

고온 산업시설 및 고온 환경 통합 매뉴얼

1. 목적 및 적용 범위

이 매뉴얼은 산업안전보건법 체계에 따라 고열(고온) 작업 환경의 측정·관리·응급대응 기준을 제시해 근로자의 건강을 보호하는 것을 목적으로 한다. 적용 대상은 용광로·전기로·가열로·소성로 등 고열 발생 설비, 갱내 작업, 열원을 사용하는 건조 작업 및 옥외 고온 작업 전반이다.

2. 고온작업의 이해와 위험성

고열작업은 열로 인해 열경련·열탈진·열사병 등 온열질환이 발생할 수 있는 작업을 말한다. 고온 설비의 복사열, 환기 미흡, 폭염 및 장시간 노출은 건강장해뿐 아니라 폭발·화재·원자재 손실 등의 재해를 유발할 수 있다. 인체는 발한으로 체온을 조절하므로 수분과 염분의 적절한 보충이 필수다. 기본 수칙은 물(규칙적 섭취), 바람(환기·공기순환), 휴식(특히 더운 시간대 작업량 조절) 이다.

3. 고열의 측정 및 평가 (WBGT)

측정 지표는 WBGT(습구흑구온도지수)이며, 기온·기습·복사열을 통합 평가한다. 측정은 6개월에 1회 이상 정기적으로 실시하고, 증상 호소나 위험 우려 시 수시로 한다. 방법은 열원에 가장 가까운 근로자 또는 주 작업 범위에서, 하루 중 가장 고열 노출이 높은 1시간을 10분 간격으로 연속 측정한다. 평가는 WBGT 값에 작업 대사량과 복장 보정값을 반영해 노출 기준 초과 여부를 판단하고, 작업 강도에 맞는 작업-휴식 시간을 결정한다.

4. 환경관리

실내 고열작업장에는 국소·일반 환기, 열원 격리, 복사열 차단을 시행한다. 옥외 작업에는 그늘막·지붕을 설치하고 필요 시 살수(물 뿌리기)로 체감온도를 낮춘다. 냉방은 외기보다 과도하게 낮추지 않도록 운전하며, 갱내 기온은 37℃ 이하를 유지한다.

5. 작업관리

신규·전배치자는 열 순응(점진적 작업시간 확대)을 통해 적응시킨다. 고에너지 소모 작업과 연속 작업을 축소하고, 중량·고강도 작업은 상대적으로 서늘한 시간대에 배치한다. 폭염 특보 시 10-15 분 이상 규칙적 휴식을 부여한다. 휴게공간은 작업장과 분리된 시원한 장소에 설치하고, 누워 쉴 수 있을 만큼의 면적을 확보한다. 현장에는 차갑고 깨끗한 물과 염분(소금)을 비치하고, 고열물체 취급 구역에는 관계자 외 출입 금지 표지를 게시한다. 작업복이 젖는 공정에는 탈의·목욕·세탁·건조 시설을 갖춘다.

6. 보호구 및 건강관리

다량의 고열물체를 다루는 근로자에게는 방열장갑·방열복을 지급한다. 작업복은 흡습·통기성이 좋고 열 흡수율이 낮은 것을 착용하며, 직사광선 노출 시 통기성 모자를 쓴다. 작업 전 건강상태를 확인하고, 작업 중 주기 상담으로 이상을 조기 파악한다. 건강진단 결과에 따라 배치 전환·보건지도(수면·영양 포함)를 실시한다. 비만, 심혈관계 이상, 피부질환, 발열자, 45 세 이상은 작업 내용·건강상태를 고려해 업무를 조정한다.

7. 온열질환 증상과 초기 대처

- **열사병(Heat stroke):** 의식장애, 경련, 구토, **고열(통상 40℃ 이상)**, **땀 없음·건조한 피부**가 특징이다. 즉시 작업을 중단하고 서늘한 곳으로 옮겨 **의복을 느슨히/제거한 뒤 강력한 냉각(물 뿌리기·얼음팩·선풍기)** 을 시행하고 **119** 에 신고한다. 의식이 없으면 절대 경구 투여 금지다.
- **열탈진(Heat exhaustion):** 두통, 구역, 현기증, 무기력, 갈증이 동반된다. 서늘한 곳에서 **체온 저하와 수분·전해질 보충**을 시행하고, 필요 시 **의료진 진료**를 받는다
- **열경련(Heat cramps):** 과다 발한으로 염분 손실 시 사지·복부 근육 경련과 통증이 나타난다. 냉각 후 **0.1% 식염수 섭취**와 부위 **스트레칭·마사지**를 한다.
- **열허탈/열실신(Heat collapse/syncope):** 현기증·실신, **빠르고 미약한 맥박**과 **저혈압**, 체온 상승은 경미할 수 있음. 서늘한 곳에 **눕히고 다리를 올려 회복**을 돕는다.
- **열피로(Heat fatigue):** 갈증, 소변량 감소, 감각 이상 등 초기 증상이 나타난다. 휴식과 수분·염분 보충으로 개선한다.
- **열발진(Heat rashes):** 땀구멍 폐색으로 생기는 붉은 구진과 가려움. **피부를 건조·시원하게** 유지한다.

8. 응급조치 공통 절차

첫째, **의식 확인** 후 필요 시 즉시 **119** 신고한다. 둘째, 환자를 **그늘·시원한 실내**로 옮긴다. 셋째, 옷을 벗기거나 느슨하게 하고 **물 뿌리기·얼음팩·선풍기** 등으로 **빠르게 냉각**한다. 넷째, **의식이 있는 경우에는 물과 염분(식염수)** 을 제공하며, 의식이 없는 환자에게는 물을 먹이지 않는다.

9. 폭염 단계별 대응 요령

폭염 단계별로는 체감 33℃ 이상(주의보)에는 무더위 시간대 옥외 작업을 단축·조정하고, 35℃ 이상(경보)에는 불가피한 경우를 제외하고 중지하며, 38℃ 이상(위험)에는 재난·안전관리 작업 외 옥외 작업을 중지한다.

10. 고온환경에서의 예방 대책

- 신체 냉각: 직사광선·무환기·급박한 동작·밀착 의복을 피하고, 열원은 차폐·격리하며, 시원한 음료를 소량·자주 섭취한다.
- 작업환경: 개창·국소배기·냉방으로 온습도를 관리하고, 다습 실내는 제습·정기 소독으로 미생물 번식을 억제한다.
- 작업관리: 폭염 시 작업 축소·중지와 규칙적 휴식을 실시하고, 그늘·냉방 휴게시설과 수분·염분 공급을 의무화한다.
- 보호구·시설: 방열복·방열장갑을 개인전용으로 지급·착용시키고, 탈의·세탁·건조·목욕 시설을 운영한다.
- 건강관리·교육: 체감온도 기준으로 휴식 시간을 부여하고, 작업 전·중 건강 확인과 고열 영향·예방·응급 교육을 상시 시행한다.

11. 고온 산업시설 및 고온 환경 내 사건 사고 현장 지휘 통제 절차

- 현장 지휘관은 도착 즉시 지휘권을 선언하고 단일지휘체계를 유지하며 대원 안전을 최우선으로 한다.
- 초기·상세·안전평가를 반복 수행하고 필요 시 진입 금지를 명령한다.
- 자원대기소·현장지휘소를 설치해 자원과 통신을 통합 관리하고 서면 작전계획으로 전략·안전대책을 운영한다.
- 모든 활동은 2인 1조·PPE 착용을 준수하고, 긴급 탈출 시 전 채널을 탈출 교신에 우선 배정한다.
- 대응 종료 후 사실 기반 브리핑과 사후검토(AAR)로 개선점을 공유한다.

12. 고온 산업시설 및 고온 환경 내 일반 건축물 화재 대응 절차

대상물의 구조(목조, 방화조, 내화조 등), 용도, 규모에 따른 대응 작전 전개가 필요합니다. 인명 구조를 최우선으로 하며, 검색 완료 상황을 모든 대원이 인지할 수 있는 방법으로 표시하고 무전으로 전파합니다.

13. 고온 산업시설 및 고온 환경 내 금속 화재 대응 절차

- 금속 화재는 물과 접촉 시 위험하거나 자연 발화 위험이 있습니다.
- 화재 현장 도착 시 주변 가연성 물질과 인화성 물질을 제거하여 화재 확산을 방지합니다.
- 유해 화학 물질 노출을 최소화하기 위해 적절한 장비와 공기 호흡기를 착용하고 주기적으로 교체합니다.
- 금속별 특성을 고려하여 대응하며, 알칼리 금속 화재 시에는 건토, 건조사, 팽창질석 등으로 질식 소화 후 잔류 금속을 석유 또는 미네랄 오일에 담가 공기 중 수분과 산소 차단 후 제거합니다.
- 유독가스 확산에 대비하여 인근 주민 대피령 발령을 검토하고, '유해 물질 비상 대응 가이드북'을 참고하여 대응합니다.

14. 고온 산업시설 및 고온 환경 내 화력 발전소 화재 대응 절차

- 석탄 연료 등 가연물을 다수 보관하고 있어 화재 하중이 높고, 유해 화학 물질 등 위험물 보관·이송·취급 중 누출 및 발화 위험성이 있습니다.
- 주수 시 보일러 내부 고열로 인한 수증기 폭발 위험성이 존재하므로, 고온 고압의 증기 배관에 대한 냉각 소화 시 주수 소화 및 이산화탄소 소화 약제 사용을 금지합니다.
- 독성 및 가연성 가스 누출에 의한 폭발 위험에 대비하기 위하여 환기 및 불활성 기체 주입, 주수 등의 지원 활동을 병행합니다.
- 오염된 소화수가 하수, 하천 등에 유출되지 않도록 유출 방지 조치를 실시하고, 유관기관에 수질 오염 대비 방재 활동 지원을 요청합니다.

15. 고온 산업시설 및 고온 환경 내 원자력 발전소 화재 대응 절차

피폭 등 2 차 재해 발생 위험이 크고 광범위하므로 노출 시간을 최소화합니다. 방사성 물질 누출 여부와 관계없이 방사선 안전 복장을 착용하고 오염 측정 장비를 휴대하며, 관리 구역 진입 시 방사선 안전팀장 등 관계자와 협의 후 안내를 받아 진입합니다.

16. 고온 산업시설 및 고온 환경 내 밀폐 공간 사고 대응 절차

- 고온 환경에서 밀폐 공간 작업 시 유해가스 체류, 제한된 공간, 협소한 탈출구 등으로 구조 작업이 어렵습니다.
- 진입 전 현장 안전 담당은 밀폐 공간 내부에 유해가스가 존재한다고 가정하고 개인 보호 장비를 착용하며, 가스 측정기 등을 휴대 후 진입합니다.
- 공기 호흡기를 필히 착용하고 2 인 1 조로 접근하며, 내부 검색 시 안전 로프(유도로프)를 장착하고 활동합니다.
- 밀폐 공간 작업 전 작업 허가서에 작업 정보, 작업자 정보, 산소 및 유해가스 농도 측정 결과 및 후속 조치 사항, 환기 계획 등을 명확히 기재해야 합니다. 작업 허가 유효 기간은 당일 작업으로 한정합니다.
- 작업 중 적정 공기 상태 유지를 위한 환기가 꼭 필요하며, 작업 전과 작업 중 필요에 따라 환기해야 합니다.
- 밀폐 공간 작업 중에는 감시인을 지정하여 외부와 항상 연락을 취할 수 있는 설비를 설치하고, 근로자 입장 및 퇴장 시 인원을 점검해야 합니다.

17. 고온 산업시설 및 고온 환경 내 유해 화학 물질 사고 대응 절차

- 현장 활동 대원은 풍하 방향, 누출 현장 주변 저지대 및 구획 부분에 차량 및 장비 배치를 금지합니다.
- 바람을 등지고 접근하고 가능한 원거리에서 물질 정보 및 현장 상태를 확인하며, 초기 이격 거리에 통제선을 설치합니다.
- 대응 물질에 유효한 개인 보호 장비(A 급 화학 보호복 등)를 착용해야 합니다.
- 누출 물질 회수 후 필요시 잔여 물질에 대한 중화 작업을 실시하고, 성분 분석기로 측정하여 허용 농도 이하 여부를 확인합니다.
- 유해 물질 관리의 시작은 사업장 내 사용되는 유해 물질의 현황(종류, 양, 용도, 사용 장소 등)을 파악하는 것이며, 물질 안전 보건 자료(MSDS) 및 작업 환경 측정 결과 보고서를 활용해야 합니다.

18. 고온 산업시설 및 고온 환경 내 산림 화재 대응 절차

고온 환경에서 발생 가능하며, 경사면에서의 연소 속도가 매우 빠르고 비화에 의한 연소 확대 위험이 높습니다. 산림 지역 진입 시 안전을 위해 2인 1조로 진입하고, 모든 대원은 탈출 수단을 숙지해야 합니다. 바람을 등지고 불길이 약한 곳으로 접근하며, 인근 주거 지역 인명을 우선 대피시킵니다.

19. 고온 산업시설 및 고온 환경 내 안전 관리 인력 및 역할

- **사업주:** 근로자의 안전 및 건강을 유지·증진시키고 국가의 산업재해 예방 정책을 따라야 하는 의무가 있습니다. 위험성 평가를 실시할 때 해당 작업에 종사하는 근로자를 참여시켜야 합니다.
- **안전보건관리책임자:** 사업장을 실질적으로 총괄하여 관리하는 사람으로, 사업주의 안전보건관리 업무 중 일부를 총괄 관리하는 제도입니다. 위험성 평가를 주도하여 실시하고 관리합니다.
- **관리감독자:** 위험성 평가에 근로자의 참여를 바탕으로 유해·위험요인을 발굴하도록 합니다. 밀폐 공간 작업 시 작업 시작 전 작업 방법 결정, 작업 장소 공기 확인, 장비 점검, 보호구 착용 지도 및 점검 등의 직무를 수행해야 합니다.
- **보건관리자:** 사업장 보건 관리 업무를 수행하며, 안전보건관리책임자 및 관리감독자의 원활한 보건 활동을 위하여 법적으로 규정된 계획, 점검 등의 지도·조언 업무를 수행합니다. 작업 환경 측정, 특수 건강 진단, MSDS 관리, 보호구 착용 지도, 직업병 예방 관리 등을 담당합니다.
- **현장안전담당:** 현장 소방 활동 중 현장 안전 관리에 대해 현장 지휘관을 보좌하며, 현장 투입 대원의 장비 착용과 신체 및 정신 건강 상태를 확인하고 위험 요인을 관측하고 보고·전파합니다.
- **근로자:** 위험성 평가 과정 전반에 걸쳐 유해·위험요인 파악, 위험성 결정, 감소 대책 마련 및 실행 여부 확인에 참여가 필수적입니다. 또한, 위험 요인 발굴 및 제언 제도를 통해 위험 요인을 신고할 수 있습니다.