

직업건강가이드라인개발 최종 보고서

- 금속주조업 -

2019. 11.

제출문

안전보건공단 이사장 귀하

본 보고서를 2019년도 안전보건공단의
「직업건강가이드라인개발」 연구 최종 보고서로
제출합니다.

2019. 11.

경인여자대학교 산학협력단장

연구진

○ 연구책임자

이윤정 (경인여자대학교 간호학과 교수)

○ 공동연구자

김수근 (성균관대학교 의과대학 교수)

김숙영 (울지대학교 간호대학 교수)

이복임 (울산대학교 간호학과 교수)

한복순 (성균관대학교 의과대학 교수)

김태구 (인제대학교 보건안전공학과 교수)

피영규 (대구한의대학교 보건학부 교수)

박민수 (인제대학교 보건안전공학과 교수)

백은미 (경동대학교 간호학과 교수)

최은희 (울지대학교 간호학과 교수)

이경선 (부산가톨릭대학교 산업보건학과 교수)

○ 연구보조원

박명미 (한국남부발전 신인천발전본부)

황선주 (경인여자대학교)

목차

I. 개요	1
1. 배경	1
2. 구성내용	2
3. 활용대상 및 활용방법	2
II. 일반현황	3
1. 금속주조업의 이해	3
2. 금속주조업의 현황 및 주요공정	12
3. 금속주조업의 주요 직종 분류	19
4. 금속주조업의 산업재해 현황	25
5. 금속주조업의 작업환경 실태	67
6. 금속주조업의 특성 요약	95
7. 금속주조업의 안전보건체계	96
III. 주요 유해·위험요인	98
1. 작업환경 요인	98
2. 작업조건 요인	106
3. 건강문제 요인	107
4. 사고관련 요인	126
IV. 유해·위험요인 관리방안	135
1. 작업환경 관리	135
2. 작업조건 관리	148
3. 건강문제 관리	153
4. 사고관련 관리	159
5. 건강증진	166
참고문헌	170
[부록 1] 주요화학물질의 MSDS	173
[부록 2] 직종별 OPS	219

〈표 목차〉

[표 II-1] 금속주조업의 세분류 업종	4
[표 II-2] 연도별 금속주조업의 사업체수 및 근로자수	12
[표 II-3] 연도별 금속주조업 사업장의 규모별 분포	12
[표 II-4] 연도별 근로자 평균 연령	13
[표 II-5] 연도별 근로자 평균 근속연수	14
[표 II-6] 연도별 월 평균 근로일수	15
[표 II-7] 연도별 월 평균 근로시간	16
[표 II-8] 연도별 근로자 월 평균 임금	17
[표 II-9] 금형원의 직종분류	19
[표 II-10] 금속공장기계 조작원의 직종분류	20
[표 II-11] 주조원의 직종분류	21
[표 II-12] 주조기 조작원의 직종분류	23
[표 II-13] 기타 기능관련 종사원의 직종분류	24
[표 II-14] 연도별 재해자수 및 재해율	25
[표 II-15] 연도별 사업장 규모에 따른 재해자수 및 재해율	26
[표 II-16] 업무상 재해 원인별 분포	27
[표 II-17] 금속주조업에서 다발하는 산업재해 10가지 유형	27
[표 II-18] 연도별 업무상 사망자수 및 사망천인율	28
[표 II-19] 연도별 업무상 사고자수 및 사고천인율	29
[표 II-20] 연도별 업무상 질병자수 및 질병만인율	30
[표 II-21] 연도별 업무상 질병 원인별 분포	31
[표 II-22] 산업분류별 사업장 근무형태 현황	67
[표 II-23] 산업분류별 사업장 복지시설 현황	68
[표 II-24] 산업분류별 사업장 야간작업 현황	68
[표 II-25] 산업분류별 사업장 유해요인조사 실시 현황	69
[표 II-26] 산업분류별 사업장 위험성 평가 실시 현황	69
[표 II-27] 산업분류별 소음·진동 발생작업 보유사업장 추이	70
[표 II-28] 산업분류별 분진·흙 발생작업 사업장 추이	70
[표 II-29] 산업분류별 유해작업의 사내도급 사업장 추이	70

[표 II-30] 산업분류별 고열작업 보유 사업장 현황	71
[표 II-31] 산업분류별 한랭작업 보유 사업장 현황	71
[표 II-32] 산업분류별 다습작업 보유 사업장 현황	71
[표 II-33] 산업분류별 방사선작업 보유 사업장 현황	72
[표 II-34] 산업분류별 밀폐공간 보유사업장 현황	72
[표 II-35] 산업분류별 화학물질 제조사업장 현황	72
[표 II-36] 산업분류별 화학물질 취급사업장 현황	73
[표 II-37] 주물사 요인에 따른 건강위험성 정도	75
[표 II-38] 이형제의 종류	76
[표 II-39] 혼합, 주형, 중자작업 동안 고열 상자법에서 공기 중으로 방출되는 화학물질	81
[표 II-40] 금속용 흙이나 금속 붓기를 할 때 분진과 흙에 노출되는 빈도	83
[표 II-41] 주물공정에서의 소음 수준	89
[표 II-42] 금속 용융로의 종류 및 내용	90
[표 II-43] 금속주조업의 안전보건관리체계별 세부내용	97
[표 III-1] 용해 공정에서 발생하는 유해인자	99
[표 III-2] 주입 공정에서 발생하는 유해인자	100
[표 III-3] 조형 공정에서 발생하는 유해인자	101
[표 III-4] 형해체 공정에서 발생하는 유해인자	102
[표 III-5] 사처리 공정에서 발생하는 유해인자	103
[표 III-6] 마무리 공정에서 발생하는 유해인자	104
[표 III-7] 금속주조업의 물리적 유해인자별 건강장해	107
[표 III-8] 금속주조업의 화학적 유해인자별 건강장해	108
[표 III-9] 비금속광물제품 및 금속제품 제조업 또는 금속가공업의 업무상 질병 원인별 현황	123
[표 III-10] 산업분류별 사업장 야간작업 분포현황	123
[표 III-11] 근로자의 평균 연령	124
[표 III-12] 월 평균 근로일수	125
[표 III-13] 월 평균 근로시간	125
[표 III-14] 월 평균 임금	125
[표 IV-1] 직무스트레스 증상완화법	158

〈그림 목차〉

[그림 II-1] 근로자 평균 연령	13
[그림 II-2] 근로자 평균 근속연수	14
[그림 II-3] 월 평균 근로일수	15
[그림 II-4] 월 평균 근로시간	16
[그림 II-5] 월 평균 임금	17
[그림 II-6] 산업재해율	25
[그림 II-7] 사업장 규모별 산업재해율	26
[그림 II-8] 사망만인율	28
[그림 II-9] 업무상 사고천인율	29
[그림 II-10] 업무상 질병 만인율	30
[그림 II-11] 업무상 질병 원인별 분포	31
[그림 II-12] 사업장안전보건관리 체제도	96
[그림 IV-1] 판형태의 물품취급방법	148
[그림 IV-2] 휴게실 안마 의자 설치	154
[그림 IV-3] 근골격계 증상 완화 설비	154
[그림 IV-4] 뇌심혈관질환 발병위험도평가 절차	155

I

개요



1. 배경

- 금속주조업은 완제품 또는 반제품 상태의 각종 금속 주조물을 제조하는 산업 활동을 말함. 2017년 현재 비금속광물제품 및 금속제품 중시의 금속주조업의 사업장 수는 48,390개소, 근로자 수는 372,076명으로 최근 5년간 사업장 수와 근로자 수가 지속적으로 증가하는 추세임. 사업장 규모별로는 대부분의 사업장이 상시근로자 50인 미만의 소규모 사업장이라 작업환경관리와 건강관리가 취약한 편임.
- 2017년 금속주조업의 산업재해율이 1.37로 최근 5년간 감소하는 추세이기는 하나, 전체 업종(0.48)과 제조업(0.61)의 산업재해율과 비교하면 매우 높은 수준임. 특히 끼임, 물체에 맞음, 절단, 베임, 찢림, 등의 안전사고가 많이 발생하고 있으며, 업무상 질병도 증가추세로 업종 특성상 대량 생산으로 안전보건에 관련된 예방 대책이 미흡한 수준임. 한편 광물성 분진과 같은 다양한 입자상의 분진과 화학물질 등의 화학적 인자, 고열과 함께 소음, 진동 등 물리적 인자와 더불어 과로에 따른 뇌심혈관질환과 근골격계 질환의 원인이 되는 중량물 취급 및 반복 작업 등 많은 유해·위험 환경에 노출되어 있음.
- 본 가이드라인은 금속주조업에 종사하는 근로자의 보건과 안전을 위협하는 유해 위험요인을 소개하고, 이를 관리하기 위한 방안을 제시함으로써 근로자의 질병 예방과 건강증진에 기여하기 위한 것임.
- 금속주조업은 대부분 소규모 사업장으로 작업환경이 열악하고 소음성난청, 진폐, 화학물질중독, 직업성암, 근골격계질환, 뇌심혈관질환 등 유발될 위험이 있어 사업주 및 정부의 적극적인 관심이 필요함.

2. 구성내용

- 본 가이드라인은 금속주조업 사업장과 근로자의 규모, 근로조건 및 산업재해 현황을 소개함. 다양한 문헌조사와 10개 사업장 현장조사를 토대로 금속주조업 근로자의 산업안전보건 분야에서 유해 및 위험요인을 작업환경 요인, 작업조건 요인, 건강문제 요인, 사고관련 요인으로 구분하여 그 문제와 관리방안을 순서대로 제시함.
- 금속주조업의 대표 위험직종 30개를 선정하여 직종별 유해요인과 예방법을 제시한 One Page Sheet를 제시함.

3. 활용대상 및 활용방법

- 본 가이드라인의 주요 활용대상은 금속주조업의 근로자이며, 안전보건관리 담당자, 관리감독자, 관리책임자도 포함됨. 또한 가이드라인은 작업장에 상시 게시하거나 작업 전 교육 시 교육 자료로 활용할 수 있음.



일반 현황

1. 금속주조업의 이해

- 금속주조업은 완제품 또는 반제품 상태의 각종 금속 주조물을 제조하는 산업 활동을 말함. 직접 주조한 제품을 서로 결합하거나 단순 표면 정리 이상의 가공처리를 거쳐 특정 제품을 완성하는 경우(용접, 조립 및 표면 연삭가공 등)에는 그 생산되는 특정 제품 종류에 따라 분류함.
- 한국표준산업분류(10차)에 따르면, 금속주조업은 철강 주조업과 비철금속주조업으로 구분되며, 철강 주조업은 또다시 선철 주물 주조업(24311)과 강 주물 주조업(24312)으로 나뉨. 그리고 비철금속주조업은 알루미늄 주물 주조업(24321), 동 주물 주조업(24322), 기타 비철금속주조업(24329)으로 구분됨.

대분류	중분류	소분류	세분류
C. 제조업	24. 1차 금속 제조업	243. 금속 주조업	2431. 철강 주조업
			2432. 비철금속주조업

○ 금속주조업의 세분류 업종 설명과 예시는 다음과 같음.

[표 II-1] 금속주조업의 세분류 업종

세분류	업종 설명	예시
철강 주조업(2431)	· 완제품 또는 반제품 상태의 각종 철강주물을 제조 - 선철 또는 합금철로 각종 선철(회) 주물 및 가단철 주물을 제조 - 강재 또는 합금강재로 강 주물 및 합금강 주물을 제조	· 가단철 주물 주조 · 합금철 주물 주조 · 정밀 선철 주물 주조 · 정밀 합금철 주물 주조 · 강 주물 주조 · 합금강 주물 주조 · 정밀 강 주물 주조 · 정밀 합금강 주물 주조
비철금속주조 업(2432)	· 완제품 또는 반제품 상태의 각종 비철금속 주물을 제조 - 알루미늄 및 그 합금으로 알루미늄 주물을 제조 - 동 및 그 합금으로 동 주물을 제조 - 금, 은, 주석, 니켈, 수은, 망가니즈, 크롬, 텅스텐, 마그네사이트 등의 기타 비철금속 주물을 제조	· 알루미늄 주물 주조 · 알루미늄 합금 주물 주조 · 동 주물 주조 · 동 합금 주물 주조 · 비철금속 주조

※ 출처: 통계청(2017), 한국표준산업분류(10차)

○ 공정별 업무

- 철강 및 비철금속주조업은 철 또는 알루미늄, 구리 등의 원자재를 용해하여 다양한 용도와 형태의 제품을 만드는 업종임. 고철, 폐알루미늄, 폐구리 등 원자재를 입고하여 용해로에서 녹인 후 주형에 주입하여 원하는 크기와 형상으로 만든 후 사상 등의 가공 및 열처리, 도장 등의 공정을 거쳐 제품을 제조함.

① 원자재 입고

차량으로 운반하여 입고한
고철, 선철 등을 금속
종류별로 원료 보관장소에
하역 및 운반



② 중자·주형 제조

주물 제작을 위하여 모형을
만들어 공간이 있는 주형을
제작



③ 용해

금속재료를 파쇄, 선별한 후
용해로에 장입하여
용해시키고 부유물을 제거



④ 용탕 주입

용탕을 래들에 주입한 후
크레인으로 이송하여
주형에 주입



⑤ 탈사 및 후처리

불필요한 부분을 절단기,
연삭기, 쇼트기 등을
이용하여 제거



⑥ 도장 및 건조

방청을 위해 도장 후
건조로에서 건조



⑦ 포장 및 출고

완성된 제품을 운송에
적합하도록 포장하여 출고



- 원자재 입고의 경우 차량으로 운반하여 입고한 고철, 선철, 합금철 등을 지게차, 크레인 등을 이용하거나 인력으로 원료 보관장소에 종류별로 하역 및 운반하는 공정임.
- 원자재 입고의 공정·작업별 내용: 원재료 입고 → 금속종류별 보관 → 크레인 작업 → 지게차 작업으로 구성됨.

① 원재료 입고



② 금속종류별 보관



③ 크레인 작업



④ 지게차 작업



- 중자 및 주형 제조의 경우 제작하고자 하는 형상의 모형을 만든 후 이를 주형틀 안에 위치시킨 후 주물사, 경화제 등을 혼합하여 다져 넣은 후 굳혀 상형, 하형, 중자 등 주형을 제작하는 과정임.
- 중자 및 주형 제조의 공정·작업별 내용: 목형 운반 → 주형 제조 → 이형제 도포 → 합형 작업으로 구성됨.

① 목형 운반



② 주형 제조



③ 이형제 도포



④ 합형 작업



- 용해의 경우 금속 재료를 파쇄, 선별한 후 용해로에 투입하여 용해시키고 부유 물을 제거하는 공정임.
- 용해의 공정·작업별 내용: 재료 투입 → 용해 → 불순물 제거 → 출탕 → 내화물 축조 → 용해로 관리로 구성됨.

① 재료 투입



② 용해



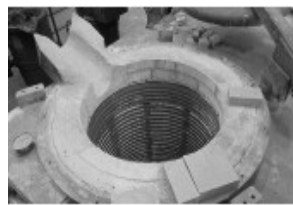
③ 불순물 제거



④ 출탕



⑤ 내화물 축조



⑥ 용해로 관리



- 용탕 주입의 경우 용탕을 래들에 받은 후 크레인, 대차 등으로 이송하여 주형에 주입하는 공정임.
- 용탕의 공정·작업별 내용: 래들 내부 청소 → 용탕 래들에 받는 작업 → 래들 운반 → 온도 측정 → 주형에 용탕 주입으로 구성됨.

① 래들 내부 청소



② 용탕 래들에 받는 작업



③ 래들 운반



④ 온도 측정



⑤ 주형에 용탕 주입



- 탈사 및 후처리의 경우 주물, 주강품으로부터 주물사를 털어낸 후 제품에 붙어 있는 불필요한 부위를 절단기, 쇼트기, 연마기 등으로 제거하고 표면을 다듬는 공정임.
- 탈사 및 후처리의 공정·작업별 내용: 탈사 → 절단 → 쇼트 → 사상으로 구성됨.

① 탈사



② 절단



③ 쇼트



④ 사상



- 도장 및 건조의 경우 필요에 따라 제품에 녹이 발생하지 않도록 도장한 후 상온 또는 건조로에서 건조하는 공정임.
- 도장 및 건조의 공정·작업별 내용: 스프레이 도장 → 분체 도장 → 제품 도장으로 구성됨.

① 스프레이 도장



② 분체 도장



③ 제품 도장



- 포장 및 출고의 경우 완성된 제품을 운송에 적합하도록 출고하는 공정임.
- 포장 및 출고의 공정·작업별 내용: 제품 포장 → 출고로 구성됨.

① 제품 포장



② 출고



2. 금속주조업의 현황 및 주요공정

○ 사업체수 및 근로자수

- 2017년 현재 금속주조업의 사업체수는 1,725개소, 근로자수는 21,811명으로 최근 5년간 사업체 수는 증가 추세이지만 근로자 수는 2014년 기준 감소추세임.

[표 II-2] 연도별 금속주조업의 사업체수 및 근로자수

구 분	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년
사업체수 (개소)	1,514	1,650	1,714	1,742	1,725
근로자수 (명)	22,581	23,228	22,077	22,357	21,811

※ 출처: 통계청(각 연도), 전국사업체조사.

○ 사업장의 규모별 분포

- 금속주조업 사업장의 규모별 분포를 살펴보면, 50인 미만 소규모 사업장이 97% 이상을 차지하고 300인 이상 대규모 사업장은 매년 20개소 내외에 불과함.

[표 II-3] 연도별 금속주조업 사업장의 규모별 분포

(단위: 개소 (%))

구 분	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년
50인 미만	9,777(97.2)	10,502(97.1)	11,077(97.3)	11,053(97.3)	10,842(97.0)
50~300인 미만	265(2.6)	295(2.7)	293(2.6)	296(2.6)	314(2.8)
300인 이상	21(0.2)	18(0.2)	19(0.2)	16(0.1)	19(0.2)
계	10,063(100.0)	10,815(100.0)	11,389(100.0)	11,365(100.0)	11,175(100.0)

※ 출처: 통계청(각 연도), 전국사업체조사.

○ 근로자 평균 연령

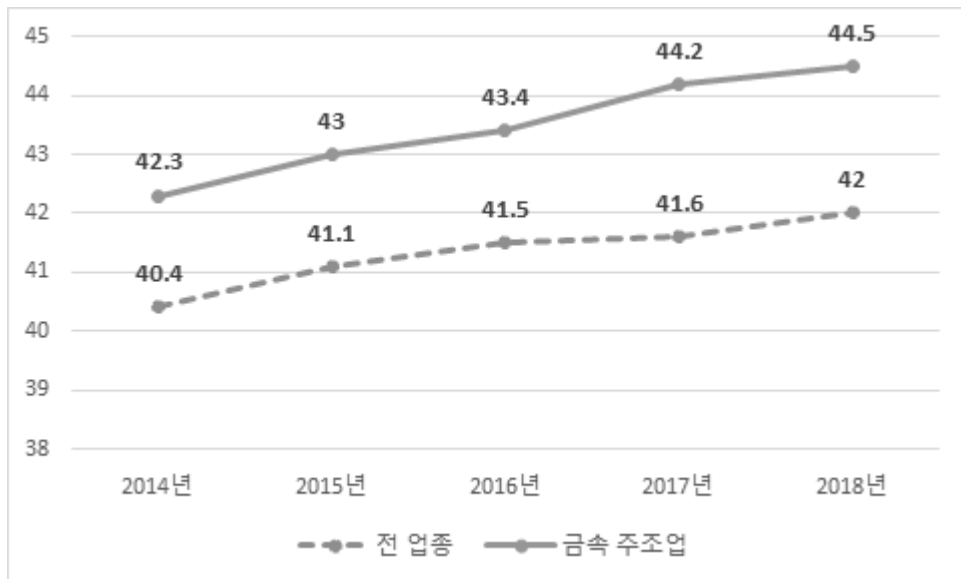
- 금속주조업에 종사하는 근로자의 평균 연령은 2018년 현재 44.5세로 전체 근로자의 평균 연령(42.0세)에 비해 높은 수준임.

[표 II-4] 연도별 근로자 평균 연령

(단위: 세)

업종	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년
전 업종	40.4	41.1	41.5	41.6	42.0
금속주조업	42.3	43.0	43.4	44.2	44.5

※ 출처: 고용노동부(각 연도), 고용형태별 근로실태조사.



[그림 II-1] 근로자 평균 연령

○ 근로자 평균 근속연수

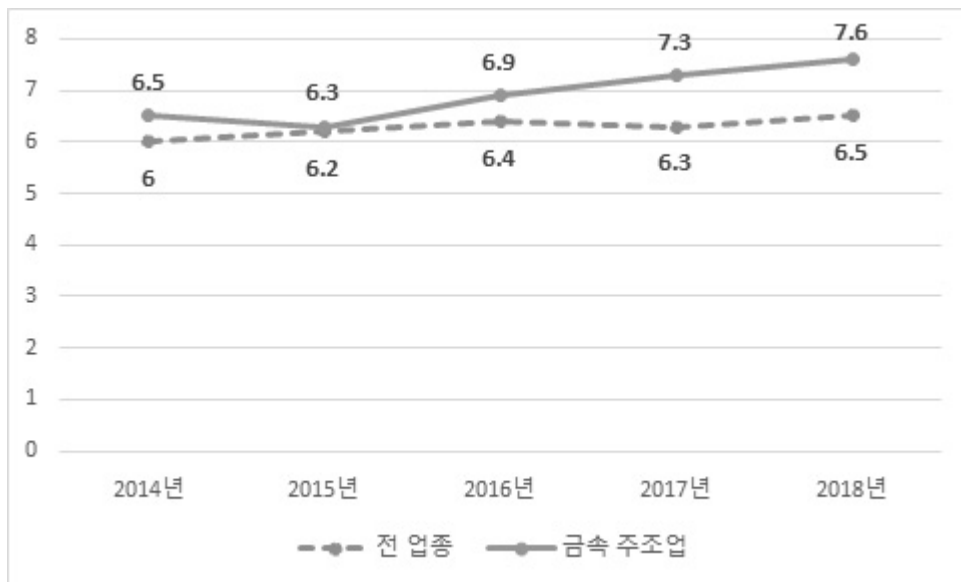
- 금속주조업 근로자의 평균 근속연수는 2018년 현재 7.6년으로 전체 근로자의 평균 근속연수(6.5년)에 비해 긴 편임. 전체 근로자의 평균 근속연수는 완만한 증가세를 보이는 반면, 금속주조업 근로자의 평균 근속연수는 2015년 이후 지속적으로 증가하는 추세임.

[표 II-5] 연도별 근로자 평균 근속연수

(단위: 년)

업종	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년
전 업종	6.0	6.2	6.4	6.3	6.5
금속주조업	6.5	6.3	6.9	7.3	7.6

※ 출처: 고용노동부(각 연도), 고용형태별 근로실태조사.



[그림 II-2] 근로자 평균 근속연수

○ 월 평균 근로일수

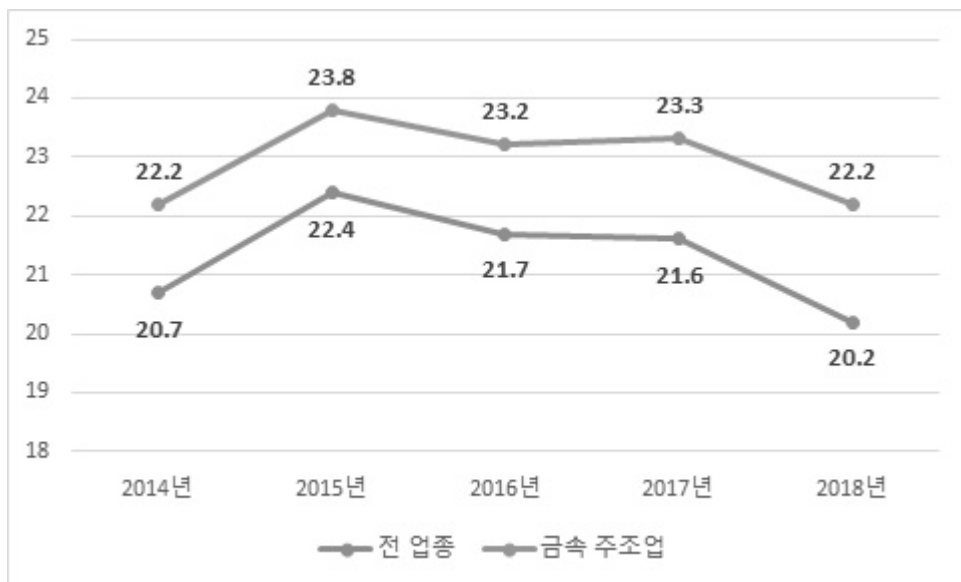
- 근로자의 월 평균 근로일수를 비교해 보면, 2018년 현재 전체 근로자는 월 평균 20.2일을 근무하는 반면 금속주조업 근로자는 이보다 긴 22.2일을 근무하고 있음. 연도별 변화를 살펴보면, 전체 근로자와 금속주조업 근로자 모두 월 평균 근로일수가 감소하는 추세임.

[표 II-6] 연도별 월 평균 근로일수

(단위: 일/월)

업종	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년
전 업종	20.7	22.4	21.7	21.6	20.2
금속주조업	22.2	23.8	23.2	23.3	22.2

※ 출처: 고용노동부(각 연도), 고용형태별 근로실태조사.



[그림 II-3] 월 평균 근로일수

○ 월 평균 근로시간

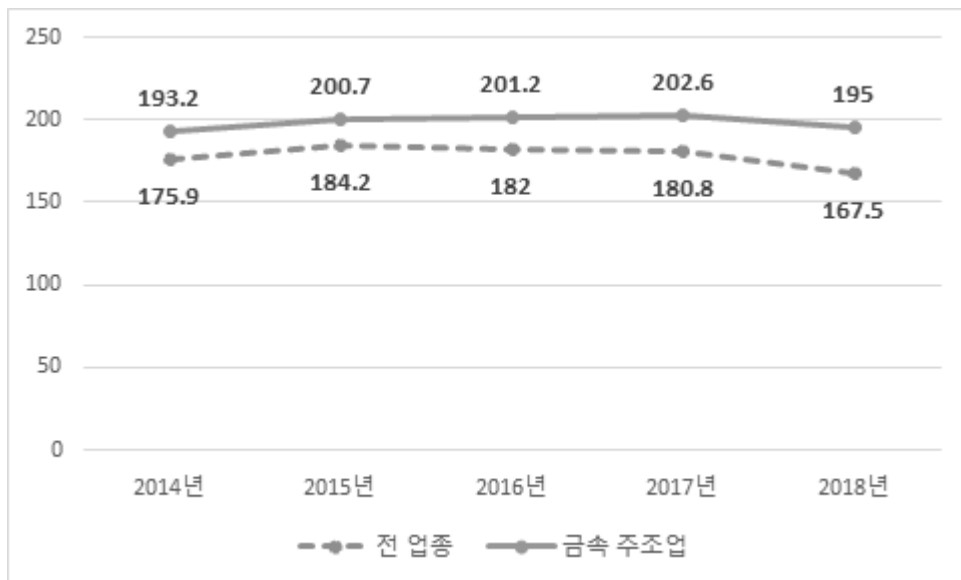
- 근로자의 월 평균 근로시간을 비교해 보면, 2018년 현재 전체 근로자는 월 평균 167.5시간을 근무하는 반면 금속주조업 근로자는 이보다 긴 195.0시간을 근무하고 있으며, 매년 전체 근로자에 비해 월 평균 근로시간이 많음. 연도별 변화를 살펴보면, 전체 근로자의 경우 2015년 이후 월 평균 근로시간이 지속적으로 감소하고 있지만 금속주조업 근로자는 2017년까지 증가하다가 2018년 들어 감소함.

[표 II-7] 연도별 월 평균 근로시간

(단위: 시간/월)

업종	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년
전 업종	175.9	184.2	182.0	180.8	167.5
금속주조업	193.2	200.7	201.2	202.6	195.0

※ 출처: 고용노동부(각 연도), 고용형태별 근로실태조사.



[그림 II-4] 월 평균 근로시간

○ 근로자 월 평균 임금

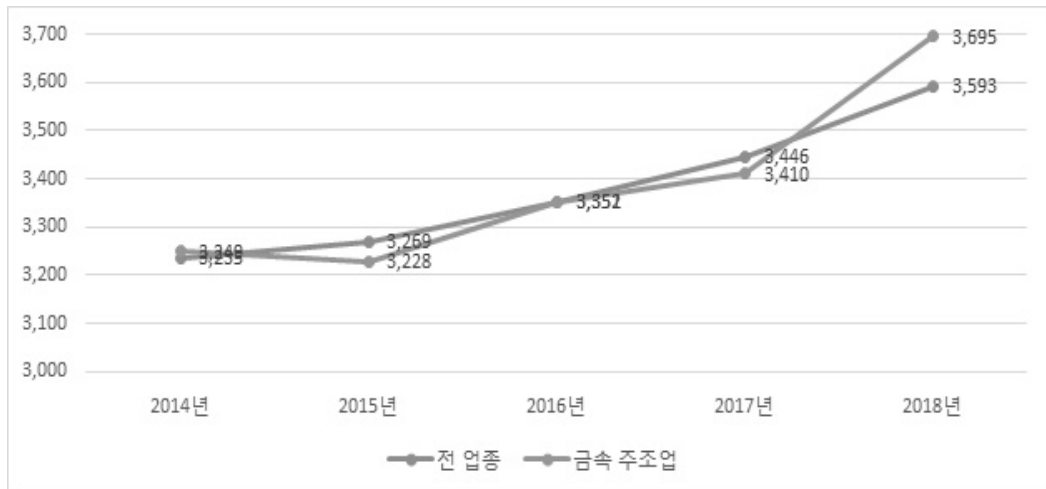
- 2018년 현재 전체 근로자의 월 평균 임금은 3,593천 원인 반면 금속주조업 근로자의 월 평균 임금은 이보다 많은 3,695천 원임. 전체 근로자와 금속주조업 근로자 모두 매년 월 평균 임금이 상승하는 추세임.

[표 II-8] 연도별 근로자 월 평균 임금

(단위: 천 원/월)

업종	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년
전 업종	3,235	3,269	3,351	3,446	3,593
금속주조업	3,249	3,228	3,352	3,410	3,695

※ 출처: 고용노동부(각 연도), 고용형태별 근로실태조사.



[그림 II-5] 월 평균 임금

- 2017년 현재 금속주조업의 사업체수는 1,725개소이며, 이들 중 97% 이상이 상시근로자가 50인 미만인 소규모 사업장임.
- 2017년 현재 금속주조업에 종사하는 근로자수는 21,811명으로, 전 업종 근로자에 비해 평균 연령이 높고 평균 근속연수, 월 평균 근로일수, 월 평균 근로시간 및 월 평균 임금도 높은 수준임.

3. 금속주조업의 주요 직종분류

○ 금형원

[표 II-9] 금형원의 직종분류

직종명	한국표준직업 분류	한국직업사전 분류
금형정비원	금형원(74110)	금형정비반장(1551)
금형제작원	금형원(74110)	금형제작반장(1551)
금형제작원	금형원(74110)	금형제작원(1551)
금형조립원	금형원(74110)	금형조립원(1551)
금형정비원	금형원(74110)	금형정비원(1551)
왁스모형제작원	금형원(74110)	왁스모형제작반장(1551)
왁스모형제작원	금형원(74110)	왁스모형제작원(1551)
왁스모형조립원	금형원(74110)	왁스모형조립반장(1551)

※ 출처: 고용노동부, 한국고용정보원(2011), 2012 한국직업사전

- 금형정비반장은 금형을 보관하고 파손되거나 마모된 금형을 절삭·커팅·연마·용접 등을 통해 정비하는 데 종사하는 작업원의 활동을 감독·조정함.
- 금형제작반장은 단조 및 주조에 사용되는 금형을 현도·가공·제작·조립하는데 종사하는 작업원의 활동을 감독·조정함.
- 금형제작원은 현도된 금형을 선반, 밀링, 방전기, 기타 보조공구를 사용하여 가공·제작함.
- 금형조립원은 가공된 금형부품을 조립하여 완성된 금형을 만들.
- 금형정비원은 주조금형을 정비·보관하고 이상이 생겼을 때 절삭·연마·용접 등의 가공을 통해 사용할 수 있도록 성형함.
- 왁스모형제작반장은 정밀주조용 왁스(wax)모형을 성형하기 위하여 사출기를 조작하는 작업원의 활동을 감독·조정함.
- 왁스모형제작원은 정밀주조제품을 주조하기 위하여 왁스로 모형을 성형하는 기계를 조작함.
- 왁스모형조립반장은 제작된 왁스모형을 트리 또는 클러스터 모양 등 주조하기에 적합한 모양으로 조립하는 작업원의 활동을 감독·조정함.

○ 금속공작기계 조작원

[표 II-10] 금속공장기계 조작원의 직종분류

직종명	한국표준직업 분류	한국직업사전 분류
가우징기조작원	금속공작기계조작원(84104)	가우징기조작원(1552)
바렐원	금속공작기계조작원(84102)	바렐원(1552)
자동조형기조작원	금속공작기계조작원(84110)	자동조형기조작원(1552)
중자제조기조작원	금속공작기계조작원(84105)	중자제조기조작원(1552)
중자제조원	금속공작기계조작원(84105)	중자제조반장(1552)
중자제조원	금속공작기계조작원(84105)	중자제조원(1552)
탭핑원	금속공작기계조작원(84101)	탭핑원(1552)

※ 출처: 고용노동부, 한국고용정보원(2011), 2012 한국직업사전

- 가우징기조작원은 가공된 금속물을 깎아 표면을 매끄럽게 가공하는 가우징(gouging)기를 조작함.
- 바렐원은 주조된 제품의 표면을 다듬기 위한 바렐기를 조작함.
- 자동조형기조작원은 대량생산을 위해 금속주조에 사용되는 주형을 자동으로 조형하는 기계를 조작함.
- 중자제조기조작원은 조형작업을 하는 데 사용되는 중자(中子)를 만드는 기계를 조작함.
- 중자제조반장은 주물의 중공부(中空部)를 만들기 위한 중자를 제조하는 데 종사하는 작업원의 활동을 감독·조정함.
- 중자제조원은 주물제품의 중공부를 만들기 위한 중자를 제조함.
- 탭핑원은 주조된 제품에 탭핑기(tapping M/C)를 이용하여 탭(tap)을 가공함.

○ 주조원

[표 II-11] 주조원의 직종분류

직종명	한국표준직업 분류	한국직업사전 분류
기계조형원	주조원(74122)	기계조형원(1633)
내화물피복원	주조원(74122)	내화물피복원(1633)
목형검사원	주조원(74121)	목형검사원(1633)
목형설계원	주조원(74121)	목형설계원(1633)
목형제작원	주조원(74121)	목형제작반장(1633)
목형제작원	주조원(74121)	목형제작원(1633)
수동조형원	주조원(74122)	수동조형원(1633)
왁스모형조립원	주조원(74122)	왁스모형조립원(1633)
인조석물드제작원	주조원(74122)	인조석물드제작원(1633)
조형원	주조원(74122)	조형반장(1633)
주물사제조원	주조원(74122)	주물사제조원(1633)
주물주조원	주조원(74122)	주물주조원(1633)
주물주조원	주조원(74122)	주조반장(1633)
주형제작원	주조원(74122)	주형제작원(1633)
탈사원	주조원(74122)	탈사원(1633)
탈왁스원	주조원(74122)	탈왁스원(1633)
합형원	주조원(74122)	합형원(1633)

※ 출처: 고용노동부, 한국고용정보원(2011), 2012 한국직업사전

- 기계조형원은 금속주물을 생산하는 데 사용되는 주형을 주형상자, 모래, 주물사, 수공구 등을 이용하여 주조품의 도면과 일치하도록 제작함.
- 내화물피복원은 조립된 트리 또는 크러스트 등의 왁스모형 외부를 세라믹 내화물로 피복(코팅)하여 주조함.
- 목형검사원은 주물주조에 사용되는 주형모형인 목형(木型)의 제작상태와 도면과의 일치 여부, 주조방안과의 일치여부를 검사함.

- 목형설계원은 주물주조에 사용되는 주형모형인 목형을 만들기 위한 현장세부도면(현도)을 설계함.
- 목형제작반장은 주물제품을 만들기 위하여 필요한 주형을 만드는 데 사용되는 목형을 제작하는 작업원의 활동을 감독·조작함.
- 목형제작원은 설계도면(현도)에 따라 주물주조에 사용되는 주형모형인 목형을 제작함.
- 수동조형원은 주형상자, 모형, 주물사, 수동공구를 이용하여 주조품의 도면과 일치하는 주형을 제작함.
- 왁스모형조립원은 성형된 탕구모형에 왁스모형을 붙여 조립함.
- 인조석몰드제작원은 원석의 형태로 인조석을 찍어내기 위해 성형과 큐어링을 하는 몰드를 제작함.
- 조형반장은 주물 주조품을 만들기 위해 주형을 만드는 일에 종사하는 인원을 관리·감독함.
- 주물사제조원은 모래, 점토, 물, 첨가제 등을 혼합하여 주물사를 만들.
- 주물주조원은 주물 주조제품을 생산하기 위해 주형에 용탕을 주입하여 주물을 만들.
- 주조반장은 주물주조제품을 만들기 위한 일에 종사하는 작업자들을 관리·감독함.
- 주형제작원은 금속제품을 주조하는 데 사용되는 금속주형을 제작함.
- 탈사원은 금속주물(金屬鑄物)의 표면에 부착된 주물사, 피막, 불순물 등을 제거함.
- 탈왁스원은 주형을 만들기 위하여 제작된 내화물이 피복된 왁스모형에서 왁스를 제거함.
- 합형원은 용탕을 주입할 수 있도록 분리된 상·하 주형과 중자를 도면에 따라 결합함.

○ 주조기 조직원

[표 II-12] 주조기 조직원의 직종분류

직종명	한국표준직업 분류	한국직업사전 분류
금속주조원	주조기 조직원(84110)	금괴주조원(1634)
금속주조원	주조기 조직원(84110)	금속연속주조원(1634)
금속주조원	주조기 조직원(84110)	금양극판주조원(1634)
금형주조원	주조기 조직원(84110)	금형주조기조직원(1634)
금형주조원	주조기 조직원(84110)	금형주조반장(1634)
비철주조원	주조기 조직원(84110)	비철주조반장(1634)
비철주조원	주조기 조직원(84110)	비철주조원(1634)
알루미늄연속주조원	주조기 조직원(84110)	알루미늄연속주조원(1634)
금속주조원	주조기 조직원(84110)	은괴주조원(1634)
금속주조원	주조기 조직원(84110)	조동주조원(1634)

※ 출처: 고용노동부, 한국고용정보원(2011), 2012 한국직업사전

- 금괴주조원은 금 전해에서 전착된 금음극을 노에서 용해시켜 금괴를 주조함.
- 금속연속주조원은 용강으로 연속주조방식에 따라 강재를 생산하기 위해 연속주조설비를 조작함.
- 금양극판주조원은 은 전해에서 발생된 금전물 중 은을 질산에 용해시켜 생산된 금사(gold sand)를 용해하여 금 전해용 금양극을 주조함.
- 금형주조기조직원은 아연, 알루미늄, 구리 등의 비철금속재료를 용해하여 금형으로 정밀주조 하는 금형주조기를 조작함.
- 금형주조반장은 금형을 이용하여 정밀주조 하는 금형주조제품을 생산하는 데 종사하는 작업원의 활동을 감독·조정함.
- 비철주조반장은 동, 아연, 알루미늄 등 비철금속을 주조하는 데 종사하는 작업원의 활동을 감독·조정함.
- 비철주조원은 동, 아연, 알루미늄 등의 비철금속 제품을 주조하는 주조기를 조작함.
- 알루미늄연속주조원은 용해된 알루미늄을 원료로 알루미늄판을 연속적으로 생산하기 위하여 가스를 제거하고 이물질을 제거하여 알루미늄연속주조기에 용탕

을 주입함.

- 은괴주조원은 전해에서 생산된 은결정을 용해로에서 용해하여 은괴를 주조함.
- 조동주조원은 정제로에서 정제된 용탕을 주조기에 출탕하여 조동을 주조함.

○ 기타 기능관련 종사원 등

[표 II-13] 기타 기능관련 종사원의 직종분류

직종명	한국표준직업 분류	한국직업사전 분류
주물사상원	기타 기능관련 종사원(7999)	주물사상원(2279)
주조물선별원	기타 기능관련 종사원(7999)	주조물선별원(2279)
금형설계원	생산 및 품질 관리 사무원(31241)	금형설계원(1511)
금형모델프로그래머	전기·전자 및 기계 공학 시험원(23542)	금형모델프로그래머(1512)
주물사시험원	금속·재료 공학 시험원(23329)	주물사시험원(1612)
유지로조작원	금속 가공관련 제어장치 조작원(84142)	유지로조작원(1661)
도가니용융로조작원	유리제조 및 가공기 조작원(84311)	도가니용융로조작원(1671)

- 주물사상원은 주조된 주물제품을 수동공구를 이용하여 후처리 가공하여 제품을 완성함.
- 주조물선별원은 다이캐스팅법으로 주조된 제품 중 불량품을 선별하고 불량요소를 제거함.
- 금형설계원은 생산제품의 특성에 따라 압출 혹은 주물주조 등에 사용되는 금형을 만들기 위해 컴퓨터로 설계하고 모의실험(시뮬레이션)을 수행함.
- 금형모델프로그래머는 금형을 제작하기 위한 설계도의 세부 제작도면을 제작함.
- 주물사시험원은 제조된 주물사의 강도, 통기도, 분진 등을 정기적으로 측정·분석하여 규정된 기준을 일정하게 유지할 수 있도록 하기 위하여 점결재 및 경화재의 양을 조정하고 관리함.
- 유지로조작원은 용해되어 나온 용탕을 주형에 주입하기에 앞서 주물용탕에 맞게 성분 조정 및 일정온도 유지, 가스 제거 등을 하는 노 및 관련 설비를 조작함.
- 도가니용융로조작원은 특수한 용도나 조성을 갖는 유리원료를 용융하거나, 소량의 제품 생산을 위하여 도가니용융로를 운전·조작함.

4. 금속주조업의 산업재해현황

1) 산업재해 현황

○ 재해자수 및 재해율

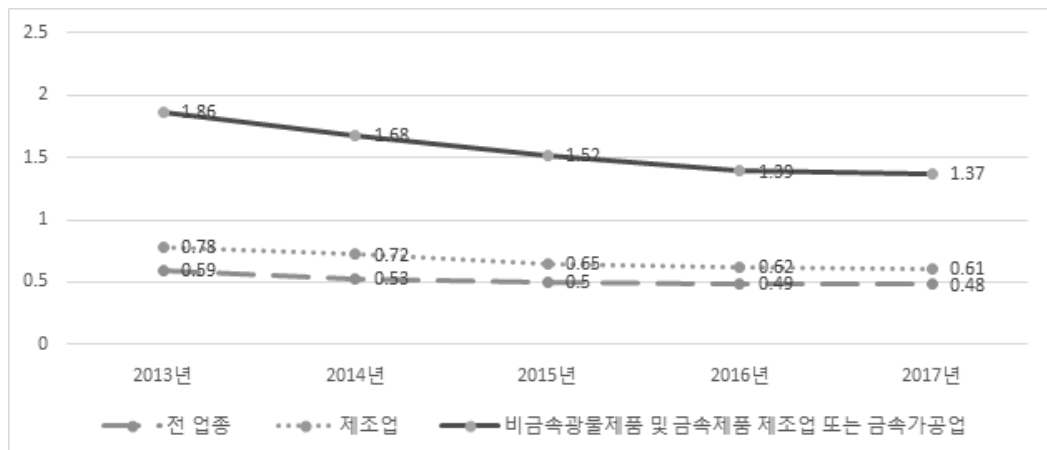
- 금속주조업이 포함된 비금속광물제품 및 금속제품 제조업 또는 금속가공업 재해율은 2013년 1.86에서 2014년 1.68, 2015년 1.52, 2016년 1.39, 2017년 1.37로 최근 5년간 감소하는 추세임.
- 그러나 2017년 전체 업종의 산업재해율이 0.48, 제조업의 산업재해율이 0.61인 수준과 비교하면 금속주조업의 재해율은 매우 높은 수준임.
- ※ 고용노동부의 산업재해현황분석에는 금속주조업이 포함된 포괄적 비금속광물제품 및 금속제품 제조업 또는 금속가공업으로 분류하고 있어 편의상 금속주조업으로 표기함.

[표 II-14] 연도별 재해자수 및 재해율

(단위: 명, %)

구분	2013년		2014년		2015년		2016년		2017년	
	재해자 수	재해율	재해자 수	재해율	재해자 수	재해율	재해자 수	재해율	재해자 수	재해율
전 업종	91,824	0.59	90,909	0.53	90,129	0.50	90,656	0.49	89,848	0.48
제조업	29,432	0.78	28,649	0.72	27,011	0.65	26,142	0.62	25,333	0.61
비금속광물제품 및 금속제품 제조업 또는 금속가공업	4,934	1.86	4,767	1.68	4,583	1.52	4,388	1.39	5,079	1.37

※ 출처: 고용노동부(각 연도), 산업재해현황분석.



[그림 II-6] 산업재해율

○ 규모별 재해자수 및 재해율

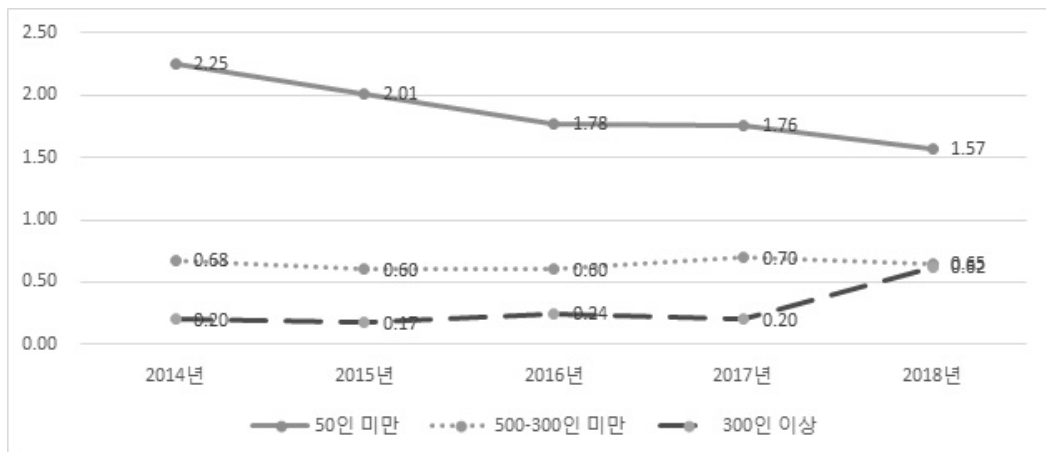
- 비금속광물제품 및 금속제품 제조업 또는 금속가공업에서 발생하는 산업재해는 대부분 50인 미만 소규모 사업장에서 발생함. 2017년의 경우 50인 미만 소규모 사업장의 산업재해율은 1.57로 중규모 사업장 산업재해율(0.65) 및 대규모 사업장 산업재해율(0.62)의 약 2배 초과하는 수준임.
- 소규모 사업장 산업재해율이 매년 지속적으로 감소하는 추세이나, 중규모 사업장과 대규모 사업장의 산업재해율은 최근 3년간 상승 추세를 보임.

[표 II-15] 연도별 사업장 규모에 따른 재해자수 및 재해율

(단위: 명, %)

구분	2013년		2014년		2015년		2016년		2017년	
	재해자수	재해율	재해자수	재해율	재해자수	재해율	재해자수	재해율	재해자수	재해율
50인 미만	4,578	2.25	4,453	2.01	4,243	1.78	3,158	1.76	4,500	1.57
50~299인	338	0.68	292	0.60	307	0.60	283	0.70	453	0.65
300인 이상	18	0.20	22	0.17	33	0.24	15	0.20	126	0.62

※ 출처: 고용노동부(각 연도), 산업재해현황분석.



[그림 II-7] 사업장 규모별 산업재해율

○ 재해 원인별 분포

- 2017년도 비금속광물제품 및 금속제품 제조업 또는 금속가공업에서 발생한 업무상 재해의 원인 중 가장 높은 비율을 차지하는 것은 끼임으로 35.8%였고, 그 다음으로 업무상질병(11.8%), 물체에 맞음(10.7%), 절단/베임/찢림(8.82%), 떨어짐(7.8%), 부딪힘(7.6%), 넘어짐(6.6%), 이상온도 접촉(2.6%) 등의 순이었음.

[표 II-16] 업무상 재해 원인별 분포

(단위: 명, %)

원인	전체	떨어짐	넘어짐	부딪힘	물체에 맞음	무너짐
재해자수	5,079	395	335	386	547	15
비율	100.0	7.78	6.60	7.60	10.77	0.30
원인	끼임	절단/베임/찢림	감전	폭발, 파열	화재	깔림/뒤집힘
재해자수	1,819	448	12	19	18	206
비율	35.81	8.82	0.24	0.37	0.35	4.06
원인	이상온도접촉	불균형 및 무리한 동작	화학물질 누출, 접촉	사업장외 교통사고	업무상 질병	체육행사
재해자수	134	80	9	27	598	21
비율	2.64	1.58	0.18	0.53	11.77	0.41
원인	폭력행위	동물상해	기타	분류 불능		
재해자수	2	2	3	3		
비율	0.04	0.04	0.06	0.06		

※ 출처: 고용노동부(2018). 2017 산업재해현황분석.

[표 II-17] 금속주조업에서 많이 발생하는 산업재해 10가지 유형

1. 작동 중인 기계 또는 제품 사이에 신체의 일부가 끼임
2. 주물제품 등 중량물을 옮기다 제품을 떨어뜨려 맞음
3. 사상작업 등 후처리작업 중 날아온 파편에 맞음
4. 용해, 용탕 주입작업 등의 과정에서 용탕에 접촉
5. 작업장 내에서 운행 중인 지게차 등 운반설비에 부딪힘
6. 사상작업 중 연삭숫돌 또는 절단기에 접촉되어 베이는 등의 재해
7. 사다리 사용작업 및 제품 상·하차 작업 중 사다리, 차량 적재함 등에서 떨어짐
8. 중량물을 옮기거나 사상작업 등 후처리작업을 하던 중 넘어지는 중량물에 깔림
9. 작업장 내에서 이동 중 자제 등에 걸려 넘어짐
10. 용해로 보수 또는 도형작업 중 가연성 액체에 불이 붙어 화상을 입음

※ 출처: 고용노동부, 안전보건공단(2014). 안전보건 실무길잡이 금속재료품 제조업.
2016-교육미디어-1240

○ 업무상 사망자수 및 사망천인율

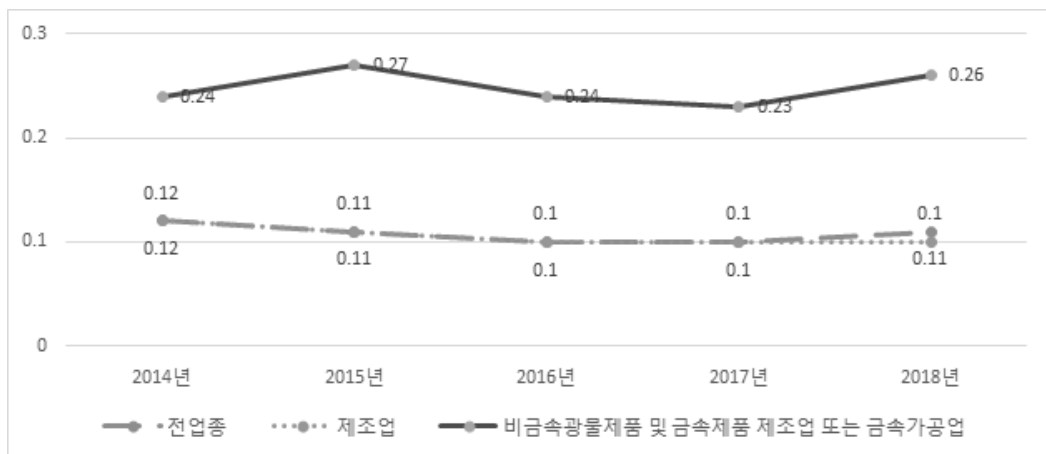
- 비금속광물제품 및 금속제품 제조업 또는 금속가공업의 사망천인율은 2013년 0.24에서 2014년 0.27, 2015년 0.24, 2016년 0.23, 2017년 0.26으로 최근 4년간 증감을 반복하는 추세임.
- 2017년 전체 업종의 사망천인율이 0.11, 제조업의 사망천인율이 0.10인 것과 비교하면 비금속광물제품 및 금속제품 제조업 또는 금속가공업의 사망천만인율(0.26)은 높은 수준임.

[표 II-18] 연도별 업무상 사망자수 및 사망천인율

(단위: 명, ‰)

구분	2013년		2014년		2015년		2016년		2017년	
	사망자 수	사망 천인율	사망자 수	사망 천인율	사망자 수	사망 천인율	사망자 수	사망 천인율	사망자 수	사망 천인율
전 업종	1,929	0.12	1,850	0.11	1,810	0.1	1,777	0.1	1,957	0.11
제조업	380	0.12	453	0.11	428	0.10	408	0.10	433	0.10
비금속광물제품 및 금속제품 제조업 또는 금속가공업	64	0.24	77	0.27	72	0.24	72	0.23	95	0.26

※ 출처: 고용노동부(각 연도), 산업재해현황분석.



[그림 II-8] 사망만인율

○ 업무상 사고 사고자수 및 사고천인율

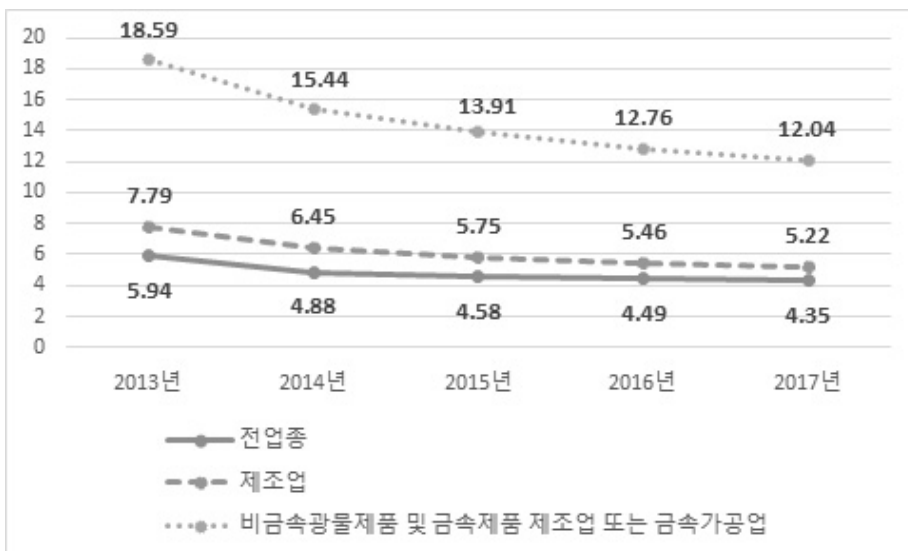
- 비금속광물제품 및 금속제품 제조업 또는 금속가공업의 업무상 사고천인율은 2013년 18.59에서 2014년 15.44, 2015년 13.91, 2016년 12.76, 2017년 12.04로 최근 5년간 감소하는 추세임.
- 2017년 전체 업종의 업무상 사고천인율이 4.35, 제조업의 업무상 사고천인율이 5.22인 것과 비교하면 비금속광물제품 및 금속제품 제조업 또는 금속가공업의 업무상 사고천인율(12.04)은 매우 높은 수준임.

[표 II-19] 연도별 업무상 사고자수 및 사고천인율

(단위: 명, ‰)

구분	2013년		2014년		2015년		2016년		2017년	
	사고자 수	사고천인율	사고자 수	사고천인율	사고자 수	사고천인율	사고자 수	사고천인율	사고자 수	사고천인율
전 업종	82,803	5.94	83,231	4.88	82,210	4.58	82,780	4.49	80,665	4.35
제조업	3,030	7.79	25,579	6.45	23,940	5.75	23,150	5.46	21,676	5.22
비금속광물제품 및 금속제품 제조업 또는 금속가공업	4,503	18.59	4,377	15.44	4,199	13.91	4,019	12.76	4,481	12.04

※ 출처: 고용노동부(각 연도), 산업재해현황분석.



[그림 II-9] 업무상 사고천인율

○ 업무상 질병 재해자수 및 질병만인율

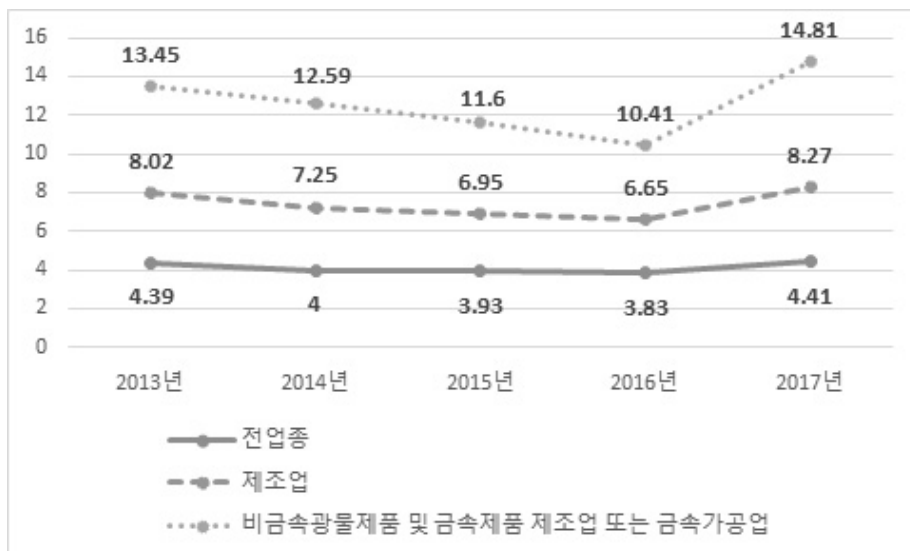
- 비금속광물제품 및 금속제품 제조업 또는 금속가공업의 업무상 질병 만인율은 2013년 13.45로 높은 수준이었다가 2014년 12.59, 2015년 11.60, 2016년 10.41로 감소하는 경향을 보였다가 2017년 14.81로 대폭 증가함.
- 2017년 전체 업종의 업무상 질병만인율이 4.41, 제조업의 업무상 질병만인율이 8.27인 것과 비교하면 비금속광물제품 및 금속제품 제조업 또는 금속가공업의 업무상 질병만인율은 14.81로 높은 수준임.

[표 II-20] 연도별 업무상 질병자수 및 질병만인율

(단위: 명, ‰)

구분	2013년		2014년		2015년		2016년		2017년	
	질병자 수	질병 만인율	질병자 수	질병 만인율	질병자 수	질병 만인율	질병자 수	질병 만인율	질병자 수	질병 만인율
전 업종	6,788	4.39	6,820	4	7,064	3.93	7,068	3.83	8,190	4.41
제조업	3,030	8.02	2,877	7.25	2,894	6.95	2,816	6.65	3,433	8.27
비금속광물제품 및 금속제품 제조업 또는 금속가공업	357	13.45	357	12.59	350	11.60	328	10.41	551	14.81

※ 출처: 고용노동부(각 연도), 산업재해현황분석.



[그림 II-10] 업무상 질병 만인율

○ 업무상 질병 원인별 분포

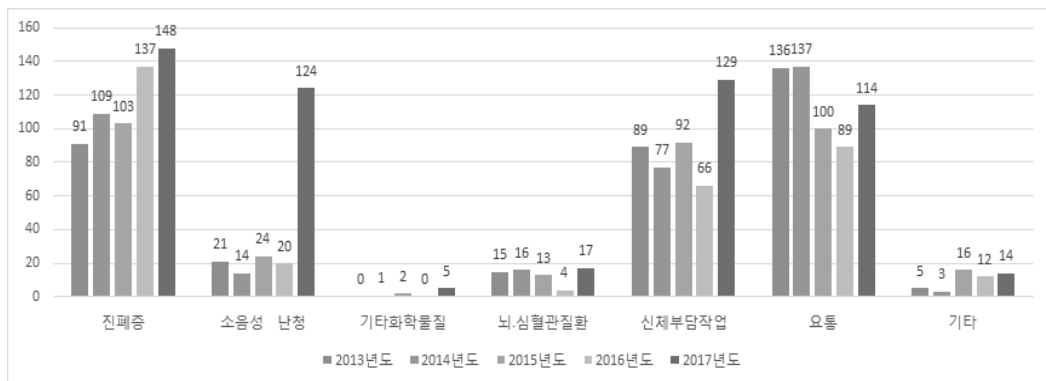
- 2017년 비금속광물제품 및 금속제품 제조업 또는 금속가공업에서 발생한 업무상 질병은 근골격계질환의 원인으로, 신체부담작업(23.4%) 및 요통(20.7%)이 가장 많고 그 다음으로 진폐 26.9%, 소음성 난청 22.5%, 뇌심혈관질환 3.1%임.

[표 II-21] 연도별 업무상 질병 원인별 분포

(단위: 명, %)

구분	총계	진폐증	소음성 난청	기타화 학물질	뇌·심혈 관질환	신체부담 작업	요통	기타
2013년	357(100.0)	91(25.49)	21(5.88)	0(0.00)	15(4.20)	89(24.93)	136(38.10)	5(1.40)
2014년	357(100.0)	109(30.53)	14(3.92)	1(0.28)	16(4.48)	77(21.57)	137(38.38)	3(0.84)
2015년	350(100.0)	103(29.43)	24(6.86)	2(0.57)	13(3.71)	92(26.29)	100(28.57)	16(4.57)
2016년	328(100.0)	137(41.77)	20(6.10)	0(0.00)	4(1.22)	66(20.12)	89(27.13)	12(3.66)
2017년	551(100.0)	148(26.86)	124(22.50)	5(0.91)	17(3.09)	129(23.41)	114(20.69)	14(2.54)

※ 출처: 고용노동부(각 연도), 산업재해현황분석.



[그림 II-11] 업무상 질병 원인별 분포

2) 산업재해 사례

○ 자동차 부품 제조 작업자에게 발생한 공격성 NK세포 백혈병

· 개요

- 근로자 ○○○은 1989년 □사업장에 입사하여 주철주조부와 주조부에서 근무함. 2015년 1월 12일 전신 쇠약감 및 몸에 오한이 생겨 종합감기약을 먹고 일하였으나, 퇴근 시 고열이 발생하여 병원에서 입원치료를 하였으나 호전이 없었음.
- 이후 만 50세가 되던 2015년 2월 26일 대학병원에 전원하여 기타 림프성 백혈병(공격성 NK세포 백혈병, C917)을 진단받았다가 2016년 8월 2일 기타 명시된 백혈병(공격성 NK세포 백혈병, Aggressive NK-cell leukemia, C947)으로 최종 진단을 받음.
- 항암치료 후 2015년 9월 2일 동종조혈모세포 이식을 시행하였다가 이후 2016년 7월에 재발 판정을 받고 다시 항암치료 중임.
- 근로자는 주철주조부와 주조부에서 약 26년간 근무하면서 각종 화학가스와 고온, 유리 규산, 금속 흙, 다핵방향족탄화수소에 상시적으로 노출되었고, 벤젠과 포름알데히드, 사염화에틸렌(PCE), 삼염화에틸렌(TCE)에도 노출되었다고 주장하여 2017년 5월 11일 근로복지공단에 업무상질병을 인정해 줄 것을 요청함.

· 작업환경

- 주물공장에서는 포름알데히드를 사용하는 작업은 없지만, 중자공정에서는 페놀수지가 코팅된 모래를 사용하고 있었음. 페놀수지에는 포름알데히드가 함유되어 있으며 중자작업 시 금형의 온도가 250~300℃에 이르기 때문에 열분해에 의해 포름알데히드가 생성될 수 있음.
- 주물공장은 공정별로 벽면 등이 없는 개방된 공간이기 때문에 중자공정에서 발생한 포름알데히드가 인접 공정으로 확산될 수 있으며 중자공정에서 평균 0.052ppm(불검출~0.358ppm) 및 사처리 공정에서 평균 0.049ppm(0.0019~0.198ppm), 자동 주입 공정에서 평균 0.0054ppm(불검출~0.0097ppm)의 포름알데히드가 검출됨.
- 근로자는 이러한 포름알데히드가 발생하는 환경에서 약 26년간 근무하였으며, 작업환경측정결과 및 작업환경측정자료를 검토하여 최소한 누적노출량 9,142 ppm·hrs(4.57 ppm·yrs)의 포름알데히드에 노출되었을 것으로 추정함.
- 벤젠의 경우 측정 대상 모든 공정에서 벤젠이 검출되지 않음. 근로자 및 동료근로자들은 토요일 휴무 중 특별히 출근하여 바닥 도색작업 등을 실시하였다고 증언하고 있어 도색 작업 등에 사용된 페인트 및 희석제에 대하여 성분 분석을 하였으나 벤젠은 검출되지 않음.

· 해부학적 분류 - 림프조혈기계암
· 유해인자 - 화학적 요인
· 의학적 소견 - 근로자는 고혈압과 갑상선 독증 과거력이 있으며 흡연은 5갑년으로 2000년부터 금연하였고, 음주는 주 2회 소주 한 병을 마셨음. 백혈병 및 기타 암 가족력은 없다고 진술함.
· 고찰 및 결론 - 근로자는 1989년 입사하여 1996년까지는 엔진블록을 제조하는 공장에서 용탕을 주형틀에 주입하는 작업을 수행하였으며, 1997년부터 발병 전까지는 주물사를 재생하는 공정에 근무함. - 근로자의 질병과 관련된 작업환경요인으로는 포름알데히드, 벤젠, 1,3-부타디엔 등이 충분한 근거가 있는 것으로 알려짐. 근로자는 중자공정에서 발생한 포름알데히드에 약 26년간 직간접적으로 노출되었으며 누적노출량은 최대 9,142 ppm·hrs(4.57 ppm·years)로 추정함. 따라서 근로자의 상병은 업무관련성의 과학적 근거가 상당하다고 판단함.

○ 주물공장 근로자에게 발생한 다발성 골수종

· 개요 - 근로자 ○○○은 2005년 6월 15일 □사업장에 입사하여 소재 생산팀에서 주물주조기 조작원으로서 작업을 수행해 옴. - 2015년 □대학교병원에서 시행한 혈액도말검사상 다발성골수종 의심소견이 있었고, 2015년 12월 26일 다른 대학교병원으로 전원하여 골수검사 후다발성 골수종을 확진 받아 치료 중임. - 근로자는 주물공장의 주물주조기 조작원으로 10년을 근무하면서 벤젠, 포름알데히드, 페놀 등에 노출되어 위 상병이 발생하였다고 생각하여 산재요양신청을 함(2017년 4월). - 산재요양신청을 받은 근로복지공단에서는 자문의로부터 노출평가와 위험요인 및 질환과의 인과관계 평가를 위해 역학조사가 필요하다는 소견을 얻어 역학조사를 의뢰함 (2017년 9월).
· 작업환경 - 벤젠을 사용하지 않는 주물공정 사업장에서 벤젠이 발생할 수 있다는 기존 연구의 결과를 고려하여, 근로자가 근무했던 사업장의 벤젠 발생여부와 발생량을 파악하기 위해 2018년 1월 30일 작업환경측정을 실시함. - 측정은 주물공정 중 근로자가 근무하였던 대형 조형 및 형합 작업장소에 근무하는 작업자에 대한 개인시료(8시간), 용탕 주입작업에 대한 단시간 시료(15분), 인근의 지역 시료(8시간) 채취를 통해 이루어짐. - 분석 결과는 근로자가 입사했던 2005년과 큰 변화가 없었음. 또한 용탕주입 및 형합 업무에서 중자도형 업무로 2014년 10월에 업무전환이 됐으나 작업장이 각자 분리된 공간으로 되어있지 않음. - 따라서 근로자가 벤젠이 함유된 솔벤트에 노출될 가능성이 있는 시기는 2005년 6월 15일부터 2015년 12월까지 10년 7개월간이므로 근로자의 벤젠 노출 기간 동안의 누적노출량은 약 1.252ppm·years (개인시료측정량 평균×10년 7개월) 수준으로 추정됨.
· 해부학적 분류 - 림프조혈기계암
· 유해인자 - 화학적 요인

· 의학적 소견

- 근로자는 기저질환 및 복용 중인 약 없이 생활하던 자로 2015년 9월 건강검진상 빈혈 소견을 보여 혈액도말검사를 받았으나 별다른 이상이 발견되지 않음. 추후 혈액도말검사 추적검사를 권유받았으나, 이후 호소 증상에 대한 진단적 조치를 취하지 않고 생활하다가 허리통증이 심해진 10월부터 마취통증의학과 의원의 통증주사 치료 및 한의원의 침, 뜸 치료를 받음.
- 하지만 차도가 보이지 않고, 오히려 요통, 숨 가쁨, 어지럼증 등의 증상이 악화되어 12월에 자택 인근의 내과에서 혈액검사를 했고 큰 병원으로 가볼 것을 권하는 소견을 받아 2015년 12월 23일 대학교병원 혈액종양내과 내원하여 일반혈액검사를 시행함. 이 검사에서도 역시 빈혈, 고칼슘혈증, 급성 신기능 저하소견이 관찰되어 다음 날인 2015년 12월 24일 혈액 도말검사를 실시하였고 여기서 다발성 골수종을 시사하는 연전현상(Rouleaux formation)이 보여 다른 대학교병원으로 전원함. 2015년 12월 26일 검사를 진행한 결과 다발성 골수종을 최종적으로 진단받아 현재 치료 중임.
- 근로자는 음주는 하지 않는다고 하며, 2010년 이후 금연 중인 상태로 과거 12-13년 가량 하루에 1/2갑 흡연하여 흡연력은 6-7.5갑년임. 조모의 뇌졸중 이외에 특별한 가족력은 없었음.

· 고찰 및 결론

- 근로자는 2005년 6월 15일에 입사하여 일을 시작한 후 위 질환을 진단받을 때까지 10년이 넘는 기간 동안 근무했으며, 용탕주입 및 형합, 중자도형 업무를 수행하면서 벤젠에 노출된 것으로 보임.
- 벤젠은 현재 국제암연구회(IARC)의 보고에 의하면 인체에 대하여 발암성이 충분히 밝혀진 group 1으로 분류됨. 또한 표적기관으로 백혈병을 일으키기 때문에 우리나라에서도 각종 조혈기계 장애와 밀접한 관련성이 있는 것으로 인정되어 벤젠 1ppm 이상의 농도에 10년 이상 노출된 노동자에게 백혈병, 골수형성이상증후군, 다발성 골수종, 재생불량성 빈혈 중 어느 하나에 해당하는 조혈기계 계통의 질환이 나타나면 업무상 질병으로 봄. 다만, 노출 기간이 10년 미만이라도 누적 노출량이 10ppm 이상이거나 과거에 노출되었던 기록이 불분명하여 현재의 노출농도를 기준으로 10년 이상 누적노출량이 1ppm 이상이면 업무상 질병으로 봄.
- 근로자는 해당 작업을 하는 동안 총누적노출량이 약 1.2425 ppm·years로 추정되므로 근로자의 다발성골수종의 업무관련성은 높음.

○ 주물공장 근로자에게 발생한 폐암

· 개요 - 근로자 ○○○는 1974년 6월부터 2001년 2월말까지 □사업장에 입사하여 모래를 채워서 틀(선박용 엔진, 선반베드, 지게차 weight 등)을 만드는 조형직에 종사함. - 퇴사 후 2009년 5월 대학병원에서 폐암(adenocarcinoma, T3N3M1) 진단받고 요양하던 중 2011년 10월 사망함.
· 작업환경 - 2012년 4월 현장방문 당시 국소배기장치가 설치, 가동되고 있으나 비효율적인 설치로 인해 환기장치의 기능을 제대로 하지 못하고 있었으며 잘못된 선풍기 설치 가동으로 인해 산화철 분진, 주물사 분진이 근로자들에게 직접적으로 노출되고 있음에도 일부 근로자들은 보호구 미착용 상태였음. 오랫동안 같이 근무한 근로자들의 증언에 따르면 공장에 석면으로 된 건축자재가 많았으며 1980년대 초반까지는 국소배기장치가 설치가 미흡하였고 보호구도 제대로 지급되지 않아서 일하다 보면 모래가 씹힐 정도로 작업현장이 아주 열악하였다고 함. - 호흡성 결정형 실리카는 쇼트공정에서 0.153mg/m³, 0.412mg/m³로 산업안전보건법상의 노출기준 0.05mg/m³, ACGIH의 노출기준 0.025mg/m³를 크게 초과하는 것으로 나타났으며, 후처리 공정에서도 0.161mg/m³, 0.281mg/m³으로 ACGIH 노출기준을 최대 10배 이상 초과함. 자동조형 코어세팅 공정 역시 0.250mg/m³으로 ACGIH 노출기준을 10배 이상 초과함. - 크롬, 니켈, 철, 망간은 전 공정에서 노출기준 미만으로 나타났으며, 산화철 분진 또한 노출기준 미만이나 최소 2.22mg/m³, 최대 3.62mg/m³로 노출기준인 5mg/m³에 가깝게 나타남.
· 해부학적 분류 - 호흡기계암
· 유해인자 - 화학적 요인(분진)
· 의학적 소견 - 근로자는 담배를 피우지 않았으며, 술은 회식 때 한두 잔하는 정도였다고 함.

· 고찰 및 결론

- 주물작업 시에 노출되었던 폐암 발암물질은 주물사분진(석영), 니켈, 크롬 등이 있고, 현재 접근 가능한 작업환경측정 결과인 2002년-2011년 탈사, 후처리, 쇼트 등의 작업에서 2003년을 제외하고 매년 노출기준을 초과함.
- 또한 2012년 4월 4일 시행한 작업환경 측정에서도 근로자가 과거 근무했던 공정에서 측정을 시행한 결과 석영을 측정한 5개의 시료가 모두 국내 노출기준을 초과하였으며 ACGIH의 노출기준($0.025\text{mg}/\text{m}^3$)과 비교하였을 때에는 10배 이상 초과하는 측정결과를 보임.
- 과거에는 현재보다 근무환경이 더 좋지 않고 모래가 날리는 일도 있었다고 하는 진술에 비추어보았을 때, 사망 근로자가 조형직에 근무하였던 70년대에서 90년대까지는 현재보다 더 고농도로 노출되었을 가능성이 높았음. 따라서 근로자 ○○○은 35년간 주물사에 포함된 유리규산, 6가 크롬, 니켈 등 폐암을 일으키는 발암물질에 노출되어 업무관련성이 높다고 판단됨.

○ 지게차운전 근로자에게 발생한 폐암

· 개요 - 근로자 ○○○는 1971년부터 지게차운전을 시작하였고 1987년 6월부터 약 25년간 □사업장에 입사하여 주물공장 내에서 지게차 운전작업에 종사함. - 2011년 6월 폐암을 진단받고 요양하던 중 2012년 1월 사망함.
· 작업환경 - ○○○은 1987년부터 약 16년간 주조공장 내 1차 제품(주물사 탈사 전)이나 2차 제품 (탈사 후)을 지게차로 다음 공정이나 보관 창고로 옮기는 작업을 함. 2001년부터는 공장 내에서 모아진 분진을 집진하여 상하차하는 폐토 처리업무를 함. - 근무시간은 오전 8시부터 오후 4시 50분까지로 주간근무를 하였으며, 17시 20분부터 2시간 동안 잔업을 하는 경우도 있고 휴일에도 근무한 경우가 많았다고 함. - 2012년 4월 현장방문 시 폐규사 처리장에는 국소배기장치, 공기정화장치 등이 전혀 설치되어 있지 않았고, 공장시설 내에는 국소배기장치가 설치, 가동되고 있으나 발생원과 국소배기장치 사이에 근로자가 위치하여 환기장치의 기능을 제대로 하지 못하고 있었음. 특히 쇼트공정의 경우 비치되어 있는 선풍기의 위치와 방향으로 인하여 오히려 바닥에 쌓여 있는 폐규사가 비산될 가능성마저 있었음. - 현장방문 시 작업환경측정 결과, 호흡성 결정형 실리카는 0.223 mg/m³로 산업안전보건법상 노출기준 0.05 mg/m³, ACGIH 노출기준 0.025 mg/m³를 크게 초과하였으며, 크롬(0.0058 mg/m³), 니켈(N.D), 철(0.6076 mg/m³), 망간(0.0074 mg/m³) 은 노출기준 미만이었음 또한 지게차의 이동경로에 있는 1층 공정의 작업환경측정 결과, 호흡성 결정형 실리카는 쇼트공정에서 0.153 mg/m³, 0.412 mg/m³로 산업안전보건법상 노출기준 0.05 mg/m³, ACGIH 노출기준 0.025 mg/m³를 크게 초과하는 것으로 나타났다으며, 후처리 공정에서도 0.161 mg/m³, 0.281 mg/m³으로 ACGIH 노출기준을 최대 10배 이상 초과함. 크롬, 니켈, 철, 망간은 전 공정에서 노출기준 미만으로 나타났다으며, 산화철 분진 또한 노출기준 미만이나 최소 2.22 mg/m³, 최대 3.62 mg/m³로 노출기준인 5 mg/m³에 가깝게 나타남.
· 해부학적 분류 - 호흡기계암
· 유해인자 - 화학적 요인(분진_실리카)

· **의학적 소견**

- ○○○은 2001년경부터 고혈압을 진단받고 치료 중이었고, 2006년 일반건강진단에서는 고혈압 및 부정맥소견, 2007년에는 고혈압과 X-ray상 심장비대 소견을 확인할 수 있었음.
- 담배는 하루에 한 갑씩 35-40년간 피웠고, 술은 소주 한 병 정도씩 일주일에 3회 내지 5회 정도 마심.

· **고찰 및 결론**

- 근로자 ○○○은 group 1 발암물질(IARC)에 해당하는 주물업 공정에 약 30년간 근무하면서, 결정형 유리규산에 높은 수준으로 노출되었고 노출 수준이 낮기는 하나 크롬, 니켈, 다핵방향족 탄화수소와 같은 다양한 폐암 발암 물질에 노출됨.
- 또한 잦은 잔업과 휴일근무로 이러한 유해인자에 장시간동안 지속적으로 노출되어 실제 노출 수준이 상당했을 것으로 판단됨.
- 한편 과거에는 현재보다 더 열악한 작업환경에서 근무하였고 적절한 보호구도 지급되지 않았음을 고려할 때 그동안 호흡성 석영과 기타 유해물질에 매우 높은 농도로 노출 되어 왔음이 추정되었다. 따라서 유해물질과 폐암 발생 사이에 충분한 노출이 있었고 잠복기간이 역시 30여 년임을 고려할 때, 근로자의 폐암은 업무관련성이 높다고 판단됨.

○ 자동차 엔진부품 생산 근로자에게 발생한 방광암

· 개요 - 근로자 ○○○은 1988년에 자동차 엔진부품인 피스톤과 피스톤 핀을 생산하는 □사업장에 입사하여 용해공정, 수동주조공정, 탕구절단공정에서 근무함. - 2010년 소변에 피가 섞여 나와 시행한 검사 결과 방광암 진단을 받고 수술적 치료를 받음.
· 작업환경 - ○○○은 1988년부터 3년 동안 용해공정, 14년간 수동주조공정, 그 후 7년 동안 탕구절단공정에서 근무하였다. 용해작업은 알루미늄을 용해로에 넣고 녹인 후 보온로에 붓고 약품교반기를 이용하여 보온로에 부은 주물을 교반하는 작업이었음. - 수동주조작업은 용해된 주물로 피스톤을 만들기 위해 초품을 만드는 작업으로 철재 바가지에 주물을 담아 금형에 용해된 주물을 붓는 작업이었다. 탕구절단작업은 주조에서 생산된 제품(초품)을 가공부서로 옮기기 전 초품의 불필요한 부분을 절단하는 작업으로 절단기 내에 초품을 장착한 후 절단기의 문을 닫고 절삭유를 분사하여 초품의 불필요한 부분을 절단하고 절단이 완료되면 다시 절단기 문을 열고 초품을 취출하는 작업이었음. - 방광암의 유해인자인 금속가공유, PAHs 등의 노출을 평가한 결과 노출기준 미만으로 노출되었거나, 노출되지 않은 것으로 추정함.
· 해부학적 분류 - 기타 암
· 유해인자 - 화학적 요인(분진, 유기용제, 중금속)
· 의학적 소견 - ○○○은 2010년 2월 소변에 피가 섞여 나와 시행한 검사 결과 방광암 진단을 받고 수술적 치료를 받음. - 2012년 방광암 재발 진단을 받았으며 약물치료 후 경과 관찰 중임.
· 고찰 및 결론 - 근로자 ○○○은 1988년에 입사하여, 3년간 용해공정에서 근무하고 14년 동안 수동주조 공정에서 2004년부터 7년 동안 탕구절단 작업장에서 근무하였음. - 작업환경 노출 평가 결과 방광암의 유해인자인 금속가공유, PAHs등에 노출기준 미만으로 노출되었거나, 노출되지 않은 것으로 추정함. 따라서 근로자의 방광암은 업무관련성은 낮은 것으로 판단함.

○ 주물공장 도장공정 등에서 근무한 근로자의 급성 골수성백혈병

· 개요 - 이○○(남, 35세)은 S주물(1991년 1월~1995년 9월까지 4년 9개월 간) 및 S주물 하청업체인 H주물(1999년 6월~2001년 3월까지 1년 10개월 간)에서 생산관리 및 도장 업무 수행하던 중 2001년 3월 급성 골수성백혈병으로 진단받음.
· 작업환경 및 작업내용 - 이○○은 1991년 1월 S주물에 입사해 1년 간 용해, 조형, 주입, 중자 생산관리를 하였고, 3년 9개월 간 사상, 도장 등 후처리 생산관리 및 도장업무를 수행함(생산관리의 약 80%가 현장에서 이루어짐). 1999년 6월 H주물에 입사하여 1년 10개월 간 중자 및 도장공정 생산관리 및 도장을 수행함. S주물은 1997년 공장을 이전하여 이○○이 재직할 때와는 작업환경이 달라져 당시 환경을 알 수는 없으나 1999년부터 2001년까지 측정된 결과 벤젠은 측정되지 않았으며 혼합유기용제 노출계수가 0.0498~0.6360이었음. 본 연구원에서 측정한 결과는 도장공정에서 벤젠이 0.23ppm이었음.
· 의학적 소견 및 개인력 - 1995년(S주물 근무 시) 건강진단결과는 정상이었으며, H주물 입사 1년 후 실시한 건강진단결과는 혈구용적치 36.3, 혈색소 12.0으로 경미한 빈혈이었음. 흡연력은 10갑·년이고 주물공장 외 특이 직업력은 없었음. 염색체 검사상 모자이시즘이 관찰되었으나 8번 염색체 이상은 없었음.
· 고찰 - 이○○에서 백혈병의 위험인자는 직업적 벤젠노출과 흡연임. 흡연은 백혈병의 위험인자라는 설과 아니라는 설이 비등한 정도이므로 평가가 어렵고, 벤젠은 본 연구원에서 측정한 결과 0.23ppm의 낮은 농도로 기존에 백혈병 발생위험을 증가시키는 것으로 알려진 40ppm-γ에는 미치지 못함. 특히, 근로자가 80%를 생산현장에 있었다고 하나 생산직이 아니므로 누적노출량은 더 적다고 추정할 수 있음. 그러나 0.23ppm은 근로자가 재직 시 측정된 농도가 아닌 작업환경이 개선된 현재 도장공정의 노출농도이며(공장을 이전하며 도장실 환기시설 등을 개선), 근로자가 생산직이 아니라 보호구를 착용하지 않았고, 근무시간이 장시간(일일 약 12시간~14시간, 월 1~2회만 휴무)이었다는 점등을 고려하면 노출량이 더 많다고 추정할 수도 있음.

· 결론

- 이상의 조사결과 이○○의 급성골수성백혈병은

- ① 조사당시 측정한 벤젠 노출농도가 백혈병을 일으키는 것으로 알려진 누적노출량에는 미치지 못하나, 과거의 측정값을 정확히 알 수 없는 상태에서 작업환경의 변화, 근로자의 장시간 근무, 보호구 미착용상태 등을 고려하고
- ② 근로자가 백혈병을 일으킬만한 다른 개인적 위험요인이 없으므로 근로자의 급성 골수성백혈병은 벤젠에 노출되어 발생하였을 가능성이 높음.

○ 주물주조 작업자에게 발생한 확장성심근증

· 개요

- 하○○은 1997년 주물주조 및 주철관 제조업체인 S사에 입사하여 전기로 작업을 해 오다가 2000년 10월에 실시한 건강검진에서 심비대, 폐부종 의심 소견으로 확장성 심근증을 진단받음.

· 작업환경

- 하○○이 종사한 전기로 작업은 전기로에 용탕 주입 및 출탕, 시료채취, 성분조절을 위한 첨가제 투입, 보온로에 용탕 주입 및 출탕 등이며, 후란대구경 작업은 주물사를 이용해 조형을 제작하는 공정임. 전체 환기시설은 설치되어 있지 않았고, 각각의 국소배기시설이 설치되어 가동 중이었으나, 오염물질을 적절히 배기하지 못하는 것으로 판단되었음
- 공기 시료 중 금속분석결과 철, 알루미늄, 마그네슘이 주로 검출되었음. NO₂는 각각 0.069, 0.086, 0.109ppm이었다. CO는 31.8~46.6ppm이었고, 노 개방, 용탕투입 등의 경우에는 117ppm으로 높았다. 후란대구경 부서의 원시료 분석결과, 후란경화제에서는 Ethylbenzene이 51.74%, 1,3-Dimethylbenzene이 34.65%, 그 외 2-Furanmethanol, Nonane 등이 미량 함유되어 있었고, 액상후란수지에서는 2-Furanmethanol이 94.7% 이상, 2-Furancarboxaldehyde, 1-Pentanol, Cyclohexane 등 이 미량 검출됨.

· 의학적 소견

- 하○○은 채용검진에서는 정상소견이었으며, 흡연, 음주, 장기 약물복용은 하지 않았고, 가족력상 특이소견 없었음.
- 2000년 8월말 기침, 호흡곤란 등의 증상이 발생하였으며, 작업 중 증상이 더 심해져, 2000년 10월에 확장성 심근증으로 진단받고, 치료 중 2001년 9월에 사망함.
- 1990~1991년 화물입출고 점검작업, 1991~1993년 ○○플라스틱에서 지게차운전, 1993~1997년 ○○라면 영업직, 1997년 본 회사에 입사함.

· 결론

- 하○○의 확장성심근증은
 - ① 3년 7개월 동안 전기로 작업을 하다가 확장성심근증으로 진단되었는데,
 - ② 작업 중 일산화탄소, 열, 중금속 흡 등에 노출되어 왔으며,
 - ③ 일산화탄소와 열 노출은 확장성심근증과 관련이 있는 것으로 알려져 있고,
 - ④ 확장성심근증의 원인으로 밝혀진 염증질환, 대사질환, 혈액질환, 과민성질환, 신경근육질환, 가족성질환 등이 없고, 음주, 항암제 등의 기타 약물에 의한 영향도 배제되므로, 업무와 관련하여 발생하였을 가능성이 높다고 판단함.

○ 주물공업 용해부 근로자에게 발생한 원발성 폐암

· 개요

- 배○○은 47세 때인 1982년 4월 7일 S주물공업(주) 용해부에 입사하여 1997년 12월 30일까지 15년 9개월간 근무함.
- 2002년 9월 K대학병원에서 원발성 폐암으로 진단 받음.

· 작업환경

- 배○○은 2-3일마다 이루어진 용해작업이 있는 날에는 재래식 용해로에 고철, 선철, 코크스가 제대로 투입되도록 막대로 조작하였고, 용해작업이 없는 날에는 내화벽돌과 점토로 용해로 내부 보수작업을 하였는데 이 보수작업은 상기 근로자가 전담함.
- 한편 용해 과정에서 나오는 슬래그는 모아 두었다가 처리하였는데, 이 작업도 상기 근로자가 함. 이 재래식 용해로는 높이가 약 7 m이었고, 녹은 쇳물이 시간당 3 톤씩 배출되었는데 용해작업이 있는 날에는 하루 배출량 20-30 톤 정도씩 작업이 이루어졌다고 함.
- 용해로에 투입한 고철과 선철은 전체적으로 고철 사용량이 약간 적었고, 미리 정리된 상태로 S주물공업(주)에 반입되었으므로 이물질이 섞이지는 않았으며, 용해로에 단열재는 사용하지 않음. 퇴직하기 약 3년 전에 설치된 전기로는 별도 작업자가 있었으므로 상기 근로자는 전기로 작업을 하지 않았다고 함. 상기 근로자는 용해기술자의 보조업무로서 크레인 등에 고철 및 선철 등이 담겨 용해로에 투입될 때 긴 막대 등으로 제대로 투입될 수 있도록 조정하는 업무와, 용해 내화벽돌을 점토 등으로 구축하거나 보완하는 업무를 하였다고 함. 용해할 때에는 합금 재료로 고체 실리콘을 투입하고, 용해로 가열재로는 코크스를 사용함.

· 의학적 소견

- 배○○은 간헐적으로 기침과 가래가 있다가 2002년 9월경 비중격만곡증 수술을 위해 D병원에서 촬영한 흉부 단순 방사선사진상 우상엽에 종양이, 그리고 흉부컴퓨터단층사진상 4 cm 크기의 우상엽 종양이 확인됨.
- 이에 9월 16일 K대학병원 호흡기내과에 입원하여 실시한 객담 세포진검사서 비소세포 암종이 의심되고, 기관지내시경검사서 기관지 내 병변은 발견되지 않았으나 세척액에서 편평세포 암종으로, 컴퓨터단층촬영하 조직검사상 편평세포 폐암으로 진단됨.
- 뇌 자기공명영상 및 골수검사에서 전이소견이 없어(T3N0M0) 흉부외과로 전과하여 9월 27일 우상엽 폐엽절제술을 받고 퇴원함.

· 결론

- 배○○의 폐암은

- ① 원발성 편평세포 폐암으로 확진되었고,
- ② 진단받기 20년 5개월 전부터 15년 9개월 간 폐암 위험도가 높다고 잘 알려진 주물 사업장에서 고철 및 선철을 용해하는 작업을 하였고,
- ③ 가장 강력한 폐암 발암요인인 흡연력이 없어, 주물 사업장에서 수행한 용해작업에 의해 발생하였을 가능성이 높다고 판단됨.

○ 주물작업자에게 발생한 폐암

· 개요

- 이○○은 입사 전 22년간 주물작업을 하였고 1974년 12월 2일 Z제련소에 입사하여 기계과 주물직으로 5년 3개월 간 동제련작업을 함.
- 1980년 2월 29일 55세 정년으로 퇴사 후 2002년 1월 S병원 내과에서 우하엽 소세포 폐암 의심 진단을 받아 입원치료를 받던 중 2002년 3월 사망함.

· 작업환경

- 이○○은 H(주) Z제련소에 1974년 12월 2일 입사하여 5년 3개월간 기계과 주물직으로 동제련작업을 하였고 1980년 2월 29일 55세 정년으로 퇴사함.
- 상기 근로자의 주 작업은 동정광을 용해시켜 주물을 주형틀에 부어서 이것이 굳어 형태가 만들어지면 그라인더와 선반을 이용하여 연마작업을 하였다고 함.
- 폐암 발생원인인 결정형 유리규산, 비소, 다방향족탄화수소가 노출될 수 있는 공정은 건조로, 용해로공정인 자용로, 주조기공정에 근무하는 경우임.
- 상기 근로자가 근무하였던 공정은 없어졌으나 유사한 공정이 L(주) J공장에 있어 사업장에서 제출한 유사 공정의 2000년-2001년 작업환경조사기록을 검토함.
- 용해로공정은 구리 분진에 대한 노출기준을 초과하였으나 구리흄에 대한노출기준의 1/10 수준이었고 주조기공정은 구리분진에 대한 노출기준의 1/5-1/10 수준이었고 구리흄에 대한 노출기준의 1/50수준이었음.

· 의학적 소견

- 이○○은 1998년부터 기침, 호흡곤란증상이 자주 나타나 치료를 받았으나 계속 재발되던 중, 2001년 7월 19일 S보건소에서 폐결핵의심으로 진단받았음.
- 2001년 7월 25일 G의료원에서 간부전 및 폐렴으로 20일간 입원치료를 받음. 2001년 12월 말 늑골동통, 기침, 혈담이 심하여 결핵전문병원에서 진료 받은 결과, 폐종양 의심소견을 보였고 2002년 1월 2일 호흡곤란, 기침, 혈담이 나타나 S병원 내과에 입원하여 2002년 1월 3일 흉부전산화단층촬영을 실시하였고, 그 결과 우하엽 소세포폐암 의심소견을 보임.
- 이후 상기 병변이 빠르게 진행되어 2002년 3월 초부터 상대정맥증후군이 발생함. 2002년 3월 12일 단순흉부방사선검사상 우측늑막삼출 및 폐렴이 심해져서 심한 호흡곤란을 호소하여 2002년 3월 18일 흉관삽입술을 시행하여 증상의 일시적인 호전이 있었으나, 다시 증상악화를 보여 2002년 3월 25일 사망함. 늑막삼출액검사 및 폐조직검사상 소세포 폐암, 늑막전이 소견으로 최종 진단됨.

· 결론

- 이○○의 폐암은

- ① 소세포 폐암으로 진단되었는데,
- ② 비록 과거 흡연력이 있으나 27년간 주물작업에 의하여 폐암발생물질(유리규산, 비소, 다방향족 탄화수소)에 노출되었고,
- ③ 주물작업에서 노출된 폐암발생물질이 20년 이상의 긴 잠복기를 거쳐 발생하였을 가능성이 높고,
- ④ 흡연력에 의하여 폐암발생 가능성이 상승작용을 하였을 가능성이 높으므로, 주물작업에 의한 노출요인으로 발생하였을 가능성이 높다고 판단됨.

○ 알루미늄주물업체에서 근무하던 근로자에게 발생한 간질성 폐질환

· 개요 - 오○○은 17세 때부터 주물공장 생활을 시작하여 1996년 7월부터 알루미늄 주물, 주조를 하는 S금속에서 근무함. - 1999년경부터 기침, 간헐적인 호흡곤란이 있었고, 2001년 11월 입원하여 육아종성 간질성 폐질환 진단받은 후, 2001년 12월 26일 사망함.
· 작업환경 - 오○○은 1996년에 상기 회사에 입사하여 공장장 역할을 하면서 주로 용해작업과 주형작업을 함. - 근무시간은 오전 8시 30분부터 저녁 8시까지였고, 일요일은 휴무함. 이전에는 작업환경측정을 시행하지 않아, 2002년 2월에 알루미늄 금속분진과 소음, 유리규산 30% 미만(2종분진)에 대해 측정함. 측정결과 노출기준을 초과하지는 않았지만 알루미늄 금속분진의 경우 노출수준에 거의 근접해 있고, 유리규산 분진도 action level에 근접해 있었음.
· 의학적 소견 - 오○○은 1995년 마지막으로 받은 건강검진상 특이사항 없었으며, 1996년 입사 후에는 건강검진을 시행하지 않음. - 흡연은 30년간 하루 1갑 정도 하였고, 음주는 거의 하지 않음. 1999년부터 기침과 간헐적 호흡곤란이 나타났고, 2001년 5월경 증상 심해져 S병원에서 흉부 방사선 사진촬영을 한 결과 우폐상엽과 좌측폐 중간 부분에 공동이 보였고, 양측 폐하에 벌집모양상(honeycomb appearance)이 보여 CT 촬영을 권유받음. 이후 증상이 더욱 악화되어 2001년 11월 6일 다시 S병원을 방문하여 25일간 입원하면서 CT촬영, 개흉폐조직검사 등을 시행 받고 ‘육아종성 간질성 폐질환’으로 진단받음. 진단 시 이미 섬유화가 심하게 진행된 상태이므로 스테로이드 치료도 할 수 없었고, 자가로 산소호흡기 치료를 함. 2-3일 출근을 했다가 다시 재가요양을 하는 것을 반복하다가 12월 25일 새벽에 의식상태가 불명하여 상기병원 응급실로 옮겨져 치료를 받던 중 12월 26일 새벽 4시경 폐렴과 심부전이 동반된 간질성 폐질환으로 사망함.

· 결론

- 오○○에게 발생한 간질성 폐질환은

- ① 30년 이상 주물공장에서 근무한 직업력을 가지고 있고,
- ② 이러한 직업력을 통해 실리카와 알루미늄 등의 금속분진에 장기간 노출된 것이 명확하고,
- ③ 실리카와 알루미늄은 간질성 폐질환과, 육아종성 폐질환을 일으키는 것으로 알려져 있고,
- ④ 정기적인 건강진단을 받지 못해 질병의 진행경과를 예측하기 어려우나, 증상의 진행 정도와 임상검사 등을 통해 결체조직질환이나, 유육종증 등의 질환이라고 보기는 어려움.
- ⑤ 따라서 흉부 방사선 소견과 직업력을 근거로 진폐증이라 판단되므로 업무와 관련성이 높은 것으로 판단됨.

○ 선철주조업체 용해부 근로자에게 발생한 비호지킨 림프종

· 개요

- 정○○(남, 57세)은 1983년부터 약 30년 이상 주물 작업에 종사하며 벤젠, 다핵방향족탄화수소 등에 노출되었고, 2003년 비장 원발의 비호지킨 림프종으로 진단받음.

· 작업환경

- 사업장은 공작기계, 산업기계 등 선철주조업체로 작업공정은 목형, 용해 및 주입, 조형, 탈사, 후처리, 도장 공정으로 이루어져 있는데 목형부터 탈사까지 한 공간 내에 있으며 후처리, 도장 공정은 각각 다른 공간에 위치함.
- 1983년 입사하여 주조부에서 조형작업을 함. 조형작업은 조형(레진과 경화제가 혼합된 주물사를 목형틀을 제외한 부분에 채우는 작업), 종자, 합형(종자 조립), 목형 제거, 도형제 도포, 쇳물 주입 등의 세부공정으로 이루어져 있음. 조형공정에서 노출될 수 있는 주요 발암물질은 결정형 유리규산, 크롬, 포름알데히드, 다핵방향족탄화수소(이상은 표적장기가 호흡기) 및 벤젠(림프조혈계가 표적장기)이 있는데 과거 작업환경측정에서는 크롬과 포름알데히드에 대해서만 측정이 이루어짐.
- 경화제로 사용하는 크실렌술폰산 3종과 도형제를 채취하여 벤젠을 포함한 유기용제를 분석하였는데 벤젠 성분은 포함되어 있지 않았음. 조형반의 과거 작업환경측정 결과 벤젠에 대한 측정결과는 없었음. 벤젠 농도는 개인측정시료의 경우 조형반에서 0.0-1.2ppm이었고, 요중 뮌콘산 평균은 0.19 mg/g creatinine이었음.

· 의학적 소견

- 흡연력은 약 20갑년으로 추정되며, 술은 거의 먹지 않음.
- 약 15년 전부터 B형 간염 보균자로 추적검사를 수행한 이외에 특별한 건강상의 문제는 없었음.
- 2003년 12월경부터 속이 쓰린 증상이 있어 치료받던 중 2004년 1월 비호지킨 림프종으로 진단받음. 과거 한국산업안전공단에서 주물공장을 대상으로 작업환경측정 및 역학조사를 수행한 결과에 의하면 조형부서에서 측정 시 벤젠이 최고 0.35 ppm까지 검출됨.

· 결론

- 정○○의 비호지킨 림프종은

- ① 비호지킨 림프종은 현재까지 직업적 노출과 관련하여 알려진 유해인자는 벤젠, 벤조(a)파이렌, 2,3,7,8-TCDD와 2,4-dichlorophenoxyacetic acid 등임. 이들 인자 중 이번 역학조사를 통해 근로자가 현재의 작업환경에서도 0.1-1.2 ppm 농도의 벤젠에 노출되는 것이 확인되었고, 최근 수년간 산업안전보건연구원에서 주물공장 조형공정을 대상으로 수행한 작업환경측정에서도 상당량의 벤젠과 벤조(a)파이렌이 측정되었고, 통상적으로 과거의 작업환경이 더 열악하므로 더 많이 노출되었을 것으로 추정되며,
- ② 1973년부터 주물공장에서 약 30년 이상 조형공정에 종사하였으므로 암을 일으키기에 잠복기와 노출기간이 상당하므로, 근로자의 비호지킨림프종은 작업과 관련하여 발생되었을 가능성이 높은 것으로 판단됨.

○ 자동차 회사 목형/주조직 근로자에게 발생한 천식

· 개요 - 안○○은 23세 때인 1973년 10월에 자동차회사에 입사하여 금형작업 및 주조품 개발 작업을 하던 중 천식으로 진단받음.
· 작업환경 - 23세 때인 1973년 10월부터 1994년 12월까지 21년 1개월간 자동차회사 주물공장 및 자동차 부품의 금형 및 주조품 개발 작업을 함. - 이후 1994년 12월부터 2004년 2월까지 9년 3개월간은 파워트레인(Power Train, P/T) 시작팀 소속 목형/주조직 근로자로서 알루미늄 엔진헤드 시제품의 개발 작업을 함. - 일반적으로는 자동혼련기 안에서 섞인 주물사와 수지(레진)를 목형에 넣어 상온에서 경화시켜 조형을 제작하지만, 복잡한 부품인 경우에는 빨리 경화시킬 목적으로 수지인 ISOCURE I / II와 섞은 후 챔버(chamber) 안에서 경화촉진제인 아민을 공급해 조형을 제작함. - 탈가스제를 투여하면서 아연과 주석이 소량 섞여 있는 알루미늄괴를 용해한 후 용탕을 조형에 붓고 식은 후 탈사/후처리(망사 disc wheel로 grinding) 작업 등을 함. - 경화제에는 이소시아네이트가 포함되어 있었고, 작업환경측정결과 포름알데히드가 검출됨.
· 의학적 소견 - 24세 때부터 주당 2-3갑 정도씩 3년간 흡연하다가 10년간 금연한 후, 주당 2갑 정도씩 2004년 2월까지 흡연함. 부모 및 형제 모두 건강하였음. 폐결핵으로 치료받은 적이 있음. - 대학병원 알레르기내과에서 실시한 메타콜린 기관지유발시험에서는 음성이었으나 10월에 시행한 검사에서는 양성이었음. 일초량의 감소가 메타콜린 흡입량에 의존하지 않는 등 일반적인 천식에서 보이는 것과는 달리 비전형적 반응 양상을 보였으나, 증상 및 기관지과민성을 종합하면 천식 또는 천식성 기관지염으로 진단할 수 있었음 - 입사 후 10년 정도 금형 작업을 주로 하다가, 이후부터는 약 20여 년간 계속 자동차 부품 개발 작업을 함. 이에 따라 이 작업 중 노출될 수 있는 천식 유발물질인 포름알데히드와 TDI를 사용하여 기관지유발시험을 하였으나 모두 음성이었음.

· 결론

- 안○○의 천식은

- ① 특진을 통해 천식 또는 천식성 기관지염으로 진단되었으나,
- ② 기관지유발시험 결과 작업 중 노출되었을 수 있는 포름알데히드나 이소시아네이트에 의한 천식이라는 증거가 없으면서 노출이 중단된 이후에 증상이 심해졌으므로, 근로자 안○○의 천식 또는 천식성 기관지염은 비직업적 원인에 의한 것으로 판단됨.

○ 주물공에게서 발생된 석면폐증

· 개요

- 근로자 김○○은 약 30년간 주물공장에서 일하던 중 2007년 10월 2일 폐절제술을 실시하고 병리학적 검사에서 석면폐증으로 확진됨.

· 작업환경

- 근로자 김○○은 1976년경부터 주물업종 일을 시작하였으며, 약 23년간 조형작업을, 7년간 용해작업을 함. 당시 흑연 도가니 기름 버너식 로를 썼다고 하며 용량이 100kg 정도였다고 함. 그 후 다른 업체로 옮겨 고주파 진공관식 로를 사용했다고 하며 기계와 로를 연결하는 케이블을 석면테이프로 감았다고 함.
- 김○○의 주물공장 근무 기간 30년에 대해 증명하는 동료 근로자들의 확인서가 함께 있어 이를 증명하였으며 현재 근무하는 회사는 2006년 5월 2일에 조형공으로 입사하였고 석면을 직접 취급은 하지 않았으나 1개월에 최소 4번 정도 축로 작업을 하는데 이때 석면을 사용하였다고 함.
- 축로 작업 당시에는 로 안에 석면을 넣고 밀봉하기 때문에 석면이 날린다고 할 수 없으나 다음 축로 작업 시 이전 축로 작업에 사용하였던 석면을 해체한 후 조형 작업에 사용한 규사와 함께 공장 앞의 바닥에 1-2일 정도 보관하였다가 트럭으로 실어서 운반하는데 바닥에 보관할 때와 트럭에 실을 때 바람에 날려 흡입할 수 있었을 것이라고 함.

· 의학적 소견

- 평소 특이 소견이 없다가 2006년 9월경부터 목이 따갑고 기침과 노란 가래가 나오고 새벽에 기침이 시작되면 멈추지 않는 증상이 있어 2006년 10월 9일 흉부 x-ray 검사 상 이상이 발견되어 CT 촬영을 실시한 후 결핵 의심되어 약물치료 하였으나 차도가 없어 정확한 상병명을 알아보기 위하여 실시한 세 번째 기관지경 조직검사 상에서 석면, 석탄가루, 기생충 등이 나와서 동 병원 흉부외과로 전과되어 2007년 10월 2일 위상열제술 및 위중엽 췌기 절제술(개흉술) 시행 받고 동시에 이루어진 병리학적 검사 결과 석면폐증을 확진 받음.

· 결론

- 이상의 조사결과 근로자 김○○은

- ① 수술을 통해 석면폐증으로 확진받았는데, 직접 석면 물질을 다루거나 석면 작업을 하지는 않았지만
- ② 30년간 주물공장에 근무하였으며 로 해체, 축로 작업 및 다른 석면 해체작업 등의 석면 관련 작업에 의해 공장 내부에 비산된 석면에 노출되었을 것으로 생각되고
- ③ 조직학적인 검사 결과 및 광물학적인 검사 결과가 외국의 진단기준과 비교하였을 때 직업적 노출기준을 만족하는 결과를 보였으므로 근로자 김○○의 석면폐증은 업무와 관련하여 발생한 것으로 판단됨.

○ 주물공장 사상공에서 발생한 만성폐쇄성폐질환

· 개요

- 근로자 김○○은 1999년 7월부터 6년 2개월간 ○○제철 주강공장 내에서 작업하는 협력업체 (주)○○에 근무함. 퇴직 5일 후에 발생한 호흡곤란으로 인해 만성폐쇄성폐질환으로 진단받음.

· 작업환경

- 근로자 김○○은 17세였던 1967년 ○○주물에서의 근무를 시작으로 55세인 2005년 퇴직할 때까지 주물업종에만 종사함. (주)○○ 이전 사업장인 ○○전기에서는 24년 8개월간 주물 공정에 종사하였으며 주물 공정 전반에 걸친 모든 업무를 담당함.
- (주)○○에서는 6년 2개월간 사상 작업에만 종사함. 그 외에 약 36년간 주물 업종에만 종사함. (주)○○은 주강공정 작업장 내에서 사상 작업만 시행하는 업체이며 근로자 김○○도 사상 작업 시행하였으며, 주된 작업인 사상은 슛돌(저석)이 달린 그라인더로 대형 금속 제품 표면을 갈아내는 작업을 의미함.
- 슛돌의 성분은 알루미늄(Al_2O_3), 페놀수지(분말, 액상), 유리섬유(glass fiber)이며 작업 중 금속 제품과 슛돌의 성분이 공기 중에 분진으로 나타나게 됨. 작업 공간 내에는 근로자가 했던 사상 작업뿐 아니라 용접, 가우징 작업 등 기타 작업도 시행되므로 이들로부터 분진, 흙, 가스, 증기 등의 유해물질이 같이 배출됨. ○○ 주강공장 내의 작업환경 측정기록을 보면 분진 항목에서 수년간 측정한 결과가 대부분 '초과'인 것으로 기록되어 있음.

· 의학적 소견

- 근로자 김○○은 퇴직 약 6개월부터 피로와 호흡곤란이 있었으나 치료받지 않고 지냈음.
- 2005년 10월 치료에 전념하기 위하여 (주)○○에서 퇴직함. 퇴직 5일 후 갑자기 심해진 호흡곤란을 주소로 만성폐쇄성폐질환과 폐렴으로 입원치료를 받았고 호흡기내과에서 외래치료를 받고 있음.

· 결론

- 이상의 조사결과 근로자 김○○은 만성폐쇄성폐질환으로 확진받았는데,
 - ① 만성폐쇄성폐질환의 가장 큰 유발인자로 알려진 흡연력이 약 30갑년(본인 주장 20갑년)이나,
 - ② 36년간 주물 업무에 종사하며 고농도의 분진, 흙, 가스, 증기에 지속적으로 노출되었고, 작업 시에 적당한 호흡기 보호구 없이 작업을 하였으며,
 - ③ 흡연은 주물 작업에서의 유해물질 노출에 의한 만성폐쇄성폐질환의 발생에 상승작용을 일으킨다는 일부 보고가 있어, 근로자 김○○의 만성폐쇄성폐질환은 업무상 질병일 가능성이 높을 것으로 판단됨.

○ 주물공장 사상작업자에게 발생한 간질성폐질환

· 개요

- 근로자 ○○○은 사상공으로 28년간 근무한 자로 주물 후처리로서의 사상작업을 수행함. 2009년 말부터 기침, 가래, 운동 시 호흡곤란이 심해졌고 2010년 초 ‘비특이성 간질성 폐렴’으로 진단받음. 상기 질환이 작업 중에 노출된 분진으로 인하여 발생했다고 생각하여 근로복지공단에 산재요양신청서를 제출함.

· 작업환경

- ○○○은 사상공으로서 사상작업 외에 다른 작업을 하지 않았고 하루 11~12시간을 2008년까지는 주 6일, 2009년까지는 주 5일을 근무함. 약 4년 전까지는 보호구가 따로 지급되지 않았고 건강을 걱정하는 사람이 각자 구입해서 착용하는 정도였다고 함. 작업장에는 쇼트, 사상, 믹서, 용접, 절단의 공정이 한곳에 몰려있고 구분되어 있지 않아서 많은 분진과 용접 흠 노출이 예상되었음.
- ○○○이 마지막에 근무하던 공장의 작업환경측정결과 자료를 확인하였는데 2009년 하반기 작업환경측정 결과물을 살펴보면 후처리 작업에서는 노출기준에 가까운 용접 흠이 측정되었으며 바로 옆의 믹서, 탈사 작업에서도 노출기준에 가까운 분진이 측정됨. 작업 공간들이 구분되어 있지 않아 많은 분진과 용접 흠에 노출됨을 알 수 있었음. 분진에는 사상작업과 관련하여 금속분진, 유리규산이 포함되어 있을 것이 예상되었음.

· 의학적 소견

- ○○○은 하루 반 갑의 담배를 피웠으며 21갑년의 흡연력이 계산됨.
- 건강검진 결과를 보면 2007년까지는 흉부방사선 검사가 정상이었으나 2008년부터 ‘비결핵성질환 진폐의증’ 판정을 받음. 상병진단은 5년 전부터 감기에 걸리면 잘 낫지를 않았고 기침이 심했다고 진술하였고 증상이 심해져 2010년 비디오흉강경 수술을 통하여 폐조직 검사를 하고 ‘비특이성 간질성 폐렴’을 진단 받았음.

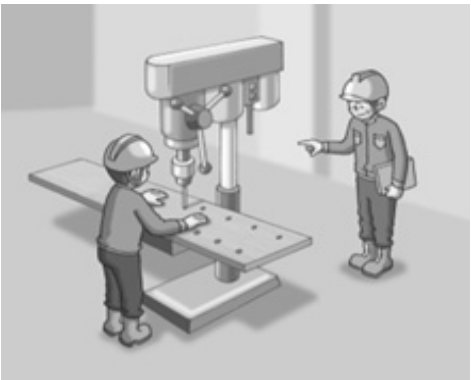
· 고찰 및 결론

- 문헌고찰 결과 주물업의 사상공은 금속 분진 및 흠 노출로 인하여 간질성 폐질환과의 관련성이 비교적 입증된 경우로 볼 수 있음. ○○○은 동종 업종에서 20년 이상 종사하였고 진단에 검진결과를 살펴보면 약 20년의 잠복기를 거친 후 발생함. 현장 점검에서 주물공장의 각종 작업 공간이 구분되어 있지 않아서 각 작업의 유해인자에 근접한 다른 작업자도 노출될 수 있는 상황임을 확인하였고 작업환경측정 결과에서도 노출기준을 넘지는 않았지만 기준에 가까운 분진이 측정됨.
- 따라서 근로자 ○○○의 간질성 폐질환은 오랜 기간 높은 수준의 금속분진 및 흠에 노출되어 발생하였을 가능성이 높음.

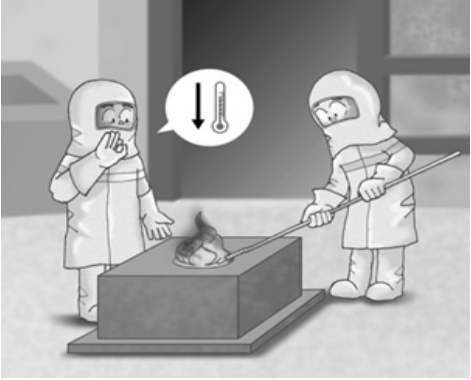
○ 주물공장 조형공에서 발생한 복막 악성 중피종

· 개요 - 근로자 ○○○은 1962년부터 44년간 주물공장에서 조형공으로 근무하다가 2006년 퇴사하였고 2010년에 복막 “악성 중피종”을 진단 받음.
· 작업환경 - ○○○은 1962년(17세)부터 여러 주물공장에서 조형공으로 근무하였고 마지막 회사인 □사업장에 1992년부터 2006년까지 근무함. 해당주물공장의 공정은 ‘용해-CO2 조형-주입-형해체-탈사-연마-출고-열처리-가공-조립-도장-출고’ 순으로 진행됨. 해당 작업장의 용해작업과 셀중자 조형 위치에서 석면노출이 있었음이 확인되었고 ○○○의 작업장이 석면이 사용된 용해작업장과 가까워 석면의 노출 가능성이 있었음.
· 의학적 소견 - 2010년 1월 서혜부 종양으로 고환절제술을 시행 받고 왼쪽 정삭(Spermatic Cord, 精索)과 복강의 “악성 중피종을 진단받았음. - 2010년 6월 복부팽만으로 혈액종양내과에 입원하여 치료하였으나 7월에 사망함.
· 고찰 및 결론 - 근로자 ○○○의 복막 악성 중피종은 문헌리뷰 및 과거 역학조사 자료에서 주물공장의 석면노출을 확인하였고, 사업장 내에서도 석면이 사용된 것을 확인하여 직접 노출은 아니지만 간접 노출의 가능성이 있음을 알 수 있었고, 악성 중피종은 석면노출에 의해서만 생기는 것으로 알려져 있음. 따라서, 업무와 관련해서 발생하였을 가능성이 있는 것으로 판단함.

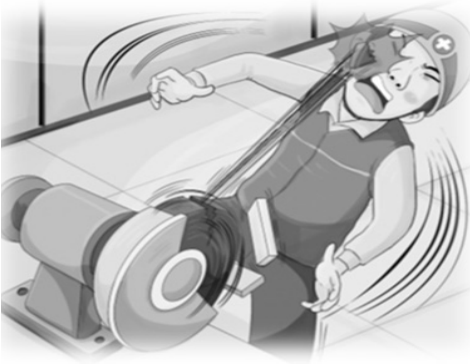
○ 주물주조기 조작용 끼임 재해

· 재해 발생 원인 - 목형 제작 시 가동 중인 목재가공기계에 손 등을 접촉하여 말림, 끼임 - 작동 중인 목재가공기계 운동범위 내로 접근하여 부딪힘 - 작업장 내 불안전하게 적재된 목형 및 주조품 등이 넘어지면서 끼임 및 부딪힘 재해	
· 안전 대책 - 목공기계는 정기적인 점검을 실시 - 표준작업 절차서에 의하여 작업 - 작업 시에는 2인 1조의 작업을 실시 - 작업지휘자를 지정하고 작업 - 개인보호구를 착용 - 회전 또는 왕복운동 범위 내에 접근을 금지	

○ 주물주조기 조작용 화상 재해

· 재해 발생 원인 - 용해로에서 고철 용해작업 시 고철 내 잔류수분에 의한 수증기 폭발 - 내화벽돌 등 내화재 손상에 따른 냉각수 유입으로 수증기 폭발 - 용탕 주입작업 시 쇳물이 주형 틀 밖으로 튀면서 작업자 화상 - 주물사 해체작업 중 고온의 주조품에 접촉하여 화상	
· 안전 대책 - 용해 대상 금속에 대한 수분유입 방지 조치 철저(옥내 별도의 보관장소에서 보관, 용해로 투입 전 건조작업 실시, 고철재료 입고 시 수분함유 여부에 대한 검수 철저) - 용해로 주기적인 점검 및 보수작업 - 작업안전수칙을 준수 - 고열작업에 적합한 개인보호구 착용(방열복, 안면보호구 등의 개인보호구 지급 및 착용)	

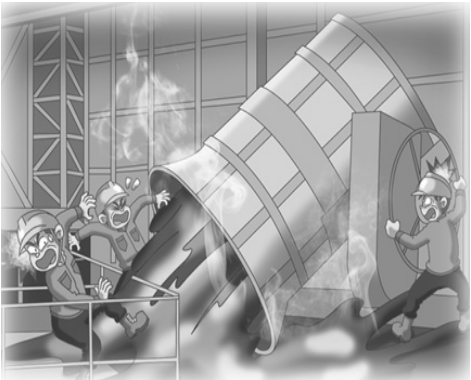
○ 주물주조기 조작원 물체에 맞음 재해

· 재해 발생 원인 - 연삭숫돌 균열, 손상으로 인한 숫돌 파편에 맞음 - 작업장 내 적재된 주조품이 넘어지면서 끼임 및 부딪힘 - 작업장 바닥에 놓인 제품에 걸려 넘어짐	 A black and white illustration showing a worker in a hard hat and safety vest being struck in the head by a large, rotating grinding wheel. The worker is falling backward, and motion lines around the wheel indicate it is spinning rapidly.
· 안전 대책 - 연삭숫돌은 작업 시작 전에 외관검사를 실시 - 숫돌을 목재망치로 가볍게 두드려 소리로 이상 유무를 확인 - 보안경을 착용 - 작업 전 연삭기를 공회전시켜 이상 유무를 확인 - 작업을 중단할 때는 전원스위치를 끄고, 숫돌이 확실히 정지되지 않은 상태에서 손으로 만지지 않음 - 작업장은 보행통로를 확보하고 통로 내에는 자재 및 물품을 적재하지 않음 - 가공 대기 중인 소재는 걸려 넘어질 위험이 없도록 정리 정돈하여 보관	 A black and white illustration of a worker wearing a hard hat and safety glasses, inspecting a grinding wheel. A speech bubble with the word 'OK' is next to the worker's head. The grinding wheel is mounted on a stand, and there are some circular objects on the floor nearby.

○ 용해로에 고철 장입작업 중 수증기 폭발

· 재해개요 - 용해로에 고철을 장입하던 중 수증기 폭발이 일어나면서 쇳물이 날아와 작업 중이던 작업자가 고열의 쇳물에 접촉되어 화상으로 1명이 사망하고 2명이 부상을 당한 재해	
· 재해 발생 원인 - 용해로 장입방법 불량 - 용해로의 내화층이 손상된 상태에서 고온의 쇳물이 내화층 냉각코일을 녹여 냉각수와 접촉하여 수증기 폭발	
· 안전 대책 - 작업시작 전 안전점검(작업시작 전 내화재 표면손상 등의 결함 유무 확인) - 개인보호구 지급 및 착용(고열물 취급 작업 시 방열복 등 개인보호구 지급 및 착용) - 무리한 장입 금지 - 다량의 고철을 강제로 투입 금지	

○ 용탕 래들이 뒤집혀 용탕이 쏟아짐

· 재해개요 - 용탕이 담겨있는 래들을 천장크레인으로 운반한 후 주형에 주입하기 직전 용탕 표면의 슬래그(Slag) 제거를 위해 래들을 수동(핸들)조작하던 중 갑자기 래들이 뒤집혀 용탕 (약 1,330℃, 약 45톤)이 쏟아져 작업자 2명이 사망한 재해	
· 재해 발생 원인 - 래들 기울기에 따른 무게중심 변화와 회전 모멘트 작용 - 작업조건에 맞는 보호구 지급 및 착용 미흡 - 신규 설비 안전성 평가 및 운전 시작 전 안전조치 미흡	
· 안전 대책 - 래들 설계 기준을 고려한 최적 사용 조건 준수 - 설비 사전안전성 평가 및 운전 시작 전 안전조치 철저 - 보호구 지급 및 착용(고열물의 비산 또는 누출 등 위험 방지에 필요한 방열복 등 적합한 보호구를 신속하고 올바르게 착용)	

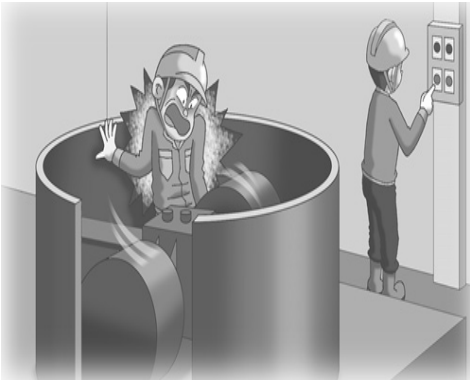
○ 용수분이 함유된 재료의 투입으로 인한 수증기 폭발

· 재해개요 - 수분이 함유된 폐알루미늄 칩을 알루미늄 용해로에 투입하던 중 알루미늄 칩에 포함되어 있던 빗물에 의한 수증기 폭발로 투입용 지게차가 전소되고 운전자가 화상으로 사망	
· 재해 발생 원인 - 수분이 함유된 알루미늄 칩을 용해로에 투입(폭우로 간이 창고에 보관되어 있던 알루미늄 칩에 수분이 함유된 상태였으나, 무리하게 660℃의 용탕이 들어있는 알루미늄 용해로에 투입)	
· 안전 대책 - 알루미늄 칩 보관 장소 내 빗물 유입 방지조치 - 빗물이 함유된 칩은 충분히 건조 후 투입(별도의 건조장소 마련 또는 투입 전 건조조치 실시)	

○ 알루미늄 연속주조기 수증기폭발

· 재해개요 - 알루미늄 주조공정에서 주조기에 주입한 알루미늄 용융물과 냉각수가 접촉되어 용융고형물에 의한 폭발이 발생하였으며, 폭발압력, 폭발 비산물 및 폭발 시 발생한 화염에 의하여 2명이 사망하고 2명이 부상한 재해	
· 재해 발생 원인 - 스타팅헤드 상부 수분 냉각수 잔류에 따른 폭발 - 보호구 착용 미흡으로 인한 피해 확대	
· 안전 대책 - 용융고열물의 수증기 폭발 방지 조치 실시 - 용융고열물의 취급 작업 시 습윤 상태 확인 철저 - GRAPHITE RING과 스타팅헤드의 기밀 점검 · 관리 - 적절한 보호구 선정 · 착용(전신을 보호할 수 있는 방열복 또는 적합한 보호구를 착용)	

○ 폐주물사 믹서기 보수작업 중 끼임

· 재해개요 - 폐주물사 믹서기 내부에 들어가 보수작업 중 타 작업자에 의한 기동스위치 조작으로 믹서기 내 작업자가 임펠러에 끼인 재해	
· 재해 발생 원인 - 안전조치를 하지 않은 상태에서 보수작업 실시(다른 작업자가 기계를 작동시키지 못하도록 하는 전원 키 휴대, 조작금지 표지 부착 등의 안전조치를 하지 않은 상태에서 보수 작업 실시) - 믹서기 덮개 연동장치 미설치(기동스위치 조작 시 주변 확인 미실시)	
· 안전 대책 - 정비 등의 작업 시 안전조치 실시(기계 등의 정비 · 수리 시에는 가동을 중지하고 기동스위치에 잠금장치를 하고 “정비 중 조작금지” 등의 안전표지 부착) - 믹서기 덮개 연동장치 설치(믹서기 덮개를 설치하고 연동기능을 부여하여 덮개 개방 시에는 전원을 투입하여도 작동되지 않도록 조치) - 기동스위치 조작 시에 주변 확인 철저	

5. 금속주조업의 작업환경실태

1) 작업환경실태조사 결과

- 2014년에 수행된 작업환경실태조사는 금속주조업이 1차 금속 제조업에 포함되어 있으며, 1차 금속제조업에는 제철업(24111), 제강업(24112), 합금철 제조업(24113), 기타 제철 및 제강업(24119), 동 제련, 정련 및 합금 제조업(24211), 알루미늄 제련, 정련 및 합금 제조업(24212), 연 및 아연 제련, 정련 및 합금 제조업(24213), 기타 비철금속 제련, 정련 및 합금 제조업(24219)이 대상이 되어 다소 지표 값이 높은 수준으로 제시되어 있음.
- 산업분류별 사업장 근무형태 분포 현황으로 2조 2교대는 전수 조사 결과 전체 제조업 14.2%에 비해서 1차 금속 제조업은 23.7%로 높은 수준임. 전체적으로 제조업의 교대근무는 18.2%, 1차 금속 제조업은 36.5%가 수행하고 있는 것으로 나타남.

[표 II-22] 산업분류별 사업장 근무형태 현황

(단위: 개소, %)

산업 분류	계	2조 2교대	3조 3교대	3조 2교대	4조 2교대	4조 3교대	기타 교대 근무	교대 근무 없음
제조업 (전수)	99,762	14,142	1,450	695	106	649	1,119	81,601
	100.0	14.2	1.5	0.7	0.1	0.7	1.1	81.8
1차 금속 제조업 (전수)	1,997	474	99	51	14	45	46	1,268
	100.0	23.7	5.0	2.6	0.7	2.3	2.3	63.5
제조업 (표본)	15,895	745	36	22	2	17	61	15,012
	100.0	4.7	0.2	0.1	0.0	0.1	0.4	94.4
1차 금속 제조업 (표본)	102	6	0	0	0	1	0	95
	100.0	5.9	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	93.1

- 산업분류별 사업장 복지시설 분포현황으로 휴게실의 경우 전수 조사결과 전체 제조업 68.3% 대비 1차 금속 제조업은 71.6%로 높은 수준임. 전체적으로 제조업에 비해 1차 금속 제조업의 세면·목욕실, 세탁·탈의실, 수면실, 의무실, 체력단련실 등 복지 시설의 구비 비율은 높게 나타남.

[표 II-23] 산업분류별 사업장 복지시설 현황

(단위: 개소, %)

산업 분류	복지시설 보유 사업장 수					
	휴게실	세면· 목욕실	세탁· 탈의실	수면실	의무실	체력 단련실
제조업 (전수)	68,121	69,232	56,340	20,969	2,749	8,207
	68.3	69.4	56.5	21.0	2.8	8.2
1차 금속 제조업 (전수)	1,429	1,714	1,504	480	96	250
	71.6	85.8	75.3	24.0	4.8	12.5
제조업 (표본)	7,502	9,253	6,253	1,804	78	233
	47.2	58.2	39.3	11.3	0.5	1.5
1차 금속 제조업 (표본)	52	64	50	18	0	1
	51.0	62.7	49.0	17.6	0.0	1.0

- 산업분류별 사업장 야간작업은 제조업 전수조사 결과 20.4%에 비해서 1차 금속 제조업은 38.3%로 높은 수준임.

[표 II-24] 산업분류별 사업장 야간작업 현황

(단위: 개소, %)

산업 분류	계	야간작업 유무 사업장수	
		야간작업 있음	야간작업 없음
제조업(전수)	99,762	20,302	79,460
		20.4	79.6
1차 금속 제조업(전수)	1,997	765	1,232
		38.3	61.7
제조업(표본)	15,895	1,096	14,799
		6.9	93.1
1차 금속 제조업(표본)	102	10	92
		9.8	90.2

- 산업분류별 사업장 유해요인조사 실시 여부는 3년마다 실시하는 경우는 제조업(전수) 13.6%에 비해 1차 금속 제조업은 28.4%로 높게 나타남. 1차 금속 제조업의 평균 근골격계부담작업 수는 3.3개, 평균 근골격계부담작업 근로자수는 6.3명, 전체 근골격계부담작업 근로자수는 13,385명으로 조사됨.

[표 II-25] 산업분류별 사업장 유해요인조사 실시 현황

(단위: 개소, %)

산업 분류	계	유해요인조사 실시 여부			유해요인조사 실시한 경우 최근 결과		
		3년마다 실시	3년마다 아니지만 실시한적 있음	한번도 실시한적 없음	평균 근골격계 부담작업 수	평균 근골격계 부담작업 근로자수	전체 근골격계 부담작업 근로자수
제조업 (전수)	99,762	13,583 (13.6)	5,431 (5.4)	80,748 (80.9)	3.7	6.9	416,710
1차 금속 제조업 (전수)	1,997	567 (28.4)	202 (10.1)	1,228 (61.5)	3.3	6.3	13,385
제조업 (표본)	15,895	222 (1.4)	191 (1.4)	5,482 (1.4)	0.9	2.0	1,107
1차 금속 제조업 (표본)	102	6 (5.9)	1 (1.0)	95 (93.1)	1.1	2.9	37

- 산업분류별 사업장 위험성 평가 실시 현황은 제조업 전수조사 결과 29.3% 대비 1차 금속 제조업은 45.0%로 높게 나타남.

[표 II-26] 산업분류별 사업장 위험성 평가 실시 현황

(단위: 개소, %)

산업 분류	계	2013년 이후 위험성 평가 실시 여부	
		실시한 적 있음	실시한 적 없음
제조업(전수)	115,716	33,880	81,836
		29.3	70.7
1차 금속 제조업(전수)	2,101	945	1,156
		45.0	55.0
제조업(표본)	15,895	2,062	13,833
		13.0	87.0
1차 금속 제조업(표본)	102	21	81
		20.6	79.4

- 2014년 1차 금속 제조업의 소음·진동 발생작업 보유 사업장은 제조업 전수조사 1,508개소, 제조업 표본조사 54개소, 비제조업 표본조사 1개소로 2009년 대비 낮은 수준임.

[표 II-27] 산업분류별 소음·진동 발생작업 보유 사업장 추이

(단위: 개소)

산업 분류	2014년			2009년		
	제조업 전수 조사	제조업 표본 조사	비제조업 표본 조사	제조업 전수조사	제조업 표본 조사	비제조업 표본 조사
제조업	58,163	6,146	24	66,105	8,369	33
1차 금속 제조업	1,508	54	1	2,199	206	3

- 2014년 1차 금속 제조업의 분진·흙 발생 작업 보유 사업장은 제조업 전수조사 1,463개소, 제조업 표본조사 60개소, 비제조업 표본조사 1개소로 2009년 대비 낮은 수준으로 나타남.

[표 II-28] 산업분류별 분진·흙 발생작업 보유 사업장 추이

(단위: 개소, %)

산업 분류	2014년			2009년		
	제조업 전수 조사	제조업 표본 조사	비제조업 표본 조사	제조업 전수조사	제조업 표본 조사	비제조업 표본 조사
제조업	49,141	4,616	20	38,511	4,803	16
1차 금속 제조업	1,463	60	1	1,753	154	1

- 2014년 1차 금속 제조업의 유해작업의 사내도급 사업장은 제조업 전수조사 4개소로 2009년 160개소 대비 대폭 낮은 수준으로 확인됨.

[표 II-29] 산업분류별 유해작업의 사내도급 사업장 추이

(단위: 개소)

산업 분류	2014년		2009년	
	제조업 전수조사	제조업 표본조사	제조업 전수조사	제조업 표본조사
제조업	20	—	1,657	146
1차 금속 제조업	4	—	160	7

- 2014년 1차 금속 제조업의 고열작업 보유 사업장은 제조업 전수조사 1,210개소, 제조업 표본조사 53개소, 비제조업 표본조사 2개소로 나타남.

[표 II-30] 산업분류별 고열작업 보유 사업장 현황

(단위: 개소)

산업 분류	2014년		
	제조업 전수조사	제조업 표본조사	비제조업 표본조사
제조업	11,992	1,493	3
1차 금속 제조업	1,210	53	2

- 2014년 1차 금속 제조업의 한랭작업 보유 사업장은 제조업 전수조사 2개소, 제조업 표본조사 1개소로 확인됨.

[표 II-31] 산업분류별 한랭작업 보유 사업장 현황

(단위: 개소)

산업 분류	2014년		
	제조업 전수조사	제조업 표본조사	비제조업 표본조사
제조업	4,999	252	2
1차 금속 제조업	3	1	-

- 2014년 1차 금속 제조업의 다습작업 보유 사업장은 제조업 전수조사 19개소로 확인됨.

[표 II-32] 산업분류별 다습작업 보유 사업장 현황

(단위: 개소)

산업 분류	2014년		
	제조업 전수조사	제조업 표본조사	비제조업 표본조사
제조업	1,572	500	-
1차 금속 제조업	19	-	-

- 2014년 1차 금속 제조업의 방사선작업 보유 사업장은 제조업 전수조사 64개소로 확인됨.

[표 II-33] 산업분류별 방사선작업 보유 사업장 현황

(단위: 개소)

산업 분류	2014년		
	제조업 전수조사	제조업 표본조사	비제조업 표본조사
제조업	770	6	1
1차 금속 제조업	64	-	-

- 2014년 1차 금속 제조업의 밀폐공간 보유 사업장은 제조업 전수조사 189개소, 제조업 표본조사 1개소로 나타남.

[표 II-34] 산업분류별 밀폐공간 보유사업장 현황

(단위: 개소)

산업 분류	2014년			2009년		
	제조업 전수조사	제조업 표본조사	비제조업 표본조사	제조업 전수조사	제조업 표본조사	비제조업 표본조사
제조업	9,467	606	3	2,302	95	-
1차 금속 제조업	189	1	-	76	1	-

- 2014년 1차 금속 제조업의 화학물질 제조 사업장의 경우 관리대상 유해물질 35개소, 노출기준 제정물질 7개소, 위험물질 5개소로 확인됨.

[표 II-35] 산업분류별 화학물질 제조 사업장 현황

(단위: 개소)

산업 분류	허가 대상 유해 물질	관리대상유해물질				작업환경 측정대상 유해물질		노출 기준 제정 물질	위험 물질
		유기화 합물	금속	산 알칼리	가스	금속 가공유	분진		
제조업 (전수)	1	56	95	49	17	1	1	135	31
1차 금속 제조업 (전수)	-	1	31	2	1	-	-	7	5
제조업 (표본)	-	7	14	6	-	-	-	25	1
1차 금속 제조업 (표본)	-	-	3	-	-	-	-	-	-

- 2014년 1차 금속 제조업의 화학물질 취급 사업장의 경우 허가대상물 유해물질 81개소, 관리대상 유해물질 1,779개소, 작업환경측정대상 유해물질 681개소, 노출기준 제정물질 863개소, 위험물질 취급사업장은 364개소로 확인됨.

[표 II-36] 산업분류별 화학물질 취급 사업장 현황

(단위: 개소)

산업 분류	허가 대상 유해 물질	관리대상유해물질				작업환경 측정대상 유해물질		노출 기준 제정 물질	위험 물질
		유기화 합물	금속	산 알칼리	가스	금속 가공유	분진		
제조업 (전수)	1,622	24,426	18,627	7,672	1,090	14,689	14,493	32,357	6,158
1차 금속 제조업 (전수)	81	572	807	353	47	349	332	863	364
제조업 (표본)	92	2,082	1,654	1,052	64	889	1,045	2,923	391
1차 금속 제조업 (표본)	-	8	23	5	-	7	7	18	3

2) 작업공정별 작업환경실태

- 금속주조는 주형 뜨기에서 만들어진 공간 안으로 용융된 금속을 붓는 것을 말한다. 중요한 매개물은 규소사(silica sand)이다. 주형공간에 공백을 마련하기 위하여 내화성 중자(core)가 들어갈 수 있다. 냉각 후 주형은 진탕기를 통과하는데, 주물주위의 주형은 여기서 떨어진다. 외부의 주형이 제거되고 주물이 깨끗해지면 주물사는 재사용을 위해 다시 회전한다. 이러한 주조공정은 큐폴라(cupola) 용광로를 이용한 회철(gray iron) 주조과정이다.
- 주조공정에서의 잠재적인 건강장해요소는 광물성 분진, 금속 흄, 연수와 열분해 산물, 수지 결합 시스템과 관련된 화학물질 등 무수히 많다. 물리적 유해 요인으로서는 소음, 진동과 고열 등이 있다. 1969년 미시간 주의 281개 주조공장에서 7% 이상의 근로자가 심각한 건강장해요소에 노출되어

있다는 사실이 확인되었다(Anon., 1968). 미국의 다른 주도 실정이 비슷할 것으로 추측된다. 이는 적어도 26 년 후 심각한 상태가 될 것이라고 가정하는 것이 합리적이다.

- 결정형 석영(crystalline silica)의 함량이 5%~100%인 주물사(foundry sands)가 현재 분진의 가장 심각한 유해 요인으로 알려져 있다.
- 금속주조업의 공정은 주형 만들기, 중자 만들기, 주물 붓기, 진탕기 통과, 마무리 과정 등으로 분류된다. 알루미늄, 마그네슘, 황동, 청동을 주조하는 과정에서도 문제가 발생될 수 있지만 철과 강철 주조업과 거의 유사하다.
 - 주형 만들기(molding)
 - 철 또는 비철금속의 주조에서서는 대부분 생사(green sand)를 이용하는데, 이 모래는 습기가 있고 형성력이 있다. 이 주물사는 규사에 ① 결합재로서 내화점토(fire clay, bentonite or kaolinite clay), ② 여러가리 곡물과 나무가루, ③ 물과 기름을 넣는다. 많은 주조공정에서는 주물사에 잘게 빻은 석탄(해저탄, sea coal)을 첨가한다. 금속을 부을 때 해저탄은 열분해하여 가스를 생산하는데 이는 금속이 모래 사이로 침투하는 것을 막아서 금속 표면을 깨끗하게 한다.
 - 규소사는 물리 혼합기에서 다른 성분과 섞인다. 규소사가 많이 섞이는 혼합기에는 분진이 많이 발생하므로 국소배기장치를 설치해야 한다. 모래가 섞이고 나면 저장소로 옮기고, 필요하면 주형장소의 지정 장소까지 기계적으로 이동시킨다. 이때는 모래가 습기가 있고 점착성이 있기 때문에 분진에 의한 장애는 크게 문제가 되지 않는다. 주물 붓기와 진탕 과정 후에 분진이 나는 모래를 모아서 재사용할 수 있다. 주물사에 의한 위험성은 [표 II-37]에 나타난 것처럼 여러 과정에 따라 차이가 있다.

[표 II-37] 주물사 요인에 따른 건강위험성 정도

요인	건강에 미치는 영향
〈모래의 물리적 상태〉	
새로운 모래(체에 걸려서 먼지가 없는 상태)	위험성이 낮다.
새로운 습한 모래	위험성이 낮다.
새로운 모래(가늘고 건조한 상태)	위험성이 높다.
사용했던 모래	위험성이 높다.
〈모래의 화학적 성분〉	
감람석(규산염과 산화물의 혼합물)	위험성이 낮다.
점토(규산염의 혼합물)과 불활성 결합체(포도당)	위험성이 낮다.
독성 금속입자에 오염된 모래	위험성이 높다.
순수한 석영(규사, SiO ₂)	위험성이 높다.
〈조작방법〉	
진공 시스템	위험성이 높다.
밀폐관 시스템속의 압축공기	위험성이 높다.
벨트 컨베이어	위험성이 높다.
클람셸(clamshell)	위험성이 높다.
기계적 셔벌(shovel)	위험성이 높다.
실외작업	위험성이 높다.
수동식 실내작업(모래썰기, 모래절단)	위험성이 높다.

가) 생사주형 만들기(green sand molding)

- 주물을 뜨는 데에 사용할 원형(pattern)은 나무나 금속으로 만든다. 원형은 주위에 모래가 딱 차게 되면 떼어낼 수 있도록 만든다. 수동식 주형공정에서는 나무나 금속 골조를 이용한 틀(flank)로 주형을 묶는다. 틀의 윗부분은 상주형틀(cope)이라 하고, 아래 부분을 하주형틀(drag)이라고 한다. 만약 틀을 더 높일 필요가 있으면 칩(cheek)을 이용하여 상주형틀과 하주형틀 사이에 끼운다. 하주형틀은 뒤집어서 주형판 위에 놓는다. 원형을 주형안에 놓는다. 가늘고 깨끗한 걸치장용 모래를 먼저 주형판 위의 원형위에 체질하고, 그 다음 굵은 안감용 모래를 손이나 공기압축기를 이용하여 다진다. 남은 모래는 밀어내고 하주형을 뒤집는다.

- 이형제를 원형의 표면에 뿌려서 나중에 완성된 상주형틀이 쉽게 떨어질 수 있게 한다. 상주형틀을 하주형틀 위에 놓고 판을 잘라서 조립한다. 상주형틀도 하주형틀처럼 완성되는데 탕구(sprue)와 상승구(riser)를 형성하기 위한 나무형을 막아야 한다.
- 탕구와 그 밖의 입구는 주형공간내로 용융된 금속을 통과시킨다. 상승구는 배기구멍(vent)의 역할을 하는데 이는 금속이 식을 때 쭈그러드는 것을 막고 나머지 용융금속을 부을 때 사용한다. 그 외 여러 배기구멍을 주형에 만든 다음 상주형틀을 떼어내고 상주형틀과 하주형틀을 모두 위로 향하게 한 다음 원형을 제거한다. 탕구, 상승기, 탕구의 나무형도 이때 제거한다. 주형공간이 만들어지면 모래로 만든 중자(core)를 주형 속에 넣는다. 중자를 만드는 모래는 기계적 강도를 유지하면서 내화성을 지녀야 하며 주형 속에 있는 중심자 홈 속에 끼워 넣어야 한다. 주형공간이 마련되면 상주형틀과 하주형틀을 다시 조립하여 함께 묶고 주물을 부을 준비를 한다.
- 주물사는 분진이 거의 발생되지 않아 주형 만들기에서 유의할만한 정도로 규사에 노출되지 않는다. 그러나 이형제에 의한 분진에 노출될 수 있다. 가장 위험한 이형제(parting agent)는 규사가루이다. 한때는 규사가루가 많이 이용되었지만 지금은 비규사 물질로 대체(substitution)되고 있다. 자주 사용되고 있는 이형제가 표 II-38에 나타나 있다. 만약 이형제를 젖은 상태로 뿌린다면 이것을 이형제를 물이나 지방족탄화수소, Trichloroethylene, 프레온(freon) 용매에 섞어서 다시 뿌린다. 뜨거운 원형에 인화성 용매를 뿌려서는 안 된다. 만약 혼탁액을 뿌릴 때에는 과잉 분무가 되는 것을 막기 위하여 공기를 사용하지 않는 또는 정전기를 사용하는 방법을 사용한다.

[표 II-38] 이형제의 종류

건식 이형제	습식 이형제
흑연(graphite)	건식 이형제의 혼탁액
운모(mica)	멘토나이트 혼탁액
금속 스테아레이트(metal stearete)	광유
이황화몰리브덴(molybdenum disulfide)	지방산
폴리에틸렌	규소(silicone)
규사가루	소야 레시틴(soya lecithin)
스테아르산(stearic acid)	
활석(talc)	

- 생산물량이 많은 공정에서는 앞에서 언급한 주형 만들기를 기계적으로 작업한다. 이 장비는 주물사를 주형틀 속에 단단히 밀어 넣게 되어 있고 원형과 주형틀을 작동하며, 반자동으로 주형을 완성시킨다. 주형 만드는 기계의 탁지에는 공기 실린더를 갖추고 있어서 주형 속에서 모래를 흔들어 원형 주위로 모래를 꽉 채운다. 만약 기계로 주형을 만들기에 주물이 너무 크면 크레인으로 조작되는 주형틀인 대형 판지조형을 이용한다. 이 주형틀에 모래를 공급하는 방법은 막대 끝에 움직일 수 있는 모래주머니를 달아서 원심분리살포를 하는데 이 모래는 호퍼를 통해 공급된다. 조작자(operator)는 멀리서 고속의 모래흐름을 주형틀의 여러 곳으로 공급하여 단단한 주형을 만든다. 만약 주형이 너무 커서 주형틀을 만들기 어려우면 무루에 구멍을 뚫어서 주형 만들기와 주물 붓기를 한다. 일반적인 생사 주형 만들기와 함께 철 및 비철금속 주조에서 특수한 공정이 많이 있다.

나) 셸 주형 만들기(shell molding)

- 셸 주형 만들기 공정은 복잡한 형태의 작은 부품을 대량으로 생산할 때 사용한다. 셸 주형 만들기에 사용되는 모래는 페놀(phenol)이나 우레아 포름알데히드(urea formaldehyde)를 이용하여 냉, 온 또는 고열 코팅법으로 코팅되어 있다. 냉 코팅법에서는 헥사메틸렌 데트라민과 칼슘스테아레이트(hexamethylene tetramine & calcium stearate)를 수지와 마른 모래를 함께 섞어 사용한다. 온 코팅법에서는 수지와 모래의 혼합물이 150~180°C의 증기에 의해 건조된다. 고온 코팅법에서는 모래를 수지가루와 함께 섞고 나서 헥사메틸렌 데트라민과 칼슘스테아레이트 가루와 함께 섞은 다음 급랭하여 상온의 공기를 주입한다. 이러한 것들이 셸 주물사를 먼저 코팅하는 방법이고 주물공정에서는 주물사의 코팅과정이 제외되어 있다.
- 덤프-상자법(dump-box technique)은 수동식으로 셸 주형을 만드는 방법이다. 금속편이 주물의 형태를 나타내는 원형이다. 원형에 규소와 같은 이형제를 뿌리고 수지-주물사가 들어있는 덤프상자에 얹는다. 그 후 오븐(oven)으로 원형을 가열하고 덤프상자를 뒤집는다. 그러면 수지가 가열된 원형 위에 얹히게 되어, 약간 굽은 수지가 모래와 결합하여 하나의 층을 이루게 된다. 그 후 덤프상자를 바로 세워서 원형을 때어내어 오븐 밑에 넣고 316~427°C의 온도로 가열하여 완성시킨다. 완성된 주형을 원형에서 벗겨내어 주물을 만들기 위해 조립한다. 상주형틀과 하주형틀 역시 함께 묶거나 야교로 고정시키는데 주형이 너무 작으면 모래나 강철구슬을 주형틀 속에 넣어 받쳐준다.

- 셀 주형 기계는 조작자가 완성된 상주형틀을 끄집어내어 선반에 걸어 놓는다. 그 다음 그것과 상응하는 하주형틀을 끄집어내어 아교풀 붙이는 곳으로 함께 보낸다. 여기를 통과한 다음 주형압착기가 있는 곳에서 조립하여 완성한다. 완성된 주형은 저장용 선반에 걸어 놓으며 이 과정은 반복된다.
- 셀 주형 기계를 작동하는 근로자는 페놀, 포름알데히드, 암모니아, 헥사메틸렌 테트라민, 일산화탄소에 노출된다. 배기가 잘되는 셀 부형 만들기 기계의 입구에서는 일산화탄소의 농도가 15~20 ppm, 암모니아가 3~10 ppm, 흡입성 분진(inhalable dust)의 농도는 0.82~1.4 mg/m³이었고, 페놀과 포름알데히드는 검출되지 않았다.
- 셀 주형기에서 국소배기장치는 상주형 걸이, 주형압착기, 저장용 걸이가 있는 곳에 필요하다. 신선한 공기의 공급이 근로자의 일 부담을 줄이기 위하여 필요하다.

다) 정밀 주조(investment casting)

- 왁스 제거형 또는 정밀 주조(lost wax or investment casting)는 구식의 주형 만들기로서 지금은 터빈, 날개, 노출과 같은 정밀제품 주조에 사용한다. 왁스 제거형 또는 정밀 주조는 금속 형틀(metal die)이 사용되는데 이것은 폴리스티렌 같은 플라스틱이나 단단한 왁스로 변형 가능한 원형을 만들기 위해 사용된다. 완성된 원형은 하나의 묶음으로 조립하여 공통의 탕구를 만들어서 많은 숫자의 부품을 하나의 주물과정에서 얻어낸다. 원형 틀을 금속의 틀(metal flasks)속에 넣고 석고, 활석, 규사, 물(알코올도 가능)의 반죽을 입힌다. 반죽을 입히고 나서 틀을 뒤집어 오븐 위에 놓는다. 왁스 원형의 경우는 녹아서 물 밖으로 빠져나오고 폴리스티렌의 경우에는 기화한다. 용융된 금속을 이 공간 안으로 붓고 식힌 다음 부품을 얻는다.
- 이 공정에서의 위험은 사용되는 금속에 따라 다르다. 규사가루를 준비하는 과정에서 규사와 알코올에 노출될 가능성이 있다. 저온 왁스 용융은 염소 왁스가 아니면 문제가 없다. 폴리스티렌 원형을 기화시킬 때에는 오븐의 온도에 따라 열분해 산물이 배출될 수 있다. 완성 후의 분사연마에 의해 분진에 노출될 수 있다.

라) 전 주조(full mold)

- 이 과정에서 변형이 가능한 원형은 폴리스티렌으로 만든다. 대부분의 원형은 중자가 필요 없게 만들어진다. 원형을 주물상자 속에 넣고 탕구와 상승구도 폴리스티렌으로 만든다. 주물사를 원형 주위에 놓고 가볍게 다진다.

용융된 금속을 상승구에 부으면 폴리스티렌은 기화하여 gas와 수증기가 주물사로 스며든다. 모든 폴리스티렌 원형이 이런 방법으로 기화하여, 용융된 금속이 원형이 차지하던 공간을 채운다. 이런 과정의 장점은 만들어진 주물의 세정과정이 필요 없다는 것이다.

- 이런 과정에서의 위험은 폴리스티렌의 기화로 발생하는 gas와 증기 때문에 생긴다. 플라스틱의 열 분해산물을 검사할 때에는 스티렌 단량체(styrene monomer), 일산화탄소, 벤젠 등을 확인할 필요가 있다.

- 중자 만들기(core making)

- 중자는 주형 속에 넣어서 주물 속에 공간을 만들기 위한 내화성 물질이다. 용융된 금속이 주위로 흘러 들어가야 하기 때문에 중자는 단단한 금속성을 지닌 것이어야 하고 씻물을 붓고 나서 냉각된 이후 잘 부서져서 제거될 수 있어야 한다.
- 중자도 앞서 언급한 바와 같이 주형과 비슷한 방법으로 만들어진다. 가장 오래된 방법은 규사를 유기결합재인 아마인유나 녹말, 텍스트린 등과 함께 롤러 혼합기에 넣고 섞어서 중자모래를 만드는 것이다. 이 모래를 중자모양으로 만든 상자 속에 채워 넣는다. 잘 부서지는 중자를 빼내서 200℃로 중자오븐에서 처리한다.
- 유성중자를 가열하는 오븐에서는 아크롤레인(acrolein)과 다른 알데하이드(aldehyde)가 작업장과 작업장 주위로 심각하게 방출된다. 과거 몇 년간 중자생산기술은 혁명적으로 개선되었다. 새로운 중자 생산 공정은 일련의 결합재의 개발에서 비롯된다. 어떤 결합재는 오븐으로 가열할 필요가 있고, 어떤 것은 스스로 가열하며, 가열하지 않는 결합재도 있다. 이런 시스템들은 중자를 만드는 기간 동안 공기오염물질을 배출할 수도 있고 안 할 수도 있지만 대부분 씻물을 부을 때나 진탕기를 통과할 때 공기오염물질을 발생시킨다.
- 대량생산을 하는 주조공정에서는 여러 내강을 가진 자동 중자 생산 기계를 이용한다. 중자 생산기계는 내강을 중자 주물사로 채우고 gas로 가열한 후 중자를 밀어낸다. 중자를 밀어낸 후 중자를 세정하고 수선한 후 코팅을 한다. 세정하는 과정에서는 손이나 칼, 또는 기계로 손질하기 때문에 분진에 노출될 수 있다. 작은 결합은 접합용 칼과 땀질용 합성물질을 이용하여 때문이다. 중자는 담금질이나 분무를 이용하여 코팅하는데 흔히 쓰이는 재료는 이소프로필 알코올을 용매로 한 파라핀이다. 모든 공정을 한 사람이 행할 수

있지만 큰 작업장에서는 혼합기 작업자, 중자 생산 작업자, 중자 마무리 작업자로 나눈다. 특수한 수지사용과 공기오염에 대해서는 분류해서 설명한다.

가) 규산 나트륨 염(sodium silicate system)

- 이 물질을 이용한 시스템은 1950년에 소개된 이후 널리 사용되고 있는데 작업자에게 건강의 위험이 적다. 중자 모래는 규산나트륨을 3~6, 규사를 100의 비율로 섞고 이외 몇몇 첨가제를 혼합한다. 중자상자를 채우고 난 후 중자모래에 이산화탄소를 통과시켜 굳힌다. 이 반응에 의해 탄산나트륨과 이산화규소 겔(sodium carbonate & silicon dioxide gel)이 형성되고 이것이 모래를 굳혀서 단단한 결합을 이루게 한다. 화학적 활성화제로서 지금 이산화탄소 대신 사용되는 것은 철규소(ferrosilicon), 붕소규소화나트륨(sodium silicon fluoride), 규산이칼슘(dicalcium silicate), 포트랜드 시멘트(portland cement), 글리세롤 삼아세트산염(glycerol triacetate), 디아세틴(diacetin) 등이다.
- 농축된 물유리와 강알칼리액을 다루는 근로자는 장갑, 앞치마, 보안경을 포함한 개인보호구를 갖추어야 한다. 화학적 활성화제도 주의가 필요하다.
- 중자상자를 통과한 이산화탄소는 개방된 작업장에서는 아무런 문제를 유발하지 않는다. 만약 공정이 밀폐된 공간에서 이루어지면 유의할 만한 정도의 이산화탄소가 존재할 수 있다. 이산화탄소를 중자 굳히는 데 사용하지만 열분해 산물은 췌물 붓기와 진탕 과정에서 배출된다. 유기 첨가제를 사용할 경우 일산화탄소와 기타 물질은 붓기 과정에서 배출된다. 아직 활성화제의 열분해산물을 완전히 기술하는 것은 어렵다.

나) 고열 상자법(hot box system)

- 이 과정에서는 페놀-포름알데히드, 우레아-포름알데히드, 퍼퓨릴 알코올 포름알데히드(phenol-formaldehyde, urea-formaldehyde, furfuryl alcohol formaldehyde) 같은 열경화성 수지(thermosetting resin)나 다른 화합물들을 촉매제와 함께 섞어 이들이 고열상자 속에서 굳을 수 있게 한다. 일반적으로 사용되는 혼합 비율은 모래 100, 수지 2, 촉매제 0.4로 한다. 염화암모늄이나 질산암모늄 같은 촉매제가 사용된다. 혼합기에서 모래, 수지, 촉매제를 섞은 다음 204~260℃로 가열된 주형 속에 주입한다. 압축된 중자모래 혼합물은 1~2분 내에 견고한 덩어리로 변한다. 중자는 덩어리 전체가 단단해질 수 있도록 냉각실로 이동된다. 이 기간 동안 유의한 양의 가스가 발생되기 때문에 국소배기장치가 필요하다.

- 모래와 혼합하기 전의 농축된 수지와 촉매제를 다룰 때에는 개인보호구를 갖추어야 한다. 이러한 조치는 우레아 페놀성 수지 모두에 대한 피부와 눈의 보호도 포함되어야 한다. 환기는 혼합기, 중자 만드는 장소, 냉각실을 비롯하여 씻물 붓는 장소, 진탕기 모두에 설치 및 가동되어야 한다.
- 고열 상자법을 수행할 경우에는 암모니아, 포름알데히드, 페놀, 퍼퓨릴 알코올 등의 공기오염물질이 배출된다. 배출물질은 사용되는 수지의 종류에 따라 다르다. 최근 미국 국립직업안전보건연구원(NIOSH)의 연구에 의해 적절한 노출기준이 마련되어 있다.

[표 II-39] 혼합, 주형, 중자작업 동안 고열 상자법에서 공기 중으로 방출되는 화학물질

화학물질	중자 유	퓨란 열상자	페놀성 열상자	셸(shell)
일산화탄소	?	?	?	?
포름알데히드	×	?	×	×
시아나화수소	○	○	○	?
암모니아	○	○	○	×
MDI	○	○	○	○
이산화황	○	○	○	○
황화수소	○	○	○	○
페놀	?	0	?	?
벤젠	?	?	?	?
톨루엔	?	?	?	?
퍼퓨릴 알콜	○	?	?	○
메탄올	○	?	?	○

* 자료원: Adapted from NIOSH(1985)

?: 작업환경에 존재 가능

○: 건강유해성을 고려할만한 충분한 양으로 보기 어려움

×: 잠재적 건강유해성으로 고려될만한 충분한 양이 존재함

다) 비가열법(no bake system)

- 오븐과 중자상가 가열과정을 없애려는 노력에 의하여 상온에서도 모래 - 수지 - 촉매제에 의하여 중자를 굳힐 수 있는 방법이 개발되었다. 이 방법은 독자적인 오염물질을 배출한다.

- 가장 흔한 방법이 퓨란 수지가 포함되었거나 또는 포함되어 있지 않은 상태의 페놀 수지가 사용하는 것이다. 산성 촉매제는 인산, 톨루엔 술폰산, 벤젠 술폰산, 황산(phosphoric, toluene sulfonic, benzene sulfonic, sulfuric acid)을 사용한다.
- 이소시아산과 결합한 페놀 수지가 사용되면 우레탄(urethane)이 형성된다. 이 방법에서는 촉매제로서 코발트, 나프텐산, 트리에틸아민, 디메틸 에틸라민(cobalt, naphthenate, triethylamine, dimethyl ethylamine) 등이 필요하다.
- 아민 촉매제 또는 고형제를 사용하는 에폭시 수지는 피부 감작제이며, 호흡기(폐) 감작제의 역할도 가능하다.
- 비가열법에 의한 공정에는 일련의 위험성이 존재한다. (1) 피부와 눈에 수지가 접촉되지 않도록 해야 한다. (2) 페놀-퓨란법에 사용되는 강산은 안전을 위해 주의가 필요하고, 사용 시 개인보호구를 갖추어야 한다. (3) 이소시아산에 노출되면 저농도에서도 천식이 유발될 수 있으며, (4) 에폭시 법에 사용되는 아민은 피부와 폐 자극제로 알려져 있다. (5) 모래-수지를 비율에 따라 덜어서 섞는 장소나 중자를 만드는 기계, 중자를 걸어서 저장하는 장소, 씻물 붓는 장소 진탕기 등에서 국소배기장치의 설치 및 가동이 필요하다. (6) 피부접촉을 최소화하고, 꼼꼼하게 다루며, 폐지를 작업대에 깔아서 사용한 후에 치우는 것도 중요하다. (7) 수지-촉매제를 사용할 때 사용한 기구는 다른 용도도 사용하는 것을 금하여 다른 작업장에 오염물이 전파되는 것을 막는다.

라) 셸 중자법(shell coremaking system)

- 이 방법은 셸 주형 만들기과 흡사하여 헥사메틸린 테트라민에 의한 피부접촉과 암모니아, 페놀, 포름알데히드 등에 의한 공기오염의 위험이 있다. 씻물 붓기와 진탕과정에서 열분해 산물은 다른 페놀 및 우레아를 이용하는 방법과 유사하다.

- 금속 주물(metal casting)

- 주물과정은 ① 투입할 금속을 준비하고, ② 사용할 용광로와 씻물 독을 미리 가열하고, ③ 용광로에서 투입한 금속을 녹이고, ④ 규산염과 산화물을 제거하기 위하여 용광로와 씻물 독에 용제를 첨가하고, ⑤ 금속성상을 향상시키기 위한 물질을 주입하고, ⑥ 용광로를 열고, ⑦ 씻물을 용광로에서

수령용 쇳물 독(receiving ladles)으로 붓고, ⑧ 이 쇳물을 용광로에서 쇳물 독(pouring ladles)에 붓고 나서, ⑨ 준비된 주형에 녹은 금속을 붓는 과정을 포함한다. 철과 비철 금속에 의한 주요 건강위해 요소는 독성 금속, 흙, 일산화탄소, 가연성가스, 열 피로(heat exhaustion)에 노출된다는 것이다. 금속 흙에 노출될 위험성은 표 II-5-19에 제시되어 있다.

[표 II-40] 금속용 흙이나 금속 붓기를 할 때 분진과 흙에 노출되는 빈도

금속	분진이나 흙	발생빈도
철과 강철	산화철	흔하다.
	납, 납이 포함된 철	흔하다.
	텔루리움	드물다.
	일산화탄소	흔하다.
	규사	흔하다.
	아크롤레인	드물다.
황동, 청동	구리	흔하다.
	아연	흔하다.
	납	흔하다.
	마그네슘	드물다.
	포스핀	드물다.
	규사	흔하다.
알루미늄	일산화탄소	흔하다.
	알루미늄	흔하다.
	마그네슘	흔하다.
마그네슘	불소	흔하다.
	이산화황	흔하다.
	아연	흔하다.
카드뮴	카드뮴	흔하다.
납합금	납	흔하다.
	안티몬	흔하다.
	주석	흔하다.
베릴륨	베릴륨	흔하다.
베릴륨-구리	베릴륨	흔하다.
우라늄	우라늄	드물다.

가) 용광로 금속용융(furnace melting)

1-1 개방형 용광로(open furnace)

- 역사적으로 대형 강철 주조공정에서 주괴(ignot)와 강철주물을 생산하기 위하여 개방형 용광로를 사용하였다. 이 생산단위에서는 10톤에서 600톤에 이르는 금속을 투입하는데 35~60%의 고철(scrap metal)과 여기에 균형을 맞추어 선철(pig iron)을 투입하였다.
- 개방형 용광로에 대한 중요한 신체적 위험은 열 피로와 일산화탄소에 노출되는 것이다. 용광로는 금속 흡에 의한 공기오염의 중요한 원인이 된다. 개방형 용광로가 여전히 사용되고 있지만 지난 20년간 급속히 줄어들어 지금 미국에서는 사용하고 있는 사업장이 많지 않다.

1-2 아크 용광로(arc furnace)

- 2~200톤을 다루는 전기 아크 용광로는 대형 강철주조 공정에서 개방형 용광로 대신 사용되고 있다. 용광로에는 주괴, 고철 및 필요한 합금을 투입한다. 3개의 탄소전극과 투입 금속 사이에 전기 아크를 걸어서 투입 금속을 가열하고 급속히 녹인다. 여러 가지 용제와 함께 슬래그(slag, 용광로 찌꺼기) 덮개가 형성되어 이것이 금속의 산화를 감소시키고, 금속을 정련시키며, 용광로의 천정이 심한 복사열에 의하여 손상받는 것을 막는다. 녹은 쇳물을 부을 때에는 전극을 올리고 용광로를 기울여서 수령용 쇳물 독에 붓는다.
- 용광로는 매우 많은 양의 금속 흡을 배출하여 작업장의 공기를 오염시킨다. 측방형보다는 밀폐식 후드장치에 기초한 국소배기장치가 흡 발생을 조절하는 데 효과가 있다. 슬래그 배출구의 후드와 쇳물 배출구의 후드는 반드시 있어야 한다. 금속 흡이 작업 중에 방출되기 때문에 큰 용량의 천정배기장치를 용광로 위에 설치하여야 한다. 다른 국소배기장치로는 응용한 캐노피형 후드가 있는데 이는 지붕에서 일부분을 뽑아서 장치한다. 이러한 장치를 설치할 때의 문제점은 공기세정작용, 즉 공기의 양은 많게 흡의 농도는 적에 하는 것이 어렵다는 데에 있다. 이와 함께 용광로에 전기 아크를 공급하고 단절시킬 때 발생하는 심각한 수준의 소음이 발생된다.

1-3 유도 용광로(induction furnace)

- 이 용광로는 비철금속과 합금강 주조에 널리 사용된다. 내화층이 물에 의해 냉각된 구리선에 의해 둘러싸여 있고, 이는 고주파의 전력을 공급받는다. 바깥쪽에 감겨있는 코일이 투입된 금속의 바깥층에 전류의 흐름을 유도하는

데 저항이 높기 때문에 급속히 가열되고 금속용융이 바깥에서 안으로 진행 된다.

- 금속 흙은 폐쇄식 후드에 의해 가장 잘 조절되는데 캐노피 후드나 희석식 환기도 자주 사용된다. 저합금강을 사용할 때는 캐노피 후드나 희석식 환기에 의해서도 적절히 조절될 수 있지만 비철금속을 위해서는 밀폐식 후드가 필요하다.

1-4 도가니 용광로(crucible furnace)

- 투입 금속이 녹아있는 도가니는 가스나 기름버너 또는 해탄(coke)에 의해 직접 가열된다. 도가니 용광로는 비철금속 합금을 위해 자주 사용된다. 주된 위험은 일산화탄소, 금속 흙, 버너 소음, 열 피로 등이다. 환기는 종종 용광로가 있는 지역에서 캐노피 후드에 의해 이루어지지만 용광로 주위에 유공 후드(perimeter slot hood)를 설치하는 것이 훨씬 조절하기 쉽다.

1-5 큐폴라(cupola)

- 미국에서 약 60%의 고철 주물은 큐폴라를 이용하여 생산한다. 이 방법이 고철과 선철을 유용한 금속으로 만드는 가장 경제적인 방법이다. 사용하는 금속이 회철(gray iron)이라면 마그네슘과 세륨(cerium)을 쇳물 독에 참가하면 유연한 철이 형성된다. 해탄과 석회석, 금속을 차례로 용광로에 투입한다.
- 큐폴라 공정에서 중요한 위험은 일산화탄소에 노출되는 것이다. 이는 특히 두 개의 큐폴라를 사용하다가 2차 공정에서 한 개를 수리할 때 가장 심하다 산화철 흙은 작업장에서 직접적인 문제를 일으키지 않지만 고철은 소량의 납, 카드뮴 등을 함유할 수 있기 때문에 이것에 의한 심각한 노출이 생길 수 있다.
- 큐폴라를 작동하고 수선하는 근로자에게는 심각한 열 피로가 유발될 수 있다. 쇳물 붓기를 한 장소에서 고정적으로 할 때는 쇳물 독을 다루는 근로자에게는 에어컨 장치를 설치할 필요가 있다. 복사열에 의한 부담을 줄이기 위하여 반사방어벽을 설치하는 것도 효과가 있다.

- 이동, 쇳물 붓기, 식히기(transfer, pouring, cooling)

- 주입용 쇳물 독에 붓는 동안, 따르는 동안, 주형에 쇳물을 붓는 동안 금속 흙이 발생하기 때문에 국소배기장치가 필요하다. 쇳물 붓기 공정의 환기를

위하여 2가지 접근 방법이 사용된다. 주형이 컨베이어로 전달될 때에는 국소배기장치가 설치된 고정된 장소에서 췌물 붓기를 한다. 만약 주형을 바닥에 놓고 췌물을 부을 때는 이동식의 후드를 갖추어야 한다.

- 특수한 금속을 주입할 때에는 용광로와 췌물 독에 가깝게 다가가야 하기 때문에 ① 고온, ② 금속 흠, ③ 소음과 함께 ④ 실수로 금속 용융액이 몸에 튀게 된다. 가장 최근에 사용하는 주입방법은 벨과 샌드위치법(bell & sandwich inoculation)으로 이러한 위험성을 감소시켰지만 여전히 주의가 필요하다. 강철의 절삭성(machinability)을 향상시키기 위해서 가장 흔히 주입되는 납은 주입 시 위험을 안고 있다. 어떻게 주입하느냐에 따라 20%에서 90%의 납이 공기 중으로 유출될 수 있다. 1.0 mg/m³의 납이 주입하는 근로자의 위치에서 노출될 수 있고, 췌물 붓기를 하는 위에 있는 조종실에는 고농도로 존재할 수 있다.
- 규산염에 의해 만들어진 물질과 산화물은 췌물 붓기를 하기 전에 제거되어야 한다. 이것을 위해 용제를 투입하며, 용제에 의해 생성된 슬래그를 제거하여야 한다. 금속 흠과 열 피로를 예방하기 위해서 근로자가 방열복을 입는 것과 함께 일정한 거리를 항상 유지하는 것이 중요하다. 일 부담이 심한 대형 사업장에서는 슬래그 제거가 원거리 조정법에 의하여 이루어진다.
- 용융된 금속을 직접 다루어야 하는 근로자는 알루미늄 의복과 색안경, 안면가리개, 헬멧 등의 개인보호구를 갖추어야 한다. 열 피로를 조절하기 위하여 공학적인 대책과 함께 일의 규칙에서도 조절이 중요하다. 근로자가 적응하는 데 최소한 일주일의 소요되기 때문에 더운 계절의 월요일과 휴가 후에 새롭게 일을 시작할 때는 주의가 필요하다.
- 크레인 작업자는 특수하게 노출되기 때문에 주의가 요구된다. 바닥에서 작업할 때 발생한 금속 흠이 천정 배기장치에 의하여 배출되기 때문에 고농도의 흠이 크레인에서 발생될 수 있다. 만약 원격 라디오 조정 크레인을 사용한다면 노출되지 않는다. 그러나 근로자가 크레인 내에 있을 때는 조종실을 폐쇄하고 신선한 공기를 공급해야 한다.
- 췌물 붓기를 마친 주형은 진탕기를 통과하기 전에 컨베이어에 실어 냉각장소로 보낸다. 이 장소에서 치명적인 양의 일산화탄소에 노출되는데 특히 해저탄이 주물사에 섞여있을 경우 심하다. 해저탄은 메탄(methane)을 형성하는데 이것이 타서 일산화탄소를 형성한다. 일산화탄소의 농도는 췌물 붓기를 할 때 가장 많고 그 이후 기하급수적으로 감소한다. 작은 회철주조공장에서 주형에 췌물을 부어 냉각하는 곳에서 200~300 ppm의 일산화탄소의

농도가 측정된 바 있다. 일산화탄소를 조절하는 방법은 환기가 되는 냉각터널을 통하여 주형을 냉각함으로써 가능하다.

- 매우 큰 주물을 만들 때 쇳물을 녹일 공간이 부족하면 뜨거운 발열성 가루를 사용하여 냉각속도를 줄인다. 이 발열성 가루는 알루미늄에 질산나트륨이나 칼슘 같은 산화제를 첨가하고, 반응을 조절하는 알칼리 금속의 불화물이 첨가되어 있다. 이 가루는 1800℃까지 이를 수 있으며 무거운 입자의 연기를 뿜는다. 이 과정은 완전히 연구되지 않았지만 분출되는 화학물질은 발열가루에 따라 다르다.

- 진탕 과정(shake out)

- 진탕 과정에서 주물을 싸고 있는 주형이 벗겨진다. 작거나 중간 크기인 주물은 진동하는 체에 놓이게 되는데 주물사는 체를 지나서 호퍼로 떨어지면 컨베이어에 실려 재생하기 위하여 보내지고, 틀은 주형 공정으로 보내지며, 주물은 세정하기 위해서 이송된다. 작은 주물은 틀에서 쳐내기(punch out) 방법에 의해 빼낼 수도 있다. 이 방법은 분진이 발생되지 않아 진탕법보다 좋다. 진탕법은 아직도 표면의 주물사와 중자를 제거하기 위하여 필요하다. 진탕과정은 덩고, 입자, 가스, 수증기, 소음, 진동 등에 심각히 노출되는 공정이다.
- 주조공정에서의 공기오염은 여러 보고 자료에 발표되어 있다. 주형과 중자를 위해 모래-수지법을 사용했을 경우 이러한 가스와 수증기가 발생하는데 이는 수지-촉매제의 구성성분을 반영한다. 만약 해저탄이 사용되었을 경우 일산화탄소에 심각하게 노출될 수 있다. 모래에 혼합된 독성 금속물질에 의한 노출이 있을 수 있다는 것도 자료는 없지만 문제가 될 수 있다.
- 환기방법은 측방식, 기저식 후드를 이용한 국소배기장치이다. 설계되어 밀폐된 자동진탕기를 작은 주물에 사용할 경우를 제외하고는 완전히 효과적이지 못하다. 일반적인 진탕시설을 대체하거나 효과를 증대하기 위해 많은 방법이 고려되었다. 진동을 이용하는 방법 대신에 물을 이용하는 방법이 사용되기도 하였다. 작은 주물은 텀블러(tumbler)에 넣어서 주물사를 제거하기도 한다. 유해물질 등에 노출되는 근로자를 줄이기 위해서는 퇴근 후에 작업하는 것이 권장된다.
- 주물에서 중자를 제거하기 위해서는 진탕기를 이용하거나 특수한 중자제거장치가 있는 장소에서 수행한다. 고압 수류를 이용하여 성공적으로 이 과정을 수행할 수도 있다.

- 세정과 마무리(cleaning & finishing)

- 진탕과정을 통과한 이후 주물을 마무리 공정으로 보낸다. 복잡한 중자는 중자의 형태와 생산속도에 따라 손이나 기계를 이용한 중자제거장치를 거친다. 진탕구, 상승구, 주입구 등의 튀어나온 금속은 해머의 날카로운 면으로 쳐서 제거하거나, 소각 또는 절단 슛돌을 이용하여 잘라낸다. 금속은 분사연마(sand blasting) 등에 의해 세정되고 대강의 마무리는 연마(grinding)나 치핑(chipping) 작업에 의해 이루어진다. 만약 주물이 깨끗하면 마무리과정에서 규사에 의해 노출되는 양이 적지만, 강철주조과정에서는 규사가 금속의 표면에 붙어서 일부가 트리디마이트(tridymite) 또는 크리스토파라이트(crystalite)로 바뀐다.
- 이런 과정에서 건강문제는 분진, 소음, 진동 등이 원인이 되며 규사분진이 세정과정에서 가장 위험한 요소이다.

- 관리 기술(control technology)

- 다른 공기 오염물질이 있다고 하더라도 규사와 일산화탄소가 가장 주된 건강장해 요인이다. 소음은 가장 중요한 물리적 피로 요소이다.
- 규사에 의한 위해는 모래의 물리적 상태, 화학적 구성 취급 방법에 의해 변한다. 모래는 처음에는 건조하기 때문에 섞는 과정에서 분진이 발생하는데 분진이 비록 적다고 할지라도 국소배기장치를 설치해야 한다. 이 단계를 지나서 습한 모래는 분진이 거의 발생되지 않는다. 주물을 제작한 후 모래는 잘 부서지고 분진이 발생되기 때문에 진탕과정에서 심각한 분진에 노출될 수 있다.
- 역사적으로 분진을 관리하는 방법은 ① 환기(control ventilation), ② 간접관리(housekeeping), ③ 습식 방법(wet method) 등이 있다. 저용량 고속채취 방법은 마무리 공정에서 연마나 치핑을 사용하는 빈도가 높아진다. 최근 비규사성 이형제를 규사가루 대신 사용하여 관리하기도 한다.
- 공정을 변경한 슈마허(schumacher)의 방법은 준비된 습한 주물사를 건조한 진탕기의 모래와 섞어서 분진을 저감한다. 영구불변의 주물방법이 소개된다면 규사 사용방법을 변화시켜서 분진에 대한 노출을 막을 수 있을 것이다.
- 소음은 중요한 문제로 공정별 노출 수준을 [표 II-5-20]에 수록하였다. 미국주조협회에서는 치핑과 분쇄연마기, 버너, 전기아크용광로, 진탕기, 주물 공정, 중자 및 주물기 컨베이어 등의 소음 조절에 대하여 최신의 견해를 발표한 바 있다.

- 주조공정에서 진동에 의한 레이노우드 증후군(vibration-induced white finger Raynaud's syndrome)의 발생에 대해서는 거의 조사되어 있지 않다. 미국 주물사업장 레이노우드 증후군이 세척과 마무리 공정에서 근무하는 근로자들이 최소 50%의 유병률을 차지하고, 잠복기도 1~2년으로 짧게 나타났다. 영국에서 발간된 리플릿에서는 주물 사업장에서 사용하는 진동기구에 의한 진동이 손에 전달되는 한계치는 제시하였다(Verma et al., 1982). Pearn & Kitchener(1977)은 이러한 문제를 최소화하기 위한 관리적 접근방법을 아래와 같이 제시하였다.

고위험 상황의 인지

진동을 최소화하는 도구의 재디자인

가능한 곳의 진동 격리대(vibration isolation pad)

작업 변경 방법의 도입

근로자 교육

진동에 노출되는 근로자의 채용 전, 정기 건강진단 실시

영향을 받은 근로자의 작업변경

[표 II-41] 주물공정에서의 소음 수준

작업공정	소음 수준(dBA)		허용노출시간	
	최소값	최대값	최소값	최대값
진탕기	105	115	1	0.25
고압공기소음	95	117	4	0.25
공기분출	100	120	2	0.25
텀블러	100	115	2	0.25
연마실	100	110	2	0.5
치핑, 연마	95	115	4	0.25
호퍼 진동기	95	115	4	0.25
주물기	95	115	8	0.25
혼합실	95	110	4	0.5
선풍기(근로자용)	90	95	8	4
모래멜빵	90	95	8	4
모래연마기	95	110	4	0.5
휠라이터	95	115	4	0.25
해머질	92	97	6	3

* 자료원: Adapted from AFS(1985)

3) 금속주조업에서 사용하는 기계·기구

○ 금속 용융 기계·기구

- 철강 주조업과 비철금속주조업 등 금속주조업에서 강철을 용융하는 로는 아래 표와 같이 다양함.

[표 II-42] 금속 용융로의 종류 및 내용

로 구분	내용
용선로(Cupola)	주철 생산용 용해로이며, 열원은 코크스를 사용
도가니로(Crucible Furnace)	도가니 속에서 금속을 용해하는 로, 열원은 중유, 가스, 전기 등을 사용
유리용해로(Smelting Furnace)	유리를 용해하는 로, 탱크로와 도가니 로로 대별됨
소둔로(Annealing Furnace)	금속을 적당한 온도로 가열한 뒤 냉각하여 열처리하는 로
균열로(Soaking Pit)	금속을 적당한 온도로 가열하여 원자배열을 균일하게 하는 열처리로
소입로(Hardening Furnace)	고온으로 가열한 금속재료를 급랭하여 경도를 높이기 위한 열처리로
가열로(Heating Furnace)	열처리를 위하여 금속재료를 가열하는 밀폐실로

※ 출처: 안전보건공단(2014). 2014 전국 사업장 작업환경실태조사 보고서

○ 연마·연삭기(Grinding Machine)

- 금속주조업의 마무리 공정에서 동력에 의해 회전하는 연마재 또는 연삭숫돌을 사용해서 금속 기타 가공물을 연삭하는 기계이며, 가공물을 기계적 장치로 이송하는 기계식 연삭기와 가공물을 손으로 이송하거나 또는 연삭기계를 손에 잡고 가공하는 자유식 연삭기 등으로 구분됨. 기계식은 평면, 원통, 내면, 만능, 센터디스, 공구, 나사, 치차 등의 연삭기계이며, 자유식은 탁상용과 휴대용으로 나뉨.



평면연삭기

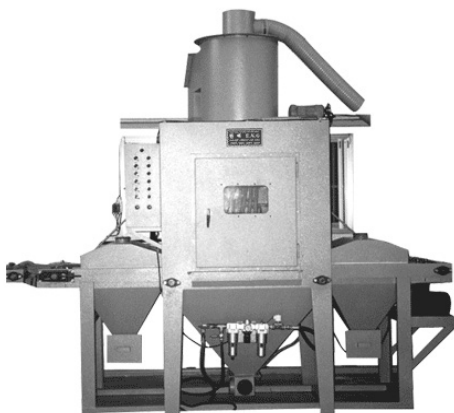


휴대용연삭기

※ 출처: 안전보건공단(2014). 2014 전국 사업장 작업환경실태조사 보고서

○ 샌드(숫)블라스트

- 주물(鑄物), 기타 금속제품 표면의 녹을 떼어내고 이물질을 제거하며 미세한 요철을 없애거나 돌에 문자를 조각하는 등의 목적으로 모래를 고속으로 뿜어 작업을 하는 모래 분사기임.
- 주물 등 금속제품의 표면을 마무리하기 위해 모래나 숫(그릿)을 압축공기로 뿜어서 가공하는 설비로 가공품의 표면에 붙어 있는 주물사·녹 등을 제거하고 미세한 요철면(凹凸面)을 가공함.



샌드 블라스트

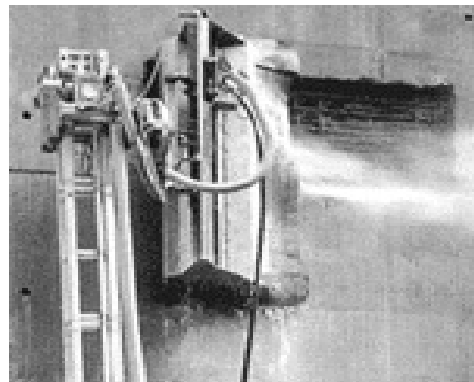
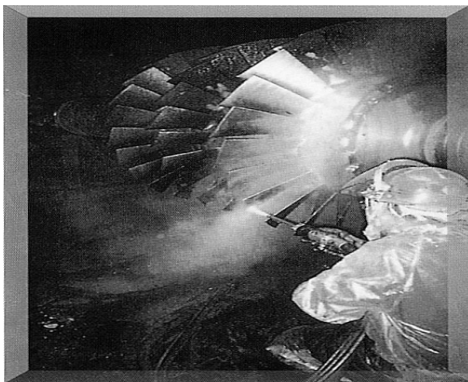


소형 숫 블라스트

※ 출처: 안전보건공단(2014). 2014 전국 사업장 작업환경실태조사 보고서

○ 연마제 또는 금속의 연마·주물·재단

- 연마제는 연마작업 때 사용하는 강도가 강한 물질로 쌀알 모양이거나 분말형태로 되어 있다. 종류로는 알루미나 등을 이용한 인조 연마제와 다이아몬드 등의 천연 연마제로 구분됨.
- 주물은 용해된 금속을 주형 속에 넣고 응고시켜서 원하는 모양의 금속제품으로 만드는 일 또는 그 제품을 말함. 뜨거운 쇳물을 견딜 수 있는 금속덩어리로 만든 주형에 중력·압력·원심력 등을 이용해 금속을 주입시켜 만들.
- 연마제 분사에 의한 연마는 아주 작고 단단한 연마재를 압축공기나 물, 증기 또는 원심력을 이용하여 물체 표면에 분사시켜 연마하는 것을 말하며, 금속표면의 코팅이나 산화피막, 녹 또는 광을 없애거나 주물, 용접, 조립과정에서 생긴 흔적, 제조 시 생긴 기계자국 등을 지우며 특수한 경우 금속표면 강도를 높이고 내 부식성을 크게 하기 위하여 사용됨.
- 종류로는 샌드 블라스트, 쇼트 블라스트, 발사연마, 분사연마 등이 있음.
- 연마, 광택내기, 버프연마는 금속의 마감공정으로서, 연마제를 사용하여 금속, 합금의 표면을 고르게 하고 흠, 스케일 가공으로 인한 자국을 없애는 작업공정으로서 연마제로는 숫돌, 다이아몬드, 산화알루미늄, 산화철, 산화크롬, 탄화규소 등의 가루가 쓰이며 물유리, 열경화성 수지, 셀락, 고무접착제로 휠(wheel)에 접착하고 휠을 고속으로 회전시켜 연마함.



연마제 분사작업

※ 출처: 안전보건공단(2014). 2014 전국 사업장 작업환경실태조사 보고서

○ 크레인 및 호이스트

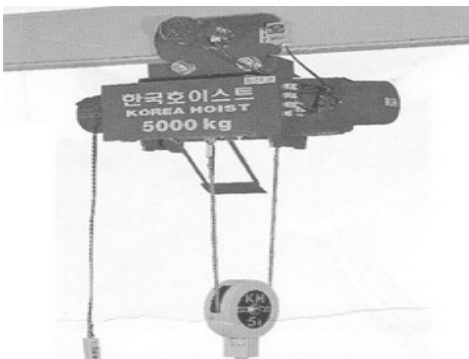
- 금속주조업의 주형, 중자, 마무리 공정에서 사용할 수 있으며, 크레인은 훅이나 그 밖의 달기기구를 사용하여 화물의 권상과 이송을 목적으로 일정한 작업 공간 내에서 반복적인 동작이 이루어지는 기계임.
- 천장주행크레인(Overhead travelling crain)은 주행 왕복대에 의해 레일 또는 트랙 위에 직접 지지되는 브리지 거더(Bridge girder)를 가진 크레인이고, 갠트리크레인(Gantry/portal bridge crane): 주행레일 위에 설치된 교각에 의해 지지되는 거더가 있는 크레인을 말함.
- 지브형 크레인은 지브나 지브를 따라 움직이는 크래브(Crab) 등에 매달린 달기기구에 의해 화물을 이동시키는 크레인이고, 호이스트(Hoist)는 화물을 들어 올리거나 들어서 1방향으로 이동시킬 수 있는 장비(상승, 하강, 이동)를 말함.



갠트리크레인



천장주행크레인



호이스트



지브형 크레인

※ 출처: 안전보건공단(2014). 2014 전국 사업장 작업환경실태조사 보고서

○ 지게차

- 금속구조업에서 사용될 수 있는 지게차는 포크(Fork), 램(Ram) 등의 짐을 적재하는 장치와 이것을 승강시키는 마스트(Mast)를 구비한 하역자동차를 말함
- 구동륜의 형태에 의한 분류는 단륜식(기동성을 위주로 사용되는 지게차로서 앞바퀴가 1개)과 복륜식(중량이 무거운 화물을 들어 올릴 때 사용하는 지게차로서 앞바퀴가 2개이고, 안쪽 바퀴에 브레이크가 설치)으로 구분됨.



지게차

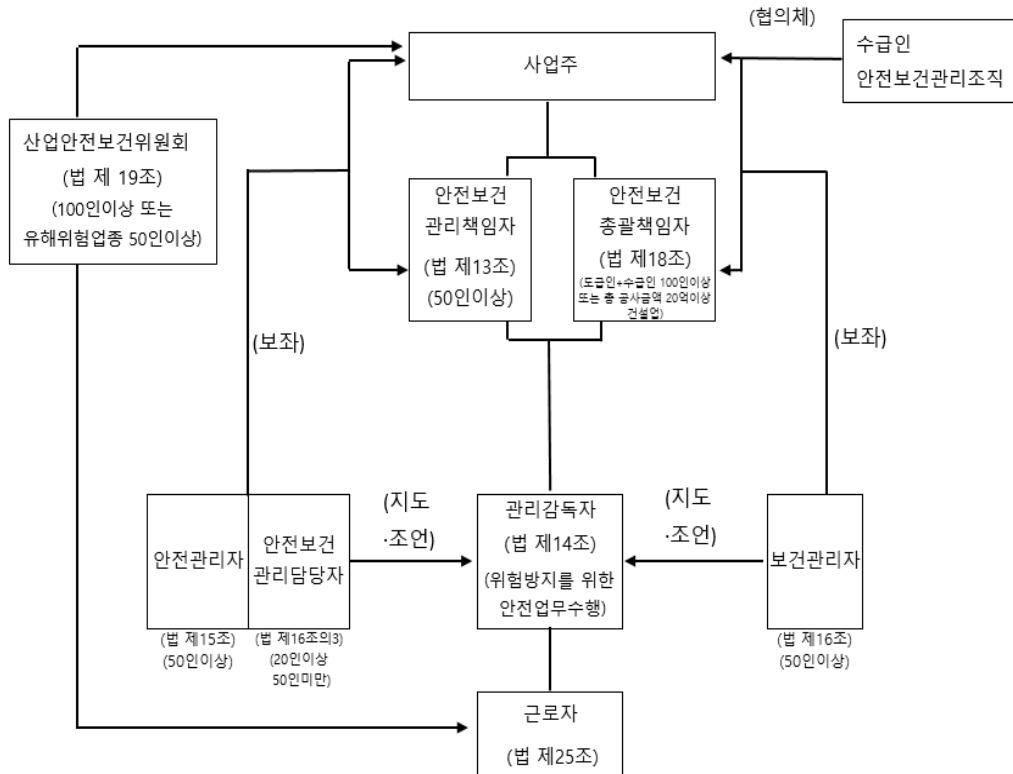
※ 출처: 안전보건공단(2014). 2014 전국 사업장 작업환경실태조사 보고서

6. 금속주조업의 특성 요약

- 금속주조업은 용융된 금속을 미리 준비한 주형에 부어 원하는 형태의 주물을 만드는 금속 성형작업임. 주물공장은 쇠만을 이용한 작업인 주철주물, 강을 이용한 주강주물, 여러 가지 비철금속을 이용한 비철주물로 구분되며, 거주지에서 떨어진 산업단지에 분포하며, 공정이 단순하고 자동화되어 공장 규모에 비해 근로자의 수가 적은 편임.
- 주물품을 제조하는 금속주조업은 대부분 50인 미만의 소규모 사업장으로 영세하고 좁은 공간에서 다수의 용해로, 쇼트기, 절삭기 등 관련 기계가 밀집하여 가동되고 있음. 작업환경이 매우 열악하여 3D업종으로 간주되어 취업을 기피하는 업종임.
 - 용융시키는 금속과 용해로의 종류, 주형의 재료 등에 따라 약간의 차이가 있지만 주철주물, 주강주물, 비철주물을 제조하는 방법은 ① 용해 공정, ② 주입(주탕) 공정, ③ 조형(수작업, 기계작업) 공정, ④ 형해체 공정, ⑤ 모래처리 공정, ⑥ 마무리작업 공정(연마 등 깎기, 탕구 등 절단, 용단) 또는 후처리, 사상공정으로 구분됨.
- 금속 주조작업에는 원재료 등을 운반하기 위한 래들, 대차, 지게차, 크레인 등이 사용되며, 위험기계·기구인 쇼크기, 연삭기, 탁상용 드릴기, 전동드릴 등도 사용됨.
- 원재료 등의 중량물을 취급하고 사업장 규모가 크지 않아 안전이 취약하다 보니 구인난을 겪고 있음. 이에 따라 안전 및 보건에 대한 특별 관리가 필요함. 또 작업에 요구되는 기술 수준이 높고 능력 있는 기능인을 고용하려면 인건비 부담도 커서 우수한 인력을 안정적으로 확보하기 어려움. 이에 따라 기술력이 부족하지만 인건비가 저렴한 외국인 근로자를 사용하는 경우도 있음.
- 작업 및 점검·보수 시 끼임에 의한 안전사고가 많이 발생하고 있으나, 업종 특성상 대량 생산으로 안전·보건에 관련된 예방 대책이 미흡하며, 유리 규산 등 광물성분진과 같은 다양한 입자상의 분진, 소음, 진동과 근골격계 질환의 원인이 되는 중량물 취급 및 반복 작업 등 많은 유해·위험 환경에 노출되어 있음.

7. 금속주조업의 안전보건체계

○ 금속주조업의 안전보건관리를 위한 체계도는 아래 그림과 같음.



[그림 II-12] 사업장 안전보건관리 체계도

○ 금속주조업의 안전보건조직 및 위원회에 대한 세부내용은 아래 표와 같음.

[표 II-43] 금속주조업의 안전보건관리체계 별 세부내용

항목	세부내용
안전보건관리책임자 (법 제13조 제1항)	- 상시 근로자 50인 이상인 사업장의 경우 자율적인 재해예방활동을 촉진시키기 위하여 당해 사업을 실질적으로 총괄·관리하는 자를 안전보건관리책임자로 선임·보고하고 산업안전보건업무를 총괄·관리하도록 하여야 함
관리감독자 (법 제14조 제1항)	- 부서단위에서의 산재예방활동을 촉진시키기 위해 경영조직에서 생산과 관련되는 당해 업무와 소속 직원을 직접 지휘·감독하는 부서의 장이나 그 직위를 담당하는 자를 관리감독자로 지정하여 당해 직무와 관련된 안전·보건상의 업무를 수행하도록 하여야 함
안전관리자 (법 제15조 제1항)	- 상시근로자 50인 이상인 사업주는 사업장에 안전관리자를 두어 제13조제1항 각 호의 사항 중 안전에 관한 기술적인 사항에 관하여 사업주 또는 관리책임자를 보좌하고 관리감독자에게 조언·지도하는 업무를 수행하게 하여야 함 - 안전관리자의 자격은 산업안전(산업)기사, 건설안전(산업)기사 등이며(시행령 별표4), 안전관리자를 두어야 할 사업의 종류·규모, 안전관리자의 수 및 선임방법은 시행령 별표 3에서 구체적으로 규정함
보건관리자 (법 제16조 제1항)	- 상시근로자 50인 이상인 사업주는 사업장에 보건관리자를 두어 제13조제1항 각 호의 사항 중 보건에 관한 기술적인 사항에 관하여 사업주 또는 관리책임자를 보좌하고 관리감독자에게 조언·지도하는 업무를 수행하게 하여야 함 - 보건관리자의 자격은 의사·간호사·산업위생지도사·산업위생관리기사 자격을 취득한 자 등(시행령 별표6)이며, 보건관리자를 두어야 할 사업의 종류·규모, 보건관리자의 수 및 선임방법은 시행령 별표5에서 구체적으로 규정함
안전보건관리 담당자 (법 제 16조의 3)	- 상시근로자 20인 이상 50인 미만 사업장에는 안전·보건에 관하여 사업주를 보좌하고 관리감독자에게 조언·지도하는 업무를 수행하는 안전보건관리담당자를 선임해야 함
안전보건총괄책임자 (법 제18조 제1항)	- 같은 장소에서 행하여지는 사업으로서 수급인과 하수급인에게 고용된 근로자를 포함한 상시근로자 100명 이상인 사업주는 그 사업의 관리책임자를 안전보건총괄책임자로 지정하여 자신이 사용하는 근로자와 수급인이 사용하는 근로자가 같은 장소에서 작업을 할 때에 생기는 산업재해를 예방하기 위한 업무를 총괄관리 하도록 하여야 함
산업안전보건위원회 (법 제19조 1항 및 5항)	- 상시 근로자 50인 이상인 경우, 사업주는 산업안전·보건에 관한 중요사항을 심의·의결하기 위하여 근로자와 사용자가 같은 수로 구성되는 산업안전보건위원회를 설치·운영하여야 하며, 산업안전보건위원회가 심의·의결 또는 결정한 사항을 성실하게 이행하여야 함



주요 유해·위험 요인

1. 작업환경 요인

- 금속 주조업을 작업공정별로 분류하면 6개로 구분할 수 있음. 공정별 유해 인자는 다음과 같음.

1) 용해

용해 공정은 금속재료를 용해로에 투입하여 용해된 금속에 탈산, 탈가스 처리를 한 후에 용융금속 표면의 산화물이나 부유물 등을 제거하고 쇳물을 떠서 붓는 작업임. 용해작업에서 중요한 일들 중의 하나가 용해온도를 관리하는 일인데 용해온도는 주물의 재질이나 주조성에 큰 영향을 주기 때문에 각기 용해재료에 따라서 적절한 용해온도가 결정됨. 예를 들면 주철은 1350~1500℃, 주강은 1540~1650℃, 청동주물은 1150~1300℃, 황동주물은 1030~1200℃임.

○ 금속 흡

- 금속류를 가열시켜 용해시키면 그 표면으로부터 금속 흡이 발생되어 공기 중에서 금속 또는 그 산화물인 미립자, 즉 흡이 됨. 각 금속 흡의 발생은 어느 것이나 용탕온도의 상승에 따라서 증가함. 그러나 각 금속 흡의 발생상황은 차이가 있으며 아연 흡이 심하게 다량으로 발생되고 연, 동 및 구리(주석)흡의 순으로 발생됨. 그리고 카드뮴은 합금성분 중 불순물로서 미량 존재하지만 무시해서는 안 되는 유해인자임.

○ 고열

- 용해작업의 경우 고열이 문제가 되는 것은 ① 용해로 주변벽면으로부터의 복사열 ② 용탕 각반, 용탕온도 측정 등을 위해 로의 뚜껑을 열었을 때 용탕면에서의 복사열 ③ 용해로부터의 용탕을 떠낼 때 용탕류로부터의 복사열 ④ 대

형로에 있어서 슬러지로부터의 복사열 ⑤ 용해로 개봉 시 유입되는 산소로 인해 뿜어내는 불꽃에 의한 복사열 ⑥ 용해로와 그 주변에서 발생하는 열기류 등임.

[표 III-1] 용해 공정에서 발생하는 유해인자

작업공정	작업내용 및 주물재료	작업부하인자										유기화합물	소음	고열
		분진	금속흡							유해가스				
			납 Pb	망간 Mn	철 Fe	카드뮴 Cd	알루미늄 Al	아연 Zn	구리 Cu	기타	CO			
용해 작업 공정	주철주물	○			○									○
	주강주물	○		○									○	○
	동합금주물	○	○			○		○	○	○				○
	경합금주물	○					○			○		○		

※ 출처: 안전보건공단(1999). 사업장 보건관리를 위한 업종별 산업보건편람

2) 주입(주탕)

주입 공정은 용융금속을 조형에 주입하는 작업이며 이 작업 시 용융금속의 주입온도, 주입속도, 주입시간 등은 좋은 제품을 만들기 위한 중요한 요소가 됨.

○ 광물성 분진

- 주물은 모래와 관계가 깊어서 모든 공정에서 다양한 분진이 발생됨. 분진의 종류, 입자직경 등에 따라서도 다르지만 일반적으로 주물사와 같은 경우 3~5%의 수분을 첨가하는 것이 분진 발생 방지에 효과가 있다고 함. 주형의 수분 함유량은 주입금속에 따라 다른데 주철용 주형은 3.7~7.5%, 동합금용 주형은 6.4~8.7%, 경합금용 주형은 3.0~6.5%가 함유되어 있으며 이 주물사의 수분에 의해 조형작업에서의 분진 발생을 비교적 억제할 수 있음. 금속 주조에서 분진은 석영을 중심으로 결정형규산이 많이 함유됨.

○ 유해가스 및 유기화합물

- 주철, 주강용 사형일 경우에 일정한 강도를 얻기 위한 점결제로서 전분, 당밀 등 유기질의 재료를 혼합함. 따라서 주입 작업 시 점결제의 열분해에 의한 일산화탄소 등의 유해가스가 발생하며 주입 직후에는 사형 표면에서의 일산화탄소의 농도는 높음. 또한 특수사형인 경우 사형의 점결제로서 페놀 수지, 프렌 수지 등이 쓰이고 있기 때문에 주입 시에는 열분해에 의한 포름알데히드, 페놀류 등의 유해가스가 발생함.

○ 고열

- 주입작업에 있어서는 ① 용탕류에서의 복사열 ② 주입을 마친 형으로부터 발생하는 열기류 등이 있음.

○ 금속 흡

- 금속을 용해시킨 후 주입할 경우에도 금속 흡이 발생되어 공기 중에 아연, 망간, 철 등의 금속 또는 미립자가 발생됨.

○ 근골격계 부담작업

- 용융금속을 조형에 주입하는 작업을 수동으로 작업할 경우 중량물로 인한 신체부담과 부적절한 작업자세로 근골격계에 부담이 됨.

[표 III-2] 주입 공정에서 발생하는 유해인자

작업공정	작업내용 및 주물재료	작업부하인자											유기 화합물	소 음	고 열
		분진	금속흡								유해가스				
			납 Pb	망간 Mn	철 Fe	카드뮴 Cd	알루미늄 Al	아연 Zn	구리 Cu	기타	CO	포름알데 히드 외			
주입작업 공정	주철, 주강주물	○		○	○						○				○
	비철주물	○	○			○	○	○	○	○					
	특수주물	○									○	○			

※ 출처: 안전보건공단(1999). 사업장 보건관리를 위한 업종별 산업보건편람

3) 조형

조형 공정은 주틀 안에 목재 또는 금속재인 제품주형을 고정시키고 주물모래를 골고루 채운 후 수작업으로 할 때는 다지는 붓으로 세게 쳐서 굳혀가며 조형하고 기계작업으로 할 때는 기계조형기 등을 사용하여 압축공기압 또는 유압을 이용해서 조형하는 작업임.

○ 유기화합물

- 주물사가 주물의 표면에 달라붙는 것을 방지하고 제품의 외형을 아름답게 하게 하기 위하여 주형의 표면에 제형제를 도포하는데 이 도포제로는 주로 메탄올 등의 유기화합물에 흑연분말, 운모분말 또는 흑미(흑연에 목탄분을 혼합)등을 분산시킨 것이 쓰임. 이 도포제를 사형이나 발포스티롤 등의 모형표면에 도포하는 작업에서는 작업자 자신이 고농도의 유기화합물 증기에 노출될 수 있음.
- 특히, 조형공정에서 상당량의 벤젠과 벤조(a)피렌이 노출될 수 있다는 연구가 발표된 바 있어 벤젠 노출 가능성이 여전히 높음.

○ 근골격계 부담작업

- 주물모래를 채우는 작업, 다지는 붓으로 수작업 또는 기계로 조형을 할 경우 부적절한 작업자세로 근골격계에 부담이 됨.

[표 III-3] 조형 공정에서 발생하는 유해인자

작업공정	작업내용 및 주물재료	작업부하인자										유기 화합물	소 음	고 열
		분진	금속함							유해가스				
			납 Pb	망간 Mn	철 Fe	구리 Cd	알루미늄 Al	아연 Zn	구리 Cu	기타	CO			
조형작업 공정	조형 작업	○												
	도포작업												○	

※ 출처: 안전보건공단(1999). 사업장 보건관리를 위한 업종별 산업보건편람

4) 형해체

형해체 공정은 주입된 주물이 일정시간 방치되는 동안에 응고되면 주물을 주형으로부터 꺼내고 형틀과 모래를 나누는 작업임. 이 작업방법에는 무수주형을 손으로 파쇄시켜 주물을 꺼내는 방식과 주형반송정반이나 컨베이어 대위에서 무수주형이 셰이크 아웃(shake out)머신이나 컨베이어 위에 직접 떨어지는 덤프방식 등 여러 가지 방식이 있음.

○ 광물성 분진

- 형해체 작업에서는 주입된 용융금속에 의해 주형 속의 수분 함유량이 현저하게 감소하고 또한 주물이 완전히 굳지 않았을 경우에는 주물의 열에 의해 열상승기류가 생겨 작업환경 중으로 분진의 비산작용이 촉진되기 때문에 분진발생이 심해짐.

○ 근골격계 부담작업

- 주물을 주형으로 꺼내거나 형틀을 분리하는 작업을 할 경우 중량물로 인한 신체부담과 부적절한 작업자세로 근골격계에 부담이 됨.

[표 III-4] 형해체 공정에서 발생하는 유해인자

작업공정	작업내용 및 주물재료	작업부하인자										유기 화합물	소 음	고 열
		분진	금속흡							유해가스				
			납 Pb	망간 Mn	철 Fe	구리 Cd	알루미늄 Al	아연 Zn	구리 Cu	기타	CO			
형해체 작업	형해체 작업	○												

※ 출처: 안전보건공단(1999). 사업장 보건관리를 위한 업종별 산업보건편람

5) 사(모래)처리

사처리 또는 모래처리 공정은 형을 해체한 후에 주물모래를 폐기용과 재생용으로 분리하는 작업으로 재생용 모래에는 점토, 수분 등을 적당량 배합해서 섞게 되며 재생 모래의 점도상태에 따라서는 새 모래를 가해서 섞기도 함.

○ 광물성 분진

[표 III-5] 사처리 공정에서 발생하는 유해인자

작업공정	작업내용 및 주물재료	작업부하인자										유기 화합물	소 음	고 열
		분진	금속흡							유해가스				
			납 Pb	망간 Mn	철 Fe	카드뮴 Cd	알루미늄 Al	아연 Zn	구리 Cu	기타	CO			
사처리 작업공정	모래처리 작업	○												
	그라인더 작업												○	

※ 출처: 안전보건공단(1999). 사업장 보건관리를 위한 업종별 산업보건편람

6) 마무리

마무리 공정의 경우 주형에는 특수한 경우를 제외하고는 대개 끼워져 있는 고정틀과 심지가 있고 주틀인 맞춤면이 있는데 이 두 면이 완전히 밀착되어 있지 않는 경우에는 용탕이 그 틈새로 흘러 들어가서 응고된 후에 부스러기 쇠가 덕지덕지 붙어 있으므로 이것을 제거하는 연삭작업이 이 공정의 주요 작업임. 또한 경합금, 동합금주물의 대부분과 주강, 주철의 일부에서는 탕구, 압탕 부분을 주로 절단하여 분리시키는데 주강에서는 비교적 큰 압탕을 필요하며 재질이 끈기가 있어서 깨어 부수는 일은 곤란할 뿐만 아니라 절단하는 방법도 능률적이지 못하기 때문에 일반적으로 산소, 아세틸렌 등의 가스용단이 가장 널리 이용되고 있으며 고크롬합금강 등에서는 분말용단(파우더커팅)법이 이용됨.

○ 소음 및 광물성 분진

- 그라인더 작업은 작업자가 반제품을 직접 잡고 연마 등을 하기 때문에 작업위치가 소음 및 분진 발생원에 대단히 가까워서 영향이 크며 또 마무리 작업장에서의 작업은 작업자 간의 거리가 인접해 있게 되면 소음 및 분진 발생원끼리 서로 상승시키는 역할을 함.

[표 III-6] 마무리 공정에서 발생하는 유해인자

작업공정	작업내용 및 주물재료	작업부하인자										유기화합물	소음	고열
		분진	금속흡							유해가스				
			납 Pb	망간 Mn	철 Fe	카드뮴 Cd	알루미늄 Al	아연 Zn	구리 Cu	기타	CO			
마무리 작업 공정	용단, 가우징 작업	○		○	○									
	주강, 열처리 작업													○

※ 출처: 안전보건공단(1999), 사업장 보건관리를 위한 업종별 산업보건편람

7) 기타

○ 정비작업

- 주기적으로 주형과 설비에 대한 정비를 하게 되며, 주로 작업이 없는 심야나 휴일에 정비 작업이 진행됨. 주형이나 기계에 쌓인 먼지를 털어내면서 고농도의 분진에 노출 가능성이 있음. 또한 금속흡이 포함된 분진이기 때문에 중금속 노출도 가능함. 주형을 감싸는 보온재를 제거하고 충전하는 작업을 하면서 섬유상물질에 다량 노출될 위험이 있음. 이처럼 정기적인 작업 이외에 정비작업을 하면서 유해물질에 고농도로 노출될 위험이 있어 반드시 국소배기장치를 가동하여 작업하도록 하고, 호흡보호구를 착용해야 함.

○ 섬유상물질 관리

- 고온의 공정 특성상 세라믹울과 같은 보온재를 다량 사용함에 따라 섬유상물질 등에 노출될 가능성이 높아 이에 대한 관리가 필요함. 특히 섬유상물질은 호흡기를 통한 노출뿐만 아니라 피부를 통한 노출도 가능하기 때문에 작업 중 간이나 작업 후 오염물질 제거를 위한 샤워시설을 갖추고 운영하는 것이 바람직 함.

○ 도장 및 건조

- 도장 및 건조의 경우, 다량 다종의 화학물질(도료, 희석제 혹은 신너, 경화제, 세척제 등)을 사용하므로, 반드시 국소배기시설을 설치하여 작업 시 가동하도록 하고, 얼굴에 밀착될 수 있는 방독마스크를 착용하여야 함.

○ 금형정비

- 금형정비 역시 용접과 같은 작업을 많이 수행하므로 작업 시 국소배기장치를 가동하도록 하고, 용접흡 노출을 관리할 수 있는 방진마스크 등의 호흡용보호구를 착용하여야 함.

2. 작업조건 요인

1) 신체 부담작업

- 금속주조업의 용해, 주입, 조형, 형해체, 사처리, 마무리 등 대부분의 공정에서 인력으로 각종 기계와 장비를 취급하는 경우 장시간 입식 작업과 부적절한 작업 자세, 단순 반복작업 등으로 근골격계질환의 위험이 있음. 또한 대부분의 공정에서 원재료나 완성품을 인력으로 운반하는 경우 중량물 취급 등 무리한 동작으로 요통의 위험이 있음.

2) 야간작업

- 금속주조업의 근로자는 기본적으로 주·야간 교대작업을 수행함. 2교대 또는 3교대 형태가 대부분임. 야간근무로 인해 수면 장애, 우울증, 변비, 설사 등 소화기계 질환, 뇌졸중, 관상동맥질환 등 심혈관 질환, 대사증후군 등의 발생위험도가 높아질 수 있음.

3. 건강문제 요인

1) 유해인자별 건강문제 요인

- 금속주조업의 주물공정은 선철 또는 고철을 용해시켜 모래입자, 점결제, 수분, 첨가제를 섞은 주물사로 조형 틀에 용탕을 주입시키고, 주물사를 제거하는 탈사공정을 거쳐 제품을 가공 처리하는 마무리 공정으로 이루어져 있음. 특히 주물업종의 경우 산업재해에 취약한 소규모 사업장이 많고, 일부 사업장의 경우 산업안전 및 보건관리의 상태가 부적합한 조건에서 오랜 기간 운영되고 있음. 특히 주물사업장 현장 공정에서는 유리규산, 호흡성 분진, 금속성 흙, 유기용제, 고열, 진동, 일산화탄소(CO), 전리방사선, 독성 금속, 방향족 탄화수소, PAHs, 결정형 실리카, 포름알데히드 등 다양한 형태의 유해인자가 배출되는 것으로 보고됨(Burgess, 1995; Chen et al., 1992; Cooper et al., 1993; EPA, 1999; Gomes et al., 2001; Guenther et al., 1995).

(1) 물리적 유해인자

- 금속주조업에서 발생하는 물리적 유해인자로는 앞서 언급한 바와 같이 소음, 진동, 고열 및 유해광선 등이 있음.

[표 III-7] 금속주조업의 물리적 유해인자별 건강장해

유해인자	건강장해
소음	· 아크 용융로, 주형기기, 모래털기, 연마(마무리 작업)가 대표적인 소음 발생 공정임. 이외에도 많은 공정에서 소음이 발생 · 청력 손실과 대화 방해 가능
진동	· 모래털기, 호이스트 트럭, 컨베이어 이송, 천장 크레인, 유압식 공구 등이 전신진동을 유발 · 연마기, 끌, 망치, 유압식 공구에서 국소진동이 발생
고열	· 용융과 주입작업에서 복사열과 대류열에 의한 고온 환경이 유발 · 주형과 심재의 가열, 국자의 예비가열도 고열 발생원 · 용융로나 국자로 슬래그를 제거하거나 용융금속 근처의 작업자(용융로 작업, 주입작업, 크레인 작업)가 주로 노출
유해광선	· 용융금속과 관련된 모든 공정(큐폴라, 주입작업장)과 전기로의 아크에서 자외선 및 적외선이 발생

※ 출처: 안전보건공단(2000). 산업위생핸드북

(2) 화학적 유해인자

- 금속주조업에서 발생하는 화학적 유해인자로는 광물성 분진에 포함된 결정형 규산과 금속 분진 및 흙, 유기화합물로서 아민류, 암모니아, 벤젠, 톨루엔, 크실렌, 포름알데히드, 디페닐메탄다이소시아네이트, 다핵방향족탄화수소, 황산화물 및 황화수소 등이 있음.

[표 III-8] 금속주조업의 화학적 유해인자별 건강장해

유해 인자	건강장해
결정형 규산	· 주된 발생공정은 모래주형작업, 주형에서 주물을 꺼내는 주형해체작업, 주물을 다듬는 마무리 작업 · 마무리 작업에서 유압식 끌, 이동 연마기, 블라스팅, 뒤집기 작업 시 다량의 먼지가 발생 · 폐의 섬유화는 직경이 10μm 이하의 호흡성의 결정형실리카가 폐에 침착됨에 따라 서서히 진행되어 규폐증 유발 가능 · 폐의 섬유화가 진행되면서 점점 숨이 차고, 잦은 기침이 발생
금속 분진 및 흙	· 금속먼지는 용융로에 금속을 장입할 때, 주물을 다듬질할 때 많이 발생 · 금속 흙은 금속의 용융작업이나 용융금속을 주형에 부을 때 발생 · 주물공장에서 납이 유해인자가 될 수도 있는데 납을 용융할 때나 스크랩이 납에 오염되어 있을 때도 문제가 되지만 비철주물공정 중 납이 함유된 동합금 주물생산에서 노출된다. 납중독의 초기 증상은 매우 비특이적이며, 피로, 창백 현상, 수면장애, 소화기관장애가 발생. 또한 심한 복통이 올 수 있으며 중추신경계장애, 빈혈, 말초신경염, 신장장애로 발전 가능 · 산화아연에 노출되면 금속열이 발생하는데 산화구리, 산화망간에 노출되어도 유발 가능 · 6가 크롬(미량이 합금원소로 사용될 경우)이나 니켈, 베릴륨(비철주물작업에 사용)등 발암성 금속에 노출 가능
일산화탄소	· 모래의 바인더성분이 분해할 때와 탄소함유물질이 용융금속과 접촉하여 분해될 때 고농도로 발생 · 특히 용융로에 금속을 장입하고 예비 가열 할 때와 용융할 때 용융금속을 주형에 주입할 때, 국자질 할 때 많이 발생 · 일산화탄소 중독증이 발생할 수 있고, 두통, 어지럼, 정신 혼란 등의 급성증상을 유발
아민류	· 트리에틸아민(TEA)와 디메틸에틸아민은 cold-box 주형작업에서 촉매로 사용 · 아민류는 휘발성이며 가연성임. 눈과 폐를 자극
암모니아	· 심재(core)에 질소함유 유기 바인더가 있을 경우와 핵사메틸렌테트라민을 촉매로 사용하는 경우 열분해되면서 발생 · 눈과 기관지를 자극하며 고농도인 경우 장기적인 폐질환과 눈의 손상이 가능

유해 인자	건강장해
벤젠, 톨루엔, 크실렌	· 용융금속을 주입할 때 유기물질이 분해되면서 벤젠을 포함한 여러 방향족 탄화수소가 발생 · 벤젠은 발암성물질이며, 톨루엔과 크실렌은 심재 세척 시 사용
염소 가스	· 비철주물, 특히 알루미늄 주물에 탈가스를 할 목적으로 사용 · 눈과 기관지계를 자극하며 고농도에 노출되면 천식과 폐렴 발생 가능
포름알데히드	· 포름알데히드는 우레아, 페놀, 퍼프릴 알코올과 같이 레진형의 바인더에 사용 · 피부, 눈, 기관지계를 자극하며 천식과 기관지염 유발 · 접촉성 피부염 및 알레르기를 일으키는 감작제이며 발암성 물질
디페닐메탄디이소시아네이트(MDI)	· 이소시아네이트의 폴리머 형태가 우레탄 cold-box나 no-bake 바인더를 이용할 때 사용 · 주로 주입, 냉각, 형해체 작업에서 발생 · MDI는 눈, 기관지계, 피부를 자극하며 기관지염, 천식, 구토와 복통을 유발
다핵방향족탄화수소	· 철을 모래주형에 부을 때 저온에서 파괴건류가 진행되면서 benzo(a)pyrene, na phthalene, perylene 같은 다핵방향족탄화수소가 발생 · 방향족 탄화수소 성분은 발암성물질로 알려짐
황산화물 및 황화수소	· 아황산가스를 비롯한 황산화물을 용융로에 황이 많이 함유된 원료를 장입할 때 발생하고, 마그네슘 주물을 만들 때도 발생 · 황화수소는 황이 함유된 슬래그를 물로 식힐 때(Quenching) 발생 · 페놀-포름알데히드 바인더나 푸란 바인더형에 아릴술포닉산이 있는 촉매가 주입될 때는 아황산가스 및 황화수소가 발생

※ 출처: 안전보건공단(2000). 산업위생핸드북

○ 금속주조업에서 노출될 수 있는 화학물질과 그에 따른 유해성, 위험성은 주로 다음과 같음.

번호	화학 물질명	유해성, 위험성	유해성, 위험성 내용
1	1-브로모프로판	심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분2 발암성: 구분2 생식독성: 구분1B 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(마취작용) 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극) 특정표적장기 독성(반복 노출): 구분2 만성 수생환경 유해성: 구분3	눈에 심한 자극을 일으킴 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음 졸음 또는 현기증을 일으킬 수 있음 암을 일으킬 것으로 의심됨 태아 또는 생식능력에 손상을 일으킬 수 있음 장기간 또는 반복 노출 되면 신체 중 간, 중추신경계에 손상을 일으킬 수 있음 장기적인 영향에 의해 수생생물에 유해함
2	2-디에틸아미노에탄올	인화성 액체: 구분3 급성 독성(경구): 구분4 급성 독성(경피): 구분4 급성 독성(흡입: 증기): 구분3 피부 부식성/피부 자극성: 구분1 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분1 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극)	인화성 액체 및 증기 삼키면 유해함 피부와 접촉하면 유해함 피부에 심한 화상과 눈에 심한 손상을 일으킴 흡입하면 유독함 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음
3	2-부톡시에탄올	급성 독성(경구): 구분4 급성독성(흡입: 증기): 구분3 피부부식성/피부자극성: 구분2 심한 눈 손상성/눈자극성: 구분2 발암성: 구분2	삼키면 유해함 피부에 자극을 일으킴 눈에 심한 자극을 일으킴 흡입하면 유독함 암을 일으킬 것으로 의심됨
4	2-에톡시에틸아세테이트	인화성 액체: 구분3 생식독성: 구분1B 특정표적장기독성(1회노출): 구분3(마취작용)	인화성 액체 및 증기 졸음 또는 현기증을 일으킬 수 있음 태아 또는 생식능력에 손상을 일으킬 수 있음
5	구리(흙)	급성 독성(경구): 구분4 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극) 급성 수생환경 유해성: 구분1 만성 수생환경 유해성: 구분3	삼키면 유해함 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음 수생생물에 매우 유독함 장기적인 영향에 의해 수생생물에 유해함

번호	화학 물질명	유해성, 위험성	유해성, 위험성 내용
6	규산(석영)	발암성: 구분1A 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극)	호흡기계 자극을 일으킬 수 있음 암을 일으킬 수 있음
7	규산염(활석)	자료 없음	자료 없음
8	금속 가공유	피부 과민성 눈자극성 생식세포변이원성 특정표적장기독성(반복 노출)	피부 접촉 시 알레르기 반응 유발 눈에 심한 자극을 일으킴 유전적 결함을 일으킬 수 있음 폐질환유발
9	니켈(불용성 무기화합물)	금속 니켈이 아닌 불용성니켈(산화니켈) 적용 발암성: 구분1A특정표적장기 독성(반복 노출): 구분1 만성 수생환경 유해성: 구분4	암을 일으킬 수 있음 장기간 또는 반복노출 되면 신체 중 폐에 손상을 일으킴 수생생물에 장기적인 유해한 영향을 일으킬 수 있음
10	니켈(원소)	호흡기 과민성: 구분1 피부 과민성: 구분1 발암성: 구분2 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극 특정표적장기 독성(반복 노출): 구분1 급성 수생환경 유해성: 구분1 만성 수생환경 유해성: 구분1	알레르기성 피부 반응을 일으킬 수 있음 흡입 시 알레르기성 반응, 천식 또는 호흡곤란을 일으킬 수 있음 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음 암을 일으킬 것으로 의심됨 장기간 또는 반복 노출되면 신체 중 폐에 손상을 일으킴 수생생물에 매우 유독함 장기적인 영향에 의해 수생생물에 매우 유독함

번호	화학 물질명	유해성, 위험성	유해성, 위험성 내용
11	디에탄올아민	급성 독성(경구): 구분4 피부 부식성/피부 자극성: 구분2 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분2 발암성: 구분2 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극) 특정표적장기 독성(반복 노출): 구분2 만성 수생환경 유해성: 구분3	삼키면 유해함 피부에 자극을 일으킴 눈에 심한 자극을 일으킴 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음 암을 일으킬 것으로 의심됨 장기간 또는 반복 노출되면 신체 중 간, 혈액, 신장에 손상을 일으킬 수 있음 장기적인 영향에 의해 수생생물에 유해함
12	디클로로메탄	피부 부식성/피부 자극성: 구분2 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분2 발암성: 구분2 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(마취작용) 특정표적장기 독성(반복 노출): 구분2	피부에 자극을 일으킴 눈에 심한 자극을 일으킴 졸음 또는 현기증을 일으킬 수 있음 암을 일으킬 것으로 의심됨 장기간 또는 반복 노출되면 신체 중 간에 손상을 일으킬 수 있음
13	망간 및 그 무기화합물	생식독성: 구분1B 특정표적장기 독성(반복 노출): 구분2	태아 또는 생식능력에 손상을 일으킬 수 있음 장기간 또는 반복 노출되면 신체 중 호흡기 및 신경계에 손상을 일으킬 수 있음
14	메틸렌비스페닐 이소시아네이트	급성 독성(흡입: 분진/미스트): 구분3 피부 부식성/피부 자극성: 구분2 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분2 호흡기 과민성: 구분1 발암성: 구분2 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극) 특정표적장기 독성(반복 노출): 구분2	피부에 자극을 일으킴 눈에 심한 자극을 일으킴 흡입하면 유독함 흡입시 알레르기성 반응, 천식 또는 호흡 곤란을 일으킬 수 있음 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음 암을 일으킬 것으로 의심됨 장기간 또는 반복노출 되면 신체 중 호흡기에 손상을 일으킬 수 있음

번호	화학 물질명	유해성, 위험성	유해성, 위험성 내용
15	메틸 알코올	인화성 액체: 구분2 급성 독성(경구): 구분3 급성 독성(경피): 구분3 급성 독성(흡입: 증기): 구분3 급성 독성(흡입: 분진/미스트): 구분3 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분2 발암성: 구분2 생식독성: 구분1B 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분1	고인화성 액체 및 증기 삼키면 유독함 피부와 접촉하면 유독함 눈에 심한 자극을 일으킴 흡입하면 유독함 암을 일으킬 것으로 의심됨 태아 또는 생식능력에 손상을 일으킬 수 있음 신체 중 중추신경, 시신경에 손상을 일으킴
16	메틸에틸케톤	인화성 액체: 구분2 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분2 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극) 흡인 유해성: 구분2	고인화성 액체 및 증기 삼켜서 기도로 유입되면 유해할 수 있음 눈에 심한 자극을 일으킴 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음
17	바륨 및 그 가용성 화합물	물반응성 물질 및 혼합물: 구분 피부 부식성/피부 자극성: 구분2 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분2	물과 접촉 시 인화성 가스를 발생시킴 피부에 자극을 일으킴 눈에 심한 자극을 일으킴
18	산화규소 -비결정체 -용융된 것	자료 없음	자료 없음
19	산화마그네슘	자료 없음	자료 없음
20	석영	발암성: 구분1A 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극)	호흡기계 자극을 일으킬 수 있음 암을 일으킬 수 있음
21	수산화 나트륨	금속부식성 물질: 구분1 급성 독성(경구): 구분3 급성 독성(경피): 구분4 피부 부식성/피부 자극성: 구분1 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분1	금속을 부식시킬 수 있음 삼키면 유독함 피부와 접촉하면 유해함 피부에 심한 화상과 눈 손상을 일으킴 눈에 심한 손상을 일으킴

번호	화학 물질명	유해성, 위험성	유해성, 위험성 내용
22	수산화 칼륨	금속부식성 물질: 구분1 급성 독성(경구): 구분4 피부 부식성/피부 자극성: 구분1 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분1	금속을 부식시킬 수 있음 삼키면 유해함 피부에 심한 화상과 눈 손상을 일으킴 눈에 심한 손상을 일으킴
23	스토다드솔벤트	인화성 액체: 구분2 피부 부식성/피부 자극성: 구분2 발암성: 구분1B 생식세포 변이원성: 구분1B 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(마취작용) 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극) 특정표적장기 독성(반복 노출): 구분1 흡인 유해성: 구분1 급성 수생환경 유해성: 구분1 만성 수생환경 유해성: 구분1	고인화성 액체 및 증기 삼켜서 기도로 유입되면 치명적일 수 있음 피부에 자극을 일으킴 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음 졸음 또는 현기증을 일으킬 수 있음 유전적인 결함을 일으킬 수 있음 암을 일으킬 수 있음 장기간 또는 반복 노출되면 신체 중 중추신경계에 손상을 일으킴 수생생물에 매우 유독함 장기적인 영향에 의해 수생생물에 매우 유독
24	2-부톡시에틸 아세테이트 (에틸렌글리콜 모노부틸에테르 아세테이트)	급성 독성(경구): 구분4 급성 독성(경피): 구분4 발암성: 구분2	삼키면 유해함 피부와 접촉하면 유해함 암을 일으킬 것으로 의심됨
25	알루미늄 및 그 화합물 (금속분진)	특정표적장기 독성(반복 노출): 구분2 만성 수생환경 유해성: 구분1	장기간 또는 반복노출 되면 신체 중에 손상을 일으킬 수 있음 장기적인 영향에 의해 수생생물에 매우 유독함
26	암모니아	인화성 가스: 구분1 고압가스: 액화가스 급성 독성(흡입: 가스): 구분3 피부 부식성/피부 자극성: 구분1 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분1 만성 수생환경 유해성: 구분1	극인화성 가스 고압가스 포함; 가열하면 폭발할 수 있음 피부에 심한 화상과 눈 손상을 일으킴 눈에 심한 손상을 일으킴 흡입하면 유독함 장기적인 영향에 의해 수생생물에 매우 유독함

번호	화학 물질명	유해성, 위험성	유해성, 위험성 내용
27	에탄올	인화성 액체: 구분2 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분2 발암성: 구분1A	고인화성 액체 및 증기 눈에 심한 자극을 일으킴 암을 일으킬 수 있음
28	에탄올 아민	급성 독성(경구): 구분4 피부 부식성/피부 자극성: 구분1 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분1 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분1 특정표적장기 독성(반복 노출): 구분1 만성 수생환경 유해성: 구분3	삼키면 유해함 피부에 심한 화상과 눈 손상을 일으킴 눈에 심한 손상을 일으킴 신체 중 간, 중추신경계에 손상을 일으킴 장기간 또는 반복 노출되면 신체 중 중추신경계에 손상을 일으킴 장기적인 영향에 의해 수생생물에 유해함
29	에틸렌 글리콜	특정표적장기 독성(반복 노출): 구분2	장기간 또는 반복노출 되면 신체 중 신장, 간에 손상을 일으킬 수 있음
30	에틸벤젠	인화성 액체: 구분2 급성 독성(흡입: 증기): 구분4 피부 부식성/피부 자극성: 구분2 발암성: 구분2 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극) 특정표적장기 독성(반복 노출): 구분2 흡인 유해성: 구분1	고인화성 액체 및 증기 삼켜서 기도로 유입되면 치명적일 수 있음 피부에 자극을 일으킴 흡입하면 유해 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음 암을 일으킬 것으로 의심됨 장기간 또는 반복 노출되면 신체 중 간, 신장에 손상을 일으킬 수 있음
31	이산화 티타늄	발암성: 구분2	암을 일으킬 것으로 의심됨
32	이소프로필 알코올	인화성 액체: 구분2 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분2 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(마취작용) 흡인 유해성: 구분2	고인화성 액체 및 증기 삼켜서 기도로 유입되면 유해할 수 있음 눈에 심한 자극을 일으킴 졸음 또는 현기증을 일으킬 수 있음

번호	화학 물질명	유해성, 위험성	유해성, 위험성 내용
33	인산	급성 독성(흡입: 분진/미스트): 구분3 피부 부식성/피부 자극성: 구분1 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분1 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분1	피부에 심한 화상과 눈 손상을 일으킴 눈에 심한 손상을 일으킴 흡입하면 유독함 신체 중에 기도, 식도에 손상을 일으킴
34	일산화탄소	인화성 가스: 구분1 고압가스: 압축가스 급성 독성(흡입: 가스): 구분3 생식독성: 구분1A 특정표적장기 독성(반복 노출): 구분2	극인화성 가스 고압가스 포함; 가열하면 폭발할 수 있음 흡입하면 유독함 태아 또는 생식능력에 손상을 일으킬 수 있음 장기간 또는 반복 노출되면 신체 중 심장, 혈관계에 손상을 일으킬 수 있음
35	주석(금속)	특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극)	호흡기계 자극을 일으킬 수 있음
36	지르코늄과 그 화합물	인화성 고체: 구분2 자기발열성 물질 및 혼합물: 구분1 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분2	인화성 고체 자기발열성; 화재를 일으킬 수 있음 눈에 심한 자극을 일으킴
37	크롬(6가)화합물(수용성)	암을 일으킬 수 있음	암을 일으킬 수 있음
38	크실렌(오르토, 메타, 파라 이성체)	인화성 액체: 구분 2 피부 부식성/피부 자극성: 구분2 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분2 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(마취작용) 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극) 흡인 유해성: 구분1	고인화성 액체 및 증기 삼켜서 기도로 유입되면 치명적일 수 있음 피부에 자극을 일으킴 눈에 심한 자극을 일으킴 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음 졸음 또는 현기증을 일으킬 수 있음

번호	화학 물질명	유해성, 위험성	유해성, 위험성 내용
39	톨루엔	인화성 액체: 구분2 피부 부식성/피부 자극성: 구분2 생식독성: 구분2 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(마취작용) 특정표적장기 독성(반복 노출): 구분2 흡인 유해성: 구분1	고인화성 액체 및 증기 삼켜서 기도로 유입되면 치명적일 수 있음 피부에 자극을 일으킴 졸음 또는 현기증을 일으킬 수 있음 태아 또는 생식능력에 손상을 일으킬 것으로 의심됨 장기간 또는 반복 노출되면 신체 중 심장, 신장에 손상을 일으킬 수 있음
40	페놀	급성 독성(경구): 구분3 급성 독성(경피): 구분3 급성 독성(흡입: 분진/미스트): 구분4 피부 부식성/피부 자극성: 구분1 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분1 생식세포 변이원성: 구분2 특정표적장기 독성(반복 노출): 구분2 만성 수생환경 유해성: 구분2	삼키면 유독함 피부와 접촉하면 유독함 피부에 심한 화상과 눈 손상을 일으킴 눈에 심한 손상을 일으킴 흡입하면 유해함 유전적인 결함을 일으킬 것으로 의심됨 장기간 또는 반복 노출되면 신체 중 간담도계, 비뇨기계, 중추신경계에 손상을 일으킬 수 있음 장기적인 영향에 의해 수생생물에 유독함
41	페닐다이소시아네이트	급성 독성(흡입: 분진/미스트): 구분2 발암성: 구분2 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극)	흡입하면 치명적임 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음 암을 일으킬 것으로 의심됨
42	포름알데히드	인화성 가스: 구분1 급성 독성(경구): 구분3 급성 독성(경피): 구분3 급성 독성(흡입: 가스): 구분2 피부 부식성/피부 자극성: 구분1 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분1 피부 과민성: 구분1 발암성: 구분1A	극인화성 가스 삼키면 유독함 피부와 접촉하면 유독함 피부에 심한 화상과 눈 손상을 일으킴 알레르기성 피부반응을 일으킬 수 있음 눈에 심한 손상을 일으킴 흡입하면 치명적임 암을 일으킬 수 있음

번호	화학 물질명	유해성, 위험성	유해성, 위험성 내용
43	헥사메틸렌 다이소시아 네이트	급성 독성(경구): 구분4 급성 독성(흡입: 증기): 구분1 피부 부식성/피부 자극성: 구분1 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분1 호흡기 과민성: 구분1 피부 과민성: 구분1 만성수생환경유해성: 구분3	삼키면 유해함 피부에 심한 화상과 눈 손상을 일으킴 알레르기성 피부반응을 일으킬 수 있음 눈에 심한 손상을 일으킴 흡입하면 치명적임 흡입 시 알레르기성 반응, 천식 또는 호흡곤란을 일으킬 수 있음 장기적인 영향에 의해 수생생물에 유해함
44	헵탄	인화성 액체: 구분2 피부 부식성/피부 자극성: 구분2 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(마취작용) 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극) 흡인 유해성: 구분1 만성 수생환경 유해성: 구분3	고인화성 액체 및 증기 삼켜서 기도로 유입되면 치명적일 수 있음 피부에 자극을 일으킴 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음 졸음 또는 현기증을 일으킬 수 있음 장기적인 영향에 의해 수생생물에 유해함
45	황산 (pH2.0 이하)	금속부식성 물질: 구분1 급성 독성(흡입: 분진/미스트): 구분2 피부 부식성/피부 자극성: 구분1 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분1 발암성: 구분1A	금속을 부식시킬 수 있음 피부에 심한 화상과 눈 손상을 일으킴 눈에 심한 손상을 일으킴 흡입하면 치명적임 암을 일으킬 수 있음
46	흑연(천연및 합성, 섬유 제외)	자기발열성 물질 및 혼합물: 구분2 급성 독성(흡입: 분진/미스트): 구분4 특정표적장기 독성(반복 노출): 구분2	대량으로 존재 시 자기발열성 ; 화재를 일으킬 수 있음 흡입하면 유해함 장기간 또는 반복 노출되면 신체 중 폐에 손상을 일으킬 수 있음

2) 인간공학적 및 사회심리학적 유해인자

- 금속주조업에서 발생하는 인간공학적 및 사회심리학적 유해인자로는 중량물 취급에 따른 근골격계질환과 교대근무 등으로 인한 뇌심혈관질환이 있음.

유해 인자	건강장애
인간공학적 유해 인자	• 중량물 취급 및 부피가 큰 물건 취급 시의 과도한 움직임과 부적절한 작업자세 • 청력손실과 대화방해 가능
사회심리학적 유해 인자	• 장시간 근무, 교대근무 등 불규칙한 생활패턴으로 인한 피로, 수면장애, 뇌심혈관질환 발생위험 • 주문 작업에 맞추어 제품을 생산해야 한다는 심리적 압박감

※ 출처: 안전보건공단(2000). 산업위생핸드북

3) 업무상질병별 건강문제 요인

- 금속주조업의 작업공정과 관련하여 직업병을 유발할 수 있는 주요 원인과 건강장애로는 광물성 분진으로 인한 진폐, 금속 흡으로 인한 중금속중독, 그라인더 작업 등의 소음이 원인이 되는 소음난청, 고열환경에서의 열피로 등이 있음.

(1) 소음으로 인한 난청

- 금속주조업의 형해체 작업이나 그라인딩 시 발생하는 소음이 산업안전보건법에 준하는 노출기준치를 근접하거나 상회하는 수준으로 나타남. 일반적인 소음의 종류를 분류하면 간헐적으로 발생하는 소음의 내용은 중주파수에서 고주파수의 소음수준으로 발생함. 근로자의 청력검사, 공학적 대책, 효과적인 방음보호구 착용에 관한 교육 등의 시급한 관리대책이 필요함.
- 소음에 의한 건강장애
 - 소음성 난청: 소음에 의해 내이(內耳)의 유모세포가 손상되어 청력을 손실하게 되는데 한번 손실된 청력은 되살릴 수 없으므로 예방이 중요함.

- 이명(귀울림): 난청 때문에 외부의 소리가 들리지 않게 되자 몸 안에서 나는 작은 소리가 외부에서 나는 것처럼 크게 들리는 현상으로 이명은 정신질환을 일으킬 정도로 위험하기 때문에 조기에 치료를 하는 것이 중요함.
- 소음에 지속적으로 노출되게 되면 두통, 불안, 긴장, 숨가쁨 등 신경증상이 나타남.

(2) 광물성 분진으로 인한 폐질환

- 결정형 규산을 함유한 주물모래는 주물공장에 있어서 최대의 발진재료이며 작업 시에 발생하는 광물성 분진을 흡입하는 기회가 결코 적지 않기 때문에 분진흡입에 의한 진폐 발생과 연관됨.
- 결정형 유리규산이 함유된 분진은 규폐증, 폐의 섬유화, 기도 협착, 폐암 등을 유발할 수 있음(Park et al., 2006; Park et al., 2005; Perrault et al., 1992; Phee et al., 1997). 이에 국제암연구기구(International Agency for Research on Cancer, IARC)에서는 석영 등을 포함한 결정형 규산 동형이성체를 인체 발암물질(Group 1)로 분류하였으며(IARC, 1997), 미국 정부산업위생전문가협의회(American Conference of Governmental Industrial Hygienist, ACGIH)는 인체 발암예상물질인 A2로 구분함(ACGIH, 2015). 우리나라도 현재 석영을 사람에게 충분한 발암성 증거가 있는 물질인 발암성 1A로 분류함(MoEL, 2016a).

(3) 화학물질 중독

- 금속주조업은 전체 주형제작의 계획단계부터 용해성이 있는 금속을 고온으로 용해하여 준비된 형틀에 주입하여 주물을 만드는 공정임. 주물사가 서로 엉겨 붙어 있도록 하기 위하여 접착성이 있는 고분자 물질인 퓨란(furan)류를 주물사에 섞게 되고, 녹은 주철이 목형으로 들어가게 되는데 주입을 마친 주형에서 고열이 발생하게 된다. 주조공정에서는 점결제의 열분해로 인하여 일산화탄소(CO), 알코올류, 포름알데히드(HCHO) 등이 발생됨(Park et al., 2006; Park et al., 2005; Perrault et al., 1992; Phee et al., 1997). 또한, 조형공정은 쇳물을 투입하기 위한 틀을 만드

는 전체적인 작업으로 자동 및 반자동 조형기의 혼합 및 조립작업 시 압출공기에 의한 소음과 주물사 분진이 발생하며, 점결제로 사용되는 전분당 밀 등의 열분해에 의해 일산화탄소(CO)가 발생됨. 또한 아민계열 촉매의 휘발로 인해 아민가스가 발생되며, 도형제 작업 시 메탄올 등의 유기화합물이 발생됨. 다음 공정으로 주물의 공동부와 구멍 등을 만들고자 할 때에는 이에 해당되는 부분에 용탕이 들어가지 않도록 하기 위해서 주형 속에 삽입하는 사형을 중자라고 함. 중자공정에서는 주입작업 시 휘발성 유기화합물과 화학사에 첨가되어 있는 페놀수지의 열분해 과정에서 생성된 페놀화합물이 대기 중으로 배출됨. 특히 불완전 연소 시 생성되는 페놀류에서는 여러 형태의 악취가 발생됨(배혜정 등, 2015).

- 작업공정별 포름알데히드(HCHO), 메탄올, 페놀 및 기타 화학물질의 농도 측정 및 분석 작업을 수행한 결과, 주물 사업장의 근로자들에게 노출되는 화학물질 및 기타 오염물질의 농도가 다소 높은 수준으로 확인됨. 특히 알데히드류 및 휘발성 유기화합물류는 증기압이 높아 쉽게 공기 중으로 휘발되며, 물질에 따라 발암성이나 돌연변이성 같은 영향이 나타나며, 낮은 농도라도 장기간 노출 시 감각기관의 자극이나 천식 등과 같은 인체 건강피해를 일으키는 것으로 보고됨(배혜정 등, 2015).

(4) 국소진동장해

- 진동장해는 크게 전신진동장해와 국소진동장해로 나누는데 직업적으로 문제가 되는 진동장해는 주로 국소진동장해임. 국소진동장해는 주로 진동공구를 사용하는 손, 어깨 등에 문제를 야기하는데 전달된 국소진동은 작업자에게 불편을 주고 정밀작업 능력을 감소시키고 혈관, 신경, 뼈, 손과 팔 근육과 연결조직에 심각한 손상을 줌.
- 국소진동에 의한 건강장해
 - 노출되면 주로 국소적인 혈관 신경, 근육, 관절 및 뼈 등에 장해를 일으키게 되고 증상이 심해지면 수지의 감각마비 및 창백 등의 현상을 나타내는 이른바 레이노드현상이 일어남.

- 특히 진동공구를 이용할 때는 주로 손목 및 손가락, 손 등을 사용하기 때문에 작업자세가 부적절하게 되고 공구자체의 무게에 의한 힘이 필요한 작업특성 때문에 누적 외상성 질환과 같은 근골격계질환도 문제가 됨.

(5) 중금속 중독

- 금속 흡의 발생은 용해, 주입작업 및 주강의 용단, 재단작업 시에 나타남. 특히 소규모 비철주물사업장의 경우 동일한 건물 내에서 용해, 주입, 조형, 형해체 등의 작업공정이 함께 이루어지기 때문에 용해, 주입 시 발생되는 금속 흡이 열상승기류를 타고 확산되어서 본래는 금속 흡에 노출될 일이 없는 형해체, 마무리작업을 하는 작업자까지도 금속 흡에 노출되는 경우가 많음. 아연을 함유한 동합금 용해 시에는 본래의 주성분은 아니지만 아연 속에 미량으로 들어있는 불순물인 카드뮴이 발생된다는 점에 주의해야 함.

(6) 금속열

- 금속 흡에 노출된 후 4-12시간의 잠복기간을 지나 입안에서 금속 맛이 나며 인두의 건조감, 기침, 호흡곤란, 발열, 피로감, 근육통 등 독감과 비슷한 증상이 나타나나 12~24시간 후에는 후유증 없이 회복됨. 보통 취업 후 1~2주 경과 후 발병하여 작업 중에는 발생하지 않고 귀가 후 취침 시에 많이 발생함.

(7) 열피로

- 금속주조업의 작업은 용해로 앞에서 작업하는 등 지속적으로 고열원에서 발생하는 복사열에 노출되는 작업이 포함되므로 그에 대한 대책이 이루어짐. 주강의 단조작업은 내화물제조업, 유리제조업 등과 같이 연속해서 복사열에 노출되는 특수한 경우의 흔하지 않는 작업 중 하나라는 점을 감안해야 하는데 복사열이 고열원 근처보다 낮기 때문에 대수롭지 않게 여기는 수가 많으나 장기간에 걸쳐 열부하를 받게 되는 작업 등에 대해서는 고열원 근처의 작업과 마찬가지로 고열조건 검토가 필요함.

(8) 근골격계질환

- 금속주조업에서 인력으로 각종 기계와 장비를 취급하는 경우, 인력으로 운반하는 경우, 장시간 서 있거나 앉아 있는 작업 자세 등으로 인하여 근골격계질환이 발생할 수 있음. 실제 금속주조업에서 발생하는 업무상 질병은 대부분 신체부담작업과 요통의 근골격계질환임.

[표 III-9] 비금속광물제품 및 금속제품 제조업 또는 금속가공업의 업무상 질병 원인별 현황(단위: 명, %)

구분	총계	진폐증	소음성 난청	기타화학 물질	뇌심혈관 질환	신체부담 작업	요통	기타
2013년	357 (100.0)	91 (25.49)	21 (5.88)	0 (0.00)	15 (4.20)	89 (24.93)	136 (38.10)	5 (1.40)
2014년	357 (100.0)	109 (30.53)	14 (3.92)	1 (0.28)	16 (4.48)	77 (21.57)	137 (38.38)	3 (0.84)
2015년	350 (100.0)	103 (29.43)	24 (6.86)	2 (0.57)	13 (3.71)	92 (26.29)	100 (28.57)	16 (4.57)
2016년	328 (100.0)	137 (41.77)	20 (6.10)	0 (0.00)	4 (1.22)	66 (20.12)	89 (27.13)	12 (3.66)
2017년	551 (100.0)	148 (26.86)	124 (22.50)	5 (0.91)	17 (3.09)	129 (23.41)	114 (20.69)	14 (2.54)

※ 출처: 고용노동부(각 연도). 산업재해현황분석.

(9) 뇌심혈관질환

- 금속주조업은 주야간 교대작업을 실시하는데, 야간작업은 뇌심혈관질환을 악화시키는 직업적 요인임. 금속주조업 근로자의 경우 야간작업은 제조업 전수조사 결과 20.4%에 비해서 1차 금속 제조업은 38.3%로 높은 수준임.

[표 III-10] 산업분류별 사업장 야간작업 분포현황

(단위: 개소, %)

산업 분류	계	야간작업 유무 사업장수	
		야간작업 있음	야간작업 없음
제조업(전수)	99,762	20,302 20.4	79,460 79.6
1차 금속 제조업(전수)	1,997	765 38.3	1,232 61.7
제조업(표본)	15,895	1,096 6.9	14,799 93.1
1차 금속 제조업(표본)	102	10 9.8	92 90.2

- 또한 금속주조업은 타 업종에 비해 근로자의 연령이 높기 때문에 뇌심혈관 질환의 발생위험이 높음.

[표 III-11] 근로자의 평균 연령

(단위: 세)

업종	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년
전 업종	40.4	41.1	41.5	41.6	42.0
금속주조업	42.3	43.0	43.4	44.2	44.5

※ 출처: 고용노동부(각 연도), 고용형태별 근로실태조사.

○ 작업 관련성 뇌심혈관질환의 종류

- 근로자에게 작업 관련 인자가 발병요인으로 일부 작용하여 발병한 것으로 추정되는 뇌심혈관질환은 작업 관련성 뇌심혈관질환이라 함.
- 뇌혈관질환의 종류는 많으나 크게 뇌 내외부의 출혈 및 혈관 내부의 막힘으로 발생한 뇌실질부의 괴사 혹은 손상을 의미하는 뇌졸중이 주 관심사이며, 심혈관질환에는 심장에 공급하는 혈관의 순환장애로 생기는 협심증, 실질부의 괴사로 기능이 장애를 받아 심할 경우 사망을 초래할 수 있는 심근경색이 있음.
 - 뇌경색(허혈성뇌졸중): 뇌혈관이 막혀서 생기는 질환으로 마비 등의 증상이 흔하며 주로 심장이나 목의 큰 혈관에서 혈전이 떨어져나가 뇌혈관을 막는 경우가 많음.
 - 뇌출혈(출혈성뇌졸중): 높은 혈압 때문에 뇌혈관이 터져서 생기는 질환으로 급사의 가능성이 높으며 뇌동맥 경색 등에 의한 지주막하출혈, 고혈압으로 생기는 뇌내출혈이 있음.
 - 협심증과 심근경색: 협심증은 관상동맥이 좁아져 심장으로 피(산소와 영양소)가 잘 통하지 않는 경우로 주증상은 가슴이 죄는 듯한 느낌, 압박감 등임. 심근경색증은 관상동맥 중 어느 혈관이든 완전히 막히게 되어 심장의 일부에 혈액이 가지 못했을 때 일어나며 증상은 가슴에 통증이 30분 이상 지속되며 니트로글리세린과 같은 혈관 확장 약물로 증상이 호전되지 않음.

(10) 직무스트레스

- 2018년 현재 금속주조업의 근로자의 월 평균 근로일수(22.2일)와 근로시간(195.0시간)은 전체 근로자의 평균(각각 20.2일, 167.5시간)에 비하여 긴 수준임. 한편, 금속주조업 근로자의 월 평균 임금은 3,695천 원으로 전체 근로자의 월 평균 임금(3,593천 원)에 비해 높은데 이는 업무 강도가 높다는 것과 관련됨. 장시간 근로와 이에 부합하지 않는 보상은 근로자의 만성 피로와 직무스트레스를 증가시킬 수 있음.

[표 Ⅲ-12] 월 평균 근로일수

(단위: 일/월)

업종	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년
전 업종	20.7	22.4	21.7	21.6	20.2
금속주조업	22.2	23.8	23.2	23.3	22.2

※ 출처: 고용노동부(각 연도), 고용형태별 근로실태조사.

[표 Ⅲ-13] 월 평균 근로시간

(단위: 시간/월)

업종	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년
전 업종	175.9	184.2	182.0	180.8	167.5
금속주조업	193.2	200.7	201.2	202.6	195.0

※ 출처: 고용노동부(각 연도), 고용형태별 근로실태조사.

[표 Ⅲ-14] 월 평균 임금

(단위: 천 원/월)

업종	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년
전 업종	3,235	3,269	3,351	3,446	3,593
금속주조업	3,249	3,228	3,352	3,410	3,695

※ 출처: 고용노동부(각 연도), 고용형태별 근로실태조사.

4. 사고관련 요인

금속주조업은 대체로 원재료 입고, 절단, 가공, 도장, 조립 및 출하 등의 공정을 거침. 따라서 원재료 입고나 출하 공정에서 사용하는 차량, 지게차 등 중량물 운반 설비에 의해 사망 재해가 발생할 수 있으며, 크레인, 호이스트 등을 사용하여 운반에 따른 끼임 및 감김 재해가 발생할 수 있음. 또한 주물 가공, 사상, 연마, 절단 작업 중 원재료 등의 반발에 의한 맞음 재해도 빈번히 발생하고 있으며, 이 외에도 넘어짐, 떨어짐, 부딪힘 등의 재해도 자주 발생하고 있는 실정임. 다음은 금속주조업에서 발생할 수 있는 사고의 예임.

○ 작업장 바닥

유해·위험 요인	재해 예방 대책
• 옥내·외 작업장 통행 중 제품, 부자재 등에 걸려 넘어짐 • 작업장 바닥의 물기나 유압유 등에 의한 미끄러짐 • 용탕 누출 시 작업장 전체로 확산되어 화재가 발생 위험	• 옥내·외 작업장 바닥의 상태와 정리·정돈 상태를 확인 • 옥내·외 작업장의 바닥상태를, 근로자가 넘어지거나 미끄러지는 등의 위험이 없도록 안전하고 청결하게 잘 유지하고, 제품, 자재, 부재 등이 넘어지지 않도록 지지(支持) 등의 안전조치 • 작업장 정리·정돈은 모든 생산 활동에 꼭 필요한 안전 조치 사항이며, 품질과 생산성 향상에도 큰 영향을 줌. 따라서 근로자 스스로 작업장 정리·정돈을 습관화

○ 작업장 통로

유해·위험 요인	재해 예방 대책
• 통로의 조명 불량 및 장애물에 의한 부딪힘·넘어짐 • 사다리(이동식 포함)나 안전난간에 대한 안전조치 미흡으로 인한 떨어짐 • 통로에 적치된 원자재, 부품 공구로 인한 넘어짐·부딪힘 • 작업장에 보행자 전용 통로가 구분되지 않아 하역운반기계에 부딪힘 • 개구부 방호 조치 미비로 떨어짐	• 옥내·외 작업장 통로에는 근로자 통행 시 걸려 넘어질 위험이 있는 원·부자재, 가스라인, 이동전선 등의 정리·정돈 철저 • 작업장 시설물을 가로질러 가야 할 경우가 빈번할 때에는 가설통로, 건널 다리 등을 설치 • 근로자가 작업 중 또는 통행 중 떨어질 위험이 있는 개구부에는 덮개나 떨어짐 방지용 안전난간을 설치 • 작업장 내에 근로자가 사용할 안전한 통로를 하역운반기계 통로와 구분하여 설치하고 항상 사용할 수 있는 상태를 유지 • 야간이나 어두운 장소에서 작업을 할 경우에는 안전하게 통행할 수 있도록 통로에 75럭스(lux) 이상의 조명을 설치

○ 차량계 하역운반기계 작업

유해·위험 요인	재해 예방 대책
· 차량계 하역운반기계 운행 중 노면 상태 불량 등 작업장 조건에 따른 뒤집힘 위험 · 무자격자에 의한 운행 중 과속, 운전 미숙에 의한 부딪힘, 끼임 위험 · 작업반경 내 작업자 출입에 따른 부딪힘, 깔림 위험 · 허용하중 초과 적재·사용에 따른 맞음, 넘어짐 위험	· 차량계 하역운반기계 주행 경로에 부동침하, 무너짐 위험이 있는 장소에 대한 점검 및 정비 · 무자격자에 의한 운행을 금지하고 구내 운반 속도를 지정·게시 · 운반 중인 화물이나 차량계 하역운반기계에 접촉할 위험이 있는 장소에는 근로자 출입을 금지 · 차량계 하역운반기계는 허용하중 초과 적재 및 주 용도 이외 사용을 금지 · 차량계 하역운반기계 작업 시에는 작업계획서 작성, 작업지휘자 배치, 출입 금지 조치, 제한속도 지정, 신호체계 등의 안전조치를 수행 · 차량계 하역운반기계 등에 단위 화물의 무게가 100kg 이상인 화물을 싣거나 내리는 작업을 하는 경우 작업지휘자는 작업순서와 방법을 정하고 관계 근로자 외 출입 금지 조치 및 화물의 떨어짐 위험이 없음을 확인

○ 지게차 운반 작업

유해·위험 요인	재해 예방 대책
· 지게차 운행 중 노면 상태 불량 등 작업장 조건에 따른 뒤집힘 위험 · 무자격자에 의한 운행 중 과속, 운전 미숙에 의한 부딪힘, 끼임 위험 · 작업 반경 내 작업자 출입에 따른 부딪힘, 깔림 위험 · 허용하중 초과 적재·사용에 따른 맞음, 넘어짐 위험 · 급회전 및 적재 화물 무게중심 높이에 따른 뒤집힘 위험 · 부피가 큰 물체 운반 시 시야 미확보로 인한 보행자 부딪힘 위험 · 포크에서 떨어진 중량물에 보행자와 맞음 위험 · 후진 운전 시 후방 주시 미흡에 의한 보행자 끼임 위험	· 운반속도를 지정, 게시하고 운반물은 편하중이 발생하지 않도록 적재 · 지게차에 의한 중량물 운반 시 접촉 위험 방지를 위하여 근로자 보행통로를 확보 · 화물적재로 인하여 전방 시야 확보가 어려울 경우 후진 운행 또는 유도자를 배치 · 앞서서 조종하는 지게차는 좌석 안전띠를 부착·착용 · 주 용도 이외 사용을 금지하고 허용하중을 초과하여 적재하는 것을 금지 · 전조등 및 후미등을 설치하고 정상 작동하도록 조치

○ 크레인(호이스트) 작업

유해·위험 요인	재해 예방 대책
• 크레인 작업 시 작업신호 실수로 화물이 구조물 등과 부딪힘 위험 • 중량물 운반 시 시야 미확보로 인한 보행자 부딪힘 위험 • 와이어로프 결함 및 줄걸이 작업방법 불량에 의한 자재 떨어짐 위험	• 수신호에 대한 의미와 방법을 정하고 작업자 전원이 정확하게 숙지 • 화물 인양 시에는 출입을 통제하고 화물이 작업자의 머리 위를 통과하지 않도록 조치 • 신호수와 인양할 화물이 보이지 않을 경우에는 크레인 운전을 정지 • 크레인 와이어로프의 안전한 사용을 위하여 권상용 및 기복용 와이어로프는 달기구 및 지브의 위치가 가장 아래쪽에 위치할 때 드럼에 2회 이상 감기는 여유 조치 • 현저한 고열장소에서 사용하는 크레인의 와이어로프는 철심이 들어 있는 것으로 구비(다만, 차열판을 설치하는 등 150° C 이하에서 사용되는 로프는 제외)

○ 줄걸이 작업

유해·위험 요인	재해 예방 대책
• 줄걸이 달기구 결함 및 줄걸이 작업방법 불량에 의한 자재 떨어짐 위험 • 손상, 마모된 줄걸이 로프 사용 중 파단으로 끼임, 깔림 위험 • 중량물 취급 중 넘어짐, 인양물 떨어짐에 의한 재해 위험	• 줄걸이 달기구는 작업 시작 전 점검하여 소선 파단 여부를 사전 확인하고, 크레인을 이용하여 중량물을 운반할 때에는 조작자, 보조 작업자 등을 구분하여 배치 후 작업 • 줄걸이 달기구는 전용의 랙을 제작하여 보관하는 등 고리부의 형 붕괴에 따른 소선의 절단 발생을 예방 • 줄걸이 달기구 취급 안전하중에 근접하는 하물을 매달 때는 줄걸이 각도에 따른 변화하중을 사전에 계산한 후 작업

○ 용해로 작업

유해·위험 요인	재해 예방 대책
• 물에 젖은 장입재 투입 시 고온의 용탕과 물이 접촉하여 수증기 폭발 위험 • 온도 측정, 시료 채취, 장입재 및 첨가제 투입 시 작업자의 조작 실수 또는 수분과의 접촉에 의한 용탕 비산 위험 • 잘못된 장입으로 중간에 걸린 장입재가 일시에 떨어지거나, 대형 장입재 투입에 의한 용탕 비산 위험 • 가열로 및 래들의 넘어짐, 파손으로 용탕 누출 위험 • 용해로 및 래들에서 떨어짐 위험 • 분진, 열분해 화학물질 및 중금속 흙 등 유해물질에 노출될 위험 • 고온의 용탕에서 발생하는 강한 빛에 의한 유해광선에 노출될 위험 • 설비의 고온 표면에 접촉되어 화상 등의 위험	• 건조기나 예열장치에 의하여 처리된 장입재를 투입하며, 원격장입장치를 설치·사용 • 용해로에 원료 장입 시 한꺼번에 다량의 원료를 장입하지 않음 • 안전거리를 유지하고 보호장벽을 설치하며 개인보호장비를 착용

○ 연삭 작업

유해·위험 요인	재해 예방 대책
• 연삭숫돌이 파손되어 파편에 맞음 위험 • 공작물의 파편이나 칩에 맞음, 찢림 위험 • 연삭숫돌에 근로자의 손이 접촉되어 피부 손상 및 끼임 등의 재해 위험 • 회전하는 숫돌과 덮개, 작업대(워크레스트) 미설치로 인한 끼임, 맞음 등의 위험 • 핸드그라인더의 전원 케이블 피복 손상에 따른 누전으로 감전 위험 • 탁상용 연삭기 절연 파괴에 따른 누전으로 감전 위험	• 사용 전 점검 실시 연삭기는 연삭숫돌 부위에 덮개가 설치되어 있는 것을 사용 - 연삭숫돌의 외관검사 실시(갈라짐, 잔금, 이 빠짐, 마모 과다 등): 숫돌을 목재 해머로 가볍게 두드려 깨끗한 소리(정상), 둔탁한 소리(결함)로 이상 유무 확인 - 덮개는 숫돌이 파손돼 날아와도 방호할 수 있을 정도로 튼튼하고 적정 노출각을 가지는지를 확인하고 안전인증품을 사용 - 연삭숫돌과 작업대의 간격은 1~3mm를 유지하고, 연삭숫돌과 덮개의 간격은 3~10mm를 유지 - 연삭숫돌의 외관검사 및 점검 연삭숫돌은 작업 시작 전에 외관검사(갈라짐, 이 빠짐, 마모 과다 등)를 실시 - 숫돌을 목재 해머로 가볍게 두드려 이상 유무(깨끗한 소리가 정상) 확인 - 연삭숫돌을 고정시키는 플랜지의 직경 및 접촉 폭은 고정측과 이동측이 동일한 값을 가져야 하며, 플랜지 직경은 연삭숫돌 직경의 1/3 이상 유지 • 볼트는 너무 세게 조이지 않도록 주의 • 부착 후 숫돌의 균형을 확인

○ 컨베이어 작업

유해·위험 요인	재해 예방 대책
• 컨베이어의 틈새에 작업복 등이 말려 들어가 신체 일부가 끼임 위험 • 정비 수리 작업 시 불시 작동이나 타 작업자의 오조작에 의한 말림 등의 재해 위험 • 컨베이어의 적재물 떨어짐에 의한 맞음 위험 • 동력전달부에 신체 일부나 작업복 등이 말려 들어감으로 인한 재해 위험	• 컨베이어 설치 시 구조적인 안전조치 • 운반하는 중량물에 충분한 강도 및 안전도 필요 • 화물이 컨베이어의 주행구간에서 이탈할 우려가 없도록 설치 • 경사 컨베이어, 수직 컨베이어는 정전이나 전압강하 등에 의한 화물 또는 운반구의 이탈 및 역주행을 방지하기 위한 장치를 설치 • 컨베이어의 동력전달부에는 방호덮개를 설치 • 벨트, 폴리, 롤러, 체인, 스크루 등에 신체 일부가 말려 들어갈 위험이 있는 부분에는 덮개를 설치 • 컨베이어의 기동 또는 정지를 위한 스위치는 명확히 표시되고 용이하게 조작할 수 있으며, 접촉·진동 등에 의하여 불의에 기동할 우려가 없는 것을 사용 • 컨베이어에 위험상황 발생 시 근로자가 작업 위치에서 쉽게 조작할 수 있는 위치에 비상 정지스위치를 설치(Pull Code 스위치 등). • 제어장치 조작실이 지상 또는 외부 상면으로부터 높이 1.5m를 초과하는 곳에 위치할 때에는 계단, 고정사다리 등을 설치 • 작업 중 접촉할 우려가 있는 구조물 및 컨베이어의 날카로운 모서리·돌기물 등은 제거하거나 방호하는 등 위험 방지 조치를 강구 • 컨베이어를 횡단하는 곳에는 바닥면 등으로부터 90cm 이상 120cm 이하에 상부난간대를 설치하고, 바닥면과의 중간에 중간난간대가 있는 건널 다리를 설치 • 컨베이어에는 운전이 정지되는 등 이상이 발생하는 경우, 다른 컨베이어로의 화물 공급을 정지시키는 연동회로를 설치

○ 전기기계·기구 취급 작업

유해·위험 요인	재해 예방 대책
• 기계·기구의 절연 파괴 등 접지 미실시로 인한 감전 위험 • 분전함 내부의 충전부(부스바 등)에 접촉 시 감전 또는 단락사고 위험 • 분전함에 케이블을 인입하거나 인출할 때 정해진 경로를 통하지 않아 누전 또는 단락사고 위험 • 회로도 및 회로명 등을 분전함에 표기하지 않아 오조작에 의한 감전사고 위험 • 전선 피복 손상으로 인한 감전, 화재 위험	• 이동전선 등 전선 피복 손상 부위는 절연테이프로 보수하고 바닥의 물기에 접촉하지 않도록 걸이대에 건다. • 분기회로별로 누전차단기를 설치 • 금속제 외함에는 접지를 실시 • 분전함 내부 충전부가 노출되지 않도록 보호판, 접촉방지판 등을 설치 • 배선용 전선은 가급적 중간에 접속 연결 부분이 있는 것은 사용 불가 • 전기기계·기구의 절연상태를 주기적으로 측정·관리

○ 정비·수리 등 비정형 작업

유해·위험 요인	재해 예방 대책
• 기계 가동 중 정비·수리작업 시 끼임 재해 위험 • 정비 및 수리 작업 시 타 작업자가 기계를 가동할 때 끼임, 감전 등의 재해 발생 위험 • 경험이나 지식이 없는 작업자의 임의작업으로 인한 끼임, 말뚝 등의 재해 위험 • 고소작업, 산소 결핍 장소, 유해가스 발생 장소에서 작업 시 떨어짐, 질식 등의 재해 발생 위험	• 작업 개시 전 준비 안전작업에 필요한 용구나 장비, 보호구를 작업 전에 미리 준비 – 작업장소나 그 주위에 대한 정리·정돈 실시, 화기작업 시에는 소화기 준비, 사전 위험 방지 조치 정비 중 위험구역은 출입 금지 표시를 하여 다른 작업자가 출입하는 일이 없도록 조치, 전원스위치에 잠금장치를 한 후 “수리 중 사용 금지” 표지판을 부착, 유해·위험물질을 취급하는 설비의 내부에서 작업을 할 때에는 산소 결핍이나 유기용제 중독이 일어나지 않도록 그 농도를 사전에 측정, 화기, 정전, 고소, 밀폐공간 등 특별히 위험한 작업을 하는 경우, ‘안전작업 허가서’ 등을 발급·승인·확인하는 등의 절차 마련·수행 • 작업 종료 후 정리·정돈 – 작업 종료 후에는 기름, 물 등을 완전히 닦아내고 정리·정돈을 실시, 안전장치나 방호덮개 등을 원상 복구하여 불안정한 상태를 제거

○ 중량물 취급 및 인력 운반 작업

유해·위험 요인	재해 예방 대책
• 부적절한 자세 또는 무리한 힘으로 중량물을 들거나 운반할 경우 요통 등 근골격계질환 발생 위험 • 중량물을 들거나 내려놓을 때 손·발 등의 끼임 위험 • 중량물 자체의 위험성(뜨거움, 차가움, 거칠, 날카로움)에 의한 베임, 찢어짐 등 재해 발생 위험	• 인력에 의한 중량물 취급 시 신체 부담을 줄일 수 있는 자세에 대한 안전교육을 실시 • 5kg 이상의 중량물을 들어 올리는 작업을 하는 작업장에는 물품의 중량과 무게중심에 대한 안내 표시 이행 • 물품의 중량과 취급 빈도에 따라 적절한 휴식시간을 부여 • 취급하기 곤란한 물품은 손잡이, 갈고리 등 보조기구를 활용 • 적재물은 사용 여부, 사용 빈도 등을 구분하여 정리·정돈을 철저히 • 화물의 특성(뜨거움, 차가움, 거칠, 날카로움)에 따라 적절한 보호구를 지급하고 작업자는 이를 반드시 착용한 후에 운반 작업을 실시

○ 도장 등 화학물질 취급 작업

유해·위험 요인	재해 예방 대책
- 관리대상 유해물질의 피부·호흡기 흡수에 의한 중독 위험 * 관리대상물질 산업안전보건기준에 관한 규칙 별표 12 참조 - 밀폐공간 작업에 따른 중독 위험 - 강산 또는 강알칼리 제품과 접촉 시 격렬한 반응 및 유해가스 발생 위험 - 전기스파크, 고온물질 등에 접촉 시 인화하여 화재·폭발 위험 - 도장 작업장 내 비방폭용 전기기계·기구 사용으로 화재·폭발 위험	- 관리대상 유해물질의 발산원을 밀폐하는 설비 또는 국소배기장치를 설치 - 관리대상물질 취급장소에서는 화기 사용을 금지하고, 필요시 방폭 전기기계·기구를 사용 - 탱크 내부에서 관리대상물질(유기화합물)을 취급하는 도장작업, 유기화합물 특별 취급장소 작업 근로자에게는 송기마스크 등 호흡용 보호구를 지급 - 밀폐공간 내부에서 작업하는 경우에는 환기, 관계자 외 출입 금지, 사고 시의 대피, 유해가스 및 산소농도 측정, 호흡용 보호구 착용 등 근로자 안전 확보를 위한 조치를 이행 * 밀폐공간이란 산소 결핍, 유해가스로 인한 화재·폭발 등의 위험이 있는 장소로 산업안전보건기준에 관한 규칙 별표 18에서 정한 장소를 말함

○ 이동식 전기기계·기구 취급 작업

유해·위험 요인	재해 예방 대책
- 누전되거나 충전부가 노출된 전기기기를 사용할 경우 감전사고 위험 - 작업 시 비산물에 의한 시력장애, 회전 부분에 말림 등의 위험 - 가연성 가스, 인화성 물질 또는 가연성 분진 등을 취급하는 장소에서의 작업 시 화재·폭발 위험	- 전동기기는 작업 목적에 적합한 것을 사용 - 스위치, 플러그, 피복 손상 여부, 접지선 등 작업 시작 전에 기기의 이상 유무를 점검 - 작업장의 조명, 작업공간, 가연성 물질 존재 여부 등 작업환경 조건에 대해 점검 - 감전방지용 누전차단기를 접속하고 동작 상태에 이상이 있는 누전차단기는 즉시 교체 - 전원 접속은 접지극이 포함된 3극의 꽂음 접속기(콘센트, 플러그)를 사용하고 옥외에서는 반드시 방수형을 사용 - 인입선의 절연손상 방지를 위한 고무튜브(Rubber Bushing)의 손상 유무를 점검 - 가급적 이중 절연구조(명판의 이중시 확인)의 전동공구를 구매·사용 - 가스 또는 분진 폭발 위험장소에서 전기기계·기구를 사용하는 경우에는 적합한 방폭 성능을 가진 방폭구조 전기기계·기구를 사용



유해·위험 요인 관리 방안

1. 작업환경 관리

1) 소음

- 조형공정에서 발생하는 소음은 형틀의 접촉음이나 충돌음으로 조형기의 접촉면에 방진효과가 있는 금속을 사용함에 따라 소음수준을 줄일 수 있음. 소음성 난청이 될 가능성이 가장 높은 것으로 생각되는 연삭 등의 마무리 작업에서 소리를 작게 하기 위한 대책으로 다음과 같은 것들이 있음.
 - 그라인드에 차음, 흡음구조를 한 표면유리면이 부착된 방음상자를 설치하고 마무리작업을 반자동으로 함.
 - 차음효과가 높은 칸막이판을 그라인드 기계 사이에 설치하여 각 그라인드에서 발생하는 소음이 상호부가작용에 의해 증가되는 것을 방지함.
 - 휴식시간을 포함한 1일 노출소음수준의 에너지가 평균 90dB(A)을 넘지 않도록 소음에 노출되는 시간을 조절, 관리함.
 - 방음보호구를 착용하게 함. 특히, 연속음, 계속음과 함께 발생소음이 90dB(A)를 초과하는 작업장에서는 귀마개, 귀덮개 등의 방음보호구 착용을 의무화하는 것이 필요함.
- 소음이 발생하는 장소와 작업을 대체하거나 밀폐, 격리, 흡음, 저소음 작업장비를 사용하는 등 소음 감소를 위한 조치를 하여야 함.
- 소음 감소를 위한 조치가 기술적, 경제적으로 곤란할 경우에는 근로자에게 청력보호구를 지급하고 착용토록 교육, 관리하여야 함. 근무 중 적정한 휴식 시간을 두어 소음 노출시간을 제한함.

○ 소음 또는 강렬한 소음 작업에 종사하는 근로자에게 해당 장소의 소음 수준, 인체에 미치는 영향, 보호구 착용, 건강장해 예방에 필요한 사항에 대하여 교육하여야 함. 작업장에 표시 지침에 따른 소음 환경을 표시함.

- 작업환경측정 결과 소음 수준이 90dB을 초과하거나 소음으로 인해 근로자에게 건강장해가 발생한 사업장은 청력 보존 프로그램을 시행하여야 함.

2) 광물성 분진

○ 1차 발진원과 2차 발진원

- 분진이 발생하는 장소는 제품제조를 위한 작업공정, 즉 직접발생원인 1차 발진원 외에 2차 발진원이 있음. 2차 발진원이란 1차 발진원으로부터 비산된 분진이 작업장 내 기계설비의 상부나 바닥, 천장벽, 창 등에 쌓여 있는 곳을 말하며 이렇게 쌓인 분진은 환기시키는 기류, 여름철의 선풍기, 에어컨 등의 바람에 의해 재 비산됨에 따라 일어나기 때문에 2차 발진원은 1개소에 그치는 것이 아니라 경우에 따라서는 여기저기에 산재해 있으므로 2차 발진원의 방지대책은 마련하기 힘들. 최선의 방법은 2차 발진원을 만들지 않도록 하는 것임. 분진발생원에 대한 각기 방진대책의 방법을 분류하면 다음과 같음.

- 1차 발진원 대책: 작업공정의 밀폐, 격리, 자동화, 습식화로 전환, 국소배기장치, 원재료의 대체(변경)
- 2차 발진원 대책: 청소, 정리·정돈, 기타
- 작업자에 대한 대책: 호흡보호구(방진마스크)의 사용, 작업복 세탁, 산업보건교육의 철저 등 분진에 대한 대책을 마련하기 위해서는 1차 발진원의 상황을 정확하게 파악하여 그 발진원의 특징을 충분히 고려한 대책을 강구하는 것이 핵심임. 그렇게 함에 따라 2차 발진원에 대한 대책항목도 적어지게 됨. 또한 작업복은 반드시 평상복과 분리되어야 하며, 작업장 내 세탁이 가능한 시설을 설치하여 작업복으로 인한 분진이 재비산되지 않도록 하는 것이 필요함.

○ 국소배기장치

- 발진되는 공정이라도 밀폐를 용이하게 할 수 있는 경우와 기계설치상황이나 작업내용에 따라서 밀폐화할 수 없는 경우가 있음. 후자의 경우에는 당연한

일이지만 국소배기장치를 중심으로 한 발진대책이 필요함. 그런데 국소배기장치를 설치했다 하더라도 단지 부착만 되어 있을 뿐이지 그 능력을 발휘하지 못하고 있는 경우가 있음.

- 특히 많이 나타나는 예로는
 - 후드의 형태가 작업내용에 적합하지 않음.
 - 덕트 내에 분진이 쌓여 있기 때문에 후드 설치 당시의 제어풍속에 맞췄던 반송속도를 얻지 못함.
 - 그라인더 등 연마작업 때 깎인 가루분진이 그라인더의 회전방향으로 날아가는데 그 비산 방향과 반대 방향으로 후드를 달았기 때문에 후드에 의한 흡입효과가 없음.
 - 후드나 덕트에 구멍이 나 있음. 이것은 보수관계가 미비함에 기인됨.
- 국소배기장치를 작업조건에 맞춰 목적대로 사용하기 위해서는 처리해야 할 분진의 농도와 국소배기장치와의 관련성을 파악하는 것이 필요함. 흡입풍속이 통상적으로 알려져 있는 제어풍속을 충족하지 못하고 있음에도 불구하고 후드의 형태나 설치 위치가 좋기 때문에 분진의 비산이 억제되는 경우가 있고 반면에 제어풍속이 충분함에도 불구하고 후드의 형태 설치가 부적당하거나 작업방법이 나쁘기 때문에 환경 중 분진의 농도가 높은 경우가 있기 때문임.

그 밖에 산업안전보건법에서 국소배기장치의 요건 등은 아래와 같음

- 국소배기장치는 후드, 덕트, 공기정화장치, 송풍기, 배기구의 순으로 설치함.
- 후드는 작업 방법, 분진 발산 상태 등을 고려하여 분진을 빨아들이기에 적당한 형식과 크기로 함. 후드는 발산원마다 설치하고 후드의 형식은 포위식 또는 부스식 후드를 설치하는 것을 원칙으로 함. 포위식 또는 부스식 후드를 설치하기가 곤란한 경우에는 외부식 또는 리시버(receive)식 후드를 설치하되 분진이 발생하는 발산원에서 가장 가까운 위치에 설치함. 후드로 들어가는 공기 방향이 근로자 호흡기를 통과하지 않도록 해야 함.
- 덕트 길이는 되도록 짧게 하고 굴곡부의 수를 적게 하여 압력 손실을 최소화함.
- 공기정화장치를 설치하는 경우에는 고체흡착 방식, 연소 방식 또는 그 이상의 성능을 가진 공기정화장치를 설치함.
- 배기구는 직접 외부로 향하도록 하고 높이는 옥상 또는 난간 상부로부터 건물 높이의 0.5배 이상으로 하여 배출된 발암성 물질이 당해 작업장으로 재유입되거나 인근의 다른 작업장으로 확산 되지 않는 구조가 되게 함.

○ 일상점검

- 2차 발진원에 대하여 방진이나 제진 대책을 세웠다고 하더라도 그 운용이 효과적으로 지속되지 않는다면 소용이 없음. 따라서 설치된 국소배기장치, 제진장치 등의 정기적인 점검 외에 간단한 일상점검을 실시하여야 함. 그러한 일상점검을 함으로써 다음 정기점검일이 되기까지 국소배기장치, 제진장치 등의 성능저하 등을 점검할 수 있게 됨. 그리고 2차 발진원에서의 발진이 일어나게끔 영향을 끼치는 기류나 기계설비 상태, 창살 등에 쌓인 먼지상태를 매일 점검하게 되면 쌓이는 분진의 급격한 증가에 대한 원인규명이나 그 제거도 큰 노력을 요하기 이전에 처리할 수가 있음. 이와 같이 일상점검은 환경관리를 하는데 대단히 중요한 사항 중 하나임. 분진대책담당자와 일상점검을 하는 작업자와의 협력과 대화를 토대로 일상점검카드를 작성해 두도록 하는 것이 일상점검을 원활히 해 나갈 수 있는 것이 필요함.

○ 청소

- 2차 발진된 광물성 분진의 초점은 청소가 잘되고 있는 가에 달려 있다고 해도 과언이 아님. 우선, 해서는 안 될 청소법으로는 쌓인 분진을 청소할 때 압축공기로 불어내는 방법임. 미국의 주물공장에서는 이 청소법을 언급하고 있기도 함 바닥을 청소할 때는 수분을 적당히 함유한 신문지나 걸레 등으로 바닥을 밀면서 청소하면 분진이 날리는 상태를 억제할 수가 있음. 그러나 이 방법은 어디까지나 쌓인 분진이 적고 협소한 장소에 한하는 경우이며 다량의 분진과 장소가 넓은 경우에는 진공청소기로 빨아들이는 방법밖에는 없음. 다만, 이때 진공청소기의 여과지나 보수 관리에 충분히 신경을 써서 양호한 상태에서 사용할 수 있도록 하는 일이 중요함.
- 청소나 정리·정돈은 한사람의 작업자가 노력하는 것만으로는 그 효과를 그다지 기대할 수가 없으며 역시 직장전체의 과제로서 역할을 맡는 자세가 반드시 필요함. 그렇게 하여 대충 손이 미치는 범위 내에 있는 분진에 대해서는 매일 작업 종료 시에 청소해서 제거해 내는 일을 습관화하고 기계장치나 건물구석 등에도 많은 분진이 쌓이기 전에 청소를 하는 것이 좋음.

○ 정리·정돈

- 정리·정돈은 방진대책을 위한 측면에서만이 아니고 작업능률의 향상, 작업자 안전 등을 위해서도 필요한 사항임. 방진이라는 측면에서 생각하면 정리·정돈

을 깔끔히 하는 것은 작업장에서는 분진을 청소하기가 쉽기 때문에 구석구석까지 눈에 띄어 2차 발진원의 수를 적게 하는 데 큰 역할을 함.

○ 개인보호구

- 분진을 다루는 작업장에서 작업자가 방진마스크를 착용하지 않아도 문제가 없는 작업환경이 조성되어 있다면 가장 이상적임. 그러나 현실적으로 방진대책을 세울 수 없는 작업공정이나 규칙에 규정되어 있는 분진작업일 경우에는 방진마스크를 착용해야 하며 또 의무화해야 함. 그러나 작업장에서 방진마스크를 착용할 때 방진마스크의 선정을 잘못하게 되면 방진마스크를 착용하더라도 결과적으로 분진을 흡입하는 일이 되기 때문에 방진마스크를 선정할 때는 신중을 기해야 함. 방진마스크를 선택할 때 제일 중요한 점은 자신의 얼굴에 꼭 맞는 방진마스크를 선택하는 일임. 아무리 방진마스크의 성능이 좋다고 하더라도 방진마스크의 자체 성능일 뿐이지 자신이 방진마스크를 착용하고 작업을 할 때의 성능은 아니라는 점을 명백히 알아두어야 함. 또한 사용 후에는 적절히 청소를 하고 여과재를 제때에 교환해 주어야 하며 매일 보수·관리에 주의해야 함. 보호구 보관 시 밀폐된 용기 또는 공간을 활용하여 개인별로 보관해야 함.

○ 작업공정의 적정 배치

- 해당 공정이 분산 배치되지 않도록 주의하고 다른 작업장과 격리되어야 함.
- 해당 공정 자동화에 노력이 필요함.
- 관련 기계, 기구 등을 배치할 때 가능한 한 밀폐하거나 국소배기장치 등을 설치하여 근로자에게 분진 노출을 최소화함.

○ 작업공정 밀폐

- 작업상 필요한 개구부를 제외하고는 완전히 밀폐하는 것이 좋음.
- 목재 보관 장소, 작업 장소 등 밀폐된 작업 장소의 내부는 전체 환기장치를 설치하여 음압으로 유지시킴.
- 작업 특성상 밀폐실 내부를 음압으로 유지하는 것이 곤란한 경우 또는 개구부 등을 통하여 분진이 노출되는 경우에는 해당 부위에 국소배기장치를 설치하여 분진 발산을 최소화함.

○ 전체 환기장치를 설치할 경우에 고려할 사항

- 필요 환기량(작업장 환기 횟수: 15~20회/시간)을 충족해야 함.
- 후드는 오염원에 근접시켜 설치함.
- 유입공기가 오염 장소를 통과하도록 위치를 선정함.
- 공기는 청정공기를 공급하여야 함.
- 배출된 공기가 재유입 되지 않도록 배출구 위치를 선정함.
- 난방 및 냉방, 창문 등의 영향을 충분히 고려해서 설치함.
- 목재를 취급하는 근로자는 호흡기 노출을 방지하기 위하여 안전인증을 받은 개인전용 호흡용 보호구(방진마스크)를 착용함.

○ 근로자 준수 사항

- 취급 작업 시 적절한 호흡용 보호구(방진마스크) 착용
- 건강진단 및 사업주가 실시하는 교육 참여
- 작업은 가능한 한 습식화하며, 현장의 정리, 정돈, 청소 등 청결 유지
- 분진은 폐질환을 유발시킬 수 있으므로 반드시 금연

○ 일반적 관리

- 청소 시행 시 습식 청소를 실시하고, 흡입용 청소기를 이용하여 비산 분진을 최소화함.
- 전기톱, 연마기 등 이용 작업 시 회전 속도를 적절하게 하여 비산 분진을 최소화함.

○ 건강관리수첩제도 이행

- 옥내에서 주형(鑄型)을 해체하거나, 분해장치를 이용하여 사형(似形)을 부수거나, 모래를 털어 내거나 동력을 사용하여 주물사를 재생하거나 혼련(混練)하거나 주물품을 절삭(切削)하는 장소에서의 작업은 건강관리수첩 대상임.

○ 분진에 대한 작업환경측정 결과 노출 기준을 초과해 건강장해 발생 우려가 있는 사업장은 호흡기 보호 프로그램 시행

- 호흡기 보호 프로그램은 분진노출에 대한 평가, 분진노출기준 초과에 따른 공학적 대책, 호흡용 보호구의 지급 및 착용, 분진의 유해성과 예방에 관한 교육, 정기적 건강진단, 기록·관리 사항 등이 포함된 호흡기질환 예방·관리를 위한 종합적인 계획을 말함.

3) 국소진동

○ 국소진동 노출 방지 및 저감 대책

- 공구대책으로 진동 장애를 방지하는 자동 및 원격조작화와 저진동공구를 사용
- 작업관리대책으로 진동공구의 진동이 가능한 한 작업자에게 전달되지 않도록 하고 작업자에게 부하를 주지 않는 적절한 작업 자세, 방법으로 진동공구의 사용시간을 관리
- 보호구의 경우, 작업자에게 방진장갑을 사용하게 함
- 진동공구를 특정 작업자에게 집중하지 말고 몇 명으로 그룹을 만들어 돌아가면서 작업하는 방법이 필요
- 안전위생교육대책으로 과학교육과 함께 교육을 실시
- 작업을 하면서 진동 발생이 최소화되도록 하고 인간공학적으로 적합한 장비를 작업에 맞게 선택
- 진동으로 인한 장애의 위험을 줄이기 위한 보조 장비를 준비(전신진동을 저감하는 등).
- 근로자가 작업 장비 사용 시 기계적 진동의 노출을 최소화하기 위한 정보와 교육훈련 제공
- 노출 시간과 정도의 제한
- 적절한 작업시간과 휴식 취하기
- 한랭 다습한 곳의 근로자에게 보호의 제공

○ 국소진동 공학적 대책 및 작업방법

- 공학적 대책
 - 진동 공구에서 발생하는 진동 에너지가 낮은 수준으로 유지되도록 적절한 조작과 공정의 변화 등의 방법으로 진동 가속도 수준 관리
 - 진동 공구의 파워 및 무게는 작업자가 효과적인 작업 수행을 할 수 있는 범위 내에서 최소한의 수준을 유지
 - 공구 관리자는 표준 검정프로토콜에 의하여 측정주파수 특성 및 진동 가속도에 대한 자료를 갖추어야 함.

- 작업방법
 - 진동공구를 사용하는 시간을 줄임
 - 진동공구와 비진동공구를 교대로 사용할 수 있도록 직무배치
 - 최소한의 진동을 발생하는 공구를 선정
 - 진동 스트레스를 최소화하기 위한 공학적 원칙에 의거한 작업직무 및 작업장의 디자인 설계
- 보호장비
 - 진동공구의 손잡이 또는 부분에 진동을 감쇠시키는 재질을 사용한 장비 사용
 - 체온저하 및 말초혈관수축을 예방할 수 있는 적절한 방한복의 착용
 - 반진동 장비, 보호복, 손잡이 등은 인간공학적으로 디자인된 것을 사용

4) 금속 흡

- 용해 시에 용해로부터 발생하는 금속 흡을 억제하기 위한 대책
 - 용해로 위에 캐노피형 후드를 부착하거나 노 주변에 링 후드를 부착시키는 경우를 많이 볼 수 있는데 로에서의 금속 흡 발생량에 대하여 후드형태와 흡인기류속의 균형 등이 잘 이루어지지 않는 경우가 많으므로 국소배기장치의 효과를 별로 얻지 못함. 이에 따라 금속 흡을 억제하는 한 예로서 피복법에 관한 방법을 소개함. 피복법이란 용해금속표면을 피복재로 씌워서 용해금속 표면에서 발생하는 금속 흡을 억제하는 방법으로 피복재의 종류와 피복 방법에 따라서 억제효과가 달라지는데 실제 조업에서 이 방법으로 비철주물공장의 #300-#1000 가스로서 청동주물 6종 용해 시 발생하는 흡을 80~90%는 억제할 수 있음.

5) 고열

- 용해주입작업의 고열대책
 - 용해작업자는 용탕으로부터 복사열을 받게 되기 때문에 복사열 흡수가 적은 내열방화성 작업복, 보호장갑 및 적외선용 차광보호구를 사용함.
 - 강한 복사열을 받게 되는 장소에서의 작업은 최소화하고 장시간 계속해서 작업을 하지 않도록 해야 함.
 - 필요에 따라서 복사열 분출기를 설치하고 선풍기로 냉방을 시키도록 하는데

- 단 이러한 기류로 작업자에게 찬 공기를 제공할 때는 오염공기가 휘감겨서 오히려 작업자에게 오염공기를 뿜어내는 일이 없도록 주의해야 함.
- 근로자가 시원한 장소에서 휴식할 수 있도록 휴게공간을 제공하고, 충분히 수분을 섭취할 수 있도록 시설을 갖추어야 함.

6) 화학물질

○ 조형작업 및 건조에서 수반되는 메탄올 등의 유기화합물 등 증기에 대한 대책

- 작은 물건일 경우에는 포위식 후드를 사용할 수 있지만 큰 물건일 경우에는 외부식 하방 흡인형 또는 측방 흡인형 후드가 적당하다고 봄. 외부식 상방 흡인형 후드는 작업자의 호흡영역이 오염기류 안에 있게 될 우려가 있기 때문에 피해야 함.
- 주입 및 형해체 작업장에서는 포름알데히드, 일산화탄소 등에 대해서는 후드형 또는 외부식 흡인후드 설치를 검토해야 함. 또한 형해체 작업은 될 수 있으면 주형이식 다음에 하도록 하면 유해가스 발생이 감소될 수도 있음.

○ 상시 모니터링 시스템 구축

- 혼합, 주형 및 중자 공정에서 발생할 수 있는 시안화수소는 화학적 질식제에 해당하는 가스이고 천장값 4.7 ppm이 설정되어 있는 물질임. 따라서 해당 공정에서는 상시적으로 시안화수소의 농도를 확인할 수 있는 모니터링 시스템이 필요함.
- 중자, 용해공정 등 일산화탄소가 고농도로 발생 가능성이 있는 경우 질식 가능의 우려가 있으므로 상시적인 모니터링이 필요함.

○ 안전작업 수칙

- 관리 대상 유해물질의 발산원을 밀폐하는 설비 또는 국소배기장치를 설치
- 관리 대상 물질 취급 장소에서는 화기 사용을 금지하고, 필요시 방폭 전기기계·기구를 사용
- 탱크 내부에서 관리 대상 물질(유기화합물)을 취급하는 도장 작업을 하거나 유기화합물 특별 취급 장소에서 작업하는 근로자에게는 송기마스크 등 호흡용 보호구를 지급

- 밀폐공간 내부에서 작업하는 경우에는 환기, 관계자 외 출입 금지, 사고 시의 대피, 유해가스 및 산소농도 측정, 호흡용 보호구 착용 등 근로자 안전 확보를 위하여 조치

○ 화학물질 취급 근로자가 지켜야 할 5대 건강수칙

- 사용하는 물질이 무엇이고, 어떤 독성이 있는지 알아야 함.
- 공기 중에 화학물질이 섞이지 않도록 용기 뚜껑을 잘 닫아야 함.
- 환기시설을 잘 가동하여 작업장의 공기를 깨끗하게 해야 함.
- 개인용 보호구를 잘 착용해야 함.
- 정기적으로 건강진단을 받아야 함.

○ 물질안전보건자료(MSDS) 비치

- 물질안전보건자료란 화학물질의 유해·위험성, 응급조치 요령, 취급 방법 등을 설명한 자료로 화학제품의 안전한 사용을 위한 설명서임.
- 사업주는 사용하는 화학물질에 대해 경고 표지 및 관리 요령을 부착하고, 근로자에 대한 교육을 해야 함.

○ 제품의 운반 및 취급 시 충분한 환기를 실시하고 방독마스크 등 개인보호구를 착용

- 유기화합물 증기에 과하게 노출되지 않도록 작업 장소를 충분히 환기하고 호흡용 보호구를 착용
- 광택제 등 일부 휘발성 용제를 함유하는 제품의 도포 작업 시에는 휘발성 증기의 체류 방지를 위해 충분한 환기 및 통풍조치를 하고 화기 관리를 철저히 함
- 국소배기장치 및 전체 환기장치 점검

○ 유기화합물의 저장 및 용기의 처리 시 안전 작업 방법

- 취급 및 저장 시 별도 장소를 지정·보관하고 취급용기에 물질명 표기
- 제품의 특성에 따라 강산 또는 강알칼리성 제품은 별도 분리 보관
- 제품의 용도 외에 사용 금지
- 강산, 강알칼리성 제품 등은 반드시 감독자의 지시에 따라 사용

- 취급 방법, 응급조치요령 등에 대한 안전·보건교육 실시
 - 작업자의 개인위생관리 방법
 - 유기화합물 작업장의 청소 및 유지 관리
 - 유기화합물의 피부 접촉, 흡입, 화재 발생 시 응급조치 등

- 관리 대상 물질 취급 장소 화학물질 유해성 등 게시
 - 관리 대상 유해물질의 명칭
 - 인체에 미치는 영향
 - 취급상 주의사항
 - 착용하여야 할 보호구
 - 응급조치와 긴급 방재 요령

- 도장 등 안전 작업 방법
 - 표면처리 시 사용되는 공구는 사용 전 점검 실시
 - 고소작업 시에는 안전대 등 개인보호구 착용
 - 도료, 용제는 지정된 장소에 보관하고 물질안전보건자료 비치
 - 도장작업장 내에서는 용접·사상 작업 등 화기 사용을 금지하고 필요시에는 방폭형 전기기계·기구 사용
 - 작업장 내 흡연 및 음식물 섭취 금지
 - 보안경 및 방독마스크(밀폐구역 도장 시 송기마스크) 착용
 - 밀폐된 장소에서 작업 시 산소 및 가연성가스 농도를 측정해 확인한 후 작업
 - ※ 적정공기: 산소 농도의 범위가 18% 이상 23.5% 미만, 탄산가스 농도 1.5% 미만, 황화수소 농도 10ppm 미만인 수준의 공기
 - 화재 예방을 위해 주변에 소화기 비치
 - 옥외에서 도장 작업 시에는 바람을 등지고 작업
 - 스프레이와 작업자의 거리는 최대한 멀리 유지

- 내부 도장 안전 작업 수칙
 - 급기·배기용 팬을 설치한 후 작업
 - 송기마스크 착용
 - 환기시설이 정상 가동 상태에서 작업
 - 도장부스의 필터 혹은 활성탄은 적정 시기에 교체

- 건조실에도 국소배기장치 설치

○ 배합 및 보관 시 안전수칙

- 배합 작업은 국소배기시설이 설치된 장소에서 실시
- 배합용기 및 사용용기는 뚜껑을 닫아 보관
- 빈 용기는 옥외 지정장소에 보관
- 보관 장소에는 환기시설 설치
- 배합 작업은 1일 사용량만큼만 준비
- 배합자 및 보조자는 방독마스크 착용

○ 유기화합물 손상에 따른 응급처치

- 피부에 화학물질이 묻은 경우
 - 차가운 흐르는 물(수돗물)로 피부에 남아 있는 유기화합물을 충분히 씻어내며 해독제를 찾으려고 시간을 지연해서는 안 됨
 - 물로 씻는 동안 오염된 옷을 제거하고, 위험한 유기화합물이나 씻어낸 물에 구조자 자신이 오염되지 않도록 보호장갑 착용
 - 만일 의식이 없어지면 응급소생술을 시행하고, 쇼크체위(회복자세)를 취하게 한 후 구급차로 이송
- 눈에 화학물질이 들어간 경우
 - 실명의 위험이 있으므로 눈을 비비거나 만지지 못하게 하고 흐르는 물에 10분 이상 씻기. 눈꺼풀 양쪽을 모두 잘 씻고 안구 세척기나 컵으로 물을 붓는 것이 좋음.
 - 눈이 통증경련으로 닫혀 있으면, 부드럽지만 강하게 눈꺼풀을 올리고 흐르는 물에 씻으며, 오염된 물이 반대쪽의 건강한 눈에 튀지 않도록 주의
 - 소독 안대나 깨끗하고 보풀 없는 천으로 눈을 가린 후 병원으로 후송. 한쪽만 다쳤어도 양쪽 눈을 다 가림.
- 화학물질을 삼켰을 경우
 - 기도를 확인하여 깨끗이 하기
 - 환자가 의식이 없으면, 응급소생술 실시. 인공호흡이 필요한데 환자의 입가에 화상이 있다면 플라스틱 안면보호대를 대고 구강대 구강 호흡을 하면 구조자를 보호할 수 있음.
 - 환자는 구토에 대비하여 쇼크체위로 눕히기. 일부러 구토를 유발하지 말 것

- 유해물질을 확인하고 구급차로 병원 후송
- 만약 의식이 있고 환자의 입가에 화상이 있다면 냉수나 우유를 자주 조금씩 섭취하도록 함.
- 실수로 화학물질을 먹지 않도록 용기와 라벨링 관리에 주의

○ 호흡보호구 등의 지급 및 착용

- 보호구 적격품의 선정을 위하여 안전보건공단의 검정을 필한 제품을 지급함.
- 작업별 적정보호구 선정을 위해 유기화합물 및 가스 노출 사업장의 보호구는 활성탄이 부착된 방독마스크, 방진마스크, 귀마개, 피부 보호장갑, 작업복 등을 지급함. 방독마스크의 경우 또한 작업부하의 경중 및 작업환경 측정결과에 따라 반면식이나 전면식의 내용이 달라질 수 있음.
- 보호구 착용 지도를 위해 적합한 작업부서에 적절한 보호구를 지급함. 즉, 분진이 발생하는 곳에는 방진마스크, 유기용제 발생부서는 방독마스크를 착용함. 종일 작업이 이루어지는 공정에는 국소배기(집진) 및 전체 환기의 근원적인 시설이 필요하고 배합이나 순간적인 노출량이 높은 부서에는 성능이 좋은 방독마스크를 착용하도록 하는 것이 좋음.
- 보호구 비치·관리지도, 보호구 지급은 사업주의 의무사항이며 보호구 착용은 근로자의 의무사항임. 정기적인 보호구의 지급이 필요하며 또한 보호구 사용의 효율을 높이기 위하여 작업장 내에 보호구 지급대장의 비치도 효과가 좋음.

2. 작업조건 관리

1) 신체부담작업

○ 부적절한 자세가 아닌 중립 자세유지

- 부적절한 자세로 정적인 작업을 오래 하지 말고 중립 자세를 유지하도록 습관화
- 작업 중 중립 자세 유지가 가능하도록 작업 영역, 작업공구, 작업대 등을 작업자에게 적합하게 맞춤

○ 장시간 서 있거나 앉아 있는 자세 없애기

- 정적인 동작 유지 작업의 경우 작업장의 재설계, 작업공구 개선 등의 개선조치
- 작업 중간에 규칙적인 휴식시간을 가질 것
- 작업 전후 및 휴식 시 근골격계 부담 감소를 위한 스트레칭 등을 적절히 실시

○ 무리한 힘을 가하지 않기

- 많은 근력을 사용하는 작업의 경우 충분한 휴식을 취할 것
- 무리한 힘을 요구하는 작업공구를 개선
- 가급적 인력이 아닌 동력을 이용한 공구로 교체
- 미끄러운 물체가 있는 경우 마찰력을 증가하여 미끄러움을 감소
- 작업에 충분한 공간을 유지



[그림 IV-1] 판형태의 물품취급방법

※ 출처: 안전보건공단(2011). 올바른 물품취급 작업 5대 수칙

○ 반복적인 작업 최소화

- 반복작업에 의한 근육 및 힘줄의 피로 경감을 위해 충분한 휴식을 취할 것
- 같은 근육을 반복하여 사용하는 경우 작업을 변경하여 순환 실시

- 가능한 한 공정을 자동화할 것
 - 작업 전후 및 휴식 시 근골격계 부담 감소를 위한 스트레칭 등을 적절히 실시
- 진동 강도가 낮은 전동공구를 사용
- 전동공구는 가급적 진동 강도가 낮은 공구로 교체하여 사용
 - 전동공구의 사용을 최소화
 - 전동공구의 점검 및 보수 철저
- 작업 전·중·후 적절한 스트레칭을 실시하고 휴식시간을 충분히 갖기
- 근골격계 부담 작업을 하는 경우 3년마다 유해요인조사 실시
- 5kg 이상의 중량물 취급 작업 시에는 물품의 중량과 무게중심에 대한 안내 표지를 게시
- 근골격계 부담 작업에 종사하는 근로자에게 근골격계 부담 작업의 유해 요인, 증상, 대처요령, 올바른 작업 방법 등에 대해 교육을 실시
- 인력에 의한 중량물 취급 방법
- 중량물의 무게중심에 가깝게 다가선 후 한쪽 발은 중량물 쪽에, 다른 쪽 발은 2~3보 옆 뒤쪽에 안전하게 둔.
 - 무릎과 정강이, 넓적다리는 90° 이상이 되도록 유지하고 몸을 중량물에 접근시켜 정면에서 다리 힘으로 들어 올림.
 - 중량물을 운반할 때 최단거리를 선택하고, 여러 차례 반복 운반, 중계 운반을 금지
 - 시선은 진행 방향을 향하고 뒷걸음 운반을 금지
 - 어깨높이보다 낮은 위치에서 중량물을 운반
 - 쌓여 있는 중량물을 운반할 때는 중간이나 밑에서 뽑지 말고 위에서부터 차례로 운반
- 중량물 취급 시 공통적 준수사항
- 중량물 운반·취급 시에는 가급적 하역운반기계 또는 운반용구를 사용

- 경사면에서의 중량물 취급은 구름 멈춤대, 썰기 등을 이용하여 중량물을 고정
- 중량물의 구름 방향인 경사면 아래에는 근로자의 출입을 제한
- 작업지휘자를 지정하고 작업 순서 및 작업 방법을 정해 작업을 지휘
- 로프를 풀거나 덮개를 벗기는 작업을 할 때에는 적재함의 하물이 낙하할 위험이 없음을 확인한 후에 당해 작업 실시
- 2명 이상의 근로자가 중량물을 취급·운반할 때에는 일정한 신호방법을 정하고 신호에 따라 작업
- 중량물을 취급하는 근로자에게 안전화 등 적합한 보호구를 지급하여 사용
- 주기적으로 스트레칭을 실시하고, 적절하게 휴식

2) 야간작업

○ 작업시간 계획

- 야간작업을 하는 날이 연속하여 3일을 넘기지 않도록 함.
- 야간작업을 마치고 다음 아침반 근무에 들어가기 전 최소 24시간 이상 휴식을 가지도록 작업계획을 수립
- 주중에 쉬는 것보다는 주말에 쉬도록 하는 것이 좋으며, 하루씩 띄어 쉬는 것보다는 주말에 이를 연이어 쉴 수 있도록 계획

○ 야간작업 중 주의사항

- 야간작업 중 각성상태를 유지할 수 있도록 동료와의 접촉, 휴식 시 운동, 작업장 내 적절한 조명수준 유지, 시원한 온도 유지, 음악 등이 필요
- 야간작업 중 자정에서 새벽 1시 사이에 식사시간을 가지고 새벽 3~4시 사이에는 짧은 휴식시간을 가지는 것이 좋음. 식사를 전혀 하지 않거나 탄수화물 섭취를 하는 것보다는 단백질을 섭취하는 것이 각성에 더 좋음.
- 야간작업 중이나 후에 근로자가 선잠을 잘 수 있는 공간을 마련해주는 것이 좋음.

○ 야간작업 근로자에 대한 특수건강진단 실시

- 야간작업으로 인한 건강문제의 조기발견 및 조기치료를 위해, 야간작업 종사자에 대하여 특수건강진단 실시
- 표적 질환: 수면장애, 심혈관질환, 소화기질환, 유방암

- 야간작업 특수건강진단 대상
 - 6개월간 밤 12시부터 오전 5시까지의 시간을 포함하여 계속되는 8시간 작업을 월 평균 4회 이상 수행하는 경우
 - 6개월간 오후 10시부터 다음날 오전 6시 사이의 시간 중 작업을 월 평균 60시간 이상 수행하는 경우
- 배치 전: 최초 작업배치, 작업 전환 시 근로자에 대한 업무적합성 평가, 위험 근로자 선별
- 배치 후 첫 번째: 6개월 이내, 교대작업 배치 후 ‘수면장애’ 발병 등 부적응자가 나타날 수 있으므로 6개월 이내 첫 번째 검진 실시
- 주기: 12개월. 현행 1년마다 실시하는 비사무직 근로자 일반건강진단과 함께 실시 가능

○ 야간근로 업무적합성 평가가 필요한 건강상태

- 증상이 조절되지 않는 간질
- 스테로이드 치료에 의존하는 천식
- 혈당조절이 되지 않는 당뇨병
- 혈압이 조절되지 않는 고혈압
- 교대작업으로 인해 약물치료가 어려운 경우
- 반복성 소화성 궤양
- 증상이 심한 과민성대장증후군
- 우울증
- 교대근무 부적응

○ 보건관리 대책

- 사업주는 야간작업에 근로자를 배치하기 전에 근로자의 건강을 평가하고 그 후 주기적으로 평가하여 야간근무로 인한 건강문제인지를 모니터링 함.

○ 개인적 관리방안

- 충분한 수면을 취하기. 일반적으로 수면시간은 6~7시간 이상이 적당하나, 개인차가 있으므로 피로를 충분히 풀 수 있는 수면을 취하기.
- 야간작업을 하기 전에 2~4시간 정도 수면을 취하면 야간작업 중의 각성 유지와 혈압상승을 방지하는데 도움이 됨.

- 야간작업 후 주간작업으로 일정이 바뀔 때는 야간작업 종료 후 2시간 정도 짧게 수면을 취한 후 낮 동안에는 최대한 깨어 있고, 밤에 되면 평소 잠이 들던 시간에 수면을 취함.
- 체중이 한 달에 3kg 이상 감소한 경우에는 건강진단을 받음.
- 식사는 빠짐없이 규칙적으로 하고, 과식을 하지 않도록 주의. 특히 늦은 밤에 과식을 하거나 기름진 음식을 섭취하는 것은 피함.
- 커피나 차 등의 카페인이 함유된 음료는 하루에 1~3잔 정도 섭취하는 것은 문제가 없으나, 그 이상 섭취하면 좋지 않음. 만약 하루에 너무 많은 양의 카페인(5~6잔 이상의 커피)을 섭취하고 있었다면 하루에 0.5잔 혹은 1잔씩 서서히 섭취를 줄이도록 함. 급하게 카페인 섭취를 줄이면 두통, 초조, 기분 저하, 짜증 등을 느낄 수 있음.
- 안주와 함께 하루 1~2잔 정도의 음주는 적절한 사회생활과 긴장 완화에 도움을 주고, 전혀 음주를 하지 않는 경우보다 심혈관질환의 위험 감소에도 도움이 됨. 그러나 많은 양의 음주는 좋지 않고, 특히 잠이 오지 않을 때 수면 유도를 위해 술을 마시는 것은 좋지 않음. 술은 수면 유도에 도움이 될 수는 있으나 숙면을 방해함.

3. 건강문제 관리

1) 근골격계질환

○ 근골격계질환 유해요인 조사

- 근골격계부담작업의 범위(고용노동부 고시 제2018-13호) 확인
- 부담작업에 대하여 매 3년마다 정기적으로 유해요인 조사 실시
- 유해요인조사는 유해요인 기본조사, 근골격계질환 증상조사와 유해도 평가로 구성

※ 출처: KOSHA GUIDE(H-9-2018), 『근골격계부담작업 유해요인조사 지침』

○ 근골격계질환 예방관리프로그램 운영

- 유해요인조사 결과 근골격계질환이 발생할 우려가 있을 경우 근골격계질환 예방활동을 체계적으로 수행
- 근골격계질환 예방관리프로그램 구성

조직구성	교육훈련	유해요인 관리
· 예방관리프로그램 추진팀 · 역할분장	· 교육대상 · 교육내용 및 시간 · 교육지침	· 유해요인 조사 · 유해요인 개선방법 · 개선계획서 작성/시행
의학적 관리	프로그램 평가	문서기록과 보존
· 증상호소자 관리 · 질환자 관리 · 건강증진 프로그램	· 평가시기 · 평가지표 · 프로그램 보완	· 보존대상 문서 · 보존기간

※ 출처: KOSHA GUIDE(H-65-2012), 『사업장 근골격계질환 예방관리 프로그램』

○ 의학적 및 관리적 대책

- 근골격계질환 예방·관리에 관한 교육, 작업환경개선활동 등 작업별 특성에 맞는 예방활동을 체계적으로 수행
- 조기발견, 조기치료 및 빠른 직장복귀를 위한 의학적 관리 수행
- 근골격계질환 증상, 징후를 보고할 수 있는 체계 구축
- 작업일정 및 속도 조절, 회복시간 제공, 작업 공간 및 장비의 주기적 청소 및

유지보수 등의 관리적 대책 시행

- 근골격계질환 예방을 위한 스트레칭 체조 등 실시

※ 출처: KOSHA GUIDE(H-68-2012), 『사업장의 근골격계질환 예방을 위한 의학적 조치에 관한 지침』



[그림 IV-2] 휴게실 안마 의자 설치



[그림 IV-3] 근골격계 증상 완화 설비

○ 근골격계질환 예방 교육 실시

- 근골격계 부담작업에서 유해요인
- 유해요인 제거의 원칙과 감소에 대한 조치
- 근골격계질환을 예방하기 위한 올바른 작업 자세
- 근골격계질환의 증상과 징후
- 근골격계질환 발생 시 대처요령
- 유해요인 개선대책 등

2) 뇌심혈관질환

○ 뇌심혈관질환 발병위험도평가 실시

- 작업관련 뇌심혈관질환 발병 위험인자인 생활습관요인, 건강상태요인 등을 조사하여 향후 뇌심혈관 질환으로 진전될 가능성을 예측해 보기 위하여 뇌심혈관질환 발병위험도 평가 실시
- 평가 대상: 모든 근로자
- 평가 주기
 - 기본주기: 2 년에 1 회

• 주기단축: 뇌심혈관질환 발병위험수준 또는 사후관리 조치 결과에 따라 실시

- 평가항목

구 분		건강진단항목
필수항목	문진	- 생활습관조사: 흡연, 운동습관, 음주 등 - 가족력: 뇌졸중, 협심증, 심근경색증 등 - 과거 및 현병력: 당뇨병, 일과성 뇌허혈발작, 뇌졸중, 협심증, 심근경색증 등의 병력 여부 및 고혈압 약/당뇨 약 복용 여부
	임상검사	- 체중, 신장, 허리둘레, 혈압, 흉부방사선, 식전혈당, 신장기능 검사(신사구체여과율 eGFR, 요단백검사) 이전 평가 결과 ‘고위험군’이상에 해당하는 경우: 혈중지질검사(총콜레스테롤, HDL콜레스테롤, 트리글리세라이드) → 혈중지질 검사는 일반 건강진단 시 실시여부에 따라 제외할 수 있음.
선택항목	임상검사	이전 평가 결과 ‘고위험군’이상에 해당하는 경우: 안저검사, 말초혈관검사, 심전도, 심장초음파, 심혈관(또는 영상) 검사 및 뇌혈관(또는 영상) 검사 중 필요시 선택

【뇌심혈관질환 발병위험도 평가결과 종합】 - 위험군 분류

1) 뇌심혈관질환 발병위험도 평가자료 종합조사표 작성 → 뇌심혈관질환 발병위험수준에 따른 구분 2) 일반건강검진 심뇌혈관질환 위험도 평가 확인 → 10년 이내 심뇌혈관 발생확률 구분 3) 1)과 2)의 평가 결과 중 높은 군을 선택	저위험군 중등도위험군 고위험군 최고위험군
---	---------------------------------



【업무적합성 평가】 - 근무상 조치 결정

㉞ 현재의 부서에서 그대로 또는 생활습관을 개선하면서 근무 ㉟ 생활습관개선, 약물치료 또는 근무시간 제한 등의 노력과 함께 현재의 부서에서 근무 ㊱ 건강상태가 좋아질 때까지 요양치료가 필요 ㊲ 현재의 업무특성상 뇌졸중이나 심근경색증을 발병 또는 악화시킬 수 있어 다른 부서로 직무전환조치 필요	통상 근무 조건부 근무 병가 또는 휴직 작업 전환
--	--------------------------------------



【뇌심혈관질환 발병위험도평가에 따른 사후관리】 - 사후관리내용 결정

뇌심혈관질환 발병위험수준별 차별화된 사후관리 → 업무수행내용, 개인병력 및 치료여부, 생활습관 등을 종합하여 관리 내용 결정	생활습관개선 질병관리 근무상 조치 작업관리
--	----------------------------------

【그림 IV-4】 뇌심혈관질환 발병위험도평가 절차

※ 출처: KOSHA GUIDE(H-200-2018), 『직장에서의 뇌·심혈관계질환 예방을 위한 발병위험도 평가 및 사후관리지침』

○ 업무 적합성 평가를 통한 적정 배치

- 심혈관기능이 좋은 사람은 그렇지 않은 사람에 비해 심혈관질환의 위험이 낮음. 또한, 심혈관기능이 좋은 근로자는 그렇지 않은 근로자에 비해 강도가 높은 업무를 장시간 수행해도 신체에 무리가 가지 않고, 피로도 덜 느끼게 됨. 반대로, 심혈관기능이 좋지 않은 근로자는 강도가 높은 업무를 수행할 때 쉽게 피로를 느끼고, 장시간근로를 할 때 신체에 많은 부담을 느낌.
- 따라서, 심혈관질환의 관리와 예방을 위해서는 필요한 경우 업무 적합성 평가를 받고 그 결과에 따라 근로자를 적정 배치할 필요가 있음. 업무 적합성 평가를 받아야 할 필요가 있는 경우는 다음과 같음.
 - 장기간(3개월 이상) 요양 후 업무에 복귀하고자 할 때
 - 심혈관기능에 영향을 주는 질환이나 치료를 받는 자를 업무에 배치하고자 할 때
 - 강도가 높은 업무, 야간작업을 포함한 교대근무, 장시간근로 등에 근로자를 배치하고자 할 때(특히 50세 이상의 남성 혹은 40세 이상의 여성)
 - 기타: 근로자가 작업 후 과도한 피로감을 호소할 때 혹은 건강진단 결과 업무 적합성 평가가 필요하다는 의사의 소견이 있을 때 등
- 업무 적합성 평가의 결과에 따라 근로자의 배치, 근무시간과 근무일정 조정 등의 적절한 조치를 취함.

○ 뇌심혈관질환 발병 (최)고위험군 중 작업 전환 고려가 필요한 업무

- 주당 60시간 이상의 장시간노동
- 고정적인 야간작업
- 정신적, 심리적으로 부담이 큰 업무(공의 안전을 책임지는 업무 또는 업무상 실수로 인해 타인의 생명에 영향을 미치는 업무)
- 힘이 많이 드는 중노동을 연속적으로 해야 하는 작업
- 부정맥이 있을 때: 운전 작업, 고소 작업
- 근무일정 예측이 어렵거나 시차가 큰 출장이 잦은 업무
- 유해한 작업환경
 - 용광로작업과 같은 고열작업 또는 한랭작업
 - 과도한 소음에 노출되는 작업
 - 갱내작업 등 산소가 부족하기 쉬운 곳에서의 작업

- 순환기계장해를 유발하는 화학물질에 노출되는 업무(예: 이황화탄소, 염화탄화수소류, 니트로글리세린, 메틸렌 클로라이드, 일산화탄소 등)

○ 개인적 관리방안

- 금연, 적정음주, 규칙적 운동 등 적절한 생활습관 유지
- 정기적인 건강진단을 받고, 건강진단 결과를 이용하여 대사증후군 여부를 확인
- 고혈압, 당뇨, 이상지질혈증이 있다면 적절한 치료받기

3) 직무스트레스

○ 조직적 관리방안

- 근무 중 잠시 휴식할 수 있도록 의자가 비치된 휴식공간 마련
- 상사나 동료, 부하직원과 의사소통할 수 있는 채널 마련
- 특정인에게 업무가 가중되거나 책임이 집중되지 않도록 조정
- 근로자의 직무스트레스 원인을 파악하고, 이를 예방하고 관리할 수 있는 방법을 관리자 및 근로자에게 교육
- 직장 내 상담창구를 마련하고, 직무스트레스가 높은 근로자가 개인의 비밀을 보장받으면서 상담할 수 있는 시스템 마련

○ 개인적 관리방안

- 직무스트레스 발생 시 자신의 어려움을 나눌 수 있고, 도움을 받을 수 있는 상사나 멘토를 정하여 대화를 나눔.
- 효율적인 의사소통 방법을 익혀서 다른 사람들과 원활한 의사소통을 할 수 있게 함.
- 동호회 활동, 봉사활동 등을 통해 심리적 재충전의 기회를 마련함.
- 생활습관개선
 - 규칙적 운동
 - 올바른 식습관 유지
 - 하루 7~8시간의 쾌적한 수면시간 갖기
 - 카페인 많이 든 음식(커피, 차, 콜라, 초콜릿 등)을 줄임.
 - 금주 또는 절주와 금연 실시

[표 IV-1] 직무스트레스 증상완화법

방 법	내 용
자기관찰	원인이 된 스트레스를 알아내기 위하여 문제 상황에 대한 자신의 반응양상을 일일 행동기록지에 적는 것
근육이완법	근육에 주의를 집중시켜 불필요한 긴장을 해소하는 단계적인 훈련 실시
복식호흡	양손을 아랫배에 대고 천천히 숨을 들이마시고 내쉬 (코나 목으로 호흡하는 것이 아니라 아랫배를 이용하여 숨을 쉼).
긍정적으로 생각하기	어쩔 수 없는 상황이라면 즐겁게 받아들이고, 해야 하는 일을 즐겁게 하도록 긍정적인 생각 갖기
자신의 감정 털어놓기	화가 났을 때 마음에 쌓아 두지 않고, 글을 쓰거나 낙서를 해서 자기감정 표출
자기 주장훈련	다른 사람을 비난하거나 불쾌하게 만들지 않으면서 자신의 욕구나 생각, 감정 등을 명확히 주장하는 방법 훈련

※ 출처: 정혜선 등(2011). 『여성근로자의 보건관리 매뉴얼 개발 연구』

4. 사고요인 관리

○ 원자재 입고 공정 작업 시 유해·위험 요인 및 예방 대책

- 원자재 입고는 차량으로 운반하여 입고한 고철, 선철, 합금철 등을 지게차, 크레인 등을 이용하거나 인력으로 원료 보관 장소에 종류별로 하역, 운반하는 공정으로 원재료 입고, 금속 종류별 보관, 크레인 작업 및 지게차 작업으로 구성됨.

유해·위험 요인	예방 대책
·원재료를 지게차로 입고하는 작업을 하던 중 물체에 맞음 위험 ·지게차 운행 시 부딪힘 위험 방지 등 방호 조치 미실시로 인한 사고 위험 ·적재하중 초과 적재로 적재물 떨어짐 위험 ·작업 반경 내 작업자 출입으로 부딪힘 위험 ·지게차 포크 등 운전석 이외의 장소 탑승으로 떨어짐 위험 ·내리막 경사로 운행 시 부주의 및 좌석 안전 띠 미착용으로 인한 지게차 뒤집힘 위험 ·과속으로 인한 끼임 및 뒤집힘 위험 ·지게차 미운행 시 키(key)를 꽂아둔 상태로 방치하여 미숙련자 운전으로 인한 사고 위험 ·작업장 통로 미확보로 부딪힘·넘어짐 위험 ·조명 확보되지 않은 장소에서 부딪힘 위험 ·중량물 인력 적재 및 하역에 따른 근골격계 질환 발생 위험 ·크레인으로 원재료 입고 작업 중 물체에 맞음 위험	·지게차 작업지휘자 배치, 적정 적재 및 시야 확보 ·지게차 전조등, 후미등, 제동장치 등을 작업 시작 전 점검 ·적재하중 준수 및 시야 확보 ·출입제한지역 설정, 충분한 작업 공간 확보 및 작업지휘자 배치 ·운전석 이외의 장소 탑승 금지 ·관리감독자 배치 및 지휘 ·지게차 운전석 출입문 설치 ·운전석 안전벨트 착용 ·지게차 운행속도 지정 및 작업계획서 작성 ·지게차 시동키 분리 및 별도 보관 ·유자격자 전담자 지정 운전 ·작업장 정리·정돈 및 통로 확보 ·황색 실선 등 통행로 구분 표시 ·작업 여건에 적합한 조명 및 충분한 조도 유지 ·정기적 스트레칭 실시 ·작업·휴식시간의 적절한 배분 ·로프, 체인 등이 혹으로부터 이탈되지 않도록 해지장치 사용 ·인양 중인 하물이 작업자의 머리 위로 통과하지 않도록 함

○ 모형 및 주형 제작 공정 작업 시 유해·위험 요인 및 예방 대책

- 모형 및 주형 제작은 제작하고자 하는 형상의 모형을 만들어 이를 주형을 안에 위치시킨 후 주물사, 경화제 등을 혼합하여 다져 넣은 후 굳혀 상형, 하형, 중자 등 주형을 제작하는 공정으로 모형 운반, 주형 제작, 이형제 도포, 합형의 작업으로 구성됨.

유해·위험 요인	예방 대책
·작업장 정리·정돈 미흡으로 넘어짐, 미끄러짐 위험 ·크레인으로 모형 운반작업 중 물체에 맞음 위험 ·주물사 믹서기 등 설비 점검·수리 시 사다리 사용 중 떨어짐 위험 ·배합기 청소·수리·점검 등의 작업 시 재해 위험 ·주물사, 경화제를 혼합하여 조형작업 중 분진 등 유해 물질에 노출되어 호흡기질환 등 건강장해 위험 ·주형과 주물 제품이 잘 분리되도록 주형 표면에 흑연 등 이형제를 도포하는 작업 중 유해 물질에 노출되어 호흡기질환 등 건강장해 위험 ·제작된 상·하형, 중자 등을 크레인으로 운반하여 합형하는 과정 중 물체에 맞음 위험 ·크레인으로 운반하는 작업 중 부딪혀 세워둔 주형이 넘어져 작업자가 깔림 위험	·작업장에서 넘어짐, 미끄러짐 등의 위험이 없도록 작업장 바닥 등을 안전하고 청결한 상태로 유지 ·로프, 체인 등이 폭으로부터 이탈되지 않도록 해지장치 사용 ·변형된 고리걸이용구의 사용 금지 ·인양 중인 하물이 작업자의 머리 위로 통과하지 않도록 함 ·버팀대 부착 등 안전사다리 사용 ·2인 1조 작업 ·배합기 운전정지(덮개 인터록 연동장치 설치) ·기동장치 “조작금지” 표지 설치 후 작업 ·작업조건에 맞는 수공구 사용 ·국소배기장치 설치 ·국소배기장치 등 환기시설 작동상태 주기적 점검 및 보수 ·국소배기장치의 제어속도, 배풍량 확인 ·충분한 환기·통풍이 되도록 작업환경 개선 ·분진의 유해성 등 주지 ·분진 및 증기 발산원 밀폐 설비 또는 국소배기장치 설치 ·물질안전보건자료 게시 및 교육 ·물질안전보건자료에서 제시한 안전·보건조치 이행 ·작업조건에 적절한 보호구 지급·착용 ·주형 등이 넘어지지 않도록 넘어짐 방지 조치

○ 용해 공정 작업 시 유해·위험 요인 및 예방 대책

- 용해는 금속재료를 파쇄, 선별한 후 용해로에 장입하여 용해시키고 부유물을 제거하는 공정으로 재료 장입, 용해, 불순물 제거, 출탕, 내화물 축조, 용해로 관리의 작업으로 구성됨.

유해·위험 요인	예방 대책
·용해로에 재료 장입 중 수증기 폭발에 의한 화상 위험 ·용해작업 중 원료의 과다 투입으로 인한 브리징 현상 발생으로 수증기 폭발에 의한 화상 위험 ·용해작업 중 용탕 누출로 인한 화재·폭발 위험 ·성분 분석을 위한 용탕 채취 작업 중 수증기 폭발에 의한 화상 위험 ·조작반에서 용해로 전류 등 조정 및 출탕작업 중 용탕 비산에 의한 화상 위험 ·고열작업에 따른 건강장해 위험 ·용탕을 래들에 받는 작업 중 용탕 누출, 비산에 의한 화재, 화상 위험 ·용해로 내화물 축조 등 정비·보수작업 중 끼임 위험 ·용해작업 중 부적절한 자세 및 반복적인 불순물 제거 작업에 따른 근골격계질환 발생 위험	·재료 장입 전 위험물 및 밀폐된 용기 등이 들어 있지 않음을 확인 ·방열장갑, 방열복 또는 적합한 보호구 지급 및 착용 ·원료 장입 자동화 ·원료의 과다 투입 금지(원료 수분 등 건조 상태 확인) ·방열장갑, 방열복 또는 적합한 보호구 지급 및 착용 ·비상시 절차(전력 차단, 작업자 대피) 확립 ·용탕 배출 피트 설치 ·용해로 라이닝에 대한 철저한 관리 ·용탕 채취용 도구 예열 ·방열장갑, 방열복 또는 적합한 보호구 지급 및 착용 ·조작반 전면에 방호벽 설치 ·환기장치 설치 등 고열 감소 조치 ·고열장소와 격리된 휴게시설 설치 및 적절한 휴식시간 제공 ·눈에 잘 보이는 장소에 온도계 등 설치 ·고온 경고 표지 부착 ·소금과 음료수 등 비치 ·출탕 전 래들을 충분히 예열 ·용탕 배출 피트를 건조한 상태로 유지 ·유압장치 주기적 점검 및 관리 ·작업 전 스트레칭 실시 ·목·허리 등 근골격계에 무리한 부담을 주지 않도록 중량 제한 ·작업 조건에 따라 적정 작업시간과 휴식시간 배분

○ 용탕 주입 공정 작업 시 유해·위험 요인 및 예방 대책

- 용탕 주입은 용탕을 래들에 받은 후 크레인, 대차 등으로 이송하여 주형에 주입하는 공정으로 래들 내부 청소, 용탕을 래들에 받는 작업, 래들 운반, 온도 측정, 주형에 용탕 주입의 작업으로 구성됨.

유해·위험 요인	예방 대책
·작업장 바닥에 작업도구, 부자재 등 방치, 통로 미확보 및 어두운 조명에 의한 부딪힘, 넘어짐 위험 ·이동식 대차 운행 중 통로 구분 미표시로 근로자 충돌 위험 ·용탕이 담긴 래들을 크레인 또는 대차 등으로 운반하는 작업 중 부딪힘, 떨어뜨림으로 인한 용탕 누출로 화재, 화상 위험 ·래들에 담긴 용탕을 주형에 주입하는 작업 중 용탕 누출 또는 비산에 의한 화재, 화상 위험 ·크레인 방호장치 불량에 의한 떨어짐, 맞음 위험 ·와이어로프, 체인, 벨트슬링 등의 손상으로 인한 운반물 떨어짐 위험 ·래들 보수 및 운반 작업 시 근육피로, 허리통증 등 건강장해 ·고열작업에 따른 건강장해 위험	·작업장 정리·정돈 및 통로 확보 ·작업 조건 및 통로에 적합한 조도 유지 ·황색 실선 등으로 근로자와 운반설비 통행로 구분 표시 ·운반대차 휠(Wheel) 부분에 구름방지장치 확인 ·와이어로프 등 달기구에 대한 작업 전 점검 ·운반경로상의 장애물에 대한 파악 및 사전 제거 조치 ·방열장갑, 방열복 또는 적합한 보호구 지급 및 착용 ·과부하방지장치, 혹해지 장치 등의 안전장치 정상상태 유지 및 점검 ·정격하중 표지판 부착 등 과적 금지 조치 ·작업 시작 전 와이어로프, 체인의 마모 및 손상(소선, 절단, 킹크 등의 변형 등) 여부 점검 실시 ·목·허리 등 근골격계에 무리한 부담을 주지 않도록 중량 제한 ·작업 전 스트레칭 실시 등 근육이완 ·급출발 예방, 속도 조절 가능 타입의 전동 이동 대차 등 운반 보조 설비 개선 ·환기장치 설치 등 고열 감소 조치 ·고열장소와 격리된 휴게시설 설치 및 적절한 휴식시간 제공 ·눈에 잘 보이는 장소에 온도계 등 설치 ·고온 경고 표지 부착 ·소금과 음료수 등 비치

○ 탈사 및 후처리 공정 작업 시 유해·위험 요인 및 예방 대책

- 탈사 및 후처리는 주물, 주강품으로부터 주물사를 털어낸 후 제품에 붙어 있는 불필요한 부위를 산소·아세틸렌 절단기, 휴대용 절단기, 쇼트기, 연삭기 등으로 제거하고 표면을 다듬는 공정으로 탈사 작업, 절단 작업, 쇼트 작업, 사상 작업 등으로 구성됨.

유해·위험 요인	예방 대책
·작업장 바닥에 떨어진 쇼트볼에 미끄러져 넘어짐 위험 ·탈사 작업 시 사용하는 작업대 안전난간 및 크레인·쇼트기 수직사다리 방호울 미설치로 떨어짐 위험 ·제품을 주형틀로부터 분리하고 주물사를 털어내는 작업과정에서 분진 등 유해물질에 노출되어 호흡기 질환 발생 위험 ·연마기 작업 시 금속분진 발생으로 호흡기질환 등 직업병 발생 위험 ·산소·아세틸렌 가스절단작업 중 불꽃역화에 의한 화재, 폭발 위험 ·크레인 방호장치 불량에 의한 하물 떨어짐, 맞음 위험 ·연마작업 시 슛돌 파손으로 인한 맞음 위험 ·연삭기 사용 시 절연열화로 인한 누전 및 열처리로 전기 발열체 충전부 접촉 등에 의한 감전재해 위험	·작업장에서 넘어짐, 미끄러짐 등의 위험이 없도록 작업장 바닥 등을 안전하고 청결한 상태로 유지하고 주기적으로 청소 ·상부 난간대 바닥으로부터 90~120cm 이상 등 설치기준에 적합한 안전 난간대 설치 ·7m 이상 수직사다리의 경우 바닥으로부터 2.5m 지점부터 등받이 울 설치 ·국소배기(전체 환기)장치 설치 ·국소배기장치 등 환기시설 작동 상태 주기적 점검 및 보수 ·국소배기장치의 제어속도, 배풍량 확인 ·작업조건에 적절한 보호구 지급·착용 ·분진의 유해성 등 주지 ·보안경, 보안면, 방진마스크 등 보호구 착용 (개인별 보호구함 비치) ·가스절단작업 시 작업안전수칙 준수 ·아세틸렌 용접기에는 취관마다 역화방지용 안전기 부착 ·과부하방지장치, 화재지 장치 등의 안전장치 정상상태 유지 및 점검 ·정격하중 표지판 부착 등 과적 금지 ·지식 파손 시 근로자를 보호하기 위하여 방호덮개(안전 인증품) 설치 ·운전 시작 시 1분, 지식 교환 시 3분 등 공회전을 실시 ·작업 시작 전 슛돌 점검 등 안전 수칙 준수 ·보안경 등 개인보호구 지급·착용 ·전동기 외함 접지 ·전기기기 및 배선의 절연저항을 주기적으로 측정·관리 ·전원 측 누전차단기 설치 사용 ·절연재료로 덮개를 설치하는 등 방호조치

○ 도장 및 건조 공정 작업 시 유해·위험 요인 및 예방 대책

- 도장 및 건조는 제품에 녹이 발생하지 않도록 도장한 후 상온 또는 건조로에서 건조하는 공정으로 스프레이 도장, 분체 도장, 제품 도장 작업으로 구성됨.

유해·위험 요인	예방 대책
·도장부스, 건조로 점검대 안전난간 및 수직사다리 방호울 미설치로 떨어짐 위험 ·크레인 방호 장치 불량에 의한 운반물 떨어짐, 충돌 위험 ·도장작업 시 페인트, 유기용제 등 유해·화학물질 노출에 따른 건강장해 위험 ·스프레이 도장, 분체 도장 시 등 인화성 물질 사용에 따른 화재·폭발 및 유해가스 발생 위험 ·페인트, 유기용제 등이 묻은 천을 일반 쓰레기통에 보관하여 화재 위험 ·스프레이건, 에어리스 펌프, 도장부스 등 외함 접지를 하지 않아 감전, 화재·폭발 위험 ·부적절한 자세 및 반복적인 도장작업에 의한 근골격계질환 위험	·상부 난간대 바닥으로부터 90~120cm 이상 등 설치기준에 적합한 안전 난간대 설치 ·7m 이상 수직사다리의 경우 바닥으로부터 2.5m 지점부터 등받이울 설치 ·과부하방지장치, 혹해지 장치 등의 안전장치 정상상태 유지 및 점검 ·정격하중 표지판 부착 등 과적 금지 ·도장작업 중 유기용제 등 배출을 위한 집진설비 가동 및 충분한 환기·통풍이 되도록 작업 환경 개선 ·유해·화학물질 등이 피부에 직접 접촉되지 않도록 적절한 보호장갑 지급·착용 ·방독마스크 등 개인보호구 착용 ·물질안전보건자료에서 제시한 안전·보건조치 이행 ·인화성 액체의 증기가 인화 범위 내에 있지 않도록 충분한 환기 조치 ·기름 또는 유기용제 등이 묻은 천 조각이나 휴지 등은 뚜껑이 있는 불연성 용기에 담아 두는 등 화재예방 조치 ·외함에 접지선을 추가로 배선하여 견고하게 고정 ·접지공사가 시공되어 있는 분전반의 접지단자에 연결하거나 독립적으로 별도의 접지봉(접지극)을 시공하여 연결 ·주기적인 접지저항 측정 및 관리 ·이동형 스톨 등 편의설비 설치 등 작업환경 개선 ·목·허리 등 근골격계에 무리한 부담을 주지 않도록 중량 제한 ·작업 조건에 따라 작업·휴식시간 등 적정 배분

○ 포장 및 출고 공정 작업 시 유해·위험 요인 및 예방 대책

- 포장 및 출고는 완성된 제품을 운송에 적합하도록 포장하여 출고하는 공정으로 제품 포장, 출고 작업으로 구성됨.

유해·위험 요인	예방 대책
·작업장 바닥, 바닥에 부재료 방치, 통로 미확보 및 어두운 조명에 의한 부딪힘, 넘어짐 위험 ·지게차 및 이동 대차 등 운반설비로 제품운반 작업 시 끼임 및 충돌 위험 ·포장 끈을 칼로 자르다가 베임 위험 ·지게차 작업 중 부딪힘, 끼임, 떨어짐 등 재해 위험 ·과속으로 끼임 및 뒤집힘 위험 ·지게차 방호장치 미흡에 따른 부딪힘, 끼임 등의 재해 위험 ·운전 부주의, 안전벨트 미착용으로 충돌, 끼임 등의 재해 위험 ·작업 반경 내 작업자 출입으로 부딪힘 등의 재해 위험 ·크레인 방호장치 불량에 의한 운반물 떨어짐, 맞음 위험 ·차량 운전 시 신호 미준수, 과속, 전방 주시 소홀 등으로 교통사고 위험 ·빗길, 눈길에 운전 부주의로 미끄러짐 위험 ·급정지하는 차량을 피하려다 뒤집힘 위험 ·중량물 취급 등 무리한 동작으로 인한 요통 등 부상 위험	·작업장 바닥면이 일정하도록 보수 및 관리 ·작업장 정리·정돈 및 통로 확보 ·작업 조건 및 통로에 적합한 조도 유지 ·황색실선 등으로 통행로 구분 표시 ·운반대차 휠(Wheel)부분에 구름방지장치 확인 ·포장 끈 절단 시 가위 등 베임 위험이 없는 보조기구 사용 ·작업조건에 적합한 보호장갑 착용 ·운행속도 지정 및 전용통로 확보 ·유자격자 전담자 지정 운전 ·헤드가드, 백레스트, 전조등, 후미등, 안전벨트 설치 ·작업 전 관리감독자에 의한 안전점검 ·적재 안전하중 준수 및 시야 확보 ·운전 중 안전벨트 착용 ·지게차 작업 반경 출입 제한 ·운전석 이외 장소 탑승 금지 ·지게차 시동키 분리 및 별도 보관 ·과부하방지장치, 혹해지 장치 등의 안전장치 정상상태 유지 및 점검 ·정격하중 표지판 부착 등 과적 금지 ·교통안전수칙 준수 생활화 ·충분한 차간거리 유지 및 전방 주시 철저, 안전벨트 착용 ·교차로 운행 시 좌우 확인 철저 ·빗길, 눈길에 감속운행 ·운전 중 흡연, 휴대폰 통화, DMB 시청 등 불안전 행동 금지 ·취급물품의 중량과 무게중심 안내 표시 ·손잡이 부착, 갈고리 등 적절한 보조도구 활용

※ 출처: 안전보건공단(2014). 현장 작업자를 위한 목재가공작업 안전. 제조업분야 교안 2014-교육미디어-891

5. 건강증진

1) 사업장 건강증진의 개념

- 근로자 건강증진활동이란 작업관련성질환 예방활동을 포함하여 근로자의 건강을 최상의 상태로 하기 위한 일련의 활동을 말함 (고용노동부 고시 제 2015-104호, 근로자 건강증진활동 지침 참조)
- 건강증진활동계획에 포함되어야 할 사항
 - 사업주가 건강증진을 적극적으로 추진한다는 의사표명
 - 사업장 내 건강증진 추진을 위한 조직구성
 - 직무스트레스 관리, 올바른 작업자세지도, 뇌심혈관질환 발병위험도 평가 및 사후관리, 금연, 절주, 운동, 영양개선 등 건강증진활동 추진내용
 - 건강증진활동을 추진하기 위해 필요한 예산, 인력, 시설 및 장비의 확보
 - 건강증진활동계획 추진상황 평가 및 계획의 재검토
- 건강증진활동계획 수립 시 포함해야 할 조치
 - 건강진단결과 사후관리조치
 - 근골격계질환 징후가 나타난 근로자에 대한 사후조치
 - 직무스트레스에 의한 건강장해 예방조치
- 건강증진활동의 추진체계
 - 건강증진활동의 총괄 부서 및 건강증진활동 추진자 선정
 - 산업안전보건위원회 또는 노사협의회에서 사업장 건강증진활동 계획 심의
 - 부서별 실무 담당자 지정
 - 영양사가 있는 경우 영양사와 협력하여 영양개선활동 시행
 - 외부 건강증진 전문가 또는 근로자건강센터 등 전문기관 활용

2) 사업장 건강증진의 효과

- 개인적 결과
 - 사고 및 질병 감소
 - 건강상태 개선 (예. 혈압 감소, 총 콜레스테롤 감소 등)

- 삶의 질 향상 (예. 흡연을 감소, 운동실천율 증가 등)
- 직무만족도 향상 (예. 동료관계 문제 개선 등)

○ 조직적 결과

- 비용감소 (예. 산업재해율, 업무상질병 감소 효과)
- 회사이미지 개선
- 이직률 감소
- 생산성 증대 (예. 결근율 감소, 근로손실일수 감소 등)

3) 구체적인 생활습관 관리

(1) 금연

○ 금연시작

- 약 2개월간 술자리나 예상되는 스트레스, 출장계획 등이 없는 시기를 택하여 시작 권장

○ 준비기간

- 약 2주간 금연일까지 하루 흡연량을 서서히 줄임
- 담배를 끊기로 했다는 것을 가족, 친구, 동료 등 많은 사람들에게 알리고 도움을 청함

○ 금단증상 극복방법

- 기침, 입마름, 인후통: 기침을 많이하고, 물을 많이 마셔서 기관지 점막을 부드럽게 함. 입마름이 심하면 껌을 씹음
- 신경이 날카로워짐: 손으로 무언가 일을 하도록 함
- 두통, 피로감, 어지러움: 운동을 함
- 우울: 친구와 대화 또는 다른 취미활동을 함
- 식욕증가: 해바라기 씨, 당근, 오이 등을 먹거나 무가당 껌을 씹음
- 니코틴 보조제(NRT, Nicotine Replacement Therapy) 사용

(2) 절주

○ 음주 가이드라인 (한국건강증진재단)

- 주 1회 알코올 양: 남자 소주 5잔 이내, 여자 소주 2.5잔 이내

○ 다음의 경우 술을 마시라고 권유해서는 안됨

- 임신 중 또는 임신을 계획하거나 수유 중인 여성
- 안전과 관련된 업무 (건설 중장비를 다루거나 대중교통 운전 등)를 하는 사람은 근무에 영향을 미치는 시간에는 절대 금주
- 알코올 분해효소가 없는 사람(안면홍조증)
- 심각한 신체적, 정신적 질환을 앓고 있는 사람
- 운동을 할 때

(3) 영양

○ 불규칙한 식습관 개선

- 아침식사 거르지 않기 (혈당치 저하로 인한 집중력 저하 개선 효과)
- 표준 체중 {키(cm) - 100} x 0.9 유지하기 위한 적절한 영양소 섭취
- 소금 섭취 줄이기 (하루 5g 이하 섭취)

(4) 운동

○ 올바른 운동을 위한 기본 원칙

- 자신의 최대맥박치(220-나이)의 65%~70%가 되도록 함
- 충분한 기본기량을 익혀서 운동하도록 함 (부상을 방지하기 위함)
- 운동량을 단계적으로 증가시킴 (1주 3~4회, 하루 한 시간 이내의 운동량이 적당함)
- 운동을 몰아서 하거나, 일주일 쉬거나 하지 않도록 함 (심장과 근육에 규칙적으로 예고된 상태의 운동부하를 주는 것이 효과적임)
- 준비운동과 정리운동을 함 (인체는 사용한 만큼 부분적으로 미세한 손상을 받으므로 회복기와 휴식의 안배가 중요함)
- 규칙적인 신체검사와 운동처방에 의한 운동을 해야 함

(5) 비만 관리

○ 식이요법

- 체중유지를 위해 하루에 필요로 하는 열량에서 500~800kcal 줄여서 섭취
- 무조건 식사량을 줄이지 말고 영양소를 골고루 섭취
- ‘식품교환표’를 이용하면 도움이 됨

○ 운동요법

- 규칙적인 운동을 통한 체내 지방의 분해 촉진
- 유산소 운동 (걷기, 중·장거리 달리기, 마라톤, 체조, 에어로빅, 고정식 자전거, 수영 등)
- 무산소 운동 (100~400m 단거리 달리기, 복근운동, 팔굽혀펴기, 축구 등)
→ 고혈압, 허혈성 심근장애 등 합병증이 있는 사람에게는 유해하므로 금지

○ 행동수정요법

- 일상의 습관 또는 행동을 변화시킴으로써 체중감소를 유도하는 방법
- 먹게 되는 동기, 태도, 행위, 사회적 배경 등 체중과 관련된 잘못된 생활습관을 수정하도록 유도

참고문헌

1. 고용노동부 (2013, 2014, 2015, 2016, 2017). 산업재해현황분석.
2. 고용노동부 (2014, 2015, 2016, 2017, 2018). 고용형태별 근로실태조사.
3. 고용노동부, 안전보건공단 (2014). 안전보건 실무길잡이 금속흙. 2016-교육미디어-1240
4. 고용노동부, 한국고용정보원 (2011). 2012 한국직업사전.
5. 배혜정, 남미란, 이상만, 정유진, 손병현, 피영규, 정종현. 주물사업장 내 공기중 화학적 유해인자 노출 평가. 한국환경과학회지 2015;24(5):699-708
6. 안전보건공단 (1999). 사업장 보건관리를 위한 업종별 산업보건편람
7. 안전보건공단 (2000). 산업위생핸드북
8. 안전보건공단 (2012). 사업장 근골격계질환 예방관리 프로그램 (KOSHA GUIDE H-65-2012).
9. 안전보건공단 (2012). 사업장의 근골격계질환 예방을 위한 의학적 조치에 관한 지침 (KOSHA GUIDE H-68-2012).
10. 안전보건공단 (2014). 2014 전국 사업장 작업환경실태조사 보고서
11. 안전보건공단 (2018). 근골격계부담작업 유해요인조사 지침 (KOSHA GUIDE H-9-2018).
12. 안전보건공단 (2018). 직장에서의 뇌·심혈관계질환 예방을 위한 발병위험도 평가 및 사후관리지침 (KOSHA GUIDE H-200-2018).
13. 안전보건공단 (2014). 건설업 보건관리자 역할 직업건강가이드라인.
14. 안전보건공단(2011). 올바른 물품취급 작업 5대 수칙.
15. 정혜선 등 (2011). 여성근로자의 보건관리 매뉴얼 개발 연구.
16. 통계청 (2013, 2014, 2015, 2016, 2017). 전국사업체조사.
17. 통계청 (2017). 한국표준산업분류(10차).
18. Burgess, W., 1995, A Foundry Operation in Recognition of health hazards in industry, 2th ed, Wiley J &
19. Sons, Canada, 106-139.
20. Chen, J., McLaughlin, J. K., Zhang, J. Y., Stone, B. J., Luo, J., Chen, R. A., Dosemeci, M., Rexing, S. H., Wu, Z., Hearl, F. J., McCawley, M. A., Blot, W. J., 1992, Mortality among Dust exposed Chinese Mine and Potter Workers, J. Occup. Med., 34(3):311-316.

21. Cooper, T. C., Gressel, M. G., Froehlich, P. A., Caplan, P. E., Mickelsen, R. L., Valiante, D., Bost, P., 1993, Successful Reduction of Silica Exposure at Sanitary Ware Pottery, *Am. Ind., Hyg. Assoc. j.*, 54(10) 600–606.
22. Environmental Protection Agency(EPA), 1999, Compendium Method TO-11A: Determination of formaldehyde in ambient air using adsorbent cartridge followed by high performance liquid chromatography(HPLC).
23. Gomes, J., Lloyd, O. L., Norman, N. J., Pahwa, P., 2001, Dust exposure and impairment of lung function at a small iron foundry in a rapidly developing country, *Occup Environ Med*, 58, 656–662.
24. Guenther, A., Hewitt, C. N., Erickson, D., Fall, R., Geron, C., Graedel, T., Harley, P., Klinger, L., Lerdau, M., McKay, W. A., Pierce, T., Scholes, B., Steinbrecher, R., Tallamraju, R., Taylor, J., Zimmerman, P., 1995, A global model of natural volatile organic compound emissions, *Journal of Geophysical Research*, 8873–8892.
25. Park, J. S., 2006, Development and Field Installation of a System of Simultaneously Removing Dust and Volatile Organic Compounds from Furan Process in Foundry, *Korean Chem. Eng. Res.*, 44(2), 136–148.
26. Park, R. M., Ahn, Y. S., Stayner, L. T., Kang, S. K., Jang, J. K., 2005, Mortality of iron and steel workers in Korea, *Am J Ind Med*, 48:194–204.
27. Perrault, G., Dion, C., Ostiguy, C., Michaud, D., Baril, M., 1992, Selective sampling and chemical speciation of airborne dust in ferrous foundries, *Am Ind Hyg Assoc J*, 53(7):463–470.
28. Phee, Y. G., Poh, Y. M., Lee, K. M., Kim, H. A., Kim, Y. W., Won, J. I., Kim, H. W., 1997, Analysis of quartz content and particle size distribution of airborne dust from selected foundry operations, *Korean Ind. Hyg. Assoc. J*, 7(2):196–208.

[부록 1]

주요화학물질의 MSDS

※ 화학물질의 물질안전보건자료(MSDS) 내용은 수시로 수정·보완되오니
안전보건공단 화학물질정보 홈페이지(<http://msds.kosha.or.kr>)를 참
고하시기 바랍니다.

화학물질 목록

- | | |
|----------------------|---------------------------|
| (1) 1-브로모프로판 | (23) 알루미늄 |
| (2) 2-디에틸아미노에탄올 | (24) 암모니아 |
| (3) 2-부톡시에탄올 | (25) 에탄올 |
| (4) 2-부톡시에탄올아세테이트 | (26) 에탄올아민 |
| (5) 2-에톡시에틸아세테이트 | (27) 에틸렌글리콜 |
| (6) 구리(흙) | (28) 에틸벤젠 |
| (7) 규산염(활석) | (29) 이산화티타늄 |
| (8) 금속가공유 | (30) 이소프로필 알코올 |
| (9) 니켈 및 그 화합물 | (31) 인산 |
| (10) 디에탄올아민 | (32) 일산화탄소 |
| (11) 디클로로메탄 | (33) 주석(금속) |
| (12) 망간 및 그 무기화합물 | (34) 지르코늄과 그 화합물 |
| (13) 메틸렌비스페닐이소시아네이트 | (35) 크롬 |
| (14) 메틸알코올 | (36) 크실렌(오르토, 메타, 파라 이성체) |
| (15) 메틸에틸케톤 | (37) 톨루엔 |
| (16) 바륨 및 그 가용성 화합물 | (38) 페놀 |
| (17) 산화규소-비결정체-용융된 것 | (39) 포름알데히드 |
| (18) 산화마그네슘 | (40) 헥사메틸렌 디이소시아네이트 |
| (19) 석영 | (41) 헵탄 |
| (20) 수산화나트륨 | (42) 황산(pH2.0이하) |
| (21) 수산화칼륨 | (43) 흑연 |
| (22) 스토다드솔벤트 | |

(1) 1-브로모프로판

화학물질명: 1-브로모프로판	그림문자 
□ 대상물질에 의한 건강영향 ○ 흡입 또는 피부접촉을 통해 신체에 흡수되고 피부점막자극과 중추신경장해, 조혈기독성 및 생식기능의 이상을 유발할 수 있음	
□ 유해·위험성 분류 ○ 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분2 ○ 발암성: 구분2 ○ 생식독성: 구분1B ○ 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(마취 작용) ○ 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극) ○ 특정표적장기 독성(반복 노출): 구분2 ○ 만성 수생환경 유해성: 구분3	□ 유해·위험성 내용 ○ 눈에 심한 자극을 일으킴 ○ 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음 ○ 졸음 또는 현기증을 일으킬 수 있음 ○ 암을 일으킬 것으로 의심됨 ○ 태아 또는 생식능력에 손상을 일으킬 수 있음 ○ 장기간 또는 반복노출 되면 신체 중 에 손상을 일으킬 수 있음 ○ 장기적인 영향에 의해 수생생물에 유해함
□ 법적 사항	
노출기준 특수건강진단주기 작업환경측정주기 산업안전보건법 화학물질관리법에 의한 규제 위험물안전관리법에 의한 규제	TWA: 25ppm 12개월 6개월 작업환경측정대상물질 관리대상유해물질 특수건강진단대상물질 특별관리물질 자료 없음 제4류 제2석유류 비수용성액체
□ 보호구 ○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크(액체 에어로졸인 경우)/방독마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용	

(2) 2-디에틸아미노에탄올

화학물질명: 2-디에틸아미노에탄올	그림문자 														
□ 대상물질에 의한 건강영향															
○ 흡입, 섭취, 피부접촉을 통해 신체에 흡수되고 노출 시 구토를 유발할 수 있음															
□ 유해·위험성 분류	□ 유해·위험성 내용														
○ 인화성 액체: 구분3 ○ 급성 독성(경구): 구분4 ○ 급성 독성(경피): 구분4 ○ 급성 독성(흡입: 증기): 구분3 ○ 피부 부식성/피부 자극성: 구분1 ○ 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분1 ○ 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극)	○ 인화성 액체 및 증기 ○ 삼키면 유해함 ○ 피부와 접촉하면 유해함 ○ 피부에 심한 화상과 눈 손상을 일으킴 ○ 눈에 심한 손상을 일으킴 ○ 흡입하면 유독함 ○ 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음														
□ 법적 사항															
<table border="1"> <tr> <td>노출기준</td><td>TWA: 2ppm</td></tr> <tr> <td>특수건강진단주기</td><td>자료 없음</td></tr> <tr> <td>작업환경측정주기</td><td>6개월</td></tr> <tr> <td rowspan="3">산업안전보건법</td><td>작업환경측정대상물질</td></tr> <tr> <td>관리대상유해물질</td></tr> <tr> <td>공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질</td></tr> <tr> <td>화학물질관리법에 의한 규제</td><td>자료 없음</td></tr> <tr> <td>위험물안전관리법에 의한 규제</td><td>4류 제2석유류(수용성)</td></tr> </table>	노출기준	TWA: 2ppm	특수건강진단주기	자료 없음	작업환경측정주기	6개월	산업안전보건법	작업환경측정대상물질	관리대상유해물질	공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질	화학물질관리법에 의한 규제	자료 없음	위험물안전관리법에 의한 규제	4류 제2석유류(수용성)	
노출기준	TWA: 2ppm														
특수건강진단주기	자료 없음														
작업환경측정주기	6개월														
산업안전보건법	작업환경측정대상물질														
	관리대상유해물질														
	공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질														
화학물질관리법에 의한 규제	자료 없음														
위험물안전관리법에 의한 규제	4류 제2석유류(수용성)														
□ 보호구															
○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크(액체 에어로졸인 경우)/방독마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용															

(3) 2-부톡시에탄올

화학물질명: 2-부톡시에탄올	그림문자
	
□ 대상물질에 의한 건강영향	
○ 발암가능성이 있고 흡입 또는 피부접촉을 통해 신체에 흡수되며 간독성과 조혈기계, 신경계 및 피부질환을 유발할 수 있음	
□ 유해·위험성 분류	□ 유해·위험성 내용
○ 급성 독성(경구): 구분4 ○ 급성 독성(흡입: 증기): 구분3 ○ 피부 부식성/피부 자극성: 구분2 ○ 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분2 ○ 발암성: 구분2	○ 삼키면 유해함 ○ 피부에 자극을 일으킴 ○ 눈에 심한 자극을 일으킴 ○ 흡입하면 유독함 ○ 암을 일으킬 것으로 의심됨
□ 법적 사항	
노출기준 특수건강진단주기 작업환경측정주기 산업안전보건법 화학물질관리법에 의한 규제 위험물안전관리법에 의한 규제	TWA: 20ppm
	12개월
	6개월
	작업환경측정대상물질
	관리대상유해물질
	특수건강진단대상물질
	자료 없음
4류 제2석유류(수용성)	
□ 보호구	
○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크(액체 에어로졸인 경우)/방독마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용	

(4) 2-부톡시에탄올아세테이트

화학물질명: 2-부톡시에탄올아세테이트	그림문자
	
□ 대상물질에 의한 건강영향	
○ 발암가능성이 있고 섭취 또는 피부접촉을 통해 신체에 흡수되며 중추신경장애와 빈혈, 신장 독성, 생식독성 및 피부점막자극을 유발할 수 있음	
□ 유해·위험성 분류	□ 유해·위험성 내용
○ 급성 독성(경구): 구분4 ○ 급성 독성(경피): 구분4 ○ 발암성: 구분2	○ 삼키면 유해함 ○ 피부와 접촉하면 유해함 ○ 암을 일으킬 것으로 의심됨
□ 법적 사항	
노출기준 특수건강진단주기 작업환경측정주기 산업안전보건법 화학물질관리법에 의한 규제 위험물안전관리법에 의한 규제	TWA: 20ppm 12개월 6개월 작업환경측정대상물질 관리대상유해물질 특수건강진단대상물질 자료 없음 자료 없음
□ 보호구	
○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크(액체 에어로졸인 경우)/방독마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용	

(5) 2-에톡시에틸아세테이트

화학물질명: 2-에톡시에틸아세테이트	그림문자 																	
□ 대상물질에 의한 건강영향																		
○ 흡입 또는 피부접촉을 통해 신체에 흡수되고 피부점막자극과 신장독성, 조혈기계, 중추신경 장애 및 생식기능의 이상을 유발할 수 있음																		
□ 유해·위험성 분류 ○ 인화성 액체: 구분3 ○ 생식독성: 구분1B ○ 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(마취 작용)	□ 유해·위험성 내용 ○ 인화성 액체 및 증기 ○ 졸음 또는 현기증을 일으킬 수 있음 ○ 태아 또는 생식능력에 손상을 일으킬 수 있음																	
□ 법적 사항																		
<table border="1"> <tr> <td>노출기준</td><td>TWA: 5ppm</td></tr> <tr> <td>특수건강진단주기</td><td>12개월</td></tr> <tr> <td>작업환경측정주기</td><td>6개월</td></tr> <tr> <td rowspan="4">산업안전보건법</td><td>작업환경측정대상물질</td></tr> <tr> <td>관리대상유해물질</td></tr> <tr> <td>특수건강진단대상물질</td></tr> <tr> <td>특별관리물질</td></tr> <tr> <td>화학물질관리법에 의한 규제</td><td>공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질</td></tr> <tr> <td>위험물안전관리법에 의한 규제</td><td>자료 없음</td></tr> <tr> <td></td><td>4류 제2석유류(비수용성)</td></tr> </table>	노출기준	TWA: 5ppm	특수건강진단주기	12개월	작업환경측정주기	6개월	산업안전보건법	작업환경측정대상물질	관리대상유해물질	특수건강진단대상물질	특별관리물질	화학물질관리법에 의한 규제	공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질	위험물안전관리법에 의한 규제	자료 없음		4류 제2석유류(비수용성)	
노출기준	TWA: 5ppm																	
특수건강진단주기	12개월																	
작업환경측정주기	6개월																	
산업안전보건법	작업환경측정대상물질																	
	관리대상유해물질																	
	특수건강진단대상물질																	
	특별관리물질																	
화학물질관리법에 의한 규제	공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질																	
위험물안전관리법에 의한 규제	자료 없음																	
	4류 제2석유류(비수용성)																	
□ 보호구																		
○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크(액체 에어로졸인 경우)/방독마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용																		

(6) 구리(흙)

화학물질명: 구리	그림문자
	
□ 대상물질에 의한 건강영향	
○ 흡입 또는 섭취를 통해 신체에 흡수되고 피부질환과 호흡기계, 순환기계 질환, 간 손상, 비강 및 부비강에 급속열을 유발할 수 있음	
□ 유해·위험성 분류	□ 유해·위험성 내용
○ 급성 독성(경구): 구분4 ○ 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극) ○ 급성 수생환경 유해성: 구분1 ○ 만성 수생환경 유해성: 구분3	○ 삼키면 유해함 ○ 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음 ○ 수생생물에 매우 유독함 ○ 장기적인 영향에 의해 수생생물에 유해함
□ 법적 사항	
노출기준	TWA: 1mg/m³ STEL: 2mg/m³구리(분진 및 미스트) TWA: 0.1mg/m³구리(흙)
	특수건강진단주기 12개월
작업환경측정주기	6개월
산업안전보건법	작업환경측정대상물질
	관리대상유해물질
	특수건강진단대상물질
화학물질관리법에 의한 규제	자료 없음
위험물안전관리법에 의한 규제	자료 없음
□ 보호구	
○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용	

(7) 규산염(활석)

화학물질명: 활석	그림문자
	자료 없음
□ 대상물질에 의한 건강영향	
○ 흡입 또는 피부접촉을 통해 신체에 흡수되고 피부 및 눈 자극을 유발할 수 있음	
□ 법적 사항	
노출기준	TWA: 2mg/m ³ 석면 불포함 활석, 호흡성; 0.1개/cm ³ (석면 포함)
특수건강진단주기	24개월(광물성 분진)
작업환경측정주기	6개월(광물성 분진)
산업안전보건법	작업환경측정대상물질
	특수건강진단대상물질
	금지물질(석면포함)
화학물질관리법에 의한 규제	취급금지물질(석면포함)
위험물안전관리법에 의한 규제	자료 없음
□ 보호구	
○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크/송기마스크/공기호흡기 착용	
○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용	
○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용	

(8) 금속가공유

화학물질명: 금속가공유	그림문자
	자료 없음
☐ 대상물질에 의한 건강영향	
○ 흡입 또는 피부접촉을 통해 신체에 흡수되며 노출 시 호흡기 및 폐 질환을 유발할 수 있음	
☐ 법적 사항	
노출기준	TWA: 0.8mg/m ³
특수건강진단주기	12개월
작업환경측정주기	6개월
산업안전보건법	작업환경측정대상물질 특수건강진단대상물질
☐ 유해·위험성 분류	☐ 유해·위험성 내용
○ 피부 과민성 ○ 눈 자극성 ○ 생식세포 변이원성 ○ 특정표적장기독성(반복 노출)	○ 피부 접촉 시 알레르기 반응 유발 ○ 눈에 심한 자극을 일으킴 ○ 유전적 결함을 일으킬 수 있음 ○ 폐 질환 유발
☐ 보호구	
○ 개인보호구(방독마스크, 보안경, 내화학장갑, 보호복) 착용 ○ 밀폐공간에서는 공기공급식 송기 마스크 착용 ○ 먼 마스크, 일반방진 방독 마스크 착용 금지 ○ 일반적으로는 미스트로 발생하므로 방진마스크 착용	

(9) 니켈 및 그 화합물

화학물질명: 니켈		그림문자																
																		
□ 대상물질에 의한 건강영향 ○ 발암가능성이 있고 흡입 또는 피부접촉을 통해 신체에 흡수되며 폐암과 비강암, 호흡기계, 순환기계, 신장 및 피부질환을 유발할 수 있음																		
□ 유해·위험성 분류 ○ 호흡기 과민성: 구분1 ○ 피부 과민성: 구분1 ○ 발암성: 구분2 ○ 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극) ○ 특정표적장기 독성(반복 노출): 구분1 ○ 급성 수생환경 유해성: 구분1 ○ 만성 수생환경 유해성: 구분1		□ 유해·위험성 내용 ○ 알레르기성 피부 반응을 일으킬 수 있음 ○ 흡입 시 알레르기성 반응, 천식 또는 호흡곤란을 일으킬 수 있음 ○ 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음 ○ 암을 일으킬 것으로 의심됨 ○ 장기간 또는 반복노출 되면 신체(피부, 호흡기계, 위 등)에 손상을 일으킴 ○ 수생생물에 매우 유독함 ○ 장기적인 영향에 의해 수생생물에 매우 유독함																
□ 법적 사항 <table><tr><td>노출기준</td><td>TWA: 0.1mg/m3니켈(가용성화합물, 허용기준) TWA: 0.2mg/m3니켈(불용성 무기화합물, 허용기준) TWA: 1mg/m3니켈(금속, 허용기준)</td></tr><tr><td>특수건강진단주기</td><td>12개월</td></tr><tr><td>작업환경측정주기</td><td>6개월</td></tr><tr><td rowspan="4">산업안전보건법</td><td>작업환경측정대상물질</td></tr><tr><td>관리대상유해물질</td></tr><tr><td>특수건강진단대상물질</td></tr><tr><td>특별관리물질(불용성화합물)</td></tr><tr><td>화학물질관리법에 의한 규제</td><td>자료 없음</td></tr><tr><td>위험물안전관리법에 의한 규제</td><td>자료 없음</td></tr></table>				노출기준	TWA: 0.1mg/m3니켈(가용성화합물, 허용기준) TWA: 0.2mg/m3니켈(불용성 무기화합물, 허용기준) TWA: 1mg/m3니켈(금속, 허용기준)	특수건강진단주기	12개월	작업환경측정주기	6개월	산업안전보건법	작업환경측정대상물질	관리대상유해물질	특수건강진단대상물질	특별관리물질(불용성화합물)	화학물질관리법에 의한 규제	자료 없음	위험물안전관리법에 의한 규제	자료 없음
노출기준	TWA: 0.1mg/m3니켈(가용성화합물, 허용기준) TWA: 0.2mg/m3니켈(불용성 무기화합물, 허용기준) TWA: 1mg/m3니켈(금속, 허용기준)																	
특수건강진단주기	12개월																	
작업환경측정주기	6개월																	
산업안전보건법	작업환경측정대상물질																	
	관리대상유해물질																	
	특수건강진단대상물질																	
	특별관리물질(불용성화합물)																	
화학물질관리법에 의한 규제	자료 없음																	
위험물안전관리법에 의한 규제	자료 없음																	
□ 보호구 ○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용																		

(10) 디에탄올아민

화학물질명: 디에탄올아민	그림문자														
															
□ 대상물질에 의한 건강영향 ○ 발암가능성이 있고 흡입, 섭취, 피부접촉을 통해 신체에 흡수되며 신장 및 간장 기능의 이상을 유발할 수 있음															
□ 유해·위험성 분류 ○ 급성 독성(경구): 구분4 ○ 피부 부식성/피부 자극성: 구분2 ○ 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분2 ○ 발암성: 구분2 ○ 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극) ○ 특정표적장기 독성(반복 노출): 구분2 ○ 만성 수생환경 유해성: 구분3	□ 유해·위험성 내용 ○ 삼키면 유해함 ○ 피부에 자극을 일으킴 ○ 눈에 심한 자극을 일으킴 ○ 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음 ○ 암을 일으킬 것으로 의심됨 ○ 장기간 또는 반복노출 되면 신체 중 에 손상을 일으킬 수 있음 ○ 장기적인 영향에 의해 수생생물에 유해함														
□ 법적 사항 <table><tr><td>노출기준</td><td>TWA: 2mg/m3발암성 2, Skin</td></tr><tr><td>특수건강진단주기</td><td>자료 없음</td></tr><tr><td>작업환경측정주기</td><td>6개월</td></tr><tr><td rowspan="2">산업안전보건법</td><td>작업환경측정대상물질</td></tr><tr><td>관리대상유해물질</td></tr><tr><td>화학물질관리법에 의한 규제</td><td>자료 없음</td></tr><tr><td>위험물안전관리법에 의한 규제</td><td>4류 제3석유류(수용성)</td></tr></table>			노출기준	TWA: 2mg/m3발암성 2, Skin	특수건강진단주기	자료 없음	작업환경측정주기	6개월	산업안전보건법	작업환경측정대상물질	관리대상유해물질	화학물질관리법에 의한 규제	자료 없음	위험물안전관리법에 의한 규제	4류 제3석유류(수용성)
노출기준	TWA: 2mg/m3발암성 2, Skin														
특수건강진단주기	자료 없음														
작업환경측정주기	6개월														
산업안전보건법	작업환경측정대상물질														
	관리대상유해물질														
화학물질관리법에 의한 규제	자료 없음														
위험물안전관리법에 의한 규제	4류 제3석유류(수용성)														
□ 보호구 ○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크(액체 에어로졸인 경우)/방독마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용															

(11) 디클로로메탄

화학물질명: 디클로로메탄	그림문자 
□ 대상물질에 의한 건강영향	
○ 발암가능성이 있고 흡입, 섭취, 피부접촉을 통해 신체에 흡수되며 심장독성과 간독성, 중추 신경장애 및 피부점막자극을 유발할 수 있음	
□ 유해·위험성 분류	□ 유해·위험성 내용
○ 피부 부식성/피부 자극성: 구분2 ○ 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분2 ○ 발암성: 구분2 ○ 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(마취 작용) ○ 특정표적장기 독성(반복 노출): 구분2	○ 피부에 자극을 일으킴 ○ 눈에 심한 자극을 일으킴 ○ 졸음 또는 현기증을 일으킬 수 있음 ○ 암을 일으킬 것으로 의심됨 ○ 장기간 또는 반복노출 되면 신체 (간)에 손상을 일으킬 수 있음
□ 법적 사항	
노출기준 특수건강진단주기 작업환경측정주기 산업안전보건법 화학물질관리법에 의한 규제 위험물안전관리법에 의한 규제	TWA: 50ppm 12개월 6개월 작업환경측정대상물질 관리대상유해물질 특수건강진단대상물질 자료 없음 자료 없음
□ 보호구	
○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크(액체 에어로졸인 경우)/방독마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용	

(12) 망간 및 그 무기화합물

화학물질명: 망간	그림문자														
□ 대상물질에 의한 건강영향 ○ 흡입, 섭취, 피부접촉을 통해 신체에 흡수되고 파킨슨증후군, 호흡, 순환기계 및 생식기능의 이상을 유발할 수 있음															
□ 유해·위험성 분류 ○ 생식독성: 구분1B ○ 특정표적장기 독성(반복 노출): 구분2	□ 유해·위험성 내용 ○ 태아 또는 생식능력에 손상을 일으킬 수 있음 ○ 장기간 또는 반복노출 되면 신체(호흡기 및 신경계)에 손상을 일으킬 수 있음														
□ 법적 사항 <table><tr><td>노출기준</td><td>TWA: 1mg/m3망간 및 무기 화합물 TWA: 1mg/m3 STEL: 3mg/m3망간(흡)</td></tr><tr><td>특수건강진단주기</td><td>12개월</td></tr><tr><td>작업환경측정주기</td><td>6개월</td></tr><tr><td rowspan="3">산업안전보건법</td><td>관리대상유해물질</td></tr><tr><td>특수건강진단대상물질</td></tr><tr><td>작업환경측정대상물질</td></tr><tr><td>화학물질관리법에 의한 규제</td><td>자료 없음</td></tr><tr><td>위험물안전관리법에 의한 규제</td><td>2류 금속분</td></tr></table>		노출기준	TWA: 1mg/m3망간 및 무기 화합물 TWA: 1mg/m3 STEL: 3mg/m3망간(흡)	특수건강진단주기	12개월	작업환경측정주기	6개월	산업안전보건법	관리대상유해물질	특수건강진단대상물질	작업환경측정대상물질	화학물질관리법에 의한 규제	자료 없음	위험물안전관리법에 의한 규제	2류 금속분
노출기준	TWA: 1mg/m3망간 및 무기 화합물 TWA: 1mg/m3 STEL: 3mg/m3망간(흡)														
특수건강진단주기	12개월														
작업환경측정주기	6개월														
산업안전보건법	관리대상유해물질														
	특수건강진단대상물질														
	작업환경측정대상물질														
화학물질관리법에 의한 규제	자료 없음														
위험물안전관리법에 의한 규제	2류 금속분														
□ 보호구 ○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용															

(13) 메틸렌비스페닐이소시아네이트

화학물질명: 메틸렌비스페닐이소시아네이트	그림문자 														
☐ 유해·위험성 분류	☐ 유해·위험성 내용														
○ 급성 독성(흡입: 분진/미스트): 구분3 ○ 피부 부식성/피부 자극성: 구분2 ○ 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분2 ○ 호흡기 과민성: 구분1 ○ 발암성: 구분2 ○ 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극) ○ 특정표적장기 독성(반복 노출): 구분2	○ 피부에 자극을 일으킴 ○ 눈에 심한 자극을 일으킴 ○ 흡입하면 유독함 ○ 흡입시 알레르기성 반응, 천식 또는 호흡곤란을 일으킬 수 있음 ○ 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음 ○ 암을 일으킬 것으로 의심됨 ○ 장기간 또는 반복노출 되면 신체(호흡기)에 손상을 일으킬 수 있음														
☐ 법적 사항															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">노출기준</td><td style="text-align: center;">TWA: 0.005 ppm</td></tr> <tr> <td style="text-align: center;">특수건강진단주기</td><td style="text-align: center;">12개월</td></tr> <tr> <td style="text-align: center;">작업환경측정주기</td><td style="text-align: center;">6개월</td></tr> <tr> <td rowspan="3" style="text-align: center;">산업안전보건법</td><td style="text-align: center;">작업환경측정대상물질</td></tr> <tr> <td style="text-align: center;">관리대상유해물질</td></tr> <tr> <td style="text-align: center;">특수건강진단대상물질</td></tr> <tr> <td style="text-align: center;">화학물질관리법에 의한 규제</td><td style="text-align: center;">자료 없음</td></tr> <tr> <td style="text-align: center;">위험물안전관리법에 의한 규제</td><td style="text-align: center;">자료 없음</td></tr> </table>	노출기준	TWA: 0.005 ppm	특수건강진단주기	12개월	작업환경측정주기	6개월	산업안전보건법	작업환경측정대상물질	관리대상유해물질	특수건강진단대상물질	화학물질관리법에 의한 규제	자료 없음	위험물안전관리법에 의한 규제	자료 없음	
노출기준	TWA: 0.005 ppm														
특수건강진단주기	12개월														
작업환경측정주기	6개월														
산업안전보건법	작업환경측정대상물질														
	관리대상유해물질														
	특수건강진단대상물질														
화학물질관리법에 의한 규제	자료 없음														
위험물안전관리법에 의한 규제	자료 없음														
☐ 보호구															
○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크/송기마스크(산소가 부족한 경우) 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용															

(14) 메틸알코올

화학물질명: 메틸알코올	그림문자 
□ 대상물질에 의한 건강영향 ○ 흡입, 섭취, 피부접촉을 통해 신체에 흡수되고 시신경장애와 간독성, 신장독성, 중추신경계 및 생식기능의 이상을 유발할 수 있음	
□ 유해·위험성 분류 ○ 인화성 액체: 구분2 ○ 급성 독성(경구): 구분3 ○ 급성 독성(경피): 구분3 ○ 급성 독성(흡입: 증기): 구분3 ○ 급성 독성(흡입: 분진/미스트): 구분3 ○ 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분2 ○ 발암성: 구분2 ○ 생식독성: 구분1B ○ 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분1	□ 유해·위험성 내용 ○ 고인화성 액체 및 증기 ○ 삼키면 유독함 ○ 피부와 접촉하면 유독함 ○ 눈에 심한 자극을 일으킴 ○ 흡입하면 유독함 ○ 암을 일으킬 것으로 의심됨 ○ 태아 또는 생식능력에 손상을 일으킬 수 있음 ○ 신체(중추신경, 시신경) 손상을 일으킴
□ 법적 사항	
노출기준 특수건강진단주기 작업환경측정주기 산업안전보건법 화학물질관리법에 의한 규제 위험물안전관리법에 의한 규제	TWA: 200ppm STEL: 250ppm 12개월 6개월 작업환경측정대상물질 관리대상유해물질 특수건강진단대상물질 공정안전보고서(PSM) 제출 대상 물질 유독물질 사고대비물질 4류 알코올류
□ 보호구 ○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크(액체 에어로졸인 경우)/방독마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용	

(15) 메틸에틸케톤

화학물질명: 메틸에틸케톤	그림문자 
□ 대상물질에 의한 건강영향 ○ 흡입, 섭취, 피부접촉을 통해 신체에 흡수되고 기도 및 피부점막 자극과 손과 팔의 마비 등 중추신경장해를 유발할 수 있음	
□ 유해·위험성 분류 ○ 인화성 액체: 구분2 ○ 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분2 ○ 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극) ○ 흡인 유해성: 구분2	□ 유해·위험성 내용 ○ 고인화성 액체 및 증기 ○ 삼켜서 기도로 유입되면 유해할 수 있음 ○ 눈에 심한 자극을 일으킴 ○ 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음
□ 법적 사항	
노출기준 특수건강진단주기 작업환경측정주기 산업안전보건법 화학물질관리법에 의한 규제 위험물안전관리법에 의한 규제	TWA: 200ppm STEL: 300ppm 12개월 6개월 작업환경측정대상물질 관리대상유해물질 특수건강진단대상물질 공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질 유독물질 사고대비물질 4류 제1석유류(비수용성)
□ 보호구 ○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크(액체 에어로졸인 경우)/방독마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용	

(16) 바륨 및 그 가용성 화합물

화학물질명: 바륨	그림문자
	 
□ 대상물질에 의한 건강영향 ○ 흡입, 섭취, 피부접촉을 통해 신체에 흡수되고 노출 시 경련과 호흡곤란 및 위장장애를 유발할 수 있음	
□ 유해·위험성 분류 ○ 물반응성 물질 및 혼합물: 구분2 ○ 피부 부식성/피부 자극성: 구분2 ○ 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분2	□ 유해·위험성 내용 ○ 물과 접촉 시 인화성 가스를 발생시킴 ○ 피부에 자극을 일으킴 ○ 눈에 심한 자극을 일으킴
□ 법적 사항	
노출기준	TWA: 0.5mg/m ³ 바륨(가용성화합물)
특수건강진단주기	자료 없음
작업환경측정주기	6개월
산업안전보건법	작업환경측정대상물질
화학물질관리법에 의한 규제	관리대상유해물질
위험물안전관리법에 의한 규제	자료 없음
	3류 알칼리금속(칼륨 및 나트륨을 제외) 및 알칼리토 금속
□ 보호구 ○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용	

(17) 산화규소-비결정체-용융된 것

화학물질명: 산화규소(비결정체 규소, 용융된 것)	그림문자
	자료 없음
☐ 대상물질에 의한 건강영향	
○ 흡입 또는 섭취를 통해 신체에 흡수되며 호흡곤란과 폐 기능의 이상을 유발할 수 있음	
☐ 법적 사항	
노출기준	TWA: 0.1mg/m ³
특수건강진단주기	24개월(광물성분진)
작업환경측정주기	6개월(그밖의 광물성분진)
산업안전보건법	작업환경측정대상물질
	특수건강진단대상물질
화학물질관리법에 의한 규제	자료 없음
위험물안전관리법에 의한 규제	자료 없음
☐ 보호구	
○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용	

(18) 산화마그네슘

화학물질명: 산화마그네슘	그림문자
	자료 없음
□ 대상물질에 의한 건강영향	
○ 흡입 또는 섭취를 통해 신체에 흡수되고 노출 시 호흡곤란과 현기증을 유발할 수 있음	
□ 법적 사항	
노출기준	TWA: 10mg/m ³
특수건강진단주기	자료 없음
작업환경측정주기	6개월
산업안전보건법	작업환경측정대상물질
	관리대상유해물질
화학물질관리법에 의한 규제	자료 없음
위험물안전관리법에 의한 규제	자료 없음
□ 보호구	
○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크/송기마스크/공기호흡기 착용	
○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용	
○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용	

(19) 석영

화학물질명: 석영	그림문자
	
□ 대상물질에 의한 건강영향	
○ 발암물질로 흡입 또는 섭취를 통해 신체에 흡수되고 호흡기와 신장 손상을 유발할 수 있음	
□ 유해·위험성 분류	□ 유해·위험성 내용
○ 발암성: 구분1A ○ 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극)	○ 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음 ○ 암을 일으킬 수 있음
□ 법적 사항	
노출기준	TWA: 0.05mg/m ³
특수건강진단주기	24개월(광물성분진)
작업환경측정주기	6개월(규산(석영))
산업안전보건법	특수건강진단대상물질 작업환경측정대상물질
화학물질관리법에 의한 규제	자료 없음
위험물안전관리법에 의한 규제	자료 없음
□ 보호구	
○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크/송기마스크 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용	

(20) 수산화나트륨

화학물질명: 수산화나트륨	그림문자 
□ 대상물질에 의한 건강영향	
○ 흡입, 섭취, 피부접촉을 통해 신체에 흡수되고 노출 시 화상과 폐수종을 유발할 수 있음	
□ 유해·위험성 분류	□ 유해·위험성 내용
○ 금속부식성 물질: 구분1 ○ 급성 독성(경구): 구분3 ○ 급성 독성(경피): 구분4 ○ 피부 부식성/피부 자극성: 구분1 ○ 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분1	○ 금속을 부식시킬 수 있음 ○ 삼키면 유독함 ○ 피부와 접촉하면 유해함 ○ 피부에 심한 화상과 눈 손상을 일으킴 ○ 눈에 심한 손상을 일으킴
□ 법적 사항	
노출기준	STEL: C2mg/m3
특수건강진단주기	자료 없음
작업환경측정주기	6개월
산업안전보건법	작업환경측정대상물질
화학물질관리법에 의한 규제	관리대상유해물질
위험물안전관리법에 의한 규제	유독물질
□ 보호구	
○ 호흡기 보호를 위해 입자상 물질의 경우 방진마스크/ 산소가 부족한 경우 송기마스크 혹은 자급식 호흡보호구 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용	

(21) 수산화칼륨

화학물질명: 수산화칼륨	그림문자
	
□ 대상물질에 의한 건강영향	
○ 흡입, 섭취, 피부접촉을 통해 신체에 흡수되며 노출 시 기관지 화상과 폐수종을 유발할 수 있음	
□ 유해·위험성 분류	□ 유해·위험성 내용
○ 금속부식성 물질: 구분1 ○ 급성 독성(경구): 구분4 ○ 피부 부식성/피부 자극성: 구분1 ○ 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분1	○ 금속을 부식시킬 수 있음 ○ 삼키면 유해함 ○ 피부에 심한 화상과 눈 손상을 일으킴 ○ 눈에 심한 손상을 일으킴
□ 법적 사항	
노출기준	STEL: C2mg/m³
특수건강진단주기	자료 없음
작업환경측정주기	6개월
산업안전보건법	작업환경측정대상물질
화학물질관리법에 의한 규제	유독물질
위험물안전관리법에 의한 규제	자료 없음
□ 보호구	
○ 호흡기 보호를 위해 입자상 물질의 경우 방진마스크/ 산소가 부족한 경우 송기마스크 혹은 자급식 호흡보호구 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용	

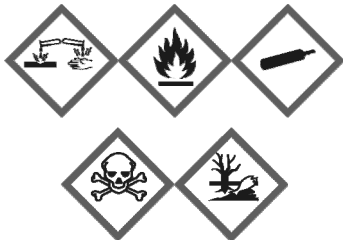
(22) 스토다드솔벤트

화학물질명: 스토다드솔벤트	그림문자 																	
□ 대상물질에 의한 건강영향																		
○ 발암가능성이 있고 흡입 또는 피부접촉을 통해 신체에 흡수되며 신경 및 신장독성과 피부점막자극 및 유전적 기능의 이상을 유발할 수 있음																		
□ 유해·위험성 분류 ○ 인화성 액체: 구분2 ○ 피부 부식성/피부 자극성: 구분2 ○ 발암성: 구분1B ○ 생식세포 변이원성: 구분1B ○ 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(마취 작용) ○ 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극) ○ 특정표적장기 독성(반복 노출): 구분1 ○ 흡인 유해성: 구분1 ○ 급성 수생환경 유해성: 구분1 ○ 만성 수생환경 유해성: 구분1	□ 유해·위험성 내용 ○ 고인화성 액체 및 증기 ○ 삼켜서 기도로 유입되면 치명적일 수 있음 ○ 피부에 자극을 일으킴 ○ 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음 ○ 졸음 또는 현기증을 일으킬 수 있음 ○ 유전적인 결함을 일으킬 수 있음 ○ 암을 일으킬 수 있음 ○ 장기간 또는 반복노출 되면 신체 (중추신경계)에 손상을 일으킴 ○ 수생생물에 매우 유독함 ○ 장기적인 영향에 의해 수생생물에 매우 유독																	
□ 법적 사항																		
<table border="1"> <tr> <td>노출기준</td><td>TWA: 100ppm</td></tr> <tr> <td>특수건강진단주기</td><td>12개월</td></tr> <tr> <td>작업환경측정주기</td><td>6개월</td></tr> <tr> <td rowspan="4">산업안전보건법</td><td>작업환경측정대상물질</td></tr> <tr> <td>관리대상유해물질</td></tr> <tr> <td>특수건강진단대상물질</td></tr> <tr> <td>특별관리물질</td></tr> <tr> <td colspan="2">공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질</td></tr> <tr> <td>화학물질관리법에 의한 규제</td><td>자료 없음</td></tr> <tr> <td>위험물안전관리법에 의한 규제</td><td>자료 없음</td></tr> </table>	노출기준	TWA: 100ppm	특수건강진단주기	12개월	작업환경측정주기	6개월	산업안전보건법	작업환경측정대상물질	관리대상유해물질	특수건강진단대상물질	특별관리물질	공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질		화학물질관리법에 의한 규제	자료 없음	위험물안전관리법에 의한 규제	자료 없음	
노출기준	TWA: 100ppm																	
특수건강진단주기	12개월																	
작업환경측정주기	6개월																	
산업안전보건법	작업환경측정대상물질																	
	관리대상유해물질																	
	특수건강진단대상물질																	
	특별관리물질																	
공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질																		
화학물질관리법에 의한 규제	자료 없음																	
위험물안전관리법에 의한 규제	자료 없음																	
□ 보호구																		
○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크(액체 에어로졸인 경우)/방독마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용																		

(23) 알루미늄

화학물질명: 알루미늄	그림문자
	
□ 대상물질에 의한 건강영향	
○ 흡입 또는 섭취를 통해 신체에 흡수되고 천식과 폐 이상, 만성호흡기 및 피부질환, 순환기계와 진행성 중추신경질환을 유발할 수 있음	
□ 유해·위험성 분류	□ 유해·위험성 내용
○ 특정표적장기 독성(반복 노출): 구분2 ○ 만성 수생환경 유해성: 구분1	○ 장기간 또는 반복노출 되면 신체(폐, 신경계)에 손상을 일으킬 수 있음 ○ 장기적인 영향에 의해 수생생물에 매우 유독함
□ 법적 사항	
노출기준 특수건강진단주기 작업환경측정주기 산업안전보건법 화학물질관리법에 의한 규제 위험불안전관리법에 의한 규제	TWA: 2mg/m³알루미늄(가용성 염) TWA: 10mg/m³알루미늄(금속분진) TWA: 2mg/m³알루미늄(알킬) TWA: 5mg/m³알루미늄(용접 흄) TWA: 5mg/m³알루미늄(피로파우더) 12개월 6개월 작업환경측정대상물질 관리대상유해물질 특수건강진단대상물질 자료 없음 2류 급속분
□ 보호구	
○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용	

(24) 암모니아

화학물질명: 암모니아	그림문자 
	□ 대상물질에 의한 건강영향 ○ 흡입, 섭취, 피부접촉을 통해 신체에 흡수되고 호흡곤란과 폐 및 유전적 기능의 이상을 유발할 수 있음
□ 유해·위험성 분류 ○ 인화성 가스: 구분1 ○ 고압가스: 액화가스 ○ 급성 독성(흡입: 가스): 구분3 ○ 피부 부식성/피부 자극성: 구분1 ○ 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분1 ○ 만성 수생환경 유해성: 구분1	□ 유해·위험성 내용 ○ 극인화성 가스 ○ 고압가스 포함 ; 가열하면 폭발할 수 있음 ○ 피부에 심한 화상과 눈 손상을 일으킴 ○ 눈에 심한 손상을 일으킴 ○ 흡입하면 유독함 ○ 장기적인 영향에 의해 수생생물에게 매우 유독함
□ 법적 사항	
노출기준 특수건강진단주기 작업환경측정주기 산업안전보건법 화학물질관리법에 의한 규제 위험물안전관리법에 의한 규제	TWA: 25ppm STEL: 35ppm 자료 없음 6개월 작업환경측정대상물질 관리대상유해물질 공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질 유독물질 사고대비물질 자료 없음
□ 보호구 ○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크(액체 에어로졸인 경우)/방독마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용	

(25) 에탄올

화학물질명: 에탄올	그림문자													
		 												
□ 대상물질에 의한 건강영향 ○ 발암물질로 흡입 또는 피부접촉을 통해 신체에 흡수되며 간 및 중추신경계의 기능 이상을 유발함														
□ 유해·위험성 분류 ○ 인화성 액체: 구분2 ○ 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분2 ○ 발암성: 구분1A(알코올 음주에 한정함)	□ 유해·위험성 내용 ○ 고인화성 액체 및 증기 ○ 눈에 심한 자극을 일으킴 ○ 암을 일으킬 수 있음													
□ 법적 사항 <table><tr><td>노출기준</td><td>TWA: 1000ppm</td></tr><tr><td>특수건강진단주기</td><td>자료 없음</td></tr><tr><td>작업환경측정주기</td><td>자료 없음</td></tr><tr><td>산업안전보건법</td><td>공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질</td></tr><tr><td>화학물질관리법에 의한 규제</td><td>자료 없음</td></tr><tr><td>위험물안전관리법에 의한 규제</td><td>4류 알코올류</td></tr></table>			노출기준	TWA: 1000ppm	특수건강진단주기	자료 없음	작업환경측정주기	자료 없음	산업안전보건법	공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질	화학물질관리법에 의한 규제	자료 없음	위험물안전관리법에 의한 규제	4류 알코올류
노출기준	TWA: 1000ppm													
특수건강진단주기	자료 없음													
작업환경측정주기	자료 없음													
산업안전보건법	공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질													
화학물질관리법에 의한 규제	자료 없음													
위험물안전관리법에 의한 규제	4류 알코올류													
□ 보호구 ○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크(액체 에어로졸인 경우)/방독마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용														

(26) 에탄올아민

화학물질명: 에탄올아민	그림문자 
□ 대상물질에 의한 건강영향	
○ 흡입 또는 피부접촉을 통해 신체에 흡수되고 노출 시 간장 및 생식기능의 이상을 유발할 수 있음	
□ 유해·위험성 분류	□ 유해·위험성 내용
○ 급성 독성(경구): 구분4 ○ 피부 부식성/피부 자극성: 구분1 ○ 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분1 ○ 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분1 ○ 특정표적장기 독성(반복 노출): 구분1 ○ 만성 수생환경 유해성: 구분3	○ 삼키면 유해함 ○ 피부에 심한 화상과 눈 손상을 일으킴 ○ 눈에 심한 손상을 일으킴 ○ 신체(간)에 손상을 일으킴 ○ 장기간 또는 반복노출 되면 신체(중추신경계)에 손상을 일으킴 ○ 장기적인 영향에 의해 수생생물에 유해함
□ 법적 사항	
노출기준 특수건강진단주기 작업환경측정주기 산업안전보건법 화학물질관리법에 의한 규제 위험물안전관리법에 의한 규제	TWA: 3ppm STEL: 6ppm 자료 없음 6개월 작업환경측정대상물질 관리대상유해물질 자료 없음 4류 제3석유류(수용성)
□ 보호구	
○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크(액체 에어로졸인 경우)/방독마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용	

(27) 에틸렌글리콜

화학물질명: 에틸렌글리콜	그림문자
	
□ 대상물질에 의한 건강영향	
○ 흡입, 섭취, 피부접촉을 통해 신체에 흡수되고 경련 등의 신경계 이상과 폐 및 심장손상, 생식기능의 이상을 유발할 수 있음	
□ 유해·위험성 분류	□ 유해·위험성 내용
○ 특정표적장기 독성(반복 노출): 구분2	○ 장기간 또는 반복노출 되면 신체(신장, 간)에 손상을 일으킬 수 있음
□ 법적 사항	
노출기준 특수건강진단주기 작업환경측정주기 산업안전보건법 화학물질관리법에 의한 규제 위험물안전관리법에 의한 규제	STEL: C100mg/m³
	12개월
	6개월
	작업환경측정대상물질
	관리대상유해물질
	특수건강진단대상물질
	자료 없음
4류 제3석유류(수용성)	
□ 보호구	
○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방독마스크 (유기화합물용 (산성가스인 경우 산성가스용)/송기마스크 혹은 공기호흡기 착용(산소가 부족한 경우) ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용	

(28) 에틸벤젠

화학물질명: 에틸벤젠	그림문자 
□ 대상물질에 의한 건강영향 ○ 발암가능성이 있고 흡입, 섭취, 피부접촉을 통해 신체에 흡수되며 폐와 중추신경장해, 피부 점막자극, 간독성 및 신장독성 유발할 수 있음	
□ 유해·위험성 분류 ○ 인화성 액체: 구분2 ○ 급성 독성(흡입: 증기): 구분4 ○ 피부 부식성/피부 자극성: 구분2 ○ 발암성: 구분2 ○ 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극) ○ 특정표적장기 독성(반복 노출): 구분2 ○ 흡인 유해성: 구분1	□ 유해·위험성 내용 ○ 고인화성 액체 및 증기 ○ 삼켜서 기도로 유입되면 치명적일 수 있음 ○ 피부에 자극을 일으킴 ○ 흡입하면 유해 ○ 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음 ○ 암을 일으킬 것으로 의심됨 ○ 장기간 또는 반복노출 되면 신체(간, 신장)에 손상을 일으킬 수 있음
□ 법적 사항	
노출기준 특수건강진단주기 작업환경측정주기 산업안전보건법 화학물질관리법에 의한 규제 위험물안전관리법에 의한 규제	TWA: 100ppm STEL: 125ppm발암성 2 12개월 6개월 작업환경측정대상물질 관리대상유해물질 특수건강진단대상물질 공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질 자료 없음 4류 제1석유류(비수용성)
□ 보호구	
○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크(액체 에어로졸인 경우)/방독마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용	

(29) 이산화티타늄

화학물질명: 이산화티타늄	그림문자
	
☐ 대상물질에 의한 건강영향	
○ 발암가능성이 있고 흡입 또는 섭취를 통해 신체에 흡수되며 호흡기 자극과 진폐증을 유발할 수 있음	
☐ 유해·위험성 분류	☐ 유해·위험성 내용
○ 발암성: 구분2	○ 암을 일으킬 것으로 의심됨
☐ 법적 사항	
노출기준	TWA: 10mg/m ³ 발암성 2
특수건강진단주기	자료 없음
작업환경측정주기	6개월
산업안전보건법	작업환경측정대상물질
	관리대상유해물질
화학물질관리법에 의한 규제	자료 없음
위험물안전관리법에 의한 규제	자료 없음
☐ 보호구	
○ 발암성 2 에 해당하는 물질로 호흡기 보호를 위해 노출농도에 따라 방진마스크/ 송기마스크 /공기호흡기 착용	
○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용	
○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용	

(30) 이소프로필 알코올

화학물질명: 이소프로필알코올	그림문자 
□ 대상물질에 의한 건강영향	
○ 흡입 또는 피부접촉을 통해 신체에 흡수되고 피부점막자극과 중추신경장해, 간독성, 신장독성 및 생식기능의 이상을 유발할 수 있음	
□ 유해·위험성 분류	□ 유해·위험성 내용
○ 인화성 액체: 구분2 ○ 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분2 ○ 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(마취 작용) ○ 흡인 유해성: 구분2	○ 고인화성 액체 및 증기 ○ 삼켜서 기도로 유입되면 유해할 수 있음 ○ 눈에 심한 자극을 일으킴 ○ 졸음 또는 현기증을 일으킬 수 있음
□ 법적 사항	
노출기준 특수건강진단주기 작업환경측정주기 산업안전보건법 화학물질관리법에 의한 규제 위험물안전관리법에 의한 규제	TWA: 200ppm STEL: 400ppm 12개월 6개월 작업환경측정대상물질 관리대상유해물질 특수건강진단대상물질 공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질 자료 없음 4류 알코올류
□ 보호구	
○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크(액체 에어로졸인 경우)/방독마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용	

(31) 인산

화학물질명: 인산	그림문자													
□ 대상물질에 의한 건강영향 ○ 흡입, 섭취, 피부접촉을 통해 신체에 흡수되고 노출 시 기도 자극과 눈 손상을 유발할 수 있음														
□ 유해·위험성 분류 ○ 급성 독성(흡입: 분진/미스트): 구분3 ○ 피부 부식성/피부 자극성: 구분1 ○ 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분1 ○ 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분1	□ 유해·위험성 내용 ○ 피부에 심한 화상과 눈 손상을 일으킴 ○ 눈에 심한 손상을 일으킴 ○ 흡입하면 유독함 ○ 신체(기도, 식도)에 손상을 일으킴													
□ 법적 사항 <table><tr><td>노출기준</td><td>TWA: 1mg/m3 STEL: 3mg/m3</td></tr><tr><td>특수건강진단주기</td><td>자료 없음</td></tr><tr><td>작업환경측정주기</td><td>6개월</td></tr><tr><td>산업안전보건법</td><td>작업환경측정대상물질 관리대상유해물질</td></tr><tr><td>화학물질관리법에 의한 규제</td><td>자료 없음</td></tr><tr><td>위험물안전관리법에 의한 규제</td><td>자료 없음</td></tr></table>			노출기준	TWA: 1mg/m3 STEL: 3mg/m3	특수건강진단주기	자료 없음	작업환경측정주기	6개월	산업안전보건법	작업환경측정대상물질 관리대상유해물질	화학물질관리법에 의한 규제	자료 없음	위험물안전관리법에 의한 규제	자료 없음
노출기준	TWA: 1mg/m3 STEL: 3mg/m3													
특수건강진단주기	자료 없음													
작업환경측정주기	6개월													
산업안전보건법	작업환경측정대상물질 관리대상유해물질													
화학물질관리법에 의한 규제	자료 없음													
위험물안전관리법에 의한 규제	자료 없음													
□ 보호구 ○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용														

(32) 일산화탄소

화학물질명: 일산화탄소	그림문자 
□ 대상물질에 의한 건강영향 ○ 흡입 또는 피부접촉을 통해 신체에 흡수되고 호흡곤란과 지각장애, 신경계, 심혈관계 질환 및 생식독성을 유발할 수 있음	
□ 유해·위험성 분류 ○ 인화성 가스: 구분1 ○ 고압가스: 압축가스 ○ 급성 독성(흡입: 가스): 구분3 ○ 생식독성: 구분1A ○ 특정표적장기 독성(반복 노출): 구분2	□ 유해·위험성 내용 ○ 극인화성 가스 ○ 고압가스 포함 ; 가열하면 폭발할 수 있음 ○ 흡입하면 유독함 ○ 태아 또는 생식능력에 손상을 일으킬 수 있음 ○ 장기간 또는 반복노출 되면 신체 중 에 손상을 일으킬 수 있음
□ 법적 사항	
노출기준 특수건강진단주기 작업환경측정주기 산업안전보건법 화학물질관리법에 의한 규제 위험물안전관리법에 의한 규제	TWA: 30ppm STEL: 200ppm 12개월 6개월 작업환경측정대상물질 관리대상유해물질 특수건강진단대상물질 공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질 사고대비물질 자료 없음
□ 보호구 ○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크(액체 에어로졸인 경우)/방독마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용	

(33) 주석(금속)

화학물질명: 주석	그림문자
	
☐ 대상물질에 의한 건강영향	
☐ 흡입 또는 섭취를 통해 신체에 흡수되고 진폐증, 순환기계 및 신경계 질환, 간독성 및 신장 독성을 유발할 수 있음	
☐ 유해·위험성 분류	☐ 유해·위험성 내용
☐ 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극)	☐ 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음
☐ 법적 사항	
노출기준	TWA: 2mg/m ³ 주석(금속) TWA: 0.1mg/m ³ 주석(유기화합물)
특수건강진단주기	12개월
작업환경측정주기	6개월
산업안전보건법	작업환경측정대상물질
	관리대상유해물질
	특수건강진단대상물질
화학물질관리법에 의한 규제	자료 없음
위험물안전관리법에 의한 규제	2류 금속분
☐ 보호구	
☐ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ☐ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ☐ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용	

(34) 지르코니움과 그 화합물

화학물질명: 지르코니움	그림문자														
															
□ 대상물질에 의한 건강영향 ○ 흡입, 섭취, 피부접촉을 통해 신체에 흡수되고 피부 및 눈 자극을 통해 피부육아종을 유발할 수 있음															
□ 유해·위험성 분류 ○ 인화성 고체: 구분2 ○ 자기발열성 물질 및 혼합물: 구분1 ○ 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분2	□ 유해·위험성 내용 ○ 인화성 고체 ○ 자기발열성 ; 화재를 일으킬 수 있음 ○ 눈에 심한 자극을 일으킴														
□ 법적 사항 <table><tr><td>노출기준</td><td>TWA: 5mg/m3 STEL: 10mg/m3</td></tr><tr><td>특수건강진단주기</td><td>12개월</td></tr><tr><td>작업환경측정주기</td><td>6개월</td></tr><tr><td rowspan="3">산업안전보건법</td><td>작업환경측정대상물질</td></tr><tr><td>관리대상유해물질</td></tr><tr><td>특수건강진단대상물질</td></tr><tr><td>화학물질관리법에 의한 규제</td><td>자료 없음</td></tr><tr><td>위험물안전관리법에 의한 규제</td><td>2류 금속분</td></tr></table>		노출기준	TWA: 5mg/m3 STEL: 10mg/m3	특수건강진단주기	12개월	작업환경측정주기	6개월	산업안전보건법	작업환경측정대상물질	관리대상유해물질	특수건강진단대상물질	화학물질관리법에 의한 규제	자료 없음	위험물안전관리법에 의한 규제	2류 금속분
노출기준	TWA: 5mg/m3 STEL: 10mg/m3														
특수건강진단주기	12개월														
작업환경측정주기	6개월														
산업안전보건법	작업환경측정대상물질														
	관리대상유해물질														
	특수건강진단대상물질														
화학물질관리법에 의한 규제	자료 없음														
위험물안전관리법에 의한 규제	2류 금속분														
□ 보호구 ○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용															

(35) 크롬

화학물질명: 크롬	그림문자															
																
□ 대상물질에 의한 건강영향 ○ 흡입, 섭취, 피부접촉을 통해 신체에 흡수되고 호흡기계, 순환기계 및 피부질환과 유전적 기능의 이상을 유발할 수 있음																
□ 유해·위험성 분류 ○ 호흡기 과민성: 구분1 ○ 피부 과민성: 구분1 ○ 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극)	□ 유해·위험성 내용 ○ 알레르기성 피부 반응을 일으킬 수 있음 ○ 흡입 시 알레르기성 반응, 천식 또는 호흡곤란을 일으킬 수 있음 ○ 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음															
□ 법적 사항 <table><tr><td>노출기준</td><td>크롬(3가)화합물 TWA: 0.5mg/m3크롬(3가)화합물 TWA: 0.5mg/m3크롬(2가)화합물 TWA: 0.5mg/m3크롬(금속)</td></tr><tr><td>특수건강진단주기</td><td>12개월</td></tr><tr><td>작업환경측정주기</td><td>6개월</td></tr><tr><td rowspan="3">산업안전보건법</td><td>작업환경측정대상물질</td></tr><tr><td>관리대상유해물질</td></tr><tr><td>특수건강진단대상물질</td></tr><tr><td>화학물질관리법에 의한 규제</td><td>자료 없음</td></tr><tr><td>위험물안전관리법에 의한 규제</td><td>2류 금속분</td></tr></table>			노출기준	크롬(3가)화합물 TWA: 0.5mg/m3크롬(3가)화합물 TWA: 0.5mg/m3크롬(2가)화합물 TWA: 0.5mg/m3크롬(금속)	특수건강진단주기	12개월	작업환경측정주기	6개월	산업안전보건법	작업환경측정대상물질	관리대상유해물질	특수건강진단대상물질	화학물질관리법에 의한 규제	자료 없음	위험물안전관리법에 의한 규제	2류 금속분
노출기준	크롬(3가)화합물 TWA: 0.5mg/m3크롬(3가)화합물 TWA: 0.5mg/m3크롬(2가)화합물 TWA: 0.5mg/m3크롬(금속)															
특수건강진단주기	12개월															
작업환경측정주기	6개월															
산업안전보건법	작업환경측정대상물질															
	관리대상유해물질															
	특수건강진단대상물질															
화학물질관리법에 의한 규제	자료 없음															
위험물안전관리법에 의한 규제	2류 금속분															
□ 보호구 ○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용																

(36) 크실렌(오르토, 메타, 파라이성체)

화학물질명: 크실렌	그림문자	
		 
□ 대상물질에 의한 건강영향		
○ 흡입, 섭취, 피부접촉을 통해 신체에 흡수되며 피부점막자극과 중추신경장해, 간독성, 신장독성 및 생식기능의 이상을 유발할 수 있음		
□ 유해·위험성 분류	□ 유해·위험성 내용	
○ 인화성 액체: 구분 2	○ 고인화성 액체 및 증기	
○ 피부 부식성/피부 자극성: 구분2	○ 삼켜서 기도로 유입되면 치명적일 수 있음	
○ 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분2	○ 피부에 자극을 일으킴	
○ 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(마취 작용)	○ 눈에 심한 자극을 일으킴	
○ 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극)	○ 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음	
○ 흡인 유해성: 구분1	○ 졸음 또는 현기증을 일으킬 수 있음	
□ 법적 사항		
노출기준	TWA: 100ppm STEL: 150ppm	
특수건강진단주기	12개월	
작업환경측정주기	6개월	
산업안전보건법	작업환경측정대상물질	
	관리대상유해물질	
	특수건강진단대상물질	
	공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질	
화학물질관리법에 의한 규제	유독물질	
위험물안전관리법에 의한 규제	4류 제2석유류(비수용성)	
□ 보호구		
○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크(액체 에어로졸인 경우)/방독마스크/송기마스크/공기호흡기 착용		
○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용		
○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용		

(37) 톨루엔

화학물질명: 톨루엔	그림문자 
□ 대상물질에 의한 건강영향 ○ 흡입, 섭취, 피부접촉을 통해 신체에 흡수되고 중추신경장애와 심장 부정맥, 난청, 신장독성 및 생식기능의 이상을 유발할 수 있음	
□ 유해·위험성 분류 ○ 인화성 액체: 구분2 ○ 피부 부식성/피부 자극성: 구분2 ○ 생식독성: 구분2 ○ 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(마취 작용) ○ 특정표적장기 독성(반복 노출): 구분2 ○ 흡인 유해성: 구분1	□ 유해·위험성 내용 ○ 고인화성 액체 및 증기 ○ 삼켜서 기도로 유입되면 치명적일 수 있음 ○ 피부에 자극을 일으킴 ○ 졸음 또는 현기증을 일으킬 수 있음 ○ 태아 또는 생식능력에 손상을 일으킬 것으로 의심됨 ○ 장기간 또는 반복노출 되면 신체(심장, 신장)에 손상을 일으킬 수 있음
□ 법적 사항	
노출기준 특수건강진단주기 작업환경측정주기 산업안전보건법 화학물질관리법에 의한 규제 위험물안전관리법에 의한 규제	TWA: 50ppm STEL: 150ppm 12개월 6개월 작업환경측정대상물질 관리대상유해물질 특수건강진단대상물질 공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질 유독물질 사고대비물질 4류 제1석유류(비수용성)
□ 보호구 ○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크(액체 에어로졸인 경우)/방독마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용	

(38) 페놀

화학물질명: 페놀		그림문자 																	
□ 대상물질에 의한 건강영향 ○ 흡입, 섭취, 피부접촉을 통해 신체에 흡수되고 간담도계와 비뇨기계, 피부화상 및 유전적 기능의 이상을 유발할 수 있음																			
□ 유해·위험성 분류 ○ 급성 독성(경구): 구분3 ○ 급성 독성(경피): 구분3 ○ 급성 독성(흡입: 분진/미스트): 구분4 ○ 피부 부식성/피부 자극성: 구분1 ○ 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분1 ○ 생식세포 변이원성: 구분2 ○ 특정표적장기 독성(반복 노출): 구분2 ○ 만성 수생환경 유해성: 구분2		□ 유해·위험성 내용 ○ 삼키면 유독함 ○ 피부와 접촉하면 유독함 ○ 피부에 심한 화상과 눈 손상을 일으킴 ○ 눈에 심한 손상을 일으킴 ○ 흡입하면 유해함 ○ 유전적인 결함을 일으킬 것으로 의심됨 ○ 장기간 또는 반복노출 되면 신체(간담도계, 비뇨기계, 중추신경계)에 손상을 일으킬 수 있음 ○ 장기적인 영향에 의해 수생생물에 유독함																	
□ 법적 사항 <table><tr><td>노출기준</td><td>TWA: 5ppm</td></tr><tr><td>특수건강진단주기</td><td>12개월</td></tr><tr><td>작업환경측정주기</td><td>6개월</td></tr><tr><td rowspan="4">산업안전보건법</td><td>작업환경측정대상물질</td></tr><tr><td>관리대상유해물질</td></tr><tr><td>특수건강진단대상물질</td></tr><tr><td>특별관리물질</td></tr><tr><td rowspan="2">화학물질관리법에 의한 규제</td><td>유독물질</td></tr><tr><td>사고대비물질</td></tr><tr><td>위험물안전관리법에 의한 규제</td><td>자료 없음</td></tr></table>				노출기준	TWA: 5ppm	특수건강진단주기	12개월	작업환경측정주기	6개월	산업안전보건법	작업환경측정대상물질	관리대상유해물질	특수건강진단대상물질	특별관리물질	화학물질관리법에 의한 규제	유독물질	사고대비물질	위험물안전관리법에 의한 규제	자료 없음
노출기준	TWA: 5ppm																		
특수건강진단주기	12개월																		
작업환경측정주기	6개월																		
산업안전보건법	작업환경측정대상물질																		
	관리대상유해물질																		
	특수건강진단대상물질																		
	특별관리물질																		
화학물질관리법에 의한 규제	유독물질																		
	사고대비물질																		
위험물안전관리법에 의한 규제	자료 없음																		
□ 보호구 ○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용 ○ 방독마스크가 필요함																			

(39) 포름알데히드

화학물질명: 포름알데히드	그림문자 
□ 대상물질에 의한 건강영향	
○ 발암물질로 흡입, 섭취, 피부접촉을 통해 신체에 흡수되고 알레르기 피부염, 비염, 천식, 백혈병 및 신경 독성을 유발할 수 있음	
□ 유해·위험성 분류 ○ 인화성 가스: 구분1 ○ 급성 독성(경구): 구분3 ○ 급성 독성(경피): 구분3 ○ 급성 독성(흡입: 가스): 구분2 ○ 피부 부식성/피부 자극성: 구분1 ○ 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분1 ○ 피부 과민성: 구분1 ○ 발암성: 구분1A	□ 유해·위험성 내용 ○ 극인화성 가스 ○ 삼키면 유독함 ○ 피부와 접촉하면 유독함 ○ 피부에 심한 화상과 눈 손상을 일으킴 ○ 알레르기성 피부 반응을 일으킬 수 있음 ○ 눈에 심한 손상을 일으킴 ○ 흡입하면 치명적임 ○ 암을 일으킬 수 있음
□ 법적 사항	
노출기준 특수건강진단주기 작업환경측정주기 산업안전보건법 화학물질관리법에 의한 규제 위험물안전관리법에 의한 규제	TWA: 0.3ppm(허용기준) 12개월 6개월 작업환경측정대상물질 관리대상유해물질 특수건강진단대상물질 특별관리물질 공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질 유독물질 제한물질 사고대비물질 4류 제3석유류(수용성)
□ 보호구	
○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크(액체 에어로졸인 경우)/방독마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용	

(40) 헥사메틸렌 디이소시아네이트

화학물질명: 헥사메틸렌 디이소시아네이트	그림문자 
□ 대상물질에 의한 건강영향	
○ 흡입, 섭취, 피부접촉을 통해 신체에 흡수되고 천식과 과민성 폐렴, 호흡기 자극 및 피부손상을 유발할 수 있음	
□ 유해·위험성 분류	□ 유해·위험성 내용
○ 급성 독성(경구): 구분4 ○ 급성 독성(흡입: 증기): 구분1 ○ 피부 부식성/피부 자극성: 구분1 ○ 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분1 ○ 호흡기 과민성: 구분1 ○ 피부 과민성: 구분1 ○ 만성 수생환경 유해성: 구분3	○ 삼키면 유해함 ○ 피부에 심한 화상과 눈 손상을 일으킴 ○ 알레르기성 피부 반응을 일으킬 수 있음 ○ 눈에 심한 손상을 일으킴 ○ 흡입하면 치명적임 ○ 흡입 시 알레르기성 반응, 천식 또는 호흡곤란을 일으킬 수 있음 ○ 장기적인 영향에 의해 수생생물에게 유해함
□ 법적 사항	
노출기준 특수건강진단주기 작업환경측정주기 산업안전보건법 화학물질관리법에 의한 규제 위험물안전관리법에 의한 규제	TWA: 0.005ppm
	12개월
	6개월
	작업환경측정대상물질
	관리대상유해물질
	특수건강진단대상물질
유독물질	유독물질
4류 제3석유류(비수용성)	4류 제3석유류(비수용성)
□ 보호구	
○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크(액체 에어로졸인 경우)/방독마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용	

(41) 헵탄

화학물질명: 헵탄	그림문자																
		 															
□ 대상물질에 의한 건강영향 ○ 흡입, 섭취, 피부접촉을 통해 신체에 흡수되고 중추신경장애와 간독성, 화학성 폐렴 및 피부 점막자극을 유발할 수 있음																	
□ 유해·위험성 분류 ○ 인화성 액체: 구분2 ○ 피부 부식성/피부 자극성: 구분2 ○ 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(마취 작용) ○ 특정표적장기 독성(1회 노출): 구분3(호흡기계 자극) ○ 흡인 유해성: 구분1 ○ 만성 수생환경 유해성: 구분3	□ 유해·위험성 내용 ○ 고인화성 액체 및 증기 ○ 삼켜서 기도로 유입되면 치명적일 수 있음 ○ 피부에 자극을 일으킴 ○ 호흡기계 자극을 일으킬 수 있음 ○ 졸음 또는 현기증을 일으킬 수 있음 ○ 장기적인 영향에 의해 수생생물에 유해함																
□ 법적 사항 <table><tr><td>노출기준</td><td>TWA: 400ppm STEL: 500ppm</td></tr><tr><td>특수건강진단주기</td><td>12개월</td></tr><tr><td>작업환경측정주기</td><td>6개월</td></tr><tr><td rowspan="4">산업안전보건법</td><td>작업환경측정대상물질</td></tr><tr><td>관리대상유해물질</td></tr><tr><td>특수건강진단대상물질</td></tr><tr><td>공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질</td></tr><tr><td>화학물질관리법에 의한 규제</td><td>자료 없음</td></tr><tr><td>위험물안전관리법에 의한 규제</td><td>4류 제1석유류(비수용성)</td></tr></table>			노출기준	TWA: 400ppm STEL: 500ppm	특수건강진단주기	12개월	작업환경측정주기	6개월	산업안전보건법	작업환경측정대상물질	관리대상유해물질	특수건강진단대상물질	공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질	화학물질관리법에 의한 규제	자료 없음	위험물안전관리법에 의한 규제	4류 제1석유류(비수용성)
노출기준	TWA: 400ppm STEL: 500ppm																
특수건강진단주기	12개월																
작업환경측정주기	6개월																
산업안전보건법	작업환경측정대상물질																
	관리대상유해물질																
	특수건강진단대상물질																
	공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질																
화학물질관리법에 의한 규제	자료 없음																
위험물안전관리법에 의한 규제	4류 제1석유류(비수용성)																
□ 보호구 ○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크(액체 에어로졸인 경우)/방독마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용																	

(42) 황산(pH2.0이하)

화학물질명: 황산	그림문자 
□ 대상물질에 의한 건강영향 ○ 발암물질로 흡입 또는 피부접촉을 통해 신체에 흡수되고 화상과 호흡곤란, 폐렴, 천식 및 치아부식증을 유발할 수 있음	
□ 유해·위험성 분류 ○ 금속부식성 물질: 구분1 ○ 급성 독성(흡입: 분진/미스트): 구분2 ○ 피부 부식성/피부 자극성: 구분1 ○ 심한 눈 손상성/눈 자극성: 구분1 ○ 발암성: 구분1A	□ 유해·위험성 내용 ○ 금속을 부식시킬 수 있음 ○ 피부에 심한 화상과 눈 손상을 일으킴 ○ 눈에 심한 손상을 일으킴 ○ 흡입하면 치명적임 ○ 암을 일으킬 수 있음
□ 법적 사항	
노출기준 특수건강진단주기 작업환경측정주기 산업안전보건법 화학물질관리법에 의한 규제 위험물안전관리법에 의한 규제	TWA: 0.2mg/m³ STEL: 0.6mg/m³발암성 1A (강산 Mist에 한정함) 12개월 6개월 작업환경측정대상물질 관리대상유해물질 특수건강진단대상물질 특별관리물질 공정안전보고서(PSM) 제출 대상물질 유독물질 사고대비물질 자료 없음
□ 보호구 ○ 발암성 1A (강산 Mist에 한정함) 물질로, 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크 (액체 에어로졸인 경우)/방독마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용	

(43) 흑연(천연및 합성, 섬유제외)

화학물질명: 흑연	그림문자														
		 													
□ 대상물질에 의한 건강영향 ○ 흡입 또는 섭취를 통해 신체에 흡수되고 장기간 분진 노출 시 진폐증을 유발할 수 있음															
□ 유해·위험성 분류 ○ 자기발열성 물질 및 혼합물: 구분2 ○ 급성 독성(흡입: 분진/미스트): 구분4 ○ 특정표적장기 독성(반복 노출): 구분2	□ 유해·위험성 내용 ○ 대량으로 존재 시 자기발열성 ; 화재를 일으킬 수 있음 ○ 흡입하면 유해함 ○ 장기간 또는 반복노출 되면 신체 중 에 손상을 일으킬 수 있음														
□ 법적 사항 <table><tr><td>노출기준</td><td>TWA: 2mg/m3</td></tr><tr><td>특수건강진단주기</td><td>24개월</td></tr><tr><td>작업환경측정주기</td><td>6개월</td></tr><tr><td rowspan="2">산업안전보건법</td><td>작업환경측정대상물질</td></tr><tr><td>특수건강진단대상물질</td></tr><tr><td>화학물질관리법에 의한 규제</td><td>자료 없음</td></tr><tr><td>위험물안전관리법에 의한 규제</td><td>자료 없음</td></tr></table>			노출기준	TWA: 2mg/m3	특수건강진단주기	24개월	작업환경측정주기	6개월	산업안전보건법	작업환경측정대상물질	특수건강진단대상물질	화학물질관리법에 의한 규제	자료 없음	위험물안전관리법에 의한 규제	자료 없음
노출기준	TWA: 2mg/m3														
특수건강진단주기	24개월														
작업환경측정주기	6개월														
산업안전보건법	작업환경측정대상물질														
	특수건강진단대상물질														
화학물질관리법에 의한 규제	자료 없음														
위험물안전관리법에 의한 규제	자료 없음														
□ 보호구 ○ 호흡기 보호를 위해 노출농도에 맞는 방진마스크/송기마스크/공기호흡기 착용 ○ 눈을 보호하기 위해 보안경 혹은 통기성 고글을 착용 ○ 손과 신체를 보호하기 위해 장갑, 보호의복을 착용															

[부록 2]

직종별 OPS

직종별 OPS 목록

- (1) 금형정비원
- (2) 금형제작원
- (3) 금형조립원
- (4) 왁스모형제작원
- (5) 왁스모형조립원
- (6) 가우징기조작원
- (7) 바렐원
- (8) 자동조형기조작원
- (9) 중자제조기조작원
- (10) 중자제조원
- (11) 탭핑원
- (12) 기계조형원
- (13) 내화물피복원
- (14) 목형검사원
- (15) 목형설계원
- (16) 목형제작원
- (17) 수동조형원
- (18) 주물사제조원
- (19) 주물주조원
- (20) 주형제작원
- (21) 탈사원
- (22) 탈왁스원
- (23) 합형원
- (24) 금속주조원
- (25) 금형주조원
- (26) 비철주조원
- (27) 주물사상원
- (28) 주조물선별원
- (29) 유지로조작원

직종명: 금형정비원

[한국표준직업분류상 금형원(74110)에 해당,
한국직업사전상 금형정비반장(1551) 및 금형정비원(1551)에 해당]

□ 정의

주조금형을 정비·보관하고 이상이 생겼을 때 절삭·연마·용접 등의 가공을 통해 사용가능하도록 성형하는 자 또는 감독·조정하는 자

□ 직무

- 금형의 정밀도를 유지하기 금형의 형합(분리, 조립)과 사용 후 세척·보관·적재를 함
- 금형을 작업하기 전에 에어브러쉬나 솔, 세척제 등으로 세척함
- 조립 시 금형의 틈새가 벌어지지 않았는지 확인하여 금형과손을 예방함
- 작업 후 금형의 각 틈과 구멍(홀)에 남아 있는 냉각수 등의 이물질을 에어브러쉬 등으로 제거함
- 사용 중 이상이 발생한 금형은 분해하여 이상부위를 확인하고 도면과 비교하여 절삭·연마·용접 등이 가공을 통해 정비하여 재조립함

□ 물리적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 직접적인 유해요인 노출은 없으나 작업장 순회 시 금형장치에서 발생하는 소음	· 소음 노출이 있는 작업장 순회 시 소음 수준과 유형에 맞는 귀마개, 귀덮개 등과 같은 청력 보호구를 사용

□ 화학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 직접적인 유해요인 노출은 없으나 금형을 세척할 경우 발생하는 화학물질	· 세척제 사용시 물질안전보건자료의 유해성 및 위험성 등 유의사항을 확인하고 안전한 취급방법을 준수하여 유해한 증기·가스의 노출 우려 시 방독마스크 등 호흡용 보호구 착용
· 금형을 에어브러쉬, 솔 등으로 제거할 경우 발생하는 금속분진 ★	· 금속에 노출 시 물질안전보건자료의 유해성 및 위험성 등 유의사항을 확인하고 안전한 취급방법을 준수하여 유해한 분진의 노출 우려 시 방진마스크 등 호흡용 보호구 착용

□ 생물학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 사무실 내 냉난방 장치에서 증식하는 박테리아·바이러스 등 미생물	· 냉난방 장치 사용 전에는 점검 및 필터교체 등을 실시하고 주기적으로 청소하여 위생 상태를 유지하며 작업장 순회 시에는 장갑·마스크 등 보호구를 착용하고 손 씻기 등 위생 관리를 철저히 하며 이상증상 발현 시 진료

□ 인간공학적, 사회심리학적, 조직적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 정비반장은 관리 등의 업무로 인한 심적 부담감·책임감·의무감 등 직무스트레스	· 조직의 내적·외적 환경의 위기와 기회를 잘 분석하여 조직구성원과 공유할 수 있는 전략을 수립
· 기관 내외 인간관계 및 직장 조직구조로 인한 심리 사회적 스트레스	· 조직구성원이 가진 장단점을 잘 분석하고 신뢰관계가 형성될 수 있는 의사소통 채널을 마련
· 장시간 서거나 허리를 굽히고 일하는 자세 등 부적절한 작업 자세	· 작업 중 적절한 휴식시간 제공 및 스트레칭 체조 실시
· 중량물 및 부피가 큰 금형을 다루면서 발생할 수 있는 육체적 과로 ★	· 중량물 혹은 부피가 큰 물건을 취급 시에는 기계 보조기구 사용
· 예기치 못한 비상사태 발생에 대한 불안감과 긴장감	· 직원의 보호 및 대피, 작업장별 2차 피해 방지 등 초기대응체계를 마련하여 주기적인 비상 대응 훈련 실시

□ 사고적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 금형을 합형 또는 분리하는 경우 끼임	· 작업절차에 따른 안전사항을 숙지하고, 끼임 사고를 예방하기 위해 안전장갑 착용
· 사업장 내 물·습기·부유물 등으로 인하여 미끄러지거나 넘어짐	· 정비반장 작업장 순회 시 미끄럼 방지용 안전화를 착용
· 작업장의 미흡한 조명으로 인한 시각적 불편감	· 작업장 내 조도를 수시로 점검하고 300 렉스의 적절한 조도를 확보

★ 는 특별히 더 주의해야 하는 유해요인을 의미합니다.

□ 도움받을 수 있는 곳

- 한국산업안전보건공단(www.kosha.or.kr, 052-7030-500)
- 고용노동부(www.moel.go.kr, 국번 없이 1350)
- 근로자건강센터(1577-6497)

직종명: 금형제작원

[한국표준직업분류상 금형원(74110)에 해당,
한국직업사전상 금형제작반장(1551) 및 금형제작원(1551)에 해당]

☐ 정의

현도 된 금형을 선반, 밀링, 방전기, 기타 보조공구를 사용하여 금형을 가공·제작하는 자 또는 감독·조정하는 자

☐ 직무

- 작업시지서와 제작도면에 따라 금형소재와 부자재를 결정 및 준비하고 각종 가공기계의 유압과 작동상태를 확인함
- 규정된 절삭공구를 공구대에 장치하고 자동제어장치에 프로그램을 입력함
- 기계를 작동시키고 프로그램의 공정도와 패널의 숫자를 확인하면서 가공하는 금형의 정밀도에 따라 황삭·중삭·정삭 및 중정삭 가공공정을 통해 가공함
- 마이크로미터, 다이얼게이지, 캘리퍼스 등 측정기구나 가공된 금형에 석고를 부어 금형의 가공상태를 관찰하고 도면과 가공치수의 일치도를 확인함
- 일차 가공된 금형을 정밀하게 가공하기 위하여 방전기에서 가공하고 후처리 작업을 함
- 후처리 작업이 끝난 금형에 석고를 부어 금형을 확인하고 도면에 어긋난 부분을 재가공함
- 합격된 금형은 도금 및 문자를 조각하여 다음 공정으로 운반함

☐ 물리적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 금형을 선반, 밀링, 방전기, 기타 보조공구를 사용하여 금형을 가공·제작할 때 발생하는 소음 ★	· 소음 노출이 있는 작업을 할 경우 소음 수준과 유형에 맞는 귀마개, 귀덮개 등과 같은 청력 보호구를 사용

□ 화학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 정삭 가공을 할 경우 발생하는 금속가공유	· 금속가공유에 노출 시 물질안전보건자료의 유해성 및 위험성 등 유의사항을 확인하고 안전한 취급방법을 준수하여 유해한 절삭유 노출 우려 시 방독마스크 등 호흡용 보호구 착용
· 석고를 사용하거나 금형을 선반, 밀링하거나 후처리할 경우 발생하는 금속분진 ★	· 금속에 노출 시 물질안전보건자료의 유해성 및 위험성 등 유의사항을 확인하고 안전한 취급방법을 준수하여 유해한 분진의 노출 우려 시 방진마스크 등 호흡용 보호구 착용

□ 생물학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 사무실 내 냉난방 장치에서 증식하는 박테리아·바이러스 등 미생물	· 냉난방 장치 사용 전에는 점검 및 필터교체 등을 실시하고 주기적으로 청소하여 위생 상태를 유지하며 작업장 순회 시에는 장갑·마스크 등 보호구를 착용하고 손 씻기 등 위생 관리를 철저히 하며 이상증상 발현 시 진료

□ 인간공학적, 사회심리학적, 조직적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 정비반장은 관리 등의 업무로 인한 심적 부담감·책임감·의무감 등 직무스트레스	· 조직의 내적·외적 환경의 위기와 기회를 잘 분석하여 조직구성원과 공유할 수 있는 전략을 수립
· 기관 내외 인간관계 및 직장 조직구조로 인한 심리 사회적 스트레스	· 조직구성원이 가진 장단점을 잘 분석하고 신뢰관계가 형성될 수 있는 의사소통 채널을 마련
· 장시간 서거나 허리를 굽히고 일하는 자세 등 부적절한 작업 자세 ★	· 작업 중 적절한 휴식시간 제공 및 스트레칭 체조 실시
· 중량물 및 부피가 큰 금형을 다루면서 발생할 수 있는 육체적 과로	· 중량물 혹은 부피가 큰 물건을 취급 시에는 기계 보조기구 사용
· 예기치 못한 비상사태 발생에 대한 불안감과 긴장감	· 직원의 보호 및 대피, 작업장별 2차 피해 방지 등 초기대응체계를 마련하여 주기적인 비상 대응 훈련 실시

□ 사고적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 금형을 가공·제작하는 경우 끼임 또는 자재의 비산	· 작업절차에 따른 안전사항을 숙지하고, 끼임 및 비산사고를 예방하기 위해 안전장갑 및 보안경 착용
· 전선 및 손상된 전자 설비와의 접촉으로 인한 감전	· 전자장비는 젖은 손으로 접촉하지 않으며 전자 장비의 안전이 의심되는 경우 전기 기술자에게 신속하게 알리어 점검을 받은 후 사용
· 사업장 내 물·습기·부유물 등으로 인하여 미끄러지나 넘어짐	· 제작반장 작업장 순회 시 미끄럼 방지용 안전화를 착용
· 작업장의 미흡한 조명으로 인한 시각적 불편감	· 작업장 내 조도를 수시로 점검하고 300 렉스의 적절한 조도를 확보

★ 는 특별히 더 주의해야 하는 유해요인을 의미합니다.

□ 도움받을 수 있는 곳

- 한국산업안전보건공단(www.kosha.or.kr, 052-7030-500)
- 고용노동부(www.moel.go.kr, 국번 없이 1350)
- 근로자건강센터(1577-6497)

직종명: 금형조립원

[한국표준직업분류상 금형원(74110)에 해당,
한국직업사전상 금형조립원(1551)에 해당]

☐ 정의

가공된 금형부품을 조립하여 완성된 금형을 만드는 자

☐ 직무

- 마이크로미터, 버니어캘리퍼스 등의 측정기구를 사용하여 가공이 완료된 부품이 도면과 일치하는지 확인함
- 도면의 조립절차에 따라 금형을 조립함
- 조립이 완성된 금형의 치수 및 요철 부분의 간격 등을 측정기구를 이용하여 검사함
- 이상이 있는 부분은 사상작업을 함

☐ 물리적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 직접적인 유해요인 노출은 없으나 작업장 순회 시 금형을 조립할 때 발생하는 소음	· 소음 노출이 있는 작업 시 소음 수준과 유형에 맞는 귀마개, 귀덮개 등과 같은 청력 보호구를 사용

☐ 화학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 금형을 사상작업할 경우 발생하는 금속분진★	· 금속에 노출 시 물질안전보건자료의 유해성 및 위험성 등 유의사항을 확인하고 안전한 취급방법을 준수하여 유해한 분진의 노출 우려 시 방진마스크 등 호흡용 보호구 착용

☐ 생물학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 사무실 내 냉난방 장치에서 증식하는 박테리아·바이러스 등 미생물	· 냉난방 장치 사용 전에는 점검 및 필터교체 등을 실시하고 주기적으로 청소하여 위생 상태를 유지하며 작업장 순회 시에는 장갑·마스크 등 보호구를 착용하고 손 씻기 등 위생 관리를 철저히 하며 이상증상 발현 시 진료

☐ 인간공학적, 사회심리학적, 조직적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 장시간 서거나 허리를 굽히고 일하는 자세 등 부적절한 작업 자세	· 작업 중 적절한 휴식시간 제공 및 스트레칭 체조 실시
· 중량물 및 부피가 큰 금형을 다루면서 발생할 수 있는 육체적 과로 ★	· 중량물 혹은 부피가 큰 물건을 취급 시에는 기계 보조기구 사용
· 예기치 못한 비상상태 발생에 대한 불안감과 긴장감	· 직원의 보호 및 대피, 작업장별 2차 피해 방지 등 초기대응체계를 마련하여 주기적인 비상 대응 훈련 실시

☐ 사고적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 금형을 조립하는 경우 끼임	· 작업절차에 따른 안전사항을 숙지하고, 끼임 사고를 예방하기 위해 안전장갑 착용
· 사업장 내 물·습기·부유물 등으로 인하여 미끄러지거나 넘어짐	· 작업장 이동 시 미끄럼 방지용 안전화를 착용
· 작업장의 미흡한 조명으로 인한 시각적 불편감	· 작업장 내 조도를 수시로 점검하고 300 럭스의 적절한 조도를 확보

★ 는 특별히 더 주의해야 하는 유해요인을 의미합니다.

☐ 도움받을 수 있는 곳

- 한국산업안전보건공단(www.kosha.or.kr, 052-7030-500)
- 고용노동부(www.moel.go.kr, 국번 없이 1350)
- 근로자건강센터(1577-6497)

직종명: 왁스모형제작원

[한국표준직업분류상 금형원(74110)에 해당,
한국직업사전상 왁스모형제작반장(1551) 및 왁스모형제작원(1551)에 해당]

☐ 정의

정밀주조용 왁스(Wax)모형을 성형하기 위하여 사출기를 조작하는 작업원의 활동을 감독·조정하는자 및 정밀주조제품을 주조하기 위하여 왁스(wax)로 모형을 성형하는 기계를 조작하는 자

☐ 직무

- 작업지시서나 왁스모형제작반장(금속주조업)의 지시에 따라 작업을 확인함
- 왁스를 분사하여 금형에 주입하는 기계장치(Injection Machine) 및 관련설비의 이상 유무를 확인함
- 왁스(Wax)를 끓여 액체화한 후 보온통에 저장하여 사출기계에 삽입함
- 사출기를 작동한 후 금형에 주입하여 왁스모형을 제작함
- 제작된 왁스모형의 표면조도를 확인하고 표준표면조도와 비교하여 이상이 없는지 확인한 후 연속작업을 하고 에어렌찌로 제작된 왁스모형을 금형에서 이탈시킨
- 금형의 청결도를 확인하고 금형을 청소함

☐ 물리적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 직접적인 유해요인 노출은 없으나 왁스 분사 및 사출기 작동 시 발생하는 소음 ★	· 소음 노출이 있는 작업장 순회 시 소음 수준과 유형에 맞는 귀마개, 귀덮개 등과 같은 청력 보호구를 사용

□ 화학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 직접적인 유해요인 노출은 없으나 왁스를 분사할 경우 발생하는 화학물질	· 세척제 사용시 물질안전보건자료의 유해성 및 위험성 등 유의사항을 확인하고 안전한 취급 방법을 준수하여 유해한 증기·가스의 노출 우려 시 방독마스크 등 호흡용 보호구 착용
· 금형을 솔 등으로 청소할 경우 발생하는 분진 ★	· 분진에 노출 시 물질안전보건자료의 유해성 및 위험성 등 유의사항을 확인하고 안전한 취급방법을 준수하여 유해한 분진의 노출 우려 시 방진마스크 등 호흡용 보호구 착용

□ 생물학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 사무실 내 냉난방 장치에서 증식하는 박테리아·바이러스 등 미생물	· 냉난방 장치 사용 전에는 점검 및 필터교체 등을 실시하고 주기적으로 청소하여 위생 상태를 유지하며 작업장 순회 시에는 장갑·마스크 등 보호구를 착용하고 손 씻기 등 위생 관리를 철저히 하며 이상증상 발현 시 진료

□ 인간공학적, 사회심리학적, 조직적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 제작반장은 관리 등의 업무로 인한 심적 부담감·책임감·의무감 등 직무스트레스	· 조직의 내적·외적 환경의 위기와 기회를 잘 분석하여 조직구성원과 공유할 수 있는 전략을 수립
· 기관 내외 인간관계 및 직장 조직구조로 인한 심리 사회적 스트레스	· 조직구성원이 가진 장단점을 잘 분석하고 신뢰관계가 형성될 수 있는 의사소통 채널을 마련
· 장시간 서거나 허리를 굽히고 일하는 자세 등 부적절한 작업 자세	· 작업 중 적절한 휴식시간 제공 및 스트레칭 체조 실시
· 중량물 및 부피가 큰 금형을 다루면서 발생할 수 있는 육체적 과로 ★	· 중량물 혹은 부피가 큰 물건을 취급 시에는 기계 보조기구 사용
· 예기치 못한 비상사태 발생에 대한 불안감과 긴장감	· 직원의 보호 및 대피, 작업장별 2차 피해 방지 등 초기대응체계를 마련하여 주기적인 비상 대응 훈련 실시

□ 사고적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 사출기 작업을 하는 경우 끼임	· 작업절차에 따른 안전사항을 숙지하고, 끼임 사고를 예방하기 위해 안전장갑 착용
· 전선 및 손상된 전자 설비와의 접촉으로 인한 감전	· 전자장비는 젖은 손으로 접촉하지 않으며 전자 장비의 안전이 의심되는 경우 전기 기술자에게 신속하게 알리어 점검을 받은 후 사용
· 사업장 내 물·습기·부유물 등으로 인하여 미끄러지거나 넘어짐	· 제작반장 작업장 순회 시 미끄럼 방지용 안전화를 착용
· 작업장의 미흡한 조명으로 인한 시각적 불편감	· 작업장 내 조도를 수시로 점검하고 300 럭스의 적절한 조도를 확보

★ 는 특별히 더 주의해야 하는 유해요인을 의미합니다.

□ 도움받을 수 있는 곳

- 한국산업안전보건공단(www.kosha.or.kr, 052-7030-500)
- 고용노동부(www.moel.go.kr, 국번 없이 1350)
- 근로자건강센터(1577-6497)

직종명: 왁스모형조립원

[한국표준직업분류상 금형원(74110)에 해당,
한국직업사전상 왁스모형조립반장(1551) 및 왁스모형조립원(1633)에 해당]

☐ 정의

제작된 왁스(wax)모형을 트리 또는 크러스터 모양 등의 주조하기에 적합한 모양으로 조립하는 작업원의 활동을 감독·조정하는 자 또는 성형된 탕구모형에 왁스(wax)모형을 붙여 조립하는 자

☐ 직무

- 작업지시서나 왁스(wax)모형조립반장의 지시에 따라 작업내용을 확인함
- 인수받은 왁스(wax)모형, 성형된 탕구용 왁스모형, 인두 및 조립장비의 이상 유무를 확인함
- 성형된 탕구용 왁스모형에 왁스모형을 대고 일정온도로 달구어진 인두로 접합하여 트리나 크러스터 모양으로 조립함
- 조립된 왁스모형의 배치 및 치수를 표준규격과 일치하는지 확인함
- 완성된 조립모형을 다음 공정으로 이송함

☐ 물리적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 직접적인 유해요인 노출은 없으나 왁스 모형 제작 시 발생하는 소음	· 소음 노출이 있는 작업장 순회 시 소음 수준과 유형에 맞는 귀마개, 귀덮개 등과 같은 청력 보호구를 사용

☐ 화학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 직접적인 유해요인 노출은 없으나 왁스 모형을 인두로 접합할 경우 발생하는 화학물질	· 화학물질 노출 시 물질안전보건자료의 유해성 및 위험성 등 유의사항을 확인하고 안전한 취급방법을 준수하여 유해한 증기·가스의 노출 우려 시 방독마스크 등 호흡용 보호구 착용

□ 생물학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 사무실 내 냉난방 장치에서 증식하는 박테리아·바이러스 등 미생물	· 냉난방 장치 사용 전에는 점검 및 필터교체 등을 실시하고 주기적으로 청소하여 위생 상태를 유지하며 작업장 순회 시에는 장갑·마스크 등 보호구를 착용하고 손 씻기 등 위생 관리를 철저히 하며 이상증상 발현 시 진료

□ 인간공학적, 사회심리학적, 조직적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 조립반장은 관리 등의 업무로 인한 심적 부담감·책임감·의무감 등 직무스트레스	· 조직의 내적·외적 환경의 위기와 기회를 잘 분석하여 조직구성원과 공유할 수 있는 전략을 수립
· 기관 내외 인간관계 및 직장 조직구조로 인한 심리 사회적 스트레스	· 조직구성원이 가진 장단점을 잘 분석하고 신뢰관계가 형성될 수 있는 의사소통 채널을 마련
· 장시간 서거나 허리를 굽히고 일하는 자세 등 부적절한 작업 자세	· 작업 중 적절한 휴식시간 제공 및 스트레칭 체조 실시
· 중량물 및 부피가 큰 왁스모형을 다루면서 발생할 수 있는 육체적 과로 ★	· 중량물 혹은 부피가 큰 금형을 취급 시에는 기계 보조기구 사용
· 예기치 못한 비상사태 발생에 대한 불안감과 긴장감	· 직원의 보호 및 대피, 작업장별 2차 피해 방지 등 초기대응체계를 마련하여 주기적인 비상 대응 훈련 실시

□ 사고적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 달구어진 인두로 작업하는 경우 화상	· 작업절차에 따른 안전사항을 숙지하고, 화상을 예방하기 위해 안전장갑 착용
· 사업장 내 물·습기·부유물 등으로 인하여 미끄러지거나 넘어짐	· 조립반장 작업장 순회 시 미끄럼 방지용 안전화를 착용
· 작업장의 미흡한 조명으로 인한 시각적 불편감	· 작업장 내 조도를 수시로 점검하고 300 렉스의 적절한 조도를 확보

★ 는 특별히 더 주의해야 하는 유해요인을 의미합니다.

□ 도움받을 수 있는 곳

- 한국산업안전보건공단(www.kosha.or.kr, 052-7030-500)
- 고용노동부(www.moel.go.kr, 국번 없이 1350)
- 근로자건강센터(1577-6497)

직종명: 가우징기조작원

[한국표준직업분류상 금속공작기계조작원(84104)에 해당,
한국직업사전상 가우징기조작원(1552)에 해당]

☐ 정의

가공된 금속물을 깎아 표면을 매끄럽게 가공하는 가우징(gouging)기를 조작하는 자

☐ 직무

- 가공하고자 하는 금속제품을 작업 중 흔들리지 않게 가우징(gouging)기 정반에 안착시킴
- 가우징 지지대에 가우징 붐을 끼우고 공기밸브를 조절하며 전원스위치를 동작시킴
- 가공할 금속의 표면을 결함부위에 가우징 붐을 대고 전류와 공기로 깎아내고 불어내어 표면을 매끄럽게 함
- 가우징작업을 한 후 균열, 모래집 등이 있는지 확인하고 적재장소나 다음 공정으로 운반함

☐ 물리적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 가우징으로 깎아내는 작업 시 발생하는 소음 ★	· 소음 노출이 있는 작업장 순회 시 소음 수준과 유형에 맞는 귀마개, 귀덮개 등과 같은 청력 보호구를 사용

☐ 화학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 금속물을 가우징으로 작업할 경우 발생하는 금속분진 ★	· 금속에 노출 시 물질안전보건자료의 유해성 및 위험성 등 유의사항을 확인하고 안전한 취급방법을 준수하여 유해한 분진의 노출 우려 시 방진마스크 등 호흡용 보호구 착용

□ 생물학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 사무실 내 냉난방 장치에서 증식하는 박테리아·바이러스 등 미생물	· 냉난방 장치 사용 전에는 점검 및 필터교체 등을 실시하고 주기적으로 청소하여 위생 상태를 유지하며 작업장 순회 시에는 장갑·마스크 등 보호구를 착용하고 손 씻기 등 위생 관리를 철저히 하며 이상증상 발현 시 진료

□ 인간공학적, 사회심리학적, 조직적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 기관 내외 인간관계 및 직장 조직구조로 인한 심리 사회적 스트레스	· 조직구성원이 가진 장단점을 잘 분석하고 신뢰 관계가 형성될 수 있는 의사소통 채널을 마련
· 장시간 서거나 허리를 굽히고 일하는 자세 등 부적절한 작업 자세 ★	· 작업 중 적절한 휴식시간 제공 및 스트레칭 체조 실시
· 중량물 및 부피가 큰 금속물을 다루면서 발생할 수 있는 육체적 과로	· 중량물 혹은 부피가 큰 물건을 취급 시에는 기계 보조기구 사용
· 예기치 못한 비상사태 발생에 대한 불안감과 긴장감	· 직원의 보호 및 대피, 작업장별 2차 피해 방지 등 초기대응체계를 마련하여 주기적인 비상 대응 훈련 실시

□ 사고적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 가우징 작업을 하는 경우 끼임 또는 가공물의 비산	· 작업절차에 따른 안전사항을 숙지하고, 끼임 및 비산사고를 예방하기 위해 안전장갑 및 보안경 착용
· 전선 및 손상된 전자 설비와의 접촉으로 인한 감전	· 가우징기는 젖은 손으로 접촉하지 않으며 전자 장비의 안전이 의심되는 경우 전기 기술자에게 신속하게 알리어 점검을 받은 후 사용
· 사업장 내 물·습기·부유물 등으로 인하여 미끄러지거나 넘어짐	· 작업장 순회 시 미끄럼 방지용 안전화를 착용
· 작업장의 미흡한 조명으로 인한 시각적 불편감	· 작업장 내 조도를 수시로 점검하고 300 렉스의 적절한 조도를 확보

★ 는 특별히 더 주의해야 하는 유해요인을 의미합니다.

□ 도움받을 수 있는 곳

- 한국산업안전보건공단(www.kosha.or.kr, 052-7030-500)
- 고용노동부(www.moel.go.kr, 국번 없이 1350)
- 근로자건강센터(1577-6497)

직종명: 바렐원

[한국표준직업분류상 금속공작기계조작원(84104)에 해당,
한국직업사전상 바렐원(1552)에 해당]

☐ 정의

주조된 제품의 표면을 다듬기 위한 바렐기를 조작하는 자

☐ 직무

- 주조된 제품을 인계받아 연마부위와 이물질이 없는지 등을 관찰함
- 연마설비를 점검하고 연마기의 바렐통에 주조품과 연마석을 일정비율로 산정하여 투입함
- 기계를 가동하여 진동을 주어 제품의 이물질 및 모서리 부위의 제거 및 연마를 함
- 연마된 제품을 세척하고 열풍기를 가동하여 건조시킨다. 완료된 제품은 검사하고 다음 공정으로 보냄

☐ 물리적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 바렐기를 사용하여 주조물을 연마하는 경우 발생하는 소음 ★	· 소음 노출이 있는 작업을 할 경우 소음 수준과 유형에 맞는 귀마개, 귀덮개 등과 같은 청력 보호구를 사용

☐ 화학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 베렐기로 제품의 이물질 및 모서리 부위의 제거 및 연마할 경우 발생하는 금속분진 ★	· 금속 노출 시 물질안전보건자료의 유해성 및 위험성 등 유의사항을 확인하고 안전한 취급 방법을 준수하여 유해한 분진의 노출 우려 시 방진마스크 등 호흡용 보호구 착용
· 직접적인 유해요인 노출은 없으나 연마된 제품을 세척하거나 열풍기로 건조할 경우 발생하는 화학물질	· 세척제 사용시 물질안전보건자료의 유해성 및 위험성 등 유의사항을 확인하고 안전한 취급 방법을 준수하여 유해한 증기·가스의 노출 우려 시 방독마스크 등 호흡용 보호구 착용

□ 생물학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 사무실 내 냉난방 장치에서 증식하는 박테리아·바이러스 등 미생물	· 냉난방 장치 사용 전에는 점검 및 필터교체 등을 실시하고 주기적으로 청소하여 위생 상태를 유지하며 작업장 순회 시에는 장갑·마스크 등 보호구를 착용하고 손 씻기 등 위생 관리를 철저히 하며 이상증상 발현 시 진료

□ 인간공학적, 사회심리학적, 조직적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 기관 내외 인간관계 및 직장 조직구조로 인한 심리 사회적 스트레스	· 조직구성원이 가진 장단점을 잘 분석하고 신뢰 관계가 형성될 수 있는 의사소통 채널을 마련
· 장시간 서거나 허리를 굽히고 일하는 자세 등 부적절한 작업 자세	· 작업 중 적절한 휴식시간 제공 및 스트레칭 체조 실시
· 중량물 및 부피가 큰 주조물을 다루면서 발생할 수 있는 육체적 과로 ★	· 중량물 혹은 부피가 큰 주조물 취급 시에는 기계 보조기구 사용
· 예기치 못한 비상사태 발생에 대한 불안감과 긴장감	· 직원의 보호 및 대피, 작업장별 2차 피해 방지 등 초기대응체계를 마련하여 주기적인 비상 대응 훈련 실시

□ 사고적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 바렐기를 이용하여 주조물을 연마하는 경우 비산 및 연마기 접촉 ★	· 작업절차에 따른 안전사항을 숙지하고, 비산사고를 예방하기 위해 보안경 및 안전장갑 착용
· 사업장 내 물·습기·부유물 등으로 인하여 미끄러지거나 넘어짐	· 작업장 순회 시 미끄럼 방지용 안전화를 착용
· 작업장의 미흡한 조명으로 인한 시각적 불편감	· 작업장 내 조도를 수시로 점검하고 300 럭스의 적절한 조도를 확보

★ 는 특별히 더 주의해야 하는 유해요인을 의미합니다.

□ 도움받을 수 있는 곳

- 한국산업안전보건공단(www.kosha.or.kr, 052-7030-500)
- 고용노동부(www.moel.go.kr, 국번 없이 1350)
- 근로자건강센터(1577-6497)

직종명: 자동조형기조작원

[한국표준직업분류상 금속공작기계조작원(84104)에 해당,
한국직업사전상 자동조형기조작원(1552)에 해당]

☐ 정의

대량생산을 위해 금속주조에 사용되는 주형을 자동으로 조형하는 기계를 조작하는 자

☐ 직무

- 생산계획에 따른 세부지침을 확인하고 주물사 공급장치의 주물사의 재고 및 생산제품에 따른 배합량, 자동 주형을 위한 주물금형을 확인함
- 일정온도로 예열이 된 상태에서 주물틀에 주물사를 투입하여 주형을 성형하고 중자를 주형에 삽입함
- 상부와 하부 주형이 완성되면 합형함
- 주조 후 탈사되는 주물사는 자동으로 수집되어 주물사 공급장치로 이송됨

☐ 물리적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 주형을 자동으로 조형하는 기계를 조작에서 발생하는 소음	· 소음 노출이 있는 작업장 순회 시 소음 수준과 유형에 맞는 귀마개, 귀덮개 등과 같은 청력 보호구를 사용

☐ 화학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 주물사 투입, 주형을 성형하거나 합형할 경우 발생하는 유리규산 등 광물성분진 ★	· 광물성분진금속에 노출 시 물질안전보건자료의 유해성 및 위험성 등 유의사항을 확인하고 안전한 취급방법을 준수하여 유해한 분진의 노출 우려 시 방진마스크 등 호흡용 보호구 착용

□ 생물학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 사무실 내 냉난방 장치에서 증식하는 박테리아·바이러스 등 미생물	· 냉난방 장치 사용 전에는 점검 및 필터교체 등을 실시하고 주기적으로 청소하여 위생 상태를 유지하며 작업장 순회 시에는 장갑·마스크 등 보호구를 착용하고 손 씻기 등 위생 관리를 철저히 하며 이상증상 발현 시 진료

□ 인간공학적, 사회심리학적, 조직적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 기관 내외 인간관계 및 직장 조직구조로 인한 심리 사회적 스트레스	· 조직구성원이 가진 장단점을 잘 분석하고 신뢰관계가 형성될 수 있는 의사소통 채널을 마련
· 장시간 서거나 허리를 굽히고 일하는 자세 등 부적절한 작업 자세	· 작업 중 적절한 휴식시간 제공 및 스트레칭 체조 실시
· 중량물 및 부피가 큰 주형물을 다루면서 발생할 수 있는 육체적 과로 ★	· 중량물 혹은 부피가 큰 주형물 취급 시에는 기계 보조기구 사용
· 예기치 못한 비상사태 발생에 대한 불안감과 긴장감	· 직원의 보호 및 대피, 작업장별 2차 피해 방지 등 초기대응체계를 마련하여 주기적인 비상 대응 훈련 실시

□ 사고적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 주형을 합형 또는 분리하는 경우 끼임 또는 재료의 비산	· 작업절차에 따른 안전사항을 숙지하고, 끼임 및 비산사고를 예방하기 위해 안전장갑 및 보안경 착용
· 작업장의 미흡한 조명으로 인한 시각적 불편감	· 작업장 내 조도를 수시로 점검하고 300 렉스의 적절한 조도를 확보

★ 는 특별히 더 주의해야 하는 유해요인을 의미합니다.

□ 도움받을 수 있는 곳

- 한국산업안전보건공단(www.kosha.or.kr, 052-7030-500)
- 고용노동부(www.moel.go.kr, 국번 없이 1350)
- 근로자건강센터(1577-6497)

직종명: 중자제조기조작원

[한국표준직업분류상 금속공작기계조작원(84104)에 해당,
한국직업사전상 중자제조기조작원(1552)에 해당]

□ 정의

조형작업을 하는데 사용되는 중자(中子)를 만드는 기계를 조작하는 자

□ 직무

- 중자금형의 가열기 스위치를 조작하여 금형을 일정 온도로 가열함
- 가열된 중자금형을 기계램(ram) 아래에 있는 하부베드 위에 올려놓음
- 스위치를 조작하여 램이 하강하는 동시에 공기밸브의 조절로 상부에 있는 저장 통에 있는 모래가 금형 속으로 들어가게 함
- 램을 상승시키고 금형이 연속작업을 하도록 자동스위치를 조정함
- 제조된 중자를 빼내서 육안검사를 하고 작업대 위에 놓음
- 경화되지 않은 모래와 불순물을 공기호스로 제거함

□ 물리적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 직접적인 유해요인 노출은 없으나 중자제조기 작동 시 발생하는 소음	· 소음 노출이 있는 작업 시 소음 수준과 유형에 맞는 귀마개, 귀덮개 등과 같은 청력 보호구를 사용

□ 화학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 직접적인 유해요인 노출은 없으나 중자에 포함되어 발생하는 화학물질	· 화학물질 노출 시 물질안전보건자료의 유해성 및 위험성 등 유의사항을 확인하고 안전한 취급방법을 준수하여 유해한 증기·가스의 노출 우려 시 방독마스크 등 호흡용 보호구 착용
· 경화되지 않은 모래와 불순물을 공기호스로 제거할 경우 발생하는 유리규산 등 광물성분진 ★	· 광물성 분진에 노출 시 물질안전보건자료의 유해성 및 위험성 등 유의사항을 확인하고 안전한 취급방법을 준수하여 유해한 분진의 노출 우려 시 방진마스크 등 호흡용 보호구 착용

☐ 생물학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 사무실 내 냉난방 장치에서 증식하는 박테리아·바이러스 등 미생물	· 냉난방 장치 사용 전에는 점검 및 필터교체 등을 실시하고 주기적으로 청소하여 위생 상태를 유지하며 작업장 순회 시에는 장갑·마스크 등 보호구를 착용하고 손 씻기 등 위생 관리를 철저히 하며 이상증상 발현 시 진료

☐ 인간공학적, 사회심리학적, 조직적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 기관 내외 인간관계 및 직장 조직구조로 인한 심리 사회적 스트레스	· 조직구성원이 가진 장단점을 잘 분석하고 신뢰관계가 형성될 수 있는 의사소통 채널을 마련
· 예기치 못한 비상사태 발생에 대한 불안감과 긴장감	· 직원의 보호 및 대피, 작업장별 2차 피해 방지 등 초기대응체계를 마련하여 주기적인 비상 대응 훈련 실시

☐ 사고적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 중자를 제작하는 기계를 다룰 경우 끼임	· 작업절차에 따른 안전사항을 숙지하고, 끼임 사고를 예방하기 위해 안전장갑 착용
· 전선 및 손상된 전자 설비와의 접촉으로 인한 감전	· 중자기계는 젖은 손으로 접촉하지 않으며 전자 장비의 안전이 의심되는 경우 전기 기술자에게 신속하게 알리어 점검을 받은 후 사용
· 작업장의 미흡한 조명으로 인한 시각적 불편감	· 작업장 내 조도를 수시로 점검하고 300 렉스의 적절한 조도를 확보

★ 는 특별히 더 주의해야 하는 유해요인을 의미합니다.

☐ 도움받을 수 있는 곳

- 한국산업안전보건공단(www.kosha.or.kr, 052-7030-500)
- 고용노동부(www.moel.go.kr, 국번 없이 1350)
- 근로자건강센터(1577-6497)

직종명: 중자제조원

[한국표준직업분류상 금속공작기계조작원(84104)에 해당,
한국직업사전상 중자제조반장(1552) 또는 중자제조원(1552)에 해당]

□ 정의

주물의 중공부를 만들기 위한 중자를 제조하는데 중사하는 작업원의 활동을 감독·조정하는 자 또는 주물제품의 중공부(中空部)를 만들기 위한 중자를 제조하는 자

□ 직무

- 중자모형을 조립하고 중자틀에 중자모래를 넣어 에어램으로 다짐
- 부력에 의해 주조사가 깨지거나 변형되지 않도록 중자의 경도와 팽창 등을 고려하여 철심이나 냉심을 넣음
- 이산화탄소(CO₂) 가스를 주입하여 경화시킨 후 중자틀을 분리하여 완성된 중자를 분리하며 중자의 흠이 난 부분을 메우고 흠칼을 사용하여 표면을 다듬음
- 경우에 따라 중자를 가열하여 경화시키기도 함

□ 물리적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 직접적인 유해요인 노출은 없으나 중자를 제조 시 발생하는 소음	· 소음 노출이 있는 작업 시 소음 수준과 유형에 맞는 귀마개, 귀덮개 등과 같은 청력 보호구를 사용

□ 화학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 직접적인 유해노출은 없으나 중자를 가열하여 경화할 경우 발생하는 화학물질	· 화학물질 노출 시 물질안전보건자료의 유해성 및 위험성 등 유의사항을 확인하고 안전한 취급방법을 준수하여 유해한 증기·가스의 노출 우려 시 방독마스크 등 호흡용 보호구 착용
· 중자모래를 넣어 에어램으로 다지거나 표면을 다듬을 경우 발생하는 유리규산 등 광물성분진 ★	· 광물성 분진에 노출 시 물질안전보건자료의 유해성 및 위험성 등 유의사항을 확인하고 안전한 취급방법을 준수하여 유해한 분진의 노출 우려 시 방진마스크 등 호흡용 보호구 착용

□ 생물학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 사무실 내 냉난방 장치에서 증식하는 박테리아·바이러스 등 미생물	· 냉난방 장치 사용 전에는 점검 및 필터교체 등을 실시하고 주기적으로 청소하여 위생 상태를 유지하며 작업장 순회 시에는 장갑·마스크 등 보호구를 착용하고 손 씻기 등 위생 관리를 철저히 하며 이상증상 발현 시 진료

□ 인간공학적, 사회심리학적, 조직적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 제조반장은 관리 등의 업무로 인한 심적 부담감·책임감·의무감 등 직무스트레스	· 조직의 내적·외적 환경의 위기와 기회를 잘 분석하여 조직구성원과 공유할 수 있는 전략을 수립
· 기관 내외 인간관계 및 직장 조직구조로 인한 심리 사회적 스트레스	· 조직구성원이 가진 장단점을 잘 분석하고 신뢰관계가 형성될 수 있는 의사소통 채널을 마련
· 장시간 서거나 허리를 굽히고 일하는 자세 등 부적절한 작업 자세	· 작업 중 적절한 휴식시간 제공 및 스트레칭 체조 실시
· 중량물 및 부피가 큰 중자모형을 다루면서 발생할 수 있는 육체적 과로	· 중량물 혹은 부피가 큰 중자모형을 취급 시에는 기계 보조기구 사용

□ 사고적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 중자모래를 넣어 에어램으로 다질 경우 모래 등의 비산	· 작업절차에 따른 안전사항을 숙지하고, 비산 사고를 예방하기 위해 보안경 착용
· 사업장 내 물·습기·부유물 등으로 인하여 미끄러지거나 넘어짐	· 작업장 순회 시 미끄럼 방지용 안전화를 착용
· 작업장의 미흡한 조명으로 인한 시각적 불편감	· 작업장 내 조도를 수시로 점검하고 300 렉스의 적절한 조도를 확보

★ 는 특별히 더 주의해야 하는 유해요인을 의미합니다.

□ 도움받을 수 있는 곳

- 한국산업안전보건공단(www.kosha.or.kr, 052-7030-500)
- 고용노동부(www.moel.go.kr, 국번 없이 1350)
- 근로자건강센터(1577-6497)

직종명: 탭핑원

[한국표준직업분류상 금속공작기계조작원(84104)에 해당,
한국직업사전상 탭핑원(1552)에 해당]

☐ 정의

탭핑원은 주조된 제품에 탭핑기(tapping M/C)을 이용하여 탭(tap)을 가공하는 자

☐ 직무

- 작업지시도와 제품도면을 검토하여 탭(tap) 가공의 위치를 확인함
- 탭핑기에 필요한 나사날을 교체하고 가공한 주조품을 탭핑기에 고정시킴
- 버튼을 눌러 탭핑 위치와 나사날의 위치가 일치하는지 확인한 후 탭핑기를 작동시켜 제품에 탭을 가공함
- 가공된 제품이 규격과 일치하는지 확인 한 후 이상이 없으면 적재하거나 다음 공정으로 이송함

☐ 물리적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 탭핑기를 작동시켜 제품에 탭 가공 시 발생하는 소음	· 소음 노출이 있는 작업장 순회 시 소음 수준과 유형에 맞는 귀마개, 귀덮개 등과 같은 청력 보호구를 사용

☐ 화학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 탭핑기로 주조품을 탭가공할 경우 발생하는 금속분진 ★	· 금속 노출 시 물질안전보건자료의 유해성 및 위험성 등 유의사항을 확인하고 안전한 취급 방법을 준수하여 유해한 분진의 노출 우려 시 방진마스크 등 호흡용 보호구 착용

□ 생물학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 사무실 내 냉난방 장치에서 증식하는 박테리아·바이러스 등 미생물	· 냉난방 장치 사용 전에는 점검 및 필터교체 등을 실시하고 주기적으로 청소하여 위생 상태를 유지하며 작업장 순회 시에는 장갑·마스크 등 보호구를 착용하고 손 씻기 등 위생 관리를 철저히 하며 이상증상 발현 시 진료

□ 인간공학적, 사회심리학적, 조직적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 기관 내외 인간관계 및 직장 조직구조로 인한 심리 사회적 스트레스	· 조직구성원이 가진 장단점을 잘 분석하고 신뢰 관계가 형성될 수 있는 의사소통 채널을 마련
· 장시간 서거나 허리를 굽히고 일하는 자세 등 부적절한 작업 자세	· 작업 중 적절한 휴식시간 제공 및 스트레칭 체조 실시
· 중량물 및 부피가 큰 주조물을 다루면서 발생할 수 있는 육체적 과로 ★	· 중량물 혹은 부피가 큰 주조물 취급 시에는 기계 보조기구 사용
· 예기치 못한 비상상태 발생에 대한 불안감과 긴장감	· 직원의 보호 및 대피, 작업장별 2차 피해 방지 등 초기대응체계를 마련하여 주기적인 비상 대응 훈련 실시

□ 사고적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 주조물을 탭핑하는 경우 끼임 또는 가공물의 비산	· 작업절차에 따른 안전사항을 숙지하고, 끼임 및 비산사고를 예방하기 위해 안전장갑 및 보안경 착용
· 전선 및 손상된 전자 설비와의 접촉으로 인한 감전	· 탭핑기는 젖은 손으로 접촉하지 않으며 전자 장비의 안전이 의심되는 경우 전기 기술자에게 신속하게 알리어 점검을 받은 후 사용
· 작업장의 미흡한 조명으로 인한 시각적 불편감	· 작업장 내 조도를 수시로 점검하고 300 럭스의 적절한 조도를 확보

★ 는 특별히 더 주의해야 하는 유해요인을 의미합니다.

□ 도움을 받을 수 있는 곳

- 한국산업안전보건공단(www.kosha.or.kr, 052-7030-500)
- 고용노동부(www.moel.go.kr, 국번 없이 1350)
- 근로자건강센터(1577-6497)

직종명: 기계조형원

[한국표준직업분류상 주조원(74122)에 해당,
한국직업사전상 기계조형원(1633)에 해당]

□ 정의

금속주물을 생산하는데 사용되는 주형을 주형상자, 모래, 주물사, 수공구 등을 이용하여 주조품의 도면과 일치하도록 제작하는 자

□ 직무

- 조형반장의 지시사항과 제품의 종류, 작업량 및 기타 특이사항을 기록한 조형작업지시서의 내용을 숙지하고 주형작업에 필요한 각종 자재 및 공구를 준비함
- 주형상자와 모형을 검사하여 진동테이블에 올려놓고 조립함
- 삽을 사용하여 주형상자에 주물사를 채우고, 상·하 주형상자를 결합하고 모형둘레에 주물사를 채움
- 고압식 해머로 모형둘레의 주물사를 다지고 주형상자에 주물사가 채워지도록 기계를 작동시킴
- 주형의 종류에 따라 진동수를 조절함
- 주입구와 가스 배출구를 만들고 상부주형상자를 들어내고 모형을 떼어냄
- 공기호스를 사용하여 주형의 빈 구멍을 청소한다. 중자를 빈 구멍에 고정시켜 조립하기도 함

□ 물리적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 고압식 해머로 모형둘레의 주물사를 다지거나 공기호스를 사용 시 발생하는 소음 ★	· 소음 노출이 있는 작업장 순회 시 소음 수준과 유형에 맞는 귀마개, 귀덮개 등과 같은 청력 보호구를 사용
· 고압식 해머로 주물사를 다지는 경우 발생하는 국소진동	· 손목 진동으로 인한 부상을 줄이기 위하여 방진장갑 착용

□ 화학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 직접적인 유해요인 노출은 없으나 주물사를 다질 때 발생하는 화학물질	· 화학물질 노출 시 물질안전보건자료의 유해성 및 위험성 등 유의사항을 확인하고 안전한 취급방법을 준수하여 유해한 증기·가스의 노출 우려 시 방독마스크 등 호흡용 보호구 착용
· 주물사를 채우거나 다지는 경우 및 공기호스를 사용하여 주형을 청소할 경우 발생하는 유리규산 등 광물성분진 ★	· 광물성분진 노출 시 물질안전보건자료의 유해성 및 위험성 등 유의사항을 확인하고 안전한 취급방법을 준수하여 유해한 분진의 노출 우려 시 방진마스크 등 호흡용 보호구 착용

□ 생물학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 사무실 내 냉난방 장치에서 증식하는 박테리아·바이러스 등 미생물	· 냉난방 장치 사용 전에는 점검 및 필터교체 등을 실시하고 주기적으로 청소하여 위생 상태를 유지하며 작업장 순회 시에는 장갑·마스크 등 보호구를 착용하고 손 씻기 등 위생 관리를 철저히 하며 이상증상 발현 시 진료

□ 인간공학적, 사회심리학적, 조직적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 기관 내외 인간관계 및 직장 조직구조로 인한 심리 사회적 스트레스	· 조직구성원이 가진 장단점을 잘 분석하고 신뢰관계가 형성될 수 있는 의사소통 채널을 마련
· 장시간 서거나 허리를 굽히고 일하는 자세 등 부적절한 작업 자세	· 작업 중 적절한 휴식시간 제공 및 스트레칭 체조 실시
· 중량물 및 부피가 큰 고압식 해머를 다루면서 발생할 수 있는 육체적 과로 ★	· 중량물 혹은 부피가 큰 고압식 해머를 취급 시에는 기계 보조기구 사용
· 예기치 못한 비상사태 발생에 대한 불안감과 긴장감	· 직원의 보호 및 대피, 작업장별 2차 피해 방지 등 초기대응체계를 마련하여 주기적인 비상 대응 훈련 실시

□ 사고적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 고압식 해머로 주물사를 다지는 경우 주물사의 비산	· 작업절차에 따른 안전사항을 숙지하고, 끼임 및 비산사고를 예방하기 위해 안전장갑 및 보안경 착용
· 전선 및 손상된 전자 설비와의 접촉으로 인한 감전	· 고압식 해머는 젖은 손으로 접촉하지 않으며 전자 장비의 안전이 의심되는 경우 전기 기술자에게 신속하게 알리어 점검을 받은 후 사용
· 작업장의 미흡한 조명으로 인한 시각적 불편감	· 작업장 내 조도를 수시로 점검하고 300 렉스의 적절한 조도를 확보

★ 는 특별히 더 주의해야 하는 유해요인을 의미합니다.

□ 도움받을 수 있는 곳

- 한국산업안전보건공단(www.kosha.or.kr, 052-7030-500)
- 고용노동부(www.moel.go.kr, 국번 없이 1350)
- 근로자건강센터(1577-6497)

직종명: 내화물피복원

[한국표준직업분류상 주조원(74122)에 해당,
한국직업사전상 내화물피복원(1633)에 해당]

☐ 정의

조립된 트리 또는 크러스트 등의 왁스모형 외부를 세라믹 내화물로 피복(코팅)하여 주조하는 자

☐ 직무

- 작업지시서 및 왁스모형조립반장의 지시에 따라 작업내용을 숙지하고 재료 및 관련 기기의 작동상태를 점검함
- 모래 및 접착제를 혼합하여 피복재를 제조함
- 전공정에서 제작된 왁스트리의 표면에 세라믹 내화물을 도포함
- 내화물피복장치를 작동시켜 왁스트리 표면에 피복재를 도포함
- 지정된 횟수만큼 침적과 코팅, 건조를 반복하여 주조가 가능한 상태로 성형함
- 완료된 제품은 검사하여 다음 공정으로 보냄

☐ 물리적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 직접적인 유해요인 노출은 없으나 작업에서 발생하는 간접적 소음	· 소음 노출이 있는 작업장 순회 시 소음 수준과 유형에 맞는 귀마개, 귀덮개 등과 같은 청력 보호구를 사용

☐ 화학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 모래 및 접착제를 혼합하여 피복재를 제조하거나 왁스트리 표면에 피복재를 도포할 경우 발생하는 화학물질	· 화학물질 노출 시 물질안전보건자료의 유해성 및 위험성 등 유의사항을 확인하고 안전한 취급방법을 준수하여 유해한 증기·가스의 노출 우려 시 방독마스크 등 호흡용 보호구 착용
· 모래를 혼합하거나 왁스트리에 세라믹 내화물을 도포할 경우 발생하는 유리규산 등 광물성분진 ★	· 광물성 분진 노출 시 물질안전보건자료의 유해성 및 위험성 등 유의사항을 확인하고 안전한 취급방법을 준수하여 유해한 분진의 노출 우려 시 방진마스크 등 호흡용 보호구 착용

□ 생물학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
사무실 내 냉난방 장치에서 증식하는 박테리아·바이러스 등 미생물	냉난방 장치 사용 전에는 점검 및 필터교체 등을 실시하고 주기적으로 청소하여 위생 상태를 유지하며 작업장 순회 시에는 장갑·마스크 등 보호구를 착용하고 손 씻기 등 위생 관리를 철저히 하며 이상증상 발현 시 진료

□ 인간공학적, 사회심리학적, 조직적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
기관 내외 인간관계 및 직장 조직구조로 인한 심리 사회적 스트레스	조직구성원이 가진 장단점을 잘 분석하고 신뢰관계가 형성될 수 있는 의사소통 채널을 마련
장시간 서거나 허리를 굽히고 일하는 자세 등 부적절한 작업 자세	작업 중 적절한 휴식시간 제공 및 스트레칭 체조 실시
예기치 못한 비상사태 발생에 대한 불안감과 긴장감	직원의 보호 및 대피, 작업장별 2차 피해 방지 등 초기대응체계를 마련하여 주기적인 비상 대응 훈련 실시

□ 사고적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
왁스트리의 표면에 세라믹 내화물 또는 피복재 코팅시 가공물 비산	작업절차에 따른 안전사항을 숙지하고, 비산 사고를 예방하기 위해 보안경 및 안전장갑 착용
사업장 내 물·습기·부유물 등으로 인하여 미끄러지거나 넘어짐	작업장 순회 시 미끄럼 방지용 안전화를 착용
작업장의 미흡한 조명으로 인한 시각적 불편감	작업장 내 조도를 수시로 점검하고 300 렉스의 적절한 조도를 확보

★ 는 특별히 더 주의해야 하는 유해요인을 의미합니다.

□ 도움받을 수 있는 곳

- 한국산업안전보건공단(www.kosha.or.kr, 052-7030-500)
- 고용노동부(www.moel.go.kr, 국번 없이 1350)
- 근로자건강센터(1577-6497)

직종명: 목형검사원

[한국표준직업분류상 주조원(74122)에 해당,
한국직업사전상 목형검사원(1633)에 해당]

☐ 정의

주물주조에 사용되는 주형모형인 목형(木型)의 제작상태와 도면과의 일치여부, 주조방안과의 일치여부를 검사하는 자

☐ 직무

- 제작된 모형을 정반 위에 손이나 호이스트를 이용하여 이동시킨 뒤 제품의 형상을 도면과 대조하여 이상 유무를 확인함
- 목형에 표시된 기준선 및 중심선 등을 확인하고 주조명세서·수축률 및 가공여유 등을 고려하여 수축자, 분도기, 높이게이지 및 기타 특정기구를 사용하여 목형을 실측해서 치수상의 이상 유무를 확인함
- 제작된 목형의 견고성 및 합리성 등을 육안검사 및 촉감으로 검사하기도 함
- 원도에 따라 그려진 현도를 제도기구를 사용하여 측정·검사하기도 함

☐ 물리적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 직접적인 유해요인 노출은 없으나 호이스트 사용 등 기계장치에서 발생하는 소음	· 소음 노출이 있는 작업 시 소음 수준과 유형에 맞는 귀마개, 귀덮개 등과 같은 청력 보호구를 사용

☐ 화학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 직접적인 유해화학물질의 노출은 없으나 이동하는 동안 간접적으로 발생하는 화학물질	· 모형 운반 시 물질안전보건자료의 유해성 및 위험성 등 유의사항을 확인하고 안전한 취급 방법을 준수하여 유해한 증기·가스의 노출 우려 시 방독마스크 등 호흡용 보호구 착용

□ 생물학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 사무실 내 냉난방 장치에서 증식하는 박테리아·바이러스 등 미생물	· 냉난방 장치 사용 전에는 점검 및 필터교체 등을 실시하고 주기적으로 청소하여 위생 상태를 유지하며 작업장 순회 시에는 장갑·마스크 등 보호구를 착용하고 손 씻기 등 위생 관리를 철저히 하며 이상증상 발현 시 진료

□ 인간공학적, 사회심리학적, 조직적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 기관 내외 인간관계 및 직장 조직구조로 인한 심리 사회적 스트레스	· 조직구성원이 가진 장단점을 잘 분석하고 신뢰관계가 형성될 수 있는 의사소통 채널을 마련
· 장시간 서거나 허리를 굽히고 일하는 자세 등 부적절한 작업 자세	· 작업 중 적절한 휴식시간 제공 및 스트레칭 체조 실시
· 중량물 및 부피가 큰 모형을 다루면서 발생할 수 있는 육체적 과로 ★	· 중량물 혹은 부피가 큰 모형 취급 시에는 기계 보조기구 사용
· 예기치 못한 비상사태 발생에 대한 불안감과 긴장감	· 직원의 보호 및 대피, 작업장별 2차 피해 방지 등 초기대응체계를 마련하여 주기적인 비상 대응 훈련 실시

□ 사고적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 떨어지는 낙하물에 의한 부상 (중량물이 발 혹은 신체 부위에 떨어짐)	· 작업절차에 따른 안전사항을 숙지하고, 적합한 안전모 및 안전화 등의 개인 보호 장비 착용
· 사업장 내 물·습기·부유물 등으로 인하여 미끄러지거나 넘어짐	· 작업장 이동 시 미끄럼 방지용 안전화를 착용

★ 는 특별히 더 주의해야 하는 유해요인을 의미합니다.

□ 도움받을 수 있는 곳

- 한국산업안전보건공단(www.kosha.or.kr, 052-7030-500)
- 고용노동부(www.moel.go.kr, 국번 없이 1350)
- 근로자건강센터(1577-6497)

직종명: 목형설계원

[한국표준직업분류상 주조원(74122)에 해당,
한국직업사전상 목형설계원(1633)에 해당]

☐ 정의

주물주조에 사용되는 주형모형인 목형(木型)의 제작상태와 도면과의 일치여부, 주조방안과의 일치여부를 검사하는 자

☐ 직무

- 제작할 주형의 특성을 파악하고 목형을 설계하기 위한 도면을 보고 치수들의 불일치점이 없는지 확인함
- 주형제작이 용이하도록 목형의 형태와 분할방법을 검토하여 결정함
- 도면치수를 목형치수로 환산하고 부분별로 보정치수 및 가공대치수를 추가하여 목형제작용 도면을 설계함
- 목형 제작용 도면이 작도되면 결재를 받고 복사하여 외주 및 검사용 등으로 송부함
- 시제품의 결과를 도면치수와 비교하여 목형수정방안을 결정하고 제품의 결과가 만족할 때까지 반복 수정·보완한다. 캐드(CAD)로 설계하기도 함

☐ 물리적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 직접적인 유해요인 노출은 없으나 작업장에서 발생하는 간접적 소음	· 소음 노출이 있는 작업장 순회 시 소음 수준과 유형에 맞는 귀마개, 귀덮개 등과 같은 청력 보호구를 사용

☐ 화학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 직접적인 노출은 없으나 간접적으로 발생하는 화학물질	· 유해한 증기·가스의 노출 우려 시 방독마스크 등 호흡용 보호구 착용

□ 생물학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 사무실 내 냉난방 장치에서 증식하는 박테리아·바이러스 등 미생물	· 냉난방 장치 사용 전에는 점검 및 필터교체 등을 실시하고 주기적으로 청소하여 위생 상태를 유지하며 작업장 순회 시에는 장갑·마스크 등 보호구를 착용하고 손 씻기 등 위생 관리를 철저히 하며 이상증상 발현 시 진료

□ 인간공학적, 사회심리학적, 조직적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 설계원은 업무로 인한 심적 부담감·책임감·의무감 등 직무스트레스	· 조직의 내적·외적 환경의 위기와 기회를 잘 분석하여 조직구성원과 공유할 수 있는 전략을 수립
· 장시간 서거나 허리를 굽히고 일하는 자세 등 부적절한 작업 자세	· 작업 중 적절한 휴식시간 제공 및 스트레칭 체조 실시

□ 사고적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 사업장 내 물·습기·부유물 등으로 인하여 미끄러지거나 넘어짐	· 작업장 순회 시 미끄럼 방지용 안전화를 착용
· 작업장의 미흡한 조명으로 인한 시각적 불편감	· 작업장 내 조도를 수시로 점검하고 300 렉스의 적절한 조도를 확보

★ 는 특별히 더 주의해야 하는 유해요인을 의미합니다.

□ 도움받을 수 있는 곳

- 한국산업안전보건공단(www.kosha.or.kr, 052-7030-500)
- 고용노동부(www.moel.go.kr, 국번 없이 1350)
- 근로자건강센터(1577-6497)

직종명: 목형제작원

[한국표준직업분류상 주조원(74122)에 해당,
한국직업사전상 목형제작반장(1633) 또는 목형제작원(1633)에 해당]

☐ 정의

주물제품을 만들기 위하여 필요한 주형을 만드는 데 사용되는 목형을 제작하는
작업원의 활동을 감독·조작하는 자 또는 설계도면(현도)에 따라 주물주조에 사용
되는 주형모형인 목형을 제작하는 자

☐ 직무

- 목형 설계도면에 따른 재질과 특성을 파악하고 목형제작반장의 작업지시에 따라 세부적인 작업 계획을 수립함
- 목자재에 도면의 치수를 쇠자, 직각자, 연필 등의 제도기구를 사용하여 가공여부를 고려하여 설계함
- 설계된 목자재를 수공구와 자동공구(목선반)등을 이용하여 가공함
- 각 부분을 못-나사-접착제 등을 이용하여 조립하고, 나사나 못의 머리 부위를 보강하고 마무리 함
- 조립이 완성된 목형은 치수를 검사하고, 조립순서에 맞춰 조립하여 이상이 없으면, 최종적으로 수공구를 사용하며 세밀하게 표면을 마무리하고 완성된 목형의 보호를 위해 페인트나 리스를 도포함

☐ 물리적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 목자재를 수공구와 자동공구 등을 이용하여 가공할 때 발생하는 소음	· 소음 노출 작업 시 소음 수준과 유형에 맞는 귀마개, 귀덮개 등과 같은 청력 보호구를 사용

□ 화학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 목형의 보호를 위해 페인트나 리스를 도포할 경우 발생하는 화학물질	· 화학물질 사용시 물질안전보건자료의 유해성 및 위험성 등 유의사항을 확인하고 안전한 취급방법을 준수하여 유해한 증기·가스의 노출 우려 시 방독마스크 등 호흡용 보호구 착용
· 목자재를 수공구와 자동공구 등을 이용하여 가공할 경우 발생하는 목분진 ★	· 목분진에 노출 시 물질안전보건자료의 유해성 및 위험성 등 유의사항을 확인하고 안전한 취급방법을 준수하여 유해한 분진의 노출 우려 시 방진마스크 등 호흡용 보호구 착용

□ 생물학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 사무실 내 냉난방 장치에서 증식하는 박테리아·바이러스 등 미생물	· 냉난방 장치 사용 전에는 점검 및 필터교체 등을 실시하고 주기적으로 청소하여 위생 상태를 유지하며 작업장 순회 시에는 장갑·마스크 등 보호구를 착용하고 손 씻기 등 위생관리를 철저히 하며 이상증상 발현 시 진료

□ 인간공학적, 사회심리학적, 조직적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 제작반장은 관리 등의 업무로 인한 심적 부담감·책임감·의무감 등 직무스트레스	· 조직의 내적·외적 환경의 위기와 기회를 잘 분석하여 조직구성원과 공유할 수 있는 전략을 수립
· 기관 내외 인간관계 및 직장 조직구조로 인한 심리 사회적 스트레스	· 조직구성원이 가진 장단점을 잘 분석하고 신뢰관계가 형성될 수 있는 의사소통 채널을 마련
· 장시간 서거나 허리를 굽히고 일하는 자세 등 부적절한 작업 자세 ★	· 작업 중 적절한 휴식시간 제공 및 스트레칭 체조 실시
· 중량물 및 부피가 큰 목형을 다루면서 발생할 수 있는 육체적 과로	· 중량물 혹은 부피가 큰 목형을 취급 시에는 기계 보조기구 사용
· 예기치 못한 비상사태 발생에 대한 불안감과 긴장감	· 직원의 보호 및 대피, 작업장별 2차 피해 방지 등 초기대응체계를 마련하여 주기적인 비상 대응 훈련을 실

□ 사고적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 목선반을 사용하여 가공하는 경우 끼임 및 목형물 비산	· 작업절차에 따른 안전사항을 숙지하고, 끼임 및 비산 사고를 예방하기 위해 안전장갑 및 보안경 착용
· 전선 및 손상된 전자 설비와의 접촉으로 인한 감전	· 목선반은 젖은 손으로 접촉하지 않으며 전자 장비의 안전이 의심되는 경우 전기 기술자에게 신속하게 알리어 점검을 받은 후 사용
· 작업장 내 물·습기·부유물 등으로 인하여 미끄러지나 넘어짐	· 작업장 순회 시 미끄럼 방지용 안전화를 착용
· 작업장의 미흡한 조명으로 인한 시각적 불편감	· 작업장 내 조도를 수시로 점검하고 300 렉스의 적절한 조도를 확보

★ 는 특별히 더 주의해야 하는 유해요인을 의미합니다.

□ 도움받을 수 있는 곳

- 한국산업안전보건공단(www.kosha.or.kr, 052-7030-500)
- 고용노동부(www.moel.go.kr, 국번 없이 1350)
- 근로자건강센터(1577-6497)

직종명: 수동조형원

[한국표준직업분류상 주조원(74122)에 해당,
한국직업사전상 조형반장(1633) 또는 수동조형원(1633)에 해당]

□ 정의

주물 주조품을 만들기 위해 주형을 만드는 일에 종사하는 인원을 관리·감독하는 자 또는 주형상자, 모형, 주물사, 수동공구를 이용하여 주조품의 도면과 일치하는 주형을 제작하는 자

□ 직무

- 모형치수와 도면이 일치하는지 확인하고 하부주형상자를 정반 위에 놓고 탕도를 설치한 다음 주형과 모형에 이형제를 분무함
- 주물사를 주형상자에 넣고 손이나 공기램(ram)으로 다져줌
- 상부주형을 만들기 위해 하부주형을 뒤집고 모형과 상부주형상자를 하부주형상자 위에 놓음
- 하부에서 상부주형상자를 올리고 모형을 이형한다. 모형을 이형한후 중자 등을 조립하여 상부주형상자를 조립함
- 주형의 굳히는 방법은 조형방법에 따라 달리함

□ 물리적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 주물사를 공기램으로 다질 때 발생하는 소음 ★	· 소음 노출이 있는 작업장 순회 시 소음 수준과 유형에 맞는 귀마개, 귀덮개 등과 같은 청력 보호구를 사용
· 공기램으로 주물사를 다지는 경우 발생하는 국소진동	· 손목 진동으로 인한 부상을 줄이기 위하여 방진장갑 착용

□ 화학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 주형과 목형에 이형제를 분무할 때 발생하는 화학물질 ★	· 이형제 분무 시 물질안전보건자료의 유해성 및 위험성 등 유의사항을 확인하고 안전한 취급방법을 준수하여 유해한 증기·가스의 노출 우려 시 방독마스크 등 호흡용 보호구 착용
· 주물사를 채우거나 다질 때와 주형을 청소할 경우 발생하는 유리규산 등 광물성분진 ★	· 광물성분진에 노출 시 물질안전보건자료의 유해성 및 위험성 등 유의사항을 확인하고 안전한 취급방법을 준수하여 유해한 분진의 노출 우려 시 방진마스크 등 호흡용 보호구 착용

□ 생물학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 사무실 내 냉난방 장치에서 증식하는 박테리아·바이러스 등 미생물	· 냉난방 장치 사용 전에는 점검 및 필터교체 등을 실시하고 주기적으로 청소하여 위생 상태를 유지하며 작업장 순회 시에는 장갑·마스크 등 보호구를 착용하고 손 씻기 등 위생 관리를 철저히 하며 이상증상 발현 시 진료

□ 인간공학적, 사회심리학적, 조직적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 조형반장은 관리 등의 업무로 인한 심적 부담감·책임감·의무감 등 직무스트레스	· 조직의 내적·외적 환경의 위기와 기회를 잘 분석하여 조직구성원과 공유할 수 있는 전략을 수립
· 기관 내외 인간관계 및 직장 조직구조로 인한 심리 사회적 스트레스	· 조직구성원이 가진 장단점을 잘 분석하고 신뢰관계가 형성될 수 있는 의사소통 채널을 마련
· 장시간 서거나 허리를 굽히고 일하는 자세 등 부적절한 작업 자세	· 작업 중 적절한 휴식시간 제공 및 스트레칭 체조 실시
· 중량물 및 부피가 큰 물건을 다루면서 발생할 수 있는 육체적 과로 ★	· 중량물 혹은 부피가 큰 금형을 취급 시에는 기계 보조기구 사용
· 예기치 못한 비상사태 발생에 대한 불안감과 긴장감	· 직원의 보호 및 대피, 작업장별 2차 피해 방지 등 초기대응체계를 마련하여 주기적인 비상 대응 훈련 실시

□ 사고적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 주물사를 공기램으로 다지거나 모형 이형 및 주형을 합형하는 경우 비산	· 작업절차에 따른 안전사항을 숙지하고, 비산 사고를 예방하기 위해 보안경 착용
· 작업장의 미흡한 조명으로 인한 시각적 불편감	· 작업장 내 조도를 수시로 점검하고 150 렉스의 적절한 조도를 확보

★ 는 특별히 더 주의해야 하는 유해요인을 의미합니다.

□ 도움받을 수 있는 곳

- 한국산업안전보건공단(www.kosha.or.kr, 052-7030-500)
- 고용노동부(www.moel.go.kr, 국번 없이 1350)
- 근로자건강센터(1577-6497)

직종명: 주물사제조원

[한국표준직업분류상 주조원(74122)에 해당,
한국직업사전상 주물사제조원(1633)에 해당]

☐ 정의

모래, 점토, 물, 첨가제 등을 혼합하여 주물사를 만드는 자

☐ 직무

- 작업지시에 따라 주물사를 배합하기 위한 재료를 준비함
- 주물제품의 특성에 따른 주물사의 배합비율에 따라 준비된 재료를 배합함
- 주물사를 채를 이용하여 이물제거 및 적절한 크기로 선별하고 신사, 고사, 점결제, 첨가제, 물을 배합비율에 따라 혼합하여 믹서를 이용하여 혼합함
- 육안 및 촉감으로 점도를 검사하고 이상이 없으면 조형을 위해 다음 공정으로 운반함

☐ 물리적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 신사, 고사, 점결제, 첨가제 등을 믹서기로 혼합하는 경우 발생하는 소음	· 소음 노출이 있는 작업장 순회 시 소음 수준과 유형에 맞는 귀마개, 귀덮개 등과 같은 청력 보호구를 사용

☐ 화학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 주물사에 점결제, 첨가제 등을 혼합하는 경우 발생하는 화학물질 ★	· 화학물질 사용시 물질안전보건자료의 유해성 및 위험성 등 유의사항을 확인하고 안전한 취급방법을 준수하여 유해한 증기·가스의 노출 우려 시 방독마스크 등 호흡용 보호구 착용
· 주물사를 혼합 또는 배합할 경우 발생하는 유리규산 등 광물성분진 ★	· 광물성분진에 노출 시 물질안전보건자료의 유해성 및 위험성 등 유의사항을 확인하고 안전한 취급방법을 준수하여 유해한 분진의 노출 우려 시 방진마스크 등 호흡용 보호구 착용

□ 생물학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
사무실 내 냉난방 장치에서 증식하는 박테리아·바이러스 등 미생물	냉난방 장치 사용 전에는 점검 및 필터교체 등을 실시하고 주기적으로 청소하여 위생 상태를 유지하며 작업장 순회 시에는 장갑·마스크 등 보호구를 착용하고 손 씻기 등 위생 관리를 철저히 하며 이상증상 발현 시 진료

□ 인간공학적, 사회심리학적, 조직적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
기관 내외 인간관계 및 직장 조직구조로 인한 심리 사회적 스트레스	조직구성원이 가진 장단점을 잘 분석하고 신뢰관계가 형성될 수 있는 의사소통 채널을 마련
장시간 서거나 허리를 굽히고 일하는 자세 등 부적절한 작업 자세	작업 중 적절한 휴식시간 제공 및 스트레칭 제조 실시
중량물 및 부피가 큰 물건을 다루면서 발생할 수 있는 육체적 과로 ★	중량물 혹은 부피가 큰 금형을 취급 시에는 기계 보조기구 사용
예기치 못한 비상사태 발생에 대한 불안감과 긴장감	직원의 보호 및 대피, 작업장별 2차 피해 방지 등 초기대응체계를 마련하여 주기적인 비상 대응 훈련 실시

□ 사고적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
사업장 내 물·습기·부유물 등으로 인하여 미끄러지거나 넘어짐	작업장 순회 시 미끄럼 방지용 안전화를 착용
작업장의 미흡한 조명으로 인한 시각적 불편감	작업장 내 조도를 수시로 점검하고 150 렉스의 적절한 조도를 확보

★ 는 특별히 더 주의해야 하는 유해요인을 의미합니다.

□ 도움받을 수 있는 곳

- 한국산업안전보건공단(www.kosha.or.kr, 052-7030-500)
- 고용노동부(www.moel.go.kr, 국번 없이 1350)
- 근로자건강센터(1577-6497)

직종명: 주물주조원

[한국표준직업분류상 주조원(74122)에 해당,
한국직업사전상 주조반장(1633) 또는 주물주조원(1633)에 해당]

☐ 정의

주조반장은 주물주조제품을 만들기 위한 일에 종사하는 작업자들을 관리·감독하는 자 또는 주물 주조제품을 생산하기 위해 주형에 용탕을 주입하여 주물을 만드는 자

☐ 직무

- 작업명세서에 의해 조형작업을 하고 가열된 용탕을 탈황처리하고 주형의 종류에 따라 주형속도를 조절하여 주입함
- 주입작업과 동시에 가스배출구에 불을 붙여 가스방출을 돕고 폭발을 방지함
- 주입이 완료된 후 충분한 응고시간이 지난 뒤 수동공구를 사용하여 주형에서 주조물을 분리함
- 제품의 탕구제거와 모래털기 작업이 끝나면 제품별로 선별하여 갈라진 틈, 기포, 주조불량 등의 제품 이상 유무를 검사함

☐ 물리적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 수동공구를 사용하여 주형에서 주조물을 분리할 때 발생하는 소음	· 소음 노출이 있는 작업장 순회 시 소음 수준과 유형에 맞는 귀마개, 귀덮개 등과 같은 청력 보호구를 사용
· 주형에 용탕을 주입할 때 발생하는 고열	· 적절한 휴식시간 부여, 충분한 수분공급과 필요시 염분 공급과 보안경, 안전화, 방열복 등 개인보호구를 사용

□ 화학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 주입작업과 동시에 배출되는 가스	· 가스 노출 시 물질안전보건자료의 유해성 및 위험성 등 유의사항을 확인하고 안전한 취급 방법을 준수하여 유해한 증기·가스의 노출 우려 시 방독마스크 등 호흡용 보호구 착용
· 주형에 용탕을 주입할 때 발생하는 금속 흠	· 금속흠 노출 시 물질안전보건자료의 유해성 및 위험성 등 유의사항을 확인하고 안전한 취급방법을 준수하여 유해한 금속에 노출 우려 시 방진마스크 등 호흡용 보호구 착용
· 수동공구를 사용하여 주형에서 주조물을 분리하거나 제품의 모래탈기 작업할 경우 발생하는 광물성분진 ★	· 광물성분진에 노출 시 물질안전보건자료의 유해성 및 위험성 등 유의사항을 확인하고 안전한 취급방법을 준수하여 유해한 분진의 노출 우려 시 방진마스크 등 호흡용 보호구 착용

□ 생물학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 사무실 내 냉난방 장치에서 증식하는 박테리아·바이러스 등 미생물	· 냉난방 장치 사용 전에는 점검 및 필터교체 등을 실시하고 주기적으로 청소하여 위생 상태를 유지하며 작업장 순회 시에는 장갑·마스크 등 보호구를 착용하고 손 씻기 등 위생 관리를 철저히 하며 이상증상 발현 시 진료

□ 인간공학적, 사회심리학적, 조직적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 주조반장은 관리 등의 업무로 인한 심적 부담감·책임감·의무감 등 직무스트레스	· 조직의 내적·외적 환경의 위기와 기회를 잘 분석하여 조직구성원과 공유할 수 있는 전략을 수립
· 기관 내외 인간관계 및 직장 조직구조로 인한 심리 사회적 스트레스	· 조직구성원이 가진 장단점을 잘 분석하고 신뢰관계가 형성될 수 있는 의사소통 채널을 마련
· 장시간 서거나 허리를 굽히고 일하는 자세 등 부적절한 작업 자세	· 작업 중 적절한 휴식시간 제공 및 스트레칭 체조 실시
· 중량물 및 부피가 큰 물건을 다루면서 발생할 수 있는 육체적 과로 ★	· 중량물 혹은 부피가 큰 금형을 취급 시에는 기계 보조기구 사용
· 예기치 못한 비상사태 발생에 대한 불안감과 긴장감	· 직원의 보호 및 대피, 작업장별 2차 피해 방지 등 초기대응체계를 마련하여 주기적인 비상 대응 훈련 실시

□ 사고적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 주입작업 시 가스배출구에서 방출되는 가스 폭발 ★	· 용탕 주입작업 시 폭발과 관련된 안전을 규정 준수하고, 유해한 가스 노출 우려 시 방독마스크 등의 호흡보호구를 착용
· 고온 용광로와의 접촉, 뜨거운 물체와 파편으로 인한 화상	· 용탕 작업 시 안전규정을 준수하고, 안전모, 보안경, 보호장갑 등의 개인보호구를 착용
· 사업장 내 물·습기·부유물 등으로 인하여 미끄러지거나 넘어짐	· 작업장 순회 시 미끄럼 방지용 안전화를 착용
· 작업장의 미흡한 조명으로 인한 시각적 불편감	· 작업장 내 조도를 수시로 점검하고 150 렉스의 적절한 조도를 확보

★ 는 특별히 더 주의해야 하는 유해요인을 의미합니다.

□ 도움받을 수 있는 곳

- 한국산업안전보건공단(www.kosha.or.kr, 052-7030-500)
- 고용노동부(www.moel.go.kr, 국번 없이 1350)
- 근로자건강센터(1577-6497)

직종명: 주형제작원

[한국표준직업분류상 주조원(74122)에 해당,
한국직업사전상 주형제작원(1633)에 해당]

□ 정의

금속제품을 주조하는 데 사용되는 금속주형을 제작하는 자

□ 직무

- 주형틀에 원형을 넣고 주위를 고무로 채우고 주형틀을 경화시키기 위하여 경화기에 넣음
- 경화기 작동스위치를 누르고 일정시간 경화시킨 후 경화된 고무를 칼로 절단하고 절단한 공간에 왁스를 주입함
- 일정시간이 경과 후 왁스모형을 빼냄
- 석고가 든 주조상자를 전기로나 가스로에 넣고 작동스위치를 누르고, 일정시간이 경과 후, 전기로나 가스로에서 꺼내어 원심분리기에 넣고 기계작동 스위치를 누름
- 작동스위치를 내리고 금속이 굳으면 찬물에 넣고 찬물에서 주조물을 꺼내어 세척하기 위하여 약품을 넣음
- 세척한 주조물을 절단하고, 절단한 주조물을 줄·핸드피스 등으로 다듬은 후 다듬질이 끝난 주조물의 표면을 보밍(화학약품을 사용하여 거친 표면을 한꺼풀 벗기는 작업)처리 함

□ 물리적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 경화기 또는 원심분리기, 핸드피스 사용과 주조물 절단 시 기계장치에서 발생하는 소음	· 소음 노출이 있는 작업장 순회 시 소음 수준과 유형에 맞는 귀마개, 귀덮개 등과 같은 청력 보호구를 사용
· 주조상자를 전기로나 가스로에 넣거나 꺼낼 경우 발생하는 고열	· 적절한 휴식시간 부여, 충분한 수분공급과 필요시 염분 공급과 보안경, 안전화, 방열복 등 개인보호구를 사용

□ 화학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 경화제, 세척제, 주조물의 표면 보밍하는 경우 발생하는 화학물질	· 화학물질 사용 시 물질안전보건자료의 유해성 및 위험성 등 유의사항을 확인하고 안전한 취급방법을 준수하여 유해한 증기·가스의 노출 우려 시 방독마스크 등 호흡용 보호구 착용
· 주조물을 줄·핸드피스 등으로 다듬거나 주조물을 절단할 때 발생하는 금속분진 및 광물성분진 ★	· 금속분진 및 광물성분진 노출 시 물질안전보건자료의 유해성 및 위험성 등 유의사항을 확인하고 안전한 취급방법을 준수하여 유해한 금속에 노출 우려 시 방진마스크 등 호흡용 보호구 착용

□ 생물학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 사무실 내 냉난방 장치에서 증식하는 박테리아·바이러스 등 미생물	· 냉난방 장치 사용 전에는 점검 및 필터교체 등을 실시하고 주기적으로 청소하여 위생 상태를 유지하며 작업장 순회 시에는 장갑·마스크 등 보호구를 착용하고 손 씻기 등 위생관리를 철저히 하며 이상증상 발현 시 진료

□ 인간공학적, 사회심리학적, 조직적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 기관 내외 인간관계 및 직장 조직구조로 인한 심리 사회적 스트레스	· 조직구성원이 가진 장단점을 잘 분석하고 신뢰관계가 형성될 수 있는 의사소통 채널을 마련
· 장시간 서거나 허리를 굽히고 일하는 자세 등 부적절한 작업 자세	· 작업 중 적절한 휴식시간 제공 및 스트레칭 체조 실시
· 중량물 및 부피가 큰 주조물을 다루면서 발생할 수 있는 육체적 과로 ★	· 중량물 혹은 부피가 큰 주조물을 취급 시에는 기계 보조기구 사용
· 예기치 못한 비상사태 발생에 대한 불안감과 긴장감	· 직원의 보호 및 대피, 작업장별 2차 피해 방지 등 초기대응체계를 마련하여 주기적인 비상 대응 훈련 실시

□ 사고적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 구조물을 절단 및 절단한 구조물을 줄·핸드피스 등으로 다듬을 경우 잔재물 비산	· 작업절차에 따른 안전사항을 숙지하고, 비산 사고를 예방하기 위해 보안경, 안전장갑 착용
· 전선 및 손상된 전자 설비와의 접촉으로 인한 감전	· 설비는 젖은 손으로 접촉하지 않으며 전자 장비의 안전이 의심되는 경우 전기 기술자에게 신속하게 알리어 점검을 받은 후 사용
· 사업장 내 물·습기·부유물 등으로 인하여 미끄러지나 넘어짐	· 작업장 순회 시 미끄럼 방지용 안전화를 착용
· 작업장의 미흡한 조명으로 인한 시각적 불편감	· 작업장 내 조도를 수시로 점검하고 300 렉스의 적절한 조도를 확보

★ 는 특별히 더 주의해야 하는 유해요인을 의미합니다.

□ 도움받을 수 있는 곳

- 한국산업안전보건공단(www.kosha.or.kr, 052-7030-500)
- 고용노동부(www.moel.go.kr, 국번 없이 1350)
- 근로자건강센터(1577-6497)

직종명: 탈사원

[한국표준직업분류상 주조원(74122)에 해당,
한국직업사전상 탈사원(1633)에 해당]

☐ 정의

금속주물(金屬鑄物)의 표면에 부착된 주물사, 피막, 불순물 등을 제거하는 자

☐ 직무

- 손 또는 기증기를 사용하여 주물을 작업대 위에 올려놓고 주물 표면의 부착된 주물사 등 불순물을 착암기, 용제 등을 사용하여 깨끗이 제거함
- 제거되지 않은 불순물은 산소나 프로판가스를 이용하여 가열한 후 망치나 수공구 및 공기해머로 제거함
- 주물의 표면을 육안 및 게이지로 검사하고 절단할 부위나 제거되지 않은 불순물을 제거하기 위하여 톱날절단원이나 쇼트원에게 보냄
- 불순물이 완전히 제거된 제품은 다음 공정으로 보냄

☐ 물리적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 착암기, 망치나 수공구 및 공기해머로 제거시 발생하는 소음	· 소음 노출이 있는 작업 시 소음 수준과 유형에 맞는 귀마개, 귀덮개 등과 같은 청력 보호구를 사용

☐ 화학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 주물 표면의 부착된 주물사 등 불순물을 용제 등을 사용할 경우 발생하는 화학물질	· 용제 사용 시 물질안전보건자료의 유해성 및 위험성 등 유의사항을 확인하고 안전한 취급 방법을 준수하여 유해한 증기·가스의 노출 우려 시 방독마스크 등 호흡용 보호구 착용
· 주물 표면을 착암기, 망치나 수공구 및 공기해머로 제거 시 발생하는 광물성분진 ★	· 광물성분진에 노출 시 물질안전보건자료의 유해성 및 위험성 등 유의사항을 확인하고 안전한 취급방법을 준수하여 유해한 분진의 노출 우려 시 방진마스크 등 호흡용 보호구 착용

□ 생물학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
사무실 내 냉난방 장치에서 증식하는 박테리아·바이러스 등 미생물	냉난방 장치 사용 전에는 점검 및 필터교체 등을 실시하고 주기적으로 청소하여 위생 상태를 유지하며 작업장 순회 시에는 장갑·마스크 등 보호구를 착용하고 손 씻기 등 위생관리를 철저히 하며 이상증상 발현 시 진료

□ 인간공학적, 사회심리학적, 조직적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 기관운영·관리·민원대응 등의 업무로 인한 심적 부담감·책임감·의무감 등 직무 스트레스 ★	· 조직의 내적·외적 환경의 위기와 기회를 잘 분석하여 조직구성원과 공유할 수 있는 전략을 수립
· 기관 내외 인간관계 및 직장 조직구조로 인한 심리 사회적 스트레스 ★	· 조직구성원이 가진 장단점을 잘 분석하고 신뢰관계가 형성될 수 있는 의사소통 채널을 마련
· 예기치 못한 비상사태 발생에 대한 불안감과 긴장감 ★	· 직원의 보호 및 대피, 작업장별 2차 피해 방지 등 초기대응체계를 마련하여 주기적인 비상 대응 훈련 실시
· 컴퓨터 사용·회의 등 업무 시 부적절한 작업 자세 ★	· 컴퓨터 화면 높이는 눈보다 낮게 하고 화면 밝기는 중간 정도로 설정하고 50분 작업 후 휴식을 취하면서 눈을 자주 깜박이며 눈 운동과 마사지 및 주기적인 스트레칭을 실시

□ 사고적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 하수처리장 내 물·습기·부유물 등으로 인하여 미끄러지거나 넘어짐	· 작업장 순회 시 미끄럼 방지용 안전화를 착용
· 전선 및 손상된 전자 설비와의 접촉으로 인한 감전	· 전자장비는 젖은 손으로 접촉하지 않으며 전자 장비의 안전이 의심되는 경우 전기 기술자에게 신속하게 알리어 점검을 받은 후 사용
· 사무실의 미흡한 조명으로 인한 시각적 불편감	· 사무실 내 조도를 수시로 점검하고 150 렉스의 적절한 조도를 확보

★ 는 특별히 더 주의해야 하는 유해요인을 의미합니다.

□ 도움받을 수 있는 곳

- 한국산업안전보건공단(www.kosha.or.kr, 052-7030-500)
- 고용노동부(www.moel.go.kr, 국번 없이 1350)
- 근로자건강센터(1577-6497)

직종명: 탈왁스원

[한국표준직업분류상 주조원(74122)에 해당,
한국직업사전상 탈왁스원(1633)에 해당]

☐ 정의

주형을 만들기 위하여 제작된 내화물이 피복된 왁스모형에서 왁스를 제거하는 자

☐ 직무

- 작업지시서나 반장의 지시에 따라 작업내용을 숙지하고 탈왁스를 위한 보일러 등의 설비를 점검함
- 탈왁스 처리할 제품의 상태를 점검하고, 탈왁스 처리 방법이나 지침서에 따라 작업절차를 선택하여 가열된 용액을 붓거나 용제를 사용하여 왁스를 제거함
- 완료된 제품의 제거된 왁스상태 등을 확인하고 주조하기 위한 다음 공정으로 운반함

☐ 물리적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 직접적인 유해요인 노출은 없으나 설비 점검 시 기계장치에서 발생하는 소음	· 소음 노출이 있는 작업장에서 근무 시 소음 수준과 유형에 맞는 귀마개, 귀덮개 등과 같은 청력 보호구를 사용

☐ 화학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 탈왁스 처리를 위하여 가열된 용액을 붓거나 용제를 사용하여 왁스를 제거할 경우 화학물질에 노출 ★	· 용제 사용시 물질안전보건자료의 유해성 및 위험성 등 유의사항을 확인하고 안전한 취급 방법을 준수하여 유해한 증기·가스의 노출 우려 시 방독마스크 등 호흡용 보호구 착용
· 직접적인 분진 노출은 없으나 탈왁시 작업 시 간접적으로 발생하는 광물성분진	· 분진에 노출 시 물질안전보건자료의 유해성 및 위험성 등 유의사항을 확인하고 안전한 취급방법을 준수하여 유해한 분진의 노출 우려 시 방진마스크 등 호흡용 보호구 착용

□ 생물학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 사무실 내 냉난방 장치에서 증식하는 박테리아·바이러스 등 미생물	· 냉난방 장치 사용 전에는 점검 및 필터교체 등을 실시하고 주기적으로 청소하여 위생 상태를 유지하며 작업장 순회 시에는 장갑·마스크 등 보호구를 착용하고 손 씻기 등 위생 관리를 철저히 하며 이상증상 발현 시 진료

□ 인간공학적, 사회심리학적, 조직적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 기관 내외 인간관계 및 직장 조직구조로 인한 심리 사회적 스트레스	· 조직구성원이 가진 장단점을 잘 분석하고 신뢰관계가 형성될 수 있는 의사소통 채널을 마련
· 장시간 서거나 허리를 굽히고 일하는 자세 등 부적절한 작업 자세 ★	· 작업 중 적절한 휴식시간 제공 및 스트레칭 체조 실시
· 예기치 못한 비상사태 발생에 대한 불안감과 긴장감	· 직원의 보호 및 대피, 작업장별 2차 피해 방지 등 초기대응체계를 마련하여 주기적인 비상 대응 훈련 실시

□ 사고적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 사업장 내 물·습기·부유물 등으로 인하여 미끄러지거나 넘어짐	· 작업장 순회 시 미끄럼 방지용 안전화를 착용
· 작업장의 미흡한 조명으로 인한 시각적 불편감	· 작업장 내 조도를 수시로 점검하고 300 럭스의 적절한 조도를 확보

★ 는 특별히 더 주의해야 하는 유해요인을 의미합니다.

□ 도움받을 수 있는 곳

- 한국산업안전보건공단(www.kosha.or.kr, 052-7030-500)
- 고용노동부(www.moel.go.kr, 국번 없이 1350)
- 근로자건강센터(1577-6497)

직종명: 합형원

[한국표준직업분류상 주조원(74122)에 해당,
한국직업사전상 합형원(1633)에 해당]

□ 정의

용탕을 주입할 수 있도록 분리된 상·하 주형과 중자를 도면에 따라 결합하는 자

□ 직무

- 주조작업계획의 세부추진항목이나 합형반장의 작업지시에 따라 작업내용을 숙지하고 각종 설비 및 공구를 점검하고 준비함
- 합형조업지침에 의거하여 합형 방법 및 절차 등을 검토·숙지함
- 하형주형상자를 수평이 되게 작업장에 장치함
- 상·하 주형 내부의 불순물을 공기총을 이용하여 청소하고, 열을 가하여 상·하 주형 및 중자를 건조시킴
- 중자의 표면에 붓을 사용하여 도형재를 바르고 정확하게 설치한 후 주형의 크기, 중자의 위치와 도면이 일치하는가를 확인하고 상형의 입탄부위, 주입구 주위 등을 흙손·칼 등의 수공구를 이용하여 매끄럽게 함
- 상형주형상자와 하형주형상자의 중심점이 맞도록 결합함
- 작업이 완료되면 주형을 제거하고 주물에 묻은 모래를 제거하는 탈사작업을 하기도 함

□ 물리적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 상·하 주형 내부의 불순물을 공기총을 이용하여 청소 시 발생하는 소음	· 소음 노출이 있는 작업장에서 근무 시 소음 수준과 유형에 맞는 귀마개, 귀덮개 등과 같은 청력 보호구를 사용

□ 화학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 도형제 처리, 열을 가하여 상·하 주형 및 중자를 건조할 경우 화학물질에 노출	· 화학물질 노출 시 물질안전보건자료의 유해성 및 위험성 등 유의사항을 확인하고 안전한 취급방법을 준수하여 유해한 증기·가스의 노출 우려 시 방독마스크 등 호흡용 보호구 착용
· 상형의 입탄부위, 주입구 주위 등을 흡손·칼 등의 수공구를 이용하여 매끄럽게 하거나 탈사작업을 할 경우 광물성분진에 노출 ★	· 광물성분진에 노출 시 물질안전보건자료의 유해성 및 위험성 등 유의사항을 확인하고 안전한 취급방법을 준수하여 유해한 분진의 노출 우려 시 방진마스크 등 호흡용 보호구 착용

□ 생물학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 사무실 내 냉난방 장치에서 증식하는 박테리아·바이러스 등 미생물	· 냉난방 장치 사용 전에는 점검 및 필터교체 등을 실시하고 주기적으로 청소하여 위생 상태를 유지하며 작업장 순회 시에는 장갑·마스크 등 보호구를 착용하고 손 씻기 등 위생관리를 철저히 하며 이상증상 발현 시 진료

□ 인간공학적, 사회심리학적, 조직적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 기관 내외 인간관계 및 직장 조직구조로 인한 심리 사회적 스트레스	· 조직구성원이 가진 장단점을 잘 분석하고 신뢰관계가 형성될 수 있는 의사소통 채널을 마련
· 장시간 서거나 허리를 굽히고 일하는 자세 등 부적절한 작업 자세	· 작업 중 적절한 휴식시간 제공 및 스트레칭 체조 실시
· 중량물 및 부피가 큰 물건을 다루면서 발생할 수 있는 육체적 과로 ★	· 중량물 혹은 부피가 큰 상하형 주형상자를 취급 시에는 기계 보조기구 사용
· 예기치 못한 비상사태 발생에 대한 불안감과 긴장감	· 직원의 보호 및 대피, 작업장별 2차 피해 방지 등 초기대응체계를 마련하여 주기적인 비상 대응 훈련 실시

□ 사고적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 상하형 주형을 합형 또는 분리하는 경우 끼임	· 작업절차에 따른 안전사항을 숙지하고, 끼임 사고를 예방하기 위해 안전장갑 착용
· 사업장 내 물·습기·부유물 등으로 인하여 미끄러지나 넘어짐	· 작업장 순회 시 미끄럼 방지용 안전화를 착용
· 작업장의 미흡한 조명으로 인한 시각적 불편감	· 작업장 내 조도를 수시로 점검하고 300 렉스의 적절한 조도를 확보

★ 는 특별히 더 주의해야 하는 유해요인을 의미합니다.

□ 도움받을 수 있는 곳

- 한국산업안전보건공단(www.kosha.or.kr, 052-7030-500)
- 고용노동부(www.moel.go.kr, 국번 없이 1350)
- 근로자건강센터(1577-6497)

직종명: 금속주조원

[한국표준직업분류상 주조기 조작용원(84110)에 해당,
한국직업사전상 금괴주조원(1634), 금속연속주조원(1634),
금양극판주조원(1634), 은괴주조원(1634), 조동주조원(1634)에 해당]

☐ 정의

금, 은, 동 전해에서 전착된 금음극을 노에서 용해시켜 금괴를 주조하거나 또는 또는 은전해에서 발생된 금전물 중 은을 질산에 용해시켜 생산된 금사(gold sand)를 용해하여 금전해용 금양극을 주조하는 자

☐ 직무

- 금, 은, 동 전해 후 음극판에 전착된 금 음극판을 수동공구를 사용하여 박리한 후 박리된 금 음극판을 용해로에 투입하여 용해시킴
- 용탕표면에 초석을 장입하여 불순물을 산화시키고 제거함
- 용탕을 주형에 주입시켜 주조한 후 주조된 금, 은, 동을 규정 중량씩 달아 절단하고 재용해시켜 금, 은 동괴 주조용 주형에 주조함
- 주조된 금괴에 일련번호, 순도, 중량 등을 각인하기도 함

☐ 물리적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 직접적인 유해요인 노출은 없으나 작업장 순회 시 기계장치에서 발생하는 소음	· 소음 노출이 있는 작업 시 소음 수준과 유형에 맞는 귀마개, 귀덮개 등과 같은 청력 보호구를 사용
· 주형에 용탕을 주입할 때 노출되는 고열 ★	· 적절한 휴식시간 부여, 충분한 수분공급과 필요시 염분 공급과 보안경, 안전화, 방열복 등 개인보호구를 사용

☐ 화학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 용탕을 주형에 주입시켜 주조할 때 발생하는 금속 흠 ★	· 금속흠 노출 시 물질안전보건자료의 유해성 및 위험성 등 유의사항을 확인하고 안전한 취급방법을 준수하여 유해한 금속에 노출 우려 시 방진마스크 등 호흡용 보호구 착용

□ 생물학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 사무실 내 냉난방 장치에서 증식하는 박테리아·바이러스 등 미생물	· 냉난방 장치 사용 전에는 점검 및 필터교체 등을 실시하고 주기적으로 청소하여 위생 상태를 유지하며 작업장 순회 시에는 장갑·마스크 등 보호구를 착용하고 손 씻기 등 위생 관리를 철저히 하며 이상증상 발현 시 진료

□ 인간공학적, 사회심리학적, 조직적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 기관 내외 인간관계 및 직장 조직구조로 인한 심리 사회적 스트레스	· 조직구성원이 가진 장단점을 잘 분석하고 신뢰관계가 형성될 수 있는 의사소통 채널을 마련
· 장시간 서거나 허리를 굽히고 일하는 자세 등 부적절한 작업 자세	· 작업 중 적절한 휴식시간 제공 및 스트레칭 제조 실시
· 중량물 및 부피가 큰 물건을 다루면서 발생할 수 있는 육체적 과로 ★	· 중량물 혹은 부피가 큰 금형을 취급 시에는 기계 보조기구 사용
· 예기치 못한 비상사태 발생에 대한 불안감과 긴장감	· 직원의 보호 및 대피, 작업장별 2차 피해 방지 등 초기대응체계를 마련하여 주기적인 비상 대응 훈련 실시

□ 사고적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 주입작업 시 가스배출구에서 방출되는 가스 폭발 ★	· 용탕 주입작업 시 폭발과 관련된 안전을 규정 준수하고, 유해한 가스 노출 우려 시 방독마스크 등의 호흡보호구를 착용
· 고온 용광로와의 접촉, 용탕 주입 시 물체와 파편으로 인한 화상	· 용탕 작업 시 안전규정을 준수하고, 안전모, 보안경, 보호장갑 등의 개인보호구를 착용
· 작업장의 미흡한 조명으로 인한 시각적 불편감	· 작업장 내 조도를 수시로 점검하고 150 렉스의 적절한 조도를 확보

★ 는 특별히 더 주의해야 하는 유해요인을 의미합니다.

□ 도움받을 수 있는 곳

- 한국산업안전보건공단(www.kosha.or.kr, 052-7030-500)
- 고용노동부(www.moel.go.kr, 국번 없이 1350)
- 근로자건강센터(1577-6497)

직종명: 금형주조원

[한국표준직업분류상 주조기 조작용원(84110)에 해당,
한국직업사전상 금형주조기조작용원(1634), 금형주조반장(1634)에 해당]

□ 정의

아연, 알루미늄, 구리 등의 비철금속재료를 용해하여 금형으로 정밀주조하는 금형 주조기를 조작하거나 또는 은금형을 이용하여 정밀주조하는 금형주조제품을 생산하는 데 종사하는 작업원의 활동을 감독·조정하는 자

□ 직무

- 금형을 체인 인양기나 기중기로 들어 올리고 수동공구를 사용하여 기계의 지정된 위치에 설치시킴
- 램의 왕복운동을 조정하고 냉각 및 이형제 분사호스를 연결함
- 토오치램프 또는 전기가 열기로 금형을 예열시킴 후 주조물의 크기 및 형태, 금속의 종류에 따라 밸브를 돌려 냉각 및 이형제 분사압력을 조절하거나 수동 또는 자동으로 사출속도를 조정함
- 공기분사호스로 금형의 표면에 붙어 있는 금속 찌꺼기를 씻어내고 금형에서 주조제품이 떨어지도록 금형의 구멍과 플런저에 매작업마다 이형제와 윤활유를 포함
- 버튼을 눌러 금형을 닫고 플런저를 작동시켜 금형구멍에 용탕을 주입함
- 자동으로 금형문이 열리면 집게로 주물제품을 꺼낸다. 주물의 결함여부를 육안으로 검사함
- 용탕의 온도를 일정하게 유지하기 위해 보온로를 관리하기도 함

□ 물리적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 공기분사호스로 금형의 표면에 붙어 있는 금속 찌꺼기를 씻어내거나 사출기가 작동할 때 발생하는 소음	· 소음 노출이 있는 작업장 순회 시 소음 수준과 유형에 맞는 귀마개, 귀덮개 등과 같은 청력 보호구를 사용
· 주형에 용탕을 주입하거나 보온로를 관리할 때 노출되는 고열 ★	· 적절한 휴식시간 부여, 충분한 수분공급과 필요시 염분 공급과 보안경, 안전화, 방열복 등 개인보호구를 사용

□ 화학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 금형에 이형제와 윤활유를 도포할 경우 화학 물질에 노출 ★	· 이형제 및 윤활류 도포 시 물질안전보건자료의 유해성 및 위험성 등 유의사항을 확인하고 안전한 취급방법을 준수하여 유해한 증기·가스의 노출 우려 시 방독마스크 등 호흡용 보호구 착용
· 금형에 용탕을 주입할 때 발생하는 금속 흠, 금속 찌꺼기를 씻어낼 때 발생하는 금속분진 ★	· 금속 흠 및 금속분진에 노출 시 물질안전보건자료의 유해성 및 위험성 등 유의사항을 확인하고 안전한 취급방법을 준수하여 유해한 금속에 노출 우려 시 방진마스크 등 호흡용 보호구 착용

□ 생물학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 사무실 내 냉난방 장치에서 증식하는 박테리아·바이러스 등 미생물	· 냉난방 장치 사용 전에는 점검 및 필터교체 등을 실시하고 주기적으로 청소하여 위생 상태를 유지하며 작업장 순회 시에는 장갑·마스크 등 보호구를 착용하고 손 씻기 등 위생 관리를 철저히 하며 이상증상 발현 시 진료

□ 인간공학적, 사회심리학적, 조직적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 주조반장은 관리 등의 업무로 인한 심적 부담감·책임감·의무감 등 직무스트레스	· 조직의 내적·외적 환경의 위기와 기회를 잘 분석하여 조직구성원과 공유할 수 있는 전략을 수립
· 기관 내외 인간관계 및 직장 조직구조로 인한 심리 사회적 스트레스	· 조직구성원이 가진 장단점을 잘 분석하고 신뢰관계가 형성될 수 있는 의사소통 채널을 마련
· 장시간 서거나 허리를 굽히고 일하는 자세 등 부적절한 작업 자세	· 작업 중 적절한 휴식시간 제공 및 스트레칭 체조 실시
· 중량물 및 부피가 큰 물건을 다루면서 발생할 수 있는 육체적 과로 ★	· 중량물 혹은 부피가 큰 금형을 취급 시에는 기계 보조기구 사용
· 예기치 못한 비상사태 발생에 대한 불안감과 긴장감	· 직원의 보호 및 대피, 작업장별 2차 피해 방지 등 초기대응체계를 마련하여 주기적인 비상 대응 훈련 실시

□ 사고적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 용탕 주입 시 뜨거운 물체와 파편으로 인한 화상	· 용탕 작업 시 안전규정을 준수하고, 안전모, 보안경, 보호장갑 등의 개인보호구를 착용
· 인양기 및 기중기에서 떨어지는 낙하물에 의한 부상 (중량물이 발 혹은 신체 부위에 떨어짐)	· 작업절차에 따른 안전사항을 숙지하고, 적합한 안전모 및 안전화 등의 개인 보호 장비 착용
· 사업장 내 물·습기·부유물 등으로 인하여 미끄러지거나 넘어짐	· 작업장 순회 시 미끄럼 방지용 안전화를 착용
· 작업장의 미흡한 조명으로 인한 시각적 불편감	· 작업장 내 조도를 수시로 점검하고 300 렉스의 적절한 조도를 확보

★ 는 특별히 더 주의해야 하는 유해요인을 의미합니다.

□ 도움받을 수 있는 곳

- 한국산업안전보건공단(www.kosha.or.kr, 052-7030-500)
- 고용노동부(www.moel.go.kr, 국번 없이 1350)
- 근로자건강센터(1577-6497)

직종명: 비철주조원

[한국표준직업분류상 주조기 조작원(84110)에 해당,
한국직업사전상 비철주조반장(1634), 비철주조원(1634)에 해당]

□ 정의

동, 아연, 알루미늄 등의 비철금속 제품을 주조하는 주조기를 조작하거나 또는 동, 아연, 알루미늄 등 비철금속을 주조하는 데 종사하는 작업원의 활동을 감독·조정하는 자

□ 직무

- 주조기의 연속작업을 연결시켜 주는 스위치의 고정상태와 작동상태를 점검함
- 공압장치의 동작장치, 압력, 온도 등을 점검하고 작업표준에 맞도록 유지시킴
- 주조기의 용탕주입장치, 슬래그 및 이물질 제거장치 등을 점검함
- 비철주조반장이나 작업지시서에 따라 조형을 설치한다. 용탕온도, 주조속도, 냉각수 등을 확인·조절함하고, 유도로 주입구에 용탕을 쏟는다. 유도로 출탕구를 개방하고 용탕속도 계기를 조절함
- 주조기 주형에 용탕을 주입하고 주입량을 조절함
- 일정시간 응고시킨 후 주형을 해체하고 냉각시킨 후 힘, 뒤틀림, 형태불균형 등을 육안으로 검사함

□ 물리적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 슬래그 및 이물질 제거장치가 작동할 때 발생하는 소음	· 소음 노출이 있는 작업장 순회 시 소음 수준과 유형에 맞는 귀마개, 귀덮개 등과 같은 청력 보호구를 사용
· 주형에 용탕을 주입할 때 노출되는 고열 ★	· 적절한 휴식시간 부여, 충분한 수분공급과 필요시 염분 공급과 보안경, 안전화, 방열복 등 개인보호구를 사용

☐ 화학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
금형에 용탕을 주입할 때 발생하는 금속 흙, 금속 찌꺼기를 씻어낼 때 발생하는 금속분진 ★	금속 흙 및 금속분진에 노출 시 물질안전보건자료의 유해성 및 위험성 등 유의사항을 확인하고 안전한 취급방법을 준수하여 유해한 금속에 노출 우려 시 방진마스크 등 호흡용 보호구 착용

☐ 생물학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
사무실 내 냉난방 장치에서 증식하는 박테리아·바이러스 등 미생물	냉난방 장치 사용 전에는 점검 및 필터교체 등을 실시하고 주기적으로 청소하여 위생 상태를 유지하며 작업장 순회 시에는 장갑·마스크 등 보호구를 착용하고 손 씻기 등 위생관리를 철저히 하며 이상증상 발현 시 진료

☐ 인간공학적, 사회심리학적, 조직적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
주조반장은 관리 등의 업무로 인한 심적 부담감·책임감·의무감 등 직무스트레스	조직의 내적·외적 환경의 위기와 기회를 잘 분석하여 조직구성원과 공유할 수 있는 전략을 수립
기관 내외 인간관계 및 직장 조직구조로 인한 심리 사회적 스트레스	조직구성원이 가진 장단점을 잘 분석하고 신뢰관계가 형성될 수 있는 의사소통 채널을 마련
장시간 서거나 허리를 굽히고 일하는 자세 등 부적절한 작업 자세	작업 중 적절한 휴식시간 제공 및 스트레칭 체조 실시
중량물 및 부피가 큰 물건을 다루면서 발생할 수 있는 육체적 과로 ★	중량물 혹은 부피가 큰 금형을 취급 시에는 기계 보조기구 사용
예기치 못한 비상사태 발생에 대한 불안감과 긴장감	직원의 보호 및 대피, 작업장별 2차 피해 방지 등 초기대응체계를 마련하여 주기적인 비상 대응 훈련 실시

☐ 사고적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 사업장 내 물·습기·부유물 등으로 인하여 미끄러지나 넘어짐	· 작업장 순회 시 미끄럼 방지용 안전화를 착용
· 작업장의 미흡한 조명으로 인한 시각적 불편감	· 작업장 내 조도를 수시로 점검하고 300 렉스의 적절한 조도를 확보

★ 는 특별히 더 주의해야 하는 유해요인을 의미합니다.

☐ 도움받을 수 있는 곳

- 한국산업안전보건공단(www.kosha.or.kr, 052-7030-500)
- 고용노동부(www.moel.go.kr, 국번 없이 1350)
- 근로자건강센터(1577-6497)

직종명: 주물사상원

[한국표준직업분류상 기타 기능관련 종사원(7999)에 해당,
한국직업사전상 주물사상원(2279)에 해당]

☐ 정의

주조된 주물제품을 수동공구를 이용하여 후처리 가공하여 제품을 완성하는 자

☐ 직무

- 작업지시서에 따라 가공할 제품의 명세서를 확인 검토함
- 작업에 필요한 장비와 작업공구를 준비하고, 가공품을 작업대위에 올려놓음
- 작업지시서에 따라 주조가공품의 불필요한 부분을 체크함
- 절단톱, 연마기, 연삭기, 줄, 사포 등으로 도면상의 주조제품규격에 맞추어 연마, 절삭, 연삭작업을 함
- 가공된 최종 제품을 작업명세서 상의 규격 및 수치와 비교함
- 완성된 제품을 작업반장에게 검사받는다. 다음 공정을 위하여 이동시킴

☐ 물리적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 주조제품 연마, 절삭, 연삭작업 시 기계장치에서 발생하는 소음 ★	· 소음 노출이 있는 작업장 순회 시 소음 수준과 유형에 맞는 귀마개, 귀덮개 등과 같은 청력 보호구를 사용

☐ 화학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 직접적인 유해요인 노출은 없으나 금형을 세척할 경우 화학물질에 노출	· 세척제 사용시 물질안전보건자료의 유해성 및 위험성 등 유의사항을 확인하고 안전한 취급 방법을 준수하여 유해한 증기·가스의 노출 우려 시 방독마스크 등 호흡용 보호구 착용
· 절단톱, 연마기, 연삭기, 줄, 사포 등으로 연마, 절삭작업을 할 경우 광물성분진에 노출 ★	· 광물성분진에 노출 시 물질안전보건자료의 유해성 및 위험성 등 유의사항을 확인하고 안전한 취급방법을 준수하여 유해한 분진의 노출 우려 시 방진마스크 등 호흡용 보호구 착용

□ 생물학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 사무실 내 냉난방 장치에서 증식하는 박테리아·바이러스 등 미생물	· 냉난방 장치 사용 전에는 점검 및 필터교체 등을 실시하고 주기적으로 청소하여 위생 상태를 유지하며 작업장 순회 시에는 장갑·마스크 등 보호구를 착용하고 손 씻기 등 위생 관리를 철저히 하며 이상증상 발현 시 진료

□ 인간공학적, 사회심리학적, 조직적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 기관 내외 인간관계 및 직장 조직구조로 인한 심리 사회적 스트레스	· 조직구성원이 가진 장단점을 잘 분석하고 신뢰 관계가 형성될 수 있는 의사소통 채널을 마련
· 장시간 서거나 허리를 굽히고 일하는 자세 등 부적절한 작업 자세	· 작업 중 적절한 휴식시간 제공 및 스트레칭 체조 실시
· 중량물 및 부피가 큰 물건을 다루면서 발생할 수 있는 육체적 과로 ★	· 중량물 혹은 부피가 큰 금형을 취급 시에는 기계 보조기구 사용

□ 사고적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 연마, 절삭, 연삭작업 시 물체와 파편의 비산	· 작업절차에 따른 안전사항을 숙지하고, 끼임 및 비산사고를 예방하기 위해 안전장갑 및 보안경 착용
· 인양기 및 기중기에서 떨어지는 낙하물에 의한 부상 (중량물이 발 혹은 신체 부위에 떨어짐)	· 작업절차에 따른 안전사항을 숙지하고, 적합한 안전모 및 안전화 등의 개인 보호 장비 착용
· 사업장 내 물·습기·부유물 등으로 인하여 미끄러지나 넘어짐	· 작업장 순회 시 미끄럼 방지용 안전화를 착용
· 작업장의 미흡한 조명으로 인한 시각적 불편감	· 작업장 내 조도를 수시로 점검하고 300 렉스의 적절한 조도를 확보

★ 는 특별히 더 주의해야 하는 유해요인을 의미합니다.

□ 도움받을 수 있는 곳

- 한국산업안전보건공단(www.kosha.or.kr, 052-7030-500)
- 고용노동부(www.moel.go.kr, 국번 없이 1350)
- 근로자건강센터(1577-6497)

직종명: 주조물선별원

[한국표준직업분류상 기타 기능관련 종사원(7999)에 해당,
한국직업사전상 주조물선별원(2279)에 해당]

☐ 정의

다이캐스팅법으로 주조된 제품 중 불량품을 선별하고 불량요소를 제거하는 자

☐ 직무

- 주조된 제품의 이상 유무를 확인함
- 제품의 형태, 표면 상태, 기포유무 등을 육안으로 관찰하고 이상제품을 선별하여 각 공정에 재처리를 의뢰하거나 폐기 조치함
- 이상이 없는 제품은 포장을 위한 공정으로 보내며, 같이 포장을 하기도 함

☐ 물리적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 직접적인 유해요인 노출은 없으나 작업 시 주변 기계장치에서 발생하는 소음	· 소음 노출이 있는 작업장 순회 시 소음 수준과 유형에 맞는 귀마개, 귀덮개 등과 같은 청력 보호구를 사용

☐ 화학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 직접적인 유해요인 노출은 없으나 이상제품을 선별 및 포장 작업 시 발생하는 분진	· 분진 노출 시 물질안전보건자료의 유해성 및 위험성 등 유의사항을 확인하고 안전한 취급 방법을 준수하여 유해한 증기·가스의 노출 우려 시 방독마스크 등 호흡용 보호구 착용

☐ 생물학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 사무실 내 냉난방 장치에서 증식하는 박테리아·바이러스 등 미생물	· 냉난방 장치 사용 전에는 점검 및 필터교체 등을 실시하고 주기적으로 청소하여 위생 상태를 유지하며 작업장 순회 시에는 장갑·마스크 등 보호구를 착용하고 손 씻기 등 위생 관리를 철저히 하며 이상증상 발현 시 진료

☐ 인간공학적, 사회심리학적, 조직적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 기관 내외 인간관계 및 직장 조직구조로 인한 심리 사회적 스트레스	· 조직구성원이 가진 장단점을 잘 분석하고 신뢰관계가 형성될 수 있는 의사소통 채널을 마련
· 장시간 서거나 허리를 굽히고 일하는 자세 등 부적절한 작업 자세	· 작업 중 적절한 휴식시간 제공 및 스트레칭 체조 실시
· 중량물 및 부피가 큰 물건을 다루면서 발생할 수 있는 육체적 과로 ★	· 중량물 혹은 부피가 큰 구조물 취급 시에는 기계 보조기구 사용

☐ 사고적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 제품을 포장하는 경우 끼임	· 작업절차에 따른 안전사항을 숙지하고, 끼임 사고를 예방하기 위해 안전장갑 착용
· 사업장 내 물·습기·부유물 등으로 인하여 미끄러지거나 넘어짐	· 작업장 순회 시 미끄럼 방지용 안전화를 착용
· 작업장의 미흡한 조명으로 인한 시각적 불편감	· 작업장 내 조도를 수시로 점검하고 300 렉스의 적절한 조도를 확보

★ 는 특별히 더 주의해야 하는 유해요인을 의미합니다.

☐ 도움받을 수 있는 곳

- 한국산업안전보건공단(www.kosha.or.kr, 052-7030-500)
- 고용노동부(www.moel.go.kr, 국번 없이 1350)
- 근로자건강센터(1577-6497)

직종명: 유지로조작원

[한국표준직업분류상 금속 가공관련 제어장치 조작원(84142)에 해당,
한국직업사전상 유지로조작원(1661)에 해당]

□ 정의

용해되어 나온 용탕을 주형에 주입하기에 앞서 주물용탕에 맞게 성분조정 및 일정온도 유지, 가스제거 등을 해주는 노 및 관련 설비를 조작하는 자

□ 직무

- 노 및 관련설비의 이상 유무를 확인하고 노를 가열함
- 노의 온도가 일정하게 유지되는가를 확인하기 위해 보온로에 부착된 온도계를 관찰하여 노의 온도를 조절함
- 각종 부재료를 넣어 주물성분에 맞게 조절하고 노 내의 용탕표면의 슬래그 및 이물질, 가스를 제거함
- 용탕이 진정(조직을 안정시키는 것)되면 노를 기울여 용탕을 주형 또는 레이들에 출탕되도록 노를 조작함
- 용탕을 완전히 출탕한 후 노가 완전히 식을 때까지 냉각수를 순환시켜 노벽이 갈라지지 않도록 서냉시킴
- 노 내부에 붙은 찌꺼기를 소형해머 등을 이용하여 제거하고 노본체의 이상 유무를 확인함

□ 물리적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 노 내부에 붙은 찌꺼기를 소형해머 등을 이용하여 제거하는 과정에서 발생하는 소음	· 소음 노출이 있는 작업장 순회 시 소음 수준과 유형에 맞는 귀마개, 귀덮개 등과 같은 청력 보호구를 사용
· 용탕을 주형 또는 레이들에 출탕할 때 노출되는 고열 ★	· 적절한 휴식시간 부여, 충분한 수분공급과 필요시 염분 공급과 보안경, 안전화, 방열복 등 개인보호구를 사용

□ 화학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 주용탕표면의 슬래그 및 이물질, 가스제거 시 발생하는 가스	· 가스 노출 시 물질안전보건자료의 유해성 및 위험성 등 유의사항을 확인하고 안전한 취급 방법을 준수하여 유해한 증기·가스의 노출 우려 시 방독마스크 등 호흡용 보호구 착용
· 용탕을 주형 또는 레이들에 출탕할 때 발생하는 금속 흙 ★	· 금속흙 노출 시 물질안전보건자료의 유해성 및 위험성 등 유의사항을 확인하고 안전한 취급방법을 준수하여 유해한 금속에 노출 우려 시 방진마스크 등 호흡용 보호구 착용
· 수동공구를 사용하여 주형에서 주조물을 분리하거나 제품의 모래털기 작업할 경우 광물 성분진 ★	· 광물성분진에 노출 시 물질안전보건자료의 유해성 및 위험성 등 유의사항을 확인하고 안전한 취급방법을 준수하여 유해한 분진의 노출 우려 시 방진마스크 등 호흡용 보호구 착용

□ 생물학적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 사무실 내 냉난방 장치에서 증식하는 박테리아·바이러스 등 미생물	· 냉난방 장치 사용 전에는 점검 및 필터교체 등을 실시하고 주기적으로 청소하여 위생 상태를 유지하며 작업장 순회 시에는 장갑·마스크 등 보호구를 착용하고 손 씻기 등 위생 관리를 철저히 하며 이상증상 발현 시 진료

□ 인간공학적, 사회심리학적, 조직적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 기관 내외 인간관계 및 직장 조직구조로 인한 심리 사회적 스트레스	· 조직구성원이 가진 장단점을 잘 분석하고 신뢰관계가 형성될 수 있는 의사소통 채널을 마련
· 장시간 서거나 허리를 굽히고 일하는 자세 등 부적절한 작업 자세	· 작업 중 적절한 휴식시간 제공 및 스트레칭 체조 실시
· 중량물 및 부피가 큰 물건을 다루면서 발생할 수 있는 육체적 과로 ★	· 중량물 혹은 부피가 큰 물체 취급 시에는 기계 보조기구 사용

□ 사고적 유해요인과 예방법

유해요인	예방법
· 고온 용광로와의 접촉, 뜨거운 물체와 파편으로 인한 화상 ★	· 용탕 작업 시 안전규정을 준수하고, 안전모, 보안경, 보호장갑 등의 개인보호구를 착용
· 사업장 내 물·습기·부유물 등으로 인하여 미끄러지나 넘어짐	· 작업장 순회 시 미끄럼 방지용 안전화를 착용
· 작업장의 미흡한 조명으로 인한 시각적 불편감	· 작업장 내 조도를 수시로 점검하고 150 렉스의 적절한 조도를 확보

★ 는 특별히 더 주의해야 하는 유해요인을 의미합니다.

□ 도움받을 수 있는 곳

- 한국산업안전보건공단(www.kosha.or.kr, 052-7030-500)
- 고용노동부(www.moel.go.kr, 국번 없이 1350)
- 근로자건강센터(1577-6497)