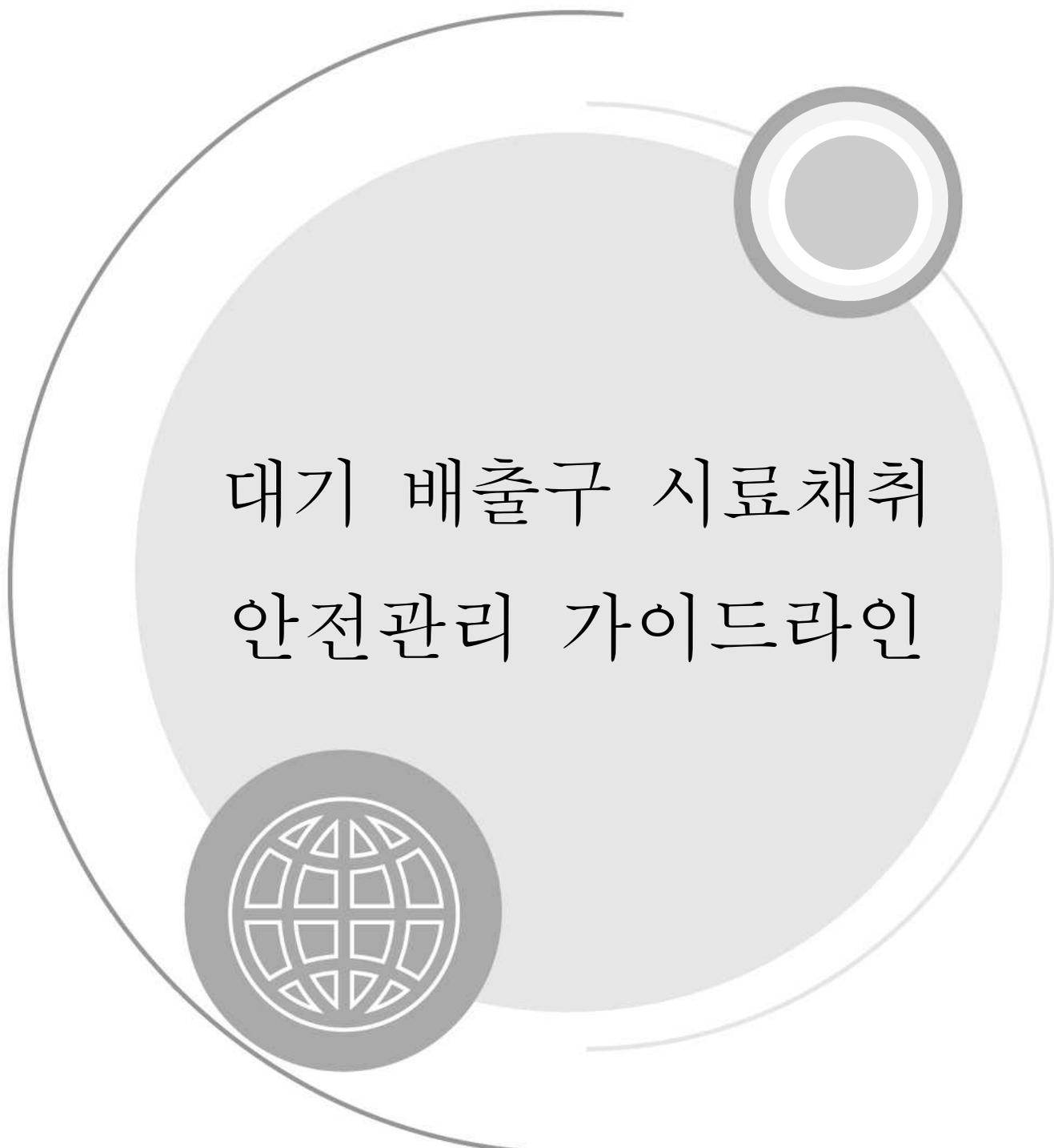


대기 배출구 시료채취 안전관리 가이드라인

2023. 2. 16.



국립환경과학원 *+Pride*
National Institute of Environmental Research



대기 배출구 시료채취
안전관리 가이드라인



목 차

제1장 대기 배출구 시료채취 일반사항	1
1. 개요	1
2. 대기 시료채취 시 안전사고 발생 시 대응요령	2
3. 위험성 평가표	6
제2장 굴뚝 대기 시료채취 시 안전수칙	7
1. 기본 안전수칙	7
2. 필수 안전수칙	12
제3장 기타 안전수칙	18
1. 안전 보호구	18
2. 표준가스 관리 안전수칙	24
3. 자연재난대비 안전수칙	26
부록 1. 산업안전보건법	28
부록 2. 중대재해처벌법	29
부록 3. 재난 관계법	30
부록 4. 위험성 평가 방법 및 위험요인	31
부록 5. 사고 사례	33
서식	36

제1장 대기 배출구 시료채취 일반사항

1 개요

1.1 목 적

이 가이드라인은 굴뚝 등 대기 배출구의 시료채취 업무 수행 시 발생할 수 있는 작업자의 현장의 위험요소 및 사고예방 조치방안을 파악하여 산업재해를 예방하는 것을 목적으로 한다.

● 대기 시료채취(굴뚝 측정) 시 위험요인

- (추락 위험) 고층 또는 노후 시설에서 대기 시료 채취가 이루어지는 경우 추락 위험
- (화상 위험) 고온의 굴뚝 표면, 배출가스 접촉으로 인한 화상 위험
- (전도 위험) 미끄러운 통행로, 건물 턱 등으로 인한 넘어짐 위험
- (낙하 위험) 안전난간 틈새로의 장비 낙하 및 낙하물 추돌 위험
- (기타) 감전사고, 차량사고, 건강 장애 및 정신적 스트레스 등



그림 1. 굴뚝 측정의 위험 요인

1.2 적용범위

대기 배출구의 대기 시료 채취 업무를 수행하는 담당자는 사전조사자 및 시료채취자 등이 있다.

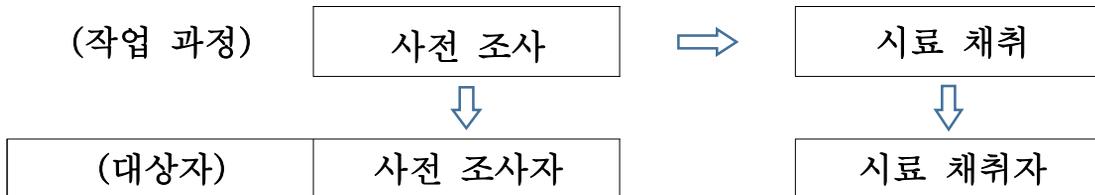


그림 2. 굴뚝 측정의 위험 요인

2 대기 시료채취 시 안전사고 발생 시 대응요령

대기 배출구의 시료채취 업무를 수행하는 담당자의 안전사고 발생 대응 요령은 다음과 같다.

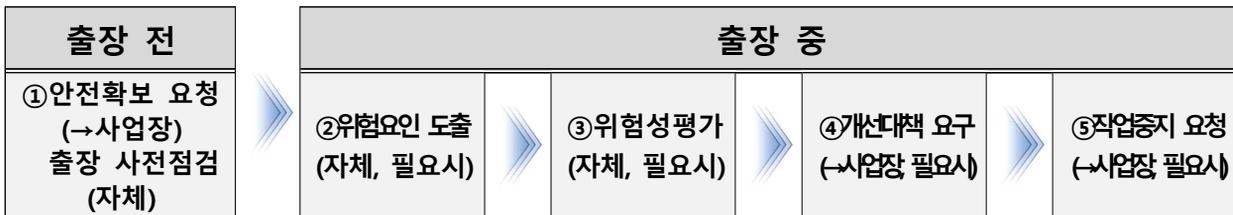


그림 3. 기본 업무 절차

● 출장 단계별 기본 조치사항

- 출장 전 (사전 체크리스트 확인 [서식1])

대상판단	조치사항
위험업무 조 편성 및 신입 단독작업 제한 업무	<ul style="list-style-type: none"> ○ 적정 출장 인력 조정(2인 이상을 1조로 편성 등) ○ 신입직원 작업 투입 전 안전교육 실시 등
안전작업 허가대상	<ul style="list-style-type: none"> ○ 작업허가서 사전 취득 ○ 작업내용, 작업 전중 안전조치 사항 숙지 등 ○ 안전장비 확보 확인

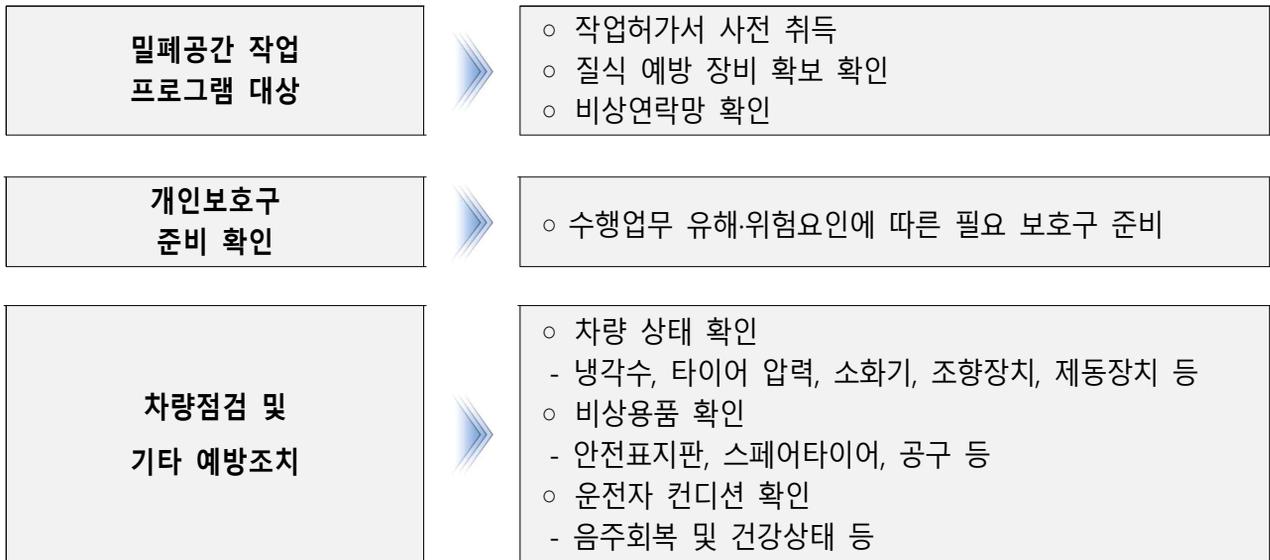


그림 4. 출장 전 단계별 기본 조치사항

- 출장 중 (출장업무 체크리스트 확인 [서식1])

표 1. 출장 단계별 기본 조치사항

출장 전	출장 중
시료채취시 안전확보	<ul style="list-style-type: none"> ○ 사업장에 안전확보 요청서 발송여부 확인 ○ 작업 현장에 대한 유해·위험요인 파악 ○ 도출된 위험요인 가능성(빈도) 및 중대성(강도) 평가 통해 위험성 결정 ○ 위험성평가 결과 중대위험이 예상되는 경우 사업장에 개선대책 요구 ○ 중대위험이 예상되는 경우 작업중지요청제 실시
위험요인 관리	<ul style="list-style-type: none"> ○ 추락사고(안전보호구 착용 철저 등) ○ 낙하사고(작업구역 준수 철저, 안전수칙 준수 등) ○ 전도사고(안전보호구 착용, 통행로 확인 등) ○ 화상사고(열원 부근에서 이격 및 안전보호구 착용 등) ○ 감전사고(접지유무 및 연결부위 확인 등) ○ 차량사고(정기적인 차량정비 및 안전운전 등) ○ 건강장해(적절한 휴식 및 근무복장 개선 등)

- **(필수)** 대기 시료채취 시험에 따른 사업장 안전확보 요청사항 [서식 2]
 - 굴뚝 출장 전 사업장에 대기 시료채취 시험 계획서를 통보하고, 시험기간 중 검사원의 안전확보를 요청
 - 다만, 사업장 방문 전에 작성을 원칙으로 하나, 지도점검 및 긴급한 사정 등이 있는 경우에는 안전하게 시험을 종료한 후 사후에 작성할 수 있음
- **(필요시)** 유해·위험요인 도출 [서식3]
 - 시험 중 기상상태(강우, 강설, 강풍, 결빙, 폭염 등) 확인
 - 작업 현장에 적합한 안전보호구 착용 상태 확인
 - 검사원의 숙련도 및 건강상태 확인
 - 이동로 및 작업대의 안정성(작업대, 계단, 난간 등) 확인
- **(필요시)** 위험성 평가 [서식4]
 - 도출된 위험요인의 가능성(빈도) 및 중대성(강도) 평가를 통해 위험성 결정
- **(필요시)** 개선대책 요구 [서식5]
 - 작업 현장의 유해·위험요인 도출 및 위험성 평가를 실시하여 위험이 예상(위험성 크기가 13점 이상)되는 경우 사업장에 개선대책 요구 후 안전이 확보되면 시험 실시
- **(필요시)** 작업중지 요청 [서식6]
 - 산업안전보건법 제52조에 따라 근로자가 급박한 위험상황 인지 시 즉각 작업 중지 및 대피하고 위험요인 제거 후 작업을 재개

- **적정 출장인력 조정 (고위험)**
 - 강풍, 폭우 등 자연재해로 인한 사고의 위험
 - 기계기구의 고장, 오작동 또는 방호장치의 파손 등으로 인한 위험
 - 전기시설물의 감전 또는 오동작 등으로 인한 위험
 - 물건·물체 또는 토사 등의 붕괴 등의 위험
 - 분진, 밀폐공간, 소음·진동 등의 안전조치 미흡으로 인한 위험
 - 산업재해 발생 등으로 2차 재해발생이 위험이 있는 경우
- **위험성평가 결과 즉시 개선(위험성 크기 16~20)이 필요한 경우 (고위험)**
- **근로자가 위험요인을 자력으로 제거할 수 없는 경우 (중위험)**

그림 5. 작업 중지 요건

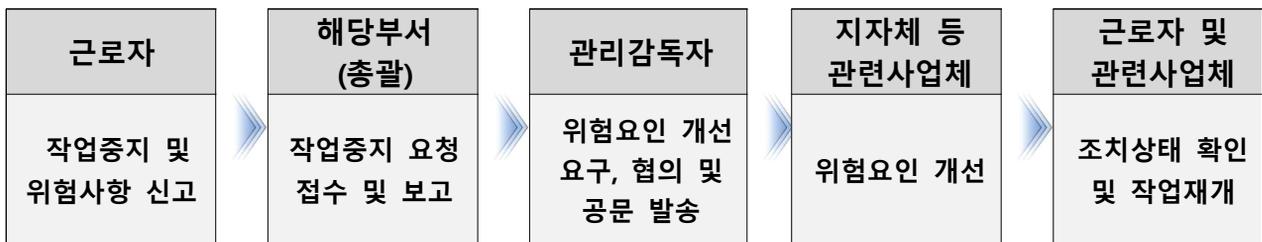


그림 6. 작업중지 세부절차

3 위험성 평가표

대기 배출구의 시료채취 업무를 수행하는 담당자의 위험성 평가표는 아래 표와 같다.

표 2. 위험성 평가표

위험요인 및 재해형태	현재안전조치	현재 위험도		
		가능성	중대성	위험성
차량 이동시 교통사고	예방 운전	1	2	2
점검작업시 감전	안전보호구 착용	2	2	4
도보 이동시 미끄러짐	안전확보 후 작업실행	1	2	2
계단통행시 전도, 추락 및 낙하물로 인한 위험	확보된 이동통로 이용	2	3	6
중량물 운반시 부상	안전보호구 착용 생활화	2	3	6
AIRHOSE 터짐으로 인한 찰과상	통행시 주의	1	2	2
샘플링 작업시 찰과상 위험	중량물 운반시 2인 작업	1	3	3
샘플링 작업시 화상 위험	화상 안전보호구 착용	2	3	6
합 계				

※ 위험성 평가점수가 13점 이상일 경우 허용 불가능한 위험요인으로 사업장에 위험요소
가급적 빨리 개선 요구

※ 위험성 평가점수가 12점 이하일 경우 필요에 따라 개선 요구

제2장 굴뚝 대기 시료채취 시 안전수칙

굴뚝 대기 시료채취 시 발생할 수 있는 현장의 위험요소에 대한 통행, 운반, 시료채취 시 등의 작업자의 기본 안전수칙은 다음과 같다.

1 기본 안전수칙

1.1 일반사항

- 시료채취는 안전한 출입로가 있는 장소에서 적당한 조명과 통풍 시설을 갖춘 안전한 곳에서 작업하여야 한다.
- 채취위치의 주변에는 적당한 높이와 측정작업에 충분한 넓이의 안전한 작업대를 만들고, 안전하고 쉽게 오를 수 있는 설비를 갖춘다.
- 채취 위치의 주변에는 배전 설비를 갖추는 것이 좋다.
- 대기 시료를 채취하는 곳에는 물질안전자료 등 주요한 내용을 현장에 게시하여야 한다.
- 시료채취 용기를 세척 시 쓰이는 물질을 버릴 수 있는 알맞은 장소 제공과 가스인 경우 시료 채취 및 주변 작업장은 환기가 잘 되어야 한다.
- 시료의 물리·화학적 성질과 화재, 폭발, 독성유무 등 잠재 위험성을 사전에 파악하여 안전대책 수립하고, 안전교육을 하여야 한다.
- 작업자는 작업 전에 관리감독자에게 사전에 작업내용을 보고하고, 안전작업허가를 받아야 하고, 이상이 발생되면 즉시 관리감독자에게 그 사실을 보고하여야 한다.
- 작업자는 응급상황에 대처하는 법을 알고 있어야 하며, 응급상황 발생 시 경고 장치를 작동시켜야 한다.
- 작업자는 안전을 위하여 위험한 물질의 누출시 안전하게 회수할 수 있는 준비, 적절한 소화기 비치, 보호구 착용 등의 사전 안전조치를 하고 작업을 하여야 한다.
- 부식성 물질 및 자극성 물질 등이 피부에 접촉된 경우에는 물로 씻을 수 있도록 시료 작업장 근처에 세안설비 등을 갖추어 놓는다.

- 시료를 채취하는 작업을 하는 작업자는 작업자의 안전작업을 감독할 수 있는 사람과 함께 작업을 같이해야 한다.
- 안전작업을 감독하는 작업자는 시료가 있는 근처의 유해위험요인을 확인해야 하고 작업 과정을 지켜보아야 한다.
- 공정의 폭발, 유해가스 유출 등 측정작업자의 안전을 위하여 대피로 확보, 부상자 후송 방법 등을 공유할 수 있도록 사업장 안전관리자와 측정 안전담당자와 비상연락체계를 갖추어야 한다.

1.2 사업장 통행 안전수칙

- 작업장 내 통행수칙을 잘 알아두고 준수한다.
- 계단을 오르내릴 때는 난간을 붙잡고 우측통행한다.
- 높은 곳이나 비계, 계단 등에서 뛰어내리지 않는다.
- 통로를 보행할 때는 움직이는 기계를 잘 살피고 조심한다.
- 달리는 운반차에 뛰어오르거나 뛰어내리지 않는다.
- 통로에 장애물이 있으면 즉시 치우는 습관을 가진다.
- 통제구역이나 지름길을 허가 없이 다니지 않는다.
- 보행 통로를 이용하고 항상 주위를 살피며 함부로 뛰지 않는다.
- 문의 개폐를 천천히 한다.
- 상부에서 작업 중이거나 물체가 매달려 있는 경우 그 밑을 통행하지 않는다.
- 부득이 설비 밑으로 통행하는 경우에는 안전모를 반드시 착용한다.

1.3 측정장비 운반 시 안전수칙

- 운반 중에 떨어지거나 운반설비나 다른 설비들에 의한 손상을 방지할 수 있는 예방조치를 하여야 한다.
- 시료채취 용기는 시료 용기가 깨짐으로써 발생될 위험을 줄이기 위해 최적의 상태에서 운반하여야 한다.
- 교정용 가스가 들어있는 고압가스 용기를 취급하는 경우에는 안전하고 쉽게 운반, 설치를 할 수 있는 방법을 쓴다.
- 사전에 통로를 확인하여 위험요소를 파악하고 제거한다.

- 장비 운반 시 반드시 2 인 1 조로 운반한다.
- 측정장비, 전처리기 등 중량물 취급 시 다리의 힘을 이용한다.
- 카트로 장비를 운반할 시 고정도구를 이용하여 최대한 고정된 상태로 운반한다.
- 계단을 이용해 운반할 때에는 미끄러짐 및 발 디딤에 주의한다.
- 운반 중에 떨어지거나 운반설비나 다른 설비들에 의한 손상을 방지할 수 있는 예방조치를 하여야 한다.

1.4 굴뚝 대기 시료채취 시 안전수칙

● 시험 전

- 점검 중 피부가 드러나지 않는 복장을 착용한다.
- 작업환경이 고온인 경우에는 드라이아이스 자켓 등을 입는다.
- 안전모, 안전대 등 안전보호구 사전 준비상태를 점검한 후 수행 작업에 맞게 착용한다.
- 작업 전 작업지휘자를 정하고 지휘 신호에 따라 작업한다.
- 작업 전 상호신호를 반드시 정한다.
- 작업순서와 작업방법을 반드시 익히고 정해진 대로 바르게 한다.
- 응급상황 시 빠져나올 수 있는 경로를 확인한다.
- 화학물질 접촉이 우려 될 경우 주변에 세안 및 목욕시설 위치를 확인한다.

● 시험 중

- 굴뚝에서 대기 시료채취 시 작업 안전성을 고려하여 흡입펌프 등은 지상, 시료채취관 및 흡수병 등은 측정공에 위치 등 적정하게 운영할 수 있다.
- 예측할 수 있는 사태에 대한 예방대책과 행동을 습득한다.
- 시료채취 시 2 인 이상을 1 조로 한다.
- 업무수행 중 항상 주의를 기울여 작업자의 안전을 확보할 수 있도록 행동한다.
- 작업 전 안전조치가 되어있다 하더라도 작업장소가 위험하거나 작업자에게 위험이 예상될 때는 즉시 보고하여 이를 제거한 후 작업에 착수하여야 한다.

- 작업 중 무리한 일이나 모험적인 행위는 금하고, 표준 절차대로 업무를 수행한다.
- 사업장 담당자와 동행하며 단독으로 행동하지 않는다.
- 측정 작업대까지 오르기 전에 승강시설의 안전여부를 반드시 점검한다.
- 작업을 할 때는 규정된 복장 및 보호구를 착용하여야 한다.
- 고온의 물질에 대해서, 그것이 방출하는 고온의 열로부터 얼굴과 목 그리고 눈을 보호할 수 있는 보호구를 착용하여야 한다.
- 높은 곳에서 작업을 하는 경우에는 반드시 안전밧줄을 쓴다.
- 시설 및 작업기구는 점검 후 사용한다.
- 작업장 주위 환경을 항상 정리한다.
- 인화물질 또는 폭발물이 있는 장소에서는 화기취급을 하지 않는다.
- 위험표시 구역은 무단출입하지 않는다.
- 굴뚝 표면 등 고온 열원과의 접촉을 피한다.

1.5 화학물질 취급 시 안전수칙

- 화학물질을 취급하거나 시료를 채취(이하 “화학물질 취급”이라 한다.) 하는 곳에는 물질안전보건자료를 비치하고, 주요한 내용을 현장에 게시하여야 한다.
- 안전한 출입로가 있는 장소에서 화학물질은 취급하여야 한다.
- 적당한 조명과 통풍 시설을 갖춘 안전한 곳에서 작업하여야 한다.
- 화학물질 취급작업은 시료채취 용기를 세척할 때는 세척 시 쓰이는 물질을 버릴 수 있는 알맞은 장소가 제공되어야 한다.
- 산화성 물질의 시료의 경우 운반하는 장비는 불연성 재질이어야 하며 금속산화물, 빛, 연기 및 이물질에 접촉 또는 노출되면 안된다.
- 적당한 소화장비의 이용이 항상 가능해야 한다.
- 독성물질 주위에서 물이나 음식 섭취, 흡연을 금지하여야 한다.
- 모든 시료 용기와 도구는 제품에 쓰일 수 있도록 또 다른 세척이 필요 없게 충분히 씻어야 한다.

[참고] 대기오염공정시험기준 배출가스 중 가스상 물질 시료채취 방법(ES0111.a)

항 목	내 용
5.1 일반사항	5.1.1 채취에 종사하는 사람은 보통 2 인 이상을 1 조로 한다. 5.1.2 굴뚝 배출가스의 조성, 온도 및 압력과 작업환경 등을 잘 알아둔다. 5.1.3 옥외에서 작업하는 경우에는 바람의 방향을 확인하여 바람이 부는 쪽에서 작업하는 것이 좋다. 5.1.4 위험방지를 위하여 다음의 사항들에 충분히 주의한다. 5.1.4.1 피부를 노출하지 않는 복장을 하고, 안전화를 신는다. 5.1.4.2 작업환경이 고온인 경우에는 드라이아이스 자켓 등을 입는다. 5.1.4.3 높은 곳에서 작업을 하는 경우에는 반드시 안전밧줄을 쓴다. 5.1.4.4 교정용 가스가 들어있는 고압가스 용기를 취급하는 경우에는 안전하고 쉽게 운반, 설치를 할 수 있는 방법을 쓴다. 5.1.4.5 측정 작업대까지 오르기 전에 승강시설의 안전여부를 반드시 점검한다.
5.2 채취위치의 주의사항	5.2.1 위험한 장소는 피한다. 5.2.2 채취위치의 주변에는 적당한 높이와 측정작업에 충분한 넓이의 안전한 작업대를 만들고 안전하고 쉽게 오를 수 있는 설비를 갖춘다. 5.2.3 채취 위치의 주변에는 배전 및 급수 설비를 갖추는 것이 좋다.
5.4 시료채취 장치의 주의사항	5.4.1 흡수병은 각 분석법에 공용할 수가 있는 것도 있으나, 대상 성분마다 전용으로 하는 것이 좋다. 만일 공용으로 할 때는 대상 성분이 달라질 때마다 묽은 산 또는 알칼리 용액과 물로 깨끗이 씻은 다음 다시 흡수액으로 3 회 정도 씻은 후 사용한다. 5.4.2 습식가스미터를 이동 또는 운반할 때는 반드시 물을 뺀다. 또 오랫동안 쓰지 않을 때에도 그와 같이 배수한다. 5.4.3 가스미터는 100 mmH ₂ O 이내에서 사용한다. 5.4.4 습식가스미터를 장시간 사용하는 경우에는 배출가스의 성상에 따라서 수위의 변화가 일어날 수 있으므로 필요한 수위를 유지하도록 주의한다. 5.4.5 가스미터는 정밀도를 유지하기 위하여 필요에 따라 오차를 측정해 둔다. 5.4.6 시료가스의 양을 재기 위하여 쓰는 채취병은 미리 0 °C 때의 참부피를 구해둔다. 5.4.7 주사통에 의한 시료가스의 계량에 있어서 계량 오차가 크다고 생각되는 경우에는 흡입펌프 및 가스미터에 의한 채취방법을 이용하는 것이 좋다. 5.4.8 시료채취장치의 조립에 있어서는 채취부의 조작을 쉽게 하기 위하여 흡수병, 마노미터, 흡입펌프 및 가스미터는 가까운 곳에 놓는다. 또 습식가스미터는 정확하게 수평을 유지할 수 있는 곳에 놓아야 한다. 5.4.9 배출가스 중에 수분과 미스트 (mist)가 대단히 많을 때에는 채취부와 흡입펌프, 전기배선, 접속부 등에 물방울이나 미스트 (mist)가 부착되지 않도록 한다.

2 필수 안전수칙

3.1 개요

굴뚝 대기 시료채취 시 현장에서 추락 및 낙하사고 등의 위험이 상존하여 안전사고 예방수칙 마련이 필요함에 따라, 굴뚝 대기 시료채취시험 현장의 안전컨설팅을 통해 도출된 위험요소를 집중 관리하기 위해서이다.

3.2 필수 안전수칙

굴뚝 배출구의 대기 시료채취 시 필수 안전수칙은 다음과 같다.

표 4. 배출구 시료채취 시 필수 안전수칙

번호	위험요소	사고유형	핵심 안전수칙
1	추락사고	현장에서 이동할 때 미끄러움 및 안전난간 등 안전시설 부재로 추락	<ul style="list-style-type: none"> • 안전보호구 착용 • 안전고리 체결
2	낙하사고	측정장비 인양 시 장비 낙하 또는 시료채취 중 난간, 바닥 틈새로 부품 낙하	<ul style="list-style-type: none"> • 위험구역 출입금지 • 작업안전수칙 준수
3	전도사고	굴뚝 측정대로 이동 시 장애물 또는 미끄러움으로 인한 전도	<ul style="list-style-type: none"> • 안전난간 잡고 이동 • 통행장애물 우회
4	화상사고	고온의 배출가스가 나오는 굴뚝에 접촉할 경우 고온 열에 의한 화상	<ul style="list-style-type: none"> • 열원에서 최대한 이격 • 내열 안전보호구 착용
5	감전사고	측정장비 설치 시 전선피복 벗겨짐, 플러그 연결부위 이상에 의한 감전	<ul style="list-style-type: none"> • 접지 여부 확인 • 전선이상 여부 확인
6	교통사고	사업장으로 이동하는 중 차량고장, 과속운전, 졸음운전 등으로 교통사고	<ul style="list-style-type: none"> • 정기적인 차량정비 • 안전운전, 적정휴식
7	건강장애	신뢰성시험 중 동절기에 저 체온증 또는 하절기에 열사병 등 건강 장애	<ul style="list-style-type: none"> • 적절한 휴식 • 근무복장 개선

1] 추락사고

- (위험요소) 수직사다리 등으로 굴뚝 상부로 이동 시 미끄러움 및 굴뚝 시료 채취 시 안전난간 등 안전시설 부재로 인한 추락사고 발생
- (예방방법)
 - 안전모, 안전대 등 추락방지용 보호구 상태점검 및 착용
 - 굴뚝 안전발판에 미끄럼방지 패드 부착
 - 고소 작업 시 안전대 착용 후 안전난간에 안전고리 체결하여 작업

- 작업 전 위험성에 대한 교육 후 2 인 1 조로 이루어 오른다.
- 안전모 등 안전보호구 착용을 생활화한다.
- 발판이 미끄러운지 확인하고 미끄럼방지를 위한 조치를 한다.
- 3 점 접촉 승강법(두 손과 한 발 또는 한 손과 두 발)을 이용해 신체의 3 군데가 사다리 위에 있도록 한다.
- 사다리 중심에서 밖으로 몸을 내밀지 않는다.
- 사다리 오를 때 허리띠 버클 부분이 사다리 가운데 있어 중심을 잃지 않도록 한다.
- 급하게 오르내리거나 물건을 손에 들고 오르내리지 않는다.
- 앞의 작업자가 승강 또는 하강 중에 오르내리지 않는다.
- 하강 시 장애물이 없는지 확인하고 내려온다.

그림 7. 수직 사다리 안전하게 오르는 방법

- (사고발생시) 사고발견자는 사고자에 대한 응급조치 및 인근 병원으로 이송 후 보고체계에 의해 즉시 보고 (→ 관리자 등)

2] 낙하사고

- (위험요소) 굴뚝에서 측정장비 인양 시 장비 낙하 또는 시료채취 업무 수행 중 난간, 바닥 틈새로 측정부품 낙하에 의한 사고 발생
- (예방방법)
 - 낙하위험이 있는 작업구역 내 근로자 출입금지 조치
 - 작업 전 인양용 로프의 이상유무 점검
 - 측정장비 인양 시 줄결이 작업 안전수칙 준수 및 로프풀림방지 매듭으로 고정

• 결속상태가 불량한 맹플랜지 등 확인 및 조치 후 작업

- 와이어로프 등은 양중중량을 고려하여 적절히 작업한다.
- 레인의 혹은 양중물의 바로 밑에 둔다 (수직으로 인양).
- 보조 로프를 설치하여 양중물의 인양을 유도하고 주변전선 등을 확인 후 작업한다 (신호수 밑 작업 지휘자 배치).
- 매단 짐을 지상에 내려놓고 이탈하고, 소형자재는 전용운반구 사용한다.
- 작업구역 하부는 인원을 통제하고 작업을 금지한다.
- 인양 시 후크에 해지장치를 부착하고 작동 여부를 확인한다.
- 후크 분리 시 가장 낮은 위치에서 분리하고, 직경이 큰 와이어로프는 비틀림이 작용하여 흔들림이 발생하므로 흔들리는 방향에 주의한다.
- 크레인 등으로 와이어로프를 잡아당겨 빠지 않도록 침목을 정확히 고인다.
- 대형 로프를 크레인으로 분리 시 인장력에 의한 운반물의 전도위험에 주의한다.
- 손으로 빠지 못하는 경우 천천히 신호하면서 신중히 작업한다.

그림 8. 줄걸이 작업 안전수칙

- (사고발생시) 사고발견자는 사고자에 대한 응급조치 및 인근 병원으로 이송 후 보고체계에 의해 즉시 보고 (→ 관리자 등)

3 전도사고

- (위험요소) 굴뚝 측정장소로 이동 시 장애물, 부적절한 시설 또는 미끄러움으로 인한 전도사고 발생
- (예방방법)
 - 미끄러움 방지 안전화, 안전모 등 안전보호구 상태점검 및 착용
 - 사업장 안전담당자 안내에 따라 정해진 안전 경로로 이동
 - 굴뚝 측정장소로 이동 시 안전난간 잡고 이동
- (사고발생시) 사고발견자는 사고자에 대한 응급조치 및 인근 병원으로 이송 후 보고체계에 의해 즉시 보고 (→ 관리자 등)

4] 화상사고

- (위험요소) 고온의 배출가스가 나오는 굴뚝에 접촉할 경우 고온열에 의한 화상 사고 발생
- (예방방법)
 - 화상 치료용 의약품 등 구급함 비치 및 화상 응급처치법 익힘
 - 내열성 보호장갑 등 안전보호구 착용 후 작업
 - 굴뚝의 고온 열원 부근에서 최대한 떨어진 채로 작업하고 장기간 머무르지 않아야 함

- 원인물질을 제거한다.
- 흐르는 수돗물에 (10 ~ 15) 분 상처부위를 식힌다.
- 차가운 물로 상처부위를 씻어낸다.
- 세균감염을 막기 위해 깨끗하고 마른 수건으로 상처부위를 감싼다. 이때, 화상부위보다 넓은 수건이나 천을 사용하고, 상처를 세게 조이지 않는다.

그림 9. 화상 응급처치법

- (사고발생시) 화상 발생 시 구조요청 및 응급처치 후 인근 병원으로 이송하여 치료를 받으며, 사고발견자는 보고체계에 의해 보고(→ 관리자 등)

5] 감전사고

- (위험요소) 측정장비 설치 시 전선피복 벗겨짐, 플러그 연결부위 이상에 의한 감전사고 발생
- (예방방법)
 - 습기 또는 젖은 손으로 전기기기를 만지지 않음
 - 내전압용 절연장갑 등 절연용 안전보호구 착용 후 작업
 - 전기 작업 전 전기기계기구 등에 대한 접지유무 확인
 - 이동식 코드릴을 사용할 경우 접지 및 누전차단기가 부착된 것을 사용
- (사고발생시) 사고발견자는 사고자에 대한 응급조치 및 인근 병원으로 이송 후 보고체계에 의해 즉시 보고 (→ 관리자 등)

6] 교통사고

- (위험요소) 대기배출사업장으로 이동하는 중 차량고장, 과속운전, 졸음운전 등으로 교통사고 발생
- (예방방법) 정기적인 차량정비, 안전운전 및 적정 휴식으로 교통사고 예방

<차량점검>

• 일상점검

- 타이어의 펑크, 마모, 차량 하부 연료, 엔진오일 누수 등 외관상 육안 점검
- 차량 연료 및 하이패스 충전 여부 확인
- 차량 계기판 이상 상태정보의 표시 여부
- 차량의 전조등, 방향지시등, 브레이크등의 이상 여부

• 정기점검

- 차량의 주요 부품 교환 시기 등을 차계부에 기록하여 정기적으로 점검

<안전운전 수칙>

- 제한속도, 신호, 유턴 금지구역 등 도로교통법 준수하여 운행
- 차선 준수 및 안전확보 상태에서 차선 변경
- 교차로, 터널 안, 다리 위, 실선 구역, 어린이 통학버스 통행 시 추월 금지
- 어린이 보호구역, 노인 보호구역 제한속도 준수, 보행자 최우선 운전
- 건물목 가장자리, 횡단보도 10 m 이내 장소, 황색 실선에서 주정차 금지

- (사고발생시) 사고발견자는 사고자에 대한 119신고, 응급조치 및 인근 병원으로 이송 후 보고체계에 의해 즉시 보고(→ 관리자 등)

7 건강장애

- (위험요소) 굴뚝 시료채취 업무 수행 중 동절기에 저체온증, 동상 또는 하절기에 열사병 등 건강장애 발생
- (예방방법)
 - 근무시간 개선 및 적절한 휴식
 - 근무복장 개선(아이스쿨 조끼, 스카프 등 착용)
- (사고발생시) 사고발견자는 사고자에 대한 응급조치 및 인근 병원으로 이송 후 보고체계에 의해 즉시 보고(→ 관리자 등)
- (관련규정) 산업안전보건기준에 관한 규칙

제562조 (고열장애 예방 조치)	사업주는 근로자가 고열작업을 하는 경우에 열경련·열탈진 등의 건강장애를 예방하기 위하여 다음 각호의 조치를 하여야 한다.
제563조 (한랭장애 예방 조치)	사업주는 근로자가 한랭작업을 하는 경우에 동상 등의 건강장애를 예방하기 위하여 다음 각호의 조치를 하여야 한다.
제566조 (휴식 등)	사업주는 근로자가 다음 각호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 적절하게 휴식하도록 하는 등 근로자 건강장애를 예방하기 위하여 필요한 조치를 해야 한다.

제3장 기타 안전수칙

1 안전 보호구

1.1 안전보호구 안전인증

- 성능인증을 받은 보호구 사용
 - 보호구는 산업안전보건법에 따라 그 성능을 인증(안전인증, 자율안전확인) 받은 제품 사용
 - 인증 여부는 보호구에 표시된 KCs마크 확인



- 안전인증대상 보호구(12종)
 - 안전모(추락 및 감전 위험 방지용), 안전화, 안전장갑, 방진마스크, 방독마스크, 송기마스크, 전동식 호흡보호구, 보호복, 안전대, 보안경(차광 및 비산물 위험방지용), 보안면(용접용), 방음용 귀마개 또는 귀덮개
- 자율안전확인신고대상 보호구(3종)
 - 안전인증을 받아야 하는 것 외 안전모, 보안경, 보안면

1.2 안전모

● 주요 보호기능

- 물체의 낙하, 부딪힘으로부터 근로자 머리를 보호
- 외부 충격을 완화하여 근로자 머리를 보호
- 전기작업 시 감전 재해 예방

● 착용방법



○ 안전모 종류에 따른 사용 구분

종류		사용 구분	비고
안전 인증 대상	AB	- 물체가 떨어지거나 날아와 맞을 위험 - 추락 위험	-
	AE	- 물체가 떨어지거나 날아와 맞을 위험 - 머리부위 감전 위험방지	내전압성(7,000V 이하의 전압에 견디는 것)
	ABE	- 물체가 떨어지거나 날아와 맞을 위험 - 추락 위험 - 머리부위 감전 위험방지	

1.3 안전화

- 주요 보호기능
 - 중량물의 떨어짐이나 끼임 등에 따른 발과 발등 부상 방지
 - 날카로운 물체에 의한 찔림 위험으로부터 발바닥 보호
 - 감전 예방과 정전기의 인체 대전 방지
 - 각종 화학물질로부터 발을 보호
- 사용지침
 - 산업용 안전화는 물체의 낙하, 충격, 찔림 방지 목적 외 추가적인 성능에 따라 종류를 구분하고 있으니 작업 현장에 맞게 선택하여 사용

1.4 안전장갑

- 주요 보호기능
 - 전기 작업 시 감전 예방
 - 각종 화학물질로부터 손을 보호하는 기능
- 종류
 - 내전압용 절연장갑 : 고압 감전 방지 및 방수를 겸함
 - 화학물질용 안전장갑 : 유기용제와 산·알칼리성 화학물질 접촉 위험에서 손을 보호하고 내수성, 내화학성을 겸함
- 안전장갑 사용지침
 - 안전인증표시의 용량·등급을 확인하고, 안전인증 제품을 사용

1.5 방진마스크

- 주요 보호기능
 - 채광, 분쇄, 광물의 재단, 조각, 연마작업, 석면취급작업, 용접작업 등 분진 등의 입자상 물질을 걸러내 호흡기 보호

● 종류



○ 방진 마스크 등급에 따른 사용장소

등급	사용장소
특급	- 베릴륨 등과 같이 독성이 강한 물질들을 함유한 분진 등 발생장소, 석면 취급장소
1급	- 금속흡 등과 같이 열적으로 생기는 분진 등 발생장소 - 기계적으로 생기는 분진 등 발생장소 (규소 등과 같이 2급 방진마스크를 착용하여도 무방한 경우는 제외)
2급	- 특급 및 1급 마스크 착용 장소를 제외한 분진 등 발생장소

● 사용지침

- 안전인증표시의 용량·등급을 확인하고, 안전인증 제품을 사용
- 방진마스크는 산소농도 18% 이상인 장소에서 사용
- 안면부, 머리끈, 금속장치(코 누름쇠) 등을 사용하여 얼굴에 알맞게 조절
- 사용자의 얼굴과 방진마스크 사이에 수건 등의 착용으로 밀착을 방해하지 않도록 함

1.6 안전대

- 주요 보호기능
 - 높은 곳에서 작업할 때 근로자의 추락 방지
- 종류

종 류	사용 구분	용 도
벨트식, 안전그네식	1개 걸이용	- 추락 시 신체를 붙잡아주는 목적 - 작업발판이 설치되어 신체를 안전대에 의지할 필요가 없는 경우 사용
	U자 걸이용	- 로프를 구조물 등에 U자 모양으로 돌려 신체를 안전대에 지지 - 신체를 안전대에 지지하여 두손으로 작업이 필요한 경우 사용
	추락방지대	- 달비계, 고층사다리, 철골, 철탑 등의 상·하행 시 사용
	안전블록	- 떨어짐을 억제할 수 있는 자동감김장치가 있음

※ 추락방지대, 안전블록은 안전그네식에만 허용

● 구 성

구 분	그네식 안전대	벨트식 안전대
구 성	추락 방지를 위한 신체지지 목적으로 전신에 착용하는 띠모양의 제품으로 어깨걸이, 다리걸이, 가슴조임줄로 구성	추락방지를 위한 신체지지의 목적으로 허리에 착용하는 띠모양의 제품으로 허리벨트로 구성
안전성	추락 시 충격하중을 분산시켜 신체보호 효과가 뛰어남	머리 부분이 먼저 추락하는 경우 몸이 안전대로부터 빠질 수 있음
사 진		
착용방법	 <p>① 양다리에 그네식 안전대를 끼우고 들어올린다</p> <p>② 양어깨에 그네식 안전대를 끼운다</p> <p>③ 가슴 조임줄을 채운다</p> <p>④ 틈을 구멍중에 건다</p> <p>⑤ 수직구멍중인 경우 틈을 안전대의</p> <p>⑥ 착용 상태의 이상 유무를 확인</p> <p>KOSHA</p>	

● 사용지침

- 인증표시의 용량·등급을 확인하여 작업종류에 맞는 형태를 선택하고, 반드시 안전인증제품을 사용

1.7 보안경

- 주요 보호기능
 - 유해광선이나 비산물, 분진 등으로부터 눈을 보호하는 기능
 - 자외선, 적외선 및 강렬한 가시광선 또는 비산물로부터 눈을 보호하는 기능(차광보안경)
 - 작업 중 발생 되는 비산물로부터 눈을 보호하는 기능(일반보안경)
- 종류

종 류		사 용 구 분
차광보안경 (안전인증)	자외선용	자외선이 발생하는 장소
	적외선용	적외선이 발생하는 장소
	복합용	자외선 및 적외선이 발생하는 장소
	용접용	산소용접작업 등 자외선, 적외선, 강렬한 가시광선이 발생하는 장소
일반보안경 (자율안전확인)	유리보안경	비산물로부터 눈을 보호하기 위한 것으로 렌즈 재질이 유리인 것
	플라스틱보안경	비산물로부터 눈을 보호하기 위한 것으로 렌즈 재질이 플라스틱인 것
	도수렌즈보안경	비산물로부터 눈을 보호하기 위한 것으로 도수가 있는 것

- 사용지침
 - 안전인증표시의 용량·등급을 확인하고, 반드시 안전인증을 득한 제품을 사용
 - 차광 보안경은 작업 용도와 유해광선에 알맞은 차광 등급을 선택

1.8 방음보호구

- 주요 보호기능
 - 작업 시 발생하는 각종 소음으로부터 근로자의 청력을 보호하기 위해 사용하는 것으로 귀마개와 귀덮개로 구분
- 종류

종류	구분	기호	성능
귀마개	1종	EP-1	저음부터 고음까지 차음
	2종	EP-2	주로 고음을 차음하고, 저음(회화음 영역)은 차음하지 않음

- 사용지침
 - 안전인증표시의 용량·등급을 확인하고 반드시 안전인증을 득한 제품을 사용

2 표준가스 관리 안전수칙

2.1 가스류 보관방법

- 밸브를 완전히 잠가 누설되지 않도록 한다.
- 용기는 직사광선을 피하고 통풍이 가능한 곳에 세워서 보관한다.
- 용기보관실 및 사용 장소에는 가죽끈이나 체인으로 고정한다.



그림 10. 용기 보관시 전도예방조치

- 용기 이동 시에는 이동용 카트를 사용하고 밸브 보호캡을 씌워 이동해야 한다.



< 용기이동용 카트 >



< 밸브 보호캡 >

- 밸브와 캡은 천천히 개방하고 무리하게 조작하지 않는다.
- 가스 주변에서 화기를 취급하지 않는다.

2.2 가스류 취급방법



- 레귤레이터의 밸브 잠금을 확인한 후 가스용기에 연결한다.
- 가스용기와 레귤레이터 연결부위를 스패너를 이용하여 짝 조여준다.
- 레귤레이터와 측정장비(전처리기)를 연결한다.
- ①번 → ②번 → ③번 순서로 밸브를 연다.
- ③번 밸브를 조절하여 가스유량을 조정한다.
- ①번 → ②번 → ③번 순서로 밸브를 잠가준다.
- 스패너를 이용하여 가스용기와 레귤레이터를 분리한다.
- 가스용기에 보호캡을 씌우고 쓰러지지 않도록 고정하여 보관한다.



인화성가스



고압가스

그림 11. 취급가스의 그림문자/유해위험정보

3 자연재난대비 안전수칙

배출구 시료 채취 시 태풍, 호우, 한파, 대설, 폭염 등 자연재난 시에는 배출구 대기시료 채취를 하지 않고 시료채취가 가능한 안전한 날을 선정하여 시료채취를 실시한다.

※재난(대설, 한파 등) 경보 발령 시, 추락·낙하 등의 사고예방을 위해 해당 측정 주기 사업장 대기배출시설 자가측정 생략의 선제적 적용이 가능하다.

○ 자연재난 경보 발령 기준

종류	구분	기상 상태
태풍	태풍주의보	태풍으로 인하여 강풍, 풍랑, 호우, 폭풍해일 현상 등이 주의보 기준에 도달할 것으로 예상될 때
	태풍경보	다음 중 어느 하나에 해당하는 경우 ① 강풍(또는 풍랑) 경보 기준에 도달할 것으로 예상될 때 ② 총 강우량이 200mm 이상 예상될 때 ③ 폭풍해일 경보 기준에 도달할 것으로 예상될 때
호우	호우주의보	강우량이 3시간 동안 60mm 이상 예상되거나, 12시간 동안 110mm 이상 예상될 때
	호우경보	강우량이 3시간 동안 90mm 이상 예상되거나, 12시간 동안 180mm 이상 예상될 때
한파	한파주의보	<10월~4월에 다음 중 하나에 해당하는 경우> ① 아침 최저기온이 전날보다 10°C 이상 하강하여 3°C 이하이고 평년값보다 3°C가 낮을 것으로 예상될 때 ② 아침 최저기온이 -12°C 이하가 2일 이상 지속될 것이 예상될 때 ③ 급격한 저온현상으로 중대한 피해가 예상될 때
	한파경보	<10월~4월에 다음 중 하나에 해당하는 경우> ① 아침 최저기온이 전날보다 15°C 이상 하강하여 3°C 이하이고 평년값보다 3°C가 낮을 것으로 예상될 때 ② 아침 최저기온이 -15°C 이하가 2일 이상 지속될 것이 예상될 때 ③ 급격한 저온현상으로 광범위한 지역에서 중대한 피해가 예상될 때
대설	대설주의보	24시간 신적설이 5cm 이상 예상될 때 (신적설: 특정 기간동안 새롭게 내려 쌓인 눈의 깊이)
	대설경보	24시간 신적설이 20cm 이상 예상될 때(산지 30cm)
폭염	폭염주의보	일 최고기온 33°C 이상인 상태가 2일 이상 지속될 것으로 예상될 때
	폭염경보	일 최고기온 35°C 이상인 상태가 2일 이상 지속될 것으로 예상될 때

부 록

1. 산업안전보건법
2. 중대재해처벌법
3. 재난 관계법
4. 위험성평가 방법 및 위험요인
5. 사고사례

부록 1. 산업안전보건법

1.1 개요

- 산업안전·보건에 관한 기준의 확립과 그 유지·증진을 도모하기 위하여 제정한 법률로 2022년 8월 18일부터 전부 개정법률이 시행 중

1.2 산업안전보건법 주요 규정사항 (22.08.18 개정)

연번	산안법	주요 내용
1	제15~19조 (안전보건관리 책임자 등)	- 안전보건관리책임자에게 안전관리자와 보건관리자를 지휘감독 등 업무를 수행 - 사업의 종류와 사업장의 상시근로자 수, 안전관리자의 수·자격·업무·권한 선임방법, 그 밖에 필요한 사항은 대통령령으로 정함
2	제29조 (안전보건 교육)	- 정기교육, 채용시 교육, 작업내용 변경 시 교육, 특별교육, 관리감독자 교육 실시 - 적합한 교육교재와 적절한 교육장비 등을 갖추고 집체교육, 현장교육, 인터넷 원격교육 중 어느 하나에 해당하는 교육을 실시
3	제34조 (법령요지 게시)	- 산업안전보건법 요지 및 안전보건관리규정을 게시 · 근로자들이 알게 하여야 함.
4	제36조 (위험성평가)	- 사업장의 유해·위험요인에 대한 실태를 파악하고 이를 평가하여 그 결과에 따라 관리·개선하는 등 조치
5	제37조 (안전표지의 부착 등)	- 안전, 보건표지 부착(※산안법 시행규칙 별표7 참조) - 외국인근로자를 사용하는 사업주는 안전보건표지를 고용노동부장관이 정하는 바에 따라 해당 외국인근로자의 모국어로 작성
6	제38조 (안전상의 조치)	- 폭발성, 발화성 및 인화성 물질 등에 의한 위험 : 환기장치, 가스 검지 및 경보 장치 설치 - 기계·기구, 그 밖의 설비에 의한 위험 : 방호조치 - 전기, 열, 기타 에너지로 인한 위험 방지 : 접지, 누전차단기 설치 등 - 물체, 근로자의 추락 및 비래 등에 의한 위험 : 안전난간, 덮개 또는 울 등을 설치 - 토사·구축물 등의 붕괴, 굴착, 하역, 벌목, 조작 등 위험방지 조치 : 작업계획서 작성 등
7	제39조 (보건상의 조치)	- 분진, 밀폐공간작업, 사무실오염, 소음 및 진동, 이상기압, 온습도, 화학물질 등에 의한 건강장해를 예방조치 : 방독마스크/방진마스크/귀마개 등 보호구 착용
8	제129~130조 (건강진단)	- (일반건강진단) 사무직은 2년에 1회, 비사무직은 1년에 1회 - (특수건강진단) 특수건강진단 대상 유해인자별로 실시 (6개월~2년, 1회)

부록 2. 중대재해처벌법

개요

- 사업장을 운영하거나 인체에 해로운 원료나 제조물을 취급하면서 안전·보건 조치 의무를 위반하여 인명피해를 발생하게 한 사업주, 경영책임자, 공무원 및 법인의 처벌 등을 규정한 법률

구 분	중대산업재해	중대시민재해
정의	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 사망자가 1명 이상 ◦ 동일사고 6개월 이상 치료 2명 이상 ◦ 직업성 질병자 1년 3명 이상 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 사망자가 1명 이상 ◦ 동일사고 2개월 이상 치료 10명 이상 ◦ 3개월 이상 치료 질병자 10명 이상
적용대상	<ol style="list-style-type: none"> 1 시료채취 직원 2 수급인 및 수급인 근로자 등 	공중이용시설 이용자
안전보건법의 의무	<ol style="list-style-type: none"> 1 재해 예방에 필요한 인력, 예산, 점검 등 관리체계 구축 및 이행 2 재해 발생 시 재발 방지 대책의 수립 및 이행 3 중앙행정기관 등이 법령에 따라 개선, 시정 등을 명한 사항 이행 4 안전·보건 관계 법령에 따른 의무이행에 필요한 관리상의 조치 5 도급·용역 등 안전·보건 확보 의무(실질적 지배·운영·관리 사업장) 	
처벌	사업주 또는 경영책임자 등	(사망) 1년 이상의 징역 또는 10억 원 이하 벌금 (그외) 7년 이하의 징역 또는 1억 원 이하 벌금
	법인 또는 기관	(사망) 50억 원 이하의 벌금 (그외) 10억 원 이하의 벌금
	징벌적 배상	중대재해로 손해를 입은 사람에 대하여 5배 이하 배상

그림 12. 정의 · 적용대상 · 의무 및 처벌

부록 3. 재난 관계법

재난 관계법 : 「재난 및 안전관리 기본법」

- 「재난 및 안전관리 기본법」 제3조 1호. “재난”이란 국민의 생명·신체·재산과 국가에 피해를 주거나 줄 수 있는 것으로서 다음 각 목의 것을 말한다.
- 자연재난: 태풍, 홍수, 호우(豪雨), 강풍, 풍랑, 해일(海溢), 대설, 한파, 낙뢰, 가뭄, 폭염, 지진, 황사(黃砂), 조류(藻類) 대발생, 조수(潮水), 화산활동, 소행성·유성체 등 자연우주물체의 추락·충돌, 그 밖에 이에 준하는 자연현상으로 인하여 발생하는 재해
- 사회재난: 화재·붕괴·폭발·교통사고(항공사고 및 해상사고를 포함한다)·화생방사고·환경오염사고 등으로 인하여 발생하는 대통령령으로 정하는 규모 이상의 피해와 국가핵심기반의 마비, 「감염병의 예방 및 관리에 관한 법률」에 따른 감염병 또는 「가축전염병예방법」에 따른 가축전염병의 확산, 「미세먼지 저감 및 관리에 관한 특별법」에 따른 미세먼지 등으로 인한 피해

부록 4. 위험성 평가 방법 및 위험요인

4.1 위험요인 평가 방법

- 굴뚝 시료채취 업무 담당자가 해당 사업장에 대한 유해위험요인을 파악하고 유해위험요인에 의한 부상 또는 질병의 발생 가능성(빈도)과 중대성(강도)을 추정, 결정하여 사업장 위험요인 자발적 제거 유도
- 유해·위험요인도출
 - 위험요인을 파악하여 현재 본인의 안전조치상태(안전보호구 착용 등)를 자발적으로 점검 [서식3]
- 위험성 평가
 - 도출된 사업장의 위험요인 가능성(빈도) 및 중대성(강도) 평가를 통한 위험성 결정 [서식4]

표 4. 가능성 및 중대성 추정기준

구분	추정기준			비고	
가능성	구분	가능성	내용(예시)	"가능성"은 작업자의 부상·질병 발생 확률(빈도)을 의미하며, 노출빈도·시간, 유해·위험한 사건 발생 확률 가능성	
	최상	매우 높음	5		·피해가 발생할 가능성이 매우 높음 해당 안전대책이 되어 있지 않고, 표시·표지가 있어도 불비(不備)가 많으며, 안전수칙·작업표준 등도 없음
	상	높음	4		·피해가 발생할 가능성이 높음 가드·방호덮개, 기타 안전장치가 없거나 상당한 불비(不備)가 있고, 비상정지장치, 표시·표지는 웬만큼 설치되어 있으며, 안전수칙·작업표준 등은 있지만 지키기 어렵고 많은 주의를 해야 함
	중	보통	3		·부주의하면 피해가 발생할 가능성이 있음 가드·방호덮개 또는 안전장치 등은 설치되어 있지만, 가드가 낮거나 간격이 벌어져 있는 등 불비(不備)가 있고, 위험영역 접근, 위험원과의 접촉이 있을 수 있으며, 안전수칙·작업표준 등은 있지만 일부 준수하기 어려운 점이 있음
	하	낮음	2		·피해가 발생할 가능성이 낮음 가드·방호덮개 등으로 보호되어 있고, 안전장치가 설치되어 있으며, 위험영역에의 출입이 곤란한 상태이고, 안전수칙·작업표준(서) 등이 정비되어 있고 준수하기 쉬우나, 피해의 가능성이 남아 있음
	최하	매우 낮음	1		·피해가 발생할 가능성이 없음 전반적으로 안전조치가 잘 되어 있음
중대성	구분	중대성		내 용	"중대성"은 부상·질병이 발생했을 때 미치는 영향의 정도(강도 또는 심각성)를 의미
	최대	사망	4	사망재해	
	대	장해발생	3	휴업 1월 이상인 재해	
	중	병원치료	2	휴업 1월 미만인 재해	
	소	비치료	1	휴업이 수반되지 않는 재해	

- 위험요인도출 및 위험성 평가를 실시하여 위험이 예상(위험성 크기가 8점 이상)되는 경우 사업장에 개선대책 요구(통합 및 정도확인시험 미 실시) 후 안전이 확보될 경우 시험 실시

표 5. 위험성 평가기준표

구 분	추정기준						비 고
	가능성	중대성	최대	대	중	소	
위험성		단계	단계	4	3	2	1
	최상	5	20	15	10	5	
	상	4	16	12	8	4	
	중	3	12	9	6	3	
	하	2	8	6	4	2	
	최하	1	4	3	2	1	

표 6. 위험성 결정에 따른 개선방법

위험성 크기		허용 가능 여부	개선방법
16~20	매우 높음	허용 불가능	즉시 개선
15	높음		신속하게 개선
9~12	약간 높음		가급적 빨리 개선
8	보통		계획적으로 개선
4~6	낮음	허용 가능	필요에 따라 개선
1~3	매우 낮음		

☞ 위험성 결정에 따라 **위험성 크기가 8점 이상일 경우 사업장에 개선 대책 요구**

☞ 예시1) 가능성이 3단계이고 중대성이 3단계 일 경우 위험성 평가점수는 9점으로 허용 불가능한 위험요인으로 사업장에 위험요소 가급적 빨리 개선 요구

☞ 예시2) 가능성이 2단계이고 중대성이 2단계 일 경우 위험성 평가점수는 6점으로 허용가능한 위험요인으로 필요시 작업자의 불안정한 행동을 유발하지 않도록 안전수칙 게시 요구(필요에 따라 개선)

○ 개선대책요구

- 위험성 평가결과에 따라 시료채취 담당자는 중대위험이 예상되는 경우 사업장에 개선대책 요구 [서식 5]

부록 5. 사고 사례

5.1 폭발사고 사례

● 재해발생 개요



(2014.05.) 울산시 남구 소재 무수불산(HF) 생산공정의 반응로(킬른)의 자켓에 열풍을 공급하는 열풍로의 도시가스 버너 초기 가동 중 열풍로 본체 및 관련 계통설비에 체류한 미연소 도시가스에 의한 폭발사고가 발생하여 1명이 사망하고 4명이 부상

● 재해발생 원인

- 열풍로 버너 점화 전 내부 환기 미흡 : 버너를 점화할 때 내부의 미연소 가스를 사전에 환기시켜야 하나 설치된 열풍로 시스템은 환기가 진행되는 동안 내부의 가스가 외부로 배출되지 않고 내부 순환되는 구조로 실질적으로 환기가 이루어지지 않음
- 열풍로 구조 부적절 : 위험물 건조설비인 열풍로에는 주변 상황을 고려하여 폭발시 생성되는 폭발압력을 안전하게 배출하기 위한 폭발구를 설치하여야 하나 설치되어 있지 않음

5.2 추락사고 사례

● 재해발생 개요

(2021.08.) 경북 「○○○○」 공사 현장에서, ○○ 소속 피재자가 절연 고소작업차(3.5톤) 작업대에 탑승하여 작업 종료 후 이동을 위해 붐(Boom)을 약 4m까지 줄여 시계 반대 방향으로 회전하다가 절연고소작업차가 전도되면서 추락하여 사망한 재해



● 재해발생 원인

- 고소작업차 사용 전 안전조치 미흡 및 설치상태 불량 : 고소작업차 사용 전 근로자

배치 및 작업방법, 방호장치 등 필요한 사항을 미리 확인 후 위험방지조치를 실시해야 하나 미 실시 하였으며, 설치 시 바닥 수평을 유지하지 않고 전도 방지를 위한 아웃트리거를 확장 시키지 않은 상태에서 작업 실시

- 전도방지장치 등 방호장치 해제 : 고소작업차에 설치된 전도방지장치를 작업의 편의성을 위해 임의로 해제

5.3 낙하사고 사례

● 재해발생 개요

- (2022. 02.) 충남 당진시에 소재한 철재 탱크(용기)제작 공장에서 압력용기 동체 외면에 부착할 패드 플레이트(동체에 새들 부착을 위한 보강 철판)를 천장크레인으로 벨트 슬링을 걸어 들어 올리던 중 줄걸이에서 떨어진 패드 플레이트(560kg)에 맞아 사망

● 재발방지책

- 재해 예방을 위해서는 낙하위험구역 내 상·하 동시 작업을 금지하여야 하며, 작업장 내에서는 개인보호구를 착용하여야 한다. 또한, 낙하물의 위험이 위험반경을 출입제한구역으로 설정
- 천장크레인으로 중량물 인양시 올바른 줄걸이 방법 적용과 안전 조작

5.4 전도사고 사례

● 재해발생 개요

- 사업장에서 천장을 보수하기 위해 A형 사다리를 설치한 후 사다리에 올라가 작업하던 중 중심을 잃고 사다리와 함께 뒤로 넘어지면서 작업장 바닥에 머리를 부딪혀 병원으로 후송하였으나 사망

● 재발방지책

- 안전모 등 보호구 착용 후 사다리 작업 실시 : 사다리에서 작업시 근로자의 추락, 전도에 의한 재해예방을 위해 안전모 착용 후 작업 실시

- 적절한 방법으로 사다리 설치 후 작업 실시
 - A형 사다리 사용시 다음의 기준에 따라 설치 후 사용하여야 함.
 - 견고한 구조로 할 것
 - 발판의 간격은 동일하게 할 것
 - 사다리가 넘어지거나 미끄러지는 것을 방지(이동용 사다리 작업시 추락에 의한 위험을 방지하기 위해 2인 1조 작업으로 1인은 사다리를 지지 할 것)하기 위한 조치를 할 것
 - 이동식 사다리식 통로의 기울기는 75도 이하로 할 것
- 높이 2m이상인 장소에서 작업시 비계 등 사용 : 높이 2m이상인 장소에서 작업시 추락 위험이 있는 경우 비계를 조립하는 등의 방법에 의하여 작업발판 설치

5.5 감전사고 사례

- 재해발생 개요
 - (2019.09.) 배전전공이 A형 사다리를 신축건물 벽면에 펼친 상태로 걸쳐놓고 올라가 건물 측 인입구 배선에 활선 상태인 한전 인입선(3상 4선식 220/380V)을 연결하기 위해 입전선 피복을 벗기던 중 피복이 벗겨진 전선 충전부에 면장갑을 착용하고 작업 중이던 피재자의 신체 가 접촉되어 감전(220V, 손→몸통→알루미늄 사다리→대지로 통전)된 후 약 3m 아래 지상으로 떨어져 사망한 재해
- 재해발생 원인
 - 저압 충전전로 연결 작업 중 절연장갑 미착용 : 저압 인입선(3상 4선식 220/380V) 연결 시 충전전로 피복을 벗기면서 노출된 충전부에 신체가 접촉되어 감전될 위험이 있음에도 절연장갑을 착용시키지 않고 면장갑을 착용한 상태로 작업
 - 금속제 이동식 사다리를 작업발판 용도로 사용 : 발붙임 사다리(A형)를 펼쳐서 사용하는 경우 오르내리는 이동통로로만 사용하여야 하나, 외벽에 기대 상태에서 작업발판으로 사용 중 전선 충전부에 신체 접촉 시 통전경로 형성으로 인한 감전
- 재발방지책
 - 저압 충전전로 연결 작업 시 절연용 보호구 착용 철저
 - 가공 인입선 연결 작업 시 안전한 작업발판 설치 철저

서식. 관련 서식 모음

[서식 1. 사전 체크리스트]

사전 체크리스트

(page : 1/2)

구 분	확인내용	비고
공통	1. 수행업무 유해·위험요인에 따른 필요 보호구를 준비 하였는가?	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오
	2. 업무용 차량을 이용하는가?	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오
	2-1. 블랙박스 작동여부, 타이어 압력 및 마모 상태 등 업무용 차량 상태 점검을 하였는가?	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오
	2-2. 운전자의 음주회복 및 컨디션은 양호한가?	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오
	2-3. 삼각대 또는 안전표지판은 차량에 확보되었는가?	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오
	2-4. 소요시간, 교통상황, 날씨 등을 고려하여 여유있는 주행계획을 수립하였는가?	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오
2인1조 및 신입단독 제한업무	3. 위험업무 2인 1조 및 신입 단독작업 제한 업무 인가?	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오
	3-1. 신입직원(근속 6개월 미만)이 투입되는가?	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오
	3-1-1. 신입직원에게 업무특성에 맞는 안전교육을 하였는가?	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오
안전작업 허가대상 업무	4. 안전작업 허가제도 대상 작업인가?	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 해당없음
	4-1. [공통] 작업허가서를 승인 받았는가?(사후허가 포함)	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오
	4-2. [공통] 작업현장에 대한 유해·위험요인을 파악하였는가?	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오
	4-3. [공통] 작업 당사자의 개인안전보호구(안전모, 안전화 등)은 확보하였는가?	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오
	4-4. [공통] 작업절차, 대처요령 등 작업전 교육을 실시하였는가?	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오
	4-5. [고위험 작업] (밀폐공간 작업 시) 가스농도측정기 등 필수장비 확보 및 작동 여부를 확인하였는가?	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오
	4-6. [고위험 작업] (밀폐공간 작업 시) 가스농도 측정 및 환기 대책은 확보하였는가?	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오
	4-7. [고위험 작업] (화기 작업 시) 소화기 등 소화장비 확보하였는가?	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오
	4-8. [고위험 작업] (화기 작업 시) 가연성 물질 제거, 불티 비산방지 대책 등은 강구하였는가?	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오
	4-9. [고위험 작업] (고소 작업 시) 추락방지를 위한 안전 장비는 확보하였는가?	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오

※ 해당되는 내용에 'v' 하고, 해당없음에 체크하면 하위내용은 모두 비대상

사전 체크리스트

(page : 2/2)

구 분	확인내용	비고
시료채취	1. 사업장에 안전확보요청서 발송하였는가?	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오
	2. 작업 현장에 대한 유해·위험요인을 파악하였는가?	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오
	2-1. 시험 중 기상상태(강우, 강설, 강풍, 결빙, 폭염 등) 확인	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오
	2-2. 작업 현장에 적합한 안전보호구 착용 상태 확인	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오
	2-3. 검사원의 숙련도 및 건강상태 확인	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오
	2-4. 이동로 및 작업대의 안전성(작업대, 계단, 난간 등) 확인	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오
	3. 도출된 위험요인 가능성(빈도) 및 중대성(강도) 평가를 통해 위험성 결정을 하였는가?	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 해당없음
	4. 위험성평가 결과 중대위험이 예상되는 경우 사업장에 개선대책 요구를 하였는가?	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 해당없음
	5. 아래의 중대위험이 예상되는 경우 작업중지 요청제를 실시하였는가?	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오 <input type="checkbox"/> 해당없음
	5-1. 추락, 붕괴, 질식, 화재, 폭발, 화상 등의 위험이 있는 경우	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오
	5-2. 위험성평가 결과 즉시 개선(위험성 크기 16~20)이 필요한 경우	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오
	5-3. 근로자가 위험요인을 자력으로 제거할 수 없는 경우	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오
7대 위험요인 교육 여부	1. 추락사고 • 안전모, 안전대 등 안전보호구 착용 철저 • 고소작업 시 안전대의 안전고리 체결 철저	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오
	2. 낙하사고 • 낙하위험이 있는 작업구역 내 근로자 출입금지 조치 철저 • 인양용로프 이상 유무 점검, 인양 시 줄걸이작업 안전수칙 준수 철저	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오
	3. 전도사고 • 미끄러짐 방지 안전화 착용, 안전난간 잡고 이동 • 통행로에 장애물이 있는 경우 우회	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오
	4. 화상사고 • 열원부근에서 최대한 떨어진 채로 작업 • 내열성 보호장갑 등 안전보호구 착용	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오
	5. 감전사고 • 작업 전 전기기계기구 등에 대한 접지유무 확인 • 전선피복 벗겨짐, 플러그 연결부위 이상 시 조치 후 작업	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오
	6. 차량사고 • 정기적으로 차량정비 실시 • 안전운전 및 적절한 휴식	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오
	7. 건강장해 • 근무시간 개선, 적절한 휴식 • 근무복장 개선(아이스쿨 조끼 등 착용)	<input type="checkbox"/> 예 <input type="checkbox"/> 아니오

※ 해당되는 내용에 'v' 하고, 해당없음에 체크하면 하위내용은 모두 비대상

[서식 2. 사업장 안전확보 요청서]

사업장 안전확보 요청서

사업장명	
시험일시	

대기 시료채취 시험에 따른 사업장 안전확보 요청사항

1. 시험 전

- 시험 장비의 운송(차량 및 소운반)에 필요한 이동로의 안전 확보
- 위험물질(가연성 및 독성 물질), 폭발 또는 화재 발생 우려 장소 등 특이 사항은 반드시 사전에 고지
- 시료채취 진행의 지연 및 방해 금지
 - 상호간섭 될 수 있는 사업장 내 자체작업 사전 일정 조정 등

2. 시험 중

- 안전관리자 상시 배치
 - 검사원과 안전관리 상호 점검
 - 시험 중 발생하는 위해요소 예방 및 조치
 - 고소작업 시 안전담당자를 지정하여 장비운송 및 이동 지휘
 - 고소작업 시 하부에 접근 금지 조치
 - 작업대 위 불필요한 물건(낙하물) 제거
 - 전로(電路)에 접근이 필요한 경우는 작업감시자를 배치하는 등 감전사고 방지 조치
- 위험 상황 발생 시 즉시 전파 및 조치

3. 시설물 확인

- 최대적재하중 및 안전표시 확인
- 안전난간 시설 적합여부
- 작업대, 계단, 난간 등 견고 및 안전성 확보
- 필요시 시험 현장의 작업 조명 설치 등

2023. . .

사업장 대표(안전점검 확인자) 소속

성명

[인]

[서식 3. 유해·위험요인 도출표]

<유해·위험요인 도출표 (예시)>

소속: 00측정팀

성명: ○○○

목적: 배출가스 시료 채취

일자: 2023. 00. 00

사업장 (굴뚝번호)	유해·위험요인	현재 본인의 안전조치상태	비 고
△△△△ (#3번)	· 차량 이동시 교통사고 위험	· 제한속도 준수 · 확보된 차량통로 이용 · 사업장 통행규칙 준수	
	· 현장 도보 이동시 미끄러짐 위험	· 확보된 이동통로 이용 - 안전보호구 착용	
	· 계단 통행시 전도·추락 및 낙하물로 인한 위험	· 계단 통행시 핸드레일 잡고 이동 · 통행로 수시 정리정돈 · 각반·안전모 착용 후 작업실행	
	· 중량물 운반시 허리, 발등 부상 위험	· 중량물 운반시 2인 작업 - 안전보호구 착용	
	· AIR HOSE 터짐으로 인한 찰과상 위험	· 안전한 위치 선정 후 작업 실시	
	· 샘플링 작업시 감전 위험	· 감전되지 않도록 안전보호구 착용 후 작업 실시 · 전기적 위험요인 여부 확인(충전부 노출 등)	
	· 샘플링 작업시 찰과상 위험	· 안전한 위치 선정 후 작업 실시	

※ 상기 작성표는 예시로 작성자 본인이 사업장의 유해·위험요인을 파악·작성하여 현재 본인의 안전조치상태를 기술하여 자발적인 안전의식 함양 및 사업장 위험요소 사전 인지에 따른 안전사고 방지

[서식 4. 위험성 평가표]

<위험성 평가표 (예시)>

소속: 00측정팀

성명: ○○○

목적: 배출가스 시료 채취

일자: 2023. 00. 00

위험성 평가표 (4M-Risk Assessment)							
평가 구분	위험요인 및 재해형태	현재안전조치	현재 위험도			개선요구사항	비고
			가 능 성	중 대 성	위 험 성		
기계적	①차량 이동시 교통사고	①예방운전	1	2	2		
물질· 환경적	①점검작업시 감전	①안전보호구 착용	2	2	4	①접지 불량에 따른 감전 우려	접지 저항 측정 후 개선권장
인적	①도보 이동시 미끄러짐	①안전확보 후 작 업실행	1	2	2	②통행로 수시 정리 정돈 필요 ②핸드레일 설치 필요 ②개구부 밀폐 필요	
	②계단통행시 전도, 추락 및 낙하물로 인한 위험	②확보된 이동통로 이용	2	3	6		
	③중량물운반시 부상	③안전보호구 착용 생활화	3	2	6		
	④AIRHOSE 터짐으로 인한 찰과상	④통행시 주의	1	2	2		
	⑤샘플링 작업시 찰과상 위험	⑤중량물 운반시 2인 작업	1	3	3		
관리적	①안전교육 실시	①실시					

※ 위험성 평가점수가 9점 이상일 경우 허용 불가능한 위험요인으로 사업장에 위험요소
가급적 빨리 개선 요구

※ 위험성 평가점수가 8점 이하일 경우 필요에 따라 개선 요구

[서식 5. 개선대책 요구]

<사업장 위험요소 개선요청서 (예시)>

사업장 (굴뚝번호)	위험요소	관련사진	비 고
△△△△ (#3번)	1. 감전사고 예방 - 측정기 패널의 Cubicle 본체와 Door와의 접촉불량(도어간의 힌지를 통한 연결은 전기적 접속이 완전하지 않음)으로 발생 될 수 있는 전위차에 의한 감전 등 인체에 악영향 우려		
	2. MSDS 미게시		
	3. 와이어로프에 의한 충돌 위험 - 표지판 및 완충제 부착 필요		
	4. 안전난간 미설치에 따른 추락사고 발생 우려		

상기와 같이 귀 사업장에 안전사고 발생이 예상되는 위험요소에 대하여 개선을 요청 드립니다.

2023년 00월 00일

00측정팀

[서식 6. 작업중지요청서(예시)]

신청자	관리감독자

작업중지 요청서	
관련근거 : 산업안전보건법 제52조(근로자의 작업중지)	
부서명	000본부 000처 000부
현장명(장소)	00 사업체 00 현장
작업의 종류	대기배출구 시료채취 및 오염물질 측정 업무
작업중지 일시	2023년 1월 1일 14:00 경
작업중지 사유 (원인 및 예상피해 기술)	00사업체 사업장 굴뚝에서 시료채취를 하던 중 안전난간의 이음이 노후화되어 작업 강행시 검사자의 추락 위험으로 중대재해 발생이 예상됨
개선요구사항	노후화된 시설물의 안전진단 및 추락 위험으로부터 시료채취자의 안전 확보
기타 고려사항	00 관련법에 따라 법정 의무 기한인 0일 이내에 000 검사를 실시하여야 하나, 작업중지로 인한 지연사유 통보 및 기한 연장 협의 필요
관련사진	
사진 설명 :	

대기 배출구 시료채취 안전관리 가이드라인

- 인 쇄 : 2023년 2월
- 발 행 : 2023년 2월
- 저 자 : 공부주, 김기홍, 이유경, 길한늬, 박정민
- 발행처 : 국립환경과학원 기후대기연구부 대기공학연구과
- 연락처 : 032-560-7333