

생활폐기물소각장 안전관리 개선 사례

인천지회 김 종 환 과장

1. 사업장 개요

생활폐기물 소각업무를 하고 있는 55명의 소규모 사업장으로 소각로 공정을 위탁운영하고 있으며, 연소가스 처리, 재처리 반출을 통해 발생하는 먼지, HCL, SOx NOx, 다이옥신 등 유해가스가 발생된다. 또한, 전도, 근골격계질환, 난청 등 다양한 재해가 발생하고 있는 공정 특성상 위험도 또한 크다.

따라서 금번 위험성평가를 통해 공정의 위험도를 낮추기 위한 안전관리 개선사례를 소개한다.

2. 기계기구 및 설비 보유 현황

공정명	설비명	규격/용량	대수
반입·공급 설비	투입운용압력용기	7kg/cm ² /2m ²	1
	폐기물크레인	8톤	2
	대형폐기물 크레인	2톤	1
	대형폐기물 파쇄기	2축전단식/10톤	1
	호이스트(보수용)	3톤	2
소각 설비	소각로	4.66mW×8.37mL	2
	스토카 유압장치	100kg/cm ² ×95ℓ	1
연소가스 냉각 설비	폐보일러	36.9톤×16k×203℃	2
	고/저압증기 복수기	14.5k×199/90℃ 0.3k×158/90℃	2/4
	응축수 탱크	115m ² ×5.8×8.37mL	1
	청관제 및 탈산제탱크	각φ1.3m×1.6mH	각1
연소가스	보수용 호이스트	1.5톤×양정 4m	1
	반응식 알칼리흡수탑	φ8m×8mH	2
	반응식여과집진기	8.5mW×10.6mL×11.06mH	2
	환원제 저장탱크	φ3.2m×3.0mH×121m ²	2

공정명	설비명	규격/용량	대수
여열 이용 설비	증기터빈	다단배압×1800kw	1
	발전기	2280m ² /min×690mmAg	1
급기배기 설비	보수용호이스트	3톤×양정 4m	1
	압입/유인송풍기	840m ² /min×630mmAg 2280m ² /min×690mmAg	각2
재처리 설비	재 크레인	2.4톤×오버헤드주행	1
	폐열보일러	8톤36.9톤×16k×6203℃	2
	소각재 배출, 투입, 이송컨베이어		2/1/1
	자력 선별기	전자식 2.0mL	1
	빅백 이송 컨베이어	롤러컨베이어 0.5톤/백	1
	빅백 반출용 호이스트	2톤×양정 3m	1
급수 배수 설비	활성탄 여과기	7톤/hr×수직원통형	2
	염산/가성소다 저장조	각4m ² E 수직원통형	각 1
	침출수 침전도/저장수조	190m ² /40m ²	각 1
폐수 처리 설비	폐수 저장조	65m ² /194m ²	각 1
	폐수 이송펌프(원심펌프)	18톤/hr×2k / 9톤/hr×1k	각2
	화학약품 혼합탱크	3.9m ² 콘크리트조	3
	처리수 저장조	27.8m ² 콘크리트조	1
	폐수처리 배수펌프	9톤/hr×2k 수중펌프	1
기타 설비	계장/공정용 공기압축기	7Nm ² /min×7k/14Nm ² /min×7k	각2
	계장/공정용 공기저장탱크	3m ² / 5m ²	각1
	비상발전기	500kw 3ph, 4Cycle	1
	경유/등유 저장탱크	7Nm ² /min×7k/14Nm ² /min×7k	각1
	폐기물차량 세차설비	자동세차설비	1

3. 재해발생 사례

가. 일반정비 1

(1) 재해개요

불안정한 동작에 의한 몸 균형상실과 경사면의 미끄럼, 시야확보 불량으로 인한 전도 재해

(2) 상해종류 및 치료일 : 염좌디스크(56일)

나. 일반정비 2

(1) 재해개요

소각로 내에서 정비 중 통로바닥의 전산에 걸린 전도재해

(2) 상해종류 및 치료일 : 우측 슬관절, 연골관절(42일)

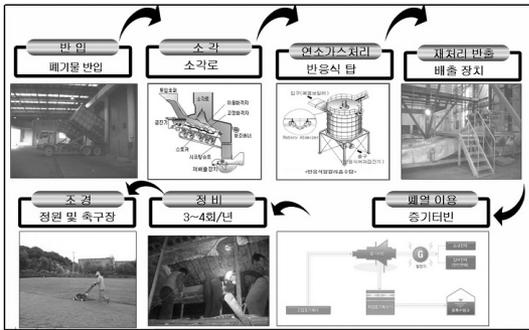
다. 일반정비 3

(1) 재해개요

소음발생 작업환경에 노출되었으나 차음보호구의 착용 기피로 인한 직업병

(2) 상해종류 및 치료일 : 소음성 난청(50일, 장애 14급 판정)

4. 제조공정도



5. 안전보건상 위험정보

가. 폐기물 반입

(1) 공정순서 : 폐기물 차량계량 → 폐기물 차량검사 → 병커내 폐기물 투입

(2) 기계기구 및 설비

생활폐기물 반입차량, 음식물폐기물 반입차량, 스키드 로-다

(3) 기타 안전보건상 정보

① 운반수단 : 차량

② 작업환경측정 측정유무 : 측정

나. 생활폐기물 투입

(1) 공정순서 : 폐기물 파봉 → 폐기물 숙성 →

폐기물 균일화 → 폐기물 투입

(2) 기계기구 및 설비

폐기물용 천정크레인 2대, 천정크레인 보수용 호이스트 30대, 천정크레인 전장설비 1대

(3) 기타 안전보건상 정보

① 교대작업 : 유

② 운반수단 : 천정크레인

다. 폐기물 소각

(1) 공정순서 : 폐기물 소각 → 고온가스 열교환 → 요소수 노내분사 → 배기가스 배출 → 소각재 추출

(2) 기계기구 및 설비

폐기물 소각로 2대, 폐열 보일러 2대, 재 추출기 및 컨베이어 2대, 스토카용 유압장치 2대, 압입 송풍기 2대, 2nd 압연 송풍기 2대, 요소수 저장 및 희석탱크

(3) 화학물질명

① 요소수(1일 취급수량 3000ℓ /24시간)

(4) 기타 안전보건상 정보

① 교대작업 : 유

② 운반수단 : 인력

③ 작업환경측정 측정유무 : 측정

라. 배기가스 처리

(1) 공정순서 : 알칼리 흡수탑 → 배기가스내 활성탄살포 → 비산재 제거 백필터 → 유인송풍기 → 굴뚝(배기가스 배출)

(2) 기계기구 및 설비

알칼리 흡수탑 2대, 백필터 2대, 유인송풍기 2대, 재 이송용 컨베이어 16대, 활성탄 사이로 1대, 로타리 밸브 16개

(3) 화학물질명

소석회 13%(1일 취급수량 25,000ℓ /24시간), 활성탄(1일 취급수량 300kg/24시간)

(4) 기타 안전보건상 정보

① 교대작업 : 유

- ② 운반수단 : 인력
- ③ 작업환경측정 측정유무 : 측정

마. 재 처리 공정

(1) 공정순서 : 바닥재 벙커 축적 → 바닥재 선별(이물질, 철재물) → 바닥재 반출, 비산재 사이로 → 비산재 빅백 → 비산재 배출

(2) 기계기구 및 설비

바닥재 천정크레인 1대, 바닥재 투입호퍼 1대, 바닥재 진동스크린 1대, 바닥재 이송컨베이어 2대, 철재물·이물질 진동컨베이어 1대, 자력 선별기 1대, 바닥재 운반차량 2대, 비산재 운반차량 1대, 비산재 상차용 집게차 1대, 재 크레인용 천장 판넬 1대, 전동 지게차 1대

(3) 기타 안전보건상 정보

- ① 교대작업 : 유
- ② 운반수단 : 인력
- ③ 작업환경측정 측정유무 : 측정

바. 순·폐수 처리

(1) 공정순서 : 상수도 유입, 양·음이온 교환 → 순수생산, 교반 → 침전 → 약품 투입 → 처리수 재활용

(2) 기계기구 및 설비

상수도 보충수탱크 1대, 양이온 → 음이온 교환탑 2대, 재생용 약품주입장치 2대, 순수 이송용 펌프 2대, 원폐수 저장조 2대, 원폐수 침전조 1대, 슬러지 농축조 1대, 사(沙) 여과기 1대, 화학약품 주입장치 4대, 각종 이송펌프 10대

(3) 화학물질명

가성소다(1일 취급수량 30l), 염산(1일 취급수량 30l), 황산알미늄(1일 취급수량 2kg), 플리머(1일 취급수량 0.5kg/2일)

(4) 기타 안전보건상 정보

- ① 운반수단 : 인력
- ② 작업환경측정 측정유무 : 측정

사. 일반정비(공무팀)

(1) 공정순서 : 유지보수 의뢰서 접수 → 해당설비 정비 → 정비안료 회신

(2) 기계기구 및 설비

소각로 해당설비 전체, 용접기 3대, 산소절단기 2대, 탁상용 연삭기 1대, 체인 블록 6대, 기계정비용 필요 소공구 1세트, 천장 정비용 필요 소공구 1세트

(3) 화학물질명

윤활유, 그리스

(4) 기타 안전보건상 정보

- ① 3년간 재해발생사례
 - 스토카 내부정비시 전선에 발이 미끄러져 무릎 연골 파열 재해 발생
 - 처음 보호구 착용기피로 소음성난청 발생

② 운반수단 : 인력

③ 중량물 인력취급시 단위중량(12kg) 및 취급형태 : 들기, 밀기, 끌기

④ 작업환경측정 측정유무 : 측정

아. 정기정비(협력업체)

(1) 공정순서 : 용역정비 발주 → 정비작업 준비 → 특별안전교육 실시 → 정비작업 실시 → 완료 및 철수

(2) 기계기구 및 설비

해당설비, 용접기, 선소절단기, 합마드릴, 체인블럭, 기계정비용 필요 소공구, 천장정비용 필요 소공구

(3) 기타 안전보건상 정보

① 운반수단 : 인력

② 중량물 인력취급시 단위중량(12kg) 및 취급형태 : 들기, 밀기, 끌기

③ 작업환경측정 측정유무 : 측정

자. 조경

(1) 공정순서 : 온실작업(상근), 온실화초 발아 이식 → 온·습도용 물뿌리기, 협력업체(비상근),

잔디깎기 · 풀메기 → 농약살포

(2) 기계기구 및 설비

업무용 1톤 트럭 1대, 예초기 5대, 농약분무기 2대, 농기구(수공구) 1세트

(3) 유해화학물질

① 농약(1일 취급시간 : 4시간)

(4) 기타 안전보건상 정보

① 운반수단 : 인력

② 중량물 인력 취급시 단위중량(12kg) 및 취급 형태 : 들기, 밀기, 끌기

③ 측정유무 : 해당 없음

④ 작업에 대한 특별안전교육 필요유무 : 유

6. 위험성평가 및 개선

◆ 위험도 수준

위험도 수준	관리 기준	비고
1~3	무시할 수 있는 위험 현재의 안전대책 유지	위험작업을 수용할 수 있는 상태로 계속작업 가능
4~6	미미한 위험 안전정보 및 주기적 표준작업 안전교육 제공이 필요한 위험	
8	경미한 위험 위험의 표시부착, 작업절차서 표기 등 관리적 대책이 필요한 위험	
9~12	상당한 위험 계획된 정비보수기간에 안전감소 대책을 세워야하는 위험	조건부 위험작업 수용(위험이 없으면 작업을 계속하되, 위험감소활동을 실시하여야 함)
12~15	중대한 위험 긴급 임시안전대책을 세운 후 작업을 하되 계획된 정비보수기간에 안전대책을 세워야 하는 위험	
16~20	허용불가 즉시 작업중단(작업을 지속하려면 즉시 개선을 실행해야 하는 위험)	위험작업 불허(즉시 작업을 중지하여야 함)

가. 폐기물 반입

1일 11톤 트럭 45대분의 폐기물 반입

(1) 위험요인 및 위험도

코드	평가 구분	위험요인	현재 안전조치	위험도
A-1	기계적	-폐기물 덩핑시 앰블박스 낙하	접근금지조치	12
A-2	인적	-스키드 로-다 및 대형폐기물 파쇄기 접근으로 인한 협착	운전중 출입금지	12

코드	평가 구분	위험요인	현재 안전조치	위험도
A-3	관리적	- 소속직원에 대한 관리감독소홀로 인한 반입 중 접근시 충돌, 낙하 등의 사고 위험이 있음	운전중 출입금지	12

(2) 개선계획

코드	평가 구분	위험요인	개선후
A-1	충돌 협착	- 덩핑시 접근금지조치(경보기 및 경광등의 작동) - 안전담당자 배치하여 관계자와 출입제한 조치	3
A-2	충돌 협착	- 운전중 출입금지 - 대형파쇄기 운전중엔 접근이 불가하도록 인터록의 출입제한조치 실시	8
A-3	충돌 낙하	- 반입차량 및 장비에 접근금지조치(경보기 및 경광등의 작동) - 안전담당자 배치하여 관계자와 출입제한 조치	8

나. 폐기물 투입

폐기물 파송, 숙성, 균일화 후 호퍼에 투입

(1) 위험요인 및 위험도

코드	평가 구분	위험요인	현재 안전조치	위험도
B-1	기계적	- 크레인의 정비시 추락사고	안전보호구	12
B-2	물질 환경적	- 벙커 내에서 이상온도 상승으로 화재발생 및 소화시 화상, 추락사고	물소방포, 소화기 비치	9
B-3	인적	- 크레인 운전조작시 단순 반복 작업에 의한 근골격계질환 발생 위험	스트레칭	9
B-4	관리적	- 작업중 현장으로의 출입통제, 인원관리의 미흡으로 낙하물에 의한 충돌 사고	위험작업시 출입통제	12

(2) 개선계획

코드	평가 구분	위험요인	개선후
B-1	추락	- 작업전 크레인 조정실과 협의 및 크레인운전자 교대시 인수 - 인계 철저 - 안전대 및 안전등 철저 착용 - 비정상작업안전수칙 철저준수	8
B-2	낙하 충돌	- 작업중 현장출입이 불가능한 구조의 인터록 시스템 구축 - 모니터링 철저	3
B-3	화상 추락	- 소화기 사용시 방화복 및 필요시 공기호흡기 등 지급착용 - 추락사고에 대비한 안전대 걸이시설을 구비한 안전대 착용	4

코드	평가 구분	위험요인	개선후
B-4	근골격계질환	- 작업전, 중, 후 작업자세에 적합한 스트레칭 기법을 도입해 - 스트레칭 실시 - 충분한 휴식시간의 부여 - 작업자세의 교정으로 균형이 잡힌 편안한 자세에서 조작	4

다. 연소가스 처리

연소가스를 각종 환경시설을 통해 환경규제치 이하 농도로 필터링하는 공정

(1) 위험요인 및 위험도

코드	평가 구분	위험요인	현재 안전조치	위험도
D-1	기계적	- 자력선별기 회전체에 감김 사고	방호울	12
D-2	물질 환경적	- 요소수 및 소석회 화학물질 접촉	경고표지, 세안장치	9

(2) 개선계획

코드	평가 구분	위험요인	개선후 위험도
D-1	추락	- 비정상작업시 안전절차 준수, 특별교육강화 및 관리감독을 강화(전원차단, 시건, 표지, 감시인 배치, 전원 투입시 인원점검)	8
D-2	낙하 충돌	- 취급전 MSDS내용 교육, 보호장구(방산장갑, 보호호의, 보안경, 장화 등) 지급착용 확인, 경고표지의 부착관리 철저	4

라. 재처리 공정

폐기물 소각 후 바다재 발생분을 처리하는 공정

(1) 위험요인 및 위험도

코드	평가 구분	위험요인	현재 안전조치	위험도
E-1	기계적	- 고소장소 추락위험	위험안전대, 작업발판	12
E-2		- 와이어로프의 파단으로 낙하 위험	자체검사 후 적기에 교체	9
E-3	인적	- 재크레인 및 전동지게차에 의한 낙하위험 반경 접근으로 충돌, 협착, 낙하, 전도	안전모, 지정 운전자 운전	12
E-4	관리적	- 비산재에 의한 재크레인 등 산화에 대한 점검정비계획 미흡으로 붕괴 위험		12

(2) 개선계획

코드	평가 구분	위험요인	개선후 위험도
E-1	추락	- 안전대 걸이시설 및 안전대의 착용작업 - 작업에 적합한 작업대를 구비하여 사용	6
E-2	낙하	- 산성(비산재)물질의 접촉으로 빠른 부식이 진행되므로 점검 - 정비 주기의 단축 및 부식 방지를 위한 방청(갈승, 그리스 도포) - 자체감사결과에 따른 적기 인양용 로프 교체	6
E-3	낙하 충돌 협착 전도	- 안전모를 반드시 착용하고 크레인 작업반경내 접근금지 - 전동지게차 운행시 경보기, 경광등 작동, 접근금지 조치 - 지게차량의 용량 초과 적재금지 및 경사로 정비, 운전자의 특별교육 강화	8
E-4	붕괴	- 비산재 및 각종 기체상의 산화물질이 현장내 철 구조물을 부식시키고 있으므로 구조물의 전반적인 방청 및 유지보수계획 재수립, 필요시 구조안전성 검토(구조진단)	6

마. 공동설비

작업장 내 유틸리티(전기, 압축공기, 물 등) 유틸리티 관리

(1) 위험요인 및 위험도

코드	평가 구분	위험요인	현재 안전조치	위험도
F-1	인적	- 중앙제어실에서의 정보오류 및 오작동으로 협착, 충돌 위험	작업계획서	12
F-2	물질 환경적	- 비산재에 의한 구조물 부식		12
F-3		- 정기 정비시 안전담당자의 현장 부재로 인한 충돌, 추락, 감전, 질식, 익사 사고 등의 위험안전담당자 지정	안전담당자 지정	12
F-4	기계적	- 고압증기 분배기 증기 분출 사고	안전번	9
F-5	관리적	- 청관제 등 화학물질 사용시 접촉	방진마스크, 특별교육	9

(2) 개선계획

코드	재해 형태	개선대책	개선후 위험도
F-1	협착 충돌	- 유무선 통신체계 구축, 모니터링을 강화 - 작전 구내방송을 통해 이상유무를 확인 후 조작	8
F-2	붕괴	- 구조물의 전반적인 방청 및 유지보수계획 재수립 - 요청시 구조안전성 검토(구조진단)	8
F-3	충돌 추락 감전 질식 익사	- 안전담당자의 현장 상주상태에서 작업여부 확인 감독 - 안전담당자가 작업전 현장 위험요인에 대한 특별 교육 실시 - 안전담당자가 작업에 필요한 보호장구 구비, 착용 여부 확인	8

코드	재해 형태	개선대책	개선후 위험도
F-4	화상	- 작업전 설비이상 유무 점검철저 - 관계자의 출입금지 조치하고 관계자도 안전변 주변 접근금지 조치	2
F-5	화상	- 모든 유해화학물질에 대한 교육 실시 - MSDS에서 정하는 수칙을 준수하고 해당 보호구 착용	6

바. 폐수처리

폐수처리를 실시하여 공정에 재 사용하거나 공 원 용수로 사용

(1) 위험요인 및 위험도

코드	평가 구분	위험요인	현재 안전조치	위험도
G-1	물질	- 염산, 가성소다 등 화학물 질 접촉	방독마스크, 경고표지, 세안장치	12
G-2	환경적	- 침출수 침전조 질식사고	정기적 산소농도측정	12
G-3	관리적	- 유해가스 등에 의한 산소 결핍 위험	산소농도 측정	12

(2) 개선계획

코드	재해 형태	개선대책	개선후 위험도
G-1	화상	- 취급시 방산보호의, 장갑, 장화 및 보안경 착용 - 세안장치의 기능상태 유지관리 철저	4
G-2	산소 결핍	- 작업 전, 중, 후 산소 및 유해가스농도의 측정 - 환기시설을 가동하여 급배기의 실시 - 호흡용 보호장구의 구비로 이상시 착용작업	4
G-3	질식	- 산소결핍 또는 질식사고위험작업에 대한 매뉴얼 의 제정 운영	4

사. 전기설비

유지보수 의뢰서를 접수하여 해당설비를 정비 하는 공정

(1) 위험요인 및 위험도

코드	평가 구분	위험요인	현재 안전조치	위험도
H-1	인적	- 일반작업복의 착용으로 착 화시 화상	일반작업복	12
H-2	기계적	- 활선 및 정전작업계획의 미비로 감전		12

(2) 개선계획

코드	재해 형태	개선대책	개선후 위험도
H-1	화상	- 불연성 또는 난연성 재질의 작업복으로 착용토록 하여 스파크에 의한 작업복 착화 예방	6
H-2	감전	- 정전 및 활선작업계획서를 작성하여 작업계획에 따른 작업실시로 화상 및 감전사고 예방	8

아. 조경관리

환경생태공원 조성 · 관리하여 시민에게 휴식 처를 제공하기 위한 관리 작업

(1) 위험요인 및 위험도

코드	평가 구분	위험요인	현재 안전조치	위험도
I-1	인적	- 예초기 사용에 의한 자상 위험	특별안전교육	9
I-2		- 농약살포시 중독 위험	마스크착용	12
I-3	관리적	- 특수작업시 안전사고 발생		12

(2) 개선계획

코드	재해 형태	개선대책	개선후 위험도
I-1	배임	- 예초기를 이용한 작업중 칼날이 돌아가는 상태로 예초기의 위치변경, 지거나 내려놓거나 행위를 못하도록 관리감독 철저	6
I-2	중독	- 보호의, 방독마스크(일반방진마스크 착용금지) - 약관리법에 의한 경고표지내용의 교육숙지 및 준수작업 - 더운 날씨를 피해서 바람을 등지고 작업	6
I-3	비례 배임 중독	- 조경관리에서 필요한 작업(풀매기, 농약살포, 예초기 사용, 기타 조경수 정리용 가위 등)매뉴얼 작성하여 교육숙지	6

7. 맺음말

위험성평가를 통해 현재의 관리상태를 유지해 도 되는 위험군과 개선이 필요한 위험군으로 구 분하여 허용이 불가능한 위험군에 대해서는 구체적 이고 실행이 가능한 개선 실행 계획을 제시한 결 과 77%가 개선 완료하였고, 나머지는 개선하였 으나 미비하여 보완개선조치 함으로써 안전성을 확보하였다. 