폐기물기매립장 사업의 수환경 평가분야 개선방안 연구

지민규
환경평가본부 연구위원
2021. 11. 19

가. 연구의 필요성

✓ 침출수 문제

- 수질오염물질의 농도와 독성이 높으며 적절한 처리 없이 유출될 경우 심각한 환경 문제 유발
- 지하수 유출: 지하관정 이용 주민건강 문제 유발
- 저수지 유출: 농업활동 문제 유발

✓ 환경영향평가 개선방안

- 사후환경영향조사 통보서 등 수질오염 확인되나, 원인규명 및 조치계획 수립 등에 대한 실효성 있는 검토의견 제시 어려움
- 사전예방적 측면에서 문제 발생 이슈의 원인/대책과 연계하여 환경영향평가(계획수립시~사후환경영향조사) 부문의 개선이 요구됨
- 최근 증가되고 있는 매립장 신증설사업의 환경영향평가 실효성 확보

나. 연구의 목적

1) 폐기물 매립장 사업의 운영에 따른 수질오염 사례 및 환경적 영향을 조사/분석하고 이의 종합적인 원인 파악과 함께 대응책을 강구하고자 함

2) 궁극적으로는 수환경 문제 원인과 연계한 환경영향평가 개선방안을 마련하여 공사 · 운영시의 적정 계획 수립 및 관리 방안 도출에 기여하고 자 함. 연구의 세부 내용은 아래와 같음

① EIASS시스템 자료, 환경공단 운영실태보고서 자료 등을 활용하여 수질오염 발생사례 조사

② 문제 발생 매립장을 대상으로 수환경에 미치는 영향정도의 평가를 수행하고

③ 다각적 측면에서 원인 분석 문제 원인별 대책방안과 한계점 등 파악

④ 수질문제 발생 최소화를 위한 환경영향평가단계에서의 개선방안 연구

- 사전예방적 측면: 평가서 작성 보완방안(조사/예측/저감)
- 사후관리적 측면: 사후환경영향조사계획 강화 방안
- 기타: 검토의견 분석 및 검토 시 고려사항 구상, 평가기법 개발 등
- 매뉴얼 보완: 환경영향평가 검토 및 작성 매뉴얼, 사후환경영향조사 통보서 작성 매뉴얼 등

3. 연구의 제한점

✓ 제한적인 수질오염 자료

- 환경영향평가 자료

– 사후조사 통보서 건수 제한적

– 장기 수환경 데이터 제한적

- 공공생활폐기물 매립장 자료(자료 보안문제)

– 지하수 수질 조사자료 분기 데이터로 한정(평균)

– 침출수 자료 연평균 데이터임

– 침출수 공공하수처리장 연계처리 매립시설은 하수도 방류수수질기준 항목 데이터(질소 항목 등) 부재

✓ 보완 방안

– 매립장 현지조사 횟수 증가

– 이해관계자 설문조사 또는 인터뷰

2-1. 매립장 관련 법제도 및 기술동향

가. 국내 매립시설의 발전과정

- 단순투기
  - 하천변, 계곡에 소규모 매립

- 관리매립
  - 수거 및 매립구역 관리
  - 대규모 매립(난지도 매립장)

- 위생매립
  - 환경보전 및 위생매립
    (침출수차수, 가스포집, 침출수처리 등)
  - 반입폐기물 단속 강화

- 순환형매립장
  - 기존 매립장의 매립폐기물의 자원화
  - 바이오리엑터형 매립장

(참고: 세미나 자료, 김정헌)

가. 매립장 관련 법제도

▼ 상하위법

폐기물관리법 [시행 2020. 12. 4.] [법률 제16699호]

폐기물관리법 시행령 [시행 2020. 11. 27.] [대통령령 제31183호]

폐기물관리법 시행규칙 [시행 2021. 5. 1.] [환경부령 제913호]

- ✓ 설치기준, 사용 검사기준
- ✓ 관리기준, 환경조사 기준
- ✓ 사용종료 및 사후관리 등

행정규칙

매립시설의 일일복토재를 인공복토재로 사용하는 경우의 복토두께에 관한 [고시 제2015-200호]

침출수매립시설환원정화설비 설치 및 관리기준 [고시 제2017-152호]

폐기물매립시설 내진설계 기준 등에 관한 고시 [고시 제2018-219호]

폐기물매립시설 상부를 덮는 시설물 등의 설치 및 관리기준 [고시 제2020-224호]

폐기물중간·최종·종합처분업자 등에 대한 영상정보처리기기의 설치·운영 등에 관한 고시 [고시 제2016-239호]

행정규칙

폐기물매립시설 사후관리 업무처리규정 [예규 제581호]

(참고: 국가법령정보센터)

- ✓ 환경영향평가법: 대상사업 범위 규정, 사후환경영향조사(사후조사통보서)
- ✓ 환경영향평가 매뉴얼(작성 및 검토매뉴얼, 사후환경영조사결과 통보서 작성 매뉴얼)

가. 국내 매립장 법제도 변천사

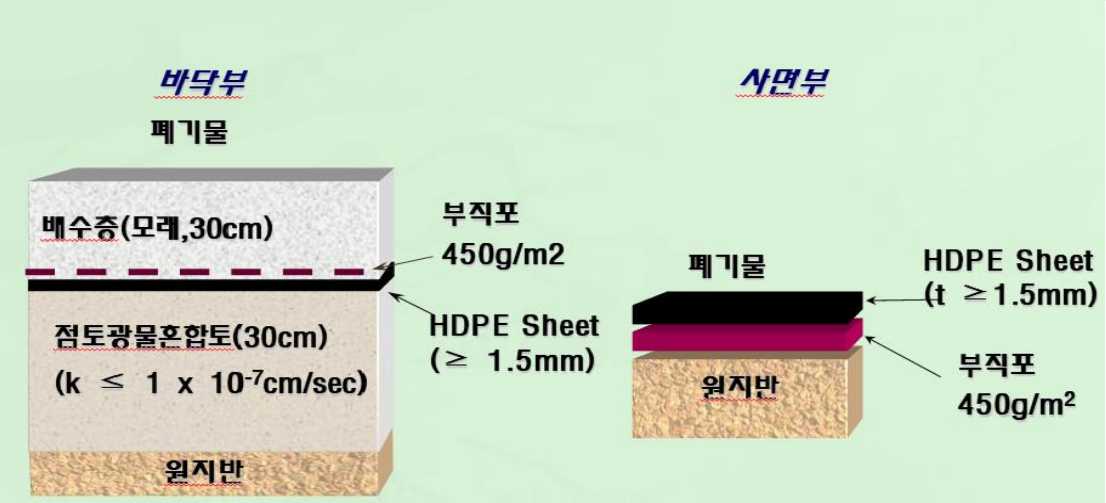
1. 국내 차수관련 연혁

- 1987년 : 토양 및 지하수가 오염되는 것을 방지하기 위한 침출수의 처리시설 명시
- 1991년 : 차수재 설치기준(차수재 1.0mm 또는 점토류 75cm) 명시
- 1993년 : 지하수위, 매립공법 등을 고려한 차수시설 면제
- 1996년 : 차수재 두께 1.5mm, 침출수 배출허용기준 명시
- 1997년 : 차수재 설치기준 강화(차수재 두께 2.0mm+점토광물혼합토 50cm)
- 1999년 : 차수시설 보호 및 침출수 집배수 명문화, 사면 배수층 설치 의무화
- 2004년 : 침출수위 관리기준 명시(매립중 5m이하, 매립종료후 2m이하)
- 2016년 : 침출수매립시설환원정화설비 설치 및 관리기준 명시(의무사항 아님)

관련법령의 지속적인 강화 및 보완

차수재 기준 변화

위생매립 초기
(97년 이전)



현행법 기준
(97년 이후)

한국도 기준이 강한 편이나 독일이 좀더 엄격

점토광물혼합토 포설

배수용 부직포 포설

벤토나이트매트(사면)

HDPE 시트(바닥+사면)

매립시설 설치기준

구분	연도	개정내용
침출수집배수 및 처리시설	1991.12	• 유공관 및 집수정과 이를 처리시설로 이송할 수 있는 설비 설치 • 유량조정조로부터 침출수를 적정하게 처리할 수 있는 시설 설치
	1996.02	• 최근 10년간 1일 강우량이 10mm 이상인 강우일수 중 최다빈도 1일 강우량의 7배 이상에 해당하는 침출수를 저장할 수 있는 유량조정조 설치

구분	연도	개정내용
저류구조물	1993.09	• 옹벽 및 제방의 안전율 경사, 하중 규제 강화
지하수배제시설	1993.09	• 빗물, 오수, 지하수 배제시설 설치

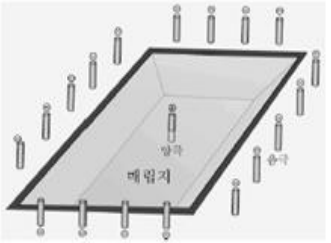
구분	연도	개정내용
우수배제시설	1991.12	• 빗물배제시설 구비
지반침하방지	1998.08	• 차수시설이 손상되지 않도록 적절한 조치
지진안정성	2002.08	• 조성면적이 15만㎡ 이상인 매립시설은 지진에 대한 안전성을 고려하여야 하고, 미만인 매립시설은 매립시설 설치자가 필요시 수행
환경모니터링시설	1996.02	• 지하수 흐름층 상류에 1개소 이상, 하류에 2개소 이상 설치
	2016.12	• 영상정보처리 기기를 운영・관리
기타	1991.12	• 관리형 매립시설에 대한 규정

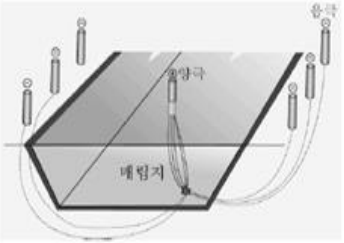
매립시설 관리기준

구분	연도	개정내용
매립 장 관리	1991.12	• 특정폐기물 매립시 15cm이상두께로 복토 및 3m마다 50cm 두께 복토실행 • 수질오염물질 배출허용기준 검사
	1997.07	• 매립시 장비로 다짐 및 압축, 매립시설 측면 합성수지라이너 보호 • 수질오염물질 배출허용기준 검사 기간 및 종류 규제 • 침출수를 하수종말처리시설에서 연계처리하는 것을 권장
	1999.08	• 매립시설 옹벽 및 제방 안정성 유지 • 복토 규제 강화 (복토재 종류, 종류별 두께 등)
	2004.08	• 처리시설 유지관리 규제 강화 (유지관리계획서 등), 자동기록장치 규제 강화 • 차단형 및 관리형 매립시설로 구분
	2011.09	• 운영자 준수사항 규정
	2013.12	• 폐석면 매립시 폐석면 구역매립 이력관리 기록부 기록
	2016.12	• 침출수 매립시설 환원 정화설비 유지관리 규제

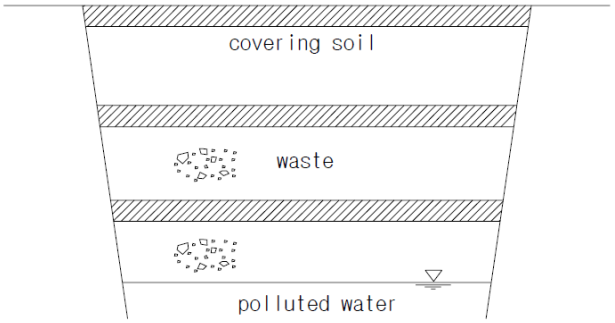
누출감지시스템: 1) 차수시트 상하 즉, 매립지의 내외에 전극을 설치하고 차수시트에 손상이 발생하면 시트상하의 전극과 손상부에서 전기적 회로가 생겨 손상위치를 확인

※ 단, 의무사항이 아니며 설치비용이 매우 고가임



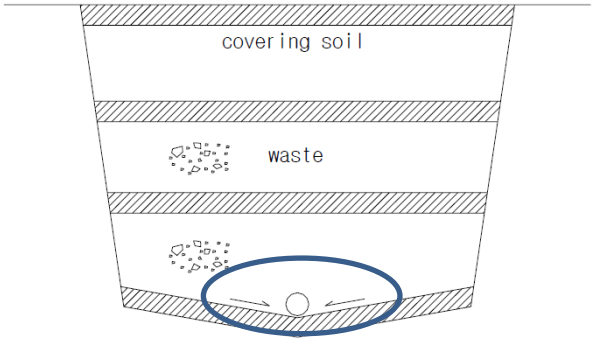


나. 국내외 매립장 관련 기술 동향(국내)



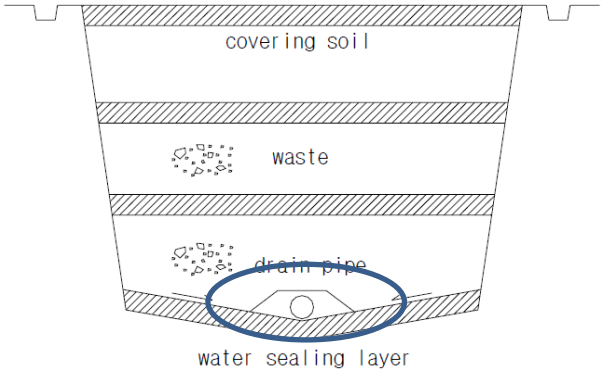
혐기성 위생매립

초기 매립형태로 일반적인 혐기성 매립 형태에 복토기능 추가



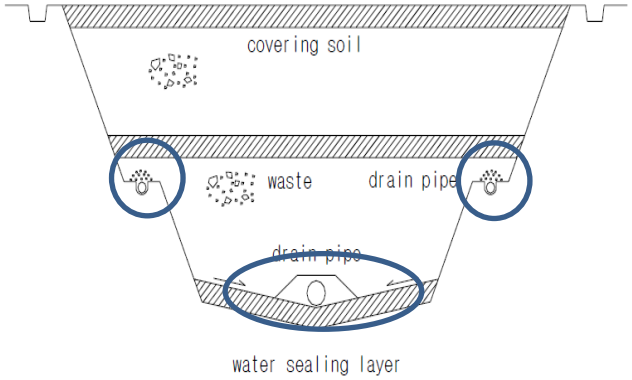
개량형 혐기성 위생매립

혐기성 위생매립 구조에 바닥 집 · 배수관을 설치하여 침출수의 배제기능 추가



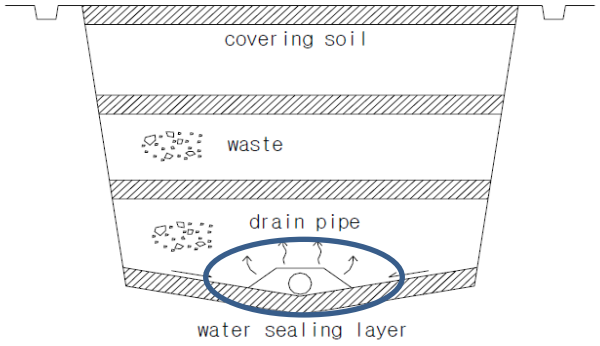
준호기성 위생매립

바닥 집 · 배수관에 대기에 접할 수 있는 충분한 크기의 집배수관을 설치하여 통기기능을 부여하고 배수관 부근 및 매립 지바닥에 잡석 및 모래 포설하여 대기중 산소를 공급 (평지매립에 적합)



개량형 준호기성 위생매립

바닥 및 사면부소단 여러지점에 우수/침출수 배제 및 통기기능을 부여하여 침출수 신속배제 및 호기성영역을 확대, (산간/계곡매립에 적합)



호기성 위생매립

바닥 집 · 배수관 이외의 공기 송입관을 설치하여 강제로 공기를 불어넣어 호기성영역을 확대하는 매립구조

악취저감, 침출수 성상개선, 안전화를 촉진 등 환경측면의 바람직한 구조는 호기성 위생매립

↓

내부 공기승입시설에 대한 공사비 및 동력비 과다 소요, 비경제적

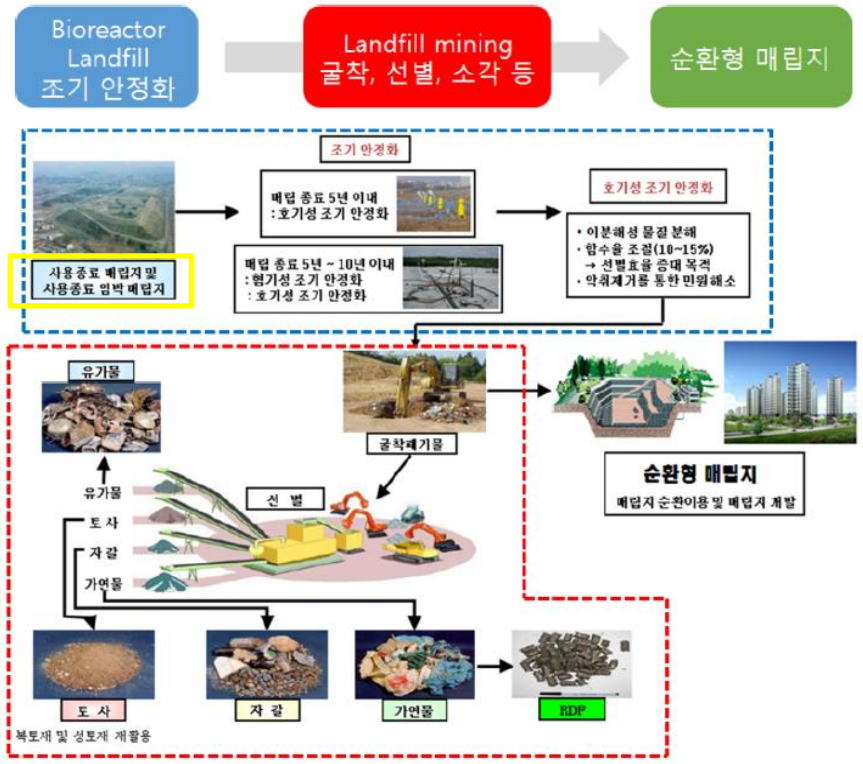
↓

호기성상태 유지 및 지하수 오염 최소화 공법인 **준호기성 위생매립 다수**

(참고: 맹승렬, 2015)

나. 국내외 매립장 관련 기술 동향(국내)

(참고: SL 공사, 2020)



(참고: 이소라, 2017)

매립장 침출수 재순환 바이오리엑터: 1) 침출수 처리비용 감소, 2) 유기물질 분해 매립장 조기안정화→ 사후기간 단축, 악취감소

※ 생활폐기물 공공매립장에서만 가능. 보통 민간매립장의 경우 깊게 파서 많이 매립하므로 수위가 깊고 사면 기울기도 커서 매립장 관리가 어렵움

과거: 매립지 정비 사업 폐기물 선별 및 소각 재활용하여 매립공간 확보

미래: Bioreactor Landfill 기술 추가 결합

※ 매립지를 조기 안정화 후 안정화된 매립폐기물을 굴착, 선별, 재활용하여 매립부지 재사용 "순환형 또는 재사용 매립지" 개념 확대

나. 국내외 매립장 관련 기술 동향(국외)

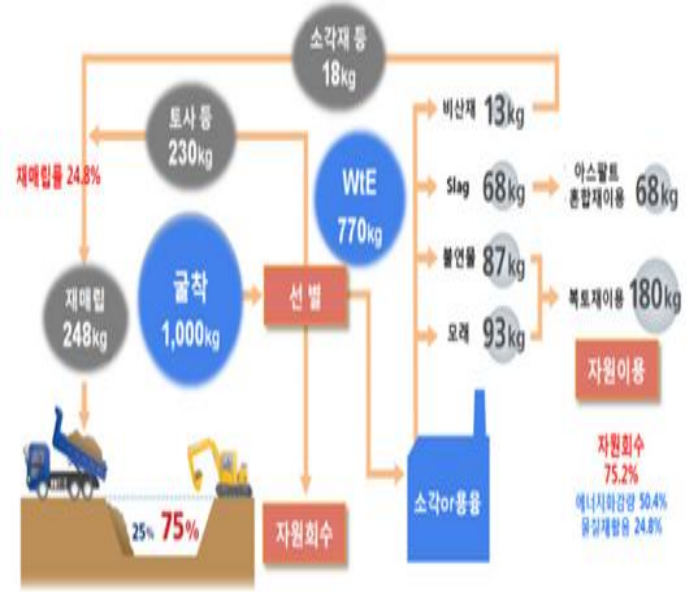
- 매립지를 조기 안정화 시킬 수 있는 바이오리액터 공법 기술 개발에 노력

구 분	특 성	연구 및 모니터링 활동
Australia	- 혐기 - 침출수재순환	- 매립가스 발생량 변화 - H_2S 매립가스 생성방해 기작 - 유출수 성상 변화 - 침출수 수두/침하율 - Bioreactor 성능유지
Belgium	- 혐기 - 침출수재순환	- 침출수 성상/발생량 - 매립가스 회수/성상 - 종료매립지 안정화 - 침출수 성상 - 주변환경 영향 - 경제성 평가
Denmark	- 혐기 - 침출수재순환	- 폐기물 분해도/수분 - 침출수 성상 - 주변환경 영향 - 종료매립지 안정화 - 폐기물 성상에 따른 매립지 특성
Thailand	- 호기/혐기 - 침출수재순환	- 기후에 따른 폐기물분해 - 침출수 성상 - 유해물질 유출 - 생분해도 최적화 - 매립가스 성상

(참고: SL공사, 2020)

미국: 2004년 기준 24개주 총 80개 지자체 매립장에서 바이오리액터 매립장을 운영

- 일본 매립지 재생사업



(참고: 이소라, 2017)

- 불법폐기물 적정처리
  - 부적절한 최종처분장 매립폐기물을 용융 등으로 무해화

- 매립지 수명연장
  - 신규 최종처분장 확보문제를 해결하기 위해 기 매립폐기물 파낸 뒤 자원화 및 감량화 하여 매립용량을 확보

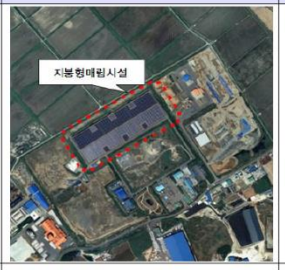
2-2. 폐기물 매립장 시설현황 및 환경적 영향

가. 국내 매립장 시설 및 관리현황

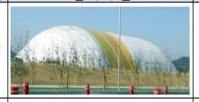
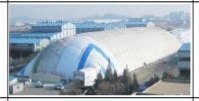
2018년기준	매립지수 (개소)	총매립지 면적 (m^2)	총매립 용량 (m^3)	잔여매립가능량 (m^3)
	소계	소계	소계	소계
합 계	218	26,744,838	480,221,830	215,640,247
부산	1	747,922	24,494,000	6,525,756
대구	1	853,400	32,378,541	19,762,889
인천	5	15,335,735	289,347,381	136,024,219
광주	1	337,860	9,480,000	6,512,122
대전	1	695,788	8,762,000	1,832,897
울산	1	158,500	2,615,000	1,786,996
세종	2	27,818	296,592	226,628
경기	9	571,473	8,285,336	4,224,194
강원	24	1,326,178	19,551,723	6,114,463
충북	13	488,435	6,081,889	1,809,883
충남	15	628,032	7,670,004	3,350,926
전북	14	818,063	8,592,899	1,432,457
전남	62	1,347,583	19,542,635	7,821,072
경북	34	1,049,899	15,918,922	7,644,506
경남	26	2,044,094	23,794,096	10,512,577
제주	9	314,058	3,410,812	58,662

출처: 국가통계포털

- 운영 중인 지붕형 매립시설 3개소

서산시	당진시	양양군
		
-지붕형 매립시설 : 82m X 222m -매립용량 : 124,800m^3 -매립폐기물 : 생활폐기물	-지붕형 매립시설 : 110m X 310m -매립용량 : 257,898m^3 -매립폐기물 : 생활폐기물	-지붕형 매립시설 : 88m X 135m (1,2단계) 63.2m X 72m (3단계) -매립용량 : 92,512m^3 (1,2단계) 28,069m^3 (3단계) -매립폐기물 : 소각재 및 불연물

- 환경부 및 지자체 (5개소)

지역	에어돔면적	설치사진	비고
대구	19,156m^2		운영중
익산	15,841m^2		운영중
군산 (4공구)	8,803m^2		매립 완료
군산 (5공구)	8,803m^2		매립 완료
군산 (6공구)	7,038m^2		운영중

- 민간사업자 (19개소)

지역	에어돔면적	설치사진	비고
보령	40,439m^2		운영중
오창 (1차)	38,000m^2		매립 완료
오창 (3차)	42,790m^2		운영중
충주 (메가폴리스)	39,325m^2		운영중
경주	30,621m^2		운영중

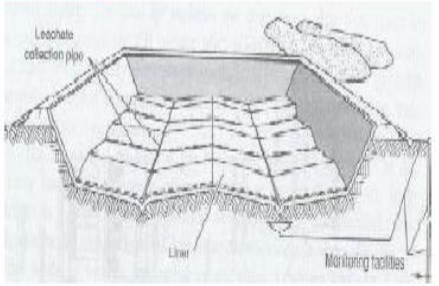
출처: KEI 공정관리세미나, 2018

가. 국내 매립장 시설 및 관리현황

The Life of Landfill

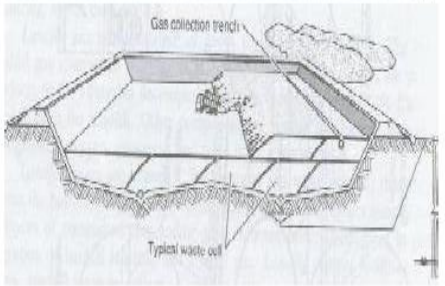
1단계 : 입지선정 및 부지정비(저류시설)

1. 외곽배수로 정비 2. 매립지 내부굴착
3. 바닥층 정비 4. 차수층 설치
5. 침출수 집배수 설비 6. 차수막 보호층 설치



2단계 : 매립작업

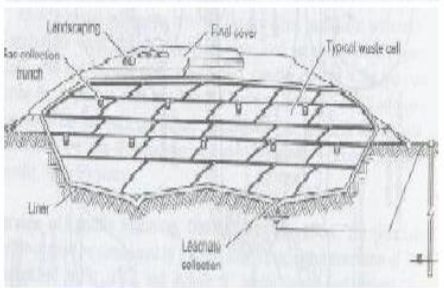
1. 폐기물배치, 펼침 2. 압축다짐작업
3. 일일복토(셀 조성) 4. 매립가스 포집설비
5. 중간복토 6. 매립작업 계속



3단계 : 매립종료 및 사후관리

1. 임시복토(안정화) 2. 최종복토
3. 20~30년간 사후관리
(침출수, 매립가스, 침하 관리 등)

4단계 : 매립종료 및 사후관리



출처: KEI 공정관리세미나, 2018

- 폐기물 관리법 시행규칙 (별표 11)

구분	생물화학적 산소요구량 (mg/L)	화학적 산소요구량 (mg/L)	부유물질량 (mg/L)
청정지역	30	200	30
가지역	50	300	50
나지역	70	400	70

- 배출허용기준 변동(예정) 사항
  1) 총질소 2024년 7월부터 청정 30mg/L
  가/나 지역 60mg/L로 대폭강화
  2) 암모니아/무기성질소 → 총질소로 변경
  (유기)질소 처리어려움 예상

항목 / 지역						함유량 (mg/L)				(mg/L)				테트라 클로로 에틸렌 (mg/L)
청정지역	0.1이하	0.2이하	0.1이하	2이하	3이하	불검출	100이하	200이하	100이하	0.02이하	0.1이하	4이하	0.06이하	0.02이하
가지역	0.5이하	1이하	0.5이하	10이하	15이하	0.005이하	3,000이하	300이하	150이하	0.2이하	1이하	8이하	0.3이하	0.1이하
나지역	0.5이하	1이하	0.5이하	10이하	15이하	0.005이하	3,000이하	300이하	200이하	0.2이하	1이하	8이하	0.3이하	0.1이하

- 측정주기
  1) 1일 2천톤 이상 COD1회/일, 이외 1회/주
  2) 1일 2천톤 미만 전항목 1회 이상/월

※ 침출수를 공공하수도처리시설로 연계처리하는 경우, 하수처리장에서 처리하는 오염물질 이외 항목은 배출허용기준 준수

※ 하수도정비 기본계획 수립지침: 연계처리수의 총질소 및 총인 오염부하량은 유입하수 부하량의 10%이내까지 전처리

가. 국내 매립장 시설 및 관리현황

- **매립시설 지하수 검사정 및 빗물 · 지하수배제시설 수질검사:**
  - 사용시작 신고일 2개월 전~사용시작 신고일: 월 1회 이상
  - 사용시작 신고일 후부터 **분기 1회** 이상

- **측정항목:**
  - 「지하수의 수질보전 등에 관한 규칙」 기준항목 및 BOD, COD, NH_3-N, NO_2-N 항목
  - 측정 결과 매립 전보다 사용 중의 **오염도가 높다고 인정?**되면 수질오염방지 조치 (연직차수벽설치 및 오염된 지하수 이송처리 등) 마련

일반 오염 물질 (4개)	수소이온농도(pH)
	총대장균군
	질산성질소
	염소이온
특정 유해 물질 (16개)	카드뮴
	비소
	시안
	수은
	다이아지논
	파라티온
	페놀
	납
	크롬
	트리클로로에틸렌
	테트라클로로에틸렌
	1,1,1-트리클로로에탄
	벤젠
	톨루엔
	에틸벤젠
	크실렌

- **침출수 수위:** 매립중 5m 이하, 매립완료 시설 2m이하 유지
- **다짐압축:** 폐기물을 매립할 때 장비를 이용하여 다짐과 압축 실시
- **복토(투수성이 낮은 흙):** 일일(15cm 이상), 중간(매립작업 7일이상 중단시 30cm 이상, 기울기 2%), 최종(가스배제층 30cm 이상, 차단층 45cm 이상, 배수층 30cm 이상 , 식생대층 60cm 이상)

※ 기타: 매립장 주변지역 영향조사기준(연 2회 이상)

1) 지표수-침출수 배출허용기준 항목, 지하수-생활용수수질기준 항목

가. 폐기물 처리시설 설치운영실태보고서 2020(관리부문)

- **안전관리= 안전관리계획 수립 및 연간 교육 훈련 실적**

<표> 매립시설 안전관리 평가결과

(단위:회/년)

구분	평균값	중간값	최소값	최대값	시설수
계	16.9	9	0	590	185
20만㎥ 이상	22.9	12	0	590	95
20만㎥ 미만	10.5	4	0	242	90

<표> 매립시설 안전관리 현황

(단위:회/년)

구분	계	안전관리계획 및 매뉴얼 있음		안전관리계획 및 매뉴얼 없음	
		교육 1회 이상실시	교육 실적 없음	교육 1회 이상실시	교육 실적 없음
계	185	155	11	7	12
20만㎥ 이상	95	85	6	2	2
20만㎥ 미만	90	70	5	5	10

- **매립시설 다짐효율**

$$\text{다짐효율(톤/㎥)} = \frac{\text{당해년도 반입량(톤)} + \text{당해년도 복토재사용량(톤)}}{\text{전년도 잔여매립량(㎥)} - \text{당해년도 잔여매립량(㎥)}}$$

- 20㎥ 미만: 폐기물 발생량 및 복토재 사용량이 적은 도서지역(신안군 등)이 비중이 높아 다짐효율 저조

<표> 매립시설 다짐효율 평가결과

(단위:개소)

구분	계	매립시설 다짐효율(톤/㎥)				
		1.2 이상	1.0 이상~1.2 미만	0.8 이상~1.0 미만	0.6 이상~0.8 미만	0.6 미만
계	185	47	70	36	17	15
20만㎥ 이상	95	26	30	24	9	6
20만㎥ 미만	90	21	40	12	8	9

구분	평균값
계	1.15
20만㎥ 이상	1.17
20만㎥ 미만	0.73

가. 폐기물 처리시설 설치운영실태보고서 2020(관리부문)

- **침출수 감량률**

$$\text{침출수 감량률}(\%) = \frac{\text{전년도 강우량 대비 침출수발생량} - \text{당해년도 강우량대비 침출수발생량}}{\text{전년도 강우량대비 침출수 발생량}} \times 100$$

<표> 매립시설 침출수 감량률 평가결과

(단위:%, 개소)

구분	계	매립시설 침출수 감량률(%)				
		-30 미만	-30 이상~-10 미만	-10 이상~10 미만	10 이상~30 미만	30 이상
계	138	35	28	34	17	24
20만㎥ 이상	89	24	17	22	15	11
20만㎥ 미만	49	11	11	12	2	13

- **침출수 수위측정 빈도(회/년) = 모니터링 주기**

<표> 매립시설 침출수 수위관리 평가결과

(단위:회/년, 개소)

구분	계	매립시설 침출수 수위관리(회/년)				
		월 1회 이상(연12회 이상)	분기 1회 이상(연 4회 이상)	반기 1회 이상(연 2회 이상)	연 1회 이상	미실시
계	185	160	10	1	-	14
20만㎥ 이상	95	88	1	-	-	6
20만㎥ 미만	90	72	9	1	-	8

- **옹벽 및 제방안정성 검사 = 구조물 현장검사(일), 안정도 계측 및 유지보수(년)**

<표> 매립시설 현장검사 횟수

(단위:회/년, 개소)

구분	평균값	중간값	최소값	최대값	자료수
계	244	300	0	590	184
20만㎥ 이상	291	310	0	590	95
20만㎥ 미만	194	257	0	365	89

(단위 : 개소)

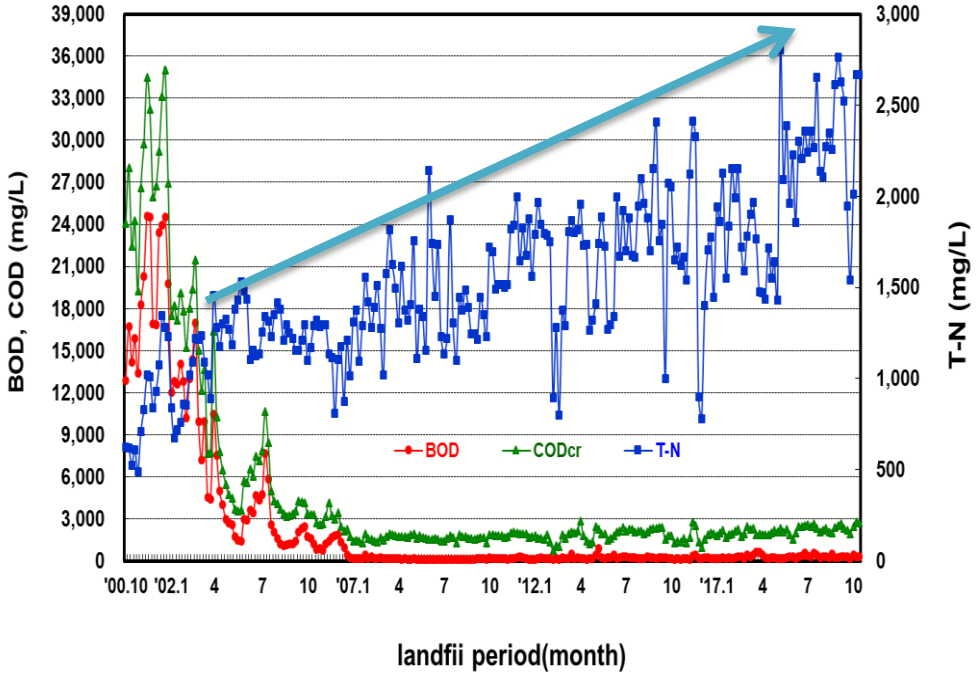
구분	계	현장검사 실시		현장검사 미실시		
		유지보수 실시	유지보수 미실시	5회 이하	5회 초과~10회 이하	10회 초과
계	184	21	103	3	4	53
20만㎥ 이상	95	16	59	1	0	19
20만㎥ 미만	89	5	44	2	4	34

- 연간 평균폐기물 반입일수 277일 현장검사 횟수 244일로 일일 운영관리대장 작성 미흡

나. 침출수 성상 및 특징

- 침출수 성상은 매립 쓰레기의 종류/량, 매립기간, 매립지형, 매립방법, 강우량, 기후조건, 쓰레기 다짐정도 등 많은 환경변수에 따라 변동

- 생물학적 분해와 물리화학적 작용에 의해 매립초기 고농도의 유기물질을 함유한 침출수가 배출, 매립시간이 경과됨에 따라 유기물농도 감소하고 질소 증가



<수도권제2매립지 자료>

매립경과 기간	BOD(mg/L)	CODcr(mg/L)	NH_4^+-N
2~3년차	10,000~25,000	15,000~35,000	200~500
3~5년차	4,000~10,000	8,000~15,000	500~1,000
6~10년차	1,000~4,000	4,000~8,000	1,000~2,000
10년차 이후	1,000 이하	4,000 이하	2,500 이상

<수도권매립지 관리공사, 2020>

BOD_5/COD_{cr}	생분해성
0.6	초기매립지에서 발생하는 침출수의 경우 생물학적 처리가 효율적
0.6~0.4	미생물순응에 의한 생물학적 처리가 가능
0.4이하	오래된 매립지의 경우 물리화학적 처리가 효율적
0.03 이하	적은 유기물 부하가 적용되는 활성슬러지 공정의 경우 COD제거 효율이 Zero에 가까움

<수도권매립지 관리공사, 2009>

나. 침출수 성상 및 특징(율촌산단매립장, EIASS)

구 분	측정지점 \ 측정항목			W－1 (일반 침출수)	W－2 (지정 침출수)
BOD (mg/ℓ)	환경영향평가(2008년)			-	-
	재협의(2011년)			327.4	346.2
	사후환경영향조사	2011년		361.9	252.4
		2012년		374.1	232.0
		2013년		557.4	551.1
		2014년		490.1	936.4
		2015년		603.7	1,438.1
		2016년		686.2	1,119.85
		2017년		939.98	1,226.80
		2018년	상반기	1,076.25	1,185.92
			3분기	1,301.00	1,242.87
			4분기	1,319.17	1,297
			평균	**1,232.14**	**1,241.93**
COD (mg/ℓ)	환경영향평가(2008년)			-	-
	재협의(2011년)			397.1	433.5
	사후환경영향조사	2011년		1,161.3	830.6
		2012년		1,207.9	850.3
		2013년		1,727.6	1,811.6
		2014년		1,149.5	2,062.8
		2015년		1,203.6	2,403.6
		2016년		1,092.2	2,673.8
		2017년		1,018.4	2,535.2
		2018년	상반기	841.65	2,409.24
			3분기	1,378.53	2,449.57
			4분기	1,075.50	2,513.5
			평균	**1,098.56**	**2,457.44**

구 분	측정지점 \ 측정항목			W－1 (일반 침출수)	W－2 (지정 침출수)
NH_3-N (mg/ℓ)	환경영향평가(2008년)			-	-
	재협의(2011년)			367.674	94.614
	사후환경영향조사	2011년		690.208	281.974
		2012년		550.834	324.067
		2013년		718.208	510.108
		2014년		668.3	885.4
		2015년		839.600	1,136.850
		2016년		897.85	1,162.37
		2017년		721.78	1,143.38
		2018년	상반기	737.9	1,173.9
			3분기	820.9	1,203.6
			4분기	730.0	1,236.50
			평균	**762.93**	**1,204.67**
색도 (도)	환경영향평가(2008년)			-	-
	재협의(2011년)			373.8	1,242.0
	사후환경영향조사	2011년		1,314.6	613.6
		2012년		757.6	535.7
		2013년		984.7	3,129.9
		2014년		821.4	2,925.5
		2015년		1,201.3	2,561.6
		2016년		1,043.58	1,662.88
		2017년		924.63	1,517.13
		2018년	상반기	1,537.2	858.35
			3분기	800.0	1,535.0
			4분기	800.0	1,565.0
			평균	**1,045.7**	**1,319.45**

다. 수환경 오염사례 및 오염원 유출특성(학술자료)

- **광주광역시 위생매립장(우수집배관 및 매립장 차수재의 파손 의심) :**

✓ 인근 하천수 및 지하수는 주변에 비하여 EC, turbidity, TDS, NaCl(%) 등이 높음 침출수에 의한 오염 지시

✓ 일반적으로 TDS와 EC의 경우 오염되지 않는 경우 0.7기울기, 오염된 지하수나 침출수의 0.4, 본 연구는 0.55-0.57로 보임. 오염특성은 우기인 여름철에 더 높음

✓ 지하수와 하천수에 대한 요인분석결과, 침출수 중의 함량이 높게 나타나는 원소(Ca, Mg, Na, K, Cl-, SO_4^{2-}, F-)의 명료한 수반관계를 확인, 이들은 오염지시자로 활용할 수 있음

출처: 오근창 외, 2001

- **금산 매립장(침출수 차집관로 파손 및 집수정 관리 소홀) :**

출처: 오인숙 외, 2008

✓ 수질검층 결과 침출수 집수정 부근에서 침출수가 주변 대수층으로 누출, 하류부 관측정 침출수 영향확인

✓ EC는 연구지역 지하수 배경값인 226 μS/cm에 비해 침출수와 오염지하수에서 400-750 μS/cm

✓ 침출수 누출에 영향 매립지 하류 100 m 이내 국한, 침출수 처리 및 차수벽 설치하여 매립지 관리필요

- **건천2일반산업단지 매립장(차수막 파손) :**

출처: 김정곤 외, 2015

✓ 차수막 파손 등 사유로 지하수 배제정으로 침출수가 유출되어 현재 연직 차수벽 설치공사를 실시

✓ 배제정의 BOD와 COD 농도가 각각 6,802mg/L 및 2,300mg/L로 높게 검출됨

✓ 차수막 손상을 보호하기 위해 설치한 지하수배제정은 침출수 유출 여부 판단할 수 있는 근거

2-3. 수질오염 원인 분석 및 대책

가. 수환경 오염데이터 조사/원인 분석(EIA-사후조사통보서)

- **조사방법**: EIASS 시스템 내 폐기물 매립장 사후조사 통보서 내용 확인 및 현지조사

- **선정기준**: 근래 매립장 내외 하천수, 지하수 오염 데이터 및 침출수 배출허용기준 초과 데이터 존재 여부

- **대상목록**:

- 전북 지정폐기물 공공처리장
- 경주 강동일반산단 지정폐기물 매립장
- 구미 케이엠그린 사업장 폐기물 매립장
- 코엔텍 사업장폐기물 매립시설
- ㈜유니큰 사업장 폐기물 최종처리시설
- 진주권 광역쓰레기 매립장
- 생곡쓰레기 매립장
- 보령시 웅천읍 사업장 일반 및 지정폐기물 매립장
- 광주광역 위생매립장
- ㈜와이엔텍 폐기물 매립장
- 율촌제1일반산업단지 폐기물 매립시설
- 원주시 폐기물 종합처리장
- ㈜EST 사업장폐기물 매립시설
- 울산시 쓰레기 매립장

※ 모든 사업장 자료의 조사분석을 실시하였으나 중간발표에는 현지조사 사업장으로 제한

전북지정폐기물 공공처리장

- 면적: 30,025평
- 대상폐기물: 폐수처리오니, 폐석면, 광재 등
- 2017년 매립 완료된 지붕형-에어돔 매립장으로 최종복토를 완료

- 침출수 자체 처리후 인근 하수종말처리장으로 연계처리

- 매립장에는 표면차수(2.5mm HDPE Sheet 1겹+점토층 100cm 포설)와 연직차수(Sheet Pile 차수공법)가 됨

- 20m 간격으로 HDPE 다발관 집수관로가 매설되어 있으며 지하수 집수 · 배제공 총 8개소를 설치

전북지정폐기물 공공처리장

- 사후환경조사서 검토의견

– 2020년: 침출수 처리시설의 유·출입수 조사결과 총대장균군, BOD, SS, T-N 등의 항목에서 유출수의 오염도가 유입수보다 높게 조사(19년 1, 12월), 총대장균군, 납, 카드뮴 등 항목은 배출허용기준 초과(19년 1, 8, 9, 12월)

– 2021년: 침출수 유출수 수질조사결과 20년 1월 SS, 20년 1, 7월 암모니아성질소 배출허용기준 초과

- 현지조사 결과

– 침출수 처리공법: 생물학적 처리 등의 고농도 질소제거 공정 부재, 질소농도 조절을 위해 오수, 소각/세륜폐수를 전단에서 희석하여 초기 질소농도 조절

– 개선점: 처리시설의 환경이 열악하며 공정 보완이 필요하나 비용문제 언급

– 추가사항:

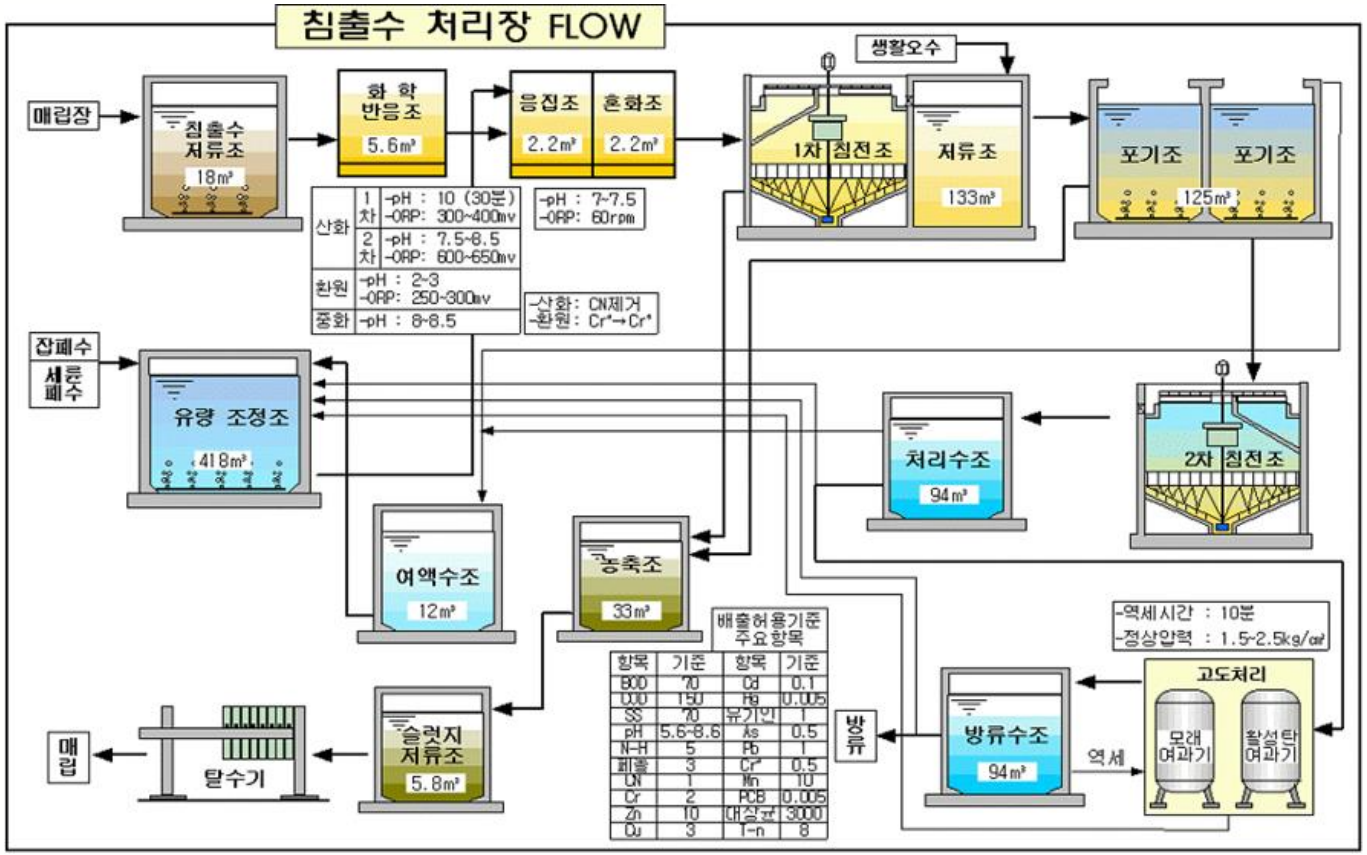
1) 2020년 침출수 pH 2.0-2.0로 낮게 측정, 노말헥산(광유류), 납, 카드뮴 오염물질 초과사례

2) 2021년 지하수 pH가 최대 9.4까지 증가, 지하수수질기준 초과

3) 염소이온(최대 68,111㎎/ℓ)과 함께 COD 농도(최대 105㎎/ℓ)가 매우 높아 침출수 유출에 대한 추가 조사 필요. 납과 비소 농도 초과 이력

1),2),3) 원인분석 미실시 문제

전북지정폐기물 공공처리장



처리흐름도

경주 강동일산산업단지 지정폐기물 매립장

- 사업면적: 82,936㎡
- 매립용량: 3,428,800 ㎥ (예상 1일 270톤)
- 매립고: 91.5m
- 매립기간: 30년

- 대상폐기물: 사업장일반 80%(무기오니 65%), 지정폐기물 20%

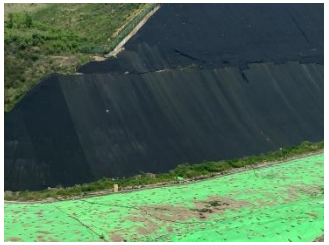
- 매립방식: 준호기성 관리형 위생매립, cell 방식

- 차수시설

  바닥부: 가는골재+지오컴포지트+HDPE+점토층

  사면부: 폐타이어(모래)+지오컴포지트+HDPE+벤토나이트매트+부직포

- 침출수처리시설: 300톤/일, 1차처리 후 공공하수처리장 연계처리



경주 강동일산산업단지 지정폐기물 매립장

- 사후환경조사서 검토의견

– 2019년: 지하수집수조(GW-4)의 COD(~85mg/L) 및 암모니아성질소(~193mg/L) 농도가 지하수 검사정 보다 매우 높음

※ 2018년 경주시의 매립장 침출수 처리수 유입중단 요청에 따라 침출수 연계처리 중단, 위탁처리 실시

- 현지조사 결과

– 침출수 처리공법: 기존 침출수 사고 이후로 2016년 처리공법 보완(전처리공법-화학적 처리공) 및 시설 증설(150→300톤). 현재는 차수막 관리와 침출수 처리 문제점 확인안됨

– 기존에 사고발생시 침출수 연계처리가 불가하여 임시 저류지로 이송 저장하여 위탁처리한 이력

– 현재 블록별 매립으로 블록마다 차수/우수배제시설 처리해서 운용 중. 우수 침투량 감소(침출수량 감소)

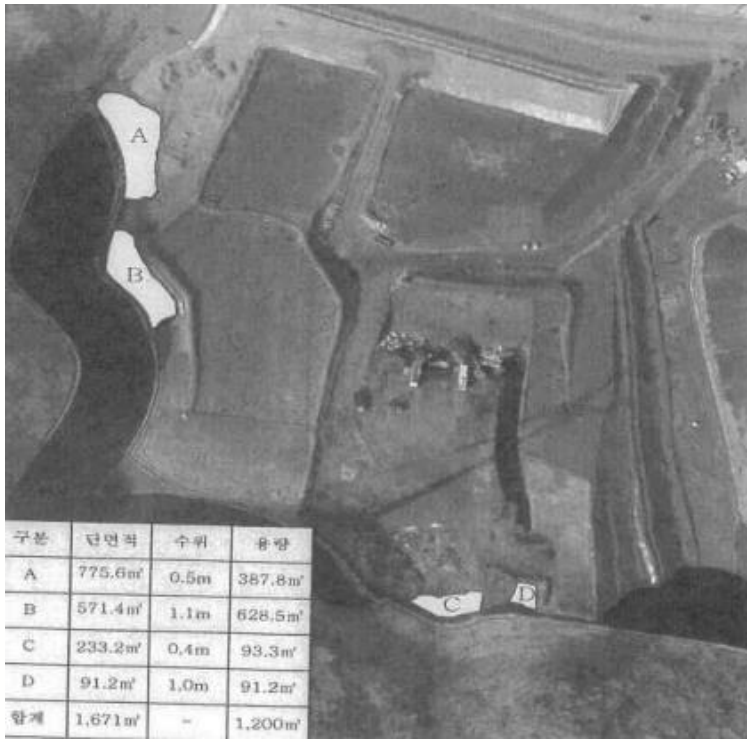
– 추가사항:

1) 2018년 공공하수처리장 자체 유입수 분석결과 배출허용치(BOD, COD, 질소, 색도, 중금속 등)를 크게 초과한 것이 확인되었음에도 불구하고 사후환경영향조사서에서는 법정허용 기준치 만족 제시

2) 지하수 집수조에서 침출수 누출: 매립장 내 시설확장-사면안정화 공사시 슬라이딩 발생으로 차수막 없는 곳에 폐기물, 침출수 함께 유실(내부)

3) 해당지점은 2017-2019년도까지 COD 연평균 농도가 65.7-78.6㎎/ℓ으로 확인되어 오염된 이력이 있으나 이전 사후 통보서 특이사항 확인 안됨

경주 강동일산산업단지 지정폐기물 매립장



구분	단면적	수위	용량
A	775.6㎡	0.5m	387.8㎥
B	571.4㎡	1.1m	628.5㎥
C	233.2㎡	0.4m	93.3㎥
D	91.2㎡	1.0m	91.2㎥
합계	1,671㎡	-	1,200㎥

- ✓ 2015년 7월 사고발생: 사업부지 전체를 확장하는 공사 매립장 상부에 임시 설치된 침출수 저장시설 제방붕괴로 침출수가 폐기물과 함께 유실(약 3만㎥ (고체폐기물 12,000㎥, 침출수 18,000㎥) 추정)

- ✓ 2015년 4월부터 폐기물 다짐 및 압축작업 미실시, 일일 복토 미실시로 폐기물이 유실되는 사고를 일으키는 등 매립시설에 대한 부정적한 관리로 판단

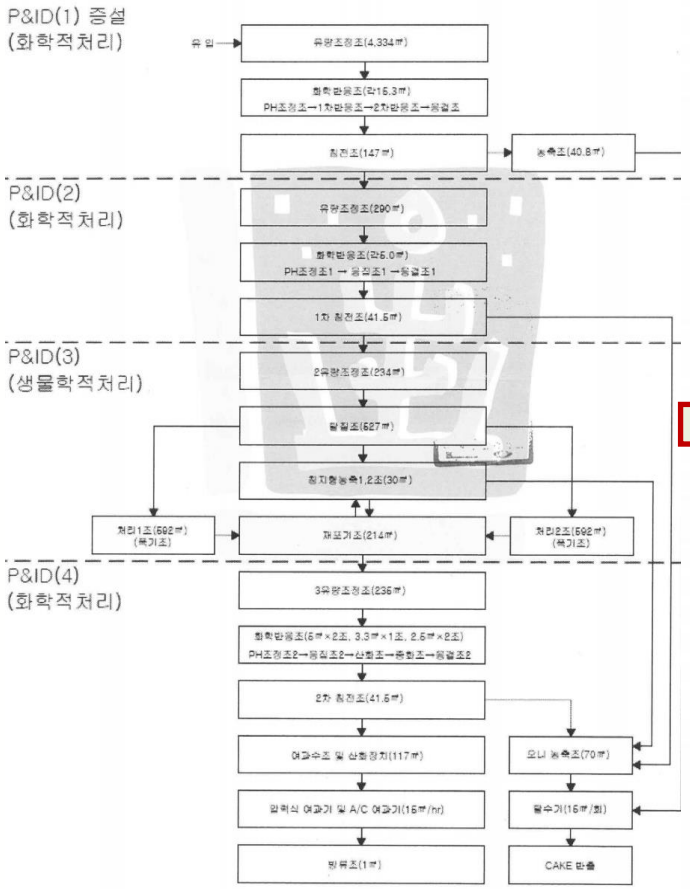
- 과도한 오니매립?

경주 강동일산산업단지 지정폐기물 매립장

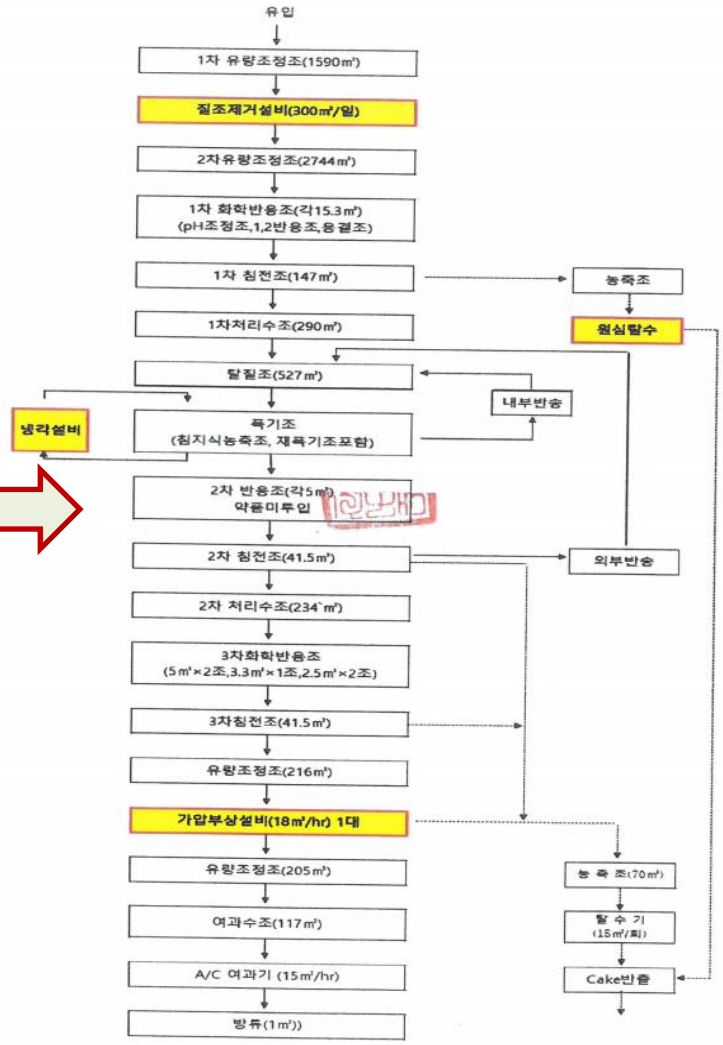
□ 허가증 기재사항 변경(2018.11.13.)[대구지방환경청 환경관리과-7850(2018.11.05)호 관련

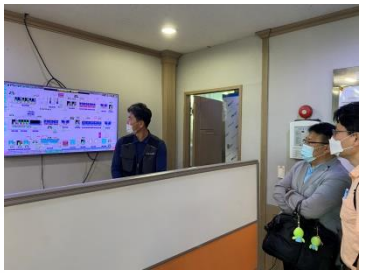
○ 2016.12.16. 변경허가 시 첨부된 설계도면과 일치된 공정도로 변경

처리공정도



□ [참고] 침출수처리시설 공정 변경내역(2019.08.01.)





케이엠그린 폐기물 매립장

- 사업면적: 391,588㎡
- 대상폐기물: 사업장폐기물(오니류), 지정폐기물
- 매립방식: 에어돔 방식
- 침출수처리시설: 1차처리 후 공공하수처리장 연계처리, 잔여량 위탁처리

케이엠그린 폐기물 매립장

- 사후환경조사서 검토의견
  - 2018년: 평가시보다 지속적으로 하천수질(BOD, COD, T-N 등)악화(특히 W-2)
    2016년 5-2공구 침출수 유출로 모든 검사정의 수질 악화
  - 2019년: 2-1, 2-2공구 검사정의 CODmn과 BOD농도가 높게 조사되어 침출수 유출 가능성
  - 2020년: 2-1, 2-2공구 검사정의 CODmn, NH_3-N, Cl^- 고농도 측정
    침출수 관리 수위 초과
  - 2021년: 하천 W-2지점 하천수질 악화

- 현지조사 결과
  - 침출수 처리공법: 일일 30톤 자체처리 후 연계처리, 이외 추가 발생폐수 위탁처리
    초기 1차처리 후 식생대 증발산법 무방류처리, 나무 고사(당시 재이용수 기준 문제)
    2009-2014년 전량 위탁처리, 2015년부터 1차 처리후 연계처리
    2015년 폐수처리공법 개량(에어스트리핑법 암모니아 제거)

  - 사고: 2016년 매립장사면 측벽 차수막 문제로 우수침투 침출수 다량 발생
    부지 내 화재로 인해 소방용수 과량 살포로 인한 침출수 유출
    침출수 인근 소류지로 유입되어 준설(농업용수 폐지), 현재 강우시만 월류
  - 개선: 침출수 누수 누출 공구 연직차수(그라우팅)시설 설치 완료

케이엠그린 폐기물 매립장

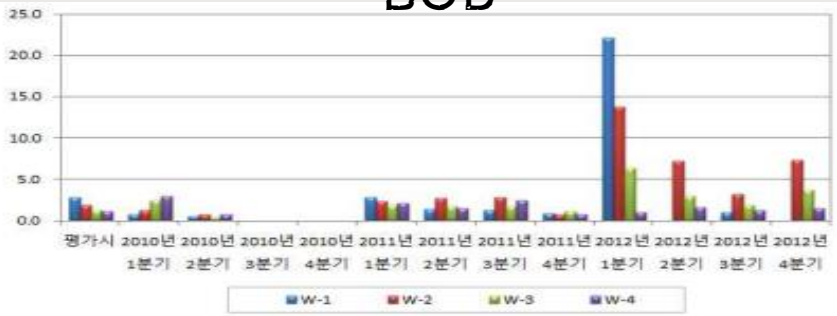
- 기타 사후조사통보서 내용
  - 2016년 침출수 수위 관리기준초과, 에어돔 천장 붕괴, 폐기물 매립시설 정기검사 미이행
  - 2017년도에 침출수 집배수시설의 기능 및 유지관리실태, 침출수 처리시설의 운영관리실태 및 침출수처리기준 준수여부, 지하수 수질검사 등을 통한 침출수 누출여부 정기검사 불합격 통보
  - 2017년 침출수 관리기준 수위 위반(15.7m)
  - 2019년 지하수배제시설 오염되어 정기검진 부적합 판정
  - 2020년 침출수 수위 관리기준 초과

- 기타 수질샘플링 수행
  - 매립장 연접한 소류지(농업용도 폐지) 수질분석 의뢰(해당지점 환평 및 사후시 조사 이력 없음)
    pH, TOC, T-N, T-P, EC, IC(Cl^-, NO_3^- 등), 분석중: ICP-MS(침출수 항목), TOC
  - 중간분석결과: 염소이온, 황산이온, 질소농도가 높아 여전히 침출수 영향 확인

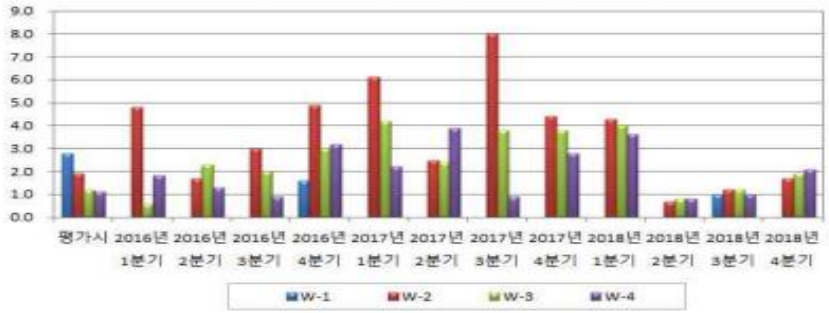
※ 2016년 오염사고 후 연직차수벽을 설치하고, 골재소류지 바닥에 누적되어 있는 저질토를 준설하였음(2018년)

분석항목	분석값	분석항목	농도
pH	7.65	F^-(mg/L)	0.12
EC(uS/cm)	1,094	Cl^-(mg/L)	221.04
T-N(mg/L)	10	NO_2^-(mg/L)	20.75
T-P(mg/L)	N.D(검출한계 0.1)	Br^-(mg/L)	4.69
		NO_3^-(mg/L)	5.14
		SO_4^{2-}(mg/L)	107.76

BOD

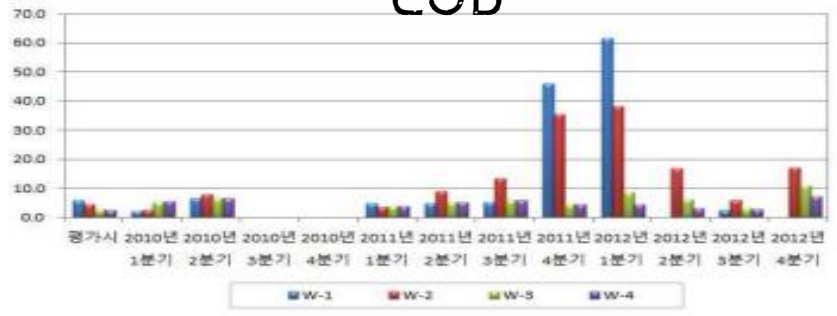

25.0
20.0
15.0
10.0
5.0
0.0
평가시 2010년 2010년 2010년 2010년 2011년 2011년 2011년 2011년 2012년 2012년 2012년 2012년
1분기 2분기 3분기 4분기 1분기 2분기 3분기 4분기 1분기 2분기 3분기 4분기
W-1 W-2 W-3 W-4

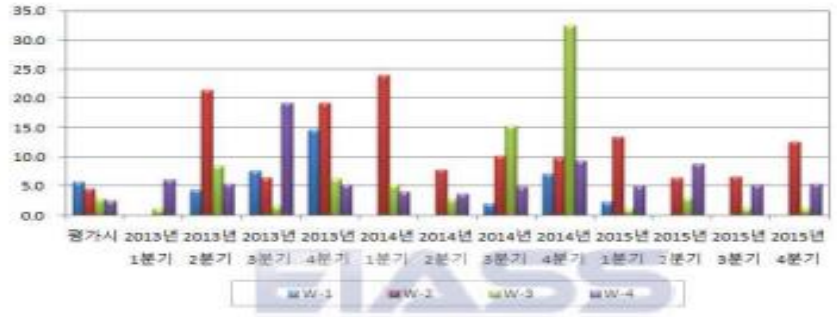
8.0
7.0
6.0
5.0
4.0
3.0
2.0
1.0
0.0
평가시 2013년 2013년 2013년 2013년 2014년 2014년 2014년 2014년 2015년 2015년 2015년 2015년
1분기 2분기 3분기 4분기 1분기 2분기 3분기 4분기 1분기 2분기 3분기 4분기
W-1 W-2 W-3 W-4

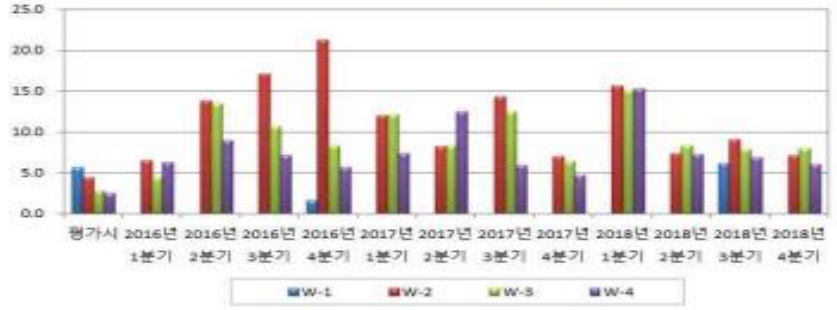

9.0
8.0
7.0
6.0
5.0
4.0
3.0
2.0
1.0
0.0
평가시 2016년 2016년 2016년 2016년 2017년 2017년 2017년 2017년 2018년 2018년 2018년 2018년
1분기 2분기 3분기 4분기 1분기 2분기 3분기 4분기 1분기 2분기 3분기 4분기
W-1 W-2 W-3 W-4

14.0
12.0
10.0
8.0
6.0
4.0
2.0
0.0
2.8
0.0
0.0
0.0
0.0
0.0
0.0
0.0
평가시 2019년 1분기 2019년 2분기 2019년 3분기 2019년 4분기 2020년 1분기 2020년 2분기 2020년 3분기
W-1 W-2 W-3 W-4

COD


70.0
60.0
50.0
40.0
30.0
20.0
10.0
0.0
평가시 2010년 2010년 2010년 2010년 2011년 2011년 2011년 2011년 2012년 2012년 2012년 2012년
1분기 2분기 3분기 4분기 1분기 2분기 3분기 4분기 1분기 2분기 3분기 4분기
W-1 W-2 W-3 W-4


35.0
30.0
25.0
20.0
15.0
10.0
5.0
0.0
평가시 2013년 2013년 2013년 2013년 2014년 2014년 2014년 2014년 2015년 2015년 2015년 2015년
1분기 2분기 3분기 4분기 1분기 2분기 3분기 4분기 1분기 2분기 3분기 4분기
W-1 W-2 W-3 W-4


25.0
20.0
15.0
10.0
5.0
0.0
평가시 2016년 2016년 2016년 2016년 2017년 2017년 2017년 2017년 2018년 2018년 2018년 2018년
1분기 2분기 3분기 4분기 1분기 2분기 3분기 4분기 1분기 2분기 3분기 4분기
W-1 W-2 W-3 W-4

16.0
14.0
12.0
10.0
8.0
6.0
4.0
2.0
0.0
0.0
0.0
0.0
0.0
0.0
0.0
0.0
평가시 2019년 1분기 2019년 2분기 2019년 3분기 2019년 4분기 2020년 1분기 2020년 2분기 2020년 3분기
W-1 W-2 W-3 W-4

T-N

구 분		매립부지 레벨*(m)		CODmn (mg/L)	BOD (mg/L)	비 고
2-2 공 구	검사정1	154.4 ~159.0	고	3.7	4.1	
	검사정2			11.8	41.6	침출수 유출우려
	검사정3			6.1	4.3	
	검사정4			27.1	18.4	침출수 유출우려
	검사정5			4.6	11.6	
2-1 공 구	검사정1	148.0 ~152.5	⇩	6.5	5.7	
	검사정2			9.5	6.8	
	검사정3			67.1	52.5	침출수 유출우려
2-3 공 구	공사중	139 ~141.3	⇩	-	-	
5-1 공 구	검사정1	134.8 ~137.9	⇩	3.0	4.8	
	검사정2			7.5	4.6	
	검사정3			8.8	11.0	
5-2 공 구	검사정1	129.2 ~130.2	저	2.1	7.3	
	검사정2			1.4	1.4	
	검사정3			3.8	2.0	
	검사정4			57.8	29.5	침출수 기유출
	검사정5			89.6	54.7	침출수 기유출

(2019년 사후조사 데이터)

케이엠그린 폐기물 매립장

침출수 처리시설 <침출수재순환 시스템>	ㅇ 유량조정조 : 500㎥ ㅇ 침출수처리시설(처리용량 : 20㎥/일) 1차 물리화학적처리 2차 생물학적처리 3차 활성탄흡착처리 처리수 저장폰드 : 1,000㎥ 최종 : 식생대층 증발산을 이용한 무방류 처리	ㅇ 식생대층 : 4,000㎡ 면적 : 4,000㎡ 포플러수목 : 1,730수

침출수 처리 공정도

①집수조(560㎥)
↓
②탈기조(36㎥•2ea)
↓
③반응조(3.4㎥•4ea, 1.7㎥•1ea)
↓
④1차 침전조(14.5㎥)
↓
⑤처리수조(35㎥)
↓
⑥ph조정조(1.7㎥)
↓
⑦질산화조1(104㎥)
↓
전탈질조(104㎥)
↓
질산화조2(104㎥)
↓
질산화조3(104㎥)
↓
질산화조4(113㎥)
↓
후탈질조(113㎥+52㎥)
↓
재폭기조((38㎥) ← 반송
↓
⑧2차 침전조(35㎥)
↓
⑨2차 처리수조(35㎥)
↓
⑩반응조(1.7㎥•2ea)<2차 화학적처리>
↓
⑪3차 침전조(14.5㎥)
↓
⑫처리수조(13.8㎥)
↓
⑬여과조
↓
⑭ 최종방류수조(36㎥) → 탱크로리로 4공단 하수종말처리장 유입

나. 수환경 오염데이터 조사/원인 분석
(폐기물 처리시설 설치운영실태보고서)

- **조사방법**: 최근 3년간(2018-2020) **보고서 자료 내용 확인 및 현지/설문조사(예정)**
- **조사 내용**: 지하수 검사정 데이터(BOD, 질산성질소), 침출수 배출허용기준
  - 법적기준 분기 년 4회 조사
  - 해당데이터 평균농도 기준

※ 지하수질 관리 법적기준 부재

$$\text{지하수질관리}(\%) = \frac{\text{하류 수질측정결과}}{\text{상류 수질측정결과}} \times 50 + \frac{\text{하류 수질측정결과}}{\text{전년도 하류 수질측정결과}} \times 50$$

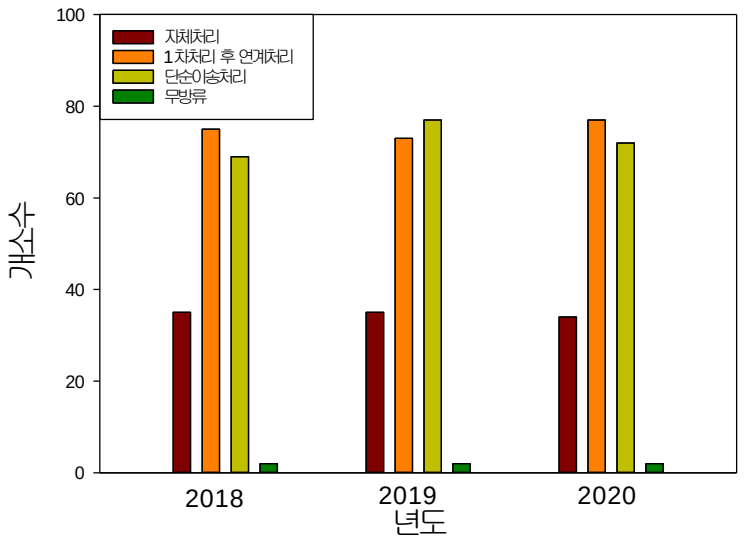
구분	지하수질 관리 (BOD 200% 초과)		
년도	2018 (181개소)	2019 (187개소)	2020 (185개소)
20만㎥ 이상	14	12	12
20만㎥ 미만	14	12	10
계(개소)	28	24	22

구분	지하수질 관리 (질산성질소 200% 초과)		
년도	2018(181개소)	2019(187개소)	2020(185개소)
20만㎥ 이상(개소)	27	29	30
20만㎥ 미만(개소)	21	28	29
계(개소)	48	57	59

* 2019년도: 신규시설(3개소)는 통계대상에서 제외함

나. 수환경 오염데이터 조사/원인 분석 (폐기물 처리시설 설치운영실태보고서)

항목	침출수 배출허용기준 초과 건수		
	2018(181개소)	2019(187개소)	2020(185개소)
BOD	5	7	0
COD	5	8	0
SS	8	8	0
pH	10	14	16
n-H(광유류)	2	1	1
용해성 철	4	1	1
총대장균군	6	9	2
색도	28	31	30
암모니아성질소	6	10	1
무기성질소	7	9	3
총인	7	9	0



- 법적기준 월1회 이상 분석, 데이터는 연 평균농도
  2021년 1월부 하수처리시설 COD→TOC로 변경,
  침출수 처리기준도 변경되는 것이 필요

* 2018, 2019, 2020년도: 미방류시설(2개소 통계대상에서 제외)
* 2019년도: 미측정한 항목은 기준치 초과로 분류
* 2020년도: 자료 미제출한 시설(항목별 0-9개소)은 분석에서 제외

- 침출수를 공공하수처리시설로 연계 처리하는 경우 BOD, COD, SS, T-N, T-P, 총대장균군 항목은 초과 건수산정에서 배제하였으나, 1차처리후 연계처리 사업장에서도 T-N 연계처리기준 초과된 사례 다수 존재하는 것으로 인지

나. 수환경 오염데이터 조사/원인 분석 (폐기물 처리시설 설치운영실태보고서)

년도	BOD(mg/L)				
	상류	하류 검사정			
	2018 기준	2017	2018	2019	2020
성남시 매립장	1.7			7.56	
연천군 자원새롬센터	-		5.4		10.9
동해시생활폐기물 매립시설	3.22			6.67	
아산시 신동 순환형 매립시설	1.894			13.8	
정읍시 매립장	2.6	5.1		7.7	4.9
목포시 위생매립장	0.3			7.5	
창원시 덕산매립장	2.84			32	
가평군 상색 위생 매립장	-			8.3	
여수시초도위생매 립시설	0.8			8	
문경시 공평매립장	3				5.3
의성군 의성매립장	0.475				36.8
의성군 다인매립장	0.425				34.7
당진시 위생매립장	1.075		15.05		
군산시 폐기물매립장	2.6		5.2		
해남군 매립장	0.55				7.15
경남사천시매립장	1.725		8.837	12.2	

*상류 BOD 농도는 연도별로 상이하나, 조사기준 시작시점인 2018년도로 고정

년도	질산성질소(mg/L)				
	상류	하류 검사정			
	2018 기준	2017	2018	2019	2020
삼척시 도계매립장	3.1	-	10.6		16.3
홍성군 생활폐기물 종합처리장	38.2	-	18.3	-	-
강진군 환경정화센터	4.05	10.6	-	-	-
완도군 소안면 종합폐기물 처리장	0	-	26.2	-	-
완도군 금당면 매립시설	6.5	10.1	-	-	-
자은면쓰레기 매립장	13.9	44.9	12.1	-	-
명정 생활폐기물(2 차) 매립장	8.75	17.7	-	-	-
연천군 자원새롬센터	-	-	36.9	22.6	-
삼척시 도계매립장	3.1	-	10.6	-	-
영월군 매립장	1	-	25.9	26	-
증평군 자원관리센터	5	-	-	13.7	-
홍성군 생활폐기물 종합처리장	38.2	-	18.3	-	-
신안군 자은면쓰레기 매립장	13.9	-	12.1	-	-
완도군 노화읍내리매 립장	0.8	-	-	-	34.5

*상류 질산설질소 농도는 연도별로 상이하나, 조사기준 시작시점인 2018년도로 고정

나. 수환경 오염데이터 조사/원인 분석
(폐기물 처리시설 설치운영실태보고서)

매립장명	COD (mg/L)				
	처리방법	법적기준	2018	2019	2020
인제군 매립장	자체처리방류	400	-	414.5	-
영월군 매립장	자체처리방류	800	-	912	-

매립장명	무기성질소 (mg/L)				
	처리방법	법적기준	2018	2019	2020
양평군 매립장	자체처리방류	150	-	-	938
영월군 매립장	자체처리방류	300	-	-	679.5
인제군 매립장	자체처리방류	150	-	-	225.6
부안군 매립장	자체처리방류	200	-	-	192.5

매립장명	암모니아성질소 (mg/L)				
	처리방법	법적기준	2018	2019	2020
영월군 매립장	자체처리방류	100	530	-	678.8
서천군 위생매립장	자체처리방류	100	91.1	-	94.4
인제군 매립장	자체처리방류	50	-	91.7	-

나. 수환경 오염데이터 조사/원인 분석
(폐기물 처리시설 설치운영실태보고서)

매립장명	색도 (mg/L)				
	처리방법	법적기준	2018	2019	2020
광주광역위생매립장	1차처리후 이송	300	449	366	488
춘천시 생활폐기물 매립장	1차처리후 이송	300	404	401	-
태백시 매립장	1차처리후 이송	200	575	-	-
횡성군 폐기물처리시설	1차처리후 이송	300	773	748	-
충주시 광역위생매립장	1차처리후 이송	300	361.2	562	456.9
보령시 매립장	1차처리후 이송	300	708	773.3	-
장수군 매립장	1차처리후 이송	300	302.9	649.8	300.6
순창군 매립장	1차처리후 이송	300	364	-	-
영주시 매립장	1차처리후 이송	300	555	501	-
의성군 매립장(의성읍)	1차처리후 이송	300	385.2	485.2	698.3
표선쓰레기위생매립장	1차처리후 이송	200	392	--	-
인제군 매립장	자체처리후 방류	200	-	259.8	-
광양시 매립장	1차처리후 이송	300	-	750	-
함평군 환경관리센터	1차처리후 이송	200	-	603	789
영광군매립시설	1차처리후 이송	300	-	300	-
경산시생활폐기물위생매립장	1차처리후 이송	300	-	428	406
속초시환경자원사업소	1차처리후 이송	300	-	-	301
영월군 매립장	자체처리후 방류	300	-	-	796.5
부여군 생활쓰레기위생매립장	1차처리후 이송	300	-	-	504.3

나. 수환경 오염데이터 조사/원인 분석
(폐기물 처리시설 설치운영실태보고서)

매립장명	pH (mg/L)				
	처리방법	법적기준	2018	2019	2020
서귀포시쓰레기위생매립장	1차처리후 이송	5.8~8.0	8.84	-	-
인제군 매립장	자체처리후 방류	5.8~8.0	-	-	8.9
순천자원순환센터	자체처리후 방류	5.8~8.0	-	-	13.1

매립장명	광유류 (mg/L)				
	처리방법	법적기준	2018	2019	2020
금고동 위생매립장	1차처리후 이송	1	1.8	-	-
서귀포시쓰레기위생매립장	1차처리후 이송	1	2.9	17	-

매립장명	용해성 철 (mg/L)				
	처리방법	법적기준	2018	2019	2020
괴산쓰레기종합처리장	1차처리후 이송	10	16.5	-	-
순천자원순환센터	자체처리후 방류	2	22.8	-	-

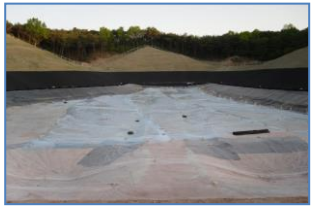
매립장명	총대장균군 (mg/L)				
	처리방법	법적기준	2018	2019	2020
인제군 매립장	자체처리후 방류	100	-	460.85	206
화천군 생활폐기물 위생매립장	자체처리후 방류	100	-	-	327

다. 수질오염 원인 차수시설 손상 (전문가 세미나 자료)

원지반 불량	• 지하수 배제불량으로 연약화와 양압 발생으로 부등침하 유도 • 다짐불량에 의한 부등침하, 면 정리 불량으로 인한 하자 • 지반의 면 정리 불량으로 쇄석 등을 불충분한 제거
사 면	• 선단의 설계. 시공이 적절치 못한 경우 • 폐기물 자중으로 사면 차수재에 과다 인장 발생
차수재 물성변화	• 장시간 자외선 노출에 의한 손상 • 제조회사가 다른 2개 이상의 HPDE 사용 (미세 물성 차이)
시공미숙	• 부적합한 용접시공 (일반 용접기 사용 등) • 용접부위의 이물질 제거를 충분히 하지 않음 • 자재의 재령(타설후 시간), 운반 및 포설시 불량 • 원지반과의 밀착상태를 유지하지 못할 경우
타 공정과의 연계성	• 침출수 관로, 가스 포집관 등 차수재 상부에 위치하는 시설물의 불량 시공 • 기타 진입도로 등의 시공시 사석 낙하 등으로 인한 충격
매립작업	• 폐기물 자유 낙하시 충격 또는 시공시 토사의 자유 낙하시 충격 • 매립장비에 의한 손상 / 화재 발생

매립장 바닥면 운반다짐

점토광물혼합토 시료 두께 검측



우수보호

원지반 절토/면고르기

차수막 전기스파크 검사

공기압 검사

다. 수질오염 원인(차수막 손상 원인(문헌))

분류	손상원인	손상개수	비고
보호토양 포설시 손상	돌에의한 손상	21	
	중장비에 의한 손상	23	
	파이프등에 의한 손상	3	
	소 계	47	
차수막 포설시 손상	돌에의한 손상	0	
	용접불량에 의한 손상	8	
	칼등에 의한 손상	0	
	파이프등에 의한 손상	1	
	열에의한 손상	0	
	소 계	9	
용접부위 TEST시 손상	용접부위 TEST시 손상	1	
	소 계	1	
후속공정에 의한 손상	중장비에 의한 손상	0	
	천재지변에 의한 손상	0	
	파이프등의 설치시 손상	2	
	소 계	2	
매립중 손상	매립중 장비에 의한 손상	1	
	소 계	1	
총 계		60	

출처: 코네틱 리포트, 탁종현

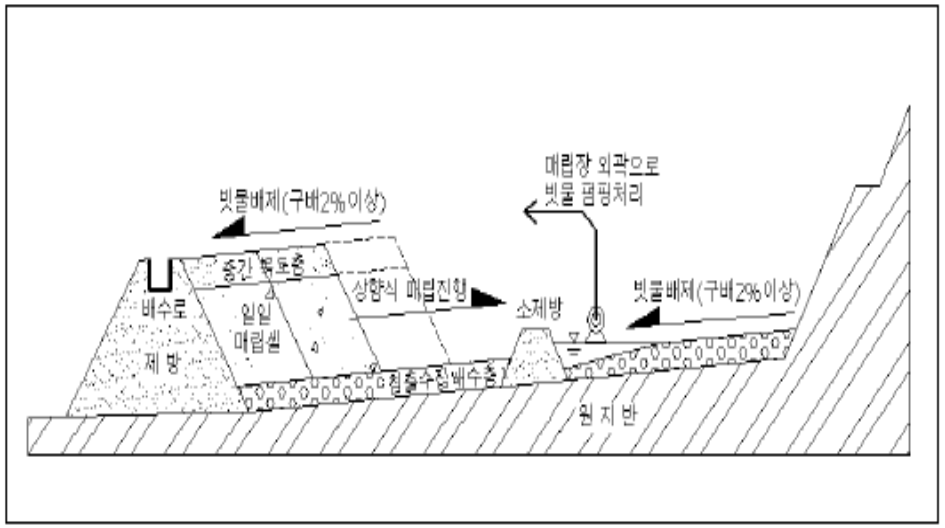
공사중 장비 등에 의한 손상비율이 92%로 매우 높음

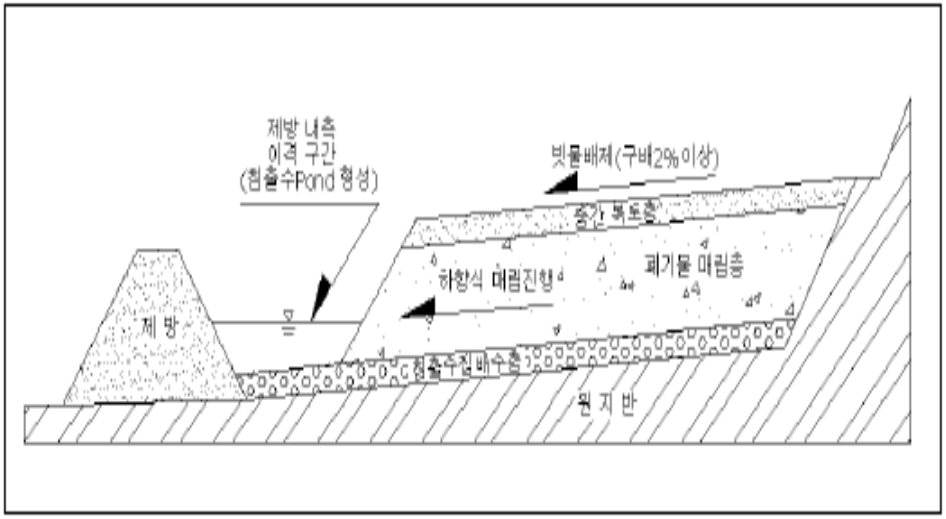
구분 (국내)	매립전			매립중
원인 및 유형	쇄석포설시 중장비, 자갈, 파이프 등에 의해 손상	차수시설 용접 불량, 스크래치, 핀홀 등	기타 후속 공정시	매립 장비 및 폐기물에 의한 손상, 화재발생
발생빈도	80 %	5 %	7 %	8 %

출처: 전문가 세미나 자료

- 차수막 손상원인 대부분 차수재 시공후 보호토양 포설 등 다른 공사시 발생
- 국내 22개 매립장에서 60개 손상 발견

라. 수질오염문제 원인 및개선대책(기술진단보고서 – 40건 분석)





매립 및 복토	
원인	개선대책
– 폐기물 하향매립으로 다짐상태가 불량하고 일일 복토가 잘 이루어지지 않고 매립용량 감소 – 내부 구획분리 없이 전체면적을 한 개의 블록으로 매립하거나 상류서부터 매립을 시작하면 매립층에서 발생한 침출수가 하류 미 매립구역의 빗물과 혼합되어 침출수화 되고 발생량 증가	– 일일복토, 다짐도가 이루어지도록 상향매립 및 하향매립 병행 조합식매립으로 개선 – 구획별 매립으로 실시하고 비매립 구역 별도 우수배제 계획수립(하류 영구저류지 불필요)
– 슬러지 매립으로 중간복토 부등침하 발생 우려됨	– 슬러지는 일반폐기물과 혼합하여 매립
– 쓰레기 다짐 및 복토가 적절치 못하고 매립고가 높음	– 쓰레기는 다짐높이를 50cm이하, 매립고는 3m이하로 실시하고 적시에 일일/중간복토의 철저한 시공(빗물배제 고려 적정 구배 유지)하여 우수침투 증가 방지
– 쓰레기 다짐 및 복토장비를 굴삭기로만 사용	– 쓰레기의 다짐 및 복토장비로 사용할 수 있는 습지용 도져가 필요

라. 수질오염문제 원인 및개선방안
(기술진단보고서 –매립장 40건)

원인	개선대책
차수시설	
– 사면부 차수막의 인장력에 의하여 자갈층이 매립장 내부로 흘러내려 고정기능이 부족하고, 매립장 외곽 빗물배제시설 고정력 부족으로 빗물이 침투되어 기초지반을 세굴하여 차수층의 처짐 발생	– 매립에 의하여 차수시설에 작용하는 인장력에 충분히 대응하는 규격으로 빗물배제 기능을 겸한 고정시설 설치, 인장력이 분산되도록 각 소단마다 충분한 고정력이 확보될 수 있도록 설치하여 인장력 누적에 의한 차수재 하향이탈 방지
– 사면부 HDPE Sheet 보호층 토사유실	– 타이어 내외부 공간 모래마대 채움
– 바닥면 HDPE Sheet 보호층 유실 및 손상	– 쓰레기 매립전 보호층 보수
– HDPE Sheet 시공이음부 용접상태 및 용접재료 불량	– 용접 및 재료 불량 부위 보수
– 사면부 HDPE Sheet 보호시설 일부구간 미설치	– 기준 충족하도록 설치보완
– 사면부 HDPE Sheet가 들떠있어 매립시 파손 우려	– 절단 후 덧이음 실시 등으로 들뜸상태 보수
– 사면부 HDPE Sheet 고정공 파손	– 고정공 파손부분 제거 후 재설치
– 매립 및 복토작업중 장비, 쓰레기에 의한 Sheet 파손우려	– 매립장 운영관리감독 기술자 현장배치
– 지하수 검사정 및 배재정 분석결과 차수시설 손상으로 오염원 누출	– 연직차수시설 설치 등 적정한 방지시설 설치
– 쓰레기 운반차량, 철근 등에 의해 Sheet 파손	– 파손된 Sheet 보수 및 사면부 타이어 고정용 철근으로 인한 파손관리 – 매립지내 집입도록 하부 및 주변 Sheet 파손되지 않도록 도로지반 보강 및 안전가대 설치
– 1단 매립을 완료하고 하류지역에 2단 매립을 진행하고 있으나, 1단 매립지역에 대한 차수막 설치가 부재하여 우수침투량 증가	– 1단 중간복토층에 차수막을 설치하여 차수처리
– 소단부위 차수막 고정을 콘크리트로 타설하여 차수막 손상이 우려됨	– 합성수지배수층과 부직포로 보호하고 콘크리트 타설

라. 수질오염문제 원인 및개선방안
(기술진단보고서 –매립장 40건)

원인	개선대책
저류구조물	
– 침출수위 변화에 따른 제방사면 안정성 문제	– 매립지 내부 침출수위 관리(빗물배제, 침출수배제, 복토 등)
– 제방하부 사면 계절적 누수발생	– 연직차수시설 설치 후 지하수 집수정에서 펌핑처리로 지하수위 저하유도

원인	개선대책
우수집배수시설	
– 중간복토층(다짐)의 우수 분리기능이 미흡하여 침출수 과다발생	– 중간복토에 대한 철저한 시공관리(다짐 및 표면 구배)와 집배수구를 설치하여 침출수와 우수혼합 방지 조치
– 차수시설 설치 예정 사면에 대한 우수배제가 되지 않고 토사면 심하게 세굴	– 매립예정구역에 대한 우수배제시설(U형측구) 설치하여 우수 BOX와 연결조치
– 저류구조물(제방) 상단부에 대한 우수배제시설 없음	– 저류구조물 상단부의 표면정리와 U형측구 설치
– 집중호우시 빗물배제 BOX 내부로 빗물이 유입되어 침출수 증가될 수 있음	– 빗물신속배제를 위해 관경확대 및 시설물 추가 설치
– 우수 U형플륨관에 토사 및 비산폐기물 퇴적되어 있음	– 토사 및 비산폐기물 퇴적물 제거
– 매립장 외곽으로 배제되는 유로에 U형측구 미비하여 집중호우시 매립사면 유실 우려	– 빗물이 신속하게 배제되도록 시설개선 필요
– 매립장 조성시 바닥의 구획을 분리하지 않고 하나의 구역으로 계획하여 빗물의 효과적인 배제 어렵움	– 소제방을 축조하여 구획을 분리한 후 빗물은 신속하게 배제

라. 침출수 유출원인

나. 침출수 수위관리

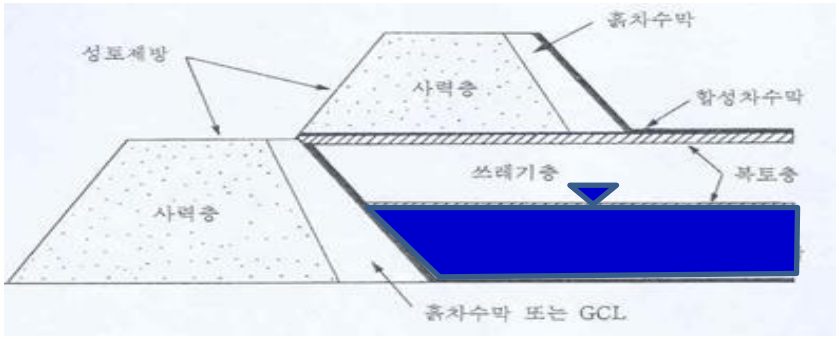
저류구조물 높이는 침출수 관리수위를 고려해서 계획하는 것이 필요

$$t_v = \frac{d^2}{k(d+h)}$$

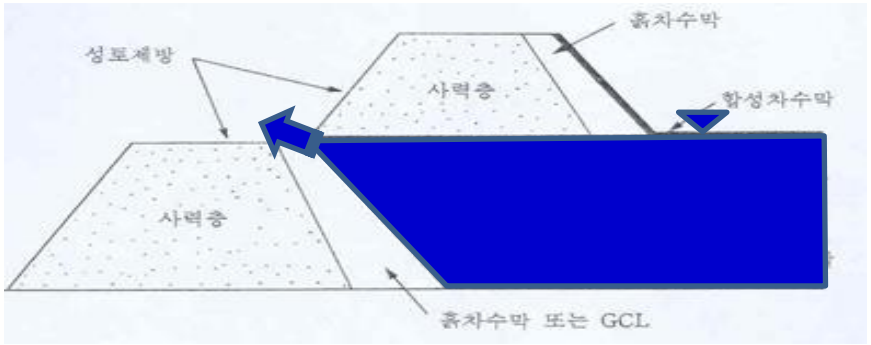
t_v : 투과시간 (sec)
d : 차수재 두께 (cm)
k : 차수재의 투수계수(cm/sec)
h : 침출수 누적수위 (cm)

구 분	HDPE Sheet (t=2.0mm)			점토광물혼합토 (t=50cm)			벤토나이트매트 (t=6.5mm)		
침출수위 (h)	2.0 m	1.0 m	0.3 m	2.0 m	1.0 m	0.3 m	2.0 m	1.0 m	0.3 m
투과시간 (t_v)	32 년	63 년	210 년	3 년	5 년	10 년	0.07 년	0.13 년	0.44 년

침출수위(제방높이의 50% 이내 관리)



침출수위(제방높이의 100% 로 관리)



라. 수질오염문제 원인 및개선방안
(기술진단보고서 –매립장 40건)

원인	개선대책
침출수 집배수시설	
– 침출수 집배수관로 일부가 집속다발관으로 설치되어 통수단면적 감소	– 집속다발관을 유공관으로 교체시공
– 침출수 집배수층에 토사층이 형성되어 침출수의 원활한 집배수가 어려움	– 폐기물 관리법에 의한 충분한 공극을 가지는 골재치수 준수
– 매립층내 침출수 집배수 시설 기능 저하되어 매립층 내부 및 중간복토층 상부에 침출수위 형성	– 중간복토층 상부에 침출수 수직집수정 추가 설치 및 방사형 수집배수관로 설치하여 침출수 신속 배제
– 침출수 관리정에서 수중펌프로 유량조정조까지 펌핑은 침출수 관리정 연결시공과 수중펌프 고장에 관리 곤란	– 침출수관리정에서 외부로 침출수 이송관을 설치하고 외부에 펌프실을 설치하여 침출수를 유량조정조로 압송 검토

침출수 처리시설	
– 각 공정의 효율성 저하	– 노후화/불량 시설교체, 시설전문업체 통보, 운영관리 개선
– 유량조정조 유입구 및 침출수처리시설 배출구 유량계 부재하여 발생 및 처리량 확인 어려움(약품 적정 사용 및 공정 반응시간 산정 어려움)	– 폐기물 관리법에 따라 유량계 설치
– 침출수의 BOD:N:P 불균형으로 생물학적 암모니아성 질소처리 어려움	– 소각장에서 발생하는 고농도 유기물을 원수에 주입하여 생물학적 처리가능한 침출수로 전환후 공법 운용 – 암모니아 탈기법 등 추가 공정 검토
– 1차처리후 공공하수처리시설로 연계처리하고 있으나, 단순침천 후 방류하여 총질소 기준 초과하고 있음	– 침출수 처리시설 증설 및 개보수하여 적정처리 후 연계처리
– 침출수 처리공정발생 슬러지를 탈수하지 않고 매립장으로 이송처분하고 있음	– 폐기물 관리법에 의한 적정 함수율(85% 이하) 이하로 탈수 및 건조 후 매립
– 침출수 유량조정조 하부 퇴적물 정기적 제거 필요하여 용량확보 필요	– 주기적인 퇴적물 제거 계획 수립
– 침출수에 함유된 난분해성물질(휴믹질 등)에 의한 색도처리한계	– 응집화학 반응조 적정 유지관리 및 활성탄 흡착시설 가동

라. 수질오염문제 원인 및개선방안
(기술진단보고서 -매립장 40건)

원인	개선대책
주변 오염도 조사	
- 차수막 하부 지하수배제정에서 침출수 오염물질 검출	- 추가 정밀조사 필요
- 지하수 검사정의 수질이 생활용수기준을 상회하여 매립장 영향을 받고 있음	- 연직차수벽을 설치하고 차수벽 내부 오염지하수는 집수정을 설치하여 펌핑 처리
- 지하수 검사정의 위치가 오염확산 여부를 확인하는데 부적절한 지점이며 설치기준에 맞지 않음	- 수리지질조사 실시후 지하수 흐름층을 파악하여 매립장 상하부 적절 지점에 설치

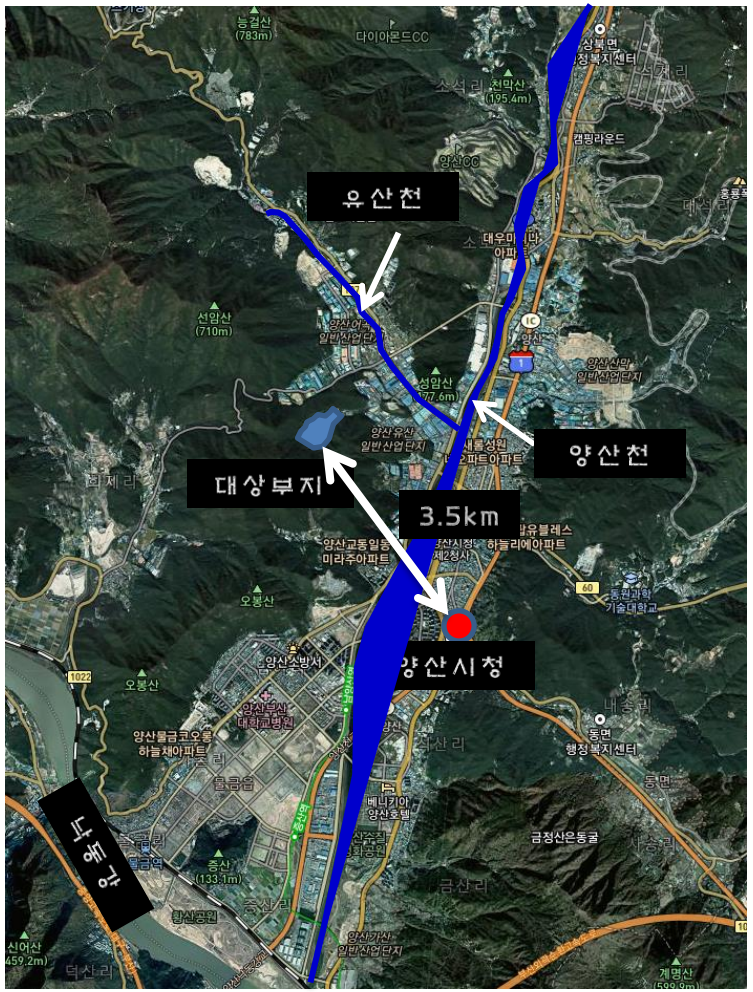
원인	개선대책
기타	
- 담당자의 잦은 교체 및 운영관리가 우수한 타 시설의 견학부재, 운영경험 노하우부재(침출수 처리시설 포함), - 소규모매립장일수로 유사사례 많음	

원인	개선대책
공공하수처리시설	
-침출수 유입으로 인한 유입하수의 영양염류 농도비 불균형	- 침출수 발생량 저감 및 적정 처리후 하수처리장 유입
-1차 처리한 침출수의 하수처리장 이송이 불규칙적으로 이루어지고 있어 과량의 침출수 연계시 충격부하	- 침출수처리장의 저류조를 최대한 활용하여 균등량의 침출수 연계처리
-연계처리수의 유입오염부하량이 초과하고 있음	- 침출수처리장 공정개선 및 적정 운영과 주기적인 분석을 통해 총질소 부하량의 기준 충족
-매립장 침출수 일시에 다량 투입처리할때 난분해성 물질로 인한 포기조 미생물에 충격부하로 처리효율 저하	- 분뇨처리장 액상부식조에 투입후 포기시켜 분뇨와 함께 일정량 하수처리장으로 연계처리

라. 침출수 유출원인 및 매립장 복구사례

유산 매립장 (2003년)

구분	내용
사업명	유산매립장 침출수 유출조사 및 대책공사
사업위치	경상남도 양산시 유산동 산 120번지 일원
매립시설 현황	• 매립용량 3,285,220㎥ (기매립 1,500,000㎥)
폐기물 매립현황	•생활 및 사업장일반폐기물
주요 과업내용	• 연직차수시설 : L = 408.4m (1열 328.4m, 2열 60m)
	• 최종복토 : 39,158㎡ - 식생대층/배수층/차단층/분리층/가스배제층
	• 부대시설 - 우수배제, 울타리, 침하판 등
소요사업비	• 7,949백만원

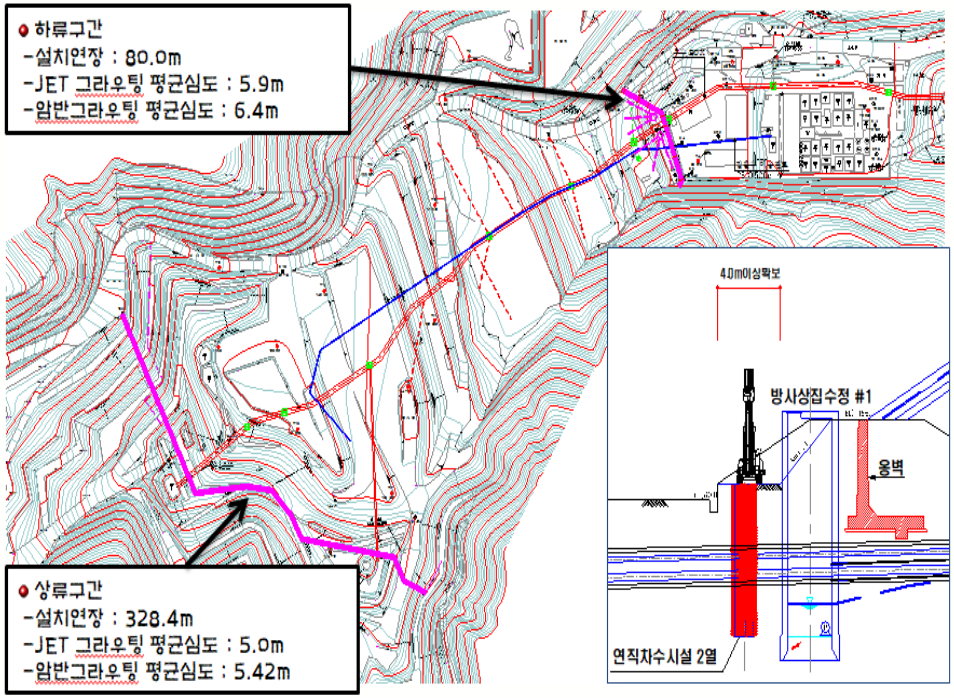


침출수 유출원인

- 사면부 차수시설(부직포(450g/m2)+HDPE SHEET(t=1.5mm)) 확인
- 차수시설(HDPE SHEET)에 대한 보호층(모래 등) 누락(1996년 2월 폐기물관리법 기준)
- 사면부 차수시설(HDPE SHEET) 융착접합 없이 단순 겹침 접합구간 확인
- PIN HOLE(손상구간) 다수발견

주요 대책공사

- 하류구간
  - -설치연장 : 80.0m
  - -JET 그라우팅 평균심도 : 5.9m
  - -암반그라우팅 평균심도 : 6.4m



- 상류구간
  - -설치연장 : 328.4m
  - -JET 그라우팅 평균심도 : 5.0m
  - -암반그라우팅 평균심도 : 5.42m

라. 침출수 처리문제점 및 시설 개선방안

1. 유기물질 존재형태 및 매립연한에 따른 침출수 처리방안

Age of Fill	Young	Medium	Old
COD (mg/L)	> 10,000	500~10,000	< 500
BOD_5/COD	> 0.5	0.1~0.5	< 0.1
COD/TOC	> 2.7	2.0~2.7	< 2.0
Biological Treatability	Good	Fair	Poor
Chemical Precipitation	Poor	Fair	Poor
Chemical Oxidation	Poor	Fair	Fair
Ozone	Poor	Fair	Fair
Reverse Osmosis	Fair	Good	Good
Activated Carbon	Poor	Fair	Good
Ion Exchange	Poor	Fair	Fair

<난지도 매립지 침출수 관리방안, 2000>

2. 침출수 처리방법별 적용성 평가

Treatments \ Compounds		BOD	COD	SS	T-N	Color	Metals
Biological	Activated Sludge	◎	○	△	△	△	△
	Contact Stabilization	◎	○	△	△	△	△
	Rotating Biological Contactors	◎	○	△	○	△	△
	Bio-filtration	◎	○	◎	△	△	△
	Biological Denitrification	◎	○	△	◎	△	△
Physico-chemical	Coagulation & Flocculation	○	◎	◎	△	◎	○
	Ozone	×	○	×	×	◎	×
	Sand-filter	△	△	◎	×	△	×
	Activated Carbon Adsorption	◎	◎	○	△	◎	○
	Fenton's Oxidation	○	◎	○	△	◎	○
	Reverse Osmosis	◎	◎	◎	△	◎	△

◎ Good ○ Fair-Good △ Fair × Poor

※ 매립경과에 따른 침출수 성상이 변하므로 침출수 처리공법의 선정 및 운영관리시 고려가 필요함

즉, 매립초기 생분해성 용이한 생물학적 처리 중심 , 매립 후기 난분해성 유기물질, 질소 저감 위한 물리화학적 처리 중심

※ 매립장 시설 구축시 한번 선정된 공법의 변경은 쉽지 않으므로 침출수의 성상변화를 고려한 공법 검토가 필요

※ 실질적으로 매립장 운영시 공법변경 사례가 빈번하며, 일부는 경제적인 사유로 공법보완이 어려운 상황임

마. 폐기물 매립장 이해관계자 설문조사서 통계

폐기물 매립장 이해관계자 설문조사

본 설문조사는 한국환경정책·평가연구원 고유과제(과제명: 폐기물매립[illegible]음]장 사업의 수환경 평가분야 개선방안 연구, 과제 책임자: 지민규 연구위원)의 연구를 목적으로 하고 있습니다. 본 연구는 국내 매립장의 수환경 오염원인 조사와 함께 개선방안을 마련하는 것이며, 궁극적으로는 환경영향평가와 연계하여 공사·운영시의 적정 계획 수립 및 관리방안 도출에 기여하는 것입니다. 설문지는 (관리형 중심)매립장 시설의 계획(설계), 시공 및 운영관리 등 분야로 나누어 구성하였습니다. 설문조사는 전국의 공공매립시설 등을 대상으로 진행하고 있으며, 관련하여 문의사항이 있으시면 아래의 전화번호로 연락부탁드립니다.

※ 본 설문은 광범위한 범위에서 조사가 이루어져 업무종사 분야에 따라 일부 항목의 경우 답변이 어려울 수도 있습니다. 해당 분야의 설문 응답을 중심으로 하되 개인적인 지식과 경험치 등의 범위 내에서 타 분야의 설문 문항도 자유롭게 답변 부탁드립니다.

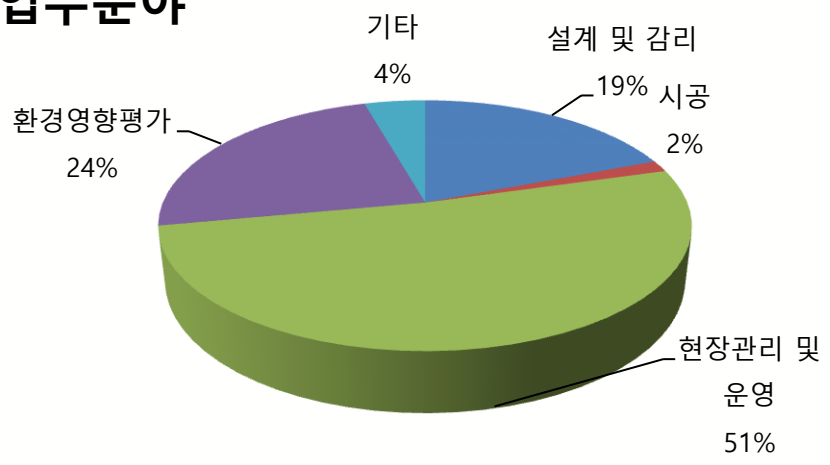
※ 본 설문조사는 단순 통계자료로만 사용되며, 특정 전문가의 정보와 매립장명(지역 포함) 등은 과업에서 언급되지 않습니다.

※ 본 설문조사에 답변해 주시는 분들께는 감사의 뜻에서 소정의 자문료를 지급(5만원)해드릴 예정입니다. 자문비 수령이 가능하신 분은 첨부된 파일에 개인정보를 입력하여 설문지와 함께 이메일 회신(응답기한: ~6월 4일 금요일 오후 6시) 부탁드립니다.

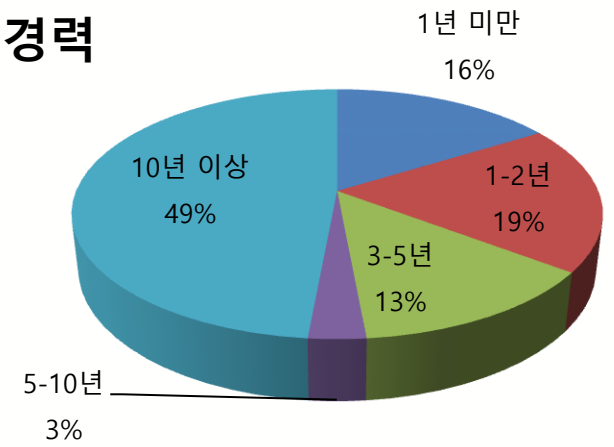
연구책임자 지민규: mkji@kei.re.kr, 044-415-7913
부책임자 안준영: jyan@kei.re.kr, 044-415-7312

✓ **설문응답인원**: 총 68명
✓ **경력**: 10년 이상 대부분 설계감리 및 환평 대상

업무분야



업무경력



가. 폐기물 매립장 이해관계자 설문조사서 통계

[매립장 입지 관련]

1) 폐기물 매립시설의 입지 선정시 수환경 오염 유발의 개연성(연계성)이 있는 사항(지역)은 아래와 같습니다. 각 항목의 중요도 경중에 대해 체크해 주세요?

1. 집수구역 하류
① 매우 높음 ② 높음 ③ 보통 ④ 낮음 ⑤ 매우 낮음

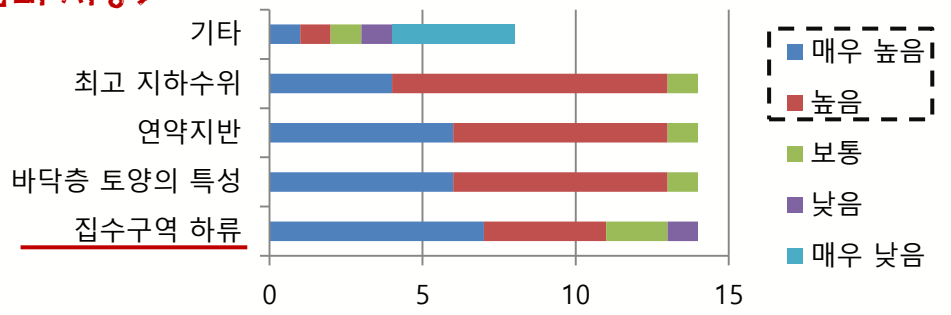
2. 바닥층 토양의 특성(투수성 등)
① 매우 높음 ② 높음 ③ 보통 ④ 낮음 ⑤ 매우 낮음

3. 연약지반
① 매우 높음 ② 높음 ③ 보통 ④ 낮음 ⑤ 매우 낮음

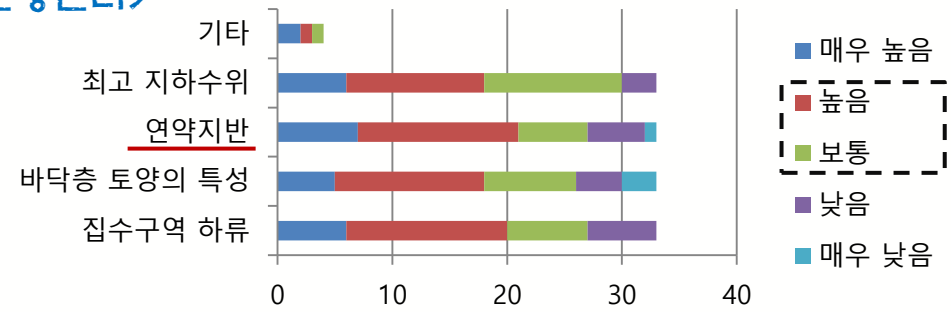
4. 최고 지하수위(평시 지하수위가 높은 지역)
① 매우 높음 ② 높음 ③ 보통 ④ 낮음 ⑤ 매우 낮음

5. 기타(　　)
① 매우 높음 ② 높음 ③ 보통 ④ 낮음 ⑤ 매우 낮음

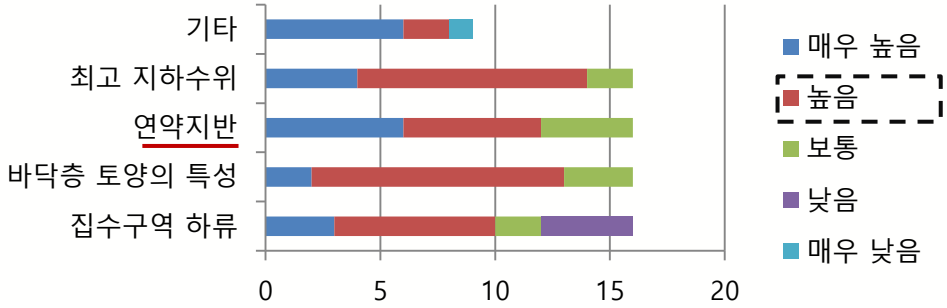
<설계·감리·시공>



<현장 운영관리>



<환경영향평가>

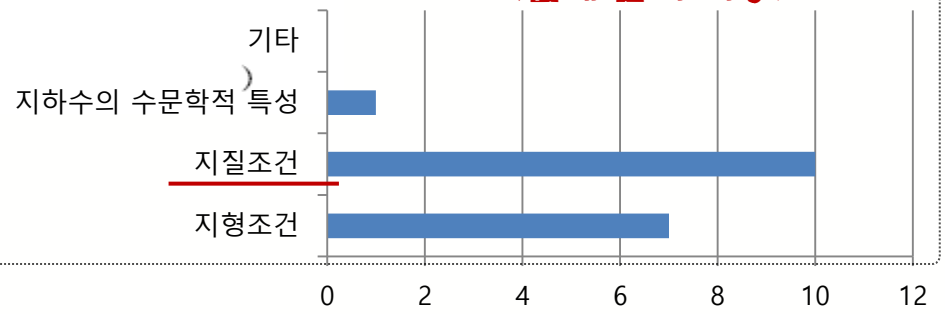


가. 폐기물 매립장 이해관계자 설문조사서 통계

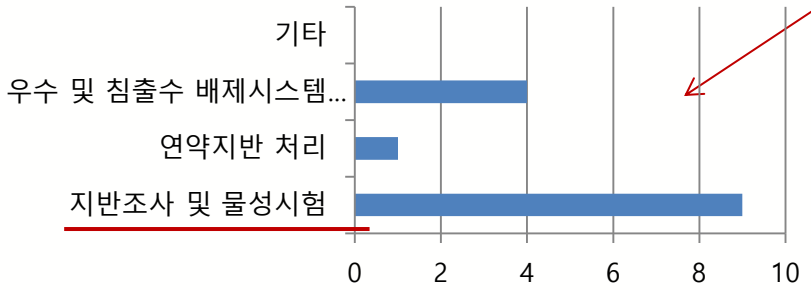
2) 위와 같이 순서를 선택한 주요 이유는 무엇이라 생각되십니까? 복수응답자 있음

① 지형조건
② 지질조건(지질의 특성, 지반의 투수계수, 지질의 안정성 등)
③ 지하수의 수문학적 특성
④ 기타( )

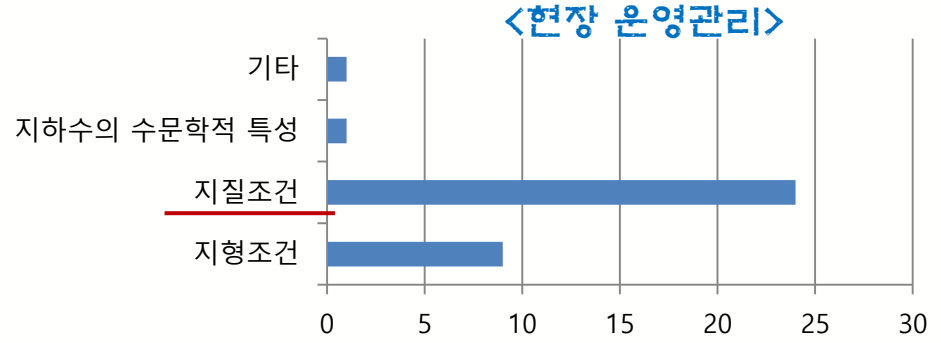
<설계·감리·시공>



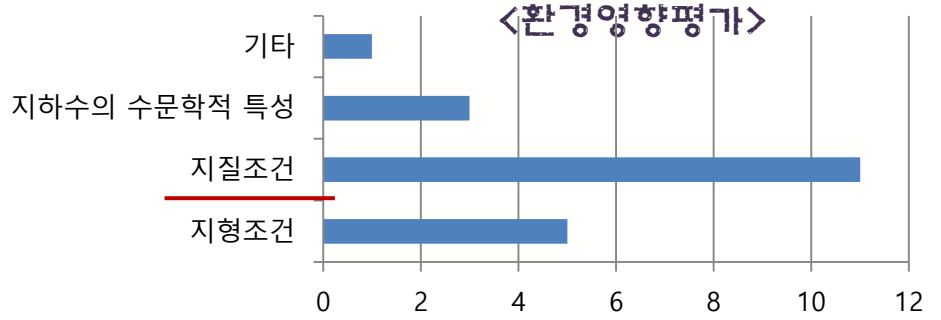
✓ 저감대책(개선방안)은?



<현장 운영관리>



<환경영향평가>



가. 폐기물 매립장 이해관계자 설문조사서 통계

[매립장 설계 관련]

1) 매립장 시설의 설계 시 수환경 오염과 개연성(연계성)이 있는 부분은 아래와 같습니다. 각 항목의 수환경 영향 경중에 대해 체크해 주세요?

1. 지하수 및 우수배제 방법(용량, 구배 등 포함)
① 매우 높음 ② 높음 ③ 보통 ④ 낮음 ⑤ 매우 낮음

2. 침출수 집·배수관 방법(용량, 구배 등 포함)
① 매우 높음 ② 높음 ③ 보통 ④ 낮음 ⑤ 매우 낮음

3. 차수공법(바닥 및 사면 공법, 차수재 종류 등)
① 매우 높음 ② 높음 ③ 보통 ④ 낮음 ⑤ 매우 낮음

4. 사면/지반/제방의 안정성
① 매우 높음 ② 높음 ③ 보통 ④ 낮음 ⑤ 매우 낮음

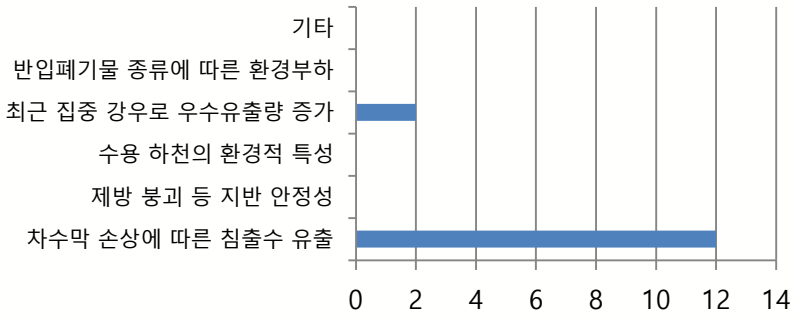
5. 침출수 처리시설(유량조정조(용량) 포함)의 공법 및 용량
① 매우 높음 ② 높음 ③ 보통 ④ 낮음 ⑤ 매우 낮음

6. 침출수 처리수의 배출방법(자체 처리 후 방류, 공공처리시설과 연계)
① 매우 높음 ② 높음 ③ 보통 ④ 낮음 ⑤ 매우 낮음

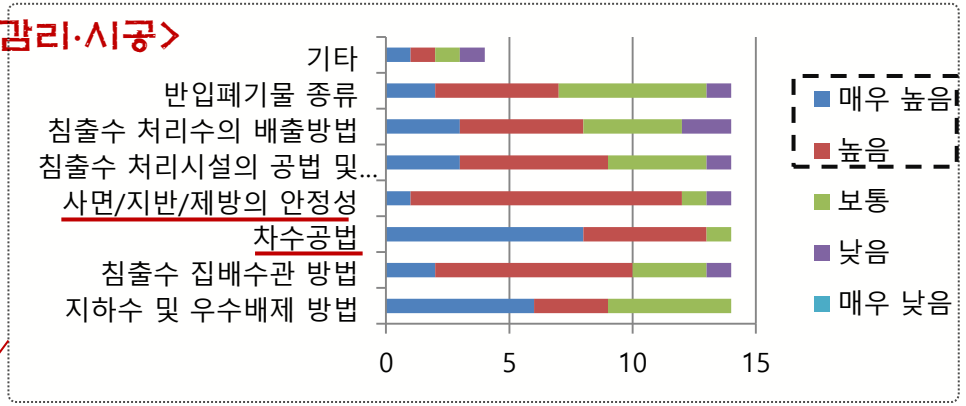
7. 반입폐기물 종류
① 매우 높음 ② 높음 ③ 보통 ④ 낮음 ⑤ 매우 낮음

8. 기타( )
① 매우 높음 ② 높음 ③ 보통 ④ 낮음 ⑤ 매우 낮음

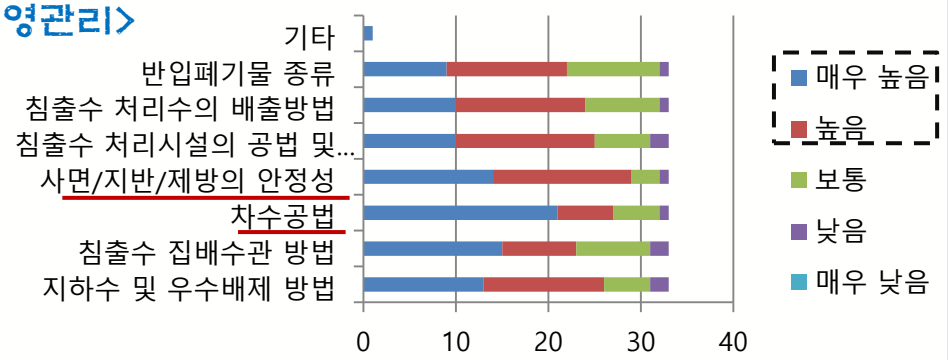
✓ 주요 이유는?



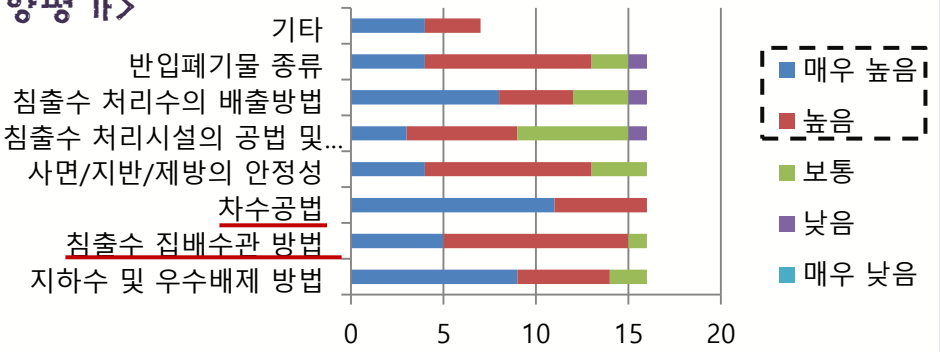
<설계·감리·시공>



<현장 운영관리>



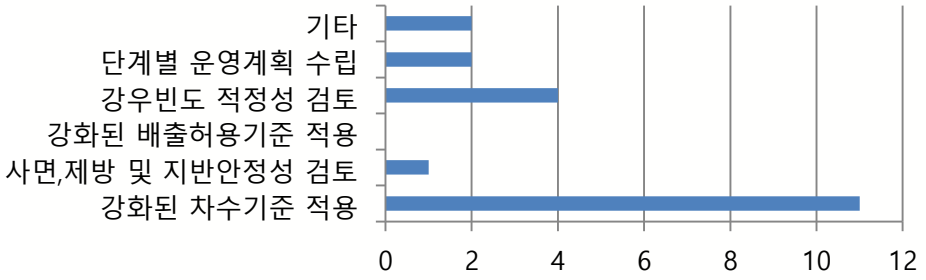
<환경영향평가>



가. 폐기물 매립장 이해관계자 설문조사서 통계

3) 위의 선택항목에 대한 저감대책(개선방안)은 무엇이라 생각되십니까?
① 강화된 차수기준 적용 및 수질모델링을 통한 침출수 누출수 사전 모의
② 사면, 제방 및 지반안정성 검토
③ 강화된 배출허용기준 적용
④ 강우빈도 적정성 검토를 통한 최적 빈도 선정
⑤ 단계별 운영계획 수립을 통한 환경부하 최소화
⑥ 기타( )

<설계·감리·시공>



4) 위의 주요 선택항목의 저감대책(개선방안)에 대한 어려움 또는 한계점(예, 기술적, 경제적(비용) 문제, 법적기준, 입지적 특성 등)은 무엇이라 생각되십니까?

(서술형)

• 설계시공감리
- (기술적) 시공이 용이하고 가능한 상세계획을 설계도서에 표기(표준설계지침 수립)하여 정확하게 시공하게
- (경제성) 차수시트 상태를 점검하기 위해 누출감시시스템 비용확보 문제
- (경제성) 법적기준보다 강화된 차수기준 적용을 위해서는 과다한 비용발생 문제
- (경제적) 강우빈도 강화시(100년빈도 이상) 적정 저류공간 확보, 침출수/우수배제시설 경제성 문제

• 운영관리
- (경제적) 폭우로 인한 재해 영향을 고려하여 우수배제시설 및 침출수처리용량 증대를 두고 설계가 이루어져야 하나 비용증가로 적용하기 어려움

• 환경영향평가
- (경제성) 생활폐기물도 지정폐기물 설계기준으로 적용하는 것이 필요하며 차단형으로 조성하는 것이 필요하나 초기건설비 문제(환경공단/지자체)
- (경제성) 법적 차수시설보다 강화된 차수공법 적용시(2중->3중 이상) 비용문제 발생
- (경제성) 하수미처리구역에 해당시 관로 연장이 불가피함 (연계처리 어려움)
- (경제성) 자체처리시 고도처리시설에 따른 비용문제
- (경제성) 법적기준보다 강화된 유령조정조 추가 검토시 과대설계가 될 우려가 높아 경제적 비율증가
- (법적기준) 사면경사, 지반특성 등 현장시공 여건에 따른 세부 설계기준 확립이 필요

가. 폐기물 매립장 이해관계자 설문조사서 통계

[매립장 시공 관련]

1) 매립장 시설 공사 시(시공) 수환경 오염을 유발시킬 수 있는 부분은 아래와 같습니다. 각 항목의 수환경 영향(빈도 포함) 경중에 대해 체크해 주세요?

1. 차수막 손상(예, 칼, 열 등에 의한 손상 등)
① 매우 높음 ② 높음 ③ 보통 ④ 낮음 ⑤ 매우 낮음

2. 차수막 이음새(예, 용접상태 및 용접재료 불량) 불량
① 매우 높음 ② 높음 ③ 보통 ④ 낮음 ⑤ 매우 낮음

3. 공사 설비에 의한 차수막 손상
① 매우 높음 ② 높음 ③ 보통 ④ 낮음 ⑤ 매우 낮음

4. 지하수, 우수, 침출수 집·배수관 시공 불량
① 매우 높음 ② 높음 ③ 보통 ④ 낮은 ⑤ 매우 낮음

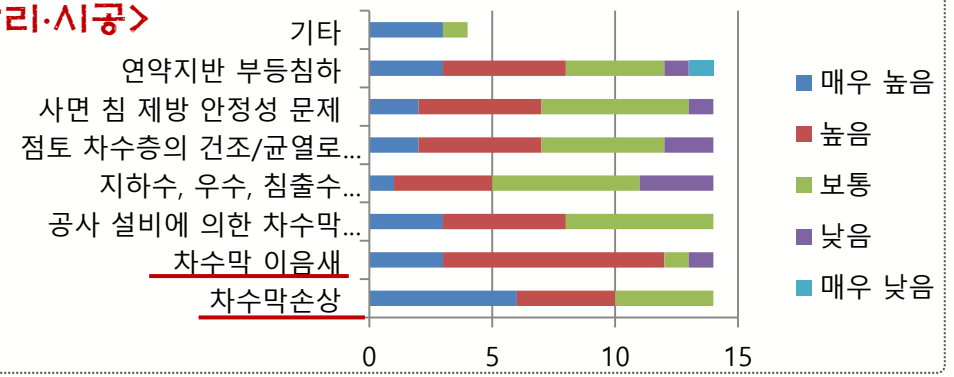
5. 점토 차수층의 건조/균열로 인한 차수재의 투수성 증가
① 매우 높음 ② 높음 ③ 보통 ④ 낮음 ⑤ 매우 낮음

6. 사면 및 제방 안정성 문제
① 매우 높음 ② 높음 ③ 보통 ④ 낮음 ⑤ 매우 낮음

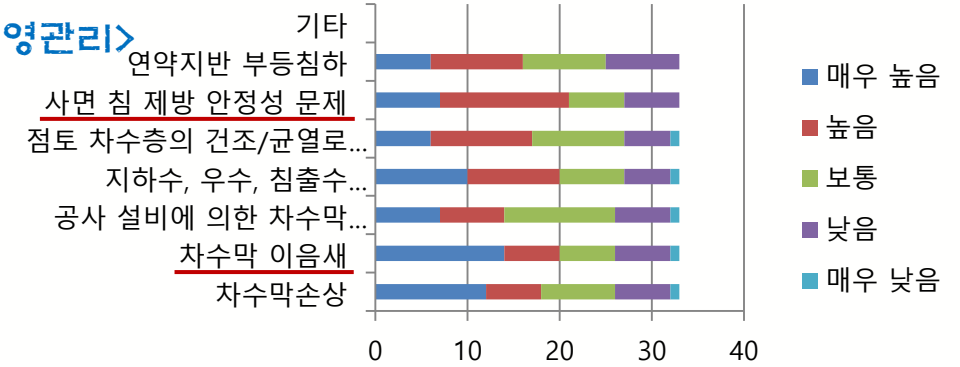
7. 연약지반 부등침하
① 매우 높음 ② 높음 ③ 보통 ④ 낮음 ⑤ 매우 낮음

8. 기타(　　)
① 매우 높음 ② 높음 ③ 보통 ④ 낮음 ⑤ 매우 낮음

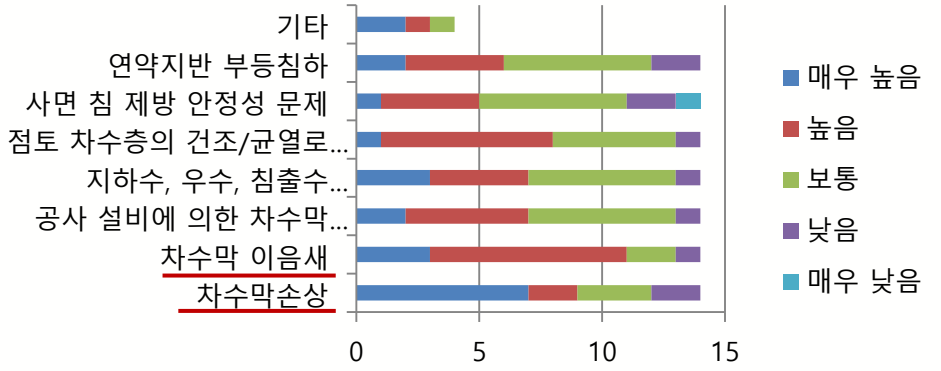
<설계·감리·시공>



<현장 운영관리>



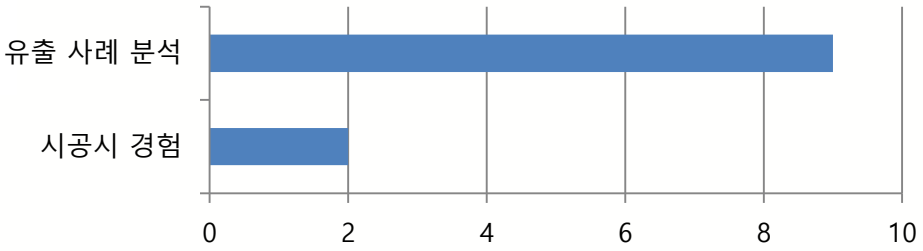
<환경영향평가>



가. 폐기물 매립장 이해관계자 설문조사서 통계

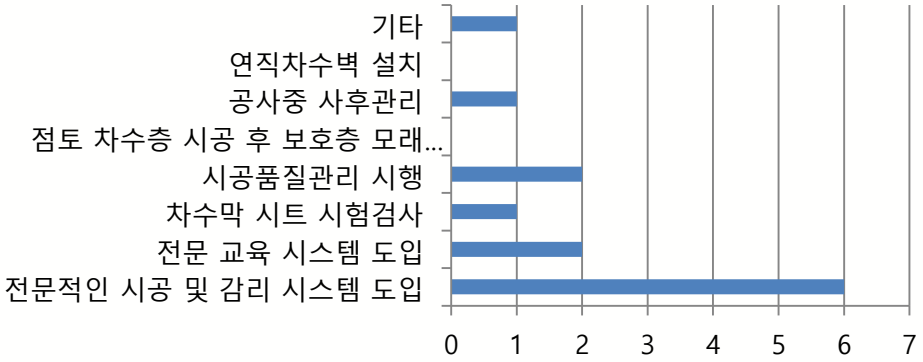
2) 위와 같이 순서를 선택한 주요 이유는 무엇이라 생각되십니까?
(예, 시공 시 경험, 매립장 침출수 유출 사례 분석 등)
(서술형)

<설계·감리·시공>

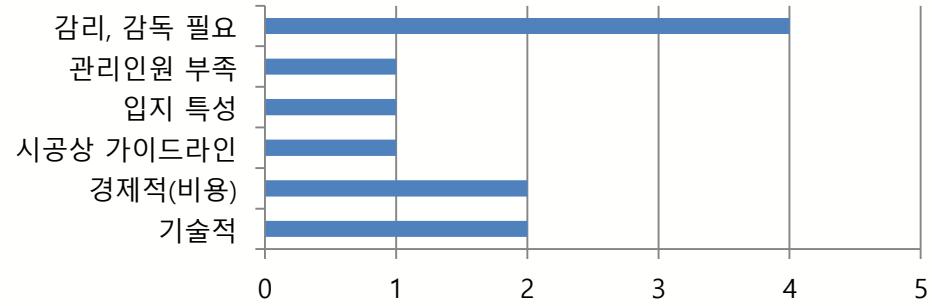


3) 위의 선택항목에 대한 저감대책(개선방안)은 무엇이라 생각되십니까?

① 전문적인 시공 및 감리 시스템 도입
② 전문 교육 시스템 도입
③ 차수막 시트 시험검사(공기압 검사(Air Pressure Test), 전기스파크검사(Electric Spark Test))
④ 시공품질관리 시행(차수층 재료규격 검사, 다공공정 감독, 함수비/밀도/투수계수 시험실시 등)
⑤ 점토 차수층 시공 후 보호층 모래 포설
⑥ 공사중 사후관리
⑦ 연직차수벽 설치
⑧ 기타(　　)



4) 위의 주요 선택항목의 저감대책(개선방안)에 대한 어려움과 한계점(예, 기술적, 경제적(비용) 문제, 시공상 가이드라인 문제, 입지적 특성, 관리인원 부족 등)은 무엇이라 생각되십니까?
(서술형)



가. 폐기물 매립장 이해관계자 설문조사서 통계

4) 위의 주요 선택항목의 저감대책(개선방안)에 대한 어려움과 한계점 (예, 기술적, 경제적(비용) 문제, 시공상 가이드라인 문제, 입지적 특성, 관리인원 부족 등)은 무엇이라 생각되십니까?

(서술형)

- **설계시공감리**
  - (기타) 차수막 설치후 후속공정(침출수 배수층 포설, 침출수 배제관 시공 등)의 진행과정에서 손상이 자주 발생하나, 손상 부위를 육안으로 확인하는 것은 한계가 있음
  - (경제성) 강화된 시공 감리시스템 도입을 위해선 관리자 증대가 필요하나 비용문제로 어려움
  - (기타) 공기단축, 비용 절감에서 문제발생. 시공사의 편한 시공을 위한 얻 설계자의 검토 없이 비슷한 시공 공법 채택, 자재변경 등은 지양

- **운영관리**
  - (기타) 시공/감리자의 책임성 있는 역할을 위해 사후관리(매립지 사용종료시)까지 책임제 시행필요

- **환경영향평가**
  - (관리인원부족) 시공자 인력 부족과 기술능력 향상이 필요함
  - (관리인원부족) 제3의 기관을 통한 공정한 시공감리가 단계별로 되도록 하여야 하나 관리인원 부족
  - (기타) 시공시 시공감리 제도가 운영중에 있으나 보다 체계적인 시공감리 시스템 도입 필요
  - (기타) 현장에서 기 시공한 부분에 대한 관리 대책기준을 법, 설계규정 등에 새로이 추가

가. 폐기물 매립장 이해관계자 설문조사서 통계

[매립장 운영 관리- 일반]

1) 매립장 시설의 운영·관리시 수환경 오염을 가중시킬 수 있는 부분은 아래와 같습니다. 각 항목의 수환경 영향 경중에 대해 체크해 주세요?

<설계·감리·시공>

1. 자연재해(예, 홍수, 폭설, 강우, 지진 등)
① 매우 높음 ② 높음 ③ 보통 ④ 낮음 ⑤ 매우 낮음

2. 시설물 노후화(예, 균열 누수, 파손, 붕괴 등)
① 매우 높음 ② 높음 ③ 보통 ④ 낮음 ⑤ 매우 낮음

3. 매립 복토 과정에서 차수막 손상
① 매우 높음 ② 높음 ③ 보통 ④ 낮음 ⑤ 매우 낮음

<현장 운영관리>

4. 시설물(사면/제방/지반) 유지관리 부실에 의한 붕괴
① 매우 높음 ② 높음 ③ 보통 ④ 낮음 ⑤ 매우 낮음

5. 복토, 폐기물 다짐 효율 유지관리 부실
① 매우 높음 ② 높음 ③ 보통 ④ 낮음 ⑤ 매우 낮음

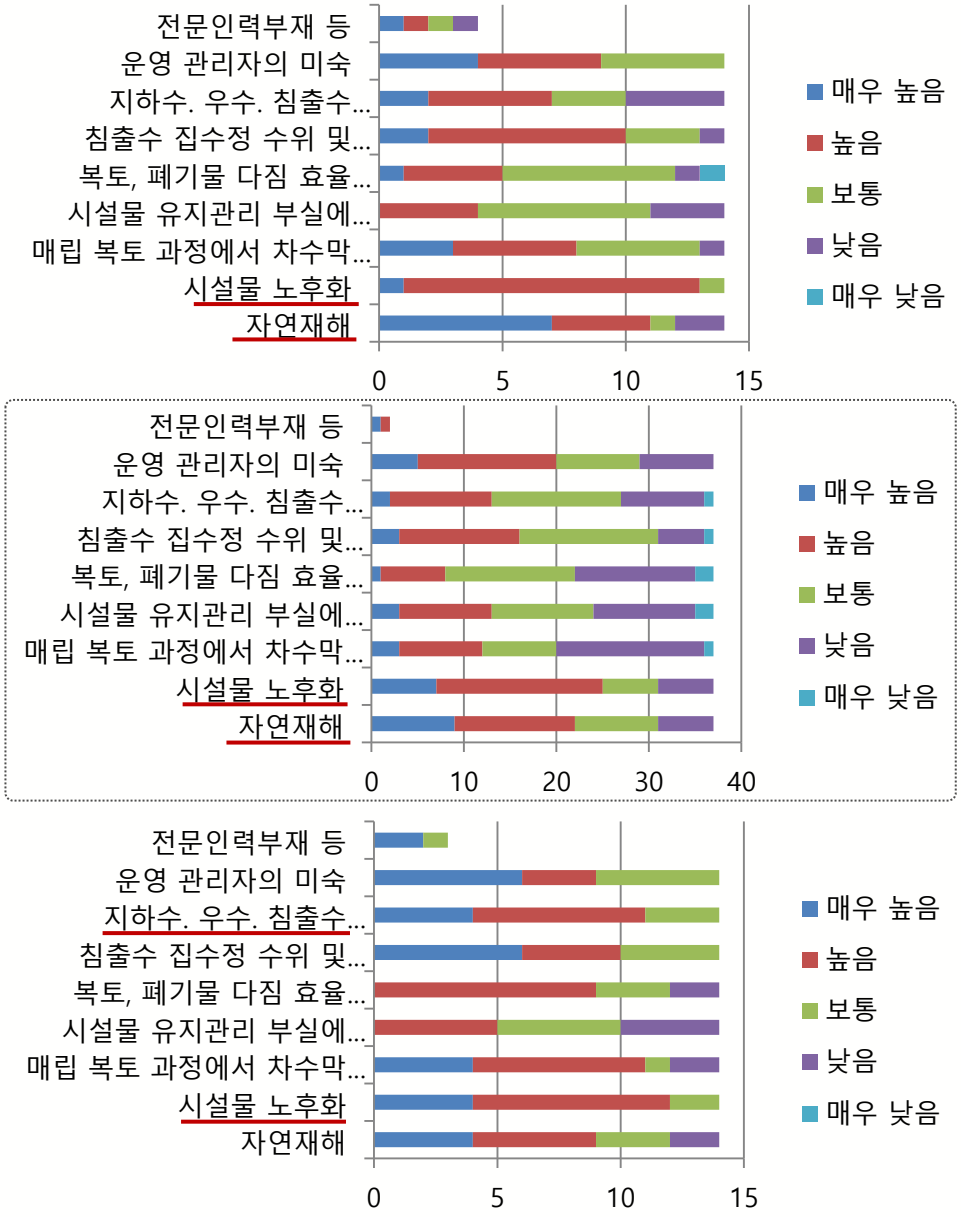
6. 침출수 집수정 수위 및 차수막(누출감지센서 포함) 유지관리 부실
① 매우 높음 ② 높음 ③ 보통 ④ 낮음 ⑤ 매우 낮음

<환경영향평가>

7. 지하수·우수·침출수 집·배수관 유지관리 부실
① 매우 높음 ② 높음 ③ 보통 ④ 낮음 ⑤ 매우 낮음

8. 운영 관리자의 미숙(기술적 전문성 부족, 안전관리 의식 부족 등)
① 매우 높음 ② 높음 ③ 보통 ④ 낮음 ⑤ 매우 낮음

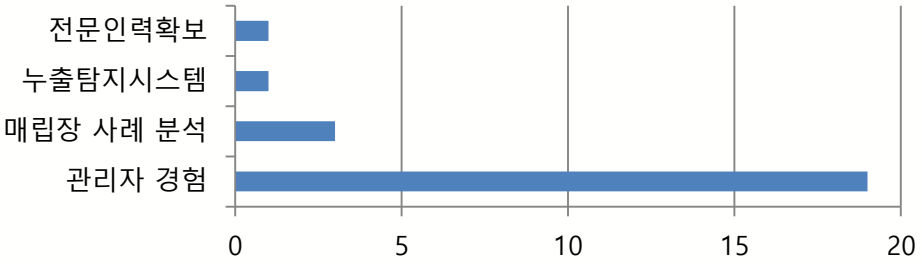
9. 기타( )
① 매우 높음 ② 높음 ③ 보통 ④ 낮음 ⑤ 매우 낮음



가. 폐기물 매립장 이해관계자 설문조사서 통계

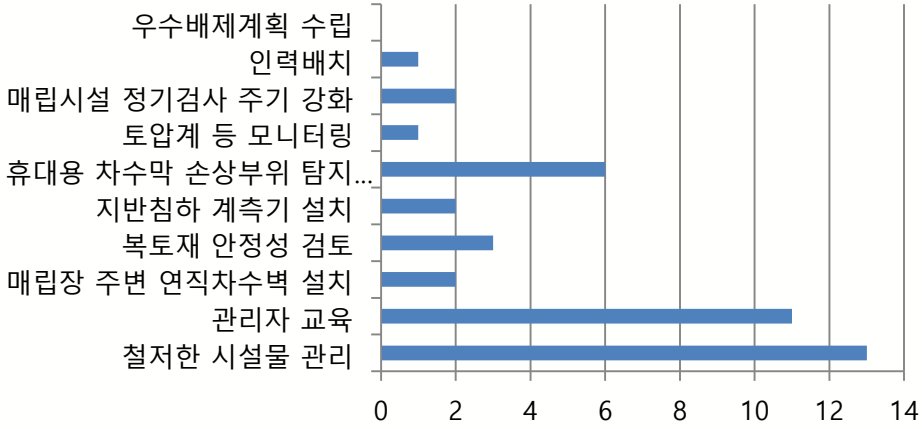
2) 위와 같이 순서를 선택한 주요 이유는 무엇이라 생각되십니까?
(예, 관리자 경험, 매립장 사례 분석 등)
(서술형)

<현장 운영관리>

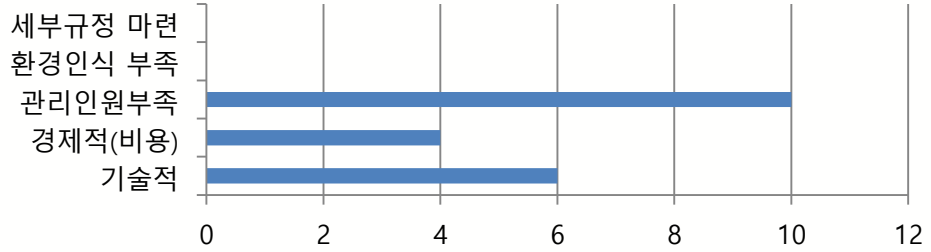


3) 위의 선택항목에 대한 저감대책(개선방안)은 무엇이라 생각되십니까?
① 철저한 시설물 관리(영상정보처리기기 설치 등)
② 관리자 교육
③ 매립장 주변 연직차수벽 설치
④ 복토재 안정성 검토 및 중간복토시 다짐공정 관리 감독
⑤ 지반침하 계측기 설치로 지반침하 모니터링
⑥ 휴대용 차수막 손상부위 탐지 시스템(RMS) 설치로 누수 구간 확인
⑦ 토압계, 간극수압계, 침출수위계 모니터링
⑧ 매립시설 정기검사 주기 강화
⑨ 기타( )

복수응답자 있음



4) 위의 주요 선택항목의 저감대책(개선방안)에 대한 어려움과 한계점 (예, 기술적, 경제적(비용) 문제, 관리인원 부족 등)은 무엇이라 생각 되십니까?
(서술형)



가. 폐기물 매립장 이해관계자 설문조사서 통계

4) 위의 주요 선택항목의 저감대책(개선방안)에 대한 어려움과 한계점 (예, 기술적, 경제적(비용) 문제, 관리인원 부족 등)은 무엇이라 생각 되십니까?

(서술형)

- **설계시공감리**
  - (경제적) 대부분 시·군 매립시설은 매립작업 설계 미비와 매립(펼침/다짐)장비 부재, 운영인력 교육 부족으로 매립, 복토, 우수배제 등이 체계적이지 않아 잠재적인 환경오염 유발 요인을 내재
  - (기타) 매립시설 정기검사 주기의 한계성(검사기관 다변화 필요)

- **운영관리**
  - (경제적) 반입 폐기물은 매립장 안전과 침출수 원수 농도를 결정하는 중요요소이나 현실적으로는 초기 매립장 운영시 신규거래선 확보가 우선이어서 폐기물성상에 대한 고려는 후순위
  - (경제적) 반입 불가한 폐기물을 취급하여 침출수 처리를 어렵게 하는 경우가 종종 있음
  - (기타) 폭우 등으로 집수정 수위상승과, 침출수 저류공간 부족문제는 단순 유량조정조 용량 확대만으로 해결이 불가할 수 있으므로, 우기시 버퍼기능을 유지할 수 있도록 설계 및 운영관리 필요
  - (기타) 매립시설의 운영관리자의 의지 부족(인원부족 및 순환보직 공무원운영으로 전문성 낮음)

- **환경영향평가**
  - (기타) 전문경험이 있는 관리인원과 의식 부족
  - (기타) 매립과정의 감독기관 부재(관리 감독은 계량대, 계측기 검사, 행정, 경비 지출 등에 집중)

가. 폐기물 매립장 이해관계자 설문조사서 통계

[매립장 운영 관리- 수질오염원 중심]

1) 침출수의 단순이송이 아닌 1차 처리 후 이송 또는 자체 처리 후 방류 시 목표수질 농도로의 저감이 어려운 항목이 있으시나요?

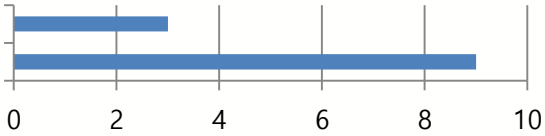
※ 단순이송시 생략

① 네 ② 아니요

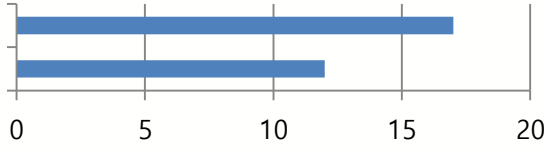
※ "네" 라고 답변하신 경우 처리공정(공법)은 무엇입니까?

(서술형)

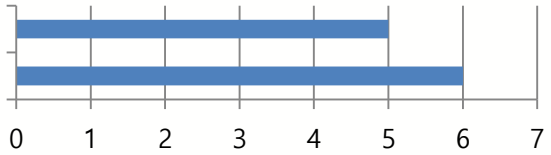
<설계·감리·시공>



<현장 운영관리>



<환경영향평가>



가. 폐기물 매립장 이해관계자 설문조사서 통계

2) 위의 조사항목에 "네"라고 답하신 경우, 아래 항목의 경중에 대해 체크해 주세요?

1. pH
① 매우 어려움 ② 어려움 ③ 비교적 어려움

2. BOD
① 매우 어려움 ② 어려움 ③ 비교적 어려움

3. COD
① 매우 어려움 ② 어려움 ③ 비교적 어려움

4. 질소계열(무기성 질소, NH_3-N 등)
① 매우 어려움 ② 어려움 ③ 비교적 어려움

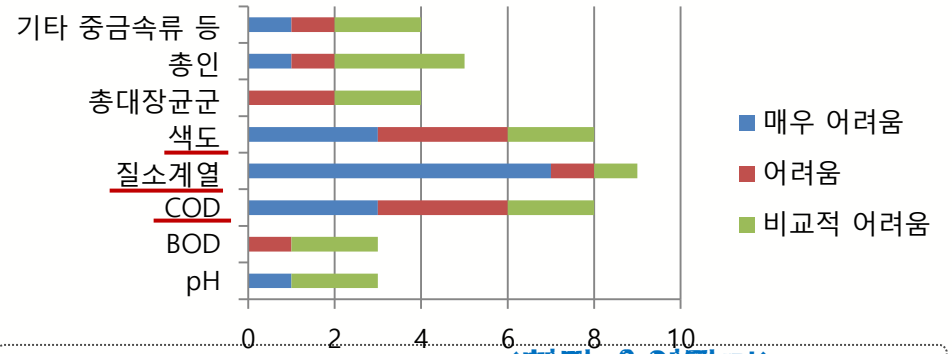
5. 색도
① 매우 어려움 ② 어려움 ③ 비교적 어려움

6. 총대장균군
① 매우 어려움 ② 어려움 ③ 비교적 어려움

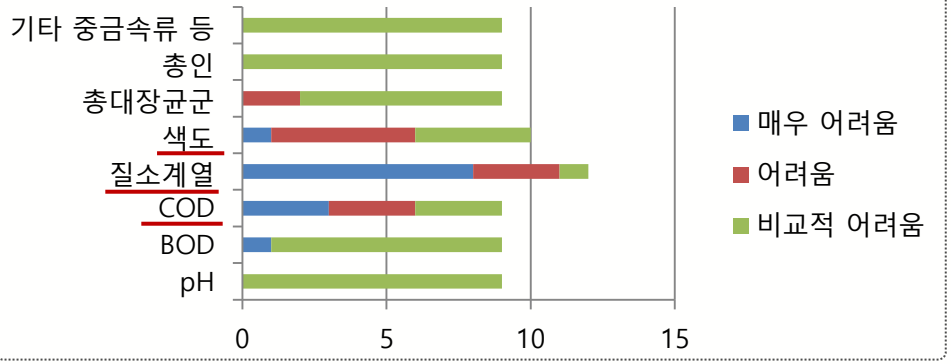
7. 총인
① 매우 어려움 ② 어려움 ③ 비교적 어려움

8. 기타 중금속류 등(카드뮴, 수은, 비소, 용해성철, 크롬 등)

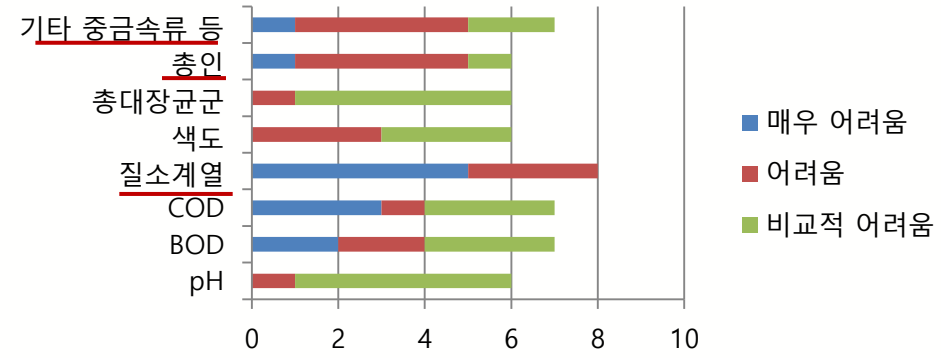
<설계·감리·시공>



<현장 운영관리>



<환경영향평가>

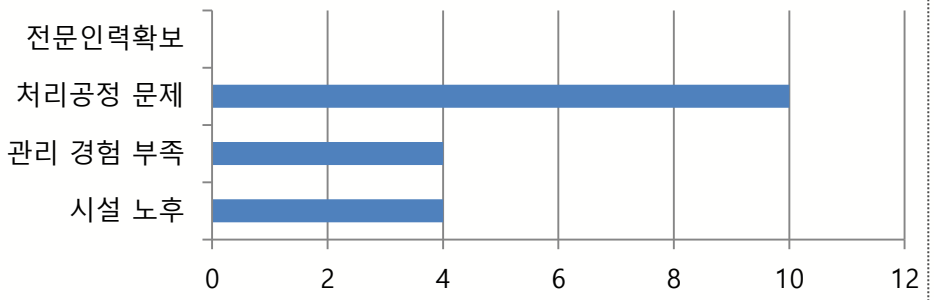


가. 폐기물 매립장 이해관계자 설문조사서 통계

3) 위의 주요 선택항목에 대한 이유는 무엇이라 생각되십니까?
(예, 시설노후화, 관리경험(노하우) 부족, 처리공정 문제 등)
(서술형)

복수응답자 있음

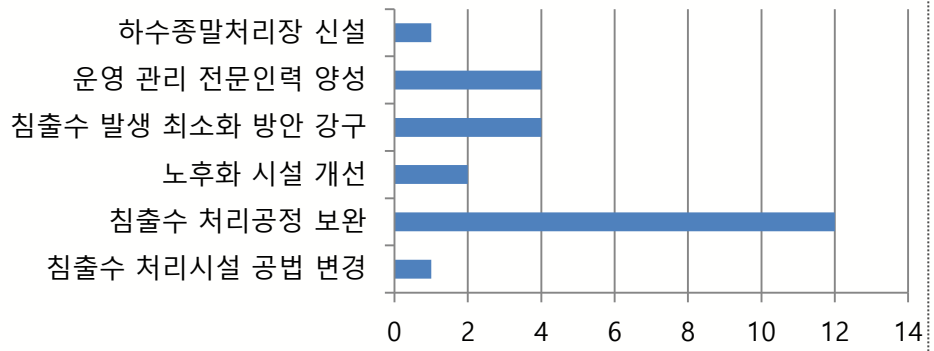
<현장 운영관리>



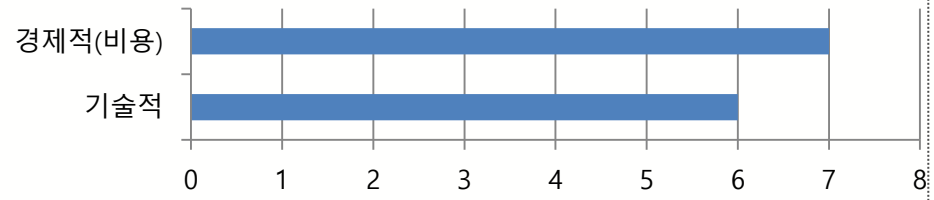
4) 위의 선택항목에 대한 저감대책 및 개선방안은 무엇이라 생각되십니까?

복수응답자 있음

① 침출수 처리시설 공법 변경
② 침출수 처리공정 보완
③ 노후화 시설 개선
④ 침출수 발생 최소화 방안 강구(에어돔 설치, PETEX 포설)
⑤ 운영 관리 전문인력 양성
⑥ 기타(　　)



5) 위의 주요 선택항목의 개선대책에 대한 어려움과 한계점(예, 기술적, 경제적(비용) 등)은 무엇이라 생각되십니까?
(서술형)



가. 폐기물 매립장 이해관계자 설문조사서 통계

5) 위의 주요 선택항목의 개선대책에 대한 어려움과 한계점(예, 기술적, 경제적(비용) 등)은 무엇이라 생각되십니까?
(서술형)

- **설계시공감리**
  - (기타) 매립년한에 따라 변화하는 침출수량 및 수질특성으로 배출허용기준(질소 등) 준수 어려움
  - (기술/경제) 자체처리 후 방류는 기술적 및 경제적으로 어려움이 많음

- **운영관리**
  - (경제적) 장마철에 우수배제에 기술적 한계가 있어 침출수 발생량이 증가하여 처리량 및 약품비 증가
  - (기타) 질소계열은 생물학적 처리매커니즘이 복잡하고 낮은 BOD 농도비율도 문제시되 처리어려움
  - (기타) 색도처리를 위한 별도 처리공정이 없는 등 고도처리 공정부재로 인한 한계
  - (기타) 관리경험이 부족하고 시설노후화로 인한 효율 저하 문제
  - (경제성) 설비 증축 및 개보수 비용 문제

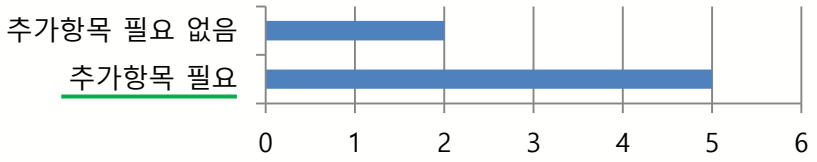
- **환경영향평가**
  - (경제적) 장마철에 우수배제 기술적 한계가 있어 침출수 발생량이 증가하여 처리량 및 약품비 증가
  - (기타) 낮은 관리경험, 처리공정상 문제

가. 폐기물 매립장 이해관계자 설문조사서 통계

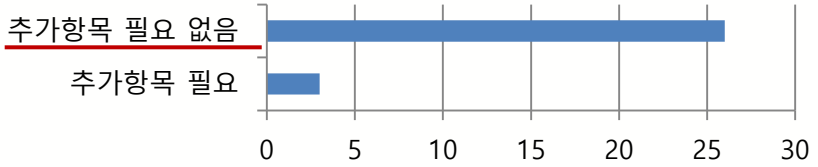
8) 이외, 현재 (환경부·한국환경공단)매년 발간하는 폐기물처리시설 설치·운영 실태평가 결과보고서에서는 공공매립시설의 경우 지하수 검사정의 수질조사 항목을 질산성질소와 BOD로 집계하고 있는데, 추가 집계 항목이 필요하다고 생각하시나요?

① 네 ② 아니요

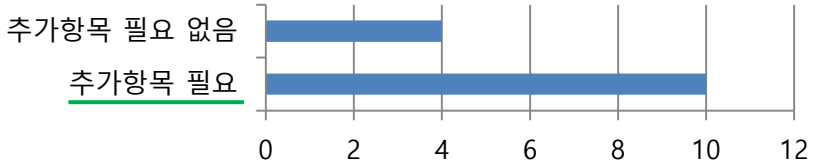
<설계·감리·시공>



<현장 운영관리>



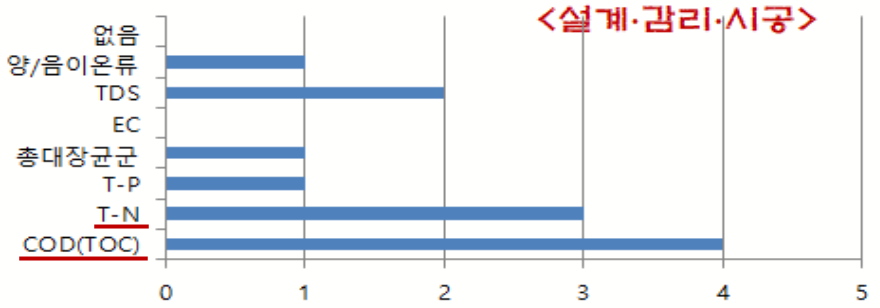
<환경영향평가>



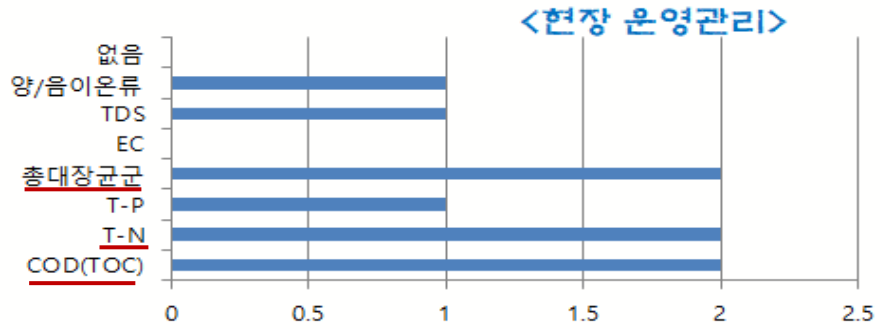
9) "네"라고 답하신 경우 추가 항목은 무엇입니까?(다수선택 가능)

① COD(TOC) ② T-N ③ T-P ④ 총대장균군 ⑤ EC ⑥ TDS ⑦ 양/음이온류(Ca^{2+}, Mg^{2+}, SO_4^{2-}, Cl^- 등)

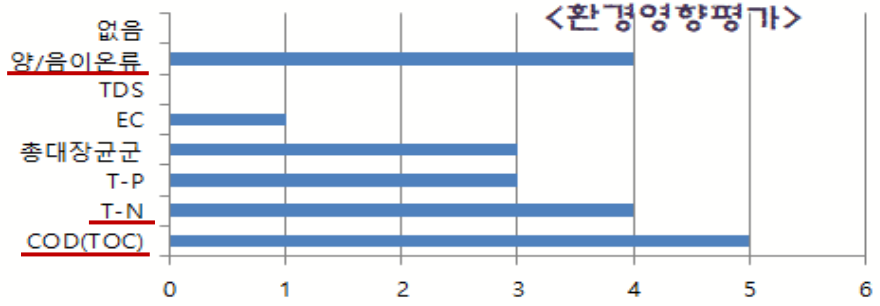
<설계·감리·시공>



<현장 운영관리>



<환경영향평가>



가. 폐기물 매립장 이해관계자 설문조사서 통계

10) 추가 선택항목의 이유는 무엇인가요?

(서술형)

- **설계시공감리**
  - (기타) 침출수 수질특성을 나타내는 대표적 지표이며, 침출수누출 여부 확인이 확실함
  - (기타) 타 공공시설과 충분한 비교평가를 위해 다수 항목에 대한 검토 필요

- **운영관리**
  - (기타) 지하수 오염여부 확인을 위해서는 질산성질소보다는 총질소로, BOD보다는 COD_{Cr}로 항목 변경, 또한, 어느정도 데이터가 일정한 TDS 또는 양/음이온류를 통해 확인하는 것도 좋음

- **환경영향평가**
  - (기타) 지하수 관리 강화의 필요성에 따라 항목 추가, 매립시설 특성상 BOD보다는 난분해성 물질과 중금속류가 함유되어 있을 확률이 높으므로 COD(TOC)와 양/음이온류로 항목조정 필요
  - (기타) 수질오염총량관리제에 적용되고 있는 TN, TP 기준 항목 추가 필요

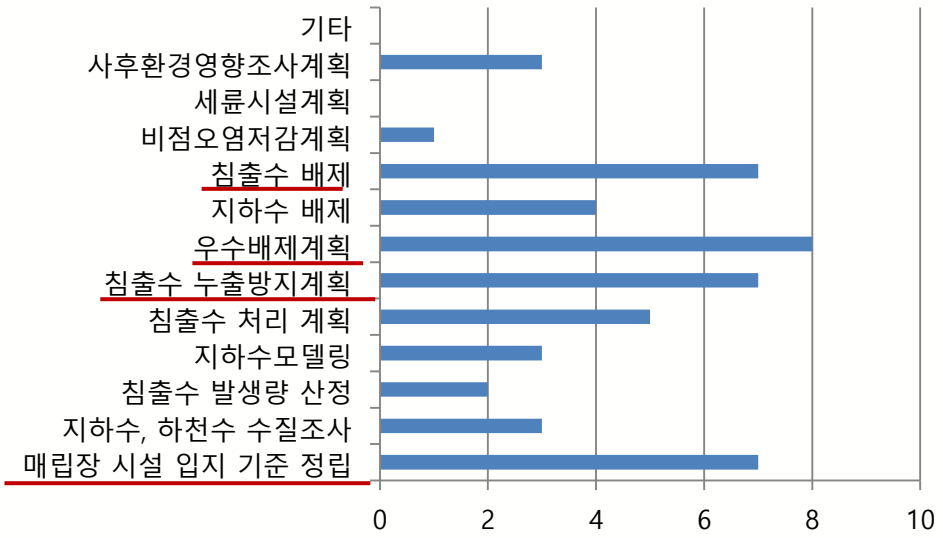
가. 폐기물 매립장 이해관계자 설문조사서 통계

[환경영향평가]

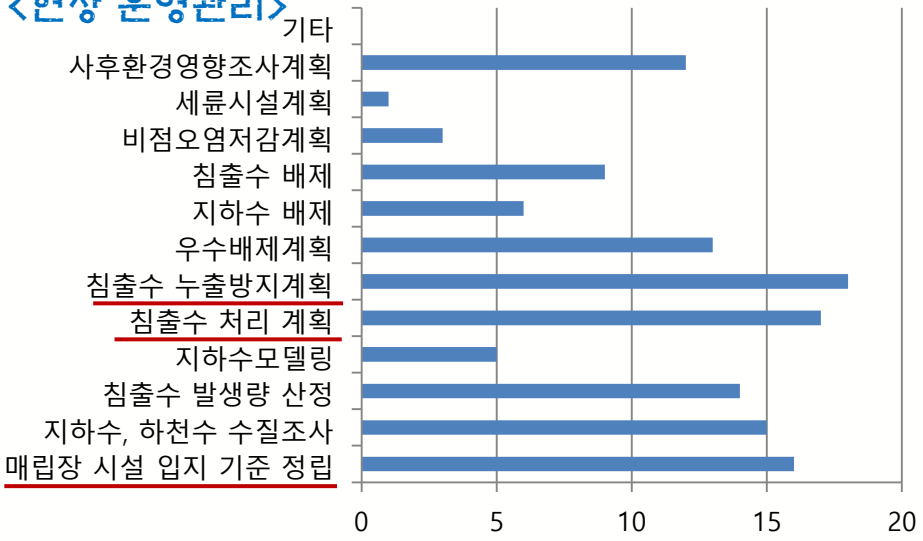
1) 매립장 사업의 수환경 분야 환경영향평가에서 아래의 평가서 항목(내용) 기반 하에 검토업무를 수행하고 있습니다. 아래의 항목 중 수환경 오염의 사전예방적 측면에서 보완(평가서 작성부분)되고 검토(평가)되어야할 주요 사항은 무엇이라 생각하시나요(다수 선택 가능)?

① 매립장 시설 입지 기준 정립
② 지하수(검사정, 주변 지하수 관정), 하천수 수질조사(조사대상 지점 포함)
③ 침출수 발생량 산정
④ 지하수모델링
⑤ 침출수 처리 계획(유량조정조 및 처리공정 등)
⑥ 침출수 누출방지계획(차수시설·공법·누출감지시설)
⑦ 우수배제계획
⑧ 지하수 배제
⑨ 침출수 배제
⑩ 비점오염저감계획
⑪ 세륜시설계획(폐수)
⑫ 사후환경영향조사계획(검사정, 침출수 모니터링 등)
⑬ 기타( )

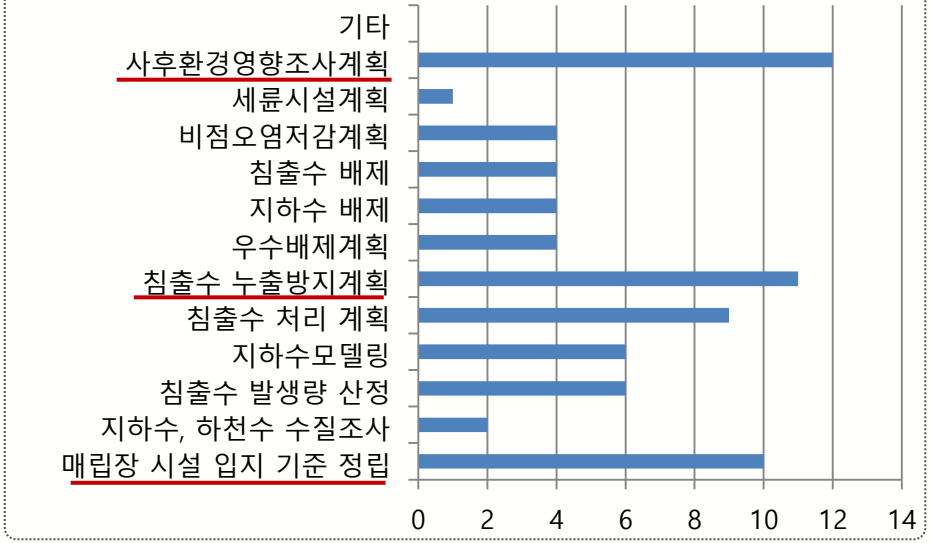
<설계·감리·시공>



<현장 운영관리>



<환경영향평가>

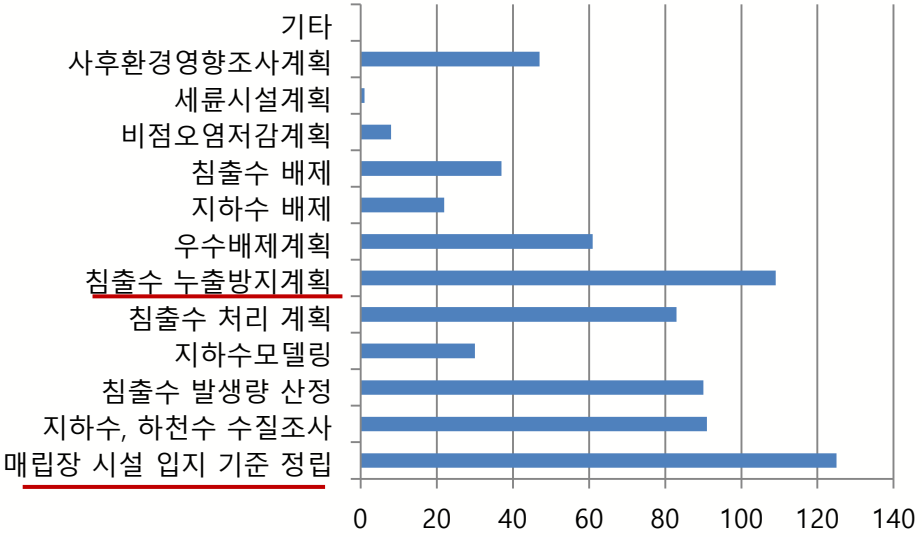


가. 폐기물 매립장 이해관계자 설문조사서 통계

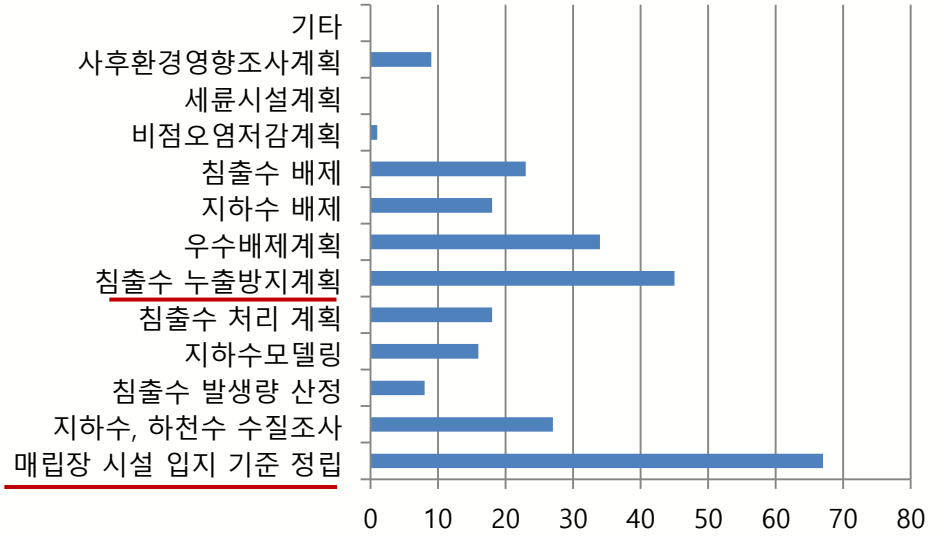
2) 중요도 순서는? (예, ③→ ①→ ②→ ④→ ⑤)

→ 가중치 부가 후...

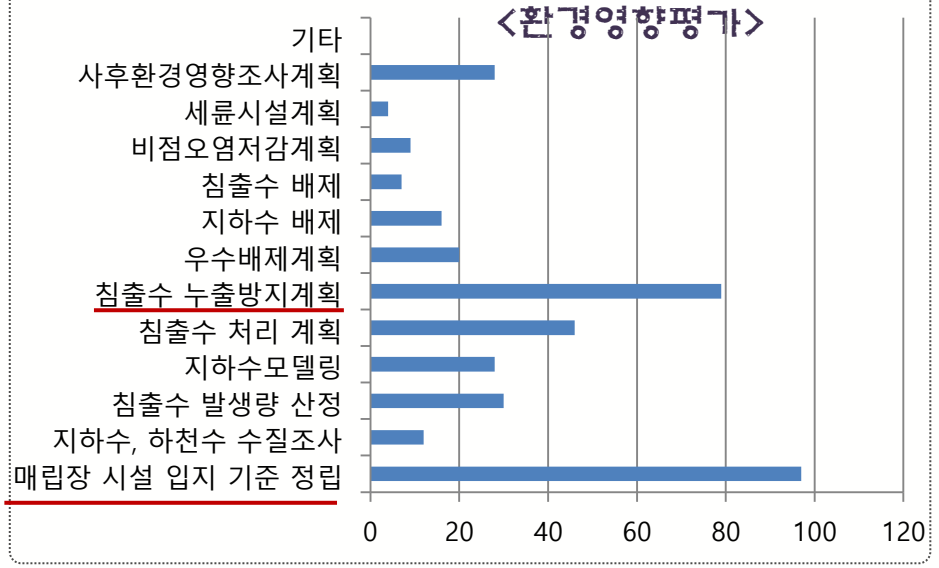
<현장 운영관리>



<설계·감리·시공>



<환경영향평가>



가. 폐기물 매립장 이해관계자 설문조사서 통계

3) 위의 주요 선택 항목에 대한 이유는 무엇이라 생각되십니까?

(서술형)

- **설계시공감리**
  - 매립지 시설입지가 중요하고 이후 적정시설을 반영하기 위한 과정임
  - 침출수 발생량을 최소화하기 위해 우수배제가 가장 중요, 다음은 발생량 산정, 적정처리공법 선정
  - 침출수 누출을 원천적 차단이 중요한 부분으로 지하수, 하천수질 주기적인 모니터링

- **운영관리**
  - 매립장 환경영향평가는 주변마을에 피해가 발생되지 않도록 입지에 관한 사항이 제일 중요하고 다음 운영관리와 사후관리 판단
  - 정확한 침출수 발생량 예측이 되어야 그에 따른 적정 용량의 시설과 처리계획이 이루어짐
  - 침출수 생성 최소화 및 처리효율 증대를 위해 우기철 우수를 최대한 배제하는 것이 필요
  - 침출수 처리를 완벽하게 하기위해 사후환경영향조사 계획에에 대한 구체적인 침출수 모니터링이 필요

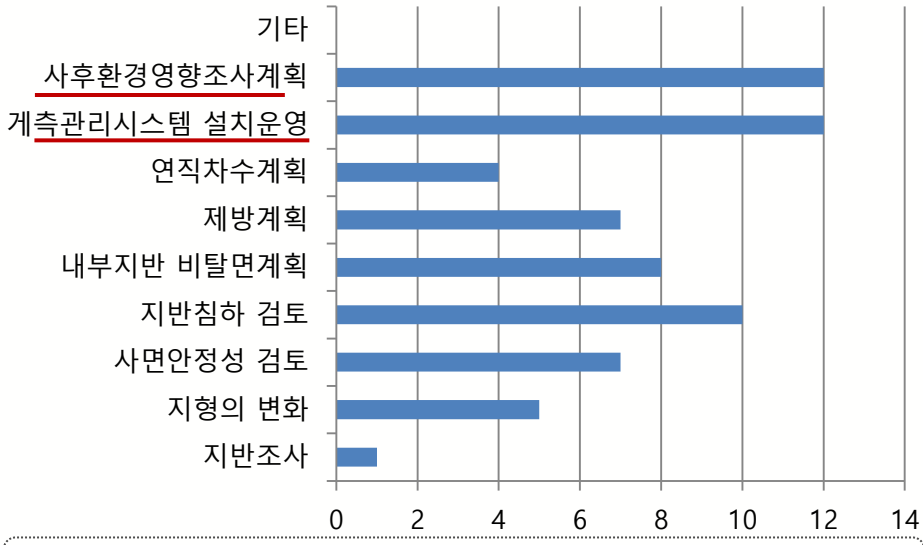
- **환경영향평가**
  - 기술적으로 극복(저감대책 등)이 불가하다고 판단되는 입지기준 필요하고, 시설입지가 가능하다면 주변 지하수압에 의한 영향을 최소화하여 차수시설의 손상을 방지, 우수배제를 통한 침출수 발생 최소화, 발생된 침출수는 신속히 배제하여 매립시설에 부하(하중) 로 인한 손상 최소화
  - 차수시설 등의 누출방지가 가장 중요할 것이며, 누출되었을 때 미치는 영향정도를 검토하기 위한 입지적인 기준 검토 및 침출수와 지하수를 배제하기 위한 시설검토가 필요
  - 침출수 처리공정 및 처리계획을 정확히 수행하여야 하며, 주변 지하수의 흐름을 미리파악하고, 사후조사를 통해 적정처리됨을 모니터링

가. 폐기물 매립장 이해관계자 설문조사서 통계

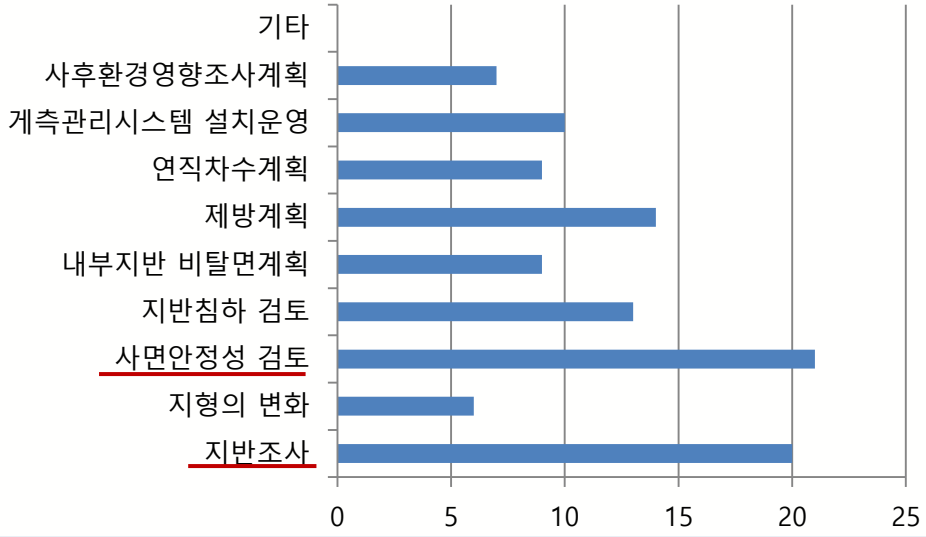
4) 매립장 사업의 지형·지질 분야 환경영향평가에서 아래의 평가서 항목(내용) 기반 하에 검토업무를 수행하고 있습니다. 아래의 항목 중 수환경 오염의 사전예방적 측면에서 보완(평가서 작성부분)되고 검토(평가)되어야할 주요 사항은 무엇이라 생각하시나요 (다수 선택 가능)?

① 지반조사(지층현황, 공내수위 등)
② 지형의 변화
③ 사면안정성 검토
④ 지반침하 검토
⑤ 내부지반 비탈면계획
⑥ 제방계획
⑦ 연직차수계획
⑧ 계측관리시스템 설치운영(지중경사계, 지하수위계 등)
⑨ 사후환경영향조사계획(사면, 지반 안정조사 등)
⑩ 기타(　　)

<설계·감리·시공>



<현장 운영관리>



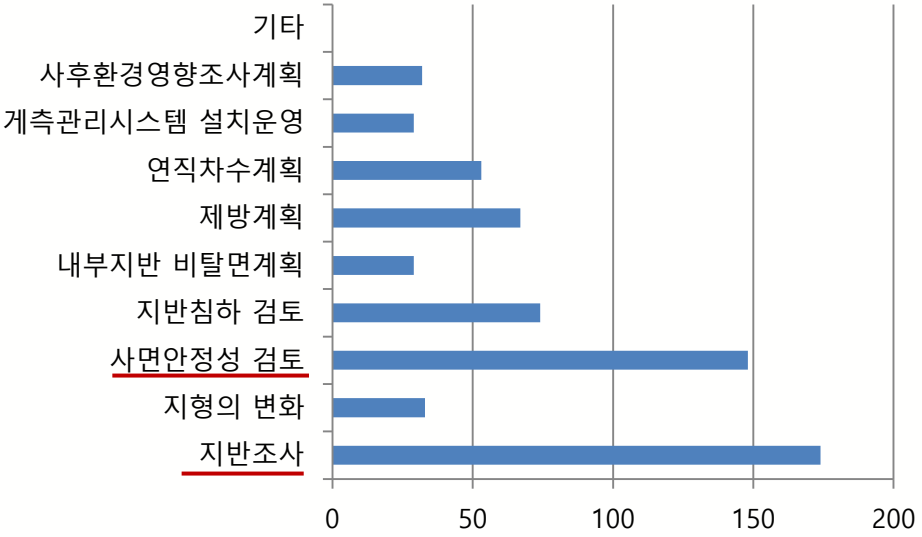
<환경영향평가>

가. 폐기물 매립장 이해관계자 설문조사서 통계

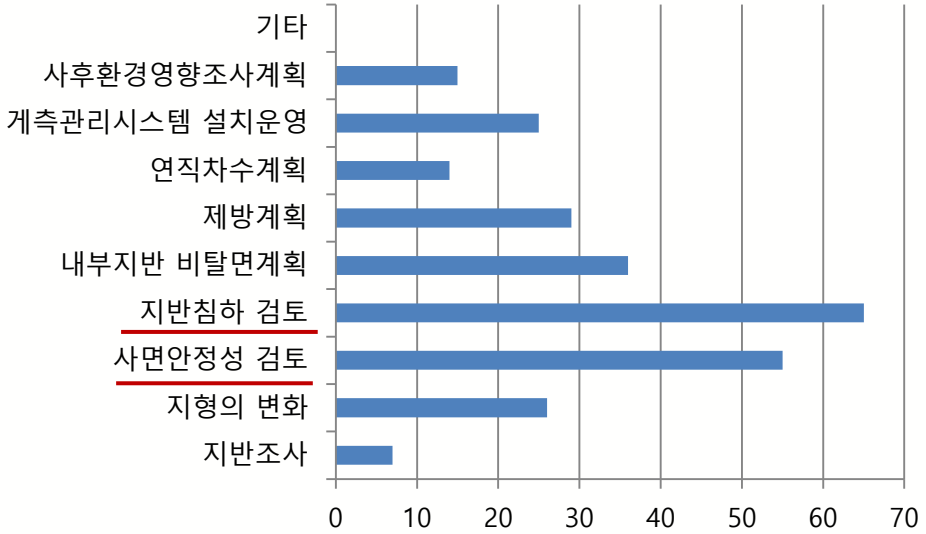
5) 중요도 순서는? (예, ③→ ①→ ②→ ④→ ⑤)

→

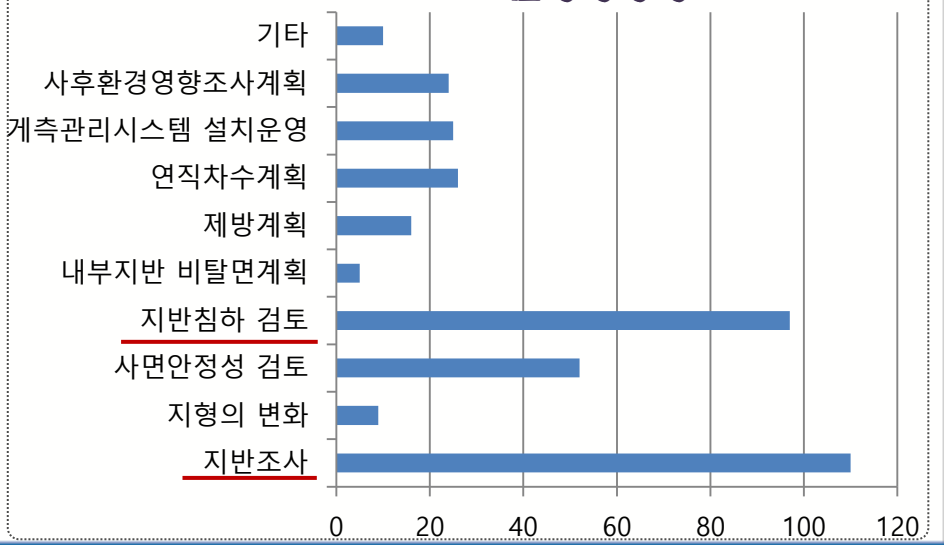
<현장 운영관리>



<설계·감리·시공>



<환경영향평가>



가. 폐기물 매립장 이해관계자 설문조사서 통계

6) 위의 주요 선택항목에 대한 이유는 무엇이라 생각되십니까?

(서술형)

- **설계시공감리**
  - 지질특성을 고려한 매립장 계획을 수립하는 것이 중요하고, 매립장 조성으로 인한 안정성 검토 및 이를 고려한 제방계획을 수립. 더불어 매립장 운영시에도 지속적으로 매립장 안정성이 확인가능하도록 계측관리계획과 사후환경영향조사계획을 수립해 안정성 확보 및 유지관리를 시행
  - 지반조건에 맞는 내부지반 비탈면 계획 수립. 이중 차수시설(연직차수)로 좀 더 완벽한 시설이 요구되며 연직차수시설 내부와 외부에 지하수 모니터링 시설을 갖추어 차수재 파손을 확인하고 연직차수벽에 의한 확산 방지가 되고 있는지도 확인할 수 있음.

- **운영관리**
  - 연약지반의 경우 침출수 유출방지를 위한 차수층 보완과 지반침하 등도 검토해야 하므로 매립장이 위치할 지반조사 부분이 가장 중요
  - 사면안정성, 제방계획은 수환경 예방 측면에서 가장 보완되고 검토해야 하는 중요한 항목이라고 사료

- **환경영향평가**
  - 지반침하, 사면 불안정 등의 지반불안정은 차수시설의 찢김 등의 물리적 손상으로 침출수 유출을 유발할 수 있으므로 지반조사가 우선시되고 최적설계 시공 및 계측관리를 통해 수시모니터링

가. 폐기물 매립장 이해관계자 설문조사서 통계

[공통 질문]

1) 기타 매립장 사업의 수환경 오염 예방을 위한 개인적 의견이 있으시면 자유롭게(입지, 설계, 시공, 운영관리, 환경영향평가 등) 기술부탁드립니다.

- 침출수 방류수수질기준이 대폭 강화(24.7.1~) 예정으로 기존 생물공정만으로는 자체 처리후 방류 불가. 비용적 측면에서 하수처리장 연계 처리하는 것이 가장 합리적이나, 자체 처리 방류시 R/O 등 고도처리 필요. R/O 농축수 처리를 위해서는 침출수 재순환도 염두

- 매립시설 유지관리 전문업체 양성을 통한 현장관리 시행, 설계,시공, 운영관리 강화를 위한 전문인력 양성

- 매립장 설계, 시공, 사후관리시 불확실성을 제거할 수 있는 실증적인 연구개발로 해당 설계기준, 인자 등을 정립하고, 법적으로 제도화

- 침출수위는 매립중 5m 이하로 규정되어 있으나, 실제 대부분 저류구조물의 높이가 5m로 계획되는바, 저류구조물 높이의 50% 이내로 침출수위를 관리하도록 내용 수정. 또한 슬러지의 경우 현행보다 함수율에 대한 기준을 강화하고, 혼합매립비율(예, 폐기물:오니 = 4:1)에 대한 내용을 추가

- 현재의 매립장 설치 시설기준, 복토 기준 등이 외국과 비교해 부족하지 않음에도 침출수 누출의 사례가 심심찮게 발생하고 있다는 점을 감안할 때 기준 위반 시 확실한 법적, 징벌적 제재가 있어야하며, 수계, 토양 오염 복원에 대한 재원 책임 등의 조치가 필요. 차수기준을 적용한 매립장 상당수가 침출수 누출된 사례를 거울 삼아 매립장 하류부에 지중 차수벽 및 집수조, 검사정 의무 설치 보완 필요

- 침출수는 폐관법에서 정한 처리기준을 준수할 수 있으나, 하천수질에 비해 워낙 처리기준이 높은 탓에 처리수를 지역내 수계로 직방류할 수 없음. 차라리 법적 방류기준을 대폭강화하여 지역방류를 할 수 있도록 해야 함. 그리고 향후 침출수 처리수라도 산업폐수 재이용처럼 재활용이 된다면 오염총량도 줄어드는 효과발생
  - 예) 침출수를 RO시스템까지 설치하여 지하수수질까지 처리한후 사업장내 골재생산시설의 공정용수로 사용하려고 했지만 법적으로 침출수처리수의 재활용에 관한 기준이 없기 때문에 무산됨

4. 중간보고 결과 요약

중간보고 결과 요약

(설계부분 문제 및 개선방안)

- (대규모 매립장) 지속적인 장마 등으로 집수정 수위상승과, 침출수 저류공간 부족 등 문제발생 고려하여 단순 유량조정조 이외 추가 저류시설 구축 검토
- 저류구조물의 높이는 운영중 침출수 관리수위를 고려하여 계획
- 침출수 관리수위 / 운영 및 사후관리기간을 고려한 차수재의 두께 결정 필요
- 자연재해 (홍수, 폭설, 지진 등) 를 고려한 설계
- 매립장내 외부 우수의 유입 차단 / 우수· 침출수 분리 계획 수립
- 우기철 강우특성을 고려한 침출수 처리시설 / 유량조정조 규모 설정

(시공문제 및 개선방안)

- 철저한 시공관리 및 누출감지시스템 도입 등
- 차수시설은 단계별로 설치하여 차수시설 내구성 확보
- 전문적인 시공 및 감리 시스템 도입

중간보고 결과 요약

(운영관리부분 문제 및 개선방안)

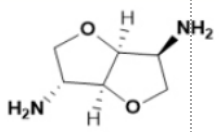
- 차수재 수명 및 제방사면 안정성 등 고려 강화된 침출수 수위 관리 필요(1m 범위)
- 침출수 성상 변화 및 유량변동을 고려 적정 처리시설 구축 및 운영 방안 마련 필요
  (강화될 침출수 처리기준 고려)
- 효과적인 빗물배제를 위한 운영관리(상향식 매립, 구획분리, 적정 매립고(제방상단, 사면 소단에 맞춰 우수자연배제) 및 다짐/복토(구배)계획 등)
- 오니매립시 함수율 전처리 강화 및 타 폐기물 혼합매립, 시설용량에 따른 오니 매립량 결정(매립 작업 효율 및 매립장 안정성 고려)

: 오니는 투수계수가 낮고 물을 머금는 성질이 있음. 특히 유기성오니는 분해 문제로 부등침하의 원인중 하나

- (에어돔 매립장) 사용종료 후 증가하는 침출수 및 고농도 염분 침출수 장기적정처리
- 정기적인 수질검사 항목이외에 EC, TDS 등 간이 측정방법 활용하여 간이지표이용 수시관리
- 책임감 있는 전문가 배치 및 운영인원에 대한 지속적인 교육시행
- 매립시설의 정기적인 검사/점검 주기 강화

(제도적 문제 및 개선방안)

- 강화된 저감대책(차수재 등) 가능하지만, 국가 지원비용은 법적기준에 한정
  국고 지원범위 확대 (현행 30% → 70%)
- 매립장 조기 안정화 및 침출수 문제 등을 고려한 침출수 재순환 바이오리엑터 확대
- 현행법상 매립장 검사정의 지하수 오염에 대한 기준이 부재하여 적정 저감대책 미흡
- 사업장폐기물 매립장 질소 농도 높은 원인 중 하나가 목재류이므로, 목재류 선별 전처리 소각 및 바이오부탄올 등 이용원료 법 개정안
- 폐수처리수 재이용 기준을 고려하여 침출수 고도처리수 재이용 방안 검토
- 관련법규 / 기준 강화 (침출수 관리수위 / 오니류 전처리 기준 등)



ISB-diamine
Isosorbide diamine

감사합니다.