐기물 반입관리

- 반입 시 확인
- 반입폐기물에 문제가 있을 경우의 대응

※불법폐기물의 반입을 차단하고, 운전자 정보 확인 및 불법폐기물 종류 기록

#### 폐기물 매립작업

- 매립관리
- 매립작업의 유의사항(가스대책, 매립작업 위치의 주변확인, 시설 등의 파손방지, 분진대책, 악취 대책, 복토)

1

※작업 중의 안전을 확보하고, 폐기물 안정화를 위한 유지관리 실시

#### 작업 종료 시 점검

- 청소
- 시설 등의 점검

※작업자 부재 시 사고발생을 방지하고 다음 날 작업을 위해 시설 점검 기록 작성

〈그림 3-16〉 밀폐형 매립지 매립작업 관리 프로세스



〈그림 3-17〉 밀폐형 매립지 내부 작업자 복장 사례

출처: 最終処分場技術システム研究協会, CS処分場維持管理マニュアル, 2017

- 밀폐형 매립지는 폐쇄 공간이기 때문에 개방형 매립지의 환경관리 항목이외에 매립지 내부의 환경을 관리할 필요가 있음. 특히 작업자가 매립지 내부에서 작업할 경우 악취, 유해가스, 가연성 가스 등이 문제가 될 수 있음.
- 밀폐형 매립지에서의 내부 환경기준에 대한 별도의 법적기준은 없으나 최종처분장기술시 스템연구협회에서 발간한 'CS처분장 유지관리매뉴얼'에서 내부 환경관리는 매립지의 작 업환경을 대상으로 산소 결핍 등의 사고 방지 및 폭발 등의 방지를 목적으로 〈표 3-13〉과 같이 내부 환경 관리기준을 제시하고 있음.
- 기준치를 초과할 경우에는 작업 중지 후 원인 규명 및 환기 등 대책을 강구한 후 작업을 실시하도록 나타내고 있음.

〈표 3-13〉 밀폐형 매립지 내부 환경 관리기준

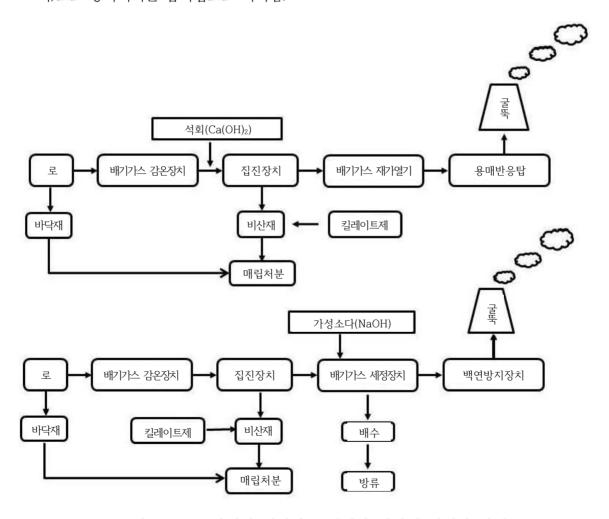
7	항목	기준치	측정빈도	적용 기준
기온	온도	37℃ 이하	연속	노동 안전 위생법 (노동 안전 위생 규칙)
	산소	18% 이상	1시간	노동 안전 위생법
산소 결핍	이산화탄소	1.5% 이하	1시간	(산소 결핍증 등 방지 규칙)
황화수소		10ppm 이하	1시간	노동 안전 위생법 (작업 환경 평가 기준)
가연성	메탄 가스	1.5% 이하	1시간	노동 안전 위생법
가스	수소 가스	1.2% 이하	1시간	(노동 안전 위생 규칙)
유해 가스	일산화탄소	50ppm 이하	1시간	일본 산업 위생 학회

출처: 最終処分場技術システム研究協会, CS処分場維持管理マニュアル, 2017

#### 3.4 불연성 폐기물매립지 환경특성 및 매립기술

#### 3.4.1 불연성 폐기물매립지의 환경특성

- 소각시설이 보급되고, 배기가스 중 염화수소 가스 규제가 본격화되면서 비산재 중 칼슘과 염화물 함량이 증가하고, 이에 따라 침출수 중 칼슘이온과 염화물이온 농도가 상승함. 먼 저 침출수 처리시설을 구성하는 교반기와 수중펌프에 칼슘스케일 부착문제가 표면화되었 음. 그리고 염화물이온 농도가 상승하고, 기기류 부식이나 생물학적 탈질공정의 질산화 저 해를 일으키게 되었음.
- 이러한 원인은 염소를 포함한 폐기물을 연소시키면 열분해에 의해 염화수소 가스(이후, HCl로 표기)를 생성하기 때문임. HCl는 유해가스로 소각시설에서 배기가스에 석회를 불어 넣어 염화칼슘(이후, CaCl₂로 표기)으로 중화시키고, 비산재는 집진기로 회수하는 건식 또는 반건식으로 처리시키거나 배기가스에 가성소다를 불어넣어 염화나트륨(이후, NaCl로 표기)으로 중화시키는 습식법으로 처리됨.



〈그림 3-18〉 소각시설 배기가스 처리와 비산재 안정화 방식

건식, 반건식 2HCl+Ca(OH)<sub>2</sub> → CaCl<sub>2</sub>+2H<sub>2</sub>O

 $Ca(OH)_2+SO_2+1/2O_2 \rightarrow CaSO_4+H_2O$ 

습식 HCl+NaOH → NaCl+H2O

 $2NaOH+SO_2 \rightarrow Na_2SO_3+H_2O$ 

○ 습식은 처리효율이 높지만 약품비용이 높아 일부 시설에서 사용되며, 약품비가 저렴한 건식 및 반건식을 채택하는 시설이 많음. 또한, 건식으로 처리되는 CaCl₂는 비산재로 최종처분되기 때문에 고농도 무기염류 문제를 일으킴. 한편, 습식은 비산재를 집진기에서 처리한후 배기가스에 NaOH를 불어넣기 때문에 습식을 채용한 대부분의 지자체는 세정하여 하수도 방류 또는 규제물질을 처리한 후 해수면 방류하여 무기염류는 크게 문제되지 않음. 〈그림 3-18〉에 건조·반건조 및 습식 소각재 가스 처리흐름을 나타내었음.

#### 가. 칼슘 스케일 문제

○ 건식 또는 반건식 배기가스 처리를 실시하고 있는 소각시설에서는 집진기로 포집하고, 매립되어 비산재 중 CaCl₂ 및 미반응 석회가 포함됨. 이들은 강수에 의해 침출수 중 칼슘이온(이후, Ca²+로 표기)과 염소이온(이후, Cl⁻로 표기)로 용해됨. 침출수 중 Ca²+는 산화되면 탄산칼슘(이후, CaCO₃으로 표기)으로 침전 고결되고, 집수관 및 침출수 처리시설을 구성하는 펌프와 교반기, 배관에 CaCO₃ 스케일이 부착되어 배관 막힘이나 펌프 장애 등을 발생시킴(〈그림 3-19〉참고).



〈그림 3-19〉 교반기에 부착된 칼슘 스케일

○ 이 때문에 침출수 처리시설 전처리로 스케일 분산제와 라임소다법에 의한 칼슘 제거방법이 개발되어 설치되었음. 또한, 라임소다법으로는 대량의 슬러지가 발생하는 매립지에 직접 라임소다(탄산나트륨)를 뿌려 Ca<sup>2+</sup>농도를 억제하는 매립공법도 이루어졌음.

 $Ca+Na_2CO_3 \rightarrow CaCO_3+2Na$ 

#### 나. 역화물이온 문제

- 매립지의 염화물이온 문제는 소각시설의 HCl가스 처리에 따른 비산재 중 부산물 CaCl₂에 기인하고 있음. CaCl₂은 강수에 의해 침출수 중 Ca²+과 Cl⁻로 용해됨. 침출수 중 Cl⁻은 규제되는 물질이 아니므로 일반적으로 침출수 처리대상 항목이 아님. 그러나 고농도가 되면 금속부식 및 침출수 처리과정에서 생물처리, 특히 질소처리 시 질산화 저해를 일으킴. 또한, 공공수역에 방류될 시 방류처에서 농업용수로 사용되는 경우 농업에 문제가 생김.
- 〈그림 3-20〉은 강관부식 사례임. 이러한 영향을 방지하기 위한 역삼투막 처리(RO)와 전기 투석막 처리(ED)에 의한 탈염처리가 실시되었음. 그러나 탈염처리에 따라 농축액이 발생하고, 이를 건조시켜 플렉시블 컨테이너백에 충전해 보관하거나 염규제가 없는 산업폐기물 매립지에 위탁처리하게 됨. 즉 폐기물의 최종 처분지인 매립지에서 처분할 수밖에 없는 처분 부적합 물질이 발생하게 됨.



〈그림 3-20〉 염화물이온에 의한 금속부식 사례

#### 3.4.2 불연성 폐기물매립지의 매립기술

○ 불연성 폐기물 매립 시 특히 유의해야 하는 것은 고농도 무기염류 대책과 높은 pH 대책 및 잔존 유기 킬레이트로 기인하는 질소 대책이며, 시설로는 1) 침출수 집・배수시설, 2) 매립 가스 처리시설, 3) 침출수 처리시설이 있음. 매립 작업으로는 1) 매립 방법, 2) 침출수 관리에 유의해야 함.

#### 가. 침출수 집배수 시설

- O 매립폐기물에서 차지하는 소각재의 비율이 80%를 초과하여 소각재에 포함된 Ca와 Cl이 증가하면 Ca 스케일의 생성에 의해 폐색되어 집수 기능이 손상됨. 동시에 집수관을 통한 공기 유입 기능도 손상됨.
- O 비산재의 Ca 함량은 20 ~ 25%이며, 침출수 중에 용해되어 이온화하여 산화되면 칼슘스케일(CaCO<sub>3</sub>)을 생성함. 칼슘스케일은 매립층, 집수관 보호 자갈, 집수관벽 침출수 취수 펌프

등에 부착하여 집수 저해, 장비 저해를 일으킴. 특히 매립층과 집수관 보호 자갈, 집수 배관 벽의 스케일 부착은 집수 저해 외 통풍 저해를 일으켜 염류 내 pH 저하가 크게 지연됨.

O 이로 인해 집수관의 유지관리, 예를 들면 자주식 카메라의 모니터링에 의한 집수관 천공부의 폐색 확인 및 고압 세정 등에 의해 집수관 기능을 보전하는 것이 바람직함. 또한, 후술하는 매립 작업 관리에 의한 스케일 방지 대책도 유효한 방책임.

#### 나. 매립가스 처리시설

- 소각재 주체형 매립지에는 매립 가스의 발생은 거의 없다고 해도 과언이 아님. 소각재 매립지에서 매립가스 처리시설은 침출수 집배수 시설의 보완적 시설로서의 역할이 큼.
- 매립층 내에서 형성된 칼슘스케일은 불투수성이기 때문에 침투수가 체류하여 매립층 하부로 이동하지 않아서 세정기능과 통풍 저해의 원인이 됨. 이 때문에 매립가스 처리시설을 집배수 시설의 보완시설로 많이 사용하는 것이 효과적 방안의 하나임.

#### 다. 침출수 처리시설

○ 소각재가 주로 매립되는 매립지의 침출수 처리는 칼슘스케일 제거 및 처리수 방류지점의 상황 등에 의해 탈염처리를 수행하게 됨. 또한, 탈염처리한 경우에는 부생염을 생성하기 때문에 차아염소산에 의한 소독제 이용과 산 알칼리 생성에 의한 중화제 이용 등 부생염 의 재활용 또는 부생염의 재용출 방지 대책을 강구한 적절한 처분이 필요함.

#### 라. 매립방법

- 소각재 매립지에서 유기물 농도는 감소하는 반면 칼슘제거 설비, 탈수기 및 탈염처리시설 등 침출수 처리에는 큰 부하가 걸림. 칼슘제거 설비에 일반적으로 적용되고 있는 라임소 다법에서는 Ca<sup>2+</sup> 1 kg을 제거하기 위해 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 2.65 kg을 필요로 하고 2.5 kg의 칼슘 슬러 지가 발생함.
- O 이로 인해 대량의 라임소다 소비와 대규모 탈수기가 필요함. 탈염처리에서는 역삼투막법 (RO)의 경우 농축액 농도가 3 ~ 5%이기 때문에 원수 중의 염화물이온 농도가 2%를 초과하면 처리효율이 저하됨.
- O 이러한 점에서 소각재가 주로 매립되는 매립지에 있어서는 매립 방법에 의해 무기염류 농 도억제를 시행하고, 효율적인 침출수 처리를 할 필요가 있음.

#### 1) 매립지에 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 직접 첨가에 의한 Ca<sup>2+</sup>억제

O Ca<sup>2+</sup> 농도는 소각 배기가스 처리 성능에 의해 배기가스의 소석회량이 다르기 때문에 배기 가스 특히 HCl 가스를 고도 처리하는 침출수 중의 Ca<sup>2+</sup> 농도는 높아짐. Ca<sup>2+</sup> 농도를 고농 도로 설정하면 대량의 처리약제와 탈수 설비를 필요로 함. 매립 방법에 의한 처리방법으로 매립지에  $Na_2CO_3$ 를 직접 첨가하여 강수에 의해 침투시켜 매립층에  $CaCO_3$ 를 생성시키는 방법이 있음. 그러나 이 방법의 경우 매립층 내의  $CaCO_3$  층이 불투수층이 되어 통기, 통수 저해 요인이 되기 때문에,  $Na_2CO_3$ 를 첨가하여  $CaCO_3$ 를 생성한 구역에 대해서는 그위에 매립을 할 경우 중장비에 의해  $CaCO_3$ 층을 파쇄 후 매립 할 필요가 있음.

#### 2) 비산재의 분할매립

○ 일반적으로 비산재의 20 ~ 25% 정도의 Ca을 함유하는 것과 청소 공장에서 킬레이트 처리를 하는 경우 킬레이트와 비산재를 혼합하기 위해 함수율을 85% 정도 올림. 매립지에 반입된 경우 함수율이 높기 때문에 소성이 높고, 매립 작업에 지장이 있기 때문에 주로 복토 등과 혼합시켜 통기성, 통수를 확보함. 한편, 비산재 중의 Ca 함유량과 함수율이 높기때문에 그 상태로는 시멘트 반응 등에 의해 고결함. 따라서 비산재를 분할 구획에 매립하고 고결시켜 Cl⁻과 Ca²⁺의 용출을 억제하는 것이 가능함. 그러나 장기적으로는 강수에 의해 Cl⁻의 용출은 계속됨.

#### 3) 복토 매립

- O Cl<sup>-</sup>와 Ca<sup>2+</sup> 등의 무기염류는 이류와 확산에 의해 침출됨. 그 농도는 소각재의 함량과 매립 층 두께에 의해 그 침출 특성이 다름. 일반적으로 매립층 두께가 두꺼울수록 그 농도는 높고, 얇을 수록 농도는 낮음. 또한, 층 두께가 얇을 경우에 침출 속도가 빠름.
- O 이 성질을 이용하여 더욱 매립층 두께를 얇게 하고 피크 농도를 억제하여 침출이 진행된 매립층에 새로운 소각잔사를 쌓고 높임으로써 하부가 버퍼되고, 피크 농도를 더욱 억제하는 매립 방법이 복토 매립공법임.

#### 마. 침출수 관리

- 소각재와 파쇄 불연성폐기물 주체의 매립은 침출수 관리가 더욱 중요함. 소각재에 있어서는 무기염류 또는 알칼리 성분이 물에 용해되기 쉽기 때문에 매립층에 침출수가 체류하면이들이 침출수에 용출하기 쉽고, 고농도이므로 침출수 처리에 부하가 걸리기 때문임. 또한, 최근에는 비산재의 안정화에 사용되는 유기 킬레이트의 잔류물(잔류 킬레이트)의 영향으로 질산화 저해를 일으키는 것이 밝혀지고 있음. 잔류 킬레이트도 쉽게 침출수 중에 용해됨.
- 따라서 매립지의 침출수 내부 저류는 최대한 피해야 함. 파쇄 불연성 폐기물에 있어서는 매립 비율은 낮지만 열처리를 받지 않기 때문에 소형가전의 기반이나 형광등 가정용 제초 제 등의 농약이 혼입된 경우 파쇄 공정을 거쳐 매립물에 혼입됨. 그 결과, 수은이나 납 등이 검출되는 경우가 있음. 현재 파쇄 불연성 폐기물의 품질 관리는 이루어지고 있지 않고,

재활용선별시설 등에서의 대책이 어려움. 따라서 주민들의 배출 규칙 준수 철저 및 침출 수 모니터링에 의지하는 수 밖에 없음.

- O 매립지 침출수 처리공정은 침출수 집배수시설, 저류 구조물 침출수 조정시설, 침출수 처리 시설 등으로 구성되어있음.
- 일반적으로 침출수 조정시설 및 침출수 처리시설의 규모는 최근 100년 빈도의 최대 강수량의 일 강수량 시계열을 이용하여 물 수지를 계산하여 매립지 내부에 물이 고이지 않는 범위에서 결정할 수 있음. 그러나 최근 기후 변화에 따른 이상 기후 하에서는 이를 초과한 강수가 출현할 확률이 높아지면 이로 인해 침출수의 내부 저류 기간이 길어질 수 있음.
- O 내부 저류 기간이 길어지면 소각재의 무기염류 및 잔존 킬레이트 용출 농도가 상승하고 침출수 처리에 지장을 초래하게 됨. 또한, 차수공에 수압이 걸려 누수 위험이 높아지게 됨. 따라서 내부 저류 상태에 이른 경우에는 즉시 이 상태를 해소해야 함.
- 용해도가 올라가는 여름에는 1~2 주 겨울철에도 1개월 이내에 내부 수위를 저하시키는 것이 바람직함. 내부 저류를 방지하기 위한 방안으로는 장마철이나 태풍 계절에 매립 작업 영역을 제한하고 기존 매립 지역을 밀봉하는 조치 등이 효과적임. 또한, 강수량이 많은 지역에서는 밀폐형 매립지을 선택하는 것도 하나의 방법임.

# 제4깡

# 폐기물매립지 입지선정 방법 및 입지선정 사례 분석

- 4.1 입지선정의 의의 및 전제조건
- 4.2 입지선정 절차
- 4.3 폐기물매립지 입지선정 갈등 및 조정 사례

## Ⅳ. 폐기물매립지 입지선정 방법 및 입지선정 사례 분석

#### 4.1 입지선정의 의의 및 전제조건

#### 4.1.1 입지선정의 의의

- 폐기물의 매립처분은 폐기물의 확산이나 유출을 피하기 위해서 지정장소에 저류 구조물을 조성하고 폐기물을 매립, 저류하여 보다 효율적이고, 환경영향을 최소화하는 범위 내에서 자연으로 회귀시키는 것이 목적이며, 폐기물매립지를 계획할 때 중요한 요소는 필요 처분 용량을 결정하는 것과 동시에 해당 용량을 충족시킬 수 있는 적정한 위치에 용지를 확보하는 것임.
- 폐기물매립지의 확보는 폐기물처리 및 관리에 있어서 필수과제이지만 폐기물이 지닌 불결한 이미지, 환경에의 부정적 영향을 염려해서 지역주민의 합의를 얻는 것이 용이하지 않음. 또한 폐기물매립지의 입지는 소각시설 등 중간 처리시설에 비해 광범위 면적을 요하고, 고지대나 수원의 하류에의 입지 등 환경영향 범위가 넓어지는 경향이 있으며, 매립 완료 및 완료 후 사후토지이용 등 안정화되기까지 장시간 소요되는 어려움이 있음.
- 폐기물의 적정처리가 질과 양의 양면으로 행해질 수 있도록 폐기물매립지의 확보를 위해 서는 입지계획을 장기적인 폐기물처리 계획 속에서 명확하게 위치 지우고 환경보전 대 책을 고려한 시설정비를 촉진함과 동시에 주민합의를 위한 배려사항인 사후토지이용 등 의 지역환원기능을 합리적으로 생각해 갈 필요가 있음.
- 또한, 지역 주민과의 합의 형성에서는 사업주체에 대한 불신감을 합리적으로 해결하기 위한 노력이 필요한데, 폐기물 문제와 같은 환경시책에 있어서 행정과 주민과의 합의형성에서는 문제에 대한 상호 간의 인식을 깊이하기 위해 필요정보가 적절하게 전달됨과 동시에 주민의 의견이 정확하게 반영되는 것이 필요함.
- 따라서 폐기물매립지의 적정 용량의 확보, 안정적 운영관리, 사후토지의 효율적 활용 등이 가능한 최적의 입지를 확보하고, 폐기물매립지와 지역주민의 친화적인 관계가 유지될 수 있도록 면밀한 검토 및 적극적 지역주민 소통을 기반으로 한 입지선정 절차 이행이 필요함.

#### 4.1.2 입지선정의 전제조건

○ 폐기물매립지 입지선정 절차에 착수하기 전에 행정/기술적 측면에서 자원순환 기본계획의 책정, 매립지 조성 기본구상 검토, 오염자부담원칙 및 경제성 검토 등이 선행되어야 하며, 주요 내용은 〈그림 4.1〉에 제시한 바와 같음.

#### 자원순환 기본계획의 수립

- 폐기물자원화를 최우선 하고, 지역별 사회/산업구조 및 폐기물 처리 기본방향(자원화/중간처분)을 반영한 폐기물처리 기본계획의 수립

#### 폐기물매립지 조성 기본구상

- 인근 주민 소통 및 신뢰도 확보를 위한 합리적 규모 및 지역 지원 계획을 포함한 기본 구상 검토

#### 오염자부담원칙 적용 및 경제성 검토

- 오염자부담 원칙의 확대 적용을 고려, 처리비의 차등 부과 등 경제적 이점을 활용한 입지수용성 확대방안 검토

〈그림 4-1〉 폐기물매립지 입지선정시 전제조건

#### 가. 자원순환 기본계획의 수립

- 폐기물의 처리는 각 지방자치단체별 행정관리하에 분리수거를 통한 자원화를 우선적으로 하여 1차 감량화하고, 지역사회구조나 폐기물처리체계에 따라 중간처분 과정을 거쳐 감량화・무 해화 또는 Recycling한 후, 잔여 폐기물에 한하여 최종처분(매립) 하는 것이 오늘날 우리나 라의 일반적인 폐기물 처리기준 및 목표임.
- O 이러한 처리목표와는 달리 지역 내 자원화 및 중간처분처리량이 미흡하고, 다량의 폐기물이 매립처분 되고 있는 실정인 바, 지역사회구조에 맞는 처리계획과 행정목표의 수립이필수적임.
- 이것은 각 지자체의 인구, 소비유통구조, 도시계획, 폐기물처리시스템, 산업구조 등을 고려하여 폐기물의 자원화 위주로 할 것인가 또는 중간처리를 우선할 것인가 등의 경제적/기술적 방향검토에 기반한 기본계획이어야 하고, 여기에는 지역행정, 주민, 사업주체간의 합일된 환경보전을 위한 철학이 담겨진 실천 가능 계획이 수립되어야 함.

#### 나. 폐기물매립지 조성 기본구상

- O 폐기물매립지는 인근 주민들이 기피하는 혐오시설로서 지가의 하락, 수질 및 토양의 오염, 악취, 발생가스에 의한 환경영향 등으로 지역 주민들의 지속적인 반대 민원에 부딪히게 되는 대표적인 NIMBY형 시설임.
- 따라서 이러한 부정적 이미지를 제고하기 위해서도 매립시설의 효율적이고 합리적 규모의 검토 및 매립완료 후의 입지이용과 지역개발의 청사진 등을 포함한 기본구상이 선행되어, 인근 주민들의 충분한 이해와 협조 및 신뢰를 얻을 수 있도록 충분히 활용될 수 있어야 함(〈표 4-1〉 참고).

#### 〈표 4-1〉폐기물매립지 조성의 기본구상

구 분	매립지 조성의 기본구상
매립지조성 규모	- 폐기물매립지 조성을 위한 조사/설계/시공의 소요기간 및 폐기물 매립지의 내용년수를 고려하여 매립지 설치 및 운영 계획 검토 - 해당 기간을 종합적으로 고려한 목표연도를 설정하고 목표 연도에 준하는 장래 폐기물 발생추이를 반영, 안정적 폐기물 처분이 가능하도록 합리적 시설 규모 계획
매립지 조성규모에 따른 구체적 입지	- 매립되는 폐기물의 상재하중에 의한 물리적 침하량 및 생물화학적 분해에 따른 질량체적 감소 등을 고려한 매립지의 체적형성 검토, 이에 따른 필요 입지의 면적 등 매립지 입지 관련 구체적인 사항을 검토하여 제시 (※ 폐기물 위생매립지에서 복토면의 침하과정 측정 결과 매립 직후 7.3m의 침하, 매립두께는 1년반 경과후 40%감소, 폐기물 1톤의 매립후의 체적(㎡)을 체적환산계수라고 하여 폐기물의 성상, 매립 공법, 분해의 진행정도등의 여러 인자의 영향을 받으므로 해당 수치 반영)
매립운영/완료시의 주변지역 상생(안)	- 매립지 설치 시 주변 주민편익시설의 설치계획, 매립지 운영 시 주민 지원 등 상생계획, 기타 매립종료 후 상부토지 활용계획 등 개략적인 구성(안) 수립

#### 다. 오염자부담 원칙의 적용과 경제성 검토

- 폐기물처리 종량제실시에 따라 오염자부담 원칙의 확대적용 여부와 폐기물수거료 또는 폐기물처리비 차등부과의 타당성과 폐기물매립지 후보지 선정에 따른 경제성 관련하여 사전 검토할 필요가 있음.
- 이는 앞으로 지방자치단체의 자체적인 폐기물 처리 확대, 광역화 방안 등과 더불어 지자 체 폐기물처리 및 관련 관련 재원 확보, 폐기물매립지 주변 주민을 위한 보상과 특혜, 그리고 폐기물처리 시스템의 다양화, 특히 NIMBY현상 해소를 위한 주요한 방법의 하나가 될 수 있음.

#### 4.2 입지선정 절차

#### 4.2.1 일반적인 입지선정 절차

- 폐기물매립지의 입지검토를 합리적으로 수행하고 최적의 입지를 선정하기 위해서는 단계 별 필수적인 조사 및 검토절차의 수행이 필요하며, 일반적으로 수행되는 입지선정 절차를 보면 크게 도상조사, 입지배제기준(Screening) 검토, 현지조사, 및 입지평가의 단계로 구분할 수 있음.
- 단계별 입지선정 절차는 다음 〈그림 4-2〉에 나타내었음. 각 단계별 검토 절차 및 평가 기준 등은 해당 지자체 특성 및 해당 입지여건에 따라 적합한 기준을 설정하여 수행되어야 하며, 최적 입지 선정을 위해여 각 단계마다 면밀한 검토 및 인근 주민에 대한 충분한 설명, 설득 절차가 지속적으로 병행되어야 함.



〈그림 4-2〉 폐기물매립지의 일반적인 입지선정 절차

#### 가. (1단계) 도상조사(입지공모)

- 도상조사는 사전 검토된 폐기물매립지 기본구상의 계획규모에 따른 필요면적 및 지리적·지형 적 위치 등을 도상 검토하는 단계임.
- 도상조사를 통한 후보지 검토 방법 외에 입지 공개모집을 통하여 일정 조건(인근주민 일정 수준 이상의 동의, 최소 필요면적 등)을 제시하고, 해당 조건을 충족하는 예비 후보지를 설정하여 입지검토 절차를 진행하는 방법도 활용될 수 있음.

#### 나. (2단계) 1차 Screening (관련법규 등의 배제기준)

- O 1차 Screening은 도상검토 대상 부지에 대하여 관련법규 및 지침 등의 입지 배제기준을 검 토하고 배제기준의 해당 여부 확인을 통해 적정성을 판단하는 절차임.
- 폐기물매립지 입지 제한 요소가 포함된 관련법규는 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」, 「수도법」, 「자연환경보전법」, 「산지관리법」, 「문화재보호법」 등이 있을 수 있으며, 주요 관련법규 및 해당 법규에 따른 제한사항 등을 다음 〈표 4-2〉에 나타내었음.

#### 〈표 4-2〉 폐기물매립지 입지제한 관련 법규 및 해당내용

관련법	관련규제	해당내용
국토의 계획 및 이용에 관한 법률	도사군계획시설의 결정 및 설치기준에 관한 규칙	- 폐기물처리시설 중 매립시설은 저지대·저습지·협곡·계곡·공유수 면매립예정지 등에 설치 하여야 함 폐기물처리시설은 공업지역·녹자지역·관리지역·농림지역진흥지역 제 외)·지연환경보전지역에 한하여 설치할 수 있음. (※ 일부 소각시설 및 재활용시설의 경우 도시지역 내 일부 주거지 역 및 상업지역 등에 설치할 수 있음.)
수산자원 관리법	수산자원보호구역	- 수산자원관리법 법 제52조의 규정에 의하여 수산자원보호구역에서는 수산자원의 보호 및 조성 등을 위한 시설, 주민의 생활을 영위하는데 필요한 시설, 산지관리법의 조림, 육림, 임도의 설치외의 시설입지는 할 수 없음.
자연공원법	자연공원지역	- 자연공원법에 의거하여 자연공원법 법 제18조제2항에서 지정하는 공원자연보존지구, 공원자연환경지구, 공원마을지구, 공원문화유산지구내에는 학술연구, 자연보호, 문화재의 보존·관리등의 인정되는 최소한의 행위 외 시설의 입지는 할 수 없음.

관련법	관련규제	해당내용
문화재보호법	문화재보호구역	- 문화재보호법 제27조제1항에 의거 제23조(보물, 국보의 지정), 제25조(사적, 명승, 천연기념물의 지정), 제26조(중요민속문화재의 지정)에 따른 문화재 보호를 위하여 필요에 의해 지정된 문화재 보호구역내에서 문화재보호법 제74조의2(문화재 지표조사)등을 시행하여야 하며, 문화재보호구역 내 건설공사로 인하여문화재가 훼손, 멸실 또는 수몰 될 우려가 있거나 할 경우 건설공사의 시행자는 필요한 조치를 취하여야 하며, 중요문화재 보호구역에서는 시설의 입지가 어려움.
자연환경 보전법	생태·경관보전지역	- 자연환경보전법 제15조 제1항에 의거하여 생태·경관보전지역에서는 건축물의 신축·증축 및 하천·호소등의 구조의 변경, 토지의 형질변경, 토석의 채취등 자연환경보전에 유해하다고 인정되는 행위는 할 수 없음
환경정책 기본법	수질보전 특별대책지역	- 환경정책기본법 제38조 및 팔당·대청호수질보전특별대책지역지정 및 특별종합대책지침 규정 제3조에 의하여 수질보전특별대책지역 I,II권역내에서는 매립시설이 입지 할 수 없음.
수도법	상수원 보호구역	- 수도법 법 제7조 제3항의 내용에 의하면 「폐기물관리법」제 2조제1호에 따른 폐기물 등은 상수원보호구역 내 행위제한에 해당되는 시설로 입지 할 수 없음.

○ 관련법규에 따른 입지제한요소 외에도 관광휴양지 등의 인근 지역은 해당시설을 이용하는 자에게 불편을 주지 않도록 폐기물매립지의 입지대상에서 제외하는 것을 원칙으로 하며, 주요 해당시설은 〈표 4-3〉에 예시한 바와 같음.

### 〈표 4-3〉 관광휴양지 해당시설 예시

관련법	해당내용
국토의 계획 및 이용에 관한 법률	취락지구, 도시지역, 유원지, 관광휴양형 지구단위계획구역, 개발진흥지구, 동·식물원, 박물관, 미술관 등
관광진흥법	관광숙박시설, 관광객이용시설, 국제회의시설, 유원시설, 관광편의시설, 해수욕장 등
수목원조성 및 진흥에 관한 법률	수목원 등
산림문화휴양에 관한 법률	자연휴양림 등
자연공원법	해수욕장, 국립공원, 도립공원 등
농어촌정비법	관광농원, 펜션단지 등

## 다. (2단계) 2차 Screening (입지여건 및 기술적측면 배제기준)

○ 2차 Screening은 기술적인 판단에 의해 주변환경에의 영향 정도가 크거나 지형, 지질, 수 문, 생태학적 측면, 토지이용, 기타 물리적 조건 등과 초기투자비의 과다, 유지관리의 어려움 등의 측면에서의 입지선정 배제기준을 검토하고, 그 적정성을 판단하는 절차임(〈표 4-4〉 참고).

〈표 4-4〉 입지여건 및 기술적 측면의 배제기준

관련기준	입지배제 검토사항
매립용량 확보의 적정성	- 지형여건상 불리하여 용량확보를 위한 초기투자비가 과다하게 소 요될 것으로 예상되는 지역, 즉 지형적으로 폐기물매립지 설치를 위한 비용이 많이 소요되어 설치자체가 곤란한 지역
집수구역의 과대	- 후보지의 지형여건상 집수구역의 면적이 과다하여 우수배제를 위한 초기 투자비가 과다하게 소요되며, 폐기물매립지 유실 등의 재해발생 우려가 있을 것으로 판단되는 지역
침출수 관리여건	- 방류하천 혹은 연계처리 시설과의 거리에 따른 관로 공사비를 고려하고 방류하천 주위의 농경지 발달정도에 따른 영향 가능성을 고려
구릉지 및 평야인접 지역	- 폐기물매립지 설치로 인한 투자비의 과다소요 및 2차 오염의 영향이 클 것으로 판단되는 지역
취수장 인접지역	- 침출수 방류 및 이송관로가 상수보호구역 및 취수장과 인접하여 폐기물 투기금지지역으로 고시되었거나 상수원으로의 이용목적에 영향을 미칠 것으로 판단되는 지역
주민 밀집지역	- 후보지 주변에 대단위 마을이 인접하고 있어 폐기물매립지로 인한 환경 영향이 클 것으로 예상되는 지역
저수지	- 후보지 및 후보지의 하류부에 저수지가 있을 때 저수지의 이용정도와 환경영향이 있는 곳
공동묘지 및 묘지 밀집지역	- 후보지 내 또는 주변지역에 공동묘지 및 다수의 묘지가 존재하는 경우 이장문제가 발생할 수 있으므로 묘지의 확장 정도를 고려하여 검토
기타	- 후보지에 도로, 변경불가시설, 주요시설, 보호수 및 수림이 위치하거나 공원·유원지로 이용되는 지역과 호소, 비행장 인접지역 및 단층지역 등

#### 라. (3단계) 현지조사

○ 도상조사 및 Screening 절차를 통해 검토된 예비후보지를 대상으로 현장조사를 수행함. 현장조사 시 중점으로 조사하여야 할 사항은 주변 도로여건, 기반시설 여건, 현재 이용현황 및 지장물 등 외 도상조사로는 정밀한 조사가 제한적이었던 사항들이며, 주요조사항목을 다음 〈표 4-5〉에 나타내었음.

〈표 4-5〉 현장조사시 중점 항목

	항 목	내 용					
	진입도로 유무	- 부지 접근성, 주요도로와의 접근성,					
	포장상태(비포장,conasp)	(고속국도, 국도, 지방도) - 장래계획 및 진출입로의 용이성,					
도로	규모(도로의 폭원기준)	- 주도로상에서의 가시권 유무,					
	국도,지방도, 군도(진입용이)	- 주요도로 및 접근도로의 규모(폭원), - 진·출입 도로의 개설유무, 교통체증 등					
	전기설비	- 수전관련 시설 및 여건					
기반 시설	가스설비	- 가스공급 관련 시설 - 상하수도시설					
	상하수도설비	- 용수공급의 용이성 및 주변인입가능 여부					
현황	현재이용현황	- 지목 및 현 토지사용 형태 - 지장물현황 - 가용면적 및 확장가능성 - 취락지역과의 거리,					
<u> </u>	인근마을 및 주변현황	- 뉴틱시극파의 기디, - 운영시 주변지역에 미치는 영향(환경) - 주요 시설과의 거리 등 - 가시권, 생태계, 수계					
기타	기타추가사항	- 도상조사 결과 외 추가사항					

#### 마. (4단계) 입지평가

○ 도상조사, 법률적/기술적 Screening 단계, 현장 정밀조사 등을 거친 폐기물매립지에 대하여 최종후보지 선정을 위한 입지평가 수행 단계이며, 입지평가를 위해서는 기술적·사회적·환경적·경제적 측면 등을 종합적으로 고려하여 입지평가 기준을 수립하고, 해당 기준에 차등 배점을 부여하는 형식을 통해 최종 입지평가 결과가 후보지 별 평가점수 비교로 명확히 도출될수 있도록 함.

○ 폐기물처리시설 설치업무 편람 (환경부, 2004b)에 제시된 폐기물매립시설 후보지 선정시 고려 사항을 보면, 크게 매립지건설 가능성, 용지취득의 용이성, 작업성 및 유지관리성의 3개 항 목으로 구분하여 상세 고려사항을 제시하고 있으며, 세부 사항을 보면 환경적, 기술적, 경제적 측면과 아울러 인근 주민과의 저항을 최소화하고 추후 매립지 운용・관리 측면까지 평가 고려하여 평가하도록 제시하고 있음(〈표 4-6〉참고).

〈표 4-6〉 폐기물매립시설의 후보지 선정시 고려사항

	구	분	고려사항					
	공사 측면		- 지형 및 지질 등이 적합한 곳 - 시공조건이 유리한 곳 - 공사재료의 확보가 용이한 곳					
매립지 건설 가능성	적 측 면 방재 측면, l립지 환경보전 측면	방재 측면, 환경보전 측면	- 지형 변화에 따른 흙의 미끄러짐 등 붕괴우려가 없는 곳 - 지형 변화로 인한 하천유황 등에 미치는 영향이 적은 곳 - 하천, 호소, 해역 등 주변 수역의 이수 등에 영향을 미치지 않은 곳					
	토지이용 측면		- 관련 법규상 문제가 없는 곳 - 도시계획시설결정시 폐기물처리시설의 입지가 가능한 곳 - 자연환경(경관, 생태계)상 입지가 가능한 곳					
		경제적 측면	- 처리시설 건설비 및 부대공사비 등의 소유가 경제적인 곳					
용지 취득 가능성	소유형태 및 주민동의		- 토지소유형태상 용지취득이 가능한 곳 - 주민동의가 용이한 곳					
	시설운영 측면		시설운영 측면		- 시설의 운영이 용이한 곳 - 2차 공해 발생요인이 적은 곳 - 폐기물의 이송거리가 짧은 곳			
작업성 및 유지관리			- 상하수도, 전력 등의 설치가 용이한 곳 - 시설관리가 용이한 위치 및 지형인 곳 - 환경감시(모니터링)에 적합한 곳 - 폐기물의 운반, 종사원의 통근이 용이하고, 진입로의 개설 이 용이한 곳 - 토취장 확보가 용이한 곳					

○ 폐기물매립지 입지평가를 위해서는 적정한 입지평가 기준의 수립이 가장 중요하며, 입지평가 기준은 폐기물처리시설 설치업무 편람(환경부, 2004b)에 제시된 고려사항을 기준으로 하여 국내 타 지자체에서 실시한 폐기물매립시설 설치사례의 각 평가항목 및 배점방식을 조사하고 사례의 비교검토와 해당 사업지역의 특성 및 입지여건을 고려하여 최종 평가항목 및 배점 기준을 설정함(〈그림 4-3〉참고〉.

#### 지침/사례 조사

폐기물차리시설 설치업무 편람 및 타 지자체 시행시례의 평기항목 및 배점방식 조사취합

#### 입지평가기준 검토

사례 비교검토 및 해당 사업지역 특성 및 입지여건 을 고려한 평가항목/배점방식 검토

#### 평가기준 수립 및 평가

입지평가기준 수립 및 배점기준에 따른 후보지 평가점수 합산 ⇒ 최종후보지 선정

〈그림 4-3〉 폐기물매립지 입지평가 과정

○ 1999년부터 2004년까지 수행된 11개 지자체 폐기물매립지 설치사업의 입지 타당성조사 의 입지평가 항목 및 배점 사례(〈표 4-7〉참고)를 보면, 입지선정 기준은 크게 5개 조건(환경적, 입지적, 사회적, 기술적, 경제적)으로 구분하고, 구분된 각 조건별로 세부항목과 및 항목별 배점기준이 제시되어 있음. 배점은 총 100점 기준으로 각 지역의 특성·여건 등을 반영하여 각 항목별 차등 할당하는 것을 볼 수 있음.

〈표 4-7〉 폐기물매립지 입지평가 항목 및 배점 사례

구분 항	취묘	대드	<b></b>				<del>Z</del> g	소도	시				퍼그
	) 왕족 	부산	대전	문경	상주	청송	양양	평창	남원	익산	순천	제천	평균
	가용면적 및 매립기간 확보	10	10	13	22	-	13	19	12	5	12	15	13.1
	진출입로 설치 용이성	3	5	4	7	5	4	4	4	5	5	5	4.6
	진입도로 가구밀도	-	_	_	_	_	_	_	-	_	_	5	-
입지적 조건	폐기물 수거운반 효율	3	5	5	_	5	4	4	4	7	_	5	4.7
	하수연계성	2.5	5	5	-	5	4	-	4	3	_	_	4.1
	침출수이송라인	_	-	-	-	-	-	7	-	_	3	_	5
집수구역 대	집수구역 면적	_	_	6	-	-	-	4	-	_	5	5	5.5
	유틸리티 이용 편리성	2.5	-	-	-	-	3	-	3	3	_	-	2.9

л н	항목	대드	<b></b>				<del>Z</del>	수소도	시				퍼크
구분		부산	대전	문경	상주	청송	양양	평창	남원	익산	순천	제천	평균
	가시권	-	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	4.8
	생태계	4	5	5	5	10	5	5	5	3	7	5	5.3
	대기질	2.5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4.8
환경적	수질	12	5	5	5	10	5	-	10	5	7	5	6.9
조건	소음/진동	3	5	5	5	_	-	5	5	3	2	5	4.2
170	악취	2.5	10	6	10	5	5	5	5	5	5	5	5.8
	환경관리	_	_	_	_	5	3	5	3	_	3	_	3.8
	지형/지질 안전성	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	_	-
	오염 확산	-	-	5	-	-	-	5	-	-	3	5	4.5
	주변지역 주거현황	16	5	5	5	5	5	5	8	5	7	5	6.5
	지장물 현황	-	-	4	5	5	5	5	4	5	5	5	4.9
	주민동의	-	_	_	-	5	7	_	_	11	_	_	7.7
사회적	시공기간 오염물질 배출량	-	-	-	-	-	-	_	-	5	-	-	-
조건	문화재 현황	5	5	-	-	-	-	_	_	_	_	_	5
	토지이용계획	3	5	5	5	5	5	5	4	-	3	5	4.5
	시후토지 이용계획	-	_	_	5	_	3	5	_	_	5	_	4.5
	관련법에 대한 상호동의	_	_	_	_	_	_	_	_	7	_	_	_
기술적	부지조성 및 시공용이성	10	5	-	-	15	-	-	3	7	3	-	7.2
조건	재해발생 빈도	4	10	4	11	5	8	5	7	3	5	5	6.1
	복토재 확보	4	_	_	_	_	3	_	3	_	_	_	3.3
경제적 조건	토지취득 및 공사비용	13	10	2	-	10	8	2	6	7	5	5	6.8
	매립지 건설비	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-
	운영관리비	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	5	5
	구만만사설 <del>활용</del>			_				_	_	3	-	_	
	합계	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

출처 : 조인성, 오재일, 박규홍, 이해승, 폐촉법 이후 폐기물매립지 입지선정 인자에 관한 연구, 한국폐기물자원 순환학회지, 제23권, 제5호, pp. 351-358, 2006

- 상기 〈표 4-7〉에 제시된 사례의 입지선정기준 세부항목 중 과반수 이상의 지자체가 평가한 항목에 한하여 배점 및 순위의 중요도를 다음 〈표 4-8〉에 나타내었으며, 대분류 조건 중 환경적조건이 가장 높은 빈도수와 항목수로 폐기물 입지 선정 시 중점 고려사항인 것으로 확인되었음.
- 세부항목으로는 입지적 조건의 가용면적 및 매립기간 확보 여부가 13.1 점으로 가장 높은 배점으로 평가되고 있는 것을 볼 수 있으며, 기술적 조건의 부지조성 및 시공 용이성과 환경적 조건의 수질 항목이 각각 7.2 점, 6.9 점을 나타내 중요 항목으로 평가됨을 알 수 있음.

○ 입지 선정기준 항목의 배점은 일반적으로 가중치 계산에 활용되고 가중치의 수치가 클수록 최종 입지평가점수 및 부지선정에 있어서 중요한 영향을 미칠 수 있으며, 나아가 부적절한 배점 선정은 입지선정의 오류를 초래할 수 있음. 따라서 전문가나 주민 설문조사 통해 평가항목 중 중요항목을 도출하고 우선순위에 따라 배점을 배분・평가함으로써 배점산정 과정에서의 문제발생 여지를 최소화 할 수 있음.

〈표 4-8〉 폐기물매립지 입지평가 세부항목별 중요도

조건	세부항목	적용빈도	배점평균	배점순위
	가용면적 및 매립기간 확보	10	13.1	1
입지적 조건	진출입로 설치 용이성	11	4.7	12
합시적 소신	폐기물 수거운반 효율	9	4.7	13
	하수처리 연계성	6	4.1	16
	가시권	10	4.8	10
	생태계	11	5.4	8
 환경적 조건	대기질	11	4.8	9
관성역 소신	수질	10	6.9	3
	소음/진동	9	4.2	15
	악취	11	5.8	7
	주변지역 주거현황	11	6.5	5
사회적 조건	지장물 현황	9	4.8	11
	토지이용계획	10	4.5	14
기술적 조건	부지조성 및 시공용이성	6	7.2	2
	재해발생 빈도	11	6.1	6
경제적 조건	토지취득 및 공사비용	10	6.8	4

출처 : 조인성, 오재일, 박규홍, 이해승, 폐촉법 이후 폐기물매립지 입지선정 인자에 관한 연구, 한국폐기물자원 순환학회지, 제23권, 제5호, pp. 351-358, 2006

#### 4.2.2 폐촉법상의 입지선정 절차

○ 「폐기물처리시설 설치촉진 및 주변지역지원 등에 관한 법률」(이하 폐촉법이라 함)에서는 일정 규모 이상의 폐기물 처리시설에 대하여 입지선정 시 입지선정계획 공고, 입지선정위원회설치 및 운영, 전문연구기관에서 주관하는 입지타당성 조사의 수행 등 의무적 수행절차가 명시되어 있음.

#### 「폐촉법」의 적용대상 시설 및 예외 조항

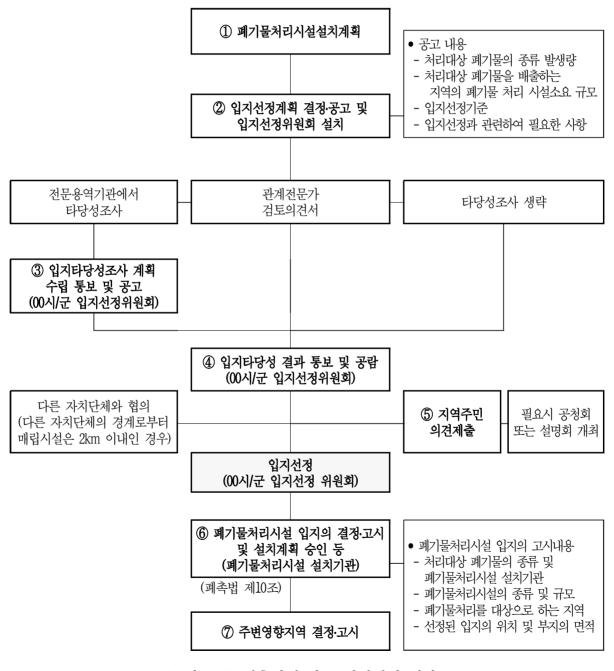
#### - (제2조) 적용대상 시설

환경부장관, 지방자치단체장(「지방자치법」 제176조에 따라 설립된 지방자치단체 조합을 포함)이 설치하는 시설로서

- **하루** 매립량 300톤 이상으로서 조성면적 15만 제곱미터 이상인 폐기물매립시설
- o 하루 처리능력 50톤 이상인 폐기물 소각시설
- 그 밖의 폐기물처리시설로서 주변지역의 환경에 미칠 영향을 고려하여 환경부장관이 고시하는 시설 (환경부 장관이 설치하는 시설에 한함)이나 지방자치단체의 조례로 정하는 시설(지방자치단체가 설치하는 시설에 한함)

#### 「폐촉법」의 적용대상 시설 및 예외 조항

- (제9조 제1항 제1호제2호) 폐촉법의 적용이 배제되는 경우
  - 폐촉법 제5조의 규정에 의하여 산업단지조성 등에 따른 폐기물처리시설을 설치하는 경우
  - 폐촉법 제6조제1항의 규정에 의하여 택지개발사업에 따른 폐기물처리시설을 설치하는 경우로서 당해 공동주택단지 또는 택지외의 지역에서 발생하는 폐기물을 반입하여 처리하고자 하는 양이 당해 폐기물처리시설 처리능력의 100분의 50을 초과하지 아니하는 경우



〈그림 4-4〉 폐촉법에 따른 입지선정 절차도

○ 「폐촉법」에 따른 폐기물매립지 입지선정 관련 행정절차는 〈그림 4-4〉에 나타내었으며, 단계 별 절차 마다의 시행주체 및 주요 수행사항, 입지선정위원회의 구성 및 운영 방법 등 관련 상세내용은 다음 〈표 4-9〉에 나타내었음.

〈표 4-9〉 폐촉법에 따른 폐기물매립지 입지선정 절차 주요내용

구 분	주 요 내 용						
① 폐기물처리시설 설치계획	<ul> <li>●관련근거: 폐촉법 제4조</li> <li>○시행주체: 00시/군</li> <li>○내 용</li> <li>-「페기물관리법」제9조에 따른 페기물처리 기본계획에 포함된 페기물 처리시설 설치 추진계획의 수립</li> </ul>						
	○시행주체 : 00 / ○ 공고내용	기물의 종류 및 발생량 대상지역  설의 종류와 규모 준과 방법   설치 및 운용 명 이상 21명 이내) : 위원장은 위원회의 의결에 따라 선임					
② 입지선정계획 결정·공고	소속/기관	입지선정위원					
및 입지선정위원회 설치	시/군의회 	○시/군의원 2명 이상 4명 이내					
	시/군청	○ 공무원 또는 임직원 2명 이상 4명 이내					
	해당시/군	○ 주민대표 3명 이상 6명 이내 -거주 주민 중 선정하며, 입지 후보지 거주 주민대표 1명 이상 포함. 다만, 주민이 없는 경우는 제외					
	학교/전문기관	○ 전문가 4명 이상 7명 이내 (시장/군수 선정 2명, 주민대표 추천 2명) -전문대학 이상의 환경 관련 학과의 조교수 이상인 사람 -국공립연구기관의 환경 분야 연구원(연구경력 5년 이상) -환경 관련 분야의 박사학위 취득자로서 관련 분야의 전문지식과 실무경험이 풍부하다고 인정되는 사람					

구 분	주 요 내 용			
	- 심의 및 의결			
② 입지선정계획 결정·공고 및 입지선정위원회 설치 (계속)	○폐기물처리시설 입지의 선정 및 변경 ○입지 후보지 타당성 조사의 필요 여부(입지선정위원회 전문가 검토의견서 대체 가능)  심의 및  의결사항  타당성 조사 계획의 수립 ○ 공정회 또는 설명회의 개최 여부 ○ 입지선정위원회 위원장의 선임			
	- 소집 : 위원장 직권 또는 재적위원 3분의 1 이상의 요구에 의함 - 의결 : 재적위원 3분의 2 이상의 출석과 출석위원 과반수의 찬성 - 기타 필요한 사항은 의결을 거쳐 위원장이 정함			
③ 입지타당성조사 계획수립 통보 및 공고	<ul> <li>●관련근거: 폐촉법 제9조, 시행령 제8조, 제9조, 제10조</li> <li>●시행주체: 00시/군, 입지선정위원회</li> <li>●세부절차</li> <li>- 타당성조사 필요 여-부 심의 (입지선정위원회)</li> <li>- 타당성 조사 전문기관 선정(입지선정위원회)</li> <li>○ 국공립연구기관(지방자치단체 출연 연구기관 포함)</li> <li>○ 「특정연구기관 육성법」의 적용을 받는 연구기관</li> <li>○ 「고등교육법」에 따른 대학 또는 전문대학의 환경 관련 연구소</li> <li>○ 「환경영향평가법」 제53조에 따라 환경영향평가업자로 등록한 자</li> <li>○ 「엔지니어링산업 진흥법」 제21조에 따라 신고한 엔지니어링사업자</li> <li>○ 「정부출연연구기관 등의 설립・운영 및 육성에 관한 법률」에 따라 설립된 한국환경정책・평가연구원</li> </ul>			
	- 입지 후보지 타당성 조사계획 통보 (입지선정위원회, 타당성 조사 전문기관 → 00시/군) - 타당성 조사계획 공고 (공보 및 00시/군 홈페이지, 1개 이상의 관내 일간신문) - 타당성 조사 실시			
④ 입지타당성 결과 통보 및 공람	<ul> <li>●관련근거: 폐촉법 제9조, 시행령 제10조</li> <li>○시행주체: 00시/군, 입지선정위원회</li> <li>○공람내용: 타당성 조사 과정 및 결과의 개요</li> <li>○공람기간: 20일 이상</li> <li>○공람방법: 입지선정위원회 비치, 공보 등에 각각 공고</li> </ul>			

구 분	주 요 내 용			
⑤ 지역주민 의견제출	<ul> <li>관련근거: 폐촉법 제9조, 시행령 제10조</li> <li>시행주체: 00시/군, 입지선정위원회</li> <li>의견제출기간: 공람기간 종료 후 15일 이내 (⇒ 입지선정위원회)</li> <li>행정사항</li> <li>필요시 공청회(또는 설명회) 개최(입지선정위원회)</li> <li>인근 지방지치단체의 장과 협의</li> <li>(입지 후보지에 대한 타당성 조사 결과 및 해당부지 선정사유 등)</li> </ul>			
⑥ 폐기물처리시설 입지의 결정·고시 및 설치계획 승인 등	<ul> <li>●관련근거: 폐촉법 제10조, 제11조의 2, 시행령 제12조</li> <li>●시행주체: 00시/군</li> <li>●고시기간: 1개월 이상</li> <li>●고시내용</li> <li>- 처리대상 폐기물의 종류와 폐기물처리시설 설치기관</li> <li>- 폐기물처리시설의 종류 및 규모</li> <li>- 폐기물처리의 대상 지역</li> <li>- 선정된 입지의 위치, 지번 및 지목</li> <li>- 선정된 입지의 부지면적</li> <li>• 행정사항</li> <li>- 필요시 공청회(또는 설명회) 개최(입지선정위원회)</li> <li>- 인근 지방지치단체의 장과 협의</li> <li>- 폐기물처리시설 설치계획 승인신청서 제출(시/군 → 환경부)</li> <li>- 폐기물처리시설 설치계획 공고(환경부)</li> </ul>			
⑦ 주변영향지역 결정·고시	<ul> <li>●관련근거: 폐촉법 법 제17조, 시행령 제17조, 제20조, 제33조</li> <li>○주무관청: 00시/군, 주민지원협의체</li> <li>○고시기한: 폐기물처리시설 설치계획이 공고된 날부터 2년 이내</li> <li>○주변영향지역의 결정방법</li> <li>- 환경상 영향조사 전문연구기관의 선정</li> <li>선정기한 ○폐기물처리시설 설치계획이 공고된 날부터 90일 이내 선정주체 ○주민지원협의체</li> <li>- 환경상 영향조사 실시(00시/군)</li> <li>- 환경상 영향조사 결과 통지(00시/군 → 주민지원협의체)</li> <li>- 주변영향지역의 결정에 관한 사항 협의(00시/군, 주민지원협의체)</li> <li>직접영향권 ○환경상영향조사 결과 지역주민을 이주시킬 필요가 있다고 인정되는 지역</li> <li>간접영향권 ○부지경계선으로부터 2킬로미터 이내</li> </ul>			

#### 4.3 입지선정 갈등 및 조정사례

#### 4.3.1 폐기물처리시설 입지에 따른 갈등 발생 특성

- 폐기물처리시설은 대표적인 기피시설로 정부/지자체에서 설치를 추진하는 과정에서 지역 주민들의 극심한 반대에 부딪히게 되는데, 이러한 기피 현상은 해당시설의 설치에 따른 혜택은 불특정 다수가 누리게 되나, 그에 따른 부정적 영향 및 피해는 특정지역 거주민에 한하여 발생하게 되는 상황을 그 원인으로 볼 수 있으며, 대부분 폐기물처리시설은 극심한 기피현상에 따른 사업지연으로 입지선정부터 시설설치 완료까지 최소 10 여년의 기간이 소요되어 민원발생 및 해소 사례 분석을 위한 최신자료 확보에는 한계가 있음.
- 환경부 자료(환경부, 2004a) 에 따르면 폐기물처리시설 설치를 둘러싸고 총 103 건의 분쟁 발생이 보고되었으며, 분쟁발생 원인으로 폐기물처리시설 입지에 대한 인근 주민의 원천 반대 77%, 지자체 내 지역 주민 간 갈등 9%, 과다한 보상 요구 6%, 인접 지차제간 갈등이 4% 순으로 나타 났음(〈표 4-10〉 참고).

〈표 4-10〉 폐기물처리시설 입지선정에 따른 원인별 민원발생 현황

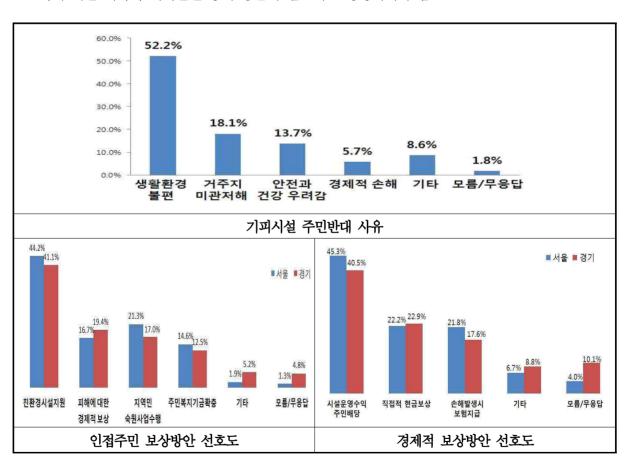
구 분	예정부자주민 반대	인접 지자체간 갈등	지자체 내 지역 간 갈등	과다한 보상 요구	기타	계
소각시설	29	2	4	1	2	38
매립시설(시 지역)	24	-	1	-	-	25
농어촌폐기물 종합처리시설(군 지역)	20	2	4	4	1	31
음식물쓰레기 공공처리시설	7	_	-	1	1	9
계	80	4	9	6	4	103

출처 : 환경부 폐기물 처리시설 설치 관련 님비(민원) 발생 및 해소 사례, 2004a

- 예정부지주민 반대는 폐기물처리시설의 입지에 대한 원천 반대로 사업주체(지자체)와 인근 주민 간의 갈등으로 (1)생활수준 향상으로 인한 쾌적한 환경에 대한 요구 증가, (2)홍보/주민 의견수 렴, 사업계획 과정에서의 주민참여 미비 등에 따른 행정에 대한 불신감, (3)잠재적 위해시설이 라는 불안감, (4)혐오시설의 입지에 따른 지가 하락 등 경제적 손실 등에 대한 원인인 것으로 다수의 연구결과에서 제시하고 있음.
- 인접 지자체 간 갈등은 시설의 입지 특성상 거주민이 적고 시설이 눈에 띄지 않은 부지를 선정하기 때문에 관할 지역의 외곽에 위치하는 경우가 대부분이며, 이 경우 인접 지자체의 부지경계와 인접하게 되는 경우가 많아 인접 지자체 주민에 의한 민원이 제기되고, 지자체 간 (관할-인접)갈등 발생 시 장기간 협의 지연을 발생시킬 잠재성이 큼.
- O 그 밖에 지자체 내 지역간 갈등은 지역주민간 시설입지에 대한 찬성/반대 의견대립이나 주민

지원의 범위에 따른 지역 내 내부 갈등으로 주민간 협의와 지자체 중재 역할을 통한 갈등의 해소가 필요한 사항임.

- 폐기물처리시설(매립지, 소각장 등)에 대한 주요 기피사유는 폐기물을 반입하고 처리하는 과정에서 발생하는 악취, 비산먼지 등 전반적인 생활환경 불편에 대한 사항이 가장 높고, 거 주지의 미관저해, 기타 안전과 건강 악영향에 대한 우려 등의 순으로 나타나는 것을 볼 수 있음(〈그림 4-5〉 참고).
- 폐기물처리시설을 설계 및 설치하는 과정에서 친환경적이고 주민친화적인 시설도입이라는 기본전제 없이 건축법에 규정된 의무조경을 하는 정도에 그치면서 주민의 인식과 큰 괴리감이 발생한 것임.
- 폐기물처리시설은 필수 시설이지만 설치지역 주민의 일방적인 희생을 강요할 수는 없으며, 인 근 주민에 대한 설득 및 보상을 방안으로 친환경적시설 설치, 주민숙원사업 진행, 기타 운영수 익에 대한 지속적 지역환원 등이 충분히 검토되고 병행되어야 함.



출처: 경기개발연구원, 경기도 소재 서울시 소유 기피시설에 대한 주민인식조사 보고서, 2010 <그림 4-5> 기피시설에 대한 반대사유 및 보상에 대한 시민 인식

#### 4.3.2 폐기물처리시설 입지에 따른 갈등의 쟁점 및 대응방안

○ 폐기물처리시설 설치에 따른 지역 주민과의 갈등은 시설의 입지선정, 건설, 운영, 그리고 증설 등 다양한 단계에서 발생하게 됨(〈표 4-11〉 참고).

〈표 4-11〉 폐기물처리시설 등에서 나타나는 갈등의 단계별 쟁점

단 계	갈등의 주요 쟁점		
입지선정과정	① 밀실결정 및 행정불신 ② 입지선정기준 ③ 환경오염정도 ④ 건설규모 ⑤ 보상액·보상범위		
시설물 건설과정	① 부실공사 ② 건설공사 중의 환경오염과 자연파괴		
시설물 운영과정	① 부실운영 ② 침출수의 발생에 의한 환경오염 ③ 폐기물운송과정에서의 교통혼잡 ④ 먼지 및 악취		
시설물 증설과정	① 밀실결정 및 행정불신 ② 증설규모 ③ 환경오염정도 ④ 보상액·보상범위		

출처: 한국지방행정연구원, 지역갈등사업의 협력 원활화 종합대책, 2008

○ 폐기물처리시설 설치에 따른 지역주민 갈등을 최소화하고, 적정 대응을 위해서는, 입지선정시 충분한 주민의사 반영 및 합의절차 선행, 지역주민에 대한 피해보상 강화 및 유인책 확립, 지역주민과의 신뢰도 제고, 지속적 홍보 및 교육 등의 방안이 충분히 검토되고 이에 따른 사업주체(지자체)의 노력이 수반되어야 함.

#### ① 주민합의에 의한 입지 결정

- 입지 결정 과정에서 주민동의 문제가 가장 중요하게 부각되므로 주민 합의에 의한 입지 결정 과정 이 이루어져야 함
  - 선진국의 사례와 같이 주민동의를 충분히 끌어낼 수 있을 때까지 주민들과 대화하고, 합의 형성 까지 결정을 하지 않고 기다려야 함. 이 때 환경영향권역 내의 모든 주민을 대상으로 함
  - 특히 주민합의의 핵심적인 역할을 하는 주민 측 협상대표(대책위원회)가 주민에 의해 선출된 사람 들로 조직되어 주민 전체의사를 효과적으로 반영해야 함

#### ② 환경피해보상의 강화 및 유인체계 확립

○ 시설로 인해 피해를 입은 개인이나 지역에 다양한 보상수단을 강구하여 사전적 방안을 지역주민 들에게 제시해야 함(〈표 4-12〉 참고).

- 단순히 금전적인 보상뿐만 아니라 토지이용상의 혜택 부여, 주민취업 보장, 지역 숙원사업 의 추진, 지역 편익시설의 개선 등 다양한 보상 방안을 제시하여 주민들의 의사를 존중할 수 있도록 함.
- 환경오염에 대한 사후피해구제를 원활하게 하고 미래의 불확실한 환경피해에 대한 분쟁의 해소 를 위해 환경보상 책임보험제도의 도입 가능성 검토
  - 환경보상 책임보험제도는 강제보험 또는 임의보험의 형태를 통해 기업 또는 개인이 부담하여야 할 환경오염피해로부터 발생하는 보상책임을 경감시키는 방법으로, 환경오염에 대한 보상책임을 담보하고 손해와 오염제거에 필요한 재원을 지급함으로 환경오염 피해자를 보호하며 환경분쟁의 해결에 도움을 줄 수 있음.

〈표 4-12〉 폐기물처리시설 인근 지역주민의 지원/보상방법

방 법	기대 효과	예상 문제점	
직접보상	○ 주민불만에 대한 가시적, 직접적 해소책	○ 부동산의 수용, 사용에 한정 ○ 주민의 건강과 안전에 치명적인 시설의 설치에는 효과 없음	
조건보상	○부의 영향발생시 조건적으로 보상	○ 피해발생의 정확한예상 및 피해영향 범위 산정의 어려움	
대체보상	○ 피해영향의 복구/대체로 불만 해소	○대체불가능 피해에는 적용이 불가능	
지역개발 및 편익보장	○종합적 보상, 지원대책으로 기능 ○지역내 고용확대, 지역개발 혜택 ○지역에서 재화구입 및 용역 발주	○지역/주민의 과다한 요구로 사업비용 부담 가중 우려 ○주민의 편익인식이 사업주체와 상이할 수 있음	
상황자금	○미래 사고에 대처한 자금의 사전 확보에 의한 안정감의 제고	○ 자금사용에 대한 명확한 기준마련 곤란 ○ 피해나 영향의 원인판단 불명확시 적용 곤란	
부동산 가치보장	○ 부동산 가치하락시 연동하여 보상, 가치 하락 우려로 인한 반발 감소	○ 준거지역 확보곤란 ○ 피해영향권의 획정 곤란	
시설보강/ 영향완화	○위험감, 불안감 해소	○추가비용부담 ○근원적 주민반발 해소에는 미흡	

출처 :한국지방행정연구원, 지역갈등사업의 협력 원활화 종합대책, 2008

- 지역갈등의 성공 사례에서는 협상이 진행되면서 당사자 모두에게 이익이 될 수 있는 유인책이 있었음.
  - 정부 및 사업자 측에서는 사업의 추진, 주민들에게는 보다 안전한 시설 건설과 부대편익 창출과 같이 모든 당사자에 유익한 결합이익 창출을 통해서 통합적 상황으로 협상을 유도할 경우 합의가 용 이해짐
  - 시설 운영상의 관리 권한의 적절한 배분, 정부의 지원책 등이 협상의 성공에 큰 역할을 함

#### ③ 정부와 지역주민 간의 신뢰

- 정부에 대한 신뢰는 입지갈등을 해결하는 데 매우 중요하며, 단체장이 적극적인 해결 의지를 갖고 문제에 뛰어들었을 때 해결의 단초를 제공하기도 함
  - 폐기물 매립시설의 입지갈등의 경우 입지선정 기준을 명확히 한 것이 주민과의 협상에 중 요한 역할을 할 수 있음.
  - 산업폐기물처리시설 사례에서는 군수가 중립적인 입장에서 협상안을 모색함으로써 갈등 조 정을 주도하여 해결하였음.

#### ④ 중립적인 입장의 조정자 활용

O 많은 갈등조정 성공사례에서 주민과 사업 주체, 정부 간의 이견을 성공적으로 조정할 수 있는 중립적 조정자의 역할이 두드러지면서 폐기물의 입지갈등 해소에 조정의 실효성을 보여주고 있음.

#### ⑤ 공공의식 향상을 위한 환경 교육

- 폐기물처리시설의 경우 생활에 반드시 필요한 공공시설임에도 사유재산 가치 하락 및 삶의 질을 저하를 이유로 주민들에게 기피시설로 분류되어 시설 건립에 난항을 겪으므로, 지속적인 교육 및 홍보를 통하여 주민들의 공공의식을 향상시키고, 폐기물처리시설에 대한 이미지제고를 통해 갈등을 완화 수 있음.
  - 환경에 관한 체계적인 교육을 통해 환경의식 향상 및 폐기물처리시설을 긍정적으로 인식하게 하며, 의견 청취의 기회로 활용함.

#### 4.3.3 폐기물처리시설 입지 갈등의 조정 사례

- 국내 다수 지자체의 폐기물처리시설(매립시설, 소각시설 등) 설치사업 시행에 따른 갈등발생 및 조정 사례를 다음 〈표 4-13〉에 나타내었음.
- 주요 사례를 보면 지역주민에 대한 지속적 설득 및 이미지 제고를 위한 현장견학 등 주민불신 해소를 위한 노력을 대부분의 지자체에서 적극적으로 수행하였으며, 그 외 주민보상 차원의 숙원사업, 주민 편익시설 설치, 주민지원기금 등을 통한 지역경제 활성화 방안 제시 등을 통해 갈등을 해소해 나간 것을 볼 수 있음.

#### 〈표 4-13〉 폐기물처리시설 설치 시 갈등조정 사례

지역(시설)	주 요인	조정/해소 방안
마포구 (소각시설)	○소각시설 설치 반대	<ul> <li>○타 지자체 반입량에 대한 지원금 및 발전 기금 부담</li> <li>○시설 설치/운영시 인근 지역 주민 특별 채용</li> <li>○입지선정 전</li> <li>- 시설 설치 법규 준수 및 주민설득 , 시설 성격 및 내용 공개</li> <li>○입지선정 후</li> <li>- 주민과의 지속적 접촉을 통한 신뢰 구축 및 시설 안정성 홍보</li> </ul>
부산 명지 (소각시설)	○소각시설 설치 반대	<ul> <li>○주민설명회 및 간담회 : 40 회</li> <li>○주변도로 확장 , 복지관 건립 , 배수로 준설 , 운동시설 설치, 소각장 주변 녹화</li> <li>○주민인식 제고를 위한 선진지 견학 등을 통한 주민 불신해소</li> </ul>
대전광역시 (소각시설)	○재산상 피해 보상 요구 청원	<ul> <li>○ 간담회 3 회 실시</li> <li>○ 용역을 통한 기존 산업단지 소각시설 설치 운영에 대한 시설 이전 청원 결과 수용</li> <li>○ 지역난방공급, 주민지원 기금 반입수수료의 10% 상향 조정</li> <li>○ 소각로 설치 비용의 2% 주민편익 시설 설치</li> </ul>
경기 광명시 (소각시설)	○ 시설 설치에 따른 주민 수혜 사업 요구 ○ 구로구 쓰레기 반입 저지 시위	○ 상수도공급 , 도로개선 (마을 진입로 , 소방도로 등 ),마을회 관 건립 , 소화전 설치 등 ○ 주민지원기금 40 억 출연 , 주민 건강진단 , 추가 증설 없음 확인 ○ 농기계 보관창고 건축 , 버스 노선 증설 등 ○ 시 공무원 전직원의 주민 설득 및 홍보 진행과 낙후 농촌 주민 숙원 사업 시행

지역(시설)	주 요인	조정/해소 방안	
경기 안성시 (소각시설)	○소각시설 설치 반대 (소송 진행)	○ 견학(국내 3회, 국외 2회) 지역 주민 이해 및 참여 방안 검 토	
경기 과천시 (소각시설)	○소각시설 설치 반대 및 규모 조정	<ul><li>○ 주민설명회 1회, 간담회 10회, 공청회 1회 진행</li><li>○ 소각규모 100톤/일 → 80톤/일 (규모 축소)</li></ul>	
경기 의정부시 (소각시설)	○소각시설 증설 반대	○ 주민 3, 전문가 1, 도의원 2, 시의원 2, 공무원 7인 공동대책 위원회 구성, 공개토론 및 협의로 주민 불신 해소	
충북 청주시 (소각시설)	○소각시설 설치 반대 ○소각장과의 이격거리 영향권 관련 환경오염피 해 우려로 인한 반대	<ul> <li>○지역발전 및 지원사항, 소각시설 안전성과 필요성 지속 홍보 및 설득</li> <li>○주민설명회 2회, 주민대표 간담회 4회, 가구별 방문 홍보 설득 25회, 주민 선진지 견학 2회, 시의원 선진지 견학 3회를 통한 주민 설득 홍보 병행</li> <li>○주민지원 사업 및 숙원 사업 협의 5 회</li> </ul>	
충남 태안군 (소각시설)	○소각시설 설치 반대	○주민간담회 16회 , 선진지 견학 2회 등 설득 ○주민 지원 기금 35억 예치 및 선진지 견학	
전남 순천시 (매립+소각 +공공재활용)	<ul><li>○ 시설 설치계획 철회 요구</li></ul>	○주민설명회 개최 10회, 간담회 10회, 선진지 견학 36회	
전남 영광 (매립+소각 +공공재활용)	<ul><li>○ 후보지 공모 (4개지역)</li><li>○ 고창군과 입지 후보지</li><li>환경 분쟁 소송</li></ul>	○ 환경분쟁조정위원회의 조정안 실패 ○ 주민지역협의체 참여를 통한 형평성 있는 지원 결정	
경북 경주시 (소각시설)	○소각시설 설치 반대	○ 간담회 6회, 토론회 1회, 공청회 1회, 소각장 견학 및 세미나 1회 ○ 환경영향 없음과 지역 발전 지원사항 등의 홍보 및 주민 설득	
경북 상주시 (소각시설)	○소각시설 설치 반대	○ 시설설치 당위성 및 시설의 안전성에 대한 주민설명회 6 회, 간담회 20회를 통한 홍보 ○ 주변지역 주민들과의 협의를 통한 주민 숙원사업 적극 지원	
경북 경산 (소각시설)	○소각시설 설치 반대	○후보지 공모시 직접적 주민 혜택(폐열 및 기금 지원)	
강원 동해 (매립시설)	○ 매립시설 폐쇄 및 설치 반대	<ul><li>마을 복지기금 지원 20억, 반입수수료 등 주민기금 10% 주민협의체 지원</li><li>○지역개발 (항포구 개발 사업 등 ) 12전 지원</li></ul>	
전북 익산 (매립+ 소각시설)	○ 시설 설치 반대 ○ 여참긔 게이 기여 즈미 바레 모게 바새		

출처 : 환경부, 국가 광역공공폐기물처리시설 설치를 위한 협업 홍보방안 연구, 2021a

# 제5짱

# 인천 에코랜드 건설 후보지 검토사항

- 5.1 에코렌드 건설 후보지 개요
- 5.2 입지구용정 제고 방안
- 5.3 건설상의 문제점 및 개선방안
- 5.4 운영상의 문제점 및 개선방안

## V. 인천 에코랜드 건설 후보지 검토사항

#### 5.1 에코랜드 건설 후보지 개요

- 인천 에코랜드 건설 후보지에 대한 개요는 인천광역시로부터 구체적인 계획자료 입수 가 곤란하여 인천광역시에서 '(가칭)인천에코랜드 조성계획'(인천광역시, 2021) 내용을 정리하면 다음과 같음.
- 인천 에코랜드 후보지는 현재의 직매립 방식이 아닌 친환경 방식으로 조성하며, 1일 반입량이 161톤(20톤 트럭 약 8대분)으로 부지면적이 15만 ㎡ 미만이고, 용량도 234만 ㎡ 규모로 수도권매립지의 100분의 1 수준에 불과함.
- O 매립시설은 4단계로 나누어 조성할 예정인데, 실제 매립시설은 1단계 용량인 60만 ㎡ 내외로 현재와 같이 생활폐기물을 직매립하는 방식이 아니라 생활폐기물을 소각한 후 발생하는 소각재와 불연성폐기물만 매립하여 단계별로 10 년씩 약 40 년간 사용할 수 있을 것으로 예상.
- 인천 에코랜드 후보지는 지하 약 40 m 깊이에 점토처리와 고강도 차수막을 설치해 외부와 차단된 상태로 조성되며, 매립시설 상부 역시 돔형식 또는 건축물형태로 만들 어 지하와 지상 모두 주변 지역과 완벽하게 차단하여 환경오염을 최소화하는 친환경 매립방식으로서 외부 환경으로부터 매립지를 철저히 분리하는 효과 기대
- 또한, 빗물과 지하수가 유입되지 않고 소각재와 불연성폐기물만 매립하기 때문에 침출수가 발생되지 않고, 매립가스 발생도 최소화된다. 매립과정에서 발생하는 소량의 매립가스도 포집정으로 포집해 유해가스 및 악취 유발가스 전처리 후 연료화시설을 거쳐 친환경 에너지원으로 사용할 계획이다. 아울러, 실내(에어돔, 건축물) 구조로 설계되는 만큼비산먼지, 가스, 악취 등이 차단되고 시각적 혐오감도 유발하지 않을 것으로 예상함.
- 인천 에코랜드 부지의 완충지역에는 야구장, 축구장 등을 조성하고, 주변지역에는 방패림을 조성해 강풍으로 인한 재해 방지와 생태경관 관리도 고려할 계획이며, 특히, 매립이 종료된 뒤에는 돔을 철거하고 공원 또는 야외체육시설 등으로 조성하거나 건축물형태의 경우 실내 체육시설로 바꿔 지역주민들의 휴식공간으로 제공할 계획임.
- O (가칭)인천에코랜드 조성계획'의 세부 추진계획은 다음과 같음.
  - 매립지 개요

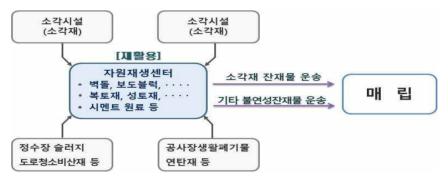
부지면적 (m²)	조성면적 (㎡)	1일 평균매립량 (㎡)	누적매립량 (㎡)	사용기간 (년)
894,925 (271,189평)	240,000 (72,727평)	161(용역기준)	2,348,096	40

- \* 실제 매립 면적 : 15만㎡ 미만, 나머지 부지 활용 : 부대시설, 사무실, 주민편익시설 등
- \* 추후 여건(주민협의 등)에 따라 조성면적은 변경될 수 있음.

- 설치장소 : 옹진군 영흥면 외리 248-1일원(21필지)
- 소 유 자 : ㈜ 원광인바이로텍 외 1개 법인
- 매립대상 : 소각재 및 불연성 잔재물
- 사 업 비 : 1.193억워(추정)
  - 토지매입비 620. 시설공사비 373. 주민편익시설 설치비 100. 기타 100
- 주민편익시설 설치 : 근린공원 및 체육시설 등
- 매립시설 조성 방법
  - 우선 240,000㎡(72,727평) 정도만 매립시설 부지로 조성 [ 나머지 654,925㎡(198,462평)은 별도사용 방안 검토 ]
  - 지하 30~40m 터파기, 지상 0~10m 매립, \* 지질조사 결과에 따라 변경
  - 지상은 돔형으로 조성 → 매립완료 후 공원, 체육시설 조성
  - 단계별로 조성(11,000평 규모로 4단계로 나누어 조성)

#### O 운송방안 검토

- 1일 매립량 추정 : 약 161톤 내외(20톤 트럭 8대 내외)
- 소각재를 재활용 후 남은 잔재물 및 기타 불연성 잔재물
- 개 요



- 운송차량은 완전 밀폐형 차량 이용
- 운송시간 조정
- 토 · 일요일 및 공휴일은 미 운행함
- 평일 운송시간은 추후 주민들과 협의 후 결정 (비첨두시간, 심야시간 운송 등)

#### O 친환경 매립시설 건립 및 운영방안

- ① 환경오염을 방지할 수 있는 대안 마련
- 지하매립 및 매립시설의 밀폐화(돔형) 추진
   → 비산먼지, 악취, 해충피해 등 원천적 차단 및 침출수 발생 최소화
- 침출수 차수막 설치 및 자체 고도화 처리시설 설치
- 매립가스 재활용 또는 자체 연소처리시설 설치
- 폐기물 반입시간 단축
- 운반차량 완전 밀폐화 및 저속은행, 운행시간 조정으로 소음 방지 등 불편 해소

- ② 매립시설이 혐오시설이라는 이미지 불식 방안 마련
- 매립지 연계 근린공원 조성
- 매립지 주변 차폐 또는 차폐림 식재
- 홍보관을 설치하여 누구나 견학 및 매립과정 공개
- 매립지내 산책로 조성하여 누구나 출입 가능토록 조치
- 매립지 주변에 각종 운동시설 및 주민편익시설 등 설치 (해상전망 카페, 축구장, 야구장, 게이트볼장, 족구장, 테니스장 등)
- ③ 시설운영에 대한 투명성 및 주민 감시체계 구축
- 매립지 운영정보 투명하게 공개 → 주민 신뢰도 향상
- 환경오염 측정 전광판 설치 → 실시간 오염도 측정 공개
- 매립지 운영을 지역 주민에게 위탁방안 검토
- 지역 주민들을 위촉하여 환경모니터링 및 위해요소 감시업무 수행
- 환경문제에 대하여 지역 주민들이 정당하게 이의를 제기하고 개선방안을 제안할 수 있도록 제도적 장치 마련

## O 주민 수용성 강화 방안(인센티브 부여)

- ① 영흥 제2대교
- 사업개요
  - 구간 : 대부도(구봉도 일원) ↔ 영흥도(십리포 일원) ※ 추후 주변도로 여건 및 영흥 주민의견 반영하여 확정
  - 연장 : 약 5km ~ 6km
  - 대교폭 : 2차로(자전거도로 및 인도)
  - 사업비 : 2.400억원 내외(내부연결도로 사업비 별도)
  - 사업기간 : 2021. 6. ~ 조기준공 목표 \*2021년 추경시 → 관련 용역비 계상
  - 추진방식
    - ⑦ . 국비보조 방안 검토하며
    - 🗓 . 시비사업으로 추진

※ 타당성 조사 → 기본계획 수립 → 투자심사 → 기본 및 실시설계

• 사업효과(인천↔영흥도) : 30분 단축



#### • 위치도



## ② 영흥도 발전계획

- 매립부지 중 잔여부지(약 20여만평) 및 인천에코랜드 주변지역
- 영흥지역을 수도권 관광랜드마크 지역으로 변화시킬 수 있는 개발계획 수립
- 영흥 주민들의 의견 수렴 및 반영
- 관련 용역 실시 : 2021년 하반기(추경에 용역비 계상)

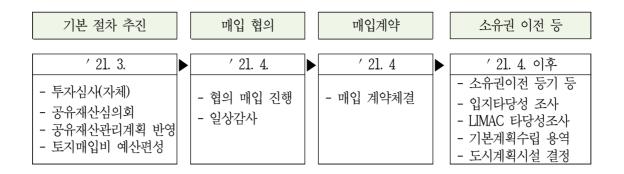
## ③ 기타 주민지원사업

※ 세부내용은 추후 주민협의체와 협의를 통하여 결정하겠음

- 영흥지역 발전기금 지원 : 매년
  - 인천시내 생활폐기물 발생량 기준으로 산정 : 50억원 내외
- 주민편익시설 설치(시설인근)
- 근린공원 및 체육시설, 기타 편익시설 등
- 주민공동 사용(수익시설 등) 토지 제공 : 1만평 내외
- 관계법령, 조례 등 범위내에서 사업 추진
- 매립시설 운영 시 지역주민 우선 채용
- 주민이 원할 경우 매립지 운영권 위탁 검토(별도 민간법인 설립)
- 관계법령, 조례 등 범위내에서 사업 추진
- 기타 주민숙원사업 지원 → 주민협의체와 협의

#### O 부지매입 추진

- 부지매입 대상지 : 옹진군 영흥면 외리 248-1 외 20필지
- 부지 면적 : 894,925 m² (약 27만평)
- 부지매입비 : 620억원, ※ 공시지가 740억원
- 매입 방식 : 협의에 의한 매입
- 추진기간 : 2021. 3. ~ 6.



## 5.2 입지 수용성 제고 방안

#### 5.2.1 주민지원방안

#### 가. 주민지원의 법적 근거

- 「폐기물처리시설 설치촉진 및 주변지역지원 등에 관한 법률」에서는 폐기물처리시설을 설치하는 지자체가 폐기물 처리시설 주변지역 및 간접영향권에 거주하는 주민들에게 해당 시설로인한 환경영향의 피해를 보상해 줄 수 있도록 지원하는 범위를 정하고 있음.
- 주민지원과 관련된 조항은 '법 제20조 편익시설의 설치', '법 제21조 주민지원기금의 조성', '법 제22조 주민지원기금에 의한 주변영향지역 지원' 및 관련 시행령에 규정되어 있음(《표 5-1》 참고).
  - 편익시설의 설치는 폐기물처리시설 부지 내 혹은 인근에 주민협의체와 협의하여 편익시설을 설치하도록 하고 있으나 주민협의체가 편익시설의 설치를 원하지 않을 때 편익시설 설치비용을 기금으로 출연할 수 있음.
  - 편익시설 설치비용은 폐기물처리시설 설치비용의 20%에서 설치하고, 시설이 설치되지 않을 때 이를 기금으로 출연할 수 있으며, 편익시설의 사용료 감면혜택을 지원할 수 있도록 규정함
- 주민지원기금은 「폐촉법」 제17조에서 정의한 폐기물처리시설 주변영향지역 주민의 지원을 위해 조성된 기금으로써, 재원은 시설 설치기관의 출연금, 반입수수료, 가산금, 기금운영 수익금, 시설을 공 동으로 사용하는 지방자치단체의 출연금 등이며, 기금의 운영관리 업무는 지방자치단체장에게 위임이 가능하도록 규정되어 있음.
  - 동법 시행령 제25조에서 기금의 산정 방법을 폐기물 반입수수료의 20% 범위 내에서 설치주체(환경부 장관, 지자체장 등)가 정하는 비율로 수수료에 곱하여 산정하도록 규정하고 있음.
- 주민지원기금은 주변 환경영향 지역 주민지원을 규정한 법률 제21조 규정에 따라 법률 제22조에서 주변영향지역 주민의 소득 향상 및 복리증진 사업에 사용하고, 직접영향권과 간접영향권을 구분하여 기구별(직접영향권) 또는 공동사업(간접영향권)의 형태를 원칙으로 지원하도록 규정하고 있음.
  - 지원사업의 종류는 '시행령 [별표3]'에서 규정된 사업을 실시하고 지원 규모나 종류는 지원협의체 와 협의하여 결정하도록 규정함.

- 간접영향권 지역은 공동시업의 지원을 원칙으로 하지만 지역 여건 등을 고려하여 가구별 지원이 필요할 경우 고시나 지방 조례를 통해 가구별로 지원할 수 있도록 하는 예외 규정을 둠

# ⟨표 5-1⟩ 「폐촉법 | 중 주민지원사항 관련 조항

다른 지방자치단체의 출연

〈표 5-1〉「폐촉법」중 주민지원사항 관련	조항
법 률	시행령
<ul> <li>〈제17조〉 주변영향지역의 결정·고시</li> <li>1. 직접 영향권 : 환경상 영향을 조사한 결과 인체·동물의 활동, 농·축산물, 임산물 또는 수산물에 직접적으로 환경상 영향을 미칠 것으로 예산되어 지역주민을 이주시킬 필요가 있다고 인정되는 지역</li> <li>2. 간접 영향권 : 대통령령으로 정하는 범위의 지역으로 서 제2항에 따라 환경상 영향을 조사한 결과 환경상 영향이 미칠 것으로 예상되는 직접 영향권 외의 지역 다만, 특히 필요하다고 인정되는 경우에는 대통령령으로 정하는 범위 밖의 지역도 포함시킬 수 있다.</li> </ul>	《제20조》 간접 영향권의 범위 법 제17조제3항제2호에서 "대통령령으로 정하는 범위"란 폐기물매립시설의 부지 경계선으로부터 2킬로미터 이내 또는 그 밖의 폐기물처리시설의 부지 경계선으로부터 300미터 이내를 말한다.
《제20조》 편익시설의 설치 ① 폐기물처리시설 설치기관은 대통령령으로 정하는 바에 따라 해당 폐기물처리시설의 부지나 그 인 근에 지원협의체와 협의하여 체육시설 등 지역주 민을 위한 편익시설을 설치하여야 한다. 다만, 지 원협의체가 그 편익시설의 전부나 일부의 설치를 원하지 아니하는 경우에는 시설의 설치 비용에 해당하는 금액을 제21조에 따른 주민지원기금에 출연(出捐)할 수 있다.	(제24조) 편익시설의 설치 등 ① 폐기물처리시설 설치기관은 법 제20조제1항에 따라 편익시설을 설치하려는 경우에는 해당 폐기물처리시설의 설치비용(용지비, 보상비, 시설부대경비 등을 제외한 시설공사비를 말한다)의 100분의 20의 범위에서 편익시설을 설치하되, 그 종류및 설치방법 등에 관한 사항은 제18조제1항에 따른 지원협의체와 협의하여야 한다. ② 폐기물처리시설 설치기관은 지원협의체와 협의하여주변영향지역에 거주하는 주민에 대하여 편익시설의 사용료를 감면할 수 있다.
제21조(주민지원기금의 조성) ② 주민지원기금은 다음 각 호의 재원으로 조성한다. 1. 폐기물처리시설 설치기관의 출연금 2. 해당 폐기물처리시설에 반입되는 폐기물에 대하여 징수한 수수료 중 대통령령으로 정하는 바에 따라 산정한 금액 3. 제8조에 따른 가산금 4. 기금의 운용으로 생긴 수익금 5. 해당 폐기물처리시설에 폐기물을 반입·처리하려는	제25조(주민지원기금의 산정) ① 법 제21조제2항제2호에 따라 해당 폐기물처리시설에 반입되는 폐기물에 대하여 징수한 수수료의 100분의 20의 범위에서 시설의 종류·규모, 주변영향지역에 거주하는 주민의 수, 환경상 영향의정도 등을 고려하여 환경부장관 또는 수도권매립지관리공사의 장이 고시하거나 지방자치단체가조례로 정하는 비율을 수수료에 곱하여 산정한금액을 주민지원기금의 재원으로 한다.

법 률	시행령
<ul> <li>〈제22조〉 주민지원기금에 의한 주변영향지역의 지원</li> <li>① 제21조에 따른 주민지원기금은 주변영향지역 주민의 소득 향상 및 복리 증진을 지원하기 위한 사업에 사용하여야 한다.</li> <li>② 제1항에 따른 지원사업의 종류와 금액은 직접 영향권과 간접 영향권별로 달리할 수 있다.</li> <li>③ 제1항에 따른 지원은 주변영향지역의 주민이나 가구별로 할 수 있다.</li> <li>④ 폐기물처리시설 설치기관은 제1항에 따른 지원사업의 구체적인 계획과 전년도 실적을 공개하여야 한다.</li> <li>⑤ 제1항부터 제4항까지의 규정에 따른 지원사업의 종류, 지원기준・방법, 공개내용・방법 등 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.</li> </ul>	(제27조) 주변영향지역지원 등 ① 폐기물처리시설 설치기관은 법 제22조에 따른 지원을 하는 경우에는 그 지역의 여건과 법 제21조에 따른 주민지원기금의 규모 등을 고려하여 가구별로 지원하거나 [별표 3]의 지원사업을 실시하되, 가구별 지원 규모와 지원사업의 종류 및 규모는 지원협의체와 협의하여 결정하여야 한다. ② 제1항에 따른 지원을 하는 경우 직접 영향권 안의 주민에 대하여는 가구별로 지원할 수 있고, 간접 영향권 안의 주민에 대해서는 공동사업의 형태로 지원하는 것을 원칙으로 하되, 폐기물처리시설 설치기관이 가구별로 지원하는 것이 특히 필요하다고 인정하면, 폐기물처리시설 설치 기관인 환경부장관이 정하여 고시하거나 수도권매립지관리 공사의 장이 환경부장관의 승인을 받아 정하거나 지방자치단체가 조례 로 정하는 바에 따라 가구별로 지원할 수 있다.

- 국내 폐기물처리시설을 설치·운영 중인 지방자치단체는 각 지자체별 폐촉법에 근거한 자치 법규 에 폐기물처리시설 주변영향지역에 대한 주민지원 관련 사항을 규정하고 있으며, 다음〈표 5-2〉에 지자체 폐기물관리에 관한 조례 상 폐기물처리시설 주변영향지역의 주민지원에 대해 규정된 사례를 예시하였음.
- 지자체에 따라 폐기물처리시설 주변영향지역 주민지원에 대한 별도 규정을 하지 않는 지자체와 및 일부 규정하고 있는 지자체가 있으며, 규정하고 있는 경우 「폐촉법」상의 주민지원원칙을 준수하는 범위 내에서 가구별 지원, 구체적 지원방법 등 일부 상세가 필요한 사항을 별도 규정하고 있음. 인천광역시 및 옹진군의 경우 폐기물관리에 관한 조례상에 폐기물처리시설 주변영향지역 주민지원 관련 사항은 별도 규정하고 있지 않음.

## 〈표 5-2〉 지자체 폐기물관리 조례에서의 주민지원 관련 내용

구	분	조례 내용
광역시	부산	① 폐촉법 제22조에 따른 주변영향지역에 대한 지원은 폐촉법 제17조제3항제1호에 따른 직접영향권과 제15조에 따라 세분화된 간접영향권별로 달리 정할 수 있다. 이 경우 직접영향권의 주민을 우선적으로 지원하여야 한다 ② 시장은 「폐기물처리시설 설치촉진 및 주변지역지원 등에 관한 법률 시행령」 제27조 제2항에 따라 주거환경개선사업(냉・난방시설의 설치사업을 포함한다)을 시행하는 간접 영향권의 주민에 대하여 가구별로 지원할 수 있다.

구	분	조례 내용
광역시	광주	<ul> <li>① 시장은 폐촉법 제 22조에 따른 주변영향지역의 주민 또는 가구에 대하여 지원하고자 하는 경우 그 지역 여건과 주민지원기금 규모 등을 고려하되 주민지원협의체와 협의한다.</li> <li>② 시장은 제1항에 따른 주변지역지원은 폐촉법 시행령 제27조제2항에 따르되, 지원 사업의 종류 및 규모 등을 고려하여 자연마을별 또는 아파트별 지원이 필요하다고 인정하는 경우에는 목적사업을 지원할 수 있다.</li> <li>③ 시장은 간접영향권 주민에게 가구별 지원이 특별히 필요하다고 인정할 경우, 주민 지원협의체와 협의하여 지원품목을 정해 지원할 수 있다. 다만, 현금은 지원품목에서 제외한다.</li> </ul>
	인천	- 주민지원 관련 별도규정 없음
	광주 북구	① 영 제18조제1항의 규정에 따른 주민지원협의체(이하"지원협의체"라 한다)를 폐기물처리시설 설치계획 결정고시와 동시에 구성한다. ② 지원협의체는 아래 각호의 사항에 대하여 설치기관과 협의 결정한다. 1. 주변영향지역 결정을 위한 환경상 영향조사 전문연구기관 선정 2. 주변영향지역 주민지역지원사업 계획수립 3. 주민편익시설의 종류 및 설치방법 4. 주민지원기금의 지원규모 및 지원대상 사업결정 5. 기타 운영에 따른 분쟁의 중재
시·군·구 <i>지</i> 역	부천시	① 기금은 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 용도에 사용한다. 1. 영 제27조제1항의 별표 3에 따른 지원 사업 2. 폐기물처리시설 간접영향권 안에 거주하는 주민의 복리증진을 위한 가구별 지원 3. 폐기물처리시설 영향권 안의 주택에 대한 지역 난방비 지원 ② 제1항에 따른 가구별 지원 사업은 협의체의 협의를 거쳐 시장이 정한다.
	무안군	① 영 제27조제2항의 규정에 의한 지원방식에 있어 간접영향권의 주민에 대하여 다음 각 목의 경우에는 조성된 기금 범위 내에서 주민지원협의체와 협의하여 가구별 현금지원을 할 수 있다. 1. 유치 신청한 지역주민 2. 소득사업과 관련하여 금융기관 또는 체신관서에 부채가 있는 세대 3. 주민건강 및 보건향상 증진이 필요한 경우 4. 농가소득 증대를 위한 생산시설에 투자하고자 하는 경우 5. 그 밖에 군수와 주민지원협의체에서 필요하다고 인정하는 경우 ② 가구별 지원대상은 당해 폐기물처리시설 입지결정, 결정고시 또는 공공일 이전 거주자로 한다. 단, 난방비 보조 지원대상은 2010년 10월31일 기준 거주자로 한다.
	옹진군	- 주민지원 관련 별도규정 없음

## 나. 주민편익시설 및 주민지원 사례

- 「폐촉법」에 따른 폐기물처리시설 주변영향지역의 주민지원 방법은 폐기물처리시설 설계 및 시 공단계에서 시설부지 내 혹은 인근에 주민 편익시설을 계획하여 설치하는 방법 및 주민지원 기금을 조성하여 해당 기금을 활용한 주민지원사업을 시행하는 방법이 있음.
- 대규모 폐기물처리시설의 경우 시설계획 및 시공단계에서 주민편익시설을 설치하여 주변영향 지역 주민 대상으로 문화・체육・교육 등의 측면에서 다양한 혜택을 제공, 시설 이미지 제고에 긍정적으로 활용되고 있는 사례가 다수 있음.
- 주민지원기금을 활용한 주민지원사업은 크게 소득증대사업, 복리증진사업, 육영사업 및 기 타사업으로 구분되며, 「폐촉법」시행령 제27조, [별표3]에 명시되어 있음(〈표 5-3〉 참고).

〈표 5-3〉 주변영향지역 주민에 대한 지원사업의 종류(「폐촉법」시행령 별표3)

구 분	사업내용	지원사업 세부내용				
	농림수산업시설	○ 공동영농 ·영어시설(공동영농기계 · 공동축산 · 공동어선을 포함한다), 농기 구수리시설, 공동양식·양어장, 생산품공동저장소, 공동가공공장, 농업용저수지				
소득증대		· 농로 · 임도 · 농업용수로 · 농업양수장 · 농작물 및 임산물재배시설 등				
사업	상공업시설	○ 공업용 수도, 직업훈련소, 시장, 공용창고, 구판장(購販場), 소규모 공단 등				
	관광산업시설	○ 휴게소, 휴양소, 토산품 판매장 등				
	의료시설	○ 보건진료소 등				
	사회복지시설	○노인회관·마을회관·공중목욕탕·가로등·어린이놀이터·버스승차대기장 등				
	도로시설	○소규모도로 등				
	항만시설	○ 소형선박용항만시설 · 소규모어항 · 호안옹벽 · 방파제 등				
복리증진	상하수도시설	○ 상수도시설·하수도시설 등				
무디공전 사업	교육/문화시설 ○도서관·유치원·통학차·문화시설·향토박물관·사적시설·사회교육시설·					
	환경/위생시설	○ 쓰레기처리시설 · 배수구시설 · 청소차 · 공중위생시설 · 환경감시 시설 등				
	운동/오락시설	○ 운동장·야영장·운동기구 등				
	전기/통신시설	○ 공용전기시설 및 전화시설·텔레비젼 방송공동수신시설 등				
	기타	○ 지역난방시설 및 난방비지원(소각시설에 한한다), 주택개량 등의 주거				
	714	환경개선(냉·난방시설의 설치사업을 포함한다) 등				
육영사업	○ 컴퓨터·피아노	- 등 교육기자재·학자금 및 장학금지급·장학기금 적립·학교급식지원 등				
기타사업	○기타 소득증	대·복리증진·육영사업 등에 필요하다고 인정되어 환경부장관의 고시 또는				
7147年音	지방자치단체의 조례로 정하는 사업					

- 소득증대사업은 농림수산업시설, 상공업시설, 관광산업시설 등을 통하여 경제적 손실을 보완해주기 위함이고, 복리증진사업은 주민들에게 일반 인프라시설이나 생활 인프라 시설을 통해 삶의 질을 향상시키는 목적이 있으며, 육영사업은 주민들에게 개인적으로 많은 혜택이 돌아갈 수있도록 하는 성격을 가지고 있음. 그밖에 기타사업은 환경부장관의 고시 또는 지자체 조례로 정하는 사업에 한해 시행할 수 있음.
- O 이하 내용에서는 폐기물처리시설의 주민편익시설 사례 및 주민지원기금을 활용한 주민지원 사례를 조사하여 나타내었으며, 인천 에코랜드 설치 시 주민지원 방안에 대한 기초자료로 참 고하고자 함.

## 1) 주민편익시설 사례

○ 주민편익시설 설치 현황을 보면 수영장이 가장 많은 설치된 것을 볼 수 있으며, 그 외 다목 적체육센터, 헬스시설, 에어로빅시설 등이 다수 설치된 것으로 나타났음. 이는 체육시설 이 상대적으로 다앙햔 계층에서 보편적으로 이용이 가능한 시설이기 때문인 것으로 판단 됨〈표 5-4〉참고〉

〈표 5-4〉 폐기물처리시설의 주민편익시설 설치유형 현황

즈미터이기서 -	폐기물처리시설 구분(개소)					
주민편익시설	계	소각시설	매립시설	소각및매라설		
계	86	43	10	33		
수영장	18	12	1	5		
다목적체육센터	12	5	2	5		
헬스시설	11	7	_	4		
사우나	8	_	_	8		
찜질방	7	_	_	7		
에어로빅시설	6	6	-	_		
축구장	6	4	-	2		
테니스시설	6	3	1	2		
골프연습시설	3	3	-	_		
독서실	3	3	-	_		
다목적복지시설	2	_	2	_		
풋살구장	1	_	1	_		
족구시설	1	_	1	-		
배드민턴장	1	_	1	_		
게이트볼장	1	-	1	_		

출처 : 제주발전연구원, 폐기물처리시설 주변지역 지원 사례와 시사점, 2012

# ■ 남양주 광역 소각잔재매립지 주민편익시설

- 남양주 광역 소각잔재매립지는 별내면 청학리에 부지면적 269,248 ㎡, 매립면적 113,500 ㎡로 조성되었으며, 매립지 조성은 1992년부터 추진되었으나 주민들의 거센 반발로 장기화되어 2011년 6 월에 준공, 현재는 에코랜드로 명칭을 변경하여 운영 중임.
- 주변영향지역 주민들의 편의를 위해 조성한 주민편익시설로는 수영장(25 m×6 레인, 8.5 m×2 레인), 국제규격의 인조잔디 축구장, 풋살장, 야구장 등으로 2015년 조성이 완료되었음.
- 매립시설 조성은 부지매입비 포함 약 444 억원이 소요되었으며, 체육시설 등 주민편익시설 조성 설치비는 111 억원으로 폐기물처리시설 설치비 대비 약 25%가 투입되었음.

〈표 5-5〉 남양주 광역 소각잔재매립지 주민편익시설 현황

7 H	기리 중기
구 분	기대 효과
시설명	○에코랜드
시설위치	○ 경기도 남양주시 별내면 청학로 8번길 39
설치연도	○ 2015. 11. (매립시설 준공 시기 : 2011. 06)
시설규모	○ 부지면적 : 269,248㎡(매립시설 포함)
시설표도	○ 건축면적 : 3,699㎡(지하1층, 지상2층)
주요시설	○주민편익시설 : 수영장, 실내체육관, 다목적실, 관리사무실 등
一	○ 실외체육시설 : 축구장(1면), 풋살경기장(1면), 다목적구장(1면), 야외공연장 등
주민지원	○ 남양주 시민 이용료 할인 (50%)
시설운영	○남양주도시공사
시설설치 평면도	의공투포 인공투포 제공 및 제공 및

#### ■ 구미시 환경자원화시설 주민편익시설

- 구미시 산동면에 위치한 환경자원화시설은 소각시설 200 톤/일, 매립시설 1,142,000 ㎡, 재활용선 별시설 50 톤/일 규모로 조성되었으며, 2004년 12월 입지공개모집 결과 지역 주민의 높은 동의 율로 입지를 선정하고 2007년 착공하여 2011년 3월 준공하였음.
- 주민편익시설로는 주민화합공간으로 활용할 수 있는 지역행사장, 목욕탕, 카페테리아, 문화 강좌실 등과 축구장, 농구장, 야외공연장 등 체육 조경시설로 조성되었음.
- 산동면 발전협의회는 입지선정에 따른 지원금 100 억원과 연간 4 억원의 주민지원기금을 지원받고 있으며, 지원금 100 억원 중 70 억원으로 태양광발전설비 3.8 MW를 설치하여 연간 6 억원의 별도 소득을 창출하고 있음. 연간 4 억원의 주민지원기금은 마을별로 배분하여 비료 공동구매 등 농가소득 증대 사업에 활용하고 있음.

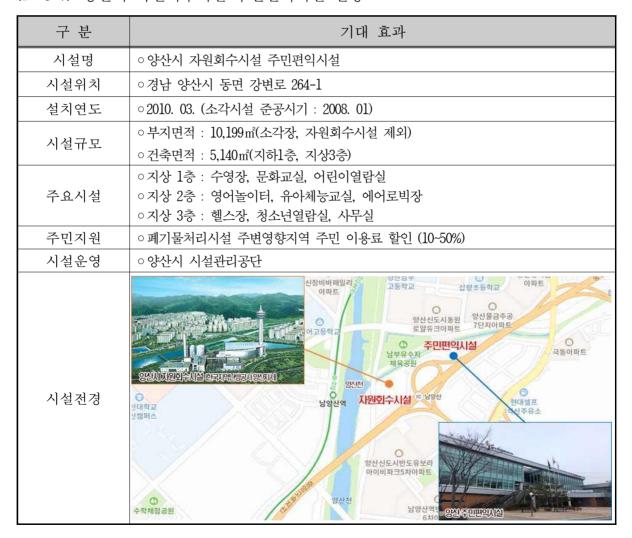
〈표 5-6〉 구미시 환경자원화시설 주민편익시설 현황

구 분	기대 효과
시설명	○구미시 환경자원화시설 주민편익시설
시설위치	○경북 구미시 산동면 송백로 499
설치연도	○ 2011. 03.
시설규모	○ 부지면적 : 87,056㎡(매립시설 포함 393,072㎡)
주요시설	○주민편익시설 : 주민화합공간(265㎡), 목욕탕, 카페테리아, 문화강좌실
一	○체육조경시설 : 축구장(1면), 농구장(1면), 배드민턴장(3면), 야외공연장 등
시설운영	○구미시 자원순환과
시설전경	변 레 ① 친출수처리시설 ⓒ 전 디 공연 장 ② 매 립 시 설 ⓒ 동 구 장 ③ 정비동/세차등 ⓒ 배 드 민 턴 장 ④ 소 각 동 ① 인조찬디축구장 ⑤ 재활용선병동 ② 주민면의시설동 ⑥ 관 리 동 ③ 곱 재 쉼 티 ② 경 비 제 행 동

#### ■ 양산시 자원회수시설 주민편익시설

- 양산시 자원회수시설(소각장)은 신도시지구(동면·양주동·물금읍)에 조성된 폐기물처리시설 로 200 톤/일(100 톤/일×2기) 규모의 열분해 용융방식으로 2008년 1월 준공되었으며, 80 톤/일 규모의 재활용시설과 지역난방공사가 함께 조성되어 소각장에서 발생하는 폐열은 지역난 방공사에 공급하고 있음.
- 2010년 자원회수시설 인근 주민에게 혜택을 주기 위해 개관한 양산주민편익시설은 자원회수시설 인접한 부지에 수영장(25 m×6 레인, 15 m×3 레인), 헬스장, 어린이도서관 등을 갖춘 문화・체육공간으로 조성되었으며, 소각장 굴뚝은 높이 160 m로 전망타워(양산타워)를 조성하여 전망대, 북카페, 홍보관 등을 운영 중에 있음. 양산주민편익시설의 설치로 그간 수영장이 없어 인근 부산 등까지 가야 했던 시민불편을 해소하고, 이용객의 증가로 인하여 2018년 설치비 약 3 억원을 투입하여 샤워실 및 탈의실 확장 등 시설을 개선함.

〈표 5-7〉 양산시 자원회수시설 주민편익시설 현황



# ■ 전주권 소각자원센터 주민편익시설

- 전주권 소각자원센터는 주민공모를 통해 입지를 선정하여 400 톤/일 규모의 소각시설이 설치되었으며, 주민편익시설로 한증막·야외 물놀이장 등이 설치되었음.
- 2007년 3월 조성된 이 시설은 2010년 7월부터 주민편익시설에 대한 운영권을 주민지원협의 체에 위탁하였으며, 주민협의체는 별도 법인을 설립하여 자체수익으로 투자와 운영을 하는 독립채산제 방식으로 위탁·운영하고 있음.

〈표 5-8〉 전주권 소각자원센터 주민편익시설 현황

구 분	기비충기
一	기대 효과
시설명	○전주 패밀리랜드
시설위치	○전라북도 전주시 완산구 정여립로 625
설치연도	○ 2007. 03
시설규모	○부지면적 : 98,951㎡
八百八五	○건축면적 : 4,366㎡(지하1층, 지상2층)
	○편익시설 : 찜질방, 한증막, 목욕탕 등
주요시설	○옥외시설 : 테니스(2면), 배드민턴(4면), 게이트볼(1면), 배구(1면), 농구(1면),
	풋살구장(1면), 야외물놀이장(444㎡) 등
시설운영	○주민지원협의체 (전주 패밀리랜드)
시설전경	

#### 2) 주민지원기금 활용 주민지원사업 사례

- 주민편익시설 설치 외에 「폐촉법」제21조에 따른 주민지원기금 조성을 통한 주민지원사업을 시행할 수 있으며, 주민지원기금은 폐기물처리시설 설치기관의 출연금, 폐기물반입 수수료의 20%이내 일정금액, 기금의 운용으로 생긴 수익금, 해당 폐기물처리시설에 폐기물을 반입·처리하려는 다른 지방자치단체의 출연 등을 통해 조성할 수 있음.
- O 이하 내용에서는 폐기물처리시설 설치 및 운영 중인 지자체의 주민지원기금 조성 및 집행 등다양한 주민지원사업의 사례를 나타내었음.

#### ■ 서울특별시 자원회수시설

○ 서울시에서의 주민지원기금은 「폐기물시설촉진법」과 「서울특별시 자원회수시설 주변지역 지원 기금 조례」에 따라 자원회수시설 주변 간접 영향지역내 주민의 소득향상과 복리증진을 위해 조성 하여 지원하고 있으며, 주민지원기금은 폐기물 반입수수료의 10%, 기타 자원회수시설 특별 출연금으 로 조성하여 다음 〈표 5-9〉와 같이 자원회수시설의 가동률에 따라 지역 난방비의 최고 70%까지 지 원하고 있음.

#### 〈표 5-9〉서울특별시 자원회수시설 가동률에 따른 지역난방비 지원율

자원회수시설 가동률	65%초과	50%초과~65%이하	50%이하
지역난방비 지원율	70%	60%	50%

○ 주민지원기금용도는「폐기물시설촉진법 시행령」제27조 제1항 [별표 3]에 따른 주민원사업, 자원회수시설 주변영향지역 내의 주택에 대한 지역난방비 지원, 공동주택관리비, 월주택임 대료, 의료비, 주민편익시설이용료, 후생복리비 등 주민복리 증진에 필요하다고 인정되어 주민지원계정 운용협의회에서 협의하여 결정된 사업 등이 있으며, 다음 〈표 5-10과 5-11〉은 서울특별시 자원회수시설 중 일부 지자체(강남구, 노원구)의 기금출연 및 집행사례를 정리한 사항임.

〈표 5-10〉서울특별시 강남자원회수시설 출연 및 집행내용

연도		출연	금액(백	만원)			집행금액	(백만원)	)	정리해
연도	계	난방비	반입료	출연금	이자 등	계	난방비	사업비	운영비	적립액
1996~ 2002	4,325	808	138	2,235	1,144	959	808	-	151	3,366
2003	771	547	68	-	156	624	547	-	77	147
2004	745	553	66	-	129	926	553	287	86	-181
2005	640	592	-	_	48	2,751	529	2,143	79	-2,111
2006	668	631	_	_	37	903	694	126	83	-235
2007	3,727	711	1,043	1,931	42	2,902	711	2,106	85	825
2008	6,436	1,091	838	4,449	58	6,185	1,091	4,987	107	251
2009	8,196	1,294	1,135	5,685	82	6,793	1,294	5,396	103	1,403
2010	8,506	1,381	1,128	5,880	117	7,459	1,381	5,945	133	1,047
2011	8,691	1,366	1,203	5,936	186	7,733	1,366	6,218	149	958
2012	8,591	1,469	1,240	5,650	232	8,817	1,469	7,154	194	-226
2013	8,963	1,394	1,221	5,874	474	9,548	1,574	7,797	177	-585
2014	10,057	1,621	1,524	6,796	116	11,910	1,441	10,279	190	-1,853
2015	8,924	1,465	1,404	5,984	71	8,262	1,465	6,613	186	662
2016	9,705	1,257	1,621	6,754	73	9,543	1,257	8,076	210	162
2017	10,199	1,118	2,023	6,974	84	9,372	1,118	8,062	192	827
2018	10,090	1,130	2,425	6,432	103	10,244	1,130	8,927	187	-154
2019	10,256	1,040	2,782	6,364	70	9,700	1,040	8,423	237	556
계	119,490	19,468	19,856	76,944	3,222	114,631	19,468	92,539	2,626	4,859

출처 : 서울특별시 자원회수시설 주민지원기금, http://rrf.seoul.go.kr/content/iabou911.do

〈표 5-11〉서울특별시 노원자원회수시설 출연 및 집행내용

연도		출연	금액(백명	만원)			집행금액	(백만원)	)	정리해
연도	계	난방비	반입료	출연금	기타	계	난방비	사업비	운영비	적립액
1996~ 2002	9,873	6,605	658	1,915	695	9,574	6,605	2,723	246	299
2003	1,507	1,426	65	1	16	1,451	1,426	_	25	56
2004	1,551	1,478	58	ı	15	1,507	1,478	_	29	44
2005	2,007	1,706	296	1	5	1,570	1,533	Ī	37	437
2006	2,293	1,928	328	_	37	2,463	2,100	301	62	-170
2007	3,099	1,983	482	600	34	2,061	1,983	30	48	1,038
2008	5,055	2,663	486	1,773	133	3,316	2,408	850	58	1,739
2009	6,222	2,951	609	2,530	132	4,305	3,207	1,045	53	1,917
2010	6,961	3,534	637	2,525	265	4,842	3,534	1,254	54	2,119
2011	7,007	3,198	696	2,780	333	7,079	3,198	3,818	63	-72
2012	9,621	3,398	802	4,220	1,201	5,993	3,398	2,531	64	3,628
2013	9,031	3,342	816	4,404	469	7,856	3,718	4,092	46	1,175
2014	8,445	3,665	945	3,527	318	8,704	3,279	5,350	74	-259
2015	8,149	3,429	907	3,564	248	8,085	3,429	4,597	58	64
2016	7,559	3,016	1,153	3,184	206	7,416	3,016	4,314	86	143
2017	7,103	2,777	1,231	2,904	191	9,089	2,777	6,218	94	-1,986
2018	7,709	2,925	1,598	3,107	160	8,812	2,925	5,795	92	-1,022
2019	7,952	2,726	1,879	3,167	180	9,345	2,726	6,535	84	-1,393
계	111,225	52,750	13,646	40,200	4,638	103,468	52,740	12,330	1,273	7,757

출처 : 서울특별시 자원회수시설 주민지원기금, http://rrf.seoul.go.kr/content/iabou911.do

## ■ 제주 환경자원순환센터

- 제주 환경자원순환센터는 2019년에 소각시설(250 톤/일×2 기)과 매립시설(면적 210,299 m²) 준 공이 완료되었으나, 준공 이전부터 주민지원사업을 시행하였음.
- 제주 환경자원순환센터의 주민지원사업 내역을 보면 법정 지원지역은 동복리와 북촌리이며, 지원 사업 종류에는 주민편익시설 설치, 가구별 태양광 발전시설 설치 등으로 나타났음. 특별지원은 환경자원순환센터 입지 유치 시 동복리와 협의하여 결정한 제주 환경자원순환센터 입지 지역주 민지원 협약서에 따른 것으로 2015년부터 2020년까지 225 억원의 사업비로 풍력발전사업, 임대주 택, 마을주유소 건립지원 등의 이행을 위한 지원임.

〈표 5-12〉 제주화경자원순화센터 주변지역 주민지원사업

구분	지원대상	지원사업	사업비 (백만원)	사업내용	지원시기	
	합계			협약에 따른 총 사업비		
	소	계	35,000	협약에 따른 사업비		
		주민편익시설	25,000	힐링케어타운 등(사우나, 수치료, 헬스장, 찜질방 등 건강치료)	2018년	
법정	동복리· 북촌리	태양광발전 등	10,000	가구별 태양광 발전(3kW)×920 여가구 등	2017~2020년	
지원	국관디 (주민지원 협의체)	주민지원기금 -쓰레기봉투판매(90 억원)의 10% - 폐기물반입수수료 (70억원)의 10%	160	폐기물시설촉진법에서 정하는 사업	2018년	
	소	계	22,530	협약에 따른 사업비		
	동복리		임대주택 건립	3,000	21평형 29세대	2017년
특별		풍력발전사업	6,000	2MW 17]	2017년	
지원		동복리	마을주유소 건립	1,000	15만리터(경유 10만리터, 휘발유 3만리터, 등유 2만리터) 저장	2017년
		기타 특별지원사업	12,530	동복리와 협의 결정	2017년	
		마을버스 운영비(제 주시 별도예산)	100	15인승 중형버스 1대(조천-동 북-김녕)	2016~2017년	
		마을안길 포장 (제주시 별도예산)	3,400	군도69호선(동복-덕천) 확장공사	2010~2016년	
기타 지원	동복리	지역주민 고용창출 (제주시 별도예산)	_	환경미화원 채용(2014년 4명, 2015년 4명, 2016년 2명)	2014~2016년	
716		배수개선사업 (제주시 별도예산)	6,460	농경지 상습 침수지역	2018년	
		기타 주민지원	별도예산	양돈장 이설, 재활용 선별장 위탁운영, 순환센터 신규인력 우선 채용	2016~2017년	

출처: 제주특별자치도, 2012~2017년 제주특별자치도 제3차 폐기물처리기본계획(변경), 2017

## ■ 강릉시 매립시설

- 강릉시 자원순환센터에는 매립용량 2,278,548 ㎡의 매립시설이 운영되고 있음. 임곡1리, 모전 2리, 산성우1리 3 곳이 주변영향지역에 해당되며, 각 행정구역의 가구수는 99 가구, 64 가구, 135 가구임.
- 2019년도 기준 강릉 자원순환센터의 주변영향지역 주민지원사업 집행내용을 보면. 해당 마을 주거환경개선사업이 75%로 가장 높은 비율로 나타났고, 지역 행사지원 15%, 주민지원협의체 복지활동 지원과 홍보 및 운영경비로 각각 5%씩 집행된 것으로 조사되었음.

〈표 5-13〉 강릉시 매립지 주변영향지역 주민지원사업 집행현황

주민지원사업 내용(2019년)	지출액(천원)	비율(%)	비고
주민지원협의체 홍보 및 운영경비	10,000	5	
주민지원협의체 복지활동 지원비	10,000	5	경로당 지원
자원순환센터 주변지역 행사지원	30,000	15	단오행사 및 연민체육대회 지원
자원순환센터 주변마을 지원	150,000	75	주거환경개선사업
계	200,000	100	-

출처 : 환경부, 국가 광역공공폐기물처리시설 후보지 선정 실태조사 및 기초 사업구상 연구, 2021b

# ■ 김해시 소각시설

- 김해시 자원순환시설에서는 150 톤/일 규모의 소각시설 1기가 운용되고 있음. 부영 아파트(7차, 12차, 13차, 18차, 19차)와 부곡마을이 주변영향지역이며, 부곡아파트의 가구수는 3,133 가구, 부곡마을 2,580 가구로 총 5,713 가구임.
- 2019년도 김해시 소각시설 주변영향지역 주민지원사업 집행내용을 보면, 주민지원기금 중 약 90%가 세대별 난방비로 집행된 것을 볼 수 있으며, 협의체 운영비 지원 약 6%, 어린이지원사업 및 노인지원사업에 약 2%씩 집행된 것으로 조사되었음.

〈표 5-14〉 김해시 소각시설 주변영향지역 주민지원사업 집행현황

주민지원사업 내용(2019년)	지출액(천원)	비율(%)	비고
노인 지원사업	12,395	1.8	설, 어버이날, 추석
어린이집 지원사업	15,000	2.1	부곡초등학교
세대별 난방비 지원	634,000	90.3	
협의체 운영비 지원	40,573	5.8	
합계	701,968	100.0	

출처 : 환경부, 국가 광역공공폐기물처리시설 후보지 선정 실태조사 및 기초 사업구상 연구, 2021b

#### ■ 논산시 소각시설

- 논산시에는 50톤/일 규모의 소각시설 1기를 운영하고 있음. 용산2리, 3리, 시묘3리, 4리, 두월1 리가 주변영향지역에 해당되며, 행정구역 내 총 가구수는 272 세대임.
- 2018년도 논산시 소각시설 주변영향지역 주민지원사업 집행내용을 보면 마을회관 정비 및 정화조 청소가 약 64%로 가장 높은 비율로 집행되었으며, 기타 주변영향지역 종량제봉투 구매지원 약 19%, 마을회관 공공물품구매 약 10% 등이 집행된 것으로 조사되었음.

〈표 5-15〉 논산시 소각시설 주변영향지역 주민지원사업 집행현황

주민지원사업 내용(2018년)	지출액(천원)	비율(%)	비고
주민지원협의체 회의	4,800	6.5	주민지원협의체 회의
구인시천합의제 외의	4,000	0.5	(1인당 10만원, 8인, 6회)
인근지역 5곳 쓰레기봉투 구매	14,040	18.9	인근 지역 5곳 쓰레기봉투 구매
마을회관 정비 및 정화조 청소	47,800	64.3	마을회관 정비 및 정화조 청소
마을회관 집기류 및 인덕션	7,700	10.4	마을회관 집기류 및 인덕션
합계	74,340	100.0	

출처 : 환경부, 국가 광역공공폐기물처리시설 후보지 선정 실태조사 및 기초 사업구상 연구, 2021b

#### ■ 주민지원에 따른 가구별 지원액

- 폐기물처리시설 주변영향지역에 주민지원기금의 운영현황을 살펴보면 지원사업의 규모는 처리 시설의 규모나 지역사화경제적 여건에 따라 차이가 있고, 각 지역 특성에 따라 다양한 지원사업 이 시행되고 있음을 볼 수 있으며, 지원사업의 유형은 공동사업과 가구별 지원사업이 병행되고 있 으나, 직접적인 현금지원 방식은 하지 않는 것으로 확인되었음(〈표 5-16〉 참고).
- 상기 주민지원 사례를 포함하여 국내 지자체 폐기물처리시설 주변영향지역 주민지원사업을 가구별 지원액 기준으로 검토하면, 사업규모 및 주변영향지역의 포함 가구수 등에 따라 1.1 만원/년에서 564 만원(평균 107 만원/년)까지 지자체 및 시설 특성 등에 따라 다소 큰 편차를 보이는 것으로 조사되었음.
- 주요 사례를 보면 포천시의 경우 가구별 지원금액이 564 만원/년으로 가장 많았으며, 이는 주 변영향지역 가구수가 상대적으로 적었기 때문으로 보여짐. 여주시의 경우에도 세대수가 188 세대로 적어 가구별 지원금액은 378 만원/년으로 나타났음. 원주시의 경우에는 세대수가 약 24 천가구로 상대적으로 많아 가구별 지원금액 1.1 만원/년으로 매우 적은 것으로 나타났으며, 수도권매립지는 1997년부터 2017년까지 20년간 가구별 지원한 금액은 평균 139 만원/년으로 나타났음.

〈표 5-16〉 폐기물처리시설 주민지원에 따른 가구별 지원액 검토

시도	지역	가구수 (세대)	지원액 (백만원/년)	가구별 지원액 (천원/년)	비고
인천	수도권	10,382	14,466	1,393	20년간 평균값
	양천	3,413	2,661	780	17년간 평균값
서울	노원	6,190	3,751	606	17년간 평균값
	강남	2,934	3,546	1,208	17년간 평균값
	광명시	1,151	551	479	-
	안성시	736	2,243	3,048	장학금 등
	양주시	3,145	805	256	환경정화, 감시, 육영사업 등
	양평군	1,179	369	313	-
경기	여주시	188	712	3,788	장학금, 체육회 지원, 노인회 및 마을회관 지원, 선진지 견학 등
	이천시	2,694	383	142	공동+가구별
	포천시	100	564	5,641	건강검진, 학자금 및 급식비, 선진지 견학
강원	원주시	24,321	274	11	학자금지원, 선진지 견학, 마을행사 지원
	강릉시	298	200	671	공동+가구별
충북	청주시	1,255	283	225	공동+가구별
충남	논산시	272	74	273	마을별 자체사업
전북	전주시	5,295	590	111	가구별 배분사업 및 마을발전기금
경남	부산시	17,473	3,295	189	마을상수도, 복지사업 등
<b>公</b> 台	김해시	3,133	702	224	세대별 난방비 지원 71%

출처 : 환경부, 국가 광역공공폐기물처리시설 후보지 선정 실태조사 및 기초 사업구상 연구, 2021b

## 다. 에코랜드 설치 주민지원방안 검토

- 에코랜드 설치 후보지의 입지수용성 제고를 위해서는 앞 절에서 기술한 폐기물처리시설 주민 편익시설 및 주민지원사업 사례 등을 참고, 적정 주민지원방안을 검토하고 주변지역주민 을 대상으로 적극적으로 제시하고 설득할 필요가 있음.
- 주민지원방안 검토를 위해서는 폐기물처리시설 주변영향지역 주민지원을 위한 법률적 근거 검토가 선행되어야 하며, 다수의 지방자치단체에서 폐기물처리시설 관련 주민지원을 위한 「폐기물처리시설 설치촉진 및 주변지역지원 등에 관한 조례」를 제정하여 시행하고 있음. 인천 광역시의 경우 해당 내용과 관련한 별도의 조례가 제정되어 있지 않으며, 에코랜드 매립시설 설치 규모에 따라 폐기물처리시설 설치 및 주민지원 관련 조례 제정 및 시행이 선행되어야 할 수 있음.
- 주민지원방안은 타 지자체의 폐기물처리시설 설치 시 편익시설 설치 및 주민지원기금 조성을 통한 주민지원사업 등의 사례를 보면 각 지자체 지역 특성, 폐기물처리시설 규모, 주변영향지역 대상 주민의 특성 및 규모 등에 따라 다양한 형태의 주민편익시설 및 주민지원사업사례를 확인할 수 있으며, 인천 에코랜드 조성의 경우도 다수 타 지자체 사례를 참고하여 지역특성에 맞는 주민지원방안(편익시설 설치 및 주민지원사업의 시행 등)을 검토할 필요가있음.
- 에코랜드 설치 후보지의 입지 특성을 보면 영흥도는 대부도와 함께 관광지 특성을 가지고 있으며, 영흥도 내 에코랜드 후보지의 경우 해안에 위치하여 인근 노가리 해변 및 팬션 밀집지역 등이 위치하여 관광/휴양 수요 유동인구가 다수 있는 입지 특성을 가지고 있음. 에코랜드주변지역 주민지원 방안은 해당 지역/입지특성에 부합하는 유형의 문화·체육시설(골프장 등)의 편익시설 설치 및 이를 활용한 경제적 효과 창출, 그리고 주변지역 어촌계 주민 특성 등을 고려한 주민지원사업 방안 등을 검토할 수 있음.

〈표 5-17〉에코랜드 설치 주민지원방안 검토

구 분	내 용	비고
주민지원근거 마련	○ 인천광역시 자치법규상 폐기물처리시설의 설치/주민지원 등에 관한 별도 규정사항이 없으며, 에코랜드 매립시설 규모에 따라 주민지원 등을 위한 별도 조례 제정이 필요할 수 있음. ○ 「폐기물처리시설 설치촉진 및 주변지역지원 등에 관한 조례」 제정 - 대상 폐기물처리시설의 종류 및 규모 등 제시 - 폐기물처리시설 주변영향지역 주민지원 관련 범위 및 규모, 지원 사업 종류 시행 방법 등 제시	

구 분		내 용	비고
주민지원	편익시설	○에코랜드 주변지역 생활 SOC 수요를 파악하여 적정시설 설치 - 수도/가스공급여건, 주민화합공간, 문화강좌시설, 공원 등 ○관광/휴양 수요 유동인구가 있는 지역 및 입지특성에 부합하는 문화・체육시설 등 설치하여, 주변지역 주민의 생활여건 확충 뿐만 아니라 외부 유동인구 수용을 통한 운영수의 및 지역 내 고용창출 등 경제적 효과 기대 - 골프장(파3/9홀), 인도어 골프연습장 등	
검토방향	주민지원 사업	○에코랜드 운영 중 지속할 수 있는 주변지역 주민지원사업을 검토, 에코랜드 운영수익이 지역에 환원 되고 지역 주민과 공유하게 되는 상생의 시설로서 친화적 이미지를 구축하여 주변 민원 최소화 및 방지 효과 기대 - 세대 난방비 지원, 주민협의체 운영지원, 기타 정기적 복지활동 지원 등 주민설문 조사를 통한 정확한 수요 파악 및 그에 부합 하는 주민지원사업 시행	



〈그림 5-1〉에코랜드 건설 후보지 현황

# 5.2.2 주변 친화적 시설 조성 및 랜드마크화

- 폐기물처리시설은 주변환경영향 및 생활환경여건 악화 우려 등의 문제 외에도 폐기물처리시설이 가지는 기본적인 혐오시설로서의 이지지와 심미적으로 대치되는 요소가 다수 포함되는 특성 등이 주요 기피요소가 되고 있음.
- 에코랜드 설치 후보지의 입지수용성 제고를 위해서는 주민편익시설 및 주민지원사업 등 외에도 폐기물처리시설을 기피・혐오시설에서 지역을 대표하고 상징할 수 있는 시설로 전환 하여 시설 이미지를 근본적으로 주변 친화적 시설로 탈바꿈하는 방안을 고려하여야 함.
- 국내 외 다수 사례에서 폐기물처리시설 등 기피시설을 지역 랜드마크화 하여 친화적 이미지를 구축한 시설 및 사업을 확인할 수 있으며, 해당 사례들을 참고하여 에코랜드의 랜드마크화 및 이를 활용한 지역 브랜드 제고 등의 방안을 다양하게 검토해 볼 수 있음.

〈표 5-18〉 에	코랜드의	이미지	제고	및	랜드마크화를	위한	요소
------------	------	-----	----	---	--------	----	----

구 분	내 용
심미적 요소	○시설 주요 구조물 등의 심미적 디자인을 지역적 특성 등과 연계하여 차별화하고 이를 활용하여 관광·문화 랜드마크화
기술적 요소	○시설에 적용되는 신기술 및 친환경 건축/시공재료 등
친환경 요소	○ 신재생에너지를 적극 활용하는 건축물 등의 설치, 시설 내 신재생에너지 생산/활용, 전시/교육 등의 시설 적용 등
콘텐츠적 요소	○페기물처리시설 및 자원순환체계의 발전 역사, 본 시설의 설치 관련 스토리텔링, 기타 지역 특성 및 역사를 활용한 콘텐츠 발굴 및 활용

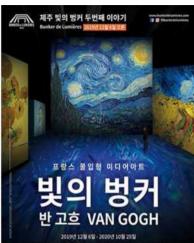
○ 이하 내용에서는 폐기물처리시설 및 기피시설 등이 혐오·부정적 이미지에서 벗어나 지역경제 활성화에 기여하고 주변 친화적 랜드마크 시설로 거듭난 사례를 나타내었으며, 에코랜드 설치에 따른 입지 수용성 제고 방안 검토에 참고하고자 함.

#### 가. 문화 · 관광 랜드마크 사례

#### 1) 제주도(빛의 벙커)

- 제주도의 빛의 벙커는 사용하지 않는 벙커(가로 100 m, 세로 50 m, 내부 높이 5.5 m)를 이용, 미디어 아트를 전시(구스타프 클림트, 훈데르트 바서, 반고흐 등 작품전시)하여 콘텐츠와 문화를 융합한 대표적인 사례임.
- 사용하지 않던 폐벙커를 전시관으로 전환시켜 제주도의 대표적인 랜드마크로 부상함과 동시에 지역경제 활성화에 이바지한 대표적인 사례임.









〈그림 5-2〉 제주도 빛의 벙커

# 2) 수도권매립지(드림파크)

- 수도권매립지는 2000년대 초반에 드림파크 조성 및 친환경적인 생태공원을 조성함으로써 비선 호시설인 폐기물매립지를 선호시설로 전환하면서 주변 생활환경 개선에 기여하고자 하였음.
- 이에 드림파크에는 골프장, 스포츠센터, 생태공원, 양묘온실을 설치·운영하고 있음. 골프장은 사용 종료된 제1매립지 상부에 조성되어 다양한 국제 골프대회 개최에 활용되고 있으며, 스포츠센터 는 2014년 인천 아시아게임 수영 및 수구 경기장으로 건립된 시설로 현재는 주민 복지 향상 과 건강 증진을 위한 체육시설로 활용되고 있음.
- 양묘온실은 수도권매립지에서 운영하는 음폐수 혐기성 소화조에서 발생하는 바이오가스를 이용 하여 난방하는 온실로 지역 주민들이 직접 식물을 키워 드림파크 내에 심을 수 있도록 하고 있음.





골프장 양묘온실

〈그림 5-3〉 수도권매립지 드림파크

#### 3) 영국 에덴프로젝트

- 영국 콘월 지방의 세인트 오스텔 지역의 보델바(영국 4대 빈곤지역)라는 작은 마을에 60 m 깊이로 흉하게 파헤쳐져 버려져 있었던 폐광을 활용하여 1996년에 에덴 프로젝트라는 기획을 시작해 1998년 착공에 들어가 2001년 3월에 개장하였으며, 프로젝트 비용으로 총 2,380 억원이 투입되었음.
- O 에덴 프로젝트를 통해 보델바 마을은 영국의 아이콘(Icon of England) 중 하나로 선정될 정도로 대표적인 관광지가 되었으며, 대다수가 콘월지방 출신인 400여명의 상주직원과 200여명의 비정기 직원을 고용하여 지역경제 활성화에 크게 이바지 하였음.





〈그림 5-4〉 영국 에덴 프로젝트

#### 4) 프랑스 레보드프로방스의 그랑 퐁 폐채석장

- O 1935년에 폐쇄되어 방치되었던 폐채석장을 프랑스 예술가인 장 콕토(Jean Cocteau)가 채석 장이 지닌 전시 공간으로서의 매력을 발견하면서 빛과 음악의 공간으로 새롭게 거듭나게 되었음.
- 산 아래 60 m 깊이의 땅속에 위한 빛의 채석장 그랜드홀에서 2012년부터 전시가 기획되어 고 갱, 피카소, 클럼트, 아르침볼도, 샤갈, 고흐 등의 작품이 전시되고 있음.





〈그림 5-5〉 프랑스 빛의 채석장

#### 나. 건축물 디자인 랜드마크 사례

#### 1) 소각시설 타워

- 소각시설 굴뚝을 활용한 전망대의 대표적인 사례는 구리타워, 아산타워, 양산타워 등이 있음. 구리타워의 경우 소각장 굴뚝을 이용하여 높이 100 m에 전망타워를 설치하고 1층에는 48각 의 유리창으로 전망대를 설치하였으며, 2층은 360도 회전식 레스트랑이 위치하고 있음.
- 아산타워는 굴뚝(그린타워) 높이가 150 m이며, 타워 내 부대시설로 전망대와 레스토랑을 운영 하고 있음. 양산자원회수시설의 양산타워의 경우에는 서울타워(236.7 m)와 대구 우방타워(202 m)에 이어 160 m로 국내에서 세 번째로 높으며, 360도 회전식 전망대가 설치되어 있음.
- 이외에도 최근 야간 환경조명에 대한 디자인의 중요성이 강조됨에 따라 빛 공해를 줄이고 차 분하고 품격 있는 조명의 연출을 통하여 상징적인 존재감을 드러내고 있음.







구리타워

아산타워

양산타워

〈그림 5-6〉 소각시설 타워 사례

#### 2) 복합 환경시설

- O 하남유니온 파크와 평택 에코센터는 폐기물처리시설을 지하화하고, 지상에는 공원 등의 주 민편익시설을 설치하는 환경복합시설을 설치함으로 지역 랜드마크가 된 사례임.
- 환경처리시설은 모두 지하에 위치해 있고 지상에는 공원 및 체육시설을 설치하여 혐오ㆍ기피 시설에서 탈피하여 주민선호시설로 변화한 대표적인 사례로 베치마킹을 위해 해외 및 타 지 자체의 주목을 받고 있음.





하남유니온 파크

평택 에코센터

〈그림 5-7〉 복합 환경시설 사례(전면 지하화)

## 3) 주요 구조물 디자인 차별화

- 국외에서는 유명건축가들의 소각시설 디자인을 통한 랜드마크 사례로 오스트리아 슈피텔라우, 영 국 RERF, 덴마크 Roskilde, 일본 마이시마 등이 있음(<그림 5-8> 참고).
- 이외에도 매립시설 상부를 덮는 시설물로 일본의 클로즈 시스템(Close system) 매립시설이 대표적이며, 〈그림 5-9〉에 가고시마 에코파크 산업폐기물 매립시설과 쿠마모토 에코아 산업 폐기물 매립시설 외관 및 내부를 나타내었음.









오스트리아 슈피텔라우

영국 RERF

덴마크 Roskilde

일본 마이시마

〈그림 5-8〉 구조물 디자인 차별화를 통한 랜드마크 사례





가고시마 에코파크 산업폐기물 매립시설 (매립용량 약 840천㎡)





쿠마모토 에코아 산업폐기물 매립시설 (매립용량 약 422천㎡)

〈그림 5-9〉일본 클로즈시스템(Close system) 매립시설

#### 다. 지역인프라 랜드마크 사례

## 1) 독일 윤데마을

- 독일 윤데마을은 독일 중부 니더작센 주 괴팅엔시에 위치한 마을로 바이오에너지를 활용한 열병 합발전소를 건설하여 에너지 자립 및 지역경제를 활성화시킨 사례이며, 윤데마을의 열병합 발 전소에서는 마을 전기 수요량 대비 약 2 배의 전력을 생산함.
- O 이에 남은 전력은 높은 가격으로 전기공급망에 판매하여 주변 농가의 소득원으로 환원되고 있으며, 발전열을 이용해 윤데마을의 온수 및 난방용수를 공급하고 있음. 이렇게 윤데마을 자체가 랜드마크가 된 것은 기술적, 콘텐츠적, 친환경적의 요소가 복합적으로 적용된 것으로 볼 수 있음.

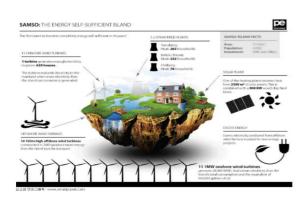




〈그림 5-10〉 독일 유데마을

## 2) 덴마크 삼소섬

- 삼소섬은 덴마크의 인구 4,100 명 정도의 섬으로 인구의 고령화, 농업경쟁력 약화, 어업인구의 감소 등으로 점차 낙후되었으나, 신재생에너지 섬으로 탈바꿈하여 관련 체험/교육 등의 관광명소로 부각, 연간 약 50 만명의 관광객이 방문하는 등 섬 자체가 랜드마크가 된 사례임.
- 삼소섬에는 육상풍력발전 27,900 MW/년, 해상풍력발전 77,500 MW/년, 지역난방시설14,300 MW/년, 태양광(2,500 ㎡) 및 우드칩(900 kW급) 난방시설 1기 등이 설치되었으며, 섬 내부 전력수요의 100%를 풍력발전으로 충당하고. 난방에너지의 70%는 태양열 및 바이오매스, 30%는 열펌프(Heat pump) 등으로 공급하고 있음.





〈그림 5-11〉 덴마크 삼소섬

## 5.3 건설상의 문제점 및 개선방안

#### 5.3.1 후보지 입지특성

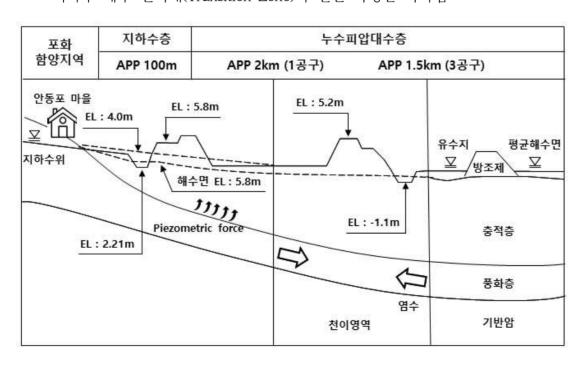
- 본 후보지는 행정구역으로는 옹진군 영흥군이며 영흥도라는 명칭의 섬으로 되어 있는 해안의 해성 퇴적층(연약지반)이 노출되어 있는 곳으로 노출된 지표는 실트질 점토로서 현장 투수계수가 약 1~2.4×10<sup>-5</sup> cm/sec로 추정됨. 현재는 대부분 어류 양식장으로 조성되어 있으며, 현황은 영흥화력 발전소회처리장과, 인천광역시 수자원연구소가 연접되어 있음.
- 또한 본 후보지는 서해안의 조수간만의 영향을 받는 지역으로서 그 수위의 차이가 최대 9m에 이르는 지역임.
- O 한편, 본 지역의 지하수 거동 특성과 해수와의 관계에 있어 그 특징은 아래 모식도와 같으며 이의 관계를 정리하면
  - ☞ 지층의 구성 및 지하수 흐름의 특성

해성 퇴적층(Alluvial Layer) : 반대수층(Aquitard)

풍화대층(Weathered Layer) : 투수층(Aquifer)

기반암층(Bed Rock) : 불투수층(Impermeable Layer)

- ☞ 용천지역(Artesian Aquifer Zone)
- ☞ 피압지역(Leaky confined Aquifer Zone)
- ☞ 지하수 해수 전이대(Transition Zone)와 같은 특성을 나타냄



〈그림 5-12〉해안과 연접된 지역의 지하수 형성 모식도 (예, 수도권매립지)

○ 현재 인천에코랜드 조성계획은 아래 조감도와 같으며, 주어진 내용을 요약 하면 부지 면적 894,925 ㎡(271,189 평), 매립지 조성 면적 148,500 ㎡(45,000 평)으로 되어 있고, 대표적인 계획은 다음과 같음.

☞ Air Dome : 주변환경연향 최소화

☞ 지하 40 m 굴착 매립지 조성 : 주어진 면적에 매립용량 극대화



〈그림 5-13〉 인천 에코랜드 조성 조감도

#### 5.3.2 매립지 건설시 중점 검토 사항

#### ① 지하굴착(약 40 m) 매립지 조성에 따른 영흥도 내 담수의 고갈 우려

" 매립지 차수 System의 부력에 대한 안전성 확보를 위해 발생 지하수의 지속적인 Pumping에 따른 지하수와 해수 전이대(Transition Zone)에서의 담수의 고갈에 따른 해수의 침범으로 이용 지하수의 고갈

#### ② 지하굴착 시 사면 안정성 확보의 어려움

☞ 해수면의 조수간만 차이가 최대 9 m에 이르는 지역으로 굴착 사면 내 유효응력의 변화가 하루 두 번 반복적으로 발생 장기적 안정성에 유지에 위험성이 있음.

#### ③ 후보지 내 해성 퇴적층이 분포되어 있어 연약지반 개선이 요구됨

☞ Preloading+배수공법, 연약층 제거 방법 및 고화처리 방법 등이 고려 될 수 있음.

#### ④ 연약지반 및 지하굴착에 따른 매립지 안정성 유지 및 차수계획

O 매립지의 기초지반은 매립지의 바닥 상부에 놓인 폐기물 및 구조물을 지지하는 역할, 그리고 차수재 및 침출수 집배수관의 침하를 방지하고 지하수의 침투를 제어하는 역할을 함. 화강풍화토 등의 양질토로 이루어진 육상매립지에서는 기초지반의

지지력 및 침하가 염려되지 않으나 해성점토 등의 연약토로 이루어진 해안매립지에서는 지지력 부족 및 부등침하로 인한 차수층의 파괴 및 침출수 집배수 기능의 상실을 야기할 수 있음. 따라서 에코랜드 후보지는 연약지반에 건설되기 때문에 차수및 지지력 확보의 두 가지 기능을 만족하는 차수층을 선택, 시공할 필요가 있음.

- 수평차수시설을 사용하는 경우에는 기초지반을 이루고 있는 해성점토를 개량하여 차수재의 파손을 방지하고, 연직차수재를 설치하여 침출수가 외부로 유출되는 것을 방지하여야 하는데, 연약지반 개량공법에는 치환공법, 배수공법, 다짐공법, 고화공업, 상재하중 공법, 보강공법 등이 있음. 에코랜드 후보지와 같은 해안매립지는 보통 지하수위가 높아 양압력에 의한 차수재가 부상할 수 있고 기초지반의 압밀에 의하여 간극수가 배제될 수 있으므로 별도의 지하수 제어 및 배제시설이 필요함.
- 해안매립지의 차수재로는 자연적으로 형성된 해성점토의 활용이 가능하나 해성점토 자체가 소정의 차수기능을 갖지 못하는 경우에는 해성점토를 개량하여 사용하거나 기타 기성제품의 인공차수재를 사용함.. 지오멤브레인 등 인공차수재를 사용하는 경우에는 하부지반이 연약하기 때문에 경제성 등을 고려하여 고화제 보강층 등으로 지반의 강도를 증진시키거나 지오그리드(geogrid) 등으로 지반을 보강하는 것이 필요함.
- 연약지반 상부에 건설된 대표적인 수도권매립지의 경우 바닥차수층을 고화토공법으로 구성함으로서 침하를 억제함과 동시에 차수층의 기능도 갖추었는데, 고화토공법이외에 사용할 수 있는 방법으로 토목섬유를 이용하는 것인데, 연약지반과 같이 연약토로 이루어진 지반을 보강하기 위해 지오그리드 등이 많이 이용되고 있음.
- O 고려될 수 있는 가능한 공법: 수직차단 및 사면 보강 방안으로는 일반적인 수직차 수벽 공법은 Steel Sheet Pile공법, Slurry Wall공법, Bentonite+ Polyethylene Sheet Pile공법 등이 있으나, 본 매립지의 경우 지하굴착 깊이가 깊어 Bentonite+ Polyethylene Sheet Pile 공법은 적정하지 않아 Steel Sheet Pile 공법 또는 Slurry Wall 공법이 적정하다고 판단되어 이에 대한 특성을 정리하면 다음과 같음.

#### 가) Steel Sheet Pile

- Steel Sheet Pile에 의한 차수 방법은 일반적으로 Slurry Wall 공법과 더불어 매립 지 연직차수벽으로 국내외에 보편적으로 소개 및 시공되고 있음.
- □ 본 공법은 재료의 단면 형상에 따라 U형, Z형, 직선형, H형, 강관 Sheet Pile 등으로 분류되며, 그 중 U형이 가장 일반적으로 종류도 많고, 비틀림 강성도 좋으며, 취급이 간단하여 많이 사용된다. 재료는 강재가 보편화되어 사용되어 지며, 시공성이 비교적 좋고, 내구성, 경제적 측면에서 양호한 차수 공법으로 인정되고 있으나, 조밀한 자갈층 및 암반층에의 타입 곤란, 시공 시 접합부의 불량가능성, 강재의 폐기물에 의한 부식 영향이 본 공법 사용에 대한 제약 요소로 되어 있음.

	매립지 연직 차수 및 보강용 Steel Sheet Pile 대한 적용성
1. 장 점	·시공성 우수         ·공기가 빠름         ·내구성 비교적 양호         ·경제적 측면에서 양호
2. 단 점	○조밀한 자갈충및 암반층에서 타입 곤란 ○시공시 접합부의 불량성 ○강재의 폐기물에 의한 부식 영향
3. 단 점 해소방안	○타입 곤란 — 진동Hammer         ─ 저진동 무소음 공법           └Water Jet Cutter의 고압 분사         ○ 접합부 불량           ○ 지수재 사용 — Pile Lock, ADEKA Ultra Seal         │ CHEMI Guard U-1, Pile Gum           ├ Grouting         ├ 이중벽 또는 Sheet Pile cell의 중앙에 흙 채움           └ Grouting재로 채워진 Slot속에 Sheet Pile을 설치           ○폐기물에 의한 부식         ┌ 예상 총 부식 속도: 0.04mm/yr           ├ 30~50년 정도 안정화 기간: 1.2mm~2.0mm의 부식           └ 부식 방지 대책— 부식대 설치,전기 방식           └ 도장,부식 억제제 첨가
4. 적 용 가능성	<ul> <li>○타 입 : 하부 충적층을 Water Jet Cutter로 고압 분사</li> <li>○접합부 : 지수재 사용</li> <li>○부 식 : 부식두께 고려</li> </ul>

## 나) Slurry Wall

- Slurry Wall이나 Diaphragm Wall이라는 명칭으로 불리는 지중연속벽 공법은 1950 년대 이탈리아에서 지하수 차단 및 가설 토류벽으로 개발되어 70년대부터 환경오 염 방지 분야에 적극 이용되고 있는데, 일반적으로 지중 연속벽 공법은 굴착면의 붕괴와 지하수의 침투를 방지하기 위해 일정한 폭의 Trench에 안정액(Betonite Slurry)을 공급하면서 원하는 깊이까지 수직으로 굴착한 후, 지중에 시공목적에 따라 뒷 채움재를 충진하여 벽체를 시공하는 공법임.
- □ 본 공법은 Bentonite 이수를 사용하여 굴착된 일정폭의 Trench에 Concrete를 타설하여 연속 벽체를 형성하는 것으로 Concrete 타설전에 철근망을 삽입하여 큰 강성을 갖는 구조체를 형성하며, 강성이 커 지반에 큰 변형이 발생할 경우, 벽체에 균열이 발생하는 단점을 지니고 있으나, 최근 미국, 유럽 등의 외국에서 독성이 큰유해 폐기물의 차단형 매립공법으로 연구, 시공되고 있음.

		매립지 연직 차수 및 보강용 Slurry Wall
1. 특	징	• 큰 강성의 벽체 형성
1, 9	^ď	。 무근 및 철근 Con'c로 벽체 시공
		。 시공성 양호
0 ZF	점	• 저진동 저소음
2. 장		· 심부에 적용성 양호
		• 영구 구조물로 이용
	점	· 불균일지층 적용곤란
2 rl		• 접합부 시공이 품질좌우
3. 단		• 공사비 고가
		· 측방 유동 발생 시 구조적 결함 발생 가능
4. 적용	가능성	• 굴착사면 보강 및 차수효과 기대치가 매우 높은 반면 시공비가 매우 고가임.

## ⑤ 조수간만의 최대 해수면을 고려한 매립지의 침수 대책 수립

☞ 외곽 방조제의 구축에 있어 해일 및 태풍에 따른 해수면 상승에 대한 계획 수립 필요

# ⑥ 연약지반 및 지하굴착에 따른 매립지 안정성 유지를 위한 지반계측계획 수립

☞ 계획되어야 할 계측항목 (예)

계속	측기 종류	활용 목적	비고
	А, В ТҮРЕ	■원지반 및 폐기물층의 압밀 및 압축량 파악 ■원지반 압밀도 파악에 따른 강도 변화 추정 ■폐기물층의 밀도 변화의 상관성 파악	
침하판	С ТҮРЕ	■ 폐기물층 상부에 축조되는 흙제방의 자중에 의한 침하량 파악 ■ 폐기물층 침하에 따른 사면부의 수평 변위량 파악	
	경사계	■ 매립 사면부의 원지반 지중 수평 변위 관측 및 침 하량 대비 안정성 파악	
	자동	■마을 주변 수위 변화의 지속(연속)적인 변화 관측	
지하 수위계	수동	■ 간극 수압계 측정치와의 대비를 위해 경사계 주변 매립지 out side 부분에 설치 수위 변화 파악	
T 71/11	수질측정장치	■ 침출수 누출 여부 파악	
	단별 수위계	■ 매립지내 층별 수위 형성의 가능성 파악	
	지표항	■ 사면부 수평 변위에 따른 지반 융기 및 침하 거동 을 파악하여 사면 안정성 파악	
토압계		■폐기물층의 매립과 다짐에 따른 지중 응력 변화 파악(밀도 변화)	
간	극 수압계	■ 지하 수위계와 병행하여 지반 내 간극수압 변화를 측정하여 지중 내 간극수의 소산 상태 파악	

## 5.4 운영상의 문제점 및 개선방안

#### 5.4.1 불연성폐기물 매립으로 인한 폐기물 매립시설의 관리

- 인천 에코랜드 후보지는 생활폐기물을 직매립하는 방식이 아니라 생활폐기물을 소각 한 후 발생하는 소각재와 불연성폐기물만 매립계획하고 있으며, 1일 반입량이 161톤 정도로 예상하고 있음.
- 소각재와 불연성폐기물만 매립할 경우 침출수의 수질과 매립가스 발생량 및 성상이 기존의 수도권매립지와는 많은 차이가 있을 것으로 예상되는데, 침출수중의 유기물과 질소 성분은 크게 감소하게 되고, 이론적으론 매립가스 발생량도 미미할 것임.
- 그러나 1990년대부터 소각재와 불연성폐기물을 주로 매립하고 있는 일본의 경우 침출수 중의 고농도 무기염류와 높은 pH로 침출수 집배수시설과 침출수처리시설 관리에 큰 어 려움을 겪고 있고 에코랜드 조성시에는 이에 대한 대책이 반드시 수립되어야 할 것임.

## (1) 침출수 집배수 시설

- " 매립폐기물에서 차지하는 소각재 비율이 80%를 초과하여 소각재중의 Ca와 Cl이 증가하면 Ca 스케일의 생성에 의해 침출수 집배수관로가 폐색되어 집수 기능의 저하가 예상되며, 동시에 집수관을 통한 공기 유통 기능도 손상됨.
- "" 매립층 내의 공기 공급이 끊기면 고알칼리 상태의 중성화 지연, 고 pH 상태가 장기간에 걸쳐 계속되면 매립지내 미생물 활성은 극단적으로 억제되므로 매립 초기부터 준호기성 매립구조의 기능은 공기공급에 의한 pH 저하 및 강수에 의한 세정으로 높은 염류 환경을 완화시킬 필요가 있음. 소각재중의 Ca 등은 침출수 중에용해되어 이온화하여 산화되면 칼슘스케일 (CaCO3)을 생성한다. 칼슘스케일은 매립층, 집수관 보호 자갈, 집수관벽 침출수 취수 펌프 등에 부착하여 집수 저해, 장비 저해를 일으킴.
- 『 따라서 집수관의 유지관리, 예를 들면 자주식 CCTV 모니터링에 의한 집수관 천공부의 폐색 확인 및 고압 세정 등에 의해 집수관 기능을 항상 정상작동할 수 있도록하여야 함.

## (2) 침출수 처리시설

☞ 소각재가 주로 매립된 매립지의 침출수 처리는 칼슘스케일 제거 및 처리된 침출수 방류처의 상황 등에 의해 탈염처리를 검토할 필요가 있음. 또한, 탈염처리한 경우에는 부생염을 생성하기 때문에 차아염소산에 에 의한 소독제 이용과 산 알칼리생성에 의한 중화제 이용 등 부생염의 재활용 또는 부생염의 재용출 방지 대책을 수립할 필요가 있음.

#### 5.4.2 고농도 무기염류 침출수 처리의 문제점 및 해결방안

- 에코랜드 건설 후보지 계획에서 구상하고 있는 밀폐형 매립지에서는 매립 중에 빗물이나 지하수의 침입 등 외부로부터 유입되는 물은 기본적으로는 없지만 폐기물 자신으로부터 또는 매립지내 분진대책이나 폐기물 안정화를 위한 살수 등에 의해 침출수가 발생함.
- 또한 매립 종료 후 지붕을 철거하면 빗물이 유입되어 침출수가 발생하게 되는데, 이들 침출수는 유기물, 중금속, 환경미량오염물질 및 염류 등을 포함하여 적절하게 처리하여 방류할 필요가 있음.
- 특히 매립지 침출수 중 칼슘이온(이후, Ca²+으로 표기)과 염소이온(이후, Cl⁻으로 표기)로 용해된다. 침출수 중 Cl⁻은 폐기물관리법에서 규제되는 물질이 아니므로 일반적으로 침출수 처리대상 항목은 아니지만 고농도가 되면 금속부식 및 침출수 처리과정에서 생물처리, 특히 질소처리 시 질산화 저해를 일으킴. 또한, 공공수역에 방류될 시방류처에서 농업용수로 사용되는 경우 농업에 문제가 생긴다. 일반적으로 벼에서는 500mg/l, 딸기에서는 300mg/l에서 장해가 나타나는 것으로 알려져 있음.
- 〈그림 5-14〉는 문제발생 사례로 고농도 Cl<sup>-</sup> 폐수가 방류되고, 농업용수의 Cl<sup>-</sup>가 500mg /l를 초과하면 벼가 말라죽음.



정상적인 벼 6월



장해를 입은 벼 6월



장해를 입은 벼 7월

〈그림 5-14〉염해에 의한 벼장해 (출처 : Higuchi, 2021)

○ 따라서 소각재를 위주로 불연성폐기물만 매립할 계획인 인천 에코랜드의 침출수 처리는 생태계에 영향을 미치는 고농도인 염류, 중금속등에 대한 다음과 같은 고도처리 기술이 필요함.

#### 가. 염소이온 대책

- 고농도의 염소이온이 침출수에 포함될 경우 배관이나 기기류의 부식이 걱정되는 것 외에 방류처의 수리 상황에 따라서는 벼농사 등 농작물에 미치는 영향이 우려됨.
- O 기존의 침출수 처리 방식으로는 염소 이온의 제거가 충분하지 않기 때문에 염류 대책

기술(탈염 프로세스)을 새롭게 부가할 필요가 있으며, 염류 대책 기술로는 〈표 5-19〉와 같이 ①전기 투석법, ②역삼투법, ③증발법, ④이온교환법과 같은 4종류가 일반적임.

〈표 5-19〉 침출수의 탈염처리 방식

처리방식	원리	특징
전기투석법	• 전류에 의한 이온용액을 분해하는 단위 조작으로, 이온교환막을 이온 이 투석함으로써 탈염을 하는 원리	•회수율이 90%이상으로 높고, 농축률도 10배로 크기 때문에 농축수량이 적고, 농축수 처리 소요비용이저렴 •탈염수 농도의 조정이 자유롭고, 또한 원수 농도의 변화에도 대응이용이
역삼투법	<ul> <li>역삼투막은 막 양쪽의 농도차를 추진력으로 농도차가 균일해질 때까지 막 양쪽에서 수위차를 발생시키는데 이때의 수위차를 삼투압이라고 함.</li> <li>이 삼투압 이상의 압력에너지를 염소이온 농도가 높은 쪽에 가해 물분자는 농도가 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 막을 투과하여(역삼투현상), 염소이온과 물분자를 분리</li> </ul>	• 구성기기가 비교적 적어 조작이 용이 • 문제로서 ①역삼투막의 오염을 막기 위해서 전처리(MF/UF막처리)가 필요 ②회수율이 낮고, 농축수량이 많음 ③5MPa이상의 압력을 가해 물분자를 투과시키기 때문에 농도분극이나 막의 오염에 의해서 투과유속이저하되는 것 등을 들 수 있으나 최근에는 기술개발이 진행되고 있음.
증발법	• 원수에 열에너지를 가함으로써 물분 자를 증발시켜 염소이온을 분리하는 방법. 증발시킨 물 분자는 다시 응 축시켜 회수함.	• 회수율이 매우 높고, 공급 원수의 염소이온 농도의 제약은 비교적 적 으나 열원을 필요로 하기 때문에 고 액의 연료비를 필요로 한다는 점과 증발기의 스케일 부착 등의 문제
이온교환법	<ul> <li>산성 양이온 교환수지와 염기성 음이온 교환수지를 이용한 탈염 프로세스로, 산성 양이온 교환수지의 H형을 사용하여 원수의 양이온과 H이온을 교환한 후 유리형 염기성 음이온 교환수지에 산을 흡착시켜 탈염함.</li> <li>R = NHOH + HCl → R = NHCl + H2O</li> </ul>	• 원수염류 농도가 낮을 때는 탈염 처리 효율, 재생 효율이 좋고 운전 경비가 저렴 • 원수염류 농도가 1,000ppm이상이되면 수지의 교환용량이 낮기 때문에 재생빈도가 극도로 많아져 경제적으로 탈염을 하기 어렵다는 점과치환되는 활성기의 비율이 적기 때문에 관류용량을 크게 할 수 없는문제

# 나. 중금속 대책

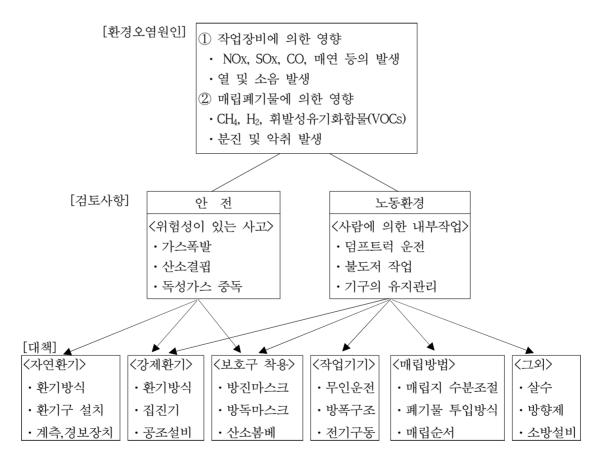
○ 침출수중의 중금속은 주변 환경보전을 목적으로 처리하게 되는데 일반적으로 침출수의 중금속의 처리 방법으로는 〈표 5-20〉에 제시한 바와 같이 ① 수산화물법, ② 황화소다법, ③ 페라이트법, ④ 킬레이트 수지법이 적용되고 있음.

〈표 5-20〉 침출수의 중금속처리 방식

처리방식	원리	특징
수산화물 법	•배수의 pH를 알칼리성으로 하여 중금 속을 물에 난용한 수산화물로 만든후 응집제를 이용하여 침전분리함.	•일반 중금속 · 수은 제거 가능 •유기물의 영향을 비교적 받지 않음 •pH가 알칼리 측에서는 안정 진흙에 가까운 재용출은 미미 •유지관리가 4가지 방법 중 가장 용이 •설치면적이 그다지 크지 않음.
황화소다 법	• 중금속과 황화소다를 반응시켜, 물에 난용한 황화물을 생성해, 응집제를 이 용해 침전 분리한다.	•일반 중금속, 특히 수은 제거는 우수 •유기물 영향은 적음 •진흙으로부터의 재용출은 없음. •유지관리 용이 •수산화물법에 비해 설치면적을 요함
페라이트 법	•배수의 온도를 70℃이상으로 가온하고, 황산제일철을 첨가한 후에 배수의 pH를 알칼리성으로 해서 반응시키면, 물에 불용인 페라이트가 생성됨.	<ul> <li>일반 중금속 제거는 잘되나 수은은 제거 어려움</li> <li>유기물이 혼입되면 반응이 잘 일어나지 않음.</li> <li>슬러지로부터의 재용출은 없음.</li> <li>유지관리에 고도의 기술을 필요로 함.</li> <li>반응장치의규모가 큼.</li> </ul>
킬레이트 수지법	•일종의 이온교환으로, 킬레이트계 흡 착제의 관능기에 배수중의 중금속을 킬레이트 결합시켜 제거함.	<ul> <li>일반 중금속 제거, 수은 제거 모두 우수함.</li> <li>유기물이 혼입되면 반응이 잘 일어나지 않음.</li> <li>킬레이트 수지보다 재용출은 적으나폐킬레이트 재생폐액처리 문제 있음.</li> <li>재생교환 시기 설정이 어려움.</li> <li>킬레이트 처리 부분만으로는 그다지큰 설치면적을 필요로 하지 않음.</li> </ul>

#### 5.4.3 밀폐형 매립지 유지관리상의 문제점 및 해결방안

- 폐기물매립지를 밀폐형으로 운영시에는 시설의 특징인 지붕의 파손, 작업환경 악화, 폐기물 안정화의 저해와 같은 문제를 자주 일으키게 된다. 또, 문제의 내용에 따라서는 매립시설의 가동을 중단하지 않을 수 없는 상황이나 폐기물의 안정화 지연, 유지관리 비용의 증가 등, 시설 등의 운영에 큰 영향을 미치게 된다. 따라서, 이들 문제를예방하고 만일 문제가 발생한 경우에도 신속하게 해결하기 위한 적절한 유지 관리가필요함.
- 밀폐형매립지에서 폐기물을 매립하는 작업원은 작업도중 폐기물에서 발생하는 분진, 악취, 가스등의 영향을 받으므로 작업원은 항상 〈그림 5-15〉와 같은 작업환경에 대한 대책이 가장 주의를 기하여야 함.



〈그림 5-15〉밀폐형 폐기물매립지에서의 작업환경대책

○ 또한 매립에 따른 발생가스는 메탄, 이산화탄소 가스등으로 대부분은 대기중에 확산 되지만 경우에 따라서는 인화에 의한 화재발생이 우려된다. 따라서 매립작업 수행시 에는 매립지내 가스농도를 측정할 수 있는 대기오염 측정장비를 이용해 작업현장을 상시적으로 모니터링하여 작업의 안전성을 확보하여야 할 것이며, 유사시를 대비하여 작업현장주변에 소방차등을 대기시켜 두어야 함.

- 매립시 발생하는 가스에는 악취성분인 황화수소등이 포함되어 있어 작업원들에게 불쾌감을 주기 쉽다. 예로 황화수소 가스는 고농도일수록 인체에 끼치는 영향이 커지는데, 매립지 특유의 취기와 복합악취로 작업환경에 심각한 악영향 악화시킬 수 있음.따라서 굴삭기, 트럭 등의 운전석은 반드시 공조기를 설치하고, 운반차량 유도인에게악취대책용 마스크 등의 착용을 의무화시켜야함.
- 매립작업시에는 분진발생 가능성이 매우 높은데, 작업시 작업원의 건강보호차원에서 작업환경중 분진량은 10 mg/m³ 이하가 바람직한 것으로 보고되고 있다. 따라서 분진 대책으로서는 정기적으로 작업중의 분진량을 측정하고, 필요에 따라 방진마스크의 착용등을 의무화함과 동시에 살수 등을 행하여 분진의 발생을 방지하여야 함.

제6**장** 쫑합결론

# Ⅵ. 종합결론

인천 에코랜드 계획이 시행될 경우 영흥도 주민과 환경에 미치는 영향을 최소화하기 위한 방안을 모색하기 위하여 국내외 해안 폐기물 매립지 및 밀폐형 매립지의 건설·운영 사례를 검토하고, 매립지 입지선정 방법 및 사례 그리고 갈등 및 조정사례 등을 제시하였다. 또한 주민 지원방안을 포함한 입지 수용성 제고 방안, 매립지 건설 및 유지관리상 문제점 및 해결 방안 등에 대한 연구를 수행하여 다음과 같은 결론을 도출하였다.

- 1. 에코랜드 설치 후보지의 입지 수용성 제고를 위해서는 주변 지역주민을 대상으로 적정한 주민지원사업 방안을 적극적으로 제시하고 설득할 필요가 있다. 또한 폐기 물처리시설을 기피·혐오시설이 아닌 주변 환경친화적 시설로 탈바꿈하여 지역을 대표하고 상징할 수 있는 랜드마크 시설로 전환하는 방안을 고려하여야 한다.
- 2. 에코랜드 주변지역 주민지원방안을 시행하기 위해서는 현재 다른 지방자치단체에서 폐기물처리시설 관련 주민지원을 위해 시행 중인「폐기물처리시설 설치촉진 및 주변지역지원 등에 관한 조례」를 참고하여 에코랜드 매립시설 설치 규모에 알맞는 조례 제정 및 시행이 선행되어야 한다.
- 3. 주민지원사업의 일환으로 관광/휴양 수요 유동인구가 많은 영흥도 지역 특성에 부합하는 문화·체육시설(골프장 등)의 설치하여 경제적 효과 창출할 수 있으며, 더불어 주변지역 어촌계 주민 특성 등을 고려한 주민지원사업도 고려하여야 한다.
- 4. 매립지 건설 시 기술적으로 검토해야 할 사항은 다음과 같다.
  - 1) 지하굴착 매립지 조성에 따라 발생할 수 있는 영흥도 내 담수 고갈에 대한 평가 및 대안 제시
  - 2) 지하굴착 시 조수간만 차이에 따른 사면 안정성 확보
  - 3) 후보지 내 해성 퇴적층 분포에 따른 연약지반 개선 방안
  - 4) 연약지반 및 지하굴착에 따른 매립지 안정성 유지, 침출수 집배수 기능 확보 및 차수 계획
  - 5) 조수간만의 최대 해수면을 고려한 매립지의 침수 대책 수립
  - 6) 연약지반 및 지하굴착에 따른 매립지 안정성 유지를 위한 지반계측계획 수립
- 5. 매립지 운영 시 예상되는 문제점 및 검토사항은 다음과 같다.
  - 1) 에코랜드에서는 매립가스보다 침출수가 환경 및 운영에 미치는 영향이 클 것으로 예상된다. 따라서 매립지 운영 중 분진대책이나 폐기물 안정화를 위한 살수 및

- 매립 종료 후 지붕을 철거 시 빗물 유입 등으로 발생하는 침출수는 유기물, 중금속, 환경미량오염물질 및 염류 등을 포함하므로 적절하게 처리하여 방류할 필요가 있다.
- 2) 소각재 비율이 80%를 초과하면 Ca 스케일이 생성되어 침출수 집배수관로가 폐색되고, 그 결과 집수 기능의 저하가 예상되므로 자주식 CCTV 모니터링으로 집수관 천 공부의 폐색 확인하고 고압 세정 등을 통해 집수관 기능을 항상 정상 작동할 수 있도록 침출수 집배수 시설을 관리하여야 한다.
- 3) 밀폐형 폐기물매립지 운영시에는 시설의 특징인 지붕의 파손, 작업환경 악화, 폐기물 안정화의 저해와 같은 문제를 예방하고 만일 문제가 발생한 경우에도 신속하게 해결하기 위한 방안을 마련하여야 한다. 또한 폐기물을 매립하는 작업원에 영향을 미칠 수 있는 분진, 악취, 가스 등 작업환경에 대한 대책을 반드시 세워야 할 것이다.

# 〈참고문헌〉

https://www.info.city.tsu.mie.jp/www/contents/1001000007901/simple/6252.pdf

https://www.kajima.co.jp/tech/indust\_waste/disposal/index.html

http://www.pref.kagoshima.jp/ad03/kurashi-kankyo/recycle/syobun/ecopark.html

https://www.taisei.co.jp/MungoBlobs/893/169/1-1-1.pdf

https://www.toda.co.jp/news/2006/20060127.html

Higuchi, S., Municipal Solid Waste Landfill Technology in Japan, Springer, 2021

クローズドシステム処分場開発研究会,はじめてのクローズドシステム処分場/クローズドシステム処分場, 2002.

경기개발연구원, 경기도 소재 서울시 소유 기피시설에 대한 주민인식조사 보고서, 2010.

경남데일리, http://m.kndaily.co.kr/news/articleView.html?idxno=195776

국토교통부, 건축구조기준 설계하중, 2019.

김인철, 해안 폐기물 매립장의 합리적 설계 및 시공에 관한 사례 연구, 순천대학교 산업대학원 석사학위논문, 2015.

농어촌진흥공사 농어촌연구원, 농어촌지역 소규모 쓰레기매립지 계획설계 기법개발 연구, 1998.

서울특별시 자원회수시설 주민지원기금, http://rrf.seoul.go.kr/content/iabou911.do 수도권매립지관리공사 홈페이지, https://www.slc.or.kr/main.do

유제철, 에어돔형 폐기물매립시설의 실내 대기질 오염도 실태조사 및 저감방안에 관한 연구, 금오공과대학교 대학원 박사학위논문, 2018.

이남훈, 자원순환시대의 폐기물매립지 관리운영 전략, 폐기물 관리 및 처리기술 심포지엄, 수도권매립지관리공사, 2004.

인천광역시, 인천에코랜드 조성계획(안), 2021.

제주발전연구원, 폐기물처리시설 주변지역 지원 사례와 시사점, 2012.

제주특별자치도, 2012~2017년 제주특별자치도 제3차 폐기물처리기본계획(변경), 2017

조인성, 오재일, 박규홍, 이해승, 폐촉법 이후 폐기물매립지 입지선정 인자에 관한 연구, 한국폐기물자원순환학회지, 제23권, 제5호, pp. 351-358, 2006.

最終処分場技術システム研究協会, СS処分場維持管理マニュアル, 2017.

최종처분장기술시스템연구협회, "폐쇄형매립지와 개방형매립지 차이", http://www.mlit.go.jp/kokudokeikaku/iten/service/kankyo/pdf/closed.pdf

한국지방행정연구원, 지역갈등사업의 협력 원활화 종합대책, 2008.

한국환경정책평가연구원, 매립자원의 순환이용 가능량 분석 및 미래형 매립지 관리전략 마련 연구, 2017.

해양수산부, 폐기물 해상 최종처리 기술 개발 최종보고서, 2018..

환경부, 국가 광역공공폐기물처리시설 설치를 위한 협업 홍보 방안 연구, 2021a.

환경부, 국가 광역폐기물처리시설 후보지 선정 실태조사 및 기초 사업구상 연구, 2021b.

환경부, 주민친화형 광역복합폐기물처리시설 설치방안 연구, 2020a.

환경부, 폐기물 처리시설의 설치 및 주민지원사업 현황 분석을 통한 제도개선 방안 연구, 2020b.

환경부, 폐쇄형 폐기물 매립시설 설치운영 고시(안) 마련, 2019.

환경부, 폐기물처리시설 설치 · 관리 및 내진설계기준 연구, 2017.

환경부, 화재, 폭발 또는 유도가스 발생우려 폐기물의 종류 등에 관한 고시(제2016-46호). 2016a.

환경부, 예외적 매립시설 설치·운영 및 관리실태 조사 연구, 2016b.

환경부, 폐기물처리업체 재난대응 표준매뉴얼. 2014.

환경부, 폐기물 처리시설 설치 관련 님비(민원) 발생 및 해소 사례, 2004a.

환경부, 폐기물처리시설 설치업무 편람, 2004b