

요약본

폐기물 소각장 근로자 직업건강 가이드라인

백은미·한복순·정혜선·김수근·이윤정·서성철·김기연·최은희·이현주
정태성·문지현·최주현·성예지

목 차

I. 연구 배경	1
1. 사회적 관심 증가	1
II. 일반 현황	2
1. 폐기물 소각장 근로자	2
2. 생활폐기물 소각시설 현황	3
3. 소각시설	4
4. 안전보건 실태	7
III. 산업재해 발생 현황 및 특성	8
1. 주요 산업재해 발생 형태	8
2. 사망사고 현황	8
3. 기인물별 산업재해 발생 현황	8
4. 발생 형태별 재해 현황	9

목 차

IV. 유해·위험요인	10
1. 소각장 근로자가 수행하는 작업의 종류	10
2. 소각작업의 위험요인	12
3. 소각작업에 의한 건강문제	16
V. 유해·위험요인 관리 방안	22
1. 전반적인 예방 조치	22
2. 화상 및 화학물질 노출 관리	22
3. 작업환경 관리	23
4. 작업조건 관리	29
5. 건강문제 관리	33
6. 소각로 작업자에게 필요한 개인보호구	42
7. 사고요인 관리	43

부록 1 KOSHA GUIDE	48
부록 2 유관단체 명단	51

I. 연구 배경

1. 사회적 관심 증가

폐기물 소각작업의 근로자는 고령이 많으며 연령 증가에 따라 고혈압, 당뇨병, 이상지질혈증과 같은 뇌·심혈관질환의 원인이 되는 기초질환이 있는 근로자들이 많아 뇌·심혈관질환의 발생 위험에 노출되어 있음.

폐기물 소각장 근로자는 대다수가 보건관리자가 선임되지 않은 50인 미만의 소규모 사업체에서 종사하여 「산업안전보건법」에서 규정한 건강검진 결과에 따른 사후관리가 미흡한 편임.

최근에 소각장의 업무 특성상 유해·위험한 작업을 하는 폐기물 소각장 근로자의 건강문제에 대해 사회적 관심이 증가하고 있으며, 폐기물 소각장 근로자를 위해 폐기물 소각의 건강영향에 대한 직업건강 관리 방안을 마련할 필요성이 제기됨.

본 가이드라인은 소각장에 종사하는 근로자의 보건과 안전을 위협하는 유해·위험요인을 제시하고 이를 관리하기 위한 방안을 제시함으로써 폐기물 소각장 근로자의 질병 예방과 건강 증진에 기여하기 위한 것임.

II. 일반 현황

폐기물 소각작업은 소각처리 대상 폐기물을 태워 없애는 소각로를 운전하는 작업을 말함.

2020년의 사업체 및 종사자 수에서 업체 수는 63,403개소이며 종사자 수는 455,117명임(환경부·한국환경산업협회, 2021).

1. 폐기물 소각장 근로자

1) 정의

‘폐기물 소각장 근로자’는 쓰레기와 기타 폐기물을 소각하는 소각로 관련 장치를 조작함. 한국표준직업분류¹⁾의 ‘소각로 운전원(Incinerator Operators, 88202)’에 해당하며 한국직업사전(5판)에 따르면 폐기물처리기술자에 해당함.

2) 수행 업무

- ① 소각로와 폐기물 저장조, 폐기물 운반시설, 예열기 등 관련 기기의 정상 여부를 확인함.
- ② 연소 상태 확인과 청소구 등을 통해 소각 잔재가 남아 있는지 확인하고 잔재가 남아 있는 경우 청소를 함.

1) 한국표준직업분류는 국제노동기구(ILO)의 국제표준직업분류(ISCO, International Standard Classification Occupations)를 반영하여 제정되었으며, 소각로 운전원의 직업분류는 2018년 1월 1일부터 시행된 제7차 한국표준직업분류(통계청고시 제2017-191호)에 의거함.

- ③ 집수조의 방지사설을 점검하고 산도를 조정함.
- ④ 소각 상태와 효율을 고려하여 소각로의 용량에 따라 적당량의 폐기물을 일정하게 투입하며 화염이 형성된 소각로의 공기 공급량을 조절하여 완전연소가 가능한 온도로 가열한 뒤 출구 온도를 유지함.
- ⑤ 온도지시계·자동온도기록계·운전내용 자동 기록지, 일산화탄소·산소·먼지 연속측정기록장치 등 각종 계측장비가 운전 내용을 연속적으로 측정·기록하는지 확인함.
- ⑥ 연소실 내 폐기물이 완전연소 되면 소각로와 주변기기의 작동을 중단하고 소각재 회수장치를 가동하여 소각재를 회수함.
- ⑦ 화재 예방을 위해 소각로 주위를 청소함.

2. 생활폐기물 소각시설 현황

2020년 전국 폐기물 처리업체 현황에서 주로 생활폐기물을 소각하는 폐기물 공공 소각시설 현황을 살펴보면 전남 53개소, 경기 30개소, 서울 5개소, 부산 2개소, 대구 1개소 등 전국 185개소의 소각시설이 신고되어 있음 (통계청, 2020).

2020년 생활 및 일반사업장 폐기물 소각시설 현황은 75개소이며 경기도 20개소, 충남과, 경북이 각각 8개소가 있음

2020년의 사업체 및 종사자 수에서 업체 수는 63,403개소이며 종사자 수는 455,117명임.

〈표 II-1〉 환경산업활동(업종)별 사업체 및 종사자 수

(단위: 개소, 명, %)

구 분	2019년도		2020년도		증감률	
	업체수	종사자수	업체수	종사자수	업체수	종사자수
전체	62,252	451,129	63,403	455,117	1.8	0.9
자원순환 관리	20,481	131,692	20,715	133,402	1.1	1.3
물관리	7,159	70,662	7,255	70,766	1.3	0.1
환경복원 및 복구	747	9,486	754	9,497	0.9	0.1
기후대응	4,171	21,031	4,367	21,446	4.7	2.0
대기관리	2,801	29,956	2,792	29,858	-0.3	-0.3
환경 안전·보건	3,050	38,600	3,191	39,148	4.6	1.4
지속가능 환경·자원	19,112	113,104	19,580	114,319	2.4	1.1
환경지식·정보·감시	4,731	36,598	4,749	36,682	0.4	0.2

3. 소각시설

1) 구조

폐기물의 처리과정에서 폐기물이 소각로에 투입되어 고온의 상태에서 연소되고, 발생하는 배출가스는 배기가스 정화시설을 경유하여 유해성분이 제거된 후 연돌을 통해 외기로 배출되며, 후처리 공정에서 생성되는 잔류재는 재활용되거나 매립됨. 또한 연소 시 발생하는 소각폐열은 지역주민의 난방 에너지원으로 이용되기도 함.

소각로란 소각처리 대상 폐기물을 태워 없애는 화로를 말한다. 구조는 보통 폐기물 투입구와 화격자(火格子), 연소실, 잔류물 호퍼(hopper), 열회수 장치 등으로 이루어져 있음.

① 투입구

소각처리 대상 폐기물을 투입하는 입구로서 연소실과 연결됨. 연소실로부터 화염이나 뜨거운 열기가 밖으로 나오지 않도록 커버를 설치하여야 함.

② 화격자

연소실 내에 설치되며, 외부에서 투입된 폐기물이 놓이는 곳으로 소각로의 크기나 용량, 소각방식, 열원 등에 따라 다양함. 종류는 수평 고정 화격자, 경사 고정 화격자, 계단 고정 화격자, 반전식, 계단식, 병렬계단식, 역동식, 회전롤러식, 고정 화격자 등이 있음.

③ 연소실

폐기물을 태우는 공간을 말하며, 화덕이라고도 하는데 외부의 연료공급장치와 연결되어 있고 화격자, 점화장치, 연돌로 구성되어 있으며, 대형의 경우는 2차 연소실을 두어 열효율을 높임. 연소실에서 발생한 열을 회수하여 보일러의 열원으로 사용하기도 함.

④ 호퍼(Hopper)

폐기물을 태우고 나면 10% 미만의 재가 발생하는데 이를 모아 두는 깔때기 모양의 그릇으로 보통 화격자 아래에 위치함. 호퍼에 쌓인 재를 외부로 반출할 때는 호퍼 하부에 설치되어 있는 스크루 컨베이어를 작동하여 별도의 자루나 포대에 담아 운반함.

⑤ 연돌

폐가스를 대기로 배출하는 굴뚝으로 보통 스틸 강판으로 만들고 내부에는 내화벽돌을 쌓아 열전달을 차단함.

2) 소각로 가동

① 폐기물의 투입

연속운전에 필요한 5일 이상의 저장조 용량만큼의 폐기물을 확보하고 폐기물의 전처리를 충분히 하는 것이 필요함. 폐기물의 조성은 매우 불균일하기 때문에 안정적인 연소를 위해 투입 이전에 크레인을 통해 적절히 섞어 주어 성상을 가능한 한 균일하게 하고 수분 함량을 줄이는 것이 요구됨. 투입 시에는 정량적인 제어를 통해 폐기물이 화격자 위에 일정한 상태로 공급될 수 있도록 해야 함.

② 화격자의 구동과 1차 공기 공급

폐기물의 안정적인 연소 상태를 유지하는 데에 화격자의 구동과 1차 공기의 공급이 중요한 역할을 함. 화격자의 구동은 폐기물의 이송과 함께 입자의 혼합을 통해 폐기물의 연소과정을 효율적으로 진행시킬 수 있음. 특히, 가연분의 함량이 국부적으로 높아져 불완전연소 생성물이 다량으로 발생하거나 폐기물 입자들의 큰 덩어리가 형성되어 연소가 느리게 진행되는 경우, 또는 폐기물 입자들 간의 틈이 커져 1차 공기가 빠져나가는 채널링 현상을 줄이기 위해 화격자의 구동에 의한 혼합의 촉진이 필요함.

화격자의 구동과 함께 중요한 것은 폐기물 층의 연소 진행 상황(건조단, 연소단, 후연소단)에 맞게 필요한 공기를 위치에 따라 적절히 공급하는 것임. 특히 폐기물의 발열량이 지나치게 높거나 낮은 경우, 화염 위치나 분포가 달라진 경우에 각 상황에 맞게 화격자의 구동을 조절하면서 1차 공기의 공급량도 조절하여야 함. 여기에는 연소 상황의 상시적인 감시와 운전자의 경험이 매우 중요함.

③ 2차 공기 주입

기존의 소각로 중에는 2차 공기의 노즐이 너무 많아 속도가 몇 m/s로 지나치게 약하게 설계되어 있거나, 운전 시에 소각로 내 온도 제어용으로만

주입하여 연소실 내에서의 연소 성능이 떨어지는 경우가 있음. 2차 공기가 효과적으로 설계되고 운전되는 경우, 2차 연소실 내에서 연소 가스의 완전 혼합과 체류시간의 고른 분포를 달성할 수 있기 때문에 이를 적절히 설계하는 것이 필수적임.

4. 안전보건 실태

1) 안전관리계획 수립 및 예산편성, 연간 교육·훈련 실적

- 소각시설 162개소의 연간 평균 안전관리 실시 횟수는 14.8회로 조사되었음. 48톤 이상/일 시설의 평균 안전관리 실시 횟수는 21.8회, 48톤 미만/일 시설의 평균 안전관리 실시 횟수는 13.7회로 조사되었으며, 회분식 시설은 2.1회로 나타났음(환경부, 2018).

〈표 II-2〉 소각시설 안전관리 현황

(단위: 개소)

구분	계	안전관리계획 및 매뉴얼 있음		안전관리계획 및 매뉴얼 없음	
		교육 1회 이상 실시	교육 실적 없음	교육 1회 이상 실시	교육 실적 없음
소계	162	147	1	4	10
48톤 이상/일	70	68	-	2	-
48톤 미만/일	58	56	1	1	-
회분식	34	23	-	1	10

III. 산업재해 발생 현황 및 특성

1. 주요 산업재해 발생 형태

- 폐기물 수집 또는 처리작업 시 떨어짐, 넘어짐, 끼임 및 감김, 부딪힘, 절단·베임·찢림 등 여러 가지 재해가 발생할 수 있음.

2. 사망사고 현황

- 컨베이어 정비·보수작업 중 끼임, 파쇄·분쇄기에 폐기물 투입 중 끼임 등 고정 설치 위험설비(컨베이어·파쇄기 등) 및 하역 차량에서 주로 발생함.

3. 기인물별 산업재해 발생 현황

- 위생 및 유사서비스업(산재보험 적용사업) 산재통계 현황(2016~2020년)

〈표 III-1〉 폐기물처리업체 기인물별 사고사망자 현황(최근 5년)

(단위: 명)

기인물	계	2016	2017	2018	2019	2020
계	99	26	18	23	17	15
특장차*, 트럭 등 차량	19	10	1	3	2	3
로더, 백호 등 건설기계	10	2	2	1	1	4
저장탱크, 용기 비압력용	5	1	0	4	0	0
달비계	5	0	1	3	0	1
상세정보 부족한 육상교통수단	5	2	1	0	1	1
벨트 컨베이어	4	0	2	1	1	0
지게차	4	2	0	1	1	0
택시, 승용차	4	1	1	0	1	1
옥외바닥 및 지표면	2	2	0	0	0	0
모터보트, 요트	2	0	0	2	0	0

분쇄기, 파쇄기	2	0	1	1	0	0
폐가스·집진, 폐기물 처리설비	2	1	0	0	1	0
곤충, 거미류	2	1	0	1	0	0
버스	2	1	1	0	0	0
나무	2	0	0	0	2	0
기타 건물·구조물 등	2	0	1	0	0	1
분류 불능	2	0	1	1	0	0
기타	25	3	6	5	7	4

* 압착진개차(쓰레기수거차)에 의한 사고가 6건 발생함.

출처: 고용노동부(2021). 『2020 산업재해현황분석』

4. 발생 형태별 재해 현황

〈표 III-2〉 폐기물처리업체 사고 발생 형태별 사망자 현황(최근 5년)

(단위: 명)

발생 형태	계	2016	2017	2018	2019	2020
계	99	26	18	23	17	15
부딪힘	31	11	6	3	4	7
떨어짐	22	2	2	8	6	4
끼임	15	3	4	4	2	2
산소결핍	6	0	2	2	0	2
물체에 맞음	6	1	1	1	3	0
빠짐·익사	4	1	0	2	1	0
깔림·뒤집힘	3	2	1	0	0	0
동물에 의한 상해	2	1	0	1	0	0
이상온도 접촉	2	1	1	0	0	0
넘어짐	2	2	0	0	0	0
화재	1	0	0	1	0	0
무너짐	1	0	0	0	1	0
화학물질누출·접촉	1	1	0	0	0	0
사업장 내 교통사고	1	0	0	1	0	0
분류 불능	1	0	1	0	0	0
기타	1	1	0	0	0	0

* 출처: 고용노동부(2021). 『2020 산업재해현황분석』

IV. 유해·위험요인

폐기물 소각재 등의 취급, 폐기물 소각시설의 보수·점검 및 해체 작업 과정에서 사고 위험요인이 많음. 폐기물 소각작업은 사업장 내에서 근로자에게 일어날 수 있는 미끄러짐, 넘어짐, 끼임, 화재 등의 사고 발생 위험이 높은 편임. 폐기물 소각작업의 특성상 화상 재해가 잦음. 소각재를 제거할 때 철이나 금속에 찢리는 경우도 종종 있음. 부적절한 작업 자세, 반복 동작, 중량물의 인력 운반 등 신체 부담이 누적되어 건강장해 발생 가능성이 높음. 폐기물 소각작업은 악취, 고열, 유해가스, 분진, 소음 등에 노출되는 위험한 작업임.

1. 소각장 근로자가 수행하는 작업의 종류

1) 소각재 등의 취급작업

- 소각시설의 운전에 따라 발생하는 소각재, 검댕 및 기타 연소재의 취급과 관련된 작업(이하 '소각재 등 취급작업'이라 함)
 - ① 소각로, 집진기 등의 내부에서 행해지는 소각재 등의 배출 작업
 - ② 설비의 보수·점검 전에 소각로, 집진기 등의 내부에서 행해지는 청소 등의 작업
 - ③ 소각로, 집진기 등의 외부에서 행해지는 소각재의 운반, 비산재를 고형화한 소각재 및 비산재 등을 취급하는 작업
 - ④ 소각로, 집진기 등의 외부에서 행해지는 청소 등의 작업
 - ⑤ 소각로, 집진기 등의 외부에서 행해지는 ①, ②에 해당하는 작업의 지원 및 감시 등의 작업

2) 설비의 보수·점검작업

- 소각시설에 설치된 소각로, 집진기 등 설비의 보수·점검 등의 업무와 관련된 작업(이하 ‘보수·점검작업’이라 함)
 - ① 소각로, 집진기 등의 내부에서 행해지는 설비의 보수·점검 등의 작업
 - ② 소각로, 집진기 등의 외부에서 행해지는 소각로, 집진기 또는 기타 장치의 보수·점검 등의 작업
 - ③ 소각로, 집진기 등 외부에서 행해지는 ①에 해당하는 작업에 대한 지원 및 감시 등의 작업

단, 보수·점검 등에 따라 소각재, 검댕 및 기타 연소재 등을 취급하는 경우에는 소각재 등 취급작업에 해당하는 것으로 봄.

3) 설비의 해체 업무와 관련된 작업

- 소각시설에 설치된 소각로, 집진기 등 설비의 해체 업무와 관련된 작업(이하 ‘해체작업’이라 함)
 - ① 소각로, 집진기, 연도설비, 배연냉각설비, 세정설비, 배수처리설비 및 폐열 보일러 등 설비의 해체 또는 파괴 작업
 - ② ①에 해당하는 설비의 대규모 교체에 따른 철거·보수·개조 작업
 - ③ ①, ②의 작업에 따른 소각재 및 기타 연소재 등의 취급 작업

단, 내화벽돌의 교체 등 정기적으로 실시하는 보수·점검작업에서 대규모 교체를 동반하지 않는 작업은 설비의 보수·점검작업에 해당하는 작업으로 봄.

2. 소각작업의 위험요인

1) 작업환경 요인

(1) 물리적 위험

▪ 소음

- 소각시스템을 가동할 때에 높은 수준의 소음에 노출됨.

▪ 고온환경

- 소각로 근처에서 지속적으로 작업하는 동안(특히, 로의 문이 열릴 때) 고열에 노출됨.

- 소각로는 고온에서 작동하므로 작업자가 화상을 입을 위험이 있음.

- 열은 화재, 일산화탄소 중독 등으로 이어질 수 있음.

- 추운 날씨에 소각실에 출입할 때 열에서 냉기로 또는 그 반대로 급격한 변화에 노출됨.

(2) 화학적 위험

▪ 폐기물은 소각에 의해 이산화탄소와 물을 생성하여 연소 기체의 형태로 배출함. 이 과정에서 생성되는 2차 유해물질은 입자상 물질이나 가스상 물질로 분류되고 배출되는 양은 폐기물의 조성, 소각 방법, 연소 장치의 구조, 소각로의 종류에 따라 다름.

▪ 운영조/재처리 공정에서 발생하는 물질

- 구리(분진 및 미스트), 기타 광물성 분진, 납 및 그 무기화합물, 니켈(원소), 망간 및 그 무기화합물, 산화철분진과 흙, 크롬과 그 무기화합물(금속과 크롬 3가 화합물)

- 폐수처리실/폐수처리 공정에서 발생하는 물질
 - 수산화나트륨
 - 알루미늄 및 그 화합물(가용성염)
 - 황산

- ① 흡입, 섭취, 피부 및 눈 접촉을 통해 소각 전, 운송, 적재, 살포 등의 과정에서 유해한 폐기물(독성 포함) 성분에 만성 노출이 될 수 있음.
- ② 주로 흡입을 통해 쓰레기 열분해의 유해(독성 포함) 제품에 만성 노출이 됨.
 - 쓰레기 열분해 생성물로 일산화탄소, 이산화황, 질소산화물, 염화수소, 포스겐, 다이옥신, 디벤조퓨란, 시안화물, 이소시아네이트, 금속 흙 등이 있음.
 - 소각로는 폐기물을 소각하여 그 열을 이용할 수 있지만 이 과정에서 2차 유해물질(염화수소, 불화수소, 황산화물, 질소산화물, 일산화탄소, 다이옥신)이 발생함.
- ③ 소각시스템 운전 시 발생하는 분진, 독성물질 등과 후처리과정에서 생성되는 잔류재, 폐수, 슬러지 등
- ④ 제한된 공간에서의 작업과 관련된 위험
 - 소각로 작업자는 정기적으로 소각로 내부의 제한된 공간에 들어가게 되므로, 관련 규정 및 작업 규칙을 준수해야 함.

- (3) 생물학적 위험
 - 미생물 및 기타 독성 제품을 포함하는, 생물학적으로 오염된 쓰레기에 대한 노출. 특히, 의료 시설, 실험실, 하수 슬러지 등의 폐기물

2) 작업조건 요인

(1) 인체공학적 요인

- 작업 중 과로 및 불편한 자세로 인한 요통 및 기타 근골격계 문제(추간판 병변 포함)가 있음
- 소각로용 크레인 운전 시 부적절한 자세에서 반복동작을 함으로써 발생함. 장시간 크레인 운전 작업 시 목이나 허리를 구부리는 작업을 실시하게 되며 근골격계질환의 위험이 있음



[사진 V-1] 크레인 운전작업

(2) 심리사회적 요인

- ① 쓰레기 및 그 연소 생성물의 역겨운(때로는 불쾌한) 냄새에 노출됨
 - ② 덥고 시끄럽고 더러운 환경에서의 육체노동으로 인한 전반적인 피로
 - ③ 단조로움, 낮은 급여, 사회적 지위, 교대근무(야간근무 포함) 등으로 인한 직장에서의 불만족으로 인한 심리적 스트레스
- 시립 소각로 공장은 도시 지역에서 멀리 떨어진 고립된 장소에 위치하는 경우가 많으므로 근로자가 이동 비용을 지출해야 함. 또한 직장과 집으로

이동하는 데에 많은 시간이 소요되어 심리적, 개인적 문제가 발생함.

3) 사고관련 요인

- 폐기물 수집 또는 처리작업 시 떨어짐, 넘어짐, 끼임 및 감김, 부딪힘, 절단·베임·찢림 등 여러 가지 재해가 발생할 수 있음.
 - 컨베이어 정비·보수작업 중 끼임, 파쇄·분쇄기에 폐기물 투입 중 끼임 등 고정 설치 위험설비(컨베이어·파쇄기 등) 및 하역 차량에서 주로 발생함.
- ① 소각로 장비를 작동하거나 유지, 보수하는 동안 사다리, 계단, 높은 플랫폼 등 특히 호퍼에서 추락하는 경우
 - ② 바닥에 옆질러진 연료, 폐기물 파편 등이 있는 곳에서 미끄러지거나 넘어지는 경우
 - ③ 쓰레기통 및 기타 무거운 짐이 다리로 떨어지는 경우
 - ④ 날아오는 재와 파편에 부딪히거나 재와 파편이 눈에 들어가는 경우
 - ⑤ 용광로의 뜨거운 표면과의 접촉, 버너 점화 중 역화 또는 뜨거운 재와 파편 날림으로 인한 화상
 - ⑥ 일산화탄소 또는 공기 중의 기타 연소 생성물에 의한 급성 중독, 특히 환기가 불량하거나 버너에 부적절한 공기가 공급되는 경우
 - ⑦ 쓰레기 및 그 연소 생성물의 유해 성분으로 인한 급성 중독(주로 흡입에 의한 중독)
 - ⑧ 스토킹 팡이(stoking hoe), 삽, 고철 및 기타 도구를 사용하는 동안의 찢린 상처
 - ⑨ 쓰레기의 가연성 또는 폭발성 성분 또는 연료(특히 연료 누출)로 인한 화재 및 폭발
 - 폐기물 속에 혼합된 금속 가열물에 의한 폭발
 폐기물 속에 섞여 들어오는 소형 가스통이나 오일, 신나 등 인화성이 매우 강한 물질을 담았던 플라스틱 용기 등이 연소실에 투입되어 연소

실의 고온에 가열되면서 매우 짧은 시간에 급속히 이루어지는 연소현상에 의한 폭발

- 폐가스에 의한 폭발

소각로를 운전하기 위하여 연소실 점화장치를 켤 때, 연돌을 통해 미처 배출되지 않은 잔류 폐가스가 연소됨에 따른 폭발

⑩ 천장 크레인 청소 작업시 추락위험

3. 소각작업에 의한 건강문제

1) 근골격계질환

- 소각로용 크레인 운전 시 부적절한 자세에서 반복동작을 함으로써 발생함.
- 근골격계질환은 특정 신체부위에 부담을 주는 업무로 인해 그 업무와 관련 있는 근육, 인대, 힘줄, 추간판, 연골, 뼈 또는 이와 관련된 신경 및 혈관에 미세한 손상이 누적되어 기능 저하가 초래되는 질환을 말함.

2) 뇌·심혈관질환

- 소각장 근로자는 허혈성 심장병이 발병할 가능성이 높은 것으로 보고됨.
- 뇌·심혈관질환은 뇌혈관이나 심혈관이 막히거나(경색) 터져서(출혈) 발생하는 질환을 말함. 고혈압, 당뇨병, 이상지질혈증과 같은 기초질환이 서서히 진행되어 악화되는 자연경과적 변화를 거치는 것이 일반적임.
- 작업관련성 뇌·심혈관질환의 종류

① 심근경색증

- 심장근육에 산소와 영양을 공급하는 혈관이 막혀 정상적인 혈액순환이 이루어지지 않아 심장근육조직이 괴사하는 질병임. 좁아진 관상동맥에

혈전이 생겨 혈관을 완전히 막거나 일시적으로 심장에 과중한 부담을 주어 발생하며 급사의 주원인임.

- 심근으로 혈액공급이 원활하지 못하면 일시적으로 흉통이 발생하며 이를 협심증이라고 함. 휴식을 취하면 혈류가 다시 흐르고 증상이 완화됨.
- 증상: 30분 이상 지속되는 가슴의 통증 또는 가슴을 짓누르는 압박감, 부정맥, 방사통 등

② 뇌경색

- 뇌혈관이 막혀서 생기는 질환으로 심장이나 목의 큰 혈관에서 혈전(혈관 속에서 피가 굳어진 덩어리)이 떨어져 나가 뇌혈관을 막아서(색전) 발생함.
- 뇌혈관이 부분 또는 완전히 막힘으로써 정상적인 혈액순환이 이루어지지 않아 뇌에 산소와 영양공급이 이루어지지 못하여 발병 부위의 뇌조직이 괴사되어 기능이 저하되거나 소실됨.

③ 뇌출혈: 뇌실질내출혈

- 급격한 혈압 상승으로 뇌혈관이 터져 발생함.
- 뇌실질내출혈은 고혈압과 관련성이 높으며 뇌동맥류, 뇌동정맥기형, 혈액질환, 뇌종양 등에 의하여 발생함.

④ 뇌출혈: 지주막하출혈

- 두개내 혈관파열에 의하여 지주막하강 내로 출혈되는 것으로 주로 뇌동맥류 파열에 의해 발생함.
- 뇌동정맥기형, 모야모야병 등의 뇌혈관질환, 혈액질환, 뇌종양 등에 의해 발생함.

⑤ 해리성 대동맥류

- 대동맥 혈관 벽의 중막이 내층과 외층으로 해리되어 혹을 형성하는 질환임.
- 결합조직의 유전적 취약성이나 동맥경화성 병변이 원인이 될 수 있고 이러

한 병변에 혈압이나 혈류의 급격한 변화가 겹쳐 발생함.

■ 작업관련성 뇌·심혈관질환의 위험요인

- 개인적 위험요인이 있는 근로자에서 직무스트레스, 교대근무, 장시간 근로 등의 과로, 화학물질 등 여러 직업적 요인이 방아쇠 효과로 작용하여 발생함.

① 기초질환: 고혈압, 당뇨, 이상지질혈증

② 과거력 또는 가족력

- 뇌경색, 뇌출혈, 뇌동맥류, 심근경색, 협심증, 기타 뇌심혈관질환 등

③ 생활습관: 흡연, 운동부족, 비만, 음주

④ 직업관련 요인

- 스트레스, 정신적 긴장
- 과로: 야간작업, 교대근무, 장시간 근로, 휴일 부족, 높은 육체적 강도 등
- 물리적 요인: 한랭, 온도변화, 소음
- 화학적 요인: 일산화탄소, 이황화탄소, 니트로글리세린 등

■ 작업관련성 뇌·심혈관질환의 업무부담 가중요인

① 근무일정 예측이 어려운 업무

② 교대제 업무

③ 휴일이 부족한 업무

④ 유해한 작업환경(한랭, 온도변화, 소음)에 노출되는 업무

⑤ 육체적 강도가 높은 업무

⑥ 시차가 큰 출장이 잦은 업무

⑦ 정신적 긴장이 큰 업무

3) 온열질환

(1) 고온환경이 인체에 미치는 영향

- 피부 온도보다 주위 기온이 높으면 땀 증발로 배출되는 열보다 열복사·기류 등으로 인체에 흡수되는 열이 더 많아 열 발산이 효과적으로 되지 않아 체온 조절기능에 장애가 생겨 온열질환이 초래됨.

〈표 IV-1〉 고온환경이 인체에 미치는 영향

구분	1차 생리적 영향	2차 생리적 영향
증상	<ul style="list-style-type: none"> · 피부혈관의 확장 · 땀 배출 · 근육이완 · 호흡증가 · 체표면적 증가 	<ul style="list-style-type: none"> · 심혈관장애 · 수분과 염분 부족으로 인한 대사장애 · 소변량 감소 · 위장장애 · 신경계장애

(2) 고열장애

- 온열질환은, 고온에 장시간 노출되어 체온이 상승할 경우 체온을 조절하기 위해 뇌로부터 신체 말초부위의 혈액량을 늘려 열을 발산하고 땀을 흘려 체온을 낮추는 과정에서 다량의 수분과 염분이 소실됨에 따라 발생하는 일련의 건강장애를 말함.
- 대표적 온열질환으로 땀띠, 열탈진, 열경련, 열사병 등이 있음.

(3) 대표적 온열질환의 원인 및 증상

〈표 IV-2〉 대표적 온열질환의 원인 및 증상

구 분	발생 원인	주요 증상
땀띠	<ul style="list-style-type: none"> · 땀을 많이 흘려 땀샘의 개구부가 막혀 발생하는 땀샘의 염증 · 다습하고 통풍이 되지 않는 환경에서 장시간 작업 시 발진이 일어남 	<ul style="list-style-type: none"> · 홍반성 피부 · 붉은 구진, 수포
열탈진	<ul style="list-style-type: none"> · 고온환경에서 작업 시 체내수분 및 염분 소실로 인해 발생함 · 갑자기 기온·습도가 상승할 때 발생함 · 미숙련공에서 많이 발생함 · 고온작업을 떠나 2~3일 쉬고 다시 돌아올 때 많이 발생함 	<ul style="list-style-type: none"> · 피로감, 어지럼증, 두통, 오심, 식욕감퇴, 구토, 실신 등 · 정상 체온 · 1-2시간 휴식으로 증상 호전
열경련	<ul style="list-style-type: none"> · 고온환경에서 작업 시 지나친 땀 배출과 염분 소실로 인해 발생함 * 나트륨(식염수) 보충 없이 물만 많이 마실 때 발생함 	<ul style="list-style-type: none"> · 많이 사용한 근육에 경련 발생 · 정상 체온
열사병	<ul style="list-style-type: none"> · 고온 다습한 환경에서 심한 노동을 하거나 태양의 복사열을 직접 머리에 받을 때 발생함 	<ul style="list-style-type: none"> · 현기증, 오심, 구토, 피부건조, 혼수상태 등 · 사망에 이를 수 있음 · 체온이 40℃ 이상

4) 소음성난청

- 소음성난청은 85dB 이상의 매우 강한 소리에 지속적으로 노출되는 경우에 발생함.
- 소음성난청은 감각신경성 난청이며, 소음 노출 초기에는 고음영역에서 청력이 손실되며 특히 4,000Hz 주파수에서 심하게 손상됨. 청력손실이 진행되는 경우 회화음역(저음영역)에서도 청력손실이 진행됨.

5) 감염성질환

- 감염성질환을 일으키는 생물학적 인자에는 그 자체가 감염을 일으킬 수 있는 살아있는 미생물뿐만 아니라 이들로부터 나오는 독소와 세포벽 성분, 단백질 분해효소 등 생물활성물질도 포함되어 매우 광범위하게 존재함.
- 폐기물 분류의 다양화 및 처리 과정의 복잡성 증가에 따라 폐기물 취급업에서의 생물학적 인자가 폐기물 취급 종사자들의 건강을 위협하는 것으로 보고되고 있음.
- 폐기물을 소각하거나 매립하는 근로자들이 생물학적 인자에 노출됨에 따라 설사, 구토, 피로감, 두통 등과 같은 감염성질환의 증상을 호소하고 있음.

V. 유해·위험요인 관리 방안

1. 전반적인 예방 조치

- 미끄럼 방지 밑창이 있는 안전화를 착용할 것
- 긴팔 셔츠를 착용하고 금속 메시 또는 기타 보호 장갑으로 손을 보호할 것
- 안전 감독자 또는 공급업체에 문의하여 적절한 보안경을 착용할 것
- 공기 오염을 방지하기 위해 효과적인 배기 환기장치를 설치하고, 필요한 경우 국소배기 환기장치를 추가할 것
- 금속 균열 등을 감지하기 위해 소각로 용기 무결성의 정기 검사를 할 것
- 공급업체 또는 전문가에게 문의하여 소음 수준 및 소음 유형에 적합한 청력 보호구를 착용할 것
- 먼지와 유독 가스가 대기 증으로 방출될 수 있는 유지 보수 또는 기타 작업 시 호흡보호구를 착용할 것
- 무겁거나 불편한 하중에 대한 안전한 리프팅 및 운반 기술을 배우고 작업할 것
- 들어 올리기를 돕기 위해 기계적 보조 장치를 사용할 것

2. 화상 및 화학물질 노출 관리

- 소각 중 청소작업 금지 및 소각로에 화상주의 경고표지 부착
- 폐기물 처리작업 시 반팔 혹은 반바지 착용 금지
- 작업 전 발생할 수 있는 화학물질 조사 및 위험성 파악, 개인보호구 착용 확인
- 소각시설에는 쓰레기 소각로를 비롯한 저장 공간, 운반차량 등 여러 종류의 유해물질 배출원이 존재하고, 그 외에도 악취나 먼지, 질소산화물로 대표되는 일반적인 물질을 포함해 염화수소, 황산화물, 다이옥신과 같은

쓰레기 소각장의 특징적인 물질 등이 발생하며, 노출될 수 있는 유해물질의 종류도 매우 많음. 작업시에는 적절한 보호구를 착용하여 유해물질에 대한 노출을 최소화해야 함.

3. 작업환경 관리

1) 작업환경측정

- 작업환경측정은 작업환경실태를 파악하기 위하여 해당 근로자 또는 작업장에 대하여 사업주가 측정 계획을 수립하여 시료를 채취하고 분석, 평가하는 것을 말함. 작업환경측정은 근로자가 작업하는 중에 발생하는 소음, 분진, 유기화합물 등의 유해인자에 노출되는 수준을 측정·평가하여 시설·설비 등의 개선에 활용하고, 직업병이 발생하지 않도록 근로자의 건강을 보호하기 위해 하는 것임.
- 작업환경측정 결과는 위험성 평가, 보건진단을 통해 작업환경의 문제점을 파악하여 개선하는 기준이 되며, 직업병에 걸린 근로자의 과거 노출수준을 평가할 때에도 필요함. 작업환경측정 결과가 노출기준을 초과하는 경우 작업환경에 대한 개선 조치를 해야 함.
- 폐기물 소각장의 작업환경측정 대상 물질
 - 주유작업: 크실렌, 톨루엔
 - 농약은 작업환경측정 대상 물질에 해당하지 않음.
- * 함유량 1% 이상의 물질은 작업환경측정 대상 물질임.

2) 고열작업환경

- 고열환경에 장시간 노출되면 열사병 등 온열질환이 발생할 수 있으며 신속한 조치를 하지 않을 경우 사망에 이를 수 있음.

▪ 건강장해 예방조치

- 건강진단 결과에 따라 적절한 건강관리 및 적정 인력배치 등 실시
- 수면시간, 영양지도 등 일상의 건강관리지도 및 필요시 건강상담 실시
- 작업개시 전 근로자의 건강상태 확인
- 작업 중 주기적 순회 상담 등을 통한 근로자의 건강상태 확인
- 수분이나 염분의 보급 등 필요한 보건지도 실시
- 휴게시설에 체온계 비치

※ 온열질환 예방 교육 내용

- 고온이 인체에 미치는 영향
- 온열질환 예방법
 - 밝은 색상의 흡습성, 환기성이 좋은 작업복 착용하기
 - 직사광선을 피해 가급적 그늘진 장소에서 작업하기
 - 작업 전에 커피, 술, 과식을 피하기
 - 복용약이 광과민성 반응이 있는지 확인하기
- 온열질환 발생 시 조치사항

▪ 고온의 허용온도

〈표 V-1〉 고온의 허용온도

작업 강도	작업 내용	허용온도
지극히 경작업(Rest)	손끝을 움직이는 정도(사무)	32℃
경작업(Light)	가벼운 손작업(선반, 감시버튼조작, 보행)	30℃
중등도 작(Moderate)	상체를 움직이는 정도(줄질, 자전거 주행)	29℃
중등도 작업(Heavy)	전신을 움직임(30~40분에 한 번 휴식)	27℃
중작업(Very Heavy)	전신을 움직임(즉시 땀이 남)	26℃

*출처: 미국 산업위생사협회(America Conference of Governmental Industrial Hygienists)

- 온열질환 대비 사업장 행동요령

- 관련 법규

- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제562조, 제564조, 제566조, 제567조

- 온열장애 예방 조치

- 사업주는 근로자가 고열작업을 하는 경우에 열경련·열탈진 등의 건강장해를 예방하기 위하여 다음 각 호의 조치를 하여야 함.

- ① 근로자를 새로 배치할 경우에는 고열에 순응할 때까지 고열작업시간을 매일 단계적으로 증가시키는 등 필요한 조치를 할 것
- ② 근로자가 온도·습도를 쉽게 알 수 있도록 온도계 등의 기기를 작업장소에 상시 갖추어 둘 것

- 다습장해 예방 조치

- ① 사업주는 근로자가 다습작업을 하는 경우에 습기 제거를 위하여 환기하는 등 적절한 조치를 하여야 함. 다만, 작업의 성질상 습기 제거가 어려운 경우에는 그러하지 아니함.
- ② 작업의 성질상 습기 제거가 어려운 경우에 다습으로 인한 건강장해가 발생하지 않도록 개인위생관리를 하게 하는 등 필요한 조치를 하여야 함
- ③ 실내에서 다습작업을 하는 경우에 수시로 소독하거나 청소하는 등 미생물이 번식하지 않도록 필요한 조치를 하여야 함.

- 온열질환 예방 교육 내용

- ① 고온이 인체에 미치는 영향
- ② 온열질환 예방법
 - 밝은 색상의 흡습성, 환기성이 좋은 작업복 착용하기
 - 직사광선을 피해 가급적 그늘진 장소에서 작업하기
 - 작업 전에 커피, 술, 과식을 피하기

- 복용약이 광과민성 반응이 있는지 확인하기
- ③ 온열질환 발생 시 조치 사항

3) 화학물질 관리

(1) 유해물질 및 중금속 관리

- 작업관리 방법
 - 물질안전보건자료(MSDS) 비치·게시
 - 분진 등의 흠날림 방지
 - 전용 작업복 및 보호복 착용
 - 취급장소에 관계자의 출입금지 엄수
 - 발생된 폐기물 등은 지정된 밀폐 장소에 보관, 규정된 절차에 따라 처리
 - 세척설비, 목욕 및 세탁설비 휴게시설 등 설치
- 안전보건교육
 - 물질안전보건자료 사항 및 물리·화학적 특성에 관한 특별안전보건 교육 실시(16시간)
 - 니켈 등의 특별관리물질은 매분기마다 취급일지 작성(30년간 보존)
- 근로자 준수사항
 - 취급 작업 중에는 가동 중인 국소배기장치 등의 임의 정지 금지
 - 작업장 내로 발산 및 노출을 막는 방법으로 작업 실시
 - 지급된 보호구는 반드시 착용
 - 건강장해 예방을 위한 사업주 및 관리감독자 등의 지시에 따름
- 취급 및 보관시 주의사항

- 니켈 사용, 취급, 저장하는 곳에는 담배와 불꽃같은 점화원 사용 금지
- 강산(염산, 황산, 질산), 산화제(과염소산염, 과산화물, 과망간산염, 염소산염, 질산염, 염소, 브롬, 불소), 금속 등과 함께 니켈 보관 금지
- 서늘하고 환기가 잘 되는 용기에 밀폐 보관

※ 그 외 다이옥신 등과 같은 물질에 대해 관리는 필요하나 다만 산업안전보건법 상에는 관리 기준이 없으며 폐기물관리법, 잔류성유기오염물질관리법에서 관리를 하고 있음

(2) 분진 관리

▪ 작업관리 방법

- 분진작업장소에 습기 유지 설비를 설치한 경우에 분진작업 시에 습한 상태를 유지
- 분진이 있는 작업장에 대하여 매일 작업 시작 전에 청소 실시, 분진작업을 하는 실내작업장은 매월 1회 이상 정기적으로 진공청소기나 물로 청소 실시. 단, 분진이 흩날리지 않는 방법으로 청소하는 것이 곤란하여 적절한 호흡용 보호구 지급·착용하는 경우 제외함

(3) 가스물질 관리

▪ 일산화탄소(CO) 안전대책

- 일산화탄소(CO)는 그 배출원이 다양하고, 조업상태에 따른 연소조건에 매우 민감하게 변화하며 불완전연소 시에 많은 양이 배출되기 때문에 배출원에서 방지시설로 처리하기가 어려움. 안전대책으로는 효율적인 공정 관리와 연소 시 완전연소 유도 등이 있음.

▪ 이산화탄소(CO₂) 안전대책

- 대기오염에 노출되면 심폐질환, 급성·만성호흡기질환, 눈·호흡기의 자극 증상, 폐색성 폐질환 등의 증상이 악화되거나 사망하는 경우가 증가함. 이산화탄소가 대기 중에 배출되면 제거할 방법이 없어 인체와 생태계에 미치는 영향이 크므로, 발생원에 대한 지속적인 규제와 예방이 중요함. 안전대책으로, 대기오염 방지 시설 설치, 원료·연료의 전환 등 발생원 방제기술의 활용 등이 가장 유효함.

- 질소산화물(NO_2) 안전대책
 - 자체적으로 독성을 갖고 있을 뿐만 아니라 대기 중에서 산성비를 유발하고, 광화학 반응을 일으켜 2차 오염물질인 오존 및 PAN(퍼옥시아세틸나이트레이트)과 같은 광화학산화물을 발생시킴. 연소 시의 연료 중 질소 성분보다는 연소공기 중의 질소에 의한 발생이 대부분이므로 연료의 개선으로는 질소산화물 저감이 어려우며, 연소시설의 개선 및 탈질기술에 크게 의존해야 함. 질소산화물의 저감방법으로는, 발생원으로부터 질소산화물의 배출을 억제하는 방법과 배출가스 중의 질소산화물을 제거하는 방법을 들 수 있음.

- 이산화황(SO_2) 안전대책
 - 이산화황 저감을 위해서는 황 함량이 적은 연료를 사용하는 것이 가장 바람직한 방법이겠지만, 현실적으로 연료에만 의존할 수 없으므로 배출가스 중의 이산화황을 제거하는 배연탈황 방법을 강구해야 함. 배연탈황시설 설치가 필요하며, 배연탈황 기술로는 배출가스 중의 이산화황을 가성소다 용액에 흡수시키는 방법, 석회석이나 백운석에 흡착시키는 방법, 황산으로 회수하는 방법, 탄소황으로 회수하는 방법 등이 있음.

- 「산업안전보건법」상 물질안전보건자료(MSDS) 작성·비치
 - 화학물질 경고표지 부착, 제조·사용 금지 및 허가, 노출기준 및 허용기준 준수 등이 규정되어 있음. 제조, 시용, 운반, 저장, 설비 개조 등 광범위한 분야에서 화학사고가 발생하고 있어 화학물질을 취급하는 근로자들은 사용

하는 화학물질에 대한 유해·위험정보를 사업주로부터 제공받고 보호구를 착용한 상태에서 작업해야 함.

4. 작업조건 관리

1) 신체부담작업

소각작업은 육체적 업무강도가 높으며 근골격계에 부담을 주는 업무가 많음. 위험 평가에서는 직원에 대한 위험을 고려하고 이러한 위험이 적절하게 통제되었는지 평가해야 함. 통제 대상에 따라 합리적으로 실행할 수 있는 통제 조치를 실현해야 함. 합리적으로 실행할 수 있는 한, 부상 위험이 있을 수 있는 수동 취급 작업을 피해야 하지만, 수동 취급을 피할 수 없는 경우에는 합리적으로 실행할 수 있는 한, 부상 위험을 최저 수준으로 줄이기 위한 조치를 취해야 함.

① 작업환경 개선

- 사업주는 작업관찰을 통해 유해요인을 확인하고 그 원인을 분석하여 그 결과에 따라 공학적 개선 또는 관리적 개선을 실시함.
- 공학적 개선
 - 현장에서 직접적인 설비나 작업방법, 작업도구 등을 소각로 근로자가 편하고 쉽고 안전하게 사용할 수 있도록 유해·위험요인의 원인을 제거하거나 개선하는 것으로 공구·장비, 작업장 등 각 항목에 대해 재설계, 재배열, 수정, 교체하는 것을 말함.
- 관리적 개선
 - 작업절차를 수정·관리하는 것으로 작업의 다양성 제공, 작업일정 및 작업

속도 조절, 회복시간 제공, 작업 습관 변화, 작업 공간, 공구 및 장비의 주기적인 청소 및 유지보수, 작업자 적정배치, 직장체조 강화 등을 말함.

② 인력에 의한 중량물 취급

- 인력으로 중량물을 취급하기도 하여 중량물 취급 시 안전한 작업방법을 숙지해야 함.

〈표 V-2〉 인력에 의한 중량물 취급 방법

인력에 의한 중량물 취급 방법

- 중량물의 무게중심에 가깝게 다가선 후 한 발은 중량물 쪽에, 다른 발은 2~3보 옆 뒤쪽에 안전성 있게 둬.
 - 무릎과 정강이, 넓적다리는 90° 이상 되도록 유지하고 몸을 중량물에 접근시켜 정면에서 다리 힘으로 들어 올림.
 - 중량물 운반 시 최단거리를 선택하고 여러 차례 반복 운반, 중계 운반을 하지 않음.
 - 인력에 의한 중량물 취급 시 올바른 자세 등에 대한 안전보건교육을 실시함.
 - 5kg 이상의 중량물을 들어 올리는 작업장에 물품 중량과 무게중심에 대한 안내 표시를 함.
 - 시선은 진행 방향을 향하고 뒷걸음 운반을 하지 않음.
 - 어깨높이보다 낮은 위치에서 중량물을 운반함.
 - 쌓여 있는 중량물 운반 시 중간이나 밑에서 뽐지 말고 위에서부터 차례로 운반함.
 - 중량물 운반·취급 시에는 가급적 하역운반기계 또는 운반용구를 사용함.
 - 경사면에서 중량물을 취급할 때는 구름 멈춤대, 썬기 등을 이용해 중량물을 고정함.
 - 중량물의 구름 방향인 경사면 아래에는 근로자의 출입을 제한함.
 - 작업지휘자를 지정하고 작업 순서 및 작업 방법을 정해 작업을 지휘함.
 - 2명 이상의 근로자가 중량물을 취급·운반할 때에는 일정한 신호 방법을 정하고 신호에 따라 작업함.
 - 중량물 취급 근로자에게 안전화 등 적합한 보호구를 지급하여 착용하도록 함.
-
- 부적절한 자세가 아닌 중립자세 유지
 - 부적절한 자세로 정적인 작업을 오래 하지 말고 중립자세를 유지하도록 습관화함.
 - 작업 중 중립자세를 유지할 수 있도록 작업영역, 작업공구, 작업대 등을 작업자에게 적합하게 맞춤.

- 쪼그리고 앉는 작업자세 관리
 - 근무 중에 충분한 휴식을 취함.
 - 휴식시간에 자주 걷고 몸을 움직임.
 - 종종 서서 일하는 시간을 가짐.

- 근골격계부담작업의 범위
 - ① 하루에 4시간 이상 집중적으로 자료입력 등을 위해 키보드 또는 마우스를 조작하는 작업
 - ② 하루에 총 2시간 이상 목, 어깨, 팔꿈치, 손목 또는 손을 사용하여 같은 동작을 반복하는 작업
 - ③ 하루에 총 2시간 이상 머리 위에 손이 있거나, 팔꿈치가 어깨 위에 있거나, 팔꿈치를 몸통으로부터 들거나, 팔꿈치를 몸통 뒤쪽에 위치하도록 하는 상태에서 이루어지는 작업
 - ④ 지지되지 않은 상태이거나 임의로 자세를 바꿀 수 없는 조건에서, 하루에 총 2시간 이상 목이나 허리를 구부리거나 트는 상태에서 이루어지는 작업
 - ⑤ 하루에 총 2시간 이상 쪼그리고 앉거나 무릎을 굽힌 자세에서 이루어지는 작업
 - ⑥ 하루에 총 2시간 이상 지지되지 않은 상태에서 1kg 이상의 물건을 한 손의 손가락으로 집어 옮기거나, 2kg 이상에 상응하는 힘을 가하여 한 손의 손가락으로 물건을 쥐는 작업
 - ⑦ 하루에 총 2시간 이상 지지되지 않은 상태에서 4.5kg 이상의 물건을 한 손으로 들거나 동일한 힘으로 쥐는 작업
 - ⑧ 하루에 10회 이상 25kg 이상의 물체를 드는 작업
 - ⑨ 하루에 25회 이상 10kg 이상의 물체를 무릎 아래에서 들거나, 어깨 위에서 들거나, 팔을 뻗은 상태에서 드는 작업
 - ⑩ 하루에 총 2시간 이상, 분당 2회 이상 4.5kg 이상의 물체를 드는 작업
 - ⑪ 하루에 총 2시간 이상, 시간당 10회 이상 손 또는 무릎을 사용하여 반복적으로 충격을 가하는 작업

2) 장시간 근로

- 장시간 근로는 적절한 휴식을 갖거나 건강한 생활습관을 유지하는 것을 어렵게 만들어 건강에 부정적 영향을 미치며 가족과 함께하는 시간도 적어져 근로자의 삶의 질을 저하시킴.
- 장시간 근로는 스트레스 호르몬인 코르티솔 분비를 높여 식욕을 증가시키거나 불규칙한 식사시간으로 잘못된 식습관을 만들며 음주 욕구를 높이고, 이에 따라 피로가 누적되어 신체활동이 감소되면서 체중이 증가함.
- 장시간 근로는 과로사의 위험요인임. 주 52시간 최대근무제 시행으로 장시간 근로 관행이 개선되고 있으나 연중 가동일수를 고려하여 불가피하게 장시간 근로를 하는 경우가 발생함.

〈표 V-3〉 장시간 근로가 건강에 미치는 영향

구분	건강장해
뇌심혈관계	12주간 주당 평균 업무시간이 52시간을 초과하는 경우 뇌심혈관질환 발생에 영향을 미침
근골격계	1일 근무시간이 13시간 이상인 경우 근골격계질환 증가
생식건강	임신이 늦어지고 조산 증가
정신건강	수면장애, 자살률 증가
내분비계	당뇨 발생의 위험 증가
건강행위	흡연, 음주 같은 불건강한 생활습관 증가, 신체활동 감소, 체중 증가

- 조직적 관리 방안
 - 연장근무를 최소화함.
 - 정해진 휴게시간을 보장하고 휴게공간을 확보함.

- 적어도 2주 전에 근로자에게 근무일정을 공지함.
 - 적어도 주 1회 이상의 휴무를 할 수 있도록 근무를 배정함.
 - 장시간 근로로 인한 건강문제를 수시로 확인함.
 - 유소견자의 건강상태를 확인하고 의사 진료가 필요한 경우 진료를 받을 수 있도록 조치함.
- 개인적 관리 방안
 - 휴게시간에 휴식을 취함.
 - 적절한 수면시간을 확보함.
 - 규칙적으로 운동을 함.
 - 과음을 피하고 규칙적으로 식사를 함.

5. 건강문제 관리

1) 건강진단

- 폐기물 소각장 근로자가 업무 수행에 적합한 건강상태를 유지할 수 있도록 사업주는 매년 일반건강진단 및 특수건강진단 대상 업무에 종사하는 근로자에게 특수건강진단을 실시하여야 함.
- 폐기물 소각장 근로자 특수건강진단 대상 유해인자
 - 운영조/재처리 공정: 광물성 분진, 납과 그 무기화합물, 크롬 및 그 화합물
 - 폐수처리실/폐수처리 공정: 알루미늄 및 그 화합물, 황산
 - 주유작업: 크실렌, 톨루엔
- * 함유량, 사용량 등 사업장의 특성에 따라 특수건강진단 대상 유해인자가 다를 수 있음/상기 자료는 특수건강진단 자료분석 결과에 의해 작성되었음.

2) 소규모사업장 건강디딤돌 사업

- 건강디딤돌 사업은 안전보건공단이 20인 미만 소규모사업장의 산업보건

기초제도인 「산업안전보건법」 제125조에 따른 작업환경측정 및 동법 제 130조에 따른 배치전건강진단 및 특수건강진단 이행을 위한 비용 및 사후관리를 지원하여 사업주 스스로가 근로자의 건강보호 기반을 조성하도록 하기 위해 시행하는 사업임.

3) 작업관련성 근골격계질환

- 근골격계에 부담을 주는 엉거주춤한 자세, 앞으로 구부린 자세, 쪼그리고 앉은 자세, 비틀린 자세 등 부적절한 자세를 최소화하도록 작업방법 개선 등 필요한 조치를 강구해야 함.
- 사업주는 근골격계부담작업 유해요인조사를 실시하고 근골격계질환이 발생할 우려가 있는 경우 근골격계질환 예방·관리 정책수립, 교육 및 훈련, 의학적 관리, 작업환경개선 활동 등 근골격계질환 예방활동을 체계적으로 수행함.

① 근골격계질환 유해요인조사

- 근골격계질환 유해요인을 제거하거나 감소시켜 근골격계부담작업을 하는 근로자의 근골격계질환 발생을 예방하기 위해 유해요인조사를 3년마다 실시함. 신설 사업장은 신설일로부터 1년 이내에 실시하며 근골격계질환으로 업무상 질병이 발생한 경우에는 지체 없이 실시해야 함.

② 근골격계질환 예방·관리 프로그램 시행

- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제662조에 의거하여 실시함.
- 작업장 및 작업조건 등에 대한 인간공학적 분석, 유해요인에 대한 작업환경 개선, 의학적 관리, 교육 및 훈련, 평가 등에 관한 사항이 포함된 전사적이고 종합적인 계획을 말함.

- 사업장 내 근골격계질환 예방 및 관리정책 수립, 교육·훈련 실시, 초기 증상자 및 유해요인 관리, 작업환경 등 개선활동, 의학적 관리, 프로그램 평가의 순서로 프로그램이 진행되어야 함.

③ 의학적 대책

- 사업주는 근골격계질환 조기발견, 조기치료 및 조속한 직장복귀를 위한 의학적 대책을 수립하여 실시함.
- 근골격계질환 발생 예방을 위하여 증상이 없는 근로자는 배치 전에 근로자가 업무를 수행하기에 적합한지를 확인하고 올바른 작업방법을 훈련함.
- 증상이 있는 근로자는 증상을 체크하고 증상을 완화하는 방법을 교육하고 증상이 심한 경우, 의사 진료를 받게 함.
- 업무 복귀 후 근골격계질환이 재발하거나 만성화되는 것을 예방하기 위해 치료가 종결되기 전에 업무 복귀 프로그램을 실시하는 것이 권고됨.

④ 근골격계질환 예방교육 실시

- 근골격계질환 발생에 대한 이해
- 근골격계질환을 예방하기 위한 올바른 작업자세
- 근골격계질환의 증상과 징후
- 근골격계부담작업 유해요인 제거의 원칙과 감소에 대한 조치
- 근골격계질환 발생 시 대처 요령
- 산재사례
- 요통예방 운동
- 체력관리를 포함한 근골격계질환 예방에 필요한 내용

4) 뇌·심혈관질환

- 뇌·심혈관질환은 우리나라에서 주요 사망원인이며 고혈압, 당뇨병, 이상지질혈증은 뇌·심혈관질환을 일으키는 기초질환임.
- 심혈관질환의 주요 위험요인
 - ① 흡연
 - ② 고혈압: 수축기혈압 140mmHg 이상 또는 이완기혈압 90mmHg 이상 또는 고혈압약 복용
 - ③ HDL 콜레스테롤 40mg/dL 미만
 - ④ 총콜레스테롤 220mg/dL 이상 또는 LDL 콜레스테롤 150mg/dL 이상 또는 중성지방 200mg/dL 이상
 - ⑤ 가족력: 직계가족의 관상동맥질환 조기 발병
 - ⑥ 연령: 남자 45세 이상, 여자 55세 이상
- 조직적 관리 방안
 - 장시간 근로로 인한 뇌·심혈관질환 발생을 예방하기 위해 뇌·심혈관질환 발병위험도평가 및 사후관리, 예방교육을 실시함.
 - 일주일간 60시간 이상의 장시간 근로를 하지 않음.
 - 뇌·심혈관질환의 기초질환인 고혈압, 당뇨, 이상지질혈증 유소견자를 대상으로 적극적으로 사후관리를 실시함.
 - 겨울철 옥외작업자에게 방한복 등 적절한 보호구를 지급함.
- 뇌·심혈관질환 발병위험도평가 실시
 - 작업관련성 뇌·심혈관질환 발병 위험인자인 생활습관요인, 건강상태요인 등을 조사하여 향후에 뇌·심혈관질환으로 진행될 가능성을 예측하기 위해 뇌·심혈관질환 발병위험도평가를 실시함.
 - 평가 대상: 모든 근로자
 - 평가 주기: 2년에 1회

주기 단축: 뇌·심혈관질환 발병 위험 수준 또는 사후관리 조치 결과에 따라 실시함.

- 뇌·심혈관질환 예방 교육 내용
 - 뇌·심혈관질환의 종류 및 증상
 - 뇌·심혈관질환 예방의 중요성 및 필요성
 - 뇌·심혈관질환 예방을 위한 생활습관 개선
 - 뇌·심혈관질환 예방을 위한 발병위험도 평가의 의미 및 사후관리
- 개인적 관리 방안
 - 금연, 절주, 규칙적 운동 등 건강한 생활습관을 유지함
 - 음식을 싱겁게 먹고 규칙적으로 식사함.
 - 매년 건강진단을 받아 고혈압, 당뇨, 이상지질혈증 발생 여부를 확인하고, 치료가 필요한 경우 의사 진료를 받음.
- 건강한 생활습관 실천
 - 뇌·심혈관질환의 원인 질환인 고혈압, 당뇨병, 이상지질혈증은 어느 날 갑자기 나타나는 것이 아니며 질병이 발생하여도 대부분 이상 증상을 느끼지 못함. 따라서 평소에 건강한 생활습관을 유지하여 질병이 발생하지 않도록 하고 질병이 발생한 경우에는 혈압, 혈당, 지질치를 목표 수치로 조절하여야 함.

5) 온열질환

- 온열질환 예방을 위한 기본수칙
 - 휴식시간을 배정함.
 - 같은 온도 조건이어도 습도가 높을 경우 휴식시간을 더 연장함.
 - 휴식장소를 제공함.
 - 근로자가 일하는 장소 가까이에 냉방장치가 있는 휴식장소를 마련함.

- 휴식장소는 근로자들이 자유롭게 이용할 수 있도록 함.
- 수분 및 식염을 섭취함.
 - 증상이 없어도 규칙적으로 시원하고 깨끗한 물과 식염을 섭취함.
 - 지속적으로 땀을 흘리는 동안에는 스포츠음료를 마심.
- 근로자가 건강상 이유로 작업 중지를 요청하는 경우 즉시 조치를 취함.
- 2인 1조로 업무를 수행하도록 하여 온열질환 초기증상을 서로 관찰할 수 있게 함.
- 점심시간을 이용하여 짧은 낮잠을 잠.

〈표 V-4〉 고열작업환경에서의 건강장애 예방 수칙

예방 수칙

- ① 신규 근로자가 온열환경에 적응하도록 집중 관리 하기
- ② 15~20분 간격으로 물 한 컵을 마시도록 권장하기
- ③ 냉방장치가 있는 휴식공간 제공하기
- ④ 근로자들에게 보호장비 및 작업복 제공하기
- ⑤ 온열질환의 징후와 증상을 알고 동료 근로자 확인하기
- ⑥ 온열질환 증상에 대해 근로자들에게 교육하고 증상이 나타나면 관리감독자나 의료전문가에게 알리기
- ⑦ 응급상황 대비하기

- 온열질환 발생 시 응급조치
 - 온열질환 환자 발생 시 시원한 곳으로 옮기고 차가운 물수건, 부채질, 선풍기 등으로 체온을 낮춤.
 - 의식이 있는 경우 찬물이나 스포츠음료를 마시게 함.
 - 의식이 없거나 건강상태가 악화되는 경우 즉시 의사 진료를 받도록 함.

〈표 V-5〉 온열질환 발생 시 응급처치

구분		응급처치
땀띠		<ul style="list-style-type: none"> · 시원한 실내에서 안정함. · 샤워를 하고 피부를 잘 건조시킴.
열탈진 (열피로)		<ul style="list-style-type: none"> · 시원한 장소로 이동하여 의복을 느슨하게 함. · 머리를 낮게 하여 눕힘. · 물을 마심.
열경련		<ul style="list-style-type: none"> · 시원한 장소로 이동하여 작업복을 벗어 체온을 낮춤. · 찬 수건으로 체온을 낮춤. · 0.1% 식염수를 섭취함. · 경련 지속 시 병원으로 이송함.
열사병		<ul style="list-style-type: none"> · 시원한 장소로 이동함. · 얼음물로 체온을 급격히 내리고 즉시 병원으로 이송함.

■ 고열환경에서의 피부질환 관리

① 무좀

- 통풍이 잘되는 작업복, 신발을 착용함.
- 작업 중 수시로 신발을 벗어 발을 말림.
- 자연환기가 될 수 있도록 창문이나 출입문을 열어둠.
- 휴게공간에 선풍기, 에어컨 등을 가동함.
- 작업 중 수시로 시원한 곳으로 옮겨 열을 식히고 땀을 말림.
- 발을 씻은 후 잘 말림.

② 땀띠

- 샤워를 자주 하고 규칙적으로 생활함.

- 발진 부위에 발진용 분말가루 및 연고를 사용함.
- 작업 중 수시로 시원한 곳으로 옮겨 열을 식히고 땀을 말림.
- 휴게공간에 선풍기, 에어컨을 가동함.
- 차가운 물수건으로 얼굴, 팔, 다리 등 몸을 닦아내어 시원하게 함.
- 필요시 냉각조끼 등을 착용함.

③ 습진

- 땀을 잘 흡수하고 통풍이 잘되는 작업복과 신발을 착용함.
- 낮 시간대에는 가급적 작업을 하지 않음.
- 작업 중 수시로 그늘진 장소로 이동하여 열을 식히고 땀을 말림.
- 실내 작업일 경우 자연환기가 될 수 있도록 창문이나 출입문을 열어둠.
- 휴게공간에 선풍기, 에어컨 등을 가동함.
- 목욕을 자주 하고 특히 손발을 씻은 후 잘 말림.

6) 소음성난청

- 청력보호를 위한, 고용노동부의 연속소음에 대한 허용기준은 일일 평균 소음이 90dB(A)인 사업장에서는 8시간 미만이며 연속적으로 115dB(A) 이상의 소음 수준에 노출되어서는 안 됨. 일반적으로 75dB 이하의 소리는 난청을 유발하지 않으나 85dB 이상의 소리는 난청을 유발할 가능성이 높음.

〈표 V-6〉 소음 노출기준

1일 노출기준(시간)	소음강도 dB(A)
8	90
4	95
2	100
1	105
1/2	110
1/4	115

- 소음 방지 대책
 - 소음이 적은 장비를 사용함.
 - 청력보호구를 철저히 착용함.

- 청력보호구의 감음 효과
 - 귀마개는 25~35dB(A)의 감음효과
 - 귀덮개는 35~45dB(A)의 감음효과
 - 귀마개와 귀덮개를 같이 사용하는 경우 추가로 3~5dB(A)의 감음효과

〈표 V-7〉 청력보호구 착용법

청력보호구		사용법
귀마개		<ul style="list-style-type: none"> · 사용 전에 손을 씻고 귓구멍 크기에 맞추어 귀마개를 압축함. · 반대편 손을 머리 뒤로 돌려 귀를 바깥쪽으로 잡아당겨 귀마개를 꼭 맞게 착용함. · 귀마개가 느슨해지면 다시 착용함. · 소음 작업장에 있을 때 항상 착용하고 있어야 함.
귀덮개		<ul style="list-style-type: none"> · 귀 전체를 완전히 덮을 수 있는 형태이어야 함. · 귀 전체를 잘 덮기 위해 머리카락이나 귀걸이 등을 귀덮개에 걸리지 않게 가지런히 하거나 귀걸이를 제거함.

7) 감염성질환

- 작업장 내의 오염물질 발생원으로부터 오염물질이 작업장으로 확산되지 않도록 국소배기 환기장치를 활용하고, 자연환기를 이용할 수 있도록 출입구 및 창문을 넓게 설치함. 작업장 내부에 쌓여있는 먼지 등의 부패를 막기 위하여 작업 전후에 청소함.

- 작업자들의 건강을 보호하기 위해 작업 후 샤워를 실시할 수 있는 세척 시설의 설치와 보호구 착용에 관한 안전 교육 및 홍보를 함. 생물학적

인자 노출 작업장의 작업환경을 개선하기 위해서는 무엇보다 생물학적 인자 노출농도에 대한 관리기준의 설정이 필요함.

- 소각장의 경우, 반입공정과 쓰레기 피트, 소각 슬러지 처리 공정을 측정 한 결과, 쓰레기 피트는 다른 공정과 비교하여 세균은 10배, 진균은 70 배 이상 농도가 높은 수준이었음. 쓰레기 피트의 경우 상시작업은 없었지만 정기 및 수시 유지보수작업 시 간헐적인 작업을 실시하는 경우 고농도의 생물학적 인자에 노출되므로 작업 시 보호구 착용이 필요함.
- 폐기물 취급 작업자들의 생물학적 인자에 의한 감염성질환 및 호흡기질환 발생의 위험성이 매우 높은 수준으로 나타났음. 이러한 문제를 개선하기 위해서 생물학적 인자 노출 작업장에 대한 환기, 보호구 착용 등 작업환경관리가 필요하며, 더불어 생물학적 인자 노출농도에 대한 관리기준의 설정이 필요함.

6. 소각로 작업자에게 필요한 개인보호구

1) 개인보호장비의 관리

- 보호구는 재해나 건강장해를 방지하기 위해 작업자가 착용하는 기구나 장치를 의미하며, 사업주는 유해·위험 작업을 하는 근로자에게 작업조건에 적합한 보호구를 지급하고, 근로자는 지급받은 보호구를 철저히 착용하여야 함. 특히 신규 근로자, 고령자는 보호구 사용에 대한 교육을 철저히 해야 함.
 - 소각로 작업자는 항상 적절한 개인보호장비(PPE)를 가지고 있어야 함.
 - 개인보호장비는 폐기물을 다룰 때 항상 착용해야 함.
 - 개인보호장비를 관리하고, 깨끗하게 유지하는 것도 중요함.
 - 개인보호장비를 집으로 가져가서는 안 됨.

2) 소각로 근로자의 표준 개인보호장비(PPE)에 포함되는 사항

- 장갑: 폐기물을 취급할 때는 항상 장갑을 착용함.
- 장화: 안전 장화 또는 가죽 신발은 날카로운 물건이나 우발적으로 떨어질 수 있는 무거운 물건으로 인한 부상으로부터 발을 추가로 보호함. 부츠는 청결하게 유지해야 함.
- 작업복: 작업복은 항상 착용해야 함.
- 앞치마: 소각로 운전 시 내열 앞치마를 착용함. 단, 고무나 플라스틱 앞치마를 사용하면 안 됨.
- 고글: 투명하고 내열성이 있는 고글은 우발적인 물 튀이나 기타 부상으로부터 눈을 보호할 수 있음.
- 호흡 보호구: 먼지와 유독가스가 대기 중으로 방출될 수 있는 작업 시 착용함.
- 헬멧: 헬멧은 머리를 부상으로부터 보호하므로, 소각 과정에서 항상 착용해야 함.
- 청력 보호구: 소음이 심한 장비를 작동할 때는 청력보호구를 착용함.

7. 사고요인 관리

- 폐기물처리시설의 기본계획을 수립할 때에는 시설 내의 안전대책을 충분히 고려하여야 함.

1) 안전대책

- 설계 및 운영 시 안전대책으로 고려해야 할 사항은 다음과 같음.
 - 「산업안전보건법」 등의 안전 관련 법규의 규정을 준수할 것
 - 경사진 반입 배출로에는 필요시 가드레일(guardrail)을 설치할 것

- 플랫폼(platform)의 끝에는 가드레일 또는 벽을 설치할 것
- 반입차에서 폐기물 저장조로의 투입문 부분은 충분한 높이의 스토퍼 등을 설치하여 운반차가 후진하거나 폐기물을 투하할 때 추락을 방지할 수 있는 구조일 것
- 폐기물 저장조에는 내부로 진입할 수 있도록 사다리 및 안전망을 설치할 것
- 폐기물 저장조 상부에는 난간 또는 벽을 설치할 것
- 크레인 조정실이 저장조의 상부에 있는 경우에는 조정실 하부유리가 추락을 방지할 수 있도록 할 것
- 투입구의 상단은 외부 바닥보다 높게 하여 추락 방지를 고려한 구조로 할 것
- 투입구는 연소 시 기밀 유지 및 역화염 방지를 고려한 구조로 할 것
- 굴뚝의 배출가스 측정구에는 안전하고 용이하게 측정할 수 있도록 발판 및 손잡이를 설치하고 굴뚝에는 손잡이가 달린 사다리와 안전가이드를 설치할 것
- 투입구 하부가 가열되는 경우에는 냉각장치를 설치하거나 내화재를 내부에 시설할 것
- 소각로 본체의 맨홀, 보일러, 배출가스 덕트 등 고온이 발생하는 부분에는 내열도료로 착색하고 내부 라이닝, 내화재, 단열피복 등을 하여 외벽의 온도를 시설설치 기준 이하가 되도록 할 것
- 검시창(peephole) 등을 연소 중 정기적으로 개폐하여 내부 점검이 필요한 부분에는 노 내의 가스가 직접 분출되지 않도록 내열유리창 및 쿨링 공기유입 등의 구조로 할 것
- 재 배출장치는 재가 비산하지 않도록 밀폐형으로 하며 고온 부분에는 필요시 단열할 것
- 소각재 및 보일러재 냉각을 수랭식으로 할 경우 외부에 수증기가 분출되지 않는 구조로 할 것
- 소각재 및 보일러재의 냉각 장치는 소각재의 비산 및 고온의 소각재에 의한 화상 등의 사고가 생길 염려가 없는 구조로 할 것
- 회전부분, 운동부분, 돌출부분에는 필요시 안전 덮개를 하거나 착색을

하고 안전표시를 하여야 하며, 회전부분, 운동부분에는 가동 중 운동방향(화살표)을 표시할 것

- 통로, 계단 등은 사람이 쉽게 통행할 수 있는 폭과 경사를 둠과 동시에 난간을 설치하여 추락을 방지하고 위험 부분에는 착색을 할 것
- 전기 집진기에는 고전압이 걸리므로 위험표시 및 통전표시 등을 설치할 것
- 굴뚝에는 원칙적으로 피뢰침을 설치할 것
- 배관, 전기배선 등은 필요시에 종류별로 화살표 등으로 흐름 방향을 표시할 것
- 배관, 전기배선은 특히 고온부와의 상호 연관성을 충분히 검토하여 배치할 것
- 공정용수의 배관과 전기배선이 교차하는 곳에는 전기배선이 상부에 위치하는 것을 원칙으로 할 것
- 전기배선은 누전, 감전의 위험이 없는 구조로 할 것
- 건물 내에는 환기장치를 설치하는 등, 작업환경을 쾌적하게 유지할 수 있는 구조로 할 것
- 청소 작업 시에는 여러 가지 안전 장치와 고리 등의 보호장비를 두어 2인1조로 작업을 하도록 할 것

2) 기타 고려 사항

- 기타 사항으로는 점검, 급탕, 분해, 청소, 측정 등의 작업에 필요한 공간을 충분히 고려해야 함. 처리시설은 다수의 기기가 설치되어 있기 때문에 보수, 점검, 작업은 항상 행하여야 하며, 기기는 정기적인 분해 점검을 하여야 하는데, 이런 작업을 안전하고 확실하게 하기 위해서는 작업을 하기 위한 공간이 필요함. 또한 시설에는 소모품과 공구 등의 창고나, 분해 보수가 필요한 공작기기를 설치하기 위한 예비 공작실을 두는 것이 바람직함.
- 보수점검에 필요한 측정작업, 주유작업, 청소작업과 기기조작을 하는 장소는 안전하게 작업할 수 있도록 건설 시부터 여러 가지를 고려하여야 함.

3) 동·하절기에 대한 대책

- 동절기 동결 방지와 하절기 과열 방지 대책을 고려하여 기기를 설계하고, 우기 시 우수 침투 및 누전 등을 고려하여 건축 및 설비를 계획하여야 함.
- 동절기에는 냉각수관이 동파될 수 있어(특히 회분식으로 운전하는 시설) 작업 종료 후에 관속의 물을 뺄 수 있도록 드레인 밸브(drain valve)를 설치함. 또한 각 배관의 보온에도 충분히 유의하고 동시에 급수와 식수탱크에 대해서도 특별한 고려를 해야 함. 특히, 증기복수기는 동절기에 튜브가 동파될 수 있으므로 평상시보다 증기량을 증가시키고 복수기 헤더의 드레인 밸브를 약간 열어 두는 등 동파를 대비하여야 함. 집진설비의 비산 먼지는 수분을 빨아들이는 성질이 있어 온도가 떨어져 고착되지 않도록 재저장조 내벽 등에는 고착이나 응고 현상을 방지할 수 있는 가온장치 등을 고려해야 함. 일반적으로 본체와 재컨베이어는 보온을 하고 있으나, 슈트나 배출구와 같이 좁아지는 부분에는 별도의 가온장치를 고려하고 유지관리에 특별히 주의하여야 함.
- 하절기에는 주위온도가 높아 효율이 떨어질 수 있으므로 복수기 용량을 충분히 고려하여 설계하고, 응축수 온도가 90℃를 초과하지 않도록 하여야 하며, 연소실 등 소각로 표면은 80℃ 이하로 유지할 수 있는 구조이어야 함. 특히, 전기실, 저항기실, 중앙제어실, 제어계측기실 등 전기패널이 설치된 공간은 과열을 방지할 수 있도록 냉각설비, 통풍장치 등을 설치하고, 특히 냉각설비(복수기, 냉각탑 등)에 대해서는 외기온도와 경제적인 면을 고려하여 설계하여야 함.
- 우기 시에는 우수가 침투하지 않도록 보온 외장재의 마감작업에 특히 유의하고, 전기패널은 지붕이 있는 구조로 하고, 외부 철구조물은 충분히 도장될 수 있도록 샌딩처리 후에 도장하여 녹이 슬지 않도록 하여야 함. 또한 우기 시에는 습기에 의한 누전을 방지하기 위해 옥외에 설치되는

주요 모터에 대해서는 스페이스 히터를 설치하여 장기간 정지 시 발생할 수 있는 습기 및 누전을 방지할 수 있도록 함.

- 처리시설은 정기적인 점검과 주유 및 보수가 반드시 시행되어야 하며 화격자는 점검을 통하여 3~4년마다 부분 교체를 실시하고, 내화재, 여과포 등은 부분 또는 전체를 2~3년마다 교체하여야 함. 소모자재의 특성에 따라 정기점검을 하고 정비일지를 기록하여 보존하여야 함.
- 소각시설의 경우에는 「폐기물관리법」 및 관련 법규(「환경영향평가법」, 「대기환경보전법」, 「잔류성유기오염물질 관리법」)에서 정한 기준을 모두 충족하여야 함.

부록 1 KOSHA GUIDE

번호	제목
H-91-2021	피로도 평가 및 관리 지침
H-47-2021	장시간 근로자 보건관리지침
H-37-2021	근로자의 자살 및 우울증 예방을 위한 사업장 지침
H-36-2021	사업장의 중대재해 발생 시 급성 스트레스에 대한 대응 지침
H-205-2018	작업환경상 건강유해요인에 대한 위험성평가 지침
H-204-2018	직장 따돌림 예방관리지침
H-203-2018	고객응대업무 종사자 건강보호 매뉴얼 작성 지침
H-200-2018	직장에서의 뇌심혈관질환 예방을 위한 발병위험도 평가 및 사후 관리 지침
H-80-2021	밀폐공간작업 프로그램 수립 및 시행에 관한 기술지침
H-9-2022	근골격계부담작업 유해요인조사 지침
H-178-2022	근로자 휴게시설 설치에 관한 기술지침
H-176-2015	체크리스트를 활용한 장년근로자의 보건관리 지침
H-169-2015	사업장에서 디젤엔진 배기가스 노출근로자의 보건관리 지침
H-82-2020	호흡보호구의 선정사용 및 관리에 관한 지침
H-160-2014	청력보호구의 착용방법 및 관리에 관한 지침

H-75-2015	사업장 작업환경 평가지침 (안전보건공단 홈페이지-자료마당-법령/지침정보)
H-68-2012	사업장의 근골격계질환 예방을 위한 의학적 조치에 관한 지침
H-67-2022	직무스트레스 요인 측정지침
H-66-2012	근골격계질환 예방을 위한 작업환경개선 지침
H-65-2012	사업장 근골격계질환 예방·관리 프로그램
H-64-2012	사무실 작업환경 관리지침
H-7-2012	청력보존프로그램의 효과 평가지침
H-4-2021	일반건강진단결과에 따른 사후관리 지침
H-200-2018	직장에서의 뇌심혈관질환 예방을 위한 발병위험도 평가 및 사후관리 지침
H-40-2011	사업장 직무스트레스 예방 프로그램
H-38-2011	직무스트레스의 일상적인 관리를 위한 관리감독자용 지침
H-39-2011	직무스트레스 자기관리를 위한 근로자용 지침
H-37-2021	근로자의 자살 및 우울증 예방을 위한 사업장 지침

번호	제목
G-131-2020	생활폐기물 수거 및 처리작업의 안전보건에 관한 기술지침
P-93-2020	유해 위험설비의 점검 정비 유지관리 지침
W-12-2017	고열작업환경 관리지침
P-95-2016	도급업체의 안전관리계획 작성에 관한 기술 지침
X-68-2015	밀폐공간 위험관리에 관한 기술지침
G-119-2015	인력운반작업에 관한 안전가이드
G-12-2013	개인보호구의 사용 및 관리에 관한 기술지침
M-68-2012	전신진동에 의한 요통 리스크에 관한 기술지침
G-93-2012	고령근로자의 안전보건교육에 관한 기술지침
G-37-2012	근로자의 일반 적인 건강관리에 관한 지침
X-11-2012	작업장의 폭력 리스크 관리 지침
G-30-2011	앉아서 일하는 작업의 건강장해 예방에 관한 기술지침

※ 한국산업안전보건공단 홈페이지(<http://www.kosha.or.kr/kosha/index.do>)로 들어가 상단의 '자료마당' 메뉴에서 '안전보건기술지침(KOSHA GUIDE)'을 클릭하시면 상세한 정보를 볼 수 있음.

부록 2 유관단체 명단

단체명	소재지	홈페이지(대표전화)
한국환경공단	인천광역시 서구 환경로42(경서동 종합환경연구단지)	https://www.keco.or.kr (032-590-4000)
한국환경산업기술원	서울특별시 은평구 진흥로 215	https://www.keiti.re.kr (02-2284-1000)
한국폐기물협회	서울특별시 은평구 진흥로 215 한국환경산업기술원 B동 3층	https://www.kwaste.or.kr (02-2680-7000)
한국자원순환에너지공제 조합	서울특별시 중구 중림로 50-1 13층	https://krema.kr (02-718-7900)
한국생활폐기물중앙회	서울특별시 강남구 밤고개로1길 10, 519호(수서동, 현대벤처빌)	https://www.kfdwm.or.kr (02-734-2766)
한국생활폐기물기술협회	경기도 안양시 동안구 시민대로 267, 평촌아크로펠리스	https://www.kerea.or.kr (031-342-7999)
한국자원순환공제조합	서울특별시 영등포구 국회대로62길 5 신태진빌딩 1층 102호	https://www.korma.or.kr 02-2689-0593
한국자원순환단체총연맹	서울특별시 영등포구 국회대로62길 5 신태진빌딩 1층	https://www.krrcg.co.kr 02-2689-0592
한국열환경공학회	충남 아산시 서북구 천안대로 1223-24 10공학관 714호	https://www.kstee.or.kr 041-566-3975

한국폐자원에너지기술협 의회	서울특별시 중구 만리재로 193 서울역디오빌 210호	https://www.kawet.or.kr 02-761-8358
한국폐기물자원순환학회	서울특별시 은평구 수색로 217-1 디엠씨자이 2단지 상가303호	https://www.kswm.or.kr 02-353-9805
Re-Tech조직위원회	서울특별시 강남구 자곡로 174-10 강남에이스타워 803호	https://www.re-tech.org (02-599-1498)
한국의료폐기물공제조합	대전 동구 한밭대로 1297번길 9, 602-1호(용전동, 종근당빌딩)	https://www.kiwaa.com (042-623-5553)
자원순환사회연대	서울특별시 종로구 새문안로 5가길 28 광화문플래티넘 1217호	https://m.waste21.or.kr 02-744-5305
전국환경시설노동조합		https://cafe.daum.net/minno-mp

연구진

연구기관 : 가톨릭대학교 산학협력단

연구책임자 : 백은미 (교수, 가톨릭대학교)

연구원 : 한복순 (교수, 강북삼성병원)

연구원 : 정혜선 (교수, 가톨릭대학교)

연구원 : 김수근 (과장, 한도병원)

연구원 : 이윤정 (교수, 경인여자대학교)

연구원 : 서성철 (교수, 서경대학교)

연구원 : 김기연 (교수, 서울과학기술대학교)

연구원 : 최은희 (교수, 을지대학교)

연구원 : 이현주 (교수, 우석대학교)

연구원 : 정태성 (박사과정, 서울과학기술대학교)

연구원 : 문지현 (연구원, 가톨릭대학교)

연구보조원 : 최주현 (박사과정, 가톨릭대학교)

연구보조원 : 성예지 (박사과정, 가톨릭대학교)

연구상대역 : 안정호 (차장, 산업보건실)

최보화 (과장, 산업보건실)

연구기간

2022. 6. 15.~2022. 11. 30.

본 연구는 한국산업안전보건공단의 2022년도 위탁연구 용역사업에 의한 것임

본 연구보고서의 내용은 연구책임자의 개인적 견해이며,
우리 공단의 공식 견해와 다를 수도 있음을 알려드립니다.

한국산업안전보건공단이사장

직업건강가이드라인 개발 7종
(2022-산업보건실-932)

발 행 일 : 2022년 11월 30일

발 행 인 : 한국산업안전보건공단 이사장 안종주

연구책임자 : 가톨릭대학교 교수 백은미

발 행 처 : 한국산업안전보건공단

주 소 : (44429) 울산광역시 중구 종가로 400

전 화 : 052-703-0647

팩 스 : 052-703-0319

Homepage : <http://www.kosha.or.kr>