

KOSHA GUIDE

W - 17 - 2015

한랭작업환경 관리 지침

2015. 9

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

- 제정자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 정은교
- 개정자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 정은교

- 제·개정 경과
 - 2008년 10월 산업위생분야 제정위원회 심의
 - 2008년 11월 총괄제정위원회 심의
 - 2012년 5월 총괄 제정위원회 심의(개정, 법규개정조항 반영)
 - 2015년 4월 산업위생분야 제정위원회 심의(개정, 법규개정조항 반영)

- 관련규격 및 자료
 - 일본 산업위생학회, 허용농도 제안이유서집, 중앙노동재해방지협회, 1994~2000증보판, 2000.
 - 정규철, 최신 산업보건학, 탐구당, 1980.

- 관련법규·규칙·고시 등
 - 산업안전보건법 제24조 (보건조치)
 - 산업안전보건기준에 관한 규칙 제6장 (온도·습도에 의한 건강장해의 예방)
 - 고용노동부 고시, 제2013-39호(작업환경측정 및 지정측정기관 평가 등에 관한 고시)

- 기술지침의 적용 및 문의
 - 이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지(www.kosha.or.kr)의 안전보건기술지침 소관분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.
 - 동 지침 내에서 인용된 관련규격 및 자료, 법규 등에 관하여 최근 개정본이 있을 경우에는 해당 개정본의 내용을 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2015년 9월 3일

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

한랭작업환경 관리 지침

1. 목적

이 지침은 『산업안전보건법』(이하 “법”이라한다) 제24조(보건조치) 및 산업안전보건기준에 관한 규칙(이하 “안전보건규칙”이라 한다) 제6장 (온도·습도에 의한 건강장해의 예방)의 적용을 받는 한랭작업에 대한 작업환경 관리 지침을 정하여 동 업무에 종사하는 근로자의 건강보호를 목적으로 한다.

2. 적용범위

이 지침은 다음의 장소에서의 작업에 적용한다.

- (1) 다량의 액체공기·드라이아이스 등을 취급하는 장소
- (2) 냉장고·제빙고·저빙고 또는 냉동고 등의 내부
- (3) 그밖에 법에 따라 노동부장관이 인정하는 장소, 또는 한랭작업으로 인해 근로자의 건강에 이상이 초래될 우려가 있는 장소

3. 정의

- (1) 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

- (가) “한랭”이라 함은 냉각원에 의하여 근로자에게 동상 등의 건강장해를 유발할 수 있는 차가운 온도를 말한다.
- (나) “한랭환경”이라 함은 「2.적용범위 (1),(2),(3)」에 해당하는 장소에서의 작업을 말한다.
- (다) “등가냉각온도”라 함은 기온과 기류를 조합하여 작업자가 실제 느끼는 체감 온도를 말하며 복사열은 고려하지 않았다.

(라) “작업대사율”이라 함은 작업할 때 소비되는 열량을 나타내기 위하여 성별, 연령별 및 체격의 크기를 고려한 지수로써 다음의 식으로 계산한다.

$$\text{작업대사율} = \frac{\text{작업에 소요된 에너지대사량} - \text{안정시 에너지대사량}}{\text{기초대사량}}$$

(마) “Clo(Clothing and Thermal Insulation) 값”이라 함은 의복에 의한 보온효과를 나타내는 보정계수를 말하며 1 Clo는 피부와 주위 기온 사이의 온도차에 대해 복사와 대류에 의한 5.55 Kcal/m²/hr의 열교환 값을 의미한다.

(바) “경작업”이라 함은 190Kcal까지의 열량이 소요되는 작업을 말하며, 앉아서 또는 서서 기계의 조정을 하기 위하여 손 또는 팔을 가볍게 쓰는 일 등을 뜻하고, “중등작업”이라 함은 시간당 191~350Kcal의 열량이 소요되는 작업을 말하며, 물체를 들거나 밀면서 걸어다니는 일 등을 뜻하며, “중작업”이라 함은 시간당 350~500Kcal의 열량이 소요되는 작업을 말하며, 곡괭이질 또는 삽질하는 일 등을 뜻한다.

(2) 그 밖의 용어의 정의는 이 지침에서 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 동법시행령, 시행규칙, 안전보건규칙 및 관련고시에서 정하는 바에 의한다.

4. 한랭의 측정 및 평가

(1) 평가할 때의 고려 사항

사업주는 한랭작업에 근로자를 종사하도록 하는 때에는 전신저체온증·동상 등의 건강장해를 예방하기 위하여 한랭으로 인한 근로자의 유해성을 평가하여야 하며, 평가할 때에는 다음사항을 고려하여야 한다.

- (가) 한랭작업의 종류 및 발생원
- (나) 한랭작업의 성질(특성 및 강도)
- (다) 한랭특성(기온, 기류 등)

- (라) 근로자의 작업활동 및 착용한 의복 형태
- (마) 한랭관련 상해 및 질병 발생실태
- (바) 온·습도조절장치 등의 적절성
- (사) 기타 한랭환경을 개선하는데 필요한 사항

(2) 한랭의 측정 및 평가

(가) 측정대상 인자는 기온, 기류로 한다.

(나) 측정주기는 다음과 같다

사업주는 한랭작업에 근로자를 종사하도록 하는 때는 법 제42조의 규정에 따라 6개월에 1회 이상 정기적으로 온도 및 기류를 측정해야 한다. 다만, 근로자가 전신 저체온증·동상 등의 건강장애 증상을 호소하거나 한랭작업으로 인해 건강장애가 우려되는 경우에는 필요에 따라 수시로 측정을 실시할 수 있다.

(다) 측정기기의 조건

- ① 기온은 0.5 도 이하의 간격으로 측정이 가능한 온도계나 동등 이상의 성능을 가진 기기를 사용한다.
- ② 기류는 0~20 % 이상 범위의 풍속을 측정할 수 있는 기기나 동등 이상의 성능을 가진 기기를 사용한다.

(라) 측정방법 및 시간

- ① 측정은 단위작업장소에서 측정대상이 되는 근로자의 작업행동범위 내에서 주 작업위치의 바닥 면으로부터 50 cm 이상, 150 cm 이하의 위치에서 실시한다.
- ② 기온은 기기의 안정을 고려하여 설치 후 5분 이상 기다린 다음 측정하고, 측정방법은 <표 1>과 같다.

<표 1> 한랭작업의 측정방법

기온	측정방법	
	연속작업	간헐작업
영하 30 ℃ 미만	20분 이상 1분 간격으로 연속 측정	5분 간격으로 연속 측정
영하 30 ℃ 이상	30분 이상 5분 간격으로 연속 측정	

- ③ 전자식 일체형장비로 자동측정 및 자료처리가 가능한 경우에는 측정간격을 30초로 지정하되 각 간헐작업의 시간은 평균치의 산출을 위해 별도로 기록한다.

(마) 한랭의 평가

한랭의 평가는 다음의 순서로 실시한다.

- ① 한랭환경의 노출을 제한하기 위한 지표로 기온 및 기류를 측정하고 <표 2>를 이용하여 등가냉각온도를 구한다. 등가냉각온도에 경계를 표시하여 온도크기에 따라 위험 및 조치영역을 구분한다.

<표 2> 등가냉각온도(°C)

기류 (Km/h)	기온(°C)								
	4	-1	-7	-12	-18	-23	-29	-34	-40
	등가 온도(°C)								
0	4	-1	-7	-12	-18	-23	-29	-30	-40
8	3	-3	-9	-14	-21	-26	-32	-38	-44
16	-2	-9	-16	-23	-30	-35	-43	-50	-57
24	-6	-13	-20	-28	-36	-43	-50	-58	-65
32	-8	-16	-23	-32	-39	-47	-55	-63	-71
40	-9	-18	-26	-34	-42	-51	-59	-67	-76
48	-10	-19	-27	-36	-44	-53	-62	-70	-78
56	-11	-20	-29	-37	-46	-55	-63	-72	-81
64	-12	-21	-29	-38	-47	-56	-65	-73	-82
64 이상은 추가적 영향 없음	거의 위험 없음 (마른 피부로 1시간 이내인 경우 안전감각 상실이 가장 큰 위험)			위험 증가 (1분내에 노출된 생체조직이 얼 위험)			매우 위험 (30초내에 노출된 생체조직이 얼 위험)		
	마른 의복 착용			지속적인 작업 불가					

② <표 3>을 이용하여 작업할 때 착용한 의복의 Clo 값을 구한다.

<표 3> 착용한 의복의 Clo 값

의복의 조합	Clo 값
속옷(상하), 셔츠, 바지, 상의, 부인용 조끼, 양말, 구두	1.11
속옷(상하), 방한상의, 방한바지, 양말, 구두	1.40
속옷(상하), 셔츠, 바지, 상의, 외투젯킷, 모자, 장갑, 양말, 구두	1.60
속옷(상하), 셔츠, 바지, 상의, 외투젯킷, 외투바지, 양말, 구두	1.86
속옷(상하), 셔츠, 바지, 상의, 외투젯킷, 외투바지, 모자, 장갑, 양말, 구두	2.02
속옷(상하), 외투젯킷, 외투바지, 방한상의, 방한바지, 양말, 구두	2.22
속옷(상하), 외투젯킷, 외투바지, 방한상의, 방한바지, 모자, 장갑, 양말, 구두	2.55
바탕이 두꺼운 방한복, 극지맥	3~4.5
침낭	3~8

③ <표 4> 및 <표 5>를 이용하여 작업부하를 평가한다.

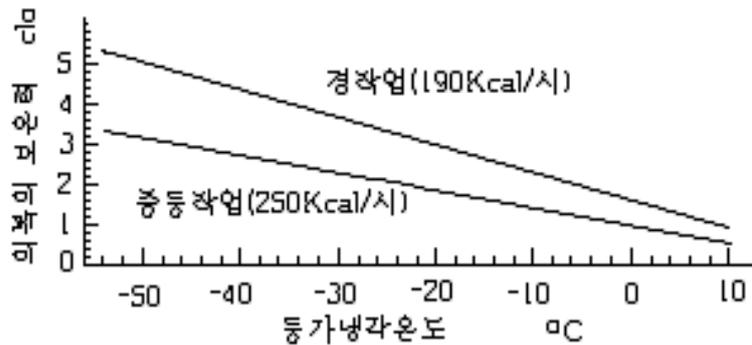
<표 4> 신체자세 및 동작에 따른 작업대사율

신체자세 및 동작	작업대사율(kcal/min)
앉은 자세	0.3
선 자세	0.6
걷는 동작	2.0~3.0
경사진 면을 걷는 동작	걷는 동작의 소모 칼로리에 고도 1m 상승할 때마다 0.8을 추가

<표 5> 작업형태에 따른 작업대사율

작업형태	작업대사율	
	평균(kcal/min)	범위(kcal/min)
○ 수 작업 - 경작업(글쓰기, 손뜨개질 등) - 중작업(워드작업 등)	0.4 0.9	0.2 ~ 1.2
○ 한 팔로 하는 작업 - 경작업 - 중작업(구두수선, 소파제작 등)	1.0 1.7	0.7 ~ 2.5
○ 양 팔로 하는 작업 - 경작업(줄질, 나무대패질, 정원 고르기 등) - 중작업	1.5 2.5	1.0 ~ 3.5
○ 몸 전체로 하는 작업 - 경작업 - 중등작업(마루청소, 카페트 털기 등) - 중작업(선로 깔기, 흙 파기, 나무껍질 벗기기 등) - 격심한 작업	3.5 5.0 7.0 9.0	2.5 ~ 15.0

- ④ 기류를 고려한 등가냉각온도<표 2>와 작업할 때 착용한 의복의 Clo 값으로 보정한 작업부하별 등가냉각온도<그림 1> 사이의 범위를 산출하여 <표 6>의 노출기준과 연속작업시간을 평가한다.



<그림 1> 작업강도별 기온과 필요한 의복의 보온력과의 관계

<표 6> 한랭의 노출기준(4시간 교대작업에 있어서 연속작업시간의 한도)

등가냉각온도	작업 강도	연속작업시간(분)
-10 ~ -25 °C	경작업	~50
	중등작업	~60
-26 ~ -40 °C	경작업	~30
	중등작업	~45
-41 ~ -55 °C	경작업	~20
	중등작업	~30

주) 풍속이 0.5m/초 이하에서는 무풍으로 한다.

- ⑤ 한랭의 노출기준은 <표 6>과 같이 4시간 교대작업을 기준으로 등가냉각온도가 -10 ~ -25 °C일때 경작업인 경우에는 50분간, 중등작업인 경우는 60분간 연속작업을 허용한다. 한번 연속작업을 한 후에는 30분 정도 충분한 휴식이 필요하다. 예를 들어, 연속작업시간이 20분이고 휴식시간이 30분인 경우 하루 4시간 작업한다고 했을 때 연속작업 5회, 휴식 5회 실시한다(작업20분 - 휴식30분 - 작업20분 등).

5. 한랭작업환경의 관리

(1) 환경관리

사업주는 한랭작업에 근로자를 종사하도록 하는 때에는 건강장해를 예방하기 위하여 다음 각호의 환경관리 조치를 취한다. (한랭에 의한 건강장해는 <부록> 참조)

- (가) 한랭작업이 실내인 경우에는 난방 등을 위하여 적절한 온·습도 조절장치를 설치한다. 다만, 작업의 성질상 난방장치를 설치하는 것이 현저히 곤란하여 별도의 건강장해 방지조치를 한때에는 예외로 한다.
- (나) 근로자가 온도·습도를 쉽게 알 수 있도록 온도계 등의 기기를 상시 작업장소에 비치한다.

(2) 작업관리

사업주는 한랭작업에 근로자를 종사하도록 하는 때에는 동상 등의 건강장해를 예방하기 위하여 다음 각호의 조치를 취한다.

- (가) 혈액순환을 원활히 하기 위한 운동지도를 실시한다.
- (나) 적절한 지방과 비타민 섭취를 위한 영양지도를 실시한다.
- (다) 젖은 작업복 등은 즉시 갈아입도록 한다.
- (라) 근로자들이 휴식시간에 이용할 수 있는 휴게시설을 갖춘다. 휴게시설을 설치하는 때에는 한랭작업과 격리된 장소에 설치한다. 한랭작업이 야외작업인 경우에는 트레일러, 승합차 등과 같은 이동식 시설을 포함한 따뜻한 휴게시설이 제공되어야 한다.
- (마) 다량의 저온물체를 취급하는 장소 또는 현저히 차가운 장소에는 관계근로자 외의 자의 출입을 금지시키고 그 뜻을 보기 쉬운 장소에 게시하여야 한다.
- (바) 작업복이 심하게 젖게 되는 작업장에 대하여는 탈의시설, 목욕시설, 세탁시설 및 작업복을 건조시킬 수 있는 시설을 설치·운영한다.
- (사) 추운 곳에서 일하는 근로자들은 가급적 순환근무를 하여 한랭환경에 너무 오래 노출되지 않게 한다.
- (아) 한랭환경의 작업에서 차가운 금속에 근로자의 피부가 접촉되지 않도록 한다.

(3) 보호구

사업주는 한랭작업에 근로자를 종사하도록 하는 때에는 건강장해를 예방하기 위하여 다음 각호의 기준에 따라 적절한 보호구와 작업복 등을 지급·관리하고 이를 근로자가 착용하도록 조치한다.

- (가) 다량의 저온물체를 취급하거나 현저히 추운 장소에서 작업하는 근로자에게는 방한모, 방한화, 방한장갑 및 방한복을 개인전용의 것으로 지급한다.
- (나) 기온이 4℃ 이하의 작업환경에서는 근로자가 적절한 보호복을 착용하도록 하며, 젖은 곳에서는 방수복을 착용하게 한다.
- (다) 신발은 고무인 바닥을 천으로 둘러싸고 가죽으로 덮은 부츠를 제공한다.
- (라) 머리를 통해 50%의 열소실이 있는 경우 털모자 또는 열선이 있는 안전모와 같은 머리 보호구를 제공한다.
- (마) 근로자로 하여금 지급한 보호구는 상시 점검하도록 하고 보호구에 이상이 있다고 판단한 경우 사업주는 이상 유무를 확인하여 이를 보수하거나 다른 것으로 교환하여 준다.

(4) 건강관리

(가) 건강장해 예방조치

사업주는 한랭작업에 근로자를 종사하도록 하는 때에는 전신저체온증·동상 등의 건강장해를 예방하기 위하여 다음 각호의 조치를 하여야 한다.

- ① 건강진단 결과에 따라 적절한 건강관리 및 적정배치 등을 실시한다.
- ② 근로자의 수면시간, 영양지도 등 일상의 건강관리지도를 실시하고 필요한 때에는 건강상담을 실시한다.
- ③ 작업을 시작하기 전 근로자의 건강상태를 확인하고 작업 중에는 주기적으로 순회하여 상담하는 등 근로자의 건강상태를 확인하고 필요한 조치를 조언한다.
- ④ 작업근로자에게 따뜻한 음료의 공급 등 필요한 보건지도를 실시한다.

(나) 한랭작업 종사의 제한

사업주는 다음 각 호에 해당하는 근로자를 한랭 작업에 배치하고자 할 때에는 의사인 보건관리자 또는 산업의학전문의를에게 의뢰하여 업무에 적합한지를 평가받도록 한다.

- ① 고혈압 및 심장혈관질환자
- ② 간장 및 위장기능 장애자
- ③ 위산과다증자 및 신장기능 이상자
- ④ 감기에 잘 걸리거나 한랭에 알레르기가 있는 자
- ⑤ 과거에 한랭장애 병력이 있는 자
- ⑥ 흡연 및 음주를 많이 하는 자

(5) 안전보건교육

사업주는 한랭작업에 근로자를 종사하도록 하는 때에는 작업을 지휘·감독하는 자와 해당 작업근로자에 대해서 다음 각호의 내용에 대한 안전보건교육을 실시한다.

- ① 전신저체온증·동상 등 한랭장애의 증상(〈부록〉 참조)
- ② 전신저체온증·동상 등 한랭장애의 예방방법
- ③ 응급한 때의 조치사항

(6) 응급 조치 등

사업주는 전항 ③의 규정에 의한 응급조치를 하고자 하는 경우에는 다음 각호의 조치를 취한다.

(가) 전신저체온증 등 조금이라도 한랭장애의 증상이 나타나면 지체 없이 따뜻한 곳으로 이동하여 체온을 올리고 따뜻한 음료 등을 보충시킨다. 필요한 때에는 의사의 진찰을 받도록 한다.

(나) 긴급 연락망을 미리 작성하여 한랭작업 근로자에게 주지시킨다.

(다) 가까운 병원이나 의원 등의 소재지와 연락처를 파악해 둔다.

6. 기록보존

사업주는 전항의 규정에 의한 한랭작업에 대해 평가 및 관리를 행한 때에는 그 결과를 기록하고 5년간 보존한다.

〈부록〉

한랭이 인체에 미치는 영향

- (1) “전신저체온증(Hypothermia)”은 몸의 심부온도(직장온도)가 35 °C 이하로 내려간 것을 말하며, 기온이 18.3 °C 또는 수온이 22.2 °C 이하일 때 발생할 수 있다. 첫 증상으로 억제하기 어려운 떨림과 냉각각이 생기고, 심박동이 불규칙하고 느려지며, 맥박은 약해지고 혈압은 낮아진다. 점차 떨림이 발작적이고 억제하기 어렵게 되고, 언어이상, 기억상실, 근육운동 무력화와 졸음이 오게 된다. 이때 한랭노출 위험의 첫 경고증상으로는 사지의 통증을 들 수 있으며, 심한 떨림은 위험신호로 간주해야 한다. 체온이 32.2~35 °C 에 이르면 신경학적 억제 증상으로 운동실조, 자극에 대한 반응도 저하와 언어이상 등이 온다. 임계온도 30 °C 이하가 되면 체온 조절 기능과 맥박, 혈압, 신체 각 기관의 기능이 급격히 떨어지고, 28 °C 이하에서는 부정맥이 증가하게 된다. 27 °C 에서는 떨림이 멎고 혼수에 빠지게 되고, 23~25 °C 에 이르면 사망하게 된다.
- (2) “동상(Frost bite)”은 혹심한 한랭에 노출됨으로써 표재성 조직(피부 및 피하조직) 자체가 동결하여 조직이 손상되는 것을 말한다. 피부의 빙점은 0~2 °C 이지만 실제로 -5~-10 °C 또는 그 이하에서도 좀처럼 얼지 않는다. 피부가 얼면 따끔따끔하고 저리며 가렵다. 피부는 회백색이고 단단하다. 중증 환자에서는 지각이상과 강직이 생기고, 뼈, 근육 및 신경조직 등 심부조직이 손상된다. 피부는 희고 부종이 있다. 동결시간이 2~3초이며 몇 시간 후에 구반이 없어진다(제1도 동상). 동상이 오래 계속되면 수포를 형성하고, 광범위한 삼출성 염증이 일어난다(제2도 동상). -15~-20 °C 의 환경에서 심부조직이 오랫동안 동결되면 조직의 괴사 및 괴저를 일으킨다(제3도 동상). 조직이 동상을 입었을 때의 조직손상은 세포외액의 수분이 얼어서 삼투압이 높아져 세포의 탈수현상이 초래되기 때문이다.